



地域と共生する地熱発電における 地域経済付加価値分析

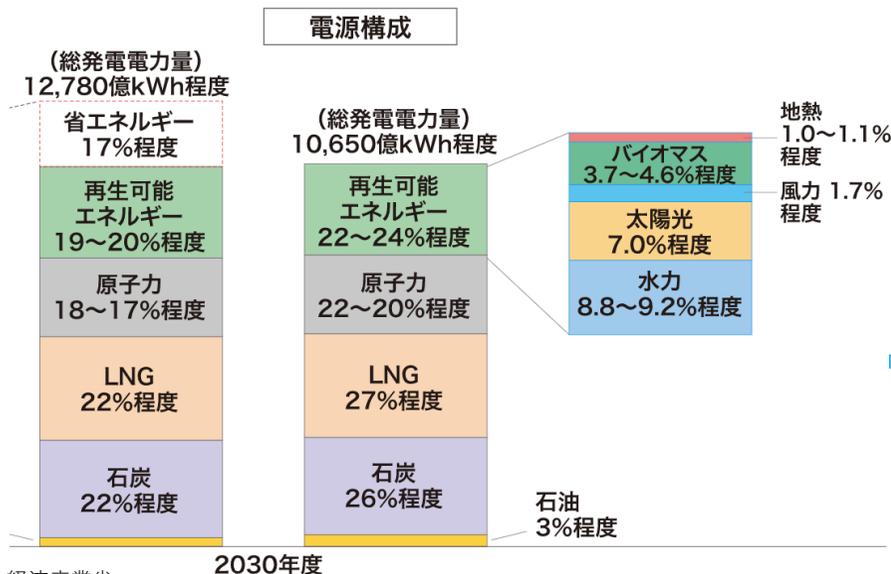
山東 晃大

京都大学経済研究所 先端政策分析研究センター

日本におけるエネルギー政策

問題意識

2050年脱炭素社会の実現に向けて、日本のエネルギー構成をどうするべきか？



このままで、2050年に脱炭素社会は可能か？

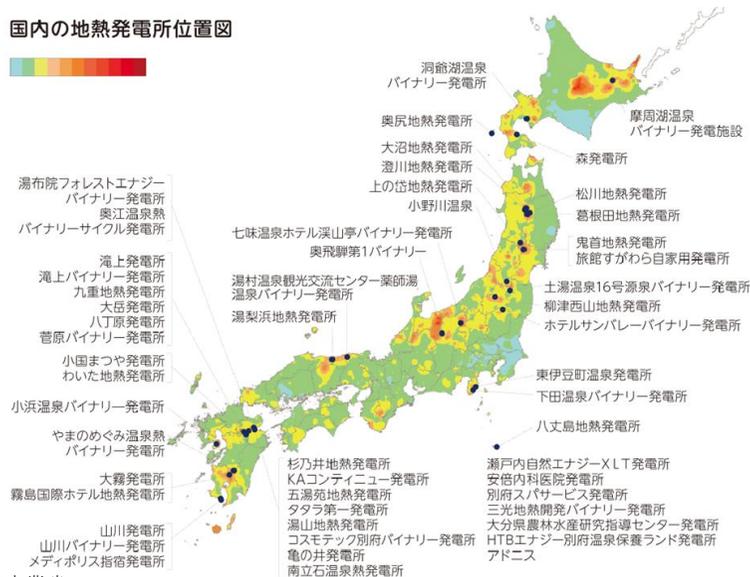
- ① 「再エネの大量導入」
- ② 「安定電源の確保」

出典：経済産業省

日本における地熱発電の可能性

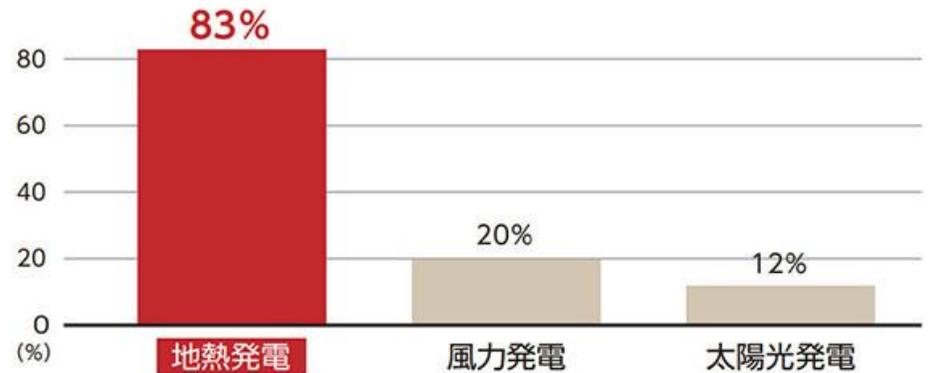
地熱資源

国内の地熱発電所位置図



地熱発電のポテンシャル
(北海道・東北・九州に集中している)

安定した電源



出典：資源エネルギー庁

設備利用率の高い安定した国産エネルギー

地熱発電の合意形成問題と利害関係者

反対運動

地熱発電に噴き出す反対 温泉地の指宿は計画凍結

ツイート 反応 シェア 76 フッシュ通知



再生可能エネルギーの一つとして国が旗を振る地熱発電の開発に、地元の温泉業者が湯に影響する懸念があるとして反対する事例が絶えない。鹿児島県指宿市では、事業主体の市が10月に計画凍結へ追い込まれた。専門

家は、調査と説明を重ね、合意形成を丁寧に進める必要性を指摘する。

「われわれは有名な温泉を守っていかなければならない。近くで発電する必要はさらさらない」

指宿温泉の旅館業者が9月に開いた会場で「指宿白水館」の下竹原啓高社長が、市の担当者に向けて口火を切ると、同調する意見が噴出した。

「砂蒸し風呂」で知られる指宿温泉。市は温泉街から南西約10キロの国立公園内に井戸を掘り、取り出した蒸気を九州電力などに売却する事業計画を昨年公表した。地下構造の調査を進めてきた。

今年7月に調査用井戸の掘削許可を国に申請するまで工程が進むと、旅館業者は「湯量の減少や温度低下の恐れがあり、損害を補償するルールもない」と白紙撤回を要求。10月27日、豊留悦男市長は「より多くの市民に理解を得る必要がある。事業を凍結し、申請を取り下げる」と表明した。

