



# バイオマス利用の地域経済効果を決める条件とは

ラウパツハ スミヤ ヨーク

立命館大学経営学部教授

2018年2月9日

NPO法人バイオマス産業社会ネットワーク(BIN)

第172回研究会

# 目次

- 日本版の地域経済付加価値モデルの紹介
- バイオマスの地域経済付加価値分析の事例

# 地域エネルギーで地域循環型経済の構築



# 再生可能エネルギーで地域循環型経済の構築





# 再生可能エネルギーで地域循環型経済の構築



# 本研究の目的

省・再エネをベースにした分散型エネルギーシステムへの転換が地域にもたらす経済効果をどう測定・試算・評価・予測できるか？

- 再生可能エネルギーの産業連鎖分析 (Value Chain Analysis)をベースにした日本版の地域経済付加価値モデルを構築
- ドイツの環境経済研究所のモデルを日本に適用
- 日本版の地域経済付加価値モデルの検証とソフトウェア開発
- 自治体や地域への適用により、地域の環境・エネルギー政策策定プロセスや地域の合意形成プロセスのサポート

# 自然エネルギーの地域経済効果をどう測るか？



Bernd Hirschl, Astrid Arzner, Andreas Prahel, Timo Böcher, Katharina Heimbach, Daniel Pick, Simon Fenzke  
**Kommunale Wertschöpfung  
durch Erneuerbare Energien**

Schriftenreihe des IÖW 196/10



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Bernd Hirschl, Katharina Heimbach, Andreas Prahel, Stevan Salecki, Andre Schröder,  
Astrid Arzner, Julika Weiß

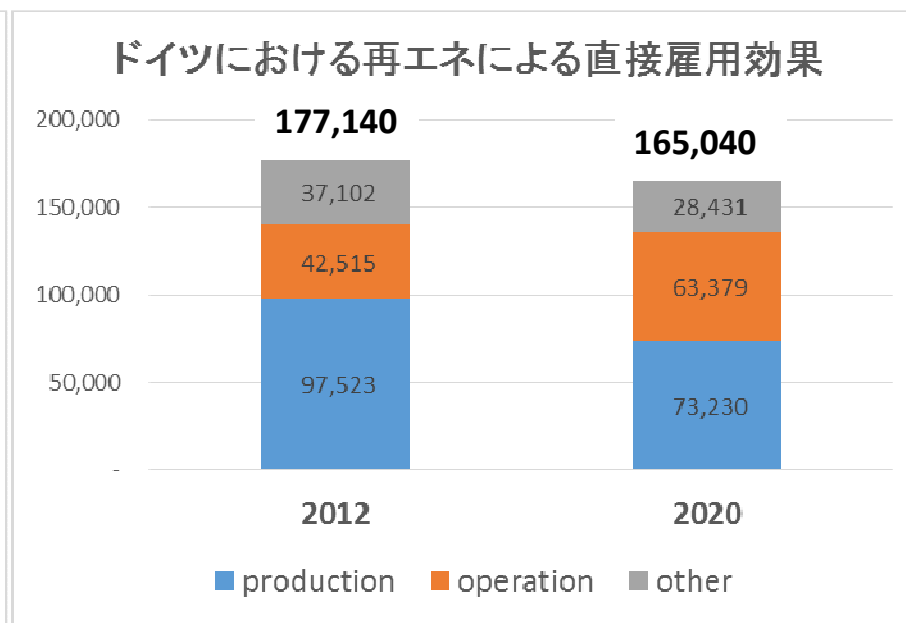
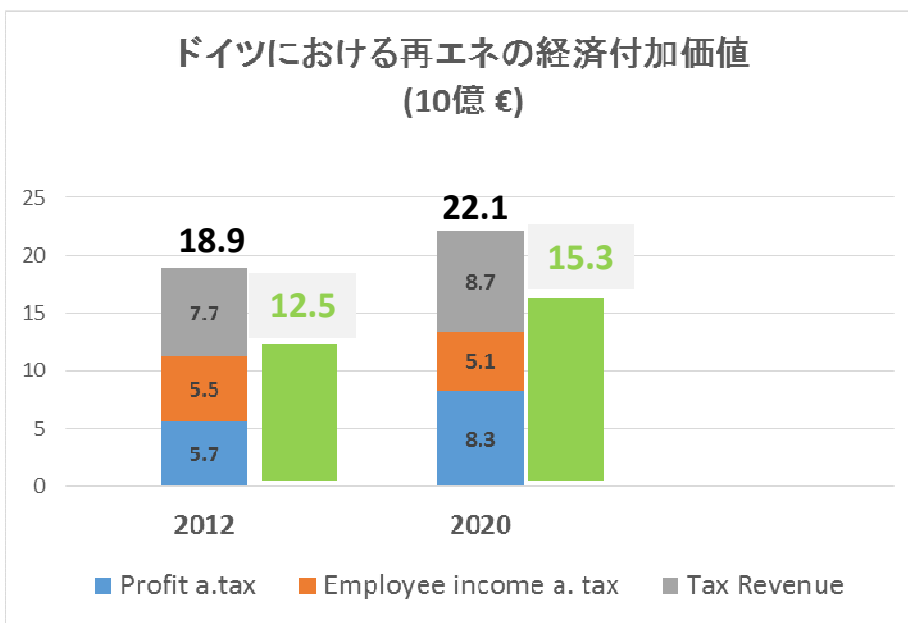
**Wertschöpfung durch  
Erneuerbare Energien**

Ermittlung der Effekte auf Länder- und Bundesebene

Schriftenreihe des IÖW 210/15



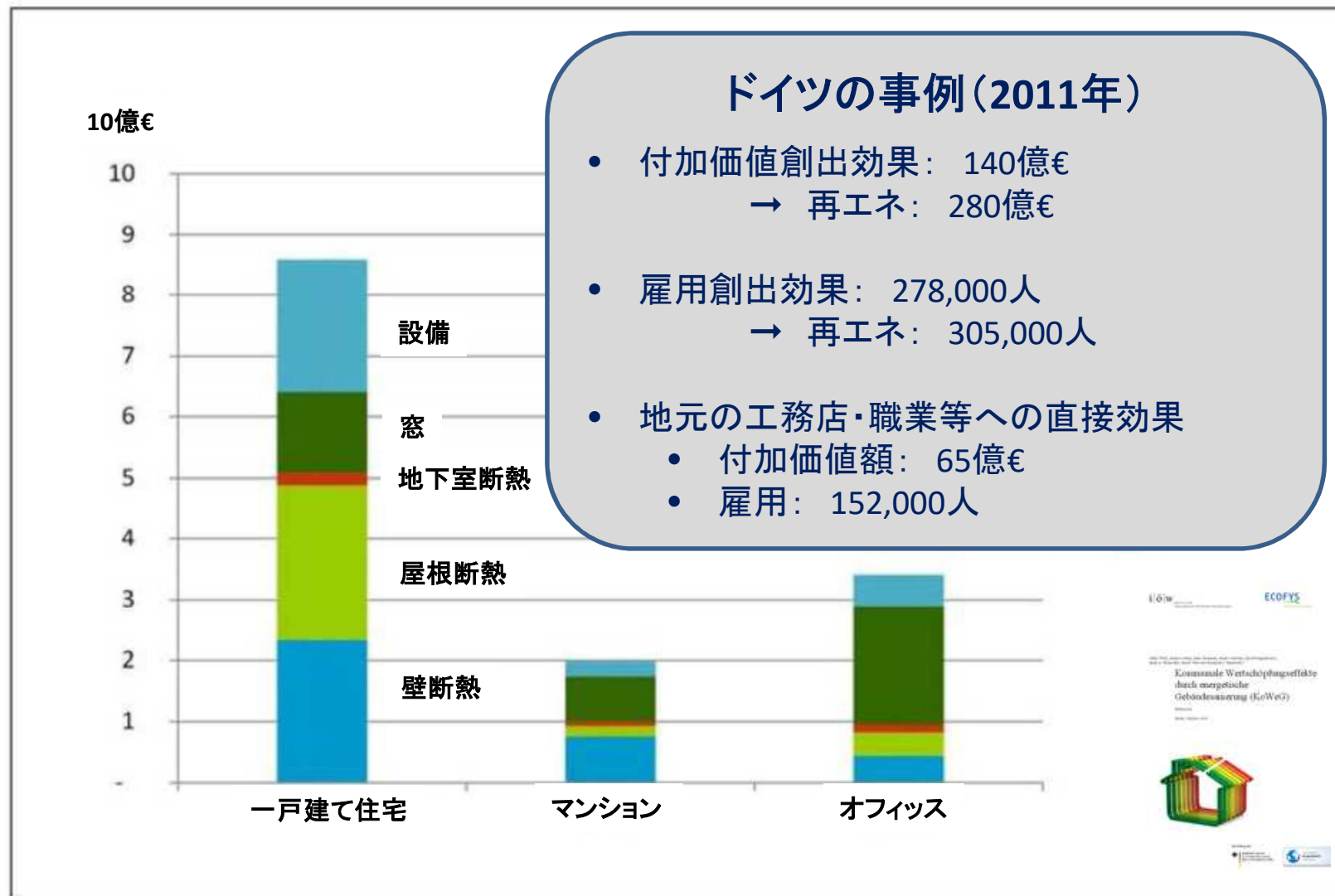
# ドイツ： 再生可能エネルギーによる地域経済効果



地域経済付加価値



# ドイツ: 住宅・建築物の省エネ改修による地域経済効果

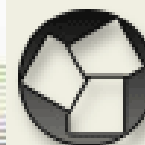


# 研究の協力機関

**IfaS**  
Institut für angewandtes  
Stoffstrommanagement

科学研究費助成事業  
Grants-in-Aid for Scientific Research  
(学術研究助成基金助成金 / 科学研究費補助金)

科研費  
KAKENHI



公益財団法人  
トヨタ財団

**R**

RITSUMEIKAN



京都大学 大学院経済学研究科・経済学部  
Graduate School of Economics and Faculty of Economics, Kyoto University

