

# 木質バイオマス発電を進めるに際しての 基本問題の体系的整理

ーバイオマス最先端を行くドイツとの比較ー

2014年2月20日

梶山 恵司

- すべての再生可能エネルギー源が豊富に存在。
- 世界でも有数の再生可能エネルギー賦存量。
- 風力、太陽光、地熱、バイオマス等々。
  - ✓ 風力の潜在量は、約39,000億kWh(cf. 日本の総発電量9,500億kWh)。
  - ✓ 太陽光発電の稼働時間は1,300時間(ドイツ1,000時間)。
  - ✓ 地熱の潜在量は世界第3位。



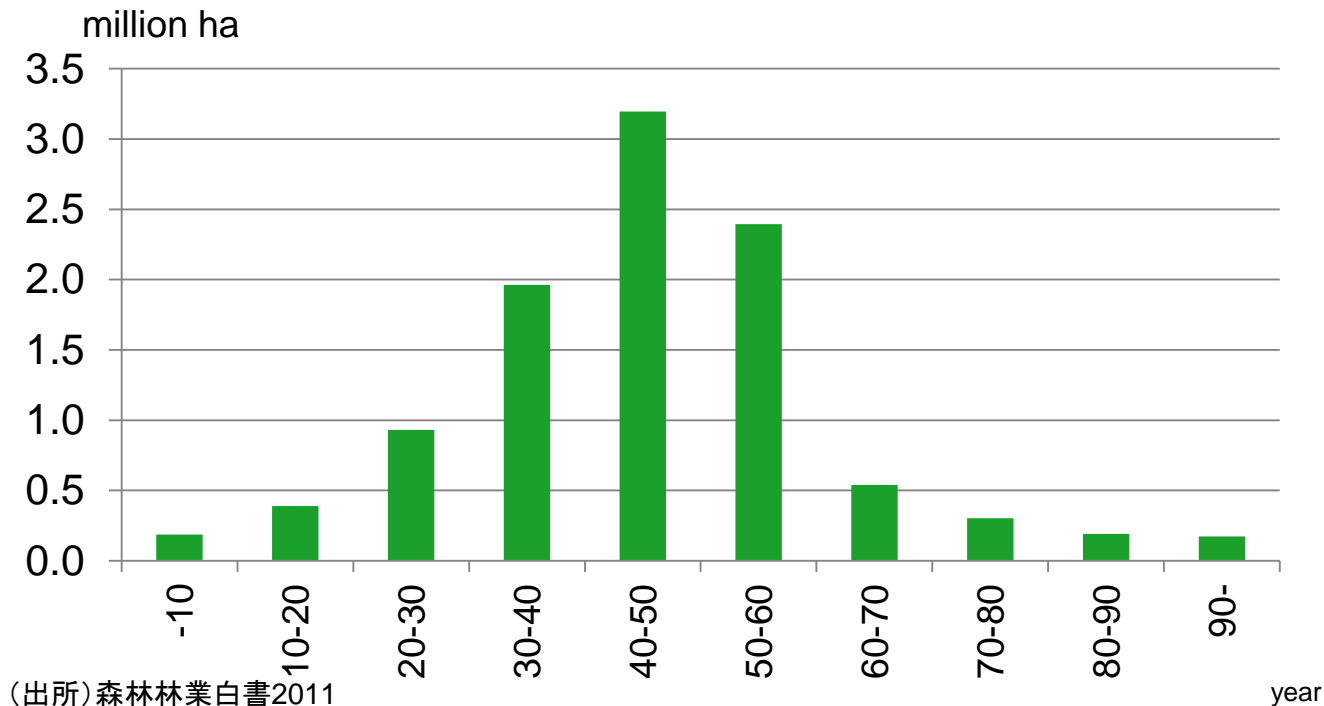
- 中でも特に高いバイオマスのポテンシャル。
  - ✓ 熱、発電ともに利用可能。

- 森林蓄積は60億 $m^3$ で、欧州最大を誇るドイツの倍。
- 年間成長量1.8億 $m^3$ 。木材生産量2,000万 $m^3$ 以下。

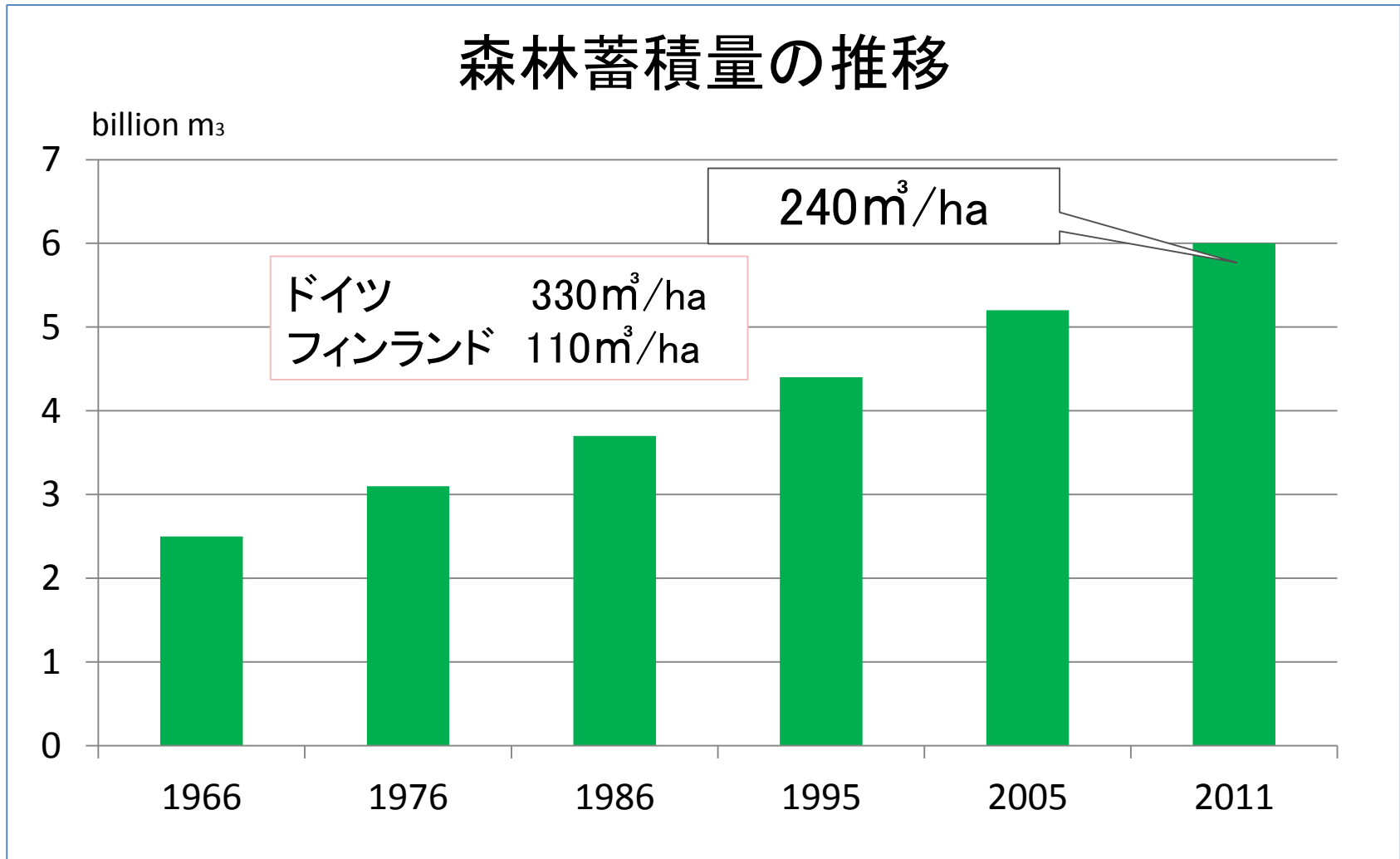
森林資源の国際比較				
		日本	ドイツ	オーストリア
森林面積	(万 ha)	2,500	1,000	400
森林蓄積	(億 $m^3$ )	60	34	11
年間成長量	(万 $m^3$ )	>180,00	12,500	3,100
木材生産量	(万 $m^3$ )	<2,000	5,000-6,000	1,900

