

平成 21 年度総務省委託事業

小諸市緑の分権改革推進事業

「森林バイオマスを燃料とする熱電併給事業の実行可能性調査」

成果報告書

平成 23 年 3 月

小諸市

ごあいさつ

小諸市では、平成 21年度の総務省委託事業である「緑の分権改革」推進事業に応募し、平成 22 年度に調査を実施して参りました。この事業は、総務省としての地域主権改革の一つとして、行財政改革にあわせて、クリーンエネルギー等の地域資源を最大限活用し、地域の活性化、絆の再生を図ることにより、中央集権型の社会構造を分権自立・地産地消・低炭素型に転換し「地域の自給力と創富力を高める地域主権型社会」の構築を目的としています(黒田武一郎「緑の分権改革序説」より)。

ここに記された「緑の分権改革」の趣旨は、長年の不況による税収の低下や雇用の減少、過疎化や高齢化、医療費や介護費等の増加といった地域社会の抱える構造的問題に対して、地方自治体がとるべき一つの方向性を明示し、未来を拓く可能性を示唆するものとして、納得のいく内容だと思います。このままでは縮小均衡に陥ってしまいそうな基礎自治体の経営において、今回の総務省の補助事業は、自治体の職員自らが将来を考える機会として時宜を得た事業であると判断し、応募した次第です。

事業の中身としては、小諸市を含む長野県の東信地域の森林を対象に、建築用材として不向きないわゆる低質材を燃料として収集し、1 万 kW 級の発電ならびに熱供給が事業として実施できるかどうか判断するための調査を行いました。結果、東信・北信地域の森林を対象に発電を行い、蒸気の一部を熱供給することで事業化が可能であるという結論を得ました。木質バイオマスを燃料とする熱電併給事業の要点は燃料の収集にあります。この部分をシステム化することで事業の実行可能性が向上するのではないかと考えた点が、小諸市の調査事業の特徴だと考えております。

今後の事業化に対しては、市として「緑のエネルギー」担当を設置し、引き続き詳細な調査を実施することで事業化に向けた確度を高めるとともに、地元の NPO と協働しつつ、民間出資の特別目的会社(SPC)の設立に向けて尽力するつもりです。

このたび、3 月 11 日に起こった東日本大震災は未だ被害の規模が不明ですが、数万人ともいわれる被害者の方々の惨状や福島原発の事故ならびに放射能漏れが明らかになっていくにつけ、あらためて、「緑の分権改革」に記された地域資源、クリーンエネルギーの活用と小規模分散型のエネルギーシステムの導入は当市の市民のみならず、日本国民、あるいは世界が希求する未来像なのだと感じております。

平成 23 年 3 月

小諸市長 芹澤 勤

目次

第1章 事業の背景・目的	4
1.1 事業実施の背景.....	4
1.2 事業の実施目的.....	5
第2章 事業の概要	6
2.1 全体概要.....	6
2.2 各調査事業の概要.....	7
2.3 事業実施スケジュール.....	9
2.4 実施体制.....	9
第3章 バイオマス資源とエネルギー需要の調査	14
1. はじめに.....	14
2. 調査の考え方.....	14
2.1 調査対象とする木質バイオマス.....	14
2.2 資源量の分類と調査概要.....	16
2.3 エネルギー単位.....	16
3. 市内及び東信地域の森林並びに木質バイオマス資源に関する調査.....	17
3.1 森林バイオマス.....	17
3.2 利用可能量.....	38
3.3 製材端材等（市場のバーク含む）.....	43
3.4 建築廃材.....	45
3.5 その他（使用済みキノコ菌床）.....	45
3.6 その他（剪定枝）.....	46
3.7 まとめ.....	49
4. 市内のエネルギー需要構造の調査.....	51
4.1 エネルギー需要量の分析方法.....	51
4.2 公共施設及びエネルギー多消費工場等民間施設の需要状況.....	53
4.3 まとめ.....	57
5. 木質エネルギーの需給バランスの検討.....	58
5.1 プランと基本設計概略.....	58
5.2 需給バランス.....	58
6. 木質燃料の調達方法別の調達可能量、調達金額に関する調査と予測.....	60
6.1 木質燃料の調達方法.....	60
6.2 調達金額を設定した場合の調達可能量試算.....	71
6.3 現状での調達金額（アンケート調査結果）.....	76
7. 想定される木質燃料の品質調査と分析.....	77
8. 木質燃料の生産が地域経済や雇用に与える効果の試算.....	79
8.1 立木価値の向上.....	79

8.2 地域の雇用創出.....	80
8.3 エネルギー自給率向上.....	81
9. 課題整理と方策検討.....	82
第4章 バイオマス熱電併給プラント導入可能性の調査.....	84
1. 運転特性に係る調査.....	84
1.1 バイオマス発電.....	84
1.2 ボイラ（燃焼炉）形式.....	84
1.3 排ガス処理.....	84
1.4 タイプ別比較.....	85
1.5 ボイラへの燃料許容水分量に関する検討.....	87
2. 先進事例の調査.....	88
2.1 事例1（海外バイオマスプラント 1/2）.....	88
2.2 事例2（海外バイオマスプラント 2/2）.....	89
3. プラント基本設計.....	89
3.1 全体条件設定.....	89
3.2 主蒸気条件設定.....	90
3.3 主要設備項目表.....	91
4. 初期投資・運転経費・保守経費等調査.....	95
4.1 バイオマス熱電併給プラントのケース別設備概要.....	95
4.2 経済計算方法と計算結果.....	96
5. 事業化シミュレーション.....	106
5.1 事業化シミュレーションの各種設定について.....	106
5.2 最も経済性のあるケース.....	106
5.3 事業化への期待.....	106
6. 政策動向、関連法規の整理.....	107
6.1 関連法規.....	107
6.2 補助金.....	109
7. 課題の整理.....	111
7.1 環境アセスメント.....	111
7.2 燃料の乾燥.....	111
7.3 蒸気供給先（需要量）.....	111
7.4 熱供給事業法（21 GJ/H 以上）.....	111
7.5 建設予定地の選定.....	111
7.6 安定した燃料の確保（質・量）.....	111
第5章 森林資源管理に係るシステム導入調査.....	112
1. 調査目的.....	112
2. 取組方針.....	112
2.1 大量の資源調達のためには資源情報の把握と管理が大前提.....	112
2.2 適切・迅速な野外作業と図化等の内業がスムーズに連携できるシステム構築.....	113

2.3 森林 GIS や機器の操作性は容易であること	113
2.4 収集した各種情報を容易に利用できる森林 GIS を構築	113
2.5 調査機器は現場の状況に柔軟に対応できるシステムであること	113
2.6 森林資源調査は他の業務や法令との整合性をもつこと	113
2.7 森林バイオマス燃料安定供給システムを前提条件とすること	113
2.8 これまでの林業と違った新たな調査手法やデータ収集に対しても柔軟に対応	113
3. 課題へのアプローチ	113
3.1 具体的にどの場所にどれだけの資源量があるか不明確	113
3.2 収集の時期や燃料の量の確定が難しい	113
3.3 森林情報の蓄積が行なわれず、二次利用率（将来にわたる活用）が低い	113
3.4 適切・迅速な野外作業と図化等の内業がスムーズに連携できるシステム構築	113
4. システム構成	113
4.1 高精度 GPS 受信機および携帯情報端末	113
5. 実施内容	117
6. 実証調査	118
7. 調査結果	120
8. 今後の検討課題	120
第 6 章 森林バイオマス燃料安定供給システム調査	122
1. システムの目的と狙い	122
2. 森林バイオマス燃料安定供給の枠組み	122
3. 森林バイオマス燃料安定供給の要件	123
4. 前提となるサプライチェーン	124
5. 森林バイオマス燃料安定供給システム設計	126
6. データモデルの設計	130
7. 実証調査	133
7.1 実証調査の概要	133
7.2 実証調査の目的	134
7.3 実施スケジュール	135
7.4 実証調査の手順	137
8. 評価と課題	140
8.1 システム導入のメリット	140
8.2 今後の課題	140
第 7 章 まとめ	141
1. 調査結果（目標の達成状況）	141
2. 課題と展望	142

第1章 事業の背景・目的

1.1 事業実施の背景

1.1.1 小諸市の森林の現状と課題

本市は、市域の37.5%、3,703haが森林である。内訳は国有林1,359ha(36.7%)、公有林103ha(2.8%)、私有林2,241ha(60.5%)である。民有林面積は2,344ha、人工林面積は1,159ha、人工林率は50%である。

樹種別には、カラマツ40.0%、その他広葉樹32.0%、アカマツ22.6%でカラマツが多く「東信カラマツ」の一角を形成している。カラマツ林業は、戦後、短伐期で収穫でき、腐りにくい木として「土木用材・電柱・港湾用材」等として大いに活用されたが、生活様式・社会環境等の変化により需要構造が大幅に変わっているため、用途拡大に向けた研究開発が急務である。

また、平成13年に松くい虫被害が確認され、比較的標高の低い地帯のアカマツ林を中心に巡視の強化と被害木処理による被害拡大防止に努めており、国、県及び隣接市町村との連携等により撲滅に向けての対策が大きな課題である。

木材価格の低迷、生産管理の不徹底などから国内の森林が荒廃し、整備・再生が各地で叫ばれており、浅間山麓をはじめ小諸市内に広がる人工林も例外ではなくなっている状況の中で、森林資源を積極的に活用するとともに、地域に適合した育林体系と施業技術体系を確立し、林業技術の向上と普及に努め、それらに対応できる林業の担い手、林業後継者の確保・育成を強化することが求められている。

1.1.2 事業の背景と経緯

本市においては、平成18年度からロハス政策として健康と環境に配慮した「持続可能なまちづくり」を推進中であり、その一環としてアルピニスト野口健氏と「小諸市森林再生プロジェクト」を実施している。全国初となる小学校での義務教育の過程に環境教育カリキュラムを盛り込んだ活動を実施することにより、次世代を担う子どもたちの環境保全意識の向上に努めることを中心に、森林資源の積極的な活用を図るため公共施設等へのペレットストーブの導入にも取り組んできている。

また、平成19年12月には小諸市議会において「脱地球温暖化のまちづくり宣言」を決議し、地域の低炭素化に向けた取組を行ってきた。具体的に、市のCO₂対策として、1990年比で2012年までに6%、2020年までに25%、2050年までに50%削減という目標を設定し、取り組みを進めているところである。

こうした中で、森林資源については、需用や搬出コストの問題から未利用となっている間伐材などの有効利用が求められているところであり、地域の森林資源をエネルギーとして活用することにより、森林再生、CO₂の削減、新たな産業と雇用の創出が期待されている。

一方で、木質バイオマスのエネルギー利用は、工場内の残渣などの活用は実用化されているが、一般に森林バイオマスと呼ばれる間伐材や林地残材の活用に関しては、研究から実証への移行段階である。それゆえ実用化に向けての課題は山積しており、地域の実情にあわせて調査と実証が不可欠となっている。

1.2 事業の実施目的

総務省の「緑の分権改革」推進事業は、クリーンエネルギー等の地域資源を把握し、最大限活用することにより、地域の活性化や絆の再生を図り、「分散自立型・地産地消型社会」、「地域の自給力と創富力を高める地域主権社会」への転換を目指すものである。

本市では、「緑の分権改革」推進事業によりクリーンエネルギー資源の賦存量の調査及びクリーンエネルギー活用の具体的な事業展開のための実証調査を行うにあたり、木質バイオマスに注目した。本事業は、地域の森林資源をエネルギーとして活用するような新たな産業の創出を目標に、発電出力1万kW級のバイオマス熱電併給プラントの導入を想定している。

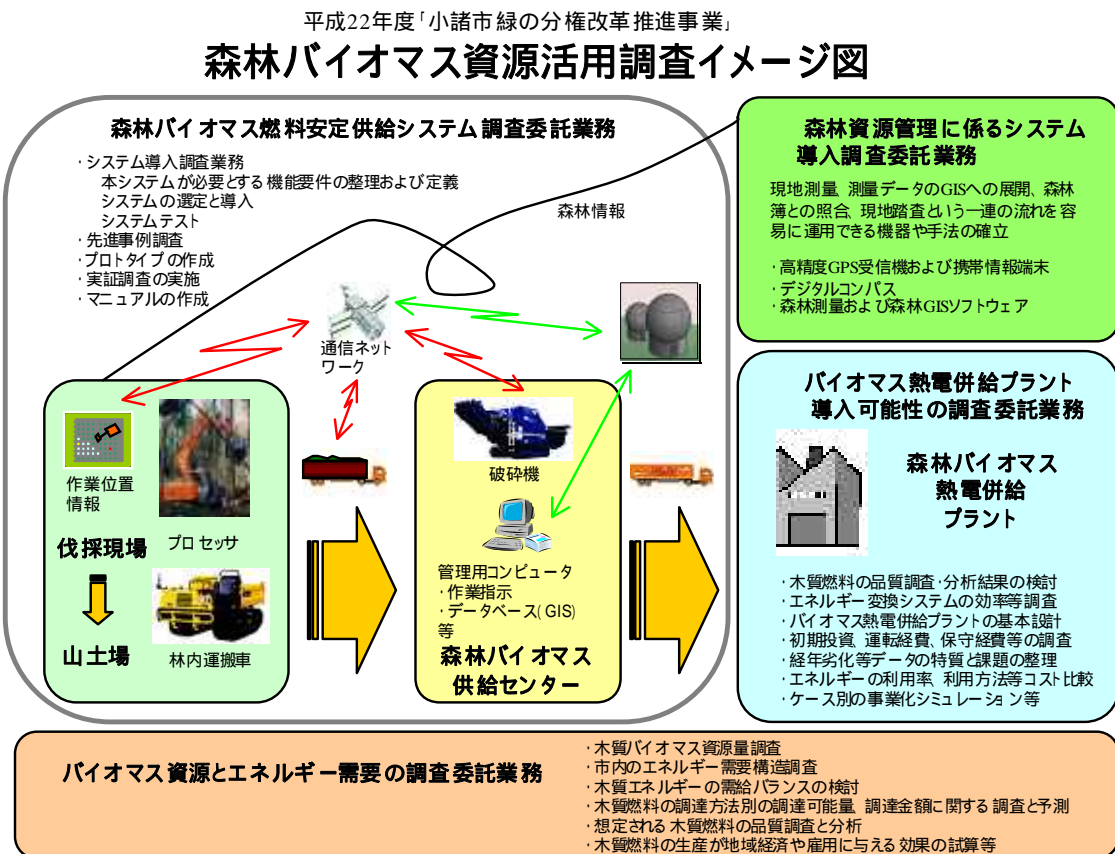
地域の森林資源を利用して1万kWeの発電を行うことは、長野県の森林成長量の約1割、素材生産量のほぼ全量に相当する資源を活用することを意味する。これは地域の森林・林産業の現状からすると荒唐無稽に見える規模の構想であるが、一方でエネルギー産業は木材産業と同じく規模の経済性が大きく働く産業であるため、この程度の規模が確保できなければ実行可能性は担保できない。資源的な制約のほかに経済面（初期投資、運転経費、収支採算性）、技術面の課題が多い現状に対して、調査を行いつつ、委員会の開催等を通じて森林バイオマス利用のみならず地域再生の議論を深め、小諸市政にとっての「緑の分権改革」の意味を考えるきっかけとしたい。

また、結果として得られた「森林バイオマス発電」構想を地域再生のエンジンとしたい。

第2章 事業の概要

2.1 全体概要

森林資源を活用した1万kW級のバイオマス熱電併給プラントの導入を検討するため、全体を1つの調査としてではなく、資源量とエネルギー需要、熱電併給プラントの導入、森林資源管理システム、燃料安定供給システムの4つの調査事業に分割し、プロポーザルにより専門の事業者へ再委託を行い総合的に運用することとした。全体の事業構成は、次の図のとおりである。



2.2 各調査事業の概要

(1) バイオマス資源とエネルギー需要の調査

(計画書における資源発生量調査、未利用資源輸送コスト調査、エネルギー需要調査)

森林バイオマス資源の賦存量は既存の森林簿情報など統計資料から推計するとともに、実際の利用可能量の調査においては、森林組合や木材協同組合、民間業者など地元の林産業関係者からの聞き取りやケーススタディーを行う。特に活用が進んでいない未利用間伐材や林地残材等の調査にあたっては、生産と輸送に係るコストに着目し、適切な輸送距離区分を設定し、より具体的な供給可能量とコストの推計を行う。また、コスト削減のための新しいバイオマス収集運搬技術に関して、国内外の最新事例をもとに導入の可能性を検討する。そのほか、供給量に見合う需要の確保を目的として、市内のエネルギー需要に関して調査を行う。

- ・ 市内及び東信地域の森林および木質バイオマス資源に関する調査
- ・ 市内のエネルギー需要構造の調査
- ・ 関係する事業者への聞き取り調査
- ・ 木質エネルギーの需給バランスの検討
- ・ 木質燃料の調達方法別の調達可能量、調達金額に関する調査と予測
- ・ 想定される木質燃料の品質調査と分析
- ・ 木質燃料の生産が地域経済や雇用に与える効果の試算
- ・ 課題整理等
- ・ 先進事例調査
- ・ 実証調査への協力

(2) バイオマス熱電併給プラント導入可能性の調査

(計画書における木質バイオマスコージェネレーション実証調査)

小諸市内での発電と熱供給の実行可能性調査(FS)を実施する。発電能力2,000~10,000kW程度をベースにシミュレーションを行う。地域熱供給に関しては、寒冷地における成立条件を調査する。その際に、売電や熱供給の事業性、スマートグリッド等の新しい技術、資金の調達方法、事業主体のあり方なども検討する。

- ・ 想定される木質燃料の品質調査・分析結果の検討
- ・ エネルギー変換システムの効率、環境特性、運用パターン等の運転特性に係る調査
- ・ バイオマス熱電併給プラントの基本設計
- ・ 初期投資、運転経費、保守経費等の調査
- ・ 経年劣化等データの特質と課題の整理
- ・ エネルギーの利用率、利用方法等に係る運用データや外部供給とのコスト比較
- ・ ケース別の事業化シミュレーション
- ・ グリーン電力・熱に関する政策動向の整理
- ・ 次世代送電網(スマート・グリッド)に関する情報整理

- ・ 関係法令の整理
- ・ 課題整理等
- ・ 先進事例調査
- ・ 実証調査への協力

(3) 森林資源管理に係るシステム導入調査

(計画書における資源量把握・流通管理システム実証調査)

地域の森林資源を適切に管理し、安定的な燃料供給を実現するために必要なシステムを調査(森林資源管理に向けた森林 GIS の導入)する。森林からバイオマス燃料を供給するためには、林内での現況把握と境界確認、所有者等の基礎情報の照合や訂正が必要である。そのため、核になる森林 GIS ソフトウェアには情報システムとしての機能はもとより、測量機器と一体として運用可能な親和性を求める。また、測量機器には、行政機関への申請などに十分な測量精度を有することを求める。

- ・ 高精度 GPS 受信機および携帯情報端末 1 式
- ・ デジタルコンパス 1 式
- ・ 森林測量および森林 GIS ソフトウェア 1 式

(4) 森林バイオマス燃料安定供給システム調査

(計画書では、資源量把握・流通管理システム実証調査)

プラントの運転に必要となる森林バイオマス燃料の安定供給を支援するシステムを導入し、実行可能性を判断するために必要な実証実験を実施する。導入するシステムの詳細仕様検討および定義からシステム導入、調整、テスト、本番稼働支援の各業務を範囲とする。

- ・ システム導入調査業務
 - 本システムが必要とする機能要件の整理および定義
 - システムの選定と導入
 - システムテスト
- ・ 先進事例調査
- ・ プロトタイプを作成
- ・ 実証調査の実施
- ・ 操作および運用に関する指導およびマニュアルの作成

2.3 事業実施スケジュール

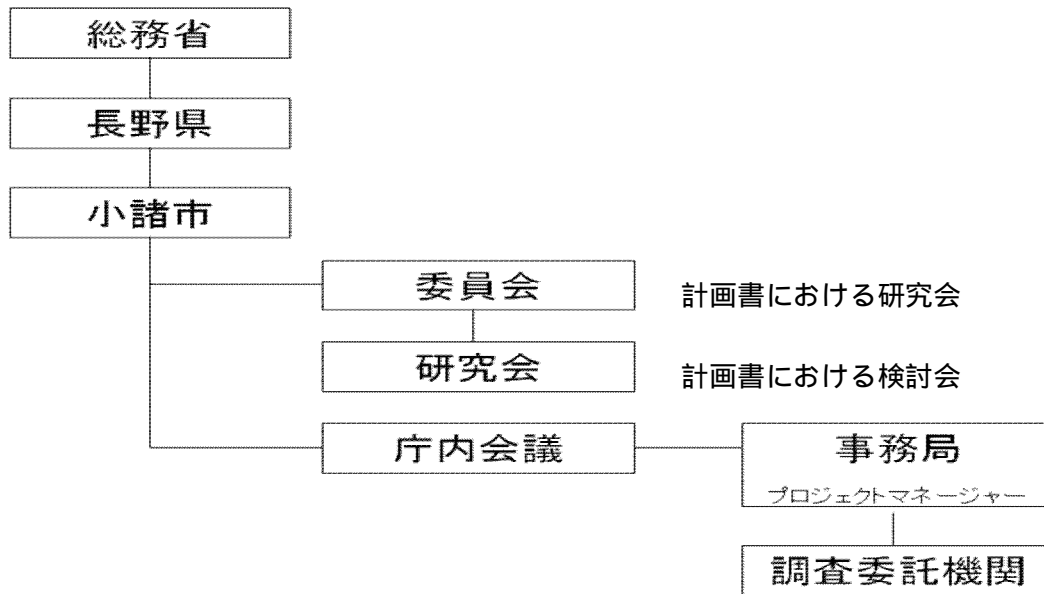
実施項目と年間スケジュールは以下のとおりである。

項目	H22						H23		
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
委託契約締結									
庁内会議開催									
委員会開催									
研究会開催									
先進事例調査		→							
外注A 調査		→							
外注B 調査		→							
外注C システム調査		→							
外注D 機能要件定義		→							
プロトタイプ作成			→						
システム導入・調整				→					
システムテスト					→				
実証調査の実施						→			
操作・運用仕様書作成							→		
業務完了								→	

2.4 実施体制

緑の分権改革の趣旨に則り、地域を巻き込みながら事業を進め、事業で得られる知見を地域に積み上げるために、学識経験者、地元の林業・エネルギー事業関係者及び市民団体等により構成する委員会を設置し、事業の内容を審査するとともに地域の森林や林業の現状や事業の取組み内容等を広く市民に公開し、議論を深める場として研究会を設置して事業を実施した。

実施体制図



(1) 委員会

学識経験者、地元関係者、行政関係者等により構成される、庁内会議において合意が得られた調査結果を踏まえ、事業内容を審議するため小諸市緑の分権改革推進事業委員会を設置した。

学識経験者として、自然エネルギーの権威である山地健治氏、環境経済学から地域再生について研究されている諸富徹氏、NPO 法人の代表としてもまちづくりに携わっている池本修悟氏を迎えるとともに、国、県の森林行政の動向とも調整を図るため林野庁東信森林管理署と長野県佐久地方事務所からアドバイザーの参加をお願いした。

委員、アドバイザーからは、それぞれの専門的見地や事業者が置かれている状況に基づく説明議論をいただいた。

委員会構成

氏名	現職	備考
山地 憲治	地球環境産業技術研究機構（RITE）理事・研究所長	委員長
諸富 徹	京都大学大学院経済学研究科教授	副委員長
池本 修悟	慶応義塾大学大学院システム・マネジメント研究科非常勤講師	
赤堀 楠雄	林材ジャーナリスト	
青木 春美	佐久森林組合業務課長補佐	
田村 文男	北佐久木材協同組合理事長	
内堀 優	東信素材生産事業協同組合代表理事	
小相沢 徳一	東信木材センター協同組合連合会参事	
浅賀 悟司	長野都市ガス(株)東信支店支店長代理	
花岡 隆	こもろはす会議代表	
土屋 政紀	小諸市企画課長	
小林 拓美	小諸市生活環境課長	
大塚 政弘	小諸市農林課長	
小林 正一	長野県佐久地方事務所林務課長	アドバイザー
由井 克彦	林野庁中部森林管理局東信森林管理署業務第一課長	アドバイザー

委員会開催状況

委員会	開催日・場所	協議内容
第1回委員会 兼研究会	平成22年8月18日 ベルウィンこもろ 夢のホール	事業内容について
第2回委員会	平成22年11月17日 小諸市役所 第1、2委員会室	各調査の実施状況について
第3回委員会	平成23年2月15日 小諸市役所 大会議室	各調査結果について

(2) 研究会

事業の取組内容を広く市民に公開し、議論を深める場として研究会を設置する。研究会では事業の進捗報告のほか、学識経験者や地元関係者、行政関係者による話題提供を行い、市民の事業に対する認識向上を図るため、小諸市森林バイオマス発電研究会を設置した。

地域の森林所有者、林業関係者をはじめ森林バイオマス発電に興味のある方々の参加をいただき、質疑、意見交換を行った。

研究会開催状況

研究会	開催日・場所	内容	参加者
第1回委員会兼研究会	平成22年8月18日 ベルウィンこもろ 夢のホール	<ul style="list-style-type: none"> ・基調講演 「わが国の自然エネルギー市場の動向」 山地健治氏(RITE 理事・研究所長) ・話題提供 「温泉旅館での木質バイオマスの実践的利用」 花岡隆氏(こもろはず会議代表、常盤館代表取締役) 「長野の林業とバイオマス利用の現状と展望」 井出政次氏(長野県林務部信州の木振興課) ・小諸市緑の分権改革事業の紹介 	約70名
第2回研究会	平成22年11月29日 小諸市役所 第1、2委員会室	<ul style="list-style-type: none"> ・基調講演「地域再生と『緑の分権改革』」 諸富徹氏(京都大学大学院経済学研究科教授) ・事業経過報告 ・小諸市緑の分権改革推進事業委員会報告 	約60名
第3回研究会	平成23年2月15日 小諸市役所 大会議室	<ul style="list-style-type: none"> ・基調講演 「下川町がバイオマスタウンになるまで」 高橋祐二氏(北海道下川町地域振興課) ・事業経過報告 ・意見交換 	約60名

(3) 庁内会議

庁内の関係部局の担当で構成する会議を組織し、市の施策との調整や各立場から具体的な検討・精査を行うとともに、調査手法、方針及び取りまとめの審議を行い、委員会へ提示するため庁内会議を設置した。

庁内会議構成

氏名	所属等	備考
柏木 信之	総務部長	議長
山浦 利夫	市民生活部長	
小出 幸男	保健福祉部長	
荻原 林勝	経済部長	
小山 文登	教育次長	
田村 満	出納室長	

土屋 政紀	企画課長	
清水 茂夫	財政課長	
小林 拓美	生活環境課長	
大塚 政弘	農林課長	
渡辺 鉄也	農林課森林整備係長	
柳澤 学	企画課まちづくり推進係長	
小山 輝之	企画課まちづくり推進係主任	
小島 健一郎	小諸市緑の分権改革推進事業プロジェクトマネージャー	

庁内会議開催状況

庁内会議	開催日・場所	協議内容等
第1回	平成22年7月28日 いいづなお山の発電所（長野市） 北信州森林組合（飯山市）	・いいづなお山の発電所視察 ・北信州森林組合視察
第2回	平成22年11月15日 小諸市役所 大会議室	・事業の実施状況について ・今後の日程について ・今後の事業実施について
第3回	平成23年2月8日 小諸市役所 大会議室	・各調査業務について ・今後の対応について

(4) 事務局

事務局は事業の担当窓口として、委員会・庁内会議・委託機関（受託事業者）の三者間の調整を行い、庁内協力体制を構築して意見集約を図り、必要に応じ委託機関に作業等の指示を行った。

また、事務局内に専門的な見地から事業の進行や調査の内容を判断するための補佐役として、プロジェクトマネージャーを市の単独予算で雇用し、事業を遂行した。

(5) 委託先

本事業の実施にあたって専門的な調査を委託した。業務内容と委託先は以下のとおり。

調査業務の内容	委託先
バイオマス資源とエネルギー需要	(株)森のエネルギー研究所（菅野明芳、池谷智晶）
熱電供給プラントの基本設計	(株)明電舎（山口克昌、馬上重幸、彦部浩司、石原宗）
森林資源の管理システム	(株)ジツタ（山内延恭）
燃料安定供給システム	(株)ドリーム・ワークス（近藤良平、松井哲夫、秋元進也）

第3章 バイオマス資源とエネルギー需要の調査

1. はじめに





本事業は、地域の森林資源をエネルギーとして活用する新たな産業創出や地域のエネルギー自給率向上を目標に、発電出力1万kW級のバイオマス熱電併給プラントの導入を想定した、資源の賦存量把握や電力・熱の需要把握など、具体的な事業展開のための調査である。

事業の大きな課題のひとつが資源量の確保であるが、発電出力1万kW級のバイオマス熱電併給プラントを稼働させるためには、約20万m³(絶乾換算で約8万t/年)の原料が必要となる(「バイオマス熱電併給プラント導入可能性の調査委託業務」より)。本調査では、この数値を目標に、現状の資源量把握と、必要量を調達するための条件整理を行うものとする。

2. 調査の考え方

2.1 調査対象とする木質バイオマス

本事業では、以下の木質バイオマスについて調査を行うこととし、それぞれの区分や考え方は本調査での定義とする。

種類	内容	発生場所	性状
 森林バイオマス	現在未利用となっている間伐材、根元・梢端部、枝葉、マツ枯れ材 詳細は「森林バイオマスの区分」に記載(次頁掲載)	林内、土場	<ul style="list-style-type: none"> ・林内には散在、土場では山積み ・水分量は高い ・根元は土砂の付着有
 製材端材等	製材時に発生する樹皮、背板、端材、べら板、のこ屑、かんな屑、プレーナー屑、チップ屑等	製材所、市場(樹皮)	<ul style="list-style-type: none"> ・水分量は低いものが多い
 建築廃材	家屋などの解体時に発生する柱や板等	建築解体現場	<ul style="list-style-type: none"> ・水分量は低い ・防腐剤など薬剤が使用されている場合がある ・釘、サッシ等の金属部分が含まれる
 その他	剪定枝、使用済みキノコ菌床等	【剪定枝】 公園、道路、果樹農家 【使用済みキノコ菌床】 キノコ生産農家・工場	【剪定枝】 <ul style="list-style-type: none"> ・水分量は高いが、径が細いため乾燥しやすい ・場所により土砂の付着有 【使用済みキノコ菌床】 <ul style="list-style-type: none"> ・水分量は高い ・木質以外の成分が入っている

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	現在は林内放置されているが搬出した場合に利用できるもの
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（主にチップ用丸太）		
D材：小径木、根元、梢端部（用材不適木）	-	
枝葉	-	

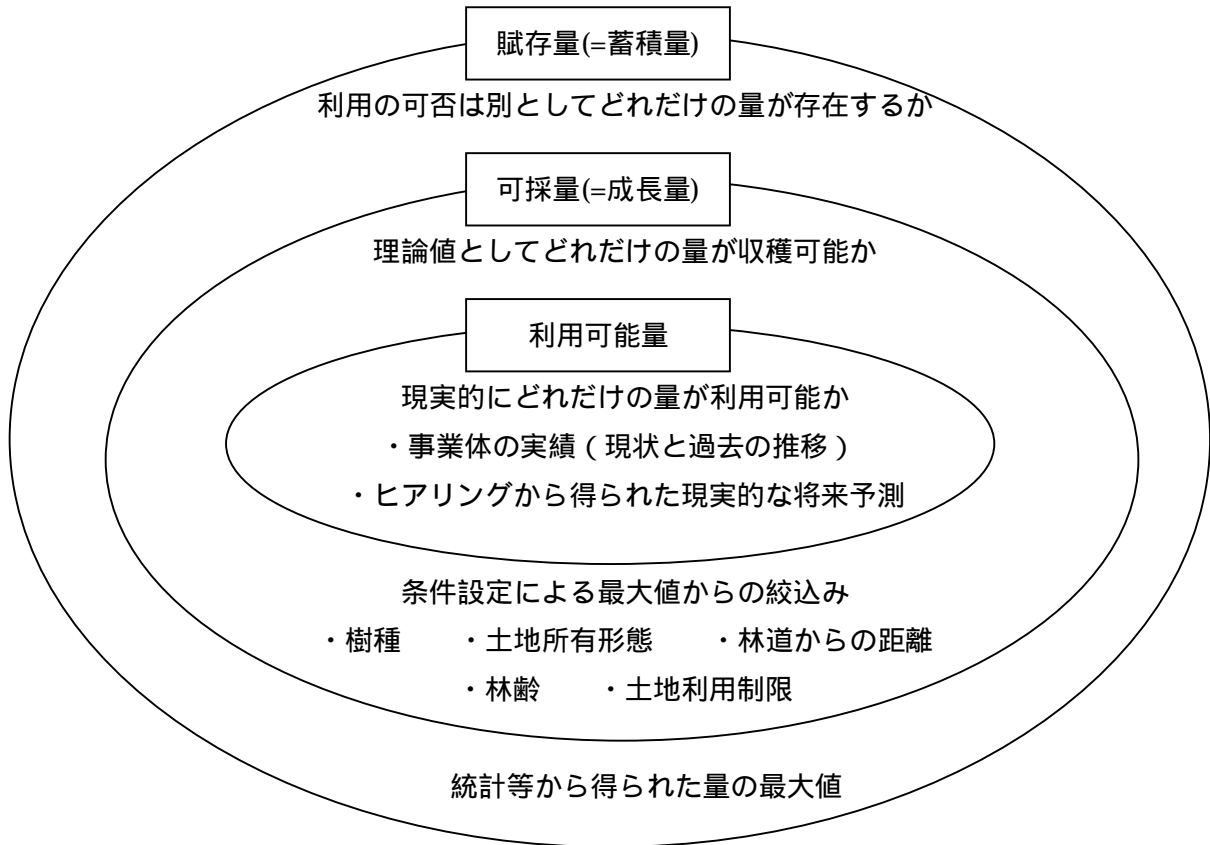


:色塗り部分を燃料利用できる森林バイオマスとして推計を行う。

切捨て間伐材のうち、A・B材に相当する材は搬出できれば製材用や合板用となるため、推計の際には区別して考えることとする。

2.2 資源量の分類と調査概要

森林バイオマス



廃棄物系バイオマス

現在の状況

種類別の発生状況と利用状況など流通の実態（価格を含む）を調査のこと。

将来の予測

各廃棄物資源の今後の発生見通しと利用の予測をヒアリング等から整理。

2.3 エネルギー単位

	MJ (メガジュール)	kWh (キロワット時)	kcal (キロカロリー)
MJ	1	0.278	239
kWh	3.6	1	860
kcal	0.004186	0.00116	1

J (ジュール): 熱量の単位。以前は、cal (カロリー) が利用されていた。4.186J = 1cal で定義される。(また、1J は1Wの仕事率を1秒間行ったときの仕事とも定義でき、これを1時間行った場合 3,600J = 1Whとなる。)

3. 市内及び東信地域の森林並びに木質バイオマス資源に関する調査

3.1 森林バイオマス

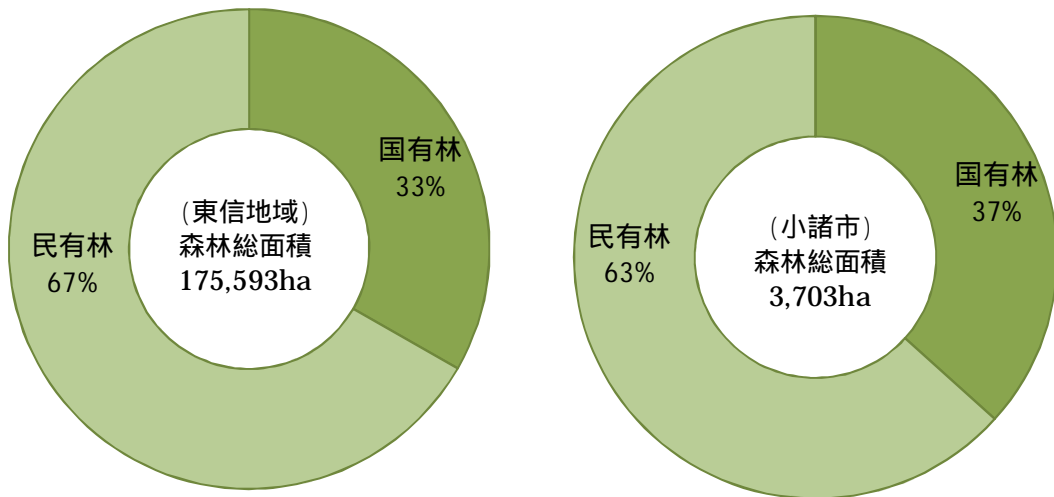
3.1.1 森林概況

長野県、東信地域(佐久地域、上小地域)、小諸市の森林面積を図表 3-1、図表 3-2 に示す。小諸市の森林率は 37.5%、民有林率は約 63.3%となっている。東信地域全体では、森林率 70.9%、民有林率 66.7%となっており、森林面積が大部分を占めていることがわかる。

図表 3-1 森林面積

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
長野県	1,356,223	1,059,519	378,242	681,277	78.1%	64.3%
東信地域計	247,696	175,593	58,442	117,151	70.9%	66.7%
(佐久地域)	157,162	110,095	33,290	76,805	70.1%	69.8%
(上小地域)	90,534	65,498	25,152	40,346	72.3%	61.6%
小諸市	9,866	3,703	1,359	2,344	37.5%	63.3%

【出典】長野県統計資料「森林の現況(平成 22 年度)」第 7 表



図表 3-2 森林面積割合 (左/東信地域、右/小諸市)

3.1.2 民有林の概況

(1) 民有林の面積

長野県、東信地域(佐久地域、上小地域)、小諸市の民有林の面積割合について、図表 3-3、図表 3-4 に示す。地域の約6割を占める民有林のうち、小諸市では人工林と天然林は同程度の面積となっている。また、人工林では針葉樹が多く、天然林では広葉樹が多いことがわかる。東信地域全体では人工林が6割を占めており、全体として針葉樹が多い地域といえる。

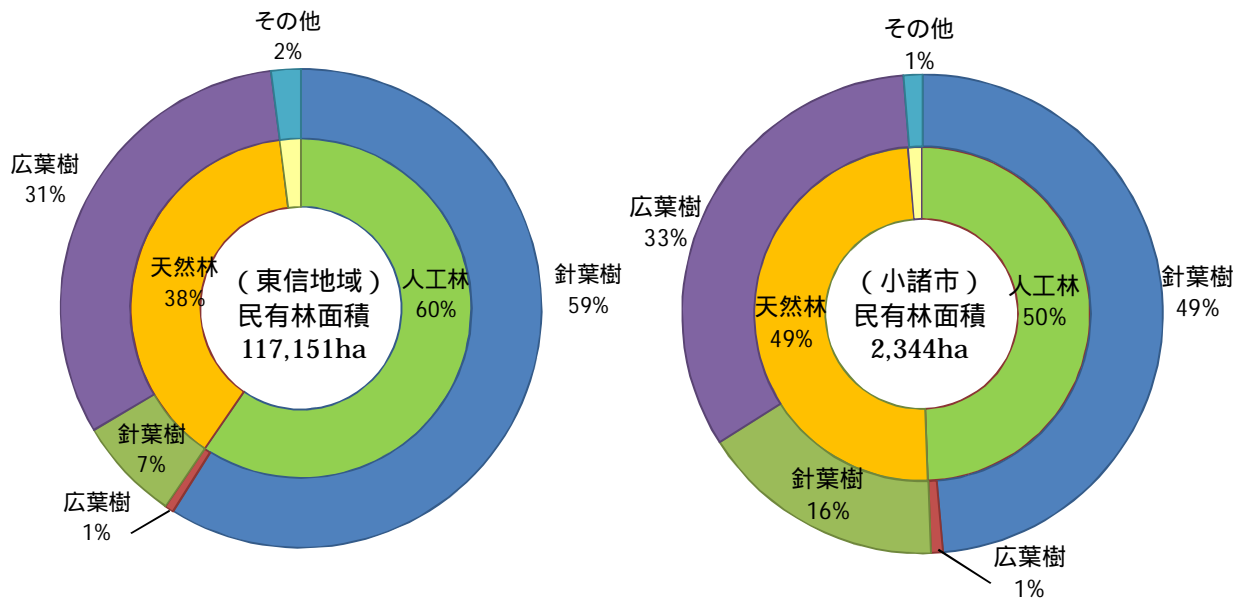
図表 3-3 民有林の人天・針広別の面積

(ha)

対象地域	民有林面積 総数	人工林		天然林		その他
		針葉樹	広葉樹	針葉樹	広葉樹	
長野県	681,277	326,763	2,504	60,232	271,670	20,180
東信地域計	117,151	69,046	706	8,199	36,850	2,351
(佐久地域)	76,805	47,416	361	4,329	23,210	1,490
(上小地域)	40,346	21,629	345	3,870	13,640	861
小諸市	2,344	1,141	18	389	767	30

【出典】長野県統計資料「森林の現況(平成22年度)」第8表

小数点第1位を四捨五入しているため、合計値が合わないことがある。(以下、同様)



図表 3-4 民有林の人天・針広別の面積割合(左/東信地域、右/小諸市)

(2) 民有林の蓄積

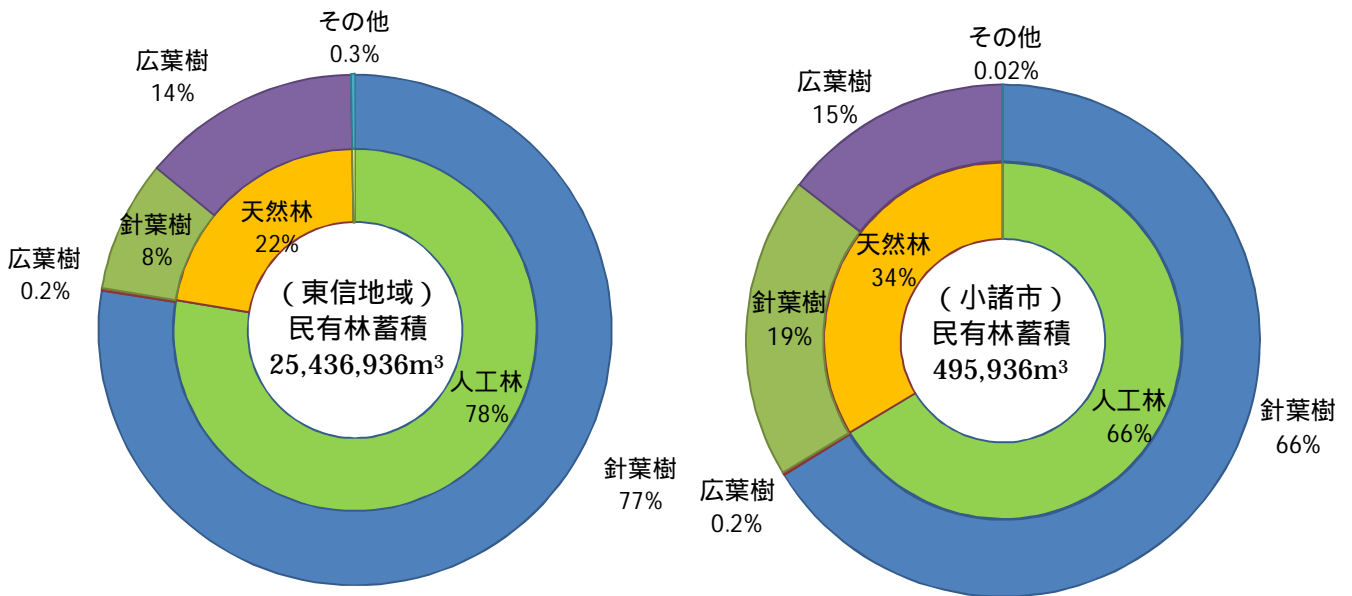
長野県、東信地域(佐久地域、上小地域)、小諸市の民有林の面積割合について、図表 3-5、図表 3-6 に示す。小諸市の蓄積量の 8 割以上を針葉樹が占め、特に人工林ではほとんどが針葉樹となっている。東信地域全体においても 8 割以上が針葉樹となっている。

図表 3-5 民有林の人天・針広別の蓄積

対象地域	民有林蓄積 総数	人工林		天然林		その他
		針葉樹	広葉樹	針葉樹	広葉樹	
長野県	124,000,119	83,389,298	175,633	13,803,810	26,526,028	105,350
東信地域計	25,436,936	19,705,503	38,692	2,108,113	3,515,651	68,977
(佐久地域)	17,111,602	13,679,910	21,147	1,169,375	2,218,130	23,040
(上小地域)	8,325,334	6,025,593	17,545	938,738	1,297,521	45,937
小諸市	495,936	328,463	747	94,468	72,167	91

(m³)

【出典】長野県統計資料「森林の現況(平成 22 年度)」第 8 表



図表 3-6 民有林の人天・針広別の蓄積割合 (左/東信地域、右/小諸市)

