

---

**緊迫する省エネ対策  
と再生可能エネルギー活用による長期地域活性化**  
(政府支援事業、森林系バイオマス活用事業、中小水力発電事業の紹介)

岡山大学 研究推進産学官連携機構  
渡邊 裕

# 話題提供するテーマ

---

**共通テーマ:** 東日本大震災＋津波＋原発事故  
を契機とする国内事情の大転換

**テーマその1:** 緊迫する省エネ対策

**テーマその2:** 再生可能エネルギー活用  
による地域活性化

**テーマその3:** 東日本大震災復興支援について

## 共通テーマ

### 東日本大震災＋津波＋原発事故を契機とする国内事情の大転換

---

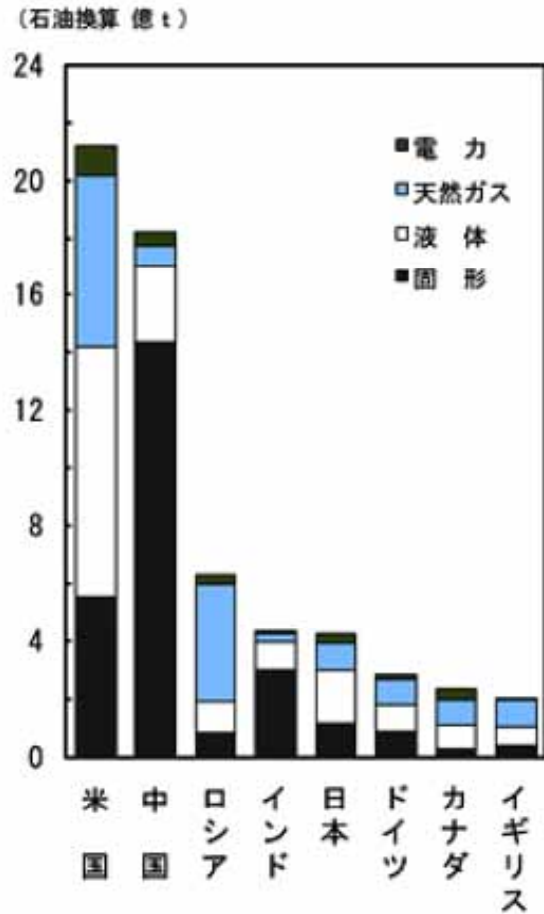
#### 背景：

3. 11東日本大震災を契機に、日本の社会構造は大きく変化せざるを得ない状況に追い込まれた。特に、原子力発電の安全神話が崩壊し、その無残な姿を世界に露呈すると共に、我が国のエネルギー基盤の脆弱さ、未経験事故対策の未熟さ、原子力発電所事故時の影響の甚大さを全国民が痛感した。

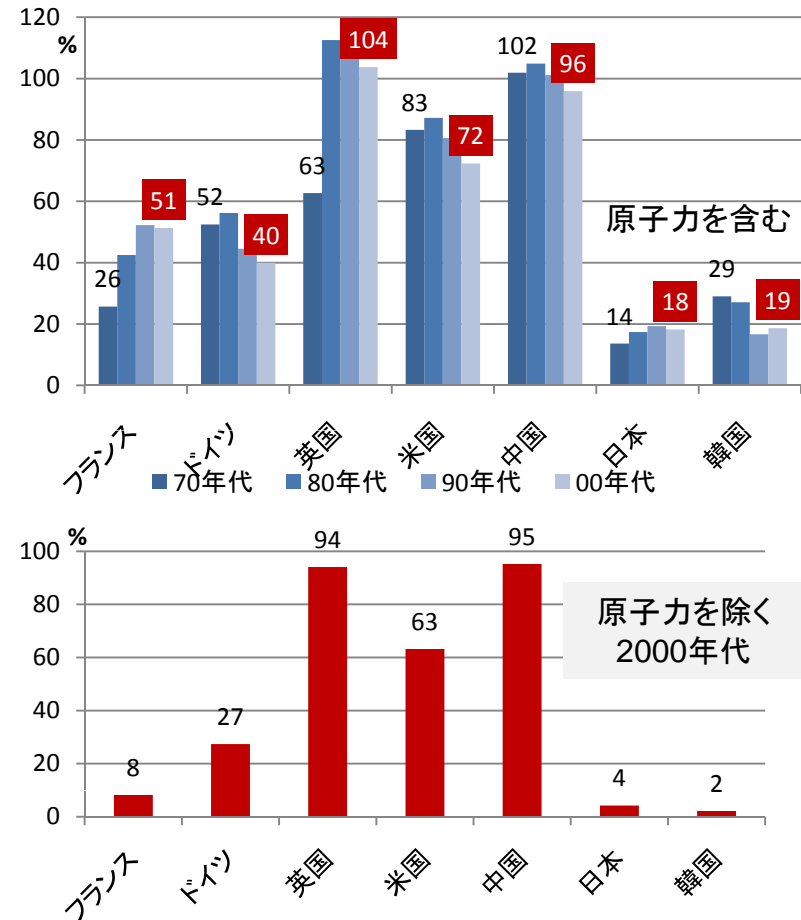
この状況下、原子力発電所の定期点検後の再稼働認可において、ストレステストの義務化など新たな基準が加わるものの、福島県では一切の再稼働を認めない方針が出されるなど、今後の電力供給環境は震災前後で大きく転換した。

ここでは、我が国のエネルギー供給状況と、原子力による電力供給状況を確認する。

# 認識1 我が国はエネルギー消費大国であり、低自給率国家である

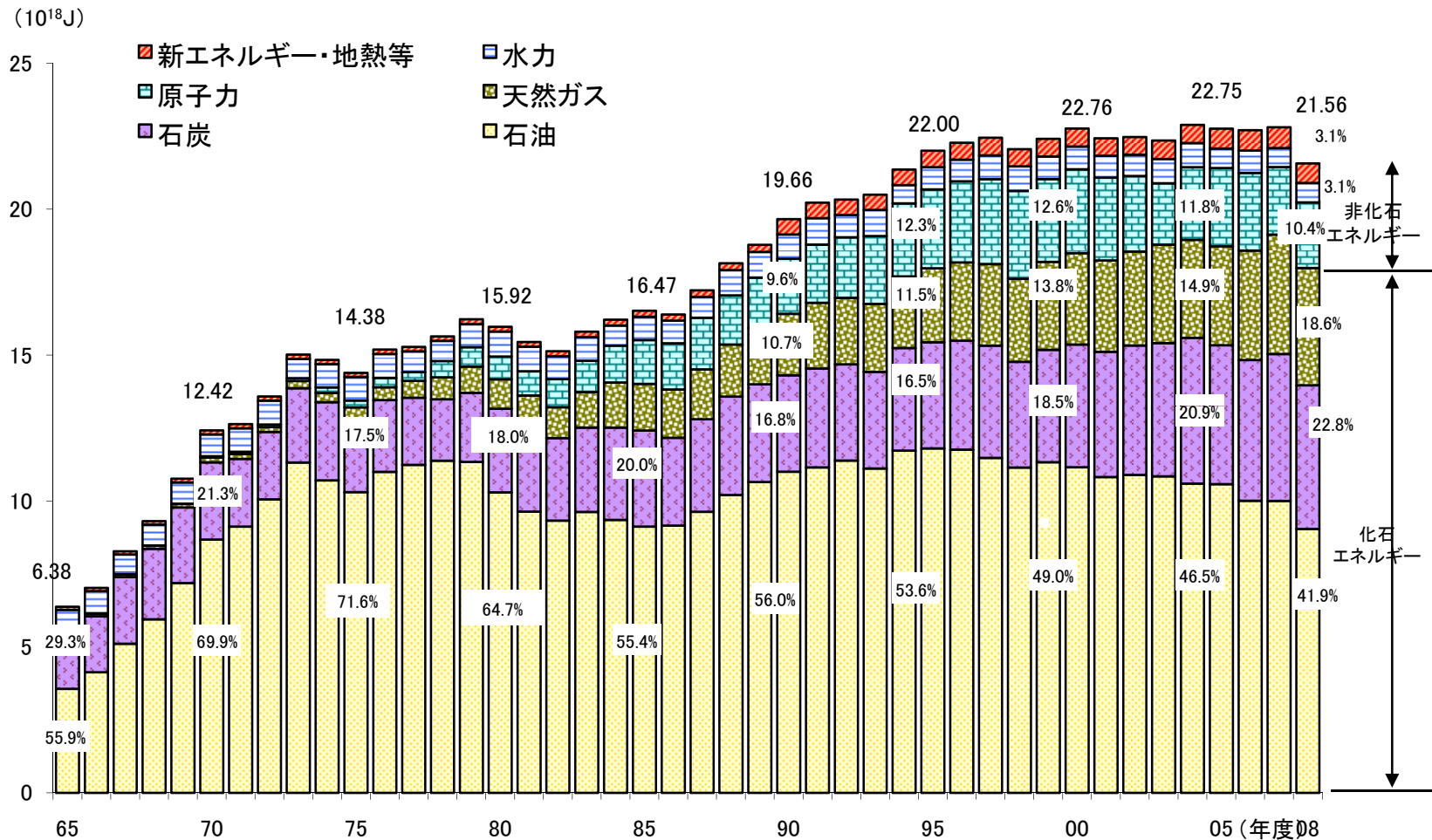


主要国の1次エネルギー消費量(2007年)



主要国の1次エネルギー自給率(2000年代)

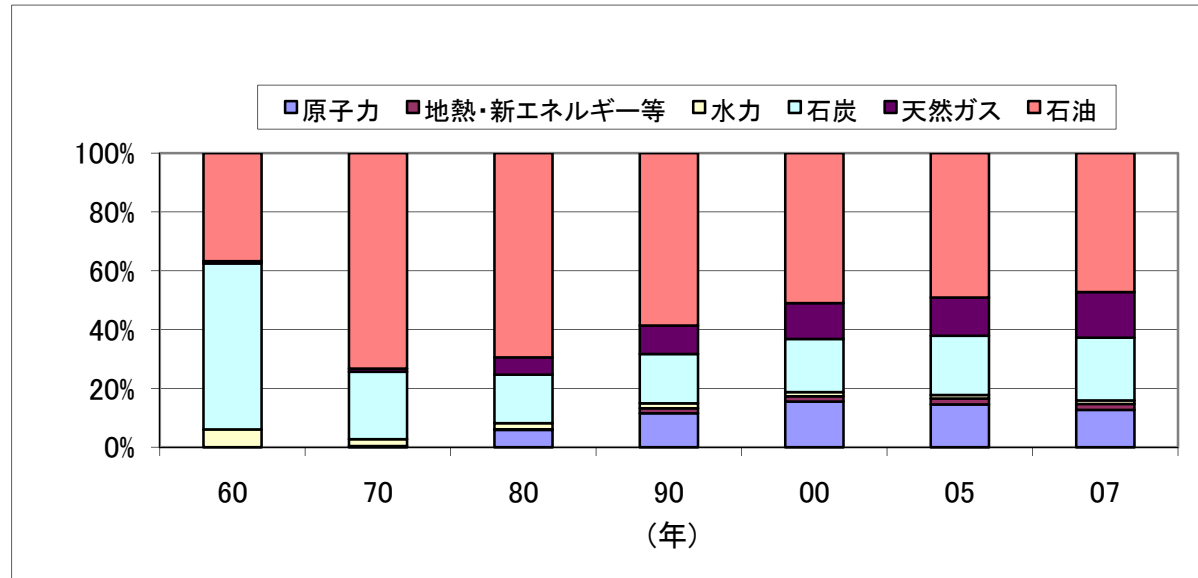
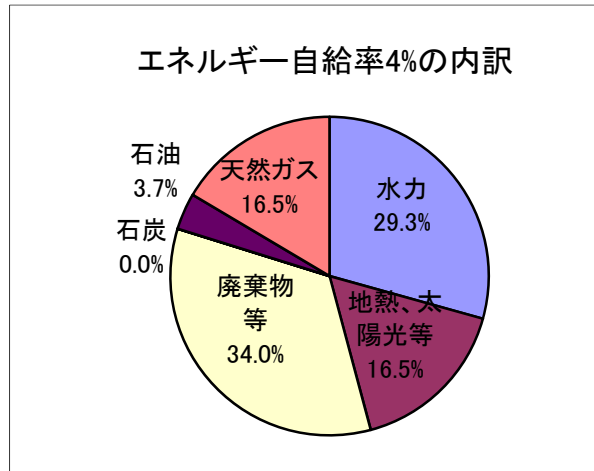
# 我が国の一次エネルギー国内供給の推移



