

林野庁委託事業

平成23年度木質系震災廃棄物等の活用可能性調査

(宮城県域調査)

報告書

2012年3月

株式会社日本総合研究所

株式会社森のエネルギー研究所

< 目 次 >

1. 本調査の背景と目的.....	1
1. 1 本調査の背景.....	1
1. 1. 1 東日本大震災の発生と復興の必要性.....	1
1. 1. 2 震災廃棄物の処理の必要性.....	1
1. 1. 3 宮城県における林業活性化の必要性.....	1
1. 1. 4 震災復興に対する政府の取組みと本調査事業.....	2
1. 2 本調査の目的.....	2
2. 本調査の概要.....	3
2. 1 本調査の内容.....	3
2. 1. 1 調査項目.....	3
2. 1. 2 対象地域.....	5
2. 1. 3 木質系災害廃棄物及び未利用間伐材等のエネルギー等利用可能量の把握.....	5
2. 1. 4 地域のエネルギー需要量の把握.....	12
2. 1. 5 地域ニーズの把握.....	15
2. 1. 6 地域ニーズに合った熱電併給システムの提案.....	16
2. 1. 7 木質バイオマス安定供給のための課題検討.....	19
2. 1. 8 事業による効果の推計.....	19
2. 1. 9 関連する法令の確認.....	20
2. 2 本調査の進め方.....	20
2. 2. 1 委員会の設置.....	20
2. 2. 2 地域ワーキンググループの設置.....	21
2. 2. 3 調査スケジュール.....	22
3. 調査結果.....	23
3. 1 木質系災害廃棄物及び未利用間伐材等のエネルギー等利用可能量の把握.....	23
3. 1. 1 木質系震災廃棄物.....	23
3. 1. 2 未利用間伐材等.....	38
3. 2 地域のエネルギー需要量.....	76
3. 2. 1 仙台地域のエネルギー需要量.....	76

3. 2. 2 石巻地域のエネルギー需要量.....	85
3. 3 地域ニーズ.....	95
3. 3. 1 仙台地域のニーズ.....	95
3. 3. 2 石巻地域のニーズ.....	105
3. 4 事例調査.....	114
3. 4. 1 調査対象事例.....	114
3. 4. 2 川崎バイオマス発電所.....	114
3. 4. 3 能代バイオマス発電所.....	116
3. 4. 4 Idbcksverket（イヴァクスベルケ）発電所.....	117
3. 4. 5 まとめ.....	119
4. 地域ニーズに合った熱電併給システム.....	121
4. 1 システム規模の検討.....	121
4. 2 仙台地域の熱電併給システム事業性の検討.....	124
4. 2. 1 エネルギー供給範囲.....	124
4. 2. 2 設備条件.....	125
4. 2. 3 使用バイオマス燃料.....	126
4. 2. 4 プラント建設・運営に係る費用条件.....	130
4. 2. 5 収入額.....	133
4. 2. 6 試算条件のまとめ.....	134
4. 2. 7 仙台地域の熱電併給システム事業性検討のまとめ.....	137
4. 3 石巻地域の熱電併給システム事業性の検討.....	141
4. 3. 1 エネルギー供給範囲.....	141
4. 3. 2 設備条件.....	141
4. 3. 3 使用バイオマス燃料.....	142
4. 3. 4 プラント建設・運営に係る費用条件.....	145
4. 3. 5 収入額.....	148
4. 3. 6 試算条件のまとめ.....	149
4. 3. 7 石巻地域の熱電併給システム事業性検討のまとめ.....	150
4. 4 熱電併給システム整備に係る課題.....	156
4. 4. 1 木質バイオマス燃料の供給量の確保.....	156
4. 4. 2 熱需要の平準化.....	156
4. 4. 3 電力買取価格.....	156
4. 5 事業効果.....	158
4. 5. 1 本調査で対象とする効果.....	158

4. 5. 2	効果の推定	160
4. 5. 3	効果の推定結果	169
4. 6	放射能汚染	170
4. 6. 1	放射能汚染の可能性のある木材を使用する際の留意点	170
4. 6. 2	放射線濃度測定状況（宮城県内）	172
4. 6. 3	まとめ	177
5.	木質バイオマス燃料安定供給のための課題	179
5. 1	木質バイオマス燃料の安定供給に必要な施策	179
5. 2	森林資源の供給量拡大	180
5. 2. 1	未利用資源の収穫率の向上に関する課題	180
5. 2. 2	素材供給力の向上	180
5. 3	木材流通量の拡大	181
5. 3. 1	木材需要の拡大	181
5. 3. 2	海外輸出量の拡大	182
5. 3. 3	流通システムの改善	182
6.	本調査のまとめ	184
6. 1	震災廃棄物の処理に関する課題	184
6. 2	木質バイオマス燃料供給に関する課題	184
6. 3	エネルギー供給事業に関する課題	185
6. 4	木質バイオマスエネルギーによる地域活性化	185
6. 5	林業活性化の必要性	185
【付録】		187
付録1	関連法規の整理	187
付録2	木質バイオマス安定供給のための方策	197
付録3	未利用間伐材等の把握における調達コスト推計結果（詳細）	215
付録4	シミュレーション試算結果（仙台地域）	223
付録5	シミュレーション試算結果（石巻地域）	241

1. 本調査の背景と目的

1. 1 本調査の背景

1. 1. 1 東日本大震災の発生と復興の必要性

2011年（平成23年）3月11日、宮城県牡鹿半島の東南東沖130kmの海底を震源として発生した東北地方太平洋沖地震が発生した。震源域は岩手県沖から茨城県沖までの南北約500km、東西約200kmの広範囲に及びマグニチュード（Mw）9.0を記録した。この地震により波高10m以上、最大遡上高40.0mにも上る津波が発生し、東北地方と関東地方の太平洋沿岸部に大きな被害をもたらした。

宮城県においては仙台市、石巻市、気仙沼市、名取市、東松島市、塩釜市、山元町、女川町、南三陸町、亘理町、多賀城市、岩沼市、七ヶ浜町等広範囲に被害が広がった。特に石巻市では4,000人近い死者・行方不明者が発生し、東松島市では市の6割が浸水した。気仙沼市では津波直後に大規模な火災が発生するなど二次的被害も広がった。沿岸の閑上地区や新興住宅地で壊滅的被害を受けた名取市などでは1,000人前後の死者を出している。

東日本大震災の被害は東北3県を中心に東日本の広域で発生したが、中でも宮城県は上述のとおり甚大な被害を被っている。宮城県では宮城県震災復興基本方針を策定しその基本理念において、震災から10年後（2020年）には新しい考え方や取組を取り入れた復興を成し遂げることにより、壊滅的な被害からの復興モデルを構築するとしている。

1. 1. 2 震災廃棄物の処理の必要性

環境省の調査によると、東北3県（岩手県、宮城県、福島県）の震災廃棄物の推計量は約2,249万tであり、その内訳は岩手県が約476万t、宮城県が約1,569万t、福島県が約205万tである。さらに宮城県内の震災廃棄物の発生状況は、石巻市が616万tと被災市町村の中でも突出して多い発生量となっており、次いで東松島市が166万t、気仙沼市が137万t、仙台市が135万tと続いている（出所：環境省（2012年1月24日）、沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況）。宮城県とりわけ石巻市周辺では震災廃棄物の処理が喫緊の課題である。

1. 1. 3 宮城県における林業活性化の必要性

東日本大震災により、宮城県沿岸部の木材加工施設等が損壊し木材集約機能が失われ、内陸部でも林地の崩壊が広範囲で発生し、宮城県内の木材の生産や流通が停滞するという事態が起こった。宮城県震災復興基本方針においては、単なる被災地の「復旧」ではなく「再構築」を目指すこととされ、農林水産業を含めて、様々な面から抜本的な再構築を図り、最適な基盤づくりを図ることとされている。すなわち東日本大震災による被害を回復することはもとより、従前より宮城県の林業・木材産業が抱える様々な課題の解決を図ることが重要であり、森林整備から木材利用までの一連のサプライチェーンの再構築により、林業・木材産業の活力回復を進めていくことが求められている。

1. 1. 4 震災復興に対する政府の取組みと本調査事業

政府は震災の発生を受け、仮設住宅の建設や廃棄物の撤去等、緊急に実施する必要がある復興事業のための補正予算を2011年5月に成立させた。また、追加復興事業や、産業復興のための支援、調査のための第2次補正予算を7月に成立させた。

被災地の復興のためには、膨大な震災廃棄物の処理と同時に、既存産業の活性化と新規産業創出による雇用の確保を進める必要がある。そこで、第2次補正予算においては、木質系震災廃棄物をエネルギー利用するとともに、震災廃棄物処理後は未利用間伐材等を活用し、エネルギーを持続的かつ安定的に供給する仕組み構築の可能性に関し、被災4県（青森県、岩手県、宮城県、福島県）を対象に調査を実施するための費用が計上された。本調査は、そのうち宮城県域を対象とした調査事業である。

1. 2 本調査の目的

東日本大震災からの復興に向けて、新しいまちづくりを推進するにあたっては、膨大な木質系震災廃棄物をエネルギー利用するとともに、その処理終了後は、未利用間伐材等を活用してエネルギーを持続的かつ安定的に供給する仕組みを構築することにより、林業の活性化や雇用の確保等を図ることができれば有意義である。

そのために、本調査では、被災地域における熱や電気の需要の把握、木質系震災廃棄物や未利用間伐材等の供給、利用可能性を把握し、地域のニーズにあった熱・電併給システムの提案を行うとともに、提案したシステムの持続的な稼動を担保するための方策を検討する。

熱電併給システムの持続的な稼動を実現するためには、エネルギー需要家が将来にわたって対象地域で活動することや、木質バイオマス燃料の供給が安定的になされることなどが必要である。特に、木質バイオマス燃料の安定的な供給のためには、地域の林業、木材加工業等の再構築による、木材流通量の拡大が必須である。本調査は、木質バイオマス熱電併給システムが地域の復興に資するものとするため、地域の林産業の活性化の視点をもち事業可能性評価を行うことを目的とする。

2. 本調査の概要

2. 1 本調査の内容

2. 1. 1 調査項目

本調査は以下の項目に関し調査を行い、地域ニーズに合った熱・電併給システム等の提案を行った。

(1) 木質系災害廃棄物及び未利用間伐材等のエネルギー等利用可能量の把握

発電燃料等として利用可能な木質系震災廃棄物の存在量を把握した。

また、未利用間伐材等及び製材工場等残材について、合板・製紙等、既存産業における需要量も考慮し、燃料としての利用可能量を把握した。

(2) 地域のエネルギー需要量の把握

調査地域における復興住宅、木材産業や水産加工業等の既存産業や、被災地に新たに整備する新産業等の電力・熱需要量を把握し、木質バイオマス代替可能量を調査した。

(3) 地域のニーズの把握

県及び市町村と連携し、復興計画との整合性を図りつつ、地域に導入すべき熱・電併給システム等のニーズを把握した。

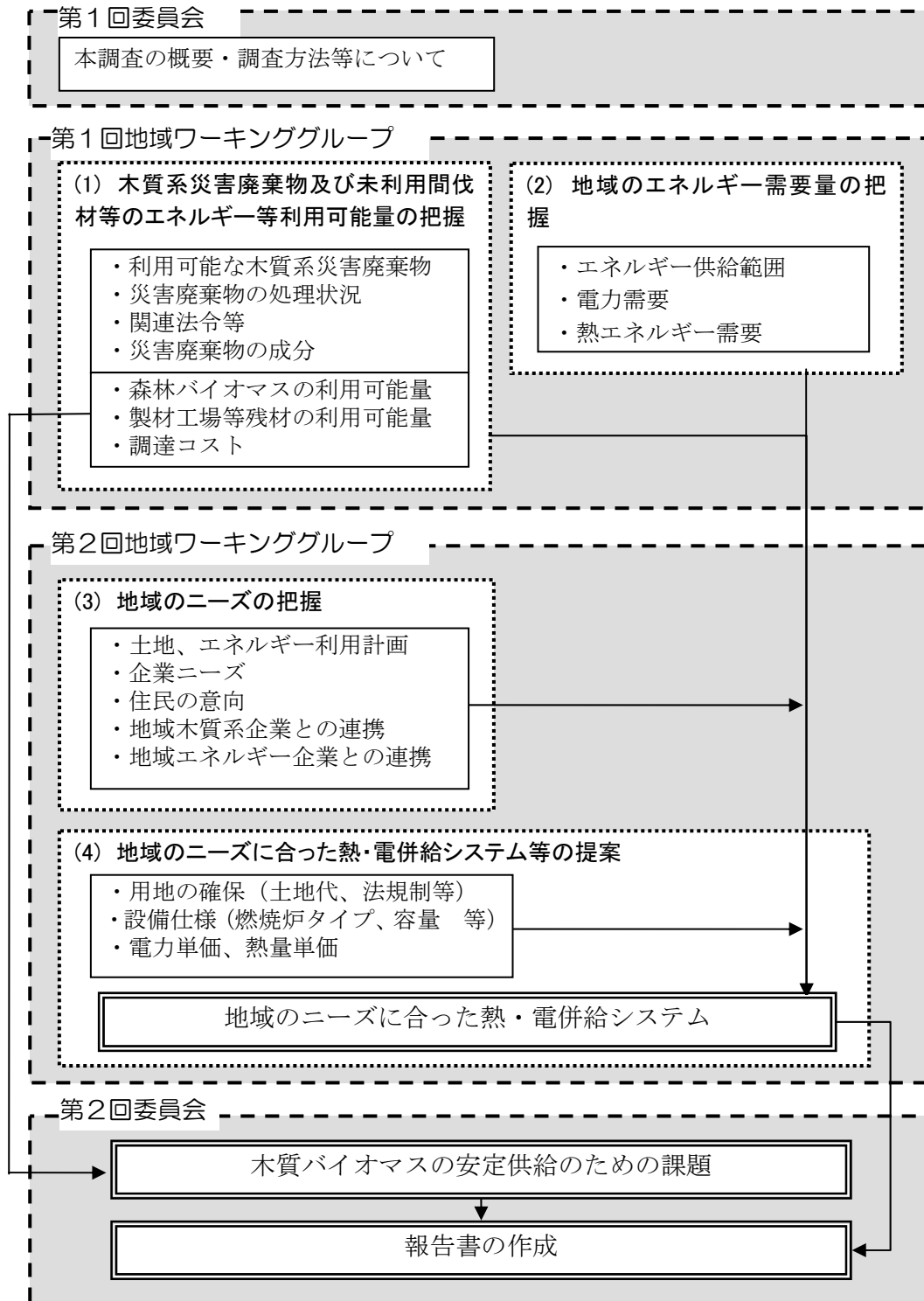
(4) 地域のニーズに合った熱・電併給システム等の提案

国内・海外先進地域の関連資料の収集及び分析を行うとともに、(1)～(3)の調査結果に基づき、当該地域において実際に導入が想定される木質バイオマスの熱・電併給システムの提案を行い、実行可能性についての評価を行った。

また、熱・電併給システムを持続的に運営するため、木質系震災廃棄物の処理が終了した後の、未利用間伐材等による木質バイオマス燃料の安定供給のための課題を検討した。

以上の調査項目は、図表 2-1 に示すフローにしたがって行った。

図表 2-1 本調査のフロー



2. 1. 2 対象地域

本調査は、仙台市周辺および石巻市周辺を対象とした。木質系災害廃棄物の収集にあたっての調査対象地域は、仙台市および宮城県の処理計画に沿って、仙台市周辺を仙台市、多賀城市、七ヶ浜町と定義し、石巻市周辺を石巻市、東松島市、女川町とした。また、未利用間伐材等森林資源の収集にあたっては県および市町村境界にとらわれず、収集可能なエリアを対象とした。さらに、エネルギー供給の対象およびエネルギー供給システムの構築にあたっては、仙台市、多賀城市、七ヶ浜町および石巻市を対象とした。(図表 2-2)

図表 2-2 調査対象地域

調査項目	対象範囲	備考
木質系災害廃棄物の収集	①仙台市周辺 ②石巻市周辺 ①②を中心に全域を調査	収集対象自治体： ①仙台市、多賀城市、七ヶ浜町 ②石巻市、東松島市、女川町
森林系バイオマス、製材残材等の収集	宮城県全域	仙台市、石巻市を中心に収集可能な範囲
エネルギー供給の対象	①仙台市周辺 ②石巻市周辺	①仙台市、多賀城市、七ヶ浜町 ②石巻市

2. 1. 3 木質系災害廃棄物及び未利用間伐材等のエネルギー等利用可能量の把握

(1) 木質系震災廃棄物の把握

1) 木質系震災廃棄物の存在量の把握

宮城県全体で、地震・津波災害により発生した災害廃棄物の発生量は約 1,820 万 t と推計されている。(可燃物 450 万 t、不燃物 1,370 万 t) (出所：宮城県公表資料 (平成 24 年 1 月 20 日))。

本調査の対象地域は石巻市周辺地域 (以下、石巻地域) と仙台市周辺地域 (仙台地域) の 2 地域であり、災害廃棄物を熱電併給システムの燃料として利用する場合の調達範囲は、石巻地域は石巻ブロックから、仙台地域は仙台市、宮城東部ブロック、亘理名取ブロックからと想定した。

災害廃棄物の処理は、宮城県による災害廃棄物処理の基本方針 (平成 23 年 3 月策定)、災害廃棄物処理実行計画 (第一次案) (平成 23 年 7 月策定) が示され、これに基づき仙台市及びブロック単位で処理計画が策定され、処理が進められている。本調査では宮城県、仙台市及び関連部署の公表資料とヒアリングにより、以下の調査を行った。

- ①災害廃棄物の発生概況
- ②処理スケジュール
- ③各地区の状況と詳細処理計画
- ④利用可能量の推計
- ⑤処理業者へのアンケート及びヒアリングによる利用可能量調査

【災害廃棄物基本方針[平成 23 年 3 月策定]（宮城県）】

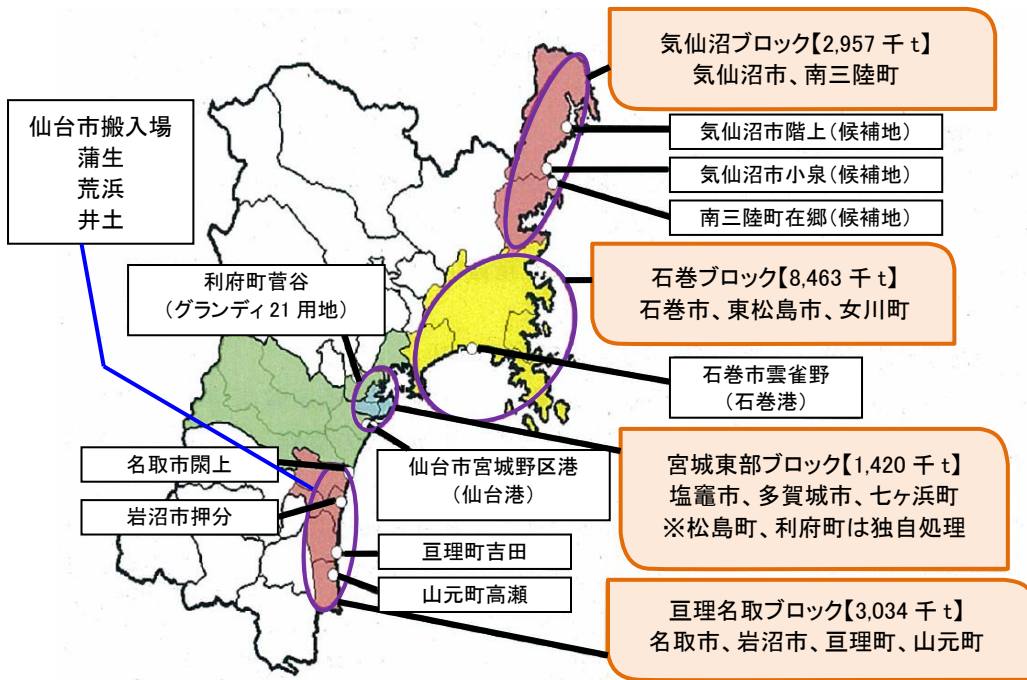
- ①災害廃棄物の処理は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」により、市町村が進めることになるが、市町村自らが処理することが困難な場合に、地方自治法による「事務の委託」により、県が処理を実施。
- ②概ね 1 年を目標として災害廃棄物を被災地から搬出し、概ね 3 年以内に処理を終了。
- ③処理方法については、原則として、一次仮置場で粗分別したものを二次仮置場に搬送し、その後、分別・破砕等の処理により、可能な限り再資源化を図ることで、焼却や埋め立てによって処理・処分する廃棄物の減量化に努力。

【災害廃棄物処理実行計画（第一次案）[平成 23 年 7 月策定]（宮城県）】

実行計画は、環境省から示された「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針(マスタープラン)」に基づき策定、当面の方向性を第一次案として取りまとめ、8月に公表。

- ①津波被災市町について、既存の市長や一部事務組合の枠を超えた地域ブロック単位で、県が処理を実施。
- ②地域ブロックは、広域市町村圏をもとに、気仙沼ブロック、石巻ブロック、宮城東部ブロック、亶理・名取ブロックの4つとし、各ブロックに大規模な仮置場を1か所又は数か所設置。(図表 2-3)
- ③県内4ブロックの災害廃棄物の処理については、プロポーザル方式により実施。

図表 2-3 4地域ブロックと二次仮置場設置状況



出所：宮城県（2012年1月20日）、環境生活農林水産委員会資料

2) 木質系震災廃棄物の成分分析

各地域の集積所から木質系災害廃棄物をサンプリングし、燃料として使用するうえで確認が必要な項目（含水率や発熱量といった木質バイオマス利用の基本的な項目や塩素濃度等）について、分析・把握を行い、評価した。また、泥などの異物の付着状況等については目視による確認を行った。

集積地や震災からの経過日数によって状態は変化するが、現時点での状態把握をもとに、今後の利用計画を検討した。

a) 分析項目

木質バイオマスの燃焼に関する基本的な分析項目として、含水率および発熱量等の燃料の燃焼性を決定するもの及びボイラに影響を与える塩素濃度とした。

津波被害に関連した項目として、塩素濃度が挙げられる。一般的なボイラの塩素濃度の許容値は0.1%であるので、これを基準値として分析結果を評価する。分析時点で塩分濃度が基準値を超えていなければ、今後も降雨等により塩分は除去される（放置による経時で塩分濃度は増加しない）と考えられ、発電開始時には問題ないと判断できる。

b) 放射能濃度

放射能汚染に関しては、センシティブな問題となっている。この問題は事態が流動的であること、サンプリング方法や測定方法が確立されておらず、その方法によって結果が変わってくること、結果によっては風評被害に結びつくなどの弊害を誘発する可能性もあることから、本調査では実施しないこととした。

宮城県では環境省の測定方法に則った災害廃棄物の放射能濃度測定を実施しており、この結果を援用することとした。

(2) 未利用間伐材等の把握

バイオマス利用施設を導入する場合、施設の持続的な運営のためには燃料の安定調達が重要な要素となる。宮城県および仙台市の計画では災害系廃棄物の処理は3年以内を目標としているため、その後は未利用間伐材や地域の木材産業からの残材等を利用していくことが必要となる。

1) 林地残材、製材等残材の利用可能量の把握

a) 資源量の考え方（定義）

資源量推計の前提として、本調査では以下の定義を用いることとする。

森林資源の区分として、A～D材および枝葉の5区分とする。各区分の考え方を図表 2-4 に示す。形状によって用途が分かれるが、主に製紙用チップとして利用されているC材相当の材や用材としては利用することができないD材、枝葉については未利用となっているものが多いため、本調査でのエネルギー利用資源として、C材、D材、枝葉を対象として利用可能量の推計を行うこととする。

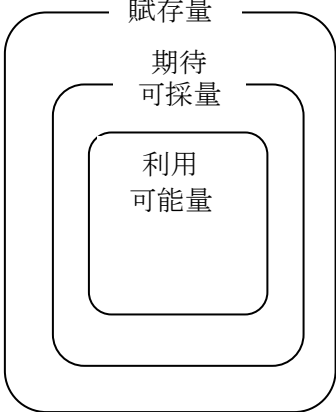
資源量の定義としては、図表 2-5 の3区分で分類することを前提とする。

調査対象とする資源については、森林バイオマス以外に、建築発生木材、支障木、剪定枝についても利用可能量の推計を行う。

図表 2-4 森林バイオマスの区分

【区分】	現在主に搬出されているもの
A材：直材（主に製材用丸太、土木用）	○
B材：小曲がり材（主に合板用丸太、土木用）	○
C材：大曲がり材、短尺材（主に製紙チップ丸太）	○
D材：小径木、根元、梢端部（用材不適木）	—
枝葉	—

図表 2-5 木質バイオマス賦存量の分類と定義

分類	定義
	<p>【賦存量】 対象とする地域に存在する理論上の全森林資源量（蓄積量）。技術的な条件や経済的な条件などを全く考慮せずに推定される資源量。</p>
	<p>【期待可採量】 統計数値等を用いて推計する理論値（成長量）。収穫可能な量の最大値として定義。</p>
	<p>【利用可能量】 期待可採量の範囲内で行われる素材生産に伴って発生するバイオマスを現実的に利用可能な量の最大値とする。ヒアリング等による現状把握をもとにした数値。 ※利用可能量のうち、技術面・経済面を考慮して具体的な利用計画をたてるものとする。</p>

b) 利用可能量

森林バイオマスについては、前述の「賦存量」「期待可採量」「利用可能量」の3段階の考え方で資源量の推計を行った。

エネルギー利用の対象として想定される C,D 材および枝葉のうち、伐捨間伐等により林内で伐採のみ行われるようなものについては改めてそれらを収集することになるため、利用する際にはコストが多くかかってしまう。利用しやすいものとしては、素材生産される A,B 材に付随して発生する C,D 材および枝葉である。これらは素材生産される A,B 材とあわせて搬出することが可能となるため、コストを抑えて収集することが可能と考えられる。そこで、利用可能量としては素材生産される A,B 材に付随して発生する C,D 材および枝葉を対象とし、試算を行った。

試算方法としては、基本的には統計による数値を用いて算出を行ったが、利用可能量については統計数値からの算出に加え、林業事業者の現状を反映するため、アンケート調査やヒアリング調査を実施した。アンケート調査の方法について以下に示す。

《アンケート調査》

県内の林業事業者およびチップ工場・製材所を対象にアンケート調査を実施した。

林業事業者向けのアンケート調査対象を図表 2-6 に示す。県内の 29 事業者に対して素材生産量やバイオマスの発生状況等について調査を行った。また、アンケート調査結果をもとに素材生産量の多い事業者についてはヒアリング調査を実施した。

図表 2-6 林業事業者アンケート調査対象

調査対象者	宮城県森林整備協同組合に所属する林業事業者
配布事業者数	29 事業者
アンケート回収数	22 事業者
回収率	76%

チップ工場や製材所向けのアンケート調査対象を図表 2-7 に示す。既存のチップ工場や製材所の状況を把握するため、設備の稼働状況やチップや端材等の供給可能性について調査を行った。

アンケートの対象としたのは、宮城県木材協同組合に所属している製材所 50 社とチップ工業会に所属している 33 社である。チップ工業会に所属している 33 社は基本的に製紙用チップを製造している事業者である。

図表 2-7 製材所およびチップ工場向けアンケート調査対象

調査対象者	製材所	製紙用チップ工場	計
配布事業者数	50	33	83
アンケート回収数	4	14	18
回収率	8%	42%	22%

森林系バイオマス以外の製材工場等残材、建築発生木材、支障木、剪定枝の発生量・未利用量については、統計資料をもとに数値の整理を行った。

2) 調達コストの推計

資源量の把握とあわせて、資源の収集にかかるコストを把握しておく必要がある。森林バイオマスの場合には、施業システムにより山土場での調達コストが異なるほか、輸送方

法や破碎方法等、各工程により調達コストが異なる。

本調査では、調達方法について以下4パターンを想定し、パターン(A)とパターン(B)に関してコスト推計を行った。

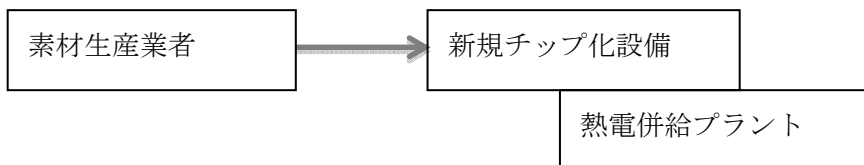
森林バイオマス以外の木質資源に関しては、ヒアリングや統計調査等による現在の流通価格把握により、調達コストを想定した。

<調達パターン>

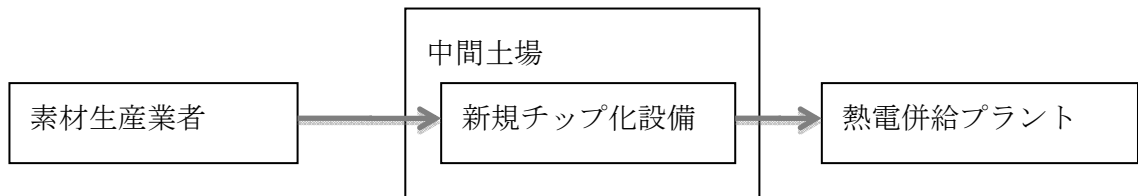
(A) 既存チップ工場から燃料用チップを調達



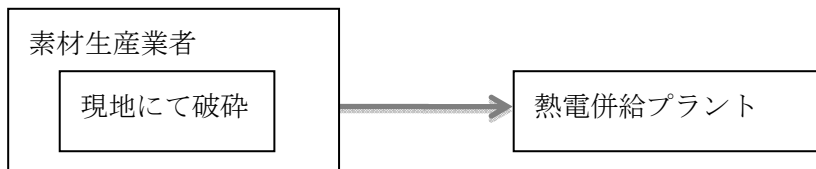
(B) 新規チップ化設備をプラントに併設



(C) 新規チップ化設備を中間土場に設置



(D) 山土場でチップ化



2. 1. 4 地域のエネルギー需要量の把握

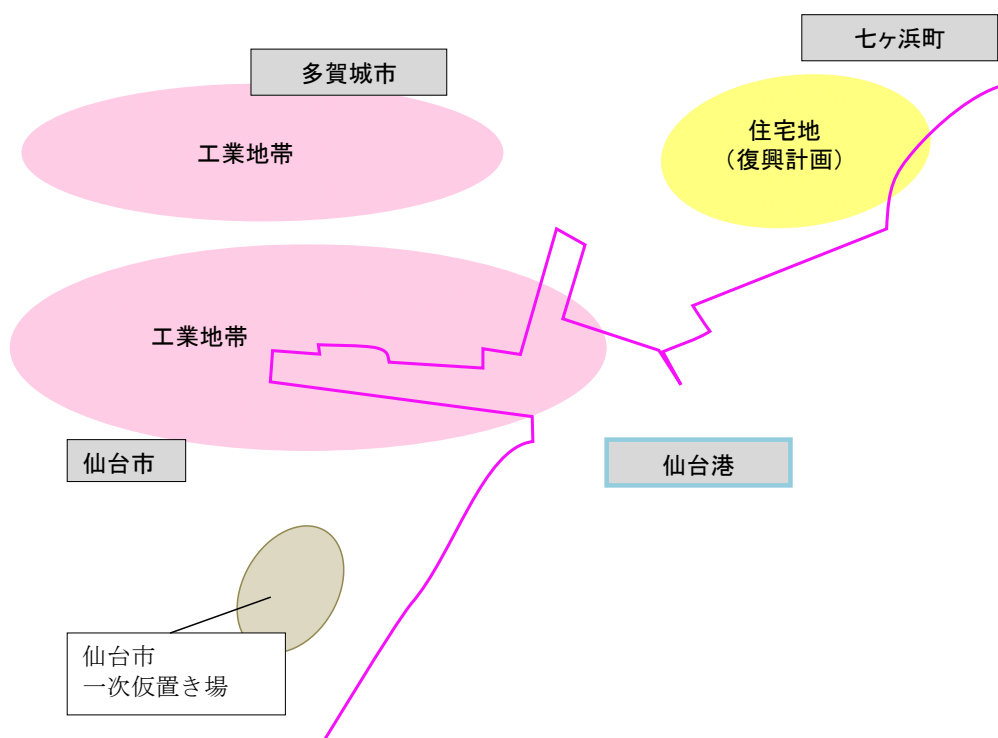
本調査では、木質バイオマスの燃焼により電気と熱を供給する、熱・電併給システムを想定する。したがって、調査対象とするエネルギー需要量は、電力と熱エネルギーである。

エネルギーの需要量を調査するにあたっては、需要が見込める地域をある程度絞り込んだ上で、該当エリアの主要な事業者に対し、アンケートもしくはヒアリングによる調査を実施した。

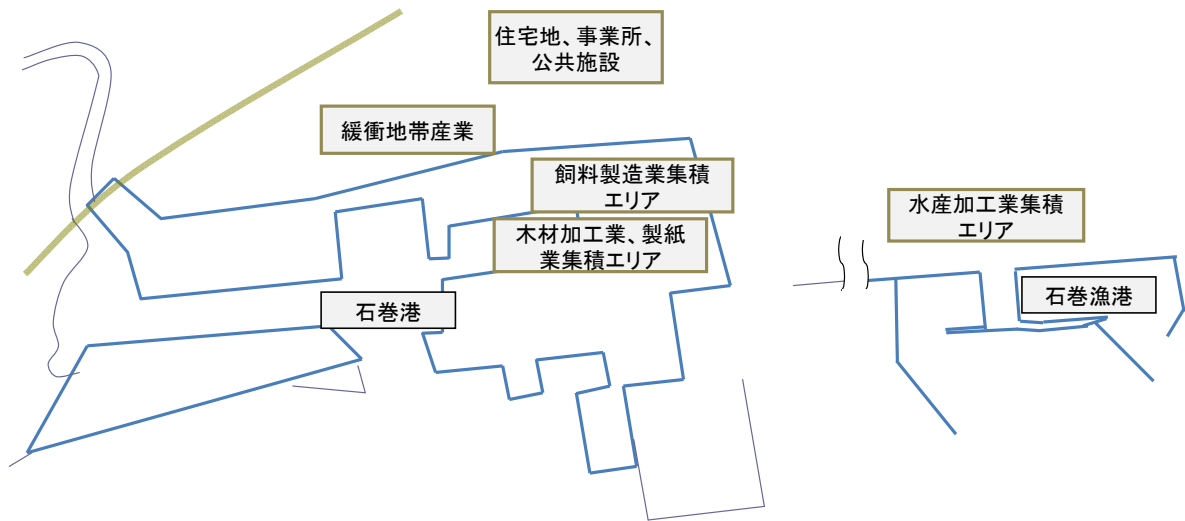
(1) 調査地域の設定

仙台地域、石巻地域共に熱電需要が近隣に多く存在する臨海部の工業地帯を想定した。仙台地域の調査対象エリアを図表 2-8、石巻地域の調査対象エリアを図表 2-9に示す。

図表 2-8 調査対象地域（仙台地域）



図表 2-9 調査対象地域（石巻地域）



（3）需要量把握

調査対象地域の需要を把握するにあたり、産業部門、家庭部門、公共施設におけるエネルギー需要量を把握することとした。調査方法を図表 2-10 に示す。

産業部門の需要量の把握について、仙台地域はアンケート調査を実施した。石巻地域は、調査対象地域が被災をしているため、エネルギー需要家に対しアンケートを配布し正確なエネルギー需要量を調査することは困難であることから、調査時点で操業している事業者に対しヒアリング調査を実施することとした。

家庭部門（住宅）の需要量の把握について、住宅地は、集約・高台移転等によりその配置が大きく変わることが想定される。宮城県及び各市町の復興計画をもとに住宅地の立地状況を推計し、統計調査から家庭のエネルギー原単位をもとに需要量を推計した。

図表 2-10 需要量把握のための調査方法（概要）

部門	調査方法
産業部門	仙台地域：仙台港周辺の工業地域に立地する事業者に対してアンケート調査を実施。 石巻地域：石巻港及び石巻漁港周辺に立地する事業者に対してヒアリング調査を実施。
家庭部門	統計調査より推計
公共施設	市町提供資料より推計

1) 産業部門

a) 仙台地域

仙台地域のエネルギー需要については、仙台港周辺（仙台市および多賀城市）の工業地帯に立地する事業者に対してアンケート調査を実施した。アンケート項目は図表 2-1 1 の通りである。住宅地域については、エネルギー原単位を用いた推計を行った。

図表 2-1 1 アンケート調査内容

項目	備考
(1) 化石燃料の種類と消費量	灯油、A 重油、LP ガス等の月別消費量
(2) 契約電力と電力消費量	月別電力消費量
(3) ボイラー等の設備内容	使用している蒸気ボイラ、温水ボイラの規模および台数
(4) エネルギー（電力・熱）の供給に関する要望	—
(5) ヒアリング調査への協力可否	—

b) 石巻地域

石巻港、漁港地域周辺は産業集積エリア（木材加工業や製紙業、飼料製造業や水産加工業）や緩衝地帯（植物工場）、復興住宅想定エリアといった一定量のエネルギーの需要が見込める地域であることから、熱電エネルギーの需要量を把握する対象とした。（図表 2-1 2）

電力需要に関しては、需要家はより安価な電力を購入すると考えられるため、今回想定する熱電併給システムで想定する売電価格と現在の電気料金価格の比較がポイントとなる。

産業集積エリアの工場に対しては、現在、電気事業者から特別高圧電力料金 10 円/kWh 前後で電力が供給されているものと考えられる（契約者と電気事業者間の協議によって定まるものの、公表値と大きくは乖離していないものと考えられる）。木質バイオマス発電の発電コストは、国家戦略会議コスト等検証委員会発電コストの試算によると 17.4 円/kWh から 32.2 円/kWh である（国家戦略会議（2011 年 12 月 19 日）、コスト等検証委員会報告書より）ため、新たなプラントから工場需要者へ販売をする場合、安定供給に係るコスト等を鑑みると 10 円/kWh を下回る電気料金で提供することは難しい。

よって、産業部門においては熱エネルギーの需要のみを調査することとした。

図表 2-12 需要の把握対象

需要の把握対象		電気需要	熱需要
産業集積エリア	木材加工業		
	製紙業		
	飼料製造業	調査対象外	調査対象
	水産加工業		
	植物工場		

2) 家庭部門、公共施設等のエネルギー需要（仙台地域、石巻地域共通）

住宅地、公共施設等については、電力需要と暖房や給湯等の熱供給が想定されるため、灯油等の熱需要について調査した。

なお、住宅の配置については、本調査実施期間内で確定しない場合もあるため、「エネルギー・経済統計要覧」等を基にしたエネルギー原単位を用いて推計こととした。住宅地域の復興計画が具体的になった際の需要については、それらを参考に住宅地の配置や戸数等から需要量を推計した。

住宅地のエネルギー需要量の推計 = 原単位 × 世帯数

公共施設については、提供資料をもとに需要を整理した。

2. 1. 5 地域ニーズの把握

雇用創出や地域資源活用など、地域が復興に向けて立ちあがっていくための一助となるような事業を目指し、地域ニーズをまとめる。具体的には、市の復興計画、需要家としての企業ニーズについて調査を行うこととした。調査内容を図表 2-13 に示す。

(1) 市の復興計画に関する調査

震災後の被災地域における事業者や、住宅、新たな土地利用の有り方等について、一般公表された情報や担当者へのヒアリングを基に整理した。

(2) 需要家としての企業ニーズに関する調査

需要量把握と同様に、調査対象地域における事業者に対し、アンケート、ヒアリングを実施した。調査内容は、熱エネルギーを供給する事業者が新たに存在した場合、現在事業者が利用している熱エネルギーと代替性の有無とその量について整理した。

図表 2-13 調査対象・内容

調査項目	調査内容	調査対象
1) 復興計画における土地・エネルギー利用計画	<ul style="list-style-type: none"> ・復興住宅の整備時期、場所 ・地域エネルギー供給に関する考え 	各市町の復興計画の整理、担当者
2) 需要家としての企業ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> ・復興後の熱需要 ・新設の事業者からのエネルギー購入の意向 	建設予定地周辺の企業

2. 1. 6 地域ニーズに合った熱電併給システムの提案

地域ニーズを踏まえ、仙台および石巻それぞれの地域に合った熱電併給システムの検討を行った。

調査内容としては、木質系震災廃棄物や森林バイオマス等の燃料となる木質バイオマスの調達システム検討、設備形成のための調査・検討・検証が挙げられる。

資源調達、設備設計、エネルギー供給の各項目に関して、これまでの調査結果や具体的なシステム構築のための条件整理を行ない、事業採算性の分析とシステム全体の概念設計を行った。その際、熱電併給事業の位置づけとして、地域にメリットのある事業形態やシステムであることが重要となるため、環境価値等の付加価値を付与したエネルギー販売等についての検討や、熱電併給システムの整備と運用によって得られる効果（雇用創出、環境負荷低減効果等）の検証も行った。

(1) 仙台地域

仙台地域における熱電併給システムの検討条件として、エネルギー需要が集中する仙台港周辺の事業所への熱電供給を想定した試算を行った。エネルギー供給範囲や供給量等の条件設定については需要量調査をもとに、また熱電併給システムの立地場所としては、地域ニーズに関する調査結果を参考としてモデルケースを設定した。

(2) 石巻地域

石巻地域における熱電併給システムの検討条件として、エネルギー需要が集中する石巻港工業団地に立地する木材加工団地、水産加工団地、飼料団地への熱エネルギー供給と、周辺の産業施設、新たに整備される復興住宅への熱電併給を想定した試算を行った。

エネルギー供給範囲や供給量等の条件設定については需要量調査をもとに、また熱電併給システムの立地場所としては石巻港工業団地を想定してモデルケースを設定した。

(3) プラント設備条件の検討

1) 設備規模

「燃料の調達可能量」等から設備規模を設定した。

2) 稼働条件

年間の稼働日は、年間定期修理及び点検日を考慮し設定した。

本来エネルギーの供給については、供給先のエネルギー需要に関するデマンドカーブ（日中、週、季節等における需要の増減）を考慮し、需要者側でエネルギー利用について調整すべきであるが、本調査では需要者による調整がなされているものと仮定し、年間のエネルギー需要を供給時間で割り戻した量を供給量とした。

3) 使用燃料バイオマスの条件

a) 種類

木質系震災廃棄物、製材工場等残材、未利用間伐材や林地残材等の森林バイオマスを燃料とした。

資源量調査の結果より、震災廃棄物、製材端材等、森林バイオマスの割合を設定した。また、主な燃料として想定する森林バイオマスが一時的に不足する場合には、他のバイオマス燃料で代替することも検討することとした。

b) 使用量

メーカーヒアリングより、各規模の熱電併給プラントでの燃料消費量（必要熱量）を想定した。使用する燃料の種類ごとの使用量については、資源量調査をもとに設備の耐用年数である15年間の利用計画を検討した。

c) 価格

木質系震災廃棄物の価格はヒアリング等より設定した。

森林バイオマスについては、林地残材や未利用間伐材を使用した場合、既存チップよりコストが高くなる可能性があるが、既存産業に影響を及ぼさないことが前提となるため、最も高額なケースでも、既存製紙用チップと同等の価格に設定した。

4) プラント建設・運営に係る費用

a) 初期投資費用

・ボイラー・発電施設整備費用

メーカーヒアリング等より設定した。

・土地代及び土地造成費用

公開情報などから土地の単価を設定し、それぞれの地域において土地代を算出した。

土地造成費用はメーカーヒアリング等により設定した。

・蒸気配管費用（蒸気供給を行う場合）

埋設単価は事業者ヒアリング等から設定した。

・その他費用

変電設備の設置費用、貯蔵庫、管理棟などのその他施設費用を事業者ヒアリング等からそれぞれの地域について設定した。

- ・補助金充当
土地代を除く初期投資額（ボイラー・発電施設整備費用、土地造成費用、蒸気配管費用、その他費用）の2分の1とした。
- ・減価償却費
初期投資費用は、耐用年数15年間定額の減価償却費として毎年の支出額に計上した。

b) 運営費用

- ・人件費
システムの維持管理・運用のための必要人員を、メーカーヒアリングより設定した。人件費は給与および福利厚生費の合計とし、職員の構成をボイラ・タービン主任技術者、電気主任技術者、運転員、事務員とし、それぞれの職種において妥当な年収を、ヒアリングおよび公開されている求人情報等から設定した。
- ・メンテナンス費用
メーカーヒアリングより設定した。
- ・ユーティリティ費用
工業用水や薬剤、砂等の費用として、メーカーヒアリングより設定した。
- ・焼却灰処理費用
事業者ヒアリングより設定した。
- ・その他
電気事業税、保険料を計上した。

(4) 事業採算性

設備費をはじめとする初期投資額および毎年の運営費用を算出することで、投資回収年数を算出した。

事業の採算性の検討にあたっては、発電設備容量5,000kW、10,000kWそれぞれについて燃料調達費用に係る森林バイオマスの単価設定によるパターン、売電価格によるパターンでの組み合わせで試算を行った。

さらに、仙台地域においてはプラントの立地想定場所による条件、石巻地域においては蒸気供給の有無のパターンを追加して試算を行った。試算パターンを図表2-14に示す。

図表 2-14 各地域における熱電併給プラント事業性試算パターン設定

地域	プラント規模	立地場所	燃料価格	売電価格	合計
仙台	2パターン	2パターン	2パターン	2パターン	16パターン
石巻	2パターン	2パターン	2パターン	2パターン	16パターン

2. 1. 7 木質バイオマス安定供給のための課題検討

燃料用木質バイオマスの供給量の安定供給のためには、製材や合板、製紙用チップ等の製品利用の供給量を安定化・増加することが必要である。また、バイオマスのエネルギー利用に際しては、紙パルプなど他の用途で利用する事業に著しい影響がないこととするとともに、カスケード利用（品位の高い順に多段階の利用）を行うことが必要である。

したがって、木質バイオマスの安定供給のためには、林地残材等の未利用バイオマスの利用率の向上と、製品供給量の増加による製材端材等の増加を実現させることが重要である。そのためには、供給可能量の増加（川上の対応）、需要量の増加（川下の対応）、さらに川上と川下を結ぶ流通システムの改善が必要となる。

その具体的な対応策について検討した。

2. 1. 8 事業による効果の推計

木質系災害廃棄物の処理と、未利用間伐材等を活用した熱・電併給システムの構築により、以下の効果が発生するものと考えられる。それぞれの効果を推計し、熱・電併給システム整備の社会的意義について検証した。なお、災害廃棄物の処理およびプラント建設時における雇用の増加については、一時的なものであることから、ここでは推計に組み込まないものとした。

（1）木質バイオマス調達にかかる雇用創出

未利用間伐材の輸送、破碎等木質バイオマス調達にかかる雇用創出について推計した。山土場から発電プラントまでの工程における、輸送（トラック運転）、積み込み（ストックヤード作業）、破碎にかかる人数を、既存事例等を参考に推計した。

（2）プラントの運転・維持管理による雇用創出

プラントの運転・維持管理に係る雇用の増加について推計した。

（3）燃料費節減効果

熱電エネルギーを利用する企業の、従来のエネルギー経費に対する削減量を効果として推計した。

（4）環境負荷低減効果

木質バイオマスエネルギーを利用することによる、CO₂排出量削減効果を推計した。

2. 1. 9 関連する法令の確認

熱電併給プラント建設にあたり、施設建設に係る法令を順守する必要があるが、本事業では、災害系廃棄物や木質バイオマスを燃料として利用することを想定しているため、それらに係る法令等にも留意する必要がある。関連する法令について整理を行った。

2. 2 本調査の進め方

2. 2. 1 委員会の設置

本調査においては有識者等の意見を広く聴取し、その意見を反映させる場として「木質系震災廃棄物等の活用可能性調査(宮城県域調査)に関する有識者検討委員会」(以下「委員会」)を設置した。委員会メンバーは図表 2-15 の通りである、

図表 2-15 委員会メンバー

所属	氏名
東北大学大学院環境科学研究科 教授	新妻 弘明 (委員長)
東北大学大学院農学研究科 教授	中井 裕
東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授	仁多見 俊夫
宮城県森林整備事業協同組合 専務理事	阿部 泰
宮城県木材協同組合 専務理事	畠山 雄一
宮城県森林組合連合会 代表理事専務	鈴木 登
宮城県農林水産部林業振興課 技術補佐 (総括担当)	高橋 壯輔
宮城県環境生活部震災廃棄物対策課 技術補佐 (総括担当)	宮城 英徳
仙台市震災復興本部震災復興室 主査	笠間 毅
石巻市産業復興課 課長	斎藤 一夫
NPO 法人北日本木材資源リサイクル協会 代表理事	鈴木 隆
日本製紙株式会社 林材部長代理	松本 哲生

(順不同)

2. 2. 2 地域ワーキンググループの設置

委員会に加え、地域関係者等の意見を広く聴取することで実情に即した検討を行う場として「木質系震災廃棄物等の活用可能性調査（宮城県域調査）に関する地域ワーキンググループ」（以下「地域ワーキンググループ」）を設置した。地域ワーキンググループメンバーは図表 2-16 の通りである。

図表 2-16 地域ワーキンググループメンバー

所属	氏名	石巻地域 仙台地域	
		WG	WG
東北大学大学院環境科学研究科 教授	新妻 弘明	◎	◎
東北大学大学院農学研究科 教授	中井 裕	○	○
東京大学大学院農学生命科学研究科 准教授	仁多見 俊夫	○	○
宮城県森林整備事業協同組合 専務理事	阿部 泰	○	○
宮城県木材協同組合 専務理事	畠山 雄一	○	○
宮城県森林組合連合会 代表理事専務	鈴木 登	○	○
宮城県農林水産部林業振興課 技術補佐（総括担当）	高橋 壯輔	○	○
宮城県環境生活部震災廃棄物対策課 技術補佐（総括担当）	宮城 英徳	○	○
仙台市震災復興本部震災復興室 主査	笠間 毅	○	○
石巻市産業復興課 課長	斎藤 一夫	○	○
東松島市振興政策部復興政策課復興政策班 主任	佐藤 伸壽	○	—
多賀城市役所 市長公室 震災復興推進局長	鈴木 学	—	○
七ヶ浜町役場 環境生活課 主幹兼係長	石井 直紀	—	○
NPO 法人北日本木材資源リサイクル協会 代表理事	鈴木 隆	○	○
日本製紙株式会社 林材部長代理	松本 哲生	○	○
JX 日鉱日石エネルギー株式会社エネルギーソリューション本部 ES3 部長	指宿 祐一	—	○

（順不同）

◎：委員長 ○：委員

2. 2. 3 調査スケジュール

委員会および地域ワーキンググループは図表 2-17 に示すとおり各 2 回開催した。

図表 2-17 本調査のスケジュール

日時	種別	検討内容
2011 年 10 月 28 日	第 1 回委員会	本調査の基本方針、調査対象地域の概要
2011 年 12 月 6 日	第 1 回地域ワーキンググループ	利用可能量推計、エネルギー需要把握
2012 年 2 月 7 日	第 2 回地域ワーキンググループ	地域ニーズに合った熱・電併給システムの概要
2012 年 2 月 29 日	第 2 回委員会	未利用間伐材等の安定供給の方策、報告書骨子の確認

3. 調査結果

3. 1 木質系災害廃棄物及び未利用間伐材等のエネルギー等利用可能量の把握

3. 1. 1 木質系震災廃棄物の把握

(1) 木質系震災廃棄物の利用可能量の把握

1) 震災廃棄物の発生概況

対象地区の震災廃棄物発生量（津波堆積物は除く）及び木くず（内数）の発生量を図表 3-1 に示す。

図表 3-1 石巻地域、仙台地域の震災廃棄物及び木くず発生量

地域	ブロック	震災廃棄物 (千 t)	木くず (千 t)
石巻地域	石巻ブロック	6,854	1,950
仙台地域	仙台市	1,352	240
	東部ブロック	457	115
	亘理名取ブロック計	2,012	825
	(名取処理区)	260	159
	(岩沼処理区)	381	131
	(亘理処理区)	864	334
	(山元処理区)	507	201
	合計	3,821	1,180

出所：宮城県環境生活部（平成 24 年 1 月 20 日）、宮城県における災害廃棄物処理
仙台市（平成 23 年 7 月 19 日）、震災廃棄物対策課室記者発表資料

2) 処理スケジュール

本調査において調査対象とする 3 ブロック（石巻、東部、亘理・名取）は処理業者が決定しており、現在、造成・処理プラント建設中で平成 24 年 4 月より稼働を予定している。また、処理事業者向けに実施した震災廃棄物の燃料としての供給可否と供給可能量、供給可能エリアに関するアンケート結果（図表 3-1 1 参照）より、二次仮置場における処理の完了を平成 25 年 9 月とした。よって、処理期間は 18 か月間となる。熱電併給プラントの稼働開始を平成 25 年 4 月とし、前月より燃料を調達するという前提で考えると調達期間は 7 か月間になる。

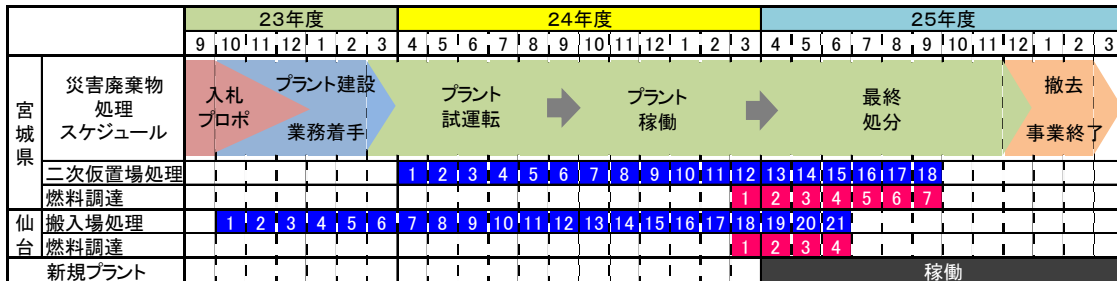
仙台市は処理開始が平成 23 年 10 月であり、当初の発生量推計に対して実際の発生量は少なめにシフトしていることから、処理完了を平成 25 年 6 月と推定すると、処理期間は 21 か月間となり本調査で検討している熱電併給プラントでの調達期間は 4 か月間となる。

ストックヤードが確保できる場合はその容量に応じて相応の増量ができるが、現時点で

は考慮しないものとした。

これらを踏まえ、処理スケジュールを整理したものを図表 3-2 に示す。

図表 3-2 災害廃棄物処理スケジュール



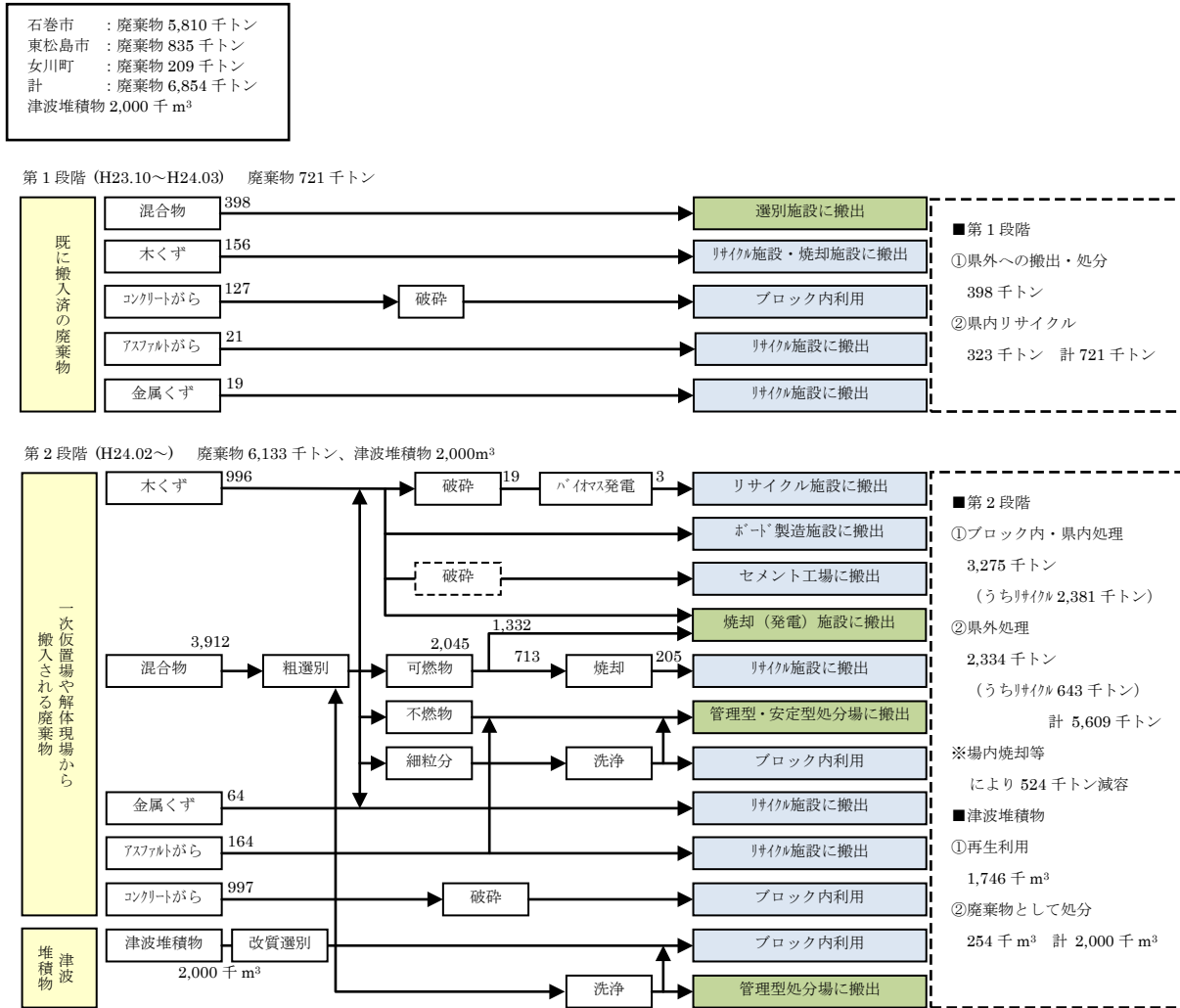
注) 表中の数字は起点(処理開始、調達開始)からの経過月数を表す。

出所: 上段スケジュール: 宮城県(2012年1月20日)、環境生活農林水産委員会資料
 その他の処理・調達・稼働日程: 株式会社森のエネルギー研究所作成

3) 各地区の状況と処理計画

宮城県の公表資料より、各ブロックの詳細処理計画は図表 3-3～図表 3-8 の通りである。

図表 3-3 石巻ブロックの処理計画



出所：宮城県（2012年1月20日）、環境生活農林水産委員会資料

図表 3-4 互理名取ブロック①名取処理区の処理計画

単位：千 t

種別	細別	業務 範囲	自区内		自区外(県内)		自区外(県外)		
			リサイクル	処理	リサイクル	処理	リサイクル	処理	
災害廃棄物	可燃物	木くず	159	52	93	2		12	
		粗大・混合ごみ(可燃)	9	1	7	1			
	不燃物	コンクリートくず	26	26					
		アスファルトくず	7	7					
		金属くず	7	7					
		粗大・混合ごみ(不燃)	52	7		10	20		15
	廃棄物計		260	100	100	13	20	12	15
	処理率			38%	38%	5%	8%	5%	6%
	自区内処理率・自区外処理率			77%		23%			
	県内処理率・県外処理率			90%			10%		
リサイクル率			48%						
津波堆積物	津波堆積物(103 千m ³ × 1.46)	150	150						
	自区内処理率・自区外処理率	100%	100%		0%		0%		
合計	津波堆積物を含む処理量	410	250	100	13	20	12	15	
	津波堆積物を含む処理率		61%	24%	3%	5%	3%	4%	
	自区内処理率・自区外処理率		85%		15%				
	県内処理率・県外処理率		93%			7%			
	津波堆積物を含むリサイクル率		67%						

出所：宮城県（2012年1月20日）、環境生活農林水産委員会資料

図表 3-5 互理名取ブロック②岩沼処理区の処理計画

単位：千 t

種別	細別	業務 範囲	自区内		自区外(県内)		自区外(県外)		
			リサイクル	処理	リサイクル	処理	リサイクル	処理	
災害廃棄物	可燃物	木くず	131	15.7	78.6			36.7	
		粗大・混合ごみ(可燃)	2	0.32	1		0.4		0.28
	不燃物	コンクリートくず	49	44.1			4.9		
		アスファルトくず	20	16			4		
		金属くず	43	34.4			8.6		
		粗大・混合ごみ(不燃)	136	17.68	27.2		81.6		9.52
	廃棄物計		381	128.2	106.8	0	99.5	46.5	0
	処理率			34%	28%	0%	26%	12%	0%
	自区内処理率・自区外処理率			62%		38%			
	県内処理率・県外処理率			88%			12%		
リサイクル率			46%						
津波堆積物	津波堆積物(826 千m ³ × 1.46)	1206	1206						
	自区内処理率・自区外処理率	100%	100%		0%		0%		
合計	津波堆積物を含む処理量	1587	1334.2	106.8	0	99.5	46.5	0	
	津波堆積物を含む処理率		84%	7%	0%	6%	3%	0%	
	自区内処理率・自区外処理率		91%		9%				
	県内処理率・県外処理率		97%			3%			
	津波堆積物を含むリサイクル率		87%						

出所：宮城県（2012年1月20日）、環境生活農林水産委員会資料

図表 3-6 互理名取ブロック③互理処理区の処理計画

単位：千 t

種別	細別		業務 範囲	自区内		自区外(県内)		自区外(県外)	
				リサイクル	処理	リサイクル	処理	リサイクル	処理
災害廃棄物	可燃物	木くず	334		184	150			
		粗大・混合ごみ(可燃)	8		2.8	1.2	4		
	不燃物	コンクリートくず	148	133			15		
		アスファルトくず	11	10			1		
		金属くず	0						
		粗大・混合ごみ(不燃)	363	36	36	36	7.9		246.1
	廃棄物計		864	179	222.8	187.2	27.9	0	246.1
	処理率			21%	26%	22%	3%	0%	28%
	自区内処理率・自区外処理率			47%		53%			
	県内処理率・県外処理率		100%	72%			28%		
リサイクル率			42%						
津波堆積物	津波堆積物(609 千m ³ × 1.46)		890	890	0	0	0		
	自区内処理率・自区外処理率		100%	100%		0%		0%	
合計	津波堆積物を含む処理量		1754	1069	222.8	187.2	27.9	0	246.1
	津波堆積物を含む処理率			61%	13%	11%	2%	0%	14%
	自区内処理率・自区外処理率			74%		26%			
	県内処理率・県外処理率		100%	86%			14%		
	津波堆積物を含むリサイクル率			72%					

出所：宮城県（2012年1月20日）、環境生活農林水産委員会資料

図表 3-7 互理名取ブロック④山元処理区の処理計画

単位：千 t

種別	細別		業務 範囲	自区内		自区外(県内)		自区外(県外)	
				リサイクル	処理	リサイクル	処理	リサイクル	処理
災害廃棄物	可燃物	木くず	201	7	77			117	
		粗大・混合ごみ(可燃)	3		3				
	不燃物	コンクリートくず	85	81			4		
		アスファルトくず	9			9			
		金属くず	0						
		粗大・混合ごみ(不燃)	209	21			188		
	廃棄物計		507	109	80	9	192	117	0
	処理率			21%	16%	2%	38%	23%	0%
	自区内処理率・自区外処理率			37%		63%			
	県内処理率・県外処理率		100%	77%			23%		
リサイクル率			46%						
津波堆積物	津波堆積物(410 千m ³ × 1.46)		599	599					
	自区内処理率・自区外処理率		100%	100%		0%		0%	
合計	津波堆積物を含む処理量		1106	708	80	9	192	117	0
	津波堆積物を含む処理率			64%	7%	1%	17%	11%	0%
	自区内処理率・自区外処理率			71%		29%			
	県内処理率・県外処理率		100%	89%			11%		
	津波堆積物を含むリサイクル率			75%					

出所：宮城県（2012年1月20日）、環境生活農林水産委員会資料

図表 3-8 東部ブロックの処理計画

対象廃棄物	全処理			自区内			県内			県外				
	対象量(千 t)			対象量(千 t)			対象量(千 t)			対象量(千 t)				
	計	リサイクル	処分	計	リサイクル	処分	計	リサイクル	処分	計	リサイクル	処分		
災害廃棄物	木くず	115.0	115.0	0.0	48.6	48.6		66.4	66.4		0.0			
	コンクリート・アスファルトくず	41.0	35.0	6.0	35.0	35.0		0.0			6.0		6.0	
	粗大混合ごみ(可燃物)	165.0 千 t	301.0	234.8	66.2	235.6	234.5	1.1	10.8	0.3	10.5	53.6		53.6
	粗大混合ごみ(不燃物)	136.0 千 t												
	小計	457.0	384.8	72.2	319.2	318.1	1.1	77.2	66.7	10.5	60.6	0.0	60.6	
	100.0%	84.2%	15.8%	69.8%	69.6%	0.2%	16.9%	14.6%	2.3%	13.3%	0.0%	13.3%		
津波堆積物	m ³	78.0	71.3	6.7	71.3	71.3		0.0			6.7		6.7	
	千 t	117.0	106.9	10.1	106.9	106.9		0.0			10.1		10.1	
計	574.0	491.7	82.3	426.1	425.0	1.1	77.2	66.7	10.5	70.7	0.0	70.7		
	100.0%	85.7%	14.3%	74.2%	74.0%	0.2%	13.5%	11.7%	1.8%	12.3%	0.0%	12.3%		

出所：宮城県（2012年1月20日）、環境生活農林水産委員会資料

4) 利用可能量の推計

宮城県の資料をもとに、利用可能量の最大値、最小値の推計を行った。

a) 利用対象量

木くずは県及び市との契約等により既存施設で再利用する量が決まっており、発生量から再利用予定量を差し引いたもの（巨理名取ブロックについては焼却量の提案がされているので、この分も差し引いた）を本事業での利用可能対象量とする。図表 3-9 に発生量、利用可能量及び処理業者を整理した。

図表 3-9 利用対象とした木くずの発生量

地域	ブロック /処理区	発生量 (千 t)	既設施設 再利用 (千 t)	利用 対象量 (千 t)	処理業者
石巻	石巻	1,950	798	1,152	鹿島・清水・西松・佐藤・飛鳥・竹中土木・若築・橋本・遠藤特定建設工事共同企業体
仙台	仙台市	240	12	228	株式会社ログ（荒浜、蒲生）
	名取 処理区	159	16	48	西松建設・佐藤工業・奥田建設・グリーン 企画建設・上の組特定業務共同事業体
	岩沼 処理区	131	13	39	間組・奥田建設・上の組・春山建設特定業 務共同事業体
	亘理 処理区	371	37	112	大林・戸田・鴻池・東洋・橋本・深松・春 山特定業務共同企業体
	山元 処理区	223	22	67	フジタ・東亜・青木あすなろ・大豊・ホン マ・河北・佐藤特定業務共同企業体
	東部 ブロック	115	計画中	計画中	JFE・鹿島・鴻池・飛鳥・橋本・東北重機 特定業務共同企業体

出所：宮城県提供資料「廃棄物移動シミュレーション」「中間処理対象物の流れ」
仙台市提供資料「震災廃棄物等処理フロー」

b) 利用可能量

利用対象量に係数（歩留、実情などから想定）を乗じたものを、二次仮置場の稼働開始から平成 25 年 9 月（処理終了時期と想定）の期間で月割し、新規熱電併給プラントの燃料収集開始時期の平成 25 年 3 月（想定）までの 7 ヶ月間を乗じたものを利用可能量の推計値とした。

<亘理名取ブロックの場合の計算例>

$$266 \text{ 千 t} \times 0.4 \div 18 \text{ ヶ月} \times 7 \text{ ヶ月} = 41.4 \text{ 千 t}$$

（利用可能対象量） （係数）（H24.4～H25.9）（H25.3～H25.9）

<係数に関して考慮した内容>

- ・処理業者のプロポーザルにおける提案で廃棄物の利用先が決まりつつあるため、時間の経過とともに処理は進み、利用可能量は減っていくことが想定される。
- ・発生量は「被災家屋推計×発生量原単位」で推計されており、集積・分別の実情は反映されておらず、利用困難と思われる混合物に含まれる分は目減りすると考えられる。
- ・解体家屋件数の推移が想定より少ない。

以上の考え方にに基づき、ブロックごとに計算した利用可能量の上限値を図表 3-10 に示す。また、価格による事業性判断及び放射能汚染による制約などのリスクを考慮し、利用可能量の最小値は“0”とする。

図表 3-10 利用可能量の推計値

<石巻地区>

	発生量		既存施設 利用量		二次仮置場搬入量						係数 %	利用可 能対象 千t	処理延 月数	月処理 量 千t	利用可 能月数	利用可 能量 千t	
	千t	%	千t	%	焼却		再生利用										
					千t	%	千t	%									
石巻市	1,383	100	415	30	968	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
女川町	105	100	105	100	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
東松島町	462	100	278	60	184	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
計	1,950	100	798	41	1,152	59	768	39	384	20	40	154	18	8.5	7	59.7	

<仙台地区>

ブロック	処理区	発生量		既存施設 利用		二次仮置場						係数 %	利用可 能対象 千t	処理延 月数	月処理 量 千t	利用可 能月数	利用可 能量 千t
		千t	%	千t	%	焼却		再生利用									
						千t	%	千t	%								
仙台市	仙台市	240	100	12	5	228	95	152	63	76	32	40	30	21	1.4	4	5.8
亘理名取 ブロック	名取処理区	159	100	16	10	143	90	95	60	48	30	-	-	-	-	-	-
	岩沼処理区	131	100	13	10	118	90	79	60	39	30	-	-	-	-	-	-
	亘理処理区	371	100	37	10	334	90	222	60	112	30	-	-	-	-	-	-
	山元処理区	223	100	22	10	201	90	134	60	67	30	-	-	-	-	-	-
	計	884	100	88	10	796	90	530	60	266	30	40	106	18	5.9	7	41.4
東部 ブロック	塩竈市	50	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	多賀城市	5	100	12	10	104	90	69	60	35	30	-	-	-	-	-	-
	七ヶ浜町	60	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	計	115	100	12	10	104	90	69	60	35	30	40	14	18	0.8	7	5.4
合計		1,239	100	112	10	1,128	91	751	61	377	30	40	151	-	-	-	52.5

仙台市：既存施設利用以外は仮設又は既設焼却炉で処理の計画であるが、実質再利用されているのでこの対象量に対して、焼却：再生利用＝6：3（亘理名取ブロックに同じ）で再生利用可能量を算出
 東部ブロック：発生量以外の情報無く、既存施設利用、焼却、再生利用率に関しては亘理名取ブロックの率を援用
 表中赤字は他の数字の援用または推定値

出所：株式会社森のエネルギー研究所が以下の資料を援用して独自に推計
 宮城県提供資料「廃棄物移動シミュレーション」「中間処理対象物の流れ」
 仙台市提供資料「震災廃棄物等処理フロー」

