

平成23年度木質系震災廃棄物等の活用可能性調査
(福島県域調査(4号契約))

報告書

平成24年3月

株式会社三菱総合研究所

目 次

I 調査の概要	1
II 調査の結果	4
1 木質系震災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 ...	4
(1)木質系震災廃棄物	4
(2)未利用間伐材及び製材工場等残材	8
(3)福島県の森林生長量	13
2 地域のエネルギー需要量の把握	15
(1)福島県におけるエネルギー需要量	15
(2)福島県における被災・復興状況	17
3 地域のニーズの把握	19
(1)熱・電併給システム等の案件	19
(2)熱・電併給システム等の実現に向けた課題	20
4 地域のニーズに合った熱・電併給システム等の提案	23
(1)熱・電併給システム等導入の方向性	23
(2)事業採算性	26
(3)除染措置と放射性物質の扱い	28
(4)熱・電併給システム等の提案	32
(5)今後の熱・電併給システム等の普及	40
5 その他木質バイオマス利用における放射線影響の検討	41
(1)ペレットストーブの放射線影響の検討	41
III 参考資料	44
資料1 警戒区域・計画的避難区域等	45
資料2 空間線量率の状況	46
資料3 森林内の放射性セシウムの分布状況	47
資料4 事業採算性の検討	48
資料5 木質バイオマス施設の許認可・整備スケジュール	49

I 調査の概要

(1) 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当たっては、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、木材産業の活性化や雇用の確保等を図ることが重要な課題である。

このため、復興住宅を始め、被災した木材産業や農業、漁業等の生産・加工施設等が電気や熱を安定的に利用し、円滑な事業運営を行うことが可能となるよう、木質系震災廃棄物等のエネルギー利用への活用可能性に関する調査を実施する。

(2) 調査の内容

上記目的に沿って、被災地域等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・利用可能性を適確に把握し、太陽光等の自然エネルギーと組み合わせるなど地域のニーズに合った熱・電併給システム等の提案を行う実行可能性調査を実施するとともに、地域関係者等の合意形成に向けた取組を進める。

(3) 調査実施区域

林野庁の指定に基づき、福島県内の以下2つの地域を対象とする。

○南相馬市周辺地域

○いわき市周辺地域

なお、原子力発電所事故に係る警戒区域は、現時点で住民が帰宅できておらず、今年度内の事業着手が難しいと考えられることから、本調査の対象外とする（解除された緊急時避難準備区域¹は対象とし、計画的避難区域は先行的な検討を行う）。

(4) 調査の期間

平成 23 年 9 月 8 日～平成 24 年 3 月 26 日

(5) 調査の方法

次のような調査を実施し、その検討結果を報告書にとりまとめる。

① 検討委員会の開催

学識経験者及び行政機関等からなる検討委員会を設置し、その場での検討結果を本調

¹ 平成 23 年 9 月 30 日に解除された。

査に反映させる。本検討委員会では、本報告書のⅡ調査結果のうち以下の内容について検討いただいた。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">1 木質系震災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2 地域のエネルギー需要量の把握3 地域のニーズの把握4 地域のニーズに合った熱・電併給システム等の提案 |
|---|

②文献・ヒアリング調査等

1)関係者へのヒアリング

福島県、市町村、県内木材産業関係者、有識者のほか、本事業への参画を検討している企業等(以下、事業検討者)等に対して聞き取り調査を行う。

2)関係者からの情報入手

福島県、市町村、県内木材産業関係者等から木質系震災廃棄物及び未利用間伐材等の存在量データ、メーカーから熱・電併給施設の諸元データ等を入手する。

3)文献調査

本事業の類似事例のほか、福島県では重要な課題である放射性物質の扱いについて文献を収集する。

4)シミュレーション

本事業のエネルギー需給や採算性等に関してシミュレーション(試計算)を行う。

表1 検討委員会のメンバー

区分	氏名(敬称略)	所属	備考
座長	山川 充夫	福島大学 教授	学識者
委員	浅田 隆志	福島大学 准教授	
	福田 隆政	(独)森林総合研究所 理事	
	渡邊 裕樹	福島県森林計画課 課長	行政機関
	磯 武史	福島県林業振興課 課長	
	大竹 清美	福島県林業研究センター 所長	
事務局	—	(株)三菱総合研究所	

注:本検討委員会では、本報告書のⅡ調査結果のうち以下の内容について検討いただいた。

- 1 木質系震災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
- 2 地域のエネルギー需要量の把握
- 3 地域のニーズの把握
- 4 地域のニーズに合った熱・電供給システム等の提案

表2 検討委員会の開催スケジュール

回	議題	開催日	会場
第1回	方向性(案)と検討課題(案)	平成 23 年 11 月 8 日 開催	杉妻会館 (福島市)
第2回	中間とりまとめ(案)	平成 23 年 12 月 15 日 開催	杉妻会館 (福島市)
第3回	最終報告(案)	平成 24 年 2 月 22 日 開催	杉妻会館 (福島市)

Ⅱ 調査の結果

1 木質系震災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

熱・電供給システムの燃料等として利用可能な木質系燃料(震災廃棄物及び未利用間伐材等)の存在量を把握する。

(1)木質系震災廃棄物

①木質系震災廃棄物の存在量

○福島県沿岸市町村のうち、避難対象となっていない市町村における震災廃棄物は全体で約 230 万トンと推定されている(表3)。

○福島県では、放射性物質への懸念等から宮城県や岩手県のように木質系震災廃棄物の焼却処理が進んでいないこともあり、県全体における木質廃棄物の存在量に関する調査が見当たらなかった。

○そこで今回、住宅の被害棟数から推定したところ、福島県全体の木質系震災廃棄物は 41 万トン程度と考えられる(表4)。

②木質系震災廃棄物を利用する際の留意点

○木質系震災廃棄物を熱・電供給システムの燃料等として利用する場合には、放射能濃度のほか、塩分に対する留意が必要である。

○塩分については、ダイオキシンや設備腐食の問題から、設備メーカーは木質系燃料中の塩分濃度 0.1～0.3%以下を推奨している(表5)。

○放射性物質を含む木質系震災廃棄物(表6)の処理は、発生した市町村内での処理が基本ではないかとの考えが複数の市町村関係者から示された。



図1 震災廃棄物一時置き場の状況(いわき市、8/7 時点、撮影:三菱総研)

表3 福島県沿岸市町村における震災廃棄物の進捗状況

平成 23 年 10 月 25 日現在

市町村	がれき推計量〔千トン〕		仮置き場への搬入状況			撤去率 解体を除いたがれき推計量に対する 搬入済量の割合 〔%〕
		うち家屋等解体 によるがれき推 計量（解体済み のものを含む）	仮置き場 設置数	仮置き場 面積 〔ha〕	搬入 済量 〔千トン〕	
いわき市	880	160	18	23.8	459	64%
相馬市	217	20	1	9.4	168	94%
南相馬市	640	30	9	48.9	396	65%
新地町	167	5	5	8.0	80	50%
広野町	25	10	1	2.7	2.5	17%
楢葉町	58		－	－	－	
富岡町	49		－	－	－	
大熊町	37		－	－	－	
双葉町	60		－	－	－	
浪江町	147		－	－	－	
計	2,280	225	34	92.8	1,126	55%

資料：環境省

表4 福島県内の木質系震災廃棄物の推定量（被災した住宅の廃木材）

	建物の被災棟数〔棟〕*1		廃木材の推定量〔千トン〕*2	
			重量	乾燥重量*3
福島県	住家	全壊 20,194 半壊 65,733	447.1	414.8
	公共建物	1,116		
	その他非住家	25,154		

*1：福島県「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による被害状況即報（第 549 報）」（H24.3.21 更新）

*2：既往調査に基づき廃木材の発生量を住家の全壊 7.2 トン/棟、半壊はその半分、公共建物は 4.0 トン/棟、その他住家は住家全壊の半分と仮定し算出

・東京都における想定：木造住宅 7.15 トン/棟（床面積 97.3m²）、RC構造 4.03 トン/棟（床面積 212.3m²）

・新潟中越地震における実態：木造住宅 7.2 トン/棟

（資料：国立環境研究所とりまとめ「災害廃棄物の発生原単位について（第一報）」2011 年 6 月 28 日）

*3：建設廃材の含水量 15%（福岡県森林林業技術センター「木質ボイラー導入の手引き」）を用いた

表5 災害木くずの有害成分の分析(例)

採取日 : 平成23年4月24日、28日、5月23日、7月27日

採取場所: 宮城県仙台市、岩沼市、石巻市、岩手県大船渡市保管場

採取物 : 柱材を中心に、生木、合板、薬品色のあるもの等28検体

()は平均値

	試料数	含水率 (%)	揮発性塩分 (%)	不燃性塩分 (%)	全クロム (mg/kg)	銅 (mg/kg)	ひ素 (mg/kg)
角材	17	7.1~11.0	0.014~0.79 (0.15)	<0.001~0.031	2~890	4~150	<1~210
合板	6	7.6~18.7	0.030~0.22 (0.13)	<0.001	3~19	2~7	<1
生木	5	19.9~41.6	0.16~0.52 (0.32)	<0.001~0.081	15~21	18~36	<1
基準値					250	(125)	150

- ・塩分含有量は、生木に比べて乾燥の進んだ建材の方が値が低く、塩分の吸収量が少ない。
- ・マテリアル利用可能な角材の塩分含有量は、平均で0.2%以下と考えて差し支えなく、最大でも0.4%を超えることは稀と考えられる。
- ・今回の調査結果から、生木類は表皮を剥いだり、水洗することにより除塩できることが期待できる。
- ・角材については、乾燥と水洗を繰り返すことによりある程度の塩分低下は期待できるが、不燃性塩分に移行したものは、降雨や水洗では大きな期待はできないと推測される。
- ・梅雨明けとなった7月下旬に実施した調査結果では、顕著な塩分低下は見られないが、安定したと判断する結果にもなっていないため、今後の降雨による推移を継続して監視する必要がある。

資料: 鈴木隆氏(NPO法人全国木材資源リサイクル協会連合会)

「災害廃&震災産廃の今後の処理の見通し」(2011/09)

表6 震災廃棄物に関する放射能濃度測定結果(例)

市町村	試料採取場所	災害廃棄物 表面線量率	災害廃棄物サンプル測定				
		木質	木質				
		—	重量	表面 サーベイ値	放射能濃度		
		$\mu\text{Sv/h}$			I-131	Cs-134	Cs-137
		$\mu\text{Sv/h}$	kg	$\mu\text{Sv/h}$	Bq/g	Bq/g	Bq/g
新地町	駒ヶ嶺	0.29～0.59	3.1	0.04	ND	0.73	0.69
南相馬市	北新田運動場	0.69～1.2	3.1	0.04	ND	0.25	0.26
南相馬市	日立建機予定地	0.49～0.78	3.1	0.06	0.15	0.64	0.64
福島市	大笹尾研究公園	0.59～1.5	3.1	0.01	ND	0.12	0.13
いわき市	小名浜臨海工業団地	0.2～0.27	2.9	0.03	0.10	0.23	0.20
いわき市	四倉市民運動場	0.47～1.3	2.9	0.05	0.46	0.47	0.52
鏡石町	東町仮置場	0.16～0.28	3.2	0.02	ND	ND	ND
須賀川市	牡丹園駐車場	0.21～0.28	3.2	0.01	ND	0.13	0.09
玉川村	文化体育館前	0.17～0.25	3.1	0.01	ND	ND	ND
伊達市	清掃センター	0.35～1.6	3.1	0.01	ND	0.12	ND

資料:原子力安全・保安院「福島県内の仮置き場における災害廃棄物の放射性物質濃度の測定結果について」(H23/5/27)

(2) 未利用間伐材及び製材工場等残材

① 未利用間伐材及び製材工場等残材の発生状況

○福島県内の素材生産量は年間 750 千 m^3 程度、木材供給量は年間 1,200 千 m^3 程度である。木材供給量のうち約 65%が県産材である(図2)。地域別の素材生産量は、中通りの県南・県中、いわき地域が多い(図3、表7)。

○地域別の製材工場等での素材入荷量は、いわきと県南地域が多く、これら地域で製材工場等残材が大量に発生する(表7)。製材工場等残材の発生量は、年間約 172 千トン、うち約 23 千トンが未利用と推定される(表8)。

○未利用間伐材(実際に間伐が行われているが利用されていない)の存在量は、年間約 110 千トン(乾燥重量、平成 20 年度)と推定されており、いわき地域、中通の県中・県南、会津が多い(図4、表9)。

② 未利用間伐材及び製材工場等残材の供給状況

○製紙工場向けの木質チップやバーク(樹皮)、林産業者等向けのおが粉等、福島県内では製材工場等残材の利用者への出荷が盛んであったが、震災による利用者側施設の被災や放射性物質の問題によって、現在はバーク(樹皮)やおが粉等の出荷が滞っている状況である。(図5、図6)。

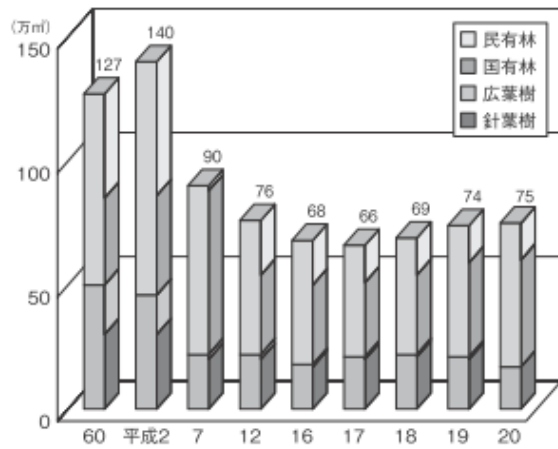
○震災前、東北電力原町火力発電所向けに大量の木質チップを供給する計画があった。本発電所は震災により被災しており、現在、運転を休止しているところである。

