

4DHフォーラム  
第2回オンライン・セミナー  
2020年9月28日



自然エネルギー財団  
RENEWABLE ENERGY INSTITUTE

# バイオエネルギー熱利用の戦略

---

公益財団法人 自然エネルギー財団  
上級研究員  
博士（農学）  
相川 高信

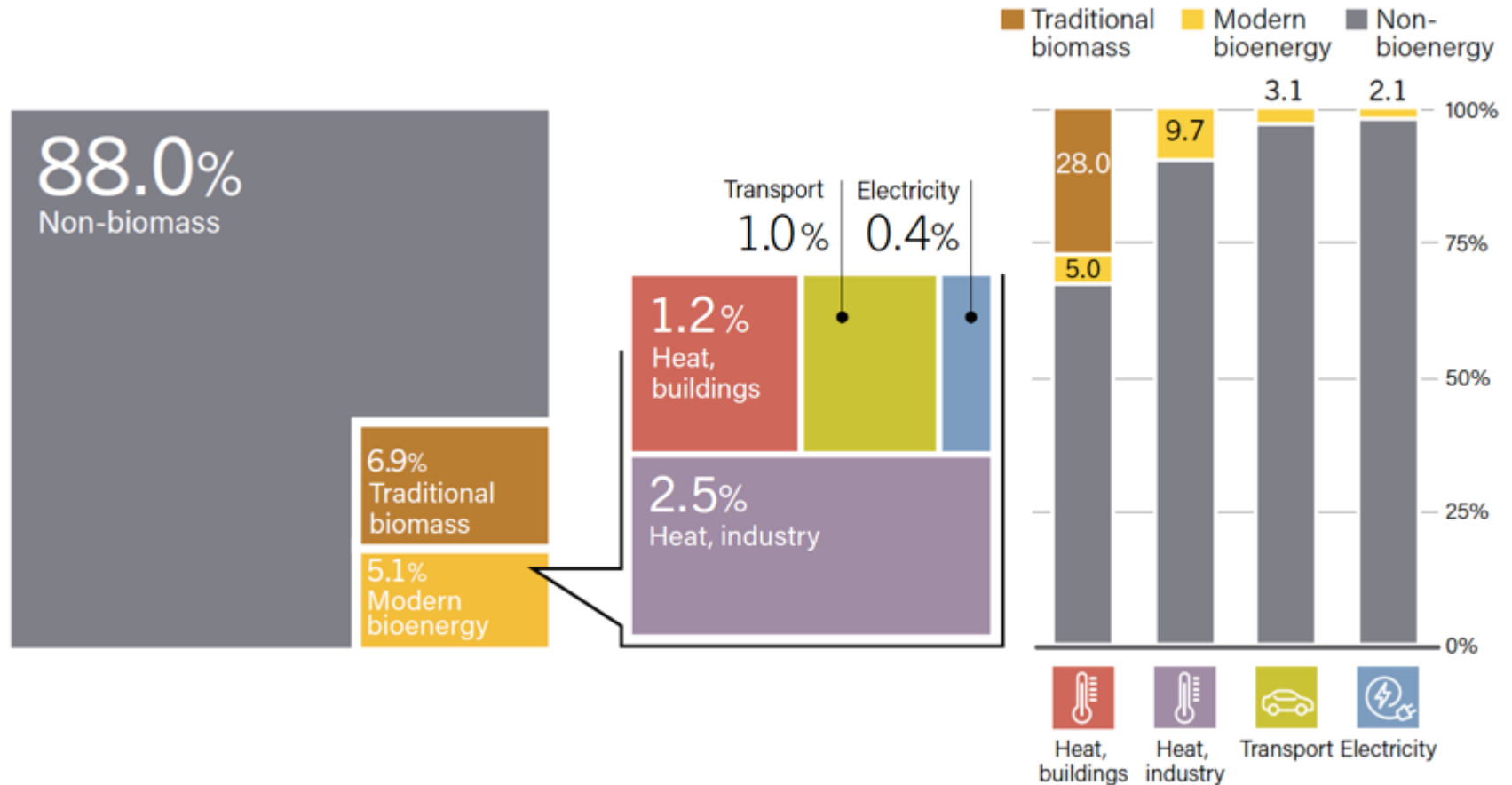
- バイオエネルギー熱利用の現状
  - 世界、欧州、日本
  
- バイオエネルギーの特性を踏まえた転換戦略
  - 部門の見極め
  - 転換を行うレベルの見極め
  
- 産業用熱利用の脱炭素化に果たすバイオエネルギーの役割
  - 2050年の推計結果
  
- 今後の課題
  - 持続可能な燃料調達の見極め
  - 政策的枠組み



# バイオエネルギー熱利用 の現状

## <最終エネルギー消費に占めるバイオエネルギーのシェア>

FIGURE 20. Estimated Shares of Bioenergy in Total Final Energy Consumption, Overall and by End-Use Sector, 2018

