

# フェアウッド視点から考える 木質バイオマス発電

NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク理事長 泊 みゆき

2016. 3. 23

表：FITのバイオマスの調達区分・調達価格(税込)・調達期間(税別)

バイオマス	メタン発酵 ガス化発電	未利用木材燃焼発電		一般木材等 燃焼発電	廃棄物 燃焼発電	リサイクル 木材燃焼発電
		2,000kW 未満	2,000kW 以上			
調達価格 (税抜)	39円	40円	32円	24円	17円	13円
調達期間	20年間	20年間		20年間	20年間	20年間

(※1)間伐材や主伐材であって未利用であることが確認できたものに由来するバイオマスを燃焼させる発電

(※2)未利用木材及びリサイクル木材以外の木材(製材端材や輸入木材)並びにパーム椰子殻、稲わら・もみ殻に由来するバイオマスを燃焼させる発電

(※3)一般廃棄物、下水汚泥、食品廃棄物、RDF、RPF、黒液等の廃棄物由来のバイオマスを燃焼させる発電

(※4)建設廃材に由来するバイオマスを燃焼させる発電

(出所:資源エネルギー庁HP)

# 再生可能エネルギー電力固定価格買取制度 (FIT) におけるバイオマス発電認定状況 (新規。2015年11月末時点。)

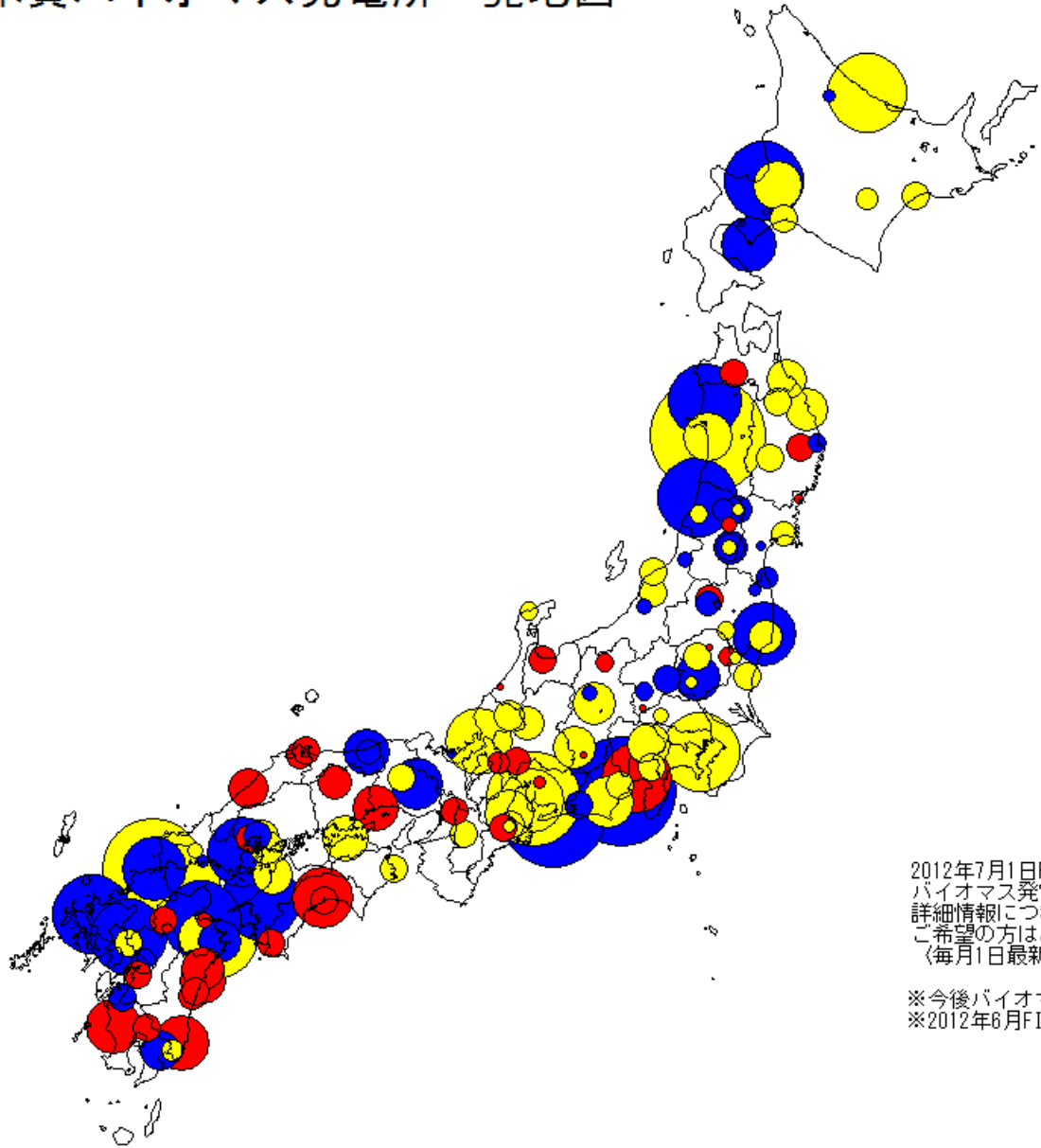
	メタン発酵	未利用木質		一般木材	リサイクル木材	廃棄物	合計
		2000kW未満	2000kW以上				
稼働件数	60	3	19	11	2	37	132
認定件数	122	11	47	69	3	70	322
稼働容量kW	15,752	2,345	152,246	137,699	9,300	111,938	429,280
認定容量kW	41,402	10,444	380,988	2,039,888	11,060	303,126	2,786,908



200万kW≒4,000万m<sup>3</sup>/年の材

経産省資料より作成

## 全国木質バイオマス発電所一覧地図



2015年12月末時点  
出所:森のエネルギー  
研究所HP  
[HTTP://WWW.MORI-ENERGY.JP/HATSUDEN1.HTML](http://www.mori-energy.jp/hatsuden1.html)

2012年7月1日  
バイオマス発電  
詳細情報につ  
ご希望の方は  
(毎月1日最新)

※今後バイオマ  
※2012年6月FIT

## 木質バイオマス発電の主な課題

1. 5,000kW規模の未利用木質バイオマス発電の事業リスク。  
10万m<sup>3</sup>を収集する難しさ×IRRが低く、燃料価格変動等による事業リスクが高い
2. 規模別価格でないことによる問題: 過大な国民負担、カスケード利用を損ねかねない、見かけ上の利益を想定し事業を計画しても資源調達が困難
3. 多すぎるFIT認定。未利用木質バイオマス発電では、資源調達について認定をより厳しくしたが、一般木質は増加中
4. 海外の森林資源・社会への負のインパクトの可能性、固体バイオマス持続可能性基準の未整備
5. 2000kW未満の小規模木質バイオマス発電事業の注意点
6. まず、熱利用の促進を

## その他の問題

- 林業現場、木材市場の混乱:チャンスでもあるが、あまりに急激に膨大な需要創出に対応しきれていない
- 他用途との競合:製紙用、合板用、ボード用
- ずさんな事業計画:林業や木材・バイオマス市況について十分な知識のない主体の参入。太陽光など他の再エネからの参入者など
- トレーサビリティシステム:実効性についてはこれから
- 適切な施業の担保:自治体によって森林管理に差がある。