Institute for Sustainable Energy Policies  
**isep**

特定非営利活動法人  
環境エネルギー政策研究所



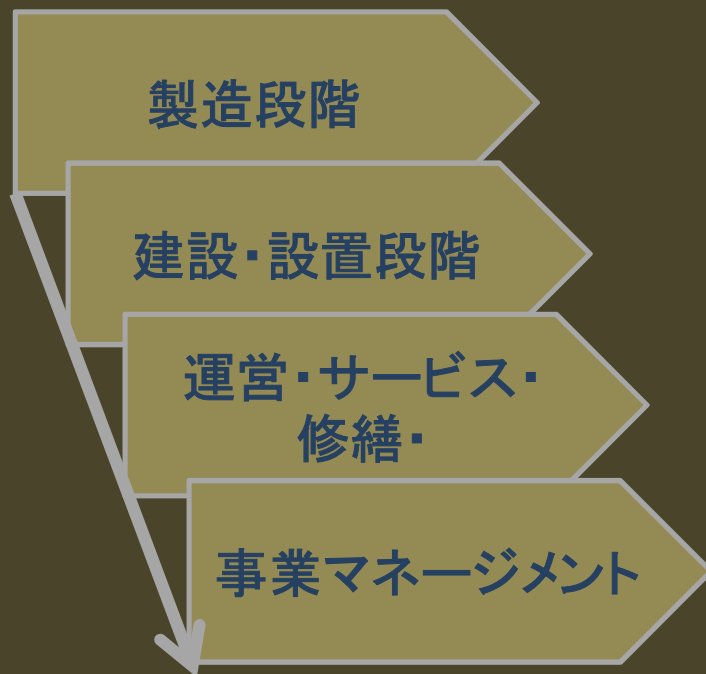
Feb-18



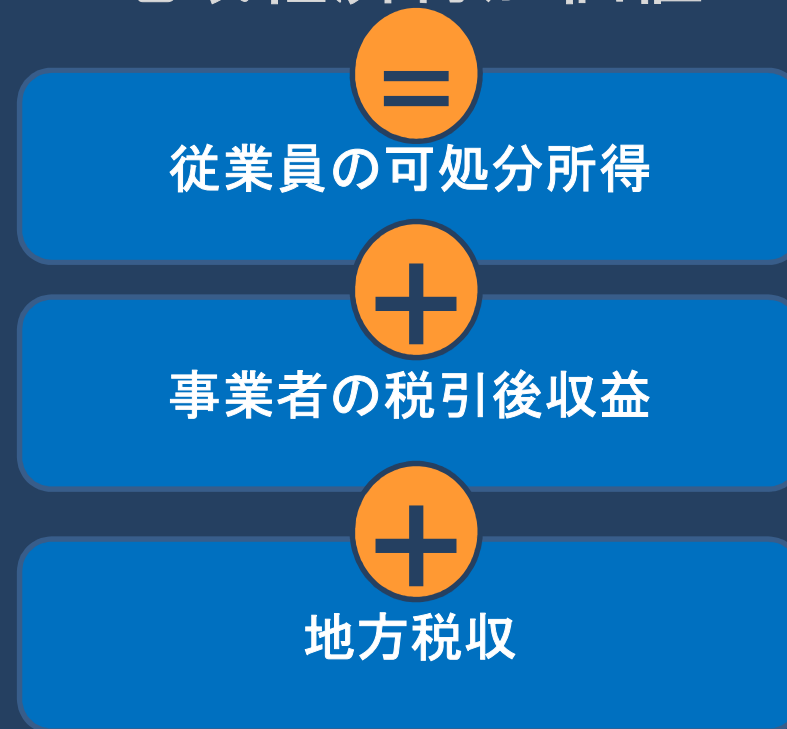
10

# 地域経済付加価値モデル — 二つの構成要因

## 産業バリュー・チェーン

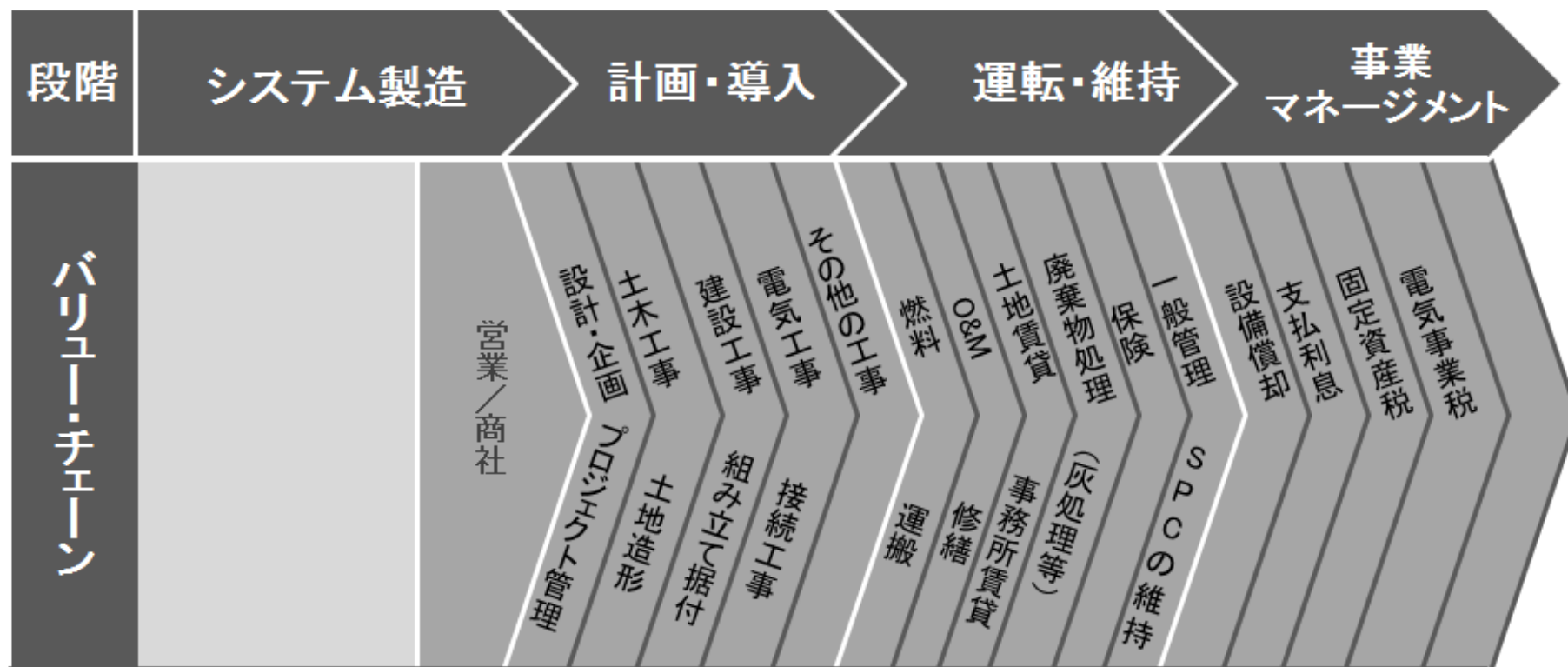


## 地域経済付加価値

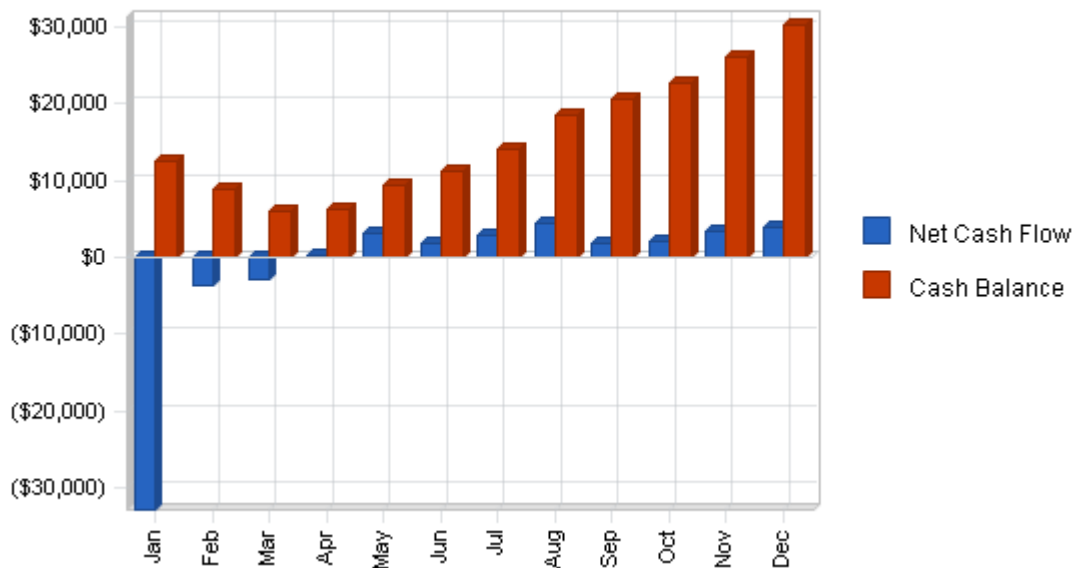
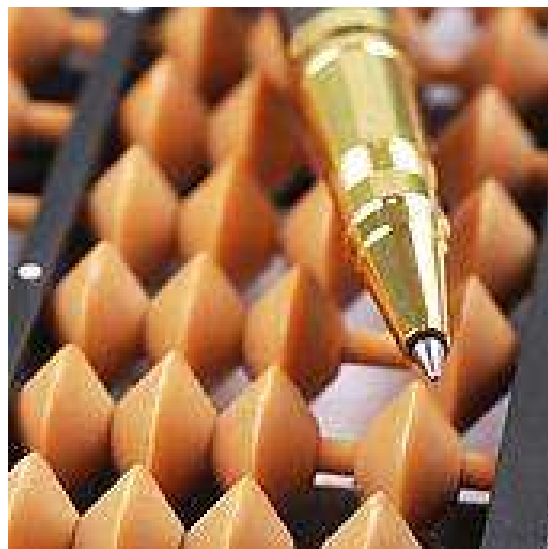


# 地域経済付加価値モデル [日本版]

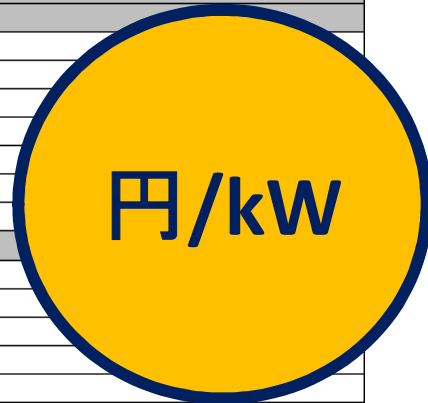
- ① 19の再エネ電源の産業連鎖(バリュー・チェーン)設計
  - 代表プロジェクトのCash Flow (20年間)
  - 各段階の費用構造や売上高 (Vkwに標準化)
  - 日本版モデルは営業以外に製造段階を含まず



# 地域経済付加価値モデル



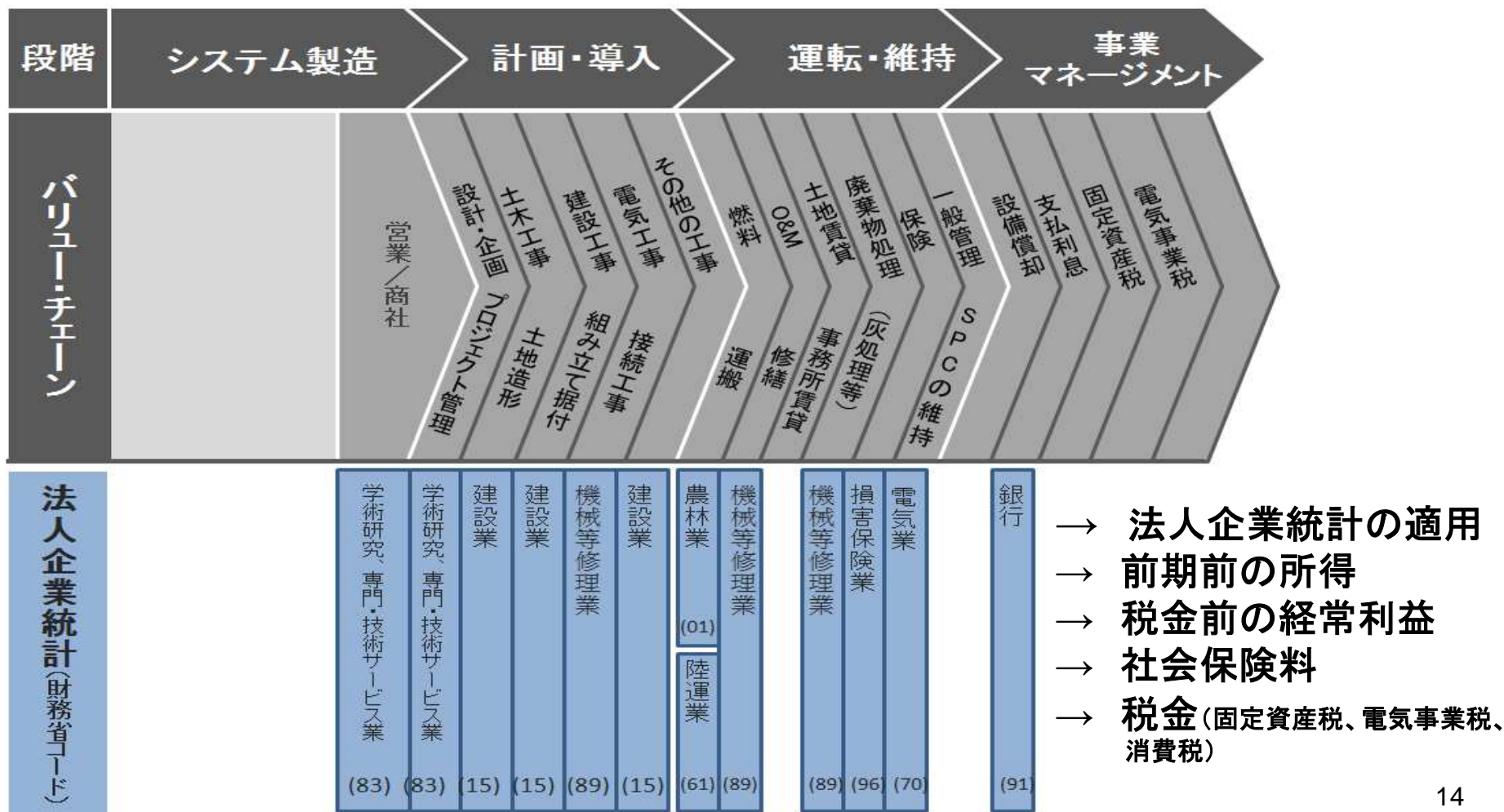
| JPY/kW (20年間平均)        |  |
|------------------------|--|
| <b>設備投資</b>            |  |
| 1. 直接投資 (設備コスト)        |  |
| 2. その他の投資コスト           |  |
| 企画 / プロジェクト管理          |  |
| <b>設置</b>              |  |
| 土木工事                   |  |
| 建設費                    |  |
| 電気工事                   |  |
| 総係費                    |  |
| 土地補償費                  |  |
| 3. 事業運営コスト             |  |
| <b>燃料費</b>             |  |
| 原料搬出                   |  |
| 原料運搬                   |  |
| チップ加工                  |  |
| チップ運搬                  |  |
| <b>サービス/メンテナンス費</b>    |  |
| - O&M費用                |  |
| - 修繕費                  |  |
| 直接人件費                  |  |
| 灰処理費                   |  |
| 用力費                    |  |
| 保険費                    |  |
| 土地・事務所賃料               |  |
| 一般管理費 (SPCの維持コスト含む)    |  |
| 設備の廃棄費用                |  |
| 支払利息                   |  |
| 償却                     |  |
| 固定資産税                  |  |
| 電気事業税                  |  |
| <b>合計</b>              |  |
| 売上 (設備利用率:65%/¥29@kW)) |  |
| <b>経常利益(税金前)</b>       |  |
| <b>IRR (%)</b>         |  |





