

平成 26 年度木質バイオマスエネルギーを活用した
モデル地域づくり推進事業

(新たな利用システム等の実証 4 号契約(栃木県那珂川地域))

報告書

平成 27 年 3 月

株式会社 那珂川バイオマス

目次

1. 本事業の目的.....	1
2. 地域協議会の設置.....	3
3. 今年度の事業概要.....	4
4. チップボイラ導入（各種手続・施工）	5
4.1 チップボイラ仕様	5
4.2 機器配置.....	5
4.3 各種手続.....	7
4.4 施工状況と今後のスケジュール.....	10
4.5 海外製バイオマスボイラ導入の課題	11
4.6 まとめ.....	11
5. 小規模熱供給システム実証試験.....	12
5.1 試験概要.....	12
5.2 試験結果.....	13
5.3 新規農林水産事業の事業計画（ウナギ養殖）	19
5.4 まとめ.....	20
6. チップボイラ導入施設周辺エリアの熱利用施設整備.....	21
6.1 熱利用構想の策定	21
6.2 栽培計画（直近計画）	22
6.3 施設整備状況.....	24
6.4 課題	24
6.5 まとめ.....	24
7. 低質材調達計画整備	25
7.1 低質材調達試験	25
7.1.1 調査方法.....	25
7.1.2 結果.....	26
7.1.3 考察.....	33
7.2 本モデル地域における低質材調達可能量	34
7.3 低質材調達計画	35
7.4 まとめ.....	36

8. 需要側における化石燃料ボイラとの接続調整	37
9. 熱供給事業の運用計画検討	38
9.1 チップ供給計画	38
9.2 灰処理計画	38
9.3 CO ₂ 削減量の検証	39
9.4 LCA 評価	40
9.4.1 LCA の概念	40
9.4.1 環境影響評価の方法	41
9.4.2 木質チップの環境影響評価	43
9.4.3 まとめ	49
10. 熱供給契約方法の検討	50
10.1 蒸気供給に関して	50
10.2 温水熱供給に関して	51
11. 今年度のまとめ	54

添付資料

資料① 小規模熱供給試験データ

資料② 熱供給事業の基本契約検討状況（基本契約書、役務区分）

1. 本事業の目的

本事業は、以下 4 項目を実施方針とし、木質バイオマスエネルギー活用の具体的な実証運用を行う。那珂川地域における木質バイオマスエネルギー熱利用事業化イメージを図表 1-1 に示す。

①マテリアル段階とエネルギー段階におけるカスケード利用による理想的な地域完結型資源活用モデル構築

素材生産から製材・加工段階において用途に応じて素材を活かしきるマテリアルでの多段階利用から、サーマル利用において熱エネルギーを高温蒸気から廃熱まで多段階で最大限使い切るカスケード利用を実現する。

素材丸太はその品質や部位によって、構造材～造作材～土木用資材等に加工し、大量に発生する端材は、製紙用チップ～敷料材～堆肥材～エネルギー用材といった段階的な用途別の連産構造にある。トーセングループでは、需要ニーズにあわせて適切に選別・加工することで限られた地域資源を最大限活かすことに取り組んでおり、国産材生産量では国内最大規模の製材工場モデルである。

また、本事業に取り組む栃木県は、関東中部地域でNo.1の素材生産量、製材品出荷量を誇る、森林資源のマテリアル利用先進県である。

本事業ではトーセングループからの燃料端材供給力、栃木県内の森林組合や民間素材生産業からの素材供給力を元にした燃料資源の安定供給体制を背景に、森林資源のマテリアル面でのカスケード利用に加え、バイオマスを燃料として作られた熱エネルギーについても、高温蒸気から廃温水まで多段階利用し、複数の需要施設で資源を使い切るという新たなシステムを実証する。

国内では、バイオマス熱源による複数施設での熱利用（地域熱供給）や、要求熱量が異なる複数施設での熱のカスケード利用は発展途上であり、理想的な利用方法という認識は広がっているものの、具現化している例は少ない。本事業では、森林資源を地域内で製材し、端材を燃料としてカスケード利用して使い切るという、理想的な地域完結型資源活用モデルを構築する。

②森林資源と熱エネルギーのカスケード利用による炭素固定およびCO₂排出削減量の最大化

森林資源は炭素吸収源であり、マテリアル利用することで吸収された炭素を数十～数百年固定することができる。また、マテリアル利用時（製材時）に端材となる部分について熱エネルギーを要求熱量ごとに多段階利用することで、資源のフル活用となり、熱利用先を最大化することで化石燃料代替によるCO₂排出削減量も最大化することができる。

森林資源と熱エネルギーの各段階における一貫したカスケード利用を実現することで、より多くの炭素固定量およびCO₂排出削減量を確保することができる。環境面での貢献について

でも大きく寄与できるバイオマス利用システムを目指す。

③熱供給事業による地域木質資源の需要拡大・活用促進

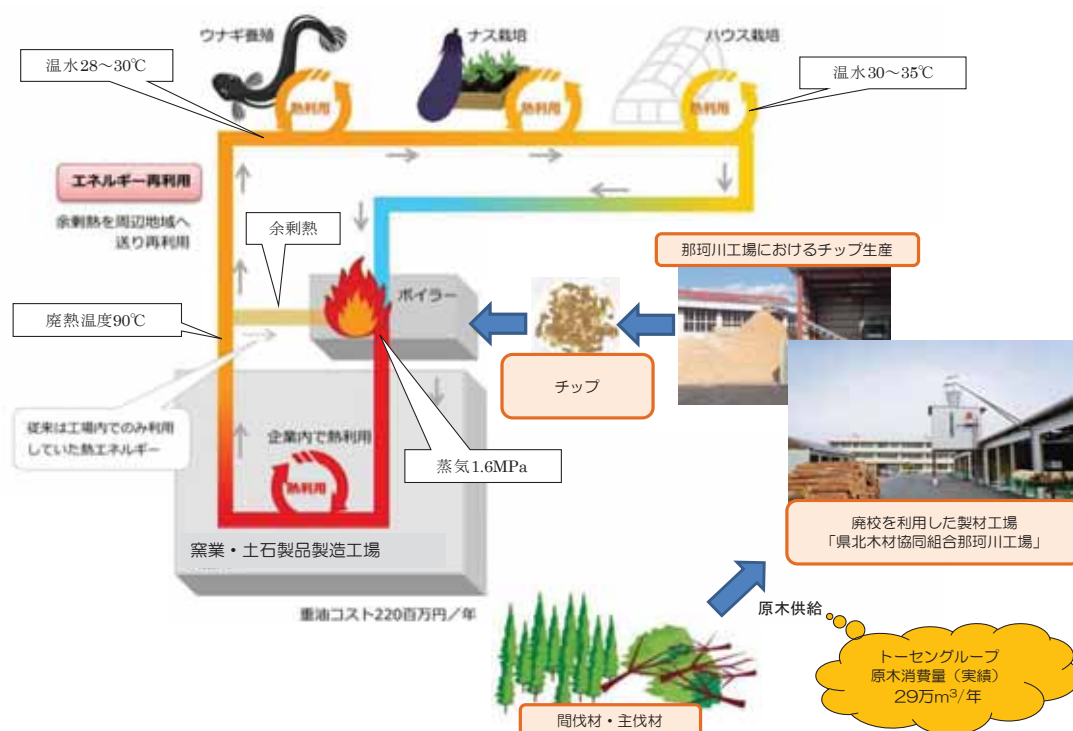
地域内で大規模なバイオマスエネルギー需要ができることで、木材の付加価値向上が期待される。森林資源の活用による林業活性化は、国内の重要な課題となっており、様々な地域で取り組みが進められている。エネルギー需要の創出による資源活用の促進が期待されているが、エネルギーを利用するための設備導入がひとつの障壁になっている。本事業では、エネルギー利用者が設備導入するのではなく、エネルギー供給事業者が熱エネルギーを供給するスキームを構築することで、需要側のバイオマス利用の障壁を下げ、需要を拡大し、森林資源利用量を向上させる。

④農林水産業と窯業・土石製品製造業の連携による6次産業化、地域産業創出

一次産業である林業からの資源を二次産業である窯業・土石製品製造業の熱源として活用し、窯業・土石製品製造業で利用したエネルギーの廃熱を一次産業である農林水産業で利用する「エネルギー利用の異業種連携・多段階利用体制」を構築し、高付加価値農産物等を製造・販売する。廃熱利用できることで燃料費削減となり、農林水産業における新規事業展開の障壁を下げ、地域での新たな産業創出・雇用創出を目指す。

エネルギーの農林水産業、窯業・土石製品製造業における多段階（カスケード）利用

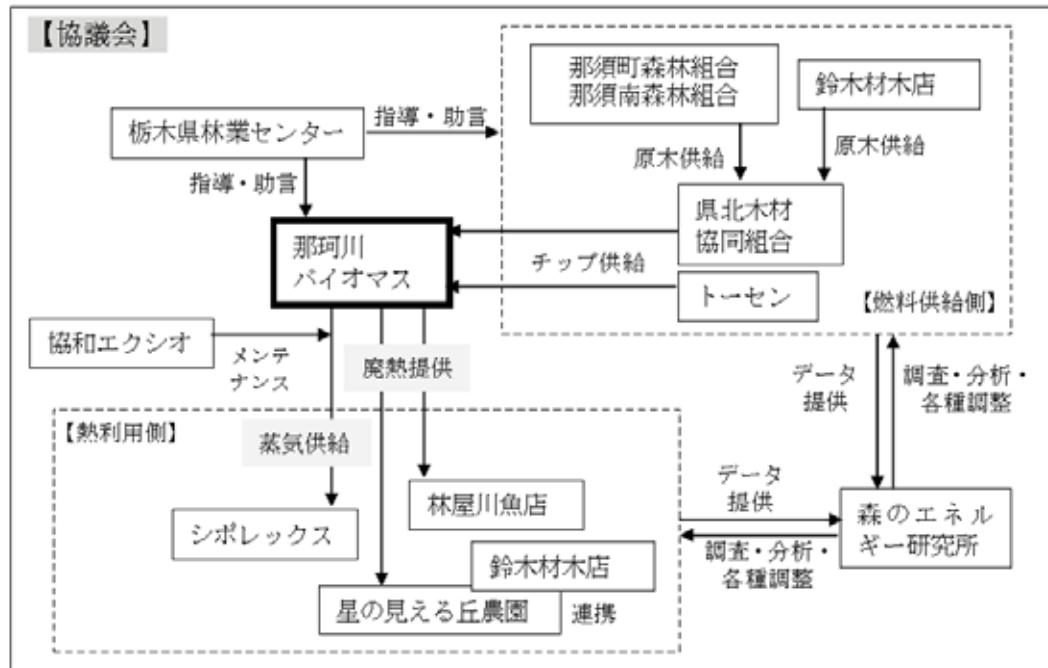
事業イメージ図



図表 1-1 木質バイオマスエネルギー多段階利用 事業イメージ図

2. 地域協議会の設置

本事業では、原料供給から熱利用までの事業に関わる事業者を構成員とする地域協議会を設置した。事業体制図を図表 2-1、構成員を図表 2-2 に示す。



図表 2-1 地域協議会の体制図

図表 2-2 地域協議会構成員

構成員	役割	備考
株式会社那珂川バイオマス	熱供給	
住友金属鉱山シボレックス株式会社	熱利用（予定）	
那須南森林組合	原木供給	
那須町森林組合	原木供給	
鈴木材木店	原木供給、熱利用（予定）	
県北木材協同組合	原木調達、チップ供給	
株式会社トーセン	原木調達、チップ供給	
株式会社協和エクシオ	熱供給設備整備	
林屋川魚店	熱利用事業者（予定）	
星の見える丘農園	熱利用事業者（予定）	
株式会社森のエネルギー研究所	調査、分析、各種調整	
栃木県林業センター	事業指導・助言	オブザーバー

3. 今年度の事業概要

今年度の実施内容は下記 4 項目である。

➤ チップボイラ導入（各種手続・施工）

実証運用に向けてチップボイラの設置工事を行う。工事前に農地転用手続等、土地利用の調整を完了する。

➤ 小規模熱供給システム実証試験による新規農林水産事業計画検討

ウナギ養殖およびマンゴー栽培の期間は初夏～秋までであり、熱需要状況の把握が必要となるため、平成 25 年度から引き続き試験を行い、チップボイラからの供給熱量や生育条件等の計測を行う。

➤ チップボイラ導入施設周辺エリアの熱利用施設整備

住友金属鉱山シボレックス（株）栃木工場に導入するチップボイラの廃熱をウナギ養殖やマンゴー栽培へ供給する実証運用を行うため、地域の合意形成・土地の手配を進め、農業ハウス等施設建設および熱供給設備等の施設整備を進める。また、そのための熱利用構想を策定し、将来像と直近の計画を具体化する。

➤ 低質材調達から蒸気供給まで一連の実証運用のための準備

(1) 低質材調達計画整備

集材試験を行い枝葉・梢端・根元の発生割合を求め、基礎データを整備する。また、調達方法として製材工場でのチップ化と車両搭載型高性能破碎機を用いた林内でのチップ化の 2 パターンが想定されるため、チップ化の場所による運用面の課題についても検証を行う。それらを踏まえ、原料調達計画を検討する。

(2) 需要側における化石燃料ボイラとの接続調整

平成 25 年度の設計検討における協議より、需要側では 3.5～4.5t/h の蒸気を受入可能であった。需要側においてチップボイラからの蒸気受入量を最大化するため、併用する重油ボイラ（新規導入）の蒸気消費量やボイラ効率等のデータ整理を行う。

(3) 熱供給事業の運用計画検討

次年度熱供給事業実証運用を開始するにあたり、チップ供給体制や供給計画、灰処理計画について検討を行う。また、環境負荷への評価として CO₂削減量の検証および LCA 評価を行う。

(4) 熱供給契約方法の検討

熱供給に関する取引条件について、販売単価や重油価格等の外部環境変動に合わせた価格変更条件等の検討を行う。

4. チップボイラ導入（各種手続・施工）

4.1 チップボイラ仕様

昨年度の検討内容であるが、設備の基本事項として使用燃料の条件を図表 4-1、需要条件から選定したチップボイラの仕様を図表 4-2 に示す。使用燃料については、製材端材を原料とする背板チップを主燃料として想定するが、水分が 60%を超えることもあるため、水分の許容範囲は広い仕様とした。他の木質バイオマスを利用する際にも、水分が高い原料が多いと考えられる。

図表 4-1 使用燃料条件

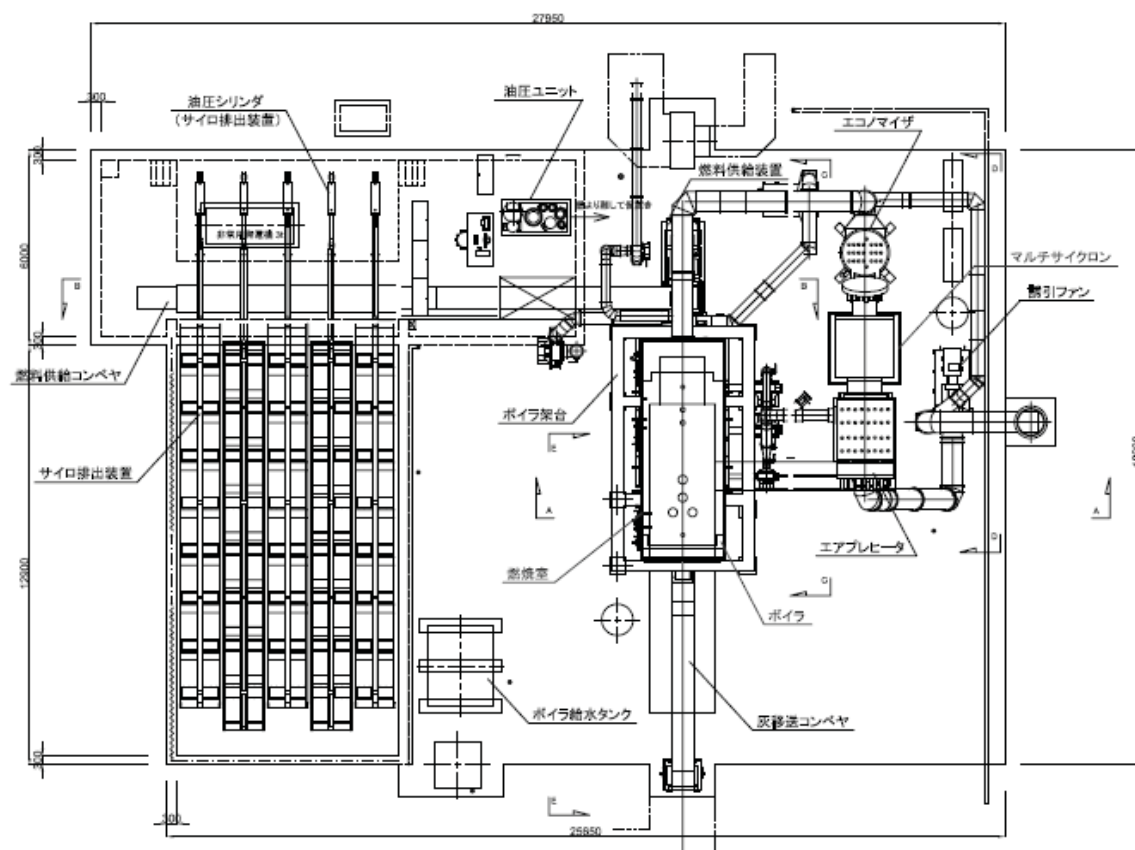
項目	仕様
原料	木質チップ
寸法	最大 60mm×60mm×60mm
水分	最大 60%WB
かさ比重	0.3t/m ³

図表 4-2 チップボイラ仕様

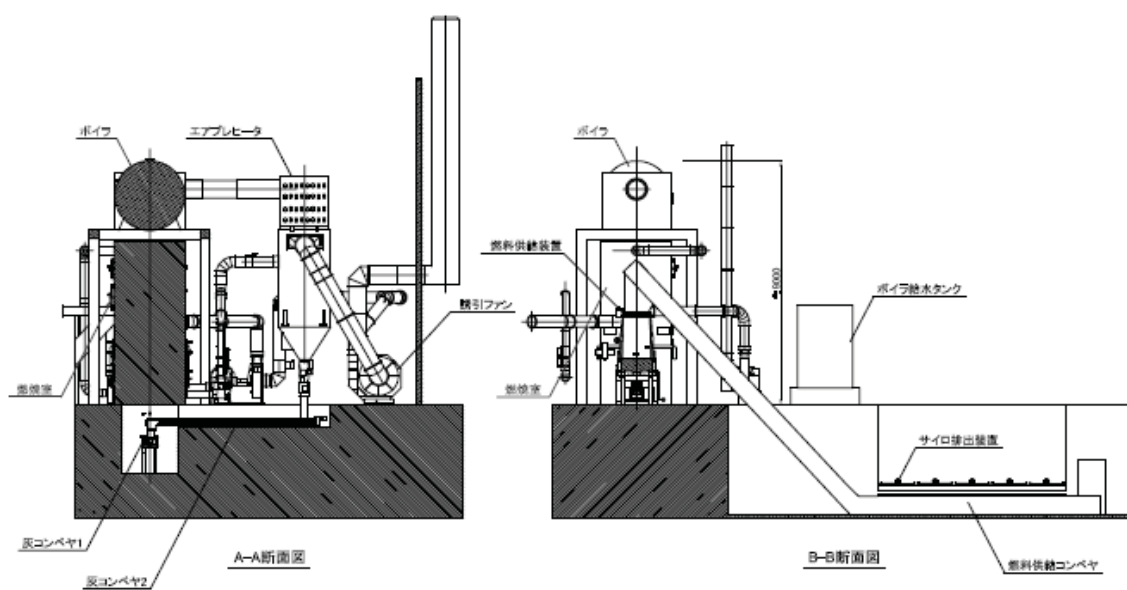
項目	仕様	備考
定格出力	4,000kW	Polytechnik 社製
換算蒸発量	約 6t/h	
安全弁噴出し圧	2.0MPa	
運転時間	24h/日	
運転日数	290 日/年	主要需要先の稼働日数
電源	動力：3φ×3W×200V×50Hz 計装：1φ×2W×100V×50Hz	

4.2 機器配置

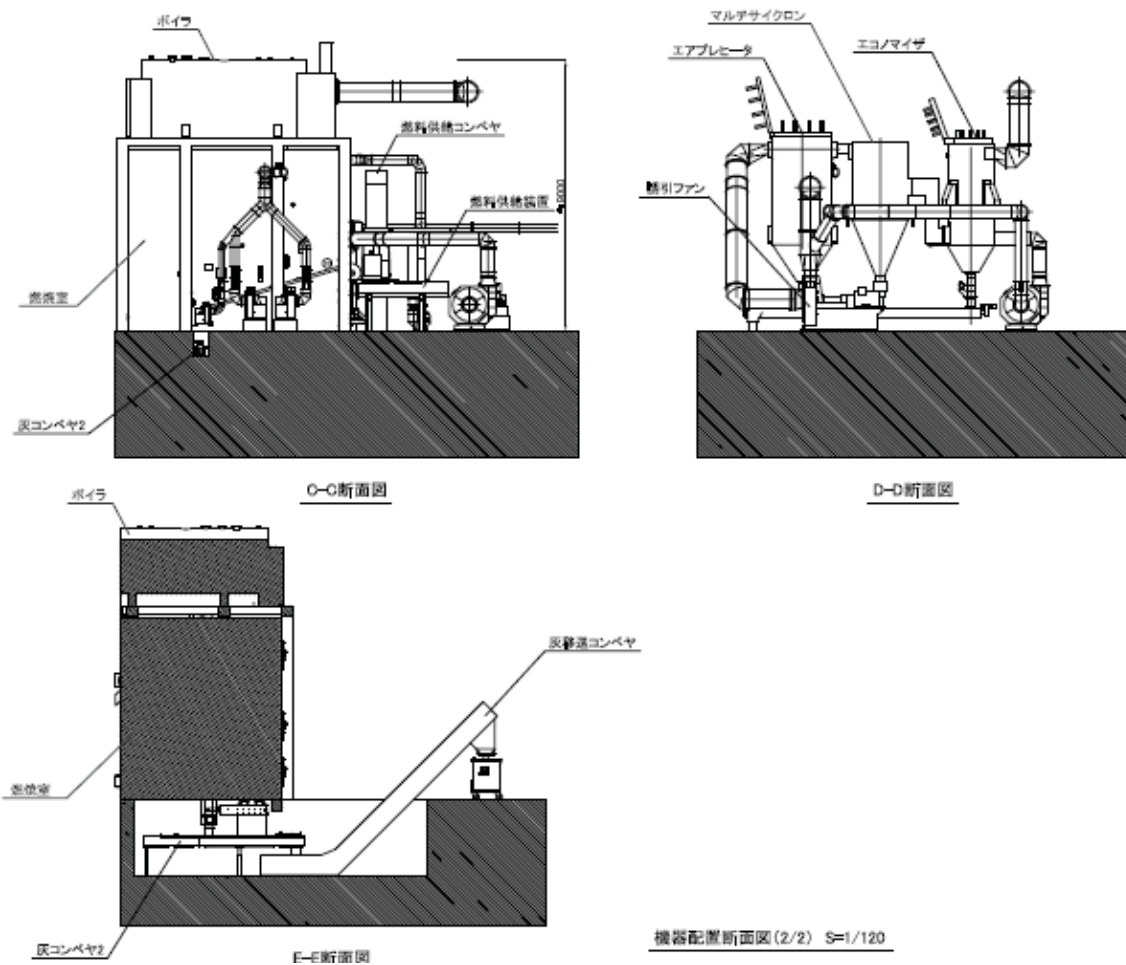
機器配置平面図を図表 4-3、機器配置断面図を図表 4-4、図表 4-5 に示す。当初は熱供給先が少ないため温水タンクは設けず、今後熱供給先が確保できた段階で設置することとした。当面の温水による熱供給はボイラ給水タンクから行うものとする。