出典：産経新聞

地元温泉関係者



- 温泉湧出量の減衰の懸念
- 景観や騒音の懸念
- 不透明なプロセス（地元に隠れて計画を進める）

地元住民の合意形成が必要不可欠

問題提起

問題意識

「再生可能エネルギー事業が地方自治体や地域住民に受け入れられるようにするためには、どうすれば良いか？」

研究目的

「比較するために、地方自治体や地域住民が理解しやすい数値的根拠を示す合意形成ツール(地域経済付加価値分析)を作成する」

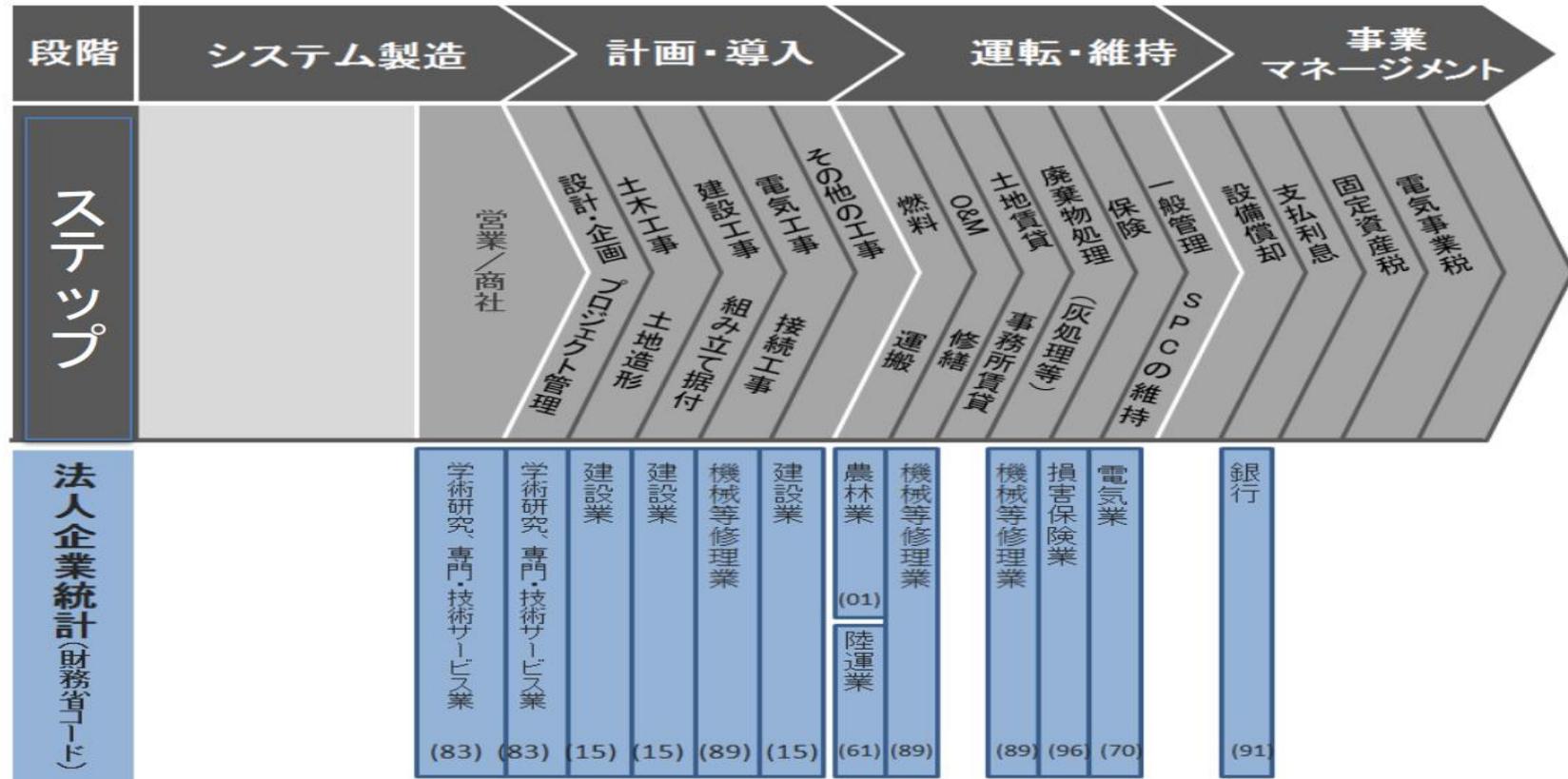
地域経済付加価値分析について

地域経済付加価値分析(RVA)とは

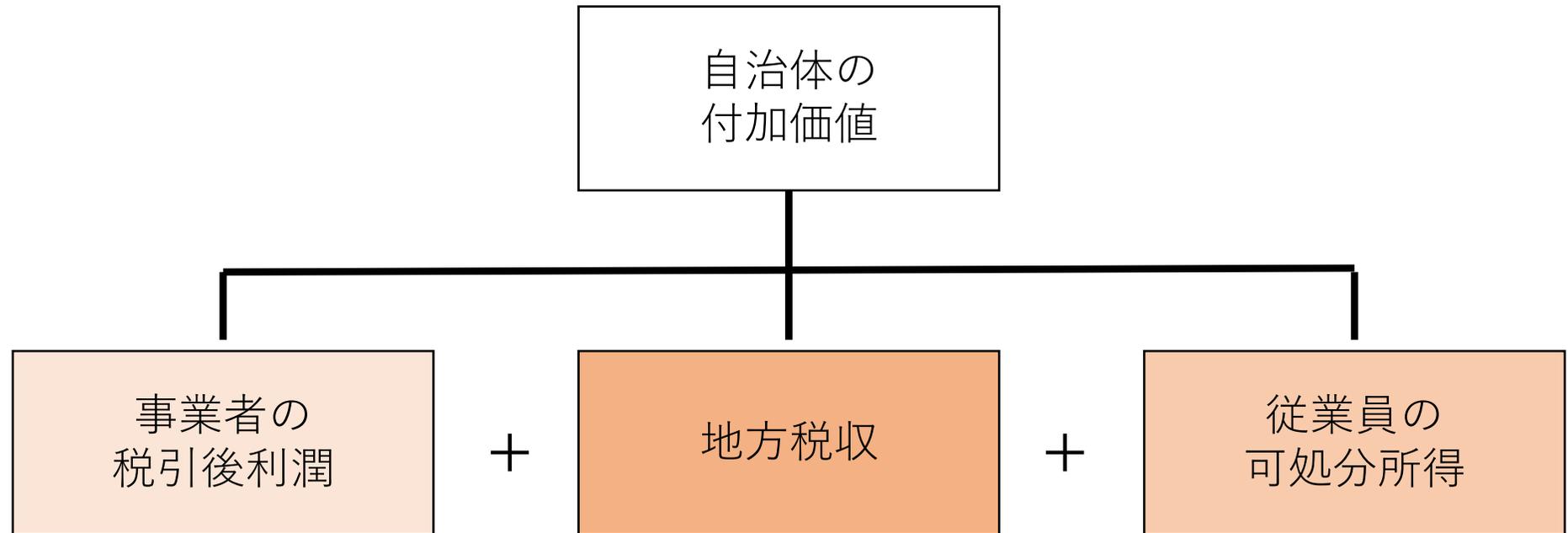
Regional Value-added Analysis (RVA)

「再生可能エネルギー発電事業によって、新たに生まれる地域経済付加価値を計測する」

法人企業統計(財務省)の活用



RVAモデル ~どのように試算するか~



- 事業者の純利益
- 関連企業の純利益

- 都道府県税
- 市町村税
- 固定資産税

- 従業員の給料
- 関連企業の給料

RVAの特徴① 「産業連関表との違い」

「地域分散型再生可能エネルギーの地域経済付加価値（経済効果）を地方自治体レベルで計測できる」



地方自治体



地元住民（特に温泉事業者）

RVAの特徴② 「カスタマイズ可能な検証」

「地域の実情や環境に合わせてカスタマイズすることで、実際のプロジェクトにおける地域経済付加価値（経済効果）の検証ができる」



大規模地熱発電所



小規模地熱発電所

RVAの特徴③ 「過去・未来・変化」

「RVAは、過去の事業実績・計画中の事業だけでなく、政策の比較検証をする際にRVAの比較や変化を測定することができる」

「過去」

事業の検証のために、これまでの発電所のデータをもとに、地域にどれだけ経済的に貢献していたか測定する。

「未来」

計画中の発電事業が稼働後にどの程度の地域付加価値を生むことが見込まれるか、計画中のデータをもとに測定する。

「変化」

複数の事業スキームデータをもとに、地域付加価値の変化を測定することで、政策選択や比較検証に活用する

地熱発電事業における 地域経済付加価値分析(地熱RVA)

地熱RVAモデル



地熱発電 (100kW)
15年

地熱発電 (2000kW)
15年 (40年)

地熱発電 (30000kW)
15年 (40年)