# 地域経済付加価値モデル[日本版]

## ② バリュー・チェーンの各ステップに創出されている税金前の粗所得や経常利益を算出



# 地域経済付加価値モデル[日本版]

## ③ 地域付加価値の算出

→ 日本の税金仕組みのモデル化

→ バリュー・チェーンの各ステップで創出される

- 従業員の可処分所得
- 事業者の税引後利益
- 県・市町村の地方税収

バリュー・チェーンの  
各ステップ

地域経済付加価値

可処分所得  
従業員の

税引後利益  
事業者の

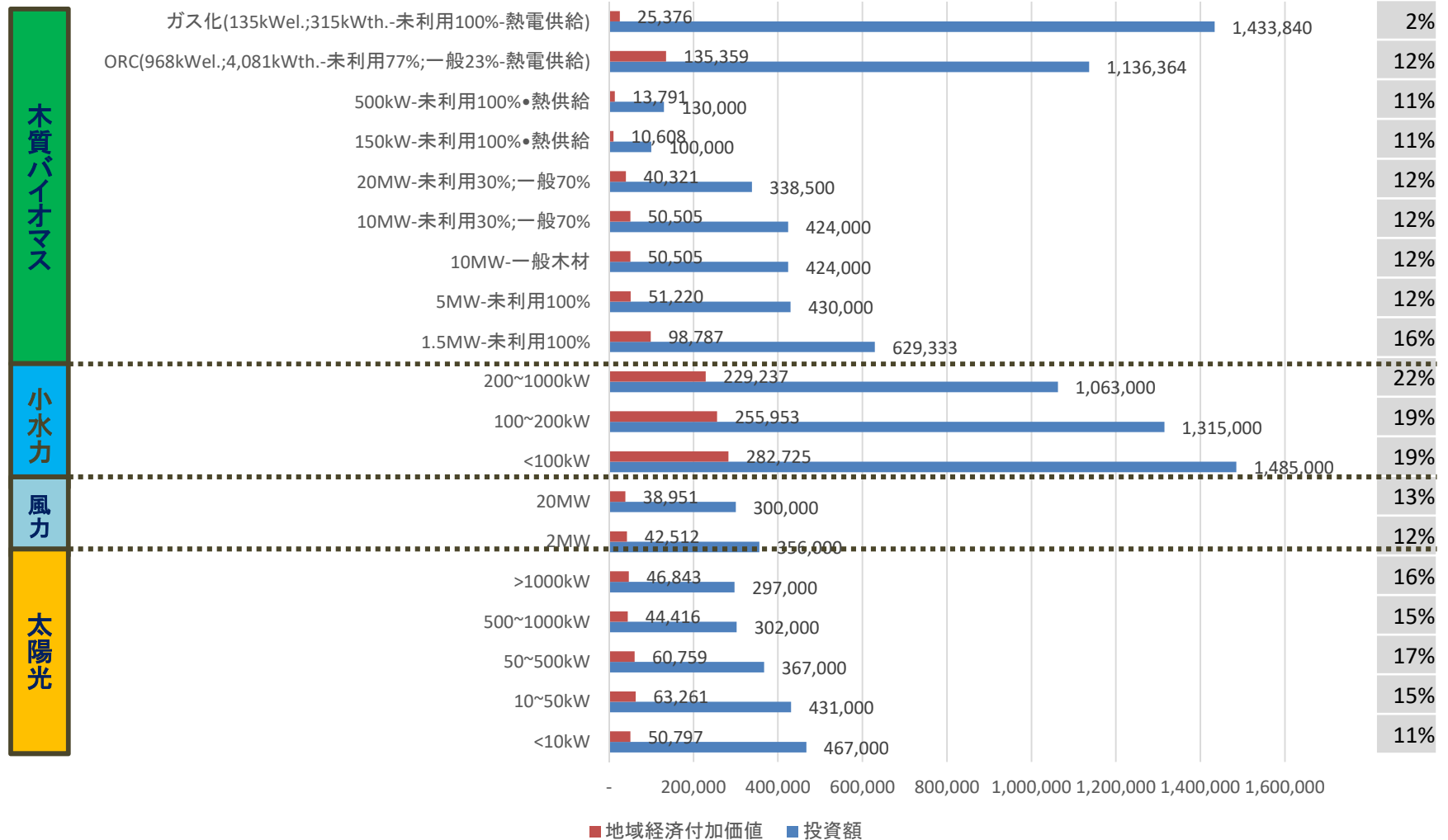
市町村・県の  
地方税収

# 地域経済付加価値モデル [日本版]

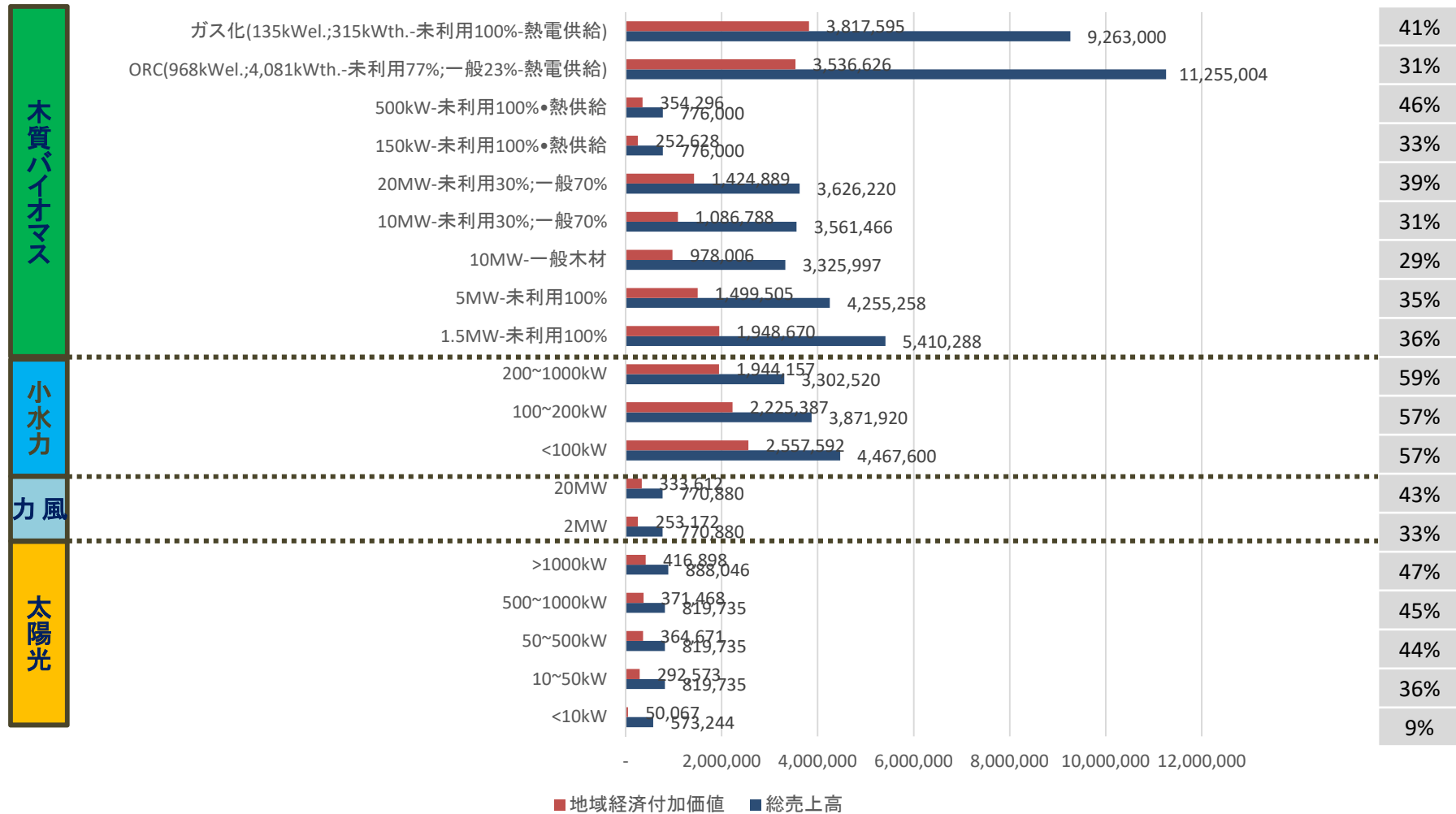


- 太陽光(5)** <10kW住宅用, 30kW非住宅屋根設置, 150kW非住宅屋根設置, 1MW非住宅屋根設置, 2MW 非住宅陸上
- 風力(2)** 2MW陸上, 20基@2MW陸上
- 小水力(3)** 85kW, 200kW, 400kW
- 木質バイオマス(9)** 5MW (未利用木材100%電力供給)、20MW(未利用木材30%&一般木材70%、電力供給) 10MW(未利用木材30%&一般木材70%、電力供給)、5,000kW (未利用木材100%、電力供給)、1,500kW(未利用木材100%、電力供給)、500kW(未利用木材100%、熱供給、チップ)、150kW(未利用木材100%、熱供給、木質ペレット)、50kW(未利用木材100%、熱利用、薪)、ガス化(135kW el.& 270kW th.、未利用木材100%、熱電供給、チップ)、ORC(968kW el.&4,081kW th.、未利用木材77%&一般木材23%、熱電供給)、10MW(一般木材、木質のみ100%、電力供給)
- {バイオ・ガス(3) / 住宅の省エネ改修 (3)}

# 再エネの各技術の経済付加価値 — 投資段階 (¥/kW@2012年)



# 再エネの各技術の経済付加価値 — 事業運営段階 (¥/kW@2012年)





# 日本版の地域経済付加価値モデルの検証方法

## ① モデルのデータベースの品質確認

### → システムコストや運転維持費

- 経済産業省の調達価格等算定委員会の報告書を大旨に参考
- 文献調査と業界の専門家とのヒアリング調査
- 個別プロジェクトのビジネスプラン分析

### → 各プロジェクトの収益性を保守的に見積もる

- 各技術のキャッシュ・フロー計画作成（環境省の手引き使用）
- プロジェクトIRRと固定買い取り価格との比較

## ② モデルの試算結果の事例分析

- 個別プロジェクトの事例分析と標準モデルとの比較分析
- 個別地域の事例分析と標準モデルとの比較分析
- 日本全国のFIT実績データとのマクロ的な比較分析

# 地域経済付加価値の「見える化」メリット

## → 自治体・地域のエネルギー政策の策定や評価を支援するツール

- 政策効果(例えば:排出効果ガス・補助金)
- 地域電源ミックス
- 事業モデル(売電・自家消費・新電力)
- 資金調達戦略



## → 地域内の地域合意形成やステークホルダーとのコミュニケーションを支援するツール


- 街づくり計画(例えば:ゾーニング)
- 地域経済界(例えば:金融機関、森林組合)
- 地元の市民団体



# 日本版の地域経済付加価値モデルの事例研究



～「創エネ」と「省エネ」で  
循環型社会をつくる～



おひさま 進歩エネルギー株式会社



岡谷酸素太陽光発電所  
SUWACO Labo

やさしい風のふくまち



北栄町



しあわせ信州



文化経済自立都市  
飯田市  
Iida City Web Site

湯の里  
木の村  
雪の国  
西栗倉村



おいほ 森林と人が輝く  
しもかわ 下川町

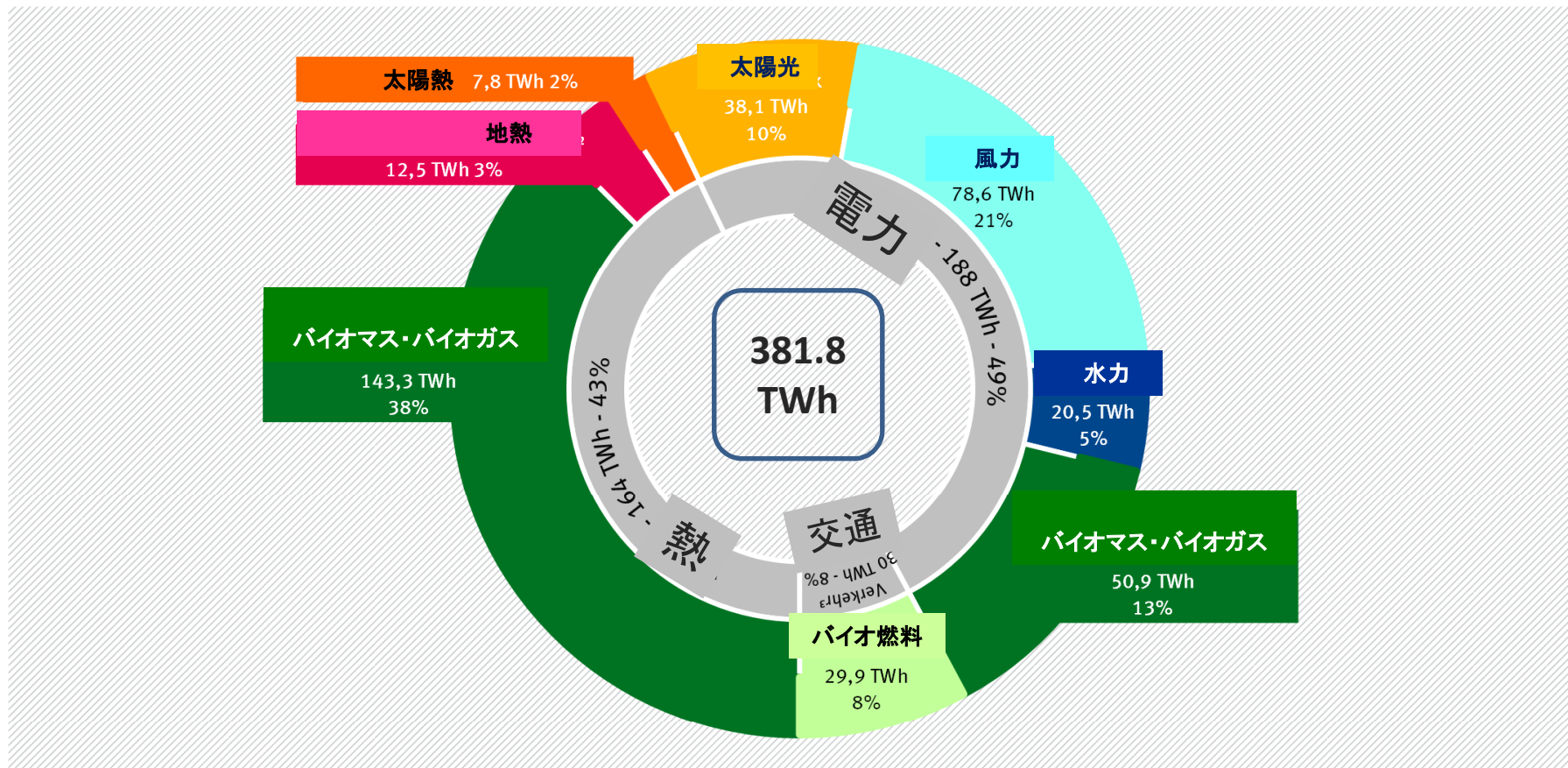
# 目次

- 日本版の地域経済付加価値モデルの紹介
- **バイオマスの地域経済付加価値分析の事例**
  - 下川町
  - 長野県



# ドイツ：再生可能エネルギーの供給量（2016年）

→ バイオマス・バイオガスが一番重要なエネルギー源(51%)



<sup>1</sup> mit biogenem Anteil des Abfalls

<sup>2</sup> Stromerzeugung aus Geothermie etwa 0,1 TWh (nicht separat dargestellt)

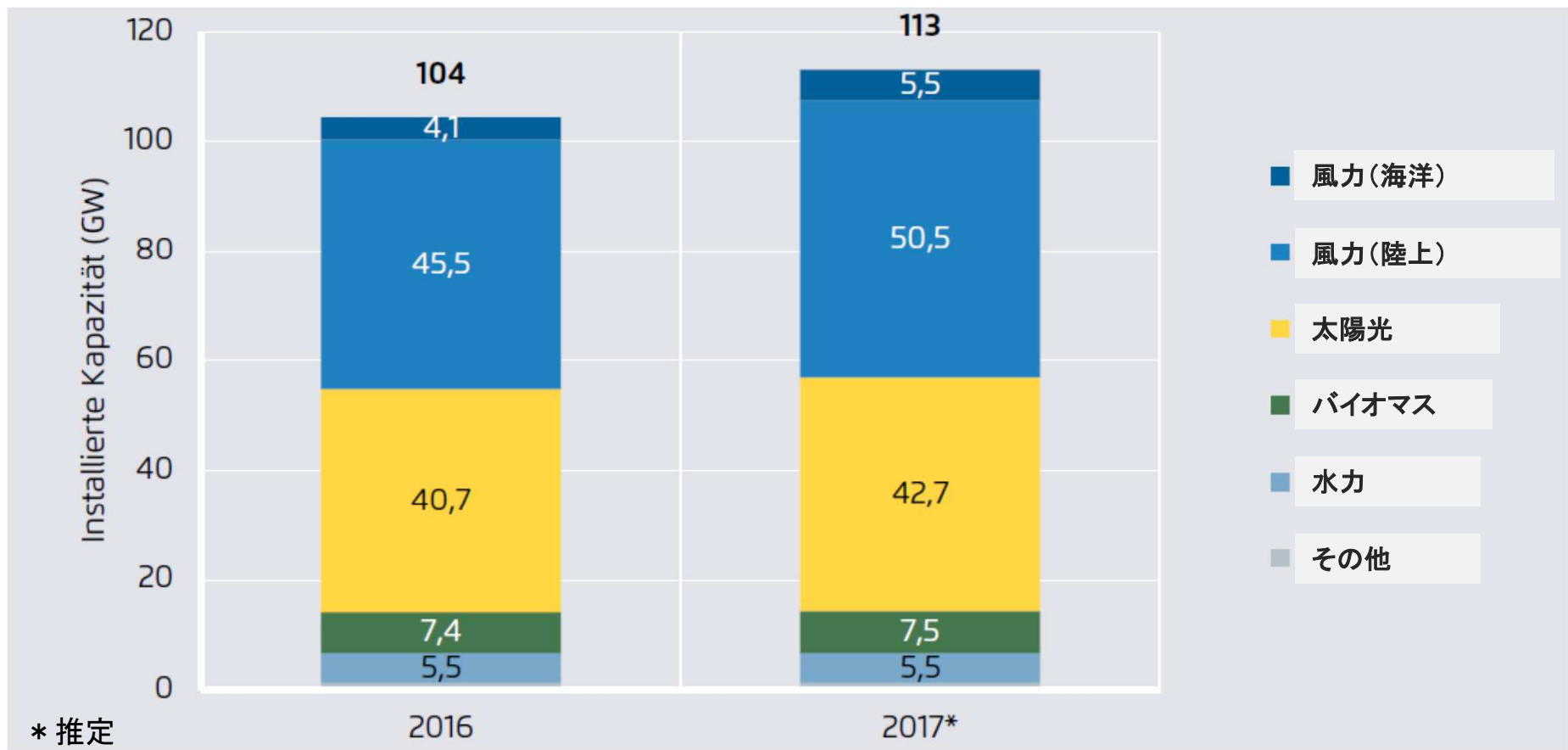
<sup>3</sup> Verbrauch von EE-Strom im Verkehr etwa 3,8 TWh