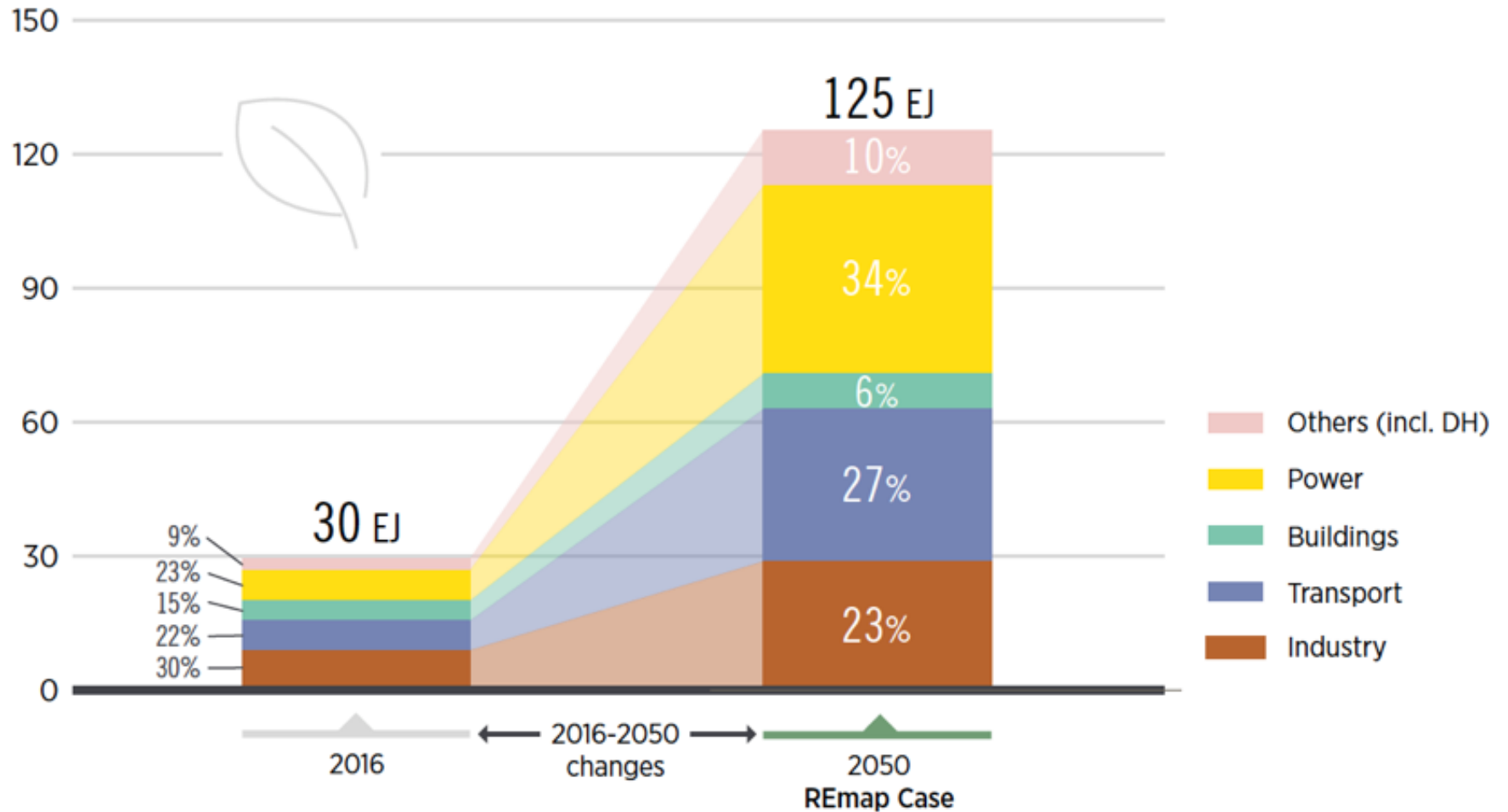


Note: Data should not be compared with previous years because of revisions due to improved or adjusted data or methodology. Buildings and industry categories include bioenergy supplied by district energy networks. Totals may not add up due to rounding.

Source: Based on IEA.  
See endnote 5 for this section.

## ＜バイオエネルギー需要の成長＞

Primary modern bioenergy demand (EJ/yr)

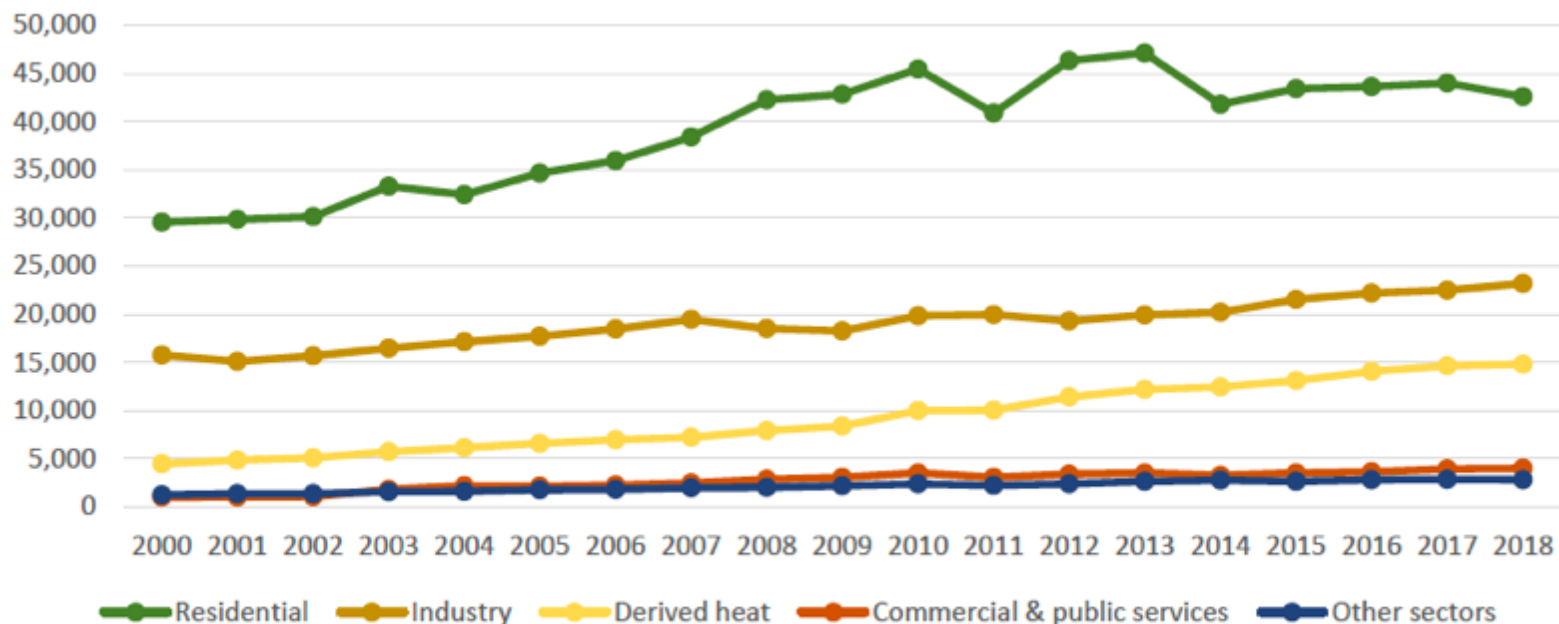


Source: IRENA(2019)