(3) 民有林の樹種別構成

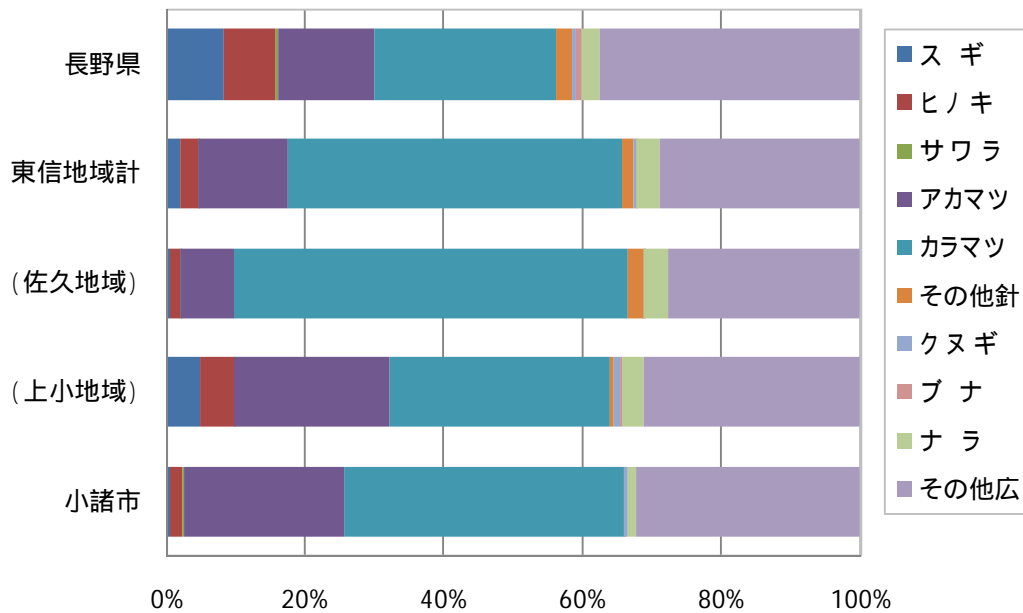
民有林の樹種別構成に関して、図表 3-7、図表 3-8、図表 3-9 に示す。小諸市ではカラマツ・広葉樹の面積が大きくなっているが、蓄積量としてはカラマツが最も多い。地域別にみると、佐久地域では面積・蓄積ともにカラマツの割合が高いが、上小地域ではカラマツの蓄積量が最も多いものの、佐久地域に比べてアカマツやスギの割合も高いことがわかる。

図表 3-7 民有林の樹種別面積、蓄積、成長量

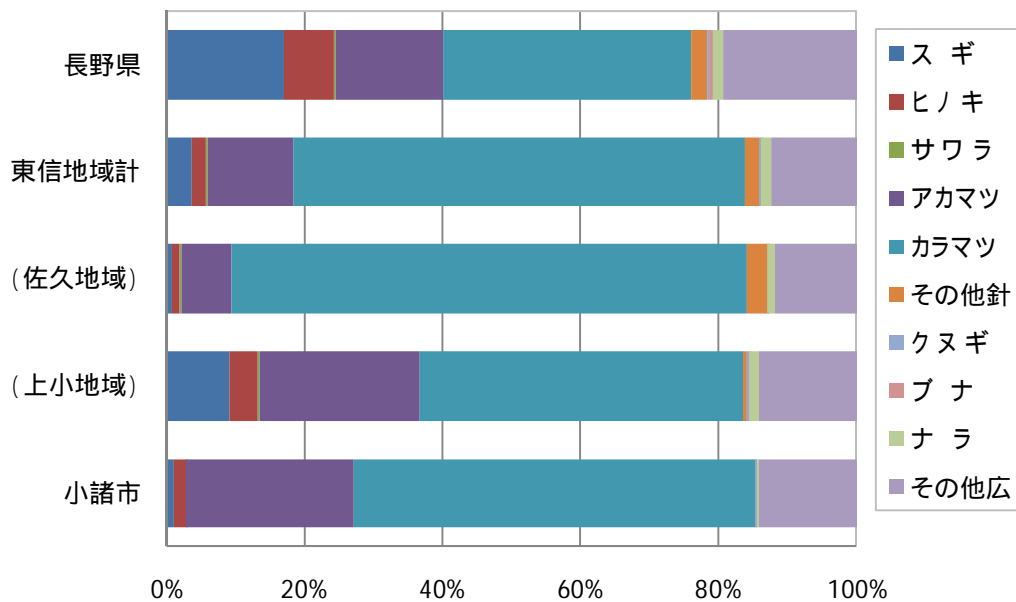
対象地域	項目	総数	針 葉 樹							
			小計	スギ	ヒノキ	サウラ	アカマツ	カラマツ	その他針	
長野県	面積 (ha)	661,169	386,995	55,374	50,083	995	92,403	172,982	15,158	
	蓄積 (m3)	123,894,769	97,193,108	21,032,906	9,017,195	275,641	19,546,181	44,322,188	2,998,997	
	成長 (m3)	1,947,688	1,511,628	365,788	246,024	2,894	222,568	642,543	31,812	
東信地域計	面積 (ha)	114,800	77,244	2,423	2,865	132	14,719	55,374	1,732	
	蓄積 (m3)	25,367,959	21,813,616	942,510	521,411	51,897	3,164,493	16,595,086	538,219	
	成長 (m3)	376,623	309,067	14,984	23,437	829	36,886	225,436	7,495	
	(佐久地域)	面積 (ha)	75,316	51,745	449	1,003	92	5,837	42,839	1,525
		蓄積 (m3)	17,088,562	14,849,285	171,249	187,445	35,258	1,239,206	12,725,592	490,535
		成長 (m3)	246,656	205,996	2,607	8,460	598	14,787	173,278	6,266
	(上小地域)	面積 (ha)	39,485	25,499	1,974	1,862	40	8,881	12,535	207
		蓄積 (m3)	8,279,397	6,964,331	771,261	333,966	16,639	1,925,287	3,869,494	47,684
		成長 (m3)	129,967	103,071	12,377	14,976	231	22,099	52,158	1,230
小諸市	面積 (ha)	2,314	1,529	15	41	3	531	937	2	
	蓄積 (m3)	495,845	422,931	5,842	7,855	1,110	119,231	288,564	329	
	成長 (m3)	6,858	5,370	78	354	11	1,229	3,686	12	

対象地域	項目	広 葉 樹					
		小計	クヌギ	ブナ	ナラ	その他広	
長野県	面積 (ha)	274,174	2,580	5,978	18,418	247,199	
	蓄積 (m3)	26,701,661	218,262	711,843	1,771,029	24,000,527	
	成長 (m3)	436,060	1,491	6,548	32,781	395,239	
東信地域計	面積 (ha)	37,556	410	8	3,889	33,250	
	蓄積 (m3)	3,554,343	39,692	1,373	356,796	3,156,482	
	成長 (m3)	67,557	789	58	7,452	59,258	
	(佐久地域)	面積 (ha)	23,571	38	0	2,565	20,968
		蓄積 (m3)	2,239,277	3,368	9	241,458	1,994,442
		成長 (m3)	40,660	73	1	4,784	35,802
	(上小地域)	面積 (ha)	13,985	372	7	1,324	12,282
		蓄積 (m3)	1,315,066	36,324	1,364	115,338	1,162,040
		成長 (m3)	26,897	716	57	2,667	23,457
小諸市	面積 (ha)	785	12	0	23	751	
	蓄積 (m3)	72,914	1,028	0	1,628	70,258	
	成長 (m3)	1,488	20	0	46	1,423	

【出典】長野県統計資料「民有林の現況（平成 22 年度）」第 4 表、第 11 表
 総数は立木地を対象としているため、民有林面積・蓄積総数とは異なる数値となっている。
 統計資料では「材積」と表記されているが、本調査では「蓄積」で統一する。



図表 3-8 民有林の樹種別資源構成 (面積)



図表 3-9 民有林の樹種別資源構成 (蓄積)

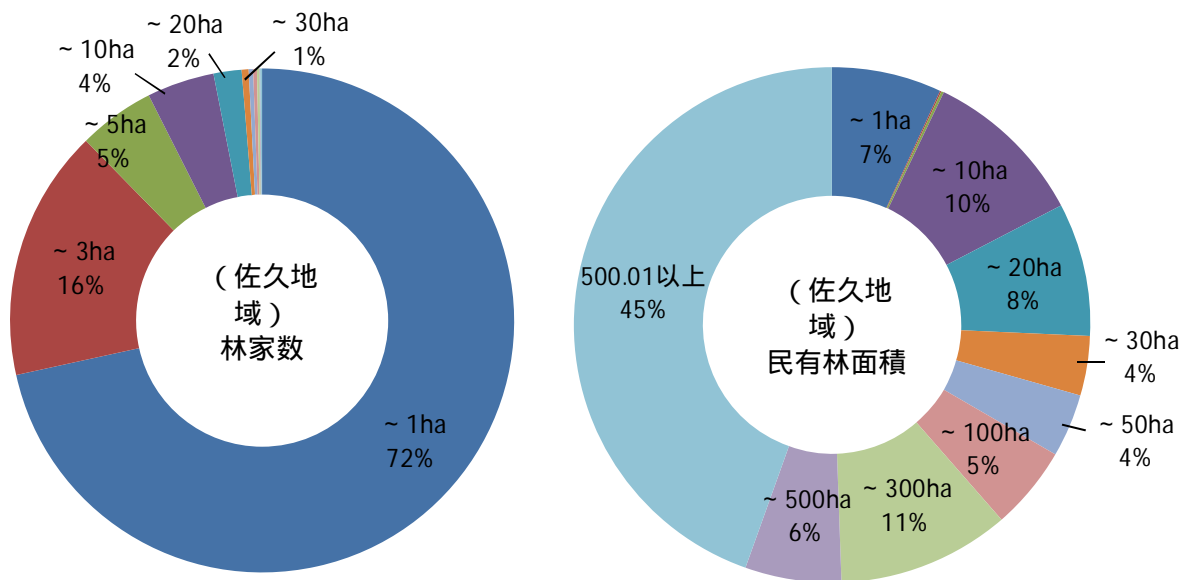
(4) 民有林の所有形態別資源構成

民有林の所有形態別資源構成について、佐久地域の状況をみると、1ha以下の林家数が最も多いが、所有規模別の面積割合としては7%という低い値になっている。一方、所有規模別面積で最も多くの割合を占めるのは500ha以上の林家であり、少数の大規模林家が多くの面積を占めていることがわかる。(図表 3-10、図表 3-11)

図表 3-10 佐久地域における民有林の所有形態別資源構成

所有面積規模	区 分	総 計	公有林計	県有林	市町村有林	財産区有林	私有林計	集落有林	会社有林	社寺有林	団体有林	共有林	個人有林
総 計	林家数	22,358	81	16	28	37	22,277	234	443	250	143	2,336	18,871
	面積(ha)	75,547.74	26,978.02	1,763.60	16,758.09	8,456.33	48,569.72	8,305.80	5,961.59	1,633.36	4,092.46	4,352.20	24,224.31
	材積(m ³)	16,900,200	6,010,803	411,595	3,659,749	1,939,459	10,889,397	1,880,365	1,212,425	332,598	889,190	1,017,699	5,557,120
0.01 ~ 1ha	林家数	15,988	16	6	3	7	15,972	57	295	99	55	1,575	13,891
	面積(ha)	4,471.84	3.67	1.49	0.84	1.34	4,468.17	22.71	66.32	35.28	18.65	458.95	3,866.26
	材積(m ³)	958,351	480	139	56	285	957,871	5,136	12,093	7,255	3,442	97,160	832,785
1.01 ~ 3ha	林家数	3,614	6		4	2	3,608	36	40	50	17	380	3,085
	面積(ha)	6,355.28	11.90		9.34	2.56	6,343.38	68.20	76.55	93.99	31.76	680.24	5,392.64
	材積(m ³)	1,435,824	2,310		1,730	580	1,433,514	15,123	13,392	18,707	7,129	154,286	1,224,877
3.01 ~ 5ha	林家数	1,100	4	1	1	2	1,096	24	27	27	10	143	865
	面積(ha)	4,236.54	15.28	3.71	3.44	8.13	4,221.26	93.57	104.04	107.74	41.16	554.63	3,320.12
	材積(m ³)	979,269	2,404	856	207	1,341	976,865	22,892	17,191	21,729	9,787	130,080	775,186
5.01 ~ 10ha	林家数	962	3	1	1	1	959	32	18	32	15	157	705
	面積(ha)	6,640.49	23.40	10.00	7.84	5.56	6,617.09	235.64	126.13	238.93	107.13	1,095.89	4,813.37
	材積(m ³)	1,568,777	6,713	3,056	2,305	1,352	1,562,064	59,010	21,211	47,306	23,057	269,933	1,141,547
10.01 ~ 20ha	林家数	403	5	1	2	2	398	32	23	27	16	60	240
	面積(ha)	5,458.75	72.15	13.75	32.06	26.34	5,386.60	459.50	338.48	367.60	205.85	806.49	3,208.68
	材積(m ³)	1,239,789	17,894	2,917	7,633	7,344	1,221,895	111,460	62,868	78,886	38,968	191,135	738,578
20.01 ~ 30ha	林家数	100	4		2	2	96	17	5	6	5	14	49
	面積(ha)	2,437.54	90.26		41.56	48.70	2,347.28	429.88	106.28	140.77	123.59	322.32	1,224.44
	材積(m ³)	548,498	23,485		9,353	14,132	525,013	111,043	16,638	30,857	22,038	75,666	268,771
30.01 ~ 50ha	林家数	67	6	1	2	3	61	12	11	4	8	2	24
	面積(ha)	2,567.53	246.18	45.49	89.30	111.39	2,321.35	479.23	427.06	164.35	298.55	75.50	876.66
	材積(m ³)	582,104	60,011	13,106	20,647	26,258	522,093	108,548	85,026	26,176	69,446	19,055	213,842
50.01 ~ 100ha	林家数	50	7	3	1	3	43	11	10	3	5	4	10
	面積(ha)	3,420.34	509.49	214.37	53.86	241.26	2,910.85	752.65	696.02	175.75	368.66	243.93	673.84
	材積(m ³)	754,788	120,615	55,719	12,559	52,337	634,173	177,797	166,174	28,758	57,778	50,931	152,735
100.01 ~ 300ha	林家数	39	9		1	8	30	6	11	2	9	1	1
	面積(ha)	7,013.46	1,673.76		100.95	1,572.81	5,339.70	960.05	2,019.82	308.95	1,691.93	114.25	244.70
	材積(m ³)	1,602,186	417,357		27,733	389,624	1,184,829	235,852	406,739	72,924	379,285	29,453	60,576
300.01 ~ 500ha	林家数	10	6	2	2	2	4	1			3		
	面積(ha)	3,939.82	2,385.29	715.48	836.80	833.01	1,554.53	349.35			1,205.18		
	材積(m ³)	905,391	551,444	143,658	211,942	195,844	353,947	75,687			278,260		
500.01以上	林家数	25	15	1	9	5	10	6	3				1
	面積(ha)	29,006.15	21,946.64	759.31	15,582.10	5,605.23	7,059.51	4,455.02	2,000.89				603.60
	材積(m ³)	6,325,223	4,808,090	192,144	3,365,584	1,250,362	1,517,133	957,817	411,093				148,223

【出典】長野県統計資料「民有林の現況(平成22年度)」第6表抜粋



図表 3-11 所有規模割合 (左/林家数、右/所有規模ごとの総面積)

3.1.3 松枯れ材の資源状況

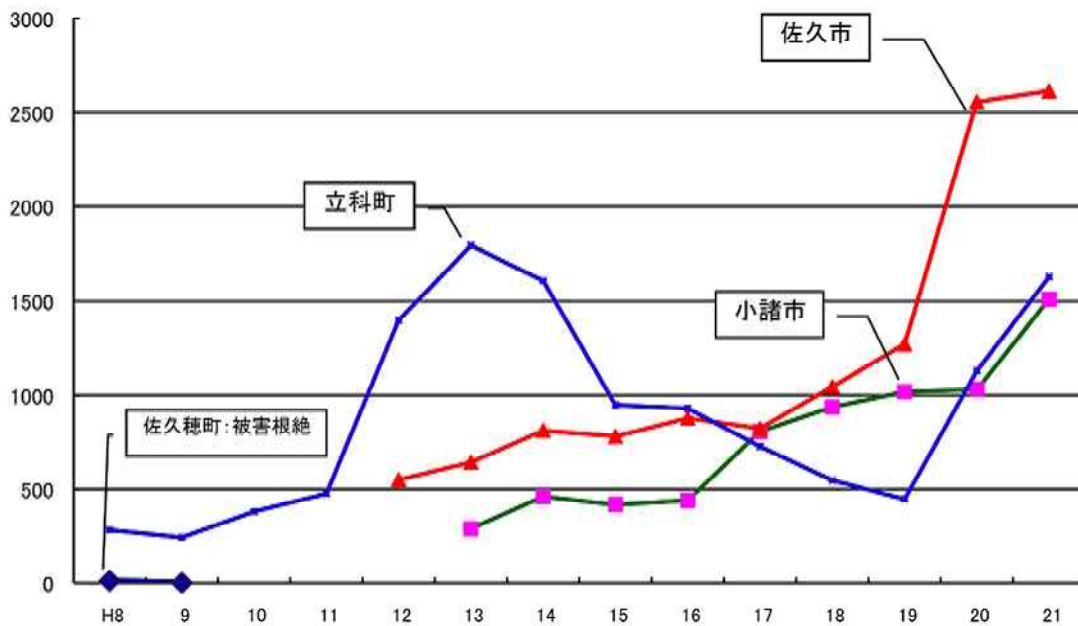
佐久地域松くい虫防除対策協議会(H22)の資料と長野県佐久地方事務所へのヒアリングをもとに、佐久地域のマツ枯れ材の状況に関して以下にまとめる。

(1) 長野県の状況

県内における松くい虫被害は、平成7年度の 57,100m³ 以後一時減少したが、平成 12 年度から増加し、平成 20 年度は 63,641m³と過去最高で、平成 19、20 年度は 2 年連続で全国第 1 位の被害量となった。平成 21 年度は 59,991m³の被害量となり、駆除量は 41,783m³となった。

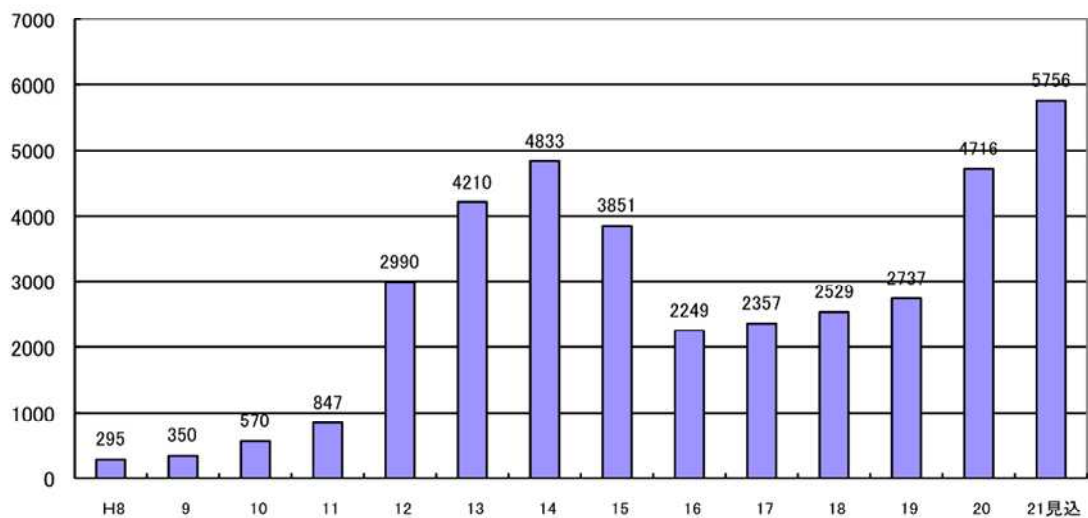
(2) 佐久地域の状況

平成 8 年度に佐久穂町と立科町で初めて松くい虫被害が確認された。佐久穂町の被害は徹底した伐倒駆除の実施により平成 10 年度に被害が根絶したが、平成 11 年度に佐久市、平成 13 年度に小諸市で被害が発生し、依然として沈静化していない。平成 21 年度の被害量は 5,756m³で前年対比 122%と増加の見込みである。



【出典：佐久地域松くい虫防除対策協議会（H22）資料】

図表 3-12 市町村別被害量の推移



【出典：佐久地域松くい虫防除対策協議会（H22）資料】

図表 3-13 佐久地区の被害量推移

図表 3-14 市町村別マツ枯れ被害量

区分	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H20	H21
佐久町	-	-	-	-	-	-	-	-	-
小諸市	290	461	417	441	807	937	1,018	1,030	1,512
佐久市	643	812	781	878	823	1,045	1,272	2,556	2,614
立科町	1,795	1,609	948	930	727	547	447	1,130	1,630
計	2,728	2,882	2,146	2,249	2,357	2,529	2,737	4,716	5,756

【出典：佐久地域松くい虫防除対策協議会（H22）資料】
旧北御牧村を除く

(3) 被害木駆除事業

マツノマダラカミキリの羽化脱出前(6月末)までを目標に伐倒駆除を行い、被害拡大防止と沈静化が図られている。また、15年度からは秋駆除も併せて行われており、被害状況に応じた適期駆除が実施されている。

被害木駆除の内訳として、樹種転換の場合には主に皆伐となり、搬出することが多いといえる。また、それ以外の対策では伐倒後、くん蒸処理を行うことから、搬出されずに林内での処理となる。

図表 3-15 被害木駆除事業の内訳（H21）

区分	本体策	保全松林	樹種転換	その他	市町村単独等	(m ³) 駆除量 計
小諸市	647		28	837		1,512
佐久市	846	1,003	373	56	163	2,441
立科町	432	100	94	1,004		1,630
計	1,925	1,103	495	1,897	163	5,583

【出典：佐久地域松くい虫防除対策協議会（H22）資料】

(4) エネルギー利用としての可能性

松枯れ被害木の処理方法としては、「焼却」「くん蒸処理」「チップ化」などが挙げられる。長野県へのヒアリングより、樹種転換したものの多くは搬出されチップなどに利用されているが、材の移動範囲は限られており、また用材としての利用は難しいことから、地域内でのエネルギー利用の可能性は考えられるという回答を得た。また、くん蒸処理や焼却処理されているものも同様に用材としての利用可能性はないことから、エネルギー利用であれば検討の可能性はある。そこで、処理方法の区別なく、松枯れ駆除の対象として伐採されたものについては可採量のひとつとして数値を整理する。

図表 3-16 松枯れ被害木駆除により伐採されたアカマツ

対象地域	種別	可採量 (A : 枝葉除く)			可採量 (B : 枝葉含む)		
		(m ³ /年)	(BDT/年)	(GJ/年)	(m ³ /年)	(BDT/年)	(GJ/年)
長野県	松枯れ関係	41,783	16,713	312,537	54,318	21,727	411,312
東信地域計	松枯れ関係	14,483	5,793	108,333	18,828	7,531	142,571
	(佐久地域)	5,583	2,233	41,761	7,258	2,903	54,959
	(上小地域)	8,900	3,560	66,572	11,570	4,628	87,612
小諸市	松枯れ関係	1,512	605	11,310	1,966	786	14,884

上小地域：長野県上小地方事務所ヒアリングによる。

BDT：水分量ゼロに換算したトン数。絶乾トン（Bone Dry t）

比重：0.4t/m³（絶乾時）、0.57t/m³（水分量30%WB時）と想定した。（以下、同様）

発熱量：別途行われたカラマツの燃料分析より、樹幹部 18.7MJ/kg、枝葉 19.7MJ/kg を用いる。（以下、同様）

3.1.4 賦存量（=蓄積量）

森林蓄積量を賦存量として、長野県、東信地域（佐久地域、上小地域）、小諸市の賦存量を推計した。図表 3-17 は統計資料の蓄積量（幹材積）から絶乾重量（BDT）を算出したものである。この数値を基に、幹材積に対する材種別賦存量の割合を乗じて、枝葉を含む賦存量（図表 3-19）を算出した。

図表 3-17 木質バイオマス賦存量（A～D材）の推計結果（枝葉除く）

対象地域	項目	森林面積	蓄積（=賦存量）		
			(m ³)	(BDT)	
長野県	国有林	378,242	57,596,372	23,038,549	
	民有林	681,277	124,000,119	49,600,048	
東信地域計	国有林	58,442	8,339,312	3,335,725	
	民有林	117,151	25,436,936	10,174,774	
	(佐久地域)	国有林	33,290	4,879,975	1,951,990
		民有林	76,805	17,111,602	6,844,641
	(上小地域)	国有林	25,152	3,459,337	1,383,735
		民有林	40,346	8,325,334	3,330,134
小諸市	国有林	1,359	159,585	63,834	
	民有林	2,344	495,936	198,374	

【出典：長野県統計資料「森林の現況(平成22年度)」第7表】

図表 3-18 幹材積に対する材種別賦存量の割合

	A材	B材	C材	D材	枝葉
割合	47%	30%	19%	4%	重量×0.3

各発生率は、複数の林業事業者へのヒアリングから平均値を算出。

枝葉については、林業事業者へのヒアリングと別途実測データから推計。

図表 3-19 材種別の賦存量推計結果（民有林）（C,D材および枝葉）

対象地域	項目	蓄積（＝賦存量）			
		（m ³ ）	（BDT）	（GJ）	
長野県	C材	23,870,023	9,548,009	178,547,771	
	D材	5,270,005	2,108,002	39,419,638	
	枝葉	37,200,036	14,880,014	293,136,284	
東信地域計	C材	4,896,610	1,958,644	36,626,644	
	D材	1,081,070	432,428	8,086,402	
	枝葉	2,501,794	1,000,718	19,714,135	
	（佐久地域）	C材	3,293,983	1,317,593	24,638,996
		D材	727,243	290,897	5,439,778
		枝葉	5,133,481	2,053,392	40,451,828
	（上小地域）	C材	1,602,627	641,051	11,987,648
		D材	353,827	141,531	2,646,624
		枝葉	2,497,601	999,040	19,681,092
小諸市	C材	95,468	38,187	714,098	
	D材	21,077	8,431	157,658	
	枝葉	148,781	59,512	1,172,390	

発熱量：別途行われたカラマツの燃料分析より、C、D材は18.7MJ/kg、枝葉は19.7MJ/kg（絶乾時）を用いた。

枝葉比重：C,D材と同様に、比重0.4t/m³（絶乾時）を用いた。（以下、同様）

民有林のみを対象とした。（以下、同様）

図表 3-20 森林バイオマスの賦存量推計結果まとめ（C,D材および枝葉）

対象地域	蓄積（＝賦存量）		
	（m ³ ）	（BDT）	（GJ）
長野県	66,340,064	26,536,026	511,103,693
東信地域計	13,608,760	5,443,504	104,845,960
（佐久地域）	9,154,707	3,661,883	70,530,602
（上小地域）	4,454,054	1,781,622	34,315,364
小諸市	265,325	106,130	2,044,147

3.1.5 可採量 (= 成長量)

森林成長量を可採量として、長野県、東信地域(佐久地域、上小地域)、小諸市の可採量を条件ごとに推計した。

(1) 年間成長量すべてを利用する場合

長野県、東信地域(佐久地域、上小地域)、小諸市の可採量の最大値として、年間成長量の総量を利用する場合の推計を行った。ただし、成長量のうち C,D 材のみの場合と、C,D 材および枝葉を含む場合を対象とする。

年間成長量すべてを利用する場合には、東信地域全体で約 9 万 m³(絶乾換算 3.5 万 t)の可採量が見込めるという結果を得た。枝葉を含めると約 20 万 m³(絶乾換算 8 万 t)となり、目標資源量を可採量として見込むことが可能となる。

図表 3-21 年間成長量すべてを利用する場合の可採量 (C,D 材のみ)

対象地域	種別	可採量 (枝葉除く)			
		(m ³ /年)	(BDT/年)	(GJ/年)	
長野県	全樹種	457,707	183,083	3,423,645	
	スギ・ヒノキ	143,776	57,510	1,075,443	
	マツ類	203,301	81,320	1,520,691	
	その他針葉樹	8,156	3,262	61,005	
	広葉樹	102,474	40,990	766,505	
東信地域計	全樹種	88,506	35,403	662,028	
	スギ・ヒノキ	9,029	3,612	67,536	
	マツ類	61,646	24,658	461,109	
	その他針葉樹	1,956	782	14,631	
	広葉樹	15,876	6,350	118,751	
	(佐久地域)	全樹種	57,964	23,186	433,571
		スギ・ヒノキ	2,601	1,040	19,454
		マツ類	44,195	17,678	330,581
		その他針葉樹	1,613	645	12,065
		広葉樹	9,555	3,822	71,471
	(上小地域)	全樹種	30,542	12,217	228,457
		スギ・ヒノキ	6,428	2,571	48,083
		マツ類	17,450	6,980	130,528
		その他針葉樹	343	137	2,567
		広葉樹	6,321	2,528	47,279
小諸市	全樹種	1,612	645	12,055	
	スギ・ヒノキ	102	41	759	
	マツ類	1,155	462	8,640	
	その他針葉樹	5	2	39	
	広葉樹	350	140	2,616	

森林簿より推計 (以下、同様)

図表 3-22 年間成長量すべてを利用する場合の可採量（C,D材および枝葉）

対象地域	種別	可採量（枝葉含む）			
		（m ³ /年）	（BDT/年）	（GJ/年）	
長野県	全樹種	1,042,013	416,805	8,027,979	
	スギ・ヒノキ	327,320	130,928	2,521,768	
	マツ類	462,834	185,134	3,565,812	
	その他針葉樹	18,567	7,427	143,049	
	広葉樹	233,292	93,317	1,797,350	
東信地域計	全樹種	201,493	80,597	1,552,365	
	スギ・ヒノキ	20,555	8,222	158,364	
	マツ類	140,342	56,137	1,081,238	
	その他針葉樹	4,453	1,781	34,309	
	広葉樹	36,143	14,457	278,454	
	(佐久地域)	全樹種	131,961	52,784	1,016,665
		スギ・ヒノキ	5,921	2,368	45,617
		マツ類	100,615	40,246	775,168
		その他針葉樹	3,672	1,469	28,290
		広葉樹	21,753	8,701	167,591
	(上小地域)	全樹種	69,533	27,813	535,700
		スギ・ヒノキ	14,634	5,854	112,747
		マツ類	39,727	15,891	306,070
		その他針葉樹	781	312	6,019
		広葉樹	14,390	5,756	110,864
小諸市	全樹種	3,669	1,468	28,266	
	スギ・ヒノキ	231	92	1,781	
	マツ類	2,630	1,052	20,260	
	その他針葉樹	12	5	92	
	広葉樹	796	318	6,134	

(2) 保安林を除いた地域の年間成長量を利用とする場合

(1)において年間成長量すべてを利用する場合の推計を行った結果、年間に必要な資源量目標を達成する結果となったが、実際にはすべてを利用するのは難しいと考えられる。そこで、年間成長量のうち、保安林区域を除いた地域のみを対象として資源量の推計を行った。(1)と同様に、成長量のうち C,D 材のみの場合と、C,D 材および枝葉を含む場合を対象とする。

保安林を除く地域の成長量すべてを利用する場合には、東信地域全体で約 4.5 万 m³(絶乾換算 1.8 万 t)の可採量が見込めるという結果を得た。枝葉を含めると約 10 万 m³(絶乾換算 4 万 t)となり、目標資源量の半分を可採量として見込むことが可能となる。

図表 3-23 保安林を除いた地域の可採量 (C,D 材のみ)

対象地域	種別	可採量 (A:枝葉除く)			
		(m ³ /年)	(BDT/年)	(GJ/年)	
長野県	全樹種	-	-	-	
東信地域計	全樹種	44,655	17,862	334,017	
	スギ・ヒノキ	3,539	1,415	26,469	
	マツ類	32,374	12,950	242,159	
	その他針葉樹	334	134	2,501	
	広葉樹	8,408	3,363	62,888	
	(佐久地域)	全樹種	34,179	13,672	255,661
		スギ・ヒノキ	950	380	7,109
		マツ類	26,353	10,541	197,121
		その他針葉樹	302	121	2,262
		広葉樹	6,573	2,629	49,170
	(上小地域)	全樹種	10,475	4,190	78,356
		スギ・ヒノキ	2,588	1,035	19,360
		マツ類	6,021	2,408	45,038
		その他針葉樹	32	13	239
		広葉樹	1,834	734	13,719
小諸市	全樹種	1,326	530	9,915	
	スギ・ヒノキ	97	39	723	
	マツ類	891	356	6,663	
	その他針葉樹	0	0	1	
	広葉樹	338	135	2,527	

図表 3-24 保安林を除いた地域の可採量 (C,D 材および枝葉)

対象地域	種別	可採量 (B:枝葉含む)			
		(m ³ /年)	(BDT/年)	(GJ/年)	
長野県	全樹種	-	-	-	
東信地域計	全樹種	101,661	40,664	783,225	
	スギ・ヒノキ	8,056	3,222	62,065	
	マツ類	73,703	29,481	567,831	
	その他針葉樹	761	304	5,864	
	広葉樹	19,141	7,656	147,465	
(佐久地域)	全樹種	77,812	31,125	599,490	
	スギ・ヒノキ	2,164	865	16,669	
	マツ類	59,995	23,998	462,222	
	その他針葉樹	688	275	5,304	
	広葉樹	14,965	5,986	115,296	
	(上小地域)	全樹種	23,848	9,539	183,735
		スギ・ヒノキ	5,892	2,357	45,397
		マツ類	13,708	5,483	105,608
		その他針葉樹	73	29	561
		広葉樹	4,175	1,670	32,169
小諸市	全樹種	3,018	1,207	23,249	
	スギ・ヒノキ	220	88	1,696	
	マツ類	2,028	811	15,625	
	その他針葉樹	0	0	3	
	広葉樹	769	308	5,926	

(3) 保安林を除いた地域における要間伐林齢の成長量分を利用する場合

参考値として、保安林を除いた林分のうち、間伐が多く行われる10～40年生を対象として推計を行った。推計は、(1)(2)と同様に、成長量のうちC,D材のみの場合と、C,D材および枝葉を含む場合を対象とする。

保安林を除いた地域における要間伐林齢の成長量分を利用する場合には、東信地域全体で約1万m³(絶乾換算0.4万t)の可採量が見込めるという結果を得た。枝葉を含めると約2万m³(絶乾換算0.9万t)となり、目標資源量のおよそ10分の1を可採量として見込めることになる。

図表 3-25 要間伐林齢の年間成長量すべてを利用する場合の可採量(C,D材のみ)

対象地域	種別	可採量(A:枝葉除く)			
		(m ³ /年)	(BDT/年)	(GJ/年)	
長野県	全樹種	-	-	-	
東信地域計	全樹種	9,507	3,803	71,114	
	スギ・ヒノキ	2,333	933	17,452	
	マツ類	5,423	2,169	40,567	
	その他針葉樹	130	52	970	
	広葉樹	1,621	648	12,125	
	(佐久地域)	全樹種	6,672	2,669	49,904
		スギ・ヒノキ	831	332	6,216
		マツ類	4,631	1,852	34,640
		その他針葉樹	116	46	865
		広葉樹	1,094	438	8,183
	(上小地域)	全樹種	2,836	1,134	21,210
		スギ・ヒノキ	1,502	601	11,236
		マツ類	792	317	5,927
		その他針葉樹	14	6	105
広葉樹		527	211	3,942	
小諸市	全樹種	319	128	2,385	
	スギ・ヒノキ	80	32	598	
	マツ類	186	74	1,389	
	その他針葉樹	0	0	1	
	広葉樹	53	21	397	

図表 3-26 要間伐林齢の年間成長量すべてを利用する場合の可採量（C,D材および枝葉）

対象地域	種別	可採量（B：枝葉含む）			
		（m ³ /年）	（BDT/年）	（GJ/年）	
長野県	全樹種	-	-	-	
東信地域計	全樹種	21,644	8,658	166,753	
	スギ・ヒノキ	5,312	2,125	40,923	
	マツ類	12,347	4,939	95,123	
	その他針葉樹	295	118	2,274	
	広葉樹	3,690	1,476	28,432	
	(佐久地域)	全樹種	15,189	6,076	117,019
		スギ・ヒノキ	1,892	757	14,576
		マツ類	10,543	4,217	81,226
		その他針葉樹	263	105	2,028
		広葉樹	2,491	996	19,189
	(上小地域)	全樹種	6,455	2,582	49,734
		スギ・ヒノキ	3,420	1,368	26,347
		マツ類	1,804	722	13,897
		その他針葉樹	32	13	246
広葉樹		1,200	480	9,244	
小諸市	全樹種	726	290	5,593	
	スギ・ヒノキ	182	73	1,402	
	マツ類	423	169	3,257	
	その他針葉樹	0	0	2	
	広葉樹	121	48	932	

(4) まとめ

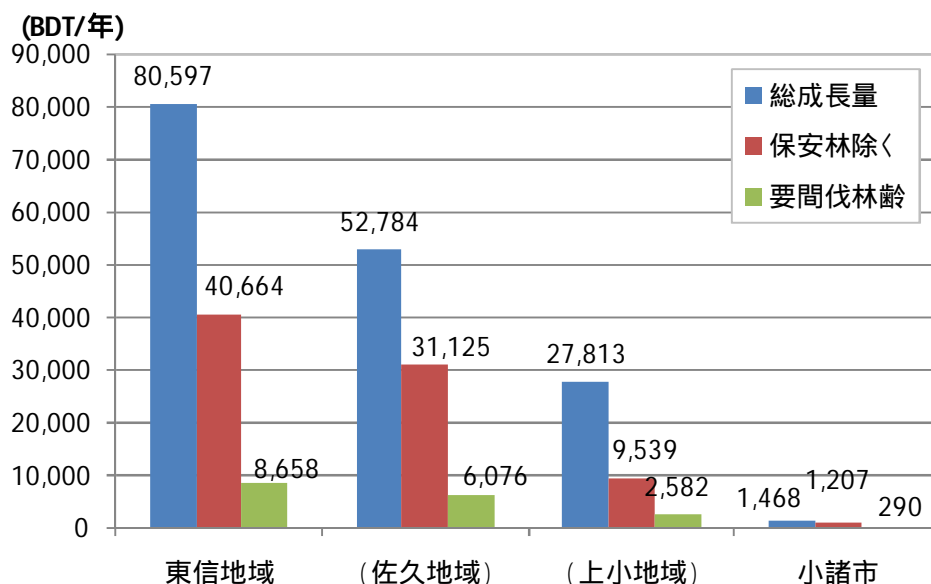
各条件による可採量推計結果を図表 3-27、図表 3-28にまとめる。図表 3-27より、条件(1) (図表 3-21、図表 3-22 参照)の成長量すべてを利用する場合には、東信地域の私有林で 80,597BDT/年(全樹種対象、枝葉含む)の資源を収集することができる。ただし、現実的には保安林区域の搬出は難しいため、最大でも条件(2)の保安林を除いた地域の成長量(図表 3-23、図表 3-24)が対象になると考えられる。条件(2)の推計結果は 40,664 BDT/年(全樹種対象、枝葉含む)となっており、東信地域の私有林だけで目標の約 8 万 BDT/年の半分を可採量として見込めることとなる。このことから、目標資源量の半分を東信地域の私有林で確保し、残り半分の資源量は、東信地域の国有林や、北信地域も対象にするなど、調達範囲の拡大が必要だと考えられる。

図表 3-27 可採量まとめ (C,D材のみ)

対象地域	種別	可採量 (BDT/t) (A:枝葉除く)			
		(1)総成長量	(2)保安林を除いた地域の成長量	(3)要間伐林齢の成長量	
長野県	全樹種	183,083	-	-	
	スギ・ヒノキ	57,510			
	マツ類	81,320			
	その他針葉樹	3,262			
	広葉樹	40,990			
東信地域計	全樹種	35,403	17,862	3,803	
	スギ・ヒノキ	3,612	1,415	933	
	マツ類	24,658	12,950	2,169	
	その他針葉樹	782	134	52	
	広葉樹	6,350	3,363	648	
	(佐久地域)	全樹種	23,186	13,672	2,669
		スギ・ヒノキ	1,040	380	332
		マツ類	17,678	10,541	1,852
		その他針葉樹	645	121	46
		広葉樹	3,822	2,629	438
(上小地域)	全樹種	12,217	4,190	1,134	
	スギ・ヒノキ	2,571	1,035	601	
	マツ類	6,980	2,408	317	
	その他針葉樹	137	13	6	
	広葉樹	2,528	734	211	
小諸市	全樹種	645	530	128	
	スギ・ヒノキ	41	39	32	
	マツ類	462	356	74	
	その他針葉樹	2	0	0	
	広葉樹	140	135	21	

図表 3-28 可採量まとめ (C,D材および枝葉)

対象地域	種別	可採量 (BDT/t) (B:枝葉含む)			
		(1)総成長量	(2)保安林を除いた地域の成長量		
			(3)要間伐林齢の成長量		
長野県	全樹種	416,805	-	-	
	スギ・ヒノキ	130,928			
	マツ類	185,134			
	その他針葉樹	7,427			
	広葉樹	93,317			
東信地域計	全樹種	80,597	40,664	8,658	
	スギ・ヒノキ	8,222	3,222	2,125	
	マツ類	56,137	29,481	4,939	
	その他針葉樹	1,781	304	118	
	広葉樹	14,457	7,656	1,476	
	(佐久地域)	全樹種	52,784	31,125	6,076
		スギ・ヒノキ	2,368	865	757
		マツ類	40,246	23,998	4,217
		その他針葉樹	1,469	275	105
		広葉樹	8,701	5,986	996
(上小地域)	全樹種	27,813	9,539	2,582	
	スギ・ヒノキ	5,854	2,357	1,368	
	マツ類	15,891	5,483	722	
	その他針葉樹	312	29	13	
	広葉樹	5,756	1,670	480	
小諸市	全樹種	1,468	1,207	290	
	スギ・ヒノキ	92	88	73	
	マツ類	1,052	811	169	
	その他針葉樹	5	0	0	
	広葉樹	318	308	48	



図表 3-29 可採量まとめ (B: 枝葉含む)

(5) 国有林 (東信地域) の可能性

国有林については、東信森林管理署の成長量に関するデータをもとに、東信地域のC,D材、枝葉部分の可採量を推計した。推計結果を図表 3-30、図表 3 - 31 に示す。国有林については、天然林のうち天然生林については伐採を行うことはないということで、天然生林を除く値となっている。枝葉を含んだ場合、可採量としては 51,583m³/年 (絶乾換算 20,633t/年) の資源量があることがわかった。ヒアリングの結果、現状では用材としての利用は進んでおり、小径木まで利用しているため未利用分はほとんどないということで、未利用材を利用するためには、現在搬出できない範囲のものを低コストで集材する方法の検討や、国との連携方法等の課題が挙げられた。しかしながら、国有財産である以上、用材のみならずバイオマス資源も含めた高度な活用を引き続き検討することが望ましいと考える。

図表 3-30 国有林 (千曲川上流) の可採量推計結果 (C,D材のみ)

対象地域	種別	可採量 (A:枝葉除く)		
		(m ³ /年)	(BDT/年)	(GJ/年)
国有林 (千曲川上流) 計	全樹種	22,658	9,063	169,483
	針葉樹	21,393	8,557	160,020
	広葉樹	1,265	506	9,463

図表 3-31 国有林（千曲川上流）の可採量推計結果（C,D材および枝葉）

対象地域	種別	可採量（B：枝葉含む）		
		（m ³ /年）	（BDT/年）	（GJ/年）
国有林（千曲川上流）計	全樹種	51,583	20,633	397,413
	針葉樹	48,703	19,481	375,225
	広葉樹	2,880	1,152	22,188

(6) 北信地域の可能性

北信地域については、保安林を除いた成長量分を利用することが現実的であると考えられるため、その部分についてのみ可採量を推計した。

推計の結果、北信地域全体で約 7 万 m³（絶乾換算 3 万 t）の可採量が見込めることがわかった。枝葉を含めると約 15 万 m³（絶乾換算 6 万 t）となり、東信地域と合わせると目標資源量を達成できる可採量となる。

図表 3-32 北信地域（保安林除く）の可採量推計結果（C,D材のみ）

対象地域	種別	可採量（A：枝葉除く）		
		（m ³ /年）	（BDT/年）	（GJ/年）
北信地域計	全樹種	67,118	26,847	502,041
	スギ・ヒノキ	37,360	14,944	279,456
	マツ類	13,604	5,442	101,756
	その他針葉樹	219	88	1,639
	広葉樹	15,934	6,374	119,189

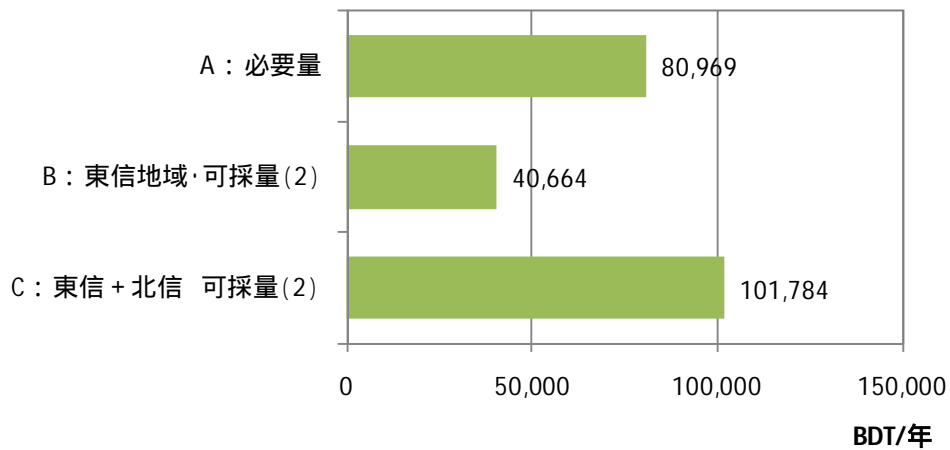
図表 3-33 北信地域（保安林除く）の可採量推計結果（C,D材および枝葉）

対象地域	種別	可採量（B：枝葉含む）		
		（m ³ /年）	（BDT/年）	（GJ/年）
北信地域計	全樹種	152,800	61,120	1,177,217
	スギ・ヒノキ	85,054	34,022	655,285
	マツ類	30,970	12,388	238,605
	その他針葉樹	499	200	3,844
	広葉樹	36,276	14,510	279,483

