

# バイオマスの持続可能な 要件の整理

シンポジウム「持続可能なバイオマスの要件とは～経済循環とLCAの視点から考える～」  
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

2018.5.25

# 1. バイオマスのエネルギー利用の概要

日本で利用されている主なバイオマスの種類

- ・黒液
- ・紙ごみ
- ・製材端材
- ・支障木、剪定枝、流木
- ・建設廃材
- ・間伐材
  
- ・下水汚泥、し尿
- ・生ごみ
- ・食品廃棄物
- ・家畜糞尿
- ・廃食油
  
- ・アブラヤシ核(PKS)
- ・ペレット、チップ
- ・バイオエタノール
- ・パーム油

利用形態

●熱利用(冷暖房、給湯、調理、工場等)

<コージェネレーション>

●発電(直接燃焼、ガス化、メタン発酵等)

●輸送用燃料

事業主体

地域

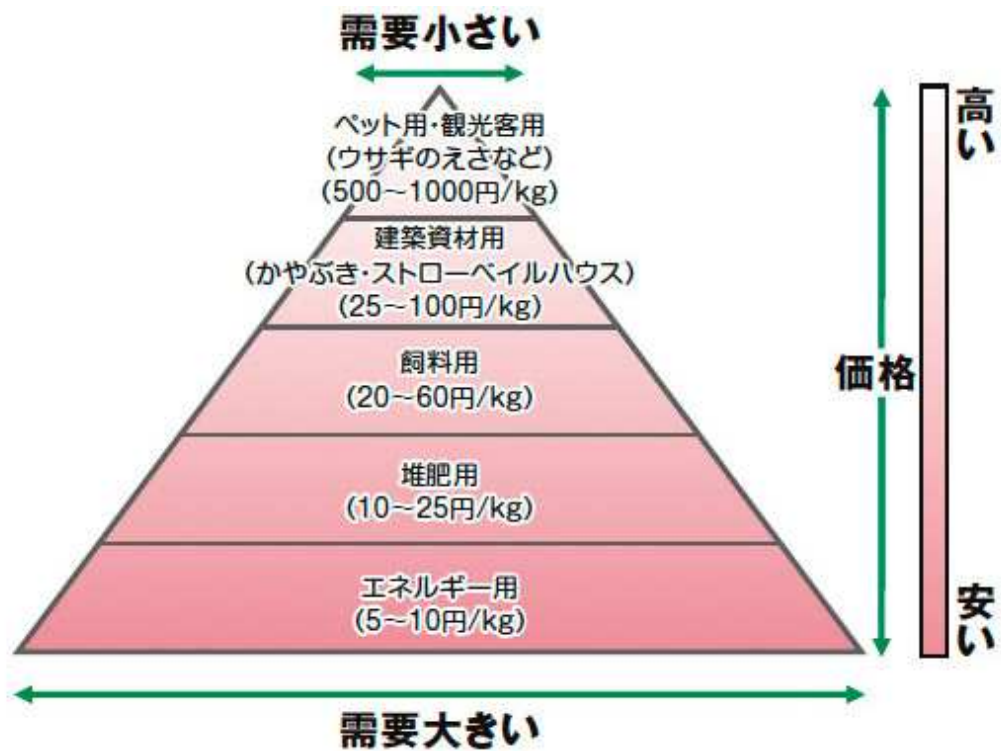
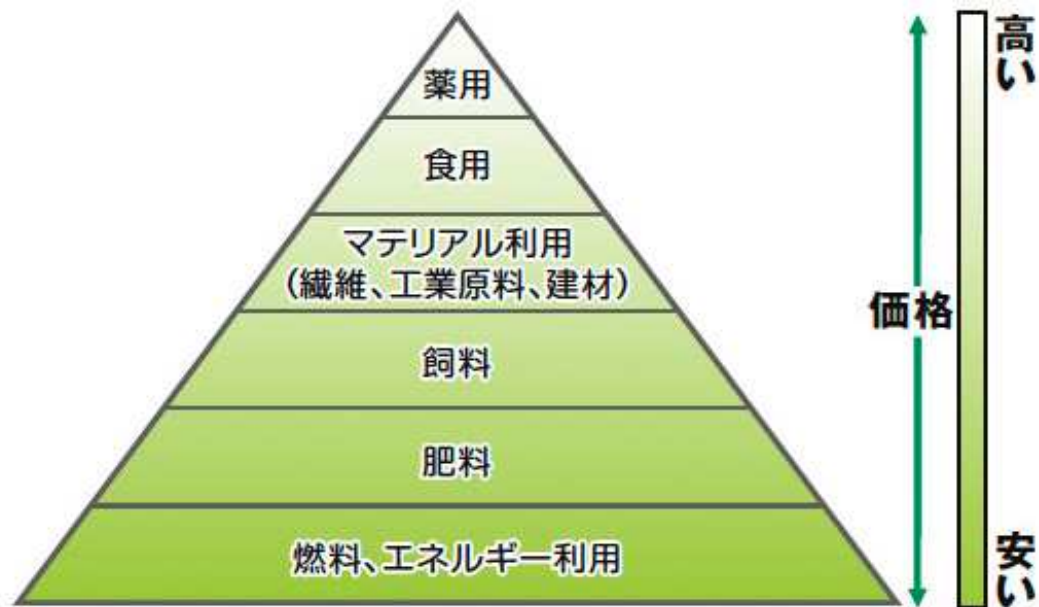
自治体  
企業  
団体  
個人等

国内  
企業

海外  
外資企業

## バイオマスの特徴

- 燃料となる資源が木質、農作物、残渣、廃棄物など多様
- 燃料となる資源に関わる分野が多様: 林業、木材加工、農業、食品加工、廃棄物、輸入バイオマス等
- 特殊用途、食用、マテリアル利用、飼料、肥料、燃料と資源利用の方法が多様、燃料利用はその最後の形態
- エネルギー利用の形態も、熱、発電、輸送用燃料と多様
- 燃料の形態も固体(薪、チップ、ペレット、ブリケット等)、液体(バイオエタノール、バイオディーゼル等)、気体と多様
- カーボンニュートラルの概念がわかりにくい
- 資源が「存在する」と「利用できる」は全く別
- 再生可能エネルギーのなかで唯一、備蓄、輸送、需要に合わせた供給が可能
- 非常によい利用から悪い利用まで千差万別
- 政策担当者泣かせの複雑さ