## ■ 家庭部門が成長を牽引

- 地域熱供給で顕著な成長（20年間で約2倍に）

＜バイオエネルギー熱の部門ごとの最終消費量（ktoe）＞



Note: Other sectors includes agriculture, fishing and not elsewhere specified

Source: Eurostat

Source: Bioenergy Europe (2020)

## ■ 産業部門の自家利用がほとんど

- 主に紙・パルプ工業の自家用CHP（電気・蒸気）
- 地域熱供給はわずか、建築部門では業務でわずかに計上、家庭はゼロ

< バイオエネルギーのエネルギーバランス（2018） >

	TJ
国内産出	403,590

	TJ
エネルギー転換計	399,552
事業業発電	94,619
事業用発電	97,030
自家用蒸気発生	178,858
地域熱供給	450
他転換・品種振替	344
損失	6,912

	TJ
最終エネルギー消費計	4,039
製造業	258
業務他	3,781
家庭	0

出典) 総合エネルギー統計

## ■ 導入台数が少ない日本

- 高コスト構造の背景 (Chicken and egg problem . . .)

### <各国のバイオマス利用機器の普及状況>

	日本	ドイツ	イギリス
家庭用	薪機器：88万 ペレットストーブ： 10.4万世帯	・ 80万台 (うち補助を受けたもの が40万台程度)	・ 1.2万件合計322MW (平均26.8kW)
業務用	約2,000台		・ 200kW未満：1.3万件、 1.5GW ・ 200～1MW：3,900件、 2.1GW ・ 1MW以上：152件、 0.7GW