木質バイオマス発電施設(霧島木質発電) 5,750kW 未利用材

## 疑問1:なぜ、木材生産量は2000万M<sup>3</sup>程度なのか？

- 日本の国土の2/3が森林、そのうちの4割が人工林
- 年間の森林成長量は約2億m<sup>3</sup>、人工林で約1億m<sup>3</sup>
- しかし、現状の木材生産量は2,300万m<sup>3</sup>。木材自給率は3割。2,000万m<sup>3</sup>の切捨間伐材
- 人工林が成熟し伐採期を迎えたが、「育てる林業」の時代が続き、林業が公共事業化。世の中の変化への対応、技術革新で後れをとる
- マーケティング・事業性の欠如、補助金頼み
- 林地の地籍調査進捗率は44%。林地の半分以上で所有者や境界が不明確。山主の林業への意欲・関心の低下
- スーパー林道等の整備は進められたが、作業道の整備は遅れた
- 日本の林業は産業ではなく、公共事業？
  - 地域や事業者によって差がある
  - 現在、生産性向上やマーケティングなどに取組中



## 疑問2:なぜ、2000万M3も切り捨て間伐されてきたのか？

- 間伐材の平均伐出コストは1.1万円/m<sup>3</sup>。主伐・皆伐材は7千円
- A材(スギ)の丸太価格は1万~1万6千円/m<sup>3</sup>程度。D材(燃料材)は従来、2千~4千円程度。間伐材単独ではなかなか経済的に合わない
- 森林・林業再生プランにより、間伐材利用を促進。補助金をつけて搬出。(ただし、原則「森林経営計画」を策定しないと間伐補助金が出なくなる。要件を満たせず、とれないカ所も多い)
- 未利用木質バイオマス発電向けに、自治体が補助金をつける例も

## 「未利用材」はなぜ使えない？

- タンコロ(根元)や枝条は直材よりも搬出コストがかかり、チップ化しにくいいため、発電所でもあまり使われていない。
- 破砕チップにならできるが、高い発電効率だと高品質のチップを要求する傾向 異物の問題
- 間伐材、林地残材を搬出するには、路網が整備され、建材・合板材と一緒にないとコストが合いにくい。燃料材は安いので、そのためだけに林業労働力を増やせない。
- 多くの地域で調達可能な未利用材は1~2万t程度

## チップー



### 切削チップ

- ・コスト高め
- ・小規模ボイラー向け
- ・製紙用にも

### 破碎チップ

- ・コスト低め
- ・基本的に小型ボイラーに不向き
- ・建廃など廃棄物系に
- ・土など異物を含むことも



## 「未利用材」を発電に使う困難さ

- 「未利用材」のポテンシャルは膨大だが、従来、収集システムが構築されてこなかった
- 5000kW規模でも発電効率は20%台。この規模では熱利用は難しい。化石燃料代替効果、温暖化対策効果は？
- 大量(5000kW規模で10万m<sup>3</sup>)の材を一定価格以下で20年以上調達可能か。(岩手県の素材生産量の約1/10に相当)  
木質バイオマスの収集範囲は50~70km以内→資源バッティング
- 「FITの未利用材」となるのは、間伐材か森林経営計画対象林、保安林、国有林等。でなければ、未利用材でも一般木材扱い
- 价格的にバイオマスは副産物利用。バイオマスの2倍程度の木材搬出量が必要
  - 皆伐の拡大？ 再造林は？ 林業、林産業が発展していない地域で木質バイオマス発電の導入は大きなリスク
  - 先行する日田では、主伐材が7割以上
- 5000kW規模はIRRが低め。わずかな燃料価格上昇、含水率、稼働率の差で赤字に(例えば、参考資料2参照)
- 山主への還元分はわずか(例えば、参考資料3参照)

釜石から半径50km、100km範囲における木質バイオマスの賦存量の推計



振興局別	半径50kmライン				
	割合	間伐由来バイオマス		皆伐由来バイオマス	
		立米	トン	立米	トン
二戸	0%	0 m <sup>3</sup>	0 t	0 m <sup>3</sup>	0 t
盛岡	0%	0 m <sup>3</sup>	0 t	0 m <sup>3</sup>	0 t
宮古	6%	643 m <sup>3</sup>	522 t	8,028 m <sup>3</sup>	6,526 t
久慈	0%	0 m <sup>3</sup>	0 t	0 m <sup>3</sup>	0 t
花巻(北上含む)	0%	0 m <sup>3</sup>	0 t	0 m <sup>3</sup>	0 t
水沢	0%	0 m <sup>3</sup>	0 t	0 m <sup>3</sup>	0 t
一関(千厩含む)	0%	0 m <sup>3</sup>	0 t	0 m <sup>3</sup>	0 t
遠野	50%	3,305 m <sup>3</sup>	2,686 t	12,005 m <sup>3</sup>	9,760 t
大船渡	66%	8,020 m <sup>3</sup>	6,520 t	16,308 m <sup>3</sup>	13,258 t
釜石	100%	3,607 m <sup>3</sup>	2,932 t	11,857 m <sup>3</sup>	9,639 t
小計		15,575 m <sup>3</sup>	12,660 t	48,198 m <sup>3</sup>	39,183 t

間伐由来バイオマス(+)+皆伐由来バイオマス(=) 51,843 t

振興局別	半径100kmライン				
	割合	間伐由来バイオマス		皆伐由来バイオマス	
		立米	トン	立米	トン
二戸	0%	0 m <sup>3</sup>	0 t	0 m <sup>3</sup>	0 t
盛岡	16%	2,322 m <sup>3</sup>	1,887 t	11,227 m <sup>3</sup>	9,127 t
宮古	61%	6,545 m <sup>3</sup>	5,321 t	81,619 m <sup>3</sup>	66,356 t
久慈	0%	0 m <sup>3</sup>	0 t	0 m <sup>3</sup>	0 t
花巻(北上含む)	42%	2,350 m <sup>3</sup>	1,910 t	5,671 m <sup>3</sup>	4,610 t
水沢	40%	1,781 m <sup>3</sup>	1,447 t	9,588 m <sup>3</sup>	7,795 t
一関(千厩含む)	44%	4,328 m <sup>3</sup>	3,518 t	17,673 m <sup>3</sup>	14,368 t
遠野	100%	6,610 m <sup>3</sup>	5,373 t	24,010 m <sup>3</sup>	19,520 t
大船渡	100%	12,153 m <sup>3</sup>	9,880 t	24,710 m <sup>3</sup>	20,089 t
釜石	100%	3,607 m <sup>3</sup>	2,932 t	11,857 m <sup>3</sup>	9,639 t
小計		39,696 m <sup>3</sup>	32,268 t	186,355 m <sup>3</sup>	151,504 t

間伐由来バイオマス(+)+皆伐由来バイオマス(=) 183,772 t



## 不足する未利用材

- 主伐・皆伐の増加

森林経営計画(2014年度末で29%)はどこまで普及するか？

- 未利用材発電の認定分だけでも37万kW、700万m<sup>3</sup>が必要。 → 調達は無理？
- 発電所近辺に膨大なチップ化施設の増設
- 宮崎県では木質チップ用針葉樹価格が1年で2倍近くに上昇