## バイオマスの有効利用

上図: バイオマスの有効利用  
 下図: 草の需要のピラミッド  
 出典: バイオマス白書2009

## FITバイオマス発電の問題点

- 買取価格が規模別になっていなかった→変更
- 熱利用への配慮がない
- 温暖化対策効果への配慮がない
- 大量の輸入バイオマス発電の認定: エネルギー自給にならない、地域経済への恩恵が限定的
- パーム油発電: 食料との競合、持続可能性の問題  
→変更

※バイオマス利用の全体像からのFIT制度構築の必要性

# 持続可能なバイオマス利用とは

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  
物質を含む非温室効果ガスの排出量
2. 土壌質
3. 木質資源の採取水準
4. 大気有害物質
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

## 持続可能なバイオマス利用とは(仮定)

長期にわたる「社会的便益」がより高く、かつ実現可能性が高い利用

社会的便益とは

経済性、費用対効果: 収益(分配の問題)、償却年数、雇用  
合法的な利用

外部経済、外部不経済の内部化

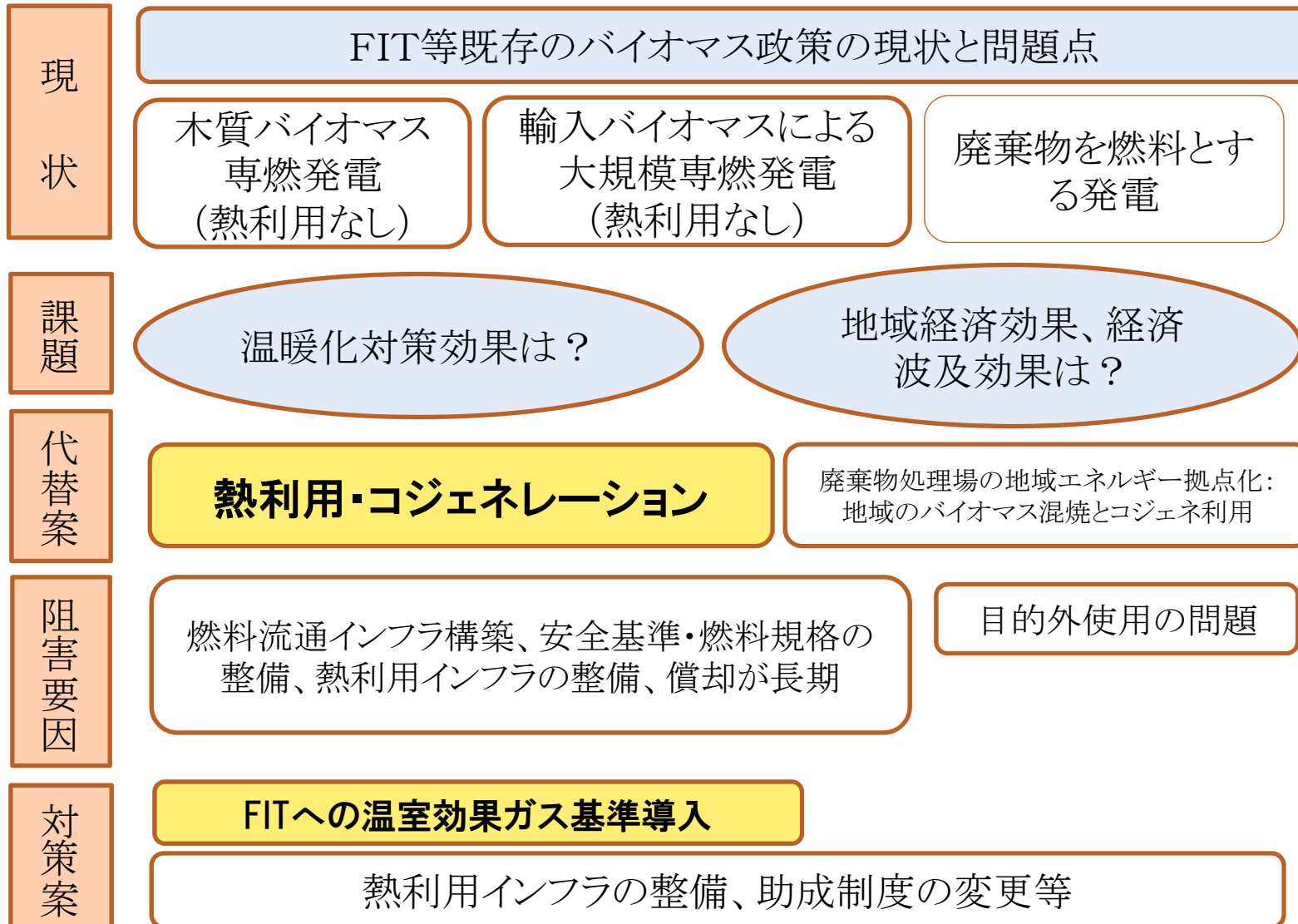
- ・特に **温室効果ガスLCA**
- ・事業単独ではなく、FITによる国民負担や補助金を勘案
- ・定性的に 地域活性化
- ・時間軸 少なくとも「孫」の世代まで
- ・輸入バイオマスの場合、合法性ではカバーしきれない問題も

