



# 木質バイオマスによる熱電併給の可能性



木質バイオマスのエネルギー利用に関する検討会

2011年6月14日

ペレットクラブ 事務局長 小島健一郎

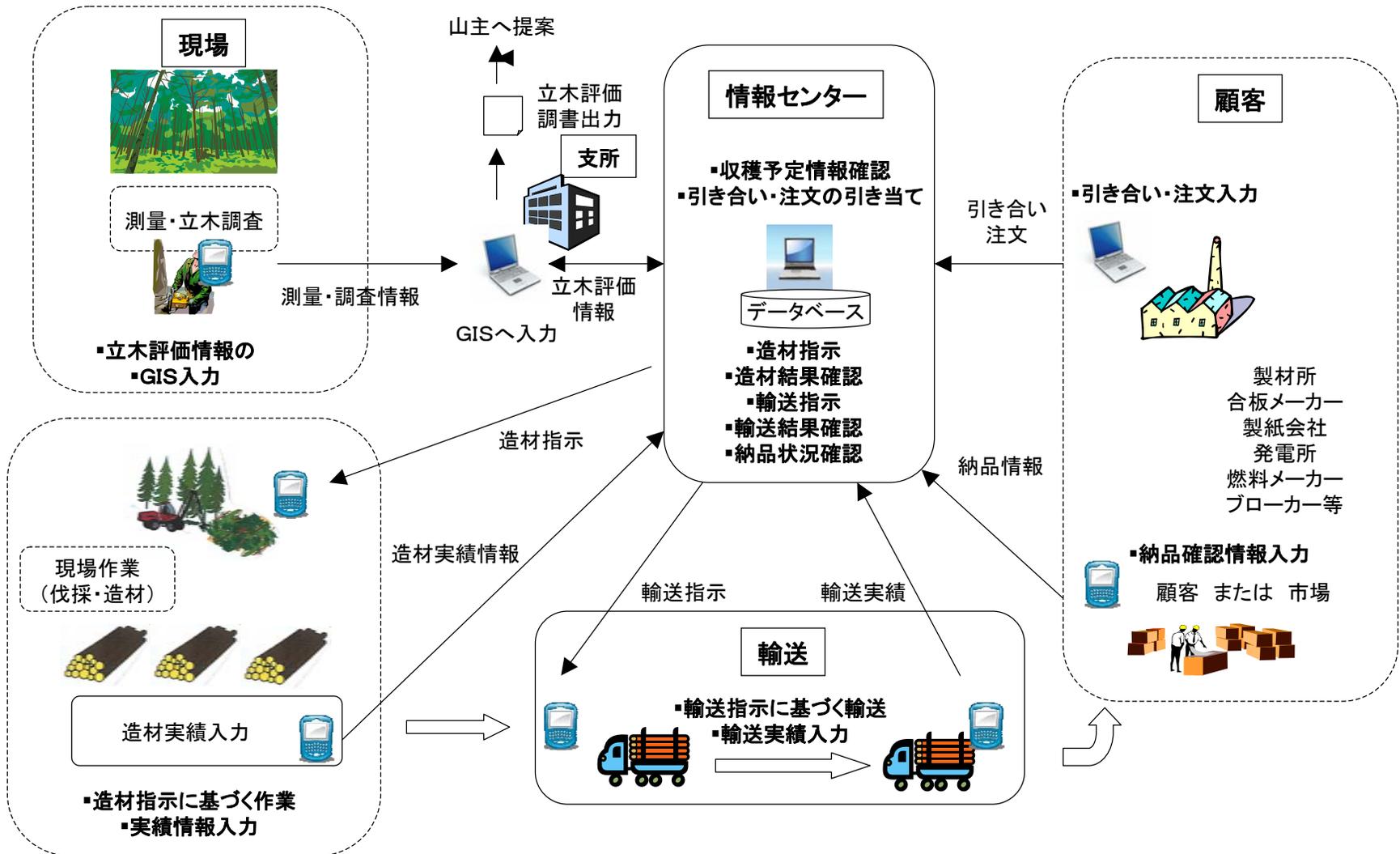
前小諸市「緑の分権改革推進」事業プロジェクト・マネージャー

# 木質バイオマス利用への挑戦



- |             |                                       |
|-------------|---------------------------------------|
| 1995年度      | 島根大学卒業論文「木質エネルギーの可能性」                 |
| 1999-2001年度 | 林野庁「バイオマス資源の利用手法に関する調査」(木質バイオマス利用研究会) |
| 2003年度      | 日立建機「国内外の木材流通に関する調査」(小島事務所)           |
| 2004年度      | 日立建機「バイオマス統合システムモデルに関する調査」(同上)        |
| 2007-2009年度 | 長野県「次世代型県産材供給システムの開発」農林水産技術会議補助(同上)   |
| 2010年度      | 小諸市「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」(同上)  |
| // 年度       | 飯伊森林組合「南信州森林・林業情報センター構築事業」(同上)        |
| // 年度       | 上野村「木質ペレット製造及び利用施設整備事業経営診断」(ペレットクラブ)  |