5) 供給可能量に関するアンケート調査結果

各ブロックの処理業者に対して供給可能量や供給可能エリアについてアンケート調査を行った結果、図表 3-11 の回答を得た。

図表 3-11 供給可否と供給可能量及び供給エリアに関する回答

地域	供給可否	供給可能量 (千t/月)	供給可能 エリア	備考
石巻地域(石巻ブロック)	可	最大 72.0(発生量)	石巻/仙台	～H25.8 まで
仙台地域合計		8～13.5 千t/月		山元町を除くと 7～8.5 千t/月
仙台市	可	23 年 3 月以降未定	仙台	
東部ブロック	可	2.5	仙台/石巻	～H25.9 まで
亘理処理区	可	0.5～1.0	仙台	
名取処理区	可	4.0	仙台/石巻	
岩沼処理区	否	-	-	チップ化搬出無し
山元処理区	可	1.0～5.0	仙台/石巻	～H25.9 放射能の問題あり

6) 利用可能量推計に関する不確定要因

震災廃棄物の利用可能量推計に関しては以下の不確定要因がある。

- ・発生量は「被災家屋推計×発生量原単位」で推計されているため、実際との差が発生する。特に今回のような広範囲かつ大規模な震災では推計自体の精度は低いと考えられる。
- ・津波による廃棄物は混合物となっているものも多く、分離不可能なものが相当数存在すると推定される。
- ・時間の経過で推計に対するズレも拡大し、残った廃棄物の様相も大きく変わってくるものと推定され、利用開始の平成25年4月時点の状況予測は非常に難しい状況である。
- ・処理先に関してはプロポーザルで処理業者より提案されており、基本的には行き先が決まっている。新規利用先においては品質、供給量及び価格について交渉となる。
- ・価格に関しては、廃棄物の状態で分別負荷が変わってくるため、大きく変動する可能性があり、その価格によっては事業性が悪化し利用できないケースも考えられる。
- ・放射能汚染の影響が考えられる。

(2) 木質系震災廃棄物の成分分析

1) サンプルング期間及び場所

a) サンプルング期間

平成23年11月14～15日

b) サンプルング場所及びサンプル

サンプルング場所、サンプルの種類、検体数を図表3-12に示す。

図表 3-12 成分分析のためのサンプルング内容

場所	種類	検体数
仙台市	角材	2
	抜根チップ	2
石巻市	角材	2
	板材	1
多賀城市（東部ブロック）	角材	3
亘理町	角材	1
	丸太	2
計	—	13

c) サンプルング場所の状況

サンプルング時のヒアリング内容と写真（写真1～8）を以下に示す。

【仙台ブロック（ヒアリング先：仙台市）】

- ・仙台市では抜根を9千tチップ化済み（荒浜と井土）。（写真4）
- ・そのうち、1千tは敷料で利用予定、8千tは利用先未定。
- ・チップ化していない抜根の量はおよそ15千t。（写真3）

写真1 仙台市荒浜搬入場木くず



写真2 荒浜角材サンプルング



写真3 仙台市井土搬入場抜根



写真4 仙台市井土抜根チップ



【石巻ブロックヒアリング（ヒアリング先：鹿島JV）】

- ・石巻市潮見地区に二次仮置場造成中。2012年4月稼働予定。
雲雀野一次仮置場は一旦更地化すべく、フレコンバックでがれきを移動している。
木くずは近隣の製紙会社や合板会社が現場に取りに行く形態で利用している。（写真5は製紙会社や合板会社が収集した後の状態）

【東部ブロック、亘理名取ブロック（ヒアリング先：宮城県、多賀城市、亘理町）】

- ・多賀城市はインター予定地の返還などで一次仮置場面積が縮小されたため、木くずは一次仮置場搬入後、間をおかずに 1.5 次仮置き場であるグランディ 21（宮城県総合運動公園）に運搬しなければならない状況となっている。（写真 6、8）
- ・亘理町吉田浜一次仮置場横を二次仮置場として造成中。2012 年 4 月稼働予定。生木（海岸林の流木）が多く、目視では 50%以上を占める。名取、岩沼、山元地区も同じ状況とのこと。（写真 7）
- ・利府町にあるグランディ 21 は県で設置した 1.5 次仮置場であり、東部ブロック（多賀城市、塩竈市、七ヶ浜町）より震災廃棄物が搬入される。ここはそのまま破碎・焼却施設を持たない二次仮置場になる。現時点は搬入のみで、利用のための搬出は無い。（写真 8）

写真 5 石巻 雲雀野一次仮置場



写真 6 多賀城市自動車学校跡一次仮置場



写真 7 亘理町吉田浜一次仮置場



写真 8 1.5 次仮置場（グランディ 21、利府町）



2) 分析方法

成分分析の方法は図表 3-13 に示す。サンプリングは現地でブロック状にチェーンソーで切り出したため、チェーンオイルの影響排除のため、分析機関でサンプル幅が 20～40mm 程度になるよう断面をトリミング後、分析を実施した。

また、サンプリング時に震災廃棄物の状態について、目視での観察も行った。

図表 3-13 木質系震災廃棄物の分析方法

項目	計量方法	備考
総発熱量	JIS Z 7302-2 に準拠	無水ベース
低位発熱量	計算による	総発熱量、全水分、水素より算出
灰分	JIS Z 7302-4 に準拠	無水ベース
全水分	JIS Z 7302-3 に準拠	到着ベース
全塩素分	JIS Z 7302-6 に準拠	無水ベース
水素	JIS Z 7302-8 に準拠	無水ベース
炭素	JIS Z 7302-8 に準拠	無水ベース

3) 分析結果

分析結果を図表 3-14 に示す。

荒浜、井土搬入場より採取した伐根チップ（～5 月頃チップ化）は水分および灰分が高く、発熱量が低いため燃料としては適さないことがわかった。抜根を利用する場合は泥の付着を落とす前処理が必須になる。目視での確認も行ったが、伐根は泥の付着が多い状態であった。それ以外の木くずは、見た範囲に於いて大量の泥が付いたものは少なく、問題は少ないと考えられる。

塩素濃度に関しては、亘理名取ブロックで採取した松の丸太が高くなっている。小径木の方が数値が高くなっていることから、塩素分は樹皮に多く含有されているものと推定され、丸太の内部まで浸潤していないことが窺える（樹皮比率 小径>大径）。丸太は主に製紙用に利用されると予想されるが、丸太を燃料用として大量に利用する場合は、その時点で分析を実施し塩素濃度が高い場合は樹皮を利用しない、または、塩素濃度が低いものと混合するなどの方策が必要と考える。家屋解体角材に関して一部塩素濃度が若干高めの検体があるが、混合利用することで問題ないレベルになると考える。

灰分に関してはチップ化された伐根以外はほとんどが 1%以下であり、問題ないレベルと考えられる。

図表 3-14 木質系震災廃棄物の分析結果

分析試料名		全水分 (%)	灰分 (%)	塩素 (%)	水素 (%)	炭素 (%)	総発熱量 (kJ/kg)	低位発熱量 (kcal/kg)
東部ブロック (多賀城自動車 学校跡一次 仮置場)	角材	13.7	0.5	0.05 未満	6.15	49.7	20,330	3,823
	角材	13.0	0.3	0.18	6.19	48.3	19,760	3,738
	角材	17.6	1.2	0.05 未満	6.23	48.3	19,840	3,523
亶理名取 ブロック (亶理町吉田浜)	角材	17.5	0.5	0.05 未満	6.09	49.4	20,150	3,595
	松丸太 φ105	30.2	1.0	0.69	6.13	48.2	19,830	2,894
	松丸太 φ150	29.5	0.8	0.19	6.17	48.9	20,010	2,958
仙台市 (荒浜、井土 搬入場)	角材	18.0	0.3	0.05 未満	6.14	49.6	20,020	3,542
	角材	15.3	0.9	0.05 未満	6.12	49.6	20,330	3,742
	荒浜チップ	46.2	57.8	0.05 未満	2.73	21.2	8,790	773
	井土チップ	52.7	35.5	0.05	4.06	32.0	13,250	1,077
石巻市 (雲雀野一次 仮置場)	角材	16.1	0.4	0.05 未満	6.12	50.1	20,410	3,717
	板材	16.0	0.8	0.23	5.96	48.1	20,000	3,647
	角材	16.2	0.6	0.05 未満	6.11	49.8	20,180	3,666

4) 放射能汚染

宮城県による県内における災害廃棄物の放射能濃度測定調査結果を図表 3-15 に示す。山元町では木質で 340Bq/kg が検出されており、燃焼により 24 倍以上濃縮された場合、燃焼灰は燃焼灰の処理方針（環境省）の埋立処理基準 8,000 Bq/kg を超える可能性がある。

図表 3-15 組成ごとの放射性セシウム濃度 (単位:Bq/kg)

市町名等		木質	紙類	繊維類	プラスチック	わら	細じん (<5mm)	その他 不燃物
気仙沼 ブロック	気仙沼市	48	40	260	155	199	310	30
	南三陸町	40	46	171	147	101	188	39
石巻 ブロック	石巻市	35	72	209	126	51	207	20
	石巻市(牡鹿半島部)	84	102	1140	134	149	360	50
	東松島市	36	70	510	450	400	146	30
	女川町	69	77	440	100	220	139	-
宮城東部 ブロック	塩竈市	31	97	192	134	46	250	63
	多賀城市	46	104	540	181	47	390	109
	七ヶ浜町	56	165	450	450	96	230	44
亶理名取 ブロック	名取市	66	135	340	134	61	260	86
	岩沼市	41	106	1330	660	78	310	62
	亶理町	176	192	1310	400	133	930	240
	山元町	340	320	2500	1990	520	1150	96

出所：宮城県記者発表資料抜粋（2012年11月25日）

(3) 木質系震災廃棄物の利用に関するまとめ

1) 利用可能量及び供給価格に関するまとめ

各地域の利用可能量は以下の通りである。

<石巻地域> 59.7～0千t

アンケートでは発生量は最大72千t/月(6か月で432千t)との回答を得ていたが、実質分離困難な混合物としての存在量も多く、相当量の目減りが考えられる。この発生量からすると少ないイメージであるが、本調査での熱電併給システム検討のための資源量推計値としては妥当な範囲と考えられる。

<仙台地域> 52.5～0千t

アンケートでは放射能濃度がやや高い傾向のある山元町を除くと7～8.5千t/月(7か月で49～59.5千t)と独自推計値に近い量となっており、本調査での熱電併給システム検討のための資源量推計値としては妥当な範囲と考えられる。

また、供給価格に関しては、アンケートでの回答を依頼したが、チップの要求品質と輸送距離で価格は変わるため、具体的な回答が得られない状況であった。したがって、事業検討の際に想定する価格としては、今までのヒアリング結果と建築発生木材のチップ価格より推定し、最大値を製紙用チップと同等価格の10円/kg、最小値をその半分の5円/kgとする。

あくまでも品質を含めた交渉事であるので、事業化決定後は価格の面でも供給量の面においても速やかに協議を行う必要がある。

2) 成分分析に関するまとめ

燃料として利用する際の留意事項としては、抜根は泥の付着が多いため泥除去の適切な前処理を実施しないと利用できない。また、塩素分が樹皮に多く含有されていることから、丸太を大量に使う場合は樹皮の除去などを検討する必要がある。それ以外は燃料としての適性は良好と考えられる。ただし、堆積された震災廃棄物は、内部は降雨による除塩効果が及ばず塩素濃度が高いと推測される事象(重機の錆)も出てきており、分析の必要がある。

(北日本木材資源リサイクル協会が分析が計画されている。)

放射能濃度については県による測定が行われており、南部では濃度がやや高い傾向のある地域もあった。

3. 1. 2 未利用間伐材等の把握

(1) 宮城県の森林概況

1) 森林面積（全体）

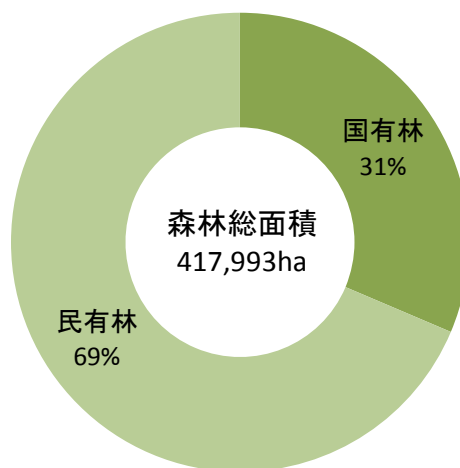
宮城県の森林率は57%であり、そのうち民有林は69%、国有林は31%となっている。森林面積は約42万haであり、県を北部と南部に分類した場合、北部は約25万ha、南部は約16万haとなっている。（図表3-16、図表3-17）

図表 3-16 森林面積(ha)

対象地域	総土地面積	森林面積				
		総数	国有林	民有林	森林率	民有林率
宮城県	728,575	417,993	131,157	286,837	57%	69%
北部	450,273	253,310	75,301	178,009	56%	70%
南部	278,302	164,684	55,856	108,828	59%	66%

出所：宮城県農林水産部（2010年）、みやぎの森林・林業のすがた（平成22年度版）

図表 3-17 森林面積割合



出所：宮城県農林水産部（2010年）、みやぎの森林・林業のすがた（平成22年度版）

2) 民有林

宮城県の民有林面積は約 30 万 ha である。(図表 3-18) そのうち、人工林が 55%、天然林が 45%となっており、針葉樹が占める割合が若干多くなっている。(図表 3-19) 樹種構成をみると、蓄積量としてはスギが多いことがわかる。(図表 3-20)

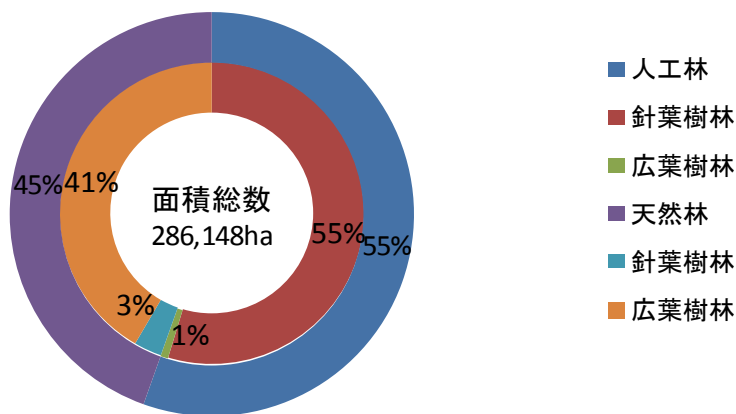
民有林針葉樹の齢級別蓄積をみると、10 齢級をピークに 9~11 齢級が突出している。また、民有林広葉樹の齢級別蓄積をみると、11 齢級をピークに 10~13 齢級が突出している。(図表 3-21、図表 3-22)

図表 3-18 民有林の人天・針広別面積(ha)

対象地域	面積総数	人工林		天然林		その他
		針葉樹林	広葉樹林	針葉樹林	広葉樹林	
宮城県	286,148	152,879	2,279	8,306	116,232	6,452
北部	177,624	103,362	1,324	6,352	62,677	3,909
南部	108,523	49,517	955	1,954	53,555	2,543

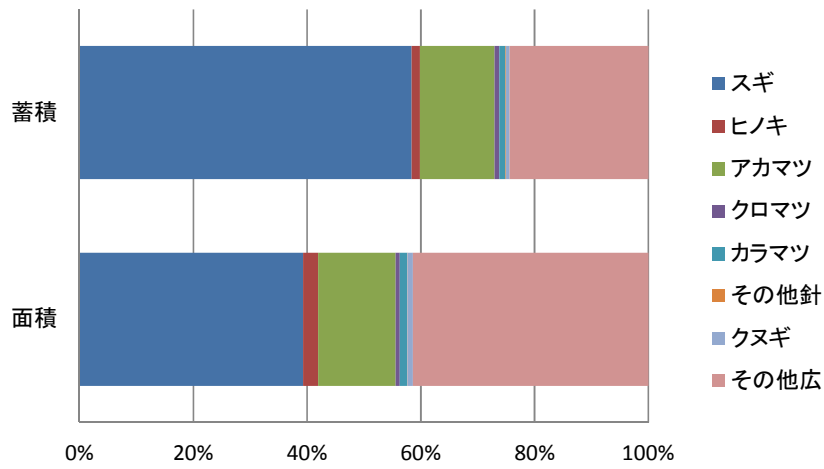
出所：宮城県農林水産部（2010 年）、みやぎの森林・林業のすがた（平成 22 年度版）

図表 3-19 民有林の人天・針広別面積割合



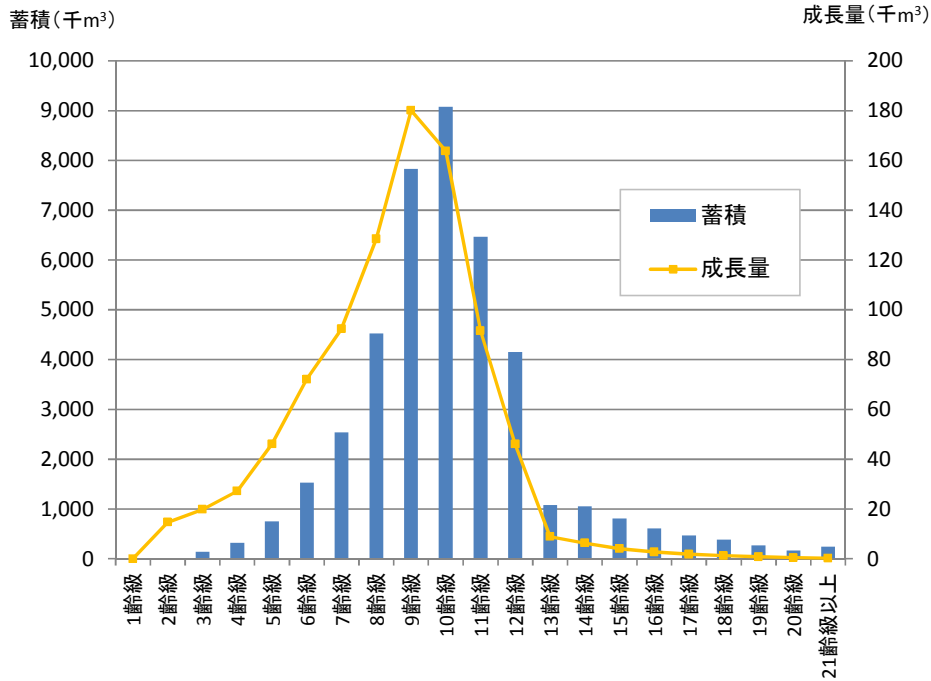
出所：宮城県農林水産部（2010 年）、みやぎの森林・林業のすがた（平成 22 年度版）

図表 3-20 民有林の樹種別資源構成（面積・蓄積）



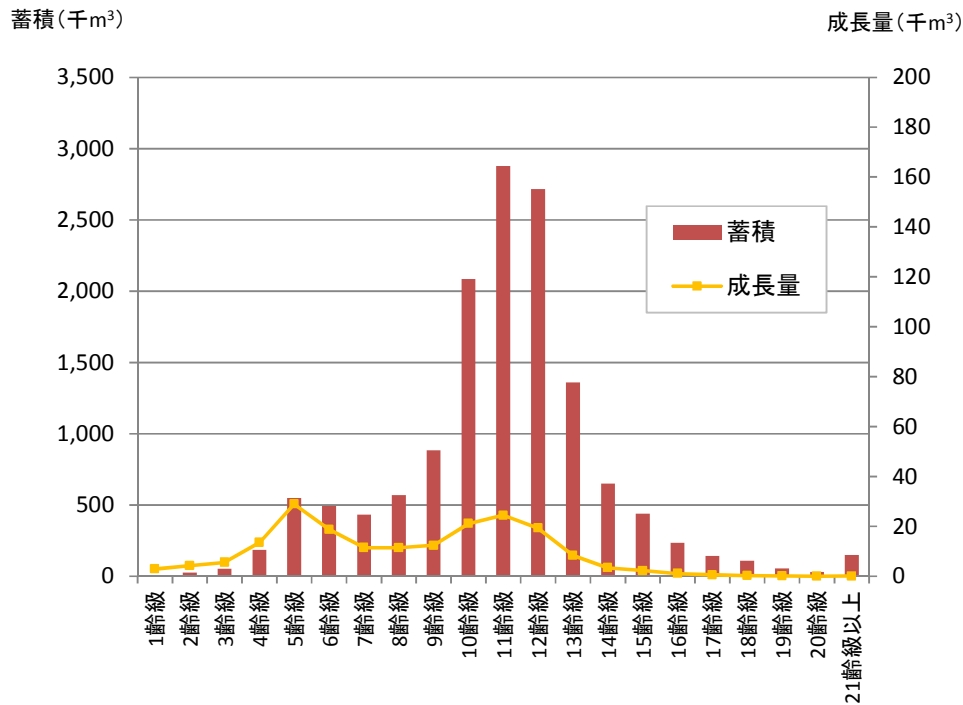
出所：宮城県農林水産部（2010年）、みやぎの森林・林業のすがた（平成22年度版）

図表 3-21 民有林針葉樹の齢級別資源構成（蓄積・成長量）



出所：宮城県農林水産部林業振興課資料をもとに森のエネルギー研究所作成

図表 3-2 2 民有林広葉樹の齢級別資源構成(蓄積・成長量)



出所：宮城県農林水産部林業振興課資料をもとに森のエネルギー研究所作成

3) 国有林

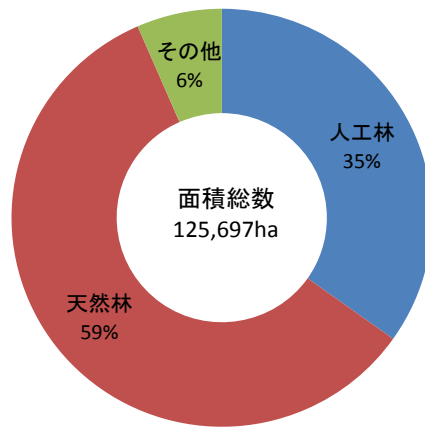
宮城県の国有林面積は約 13 万 ha であり、人工林が 35%、天然林が 59%となっている。(図表 3-2 3、図表 3-2 4) 樹種構成(蓄積)としては、ブナ等の広葉樹が多く、針葉樹ではスギの割合が大きい。(図表 3-2 5)

図表 3-2 3 国有林の人天別面積 (ha)

対象地域	面積総数	人工林		天然林		その他
		針葉樹・広葉樹	針葉樹・広葉樹	天然生林	天然生林	
宮城県	125,697	43,791	5,136	68,524	8,246	
北部	70,463	25,685	4,176	36,543	4,059	
南部	55,234	18,106	960	31,981	4,187	

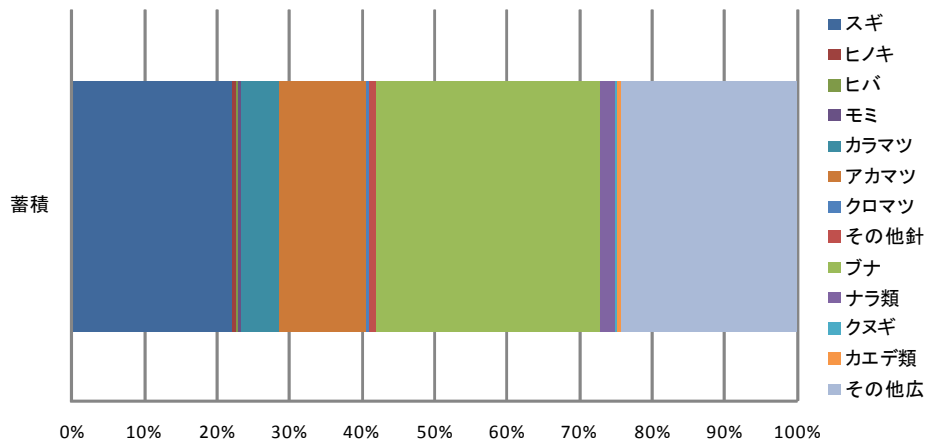
出所：東北森林管理局(2009年)、平成22年事業統計書

図表 3-24 国有林の人天別面積割合



出所：東北森林管理局（2009年）、平成22年事業統計書

図表 3-25 国有林の樹種別資源構成（蓄積）



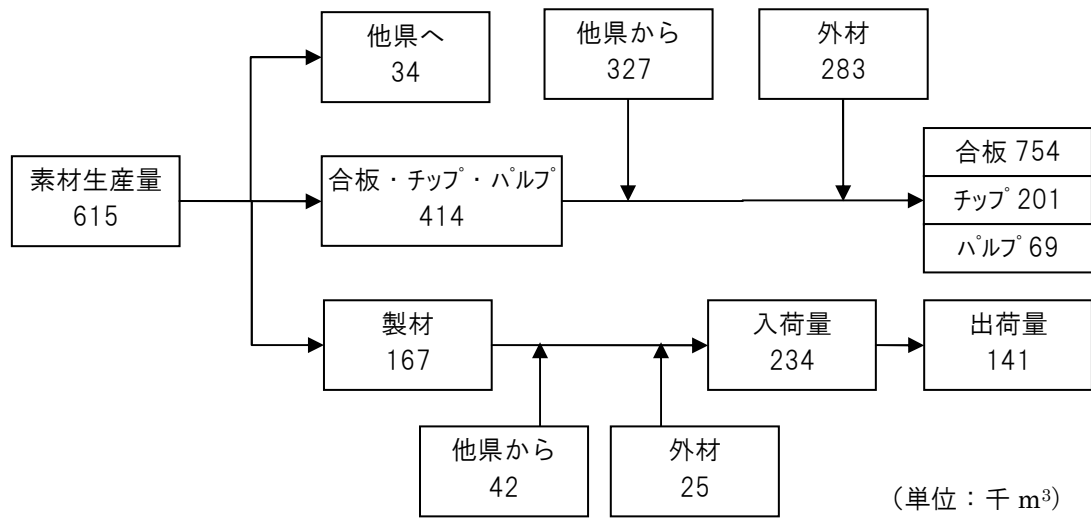
出所：東北森林管理局（2009年）、平成22年事業統計書

(2) 宮城県の実業の状況

1) 木材流通の状況

宮城県内の素材・製材品の流通状況と利用木材の内訳は図表 3-26、図表 3-27、図表 3-28 に示すとおりである。これによると、製材・合板・チップ・パルプ工場における国産材利用率は高いといえる。これは、過去にロシア材などの外材原木が入手困難になったことと、県産材の供給体制を強化したことにより、合板工場における国産材利用率が高くなったことが大きい。

図表 3-26 宮城県内素材・製材品の流通状況



出所：宮城県農林水産部林業振興課、平成 21 年宮城県の木材需給とその動向

図表 3-27 合板工場・チップ工場・パルプ工場 内訳

	(千 m ³)			
	合板工場	チップ工場	パルプ工場	合計
①県産材	218	171	25	414
②他県産材	253	30	44	327
③外材	283	-	-	283
④合計	754	201	69	1,024
国産率((①+②)÷④)	62.5%	100%	100%	72.4%

出所：宮城県農林水産部林業振興課、平成 21 年宮城県の木材需給とその動向

図表 3-28 製材品出荷 用途別内訳

	建築	土木建築	木箱梱包	家具建具	その他	合計
①国産材	122	2	2	0	1	127
②外材	13	0	1	0	0	14
③合計	135	2	3	0	1	141
国産率 (①÷③)	90.4%	100%	66.7%	-	100%	90.0%

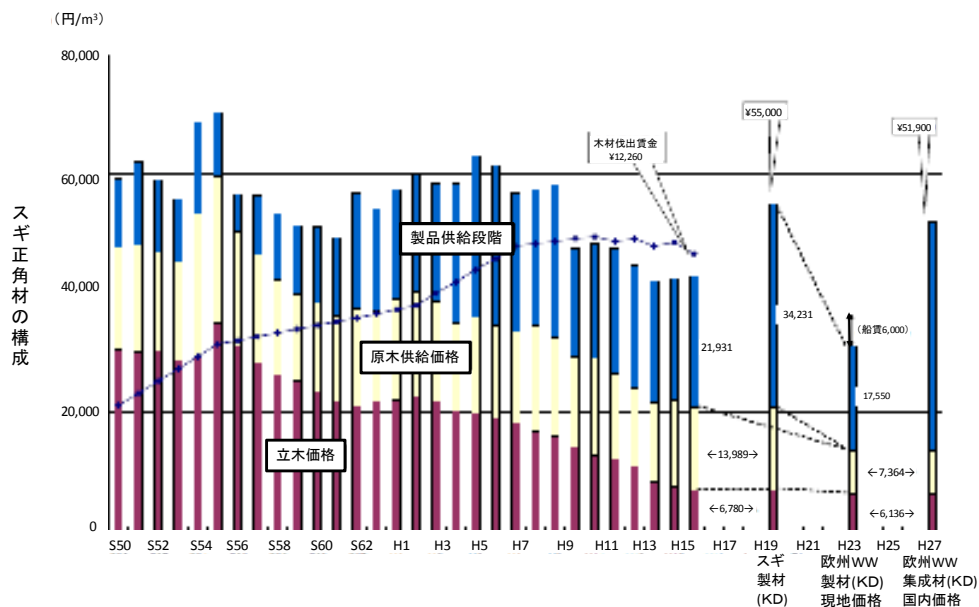
(千 m³)

出所：宮城県農林水産部林業振興課、平成 21 年宮城県の木材需給とその動向

2) 林業経営の状況

宮城県の林家の山林保有状況は、10ha 未満層が林家戸数の 86%を占め（保有面積は全体の 50%、平均保有面積 4.9ha）、小規模零細で多数である。また、図表 3-29 に示すとおり、全国的に木材価格の長期低迷による影響として、立木段階の収入圧縮が最も影響を受けており、所有価値が著しく低下し林業経営意欲が減退している。不在者林の増加により、所有境界の明確化と施業集約化が困難になっている。

図表 3-29 スギ正角材 1m³ 当たり価格の構成 (全国)



資料：『山林素地及び山元立木価格調』(山本不動産研究所)、「木材価格」(農林水産省)、「林業労働者職種別賃金調査」(厚生労働省)
 注：立木段階は、スギの山元立木価格、原木供給段階は、スギ中丸太価格と山元立木価格の差額とした。
 製品供給段階は、スギ正角材価格とスギ中丸太価格の差額とした。
 なお、山元立木価格とスギ中丸太価格は、歩止り65%として製品1m³を製造するのに必要な量(1.54m³)の価格で積算している。
 欧州現地価格は、1ユーロ=135円で換算。

出所：山田壽夫 (2007年2月8日)、「森林・林業・木材産業の現状と今後の展望」

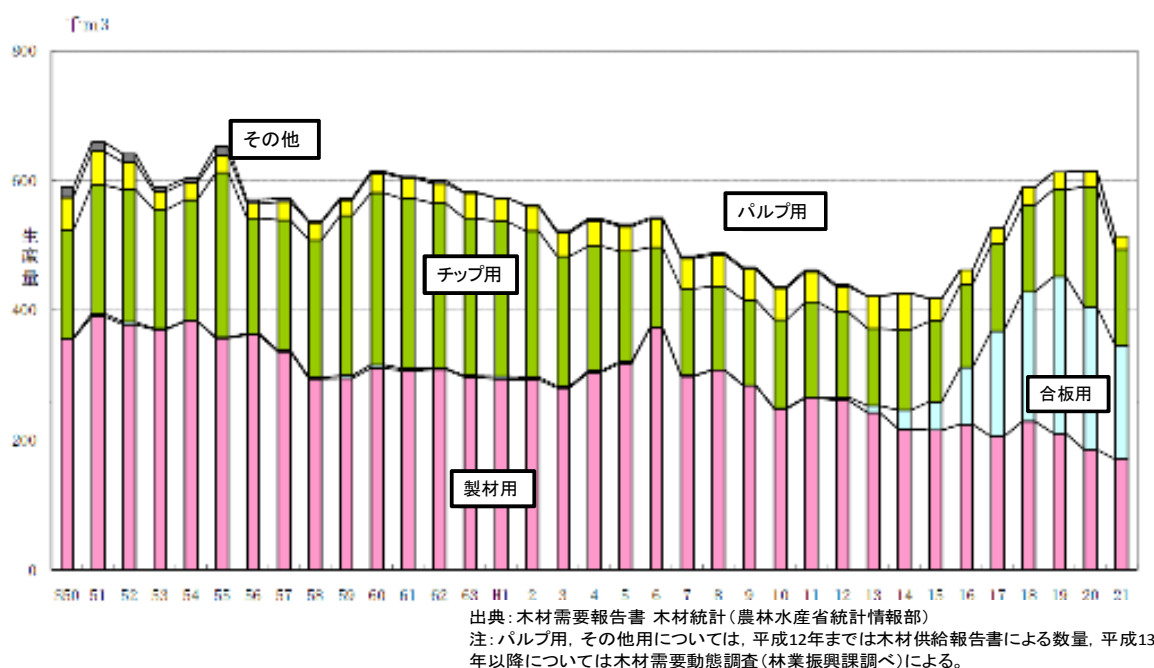
3) 素材生産の状況

宮城県の利用別素材生産量の推移を図表 3-30 に示す。宮城県内の素材生産量は、1980 年の 652 千 m³ をピークに、その後は住宅建設の落ち込みやチップ用、製材用需要の減退と共に下落し、2003 年には 418 千 m³ となった。

一方、2001 年に 11 千 m³ だった合板用が大幅に生産量を伸ばし、2007 年には 242 千 m³ となり主要な位置を占めるようになった。合板用材が大幅に生産量を伸ばした要因として、県の支援による機械化や林道等の整備等が進められたこと、安定供給のための組織が構築されたことが挙げられる。

なお、樹種別生産量では、スギが 363 千 m³ で全体の 7 割以上を占めている。

図表 3-30 用途別素材生産量の推移



出所：宮城県農林水産部林業振興課、平成 21 年宮城県の木材需給とその動向

素材生産における生産性と生産費について、全国平均を図表 3-31 に示す。また、宮城県における状況を図表 3-32 に示す。全国平均で主伐は 5m³/人日・5,162 円/m³ に対して、本調査による県内平均は 6.7m³/人日で 5,376 円/m³ となっている。また、間伐は 4.3m³/人日・9,144 円/m³ に対し、4.1m³/人日で 7,232 円/m³ である（何れも高性能林業機械を用いた値）。また、作業システムをみると、ハーベスタやプロセッサが普及し、フォワーダは 4t 積クラスが多いことが分かる。全国の高性能林業機械の保育台数の数を図表 3-33 に示す。

図表 3-3 1 素材生産の生産性と生産費（全国）

（単位：m³/人日、円/m³）

	生産性	生産費
主伐（全体平均）	4.00	6,342
高性能林業機械を用いたもの	5.00	5,162
間伐（全体平均）	3.45	9,333
高性能林業機械を用いたもの	4.35	9,144

注：平成 20（2008）年度の値

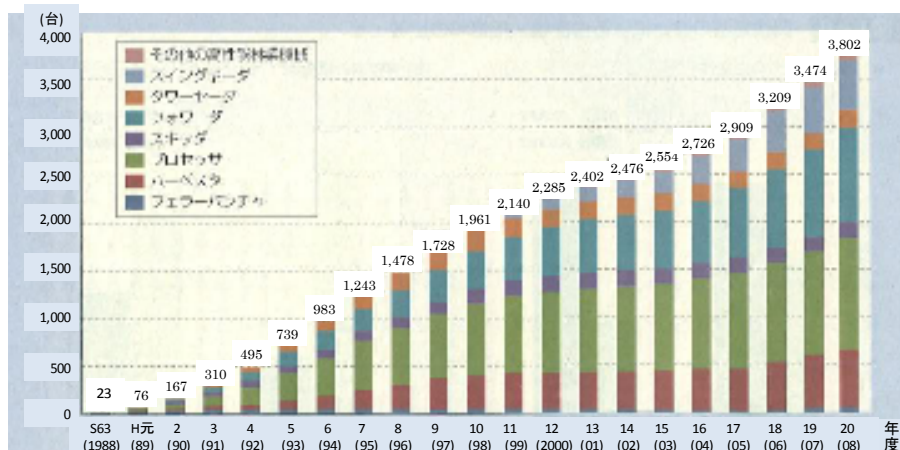
出所：林野庁、森林・林業白書（平成 22 年度版）

図表 3-3 2 林業事業者の作業システムと生産性・生産費（県内）

事業者	作業システム				生産性（実績）			
	伐採	木寄せ	造材	運材	主伐 (m ³ /人・日)	生産コスト (円/m ³)	間伐 (m ³ /人・日)	生産コスト (円/m ³)
1	チェンソー	グラップル	ハーベスタ	フォワーダ(4t)	8	5,000	3.5	9,600
2	チェンソー	グラップル	プロセッサ	クローラ				
3	チェンソー	グラップル(0.25)	プロセッサ(0.45)	フォワーダ	5	8,000	3.5	9,500
4	チェンソー		ハーベスタ(0.45)	フォワーダ(4t)	11.3		5.5	
5	チェンソー		プロセッサ	フォワーダ	5.5	4,000	4.5	5,800
6	チェンソー	ウインチ付グラップル	プロセッサ	フォワーダ(4t)	10.0	4,000	5.0	7,000
	ハーベスタ	ウインチ付グラップル	ハーベスタ	フォワーダ(4t)				
7	チェンソー	ウインチ付グラップル(0.45)	プロセッサ	フォワーダ(4t)	5.4	4,000	3.9	5,580
8	チェンソー	グラップル	チェンソー	フォワーダ(6t)	5.0	3,500	3.0	4,000
9	チェンソー	グラップル(0.45)	プロセッサ(0.45)	フォワーダ	4.0	4,300	3.0	6,000
10	チェンソー	ウインチ付グラップル(0.45)	プロセッサ(0.45)	フォワーダ(4t)	4.2	11,300	4.2	10,300
11	チェンソー	ウインチ付グラップル(0.4)	プロセッサ(0.45)	フォワーダ(6t)	6.5	5,600	4.5	7,300
12	チェンソー	ウインチ付グラップル(0.45)	プロセッサ(0.45)	フォワーダ(6t)	10.0	5,400	2.0	8,000
13	チェンソー	林内運搬車	チェンソー	林内運搬車	5.6	9,000	1.3	11,000
14	ハーベスタ		ハーベスタ	クローラ	5.0	4,500		
	チェンソー		プロセッサ	クローラ				
15	チェンソー	グラップル	プロセッサ	フォワーダ			4.3	6,000
16	チェンソー	グラップル(0.45)	プロセッサ(0.45)	フォワーダ(4~6t)				
	ハーベスタ(0.45)	グラップル(0.45)	ハーベスタ(0.45)	フォワーダ(4~6t)	10.0	3,000	7.0	4,000
17	チェンソー	グラップル	チェンソー	フォワーダ(7t)	5.0	4,500		
	ハーベスタ		ハーベスタ					
18	ハーベスタ	ハーベスタ	ハーベスタ	フォワーダ	5.5	3,420		
	チェンソー	グラップル	チェンソー	フォワーダ				
19	チェンソー	ウインチ(0.25)	プロセッサ(0.4)	フォワーダ(4t)	外注		外注	
20	チェンソー	グラップル	チェンソー	フォワーダ	5.0	4,680	4.5	5,400
21	チェンソー	グラップル	チェンソー	フォワーダ(2t)	8.8	7,200	5.9	9,000
作業システム：比率 生産性：平均	ハーベスタ：24%		プロセッサorハーベスタ：77%		6.7	5,376	4.1	7,232

出所：本調査事業における林業事業者へのアンケート調査結果より作成

図表 3-3 3 高性能林業機械の保有台数の推移（全国）



資料：林野庁業務資料

注 1：平成 10（1998）年度以前はタワーヤーダの台数にスイングヤーダの台数を含む

注 2：平成 12（2000）年度から「その他高性能林業機械」の台数調査を開始した。

出所：林野庁、森林・林業白書（平成 22 年度版）

4) 国有林の伐採計画

国有林については、5 年間の伐採計画が定められており、計画に沿った伐採が行われるため、C,D 材や枝葉の発生量についても安定的であると考えられる。

宮城県では北部と南部それぞれに地域管理経営計画がある。各地域の伐採計画と、5 年平均で推計した単年度の伐採量を図表 3-3 4 に示す。

図表 3-3 4 国有林の伐採計画

	5 年計画		単年度推計	
	主伐 (m ³)	間伐 (m ³)	主伐 (m ³ /年)	間伐 (m ³ /年)
北部	247,828	402,654	49,566	80,531
南部	65,000	156,000	13,000	31,200
合計	312,828	558,654	62,566	111,731

出所：東北森林管理局、第三次地域管理経営計画書（第二次変更計画）（宮城北部森林計画区）計画期間 H21 年度～H25 年度（第二次変更 H23.3）

東北森林管理局、第四次地域管理経営計画計画書 第四次国有林野施業実施計画書（宮城南部森林計画区）計画期間 H23 年度～H27 年度

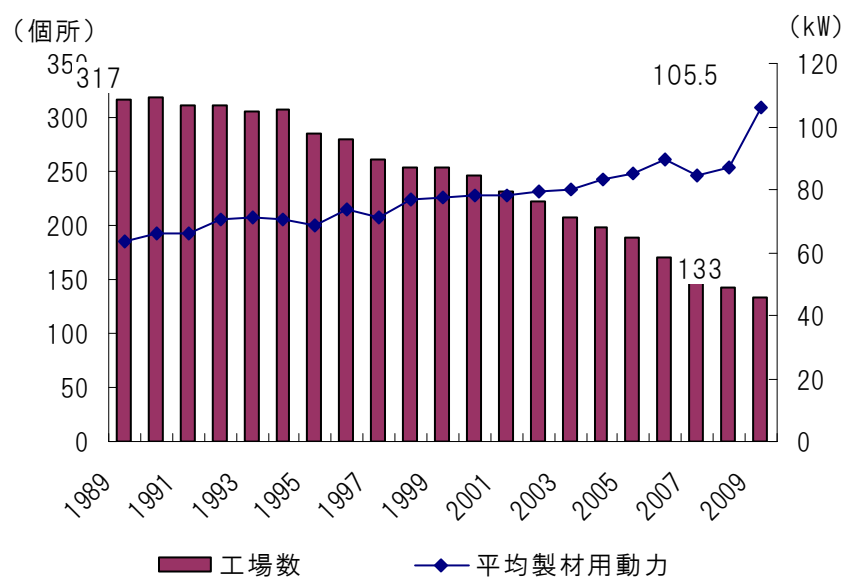
5) 製材所の状況

宮城県の製材所の状況を図表 3-3 5、図表 3-3 6 に示す。宮城県内の製材所は 1975 年には 500 個所であったが、1989 年には 317 個所、2009 年には 133 個所と年々減少している。一方、1 工場あたりの製材動力の出力規模は、工場数の減少とともに増加し、2009 年には平均 105kW と 1975 年（48.21kW/個所）と比べ倍増している。このことは、林業

の低迷に伴い出力規模の小さい工場が淘汰され、大規模集約化となったようにも見える。しかし、出力階層別の工場数の比率を見ると確かに高出力（150kW以上）の比率は増加傾向にあるが、小規模工場も依然と一定割合存在していることが分かる。つまり、宮城県の製材工場は全ての規模の工場が一律減少している状況であるといえる。

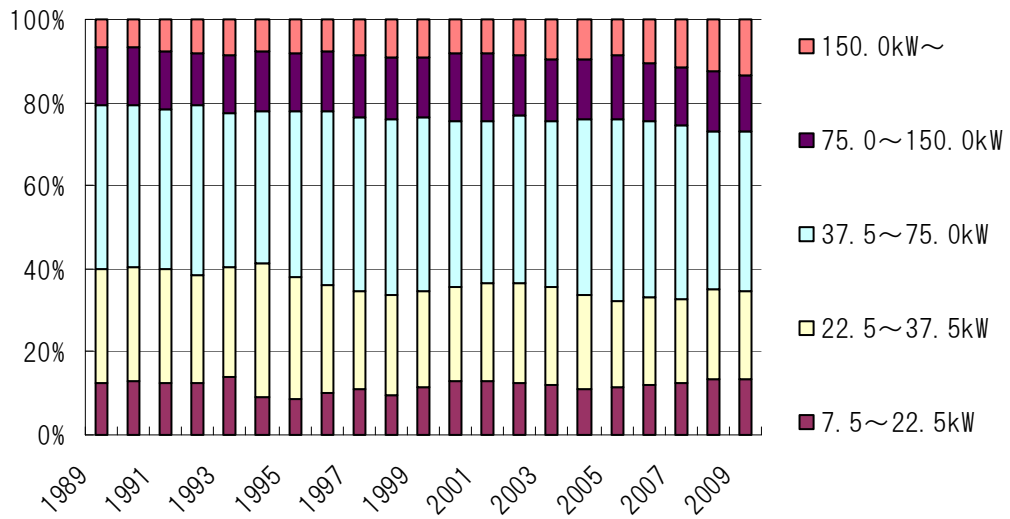
また、宮城県内の森林組合、素材生産業者、木材市場、製材業者、チップ工場の分布を地図上にプロットすると、県南地域の流通・加工拠点が県北地域に比べ集積されていないことが分かる。（図表 3-37）

図表 3-35 宮城県の製材工場数および平均出力



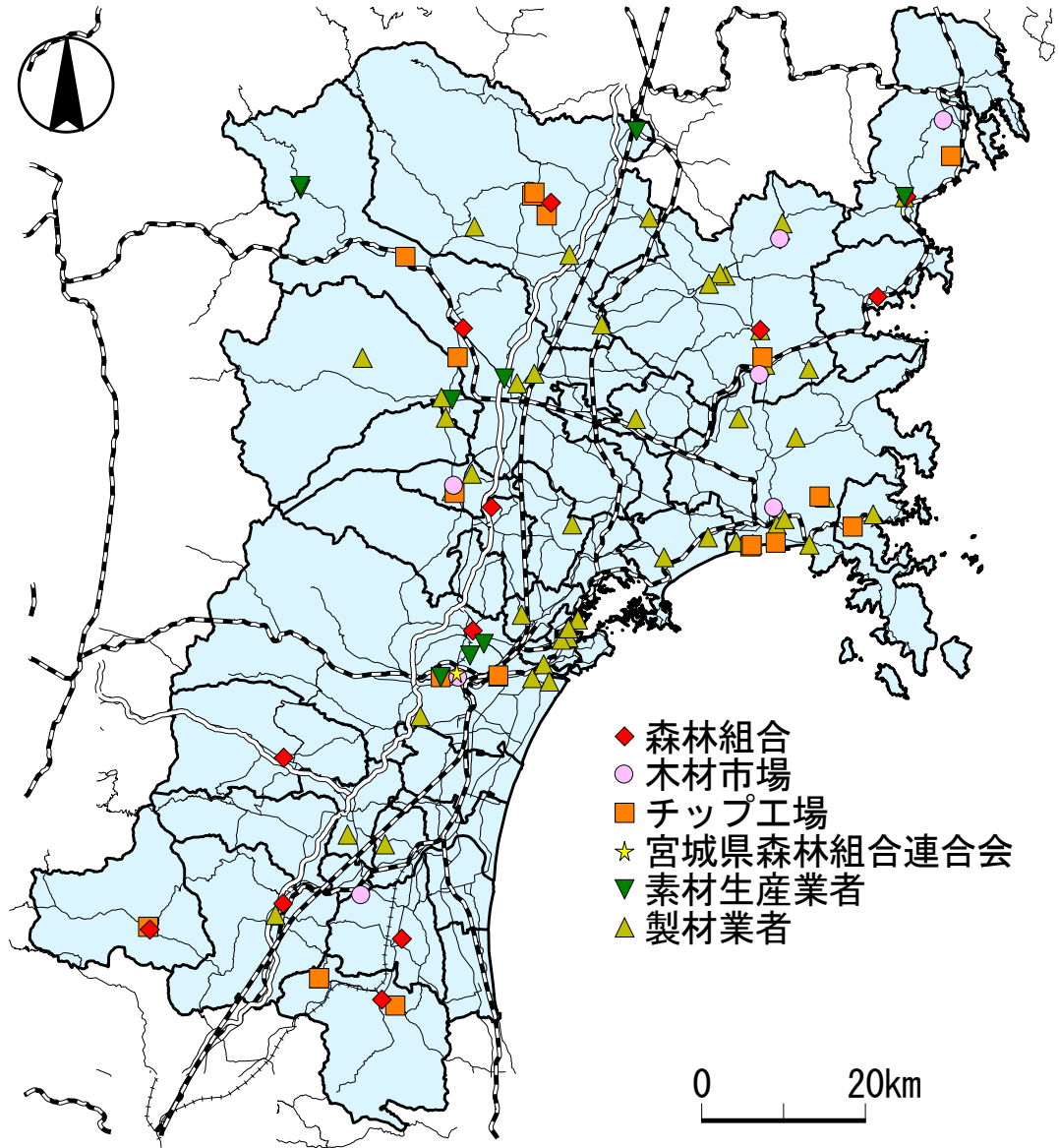
出所：宮城県農林水産部林業振興課、平成 21 年宮城県の木材需給とその動向

図表 3-36 宮城県の製材工場の出力階層内訳



出所：宮城県農林水産部林業振興課、平成 21 年宮城県の木材需給とその動向

図表 3-3 7 宮城県の素材生産・流通・加工拠点の分布



※チップ工場：アンケート回答事業者
 ※素材生産業者：アンケート回答事業者
 ※製材業者：宮城県木材協同組合組合員

出所：森のエネルギー研究所作成

(3) 未利用間伐材等の利用可能量

1) 森林資源の賦存量

宮城県全体の森林資源の賦存量(=蓄積量)は約7,400万m³、生重量換算すると約5,200万tとなっている。内訳としては、民有林賦存量は約5,400万m³(生重量換算約3,800万t)、国有林賦存量は約1,900万m³(生重量換算1,400万t)となっている。

図表 3-38 森林資源の賦存量(=蓄積量)

	蓄積量(m ³)	蓄積量(生 t)
宮城県全域	73,712,308	51,598,616
民有林	54,420,308	38,094,216
国有林	19,292,000	13,504,400

※幹材積のため、枝葉は含まない。

出所：東北森林管理局(2009年)、平成22年事業統計書、宮城県林業振興課提供資料をもとに推計

図表 3-39 成長量推計のための前提条件

項目	条件
生状態の含水率	50 %WB
生比重	0.7 t/m ³
絶乾比重	0.35 t/m ³
気乾時の含水率	13% WB
気乾比重	0.4 t/m ³

※比重：宮城県内で蓄積量の割合の高いスギを想定。

※気乾時の含水率：ドライベースでは気乾時の水分量は15%であり、ウエットベースに換算すると以下の式により13%となる。

$$(100+15) : 15 = 100 : x$$

$$X = (100 \times 15) / (100 + 15) = 13$$

2) 森林資源の期待可採量

a) 民有林

宮城県の民有林全体での成長量(幹材積)は約110万m³/年、生重量換算すると約80万t/年となっている。そのうち、A~D材の割合をもとに推計したC,D材は約27万t/年、幹材積に対する発生割合をもとに推計した枝葉は約18万t/年、合計で約45万t/年の資源ポテンシャルがあるという結果を得た。

図表 3-40 宮城県の森林成長量（民有林）

		成長量		割合 (%)
		(m ³ /年)	(生 t/年)	
宮城県 民有林	総数	1,098,142	768,699	-
	針葉樹	908,223	635,756	83%
	広葉樹	189,919	132,943	17%

※幹材積のため、枝葉は含まない。

出所：宮城県林業振興課資料

図表 3-41 森林バイオマス成長量のうち C,D 材、枝葉の推計値（民有林）

		成長量のうち C,D 材相当		枝葉成長量	合計
		(m ³ /年)	(生 t/年)	(生 t/年)	(生 t/年)
宮城県 民有林	総数	384,452	269,116	176,801	445,917
	針葉樹	317,963	222,574	146,224	368,798
	広葉樹	66,489	46,543	30,577	77,119

※A～D 割合：宮城県については、宮城県林業技術総合センターによる平成 21 年調査結果より、各地域の平均値（A,B 材 65%、C 材 25%、D 材 10%）を引用。

※枝葉：スギの拡大係数を用い、23%とした。（宮城県内で蓄積量の割合の高いスギを想定。）

出所：独立行政法人国立環境研究所、日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2011 年 4 月

b) 国有林

宮城県の国有林全体での成長量（幹材積）は約 33 万 m³/年、生重量換算すると約 23 万 t/年となっている。そのうち、A～D 材の割合（民有林と同様）をもとに推計した C,D 材は約 8 万 t（生）/年、幹材積に対する発生割合をもとに推計した枝葉は約 5 万 t（生）/年、合計で約 13 万 t（生）/年の資源ポテンシャルがあるという結果を得た。

図表 3-42 宮城県の森林成長量（国有林）

		成長量		割合 (%)
		(m ³ /年)	(生 t/年)	
宮城県 国有林	総数	330,000	231,000	-
	針葉樹	218,000	152,600	66%
	広葉樹	112,000	78,400	34%

出所：東北森林管理局（2009 年）、平成 22 年事業統計書

図表 3-4 3 森林バイオマス成長量のうち C,D 材、枝葉の推計値 (国有林)

		成長量のうち C,D 材相当		枝葉成長量	合計
		(m ³ /年)	(生 t/年)	(生 t/年)	(生 t/年)
宮城県 国有林	総数	115,531	80,872	53,130	134,002
	針葉樹	76,320	53,424	35,098	88,522
	広葉樹	39,210	27,447	18,032	45,479

※A~D、枝葉の割合：民有林と同様。
※四捨五入しているため、合計値が合わないことがある。

c) 期待可採量まとめ

宮城県全体として民有林と国有林の成長量を合計すると、C,D 材は約 35 万 t/年、幹材積に対する発生割合をもとに推計した枝葉は約 23 万 t (生) /年、合計で約 58 万 t (生) /年の資源ポテンシャルがあるという結果を得た。

図表 3-4 4 森林バイオマス成長量のうち C,D 材、枝葉の推計値 (民国合計)

		成長量のうち C,D 材相当		枝葉成長量	合計
		(m ³ /年)	(生 t/年)	(生 t/年)	(生 t/年)
宮城県	総数	499,983	349,988	229,931	579,919
	針葉樹	394,283	275,998	181,322	457,320
	広葉樹	105,700	73,990	48,609	122,599

3) 森林資源の利用可能量

エネルギー利用の対象として想定される C,D 材および枝葉のうち、伐捨間伐等により林内で伐採のみ行われるようなものについては改めてそれらを収集することになるため、利用するにはコストが多くかかってしまう。利用しやすいものとしては、素材生産される A,B 材に付随して発生する C,D 材および枝葉である。これらは素材生産される A,B 材とあわせて搬出することが可能となるため、コストを抑えて収集することが可能と考えられる。

そこで、利用可能量としては素材生産される A,B 材に付随して発生する C,D 材および枝葉を対象とし、試算を行った。

a) 素材生産量状況

宮城県の素材生産量は、平成 21 年度実績で 514,000m³/年である。これは、成長量のうち、約 4 割程度の量である。

これらに付随している未利用 C 材および D 材の量については林業事業者を対象としたアンケート調査結果を用いて推計した。

図表 3-4 5 宮城県における素材生産量実績（平成 21 年度）

	統計の素材生産量 (千 m ³ /年)	割合
製材用 (A 材)	170	33%
合板用 (B 材)	175	34%
チップ用 (C 材)	169	33%
合計	514	100%

出所：宮城県農林水産部林業振興課、平成 21 年宮城県の木材需給とその動向

アンケートおよびヒアリング調査結果をもとに集計したアンケート回答事業者の A~D 材の発生割合平均は図表 3-4 6 の通りである。このうち、A,B 材についてはほとんど利用され、D 材についてはほとんど利用されておらず、C 材については利用されているものと未利用となっているものが混在していると想定した。アンケート調査から得られた林業事業者の用途別素材生産量と資源の発生割合から未利用となっている C 材の割合を求めた結果を図表 3-4 7 に整理する。推計の結果、素材生産に伴って伐採された C 材のうち、約 9%が未利用となっていると想定した。

図表 3-4 6 用途別資源発生割合（平均）

	発生割合 (現状実績)	D 材を除いた場合 の発生割合
A 材	33.6%	37.5%
B 材	39.9%	44.5%
C 材	16.1%	18.0%
D 材	10.4%	-

※発生割合ではなく素材生産割合を記入していることが予想される事業者や数値に誤りのある事業者等を除く

図表 3-4 7 未利用 C 材の割合推計

	民有林		国有林		合計		備考
	m ³ /年	生 t/年	m ³ /年	生 t/年	m ³ /年	生 t/年	
A,B 材生産量...①	147,940	103,558	43,608	30,526	191,548	134,084	アンケート結果より
C 材発生量...②	32,471	22,730	9,572	6,700	42,043	29,430	①/ (1-D 材を除いた場合の C 材発生割合) × (D 材を除いた場合の C 材発生割合)
C 材生産量...③	32,221	22,555	6,191	4,334	38,412	26,888	アンケート結果より
C 材未利用量...④	250	175	3,381	2,366	3,631	2,542	②-③
C 材未利用割合	0.8%		35.3%		8.6%		④÷②

※四捨五入しているため、合計値が合わないことがある。

b) 利用可能量推計

前述の素材生産量と C 材および D 材の未利用割合をもとに利用可能量を推計した結果、未利用 C 材は約 1 万 t (生) /年、D 材は約 4 万 t (生) /年、枝葉は 9 万 t (生) /年、合計約 15 万 t (生) /年となった。

ただし、D 材や枝葉については、現状ではほとんど搬出されていないため、需要に対応してすぐに利用へと移行することは難しいと考えられる。そのため、利用可能量のうち、D 材や枝葉については段階的に利用量を増やしていく計画とすることが現実的である。

図表 3-4 8 森林資源の利用可能量推計

	発生量	利用率	未利用量 (=利用可能量)		備考
	m ³ /年	%	m ³ /年	生 t/年	
A 材	170,000	100.0%	0	0	素材生産量実績
B 材	175,000	100.0%	0	0	素材生産量実績
C 材	184,975	91.4%	15,975	11,182	発生量 = 素材生産量実績 ÷ (1-C 材未利用割合 8.6%) 発生量 = A~C の発生量 / (1-D 材発生割合 10.4%) × D 材発 生割合 10.4%
D 材	61,315	0.0%	61,315	42,920	幹材積 × 23.0%
枝葉	135,997	0.0%	135,997	95,198	
合計	727,286	-	213,286	149,300	-

※四捨五入しているため、数値が合わないことがある。

4) 林業事業者の意向 (ヒアリング調査)

アンケート調査で素材生産量が多い事業者を中心にヒアリング調査を実施した。素材生産や資源利用に関連する事項は以下の通りである。

- ・ 未搬出材の需要ができることは大変ありがたい。
- ・ 供給可否は買取価格次第だが、パルプ用材価格と同等程度でないと供給は難しい。
- ・ 材を供給するプラントが遠い場合は直接プラントまで運搬するのではなく、近隣のチップ工場や中間土場を設けてほしい。
- ・ 皆伐後に再造林せず、放置したままの場合が多いことが問題である。
- ・ 震災を経験したことにより、材の供給先は複数確保することでリスク軽減することの重要性を感じた。

5) 製材工場等残材等の資源量把握

a) 製材工場等残材

木材統計をもとに推計した製材端材発生量は約 18 万 t (生) /年、未利用量は約 6 万 t (生) /年となっており、発生量のうち約 3 割程度が利用可能量と考えられる。

アンケートより、端材の多くは利用されているが、樹皮については未利用となっている場合があることがわかった。

図表 3-4 9 製材端材発生量 推計結果

	生 t/年	気乾 t/年
宮城県全域	175,422	86,703

※素材生産量 出所：農林水産省（平成 22 年）、木材統計調査

※未利用端材発生比率：樹皮 13.8%、背板 0.5%、端材 12.0%、ベラ板 65.0%、のこ屑 6.6%、プレーナー屑 7.6%、チップ屑 40.3%

出所：NEDO バイオマス賦存量・利用可能量の推計～GIS データベース～

※比重：樹皮 0.45t/m³、かんな屑・プレーナー屑 0.5t/m³、背板・端材 0.57t/m³

出所：NEDO バイオマス賦存量・利用可能量の推計～GIS データベース～

図表 3-5 0 製材端材未利用量 推計結果

	生 t/年	気乾 t/年
宮城県全域	57,273	32,915

b) 建築発生木材

建設副産物実態調査結果詳細データより、宮城県における建築廃材（解体材）の発生量は約 5 万 t (生) /年、未利用量は約 1 万 t (生) /年となっており、発生量のうち約 3 割程度が利用可能量と考えられる。

ただし、ヒアリングより、実際には県内で利用できる建築廃材はほとんどなく、すでに燃料用等で利用されているため、新規利用は難しい状況であることがわかった。

図表 3-5 1 建築廃材（解体材）発生量 推計結果

	生 t/年	気乾 t/年
宮城県全域	49,267	49,267

※発生時の含水率での重量を生 t と表記した。

※建築廃材は発生段階で含水率が 13%WB のため、生 t と気乾 t が同じ数値となっている。

出所：国交省、平成 20 年度建設副産物実態調査結果詳細データ(建設廃棄物)

図表 3-5 2 建築廃材（解体材）未利用量 推計結果

	生 t/年	気乾 t/年
宮城県全域	14,326	14,326

※発生時の含水率での重量を生 t と表記した。

※建築廃材は発生段階で含水率が 13%WB のため、生 t と気乾 t が同じ数値となっている。

出所：国交省、平成 20 年度建設副産物実態調査結果詳細データ(建設廃棄物)

c) 支障木

建設発生木材のうち、立木、除根材などが廃棄物となったものを支障木とした。建設副産物実態調査結果詳細データより、宮城県における支障木の発生量は約 7 万 t (生) /年、未利用量は約 0.9 万 t (生) /年となっており、発生量のうち約 1 割程度が利用可能量と考えられる。

図表 3-5 3 支障木の発生量 推計結果

	生 t/年	気乾 t/年
宮城県全域	73,233	42,088

出所：国交省、平成 20 年度建設副産物実態調査結果詳細データ(建設廃棄物)

図表 3-5 4 支障木の未利用量 推計結果

	生 t/年	気乾 t/年
宮城県全域	8,986	5,165

出所：国交省、平成 20 年度建設副産物実態調査結果詳細データ(建設廃棄物)

d) 剪定枝

都市公園や街路樹の剪定枝について、仙台地域、石巻地域それぞれの自治体ごとの数値を整理した。公園剪定枝については公園面積、面積当たりの剪定枝発生原単位、未利用率より推計した。ヒアリングにより具体的な数値が把握できた地域に関しては、公園剪定枝と街路樹の剪定枝に関して実績値を用いた。

図表 3-55 仙台地域の剪定枝発生量・利用可能量

市町村	公園面積 (ha)	発生量 (生 t/年)	利用可能量 (生 t/年)	備考
仙台市	1,293	1,700	824	H22 実績 (ヒアリングより)
多賀城市	45	57	0	H22 実績 (ヒアリングより)
七ヶ浜町	22	38	27	公園面積 (七ヶ浜町ホームページ)、発生原単位、未利用率より推計
合計	—	1,796	851	

※剪定枝発生原単位：1.71t/ha、未利用率 71.3%

※四捨五入しているため、合計が合わないことがある。

出所：NEDO バイオマス賦存量・利用可能量の推計～GIS データベース

図表 3-56 石巻地域の剪定枝発生量・利用可能量

市町村	公園面積 (ha)	発生量 (生 t/年)	利用可能量 (生 t/年)	備考
石巻市	248	424	302	公園面積 (石巻市の都市計画(H23 年度))、発生原単位、未利用率より推計
東松島市	21	35	25	公園面積(※旧矢本町の統計(H8 年度))、発生原単位、未利用率より推計
女川町	-	-	-	都市公園 1 か所 (女川運動公園) 面積記載なし
合計	268	459	327	

※剪定枝発生原単位：1.71t/ha、未利用率 71.3%

※四捨五入しているため、合計が合わないことがある。

出所：NEDO バイオマス賦存量・利用可能量の推計～GIS データベース

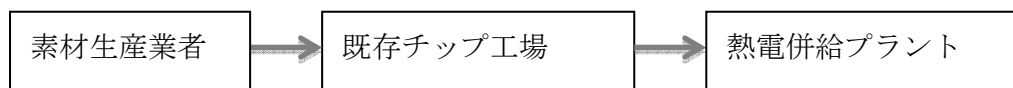
(4) 調達コストの推計

現状では森林資源を燃料用として使用するための流通方法は確立していないため、新たな仕組みを構築する必要がある。また、燃料用として使用するためには、材の収集・運搬に加えてチップ化工程が必要となる。

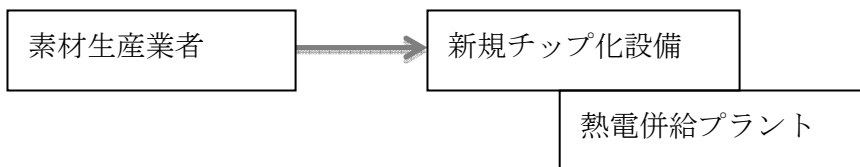
未利用 C,D 材および枝葉を調達する方法（材の流れと加工場所の組合せ）として、(A) ～ (D) の 4 パターンの方法が考えられる。ここでは、各パターンの調達方法の考え方を整理し、各要素のコスト試算を行うことで調達コストの推計を行った。

【調達パターン】

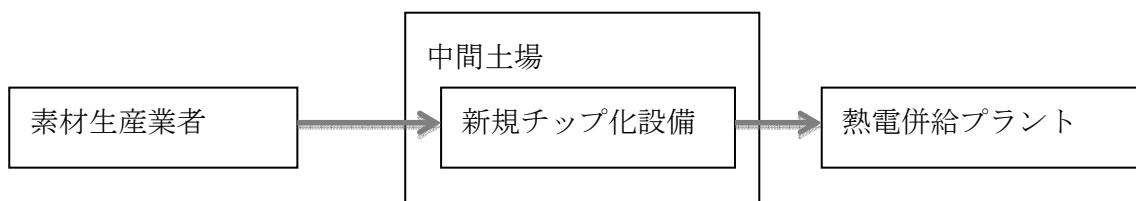
(A) 既存チップ工場から燃料用チップを調達



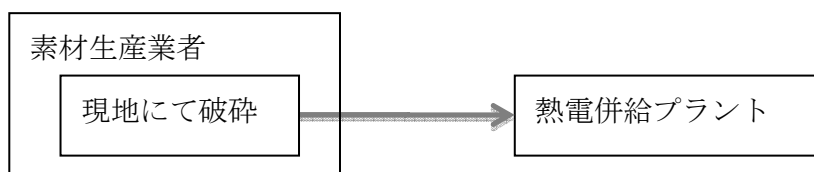
(B) 新規チップ化設備をプラントに併設



(C) 新規チップ化設備を中間土場に設置

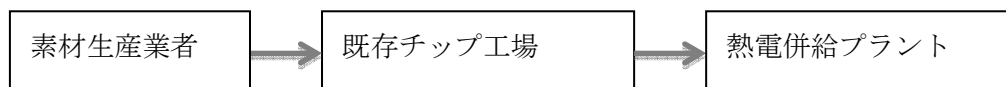


(D) 伐採現場でチップ化



1) 調達方法

(A) 既存チップ工場から燃料用チップを調達する方法



宮城県内には既存のチップ工場が存在するため、既存チップ工場の稼働状況によっては現在の製紙用チップ生産に加え、燃料用のチップ生産を行うことも考えられる。

既存のチップ工場や製材所の状況を把握するため、アンケート調査を実施した。

アンケートの対象としたのは、宮城県木材協同組合に所属している製材所 50 社とチップ工業会に所属している 33 社である。チップ工業会に所属している 33 社は基本的に製紙用チップを製造している事業者である。

製材所については、製材量によって端材量が決まるため、チップ生産量は製材量に影響される。現状では製材量が減っており、また発生した端材の用途は決まっている状態にある。また、製材端材のチップ化以外に、チップ生産を目的とした設備導入については、ヒアリング調査から難しいことがわかった。

そのため、本調査で想定する既存のチップ工場は製紙用チップを製造している事業者を主な対象とした。製紙用チップ工場からのアンケート調査をもとに設備稼働率を推計した結果、9 割以上の稼働率という結果を得た。ただし、震災後には製紙工場での受入量が減少したため、前年度比 6～8 割程度の稼働率となっていることがヒアリングより明らかとなった。

原木の新規受入に関しては 4 割程度の事業者で受入可という回答を得た。チップの新規需要に対する出荷可否については、背板チップの新規出荷可の割合は少ないが、リサイクルチップや原木チップは新規出荷可の割合が比較的高くなっている。全体としては新規受入可と可否の割合は半々であった。現状の重要な課題として、樹皮やきこの原木の放射能濃度分析を実施している事業者からは、現状で出荷停止になっているものもあるため、「放射能汚染の問題が収束するまでは出荷できない、その点が解決されれば出荷は可能」という回答もあった。

図表 3-5 7 製材所およびチップ工場向けアンケート調査実施状況（再掲）

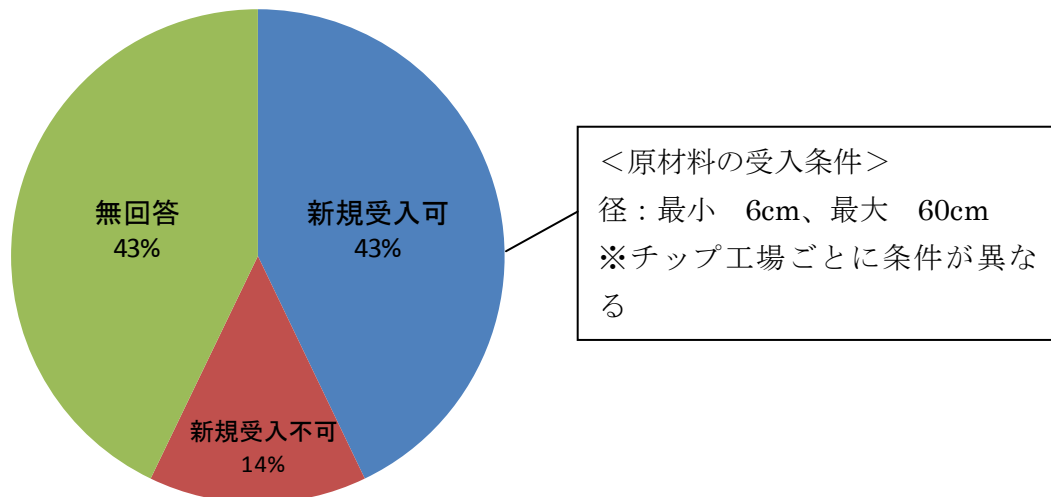
アンケート対象	送付数	回収数	回収率
製材所	50	4	8%
製紙用チップ工場	33	14	42%
計	83	18	22%

図表 3-5 8 製紙用チップ製造工場の設備稼働率推計（アンケート結果より）

設備能力 計①	308 チップ m ³ /h	アンケート結果より※製紙用チップ製造工場の み対象とした
生産能力推計②	539,500 チップ m ³ /年 重量換算 72,833 BDT/年	②=①×250 日/年×7 時間/日※年間稼働日数は 仮定値（チップ比重 0.27 t/m ³ （生））
年間生産量計③	68,743 BDT/年	アンケート結果より※一部バーク （バーク比重：0.25t/m ³ （生））
設備稼働率④	94%	④=③÷②×100 ※ただし、震災後には前年度 比 6 割～8 割程度の稼働率となっている。（ヒア リングより）