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat

Stand 12/2017

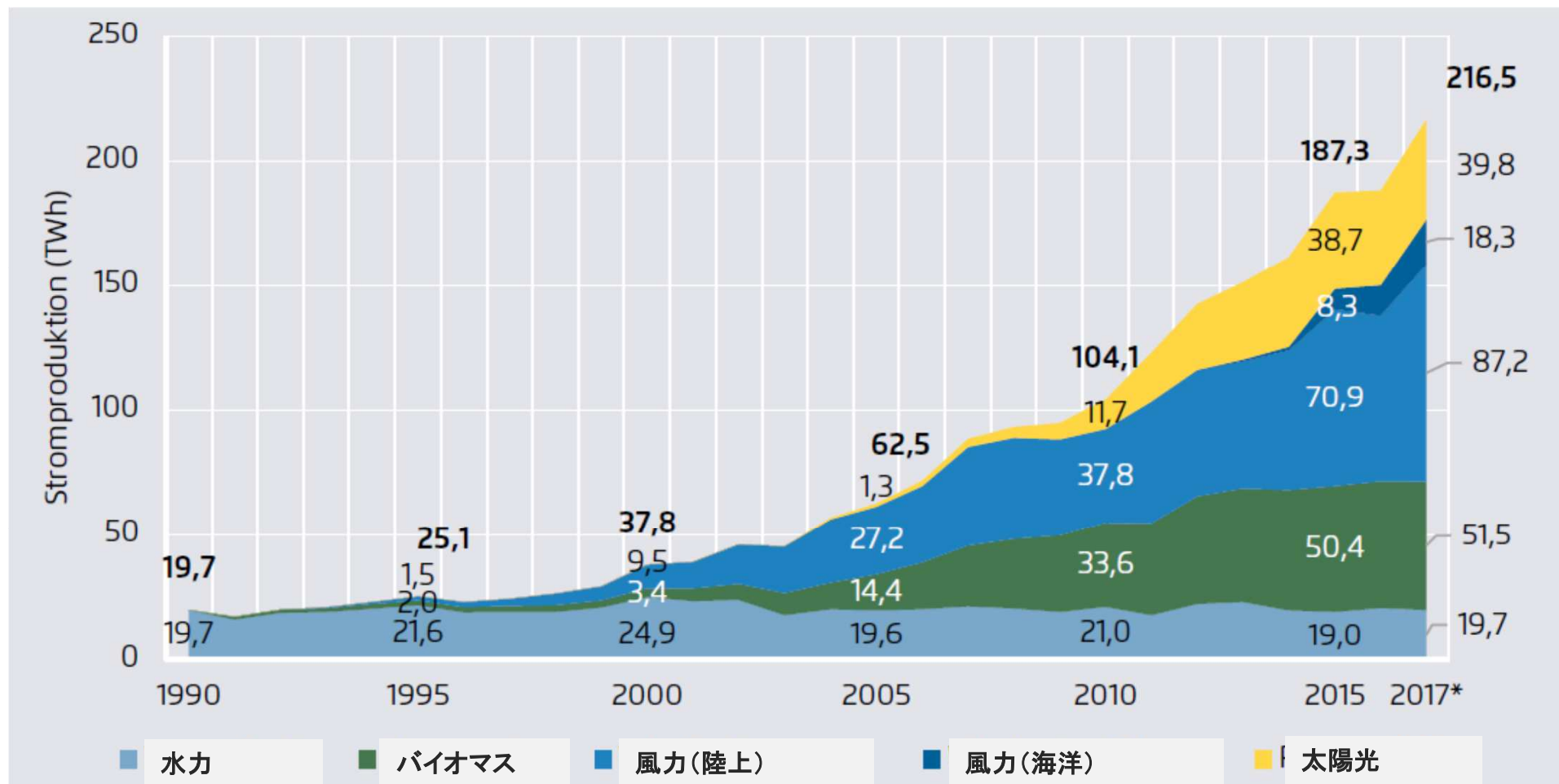


# ドイツの再生可能エネルギーの設置容量 (GW)



Source: Agora Energiewende (2018) [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Jahresauswertung\\_2017/Agora\\_Jahresauswertung-2017.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Jahresauswertung_2017/Agora_Jahresauswertung-2017.pdf)

# ドイツの再生可能エネルギー発電量 (TWH / 2017年)



\* 推定

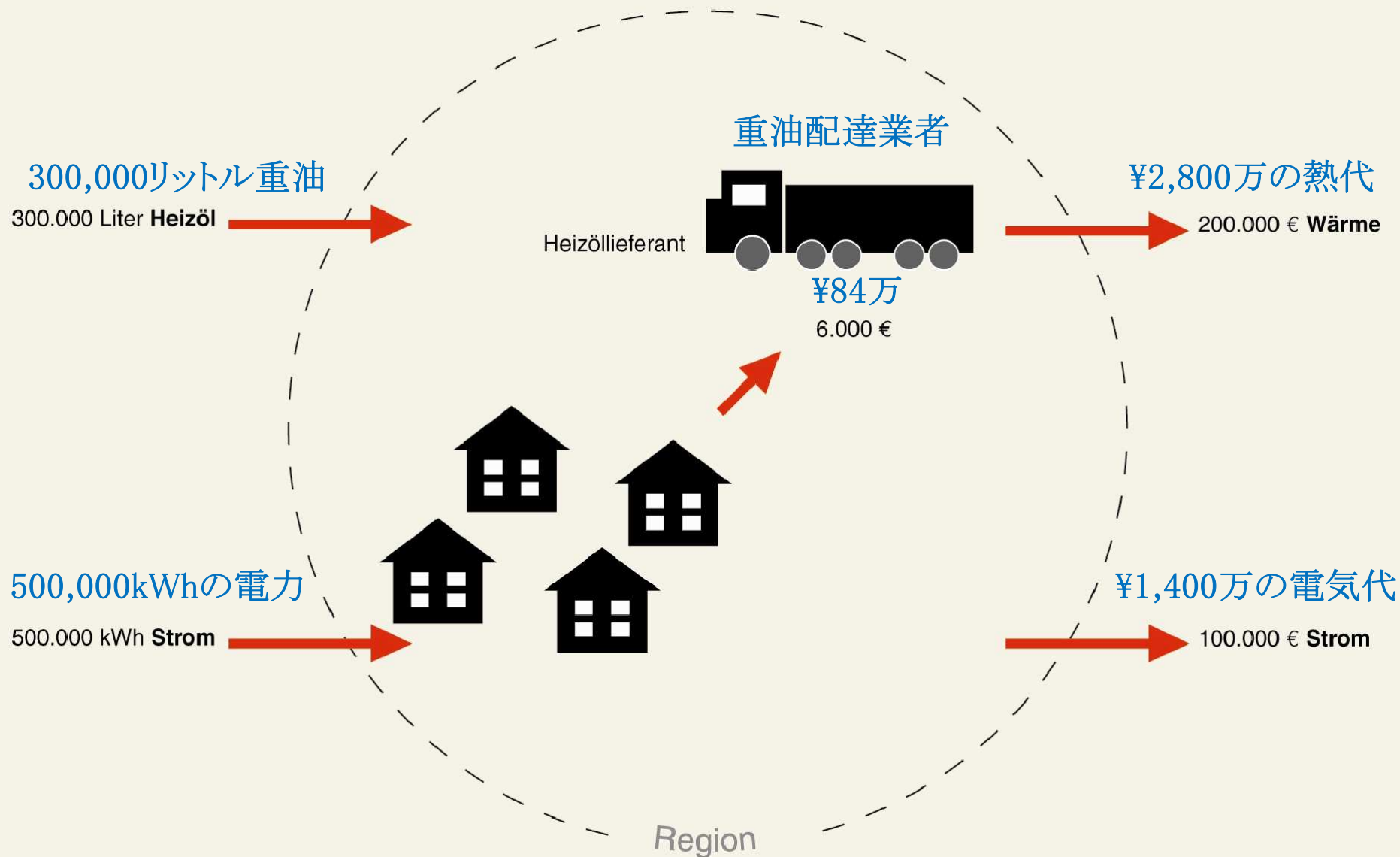
Source: Agora Energiewende (2018) [https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Jahresauswertung\\_2017/Agora\\_Jahresauswertung-2017.pdf](https://www.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2018/Jahresauswertung_2017/Agora_Jahresauswertung-2017.pdf)



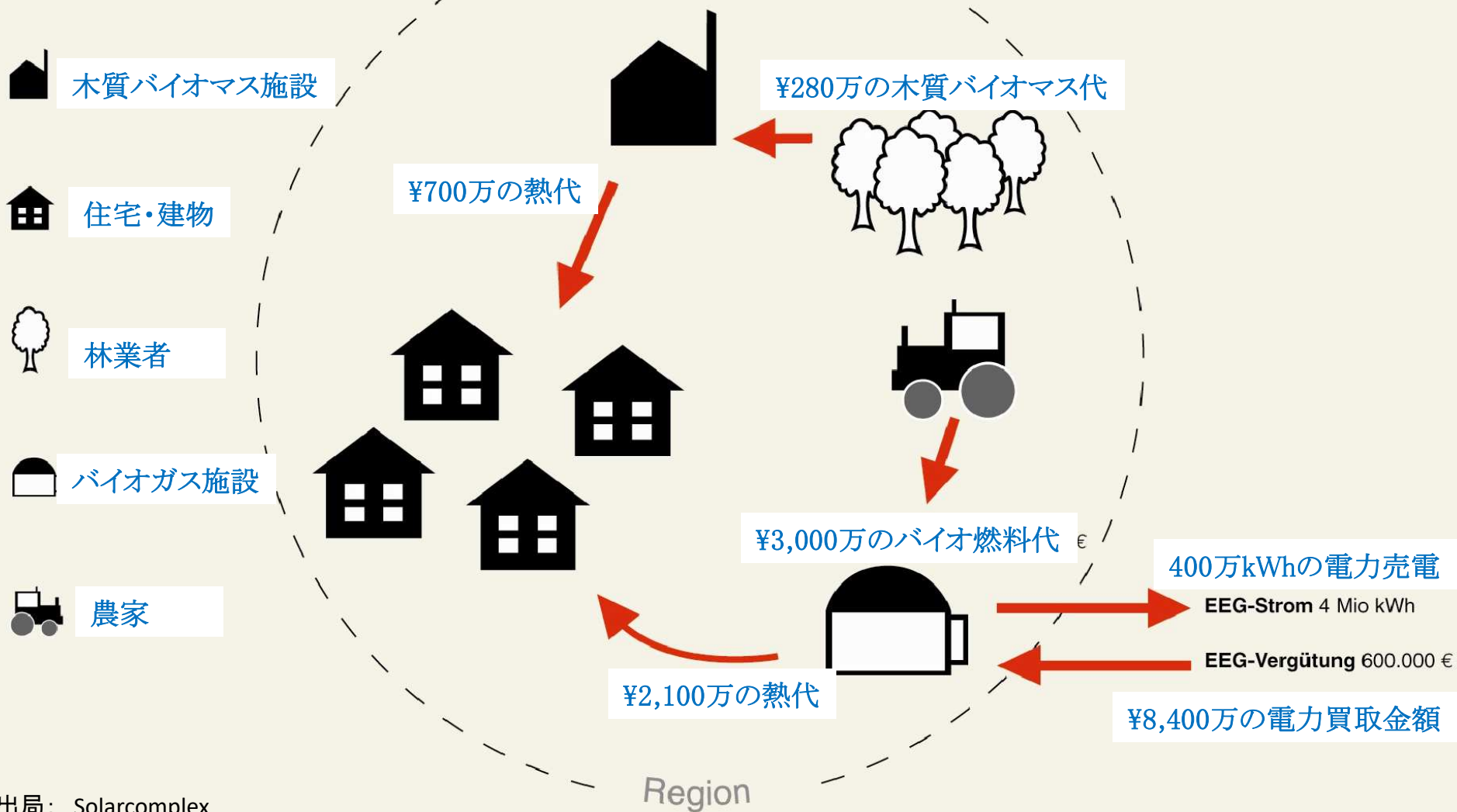
マウエンハイム村  
• 人口500人  
• 1,000ha



# マウエンハイム村 — 当時の実態



# マウエンハイム村の今





## モデル・ヴィレジの概要

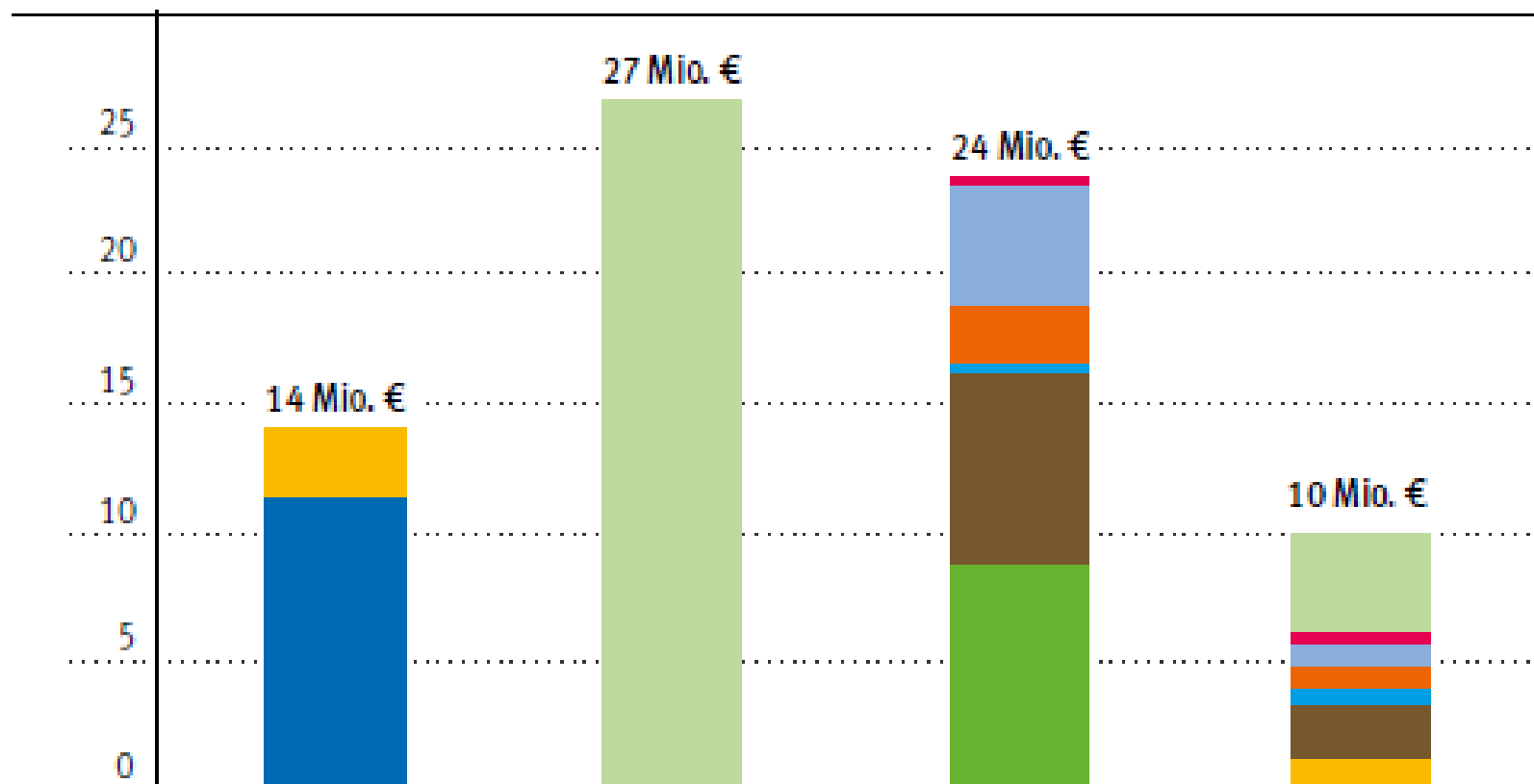
- 人口: 450人
- 世帯数: 150件
- 電力消費量: 450MWh/年
- 熱消費量: 450万 kWh/年
- 投資額: ¥14億 (1,000万€)

| 再エネ設備          | 再エネ普及                 |                        |
|----------------|-----------------------|------------------------|
|                | 現状                    | 2025年                  |
| バイオガスCHP       | 0 kW <sub>el</sub>    | 265 kW <sub>el</sub>   |
| 木質バイオマスチップボイラー | 0 kW <sub>th</sub>    | 300 kW <sub>th</sub>   |
| 地域暖房網          | 0 kW <sub>th</sub>    | 2・600 kW <sub>th</sub> |
| 太陽熱            | 0 m                   | 2.400 m                |
| ヒート・ポンプ        | 60 m <sup>2</sup>     | 1.200 m <sup>2</sup>   |
| 野立ての太陽光発電      | 3 Stck.               | 4 Stck.                |
| 屋根上の太陽光発電      | 130 kW <sub>p</sub>   | 935 kW <sub>p</sub>    |
| 風力発電           | 0 kW <sub>p</sub>     | 2 MW <sub>p</sub>      |
|                | 0 MW                  | 2・3 MW                 |
| 合計             | 0,13 MW <sub>el</sub> | 9,20 MW <sub>el</sub>  |
|                | 0,03 MW <sub>th</sub> | 2,34 MW <sub>th</sub>  |