出典) 各種資料より演者作成





# バイオエネルギーの特性を 踏まえた転換戦略

## ■ バイオエネルギーの価値が最大化する部門はどこか？

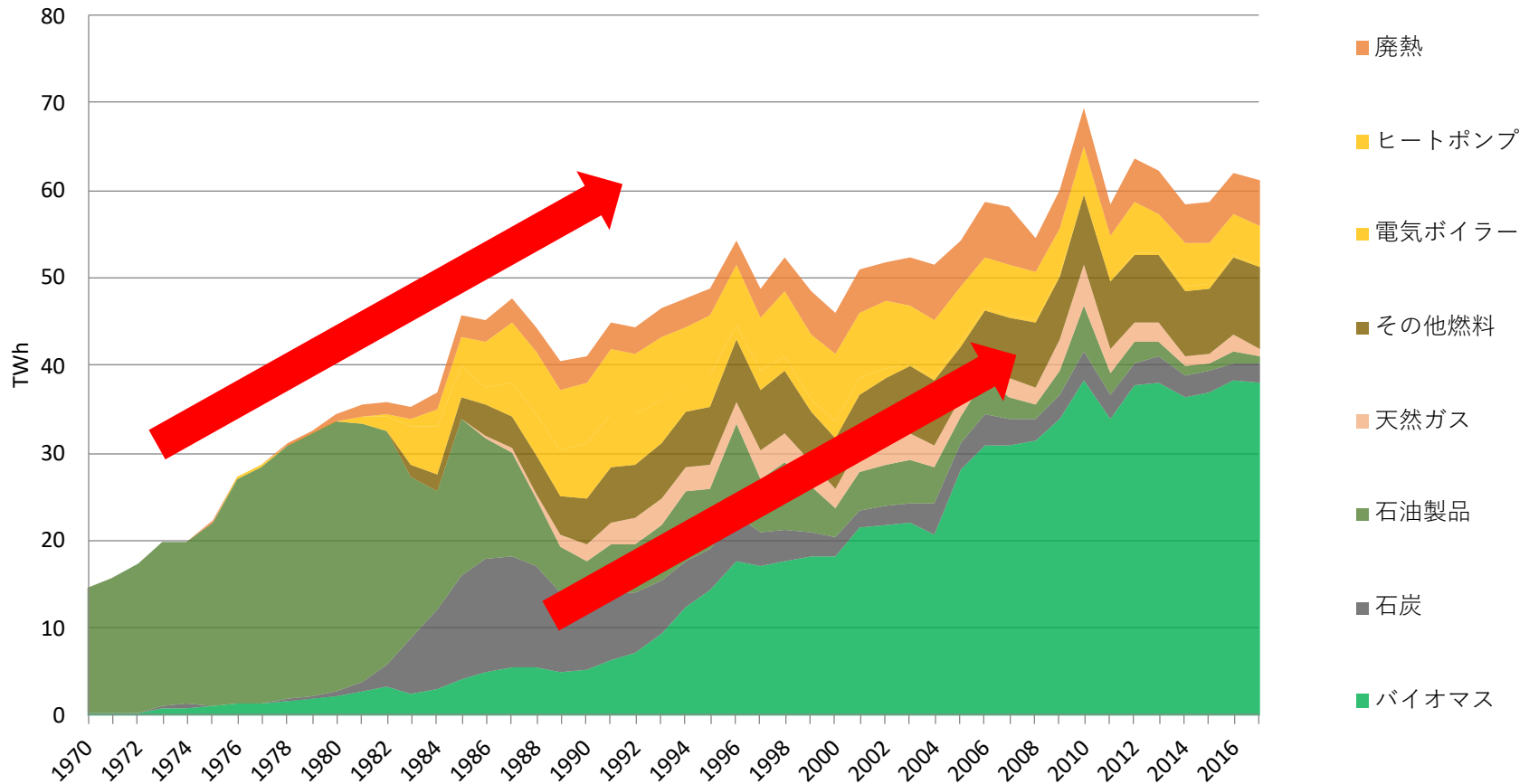
### < 部門ごとの需要温度帯と脱炭素化対策技術 >

温度帯	部門		対策技術	
	産業	業務・家庭	再エネ電気利用 (電化)	再エネ熱利用
高 (1,700°C未満)	◎		電気炉	バイオマス (工業炉での直接燃焼) 水素 (再エネ由来)
中 (200°C未満)	◎		電気炉 ヒートポンプ (120°C未満)	バイオマス (蒸気ボイラー)
低 (100°C未満)	○	◎	ヒートポンプ	排熱・未利用熱 地中熱ヒートポンプ 太陽熱 バイオマス
地域熱供給				

出典) 筆者作成

## ■ バイオエネルギーは、燃料レベルで転換が可能

＜スウェーデンにおける地域熱供給へのエネルギー投入量の推移＞



出典) Swedish Energy Agency, Energy in Sweden 2019

## ■ 環境モデル都市第二次アクションプラン

- 地域エネルギー会社を設立するとともに、町内の主要公共施設等を中心とした密集地域に電熱の供給を行う（LPGコージェネを想定）。

## NISEKO 生活・モデル地区

SDGs未来都市におけるモデル事業として、市街地近郊に「ニセコ町らしい」暮らしを体现した、持続可能な生活空間であるモデル地区を形成します。

SDGs の理念を踏まえたモデル地区によって、地域経済の活性化に資する環境配慮型住宅の建設、人口増加に伴う住宅不足の解消、ヒートショックの予防と域外流出しているエネルギーコストの削減、本町ゆかりの作家有島武郎の遺訓「相互扶助」が息づく活発な自治活動、などを進め、ブランド価値を高め、住みたくなるまちニセコをより一層強化します。