出典: 資源エネルギー庁 エネルギー白書2010

# 我が国の一次エネルギー比率と自給率の変遷

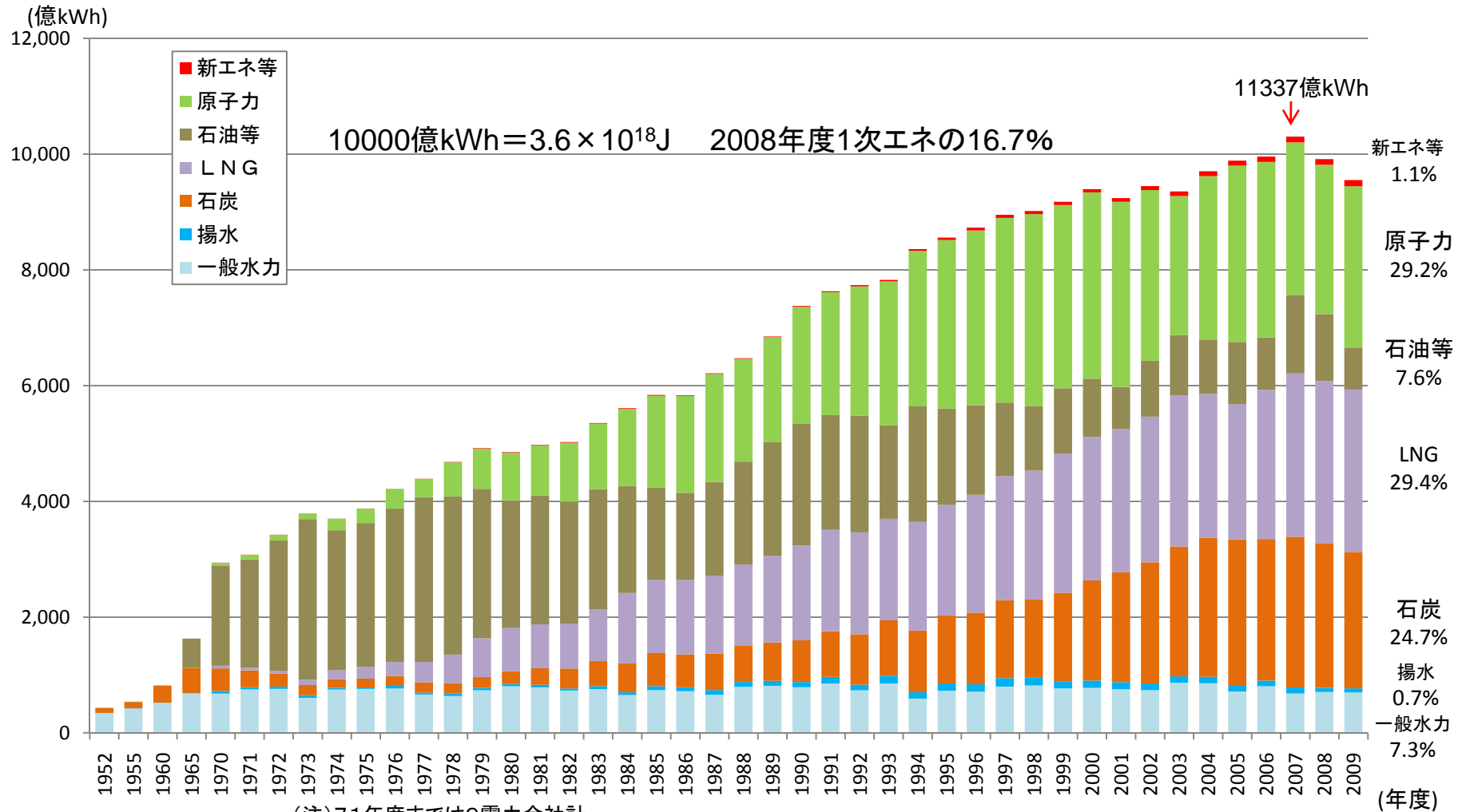
一次エネルギーの構成比率



エネルギー自給率 (%)	56.5%	13.6%	6.0%	4.9%	4.0%	3.8%	4.0%
(原子力含む) (%)	(56.5%)	(14.0%)	(11.9%)	(16.5%)	(19.6%)	(18.4%)	(16.7%)

出典：資源エネルギー庁 エネルギー白書2010

# 我が国の発電電力量 変遷 一般電気事業用

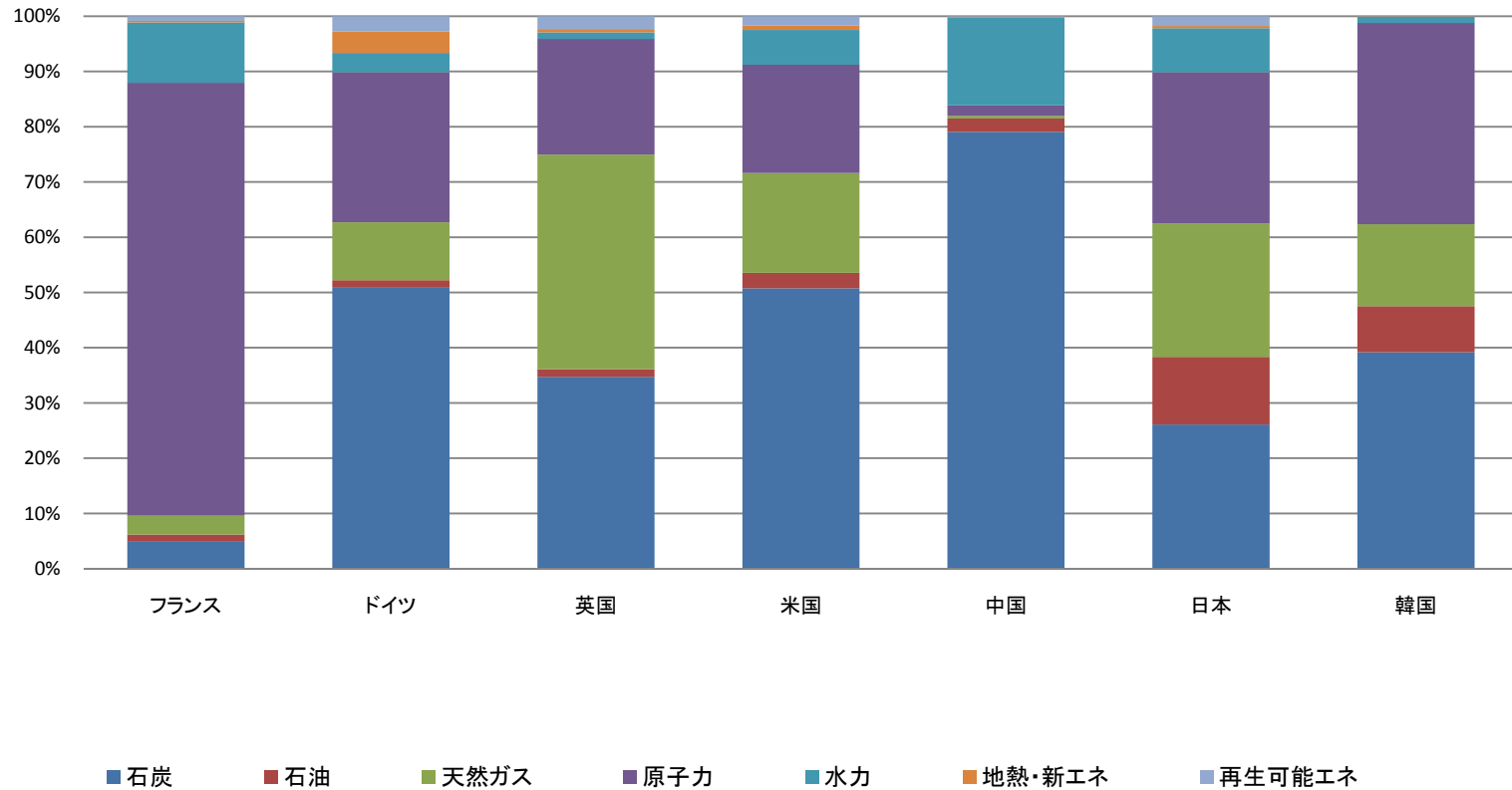


(注) 71年度までは9電力会社計。

(出所) 資源エネルギー庁「電源開発の概要」、「電力供給計画の概要」をもとに作成

# 各国発電電力量の構成割合

2000年代



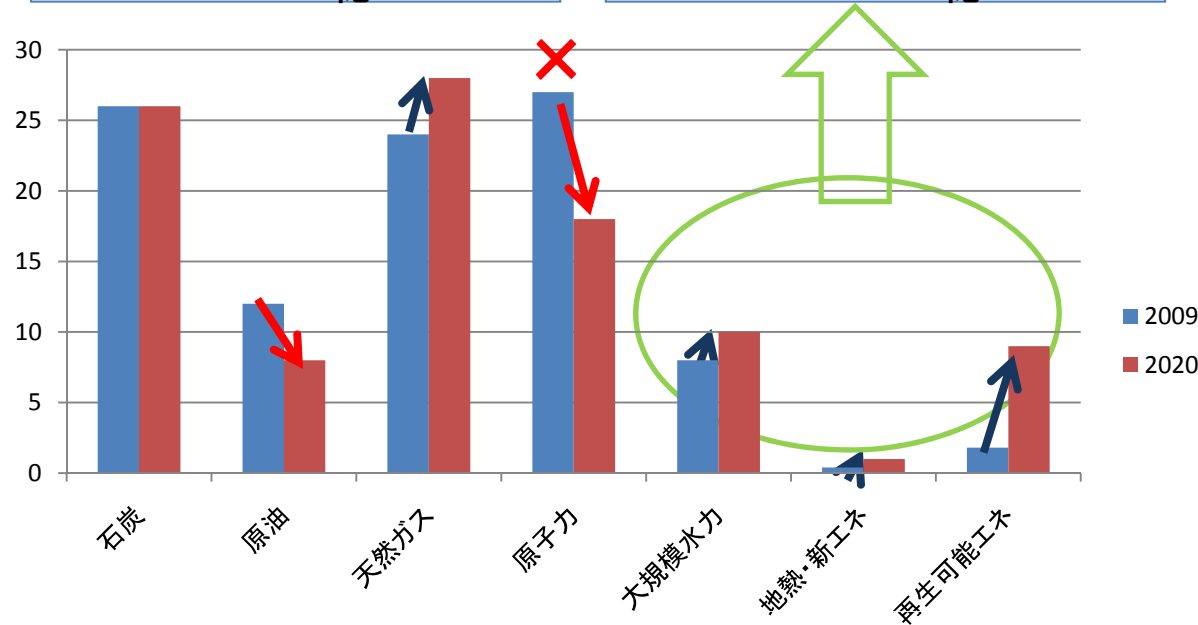
# 原発事故を契機に、再生可能エネへシフト

方針転換: 2020年代の早い時期に、再生可能エネルギーによる電力比率を20%に高める。  
菅首相: 5/25主要8カ国首脳会議(G8サミット)に先駆けフランスで開催した経済協力開発機構(OECD)行事で表明