実現可能性が高いとは

国内、海外での成功例の数



# バイオマス利用の状況





# 木質バイオマス利用と温室効果ガス削減効果 英国のGHG基準とデフォルト値

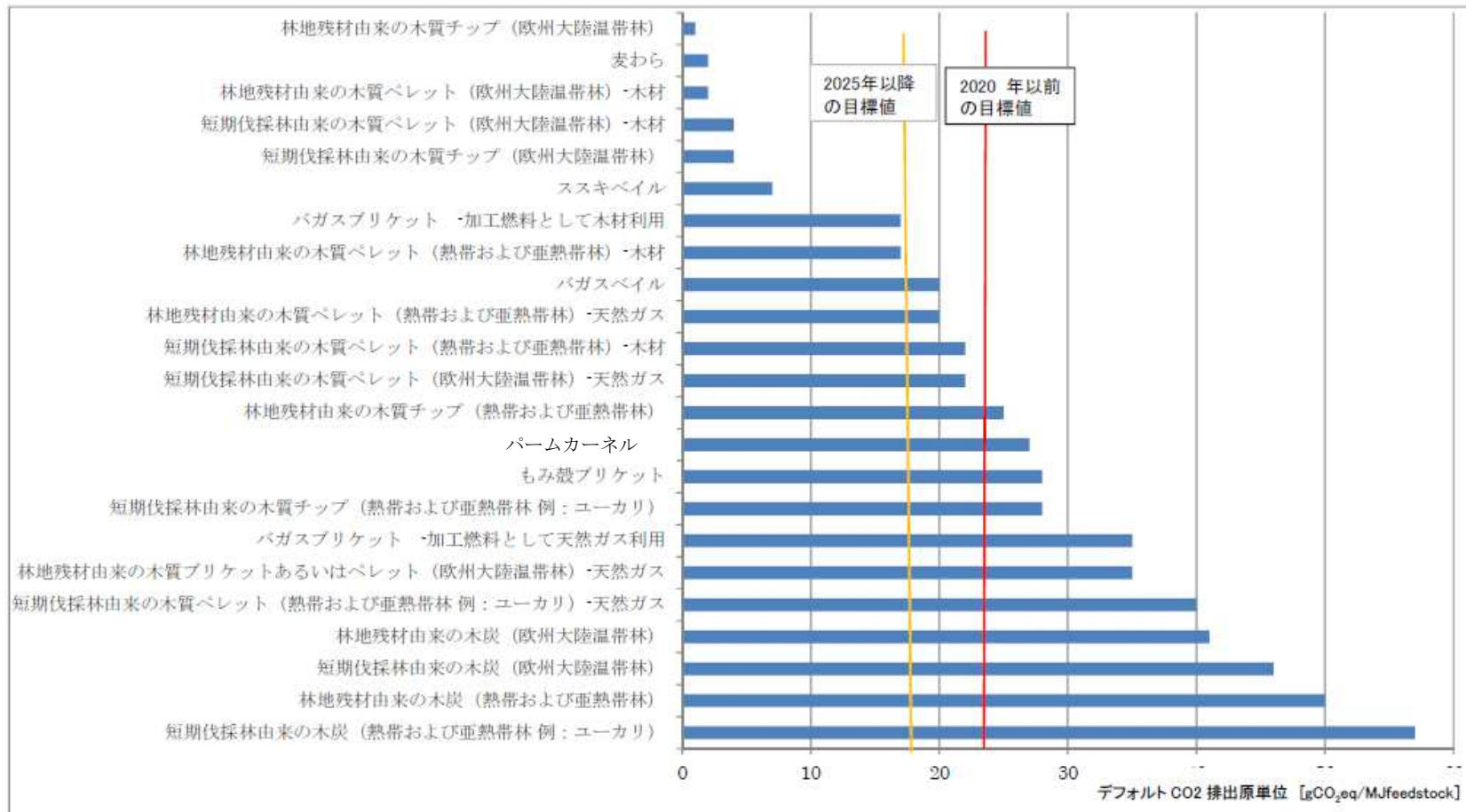


図: 固体バイオマスのデフォルト CO2 排出原単位と発電効率 35% の場合の目標値

作成: NPO 法人バイオマス産業社会ネットワーク

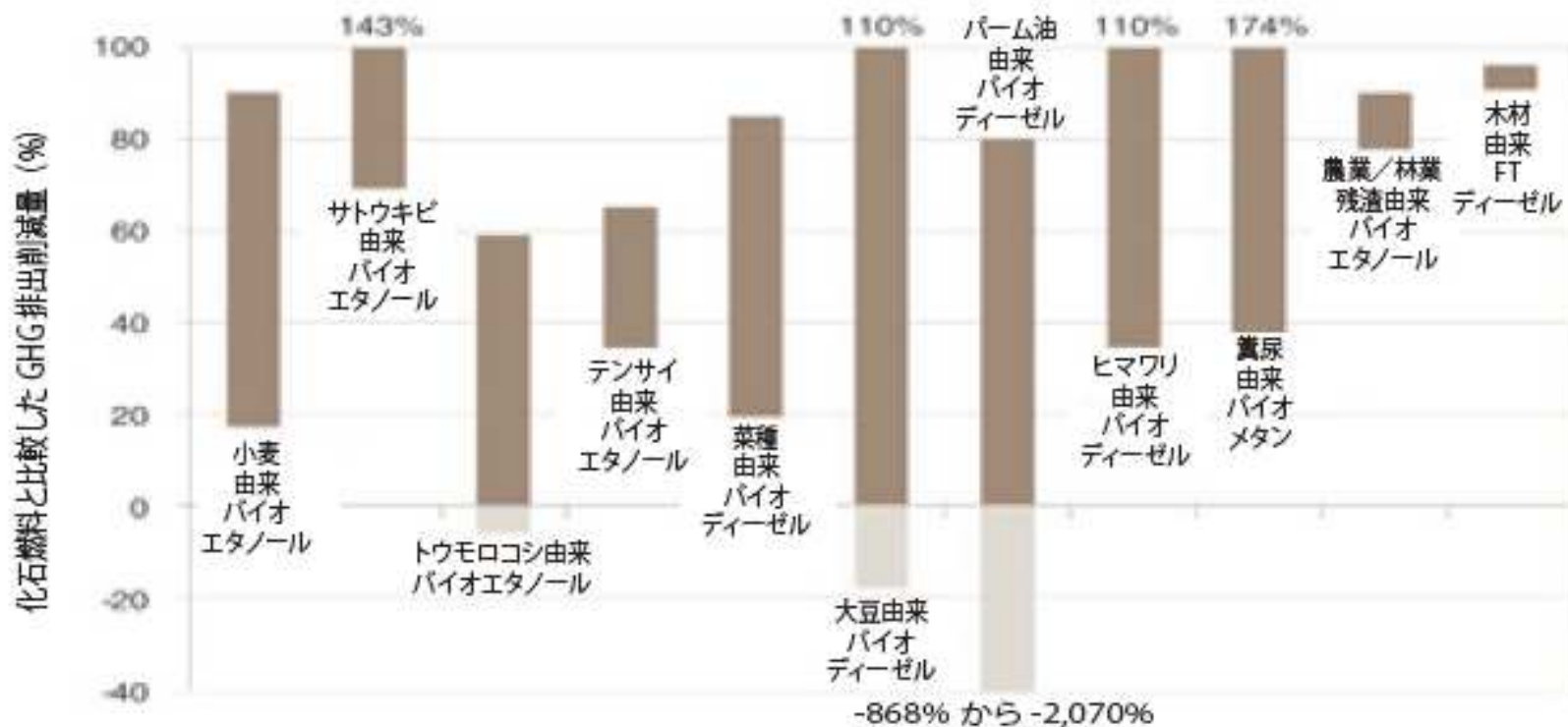
解説: 表6 11 より GHG 排出量  $gCO_2eq/MJ$  電気 = バイオマス生産からの排出量 / 発電効率