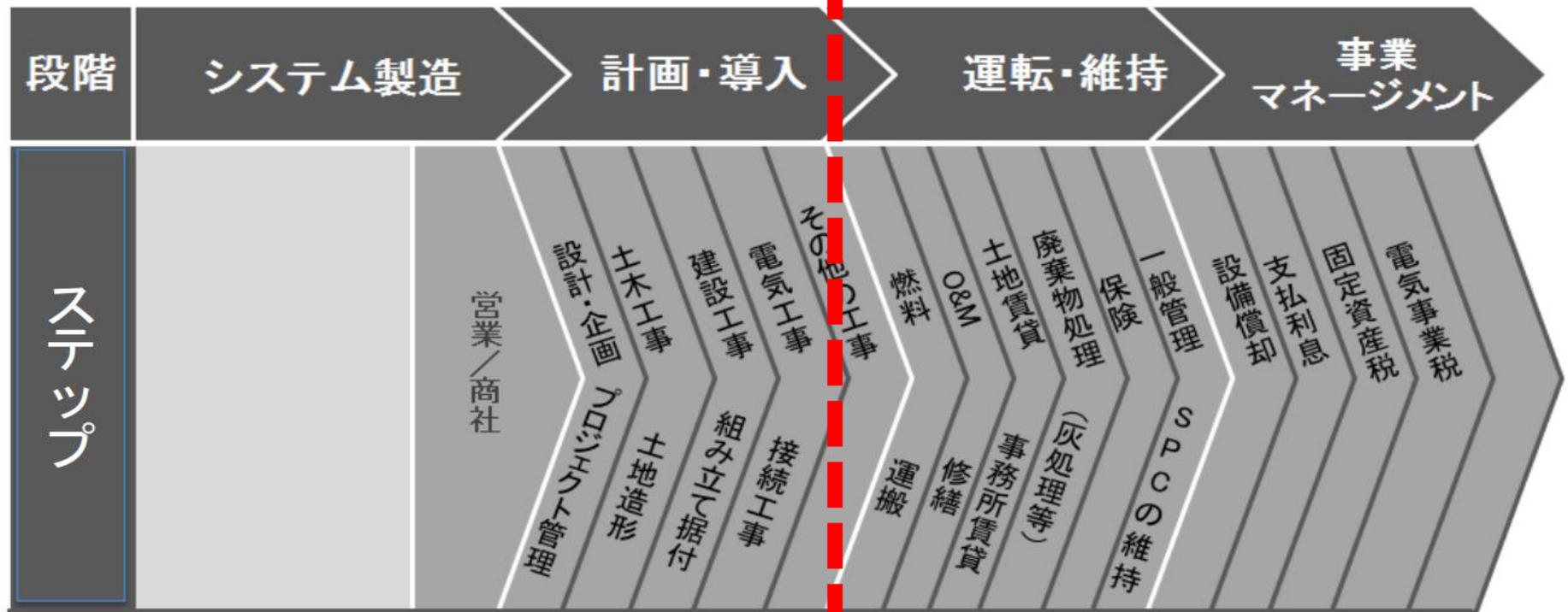
参考データ

- 100kW：JOGMEC「平成26年度「小規模地熱発電プラント設計ガイドライン」」
- 2000kW：調達価格等算定委員会「日本地熱開発企業協議会」資料
- 30000kW：調達価格等算定委員会「地熱発電プロジェクトのコスト計算仕様および経済性計算結果一覧表」
- 16年目以降の売電単価は7.44円/kWh（2016年12月時点の回避可能費用）

地熱RVAのバリューチェーンステップ

初期投資段階

事業運営段階



地熱RVAで使う費用項目

| JPY/kW (15年間平均) | 地熱(2000) |
|-----------------|---------------------------|
| 注意事項 | |
| 設備投資 | |
| 1. 直接投資 (設備コスト) | 発電設備費+蒸気生産設備 |
| 2. その他の投資コスト | |
| 企画 / プロジェクト管理 | 設備コストの〇% |
| 調査・開発 | 試掘調査開発費合計+補充掘削費 |
| 敷地造成費 | 敷地造成費 |
| 道路建設費 | 道路敷設費 |
| 調査費補助 | (調査・開発費-掘削費)*調査費補助率75% |
| 設置 | |
| 敷地造成費 | 敷地造成費 |
| 発電所基礎工事費 | 発電所基礎工事費 |
| 設備工事費 | 構築物建築費 |
| 電気工事費 | 送電線建設 |
| 配管工事費 | 配管工事費 |
| 土地補償費 | |
| 3. 事業運営コスト | |
| サービス/メンテナンス | |
| - O&M費用 | |
| - 修繕費 | |
| 直接人件費 | 所長、電気主任技師、事務員 |
| 土地賃料 | 土地賃料 |
| 温泉使用料 | 温泉使用料金 |
| 一般管理費 (SPGの給) | |
| 支払利息 | 設備投資*自己資本率:30%/15年間/利率:3% |
| 減価償却費 | 設備投資/15年間 |
| 固定資産税 | 1.40% |
| 合計 | |
| 売上 | 送電端94%*設備利用率87.3%*40@kWh |
| | 経済産業省新エネルギー庁、設備認定状況 |
| 経常利益(税金前) | |
| IRR (%) | |
| Consumption | |