2009年  
再生可能エネ比率 1%  
大型水力を含めて 9%  
9% = 900億kWh

2020年  
再生可能エネ比率: 20%  
(大型水力を含め)  
20% = 2000億kWh

How?



# テーマその1: 緊迫する省エネ対策

■ 電力供給能力低下のため、東京電力、東北電力は計画停電を実施したが、社会的影響の重大さが問題化。そのため大口電力消費者への15%節電義務を7/1から課した。

「昨年と同じ時期の電力使用量(1時間ごと)の85%を使用上限とする(15%の節電)。医療、福祉、衛星関係の事業所は制限を免除される。また、交通、物流関係などで、制限の一部を免除される場合もある。…違反した者には、100万円以下の罰金が科せられる場合がある。東京電力管内では9月22日まで、東北電力管内では9月9日まで続く予定。」

- 省エネマインドの定着効果。
- 省エネ生活の常識化

## テーマのポイント

■ 省エネ推進のための政府支援を活用し、有効な設備投資を推進するチャンス。

(平成23年度エネルギー使用合理化事業者支援事業による設備更新による省エネ)

# 平成23年度エネルギー使用合理化事業者支援事業

## 背景:

- 1) 地球温暖化問題への対応（1990年比で温室効果ガス6%の削減）
- 2) 省エネルギー設備投資の推進、エネルギー管理の適正化

## 目的:

エネルギー消費の抑制（一定の負担を生じても、国の支援の元で実施する）

## 事業内容:

工場、事業所等において、省エネルギー率が1%以上、または（年間）省エネルギー量が500kl以上である省エネルギー事業を募集し、「技術の先端性」、「省エネルギー効果」、「費用対効果」を踏まえ、政策的意義が高いと認められるものに対して国庫補助金の交付を行う。

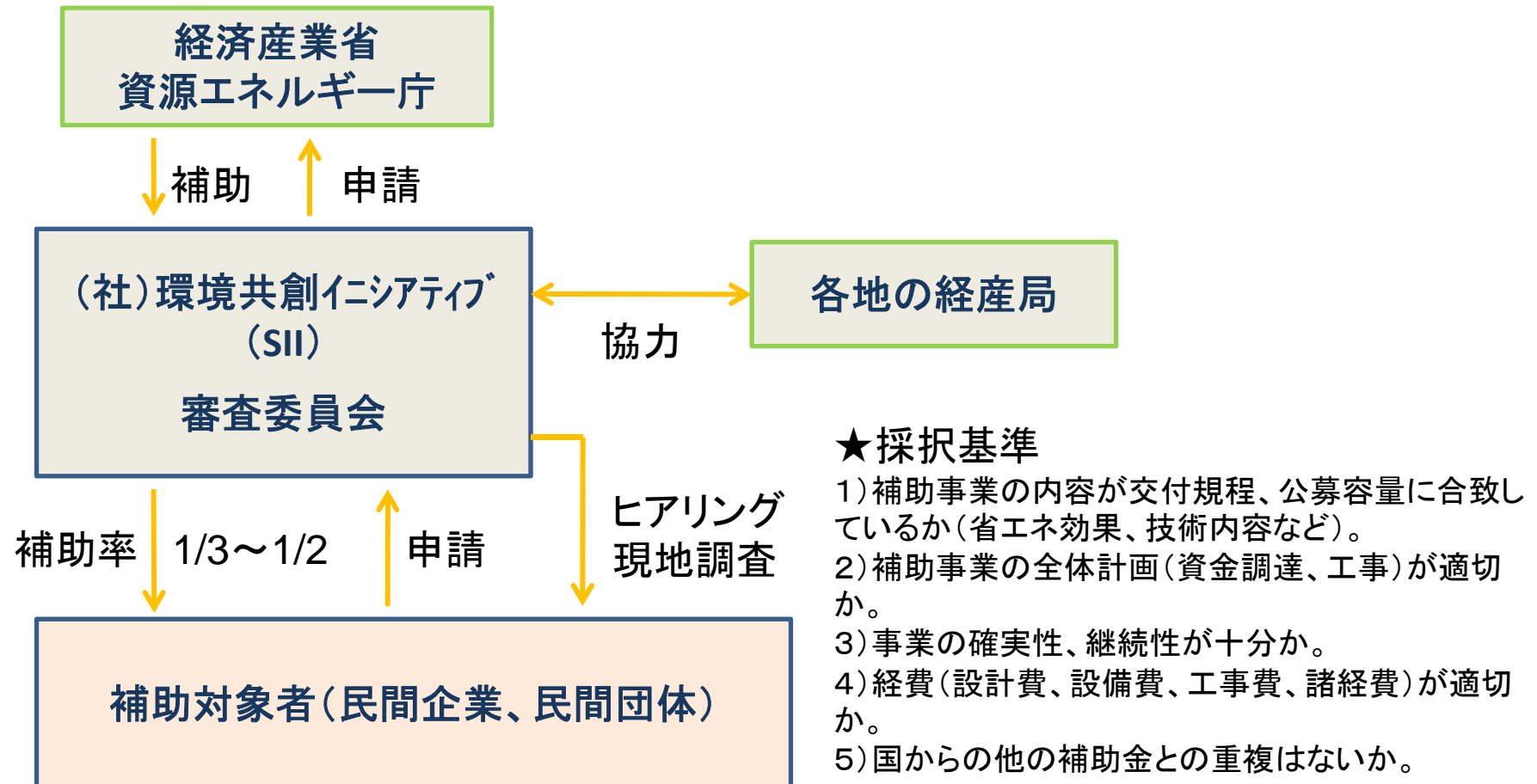
**補助率:** 1/3 以内 1件当たりの補助金の上限は50億円/年度（下限100万円未満）

**事業規模:** 総額150億円

## 実施状況:

- 1) 緊急節電対応事業(5/30~6/15) 27件採択（応募総数:31件）
- 2) 1次公募(5/30~6/24) 221件採択（応募総数:270件）…予算消費額57億円
- 3) **2次公募(8/8~8/29)**

# 事業の実施方式



---

■ 応募事業者の分類

製造業:38%、運輸業・郵便業:22%、卸売業・小売業:13%、  
生活関連サービス業・娯楽業:9%、医療、福祉:5%、……

■ 応募者の地域分類

北海道地域	:	9件	
東北地域	:	9件	
関東地域	:	62件	
甲信越・北陸地域	:	38件	(同一事業者から12件)
東海地域	:	29件	
関西地域	:	39件	
<b>中国地域</b>	:	<b>24件</b>	<b>(島根2, 岡山6, 広島9, 山口7)</b>
四国地域	:	18件	
九州地域	:	32件	
沖縄地域	:	5件	

---

## ■ 提案時のポイント

現状設備の更新によるが基本であるため、新しい用途の提案は難しい。  
従って、現状設備による生産量(出荷量、サービス提供時間など)を同一として  
設備更新による新旧対比による省エネ量比較が基本。

## ■ 採択された事業の代表事例

- 照明器具の更新 (蛍光灯→LED照明へ)
- 空調設備の更新 (旧式吸収式冷凍機→高効率ターボ冷凍機)
- ボイラーの更新 (重油炊きボイラ → 都市ガス、電動HP)
- 建設・荷役機械 (既存設備 → ハイブリッド化)
- 新型漁船への更新 (旧式の漁船 → 最新式漁船)
- 変圧器の更新 (旧式変圧器 → 高効率型)
- 機関車の更新 (旧型ディーゼル機関車 → ハイブリッド機関車)
- 空調設備の更新 (換気システム更新による自然空調化)
- 電熱源設備の更新 (旧型発電+ボイラ設備 → コージェネシステム)
- その他事例：インバータ能力可変型、大型機器の複数小型化…、

## テーマその2:再生可能エネルギー活用による地域活性化

---

直面するエネルギー問題に対し、我々周辺の「**自然**」を活かした「**共生型エネルギーインフラ**」を提案する。

### 共生型エネルギーインフラの条件:

- 1) 経済的な優位性を保つこと。
- 2) 地域コミュニティにとって有効であること。
- 3) 地域の活性化に直結すること。
- 4) 震災に強く、ライフライン確保に貢献すること。

# 共生型エネルギーインフラの提案

## 着目点:

- 1) 経済的な優位性を保つこと。  
再生可能エネ電力の全量買い取り制度。  
(¥20~15/kWh 15~20年間 買い取り保証)
- 2) 地域コミュニティにとって有効であること。  
雇用確保, 安価な熱供給, 国際的流通商品の確保
- 3) 地域の活性化に直結すること。  
林業, 農業の活性化に直結する。
- 4) 震災に強く、ライフライン確保に貢献すること。  
分散独立型エネルギーインフラが原則。