- 戦後の復興期に木を伐りつくす。
- その後、植林。長い間、木を育てる林業が続いた。
- 8割が60年以下。

## 森林の林齢構成 2011



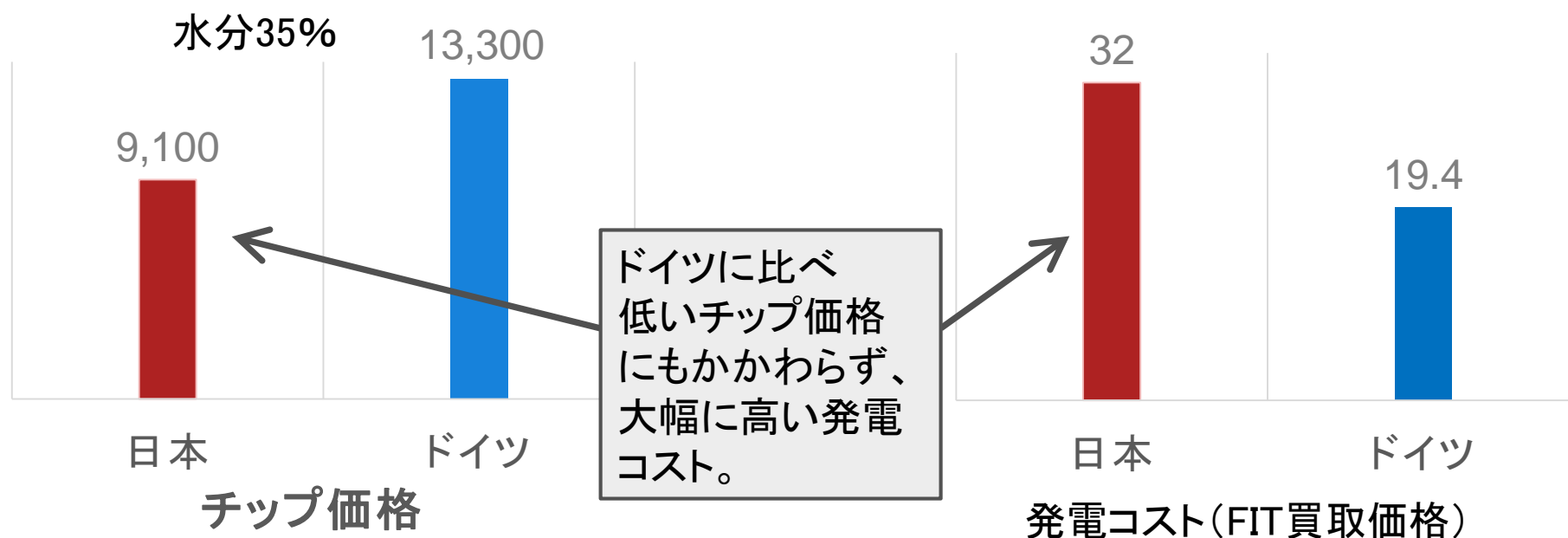
## 森林蓄積量の推移



- バイオマスを使えば使うほどみんなが幸せになれるドイツ。
- バイオマスを使えば使うほどみんなが疲弊しかねない日本。

## チップ価格と発電コストの日独比較

単位：円、1ユーロ=140円換算。



(注)ドイツは、5000kWの設備の場合。日本は規模別の価格設定はない。

# バイオマス利用の基本

- 工場残材、林地残材等、残材はすでに大量に発生。
- 丸太の5割以上は残材。
- 工場残材は低い価格で販売。ないし、カネをかけて廃棄物処理。
- 残材をエネルギー利用することによって、ゴミが宝に。丸太価格を引き上げることが可能に。
- より大量の燃料調達も。



# バイオマス燃料の種類

林地残材



工場残材



バーク(樹皮)



剪定枝



- エネルギーをいかに効率よく使うか。
- 発電だけでは、エネルギー効率は2割程度、8割は捨てることに。
- 熱利用では、エネルギー効率は8割以上。
- 最終消費段階で使うエネルギーは、5割が熱。どこにもある熱需要。
- 熱は地域で消費。バイオマスの熱利用は、地産池消型エネルギー利用の典型。
- 条件が合えば(熱電併給できれば)、発電も可能。

- ❑ 発電のような大型ボイラーは、多様な燃料に対応できる（ゴミを宝に）。
- ❑ 日本では丸太から作る水分の低い高品質チップを燃料。  
⇒ 森林資源に負担、資源の無駄遣い、チップ乾燥にエネルギー消費。