地開協データ参考

初期投資段階

調査・開発

1. 敷地造成費 (調査開発時)
2. 道路建設費 (調査開発時)
3. 調査費補助

設置工事

1. 敷地造成費 (設置工事時)
2. 基礎工事費
3. 設置工事費
4. 電気工事費
5. 配管工事費
6. 土地代

事業運営段階

事業運営コスト

1. O&M費用
2. 修繕費
3. 人件費
4. 土地賃料
5. 温泉使用料
6. 一般管理費
7. 支払利息
8. 減価償却費
9. 固定資産税

注：地熱発電において地元にお金落ちると見込まれる項目抽出

地熱RVAで使う費用項目

項目

kWあたりの費用

可処分所得

税引前利潤

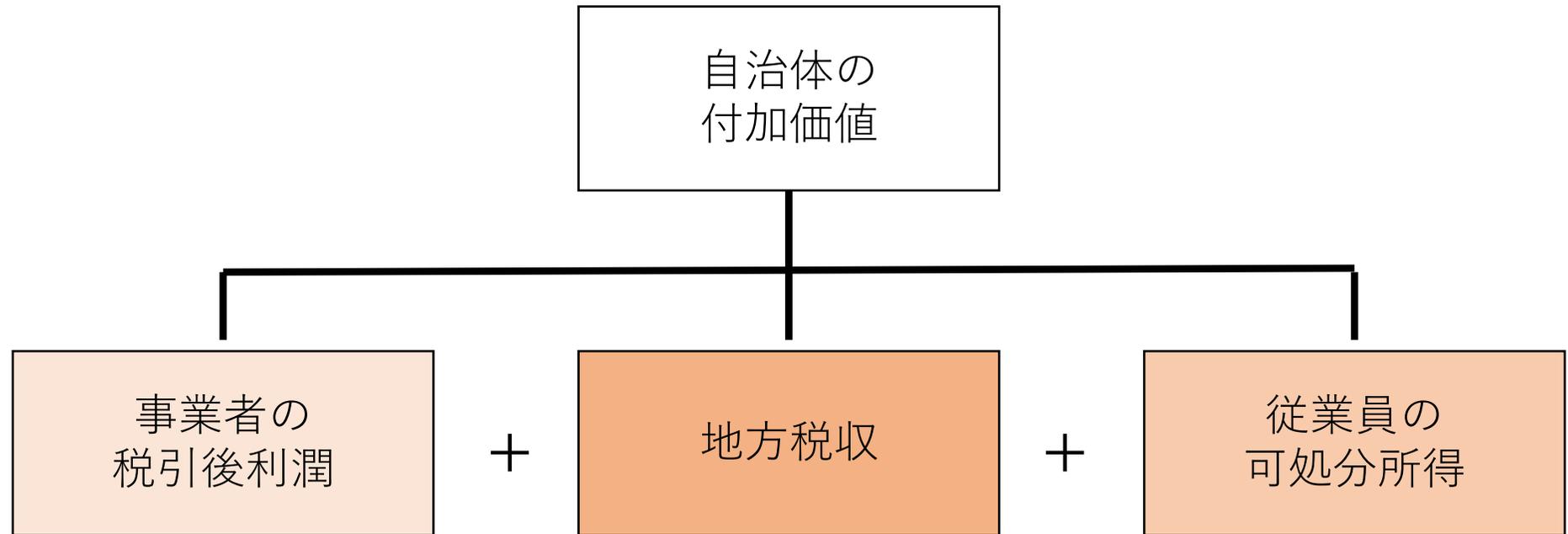
税金

| JPY/kWh (15年間平均) | 地熱 (2000kW / シングルフラッシュ) | | | | Data source | | Personal income | | profit before tax | Fixed Asset & Consumption Tax | Gross Value Added |
|------------------|--------------------------|-------|-------------|-------|-------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| | 注意事項 | 参考 | 2014 (METI) | 地元調達率 | industry | MOF code | gross income | social security | | | |
| | | | | | | | 2014 | 2014 | 2014 | 2014 | 2014 |
| 設備投資 | | | ¥1,409,000 | 100% | | | | | | | |
| 1. 直接投資 (設備コスト) | | | ¥665,000 | 47% | | | | | | | |
| 2. その他投資コスト | | | ¥744,000 | 53% | | | | | | | |
| 企画 / プロジェクト管理 | 設備コストの0% | | ¥0 | 0% | 100% | 学術研究・専門・技術サービス業 | 89 | ¥0 | ¥0 | ¥0 | ¥0 |
| 調査・開発 | 試掘調査開発費合計+補償削減費 | | ¥923,000 | 66% | | | | | | | |
| 敷地造成費 | 敷地造成費 | | ¥31,500 | 100% | 100% | 建設業 | 15 | ¥13,239 | ¥1,220.56 | ¥933.56 | ¥15,393 |
| 道路建設費 | 道路建設費 | | ¥350,000 | 100% | 100% | 建設業 | 15 | ¥147,102 | ¥13,561.74 | ¥10,372.94 | ¥171,036 |
| 調査費補助 | (調査・開発費一割削減)+調査費補助率75% | | ¥358,000 | | | | | | | | |
| 設置 | | | ¥179,000 | 13% | | | | | | | ¥0 |
| 敷地造成費 | 敷地造成費 | | ¥0 | 0% | 100% | 建設業 | 15 | ¥0 | ¥0 | ¥0 | ¥0 |
| 発電所基礎工事費 | 発電所基礎工事費 | | ¥85,500 | 100% | 100% | 建設業 | 15 | ¥35,935 | ¥3,312.94 | ¥2,533.96 | ¥41,782 |
| 設備工事費 | 構築物建築費 | | ¥90,500 | 6% | 100% | 建設業 | 15 | ¥38,036 | ¥3,506.68 | ¥2,682.14 | ¥44,225 |
| 電気工事費 | 送電線建設 | | ¥50,000 | 4% | 100% | 機械等修理業 | 89 | ¥16,717 | ¥1,939.02 | ¥2,286.10 | ¥20,942 |
| 配管工事費 | 配管工事費 | | ¥38,500 | 3% | 100% | 建設業 | 15 | ¥16,181 | ¥1,491.79 | ¥1,141.02 | ¥18,814 |
| 土地補償費 | | | ¥0 | 0% | 100% | 地主 | | | | ¥0 | |
| 3. 事業運営コスト | | | | | | Total (one-time) | | ¥267,210 | ¥25,033 | ¥19,950 | ¥0 |
| サービス/メンテナンス | | | ¥11,250 | 7% | | | | | | | ¥312,192 |
| - O&M費用 | | | ¥5,000 | 3% | 100% | 機械等修理業 | 89 | ¥1,672 | ¥193.90 | ¥228.81 | ¥2,094 |
| - 修繕費 | | | ¥6,250 | 4% | 100% | 機械等修理業 | 89 | ¥2,090 | ¥242.38 | ¥285.76 | ¥2,618 |
| 直接人件費 | 所長、電気主任技師、事務員 | | ¥3,000 | 2% | 100% | 事業者 | | ¥2,700 | ¥300 | | ¥3,000 |
| 土地賃料 | 土地賃料 | | ¥0 | 0% | 100% | 地主 | | | | ¥0 | ¥0 |
| 温泉使用料 | 温泉使用料金 | | ¥0 | 0% | 100% | 地主 | | | | ¥0 | ¥0 |
| 一般管理費 (SPCの料) | | | ¥4,000 | 2% | 100% | 電気業 | 70 | ¥108 | ¥12.07 | | ¥120 |
| 支払利息 | 設備投資*自己資本率30%/15年間/利率3% | | ¥29,589 | 18% | 50% | 銀行 | 91 | ¥2,184 | ¥601.69 | ¥3,153.01 | ¥5,939 |
| 減価償却費 | 設備投資/15年間 | | ¥93,933 | 58% | | | | | | | |
| 固定資産税 | | 1.40% | ¥19,726 | 12% | | | | | | | ¥19,726 |
| 税金 | | | | 0% | | | | | | | ¥0 |
| 合計 | | | ¥161,498 | 100% | | 事業者 | | | ¥36,591 | ¥2,960 | ¥39,551 |
| 売上 | 送電端94%*設備利用率87.3%*40@kWh | | ¥234,680 | | | Total (annually) | | ¥8,754 | ¥1,350 | ¥40,258 | ¥22,686 |
| 経常利益 (税金前) | 経済産業省新エネルギー庁、設備認定状況 | | ¥73,182 | | | | | | | | of revenue |
| IRR (%) | | | | | | | | | | | 31.1% |
| Consumption | | | ¥174,115 | | | | | | | | |

地開協データ参考

注：地熱発電における地域経済付加価値分析のコスト内訳表

RVAモデル ~どのように試算するか~



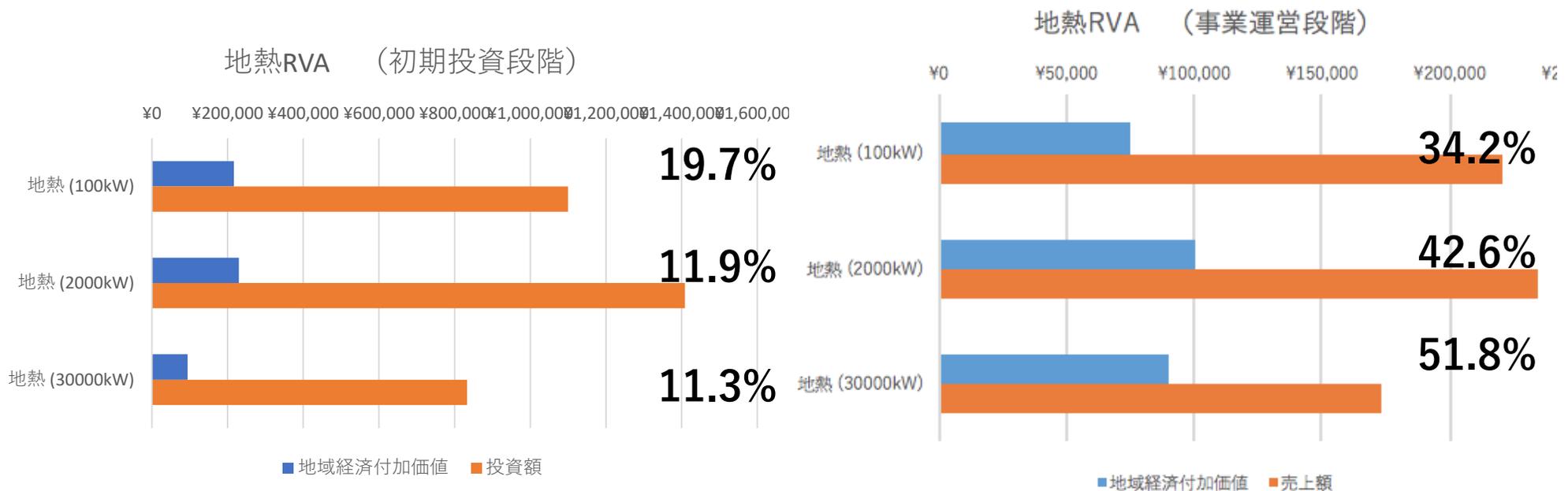
- 事業者の純利益
- 関連企業の純利益

- 都道府県税
- 市町村税
- 固定資産税

- 従業員の給料
- 関連企業の給料

地熱RVAの試算結果

■ 地域経済付加価値 ■ 投資額 (売上高) (円/kW@2016)



「大規模地熱発電ほどRVA率が高い」

注：地元の出資が100%の場合

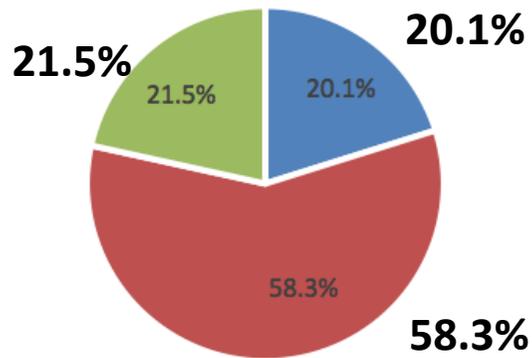
地熱RVAの構成

■ 可処分所得

■ 税引後利潤

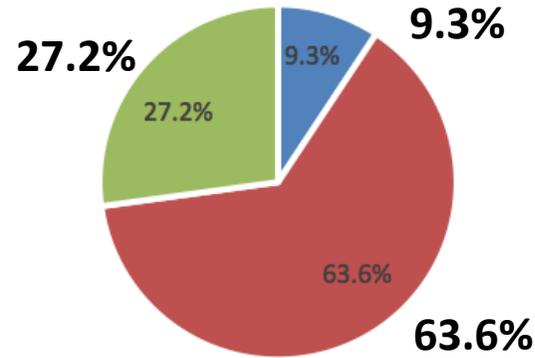
■ 地方税金

地熱 (100kW)