③ 未利用間伐材及び製材工場等残材の利用上の留意点

○熱・電供給システムの燃料等として利用する場合、搬送コストを抑えるため、輸送距離は 50 km 少なくとも 100 km 圏内からの集荷を考えると適切である。

○未利用間伐材及び製材工場等残材の利用においては、利用後の燃焼灰の処理について留意が必要である。

素材生産量の推移



木材供給量の推移

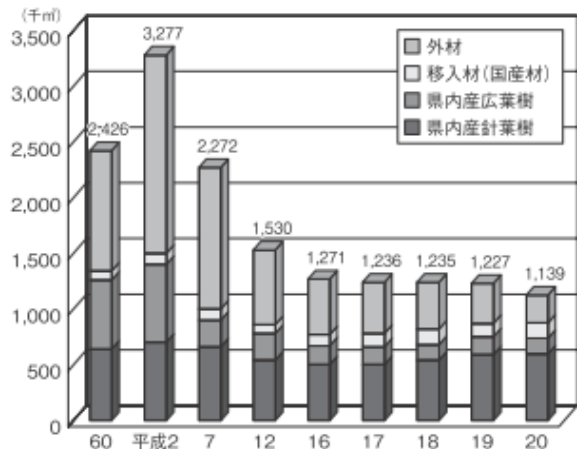


図2 福島県における素材生産量と木材供給量の推移

資料: 福島県「森林・林業統計書」(平成 21 年度)

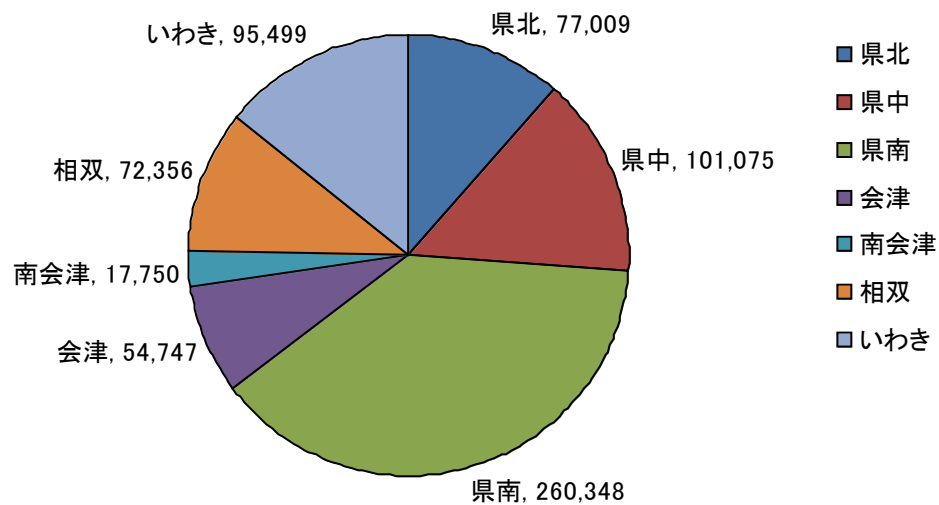


図3 福島県内の素材生産量(農林事務所管内ごと:平成 21 年)(単位:m³)

資料: 福島県木材協同組合連合会による素材生産者からの聞き取り調査

表7 福島県内の素材生産量・入荷量(素材生産量:平成 21 年) 1/2

(単位:社)					(単位:m³)				
地域	事業体数	一般用材m³			パルプ用材m³			用材 総計	一事業所 当りの素材 生産量
		針葉樹	広葉樹	計	針葉樹	広葉樹	計		
県北	33	51,485	909	52,394	8,582	16,033	24,615	77,009	2,334
県中	70	56,117	2,138	58,255	20,765	22,055	42,820	101,075	1,444
県南	64	229,160	5,253	234,413	13,298	12,637	25,935	260,348	4,068
会津	42	22,577	1,447	24,024	2,826	27,897	30,723	54,747	1,304
南会津	23	8,294	3,090	11,384	1,264	5,102	6,366	17,750	772
相双	52	44,359	1,460	45,819	13,269	13,268	26,537	72,356	1,391
いわき	47	71,077	3,000	74,077	12,852	8,570	21,422	95,499	2,032
計	331	483,069	17,297	500,366	72,856	105,562	178,418	678,784	2,051

資料:福島県木材協同組合連合会による素材生産者からの聞き取り調査

表7 福島県内の素材生産量・入荷量(製材工場等における素材入荷量:平成 21 年)2/2

(単位:千m³)					(単位:箇所)	(単位:m³)	
地域	素材入荷量 合計	国産材の入荷量			外材の 入荷量	製材工場 数	一工場当たり 入荷量
		計	針葉樹	広葉樹			
県北	25	17	17	0	8	46	543
県中	67	57	56	1	10	56	1,196
県南	210	196	196	0	14	39	5,385
会津	22	18	18	0	4	52	423
南会津	12	12	11	1	0	15	800
相双	32	26	26	0	6	42	762
いわき	235	79	79	0	156	46	5,109

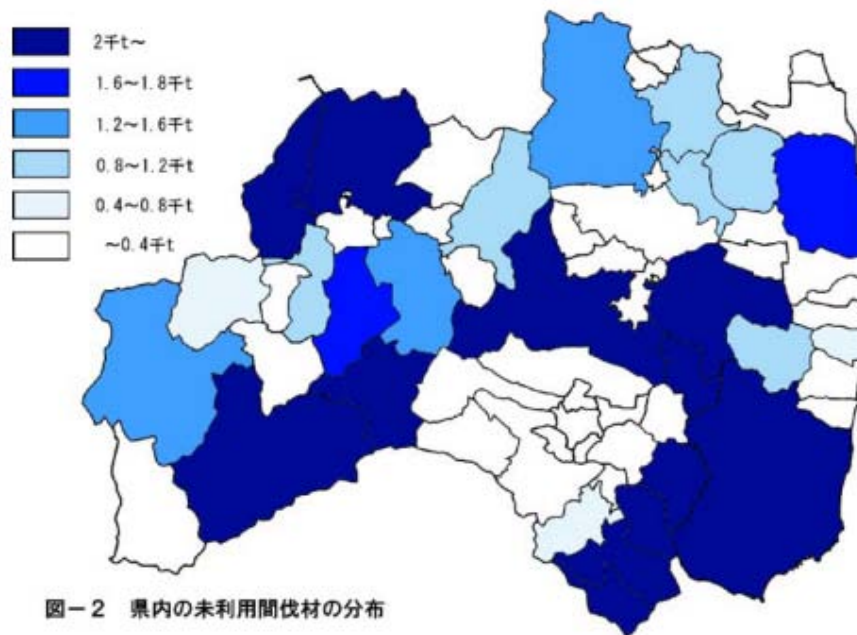
資料:福島県木材協同組合連合会による製材工場等からの聞き取り調査

表8 福島県内の製材工場等残材の推定

	平成 16 年調査*1		平成 20 年換算*2	
	残材の発生量[t]	うち未利用量[t]	残材の発生量[t]	うち未利用量[t]
県北	8,617	0	-	-
県中	23,368	4,005		
県南	31,470	2,774		
会津	7,466	4,423		
南会津	3,405	503		
相双	12,371	1,029		
いわき	105,766	13,105		
計	192,463	25,839	172,475	23,155

*1:福島県バイオマス総合活用指針「うつくしまバイオマス 21」(平成 16 年)

*2:福島県木材供給量 1,271 千m³(平成 16 年)、1,139 千m³(平成 20 年)で比例換算した



単位トンは地上部乾燥重量

図4 未利用間伐材の年間推定量の分布(2002～05 年度の間伐実績から推定)

資料:福島県林業研究センター「木質バイオマス循環利用モデルの開発」(2007)

表9 福島県における未利用間伐材の状況(民有林、平成 18～20 年度)

年度	間伐面積	間伐材の 伐採量	利用素材 材積	未利用 間伐材	
	[ha]	[千 m3]	[千 m3]	[千 m3]	[千トン]
	*1	*2,*3	*2	*2	*2,*4
平成 18 年度	4,803	203	54	149	47
平成 19 年度	7,547	317	56	261	83
平成 20 年度	7,697	373	57	316	101
平成 21 年度	8,305	402	57	345	110

*1:福島県農林水産部「平成 22 年福島県森林・林業統計書」

*2:福島県木材チップ生産協議会(平成 20 年度まで)

平成 21 年度は、平成 20 年度の値に基づき推定した。

*3:間伐材の伐採量は立木材積

*4:質量換算にはスギの容積密度 314kg/m³(乾燥重量)を用いた。

木くずの処理

【サーマル系（木質バイオマス発電など）】

- ・セイホク石巻工場や日本製紙石巻工場が津波により被害 → 需要減少
- ・塩分の問題 → 災害廃棄物（沿岸部）由来の木質チップはセイホク以外で現状では、ほとんど利用されていない。
- ・放射能の問題 → 灰処理に影響を受けるとして福島県内のチップ出荷に大幅な制限も。



マテリアル、サーマル共に各地で様々な弊害が出始めている。

東北～北関東における主な木質バイオマス発電施設の燃料チップ使用量

社 名	数量 (t / d)
アキモクボード	5,000
日本大昭和板紙東北	5,000
セイホク石巻工場	5,000
日本製紙石巻工場	13,000
いわき大王製紙	18,000
日本製紙勿来工場	9,000
北越紀州製紙 関東工場勝田工務部	20,000
〃 新潟工場	7,000
白河ウッドパワー	10,000
住友大阪セメント栃木	12,000

図5 木質チップ等供給に関する震災の影響

資料：鈴木隆氏（NPO法人全国木材資源リサイクル協会連合会）

「災害廃&震災産廃の今後の処理の見通し」（2011/09）



図6 製材工場におけるバーク滞留の様子（福島県内、平成 23 年 8 月、撮影：三菱総研）

(3) 福島県の森林生長量

福島県では木質バイオマスが豊富であり、県内森林の年間生長量のうち木質系燃料として利用可能な潜在量を求めた。

○福島県全域では、針葉樹の年間生長量(幹材積²)は2,447 千m³、広葉樹は618 千m³であり、うち材木や製紙・パルプ用等に供用されない木質バイオマス(枝葉を除く)は年間1,310 千m³と想定される(平成 21 年データ)。

表10 福島県内の森林生長量(幹材積)から求めた木質系燃料潜在量

地域	木質系燃料潜在量	
	〔千m ³ 〕	〔千トン〕乾燥重量
県北	125	57
県中	200	66
県南	141	59
会津	301	145
南会津	185	95
相双	194	78
いわき	164	67
計	1,310	566

注:平成 21 年データから算出

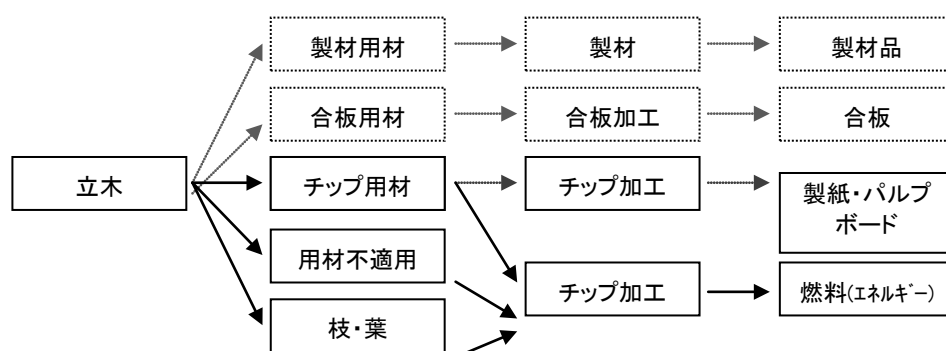


図7 立木からの原木発生形態と燃料用供給範囲の概念(針葉樹のケース)

² 幹材積は単木材積表示の一種であり、樹幹材積と同じ意味。(森林・林業用語の解説より)

表11 針葉樹の年間生長量における用途別資源量と利用状況の推計

項目	生長量				現状利用量		
	幹材積 ^{※2} (千 m ³ /年)	全木換算 ^{※3} (千 m ³ /年)	質量換算 ^{※4} (千 BDT/年)	発熱量換算 ^{※5} (TJ/年)	利用量 ^{※6} (千 m ³ /年)	質量換算 (千 BDT/年)	利用率
建築用材等 ^{※1}	2,447	1,468	461	8,943	481	151	32.8%
チップ用材		734	230	4,462	66	21	9.0%
用材不適用木		245	77	1,494	(40)	(13)	(16.3%)
枝葉	—	563	177	3,434	(0)	(0)	(0%)
合計	2,447	3,010	945	18,333	587	121	19.6%

※1 合板用を含む

※2 福島県森林・林業統計書(平成 21)

※3 幹材積に対する用途別発生率を建築用材等 60%、チップ用材 30%、用材不適用木 10%とし、枝葉は日本国温室効果ガスインベントリ(2008)によるスギ 25 年生以上の幹材積に対する拡大係数 1.23 を用いた。