### 木質バイオマス利用量 ( 間伐材等由来 )

出所：農林水産省平成25年度実施施策に係る政策評価書他

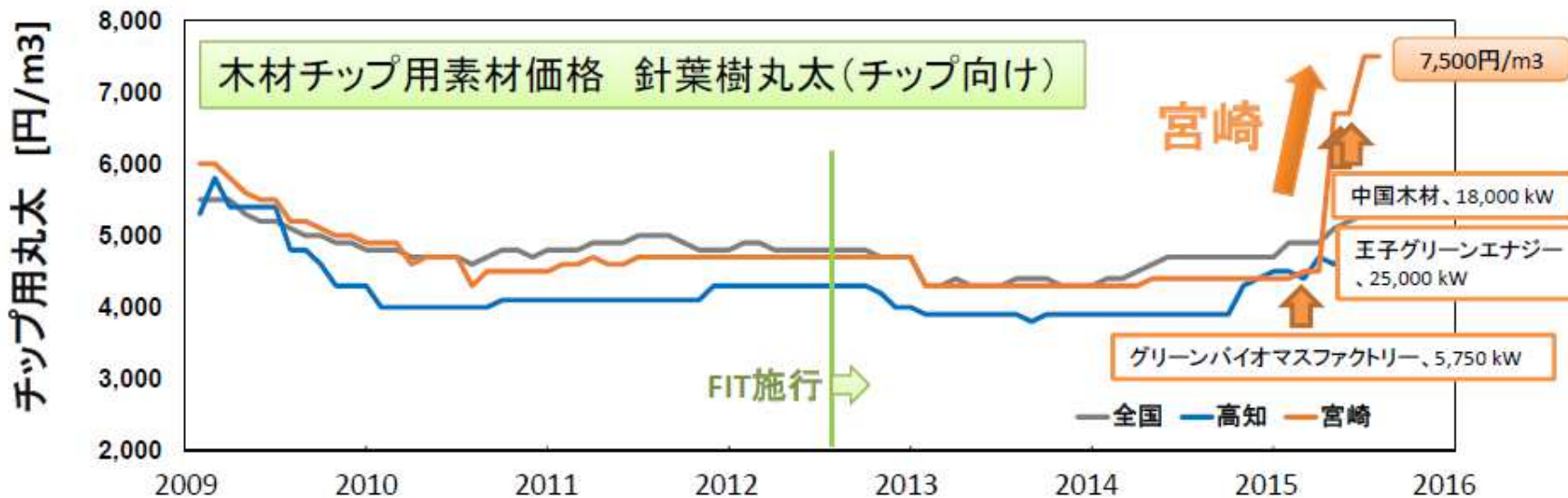
※2014年は、木材需給表の燃料材の数値

年度	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2020年目標	2025年目標
m <sup>3</sup>	31.5万	55万	71.7万	88.5万	121.1万	184.3万	600万	800万

## その他未利用材の課題

- 安定調達
- どう乾燥するか 自然乾燥、排熱利用、太陽熱利用？
- 含水率をどう測るか
- 里山林、広葉樹の利用促進
- 熱利用:最初から熱需要を考慮しないと難しい
  
- 他用途との競合
- トレーサビリティの実効性確保

# 木材価格の動向



木材需給報告書 平成21~25年及び木材価格統計調査 平成26~27年から作成

## ドイツの例

- FIT開始後、5000kWクラスのバイオマス発電所が乱立
- ちょうど風倒木被害などがあり、それを見込んで建設
- 風倒木が一巡した後、資源バッテイングが顕在化、チップ価格上昇
- 自社で出る廃棄物などの資源調達ルートを持っていない、市場から資源調達を行っている発電所の多くは破綻
- 輸入バイオマスの増加。ドイツは森林管理が確立しているが、東欧など確立していない国の森林が乱伐され、ドイツのバイオマス発電所へ
- 現在のドイツでは、2万kW以上、もしくは熱利用なしはFIT対象外

## 規模別買取価格未整備の問題

- バイオマス発電は、大規模になるほど発電コストは低下。現在のFIT価格で、5000kWで8%と計算されているIRRは、2万kWなら、20%になるという試算もある。
- 発電コスト検証ワーキンググループの試算では、80万kWの石炭混焼でのバイオマス発電コストは、13円/kWh以下。
- 仮に100万kW規模の石炭混焼がFITで導入されるなら、20年間の事業者利益は1兆6000億円。過大な国民負担に
- 早急に大規模の規模別価格区分の設定が必要
- 石炭混焼なら、製紙用輸入チップでも採算をとることが可能
- 規模別でないことで、大規模発電事業にインセンティブが働く→大量の資源調達が必要
- 大規模な事業計画が続出



# 木質バイオマスプラントの発電コスト

## ～電気出力規模別の比較～

電気出力	1MW	2MW	5MW	10MW	20MW
発電コスト 円/kWh 熱収入考慮のコスト	124.0 (46.7)	61.8 (25.0)	31.7	26.6	21.4
内訳 資本費	14.8	9.3	6.3	5.2	4.2
運転維持費	14.7	7.5	4.5	3.6	2.4
燃料費	94.5	45.0	21.0	17.8	14.9
建設費単価 万円/kW	52.17	46.12	38.11	32.06	26.00
熱効率 %	8.0	12.0	20.7	24.4	28.2

前提 ○燃料:未利用木材 12MJ/kg(水分40%) 単価 12,000/t、○IRR:8%(資本費)  
 ○プラントの建設費と熱効率は2013年までに建造されたプラントの実績値より推計  
 ○熱収入:熱回収効率45%、廃熱利用率60%、ボイラ効率90%の石油ボイラの熱を代替すると仮定。A重油:39.1MJ/kg、100円/L

出所)多喜真之、山本博巳、市川和芳「国内バイオマス発電の経済性評価」第31回エネルギー・システム・経済・環境コンファレンス(エネルギー資源学会)、2015/1/27-28



9 (2) バイオマス (石炭混焼)

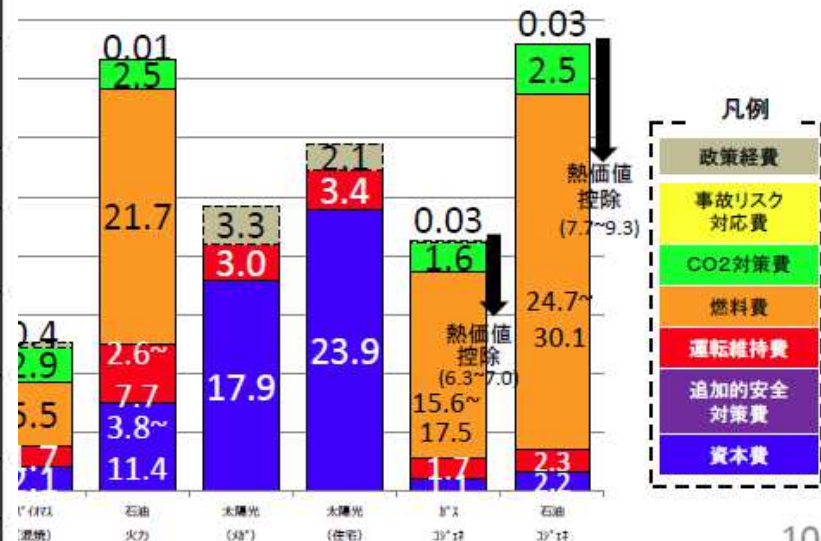
諸元のベース		関連事業者へのインタビュー等
モデルプラント規模(出力)	80万kW	石炭火力のモデルプラント(80万kW)において、未利用間伐材を混焼するとして設定。
設備利用率	○80% ○70% ○60% ○50% ○10%	案照を踏まえつつ、比較のために複数条件を設定
稼働年数	○40年 ○30年	石炭火力、LNG火力、石油火力と同様の数値を記載。
資本費	建設費	3~5億円
	設備の廃棄費用	建設費の5%
運転維持費	人件費	0.1億円/年
	修繕費	1.8%/年 (建設費における比率)
	諸費	1.5%/年(建設費における比率)
	業務分担費(一般管理費)	14.3%/年 (建設費における比率)
燃料費	初年度価格	12,000円/t
	燃料費上昇率	-
	燃料発熱量	17.79MJ/kg
	熱効率	42%
	所内率	8.4%
	燃料諸経費	石炭分:2,000円/t バイオマス分:750円/t
価格変動要因	技術革新・量産効果	-
	燃料費上昇率	-

並びに感度分析の概要(案)

バイオマス専焼	バイオマス(混焼)	石油火力	太陽光(効)	太陽光(住宅)	ガスコジェネ	石油コジェネ
87%	70%	30・10%	14%	12%	70%	40%
40年	40年	40年	20年	20年	30年	30年
9.7 (8.1)	12.6 (12.2)	30.6 ~43.4 (30.6 ~43.3)	24.2 (21.0)	29.4 (27.3)	13.8 ~15.0 (13.8 ~15.0)	24.0 ~27.9 (24.0 ~27.8)
17.4 32.2	9.5 ~9.8	22.1 ~36.1 (22.1 ~36.1)	30.1~ 45.8	33.4~ 38.3	10.6 (10.6)	17.1 (17.1)