## 提案

発電+熱供給+燃料製造事業

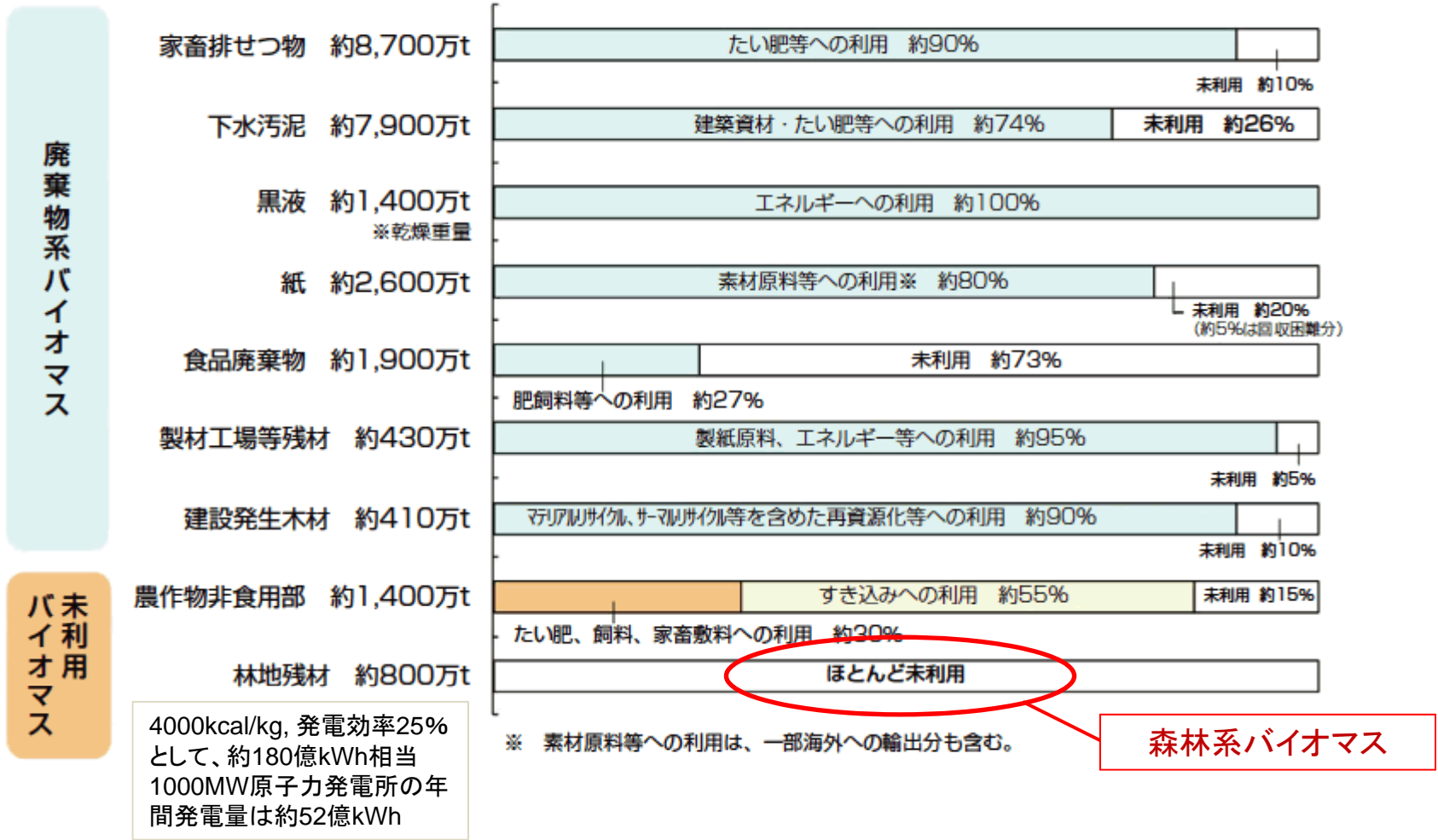
+

小水力発電事業

両者を電力負荷・熱負荷に応じて

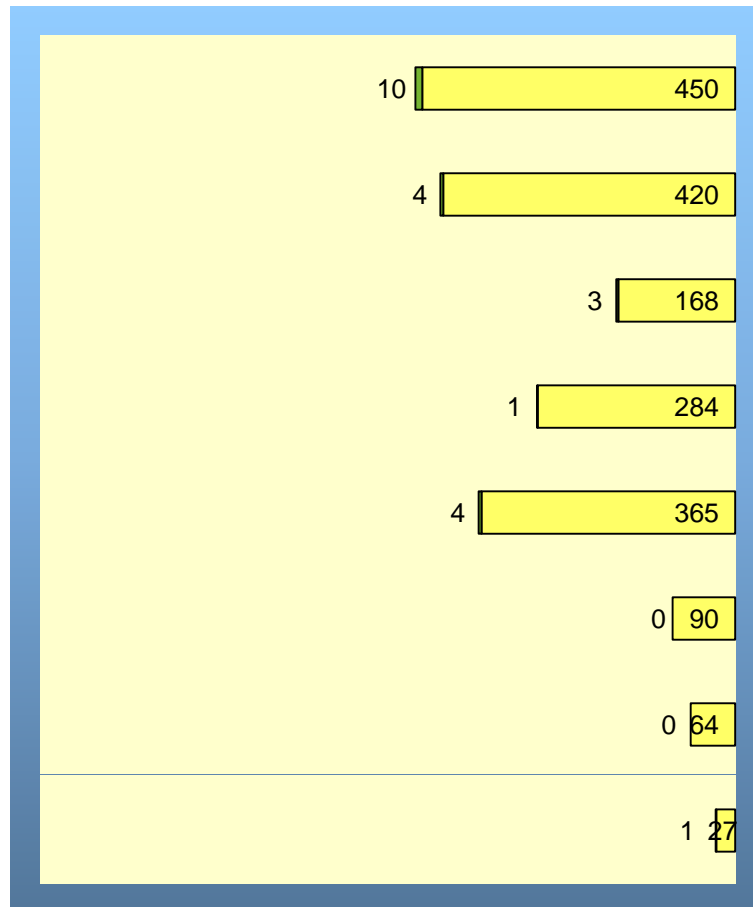
使いこなす

# 着目 森林系バイオマス発電の可能性

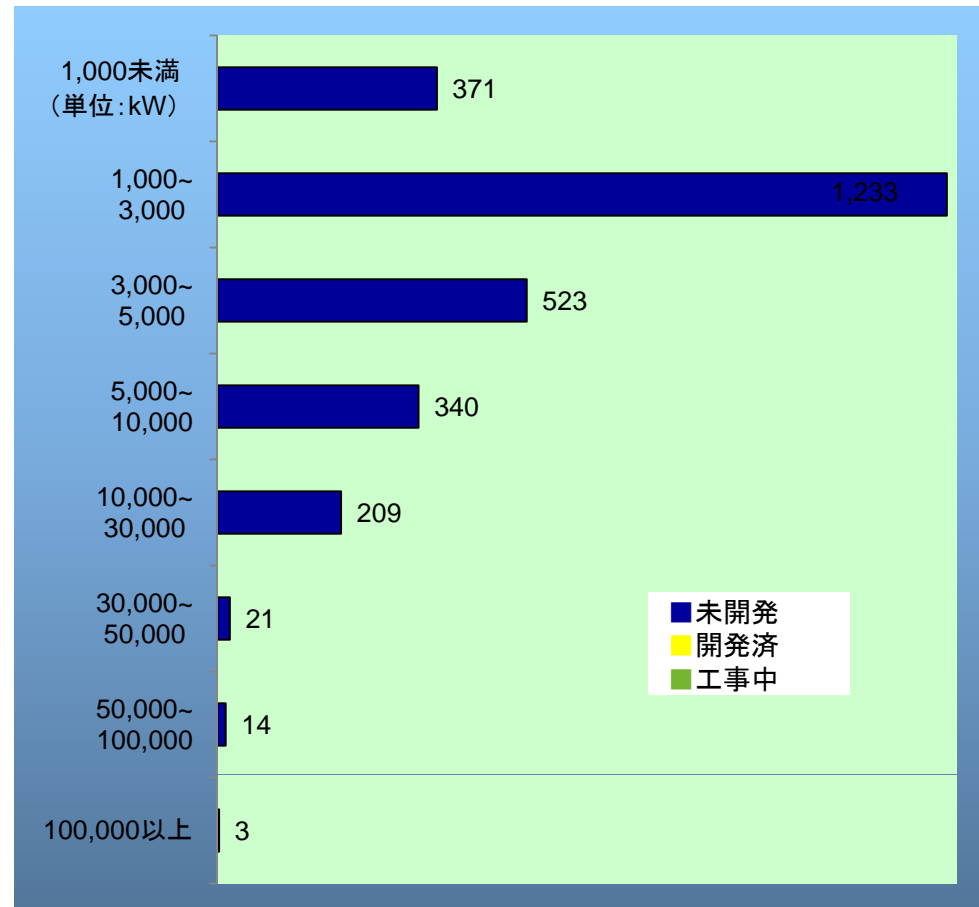


# 着目 中小水力発電の可能性

既開発地点数 左端の数字は工事中地点数



未開発地点数 今後の開発ポテンシャルがあるのは中小規模水力である



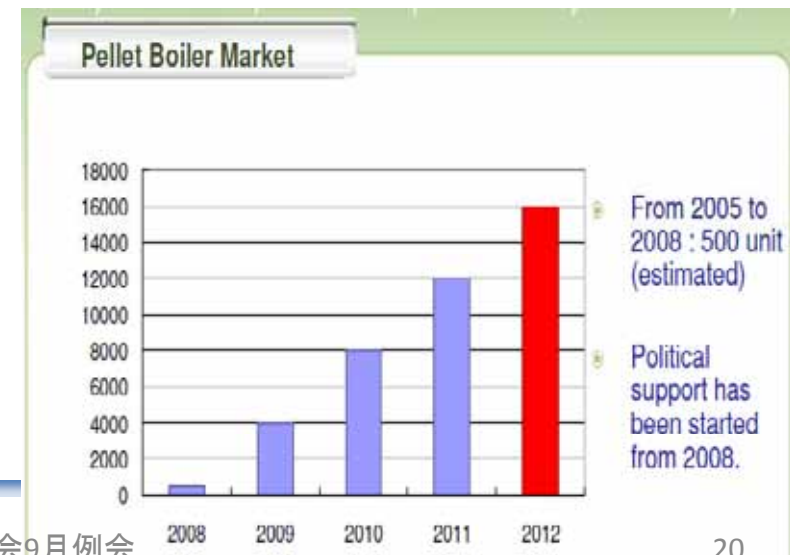
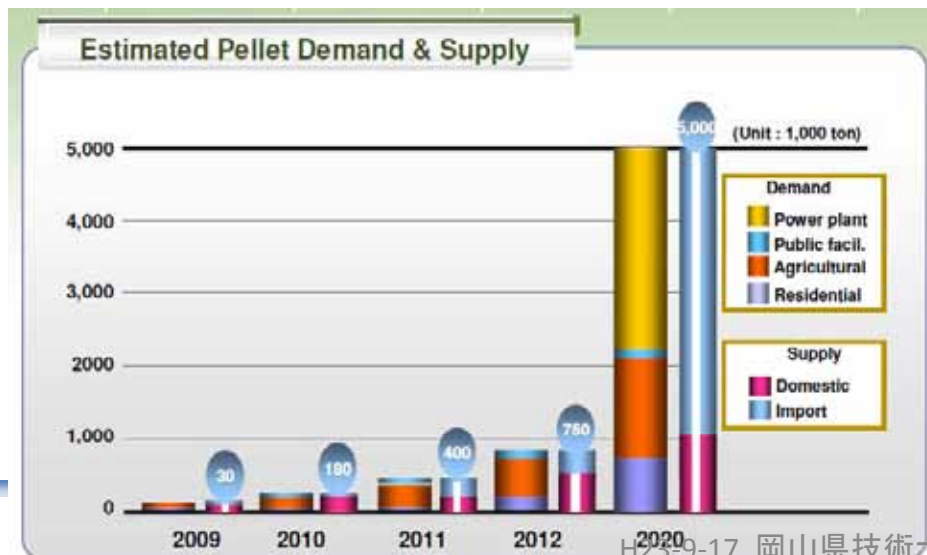
出典) 資源エネルギー庁「水力発電に関する研究会中間報告」(2008年7月)