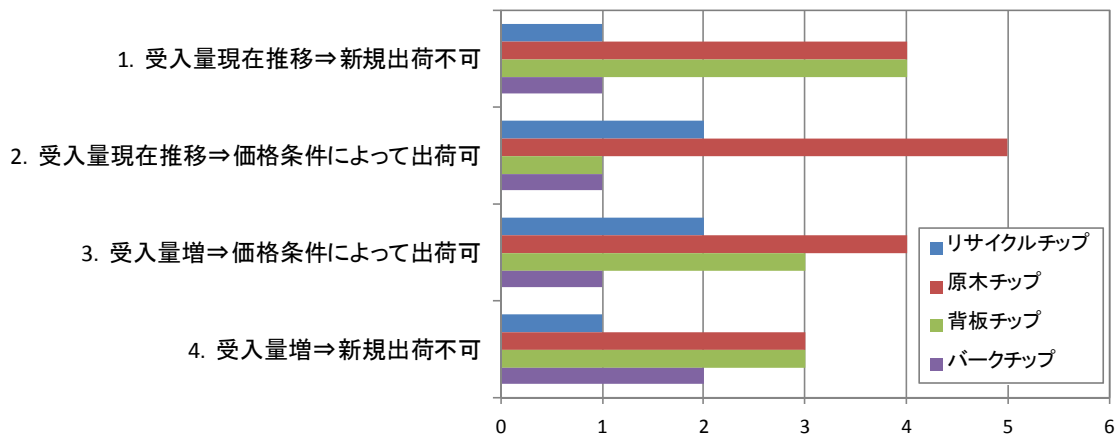
※BDT：水分量ゼロに換算したトン数。絶乾トン（Bone Dry t）

図表 3-5 9 チップ工場における新規原木受け入れ可否



出所：アンケート調査結果をもとに森のエネルギー研究所作成

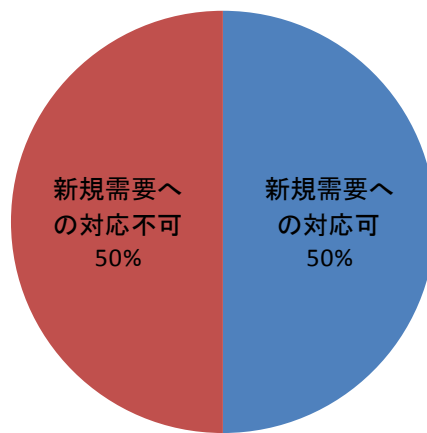
図表 3-60 新規チップ供給に関する意向（各種チップ別）



※複数回答有

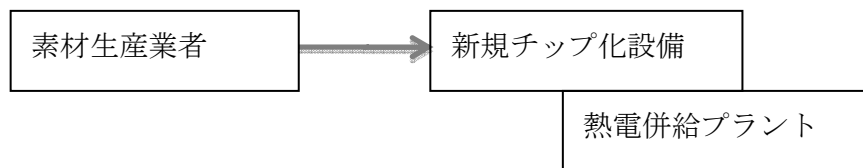
出所：アンケート調査結果をもとに森のエネルギー研究所作成

図表 3-61 新規チップ供給に関する意向（可否割合）



出所：アンケート調査結果をもとに森のエネルギー研究所作成

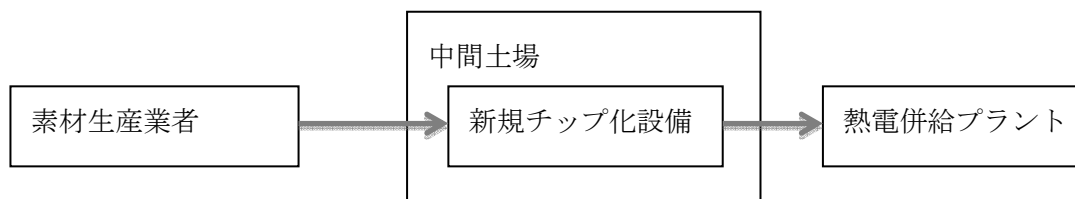
(B) 新規チップ化設備をプラントに併設する方法



アンケートやヒアリングより、製紙用チップ製造工場では、受入条件として原材料の大きさが決まっているため、現状では短尺材や大径材、枝葉の受け入れは難しいことがわかった。そのため、新規チップ化設備で既存チップ工場では受け入れられないもの（量、形状等）を受け入れることができれば、調達可能量の向上が期待できる。ただし、伐採現場から距離が遠い場合には、近隣のチップ工場への持ち込みの方が現実的である。

先進事例調査より、チップ化設備を併設している既存の木質バイオマス発電所では、チップでの受入だけでなく加工前の材料も収集可能であることから、資源の調達に関してリスク回避になっているという事例もある。

(C) 新規チップ化設備を中間土場に設ける方法



ヒアリング調査より、伐採現場とプラントまでの距離が遠い場合、山側に近い場所に燃料用資源を集積できる中間土場があれば調達可能量が増える可能性があることがわかった。また、その他のメリットとしては (B) と同様に、新規チップ化設備で既存チップ工場では受け入れられないもの（量、形状等）を受け入れることができれば、調達可能量の向上が期待できる。

(D) 伐採現場でチップ化する方法



場所や収集する資源、事業量の確保状況によっては、現地にて破碎を行うことでコスト低減につながる場合もある。この場合には、素材生産事業者が移動式破碎機を所有する、あるいは素材生産事業者が共同で使用する方法が考えられる。

2) 調達コスト推計

a) 統計からの調達コスト推計

既存チップ工場からのチップ調達価格として、既存の製紙用チップ価格が参考となる。木材統計から宮城県のチップ価格を抜粋したものを図表 3-6 2 に示す。素材生産にともなって発生する C,D 材を燃料用として利用することから、主にスギ等の針葉樹を用いることを想定した場合、流通価格は平均 15,865 円/絶乾 t となっている。これをもとに生材の場合の調達価格を推計した。

図表 3-6 2 宮城県における C 材価格およびパルプ用チップ価格動向（月別）

	チップ向け丸太価格（円/m ³ ）		チップ価格（円/絶乾 t）	
	針葉樹	広葉樹	針葉樹	広葉樹
H23.11	4,500	7,700	15,500	17,700
H23.10	4,500	7,700	15,500	17,700
H23.9	4,500	7,700	15,500	17,700
H23.8	...	...	...	...
H23.7	...	...	...	...
H23.6	...	...	...	...
H23.5	...	...	...	...
H23.4	...	...	...	...
H23.3	...	...	...	...
H23.2	4,500	7,800	15,900	17,700
H23.1	4,500	7,800	15,900	17,700
H22.12	4,400	7,800	15,900	17,700
H22.11	4,400	7,600	15,900	17,700
H22.10	4,300	7,600	15,900	17,700
H22.9	4,300	7,500	15,900	17,700
H22.8	4,300	7,500	15,900	17,700
H22.7	4,300	7,500	15,900	17,700
H22.6	4,300	7,500	15,900	17,700
H22.5	4,400	7,500	16,000	17,700
H22.4	4,300	7,500	15,800	17,700
H22.3	4,500	7,700	16,100	18,100
H22.2	4,500	7,700	16,100	18,100
H22.1	4,600	7,700	16,100	18,200
平均	4,418	7,635	15,865	17,776

出所：農林水産省、木材統計調査

図表 3-63 燃料用チップ価格の試算方法と結果

<p><燃料用チップ価格試算> 製紙用チップ価格 針葉樹 平均 15,865 円/t (絶乾) 含水率 50%WB に換算した場合 $15,865 \times 0.5 = 7,932.5$ 円/t ⇒ 約 7,900 円/t 輸送費 2,600 円/生 t ※岩手県林業技術センター「製紙用チップ工場で生産した土場残材チップの供給コスト試算」より 10t チップ運搬車で輸送距離 50km の運搬コスト 1,800 円/丸太 m³ (丸太⇒チップへの変換係数 2.6) より チップ比重 0.27t/m³ と仮定して $1,800 \div 2.6 \div 0.27 = 2,564$ ⇒ 約 2,600 円/t 合計 7,900 円/t + 約 2,600 円/t = 10,500 円/t (含水率 50%)</p>
--

林業事業者へのアンケート調査およびヒアリング調査から、燃料用途として未利用となっている C,D 材等を供給する場合には、現在の C 材 (製紙用チップ丸太) 価格と同等程度の買取価格を希望するという回答を複数得た。燃料用資源は他の用途よりも取引価格が低い傾向ではあるが、不均一で嵩張る形状であることから生産効率が悪いため A,B 材に比べて供給コストは高くなる。作業効率向上によるコスト削減は必要であるが、生産者側にとってもメリットのある買取価格設定であることも供給量増加のためには重要な要素であることから、既存チップ工場からの調達価格としては製紙用チップと同等の価格を想定した。ただし、燃料用の場合には皮をむく必要がない等のコスト低減化要素もあるため、製紙用チップよりも生産コストを抑えることも可能であると考えられる。

b) 新規チップ化設備を設置する場合のコスト推計

新規チップ化設備を設置する場合のコストとして、破碎コスト、輸送コストを推計し、アンケート調査結果も踏まえて調達コストを試算した。調達パターン (B) ~ (D) はこれらの組み合わせとなるが、ここではチップ化設備の立地場所の想定エリアが明らかであるパターン (B) を用いて試算を行った。

i) 破碎コスト

以下の組み合わせにより、対応できる機器を選定する必要がある。

<p>【形式】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 移動式 ・ 定置式 	<p>【受入種類】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 幹部 ・ 枝葉 ・ 伐根 	<p>【年間生産量】</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 3 万 t ・ 6 万 t ・ 12 万 t 	<p>【形状】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 切削型、破碎型 ・ 長さ
--	--	--	---

新規チップ化設備を図表 3-64 の規模で想定し、年間製造量を 3 万 t (生) /年、6 万 t (生) /年、12 万 t (生) /年の 3 パターンで試算した結果、3 万 t (生) /年の場合 700 円/

生 t、6 万 t (生) /年の場合約 650 円/生 t、12 万 t (生) /年の場合は 2 通りあるが、設備 B を用いた場合に約 600 円/生 t、設備 C を用いた場合に約 350 円/生 t という結果となった。ここには利益は計上していないため、製造原価である。

図表 3-6 4 試算に用いる破碎機種類 (規模別)

	設備 A	設備 B	設備 C	備考
カタログ値 (m ³ /h)	150	220	360	※チップ体積
重量換算 (t/h)	40.8	59.8	97.9	※水分量 50%のとき
年間生産量① (t/年)	58,756	86,175	141,014	※6h/日、240 日/年の場合
年間生産量② (t/年)	47,005	68,940	112,811	※能力 80%想定

出所：メーカーカタログをもとに森のエネルギー研究所作成

図表 3-6 5 各処理能力の破碎機のイニシャルコスト

	設備 A	設備 B	設備 C
機械価格 (円)	64,500,000	77,600,000	112,400,000
耐用年数 (年)	5	5	5
減価償却費 (円/年)	12,900,000	15,520,000	22,480,000
利子 (円/年) ※減価償却費の 7%	903,000	1,086,400	1,573,600
合計 (円/年)	13,803,000	16,606,400	24,053,600

出所：メーカーカタログ、機械化のマネジメント (全国林業改良普及協会編) をもとに試算

図表 3-6 6 各生産量における重量当たり破碎コスト推計結果

年間生産量 (t/年)		30,000	60,000	120,000	120,000
破碎機種類		設備 A	設備 B	設備 B×2 台	設備 C
作業日数		153	209	209	255
破碎機経費	イニシャル (円/年)	13,803,000	16,606,400	33,212,800	24,053,600
	ランニング (円/年)	1,743,474	15,441,847	30,883,694	4,742,489
グラップル	台数	1	1	2	2
	リース代計 (円/日)	14,875	14,875	29,750	29,750
	燃料費	850,282	1,159,476	1,159,476	1,417,137
人件費 (15,000 円/人工)	人数	2	2	3	3
	人件費計	4,595,293	6,266,309	9,399,463	11,488,233
合計 (円/年)		21,006,924	39,488,907	74,685,184	41,731,210
重量当たりコスト (円/t)		700	658	622	348

出所：メーカーカタログをもとに試算

ii) 輸送コスト

宮城県内の各市町村から仙台港または石巻港までの距離をもとに、輸送コストを推計した。車両費用を図表 3-67 に、輸送距離の考え方を図表 3-67 に示す。地域内での平均距離と、各地域の中心として想定する市町村役場から仙台港または石巻港のプラント想定場所までの距離を合わせたものを輸送距離と考え、各地域からの距離と 1 往復当たりの輸送コストを推計した。輸送車両 1 台あたりの積載可能量を 25m³ と想定し、各地域での重量あたりの輸送コストを推計した結果、図表 3-69、図表 3-70 の通りとなった。

実際には輸送車両の大きさや輸送方法（自社輸送または外注）によって単価が異なる。

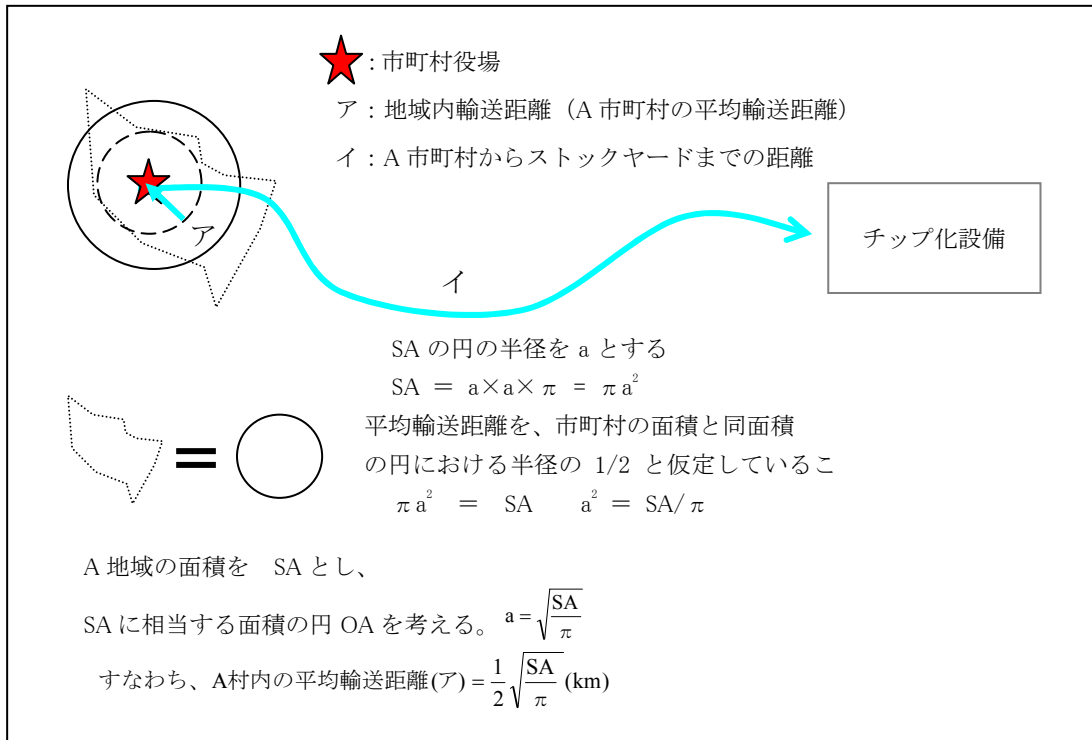
図表 3-67 グラップル付輸送車両の時間当たりコスト

機械価格 (円)	17,150,000
耐用年数 (年)	5
年間作業日数 (日)	330
1 日当たり実働時間 (時間)	8
年間使用時間 (時間)	2,640
耐用時間 (時間)	13,200
整備・修理比率	0.4
燃料消費量 (リットル/時)	16
燃料単価 (円/リットル)	110
車検・保険料 (円/年)	180,000
運転手賃金 (円/日)	15,000
固定費	
利子 (円/時)	105
車検・保険料 (円/時)	68
減価償却費 (円/時)	1,299
整備・修理費 (円/時)	520
直接費	
燃料費 (円/時)	1,760
賃金 (円/時)	1,875
時間費用合計 (円/時)	5,627

※グラップル付 8t 車を想定した。

出所：佐々木誠一、他、「燃料用チップ供給コストの試算」
(岩手県林業技術センター研究報告 No.14 2006)

図表 3-6 8 輸送距離の考え方



図表 3-69 C,D材および枝葉の輸送コスト推計結果（山土場～仙台港）

市町村名	地域内 輸送距離 (km) ...ア	仙台港まで の距離 (km) ...イ	時速30km想 定の輸送時 間 (分) ...ウ	積み下ろ し時間 (分) ...エ	輸送 コスト (円/往復)	C,D材 輸送コスト (円/t)	枝葉 輸送コスト (円/t)
白石市	4.8	62.9	135		33,829	3,443	6,137
角田市	3.4	52.8	112		29,534	3,006	5,358
蔵王町	3.5	53.1	113		29,669	3,020	5,382
七ヶ宿町	4.6	86.5	182		42,607	4,337	7,729
大河原町	1.4	47.7	98		26,864	2,734	4,873
村田町	2.5	46.5	98		26,822	2,730	4,866
柴田町	2.1	44.5	93		25,912	2,637	4,701
川崎町	4.6	55.1	119		30,853	3,140	5,597
丸森町	4.7	61	131		33,074	3,366	6,000
仙台市	7.9	18.7	53		18,423	1,875	3,342
塩竈市	1.2	6.5	15		11,326	1,153	2,055
名取市	2.8	23.9	53		18,453	1,878	3,348
多賀城市	1.3	5.8	14		11,086	1,128	2,011
岩沼市	2.2	32.9	70		21,608	2,199	3,920
亘理町	2.4	41	87		24,727	2,517	4,486
山元町	2.3	50	105		28,048	2,855	5,088
松島町	2.1	16.4	37		15,371	1,564	2,788
七ヶ浜町	1.0	4.2	10	90	10,402	1,059	1,887
利府町	1.9	13.7	31		14,288	1,454	2,592
大和町	4.2	30.6	70		21,510	2,189	3,902
大郷町	2.6	24.9	55		18,740	1,907	3,400
富谷町	2.0	27.4	59		19,462	1,981	3,530
大衡村	2.2	33.5	71		21,829	2,222	3,960
大崎市	8.0	47	110		29,060	2,958	5,272
加美町	6.1	46.1	104		28,007	2,851	5,081
色麻町	2.9	43.3	92		25,791	2,625	4,679
涌谷町	2.6	37.7	81		23,543	2,396	4,271
美里町	2.4	38.6	82		23,838	2,426	4,324
栗原市	8.0	63.3	143		35,190	3,582	6,384
石巻市	6.7	42.9	99		27,030	2,751	4,903
東松島市	2.8	33.8	73		22,189	2,258	4,025
女川町	2.3	58.8	122		31,358	3,192	5,688
登米市	6.5	74.3	162		38,765	3,946	7,032
気仙沼市	5.2	119.2	249		55,090	5,607	9,994
南三陸町	3.6	78.5	164		39,244	3,994	7,119

図表 3-70 C,D材および枝葉の輸送コスト推計結果（山土場～石巻港）

市町村名	地域内 輸送距離 (km) ...ア	石巻港ま での距離 (km) ...イ	時速 30km 想定 of 輸送 時間 (分) ...ウ	積み下 ろし時 間(分) ...エ	輸送 コスト (円/往復)	C,D材 輸送コスト (円/t)	枝葉 輸送コスト (円/t)
白石市	4.8	97.3	204		46,734	4,757	8,478
角田市	3.4	87.1	181		42,401	4,316	7,692
蔵王町	3.5	87.4	182		42,537	4,329	7,716
七ヶ宿町	4.6	120.9	251		55,512	5,650	10,070
大河原町	1.4	82	167		39,732	4,044	7,208
村田町	2.5	80.8	167		39,689	4,040	7,200
柴田町	2.1	78.8	162		38,780	3,947	7,035
川崎町	4.6	89.4	188		43,720	4,450	7,931
丸森町	4.7	95.3	200		45,942	4,676	8,334
仙台市	7.9	49.8	115		30,090	3,063	5,459
塩竈市	1.2	35.9	74		22,356	2,275	4,055
名取市	2.8	58.8	123		31,546	3,211	5,723
多賀城市	1.3	44.4	91		25,566	2,602	4,638
岩沼市	2.2	66.8	138		34,325	3,494	6,227
亘理町	2.4	73.6	152		36,957	3,762	6,704
山元町	2.3	81.2	167		39,752	4,046	7,211
松島町	2.1	25.3	55		18,710	1,904	3,394
七ヶ浜町	1.0	40.2	82	90	23,907	2,433	4,337
利府町	1.9	36.9	78		22,992	2,340	4,171
大和町	4.2	41.3	91		25,524	2,598	4,630
大郷町	2.6	30.1	65		20,691	2,106	3,753
富谷町	2.0	43.5	91		25,501	2,596	4,626
大衡村	2.2	44.2	93		25,843	2,630	4,688
大崎市	8.0	40.7	97		26,697	2,717	4,843
加美町	6.1	47.9	108		28,682	2,919	5,203
色麻町	2.9	50.7	107		28,567	2,908	5,182
涌谷町	2.6	23.9	53		18,366	1,869	3,332
美里町	2.4	30.5	66		20,800	2,117	3,773
栗原市	8.0	62	140		34,703	3,532	6,295
石巻市	6.7	2.4	18		11,836	1,205	2,147
東松島市	2.8	8.8	23		12,810	1,304	2,324
女川町	2.3	17	39		15,677	1,596	2,844
登米市	6.5	42.7	98		26,911	2,739	4,882
気仙沼市	5.2	87.6	186		43,236	4,401	7,843
南三陸町	3.6	46.8	101		27,352	2,784	4,962

※輸送コスト推計方法：（1往復当たりの輸送コスト）÷（積載可能量×積載物のかさ比重）

※各積載物のかさ比重：C,D材 0.39/m³、枝葉 0.22t/m³と想定した。（水分量 50%のとき）

出所：遠野興産(株)、間伐未利用材のチップ・ペレット化による多目的利活用事業に関する
実証事業成果報告書(平成 20 年度)

iii) 調達コスト推計

図表 3-7 1 のアンケート結果より、仮に土場単価をアンケート結果の平均値 6,950 円/生 t (=4,865 円/m³) と最小値の 1,429 円/生 t (=1,000 円/m³) と想定し、輸送コスト、破碎コストを合わせたコストを調達コストとして推計した。各地域の資源量は、民有林成長量から推計した C,D 材および枝葉のうち、C,D 材搬出割合 70%、枝葉搬出割合 30%と想定した場合の量とした。

以上の試算条件で試算した結果、山土場から仙台港までの工程を合計すると、土場単価を平均値の 6,950 円/生 t とした場合、C,D 材および枝葉の合計で約 2 万 t/年 (生) が調達コスト 10,000 円/生 t 以下で収集できる資源量として推計された。土場単価の最小値である 1,429 円/生 t とした場合には、C,D 材および枝葉の合計で約 18 万 t/年 (生) という推計結果となった。搬出コストを低減化させることにより調達可能となる量は大幅に増えることがわかった。山土場から石巻港までの試算結果も同様の結果となった。各地域の調達コストを加重平均した単価を図表 3-7 6 に示す。

また、アンケート結果より、素材生産業者が C,D 材を熱電併給プラントまで輸送し、プラントでの破碎コストを考慮した燃料価格の推計結果を図表 3-7 7 に示す。

図表 3-7 1 各条件での供給価格アンケート回答結果

	最小値		最大値		平均値※参考	
	円/m ³	円/生 t	円/m ³	円/生 t	円/m ³	円/生 t
作業道脇に転々と散在している残材を輸送業者に取りに来てもらう	500	714	9,000	12,857	2,887	4,124
残材を自社で1箇所(土場)に集積した上で輸送業者に取りに来てもらう	1,000	1,429	12,000	17,143	4,865	6,950
残材を熱電併給プラントまで自社輸送する	5,000	7,143	11,900	17,000	7,017	10,024

図表 3-7 2 土場単価 6,950 円/生 t の場合の調達可能な資源量推計結果 (土場～仙台港)

	≤5,000	≤8,000	≤10,000
	円/生 t の場合	円/生 t の場合	円/生 t の場合
C,D 材 (生 t/年)	0	0	23,595
枝葉 (生 t/年)	0	0	33
合計 (生 t/年)	0	0	23,628

図表 3-7 3 土場単価 1,429 円/生 t の場合の調達可能な資源量推計結果 (土場～仙台港)

	≦5,000 円/生 t の場合	≦8,000 円/生 t の場合	≦10,000 円/生 t の場合
C,D 材 (生 t/年)	47,441	137,447	137,447
枝葉 (生 t/年)	820	27,360	46,730
合計 (生 t/年)	48,261	164,807	184,177

図表 3-7 4 土場単価 6,950 円/生 t の場合の調達可能な資源量推計結果 (土場～石巻港)

	≦5,000 円/生 t の場合	≦8,000 円/生 t の場合	≦10,000 円/生 t の場合
C,D 材 (生 t/年)	0	0	17,778
枝葉 (生 t/年)	0	0	4,107
合計 (生 t/年)	0	0	21,885

図表 3-7 5 土場単価 1,429 円/生 t の場合の調達可能な資源量推計結果 (土場～石巻港)

	≦5,000 円/生 t の場合	≦8,000 円/生 t の場合	≦10,000 円/生 t の場合
C,D 材 (生 t/年)	66,155	137,447	137,447
枝葉 (生 t/年)	4,885	28,446	43,559
合計 (生 t/年)	71,040	165,893	181,006

図表 3-7 6 調達コスト平均単価 (加重平均)

	土場単価 6,950 円/生 t のとき		土場単価 1,429 円/生 t のとき	
	C,D 材	枝葉	C,D 材	枝葉
仙台地域 (円/生 t)	10,840	13,397	5,319	7,876
石巻地域 (円/生 t)	10,873	13,455	5,352	7,934

図表 3-77 アンケート結果を用いた燃料単価推計

	原料価格 (アンケートより)	破碎コスト (円/生 t)	燃料単価 (円/生 t)
最小値	7,143	622	7,765
最大値	17,000	622	17,622
平均値	10,024	622	10,646

※チップ製造量 12 万 t (生) /年を想定。

※実際には、C,D 材および枝葉それぞれで単価は異なる。

(5) 未利用間伐材等の利用可能量のまとめ

1) 利用可能量推計結果

各種木質バイオマスの資源量試算結果を以下にまとめる。森林バイオマスの利用可能量については、統計数値を用いた試算において約 15 万 t/年 (生) という結果を得た。ただし、D 材や枝葉については、現状ではほとんど搬出されていないため、需要に対応してすぐに利用できる状態に移行することは難しいと考えられる。そのため、利用可能量のうち、D 材や枝葉については段階的に利用量を増やしていく計画とすることが現実的である。

森林バイオマス以外の資源については、基本的に統計数値をもとに試算を行ったが、利用率が高いものが多い結果となった。製材端材や建築廃材は統計では未利用となっているものもあるが、ヒアリング調査より、実際にはほとんど利用されている状況であることがわかった。

図表 3-78 森林バイオマス資源量推計結果まとめ

	期待可採量 (生 t/年)	利用可能量 (生 t/年)
C,D 材	349,988	54,102
枝葉	229,931	95,198
合計	579,919	149,300

図表 3-79 その他のバイオマス資源量推計結果まとめ

		発生量 (生 t/年換算)	未利用量 (生 t/年換算)
製材端材		175,422	57,273
建築廃材		49,267	14,326
支障木		73,233	8,986
剪定枝	仙台地域	1,796	851
	石巻地域	459	327

また、調達コストに関しては、調達方法 (A) ~ (D) の 4 つの方法が考えられるが、既存のチップ工場から燃料用チップを購入する場合 (A) と、新規チップ化設備を設けて各工程のコストを積み上げた場合 (B) の試算を行った。

既存のチップ工場から燃料用チップを購入するパターン (A) として、既存チップ工場からのチップ調達価格の参考となる現在流通している製紙用チップ価格と同等価格で購入することを想定した場合には、統計調査より 10,500 円/生 t となった。

新規チップ化設備を設ける場合のコスト試算については、破碎コスト、輸送コスト、伐採現場からチップ化設備までの距離、輸送時の積載量等、様々な組み合わせが考えられる。調達パターン (B) ~ (D) はこれらの組み合わせとなる。本調査のコスト試算方法としては、アンケート調査による原料価格と破碎コスト試算結果をもとに燃料単価を求めた場合と、各市町村における資源量とプラントまでの距離をもとに各工程の積み上げコストを求めた場合の 2 つの考え方で試算を行った。試算の結果、アンケート調査をもとに推計した燃料単価については、平均値としては 10,646 円/生 t であるが、最小値として 7,765 円/生 t という結果を得た。事業者によって価格設定に大きな差があるが、生産コストを抑えた場合の燃料単価の目安になると考えられる。積み上げコストについても、アンケート結果による土場単価が平均単価の場合と最小単価の場合で 2 分の 1 までコスト削減できる可能性が示唆された。ただし、積み上げコストについては原価計算であることや民有林のみを対象とした試算であるため、参考値としての位置付けである。

図表 3-80 調達コスト推計結果まとめ

概要	試算条件	試算結果 (円/生 t)
(A) 既存のチップ工場で 破砕したチップを購 入する場合のコス ト試算	製紙用チップと同等価格	10,500
(B) 熱電併給プラントに 新規チップ化設備を 設置した場合のコス ト試算	【アンケート結果による燃料単価】	
	最小値	7,765
	最大値	17,622
	【各工程の積み上げコスト (参考)】	
	土場単価 6,950 円/生 t の場合	仙台地域： C,D 材 (円/生 t) 10,840 仙台地域： 枝葉 (円/生 t) 13,397 石巻地域： C,D 材 (円/生 t) 10,873 石巻地域： C,D 材 (円/生 t) 13,455
	土場単価 1,429 円/生 t の場合	仙台地域： C,D 材 (円/生 t) 5,319 仙台地域： 枝葉 (円/生 t) 7,876 石巻地域： C,D 材 (円/生 t) 5,352 石巻地域： C,D 材 (円/生 t) 7,934

2) 木質バイオマス供給の課題

宮城県の林産業の大きな特徴として、合板工場や製紙工場が県内に立地することから、それらの大規模需要に対応するよう、林業の機械化や収集システム改善を行うことで収穫率の向上を目指している。特に、合板の国産材化推進の際に、そのような動きが高まった経緯がある。

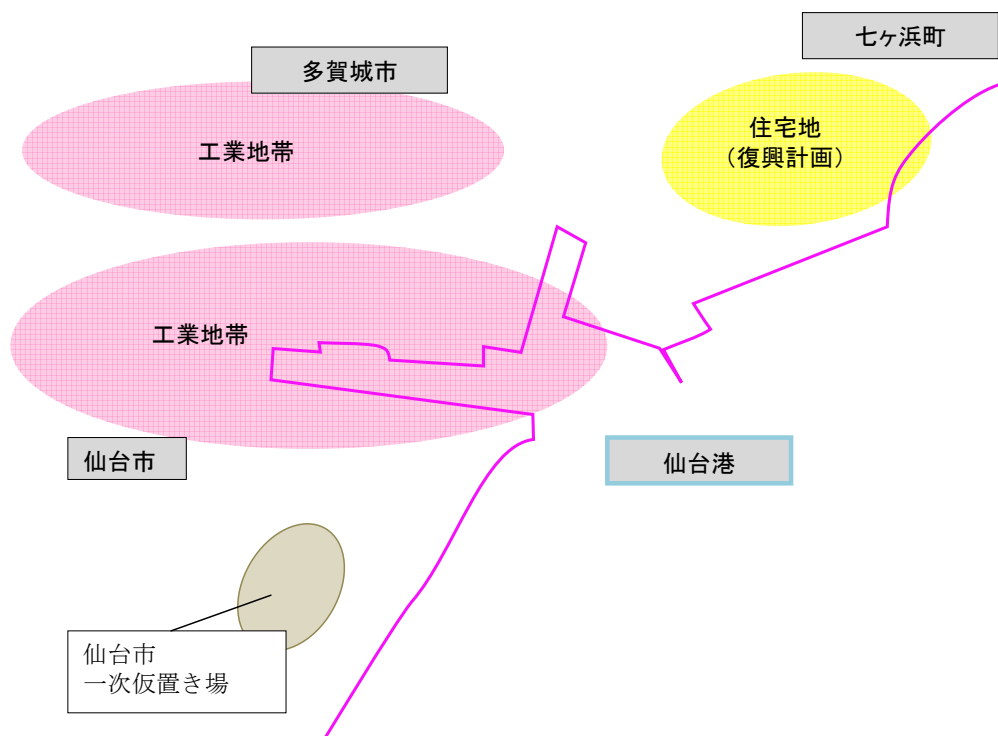
機械化が進んでいるため、プロセッサやハーベスタを用いた造材をしている場合が多く、土場や道沿いにバイオマスが集積されるシステムになっているため、丸太とは異なる性状のバイオマスを集材するため工夫が必要であるが、比較的利用しやすい状況にある。ただし、現状の利用可能量は約 15 万 t/年 (生) であり、成長量の 4 割程度である。大規模なバイオマスエネルギー需要へ対応していくためには、さらなる素材生産量の向上が必要となるため、現状の所有機械の稼働率向上や作業システムの効率化によるコスト低減化、車両系の機械以外にも地形に合った機械を導入することやバイオマス供給にあわせたシステムの構築などが必要となる。D 材や枝葉など、現在の輸送方法では対応が難しいため、一定の供給が見込まれるようであれば高性能バンドラーを導入するなどの設備投資が必要となる。

3. 2 地域のエネルギー需要量

3. 2. 1 仙台地域のエネルギー需要量

工業地帯や新たな住宅エリアなどエネルギー需要が多く集積していると想定される仙台港周辺（図表 3-8 1）を対象として、電力および熱の需要量について調査を行った。

図表 3-8 1 仙台港周辺のエネルギー需要エリア



(1) 産業部門

仙台地域の産業部門のエネルギー需要量を把握するため、仙台港周辺に立地する事業所に対してアンケート調査を実施した。アンケート調査概要を図表 3-8 2に示す。

図表 3-8 2 仙台地域における産業部門のエネルギー需要量に関するアンケート調査方法

項目	内容
調査対象者	仙台港周辺に立地する事業所
配布事業者数	86 社
アンケート回収数	26 社
回収率	30%

アンケート調査の結果、仙台港周辺のアンケート回答事業者の電力消費量は約 10 万 MWh/年、熱需要は 490TJ/年であることがわかった。(図表 3-8 3、図表 3-8 4)

熱電併給プラントからエネルギー供給を考える場合、電力に関しては送電距離の影響は大きく受けないが、熱に関してはプラントから供給先までの距離がコストに大きく影響することから、熱需要については個別の事業者の状況を整理した。熱需要に関して、温水ボイラまたは蒸気ボイラを使用している事業所の状況を図表 3-8 5、図表 3-8 6 に示す。仙台港周辺では 10 箇所の事業所で工場熱源や空調にボイラを利用していることがわかった。

図表 3-8 3 仙台港周辺事業所の電力需要集計結果

項目	事業所 計
契約電力量 (kW)	24,573
電力消費量 (kWh/年)	99,392,886

※注：電力消費量のみ記載の事業者があるため、回答者すべての契約電力量ではない。

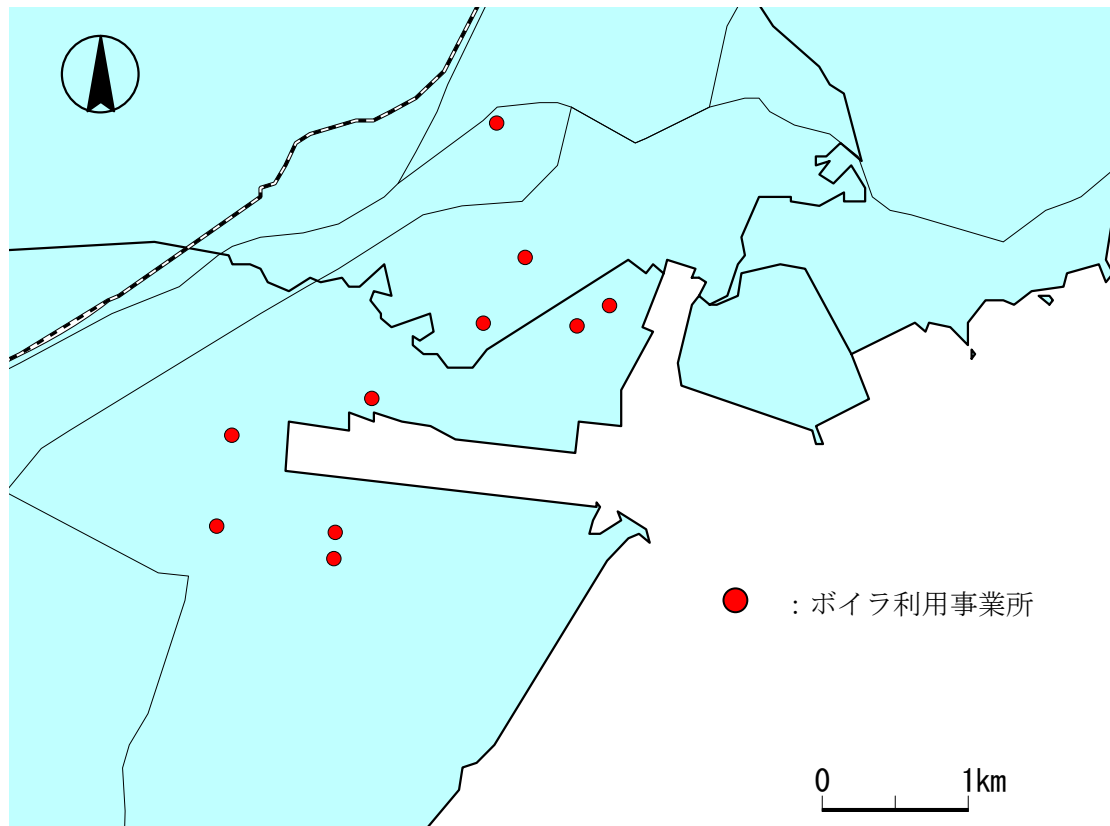
図表 3-8 4 仙台港周辺事業所の熱需要集計結果

種類	消費量 合計	熱量換算 (MJ/年)
都市ガス	10,158,929 (m ³ /年)	409,608,017
LPG	418,816 (m ³ /年)	39,360,285
灯油	125,208 (L/年)	4,369,759
重油	992,404 (L/年)	36,818,188
合計	—	490,156,250

図表 3-85 ボイラ利用事業所（概要）

No.	事業者	種類	規模	圧力 (kg/cm ²)	台数 (台)	規模合計
1	A社	蒸気	2 (t/h)	10	2	4 (t/h)
		温水	930 (kW)	—	2	1,860 (kW)
2	B社	蒸気	1.5 (t/h)	10	2	3 (t/h)
		蒸気	0.2 (t/h)	10	2	0.4 (t/h)
3	C社	蒸気	2 (t/h)	—	5	10 (t/h)
		温水	69.8 (kW)	—	1	69.8 (kW)
4	D社	温水	154.4 (kW)	—	2	308.8 (kW)
5	E社	蒸気	0.25 (t/h)	10	1	0.25 (t/h)
		温水	733 (kW)	—	2	1,466 (kW)
		温水	352 (kW)	—	2	704 (kW)
6	F社	蒸気	2.5 (t/h)	7	24	60 (t/h)
7	G社	蒸気	1 (t/h)	10	4	4 (t/h)
		蒸気	1.8 (t/h)	10	1	1.8 (t/h)
		温水	91 (kW)	—	1	91 (kW)
8	H社	蒸気	2 (t/h)	10	2	4 (t/h)
		温水	91 (kW)	—	1	91 (kW)
9	I社	蒸気	1.8 (t/h)	無記入	2	3.6 (t/h)
		蒸気	1 (t/h)	無記入	無記入	無記入
		温水	6,256 (kW)	—	7	43,792 (kW)
10	J社	蒸気	734 (kW)	—	1	734 (kW)
		蒸気	1.5 (t/h)	7	2	3 (t/h)
		蒸気	2 (t/h)	7	3	6 (t/h)

図表 3-86 ボイラ利用事業所分布図



(2) 家庭部門

1) 熱需要

仙台港を中心に、直線で5km圏内の世帯数を推計し、一世帯当たりの用途別エネルギー消費量より総熱需要を推計した。(注：震災前の需要把握)対象地区の世帯数を図表 3-87に示す。

全国の熱需要をもとに、暖房度日で按分した結果、対象とした範囲の家庭の熱需要は1,043TJ/年となった。(図表 3-88、図表 3-89、図表 3-90)

図表 3-87 対象地区の世帯数

自治体	世帯数(戸)	5km圏面積率	5km圏世帯数(戸)
仙台市 宮城野区	80,493	20%	16,099
多賀城市	23,842	60%	14,305
七ヶ浜町	6,391	100%	6,391
合計	110,726	-	36,795

出所：仙台市ホームページ、多賀城市ホームページ、七ヶ浜町ホームページ (2006年データ)

図表 3-88 全国平均の暖房用、給湯用熱需要（2008年度データ）

	暖房用	給湯用	暖房用	給湯用
	Mcal/世帯	Mcal/世帯	MJ/世帯	MJ/世帯
電力	349	341	1,461	1,427
都市ガス	419	1,125	1,754	4,709
LPG	98	763	410	3,194
灯油	1,568	540	6,564	2,260
石炭等	0	12	0	50
太陽熱	0	89	0	373
合計	2,434	2,870	10,189	12,014

出所：日本エネルギー経済研究所（2011年）、エネルギー・経済統計要覧

図表 3-89 宮城県の暖房用、給湯用熱需要の算出

		全国平均	札幌	仙台	東京
暖房	都市別暖房度日（度日）	899	2,273	1,441	739
	全国平均比	1.00	2.53	1.60	0.82
	熱需要（MJ/世帯・年）	10,189	25,761	16,331	8,375
給湯	熱需要（MJ/世帯・年）	12,014			
熱需要（MJ/世帯・年）		22,203	37,775	28,345	20,389

※エネルギー経済統計要覧より暖房度日による暖房負荷係数を算出（＝全国平均比）

※暖房度日：14℃を下回る日の平均気温と14℃との差を合計したもの。

※給湯の熱需要は全国一律で同じ前提とした

図表 3-90 対象地区の熱需要推計

自治体	5km 圏	5km 圏熱需要
	世帯数(戸)	TJ/年
仙台市 宮城野区	16,099	573
多賀城市	14,305	405
七ヶ浜町	6,391	181
合計	36,795	1,043

2) 電力需要

熱需要と同様に、電力需要に関しても仙台港を中心に直線で5km圏内を対象範囲として推計を行った。

全国の電力需要をもとに、冷暖房度日を用いて按分した結果、対象とした範囲の家庭の電力需要は202,124MWh/年となった。全国の電力需要を図表3-91に、世帯当たりの電力需要算出結果を図表3-92に、対象地区の電力需要推計結果を図表3-93に示す。

図表 3-9 1 全国平均の用途別電力需要 (2008 年度データ)

用途	電力	
	Mcal/世帯	kWh/世帯
暖房用	349	406
冷房用	216	351
給湯用	341	397
厨房用	198	230
動力他	3,583	4,166
合計	4,687	5,450
合計 (暖房冷房除き)	4,122	4,793

出所：2011 版エネルギー経済統計要覧

図表 3-9 2 宮城県の暖房・冷房電力需要の算出

		全国平均	札幌	仙台	東京
暖房	都市別暖房度日 (度日)	899	2,273	1,441	739
	全国平均比	1.00	2.53	1.60	0.82
	電力需要 (kWh/世帯・年)	406	1,026	650	334
冷房	都市別冷房度日 (度日)	399	16	79	385
	全国平均比	1	0.04	0.2	0.96
	電気需要 (kWh/世帯・年)	251	10	50	242
その他電力需要 (kWh/世帯・年)			4,793		
電力需要 (kWh/世帯・年)		5,450	5,829	5,493	5,369

※エネルギー経済統計要覧より暖房度日、冷房度日による冷暖房負荷係数を算出 (=全国平均比)

※暖房度日：14℃を下回る日の平均気温と14℃との差を合計したもの

※冷房度日：24℃を上回る日の平均気温と22℃との差を合計したもの

図表 3-9 3 対象地区の電力需要推計

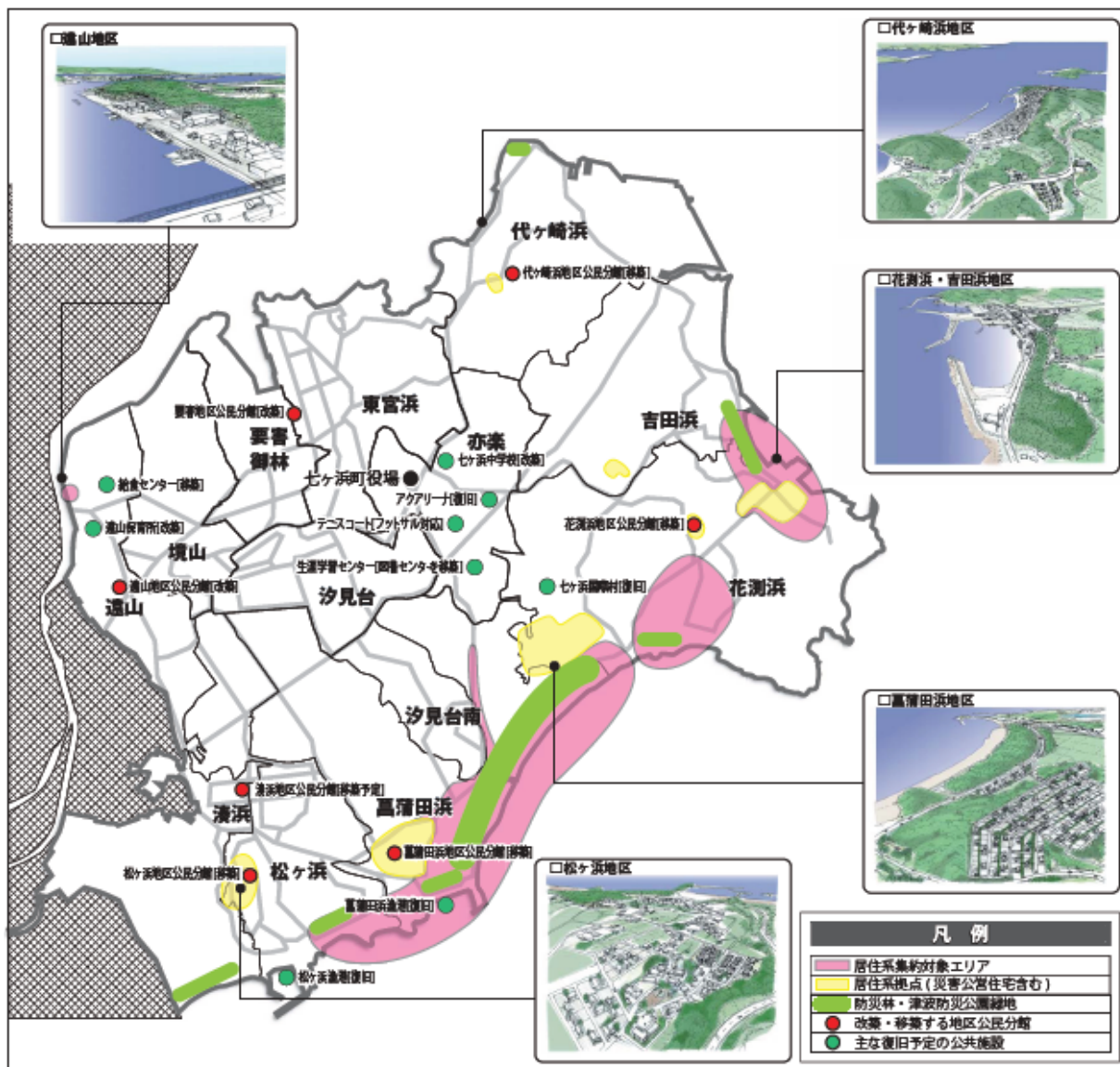
自治体	5km 圏 世帯数(戸)	5km 圏熱需要 (MWh/年)
仙台市 宮城野区	16,099	88,434
多賀城市	14,305	78,582
七ヶ浜町	6,391	35,108
合計	36,795	202,124

3) 復興計画における住宅に関するエネルギー需要

各地域の復興計画の中で、新たな居住地域の整備が予定されている。前述の地域のエネルギー需要に含まれる数値だが、まとまった熱需要地域が創設されることになる。

図表 3-9 4 は七ヶ浜町の復興計画を抜粋したものであり、黄色部分が新居住拠点として計画されている場所である。計画目標をもとに推計した熱需要を図表 3-9 5 に示す。

図表 3-9 4 七ヶ浜町復興計画による新規熱需要想定地



出所：七ヶ浜町（2011年11月8日）、七ヶ浜町震災復興計画 前期基本計画[2011-2015]

図表 3-9 5 七ヶ浜町新居住拠点における熱需要想定値

場所	戸数 (戸)	1戸あたり熱量 (MJ/年)	想定熱需要 (MJ/年)
松ヶ浜エリア	50	28,345	1,417,250
菖蒲田浜エリア	100	28,345	2,834,500
花測浜字笹山エリア	250	28,345	7,086,250
花測浜字館下エリア	100	28,345	2,834,500
吉田浜エリア	20	28,345	566,900

(3) 公共施設

仙台市、多賀城市、七ヶ浜町の公共施設における各種エネルギー消費量、電力および熱需要量は以下の通りである。(図表 3-96、図表 3-97)

個別の施設としては、電力については特に庁舎での需要が大きく、熱については給食センターや市民プール、スポーツ施設での需要が大きい。

図表 3-96 公共施設のエネルギー消費状況 (合計)

	仙台市	多賀城市	七ヶ浜町
購入電力量 (kWh/年)	249,744,713	4,913,916	2,520,060
都市ガス (m ³ /年)	8,914,518	290,983	0
LPG (m ³ /年)	160,795	4,147	1,834
灯油 (L/年)	2,377,072	139,092	67,568
重油 (L/年)	182,617	155,500	214,351

※仙台市：仙台市役所全体（各庁舎、各種施設・設備、学校等を含む）における合計値。

平成 22 年度実績。現在は被災により使用されていない施設が複数ある。

※多賀城市：平成 21 年度実績。2 施設被災している。

※七ヶ浜町：平 22 年度実績。現在は被災により使用されていない施設が複数ある。

出所：各市町提供資料

図表 3-97 公共施設のエネルギー需要状況 (合計)

	仙台市	多賀城市	七ヶ浜町
電力需要 (MWh/年)	249,745	4,914	2,520
熱需要 (TJ/年)	464	23	10

※図表 3-96 をもとに推計

※低位発熱量：都市ガス 40.3MJ/m³、LPG 94.0 MJ/m³、灯油 34.9MJ/L、重油 37.1MJ/L

(4) 仙台地域のエネルギー需要量まとめ

仙台地域におけるエネルギー需要量の調査結果は図表 3-98 の通りである。

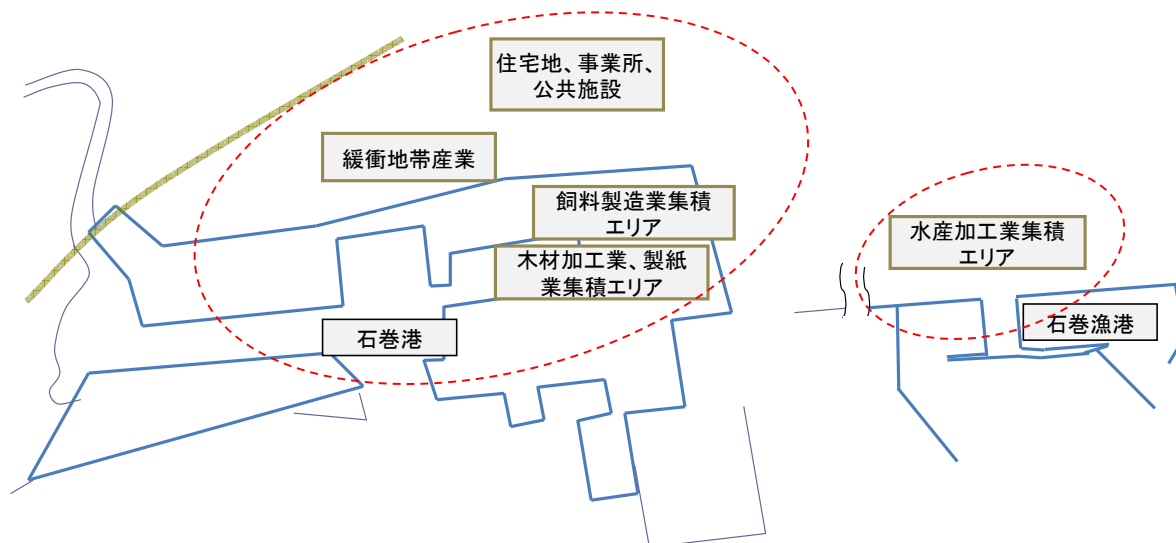
図表 3-98 仙台地域におけるエネルギー需要量調査結果

調査対象		電力需要 (MWh/年)	熱需要 (TJ/年)	推計根拠
産業部門	(仙台港周辺の工場等)	99,393	490	アンケート (回収率 30%)
家庭部門	(住宅)	202,124	1,043	エネルギー経済統計要欄
公共施設	(3 地域 計)	257,179	497	市町村提供資料
合計		558,696	2,030	

3. 2. 2 石巻地域のエネルギー需要量

石巻港周辺には産業集積エリア（木材加工業、製紙業、飼料製造業、水産加工業等）があり、また復興住宅の整備が想定されるエリアにも近く、一定量のエネルギーの需要が見込める地域である。したがって、当該エリアを熱電エネルギーの需要量を把握する対象とした。（図表3-99）

図表 3-99 熱電エネルギー需要量の調査対象地域



電力需要に関しては、産業用民生用ともに、需要家はより安価な電力を購入すると考えられるため、今回想定する熱電併給システムで想定する売電価格と現在の電気料金価格の比較がポイントとなる。

産業集積エリアの工場に対しては、現在、電気事業者から特別高圧電力料金 10 円/kWh 前後で電力が供給されているものと考えられる（図表3-100、101参照）契約者と電気事業者間の協議によって定まるものの、公表値と大きくは乖離していないものと考えられる）。木質バイオマス発電の発電コストは、国家戦略会議コスト等検証委員会発電コストの試算によると 17.4 円/kWh から 32.2 円/kWh である（国家戦略会議（2011年12月19日）コスト等検証委員会報告書より）ため、新たなプラントから工場の需要家へ販売をする場合、安定供給に係るコスト等を鑑みると 10 円/kWh を下回る電気料金で提供することは難しい。

復興住宅に対しては、集合住宅としての整備も考慮に入れ、特定規模電気事業者として電気事業者の電線路を通じて復興住宅へ電気を供給する方法や、特定電気事業者として自営線を通じて復興住宅へ電気を供給すること等が想定される。現在、復興住宅については、家庭向け電気料金が昼間 20 円～28 円/kWh 程度で供給されているため、新た

なプラントからの供給価格によっては既存系統電力から代替される可能性がある。

よって、産業部門においては熱エネルギーの需要についてのみ調査することとし、家庭部門（住宅）においては、熱・電気の両エネルギーの需要について調査することとした。

**図表 3-100 平成 22 年 4 月以降適用 高圧受電工場の電気料金
(契約電力 500kW～2,000kW 未)**

標準電圧	基本料金 (円/kW・月)	電力量料金 (円/kWh)	
		夏季	その他季
6,000V	1,890 円 00 銭	11 円 65 銭	10 円 70 銭

出所：東北電力公表資料、平成 22 年 4 月以降適用高圧受電工場の電気料金

**図表 3-101 平成 22 年 4 月以降適用 高圧受電工場の電気料金
(契約電力 2,000kW 以上)**

標準電圧	基本料金 (円/kW・月)	電力量料金 (円/kWh)	
		夏季	その他季
30,000V	1,732 円 50 銭	10 円 98 銭	10 円 09 銭
60,000V	1,669 円 50 銭	10 円 64 銭	9 円 78 銭
140,000V	1,606 円 50 銭	10 円 29 銭	9 円 46 銭

出所：東北電力公表資料、平成 22 年 4 月以降適用高圧受電工場の電気料金

(1) 産業部門

1) 木材加工業

木材を加工するいくつかのプロセス内において、木材の乾燥に熱エネルギー（高圧蒸気）を使用していた。

木材加工業の熱エネルギーの総需要量の推計結果を以下に示す。（図表 3-102）

図表 3-102 木材加工業の熱エネルギー（高圧蒸気）需要量

	t/h	t/日	t/月	t/年
需要量（蒸気量）	116	2,784.0	55,680	668,160

※ 月計算は 30 日で算出

出所：事業者ヒアリングを基に株式会社日本総合研究所研作成

2) 飼料製造業

飼料を加工するプロセス内において、飼料を消化しやすくする過程や殺菌等に熱エネルギーを利用していた。

飼料製造業の熱エネルギーの総需要量の推計結果を以下に示す。(図表 3-103)

図表 3-103 飼料工場全体の熱エネルギー（高圧蒸気）需要量

	t/h	t/日	t/月	t/年
需要量（蒸気量）	5.9	100	2,416	28,993

出所：事業者ヒアリングを基に株式会社日本総合研究所研作成

3) 製紙業

製造工程における乾燥等に、熱エネルギーを利用していた。

製紙業の熱エネルギーの総需要量の推計結果を以下に示す。(図表 3-104)

図表 3-104 製紙業の熱エネルギー（高圧蒸気）需要量

	t/h	t/日	t/月	t/年
需要量（蒸気量）	970	23,280.0	698,400	7,915,200

※年間 340 日稼働で試算

出所：事業者ヒアリングを基に株式会社日本総合研究所研作成

4) 水産加工業

水産物を加工するいくつかのプロセス内において、乾燥や洗浄（温水）等で熱エネルギーを利用しており、一定量の需要があることが分かった。しかし、水産加工団地に立地する企業のほとんどが被災しており、現段階で来年度以降の熱エネルギーの総需要量を把握することはできなかった。

5) 緩衝地帯産業：植物工場

石巻港周辺の産業の集積エリア内の緩衝地帯において、復興計画内に記載があるとおりに（図表 3-105 参照）、現在植物工場等が検討されていることを踏まえ、緩衝地帯産業の熱エネルギーの需要量の推測の対象を植物工場とした。

図表 3-105 6次産業による産業の再生に関する主な取組と実施時期

施策・事業	実施主体	実施時期		
		復旧期	再生期	発展期
6次産業化推進事業	県、市、民間	—————実施—————		
植物工場推進事業	県、市、民間	———実施———		
各種助成制度の創設・拡充	市	———実施———		

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

植物工場においては、一般的に以下のような暖房空調や洗浄等に蒸気や温水が利用されており、一定量の熱エネルギー需要はあると想定される。（図表3-106）

図表 3-106 植物工場における熱需要

用途	熱需要の内容
温水	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土壌内にパイプを巡らして温水を流すことで、農地の温度を一定管理・通年栽培を可能にすることが可能 ・ 植物工場外壁もしくは工場内に温水管を這わせることで、輻射熱による暖房効果を得ることができ、暖房空調システムとして活用することが可能 ・ 農業器具の洗浄に利用が可能 ・ 作業員の手洗いに利用が可能
蒸気	<ul style="list-style-type: none"> ・ 蒸気を活用した消毒、殺菌作業が可能であり、農薬の低減や有機栽培の実施が可能 ・ 植物工場外壁もしくは工場内に蒸気管を這わせることで、輻射熱による暖房効果を得ることができ、暖房空調システムとして活用することが可能

出所：事業者ヒアリングを基に株式会社日本総合研究所研作成

（2）家庭部門

復興住宅の熱エネルギーの総電需要量については、統計資料を基に1世帯当たり熱電エネルギー利用量を推計するとともに、石巻市復興計画の復興住宅戸数を参考に推計した。

石巻市の1世帯当たり熱電エネルギー利用量は、公表資料では存在しないため、「エネルギー・経済統計要覧（2011）」を基に以下のとおり推計した。

住宅エリアは内陸部に整備する予定となっているが、熱供給可能な距離を勘案し、今

回の調査では新たに整備されるかさ上げ道路以北の現建築制限区域に建設される復興住宅を想定することとした。(図表3-107)

図表 3-107 本調査で想定する住宅エリア



出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

1) 熱需要

- ・ 熱需要を「暖房用」、「給湯用」の合計値とした。
- ・ 全国平均の暖房用、給湯用熱需要の合計値 (MJ/世帯) に特定都市の暖房度日 (暖房負荷係数) をかけることで、特定都市の1世帯当たり熱需要を算出した。

すなわち、

A都市の熱需要=全国平均の熱需要の合計値×A都市の暖房負荷係数 とした。

- ・ 全国平均の暖房度日数 955 日を 1.0 とし、仙台市における暖房度比率 (1.53) を算出した。(都市別暖房度日データは「仙台市」のみしか入手できないが、気候としては大差無いため、仙台市を石巻と読み替える) (図表 3-108、109)
- ・ 全国平均の暖房用、給湯用熱需要の合計値 (MJ/世帯) と、仙台市 (石巻市) の暖房度比率 (1.53) から、仙台市および石巻市における熱需要 (MJ/世帯) を算出した。(図表 3-110)

図表 3-108 全国平均の暖房用、給湯用熱需要 (2009年データ)

	暖房用	給湯用	暖房用	給湯用
	Mcal/世帯	Mcal/世帯	MJ/世帯	MJ/世帯
電力	353	358	1,478	1,499
都市ガス	423	1,106	1,771	4,630
LPG	90	760	377	3,181
灯油	1,581	481	6,618	2,013
石炭等	0	11	0	46
太陽熱	0	81	0	339
合計	2,447	2,797	10,243	11,708

出所：日本エネルギー経済研究所 (2011年)、エネルギー・経済統計要覧

図表 3-109 仙台市と石巻市の気候比較

	平均気温 (°C)	平均差 (°C)	降水量 (mm)	降水日数 (日)
仙台市	12.9	0.8	1,303.5	97
石巻市	12.1	0.7	1,030.5	99

※降水日数は降水量 1mm 以上の日数

出所：仙台管区气象台、2009年の東北地方の気候統計値

図表 3-110 仙台市・石巻市の1世帯あたりの熱需要

	全国平均	仙台市・石巻市
都市別暖房度日 (度日)	955	1464
暖房 全国平均比	1.00	1.53
熱需要 (MJ/世帯・年)	10,243	15,672
給湯 熱需要 (MJ/世帯・年)	11,708	11,708
総熱需要 (MJ/世帯・年)	21,951	27,380

※ 暖房負荷係数：エネルギー・経済統計要覧より暖房度日から算出（＝全国平均化）

※ 暖房度日：14℃を下回る日の平均気温と14℃との差を合計したものの。

※ 給湯の熱需要：全国一律で同じ前提とした。

出所：日本エネルギー経済研究所（2011年）、エネルギー・経済統計要覧

2) 電力需要

- ・ 電気需要を「暖房用」、「冷房用」の合計値とした。
- ・ 全国平均の暖房用、冷房用電気需要の合計値 (MJ/世帯) に特定都市の暖房度日 (暖房負荷係数)、冷房度日 (冷房負荷係数) をかけることで、特定都市の1世帯当たり電気需要を算出した。

A都市の暖房に係る電気需要＝全国平均の電気需要の合計値×A都市の暖房負荷係数

A都市の冷房に係る電気需要＝全国平均の電気需要の合計値×A都市の冷房負荷係数
よって、

A都市の総電気需要＝暖房に係る電気需要＋冷房に係る電気需要 である。

- ・ 全国平均の暖房度日数、冷房度日数については、前述熱エネルギー利用量の推計方法と同様とした。(図表3-111、112)
- ・ 全国平均の暖房用、給湯用熱需要の合計値 (MJ/世帯) と、仙台市 (石巻市) の暖房度比率 (1.53)、冷房度比率 (0.2) から、仙台市 (石巻市) における電気需要 (MJ/世帯) を算出した。(図表3-112)

図表 3-1 1 1 全国平均の用途別電力需要 (2008 年度データ)

用途	電力	
	Mcal/世帯	kWh/世帯
暖房用	353	411
冷房用	173	201
給湯用	358	416
厨房用	203	236
動力他	3,545	4,123
合計	4,632	5,387
合計 (暖房給湯除き)	4,106	4,775

出所：日本エネルギー経済研究所 (2011 年)、エネルギー・経済統計要覧

図表 3-1 1 2 石巻市の暖房・冷房電力需要の算出

		全国平均	仙台市 (石巻市)
暖房	都市別暖房度日 (度日)	955	1,464
	全国平均比	1.00	1.53
	電気需要 (kWh/世帯・年)	411	629
冷房	都市別冷房度日 (度日)	329	51
	全国平均比	1.00	0.2
	電気需要 (kWh/世帯・年)	201	40
その他電器需要 (kWh/世帯・年)		4,775	
電気需要 (kWh/世帯・年)		5,387	5,444

※暖房、冷暖房負荷係数：エネルギー経済統計要覧より暖房度日、冷房度日から算出 (=全国平均比)

※暖房度日：14℃を下回る日の平均気温と 14℃との差を合計したもの

※冷房度日：24℃を上回る日の平均気温と 22℃との差を合計したもの

出所：日本エネルギー経済研究所 (2011 年)、エネルギー・経済統計要覧

3) 復興計画における住宅に関するエネルギー需要

復興計画では、市営住宅については災害公営住宅とあわせて整備することとしており、計画戸数は全体で 3,000 戸、石巻地区については 2,450 戸を計画している。(図表 3-113)

図表 3-113 地区別住宅の供給計画

	石巻地区	河北地区	北上地区	雄勝地区	牡鹿地区
計画戸数(戸)	2,450	80	100	210	160

※計画戸数は随時見直し

出所：石巻市(2011年12月22日)、石巻市震災復興基本計画

住居の具体的な場所や整備数については、今後住民意向を確認しながら宮城県等と連携しながら整備を進めることとしており、当調査対象エリア(石巻港工業団地周辺)における住宅戸数は、現段階では不明であった。

仮に石巻地区に整備予定である復興住宅 2,450 戸で試算すると以下の通りである。(図表 3-114, 115)

図表 3-114 復興住宅の電気需要

電気需要(kWh/世帯・年)	戸数	電気需要(kWh/世帯・年)
5,444	2,450	13,337,800

図表 3-115 復興住宅の熱需要

熱需要(MJ/世帯)	戸数	熱需要(MJ)
27,380	2,450	67,081,000

(3) 石巻地域のエネルギー需要量まとめ

石巻地域における熱電エネルギー需要量は以下の通りである。(図表 3-116)

図表 3-116 熱電エネルギーの需要量の把握結果

需要の把握対象	電気需要 (MWh/年)	熱需要 (TJ/年)
産業部門		
木材加工業	—	1.8
製紙業	—	21.2
飼料製造業	—	0.08
水産加工業	—	—
緩衝地帯産業 (植物工場)	—	一定量の見込み
家庭部門 (住宅)	13,338	67,081
合計	13,338	90

※熱需要(TJ/年) : 飽和蒸気量(t/年)×2.675÷1,000,000

3. 3 地域ニーズ

3. 3. 1 仙台地域のニーズ

(1) 復興計画

震災後の地域のエネルギーやまちづくりに関するニーズを把握するため、各地域の復興計画を整理した。

1) 仙台市

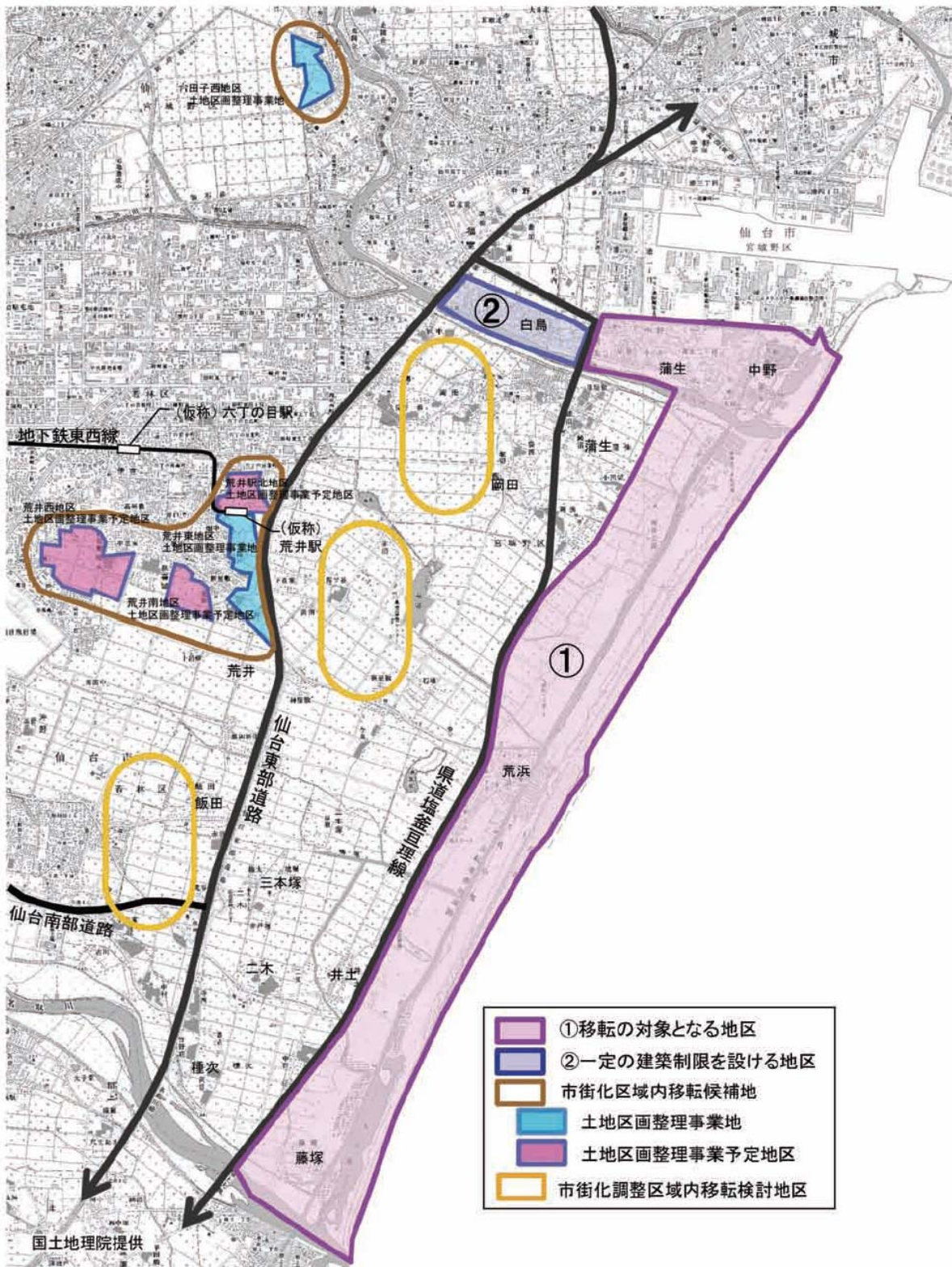
自治体名	仙台市
計画名	仙台市震災復興計画
策定日(公表日)	平成 23 年 11 月 30 日
これまでの流れ	仙台市震災復興計画(平成 23 年 11 月 30 日公表)
本事業に関連する内容内容	<p>I 総論</p> <p>7 東日本大震災の総括</p> <p>(2)エネルギー供給のあり方への警鐘</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ <u>安全性、持続性、また環境性に優れたエネルギーの供給方法や実践的、先進的な省エネルギー方策の導入が必要</u> <p>3 復興に向けて</p> <p>(3)復興に向けた4つの方向性</p> <p>②エネルギー課題等への対応</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ <u>災害時の燃料の確保やエネルギールートが多角化と共に、再生可能エネルギーの利活用等の新たな取り組みを促進</u> <p>II 100万人の復興プロジェクト</p> <p>1 「津波から命を守る」津波防災・住まい再建プロジェクト</p> <p>【東部地域の土地利用】</p> <p>○港地区復興特区ゾーン</p> <p>復興特区制度を活用し、港地区における被災企業の復旧支援や新たな成長産業の集積を促進(図表 3-1 1 7 参照)</p> <p>7 「持続的なエネルギー供給を可能にする」省エネ・新エネプロジェクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 再生可能エネルギーや天然ガスを活用した安心、安全でかつ高効率なエコモデルタウンや大規模太陽光発電事業等の次世代エネルギーの研究・開発拠点づくりの推進 <p>8 「都市活力や暮らしの質を高める」仙台経済発展プロジェクト</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 復興特区制度等を活用した震災に関連する新産業の創出 <p>III 暮らしと地域の再生</p> <p>1 被災された方々の生活再建支援</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 雇用の場の創出企業誘致プロモーションの強化により企業進出を促進 <p>IV 復興まちづくり</p> <p>2 「省エネ・新エネルギー」対応型まちづくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ エコモデルタウンの構想やライフスタイルの見直しなどの環境負荷低減等に向けた取り組みや公共交通の利用促進 <p>4 東北の復興を牽引する「交流・活力創造」まちづくり</p> <p>防災産業都市の構築促進や多様なビジネス、商店街等に対する支援や新エネルギー関連産業の集積促進</p>