※4 質量換算係数は日本国温室効果ガスインベントリ(2008)によるスギの容積密度 314kg/m³(乾燥重量)を用いた。

※5 熱量換算係数は絶乾時の低位発熱量を 19.4MJ/kg(省エネルギーセンター(1989),新版エネルギー管理技術[熱管理編,p327]による試算式に木材の一般的な元素組成を代入した)とした。

※6 現状利用量のうち用材不適用木は、福島県森林・林業統計書(平成 21)による素材生産量の用途別内訳のうち該当項目がないため、「その他」の値を算入し、必ずしも用材不適用木とは限らないことから()表記とした。

表12 広葉樹の年間生長量と利用状況の推計

項目	生長量 ^{※1}				現状利用量 ^{※6}		
	幹材積 ^{※2} (千 m ³ /年)	全木換算 ^{※3} (千 m ³ /年)	質量換算 ^{※4} (千 BDT/年)	発熱量換算 ^{※5} (TJ/年)	利用量 (千 m ³ /年)	質量換算 (千 BDT/年)	利用率
建築用材	618	618	413	8,009	5	3	0.8%
チップ用材					145	97	23.5%
特用林産用原木 その他					(32)	(21)	(5.1%)
枝葉	—	198	132	2,563	0	0	0%
合計	618	816	545	10,572	182	121	22.2%

※1 生長量のうち用途別の推計は需要動向による変動が大きいと考えられるため算定していない。

※2 福島県森林・林業統計書(平成 21)

※3 幹材積に対する枝葉の比率として日本国温室効果ガスインベントリ(2008)によるスギ 25 年生以上の幹材積に対する拡大係数 1.32 を用いた。

※4 質量換算係数は日本国温室効果ガスインベントリ(2008)によるクヌギの容積密度 668kg/m³(乾燥重量)を用いた。

※5 熱量換算係数は絶乾時の低位発熱量を 19.4MJ/kg(省エネルギーセンター(1989),新版エネルギー管理技術[熱管理編,p327]による試算式に木材の一般的な元素組成を代入した)とした。

※6 現状利用量のうち特用林産用原木その他は、福島県森林・林業統計書(平成 21)による椎茸伏込用の需給量のみ算入しており、その他の薪炭用原木の生産量が不明のため算入していないことから()表記とした。

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を始め、被災した木材産業や農業、漁業等の生産・加工施設等の電気・熱需要量を把握し、木質バイオマス代替可能量を調査する。

(1) 福島県におけるエネルギー需要量

○潜在的に木質バイオマスで代替可能なエネルギー量として、次を推定した。

- ・福島県全域の電力消費量
- ・うち復興住宅で消費される電力量(福島県内で全壊・半壊した世帯を再建)
- ・福島県全域の産業用の熱消費量(製造業や業務用に蒸気や温水として消費)
- ・うち園芸栽培(ハウス栽培の暖房)に用いられる重油の熱量

表13 福島県内において木質バイオマスで代替可能なエネルギー量の推定(まとめ)

電力消費量*	うち復興住宅 における電力消費量	産業用熱消費量*	うち園芸栽培 における熱消費量
11,358GWh/年	97GWh/年	7,530TJ/年	71TJ/年

*: 資源エネルギー庁「平成21年度エネルギー消費統計調査」

○推定に用いた統計データ等は以下の通り。

表14 復興住宅における消費電力量の推定(福島県)

項目	区分	単位	数値	備考
世帯数	全壊	世帯	4,502	福島県調べ[*1]
	半壊	世帯	8,951	
	計	世帯	13,453	全壊棟数と半壊棟数の計
消費電力	1世帯あたり	W	1,200	夏期のピーク電力[*2]
	全世帯	kW	16,144	
消費電力量	1世帯あたり	kWh/月	300	日本の平均[*3]
	全世帯	MWh/年	96,862	

*1: 福島県「平成 23 年東北地方太平洋沖地震による被害状況即報(第 549 報)」(H24.3.21 更新)、全世帯が再建され電力供給する場合を仮定した。

*2: 資源エネルギー庁「夏期最大電力使用日の需要構造推計(東京電力管内)」平成23年5月、施設容量(発電kW)の見積りとしてピーク電力を用いた。

*3: 一世帯あたりの電力消費量、1 月あたり約 300kWh(資料:「原子力・エネルギー」図面集 2011)。

表15 園芸栽培における熱消費量の推定(福島県)

項目	区分	単位	数値	備考
ガラス室・ハウス設置面積	変温管理設備	千 m ³	1,431	福島県、農林水産省調べ[*1]
重油特性	熱量	MJ/kg	42.7	A 重油の低位発熱量
	密度	g/cm ³	0.8655	
重油消費量	10a あたり	ℓ/年/10a	1,350	宮城県のデータを参考[*2]
	全県	MJ/年	71,395,091	
	全県	kW	4,591	180 日稼動と仮定

*1: 農林水産省「園芸用施設及び農業用廃プラスチックに関する調査」(平成 20 年7月1日から平成 21 年6月 30 日までの間の栽培に使用)、主に暖房用に重油が用いられていると想定される変温管理設備のみを対象とした。

*2: 宮城県での調査(2006 年時点)、きゅうり 15,000 ℓ/年/10a、トマト 12,000 ℓ/年/10a の平均とした。<http://vegetable.alic.go.jp/yasaijoho/senmon/0810/chosa1.html>

表16 産業用の熱消費量の推定(福島県)

項目	区分	単位	数値	備考
熱消費量	蒸気、温水・冷水	TJ/年	7,530	福島県、資源エネルギー庁調べ[*1]
		kW	264,084	330 日稼動と仮定

*1: 資源エネルギー庁「平成21年度エネルギー消費統計調査」、調査対象は非製造業、製造業(石油等消費動態統計対象事業所を除く)。

(2) 福島県における被災・復興状況

○福島県では、浜通りを中心に地震・津波による被害のほか放射性物質による環境汚染の影響が大きい。警戒区域及び計画的避難区域では住民の域外避難が続いているほか、9月30日に解除された緊急時避難準備区域では平成24年春から順次、住民が帰宅予定である。

○津波被害を受けた市町村の中には、津波浸水地域に公共施設等を整備する計画があり、これら施設に数百kWの熱・電併給施設を併設することが考えられる。

○県内には大規模な製材工場等が数箇所あり、乾燥・加工のため重油ボイラー等を利用しているが、木質バイオマス施設を隣接させて熱を供給することが考えられる。

○なお、福島県は、平成23年12月に公表した「復興計画(1次案)」の中で12の重点プロジェクトの一つに再生可能エネルギー推進を掲げ、木質バイオマスエネルギーの利用促進を謳っている。

7 再生可能エネルギー推進プロジェクト

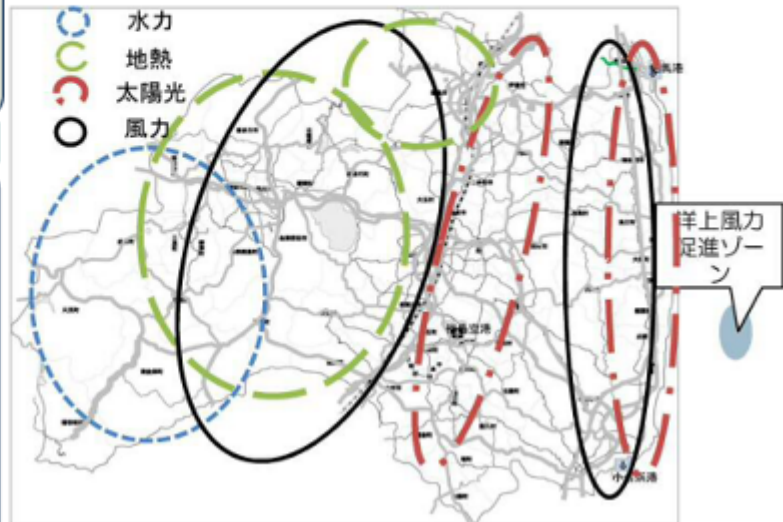
目指す姿

再生可能エネルギーが飛躍的に推進され、原子力に依存しない、安全・安心で持続的に発展可能な社会となっている。

プロジェクトの内容

- 太陽光、風力、地熱、水力、バイオマスなど再生可能エネルギーの導入拡大を図る。
- 再生可能エネルギーに係る最先端技術開発などを実施する研究開発拠点の整備を図る。
- 再生可能エネルギー関連産業の集積・育成を図る。
- スマートコミュニティ等による再生可能エネルギーの地産地消の振興を図る。

再生可能エネルギー資源に恵まれている地域のイメージ



※バイオマスや小水力（1,000KW以下）などについては、県全域で導入の可能性が考えられます。

ステップ1（初期実効型プロジェクト）

- 1 地域への再生可能エネルギーの大量導入
- 2 再生可能エネルギーに係る研究開発拠点の整備と実証研究等の実施
- 3 再生可能エネルギー関連産業の誘致・育成・取引支援

ステップ2（長期熟成型プロジェクト）

- 1 分散型再生可能エネルギーを活用したスマートコミュニティの実現
- 2 世界初の浮体式洋上ウィンドファームの実現
- 3 再生可能エネルギー関連産業の一大拠点化へ成長

ステップ3

再生可能エネルギー産業等の飛躍的发展

プロジェクト主要事業（検討中）

【再生可能エネルギー導入拡大】◆再生可能エネルギー普及推進市町村等支援事業（再-①-6）、◆再生可能エネルギーデータベース構築事業（再-①-11）、◆木質バイオマスエネルギーの利用促進を図るためのモデルを構築する事業（再-②-7）、◆小水力発電を促進するための事業（再-②-10）、◆再生可能エネルギー関連の人材を育成するための事業（産-②-28）

【研究開発拠点の整備】◆再生可能エネルギー関連分野における国、大学、民間の研究機関を誘致するための事業（再-②-1）、◆洋上風力発電の実証研究を行うための事業（再-②-9）

【関連産業集積・育成】◆がんばる企業立地促進補助金（再-②-14）、◆がんばろうふくしま産業復興企業立地補助金（再-②-16）

【再生可能エネルギーの地産地消】◆スマートコミュニティの実証試験を行うための事業（再-①-9）

図8 再生可能エネルギー推進プロジェクト

資料：福島県「福島県復興計画（1次案）」（平成23年12月）

3 地域のニーズの把握

県及び市町村と連携を図り、地域に導入すべき熱・電併給システム等のニーズを適切に把握する。

(1) 熱・電併給システム等の案件

○福島県関係機関から情報入手した案件について本調査で関係者（民間事業者、地元市町村等）への聞き取りを実施した。これら案件は大きく3通りに分類できる。

ア：木材産業が盛んな地域での民間主導のシステム

イ：市町村の復興プロジェクトとしてのシステム

ウ：公共施設等に併設する小規模システム

○木材産業が盛んな地域では、民間事業者が主導し、震災前から豊富な間伐材や製材工場等残材を利用した熱・電併給システム整備の計画がある。震災後、製材工場等残材を利用した商品の出荷が引取先施設の被災や放射性物質の問題によって滞っており、これら商品を有効に利用する手段としても県内木材産業関係者の間で熱・電併給システムの整備に対するニーズが高まっている。

○原子力発電所事故に伴う居住制限地域を持つ市町村の幾つかでは、今後の住民帰宅等に合わせて、地域内森林の未利用資源を活用した熱・電併給システムを検討している。これら市町村では、熱・電併給システムの整備により、地域内雇用を創出することで、復興のシンボルとして位置づけたいとのニーズがある。

○福島県内各所では未利用間伐材や製材工場等残材が少なからず発生しており、公共施設のほか民間の医療施設、温浴施設等に小規模な熱・電併給システムを隣接整備しようとのニーズがある。

(2) 熱・電併給システム等の実現に向けた課題

○本システムの実現には、木質系燃料の安定かつ安価な調達が前提となる。福島県内でも木材産業が盛んな地域では、その目処が立ちやすいが、あまり盛んでない地域では燃料調達が課題である。

○福島県においては、原子力発電所事故に伴い、放射性物質を含む燃焼灰の処理や施設建設に対する地域の合意形成等の課題を解決する必要がある。

○採算性向上のためには蒸気利用が望ましいが、原子力発電所事故の影響があり、熱供給先となる工場や農場等の確保が課題である。

表17 福島県内における木質系燃料を利用した熱・電供給システム等の案件 1/2 [*1]

No	事業検討者	規模[*3]	主な燃料調達	熱・電供給	地域	用地
ア-1	民間	[電]5,000kW	検討中	電気を売電、熱供給は検討中(例:復興住宅、園芸農業)	相双	検討中
ア-2	民間	[電]5,000kW	間伐材、製材工場等残材(木材産業が盛ん)	電気は売電、熱は近隣の製材工場等で利用	いわき	候補あり
ア-3	民間	[電]5,000kW	検討中(木材産業が盛ん)	電気は売電、熱は近隣の製材工場等で利用	県中	候補あり
ア-4	民間	[電]5,000kW	検討中(木材産業が盛ん)	電気は売電、熱供給は検討中(例:近隣の工業団地)	いわき	候補あり
ア-5	民間	[電]5,000kW	間伐材、製材工場等残材(木材産業が盛ん)	電気は売電、熱は近隣の製材工場等で利用	県南	候補あり
ア-6	民間	[電]1,500kW	震災廃棄物、間伐材、製材工場等残材	電気は売電、熱は近隣の温浴施設に供給	県中	候補あり
イ-1	市町村[*2]	[電]3,000～5,000kW	間伐材等(広い市町村有林あり)	電気を売電、熱供給は検討中	相双	候補あり
イ-2	市町村[*2]	[電]3,000～5,000kW	震災廃棄物、間伐材等	電気は売電、熱は工場を誘致・供給を検討中	相双	候補あり
イ-3	市町村[*2]	[電]3,000～5,000kW	間伐材等	電気を売電、熱供給は検討中	相双	候補あり