# 資源調達システムの概要



# システム導入の意義

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. 可採量調査	△	×	△	×	×	既存の統計等の調査による可採量の予測
予測値	2. 立木調査 (資源量評価)	△	△	△	×	×	可採地におけるサンプル調査 (立木調査)による収穫可能量の把握 →調達計画の立案、施業者との購入契約を締結
計画値	3. 調達計画立案	△	△	○	△	△	過去の実績等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
実績値 (収穫)	4. 収穫実績 (施業実施時)	○	○	◎	○	○	収穫できたバイオマス資源(用材、燃料)の樹種、収穫量、品質、収穫日、保管場所、保管形情報を入力 →管理者による保管(乾燥)、破碎、輸送指示をおこなう
実績値 (納品)	5. 納入実績	◎	◎	◎	◎	◎	商品の納入実績 →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

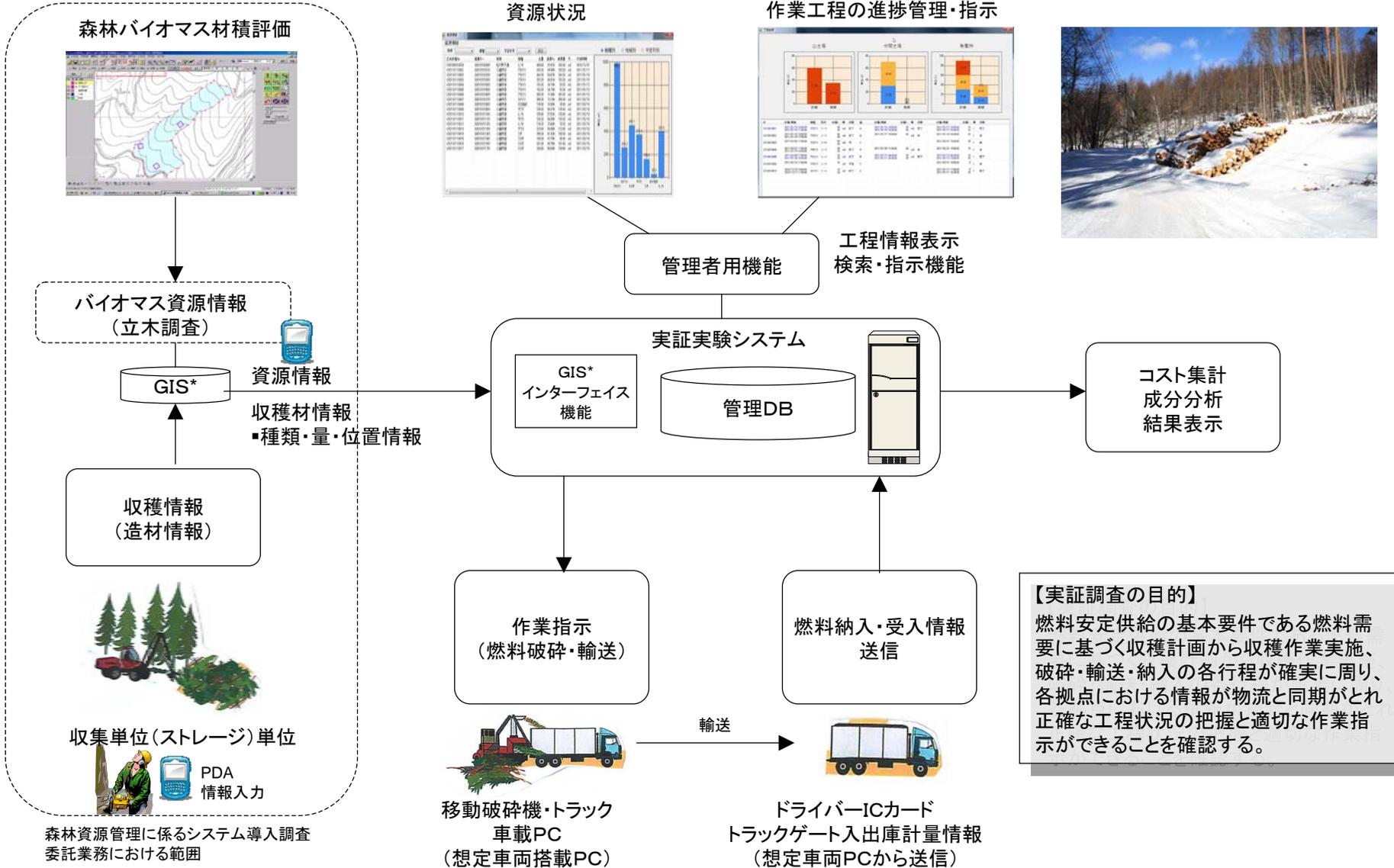
情報のフィードバック

安定供給のための情報精度の向上が可能となる

# 実証調査の概要

実施日: 2011年1月17日~18日

\*GIS: 地図情報システム