図表 4-3 機器配置平面図



図表 4-4 機器配置断面図①



図表 4-5 機器配置断面図②

4.3 各種手続

蒸気供給先である住友金属鉱山シボレックス栃木工場に隣接した土地にチップボイラを設置するため、各種手続を行った。手続き内容は図表 4-6、図表 4-7 の通りである。

手続き関係で特に問題となったのは文化財保護法であり、チップボイラ設置場所は埋蔵文化財包蔵地に該当することが町から工事直前に指摘があり、工事前に試掘調査を実施することとなった。埋蔵文化財包蔵地の場合の調査手順を図表 4-8 に示す。通常調査のために試掘しようとする場合、試掘着手の 30 日前までに文化庁長官へ届出が必要である。試掘調査は、まず表層を重機で取り、その表層が取られた地盤を手作業によって丹念に掘り下げていく。試掘によって出土品があった場合、その出土品について協議が行われ、その価値によっては本調査が実施される。本調査で出土された品の価値によってはその一帯が工事停止となり、遺跡・遺構が保存されることになる。結果としては「遺構・遺物なし」だったため工事を進めることができたが、試掘調査実施により工事着工が 1 ヶ月半遅れた。通常であれば試掘調査実施の依頼から調査完了まで数ヶ月～数年かかる場合もあり、また、遺構・遺物が発見された場合には協議を行い、保存のための費

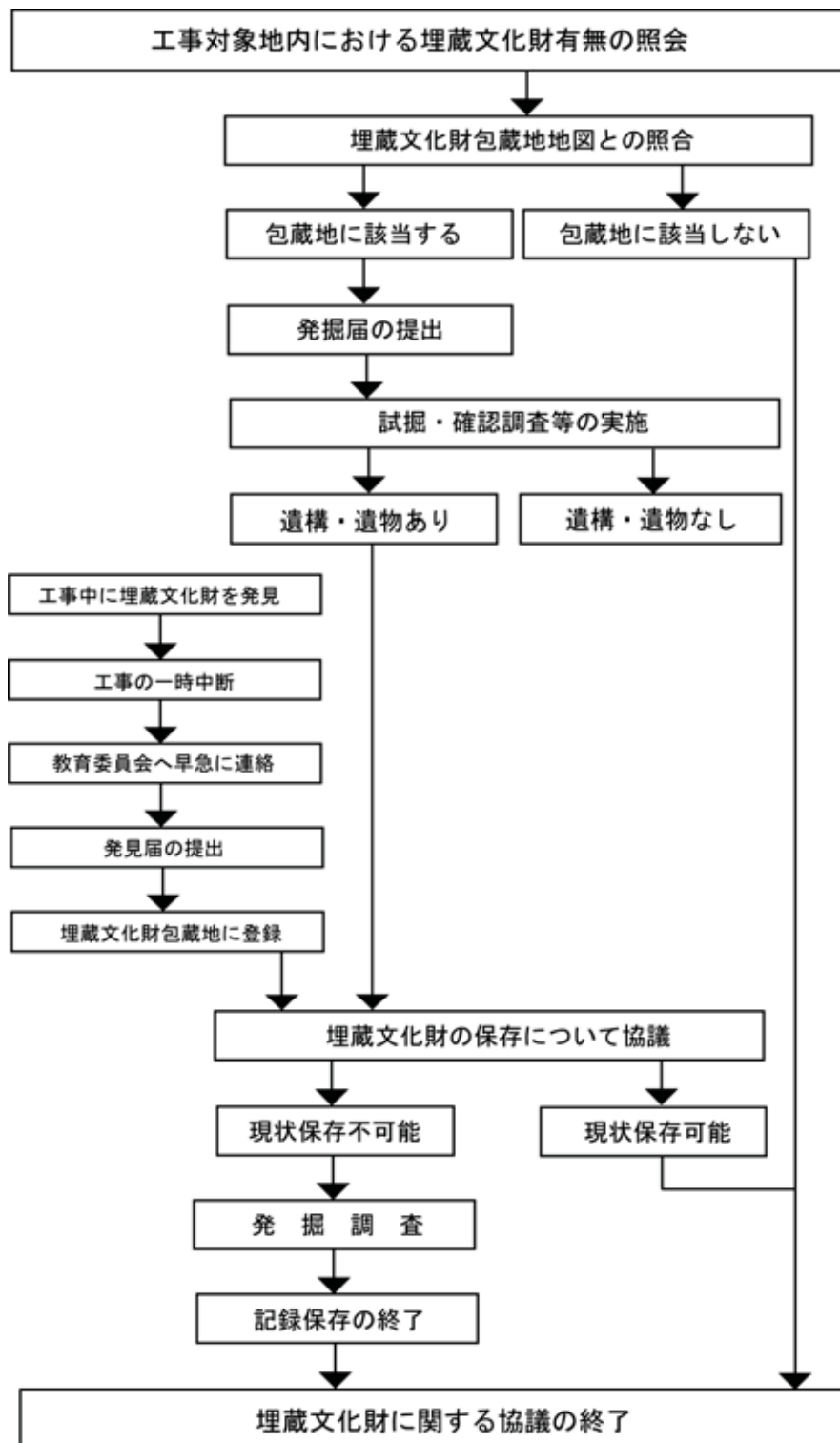
用負担が発生する。今回はその点については問題なく進めることができたが、埋蔵文化財包蔵地や埋蔵文化財包蔵地に該当していない地域であっても、工事開始後に出土品があった場合には工事を中止し、上記手続きを行わなければならないため、土木工事を行うにあたっては事前に十分確認することが必要である。

図表 4-6 チップボイラ導入に係る手続き内容（蒸気ボイラ, 4, 000kW）

法令	手続き内容	備考
農地法	農地転用申請	
建築基準法	建築確認申請	
大気汚染防止法	ばい煙発生施設設置届	60 日前まで
労働安全衛生法	ボイラ設置届(労働基準監督署)	30 日前まで
火災予防条例(町)	ボイラ設置届(消防署)	
消防法(非常用)	発電設備設置届	自家発電機設置のため
労働安全衛生法	第一種圧力容器設置届	30 日前まで
消防法	指定可燃物取扱・貯蔵所届	
道路法	道路占用許可申請	
労働安全衛生法	ボイラ使用検査申請	
労働安全衛生法	第一種圧力容器落成検査申請	
労働安全衛生法	ボイラ落成検査申請	60 日前まで
労働安全衛生法	第一種圧力容器落成検査申請	60 日前まで
騒音規制法	特定施設設置届(騒音)	30 日前まで
振動規制法	特定施設設置届(振動)	30 日前まで

図表 4-7 チップボイラ導入に係る手続き内容（建築関係）

法令	手続き内容	備考
建築基準法	建築物確認申請	着工前
建築基準法	構造物適合判定	着工前
省エネ法	省エネ法届出	着工 3 週間前
建設リサイクル法	リサイクル法届出	着工 7 日前
建築基準法	消防同意書	着工前
火災予防条例(県)	防火対象物使用開始届	開始一週間前
消防法	消防設備設置届	設置(使用開始前)



(出所:那珂川町教育委員会生涯学習課提供資料)

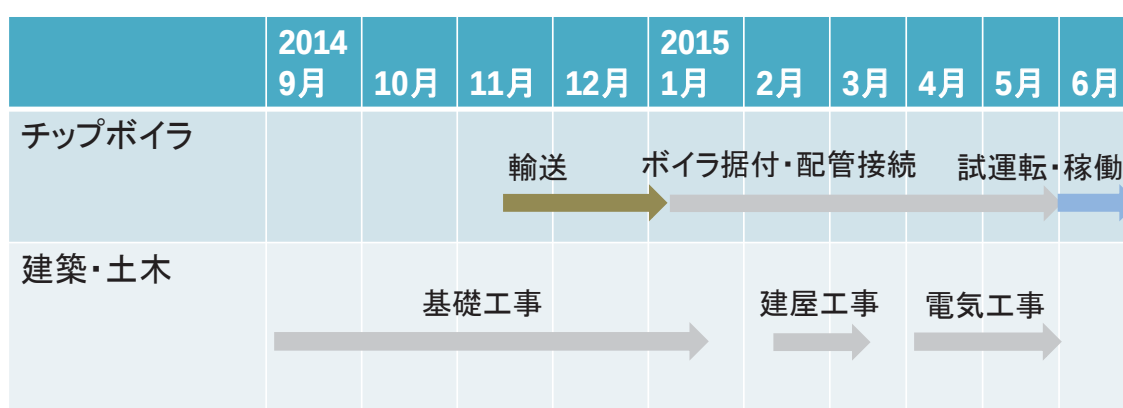
図表 4-8 埋蔵文化財包蔵地における事業の進め方

4.4 施工状況と今後のスケジュール

チップボイラ導入工事は9月1日に着工し、図表 4-9 のスケジュールで進めている。埋蔵文化財包蔵地の試掘調査のために当初予定よりも1ヶ月半着工が遅れてしまったため、今年度実施範囲は建屋工事とボイラ据付・配管工事の途中までとなる。

現状では基礎工事で建屋工事が完了し、ボイラ据付工事が始まったところである。工事状況は図表 4-10、図表 4-11 の通りである。概ね順調に進んでおり、平成 27 年 6 月から試運転を開始できる予定である。

図表 4-9 チップボイラ設置工事スケジュール



図表 4-10 チップボイラ設置工事の状況写真（2015 年 1 月 28 日時点）



図表 4-11 チップボイラ設置工事の状況写真（2015 年 3 月 16 日時点）

4.5 海外製バイオマスボイラ導入の課題

今回のチップボイラ導入に関しては、導入コストを抑えるため商社を通さず民間事業者が直輸入を行ったが、これまで輸入実績はなかったため、問題が多く発生した。意思疎通が難しく、問合せへの回答が非常に時間を要するなどあり、直輸入にあたっては欧州との商習慣の違いやトラブル対応力を考慮しなければならない。

今回のトラブル例としては、輸入通関から現場（那珂川町）までの輸送に関して、ボイラメーカー側のミスにより多くの時間を要した。一般的な輸入通関においては、ひとつの B/L（船荷証券）に対して「1 申告」となる。今回の場合もボイラ設備一式で 1 申告とする予定だったが、メーカー側の手配により B/L が 7 件に分かれており、各 B/L に対して輸入品の詳細資料（INVOICE、設備全体図面、各パーツ図面、パーツ説明資料、個数・単価情報）を作成することとなった。その際、一部の INVOICE と付属のパッキングリストの整合が取れず、通関許可までにさらに日数が多くかかってしまった。

今回選定した高性能な海外製のボイラは設備自体が高価であり、リスク対応も含め輸入コストが非常に多くかかるため、コスト面で普及は難しいと感じる。しかしながら、国内製品では技術が未成熟であるため、海外製品を選択するケースが多い。バイオマスの普及のためには、日本国内でのバイオマスボイラ需要を高め、国内でのボイラ製作に競争力が生まれること、技術革新が加わる必要があると考える。

4.6 まとめ

次年度実証運用を行うため、チップボイラ導入（4,000kW蒸気）における諸手続と施工を行った。チップボイラ設置場所は埋蔵文化財包蔵地に該当することが工事直前に町から指摘されたため、工事前に試掘調査を実施することとなった。結果としては「遺構・遺物なし」だったため工事を進めることができたが、試掘調査実施により工事着工が1ヶ月半遅れた。その後、工事は概ね順調に進んでおり、今年度は建屋工事とボイラ据付の一部が終了し、次年度6月より試運転を開始する予定である。

5. 小規模熱供給システム実証試験

昨年度より、製材工場の木材乾燥用として使用されているチップボイラ（1,200kW）からウナギ養殖施設および農業ハウスへ熱供給配管を接続し、各施設での温度管理状況や生育条件、チップボイラからの熱供給量を測定する試験を行っている。ウナギ養殖は昨年3月にシラスを入れ、今年度冬まで生育が続くため、今年度は冬期の熱供給量を測定した。

また、チップボイラからの温水を利用した養殖試験を行うことで運用課題を整理し、新規チップボイラ導入周辺エリアでの事業化計画検討を行った。

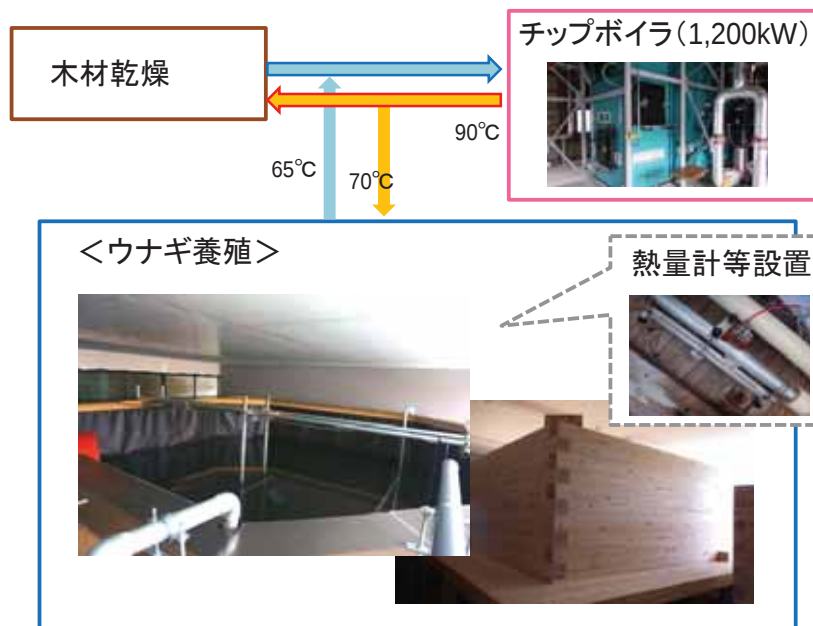
5.1 試験概要

昨年3月にシラスを入れ、12月末まで養殖を行った。ウナギ養殖施設の概要を図表5-1に示す。チップボイラからの温水をウナギ養殖設備に供給し、温水による加温を行い、ウナギ養殖で使用した熱量の計測を行った。試験のイメージを図表5-2に示す。計測項目は、熱量（往復配管温度、流量）、バックアップボイラの化石燃料使用量、ウナギ養殖水槽温度とした。

当初は冬期の加温時のみ熱需要があると考えていたが、水交換は通年行われるため、夏期より熱量計測を再開した。（熱量計測期間：8月20日～12月24日）

図表 5-1 ウナギ養殖施設概要

項目	内容	備考
養殖規模	ウナギ仕上がり 1t	予定
温水容量	水槽①19.2m ³ ×2 槽 水槽②2.32m ³ ×2 槽	
温水設定温度	28℃	温度が低下した際は徐々に設定温度まで上昇させる
交換水温度	17～20℃	地下水をタンクで運搬
熱交換方法	水槽内に水没させた温水管により熱交換	
配管距離	総延長 220m(教室内部含む往復)	露出、教室内部共に保温材被覆
バックアップボイラ		ボイラ停止期間が長引いたためその間のみ設置



図表 5-2 チップボイラからウナギ養殖設備への温水供給イメージ

5.2 試験結果

(1) 熱需要変動

チップボイラからの温水配管に熱量計を設置し、5 分毎の熱供給量を測定した。熱量計の設置状況を図表 5-3、図表 5-4 に示す。複数の水槽に配管が通っているが、主配管に温度計と流量計を設置した。

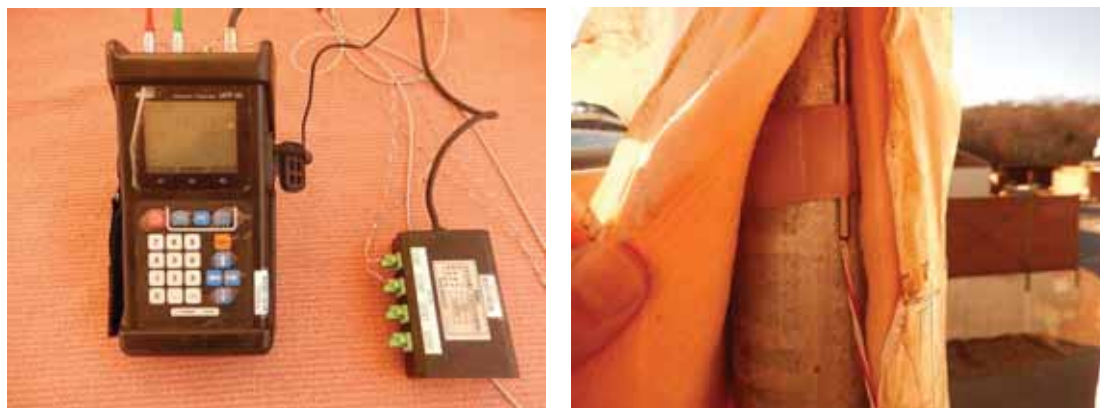
8 月 20 日から 12 月 24 日までの熱量計測結果を図表 5-5～図表 5-10 に示す。チップボイラのトラブル等により温水供給温度が低い場合には熱量計測に影響することが考えられるため、配管温度（往）も参考データとして掲載した。温水供給温度に問題がないにも関わらず熱量が一定値を示している部分は熱量計の不具合によるもので、計測不可の状態であると考えられる。

測定データのうち期間中に最もピーク負荷が大きいの約 80kW（11 月）であった。水槽の水が汚れると水交換を行っており、約 17°C の地下水を設定温度の 28°C まで加温するため、水交換のタイミングが最も多く熱量を必要とする。ただし、交換日や水量を決めているわけではなく、水槽の状態や成長段階、出荷のタイミング等で水量や交換日を決めており、事業者の生産管理方法によって熱需要や需要変動が異なることがわかった。

ピーク以外の細かい変動値は計測データの誤差と考えられ、今回のケースでは規模が小さいため誤差による変動が大きく出ていると予想される。水交換以外の時間は水温の大きな変動はないが、水温維持のため 10～20kW 程度はベース需要とも考えられる。

また、10 月 7 日から 26 日までモーター故障、その後 27 日から 11 月 5 日まではメンテナンス及び運転再開のための調整により長期間チップボイラが停止しており、温水供給がなかったため

水槽温度が低下した。短期間であれば問題ないと考えバックアップボイラは準備していなかったが、想定外の長期間温水供給停止によりウナギの生育に影響を及ぼしたため、途中で灯油ボイラを設置した。その間 100L の灯油を使用している。水温が大幅に低下した場合には、設定温度の 28℃まで徐々に加温する必要があるため、11 月 7 日以降は朝夕に需要が大きくなっている。



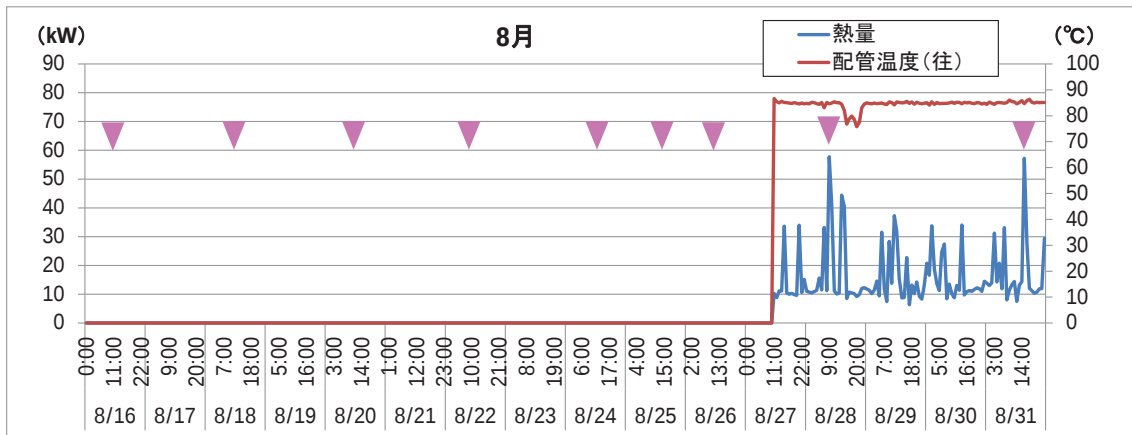
※ポータブル超音波流量計 UFP-20（東京計器（株））

図表 5-3 温水供給配管への熱量計設置状況①



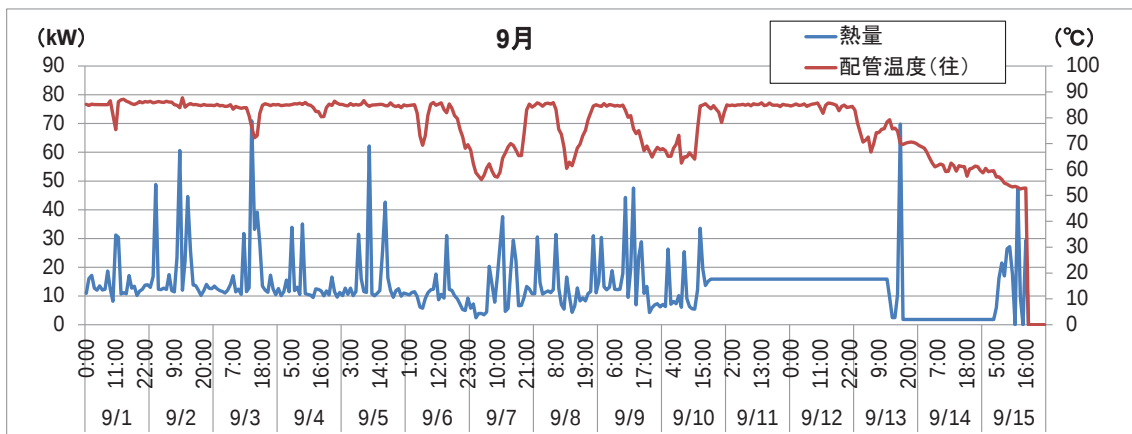
図表 5-4 温水供給配管への熱量計設置状況②

図表 5-5 ウナギ養殖における熱量計測データ (8 月後半)

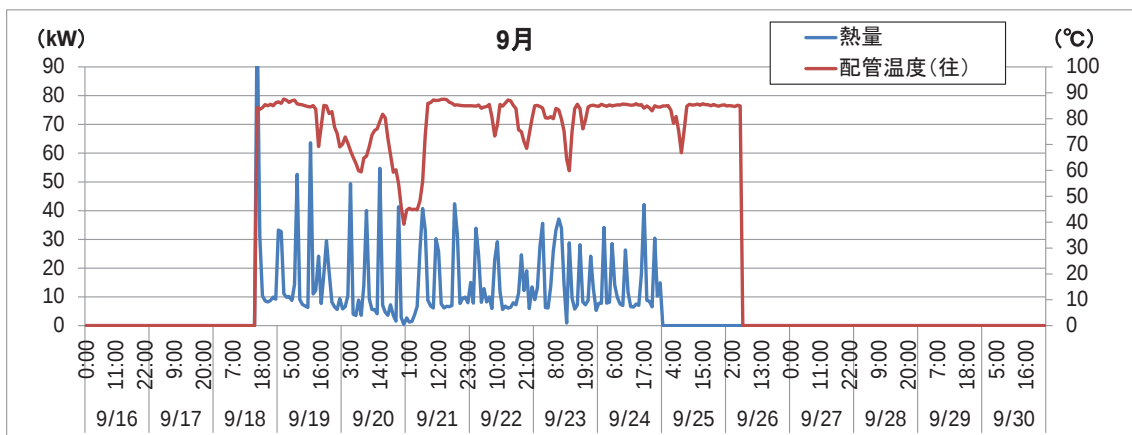


※▼マークは水交換日(以下、同様)