表17 福島県内における木質系燃料を利用した熱・電供給システム等の案件 2/2 [*1]

No	事業主体者	規模[*3]	主な燃料調達	熱・電供給	地域	用地
イ-4	市町村[*2]	[電]6,000kW	間伐材等	電気を売電、熱供給は検討中	県北	検討中
イ-5	市町村[*2]	[電]3,000kW	間伐材、製材工場等残材	電気は売電、熱供給先として健康増進施設を計画中	県中	候補あり
ウ-1	市町村[*2]	[電]10kW [熱]200kW	間伐材等	熱・電を隣接の公共施設に供給	相双	候補あり
ウ-2	民間	[電]数百kW	間伐材、製材工場等残材	熱・電を隣接の医療機関や温浴施設に供給	県南	候補あり

*1: 福島県関係機関から情報入手した案件について本調査で関係者に聞き取りを実施したもの

*2: 市町村が設置し、運営を民間に委託

*3: 施設規模は現時点の目安(燃料調達量や設備性能等により左右する)

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、これまで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・電併給システム等について、実行可能な内容で提案を行う。

(1) 熱・電併給システム等導入の方向性

福島県における木質系燃料の利用可能量、震災復興を含む地域ニーズ等を踏まえ、熱・電併給システム等導入の方向性を定めた。

① 熱・電併給システム等導入の意義

福島県において熱・電併給システム等の導入を短期・中長期に推進することは、次の点から有意義である。

- 1) 震災廃棄物及び森林資源を有効活用することは、震災並びに原子力発電所事故からの生活・産業環境の復旧を促進するものである。
- 2) 熱・電併給システム等導入によって、地域雇用の創出のほか熱・電利用による新事業への波及を期待し、各市町村において復興の拠点として位置づける。
- 3) 再生可能エネルギー利用を拡大し、福島県内でのエネルギー自給自足を促進するとともに、災害時等のエネルギーセキュリティを高める。

② 熱・電併給システム等が満たすべき要件

福島県における熱・電併給システム等は、次の要件を満たすことが重要である。

1) 首長・住民の合意

- ・浜通りを中心に震災廃棄物や森林が放射性物質による環境影響がみられ、地元住民の関心が高いことから、本システム等に対して首長・住民の合意があること。

2) 木質系燃料の適切な需給

- ・間伐材の利用においては、地域ごとの年間生長量や木材産業従事者の規模を踏まえ、森林保全や土砂災害防止対策を考慮しつつ、間伐計画を作成すること。
- ・木質系震災廃棄物をチップ加工して利用するほか、震災影響により滞留している製材工場等残材を受け入れることで、地域や木材産業の復興に寄与すること。

- ・その際、海水をかぶった震災廃棄物の塩分濃度、木質バイオマスの放射能濃度について、木質系燃料として適切かどうかの目安を持って利用すること。

3) 事業採算性の確保

- ・本システム等による事業が償却期間(15～20 年間)継続できるよう採算性を確保すること。
- ・その手段として、震災廃棄物や製材工場等残材を積極的に活用することで支出を下げるとともに、売電のほか熱(蒸気)売却先を確保することにより事業収入を上げるほか、森林整備や復興を目的とした雇用、放射性物質対策等に関する補助事業の適用等を含め、幅広く検討すること。

4) 放射性物質の適切な管理

- ・排ガスや燃焼灰による環境影響及び従事者の放射線防護について、国基準を満たすとともに住民や従事者の合意を得られる対策を講じること。
- ・放射性物質を含む燃焼灰の処理が事業主体者にとって大きな負担とならぬよう、国等主導により処理方法が確立すること。

③熱・電併給システム等導入の進め方

福島県において導入が想定されるシステム等として、次の3とおりがあげられ、個々の案件について総合的な成立性を確認しつつ進めることが適切である。

1) 盛んな木材産業を背景とする民間主導の熱・電併給システム

- ・木材産業が盛んな地域では、製材工場等残材はじめ本システムに適した安価な燃料が大量に産出されるが、震災後、従来の流通ルートが途絶えたため、製材工場等残材が製材工場等に大量に滞留しており、木材産業全体に支障が及んでいる。
- ・木材産業の復興のため、熱・電併給システムを活用して、これら豊富な製材工場等残材を利用することは有効な方法である。なお、熱(蒸気)は製材工場等で有効に消費される。
- ・木質系燃料の調達費用が安く商業ベースで事業採算性が確保でき、併せて放射性物質による森林の汚染が高くない地域においては、本システムの導入は民間主導で行われることが期待される。
- ・首長や住民の理解が得られ、燃焼灰の処理方法が確立でき次第、本システムの導入に着手することが望まれる。

2) 市町村の復興プロジェクトとしての熱・電併給システム

- ・原子力発電所事故に伴い居住が制限されている地域において、今後の住民帰宅等に合わせて復興プロジェクトの立上げが望まれる。その一つとして、地域内森林の未利用資源を活用した熱・電併給システムがあげられる。
- ・本システムの導入は、首長及び住民がそのコスト・ベネフィットを理解した上で市町村が判断し、市町村主導で行うことが適切である。
- ・事業の採算性を確保するため、間伐材のほか震災廃棄物や製材工場等残材の活用、売電のほか熱(蒸気)売却先の確保、森林整備や復興を目的とした雇用、放射性物質対策等に関する補助事業の適用等を含め幅広く検討する必要がある。
- ・燃料とする木質バイオマスの放射能濃度に応じて、施設及び周辺環境の放射線管理を行う必要がある。
- ・燃焼灰は放射能濃度に応じて、国が整備する中間貯蔵施設や管理型処分施設、市町村の最終処分施設等に移送するまでの間、施設内に一時留置く等の措置をとる必要がある。

3) 公共施設等に併設する小規模熱・電併給システム

- ・放射性物質の影響に配慮しつつ採算性を確保した上で、公共施設や産業施設、住居等へ熱・電併給する小型施設(数十～数百 kW)を広く普及させることが期待される。

(2)事業採算性

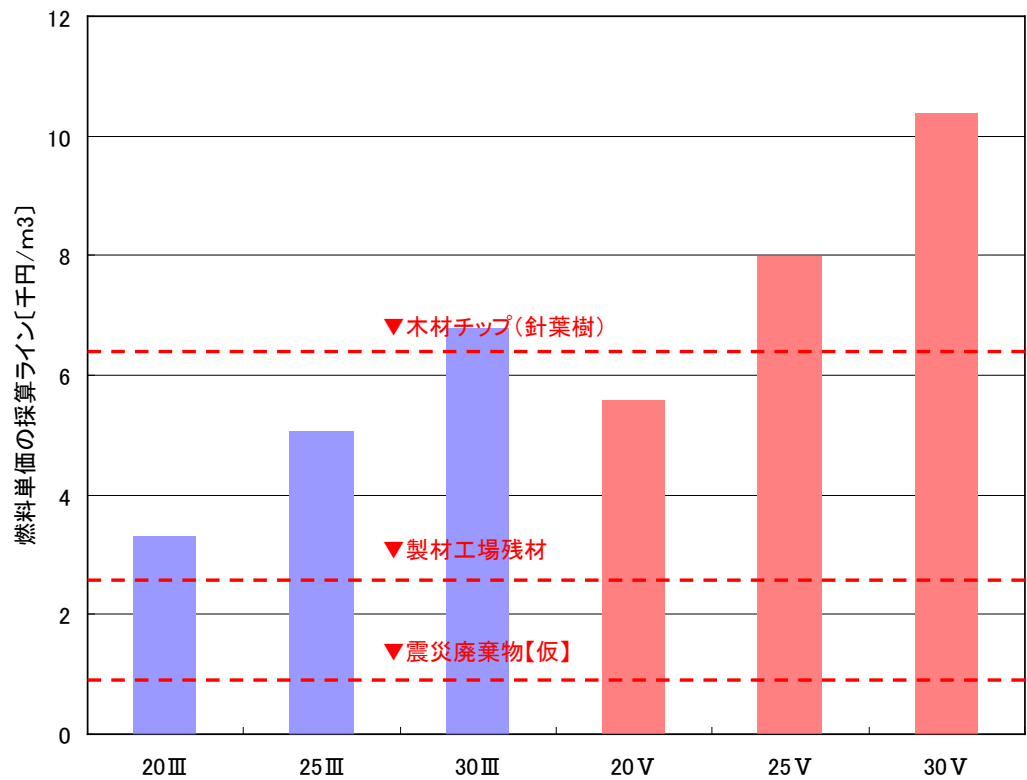
本システムの事業採算性は、燃料調達費と売電価格により大きく左右される。

○事業採算性がバランスする燃料単価(チップ加工後の受入れ価格)を検討したところ、発電規模 3,000kW級で売電価格 20 円/kWhのケースで燃料単価 3,300 円/m³、発電規模 5,000kW級で売電価格 30 円/kWhのケースで燃料単価 10,400 円/m³と推定される(売電のみ・市町村による事業を想定した整備費全額補助のケース)。

○燃料調達においては、間伐材のほか震災廃棄物や製材工場等残材を活用することにより燃料調達コストを下げる必要がある。また、森林整備の補助事業や原子力事故に伴い市場価値が低下した木材等に対する補償制度を利用することが考えられる。

○再生可能エネルギーの固定価格買取制度は平成 24 年7月に始まる予定であり、売電価格が決定した時点で事業採算性を再検証する必要がある。

○放射性物質を含む燃料等を扱うことによるコスト変動について、国の汚染廃棄物対策等を踏まえ検討する必要がある(例えば、上記結果は燃焼灰の処理費 25 千円/トンを計上しているが、後述のように 8,000Bq/kg を超える燃焼灰は国が処分することを採算性検討におりこむなど)。



燃料単価の採算ライン[円/m³]	3,300	5,100	6,800	5,600	8,000	10,400
発電規模[kW]	3,000			5,000		
発電効率[%]	23%			26%		
売電価格[円/kWh]	20	25	30	20	25	30

注：燃料単価はチップ加工後の受入れ価格。設定条件の詳細は資料4を参照。

図9 燃料単価の採算ラインの検討
(売電のみ・市町村による事業を想定した整備費全額補助のケース)

(3) 除染措置と放射性物質の扱い

「放射性物質汚染対処特措法」(H23/11/11) 及び環境省による一般廃棄物施設を対象とした放射性物質の影響評価等を参考に、木質系燃料を利用する熱・電供給システムと除染措置との関係並びに放射性物質の扱いについて整理した。

① 除染措置

○「放射性物質汚染対処特措法」(H23/11/11) を受け、国が汚染廃棄物対策地域及び除染特別地域を指定した。これらの地域では国が廃棄物の収集・処分や土壌等の除染を実施する。現在、国が汚染廃棄物対策地域内廃棄物処理計画及び特別地域内除染実施計画を平成 24 年 3 月までに策定予定である。

○本システムにおいて、汚染廃棄物対策地域及び除染特別地域から木質系燃料の調達等を行う場合、森林の間伐や燃焼灰の処分の際に、国が行う廃棄物処理や除染措置との連携を視野に入れる必要がある。

表 18 汚染廃棄物対策地域及び除染特別地域の指定状況³

区分	内容	該当する事業候補地域
汚染廃棄物対策地域	放射性物質汚染対処特措法により、国が廃棄物の収集・運搬・保管及び処分を実施する必要がある地域	警戒区域及び 計画的避難区域等
除染特別地域	国が土壌等の除染等の措置等を実施する必要がある地域	

② 放射性物質による環境影響

○本システムから排出される燃焼ガスによる地域住民の被ばくは、例えば発電規模 5,000kW 級の施設で放射能濃度 3,000Bq/kg の木質系燃料を使用しても、現在の福島県内各地域における空間線量率よりも十分に低い見込みである(図10)。

○木質系燃料の放射能濃度が 2,500Bq/kg 程度以下であれば、本システムから排出される燃焼ガスは、原子力安全委員会が提示する濃度限度の目安よりも相当低くなると推定される(表19)。

³ <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=14598>

○ただし、汚染廃棄物対策地域など放射能濃度の高い木質系燃料を使用する場合、排ガスの放射能濃度は濃度限度の目安よりも低く保つことは可能と見込めるが、今後、森林の放射能汚染状況を調査した上で、排ガス処理装置及び放射線管理方法の詳細検討が必要である。

○本システムの稼動時においては、木質系燃料の放射能濃度を受入れ時に管理するとともに、住民の安全・安心を確保するため、環境中の放射線モニターを実施し住民に公表することが求められる。

③燃焼灰の処理

○「汚染廃棄物対策地域」でない地域の木質系燃料を使用する場合、当該施設で発生する燃焼灰は「特定一般廃棄物」又は「除染廃棄物」に該当すると思われる⁴。

・うち 8,000Bq/kg を超える燃焼灰は「指定廃棄物」となり、当該施設内に一時保管した後、国が処分を行うこととなる。

・8,000Bq/kg 以下の燃焼灰は、「特定一般廃棄物」とみなされる場合は市町村等が埋立処分を行い、「除染廃棄物」とみなされる場合は施設内に一時保管した後、国が処分を行うものと考えられる。