図表 3-1 1 7 東部地域の土地利用イメージ



出所：仙台市震災復興計画

図表 3-118 今後の土地利用計画

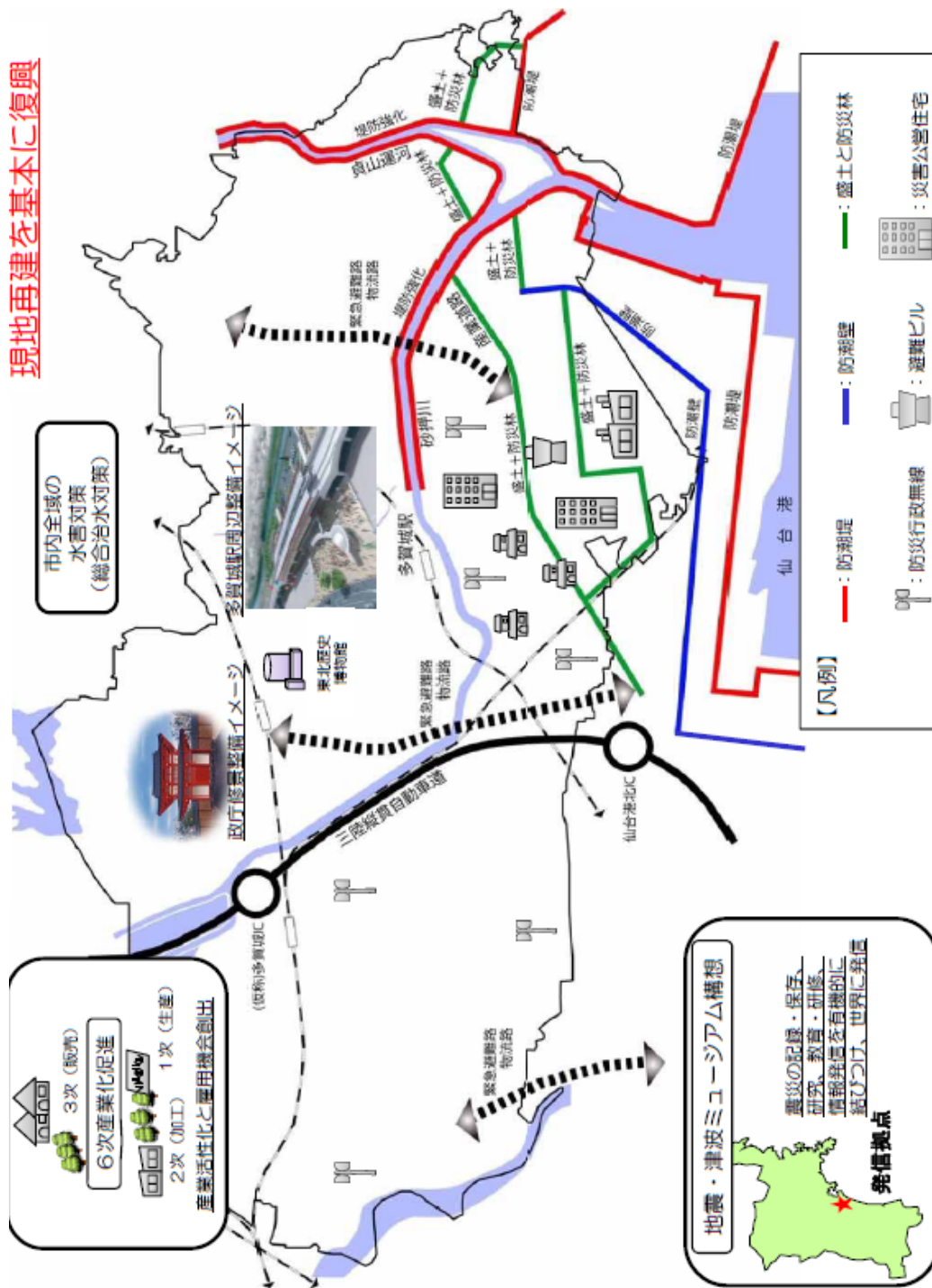


出所：仙台市震災復興計画

2) 多賀城市

自治体名	多賀城市
計画名	多賀城市震災復興計画
策定日	平成 23 年 12 月 21 日
これまでの流れ	多賀城市震災復興基本方針(平成 23 年 4 月 19 日策定) 復興計画の骨子案(平成 23 年 8 月策定) 復興計画(平成 23 年 11 月公表)
本事業に関連する内容	<p>2 震災における被災状況</p> <p>4. 意向調査結果 「現地で再建」という回答が被災者、企業の両方で高い割合 <企業側の再建までの課題> 災害への備えの整備・安全の確保、資金調達、インフラ整備 等</p> <p>8 復興構想 (図表 3-1 1 9 参照) 意向調査を踏まえ、現地の再建が基本</p> <p>2. 復興に向けた取組方向性(復興構想)</p> <p>(1)安心して住み続けられる居住地の確保 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 多重防御による住まいの安心・安全の確保とともに、被災者の居住地の確保のための災害公営住宅の整備を推進 </p> <p>(2)産業の再建と新たな雇用の創出 <ul style="list-style-type: none"> ◇ <u>工業地帯のインフラ整備</u>や高速道路の整備、農業の 6 次産業化等の産業振興を推進 </p> <p>10 復興施策</p> <p>【復興施策 1】 「絆」・「つながり」を前提とした、健やかな「暮らし」の確保と、活力ある「しごと」の創出</p> <p>◆復興基本事業 6◆ 生活環境の改善向上とがれき処理の推進 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 震災廃棄物の早期撤去と分別や除塩等の適切な処理の推進 </p> <p>【復興施策 2】 既存産業の再興促進と立地支援の強化</p> <p>◆復興基本事業 2◆ 既存企業の立地促進と新たな産業・技術の集積促進 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 既存企業の活動再開のための支援と立地促進のための支援を行い、新たな技術や産業の集積と地域経済の活力向上を推進 </p> <p>◆復興基本事業 3◆ エネルギー循環型都市に向けた環境整備 <ul style="list-style-type: none"> ◇ 地域のエネルギー地産地消が可能な循環型都市に向けた環境整備の推進・促進 </p>

図表 3-1-19 復興構想イメージ図

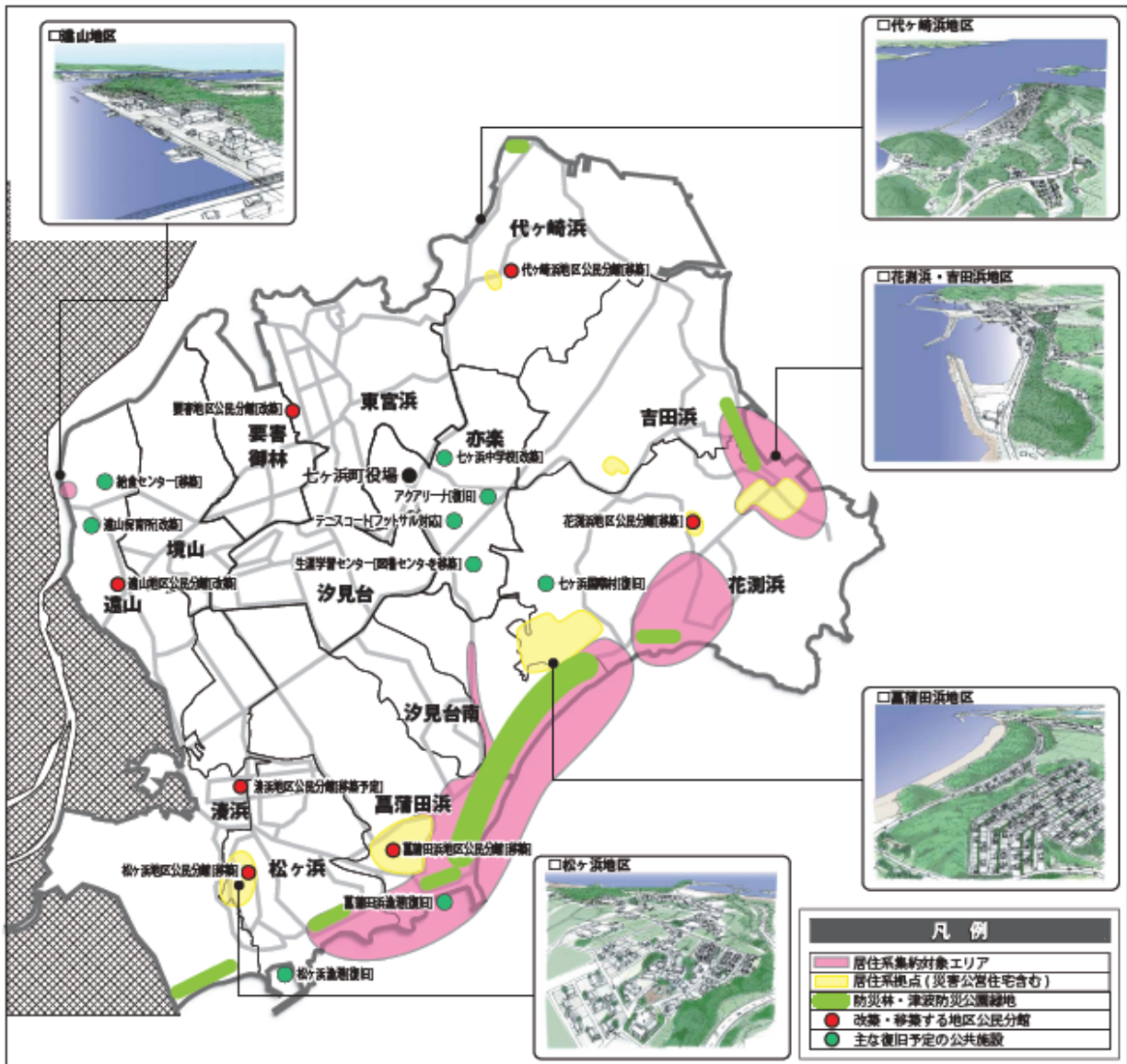


出所：多賀城市震災復興計画

3) 七ヶ浜町

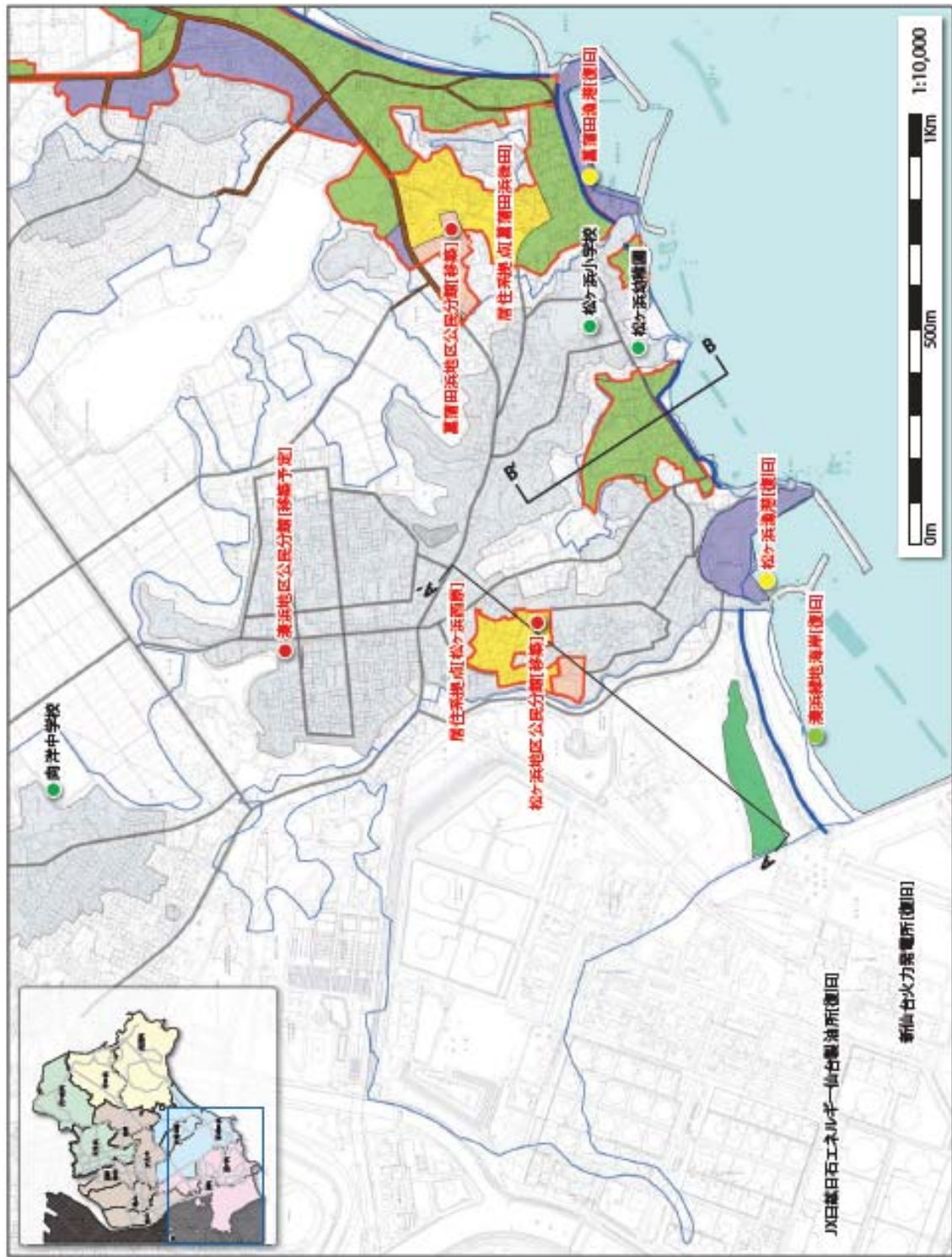
自治体名	七ヶ浜町
計画名	七ヶ浜町震災復興計画 前期基本計画[2011-2015]
策定日	平成 23 年 11 月 8 日
これまでの流れ	七ヶ浜町震災復興基本方針 (平成 23 年 4 月 25 日策定) 七ヶ浜町震災復興計画基本計画[骨子](平成 23 年 8 月 24 日策定)
本事業に関連する内容内容	<p>復興方針</p> <p>1. コミュニケーションに配慮した地域復興</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 住民の意向を踏まえた新たな居住系集約拠点の確保や災害公営住宅の建設、また被災した地区公民館の復旧 (図表 3-1 2 0 参照) <p>3. コミュニティに配慮した地域復興</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 津波に強いまちづくりの他に、公共施設等の復旧による都市基盤の迅速な復興 <p>復興重点施策</p> <p>【復興重点施策 2】町の文化を継承する美しい景観や街並み</p> <p>2. 自然と調和した持続可能なまちづくり</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 持続可能なまちづくりの具体的な取り組みとして、太陽光やクリーンエネルギーの導入を促進するエコタウンの実現 <p>【復興重点施策 3】未来につながる子供たちの豊かな環境</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 改築する七ヶ浜中学校の地域の災害拠点としての役割と機能の充実を図るとともに、自然エネルギーを取り入れたエコスクールや復興のシンボルとして広く発信できる学校づくりを推進 ◇ 給食センターの早期再開し、2200 食に対応した規模のセンターとして早期再開を食育や地産地消の推進 <p>【復興重点施策 4】地域コミュニティの再生と展開</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 防災・福祉拠点でもある地区公民館の復旧とともに、地域コミュニティに配慮した、新たな居住拠点や被災公営住宅の整備 <p>復興まちづくりプラン</p> <p>復興施策</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ 居住系集約拠点を設置 ◇ 災害公営住宅を設置

図表 3-120 復興計画図



出所：七ヶ浜町震災復興計画 前期基本計画[2011-2015]

図表 3-1-2-1 菖蒲田浜・塩見台南 詳細計画図



出所：七ヶ浜町震災復興計画 前期基本計画 [2011-2015]

(2) 事業者ニーズ

震災後、工業地帯の電力の供給が滞り、夏頃まで復旧できない状況であったことから、工業地帯の事業所では自立電源に対するニーズがあると考えられる。ただし、熱需要に関しては仙台港周辺の工場は様々な業種があるため、まとまった熱需要がほとんどない事業所も多い。

エネルギー需要調査を目的としたアンケート調査を実施したが、津波による被害が大きいため、回答をいただくことは難しいことが予想された。3割程度の事業所から回答を得ることができたが、津波によりこれまでのデータが流されてしまった事業所も複数あった。アンケート調査で得た事業者の意向としては、温暖化防止活動の観点から木質バイオマス利用への関心があるという回答もあった。

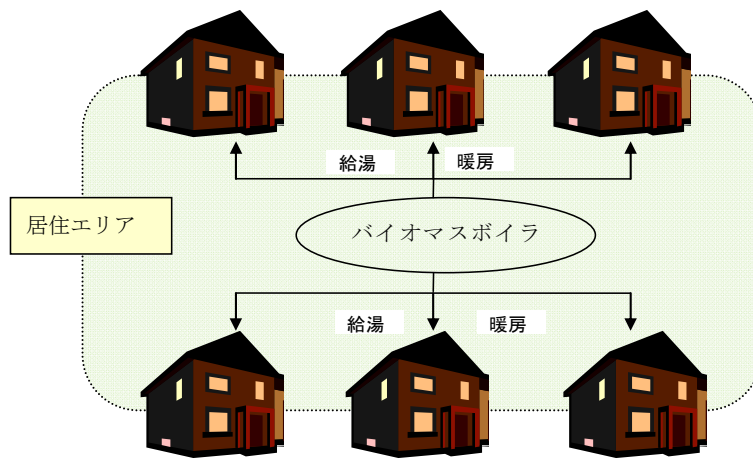
また、具体的な動きとして、被災により遊休地となった工場敷地内で、地域の復興に貢献するような新エネルギーの導入が検討されている（ヒアリングおよび企業のプレスリリースより）。被災により工場移転を計画している事業所もあり、移転後の場所は新たな用途で利用できる可能性がある。

林業事業者アンケートより、宮城県内では北部に木材産業が集積しているため、新たに南部に木材の需要地ができることに対するニーズがあることも明らかとなった。

(3) 住民のニーズ

七ヶ浜町では津波による被害が甚大ではあるが、内陸部への移転よりも今まで住んでいた場所に戻りたいという意向が多いため、集落ごとに集落内の高台移転ができるよう検討が進められている（ヒアリングより）。他の地域も同様に、新たに住宅エリアの整備が検討されている。そのような場所ではまとまった熱需要が創設されるため、木質バイオマスを燃料とした地域熱供給システム導入のメリットがあると考えられる（図表3-122）。集落ごとにエネルギーの自立を考えた場合、住民で自給できる薪ボイラ等の導入など、本調査で検討する熱電併給システム以外の方法についても導入の可能性があると考えられる。

図表 3-1 2 2 新たな居住エリアでの地域熱供給イメージ



出所：森のエネルギー研究所作成

(4) 仙台地域のニーズ調査のまとめ

各地域の復興計画から、再生可能エネルギーの導入やエネルギーの自立等の取組みに対するニーズがあることがわかった。具体的なエネルギー需要としては、工業地帯の工場等や復旧・新設を予定している公共施設、新たな住宅エリアにおける熱電需要が挙げられる。本調査で検討する熱電併給システムではまとまった熱需要があることが事業性確保の条件として重要となることから、工業地帯や住宅エリアの熱需要への供給が有望である。

ただし、新たな住宅エリアの整備には時間がかかるため、具体化までは数年かかることが予想される。そこで、本調査のエネルギー供給先としては工業地帯の工場等を想定した。また、被災した工場跡地への新エネルギー導入が検討されていることから、本調査で検討する熱電併給プラントの立地場所として被災工場跡地をモデルケースのひとつとして想定した。

3. 3. 2 石巻地域のニーズ

震災後の石巻地域のエネルギーに関するニーズを整理するにあたり、まず復旧状況や石巻市の復興計画について整理した。

(1) 復興計画

4月11日に石巻市に復興対策室が設置されて以降、震災復興基本計画策定に向けて検討委員会にて計画の策定が進められてきた。12月22日には石巻市議会において「石巻市震災復興基本計画」が可決された。

復興にあたっては、復旧期や再生期、発展期を経た概ね10年間とし、平成32年度を復興の目標に定めている。

1) 石巻港周辺の工業の再生復興

事業の早期再開に向け、復旧期における仮設工場、仮設事務所設置等の支援や、各種融資制度の拡充による事業再建に向けた取り組みを支援することとしている。(図表3-123)

図表 3-123 工場等の応急修理、再建に関する支援

施策・事業	実施主体	実施時期		
		復旧期	再生期	発展期
仮設施設整備事業	市、関係団体、 民間	—実施—		
中小企業等グループ施設等復旧整備補助事業	国、県	—実施—		
二重債務問題対策事業	国、県、市、関係団体	—実施—		
融資あっせん制度拡充事業	市	—————実施—————		

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

2) 石巻漁港周辺の被災水産業への再建支援

水産加工団地への海水流入を止め、内水を排除するなどの当面の冠水対策を講じ、沈下した地盤の復旧に取り組むとともに、各種融資制度の拡充による事業再建に向けた取り組みを支援することとしている。(図表 3-124)

図表 3-124 水産加工業の復旧・復興に関する支援

施策・事業	実施主体	実施時期		
		復旧期	再生期	発展期
水産加工団地の内水排除対策事業	県、市	———実施———		
漁港施設機能強化事業	県、市	—実施—		
水産加工排水処理施設復旧事業	市、関係団体	—実施—		
仮施設整備事業	市、関係団体、 民間	—実施—		
水産業協同利用施設復旧・復興整備事業	市、関係団体	———実施———		
中小企業等グループ施設等復旧整備補助事業	国、県	—実施—		
水産加工業再生支援事業	市	———実施———		
融資あっせん制度拡充事業	市	———実施———		
二重債務問題対策事業	国、県、市、関係団体	—実施—		

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

3) 復興住宅の整備

現在、被災者の多くは応急仮設住宅や民間賃貸住宅等へ入居しているが、今後、生活再建に向けた恒久的な住宅環境の確保が必要である。

市営住宅については、約 1,700 戸の約 1/3 近くの 500 戸が損傷しており、現地で修繕が可能な市営住宅は早急に修繕を図り、復旧困難な市営住宅については災害公営住宅の建設を合わせて整備することとしている。(図表 3-125)

図表 3-125 市営住宅の復旧整備に関する主な取組と実施時期

施策・事業	実施主体	実施時期		
		復旧期	再生期	発展期
市営住宅災害復旧事業（補修）	市	—実施—		
市営住宅災害復旧事業（建て替え）	市		——実施——	

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

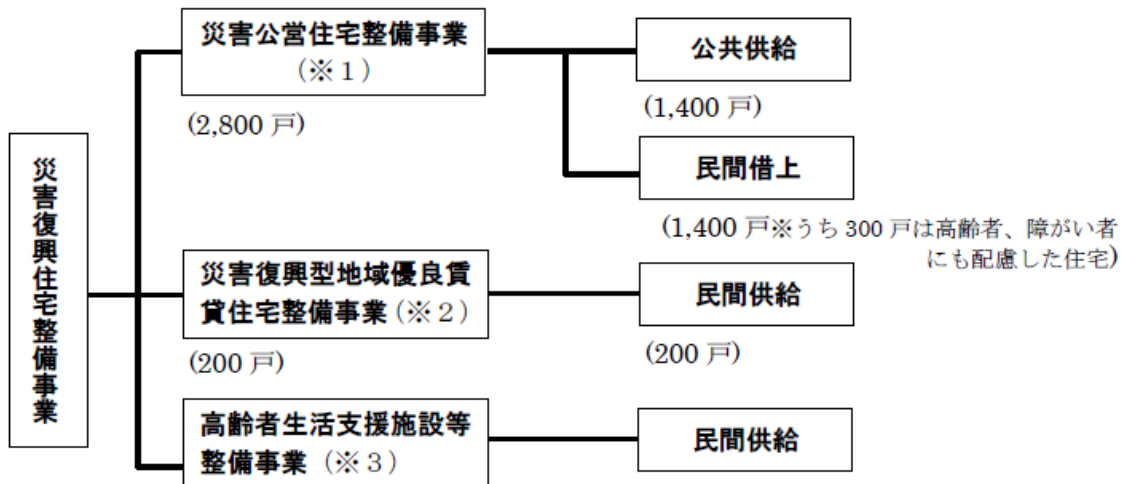
災害公営住宅については、3,000 戸相当を想定しており、住民意向を確認しつつ具体的な場所や整備数を確定し、宮城県と連携しながら整備を進めることとしている。(図表 3-126、127)

図表 3-126 災害公営住宅の整備に関する主な取組と実施時期

施策・事業	実施主体	実施時期		
		復旧期	再生期	発展期
災害公営住宅整備事業	県、市、民間		——実施——	
災害復興型地域優良賃貸住宅整備事業	民間		——実施——	
住宅地区改良事業	市		——実施——	

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

図表 3-127 災害復興住宅整備事業の主な取組



※1 災害公営住宅：災害により住宅を全壊した方のための公営住宅（震災から3年間は収入要件なし）

※2 災害復興型地域優良賃貸住宅：災害により住宅を全壊した中堅所得者を対象とした民間賃貸住宅（震災から3年間は収入要件なし）

※3 高齢者生活支援施設等：公的賃貸住宅に併設するグループホーム、診療所、保育所等

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

4) 新産業の育成（緩衝地帯）

産業の活性化と新産業の育成に向け、「企業誘致の促進」、「震災復興特区を活用した企業誘致及び新産業の育成」、「6次産業による産業の再生」を図ることとしている。

石巻地域周辺の産業の集積エリア内の緩衝地帯においては、植物工場等が検討されている。

（図表3-128～130）

図表 3-128 企業誘致の促進に関する主な取組と実施時期

施策・事業	実施主体	実施時期		
		復旧期	再生期	発展期
官民一体となった企業誘致事業	県、市、関係団体、民間	—————実施—————		
企業誘致優遇策拡充事業	市	—————実施—————		

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

図表 3-1 2 9 企業誘致及び新産業の育成に関する主な取組と実施時期

施策・事業	実施主体	実施時期		
		復旧期	再生期	発展期
特区を活用した企業誘致活動の強化	県、市、民間	—実施—		
産業用地整備推進事業	県、市	———実施———		
新規創業に対する環境醸成事業	国、県、市	—————実施—————		
支援制度情報提供・相談会実施事業	国、県、市、民間	—————実施—————		

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

図表 3-1 3 0 6次産業による産業の再生に関する主な取組と実施時期

施策・事業	実施主体	実施時期		
		復旧期	再生期	発展期
6次産業化推進事業	県、市、民間	—————実施—————		
植物工場推進事業	県、市、民間	———実施———		
各種助成制度の創設・拡充	市	———実施———		

出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

（2）復旧状況

震災後の石巻地域における産業や住宅に関する復旧状況について、以下の通り整理した。

1) 木材加工業、製紙業、飼料製造業

石巻港工業団地の木材加工業、製紙業、飼料製造業については、基本的には震災前と同じ場所で復旧予定であった。

2) 水産加工業

石巻漁港は地盤沈下により、満潮時に水産加工団地が浸水し操業が困難な状況となっている。本格的な復旧にはかさ上げ工事が必要であるが、第三次補正予算での予算措置がなされれば2012年度中（2013年3月まで）には工事が完了する見込みとなっている。水産加工団地の一部の事業者には操業を再開しているところもあるが、ほとんどの事業者はか

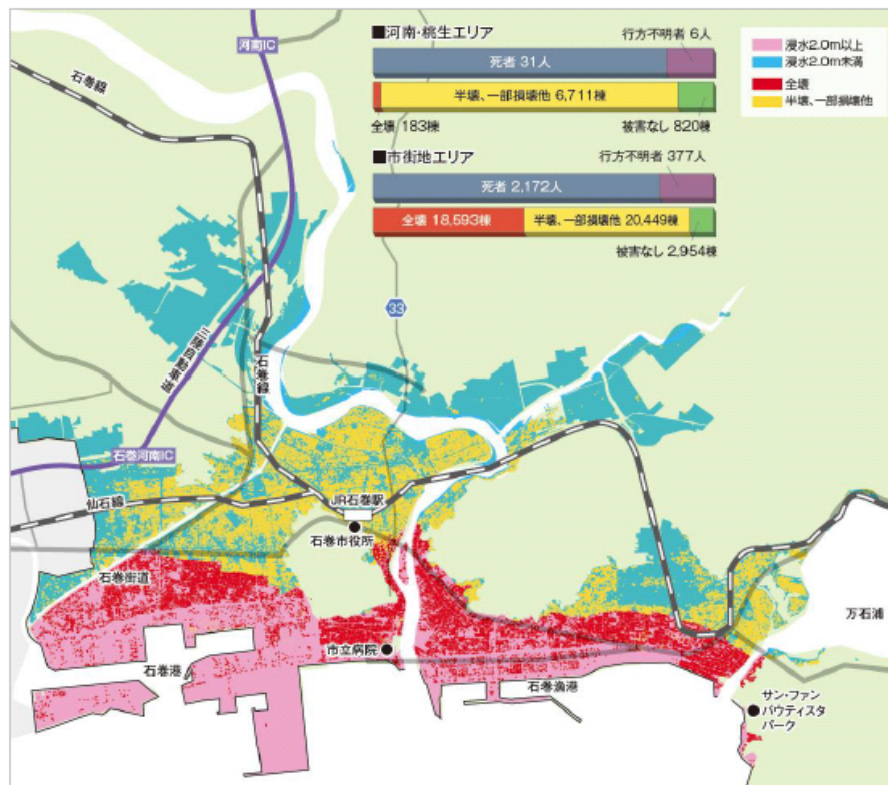
さ上げ工事まで復旧ができない状況となっていた。

3) 住宅

地震による津波により、平野部の約30%、中心市街地を含む沿岸域の約73㎢が浸水し、被災住家は全住家数の約7割の53,742棟、うち約4割の22,357棟が全壊（平成23年10月末）となった。（図表3-131）

市営住宅については、約1,700戸の約1/3近くの500戸が損傷しており、復興住宅の整備については住民意向を確認しつつ具体的な場所や整備数を確定し、宮城県と連携しながら整備を進めることとしている。

図表 3-131 市街地及び河南・桃生エリアの被災状況

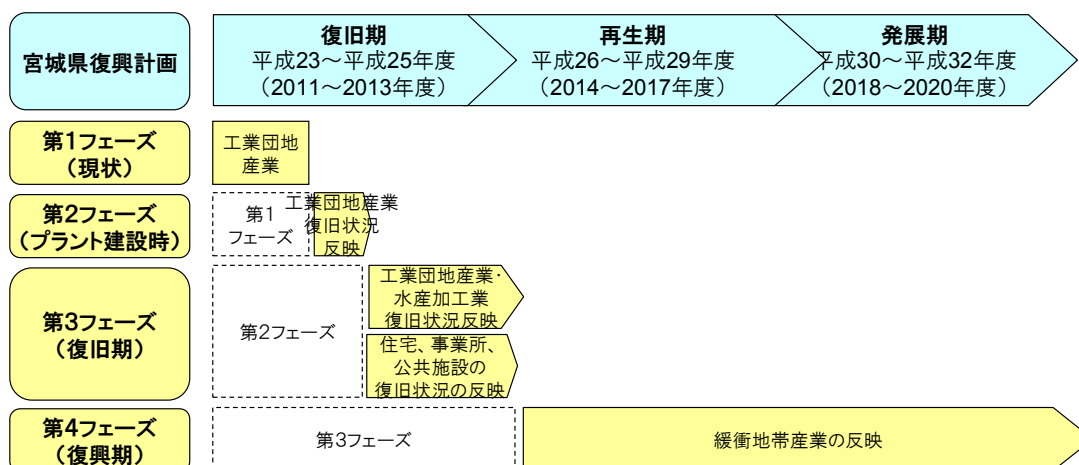


出所：石巻市（2011年12月22日）、石巻市震災復興基本計画

上記については、復旧状況（時間軸）をおおって、復旧期、復興期の周辺の企業の状況によって対象産業を拡大することを考慮することとした。（図表 3-132）

図表 3-132 復旧状況（時間軸）

- ・ 第1フェーズ（現状）：工業団地製造業
- ・ 第2フェーズ（プラント建設時）：工業団地製造業（事業の復旧状況の反映）
- ・ 第3フェーズ（復旧期）：工業団地製造業、水産加工業（それぞれ事業の復旧状況の反映）、事業所、住宅、公共施設
- ・ 第4フェーズ（復興期）：第3フェーズに加え、緩衝地帯に誘致する産業（植物工場等を想定）



(3) 事業者ニーズ

前述「石巻地域の需要量の把握」の通り、新たなプラントから購入する電気料金と電気事業者から購入する電気料金価格の関係から、電気については電気事業者に売電することとし、熱エネルギーのみ需要家へ販売することを想定した。

熱エネルギーの販売先の検討については、現在利用している熱エネルギーから新たなプラントによる熱エネルギーの供給との代替性の有無を整理し、代替性がある需要家を熱エネルギーの販売候補先とした。

1) 木材加工業

木材の乾燥等において熱エネルギーの需要はあるが、木材加工の過程で発生する端材等を利用した木質バイオマス自家発電を行っており、発電時に使用する蒸気を木材乾燥に利用していた。

よって、新たなプラントによる熱エネルギーの供給との代替性は無いことが分かった。

2) 飼料製造業

飼料を消化しやすくする過程や殺菌等において熱エネルギーの需要があり、現在重油ボイラーを利用していた。

よって、新たなプラントによる熱エネルギーの供給との代替性があることが分かった。

3) 製紙業

製造工程における熱エネルギーの需要はあるが、木質バイオマス自家発電を行っており、発電時に使用する蒸気を利用していた。

よって、新たなプラントによる熱エネルギーの供給との代替性は無いことが分かった。

4) 水産加工業

現在工場を稼働している事業者のヒアリングから、燃料代とボイラーの維持費を合わせた金額より安価なエネルギーであれば、利用したいとの意向であることが分かった。

(4) 石巻地域のニーズ調査のまとめ

木材加工団地に存在する木材加工業、製紙業は熱エネルギーの利用はあるものの、木質バイオマス自家発電を既に利用しており、新たなプラントによる熱エネルギーの供給との代替性は無いことが分かった。

飼料製造業、水産加工業においては、重油やガスをエネルギー源とした熱エネルギーを利用しており、新たなプラントによる熱エネルギーの供給と代替できる可能性があることが分かった。

植物工場については、建設されることにより一定の熱エネルギーの需要が発生することが分かった。

当調査における熱エネルギーの供給対象施設については、新たなプラントの建設が平成 25 年であることを踏まえ、現段階で確実な需要が把握できる施設とした。

上記熱エネルギーに対するニーズの有無と代替性の有無、プラント建設時における熱エネルギーの需要の確実性の観点から当調査で熱エネルギーの供給対象候補について以下の通り整理した結果、飼料製造業を熱エネルギーの供給先として想定することとした。(図表 3-133)

図表 3-133 熱エネルギーのニーズ、代替性の有無、熱供給の需要の確実性

調査対象	ニーズの有無	代替性の有無	熱供給の需要確 実性
木材加工業	○	×	×
飼料製造業	○	○	○
製紙業	○	×	×
水産加工業	○	○	△
復興住宅	○	△	△
緩衝地帯産業（植物工場）	○	○	△

○：確実性あり △：可能性はあるが確実性はない ×：ニーズ・需要・代替性がない

3. 4 事例調査

3. 4. 1 調査対象事例

本調査対象地域に導入する木質バイオマス熱電併給システムに関する前提条件、プラント建設にあたっての留意点等の検討のため、国内外先行事例を調査した。事例調査は、実際にプラントを稼動している事例に対し、建設の際に注意する点、運用上の課題の調査を行うとともに、可能であれば建設時および運用時の経費等について調査を行った。調査対象事例は以下のとおり選定した。

図表 3-134 調査対象事例

事例名	選定理由	調査の視点
川崎バイオマス発電所	国内最大級の木質バイオマス専焼発電施設であること	建設時の留意点 燃料調達方法 人員数、経費等 運用上の課題
能代バイオマス発電所	木材関連事業者の共同発電施設であること	組合形式となった経緯 燃料調達方法 人員数、経費等 運用上の課題
Vattenfall 社の木質バイオマス発電事業	木質バイオマス活用の先進地である北欧において、大規模木質バイオマス発電事業を実施していること	施設の概要 燃料の調達方法

3. 4. 2 川崎バイオマス発電所

建設等廃材を中心とした木質バイオマス燃料を使用した、出力 33,000kW で国内最大の木質バイオマス専焼発電施設である（図表 3-135）。一般的に、木質バイオマス発電施設は製材所等、木材加工施設の近隣に建設されることが多いが、当発電所は主に建築発生木材を燃料として利用するため、住宅需要の多い都市部（川崎市）に建設されている。

使用燃料は年間約 18 万 t であり、調達先としては、3 分の 1 が隣接する産業廃棄物処理施設でチップ化された木質系廃棄物で、3 分の 2 が近隣のチップ工場から購入している。

近年の住宅着工件数の減少に伴い、建築発生木材の量も減少傾向にある。燃料用チップの購入は、コスト引き上げ要因となるため、近年では食品加工会社と提携をし、液体調味料の製造過程で生成される脱脂大豆の残渣を燃料として利用している。

建設にあたっては、川崎市の厳しい環境規制をクリアするため、排煙脱硫装置や排煙脱硝装置、バグフィルターなどの設備を設置するなどの対応が必要になった。また、都市計画法に基づく開発許可が必要であったが、許可承認のための議会開催のタイミングが 3 ヶ月ごとであったため、工期に影響を及ぼした。都市型のバイオマス発電施設建設にあたっては、建

設予定地自治体の環境基準や開発許可承認のプロセスなどを十分確認しておく必要がある。

図表 3-135 国内先行事例（川崎バイオマス発電所）

施設名称	川崎バイオマス発電所
所在地	神奈川県川崎市川崎区扇町12番6号
施設設置体制	発電所：川崎バイオマス発電株式会社 (住友共同電力株式会社、住友林業株式会社、フルハシ EPO 株式会社の共同出資会社)
稼働開始年	2011年2月（設立2008年4月）
総工費	100億円（うち新エネ導入加速化事業補助金約23億円）
プラント設備	ボイラ：住友FW-循環流動層ボイラ（自然循環単胴形屋外式） タービン：軸流式抽気復水タービン
最大連続蒸発量	137 t/h
最大使用温度	521℃
発電出力	33,000kW
稼働率	80%
発電効率	平均 35%
使用燃料	木質チップ（年間約18万t） 主な原料：解体材、製材工場等残材、廃パレット、剪定枝など（生木は一部）
燃料含水率	受入基準：建築発生木材 35%WB、生木（支障木含む） 50%WB その他、サイズ（50mm以下）、異物・CCA等の混入がないこと等を受入基準としている
燃料調達先	ジャパンバイオエナジー（チップ製造目標：6万t/年）、 30数社の近隣チップ工場（12万t/年）
特徴	国内最大の専焼発電所。 発電した電気を PPS 事業者へ売却。 チップヤードは最大 6,000t 貯蔵可能。（10日分） 廃木材の破碎処理施設であるジャパンバイオエナジーが同敷地内にあり、破碎処理したチップを燃料として 100%発電所に供給。木質系廃棄物の受け入れは 24 時間可能。 灰の発生量は 2%程度で、産業廃棄物として処理。 大気汚染対策として、環境設備の設置に加え、排ガスは法律に従い 2 ヶ月に 1 回の測定、SO _x 、NO _x は連続測定を実施。ばいじんは定期的に検査を実施。



3. 4. 3 能代バイオマス発電所

能代バイオマス発電所の概要を図表 3-136 に示す。

2010 年 10 月に、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）が一部改正され、従来製材工場の焼却炉で焼却処理されていた樹皮、製材工場等残材が、ダイオキシン類特別措置法の排出基準をクリアする焼却炉で処理することが求められた。

そこで、能代市を中心とする米代川中下流域の森林組合、製材組合、木材関連企業が能代森林資源利用協同組合を設立し、共同の焼却・発電施設を整備することとした。発電施設は組合員であるボード企業の自家発電施設として同社の構内に建設し、発生する蒸気および電力の一部はボード製造に利用され、余剰電力は電気事業者に売電している。稼働時間はボード企業の操業に合わせているため、月曜日から金曜日までの終日運転を 6 名 2 交代制の計 12 名で運用している。

組合員から排出される樹皮、製材工場等残材は産業廃棄物扱いのため、敷地内にある産業廃棄物処理事業者（組合員）が受け入れチップ化している。

出力規模は 3,000kW、使用燃料は 53,000t/年。燃料の調達先は組合員が排出する製材工場等残材のため、当初は安定した燃料供給体制が確保されていたが、近年では組合員の減少や木材加工業の業績不振などから、予定していた木質燃料の確保が困難になり、組合員から供給される燃料は現状では使用燃料全体の 30%にとどまっている。そのため、秋田県の補助による林地残材の運搬、公共工事によって発生した伐根の受け入れなど、多方面に対し燃料確保の努力をしている。

図表 3-136 国内先行事例（能代バイオマス発電施設）

施設名称	能代バイオマス発電施設
所在地	秋田県能代市鰯渕字亥の台 2-6
施設設置体制	発電所：能代森林資源利用協同組合 (能代製材協会、秋田県銘木センター、新秋木運輸株式会社、株式会社鈴光、アキモクボード株式会社、白神森林組合)
稼働開始年	2003年2月（設立2001年5月）
総工費	14.6億円（林野庁補助7.3億円、秋田県補助1.4億円、能代市補助1億円）
プラント設備	ボイラ：N-1000型タクマ木質系燃料ボイラー（ストーカー炉） タービン：単気筒抽気復水タービン
最大連続蒸発量	34 t/h
最大使用温度	425℃
発電出力	3,000kW
稼働率	71.4%
使用燃料	木質チップ（年間約5.4万t） 主な原料：スギ樹皮、製材工場等残材、伐根、破砕チップ
燃料含水率	夏期は20～35%、冬期は約40%
燃料調達先	能代森林資源利用共同組合員（30%）、国土交通省河川改修事業（30%） チップ購入（秋田県、青森県、岩手県）（40%）
特徴	林業関係の事業者が組合を作り運営。 発電した電気と熱は隣接するボード工場で使用し、余剰分は売電。



施設全景



ボイラー

写真中央が木質チップボイラー。写真左側中央を上部に伸びているのが燃料サイロからのコンベアー。

出所：能代森林資源利用共同組合資料（2011年6月）等をもとに日本総合研究所作成

3. 4. 4 Idbcksverket（イヴァクスベルケ）発電所

Idbcksverket（イヴァクスベルケ）発電所は、スウェーデンの首都ストックホルムより南西に約100kmに位置するニュヒェーピングに位置するヴァッテンフォール社（スウェーデンに本社を置くヨーロッパ有数のエネルギー企業）のバイオマス発電プラントである（図表3-137）。1997年に試運転を開始した熱電併給システムであり、人口約50,000人の都市ニュヒェーピングの約95%に電力と熱を供給している。プラントの発電規模は35,000kW、年間の平均発電量は125GWh、熱供給規模は268,000kWで、年間の平均熱供給量は355GWhである。建設前段階で、地域の未利用間伐材等の供給のみでは燃料が賸いきれないことが明らか

となったため、木質チップの輸入を見据えてニュヒューピング港から近い場所に発電所が建設されている。

燃料の種類は、未利用間伐材、製材工場等残材、輸入木質チップである。燃料の調達は、ニュヒューピング市及び周辺地域の森林からの未利用間伐材及び製材メーカーから排出される製材工場等残材が主であるが、それだけでは燃料が不足するため、エストニア、ラトビア、リトアニア、ノルウェー、ドイツ、オランダ等から安価な木質チップを輸入している。特に木質チップ価格の安価なエストニア、ラトビア、リトアニアのバルト三国からの輸入が多い。

図表 3-137 海外先行事例 (Idbcksverket 発電施設)

施設名称	Idbcksverket (イヴァクスベルケ) 発電所
所在地	ニュヒューピング (ストックホルムより南西に約100km)
施設設置体制	ヴァッテンホール社 (スウェーデンの大手電力会社)
稼働開始年	1997年
総工費	不明
プラント設備	ボイラ：シーメンス バブリング流動床
発電規模	35MWe
年間発電量	125GWh
発熱規模	268MWth
年間供給熱量	358GWh
使用燃料	未利用間伐材、製材工場等残材、木質チップ (割合は不明)
燃料調達先	未利用間伐材、製材工場等残材については地域内で調達。木質チップについてはエストニア、ラトビア、リトアニア、ノルウェー、ドイツ、オランダ等から輸入している。

立地場所



施設全景



出所：ヴァッテンホール社 (2012年)、WORLD BIO ENERGY2012 press

3. 4. 5 まとめ

国内先進事例調査の結果、仙台および石巻地域に木質バイオマス発電施設を整備する際に参考となる点、留意すべき点を記載する。

(1) 自治体との事前調整の必要性

木質バイオマス熱電併給システムを建設するにあたっては、電気事業法、熱供給事業法、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）などの法律が関係するが、自治体独自の条例の制定や、自治体固有の問題に起因する各種規制の存在が、自治体によって異なることが予想される。したがって、法律や条例を公開情報だけで理解したり、他地域での経験から推察したりするのではなく、自治体担当者に早めに相談することが重要である。

(2) 木質バイオマス燃料調達の難しさ

両事例ともに、大都市から大量に発生する木質系廃棄物の利用や、木材加工事業者などから構成される組合を通じて樹皮、製材工場等残材を入手するなど、木質バイオマスを確実に調達するための仕組みを構築し事業を開始している。しかし、建設発生木材の減少や、木材関連業の不振などから期待した量の燃料確保が困難になっているのが現状である。木質バイオマス燃料は、化石燃料などと違い、素材生産、製品製造などの副産物や、廃棄物として産出されるものであるため、供給量の確保が難しいものである。したがって、林地残材などの収穫率の向上、木材需要の向上策とともに、供給量が減少したときの代替燃料の確保なども検討しておく必要がある。

(3) 地域に波及する効果

両発電施設とも、施設運営に従事する職員数は10名ほどであり、地域に対する雇用創出という観点ではそれほど大きな効果はないものと思える。しかし、木質バイオマス燃料の活用は、燃料の生産から処理までを地域内で完結させることが可能であり、同量のエネルギーを化石燃料から生成することと比べて、関連する産業へ波及する雇用創出（所得増）効果は大きいと考えられる。特に能代の事例では、製材工場等残材を排出する木材加工業者、木材の運搬およびチップ化を行う廃棄物処理業、熱および電力を利用するボード製造業など、地域内の企業で木質バイオマス燃料のバリューチェーンを構築している。地方において、木質バイオマス発電事業を計画する際には、燃料の調達、プラントの維持管理などなるべく地域内で完結するようなスキームを描くことが重要である。

(4) 大規模発電施設の可能性

イヴァクスベルケ発電所は、人口約50,000人の都市ニュヒューピングのほとんどの電力および熱エネルギーを木質バイオマスエネルギーにより供給しているが、大規模発電施設の運営を可能にしているのは、安価な木質チップの輸入が可能であるからである。

一般的に、発電施設もしくはボイラーは、規模が大きくなるにしたがって効率性が上がる。しかし、燃料不足などにより稼働率が低下すると、初期投資に見合った発電・熱供給ができなくなり、事業として成立しなくなる可能性がある。したがって、燃料調達量に見合った規模の設定が必要である。

本調査で検討するバイオマス熱電併給システムの燃料は、震災廃棄物の処理終了後は、未利用間伐材等の地域森林資源を活用することが基本である。したがって、地域資源を活用して持続的な運営ができる規模の発電施設を検討することが重要である。ただし、プラント稼働の初期において未利用間伐材等の森林資源の収集量が不足することが予測される場合、一時的に木質チップ等の購入による稼働も検討する必要がある。

4. 地域ニーズに合った熱電併給システム

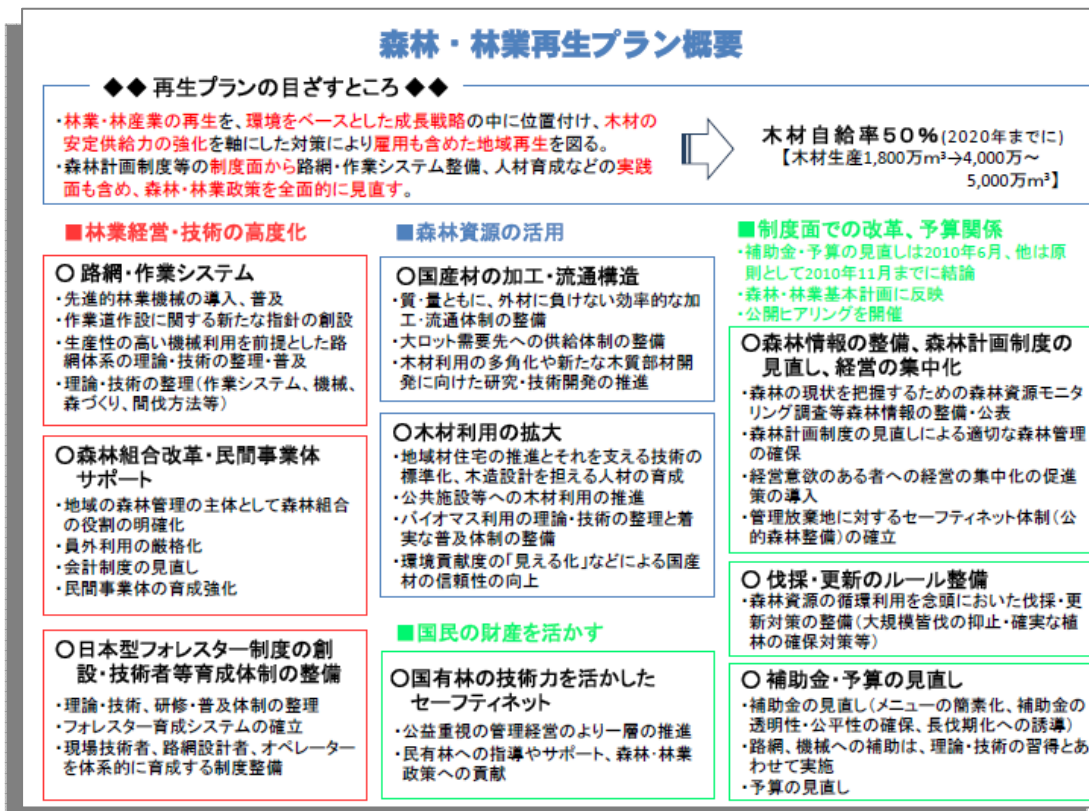
4. 1 システム規模の検討

3. 1. 1 で検討したとおり、木質バイオマス燃料の利用可能量は、初年度に震災廃棄物を利用することを想定した場合、含水率 20%WB 程度で約 50,000t の利用可能量が推計されることから、含水率 50%WB 換算した場合に約 80,000t となるため、熱電併給システムの規模としては 5,000kW 程度が想定される。

また、森林バイオマスについては、3. 1. 2 の結果より利用可能量の最大値として未利用 C 材、D 材および枝葉の合計で約 15 万 t/年（生）となっている。利用可能量は素材生産にともなって発生する材（最も利用可能性のある状態）の最大値だが、このうち、A~C 材とは形状が異なる D 材や枝葉については経済面・技術面の問題からすべてをすぐに使える状態ではなく、段階的に収穫率を高める利用計画を立てる必要がある。

一方、「森林・林業再生プラン」では、木材自給率を平成 32 年（2020 年）までに 50%まで引き上げ、素材生産量でみると現在の 1,800 万 m³ から 4,000 万~5,000 万 m³ を搬出・利用することを目標として掲げている（図表 4-1）。

図表 4-1 森林・林業再生プラン概要



出所：林野庁（2009 年）、森林・産業再生プラン

森林・林業再生プランでは、木材自給率を 2020 年までに 50%まで引き上げ、素材生産量で見ると現在の 1,800 万 m³から 4,000 万~5,000 万 m³を搬出・利用することを目標として掲げている。つまり、素材生産量を約 2.5 倍まで引き上げることになる。素材生産量自体を底上げすることで C,D 材、枝葉の発生量も増加することから、素材生産量の増加を進めることは今後見込まれるバイオマス需要増への対応として、大変重要な要素となる。

「森林・林業再生プラン」に従って、2020 年時点での宮城県の素材生産量を現状の約 2 倍に増産した場合、素材生産は約 102 万 m³/年となる。内訳として、A~C 材は収穫率 100%、D 材については収穫率 80%を目標に段階的に収穫率を向上させることを前提とした素材生産量の増加計画を図表 4-2 に示す。また、素材生産量増加に伴って燃料用として利用できる資源も増やしていくことを前提とした燃料の調達計画（燃料向け供給可能量）についてもあわせて図表 4-2 に示す。森林資源のみを燃料とした場合の発電規模は 3 年目で 5,000kW、6 年目で 10,000kW、最大で約 14,000kW が達成される計画である。

そこで、宮城県の 2 地域に整備を検討する熱電併給システムの規模を、5,000kW 級 2 基のケースと、10,000kW 級 1 基のケースの 2 パターンについて想定し、事業性について試算することとする。

図表 4-2 素材生産量増加目標に伴う燃料用バイオマスの供給可能量推移

	(H21)	1年目 (H25)	2年目 (H26)	3年目 (H27)	4年目 (H28)	5年目 (H29)	6年目 (H30)	7年目 (H31)	8年目 (H32)	9年目 (H33)	10年目 (H34)	11年目 (H35)	12年目 (H36)	13年目 (H37)	14年目 (H38)	15年目 (H39)
＜素材生産に係る伐採目標＞																
素材生産に係る伐採量の伸び【目標】	100%	110%	120%	130%	140%	150%	160%	170%	178%	178%	178%	178%	178%	178%	178%	178%
素材生産に係る伐採量【目標】	m3/年	589,441	648,386	707,330	766,274	825,218	884,162	943,106	1,002,050	1,049,206	1,049,206	1,049,206	1,049,206	1,049,206	1,049,206	1,049,206
＜利用率＞																
A		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
B		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
C		91%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
D		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
＜素材生産量 計＞																
素材生産量 計	m3/年	514,000	589,513	650,242	712,159	775,266	839,562	905,048	971,722	1,028,036	1,028,036	1,028,036	1,028,036	1,028,036	1,028,036	1,028,036
A(製材)	m3/年	170,000	187,000	204,000	221,000	238,000	255,000	272,000	289,000	302,600	302,600	302,600	302,600	302,600	302,600	302,600
B(合板)	m3/年	175,000	192,500	210,000	227,500	245,000	262,500	280,000	297,500	311,500	311,500	311,500	311,500	311,500	311,500	311,500
C(製紙)	m3/年	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000	169,000
C(燃料)	m3/年	0	34,472	52,970	71,467	89,965	108,462	126,959	145,457	160,255	160,255	160,255	160,255	160,255	160,255	160,255
D(燃料)	m3/年	0	6,541	14,272	23,192	33,301	44,600	57,088	70,765	84,681	84,681	84,681	84,681	84,681	84,681	84,681
＜未利用分＞																
A(未利用)	m3/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B(未利用)	m3/年	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C(未利用)	m3/年	15,975	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D(未利用)	m3/年	59,467	58,872	57,088	54,115	49,952	44,600	38,059	30,328	21,170	21,170	21,170	21,170	21,170	21,170	21,170
＜枝葉＞																
枝葉発生量	生t/年	94,900	104,390	113,880	123,370	132,860	142,350	151,840	161,330	168,922	168,922	168,922	168,922	168,922	168,922	168,922
利用率【目標】	%	0	5%	10%	15%	20%	25%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%
枝葉供給可能量	生t/年	0	5,220	11,388	18,506	26,572	35,588	45,552	48,399	50,677	50,677	50,677	50,677	50,677	50,677	50,677
燃料向け供給可能量 計																
C(燃料)	生t/年	0	33,929	58,457	84,767	112,858	142,731	174,385	199,755	222,132	222,132	222,132	222,132	222,132	222,132	222,132
D(燃料)	生t/年	0	24,131	37,079	50,027	62,975	75,923	88,872	101,820	112,178	112,178	112,178	112,178	112,178	112,178	112,178
D(燃料)	生t/年	0	4,579	9,990	16,234	23,311	31,220	39,962	49,536	59,276	59,276	59,276	59,276	59,276	59,276	59,276
枝葉(燃料)	生t/年	0	5,220	11,388	18,506	26,572	35,588	45,552	48,399	50,677	50,677	50,677	50,677	50,677	50,677	50,677
発電可能量 ※5,000kWで8万t/年使用すると想定した場合																
発電可能量	kW	0	2,121	3,654	5,298	7,054	8,921	10,899	12,485	13,883	13,883	13,883	13,883	13,883	13,883	13,883

4. 2 仙台地域の熱電供給システム事業性の検討

4. 2. 1 エネルギー供給範囲

仙台地域における熱電供給システムの検討条件として、エネルギー需要が集中する仙台港周辺の事業所への熱電供給を想定した試算を行った。熱電供給システムの立地場所として、地域の熱需要と土地条件から、次の2パターンを想定した。各モデルケースの立地イメージを図表4-3に示す。

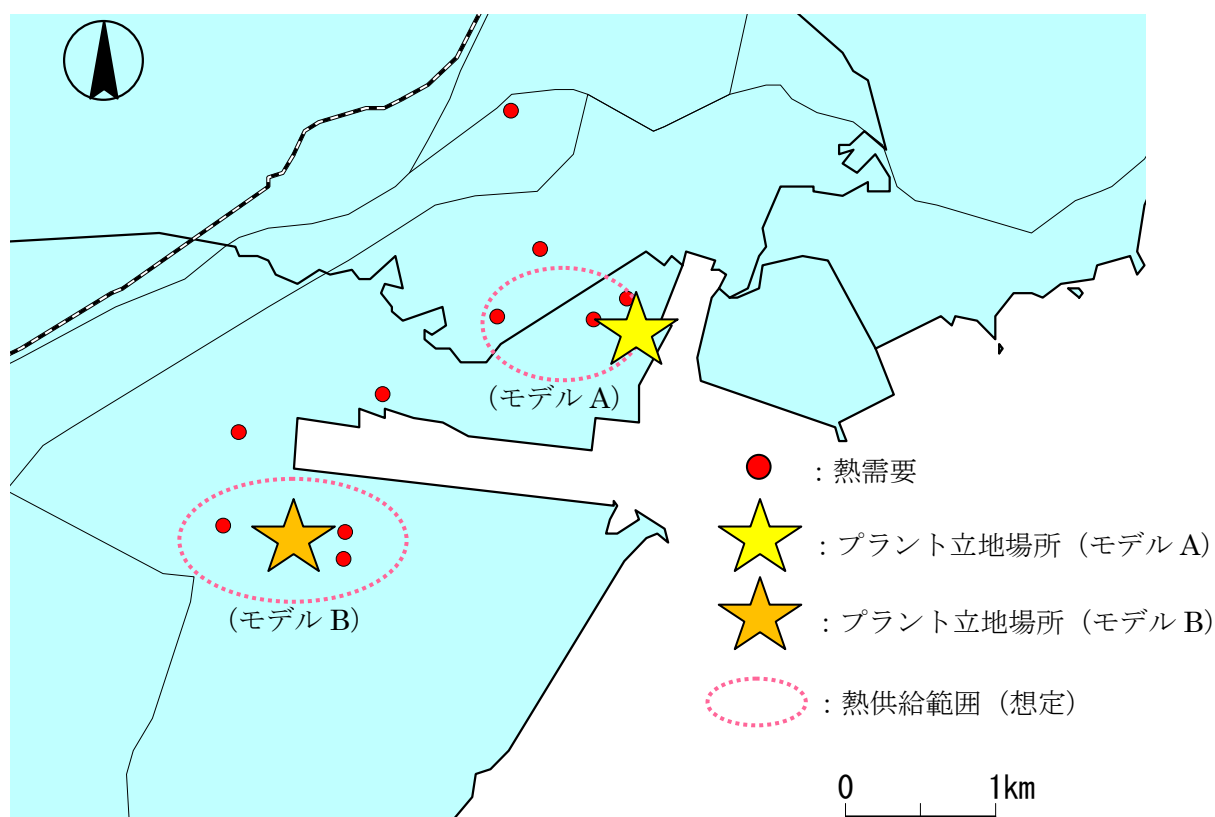
【モデルA】 : 被災した工場土地の有効利用モデル

【モデルB】 : 熱需要が集積している場所に供給システムを設置するモデル

もともと熱需要の多い被災工場で、復旧復興に向けて土地の最適利用を計画するケースとして、被災した土地が遊休地となっている製油所内に立地するパターンをモデルAとした。これは、東北の被災沿岸地域の工場のモデルとなりうるケースであると想定される。

モデルBは、熱需要が複数集積している場所に熱電供給プラントを建設する一般的な土地利用モデルである。

図表 4-3 仙台港周辺地域のボイラ利用事業所所在地とプラント立地場所のモデルケース



出所：森のエネルギー研究所作成

4. 2. 2 設備条件

(1) 設備規模とボイラ条件

5,000kW級、1万kW級の2つの規模で熱電併給プラントの事業性について検討を行う。設備条件として、木質チップを主燃料とすることから、循環流動層ボイラを想定し、メーカーヒアリングより、図表 4-4 の設備条件で試算することとした。

図表 4-4 設備規模とボイラ条件

規模	5,000kW 級	10,000kW 級
ボイラ	循環流動層	循環流動層
ボイラ最大蒸発量	25t/h	50t/h

(2) 稼働条件

年間の稼働日は、年間定期修理及び点検日を除き、340日（8,160時間）とした。

本来熱エネルギーの供給については、一定の熱エネルギーを供給することが効率的でありコスト低減につながる。従って、供給先の熱エネルギー需要に関するデマンドカーブ（日中、週、季節等における需要の増減）を考慮する必要があるが、今回の試算では24時間一定の熱供給を行うことができるものと仮定して推計することとした（24時間×340日＝8,160時間）。

(3) 熱電供給量

プラントの熱および電力の供給比率については、地域のエネルギー需要状況と、熱電それぞれの供給価格によって採算性が異なるため、それらを考慮した最適な比率を設定することが望ましい。ここでは、各工場の詳細な熱需要変動までは把握することができなかつたため、24時間一定の熱供給を行うことができるものと仮定して、熱需要の総量から時間当たりの蒸気使用量を想定した規模をモデルケースとして設定した。

モデル A の熱供給先は近隣事業所と製油所を想定した。製油所についてはエネルギー需要アンケートでは対象外としたが、大規模な熱需要施設のひとつである。モデル B は近隣の3つの事業所への熱供給を想定して試算を行った。

モデル A、モデル B の熱需要量と現在使用している燃料をもとに推計した時間当たりの蒸気量想定を図表 4-5 に示す。各モデルの熱需要をもとに熱および電力の供給量を図表 4-6 の通り想定した。抽気復水タービンにより一部蒸気を抽気する方式とし、抽気量の上限はボイラ最大蒸気量の半分として試算した。

モデル A については、製油所での大規模な熱需要があるため、今回想定するプラントからの最大抽気量を供給することを想定した。モデル B については、3 工場合わせた蒸気使用量の推計が約 9 万 t/年であり、年間稼働時間で均した消費量としては 11.5t/h となったため、11.5t/h を蒸気供給量の最大値として設定し、試算を行った。

また、需要家アンケートによる蒸気条件を満たすように、抽気する蒸気条件は 260℃、2.1MPa とした。

図表 4-5 モデル A における熱供給先の使用燃料と需要規模設定

	使用燃料	年間燃料消費量	蒸気使用量想定		備考
			(t/年)	(t/h)	
モデル A	LPG	292,800m ³ /年	9,828	1.2	製油所は大規模熱需要施設であり、現在 C 重油を使用。
	C 重油	—	—	—	
モデル B	A 重油	593,530 L/年	7,864	1.0	
	都市ガス	5,927,337m ³ /年	85,354	10.5	

※蒸気使用量は蒸気熱量を約 2,800MJ/t と想定し、試算した。また、時間あたりの蒸気使用量は、年間の蒸気使用量推計をもとに 340 日、24 時間稼働で平均化した想定値である。

図表 4-6 設備条件と熱電供給量

立地場所	モデル A		モデル B	
	設備規模 (kW)	5,000	10,000	5,000	10,000
ボイラ最大蒸発量 (t/h)	25	50	25	50
蒸気供給@送気端 (t/h)	12.5	25	11.5	11.5
年間供給量 (t/年)	102,000	204,000	93,840	93,840
電力供給@送電端 (kW)	2,450	5,280	2,634	7,764
年間供給量 (kWh/年)	19,992,000	43,084,800	21,493,440	63,354,240

4. 2. 3 使用バイオマス燃料

(1) 種類

資源量調査の結果より、プラント建設後 1 年間は木質系震災廃棄物を利用できる可能性がある。2 年目以降は震災廃棄物の利用は難しいと考えられるため、森林バイオマスを主として、不足分については建築発生木材や輸入バイオマス等を使用することを想定する。ただし、建築発生木材については既にほとんど利用されているため、ここでは燃料の不足分の補填として輸入ペレットを使用することを想定した。補填する資源については他の木質以外の廃棄物を利用することも考えられるが、本プラントでは将来的には森林バイオマス 100%を目指すため、木質資源を燃料として想定したプラント設計をすることが望ましいと考え、移行期間の不足分の補填として輸入バイオマスを利用することとした。

なお、震災廃棄物および森林バイオマスの発熱量はスギの分析数値を用いて含水率ごとに換算し、輸入ペレットについては想定値とした。用いる燃料の含水率と発熱量の想定を図表 4-7 に示す。

図表 4-7 用いる燃料の含水率と発熱量の想定

	投入時の含水率 %WB	投入時の発熱量	
		MJ/kg	kcal/kg
震災廃棄物	20	14.8	3,532
森林バイオマス	50	8.3	1,982
輸入ペレット	10	16.7	4,000

(2) 使用量

メーカーヒアリングより、木質バイオマス燃料の消費量は、含水率 35%WB を基準とすると、設備規模 5,000kW 級の場合に 6.9t/h、10,000kW 級の場合に 13.8t/h となる。年間で必要となる燃料の量は 5,000kW 級の場合に約 5.6 万 t/年 (35%WB)、10,000kW 級の場合に約 11.2 万 t/年 (35%WB) となる。含水率 50%WB 換算すると、5,000kW 級の場合に 9.6t/h、10,000kW 級の場合に 19.2t/h となる。年間で必要となる燃料の量は、5,000kW 級の場合に約 8 万 t/年 (50%WB)、10,000kW 級の場合に約 16 万 t/年 (50%WB) となる。プラント建設後 1 年目は木質系震災廃棄物を利用するが、利用可能量の想定は難しい。ここでは 5,000kW 級の場合には 1 年目に必要な燃料のほぼ全量を、10,000kW 級の場合には 1 年目に必要な燃料の半分程度の量を見込む計画とした。2 年目以降は森林バイオマスを主として不足分については輸入ペレットを使用することを想定し、図表 4-8、図表 4-10 の割合で利用計画をたてることとした。供給割合は発熱量比率である。供給量の計画を図表 4-9、図表 4-11 に示す。

図表 4-8 5,000kW 級の場合の各種バイオマスの供給割合（熱量割合）

	1年目 (2013)	2年目 (2014)	3年目 (2015)	4年目 (2016)	5年目 (2017)	6年目以降 (2018～)
震災廃棄物 (%)	100	0	0	0	0	0
森林バイオマス (%)	0	35	50	70	90	100
輸入ペレット (%)	0	65	50	30	15	0
合計	100	100	100	100	100	100

図表 4-9 5,000kW 級の場合の各種バイオマスの供給量（投入時の含水率の場合）

	1年目 (2013)	2年目 (2014)	3年目 (2015)	4年目 (2016)	5年目 (2017)	6年目以降 (2018～)
震災廃棄物 (t/年 20%WB)	43,953	0	0	0	0	0
森林バイオマス (t/年 50%WB)	0	27,408	39,154	54,816	70,477	78,308
輸入ペレット (t/年 10%WB)	0	25,227	19,405	11,643	3,881	0
合計(t/年 50%WB換算)	78,308	78,308	78,308	78,308	78,308	78,308

※震災廃棄物 14.8MJ/kg、森林バイオマス 8.3MJ/kg、輸入ペレット 16.7MJ/kg

図表 4-10 10,000kW 級の場合の各種バイオマスの供給割合（熱量割合）

	1年目 (2013)	2年目 (2014)	3年目 (2015)	4年目 (2016)	5年目 (2017)	6年目以降 (2018～)
震災廃棄物 (%)	50	0	0	0	0	0
森林バイオマス (%)	20	35	50	70	90	100
輸入ペレット (%)	30	65	50	30	15	0
合計	100	100	100	100	100	100

図表 4-11 10,000kW 級の場合の各種バイオマスの供給量（投入時の含水率の場合）

	1年目 (2013)	2年目 (2014)	3年目 (2015)	4年目 (2016)	5年目 (2017)	6年目以降 (2018～)
震災廃棄物 (t/年 20%WB)	43,953	0	0	0	0	0
森林バイオマス (t/年 50%WB)	31,323	54,816	78,308	109,632	140,955	156,617
輸入ペレット (t/年 10%WB)	23,286	50,453	38,810	23,286	7,762	0
合計 (t/年 50%WB)	156,617	156,617	156,617	156,617	156,617	156,617

※震災廃棄物 14.8MJ/kg、森林バイオマス 8.3MJ/kg、輸入ペレット 16.7MJ/kg

(3) 価格

木質系震災廃棄物の価格はヒアリング等より輸送費込みで 5 円/kg (含水率 20%WB 想定) とした。ただし、今後の処理状況や処理業者によって金額には幅があると考えられる。

森林バイオマスについては、既存のチップ工場から製紙用チップ価格と同等程度の価格で購入する場合と、林業事業者が熱電併給プラントまで C,D 材または枝葉を運搬し、プラント側でチップ化を行う場合の 2 パターンを想定した。製紙用チップ価格と同等価格の設定については、資源量調査より輸送費込みで 10.5 円/kg (含水率 50%WB 想定) とした。プラント側でチップ化を行う場合の価格設定については、資源量調査より、生産コストを低減化した場合の価格として 7.8 円/kg (含水率 50%WB 想定) を用いることとした。