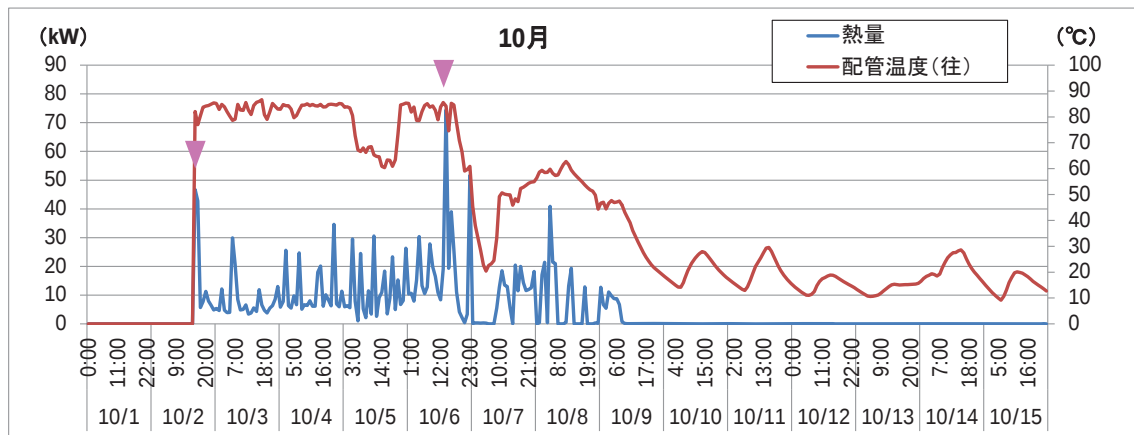
図表 5-6 ウナギ養殖における熱量計測データ (9 月前半)



図表 5-7 ウナギ養殖における熱量計測データ (9 月後半)

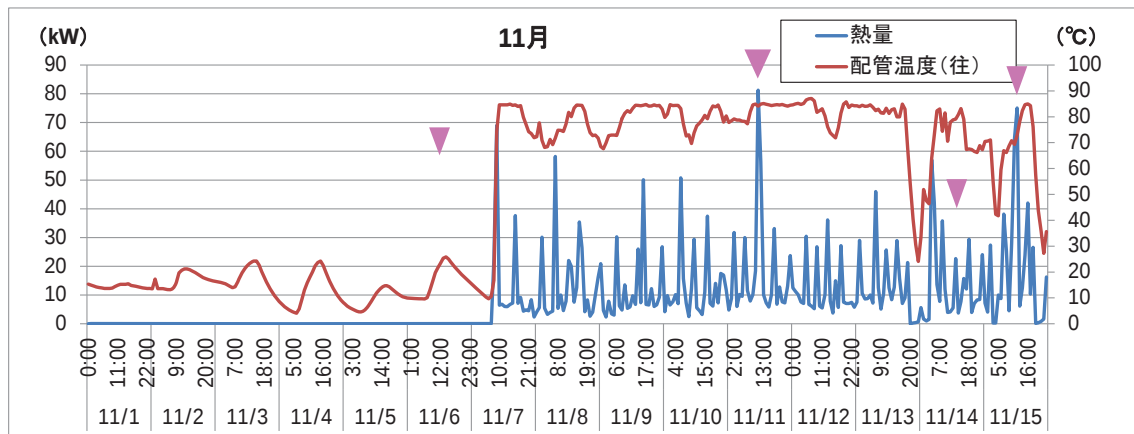


図表 5-8 ウナギ養殖における熱量計測データ（10 月前半）

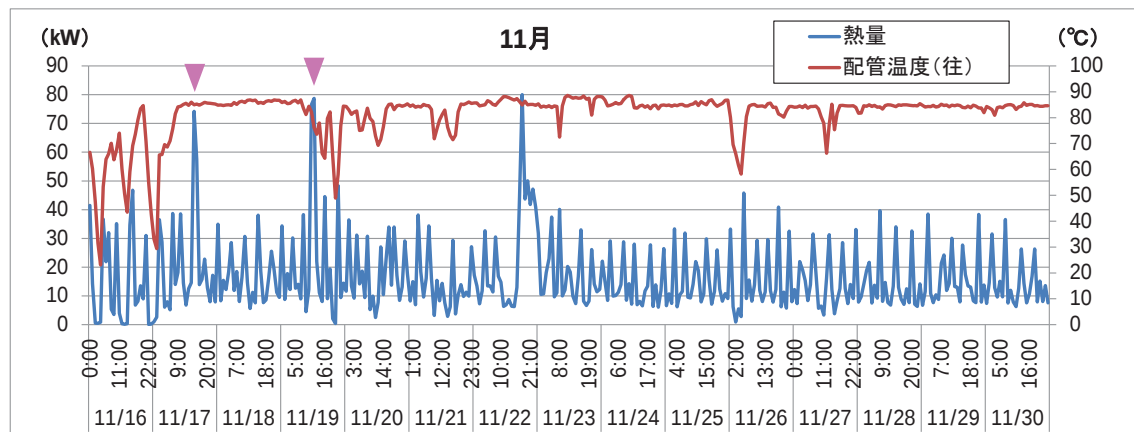


※10 月 7 日～11 月 5 日までチップボイラ故障およびメンテナンスにより温水供給停止のため省略

図表 5-9 ウナギ養殖における熱量計測データ（11 月前半）



図表 5-10 ウナギ養殖における熱量計測データ（11 月後半）



※12 月はデータ計測に不具合が生じたため省略

(2) 総熱需要推計

今年度の試験では8月20日以降のデータ計測を行っているが、3月から12月までの総熱需要を算定するため、水交換量と水温から推計を行った。水交換日と交換水量を図表 5-11、図表 5-12 に示す。水量が不明な日を 5t として試算した場合、年間水交換量は約 760t となり、昇温に必要な熱量は 9,721kWh/年 (34,995MJ/年) となる。水交換以外の水温低下分のベース需要を 10kWh と想定して試算した場合、年間の総熱需要量は 77,161kWh/年 (277,780MJ/年) となる。(図表 5-13)

図表 5-11 水槽の水交換日と水量 (3月～7月)

	3月	4月	5月	6月	7月
1日		5t			
2日			10t	交換	10t
3日		5t		1.8t	
4日			5t	5t	
5日		5t			10t
6日		5t	5t		12.5t
7日		5t			
8日					10t
9日		5t	5t		
10日					10t
11日		5t			
12日			10t	10t	10t
13日		5t		3.6t	10t
14日			5t		
15日		交換			10t
16日			5t	5t	
17日					
18日	10t	10t	5t	5t	13t
19日	2t				
20日	交換		5t	5t	10t
21日					10t
22日	交換		5t	5t	10t
23日			交換		10t
24日			5t	5t	10t
25日			5t		10t
26日	3t			10t	10t
27日	3～4t				10t
28日				10t	10t
29日			5t		10t
30日	5t		交換	10t	交換
31日			5t		10t

※水量が不明な日は「交換」と記載

図表 5-12 水槽の水交換日と水量（8月～12月）

	8月	9月	10月	11月	12月
1日	10t				
2日	10t	5t	4.8t		
3日	10t	5t			
4日	10t				
5日	交換	5t			
6日	5t	2.5t	2t	10t	
7日	10t	5t			
8日					
9日	5t	5t			
10日					
11日	5t	5t		10t	
12日					
13日	8t	8.6t			
14日				5t	
15日				10t	
16日	5t				
17日				5t	
18日	8t				
19日				10t	
20日	5t		40t		
21日					
22日	5t				
23日					
24日	5t				
25日	3t				
26日	5t				
27日					
28日	5t				9t
29日					
30日					
31日	2.5t				

図表 5-13 ウナギ 1t 養殖における熱需要推計

項目	数値	備考
年間水交換量	約 760t	水量が不明な日を 5t として試算
熱需要量（昇温）	9,721kWh/年	34,995MJ/年（推計）
水交換以外の熱需要	10kWh	熱量計測データグラフより想定
年間総熱需要量	77,161kWh/年	277,780MJ/年（24 時間、281 日）

(3) ウナギ養殖への影響

ウナギ養殖については、一時ボイラ停止期間があったため生産予定が1ヶ月長引いてしまったが、生産予定量の半数を出荷することができた。残りの半数が出荷できなかった原因はウナギの生育過程で1つの水槽から2つに分ける際の作業上の問題であった。

今回の試験では長期間チップボイラが停止したため、水槽温度が大幅に低下してしまい、ウナギの成長に影響を与えてしまった。数日程度であれば水温の低下は大きくないため、バックアップボイラは準備しておらず、途中で灯油ボイラを設置した。低温になってもウナギの生死には問題ないようだが、成長に影響を与えてしまうことで出荷のタイミングのずれや養殖期間が長くなりコスト増の原因にもなるため、バックアップボイラは必ず設置した方がよいことがわかった。

(4) 運用上の改善点

① バックアップボイラの必要性

10月にチップボイラの故障により温水供給が停止したため、事業者側で灯油のバックアップボイラを設置したが、簡易的に設置したものであったため、手動で温度調整するタイプの設備であった。今後事業化の際にはバックアップ体制を十分検討する必要がある。

② 濾過槽の大きさにより熱消費量低減化

ウナギ養殖はウナギにとって環境の良い水質に調整していくことが重要である。水交換が多くなることで熱を多く使うことになりコストがかかることになるが、濾過槽を大きくすることで水交換頻度を抑えることができる。今回の試験で、小水槽では水槽と濾過槽の割合が2:1としており、水交換が少なくても長期間水質が安定していたため、今後の事業化の参考となった。

5.3 新規農林水産事業の事業計画（ウナギ養殖）

これまで栃木県北部地域は寒冷地のため、重油ボイラでの加温では燃料コストがかかり、採算が合わないという理由でウナギ養殖は行われてこなかった。しかしながら、今回の小規模試験により木質バイオマスの廃熱を利用した生産が可能ということがわかり、熱販売価格にもよるが、重油を使用するよりはコストを抑えられることが予想されるため、期待が大きいものとなった。

しかしながら、チップボイラ設置場所の周辺地域は第一種農地であり、ウナギの養殖施設は基礎工事等が必要なため農地転用が必要となるが、当該地域では農地転用が認められず、施設整備ができないことが判明した。そのため、本事業での実証試験は実施不可となり、当該地域でのウナギ養殖は当面見送ることとなった。

5.4 まとめ

今回の試験により、ウナギ 1t クラスの養殖では熱需要のピークが 80kW 程度、年間総熱需要の推計値は 77,161kWh (277,780MJ/年) となった。10 倍の規模であれば、年間総熱需要も 10 倍になると想定されるが、ピーク負荷は水槽毎に時間をずらすことも可能と考える。また、濾過槽の大きさやウナギの状態により水交換頻度や水交換量が変わるため、個別事業者の生産管理条件をもとに需要予測を行う必要がある。

運用面としては、基本的にチップボイラからの温水熱利用は問題なかったが、冬季の故障で長期間ボイラが停止することもあり得る。長期間の水温低下はウナギの成長に影響を与えてしまい、出荷のタイミングのずれや養殖期間が長くなることでコスト増の原因にもなるため、バックアップボイラは必ず設置した方がよいことがわかった。

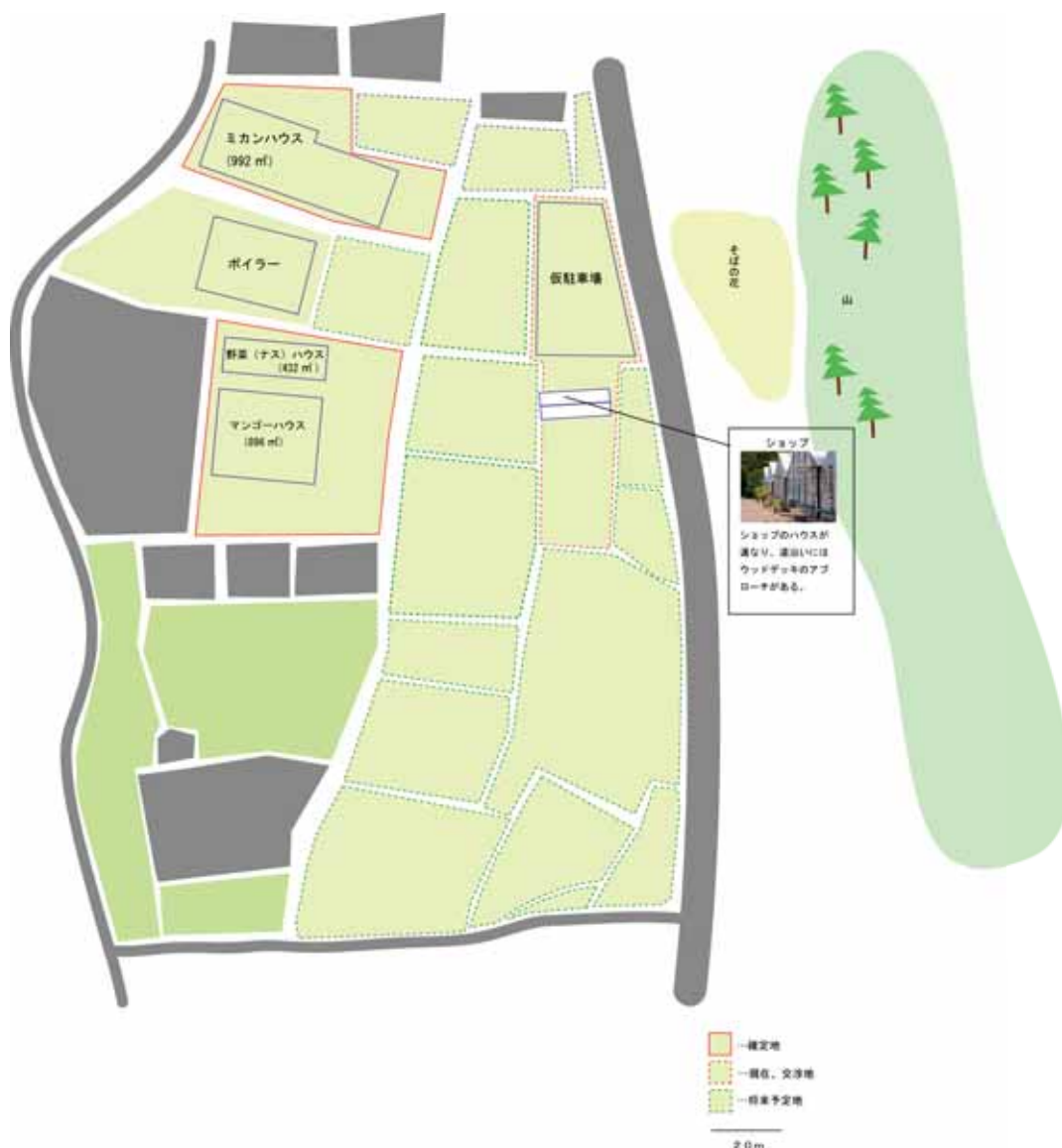
6. チップボイラ導入施設周辺エリアの熱利用施設整備

6.1 熱利用構想の策定

チップボイラ導入周辺エリア（松野地区）での農業熱利用に関して、熱利用予定事業者を中心に、将来構想と直近計画を策定した。将来構想を図表 6-1、直近計画を図表 6-2 に示す。木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域として、バイオマス熱利用による作物栽培にとどまらず、直売所やイベントスペースなども設けて地域の新たな観光エリアを目指した構想イメージとした。直売所や足湯等、作物栽培以外の熱利用施設整備も今後検討したいと考えている。



図表 6-1 熱利用構想図（将来イメージ）

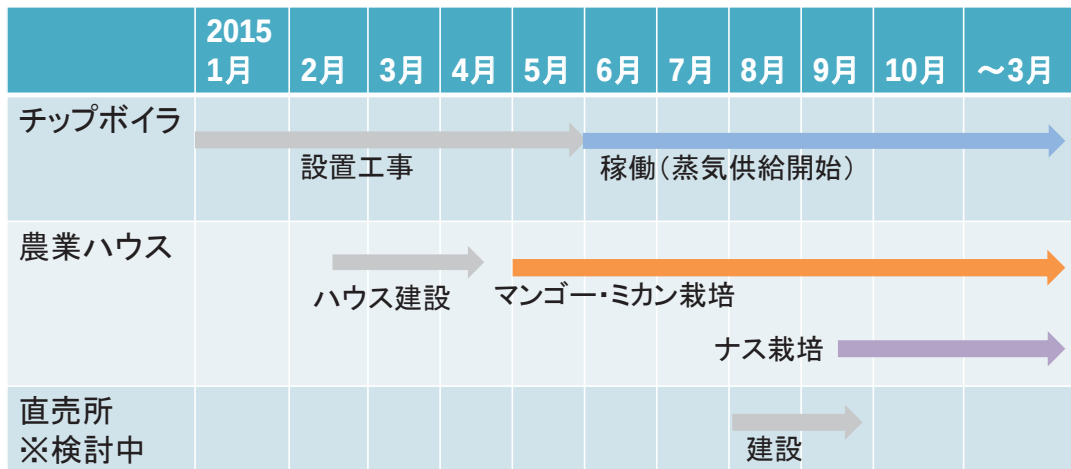


図表 6-2 熱利用構想図（直近計画）

6.2 栽培計画（直近計画）

チップボイラ導入場所の南側に鉄骨ハウス1棟（マンゴー）、パイプハウス1棟（ナス）を建設予定である。工事は3月中旬から1ヶ月程度を予定している。栽培計画と次年度までのスケジュールを図表 6-3、図表 6-4、図表 6-5 に示す。マンゴーとナスの加温は11月頃から始まる予定である。

図表 6-3 松野地区における熱利用実証スケジュール



※直売所の建設については未確定

※ミカンも栽培予定だが、加温期間 12 月～3 月・温度設定 10℃のためチップボイラからの温水利用は検討中

図表 6-4 栽培計画①マンゴー

項目	内容
栽培作物	マンゴー
栽培本数	100 本
温度設定	最高 24℃、最低 10℃
スケジュール	苗木定植 4 月下旬、収穫時期 翌年 6～7 月 加温時期 11 月～5 月
ハウス仕様	鉄骨ハウス(間口 320m×長さ 280m)
熱利用機器	グリーンソーラ 4 基、重油ボイラ 1 基(バックアップ用)

図表 6-5 栽培計画②ナス

項目	内容
栽培作物	ナス(筑陽、長ナス)
栽培本数	300 本
温度設定	最高 38℃、最低 13℃
スケジュール	苗木定植 8 月上旬、収穫時期 9 月中旬～翌年 7 月 上旬、加温時期 11 月～3 月
ハウス仕様	パイプハウス(間口 4.5m×32m、3 連棟)
熱利用機器	グリーンソーラ 2 基、重油ボイラ 1 基(バックアップ用)

6.3 施設整備状況

地元住民への説明会等を行い、本計画への賛同を得ることができ、チップボイラ導入場所の南北の土地について賃借契約を締結した。ハウス等の施設整備については3月中旬に基礎工事を開始した。

6.4 課題

土地利用に関する法令関係について町や県に確認を行ったところ、計画地域は第一種農地であることから、ウナギ養殖施設の建設は非常に難しいことが明らかとなった。現状では特例措置も適用されず、ウナギ養殖については本計画地での事業化は当分見送ることとなった。農業地域で熱利用を行う際に農地法による規制があることで、高齢化した地域の活性化の阻害要因となることが挙げられる。農業従事者が高齢化した地域で細々と農業を続けているようなケースの場合には、地域住民からの同意を得ることや事業内容が第一次産業であるといった条件によって特例措置にする等の規制緩和が必要と考える。

6.5 まとめ

チップボイラ導入周辺エリア（松野地区）での農業熱利用に関して、熱利用予定事業者を中心に、将来構想と直近計画を策定した。直近の計画としては、チップボイラ導入場所の南側に鉄骨ハウス1棟（マンゴー）、パイプハウス1棟（ナス）を建設予定である。ハウス建設は3月中旬から1ヶ月程度、マンゴーとナスの加温は11月頃から始まる予定である。土地の取得については、地元住民への説明会等を行い、本計画への賛同を得ることができ、チップボイラ導入場所の南北の土地について賃借契約を締結した。

土地利用に関する法令関係について町や県に確認を行ったところ、計画地域は第一種農地であることから、ウナギ養殖施設の建設は非常に難しいことが明らかとなり、本計画地での事業化は当分見送ることとなった。

7. 低質材調達計画整備

森林資源の有効活用のためには森林バイオマスを如何に活用するかが重要となる。森林バイオマスを有効に活用するため、国内では森林バイオマスの発生量に関しては研究、実証試験等が実施されているが、林地からどれだけの森林バイオマスが発生するかについては明確な指標が示されていない現状である。そこで本項では、搬出材積あたりに発生する枝葉や梢端部、根元部の発生量を明らかにし、実測データをもとにした那珂川地域での森林バイオマス利用可能量の推計を行った。また、森林バイオマスの燃料化の観点から山土場で車両搭載型高性能破砕機（トラックハッカー）を用いた試験を行い、森林バイオマスの加工（チップ化）について場所による運用面の課題について検証を行った。

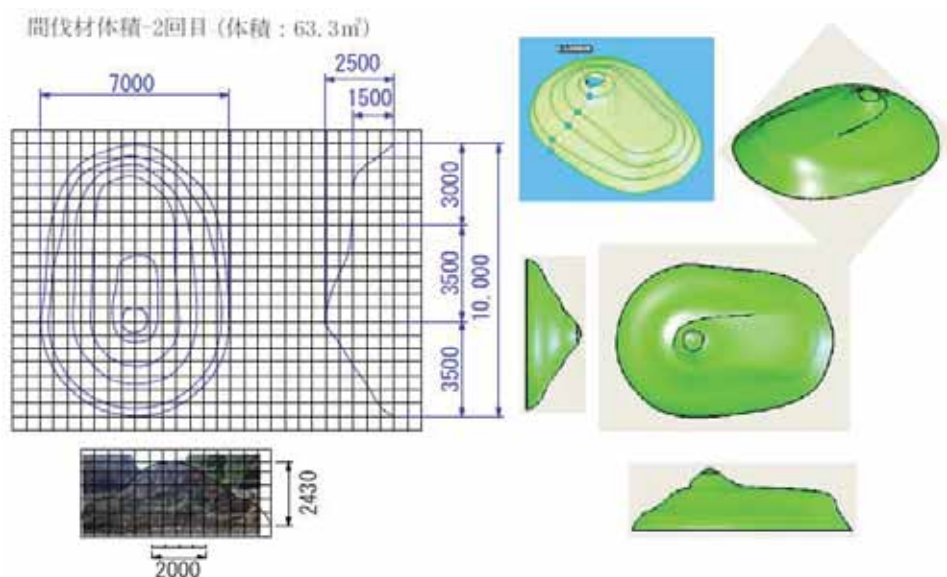
7.1 低質材調達試験

素材生産時の森林バイオマスの発生割合と車両搭載型高性能破砕機の運用試験を実施した。

7.1.1 調査方法

那珂川バイオマスへの燃料供給を行う那須町森林組合、那須南森林組合の両森林組合の施業地を1箇所ずつ選定し、集材試験とチップ化試験を行った。対象地については事前に測量を実施し、立木状態でのDBH・樹高を毎木調査によって計測し、立木材積を算出する。