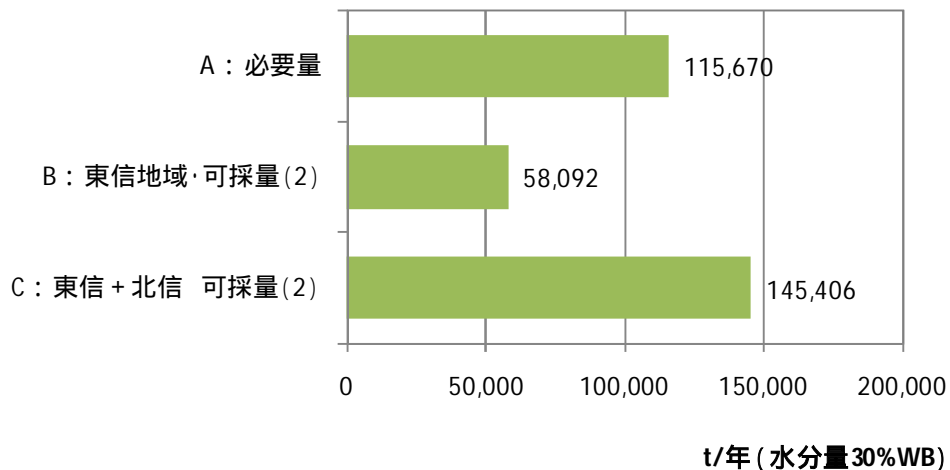
(7) 可採量まとめ

以上より、東信地域の可採量はプラントで必要な資源量の半分程度であり、東信地域と北信地域の可採量を合わせることで、必要量を達成できることが明らかとなった。必要量に対する可採量の比較を図表 3-34、図表 3-35 に示す。

また、国有林については、引き続き検討を行うこととする。



図表 3-34 必要量に対する可採量推計結果比較 (BDT/年)



図表 3-35 必要量に対する可採量推計結果比較 (t/年)(水分量 30%のとき)

3.2 利用可能量

3.2.1 現状での未利用量

各地域の間伐状況、素材生産状況は図表 3-36 の通りである。この数値をもとに、素材生産に伴い発生する、現在未利用となっている C,D 材や枝葉の発生量を推計した(図表 3-37)。現状では、可採量として 37,612BDT/年の未搬出 C,D 材、枝葉が発生していると考えられる。

図表 3-36 伐採実績と未利用材積推計

	樹種別	間伐面積 (ha/年)	間伐材積 (m ³ /年)	のうち素材 材積(A-C材) (m ³ /年)	間伐によ る搬出材積 (m ³ /年)	未利用材 積(-) (m ³ /年)	主伐 (m ³ /年)
長野県	スギ	-	-	-	29,284	-	5,324
	ヒノキ	-	-	-	14,478	-	2,402
	カラマツ	-	-	-	98,217	-	7,924
	アカマツ(健全木)	-	-	-	13,712	-	13,471
	その他針葉樹	-	-	-	1,249	-	791
	広葉樹	-	-	-	3,536	-	2,625
	計	22,196	685,795	656,649	160,476	496,173	32,537
東信地域計	スギ	-	-	-	3,427	-	-
	ヒノキ	-	-	-	412	-	-
	カラマツ	-	-	-	58,473	-	-
	アカマツ(健全木)	-	-	-	2,570	-	-
	その他針葉樹	-	-	-	633	-	-
	広葉樹	-	-	-	548	-	-
	計	4,734	192,927	184,728	66,063	129,420	8,873
(佐久地域)	スギ	-	-	-	20	-	0
	ヒノキ	-	-	-	5	-	0
	カラマツ	-	-	-	37,692	-	2,080
	アカマツ(健全木)	-	-	-	1,900	-	374
	その他針葉樹	-	-	-	606	-	10
	広葉樹	-	-	-	274	-	484
	計	2,489	143,829	137,716	40,497	97,219	2,948
(上小地域)	スギ	-	-	-	3,407	-	450
	ヒノキ	-	-	-	407	-	0
	カラマツ	-	-	-	20,781	-	886
	アカマツ(健全木)	-	-	-	670	-	4,589
	その他針葉樹	-	-	-	27	-	0
	広葉樹	-	-	-	274	-	0
	計	2,245	49,098	47,011	14,811	32,200	5,925
小諸市	スギ	-	-	-	-	-	-
	ヒノキ	-	-	-	-	-	-
	カラマツ	-	-	-	-	-	-
	アカマツ(健全木)	-	-	-	-	-	-
	その他針葉樹	-	-	-	-	-	-
	広葉樹	-	-	-	-	-	-
	計	264	15,426	14,770	-	-	-

【出典等】

間伐面積・材積：長野県については、信州の木振興課資料より、間伐搬出率から推計。東信地域については、各地方事務所提供資料より推計。

搬出・主伐材積：長野県木材統計（H21年度）、上小地域については上小地方事務所資料より。

「-」：内訳が明らかとなっていないもの。

小諸市の数値：搬出材積の内訳は明らかではない。

図表 3-37 伐採・搬出実績より推計される未搬出材 (= 利用可能量)

対象地域	未搬出 C 材		未搬出 D 材		枝葉	合計	
	m ³ /年	BDT/年	m ³ /年	BDT/年	BDT/年	BDT/年	GJ/年
長野県	95,513	38,205	30,529	12,212	86,200	136,617	2,640,933
東信地域計	24,913	9,965	8,577	3,431	24,216	37,612	727,559
(佐久地域)	18,715	7,486	6,238	2,495	17,613	27,594	533,628
(上小地域)	6,199	2,479	2,338	935	6,603	10,018	193,931
小諸市	-	-	-	-	-	-	-

未搬出 C 材 (m³): 図表 3-36 より、未利用材積×C材割合 19%

未搬出 D 材:(間伐材積 - 間伐材積のうち素材材積) + (主伐材積×D材割合 4%)

ただし、主伐時の未搬出 C 材は含まれていないため、この数値よりも大きいと考えられる。

3.2.2 将来の見通し

平成 22 年度見込みと平成 23 年度以降の将来計画について、各事業者へアンケートおよびヒアリングを実施した。アンケート対象としては、東信地域の全森林組合、東信素材生産事業協同組合 8 社、北佐久木材協同組合 7 社、上小木材協同組合 3 社、その他 8 社とした。

図表 3-38 各事業者の素材(A,B 材)生産見込みと将来計画

			H22 年度 (見込み)		H23 年度以降 (計画)	
			m ³ /年	BDT/年	m ³ /年	BDT/年
小諸市内	佐久森林組合	国有林	0	0	未定	未定
		民有林	417	167	460	184
	A 社	国有林	450	180	未定	未定
		民有林	1,000	400	1,100	440
小諸市以外の東信地域内 (佐久地域、上小地域)	信州上小森林組合	国有林	6,000	2,400	5,250	2,100
		民有林	7,500	3,000	9,000	3,600
	南佐久北部森林組合	国有林	1,200	480	未定	未定
		民有林	3,200	1,280	4,000	1,600
	南佐久中部森林組合	国有林	1,120	448	未定	未定
		民有林	1,714	685	4,410	1,764
	南佐久南部森林組合	国有林	1,680	672	未定	未定
		民有林	4,200	1,680	4,100	1,640
	B 社	国有林	0	0	0	0
		民有林	1,300	520	2,500	1,000
	C 社	国有林	0	0	240	96
		民有林	600	240	1,000	400
	D 社	国有林	0	0	0	0
		民有林	250	100	400	160
	E 社	国有林	2,590	1,036	2,450	980
		民有林	1,100	440	1,400	560
	F 社	国有林	290	116	310	124
		民有林	380	152	400	160
	G 社	国有林	370	148	185	74
		民有林	0	0	0	0
合計	国有林	13,700	5,480	未定	未定	
	民有林	21,661	8,664	28,770	11,508	

信州上小森林組合、南佐久南部森林組合、E 社の素材販売量については、A,B 材、C,D 材の内訳の回答を得られなかったことから、アンケート調査により回答を得られた幹材積に対する発生割合を用いて推計した。

図表 3-39 各事業体の C,D 材生産実績と将来計画

			H22 年度(見込み)		H23 年度以降(計画)		
			m ³ /年	BDT/年	m ³ /年	BDT/年	用途
小諸市内	佐久森林組合	国	0	0	未定	未定	製紙用
		民	73	29	80	32	製紙用
	A 社	国	0	0	未定	未定	-
		民	150	60	165	66	製紙用
小諸市以外の東信地域内(佐久地域、上小地域)	信州上小森林組合	国	2,000	800	1,750	700	-
		民	2,500	1,000	3,000	1,200	-
	南佐久北部森林組合	国	800	320	未定	未定	製紙用
		民	1,000	400	1,500	600	製紙用
	南佐久中部森林組合	国	659	263	未定	未定	製紙用
		民	1,006	403	2,590	1,036	薪
	南佐久南部森林組合	国	1,120	448	未定	未定	製紙用
		民	0	0	0	0	薪
	B 社	国	0	0	0	0	製紙用
		民	1,000	400	2,000	800	-
	C 社	国	0	0	60	24	-
		民	400	160	300	120	-
	D 社	国	0	0	0	0	-
		民	50	20	50	20	-
	E 社	国	1,110	440	1,050	420	-
		民	600	240	600	240	-
	F 社	国	70	28	90	36	-
		民	100	40	100	40	-
	G 社	国	30	12	15	6	-
		民	0	0	0	0	-
合計		国	5,779	2,312	未定	未定	-
		民	6,879	2,752	10,385	4,154	-

未利用材のうち、素材生産に伴って発生する土場残材や林内で切り落とされる C,D 材等の発生状況についても調査を行った。材を搬出する場合には合板や製紙用チップ、土木用杭など、使えるものは最大限利用することから、余剰分は大変少ないことがわかる。ヒアリング調査から、多くの場合、林内で枝葉を切り落とした状態で集材し、道沿いや土場で造材作業を行うため、枝葉については林内散在の割合が高いこともわかった。

ただし、これはヒアリングやアンケート調査結果に基づくため、回答業者のみの数値であり、地域全体の数値把握ではないことに注意する必要がある。

図表 3-40 素材生産に伴う土場残材、林内残材発生量推計

		種類	m ³ /年	BDT/年
小諸市内	佐久森林組合	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	29	12
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	29	12
		枝葉	-	59
	A社	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	39	16
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	3	1
		枝葉	-	138
小諸市以外の東信地域内（佐久地域、上小地域）	信州上小森林組合	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	500	200
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	0	0
		枝葉	-	1,200
	南佐久北部森林組合	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	42	17
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	210	84
		枝葉	-	504
	南佐久中部森林組合	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	82	33
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	82	33
		枝葉	-	326
	南佐久南部森林組合	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	210	84
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	294	118
		枝葉	-	504
	B社	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	575	230
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	161	64
		枝葉	-	276
	C社	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	100	40
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	100	40
		枝葉	-	120
	D社	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	0	0
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	0	0
		枝葉	-	36
	E社	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	170	68
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	850	340
		枝葉	-	204
	F社	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	100	40
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	0	0
		枝葉	-	60
	G社	土場残材（C材相当、根元・梢端部）	0	0
		林内残材（C材相当、根元・梢端部）	0	0
		枝葉	-	0
合計			-	4,858

3.3 製材端材等（市場のバーク含む）

(1) 製材端材に関する現在の状況

長野県木材統計より、東信地域における製材端材の賦存量は 9,902BDT/年、可採量は 24BDT/年となっている。賦存量の多くが畜産用や堆肥、燃料(自家消費)として利用されており、可採量は大変少ないことがわかる。

製材端材等賦存量：背板、のこ屑など種類別に発生量を把握した。
 可採量(t/年)：発生量のうち、現在利用されずに処理を行っている量を可採量とした。

図表 3-41 製材端材の賦存量 (m³)

対象地域	背板	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット屑	その他	合計
長野県	29,994	15,287	13,280	22,047	1,461	82,069
東信地域計	15,457	2,040	5,249	11,919	199	34,864
(佐久地域)	1,510	590	1,365	360	0	3,825
(上小地域)	13,947	1,450	3,884	11,559	199	31,039
小諸市	-	-	-	-	-	-

【出典：長野県木材統計（平成 21 年度）】

図表 3-42 製材端材の可採量 (m³)

対象地域	背板	のこ屑	樹皮	かなな屑 プレカット屑	その他	合計
長野県	871	1	873	24	11	1,780
東信地域計	60	0	25	10	0	95
(佐久地域)	30	0	15	10	0	55
(上小地域)	30	0	10	0	0	40
小諸市	-	-	-	-	-	-

【出典：長野県信州の木振興課提供資料より】

図表 3-43 製材端材の賦存量、可採量まとめ

対象地域	賦存量			可採量		
	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)
長野県	39,916	22,927	428,739	733	369	6,904
東信地域計	17,216	9,902	185,162	45	24	444
(佐久地域)	1,677	904	16,904	26	14	260
(上小地域)	31,039	31,039	580,429	20	31,039	580,429
小諸市	-	-	-	-	-	-

水分量：背板・樹皮・その他 50%WB、のこ屑 40%WB、かなな屑 30%

比重：背板 0.57t/m³、のこ屑 0.5t/m³、樹皮 0.25t/m³、かなな屑 0.5t/m³、その他 0.57t/m³

発熱量：森林バイオマスと同様に 18.7MJ/kg（絶乾時）を用いた。

(2) チップ製造業に関する現在の状況

ヒアリングより、製紙用チップの原料となる原木が減少していることから設備稼働率も低くなっているため、チップの余剰分をエネルギーとして利用する可能性は低いと考えられる。

(3) 木材市場におけるバークに関する現在の状況

東信木材センターへのヒアリングより、土場のバークは 500m³/月程度発生していることがわかった。現在は処理を行っているため、エネルギー利用の可能性は高いものと言える。

図表 3-44 木材市場におけるバークの賦存量および可採量

	賦存量および可採量			
	(m ³)	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)
東信木材センター (小諸市)	6,000	1,500	750	14,025

発生量：500m³ × 12 ヶ月 = 6,000m³

比重：0.25 (t/m³)

水分量：50%WB 想定

発熱量：18.7MJ/kg 想定

(4) 将来の予測

製材端材は利用しやすいものであるため、未利用量が増えることは考えにくいといえる。ただし、今後国産材の利用率を高める動きの中で、大規模な製材工場等が稼働するなど新規施設ができ、それに比例して端材の発生量が増加することも考えられる。

製材工場で扱うのは A,B 材となるため、A,B 材の可採量についても推計した。その結果、東信地域で 10 万 m³ 以上の可採量が見込めることがわかった。結果を以下に示す。

図表 3-45 A・B 材の可採量推計

対象地域	種別	A,B 材の可採量		
		(m ³ /年)	(BDT/年)	(GJ/年)
長野県	全樹種	-	-	-
東信地域計	全樹種	145,365	58,146	1,100,973
	(佐久地域)	111,265	44,506	832,259
	(上小地域)	34,101	13,640	268,715
小諸市	全樹種	4,315	1,726	690

3.4 建築廃材

(1) 現在の状況

建築廃材等の木くずの発生量と現在の処理状況について、長野県廃棄物対策課へのヒアリングを実施した。発生状況は県全体で 72,001BDT/年、東信地域で 17,540BDT/年となっている。処理方法としては、再利用(堆肥、燃料等)、埋立処理、焼却となっており、埋立処理と焼却処理となっているものを未利用分として可採量を推計した。

なお、県の調査では地域を 4 ブロックに分けているため、佐久地域、上小地域、小諸市の数値は得られなかった。

建築廃材賦存量：木くず排出量
可採量 (t/年)：木くず排出量のうち「埋立処理」「焼却処理」となっているもの

図表 3-46 建築廃材の賦存量および可採量の推計結果

対象地域	賦存量			可採量		
	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)
長野県	82,760	72,001	1,346,422	13,629	11,857	221,730
東信地域計	20,161	17,540	327,999	2,428	2,112	39,501
(佐久地域)	-	-	-	-	-	-
(上小地域)	-	-	-	-	-	-
小諸市	-	-	-	-	-	-

【出典：長野県産業廃棄物実態調査（H21年度実績）】
水分量：13%WB 想定

(2) 将来の予測

住宅着工数の減少から、建築廃材も減少傾向にある。今後、長期的には建築廃材の需要も多く見込まれることから、原料として確保することは難しいと予想される。

3.5 その他（使用済みキノコ菌床）

3.5.1 使用済みキノコ菌床

(1) 現在の状況

県内のキノコ生産量より、次頁に示す推計方法で使用済みキノコ菌床の賦存量および可採量の試算を行った。長野県の特産品であるキノコの栽培後の菌床は堆肥などに利用されているものの、実際には余剰が多く、新たな利用方法を模索している状況にある。特に、県内でも中野市の生産量が多いことから、北信地域の状況についても推計を行った。

推計の結果、東信地域の賦存量は 5,200BDT/年、可採量は 728BDT となった。北信地域

は賦存量 82,263BDT/年、可採量は 11,517BDT/年となっており、東信地域の 10 倍以上の資源量となっている。森林バイオマスと同様に、北信地域からの使用済みキノコ菌床を活用することもひとつの手段であるといえる。

使用済みキノコ菌床賦存量 = キノコ生産量 (t/年) ÷ ビン数換算係数 × 1ビン当たり菌床量
 可採量 (t/年) = 使用済みキノコ菌床発生量 (賦存量) × 未利用率 14%
 未利用率：リサイクル以外の 14%とを未利用分とする (図表 3-47 参照)

図表 3-47 長野県内のキノコ廃培地の処理状況 (H20)

区分	農業リサイクル		回収業者譲渡	その他	計
	堆肥化・自家利用等	家畜敷料			
処理量(t)	203,105	31,794	16,571	22,962	274,432
割合(%)	74	12	6	8	100
	86		14		

その他：野積み、廃棄物の吸着材利用、廃棄物として処理 (H20 年度特用農林産物需給動態調査)

図表 3-48 キノコ菌床の賦存量および可採量推計結果

対象地域	賦存量			可採量		
	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)
長野県	274,432	109,773	2,052,754	38,421	15,368	287,386
東信地域計	13,001	5,200	97,244	1,820	728	13,614
(佐久地域)	4,075	1,630	30,478	570	228	4,267
(上小地域)	8,926	3,570	66,766	1,250	500	9,347
小諸市	422	169	3,159	59	24	442
北信地域	205,657	82,263	1,538,313	28,792	11,517	215,364

【出典】長野県林務部 信州の木振興課 経営普及係 資料 (平成 20 年)

水分量：60%WB 想定

(2) 将来の予測

JA 佐久浅間へのヒアリングより、生産量は今後もこのまま推移するだろうという回答を得た。そのため、使用済みキノコ菌床も同程度の量が確保できると考えられる。

3.6 その他 (剪定枝)

3.6.1 公園剪定枝

(1) 現在の状況

次の式を用いて、公園剪定枝の賦存量・可採量を推計した。発生量については各地域の都市公園にヒアリングを行い、可採量については NEDO より未利用率 71%を用いて推計した。

推計の結果、東信地域の賦存量は 547BDT/年、可採量は 390BDT/年となった。

公園剪定枝発生量（賦存量）＝都市公園面積(ha)×発生原単位(t/ha) ¹

可採量（t/年）＝公園剪定枝発生量（賦存量）×未利用率 ²

【出典】NEDO バイオマス賦存量・利用可能量の推計～GIS データベース～

1 発生原単位：1.71(t/ha) 2 未利用率：71%

図表 3-49 公園剪定枝の賦存量および可採量推計結果

対象地域	賦存量			可採量		
	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)
長野県	3,829	1,915	35,803	2,730	1,365	25,527
東信地域計	1,094	547	10,231	780	390	7,295
(佐久地域)	710	355	6,641	506	253	4,735
(上小地域)	384	192	3,590	274	137	2,560
小諸市	133	67	1,244	95	47	887

【出典】

都市公園面積：長野県/都市公園データベース（国土交通省）市町村/各市町村ホームページの統計情報やヒアリング調査より

水分量：50%WB 想定

(2) 将来の予測

公園の樹木の剪定は、定期的に行われる場合もあるが、多くは必要に応じて実施されていることが多い。そのため、木質資源の発生頻度は一定ではないため、年間の発生量には変動があると考えられる。

将来の動向としては、都市計画によって公園面積が増えることもあるため、剪定枝の量も若干増えていく可能性はある。

3.6.2 果樹剪定枝

(1) 現在の状況

果樹剪定枝については、以下の式より賦存量を推計した。

果樹剪定枝は、堆肥化、園地敷料、炭化、燃料、焼却などの方法で利用されていることが考えられるが、長野県バイオマス総合利活用マスタープランでは、現状の利用割合を図表 3-53 のように示している。本事業では未利用となっている果樹剪定枝を可採量として位置付け、発生量に対する利用割合のうち、焼却されている量を可採量とする。

推計の結果、東信地域の賦存量は 1,526BDT/年、可採量は 793BDT/年となった。

果樹剪定枝発生量（賦存量）＝各品目の栽培面積(ha)×剪定枝発生量原単位(t/ha)
 可採量（t/年）＝果樹剪定枝発生量（賦存量）×未利用率

【出典】NEDO バイオマス賦存量・利用可能量の推計～GIS データベース～
 未利用率：52%

図表 3-50 果樹剪定枝の発生原単位

	りんご	ぶどう	もも	日本なし	かき	くり	うめ
果樹剪定枝発生原単位(t/ha)	4.0	2.8	4.0	5.0	6.3	4.7	2.8

【出典：木質バイオマスエネルギーの地域別利用可能性に関する研究.第 22 エネルギー・資源学会研究発表会講演論文集. p.329-334】

図表 3-51 各果樹の栽培面積（ha）

対象地域	りんご	ぶどう	もも	日本なし	かき	くり	うめ
長野県	6,295	2,084	978	770	434	103	193
東信地域計	515	219	81	4	0	2	9
(佐久地域)	282	13	59	0	0	2	4
(上小地域)	233	206	22	4	0	0	5
小諸市	63	8	29	0	0	2	2

【出典：農林業センサス(2005)】

注) ただし、農家数が2戸以下しかない場合は、被調査客体の秘密保護の観点から、各調査客体区分の総数は「x」とされている。そのため、農家数が2戸以下の地域に関しては栽培面積が考慮されていない。

図表 3-52 各果樹の年間発生量推計結果（t/年）

対象地域	りんご	ぶどう	もも	日本なし	かき	くり	うめ	合計
長野県	25,180	5,835	3,912	3,850	2,734	484	540	42,536
東信地域計	2,060	613	324	20	0	9	25	3,052
(佐久地域)	1,128	36	236	0	0	9	11	1,421
(上小地域)	932	577	88	20	0	0	14	1,631
小諸市	252	22	116	0	0	9	6	405

図表 3-53 果樹剪定枝利用割合(%)

	堆肥化	園地敷料	炭化	燃料	焼却
用途別割合	2	5	12	29	52

【出典：長野県バイオマス総合利活用マスタープラン(平成 16 年 3 月)】

図表 3-54 果樹剪定枝の賦存量および可採量推計結果

対象地域	賦存量			可採量		
	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)	(生 t/年)	(BDT/年)	(GJ/年)
長野県	42,536	21,268	397,711	22,119	11,059	206,810
東信地域計	3,052	1,526	28,534	1,587	793	14,838
(佐久地域)	1,421	711	13,286	739	369	6,909
(上小地域)	1,631	815	15,248	848	424	7,929
小 諸 市	405	203	3,790	211	105	1,971

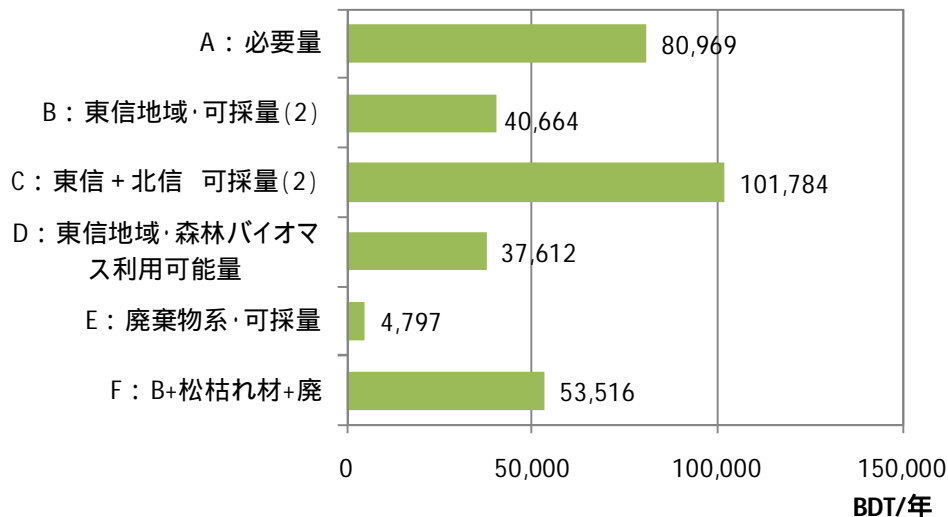
発熱量、水分量：発熱量 18.7MJ/kg、水分量 50%WB 想定

(2) 将来の予測

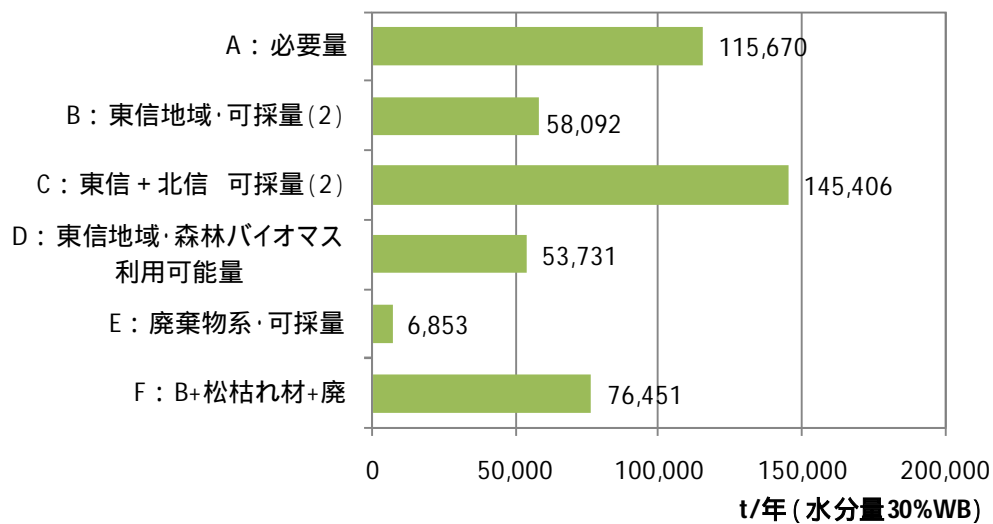
果樹剪定枝の発生量の推移は、果樹生産の動向に左右される。一般的に、農家の高齢化が進む中で農家数は減少傾向となっている。また、栽培方法も樹高を高くしないものに移行しているため、剪定する量も減少傾向にある。

3.7 まとめ

原料必要量に対する各資源の可採量比較を図表 3-55、図表 3-56 に示す。東信地域の森林バイオマスは必要量の半分程度となっており、廃棄物系バイオマスや松枯れ材を加えると 6 割程度の量となる。調達範囲を広げて、北信地域の可採量も含めて考えた場合、必要量を満たす資源量を見込めることがわかった。



図表 3-55 資源量調査のまとめ (BDT/年)



図表 3-56 資源量調査のまとめ (t/年)(水分量 30%)

4. 市内のエネルギー需要構造の調査

4.1 エネルギー需要量の分析方法

エネルギー需要量(最終エネルギー消費量)は、その消費分野により、産業、民生及び運輸の3部門に分類されるのが一般的である。以下に各需要部門の消費分野を示す。

図表 4-1 エネルギー需要部門別消費分野

部 門		エネルギー消費分野
産 業		農林業、鉱業、建設業、製造業など第1次、第2次産業におけるエネルギー消費
民 生	家庭用	自家用運輸(マイカー等)を除く家計消費部門におけるエネルギー消費
	業務用	企業の管理部門等の建屋・事務所、ホテル、商店などの第3次産業(運輸関係事業、エネルギー転換事業を除く)等におけるエネルギー消費
運 輸		自動車(乗用車、バス等)のエネルギー消費

本調査では、燃料油(灯油、重油、ガソリン等)、プロパンガス(以下、LPG)、電力の消費量を上記3部門に分類し、小諸市におけるエネルギー需要の実態を算定する。算定方法を以下に示す。

図表 4-2 エネルギー需要量の算定方法

部 門	エネルギー種 別	算定方法
共 通	電 力	中部電力(株)提供資料()を部門別に集計
産 業 部 門	製 造 業 燃料油 LPG	a.産業中分類毎の全国の燃料別消費量()を集計 b.産業中分類毎の全国の製造品出荷額()を集計 c.産業中分類毎の小諸市の製造品出荷額()を集計 d.需要量 = $a \times (c \div b)$
	そ の 他 の 産 業 燃料油 LPG	a.産業大分類毎の全国の燃料別消費量()を集計 b.産業大分類毎の全国の非製造業就業者数()を集計 c.産業大分類毎の小諸市の就業者数()を集計 d.需要量 = $a \times (c \div b)$
民 生 部 門	家 庭 灯 油	a.長野県の1世帯当りの灯油消費原単位() b.小諸市の世帯数() c.需要量 = $b \times a$
	LPG	a.長野県の1世帯当りのLPG消費原単位() b.小諸市の世帯数() c.需要量 = $b \times a$
	業 務 燃料油 LPG	a.産業中分類毎の全国の燃料別消費量()を集計 b.産業中分類毎の全国の従業者数()を集計 c.産業中分類毎の小諸市の従業者数()を集計 d.需要量 = $a \times (c \div b)$
運 輸 部 門	自動車 ガソリン 軽 油 LPG	a.全国のガソリン、軽油、LPG消費量() b.全国自動車保有台数() c.市内自動車保有台数() d.需要量 = $a \times (c \div b)$
公共施設、公用車		実績値を調査

注) から は資料番号(下記参照)

【資料】需要量算出資料

中部電力株式会社提供資料

総合エネルギー統計、資源エネルギー庁

工業統計調査結果

国勢調査結果(平成17年)

家庭用灯油消費実態調査、(財)日本エネルギー経済研究所

プロパンガス消費実態調査(都道府県別家庭用)、(財)日本エネルギー経済研究所

自動車輸送統計

自動車保有台数(平成22年3月) 財団法人自動車検査登録情報協会

小諸市統計資料

図表 4-3 部門別エネルギー需要量の推計値(固有単位)

部門		ガソリン kL/年	灯油 kL/年	軽油 kL/年	A重油 kL/年	C重油 kL/年	LPG t/年	都市ガス 千m3/年	石炭 t/年	電力 MWh/年
産業部門	製造業	64	772	129	2,113	1,578	2,807	476	12,506	-
	その他の産業	0	567	1,832	2,138	120	14	0	0	-
	(小計)	64	1,339	1,961	4,251	1,698	2,820	476	12,506	180,118
民生部門	家庭	0	15,750	0	0	0	2,236	1,060	0	-
	業務	0	2,261	977	2,516	74	607	890	0	-
	(小計)	0	18,011	977	2,516	74	2,843	1,950	0	135,624
運輸部門	(小計)	30,406	0	13,878	0	0	154	0	0	0
合計		30,470	19,350	16,816	6,767	1,772	5,817	2,426	12,506	315,742

図表 4-4 部門別エネルギー需要量の推計値(熱量換算)

部門		ガソリン GJ/年	灯油 GJ/年	軽油 GJ/年	A重油 GJ/年	C重油 GJ/年	LPG GJ/年	都市ガス GJ/年	石炭 GJ/年	電力 GJ/年	合計 GJ/年
産業部門	製造業	2,198	28,343	4,862	82,630	66,101	142,573	21,339	321,404	-	669,449
	その他の産業	0	20,806	69,067	83,583	5,048	687	0	0	-	179,191
	小計	2,198	49,149	73,929	166,213	71,148	143,260	21,339	321,404	1,586,840	2,435,480
民生部門	家庭	0	578,016	0	0	0	113,574	47,481	0	-	739,070
	業務	0	82,974	36,832	98,394	3,084	30,829	39,881	0	-	291,994
	小計	0	660,990	36,832	98,394	3,084	144,403	87,362	0	1,194,847	2,225,912
運輸部門	車両	1,052,050	0	523,208	0	0	7,821	0	0	0	1,583,079
合計		1,054,247	710,139	633,969	264,607	74,233	295,484	108,701	321,404	2,781,687	6,244,471

図表 4-5 部門別エネルギー需要量の推計値(原油換算)

部門		ガソリン kL/年	灯油 kL/年	軽油 kL/年	A重油 kL/年	C重油 kL/年	LPG kL/年	都市ガス kL/年	石炭 kL/年	電力 kL/年	合計 kL/年
産業部門	製造業	58	742	127	2,163	1,730	3,732	559	8,414	-	17,525
	その他の産業	0	545	1,808	2,188	132	18	0	0	-	4,691
	(小計)	58	1,287	1,935	4,351	1,863	3,750	559	8,414	41,540	63,756
民生部門	家庭	0	15,131	0	0	0	2,973	1,243	0	-	19,347
	業務	0	2,172	964	2,576	81	807	0	0	-	6,600
	(小計)	0	17,303	964	2,576	81	3,780	1,243	0	31,279	57,226
運輸部門	車両	27,541	0	13,697	0	0	205	0	0	0	41,442
合計		27,598	18,590	16,596	6,927	1,943	7,735	1,802	8,414	72,819	162,424

4.2 公共施設及びエネルギー多消費工場等民間施設の需要状況

全体数値以外に、個別施設の状況や市内の需要分布を把握するため、公共施設とエネルギー多消費施設について需要量をまとめる。

公共施設に関して、各施設のエネルギー消費量は図表 4-6、図表 4-7 の通りである。

エネルギー多消費施設については、小諸市内のエネルギー多消費工場や温浴施設を対象に、エネルギー消費状況についてアンケート調査を実施した。エネルギー多消費工場はエネルギー管理指定工場から抽出した事業所であり、温浴施設に関しては規模の大きな施設を対象とした。

アンケート調査票は9事業者を対象に送付し、5社の回答を得た。ただし、温浴施設からの回答は得られず、すべてエネルギー多消費施設からの回答となっている。

図表 4-6 各公共施設のエネルギー需要量

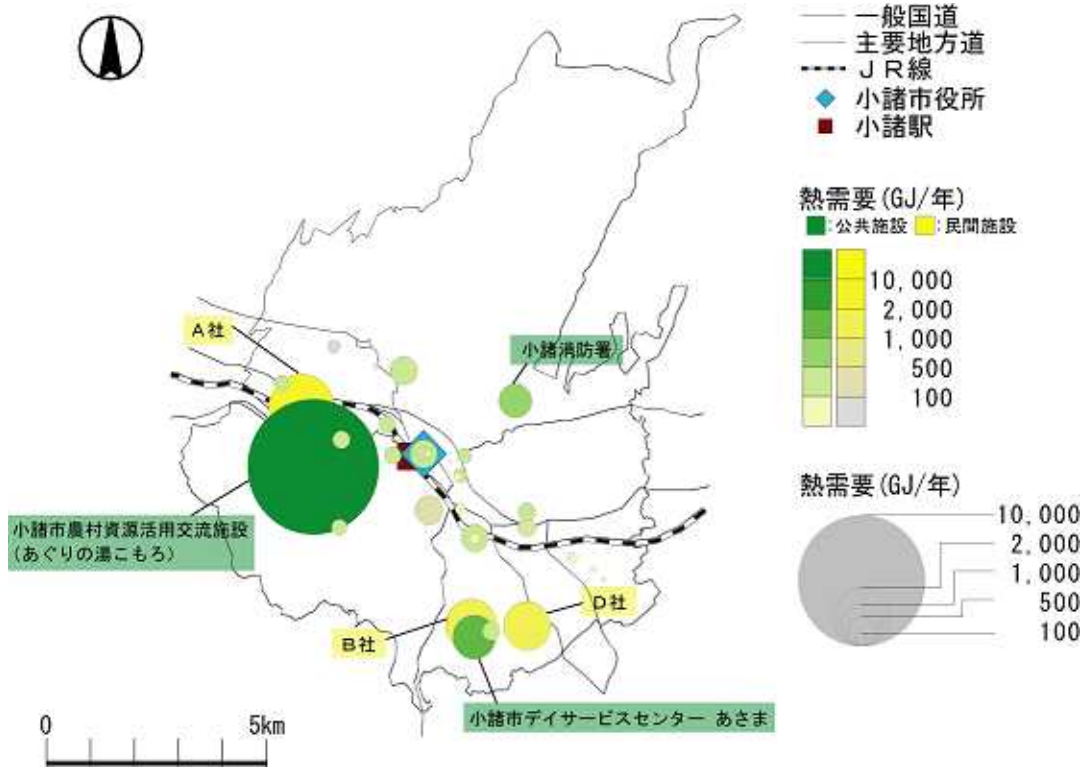
	施設名	電気(kWh)	ガソリン()	軽油()	灯油()	A重油()	LPガス(m ³)	都市ガス(m ³)
1	小諸市役所本庁舎(詰所・水道管理室等含む) 1	352,952	0	0	4,248	0	0	6,512
2	小諸市役所西庁舎	84,879	0	0	6,202	0	0	345
3	小諸市コミュニティセンター	16,331	0	0	1,619	0	0	742
4	小諸市民会館	71,460	0	0	3,554	0	0	38
5	後平防災倉庫	1,189	0	0	0	0	0	0
6	広報小諸川辺中継	1,251	0	0	0	0	0	0
7	小諸消防署	53,561	0	0	18,000	0	515	0
8	市営中央駐車場	5,388	0	0	0	0	0	0
9	市営小諸駅駐車場	27,037	0	0	0	0	0	0
10	市営小諸駅北駐車場	1,867	0	0	0	0	0	0
11	やすらぎ会館	9,390	0	0	0	0	0	0
12	与良施設(ヴィオ跡地)	20,337	0	0	0	0	0	0
13	小諸市農村資源活用交流施設(あぐりの湯こもろ)	775,224	0	0	291,000	0	8,975.40	0
14	小諸市農産物加工施設	18,854	0	0	359	0	1,113	0
15	小諸市民ガーデン	大手門公園に含む	0	0	0	0	0	1,859
16	小諸市ボランティアセンター	14,509	0	0	0	0	0	1,701
17	野火附埋立処理場	96,255	429	6,751	1,420	0	0	0
18	小諸市火山館	0	0	0	0	0	0.18	0
19	小諸市高峯聖地公園	0	0	0	0	0	0	0
20	小諸市人権センター	8,042	310	0	1,715	0	46	0
21	小諸市隣保館	3,149	0	0	489	0	0.1	0
22	小諸市保健センター	27,128	1,702	0	3,360	0	0	1,051
23	ワークポート野岸の丘	13,676	0	0	145	0	0	0
24	はこべの家	4,035	0	0	0	0	0	380
25	西保育園	14,622	0	0	4,060	0	367	0
26	中央保育園	13,164	0	0	2,960	0	0.8	2,822
27	美里保育園	16,426	0	0	5,253	0	376	0
28	南保育園	41,621	0	0	0	0	2,128	0
29	東保育園	21,085	0	0	4,821	0	550	0
30	千曲保育園	16,902	0	0	4,012	0	328	0
31	芦原保育園	13,160	0	0	4,310	0	387	0
32	北保育園	1,044	0	0	0	0	3	0
33	小諸市福祉企業センター	25,883	0	0	1,027	0	0	2,822
34	ひまわり園	4,270	0	0	570	0	11	0
35	多機能型福祉施設小諸みかけ	-	-	-	-	-	-	-
36	小諸市デイサービスセンター あさま	96,110	0	0	30,575	0	685	0
37	小諸市寝たきり予防センター	1,745	0	0	165	0	8	0
38	小諸市荒堀老人憩の家	910	0	0	18	0	3	0
39	小諸市一ツ谷老人憩の家	4,755	0	0	238	0	32	0
40	小諸市懐古園事務所	385,296	1,582	1,277	4,606	0	195	0
41	中松井公園	0	0	0	0	0	0	0
42	平原公園	0	0	0	0	0	0	0
43	平和公園	283	0	0	0	0	0	0
44	加増公園	0	0	0	0	0	0	0
45	唐松公園	0	0	0	0	0	0	0
46	四ツ谷公園	0	0	0	0	0	0	0
47	押出公園	0	0	0	0	0	0	0
48	南城公園	13,049	0	0	0	0	0	0
49	大手門公園	31,148	0	0	0	0	0	0
50	飯綱山公園	906	0	0	0	0	0	0
51	小諸市北国街道ほんまち町屋館	9,544	0	0	0	0	0	1,028
52	小諸市北国街道荒町館	984	0	0	0	0	0	189
53	小諸市北国街道与良館	7,483	0	0	180	0	0	366
54	小諸浄化管理センター	1,107,071	0	0	0	4,500	81	0
55	" ポンプ	158,401	0	0	0	0	0	0
56	和田浄化センター	227,790	0	0	0	0	0	0
57	" ポンプ	35,378	0	0	0	0	0	0
58	農業集落排水処理施設(6施設合計)	1,108,827	0	0	0	0	0	0
59	" ポンプ	42,776	0	0	0	0	0	0
60	上水道ポンプ場等	1,406,334	6,569	101	537	0	0	0

図表 4-7 各公共施設のエネルギー需要量

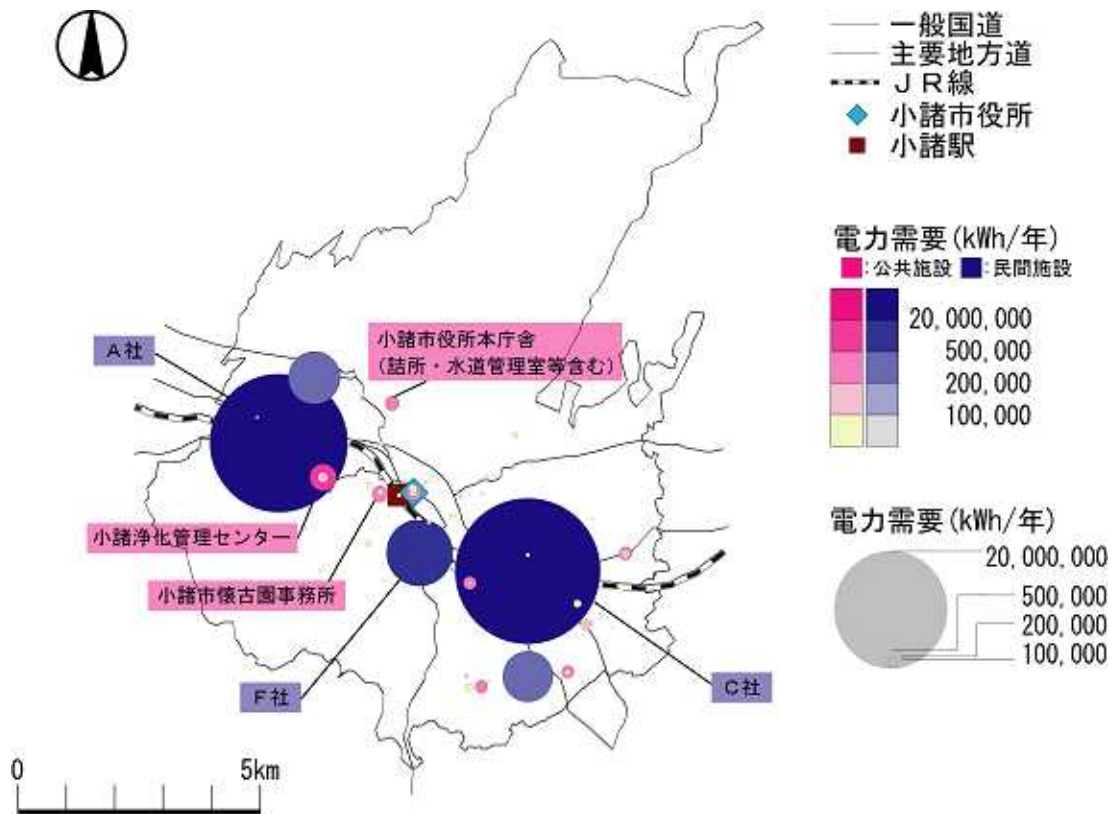
施設名	電気(kWh)	ガソリン()	軽油()	灯油()	A重油()	LPガス(m ³)	都市ガス(m ³)
61 小諸市公民館	265,235	18	18	2,823	8,500	170	0
62 小諸市働く婦人の家(公民館に含む)	0	0	0	0	0	0	0
63 小諸市文化会館(公民館に含む)	0	0	0	0	0	0	0
64 市立小諸図書館	33,191	0	0	4,617	0	34	0
65 小諸市立郷土博物館	—	—	—	—	—	—	—
66 小諸市くらしかる浪漫館	—	—	—	—	—	—	—
67 小諸市立小諸宿本陣主屋	—	—	—	—	—	—	—
68 小諸市立小山敬三美術館	48,855	0	0	0	0	0	0
69 市立小諸高原美術館	300,694	471	0	15,000	0	0	0
70 小諸市立藤村記念館	37,636	0	0	502	0	8	0
71 小諸市立小諸義塾記念館	11,381	0	0	0	0	0	0
72 市立小諸高瀬虚子記念館	15,227	0	0	0	0	0	0
73 小諸市立天領の里・御影用水史料館	553	0	0	0	0	0	0
74 小諸市南城公園野球場	17,461	0	0	0	0	0	0
75 小諸市南城公園野球場プール	5,747	0	10,791	1,063	0	60	0
76 小諸市総合運動場	201	0	0	0	0	0	0
77 小諸市乙女湖公園運動場(公民館に含む)	—	—	—	—	—	—	—
78 小諸市乙女湖公園体育館(公民館に含む)	—	—	—	—	—	—	—
79 小諸市和田体育館	8,431	0	0	73	0	0	0
80 小諸市南城公園マレットゴルフコース	—	—	—	—	—	—	—
81 小諸市平成の森マレットゴルフコース	767	0	0	0	0	0	0
82 小諸市御影マレットゴルフコース	—	—	—	—	—	—	—
83 小諸市野岸の丘マレットゴルフコース	1,670	0	0	0	0	0	0
84 小諸市営野球場	—	—	—	—	—	—	—
85 小諸市総合体育館	189,325	0	0	4,000	0	12	0
86 小諸市武道館(体育館に含む)	—	—	—	—	—	—	—
87 屋内ゲートボール場すばーく小諸	19,610	0	0	0	0	0	0
88 小諸市アーチェリー場(体育館に含む)	—	—	—	—	—	—	—
89 小諸懐古射院	3,771	0	0	0	0	0	0
90 坂の上小学校	94,464	0	0	20,340	0	1,163	0
91 水明小学校	94,532	0	0	18,000	0	1,309	0
92 千曲小学校	93,803	0	0	10,922	0	649	0
93 野岸小学校	106,798	0	0	24,167	0	13,340	246
94 東小学校	143,767	0	0	24,076	0	1,674	0
95 美南ガ丘小学校	138,748	0	0	20,059	0	1,308	0
96 芦原中学校	243,325	0	0	21,000	0	15,139	0
97 小諸東中学校	237,406	0	0	34,481	0	0	6,247
98 小諸市児童クラブ 野岸クラブ	2,332	0	0	290.1	0	0	75
99 小諸市児童クラブ 坂の上クラブ	0	0	0	604	0	18.4	0
100 小諸市児童クラブ ちくまキッズクラブ	1,950	0	0	285	0	23	0
101 小諸市児童クラブ 東っ子クラブ	2,381	0	0	247	0	51	0
102 美南ガ丘児童館	9519	0	0	0	0	374.3	0
103 水明児童館	—	—	—	—	—	—	—
104 北大井地区児童交流センター	—	—	—	—	—	—	—
105 子どもセンター	28,685	153	0	120	0	962	0
106 教育支援センター	4,661	0	0	350	0	0	3.1
107 小諸市チャレンジルーム	13,676	0	0	18	0	0	0
合計	7,814,834	11,234	18,938	598,480	13,000	38,474	26,426