- ❑ 熱電併給。発電のみでは、膨大なエネルギーロス。
- ❑ FIT買取価格（売上げ）は20年間固定。しかし、燃料代が20年間固定ということはありません。
- ❑ 燃料代高騰に備えて、熱の販売による収入源の確保が必須。

# 日本のバイオマス発電の現状

# 丸太から作る高級チップを燃料利用





発電用バイオマス燃料を乾燥するための  
バイオマス乾燥機

- 構造上(循環流動層)、丸太から作る水分の低いチップを要求。
- エネルギー効率26%をうたっているが、チップ乾燥に多くのエネルギーを消費しているため、実質は20%程度。

## ■チップ燃料代のうち、林業への還元は3分の1

### グリーン発電会津燃料代内訳

	円
チップ加工	3,000
工場内運搬	1,500
諸経費	500
会津発電?	5,000
<b>林業</b>	<b>5,000</b>
計	15,000

(出所)林経協季報2013.12より  
発電所調達コスト12000円(水分40%)=15000円(水分50%)



- バイオマスは、形状・水分が多様。これをいかに効率よく燃焼し、熱を回収するか。
  - 炉の構造、断熱構造、空気の送り方、灰処理等。
  - オーストリア、ドイツでは、20年以上の経験・ノウハウを蓄積。
- 
- 石炭火力の技術をベースとする循環流動層。
  - 焼却炉由来の「木質バイオマスボイラー」。



- ドイツ等では、バークや水分の高いチップを燃やす技術が確立。
- 日本では、これら燃焼技術が不在。

## バークをそのまま燃やす欧州製ボイラー(山形県の製材工場)



- 林地残材収集の技術・理論のベンチマークがない。
- 林地残材収集の前提としての路網・作業システム。

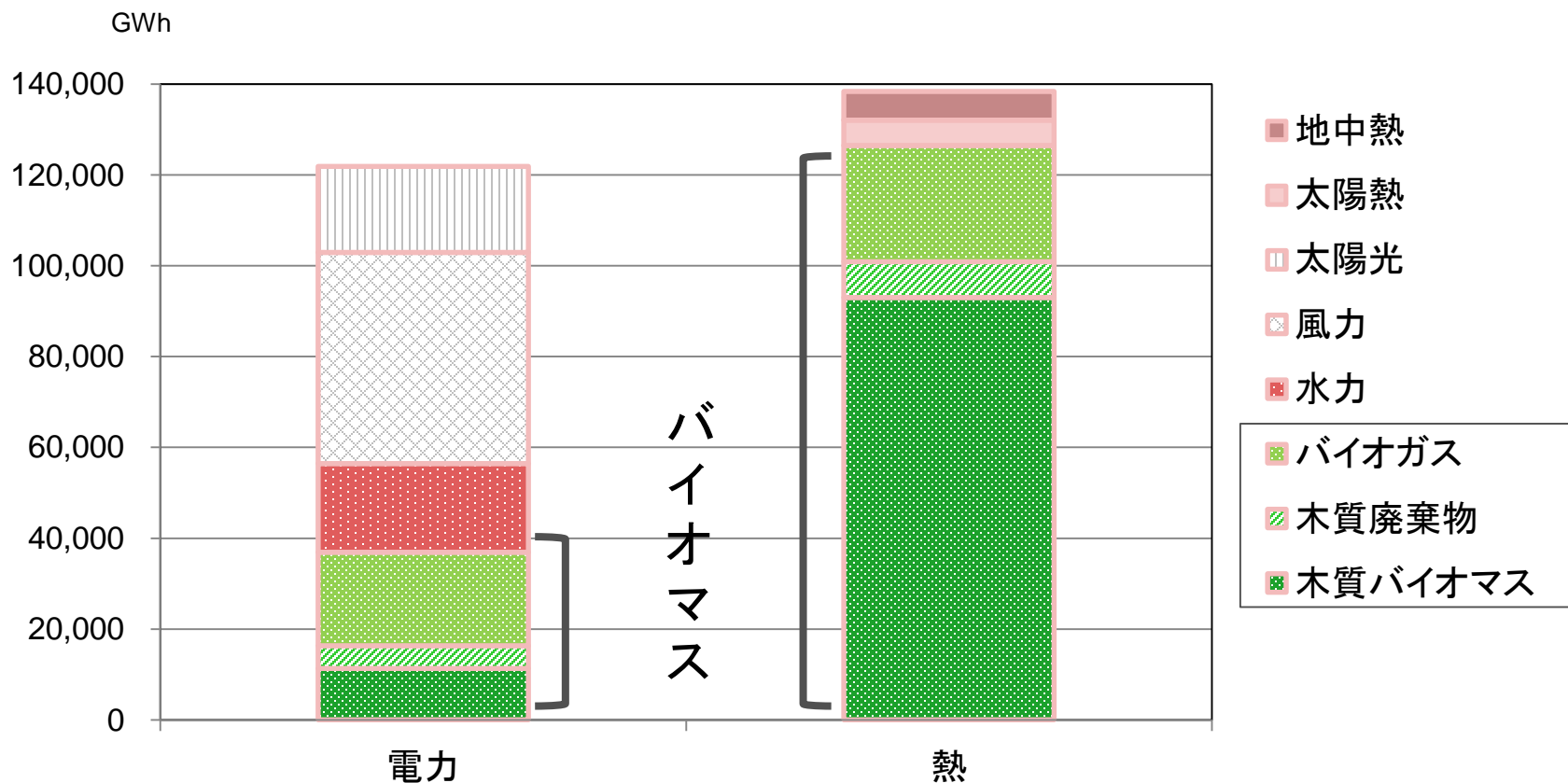


# ドイツのバイオマス発電の実際

# 再エネにおけるバイオマスの構成

再エネに占めるバイオマスの比率は熱の9割、発電の3割。

## ドイツの再生可能エネルギー構成 (2011)



(出所) ドイツ再生可能エネルギー統計2011

林地残材



工場残材



バーク(樹皮)