## 再生可能エネルギー買取制度の概要

	現 行	新 制 度	
発電方式	太陽光	太陽光	風力、 <b>中小水力</b> 地熱、 <b>バイオマス</b>
範 囲	住宅の余剰分	住宅の余剰分、住宅以外の企業 などはすべて	すべて
買取価格(1kWh)	42 円	未定。当初は高めで設定し 徐々に低減	15～20 円
買取期間	10 年	住宅は10 年、住宅以外は 15～20 年	15～20 年
家庭の負担額 (10年後)	100 円程度	150～200 円	

# 事業の経済性検討

- 1) 再生可能エネルギーの**全量買取制度**の骨格が策定
  - ・ H24年7月より、買取単価は¥20/kWh (15年間) となる模様
- 2) 独立系発電会社 (IPP) によるバイオマス燃料の買い取り、電力会社による石炭混焼発電の取組が活発化
  - ・ 関西電力舞鶴発電所1号機 (石炭火力900MW) 年間6万トン (輸入ペレット)
  - ・ 中国電力三隅発電所 (石炭火力1000MW) 年間3万トン (林地残材バイオマス)
  - ・ 中国電力新小野田発電所 (石炭火力500MW×2) 年間2~3万トン (間伐材) NEDO事業
- 3) 世界的なペレット、ペレットボイラー市場が拡大 (各国が輸出拡大に取り組む状況)
  - ・ 出典: Gyu-Seong Han [Wood Pellet Production and Trade in South Korea]



# 韓国でのペレット購入状況

- 韓国では林業は活発ではないが、極東における木材流通のハブ化を目指している。
- 同様に、周辺国へのペレットボイラーを含む林業関係機器の輸出にも注力(ハブ化を目指す)。

## ペレット市場 参考データ (韓国の場合)

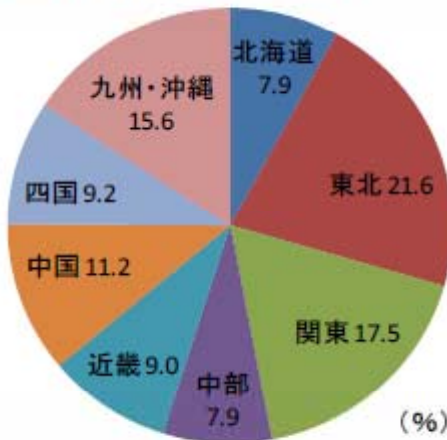
Wood Pellet Import 2009. 7

	Tot	CHN	CAN	VIE	IDN	JPN	USA	GER	CHI	POL
Amt (ton)	7,382	6,123	562	523	63	4	14	13	39	38
Amt (1,000\$)	1,091	876	116	50	5	3	9	10	7	15
¥/ton	11823	11445	16512	7648	6349	60000	51428	61538	14358	31578

Source : Korea International Trade Association

## 中国地域における農林業・製材業起源バイオマスの経済性

農林業・製材業起源木質バイオマスの全国シェア



出所: NEDO資料より作成

未利用林地残材(800万トン/年)の11.2%=89.6万トンの森林系バイオマスを中国地域は保有する。

仮に、この森林系バイオマスの発熱量を 2000kcal/kg とすれば、

総発熱量は

$$89.6 \times 10^4 \times 10^3 \times 2000 = 179.2 \times 10^7 \text{ Mcal}$$

総発電量は

$$179.2 \times 10^7 \text{ Mcal} \times 0.25 \times 1.163 = 52.1 \times 10^7 \text{ kWh}$$

仮に1kWh当たり¥20で売り電可能とすれば、

**年間104.2億円の収入**となる

この他、**約125 × 10<sup>7</sup> Mcal の熱供給**が可能である。

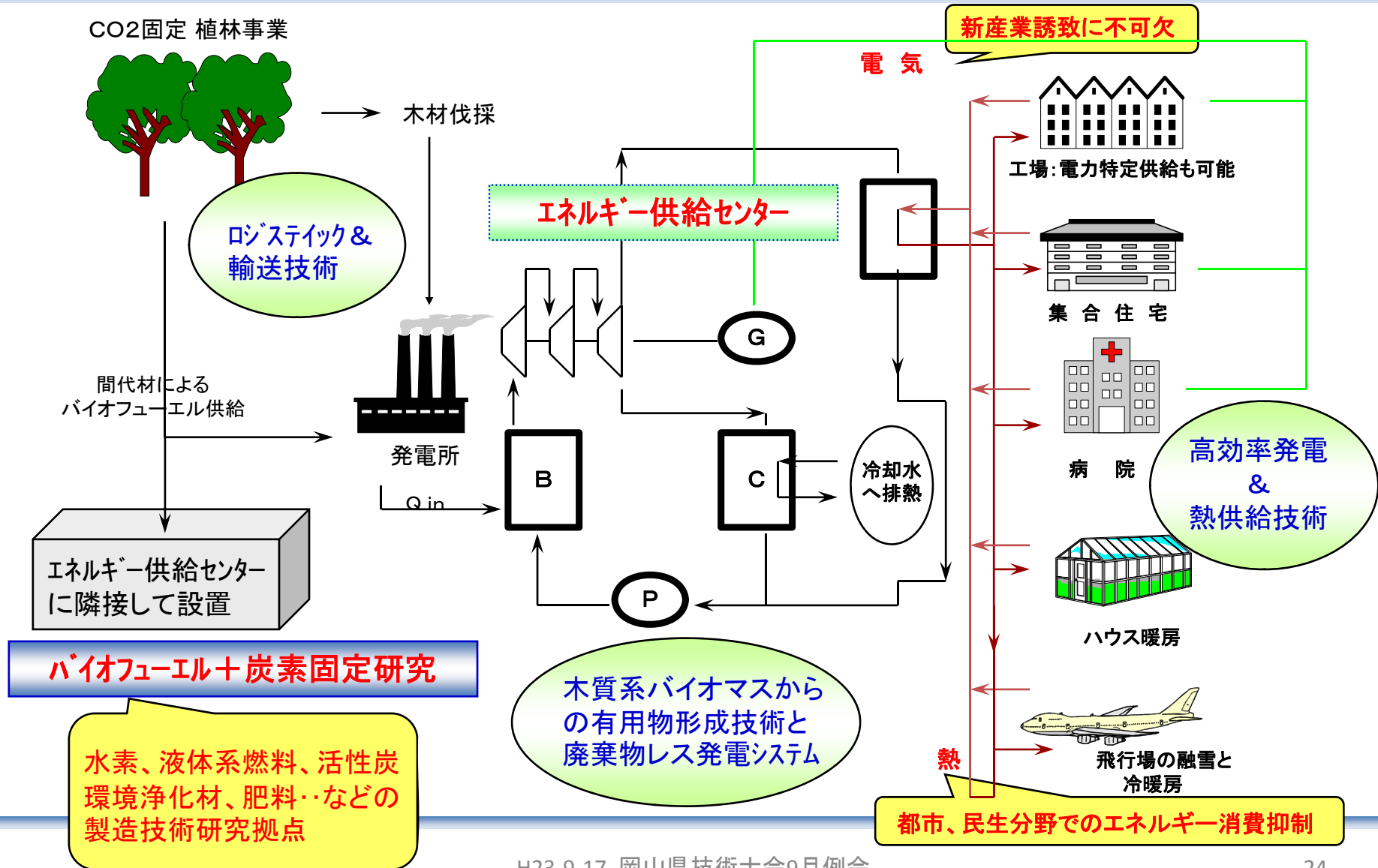
**これは灯油換算(8767kcal/リットル)、142580kリットル相当金額的には(¥75/リットルとして)、107億円相当**

# 木質系バイオマスエネルギー 利用事例の設備規模と利用形態

木質系 バイオマスの種類	設備規模とエネルギー利用形態のイメージ				
	1t/日	10t/日	100t/日	300t/日	1000t/日
森林バイオマス 〔 林地残材 〕					
工場端材 〔 生産端材 おが粉・バーク 〕					
建設廃材					
エネルギーの 利用形態と用途	<b>小規模</b> ペレットストーブ ……住宅・公共施設 ペレット(チップ)ボイラー ……公共施設 ガス化発電 ……工場内利用	<b>中規模～大規模</b> 直接燃焼発電……工場利用、売電 直接燃焼熱利用 ……木材乾燥、工場熱源、暖房、給湯、冷房 海外での直接燃焼利用……売電、地域熱供給 海外でのガス化発電、石炭混焼発電……売電			

出典: NEDOバイオマスエネルギー導入ガイドブック

# 森林系バイオマス スマートタウン

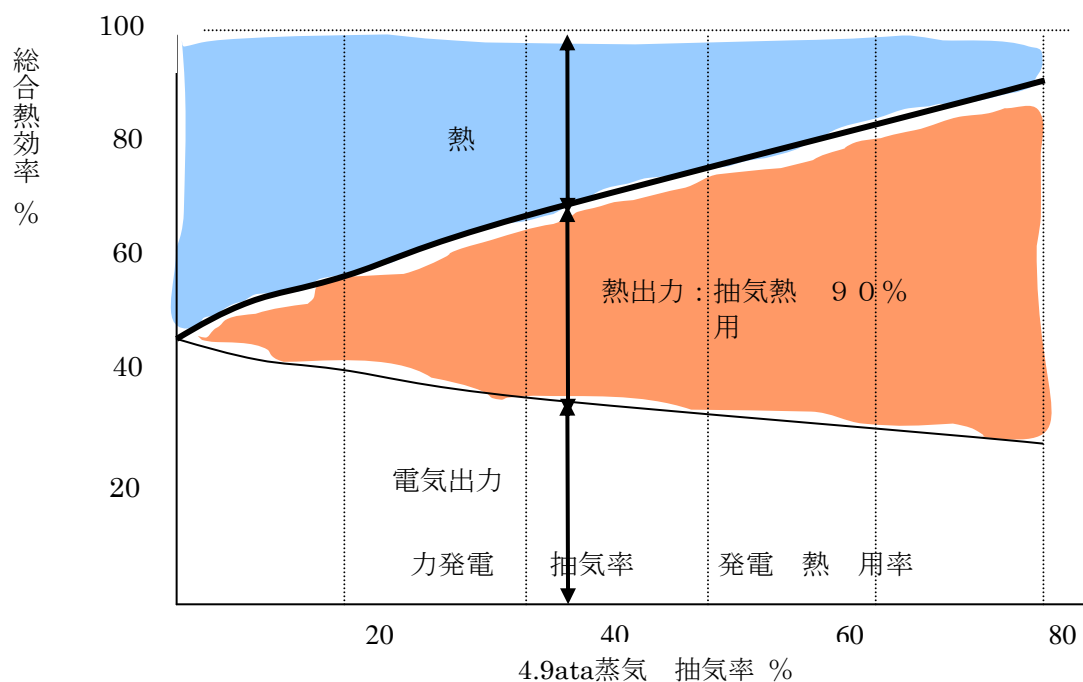


# 森林系バイオマス活用プラント

## 200MW発電所での抽気蒸気量による総合熱効率値の推算結果

(飽和温度150℃蒸気:圧力4.9ata 抽気蒸気エンタルピー729kcal/kg, 熱水エンタルピー151kcal/kg 90%活用)