# バイオエネルギーのモデルヴェルジ

100万€



Umsatzerlöse/Einsparung

Verbrauchskosten

Abschreibungen

Steuern

Pachtkosten

Investitionsnebenkosten

Kapitalkosten

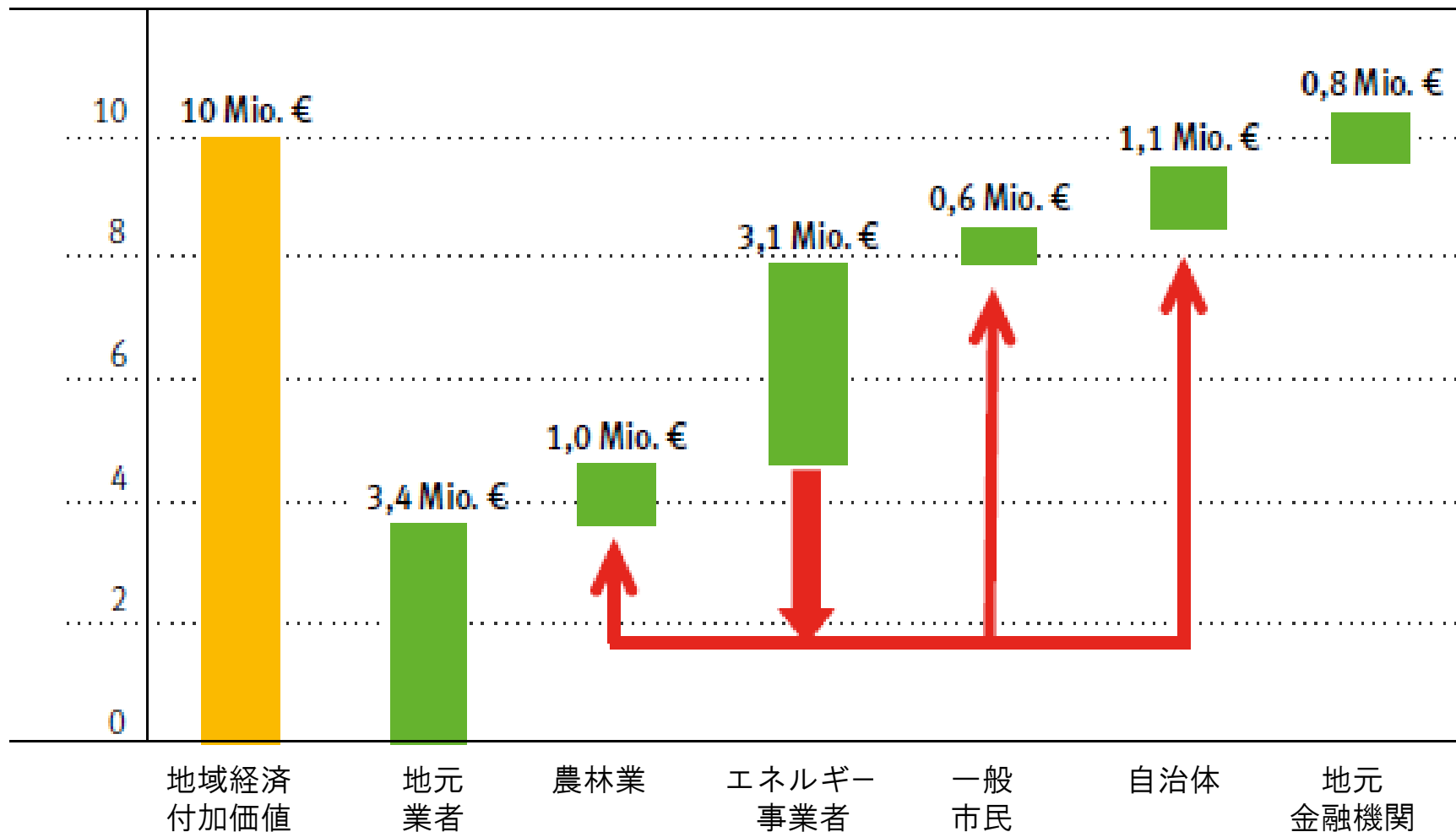
Betriebskosten

Investitionen

Feb-1

# バイオエネルギーのモデルヴィレジ

100万€ 地域経済付加価値のステークホルダーへの分配



# 日本の事例： 下川町

90%以上が山林で占められた自然豊かな北海道下川町



- 下川町の6つ公共施設に導入されたバイオマス熱供給施設を一つの事業としてまとめた
  - キャッシュ・フロー計画を策定（2004年～2030年）
  - 地域経済付加価値の標準モデルを適応

| 設置場所 |                           | 容量<br>(kW) | 導入年   |
|------|---------------------------|------------|-------|
| 公共施設 | 五味温泉                      | 180        | 平成16年 |
|      | 幼児センター                    | 100        | 平成17年 |
|      | 農業用育苗施設                   | 580        | 平成20年 |
|      | 役場周辺地域熱供給施設               | 1200       | 平成21年 |
|      | あけぼの園（福祉施設）               | 450        | 平成22年 |
|      | 一の橋地区地域熱供給システム(2基@550 kW) | 1100       | 平成26年 |
|      | 合計                        | 3,610.0    |       |

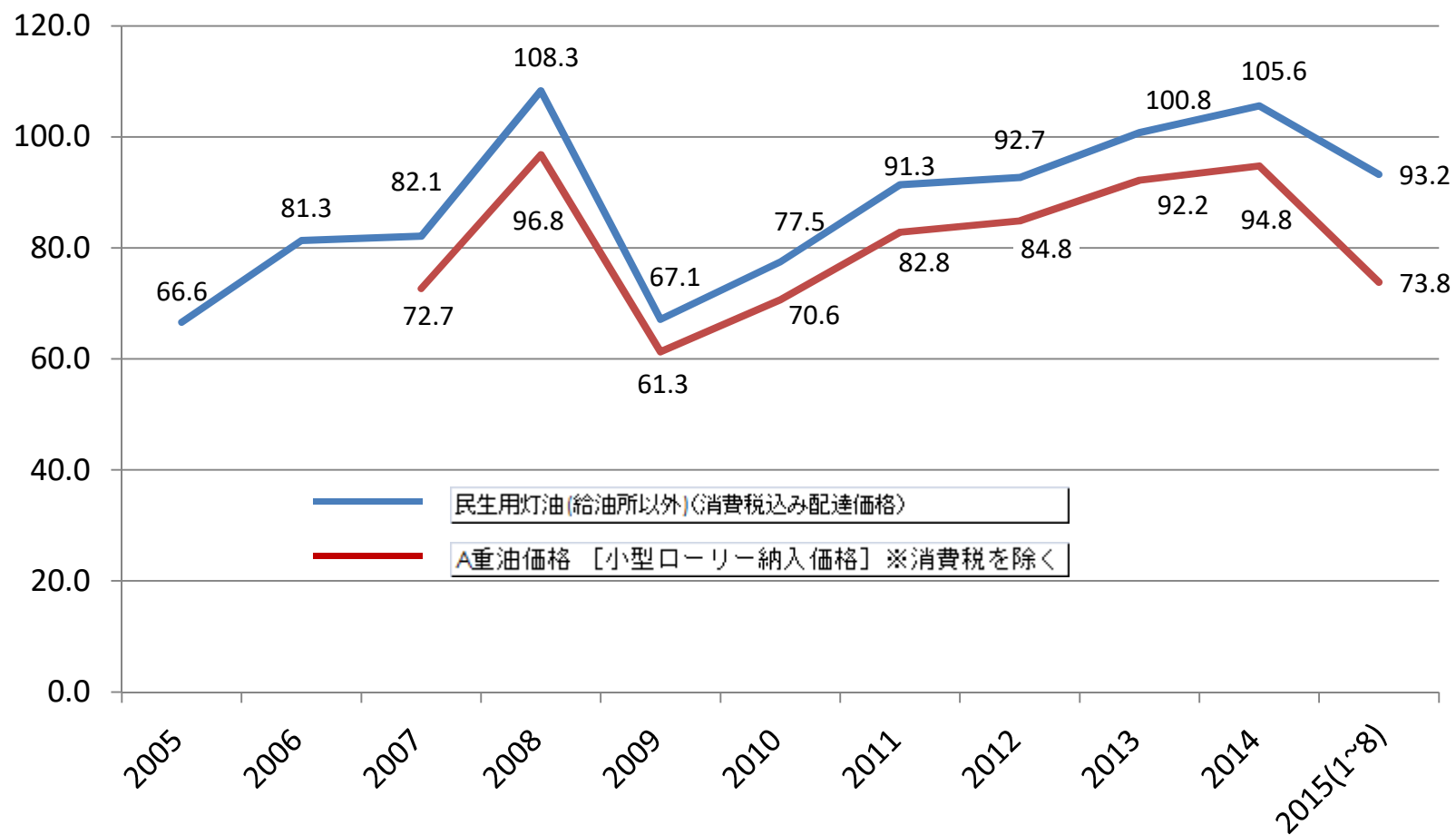
- バイオマス事業のキャッシュ・フロー計算方法と基本データ
  - 設備投資、補助金、燃料使用量のデータ： 下川町
  - 運転コスト計算： 調達価格算定等委員会、農林水産省、富士通総研等
  - 燃料費： 経済産業省 資源エネルギー庁統計（民生用灯油、A重油）
  - 償却期間：

| システムコストの内訳   | 100% | 償却年数 |
|--------------|------|------|
| ボイラ          | 40%  | 15年  |
| 建物・サイロ・煙突    | 34%  | 38年  |
| 据え付け・設置・配管工事 | 19%  | 17年  |
| 電気工事         | 3%   | 17年  |
| 企画・設計・管理     | 4%   | 17年  |
  - 再投資：15年後、ボイラの修繕に¥30,000@kWの再投資が必要
  - 稼働率： 年間5,000時間（57%）
  - 税金： 事業者は自治体のため固定資産税、電気事業税、法人税なし

→ 4つのシナリオで試算 / 事業有無の比較



# 燃料価格の推移



曲出: 経済産業省 資源エネルギー庁 [http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum\\_and\\_lpgas/pl007/results.html](http://www.enecho.meti.go.jp/statistics/petroleum_and_lpgas/pl007/results.html)