表4より 2020年以前の目標  $66.7 gCO_2eq/MJ$  電気 = バイオマス生産からの排出量 / 発電効率 (0.35 と仮定)

発電効率 35% の場合、目標を満たすバイオマス生産からの排出量  $\leq 23.345 gCO_2eq/MJfeedstock$  同様に、2025年以降の目標を満たすバイオマス生産からの排出量  $\leq 17.5$

出所: シンポジウム「固体バイオマスの持続可能性確保へ向けて～英国の事例と日本の課題～」資料集  
<http://www.npobin.net/UKSBSC.pdf> P103

図：化石燃料とバイオ燃料の温室効果ガス排出削減量の比較



出所：国連環境計画 (UNEP) 報告書「バイオ燃料を評価する」2009年 (Assessing Biofuels)

[http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/AssessingBiofuels\\_Summary\\_Japanese.pdf](http://www.unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/AssessingBiofuels_Summary_Japanese.pdf)

## 液体バイオ燃料(バイオエタノール)の持続可能性基準

- エネルギー供給構造高度化法で位置づけ
- 2018年度～2022年度の間、年間50万klのバイオエタノールを石油(ガソリン)事業者は導入する義務

そのバイオエタノールは、

- ・ガソリンに比べLCA温室効果ガス排出が45%未満であること
- ・調達するバイオエタノール又はバイオエタノールの原料が、原料生産国の法令を遵守して生産されていること
- ・調達するバイオエタノールの原料の需給が食料価格に与える影響を回避すること
- ・調達するバイオエタノールの生産による原料生産国の生態系や環境への影響を回避すること

デフォルト値:ブラジル産エタノール(森林から転換を除く) 40%

アメリカ産エタノール 52% ※デフォルト値を用いず、規定に従い、独自に計算することも可能

出所:資源エネルギー庁Webサイト エネルギー供給構造の高度化について バイオ燃料関連

<http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/koudokahou/biofuel.html>

# EU再生可能エネルギー指令改正提案\* (2016年11月)

## バイオマス：持続可能性基準に関する改正

## 改正指令案

改正指令案	固体	気体	液体
輸送用	<ul style="list-style-type: none"> <li>○食料競合する燃料の導入は、7%→3.8%まで。</li> <li>○先進型バイオ燃料+再生可能電力等を、1.5%→6.8%導入。</li> <li>○先進型バイオ燃料を、0.5%→3.6%導入。</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○持続可能性                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・生物多様性の価値が高い土地</li> <li>・炭素ストックが豊富な土地</li> <li>・泥炭地</li> <li>・持続可能でない森林バイオマス生産</li> <li>・LULUCF条件を満たさない国（パリ協定非締結国等）</li> </ul>                             における燃料原料製造禁止。                         </li> <li>○GHG削減基準                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2015年10月5日以前に操業開始した設備で作られる燃料は、50%</li> <li>・ 2015年10月5日より後に操業開始した設備で作られる燃料は、60%</li> <li>・ 2021年1月1日より後に操業開始する設備で作られる燃料は、70%</li> </ul> </li> </ul>		
発電・冷暖房	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2021年1月1日以降に操業開始する設備で使われる発電・冷暖房用燃料は、80%</li> <li>・ 2026年1月1日以降に操業開始する設備で使われる発電・冷暖房用燃料は、85%</li> </ul> <p>※小規模な冷暖房・発電設備は、適用外。 （固体バイオマス燃料の場合は20MW未満、気体バイオマス燃料の場合には0.5MW）</p>		

Copyright (C) Mitsubishi Research Institute, Inc.