踏まえ、  
 ※2 2011年の設備利用率は、石炭:80%、LNG:80%、石油:50%、10%  
 ※3 ()内の数値は政策経費を除いた発電コスト  
 ※4 地熱については、その政策経費は今後の開発拡大のための予算が大部分であり、他の電源との比較が難しいが、ここでは、現在計画中のものを加えた合計143万kwで算出した発電量で関連予算を機械的に除した値を記載。

約 ±1.5



## 一般木質の認定容量200万kWに

- すべてが稼働すれば、約4,000万m<sup>3</sup>の木材相当の資源が必要
- 世界の木質ペレット貿易量 約700万t/年
- PKSの未利用量はインドネシアを中心に300万t程度？
- 2030年導入見込み量 最大400万kW  
→8,000万m<sup>3</sup>規模の資源
- 調達是不可能だが、関係者へのインパクトは大きい
- 安価なバイオマス調達 海外の森林生態系、社会への脅威→そうならないための対策を



## 2030年におけるバイオマス発電の導入見込量

- 2030年におけるバイオマス発電の導入見込量は、少なくとも約408万kW(約286億kWh)に達する。
- バイオマス発電のうち、一般木材・農作物残さを利用したバイオマス発電については、PKSや輸入チップの輸入による導入量の伸び代があるものの、為替変動や海外との競合を考慮に入れる必要があるため、エネルギーセキュリティの観点から将来的に渡る供給安定性に留意し、導入量を274~400万kWと見込む。
- 結果、バイオマス全体で602万kW~728万kW(394億kWh~490億kWh)の導入が見込まれる。

	既導入量 (第4回資料)	導入見通し (第4回資料)	導入見通し (今回)
未利用間伐材等	3万kW	24万kW	24万kW
建設資材廃棄物	33万kW	37万kW	37万kW
一般木材・農作物残さ	10万kW	80万kW	274万kW~400万kW
バイオガス	2万kW	16万kW	16万kW
一般廃棄物等	78万kW	124万kW	124万kW
RPS	127万kW	127万kW	127万kW
合計	252万kW (177億kWh)	408万kW (286億kWh)	602万kW~728万kW (394億kWh~490億kWh)

※今回試算の発電量(kWh)については、調達価格等算定委員会における設備利用率を用いて機械的に試算した。

## バイオマスはカーボンニュートラル(炭素中立)か？

- 京都議定書において、バイオマスはカーボンニュートラルであり、CO<sub>2</sub>を排出しないと見なされた。
- しかし、ほとんどのバイオマスの生産・加工・輸送には化石燃料が使われ、メタンガスや亜酸化窒素などの温室効果ガスが発生する場合もある。
- 森林や草地などの自然生態系を開拓した耕地で生産した作物を原料とするバイオ燃料では、むしろ温暖化を加速させる。
- 森林を皆伐すると、もとの炭素固定までに数十年から数百年かかる→タイムラグ
- 英国、オランダでは固体バイオマスの持続可能基準を策定
- 日本でも、液体バイオ燃料(エタノール)のLCAを含む持続可能性基準を策定・施行
- 社会への影響を含む固体バイオマス持続可能性基準の策定を！





出所: 川上豊幸氏資料

# 液体バイオ燃料の持続可能性基準の内容(エネルギー供給構造高度化法 非化石エネルギー源の利用に関する石油精製業者の判断の基準)2010.11施行

[HTTP://WWW.ENECHO.METI.GO.JP/NOTICE/TOPICS/017/PDF/TOPICS\\_017\\_002.PDF](http://www.enecho.meti.go.jp/notice/topics/017/pdf/topics_017_002.pdf) P64~74

- 1) 温暖化ガス(GHG)収支:ガソリン比のGHG削減量が50%以上であるもの
  - ・土地利用転換を含む
  - ・間接影響は現時点では入っていない(将来の検討事項)
- 2) 食料との競合:食料価格に与える影響に十分配慮し、原料の生産量等、国が必要とする情報を提供する。
- 3) 生態系:生態系への影響を回避するため、原料生産国の国内法を遵守して原料生産を行っている事業者から調達を行うよう十分に配慮。生産地域における生物多様性が著しく損なわれることが懸念される場合等は、生産地域における生態系の状況等、国が必要とする情報を提供する。



# バイオエネルギーの生産に伴う諸問題解決に向けた 世界バイオエネルギー・パートナーシップ (GBEP) 持続可能性指標 (2011. 5)

## <環境分野>

1. ライフサイクル温室効果ガス排出量
2. 土壌質
3. 木質資源の採取水準
4. 大気有害物質を含む非温室効果ガスの排出量
5. 水利用と効率性
6. 水質
7. 景観における生物多様性
8. バイオ燃料の原料生産に伴う土地利用と土地利用変化

## <社会分野>

9. 新たなバイオエネルギー生産のための土地分配と土地所有権
10. 国内の食料価格と食料供給
11. 所得の変化
12. バイオエネルギー部門の雇用
13. バイオマス収集のための女性・児童の不払い労働時間
14. 近代的エネルギーサービスへのアクセス拡大のためのバイオエネルギー
15. 屋内煤煙による死亡・疾病の変化
16. 労働災害、死傷事故件数

## <経済・エネルギー保障分野>

17. 生産性
18. 純エネルギー収支
19. 粗付加価値
20. 化石燃料消費および伝統的バイオマス利用の変化
21. 職業訓練および再資格取得
22. エネルギー多様性
23. バイオエネルギー供給のための社会資本および物流
24. バイオエネルギー利用の容量と自由度