通常の素材生産実施の際に、追加的に通常では搬出しない森林バイオマスを「枝葉」と「その他の残材（梢端や根元部）」に分類し、「枝葉」、「その他残材」、「丸太」の材積総数を計測する。重量についてはトラックスケールで計測し、枝葉材積は現場写真を3次元CADにて分析し算出した。（図表7-1）



図表 7-1 次元 CAD による残材材積の算出例

7.1.2 結果

(1) 森林バイオマス発生量

試験の結果、枝葉の発生量は那須町森林組合施業地 0.18ha(皆伐)で 22.0t(水分 45%WB)、那須南森林組合施業地 0.11ha(定性間伐)で 1.5t(水分 49.3%WB)、その他残材の発生量は那須町森林組合施業地で 3.1t(水分 61.8%WB)、那須南森林組合施業地で 3.9t(水分 49.7%WB)であった。試験の結果を図表 7-2 に整理する。

図表 7-2 試験地及び試験結果概要

	那須町森林組合	那須南森林組合
日程	平成 26 年 11 月	平成 26 年 12 月
調査地	栃木県那須郡那須町大和須	栃木県那須烏山市大沢住崎入 1008-3
対象面積	0.18ha	0.11ha
伐採方法	皆伐	定性間伐
使用機械	チェーンソー、フェラーバンチャザウルス ロボ、プロセッサ、フォワーダ、4tトラック	チェーンソー、グラップル、プロセッサ、 フォワーダ、4tトラック
伐採本数	88 本	52 本
素材材積	57.4m ³	7.97m ³
枝葉材積	86.8m ³	13.73m ³
枝葉重量(水分)	22.00t(45.0%)	1.5t(49.3%)
その他残材重量(水分)	3.13t(61.8%)	3.91t (49.7%) ※
労働生産性 (素材生産)	31.2m ³ /日	7.35m ³ /日
労働生産性 (チップ化)	枝葉 66.1t/日 根元部 21.0t/日	枝葉 42.8t/日 根元部 92.2t/日

※ 那須南森林組合の試験では根曲がりが多かったため、根元部は 1m 程度で発生しており、量が多くなった。

生産した森林バイオマスの成分分析結果を図表 7-3、図表 7-4 に示す。なお、図表 7-2 で示した水分はこれら分析結果の平均値としている。

図表 7-3 那須町森林組合試験での森林バイオマス分析結果

			試料名称					
分析項目	単位	分析方法	枝葉①	枝葉②	枝葉③	その他 残材①	その他 残材②	その他 残材③
炭素(C)	%	JIS M 8819	36.9	34.7	37.2	51.0	50.2	50.6
水素(H)	%	JIS M 8819	4.15	3.98	4.29	5.75	5.69	5.71
窒素(N)	%	JIS M 8819	0.62	0.56	0.55	0.05	0.15	0.21
酸素(O)	%	計算値	18.7	23.5	21.9	40.8	40.3	41.1
硫黄分(S)	%	燃焼後－イオン クロマトグラフ法 及び重量法	0.08	0.06	0.07	0.03	0.03	0.03
硫黄分 (可燃性)	%	燃焼後－イオン クロマトグラフ法	0.01	0.01	0.01	0.01 未満	0.01 未満	0.01 未満
全塩素(Cl)	%	燃焼後－イオン クロマトグラフ法	0.05	0.05	0.05	0.02	0.03	0.03
灰分	%	重量法	39.5	37.2	36.0	2.3	3.6	2.3
水分	%	重量法	43.8	46.3	44.8	61.5	61.5	62.5
低位発熱量	kJ/kg	JIS M 8814	5190	4830	5520	5260	4950	4920
高位発熱量	kJ/kg	JIS M 8814	7220	6890	7620	8100	7780	7780

図表 7-4 那須南森林組合試験での森林バイオマス分析結果

			試料名称					
分析項目	単位	分析方法	枝葉①	枝葉②	枝葉③	その他 残材①	その他 残材②	その他 残材③
炭素(C)	%	JIS M 8819	50.2	49.3	49.1	49.7	50.1	50.1
水素(H)	%	JIS M 8819	5.90	5.84	5.87	6.01	6.07	6.04
窒素(N)	%	JIS M 8819	0.30	0.46	0.44	0.10	0.05	0.06
酸素(O)	%	計算値	36.8	38.7	39.4	43.8	43.4	43.3
硫黄分(S)	%	燃焼後－イオン クロマトグラフ法 及び重量法	0.04	0.03	0.05	0.07	0.06	0.08
硫黄分 (可燃性)	%	燃焼後－イオン クロマトグラフ法	0.01 未満	0.01	0.01 未満	0.01 未満	0.01 未満	0.01 未満
全塩素(Cl)	%	燃焼後－イオン クロマトグラフ法	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
灰分	%	重量法	6.7	5.6	5.1	0.3	0.3	0.5
水分	%	重量法	49.1	49.7	49.0	47.4	50.4	51.4
低位発熱量	kJ/kg	JIS M 8814	8260	8380	8430	8840	8110	7900
高位発熱量	kJ/kg	JIS M 8814	10180	10300	10340	10750	10070	9870

図表 7-2 を基に素材材積に対する枝葉発生係数を算出した結果を図表 7-5 に示す。当該の係数は搬出素材材積 1m³ に対して、発生する枝葉重量(t)を示す。なお、両試験地で数値が大きく異なっているが、これは樹種の違いによるものであると考えられる。本試験ではその他残材についても実測を行ったが、根元部に関しては造材の仕方によって大きく異なるため、一元的に評価することが難しく、係数の設定は行わないものとする。

図表 7-5 素材材積に対する枝葉発生係数（本試験を基に算定）

	素材材積に対する枝葉発生係数	枝葉水分
那須町森林組合施業地（スギ）	0.38	45%WB
那須南森林組合施業地（ヒノキ）	0.19	49.3%WB

(2) 生産コスト

本試験では作業における時間計測も並行して行ったため、生産コストの積算も実施した。本試験では素材生産に付随して枝葉とその他残材の生産を行ったため、枝葉やその他残材の搬出に要した時間を個別に計測することができなかった。よって、生産コストは全作業時間に対しての全生産物の重量基準で算出した。

生産コストは「労務費」、「固定費」、「変動費」の3項目を積算し、その合計値を生産コストとした。本生産コスト積算においては副作業費(踏査・選木、集材路作設、土場作設等)と間接費(機械運搬、人員輸送、諸経費等)は除いている。なお、コスト積算の方法や諸元値は『全国林業改良普及協会編(2001)機械化のマネジメント』を参考にした。その結果、那須町森林組合の素材生産コストは2,305 円/t、那須南森林組合の素材生産コストは3,968 円/tとなった。この数値は用材の生産量も含まれているため、森林バイオマスの生産コストでないことを重ねて記載しておく。積算根拠を下記に示す。

- ◆労務費＝作業員時間給×作業人工
- ◆固定費＝償却費＋管理費＋資本利子
- ◆変動費＝保守・修理費＋燃料・油脂費＋機材消耗品費

○償却費＝償却費率×購入価格/耐用時間

○管理費＝(年間機械管理費率×購入価格)/年間稼働時間

○資本利子＝(資本回収係数－1/耐用年数)×購入価格/年間稼働時間

※資本回収係数＝年利率(1+年利率)^{耐用年数}/(1+年利率)^{耐用年数}－1

○保守・修理費＝(保守・修理費率＋購入価格)/耐用時間

○燃料・油脂費＝(燃料消費量×燃料単価)＋(オイル消費量×オイル単価)

○機材消耗品費＝機材消耗品の損料率×機材消耗品価格×当該機械の生産性

試験地及び試験状況を図表 7-6～図表 7-14 に示す。



図表 7-6 施業前後の様子（那須町森林組合施業地）



図表 7-7 集材・造材作業と枝葉搬出の様子（那須町森林組合施業地）



図表 7-8 検知の様子と残材収集作業状況（那須町森林組合施業地）



図表 7-9 枝葉、その他残材の集積の様子（那須町森林組合施業地）



図表 7-10 山土場でのチップ化作業とチップ化できなかった根元部（那須町森林組合施業地）



図表 7-11 施業前後の様子（那須南森林組合施業地）



図表 7-12 造材・搬出作業と枝葉搬出の様子（那須南森林組合施業地）



図表 7-13 根元部残材（那須南森林組合施業地）



図表 7-14 工場でのチップ化状況（那須南森林組合施業地）

7.1.3 考察

(1) 那須町森林組合

今回の試験では、県内でも有数の素材生産量を誇る那須町森林組合の中でも熟練者が実施したため作業性は高かった。ただし、枝葉の収集に着目すると非常に時間を要しており、今回の現場は通常（枝葉を収集しない場合）であれば1日強で終わっていたが残材収集を含め2日を要した。枝葉は細かく収集したものの、造材後の枝葉の収集の際に土が含有してしまう場合も多く、燃料として利用するためには土の選別も検討する必要があると考えられる。

チップ化に関して、枝葉は効率的に行うことができ、投入し破碎し終わるまでに次の投入ができていたため効率的だったと考えられる。一方で、根元部は最大径60cmのものもあり、材長が短い場合にはチップパーの刃とコンベヤの間で材が止まってしまうこともあり、投入に時間を要した。

(2) 那須南森林組合

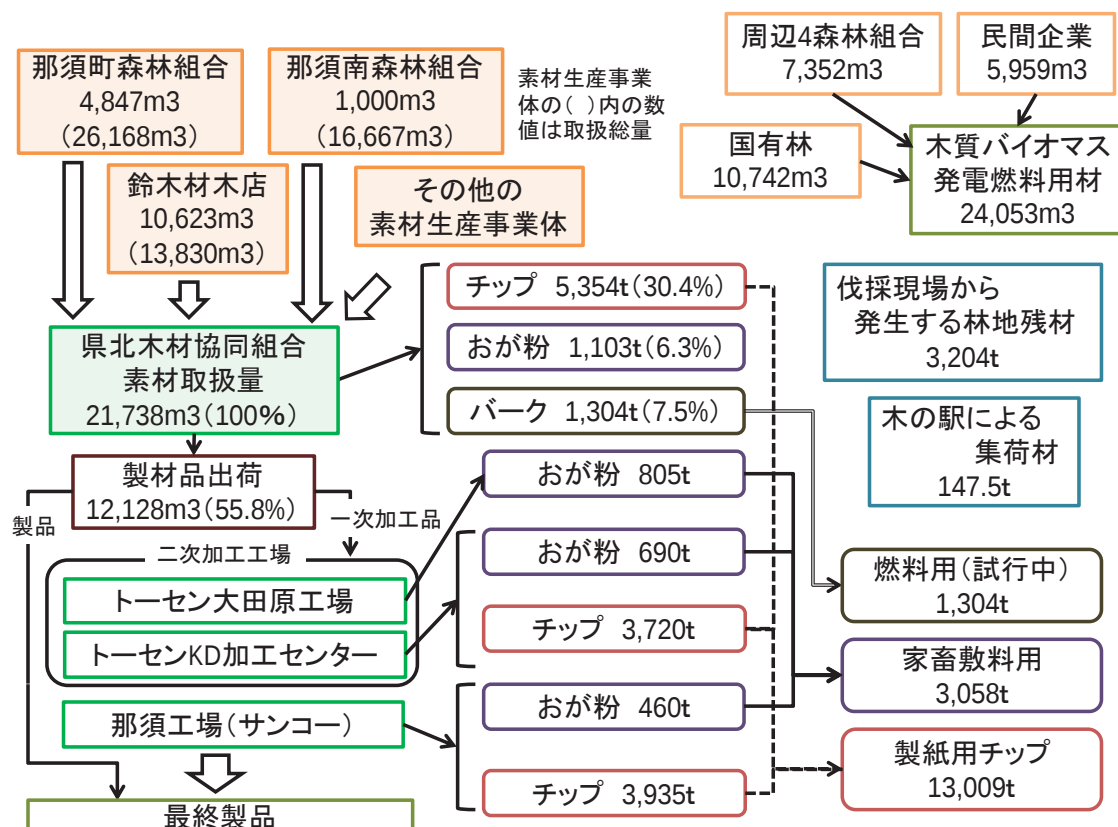
試験前日に気温が下がり現場が凍結してしまったことや比較的若齢な間伐の現場であったため、作業効率はやや低かった。既述したが、材の状況を鑑みて根元部はかなりの長さで残材としており、那須町森林組合の皆伐の現場に比べて根元部残材の発生割合が高かった。

那須南森林組合の現場では十分な土場が確保できなかったため、残材は県北木材協同組合に持ち込んでチップ化を実施した。工場内は山土場と違って舗装された地面であるため、車両の転圧がしっかりとでき、車載チップパーへ残材を投入する際にも車体がぶれずに作業が安定して行えた。また、作業場を広く確保できたため、チップパーやチップ運送車の配置がスムーズに行えた。このため、非常に作業効率が高く短時間でチップ化を行うことができた。特に根元部に関しては1m近い長さであったため、那須町森林組合と比較して投入における効率が高かった。

また、今回は間伐作業であったため、残材の量は皆伐作業に比べて少なかったが、トラックに積み込んだ際、梢端部(木部)がかさばり、根元部と一緒に配送は不安定であると判断したため、別々に運ぶこととした。結果的には4t車で3往復(枝葉、梢端部、根元部)となった。

7.2 本モデル地域における低質材調達可能性

前年度調査では県北木材協同組合への燃料供給事業者の木材供給量の実態を明らかにした。前年度の調査の結果を図表 7-15 に示す。



図表 7-15 那珂川バイオマス周辺の木質バイオマス流通フロー

前年度調査から県北木材協同組合では 21,738m³/年の素材を取り扱っていることが明らかになった。これに対し、本年度調査で明らかになった枝葉の発生係数を乗じることで、那珂川バイオマス周辺地域で発生する枝葉の量が明らかになる。那珂川バイオマス周辺地域はスギが優占していることから図表 7-5 中のスギの数値を採用すると、8,260t/年の枝葉が森林バイオマスとして発生しているという結果となった。これらは現在、使用されていないため、効率的な生産方法を確立し、燃料として利用することが求められる。

7.3 低質材調達計画

2年間の試験結果から那珂川地域で 8,260t/年の森林バイオマスが活用されずに林地残材として山に残されていることが分かった。一方、本事業で導入するチップボイラの年間燃料使用量は 11,000t/年である。図表 7-3、図表 7-4 の結果から熱量換算すると、8,260t/年の森林バイオマスを燃料として生産し、チップボイラ燃料として使用した場合、燃料消費量の 7 割程度をまかなえる量になるという結果となった。この森林バイオマスは現在、那珂川地域で流通している丸太から逆算した量であり、今後、木材利用がより進めば森林バイオマスだけで燃料供給を賄える資源量があると考えられる。

しかし、これはあくまでも熱量比の試算であり、実際の運用に際しては生産コストと燃料価格の関係性を考慮する必要がある。今年度の試験では森林バイオマスを生産するためには通常の素材生産作業の 2 倍近くの時間を要することが分かり、現状の作業システムではコスト高になることが予想される。森林バイオマスを利用するためには燃料生産コストの低減が求められる。

7.4 まとめ

本年度の調査では森林バイオマスの発生量と車両搭載型高性能破砕機の運用試験を実施した。森林バイオマスの発生量に関しては、素材1m³に対する枝葉の発生量はスギで0.38、ヒノキで0.19という結果が得られた。この結果を基に試算すると、那珂川地域で流通している木材に対して、森林バイオマスが8,260t/年発生していると推定された。これは本事業で想定するチップボイラに対して熱量比で7割程度の燃料をまかなえる量に相当する。

森林バイオマスを生産するためには、通常の素材生産に追加して同等の時間を要して森林バイオマスを収集する作業が発生する。本年度の試験では森林バイオマス生産のための生産コストの算出はできなかったが、コスト高になることが示唆された。そのため、森林バイオマスは現状では利用されておらず、今後は有効に活用するための方策を検討する必要がある。

車両搭載型高性能破砕機の試験では、枝葉や長尺の端材であれば効率的にチップ化できたものの、大径短尺の根元部ではうまくチップ化できない場合があることが分かった。また、森林バイオマスの効率的な利用のために山土場でのチップ化も実施した。その結果、工場でのチップ化と比較すると山土場でのチップ化は車体安定性が低く、非効率であることが示唆された。同時に一定面積以上の土場の確保や、チップ化時に土が混入してしまう等の問題も発生したため、より効果的な運用を検討する必要がある。

本年度明らかになった課題を基に、今後の低質材の調達計画立案に向けた取り組みとして下記3点を挙げる。

(1) 森林バイオマス発生量の追加調査

今年度はスギ皆伐地1箇所、ヒノキ間伐地1箇所での試験のみで森林バイオマスの発生係数を算出したが、発生係数は林齢や林分条件等の対象施業地によって大きく異なることが予想される。今後は森林バイオマス発生係数の精度を高めるためにこうした試験を複数回実施し、多くのデータを取得することによって、より発生係数の精度を高めていくことが必要である。

(2) 集材コスト分析

今年度の調査では森林バイオマスの発生量にフォーカスして試験を実施したため、森林バイオマス生産の実態的な生産コストの把握はできなかった。そこで、運搬コストも含めた那珂川バイオマス周辺地域での実態的な用材、森林バイオマスの生産コストの実態調査を行い、今後の安定的燃料流通の基礎データの取得を行う。

(3) 低コスト木質バイオマス燃料流通システム

上記、(1)、(2)の結果から、那珂川バイオマス周辺地域での森林バイオマスの発生量やコストが明らかになる。こうした実態を把握したうえで、那珂川地域における最も効率的な木質バイオマス燃料の流通システムを構築する。

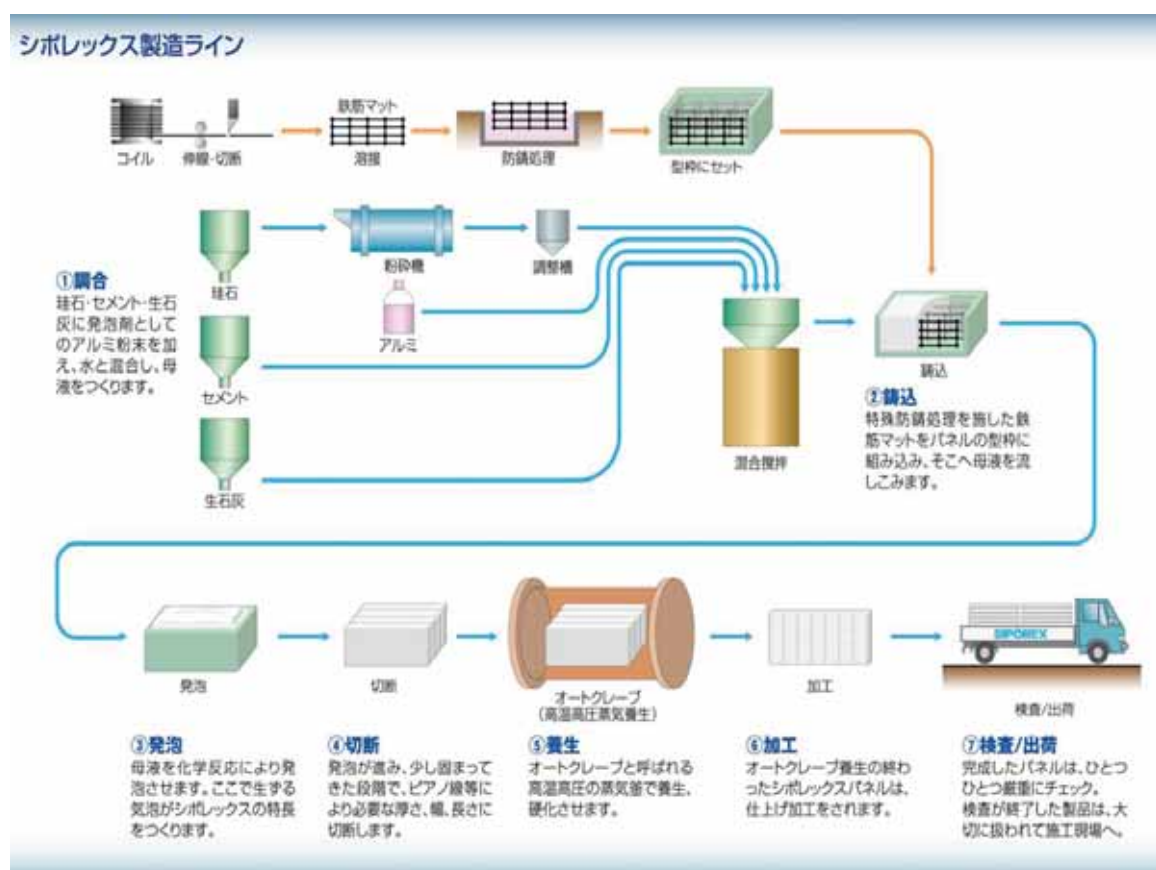
8. 需要側における化石燃料ボイラとの接続調整

チップボイラの蒸気供給先では、製造工程の養生段階にて ALC の硬化反応の為に大量の蒸気（温度・圧力）を消費している。需要側の製造ラインのフロー図を図表 8-1 に示す。

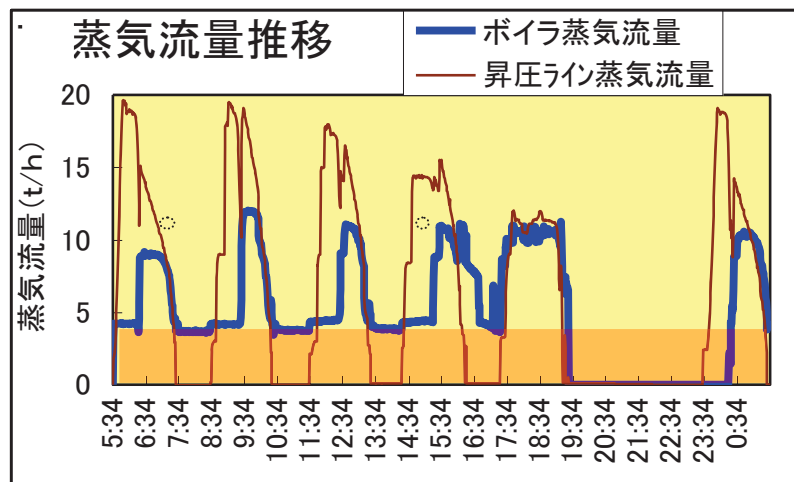
需要側で併用する重油ボイラは更新のため、今年度 2 月から 3 月にかけて設置工事が行われた。煙管ボイラから貫流ボイラに更新するため、蒸気需要に対する応答性（負荷追従性）が向上し、チップボイラからの蒸気受入可能性が増えることが期待される。

需要側では、年間 43,000t の蒸気を使用しており、蒸気圧力タンク（アキュムレーター）に供給する蒸気のベース需要をバイオマスからの蒸気で賄うことを計画している。需要側の蒸気流量推移を図表 8-2 に示す。新規の重油ボイラ工事終了後、新規ボイラでの蒸気受入可能性を算定したところ、需要側からは最大 25,800t/年という数字が提示された。（図表 8-3）

試運転は平成 27 年 6 月を予定しているため、接続調整はその際に行い、また実際の蒸気受入量については次年度の実証試験で検証を行う。



図表 8-1 需要側の製造ラインと蒸気利用工程（⑤養生）



図表 8-2 需要側の蒸気流量推移

図表 8-3 バイオマス蒸気受入可能量（計画）

	年間使用蒸気量（t/年）	バイオマス蒸気受け入れ可能量（t/年） （max 全体の 60%）
旧ボイラ	43,000t/年	—
新ボイラ	43,000t/年（期待値） ＊現在データ蓄積中	25,800t/年(max) （左記期待値に基づく予測値）