剪定枝



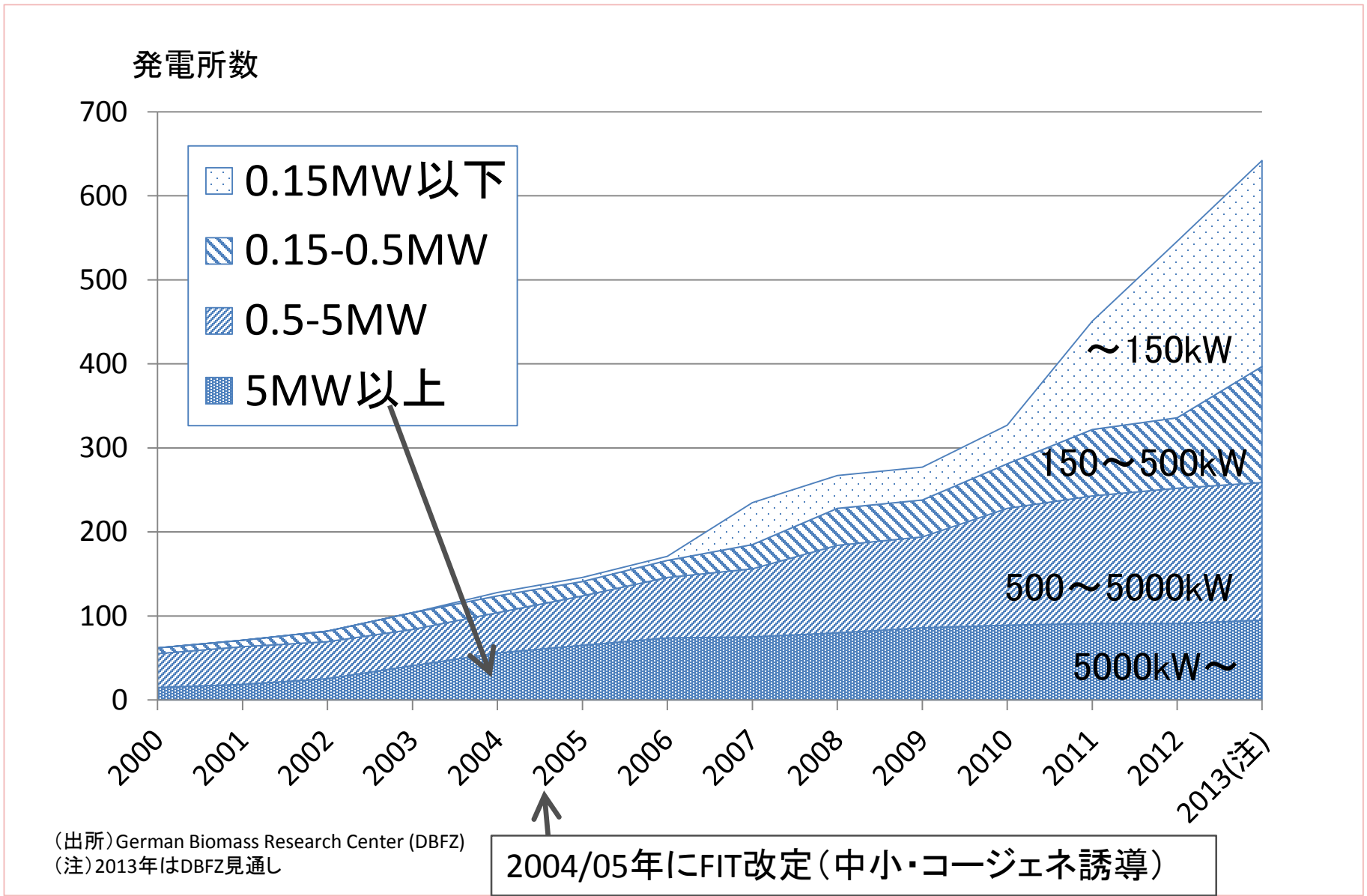
# コージェネにおける熱利用

熱電併給 プラント 発電出力	プラント運営者 /熱需要者		熱利用方法
≤ 500kW	チップ販売業者	}	自家利用(農業等)
	木材産業		チップ乾燥
	温水プール		木材乾燥
	地域ユーティリティ会社		汚泥乾燥
	農家		小規模地域熱供給
			クリーニング等
500 ~ 5,000kW	工業団地	}	大規模地域熱供給
	木材産業		産業プロセス熱
	地域ユーティリティ会社		

(出所) FITのバイオマス発電への影響に関するモニタリング最終報告  
2012, German Biomass Research Center

- 大型の発電(5000kW以上)では、大量に発生する熱を有効に使うことは困難。
- ドイツでは大型発電の新規建設は事実上ストップ。5000kW以下の熱電併給がほとんど。
- 規模別の技術も確立。
- 2000kW以上は蒸気タービン。
- 800～2000、3000kWは、ORC(有機ランキンサイクル)。
- 200kW以下は木質ガス化発電。
- 技術革新を促したFITの制度設計。