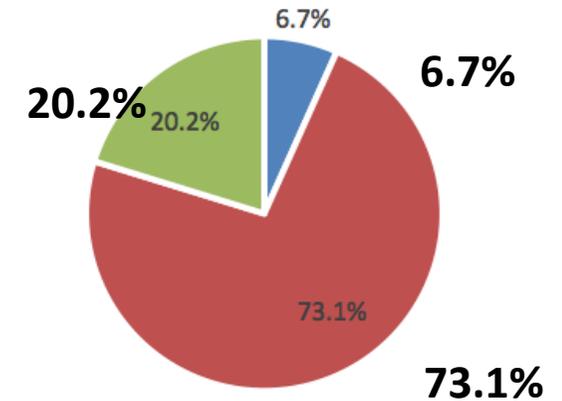
■ 可処分所得 ■ 税引後利潤 ■ 地域税金

地熱 (2000kW)



■ 可処分所得 ■ 税引後利潤 ■ 地域税金

地熱 (30000kW)



■ 可処分所得 ■ 税引後利潤 ■ 地域税金

問題提起

問題意識

- 実際の発電事業における地元出資率はもっと低い

新たな問題提起

- 地元出資率が下がると、RVAはどの程度影響を受けるか？

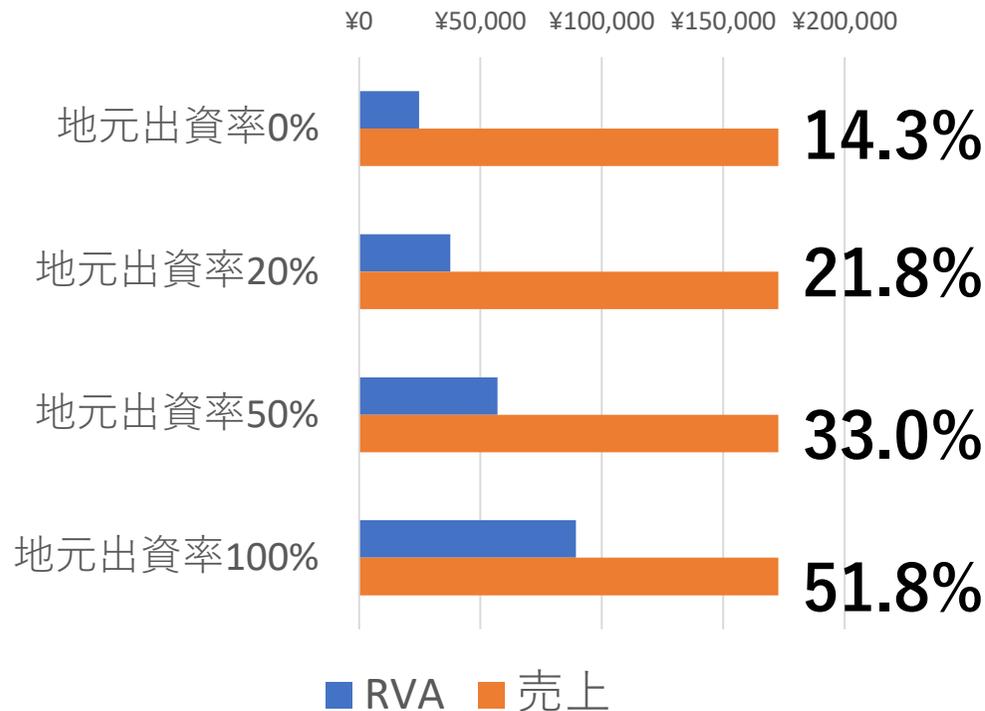
地熱RVAの比較モデル

従来のRVAモデル(100%) + 新たに3つのモデル を用意した。

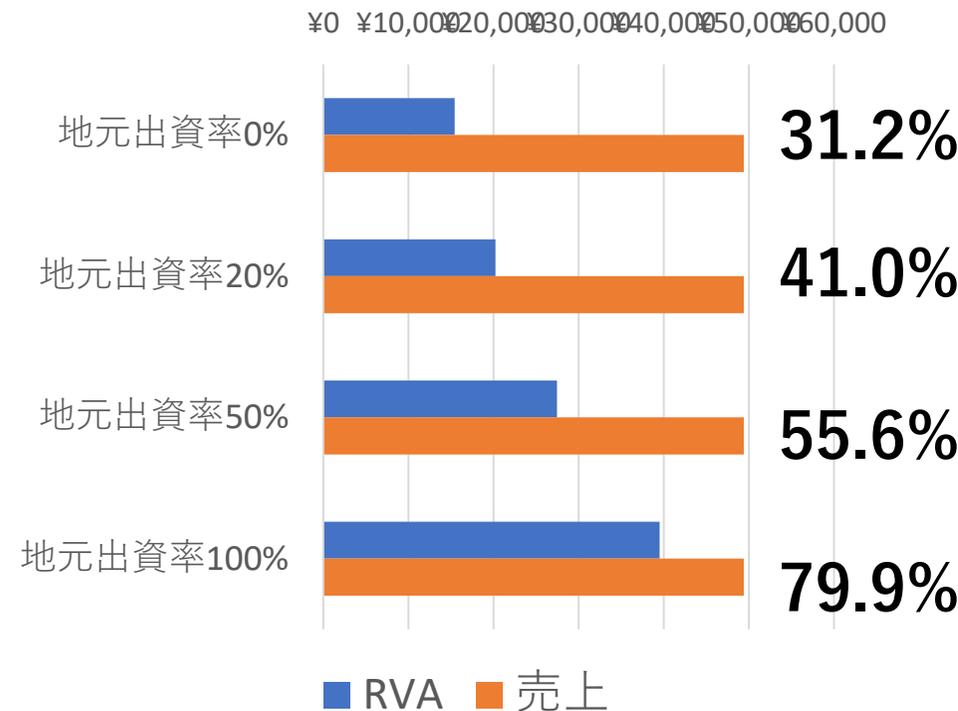
1. 域外資本型モデル (地元出資率0%)
2. 一部出資型モデル (地元出資率20%)
3. 地域主導型モデル (地元出資率50%)
4. 地域資本型モデル (地元出資率100%)

地熱RVAの変化(地元出資率別のRVA比較)

1年目～15年目までの地熱RVA
比較表(FIT期間中)



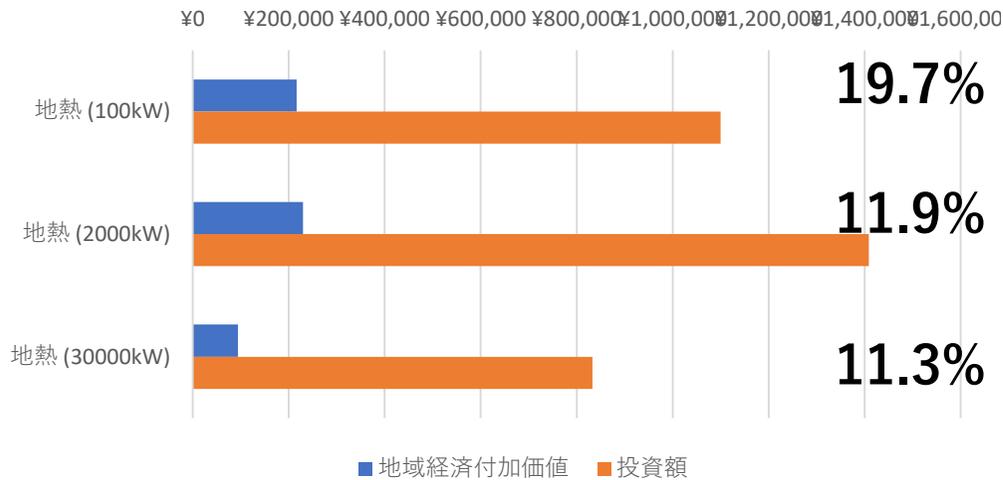
16年目～40年目までの地熱RVA
比較表(FIT後)