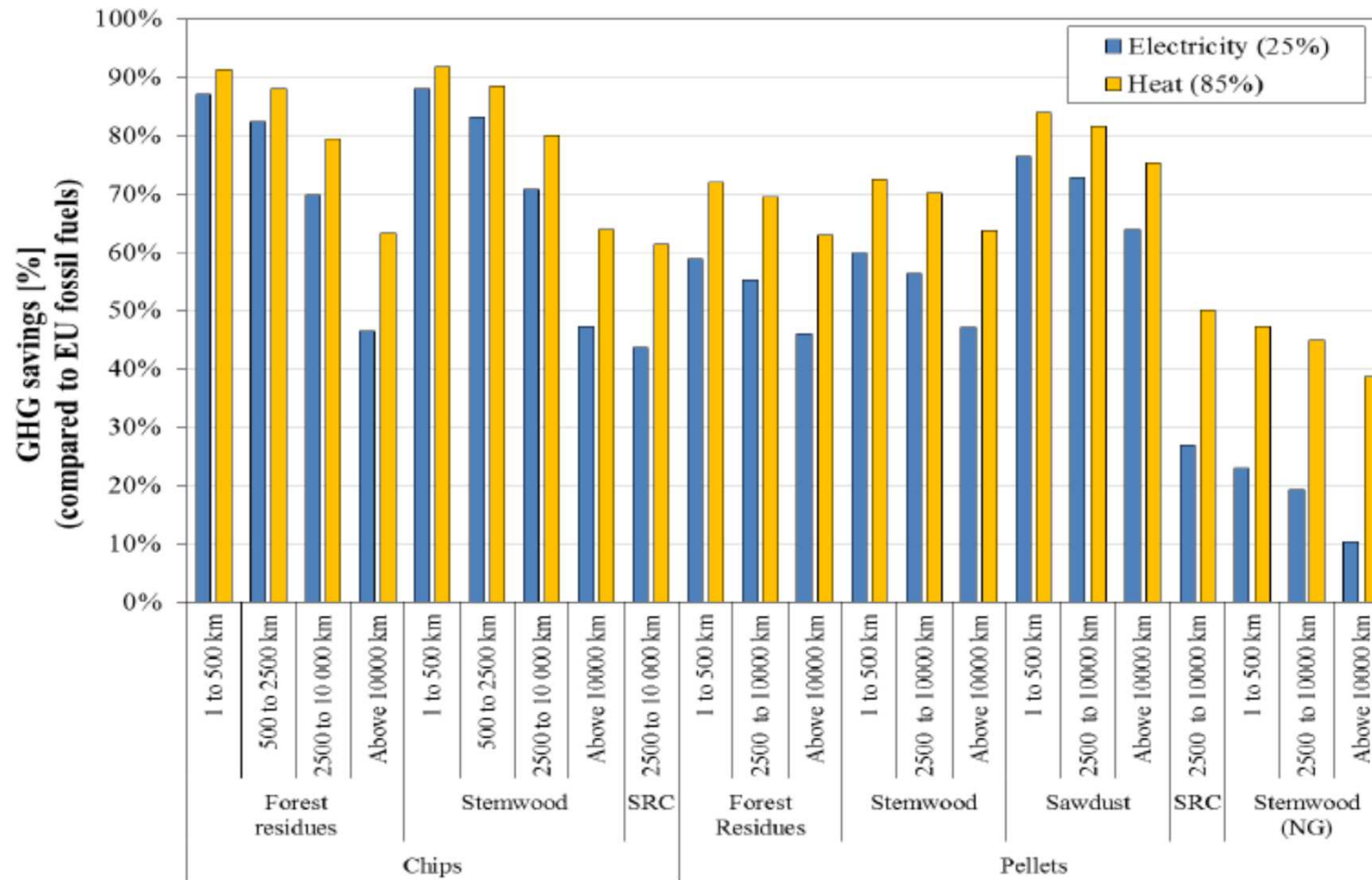


Figure 3: Default GHG saving performance of solid biomass

Source: Joint Research Centre 2014.

丸太から生産し、遠距離を運ぶペレットを使った発電では、温暖化ガス削減効果は、10%程度にまで落ちる。近距離のチップの熱利用なら、90%以上。

出所: COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT State of play on the sustainability of solid and gaseous biomass used for electricity, heating and cooling in the EU



## 中～小規模コージェネレーション

- ドイツでは、800～3,000kWではオーガニックランキンサイクル(ORC)、200kW以下は木質ガス化発電が実用化され、普及しつつある
- ORCはバイナリー発電の一種。発電効率は20%程度。欧州では完全自動化運転だが、日本では電事法の規制のため、ボイラータービン主任技術者が常時監視する必要。規制緩和が日本への導入のポイント 三菱重工がターボデン社を買収
- 電事法改正で、バイナリー発電の熱源温度条件が撤廃。国内各社が受注本格化
- ブルクハルト社の木質ガス化発電は180kWのユニットを必要に応じて複数台組み合わせ。木質ペレット利用。1台で1000トン～/年程度。三洋貿易が輸入販売元に
- その他、神戸製鋼のSTEAMATER(160kW、130kW)など

表: 日本で導入された小型木質バイオマス発電機の事例

社名	発電能力	備考
コベルコ	160kW・130kW	スクルー式小型蒸気発電機SteamStar。ボイラーの減圧するエネルギーを利用。導入例: 二宮木材(栃木県)、兼平製麺所(岩手県)等
IHI	20kW	バイナリー。福島ミドリ安全(福島県)等
ブルクハルト	180kW	木質ガス化コージェネ。A1ペレット使用。三洋貿易が輸入代理店。群馬県上野村
ZEエナジー	360kW	木質ガス化コージェネ。かぶちゃん電力(長野県)
スパナー	45kW	木質ガス化コージェネ。含水率13%未満のチップ使用。福島県郡山市の民間施設

(報道資料等よりバイオマス産業社会ネットワーク作成)

## 小規模木質バイオマス発電

- 2000kWでも8000円／生トンのチップなら発電のみでも採算可能との試算も
- ORC、ガス化コジェネなら、まず熱需要ありき
- 制度ができたから事業を企画するのではなく、その地域が木質バイオマス発電に条件が合う場合に、導入を検討すべき
- 燃料の安定的調達と熱需要が二大ファクター
- スパナー社、Volter社（電現ソリューションが40kWを今春発売予定）のコジェネは、乾燥したチップの供給がポイント
- 小規模での国内の成功例はまだほとんどない。（コベルコ、IHIは導入実績有）
- 収入に占める熱の割合が高いなら、「未利用材」にこだわるより安価な廃棄物系バイオマスを使うのが合理的
- 木質バイオマス利用の経験が少ない地域では、まず、個別の熱利用導入が現実的

# Burkhardt社 ガス化炉CHP

ガス化炉



ドイツ、イタリア、ベルギーで稼働中  
2008年第1号機納入、現在100基以上の実績  
流動床型アップドラフトガス化炉  
運転実績累積百万時間を超える  
設備消費動力も少なく、2~6kWh



参考:ドイツ経済エネルギー省ドイツバイオマス研究センター(DBFZ)がバイオマス会議で行ったプレゼンテーション資料でガス化技術のトップランナーとしてBurkhardt社とSpanner RE2社を紹介

	原料	発電効率	発電容量	年間稼働率	発電コスト
Burkhardt社	pellet	30%	180kW	7,500hr	19.8€¢ /kWh
Spanner RE2社	chip	19%	30kW	6,000hr	23.7€¢ /kWh

- 電力出力 180 KW(この1機種のみ)
- 熱出力 270 KW(23万Kcal 灯油約26.5ℓ相当)
- ペレット消費量 約115 kg/h(2.77t/d)
- 軽油消費量 常時平均3ℓ/h(BDFも可)
- 発電効率 約30%\*
- 総合効率 70~80% (燃料熱量による)

出所:バイオマス産業社会ネットワーク第135回研究会資料

\* 参考:同規模では、汽力発電効率8%、ORC16%

※ブルクハルト社の機器は、三洋貿易が輸入代理店に



## 群馬県上野村での導入例

- 人口1300人の村、17%がIターンとその家族
- 森林組合、製材所、ペレット工場などで雇用創出
- ブルクハルト社の木質ガス化コージェネ導入
- 熱は、きのこ(菌床しいたけ)栽培用の空調に利用
- FIT認定はとらず
- 機器はホワイトペレットが仕様だが、村のペレット工場は全木ペレットを生産



## 郡山市民間施設の導入例

- スパナー社の45kWの木質ガス化コージェネ
- 機械の仕様で含水率13%のチップ利用
- FIT未利用木質認定
- FIT対応のため、森林組合から切削生チップを購入。乾燥施設で乾燥
- 熱は研修施設で利用予定
- チップの供給などの問題で連続運転できず(15.2現在)