# 実証調査の実施

## 現地作業

## 森林資源管理システム(GIS)燃料・安定供給システム

## 熱電プラント(小諸市役所)

### バイオマス資源情報確認(立木調査)



資源調査担当者



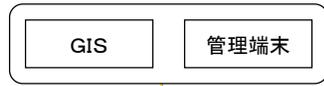
### 工程管理者



### 資源情報確認



### 工程管理・作業指示



施業(収穫)※実施済み

### バイオマス収穫情報入力



プラント燃料供給マネジャー

### ドライバー



### バイオマス資源の確認

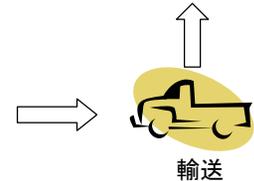


### 作業(輸送)指示の確認

### 燃料受け入れ担当者



### 燃料受け入れ確認



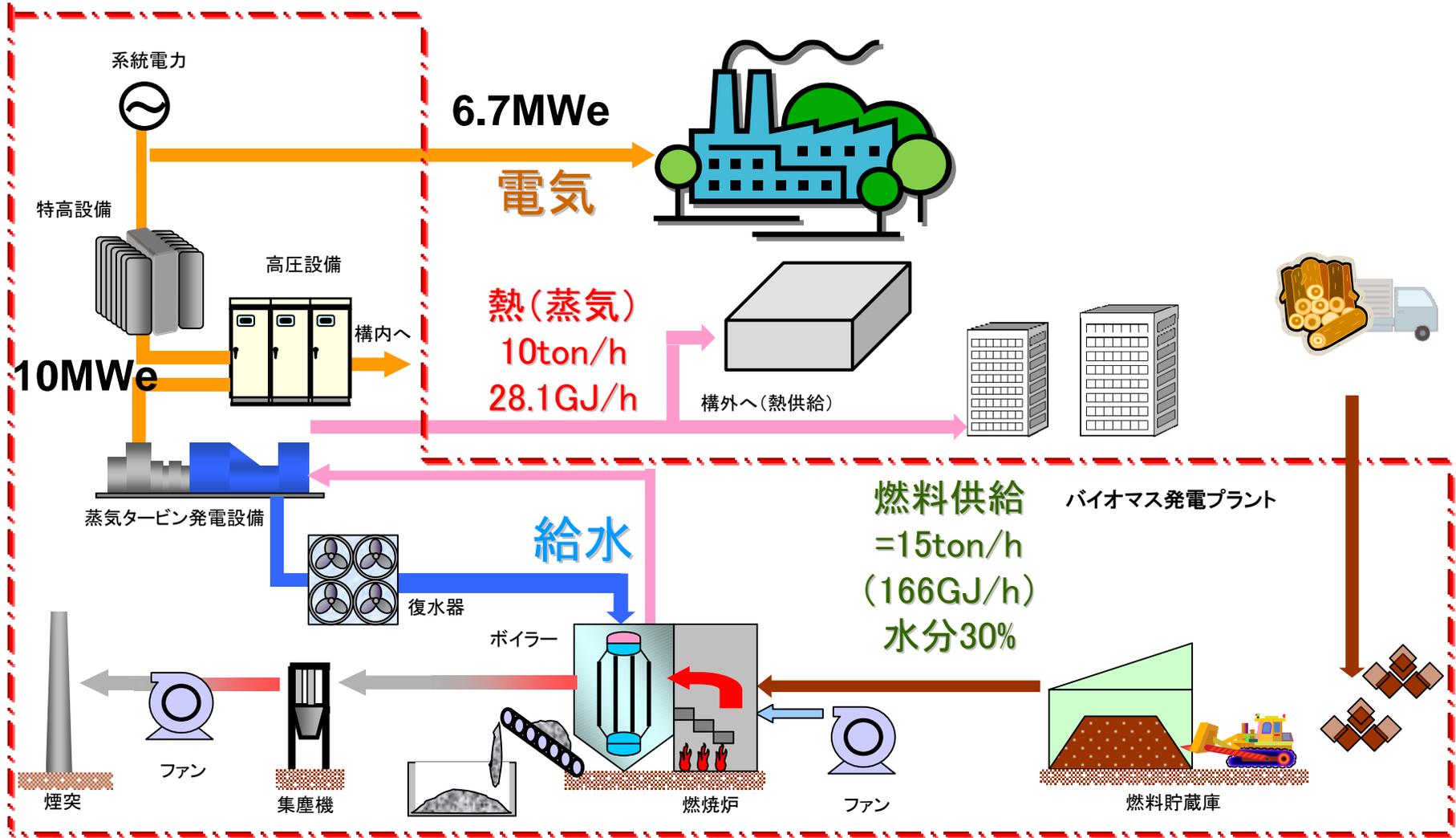
輸送

「森林資源管理に係るシステム 導入調査委託業務

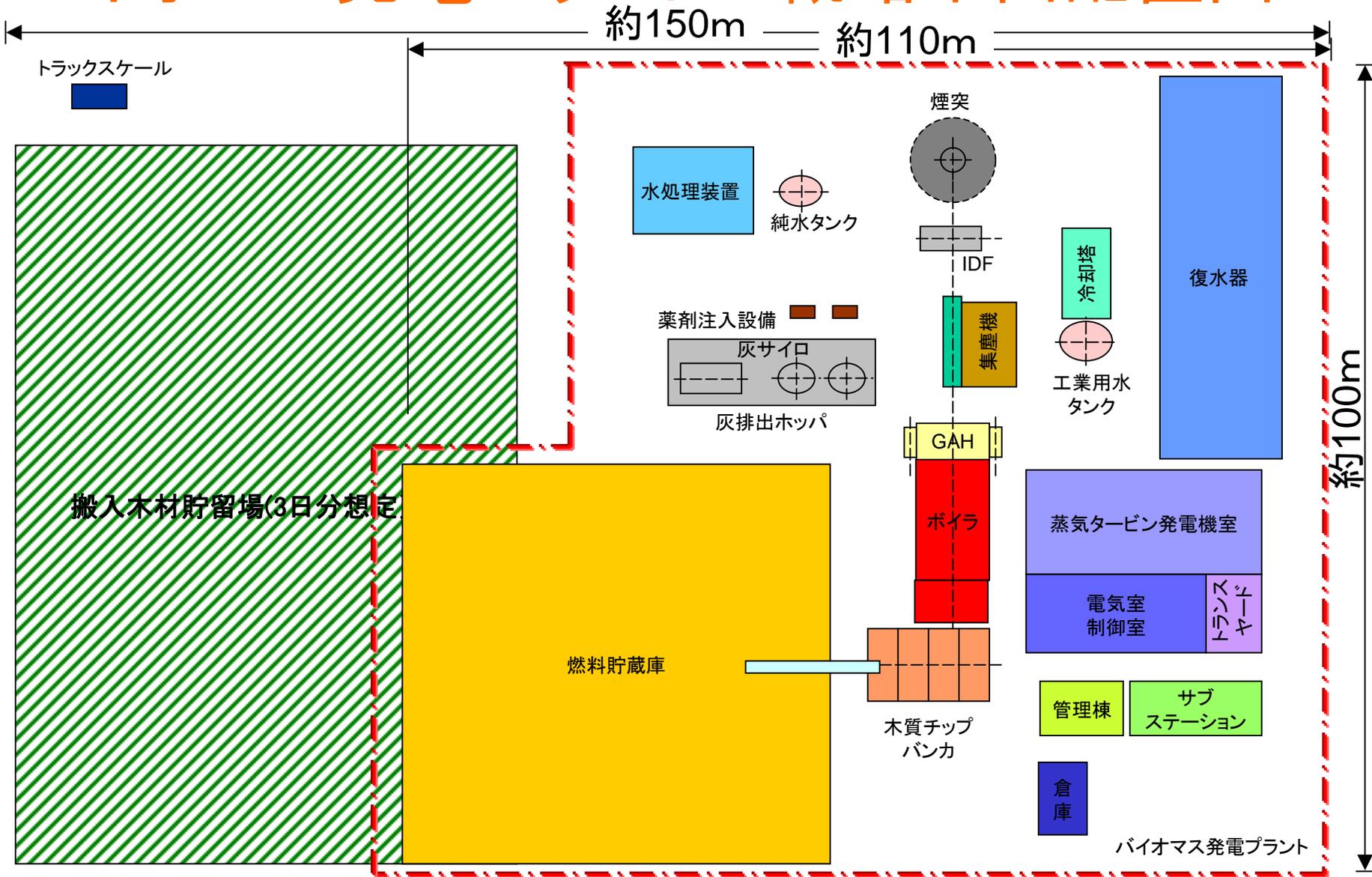
# バイオマス発電プラントの計画(概要)

発電所規模:	10MWe(総発電量)
使用燃料及び消費量:	アカマツ、カラマツ(約15ton/h)
燃料の低位発熱量:	約11,086kJ/kg(水分量は30%)