図表 4-8 エネルギー多消費施設のエネルギー消費実績 (H21 年度)

民間事業者	電気(kWh)	灯油(L/年)	A重油(L/年)	LPG(m ³ /年)
A社(本社)	29,811,180	72,434	729,744	6,222
A社(支所)	19,550	44,441	704,022	2,707
B社	33,009,480	5,518	143,600	13,807
C社	3,930,374	37,157	1,284,000	19,993
D社	4,230,974	2,550	0	0
E社	6,833,520	13,100	416,522	114



図表 4-9 小諸市内の熱需要状況



図表 4-10 小諸市内の電力需要状況

4.3 まとめ

市内全体の電力需要量は315,742MWh/年、熱需要は3,462,784GJ/年という結果を得た。ただし、熱電併給プラントから供給される熱は製造業や業務部門での利用に限られることから、対象となる需要量は961,443GJ/年となる。また、3.3(4)でA,B材可採量より可能性を検討した大規模製材工場で10万m³規模の製材が可能であれば、木材乾燥での熱利用が大変有望なものとなる。

個別調査からは、電力需要量の大きな事業者が1社(2箇所)あることや熱需要としては公共の温浴施設が最も大きいこと、電力・熱の両需要が駅周辺に分布していることがわかった。

図表 4-11 エネルギー需要量推計結果の整理

項目	結果
市内の電力需要量	315,742MWh/年
市内の熱需要量	3,462,784GJ/年
本事業のプラントからの熱供給対象となる産業・業務部門の熱需要量	961,443GJ/年

ただし、電力については、家庭などの小口販売の自由化はされておらず、契約電力50kW以上の高圧需要家であれば特定供給が可能となる。市内における電力供給の可能性調査として、公共施設の電力契約状況を一部確認したところ、以下の2施設が該当することがわかった。今後事業化を進める際には、市内の公共施設ならびに電力消費量の多い事業所に対して、電力の契約状況の確認を行い、特定供給の可能性について検討する必要がある。市内の多くの施設で特定供給が可能となれば、本事業の目的である「緑の分権改革」に大きく貢献し、地域のエネルギー自給率の向上に資するものとなる。

図表 4-12 公共施設の電力契約状況

施設	契約電力 (kW)	契約プラン	電気料金
小諸市役所	212	高圧業務用電力プラン A	【基本料金】 1,570 円/月 【従量料金】 平日平均 12.9 円/kWh 平日(夏季) 13.71 円/kWh 平日(その他季) 12.57 円/kWh 休日 9.81 円/kWh
芦原中学校	135	高圧業務用電力プラン B	【基本料金】 1,759 円/月 【従量料金】 平日平均 11.4 円/kWh 平日(夏季) 12.18 円/kWh 平日(その他季) 11.18 円/kWh 休日 9.81 円/kWh

電気料金：中部電力ホームページより

5. 木質エネルギーの需給バランスの検討

5.1 プラント基本設計概略

「バイオマス熱電併給プラント導入可能性の調査委託業務」にて行われたプラント設計より、原料必要量および熱電供給量は以下の通りである。

図表 5-1 プラント基本設計（概略）

設計内容	基本条件	原料必要量に関して	熱電供給量に関して
	稼働時間： 24h × 330 日	原料条件： 水分量 30% (LHV11.086MJ/kg) 原料必要量 約 15t/h、115,670t/年	時間当たりの熱供給量： 28,100MJ/h 年間の熱供給量： 222,552GJ/年 電力供給量： 6.7MWe、53,064MWh

5.2 需給バランス

5.2.1 原料必要量と資源量調査結果の比較

各資源量を比較すると、東信地域のみで資源を集めようとした場合、森林バイオマス可採量(2)(保安林除く)は目標量の半分程度となっている。しかしながら、東信地域と北信地域の森林バイオマス可採量(2)(保安林除く)をすべて利用できれば、プラントでの必要量に対して供給が可能な数字となる。

また、廃棄物系バイオマスの可採量は必要量の6%と少なくなっており、松枯れ材や東信地域の森林バイオマス可採量(2)(保安林除く)と合わせて7割弱の供給量となる。

実際にはプラント側での受け入れ条件にもよるが、森林バイオマスを主な原料として、使用済みキノコ菌床などまとまった量があるものについては、可能な範囲で混合していく方法も、資源量確保の方策として十分可能性があると考えられる。

図表 5-2 原料必要量と資源量調達結果の比較

資源確保パターン	資源量		必要量 t/年 (30%WB)	供給 割合	不足分 t/年 (30%WB)
	BDT/年	t/年 (30%WB)			
森林バイオマス賦存量	3,391,789	4,845,413	115,670	4189%	0
森林バイオマス可採量(2)保安林除く(東信地域のみ)	40,664	58,092		50%	57,578
森林バイオマス可採量(2)保安林除く(東信地域+北信地域)	101784	145,406		126%	0
森林バイオマス利用可能量	37,612	53,731		46%	61,939
可採量(廃棄物系バイオマス)	4,797	6,853		6%	108,817
東信地域の可採量(2)(保安林除く)+松枯れ材+廃棄物系バイオマス	53516	76,451		66%	39,219

5.2.2 熱電供給量と需要量調査結果の比較

現状の需要量に対して、本事業で検討している熱電供給プラントでは、以下のような供給割合となる。市内全体の熱需要、電力需要を賄うことはできないが、公共施設の電力であれば需要に対して 100%の供給可能量となっている。ただし、前項でも記載した通り、電力の供給には契約電力の制限があり、また熱供給についても配管距離の問題や、まとまった熱需要があることなどの条件がある。ここでは、単純な需要と供給の比較としているが、実際には各種条件を整えたうえで、需要を確保していくこととなる。

図表 5-3 現在の需要量と供給可能量の比較

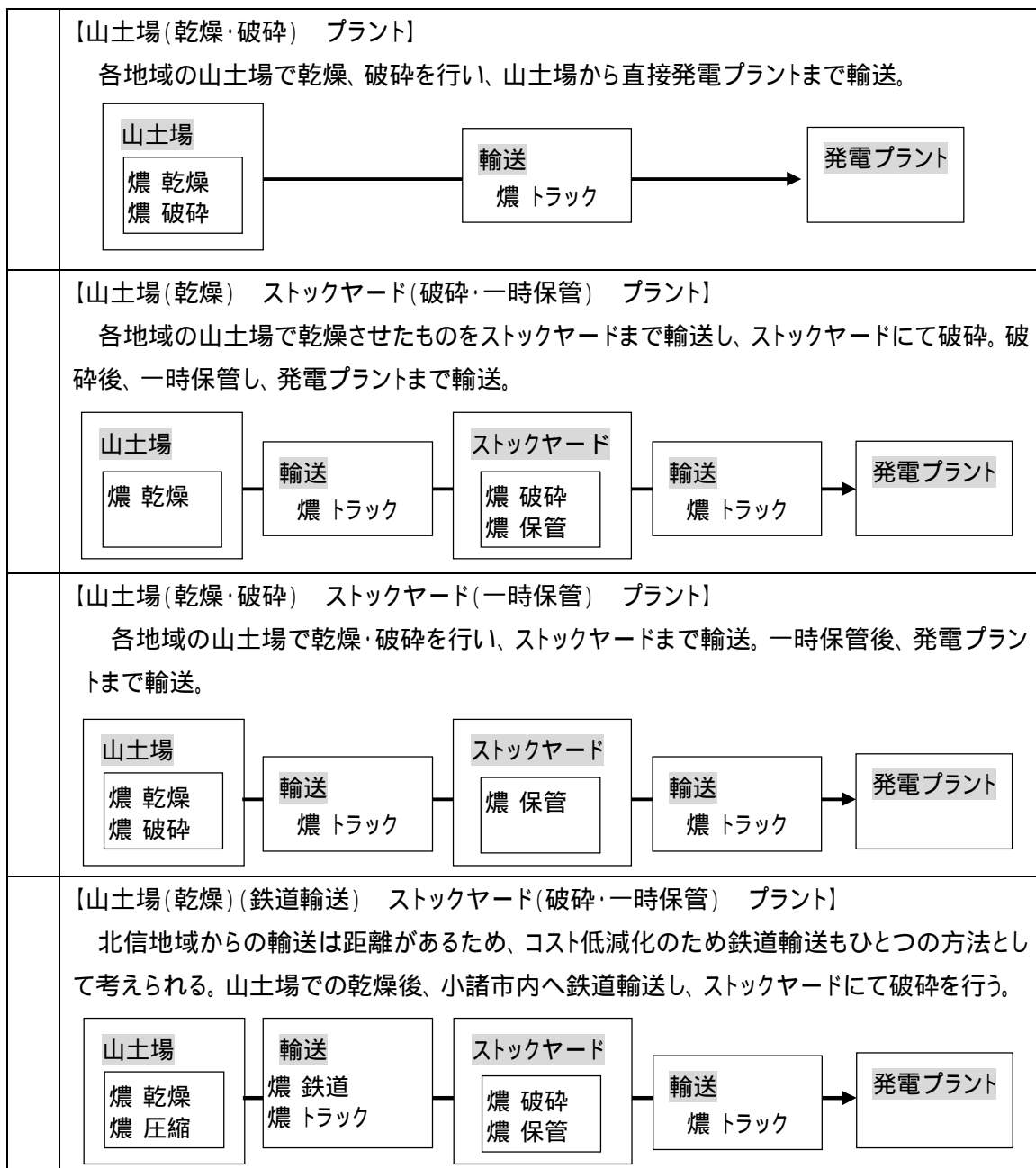
	対象	現状の需要量	供給可能量	供給可能割合
熱：	市内需要	3,462,784	222,552GJ/年	約 6%
	産業・業務部門	961,443GJ/年		約 23%
電力：	市内需要	315,742MWh/年	53,064 MWh/年	約 17%
	公共施設	7,815MWh/年		100%

6. 木質燃料の調達方法別の調達可能性、調達金額に関する調査と予測

6.1 木質燃料の調達方法

東信地域を中心とした山林で発生する C,D 材および枝葉を、小諸市内に設置する木質バイオマス発電プラントで受け入れるまでには、材の収集・乾燥・破碎・輸送といった工程が必要となる。それぞれの工程は、実施する場所や方法、用いる機械が複数考えられ、採用する方法によってコストも異なってくる。また、山側の条件やプラントの受け入れ条件などによって、検討できる方法が絞られるという側面もある。

本事業の検討では、地域の条件を鑑みて、以下の4つのパターンを想定する。



6.1.1 乾燥方法とコスト

A,B 材の造材の際に発生した C,D 材・枝葉は、そのまま山土場にはい積し、自然乾燥させる。伐採直後には水分量が 50%WB 以上となっているが、自然乾燥させることで 30%WB 程度まで低減させる計画とする。

国内では林地残材や間伐材の燃料利用は限定的であることから、乾燥方法についても確立されていない状況であるが、ヨーロッパでは土場や道沿いに燃料用の小径木や枝葉、伐根を山積みして乾燥させ、必要な時に運搬するという方法は一般的なものとなっている。

乾燥コストについては、自然乾燥のためコストはかからないものとする。



【写真提供：小島事務所代表 小島健一郎氏】

図表 6-1 道沿いに山積みされた燃料用の木材、枝葉（Finland）

6.1.2 破碎方法とコスト

山土場またはストックヤードで破碎を行うため、自走式破碎機を用いる。また、破碎機に材を投入するため、グラップルまたはグラップル付の破碎機を用意する必要がある。

国内では自走式破碎機でグラップル付のものはないため、今回の試算では破碎機とグラップルの組合せで使用する事とする。ただし、グラップルを山土場で使用する場合（パターン、 ）には別途搬送トレーラーを用意する必要がある。そこで、運搬車両をグラップル付のものとし、装着されたグラップルを用いて破碎機への材の投入を行い、破碎後のチップは直接輸送車両に供給する方法とする。



【資料：緑産株式会社 製品カタログ】

図表 6-2 自走式高効率破碎機（Wood Hacker MEGA561）

(1) 山土場で破碎を行う場合

山土場で破碎を行う場合、自走式破碎機を搬送トレーラーで山土場まで運ぶ必要がある。チップ化を行う C,D 材は輸送車両に装着されたグラブを用い、破碎後のチップは車両に直接供給することとする。

自走式破碎機に関する機械費用の試算条件および試算結果は図表 6-3 の通りである。また、人件費や破碎機の搬送費等を含んだ破碎コストの試算条件は図表 6-4、試算結果は図表 6-5 の通りである。

図表 6-3 自走式破碎機の機械経費算出前提条件と時間費用試算結果

機械価格 (円)	(a)	71,421,000
設備費補助		0.5
耐用年数 (年)	(b)0	5
年間作業日数 (日)	(b)1	250
1日あたり実働時間 (時間)	(b)2	6.0
年間使用時間 (時間)	(c)	1,500
耐用時間 (時間)	(b)	7,500
整備・修理費率	(d)	0.50
減価償却費 (円/時)	$(k) = (a \cdot 0.5) - 1 / (b)$	4,761
利子 (円/時)	$(k) \cdot 0.07$	357
整備・修理費 (円/時)	$(k) \cdot (d)$	2,381
時間費用合計 (円/時)		7,499

設備費：設備費に対する2分の1補助の利用を想定する。

整備・修理費率：岩手県林業技術センター研究報告 No.14 2006 参考

利子：機械化のマネジメント（全国林業改良普及協会編）参考

図表 6-4 破碎コスト試算に関する前提条件

破碎機能力	50 チップ m ³ /h
比重	0.19t/チップ m ³ (水分量 30%) の場合、9.7t/h (水分量 30%)
破碎機経費	7,499 円/h
人件費	1 人工 15,000 円/日
作業日数	21 日/月
重機搬送費	14,171 円/日 移動式破碎機は1日に1箇所ずつ現場を移っていくため、毎回搬送費が発生すると想定。
燃料費	自走式破碎機 240.0L/日
燃料代 (軽油)	110 円/L

以上の条件で試算をした結果、破碎コストは図表 6-5 の通り、1日1現場あたりの費用は約10万円となった。重量あたりのコストにすると、水分量 30%WB のとき約 1,700 円/t となる。

本事業の発電プラントでは1日あたり原料約 350t (水分量 30%WB) を調達する必要があるため、山土場で破碎を行う場合には複数台で動くことになる。

図表 6-5 破碎コスト試算結果

破碎機経費(円/日)	44,995
人件費(円/日)	15,000
重機搬送費(円/日)	14,171
燃料費(破碎機)(円/日)	26,400
破碎コスト	100,566
破碎コスト(円/t)水分量 30%のとき	1,725

(2) スtockヤードで破碎を行う場合

Stockヤードで破碎を行う場合には、1日に約350t(水分量30%)のC,D材・枝葉を処理する必要があるため、処理能力が大きい機種を選択する必要がある。また、破碎機への投入や木材の受け入れ・整備等でグラブプルを2台用いることを想定する。Stockヤードで用いる破碎機に関する機械費用の試算および試算結果は図表 6-6、人件費やグラブプル費用等を含んだ破碎コストの試算条件は図表 6-7、試算結果は図表 6-8 の通りである。

試算の結果、破碎コストは、1日の費用は約19万円、重量あたりのコストは水分量30%WBのとき約450円/tとなる。

図表 6-6 自走式破碎機の機械経費算出前提条件と時間費用試算結果

機械価格(円)	(a)	114,996,000
設備費補助		0.5
耐用年数(年)	(b)0	5
年間作業日数(日)	(b)1	330
1日あたり実働時間(時間)	(b)2	6.0
年間使用時間(時間)	(c)	1,980
耐用時間(時間)	(b)	9,900
整備・修理費率	(d)	0.50
減価償却費(円/時) 2分の1補助	$(k) = (a \cdot 0.5) - 1 / (b)$	5,808
利子(円/時)	$(k) \cdot 0.07$	436
整備・修理費(円/時)	$(k) \cdot (d)$	2,904
時間費用合計(円/時)		9,147

設備費:設備費に対する2分の1補助の利用を想定する。

整備・修理率:岩手県林業技術センター研究報告 No.14 2006 参考

利子:機械化のマネジメント(全国林業改良普及協会編) 参考

図表 6-7 破碎コスト試算に関する前提条件

破碎機能力	360 チップ m ³ /h
比重	0.19t/チップ m ³ (水分量 30%) の場合、68.4t/h (水分量 30%)
破碎機経費	9,147 円/h
人件費	1 人工 15,000 円/日 × 2 人
作業日数	28 日/月
グラップルリース代	14,875 円/日 × 2 台
燃料費	自走式破碎機 600.0L/日、グラップル 42.7 L/日
燃料代 (軽油)	110 円/L

図表 6-8 破碎コスト試算結果

破碎機経費 (円/日)	54,884
人件費 (円/日)	30,000
リース代 (2 台) (円/日)	29,750
燃料費 (破碎機) (円/日)	66,000
燃料費 (グラップル) (円/日)	9,394
<hr/>	
破碎コスト (円/日)	190,028
破碎コスト (円/t) 水分量 30% のとき	453

6.1.3 輸送方法とコスト

輸送方法については、山土場からストックヤードまたはプラントへ輸送する場合には、破碎機への投入作業や輸送車への積み込み作業を行うため、グラップル付車両を用いることとする。また、ストックヤードからプラントまでの輸送については、積込作業を別途ホイールローダーによって行うため、輸送車両はグラップル付でないものを用いることを想定する。

(1) 各地域からプラントまたはストックヤードまでの輸送

各地域からプラントまでの輸送はグラップル付輸送車両を用いるが、車両の時間当たり費用は図表 6-9 の通りである。

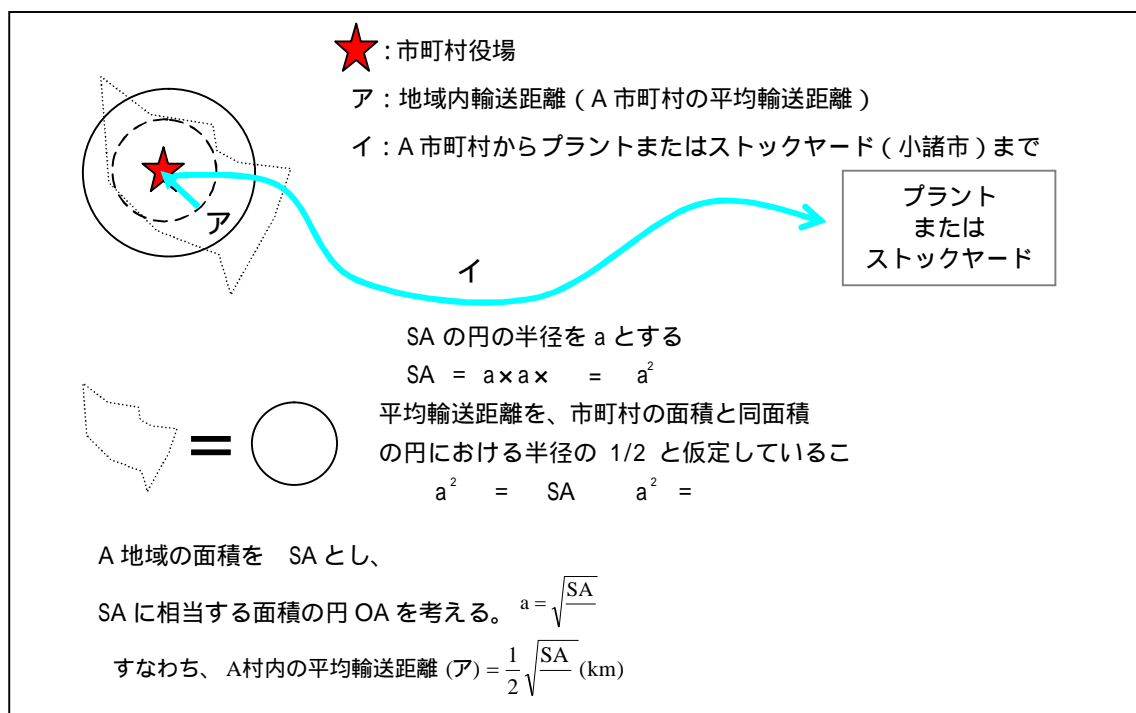
これを基に、積載量と輸送距離から各地域における輸送コストを推計するが、積載量については C,D 材、枝葉、チップそれぞれでかさ比重が異なるため、積載可能量にも差が生じる点に注意が必要である。輸送距離については、市町村ごとに輸送距離を想定するが、地域内のどこから輸送するかを想定することは難しいため、地域内のある場所から中心地まで輸送し、中心地からプラントまたはストックヤードへ輸送するという想定で距離を推計する。輸送距離の考え方を図表 6-10 に示す。

図表 6-9 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日あたり実働時間(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

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

グラップル付 8t アームロール車を想定した。



図表 6-10 運搬距離の考え方

図表 6-10 の通り、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小諸市内のプラントまたはストックヤード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結果を図表 6-11、図表 6-12 に示す。

図表 6-11 各地域からプラントまでの1往復当たりの輸送コスト(グラップル付)

		地域内 輸送距離 (km)...ア	プラントまで の距離(km) ...イ	時速30km 想定の輸送 時間(分)...ウ	積み下ろし 時間...エ	輸送コスト (円/往復)
佐久	小諸市	2.8	0	5.61	60	6,679
	佐久市	5.8	12.9	37.42		12,646
	小海町	3.0	30.8	67.63		18,313
	佐久穂町	3.9	22.9	53.54		15,670
	川上村	4.1	56	120.17		28,168
	南牧村	3.3	40.5	87.51		22,042
	南相木村	2.3	41.4	87.39		22,018
	北相木村	2.1	40.7	85.63		21,689
	軽井沢町	3.5	17.7	42.45		13,589
	御代田町	2.2	9	22.33		9,815
	立科町	2.3	17.8	40.21		13,170
上小	上田市	6.6	19.1	51.46		15,279
	東御市	3.0	10	25.98		10,500
	長和町	3.8	28.5	64.65		17,754
	青木村	2.1	30.3	64.86		17,794

運搬コスト: (ウ×2 + エ) ÷ 60 × 円/時 = (円/1往復)

図表 6-12 スtockヤードまでの1往復当たりのC,D材等輸送コスト(グラップル付)

		地域内 輸送距離 (km)...ア	ストックヤード 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...エ	輸送コスト (円/往復)
佐久	小諸市	2.8	4.4	14.41	90	11,143
	佐久市	5.8	15.4	42.42		16,397
	小海町	3.0	33.4	72.83		22,102
	佐久穂町	3.9	25.5	58.74		19,459
	川上村	4.1	58.6	125.37		31,956
	南牧村	3.3	43.1	92.71		25,830
	南相木村	2.3	44	92.59		25,807
	北相木村	2.1	43.3	90.83		25,478
	軽井沢町	3.5	16.6	40.25		15,990
	御代田町	2.2	11.6	27.53		13,604
	立科町	2.3	21.4	47.41		17,334
上小	上田市	6.6	22.7	58.66		19,443
	東御市	3.0	13.6	33.18		14,664
	長和町	3.8	32	71.65		21,881
	青木村	2.1	33.9	72.06		21,958

図表 6-13 ストックヤードまでの1往復当たりのチップ輸送コスト(グラブ付)

		地域内 輸送距離 (km)...ア	ストックヤード 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...エ	輸送コスト (円/往復)
佐久	小諸市	2.8	4.4	14.41	60	8,329
	佐久市	5.8	15.4	42.42		13,584
	小海町	3.0	33.4	72.83		19,288
	佐久穂町	3.9	25.5	58.74		16,645
	川上村	4.1	58.6	125.37		29,143
	南牧村	3.3	43.1	92.71		23,017
	南相木村	2.3	44	92.59		22,993
	北相木村	2.1	43.3	90.83		22,665
	軽井沢町	3.5	16.6	40.25		13,177
	御代田町	2.2	11.6	27.53		10,790
	立科町	2.3	21.4	47.41		14,520
上小	上田市	6.6	22.7	58.66		16,630
	東御市	3.0	13.6	33.18		11,851
	長和町	3.8	32	71.65		19,067
	青木村	2.1	33.9	72.06	19,144	

グラブ付輸送車両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 6-14、図表 6-15 の通りとなった。

図表 6-14 各地域からプラントまでの輸送コスト(円/t)

		プラントまでの輸 送コスト(円/回)	C,D材 輸送コスト(円/t)	枝葉 輸送コスト(円/t)	チップ 輸送コスト(円/t)
佐久	小諸市	8,090	952	1,696	1,406
	佐久市	15,318	1,802	3,212	2,662
	小海町	22,182	2,609	4,651	3,855
	佐久穂町	18,981	2,233	3,980	3,299
	川上村	34,120	4,014	7,154	5,930
	南牧村	26,699	3,141	5,598	4,640
	南相木村	26,671	3,137	5,592	4,635
	北相木村	26,273	3,091	5,508	4,566
	軽井沢町	16,461	1,936	3,451	2,861
	御代田町	11,889	1,399	2,493	2,066
	立科町	15,953	1,877	3,345	2,773
上小	上田市	18,508	2,177	3,880	3,217
	東御市	12,719	1,496	2,667	2,211
	長和町	21,506	2,530	4,509	3,738
	青木村	21,554	2,535	4,519	3,746

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 0.28t/m³、枝葉 0.16t/m³、チップ 0.19t/m³と想定した。

出典：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 遠野興産株)

図表 6-15 各地域からストックヤードまでのC,D材輸送コスト(円/t)

		ストックヤードまでの 輸送コスト(円/回)	C,D材 輸送コスト(円/t)	枝葉 輸送コスト(円/t)
佐久	小諸市	13,497	1,588	2,830
	佐久市	19,863	2,337	4,164
	小海町	26,772	3,149	5,613
	佐久穂町	23,571	2,773	4,942
	川上村	38,709	4,554	8,116
	南牧村	31,289	3,681	6,560
	南相木村	31,261	3,677	6,554
	北相木村	30,862	3,630	6,471
	軽井沢町	19,369	2,279	4,061
	御代田町	16,479	1,938	3,455
	立科町	20,997	2,470	4,402
上小	上田市	23,552	2,771	4,938
	東御市	17,763	2,090	3,724
	長和町	26,505	3,118	5,557
	青木村	26,598	3,129	5,577

図表 6-16 各地域からストックヤードまでのチップ輸送コスト(円/t)

		ストックヤードまでの 輸送コスト(円/回)	チップ 輸送コスト(円/t)
佐久	小諸市	8,329	1,754
	佐久市	13,584	2,860
	小海町	19,288	4,061
	佐久穂町	16,645	3,504
	川上村	29,143	6,135
	南牧村	23,017	4,846
	南相木村	22,993	4,841
	北相木村	22,665	4,772
	軽井沢町	13,177	2,774
	御代田町	10,790	2,272
	立科町	14,520	3,057
上小	上田市	16,630	3,501
	東御市	11,851	2,495
	長和町	19,067	4,014
	青木村	19,144	4,030

(2) スtockヤードからプラントへの輸送

Stockヤードからプラントまでのチップ輸送車両の時間当たりコストは図表 6-17 の通りである。これを基に、輸送距離 4.6km、時速 30km で輸送する場合のコストを試算した結果、1 往復あたりの輸送コストは 7,724 円、重量あたりのコストに換算すると 753 円/t となった。

また、チップを輸送車両に積込むためには、積込用機械(ホイールローダーを想定)や作業員が必要となる。積込作業で必要となる機械費用を図表 6-19、積込コストを図表 6-20、図表 6-21 に示す。試算の結果、重量あたりの積込コストは 322 円/t となった。

図表 6-17 Stockヤードからプラントまでの輸送車両の時間あたりコスト

機械価格(円)		19,580,000
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・修理費率		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)		250,000
運転手賃金(円/日)		15,000
固定費	利子(円/時)	105
	車検・保険料(円/時)	95
	減価償却費(円/時)	1,483
	整備・修理費(円/時)	593
直接費	燃料費(円/時)	1,760
	賃金(円/時)	1,875
時間費用合計(円/時)		5,911

【出典:「燃料用チップ供給コストの試算」佐々木誠一、他(岩手県林業技術センター研究報告 No.14 2006)】
10t アームロール車を想定(積載可能量 27m³)

図表 6-18 Stockヤードからプラントまでの輸送コスト

	プラントまでの距離(km)	時速 30km 想定 の運搬時間(分)	プラントまでの輸送コスト	
			(円/回)	(円/t)
Stockヤード	4.6	45	7,724	753

図表 6-19 積込用ホイールローダーの機械費用

機械価格 (円)	(a)	11,000,000
耐用年数 (年)	(b)0	6
年間作業日数 (日)	(b)1	330
1日あたり実働時間 (時間)	(b)2	8.0
年間使用時間 (時間)	(c)	2,640
耐用時間 (時間)	(b)	15,840
整備・修理費率	(d)	0.10
減価償却費 (円/時)	(k) = (a) - 1/ (b)	694
利子 (円/時)	(k) * 0.07	52
整備・修理費 (円/時)	(k) * (d)	69
時間費用合計 (円/時)		816

図表 6-20 積込コスト試算条件

ホイールローダー経費	816 円/h
積込時間	45 分/回 (0.75h/回) (想定)
人件費	1 人工 15,000 円/日
積載量	33m ³ (仮)/台、6.27t/台、67t/日 (水分量 30%WB)
1日あたり作業時間	8 時間/日

図表 6-21 積込コスト試算結果

ホイールローダー経費 (円/日)	6,528
人件費 (円/日)	15,000
積込コスト (円/日)	21,528
積込コスト (円/チップ m ³)	61
積込コスト (円/t) 水分量 30%のとき	322

(3) 鉄道輸送

北信地域からの輸送方法として、鉄道利用が考えられる。図表 6-22 はフィンランドでの様子だが、ヨーロッパでは木材の鉄道輸送は一般的である。

ただし、現在国内では木材の鉄道輸送は行われていないため、新たな輸送手段としての条件や可能性を鉄道会社と協議する必要がある。

東信地域での鉄道輸送の可能性について、しなの鉄道株式会社へヒアリングを行った。ヒアリングの結果より、路線と運行は別となっており、しなの鉄道では路線を所有し、貨物運行は JR 貨物が行っていることがわかった。JR 貨物は路線費用をしなの鉄道に支払い、現在は 1 日 3 往復、週に 5 日程度石油を運んでいるとのことである。今回の検討を進めるにあたり、JR 貨物へのヒアリングも今後予定している。

また、貨物を運行する場合には貨物や車両を置いておくスペースなどの整備が必要となるため、初期費用はある程度かかるということもヒアリングによって明らかとなった。



図表 6-22 鉄道輸送される原木 (Finland)

6.2 調達金額を設定した場合の調達可能量試算

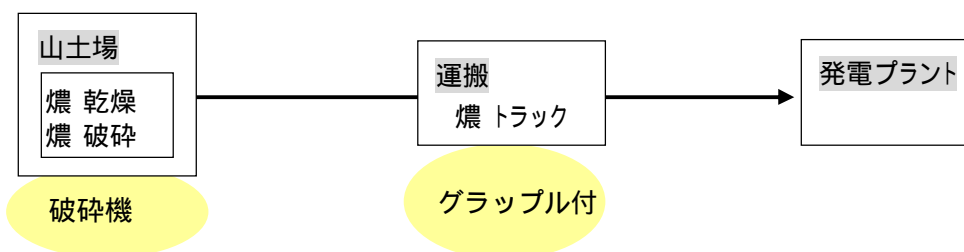
山土場からプラントまでの調達方法 3 パターン(~)について、以下の 2 つの金額設定で自社調達できる範囲と調達可能量を推計する。なお、A,B 材の搬出時に合わせて土場まで出すという想定で、調達コストの中に原料代は含んでいない。ただし、5,000 円/t あるいは 8,000 円/t の設定金額の中でコストを差し引いた余剰分については、山土場でのバイオマス価格として試算を行った。条件が良いところであれば、原料代を山主へ還元できる仕組みとする。

調達金額 設定条件	{	A : 5,000 円/t の場合
		B : 8,000 円/t の場合

6.2.1 パターン の場合

山土場で乾燥、破碎を行い、直接プラントまで運搬するパターン について、調達コストと調達可能量の推計を行った。このパターンの場合、工程が少ないことから他のパターンよりもコストが抑えられる。

試算の結果、調達コスト 8,000 円/t の場合にはすべての地域から調達することが可能という結果となった。5,000 円/t の場合にも 4 割程度の地域が調達可能範囲となる。



図表 6-23 パターン 調達コストと調達可能量試算結果

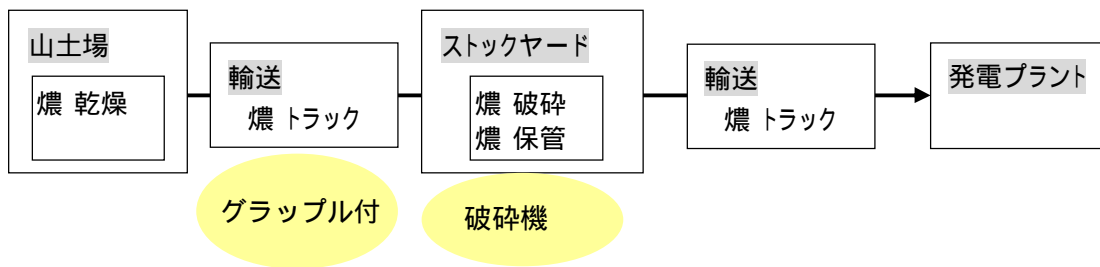
対象地域	C,D 材	枝葉	破碎 コスト	輸送 コスト	調達 コスト (計)	5,000 (円/生 t)	8,000 (円/生 t)	山土場でのバイオ マス価格 (円/生 t)	
	(生 t/年)		(円/生 t)			(生 t/年)		5,000 (円/生 t) の場合	8,000 (円/生 t) の場合
東信地域計	25,517	32,575	-	-	-	25,433	58,092	-	-
佐久	小諸市	757	1,601	1,406	3,007	1,724	1,724	1,993	4,993
	佐久市	2,201		2,662	4,263	5,011	5,011	737	3,737
	小海町	2,574		3,855	5,456	0	5,861	0	2,544
	佐久穂町	3,777		3,299	4,900	8,598	8,598	100	3,100
	川上村	3,190		5,930	7,531	0	7,263	0	469
	南牧村	2,193		4,640	6,241	0	4,993	0	1,759
	南相木村	1,329		4,635	6,236	0	3,025	0	1,764
	北相木村	1,184		4,566	6,167	0	2,696	0	1,833
	軽井沢町	759		2,861	4,462	1,727	1,727	538	3,538
	御代田町	634		2,066	3,667	1,443	1,443	1,333	4,333
	立科町	932		2,773	4,374	2,122	2,122	626	3,626
上小	上田市	1,504	3,217	4,818	3,424	3,424	182	3,182	
	東御市	607	2,211	3,812	1,382	1,382	1,188	4,188	
	長和町	2,583	3,738	5,339	0	5,880	0	2,661	
	青木村	1,292	3,746	5,347	0	2,941	0	2,653	

水分量 30%WB (以下、同様)

6.2.2 パターン の場合

山土場で乾燥させ、ストックヤードで破碎したものをプラントへ輸送するパターン について、調達コストと調達可能量の推計を行った。このパターンの場合、輸送が 2 回となるため、積込など工程も多くなり、 よりもコスト高となっている。特に、嵩が大きくなってしまいうち葉については、輸送コストが増えていることがわかる。

試算の結果、調達コスト 8,000 円/t の場合には 8 割以上の地域から調達することが可能という結果となった。5,000 円/t の場合には 3 割程度の地域が調達可能範囲となる。



図表 6-24 パターン 調達コストと調達可能量試算結果(C,D 材)

対象地域	C,D 材	輸送	破碎 コスト	積込 コスト	輸送	調達 コスト (計)	5,000 (円/生 t)	8,000 (円/生 t)	山土場でのバイオ マス価格 (円/生 t)		
	(生 t/ 年)	(円/生 t)					(生 t/年)		5,000 (円/生 t) の場合	8,000 (円/生 t) の場合	
東信地域計	25,517	-	-	-	-	-	17,620	25,517	-	-	
佐久	小諸市	757	1,588	453	322	753	3,116	757	757	1,884	4,884
	佐久市	2,201	2,337				3,864	2,201	2,201	1,136	4,136
	小海町	2,574	3,149				4,677	2,574	2,574	323	3,323
	佐久穂町	3,777	2,773				4,301	3,777	3,777	699	3,699
	川上村	3,190	4,554				6,081	0	3,190	0	1,919
	南牧村	2,193	3,681				5,209	0	2,193	0	2,791
	南相木村	1,329	3,677				5,205	0	1,329	0	2,795
	北相木村	1,184	3,630				5,158	0	1,184	0	2,842
	軽井沢町	759	2,279				3,806	759	759	1,194	4,194
	御代田町	634	1,938				3,466	634	634	1,534	4,534
立科町	932	2,470	3,998	932	932	1,002	4,002				
上小	上田市	1,504	2,771	4,298	1,504	1,504	702	3,702			
	東御市	607	2,090	3,617	607	607	1,383	4,383			
	長和町	2,583	3,118	4,646	2,583	2,583	354	3,354			
	青木村	1,292	3,129	4,657	1,292	1,292	343	3,343			

図表 6-25 パターン 調達コストと調達可能量試算結果(枝葉)

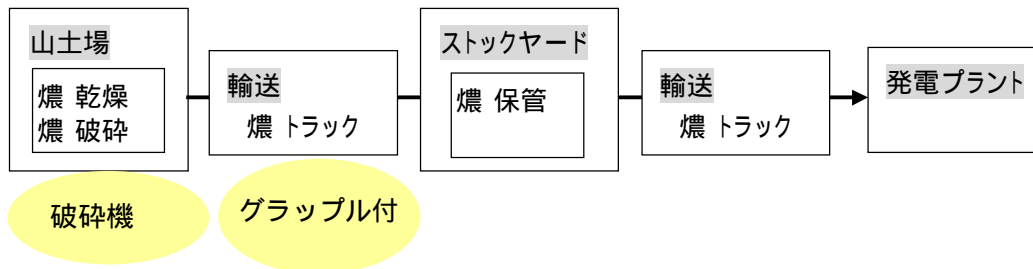
対象地域	枝葉	輸送	破碎 コスト	積込 コスト	輸送	調達 コスト (計)	5,000 (円/生 t)	8,000 (円/生 t)	山土場でのバイオ マス価格(円/生 t)		
	(生 t/年)	(円/生 t)					(生 t/年)		5,000 (円/生 t) の場合	8,000 (円/生 t) の場合	
東信地域計	32,575	-	-		-	-	1,776	24,006	-	-	
佐久	小諸市	967	2,830	453	322	753	4,358	967	967	642	3,642
	佐久市	2,810	4,164				5,692	0	2,810	0	2,308
	小海町	3,286	5,613				7,141	0	3,286	0	859
	佐久穂町	4,821	4,942				6,470	0	4,821	0	1,530
	川上村	4,073	8,116				9,644	0	0	0	0
	南牧村	2,800	6,560				8,088	0	0	0	0
	南相木村	1,696	6,554				8,082	0	0	0	0
	北相木村	1,512	6,471				7,999	0	1,512	0	1
	軽井沢町	969	4,061				5,589	0	969	0	2,411
	御代田町	809	3,455				4,983	809	809	17	3,017
	立科町	1,190	4,402				5,930	0	1,190	0	2,070
上小	上田市	1,920	4,938	6,466	0	1,920	0	1,534			
	東御市	775	3,724	5,252	0	775	0	2,748			
	長和町	3,297	5,557	7,085	0	3,297	0	915			
	青木村	1,649	5,577	7,104	0	1,649	0	896			

図表 6-26 パターン 調達コストと調達可能量試算結果(合計)

対象地域		5,000(円/生 t)	8,000(円/生 t)
		(生 t/年)	(生 t/年)
東信地域計		19,396	49,523
佐久	小諸市	1,724	1,724
	佐久市	2,201	5,011
	小海町	2,574	5,861
	佐久穂町	3,777	8,598
	川上村	0	3,190
	南牧村	0	2,193
	南相木村	0	1,329
	北相木村	0	2,696
	軽井沢町	759	1,727
	御代田町	1,443	1,443
	立科町	932	2,122
上小	上田市	1,504	3,424
	東御市	607	1,382
	長和町	2,583	5,880
	青木村	1,292	2,941

6.2.3 パターン の場合

山土場で乾燥、破碎を行い、ストックヤードで保管したものを適宜プラントへ輸送するパターンについて、調達コストと調達可能量の推計を行った。ストックヤードに一度保管するため輸送を2回行うこととなるが、山土場で破碎を行うため重量あたりの枝葉輸送コストの分がパターンよりも低くなっている。しかしながら、全体的にはコスト高となっており、調達コスト 8,000 円/t の場合には9割弱の地域から調達することが可能だが、5,000 円/t の場合にはほとんどの地域が調達範囲に該当しない結果となっている。



図表 6-27 パターン 枝葉調達コストと調達可能量試算結果

対象地域	C,D材	枝葉	破碎 コスト	輸送	積込 コスト	輸送	調達 コスト (計)	5,000 (円/生t)	8,000 (円/生t)	山土場でのバイオマス価格(円/生t)		
	(生t/年)		(円/生t)					(生t/年)		5,000 (円/生t) の場合	8,000 (円/生t) の場合	
東信地域計	25,517	32,575	-	-	-	-	-	3,168	50,829	-	-	
佐久	小諸市	757	967	1,601	322	753	1,754	4,429	1,724	1,724	571	3,571
	佐久市	2,201	2,810				2,860	5,536	0	5,011	0	2,464
	小海町	2,574	3,286				4,061	6,736	0	5,861	0	1,264
	佐久穂町	3,777	4,821				3,504	6,180	0	8,598	0	1,820
	川上村	3,190	4,073				6,135	8,811	0	0	0	0
	南牧村	2,193	2,800				4,846	7,522	0	4,993	0	478
	南相木村	1,329	1,696				4,841	7,517	0	3,025	0	483
	北相木村	1,184	1,512				4,772	7,447	0	2,696	0	553
	軽井沢町	759	969				2,774	5,450	0	1,727	0	2,550
	御代田町	634	809				2,272	4,947	1,443	1,443	53	3,053
	立科町	932	1,190				3,057	5,733	0	2,122	0	2,267
上小	上田市	1,504	1,920	3,501	6,177	0	3,424	0	1,823			
	東御市	607	775	2,495	5,171	0	1,382	0	2,829			
	長和町	2,583	3,297	4,014	6,690	0	5,880	0	1,310			
	青木村	1,292	1,649	4,030	6,706	0	2,941	0	1,294			

6.3 現状での調達金額（アンケート調査結果）

前項までは自社で調達する場合のコスト試算を行ったが、現状での調達可能金額について把握するため、C,D材および枝葉の提供に関して各林業事業者へアンケートを実施した。下記3パターンの方に対して、どの程度の買取価格であれば協力できるか、という質問をした結果、0円/m³～16,000円/m³まで様々な回答を得た。

これは、各事業者の規模や生産方法、人員体制などが異なること、生産コストではなく買取価格について質問していることから提示金額に大きな幅があると考えられる。しかしながら、傾向としては、輸送業者が適宜取りに行く方法であれば0円/m³での提供が概ね可能であることと、工場まで自社輸送するのは難しいことがわかる。また、これらの金額は現状での作業システムにおけるコストが基準となっているため、自社で1箇所に集積したものを取りに来てもらう場合には費用が多くかかっているかもしれないが、今後、燃料用としてC,D材や枝葉の供給を前提としたシステムに転換していく場合には、コスト低減化の方法も十分に考えられる。

図表 6-28 各林業事業者へのC,D材・枝葉供給費用に関する質問と回答（アンケート結果）

		(1)林道脇に転々と散積している残材を、輸送業者に適宜取りに来てもらう	(2)残材を自社で1箇所の土場に集積した上で、輸送業者に適宜取りに来てもらう	(3)残材を工場まで自社で輸送する	備考
小諸市内	佐久森林組合	0円/m ³	7,000円/m ³	5,000円/m ³	林地の立地条件により増嵩有
	A社	1,000円/m ³	3,000円/m ³	4,500円/m ³	
小諸市以外の東信地域内（佐久地域、上小地域）	信州上小森林組合	0円/m ³	6,000円/m ³	2,500円/m ³	(2)細かい材の集積には経費がかかると想定
	南佐久北部森林組合	0円/m ³	4,000円/m ³	9,000円/m ³	(3)は15km想定
	南佐久中部森林組合	0円/m ³	根元1,000円/m ³ 枝葉16,000円/m ³	1,000円/t	(3)は4t車、40km想定
	南佐久南部森林組合	1,500円/m ³	4,000円/m ³	8,500円/m ³	(3)は55km想定、2m曲がり材の運搬なら可能
	B社	2,500円/m ³	3,500円/m ³	6,000円/m ³	
	C社	0円/m ³	0円/m ³	-	自分たちの作業が止まらないことが条件
	D社	3,000円/m ³	8,000円/m ³	14,000円/m ³	
	E社	3,300円/m ³	4,300円/m ³	5,300円/m ³	(2)(3)はチップと同水準額
	F社	0円/m ³	0円/m ³	5,000円/m ³	
G社	0円/m ³	0円/m ³	0円/m ³		