## 二宮木材(栃木県那須塩原市)の導入例

- 製材工場の既存の木質ボイラー(製材の乾燥用)の減圧エネルギーを利用して発電(コベルコ)256kW
- FIT一般木質認定
- 減価償却は10年程度とのこと



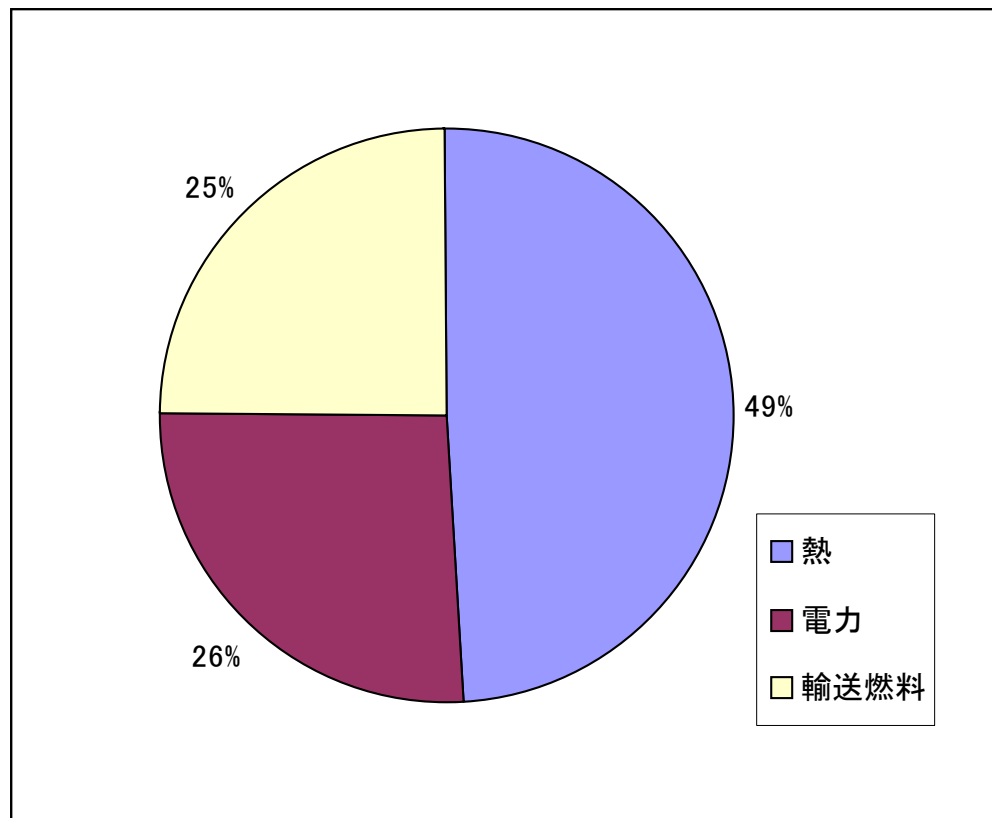
# バイナリー発電 例



20kW。70～95°Cのお湯で発電。出所:IHI HP

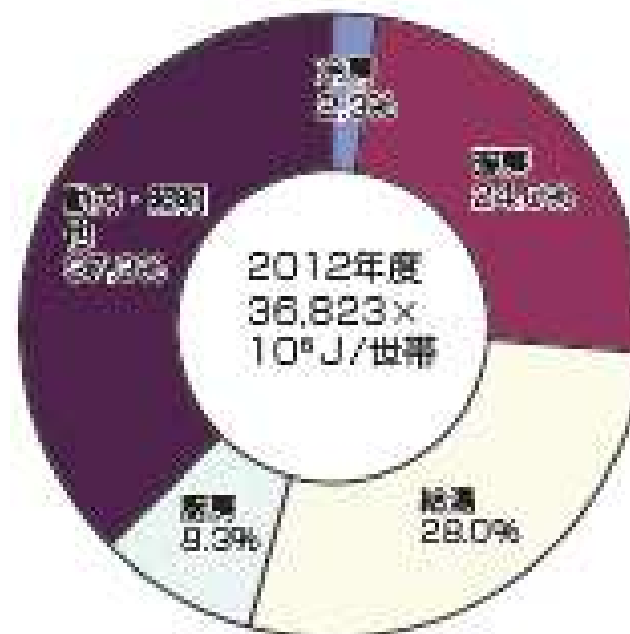


# 日本のエネルギー消費の半分は熱！



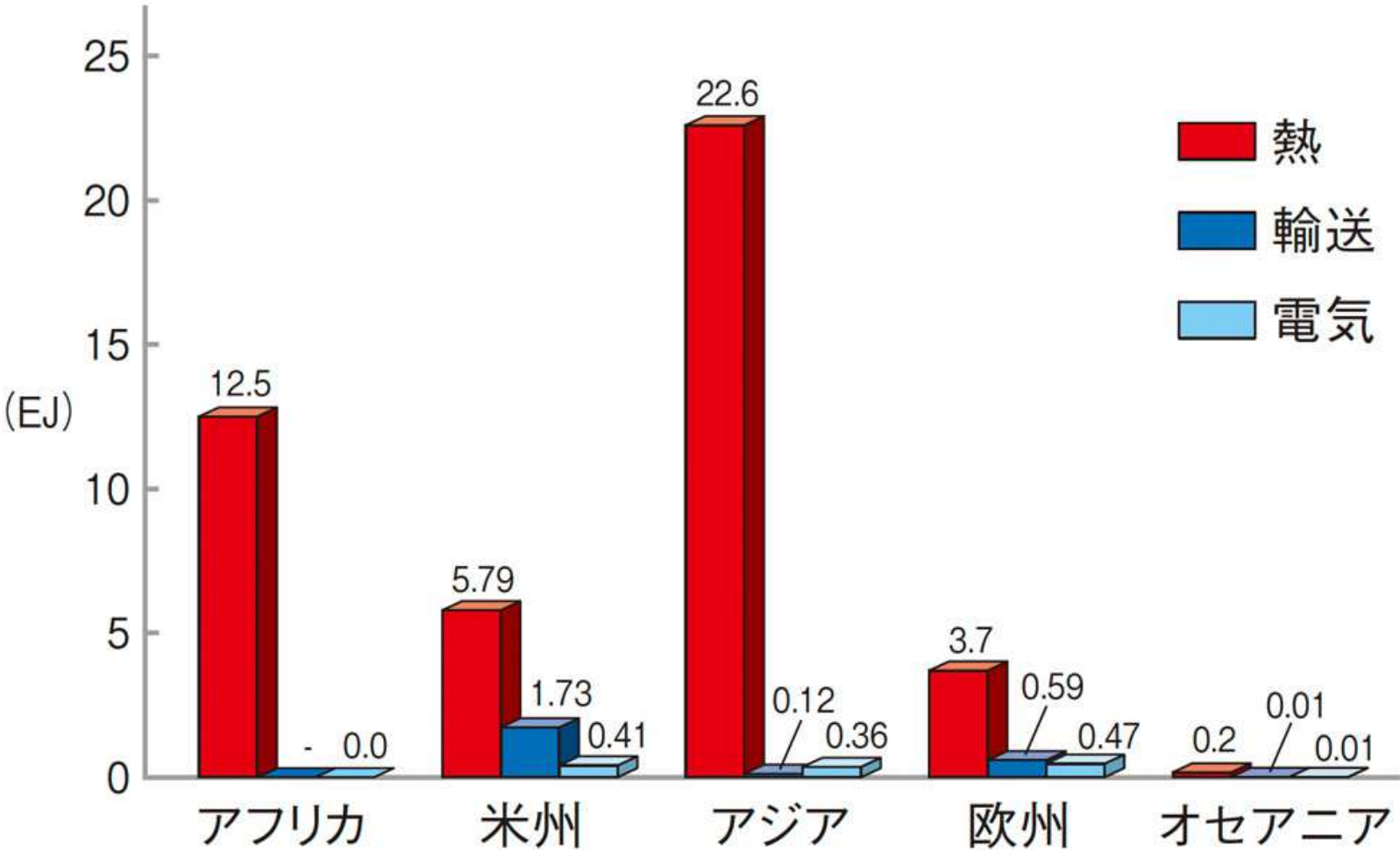
## 日本の最終エネルギー消費

出所: 梶山恵司氏資料



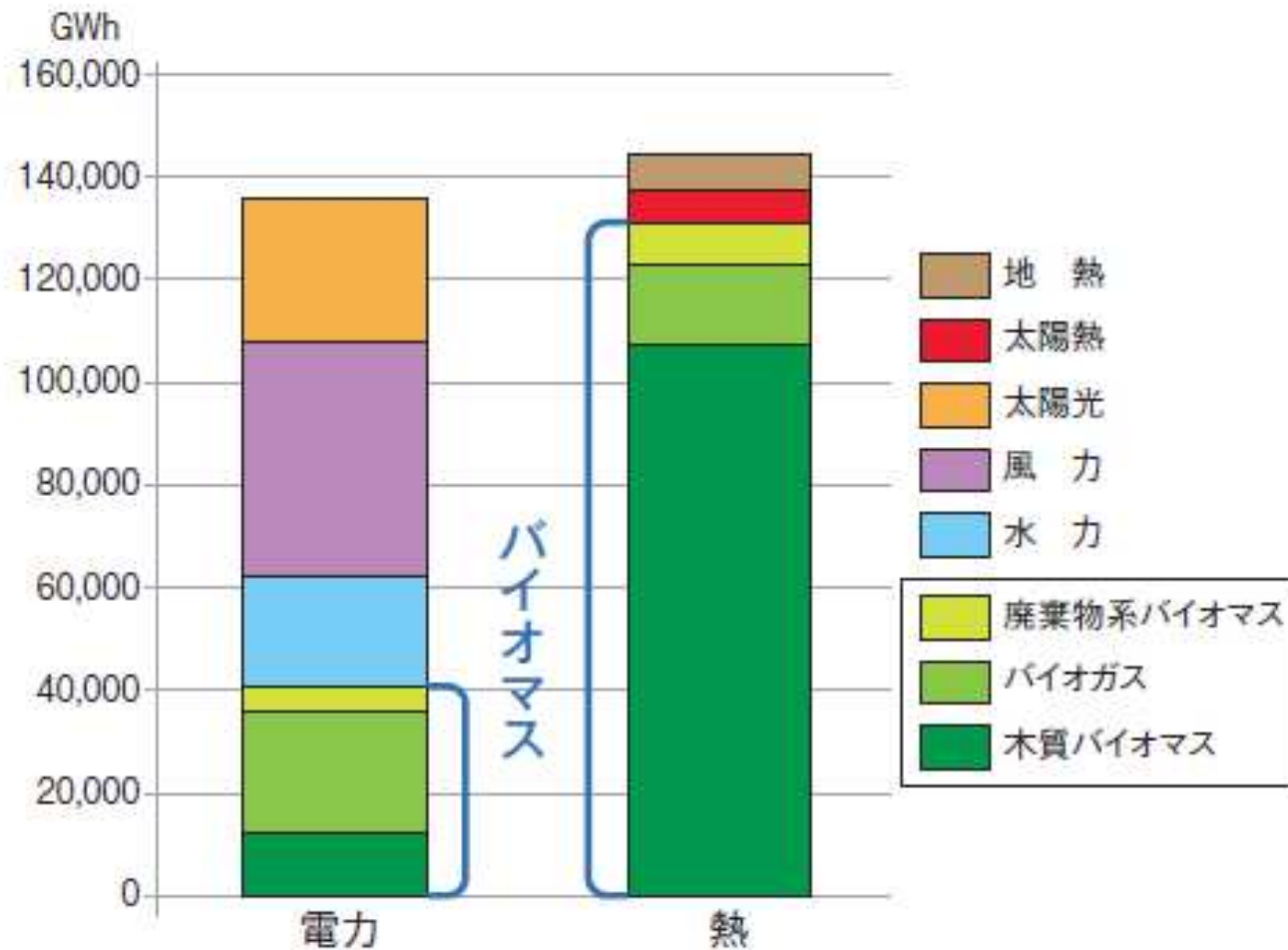
家庭用用途別エネルギー  
(出所: エネルギー白書2014)

# 世界のバイオマス利用



出所: バイオマスエネルギー統計

# ドイツの再生可能エネルギー構成(2012年)



# コマツの木質チップボイラ導入

- 石川県の工場にバイオマス蒸気ボイラシステムを導入
- 3,200kW(発電+排熱)、蒸気発電機210kWを導入
- 7,000トン/年 のチップ使用(森林組合が供給)
- 設備投資 約4億円
- 購入電力削減効果 約150万kWh/年
- チップの安定供給に、森林組合と共同で取り組む
- こうした他産業の参入は「事業化にとって非常に有効。促すくみを。

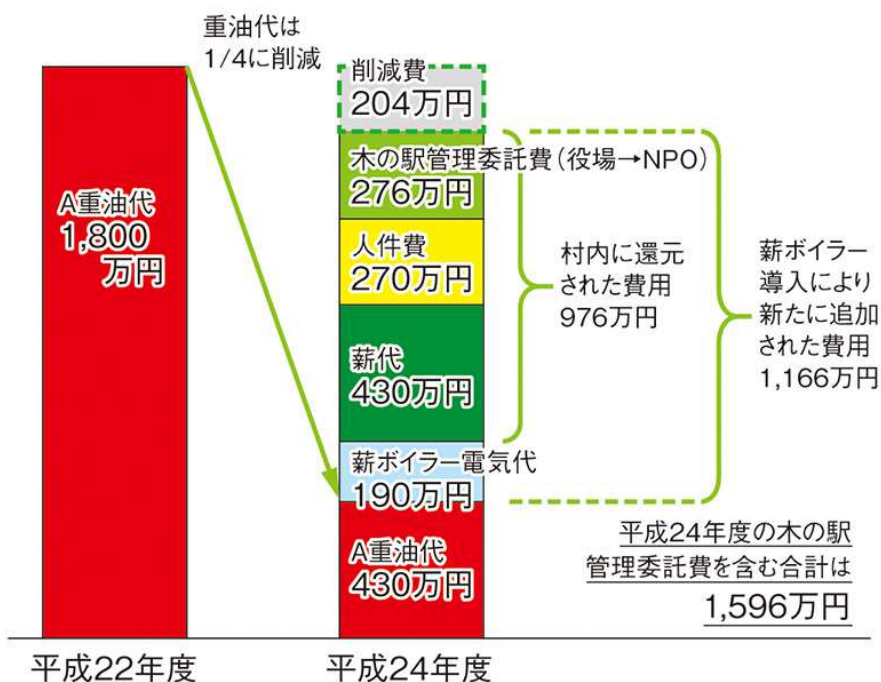
出所:コマツHP