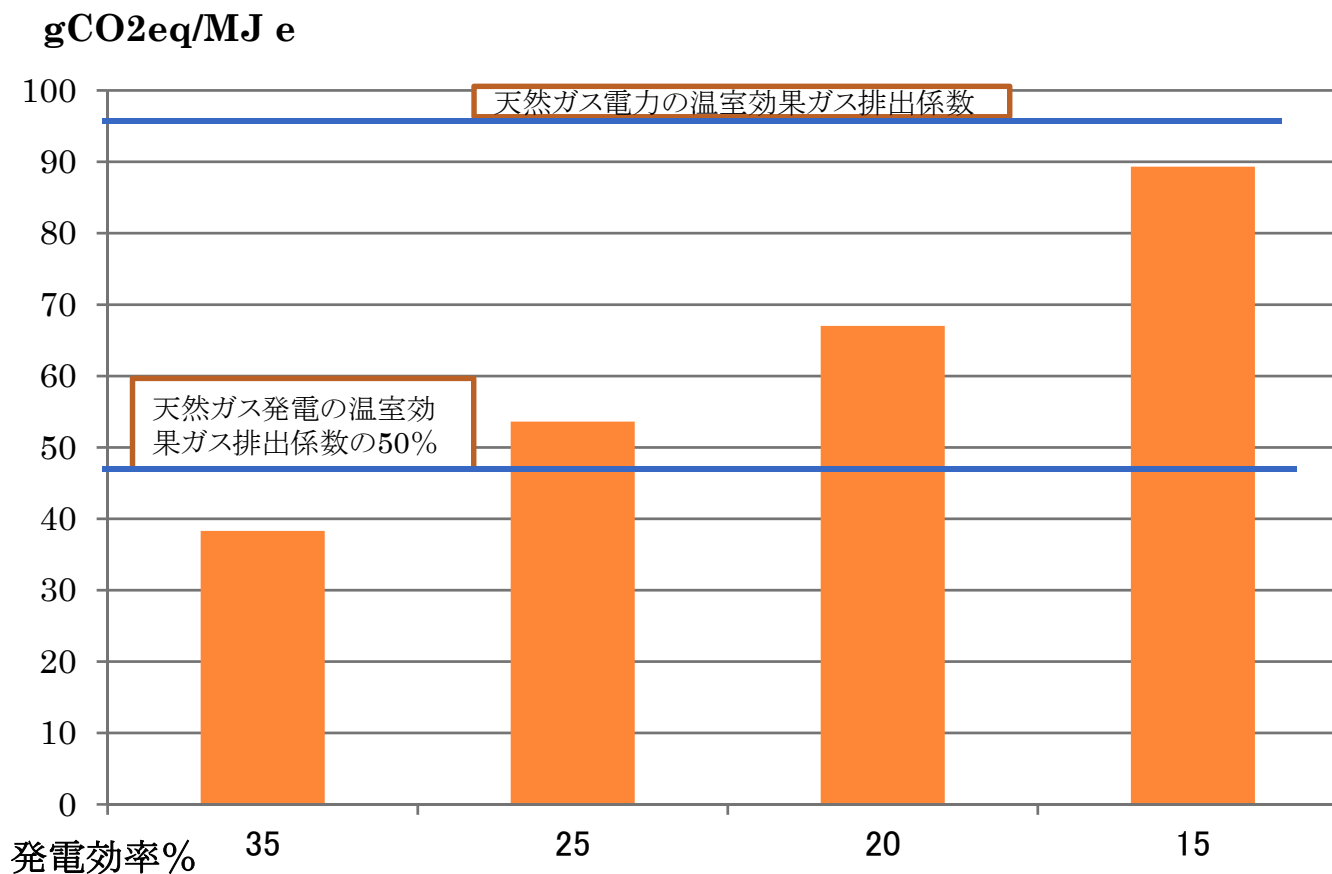
15

\* 2030年に向けた指令改正案。

出所: バイオマス産業社会ネットワーク拡大研究会2017 岩田まり資料



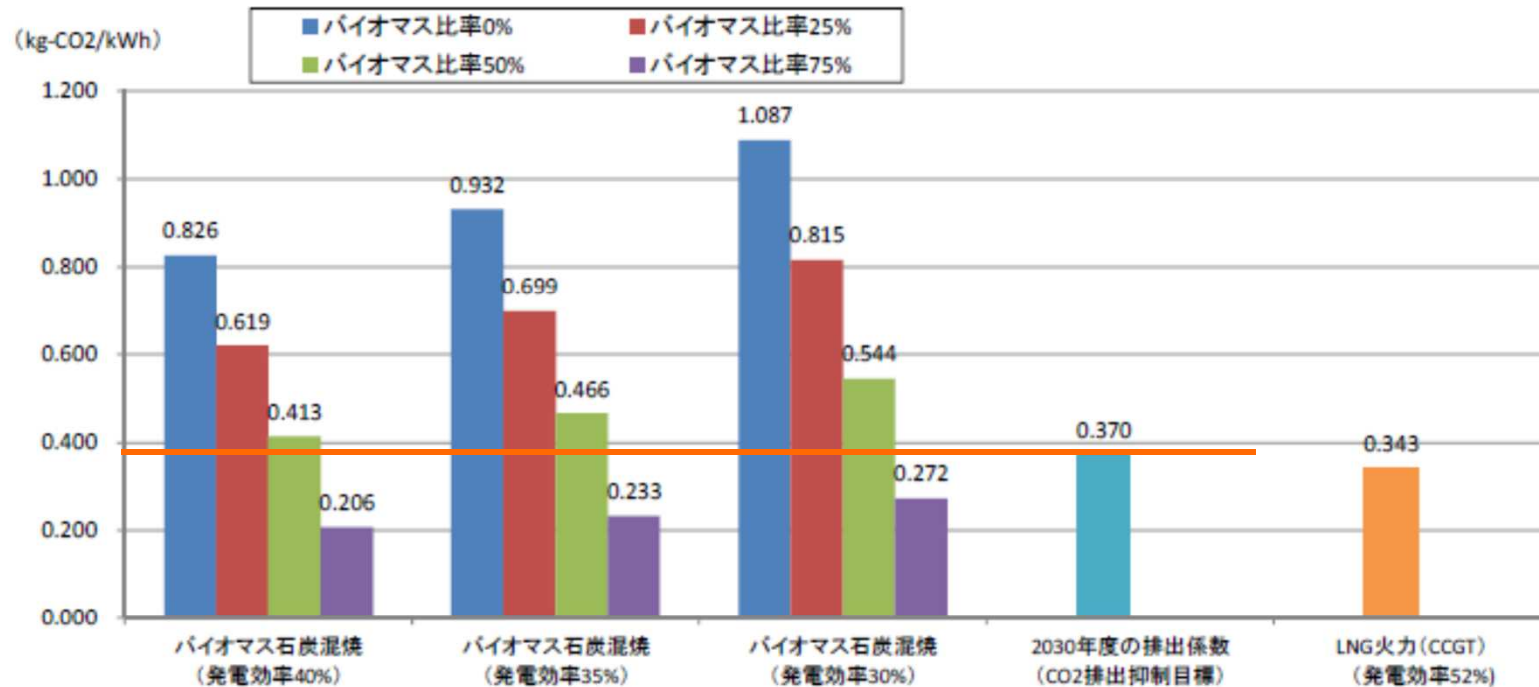
図：発電効率ごとの国産チップ燃料発電にともなう  
温室効果ガス排出



出所：林野庁「木質バイオマスLCA評価事業報告書」等のデータより著者作成



## 図:発電所単位でのバイオマス石炭混焼の排出係数の比較



(注1) バイオマス比率は熱量ベースを想定

(注2) 発電効率は、送電端・高位発熱量 (HHV) ベースを想定。燃料の排出係数は HHV ベース値として、石炭 (一般炭) 0.0906t-CO2/GJ、LNG0.0495t-CO2/GJ を想定。

出所:平成29年度新エネルギー等の導入促進のための基礎調査 バイオマス発電を含めたバイオマス利用のあり方に係る調査報告書