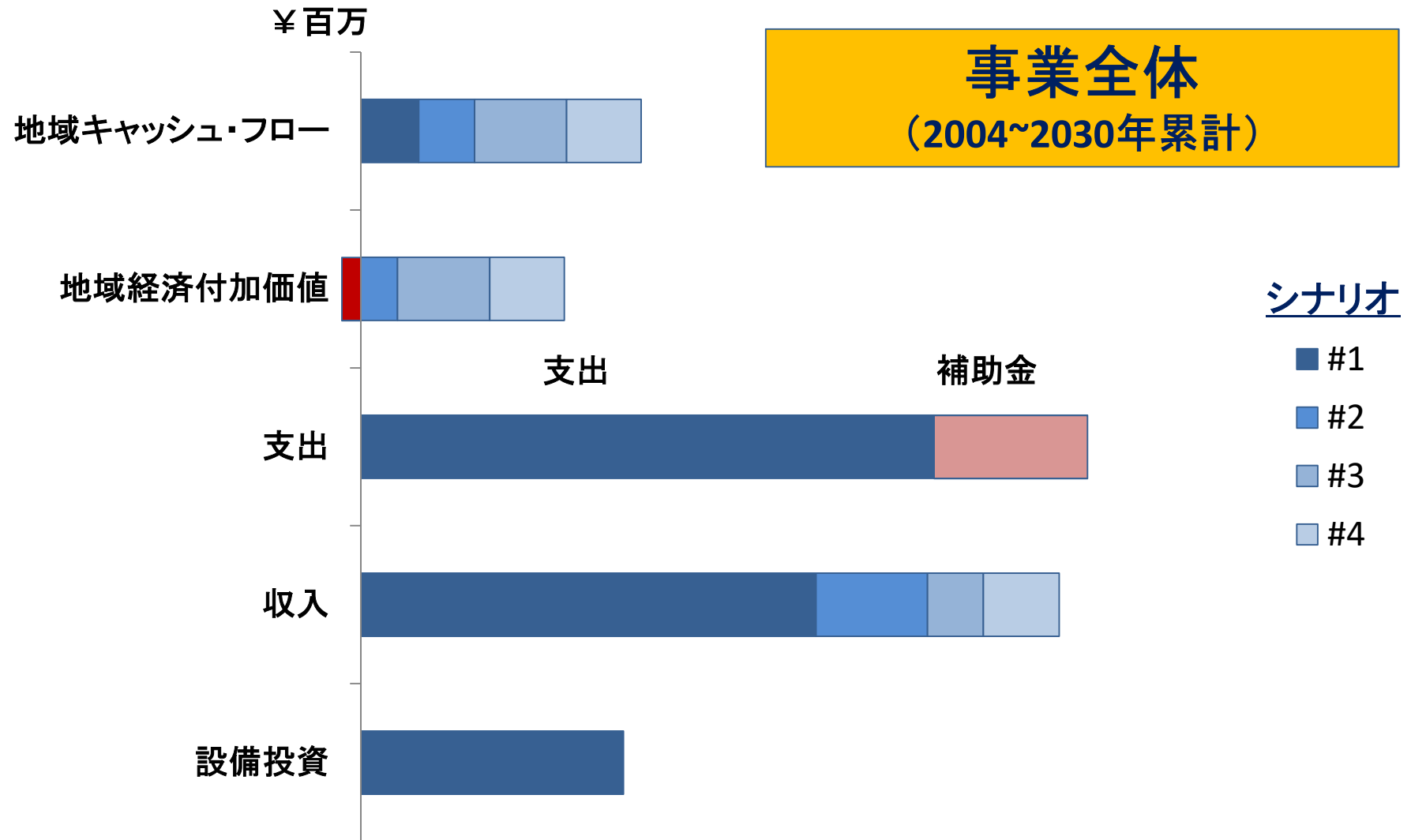


# 下川町の6つの熱供給施設の事業試算計画 (2004~2030年)

## 4つのシナリオ

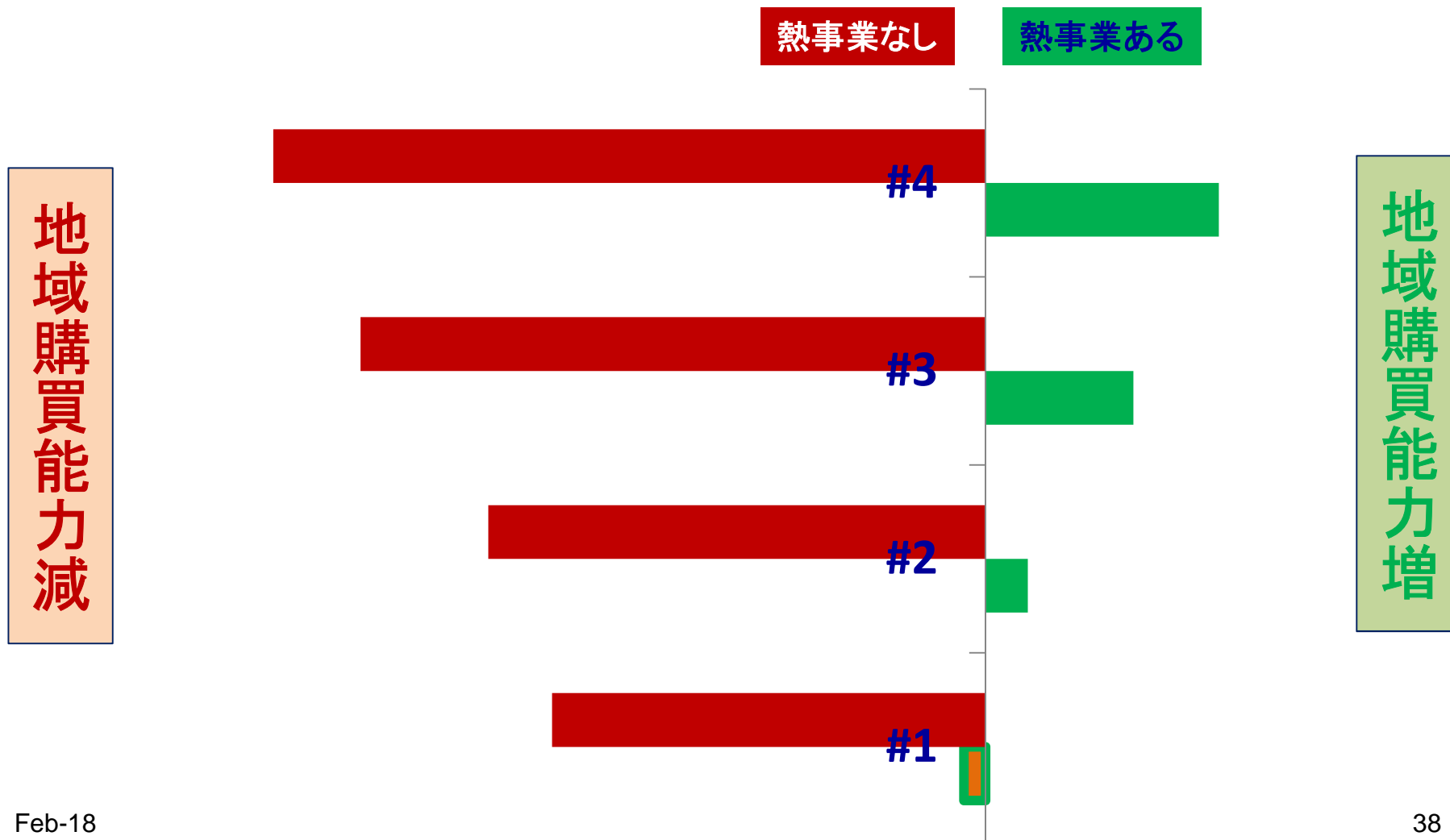
|    |                            |
|----|----------------------------|
| #1 | A重油 (2015年以降の上昇率:10年平均の0%) |
| #2 | 灯油 (2015年以降の上昇率:10年平均の0%)  |
| #3 | A重油 (2015年以降の上昇率:10年平均の5%) |
| #4 | 灯油 (2015年以降の上昇率:10年平均の5%)  |

# 地域経済効果の試算結果



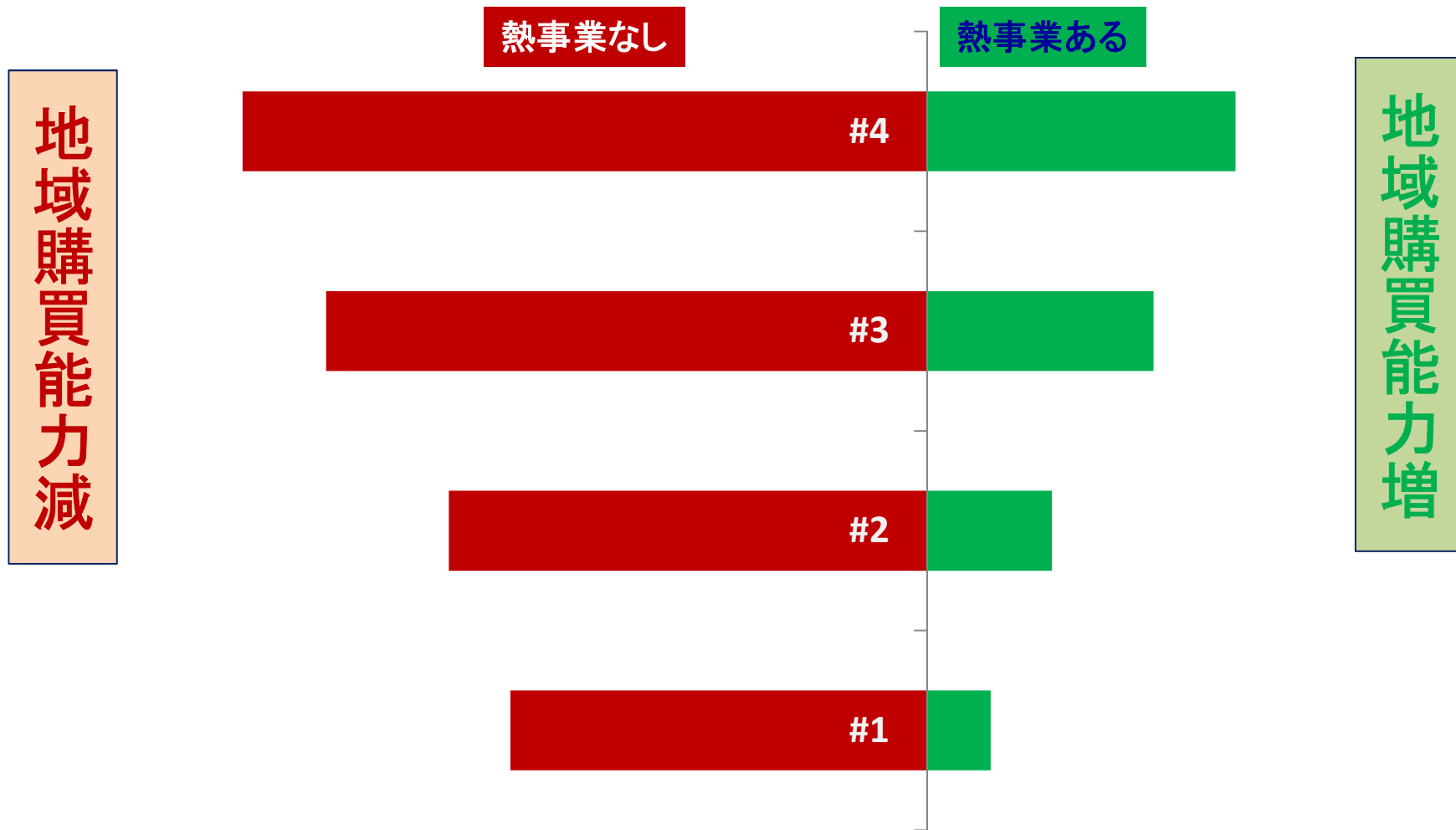
# 地域経済効果 — 事業有無比較

地域経済付加価値（百万円）



# 地域経済効果 — 熱事業有無比較

## 地域キャッシュフロー（百万円）



# まとめ

- **事業環境によっては、熱事業リスクが高い**
  - 設備コストが高く、償却負担が大きい
  - 化石燃料の節約効果で投資コストの回収が厳しい
  - 化石燃料の購入価格の変動リスクが高い
- **只、熱事業を取り組んだことで地域購買能力の流出防止**
  - 地域循環型経済の構築に成功
  - 熱事業で地域購買能力を創出し、間接・波及効果も見込める
  - 森林事業の下支えになり、雇用効果も見込める
  - 木質バイオマス・エネルギーの高度なノーハウ・技術の蓄積



長野県  
Web site 信州

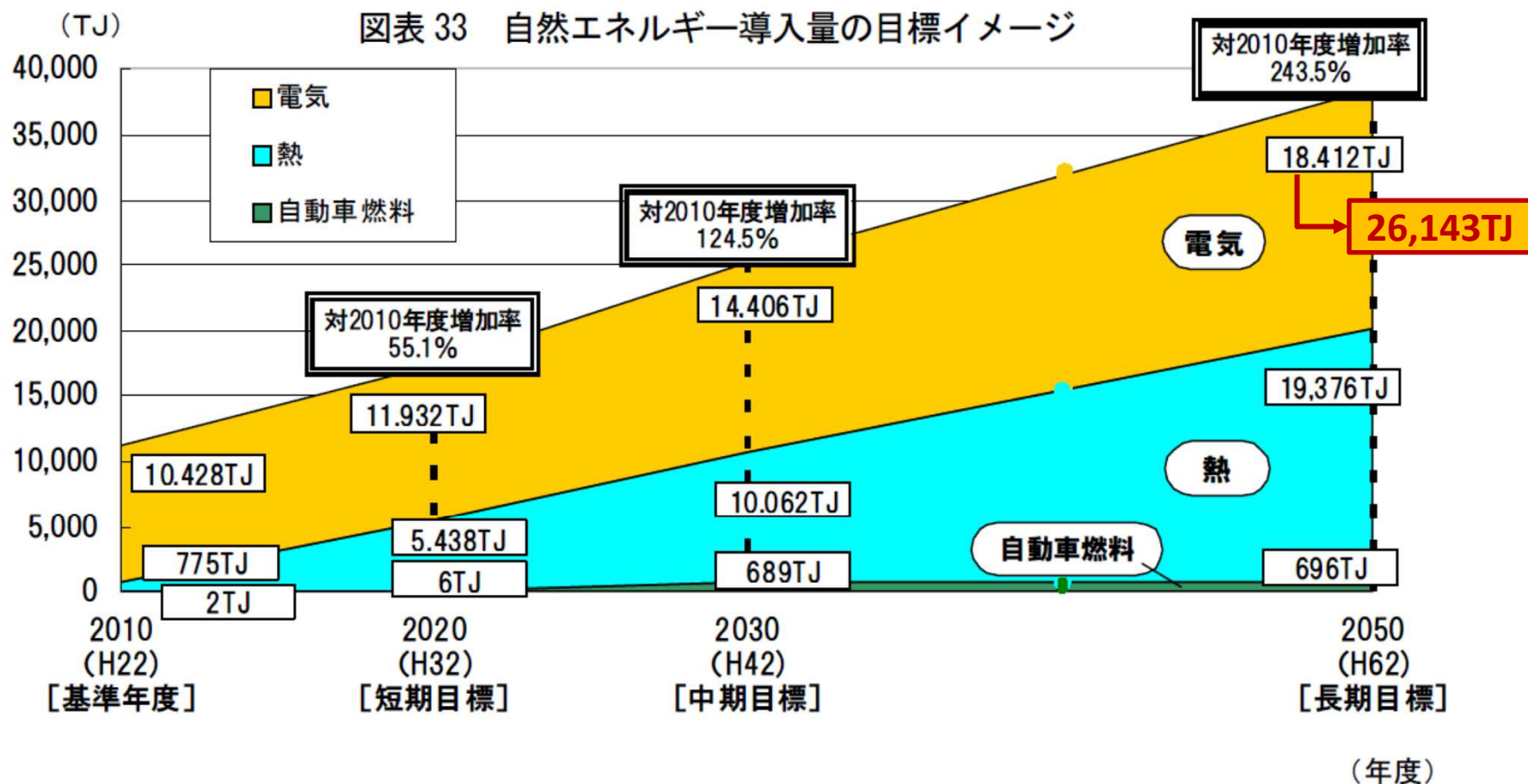


しあわせ信州





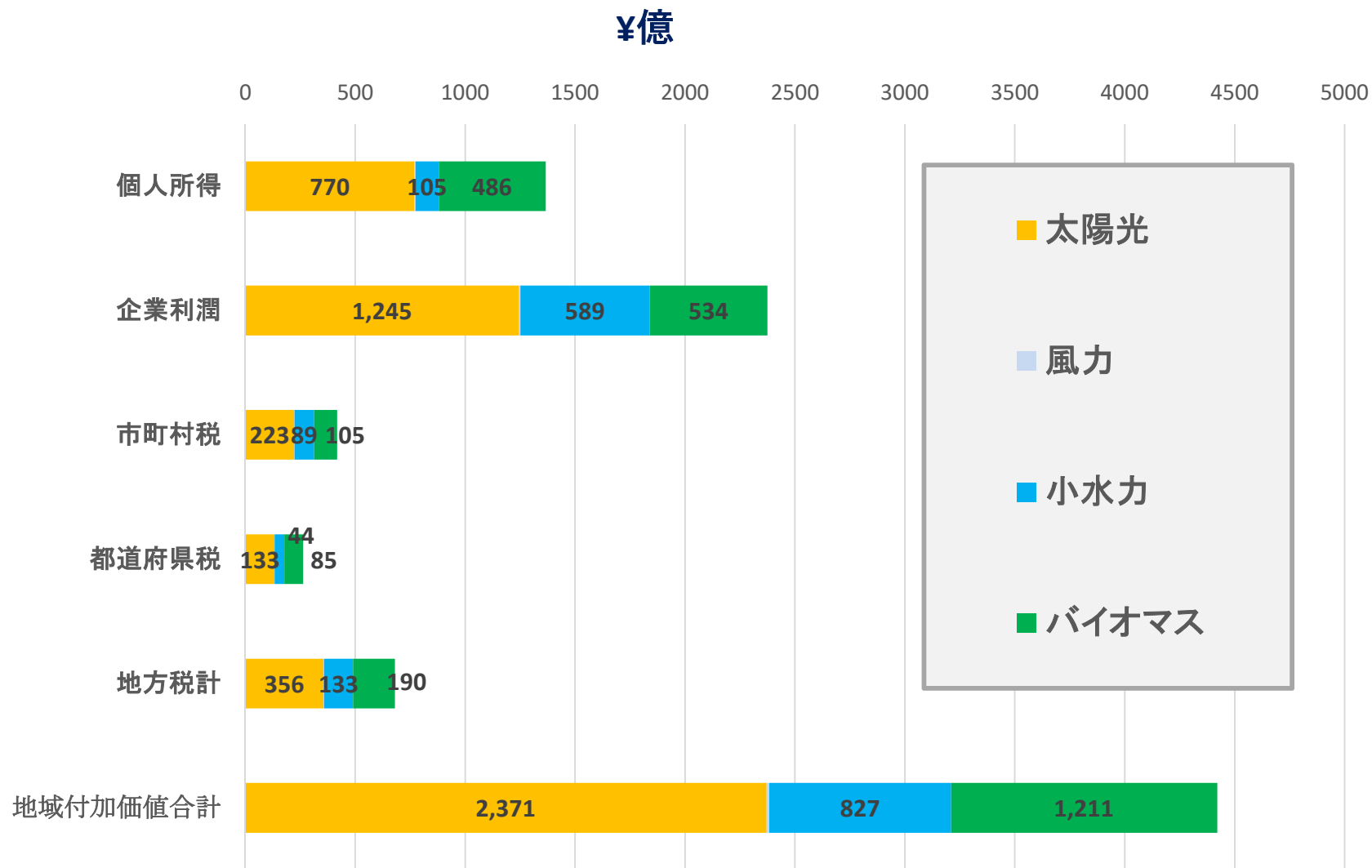
# 長野県の環境エネルギー戦略の目標



# 電源毎の設置容量の目標

| MW                  | 太陽光   | 風力  | 小水力   | バイオマス | 地熱  |
|---------------------|-------|-----|-------|-------|-----|
| 導入容量（10/2016）       | 965   | 0   | 59    | 5     | 0   |
| 認定容量（新規認定分/10/2016） | 1,926 | 0.2 | 104   | 29    | 0.3 |
| 導入目標（2020）          | 1,451 | 5   | 12→61 | 32    | 0   |
| 導入目標（2030）          | 1,870 | 16  | 66    | 57    | 3   |
| 導入目標（2050）          | 2,695 | 40  | 141   | 108   | 9   |
| 増設分（2017～2020）      | 486   | 5   | 2     | 27    | 0   |
| 増設分（2021～2030）      | 419   | 11  | 5     | 25    | 3   |