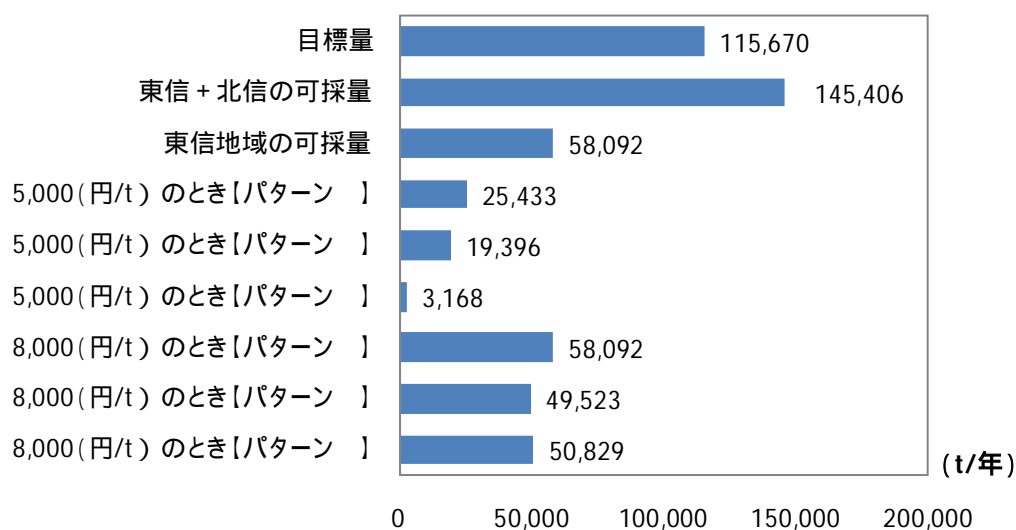
6.3.1 まとめ

調達金額と調達パターン毎の調達可能量を図表 6-29、図表 6-30 に示す。パターン 1 の場合は、8,000 円/t であれば東信地域全域が調達範囲となる結果を得た。また、5,000 円/t の場合には 4 割程度の調達可能量となった。

これは、自社調達の場合で、すべてフル稼働となった場合のコストを基本としているため、実際に調達を行う際にも効率の良い調達システムを組むことが重要であると言える。システム化の部分については、別途「森林バイオマス燃料安定供給システム調査」にて検討を行った。

図表 6-29 原料必要量と調達金額・調達パターン毎の調達可能量（東信地域計）

	【目標量】 水分量 30%WB	調達可能量	
		5,000(円/t)のとき	8,000(円/t)のとき
パターン 1	115,670t/年	25,433t/年	58,092t/年
パターン 2		19,396t/年	49,523t/年
パターン 3		3,168t/年	50,829t/年



図表 6-30 原料必要量と調達金額・調達パターン毎の調達可能量比較（東信地域）

7. 想定される木質燃料の品質調査と分析

本事業における燃料サンプルとして、カラマツ、アカマツ、使用済みキノコ菌床について、品質分析を行った。分析結果は図表 7-1 の通りである。発熱量については、マツ類の枝葉が高く、使用済みキノコ菌床は低いことがわかる。また、マツ類と使用済みキノコ菌床を比較すると、キノコ菌床は灰分が高く、マツ類の幹に比べると塩素も多く含まれている。

図表 7-1 燃料となる資源の品質分析 (カラムツ、アカマツ、使用済みキノコ菌床)

分析項目	試料名		カラムツ				アカマツ				使用済みキノコ菌床	分析方法			
	基準	単位	元玉円板	先端円板	円板平均	先端枝	元玉円板	先端円板	円板平均	先端枝			枯枝		
			(+)/2				(+)/2								
水分	到着	w%	46	56	51	64	45	62	33.5	64	30	65.7	JIS Z 8820		
高位発熱量 Hh	到着	kcal/kg	2,490	2,160	2,325	1,840	2,750	1,800	2,275	1,910	3,410	1,490	JIS M 8814		
		kJ/kg	10,430	9,020	9,725	7,720	11,520	7,520	9,520	7,980	14,260	6,230			
	気乾	kcal/kg	4,410	4,520	4,465	4,700	4,670	4,360	4,515	4,930	4,520	4,010			
		kJ/kg	18,460	18,930	18,695	19,660	19,560	18,230	18,895	20,620	18,940	16,790			
低位発熱量 Hh	換算(到着)	kcal/kg	1,918	1,519	1,719	1,164	2,177	1,131	1,654	1,209	2,928	-	Hi=Hh=25(9*h+w)		
		kJ/kg	8,029	6,360	7,195	4,871	9,115	4,733	6,924	5,059	12,257	-	h:水素(w%),w:全水分(wt%)		
	換算(気乾)	kcal/kg	4,100	4,200	4,150	4,370	4,350	4,011	4,181	4,590	4,200	-	JIS M 8814		
		kJ/kg	17,150	17,580	17,365	18,310	18,200	16,790	17,495	19,220	17,590	-			
高位発熱量 Hh	換算(30%)	kcal/kg	3,070	3,110	3,090	3,077	3,356	2,856	3,106	3,198	3,407	-	水分を30%に固定して計算		
		kJ/kg	12,852	13,018	12,935	12,881	14,047	11,954	13,001	13,387	14,260	-			
低位発熱量 Hi	換算(30%)	kcal/kg	2,592	2,630	2,611	2,600	2,871	2,381	2,626	2,703	2,928	2,640	水分を30%に固定して計算		
		kJ/kg	10,851	11,008	10,930	10,883	12,017	9,966	10,992	11,316	12,257	11,070	Hi=Hh=25(9*h+w) h:水素(w%),w:全水分(wt%)		
工業成分	水分	気乾	w%	46	56	51	64	45	62	53.5	64	30	7.5	JIS Z 8812	
	揮発分	気乾											68.9		
	固定炭素	気乾	w%	54	44	49	34	55	38	46.5	34	69	17.1		
	灰分	気乾	w%	0.3	0.4	0.35	2	0.1	0.3	0.2	1.9	0.7	6.5		
燃料比(FR)	-	w%	0.19	0.22	0.21	0.34	0.21	0.2	0.21	0.29	0.24	0.25	燃料比(FR)=固定炭素÷揮発分		
元素分析	C	無水	w%	49.43	49.9	49.67	51.95	51.87	-	51.87	53.02	51	46.76	JIS M 8819	
	H	無水	w%	5.56	5.6	5.58	5.55	5.69	5.5	5.60	5.87	5.57	5.58		
	N	無水	w%	0.08	0.14	0.11	1.17	0.11	-	0.11	1.04	0.3	1.22		
	全硫黄	無水	w%	0.01	0.01	0.01	0.07	0.01	-	0.01	0.08	0.02	0.1	JIS M 8813.3	
	燃焼性硫黄	無水	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	全硫黄-灰中硫黄×灰分÷100	
	酸素	無水	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39.35	JIS M 8813 附属書5(規定)酸素含有量の算出方法	
	フッ素	無水	mg/kg	<1	<1	<1	<1	15	-	15	<1	<1	10	アル加溶解=水蒸気蒸留-リタケ-アリザリソプレキソ吸光度法	
	塩素	無水	mg/kg	44	110	77	1600	45	-	45	180	39	720	ホソノ 燃焼-イソマト法	
かさ比重	気乾	g/ml	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	JIS Z 7302-9 廃棄物固化燃料第9部かさ密度試験方法		
灰融点	酸化性雰囲気	軟化点		>1500	>1500	>1500	<1000	1390	>1500		1280	1460	1280	JIS M 8801.10	
		融点		>1500	>1500	>1500	1030	1400	>1500		1370	1470	1350		
		溶流点		>1500	>1500	>1500	1060	1400	>1500		>1500	1470	1360		
灰組成	SiO2	-	w%	7.2	1.5	4.35	1.2	1.4	18.6	10	3.3	1.3	18.6	【カラムツ、アカマツ】	【使用済みキノコ菌床】
	Al2O3	-	w%	4.6	4.2	4.4	2.1	3	-	3	10.4	3.1	8.73		
	TiO2	-	w%	0.5	-	0.5	0.2	-	0.2	0.2	0.2	-	0.01以下	アル加溶解-ICP発光分析(SiO2は、ICP発光分析重量法)	蛍光X線分析
	Fe2O3	-	w%	3.3	0.4	1.85	0.6	1.6	1.1	1.35	1.6	1.5	0.99		
	CaO	-	w%	66.4	21.6	44	64.5	42.2	28.8	35.5	70.2	41.5	6.52		
	MgO	-	w%	4.2	3.6	3.9	5	2.7	6.6	4.65	2.6	1.8	17.01		
	CuO	-	w%	微量	微量	微量	0.1	0.1	微量	微量	微量	0.1	0.01	原子吸光高度法	
	P2O5	-	w%	5.3	10.2	7.75	7.5	7	10.3	8.65	4	7.3	33.61		
	MnO	-	w%	0.6	0.7	0.65	0.8	4.1	1.4	2.75	0.5	2.8	0.18	JIS M 8801.10	蛍光X線分析
	V2O5	-	w%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01以下		
	SO3	-	w%	2.3	2.9	2.6	1.8	1.4	2.8	2.1	2.3	1.4	1.88	フッ素処理-原子吸光光	燃焼-イソマト法
	Na2O	-	w%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.22		
	K2O	-	w%	4.1	54.3	29.2	15.4	34.3	28.8	31.55	4.5	36.8	11.05	原子吸光高度法	
	Cl	-	w%	0.7	-	0.7	-	-	0.8	0.8	-	-	0.06		
	ZnO	-	w%	0.5	0.4	0.45	0.5	0.2	0.1	0.15	0.1	0.1	0.08		
	SrO	-	w%	0.3	微量	微量	0.2	1	0.4	0.7	0.1	0.1	0.01		

8. 木質燃料の生産が地域経済や雇用に与える効果の試算

本事業は、「緑の分権」改革として、地域独自のエネルギー自給を行っていくことを目指しているが、木質資源を燃料とした発電事業を行うことで、エネルギー自給以外にも地域経済や雇用など、多くの波及効果が見込める。

8.1 立木価値の向上

発電プラント用に C,D 材や枝葉を利用することで、これまで金銭的価値がつかなかったものに対して費用を支払うことができる可能性がある。また、作業システムの改善や機械等の稼働率向上などにより、1本の木の価値を向上させ、山への還元資金を創出することができる。

各パターンにおける山土場での木質バイオマス価格(C,D材や枝葉に支払われる金額)を以下に示す。調達方法や調達金額によって異なるが、直接的なメリットとしては、買取設定金額よりも調達コストが少なかった場合、差額を山へ還元できると考える。

図表 8-1 各パターンにおける山土場での木質バイオマス価格

対象地域		山土場でのバイオマス価格 (円/生 t)							
		パターン		パターン C,D 材		パターン 枝葉		パターン	
		5,000 (円/生 t) の場合	8,000 (円/生 t) の場合	5,000 (円/生 t) の場合	8,000 (円/生 t) の場合	5,000 (円/生 t) の場合	8,000 (円/生 t) の場合	5,000 (円/生 t) の場合	8,000 (円/生 t) の場合
佐久	小諸市	1,993	4,993	1,884	4,884	642	3,642	571	3,571
	佐久市	737	3,737	1,136	4,136	0	2,308	0	2,464
	小海町	0	2,544	323	3,323	0	859	0	1,264
	佐久穂町	100	3,100	699	3,699	0	1,530	0	1,820
	川上村	0	469	0	1,919	0	0	0	0
	南牧村	0	1,759	0	2,791	0	0	0	478
	南相木村	0	1,764	0	2,795	0	0	0	483
	北相木村	0	1,833	0	2,842	0	1	0	553
	軽井沢町	538	3,538	1,194	4,194	0	2,411	0	2,550
	御代田町	1,333	4,333	1,534	4,534	17	3,017	53	3,053
	立科町	626	3,626	1,002	4,002	0	2,070	0	2,267
上小	上田市	182	3,182	702	3,702	0	1,534	0	1,823
	東御市	1,188	4,188	1,383	4,383	0	2,748	0	2,829
	長和町	0	2,661	354	3,354	0	915	0	1,310
	青木村	0	2,653	343	3,343	0	896	0	1,294

8.2 地域の雇用創出

発電事業を行うことでプラントでの雇用が生まれるが、破碎や輸送などでも新たな雇用が生まれる。ここでは、発電事業を行うことで創出される雇用効果について試算を行った。

ただし、本調査のコスト試算では「発電を行う事業者が自社で各機器を所有し、自社調達した場合のコスト」という前提条件としたが、実際には地域の事業者の保有する機材・人材を活用していくことが重要である。例えば、破碎機や木材の輸送車両などを所有している事業者で稼働率が低いものがある場合、その事業者にチップ化作業や木材の輸送等の仕事を外注することによって、地域の既存事業者に対して新たな仕事を生み出し、設備の稼働率を上げることができる。

各作業で発生する雇用と所得を試算した結果を以下にまとめる。これは、自社の新規保有設備・人員の場合と、既存事業者の保有設備・人員を活用する場合とを同程度の金額と考えて両者を区別しないという前提条件とした。即ち、以下の試算は「地域全体の雇用増大・所得向上効果」という位置づけとなる。

(1) 破碎工程の雇用創出

山土場で破碎を行う場合

- ・ 1 現場あたり作業員 1 名、搬送に係る人員 1 名が必要。
- ・ 1 日 1 現場とした場合、東信地域全体で、のべ 996 日を要する。
- ・ 年間 250 日稼働とした場合、1 日 4 現場で作業を行う必要がある。

破碎 1 現場 1 人工 × 4 現場 = 4 人工

搬送 0.25 人工 × 4 現場 = 1 人工

人件費 作業員 1 人工 15,000 円 × 250 日 × 5 人工相当 = 1,875 万円

所得向上効果 1,875 万円/年

図表 8-2 各地域の資源量をもとに推計した破碎日数

対象地域	C,D 材のみ (生 t/年)	枝葉 (生 t/年)	合計 (生 t/年)	破碎にかかる日数(日/年)
東信地域計	25,453	32,493	57,947	996

生 t : 水分量 30%WB

山土場での破碎能力 : 58.2t/日想定

ストックヤードで破碎を行う場合

グラップル 2 名の作業員が必要 2 名の雇用創出

人件費 作業員 1 人工 15,000 円 × 330 日 × 2 名 = 990 万円

所得向上効果 990 万円/年

(2) 輸送における雇用創出

1日に必要な山土場からストックヤード・発電所への輸送量 $115,670\text{t} \div 330\text{日} = \text{約 } 350\text{t/日}$

積載可能量 約 5t と想定すると、1日約 70 台分の輸送が必要

(積載可能量 25m^3 、チップ比重 0.19t/m^3 の場合)

1日1台あたり平均3往復可能と想定すると、

トラック稼働台数 $70\text{台分} \div 3\text{往復} = 23\text{台/日}$

トラック運転 23人分の雇用創出

人件費 1人工 $15,000\text{円} \times 330\text{日} \times 23\text{人} = 11,385\text{万円}$

所得向上効果 $11,385\text{万円/年}$

実際には、原料調達のシステム化によって効率的な輸送を行うため、上記の輸送条件とは異なる。

(3) スtockヤードでの雇用創出

ストックヤードで破砕後のチップを輸送車両に積み込む際の作業員 1人分の雇用創出

人件費 1人工 $15,000\text{円} \times 330\text{日} \times 1\text{人} = 495\text{万円/年}$

所得向上効果 495万円/年

(4) 発電プラントでの雇用創出

1パーティー：管理者1名、作業員3名

24時間稼働のため、4パーティー必要 16名の雇用創出

人件費 管理者 600万円/年 、作業員 350万円

$(600\text{万円} \times 4\text{人}) + (350\text{万円} \times 12\text{人}) = 2,400\text{万円} + 4,200\text{万円} = 6,600\text{万円}$

所得向上効果 $6,600\text{万円/年}$

8.3 エネルギー自給率向上

熱電併給プラントの稼働により、地域の木質資源と人的資源でエネルギーを作り出すことができる。現在はほとんどのエネルギーを他地域または海外に頼っている状況であるため、本事業によりエネルギー自給を行うことができれば、地域にとって大変価値あるものとなる。

電力に関して以下に示すが、例えば、公共施設の電力であれば需要に対して100%の供給電力が作り出せることとなる。法的な課題はあるが、資源の活用にとどまらず、作り出したエネルギーを地域で活用できる基盤整備を行うことが重要であると考えられる。

・ 発電量 $53,064\text{MWh}$

・ 市内の公共施設の電力需要 $7,815\text{MWh/年}$ (発電量の約15%) 地域の電力自給率向上

9. 課題整理と方策検討

以上の調査結果より明らかとなった課題と対応策について、以下にまとめる。

9.1.1 資源量に関して

資源量については、年間の成長量分を利用する可採量でみた場合、東信地域の保安林を除いた林分の可採量は、プラントで必要な資源量の半分を見込める量であることがわかった。必要量を確保するために調査範囲を広げた場合、北信地域の保安林を除いた林分の可採量を加えることができれば、必要な資源量をまかなえる量となることも明らかとなった。

実際には調達コストの条件が加わるため、調達における各工程での費用を試算した結果、プラント側で支払う調達費用を5,000円/tとした場合、東信地域の約4割程度の資源を調達できる結果となった。8,000円/tであれば、東信地域全体が調達範囲となる結果を得た。

ただし、これはあくまでもプラント側で自社調達する場合の試算であり、実際には地域の事業者の協力を得ながら資源を調達することで、地域全体の仕事が生まれることとなる。また、アンケート調査より、現状でのC,D材等の搬出コストは事業者によって0円から数千円と差がみられることから、地域全体でプラントへの供給が可能となる調達システムに転換していく必要がある。

また、本事業のプラントは森林バイオマス利用に主眼を置いたものであるが、資源量確保の観点から、廃棄物系バイオマスについても調査を行った。東信地域内の廃棄物系バイオマス量は多くないことがわかったが、長野県の特産品であるキノコ栽培より発生する、使用済みキノコ菌床については北信地域で多く発生することから、プラント側での受け入れ条件の範囲内で混合利用していく方法も考えられる。

図表 9-1 資源量に関する課題と対応策

課題	検討内容	対応策
(A) プラントで必要な資源量の確保	北信地域の可採量についても推計 東信地域と北信地域の可採量を合わせると目標の資源量達成	資源の収集範囲を北信地域まで拡大
	廃棄物系バイオマスの資源量を推計 北信地域の使用済みキノコ菌床の資源量が多い	森林バイオマスと使用済みキノコ菌床の混合利用を検討
(B) 調達コストを踏まえた調達可能な資源量確保	自社調達を前提としたコスト試算と調達可能量を推計 調達パターンにより、調達コスト5,000円/t～8,000円/tで調達可能量は異なる結果	地域全体でプラントへの供給が可能となるシステムへ転換

9.1.2 需要に関して

需要に関しては、「緑の分権」改革を目標に、地域でのエネルギー自給率を向上させることが本事業の大きな目標のひとつとなる。市内の電力需要をみた場合、市全体では供給よりも需要が大きく上回るため、例えば公共施設であれば100%供給可能となるなど、事業所を絞って考えることが必要となる。また、電力供給を行う場合には、電気事業法において契約電力50kW以上の高圧需要家であれば特定供給が可能であるが、家庭など小口需要への供給は自由化されていないという制限がある。そのため、今後、地域のエネルギー自給を目指した事業化を進めるためには、高圧需要家への特定供給が行えるよう、需要先を検討する必要がある。

熱需要については、市内では温浴施設などいくつかの施設で大きな需要があることがわかった。また、新たな需要として、10万m³規模の製材工場を市内で稼働させることで、乾燥熱源としての利用が有望となる。熱電併給プラントの採算性向上という観点からも、熱の利用は大変重要であるため、電力と熱の両方を市内で有効に活用していくための需要確保が今後の大きな課題のひとつとなる。

図表 9-2 需要に関する課題と対応策

課題	検討内容	対応策
(A) 発電した電力を地域内で利用(電気事業法の制限)	事業所での利用可能性を調査 契約電力50kW以上の高圧需要家には特定供給が可能	公共施設を中心に、契約電力を引き続き調査する。
	家庭での利用について検討 小口需要への供給は自由化されていない	電気事業法の改訂により、家庭など小口需要への供給が可能となることが望まれる。
(B) 熱需要の確保	新規需要として、大規模製材工場の可能性を検討。資源量確保の観点からも、A,B材の受け口となる製材工場は有望である。	10万m ³ 規模の製材工場の設置・稼働が望まれる。

第4章 バイオマス熱電供給プラント導入可能性の調査

1. 運転特性に係る調査

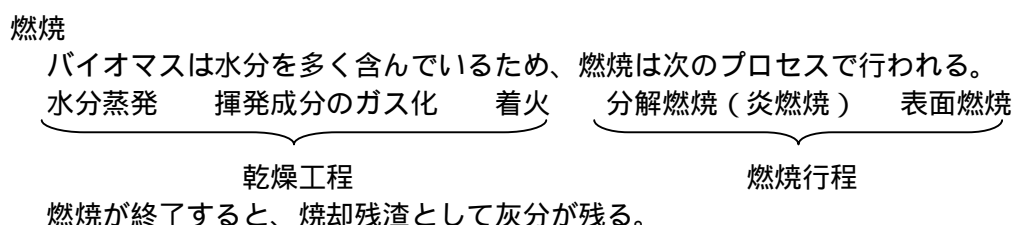
ボイラのタイプ別特性とボイラを正常に運転するために必要な対策を調査した。

1.1 バイオマス発電

バイオマスとは、動植物から生まれた再生可能な有機性資源であり、代表的なものに家畜排出物や生ゴミ、木屑、もみ殻等があります。バイオマスの炭素はもともと大気中のCO₂を植物が光合成により固定したものであるため、燃焼によってCO₂が発生しても、実質的に大気中のCO₂を増加させない。いわゆるカーボンニュートラルである。

1.2 ボイラ（燃焼炉）形式

10MW 級バイオマス発電プラントに適用できるボイラ（燃焼炉）として、簡単に燃焼と形式の特徴を記す。



形式

(i) ストーカ（移動床）式

燃焼物を可動する火格子（ストーカ）の上に連続的に供給し火格子の下部から空気を送入し燃焼させる。

(ii) 流動床式

ケイ砂等の粒子層の下部から加圧した空気を分散供給して蓄熱したケイ砂等を流動させて、その中で燃焼物を燃焼させる。

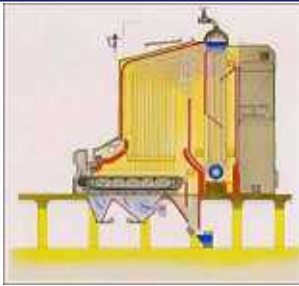
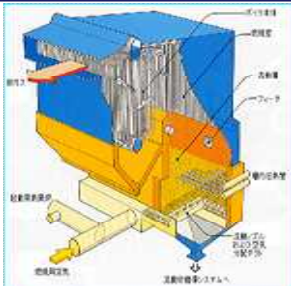
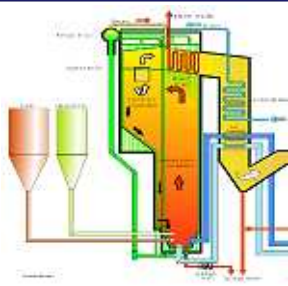
1.3 排ガス処理

バイオマスは石炭、石油系エネルギーに比して、灰分、硫黄、塩素の含有量が少なく、窒素分は多い。従って直接燃焼による排ガス中の有害物質の排出が少なく除去処理も容易で、一般的に環境安全性は高い。

煤塵に対しては集塵処理を行わなければならない。集塵器としては、電気集塵器、ろ過式集塵器（バグフィルタ）等が使われる。

1.4 タイプ別比較

表 1-1. 【ボイラのタイプ燃焼原理比較表】

	ストーカ燃焼	バブリング流動層	循環流動層
燃焼原理	 <p>火床が摺動又は移動する火格子を有しており、処理物については火格子上を移動していく間に、乾燥、燃焼、後燃焼が行われ完全燃焼が行われる。</p>	 <p>流動用押し込み空気により流動床を形成している高温流動媒体（砂層）の中で処理物の乾燥・燃焼を行う。</p>	

次に、ストーカ燃焼式、バブリング流動層、循環流動層の特性を比較し表 1-2. に示す。

表 1-2. 【ボイラのタイプ別比較表】

	ストーカ燃焼	バブリング流動層	循環流動層
燃焼原理			
固体燃料の移動	ストーカ上を移動	燃焼空気で流動化砂層内を運動	燃焼空気を流動化火炉とサイクロンを循環
固体域燃焼	ストーカ上	砂層内部と表面	火炉高さ全域
火炉内の物質移動	緩慢	濃厚層内に限定	上下方向の物質移動と熱移動が活発
燃焼制御性	鈍感	中間	敏感
低空気比燃焼	困難	可能	可能
燃料			
多種燃料への適合性	次頁参照		
燃料の前処理	一般的に不要	一般的に不要	塊には粗粉碎が必要
環境処理			
低SOx燃焼	炉内脱硫不可	炉内脱硫性能劣る	高効率炉内脱硫
低NOx燃焼	難しい	炉内脱硫との両立困難	炉内脱硫と両立可能
その他			
適性設備規模	小規模	小～中規模	中～大規模プラント
コスト	安価	高価	

- ・パッケージ型ボイラなど、現地工事短縮が可能となるボイラを販売しているメーカーもある。
- ・ボイラへの投入燃料については、水分量として最大 45%とします。

出典：「バイオマスエネルギー導入ガイドブック(第3版)」NEDO

「循環流動層ボイラによるバイオマス発電」NKK 技報 No.174(2001.8)

「技術資料」株式会社よしみね/株式会社タクマ/住友重機械株式会社

次に、ストーカ燃焼式、バブリング流動層、循環流動層の3タイプの適用規模及び燃料投入可能エリアを図1-1.に示す。

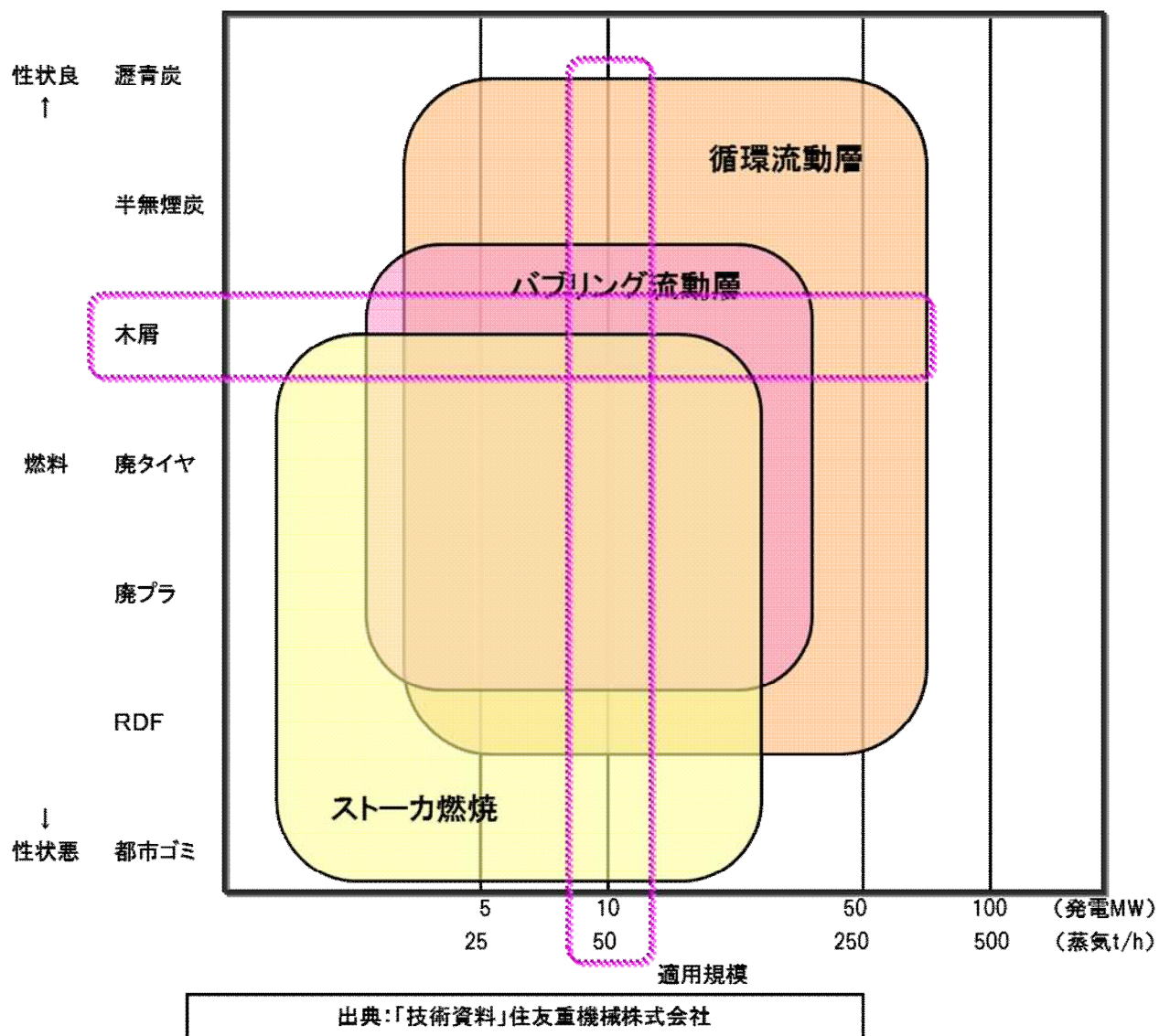


図 1-1. 【ボイラ適用規模及び燃料投入可能エリア図】

本調査業務においては燃料をアカマツ、カラマツとする木質バイオマスとすること及び10MW 発電設備であることより、ストーカ式、バブリング流動層式、循環流動層式のいずれのボイラも適用可能である。

1.5 ボイラへの燃料許容水分量に関する検討

ボイラの安定運転に関し、ボイラへの運転許容水分量は45%までとする。
 (経済効果計算、必要燃料量算出に当たり投入されるバイオマス燃料の水分量は平均で30%としている。このプラント設計においても平均で30%としている。)
 理由は、失火の原因を除去し、安定運転を継続させるためである。
 しかし、ボイラ選定のために行った燃料分析の結果では水分量60%であった。
 (詳細は参考資料 参-1 表 1-2 燃料分析データを参照)
 従って、このプラントを安定して運転させるために、ボイラ投入の前段階で、自燃可能とされる燃料の水分量(45%)以下まで乾燥させる必要がある。

1.5.1 強制乾燥による対策検討

対策として、バイオマス発電プラントからのエネルギーを利用して乾燥させる方法として、蒸気及び排ガスを用いて強制的に乾燥させる若しくは、屋根つきストックヤードに放置し自然乾燥させる方法が考えられる。
 そこで、次の1.5.1-a、1.5.1-bのように、到着時水分量60%の生木から50%、40%、30%に乾燥させるために必要な設備概略をまとめた。ここでは、強制乾燥させる熱源(蒸気または排ガス)がバイオマス発電プラントから回収し利用できるか検討した。

1.5.1-a 蒸気を利用した乾燥

表 1-5-1a に発電所から回収した蒸気を利用し乾燥する場合の必要コスト、電源、蒸気量等を示した。

表 1-5-1a【蒸気利用した乾燥の場合】

目標水分量	50%	40%	30%	備考
乾燥設備コスト	430 百万円	680 百万円	910 百万円	概算
乾燥設備必要電源	760kWh	1170kWh	1560kWh	
乾燥設備必要蒸気	22.4 ton/h	34 ton/h	42.7 ton/h	
ウッドチップ処理量	27 ton/h			
必要スペース(概略)	28×28×H14m	30×45×H14m	60×28×H14m	

今回の10MWeバイオマス発電プラントでは、熱供給用の抽気10ton/hとしている。
 乾燥設備をバイオマス発電プラント所内に設置することは、蒸気が不足し、現実的ではない。

1.5.1-b 排ガスを使用した乾燥

表 1-2-1a に発電所で排出される排ガスを利用して乾燥する場合の必要コスト、電源、排ガス量等を示す。

表 1-5-1b【排ガス利用した乾燥の場合】

目標水分量	50%	40%	30%	備考
乾燥設備コスト	430 百万円	680 百万円	910 百万円	概算
乾燥設備必要電源	760kWh	1170kWh	1560kWh	
乾燥設備必要排ガス	254 ton/h (170)	390 ton/h (170)	480 ton/h (170)	
ウッドチップ処理量	27 ton/h			
必要スペース(概略)	24×28×H14m	26×45×H14m	52×28×H14m	

排ガス使用の場合、乾燥目的に254 ton/h以上必要となる。
 10Mwe 発電時の排ガスは175、約120,000Nm³/h(=156ton/h)であり、排ガス量が不

足する。

以上のことから、バイオマス燃料の乾燥については、次のとおりとする。

1. 自然乾燥させるためのストックヤードを設ける。
2. 乾燥後の木質バイオマス燃料を購入する。

後述となる経済計算において、バイオマス発電プラントの導入可能性は、プラント到着時の燃料単価(円/ton)が大きく影響する事から可能な限り水分量の少なく且つより安価な燃料調達が重要となる。

2. 先進事例の紹介

エネルギーの有効活用をテーマとした最近の技術としてここでは類似案件の海外バイオマス発電プラントの事例を2つ紹介する。

今回導入検討している10MWバイオマス熱電併給プラントの導入をより現実的なものとするために先進事例を参考にする。

2.1 事例1 (海外バイオマスプラント 1/2)

プラント概要

- 最終需要家: SURAT THANI GREEN ENERGY CO., LTD.
- 発電所規模: 9.9 MWe(総発電量), 8.8 MWe(送電量)
- 使用燃料及び消費量: パーム椰子空房(約33 ton/h:サイト受取)
- 燃料の低位発熱量: 4,500 kJ/kg(水分量は約60~70%)
- 建設工期及び条件: フル・ターン・キー, 21ヶ月
- 発電所運用開始: 2007年9月~

特徴事例

原材料の水分が高く燃焼性が著しく悪い



ボイラーへの前処理として脱水工程実施



全体エネルギー効率の上昇



2.2 事例 2 (海外バイオマスプラント 2/2)

プラント概要

- 最終需要家: RO-ET GREEN CO., LTD.
- 発電所規模: 9.95 MWe(総発電量), 8.8 MWe(送電量)
- 使用燃料及び消費量: 籾殻(約12 ton/h:サイト受取)
- 燃料の低位発熱量: 12,560 kJ/kg(水分量は約10%)
- 建設工期及び条件: フル・ターン・キー, 18ヶ月
- 発電所運用開始: 2003年5月～

特徴事例

燃料中灰分が約20%
灰分中シリカ含有量が約80%

↓
ボイラー体格を大きくし排気
流速を低減

↓
ボイラーチューブへのアッシュ
カット現象を抑制



3. プラント基本設計

建設予定地等は未定であるが、10MW 級のバイオマス熱電併給プラント基本設計を実施した。

3.1 全体条件設定

3.1.1 プラント概要

本プラントでは、小諸市周辺山岳地帯からの間伐材を利用しそれらを裁断処理及び乾燥処理後バイオマス燃料としてボイラにて燃焼し発電を行う。主燃料としてはアカマツ、カラマツを想定する。これらのボイラ入口での燃料水分含有量は、30%とし、最大 45%とする。

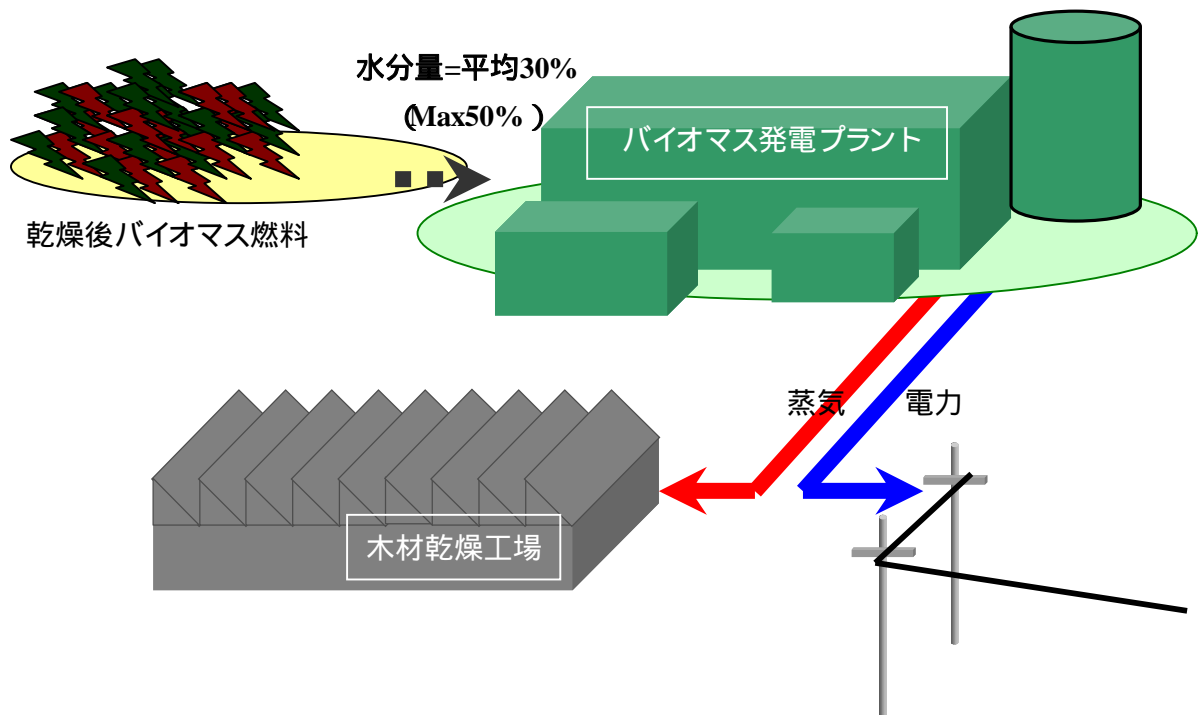
プラント規模は、総発電量 10MWe 程度とし、別途蒸気を排熱回収(熱電併給として)する場合は発電出力が下がるものとする。熱電併給の可能性として排ガスより温水を回収する場合も検討する。

プラントでは、復水抽気蒸気タービン発電機を使用する。ただしプラント建設地は現時点で確定していなく水源確保未定のため、水冷式及び空冷式復水器の両案にて検討する。

プラントの運転稼働率は定期メンテナンスを考慮した上で、90%以上とする。

発電所出力「発電のみの場合」

	空冷式	水冷式
a. 発電機出力:	10,360kW	10,640kW
b. 発電所出力:	8,860kW	8,774kW
c. 所内補機容量:	1,585kW	1,600kW



3.2 主蒸気条件設定

3.2.1 ボイラー定格

項目	値
主蒸気条件(主蒸気弁出口)	45barA , 450degC , 55ton/h
脱気器出口温度	130degC
復水戻り温度(ホットウェルタンク)	45degC 又は 65degC
ターンドウン	50%

3.2.2 蒸気条件

	条件	用途
第一抽気	14barA , 317degC , 5ton/h	脱気器
第二抽気	11barA , 195degC , 10ton/h	蒸気回収(熱供給)

3.2.3 熱回収条件設定

	条件	用途
排気ガス	10,000 (m ³ N/h) , 175degC	温水回収(構内空調使用)

3.3 主要設備項目表

3.3.1 主要機器，補機等

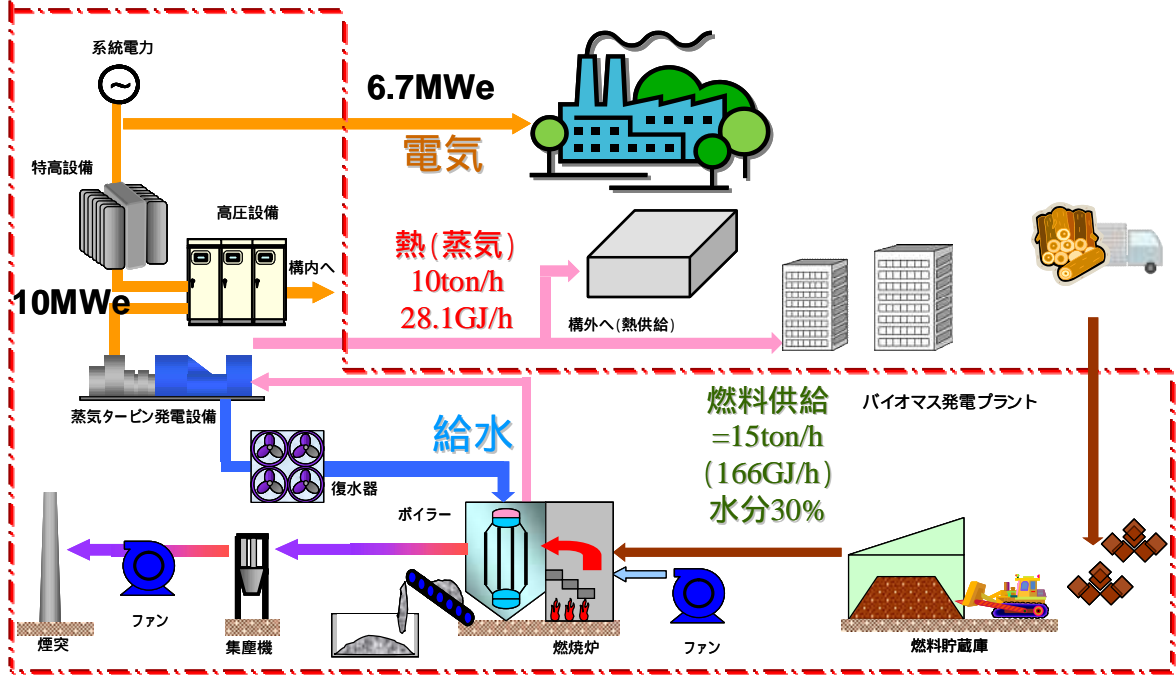
機器名称	概要		
ボイラ 1基（分割も）	形式	ストーカ炉	
		バブリング流動床	
		循環流動層	
	燃 料	木質バイオマス （アカマツ，カラマツ）	
	許容水分量	45%	
	燃料低位発熱量（水分量30%）	11,086kJ / kg （2,648kcal / kg）	
	燃料使用量	15t / h	
	蒸気発生量	55t / h	
	蒸気圧力	45barA	
蒸気温度	450		
蒸気タービン 1基	形式	抽気復水タービン	
	入口蒸気量	55t / h	
	入口蒸気圧力	42barA	
	入口蒸気温度	440	
	排気圧力	0.12barA	
	抽気圧力	14barA	
発電機 1基	発電出力（定格）	空冷	10,360kW
	発電出力（定格）	水冷	10,640kW
	発電機電圧	6600V	

3.3.2 主要設備と主な工事内容

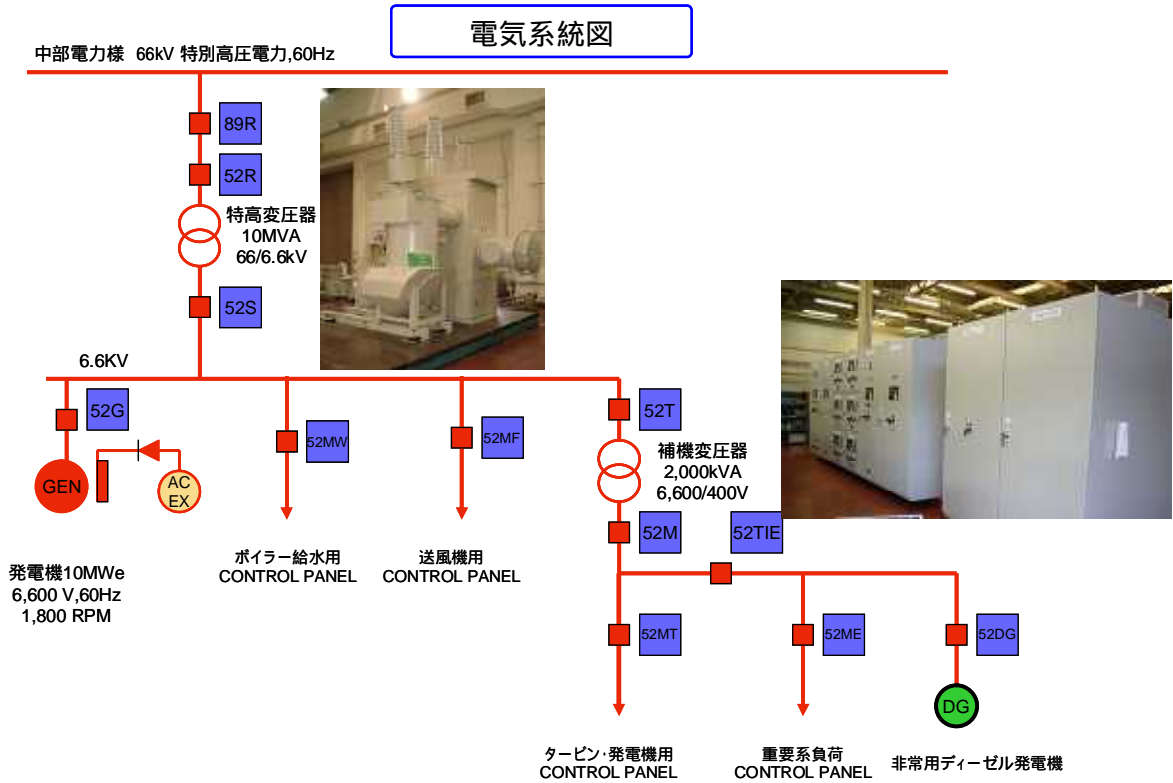
発電プラント建設で実施（準備）する項目（参考）

	主要設備（工事）項目
1	ボイラ設備
2	蒸気タービン設備
3	冷却水設備
4	バランスオブプラント設備
5	水処理設備
6	電気設備
7	中央監視設備
8	工事
	ボイラ設置工事
	蒸気タービン設置工事
	冷却設備設置工事
	圧力空気設備設置工事
	水処理設備設置工事
	電気設備設置工事
	中央監視設備設置工事
	蒸気配管工事
	復水・給水配管工事
	サービス水配管工事
	冷却水配管工事
	水処理配管工事
	電気ケーブル設置工事
9	現地試験調整
	燃料設備
	ボイラ設備
	蒸気タービン設備
	冷却水設備
	バランスオブプラント
	水処理設備
	電気設備
	中央監視設備