輸入ペレットについては、貿易統計より 2011 年の平均単価 20.8 円/kg (水分量 10%想定) を用いることとした。

以上の価格はそれぞれの資源の含水率での価格であるため、熱量単価をもとに同一の含水率に換算した場合は図表 4-1 2 の通りとなる。

図表 4-1 2 各バイオマスの価格設定

		各資源の含水率での価格 価格	含水率	含水率 50%WB 換 算した場合
震災廃棄物		5 円/kg	20%WB	2.8 円/kg
森林バイオマス	i)	10.5 円/kg	50%WB	10.5 円/kg
	ii)	7.8 円/kg	50%WB	7.8 円/kg
輸入ペレット		20.8 円/kg	10%WB	10.3 円/kg

※含水率 50%WB 換算した場合の価格は熱量あたりの単価をもとに推計。

※輸送費含む

4. 2. 4 プラント建設・運営に係る費用条件

設備建設のための初期投資項目および費用は図表 4-1 3 の通りである。

図表 4-1 3 各パターンの初期投資費用

(単位：千円)

パターン		モデル A		モデル B	
規模 (kW 級)		5,000	10,000	5,000	10,000
設備費用	ボイラー・発電施設	1,900,000	3,800,000	1,900,000	3,800,000
	蒸気配管	849,600	849,600	240,000	240,000
	変電設備	300,000	300,000	825,000	825,000
	その他施設	102,000	155,000	102,000	155,000
	合計	3,151,600	5,104,600	3,057,000	5,020,000
土地関連費用	土地代	60,000	60,000	223,200	446,400
	土地造成代費用	750,000	1,500,000	750,000	1,500,000
	合計	810,000	1,560,000	973,200	1,946,400
初期投資費用合計		3,961,600	6,664,600	4,030,200	6,966,400
補助金 (費用合計－土地代) ÷2		1,950,800	3,302,300	1,903,500	3,260,000
初期投資 (費用合計－補助金)		2,010,800	3,362,300	2,126,700	3,706,400

それぞれの項目の設定条件については以下の通り設定した。

(1) 初期投資費用

1) ボイラー・発電施設整備費用

メーカーヒアリングより、ボイラー及び発電施設一式を 5,000kW 級の場合 19 億円、10,000kW 級の場合 38 億円と設定した。

2) 土地代

メーカーヒアリングより、熱電併給プラントの立地条件として、必要面積を 5,000kW 級の場合 6,000m²、10,000kW 級の場合 12,000m²と想定した。

モデル A については、事業者ヒアリングより、現在遊休地となっている場所であるため土地整備代 6,000 万円を費用として計上した。モデル B については、仙台港背後地単価 (37,200～87,700 円/m²) から、単価を 37,200 円/m²と設定した。

また、土地造成費用として 125,000 円/m²を想定した。

3) 蒸気配管費用

事業者ヒアリング等より、蒸気配管の埋設単価（人件費・材料費含む）を 240,000 円/m と設定する。立地場所と蒸気供給先の場所によって配管距離は異なるため、本調査での試算条件としては図表 4-14 の通り想定した。

図表 4-14 蒸気配管距離に関する設定条件

立地場所	モデル A	モデル B
熱供給先	事業所 3 箇所	事業所 3 箇所
蒸気配管距離想定 計	1,770m	500m

4) その他

事業者ヒアリングより、変電設備の設置費用とユーティリティ設備等の費用を図表 4-15 の通り設定した。変電設備については、他の事例より送電コストを 150,000 円/m とし、各立地場所から東仙台変電所までの距離から推計した。

図表 4-15 その他費用に関する設定条件

設備規模 (kW 級)	5,000	10,000	5,000	10,000
変電設備 (万円)	30,000	30,000	82,500	82,500
ユーティリティ設備等 (万円)	10,200	15,500	10,200	15,500

5) 補助金

設備投資額の 2 分の 1 とした。

6) 減価償却費

初期投資費用は、耐用年数 15 年間定額の減価償却費として毎年の支出額に計上した。

(2) 運営費用

運営費用に関する費用項目および費用は図表 4-16 の通りである。

図表 4-16 各パターンの運営費用

(単位：千円)

立地場所 規模 (kW 級)	モデル A		モデル B	
	5,000	10,000	5,000	10,000
人件費	75,150	75,150	75,150	75,150
メンテナンス費	63,032	102,092	61,340	100,400
ユーティリティ費	76,000	152,000	76,000	152,000
焼却灰処理費用	15,662	31,323	15,662	31,323
保険料	12,606	20,418	12,268	20,080
合計	242,450	380,983	240,420	378,953

それぞれの項目の設定条件については以下の通り設定した。

1) 人件費

プラントは 24 時間稼働のため、運転員は 3 名 3 交代として、要員を 9 名とした。その他の要員として、ボイラータービン主任技術者 1 名、電気主任技術者 1 名、事務員 1 名を配置することとし、合計 12 名とした。人件費は、年収総額と法定福利費総額（年収総額の 15%）の合計額とした。人件費の内訳を図表 4-17 に示す。

図表 4-17 人件費内訳

要員	年収 (万円)	人件費 (万円)
ボイラータービン主任技術者	500	575
電気主任技術者	480	552
運転員	420	483
事務員	250	288

※法定福利費を年収総額の 15% とする。

2) メンテナンス費用

メーカーヒアリングより設備投資額（ボイラー・発電施設費用、蒸気配管費用、変電設備費用、その他施設費用）の 2% をメンテナンス費用と設定した。

3) ユーティリティ費用

工業用水や薬剤、砂等の費用として、メーカーヒアリングより発電所建設費の4%をユーティリティ費用として設定した。

4) 焼却灰処理費用

燃料の灰分を2%（無水ベース）とすると、5,000kW級の場合約783t/年、10,000kW級の場合約1,566t/年の灰が発生すると想定される。処理費用単価を20,000円/tとすると、焼却灰処理費用は、5,000kW級の場合、約1,600万円/年、10,000kW級の場合、約3,100万円/年となった。

5) その他

電気事業税として売上の1.3%、保険料として設備費用（ボイラー・発電施設費用、蒸気配管費用、変電施設費用、その他施設費用）の0.4%を計上した。

法人税率は30%、住民税については図表4-18の通りとなっているため、市町については均等割160,000円、税割14.7%を用いることとした。

図表 4-18 県および各市町の法人住民税

	均等割	法人税割
宮城県	143,000	5.8%
仙台市	160,000	14.7%
多賀城市	160,000	14.7%
七ヶ浜町	160,000	12.3%

4. 2. 5 収入額

(1) 売電収入

発電した電力は、電気事業者または特定規模電気事業者（PPS事業者）へ全量販売することを想定した。

販売価格は再生可能エネルギーの固定価格買取制度により設定される価格が基本となるが、現時点で価格を想定することは難しい。ここでは、仮に廃棄物系（木質系震災廃棄物、建築発生木材）20円/kWh、輸入バイオマス18円/kWh、森林系（森林バイオマス）については20円/kWhまたは25円/kWhの2パターンを想定した場合について試算を行った。

(2) 蒸気販売収入

蒸気の販売単価については、事業所ごとに使用している燃料が異なるため、それぞれの燃料単価をもとに熱量換算した蒸気換算価格を推計した。各燃料の燃料単価から求めた蒸気換算価格を図表4-19に示す。なお、蒸気販売価格については、複数の事業所を対象

とするため、モデルケースごとに蒸気使用量の割合で蒸気換算価格を按分した。蒸気販売価格設定を図表 4-20 に示す。

図表 4-19 燃料単価から求めた蒸気換算価格

	燃料単価	蒸気換算価格	備考
LPG 代替の場合	244 円/m ³	8,432 円/蒸気 t	※対象事業者平均値（アンケート調査結果より）
C 重油代替の場合	70 円/L	5,569 円/蒸気 t	※石油会社ヒアリング
A 重油代替の場合	74.3 円/L	6,509 円/蒸気 t	※A 重油単価：石油情報センター（大型ローリー2011.4～12 平均）
都市ガス代替の場合	44 円/m ³	3,578 円/蒸気 t	※アンケート回答事業者平均値（アンケート調査結果より）

※発熱量：A 重油 37,100kJ/L、C 重油 40,853kJ/L、LPG 46,990kJ/kg（1m³=2kg）、蒸気 2,925kJ/kg

※ボイラ効率を考慮した蒸気販売単価を推計した。ボイラ効率は 0.9 と想定した。

※蒸気配管放熱ロスは割合が小さいため考慮しないものとした。

図表 4-20 蒸気販売価格設定

	蒸気販売価格設定
モデル A	5,700（円/蒸気 t）
モデル B	3,800（円/蒸気 t）

4. 2. 6 試算条件のまとめ

立地場所、規模、森林バイオマス燃料価格、電力販売価格に関してはそれぞれ 2 パターンずつの条件設定としたため、図表 4-21 の条件の組合せで 16 パターンの試算を行った。試算パターンを図表 4-22、試算条件を図表 4-23 に示す。

図表 4-21 各項目の試算条件

【立地場所】 ・モデル A ・モデル B	【規模】 ・5,000kW ・10,000kW	【燃料価格】 ・森林バイオマス 10.5 円/kg ・森林バイオマス 7.8 円/kg	【電力販売価格】 ・20 円/kWh ・25 円/kWh
-----------------------------------	--------------------------------------	--	---

図表 4-2 2 仙台地域における熱電併給プラント事業性試算パターン

No.	立地場所	規模 (kW 級)	燃料価格 (森林バイオマス) (円/kg)	電力販売価格 (森林バイオマス) (円/kWh)
1	モデル A	5,000	10.5	20
2		5,000	10.5	25
3		5,000	7.8	20
4		5,000	7.8	25
5		10,000	10.5	20
6		10,000	10.5	25
7		10,000	7.8	20
8		10,000	7.8	25
9	モデル B	5,000	10.5	20
10		5,000	10.5	25
11		5,000	7.8	20
12		5,000	7.8	25
13		10,000	10.5	20
14		10,000	10.5	25
15		10,000	7.8	20
16		10,000	7.8	25

図表 4-23 各パターンの事業性試算条件

立地場所 規模 (kW)	モデル A 5,000	モデル A 10,000	モデル B 5,000	モデル B 10,000
設備費 計 (千円)	3,961,600	6,664,600	4,040,200	6,966,400
発電設備 (工事費 込)	1,900,000	3,800,000	1,900,000	3,800,000
蒸気配管	849,600	849,600	240,000	240,000
その他設備	102,000	155,000	102,000	155,000
土地代	60,000	60,000	223,200	446,400
土地造成費用	750,000	1,500,000	750,000	1,500,000
変電設備	300,000	300,000	825,000	825,000
電力@送電端 (kW)	2,450	5,280	2,634	7,764
蒸気@送気端(t/h)	12.5	25	11.5	11.5
稼働日数 (日/年)	340	340	340	340
稼働時間 (時間/日)	24	24	24	24
(時間/年)	8,160	8,160	8,160	8,160
設備補助率	50%	50%	50%	50%
燃料消費量 (t/時間)	6.9	13.8	6.9	13.8
※水分 35%WB				
燃料消費量 (t/年) ※	78,308	156,617	78,308	156,617
水分 50%WB 換算				
耐用年数 (年)	15	15	15	15
燃料単価 ※到着ベースの水分量のときの単価 (円/kg)				
震災廃棄物	5	5	5	5
森林バイオマス	10.5 または 7.8	10.5 または 7.8	10.5 または 7.8	10.5 または 7.8
輸入ペレット	20.8	20.8	20.8	20.8
電力販売価格 (円/kWh)				
震災廃棄物	20	20	20	20
森林バイオマス	20 または 25	20 または 25	20 または 25	20 または 25
輸入ペレット	18	18	18	18
蒸気販売価格 (円/蒸気 t)	5,700	5,700	3,800	3,800
灰処理費 (千円)	15,662	31,323	15,662	31,323
灰発生量 (t/年)	783	1,566	783	1,566
ユーティリティ費 (千 円)	76,000	152,000	76,000	152,000
人件費 (千円/年)	57,615	57,615	57,615	57,615
メンテナンス費 (千円/年)	63,032	102,092	61,340	100,400

4. 2. 7 仙台地域の熱電併給システム事業性検討のまとめ

(1) 各パターンの試算結果

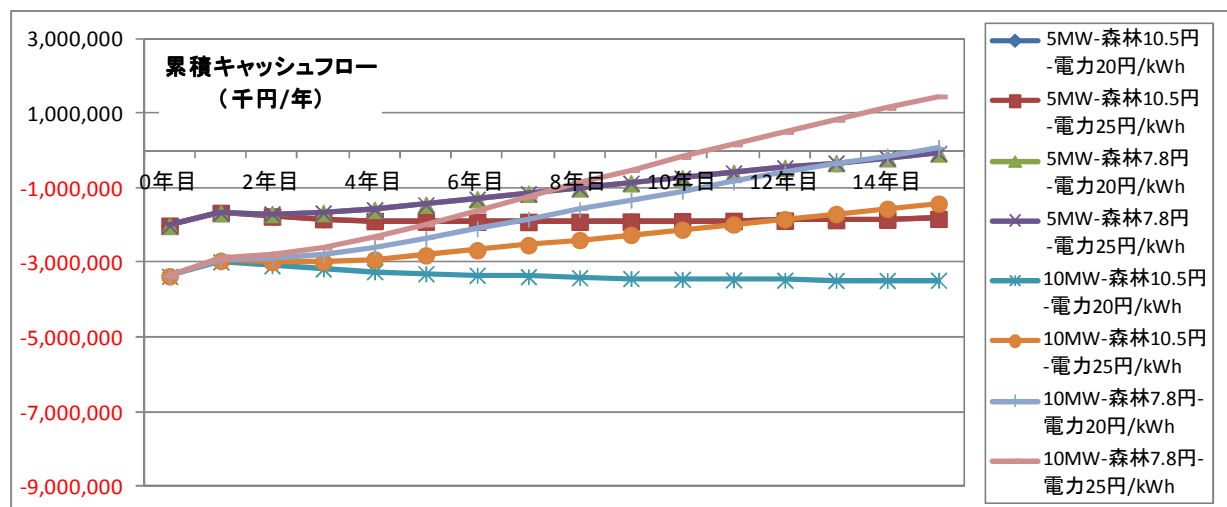
キャッシュフローの累積値を割引率 3%で 2012 年現在価値に換算し、投資回収年数の試算を行った結果を図表 4-24 に示す。最も条件の良いパターンはモデル A の立地場所にて 10,000kW 規模、森林バイオマス燃料価格が 7.8 円/kg、電力販売価格が森林バイオマスの場合に 25 円/kWh の場合であった。規模については、10,000kW 規模の方が結果が良く、森林バイオマス燃料価格が 7.8 円/kg の場合であれば採算の取れる可能性があることが分かる。燃料価格が 10.5 円/kg の場合は採算性が厳しい結果となっており、山側でのコスト低減化が望まれる。

モデル A、モデル B それぞれのパターンの営業利益の累積推移を図表 4-25、図表 4-26 に示す。

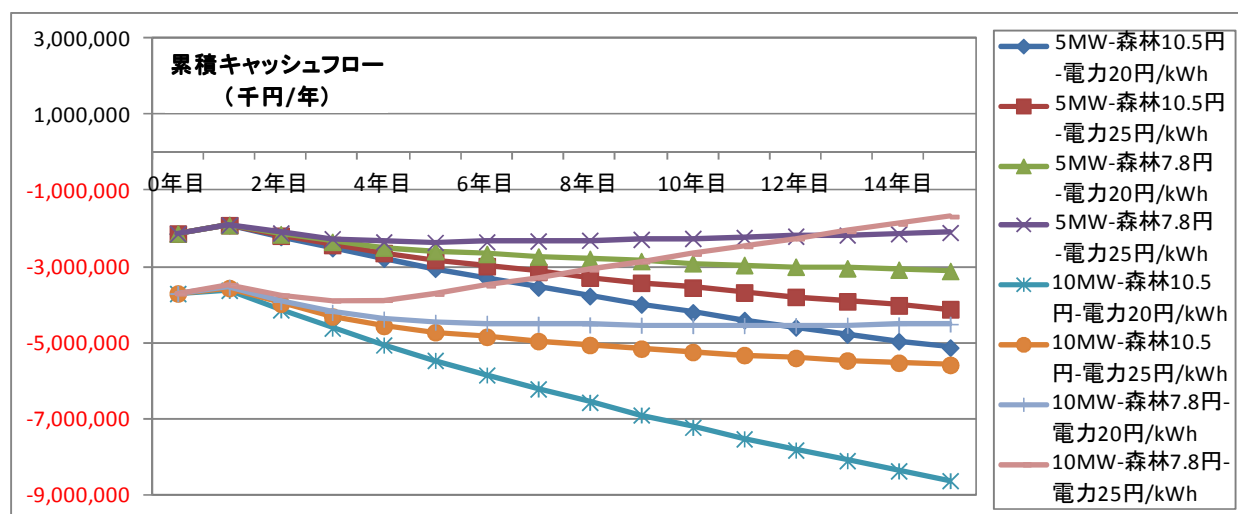
図表 4-24 各パターンの試算結果（投資回収年数）

No.	立地場所	規模 (kW 級)	燃料価格 (森林バイオマス) (円/kg)	電力販売価格 (森林バイオマス) (円/kWh)	投資回収 年数 (年)
1	モデル A	5,000	10.5	20	15 年以上
2		5,000	10.5	25	15 年以上
3		5,000	7.8	20	15 年以上
4		5,000	7.8	25	15 年以上
5		10,000	10.5	20	15 年以上
6		10,000	10.5	25	15 年以上
7		10,000	7.8	20	15
8		10,000	7.8	25	11
9	モデル B	5,000	10.5	20	15 年以上
10		5,000	10.5	25	15 年以上
11		5,000	7.8	20	15 年以上
12		5,000	7.8	25	15 年以上
13		10,000	10.5	20	15 年以上
14		10,000	10.5	25	15 年以上
15		10,000	7.8	20	15 年以上
16		10,000	7.8	25	15 年以上

図表 4-25 モデル A の場合の各パターン試算結果（累積キャッシュフローと投資回収年数）



図表 4-26 モデル B の場合の各パターン試算結果（累積キャッシュフローと投資回収年数）



(2) 事業採算性を左右する主な変動要因について

事業採算性を左右する要因として、森林バイオマス燃料価格、電力販売価格、熱供給量の3点が主なものであると考えられる。

1) 森林バイオマス燃料価格

森林バイオマス燃料価格については、7.8円/kgと10.5円/kgの2パターンで試算をしたが、本検討の条件では10.5円/kgで15年以内に投資回収可能な条件はなく、7.8円/kgであれば事業性がある程度確保できることが示唆された。

既存のチップ業者から購入する場合として設定した現在の製紙用チップ価格と同等とな

る 10.5 円/kg では事業性を確保することが難しいことから、皮付きのままチップ化を行うなど、コストを抑える方策が必要である。

また、7.8 円/kg であれば事業性はある程度確保されることがわかったが、この価格で燃料調達するためには山側でのコスト低減化が必要となる。価格設定は林業事業者へのアンケート調査をもとにしているため、実現可能な範囲であると考えられるが、機械の所有状況や施業地の条件等によってはコストが大きく異なる。現状では低コストで搬出・運搬できる条件となる場合は多くないと考えられるため、今後、燃料用資源供給を前提とした施業を行うことや、低コストで燃料用資源を供給する方法を確立するなどの方策が必要である。

2) 電力販売価格

電力販売単価については、森林バイオマスの場合について 20 円/kWh、25 円/kWh の 2 パターンで試算をしたが、販売価格が 20 円/kWh の場合の方が採算が悪い結果となったため、採算性向上のためには高い価格設定が望ましい。

3) 熱供給量

モデル A、モデル B の比較として、蒸気供給量に関しては、モデル B の方が熱供給先に隣接する場所での立地という想定であったが、現状での燃料消費量から推計した熱需要量は少なく、また現在使用している化石燃料と同等価格程度の蒸気販売単価設定としたため、燃料単価の安い都市ガスを多く使うモデル B の方が条件が悪く、モデル A の方が採算性が良いという結果であった。

熱供給量の評価については、モデル A、モデル B の比較だけでなく、熱供給を想定しない場合についても比較を行うため、最も試算結果の良かったパターン（モデル A、10,000kW 規模、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh）において、電力のみ供給する場合についても試算を行った。

試算条件を図表 4-27 に示す。蒸気配管コスト分の設備費が削減され、熱供給量を 0 とするためその分電力供給量が増える。

試算の結果、電力のみ供給する場合には投資回収年数が 15 年以上となった。この条件で試算した場合には、電力のみ供給するよりも、熱供給も併せて行う方が、事業性が高いことがわかった。また、エネルギー効率を比較すると、電力のみ供給する場合にはエネルギー効率が 2 割程度、熱電併給の場合には 6 割程度となっており、資源の有効利用という観点からも熱電併給の方にメリットがあることがわかる。試算結果を図表 4-28、図表 4-29 に示す。

図表 4-27 設備条件と熱電供給量

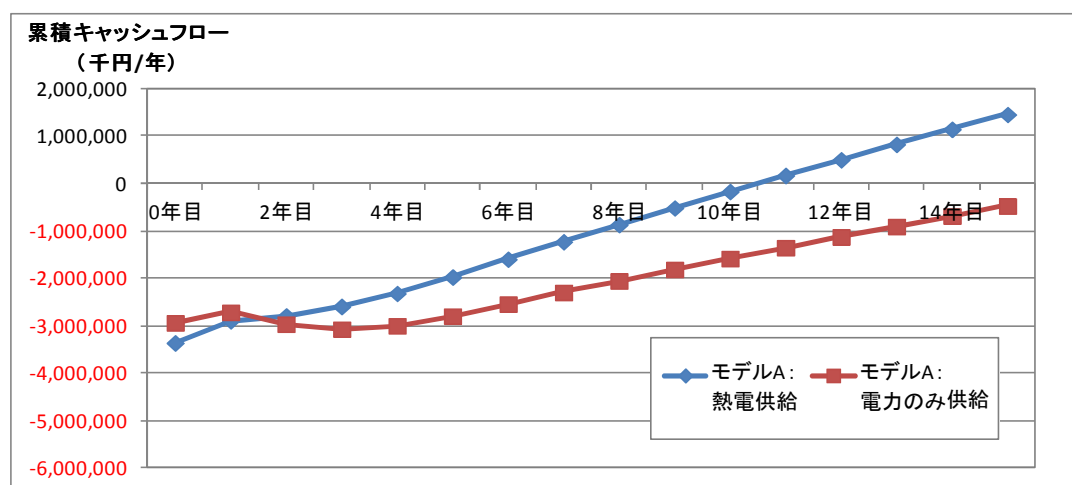
立地場所	モデル A (熱電併給)	モデル A (電力のみ)
設備規模 (kW)	10,000	10,000
設備費用※	7,911,800,000	7,415,000,000
ボイラ最大蒸発量 (t/h)	25	50
熱供給先	あり	なし
蒸気供給@送気端 (t/h)	25	0
年間供給量 (t/年)	204,000	0
電力供給@送電端 (kW)	5,280	9,880
年間供給量 (kWh/年)	43,084,800	80,620,800

※蒸気供給に関する費用を除外。設備費用の変更によりメンテナンス費等も変更となるが、ここでは割愛する。

図表 4-28 熱電併給システムと電力のみ発電する場合の比較 (試算結果)

	モデル A (熱電併給)	モデル A (電力のみ)
投資回収年数	10 年	15 年以上
エネルギー効率	57.8%	22.3%
電力	11.9%	22.3%
熱	46%	0%

図表 4-29 熱電併給システムと電力のみ発電する場合の比較 (累積キャッシュフロー)



4. 3 石巻地域の熱電供給システム事業性の検討

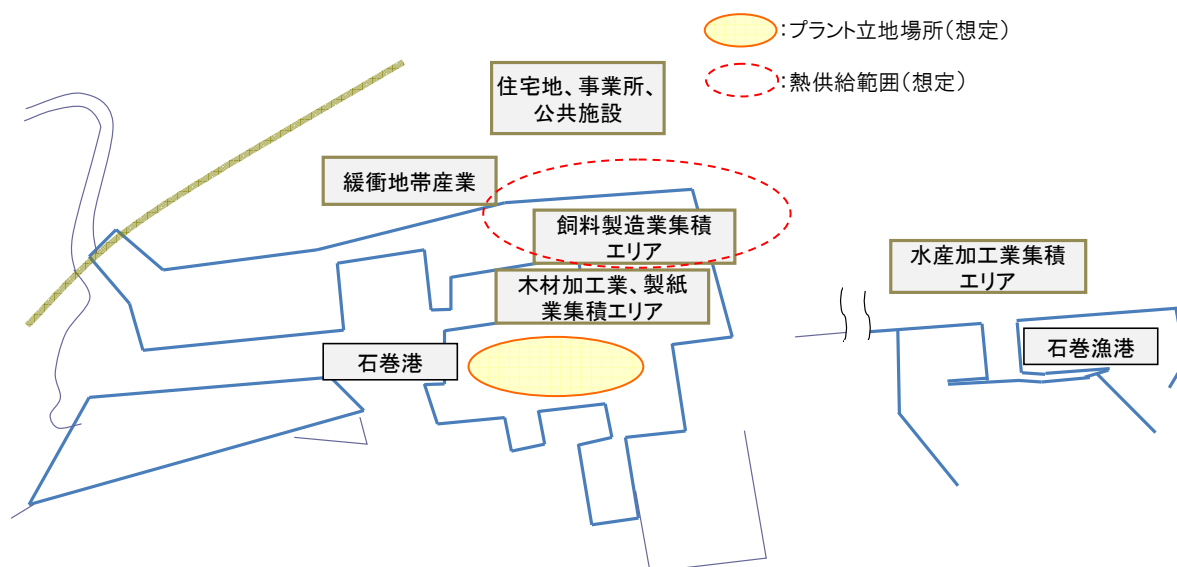
4. 3. 1 エネルギー供給範囲

3. 3. 2における検討結果より、石巻地域における熱エネルギーの供給の対象は、飼料製造工場に設定した。

「未利用エネルギー面的活用熱供給の実態と次世代に向けた方向性」（資源エネルギー庁、2008年）によると、熱供給配管の断熱性能には限界があり、供給エリアは高温排熱において半径2km以内が目安となっている。

飼料製造業の集積エリアは、木材加工団地周辺に位置し（図表4-30参照）、供給範囲内（半径2km以内）に位置しているため、高圧蒸気の供給先として適切である。

図表 4-30 飼料製造業とプラント立地場所（想定）



4. 3. 2 設備条件

(1) 設備規模とボイラ条件

5,000kW級、10,000kW級の2つの規模で熱電併給プラントの事業性について検討を行った。設備条件として、木質チップを主燃料とすることから、循環流動層ボイラを想定し、メーカーヒアリングより、以下の設備条件で試算することとした（図表4-31）。

図表 4-31 設備規模とボイラ条件

規模	5,000kW級	10,000kW級
ボイラ	循環流動層	循環流動層
ボイラ最大蒸発量	25t/h	50t/h

(2) 稼働条件

年間の稼働日は、年間定期修理及び点検日を除き、340日(8,160時間)とした。

本来熱エネルギーの供給については、一定の熱エネルギーを供給することが効率的でありコスト低減につながる。したがって多くの場合、需要家側に作業時間の調整等を働きかけ、デマンドカーブ(日中、週、季節等における需要の増減)の平準化を図ることが一般的である。今回の試算では、需要家による調整がなされ、24時間一定の熱供給を行うことができるものと仮定して試算することとした(24時間×340日=8,160時間)。

(3) 蒸気供給の有無の設定

熱エネルギーの供給先としては飼料製造工場を想定した。需要量調査より、飼料製造業における熱エネルギー需要量は、28,992t/年であった。

蒸気供給の有無によって、初期投資費用のうち蒸気配管設置の有無によるコストインパクトは大きいため(約9億6,000万円)、事業採算性の検討にあたっては蒸気供給の有無の2パターンを設定し、試算を行った(図表4-32)。

図表 4-3 2 設備条件と熱電供給量

蒸気供給の有無	蒸気供給無し		蒸気供給有り	
設備規模(kW)	5,000	10,000	5,000	10,000
ボイラ最大蒸発量(t/h)	25	50	25	50
蒸気供給@送気端(t/h)	-	-	3.6	3.6
年間供給量(t/年)	-	-	28,992	28,992
電力供給@送気端(kW)	5,000	10,000	4,255	9,255
年間供給量(kWh/年)	40,800,000	81,600,000	34,721,000	75,521,000

4. 3. 3 使用バイオマス燃料

(1) 種類

資源量調査の結果より、プラント建設後1年間は木質系震災廃棄物を利用できる可能性がある。2年目以降は震災廃棄物の利用は難しいと考えられるため、森林バイオマスを主として、不足分については建築発生木材や輸入バイオマス等を使用することを想定した。ただし、建築発生木材については既にほとんどが既存事業用に利用されているため、ここでは燃料の不足分の補填として一時的に輸入ペレットで対応することを想定した。輸入ペレットを使用することは、国産材の活用という観点から逸脱するよう思えるが、プラント稼働6年目には燃料の全量を森林バイオマスとすることが可能である見込みがあることから、ボイラーを木質バイオマス専焼とし、国内資源の供給が困難な一時期を輸入ペレットで対応することとした。

なお、震災廃棄物および森林バイオマスの発熱量は本調査でサンプリングを行ったスギの分析数値（平均値）を用いて含水率ごとに換算し、輸入ペレットについては想定値とした（図表4-33）。

図表 4-33 燃料の含水率と発熱量の想定

	投入時の含水率(%WB)	投入時の発熱量	
		MJ/kg	kcal/kg
震災廃棄物	20	14.8	3,532
森林バイオマス	50	8.3	1,982
輸入ペレット	10	16.7	4,000

(2) 使用量

メーカーヒアリングより、木質バイオマス燃料の消費量は、含水率35%WBを基準とすると、設備規模5,000kW級の場合に6.9t/h、10,000kW級の場合に13.8t/hとなる。年間で必要となる燃料の量は5,000kW級の場合に約5.6万t/年(35%WB)、10,000kW級の場合に約11.2万t/年(35%WB)となる。含水率50%WB換算すると、5,000kW級の場合に9.6t/h、10,000kW級の場合に19.2t/hとなる。年間で必要となる燃料の量は、5,000kW級の場合に約8万t/年(50%WB)、10,000kW級の場合に約16万t/年(50%WB)となる。

プラント稼働後1年目は木質系震災廃棄物を利用するが、利用可能量の想定は難しい。ここでは5,000kWの場合には1年目に必要な燃料の全量を、10,000kWの場合には1年目に必要な燃料の半分程度(熱量比)の量を見込む計画とした。2年目以降は森林バイオマスを主として、不足分については輸入ペレットを使用することを想定し、以下の割合で利用計画をたてることとした。供給割合は発熱量比率である(図表4-34~37)。

図表 4-34 5,000kWの場合の各種バイオマスの供給割合(熱量割合)

	1年目 2013年	2年目 2014年	3年目 2015年	4年目 2016年	5年目 2017年	6年目以降 2018年～
震災廃棄物 (%)	100	0	0	0	0	0
森林バイオマス (%)	0	35	50	70	90	100
輸入ペレット (%)	0	65	50	30	15	0

図表 4-35 5,000kW の場合の各種バイオマスの供給量（投入時の含水率の場合）

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目以降
	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年～
震災廃棄物 (t/年)	43,953	0	0	0	0	0
森林バイオマス (t/年)	0	27,408	39,154	54,816	70,477	78,308
輸入ペレット (t/年)	0	25,227	19,405	11,643	3,881	0

※震災廃棄物 14.8MJ/kg、森林バイオマス 8.3MJ/kg、輸入ペレット 16.7MJ/kg

図表 4-36 10,000kW の場合の各種バイオマスの供給割合（熱量割合）

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目以降
	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年～
震災廃棄物 (%)	50	0	0	0	0	0
森林バイオマス (%)	20	35	50	70	90	100
輸入ペレット (%)	30	65	50	30	15	0

図表 4-37 10,000kW の場合の各種バイオマスの供給量（投入時の含水率の場合）

	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目以降
	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年～
震災廃棄物 (t/年)	43,953	0	0	0	0	0
森林バイオマス (t/年)	31,323	54,816	78,308	109,632	140,955	156,617
輸入ペレット (t/年)	23,286	50,453	38,810	23,286	7,762	0

※震災廃棄物 14.8MJ/kg、森林バイオマス 8.3MJ/kg、輸入ペレット 16.7MJ/kg

(3) 価格

木質系震災廃棄物の価格はヒアリング等より輸送費込みで 5 円/kg（含水率 20%WB 想定）とした。ただし、今後の処理状況や処理業者によって金額には幅があると考えられる。

森林バイオマスについては、既存のチップ工場から製紙用チップ価格と同等程度の価格で購入する場合と、林業事業者が熱電併給プラントまで C,D 材または枝葉を運搬し、プラント側でチップ化を行う場合の 2 パターンを想定した。製紙用チップ価格と同等価格の設定については、資源量調査より輸送費込みで 10.5 円/kg（含水率 50%WB 想定）とした。プラント側でチップ化を行う場合の価格設定については、資源量調査より、生産コストを低減化した場合の価格として 7.8 円/kg（含水率 50%WB 想定）を用いることとした。

輸入ペレットについては、貿易統計より 2011 年の平均単価 20.8 円/kg（水分量 10%想

定)を用いることとすした。

以上の価格はそれぞれの資源の含水率での価格であるため、熱量単価で同一の含水率に換算した場合は図表4-38の通りとなる。

図表 4-38 各バイオマスの価格設定

	各資源の含水率での価格		含水率50%WB換算した場合	
	価格	含水率		
震災廃棄物	5 円/kg	20%WB	2.8 円/kg	
森林バイオマス	i)	10.5 円/kg	50%WB	10.5 円/kg
	ii)	7.8 円/kg	50%WB	7.8 円/kg
輸入ペレット	20.8 円/kg	10%WB	10.3 円/kg	

※含水率50%WB換算した場合の価格は熱量あたりの単価をもとに推計。

※輸送費含む

4. 3. 4 プラント建設・運営に係る費用条件

(1) 初期投資費用

設備建設のための初期投資項目および費用は以下の通りである(図表4-39)。

図表 4-39 設備規模別・蒸気供給の有無別 初期投資費用

(単位:千円)

規模	5,000kW		10,000kW	
	有り	無し	有り	無し
蒸気供給の有無				
設備費用				
ボイラー・発電施設	1,900,000	1,900,000	3,800,000	3,800,000
蒸気配管	960,000	-	960,000	-
変電設備	215,000	215,000	267,440	267,440
その他施設	100,000	100,000	100,000	100,000
合計	3,175,000	2,215,000	5,127,440	4,167,440
土地関連費用				
土地代	46,900	46,900	70,350	70,350
土地造成代費用	625,000	625,000	937,500	937,500
合計	671,900	671,900	1,007,850	1,007,850
初期投資費用合計	3,846,900	2,886,900	6,135,290	2,175,290
補助金(費用合計-土地代)÷2	1,900,000	1,420,000	3,032,470	2,552,470
初期投資(費用合計-補助金)	1,946,900	1,466,900	3,102,820	2,622,820

それぞれの項目の設定条件については以下の通り設定した。

1) ボイラー・発電施設整備費用

メーカーヒアリング等より、ボイラー及び発電施設一式の整備費用を 5,000kW の場合、19 億円、10,000kW の場合、38 億円と設定した。

2) 土地代及び土地造成費用

プラント設置面積は、事業者ヒアリング等により、5,000kW では 5,000 m²、10,000kW では 7,500 m²と設定した。

土地代については、石巻工業団地の公表単価（9,380～13,800 円/m²）から 9,380 円/m²と設定した。したがって、土地代は、5,000kW では 4,690 万円、10,000kW のでは 7,035 万円となる。

基礎工事等にかかる土地造成単価は、事業者ヒアリングにより 125,000 円/m²と設定した。土地造成費用は、5,000kW では 62,500 万円、10,000kW では 93,750 万円となる。

3) 蒸気配管費用（蒸気供給を行う場合）

想定される供給エリアの範囲から、高圧蒸気導管距離を 2km（往復 4km）とした。埋設単価は事業者ヒアリング等から 240,000 円/m（材料費、道路占用料含む）と設定した。したがって、蒸気配管にかかる費用は 9 億 6,000 万円となる。

4) その他

変電設備費用（特別高圧変圧器及び送電線費用）は、事業者ヒアリング等により、5,000kW では 2 億 1,500 万円、10,000kW では 2 億 6,744 万円と設定した。

また、貯蔵庫、管理棟などのその他施設費用を 1 億円と設定した。

5) 補助金

土地代を除く初期投資額の 2 分の 1 とした。

6) 減価償却費

初期投資費用は、耐用年数 15 年間定額の減価償却費として毎年の支出額に計上した。

(2) 運営費用

運営費用に関する費用項目および費用は以下の通りである（図表4-40）。

図表 4-40 設備規模別・蒸気供給の有無別 運営費用

（単位：千円）

規模	5,000kW		10,000kW	
	有り	無し	有り	無し
蒸気供給の有無				
人件費	57,615	57,615	57,615	57,615
メンテナンス費	63,500	44,300	102,549	83,349
ユーティリティ費	76,000	76,000	152,000	152,000
焼却灰処理費用	15,660	15,660	31,320	31,320
保険料	12,700	8,860	20,510	16,670
合計	225,475	202,435	363,994	340,954

それぞれの項目の設定条件については以下の通り設定した。

1) 人件費

プラントは24時間稼動のため、運転員は3名3交代として、要員を9名とした。その他要員として、ボイラータービン主任技術者1名、電気主任技術者1名、事務員1名を配置することとし、合計12名とした。

人件費は、年収総額と法定福利費総額（年収総額の15%）の合計額とした（図表4-41）。

図表 4-41 人件費

要員	年収（万円）	人件費（万円）
ボイラータービン主任技術者	500	575
電気主任技術者	480	552
運転員	420	483
事務員	250	288

※法定福利費を年収総額の15%とした。

出所：事業者ヒアリング、求人情報等を参考に日本総研作成

2) メンテナンス費用

既存事例等より補助金を含めた設備費用（ボイラー・発電施設費用、蒸気配管費用（供給する場合のみ含む）、変電設備費用、その他施設費用）の2%をメンテナンス費用と設定した。

3) ユーティリティ費用

メーカーヒアリング等より工業用水や薬剤、砂等の費用として、ボイラー・発電設備費用の4%をユーティリティ費用と設定した。

4) 焼却灰処理費用

燃料の灰分を2%（無水ベース）とし、5,000kWの場合約783t/年、10,000kWの場合約1,566t/年の灰が発生すると想定した。

処理費用単価をメーカーヒアリング等により20,000円/tとすると、焼却灰処理費用は、5,000kWの場合、約1,560万円/年、10,000kWの場合、約3,130万円/年となる。

5) その他

電気事業税として売上の1.3%、保険料として設備費用（ボイラー・発電施設費用、蒸気配管費用（蒸気供給を行う場合のみ含む）、変電施設費用、その他施設費用）の0.4%を計上した。

法人税率は30%、住民税については宮城県が5.8%、石巻市が13.7%とした。

4. 3. 5 収入額

(1) 売電収入

発電した電力は、電気事業者またはPPS事業者へ全量販売することを想定した。

販売価格は再生可能エネルギーの固定価格買取制度により設定される価格が基本となるが、現時点ではエネルギー源別の買取価格が決定していないため、廃棄物系（木質系震災廃棄物、建築発生木材）を20円/kWh、輸入バイオマスを18円/kWhと仮に設定し、森林バイオマスについては20円/kWhまたは25円/kWhの2パターンを設定した。

(2) 蒸気販売収入

蒸気販売単価は、既存事業者からのヒアリング等により6,000円/tと設定した。飼料製造工場の年間の高圧蒸気の需要量は28,993t/年であることから、蒸気販売収入は、約1億7,400万円/年となる。

4. 3. 6 試算条件のまとめ

各パターンにおける主な試算条件を以下にまとめる（図表4-42）。

図表 4-4 2 各パターンの事業性試算条件

パターン	規模	5MW	5MW	5MW	5MW	10MW	10MW	10MW	10MW
売電価格		20円	25円	20円	25円	20円	25円	20円	25円
蒸気供給		無し	無し	有り	有り	無し	無し	有り	有り
電力販売価格（円/kWh）									
震災廃棄物		20	20	20	20	20	20	20	20
森林バイオマス		20	25	20	25	20	25	20	25
輸入ペレット		18	18	18	18	18	18	18	18
蒸気販売価格（円/t）			6,000		6,000		6,000		6,000
規模（kW）			5,000		5,000		10,000		10,000
蒸気供給			無し		有り		無し		有り
設備費 計（千円）			2,215,000		3,175,000		4,167,440		5,127,440
発電設備 （工事費込）（千円）			1,900,000		1,900,000		3,800,000		3,800,000
蒸気配管（千円）			-		960,000		-		960,000
その他設備（千円）			100,000		100,000		100,000		100,000
変電設備（千円）			215,000		215,000		267,440		267,440
土地造成費用（千円）			625,000		625,000		937,500		937,500
土地代（千円）			46,900		46,900		70,350		70,350
稼働日数（日/年）			340		340		340		340
稼働時間（時間/日）			24		24		24		24
（時間/年）			8,040		8,040		8,040		8,040
設備補助率			50%		50%		50%		50%
燃料消費量（t/時間）			6.9		6.9		13.8		13.8
※水分 35%WB									
燃料消費量（t/年）			78,308		78,308		156,617		156,617
※水分 50%WB 換算									
耐用年数（年）			15		15		15		15
燃料単価 ※到着ベースの水分量のときの単価（円/kg）									
震災廃棄物			5		5		5		5
森林バイオマス			10.5 または 7.8		10.5 または 7.8		10.5 または 7.8		10.5 または 7.8
輸入ペレット			20.8		20.8		20.8		20.8
灰処理費（千円）			15,660		15,660		31,320		31,320
灰発生量（t/年）			783		783		1,566		1,566
ユーティリティ費（千円）			76,000		76,000		152,000		152,000
人件費（千円/年）			57,615		57,615		57,615		57,615
メンテナンス費 （千円/年）			44,300		63,500		83,349		102,549

4. 3. 7 石巻地域の熱電併給システム事業性検討のまとめ

(1) 各パターンの試算結果

各パターンの試算結果として、投資回収年数を以下にまとめる。

投資回収年数は、毎年の営業利益の累積により、初期投資を回収するために必要な年数とした。

事業可能性の評価において、最も条件の良いパターンは森林バイオマス単価が 7.8 円/kg、電力販売価格が 25 円/kWh、蒸気供給をしない 10,000kW 規模の場合であった（図表 4-43）。

燃料単価が 10.5 円/kg の場合における事業可能性の結果は厳しく、山側でのコスト低減化など、森林バイオマス燃料の価格低減が望まれる。

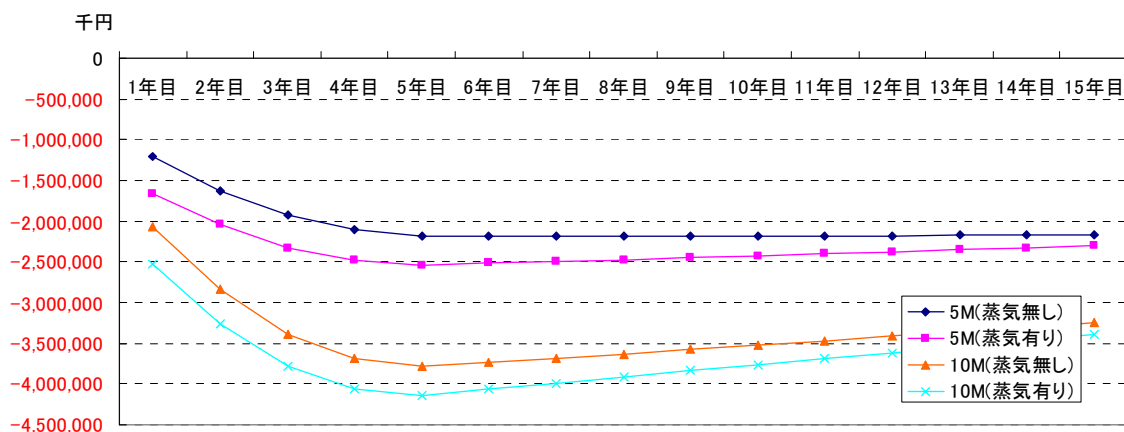
図表 4-43 各パターンの試算結果（投資回収年数）

No.	森林バイオマス単価	電力販売価格	蒸気供給 有/無	規模	投資回収年数
1	10.5 円/kg	20 円/kWh	無し	5,000kW	15 年以上
2			無し	10,000kW	15 年以上
3			有り	5,000kW	15 年以上
4			有り	10,000kW	15 年以上
5	7.8 円/kg	25 円/kWh	無し	5,000kW	15 年以上
6			無し	10,000kW	15 年以上
7			有り	5,000kW	15 年以上
8			有り	10,000kW	15 年以上
9		20 円/kWh	無し	5,000kW	15 年以上
10			無し	10,000kW	15 年以上
11			有り	5,000kW	15 年以上
12			有り	10,000kW	15 年以上
13	25 円/kWh	無し	5,000kW	13 年	
14		無し	10,000kW	11 年	
15		有り	5,000kW	15 年	
16		有り	10,000kW	12 年	

1) 森林バイオマス単価：10.5 円/kg の場合

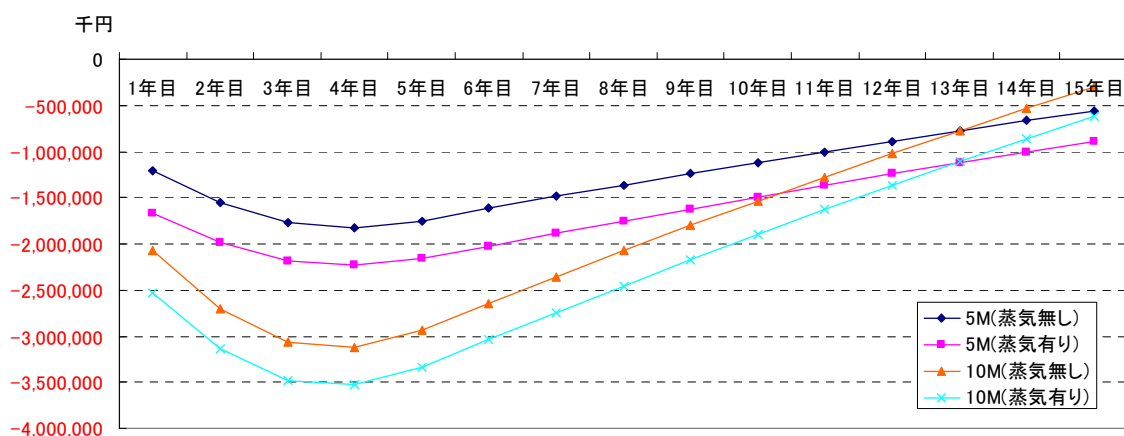
図表 4-4 4 森林バイオマスの電力販売価格が 20 円/kWh の場合

パターン	5,000kW 蒸気販売：無	10,000kW 蒸気販売：無	5,000kW 蒸気販売：有	10,000kW 蒸気販売有
投資回収年数	15 年以上	15 年以上	15 年以上	15 年以上



図表 4-4 5 森林バイオマスの電力販売価格が 25 円/kWh の場合

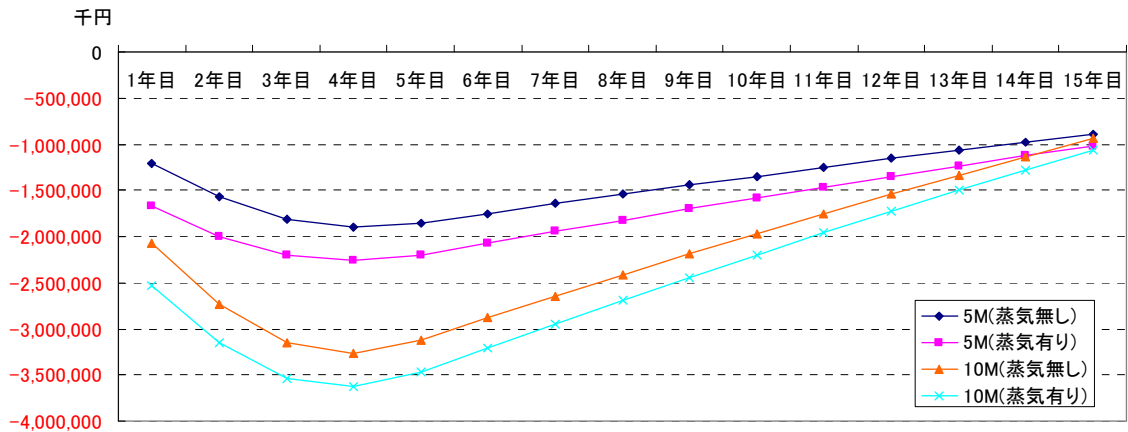
パターン	5,000kW 蒸気販売：無	10,000kW 蒸気販売：無	5,000kW 蒸気販売：有	10,000kW 蒸気販売有
投資回収年数	15 年以上	15 年以上	15 年以上	15 年以上



2) 森林バイオマス単価：7.8 円/kg の場合

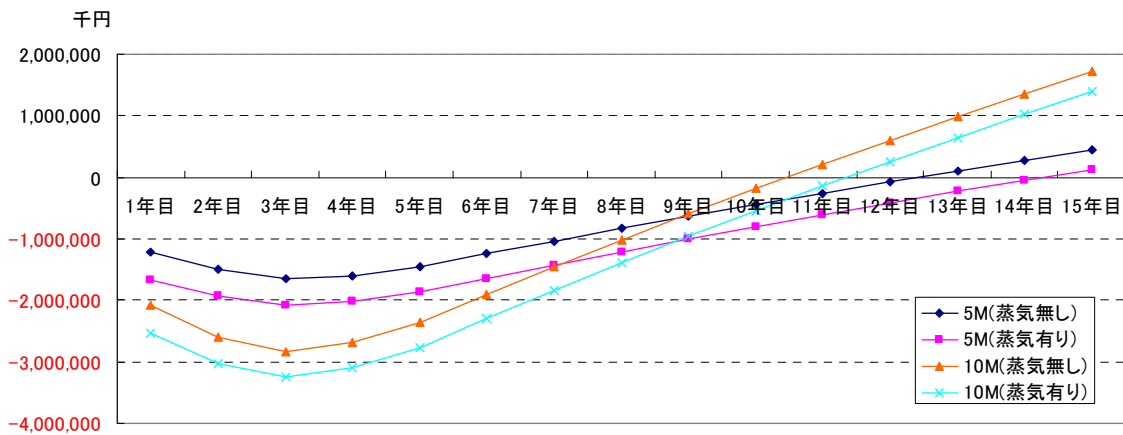
図表 4-4 6 森林バイオマスの電力販売価格が 20 円/kWh の場合合

パターン	5,000kW 蒸気販売：無	10,000kW 蒸気販売：無	5,000kW 蒸気販売：有	10,000kW 蒸気販売有
投資回収年数	15 年以上	15 年以上	15 年以上	15 年以上



図表 4-4 7 森林バイオマスの電力販売価格が 25 円/kWh の場合

パターン	5,000kW 蒸気販売：無	10,000kW 蒸気販売：無	5,000kW 蒸気販売：有	10,000kW 蒸気販売有
投資回収年数	13 年目	11 年目	15 年目	12 年目



(2) 事業採算性を左右する主な変動要因

事業採算性を左右する主な要因として、森林バイオマス燃料単価、電力販売単価、熱供給量が挙げられる。

しかし、事業を成立させるためにそれぞれの条件が単独で、森林バイオマス燃料単価の過度な低減や、電力販売単価を法外に高い設定にする等を志向するものではなく、組み合わせによって現実性がありバランスのとれた条件を志向するものが望ましいと考えられる。

1) 森林バイオマス燃料単価

森林バイオマス燃料価格については、7.8 円/kg と 10.5 円/kg の 2 パターンで試算をしたが、本検討の条件では 10.5 円/kg で 15 年以内に投資回収可能な条件はなく、7.8 円/kg であれば事業性がある程度確保できることが示唆された。

既存のチップ業者から購入する場合として設定した現在の製紙用チップ価格と同等となる 10.5 円/kg では事業性を確保することが難しいことから、皮付きのままチップ化を行うなど、コストを抑える方策が必要である。

また、7.8 円/kg であれば事業性はある程度確保されることがわかったが、この価格で燃料調達するためには山側でのコスト低減化が必要となる。価格設定は林業事業者へのアンケート調査をもとにしているため、実現可能な範囲であると考えられるが、機械の所有状況や施業地の条件等によってはコストが大きく異なる。現状では低コストで搬出・運搬できる条件となる場合は多くないと考えられるため、今後、燃料用資源供給を前提とした施業を行うことや、低コストで燃料用資源を供給する方法を確立するなどの方策が必要である。

2) 電力販売単価

電力販売単価については、森林バイオマスの場合について 20 円/kWh、25 円/kWh の 2 パターンで試算を行った。販売価格が 20 円/kWh の場合は、森林バイオマス燃料単価が安価のケース 7.8 円/kg でも投資回収年数が 15 年以上になると試算された。電力販売価格 20 円/kWh では事業採算性が厳しいことが分かった。

3) 熱供給量

熱供給量による事業採算性への影響については、エネルギー単位 (J) の電気と蒸気単価を比較し、売電と蒸気の販売の収益性の観点から見ることにした。エネルギー単位別に比較すると、20 円/kWh の場合、およそ電気は 0.05 円/J (25 円/kWh の場合は 0.06 円/J)、蒸気は 2,174 円/J となり、蒸気を販売する方が売電より収益性を高めることが分かった。

しかし、蒸気配管コストの負担により、現在想定した熱供給量 (28,993 t/年間) では、熱供給をしないケースの方が採算性が良いことが分かった。

仮に仙台地域における 5,000kW 規模における蒸気供給と同程度の熱エネルギーの供給 (102,000t/年) を行った場合に、事業採算性にどのような影響を与えるかについて試算を行った (図表 4-48)。

試算に用いるパターンは、前述の事業採算性の検討のうち、事業可能性が困難と評価されているものの、比較的事業採算性が向上すると思われる、森林バイオマス燃料単価が 10.5 円/kg、電力販売単価 25 円/kWh と、森林バイオマス燃料単価が 7.8 円/kg、電力販売単価 20 円/kWh を取り上げることとした。

試算の結果、5,000kW 規模における林バイオマス燃料単価が 10.5 円/kg、電力販売単価 25 円/kWh のケース以外において、投資回収年数が 15 年未満となった (図表 4-49, 50)。

これらから、事業採算性の向上には、森林バイオマス燃料単価の低減や、電力販売単価の高設定だけでなく、熱供給量の拡大もまた重要なポイントであることが分かった。

現在想定している蒸気供給量は 28,993t/年であり、施設規模に対応する蒸気供給可能量 (5,000kW で 204,000t/年) に比べごく一部の利用にとどまる。

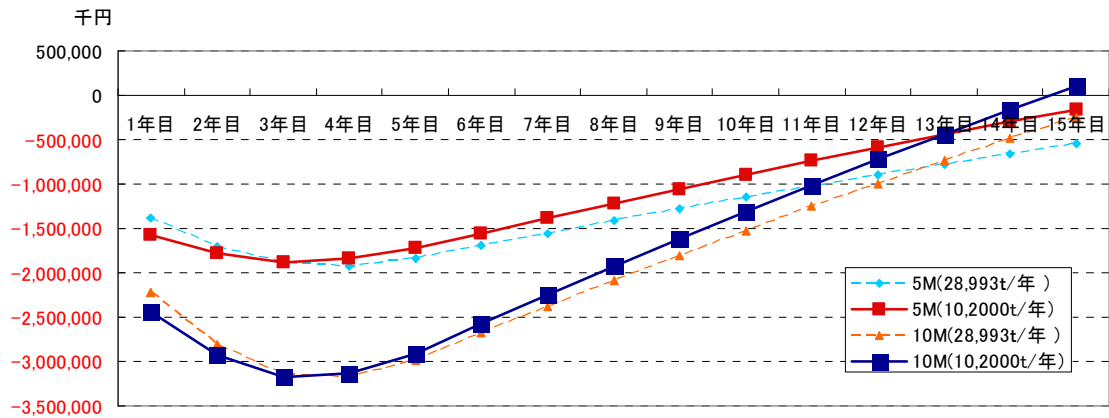
本調査では、飼料製造工場に対してのみの供給を想定しているが、今後の復興住宅の整備やかさ上げ道路南側への緩衝地帯に新たな産業施設の立地が具体化した場合、それら施設への熱エネルギー供給も視野に入れることが望ましい。

図表 4-48 設備条件と熱電供給量

蒸気供給量 (t/年)	28,993	28,993	102,000	102,000
設備規模 (kW)	5,000	10,000	5,000	10,000
ボイラ最大蒸発量 (t/h)	25	50	25	50
蒸気供給@送気端 (t/h)	3.6	3.6	12.5	12.5
年間供給量 (t/年)	28,992	28,992	102,000	102,000
電力供給@送気端 (kW)	4,255	9,255	2,380	7,380
年間供給量 (kWh/年)	34,721,000	75,521,000	19,413,000	60,213,000

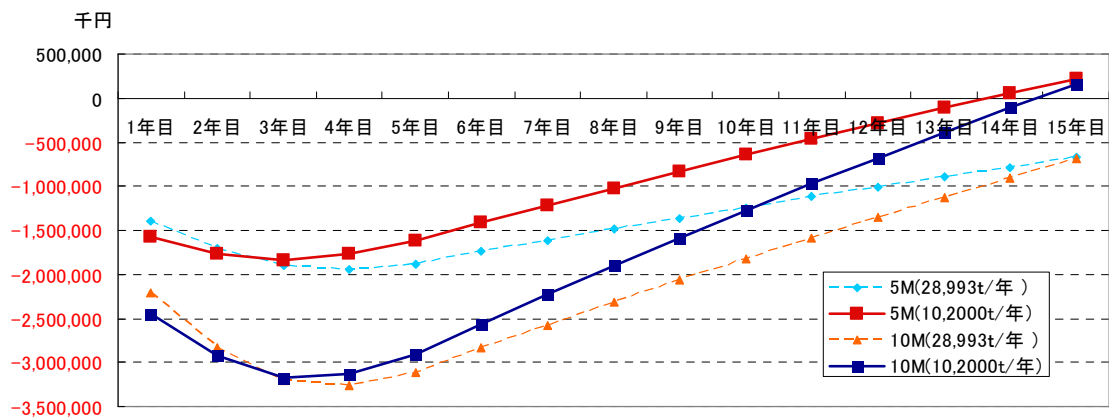
図表 4-4 9 森林バイオマス燃料単価 10.5 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合

蒸気供給量 (t/年)	28,993	102,000	28,993	102,000
設備規模 (kW)	5,000	5,000	10,000	10,000
投資回収年数	15 年以上	15 年以上	15 年以上	⇒15 年目



図表 4-5 0 森林バイオマス燃料単価 7.8 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合

蒸気供給量 (t/年)	28,993	102,000	28,993	102,000
設備規模 (kW)	5,000	5,000	10,000	10,000
投資回収年数	15 年以上	⇒14 年目	15 年以上	⇒15 年目



4. 4 熱電併給システム整備に係る課題

4. 4. 1 木質バイオマス燃料の供給量の確保

本調査では、木質バイオマス燃料のうち、森林資源については、「森林・林業再生プラン」をもとに、2020年度の素材生産量を2009年比で約2倍（102万m³/年）となるよう目標設定し、素材生産量を増やしていくことを前提として事業性評価を行っている。

上記の前提においては、宮城県の期待可採量（成長量）を考慮して試算をしているが、この目標を達成するためには、未利用資源の利用率の向上、素材生産力の向上とともに、素材生産に見合う木材需要の創出が求められている。

木質バイオマス燃料の安定的な供給のためには、木材流通の川上から川下までの整備と効率化が必要となるが、この課題については5. であらためて検討を行う。

4. 4. 2 熱需要の平準化

エネルギー供給事業を行うにあたっては、需要家のエネルギー需要がなるべく一定であることが望ましい。本調査における事業可能性検討では、事業者の熱需要を年間通じて一定であるとの前提で試算をしているが、複数事業者にエネルギー供給を行う事業を実施する際には、事業者のエネルギー需要が一定になるように調整を行うことが事業実施上の課題となる。

例えば、複数の工場に供給する場合、工場の稼働日や稼働時間を互いにずらすことにより、需要の平準化を実現することが想定される。その場合、勤務者の労働条件変更の可能性、深夜労働に対する手当が発生することによるコスト増、系統電力を使用している場合の契約条件の変更によるコスト変動、工場の稼働時間等、事業実施条件が変更される。それら条件の変更にもなう経営へのリスクと、安定した価格で一定のエネルギーが供給されることのメリットを比べ、メリットが上回ると事業者が判断した場合に初めて需要平準化に対する協力が得られる。このように、エネルギー需要の調整はさまざまな要因が関係する事項であるため、エネルギー供給事業者と事業者との間で緊密な連絡を取りつつ行うことが必要となる。

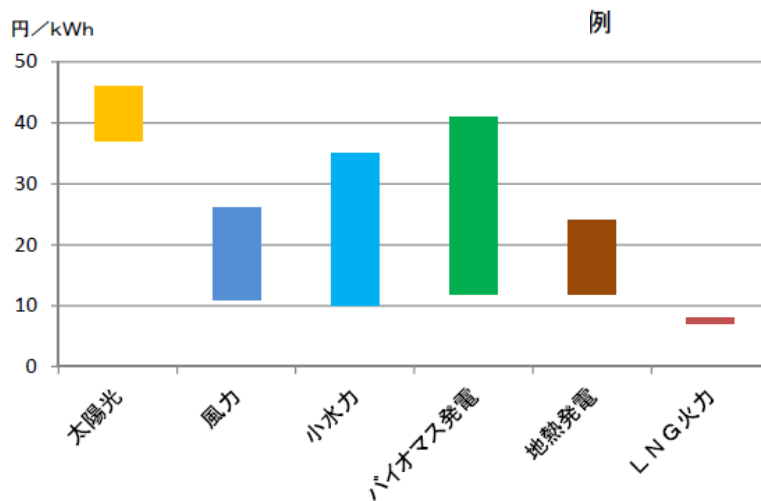
4. 4. 3 電力買取価格

工場等の大規模電力需要家は、電気事業者と特別な契約を締結することにより安価な価格で電力を購入することが可能である。今回の検討対象である5,000～10,000kW級の木質バイオマス発電施設では、電気事業者が工場等に提供する価格以下では発電コストに見合わないことが想定されるため、2011年8月に成立した「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法案」（再生可能エネルギー固定価格買取制度）に基づく、電気事業者への売電を行うことを想定している。

同制度は、太陽光、風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーで作った電力を地域電力会社の系統網に送電し、電力会社は送電量に応じて決められた価格で買い取ることが義務付けられるものである（図表4-51）。木質バイオマスは、製紙等既存産業に影響がないことを条件として買取対象の再生可能エネルギーとして認定されるが、買取価格については国会の同意を受けた委員で構成される「調達価格等選定委員会」の意見に基づき、経済産業大臣が決定することとなっている。

現時点で、木質バイオマス発電の買取価格と買取期間は、既存報道や識者の見解などから15～25 円/kWh で15～20 年間になるものと考えられているため、本調査では買取期間15年、買取価格はいくつかのパターンを設定して試算をしている。

図表 4-5 1 エネルギー別発電コストの比較例



(出典)
 地熱: 地熱発電に関する研究会(平成21年6月)
 LNG: 電気事業分科会コスト等検討小委員会(平成16年1月)

出所: 資源エネルギー庁(2011年10月)、再生可能エネルギーの固定買取価格制度について

事業採算性評価でも明らかになったとおり、買取価格が20円/kWhでは事業採算性が厳しいが、25円/kWhでは燃料調達コストの低減努力などを行えば、15年以内での投資回収の可能性はある。

再生可能エネルギーの買取りによって生じる、電力会社のエネルギー調達コストの増加分は、電気料金に転嫁され、最終的には利用者すなわち多くの国民が負担するものとなる。したがって、単純に高額な買取価格を期待することが妥当でないが、数円の違いが事業採算性に大きく影響するため、買取価格決定以前に事業実施の決断を下すことは非常に難しいといえる。

4. 5 事業効果

4. 5. 1 本調査で対象とする効果

木質バイオマスを用いた新たな熱電併給システムを整備することによる効果は、システム建設時の雇用創出や資材購入などによる経済効果（建設効果）、熱電併給事業運営に伴う雇用創出または既存従業員の所得増、燃料等の資材購入などによる経済効果（運用効果）などの直接経済効果がある。また、重油やLPG利用より安価な熱エネルギーを調達できることによる、周辺事業者のコスト削減効果。さらに、化石燃料から再生可能エネルギー利用に転換することによる環境負荷低減効果などがある。したがって発生する効果を大きく2つに分類すると、経済効果と環境負荷低減効果となる（図表4-52）。

図表 4-5 2 本調査で対象とする効果

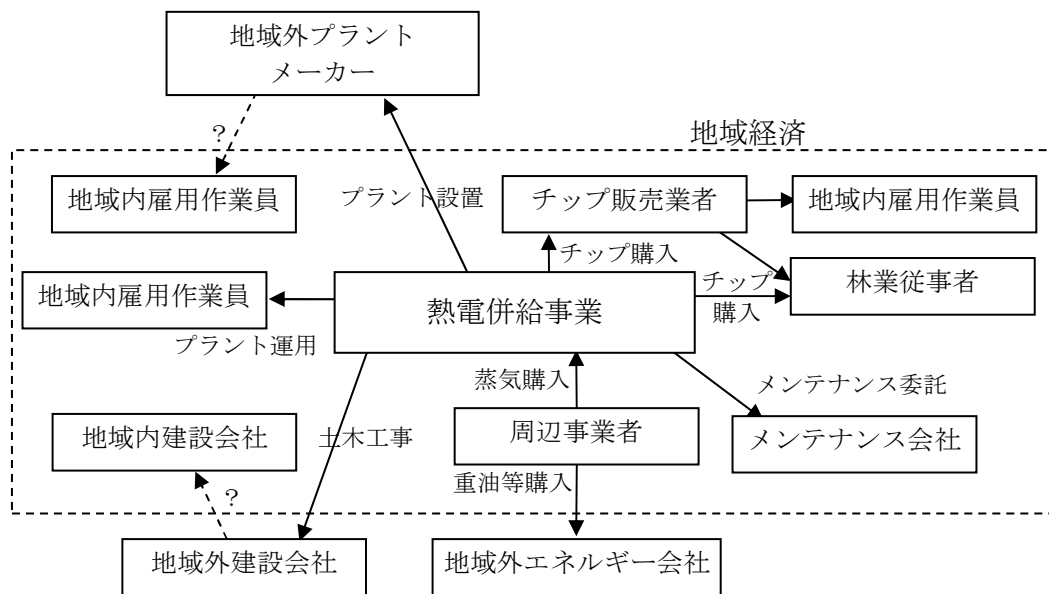
効果の項目	効果推定対象	効果推定方法
運用効果	・システム運用に伴う新たな雇用（所得増）	給与額×人員数
	・木質燃料調達に伴う新たな雇用（チップ化、搬出）	
	・森林資源の増産に伴う新たな雇用	
事業者コスト削減効果	・システム維持管理のための経費	委託費
	・安価な熱エネルギー調達による削減費用	燃料費－蒸気購入費
環境負荷低減効果	・再生可能エネルギー活用によるCO2削減	燃料使用量×燃料排係数
		発電量×排出係数

（1）経済効果

今回調査対象とする熱電併給システムの目的は、木質系震災廃棄物の処理、木質バイオマス利用による環境影響負荷低減のほかに、システムの持続的運用による地域経済の活性化という側面もある。したがって、本調査で推定対象とする経済効果は、地域（市民、企業）に還元される資金によって推定することとした（図表4-53）。

なお、システム建設時に発生する、基礎工事等の土木工事、発電プラントの製造および設置については、地域外の企業への発注が予想され、また地域へ還元される資金額の推定が困難であることに加え、一時的な経済効果であることから、今回の推定対象からは除外した。

図表 4-53 熱電併給システム整備による資金の流れ



(2) 環境負荷低減効果

木質バイオマスを利用したエネルギー製造による、環境負荷低減効果は CO₂ 排出量の削減量によって推定することとした。

(3) 効果の算出

仙台地域、石巻地域それぞれの地域における熱電併給システムによる効果を推定するが、プラント規模 10,000kW のケースでは、どちらか一方の地域のみを設置することを想定しているため、それぞれの地域において 5,000kW のプラントを設置した場合の効果を推定し、その合計を本事業における効果とした。

4. 5. 2 効果の推定

(1) 熱電供給システムの運用効果

新たなプラントが建設されることで発生する、システム運用に伴う雇用創出、木質バイオマス燃料調達に伴う雇用創出、森林資源増産に伴う雇用創出、メンテナンス費用を地域へ還流される資金として推定した。

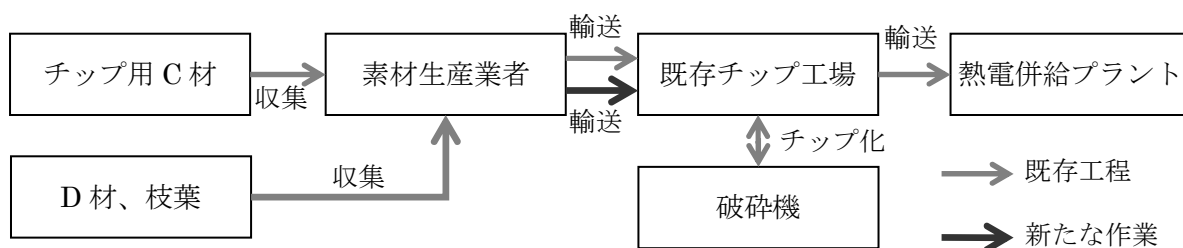
1) 木質バイオマス燃料調達に伴う雇用創出効果

素材生産者からの燃料調達方法は、以下の①、②の2パターンである。

それぞれのパターンで発生する雇用創出効果を、新たな作業プロセスの追加、新たな雇用の発生と定義する。なお、既存プロセス内における作業量増加（例えば既存チップ工場における増産）については、従業員の所得増加が推定困難なためカウントしないこととした。

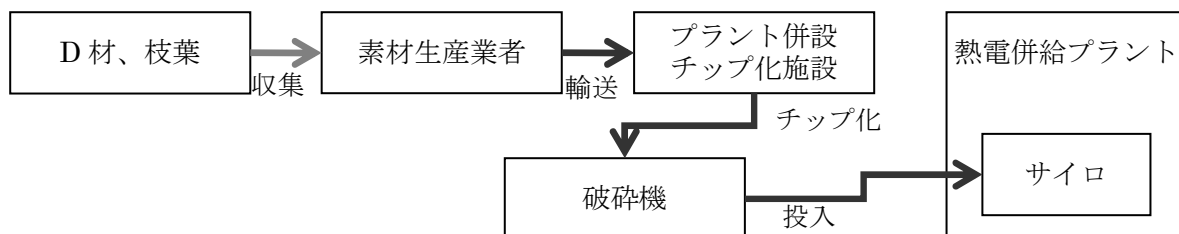
それぞれのパターンにおいて推定対象とする作業プロセスは以下の通りである。

①既存チップ工場から燃料用チップを調達



- ・ D材、枝葉等、森林資源を収集する作業。
- ・ 上記燃料用森林資源を既存チップ工場に輸送する作業。

②新規チップ化設備をプラントに併設



- ・ D材、枝葉等、森林資源を収集する作業。
- ・ 上記燃料用森林資源をプラント内チップ化施設に輸送する作業。
- ・ 森林資源をチップ化する作業。
- ・ チップをサイロに投入する作業。