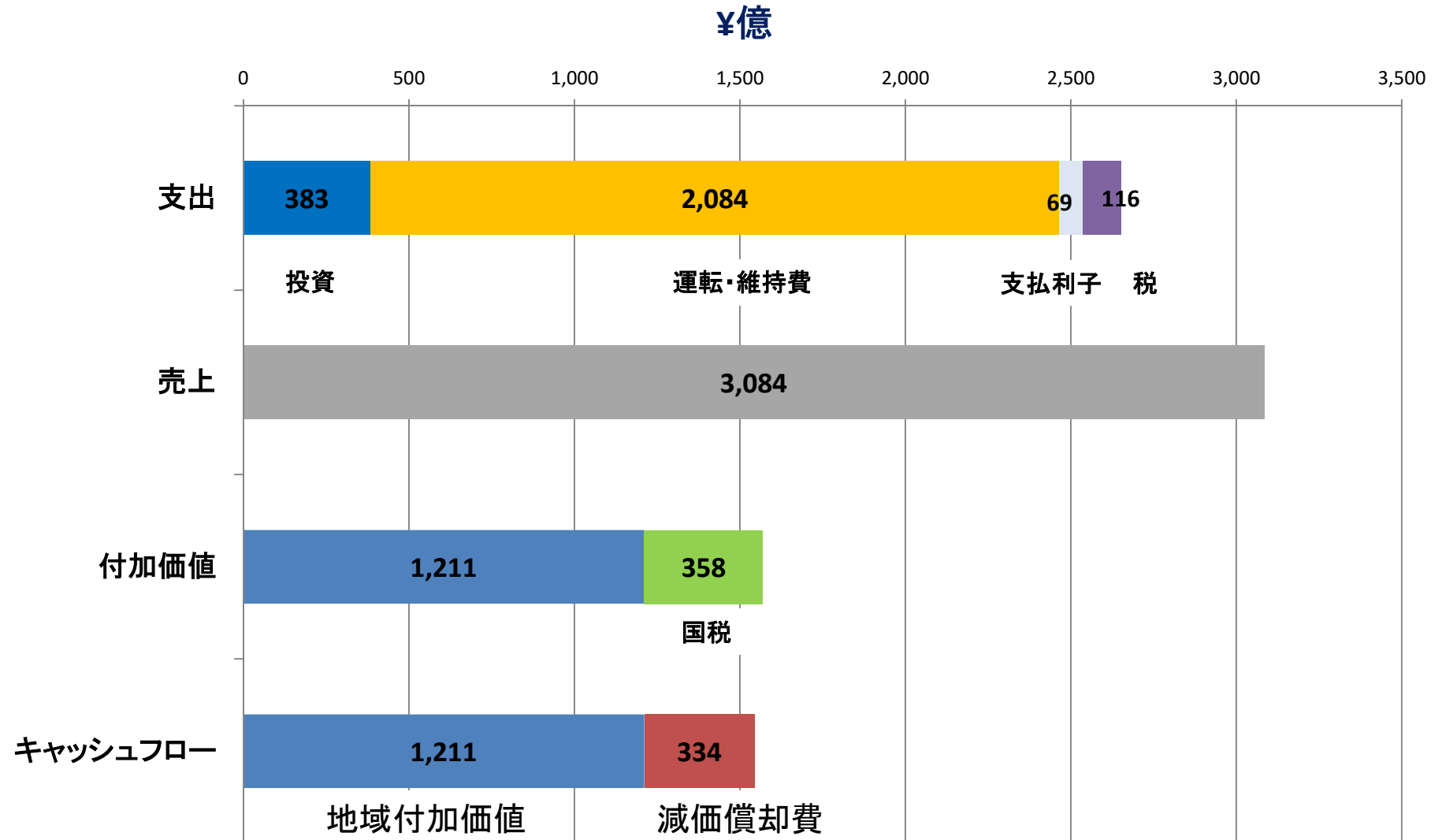
# 地域付加価値構造・段階別電源構成 — 運転段階



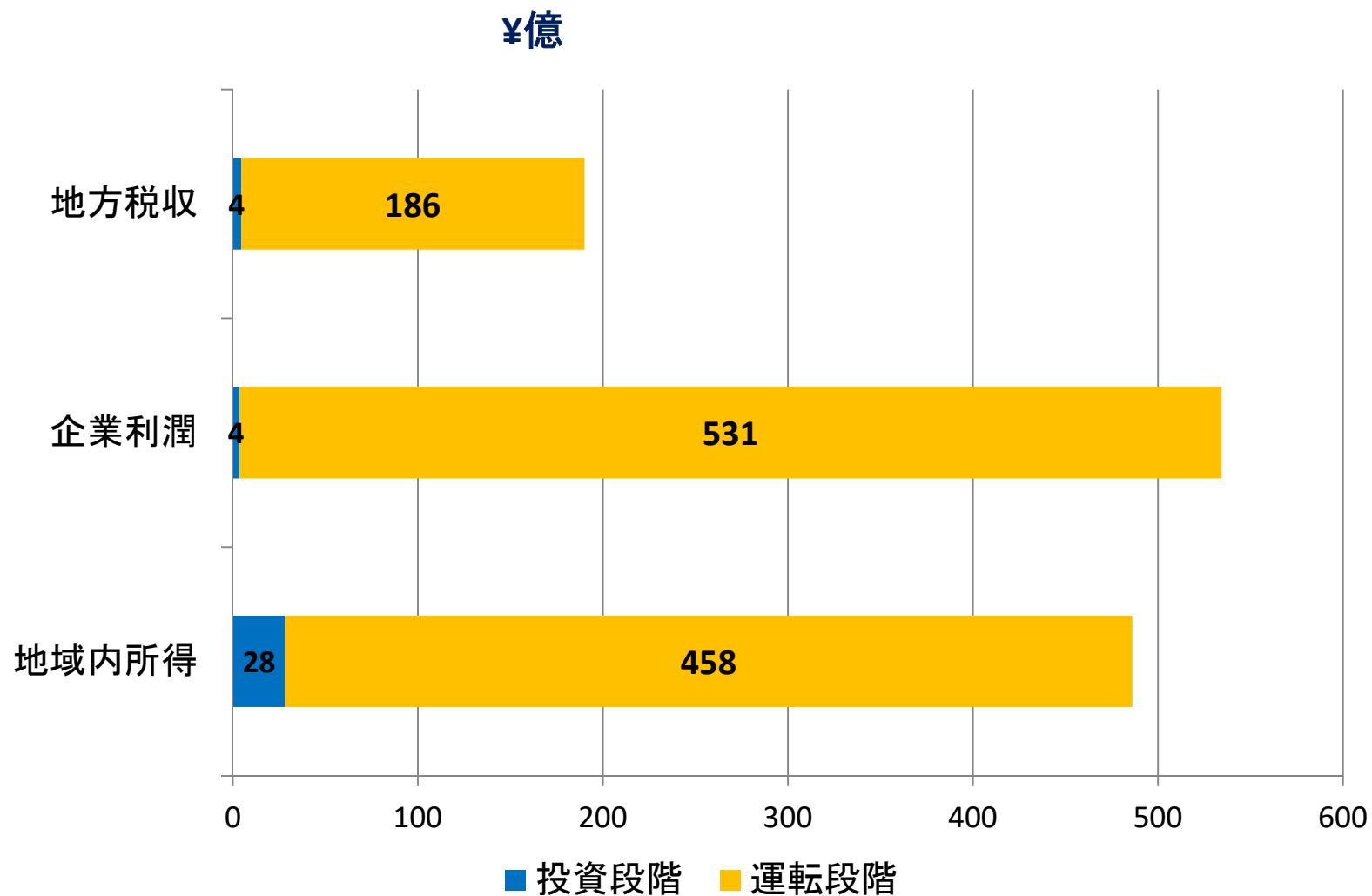
# 木質バイオマス事業の概要（2015~2030年）

|               | 投資額<br>(¥100万) | 設備容量<br>(kW) | 事業者利益<br>(¥100万) | 地域内比率 | 燃料コスト               | ビジネスモデル         |
|---------------|----------------|--------------|------------------|-------|---------------------|-----------------|
| 5MW<br>(電力)   | 13,260         | 32,000       | 7,818            | 100%  | ¥9,000/t<br>(チップ)   | FIT             |
| 1.5MW<br>(電力) | 9,468          | 15,400       | 5,986            | 100%  | ¥8,000/t<br>(チップ)   | FIT             |
| 50kW<br>(熱)   | 1,521          | 12,500       | 150              | 100%  | ¥10,000/t<br>(薪)    | 自家消費<br>(¥7.33) |
| 150kW<br>(熱)  | 1,111          | 12,000       | 207              | 100%  | ¥25,000/t<br>(ペレット) | 自家消費<br>(¥10)   |
| 500kW<br>(熱)  | 2,394          | 20,000       | 261              | 100%  | ¥13,000/t<br>(チップ)  | 自家消費<br>(¥10)   |
| 135kW<br>CHP  | 10,535         | 7,900        | 4,192            | 100%  | ¥13,000/t<br>(チップ)  | FIT/<br>自家消費    |