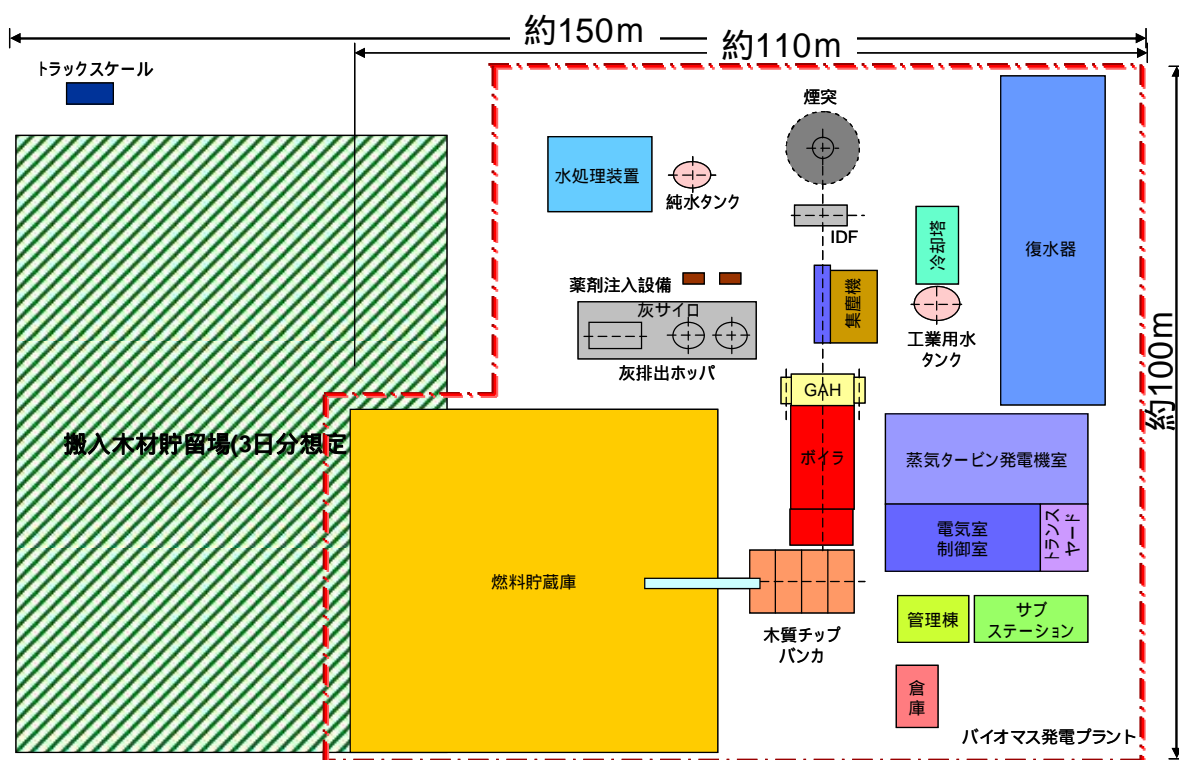
3.3.3 主要設備と系統図



3.3.4 電気系統図



3.3.5 概略配置図



4. 初期投資・運転経費・保守経費等調査

全てのケースで建設費、運転経費（保守経費等含）（支出）と、電力と熱の供給による収入を計算し、導入可能性を探るシミュレーションを行った。

4.1 バイオマス熱電併給プラントのケース別設備概要

モデルは、空冷コンデンサー又は水冷コンデンサーの両仕様において、モノジェネ・熱電併給プラントの基本計画として熱回収形態および蒸気復水方式にて比較検討する。

表 4-1. に Case 別に熱電併給システムを示す。

経済計算に必要な、送電端電力、熱供給量、所内電力、補給水量を示す。

表 4 1 【Case 別プラント概要説明】

基本概要	Case-1a	Case-1b	Case-1c	Case-2a	Case-2b	Case-2c		
用途	発電のみ	熱電併給	熱電併給	発電のみ	熱電併給	熱電併給		
コンデンサー	空冷			水冷				
ボイラ蒸気量	50 ton/h			50 ton/h				
プロセス蒸気 10bar(A)供給	なし	あり 10ton/h	あり 10 ton/h	なし	あり 10ton/h	なし 10ton/h		
プロセス温水 (排ガスより)	なし	なし	あり 345MJ/h	なし	なし	あり 345MJ/h		
発電量（発電端）	10.36MWe	8.59MWe	8.59MWe	10.64MWe	8.82MWe	8.82MWe		
蒸気構外熱供給	0 ton/h	10 ton/h	10 ton/h	0 ton/h	10 ton/h	10 ton/h		
温水利用（構内）	0 kW	0 kW	96 kW	0 kW	0 kW	96kW		
送電電力 （=発電端-所内）	8.86MWe	6.85MWe	6.75MWe	8.77MWe	6.89MWe	6.79MWe		
所内動力(合計)	1585kW	1650kW	1750kW	1785kW	1850kW	1950kW		
プラント補機	1408kW	1473kW	1473kW	1608kW	1673kW	1673kW		
温水回収動力	0kW	0kW	100kW	0kW	0kW	100kW		
構内空調動力	177kW	177kW	177kW	177kW	177kW	177kW		
用水量	5 ton/h	11 ton/h	13 ton/h	55 ton/h	61 ton/h	63ton/h		
	ボイラタイプ		A：ストーカ式		B：バブリング流動床		C：循環流動床	
	ボイラ効率		84%		84%		90%	

注記：

- プロセス蒸気条件は、10ton/h（10barA、195degC）での検討とし、リターン水はないものとした。一部蒸気は減圧し低圧蒸気にて地域熱供給（集合住宅地や病院等で給湯・暖房の熱源利用を想定）という形で回収し有効利用することも可能である。
- 温水回収は、排ガスから 10,000Nm³/h（175 115）の廃熱を回収し 80 の温水を場内で空調利用するとした。

このケース分けに基づき、単年度での事業収支（経済計算）検討を行った。

建設コストについては一般的な市場価格レベルでの提示とした。

前提として、ここでの検討は導入の可能性を検討するものであり、具体的設置場所、プラントプラン、建設時期等未確定事項が多く、現時点でのコスト積算は市場価格を遥かに上回り、“バイオマス熱電併給プラント導入”についての議論とならない可能性があるため、ここでは市場価格レベルでの建設コスト提示とした。

表 4-2 に全検討ケース（バイオマス熱電併給発電プラント基本構成）をまとめた。

表 4-2【全検討ケース】

ケース	基本構成			
	ボイラ形式	復水方式	蒸気熱供給	排熱温水回収
A-1a	ストーカ	空冷	なし	なし
A-1b	ストーカ	空冷	あり	なし
A-1c	ストーカ	空冷	あり	あり
A-2a	ストーカ	水冷	なし	なし
A-2b	ストーカ	水冷	あり	なし
A-2c	ストーカ	水冷	あり	あり
B-1a	バブリング流動床	空冷	なし	なし
B-1b	バブリング流動床	空冷	あり	なし
B-1c	バブリング流動床	空冷	あり	あり
B-2a	バブリング流動床	水冷	なし	なし
B-2b	バブリング流動床	水冷	あり	なし
B-2c	バブリング流動床	水冷	あり	あり
C-1a	循環流動床	空冷	なし	なし
C-1b	循環流動床	空冷	あり	なし
C-1c	循環流動床	空冷	あり	あり
C-2a	循環流動床	水冷	なし	なし
C-2b	循環流動床	水冷	あり	なし
C-2c	循環流動床	水冷	あり	あり

4.2 経済計算方法と計算結果

木質バイオマス燃料を用いた熱電利用を行うことによる効果としては、表 4-3 のとおりエネルギー利用・地球温暖化防止、地域経済への効果がある。

表 4-3【バイオマス熱電併給の効果】

効果の項目	新エネルギーの利用イメージ	効果の概要
エネルギー有効利用 (地球温暖化防止対策)	工場(併設・隣接)への供給(電力・熱) 地域電力への売電(電力)	・売電収入(収入) ・売熱収入(収入)
自然環境保全	(木質バイオマスの調達)	間伐材の利用
雇用創出	(木質バイオマスの調達)	調達業務の発生
	(プラントの稼働)	雇用の創出

4.2.1 エネルギー利用・地球温暖化防止・経済効果

- (a) 本事業の効果は、熱と電力を有効利用する場合の収入である。
- (b) 排熱回収は煙突から捨てる排ガスの一部を利用し同構内で空調用熱源として利用する。
- (c) 蒸気熱供給では低圧蒸気を住宅（地域）、病院等施設へ暖房、給湯熱源としての利用も可能。
地域の電気、熱相互融通を行うことで、地域のエネルギー自立を目指すことも可能。
- (d) 低炭素社会実現の視点では、植物由来資源でエネルギー利用し、カーボンニュートラルの考え方から、二酸化炭素排出量を計上しない。

4.2.2 経済計算の前提条件，計算方法

(a) 収入

収入は、売電収入（a1）と売熱収入（a2）及び排熱の有効利用によるエネルギー料金削減分（a3）となる。

(a1) 売電収入

売電単価は電力固定買取価格を 20 円/kWh で想定し計算した。
ただし、電力価格にプレミアを想定し 20～23 円/kWh の範囲で 1 円/kWh 毎に検討した。

(a2) 売熱収入

売熱単価は蒸気（熱）販売とし、蒸気の販売単価は、タービンから 10ton/h 抽気（10bar、195℃）し、製材所（想定）の乾燥工程への供給と、地域熱供給（住宅、病院施設、公共施設等へ）暖房・給湯の熱源としても利用することを想定する。
効果計算は、それぞれの供給先での熱源機器（A 重油焚ボイラ）の燃料消費削減（焚減らし）で評価した。

蒸気単価（円/ton）= 蒸気供給熱量 ÷ 熱源機器効率 ÷ A 重油低位発熱量 × A 重油単価
ここで、

蒸気供給熱量 = 10（ton/h）× 2,810（MJ/ton）= 28,100（MJ/h）

熱源機器効率 = 85%

A 重油低位発熱量 = 36.3（MJ/L）

A 重油単価 = 69.5（円/L）

A 重油単価：（財）日本エネルギー経済研究所石油情報センターホームページより 2010 年 12 月の単価を用いた
よって、

蒸気単価（10ton/h）= 28,100（MJ/h）÷ 85% ÷ 36.3（MJ/L）× 69.5（円/L）

= 63,294 円/h 10ton/h の供給であるから蒸気単価は 6,329（円/ton）とした。

(a3) 排熱回収(構内温水利用)によるメリットは支出の削減として計上する。

排熱回収は排ガスの一部(10,000Nm³/h 175 115 まで回収)を取り出し、排ガス温水ボイラに投入し、80 の温水を得る。これを発電所構内での空調等に利用する。電気空調の代替とし、電気料金を14.2円/kWhとし、削減額を計算した。

14.2円/kWh算出には中部電力高圧業務用A最終保証約款より夏季15.19(円/kWh)他季13.91(円/kWh)を用い、 $15.19 \times (3/12) + 13.91 \times (9/12) = 14.2$ (円/kWh)とした。

$10,000(\text{Nm}^3/\text{h}) \times 0.33(\text{kcal}/\text{Nm}^3) \times (175 - 115) = 198\text{Mcal}/\text{h} = 230\text{kW}$ (熱量)
寒冷地の事務所では冷熱源0.104(kW/m²),温熱源0.132(kW/m²)であるから、230kWは夏季空調用として、 $230\text{kW} \div 0.104(\text{kW}/\text{m}^2) = 2,211(\text{m}^2)$ 分の冷房熱源とし、夏季以外は暖房空調として、 $230\text{kW} \div 0.132(\text{kW}/\text{m}^2) = 1,742(\text{m}^2)$ 分の暖房熱源とする。その効果は $230\text{kW} \div \text{COP}(=3) = 77\text{kW}$ (電気消費量)と想定でき、空調熱搬送動力を100kW見込む。これより、 $177(\text{kWh}/\text{h}) \times 14.2(\text{円}/\text{kWh}) = 2,513\text{円}/\text{h}$ とする。

(b) 支出

支出は燃料調達費(b1)、灰処理費用(b2)、メンテナンス費用(b3)、消耗品費用(b4)、運転員人件費用(b5)、用水費用(b6)の合計とした。

(b1) 燃料調達費用

燃料調達費用は、5,000円/ton、8,000円/tonの2ケースで実施した。参考に中間値6,500円/tonでも検討した。

(b2) 灰処理費用

灰処理については、10,000円/tonとした。

(b3) メンテナンス費用

一般的に建設費用の3%程度とした。

(b4) 運転員人件費

年収600万円の運転員1人、年収350万円の運転員3人の計4人を1partyとし、4partiesの運転員費用とする。

$\{1人 \times 6,000,000(\text{円}/\text{年} \cdot \text{人}) + 3人 \times 3,500,000(\text{円}/\text{年} \cdot \text{人})\} \times 4 = 66,000,000(\text{円}/\text{年})$ とする。

(b5) 用水費

工業用水として、50円/tonとした。

(b6) 土地の賃借費用は1,000円/坪・月とした。

単年度経済計算結果で、最も経済効果が高いケースを用いて、5.事業化シミュレーションを行う。

4.2.3 単純回収年結果（売電価格：20 円/kWh 時）

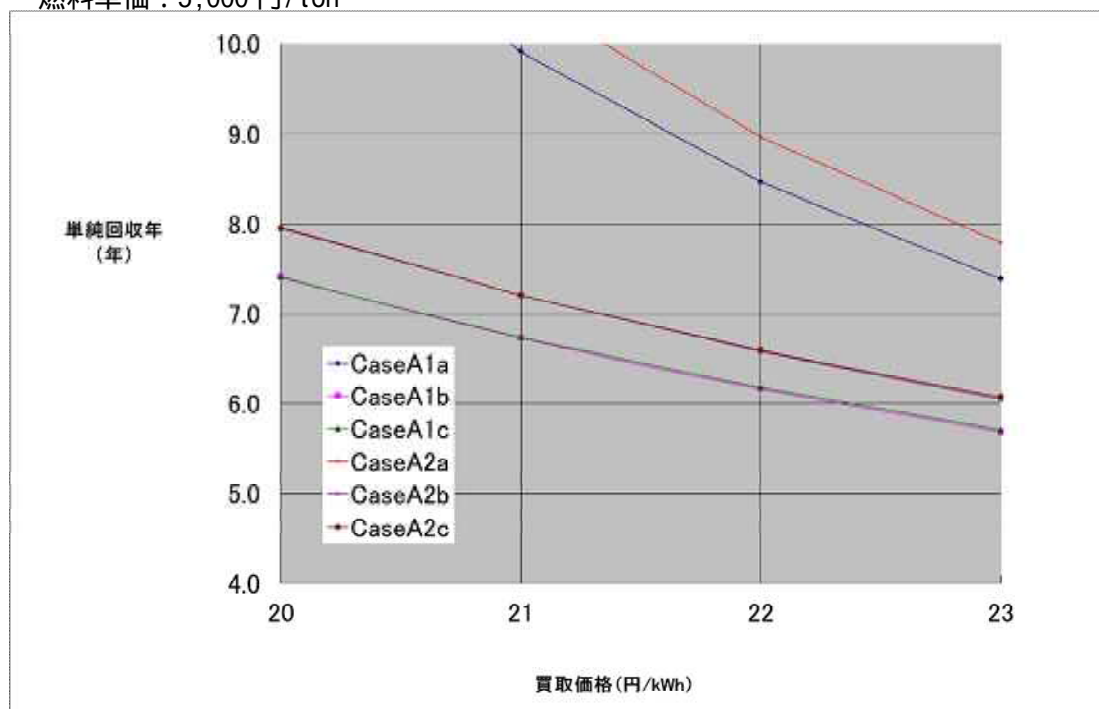
表 4-4A に、単年度の経済計算ケースと売電価格 20（円/kWh）時の計算結果（単純回収年）を記す。（ボイラタイプ A）

表 4-4A【単年度の経済計算検討ケース表】

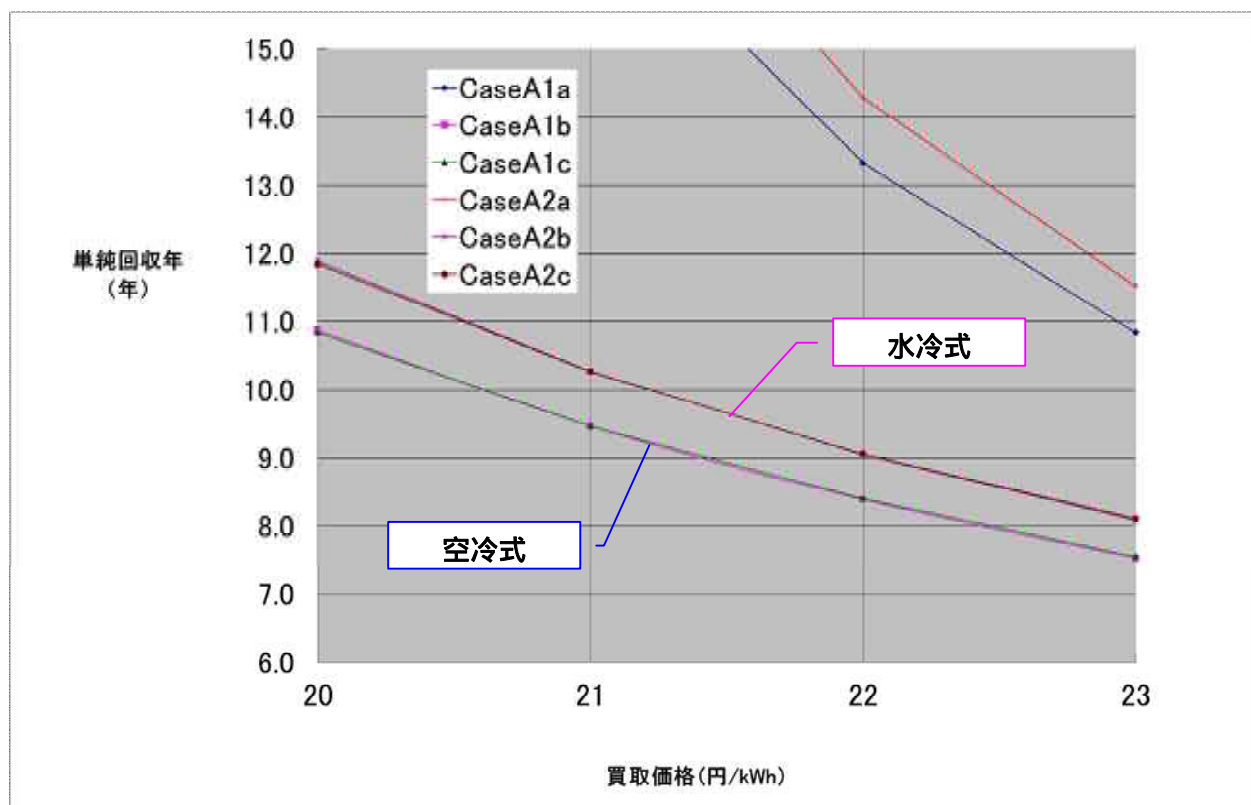
発電プラントケース	燃料単価 (円/ton)	単年度利益 (千円/年)	単純回収年 (年)
A-1a	5,000	336,468	12.0
	6,500	162,963	24.7
	8,000	-	-
A-1b	5,000	544,420	7.4
	6,500	370,915	10.9
	8,000	197,410	20.4
A-1c	5,000	547,136	7.4
	6,500	373,631	10.8
	8,000	200,126	20.2
A-2a	5,000	325,222	12.8
	6,500	151,717	27.5
	8,000	-	-
A-2b	5,000	525,380	8.0
	6,500	351,875	11.9
	8,000	178,370	23.4
A-2c	5,000	528,096	8.0
	6,500	354,591	11.8
	8,000	181,086	23.2

買取価格 20 円 ~ 23 円/kWh の全ケースについては単純回収年との関係をグラフに示した。

燃料単価 : 5,000 円/ton



燃料単価 : 6,500 円/ton



燃料単価：8,000 円/ton

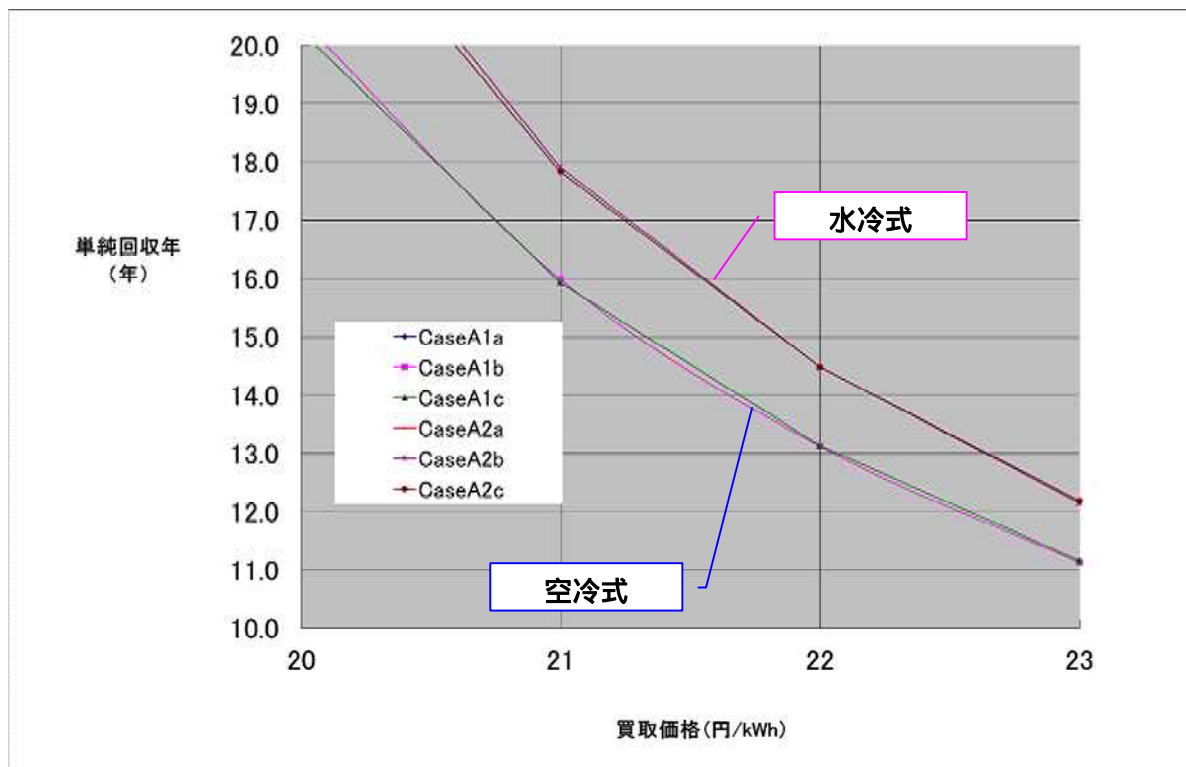


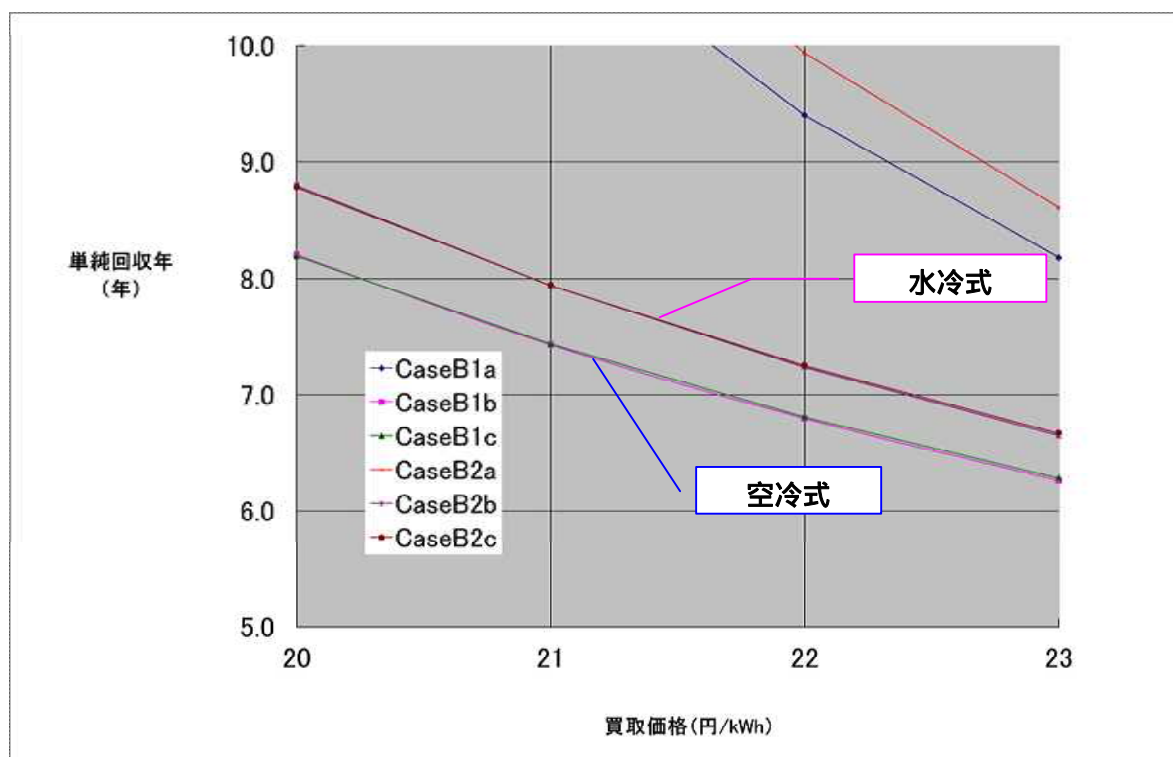
表 4-4B に、単年度の経済計算ケースと売電価格 20 (円/kWh) 時の計算結果 (単純回収年) を記す。(ボイラタイプ B)

表 4-4B【単年度の経済計算検討ケース表】

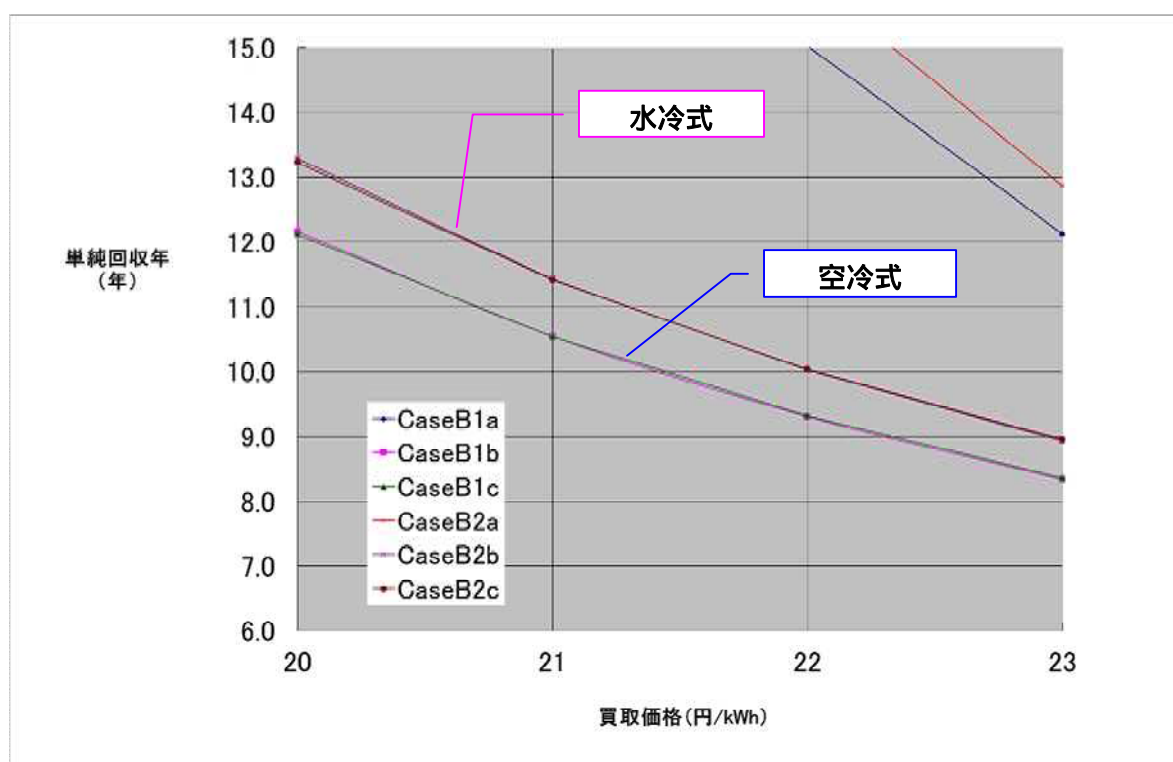
発電プランケース	燃料単価 (円/ton)	単年度利益 (千円/年)	単純回収年 (年)
B-1a	5,000	324,468	13.4
	6,500	150,963	28.9
	8,000	-	-
B-1b	5,000	532,420	8.2
	6,500	358,915	12.2
	8,000	185,410	23.5
B-1c	5,000	535,136	8.2
	6,500	361,631	12.1
	8,000	188,126	23.3
B-2a	5,000	313,222	14.4
	6,500	139,717	32.3
	8,000	-	-
B-2b	5,000	513,380	8.8
	6,500	339,875	13.3
	8,000	166,370	27.1
B-2c	5,000	516,096	8.8
	6,500	342,591	13.2
	8,000	169,086	26.8

買取価格 20 円 ~ 23 円/kWh の全ケースについては単純回収年との関係をグラフに示した。

燃料単価 5,000 円/ton



燃料単価 6,500 円/ton



燃料単価 8,000 円/ton

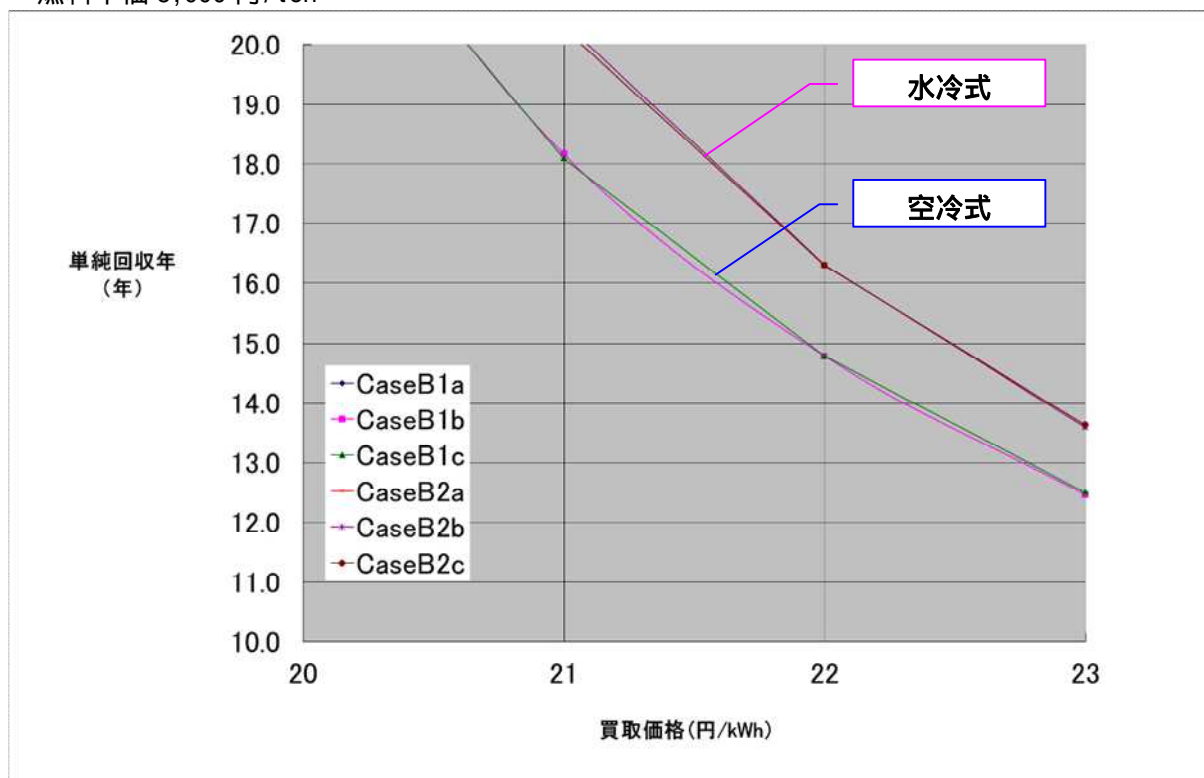


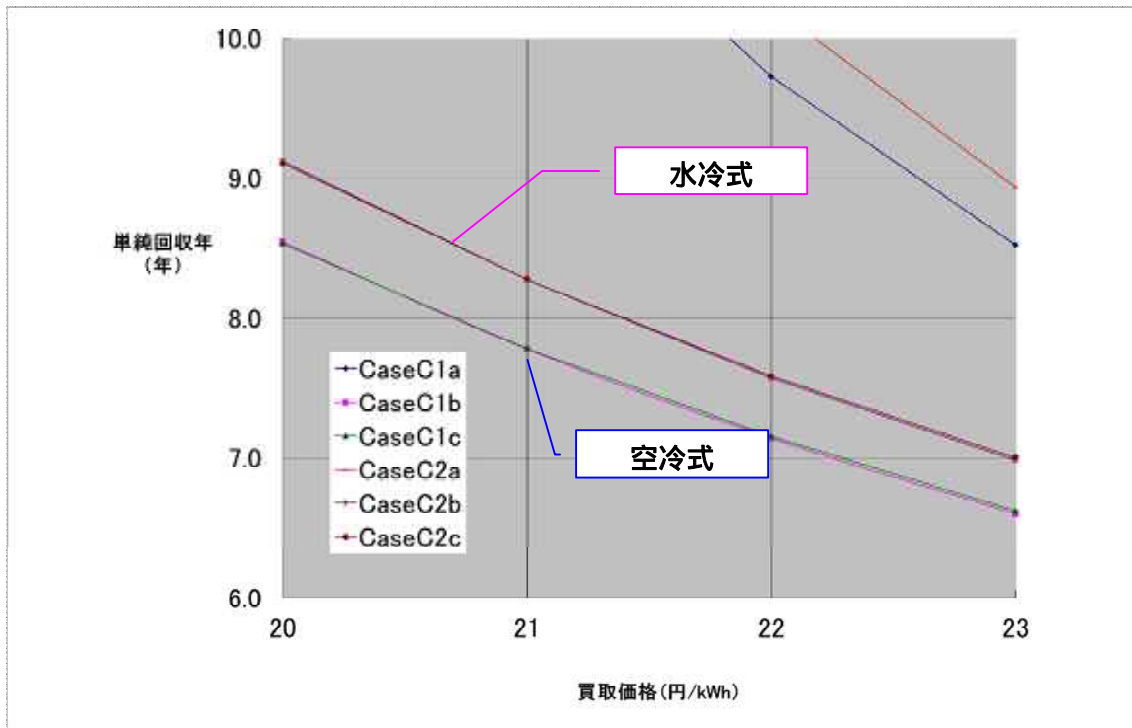
表 4-4C に、単年度の経済計算ケースと売電価格 20 (円/kWh) 時の計算結果 (単純回収年) を記す。(ボイラタイプ C)

表 4-4C 【 単年度の経済計算検討ケース表 】

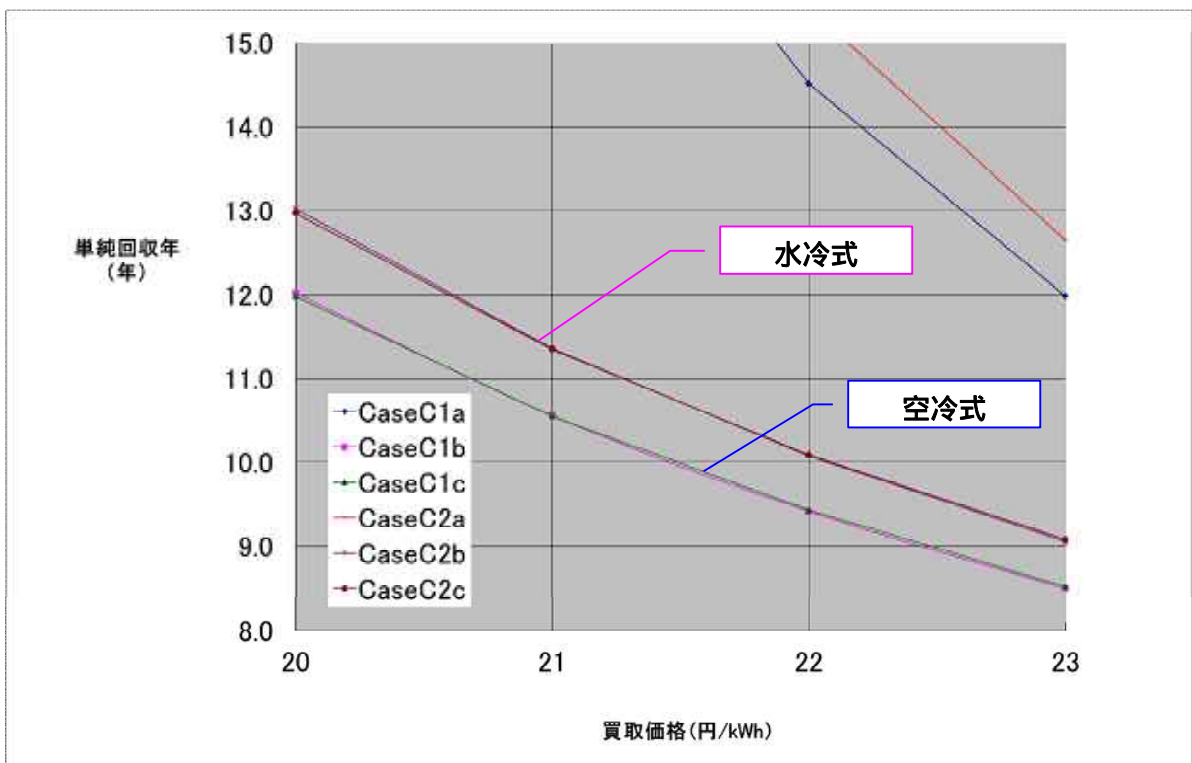
発電プランケース	燃料単価 (円 / ton)	単年度利益 (千円 / 年)	単純回収年 (年)
C-1a	5,000	351,880	13.6
	6,500	189,942	25.1
	8,000	-	-
C-1b	5,000	559,832	8.5
	6,500	397,894	12.0
	8,000	235,956	20.3
C-1c	5,000	562,549	8.5
	6,500	400,611	12.0
	8,000	238,673	20.1
C-2a	5,000	340,634	14.5
	6,500	178,696	27.6
	8,000	-	-
C-2b	5,000	540,792	9.1
	6,500	378,854	13.0
	8,000	216,916	22.7
C-2c	5,000	543,508	9.1
	6,500	381,570	13.0
	8,000	219,632	22.5

買取価格 20 円 ~ 23 円/kWh の全ケースについては単純回収年との関係をグラフに示した。

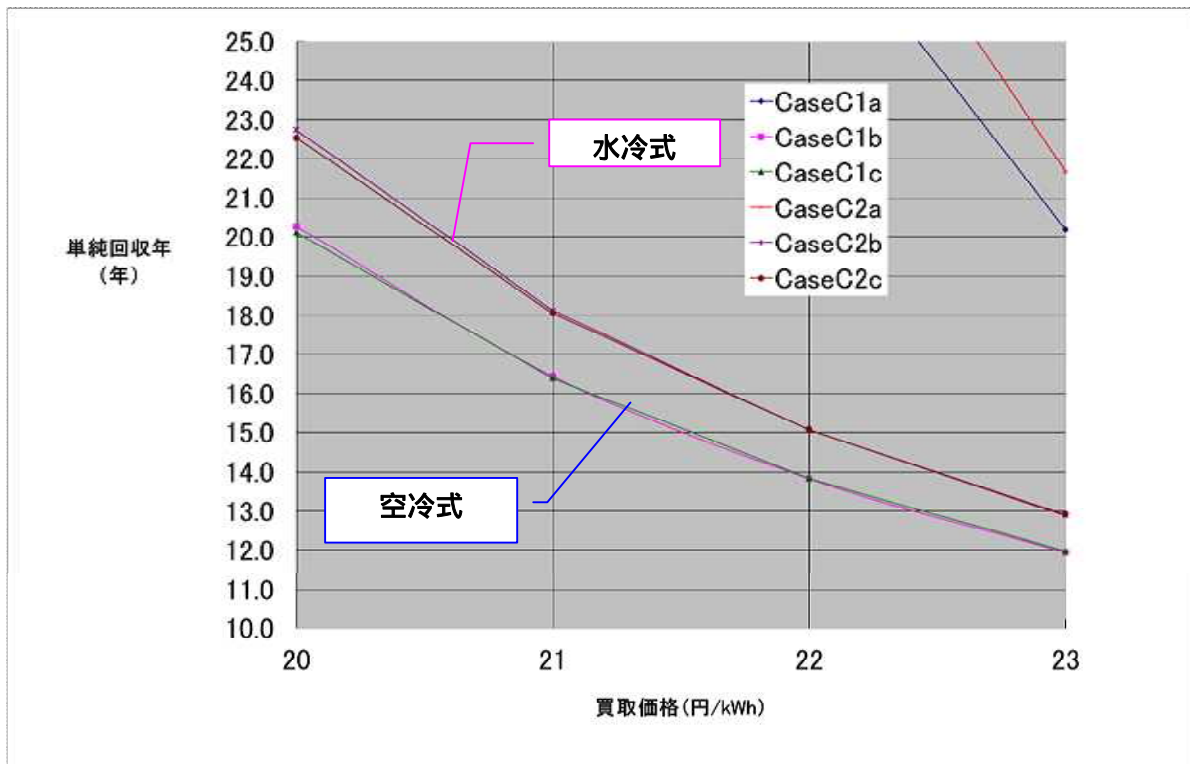
燃料単価 5,000 円/ton



燃料単価 6,500 円/ton



燃料単価 8,000 円/ton



いずれのケースにおいても、燃料単価が 8,000 円/ton の場合は、売電単価（買取価格）が 23 円/ton（プレミアをつけた）でも 10 年以上となり、事業化するには厳しい結果となった。

5,000 円/ton で調達可能な場合、売電単価（電力買取価格は）20 円/kWh で取引が出来れば魅力的な（実現可能な）結果となる。また参考に実施した燃料単価（中間値）6,500 円/ton では、23 円/kWh で電力取引が可能であれば、魅力的な結果となる。

電力や熱については、グリーン電力証書やグリーン熱証書制度等を付加価値として、加味することにより、バイオマス熱源併給プラント導入の現実性（事業化）が高まる。

次章の 5. ではこの中で最も経済効果がある（売電単価は 20 円/kWh）とされるケース A-1c のみを抽出し検討する。

事業化検討では以下ケースのみ行う。

事業期間は固定買取期間 15 年を前程に 15 年間とした。金利は 3.0%とした。

ケース	燃料単価 (円/ton)	年間収入 (千円/年)	年間支出 (千円/年)	利益 (千円/年)	単純回収年 (年)
A-1c	5,000 円/kWh	1,584,748	1,037,612	547,136	7.4

5. 事業化シミュレーション

4.にて実施した，単年度の収益計算結果をもとにして，15年間の事業を想定した事業シミュレーションを実施した。

5.1 事業化シミュレーションの各種設定について

- (a) 年利
年利は3.0%とした。
- (A) 返済済年数
返済期間は15年とした。
事業シミュレーション評価は事業期間中の単年度利益（Cash Flow）と内部利益率（IRR）で判断した。
- (c) 固定資産税
耐用年数15年として計算した。
- (d) 補助金
補助金は全量買取制度実施に伴い考慮しないこととする。

5.2 最も経済性のあるケース

これらの前提のもと各ケース別シミュレーション結果を表5-1に示す。

表5-1【燃料単価：5,000円/ton，電力買取価格：20円/kWh】

ケース	燃料単価 (円/ton)	年間収入 (千円/年)	年間支出 (千円/年)	利益 (千円/年)
A-1c	5,000円/kWh	1,584,748	1,037,612	547,136
	単純回収年 (年)	返済期間 (年)	IRR(%) 内部利益率	事業性評価
	7.4	15	6.3%	