熱回収条件(構外):	10ton/h(28.1GJ/h);熱供給事業 <ul style="list-style-type: none"><li>・製材所(乾燥利用)</li><li>・低圧蒸気(地域(家庭)用暖房等)</li></ul>
排熱回収(構内):	排ガス回収(10,000Nm <sup>3</sup> /h;175°C)で80°C温水利用(77kW相当)
復水方式:	空冷, 水冷両案にて検討 <ul style="list-style-type: none"><li>・空冷:建設場所を選ばない</li><li>・水冷:豊富な水供給確保のため、建設場所が限られる</li></ul>
ボイラ給水:	蒸気供給時,供給先からのリターン水はないものとする。 【理由】 <ul style="list-style-type: none"><li>・構外へ蒸気供給とするため</li><li>・建設予定地未確定のため(工事実現性が不明)</li></ul>
ボイラタイプ:	ストーカ燃焼, バブリング流動層, 循環流動層
運転時間:	24時間/日×330日/年間
排ガス量:	約120,000Nm <sup>3</sup> /h (>100,000Nm <sup>3</sup> /h)

# バイオマス発電プラントの概略フロー



# バイオマス発電プラントの概略平面配置図



# 経済計算の実施

## 単価の設定

売電単価: 18円/kWh~23円/kWh(1円/kWh毎に計算)