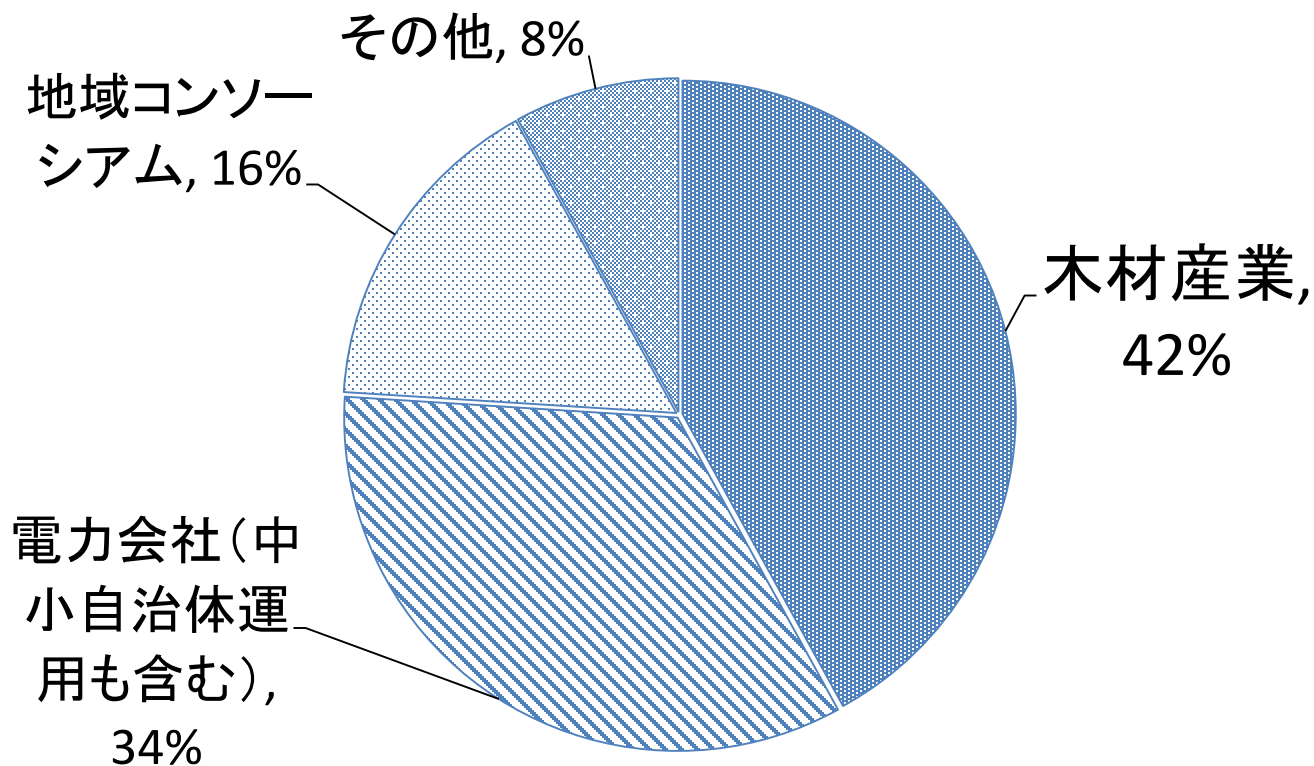
# ドイツのバイオマス発電の規模別発電所数推移 FUJITSU





□ 木材産業が熱利用のプロによる運営が圧倒的。

## ドイツの木質バイオマス発電運営会社構成比 2011年

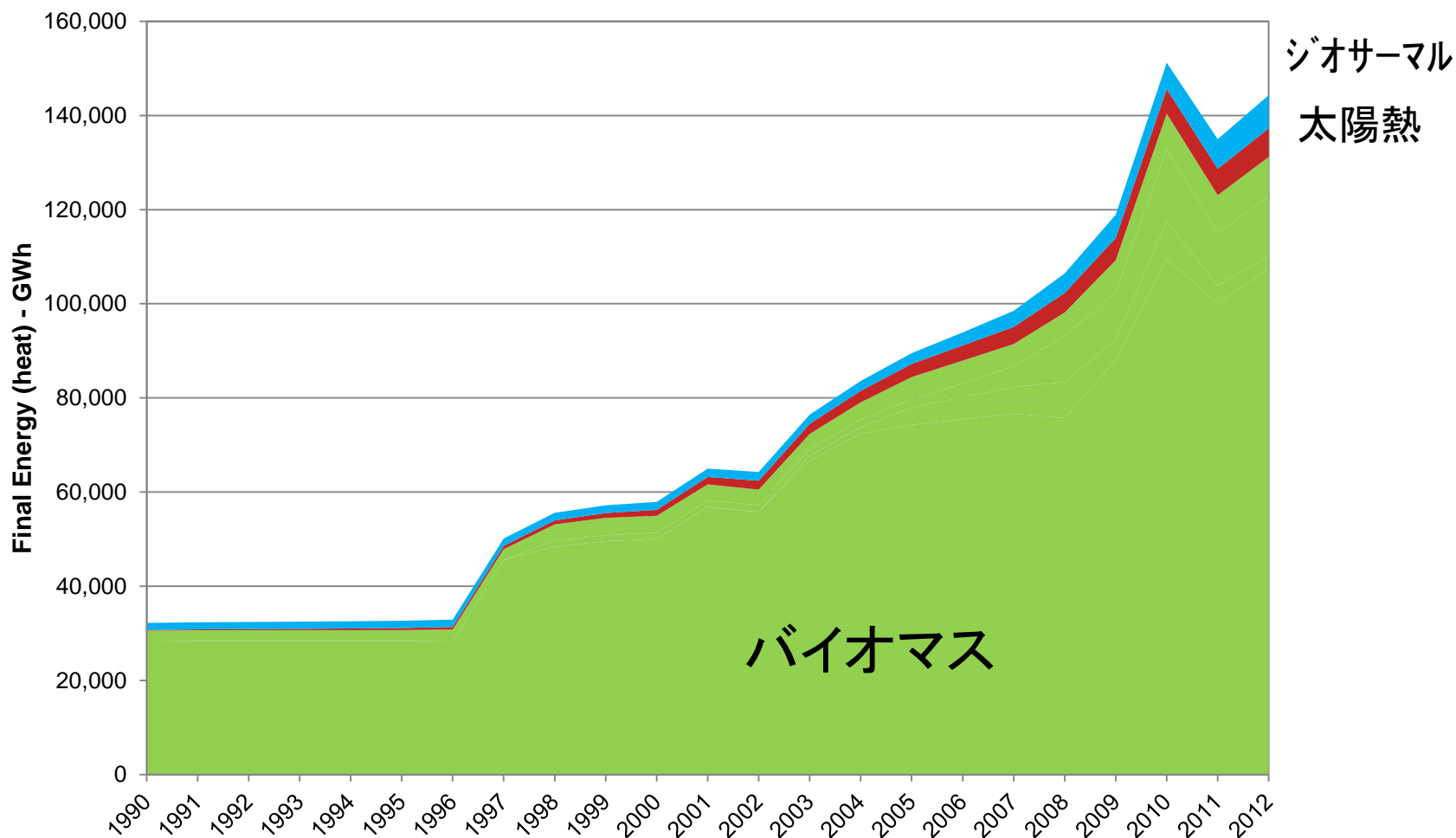


(出所)バイオマス発電の発展に対する再生可能エネルギー法の成果にかかわる懸賞調査報告 2012年3月、German Biomass Research Center