以下、新たな作業プロセスが発生したときの雇用創出効果を推計した。

a) 木質バイオマスの輸送

1日に必要な森林バイオマス：80,000t/年÷年間稼働340日＝約235t/日

※燃料の割合が森林バイオマス100%となった時点における5,000kWレベルの調達量。

輸送トラック積載可能量を8tと仮定すると、1日当たり29台分の輸送が必要となる。

1日1台あたり輸送を3往復と仮定すると、トラック稼働台数は、10台（29台分÷3往復）となる。

トラック1台あたり1人工とすると、10人工の雇用創出効果が発生する。1人工を15,000円と設定すると、輸送における雇用創出効果は以下の通りとなる。

輸送における雇用創出効果＝15,000円/人×10人×年間稼働340日＝5,100万円/年

上記の効果が、仙台地域及び石巻地域の新たなプラント2ヶ所で発生する。

b) 木質バイオマスのチップ化

チップ化施設を新たにプラントに併設した場合にのみ発生する。

木質バイオマスの破砕には、グラップル2人分の作業員が必要となるため、雇用創出効果は以下の通りとなる。

破砕工程における雇用創出効果＝15,000円/人×2人×稼働日数340日＝1,020万円/年
--

上記の効果が、仙台地域及び石巻地域の新たなプラント2ヶ所で発生する。

c) スtockヤードからサイロへのチップの投入

チップをストックヤードからサイロに投入する作業員1人分の新たな雇用が創出される。

サイロ投入に係る雇用創出効果 ＝ 15,000円/人×1人×稼働日数340日＝510万円/年

上記の効果が、仙台地域及び石巻地域の新たなプラント2ヶ所で発生する。

d) 燃料調達に係る雇用創出効果

燃料の調達パターン別の雇用創出効果をまとめると以下の通りである（図表 4-54）。

図表 4-54 燃料調達パターン別雇用創出効果（1 地域）

調達パターン	雇用が創出されるプロセス	雇用創出効果 (万円/年)
既存チップ工場から燃料用チップを調達	収集	6,679
	輸送	5,100
	合計	11,779
新規チップ化設備をプラントに併設	収集	6,679
	輸送	5,100
	チップ化	1,020
	投入	510
	合計	13,309

2) 素材生産量増加による雇用創出

プラント稼動初期においては、木質系震災廃棄物、森林バイオマス、その他が混合されて利用されることとなる。その後は、森林バイオマス 100%による燃料によって稼働させることを目指すが、そのためには燃料となる木質チップの流通を現在より増加させる必要がある。

木質チップの増加には素材生産量の増加が必要となるため、前述「素材生産量増加目標に伴う燃料用バイオマスの供給可能量推移」から、毎年の素材生産の増加分に必要な人件費を新たな雇用創出効果とする。

林業白書によると 1 人・日当たり素材生産量は、図表 4-55 に示す通りである。

なお、宮城県においては既に高性能林業機械の導入が進んでいることから、高性能林業機械を用いた主伐および間伐生産量の平均値を用いることとした。

図表 4-55 素材生産量

(単位：m³/人日)

	生産量
主伐（全体平均）	4.00
主伐（高性能林業機械を用いた場合）A	5.00
間伐（全体平均）	3.45
間伐（高性能林業機械を用いた場合）B	4.35
今回用いる生産量（A、B の平均値）	4.68

出所：森林・林業白書（平成 22 年度版）を元に株式会社日本総合研究所作成

1 人・日当たり素材生産量から素材生産量の増加分の生産を担う人数（人日）を算出すると以下の通りである（図表 4-5 6、5 7）。

図表 4-5 6 素材生産量の増加分の生産を担う人数

	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年
素材生産量 (m ³ /年)	589,513	650,242	712,159	775,266	839,562
増加分 (単年度)	-	60,729	61,917	63,107	64,296
増加分 (2013 年比)	-	60,729	122,646	185,753	250,049
雇用創出 (人日)		12,976	26,206	39,691	53,429

	2018 年	2019 年	2020 年	~2027 年	合計
素材生産量 (m ³ /年)	905,048	971,722	1,028,036	1,028,036	
増加分 (単年度)	65,486	66,674	56,314	56,314	
増加分 (2013 年比)	315,535	382,209	438,523	438,523	
雇用創出 (人日)	67,422	81,669	93,701	93,701	881,915

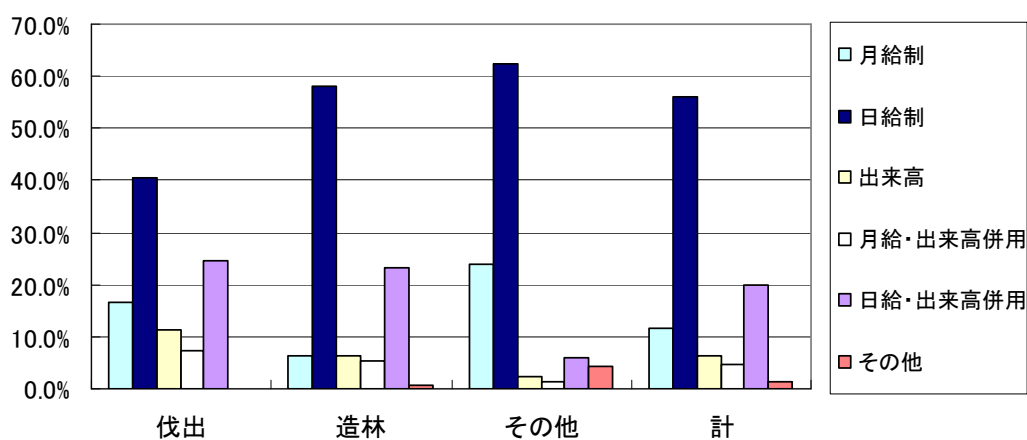
図表 4-5 7 効果推定に用いる日給

項目	日給 (円/日)
その他	10,000
伐出	12,000

出所：林野庁（2010 年）森林組合統計 雇用労働者の標準的賃金（日額）

林業従事者への賃金の支払方法は、全従業者の 6 割が日給制であることから、日給の金額を設定して算出する。日給は、「森林組合統計（林野庁）」の雇用労働者の標準的賃金（日額）の項目のうち、「その他」の金額分布の中間値 10,000 円/日を用いた（図表 4-5 8、5 9）。

図表 4-58 賃金の支払方法の割合



出所：林野庁（2010年）、森林組合統計 賃金支給制度別雇用労働者数

図表 4-59 効果推定に用いる日給

項目	日給（円/日）
その他	10,000
(参考) 伐出	12,000

出所：林野庁（2010年）、森林組合統計 雇用労働者の標準的賃金（日額）

素材生産量増加による雇用創出効果は、2014年から2027年までの14年間では以下の通りである。

素材生産量増加による雇用創出効果 = 12,000円 × 881,915人日 = 105億8,298万円

年平均に換算すると以下のとおりである。

素材生産量増加による雇用創出効果 = 105億8,298万円 ÷ 14年間 = 7,553万円/年

上記の効果が宮城県域全体で発生する。

3) プラント運用に伴う雇用創出効果

プラントは24時間稼動のため、運転員は3名3交代として、要員を9名とした。その他要員として、ボイラータービン主任技術者1名、電気主任技術者1名、事務員1名を配置することとした結果、合計12名の雇用が新たに創出される（図表4-60）。

図表 4-60 新たな雇用創出者の設定年収

要員	年収（万円）
ボイラータービン主任技術者	500
電気主任技術者	480
運転員	420
事務員	250

出所：事業者ヒアリング、求人情報等を参考に日本総研作成

したがって、システム運用に伴う雇用創出効果は以下の通りとなる。

$$(500 \text{ 万円} \times 1 \text{ 人}) + (480 \text{ 万円} \times 1 \text{ 人}) + (420 \text{ 万円} \times 9 \text{ 人}) + (250 \text{ 万円} \times 1 \text{ 人}) \\ = 5,010 \text{ 万円/年}$$

上記の効果が、仙台地域及び石巻地域の新たなプラント 2 ヶ所で発生する。

4) プラント維持管理費用の地域還元

プラントの維持管理のために発生するメンテナンスについて、メンテナンスの委託先が地元企業である場合には、メンテナンス費用が地元へ還元される。

仙台地域と石巻地域のメンテナンス費用の差は、蒸気配管の距離の設定が異なるためである。

a) 仙台地域

事業採算性検討において設定した金額をメンテナンス費用とするが、立地場所により以下の通り異なる。

モデル A におけるメンテナンス費用：8,800 万円/年
 モデル B におけるメンテナンス費用：7,900 万円/年

b) 石巻地域

事業採算性検討において設定した金額をメンテナンス費用とするが、蒸気供給の有無により以下の通り異なる。

蒸気供給有り：メンテナンス費用：4,560 万円/年
 蒸気供給無し：メンテナンス費用：3,600 万円/年

なお、木質バイオマス熱電併給プラントのメンテナンスに関しては、地域外のメンテナンス企業が担当する可能性もある。今後の地域分散型木質バイオマスエネルギー利用の普及のためには、システムの維持管理も地域内で完結するよう、メンテナンス要員を地域内で育成することが必要である。

(2) 燃料費節減効果

熱エネルギーを供給することにより、重油やガス等の蒸気以外の燃料から、プラントから供給される蒸気へ転換することによって得られる燃料費の節減効果を試算した。

$$\text{燃料費節減効果} = (\text{化石燃料利用費}) - (\text{蒸気購入費用})$$

1) 仙台地域

蒸気販売価格を既存の化石燃料価格と同等程度で設定したため、既存の化石燃料購入費と木質バイオマス導入による燃料節減効果を比較することはできない。

2) 石巻地域

石巻地域における熱エネルギーの供給想定先は、石巻港工業団地内の飼料製造工場であり、現在 A 重油を燃料として自社ボイラーで蒸気を発生させていた。燃料単価と上記販売価格の設定は以下の通りである（図表 4-6 1）。

図表 4-6 1 燃料単価と蒸気販売価格設定

燃料	燃料単価	蒸気販売価格	備考
A 重油代替	74.3 円/L	6,000 円/蒸気 t	※A 重油単価：石油情報センター (大型ローリー2011.4~12 平均)

年間に使用する燃料および蒸気量はヒアリング調査から以下の通り設定した（図表 4-6 2）。

図表 4-6 2 年間の燃料費

燃料	費用	備考
A 重油を利用した総燃料費	1 億 7,850 万円/年	A 重油の総利用量：240 万 L/年
蒸気購入による費用	1 億 7,400 万円/年	総蒸気量：28,992t/年

出所：ヒアリング情報を基に株式会社日本総合研究所作成

よって、蒸気購入により A 重油と代替することによって、以下の燃料費の節減効果が得られた。

$\text{燃料費の節減効果} = 1 \text{ 億 } 7,850 \text{ 万円} - 1 \text{ 億 } 7,400 \text{ 万円} = 450 \text{ 万円/年}$
--

(3) 地産エネルギー使用による地域への資金還元

上記で推定した効果は、燃料費が削減されることによる需要家企業の節減効果である。一方、地域への資金還元という視点では、従来 A 重油という地域外資源を利用していたものが、木質バイオマスという地産エネルギーを利用することにより、エネルギー調達費用が地域に還元されるという効果も存在する。

したがって、仙台地域、石巻地域ともに蒸気販売量を地域への資金還元として推定した。

1) 仙台地域

エネルギー調達費用の地域還元額

モデルA : $9,800\text{t/年} \times 5,700 \text{円/t} = 5,600 \text{万円/年}$

モデルB : $93,200\text{t/年} \times 3,800 \text{円/t} = 3 \text{億 } 5,400 \text{万円/年}$

2) 石巻地域

エネルギー調達費用の地域還元額 $28,993\text{t/年} \times 6,000 \text{円/t} = 17,396 \text{万円/年}$

(4) 環境負荷低減効果

1) 木質バイオマス発電による CO₂ 排出量削減効果

本調査では、発電量全量を電気事業者に売電することを想定した。木質バイオマスによる発電時の CO₂ 排出量は、カーボンニュートラルの考えによりゼロであるため、電気事業者に電力を供給（売電）することで、電気事業者が同量の電力発電時に排出する CO₂ 量を減少させる効果がある。

(算出式)

CO₂ 排出量削減効果（発電） = 発電量（kWh）×電気事業者の排出係数（注 1）

（注 1）0.326kg-CO₂/kWh 電気事業者発表による 2010 年度調整後排出係数

2) 木質バイオマス熱エネルギー供給による CO₂ 排出量削減効果

需要者が重油やガス等化石燃料から製造した蒸気を利用している際に発生していた CO₂ 排出量を削減することができる。

(算出式)

CO₂ 排出量削減効果（蒸気） = 燃料消費量×燃料別排出係数（注 2）

（注 2）燃料別 CO₂ 排出係数は以下のとおり（図表 4-63）。

図表 4-6 3 CO₂排出係数

項目	単位	高位発熱量	CO ₂ 排出係数
A 重油	L	39.1MJ/L	0.0693kg- CO ₂ /MJ
C 重油	L	41.7MJ/L	0.0716kg- CO ₂ /MJ
LPG	Kg	50.2MJ/kg	0.0598kg- CO ₂ /MJ
都市ガス	N m ³	41.1MJ/N m ³	0.0513kg CO ₂ /MJ

出所：環境省、CO₂排出量算定方法ガイドライン

仙台、石巻地域の環境負荷低減効果は以下の通りである（図表 4-6 4、6 5）。

図表 4-6 4 環境負荷低減効果（仙台地域）

種別	指標	数値	CO ₂ 削減量(t- CO ₂)
発電	発電量	19,992,000kWh/年	6,517
蒸気	A 重油使用量	593,600L/年	1,608
	C 重油使用量	1,577,500L/年	4,710
	LPG 使用量	292,800 m ³ /年	879
	都市ガス使用量	5,927,400 m ³ /年	12,680
合計			26,394

図表 4-6 5 環境負荷低減効果（石巻地域）

ケース	種別	指標	数値	CO ₂ 削減量(t- CO ₂)
蒸気あり	発電	発電量	34,721,000kWh/年	11,319
	蒸気	A 重油使用量	2,400,000L/年	6,510
	合計			17,829
蒸気なし	発電	発電量	40,800,000kWh/年	13,301

4. 5. 3 効果の推定結果

熱電併給システムを整備することによる事業効果は以下の通りであった（図表4-66、67）。

図表 4-66 環境負荷低減効果（仙台地域）

効果の項目		効果（万円/年）	
運用効果	雇用創出 (a)+(b)+(c)	22,096	
	(a) システム運用	5,010	
	(1)輸送	5,100	
	(b) 燃料調達パターン① (1)	10,110	
	(2)チップ化	1,020	
	(3)投入	510	
	(b) 燃料調達パターン② (1)~(3)	11,640	
	(c) 素材生産量増 (※)	3,777	
	維持管理	モデル A	8,800
		モデル B	7,900
(エネルギー費用の地域還元)	モデル A	5,500	
	モデル B	35,400	
環境負荷低減効果		10,977 t-CO ₂	

※ 県全体で発生する効果の半分

図表 4-67 環境負荷低減効果（石巻地域）

効果の項目		効果（万円/年）	
運用効果	雇用創出 (a)+(b)+(c)	22,096	
	(a) システム運用	5,010	
	(1)輸送	5,100	
	(b) 燃料調達パターン① (1)	10,110	
	(2)チップ化	1,020	
	(3)投入	510	
	(b) 燃料調達パターン② (1)~(3)	11,640	
	(c) 素材生産量増 (※)	3,777	
	維持管理	蒸気供給あり	5,360
		蒸気供給なし	4,400
(エネルギー費用の地域還元)		17,396	
環境負荷低減効果	蒸気供給あり	17,829 t-CO ₂	
	蒸気供給なし	13,301 t-CO ₂	

※ 県全体で発生する効果の半分

4. 6 放射能汚染

福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質が震災廃棄物や森林バイオマスに付着しているため、燃料として使用する場合には排気による拡散や灰への濃縮が懸念される。本調査で検討している熱電併給システムや地域でボイラ等の燃料として森林バイオマスを使用する際にも、放射性物質が付着した資源を使用する可能性があるため、事業化を検討する際の留意点や放射能汚染対策に関する現在の状況をまとめる。

4. 6. 1 放射能汚染の可能性のある木材を使用する際の留意点

放射能汚染の可能性のある木材を使用する場合の焼却灰の処理方法や薪等の使用可否を判断する指標値が各省により示されている。

(1) 焼却灰の処理方針（環境省）

環境省では、焼却灰の取扱いについて図表 4-6 8 の通り処理方針を定めている。

図表 4-6 8 焼却灰の処理方針内容（環境省）

- ・放射性セシウム濃度 8,000Bq/kg 以下であれば、一般廃棄物最終処分場における埋立処分が可能。
- ・放射性セシウムの濃度が8,000Bq/kg を超え100,000Bq/kg 以下の焼却灰等については、処分の安全性が確認されるまでの間、一時保管とすることが適当。
- ・放射性セシウム濃度が100,000Bq/kg を超える焼却灰については、有害な重金属等を含む廃棄物を埋め立てるための遮断型最終処分場での埋立処分が技術的に可能と考えられるが、埋め立てる焼却灰の放射性セシウムの濃度に応じ放射線の遮蔽のために必要となるコンクリート壁の厚さを確保するとともに、長期的な安全性の確保といった観点にも配慮して、適切な埋立処分の方法を検討すべきと考えられる。

出所：環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部、（平成23 年8月31 日）、
8,000Bq/kgを超え100,000Bq/kg 以下の焼却灰等の処分方法に関する方針について

(2) 薪の放射性物質指標値 (林野庁)

林野庁では、薪に関して図表 4-6 9 の指標を定めている。

図表 4-6 9 薪の放射性物質指標値の設定について (林野庁)

- ・ 燃焼灰が一般廃棄物最終処分場における埋立処分が可能となる 8,000 Bq/kg 以下となるよう、調理加熱用の薪の放射性物質の指標値を 40Bq/kg (乾重量) と設定。
- ・ 薪ストーブなどの小規模な家庭用暖房器具において薪及び木炭を使用した場合の燃焼灰の放射性セシウム濃度は、調理加熱用に使用した薪及び木炭の灰の場合と同程度に高いと考えられるため、今回の指標値を適用する。

出所：林野庁 (2011 年 11 月 2 日)、調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について
林野庁ホームページ (<http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/tokuyou/111222.html>)

(3) きのこと原木の放射性物質指標値 (林野庁)

林野庁では、きのこと原木及び菌床用培地の当面の指標値 (放射性セシウムの濃度の最大値) を 150Bq/kg (乾重量) と定めている。(出所：林野庁 (2011 年 10 月 6 日)、きのこと原木及び菌床用培地の当面の指標値の設定について)

4. 6. 2 放射線濃度測定状況（宮城県内）

（1）震災廃棄物

宮城県内における震災廃棄物の放射線濃度測定調査結果を図表 4-70 に示す。亶理町や山元町の数値が他の地域よりも高く、特に山元町では木質で 340Bq/kg が検出されており、燃焼により 24 倍以上濃縮された場合、燃焼灰は 8,000 Bq/kg を超える可能性がある。

図表 4-70 組成ごとの放射性セシウム濃度（単位:Bq/kg）（再掲）

市町名等		木質	紙類	繊維類	プラスチック	わら	細じん (<5mm)	その他不燃物
気仙沼ブロック	気仙沼市	48	40	260	155	199	310	30
	南三陸町	40	46	171	147	101	188	39
石巻ブロック	石巻市	35	72	209	126	51	207	20
	石巻市(牡原中島部)	84	102	1140	134	149	360	50
	東松島市	36	70	510	450	400	146	30
	女川町	69	77	440	100	220	139	-
宮城東部ブロック	塩竈市	31	97	192	134	46	250	63
	多賀城市	46	104	540	181	47	390	109
	七ヶ浜町	56	165	450	450	96	230	44
亶理名取ブロック	名取市	66	135	340	134	61	260	86
	岩沼市	41	106	1330	660	78	310	62
	亶理町	176	192	1310	400	133	930	240
	山元町	340	320	2500	1990	520	1150	96

出所：宮城県記者発表資料抜粋（2012年11月25日）

（2）森林資源

2012年2月に環境省から宮城県の仙南地域における薪および薪ストーブ灰の放射性セシウム濃度測定結果が公表された。公表値を図表 4-71～図表 4-73 に示す。また、きのこの原木に関しては昨年度秋より県で調査が進められている。

本調査で検討している熱電併給システムや地域でボイラ等の燃料として森林バイオマスを使用する際にも、放射性物質が付着した資源を使用する可能性がある。特に、幹部よりも枝葉や樹皮に放射性物質が多く付着していることが予想される。

図表 4-7 1 環境省による仙南地域の薪の放射性セシウム濃度測定結果

単位：Bq/kg(wet)

No.	試料名	試料採取日時	試料測定日時	項目	測定結果	検出下限値	含水率(%)	
1	柴田町 (薪)	2012/1/26 9:40	2012/1/31 18:04	放射性セシウム	Cs-134	不検出	24	9.7
					Cs-137	不検出	20	
					合計	不検出	—	
2	村田町 (薪)	2012/1/26 11:00	2012/1/31 18:22	放射性セシウム	Cs-134	310	34	12.1
					Cs-137	420	26	
					合計	730	—	
3	川崎町 (薪)	2012/1/26 13:15	2012/1/31 18:42	放射性セシウム	Cs-134	不検出	22	12.1
					Cs-137	不検出	21	
					合計	不検出	—	
4	大河原町 (薪)	2012/1/26 15:10	2012/1/31 19:01	放射性セシウム	Cs-134	不検出	29	12.7
					Cs-137	不検出	21	
					合計	不検出	—	
5	角田市 (薪)	2012/1/26 16:50	2012/1/31 19:19	放射性セシウム	Cs-134	32	25	15
					Cs-137	40	23	
					合計	72	—	
6	七ヶ宿町 (薪)	2012/1/27 9:25	2012/1/31 19:37	放射性セシウム	Cs-134	28	21	18.9
					Cs-137	44	17	
					合計	72	—	
7	白石市 (薪)	2012/1/27 11:20	2012/1/31 19:56	放射性セシウム	Cs-134	300	28	15.8
					Cs-137	370	21	
					合計	670	—	
8	丸森町 (薪)	2012/1/27 13:10	2012/1/31 20:14	放射性セシウム	Cs-134	210	36	14.2
					Cs-137	250	25	
					合計	460	—	
9	蔵王町 (薪)	2012/1/27 16:30	2012/1/31 20:32	放射性セシウム	Cs-134	49	27	25.3
					Cs-137	56	25	
					合計	105	—	

※「不検出」とは検出下限値未満のこと。測定結果は試料採取日の濃度に補正した値である。

出所：環境省ホームページをもとに森のエネルギー研究所作成

図表 4-7 2 環境省による仙南地域の薪ストーブ灰の放射性セシウム濃度測定結果

単位：Bq/kg(wet)

No.	試料名	試料採取日時	試料測定日時	項目	測定結果	検出下限値	含水率(%)	
1	柴田町(灰)	2012/1/26 9:40	2012/2/1 8:38	放射性セシウム	Cs-134	1300	45	1.7
					Cs-137	1600	34	
					合計	2900	—	
2	村田町(灰)	2012/1/26 11:00	2012/2/1 8:57	放射性セシウム	Cs-134	2200	70	0.8
					Cs-137	2900	51	
					合計	5100	—	
3	川崎町(灰)	2012/1/26 13:15	2012/2/1 9:44	放射性セシウム	Cs-134	550	33	<0.1
					Cs-137	770	27	
					合計	1320	—	
4	大河原町(灰)	2012/1/26 15:10	2012/2/1 10:03	放射性セシウム	Cs-134	3400	68	2.2
					Cs-137	4400	48	
					合計	7800	—	
5	角田市(灰)	2012/1/26 16:50	2012/2/1 9:22	放射性セシウム	Cs-134	500	36	1.3
					Cs-137	680	33	
					合計	1180	—	
6	七ヶ宿町(灰)	2012/1/27 9:25	2012/2/1 16:15	放射性セシウム	Cs-134	4800	68	0.3
					Cs-137	6400	57	
					合計	11200	—	
7	白石市(灰)	2012/1/27 11:20	2012/2/1 16:34	放射性セシウム	Cs-134	12000	91	0.6
					Cs-137	16000	75	
					合計	28000	—	
8	丸森町(灰)	2012/1/27 13:10	2012/2/11 6:54	放射性セシウム	Cs-134	25000	130	<0.1
					Cs-137	34000	97	
					合計	59000	—	
9	蔵王町(灰)	2012/1/27 16:30	2012/2/11 7:14	放射性セシウム	Cs-134	4000	61	0.4
					Cs-137	5300	49	
					合計	9300	—	

※「不検出」とは検出下限値未満のこと。測定結果は試料採取日の濃度に補正した値である。

出所：環境省ホームページをもとに森のエネルギー研究所作成

図表 4-7 3 きのこ原木の放射性セシウム濃度測定結果

(単位 : Bq/kg)

No.	事務所名	市町村名	採取日	測定日	検査結果
1	大河原	白石市	H23.11.9	H23.11.15	348
2	大河原	白石市	H23.11.9	H23.11.15	398
3	大河原	川崎町	H23.11.11	H23.11.15	<50
4	大河原	川崎町	H23.11.11	H23.11.15	<50
5	大河原	川崎町	H23.11.11	H23.11.15	51
6	大河原	丸森町	H23.11.16	H23.11.22	2,492
7	大河原	丸森町	H23.11.16	H23.11.22	1,256
8	大河原	丸森町	H23.11.16	H23.11.22	1,058
9	大河原	丸森町	H23.11.16	H23.11.22	655
10	大河原	丸森町	H23.11.16	H23.11.22	1,207
11	大河原	丸森町	H23.11.16	H23.11.22	634
12	大河原	蔵王町	H23.11.17	H23.11.22	100
13	大河原	白石市	H23.11.17	H23.11.22	680
14	大河原	白石市	H23.11.17	H23.11.22	167
15	大河原	白石市	H23.11.9	H23.11.22	108
16	大河原	村田町	H23.11.11	H23.11.22	168
17	大河原	丸森町	H23.11.9	H23.11.22	723
18	仙台	岩沼市	H23.11.10	H23.11.15	73
19	仙台	仙台市	H23.11.14	H23.11.22	<50
20	仙台	名取市	H23.11.18	H23.11.22	<50
21	仙台	仙台市	H23.11.12	H23.11.22	63
22	仙台	岩沼市	H23.11.18	H23.11.22	210
23	北部	加美町	H23.11.15	H23.11.22	88
24	北部	加美町	H23.11.15	H23.11.22	224
25	北部	加美町	H23.11.15	H23.11.22	159
26	北部	加美町	H23.11.15	H23.11.22	118
27	北部	加美町	H23.11.15	H23.11.22	<50
28	北部	加美町	H23.11.15	H23.11.22	<50
29	北部	加美町	H23.11.26	H23.11.29	<50
30	北部	加美町	H23.11.26	H23.11.29	100
31	北部	加美町	H23.11.26	H23.11.29	66
32	登米	登米市	H23.10.21	H23.11.24	53

33	登米	登米市	H23.10.21	H23.11.24	<50
34	登米	登米市	H23.10.21	H23.11.24	76
35	登米	登米市	H23.10.21	H23.11.24	<50
36	登米	登米市	H23.10.28	H23.11.4	115
37	登米	登米市	H23.10.28	H23.11.17	93
38	登米	登米市	H23.10.28	H23.11.7	284
39	登米	登米市	H23.10.28	H23.11.7	68
40	登米	登米市	H23.10.28	H23.11.7	134
41	登米	登米市	H23.11.1	H23.11.17	<50
42	大河原	白石市	H23.11.21	H23.11.29	483
43	大河原	白石市	H23.11.22	H23.11.29	159
44	大河原	白石市	H23.11.25	H23.11.29	229
45	大河原	白石市	H23.11.25	H23.11.29	257
46	大河原	村田町	H23.11.24	H23.11.29	157
47	大河原	角田市	H23.11.24	H23.11.29	486
48	大河原	角田市	H23.11.24	H23.11.29	275
49	大河原	角田市	H23.11.30	H23.12.6	505
50	大河原	丸森町	H23.12.1	H23.12.6	582
51	大河原	柴田町	H23.11.27	H23.12.6	194
52	大河原	白石市	H23.12.1	H23.12.6	277
53	大河原	村田町	H23.12.5	H23.12.13	87
54	大河原	村田町	H23.12.5	H23.12.13	73
55	大河原	白石市	H23.12.8	H23.12.13	499
56	大河原	蔵王町	H23.12.12	H23.12.20	200
57	大河原	蔵王町	H23.12.12	H23.12.20	189
58	大河原	蔵王町	H23.12.12	H23.12.20	80
59	大河原	丸森町	H23.12.13	H23.12.20	206
60	大河原	丸森町	H23.12.13	H23.12.20	123
61	大河原	白石市	H23.12.16	H23.12.20	689
62	大河原	大河原町	H23.12.13	H23.12.20	1,067
63	大河原	村田町	H23.12.15	H23.12.20	112
64	大河原	蔵王町	H23.12.16	H23.12.20	86
65	大河原	川崎町	H23.12.16	H23.12.20	<50
66	仙台	岩沼市	H23.11.18	H23.11.29	<50
67	仙台	名取市	H23.11.18	H23.11.29	<50
68	仙台	大衡村	H23.11.24	H23.11.29	104
69	仙台	大衡村	H23.11.24	H23.11.29	86

70	仙台	仙台市	H23.11.22	H23.11.29	125
71	仙台	仙台市	H23.11.28	H23.12.6	<50
72	仙台	亘理町	H23.12.13	H23.12.20	534
73	栗原	栗原市	H23.11.8	H23.11.17	753
74	栗原	栗原市	H23.11.13	H23.11.17	178
75	栗原	栗原市	H23.11.30	H23.12.2	84
76	栗原	栗原市	H23.12.5	H23.12.7	73
77	栗原	栗原市	H23.12.5	H23.12.7	188
78	栗原	栗原市	H23.12.8	H23.12.14	159
79	栗原	栗原市	H23.12.15	H23.12.16	544
80	東部	石巻市	H23.12.15	H23.12.20	95
81	東部	石巻市	H23.12.19	H23.12.22	113
82	登米	登米市	H23.11.29	H23.12.1	77
83	登米	登米市	H23.12.5	H23.12.8	139
84	登米	登米市	H23.12.5	H23.12.8	<50
85	気仙沼	気仙沼市	H23.12.8	H23.12.13	186
86	気仙沼	気仙沼市	H23.12.8	H23.12.13	198
87	気仙沼	南三陸町	H23.12.8	H23.12.13	165
88	気仙沼	南三陸町	H23.12.8	H23.12.13	354
89	気仙沼	気仙沼市	H23.12.20	H23.12.22	55
90	気仙沼	気仙沼市	H23.12.20	H23.12.22	129
91	気仙沼	気仙沼市	H23.12.20	H23.12.22	173
92	気仙沼	気仙沼市	H23.12.20	H23.12.22	176

出所：宮城県ホームページをもとに森のエネルギー研究所作成

4. 6. 3 まとめ

環境省や宮城県の放射能濃度測定結果から、県内の各地域で指標値を超えるセシウム濃度が検出されており、特に福島県に近い宮城県南部では濃度が高い傾向があることがわかった。木質資源を利用する場合、特に樹皮や枝葉など、放射能濃度が高いことが予想されるものを燃料等として利用する際には、適切な排ガス処理装置の設置や灰の処分方法など、対策を検討する必要がある。しかしながら、放射能汚染の対策が必要な場合でも個別の民間企業が単独で全額費用負担できるものではないと考えられる。林業事業者へのアンケートやヒアリングから、現状では汚染状態の把握のための分析費用は各事業者で負担しており、これまで収益を得ていたきのこ原木や樹皮の販売ができなくなってしまったことで、大きな経営負担を強いられている事業者も少なくない状況であることがわかった。

熱電併給プラントでそれらの資源を燃料利用できれば、放射能汚染の問題から他の用途では利用できない資源を受け入れることで、上記の問題回避となり、また 1 箇所汚染物質を

集めることで地域全体の汚染状況は改善される可能性もある。ただし、適切な排ガス処理装置の設置や灰の適切な処理または管理をすることが前提であること、汚染の可能性のある資源を大量に使用する場合には汚染物質がより高濃度となる可能性があるため熱電併給プラントで働く作業者の安全性を確保することが大きな課題となることなど、クリアすべき課題は多い。受入時に受入基準を設け、樹皮等汚染の可能性が高いものは使用しない、受入時に汚染状態を測定するなどの対処方法も考えられる。

今後、森林資源の利用を進めるにあたり、放射能汚染の問題は大きな障壁となることから、関係研究機関等との連携により技術開発や適切な対応方法（利用方法、処分方法、保管方法等）を確立させる必要がある。

5. 木質バイオマス燃料安定供給のための課題

5. 1 木質バイオマス燃料の安定供給に必要な施策

燃料用木質バイオマスの供給量の安定供給のためには、製紙用チップを含めた製品利用の供給量を安定化し増加することが必要である。また、バイオマスのエネルギー利用に際しては、紙パルプなど他の用途で利用する事業に著しい影響がないこととするとともに、カスケード利用（品位の高い順に多段階の利用をする）事が必要である。したがって、林地残材等の未利用バイオマスの利用率の増加と、製品供給量の増加による製材端材の増加をともに実現させることが重要である。そのためには、供給可能量の増加（川上の対応）、需要量の増加（川下の対応）、さらに川上と川下を結ぶ流通システムの改善が必要となる。

川上での対応（森林資源の供給量拡大）は大きく以下の2点と考えられる。

- 素材供給力（必要な時期、量、質）の向上。
- 素材および林地残材等未利用資源の収穫率の向上。

川下の対応（木材流通量の拡大）は大きく以下の2点と考えられる。

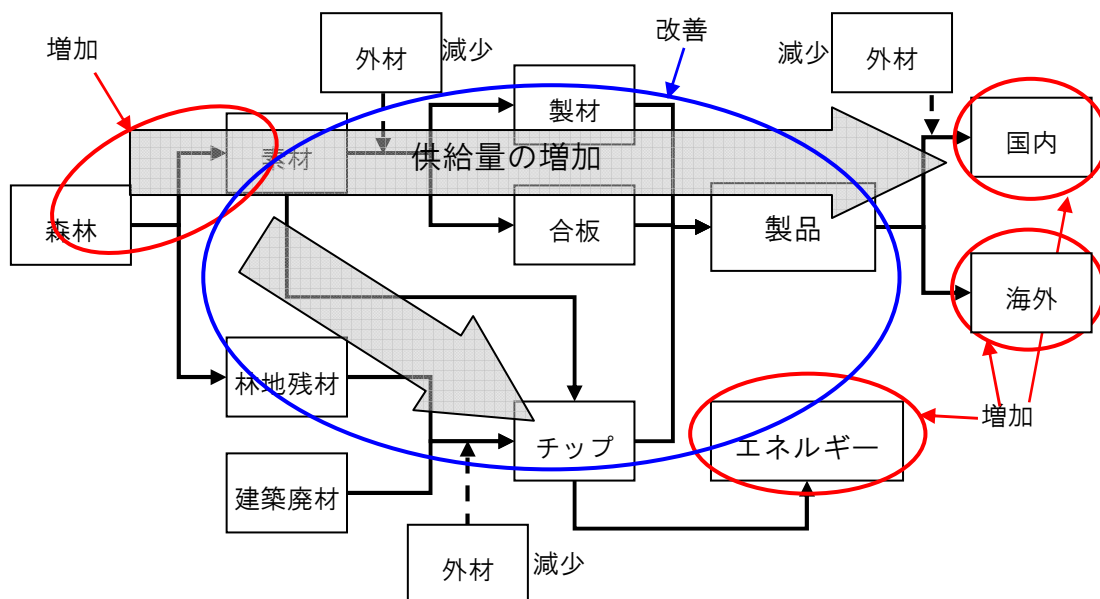
- 国内（県内）の木材需要（国産材需要）の拡大。
- 海外輸出量の拡大。

流通システムの改善については以下の点についての検討が必要となる。

- 木材流通の特徴と必要な機能
- 上記を勘案した上でのより効率的な流通システム

以下これらの項目について検討を加える。

図表 5-1 森林資源の流れ



5. 2 森林資源の供給量拡大

森林資源の供給量拡大のために、現状で未利用となっている資源の収穫率向上が挙げられるが、切捨て間伐等によって残置されている資源を改めて収集することはコスト面から現実的ではない。素材生産に伴って発生するバイオマスを A 材や B 材の収集とともに収集する方法が現実的であると考えられるため、資源の供給量拡大のためには素材生産量の増加とそれに伴い発生するバイオマスをより多く収穫することが重要である。

ここでは、未利用資源の収穫率向上に関する課題と、素材生産量の増大、つまり、素材供給力の向上に関する課題について整理する。

5. 2. 1 未利用資源の収穫率の向上に関する課題

(1) D 材、枝葉等の収穫システムの確立

新たに安定したエネルギー需要が創出されることを踏まえ、D 材や枝葉の収穫システムを確立して収穫率を向上させる必要がある。現在は、プロセッサ造材を前提とした全木集材による作業システムの普及により、集材・造材能率の向上とコストの低減化が図られている。それと同時に、森林作業道や林業専用道で造材端材が集中的に発生しているが、未収穫のまま道脇や林内適地に集積し残置することが多い。造材時に発生する端材部位は、根元部、梢端部の樹幹部と枝葉であるが、収集運搬するには素材丸太と比べ性状が不均一であり積込能率が低く、容積比重が低いことから費用増になる。D 材や枝葉の収穫率を向上させるためには、それらの特性を踏まえた収穫システムの検討が必要である。

(2) 広葉樹の活用

宮城県の森林資源構成として、民有林では広葉樹が約 4 割を占めているが、薪炭利用が減り、手入れ不足のまま高林齢化している状況にある。未利用資源の活用として、素材生産に伴って発生するバイオマス以外に、広葉樹の活用が挙げられる。

5. 2. 2 素材供給力の向上

(1) 素材生産の効率化

収穫伐期を迎える林分が増大しているなか、成長量の範囲内で素材生産を拡大することで、森林のもつ公益的機能を増幅させ、長期的な利用計画と再生林（更新）を行うことが必要である。

外材原木と比較して生産性の向上と低コスト化が求められるなか、価格競争力を持たせるためには、素材生産そのものの効率化が必要である。

また、生産効率が上がりにくい背景として小規模な森林所有形態が挙げられ、団地化による施業集約化が必要である。しかし、所有価値の減退や不在林の増加もあり、森林所有者個々に対する合意形成は、団地化による具体的メリット等を提示し現地調査や分析、施業事務作

業等で膨大な労力と費用が必要となり、林業事業体経営にも大きな負担となっていることが推測される。

また、高性能林業機械の導入が進んでいるが、機械稼働率を高めるために安定的な事業量の確保が必要であるのと、生産性の向上と低コスト化、収穫率の向上に対応する為には、地形等の林分条件に応じた適切な作業システムの棲み分けと路網整備計画が必要である。

(2) 地域独自の木材供給システムの確立

木材の生産性向上や低コスト化のために木材生産の大規模化や集約化、広域的に大面積の森林管理を高度な機械化による高い生産性をもって運用することが推進されている。一方、機械化や集約化のみが推進されてしまった場合に、地域独自の小単位での細やかな森林管理や、農家林家等に見られるような副業としての林業の雇用機会が失われる作用もあり、地域性や多様性のある木材供給システムの確保が困難になる場合もある。そのため、大規模需要に対応するための方策だけでなく、地域独自の木材供給システムの確立も重要な要素となる。

(3) 再造林の実施

素材生産量を増やすことを目指す一方で、伐採後の再造林が行われていないことが問題として認識されている。本調査のヒアリング調査でも、多くの事業者から再造林の問題が指摘された。針葉樹林の場合、持続可能な資源供給のためには再造林は必ず行われる必要があるが、現状の施業システムの中ではその費用捻出が難しい状況にある。再造林の実施のためには、再造林費用の捻出が可能となるような長期的、総合的な計画をたてることや、機械化等による再造林費用の低コスト化が必要である。

5. 3 木材流通量の拡大

5. 3. 1 木材需要の拡大

(1) 国内の木材需要の現状と課題

わが国の木材需要の約4割は建築用材である(2009年時点)。また、2007年の内閣府の調査では8割以上の方が、今後は木造住宅に住みたいと希望しており、日本における木造住宅の需要は高い。しかしその一方、木造住宅における国産材率は約3割と低く、特に、横荷重がかかる構造材である横架材は9割以上が輸入材で占められている。木造住宅における国産材利用率を向上させることが、国産材の需要向上につながる。

(2) 木材製品に対するニーズ

1) 品質に関するニーズ

「住宅の品質確保の促進等に関する法律」(品確法)施行(2000年4月)以降、住宅用製材品の品質に対する要求が高くなっている。多くの工務店やハウスメーカーは、寸法安定性に優れ強度が明確な材を求めている。曲がりや狂い、割れが起りにくい乾燥材や、

寸法安定性に優れた集成材はそのニーズに沿ったものとなっているが、現在宮城県内には集成材工場が存在しない。

2) デザイン等に関するニーズ

生活様式の変化に伴い、近年では木造住宅においても内装の洋室化が進んでいる。大手ハウスメーカーの木造住宅でも、洋室（フローリング貼りの床）が主で、畳・床の間などがある和室は1室以下であることが多い。伝統的な和室では、真壁工法のため構造材である柱にデザイン性が要求され、無垢で節のない柱に価値が置かれたが、現在では木造住宅でも大壁工法が主流であるため、構造材である柱が壁に隠れ、柱材に求められる機能はデザイン性より構造的な性能に重点が置かれている。その一方、床、壁など利用者から見える素材には、デザイン性が重視されている。

5. 3. 2 海外輸出量の拡大

日本全体の木材輸出額は、2001年以降増加傾向であるが2009年は金融危機の影響で減少している。主な輸出先である中国は、長江大洪水（1998年）後、天然林の伐採禁止をした影響で、2000年より丸太、製材の輸入量が増加している。今後の中国の木材需要を考えると、主要な海外輸出先として中国を想定することが妥当であると考えられる。

近い将来中国が木材輸出国となった場合でも、経済成長と住宅建設需要の急増を考えた場合、中国への製品輸出は有望であると考えられる。その場合、中国国内材にない特長（強度、規格）を持つ付加価値の高い木材製品の輸出が必要であり、かつ中国の建築ニーズにあったものである必要がある。

5. 3. 3 流通システムの改善

(1) わが国の木材流通システムの課題

木材の流通は、森林所有者から最終消費者の間に、市場や問屋などのさまざまな流通業者が関わっている。多段階で複雑な流通システムは、コスト高の原因とも言われているが、市場や問屋には「仕分け機能」や「金融機能」という重要な機能があり、ただ単に「中抜き」をただけでは、小規模森林所有者からの材の供給に支障が生じる恐れがある。しかし、材の流通に係る事業者・団体が多い場合、手数料によるコスト増のほかに、ユーザーニーズなどの情報が山側に届かないといった弊害や、流通システム全体での在庫量が増加するという問題が存在する。

(2) 材の供給に関する課題

国産材を使用しない理由の一つとして、材の安定的な確保が難しいということがいわれている（例えば前述（社）日本木造住宅産業協会調査など）。石油、鉄鉱石、天然ガスなど、原料や燃料を安定的に確保する必要がある多くの産業では、産出国や資源会社と長期的に一定

量を購入する契約を締結することにより、計画的な製品製造を行うことを可能にしている。

また、計画的かつ大量の製品製造を行うことで、製品のコスト削減が可能になるため、一般的な製造業では顧客のニーズを常に把握し、ニーズの変化に対応して製造ラインや商品のラインナップを変更している。

以上のことは木材産業においても同様であり、素材生産事業者と製材業者間での取引を長期的にすることで、山側にとっては安定的な収入の確保、製材業者にとっては安定的な供給量の確保が可能になる。そのためには、供給量、需要量、流通量などの量的情報の把握、求められる木材製品情報などの質的情報の把握を行う仕組みを構築することが必要である。

6. 本調査のまとめ

本調査では、仙台地域および石巻地域を対象として、木質系震災廃棄物の処理、林地残材等未利用森林資源の活用を実現し、持続的に地域にエネルギーを供給するための熱電併給システムの整備の可能性について検討を行った。

調査を通じ、熱電併給システム整備を実現するためには、さまざまな課題が存在し、それら課題の解決を行うことによってのみ、計画が実現へと向かうことが分かった。以下、本調査によって明らかになった課題、発電事業実施に際し留意しておくべき事項をとりまとめ記載する。

6. 1 震災廃棄物の処理に関する課題

今回の震災で発生した廃棄物の処理については、本調査の対象地域では遅くとも2013年度中には終了（二次仮置き場における処理の終了）する見込みとなっている。しかし、現時点においても震災廃棄物の存在量を正確に把握することは困難である。その理由として、現在仮置き場等に山積みになっている廃棄物の量を実際に推定することは不可能であり、何らかの仮定をおいたうえで推計を行うしかないことと、さまざまな廃棄物が混在している場合には、処理可能量の予測が困難であることなどからである。

木質系震災廃棄物は、安価な燃料として期待できるため、事業採算性の観点からは、プラント稼働後できるだけ長期間利用することが有利であるが、そもそもの震災復興の観点からはできるだけ早く処理されることが望ましい。したがって、木質系震災廃棄物の活用は、自治体の処理計画を加速させるものとする必要がある。

しかし、処理を早期に行うことは本事業に利用可能な木質系震災廃棄物が早期に調達できなくなることを意味しており、このことは森林由来のバイオマス調達体制を早期に整備すべきことを示している。

6. 2 木質バイオマス燃料供給に関する課題

現時点で燃料として利用が期待される木質バイオマスの量は、統計データから推計すると約15万t（生）/年である。しかし、この量は現在搬出されていないC材、D材、枝葉の量であり、搬出にかかるコストを勘案した場合、燃料として経済的に妥当な価格で供給されるかは不明である。

そういった状況下では、木質バイオマス燃料の調達を第一の目的とし、C材、D材、枝葉を高コストで搬出し、高価格（コストに見合う価格）で買い取るということも考えられるが、それによって、既存流通チップの価格高騰を招き、製紙業等の既存産業へ悪影響を及ぼすだけでなく、燃料用木材の供給を目的とした無計画な伐採を誘発させる恐れがある。木質バイオマスの燃料利用は、あくまで、製品利用を目的とした素材生産に伴って発生する未利用C材、D材、枝葉を利用することが必要である。

現在森林に残置されている未利用森林資源を有効活用するためには、作業道沿いに残置さ

れた未利用 C 材、D 材、枝葉の収集システムの確立、NPO 法人土佐の森救援隊の取り組みに見られるような、自伐林家やボランティアによる活動などの、さまざまなレベルの取り組みを同時並行して行うことが必要である。

6. 3 エネルギー供給事業に関する課題

本調査では、周辺事業者、住宅へのエネルギー供給の可能性について検討を行った。

電力供給に関しては、電気事業者への売電を想定したが、事業性評価で試算したとおり、買取価格 20 円/kWh では投資回収が困難になる可能性がある。発電事業にとっては、買取価格が高くなればなるだけ望ましいが、電気事業者が買取に要した費用は最終的には消費者が負担することになるため、あまりにも高い買取価格を期待することは望ましくない。

仙台地域の事業採算性検討の項で試算したとおり、一定以上の熱エネルギーの需要がある場合は、熱エネルギー供給を行うことにより、発電単独に比べ事業採算性が大きく向上することが分かった。自社で蒸気を生成している事業者の多くは、重油や LPG を使用しているケースが多く、木質バイオマス燃料を使用した場合でもコスト競争力があるためである。したがって、熱電併給システムの熱供給の比率を高くすることにより、再生可能エネルギー全量買取制度に頼らないエネルギー事業が成り立つ可能性がある。

しかし、石巻地域では、多くの熱需要が見込める木材関連事業者は既に自社の木質バイオマス熱電供給システムを整備しているため、産業施設の熱需要は飼料会社となり、需要量としては供給可能量のごく一部にとどまっている。現在石巻市で建設制限区域となっている工業団地北側の整備計画が具体化し、新規産業や復興住宅が建設されれば、それらへの熱供給も考えられる。今後とも、復興計画と連携した事業計画の推進が必要である。

6. 4 木質バイオマスエネルギーによる地域活性化

木質バイオマス熱電併給事業は、単なるエネルギー供給事業ではなく、地域活性化のための事業としてとらえることができる。それは、地域産のエネルギーである森林資源を活用することで、従来であれば化石燃料の購入により地域外に流出していた資金を地域内で還流することが可能となるからである（たとえ、石油やガスを地元企業から購入をしたとしても、元の燃料は海外から輸入したものがほとんどである）。

また、木質バイオマス燃料の搬出、破碎、輸送などを地域の林家や木材関係事業者が行うため、地域への経済波及効果は高く持続可能である。本調査の結果をもとに建設される熱電併給システムも、事業者だけが運営し利益を産み出すものとしてではなく、材の供給やエネルギーの利用を通じて、森林を含む総合的なシステムを地域全体で維持していくものとしてとらえることが重要である。

このことにより、森林の持つ多面的価値の創出、さらには地域再生につながることになる。

6. 5 林業活性化の必要性

熱電併給システムの持続的な運営のため、木質バイオマス燃料の効率的な収集を進めるとともに、木材流通量の向上、国産材（県産材）需要の拡大を進める必要がある。

宮城県および県内の素材生産事業者、関連団体、木材加工事業者は、林業の活性化のために、国が策定された「新流通・加工システム」に取組み、その結果国産材を利用した合板等の効率的な生産システムが確立され、石巻地域で生産される合板の国産材率を6割以上とするという成果をあげた。現在は、「森林・林業再生プラン」が策定され、10年後の国産材率50%を目指している。その目標を実現するためには、施業の集約化、機械化、路網整備など山側への施策も重要であるが、川下、特に消費者ニーズの把握と、ニーズに合った材の供給を可能にする体制作りも必要となってくる。特に、木材需要の4割を占める建築用材の国産化率向上のための取組みが重要である。そのためには、合板の国産材率向上を実現したときのような、民間、関連団体、自治体が一体となった取組みが必要である。

付録 1 関連法規の整理

本事業で想定される熱電供給プラントの設置に関して、関連する法令を整理した。許可、届出が必要となる可能性がある法律を図表付 1-7 に示す。

また、プラント施工前の許可や届出に長期間を要する法令、プラントの規模や条件によって特に注意する必要がある法令に関して、以下にまとめる。

(1) 熱供給事業法

熱供給事業とは、一般的に地域冷暖房と呼ばれるもので、一定地域内の需要に応じて熱供給を行う事業のことを言う。使用するボイラー、ヒートポンプ、熱交換器の加熱能力の合計が 21GJ/h 以上の熱供給事業の場合、供給区域ごとに許可を受ける必要がある。

ただし、自社で利用する場合や一箇所の建物内の需要に応じて熱供給を行なう場合等は熱供給事業法の対象外となる。

＜加熱能力の算出方法＞

(1) 蒸気ボイラー又は熱交換器（蒸気発生用）

$$q=2257 \times 10^{-6} w$$

q: 加熱能力 (GJ/h)

w: 最大連続蒸発量を日本工業規格 JISB8222 「陸用ボイラの熱勘定方式」に定める毎時換算蒸発量の算式により換算した毎時換算蒸発量 (kg/h)

(2) 温水ボイラー、ヒートポンプ、熱交換器（蒸気発生用除く）

$$q = (t_2 - t_1) \times 10^{-6} \times 4.18605 v$$

q: 加熱能力 (GJ/h)

t₂: ボイラー等の出口における加熱された水の温度の定格値 (°C)

t₁: ボイラー等の入口における加熱される水の温度の定格値 (°C)

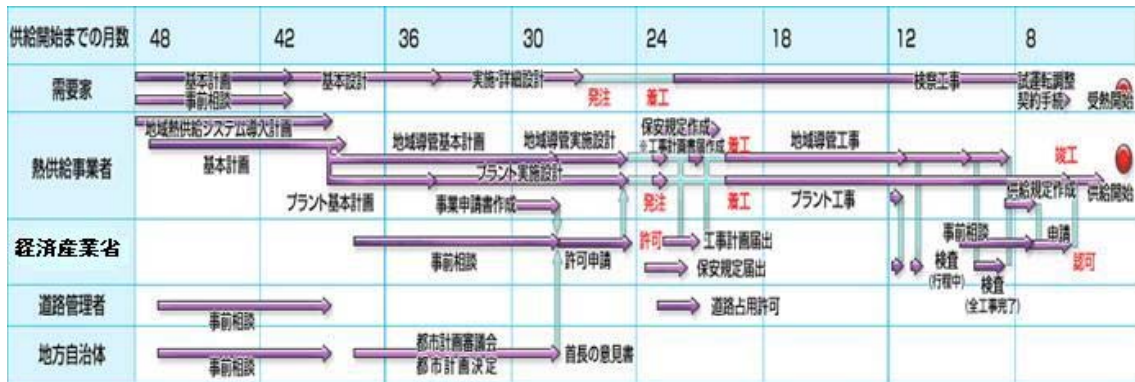
v: 加熱された水の定格送出量 (kg/h)

出所：熱供給事業法施行規則 第 2 条

熱供給事業を行う際には、経済産業省に事前相談を行い、許可の有無を確認する必要がある。また許可を得るためには、書類申請の他に、事業開始の届出も必要となる。また事業者の業務として熱供給の料金やその他の供給条件について供給規程を定め、経済産業省の許可を受ける必要がある。これらの手続きを行うために、事業開始までに最長で 3 年ほど要する場合もあるため、事業計画が具体的になった際には速やかに相談に行く必要がある。

また事業を開始すると供給区域に対して供給義務が発生するため、この区域で設備の供給量以上に供給要求がある場合には、設備を増設するなどして対応していく必要があるため、事業を適切に運営していくことが求められる。

図表付 1 - 1 熱供給事業の推進フロー例



出所：資源エネルギー庁ホームページ

<http://www.enecho.meti.go.jp/policy/dhc/hpver1/index.html>

(2) 都市計画法

都市計画法では、都市計画内外での土地の開発行為に対して許可の取得を義務づけている。本事業が開発行為に該当する場合は、開発行為の許可申請に加えて、許可申請までの手続きや技術上の基準に従う必要がある。

また開発行為の許可は開発規模や事業の内容によっては許可が不要となるため、県や市への確認が必要となる。

図表付 1 - 2 許可が不要となる開発行為の規模

区分	許可が不要となる規模
市街化区域	1,000m ² 未満または 500m ² 未満
区域区分が定められていない都市計画区域	3,000m ² 未満
準都市計画区域	3,000m ² 未満
都市計画区域および準都市計画区域外	10,000m ² 未満

出所：都市開発法 政令第 19 条、22 条の 3

(3) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律

本事業で燃料となる木質バイオマスには木質系震災廃棄物や未利用材、建築発生木材等があり、取り扱いが廃棄物か有価物かどうかによって利用する施設設置のために様々な手続きや基準に従った管理が必要となる場合がある。平成17年3月25日に環境省から出された都道府県の廃棄物処理担当局への通知には、廃棄物の受け取り業者が有価物として有償で廃棄物を受け取る場合は、輸送費の面で廃棄物の引き渡し業者が逆有償とならないことが求められている。

「規制改革・民間開放推進3か年計画」において16年度中に講ずることとされた措置（廃棄物処理法の適用関係）について

(通知) (環産産 050325002 号) ※一部抜粋

第4「廃棄物」か否か判断する際の輸送費の取扱い等の明確化

平成3年10月18日付け衛産第50号厚生省生活衛生局水道環境部環境整備課産業廃棄物対策室長通知で示したとおり、産業廃棄物の占有者（排出事業者等）がその産業廃棄物を、再生利用するために有償で譲り受ける者へ引渡す場合の収集運搬においては、引渡し側が輸送費を負担し、当該輸送費が売却代金を上回る場合等当該産業廃棄物の引渡しに係る事業全体において引渡し側に経済的損失が生じている場合には、産業廃棄物の収集運搬に当たり、法が適用されること。一方、再生利用するために有償で譲り受ける者が占有者となった時点以降については、廃棄物に該当しないこと。なお、有償譲渡を偽装した脱法的な行為を防止するため、この場合の廃棄物に該当するか否かの判断に当たっては特に次の点に留意し、その物の性状、排出の状況、通常の見取り形態、取引価値の有無及び占有者の意思等を総合的に勘案して判断する必要があること。

- (1) その物の性状が、再生利用に適さない有害性を呈しているもの又は汚物に当たらないものであること。なお、貴金属を含む汚泥等であって取引価値を有することが明らかであるものは、これらに当たらないと解すること。
- (2) 再生利用をするために有償で譲り受ける者による当該再生利用が製造事業として確立・継続しており、売却実績がある製品の原材料の一部として利用するものであること。
- (3) 再生利用するために有償で譲り受ける者において、名目の如何に関わらず処理料金に相当する金品を受領していないこと。
- (4) 再生利用のための技術を有する者が限られている、又は事業活動全体としては系列会社との取引を行うことが利益となる等の理由により遠隔地に輸送する等、譲渡先の選定に合理的な理由が認められること。

出所：環境省ホームページ

http://www.env.go.jp/recycle/waste/reg_ref/tuuti.pdf

本事業で検討しているプラントの設置は、木質系廃棄物を有価で購入する場合は法律の規制対象とならない。ただし、木質系廃棄物を無償又は逆有償で利用する場合は、プラントの設置に許可が必要となり、さらに内容によって許可の種類が異なってくるため注意が必要である。

一般廃棄物扱いとなる支障木や調査で検討している木質系災廃棄物等を利用する場合、プラントは一般廃棄物処理施設となり、破碎施設や焼却施設となるプラントの設置には許可が必要となる。収集運搬に関しては、以下に該当する場合は許可不要となる。木質系震災廃棄物を燃料として処理する場合には、廃棄物の管轄自治体への確認が必要である。

- <一般廃棄物収集運搬業の許可を要しない者>
- ① 市町村の委託を受けて一般廃棄物の収集や運搬を業として行う者
 - ② 再生利用されることが確実であると市町村長が認めた一般廃棄物のみの収集又は運搬を業として行う者（市町村長の指定を受けた者に限る。）
 - ③ 環境大臣が指定した広域収集運搬一般廃棄物のみの収集や運搬を営利目的とせず業として行う者（環境大臣の指定を受けた者に限る。）

出所：廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則第2条

また、産業廃棄物扱いとなる建築発生木材等の事業所から排出されるものを利用する場合は、これらを集めるための収集又は運搬の業の許可や破碎施設の設置の許可、また焼却施設となるプラントの設置に許可が必要となる。

これらの許可は事前協議から始まり、許可を受けるまでに時間を要するので、施設の設置の際には速やかに取り組むことが望ましい。

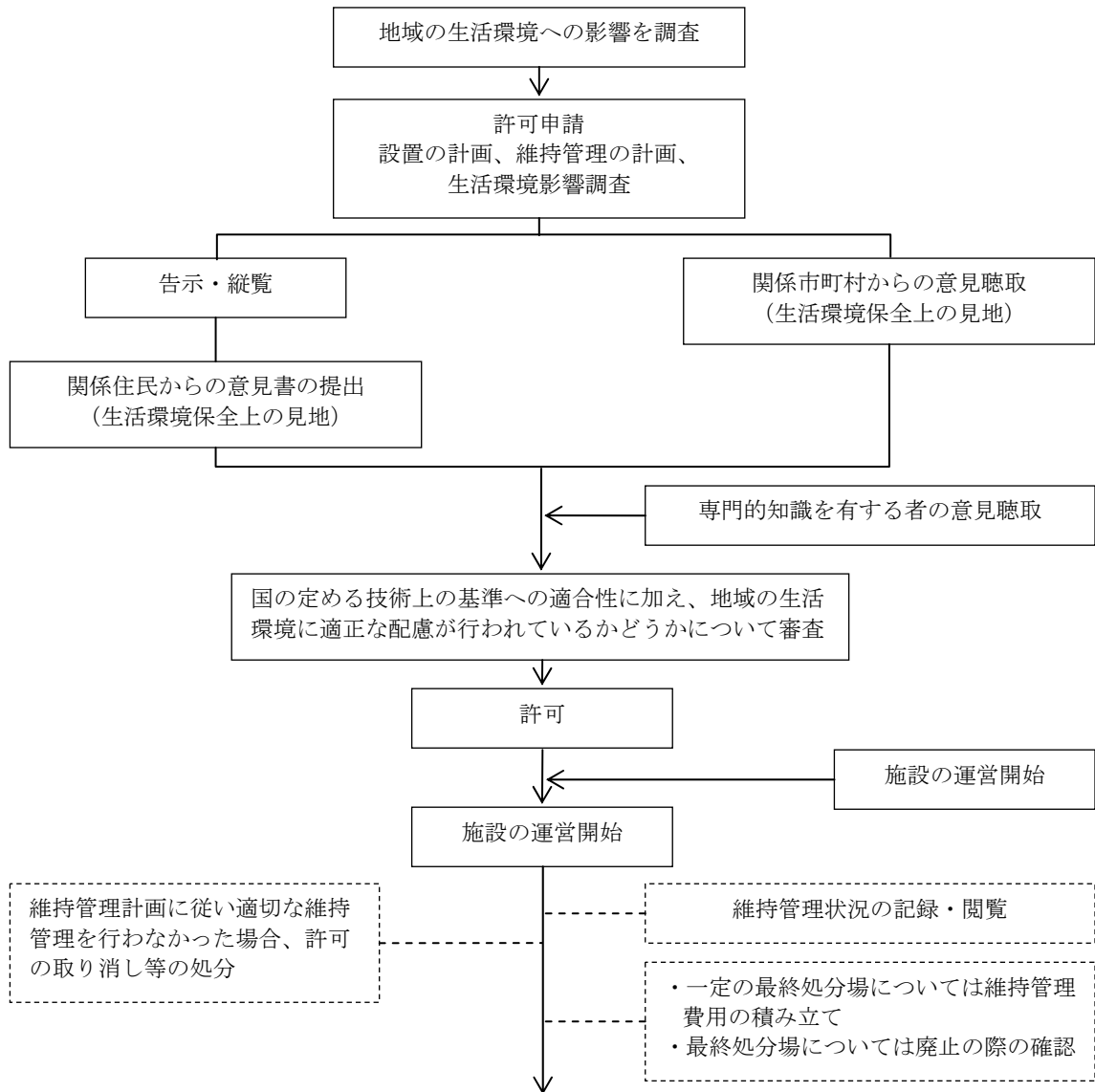
図表付1-3 廃棄物取扱いに関する許可の有無

許可 燃料取り扱い	収集又は 運搬の業	処理施設の 設置	該当する資源
一般廃棄物		○	木質系震災廃棄物、支障木等
産業廃棄物	○	○	廃棄物扱いとなる建築発生木材等

出所：法律第7条、8条、14条、15条

設置の許可については生活環境影響調査を行う必要があり、住民への影響調査を踏まえ許可申請を行うなど、環境アセスメントと同様に手続きを行う必要がある。

図表付 1 - 4 許可申請の流れ



出所：環境省ホームページ

<http://www.env.go.jp/hourei/syousai.php?id=11000364>

(4) 仙台市環境影響評価条例

仙台市環境影響評価条例は、本調査のプラント設備の設置に関しては該当しないが、プラントに隣接して破碎施設を設置する場合、産業廃棄物を受け入れる中間処理施設とする場合には、破碎施設に関してこの環境影響評価を実施する可能性がある。

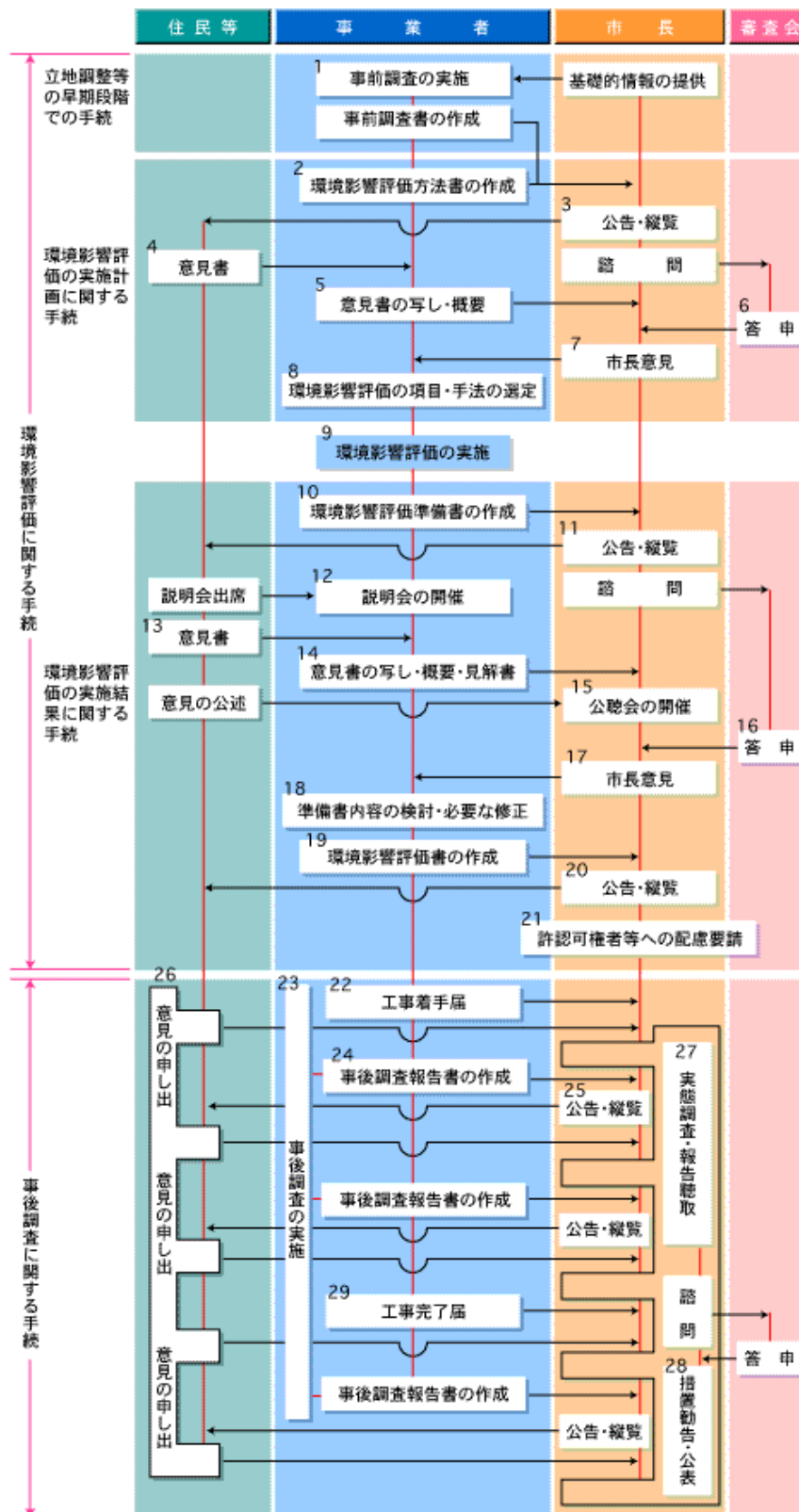
仙台市環境影響評価条例では、環境影響評価法に係らない規模の事業に対して、環境影響評価や事後調査を行うことを求めている。また条例の規模要件に満たない場合であっても、その事業が及ぼす環境影響が特に著しいものとなる恐れがあると判断されたときは、仙台市環境評価審査会と市長の判断によって、事業者に対して環境影響評価の手続きを行うことが必要となる。

図表付 1 - 5 対象事業の基準

要件	全地域		A 地域		B 地域	
	規模					
事業の種類						
変電所（電気工作物設置事業）		面積 20ha 以上	面積 10ha 以上		面積 5ha 以上	
送電線路（電気工作物設置事業）		25 万 V・10 万 km 以上	25 万 V・7 万 km 以上		22 万 V・3 万 km 以上	
産業廃棄物中間処理施設		敷地面積 5ha 以上				
産業廃棄物中間処理施設（焼却施設）		処理能力 100 t / 日 又は 敷地面積 5ha 以上				

出所：仙台市環境影響評価条例規則第 1 条

図表付 1 - 6 環境影響評価の手続きフロー



出所：仙台市ホームページ

<http://www.city.sendai.jp/sumiyoi/kankyo/yasashii/0367.html>

図表付1-7 関連法令（許可・届出に係るもの）

法令名	規制項目	許可・届出等	規制内容/許可・届出が必要となる条件	届出・許可先	備考
環境影響評価法	地熱以外の火力発電所の設置工事の事業	環境アセスメントの手続き	第一種事業：出力15万kW以上 第二種事業：出力11.25万kW以上15万kW未満		第二種事業は事前の判定によりアセスの対象かどうかを決定。 ※本調査の事業では対象外
	廃棄物最終処分場（一廃、産廃）の設置の事業	環境アセスメントの手続き	第一種事業：埋立処分面積25ha以上30ha未満 第二種事業：全ての廃棄物処理施設		
環境影響評価条例	工場・事業場用地造成	環境アセスメントの手続き	第一種事業：75ha以上 第二種事業：50ha以上75ha未満		第二種事業の対象地域：国立公園、国定公園等の自然保全の観点から指定された地域があるもの。 相談窓口：都道府県 ※本調査の事業では対象外
仙台市環境影響評価条例	電気工作物設置	環境アセスメントの手続き	電気工作物：送電線路（※地域ごとに規制対象規模を設定）		規制対象外であっても、仙台市環境評価審査会と市長の判断によって、事業者に対して環境影響評価の手続きを行うことが求められる場合もある。
	廃棄物中間処理施設の設置	環境アセスメントの手続き	廃棄物中間処理施設：焼却施設で処理能力100t/日又は敷地面積5ha以上		
廃棄物の処理及び清掃に関する法律	廃棄物収集運搬業、処分業（一廃、産廃）	許可	廃棄物を無償で引き取り、処理する場合、これらの業に該当する。	一廃：市町村長 産廃：都道府県知事	市町村からの委託の場合は規制対象外。 相談窓口：都道府県、地方自治体
	産業廃棄物処理施設の設置（一廃、産廃）	許可	焼却施設：処理能力200kg/日以上又は火格子面積2m ² 以上 破碎処理施設：処理能力5t/日以上（産廃のみ）	都道府県知事	廃棄物を有価（運賃以上の価格）で引き取る場合は対象外。 相談窓口：都道府県、地方自治体
	生活環境影響調査	手続き	廃棄物処理施設に該当する場合		
電気事業法	特定電気事業	届出	50kW以上の高圧電気需要家を市場とする一般事業者以外の電気供給事業者	経済産業大臣	
	電線路の設置	届出	自らが維持・運用する電線路を介して特定電気事業を行う場合	経済産業大臣	届出は事業開始の20日前まで。