# 山梨県道志村 村営温泉施設 道志の湯

- 2012年に国産薪ボイラー、アーク社の「ガシファイヤー」5基を重油ボイラーの代替として導入
- 「木の駅」プロジェクトで、5000～6700円/m<sup>3</sup>で材を購入。NPOが運営
- 薪投入量 2.5～3m<sup>3</sup>/日（出所 写真:BIN118回研究会資料 <http://www.npobin.net/118thIwaki1.pdf> 図:バイオマス白書2014)



木の駅管理費(薪製造コスト)276万円を含めても、204万円の削減を達成。



## ハウス暖房用ボイラ例



## 石村工業 「ゴロン太」

暖房面積目安 100坪～

本体価格28万円 煙突・工事費10万円

1.2mの薪まで投入可能

夕方ストーブを満杯にすると、翌朝まで連続燃焼運転可能

全国で400台以上導入



## 家庭用薪ボイラ例(暖房・給湯)



- ・オーストリアETA社製薪ボイラ  
20kW
- ・施工費込で300万円程度
- ・輸入代理店・施工 ソーラーワールド  
(山形県天童市)
- ・かつては、給湯用プロパンガス代が  
15万円／年 かかっていた
- ・一日1回薪を投入し、貯湯槽にため  
ておく。蛇口をひねれば、いつでもお  
湯が出る
- ・インターネットで燃焼を確認。スマホ  
でも可能。

参考：<http://woody-biomass-utilities.blogspot.jp/search/label/%E8%96%AA%E3%83%9C%E3%82%A4%E3%83%A9%E3%83%BC>