5.3 事業化への期待

電力や熱については、グリーン電力証書やグリーン熱証書制度等を付加価値として、加味することにより、バイオマス熱源併給プラント導入の実現性（事業化）が高まる。

また、事業採算性の確保のために、補助金を獲得することができれば、更に実現性が高まると考えられる。（補助金については、6-2を参照）

6. 政策動向、関連法規の整理

6.1 関連法規

バイオマス発電所の導入に当たり、関連する法規を表 6-1 に示す。
下記の他，土地利用上の規制に係る法令がある。

表 6-1【バイオマス発電所導入に関連する法規】

段階	法律名	管轄省庁	概要 ・「 」に今回の場合適用される内容を記載した
導入前	廃棄物の処理及び清掃に関する法律	環境省	産業廃棄物の収集運搬又は処分を業として行う者は都道府県知事の許可が必要。 廃菌床の扱いによる
	電気事業法	経済産業省	一定規模以上の発電施設について都道府県知事の許可が必要 ・ 規制対象者：電気を供給する事業を行うもの ・ 規制対象事業ボイラによる発電を行う場合 ・ 規制内容：電気主任技術者が必要 ボイラ・タービン主任技術者が必要。 保安規定提出 工事計画の届出が必要
	エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）	経済産業省	エネルギーを一定以上利用する施設では有資格者が必要 エネルギー使用量の記録義務あるいは定期報告が必要 （定期点検，起動時等のエネルギー使用量による）
	大気汚染防止法	環境省	一定規模以上の施設について，大気汚染に関する規制値がある ・ 規制対象事業：熱供給事業，電気供給事業（ばい煙発生施設を有する事業）
	騒音規制法	環境省	一定規模以上の設備について，騒音に関する規制値がある ・ 規制対象事業：熱供給事業，電気供給事業法を行うもの ・ 規制内容：圧縮機，送風機の定格容量が7.5kW以上，ファン-定格容量が2.25kW以上の場合
	振動規制法	環境省	一定規模以上の設備について，振動に関する規制値がある ・ 規制対象事業：熱供給事業，電気供給事業法を行うもの ・ 規制内容：圧縮機，送風機の定格容量が7.5kW以上，ファン-定格容量が2.25kW以上の場合
	特定工場における公害防止組織の整備に関する法律	経済産業省 環境省	公害防止統括者，公害防止主任管理者，公害防止管理者を選任する必要がある ・ 規制対象事業：電気供給業，熱供給業などで，特定工場（ばい煙，汚水等，粉塵，ダイオキシン類を有する選任する必要がある）

段階	法律名	管轄省庁	概要 ・「 」に今回の場合適用される内容を記載した
	労働安全衛生法	厚生労働省	一定規模以上のボイラがある場合資格者が必要 <ul style="list-style-type: none"> ・規制対象者：ボイラを有するもの ・規制対象事業：ボイラ利用設備 ・規制内容：ボイラ技師が必要
	消防法	消防庁	燃料貯蔵量が一定量以上の場合は資格者が必要 <ul style="list-style-type: none"> ・規制対象者：燃料を貯蔵するもの ・規制対象事業：燃料を貯蔵する施設 ・規制の内容：貯蔵量が指定数量以上ある場合，危険物取扱者が必要
	熱供給事業法	経済産業省	他施設へ一定規模以上の熱供給を行う場合は許可が必要 <ul style="list-style-type: none"> ・規制対象者：複数の建物（自家消費は除く）へ熱を供給し，加熱能力の合計が21GJ/h以上の熱供給者 ・規制対象事業：対象となる熱供給施設は，ボイラ，熱交換器 ・規制内容：事業開始には経済産業大臣の許可が必要 ・技術指針，保安規定に従う
運用	水質汚濁防止法	環境省	水質汚濁に関する規制値がある <ul style="list-style-type: none"> ・規制対象者：汚水等を排出する施設（特定施設）を設置する事業者 ・規制対象事業：排水のある木質バイオマスエネルギー施設 ・規制の内容：規制基準の遵守

NEDO バイオマスエネルギー導入ガイドブック（題3版）参考資料1 関連法規・規制と支援制度

6.2 補助金

本事業の趣旨に合致する補助事業（H22 年度時点）を表 6-2 に示す。

表 6-2【補助事業】

	補助事業名	窓口	対象事業・内容等
	資源循環型地域活力向上対策事業 【H22 年度補正予算】	各地方 農政局	<ul style="list-style-type: none"> ・ 対象者：民間事業者、農林漁業者の組織する団体、 公社、NPO 法人、第 3 セクター、消費生活共同組合、事業共同組合、市町村、その他農林水産省大臣官房環境バイオマス政策課長が適当と認める者 ・ 助成対象経費の範囲： 工事費（純工事費、現場管理費、一般管理費）機械器具費（機械器具の購入費） 測量及び試験費（工事に必要な実施設計費、測量試験費） ・ 趣旨及び内容 急激な円高の進行等により日本経済の停滞が指摘される中、即効性のある対策により需要や雇用を拡大することにより、デフレ脱却と景気の自律的回復を図ることが極めて重要である。農山漁村においても、同様の課題に直面しているが、成長分野であるバイオマスや再生可能エネルギー等の地域資源の活用により 6 次産業化を推進することで、雇用の確保、所得の向上等を通じた地域の活性化を図ることが可能となる。このような状況を踏まえ本事業では、農山漁村の低炭素化に貢献するとともに、雇用創出の早期発現が期待できるバイオマス及び小水力発電等再生可能エネルギーの利用施設の整備を実施する。
	木質バイオマス利用促進整備事業 （木材利用及び木材産業体制の整備推進） < 森林・林業・目次産業づくり交付金 >	林野庁	<ul style="list-style-type: none"> ・ 内容：民間事業者の工夫とアイデアを活かしつつ、地域内の木質バイオマス供給者、利用者の連携の下、賦存する木質バイオマスをエネルギー又は製品の原料として安定的かつ計画的に供給する施設の整備に対し、支援する。 該当可能性のあるものは、 未利用間伐材の等の収集・運搬の効率化に資する機材等の整備 チップ・ペレット製造施設、熱供給施設、パイ

	補助事業名	窓口	対象事業・内容等
			<p>オマス発電施設の木質バイオマスエネルギー供給施設、木質系粗飼料製造施設等の木質バイオマス製品供給施設の整備</p> <ul style="list-style-type: none"> 事業実施主体： 地方公共団体、森林組合、森林組合連合会、林業者等の組織する団体、木材関連業者等の組織する団体、地方公共団体の出資する法人、PFI事業者、民間事業者 交付率： 定額（1 / 2 , 1 / 3）
	<p>低炭素化に向けた事業者連携型モデル事業</p> <p>【23年度環境省予算(案)主要新規事項】</p>	<p>環境省 総合環境政策 局環境 計画課</p>	<ul style="list-style-type: none"> 対象者：民間事業者 補助率：1/2 内容：削減効果が確認されている対策の共同導入、既存設備の能力の最大限活用、相互連携システム構築の組合せにより温室効果ガス25%削減目標を達成できる事業。 <p>1990年度比で、温室効果ガス25%削減を達成すること。</p> <p>事業者間が連携して実施することで、単体対策として実施するよりも、削減効果や費用対効果が高くなること。</p> <p>事業完了後は、環境省が効果検証を行い、その結果を公表（効果検証の結果、削減目標を達成していない場合は、補助金を返還）</p>
	<p>チャレンジ25地域づくり事業</p> <p>【23年度環境省予算(案)主要新規事項】</p>	<p>環境省 総合環境政策 局環境 計画課</p>	<ul style="list-style-type: none"> 内容：技術は確立されているが、効果検証がなされていない先進的対策を、事業性・採算性・波及性等を検証する事業や地域特性に応じて複数の技術を組み合わせるなど、他地域へのモデルとなるべき事業、実証事業に絞って集中的に実施。 該当の可能性はある事業： バイオマスエネルギー等の活用 ～地域の未利用資源を最大限に活用して低炭素化～ 間伐材や下水汚泥等由来メタン等を活用した熱電併給システムを構築 委託対象：民間事業者

農林水産省、林野庁、環境省ホームページより

7. 課題の整理

今回の発電所設置場所の検討に当たり以下の課題がある。

7.1 環境アセスメント

長野県環境影響評価の条例のあらまし

対象となる事業

区分のうち 5

工場又は事業場の建設で

排ガス量 10万m³/時以上で第一種事業の要件に該当し

環境影響評価の実施が必要となる。

参考資料として、環境アセスメントについて別途まとめた。

7.2 燃料の乾燥

発電プラントでの燃料到着時（ボイラへの燃料投入まで）の水分量を平均 30%とし、（最大でも 45%以下）安定的に供給する方法

7.3 蒸気熱供給先（需要量）

製材所等での乾燥工程での使用等安定的な需要量が見込める施設を検討

7.4 熱供給事業法（21GJ/h 以上）

参考資料として、熱供給事業法について別途まとめた。

7.5 建設予定地の選定

- ・ 電力会社特別高圧変電所への接続検討
- ・ 水量（復水方式決定）の確保
- ・ 騒音、振動の規制
- ・ 熱需要（供給先との距離）
- ・ 土地の貸借費用
- ・ 環境アセスメント（排ガス > 100,000Nm³/h）

7.6 安定した燃料の確保（質・量）

- ・ 燃料調達コスト
- ・ 使用済みキノコ菌床との混焼に関する詳細検討（水分量、混合割合、混合方法、ボイラへの設計反映）

第5章 森林資源管理に係るシステム導入調査

1. 調査目的

本調査の目的は、地域森林資源を適切に管理し、安定的な燃料供給を実現するために必要なシステムを調査することにある。資源管理の手法として、森林 GIS の導入を検討する。その構成要素は高精度 GPS とデジタルコンパス、森林 GIS ソフトである。

2. 取組方針

2.1 大量の資源調達のためには資源情報の把握と管理が大前提

1 万 kWe 級のバイオマス発電所の安定的な運転には、大量のバイオマス資源を安定的にかつ長期的に調達することが必須条件となる。国内における従来の木質バイオマス発電事業は建築廃材等のゴミ系資源を対象にしているが、近年は建廃の資源の需要増と供給減から調達が困難といわれている。今回は森林バイオマスによる発電ということで、これも国内で過去成功した事例は少ない。

その理由は、山には資源があるが具体的にどの場所にどれだけの量があり、いくら位の費用で出してくることができるかの情報が極めて不明確だからである。確かに森林簿や森林計画図など森林に関する図面や行政情報は存在するが、実際の伐採に使用できるかと言うと、極めて曖昧でかつ間違いが多く、既存の情報を用いてビジネスベースの計画や立案は不可能というのが森林情報の現状である。したがって、資源的確な場所や量、品質や価格に関する情報がない以上、森林バイオマス発電は実現しない。

ここでは、森林測量の技術とそれをもとに発展させた森林 GIS に立木評価など生産に関連する情報機能を追加することで、現況資源の管理に留まらず、森林組合や素材生産業者等の方々が施業計画を立案、実施する際に役立つようなシステムの導入を調査する。特に森林組合に関しては、昨今の森林・林業再生プランの議論の中で「森林の管理経営に特化すべき」だとの方向性を政府は打ち出しており、森林組合にとって GIS などを駆使した組合員の森林管理（＝情報）が今後の組合経営のなかで重要な地位を占める。現地の正しい情報が、森林組合はもとより行政組織内でも将来にわたって資産として活用できる合理的かつ効率の良いシステム構築を検討する。

一方、林業関係団体では情報収集者（調査者）が情報入力者（IT 操作者）を兼務していて分業の体制が取れていない。林業のプロに管理要素に長けた高度な情報システムを導入するミスマッチによって、運用ができずに行き詰る例も多数ある。ここでは、森林組合等の事業者にとって最良の機器を選定し、その能力を最大限に生かせるソフトウェアを選択する。今回の事業に関して、森林情報の把握がプラントの運用を行う上での一次情報となることを考えると、現場が使える作業システムでなければ、誰も情報を入力してくれないことを意味する。したがって、本調査は事業全体のできばえに直結する非常に重要な要素である。

- 2.2 適切・迅速な野外作業と図化等の内業がスムーズに連携できるシステム構築
- 2.3 森林 GIS や機器の操作性は容易であること
- 2.4 収集した各種情報を容易に利用できる森林 GIS を構築
- 2.5 調査機器は現場の状況に柔軟に対応できるシステムであること
- 2.6 森林資源調査は他の業務や法令との整合性をもつこと
- 2.7 森林バイオマス燃料安定供給システムを前提条件とすること
- 2.8 これまでの林業と違った新たな調査手法やデータ収集に対しても柔軟に対応

3. 課題へのアプローチ

3.1 具体的にどの場所にどれだけの資源量があるか不明確

バイオマス資源の一次情報として、林業（素材生産）の現地測量・立木評価の際に資源情報を入手することが肝心である。高精度 GPS とデジタルコンパスの活用。次に、森林 GIS ソフトを使用し、地図情報としてデータを格納する。

3.2 収集の時期や燃料の量の確定が難しい

素材生産の後、残材を現地調査し「森林バイオマス燃料安定供給システム」に受け渡す。機材として携帯情報端末（PDA）を活用。

3.3 森林情報の蓄積が行なわれず、二次利用率（将来にわたる活用）が低い

全ての情報を格納し容易に二次利用できる地図と測量データを格納し管理できるシステム（森林 GIS）が必要。

3.4 適切・迅速な野外作業と図化等の内業がスムーズに連携できるシステム構築

測量データおよび調査データを全てデジタル化し、携帯情報端末（PDA）と森林 GIS ソフトで利用できるようにする。また、「森林バイオマス燃料安定供給システム」への受け渡しも全てデジタルデータで行う。

4. システム構成

現地測量、測量データの展開、照合、現地調査を一つの流れとして運用可能な機器ならびに手法を考えた。本調査においては、測量を起点とし、森林組合や素材生産業者等による現場での作業が重要になる。現場で一連の作業を連続的に行うことができること、実施者（多くは事業者）がこれまでの手法よりも手間を省力化できることを目標に、以下の機器やソフトを選定した。

4.1 高精度 GPS 受信機および携帯情報端末

4.1.1 GPS 受信機のタイプ（分離型と一体型の比較）

アンテナと本体が分離している形状で携帯情報端末から構成されるタイプ（以下、分離型）と GPS（アンテナ）が携帯情報端末に内蔵されているタイプ（以下、一体型）の 2 系統があり、各々のメリット・デメリットを検討した。

	分離型	一体型	コメント
林内での取扱の容易さ			分離型は背負子のアンテナがやや邪魔。一体型は、片手が機器をもつので安全性に劣る。
林内での受信能力			外部アンテナを使用することで、アンテナ面積が4倍あり、特に補正電波を受けやすい。
林内での受信安定性			外部アンテナを背負子で常に上空を向けて移動できるため
メンテナンスの容易さ			構成品の個数が異なる

あくまで森林内での使用が前提のため、分離型で作業を行うことが、作業時間の短縮や作業者の安全性にすぐれる。



[分離型]



[一体型]

4.1.2 GPS 受信機

森林測量の実績があり、必要条件を満たすものとして下記の2種を比較検討した。

	Trimble 社 ProXT	Sokkia 社 GIR1600	コメント
林内での取扱の容易さ			本体の重量は同じだが、外部アンテナが軽量のためT社が優れる
林内での受信能力			測位可能な最小衛星数で差が生じた。S社は4個、T社は3個で測位可能。
林内での受信安定性			ほぼ同様の結果だった
メンテナンスの容易さ			構成品の個数が異なる

谷間など上空が閉ざされる環境が予想されるため、測位のために必要なGPS衛星が4個と3個での実用上の差は大きい。また、その他の項目でもT社が劣る項目はなかったため、Trimble社ProXTが優れる。



[Trimble ProXT] [Sokkia GIR1600]

4.1.3 携帯情報端末

選択肢は多いが、GPS とワイヤレス接続が可能で、流通量が多いとされているものを調査した。

	Trimble 社 Pathfinder SB	HP 社 Ipaq212	コメント
耐環境性		×	落下、耐水等大きな差があった
使用時間（電池）			T 社は 8 時間、HP 社は 4 時間程度

T 社製は屋外での使用を前提にされていて、HP 社は屋内使用が主とされている。



[Trimble Pathfinder SB] [HP Ipaq212]

4.1.4 デジタルコンパス

選択肢は事実上 2 機種のみである。

	Laser Technology 社 Trupluse360B	MDL 社 LaserAce Survey3D	コメント
耐環境性			カタログスペックに差がある
メンテナンス		×	前モデルの耐久性が悪く市場の評価が低い

市場では圧倒的に Laser Technology 社 Trupluse360B が流通しているため、比較検討の余地は少なく、同機を採用することにした。



[LTI 社 Trupluse360B] [MDL LaserAce Survey3D]

4.1.5 PDA 内蔵のデータ収集（測量）ソフトウェア

選択肢は事実上 2 機種のみである。

	ジッタ社 ARUQ	Trimble 社 TeraSync	コメント
GPS 観測メニュー			実装されている機能および操作感において差異は無い。
コンパス観測メニュー			T 社は、コンパス測量を前提としたメニューがないため、かなり煩雑。
立木調査測量の対応			J 社は、測量機を使用しても位置は手動で記録も可。T 社は測量機具が必ず必要。調査の結果、一般的な作業としては手動が主流。

GPS のみを使用する場合に差異はないが、Trimble 社は汎用のソフトであるため林業独自のプロセスへの対応はかなり難しい。

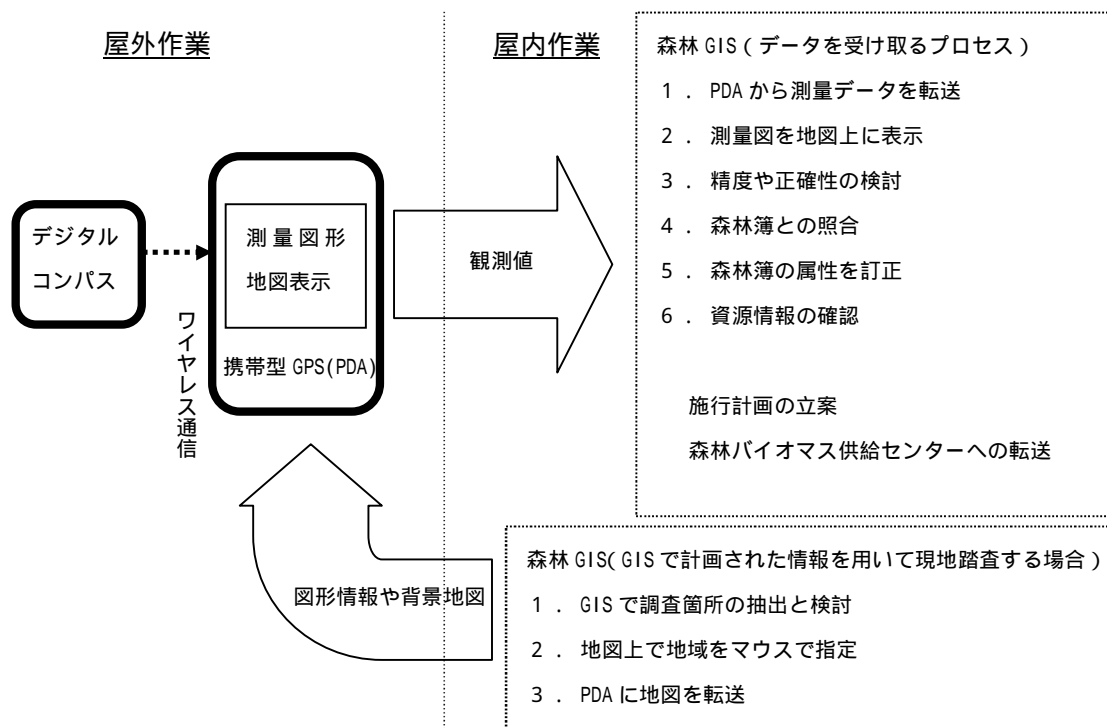


4.1.6 森林 GIS ソフト

検討した 2 種のソフトに関して記す。必要条件のうち差異がある項目について評価した。

	ジッタ社 Assist	ESRI 社 ArcGIS	コメント
GIS 上で測量データの計算処理が可能で、複数のコンパス路線を同時に再計算できること		×	E 社は基本的にコンパス測量や計算の機能を GIS には持っていない。
測量野帳や計算結果の表示、図面の印刷が可能なこと			同様に、測量野帳の概念が乏しいためかなり煩雑。
GPS とコンパスの両方のデータが混在していても一度に転送可能なこと		×	E 社は基本的にコンパス測量や計算の機能を GIS には持っていない。
GIS 上のデータや地形図（ラスタ）を高精度 GPS 受信機に付属する情報端末機器に公共座標を保持したまま容易に転送が可能なこと			E 社は不可能ではないが煩雑。

ESRI 社（米国）の ArcGIS は、汎用 GIS として世界で最も普及しているソフトであるが、汎用品であるため森林測量に関する対応や国内での標準作業に則していない。また、本調査の目的である、地域の森林資源を適切に管理し安定的な燃料供給を実現するために必要なシステムに向けてはソフトの改修（カスタマイズ）が必要で、作業費用も高額と予想されるため対象外とした。



図．システム構成

5. 実施内容

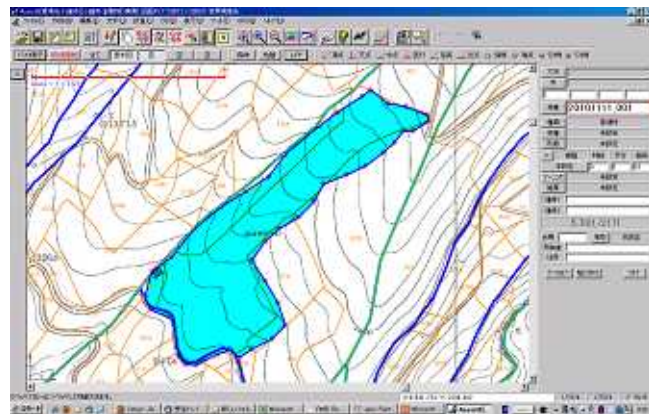
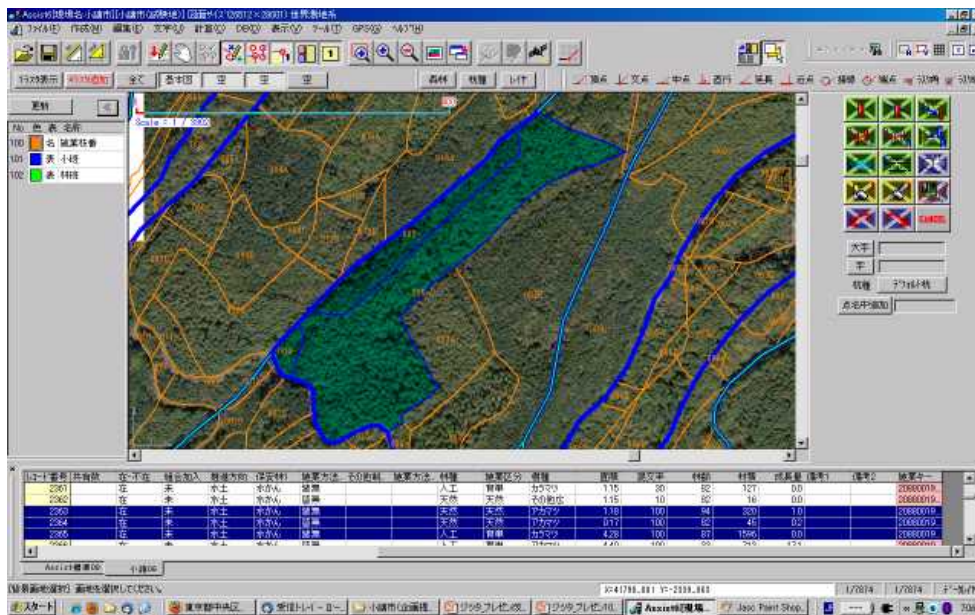
- (1) システム導入調査
- (2) 森林 GIS へ長野県から供給された小諸市全域の森林簿データおよび地図の設置
- (3) 森林 GIS および測量機材のトレーニング
- (4) 測量システム（測量機材および森林 GIS）の実証実験
- (5) 森林 GIS へ立木調査データ入力
- (6) 森林 GIS での立木評価調書の自動作成を検討と実装
- (7) 森林 GIS で生成された立木評価調書を「森林バイオマス安定供給システム」へ転送する手法の検討
- (8) 「森林バイオマス安定供給システム」から現地作業者に渡す 2 種のデータ（作業指示および輸送指示）を携帯情報端末（PDA）で受け取る仕様の検討
- (9) バイオマス燃料流通システムの実証実験

8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
9日 打合せ		22日 システム導入 調査結果報告 および機材搬 入	11日 測量システム の実証実験	17日 開発仕様のヒ アリング	17・18日 バイオマス燃 料流通システ ムの実証実験	15日 第3回委員会	10日 報告書提出
18日 第1回委員会 &研究会			17日 第2回委員会			28日 第3回研究会	
			29日 第2回研究会				
←-----> システム導入調査							
		←-----> データ・地図の設置					
		←-----> 立木評価調査関連の開発					
				←-----> 現地用システム開発			
					←-----> 必要要件の整理・調査		

6. 実証調査

現場は3林班（森林簿面積 5.63ha 材積 1,961m³ アカマツ・カラマツ混交林）

照合	森林簿	実測
面積 (ha)	5.63	5.70
材積	1961	2869
林齢	87	約80



測定の結果、元の森林計画図の図形情報（面積）がかなり正確であることがわかったが、材積量には差異が生じた。周囲測定の作業効率は従来法との比較で約3倍、立木調査は約1.5倍の改善がみられた。しかしながら、立木調査の入力手順に改善が必要と思われる。さらには、より広域に、容易に、効率のよい方法がないかを検討すべきである。

内容	手法や使用機器	容易さ	価格	速さ	コメント
周囲 測量	従来法(アナログコンパス)			×	熟練を要し生産性は極めて悪い
	今回(デジタルコンパス)				もっとも現実的で従来法との親和性が高い
	高精度GPS				現地調査の中では最良。1機が高価。行政との折衝が要
	安価なGPS(後処理)				現地調査の中では良。行政との折衝が要。現実的。
	航空写真を使用した図上評定		?		現地測量なし。要ソフトウェア。デジタルオリソ写真があれば安価。他事業(造林補助申請等)には使えない。
	航空レーザー測量(&航空写真)	-	×	?	全外注。高価すぎる。現実的ではない。他事業には使えない
立木 調査	デジタルカメラ		?	×	要ソフトウェア。後処理が煩雑。将来の技術に期待。
	3次元レーザースキャナ	-	×	×	全外注。高価すぎる。現実的ではない。

7. 調査結果

- ・ 林業用の測量システムに立木評価の機能を持たせることで、バイオマス情報の入り口として十分に応用が可能。
- ・ 測量用 PDA にバイオマス情報の入力用ソフトを搭載することで、新たな装置や作業機会を用意しなくとも、バイオマス情報が容易かつ正確に得られる。
- ・ PDA などハード面を林業用で代替することで、システムの初期投資を抑え、作業者に対しては作業性などが容易に理解できる。
- ・ 入り口としての「資源管理システム」と後段の「森林バイオマス燃料安定供給システム」とはシステム上の連携が可能。
- ・ バイオマス収穫システムは林業システムとの統合による相乗効果がある。
- ・ 現在、林業分野では補助金支給など多くの事業の前提が集約化となっており、情報の電子化や GIS などのソフトの利用が必須となるが、この方向性と今回の調査結果のマッチングが大変に良い。

8. 今後の検討課題

(1) 立木調査に関して

- ・ 立木調査の際にデジタルカメラを使用して、立木情報(樹種、本数、胸高直径、樹高)を得ることができないか。大幅な省力化が見込める一方で、正確さがどの程度担保できるかを検証すべき。
- ・ 従来方では、PDA 搭載ソフトでの立木情報(胸高直径と樹高)入力の実操作性の向上。

(2) 森林 GIS ソフトウェアに関して

- ・ 残材を林内に長期(1年程度)保管するため、GIS ソフトウェアに残材の保管位置を表示できる機能が必要。同時に間伐時期と量を記録し GIS ソフトウェアで場所に加えて時間の管理機能や燃料回収スケジュール作成機能の搭載を検討する。
- ・ バイオマス燃料の収集が主眼であるが、立木調査は元来林産が目的であるため、目的を限定せず全ての森林情報の収集を目的とした、統合システムへの改修を検討する。
- ・ 存在するものの活用されていないデジタル情報(たとえば林業機械が収集し出力可能な造材情報等)を森林 GIS で受け取り、作業地における林業機械や作業員の動線を解析し、作業効率の向上や安全性の向上に結びつける機能を検討する。

- ・ 資源管理システムで得られる造材結果や残材量を追跡することを行い、その結果、立木調査時に調査対象地から出荷可能な木材の質や量を統計的に推察できないか検討する。ある程度の精度で結果が得られるなら安定的なバイオマス燃料の調達が可能になる。
- ・ 入り口としての「資源管理システム」と後段の「森林バイオマス燃料安定供給システム」とのシステム上の連携の強化が必要。

(3) ソフト面

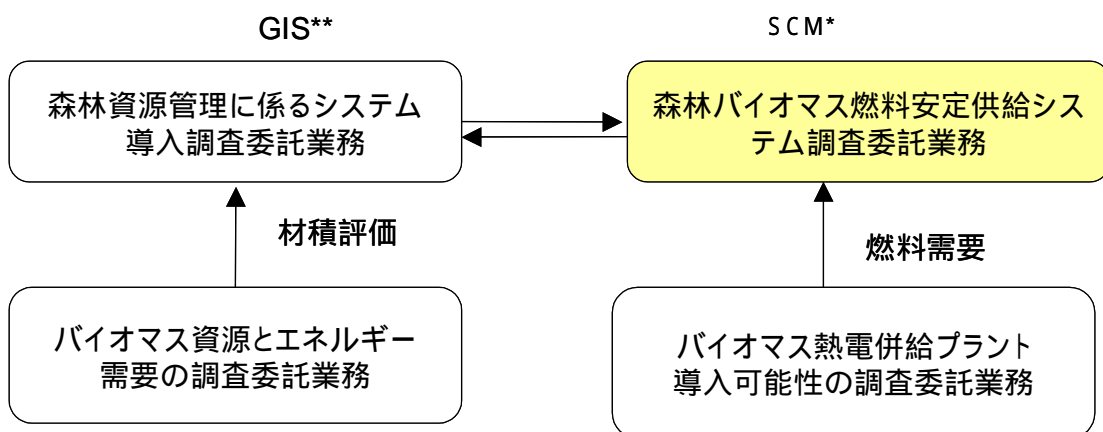
- ・ 作業者が現場で行う作業（収穫後のバイオマス量推定等）のマニュアル化と精度向上。
- ・ あわせて、IC タグの活用や通信の安定性など検討課題。
- ・ 本格的な活用には面的な広がり（地域の森林資源情報の入手や調査の担い手）が必須。

第6章 森林バイオマス燃料安定供給システム調査

1. システムの目的と狙い

本調査はプラントの運転に必要な森林バイオマス燃料の安定供給を支援するシステムを導入し、実行可能性を判断するために必要な実証実験を実施することにある。

本システムにより、森林バイオマス燃料供給のサプライチェーンが効率的に機能し、地域森林からの燃料となる木材の安定供給と燃料生産の低コスト化を行うための情報システムの実装における諸条件の調査を実証的に行う。



*SCM(サプライチェーン管理): 供給連鎖管理

**GIS: 地理情報システム

図. プロジェクトの相互関連性

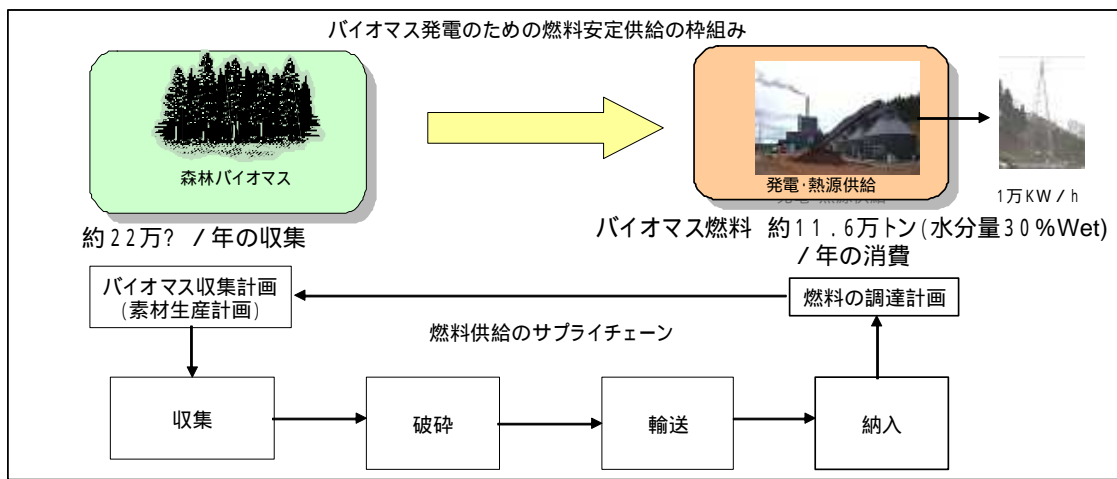
2. 森林バイオマス燃料安定供給の枠組み

燃料安定供給の枠組みにおいて最も重要な点は、熱電プラントにおける燃料需要の要件と原料の供給元である森林の条件とのマッチング、すなわち需給バランスをいかに維持するかにある。熱電プラントの燃料需要の要件は量、納期、品質であり、また熱電プラントが商業ベースにおいて成立するためには調達のためのコストを一定の採算ベース内に納めることが必要となる。

一方、燃料の減量である森林バイオマスは調達可能地域における材積のみならずそれらの収穫、加工(破碎・乾燥)輸送等を含めた森林施業および作業を実施した後に燃料として供給可能になることから、これらの森林施業および後続の作業工程にかかわる種々の条件によりその供給能力が左右される。こうした供給側の調達条件を満たしながら、同時に熱電プラント側の燃料需要に応えることが燃料の安定的供給の要件である。

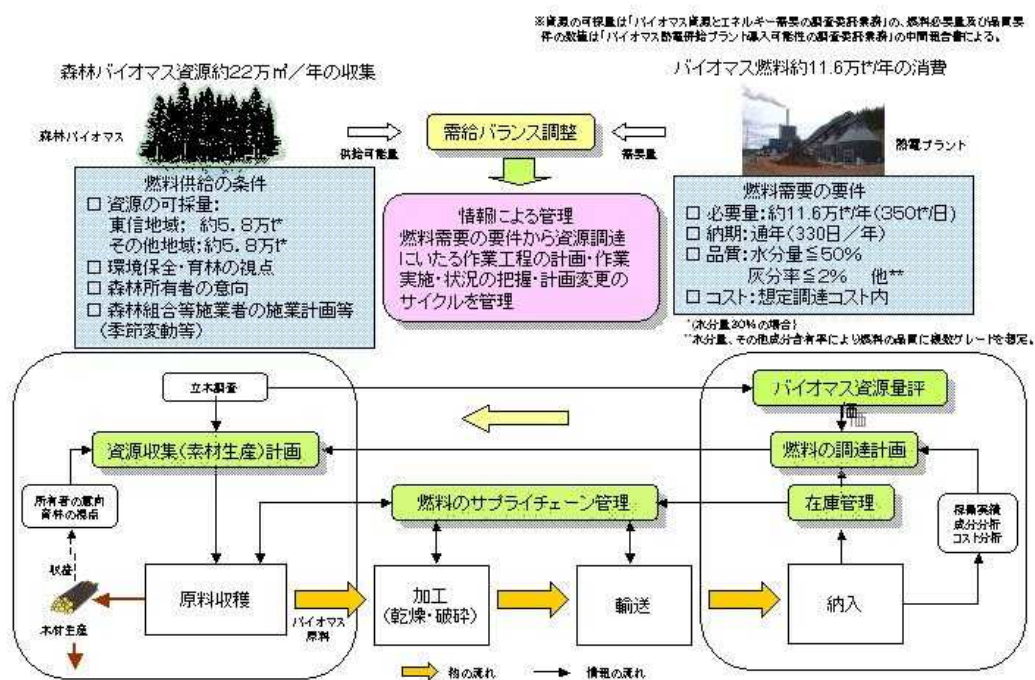
従って本業務においては、以下の作業を実施する。

- ・ 熱電プラント側の燃料需要に関する要件を明らかにする
- ・ 供給側である森林バイオマスの供給要件を明らかにする
- ・ 需給バランスを維持し燃料の安定供給を担保する情報システムの要件を調査する
- ・ 解決策とそれに必要な情報システムの枠組み設計し実証調査を実施する



3. 森林バイオマス燃料安定供給の要件

プラントが必要とする森林バイオマス燃料を安定的に調達するためのサプライチェーン・マネージメントは以下のようなイメージとなる。



しかしながら、賦存量(どのくらい資源がある)に対し、可採量(原料として確保できる量)、供給量(乾燥・加工後に燃料として納入できた量)には差がある。これをサプライチェーンの管理によって調整をはかり、プラントの安定稼働のために必要な品質の燃料を必要な量だけ常に調達し続けることが必要。そのため、情報システムにより情報精度を向上させ、より安定的に供給を担保することがシステムの目的である。

情報価値	段階	取得可能な情報の種類					情報の精度により可能となる行動
		量	時期	場所	品質	価格	
理論値	1. 材積および収穫量調査	△	×	△	×	×	「バイオマス資源とエネルギー需要の調査」 聞き取り調査による可採量の予測
予測値	2. 立木調査 (バイオマス資源量評価)	△	△	△	×	×	可採地におけるサンプル調査(立木調査)によるバイオマス収穫可能量の把握 →燃料調達計画の立案、 施業者との購入契約を締結
計画値	3. 燃料調達計画立案	△	△	○	△	△	過去の納入実績、燃焼実績の履歴から収穫地域における燃料の品質、価格等を予測し計画値とする
原料の実績値	4. バイオマス収穫実績 (施業実施時)	○	○	◎	○	○	収穫できたバイオマス資源(原料)の樹種、収穫量、品質、収穫日、保管場所、保管形態を入力 →管理者による保管(乾燥)、破碎、 輸送指示をおこなう
燃料の実績値	5. 燃料納入実績	◎	◎	◎	◎	◎	燃料の納入実績 →保管庫ごとの在庫管理をおこない必要に応じて前工程への作業指示をおこなう

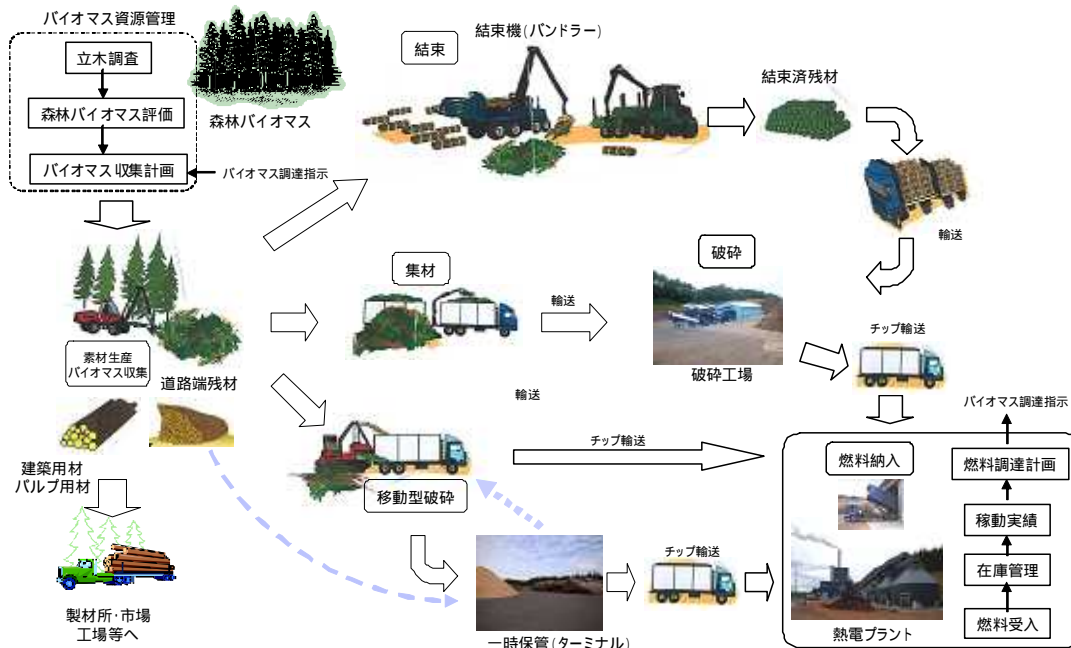
情報の精度向上

情報のフィードバック

表. 燃料安定供給のための情報精度の向上

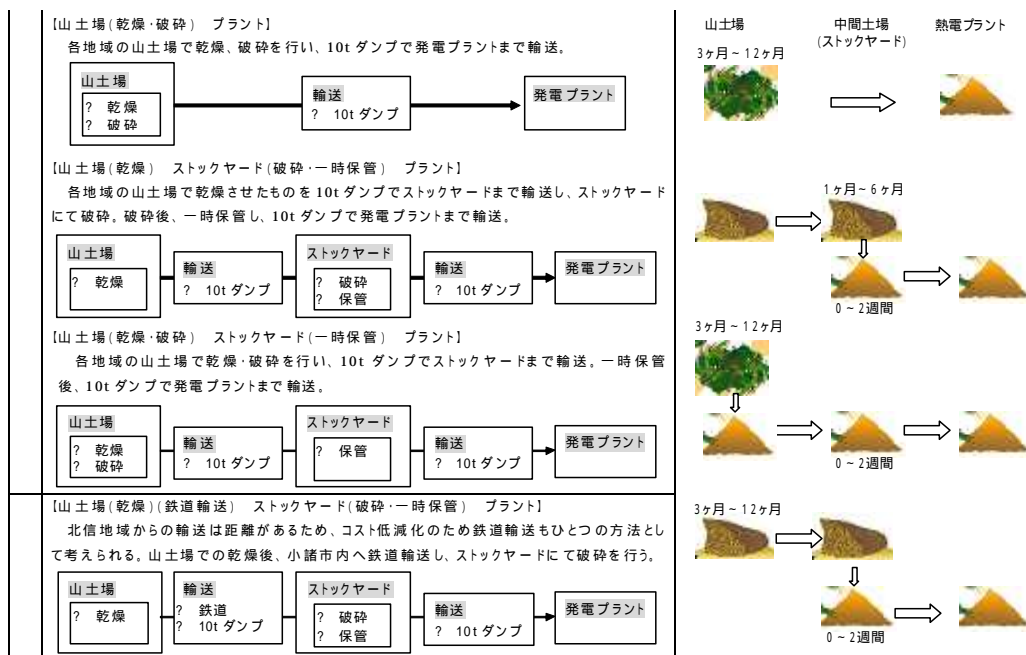
4. 前提となるサプライチェーン

ここではフィンランドにおける事例を参考に、バイオマス燃料供給の一般的なサプライチェーンを考察する。燃料安定供給システムの構築においては、このサプライチェーンの流れを前提として考える。

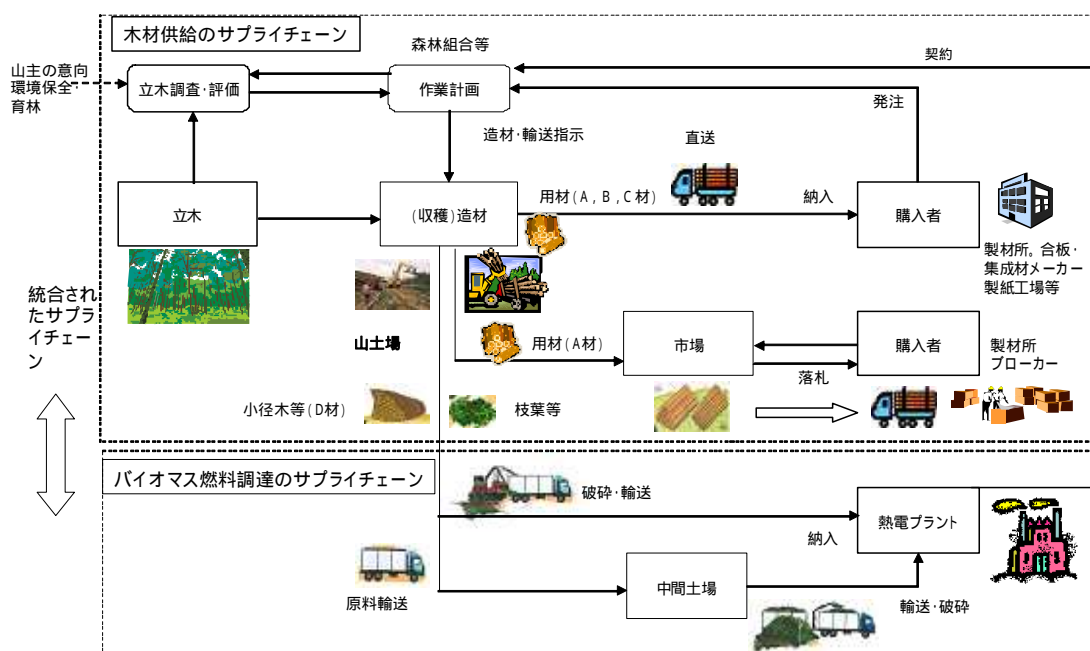


図．バイオマス燃料供給のサプライチェーン

以下は燃料調達におけるコストモデル算出のためのサプライチェーンのパターン例であるが、プラントにおける燃料調達計画立案時にバイオマス収穫地域、時期、量、想定品質およびコストから最適な燃料供給パターン選択し供給管理を行う必要がある。