# 産業用熱利用の脱炭素化 に果たすバイオエネルギー の役割

## ■ Step1：2050年の熱需要の推計

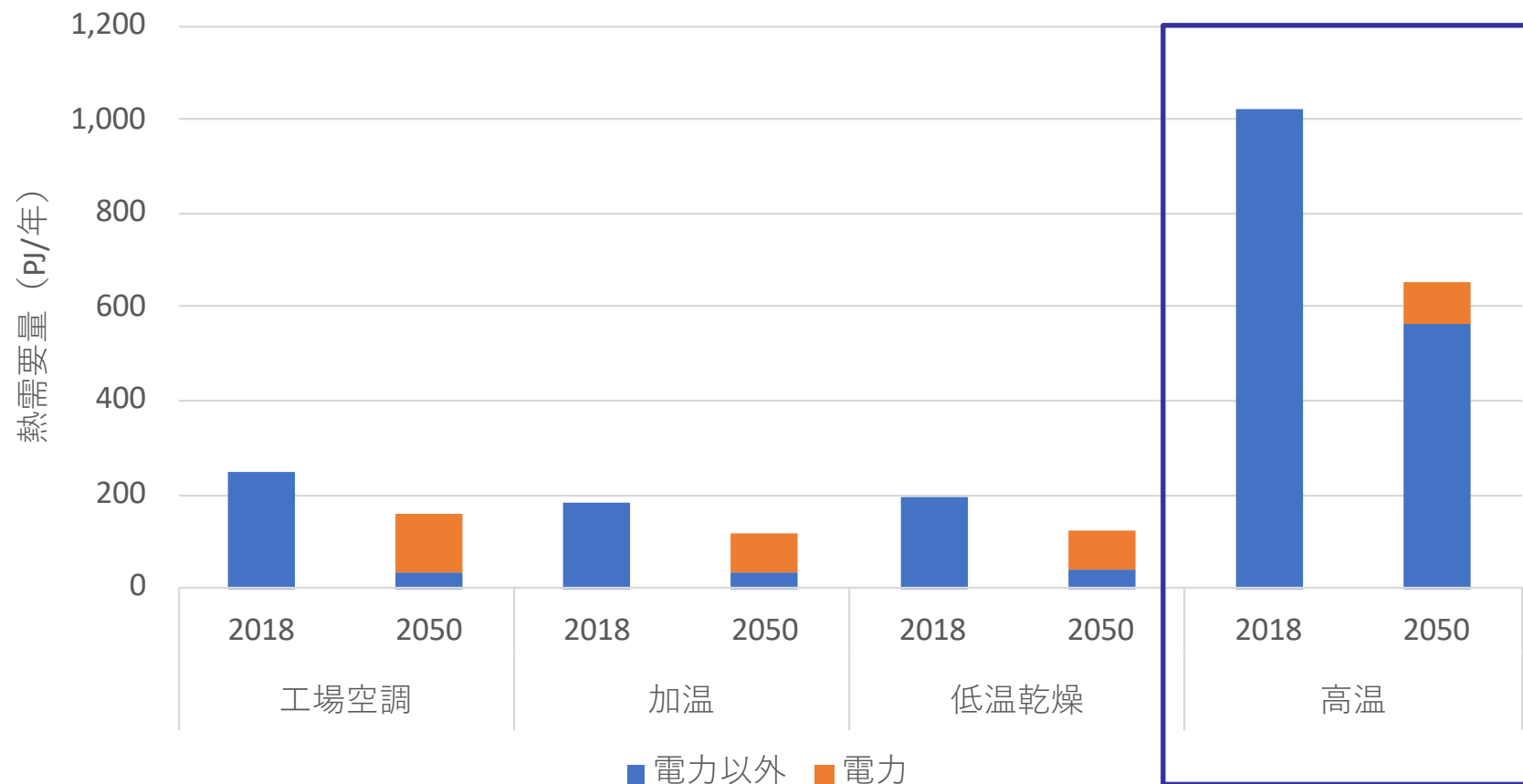
- 活動量は人口比例で減少、省エネは30年間で20%（毎年1%未満）

$$\begin{array}{ccc} \boxed{\begin{array}{c} \text{現状のエネ需要量} \\ \text{(2018年)} \end{array}} & \times & \boxed{\begin{array}{c} \text{活動量 (生産量)} \\ \text{の変化割合} \end{array}} & \times & \boxed{\begin{array}{c} \text{エネ消費原単位の} \\ \text{変化割合} \\ \text{(省エネの進展)} \end{array}} \\ & & 0.8 & & 0.8 \end{array}$$

## ■ Step2：電化後の残余需要の推計

- ヒートポンプへの代替率は、ヒートポンプ・蓄熱センターの高位シナリオを使用
- 業種ごと、用途ごとに設定

## <2050年の産業部門の熱需要（電化・燃焼系の割合）>



**高温帯以外は、ヒートポンプによる電化が大きく進行する**

## ＜2050年の産業部門の高温熱需要とバイオエネルギー供給量の推計結果＞ (PJ/年)

業種	2018年		2050年			
	総需要	バイオエネルギー供給分 (A)	総需要 (B)	電化分 (C)	残余需要 (D=B-C)	バイオエネルギー供給可能比率 (A/D)
鉄鋼業	165.5	0.2	105.9	0.0	105.9	0.2%
化学工業	413.4	0.1	264.6	0.0	264.6	0.1%
窯業・土石製品製造業	55.7	5.8	35.7	21.4	14.3	40.7%
パルプ・紙・紙加工品製造業	230.5	113.4	147.5	0.0	147.5	76.9%
食品飲料	37.0	1.1	23.6	18.9	4.7	22.9%
繊維業	10.8	0.1	6.9	5.5	1.4	8.0%
非鉄金属（金属製品含む）	12.6	0.0	8.0	5.1	3.0	0.0%
機械製造業	5.2	0.0	3.3	2.6	0.7	0.8%
木材・木製品製造業（家具を除く）	14.5	1.6	9.3	6.5	2.8	56.4%
その他	78.3	0.0	50.1	33.7	16.4	0.0
合計	1,023.4	122.4	654.9	93.7	561.3	21.8%

ヒートポンプ  
のみ考慮

**2018年水準のバイオエネルギー供給量で2050年は21.8%の供給が可能  
残りは他の脱炭素化オプション（水素、電炉などによる電化）**



- すでにバイオ比率が高い業種
  - 木材産業、食品加工業など
  - このうち、紙・パルプ、セメントなどは低効率石炭停止の議論も
- 別途検討が必要な化学産業
  - 原材料自体がバイオマスに？
  - バイオ燃料・素材を生産しつつ、余剰で自給？
- バイオマスボイラの運転特性の考慮
  - 年間の平均稼働率が高い業種・工場