9. 熱供給事業の運用計画検討

9.1 チップ供給計画

チップ供給は県北木材協同組合が担い、10トン車でチップ運搬を行う。運搬頻度は1日4回程度を想定している。チップ供給のトラブルが起これないよう、モニターでサイロの確認を適宜行う。チップ配送回数やボイラ運用面の課題等については次年度の実証試験で検証する。

9.2 灰処理計画

チップ消費量 11,000t/年の場合、灰分 1%として 110t/年（約 400kg/日）の灰が発生すると想定される。燃焼灰はチップボイラから灰コンテナに自動排出され、1日 2～3 回のコンテナ交換を予定している。ただし、灰がクリンカ状になる等によりかさが大きくなると予定量を貯留できなくなることから、交換回数が増えることになるため、次年度の実証運用で検証を行う。

灰コンテナについては、ボイラメーカーの既製品コンテナの容量は 1,100L だが、灰が充填されると非常に重くなり、交換時の負担が大きくなることが予想される。ただし、容量を小さくすると交換頻度が多くなり、運用コストがかかることになる。この点についても、次年度の実証運用において検証し、運用面・コスト面に配慮したコンテナ仕様を検討する。

図表 9-1 灰処理に関する計画

項目	内容	補足
灰発生量	110t/年（約 400kg/日）	想定
灰コンテナ仕様	容量 1,100L	既製品
灰コンテナ重量	コンテナ単体：約 100kg 灰も含めると：約 1t	想定
飛灰の排出	主灰と一緒にまとめて排出	
灰の温度	約 100℃	
灰交換頻度	2～3 回/日	溶融して溶岩状になるとさらに個数が増える可能性あり
灰コンテナ交換方法	チップ搬入時に交換	灰の発生量にもよるため実証運用において再度検討

9.3 CO₂削減量の検証

現状で想定している蒸気供給量は 25,800t/年であり、1,700kL 分の重油消費量に相当する。CO₂ 排出削減量に換算すると約 4,600t・CO₂/年となる。

ただし、併用する重油ボイラも更新時期であり今年度 1～2 月に新規ボイラを導入するため、重油削減量は現状よりも小さくなると想定される。また、蒸気供給量についても新規ボイラとの接続調整で再度検討を行うため、次年度実証運用で検証する。

図表 9-2 二酸化炭素排出削減量試算

項目	数値	備考
蒸気供給量	25,800t/年	想定(最大値)
重油消費削減量	1,700kL/年	想定
CO ₂ 排出係数	2.71kg・CO ₂ /L	重油
CO ₂ 排出削減量	約 4,600t・CO ₂ /年	

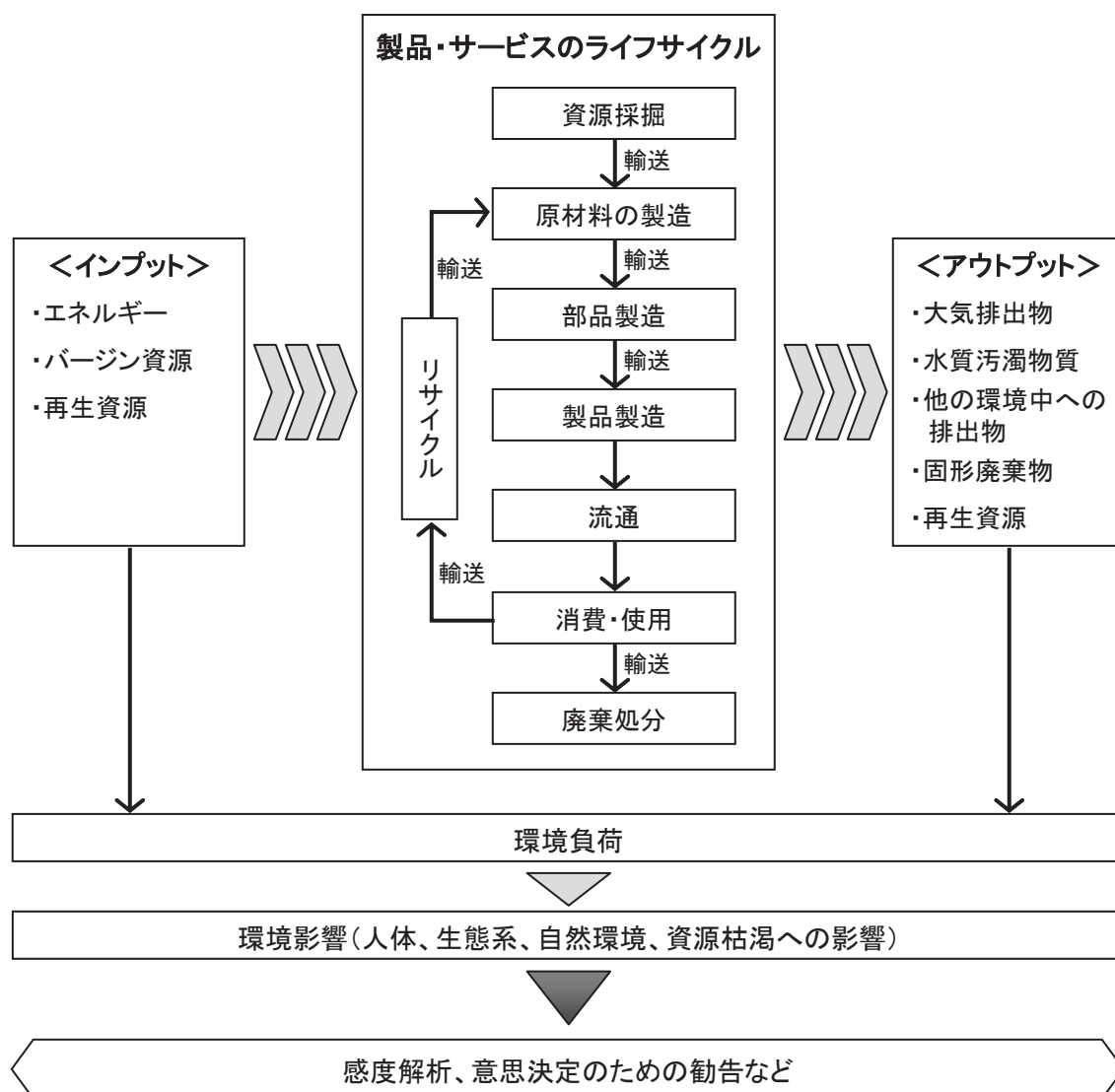
9.4 LCA 評価

本項では、燃料として供給するチップの LCA 評価を行う。

9.4.1 LCA の概念

LCA(ライフサイクルアセスメント)とは、製品・サービスがそのライフサイクル(原材料調達—設計・製造—流通—消費・使用—リサイクル—最終的な廃棄処分)において排出する環境負荷を定量的に推定・評価し、潜在的な環境影響を評価する手法である。

図表 9-3 LCA の概念



(参考: (株)森のエネルギー研究所 HP: 木質バイオマス LCA 評価事業に係る支援業務報告書より)

LCA を実施するにあたっては、評価する目的を明確にし、設定した評価範囲の各ステージにおける環境への影響を評価し、さらにその結果をもとに、環境への影響や改善点を検討する。LCA 評価はこのように段階的に行われ、地球温暖化や大気汚染などの項目ごとに、影響度を評価できる仕組みとなっている。

9.4.1 環境影響評価の方法

(1) 評価方法

環境への影響を評価する方法として、対象とする製品またはサービスのライフサイクルのある区間における、外部費用(社会コスト)や、温室効果ガス(GHG、Green House Gas)排出量を算出する方法がある。本事業では、評価する対象はチップの 1 製品のみであり、ライフサイクル区間ごとの環境影響度を評価することとなるため、GHG 排出量のみを算出する。

GHG 排出量は、インベントリ分析結果より得られた温室効果ガス(CO₂、CH₄、N₂O)の排出量に、IPCC 第 2 次報告書の 100 年値である GWP を乗じたものを足し合わせ、二酸化炭素換算量として温室効果ガス排出量(kg-CO₂eq)を算出する。

(2) 調査対象、条件及び方法

本事業における環境影響評価の調査対象、条件及び方法を示す。

図表 9-4 調査対象、条件及び方法

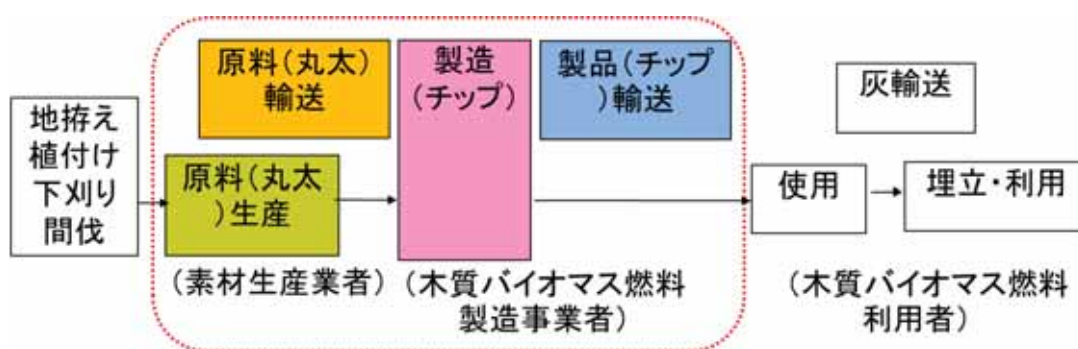
対象製品	木質チップ（製材端材）
機能単位	チップ 1t 相当分
調査期間	・素材生産：— ※業者により異なる ・チップ製造：H25 年度
データ収集法	既存事例調査、聞き取り調査
インベントリ分析法	積み上げ法
インベントリ分析用原単位	LCI データベース IDEA ver.1.04)
主な環境負荷物質	・資源消費－石炭、原油、天然ガス、ウラン ・大気圏排出物－CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O、NO _x (点源)、NO _x (線源)、SO _x 、ばいじん(点源)、ばいじん(線源)、炭化水素、As、Cd、Cr、Hg、Ni、Pb ・廃棄物－汚泥(埋立)、金属くず(埋立)、鉍さい(埋立)、土砂(埋立)
配分方法 ※	重量配分

※配分方法は重量配分と価値配分の 2 種類ある。評価対象範囲における環境負荷項目を製品重量で配分するか、金額で配分するかの違いである。本事業では、対象範囲における費用項目が複雑であるため、重量配分でのみ評価を実施することとし、各フォアグラウンドデータを製品生

産重量(チップ 1t)で配分した値を用いてインベントリ分析を行った。(重量配分と価値配分では両者の結果に差が出るため、環境影響値は両者の評価値の範囲にあるという見方をするのが一般的である。)

(3) システム境界

本調査における木質チップ LCA 評価のシステム境界を図表 9-5 の点線枠内に示す。システム境界は図表 9-5 に示すように、原材料製造から製品輸送までとする。詳細なシステム境界については、各該当項目で記載する。



図表 9-5 システム境界

(4) インベントリ分析原単位

インベントリ分析に使用する原単位を図表 9-6 に示す。原単位は、原則として LCI データベース IDEA ver.1.0 を使用した。

図表 9-6 インベントリ分析用原単位一覧

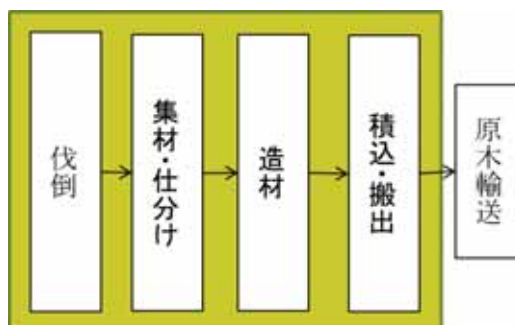
	軽油	購入電力	オイル	トラック輸 送(10ト ン)	チップー の刃	グリース
U(資源)	4.08E-10	2.03E-06	2.42E-07	1.83E-11	4.56E-06	6.79E-07
一般炭	1.48E-05	7.28E-02	4.77E-02	6.61E-07	4.01E-01	5.86E-02
原油(資源)	8.86E-01	3.38E-02	1.10E+00	0.039713	2.49E-01	9.64E-01
天然ガス	1.36E-02	9.99E-02	3.43E-02	6.10E-04	2.53E-01	0.106079
CO2	2.82E+00	5.36E-01	7.09E-01	1.26E-01	3.68E+00	1.09E+00
CH4	0.003156	0.000195	0.003953	0.000141	0.00198	0.005402
N2O	4.69E-05	4.6E-05	7.6E-05	2.1E-06	0.000129	0.000585
NOx	0.001003	0.000198	0.000516	1.09E-05	0.001178	0.00066
NOx(移動発生源)	3.36E-19	1.66E-15	4.03E-16	1.5E-20	3.93E-15	5.36E-14
SOx	0.000141	5.72E-05	0.000277	3.09E-05	0.000181	0.000259
ばいじん	8.98E-05	1.38E-06	3.26E-05	6.49E-09	0.000134	0.000141
PM10(移動発生源)	3.76E-21	1.86E-17	4.52E-18	6.68E-05	4.41E-17	6.01E-16
炭化水素	3.31E-07	6.11E-06	1.15E-05	0.000109	2.11E-05	1.76E-05
As	1.26E-12	6.24E-09	7.45E-10	5.63E-14	1.98E-08	2.12E-09
Cd	1.01E-13	5E-10	5.97E-11	4.51E-15	1.12E-09	1.67E-10
Cr	2.21E-12	1.1E-08	1.31E-09	9.92E-14	2.47E-08	3.68E-09
Hg	7.39E-06	7.3E-09	8.72E-10	6.58E-14	1.66E-08	2.45E-09
Ni	2.49E-12	1.24E-08	1.48E-09	1.12E-13	2.82E-08	4.15E-09
Pb	5.83E-12	2.89E-08	3.46E-09	2.61E-13	6.51E-08	9.7E-09

(参考:(独)産業技術総合研究所、(社)産業環境管理協会:
“LCI データベース IDEA ver.1.0” MiLCA ガイドブック)

9.4.2 木質チップの環境影響評価

(1) 原材料生産～原材料輸送

原材料生産においては、評価対象となる素材生産業者が複数存在し、フォアグラウンドデータをすべて集めることは難しいため、既存資料を参考として分析を行った。既存資料は、「木質バイオマス LCA 評価事業報告書」より国内 3 事業体の丸太製造データを参照し、伐採～搬出工程の範囲の数値を引用した。また、一部、今年度実施した林地残材収集試験の際のデータを活用し、搬出した材を輸送する工程においては、2 箇所の試験地からの平均距離を輸送距離とした。作業フローを図表 9-7 に示す。



図表 9-7 素材生産フロー

① 事業者の概要

「木質バイオマス LCA 評価事業報告書」で丸太生産評価を行っている素材生産業者 3 者について、概要を図表 9-8 に示す。本資料では、丸太製造における LCA 評価を行っており、3 事業者 4 施業地におけるデータを活用している。

図表 9-8 評価対象事業者概要（丸太）

	A 社	B 社	C 社（森林組合）
エリア	群馬県	山梨県	京都府
作業員数（人）	13	6	13
主な施業内容	皆伐、利用間伐	造林、利用間伐	利用間伐、造林、育林
平成 22 年度 年間素材生産量（m ³ ）	16,000	2,000	13,300
特徴	素材生産（間伐、皆伐）に特化した民間の林業事業者。高密度路網を作設し、プロセッサ、フォワーダ等の車両系機械を用いる。間伐方式は列状間伐及び定性間伐。	造林・育林や搬出間伐を行う民間の林業事業者。間伐方式は点状の定性間伐。主に従来型の林業機械を用いる。	地域の森林所有者と管理契約を結び提案型集約化施業を行う森林組合。ハーベスタ、フォワーダ等の車両系機械化システムを用いる。間伐方式は定性間伐。
写真	 	 	 

（参考：㈱森のエネルギー研究所 HP:木質バイオマス LCA 評価事業に係る支援業務報告書より）

県北木協那珂川工場に素材を搬入する事業者は、一部個人事業者もいるが、那珂川町周辺の３事業者が主である。作業システムは主に車両系林業機械を使用していることなどから、既存資料事例とも類似したものであると考えられる。

② LCA 評価の条件

伐採搬出データの基本事項を図表 9-9 に示す。それぞれの事業者において作業システムや施業地、データの取得期間は異なるが、それぞれで丸太生産量 1t あたりのエネルギー使用量を算出し、フォアグラウンドデータとして活用している。

図表 9-9 LCA 評価基本データ（原材料製造）

	A社(主伐)	A社(間伐)	B社	C社
① 施業内容	主伐	間伐	間伐	間伐
② 樹種	スギ ヒノキ	スギ ヒノキ	ヒノキ	スギ ヒノキ
③ データ取得期間	H22.3～H23.7	H21.11～H22.4	H22.3～10	H22年度(年間の全施業)
④ 面積(ha)	17	33	3	228
⑤ 集材方法	路網集材	路網集材	路網集材	路網集材
⑥ 作業システム	グラップル (作、伐、搬) チェーンソー (伐) プロセッサ (伐) フォワーダ (搬)	グラップル (作、伐、搬) チェーンソー (伐) プロセッサ (伐) フォワーダ (搬)	グラップル (作、伐、搬) チェーンソー (伐)	パワーショベル (作) グラップル (伐、搬) チェーンソー (伐) ハーベスター (伐) フォワーダ (搬)
⑦ 運材トラック	10tトラック	10tトラック	4tトラック	10tトラック 4tトラック
⑧ 平均輸送距離(km)	13	49	16	30
⑨ 出荷材積(m³)	3,300	2,700	100	13,200

作:作業路開設、伐:伐倒・造材、搬:搬出

(参考: ㈱森のエネルギー研究所 HP: 木質バイオマス LCA 評価事業に係る支援業務報告書より)

また、原材料輸送に係る基本データについて、図表 9-10 に示す。今年度、林地残材集材試験を実施した２か所の試験地から県北木協協同組合までの距離を算出し、平均値を LCA 評価における輸送距離とした。

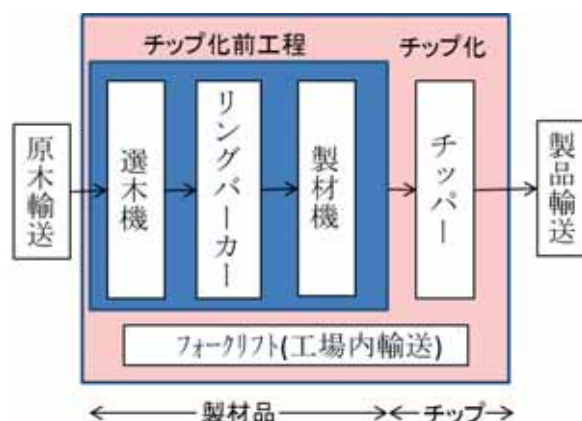
図表 9-10 LCA 評価基本データ（原材料輸送）

輸送距離	27.1 km (平均)
那須町森林組合試験地	那珂川町大和須(県北木協から 32.1 km)
那須南森林組合試験地	那須烏山市大沢(県北木協から 22.1 km)
輸送車両 ※	10tトラック

※輸送車両に関しては、各事業者が通常使用する重量の車両を選定した。

(2) 製品製造～製品輸送

本事業におけるチップ供給は、県北木材協同組合が担い、那珂川工場からの出荷を実施する。本事業体では、周辺の素材生産業者からの原木供給により、製材工場にて製材を行い、端材を利用してチップを製造している。



図表 9-11 チップ製造フロー

① 事業者の概要

チップ製造事業者は、県北木材協同組合である。県北木材協同組合にて、搬入された原木を選木し、皮むきの工程を経て製材機に投入される。製材機は 3m 用と 4m 用があり、両方のラインで発生する端材がコンベアでチップパーに自動的に投入される工程となっている。

② LCA 評価の条件

チップ製造に係る評価条件について図表 9-12 に示す。製品輸送に関しては、現状での想定車両(10t 車)を採用した。

図表 9-12 LCA 評価の条件

評価対象期間	平成25年度
評価対象製品	チップ（皮なし）
LCA 評価	重量配分による
チップ原材料	製材端材(スギ、ヒノキ) ※皮なし
原材料輸送方法	トラック輸送(10t)
チップ化工程	製材ライン後尾に設置のチップパーによる
製品輸送方法	トラック輸送(10t)
製品水分	50%
製品低位発熱量	8,447 kJ/kg（想定）

(3) フォアグラウンドデータ

素材生産工程における丸太 1t あたりのフォアグラウンドデータを図表 9-13 に、原材料輸送、製品製造におけるチップ 1t あたりのフォアグラウンドデータを図表 9-14 に、製品輸送におけるフォアグラウンドデータを図表 9-15 に示す。

図表 9-13 原木製造工程におけるフォアグラウンドデータ

分類		単位	量
インプット	伐採搬出 混合ガソリン	L	2.96E-01
	軽油	L	7.56E+00
	グリース	L	1.43E-01
アウトプット	丸太	t	1.00E+00

図表 9-14 製品製造工程におけるフォアグラウンドデータ

工程		項目	単位	量(t当たり)	量(GJ当たり)
インプット	原材料製造	丸太	t	3.50E-01	4.15E-08
	原材料輸送	丸太輸送 10tトラック	t・km	9.49E+00	1.12E-06
製品製造	チップ化前工程	選木機	購入電力 kWh	2.42E+00	2.86E-07
		リングバーカー	購入電力 kWh	6.93E+00	8.21E-07
	製材	製材機	購入電力 kWh	3.78E+01	4.48E-06
		チップ化	購入電力 kWh	1.56E+01	1.85E-06
	チップ化	チップパー	購入電力 kWh	1.56E+01	1.85E-06
		チップパーの刃	kg	2.23E-01	2.64E-08
	全体の消耗品等	グリース	L	1.13E-04	1.34E-11
		潤滑油	オイル L	1.88E-02	2.23E-09
	工場内輸送	フォークリフト	軽油 L	8.29E-01	9.81E-08
		チップ	t	1.00E+00	1.18E-07
アウトプット		チップ	t	1.00E+00	1.18E-07

図表 9-15 製品輸送工程におけるフォアグラウンドデータ

工程		項目	単位	量(t当たり)	量(GJ当たり)
インプット	チップ輸送	軽油 10tトラック	L	8.46E-03	1.00E-09
アウトプット		チップ	t	1.00E+00	1.18E-07

(4) インベントリ分析

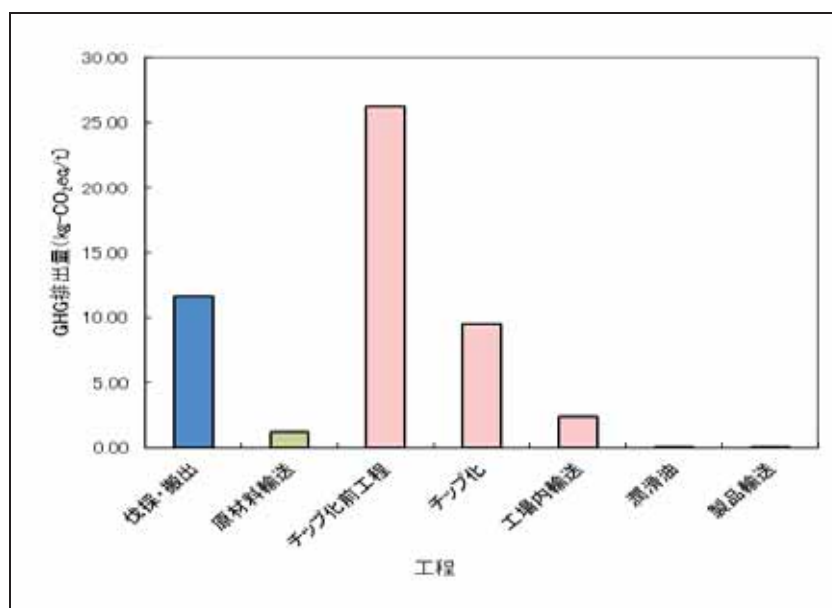
原単位とフォアグラウンドデータを掛け合わせることで、資源の消費量と環境負荷量を算出することが出来る。図表 9-16 にその結果を工程ごとに示した。