売熱単価: 5,876円/ton(蒸気)

- ・抽気による10ton/h(10barA)を供給先で使用した場合、本来必要とするはずの直焚ボイラ(A重油)の燃料削減効果として評価する。
- ・10(barA)の蒸気は2,810(MJ/ton)のエンタルピを持つ。
- ・このエネルギー(ロス7%とする)を直焚ボイラ(機器効率85%とする)消費量に換算すると、 $2,810(\text{MJ}/\text{ton}) \times 93\% \div 85\% \div 36.3(\text{MJ}/\text{L}) = \text{約}84.5\text{L}/\text{ton}$
- ・A重油の単価は、69.5(円/L)  
( (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(2010.12月))  
より、 $84.5\text{L}/\text{ton} \times 69.5\text{円}/\text{L} = 5,876\text{円}/\text{ton}$

初期投資: 43億円(土地代含まず)

用水単価: 50円

運転員費用: 管理者: 年収600万円, 作業員: 年収350万円

燃料(バイオマス)調達単価: 5000円/tonと8,000円/tonの2通り(参考として6,500円/ton)

灰処理費用: 10,000/ton

メンテナンス費用: ケースごとの建設費用の3%

土地賃借費用: 1,000円/坪・月

# 事業化シミュレーションの実施

## 前提条件

事業期間は15年。

法人税は事業形態が未定のため考慮しない。

金利は3.0%とする。

返済は元金均等で返済期間を15年。

前項の代表例1, 代表例2, 代表例3のそれぞれについて、事業化検討を行った。

※評価はNet Cash Flow が黒字、IRRが設定金利以上どうか確認した。

Case	単価設定 燃料単価(円/ton), 売電単価(円/kWh)	内部利益率 (IRR)	評価 (事業として成立するか)
代表例1	5,000(円/ton), 20(円/kWh)	6.3%	○
代表例2	6,500(円/ton), 20(円/kWh)	-0.2%	×
代表例3	6,500(円/ton), 23(円/kWh)	5.9%	○

- 燃料調達費を6500円/ton程度にでき、且つ売電単価を23円/kWh(付加価値をつけて)にできれば、事業性が高まる。

# 資源量調査

必要な資源量：約8万t/年（絶乾換算）

※水分30%の生木では約12万t/年

	現在主に搬出されているもの	現在林内放置されているもの	幹材積に対する発生割合
A材（直材）	○	○	47%
B材（小曲がり材）	○	○	30%
C材（大曲がり材、短尺材）	○	○	19%
D材（小径木、根元、梢端部）	—	○	4%
枝葉	—	○	重量×0.3

現在、未利用となっているものを対象

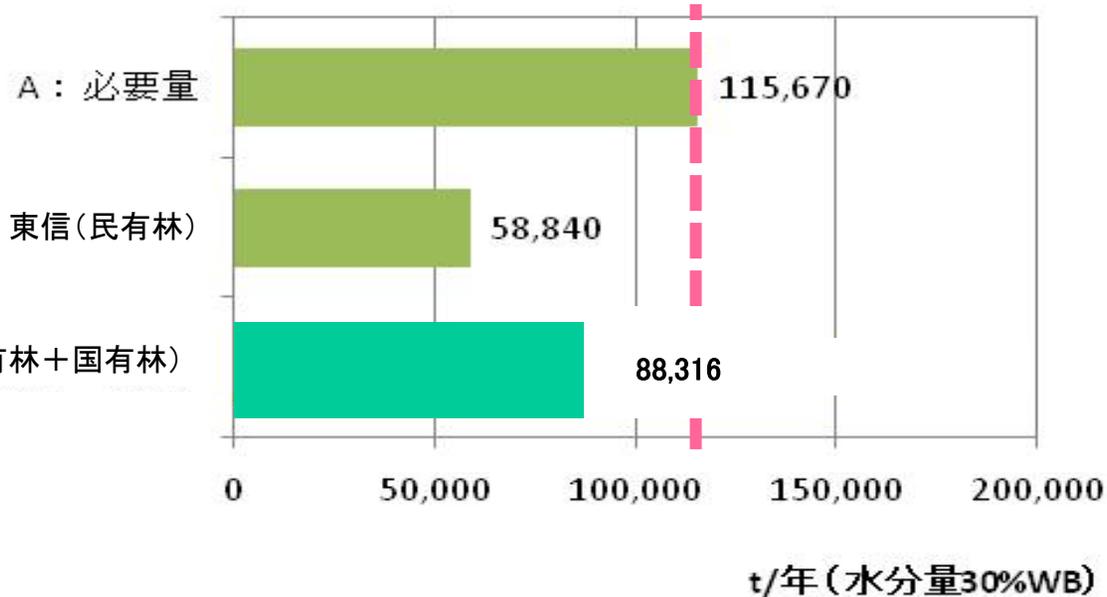
# 資源量の調達見通し

- ・保安林を除く森林の成長量から推計
- ・東信地域の民有林と国有林の資源で76%を確保できる
- ・不足は、北信地域などから資源調達（鉄道輸送を検討）

	賦存量(蓄積量)	可採量(成長量)
東信地域(民有林)	7,776,435(生t/年)	58,840(生t/年)
東信地域(国有林)	2,549,447(生t/年)	29,476(生t/年)
北信地域(民有林)	7,965,810(生t/年)	87,314(生t/年)