## FITへの温室効果ガス基準導入の効果

- 現状の「合法性」確保で、一定の持続可能性は担保可能か
- 温室効果ガス基準がないため、温暖化対策効果に問題があるバイオマス利用もFITの対象となっている
- 具体的には、パーム油など農産物と発電効率の低い利用
- FIT法は電気に関する法で、熱利用について盛り込みにくいのが、温室効果ガス基準であれば導入しやすいのではないか
- コージェネレーション利用であれば、熱需要との関係から小規模分散型に誘導される
- 石炭混焼では、50%以上の混焼率でなければ、天然ガス発電よりもCO2排出が多く、FITの対象とするのは疑問

## FITへの温室効果ガス基準の具体例

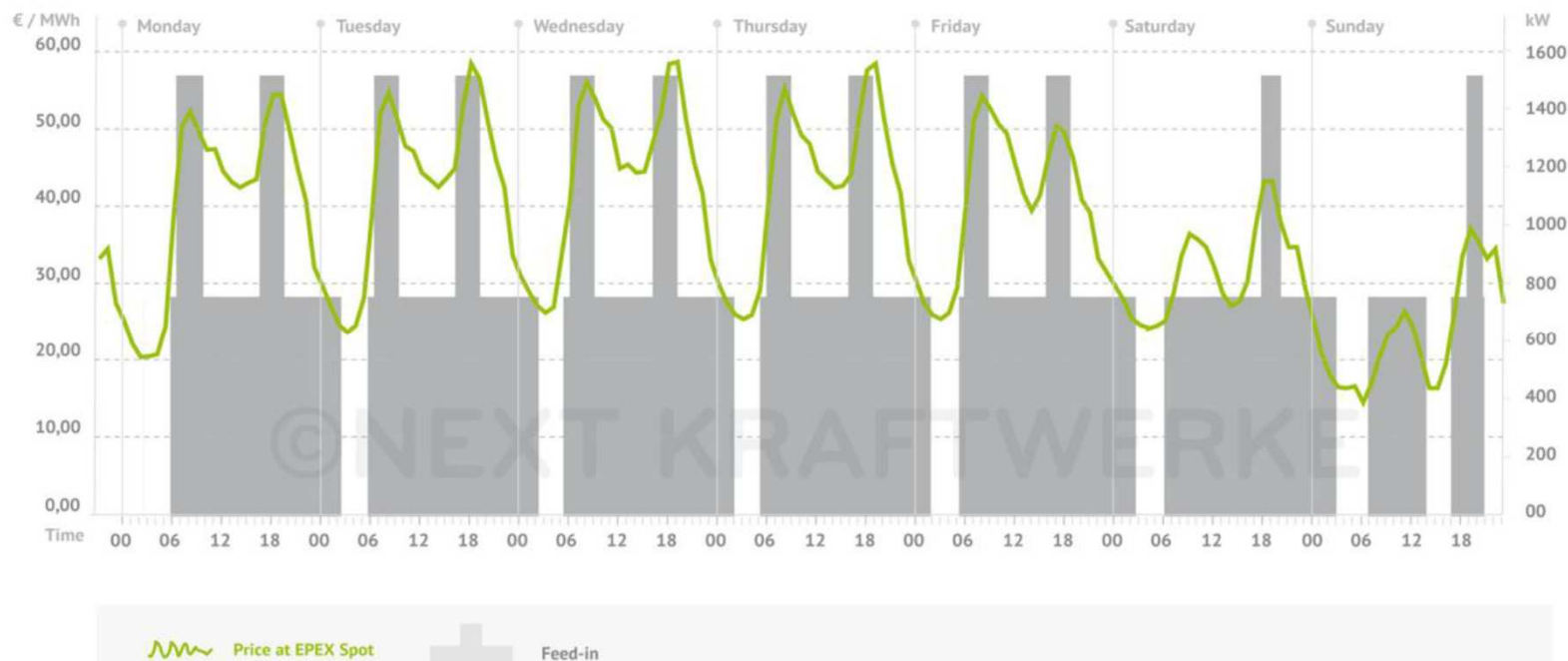
- 既存電力と比較してLCA温室効果ガス排出50%未満
- デフォルト値 国産未利用材チップ、端材チップ  
カナダ産端材ペレット、ベトナム産ペレット 等