**業種ごとに丁寧な分析が必要**

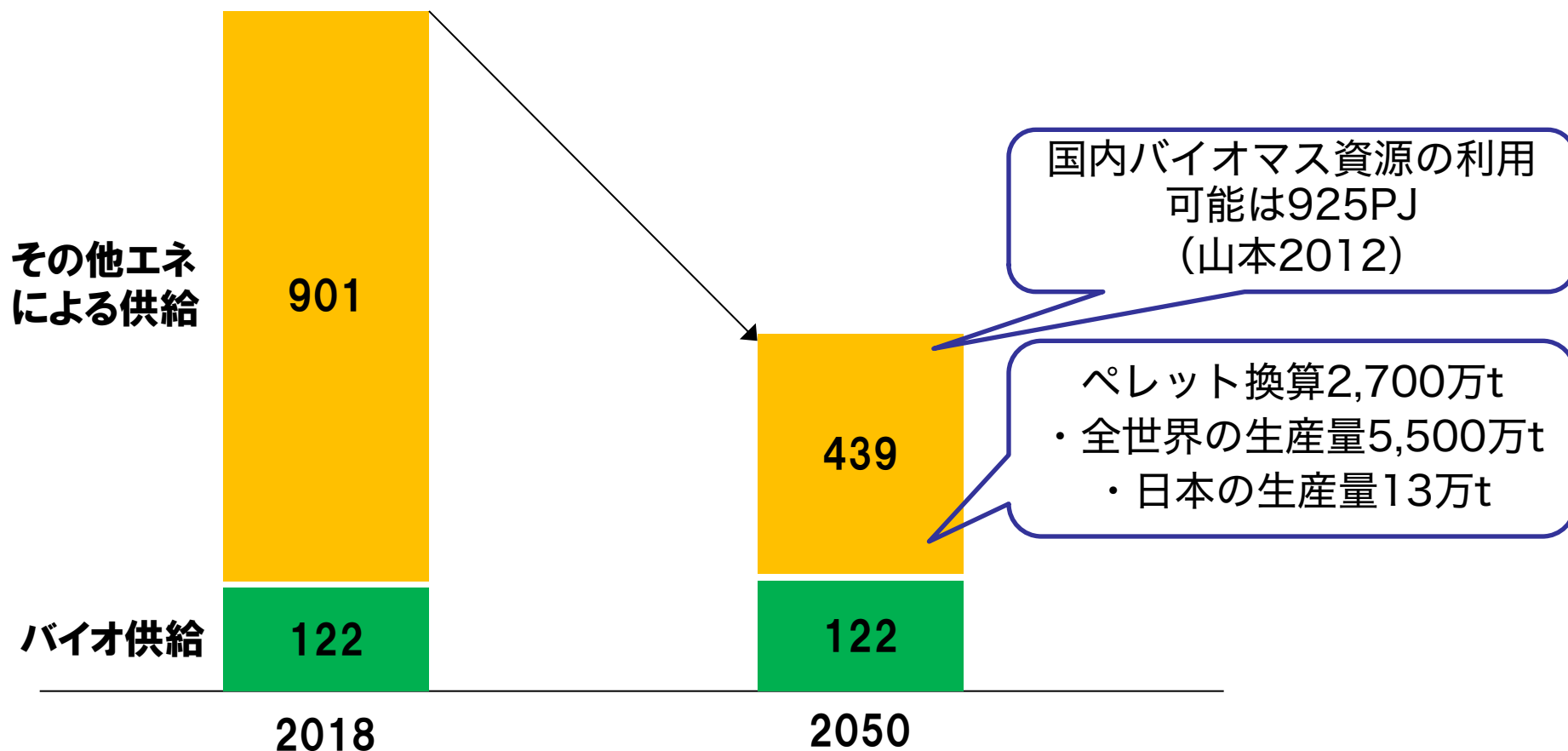


# 今後の課題

## ■ バイオマス資源は有限

- 水素など他の脱炭素オプションとの相対的な関係の中で、持続可能な供給が可能な量は？

＜産業部門の高温熱需の変化＞



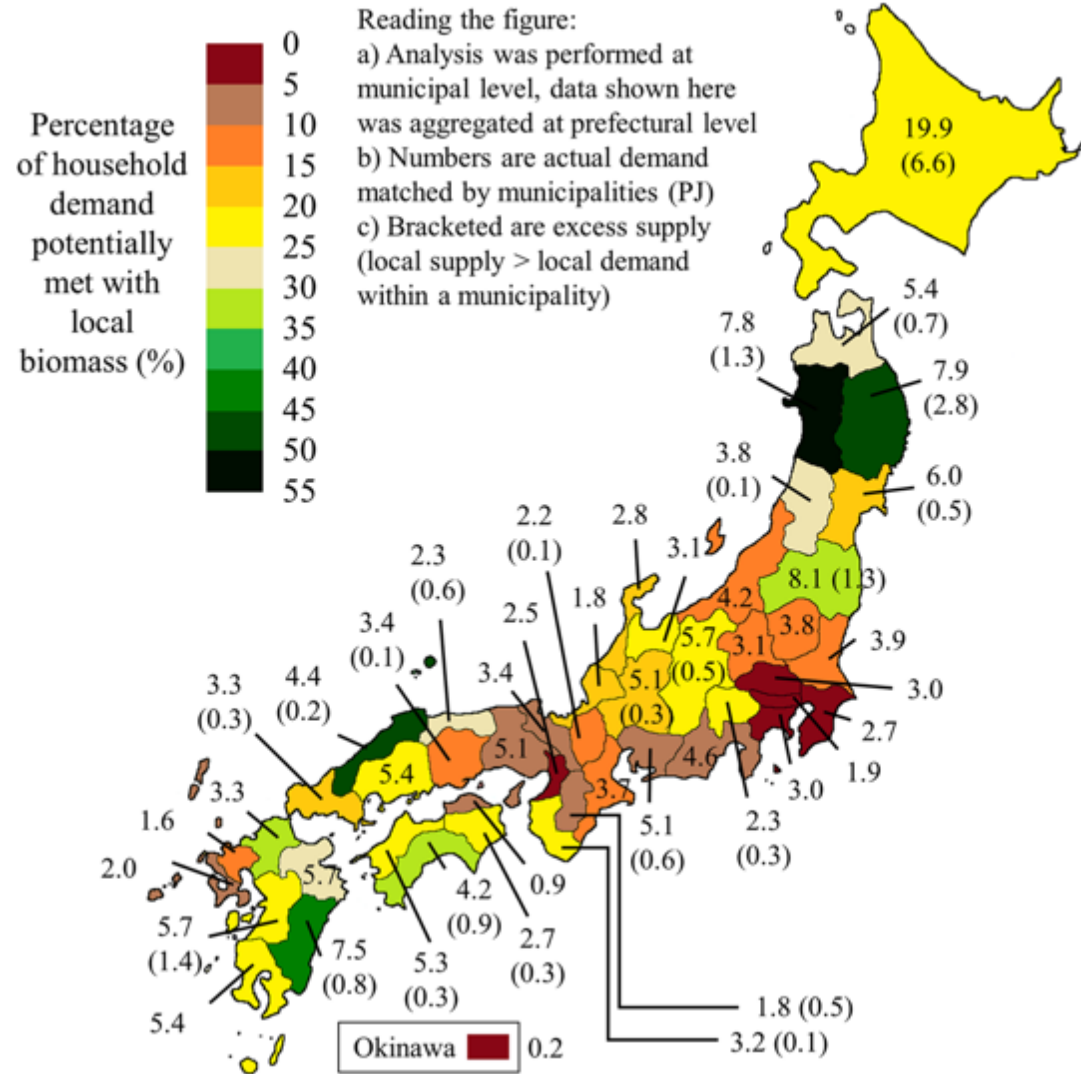
## ■ バイオマス資源の地域性

- 種類別の量
- 人口・産業等エネ需要構造
- 市町村レベル
- 具体的なマップでの分析・