国有林の資源  
が重要

東信(民有林+国有林)

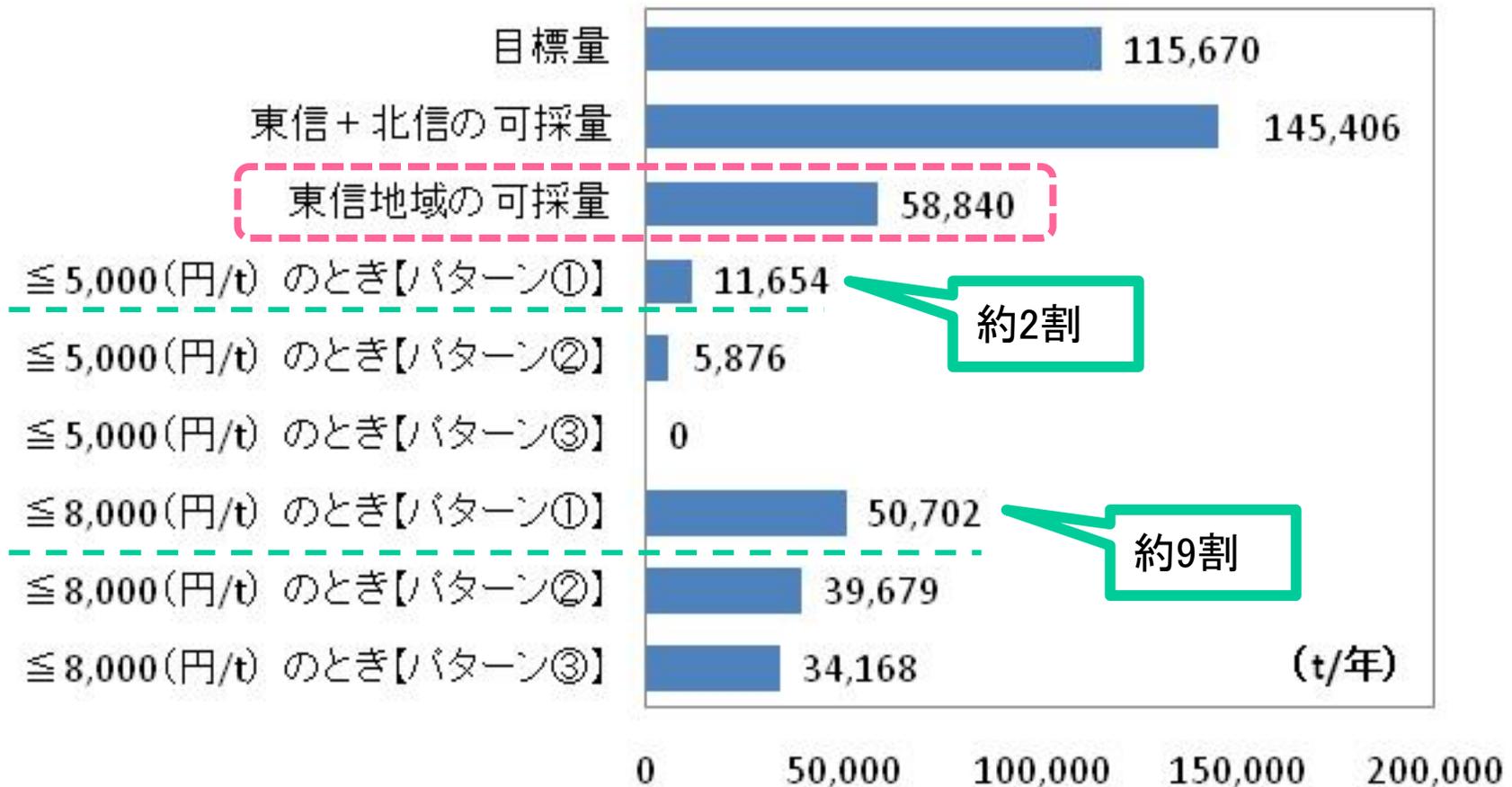


# 調達金額を設定した場合の調達可能量

A: 5,000円/tの場合

B: 8,000円/tの場合

※水分量30%のとき



# 平成22年度事業の結論

## 1. 資源の確保

- 用材生産に不向きなC材、D材、枝葉を利用
- 必要な資源量に対して、東信地域の民有林(保安林除く)と国有林の成長量で76%達成
- 調達費(プラント着)は林内乾燥、破碎・輸送を経て5,000円/トン、8,000円/トン(水分量30%)

## 2. プラントの計画

- ボイラ容量は1万kWe相当、6,700kWeを送電、10トン/時の蒸気を送気、排熱を熱利用
- 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. 森林資源管理の手法

- 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
- 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
- 燃料安定供給システムとのシステムの統合が可能