## ポストFITのバイオマス利用

- 廃棄物系など安価なバイオマス中心
- 熱利用、コジェネ、廃棄物処理場への集約
- 変動電源への調整役 熱との連動(デンマーク、ドイツ)
- バイオマスは再エネ熱のなかでも、需要に合わせた供給が可能で、容易に高温が得られるという特徴を生かした利用
- 空調、給湯は断熱、排熱、地中熱、太陽熱などでもつばらまかなう
- 将来的にバイオマスはコークス代替や、工場等での熱のカスケード利用を中心に？

## 図：市場価格に合わせたバイオガスプラントの運転例



欧州卸売市場でのスポット価格    出典) Next Kraftwerke

ドイツのバーチャル・パワープラントのNext Kraftwerkeでは、約1000のバイオガスプラントと契約を結び、市場価格に合わせたプラントの運転コントロールのサービスを提供。プラントの設備利用率は低下するが、高い市場価格での電力販売が可能になり、かつ燃料使用量が削減できるため、収支の改善が実現している。

出所: 相川高信「日本のバイオエネルギー戦略の再構築」自然エネルギー財団 2018年4月

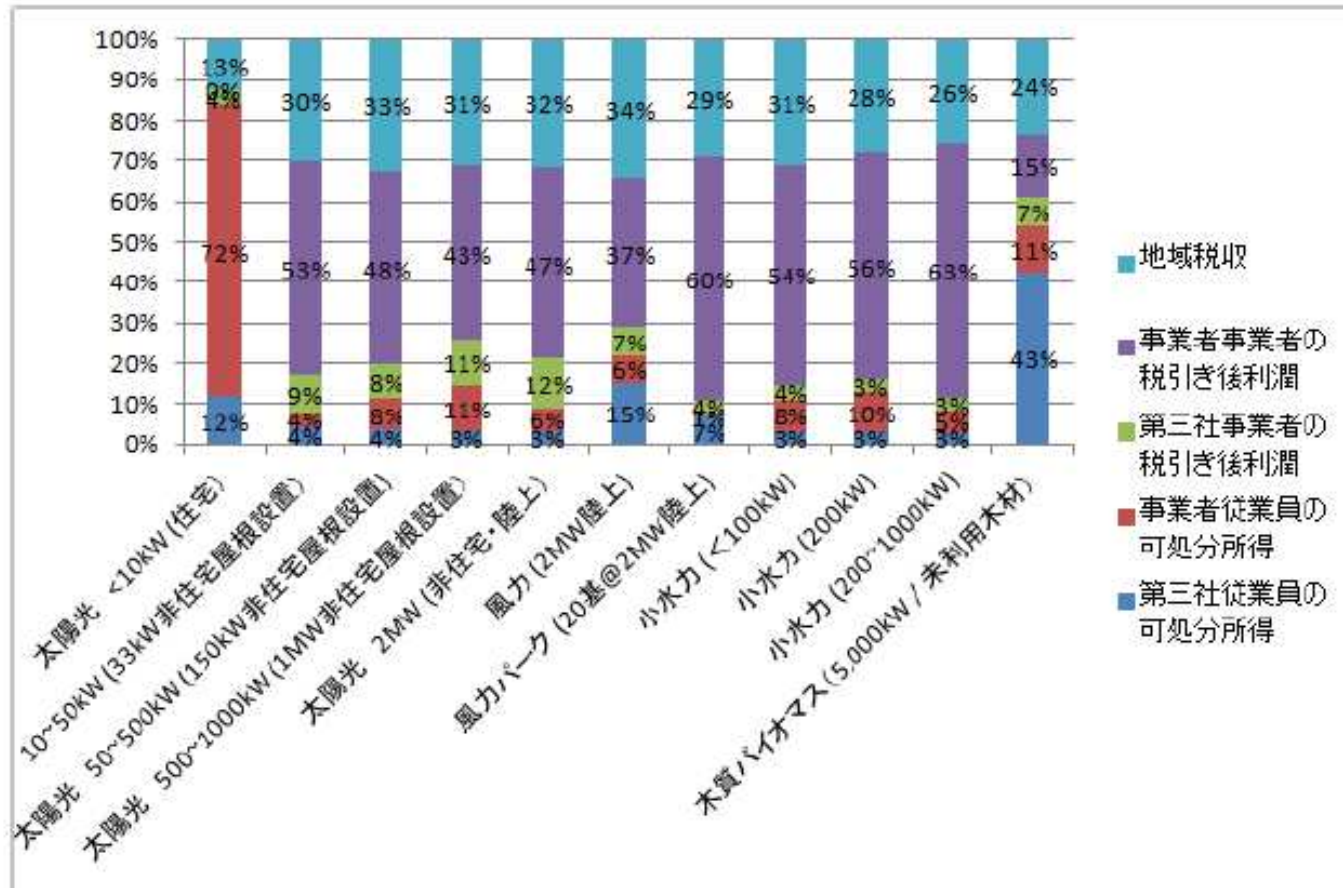
# コマツの木質チップボイラ導入

- 石川県の粟津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
- 蒸気コンプレッサー→SteamStar(発電)→空調→チップ乾燥 熱のカスケード利用
- 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