図表 9-16 インベントリ分析（重量配分）

区分	環境負荷項目	単位	原材料製造	原材料輸送	製品製造	製品輸送	合計
資源消費	ウラン	kg	1.49E-09	2.06E-17	1.52E-11	1.83E-20	1.51E-09
	一般炭	kg	1.18E-02	7.43E-13	5.52E-07	6.62E-16	1.18E-02
	原油	kg	4.63E+00	4.46E-08	3.47E-07	3.98E-11	4.63E+00
	天然ガス	kg	8.30E-02	6.85E-10	7.51E-07	6.11E-13	8.30E-02
大気圏排出物	CO ₂	kg	1.44E+01	1.42E-07	4.36E-06	1.27E-10	1.44E+01
	CH ₄	kg	1.68E-02	1.59E-10	1.82E-09	1.42E-13	1.68E-02
	N ₂ O	kg	2.38E-04	2.36E-12	3.50E-10	2.10E-15	2.38E-04
	NO _x	kg	5.05E-03	1.23E-11	1.60E-09	1.09E-14	5.05E-03
	NO _x (線源)	kg	5.60E-05	1.69E-26	1.25E-20	1.51E-29	5.60E-05
	SO _x	kg	1.20E-03	3.47E-11	4.44E-10	3.10E-14	1.20E-03
	ばいじん	kg	4.57E-04	7.29E-15	2.27E-11	6.50E-18	4.57E-04
	ばいじん(線源)	kg	0.00E+00	7.51E-11	1.40E-22	6.69E-14	7.51E-11
	炭化水素	kg	4.10E-05	1.23E-10	4.60E-11	1.10E-13	4.10E-05
	As	kg	1.07E-12	6.32E-20	4.69E-14	5.64E-23	1.12E-12
	Cd	kg	2.06E-23	5.07E-21	3.75E-15	4.52E-24	3.75E-15
	Cr	kg	5.25E-22	1.11E-19	8.24E-14	9.94E-23	8.24E-14
	Hg	kg	5.08E-19	7.40E-20	7.80E-13	6.60E-23	7.80E-13
	Ni	kg	1.55E-21	1.25E-19	9.28E-14	1.12E-22	9.28E-14
	Pb	kg	9.68E-13	2.93E-19	2.17E-13	2.62E-22	1.18E-12
廃棄物	埋立廃棄物	kg					
	汚泥(埋立)	kg	3.13E-04	5.66E-14	4.98E-09	5.04E-17	3.13E-04
	金属くず(埋立)	kg	8.06E-04	3.54E-14	3.11E-09	3.15E-17	8.06E-04
	鉱さい(埋立)	kg	1.21E-16	3.72E-18	3.05E-12	3.32E-21	3.05E-12
	土砂(埋立)	kg	3.09E-04	1.67E-14	2.34E-12	1.49E-17	3.09E-04

(5) チップの GHG 排出量

チップの温室効果ガス排出量を図表 9-17 に示す。チップパーに投入される前の選木機～製材の工程で最も環境負荷が大きい結果となった。



	伐採	搬出	原材料輸送	製品製造※2	製品輸送
GHG 排出量※1 (kg-CO2eq)	11.593	3.274	1.298	39.589	0.001

※1:CO₂、CH₄、N₂O の排出量 ※2:工場内輸送、潤滑油を含む

図表 9-17 工程別のチップの GHG 排出量

9.4.3 まとめ

図表 9-17 に示すように、チップ化前処理からチップ化の工程で、約 39kg-CO₂eq の温室効果ガスが排出される。チップパーに投入される前の選木機から製材の工程が比較的長いため、環境負荷が大きくなっていることがわかる。

10. 熱供給契約方法の検討

10.1 蒸気供給に関して

蒸気需要先である事業者とのエネルギー供給における基本契約内容、役務区分、蒸気販売単価等について協議を行った。基本契約内容の検討項目を図表 10-1、図表 10-2 に示す。設備導入費、燃料費、維持管理費等の費用についてはエネルギー供給事業者となる那珂川バイオマスが負担するが、現場でのボイラ運転管理や資格者の配置は需要者側で負担する方法とし、役務区分や必要経費について検討を行っている。その際、運転管理について需要側の通常業務範囲ではなく委託費を支払う場合、その分蒸気単価も上がってしまうことが課題のひとつとなる。

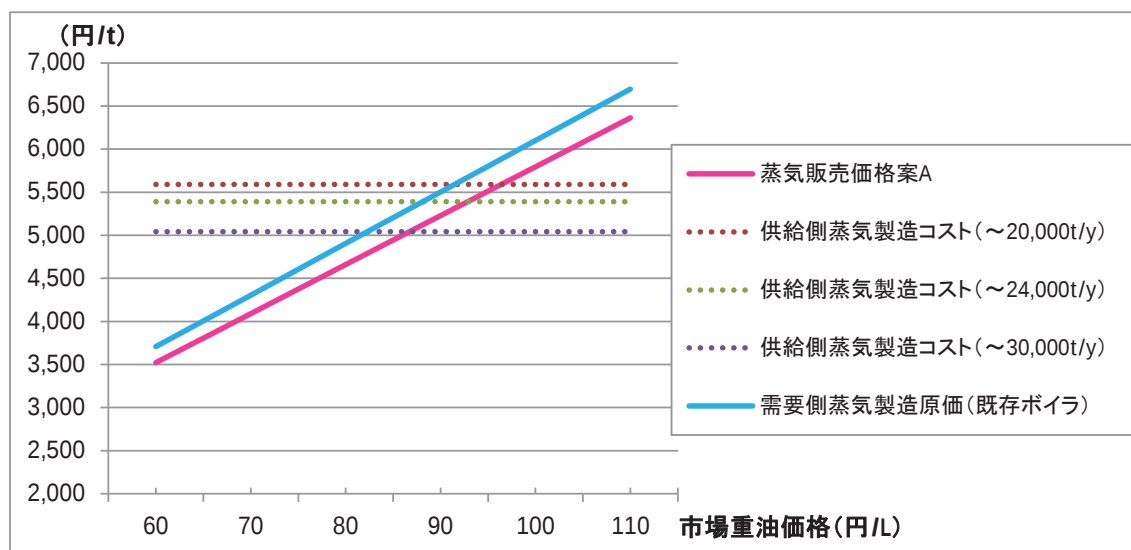
蒸気販売単価については、需要側での現在の蒸気製造原価とチップボイラによる蒸気供給コストをもとに、両者にとってメリットのある価格算定式について協議を行っている。需要側蒸気製造原価よりも一定割合のメリットを持たせた価格設定の考え方を図表 10-3 に示す。この考え方であれば、需要側は常に一定のメリットを享受することができる。供給側としては、蒸気販売価格が蒸気製造コストを下回ると赤字になるため、メリットの割合設定または運用面での改善が必要となる。蒸気製造コストを低減させる方法として、原料調達コストの低減化やボイラ運転の効率化等が考えられる。また、現状では蒸気供給量が確定していないが、需要側の受入可能量によって採算性は大きく左右されるため、より多くの蒸気を供給できるよう実証試験において検証を行う。

図表 10-1 基本契約内容の検討項目

	項目	概要
1	契約期間	契約期間、更新期間
2	エネルギー供給条件	蒸気条件（供給圧力、飽和蒸気）
3	エネルギー供給設備	設置場所、費用負担者の明記、設置工事留意事項、契約終了後の設備の取り扱い
4	熱エネルギーの引渡し	流量計の設置場所、熱エネルギー引渡し時の損害負担範囲
5	販売価格	販売価格算定式（明記の必要性について要検討）、基準とする A 重油価格
6	支払条件	使用量の報告日、振込日、支払遅延の場合の対応
7	ボイラ管理	運転管理の委託費用、請求日、支払日
8	一般条項	機密の取扱、不可抗力、停止条件、解除権、紛争の解決

図表 10-2 役務区分の概要

	項目	概要
1	人員配置及び有資格者	ボイラ 1 級技士・運転管理者の配置、燃料投入・灰処理等の人員手配等
2	施設の運転員教育	運転マニュアルの作成、運転管理者教育等
3	運転管理・維持管理	許認可届出、安全衛生管理体制、環境保全、防火管理、緊急対応、見学者対応、住民対応等
4	蒸気ボイラ設備	運転管理体制、運転計画、点検・検査、敷地内の除雪、排水設備維持管理等
5	損害及びリスク分担	損害賠償、各種保険契約等
6	法令変更、不可抗力	費用負担、損害負担等



※蒸気販売価格案 A：既存の需要側蒸気製造原価よりも一定割合のメリットを持たせた価格設定

※供給側蒸気製造コスト：設備導入費、チップ代、電気代等のユーティリティ費、保守点検費等をもとに算定したチップボイラによる蒸気製造コスト。供給する蒸気量によって異なる（括弧の数字は年間の蒸気供給量）。

※需要側蒸気製造原価：併用して運転する重油焚ボイラで製造する蒸気原価であり、需要側としてはこの価格よりも低い単価でなければチップボイラからの蒸気を購入するメリットはない。

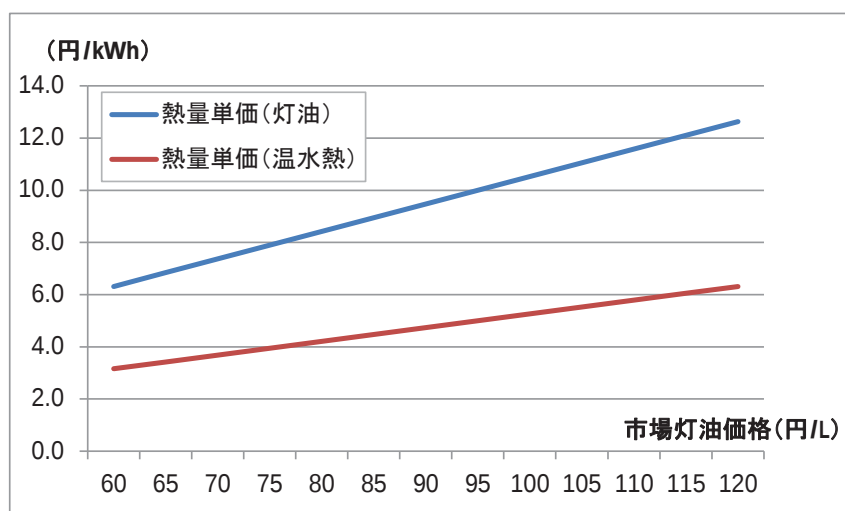
図表 10-3 重油価格と蒸気販売量の変動に応じた蒸気単価設定イメージ

10.2 温水熱供給に関して

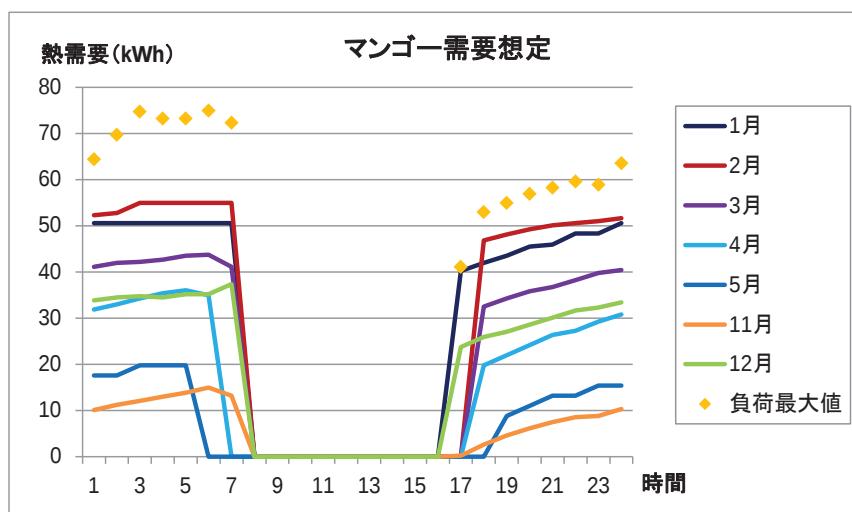
農業ハウス等への温水熱供給については、重油または灯油の市場価格に対して割引率を乗じた熱量単価を設定する方法で検討している。灯油価格を基準とした場合の考え方を図表

10-4 に示す。農業事業者側からは、既存の燃料価格の半分以下の価格設定が要望されている。仮に、灯油価格の 50%引き価格を販売単価として設定した場合、直近計画のマンゴー栽培とナス栽培について熱需要を 180,820kWh/年と仮定すると、灯油価格 100 円/L のとき熱供給事業としては年間 952 千円の収入となる。需要想定を図表 10-5、図表 10-6、灯油価格別の収入試算を図表 10-7 に示す。ここには配管敷設や熱量計設置等の費用は考慮していないが、蒸気供給を主事業とし、農業への熱供給は収益のみではなく過疎地域での新たな雇用や地域活性化を目指したものであることから、温水熱供給の価格は熱供給事業の収益性が低くても農業事業者が参入しやすい設定にする必要があると考えている。

また、4,000kW のチップボイラからの温水熱供給可能量は 1,000kW 程度と想定されるため、次年度の実証試験でメリットのある取引条件を検証し、需要拡大につなげたい。

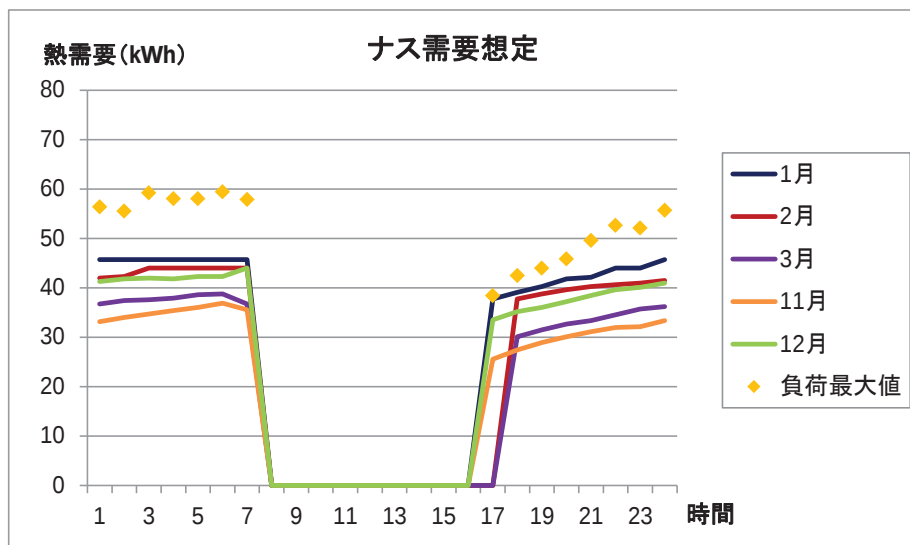


図表 10-4 灯油価格の変動に応じた熱量単価



※ハウス仕様、設定温度、外気温をもとに月別の熱需要変動を推計

図表 10-5 直近計画のマンゴー栽培熱需要想定



※ハウス仕様、設定温度、外気温をもとに月別の熱需要変動を推計

図表 10-6 直近計画のナス栽培熱需要想定

図表 10-7 灯油価格別の収入試算結果

灯油価格 (円/L)	60	70	80	90	100
マンゴー (95,645kWh/年)	302	352	403	453	503
ナス (85,175kWh/年)	269	314	359	403	448
熱供給事業収入計 (千円/年)	571	666	761	857	952

11. 今年度のまとめ

木材のマテリアル段階とエネルギー段階のカスケード利用による木質資源のフル活用を実現するため、地域資源を活用した熱供給事業の構築を目指し、今年度は「小規模熱供給試験」「チップボイラの導入工事」「低質材調達から蒸気供給まで一連の実証運用」「チップボイラ導入施設周辺エリアの熱利用施設整備」の4項目について調査・実証試験・計画検討等を行った。

小規模熱供給試験については、昨年度より、チップボイラからウナギ養殖施設および農業ハウスへ熱供給配管を接続し、各施設での温度管理状況や生育条件、チップボイラからの熱供給量を測定する試験を行っており、今年度は冬期の熱供給量を測定し、熱供給に関する設計に反映させることを目指して試験を実施した。また、チップボイラからの温水を利用した養殖試験を行うことで運用課題を整理し、新規チップボイラ導入周辺エリアでの事業化計画検討を行った。今回の試験により、ウナギ 1t クラスの養殖では熱需要のピークが 80kW 程度、年間総熱需要の推計値は 77,161kWh (277,780MJ/年) となった。ただし、濾過槽の大きさやウナギの状態により水交換頻度や水交換量が変わるため、個別事業者の生産管理条件をもとに需要予測を行う必要がある。運用面としては、基本的にチップボイラからの温水熱利用することは問題なかったが、冬季の故障で長期間ボイラが停止したため水槽温度が大幅に低下した。長期間の水槽温度低下はウナギの成長に影響を与え、出荷のタイミングのずれや養殖期間が長くなることでコスト増の原因にもなるため、バックアップボイラは必ず設置した方がよいことが明らかとなった。

チップボイラの導入工事については、現状は概ね順調に進んでいるが、工事直前にチップボイラ設置場所は埋蔵文化財包蔵地に該当することが判明し、試掘調査を実施することとなった。結果としては「遺構・遺物なし」だったため工事を進めることができたが、試掘調査実施により工事着工が1ヶ月半遅れた。今年度は建屋工事とボイラ据付の一部が終了し、次年度6月より試運転を開始する予定である。

低質材調達から蒸気供給まで一連の実証運用については、着工遅れにより運用試験は次年度に延期となったが、低質材調達試験、需要側における化石燃料ボイラとの接続検討、熱供給事業の運用計画検討、熱供給契約方法の検討を行った。

低質材調達計画については、集材試験を行い、搬出材積あたりに発生する枝葉や梢端部、根元部の発生量を明らかにし、実測データをもとにした那珂川地域での森林バイオマス利用可能量の推計を行った。試験の結果、スギの場合、森林バイオマス発生量は素材 1m³ 搬出時に 0.38t (水分 45%) 発生するという結果となった。現状の那珂川地域で流通している素材材積は 21,738m³ のため、それらに付随して 8,260t の森林バイオマスが発生していることになる。本事業で想定している燃料消費量と比較すると、熱量比で 7 割程度を賄える量となる。車両搭載型高性能破碎機の試験では、枝葉や長尺の端材であれば効率的にチップ化できたものの、大径短尺の根元部ではうまくチップ化できない場合があることが分かった。

また、森林バイオマスの効率的な利用のために山土場でのチップ化も実施し、工場でのチップ化と比較すると山土場でのチップ化は車体安定性が低く、非効率であることが示唆された。

需要側における化石燃料ボイラとの接続検討については、需要側で併用する重油ボイラは更新のため、今年度2月から3月にかけて設置工事が行われ、新規ボイラでの蒸気受入可能量を算定したところ、需要側からは最大25,800t/年という数字が提示された。試運転は平成27年6月を予定しているため、試運転時に接続調整を行い、また実際の蒸気受入量については次年度の実証試験で検証を行う。

熱供給事業の運用計画検討については、チップ供給計画、灰処理計画、CO₂排出削減量の推計、LCA評価を行った。チップ供給計画（チップ消費量11,000t/年予定）及び灰処理計画（灰発生量110t/年、約400kg/日想定）については、次年度の実証試験で計画の検証を行う。CO₂排出削減量については、現状で想定される蒸気供給量をもとに試算を行った場合、約1,700kL/年分の重油を削減することができ、約4,600t-CO₂/年の削減となる。LCA評価については、今年度は運用試験による実データはなかったため、一般的な数値と製材工場での設備仕様等をもとにGHG排出量を算出した。伐採からチップボイラまでの輸送でGHG排出量は55.755kg-CO₂eqとなった。

熱供給契約方法の検討については、蒸気需要先である事業者とのエネルギー供給における基本契約内容、役務区分、蒸気販売単価等について協議を行った。設備導入費、燃料費、維持管理費等の費用についてはエネルギー供給事業者となる那珂川バイオマスが負担するが、現場でのボイラ運転管理や資格者の配置は需要者側で負担する方法とし、役務区分や必要経費について検討を行っている。蒸気販売単価については、需要側蒸気製造原価よりも一定割合のメリットを持たせた価格設定の考え方とし、重油の市場価格の変動を考慮する。温水熱供給については、重油または灯油の市場価格に対して割引率を乗じた熱量単価を設定する方法で検討している。

チップボイラ導入施設周辺エリアの熱利用施設整備については、チップボイラ導入周辺エリア（松野地区）での農業熱利用に関して、熱利用予定事業者を中心に、将来構想と直近計画を策定した。直近の計画としては、チップボイラ導入場所の南側に鉄骨ハウス1棟（マンゴー）、パイプハウス1棟（ナス）を建設予定である。ハウス建設は3月中旬から1ヶ月程度、マンゴーとナスの加温は11月頃から始まる予定である。土地の取得については、地元住民への説明会等を行い、本計画への賛同を得ることができ、チップボイラ導入場所の南北の土地について賃借契約を締結した。土地利用に関する法令関係について町や県に確認を行ったところ、計画地域は第一種農地であることから、ウナギ養殖施設の建設は非常に難しいことが明らかとなった。現状では特例措置も適用されず、ウナギ養殖については本計画地での事業化は当分見送ることとなった。

平成27年6月よりチップボイラの試運転を開始する。今年度の検討結果や課題認識を踏まえ、実際の運用を通じて熱供給事業のスキームを構築する。実証試験の検証内容を図表11-1に示す。

図表 11-1 次年度の実証課題

運用区分	目的	検証内容（案）
燃料調達	燃料調達価格の検証と 原料コスト低減化	・ 森林バイオマス発生量追加調査 ・ 集材コスト分析 ・ 那珂川地域における低コスト集材システム検討
チップボイラ運用	運用計画の見直し	・ チップ消費量 ・ チップ運搬の効率化 ・ 灰発生量 ・ 灰コンテナの仕様 ・ 灰コンテナ交換頻度や交換方法
エネルギー供給 （製造業向け蒸気供給）	エネルギー供給契約に おける取引条件の検証	・ 蒸気供給量 ・ 供給側のランニングコスト（電気代、チップ消費量、維持管理費等） ・ 需要側の重油による蒸気製造コスト ・ 蒸気販売価格設定の妥当性 ・ 運用面の課題
エネルギー供給 （農業向け温水供給）	エネルギー供給契約に おける取引条件の検証 と将来構想見直し	・ 熱利用量 ・ 供給側のランニングコスト（電気代、チップ消費量、維持管理費等） ・ 熱販売価格設定の妥当性 ・ 運用面の課題