○「汚染廃棄物対策地域」の木質系燃料を使用する場合、当該施設で発生する燃焼灰は当該施設内に一時保管した後、国が処分を行うこととなる⁵。

④従事者の放射線管理⁶

○放射能濃度の低い木質系燃料(例えば 200Bq/kg 程度)に限って使用する場合、従事者の被ばく線量は一般公衆の限度1mSv/年を超えることがないと推定され、特別な放射線管理は必要ないと考えられる。

○放射能濃度がある程度高い木質系燃料を使用し、燃焼灰の放射性セシウム濃度が1万 Bq/kg を超える場合は、従事者の放射線管理において電離放射線障害防止規則の関連規定を遵守する必要がある。

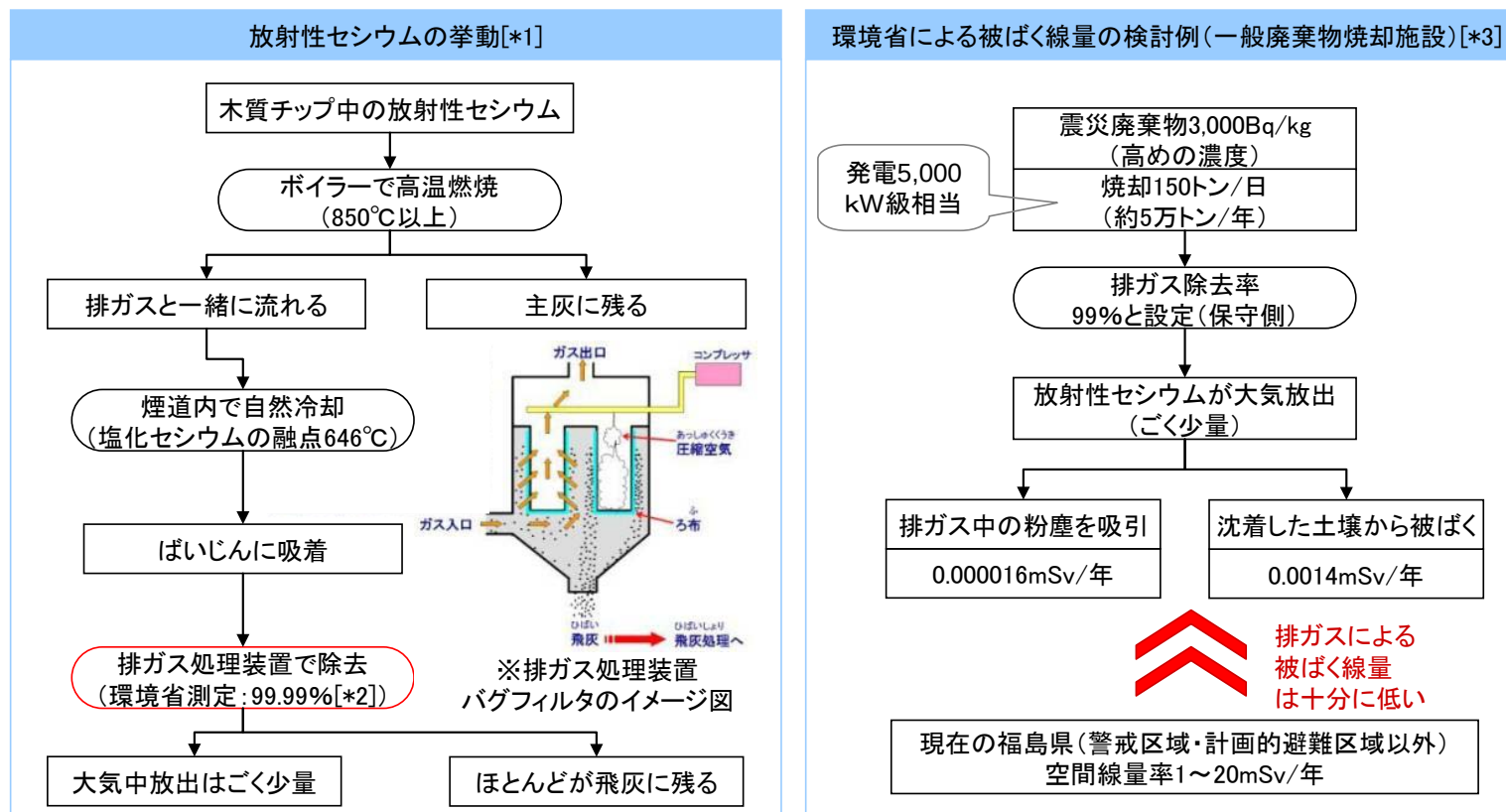
⁴ 「特定一般廃棄物・特定産業廃棄物関係ガイドライン」、「除染廃棄物に関するガイドライン」(H23/12)

⁵ 「放射性物質汚染対処特措法」(H23/11/11)の基本方針

⁶ 例えば、環境省「一般廃棄物焼却施設における焼却灰の測定及び当面の取扱いについて」(H23/6)

木質バイオマス利用施設の排ガス中の放射性物質による環境影響について

- ①放射性セシウムのはほとんどは排ガス処理装置で除去され、大気中に放出されるものはごく少量である。
- ②大気放出されたセシウムによる被ばく線量は、現在の環境中の空間線量率よりも相当低いと推定される。



[*1]環境省「災害廃棄物の広域処理」(H23/11/18)、[*2]環境省「第九回災害廃棄物安全評価検討会」(H23/11/15)資料5、
[*3]環境省「福島県内の災害廃棄物の処理の方針」(H23/6/23)参考3

図10 熱・電供給システム導入に伴う放射性物質の影響に関する整理例

表19 当該施設における放射線管理の目安

ケース	木質系燃料の 受入管理の目安 [*1]	燃焼灰の処分 [*2]	排ガスによる環境影響 （保守側の試算） [*3]	従事者の 放射線管理 [*4、*5]	木質系燃料の調達地域 の目安
1	200Bq/kg 程度 以下で管理	8,000Bq/kg 以下、 一般廃棄物等として処分可能	0.5Bq/m ³ N 程度以下 濃度限度の目安を大きく下回る	埋立作業者の安全も確保 される	汚染廃棄物対策地域 以外
2	2,500Bq/kg 程度 以下で管理	8,000～10 万 Bq/kg、 指定廃棄物となり国が処分	7Bq/m ³ N 程度以下 濃度限度の目安を下回る	電離則の関連規定を遵守	
3	10,000Bq/kg 程度 の燃料も使用	10 万 Bq/kg 超、 指定廃棄物となり国が処分	30Bq/m ³ N 程度以下 目安を超えないよう設備と管理方 法の技術的検討が必要		

*1: 燃焼灰や排ガスの放射能濃度の試算結果から設定した目安。

*2: 燃焼灰は木質系燃料の 1/30～1/40 に減量化され、放射能濃度は 30～40 倍に濃縮されると推定される。処分方法は「放射性物質汚染対処特措法」(H23/11/11)の基本方針による。

*3: 木質系燃料の燃焼空気量を 3,500 m³ N/トンとし、排ガス処理装置の除去率を 99%に設定した保守側の試算(環境省の評価例での設定値、環境省による実測では 99.99%以上除去されるとしている)。原子力安全委員会が排ガス濃度限度の目安を提示(Cs-134 が 20Bq/m³ N、Cs-137 が 30Bq/m³ N)。

*4: 外部被ばくの実効線量が3月間につき 1.3mSv(2.5 μSv/h)を超えるおそれがある場合、又は放射性セシウム濃度が1万 Bq/kg を超える場合には、作業者の安全を確保するため、電離放射線障害防止規則の関連規定を遵守する必要がある。

*5: 環境省の検討(H23/6)によると、8,000 Bq/kg の廃棄物をそのまま埋立処分する場合の作業者の被ばく線量は 0.78mSv/y(1日8時間、年間 250 日の労働時間のうち半分の時間を廃棄物のそばで作業すること、1日の作業の終了時の覆土である即日覆土を行わず、中間覆土のみ行うことを仮定)。

*6: 「汚染廃棄物対策地域」は警戒区域及び計画的避難区域等が指定されている。なお、空間線量率が 20～50mSv/年(≒3.8～9.5 μSv/h)は居住制限区域、50mSv/年超は帰宅困難区域とされている。

(4) 熱・電併給システム等の提案

前掲の熱・電併給システム等の方向性に従って、福島県内で計画されている案件ごとにその実現可能性を検討した。

○浜通や中通をはじめとする地域における木質バイオマス利用については、放射性物質を含む燃焼灰の処理や施設建設に対する地域の合意形成等の課題があり、現時点では市町村が主導する事業が現実的と考えられる。

○市町村が復興プロジェクトに位置づけて本システムを主導する意味として、地元雇用の確保とともに木材産業復興の手助けとなるほか、環境中の放射エネルギーを低減させる効果が期待できる、災害等におけるエネルギーセキュリティの向上につながる等があげられる。

○首長はじめ市町村の意向が強く、木質系燃料の調達可能性が高い(広い市町村有林を保有、或いは木質系震災廃棄物が大量に存在等)案件として、関係者からの聞き取りに基づき、現時点における事業計画を以下に整理した。

○なお、燃料調達計画及び事業採算計画は、今後具体化される制度等により大きく左右される。国が進めている震災廃棄物処理や除染措置、再生可能エネルギーの固定価格買取制度等が具体化した時点で、案件ごとに具体的な燃料調達計画及び事業採算計画を立案し客観的に再検証を行う。

○同様に施設規模や年間発電量についても、実際の燃料調達量や事業採算性、設備性能等が固まった時点で見直す。

表20 本調査で事業計画を整理した案件

区分	案件
盛んな木材産業を背景とする 民間主導の熱・電併給システム	(本調査の時点では該当する案件はないが、今後の関連制度の整備や地域合意形成の進捗により、案件の熟度が高まることが期待される。)
市町村の復興プロジェクトとしての熱・電併給システム	・A 地区の売電中心の発電数千kW 級(相双地域) ・B 地区の売電中心の発電数千kW 級(相双地域) ・C 地区の売電中心の発電数千kW 級(相双地域)
公共施設等に併設する小規模の熱・電併給システム	・D 地区の熱量数百kW 級システム(相双地域)