抽気量 (%)	供給熱量	発電出力	総合熱効率
58ton/h (10%)	35MW	189MW	52%
116ton/h (20%)	70MW	179MW	57%
232 ton/h (40%)	140MW	157MW	68%



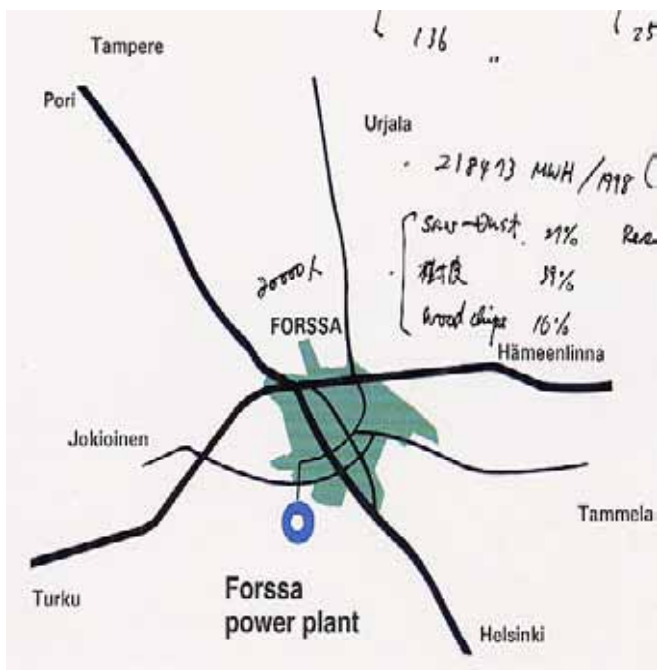
林地残材 800万トンを使用した場合、  
 発熱量:4000kcal/kg  
 発電効率:25% として、  
 約180億kWh相当 プラス  
 540億kWh相当の排熱

一方、1000MW原子力発電所の年間発電量は約52億kWh

但し、原子力発電所は排熱活用(熱供給)が、ほぼ不可能な立地である。

# 北欧に見る 森林系バイオマス活用プラント

- \* フォルサン市：人口約2万人 中規模都市。産業は林業、工業など
- \* 発電所： 出力 電気 17.2MW 熱 48MW  
燃料 森林間伐材、おがくず・樹皮などの製材所廃棄物
- \* 熱供給配管 既存インフラ使用
- \* プラント 発電機 (18MW/1500rpm)、タービン (7500rpm)  
ボイラー (510°C、61bar、22.8kg/sec、流動床型)
- \* 運用状況 設計効率 90%、運用状況 熱 155GWH/年、電気 136GWH/年



Forssan 市の市街図に示された  
(電力+熱)の供給マップ

エネルギー販売価格は 国内の20~50%

電気供給:2000箇所、

熱供給:1000箇所

既存の熱供給インフラを活用

# 北欧に見る 森林系バイオマス活用プラント

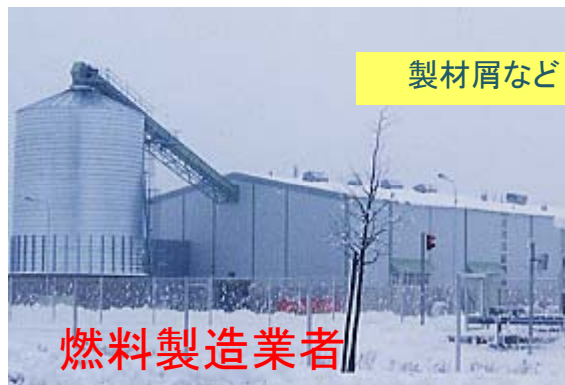
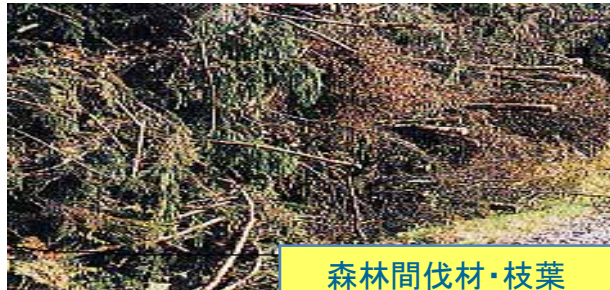


## 間伐材や製材所からの燃料集荷事例(北欧)

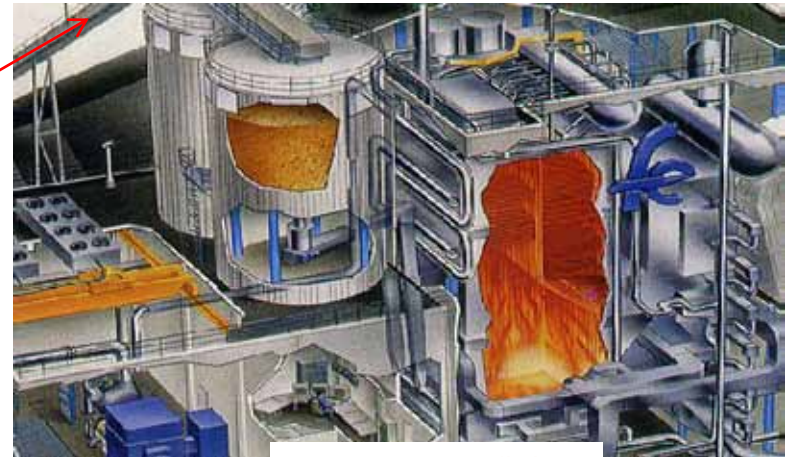
燃焼が目的であるので土場にて粉碎して輸送する

(林地から土場までの輸送手段合理化が不可欠)