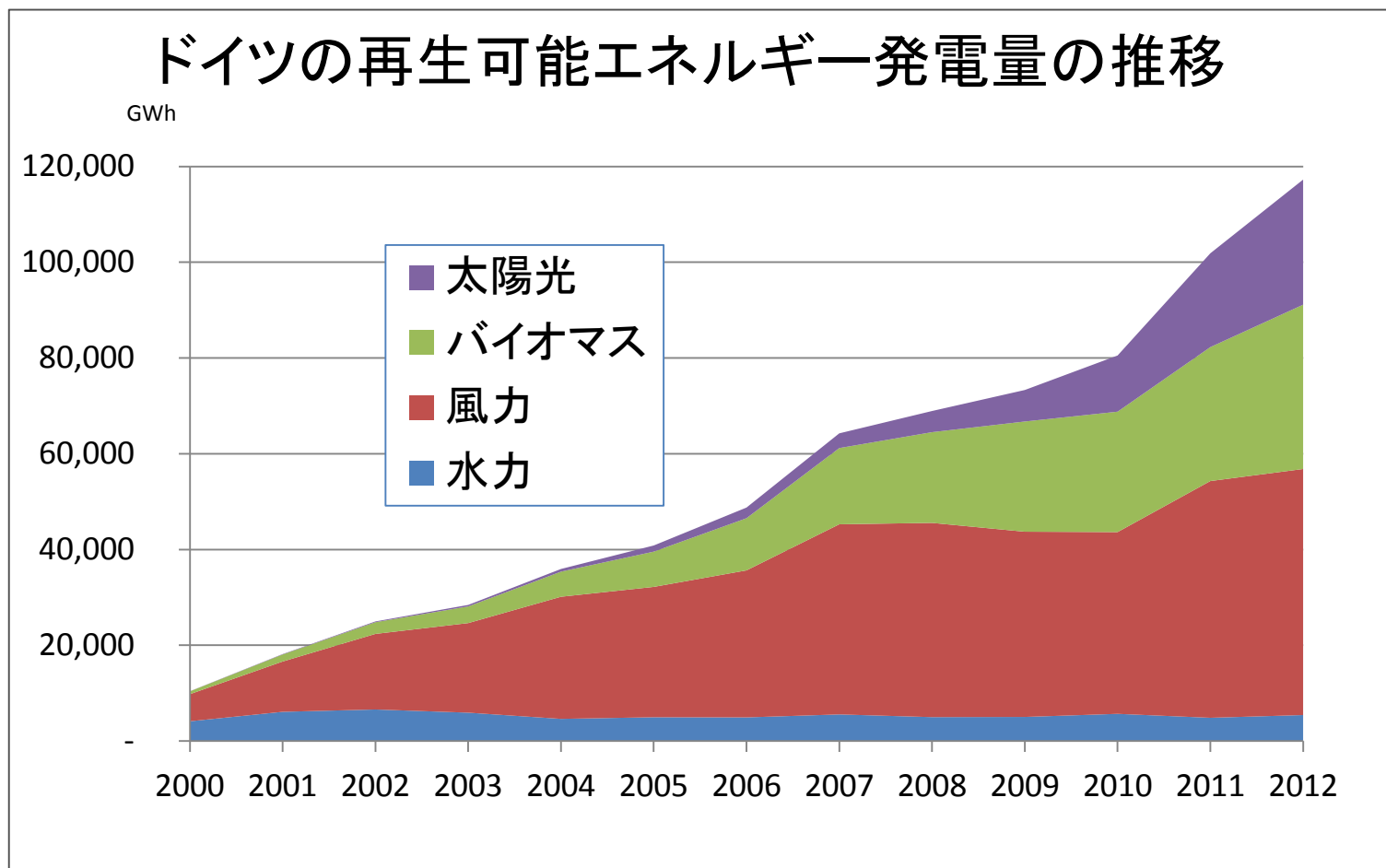
- 地球環境問題、CO2削減。
  - エネルギー価格高騰への備え。
  - エネルギー効率の向上。
  - エネルギー消費削減と再生可能エネルギーの拡大。
  - 小規模分散型エネルギーシステムへの移行。
  - これによる成長。
- ⇒ バイオマスエネルギー推進の基本理念も自ずと導き出される。