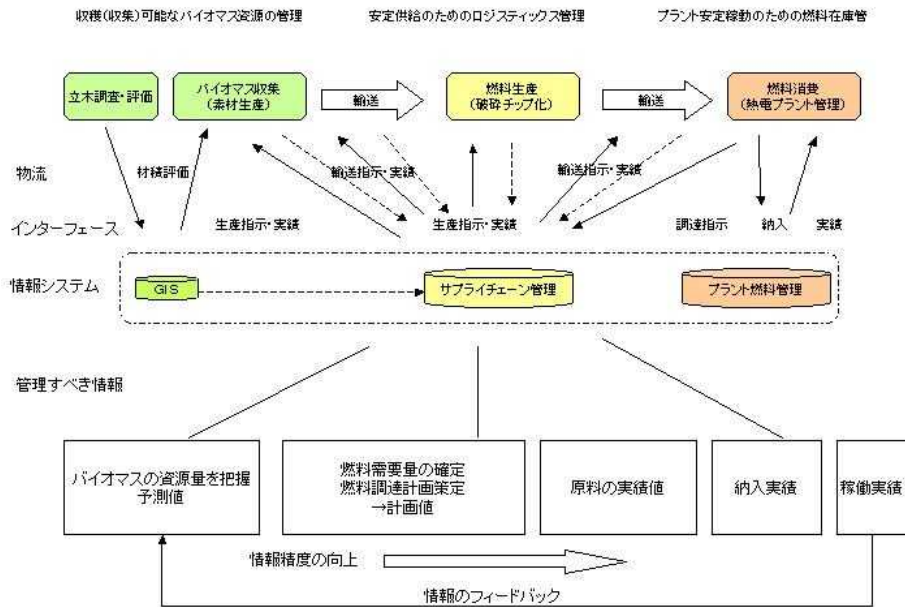
サプライチェーンに関する課題として、プラントの採算性を維持するためには、用材のサプライチェーンとの融合により燃料調達のコストを削減する必要がある。燃料安定供給における情報システムにおいても林業プロセスとの融合を可能にすることが要件となる。



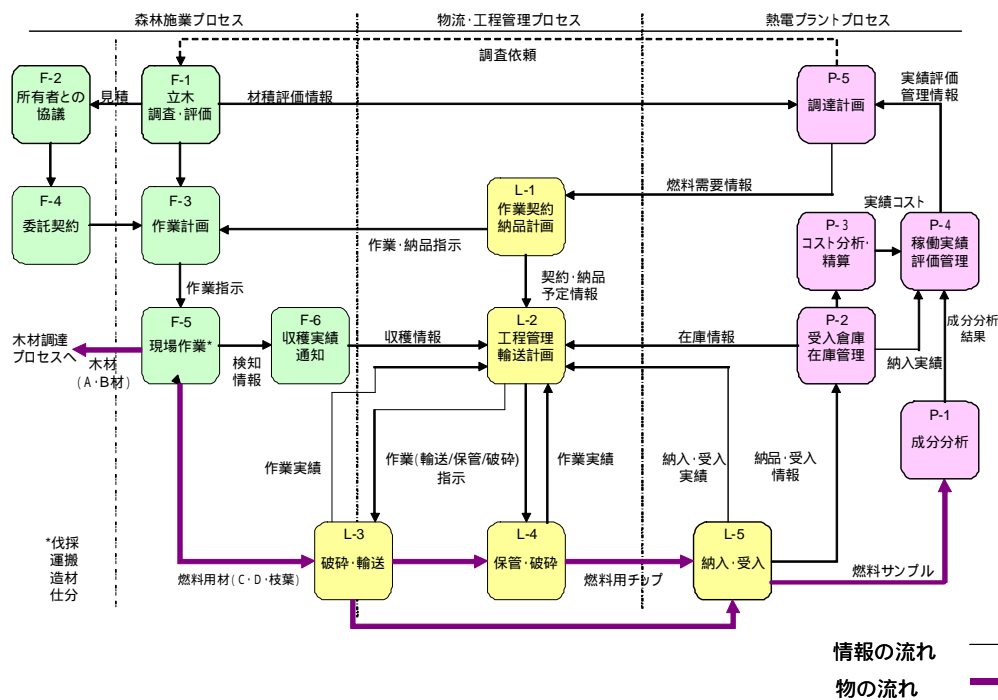
図．建築用材プロセスとの融合

5．森林バイオマス燃料安定供給システムの設計

システム設計においては、通常要件定義に基づき論理プロセスの設計、データモデルの設計を行い外部とのインターフェイス設計を行いシステムの機能仕様を決定する。当調査事業においては発電所側、燃料供給側の想定要件に加え、フィンランドなどの先進事例を参考に論理プロセスを設計し、情報システムの機能要件抽出、データモデルの設計を行った。システムの設計に関する基本的な方針は以下に示すとおりである。



燃料の安定供給の要件を満たす論理プロセスは以下の通りである。熱電プラント側の燃料需要に基づく調達計画（P - 5）と供給側である森林施業者の作業計画（F - 3）が契約（L - 1）を介して同期していることが重要である。



図．バイオマス燃料安定供給システムの論理プロセス

次に、バイオマス燃料の原料となる森林資源の供給側のプロセスを示す。論理的なレベルにおいては従来の用材の収穫から出荷までのプロセスとほぼ同様である。民有林を前提としたプロセスでは森林所有者との合意とそのため収支見積が重要な要素となり、バイオマス燃料の調達コスト低減の要件からも通常の林業における用材収穫と同一のプロセスにのせるべきである。計画段階から作業の集約化を図り、高性能林業機械の導入や情報システムとの連動を図り合理化を進めるべきである。F - 5 の検知は収穫済みのバイオマス資源管理の観点できわめて重要であり、この情報の正確性が燃料安定供給の鍵を握る。

表．森林施業プロセス

No.	プロセス名	プロセス概要
F - 1	立木調査・評価	<p>間伐・主伐などの森林施業に先立ち、森林所有者から委託された森林組合、素材生産業者等が対象地域の測量とあわせ、立木のサンプル調査をおこなう。</p> <p>規定の単位面積あたりに存在する立木の胸高直径、樹高、曲がりなどの品質を測定・調査しこれらのデータをもとに該当地域(小班等)に成立する立木の材積をもとめ市場価格から立木の価値を評価する。</p> <p>さらにこれらの木材の伐採・出荷にかかわるコストを算出し、該当施業の収支を求め立木評価調書を作成する。立木の評価にあわせこの施業により収穫可能なバイオマス資源量を算出する。</p>
F - 2	所有者との協議	F - 1で作成した立木評価調書をもとに民有林の場合は所有者と協議をおこない施業についての合意を得る。
F - 3	作業計画	森林所有者との合意等による作業および熱電プラントとの燃料納入契約に基づき、間伐・主伐などの森林施業計画を立案する。
F - 4	委託契約	F - 2における所有者との合意に基づき、森林施業に関する業務委託契約を締結する。
F - 5	現場作業	<p>F - 3作業計画に基づき、伐採、造材、仕分けなどの収穫作業をおこなう。</p> <p>これにより用材としての木材とバイオマス燃料用の材を収集し土場に集積される。</p>
F - 6	収穫実績通知	F - 5により収穫された材を検知し、収穫実績を記録する。バイオマス燃料対象材については収穫量、種類、形状、集積場所の位置情報など管理情報をプラント工程管理者に通知する。

熱電プラントの燃料需要に関して、量、納入時期、品質、コスト要件と燃料の供給側である森林施業側プロセスとの要件の差違を吸収するプロセスを示す。バイオマス資源の収集から燃料の納入までの計画と実績を管理し最適化された作業指示、変更管理を行い計画通りの燃料納入を支援すると同時に燃料の納入に至る各工程の状況を可視化する。

表．物流・工程管理プロセス

No.	プロセス名	プロセス概要
L - 1	作業契約 納品計画	熱電プラント側の燃料調達計画に基づき該地域の森林組合、素材生産業者などとの間で燃料となる倍増す資源の納入についての契約を締結する。燃料の種類(樹種、形状、保管の有無、量、納期、脳縫う場所、金額)などについて契約に基づく納品計画を策定し管理対象とする。
L - 2	工程管理 輸送計画	L - 1作業契約・納品計画に基づき収穫予定のバイオマス資源についての工程を管理する。 森林施業の結果による収穫の実績値(種類、漁、保管場所、形状、保管期間)などにより最適化された輸送計画と必要な作業指示(破碎、保管)をおこなう。輸送、保管、燃料貯蔵庫または中間土場への納入などの実績を管理し、予定と実績の対比をおこない差違がある場合の警告および変更指示をおこなう。
L - 3	破碎・輸送	L - 2の工程管理からの指示により、収穫資源の輸送、破碎の作業を行う。作業内容についてはサプライチェーンのパターンに従い山土場からプラント燃料貯蔵庫への直送、または山土場に保管できない場合の中間土場への輸送がある。形態としては破碎輸送、あるいは原木(原料)輸送がある。
L - 4	保管・破碎	L - 3において山土場に必要期間保管できない場合、中間土場をもうけ保管をおこなう。 保管と同時に土場における乾燥をおこない水分量低減による品質向上をめざす。
L - 5	納入・受入	燃料チップの納品、受入処理。移動破碎機または破碎工場で破碎された燃料チップをプラントの燃料貯蔵庫へ納入する。ぶらんとがわでは 納入された燃料の計測をおこない、受入処理をおこなう。

最後に、燃料の受入と燃料貯蔵庫(サイロ)の在庫管理、プラント稼働実績に基づく燃料再調達のための評価分析が主体となるプロセスを示す。燃料納入実績は即時に工程管理プロセスに反映され在庫不足とならないよう供給量の調整が行われ、稼働実績に基づく分析評価は次回以降の燃料調達計画の最適化に反映させる。

表．熱電プラントプロセス

No.	プロセス名	プロセス概要
P - 1	成分分析	納入済みの燃料のサンプルを抽出し成分分析をおこなう。 燃焼効率、ボイラーへの影響などを調査し次回以降の燃料調達計画に反映する。 調査項目については今後のボイラー側の要件により規定されることとなるが、先進事例においては別掲のような項目が調査分析されている。(図 - 1 参照)
P - 2	受入倉庫在庫管理	燃料の量と品質の管理のための年用貯蔵庫在庫管理をおこなう。 熱電プラントの設計により倉庫の収納量、管理方法等は決定されるがことなる燃料の種類の混合による品質制御をおこなうことを前提とすると、品質ごとに異なるサイロ(貯蔵庫)をもうけ、トラックの入場から説く手の倉庫への積み卸しを制御することが必要となる。の
P - 3	コスト分析・精算	燃料調達に選択したサプライチェーンのパターン実績から個々の燃料調達に要したコストを集計・分析する。コスト項目は詳細にいてあるが、現状ではバイオマス価格(施業者に支払う代価)、保管、乾燥、破砕に関する機材使用料、人件費および輸送に関する運搬費用の合計を想定する。 収穫値、輸送手段、ルート、保管方法、破砕環境などによるコストおよび品質に与える影響などを分析する。支払い経緯費を計算し精算処理をおこなう。
P - 4	稼働実績評価管理	熱電プラント控除の角実績データ、燃料の成分分析結果、調達コストの分析結果などから燃料による発電効率に与える影響、収穫し現地や乾燥方法などによる品質への影響度などを分析評価し次回以降の燃料調達計画に反映させる。
P - 5	燃料調達計画	プラント稼働実績評価にもとづき、材積の予想される地域、調達方法などの手段により、料、品質、納期、コストについてより需要側の要求に適合した燃料の調達計画を立案する。

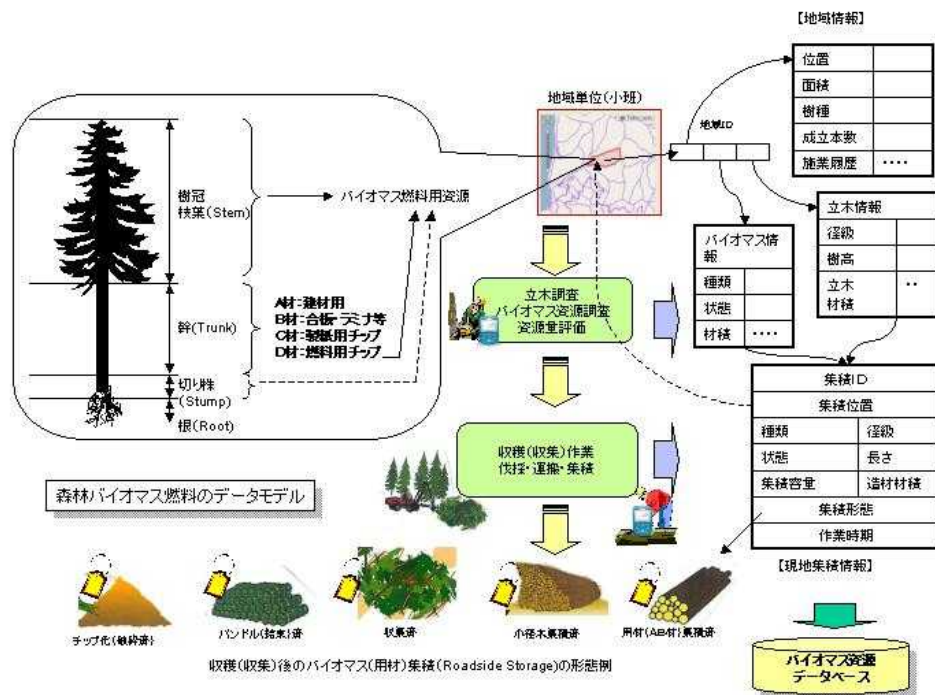
6 . データモデルの設計

以下はバイオマス燃料のデータにおける Entity と Relation の相関をバイオマス資源の物流に即した状態遷移にあわせ表現した図である。

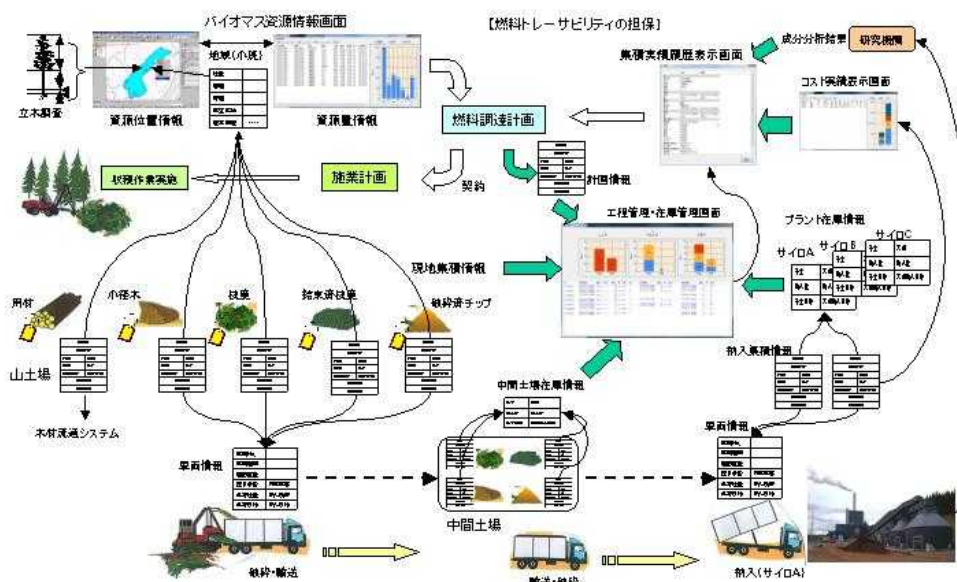
このデータモデルの設計により、バイオマス資源が立木の状態で森林に存在する状態から施業を実施し保管・乾燥を経て破砕加工しプラントの燃料貯蔵庫に納入されるまでの状態遷移が管理・可視化されることが可能になる。

さらに燃料のサンプルによる成分分析の結果、燃焼実績との照合による品質の管理と収穫地域、加工履歴のすべてのトレーサビリティが担保される。

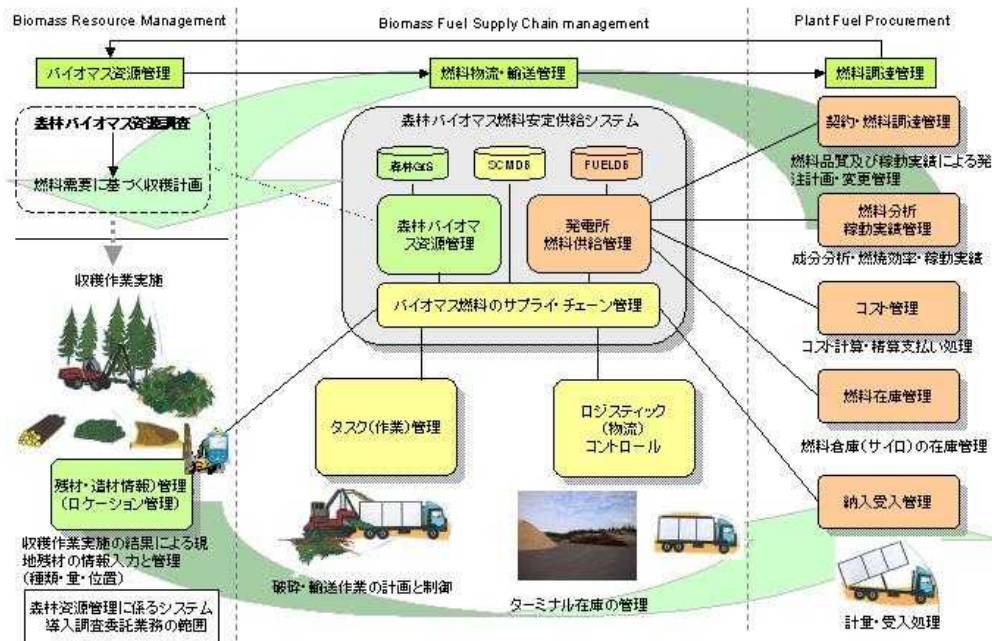
立木のデータモデルはバイオマス資源だけではなく、用材の部位についても同一の設計を行っているため、用材調達のシステムとの融合が容易である。これによりサプライチェーンの課題で述べたバイオマス燃料調達と用材調達のサプライチェーンの統合化が可能になる。



図．森林バイオマス燃料供給のデータモデル



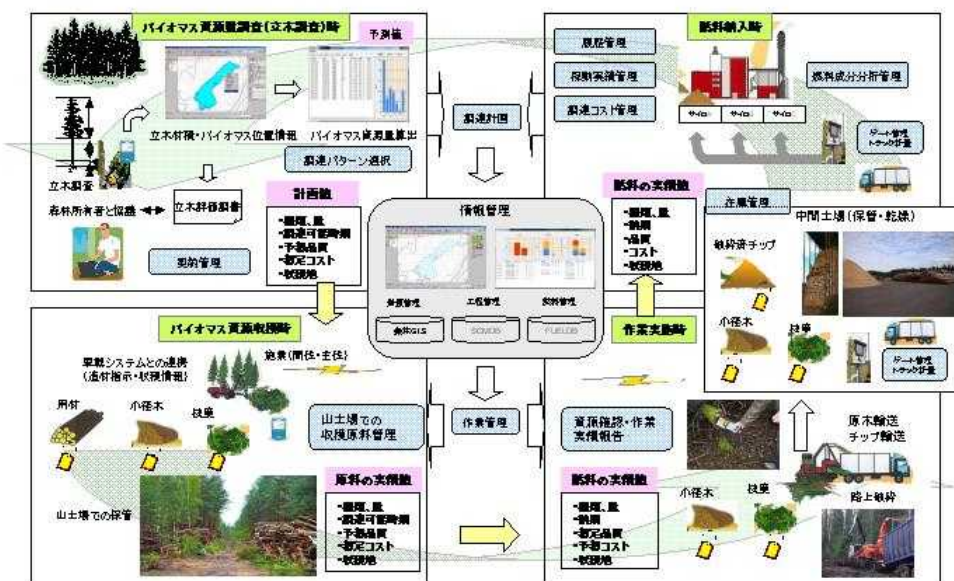
図．森林バイオマス燃料安定供給システムの設計：サプライチェーンとデータモデル

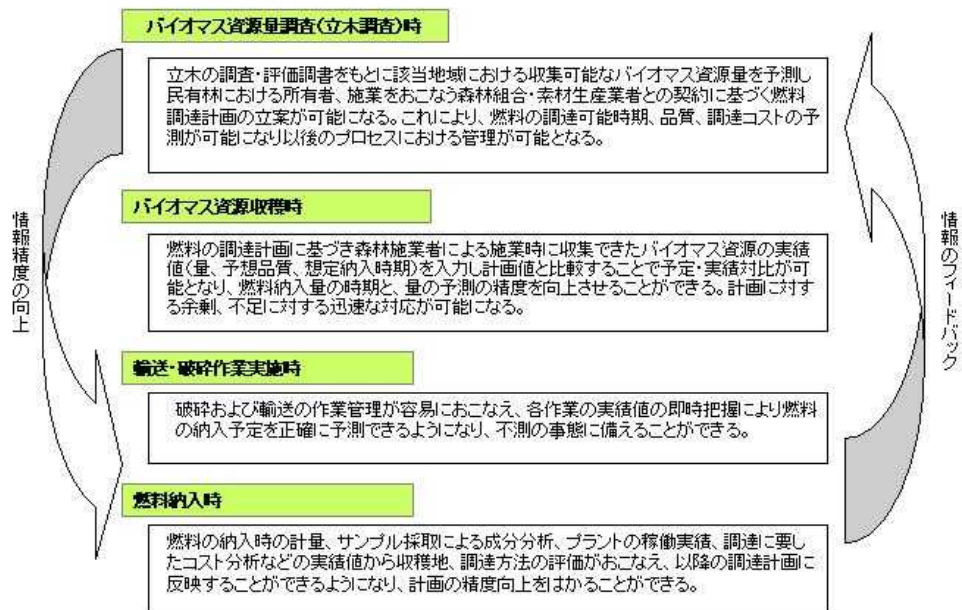


図．森林バイオマス燃料安定供給システムの全体像

各工程における予定・実績対比が可能となり、PDCA(計画・実施・判断・行動)のサイクルを回すことが可能になる

図．情報システムによる情報精度の向上



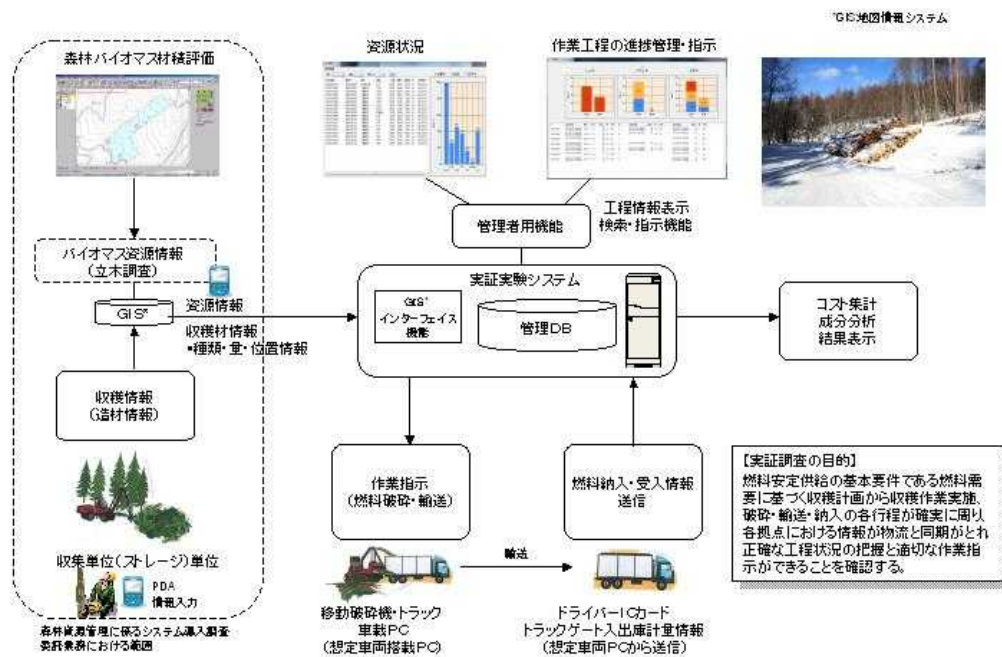


図．システムによる情報精度の向上

7. 実証調査

7.1 実証調査の概要

調査は2011年1月17日～18日の期間で、小諸市内の民有林で実施した。



7.2 実証調査の目的

燃料安定供給の基本要件である燃料需要に基づく収穫計画から収穫作業実施、破碎・輸送・納入の各行程が確実に実施され、各拠点における情報が物流と同期がとれ、正確な工程状況の把握と適切な作業指示ができることを確認することにある。

調査項目	実証内容	確認項目	確認方法
(1) GIS連携処理	森林資源調査情報及び現地集積情報がGISから正常に受け取り作業計画に勝つようできる	現地資源調査情報 現地収穫情報	GISからの送信指示により管理画面にてデータ受信を確認
(2) 作業指示	輸送(破碎)指示を入力し輸送担当者が指定された場所で収穫材を収集し目的地へ輸送できること	輸送担当者、トラックNo. 積載場所の位置 納入先の位置、日時	トラック車載PC(想定)上で輸送作業指示を確認、実際に収穫材を収集し目的地へ輸送できることを確認
(3) 納入受入処理	プラント想定地へ燃料を輸送し、納入情報を入力することで発注に対して燃料の納入実績が確認できること	担当者ID、トラックNo. 積載量(想定)	トラック車載PC(想定)上で納入情報を入力、受入担当者が現物を確認の上認証入力し、管理者が発注情報に対する実績を確認
(4) 工程管理	サプライチェーンの各行程の物流と情報の同期できること	上記各行程情報	管理者用PC画面にて各行程における情報が管理できることを確認
(5) 管理情報確認	納入した燃料の管理情報を表示し燃料の品質管理、調達計画に活用できること	成分分析結果、収穫地のトレース情報、コスト分析結果等	管理情報を表示し内容を確認

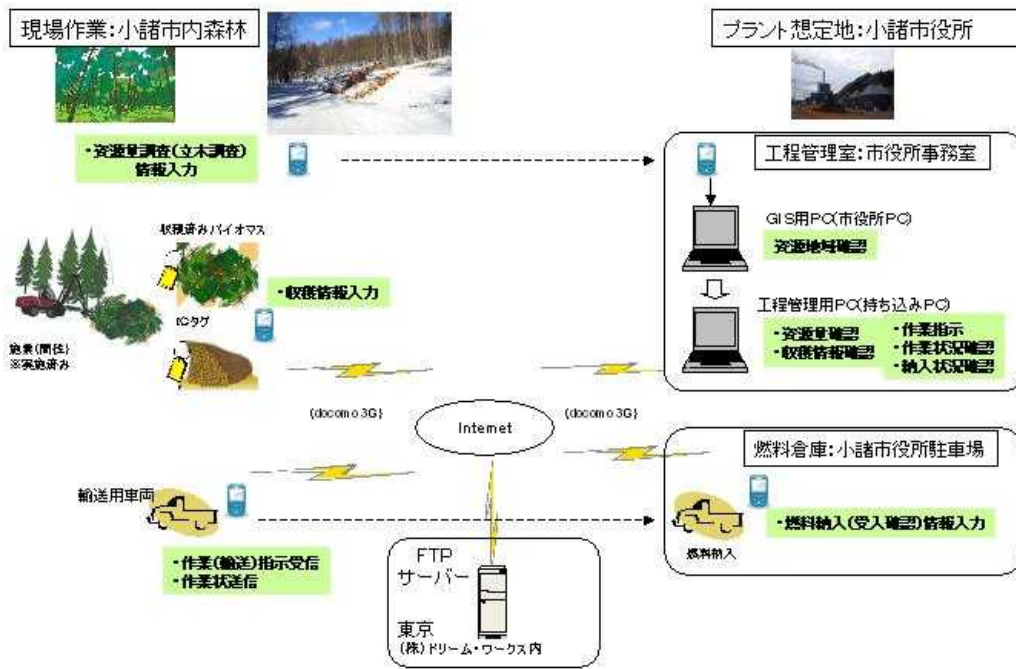
7.3 実施スケジュール

第一日 準備（市役所会議室・作業現場）

- ・ 機材搬入（P C）
- ・ ネットワーク接続
- ・ 端末接続テストおよび資源情報入力（作業現場）
- ・ 全体動作確認

第二日 実証実施（市役所会議室・作業現場）

- ・ 市役所会議室：実施手順確認 管理者・燃料受入担当者待機
- ・ 作業現場：収穫情報入力 作業指示待ち
- ・ 市役所会議室：管理者による確認、指示
- ・ 作業現場：作業指示確認、情報入力
- ・ 市役所へ移動
- ・ 市役所駐車場：燃料受入処理
- ・ 市役所会議室：状況確認、管理情報確認
- ・ 総括



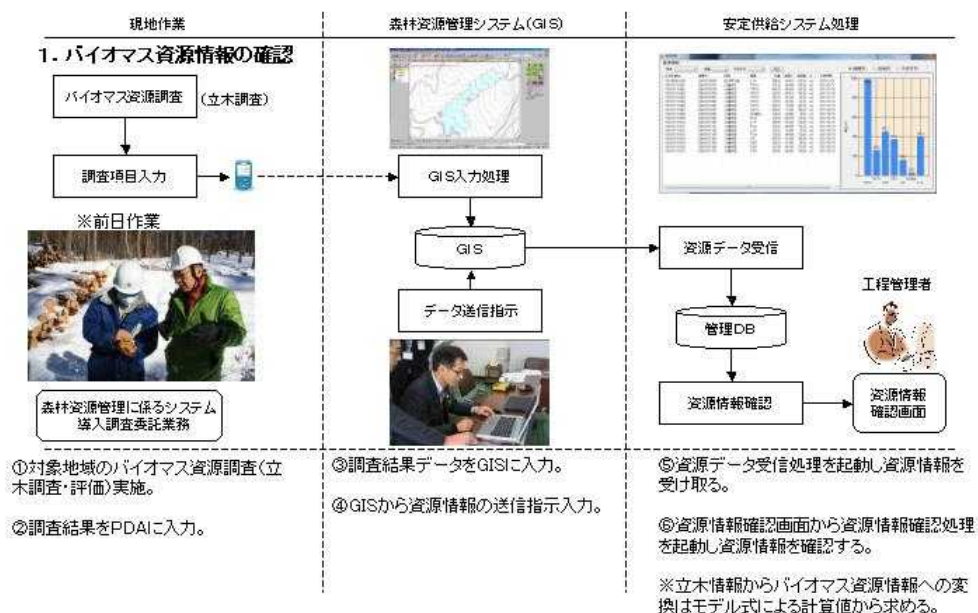
図．実証調査の実施環境



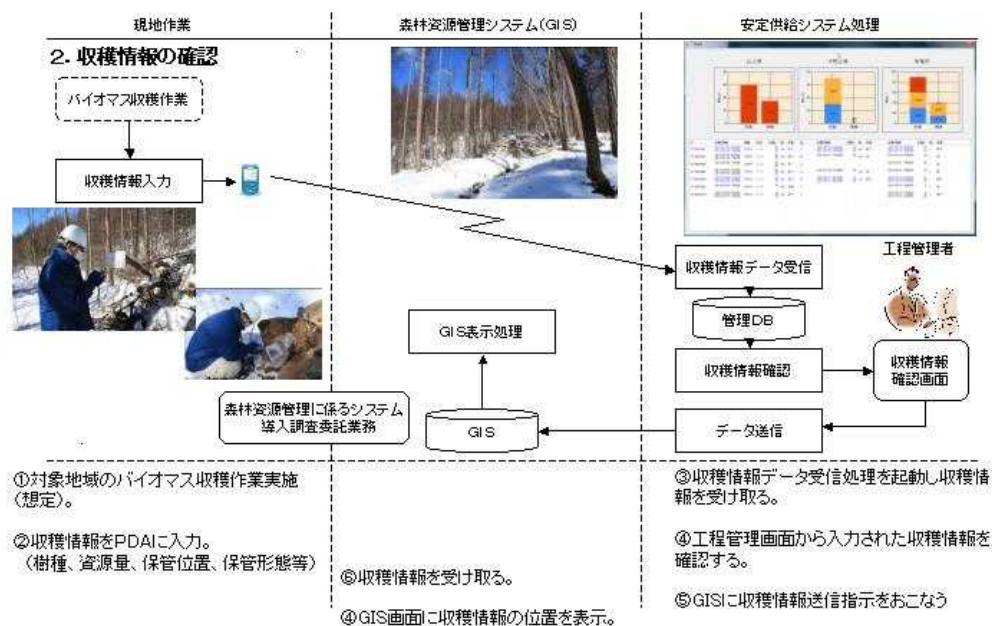
図．実証調査の実施状況

7.4 実証調査の手順

(1) GISインターフェ이스の確認

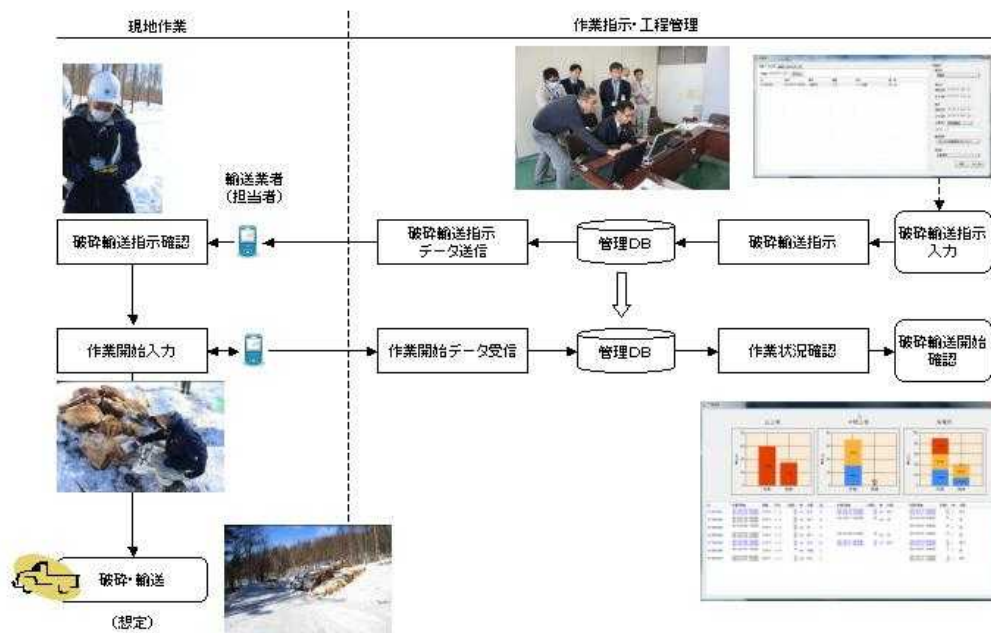


図．実証調査の手順(1-1)



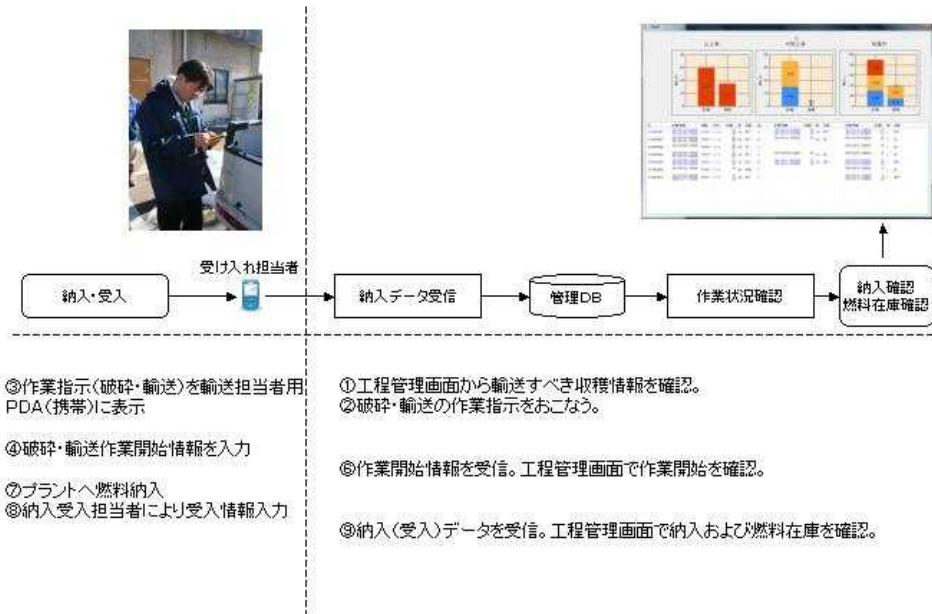
図．実証調査の手順(1-2)

(2) 作業指示 ~ 工程管理



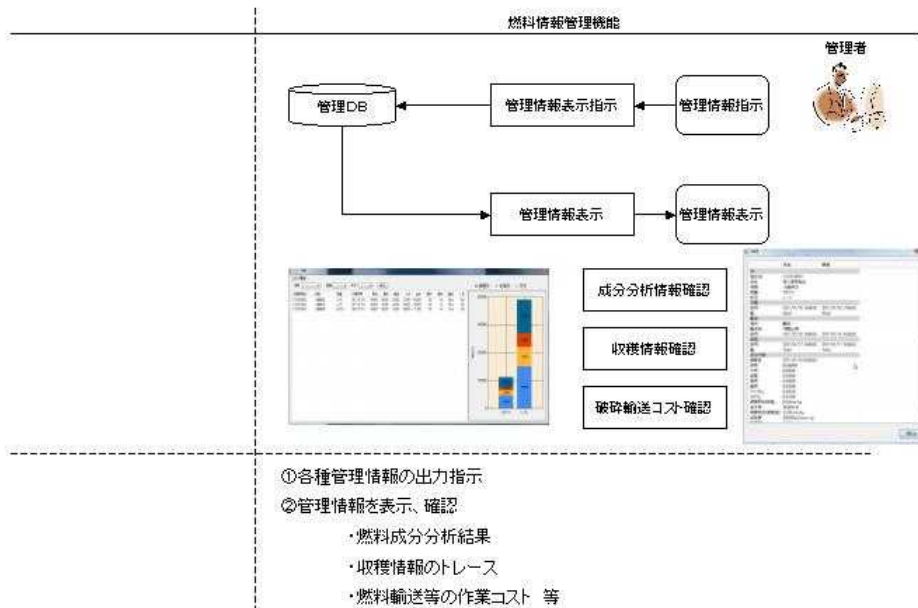
図．実証調査の手順(2)

(3) 納入確認



図．実証調査の手順(3)

(4) 確認



図．実証調査の手順(4)

8. 評価と課題

8.1 システム導入のメリット

- ・ 立木調査から収集可能な資源量の予測、燃料の調達可能時期、品質、調達コストの予測が可能になり燃料の調達計画立案が容易に行える
- ・ 資源収穫時に正確な集積場所（GPS情報）種類、量、状態の把握ができる
- ・ 保管期間、保管場所、予想品質の情報把握ができ、適切な輸送・作業指示を行える
- ・ 山土場、中間土場、燃料貯蔵庫の在庫管理ができ、各工程における予定と実績の比較管理が可能となりPDCA*を効率的にまわすことができる
- ・ プラントの稼働実績、調達に要したコスト、燃料の成分分析の結果から収穫値、調達方法の評価が行え、次の調達計画に反映できる
- ・ 用材の情報管理と統合がとれているため木材の生産・流通システムとの統合が可能

8.2 今後の課題

- ・ プラント側（ボイラ）の燃料に対する要件をさらに詳細化し、品質管理要件を明確化する
- ・ 燃料調達のロジスティックス（調達パターン）を詳細化と、それに基づくコスト分析のロジックの定義
- ・ 輸送・破砕等作業者の管理
- ・ 素材生産業者との契約方法、施業計画との連携
- ・ バイオマスの推計方法の確立（立木評価で表現できない部位の推定方法）
- ・ 林業機械との情報連携、インターフェイスの開発
- ・ 現場からの情報入力の詳細検討（ICタグ等）
- ・ 現場との安定的な通信方法の検討

以上のことから、次年度以降の調査項目としては、課題に基づく現場での物理インターフェイスの検討、管理基準の明確化と管理ロジックの設計などを踏まえたより具体的なプロトタイプシステムの構築が必要である。

第7章 まとめ

1. 調査結果（目標の達成状況）

調査の結果、以下のようなことがわかった。

(1) バイオマス資源とエネルギー需要

- ・ 燃料として、用材生産に不向きな C 材、D 材、枝葉を利用する。
- ・ 必要な資源量は東信地域と北信地域の民有林（保安林除く）から調達できる。
- ・ 調達費（プラント着）は林内での乾燥後に破砕・輸送を経て 5,000 円/トン、8,000 円/トン（水分量 30%）で計画する。

(2) バイオマス熱電併給プラント

- ・ 経済的に最適なプラントは、ボイラ容量は蒸発量 55 トン/時（発電量 1 万 kWe 相当）うち電力 6,700kWe を送電、蒸気 10 トン/時を送気、排熱は所内で熱利用するモデル。
- ・ 事業化シミュレーションの結果、【燃料単価 5,000 円/トン・売電単価 20 円/kWh】もしくは【燃料単価 6,500 円/トン・売電単価 23 円/kWh】で事業が成立可能。

(3) 森林資源管理に係るシステム

- ・ 林業用測量システムに立木評価機能を持たせることで、バイオマス資源情報（地理情報含む）が入手可能となる。
- ・ 測量 PDA を応用することで用材の生産時にバイオマス資源情報（2 次情報）が入手可能となる。
- ・ 燃料安定供給システムとのシステム的な統合が可能である。

(4) 森林バイオマス燃料安定供給システム

- ・ システムの導入により、資源量、燃料の調達可能時期、品質、調達コストの予測が可能になり、事業の計画性が飛躍的に向上する。
- ・ 収穫時の作業指示（破砕や輸送）などサプライ・チェーン・マネジメントが可能となる。
- ・ 用材の調達システムとの統合が可能（林業との相乗効果がある）となる。

結論として、燃料用の C 材と D 材だけを収集することは仕組みとしても費用面でも無理があることがわかった。今後の検討においては、A 材～D 材までの総合利用を行う必要がある。本来は捨てられていた材を利用することは、立木価値の向上につながり、森林所有者への利益還元の原因が生まれる。

プラントは発電だけでは採算性が厳しいため、熱（特に蒸気）の利用先を確保すべきことがわかった。プラントは熱電併給プラントとし、蒸気の利用法を考える必要がある。

2. 課題と展望

調査の結果判明した課題は以下の通り。

(1) バイオマス資源とエネルギー需要

- ・ 調達量と調達価格、輸送法、破碎法の確度を高める努力が必要である。
- ・ 蒸気の有効な利用方法、需要を考える必要がある。

(2) バイオマス熱電併給プラント

- ・ 受け入れ燃料の特性、特に水分量の季節変動や林内乾燥の有効性など詳細な検討が必要。
- ・ ボイラやエネルギー変換システムの詳細な設計が必要である。
- ・ 売電や売熱の詳細なシミュレーションが必要である。
- ・ スマートグリッド、電気事業法、熱供給事業法、廃掃法、環境アセスなど法的な障害の検討が必要である。

(3) 森林資源管理に係るシステム

- ・ 実際の運用に向けて、GIS情報の高度化が必要である。
- ・ 森林資源情報の収集をどのように面的に拡大するか、手法、担い手、費用等を検討し、事業化に向けた確度を向上させなければならない。

(4) 森林バイオマス燃料安定供給システム

- ・ プラント側の燃料調達計画が必要である。
- ・ 燃料調達ロジスティックスの詳細化とコスト分析のロジック定義が不可欠である。
- ・ 用材調達システムとの統合化と高度化、実用化に向けた作りこみが必要である。
- ・ 将来的な林業機械との情報連携、インターフェイス、通信方法の検討が必要である。

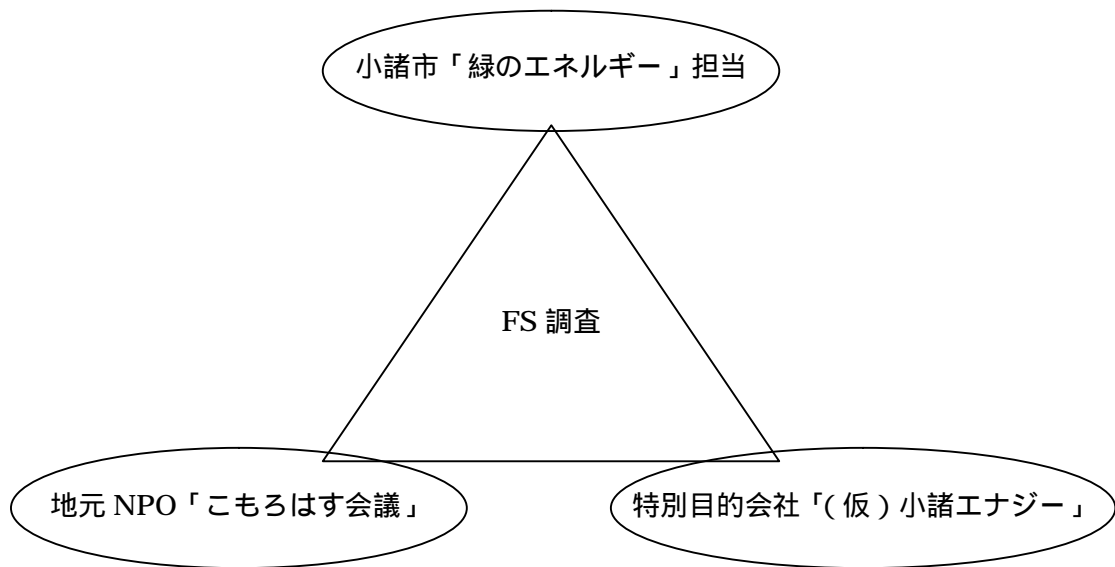
今回検討したシステムを実現化するためには、継続的な取り組みが必要である。そのためには、次年度以降、詳細な実行可能性調査（FS）を実施することが望ましいと考える。

そのための小諸市としての対応として、市役所内に「緑のエネルギー担当」を設置し、既存のエネルギーを含む再生可能エネルギーに対応することとした。

また、事業主体については、地元関係者に民間出資の特別目的会社（SPC）を設立する意向があるため、民間のエネルギー事業会社を想定したい。

小諸には自然エネルギーの普及に長年取り組んでいる「NPO こもろはず会議」があり、今年度の委員会でも積極的に関与していただいた経緯もあるため、行政とNPOとの協働にも注力し、事業の実現に対してそれぞれの立場から協力していきたいと考えている。

これらの結果、事業化に至ることで、地域の資源が循環的に活用され、森林所有者に利益が還元され、地域のエネルギー自給率が向上することを目指したい。



図．今後の取組のイメージ

小諸市総務部企画課まちづくり推進係

〒384-8501 長野県小諸市相生町 3-3-3

TEL : 0267-22-1700 FAX : 0267-23-8766

E-mail : machi@city.komoro.nagano.jp