# 北欧に見る 森林系バイオマス活用プラント



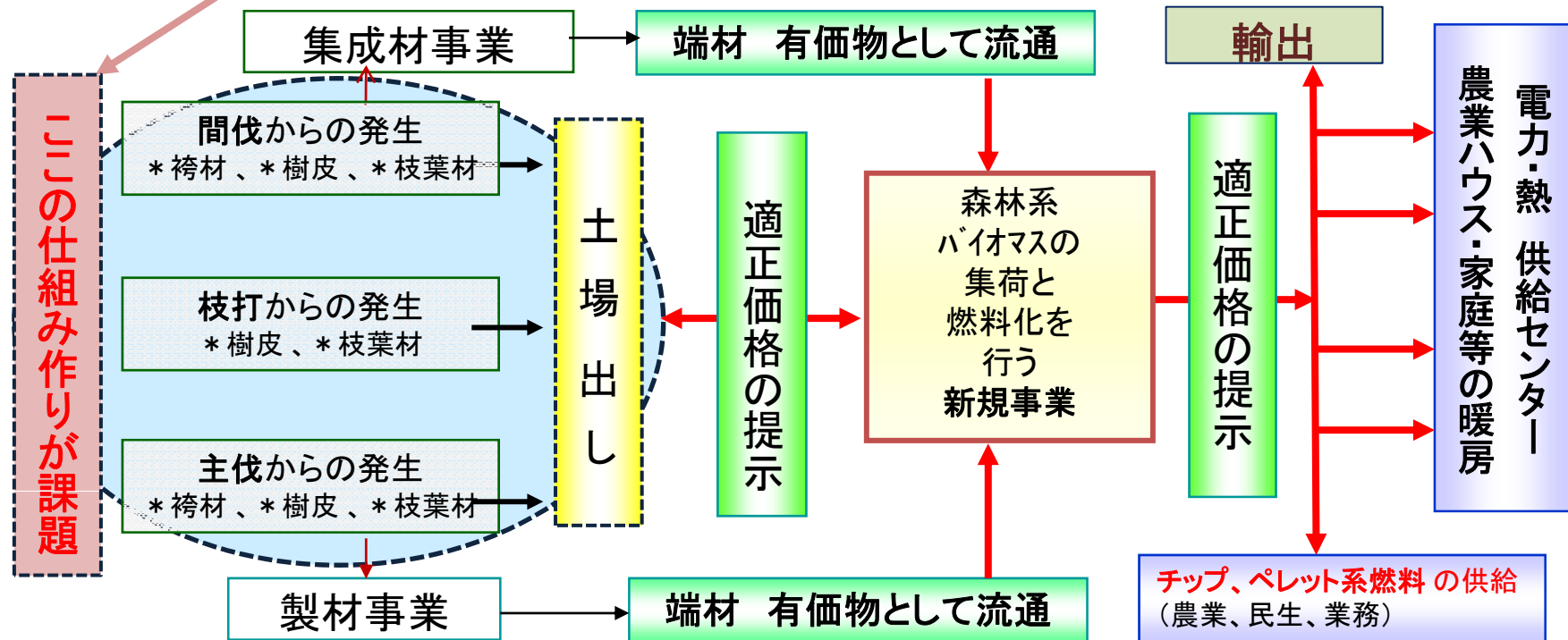
輸送



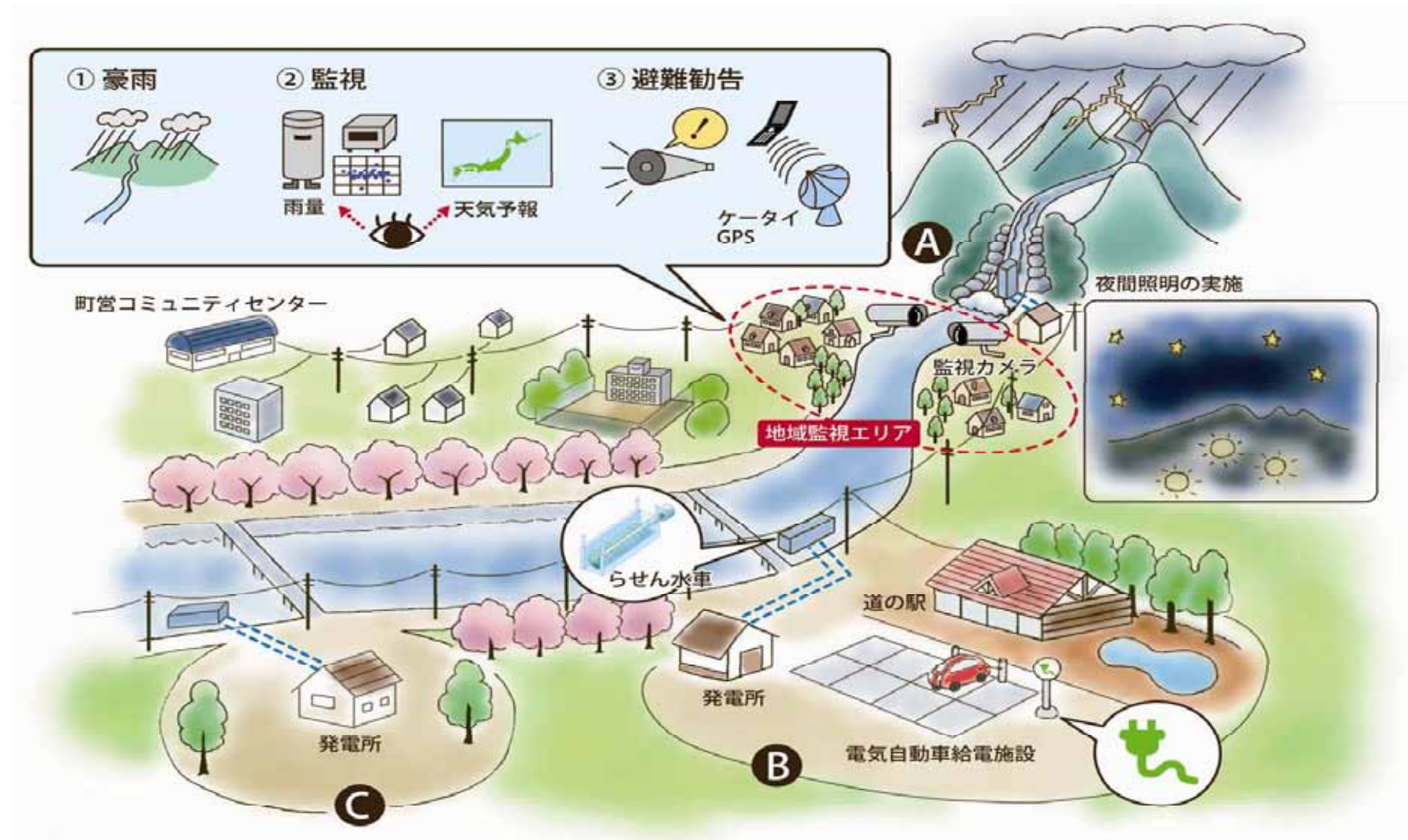
# 森林系バイオマス資源の流通と課題、展望



**課題)** 廃棄物処理との明確な差別化、山からの「財」を下ろす仕組み構築、国内の素材生産業者が減少・高齢化、  
**展望)** 戦後の植林から40年が経過し伐採期、外来材の価格上昇、石油系燃料の価格上昇 再生可能エネ活用



# 中小水力発電活用型 流域防災型スマートタウン構想



# 中小水力発電システム導入の課題と展望

## 我が国の小水力発電を拒む社会システムを改革 (国益に反する、管理省庁の監督業務交雑問題の解決)

### ■ 社会システム改革のポイント

#### ★ 障害となる社会システムを改革し、地域と一体的な開発推進

- \* 小水力発電の導入には大型ダム型発電と同様な書類審査が必要と言われている。許認可に関わる複雑な業態を簡素化できれば、従来の非技術的障壁が一気に取り払われ、製造と利用、ならびにメンテなどを含む新規産業の勃興が起こり、国内への普及、それに伴う東アジアの国々への国際貢献が進展し、就業人口の増大も可能となる。

### ■ 世界が要望する、自然エネルギー活用社会

- \* 環境に貢献する自然エネルギーそのものへの社会ニーズが拡大しており再生可能エネルギーによる電力の全量買い取り制度、排出量取引制度など、「グリーン電カインフラ」充実への機運にあり、地域への期待が高まっている。

# Ritz-Atro 社 らせん水車(ハイドロダイナミックスクルー)設置例

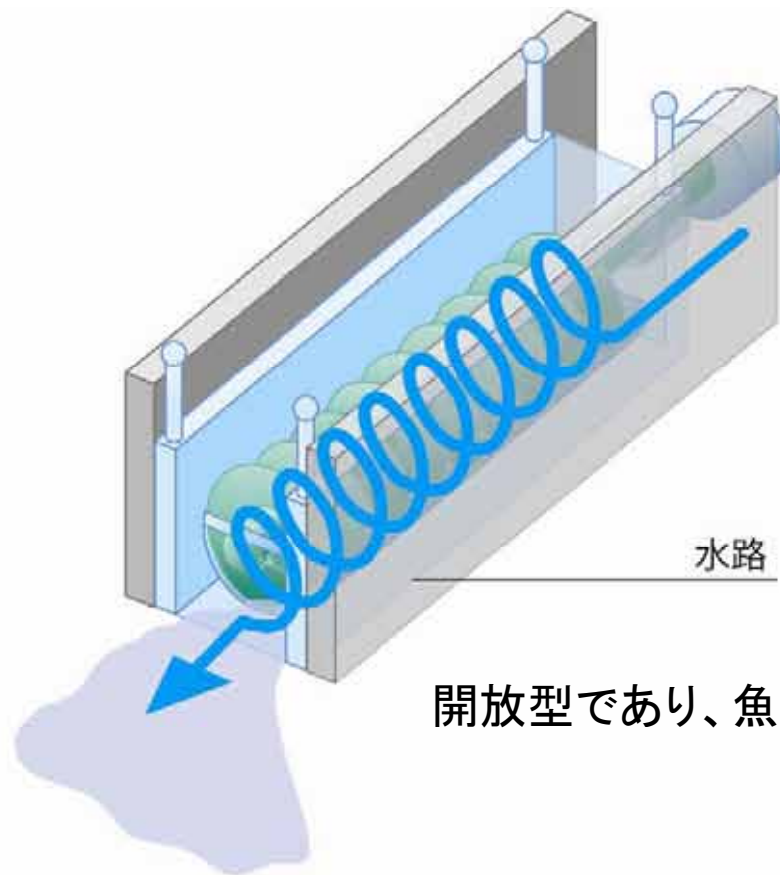


Ritz-Atro 社の 螺旋水車諸元 と概要  
Q=0.2~5.5 m<sup>3</sup>/s、H=1~10m、  
P=1~300kW  
水車軸の傾斜角度:経験値より 22°~35°  
水車の最高効率(実用値で) **80%**  
保証期間 2年間  
主な保守作業 年1回のギア部グリス交換

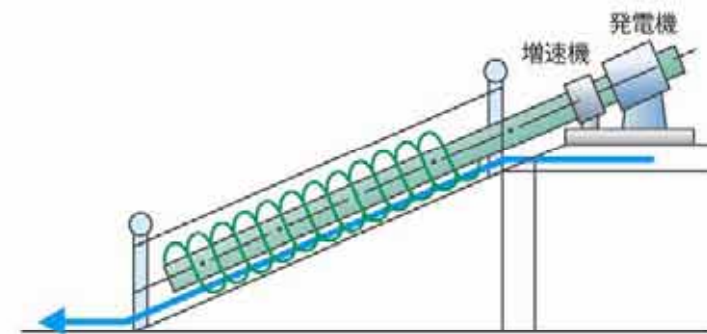
\* 1969年設立 本社(独)ニュルンベルグ  
従業員数:45  
円筒形らせん水車による水力発電システム  
の設計・製作  
コンサルも実施。らせん水車の60%を輸出  
(日本には代理店あるが輸出実績は無い)  
元々、下水道の揚水向けポンプを製作

(財)新エネルギー財団「平成18年度中小水力に関する海外情報収集調査」報告書より

# 低落差小水力発電向けらせん水車のイメージ図



断面図



開放型であり、魚やゴミに強く、保守が楽という特性を持つ

# 岡山県 笠岡市に設置されている雨水排水用のらせんポンプ

約236.4ヘクタールの流域からの降雨を速やかに笠岡湾へ排除する施設



口径2000mm × 70m<sup>3</sup>/分 × 6.63m × 150kW

# 中小水力発電事業の経済性

---

使用する河川水流量： 年間平均3.0トン／秒

使用落差：2.5m(有効落差)

稼働率： 95%

発電効率： 85%

=====

発電出力： $3.0 \times 2.5 \times 9.8 \times 0.85 = 62\text{kW}$

総発電量： $62 \times 8760 \times 0.95 = 519920 \text{ kWh}$

\* 仮に1kWhが20円であれば、年間の売り電量は約1040万円に相当  
同等の中小水力発電所を域内に5基設置すれば、年間収入は約5200万円

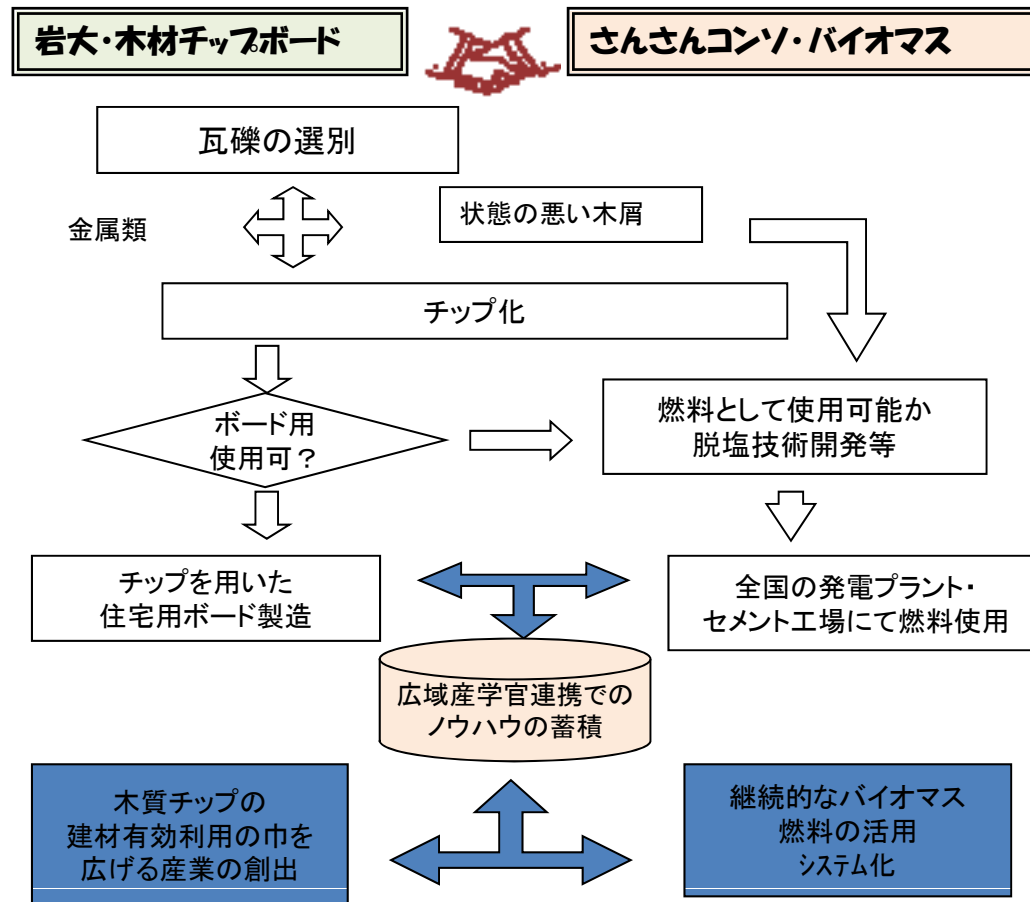
## テーマその3: 東日本大震災復興支援について

---



# 東日本大震災へ向けた地域支援活動の開始

## 東日本震災復興関連 瓦礫処理プロジェクト



# 東日本大震災へ向けた地域支援活動の紹介

## さんさんコンソ 東日本大震災復興プロジェクト (地域間の連携による支援事業の模索)

### 震災復興に向けて

東日本大震災により発生した推定 600 万トンの崩壊家屋をバイオマス燃料としてエネルギー活用する。これにより被災地での長期の大型雇用を創出する可能性を探る。

- 再生可能バイオマス資源  
火力発電用の再生燃料
- バイオマスボイラー併設地域

● 再生可能バイオマス資源  
火力発電用の再生燃料

■ バイオマスボイラー併設地域

宮城県長岡発電所  
新日本建設株式会社  
釜石発電所  
福島共同火力発電所  
福町火力発電所  
竹原火力発電所  
熊鷹火力発電所  
高小野田発電所  
二階発電所  
尾瀬火力発電所