# 農山村に新たな富をもたらした ドイツのバイオマス利用

## ドイツにおける再エネ由来の熱供給量の推移



- 2000年のFITを契機に急拡大。
- バイオマスは発電の3割を占めるまでに拡大。



# 林業所得の大幅な上昇

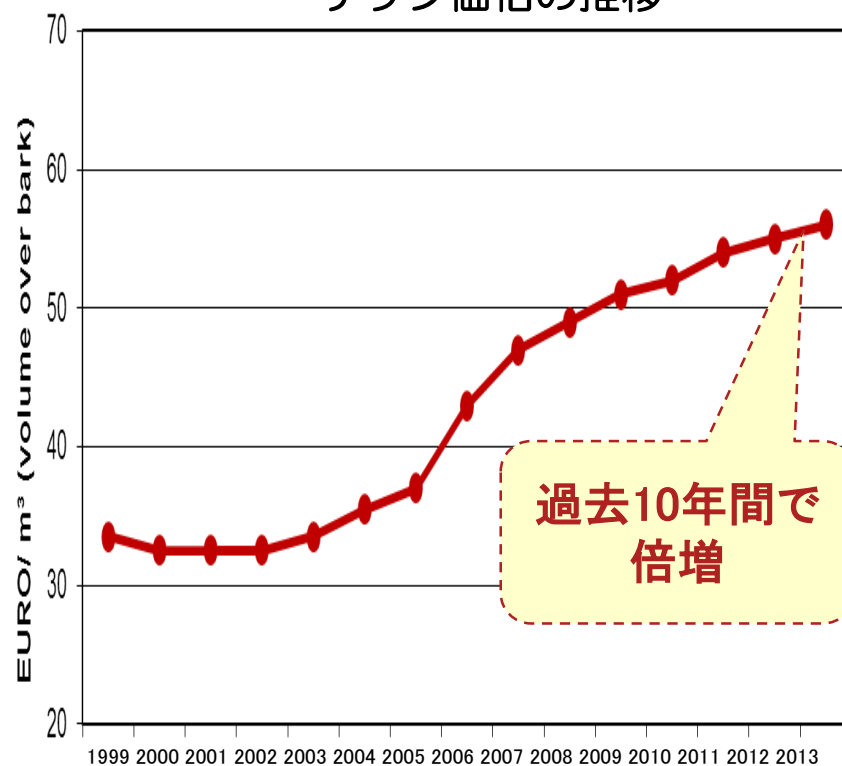
□ 10年間でチップ販売量が5倍、チップ価格が2倍。

## ドイツBW州有林

### 燃料用チップ販売量の推移

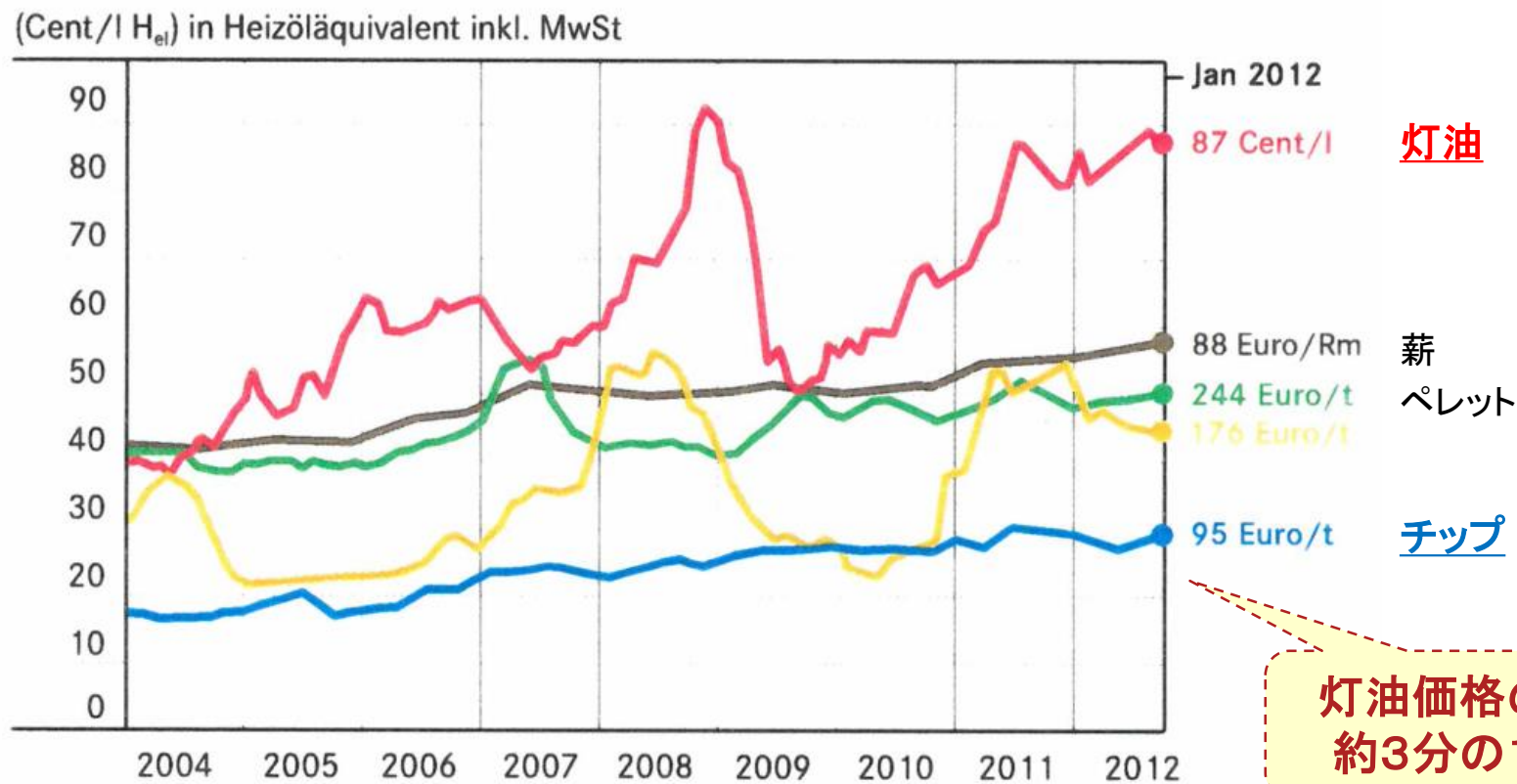


### チップ価格の推移



(出典) ロッテンブルグ大学講演資料

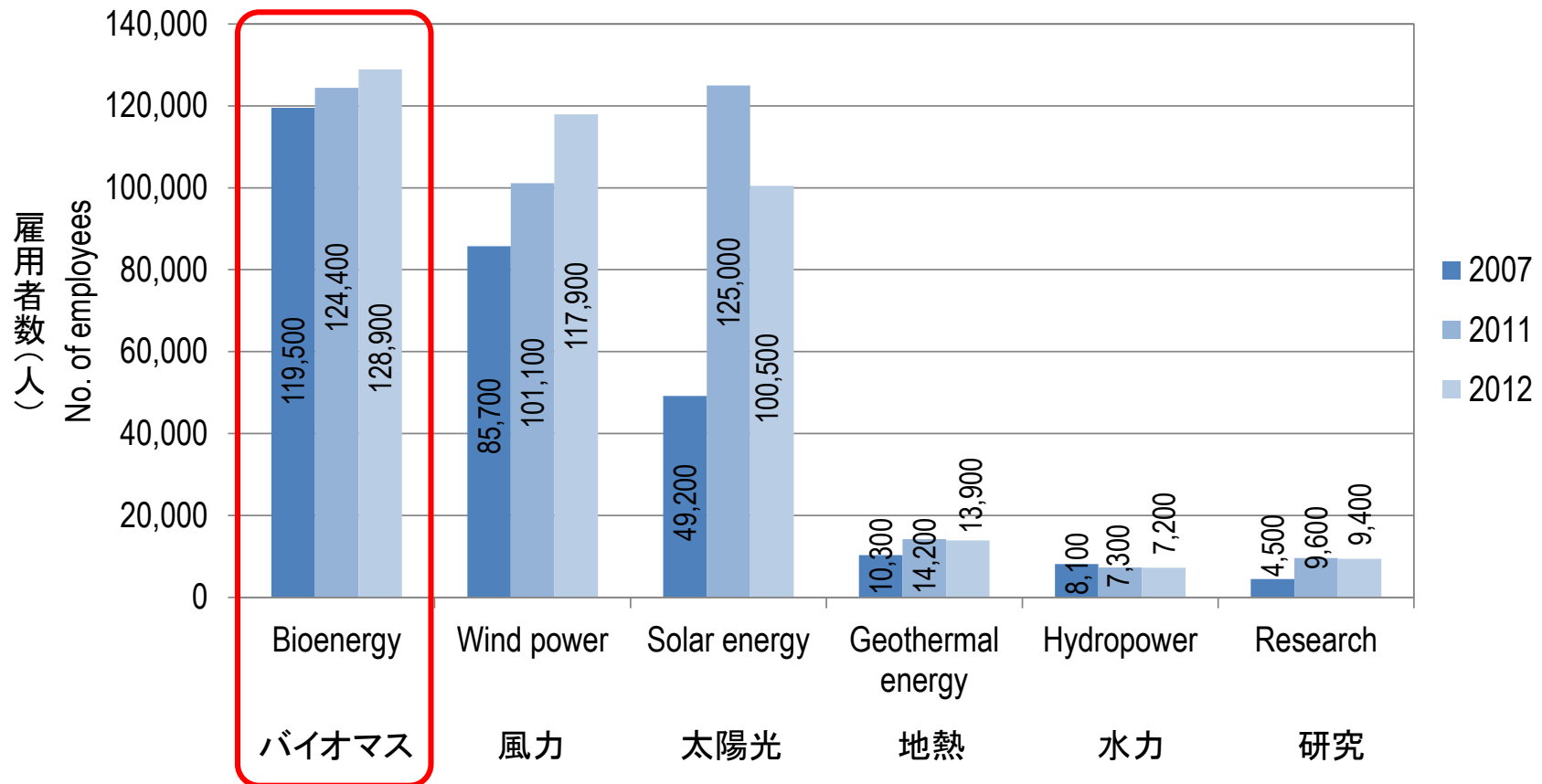
□ 価格が上がっても油代より安く、ユーザーにとっても恩恵。



(出典) ロッテンブルグ大学講演資料

ドイツにおけるエネルギー価格の推移

□ サプライチェーンが長いいため、雇用創出効果が突出。



(出典)ドイツ連邦食料・農業・消費者保護省講演資料

## ドイツにおける再エネ分野の雇用創出



# まとめと提言

■ゴミを宝に

Waste to Energy

■林地残材を効率的に収集・運搬するシステム

Logistics, Supply Chain

■バイオマスの多様性に対応する技術

Technology

⇒林業・バイオマス利用の理論の体系化とベンチマーク

Principle + Benchmarking

■それを現場で実践するためのエンジニアリング

Engineering

■残材利用・エネルギーの効率利用(熱電併給等)へと誘導する制度

Political Framework, FIT

⇒ドイツの経験と照らし合わせればやるべきことは明らか

。

- **木質バイオマス推進の理念の明確化。**
  - 林業、地域重視、地域再生、エネルギー効率利用、CO2削減。
- **残材（特にバーク）の買取価格の見直し。**
  - ゴミを宝に。
  - イノベーションの促進。
- **コージェネに対する優遇価格の設定。**
  - エネルギー効率の向上。
  - イノベーション。
- **規模別の価格設定と規模の上限の設定。**
  - 地域重視、地域再生。

# バイオマスの本格的な普及拡大に向けての 富士通総研の取り組み

---



# 研究レポート

---

No.409 October 2013

---

---

木質バイオマスエネルギー利用の現状と課題

—FIT を中心とした日独比較分析—

- 平成24年度林野庁補助事業「木質バイオマスの効率的利用を図るための技術支援」を活用して、全国の事例を網羅的に分析。
- 日本国内では優良事例は極めて少ない。
- 木質バイオマスボイラーを導入しようとする方へ向けた「実務テキスト」と、木質バイオマスの取り組みの拡大につなげることを目的に「事例集」を作成。



Contents	
<b>目次</b>	
<b>第1章 はじめに～バイオマスボイラー導入の意義と導入のポイント～</b>	<b>1</b>
Ⅰ. 本書の趣旨	1
Ⅱ. 木質バイオマス導入に際して特に留意すべき点	2
<b>第2章 コスト構造</b>	<b>4</b>
Ⅰ. バイオマスエネルギー利用のコスト構造	4
(1) コスト構造の全体	4
(2) 4割あたりの燃料コスト	5
(3) ランニングコスト	6