# 木質バイオマスの事業(電力・熱)(2015~2050年)

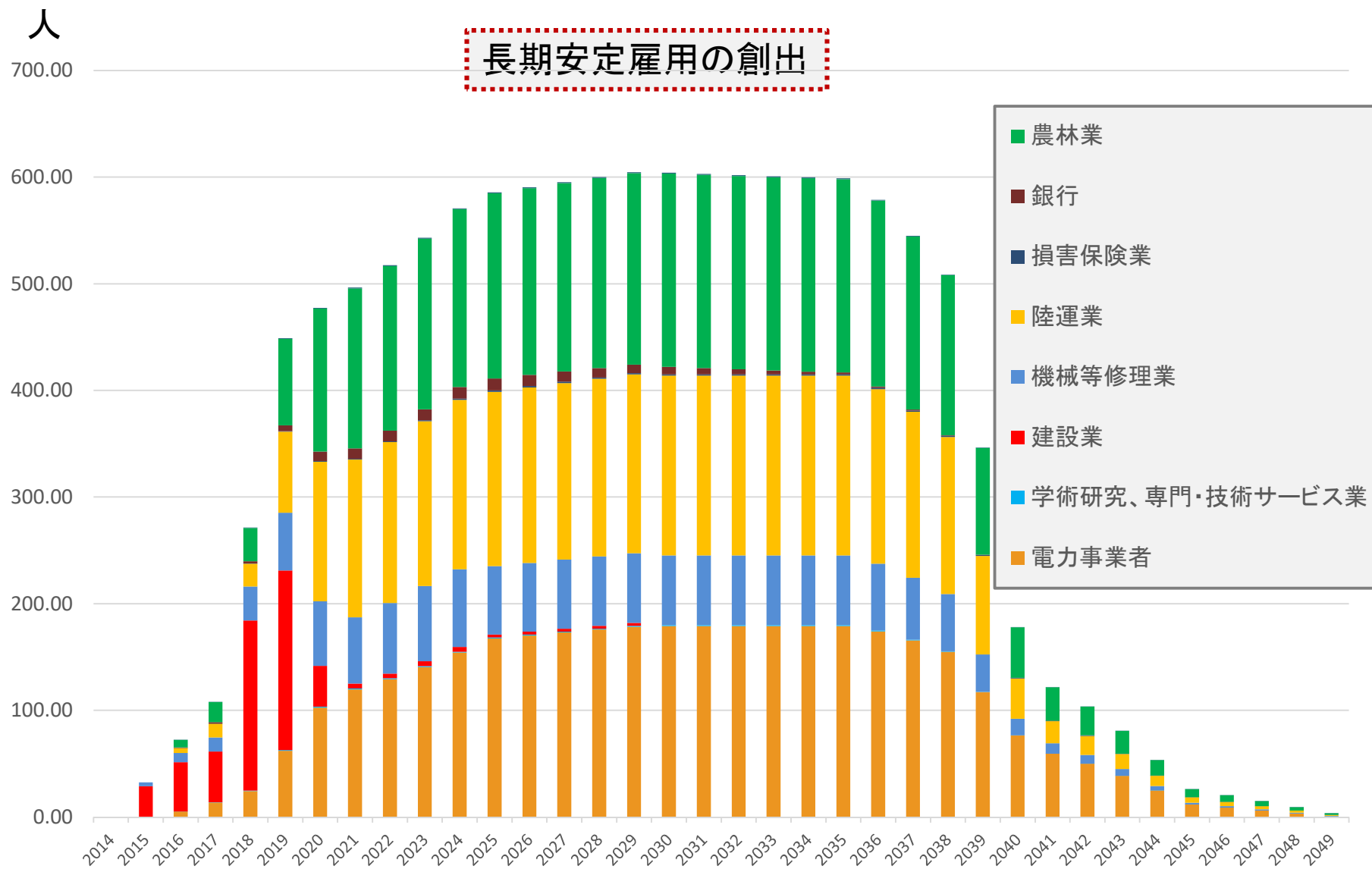


# 木質バイオマスの事業(電力・熱)の地域付加価値構成 (2015~2050年)



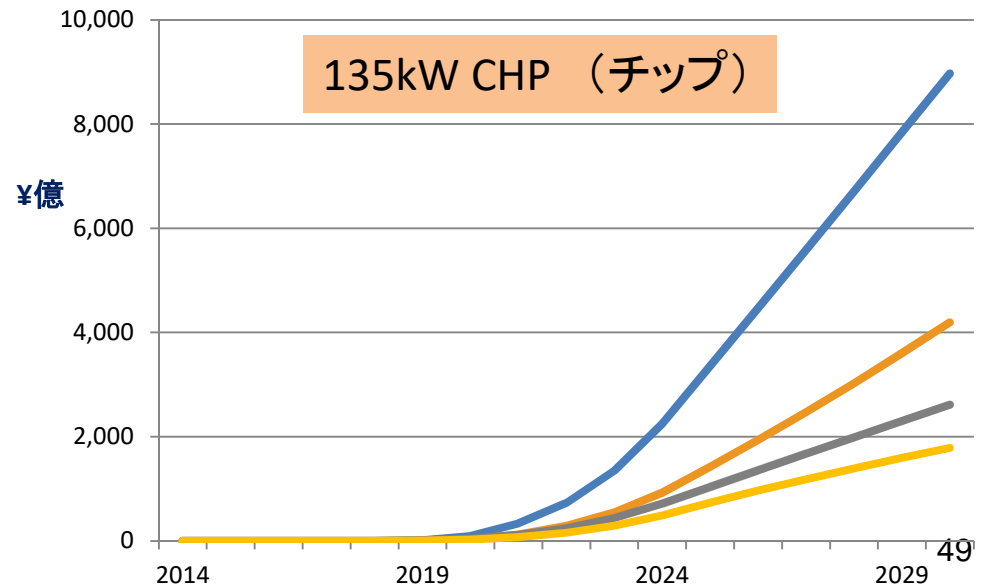
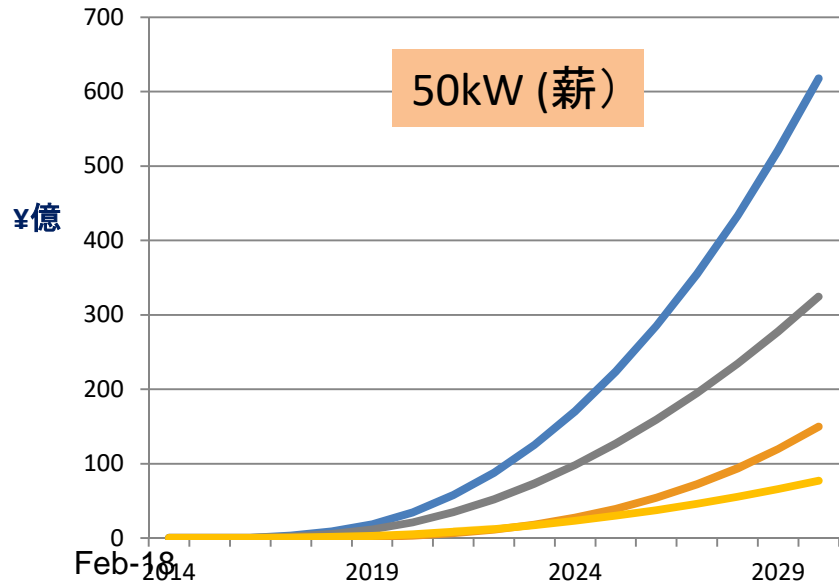
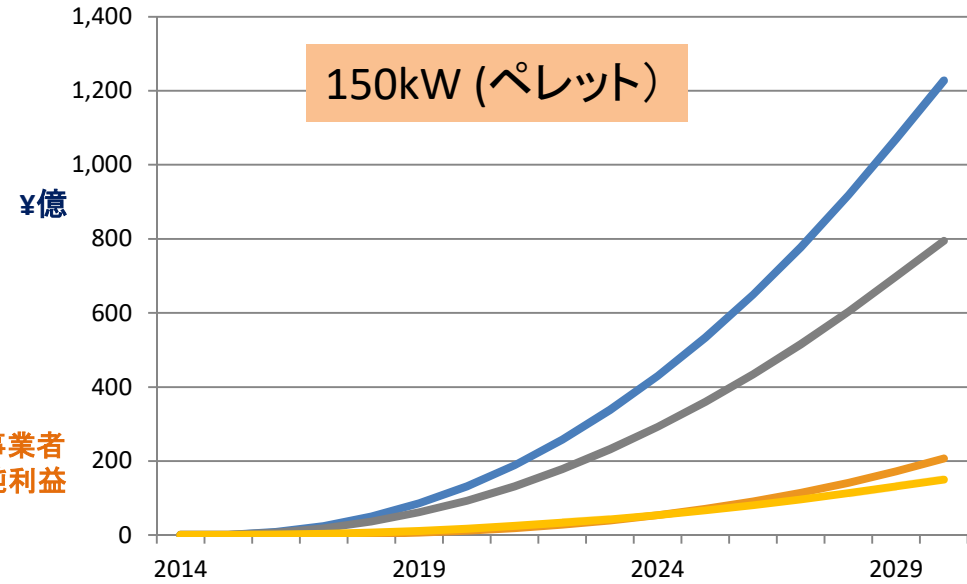
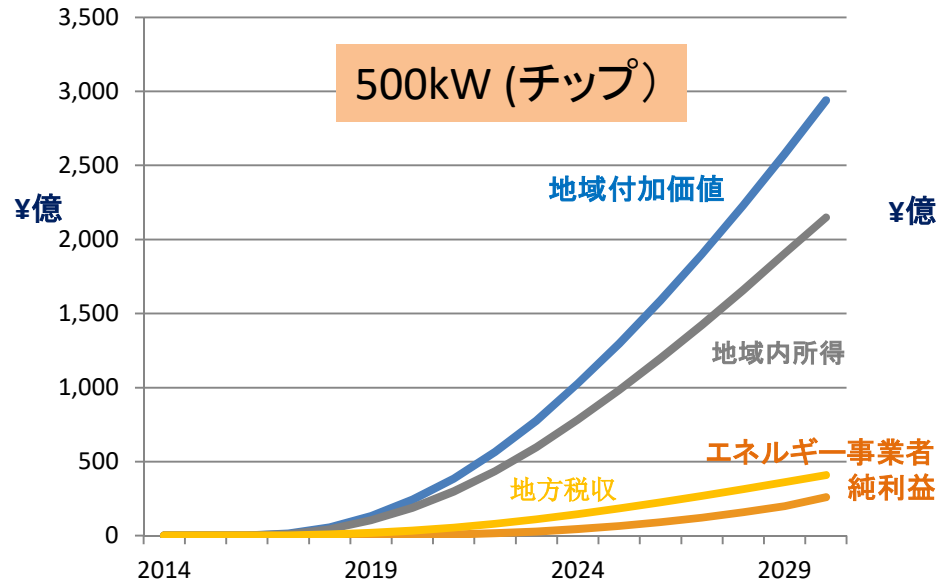


# 木質バイオマスの事業（電力・熱）の地域内雇用効果 （2015～2050年）



熱だけの事業性が厳しく、リスクが高い / しかし雇用効果大きい

# 熱事業

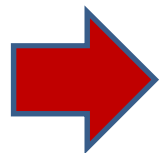


Feb-18

49

# バイオマスの地域経済効果を高めるための条件

- 主な結論： 地域への経済効果が大きい前提として
  1. 地域内の事業連鎖 → 資金の地域内循環
  2. 事業性 → 中長期的な投資回収の可能性
- 課題
  - 事業コストの低減（システムの投資コスト、事業運営コスト）
  - 熱事業の事業性（熱の安定需要、化石燃料価格、燃料費）
  - 地域暖房 → インフラ投資（熱銅管など）に補助が不可欠
  - 発電事業：「FITから自立できるか？」 → CHP事業の可能性（？）



地域の身の丈に合う包括的な産業連鎖（エコシステム）の構築によって連鎖段階同士の相乗効果やコスト削減、及び社会的価値

- 林業産業の再生
- 機材需要の拡大
- 六次産業の育成
- 地域づくり計画
- 社会的価値の評価（災害対策、健康、温暖化防止等）

## 電源毎の現状と課題③ バイオマス発電（現状）

19

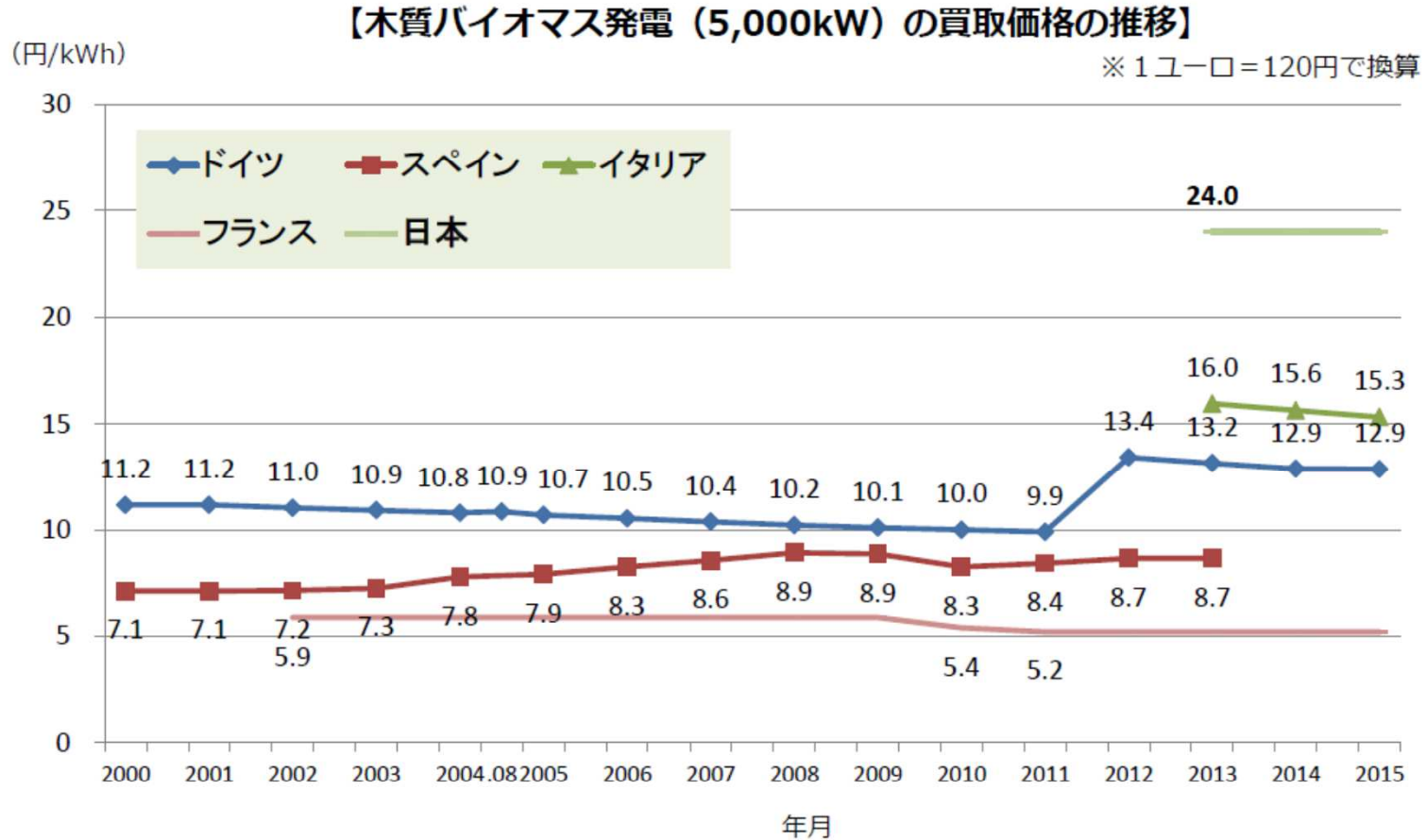
- FIT制度開始後、大規模木質バイオマス等の区分で昨年度に例年より多くの認定がなされたことにより、認定量ベースではミックスを大幅に超過しており、国民負担が増大する懸念あり。
- 導入量ベースでも、これまで、輸入材を用いた大型案件を中心に拡大。メタンガス等、それ以外の電源については、認定量・導入量とも、規模は限定的。
- 諸外国と比べて全体的に高コストであり、買取価格も高止まっている状況。

## 電源毎の現状と課題③ バイオマス発電（課題）

20

- 木質バイオマスの推進は、地球温暖化対策やエネルギー自給の観点のみならず、林業の成長産業化、地域の新たな産業・雇用の創出の観点からも重要。
- バイオマス発電は他の電源と異なり、特徴的なコスト構造（7割が燃料費）を持つが、どうすれば将来的にFITから自立化できるか。バイオマス発電の経済性を高めるための方策として、どのようなものが考えられるか。燃料の安定供給・持続可能性について、どのように確保していくのか。
- エネルギー利用のみならずマテリアル利用も含めた木材全体の需要拡大、木材の安定的かつ効率的な供給体制の確保、そしてこれら地域内での需要と供給の循環がうまく回るシステムの構築が重要。森林資源を地域内で持続的に活用していく「地域内エコシステム」の構築に向けてどのような取組が必要か。

# 各国比較：木質バイオマス発電の買取価格の推移



注) ドイツ：2012年：これまで買取価格引き上げのボーナス対象であったコジェネ要件を義務化し、買取価格に織り込み。

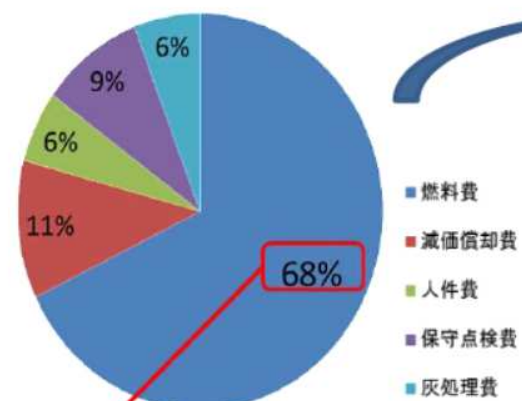
出典：平成28年度国際エネルギー使用合理化等対策事業（海外における再生可能エネルギー政策等動向調査）



平成29年9月  
資源エネルギー庁

### 【木質バイオマス発電のコスト構造】

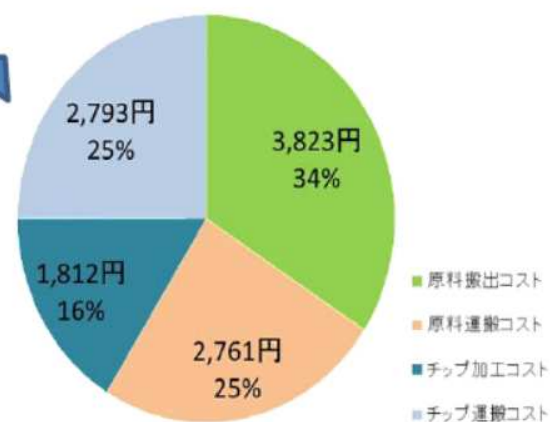
【木質バイオマス発電所の原価構成の例】



原価構成の7割近くを燃料費が占めている。

※FIT認定を受け、現在稼働している木質バイオマス発電所(5,700kW)

【木質チップ製造コスト(t当たり平均値)】



(資料)平成25年度木質バイオマス利用支援体制構築事業「発電・熱供給・熱電併給推進のための調査」