別添資料

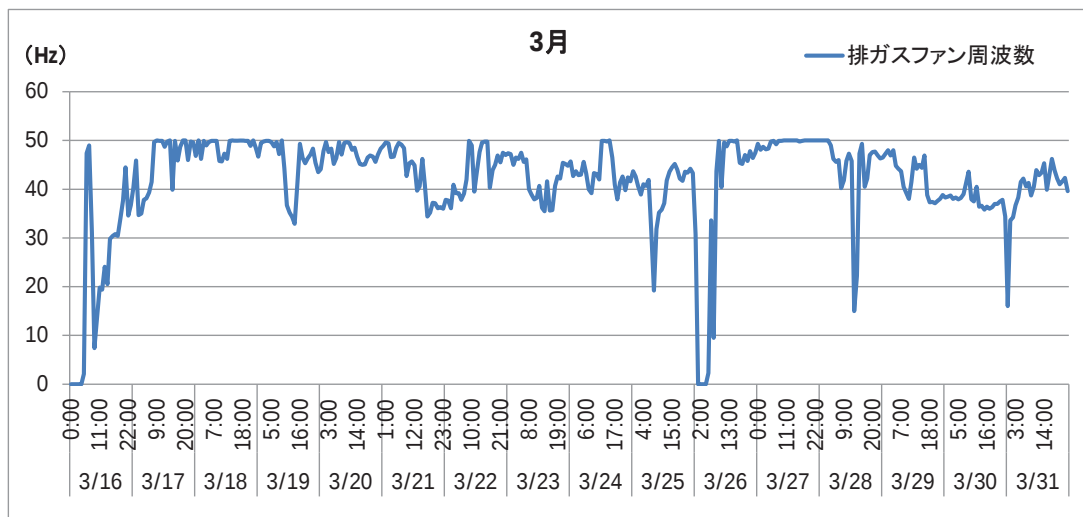
資料① 小規模熱供給試験データ

資料② 熱供給事業の基本契約検討状況（基本契約書、役務区分）

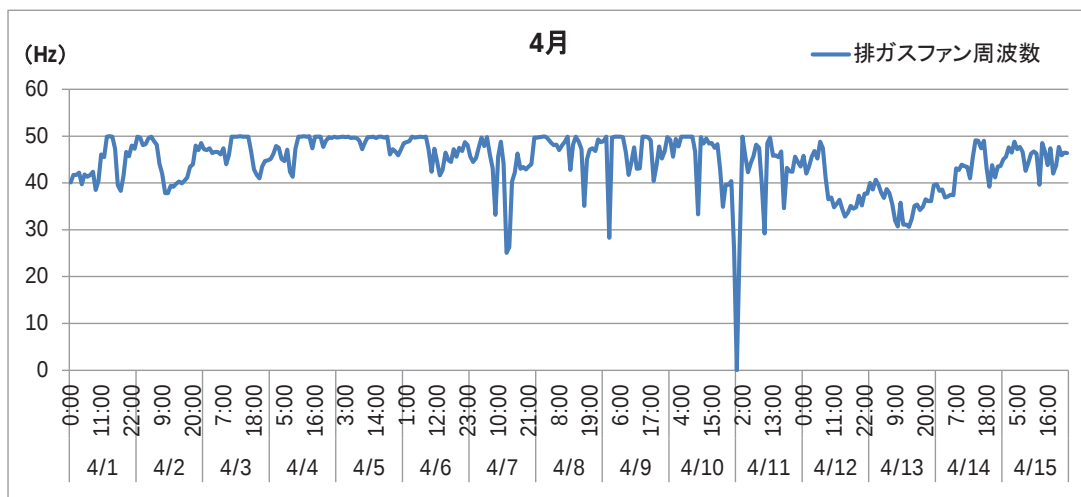
資料①

小規模熱供給試験におけるチップボイラ運転状況（排ガスファン速度）を図表①-1～図表①-19に示す。排ガスファンが止まっている期間はチップボイラが停止している期間を示している。