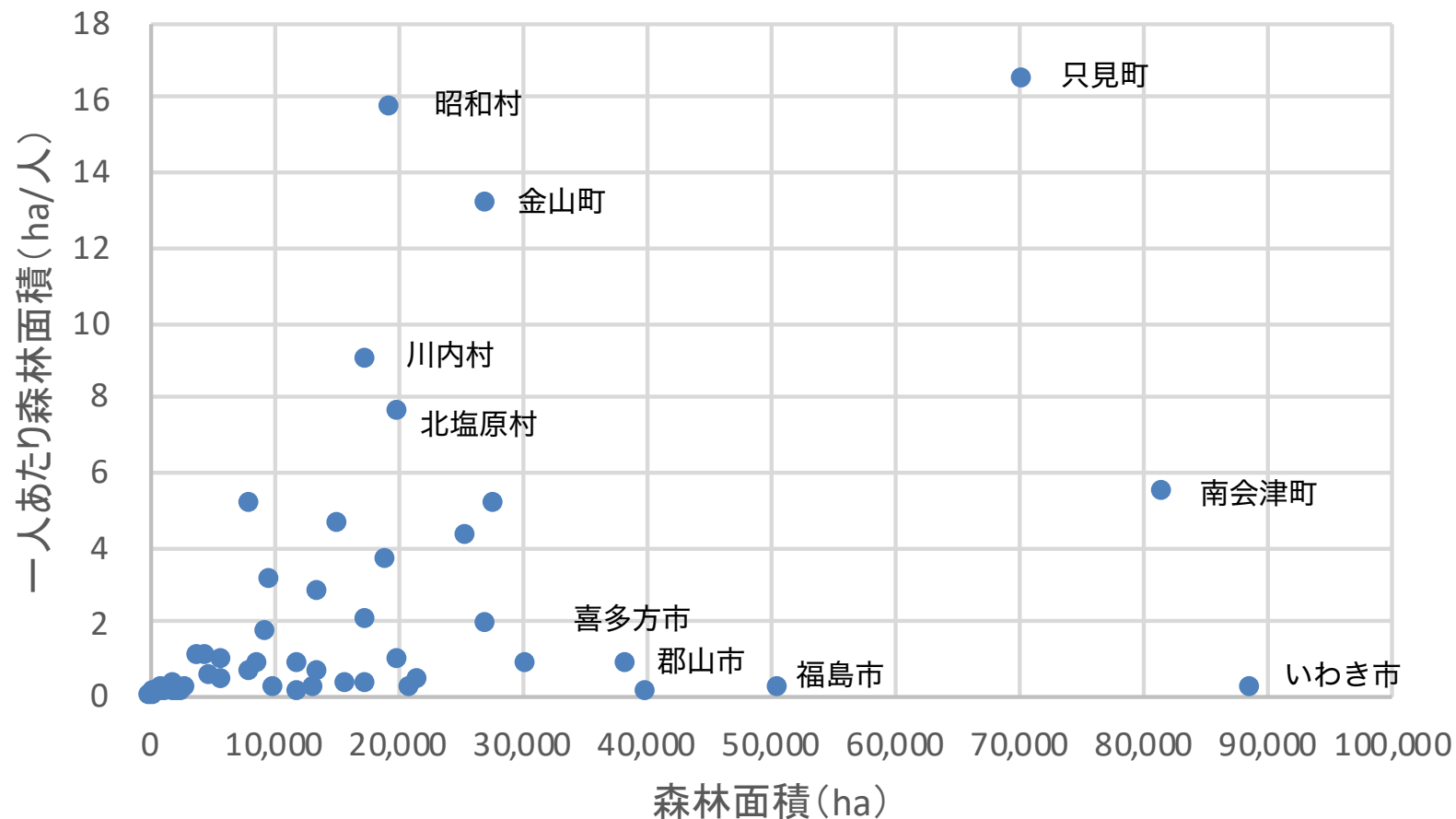


**地域のバイオマス資源の  
地産地消により、  
業務・家庭部門を中心に  
エネルギー自立が可能なように  
情報・知識などを  
整備すべきではないか**

## <家庭部門の需要とバイオ供給量のバランス>



## <福島県内市町村の森林資源の評価>



注) 現住人口ゼロの自治体を除く

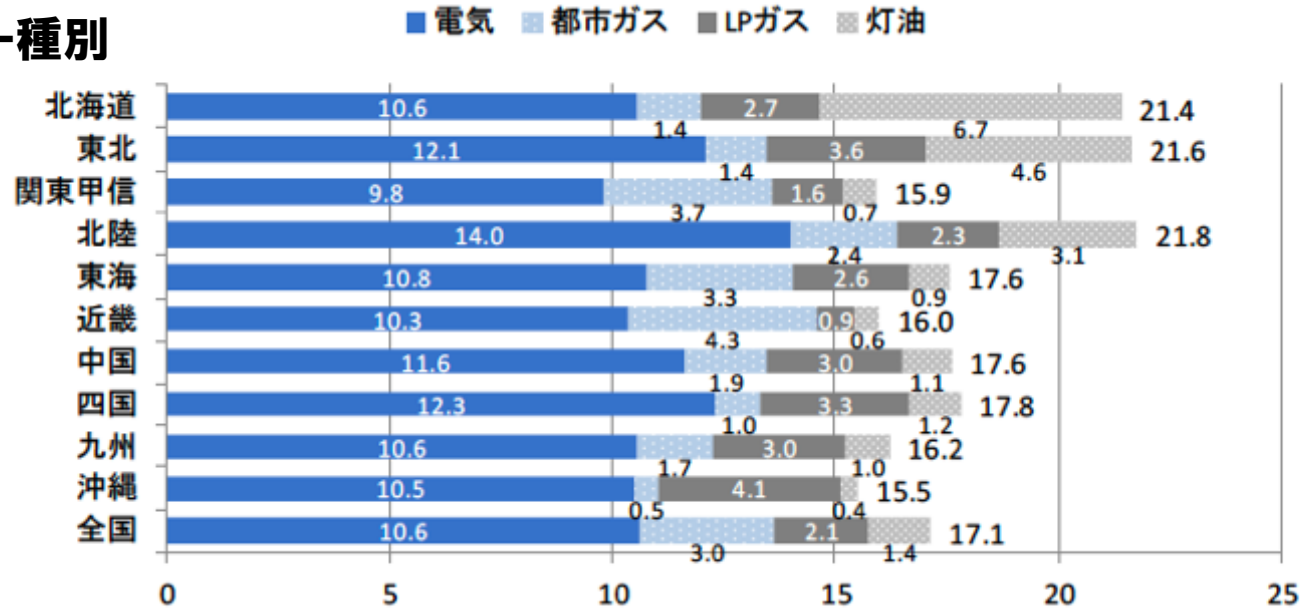
出典) 福島県現住人口調査年報 (平成30年版)、福島県森林・林業統計書 (平成28年度)