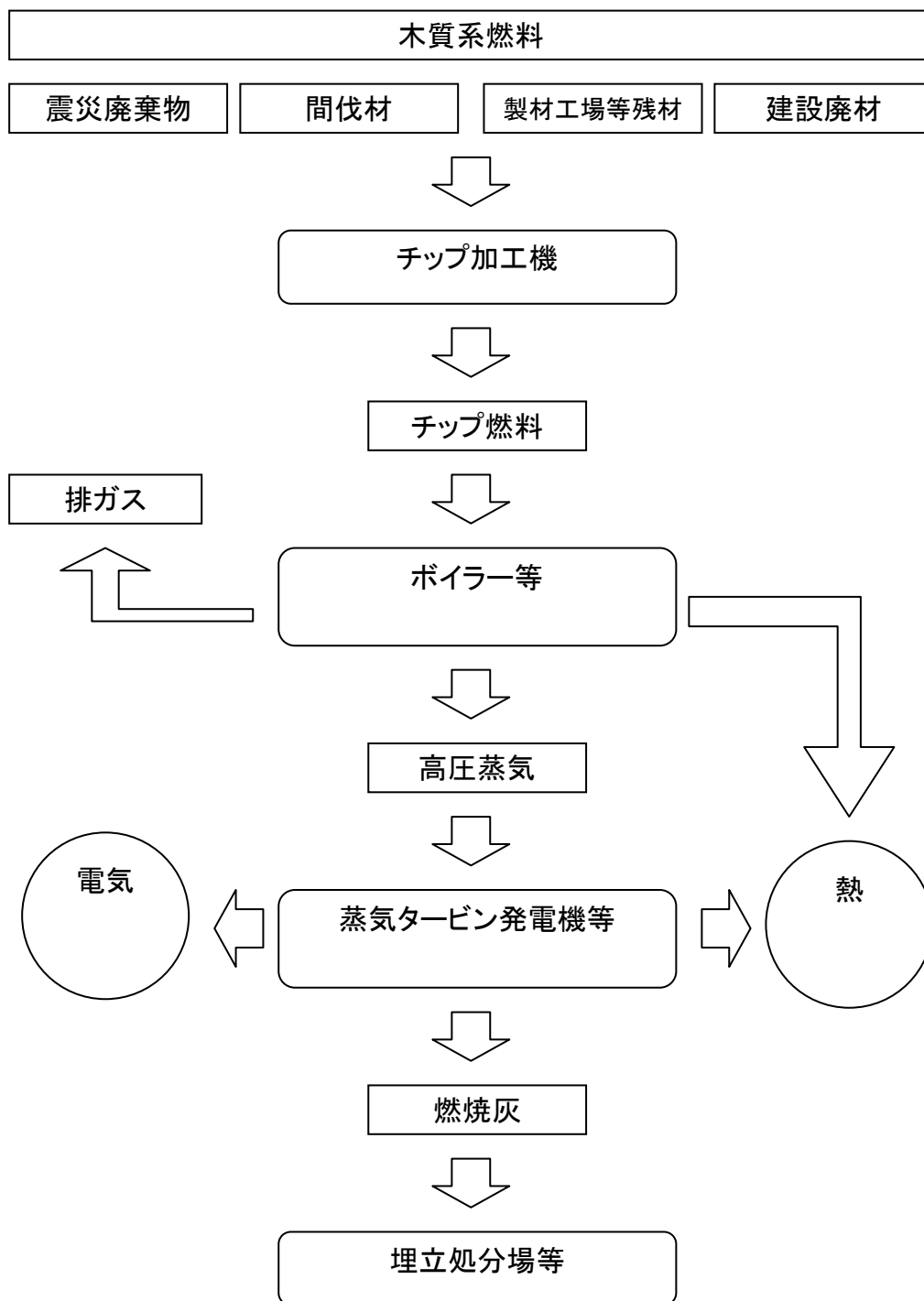
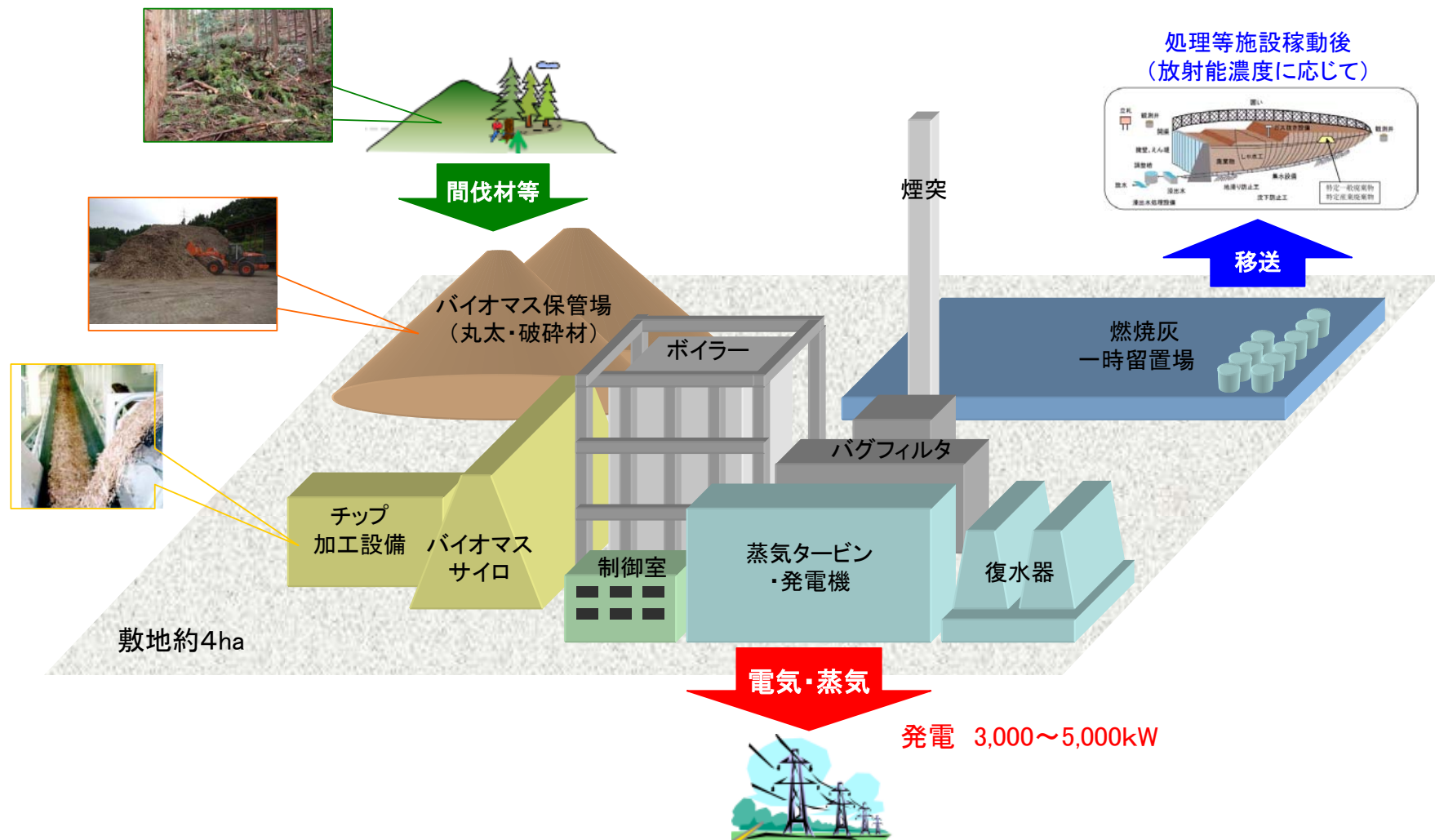


図11 木質バイオマスを利用した熱・電併給システムの概要



出典: 林野庁資料(H23/6/14)、環境省資料(H23/10/29)等を参考に作成

表21 A 地区における売電中心の発電数千kW 級システムの要件
(相双地域の市町村が設置)

項目	内容	備考
①事業実施主体の概要	〔設置〕市町村	○地域内森林の未利用資源を活用した産業を興して雇用を確保する
	〔運営〕民間委託	○森林組合、木材産業関係者、経験業者等を交えた運営体制を構築中
②事業計画の概要	〔建設費〕約69億円[*1] 【仮】	○震災復興交付金の計画申請を予定
	〔運営収支〕収入780～1,160百万円[*2]、支出890百万円[*3] 【仮】	○売電収入は、再生可能エネルギーの固定価格買取制度を想定(20～30円/kWh)【価格決定次第、見直し】 ○熱販売先の確保について市町村復興計画と連動しつつ検討を進める(産業振興、企業誘致等) ○具体的な収支計画を策定中(木質系燃料調達価格、燃焼灰処理費、雇用補助等)
	〔雇用〕60名程度[*4]	○施設運転、チップ加工、間伐・運搬等を含む
③導入施設の具体的内容	〔発電規模〕5,000kW級 【仮】	○規模は設備性能等に基づき決定 ○ボイラー、発電タービンのほか、チップ加工設備、燃焼灰の自動充填設備・一時留置場等を含む
④木質系燃料の利用目標量、収集・運搬方法等	〔年間〕約5.5万トン【仮】 (含水量35%換算)	○現時点で以下の調達計画あり[*4] ・間伐材を市町村内から約3.8万トン/年(民有林のみ)、近隣から約1.1万トン/年 ・製材工場等残材を近隣から約0.6万トン/年 ・燃料に適した震災廃棄物等の利用を検討
⑤施設周辺の住民や環境への配慮	〔住民の理解〕	○市町村が中心となり、住民等への説明を準備中
	〔放射性物質の影響〕	○排ガスによる被ばくは、現在の空間線量率よりも十分に低い見込み ○燃焼灰の濃度は、作業者の安全が確保されるレベルに収まる見込み(電離放射線障害防止規則の関連規定を遵守)
	〔放射線管理〕	○国が指示する方法により実施 ○放射線モニタリング装置を設置し住民に公表
	〔燃焼灰〕	○燃焼灰は放射能濃度に応じて国又は市町村が処理(処理が開始されるまで施設内に一時留置く)
⑥施設用地の確保、関係法令の許認可の状況	〔用地〕	○候補あり ○地区内に送電網に接続できる特高変電設備あり
	〔施設種別〕	○現時点では建設廃材等の受入れは想定せず

【仮】発電規模 5,000kW級の施設を想定。木質燃料を年間約 5.5 万トン(含水量 35%)調達でき、年間 330 日 24 時間稼動したケース。実際の燃料調達量に応じて発電規模や稼動日数を見直す。

*1: の当該市町村による積算(ボイラー、発電タービン、チップ加工設備、燃焼灰の自動充填設備・一時留置場等)、*2: 売電 4,900kW × 330 日 × 24 時間/日 × 20～30 円/kWh、*3: 当該市町村による積算(チップ加工後の燃料調達価格 5.7 千円/m³を予定)、*4: 当該市町村の検討による

資料: 当該市町村提供資料に基づき作成

表22 B 地区における売電中心の発電数千kW 級システムの要件
(相双地域の市町村が設置)

項目	内容	備考
①事業実施主体の概要	〔設置〕市町村	○地域内森林の未利用資源を活用した産業を興して雇用を確保する
	〔運営〕民間委託	○森林組合、木材産業関係者、経験業者等を交えた運営体制を構築中
②事業計画の概要【仮】	〔建設費〕約69億円[*1] 【仮】	○震災復興交付金の計画申請を予定
	〔運営収支〕収入780～1,160百万円[*2]、支出750～1,080百万円[*3] 【仮】	○売電収入は、再生可能エネルギーの固定価格買取制度を想定(20～30円/kWh)【価格決定次第、見直し】 ○具体的な収支計画を策定中
	〔雇用〕60名程度[*4]	○施設運転、チップ加工、間伐・運搬等を含む
③導入施設の具体的内容	〔発電規模〕5,000kW級 【仮】	○規模は設備性能等に基づき決定 ○ボイラー、発電タービンのほか、チップ加工設備、燃焼灰の自動充填設備・一時留置場等を含む
④木質系燃料の利用目標量、収集・運搬方法等	〔年間〕約5.5万トン【仮】 (含水量35%換算)	○B地区内の間伐材はじめ具体的な調達計画を策定中 ・参考:市町村内森林の年間生長量約5.4万トン[*4] ・製材工場等残材の確保を検討 ・燃料に適した震災廃棄物等の利用を検討
⑤施設周辺の住民や環境への配慮	〔住民の理解〕	○市町村にて検討中
	〔放射性物質の影響〕	○排ガスによる被ばくは、現在の空間線量率よりも十分に低い見込み ○燃焼灰の濃度は、作業者の安全が確保されるレベルに収まる見込み(電離放射線障害防止規則の関連規定を遵守)
	〔放射線管理〕	○国が指示する方法により実施 ○放射線モニタリング装置を設置し住民に公表
	〔燃焼灰〕	○燃焼灰は放射能濃度に応じて国又は市町村が処理(処理が開始されるまで施設内に一時留置く)
⑥施設用地の確保、関係法令の許認可の状況	〔用地〕	○候補あり
	〔施設種別〕	○現時点では建設廃材等の受入れは想定せず

【仮】発電規模 5,000kW級の施設を想定。木質燃料を年間約 5.5 万トン(含水量 35%)調達でき、年間 330 日 24 時間稼動したケース。実際の燃料調達量に応じて発電規模や稼動日数を見直す

*1: 当該市町村による積算(ボイラー、発電タービン、チップ加工設備、燃焼灰の自動充填設備・一時留置場等)、*2: 売電 4,900kW×330 日×24 時間/日×20～30 円/kWh、*3: 一般的な試算値(本報告書資料 4 に基づき、チップ加工後の燃料調達価格 5～9 千円/m³で試算)、*4: 当該市町村の検討による

資料: 当該市町村提供資料に基づき作成

表23 C 地区における売電中心の発電数千kW 級システムの要件
(相双地域の市町村が設置)

項目	内容	備考
①事業実施主体の概要	〔設置〕市町村	○地域内森林の未利用資源を活用した産業を興して雇用を確保するとともに、除染措置で発生した木質バイオマスの受入れを検討する
	〔運営〕民間委託	○森林組合、木材産業関係者、経験業者等を交えた運営体制を構築中
②事業計画の概要	〔建設費〕約69億円[*1] 【仮】	○震災復興交付金の計画申請を予定
	〔運営収支〕収入780～1,160百万円[*2]、支出750～1,080百万円[*3] 【仮】	○売電収入は、再生可能エネルギーの固定価格買取制度を想定(20～30円/kWh)【価格決定次第、見直し】 ○具体的な収支計画を策定中
	〔雇用〕60名程度[*4]	○施設運転、チップ加工、間伐・運搬等を含む
③導入施設の具体的内容	〔発電規模〕5,000kW級 【仮】	○規模は設備性能等に基づき決定 ○ボイラー、発電タービンのほか、チップ加工設備、燃焼灰の自動充填設備・一時留置場等を含む
④木質系燃料の利用目標量、収集・運搬方法等	〔年間〕約5.5万トン【仮】 (含水量35%換算)	○C地区内の間伐材はじめ具体的な調達計画を策定中 ・参考:市町村内森林の年間生長量約4万トン[*4] ・製材工場等残材の確保を検討 ・燃料に適した震災廃棄物等の利用を検討
⑤施設周辺の住民や環境への配慮	〔住民の理解〕	○現在、市町村全域が計画的避難区域であり、今後の帰宅に向けた環境整備に本事業を役立てる
	〔放射性物質の影響〕	○汚染廃棄物対策地域であり放射能濃度の高い木質系燃料の使用を想定 ○排ガスによる被ばくは現在の空間線量率よりも低い見込み、排ガス濃度を限度目安より低く保つ ○燃焼灰を扱う作業者に対して電離放射線障害防止規則の関連規定を遵守して安全を確保
	〔放射線管理〕	○国が指示する方法により実施 ○放射線モニタリング装置を設置し住民に公表
	〔燃焼灰〕	○汚染廃棄物対策地域であり、燃焼灰は指定廃棄物として国が処理(処理開始まで施設内に一時留置く)
⑥施設用地の確保、関係法令の許認可の状況	〔用地〕	○候補あり ○地区内に送電網あり
	〔施設種別〕	○現時点では建設廃材等の受入れは想定せず

【仮】発電規模 5,000kW級の施設を想定。木質燃料を年間約 5.5 万トン(含水量 35%)調達でき、年間 330 日 24 時間稼動したケース。実際の燃料調達量に応じて発電規模や稼動日数を見直す

*1:当該市町村による積算(ボイラー、発電タービン、チップ加工設備、燃焼灰の自動充填設備・一時留置場等)、*2:売電 4,900kW×330 日×24 時間/日×20～30 円/kWh、*3:一般的な試算値(本報告書資料 4 に基づき、チップ加工後の燃料調達価格 5～9 千円/m³で試算)、*4:当該市町村の検討による