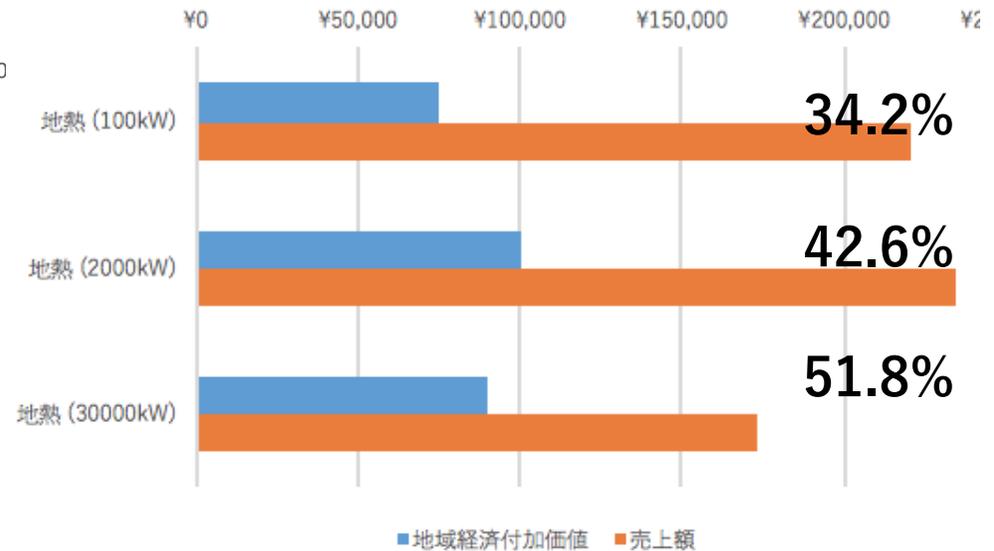
地熱RVAの試算結果

■ 地域経済付加価値 ■ 投資額 (売上高) (円/kW@2016)

地熱RVA (初期投資段階)



地熱RVA (事業運営段階)



「大規模地熱発電ほどRVA率が高い」

注：地元の出資が100%の場合

問題提起

問題意識

- 地域と共生した実際の発電所では、どの程度地域にお金が落ちているのか？

新たな問題提起

- 同じ条件で比較した場合、地熱RVAモデルと実際の地熱発電所（以下、A地熱発電所）における地域経済付加価値は、どの程度地域付加価値があるのか？

地域と共生した地熱の事例

わいた温泉（熊本県）



地元住民主導

土湯温泉（福島県）



地元企業主導事業

A地熱発電所のデータ提供(項目)

| 発電事業 | | 事業費 (円) | 地元調達率 (%) | 地元企業への事業費 |
|-----------------|-------------------------|---------|-----------|-----------|
| 設備投資合計 (①+②) | | | | |
| ①直接投資 (設備コスト合計) | | | | |
| ②その他の投資コスト | | | | |
| 調査・開発 (合計) | | | | |
| | 敷地造成費 | | | |
| | 道路建設費 | | | |
| | 調査費補助金 | | | |
| | 掘削工事 | | | |
| | その他 | | | |
| 設置 (建設コスト合計) | | | | |
| | 敷地造成費 | | | |
| | 発電所基礎工事費 | | | |
| | 設備工事費 | | | |
| | 電気工事費 | | | |
| | 配管工事費 | | | |
| ③事業運営コスト (合計) | | | | |
| | サービス/メンテナンス費 | | | |
| | | - O&M費用 | | |
| | | - 修繕費 | | |
| | 直接人件費 | | | |
| | 土地賃料 | | | |
| | 外注費 | | | |
| | 一般管理費 (SPCの維持コスト、光熱費含む) | | | |
| | 減価償却費 | | | |
| | 支出合計 (③) | | | |
| | 売上 (売電収入) | | | |
| | 経常利益 (税金前) | | | |

A地熱発電所の地熱RVA(実データ)



「Promotion for Renewables」

「キャピタルリサイクリング」

etc.



「地域付加価値の向上」
「地域住民の理解促進」

地熱RVAと政策選択

第5章：RVAの応用

「国内外で再生可能エネルギー事業を促進すると思われる政策が、それぞれどの程度地域経済に影響を与えるか見える化する」

第5章で扱う政策

国内外の再エネ促進の取り組み

- **キャピタルリサイクリング**
- **Promotion for Renewables (ex: 20%)**
- **ローカルコンテンツ**
- **収益納付型補助金**

問題提起③

問題意識

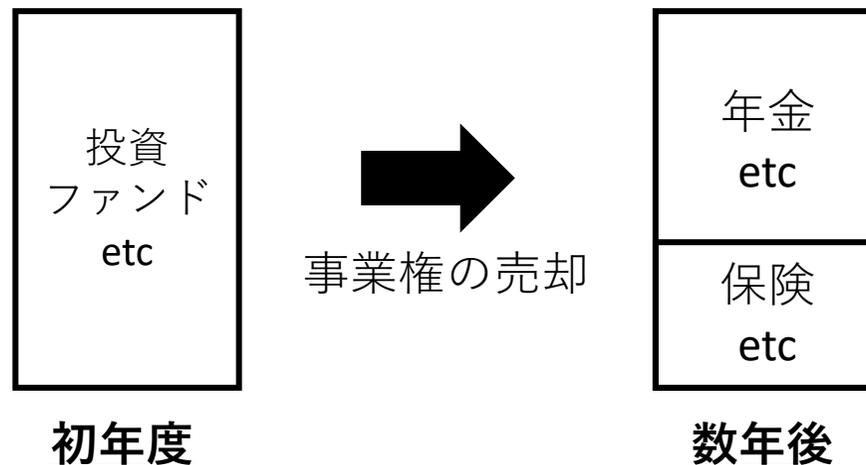
- 経済が衰退する地域にとって、少しでもリスクがある投資にお金を出すのは難しい

新たな問題提起③

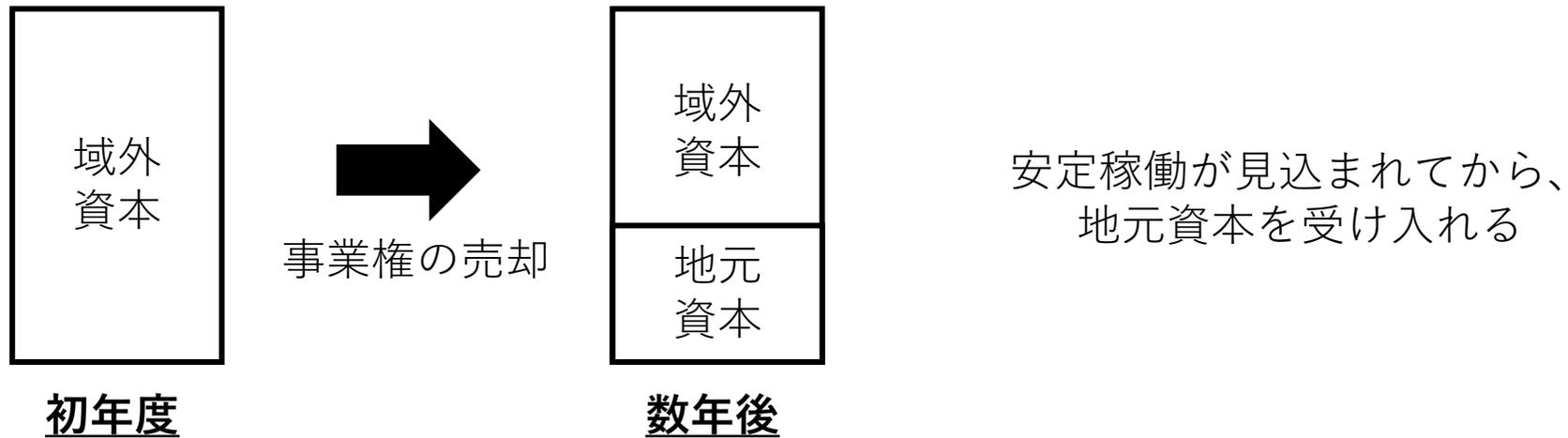
- **事業運営途中(安定稼働を確認後)**で、地元出資率を引き上げた場合、各規模の地熱RVAはどの程度影響を受けるか？

キャピタルリサイクリング (CR)

「キャピタルリサイクリング」とは、ハイリスクハイリターンの場合の投資家が、発電事業の安定稼働を確認後、別の投資家(ローリスクローリターン)に資産を売り渡す金融的な取り組み。