## 4. 森林バイオマス燃料安定供給システム

- 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、事業の計画性が向上
- 収穫時の作業指示(破碎や輸送)などサプライ・チェーン・マネジメントが可能
- 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)

◆ CD材だけの収集は無理がある

◆ 発電だけでは採算性が厳しい(熱利用が必要)



◆ A~D材の総合利用=立木価値の向上

◆ 発電+熱利用(CHPプラント)

# 残された課題

## 1. 資源の確保

- 調達量と調達価格、輸送法、破碎法など、燃料調達の「確度」を高める必要
- 森林資源管理の手法の確立（森林簿の管理と運用：林業センター構想）

## 2. プラントの計画

- 受け入れ燃料の特性、水分等の詳細な検討
- ボイラシステムの詳細設計
- 売電や売熱の詳細検討
- 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バリアの検討

## 3. 森林資源管理の手法

- GIS情報の高度化
- 資源情報収集の面的な広がりの確保

## 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
- 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
- 用材調達システムとの統合化と高度化、実用化
- 林業機械との情報連携、インターフェース、通信方法の検討

## 5. その他

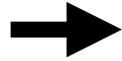
- 事業計画、SPCの設立、資金調達、製材事業

# 平成23年度事業(計画案)

◆ 実現化には継続的な取り組みが必要

◆ 市としての対応

◆ 事業主体をどうするか



◆ 実行可能性調査(FS)の実施

◆ 市役所に「緑のエネルギー担当係」を設置

◆ 民間企業(SPC)として設立(H24年度目標)

目標:木質バイオマス発電で100万kW確保するための基礎調査

内容:森林資源情報の確度の向上と資源管理の手法の確立

- 森林資源情報
- 発電+熱利用
- 流通管理システム

効果:

- 小諸市の資源である森林の高度活用
- 林産業の基礎を整備することによる産業育成、雇用効果
- 基礎自治体としての役割強化(土地利用政策) → 緑の分権改革
- 産業の基礎は公的に整備、上モノは民間で整備、税収増
- 全国への波及効果