資料:当該市町村提供資料に基づき作成

表24 D地区における公共施設併設の熱量数百kW級システムの要件
(相双地域の市町村が設置)

項目	内容	備考
①事業実施主体の概要	〔設置〕市町村	○本施設併設のコミュニティセンター(木造)の熱と電気を賄う(操業時間は330日×8時間と仮定) ○今後、市町村内各所での普及も視野
	〔運営〕民間委託	○木材産業関係者、類似施設運用経験業者等を交えた運営体制を検討中
②事業計画の概要	〔建設費〕約1.2億円[*1]	○震災復興交付金の計画申請を予定
	〔運営収支〕 収入3.7百万円[*2] 支出3.7百万円[*3]	○コミュニティセンターでの電気代・灯油代を節約 ○国内クレジットやJ-VER等の適用を検討 ○具体的な収支計画を策定中(人件費はコミュニティセンターで負担等)
	〔雇用〕2名程度	○コミュニティセンターとの兼務を想定
③導入施設の具体的内容	〔発熱規模〕約200kW 〔発電規模〕約10kW	○熱と電気は全量、コミュニティセンターに供給 ○スターリングエンジン発電機等の新技術を導入
④木質系燃料の利用目標量、収集・運搬方法等	〔年間〕約200トン (含水率45%換算)	○D地区内で未利用間伐材等を調達
⑤施設周辺の住民や環境への配慮	〔放射性物質の影響〕	○放射能濃度が低い木質系燃料を使用
⑥施設用地の確保、関係法令の許可の状況	〔用地〕	○候補あり
	〔施設種別〕	○現時点では建設廃材等の受入れは想定せず

*1:当該市町村による積算(ボイラー、発電機等)、*2:コミュニティセンター向け電力供給(26 千kWh×25 円/kWh)及び重油削減費(37 千ℓ×78 円/ℓ)等、*3:保守管理費(建設費の2%)、燃料調達費(4.5 千円/m³)を想定

資料:当該市町村提供資料に基づき作成

(5) 今後の熱・電併給システム等の普及

福島県では木質バイオマスが豊富であり、福島県内では前掲のとおり上記案件のほか、に市町村や民間業者による複数の計画があり、今後、その実現が望まれる。

そこで、前掲の県内の森林の年間生長量のうち木質系燃料として利用可能な潜在量から、県内で整備可能な熱・電併給システムの最大容量を検討した。

○前掲のとおり、福島県全域では、針葉樹の年間生長量(幹材積)は 2,447 千 m^3 、広葉樹は 618 千 m^3 であり、うち材木や製紙・パルプ用等に供用されない木質バイオマス(枝葉を除く)は年間 1,310 千 m^3 と想定される(平成 21 年データ)。

○これら木質バイオマス(枝葉を除く)を最大限利用すると、発電規模 27~91 千 kW(発電量 215~719 百万 kWh)の整備が可能である(主に蒸気利用~発電主体)。

表25 福島県内の森林(枝葉を除く)を最大限利用した場合の発電規模と発電量

地域	木質系燃料 潜在量[千 m^3]	蒸気利用主体施設*1		発電主体施設*2	
		[千 kW]*3	[百万 kWh]	[千 kW]*3	[百万 kWh]
県北	125	2.7	21	9.1	72
県中	200	3.1	25	10.6	84
県南	141	2.8	22	9.4	74
会津	301	7.0	55	23.3	185
南会津	185	4.6	36	15.3	121
相双	194	3.7	29	12.5	99
いわき	164	3.2	25	10.7	85
計	1,310	27.2	215	90.8	719

*1: 蒸気利用主体の発電 2,000kW、蒸気 20トン/h の施設を想定

*2: 発電主体の発電 5,000kW 級の施設を想定

*3: 稼動 24 時間×330 日で換算

5 その他木質バイオマス利用における放射線影響の検討

福島県はじめ全国に普及している木質ペレット・ストーブ等について、ストーブ等利用時の放射線影響を評価するとともに、放射線管理のための木質ペレットの供給方法のあり方等を検討する(ここでの内容は、検討委員会の検討対象外として調査を実施した)。

(1) ペレットストーブの放射線影響の検討

全国各地で製造されるペレットの放射能濃度を把握した上で、ストーブ利用時の燃焼灰等による放射線影響を検討した。

放射性セシウムの地表面沈着が比較的多い地域で製造されるものは、燃焼灰の濃度が高くないよう、製造者がペレットの放射能濃度を適宜測定・管理することが望まれる。

① ペレットの放射能濃度の測定

地表面への放射性セシウム濃度の沈着量を参考にして、東日本を中心に計 23 種のペレットを選び、放射性セシウム濃度を測定した。

放射性セシウムの地表面への沈着が比較的多い地域のペレットの濃度は、一例を除けば概ね 10～30Bq/kg の範囲であった。なお、78 Bq/kg と比較的高いペレットについては、乾燥時に使用した薪が原因と考えられ、製造者が 1 月末以降に対策を実施、3 月上旬に製造されたペレットでは 37Bq/kg と低減している。

地表面への沈着がみられる地域の放射性セシウム濃度は概ね 10Bq/kg 弱、ペレットストーブの普及台数が多い地域のペレットについては検出下限値以下～2 Bq/kg の低い値であった。ただし、樹皮を原料としているバークペレットは 50 Bq/kg 前後であった。

一方、西日本で製造されたペレットについては、放射性セシウム濃度は検出下限値以下であった。

② ペレットストーブの燃焼実験

放射性セシウムを含むペレット計 10 種を選び、燃焼灰の放射能濃度を測定するとともに、燃焼中のストーブ周辺の線量率を測定した。

今回測定した燃焼灰の放射性セシウム濃度は、約 800～7,400Bq/kg となった。ペレットが燃焼すると、ホワイト、全木ペレットの場合、重量比で 1/200～1/300 の燃焼灰が発生する。ペレット中の放射性セシウムは大半が燃焼灰に残り、燃焼灰の放射能濃度が高くなる傾向にある。なお、バークペレットは放射能濃度が比較的高いが、燃焼灰の量が多いため、燃焼灰の放射能濃度はあまり高くない。

また、燃焼中のストーブ周辺の線量率を測定したが、ストーブ使用前に比べて有意な増加は見られなかった。

表26 ペレットの放射能濃度の測定結果

No	区分	種類	放射能濃度[Bq/kg]		
			Cs-134	Cs-137	計
1	AA	ホワイト	14	18	32
2	AA	ホワイト	12	18	30
3	AA	ホワイト	13	14	27
4	AA	ホワイト	9	14	23
5	AA	ホワイト	34	44	78
6	AA	ホワイト	25	32	57
7	AA	ホワイト	18	23	41
8	AA	ホワイト	15	22	37
9	AA	ホワイト	ND	6	6
10	AA	全木	7	10	17
11	AA	全木	8	10	18
12	A	全木	4	6	10
13	A	全木	ND	ND	ND
14	A	ホワイト	3	5	8
15	A・B	ホワイト	3	6	9
16	A・B	バーク	22	29	51
17	A・B	バーク	20	29	49
18	B	全木	ND	ND	ND
19	B	全木	1	1	2
20	B	全木	ND	ND	ND
21	B	全木	1	1	2
22	C	ホワイト	ND	ND	ND
23	C	ホワイト	ND	ND	ND

注1: AA＝放射性物質の地表面への沈着が比較的多い都道府県(ここでは文部科学省の測定(H23/11/11公表)で100Bq/m²以上の地域がある都道府県とした)

A＝放射性物質の地表面への沈着がみられる都道府県(同10Bq/m²以上の地域あり)

B＝ペレットストーブの普及台数が多い都道府県

C＝原子力発電所事故の影響がほとんどないと思われる西日本の都道府県

注2:測定方法は、ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリー

表27 ペレット燃焼灰の放射能濃度

No	ペレット 種類	ペレットの放射能濃度[Bq/kg]			燃焼 レベル	燃焼灰の放射能濃度 [Bq/kg]		
		Cs-134	Cs-137	Cs 合計		Cs-134	Cs-137	Cs 合計
1A	ホワイト	14	18	32	小	1,640	2,100	3,740
1B					中	1,600	2,140	3,740
1C					大	2,770	3,530	6,300
1D					中	2,270	2,950	5,220
2	ホワイト	33	40	73	大	2,810	3,860	6,670
3	ホワイト	25	32	57	大	3,250	4,150	7,400
4	ホワイト	18	23	41	大	2,840	3,850	6,690
5	ホワイト	15	22	37	大	1,750	2,400	4,150
6	全木	4	6	10	中	693	936	1,629
7	全木	7	10	17	中	1,960	2,670	4,630
8	全木	8	10	18	大	1,830	2,460	4,290
9	バーク	22	29	51	中	340	433	773
10	バーク	20	29	49	大	401	550	951

注 1: 1A～1D は同一ロットのペレットを用いて燃焼実験を行った。

注 2: 燃焼レベルは、ペレットの燃焼率であり、小は 0.7kg/h 程度、中は 1.0kg/h 程度、大は 1.7kg/h 程度。

注 3: 測定方法は、ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリー

Ⅲ 参考資料

資料1 警戒区域・計画的避難区域等

資料2 空間線量率の状況

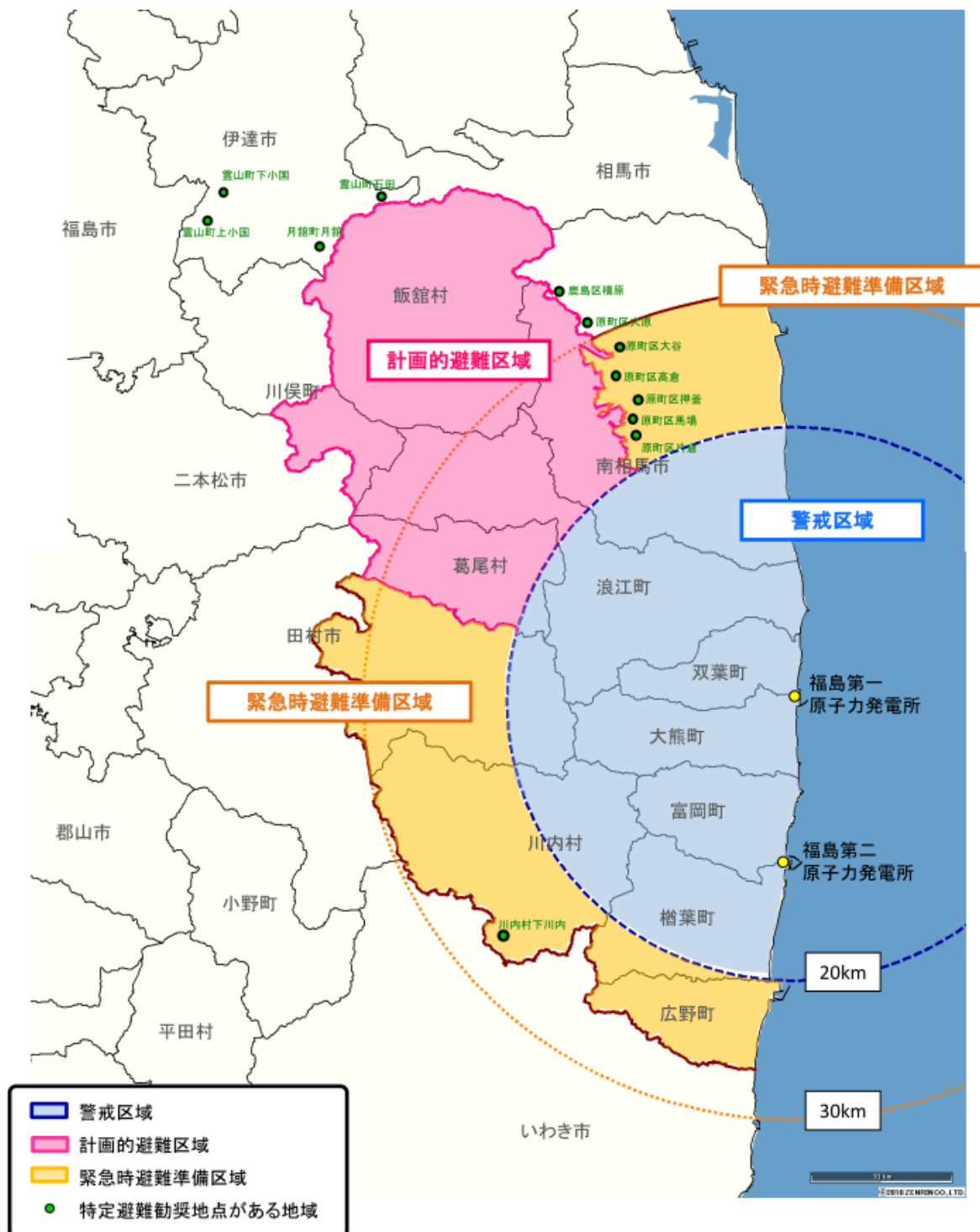
資料3 森林内の放射性セシウムの分布状況

資料4 事業採算性の検討(一つの例)

資料5 木質バイオマス施設の許認可・整備スケジュール(一般的なケース)