RVA版キャピタルリサイクリング



メリット

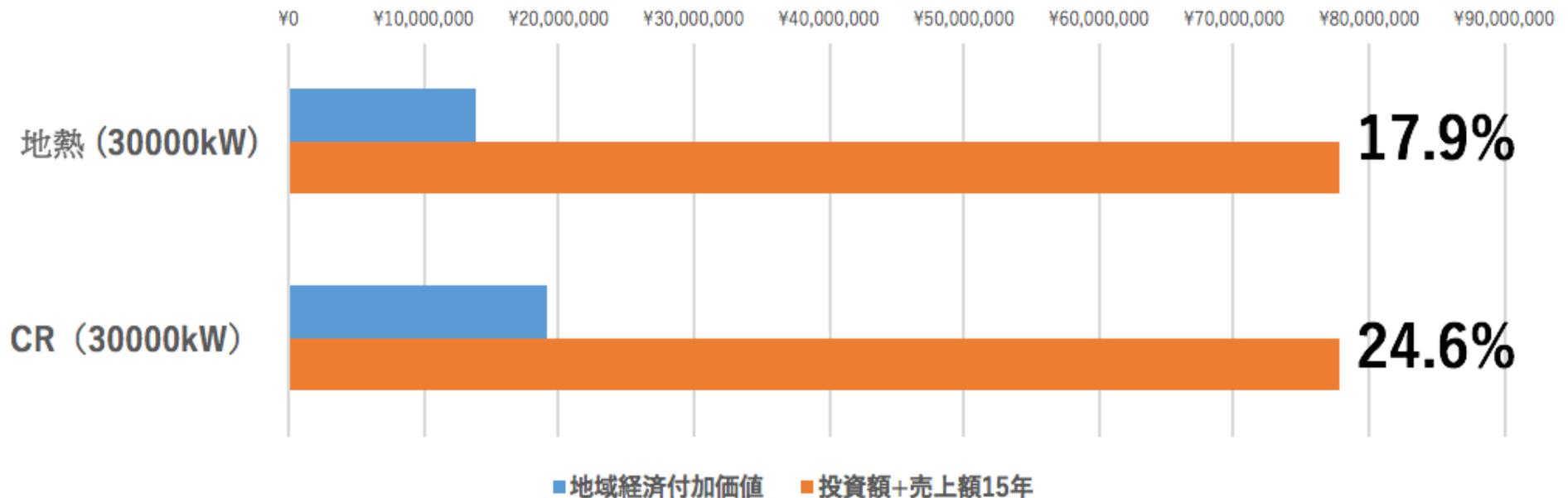
- 安定稼働が見込まれてから投資できるためリスクが低い
- 地元出資率が高いほどRVAは高い
- CRを条件に合意形成は円滑になる

デメリット

- 初年度のリスクだけ取らされて、発電事業者の利益(配当)が減る
- 資本に利害関係者が増えると事業者による経営の自由度が下がる

RVAの変化 (地元出資率を5年目から0%⇒20%に引き上げた場合)

地熱30000kW (地元出資率5年目から0%⇒20%と比較)

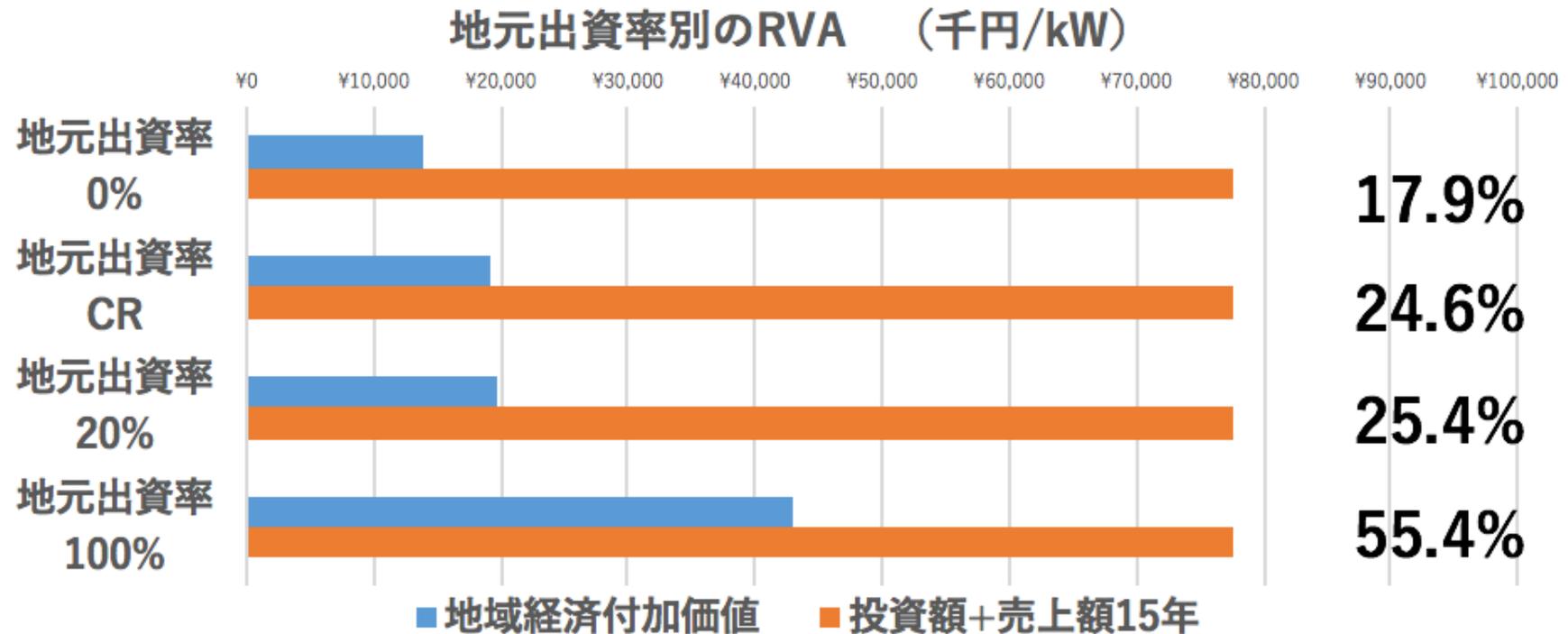


- 発電所の運開時に地元出資率が0%でも、安定稼働がわかる途中からでも地元出資率を上げると地域付加価値に大きな影響を与える。

CR：キャピタルリサイクル (5年目から地元住民による出資を想定したケース)

注：15年間地元出資率が0%の場合と、5年目から地元出資率を20%に引き上げた場合の比較

地元出資率別におけるRVAの比較 (30000kW)



- 地域の経済事情や環境条件によって、地熱発電の地元出資率と事業スキームを設計することができる

CR：キャピタルリサイクル（5年目から地元住民による出資を想定したケース）

注：15年間地元出資率が0%の場合と、5年目から地元出資率を20%に引き上げた場合の比較

CRに関する提案

メリット

- 安定稼働が見込まれてから投資できるためリスクが低い
- 地元出資率が高いほどRVAは高い
- CRを条件に合意形成は円滑になる



デメリット

- 初年度のリスクだけ取らされて、発電事業者の利益(配当)が減る
- 資本に利害関係者が増えると事業者による経営の自由度が下がる

対応

1. 合意形成の条件に「CR」を盛り込む
2. 事前に、地元出資率の上限、株式の買取価格を決めておく
3. これらの取引情報はすべて開示する
4. 事業に関わる情報は協議会で共有する

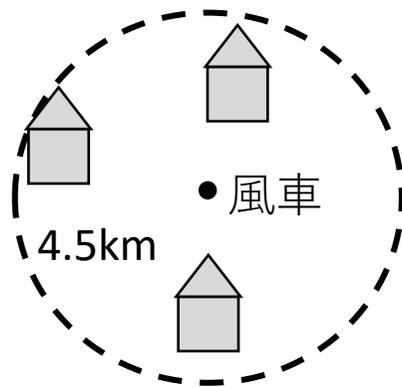


- 発電事業ごとに、地域の実情や環境に合わせて合意形成の条件を設定する
- それらの条件の場合のRVAを試算して、しっかり地域にもお金が落ちることをチェックする

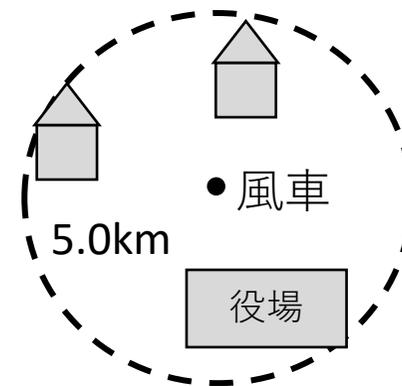
Promotion of Renewable Energy Act

「Promotion of Renewable Energy Act」とは、デンマークやドイツの一部で施行される取り組みで、発電所周辺地区に住む地域住民が発電事業に出資する機会が与えられる。