# 家庭部門における負担

環境省(2019)平成29年度家庭部門のCO2排出実態統計調査より

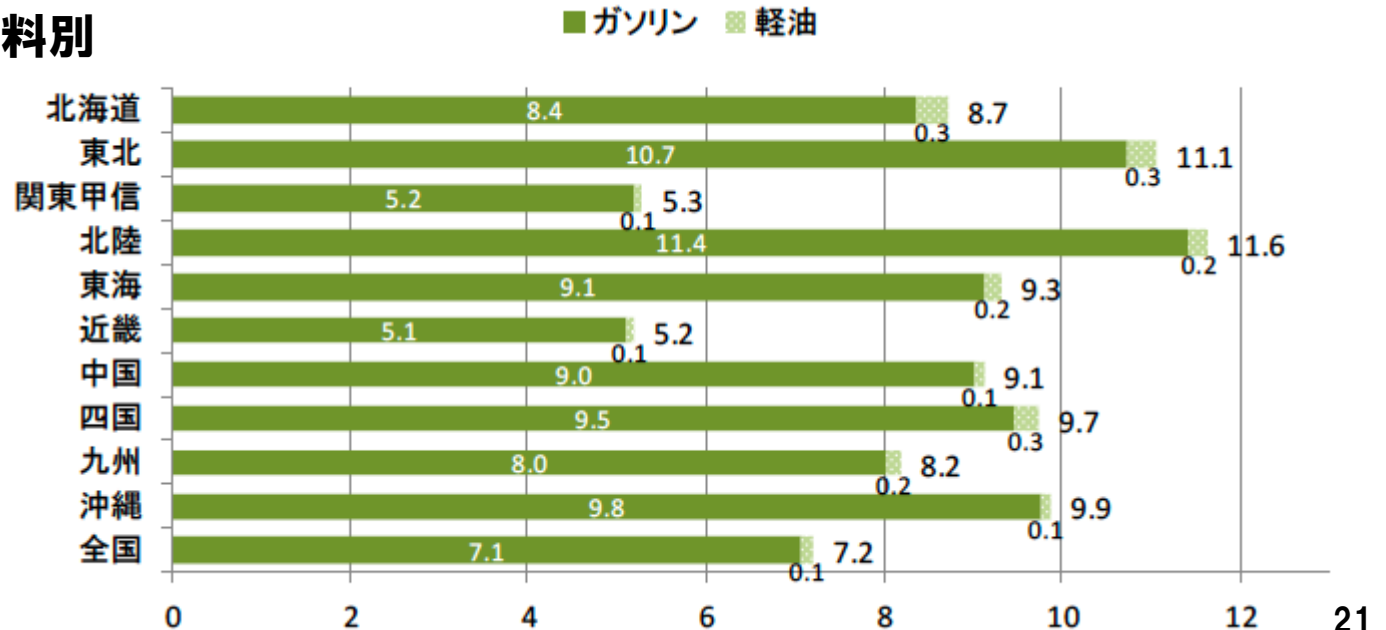
## 世帯あたり年間エネルギー種別 支払金額 (万円/世帯・年)

熱



## 世帯あたり年間自動車燃料別 支払金額 (万円/世帯・年)

交通



# バイオエネルギー村の事例

## ■Heubach村 (ドイツ)

- 100戸の住宅に対して、バイオマスによる地域熱供給 (2014年から)
- 熱供給網は総延長5.2km

## ■設備

- 小型ガス化発電：Spanner社製 (45kWe)
- 乾燥チップボイラー：ETA社製 (300kW×2、200kW×1)

## ■経済性

- 熱単価は6ct/kWh
- 電気はEEGで販売 (20ct/kWh) し、プラント運営のプラスに
- 総工費は230万€
  - 住民の出資、融資・補助金
- チップ消費量：1,800m<sup>3</sup>



写真) Heubach村ホームページ

## ■ 出発点としての目標設定と、達成のための政策

- 炭素税型（スウェーデン、デンマークなど）
- 設備補助型（ドイツ、オーストリアなど）
- 単位熱あたり補助型（イギリス）

### < 欧州主要国の再エネ熱目標とその達成状況 >

(1,000ktoe)

国	基準年（2005年）			実績（2018年）			目標（2020年）		
	全体量	RE量	RE割合	全体量	RE量	RE割合	全体量	RE量	RE割合
スウェーデン	13.2	7.1	53.7%	14.7	9.6	65.4%	17.0	10.5	62.1%
フィンランド	14.0	5.6	40.0%	14.5	7.9	45.4%	15.3	7.2	47.0%
デンマーク	8.1	1.9	23.2%	7.6	3.5	54.6%	7.7	3.0	39.8%
オーストリア	13.2	3.2	24.3%	13.4	4.2	31.4%	12.8	4.2	32.6%
ドイツ	116.8	7.7	6.6%	109.2	14.9	13.6%	93.1	14.4	15.5%
フランス	68.9	9.4	13.6%	61.2	13.3	21.8%	60.0	19.8	33.0%
イタリア	68.5	1.9	2.8%	55.5	10.7	19.2%	61.2	10.5	17.1%
イギリス	66.9	0.5	0.7%	55.9	3.6	6.4%	51.5	6.2	12.0%

出典) 各国のNational Renewable Energy Action Plan及びEurostat