## 薪ストーブ、薪ボイラー



写真右:薪ストーブ。導入費90万円。千葉で年間5万円のガス代を節約。燃料は剪定枝  
写真中:長府製作所 石油・マキ併用 給湯器、ふろがま(中写真出所:長府製作所HP)  
[http://www.chofu.co.jp/products/supply/oil\\_heat/oil/index.html](http://www.chofu.co.jp/products/supply/oil_heat/oil/index.html)  
写真右インソライト住機 薪、もみがら自動運転型焼却ボイラ(写真:同社HP)  
<http://www.isolite.co.jp/jyuki/products/boiler.html>



## 地域に低質材の市場をつくる

- 常設でも日時を決めても。木材市場での併設もあり
- トラックスケール、ストックヤード、燃料運搬手段
- 供給側：林家（間伐材等）、造園業者（剪定枝）、土木事業者（支障木）等
- 需要側：薪ストーブユーザー、バイオマスボイラー、バイオマス発電所、製紙会社、マテリアル利用
- バイオマス発電対応でつくるケースも。発電所だけでなく熱需要にも対応できると広がる
- できるだけコストのかからないしくみ、事業として回るように（いずれ助成なしで自立できるように）
- 福島県糸島市は日本初の公設民営貯木場を設置

# 福岡県糸島市「伊都山燦(いとさんさん)」原木集積施設



## 「伊都山燦(いとさんさん)」原木集積施設

- 糸島市があいた土地を500万円で借り、(株)伊万里木材市場に年500万円で運営を委託する公設民営の原木集積施設。低質材含む木材買取り。地元の林業研究会など自伐林家、支障木、剪定枝などが持ち込まれる
- 原木買取価格 2000円＋3000円(糸島市から補助の商品券)／t いずれ、補助はなしに。
- 自伐林家育成のため、市有林で研修
- 出口は、製紙用、燃料用チップ(市がチップパー所有)、薪、木工作家など
- 薪を商品券で買うと安くなる 50円→40円／kg
- 市からの拋出はいずれなくなる予定
- 目聞きの人材で「木のコンビニ」
- 木材受入量 H24 1,447t、H25 2,549t、H26 5,335t
- 今後、製材所を誘致。川上から川下までの整備

## 土佐の森・救援隊の自伐林家育成&木の駅

- サラリーマン、農家の山主が休日に山に入り、安価な軽架線と軽トラで材を搬出。NPOが技術指導「C材で晩酌を！」
- バイオマス集積基地 誰でも材を持ってくれば最低価格で買い上げ(よい材はマテリアル利用) 薪の販売も
- 商店街とタイアップして地域通貨で上乗せ
- 林業専門に移行する人も
- 切り捨て間伐材、未利用材搬出の有力な手段
- 2010年の素材生産量の16.5%が「自伐林家」によるもの
- 森林面積あたりの雇用効果は10倍程度
- 2014. 6. 12 自伐型林業推進協会設立

<http://jibatsukyo.jimdo.com/>



## 木の駅プロジェクト

- 2010年鳥取県智頭町を皮切りに、全国40カ所以上に拡大中
- 矢作川で森の健康診断、山里の聞き書き塾
- 「里山民主主義」
- 課題は(経済的)持続可能性 逆ザヤ、事務経費
- バイオマスボイラーと相性良し
- 木の駅ポータルサイト <http://kinoeki.org/>

参考：丹羽健司『「木の駅」山も人も軽トラ・チェーンソーでいきいき』全国林業改良普及協会

バイオマス産業社会ネットワーク第140回  
研究会資料

<http://www.npobin.net/research/>



…この事業は平成 27 年度岩手県民参加の森林づくり促進事業の支援を受けて実施しています…

# 遠野・薪の駅プロジェクト

## 2015～2016



活動の詳細は  
裏面をご覧下さい！

### 遠野・山仕事はじめての一本（入門）講座

平成 24 年度から始まった同講座の第 4 期生を募集します。講座は 5 月～3 月まで毎月 1 回です（詳細は裏面）。

最近は、女性受講者も急増中。山林を歩いているが、どうしたらいいか困っている方。薪ストーブを設置したいので、自分の山から木を伐り出したい方。岩手の森林整備に貢献したい方。チェーンソー技術を身につけたい方・・・などなど。理由は様々。山仕事の世界に、一歩踏み出してみませんか！

### 遠野・薪づくり倶楽部

「薪」は古くて新しい再生可能エネルギー。「薪のある暮らし」は、北国の冬を身も心も暖かく、豊かな暮らしへと変えてくれます。

これまで「薪」を使っている方も、いっしょに薪づくりを楽しみませんか。県内各地からの参加者が集まって、「薪」についての情報交換の場にもなっています。作業に参加した方は「薪券」を受け取り、乾燥した薪と交換できます。もちろん、薪はいらないけど・・・という方も歓迎。薪割りは何といても、ストレス解消には抜群。お気軽にどうぞ！

### 遠野・薪券倶楽部

この春から新たに始める活動です。

間伐材の中には、薪にするにはもったいないような木も多くあります。そんな木を製材して木工に取り組みんだり。伐り倒した枝や葉の利用を考えたり。木にからまるツルを利用したツル細工。などなど。

利用されていない森の資源を、講師の先生のアドバイスを受けながら、カタチにする術（すべ）を共に学びます。あなたのアイディアで、森の生命に新たな息吹を吹き込んでみませんか？

◆参加申し込みは、氏名、住所、電話番号、生年月日、性別を下記までご連絡ください

主催：NPO 法人遠野エコネット ホームページ <http://tono-econet.org/>

申込み・問合せ 電話 & ファックス 0198-64-2250 E-mail:pahaya@tonotv.com

# 遠野エコネット 遠野・薪づくり倶楽部

## 今後のバイオマス発電の展開

1. 継続できる事業
2. 赤字だが補てんしつつ継続する事業
3. 行き詰る事業
4. 計画時点で見直す事業→まだ着工していないなら、資源調達について精査を。森林総研のツール 協定に頼るのではなく、林業事業者の生産実績等をもとに判断

○発電事業への精通の度合い

○安定的な資源調達の手段を講じているか

- ・国内林業への理解
- ・海外調達の体制構築
- ・多様な調達先を確保することが重要

## 課題に向けての方策

- 規模別買取価格の設定
- 固体バイオマス持続可能性基準の導入
- 一般木質バイオマス発電にも燃料調達により詳細なチェックを
- トレーサビリティの実効性確保
- 森林管理の強化
- 林業・林産業のバランスのとれた振興
- まず、熱利用から！！



## 提言：日本におけるバイオマスの持続可能な利用促進のための原理・原則

- 1) 真の意味での温室効果ガス(GHG)削減への寄与
- 2) 健全な生態系の保全と利用の促進
- 3) 経済・社会面での配慮

## 主な引用・参考文献

バイオマス白書2015 <http://www.npobin.net/hakusho/2015/>  
バイオマス産業社会ネットワーク第154回研究会資料  
<http://www.npobin.net/research/>

柳田高志ほか「再生可能エネルギー固定価格買取制度を利用した木質バイオマス発電事業における原料調達価格と損益分岐点の関係」  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jie/94/3/94\\_311/pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jie/94/3/94_311/pdf)

バイオマス産業社会ネットワーク第143回研究会資料  
<http://www.npobin.net/143thKuboyama.pdf>

2015秋廃棄物セミナー 未利用資源エネルギービジネス最前線 資料  
木質バイオマスの経済的な供給ポテンシャル推計システム  
<http://f109biomass.ffpri-109.affrc.go.jp/biomassWebsystem/>

木質バイオマス発電事業採算性評価ツール

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2015/20151009/index.html>

バイオマス産業社会ネットワーク研究会資料 <http://www.npobin.net/research/>

泊みゆき『バイオマス 本当の話』築地書館

佐藤宣子ほか『林業新時代 「自伐」がひらく農林家の未来』農文協

相川高信『木質バイオマス事業 林業地域が成功する条件とは』全林協