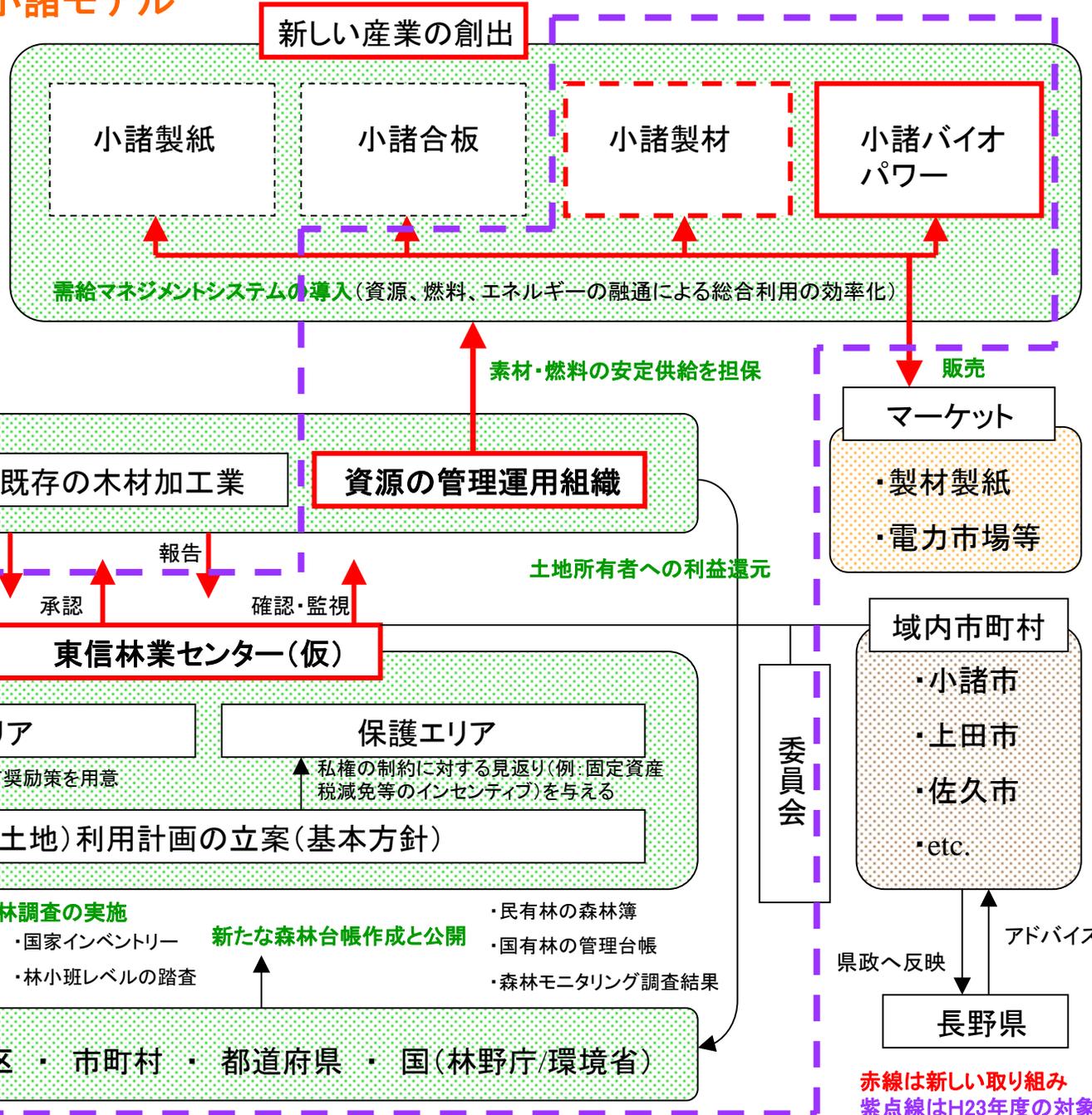
地域の資源活用、森林所有者に利益を還元、地域のエネルギー自給率向上

# 森林バイオマス発電の小諸モデル

## 森林資源調達の仕組みを整備

<林業分野の積み残し課題に挑戦>

- ★森林情報の公開・利用・蓄積
- ★所有と利用の分離(林業センター)
- ★資源の管理運用
- ★総合利用による効率化、収益率向上



赤線は新しい取り組み  
紫点線はH23年度の対象

# バイオマスCHPの現状と課題

- 鉄鋼、紙パ、セメント→廃棄物処理(逆有償)ビジネスとして展開
- 単体でのバイオマス発電事業→苦戦(廃棄物燃料の不足)
- 森林に資源はあるけれど燃料として出てこない



なぜか

- コスト(燃料単体で出そうとするから)
- 調達(どこにどれだけ資源があっていつ誰がいくらで届けるのか不明、計画できない)
- 収益性(売電だけの勝負は難しい、熱利用が必須)

**バイオエネルギーの本質は次の3つの言葉に尽きる「原料、原料、原料!!」(フィンランド)**

解決策

- コスト(情報システム、原則Piggy Back、モーダルシフト)
- 調達(森林GISを含む情報システム、土地利用の本質的な転換: 林業センター構想)
- 収益性(熱の販売)

# 被災地での展開

- 最大の問題は復興に向けての雇用の確保
- 1~3年:ガレキの分別と利用(マテリアル、エネルギー)
- 2~10年:国有林を中心に間伐、皆伐、植林、保育
- システム導入(森林情報センター)
- 発電+熱利用(1万kW級)×3機程度、10トン蒸気は製材利用(10万m<sup>3</sup>)
- 別途、熱利用を進める(薪、チップ、ペレット)
  - ストーブ
  - 家庭用ボイラ
  - 業務用ボイラ(貫流ボイラ)
  - 産業用ボイラ(石炭混焼)

全国展開によって合計100万kWを木質バイオマスで確保する

# 燃料の品質(木質ペレット燃料の場合)

規格名称	PC WPFS-1:2011				
品質区分	単位	A1	A2	B	J
直径 (D)	mm	6 ~ 8 ± 1			
長さ (L)	mm	3.15 ~ 40 (95%以上が 40mm 以下、最大 45mm)			
かさ密度 (BD)	Kg/m <sup>3</sup>	600 ≤			
真 (低位) 発熱量 (Q)	MJ/kg	16.5~19.0	16.3~19.0	16.0~19.0	15.0~19.0
水分 (M)	w-%	≤10			
微粉率 (F)	w-%	( < 3.15 mm ) ≤1			
機械的耐久性 (DU)	w-%	97.5 ≤		96.5 ≤	
灰分 (A)	w-% d	≤0.7	≤1.5	≤3.0	≤5.0
灰融点 (DT)	°C	1,200 ≤	1,100 ≤		測定結果の表示義務
塩素 (Cl)	w-% d	≤0.02		≤0.03	≤0.05
硫黄 (S)	w-% d	≤0.03		≤0.04	
窒素 (N)	w-% d	≤0.3	≤0.5	≤1.0	
銅 (Cu)	mg/kg d	≤10			
クロム (Cr)	mg/kg d	≤10			
ヒ素 (As)	mg/kg d	≤1			
カドミウム (Cd)	mg/kg d	≤0.5			
水銀 (Hg)	mg/kg d	≤0.1			
鉛 (Pb)	mg/kg d	≤10			
ニッケル (Ni)	mg/kg d	≤10			
亜鉛 (Zn)	mg/kg d	≤100			
鉄 (Fe)	mg/kg d	測定結果の表示義務			
アルミニウム (Al)	mg/kg d	測定結果の表示義務			
塩化ナトリウム (NaCl)	mg/kg d	—			測定結果の表示義務

# 連絡先



〒380-0841

長野市大門町529-1長野大門信越ビル2階

Tel:026-252-7506, Fax:026-252-7507

E-mail: ken.kojima@pelletclub.jp

URL: <http://www.pelletclub.jp>

ブログ: おらほの山 <http://lumber.exblog.jp/>

森林バイオマス発電研究会 <http://blog.livedoor.jp/biochp/>

上野ペレット日記 <http://blog.livedoor.jp/uenopellet/>