



地域経済に貢献する地熱発電事業の形態 について

～地域経済付加価値分析から見る地熱発電の特徴から～

山東 晃大

京都大学大学院経済学研究科博士後期課程

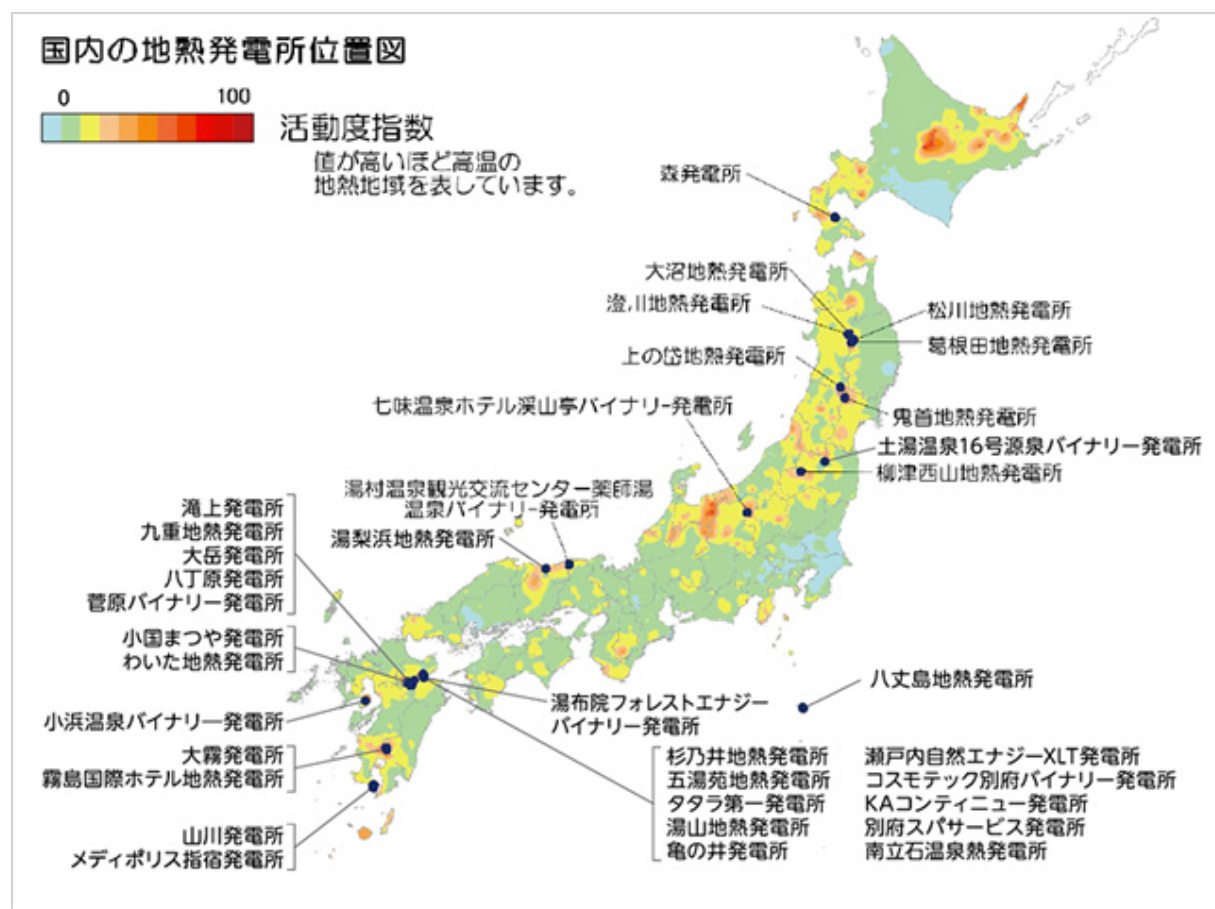
報告の流れ

1. 研究の背景と目的
2. 地域経済付加価値創造分析(RVA)について
3. 地熱発電におけるRVAについて
4. 地元出資率を与える地熱RVAの変化
5. まとめ



①研究の背景と目的

地熱発電の分布図



発電出力：約53万kW

発電所：約40カ所



地熱発電の導入目標(2030年までに約4倍)