国産炭素  
約 400 万トン  
を  
水素系バイオマス燃料  
として活用

火力発電所等シフト工場などの  
大口ユーザーへ  
(例: 石炭製鉄、  
セメント工場)

### 連絡会議立ち上げ

さんさんコンソ事務局

- 1 海水を汲びた地域産品の燃料化WG
  - ・燃料化の必要性の検討
  - ・石炭火力での試験 ・コンクリートキルン燃料
  - ・一般ボイラーの燃焼 ・ペレットストーブ燃焼
- 2 復興事業体の検討WG
  - ・被災地からのバイオマス燃料調達
  - ・ゼネコンによる復興事業者等の組織化
  - ・チャーター、ペレタイザー等の設備導入
  - ・バイオマスチップおよびペレットの貯蔵、出荷
  - ・事業開始地点ごとの雇用計画の確立
- 3 バイオマス燃料コーディネーターWG
  - ・火力発電事業者 ・コンクリート事業者
  - ・建設事業者 ・ペレット燃料事業者
- 4 バイオマス燃料の輸送WG
  - ・輸送手段とコストの検討
  - ・各事業体間の連携検討
- 5 国・地方公共団体等実証WG
  - ・環境省官庁事務所の働きかけ
  - ・被災地復興事業の推進と実証
  - ・雇用創出計画の策定
  - ・バイオマス燃料事業の支援

### 大学や専門家集団の技術課題・支援事項

- a) 海水を汲びた水質系バイオマス燃料時の試験、品質評価
- b) 燃料品質改善技術の検討
- c) バイオマス燃料の安定供給計画、安全確保技術
- d) 各 WG の経済的成り立ちの検討  
全体システムの経済的成り立ちの検討
- e) 地球温暖化防止への貢献効果の検討
- f) バイオマス燃料の調達体制の検討
- g) 輸送手段の選定と実証評価
- h) 復興現場水素供給化の検討
- i) 国内産炭素の活用  
国産炭素の活用終了後の事業モデル
- j) 国・地方公共団体の実証事業への働きかけと支援
- k) 官民連携へ向けた連携強化
- l) ガレキ中のアスベスト検査 (国産アスベスト分析)
- m) バイオマスチップ、バイオマスペレット燃料の燃焼試験

#### 連携する全体組織のモデル化と Total 評価手法の確立

復興事業体の組織化、水素系再生燃料の活用、これらを通じた復興事業の推進が、被災地復興への貢献が、本プロジェクトの最大の目的である。被災地復興、環境改善、経済創出、雇用創出、被災地復興への貢献が、本プロジェクトの最大の目的である。被災地復興、環境改善、経済創出、雇用創出、被災地復興への貢献が、本プロジェクトの最大の目的である。

実施項目	H 23年度	H 24年度	H 25年度
復興事業体による連携評価・検討	★		
燃料化試験			
燃料化試験 (石炭・地方公共団体の実証事業) ※実証事業	①	②	③
④国土交通省ピックアップ ※国土交通省の導入、事業化		①	②
復興事業体の組織			
バイオマス燃料事業者の育成 (環境的実証として実証)			
バイオマス燃料事業者の育成 (電力の供給、実証事業)			

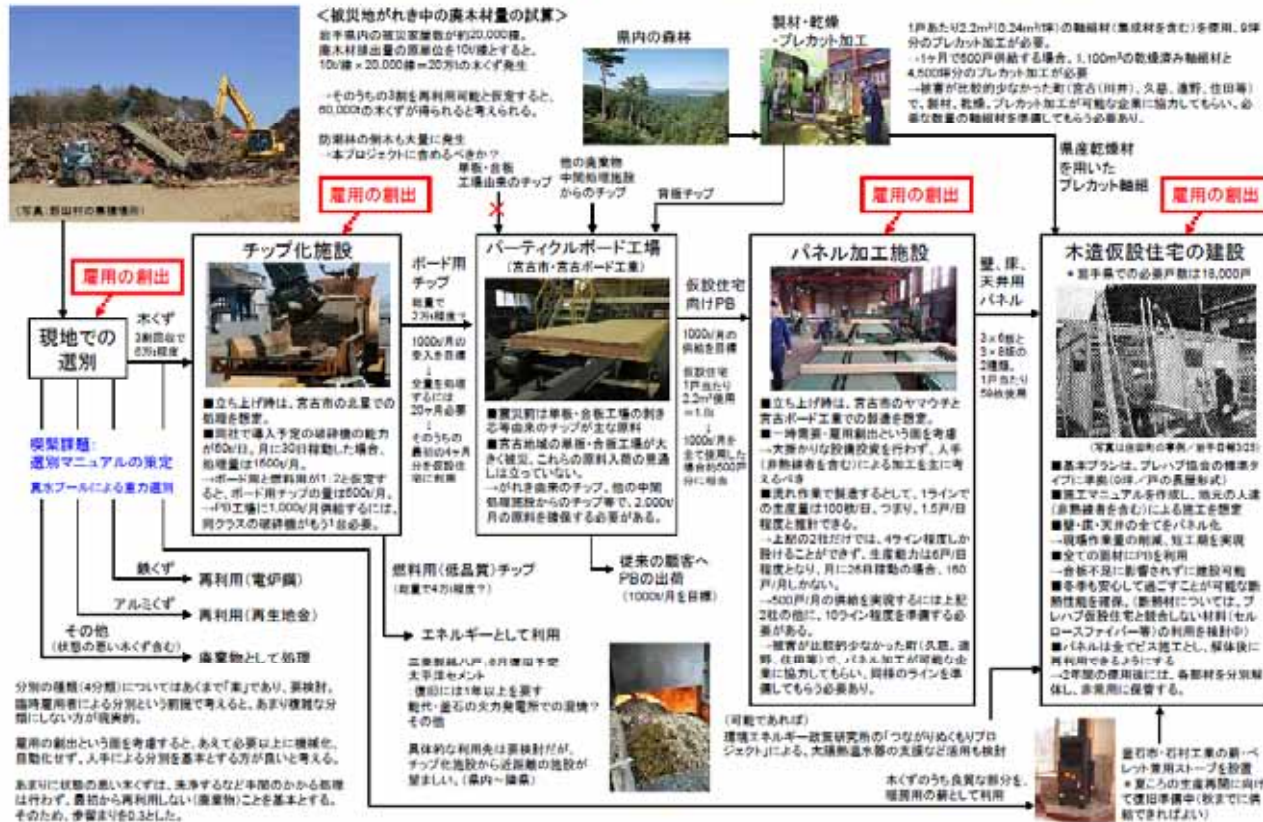
# 東日本大震災へ向けた地域支援活動の紹介

## 震災がれき処理の促進と廃木材を活用した仮設住宅建設プロジェクト(案)

—岩手県沿岸地域の木材関連産業の復興および雇用創出を目指して—

Ver.1.0(2011.04.11)  
岩手大学 熊野 豊  
岩手県立大学 西田 博平

第1ステップの目標: H23年6月～9月の4ヶ月間で、がれき廃材を活用した木造仮設住宅を2,000戸(必要戸数の1割弱、500戸/月)供給する



# 東日本大震災復興PJの紹介

---

さんさんコンソでは、被災者の方々が一日も早い「日常」を取り戻すために、被災地での緊急の雇用確保と、新たな生活を始められる被災者の方々の、安定生産活動の保証と、我が国共通の将来的なエネルギー問題解決に向けて、東北地域の固有性に着目した取組を、東北地域の大学と協働しています。

- (**長期的視点**) 森林系バイオマスを活用した、電力・熱供給インフラを有するスマートバイオマスタウン構想の推進
- (**中期的視点**) 農地、沿岸域の生産性修復事業を通じ、被災された農業・漁業従事者の雇用確保、将来設計の提示
- (**短期的視点**) 崩壊家屋、流木等由来の木質系バイオマスの選別事業と、その活用による、緊急雇用と有価物製造(バイオマス燃料、建設資材等)による、「衣食職住」の確保、新規事業の開始。

# 東日本大震災の復興へ向けた提言書の狙い

## 1) 被災地での廃棄物処理等に関連した雇用確保の推進。

崩壊家屋や流木など、木質系バイオマス活用の観点から、**がれき処理**を有意義に進める。

また、パーティクルボード製造(仮設住宅建設資材)、ならびにペレット等の燃料製造を行い、仮設住宅などの暖房、熱供給、給湯用燃料として活用。余剰分は販売し震災復興資金とする。

## 2) 被災地の**土壌・海洋汚染対策**の推進。

国が被災した田畑や沿岸域を一時借り上げ、土壌汚染ならびに海洋汚染回復事業を実施する。

具体的には、農業従事者、漁業従事者を雇用し、大学研究者等との連携して、ファイトレメディエーションの実施や、港湾・沿岸域の生産性回復のため、海藻育生、藻場形成事業を実施する。修復が完了時点で借り上げ地域は、本来の持ち主に返還され、農業従事者や漁業従事者による、本来の生産活動へ移行する。

## 3) 長期的視野からの、**森林系バイオマス活用(電力・熱供給等)事業**の形成。

国内林業の活性化へ向け、森林系バイオマスを活用する有価物生産拠点、電力・熱供給インフラを保有する**復興都市(スマートバイオマスタウン)の建設推進**と、バイオマス系燃料や有価物の国内流通の確立。

重要なことは、**健全な森は健全な海を育てる**ことを念頭に、震災復興計画における街作りにおいて、開発初期から長期にわたるエネルギー政策の具体策として、熱供給配管などの敷設を実施することである。

ご静聴ありがとうございました。