Ⅱ. 収支計画手法	12
(1) 収支計画策定にあたっての考え方	12
(2) 収支計画の手順	13
Ⅲ. 欧州におけるバイオマスエネルギー利用のコスト構造	17
(1) 標準的なコスト構造	17
(2) 収支計画例	19
Ⅳ. コスト低減に向けて	21
(1) 設備費用	21
(2) 稼働時間	22
(3) 燃料単価	22
<b>第3章 熱需要の把握</b>	<b>23</b>
Ⅰ. 化石燃料ボイラーとの違い	23
(1) 出力調整ができるか	23
(2) 稼働率が容易か	24
Ⅱ. 熱需要の内訳	25
(1) 熱需要の把握と設計の論点	25
(2) 熱需要分析と設計の例	26
Ⅲ. 熱需要把握の実務	30
(1) 石油・ガス・電気のデータを用いる	30
(2) 実測する	30
(3) 内訳を推測する	30
(4) 温度帯を整理する	31
(5) ヒアリングで補完する	31
Ⅳ. まとめ	31

# 日独バイオマスデー開催

- 2013年11月に東京、盛岡で開催。
- ドイツから行政、研究機関、大学などの専門家を招聘。日本側も第一線で活躍する人を招き、シンポジウムを開催。
- 日本の実態や今後の課題について共有化。



300名/130名の  
会場は満席。  
活発な質疑応答。



林野庁は、地域に  
おける熱利用の  
推進を強調。

小規模の熱需要に  
対応する技術開発  
の重要性について  
も言及。

- ドイツからバイオマスのエンジニアを招聘し、日本国内でポテンシャルの高い地域を視察。
- 各地域(施設)における最適な設備をワークショップ形式で提案。
- 製材工場と温泉施設におけるポテンシャル大。

## 温泉施設への提案事例

possible rated power of Biomass heat plant	1000	KW
Combustion heat performance	1176	kW
heat value of biomass	2,2	MWh/t (bei W45)
biomass consumption	535	kg/h
overall heat consumption	11.624	MWh
possible heat provision from biomass	8.000	MWh
required heat from oil (for peak)	3.624	MWh
"new" oil consumption	415.569	Liter/a

- Rough calculation (efficiency losses due to partial load excluded)
- Daily fluctuations are not known (higher peak or lower baseload)→ this might influence the plant-size

Investment costs: approximately 1,120,000 €



- 平成25年度林野庁補助事業「木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり推進事業」を活用し、群馬県森連と共同で、渋川地域で事例構築中。



県産材センターでは  
大量の残材が発生



恵まれた地形

潜在性を引き出して  
燃料と熱需要を  
結びつけることにより  
地域に新たな富を創出



温泉施設では大量の  
化石燃料を消費