熱供給事業法	熱供給事業	許可	熱源設備の加熱能力の合計が 21GJ/h 以上	経済産業大臣	供給区域ごとの許可が必要。 相談窓口：経済産業省、地方自治体、 道路管理者
	供給規程	許可	熱事業を開始する者	経済産業大臣	
都市計画法	土地の開発行為	許可	市街化区域：開発面積 1,000m ² 以上 区域区分外の都市計画区域：開発面積 3,000m ² 以上 準都市計画区域：開発面積 3,000m ² 以上 都市計画区域、準都市計画区域外：開発面積 10,000m ² 以上	都道府県知事 ※指定都市等 の場合は、その 指定都市等の 長	公益上必要な建築物と認められるも のは許可は不要となる。（例. 電気事 業法に規定する電気事業で、電気工作 物を設置する施設の建築物）
多賀城市条例	中高層建築物 の建築	事前協議書 提出	建築物の高さが 10m 以上のもの（煙突含む）	市長	窓口：土木事務所
工場立地法	新規施設の設 置	届出	業種：製造業、電気供給事業、ガス供給事業、 熱供給事業 敷地面積が 9,000m ² 以上	都道府県知事	届出は工事着工日の前日から 90 日前 まで。
大気汚染防止 法	ばい煙発生施 設の設置	届出	伝熱面積 10m ² 以上又はバーナー燃焼能力 50L/h 以上のもの	都道府県知事	特定物質の排出は規制基準に従う。
騒音規制法	特定施設の設 置	届出	・圧縮機、送風機等の原動機定格出力が 7.5kW 以上 ・木材加工機（チップパー）の原動機定格出力 が 2.25kW 以上	市町村長	届出は工場開始時 30 日前まで。
振動規制法	特定施設の設 置	届出	・圧縮機、送風機等の原動機定格出力が 7.5kW 以上 ・木材加工機（チップパー）の原動機定格出力 が 2.2kW 以上	市町村長	届出は工場開始時 30 日前まで。
宮城県公害防 止条例	ばい煙等に係 る特定施設の 設置	届出	チップ又はのこぎりくずの堆積場で面積が 100m ² 以上のもの	都道県知事	届出は工事着工予定日より 60 日以上 前まで。 届出先に事前相談を行う必要がある。 窓口：所在地所管保健所
ダイオキシン 類対策特別措 置法	特定施設の設 置	届出	廃棄物焼却炉で火床面積が 0.5m ² 以上又は焼 却能力が 50kg/h 以上のもの	都道府県知事	届出は工場着手日の 60 日前まで。

土壌汚染対策法	土壌汚染の恐れがある土地の形質の変更	届出	対象となる土地の面積が 3000m ² 以上	都道府県知事	届出は変更を着工する 30 日前まで。
水質汚濁防止法	特定施設の設置	届出	廃棄物処理施設(焼却施設) : 処理能力 200kg/日以上又は火格子面積 2m ² 以上	道府県知事	届出は工事着工予定日の 60 日以上前まで。
消防法	貯蔵所の設置	届出	指定可燃物(木くず)の貯留 10m ³ 以上のもの	市町村長又は都道府県知事	設置後は保管と取り扱いの基準に従う。
仙台市防火予防条例	火を使用する設備の設置	届出	内燃焼機関を原動力とする発電施設のうち、固定して用いるもの	所轄消防署長	設備設置が決定した時点で事前相談が必要。
	防火対象物使用開始	届出	防火対象物の事業場に該当。	所轄消防署長	届出は使用開始 7 日前まで。
塩釜地区消防事務組合 火災予防条例	火を使用する設備の設置	届出	内燃焼機関を原動力とする発電施設のうち、固定して用いるもの	所轄消防署長	設備設置が決定した時点で事前相談が必要。
	防火対象物使用開始	届出	防火対象物の事業場に該当。	所轄消防署長	届出は使用開始 7 日前まで。
労働安全衛生法	建築物の設置	届出	電気業の事業場で、電気使用設備の定格容量の合計が 300kW 以上のもの	労働基準監督署長	届出は工事開始日の 30 日前まで。

付録2 木質バイオマス安定供給のための方策

「5. 木質バイオマス燃料安定供給のための課題」で検討した課題を解決するための方策を以下に案として示す。

1. 未利用資源の収穫率の向上

① D材、枝葉等の収穫システムの確立

木質資源をフル活用するためには、全木集材を標準作業とし、路上へ集材した場で造材することによって素材生産コストで収集した木材から集材コストをかけずにエネルギー用の低質材を得ることが重要である。具体的な方法として、欧州で運用されているバンドラーや一部国内で輸入されている移動式チップパー等、それら高性能機械を国内事情に適合させた上での導入が有効である。

その際、欧州と我が国では路網条件等が異なり、大型機械の林内への侵入が困難な場合が想定される。同時に、既存の小型国産バンドラーと比べ、より高い生産機能が求められことから、全長の短い10tトラックにバンドリング機構を搭載した機械の改良等を行う必要がある。また、これら機械を有効活用するためには、安定した事業量の確保が必要になることから、施業による残材発生地や現地条件の情報を集約し効率的な運用システムを構築する。その際、国有林にあっては、素材生産事業者への安定した事業発注を通じて、先導的モデルとして育成を図ることが有効である。

また、バンドリングは減容化による輸送コストの軽減だけでなく、林内道路脇で「商品」として保管でき（中間倉庫として林道脇スペースが利用可能）、その際に乾燥化を促進できるメリットがある。これらをコスト評価すると、単位質量あたりの発熱量を大きくできるという点で大きなアドバンテージになる。

参考として、海外製バンドラーとそれを用いた場合のコスト試算を図表付2-1、図表付2-2に示す。

図表付2-1 海外製バンドラー



出所：John Deere 社資料

図表付 2-2 【参考】バンドリング費用に関する試算

●間伐地事業量の適用

機械稼働時間	6 h/day	x	200 day	=	1,200 h/年
原料必要量	30 生t/day	x	200 day	=	6,000 生t/年
間伐材積	278 m ³ /ha	x	30 %	=	83 m ³ /ha
D材発生量(材積)	83 m ³ /ha	x	10 %	=	8 m ³ /ha
D材発生量(質量)	8 m ³ /ha	x	0.7 t/m ³	=	5.84 t/ha
枝葉発生量(材積)	6 生t/ha	x	23 %	=	1.34 t/ha
間伐事業面積計	6,000 生t/年	/	7.18 生t/ha	=	835.65 ha/年

●バンドリング費用

労務費					3,600,000 円
オペレーター1人	@ 3,000	x	1.0人 x 1200h	=	3,600,000 円
機械損料(整備費,燃料費含)					8,032,500 円
バンドラー(トラック架装込)	@ 6,694	x	1200 h	=	8,032,500 円
費用計					11,632,500 円
					1,939 (円/生t)

出所：仁多見俊夫（東京大学大学院農学生命科学研究科准教授）
株式会社森のエネルギー研究所

② 広葉樹の活用

以前は、里山広葉樹林は約 20～40 年サイクルで伐採され、薪や炭などのエネルギーとして利用されてきた歴史がある。薪炭利用の需要が減少したため、そのような利用をされなくなってしまったが、熱電併給システムのような新たなバイオマスエネルギーとしての利用についても同様の考え方で、燃料用として皆伐・萌芽更新サイクルによる持続的な活用をしていくことが考えられる。

2. 素材供給力の向上

① 素材生産の効率化

小規模所有林の団地化には、集約化施業による利益効果と配分を所有者に明確に示し、実行するためのインフラと高度な施業技術が求められる。それを遂行する人材育成や路網整備技術、高性能林業機械の購入助成等が進められているが、森林 GIS に各種機能を付加した森林情報の基盤整備を行うことで、施策の推進に役立たせることが期待できる。

具体的には、従来の森林 GIS 機能に、作業機械の適用条件や路網整備条件に応じた施業コストの算出技術を加え、高度なモデル分析・アウトプット機能等を付加させ、複雑多様な地形、所有形態下での最適作業の判定が可能な森林情報基盤（機能化森林 GIS）を整備する。また、個人情報閲覧制限が可能である一方で、インターフェースを介した双方向情報技術を活用すると、所有者、木材生産者、需要家、行政といった利害関係者による相互の動的・対話的処理を可能とする情報基盤システムとなる。機能化 GIS の概要を図表付 2-3 に示す。

図表付 2-3 機能化森林 GIS の概要



機能化森林GIS — 評価と最適化・ビジネスモデルの検討, ユーザーインターフェース—

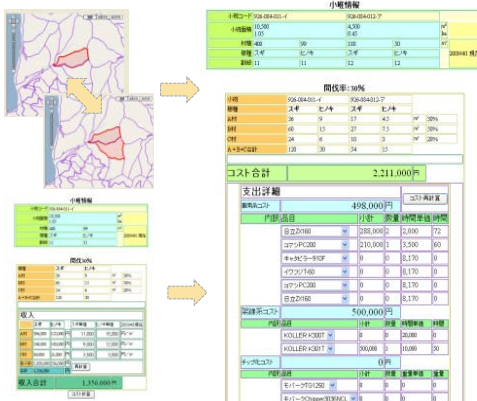
A) 機能評価と最適化

機能化森林GISを実際に用いて分析・提案した作業システムやシナリオの精度・実施による効果を評価し機能調整する。

【インプット・アウトプットイメージ例】

(input) 場所・面積・市況等

(output) コスト、生産性、作業工程等

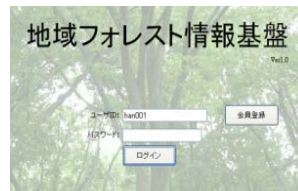


その他、工程、機械等の条件を変えて各種ビジネス分析が可能

I) ビジネスモデル・フィージビリティスタディ検討

システムを活用した生産者及び所有者等のそれぞれの立場において考えられるビジネスモデルの検討及びフィージビリティスタディを行い、システムの最適化にフィードバックする。

【機能化森林GIS→行政・森林組合等】
会員制(双方向・マッチング) サービス等



【機能化森林GIS→事業者】
ビジネス分析、経営戦略ツール

項目	金額
収入	58,000円
コスト	20,000円
利益	38,000円
収入	804,000円
コスト	650,000円
利益	154,000円
作業日数	0日
生産性	50ha/時
コスト合計	1,870,000円
収入	1,356,000円

【森林ニュービジネス】
本機能化森林GISで構築・展開される事業

- ・高生産性林業(競争力高い)
- ・バイオマスエネルギー事業
- ・植林・育林事業
- ・コンサルティング事業等

出所：仁多見俊夫（東京大学大学院農学生命科学研究科准教授）作成資料

また、地形傾斜に応じた路網整備及び作業システムの選択が生産性に大きく影響する。地形傾斜・作業システムに対応する路網整備水準の目安を図表付2-4に示す。また、地形傾斜と作業システムの想定生産性を図表付2-5に示す。また、図表付2-6に車両系作業システムによる緩傾斜地における間伐の生産性の例を示す。

図表付2-4 地形傾斜・作業システムに対応する路網整備水準の目安

(単位: m/ha)

区分	作業システム	基幹路網			細部路網	路網密度
		林道	林業専用道	小計	森林作業道	
緩傾斜地 (0~15°)	車両系	15~20	20~30	35~50	65~200	100~250
中傾斜地 (15~30°)	車両系	15~20	10~20	25~40	50~160	75~200
	架線系				0~35	25~75
急傾斜地 (30~35°)	車両系	15~20	0~5	15~25	45~125	60~150
	架線系				0~25	15~50
急峻地 (35° ~)	架線系	5~15	—	5~15	—	5~15

(別表参考資料) 作業システムの例

区分	作業システム	最大到達距離 (m)		作業システムの例			
		基幹路網から	細部路網から	伐採	木寄せ・集材	掘削・玉割	運搬
緩傾斜地 (0~15°)	車両系	150~200	30~75	ハーベスタ	グラブ	プロセッサ	フォワードトラック
中傾斜地 (15~30°)	車両系	200~300	40~100	ハーベスタ チェーンソー	グラブ ウインチ	プロセッサ	フォワードトラック
	架線系		100~300	チェーンソー	スイングヤード	プロセッサ	フォワードトラック
急傾斜地 (30~35°)	車両系	300~500	50~125	チェーンソー	グラブ ウインチ	プロセッサ	フォワードトラック
	架線系		150~500	チェーンソー	スイングヤード クワークヤード	プロセッサ	フォワードトラック
急峻地 (35° ~)	架線系	500~1500	500~1500	チェーンソー	クワークヤード	プロセッサ	トラック

注：この表は、現在採用されている代表的な作業システムを、使用されている林業機械により現しつつ、傾斜及び路網密度と関連づけたものであり、林業機械の進歩・発展や社会経済的条件に応じて調整されるものである。

地域において、今後の路網整備や資本整備の方向を決めるに当たっては、地域における自然条件、社会経済的条件を踏まえた工夫や経営判断が必要である。
「グラブ」にはロングリーチ・グラブを含む。

出所：森林・林業基本政策検討委員会（2010年）、路網・作業システム委員会最終まとめ

図表付 2-5 地形傾斜・作業システムの想定生産性

路網定数k		1.7						
	走行路密度 m/ha	(最大到達距離 m)	道路密度 m/ha	(最大到達距離 m)	道路密度 m/ha	(最大到達距離 m)	道路密度 m/ha	(最大到達距離 m)
傾斜	林内走行	10.0	210	40.5	120	70.8	17	500.0
0 - 5°	林内走行系	20						
5° - 15°			作業道-車両系	15	作業道-架線系	12	架線系 (新世代7-ヤーダ)	
15° - 30°				8		10		
30° -								12

数値: 作業システムの想定生産性 (m³/人日)

出所: 仁多見俊夫 (東京大学大学院農学生命科学研究科准教授) 作成資料

図表付 2-6 車両系作業システムの生産性 (緩傾斜地での間伐)

伐倒	木寄せ	造材	集材	生産性 (m ³ /人日)
ハーベスタ	ハーベスタ/グラップル	ハーベスタ/プロセッサ /チェーンソー	グラップル/クローラダンプ	9.0 ~ 10.6
チェーンソー	ハーベスタ/プロセッサ	ハーベスタ/プロセッサ	フォワーダ	5.5 ~ 8.0
チェーンソー	グラップル	ハーベスタ/プロセッサ	フォワーダ/クローラトラクタ等	3.5 ~ 15.0

資料: 林野庁「低コスト作業システム事例集」(平成19(2007)年3月)

出所: 林野庁 (2007年)、平成22年度森林・林業白書

さらに、高性能林業機械のさらなる技術改良も進められており、施業条件や事業計画に応じた適切な機会システムの選択により、さらなる生産性の向上が可能となっている。先進的な林業機械例を図表付2-7、図表付2-8に示す。

図表付 2-7 機械の改良事例 (右: ロングリーチハーベスター/左: セミクローラー型フォワーダー)



図表付 2-8 新世代タワーヤーダー



出所： 林野庁、平成22年度林地残材フル活用実証事業成果報告書

② 地域独自の木材供給システムの確立

集約化施業や機械化の導入等のスケールメリットを働かせるだけではなく、個々の森林所有者や小規模の地域単位で副業的に収入を得ながら木材生産システムを構築する事例が興りつつある。こうした地域では、環境意識の高い企業による森林整備活動や、近隣都市住民の森林ボランティア活動と合わせて、間伐材の収集、運搬作業が行われるケースもある。また、木質バイオマス燃料の原料として間伐材を買い取るときに地域通貨を加算するなど、資源と経済の地域循環を起こす仕組みとして注目されている事例もある。図表付 2-9、図表付 2-10 に高知県仁淀川町における NPO 法人土佐の森救援隊の取り組み事例を示す。同団体は、副業的な自伐林家を中心としたエネルギー用の低質材を供給する仕組みを構築し、バイオマス利用プラントへの安定供給体制を確立している。林業事業者による効率的な林業生産活動と共に、様々な担い手が参加できる木材流通の仕組みづくりが地域の活性化に役立ち、木質バイオマス燃料の原料となる原木の安定的な確保にも貢献している。

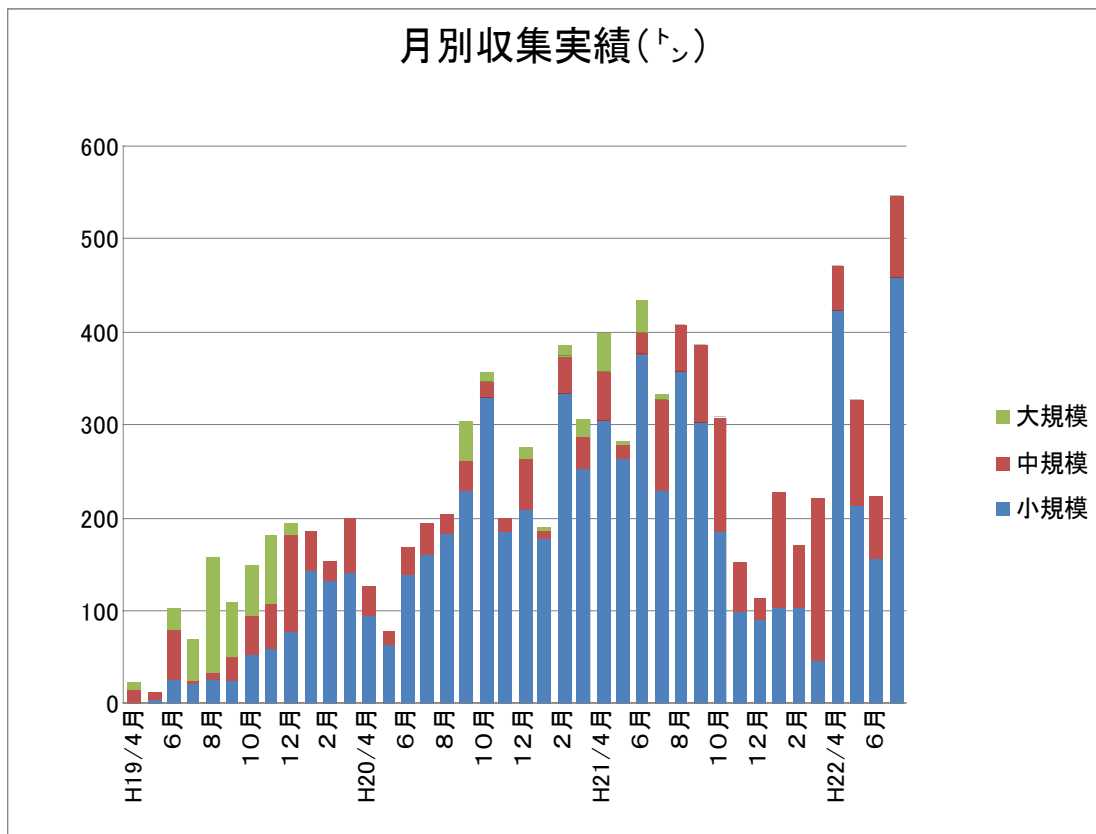
宮城県においてこのような取り組みを行う場合には、地域の担い手が材を出す先となる土場が少ないことが課題として考えられる。現在共販所となっている場所は、県の中中部や南部には少ない状況にある。

図表付2-9 森林所有者らによる副業型林業の事例



出所：NPO 法人 土佐の森・救援隊

図表付2-10 高知県仁淀川町における「バイオマスエネルギー地域システム化実証事業（NEDO）」を契機とした林業事業者規模別の林地残材搬出状況



出所：中嶋健造氏（NPO 法人土佐の森・救援隊事務局長）

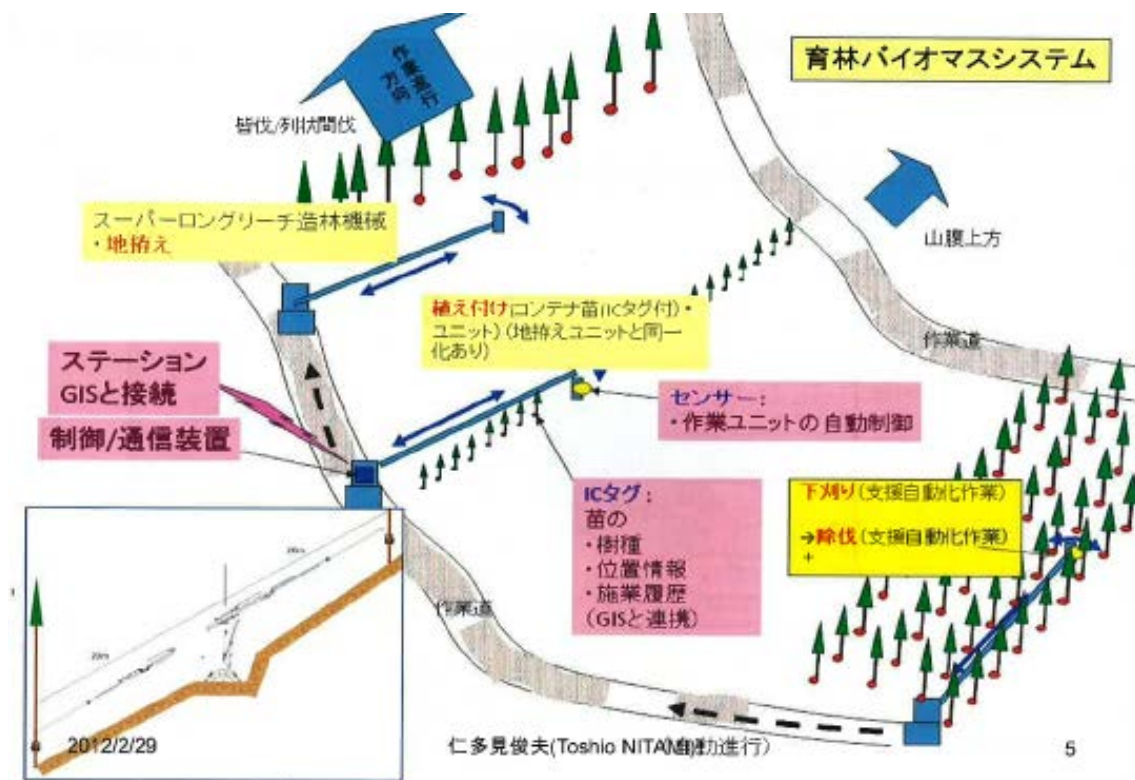
③ 再造林の実施

再造林の費用捻出のための方策として、再造林のための政策的な支援を行うことと、再造林コストを低減化することが考えられる。コスト低減化の方策として、地ごしらえや下刈等の作業の機械化の研究が進められている。

地ごしらえや下刈作業の機械化は欧州では進んでいるが、現状で国内では普及していない。その理由として、他の車両系高性能機械と同様に、地形への対応が課題のひとつとして挙げられる。今後普及させる方法として、スーパーロングリーチグラップルに地ごしらえ植栽ユニットや下刈ユニット機能を付加し、作業道からの機械による作業を可能とする等、国内の状況に合ったシステムを導入していくことが考えられる。機械化育林のシステムイメージを図表付2-11に示す。

また、このようなシステムを用いた場合の、皆伐後の林分での地ごしらえから80年生で主伐を行うまでの収支の試算も行われており、トータルで見ると累積収支が黒字になるという調査報告もある。(出所：(財)林政調査研究所(平成22年2月)、低コスト林業経営等実証事業調査報告書)再造林を行うことですぐに収入を得られるわけではないが、前述の機能化GISを用いて長期的な計画をたてることができれば、再造林も含めた採算のとれるシステムを地域全体で構築することができる。

図表付2-11 機械化育林のシステムイメージ



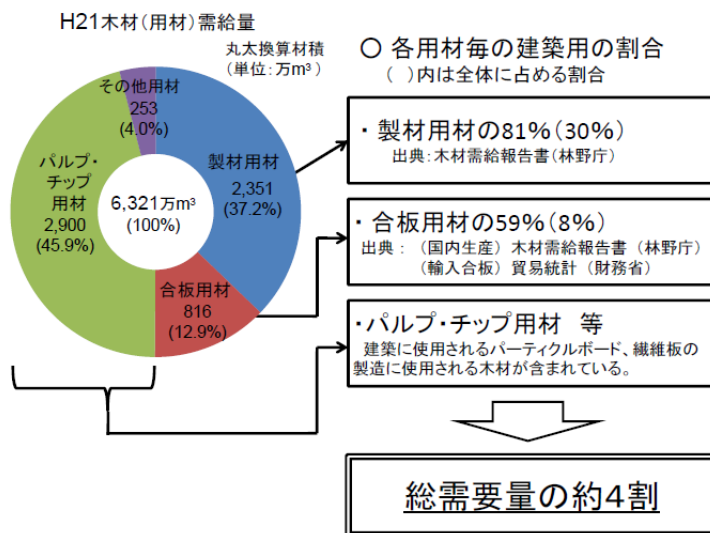
出所：仁多見俊夫（東京大学大学院農学生命科学研究科准教授）

3. 木材流通量の拡大

① 国内の木材需要の現状

図表付 2-1 2 に示す通り、わが国の木材需要の約 4 割は建築用材である (2009 年時点)。

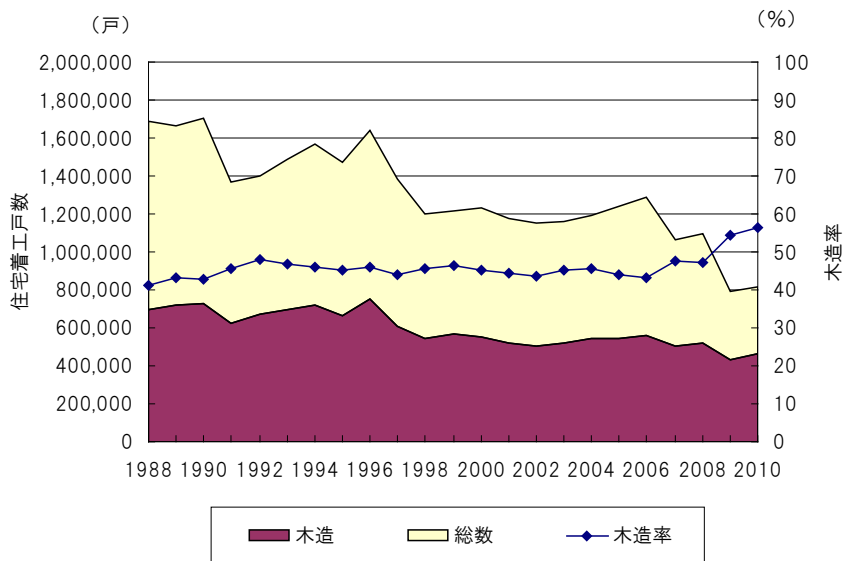
図表付 2-1 2 木材需要内訳 (全国)



出所: 林野庁業務資料

2010年の住宅着工件数は81万戸と2006年(106万戸)と比べ約40%減となったが、木造住宅は46万戸と2006年(56万戸)と比べても約20%の減であり、新規着工住宅全体の約6割を占めている(図表付2-13)。

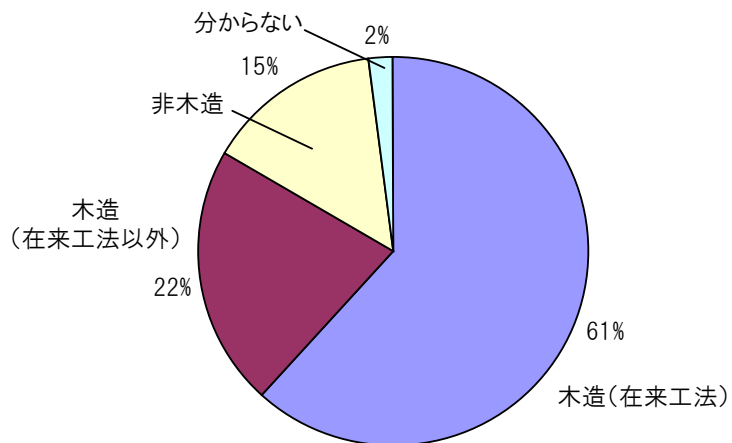
図表付 2-13 新規住宅着工数と木造率（全国）



出所：国土交通省、住宅着工統計

2007年の内閣府の調査では8割以上の人が、今後は木造住宅に住みたいと希望している(図表付 2-14)。

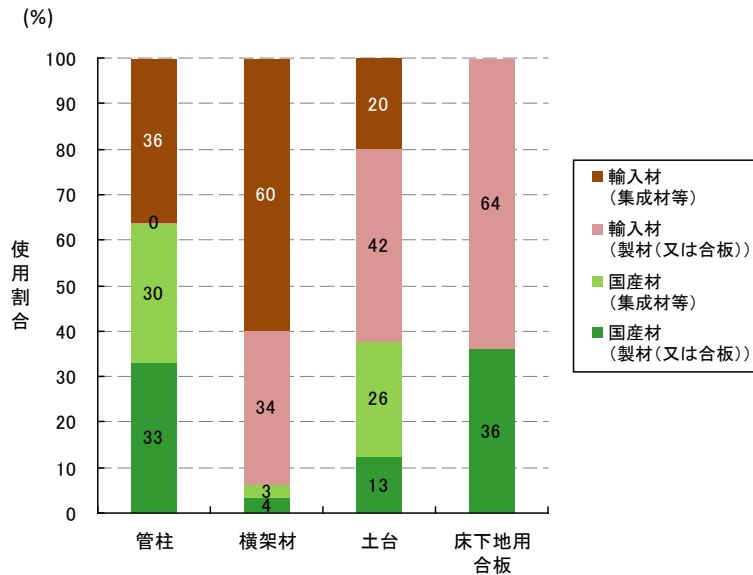
図表付 2-14 今後住みたい住宅の様式



出所：内閣府（2007年）、森林と生活に関する世論調査

木造住宅における国産材率は約 3 割である（図表付 2－1 5）。

図表付 2－1 5 在来工法住宅における部材別木材使用割合（全国）

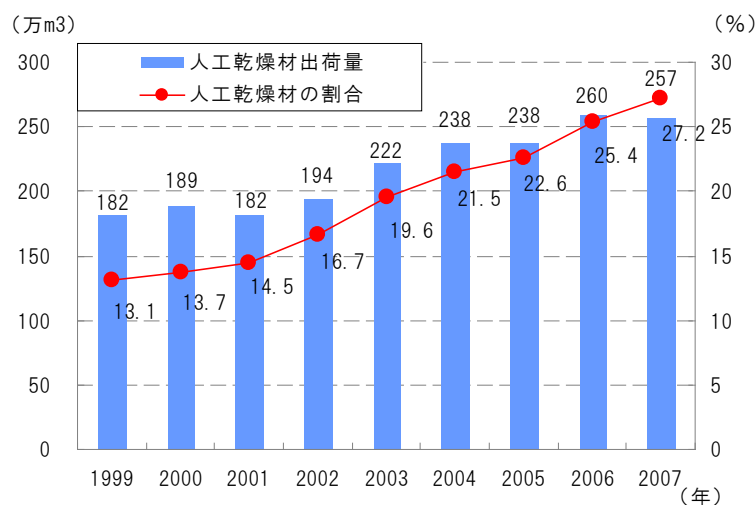


出所：林野庁（2011 年）、平成 23 年度森林・林業白書

② 人口乾燥材と集成材へのニーズ

わが国の素材生産量の 5 割以上を占めるスギは、材の含水率のばらつきが大きく、均一な品質の乾燥材の生産は困難であったが、近年は乾燥技術が向上し人工乾燥材の出荷は増加している。わが国の建築用製材品における人工乾燥材の出荷量は 1999 年には 182 万m³であったが、8年後の 2007 年には 257 万m³と約 1.4 倍となっている（図表付 2－1 6）。

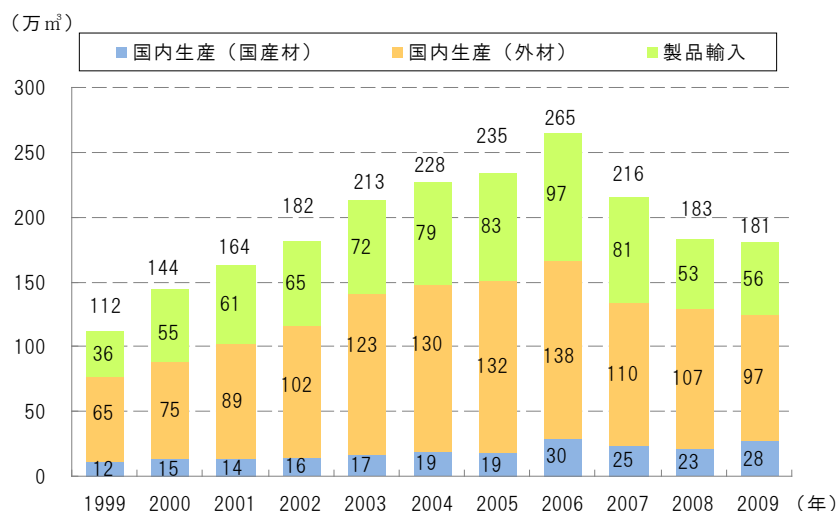
図表付 2－1 6 建築用製材出荷品に占める人工乾燥材の割合（全国）



出所：林野庁（2011 年）、平成 23 年度森林・林業白書

国産材を使用した集成材の供給量は、一定量を保っており、供給量全体に対する割合は増加傾向となっている。しかし、2009年における国産材比率は約15%と依然低い水準であり、今後国産材による集成材の供給量増加が求められている（図表付2-17）。

図表付2-17 集成材の供給量（全国）



出所：林野庁（2011年）、平成23年度森林・林業白書

③ デザイン等に関するニーズ

木造住宅の洋室化が進んでも、日本人の木材に対するニーズは高く、最近の傾向として床材や壁に木をふんだんに使用した内装が好まれているという。また、近年の健康志向により、床、壁など直接触れる素材には無垢材の使用を望む消費者が多い。その際、国産材を指定する消費者も少なくない。（住宅メーカーヒアリングより）

このようなニーズの変化を把握するためには、常に消費者ニーズをつかむ努力を続ける必要があるが、そのような努力を行っている木材加工業者は少数である。

④ 国内（県内）の木材需要の拡大方策

木材のユーザーである住宅メーカー、工務店のニーズは、寸法安定性に優れ強度が明確な材であり、乾燥材と集成材がそのニーズに沿った製品である。乾燥材も集成材も国産材の供給量は増加傾向にあり、木材産業も市場ニーズに対応した取組みをしているものと思われるが、まだ十分であるとはいえない。社団法人日本木造住宅産業協会が木造住宅メーカー等に行った調査（木造軸組住宅における国産材利用の実態調査）2009年によると、「国産材を使わない理由」として、「価格が高い」、「量的確保の不安定」、「乾燥材の入手難」があげられている。価格の問題と量的確保の問題については後段で検討することとし、「乾燥材の入手難」が理由であることは、国内での乾燥材供給量がまだ十分でないことが分かる。

これは、中小製材業者では高価格の乾燥機の導入は経営上の大きな負担となるため導入が進んでいないことも原因の一つであると考えられる。また、小規模製材所は、施主・工務店・住宅メーカーのニーズの把握が十分でないため、乾燥機の導入が進まない可能性も考えられる。そこで、小規模製材所でも人工乾燥材が生産できるよう、地域で共同利用ができる乾燥機を整備することや、乾燥機を所有している大規模製材所と連携した取組みを検討することが必要である。

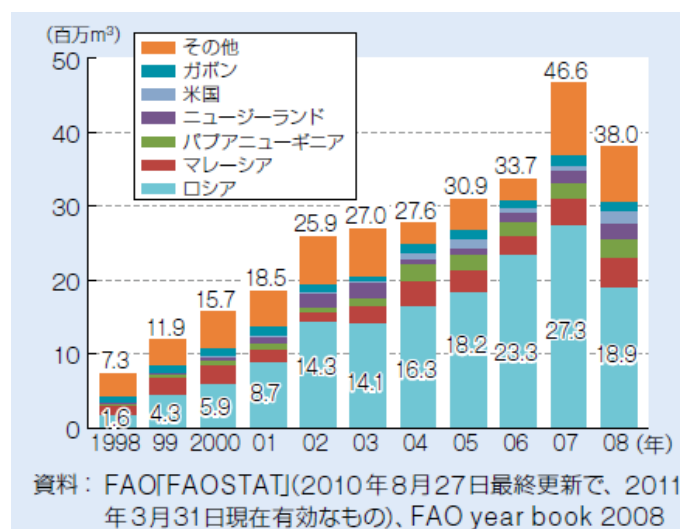
宮城県では石巻地区の大規模木材生産拠点を中核とする国産材活用システムが発揮されている仙台市以北の地域と比べ、県南地域の木材生産には増加の余地があると期待される。そこで、大規模乾燥施設の導入や集成材工場の整備を含め、県南地域の木材生産活動の促進に有効な生産・流通システムについて、仙台地域のエネルギー需要創設や、石巻地区への原木安定供給体制等も踏まえた検証を行った上で、実効性のある生産・流通拠点を整備することが考えられる。

また、木材需要の4割を占める建築用材については、近年のライフスタイルの変化とそれに伴う住宅様式の変化により、木材に求められる機能も変わってきている。住宅メーカーは消費者と直接接する立場であるため、常にニーズの変化をとらえるよう努力をしているが、建材メーカーや製材所にも自社製品のショールームを設置するなど、消費者ニーズの把握に敏感な事業者も存在する。同様のことを、中小製材事業者が行うことは難しいが、例えば事業者共同のショールームの整備や地域工務店との定期的な情報交換などを行うことで、消費者ニーズを少しでも把握することが可能になると考えられる。

4. 海外輸出量の拡大

日本全体の木材輸出額は、2001年以降増加傾向であるが2009年は金融危機の影響で減少している。主な輸出先である中国は、長江大洪水（1998年）後、天然林の伐採禁止をした影響で、2000年より丸太、製材の輸入量が増加している（図表付2-18）。

図表付2-18 中国の産業用丸太輸入量



出所：林野庁（2011年）、平成23年度森林・林業白書

中国は現在木材需要に比べ供給量が少なく、木材輸入国となっているが、現在生育の早いポプラ、ユーカリなどを中心とした植林事業を推進しており、今後木材輸出国となる可能性もある。また、中国での木材需要も主に建築材であるが、日本と異なり集合住宅が主であり、日本とは規格、用途などが異なる可能性がある。また、スケルトン方式で引き渡し（分譲マンションの購入者が内装工事を行う方式）が主流であるなど、日本と異なる商習慣が存在する。さらに、中国人の木に対する考えも日本人とは異なる可能性がある。

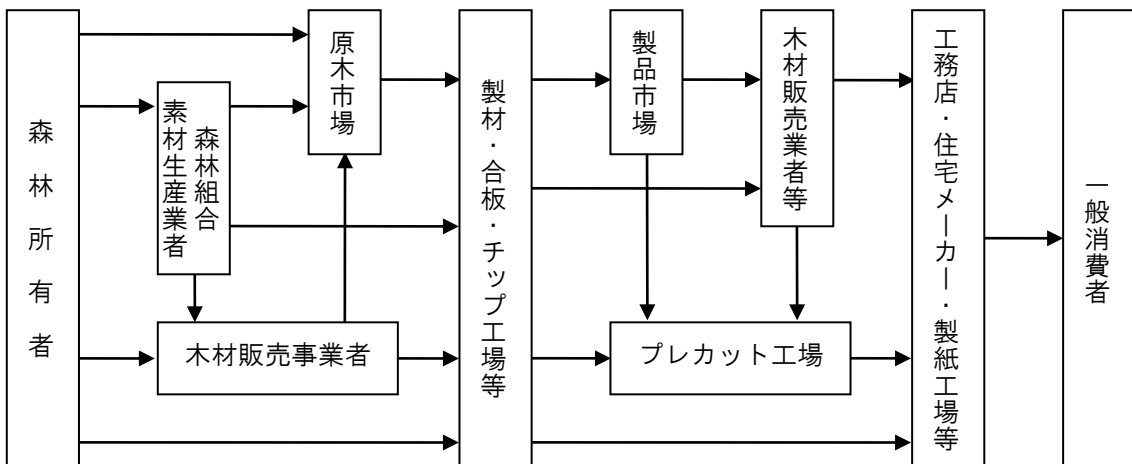
近い将来中国が木材輸出国となった場合でも、経済成長と住宅建設需要の急増を考えた場合、中国への製品輸出は有望であると考えられる。その場合、中国国内材（ポプラ等）にない特長（強度、規格）を持つ付加価値の高い木材製品の輸出が必要であり、かつ中国の建築ニーズにあったものである必要がある。その際、中国における、家電、化粧品、食品などの日本製品に対する信頼性の高さを利用した、高付加価値の製品を輸出することが有効である。そのためには、日本材と中国国産材との特性の比較、ターゲットとすべき顧客層、販売方法（販売チャネル）の確立など、事前のマーケティング活動を行うことが必要である。

5. 流通システムの改善

① わが国の流通システムの構造と課題

我が国の木材流通システムの一般的な形は図表付2-19に示すとおりである。

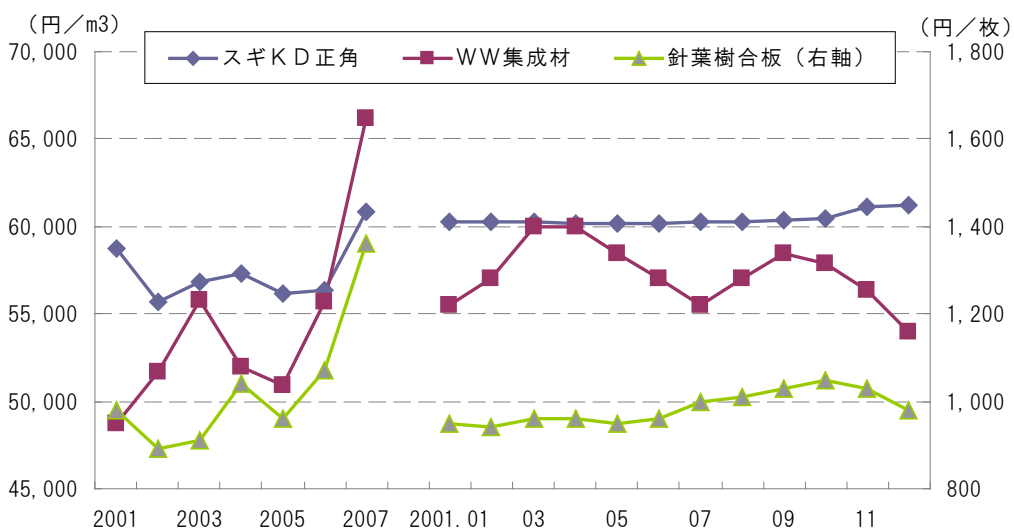
図表付2-19 一般的な木材の流通システム



出所：林野庁（2008年）、平成19年度森林・林業白書

一般に木材の素材価格は、外材より国産材が安価であるといわれているが、製品価格では外材の方が低価格となっている（図表付2-20）。

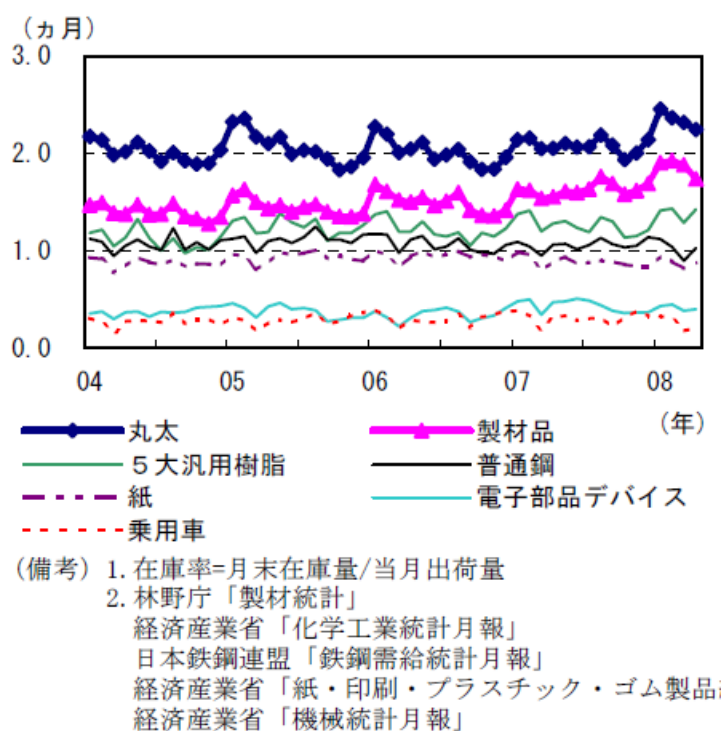
図表付2-20 製品価格の推移



出所：林野庁（2008年）、平成19年度森林・林業白書

また、丸太の在庫率は他産業と比較して高い水準となっている（図表付2-21）。これは、木材の素材生産は天候などに影響され、安定的な供給量の確保が困難なため、製材所の在庫が素材供給のバッファ機能を持っているという側面もあるが、多段階の流通システムにも大きな原因があると考えられる。

図表付2-21 製品別在庫率の推移



出所：政策投資銀行（2008年）、「世界の木材需給動向と日本の木材産業」

② 流通システム改善の方策

宮城県においては、合板用素材の安定的な供給体制を構築することで、国産材（県産材）の利用率向上を実現することができた。石巻地域の合板用素材の需給は、森林組合、素材生産業者、合板メーカーなどで組織する「宮城北部流域森林・林業活性化センター石巻支部」で調整を行い、合板メーカーが求める材を安定的に供給している。また、合板メーカーとの決済は、森林組合関係は宮城県森林組合連合会が、素材生産業者に対しては宮城県森林整備事業協同組合が一括して行っている。

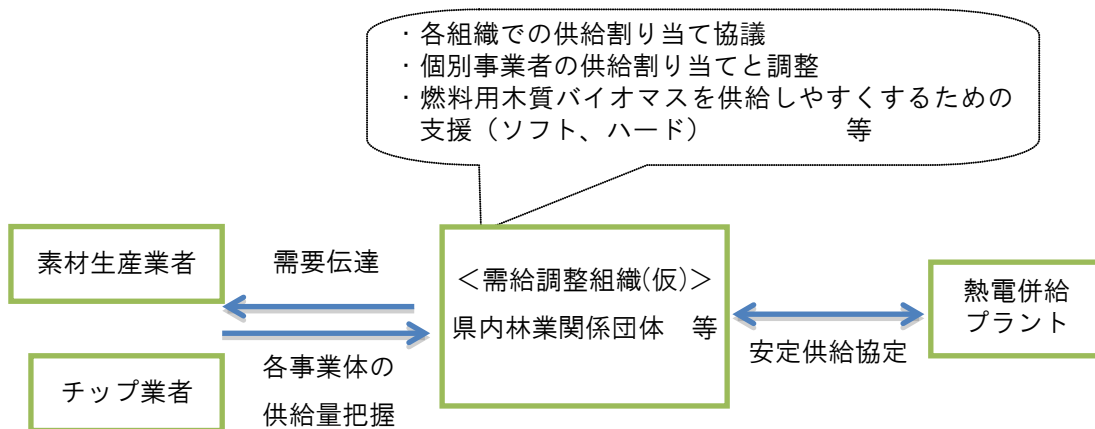
このように需給調整機能、金融機能を持ち、さらにユーザーニーズに関する情報の把握と、森林資源を対象とした流通マネジメントを行う機能を持つ組織を設立（または既存組織・団体の強化）することにより、山側にユーザーニーズの情報を、またユーザーに山側の情報を

提供することが可能となる。

そのためには、組織体の設立とともに、森林資源、木材の在庫量、製材可能量などをリアルタイムに管理できるシステムの構築が必須となる。

なお、総合的な組織体設立には多数の関係者の調整などが必要となり時間がかかる恐れがあるため、段階的な体制構築を行うことも有効である。例えば、先行して燃料用木質チップを対象とした需給調整組織を作るということも考えられる（図表付2-22）。

図表付2-22 燃料用木質チップを対象とした需給調整組織の例

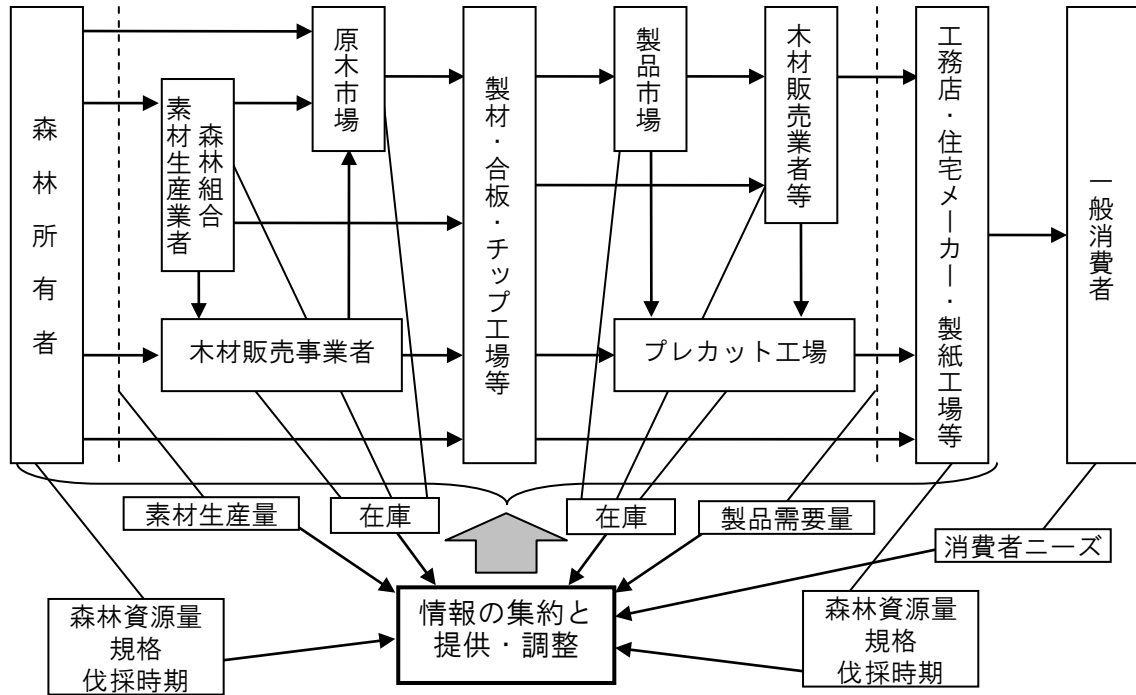


宮城県の森林所有者は小規模かつ多数であるため、仕分け機能、金融機能を持つ市場や問屋については、現在のシステムを大きく変えることなく維持していくことが必要となる。しかし、流過程における在庫量の減少と、最終消費者を含む流通システムに関与する者の持つ情報の集約と提供は必要である。

そこで、森林資源の状況、素材生産量および予測、木材流通量、需要量、ユーザーニーズなどの情報を集約し、適切な量の木材の流通を図るシステムを構築することが有効と考える。

ただし、個別企業の情報を一団体が集約することは非常に困難であるため、まずは地域の流通システム全体での需給のアンバランスを把握することから始めることが現実的であると考える。具体的には、材の調達不足が起こった場合や、余剰在庫を抱えた事業者が、不足分、余剰分を登録し、需給のマッチングができるシステムを整備することが考えられる。また、ユーザーニーズについては、定期的な工務店等との情報交換のほか、a.で提案したような共同ショールームでの消費者の反応などを公開することなどが有効であると考え（図表付2-23）。

図表付2-23 情報の集約と提供・調整機能の付加のイメージ



付録3 未利用間伐材等の把握における調達コスト推計結果（詳細）

図表付3-1 調達コスト合計①C,D材（土場単価6,950円/生t）（仙台港まで）

市町村名	資源量 C,D材 (生t/年)	土場単価 (円/生t)	輸送 コスト (円/生t)	破碎 コスト (円/生 t)	調達コスト (計) (円/生t)	≤5,000 (円/生t)	≤8,000 (円/生t)	≤10,000 (円/生t)
白石市	8,344		3,443		11,015	0	0	0
角田市	2,782		3,006		10,578	0	0	0
蔵王町	2,147		3,020		10,592	0	0	0
七ヶ宿町	3,517		4,337		11,909	0	0	0
大河原町	342		2,734		10,306	0	0	0
村田町	1,621		2,730		10,302	0	0	0
柴田町	960		2,637		10,209	0	0	0
川崎町	5,685		3,140		10,712	0	0	0
丸森町	7,803		3,366		10,938	0	0	0
仙台市	9,584		1,875		9,447	0	0	9,584
塩竈市	49		1,153		8,725	0	0	49
名取市	1,178		1,878		9,450	0	0	1,178
多賀城市	10		1,128		8,700	0	0	10
岩沼市	456		2,199		9,771	0	0	456
亘理町	418		2,517		10,089	0	0	0
山元町	708		2,855		10,427	0	0	0
松島町	912		1,564		9,136	0	0	912
七ヶ浜町	30	6,950	1,059	622	8,631	0	0	30
利府町	1,216		1,454		9,026	0	0	1,216
大和町	5,320		2,189		9,761	0	0	5,320
大郷町	1,511		1,907		9,479	0	0	1,511
富谷町	890		1,981		9,553	0	0	890
大衡村	705		2,222		9,794	0	0	705
大崎市	13,821		2,958		10,530	0	0	0
加美町	7,912		2,851		10,423	0	0	0
色麻町	1,634		2,625		10,197	0	0	0
涌谷町	876		2,396		9,968	0	0	876
美里町	3		2,426		9,998	0	0	3
栗原市	14,658		3,582		11,154	0	0	0
石巻市	10,251		2,751		10,323	0	0	0
東松島市	853		2,258		9,830	0	0	853
女川町	2,105		3,192		10,764	0	0	0
登米市	11,266		3,946		11,518	0	0	0
気仙沼市	11,090		5,607		13,179	0	0	0
南三陸町	6,788		3,994		11,566	0	0	0
合計	137,447	-	-	-	-	0	0	23,595

図表付 3-2 調達コスト合計②枝葉（土場単価 6,950 円/生 t）（仙台港まで）

市町村名	資源量 枝葉 (生 t/年)	土場単価 (円/生 t)	輸送 コスト (円/生 t)	破碎 コスト (円/生 t)	調達コスト (計) (円/生 t)	≤5,000 (円/生 t)	≤8,000 (円/生 t)	≤10,000 (円/生 t)
白石市	3,086		6,137		7,759	0	3,086	3,086
角田市	1,029		5,358		6,980	0	1,029	1,029
蔵王町	794		5,382		7,004	0	794	794
七ヶ宿町	1,301		7,729		9,351	0	0	1,301
大河原町	127		4,873		6,495	0	127	127
村田町	599		4,866		6,488	0	599	599
柴田町	355		4,701		6,323	0	355	355
川崎町	2,102		5,597		7,219	0	2,102	2,102
丸森町	2,886		6,000		7,622	0	2,886	2,886
仙台市	3,545		3,342		4,964	3,545	3,545	3,545
塩竈市	18		2,055		3,677	18	18	18
名取市	436		3,348		4,970	436	436	436
多賀城市	4		2,011		3,633	4	4	4
岩沼市	168		3,920		5,542	0	168	168
亘理町	155		4,486		6,108	0	155	155
山元町	262		5,088		6,710	0	262	262
松島町	337		2,788		4,410	337	337	337
七ヶ浜町	11	1,000	1,887	622	3,509	11	11	11
利府町	450		2,592		4,214	450	450	450
大和町	1,968		3,902		5,524	0	1,968	1,968
大郷町	559		3,400		5,022	0	559	559
富谷町	329		3,530		5,152	0	329	329
大衡村	261		3,960		5,582	0	261	261
大崎市	5,111		5,272		6,894	0	5,111	5,111
加美町	2,926		5,081		6,703	0	2,926	2,926
色麻町	604		4,679		6,301	0	604	604
涌谷町	324		4,271		5,893	0	324	324
美里町	1		4,324		5,946	0	1	1
栗原市	5,421		6,384		8,006	0	0	5,421
石巻市	3,791		4,903		6,525	0	3,791	3,791
東松島市	315		4,025		5,647	0	315	315
女川町	779		5,688		7,310	0	779	779
登米市	4,167		7,032		8,654	0	0	4,167
気仙沼市	4,101		9,994		11,616	0	0	0
南三陸町	2,510		7,119		8,741	0	0	2,510
合計	50,832	-	-	-	-	4,800	33,332	46,730

図表付 3-3 調達コスト合計③C,D材（土場単価 1,429 円/生 t）（仙台港まで）

市町村名	資源量 C,D材 (生 t/年)	土場単価 (円/生 t)	輸送 コスト (円/生 t)	破碎 コスト (円/生 t)	調達コスト (計) (円/生 t)	≤5,000 (円/生 t)	≤8,000 (円/生 t)	≤10,000 (円/生 t)
白石市	8,344		3,443		5,494	0	8,344	8,344
角田市	2,782		3,006		5,057	0	2,782	2,782
蔵王町	2,147		3,020		5,071	0	2,147	2,147
七ヶ宿町	3,517		4,337		6,388	0	3,517	3,517
大河原町	342		2,734		4,785	342	342	342
村田町	1,621		2,730		4,781	1,621	1,621	1,621
柴田町	960		2,637		4,688	960	960	960
川崎町	5,685		3,140		5,191	0	5,685	5,685
丸森町	7,803		3,366		5,417	0	7,803	7,803
仙台市	9,584		1,875		3,926	9,584	9,584	9,584
塩竈市	49		1,153		3,204	49	49	49
名取市	1,178		1,878		3,929	1,178	1,178	1,178
多賀城市	10		1,128		3,179	10	10	10
岩沼市	456		2,199		4,250	456	456	456
亘理町	418		2,517		4,568	418	418	418
山元町	708		2,855		4,906	708	708	708
松島町	912		1,564		3,615	912	912	912
七ヶ浜町	30	1,429	1,059	622	3,110	30	30	30
利府町	1,216		1,454		3,505	1,216	1,216	1,216
大和町	5,320		2,189		4,240	5,320	5,320	5,320
大郷町	1,511		1,907		3,958	1,511	1,511	1,511
富谷町	890		1,981		4,032	890	890	890
大衡村	705		2,222		4,273	705	705	705
大崎市	13,821		2,958		5,009	0	13,821	13,821
加美町	7,912		2,851		4,902	7,912	7,912	7,912
色麻町	1,634		2,625		4,676	1,634	1,634	1,634
涌谷町	876		2,396		4,447	876	876	876
美里町	3		2,426		4,477	3	3	3
栗原市	14,658		3,582		5,633	0	14,658	14,658
石巻市	10,251		2,751		4,802	10,251	10,251	10,251
東松島市	853		2,258		4,309	853	853	853
女川町	2,105		3,192		5,243	0	2,105	2,105
登米市	11,266		3,946		5,997	0	11,266	11,266
気仙沼市	11,090		5,607		7,658	0	11,090	11,090
南三陸町	6,788		3,994		6,045	0	6,788	6,788
合計	137,447	-	-	-	-	47,441	137,447	137,447

図表付3-4 調達コスト合計④枝葉（土場単価 1,429 円/生 t）（仙台港まで）

市町村名	資源量 枝葉 (生 t/年)	土場単価 (円/生 t)	輸送 コスト (円/生 t)	破碎 コスト (円/生 t)	調達コスト (計) (円/生 t)	≤5,000 (円/生 t)	≤8,000 (円/生 t)	≤10,000 (円/生 t)
白石市	3,086		6,137		8,188	0	0	3,086
角田市	1,029		5,358		7,409	0	1,029	1,029
蔵王町	794		5,382		7,433	0	794	794
七ヶ宿町	1,301		7,729		9,780	0	0	1,301
大河原町	127		4,873		6,924	0	127	127
村田町	599		4,866		6,917	0	599	599
柴田町	355		4,701		6,752	0	355	355
川崎町	2,102		5,597		7,648	0	2,102	2,102
丸森町	2,886		6,000		8,051	0	0	2,886
仙台市	3,545		3,342		5,393	0	3,545	3,545
塩竈市	18		2,055		4,106	18	18	18
名取市	436		3,348		5,399	0	436	436
多賀城市	4		2,011		4,062	4	4	4
岩沼市	168		3,920		5,971	0	168	168
亘理町	155		4,486		6,537	0	155	155
山元町	262		5,088		7,139	0	262	262
松島町	337		2,788		4,839	337	337	337
七ヶ浜町	11	1,429	1,887	622	3,938	11	11	11
利府町	450		2,592		4,643	450	450	450
大和町	1,968		3,902		5,953	0	1,968	1,968
大郷町	559		3,400		5,451	0	559	559
富谷町	329		3,530		5,581	0	329	329
大衡村	261		3,960		6,011	0	261	261
大崎市	5,111		5,272		7,323	0	5,111	5,111
加美町	2,926		5,081		7,132	0	2,926	2,926
色麻町	604		4,679		6,730	0	604	604
涌谷町	324		4,271		6,322	0	324	324
美里町	1		4,324		6,375	0	1	1
栗原市	5,421		6,384		8,435	0	0	5,421
石巻市	3,791		4,903		6,954	0	3,791	3,791
東松島市	315		4,025		6,076	0	315	315
女川町	779		5,688		7,739	0	779	779
登米市	4,167		7,032		9,083	0	0	4,167
気仙沼市	4,101		9,994		12,045	0	0	0
南三陸町	2,510		7,119		9,170	0	0	2,510
合計	50,832	-	-	-	-	820	27,360	46,730

図表付 3-5 調達コスト合計⑤C,D材（土場単価 6,950 円/生 t）（石巻港まで）

市町村名	資源量 C,D 材 (生 t/年)	土場単価 (円/生 t)	輸送 コスト (円/生 t)	破碎 コスト (円/生 t)	調達コスト (計) (円/生 t)	≤5,000 (円/生 t)	≤8,000 (円/生 t)	≤10,000 (円/生 t)
白石市	8,344		4,757		12,329	0	0	0
角田市	2,782		4,316		11,888	0	0	0
蔵王町	2,147		4,329		11,901	0	0	0
七ヶ宿町	3,517		5,650		13,222	0	0	0
大河原町	342		4,044		11,616	0	0	0
村田町	1,621		4,040		11,612	0	0	0
柴田町	960		3,947		11,519	0	0	0
川崎町	5,685		4,450		12,022	0	0	0
丸森町	7,803		4,676		12,248	0	0	0
仙台市	9,584		3,063		10,635	0	0	0
塩竈市	49		2,275		9,847	0	0	49
名取市	1,178		3,211		10,783	0	0	0
多賀城市	10		2,602		10,174	0	0	0
岩沼市	456		3,494		11,066	0	0	0
亘理町	418		3,762		11,334	0	0	0
山元町	708		4,046		11,618	0	0	0
松島町	912		1,904		9,476	0	0	912
七ヶ浜町	30	6,950	2,433	622	10,005	0	0	0
利府町	1,216		2,340		9,912	0	0	1,216
大和町	5,320		2,598		10,170	0	0	0
大郷町	1,511		2,106		9,678	0	0	1,511
富谷町	890		2,596		10,168	0	0	0
大衡村	705		2,630		10,202	0	0	0
大崎市	13,821		2,717		10,289	0	0	0
加美町	7,912		2,919		10,491	0	0	0
色麻町	1,634		2,908		10,480	0	0	0
涌谷町	876		1,869		9,441	0	0	876
美里町	3		2,117		9,689	0	0	3
栗原市	14,658		3,532		11,104	0	0	0
石巻市	10,251		1,205		8,777	0	0	10,251
東松島市	853		1,304		8,876	0	0	853
女川町	2,105		1,596		9,168	0	0	2,105
登米市	11,266		2,739		10,311	0	0	0
気仙沼市	11,090		4,401		11,973	0	0	0
南三陸町	6,788		2,784		10,356	0	0	0
合計	137,447	-	-	-	-	0	0	17,778

図表付 3-6 調達コスト合計⑥枝葉（土場単価 6,950 円/生 t）（石巻港まで）

市町村名	資源量 枝葉 (生 t/年)	土場単価 (円/生 t)	輸送 コスト (円/生 t)	破碎 コスト (円/生 t)	調達コスト (計) (円/生 t)	≤5,000 (円/生 t)	≤8,000 (円/生 t)	≤10,000 (円/生 t)
白石市	3,086		8,478		16,050	0	0	0
角田市	1,029		7,692		15,264	0	0	0
蔵王町	794		7,716		15,288	0	0	0
七ヶ宿町	1,301		10,070		17,642	0	0	0
大河原町	127		7,208		14,780	0	0	0
村田町	599		7,200		14,772	0	0	0
柴田町	355		7,035		14,607	0	0	0
川崎町	2,102		7,931		15,503	0	0	0
丸森町	2,886		8,334		15,906	0	0	0
仙台市	3,545		5,459		13,031	0	0	0
塩竈市	18		4,055		11,627	0	0	0
名取市	436		5,723		13,295	0	0	0
多賀城市	4		4,638		12,210	0	0	0
岩沼市	168		6,227		13,799	0	0	0
亘理町	155		6,704		14,276	0	0	0
山元町	262		7,211		14,783	0	0	0
松島町	337		3,394		10,966	0	0	0
七ヶ浜町	11	6,950	4,337	622	11,909	0	0	0
利府町	450		4,171		11,743	0	0	0
大和町	1,968		4,630		12,202	0	0	0
大郷町	559		3,753		11,325	0	0	0
富谷町	329		4,626		12,198	0	0	0
大衡村	261		4,688		12,260	0	0	0
大崎市	5,111		4,843		12,415	0	0	0
加美町	2,926		5,203		12,775	0	0	0
色麻町	604		5,182		12,754	0	0	0
涌谷町	324		3,332		10,904	0	0	0
美里町	1		3,773		11,345	0	0	0
栗原市	5,421		6,295		13,867	0	0	0
石巻市	3,791		2,147		9,719	0	0	3,791
東松島市	315		2,324		9,896	0	0	315
女川町	779		2,844		10,416	0	0	0
登米市	4,167		4,882		12,454	0	0	0
気仙沼市	4,101		7,843		15,415	0	0	0
南三陸町	2,510		4,962		12,534	0	0	0
合計	50,832	-	-	-	-	0	0	4,107

図表付 3-7 調達コスト合計⑦C,D材 (土場単価 1,429 円/生 t) (石巻港まで)

市町村名	資源量 C,D材 (生 t/年)	土場単価 (円/生 t)	輸送 コスト (円/生 t)	破碎 コスト (円/生 t)	調達コスト (計) (円/生 t)	≤5,000 (円/生 t)	≤8,000 (円/生 t)	≤10,000 (円/生 t)
白石市	8,344		4,757		6,808	0	8,344	8,344
角田市	2,782		4,316		6,367	0	2,782	2,782
蔵王町	2,147		4,329		6,380	0	2,147	2,147
七ヶ宿町	3,517		5,650		7,701	0	3,517	3,517
大河原町	342		4,044		6,095	0	342	342
村田町	1,621		4,040		6,091	0	1,621	1,621
柴田町	960		3,947		5,998	0	960	960
川崎町	5,685		4,450		6,501	0	5,685	5,685
丸森町	7,803		4,676		6,727	0	7,803	7,803
仙台市	9,584		3,063		5,114	0	9,584	9,584
塩竈市	49		2,275		4,326	49	49	49
名取市	1,178		3,211		5,262	0	1,178	1,178
多賀城市	10		2,602		4,653	10	10	10
岩沼市	456		3,494		5,545	0	456	456
亘理町	418		3,762		5,813	0	418	418
山元町	708		4,046		6,097	0	708	708
松島町	912		1,904		3,955	912	912	912
七ヶ浜町	30	1,429	2,433	622	4,484	30	30	30
利府町	1,216		2,340		4,391	1,216	1,216	1,216
大和町	5,320		2,598		4,649	5,320	5,320	5,320
大郷町	1,511		2,106		4,157	1,511	1,511	1,511
富谷町	890		2,596		4,647	890	890	890
大衡村	705		2,630		4,681	705	705	705
大崎市	13,821		2,717		4,768	13,821	13,821	13,821
加美町	7,912		2,919		4,970	7,912	7,912	7,912
色麻町	1,634		2,908		4,959	1,634	1,634	1,634
涌谷町	876		1,869		3,920	876	876	876
美里町	3		2,117		4,168	3	3	3
栗原市	14,658		3,532		5,583	0	14,658	14,658
石巻市	10,251		1,205		3,256	10,251	10,251	10,251
東松島市	853		1,304		3,355	853	853	853
女川町	2,105		1,596		3,647	2,105	2,105	2,105
登米市	11,266		2,739		4,790	11,266	11,266	11,266
気仙沼市	11,090		4,401		6,452	0	11,090	11,090
南三陸町	6,788		2,784		4,835	6,788	6,788	6,788
合計	137,447	-	-	-	-	66,155	137,447	137,447

図表付 3-8 調達コスト合計⑧枝葉（土場単価 1,429 円/生 t）（石巻港まで）

市町村名	資源量 枝葉 (生 t/年)	土場単価 (円/生 t)	輸送 コスト (円/生 t)	破碎 コスト (円/生 t)	調達コスト (計) (円/生 t)	≤5,000 (円/生 t)	≤8,000 (円/生 t)	≤10,000 (円/生 t)
白石市	3,086		8,478		10,529	0	0	0
角田市	1,029		7,692		9,743	0	0	1,029
蔵王町	794		7,716		9,767	0	0	794
七ヶ宿町	1,301		10,070		12,121	0	0	0
大河原町	127		7,208		9,259	0	0	127
村田町	599		7,200		9,251	0	0	599
柴田町	355		7,035		9,086	0	0	355
川崎町	2,102		7,931		9,982	0	0	2,102
丸森町	2,886		8,334		10,385	0	0	0
仙台市	3,545		5,459		7,510	0	3,545	3,545
塩竈市	18		4,055		6,106	0	18	18
名取市	436		5,723		7,774	0	436	436
多賀城市	4		4,638		6,689	0	4	4
岩沼市	168		6,227		8,278	0	0	168
亘理町	155		6,704		8,755	0	0	155
山元町	262		7,211		9,262	0	0	262
松島町	337		3,394		5,445	0	337	337
七ヶ浜町	11	1,429	4,337	622	6,388	0	11	11
利府町	450		4,171		6,222	0	450	450
大和町	1,968		4,630		6,681	0	1,968	1,968
大郷町	559		3,753		5,804	0	559	559
富谷町	329		4,626		6,677	0	329	329
大衡村	261		4,688		6,739	0	261	261
大崎市	5,111		4,843		6,894	0	5,111	5,111
加美町	2,926		5,203		7,254	0	2,926	2,926
色麻町	604		5,182		7,233	0	604	604
涌谷町	324		3,332		5,383	0	324	324
美里町	1		3,773		5,824	0	1	1
栗原市	5,421		6,295		8,346	0	0	5,421
石巻市	3,791		2,147		4,198	3,791	3,791	3,791
東松島市	315		2,324		4,375	315	315	315
女川町	779		2,844		4,895	779	779	779
登米市	4,167		4,882		6,933	0	4,167	4,167
気仙沼市	4,101		7,843		9,894	0	0	4,101
南三陸町	2,510		4,962		7,013	0	2,510	2,510
合計	50,832	-	-	-	-	4,885	28,446	43,559

付録4 シミュレーション試算結果（仙台地域）

図表付4-1 試算結果① (モデルA、5,000kW、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

		(千円/年)															
		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆収入																	
	電力販売		399,840	408,836	429,828	457,817	485,806	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800
	蒸気販売		581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400
	収入計①		981,240	990,236	1,011,228	1,039,217	1,067,206	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200

		(千円/年)															
		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆支出																	
固定費	減価償却費		134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費		63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032
	固定資産税		51,765	48,067	44,370	40,672	36,975	33,277	29,580	25,882	22,185	18,487	14,790	11,092	7,395	3,697	0
	保険料		12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606
	固定費計②		319,072	315,374	311,677	307,979	304,282	300,584	296,887	293,189	289,492	285,794	282,097	278,399	274,702	271,004	267,307
変動費	燃料代		219,767	812,499	814,746	817,742	820,739	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237
	ユーティリティ費		76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費		15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662
	変動費計③		311,428	904,161	906,408	909,404	912,400	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		350,740	-229,298	-206,856	-178,166	-149,476	-133,283	-129,585	-125,888	-122,190	-118,493	-114,795	-111,098	-107,400	-103,703	-100,005
税金(国、県、市)⑤			127,096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電気事業税⑥			5,198	5,315	5,588	5,952	6,315	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497
税引き後利益④-(⑤+⑥)			218,447	-234,613	-212,444	-184,118	-155,792	-139,780	-136,082	-132,385	-128,687	-124,990	-121,292	-117,595	-113,897	-110,200	-106,503