出所:コマツHP



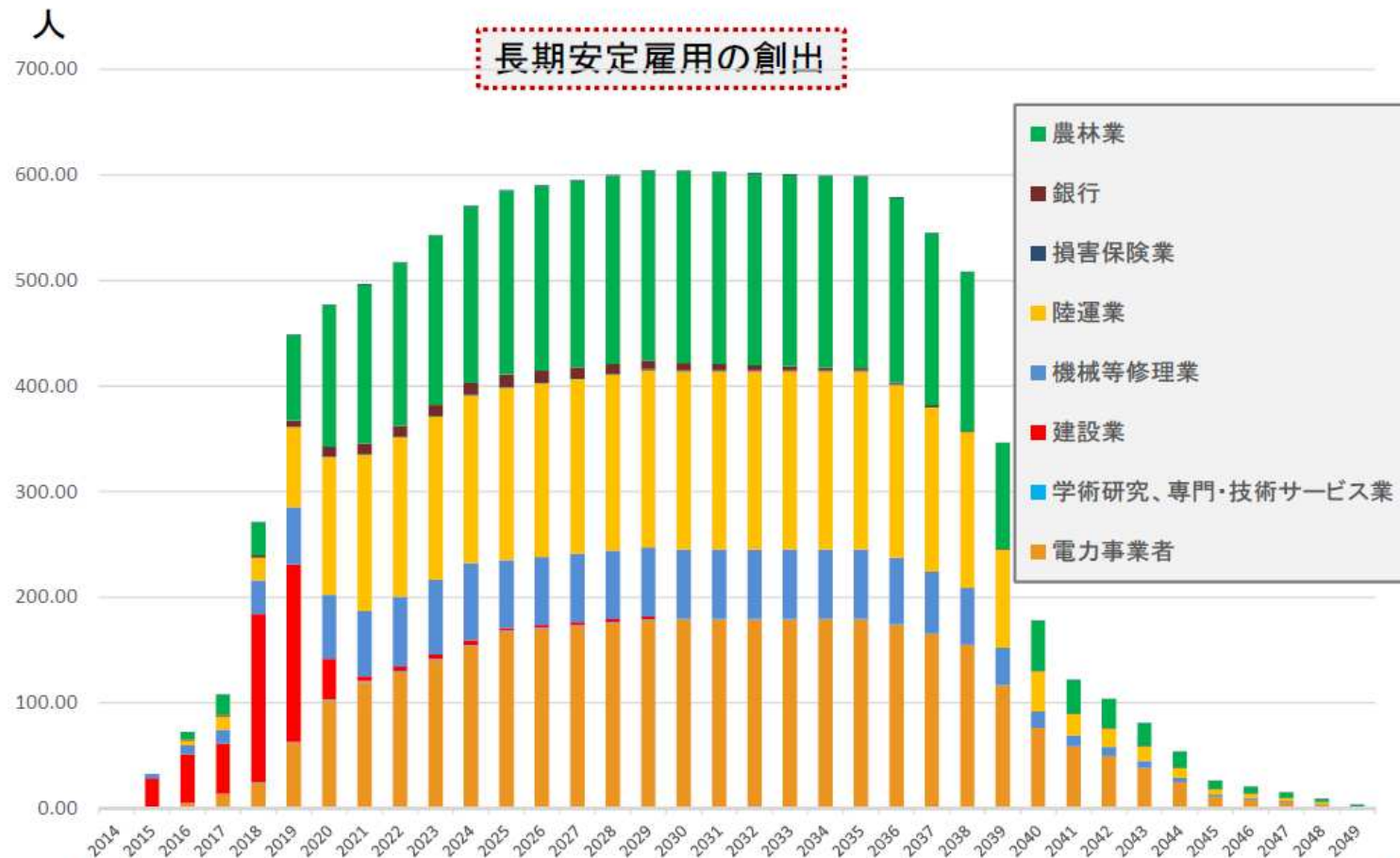
表10 各再エネ技術の地域経済付加価値分配—  
事業運営段階（2014年）



出所:ラウパッハ・スミヤ ヨーク,中山琢夫「再生可能エネルギーが日本の地域にもたらす経済効果—電源毎の産業連鎖分析を用いた試算モデル—」DISCUSSION PAPER SERIES, No.25 RESEARCH CENTER FOR INNOVATION MANAGEMENT, RITSUMEIKAN UNIVERSITY 2015年4月

# 長野県環境エネルギー戦略に基づく

## 木質バイオマスの事業(電力・熱)の地域内雇用効果 (2015~2050年)



Feb-18  
出所: ラウパツハ・スミヤ ヨーク バイオマス産業社会ネットワーク第172回研究会資料

## 表：木質バイオマスのエネルギー利用のマトリックス

	熱利用	小規模 コジェネ	5,000k W未利用 木質	大規模 専焼	石炭混焼	ごみ発電 混焼
事業性	○－△	○－×	△－×	○－×	○	○
利用効率	○	○	×	×	△	○－×
燃料調達	○	○－×	△－×	△－×	○	○
地域貢献	○	○	○－△	○－×	○－×	○

作成：泊みゆき

注：この表では一般的な特徴を捉えたものであり、例外的事例は考慮していない

- 小規模コジェネ:ヨーロッパでの成功事例は多いが、日本では導入が始まったばかり。必要とする燃料の量は少ないが、日本ではこれまで存在していなかった高い品質が求められることが多く、経験の浅い事業者が成功させるハードルは高い
- 5000kW規模の未利用木質バイオマス専焼発電:採算がギリギリで発電効率は20%台と低く、10万m<sup>3</sup>と大量の安定的な未利用材の調達は難しい
- 大規模木質バイオマス専焼:輸入バイオマスを使うことが多く、エネルギーセキュリティや地域経済への貢献は少なくなる。また、遠方からのバイオマス輸送は、その分、エネルギーを消費する
- 石炭混焼:燃料が地元の未利用材であれば、地域経済への貢献が期待できる
- FIT認定ごみ発電:事業リスクが低く、地域で導入しやすい。発電効率が低いのが欠点だが、熱利用を拡大できれば、総合利用効率は上げられる。熱需要のある工場や農業施設を周辺に誘致することも考えられる。デンマークでは、わらなども燃やし、廃棄物コジェネレーション施設の排熱を、熱供給網で利用している。国内でも、金沢市などで一般廃棄物発電施設に、間伐材を混焼

# 持続可能な地域社会構築、地域自立のツールの一つとしてのバイオマス利用

- 栗駒木材
- 南三陸町
- 自伐型林業、木の駅
- POEMA
- ドイツのバイオエネルギー村



写真提供: 土佐の森・救援隊



提案：バイオマスの持続可能な利用についての専門家会合を組織し、持続可能性基準の検討やポストFITのバイオマス利用について継続的に議論してはどうか。