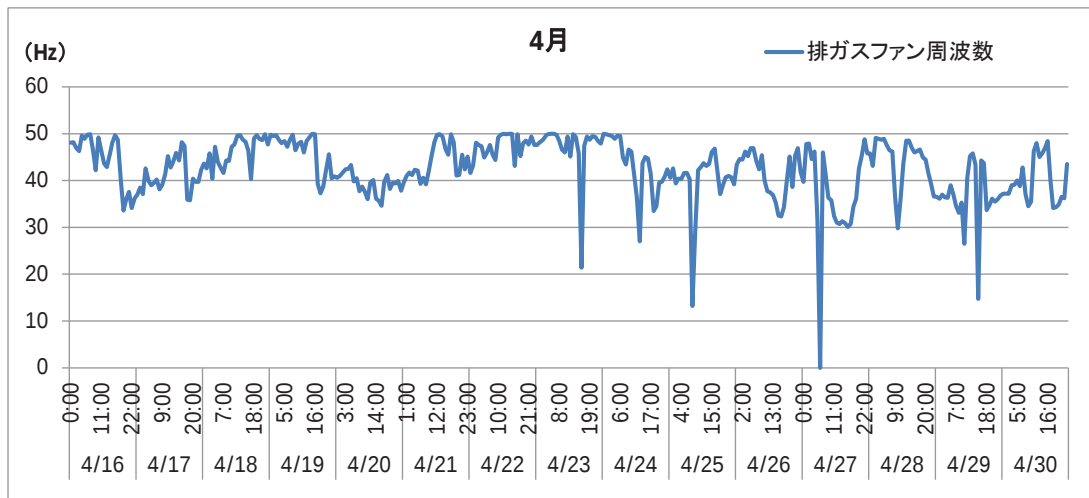
図表①-1 ボイラ運転状況（3月後半）



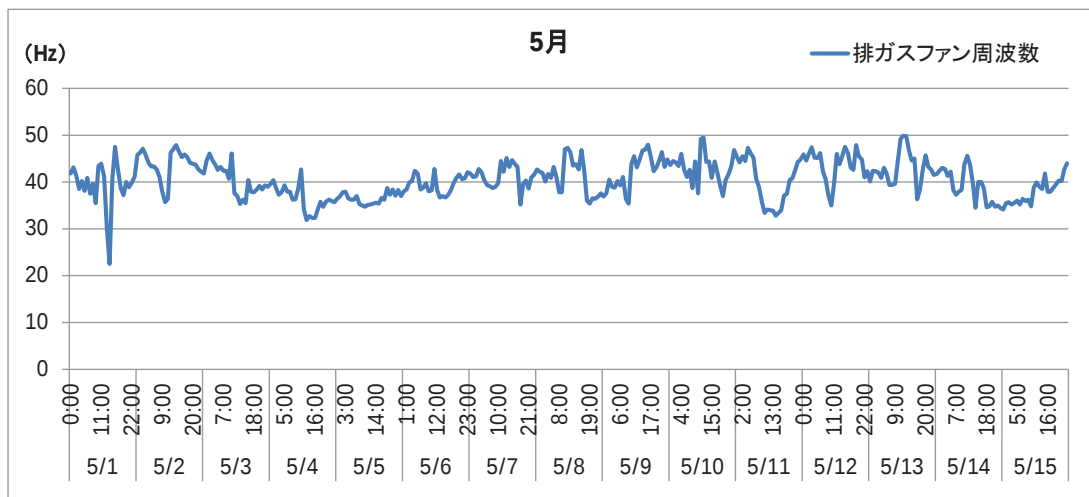
図表①-2 ボイラ運転状況（4月前半）



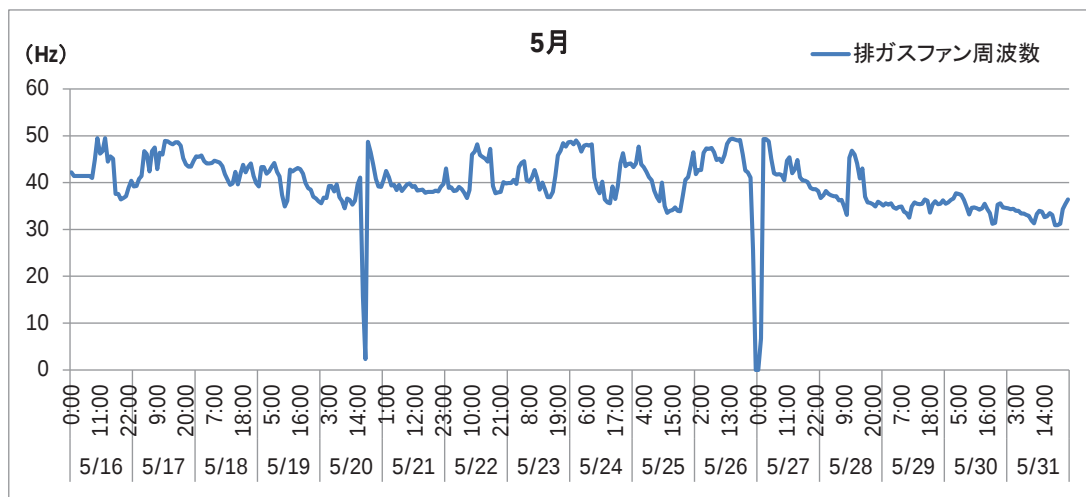
図表①-3 ボイラ運転状況（4月後半）



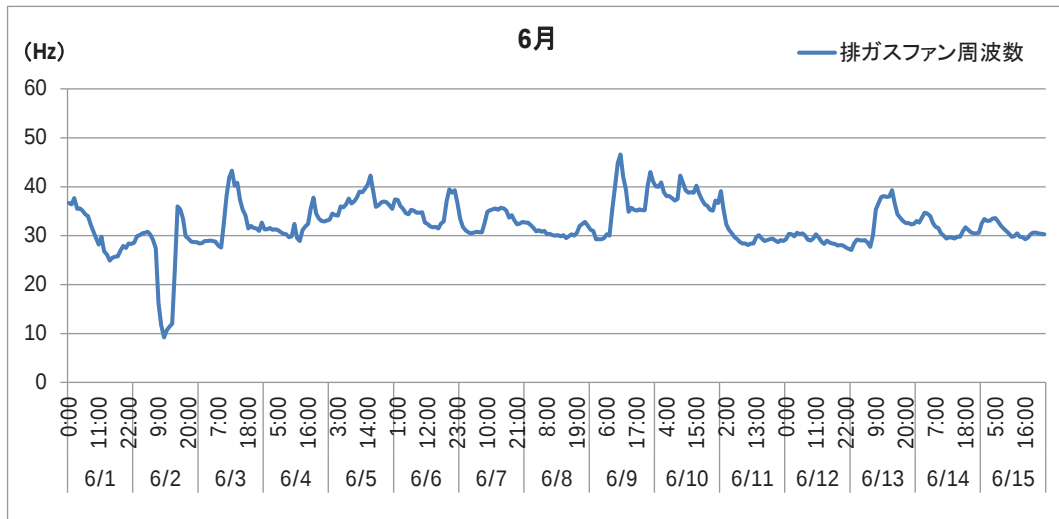
図表①-4 ボイラ運転状況（5月前半）



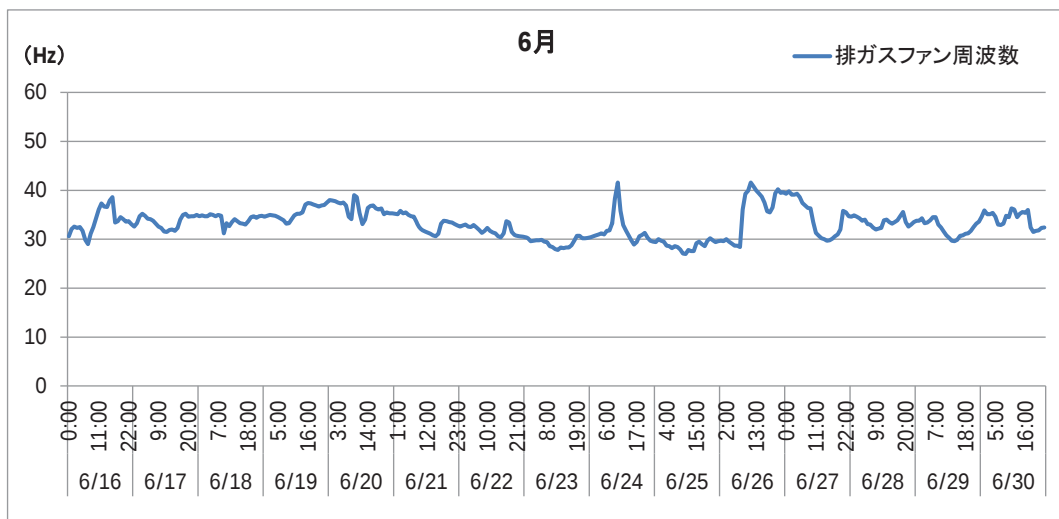
図表①-5 ボイラ運転状況（5月後半）



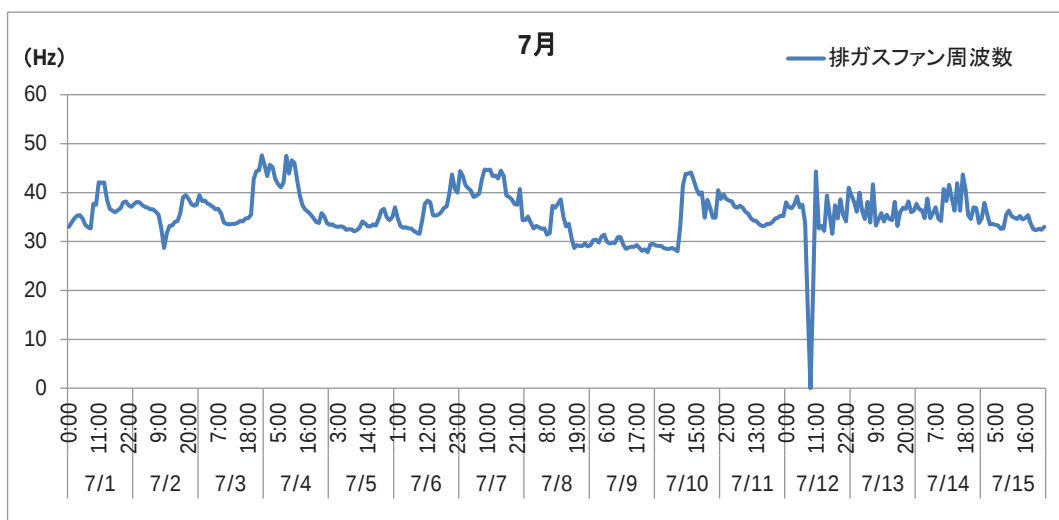
図表①-6 ボイラ運転状況（6 月前半）



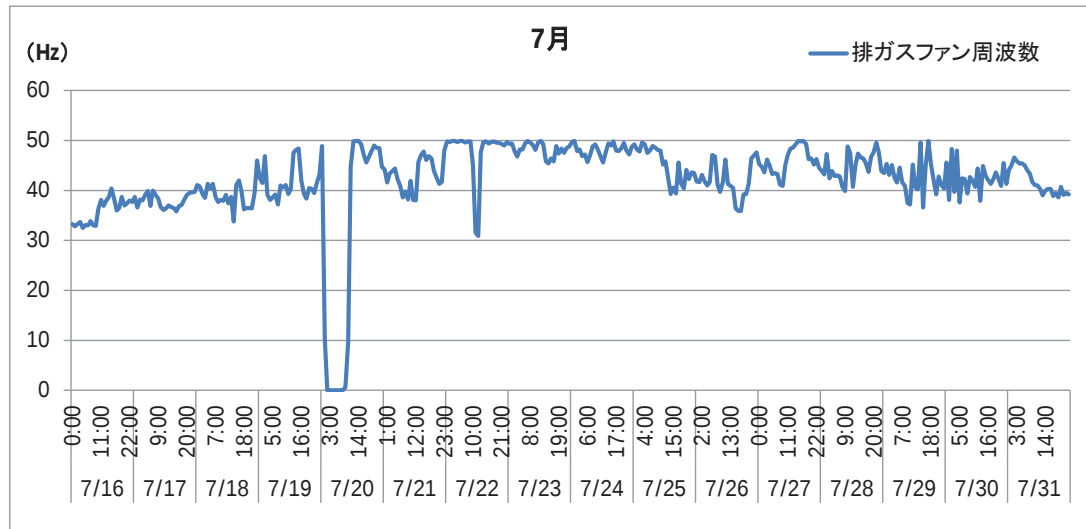
図表①-7 ボイラ運転状況（6 月後半）



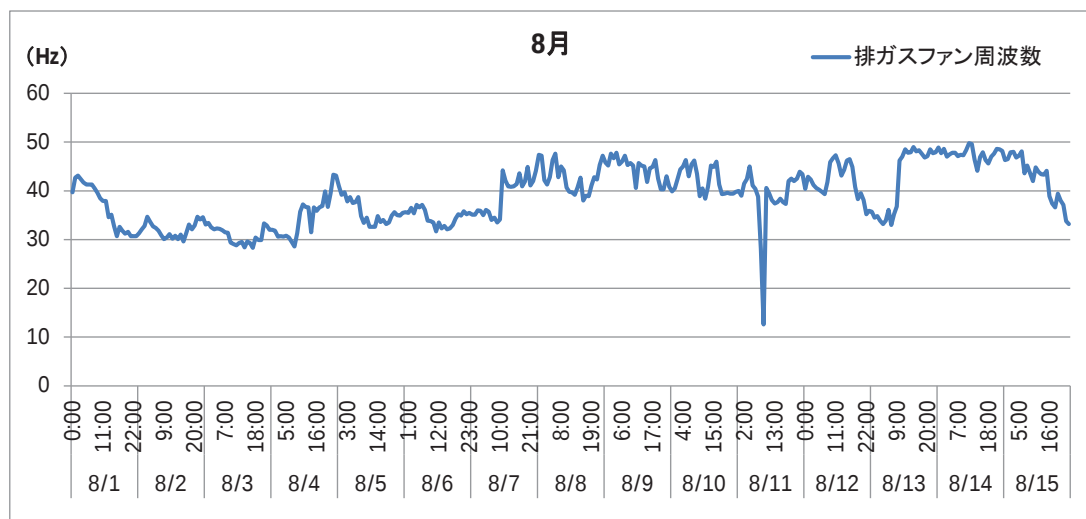
図表①-8 ボイラ運転状況（7 月前半）



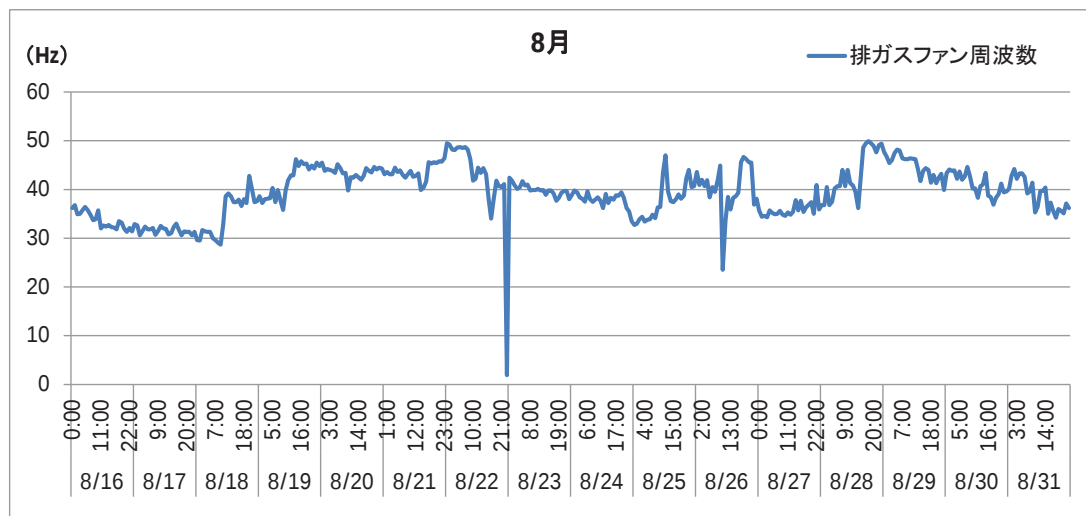
図表①-9 ボイラ運転状況（7月後半）



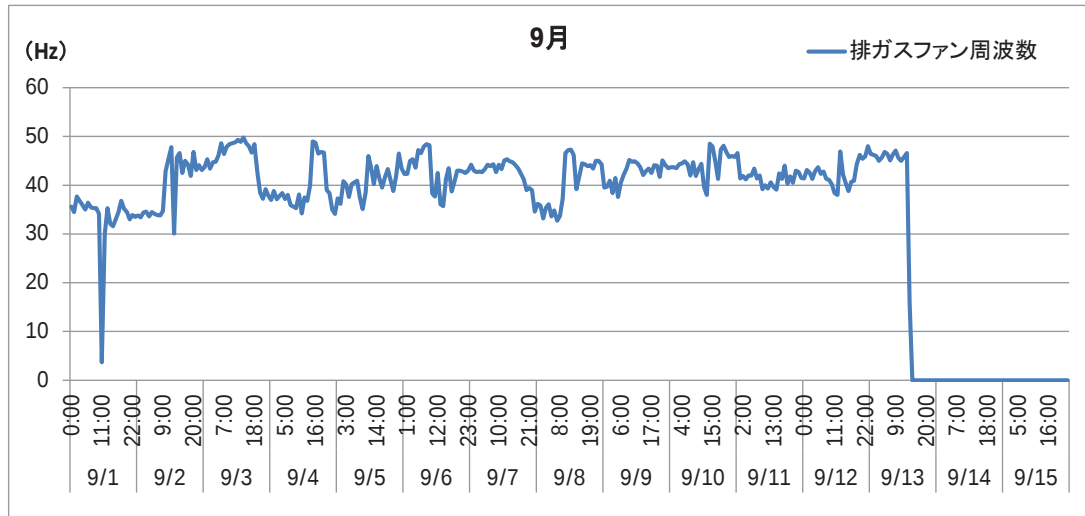
図表①-10 ボイラ運転状況（8月前半）



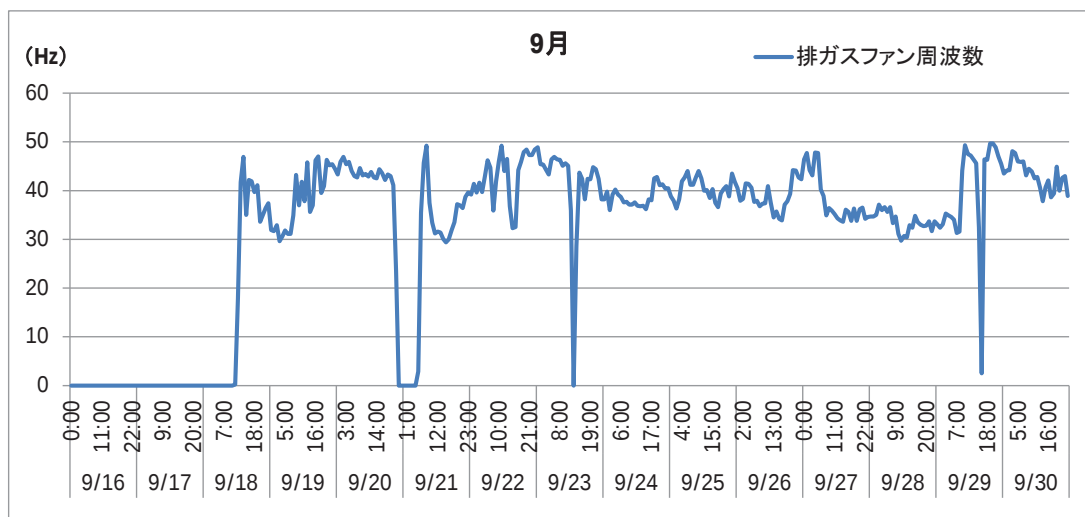
図表①-11 ボイラ運転状況（8月後半）



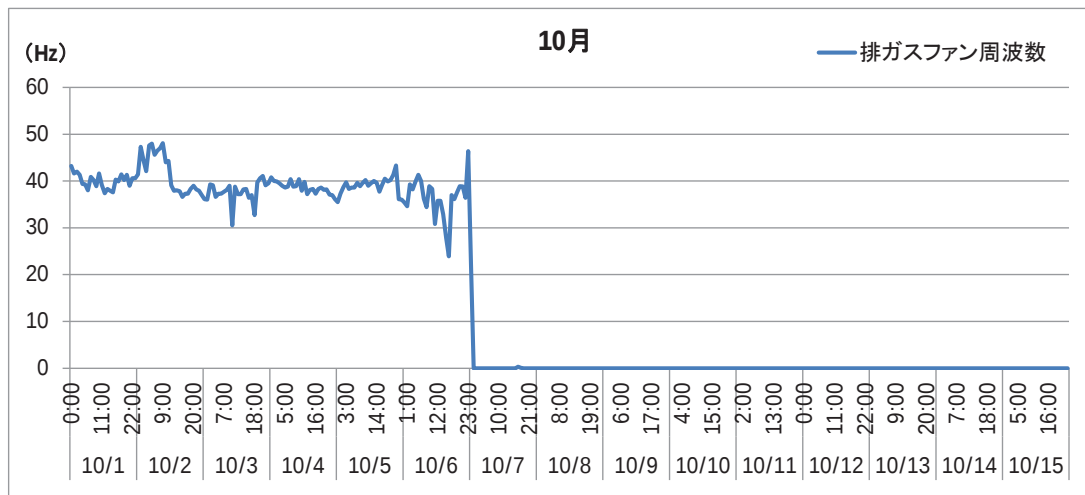
図表①-12 ボイラ運転状況（9 月前半）



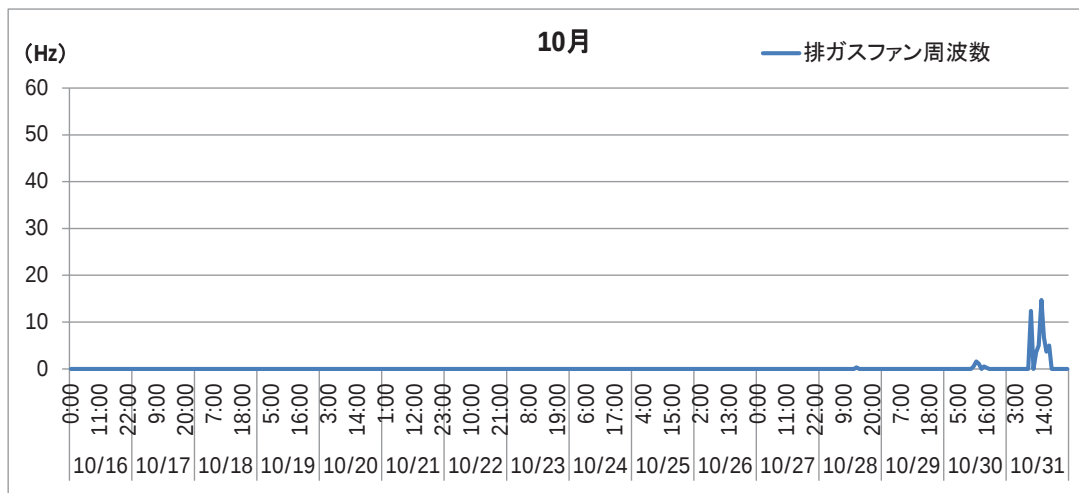
図表①-13 ボイラ運転状況（9 月後半）



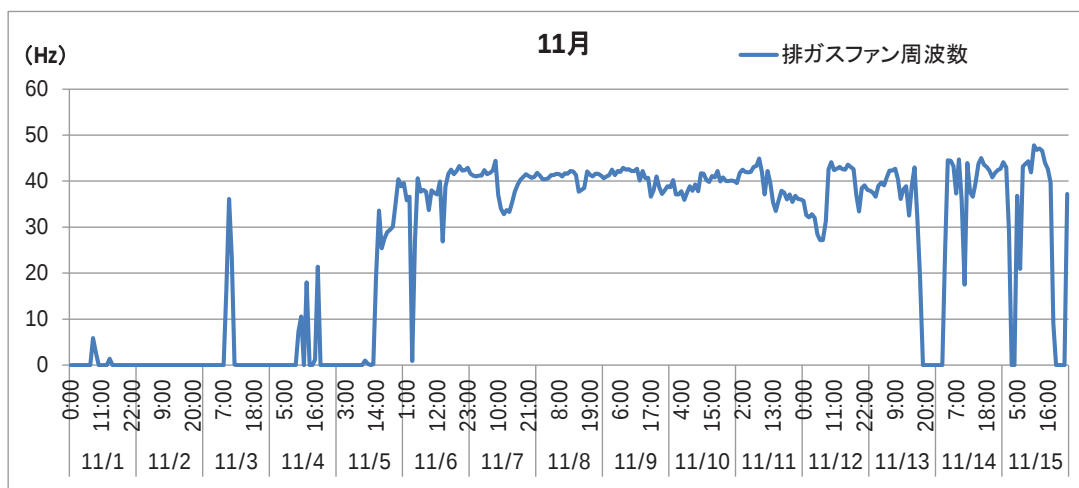
図表①-14 ボイラ運転状況（10 月前半）



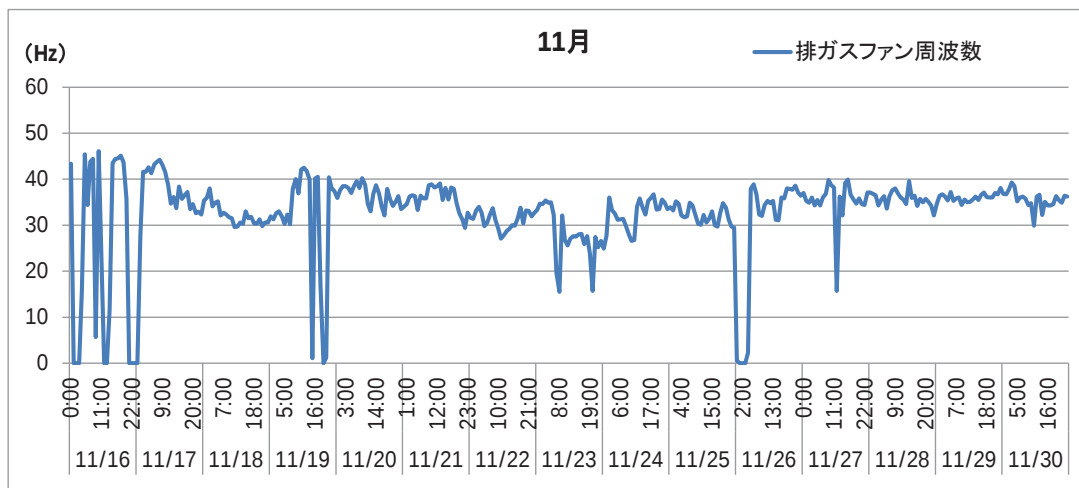
図表①-15 ボイラ運転状況 (10 月後半)



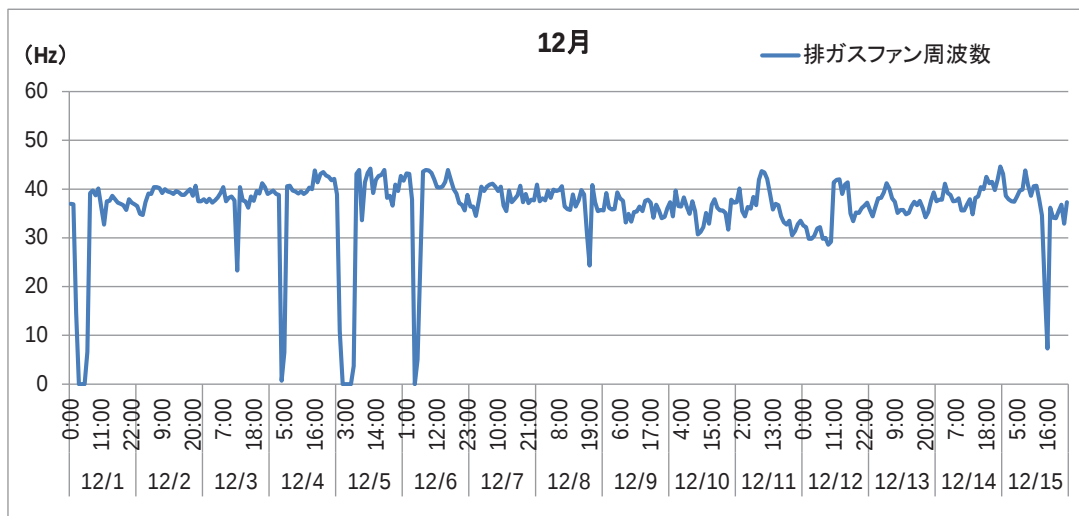
図表①-16 ボイラ運転状況 (11 月前半)



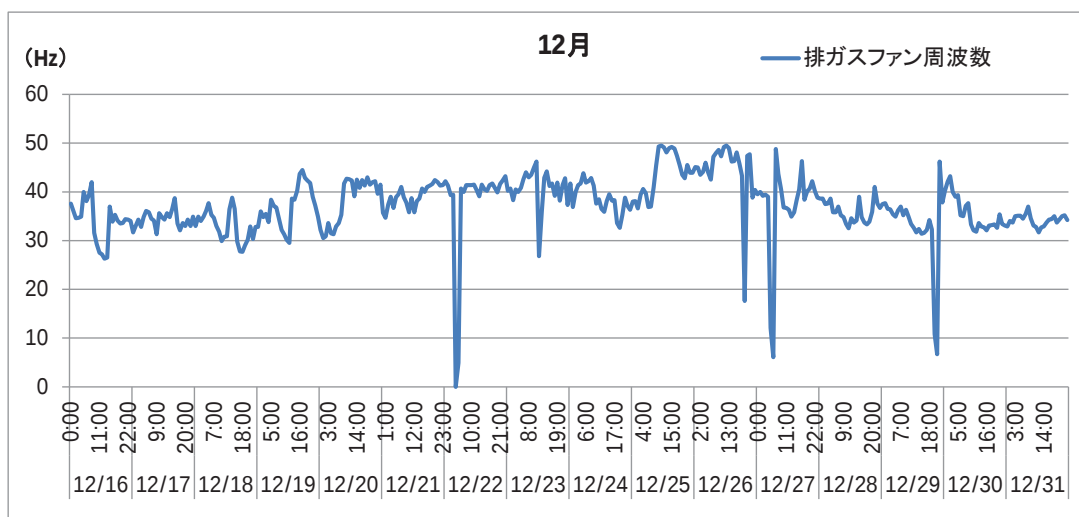
図表①-17 ボイラ運転状況 (11 月後半)



図表①-18 ボイラ運転状況（12 月前半）



図表①-19 ボイラ運転状況（12 月後半）



資料②

売買基本契約書(案)

株式会社 A(以下、「供給者」という)と株式会社 B(以下、「利用者」という)とは、供給者が供給する熱エネルギーの売買取引に関し、以下のとおり基本契約を締結する。

(目的)

第1条 供給者は、利用者に熱エネルギーを継続的に売り渡し、利用者はこれを継続的に買い受ける。

2. 熱エネルギーの引渡場所は以下のとおりとする。

引渡場所:

所在地:

(契約期間)

第2条 本契約の有効期間は、平成27年4月1日から平成32年3月31日までの5年間とする。

2. 本契約は、契約終了日の3カ月前までに、供給者または利用者から書面による異議が無い場合は、本契約と同一条件で更に5年間延長するものとし、その後も同様とする。

(熱エネルギーの供給)

第3条 供給者が供給する熱エネルギーは、1.26MPa・G以上の飽和蒸気とする。

(熱エネルギー供給設備)

第4条 供給者は、本契約に基づき、熱エネルギー供給に必要な設備(以下、「供給設備」という)を、供給者の費用負担と責任により利用者の所有地内に設置し、平成27年7月1日までに熱エネルギーの供給を開始しなければならない。

期限までに熱エネルギーの供給が開始できないときは、利用者にその事由がある場合を除き、本契約は自動解除されるものとする。

2. 前項の設置工事にあたり、供給者は事前に工事計画を利用者に提出するとともに十分に安全に配慮するものとし、利用者は最大限の協力をしなければならない。

3. 利用者の所有地に設置される第1項の供給設備は供給者の所有とし、本契約終了の場合は、契約終了日から3カ月以内に、供給者の負担で撤去するものとする。

(熱エネルギーの引渡しおよび危険負担)

第5条 熱エネルギーの引渡しは、利用者の工場内の蒸気ヘッダーバルブの一次側で完了したものとし、前条の供給設備に設置された流量計で測定された蒸気量をもって熱エネルギー使用量とする。

2. 熱エネルギーの引渡し前に発生した一切の損害は供給者の負担とし、引渡し後に生じた損害は、供給者の責に帰すべきものを除き、利用者の負担とする。

(熱エネルギー使用料金の支払)

- 第6条 供給者は、利用者が使用した熱エネルギー使用量を月単位で集計し、使用月の翌月 2 日目までに利用者に報告するとともに、前条で算出した販売価格を乗じた使用料金および、これに法定税率に基づく消費税等を加算した金額を請求する。
2. 利用者は、前項の請求に基づき、使用月の翌月末までに、供給者が指定した銀行口座へ請求額を振り込む。
 3. 供給者は、利用者の支払いが遅延した場合、請求額および、これに対する年 6%の遅延損害金の支払いが完了するまで、熱エネルギーの供給を停止することができる。

(機密の取扱い)

- 第7条 供給者および利用者は、本契約に基づき相手方より提供を受け、または、これら契約の履行に関し知り得た相手方の技術上、営業上、その他顧客の個人情報を含む一切の情報およびノウハウ等(以下「機密情報」という)を、自己の責任による適切な管理のもと機密として取扱い、相手方の許諾なくして第三者に開示せず、他の目的に利用してはならない。
2. 次の各号の一に該当する情報は機密情報から除くものとする。
 - ① 供給者利用者間にて機密情報から除くことに合意した情報
 - ② 開示を受ける以前に公知であった情報
 - ③ 開示を受けた後、情報を受領した当事者の責によらず公知となった情報
 - ④ 開示を受ける以前に適法に占有していた情報
 - ⑤ 守秘義務を負うことなく第三者から正当に入手した情報
 - ⑥ 開示の前後を問わず、機密情報を利用せずに独自に開発・知得した情報
 - ⑦ 法令により開示することが義務付けられた情報
 3. 本条における「機密情報」とは「機密」である旨を付して開示される情報をいう。利用者は、自己の責任において、利用者の被使用者および下請負人に本条の義務を遵守させるものとする。

(不可抗力)

- 第8条 供給者利用者双方の責めに帰すことができない、下記①から⑦において例示されると同等の事象の発生により本契約の目的を達することができなくなった場合、供給者または利用者は、その事由の発生後直ちにその状況を他方当事者に通知しなくてはならない。
- ① 天変地異による火災、洪水、地震、暴風等の自然災害等
 - ② 戦争、戦争準備の脅威、武力衝突、制裁、禁輸、外交関係の断絶

- ③ 法令の改変
 - ④ 火災、爆発、偶発的な損傷
 - ⑤ 極端な悪天候
 - ⑥ 労働争議、ストライキや争議行為、ロックアウト等
 - ⑦ 電力やガス、水道等のユーティリティの中断や障害
2. 前項の事象が発生した場合、供給者および利用者は、本契約に基づく義務の履行を再開するための最善の努力を行うものとする。

(停止)

第9条 供給者および利用者は、本契約期間中においても、本契約内容の継続に経済合理性が消失した場合には、その事由を問わず、双方協議の上、熱エネルギーの供給または利用を停止することが出来る。

(解除権)

第10条 供給者および利用者は、相手方が次の各号の一に該当するときは、何等の催告することなく本契約の全部または一部を解除することができる。

- ① 本契約に基づく債務を履行せず、その他本契約に違反し、相手方が相当の期間を定めて催告したにもかかわらず、なお債務不履行その他の違反が是正されないとき。
- ② 差押、仮差押、仮処分、または競売の申立てがあったとき、もしくは公租公課を滞納し、督促を受けたとき、または滞納処分による差押を受けたとき。
- ③ 手形、小切手が不渡りとなったとき。
- ④ 破産、民事再生、会社更生または特別清算の手続開始の申立てがあったとき。
- ⑤ 合併、解散もしくは営業の全部または重要な一部を第三者に譲渡しようとしたとき。
- ⑥ 反社会勢力であると認められるとき、または反社会勢力との取引関係が認められるとき。
- ⑦ その他信用状態が著しく悪化したとき。

(紛争の解決)

第11条 本契約の各条項において、供給者・利用者間で協議して定めるものにつき協議が整わない場合、その他本契約に関し供給者・利用者間に紛争が生じた場合には、被告の住所を管轄する裁判所を第1審の専属的合意管轄裁判所とする。

(補則)

第12条 本契約に定めのない事項については、必要に応じ供給者・利用者間で協議して定める。

NO.	項 目	役 務 区 分		備 考
		利用者	供給者	
1. 人員配置及び有資格者				
1-1	ボイラ1級技士(総括責任者)の専任(1名)	○	-	設置申請名義
1-2	運転管理者の配置	○	-	巡回監視(2回/日)、異常時対応、遠隔監視(24Hr)
1-3	燃料搬入車両・運転員の手配	-	○	
1-4	灰排出車両、運搬作業員の手配	-	○	
1-5	灰排出車両のクレーン運転士の手配	-	○	
1-6	その他運転に必要な資格者の手配	-	○	
1-7	電気保安協会への電気主任技術者の業務委託、費用負担	-	○	
2. 施設の運転員教育				
2-1	試運転要領書、運転教育計画書の作成	△	○	
2-2	運転マニュアルの作成	△	○	
2-3	運転管理者教育の実施	△	○	
3. 運転管理・維持管理共通				
3-1	許認可届出	△	○	
3-2	許認可申請の際の監督官庁の説明及び報告	△	○	
3-3	許認可等取得、届出、その他資料の提出	△	○	
3-4	安全衛生推進者及び安全衛生管理体制の整備	○	-	安全衛生管理体制表の作成

NO.	項 目	役 務 区 分		備 考
		利用者	供給者	
		-	○	施設所有者としての最終的な確認
3-5	安全衛生活動計画表の作成	○	-	計画表の作成
		-	○	施設所有者としての最終的な確認
3-6	安全衛生教育及び訓練	○	-	安全訓練実施報告書の作成
		-	○	施設所有者としての最終的な確認
3-7	安全衛生パトロールの実施	○	-	請負者の規定によるパトロールの実施
		-	○	パトロールによる指摘事項の管理(施設改造の責務を含む)
3-8	健康診断の実施	○	○	各社の雇用者分を所管
3-9	作業環境測定(必要により)	△	○	作業環境管理計画書の作成
3-10	環境保全基準を満たした運転	△	○	環境基準(管理基準)の遵守報告書の作成
3-11	環境保全計画の作成及び監督官庁への提出、承諾	△	○	環境保全計画書の作成
3-12	環境保全基準のモニタリング	△	○	
3-13	防火管理体制の整備	○	-	防火管理体制表の作成
		-	○	施設所有者としての最終的な確認
3-14	緊急対応マニュアルの作成、体制の構築	△	○	平常時、緊急時の連絡体制表の作成
3-15	見学者対応（別途、ルール作りを予定）	-	○	公式な問合せ先として公示
		△	-	直接の問合せに対応
3-16	パンフレット等の作成(必要により)	-	○	

NO.	項 目	役 務 区 分		備 考
		利用者	供給者	
3-17	住民対応、賠償請求及び費用負担	-	○	施設所有者としての責務 一次窓口、直接問合せに対応
3-18	電話・インターネット回線の調達(費用負担)	△	-	
3-19	電力・水道水の調達(費用負担)	-	○	
3-20	事務機器類の調達(新設ボイラ棟分のみ)	-	○	
3-21	燃料、薬剤その他副資材の調達	-	○	
3-22	作業服、防寒着、ヘルメット	○	○	各自、社員に配布のこと
3-23	安全靴、手袋、保護具	○	○	各自、社員に配布のこと
3-24	災害防止、本施設の事故の緊急時の措置	○	-	一次及び緊急時対応
3-25	施設の更新、補修における地域環境への措置	-	○	実質責務者
3-26	更新、補修工事中の近隣住民、従業員に対する安全管理	-	○	
4. 蒸気ボイラ設備				
4-1	運転管理体制の整備	○	-	運転管理体制表の作成
4-2	運転管理者への座学研修、実務研修の実施	○	-	
4-3	定期研修の実施	○	-	
4-4	運転計画の作成(月間、年間運転計画)	○	-	運転計画書(月間・年間)の作成
4-5	運転管理マニュアルの作成、改訂	△	○	提案書記載の要領書、要求水準書記載の点検リストの

NO.	項 目	役 務 区 分		備 考
		利用者	供給者	
				作成
4-6	運転業務日報等の作成及び供給者への報告	○	-	運転日報、業務日報、業務報告書(月次、年次)の作成
4-7	燃料チップ搬入管理	-	○	
4-8	灰コンテナの搬出管理	-	○	
4-9	燃料チップの性状分析(熱量、水分、灰分等)	-	○	必要に応じ
4-10	焼却灰の性状分析	-	○	必要に応じ
4-11	振動、騒音、臭気、大気汚染、水質汚濁に関する測定(必要に応じ)	-	○	計量記録書の作成
4-12	施設の更新計画の作成	-	○	更新計画書の作成
4-13	点検・検査計画の作成(日常、定期、法定)	○	-	提案書記載の項目・頻度で点検・検査実施計画書を作成
		-	○	法定・定期点検業務
4-14	点検・検査記録の保管	○	-	各種検査結果報告書の作成
		-	○	施設所有者として、記録の保管(法規上)
4-15	施設外壁、各区画壁の点検・補修	-	○	
4-16	重機・車両の用意	-	-	
4-17	重機・車両に係る維持管理費の負担	-	-	
4-18	照明、給排水設備、空調設備の点検・補修	△	○	
4-19	敷地内の除雪	△	○	
4-20	排水設備維持管理	-	○	

NO.	項 目	役 務 区 分		備 考
		利用者	供給者	
4-21	利用者のボイラ管理室の電気使用	○	-	照明、遠隔監視、ITV 装置、パライトのコンセント 電源分
4-22	環水移送ポンプの電源	○	-	3φ200V・50Hz・2.2kW を想定
4-23	利用者のボイラ管理室の机・椅子などの事務備品	○	-	
5. 損害及びリスク分担				
5-1	第三者損害賠償	△	○	発生原因・状況により協議
5-2	各種保険（第三者損害、車両、火災・地震等）の契約	-	○	
5-3	労災保険の付保	○	○	労災保険は各社で雇用者分加入
6. 法令変更、不可抗力				
6-1	法令変更による費用負担(施設改造等)	-	○	
6-2	法令変更による費用負担(運転管理に関する規制変更等)	○	-	
6-3	不可抗力による施設損傷による損害負担(施設補修費等)	-	○	
6-4	蒸気供給不能による損害の負担	-		
6-5	不可抗力による第三者損害の費用負担	-	○	
6-6	不可抗力による事業停止による費用負担	-	○	
6-7	経済環境変化による影響についての協議	○	○	