例:ドイツでは、風力発電の投資総額から、半径5km以内の住民(10%)とその自治体(10%)を提供する必要がある。一口500ユーロ以下。



デンマーク



ドイツMV州

問題提起

問題意識

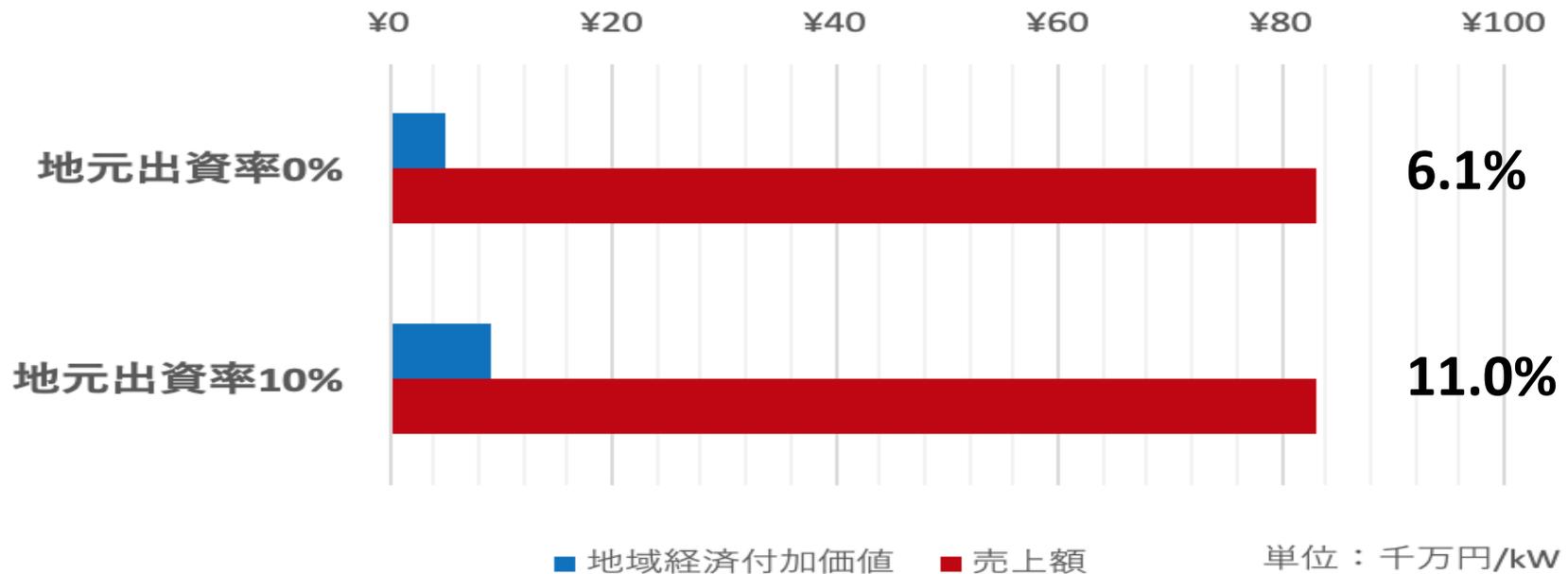
- デンマーク等(20%)の「Promotion of Renewable (PoRE)」が日本の洋上風力発電に適用された場合どうなるか？

新たな問題提起

- 洋上風力発電事業のうち、地元出資率を10%まで引き上げられる場合、地元出資立0%とどの程度変化するか？

RVAの応用 (地元出資率0%と10%の比較)

洋上風力発電事業におけるRVA



- 洋上風力発電事業におけるRVAの比較（地元出資率0%と10%）。

Promotion for Renewable：デンマーク風力の場合、風車建設予定地から近い地域住民は、事業の20%まで出資する権利がある。

PoREに関する提案

メリット

- 発電所周辺地域の住民に恩恵がある
- 地元出資率が高いほどRVAは高い
- CRを条件に合意形成は円滑になる
- 稼働後に多少の問題が起きても、当事者と
して関わることができる



対応

1. 合意形成の条件に「PoRE」を盛り込む
2. 事前に、地元出資率の上限は、株式の買取
価格を決めておく
3. これらの取引情報はすべて開示する
4. 事業に関わる情報は協議会で共有する



デメリット

- 範囲内外で恩恵の格差ができる
- 事業者の利益(配当)が少なくなる
- 資本に利害関係者が増えると事業者によ
る経営の自由度が下がる

- 発電事業ごとに、地域の実情や環境に合わせ
て合意形成の条件を設定する
- それらの条件の場合のRVAを試算して、しっ
かり地域にもお金が落ちることをチェックする

問題提起

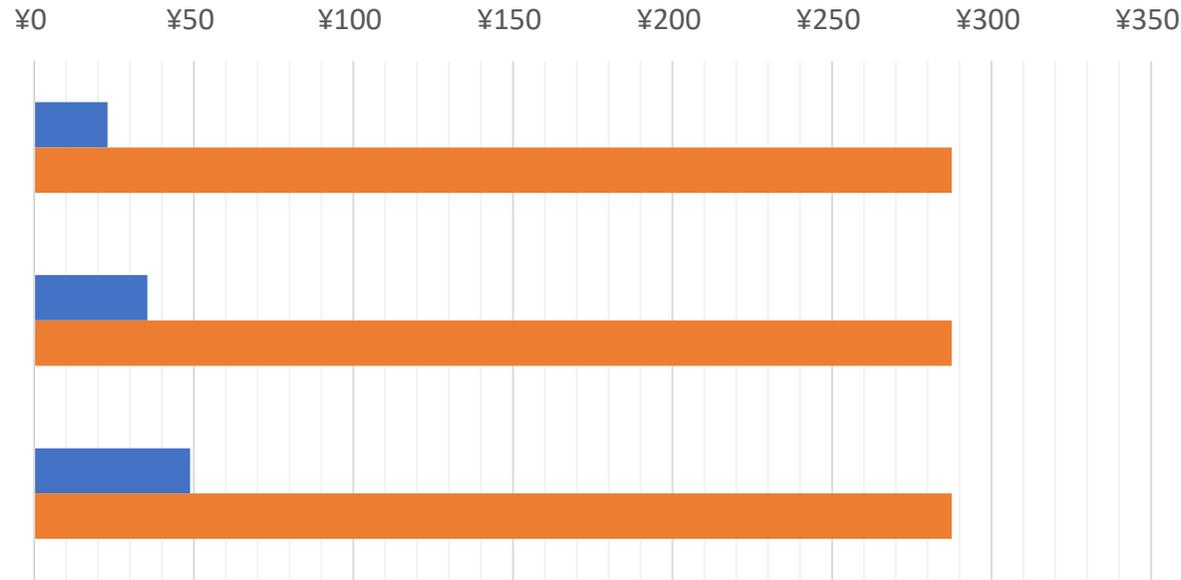
問題意識

- 地元出資率や地元調達率、キャピタルリサイクリングなどあるが、実際にどの事業スキームが地域にとって恩恵を受けるのかわからない

新たな問題提起④

- 多くの事業スキーム例がある中、地域にとってどの事業スキームが最も地域経済付加価値を生み出せるのか？

事業スキーム別におけるRVAの比較 (15MW)



15年間

51.8億円

79.8億円

110.0億円

■ 地域経済付加価値 ■ 売上額 単位：千円/kW

- 地域の経済事情や環境条件によって、地熱発電の地元出資率と事業スキームを設計することができる

データ：実際の発電所のデータを利用。
データの成本内訳表、地元調達率を活用して比較している

日本における再エネ政策の今後について

「再エネ政策」で地元出資の促進



再エネによる地域経済効果の可視化
(地域住民に選択肢の提示)



地域の実情と環境に合った発電事業の選択
(地域と共生する再エネによる理解促進)



「再エネの大量導入」と「安定電源の確保」
(脱炭素社会の実現)

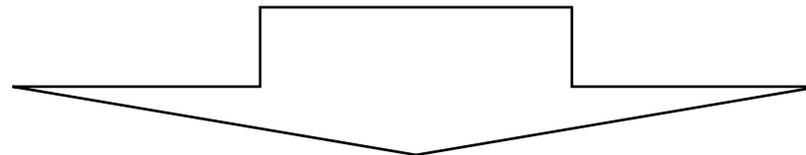
RVA

地域との合意形成における判断材料の一つ

地域経済付加価値分析(RVA)とは

地域経済付加価値分析は、

1. 地方自治体レベルで試算可能
2. 地域の実情に合わせてカスタマイズして試算可能



地域との合意形成における判断材料の一つ

地域と共生する再生可能エネルギーにおける 地域経済付加価値分析

京都大学経済研究所先端政策分析研究センター
研究員 山東 晃大
sando@kier.kyoto-u.ac.jp