資料1 警戒区域・計画的避難区域等

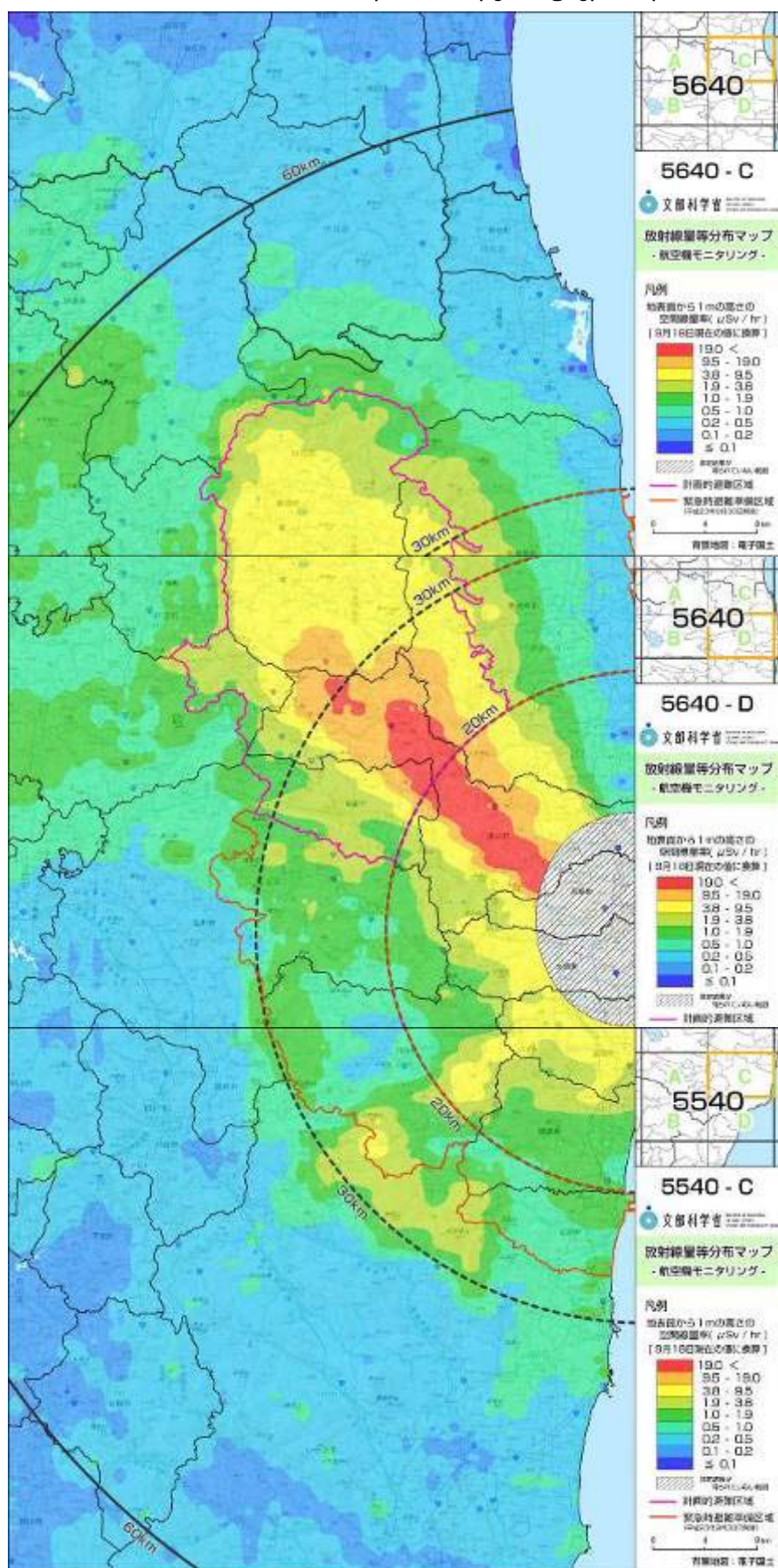
警戒区域、計画的避難区域、緊急時避難準備区域及び特定避難勧奨地点がある地域の概要図
(平成23年8月3日現在)



注: 緊急時避難準備区域は9月30日に解除

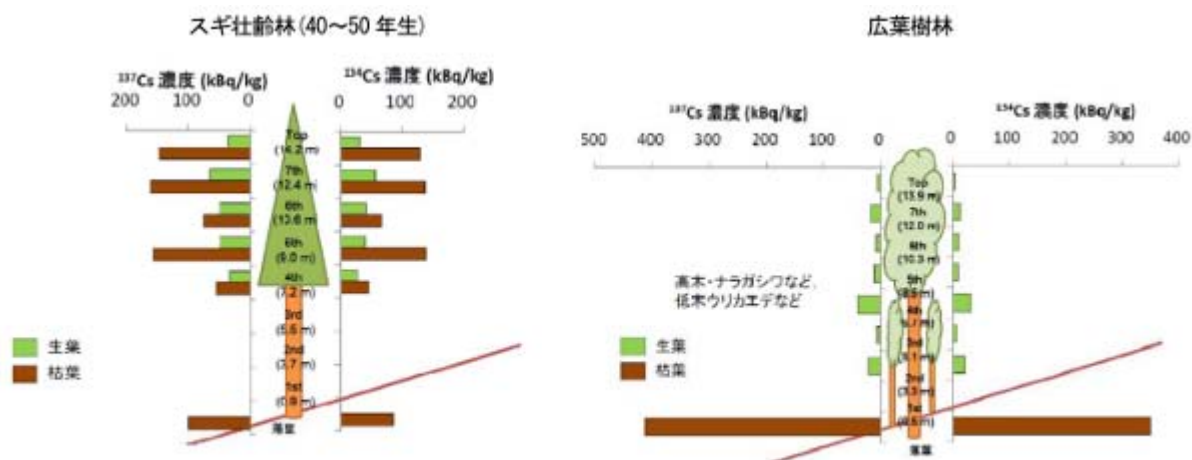
資料: 経済産業省

資料2 空間線量率の状況(文部科学省 <http://ramap.jaea.go.jp/map/>)



資料3 森林内の放射性セシウム分布状況

樹林における放射性セシウム分布(スギ樹林と広葉樹林)



スギ樹木の放射性セシウム濃度(福島県内での測定例)

	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	葉 (Bq/kg)	枝 (Bq/kg)	樹皮 (Bq/kg)	辺材 (Bq/kg)	心材 (Bq/kg)
只見	0.12	2,222 $\pm$ 708	699 $\pm$ 157	316 $\pm$ 118	<13	<11
大玉	0.31	11,852 $\pm$ 2,412	5,203 $\pm$ 919	1,323 $\pm$ 444	<27	<14
川内3	0.47	—	—	1,335 $\pm$ 637	36 $\pm$ 8.4	15 $\pm$ 4.7
川内2	1.17	—	—	2,661 $\pm$ 580	125 $\pm$ 30.7	38 $\pm$ 27.9
川内	3.11	338,918 $\pm$ 39,006	115,059 $\pm$ 18,773	29,876 $\pm$ 12,446	406 $\pm$ 112.7	159 $\pm$ 34.5

注1：空間線量率は地上1mの複数地点の平均である。

2：心材、辺材の値は平均 $\pm$ 標準偏差であるが、只見、大玉調査地については検出限界以下の試料があるため、標準偏差は求められず、また検出限界値に仮置きしたため「<」とした。



資料：文部科学省(H23/9/14公表)、
(独)森林総合研究所(H23/12/27公表)

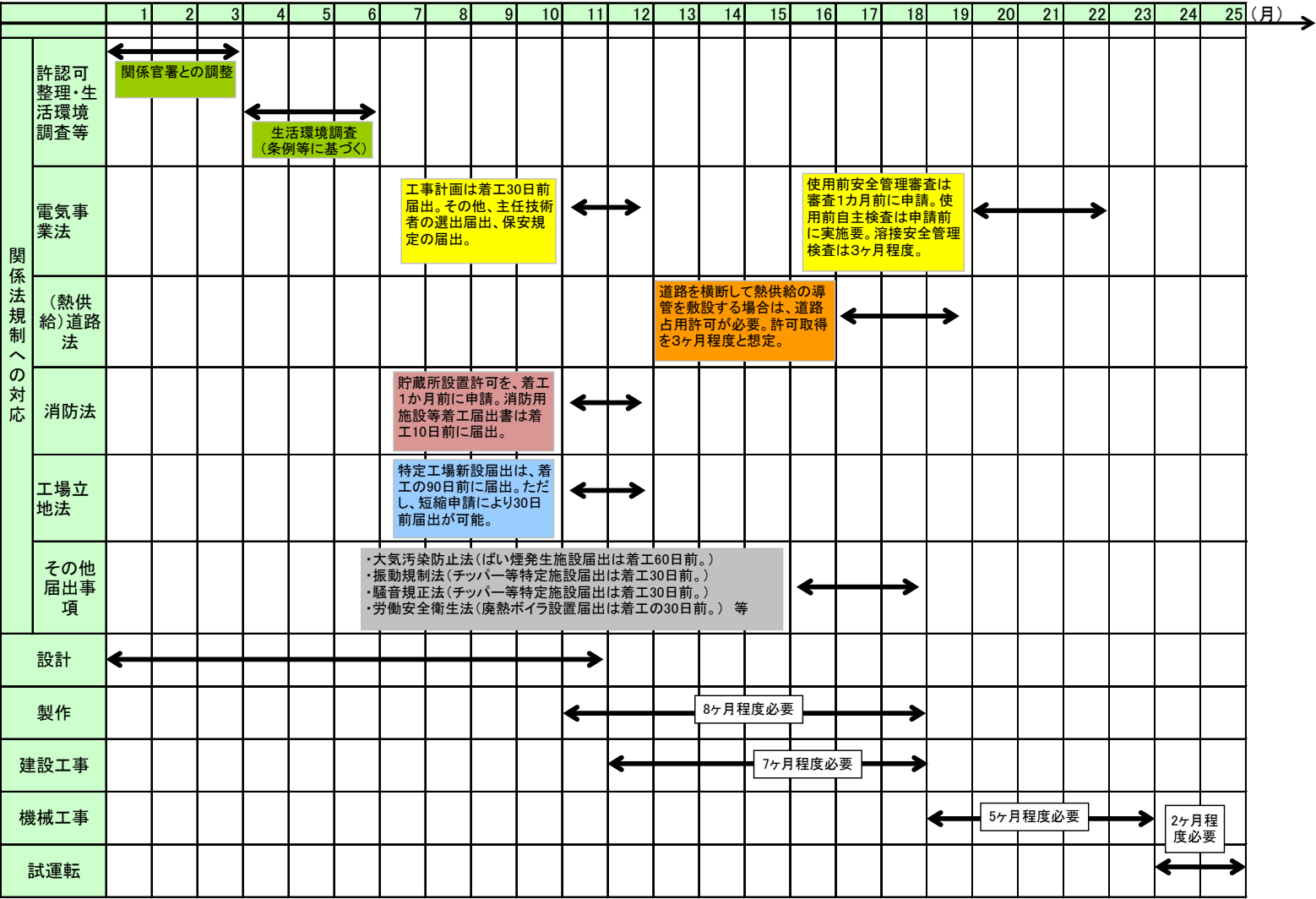
資料4 事業採算性の検討(一つの例)

○売電のみ・市町村による事業を想定した整備費全額補助のケース

ケース	ケース名称		20Ⅲ	25Ⅲ	30Ⅲ	20Ⅴ	25Ⅴ	30Ⅴ
ケース	発電規模	kW	3,000			5,000		
	売電価格	円/kWh	20	25	30	20	25	30
施設	発電量	kW	3,600	3,600	3,600	5700	5700	5700
	熱供給量	MJ/h	0	0	0	0	0	0
	送電量	kW	2,950	2,950	2,950	4900	4900	4900
	送熱量	MJ/h	0	0	0	0	0	0
	発電効率	%	23%	23%	23%	26%	26%	26%
	熱効率	%	－	－	－	－	－	－
	整備費	百万円	3,200	3,200	3,200	4,500	4,500	4,500
	耐用年数	年	15	15	15	15	15	15
	稼働日数	日	330	330	330	330	330	330
	従業員数	人	10	10	10	12	12	12
燃料等	燃料消費量	m3/年	70,000	70,000	70,000	82,704	82,704	82,704
	灰発生量	トン/年	2,240	2,240	2,240	2,647	2,647	2,647
収入	売電単価	円/kWh	20	25	30	20	25	30
	熱販売単価	円/MJ	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
	売電収入	百万円	467	584	701	776	970	1,164
	熱販売収入	百万円	0	0	0	0	0	0
	計	百万円	467	584	701	776	970	1,164
支出	ユーティリティ費率	%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
	メンテナンス費率	%	3%	3%	3%	3%	3%	3%
	人件費単価	千円/人	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	減価償却率	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	灰処理単価	千円/トン	25	25	25	25	25	25
	一般管理費率	%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
	ユーティリティ費	百万円	32	32	32	45	45	45
	メンテナンス費	百万円	96	96	96	135	135	135
	人件費	百万円	50	50	50	60	60	60
	減価償却額	百万円	0	0	0	0	0	0
	灰処理費	百万円	56	56	56	66	66	66
	一般管理費	百万円	23	23	23	31	31	31
	小計	百万円	257	257	257	337	337	337
	燃料単価	千円/m3	3.0	4.7	6.3	5.3	7.7	10.0
	燃料費	百万円	210	327	444	439	633	827

注：(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「バイオマスエネルギー導入支援データベース」及びメーカーから入手した施設の諸元等を用いて試算した一例である。

資料5 木質バイオマス施設の許認可・整備スケジュール(産業廃棄物施設でない一般的なケース)



資料:各種資料から(株)三菱総合研究所にて作成