		(千円/年)															
		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆キャッシュフロー																	
	投資額(-)	-2,010,800															
	税引き後利益(+)		218,447	-234,613	-212,444	-184,118	-155,792	-139,780	-136,082	-132,385	-128,687	-124,990	-121,292	-117,595	-113,897	-110,200	-106,503
	減価償却費(+)		134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053
	合計	-2,010,800	352,500	-100,560	-78,391	-50,065	-21,738	-5,727	-2,029	1,668	5,366	9,063	12,761	16,458	20,156	23,853	27,551
	累積	-2,010,800	-1,668,567	-1,763,354	-1,835,093	-1,879,575	-1,898,327	-1,903,123	-1,904,772	-1,903,455	-1,899,343	-1,892,599	-1,883,380	-1,871,837	-1,858,112	-1,842,342	-1,824,658

図表付4-2 試算結果② (モデルA、5,000kW、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		399,840	408,836	429,828	457,817	485,806	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800
蒸気販売		581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400
収入計①		981,240	990,236	1,011,228	1,039,217	1,067,206	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費		134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	
	固定資産税		51,765	48,067	44,370	40,672	36,975	33,277	29,580	25,882	22,185	18,487	14,790	11,092	7,395	3,697	0
	保険料		12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606
固定費計②		319,072	315,374	311,677	307,979	304,282	300,584	296,887	293,189	289,492	285,794	282,097	278,399	274,702	271,004	267,307	
変動費	燃料代		219,767	812,499	814,746	817,742	820,739	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237
	ユーティリティ費		76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	
	灰処理費		15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	
	変動費計③		311,428	904,161	906,408	909,404	912,400	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		350,740	-229,298	-206,856	-178,166	-149,476	-133,283	-129,585	-125,888	-122,190	-118,493	-114,795	-111,098	-107,400	-103,703	-100,005
税金(国、県、市)⑤		127,096	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
電気事業税⑥		5,198	5,315	5,588	5,952	6,315	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		218,447	-234,613	-212,444	-184,118	-155,792	-139,780	-136,082	-132,385	-128,687	-124,990	-121,292	-117,595	-113,897	-110,200	-106,503	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-2,010,800															
税引き後利益(+)		218,447	-234,613	-212,444	-184,118	-155,792	-139,780	-136,082	-132,385	-128,687	-124,990	-121,292	-117,595	-113,897	-110,200	-106,503
減価償却費(+)		134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053
合計	-2,010,800	352,500	-100,560	-78,391	-50,065	-21,738	-5,727	-2,029	1,668	5,366	9,063	12,761	16,458	20,156	23,853	27,551
累積	-2,010,800	-1,668,567	-1,763,354	-1,835,093	-1,879,575	-1,898,327	-1,903,123	-1,904,772	-1,903,455	-1,899,343	-1,892,599	-1,883,380	-1,871,837	-1,858,112	-1,842,342	-1,824,658

図表付4-3 試算結果③ (モデルA、5,000kW、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格20円/kWhの場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		399,840	408,836	429,828	457,817	485,806	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800
蒸気販売		581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400
収入計①		981,240	990,236	1,011,228	1,039,217	1,067,206	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費		134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	
	固定資産税		51,765	48,067	44,370	40,672	36,975	33,277	29,580	25,882	22,185	18,487	14,790	11,092	7,395	3,697	0
	保険料		12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606
固定費計②		319,072	315,374	311,677	307,979	304,282	300,584	296,887	293,189	289,492	285,794	282,097	278,399	274,702	271,004	267,307	
変動費	燃料代		219,767	738,498	709,030	669,740	630,450	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804
	ユーティリティ費		76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費		15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662
	変動費計③		311,428	830,159	800,692	761,401	722,111	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		350,740	-155,297	-101,140	-30,164	40,813	78,150	81,847	85,545	89,242	92,940	96,637	100,335	104,032	107,730	111,427
税金(国、県、市)⑤			127,096	0	0	0	15,057	28,554	29,891	31,227	32,564	33,901	35,237	36,574	37,911	39,247	40,584
電気事業税⑥			5,198	5,315	5,588	5,952	6,315	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497
税引き後利益④-(⑤+⑥)			218,447	-160,612	-106,728	-36,115	19,440	43,098	45,459	47,820	50,181	52,542	54,902	57,263	59,624	61,985	64,346

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-2,010,800															
税引き後利益(+)		218,447	-160,612	-106,728	-36,115	19,440	43,098	45,459	47,820	50,181	52,542	54,902	57,263	59,624	61,985	64,346
減価償却費(+)		134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053
合計	-2,010,800	352,500	-26,559	27,325	97,938	153,494	177,152	179,512	181,873	184,234	186,595	188,956	191,317	193,677	196,038	198,399
累積	-2,010,800	-1,668,567	-1,693,601	-1,668,594	-1,581,578	-1,449,173	-1,300,811	-1,154,851	-1,011,279	-870,079	-731,234	-594,729	-460,543	-328,658	-199,054	-71,709

図表付4-4 試算結果④ (モデルA、5,000kW、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格25円/kWhの場合)

		(千円/年)																
		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
◆収入																		
	電力販売		399,840	408,836	429,828	457,817	485,806	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	499,800	
	蒸気販売		581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	581,400	
	収入計①		981,240	990,236	1,011,228	1,039,217	1,067,206	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	1,081,200	
◆支出																		
		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費		134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	63,032	
	固定資産税		51,765	48,067	44,370	40,672	36,975	33,277	29,580	25,882	22,185	18,487	14,790	11,092	7,395	3,697	0	
	保険料		12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606	12,606
	固定費計②		319,072	315,374	311,677	307,979	304,282	300,584	296,887	293,189	289,492	285,794	282,097	278,399	274,702	271,004	267,307	
変動費	燃料代		219,767	738,498	709,030	669,740	630,450	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804
	ユーティリティ費		76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費		15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662
	変動費計③		311,428	830,159	800,692	761,401	722,111	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		350,740	-155,297	-101,140	-30,164	40,813	78,150	81,847	85,545	89,242	92,940	96,637	100,335	104,032	107,730	111,427	
税金(国、県、市)⑤			127,096	0	0	0	15,057	28,554	29,891	31,227	32,564	33,901	35,237	36,574	37,911	39,247	40,584	
電気事業税⑥			5,198	5,315	5,588	5,952	6,315	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	6,497	
税引き後利益④-(⑤+⑥)			218,447	-160,612	-106,728	-36,115	19,440	43,098	45,459	47,820	50,181	52,542	54,902	57,263	59,624	61,985	64,346	
◆キャッシュフロー																		
		0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
	投資額(-)	-2,010,800																
	税引き後利益(+)		218,447	-160,612	-106,728	-36,115	19,440	43,098	45,459	47,820	50,181	52,542	54,902	57,263	59,624	61,985	64,346	
	減価償却費(+)		134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	134,053	
	合計	-2,010,800	352,500	-26,559	27,325	97,938	153,494	177,152	179,512	181,873	184,234	186,595	188,956	191,317	193,677	196,038	198,399	
	累積	-2,010,800	-1,668,567	-1,693,601	-1,668,594	-1,581,578	-1,449,173	-1,300,811	-1,154,851	-1,011,279	-870,079	-731,234	-594,729	-460,543	-328,658	-199,054	-71,709	

図表付 4-5 試算結果⑤ (モデル A、10,000kW、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		835,845	805,686	818,611	835,845	853,079	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696
蒸気販売		1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800
収入計①		1,998,645	1,968,486	1,981,411	1,998,645	2,015,879	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153
	人件費	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092
	固定資産税	87,084	80,864	74,644	68,423	62,203	55,983	49,762	43,542	37,322	31,101	24,881	18,661	12,441	6,220	0
	保険料	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418
固定費計②	491,363	485,143	478,922	472,702	466,482	460,261	454,041	447,821	441,600	435,380	429,160	422,940	416,719	410,499	404,279	
変動費	燃料代	1,033,015	1,624,998	1,629,492	1,635,485	1,641,477	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473
	ユーティリティ費	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000
	灰処理費	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323
	変動費計③	1,216,338	1,808,321	1,812,816	1,818,808	1,824,801	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	290,944	-324,978	-310,327	-292,865	-275,403	-263,562	-257,342	-251,122	-244,901	-238,681	-232,461	-226,240	-220,020	-213,800	-207,579
税金(国、県、市)⑤		105,479	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電気事業税⑥		10,866	10,474	10,642	10,866	11,090	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202
税引き後利益④-(⑤+⑥)		174,599	-335,452	-320,969	-303,731	-286,493	-274,764	-268,544	-262,324	-256,103	-249,883	-243,663	-237,442	-231,222	-225,002	-218,782

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,362,300															
税引き後利益(+)		174,599	-335,452	-320,969	-303,731	-286,493	-274,764	-268,544	-262,324	-256,103	-249,883	-243,663	-237,442	-231,222	-225,002	-218,782
減価償却費(+)		224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153
合計	-3,362,300	398,752	-111,299	-96,815	-79,577	-62,340	-50,611	-44,391	-38,170	-31,950	-25,730	-19,509	-13,289	-7,069	-848	5,372
累積	-3,362,300	-2,975,162	-3,080,071	-3,168,671	-3,239,374	-3,293,149	-3,335,535	-3,371,629	-3,401,761	-3,426,248	-3,445,393	-3,459,487	-3,468,808	-3,473,621	-3,474,182	-3,470,734

図表付 4-6 試算結果⑥ (モデル A、10,000kW、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		878,930	881,084	926,323	986,642	1,046,961	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120
蒸気販売		1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800
収入計①		2,041,730	2,043,884	2,089,123	2,149,442	2,209,761	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費		224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	
	固定資産税		87,084	80,864	74,644	68,423	62,203	55,983	49,762	43,542	37,322	31,101	24,881	18,661	12,441	6,220	0
	保険料		20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418
固定費計②		491,363	485,143	478,922	472,702	466,482	460,261	454,041	447,821	441,600	435,380	429,160	422,940	416,719	410,499	404,279	
変動費	燃料代		1,033,015	1,624,998	1,629,492	1,635,485	1,641,477	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473
	ユーティリティ費		152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費		31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	
	変動費計③		1,216,338	1,808,321	1,812,816	1,818,808	1,824,801	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		334,029	-249,580	-202,615	-142,068	-81,522	-48,138	-41,918	-35,698	-29,477	-23,257	-17,037	-10,816	-4,596	1,624	7,845
税金(国、県、市)⑤			121,055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	890	3,139	
電気事業税⑥			11,426	11,454	12,042	12,826	13,610	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003
税引き後利益④-(⑤+⑥)			201,549	-261,034	-214,657	-154,894	-95,132	-62,141	-55,920	-49,700	-43,480	-37,260	-31,039	-24,819	-18,599	-13,268	-9,297

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,362,300															
税引き後利益(+)		201,549	-261,034	-214,657	-154,894	-95,132	-62,141	-55,920	-49,700	-43,480	-37,260	-31,039	-24,819	-18,599	-13,268	-9,297
減価償却費(+)		224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153
合計	-3,362,300	425,702	-36,880	9,497	69,259	129,021	162,013	168,233	174,453	180,674	186,894	193,114	199,334	205,555	210,885	214,856
累積	-3,362,300	-2,948,997	-2,983,760	-2,975,070	-2,913,534	-2,802,239	-2,666,556	-2,529,767	-2,392,052	-2,253,581	-2,114,514	-1,975,005	-1,835,196	-1,695,223	-1,555,803	-1,417,895

図表付4-7 試算結果⑦ (モデルA、10,000kW、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格20円/kWhの場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		835,845	805,686	818,611	835,845	853,079	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696	861,696
蒸気販売		1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800
収入計①		1,998,645	1,968,486	1,981,411	1,998,645	2,015,879	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496	2,024,496

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153
	人件費	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092
	固定資産税	87,084	80,864	74,644	68,423	62,203	55,983	49,762	43,542	37,322	31,101	24,881	18,661	12,441	6,220	0
	保険料	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418
固定費計②	491,363	485,143	478,922	472,702	466,482	460,261	454,041	447,821	441,600	435,380	429,160	422,940	416,719	410,499	404,279	
変動費	燃料代	948,442	1,476,995	1,418,060	1,339,479	1,260,899	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609
	ユーティリティ費	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000
	灰処理費	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323
	変動費計③	1,131,765	1,660,319	1,601,383	1,522,803	1,444,222	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	375,517	-176,975	-98,894	3,140	105,175	159,302	165,523	171,743	177,963	184,184	190,404	196,624	202,845	209,065	215,285
税金(国、県、市)⑤		136,053	0	0	1,438	38,324	57,891	60,139	62,388	64,637	66,885	69,134	71,383	73,631	75,880	78,129
電気事業税⑥		10,866	10,474	10,642	10,866	11,090	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202	11,202
税引き後利益④-(⑤+⑥)		228,599	-187,449	-109,536	-9,164	55,761	90,210	94,181	98,153	102,125	106,096	110,068	114,040	118,011	121,983	125,955

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,362,300															
税引き後利益(+)		228,599	-187,449	-109,536	-9,164	55,761	90,210	94,181	98,153	102,125	106,096	110,068	114,040	118,011	121,983	125,955
減価償却費(+)		224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153
合計	-3,362,300	452,752	36,704	114,617	214,989	279,915	314,363	318,335	322,306	326,278	330,250	334,221	338,193	342,165	346,136	350,108
累積	-3,362,300	-2,922,735	-2,888,138	-2,783,247	-2,592,231	-2,350,775	-2,087,501	-1,828,666	-1,574,234	-1,324,169	-1,078,432	-836,984	-599,782	-366,785	-137,948	86,773

図表付4-8 試算結果③ (モデルA、10,000kW、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格25円/kWhの場合)

(千円/年)

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆収入																
電力販売		878,930	881,084	926,323	986,642	1,046,961	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120	1,077,120
蒸気販売		1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800	1,162,800
収入計①		2,041,730	2,043,884	2,089,123	2,149,442	2,209,761	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920	2,239,920

(千円/年)

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆支出																
固定費	減価償却費	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153
	人件費	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092	102,092
	固定資産税	87,084	80,864	74,644	68,423	62,203	55,983	49,762	43,542	37,322	31,101	24,881	18,661	12,441	6,220	0
	保険料	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418	20,418
固定費計②	491,363	485,143	478,922	472,702	466,482	460,261	454,041	447,821	441,600	435,380	429,160	422,940	416,719	410,499	404,279	
変動費	燃料代	948,442	1,476,995	1,418,060	1,339,479	1,260,899	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609
	ユーティリティ費	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	
	変動費計③	1,131,765	1,660,319	1,601,383	1,522,803	1,444,222	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	418,602	-101,577	8,818	153,937	299,057	374,726	380,947	387,167	393,387	399,608	405,828	412,048	418,269	424,489	430,709
税金(国、県、市)⑤		151,628	0	3,491	55,951	108,412	135,767	138,015	140,264	142,513	144,761	147,010	149,258	151,507	153,756	156,004
電気事業税⑥		11,426	11,454	12,042	12,826	13,610	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003	14,003
税引き後利益④-(⑤+⑥)		255,548	-113,031	-6,715	85,160	177,034	224,957	228,929	232,901	236,872	240,844	244,816	248,787	252,759	256,731	260,702

(千円/年)

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆キャッシュフロー																
投資額(-)	-3,362,300															
税引き後利益(+)		255,548	-113,031	-6,715	85,160	177,034	224,957	228,929	232,901	236,872	240,844	244,816	248,787	252,759	256,731	260,702
減価償却費(+)		224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153	224,153
合計	-3,362,300	479,702	111,122	217,438	309,313	401,187	449,111	453,082	457,054	461,026	464,997	468,969	472,941	476,912	480,884	484,856
累積	-3,362,300	-2,896,570	-2,791,827	-2,592,840	-2,318,019	-1,971,952	-1,595,829	-1,227,431	-866,629	-513,291	-167,289	171,504	503,215	827,969	1,145,890	1,457,100

図表付4-9 試算結果⑨ (モデルB、5,000kW、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		429,869	401,927	408,375	416,973	425,570	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869
蒸気販売		356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592
収入計①		786,461	758,519	764,967	773,565	782,162	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費		142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	
	固定資産税		52,792	49,021	45,250	41,479	37,709	33,938	30,167	26,396	22,625	18,854	15,083	11,313	7,542	3,771	-0
	保険料		12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268
固定費計②		326,128	322,357	318,587	314,816	311,045	307,274	303,503	299,732	295,961	292,191	288,420	284,649	280,878	277,107	273,336	
変動費	燃料代		219,767	812,499	814,746	817,742	820,739	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237
	ユーティリティ費		76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費		15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662
	変動費計③		311,428	904,161	906,408	909,404	912,400	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	148,904	-467,999	-460,027	-450,655	-441,283	-434,712	-430,941	-427,170	-423,399	-419,628	-415,857	-412,086	-408,316	-404,545	-400,774	
税金(国、県、市)⑤		54,132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
電気事業税⑥		5,588	5,225	5,309	5,421	5,532	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		89,184	-473,224	-465,336	-456,076	-446,815	-440,300	-436,529	-432,758	-428,987	-425,216	-421,446	-417,675	-413,904	-410,133	-406,362	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-2,131,700															
税引き後利益(+)		89,184	-473,224	-465,336	-456,076	-446,815	-440,300	-436,529	-432,758	-428,987	-425,216	-421,446	-417,675	-413,904	-410,133	-406,362
減価償却費(+)		142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113
合計	-2,131,700	231,297	-331,110	-323,223	-313,962	-304,702	-298,187	-294,416	-290,645	-286,874	-283,103	-279,332	-275,561	-271,791	-268,020	-264,249
累積	-2,131,700	-1,907,139	-2,219,243	-2,515,037	-2,793,989	-3,056,827	-3,306,554	-3,545,941	-3,775,378	-3,995,243	-4,205,899	-4,407,694	-4,600,968	-4,786,044	-4,963,236	-5,132,848

図表付4-10 試算結果⑩ (モデルB、5,000kW、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		429,869	439,541	462,109	492,200	522,291	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336
蒸気販売		356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592
収入計①		786,461	796,133	818,701	848,792	878,883	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113
	人件費	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340
	固定資産税	52,792	49,021	45,250	41,479	37,709	33,938	30,167	26,396	22,625	18,854	15,083	11,313	7,542	3,771	-0
	保険料	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268
固定費計②	326,128	322,357	318,587	314,816	311,045	307,274	303,503	299,732	295,961	292,191	288,420	284,649	280,878	277,107	273,336	
変動費	燃料代	219,767	812,499	814,746	817,742	820,739	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237	822,237
	ユーティリティ費	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662
	変動費計③	311,428	904,161	906,408	909,404	912,400	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898	913,898
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	148,904	-430,385	-406,293	-375,428	-344,563	-327,244	-323,474	-319,703	-315,932	-312,161	-308,390	-304,619	-300,848	-297,078	-293,307
税金(国、県、市)⑤		54,132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電気事業税⑥		5,588	5,714	6,007	6,399	6,790	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985
税引き後利益④-(⑤+⑥)		89,184	-436,099	-412,301	-381,827	-351,352	-334,230	-330,459	-326,688	-322,917	-319,146	-315,375	-311,605	-307,834	-304,063	-300,292

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-2,131,700															
税引き後利益(+)		89,184	-436,099	-412,301	-381,827	-351,352	-334,230	-330,459	-326,688	-322,917	-319,146	-315,375	-311,605	-307,834	-304,063	-300,292
減価償却費(+)		142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113
合計	-2,131,700	231,297	-293,986	-270,187	-239,713	-209,239	-192,116	-188,346	-184,575	-180,804	-177,033	-173,262	-169,491	-165,720	-161,950	-158,179
累積	-2,131,700	-1,907,139	-2,184,249	-2,431,509	-2,644,491	-2,824,983	-2,985,877	-3,139,019	-3,284,724	-3,423,295	-3,555,024	-3,680,193	-3,799,070	-3,911,918	-4,018,986	-4,120,515

図表付4-11 試算結果①(モデルB、5,000kW、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格20円/kWhの場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		429,869	401,927	408,375	416,973	425,570	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869	429,869
蒸気販売		356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592
収入計①		786,461	758,519	764,967	773,565	782,162	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461	786,461

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費		142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	
	固定資産税		52,792	49,021	45,250	41,479	37,709	33,938	30,167	26,396	22,625	18,854	15,083	11,313	7,542	3,771	-0
	保険料		12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268
固定費計②		326,128	322,357	318,587	314,816	311,045	307,274	303,503	299,732	295,961	292,191	288,420	284,649	280,878	277,107	273,336	
変動費	燃料代		219,767	738,498	709,030	669,740	630,450	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804
	ユーティリティ費		76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	
	灰処理費		15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	
	変動費計③		311,428	830,159	800,692	761,401	722,111	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	148,904	-393,997	-354,311	-302,652	-250,994	-223,279	-219,508	-215,738	-211,967	-208,196	-204,425	-200,654	-196,883	-193,112	-189,342	
税金(国、県、市)⑤		54,132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
電気事業税⑥		5,588	5,225	5,309	5,421	5,532	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	5,588	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		89,184	-399,222	-359,620	-308,073	-256,526	-228,868	-225,097	-221,326	-217,555	-213,784	-210,013	-206,242	-202,472	-198,701	-194,930	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-2,131,700															
税引き後利益(+)		89,184	-399,222	-359,620	-308,073	-256,526	-228,868	-225,097	-221,326	-217,555	-213,784	-210,013	-206,242	-202,472	-198,701	-194,930
減価償却費(+)		142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113
合計	-2,131,700	231,297	-257,109	-217,506	-165,960	-114,413	-86,754	-82,983	-79,213	-75,442	-71,671	-67,900	-64,129	-60,358	-56,587	-52,817
累積	-2,131,700	-1,907,139	-2,149,489	-2,348,539	-2,495,992	-2,594,685	-2,667,341	-2,734,814	-2,797,345	-2,855,165	-2,908,494	-2,957,547	-3,002,526	-3,043,627	-3,081,038	-3,114,939

図表付4-12 試算結果⑫ (モデルB、5,000kW、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格25円/kWhの場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		429,869	439,541	462,109	492,200	522,291	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336	537,336
蒸気販売		356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592
収入計①		786,461	796,133	818,701	848,792	878,883	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928	893,928

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113
	人件費	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340	61,340
	固定資産税	52,792	49,021	45,250	41,479	37,709	33,938	30,167	26,396	22,625	18,854	15,083	11,313	7,542	3,771	-0
	保険料	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268	12,268
固定費計②	326,128	322,357	318,587	314,816	311,045	307,274	303,503	299,732	295,961	292,191	288,420	284,649	280,878	277,107	273,336	
変動費	燃料代	219,767	738,498	709,030	669,740	630,450	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804	610,804
	ユーティリティ費	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	
	灰処理費	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	15,662	
	変動費計③	311,428	830,159	800,692	761,401	722,111	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466	702,466
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	148,904	-356,384	-300,577	-227,425	-154,273	-115,812	-112,041	-108,270	-104,500	-100,729	-96,958	-93,187	-89,416	-85,645	-81,874
税金(国、県、市)⑤	54,132	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
電気事業税⑥	5,588	5,714	6,007	6,399	6,790	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	6,985	
税引き後利益④-(⑤+⑥)	89,184	-362,098	-306,585	-233,824	-161,063	-122,797	-119,027	-115,256	-111,485	-107,714	-103,943	-100,172	-96,401	-92,631	-88,860	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-2,131,700															
税引き後利益(+)		89,184	-362,098	-306,585	-233,824	-161,063	-122,797	-119,027	-115,256	-111,485	-107,714	-103,943	-100,172	-96,401	-92,631	-88,860
減価償却費(+)		142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113	142,113
合計	-2,131,700	231,297	-219,985	-164,471	-91,711	-18,950	19,316	23,087	26,858	30,628	34,399	38,170	41,941	45,712	49,483	53,254
累積	-2,131,700	-1,907,139	-2,114,496	-2,265,010	-2,346,494	-2,362,840	-2,346,664	-2,327,892	-2,306,691	-2,283,216	-2,257,620	-2,230,045	-2,200,629	-2,169,501	-2,136,787	-2,102,606

図表付4-13 試算結果⑬ (モデルB、10,000kW、森林バイオマス燃料価格10.5円/kg、電力販売価格20円/kWhの場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		1,229,072	1,184,724	1,203,731	1,229,072	1,254,414	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085
蒸気販売		356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592
収入計①		1,585,664	1,541,316	1,560,323	1,585,664	1,611,006	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	
	固定資産税		91,028	84,526	78,024	71,522	65,020	58,518	52,016	45,514	39,012	32,510	26,008	19,506	13,004	6,502	0
	保険料		20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080
固定費計②		516,216	509,714	503,212	496,710	490,208	483,706	477,204	470,702	464,200	457,698	451,196	444,694	438,192	431,690	425,188	
変動費	燃料代		1,033,015	1,624,998	1,629,492	1,635,485	1,641,477	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473
	ユーティリティ費		152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費		31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	
	変動費計③		1,216,338	1,808,321	1,812,816	1,818,808	1,824,801	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		-146,890	-776,719	-755,705	-729,854	-704,003	-687,826	-681,324	-674,822	-668,320	-661,818	-655,316	-648,814	-642,312	-635,810	-629,308
税金(国、県、市)⑤		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
電気事業税⑥		15,978	15,401	15,648	15,978	16,307	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		-162,868	-792,120	-771,353	-745,832	-720,310	-704,298	-697,796	-691,294	-684,792	-678,290	-671,788	-665,286	-658,784	-652,282	-645,780	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,706,400															
税引き後利益(+)		-162,868	-792,120	-771,353	-745,832	-720,310	-704,298	-697,796	-691,294	-684,792	-678,290	-671,788	-665,286	-658,784	-652,282	-645,780
減価償却費(+)		247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093
合計	-3,706,400	84,226	-545,027	-524,260	-498,738	-473,217	-457,205	-450,703	-444,201	-437,699	-431,197	-424,695	-418,193	-411,691	-405,189	-398,687
累積	-3,706,400	-3,624,627	-4,138,368	-4,618,140	-5,061,262	-5,469,463	-5,852,365	-6,218,828	-6,569,484	-6,904,944	-7,225,795	-7,532,603	-7,825,916	-8,106,257	-8,374,135	-8,630,037

図表付4-14 試算結果⑭ (モデルB、10,000kW、森林バイオマス燃料価格10.5円/kg、電力販売価格25円/kWhの場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		1,292,426	1,295,594	1,362,116	1,450,812	1,539,508	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856
蒸気販売		356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592
収入計①		1,649,018	1,652,186	1,718,708	1,807,404	1,896,100	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	
	固定資産税		91,028	84,526	78,024	71,522	65,020	58,518	52,016	45,514	39,012	32,510	26,008	19,506	13,004	6,502	0
	保険料		20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080
固定費計②		516,216	509,714	503,212	496,710	490,208	483,706	477,204	470,702	464,200	457,698	451,196	444,694	438,192	431,690	425,188	
変動費	燃料代		1,033,015	1,624,998	1,629,492	1,635,485	1,641,477	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473	1,644,473
	ユーティリティ費		152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費		31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	
	変動費計③		1,216,338	1,808,321	1,812,816	1,818,808	1,824,801	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797	1,827,797
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		-83,535	-665,849	-597,319	-508,114	-418,909	-371,055	-364,553	-358,051	-351,549	-345,047	-338,545	-332,043	-325,541	-319,039	-312,537
税金(国、県、市)⑤		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
電気事業税⑥		16,802	16,843	17,708	18,861	20,014	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		-100,337	-682,692	-615,027	-526,975	-438,922	-391,645	-385,143	-378,641	-372,139	-365,637	-359,135	-352,633	-346,131	-339,629	-333,127	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,706,400															
税引き後利益(+)		-100,337	-682,692	-615,027	-526,975	-438,922	-391,645	-385,143	-378,641	-372,139	-365,637	-359,135	-352,633	-346,131	-339,629	-333,127
減価償却費(+)		247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093
合計	-3,706,400	146,756	-435,598	-367,934	-279,881	-191,829	-144,552	-138,050	-131,548	-125,046	-118,544	-112,042	-105,540	-99,038	-92,536	-86,034
累積	-3,706,400	-3,563,918	-3,974,511	-4,311,223	-4,559,893	-4,725,367	-4,846,426	-4,958,673	-5,062,518	-5,158,355	-5,246,563	-5,327,504	-5,401,528	-5,468,968	-5,530,145	-5,585,367

図表付4-15 試算結果⑮（モデルB、10,000kW、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格20円/kWhの場合）

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		1,229,072	1,184,724	1,203,731	1,229,072	1,254,414	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085	1,267,085
蒸気販売		356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592
収入計①		1,585,664	1,541,316	1,560,323	1,585,664	1,611,006	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677	1,623,677

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093
	人件費	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400
	固定資産税	91,028	84,526	78,024	71,522	65,020	58,518	52,016	45,514	39,012	32,510	26,008	19,506	13,004	6,502	0
	保険料	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080
固定費計②	516,216	509,714	503,212	496,710	490,208	483,706	477,204	470,702	464,200	457,698	451,196	444,694	438,192	431,690	425,188	
変動費	燃料代	948,442	1,476,995	1,418,060	1,339,479	1,260,899	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609
	ユーティリティ費	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	
	変動費計③	1,131,765	1,660,319	1,601,383	1,522,803	1,444,222	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	-62,317	-628,716	-544,273	-433,849	-323,424	-264,961	-258,459	-251,957	-245,456	-238,954	-232,452	-225,950	-219,448	-212,946	-206,444
税金(国、県、市)⑤	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
電気事業税⑥	15,978	15,401	15,648	15,978	16,307	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	16,472	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		-78,295	-644,118	-559,921	-449,827	-339,732	-281,434	-274,932	-268,430	-261,928	-255,426	-248,924	-242,422	-235,920	-229,418	-222,916

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,706,400															
税引き後利益(+)		-78,295	-644,118	-559,921	-449,827	-339,732	-281,434	-274,932	-268,430	-261,928	-255,426	-248,924	-242,422	-235,920	-229,418	-222,916
減価償却費(+)		247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093
合計	-3,706,400	168,799	-397,024	-312,828	-202,733	-92,639	-34,340	-27,838	-21,336	-14,834	-8,332	-1,830	4,672	11,174	17,676	24,178
累積	-3,706,400	-3,542,518	-3,916,751	-4,203,033	-4,383,159	-4,463,070	-4,491,829	-4,514,464	-4,531,307	-4,542,676	-4,548,876	-4,550,199	-4,546,922	-4,539,313	-4,527,628	-4,512,109

図表付4-16 試算結果⑩ (モデルB、10,000kW、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格25円/kWhの場合)

(千円/年)

◆収入

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売		1,292,426	1,295,594	1,362,116	1,450,812	1,539,508	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856	1,583,856
蒸気販売		356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592	356,592
収入計①		1,649,018	1,652,186	1,718,708	1,807,404	1,896,100	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448	1,940,448

◆支出

(千円/年)

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費		247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	100,400	
	固定資産税		91,028	84,526	78,024	71,522	65,020	58,518	52,016	45,514	39,012	32,510	26,008	19,506	13,004	6,502	0
	保険料		20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080	20,080
固定費計②		516,216	509,714	503,212	496,710	490,208	483,706	477,204	470,702	464,200	457,698	451,196	444,694	438,192	431,690	425,188	
変動費	燃料代		948,442	1,476,995	1,418,060	1,339,479	1,260,899	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609
	ユーティリティ費		152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費		31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	
	変動費計③		1,131,765	1,660,319	1,601,383	1,522,803	1,444,222	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		1,038	-517,846	-385,887	-212,109	-38,330	51,810	58,312	64,814	71,316	77,818	84,320	90,822	97,324	103,826	110,328
税金(国、県、市)⑤			678	0	0	0	19,032	21,383	23,733	26,084	28,434	30,785	33,135	35,485	37,836	40,186	
電気事業税⑥			16,802	16,843	17,708	18,861	20,014	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	20,590	
税引き後利益④-(⑤+⑥)			-16,442	-534,689	-403,595	-230,969	-58,344	12,187	16,339	20,490	24,642	28,793	32,945	37,096	41,248	45,399	

◆キャッシュフロー

(千円/年)

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,706,400															
税引き後利益(+)		-16,442	-534,689	-403,595	-230,969	-58,344	12,187	16,339	20,490	24,642	28,793	32,945	37,096	41,248	45,399	49,551
減価償却費(+)		247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093	247,093
合計	-3,706,400	230,651	-287,596	-156,501	16,124	188,749	259,281	263,432	267,584	271,735	275,887	280,038	284,190	288,341	292,493	296,644
累積	-3,706,400	-3,482,467	-3,753,553	-3,896,774	-3,882,448	-3,719,631	-3,502,488	-3,288,293	-3,077,060	-2,868,798	-2,663,512	-2,461,206	-2,261,881	-2,065,535	-1,872,163	-1,681,758

図表付 4-17 試算結果⑰ (モデル A、電力のみ供給、10,000kW、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

(千円/年)

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆収入																
電力販売		1,644,664	1,648,695	1,733,347	1,846,216	1,959,085	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520
蒸気販売		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入計①		1,644,664	1,648,695	1,733,347	1,846,216	1,959,085	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520	2,015,520

(千円/年)

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
◆支出																	
固定費	減価償却費		195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	
	人件費		57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費		85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	85,100	
	固定資産税		75,983	70,555	65,128	59,701	54,273	48,846	43,419	37,991	32,564	27,137	21,709	16,282	10,855	5,427	0
	保険料		17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020	17,020
固定費計②		431,551	426,124	420,696	415,269	409,842	404,414	398,987	393,560	388,132	382,705	377,278	371,850	366,423	360,996	355,568	
変動費	燃料代		948,442	1,476,995	1,418,060	1,339,479	1,260,899	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609	1,221,609
	ユーティリティ費		152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費		31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	31,323	
	変動費計③		1,131,765	1,660,319	1,601,383	1,522,803	1,444,222	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932	1,404,932
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	81,348	-437,747	-288,732	-91,855	105,021	206,174	211,601	217,028	222,456	227,883	233,310	238,738	244,165	249,592	255,020	
税金(国、県、市)⑤		29,710	0	0	0	38,268	74,835	76,797	78,759	80,721	82,683	84,645	86,607	88,569	90,531	92,493	
電気事業税⑥		21,381	21,433	22,534	24,001	25,468	26,202	26,202	26,202	26,202	26,202	26,202	26,202	26,202	26,202	26,202	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		30,257	-459,180	-311,266	-115,856	41,285	105,137	108,602	112,068	115,533	118,998	122,464	125,929	129,394	132,860	136,325	

(千円/年)

	0年目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆キャッシュフロー																
投資額(-)	-2,937,500															
税引き後利益(+)		30,257	-459,180	-311,266	-115,856	41,285	105,137	108,602	112,068	115,533	118,998	122,464	125,929	129,394	132,860	136,325
減価償却費(+)		195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833	195,833
合計	-2,937,500	226,091	-263,347	-115,433	79,977	237,118	300,970	304,436	307,901	311,366	314,832	318,297	321,762	325,228	328,693	332,159
累積	-2,937,500	-2,717,995	-2,966,224	-3,071,861	-3,000,802	-2,796,262	-2,544,204	-2,296,670	-2,053,610	-1,814,974	-1,580,709	-1,350,765	-1,125,087	-903,623	-686,318	-473,118

付録5 シミュレーション試算結果（石巻地域）

図表付5-1 試算結果① (5,000kW、蒸気販売無し、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	816,000	762,960	775,200	791,520	844,560	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000
蒸気販売	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入計①	-	816,000	762,960	775,200	791,520	844,560	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	-	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300
	固定資産税	-	20,537	19,167	17,798	16,429	15,060	13,691	12,322	10,953	9,584	8,215	6,846	5,476	4,107	2,738
	保険料	-	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860
固定費計②	-	229,105	227,736	226,367	224,998	223,629	222,259	220,890	219,521	218,152	216,783	215,414	214,045	212,676	211,307	209,937
変動費	燃料代	-	219,748	968,147	881,158	765,171	707,741	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192
	ユーティリティ費	-	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費	-	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660
	変動費計③	-	311,408	1,059,807	972,818	856,831	799,401	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	275,487	-524,583	-423,984	-290,309	-178,470	-89,111	-87,742	-86,373	-85,004	-83,635	-82,266	-80,897	-79,528	-78,159	-76,789
税金(国、県、市)⑤		98,762	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電気事業税⑥		10,608	9,918	10,078	10,290	10,979	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608
税引き後利益④-(⑤+⑥)		166,117	-534,502	-434,062	-300,599	-189,449	-99,719	-98,350	-96,981	-95,612	-94,243	-92,874	-91,505	-90,136	-88,767	-87,397

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-1,466,900															
税引き後利益(+)		166,117	-534,502	-434,062	-300,599	-189,449	-99,719	-98,350	-96,981	-95,612	-94,243	-92,874	-91,505	-90,136	-88,767	-87,397
減価償却費(+)		97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793
合計	-1,466,900	263,910	-436,708	-336,269	-202,805	-91,656	-1,926	-557	812	2,181	3,550	4,919	6,289	7,658	9,027	10,396
累積	-1,466,900	-1,210,677	-1,622,316	-1,930,049	-2,110,239	-2,189,302	-2,190,915	-2,191,368	-2,190,727	-2,189,055	-2,186,414	-2,182,860	-2,178,449	-2,173,234	-2,167,267	-2,160,594

図表付5-2 試算結果② (5,000kW、蒸気販売有り、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	694,421	649,283	659,700	673,588	718,725	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421
蒸気販売	-	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952
収入計①	-	868,373	823,235	833,652	847,540	892,677	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費	-	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費	-	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	
	固定資産税	-	27,257	25,439	23,622	21,805	19,988	18,171	16,354	14,537	12,720	10,903	9,086	7,268	5,451	3,634	1,817
	保険料	-	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700
固定費計②	-	290,865	289,048	287,231	285,414	283,597	281,779	279,962	278,145	276,328	274,511	272,694	270,877	269,060	267,243	265,425	
変動費	燃料代	-	219,748	968,147	881,158	765,171	707,741	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192
	ユーティリティ費	-	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	
	灰処理費	-	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	
	変動費計③	-	311,408	1,059,807	972,818	856,831	799,401	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	266,100	-525,620	-426,397	-294,705	-190,320	-96,259	-94,442	-92,625	-90,807	-88,990	-87,173	-85,356	-83,539	-81,722	-79,905	
税金(国、県、市)⑤		95,397	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
電気事業税⑥		9,027	8,441	8,576	8,757	9,343	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		161,675	-534,060	-434,973	-303,462	-199,664	-105,286	-103,469	-101,652	-99,835	-98,018	-96,201	-94,384	-92,566	-90,749	-88,932	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-1,946,900															
税引き後利益(+)		161,675	-534,060	-434,973	-303,462	-199,664	-105,286	-103,469	-101,652	-99,835	-98,018	-96,201	-94,384	-92,566	-90,749	-88,932
減価償却費(+)		129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793
合計	-1,946,900	291,469	-404,267	-305,179	-173,668	-69,871	24,507	26,324	28,141	29,958	31,776	33,593	35,410	37,227	39,044	40,861
累積	-1,946,900	-1,663,921	-2,044,981	-2,324,264	-2,478,566	-2,538,837	-2,518,312	-2,496,908	-2,474,693	-2,451,733	-2,428,089	-2,403,821	-2,378,985	-2,353,635	-2,327,823	-2,301,595

図表付5-3 試算結果③ (10,000kW、蒸気販売無し、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

		(千円/年)															
		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆収入																	
	電力販売	-	1,632,000	1,525,920	1,550,400	1,583,040	1,689,120	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000
	蒸気販売	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	収入計①	-	1,632,000	1,525,920	1,550,400	1,583,040	1,689,120	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000
◆支出																	
	減価償却費	-	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349
	固定資産税	-	36,719	34,272	31,824	29,376	26,928	24,480	22,032	19,584	17,136	14,688	12,240	9,792	7,344	4,896	2,448
	保険料	-	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670
	固定費計②	-	369,208	366,760	364,312	361,864	359,416	356,968	354,520	352,072	349,624	347,176	344,728	342,280	339,832	337,384	334,936
	燃料代	-	439,496	1,936,295	1,762,315	1,530,343	1,415,483	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384
	ユーティリティ費	-	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000
	灰処理費	-	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320
	変動費計③	-	622,816	2,119,615	1,945,635	1,713,663	1,598,803	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704
	営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	639,976	-960,454	-759,547	-492,487	-269,098	-90,672	-88,224	-85,776	-83,328	-80,880	-78,432	-75,984	-73,536	-71,088	-68,640
	税金(国、県、市)⑤		229,431	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	電気事業税⑥		21,216	19,837	20,155	20,580	21,959	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216
	税引き後利益④-(⑤+⑥)		389,329	-980,291	-779,702	-513,066	-291,057	-111,888	-109,440	-106,992	-104,544	-102,096	-99,648	-97,200	-94,752	-92,304	-89,856
◆キャッシュフロー																	
	投資額(-)	-2,622,820															
	税引き後利益(+)		389,329	-980,291	-779,702	-513,066	-291,057	-111,888	-109,440	-106,992	-104,544	-102,096	-99,648	-97,200	-94,752	-92,304	-89,856
	減価償却費(+)		174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855
	合計	-2,622,820	564,183	-805,437	-604,848	-338,211	-116,202	62,967	65,415	67,863	70,311	72,759	75,207	77,655	80,103	82,551	84,998
	累積	-2,622,820	-2,075,069	-2,834,271	-3,387,792	-3,688,288	-3,788,525	-3,735,792	-3,682,603	-3,629,032	-3,575,145	-3,521,005	-3,466,675	-3,412,209	-3,357,663	-3,303,088	-3,248,530

図表付5-4 試算結果④ (10,000kW、蒸気販売有り、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

		(千円/年)															
◆収入		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-		1,510,421	1,412,243	1,434,900	1,465,108	1,563,285	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421
蒸気販売	-		173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952
収入計①	-		1,684,373	1,586,195	1,608,852	1,639,060	1,737,237	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373
◆支出		(千円/年)															
		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	-	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549
	固定資産税	-	43,439	40,544	37,648	34,752	31,856	28,960	26,064	23,168	20,272	17,376	14,480	11,584	8,688	5,792	2,896
	保険料	-	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510
	固定費計②	-	430,968	428,072	425,176	422,280	419,384	416,488	413,592	410,696	407,800	404,904	402,008	399,112	396,216	393,320	390,424
変動費	燃料代	-	439,496	1,936,295	1,762,315	1,530,343	1,415,483	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384
	ユーティリティ費	-	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000
	灰処理費	-	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320
		変動費計③	-	622,816	2,119,615	1,945,635	1,713,663	1,598,803	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		630,589	-961,491	-761,959	-496,883	-280,949	-97,819	-94,923	-92,027	-89,131	-86,235	-83,339	-80,443	-77,547	-74,652	-71,756
税金(国、県、市)⑤			226,066	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
電気事業税⑥			19,635	18,359	18,654	19,046	20,323	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635
税引き後利益④-(⑤+⑥)			384,887	-979,850	-780,613	-515,929	-301,272	-117,455	-114,559	-111,663	-108,767	-105,871	-102,975	-100,079	-97,183	-94,287	-91,391
◆キャッシュフロー		(千円/年)															
		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)		-3,102,820															
税引き後利益(+)			384,887	-979,850	-780,613	-515,929	-301,272	-117,455	-114,559	-111,663	-108,767	-105,871	-102,975	-100,079	-97,183	-94,287	-91,391
減価償却費(+)			206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855
合計		-3,102,820	591,742	-772,995	-573,758	-309,074	-94,417	89,400	92,296	95,192	98,088	100,984	103,880	106,776	109,672	112,568	115,464
累積		-3,102,820	-2,528,313	-3,256,936	-3,782,006	-4,056,615	-4,138,060	-4,063,188	-3,988,143	-3,912,998	-3,837,822	-3,762,680	-3,687,635	-3,612,745	-3,538,064	-3,463,643	-3,389,532

図表付5-5 試算結果⑤ (5,000kW、蒸気販売無し、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

		816000															(千円/年)
◆収入		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	816,000	834,360	877,200	934,320	1,028,160	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000
蒸気販売	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入計①	-	816,000	834,360	877,200	934,320	1,028,160	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000
◆支出		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	-	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300
	固定資産税	-	20,537	19,167	17,798	16,429	15,060	13,691	12,322	10,953	9,584	8,215	6,846	5,476	4,107	2,738	1,369
	保険料	-	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860
	固定費計②	-	229,105	227,736	226,367	224,998	223,629	222,259	220,890	219,521	218,152	216,783	215,414	214,045	212,676	211,307	209,937
変動費	燃料代	-	219,748	968,147	881,158	765,171	707,741	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192
	ユーティリティ費	-	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費	-	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660
		変動費計③	-	311,408	1,059,807	972,818	856,831	799,401	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		275,487	-453,183	-321,984	-147,509	5,130	114,889	116,258	117,627	118,996	120,365	121,734	123,103	124,472	125,841	127,211
税金(国、県、市)⑤			98,762	0	0	0	1,839	41,188	41,678	42,169	42,660	43,151	43,642	44,133	44,623	45,114	45,605
電気事業税⑥			10,608	10,847	11,404	12,146	13,366	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260
税引き後利益④-(⑤+⑥)			166,117	-464,030	-333,388	-159,655	-10,075	60,441	61,319	62,198	63,076	63,954	64,832	65,711	66,589	67,467	68,346
◆キャッシュフロー		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)		-1,466,900															
税引き後利益(+)			166,117	-464,030	-333,388	-159,655	-10,075	60,441	61,319	62,198	63,076	63,954	64,832	65,711	66,589	67,467	68,346
減価償却費(+)			97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793
合計		-1,466,900	263,910	-366,236	-235,595	-61,862	87,718	158,234	159,113	159,991	160,869	161,747	162,626	163,504	164,382	165,261	166,139
累積		-1,466,900	-1,210,677	-1,555,890	-1,771,492	-1,826,455	-1,750,789	-1,618,270	-1,488,897	-1,362,599	-1,239,306	-1,118,950	-1,001,466	-886,788	-774,851	-665,594	-558,956

図表付5-6 試算結果⑥ (5,000kW、蒸気販売有り、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

		(千円/年)															
		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆収入																	
	電力販売	-	694,421	710,045	746,502	795,112	874,970	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026
	蒸気販売	-	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952
	収入計①	-	868,373	883,997	920,454	969,064	1,048,922	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978
◆支出																	
	減価償却費	-	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500
	固定資産税	-	27,257	25,439	23,622	21,805	19,988	18,171	16,354	14,537	12,720	10,903	9,086	7,268	5,451	3,634	1,817
	保険料	-	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700
	固定費計②	-	290,865	289,048	287,231	285,414	283,597	281,779	279,962	278,145	276,328	274,511	272,694	270,877	269,060	267,243	265,425
	燃料代	-	219,748	968,147	881,158	765,171	707,741	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192	591,192
	ユーティリティ費	-	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費	-	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660
	変動費計③	-	311,408	1,059,807	972,818	856,831	799,401	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852	682,852
	営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	266,100	-464,858	-339,594	-173,181	-34,076	77,346	79,164	80,981	82,798	84,615	86,432	88,249	90,066	91,883	93,700
	税金(国、県、市)⑤		95,397	0	0	0	0	27,729	28,380	29,032	29,683	30,334	30,986	31,637	32,289	32,940	33,592
	電気事業税⑥		9,027	9,231	9,705	10,336	11,375	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284
	税引き後利益④-(⑤+⑥)		161,675	-474,089	-349,299	-183,518	-45,450	38,333	39,499	40,665	41,830	42,996	44,162	45,327	46,493	47,659	48,824
◆キャッシュフロー																	
	投資額(-)	-1,946,900															
	税引き後利益(+)		161,675	-474,089	-349,299	-183,518	-45,450	38,333	39,499	40,665	41,830	42,996	44,162	45,327	46,493	47,659	48,824
	減価償却費(+)		129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793
	合計	-1,946,900	291,469	-344,295	-219,505	-53,724	84,343	168,127	169,292	170,458	171,624	172,789	173,955	175,121	176,286	177,452	178,618
	累積	-1,946,900	-1,663,921	-1,988,452	-2,189,330	-2,237,064	-2,164,309	-2,023,505	-1,885,855	-1,751,294	-1,619,759	-1,491,187	-1,365,518	-1,242,692	-1,122,650	-1,005,333	-890,685

図表付5-7 試算結果⑦ (10,000kW、蒸気販売無し、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

		(千円/年)															
		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
◆収入																	
	電力販売	-	1,632,000	1,668,720	1,754,400	1,868,640	2,056,320	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000
	蒸気販売	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	収入計①	-	1,632,000	1,668,720	1,754,400	1,868,640	2,056,320	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000
◆支出																	
	減価償却費	-	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349
	固定資産税	-	36,719	34,272	31,824	29,376	26,928	24,480	22,032	19,584	17,136	14,688	12,240	9,792	7,344	4,896	2,448
	保険料	-	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670
	固定費計②	-	369,208	366,760	364,312	361,864	359,416	356,968	354,520	352,072	349,624	347,176	344,728	342,280	339,832	337,384	334,936
	燃料代	-	439,496	1,936,295	1,762,315	1,530,343	1,415,483	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384
	ユーティリティ費	-	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000
	灰処理費	-	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320
	変動費計③	-	622,816	2,119,615	1,945,635	1,713,663	1,598,803	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704
	営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	639,976	-817,654	-555,547	-206,887	98,102	317,328	319,776	322,224	324,672	327,120	329,568	332,016	334,464	336,912	339,360
	税金(国、県、市)⑤		229,431	0	0	0	35,169	113,762	114,640	115,517	116,395	117,273	118,150	119,028	119,905	120,783	121,660
	電気事業税⑥		21,216	21,693	22,807	24,292	26,732	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520
	税引き後利益④-(⑤+⑥)		389,329	-839,348	-578,354	-231,179	36,200	177,046	178,616	180,187	181,757	183,327	184,898	186,468	188,039	189,609	191,179
◆キャッシュフロー																	
	投資額(-)	-2,622,820															
	税引き後利益(+)		389,329	-839,348	-578,354	-231,179	36,200	177,046	178,616	180,187	181,757	183,327	184,898	186,468	188,039	189,609	191,179
	減価償却費(+)		174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855
	合計	-2,622,820	564,183	-664,493	-403,500	-56,324	211,055	351,901	353,471	355,041	356,612	358,182	359,753	361,323	362,893	364,464	366,034
	累積	-2,622,820	-2,075,069	-2,701,418	-3,070,677	-3,120,720	-2,938,663	-2,643,951	-2,356,547	-2,076,274	-1,802,961	-1,536,440	-1,276,547	-1,023,122	-776,010	-535,056	-300,113

図表付5-8 試算結果⑧ (10,000kW、蒸気販売有り、森林バイオマス燃料価格 10.5 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入

	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	1,510,421	1,544,405	1,623,702	1,729,432	1,903,130	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026
蒸気販売	-	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952
収入計①	-	1,684,373	1,718,357	1,797,654	1,903,384	2,077,082	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978

◆支出

(千円/年)

		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	-	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549
	固定資産税	-	43,439	40,544	37,648	34,752	31,856	28,960	26,064	23,168	20,272	17,376	14,480	11,584	8,688	5,792	2,896
	保険料	-	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510
	固定費計②	-	430,968	428,072	425,176	422,280	419,384	416,488	413,592	410,696	407,800	404,904	402,008	399,112	396,216	393,320	390,424
変動費	燃料代	-	439,496	1,936,295	1,762,315	1,530,343	1,415,483	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384	1,182,384
	ユーティリティ費	-	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000
	灰処理費	-	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320
		変動費計③	-	622,816	2,119,615	1,945,635	1,713,663	1,598,803	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704	1,365,704
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		630,589	-829,329	-573,157	-232,559	58,896	279,786	282,682	285,578	288,474	291,370	294,266	297,162	300,058	302,954	305,850
税金(国、県、市)⑤			226,066	0	0	0	21,114	100,303	101,341	102,380	103,418	104,456	105,494	106,532	107,571	108,609	109,647
電気事業税⑥			19,635	20,077	21,108	22,483	24,741	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544
税引き後利益④-(⑤+⑥)			384,887	-849,406	-594,265	-255,042	13,041	154,938	156,796	158,654	160,512	162,369	164,227	166,085	167,943	169,800	171,658

◆キャッシュフロー

(千円/年)

	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,102,820															
税引き後利益(+)		384,887	-849,406	-594,265	-255,042	13,041	154,938	156,796	158,654	160,512	162,369	164,227	166,085	167,943	169,800	171,658
減価償却費(+)		206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855
合計	-3,102,820	591,742	-642,552	-387,410	-48,187	219,896	361,793	363,651	365,509	367,366	369,224	371,082	372,940	374,797	376,655	378,513
累積	-3,102,820	-2,528,313	-3,133,980	-3,488,515	-3,531,329	-3,341,645	-3,038,649	-2,742,968	-2,454,432	-2,172,876	-1,898,139	-1,630,061	-1,368,489	-1,113,270	-864,257	-621,304

図表付5-9 試算結果⑨ (5,000kW、蒸気販売無し、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	816,000	762,960	775,200	791,520	844,560	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000
蒸気販売	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入計①	-	816,000	762,960	775,200	791,520	844,560	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000	816,000

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	-	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300
	固定資産税	-	20,537	19,167	17,798	16,429	15,060	13,691	12,322	10,953	9,584	8,215	6,846	5,476	4,107	2,738
	保険料	-	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860
固定費計②	-	229,105	227,736	226,367	224,998	223,629	222,259	220,890	219,521	218,152	216,783	215,414	214,045	212,676	211,307	209,937
変動費	燃料代	-	219,748	914,940	805,147	658,757	570,923	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171
	ユーティリティ費	-	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費	-	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660
	変動費計③	-	311,408	1,006,600	896,807	750,417	662,583	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	275,487	-471,376	-347,974	-183,894	-41,651	62,909	64,279	65,648	67,017	68,386	69,755	71,124	72,493	73,862	75,231
税金(国、県、市)⑤		98,762	0	0	0	0	22,553	23,044	23,535	24,025	24,516	25,007	25,498	25,989	26,480	26,970
電気事業税⑥		10,608	9,918	10,078	10,290	10,979	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608	10,608
税引き後利益④-(⑤+⑥)		166,117	-481,294	-358,052	-194,184	-52,630	29,748	30,627	31,505	32,383	33,262	34,140	35,018	35,896	36,775	37,653

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-1,466,900															
税引き後利益(+)		166,117	-481,294	-358,052	-194,184	-52,630	29,748	30,627	31,505	32,383	33,262	34,140	35,018	35,896	36,775	37,653
減価償却費(+)		97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793
合計	-1,466,900	263,910	-383,501	-260,258	-96,391	45,163	127,542	128,420	129,298	130,177	131,055	131,933	132,811	133,690	134,568	135,446
果積	-1,466,900	-1,210,677	-1,572,163	-1,810,336	-1,895,978	-1,857,020	-1,750,206	-1,645,789	-1,543,719	-1,443,950	-1,346,433	-1,251,122	-1,157,970	-1,066,934	-977,969	-891,031

図表付5-10 試算結果⑩ (5,000kW、蒸気販売有り、森林バイオマス燃料価格7.8円/kg、電力販売価格20円/kWhの場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	694,421	649,283	659,700	673,588	718,725	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421	694,421
蒸気販売	-	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952
収入計①	-	868,373	823,235	833,652	847,540	892,677	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373	868,373

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費	-	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費	-	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	
	固定資産税	-	27,257	25,439	23,622	21,805	19,988	18,171	16,354	14,537	12,720	10,903	9,086	7,268	5,451	3,634	1,817
	保険料	-	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700
	固定費計②	-	290,865	289,048	287,231	285,414	283,597	281,779	279,962	278,145	276,328	274,511	272,694	270,877	269,060	267,243	265,425
変動費	燃料代	-	219,748	914,940	805,147	658,757	570,923	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	
	ユーティリティ費	-	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	
	灰処理費	-	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	
	変動費計③	-	311,408	1,006,600	896,807	750,417	662,583	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		266,100	-472,413	-350,386	-188,290	-53,502	55,762	57,579	59,396	61,213	63,030	64,848	66,665	68,482	70,299	72,116
税金(国、県、市)⑤		95,397	0	0	0	0	19,991	20,642	21,294	21,945	22,596	23,248	23,899	24,551	25,202	25,854	
電気事業税⑥		9,027	8,441	8,576	8,757	9,343	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	9,027	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		161,675	-480,853	-358,962	-197,047	-62,845	26,744	27,910	29,075	30,241	31,407	32,572	33,738	34,904	36,069	37,235	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-1,946,900															
税引き後利益(+)		161,675	-480,853	-358,962	-197,047	-62,845	26,744	27,910	29,075	30,241	31,407	32,572	33,738	34,904	36,069	37,235
減価償却費(+)		129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793
合計	-1,946,900	291,469	-351,060	-229,169	-67,254	66,948	156,537	157,703	158,869	160,034	161,200	162,366	163,531	164,697	165,863	167,028
累積	-1,946,900	-1,663,921	-1,994,828	-2,204,550	-2,264,304	-2,206,554	-2,075,457	-1,947,230	-1,821,818	-1,699,165	-1,579,217	-1,461,921	-1,347,223	-1,235,072	-1,125,418	-1,018,209

図表付5-11 試算結果⑩ (10,000kW、蒸気販売無し、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	1,632,000	1,525,920	1,550,400	1,583,040	1,689,120	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000
蒸気販売	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入計①	-	1,632,000	1,525,920	1,550,400	1,583,040	1,689,120	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000	1,632,000

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費	-	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費	-	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	
	固定資産税	-	36,719	34,272	31,824	29,376	26,928	24,480	22,032	19,584	17,136	14,688	12,240	9,792	7,344	4,896	2,448
	保険料	-	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670
固定費計②	-	369,208	366,760	364,312	361,864	359,416	356,968	354,520	352,072	349,624	347,176	344,728	342,280	339,832	337,384	334,936	
変動費	燃料代	-	439,496	1,829,880	1,610,294	1,317,514	1,141,845	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342
	ユーティリティ費	-	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費	-	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	
	変動費計③	-	622,816	2,013,200	1,793,614	1,500,834	1,325,165	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	639,976	-854,040	-607,526	-279,657	4,539	213,370	215,818	218,266	220,714	223,162	225,610	228,058	230,505	232,953	235,401	
税金(国、県、市)⑤		229,431	0	0	0	1,627	76,493	77,371	78,248	79,126	80,003	80,881	81,759	82,636	83,514	84,391	
電気事業税⑥		21,216	19,837	20,155	20,580	21,959	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	21,216	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		389,329	-873,877	-627,681	-300,237	-19,047	115,661	117,231	118,801	120,372	121,942	123,513	125,083	126,653	128,224	129,794	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-2,622,820															
税引き後利益(+)		389,329	-873,877	-627,681	-300,237	-19,047	115,661	117,231	118,801	120,372	121,942	123,513	125,083	126,653	128,224	129,794
減価償却費(+)		174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855
合計	-2,622,820	564,183	-699,022	-452,827	-125,382	155,808	290,515	292,086	293,656	295,226	296,797	298,367	299,938	301,508	303,078	304,649
累積	-2,622,820	-2,075,069	-2,733,965	-3,148,365	-3,259,766	-3,125,364	-2,882,062	-2,644,570	-2,412,755	-2,186,489	-1,965,644	-1,750,097	-1,539,727	-1,334,415	-1,134,044	-938,502

図表付5-12 試算結果⑫ (10,000kW、蒸気販売有り、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 20 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入

	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	1,510,421	1,412,243	1,434,900	1,465,108	1,563,285	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421	1,510,421
蒸気販売	-	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952
収入計①	-	1,684,373	1,586,195	1,608,852	1,639,060	1,737,237	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373	1,684,373

◆支出

(千円/年)

		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	-	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549
	固定資産税	-	43,439	40,544	37,648	34,752	31,856	28,960	26,064	23,168	20,272	17,376	14,480	11,584	8,688	5,792	2,896
	保険料	-	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510
	固定費計②	-	430,968	428,072	425,176	422,280	419,384	416,488	413,592	410,696	407,800	404,904	402,008	399,112	396,216	393,320	390,424
変動費	燃料代	-	439,496	1,829,880	1,610,294	1,317,514	1,141,845	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342
	ユーティリティ費	-	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000
	灰処理費	-	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320
		変動費計③	-	622,816	2,013,200	1,793,614	1,500,834	1,325,165	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		630,589	-855,076	-609,939	-284,053	-7,312	206,222	209,118	212,014	214,910	217,806	220,702	223,598	226,494	229,390	232,286
税金(国、県、市)⑤			226,066	0	0	0	0	73,931	74,969	76,007	77,045	78,084	79,122	80,160	81,198	82,236	83,275
電気事業税⑥			19,635	18,359	18,654	19,046	20,323	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635	19,635
税引き後利益④-(⑤+⑥)			384,887	-873,436	-628,592	-303,100	-27,634	112,656	114,514	116,372	118,229	120,087	121,945	123,803	125,661	127,518	129,376

◆キャッシュフロー

(千円/年)

	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,102,820															
税引き後利益(+)		384,887	-873,436	-628,592	-303,100	-27,634	112,656	114,514	116,372	118,229	120,087	121,945	123,803	125,661	127,518	129,376
減価償却費(+)		206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855
合計	-3,102,820	591,742	-666,581	-421,738	-96,245	179,220	319,511	321,369	323,226	325,084	326,942	328,800	330,657	332,515	334,373	336,231
累積	-3,102,820	-2,528,313	-3,156,630	-3,542,580	-3,628,092	-3,473,495	-3,205,910	-2,944,608	-2,689,450	-2,440,300	-2,197,024	-1,959,493	-1,727,576	-1,501,149	-1,280,089	-1,064,276

図表付5-13 試算結果⑬ (5,000kW、蒸気販売無し、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	816,000	834,360	877,200	934,320	1,028,160	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000
蒸気販売	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入計①	-	816,000	834,360	877,200	934,320	1,028,160	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000	1,020,000

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費	-	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費	-	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	44,300	
	固定資産税	-	20,537	19,167	17,798	16,429	15,060	13,691	12,322	10,953	9,584	8,215	6,846	5,476	4,107	2,738	1,369
	保険料	-	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860	8,860
固定費計②	-	229,105	227,736	226,367	224,998	223,629	222,259	220,890	219,521	218,152	216,783	215,414	214,045	212,676	211,307	209,937	
変動費	燃料代	-	219,748	914,940	805,147	658,757	570,923	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	
	ユーティリティ費	-	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	
	灰処理費	-	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	
	変動費計③	-	311,408	1,006,600	896,807	750,417	662,583	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	275,487	-399,976	-245,974	-41,094	141,949	266,909	268,279	269,648	271,017	272,386	273,755	275,124	276,493	277,862	279,231	
税金(国、県、市)⑤		98,762	0	0	0	50,889	95,687	96,178	96,669	97,159	97,650	98,141	98,632	99,123	99,614	100,104	
電気事業税⑥		10,608	10,847	11,404	12,146	13,366	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	13,260	
税引き後利益④-(⑤+⑥)		166,117	-410,823	-257,378	-53,241	77,694	157,962	158,841	159,719	160,597	161,476	162,354	163,232	164,110	164,989	165,867	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-1,466,900															
税引き後利益(+)		166,117	-410,823	-257,378	-53,241	77,694	157,962	158,841	159,719	160,597	161,476	162,354	163,232	164,110	164,989	165,867
減価償却費(+)		97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793	97,793
合計	-1,466,900	263,910	-313,029	-159,584	44,553	175,487	255,756	256,634	257,512	258,391	259,269	260,147	261,025	261,904	262,782	263,660
累積	-1,466,900	-1,210,677	-1,505,737	-1,651,779	-1,612,194	-1,460,817	-1,246,626	-1,037,959	-834,676	-636,641	-443,721	-255,785	-72,707	105,636	279,366	448,600

図表付5-14 試算結果⑭ (5,000kW、蒸気販売有り、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入

	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	694,421	710,045	746,502	795,112	874,970	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026	868,026
蒸気販売	-	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952
収入計①	-	868,373	883,997	920,454	969,064	1,048,922	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978	1,041,978

◆支出

(千円/年)

		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	-	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500	63,500
	固定資産税	-	27,257	25,439	23,622	21,805	19,988	18,171	16,354	14,537	12,720	10,903	9,086	7,268	5,451	3,634	1,817
	保険料	-	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700	12,700
	固定費計②	-	290,865	289,048	287,231	285,414	283,597	281,779	279,962	278,145	276,328	274,511	272,694	270,877	269,060	267,243	265,425
変動費	燃料代	-	219,748	914,940	805,147	658,757	570,923	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171	439,171
	ユーティリティ費	-	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000	76,000
	灰処理費	-	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660	15,660
	変動費計③	-	311,408	1,006,600	896,807	750,417	662,583	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831	530,831
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		266,100	-411,651	-263,584	-66,767	102,743	229,367	231,184	233,001	234,819	236,636	238,453	240,270	242,087	243,904	245,721
税金(国、県、市)⑤			95,397	0	0	0	36,833	82,228	82,880	83,531	84,182	84,834	85,485	86,137	86,788	87,440	88,091
電気事業税⑥			9,027	9,231	9,705	10,336	11,375	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284	11,284
税引き後利益④-(⑤+⑥)			161,675	-420,881	-273,288	-77,103	54,535	135,855	137,020	138,186	139,352	140,517	141,683	142,849	144,014	145,180	146,346

◆キャッシュフロー

(千円/年)

	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-1,946,900															
税引き後利益(+)		161,675	-420,881	-273,288	-77,103	54,535	135,855	137,020	138,186	139,352	140,517	141,683	142,849	144,014	145,180	146,346
減価償却費(+)		129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793	129,793
合計	-1,946,900	291,469	-291,088	-143,495	52,690	184,328	265,648	266,814	267,979	269,145	270,311	271,476	272,642	273,808	274,973	276,139
累積	-1,946,900	-1,663,921	-1,938,299	-2,069,617	-2,022,803	-1,863,799	-1,641,323	-1,424,379	-1,212,834	-1,006,557	-805,420	-609,300	-418,074	-231,624	-49,834	127,409

図表付5-15 試算結果⑮（10,000kW、蒸気販売無し、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合）

(千円/年)

◆収入	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	1,632,000	1,668,720	1,754,400	1,868,640	2,056,320	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000
蒸気販売	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
収入計①	-	1,632,000	1,668,720	1,754,400	1,868,640	2,056,320	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000	2,040,000

(千円/年)

◆支出	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目	
固定費	減価償却費	-	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	
	メンテナンス費	-	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	83,349	
	固定資産税	-	36,719	34,272	31,824	29,376	26,928	24,480	22,032	19,584	17,136	14,688	12,240	9,792	7,344	4,896	2,448
	保険料	-	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670	16,670
固定費計②	-	369,208	366,760	364,312	361,864	359,416	356,968	354,520	352,072	349,624	347,176	344,728	342,280	339,832	337,384	334,936	
変動費	燃料代	-	439,496	1,829,880	1,610,294	1,317,514	1,141,845	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342
	ユーティリティ費	-	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	
	灰処理費	-	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	
	変動費計③	-	622,816	2,013,200	1,793,614	1,500,834	1,325,165	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)	639,976	-711,240	-403,526	5,943	371,739	621,370	623,818	626,266	628,714	631,162	633,610	636,058	638,505	640,953	643,401	
税金(国、県、市)⑤		229,431	0	0	2,130	133,268	222,761	223,639	224,516	225,394	226,271	227,149	228,027	228,904	229,782	230,659	
電気事業税⑥		21,216	21,693	22,807	24,292	26,732	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	26,520	
税引後利益④-(⑤+⑥)		389,329	-732,933	-426,333	-20,480	211,738	372,089	373,659	375,229	376,800	378,370	379,941	381,511	383,081	384,652	386,222	

(千円/年)

◆キャッシュフロー	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-2,622,820															
税引後利益(+)		389,329	-732,933	-426,333	-20,480	211,738	372,089	373,659	375,229	376,800	378,370	379,941	381,511	383,081	384,652	386,222
減価償却費(+)		174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855	174,855
合計	-2,622,820	564,183	-558,078	-251,479	154,375	386,593	546,943	548,514	550,084	551,654	553,225	554,795	556,366	557,936	559,506	561,077
累積	-2,622,820	-2,075,069	-2,601,112	-2,831,250	-2,694,091	-2,360,612	-1,902,556	-1,456,564	-1,022,322	-599,525	-187,874	212,922	603,146	983,073	1,352,972	1,713,106

図表付5-16 試算結果⑩ (10,000kW、蒸気販売有り、森林バイオマス燃料価格 7.8 円/kg、電力販売価格 25 円/kWh の場合)

(千円/年)

◆収入

	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
電力販売	-	1,510,421	1,544,405	1,623,702	1,729,432	1,903,130	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026	1,888,026
蒸気販売	-	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952	173,952
収入計①	-	1,684,373	1,718,357	1,797,654	1,903,384	2,077,082	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978	2,061,978

◆支出

(千円/年)

		0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
固定費	減価償却費	-	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855
	人件費	-	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615	57,615
	メンテナンス費	-	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549	102,549
	固定資産税	-	43,439	40,544	37,648	34,752	31,856	28,960	26,064	23,168	20,272	17,376	14,480	11,584	8,688	5,792	2,896
	保険料	-	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510	20,510
	固定費計②	-	430,968	428,072	425,176	422,280	419,384	416,488	413,592	410,696	407,800	404,904	402,008	399,112	396,216	393,320	390,424
変動費	燃料代	-	439,496	1,829,880	1,610,294	1,317,514	1,141,845	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342	878,342
	ユーティリティ費	-	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000	152,000
	灰処理費	-	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320	31,320
		変動費計③	-	622,816	2,013,200	1,793,614	1,500,834	1,325,165	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662	1,061,662
営業利益(税引き前)④	①-(②+③)		630,589	-722,915	-421,136	-19,730	332,533	583,828	586,723	589,619	592,515	595,411	598,307	601,203	604,099	606,995	609,891
税金(国、県、市)⑤			226,066	0	0	0	119,213	209,302	210,340	211,379	212,417	213,455	214,493	215,531	216,570	217,608	218,646
電気事業税⑥			19,635	20,077	21,108	22,483	24,741	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544	24,544
税引き後利益④-(⑤+⑥)			384,887	-742,992	-442,244	-42,212	188,579	349,981	351,839	353,697	355,554	357,412	359,270	361,128	362,985	364,843	366,701

◆キャッシュフロー

(千円/年)

	0年目	1年目(H25年)	2年目(H26年)	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目	12年目	13年目	14年目	15年目
投資額(-)	-3,102,820															
税引き後利益(+)		384,887	-742,992	-442,244	-42,212	188,579	349,981	351,839	353,697	355,554	357,412	359,270	361,128	362,985	364,843	366,701
減価償却費(+)		206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855	206,855
合計	-3,102,820	591,742	-536,137	-235,389	164,642	395,434	556,836	558,693	560,551	562,409	564,267	566,124	567,982	569,840	571,698	573,556
累積	-3,102,820	-2,528,313	-3,033,674	-3,249,089	-3,102,806	-2,761,702	-2,295,360	-1,841,092	-1,398,587	-967,548	-547,680	-138,700	259,672	647,705	1,025,664	1,393,808