	直近年	2020			2030			2050		
		低位	中位	高位	低位	中位	高位	低位	中位	高位
大規模水力	1,118万kW	1,124万kW	1,124万kW	1,124万kW	1,124万kW	1,124万kW	1,124万kW	1,124万kW	1,124万kW	1,124万kW
中小水力発電	955万kW	962万kW	1,047万kW	1,152万kW	1,012万kW	1,328万kW	1,643万kW	1,112万kW	1,726万kW	2,340万kW
大規模地熱発電	53万kW	57万kW	57万kW	57万kW	148万kW	148万kW	148万kW	636万kW	636万kW	636万kW
温泉発電	0万kW	23万kW	23万kW	23万kW	51万kW	60万kW	73万kW	107万kW	121万kW	156万kW
地熱発電【小計】	53万kW	80万kW	80万kW	80万kW	199万kW	208万kW	221万kW	743万kW	757万kW	792万kW
バイオマス発電	409万kW	459万kW	556万kW	653万kW	459万kW	571万kW	682万kW	459万kW	600万kW	740万kW
太陽光発電(住宅)	280万kW	1,412万kW	1,434万kW	1,434万kW	2,788万kW	2,805万kW	2,805万kW	7,527万kW	8,600万kW	9,673万kW
太陽光発電(非住宅等)	57万kW	1,213万kW	2,266万kW	3,766万kW	3,803万kW	6,695万kW	7,255万kW	12,653万kW	14,007万kW	15,107万kW
太陽光発電【小計】	337万kW	2,625万kW	3,700万kW	5,200万kW	6,591万kW	9,500万kW	10,060万kW	20,180万kW	22,607万kW	24,780万kW
風力発電(陸上)	241万kW	747万kW	1,070万kW	1,100万kW	1,620万kW	2,170万kW	2,370万kW	1,800万kW	2,700万kW	3,500万kW
風力発電(着床)	3万kW	3万kW	30万kW	40万kW	240万kW	300万kW	320万kW	450万kW	650万kW	800万kW
風力発電(浮体)	0万kW	0万kW	10万kW	10万kW	270万kW	410万kW	560万kW	750万kW	1,650万kW	2,700万kW
風力発電【小計】	244万kW	750万kW	1,110万kW	1,150万kW	2,130万kW	2,880万kW	3,250万kW	3,000万kW	5,000万kW	7,000万kW
海洋エネルギー発電	0万kW	0万kW	0万kW	0万kW	150万kW	207万kW	349万kW	536万kW	823万kW	1,395万kW
合計	3,116万kW	6,000万kW	7,617万kW	9,360万kW	11,665万kW	15,818万kW	17,330万kW	27,154万kW	32,637万kW	38,171万kW

2030年までに4倍に増やす

53万kW ⇒ 208万kW

地熱資源量と利用量

資源はあっても活用されない日本の地熱発電

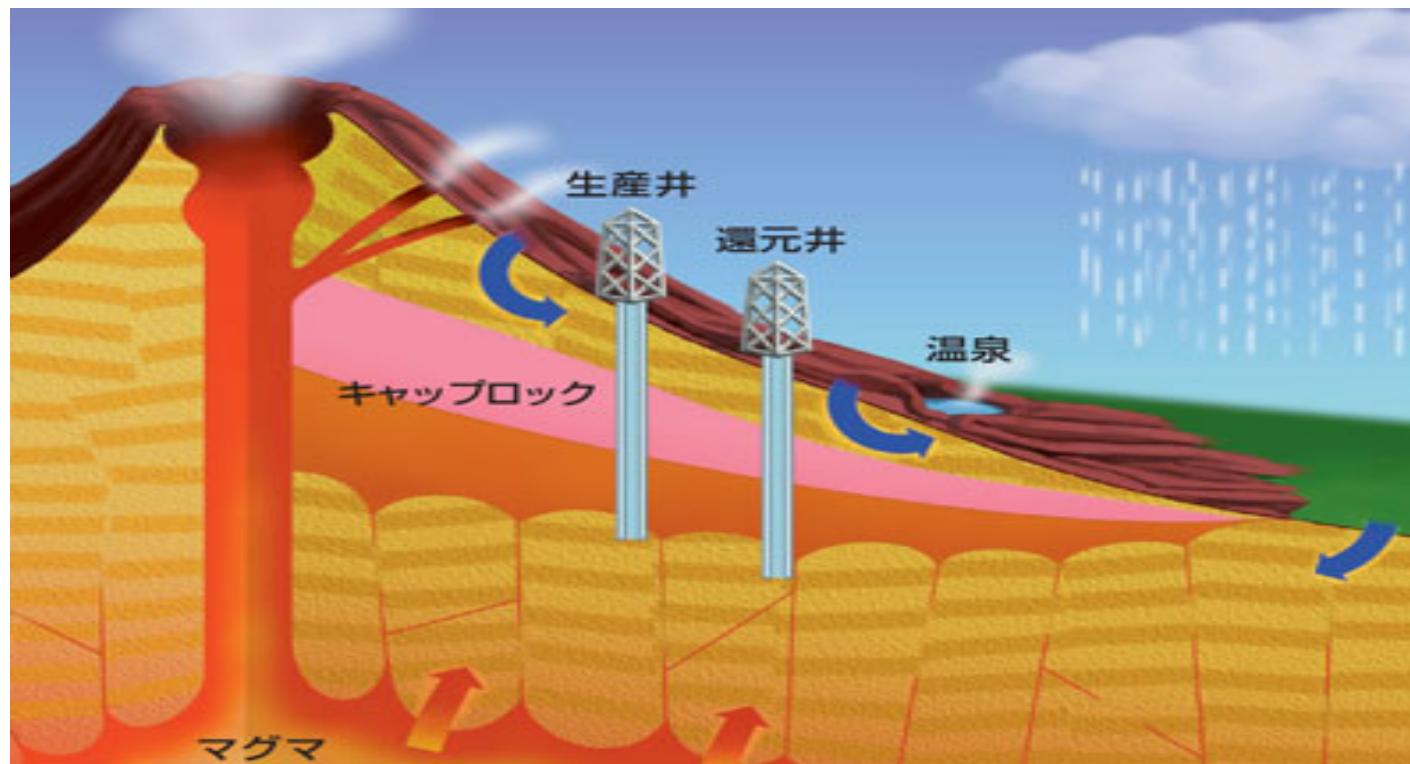
順位	国名	地熱資源量 (万kW)
1	アメリカ	3000
2	インドネシア	2779
3	日本	2347
4	フィリピン	600
5	メキシコ	600
6	アイスランド	580
7	ニュージーランド	365
8	イタリア	327

順位	国名	地熱発電設備容量 (万kW)
1	アメリカ	309.9
2	フィリピン	190.4
3	インドネシア	119.7
4	メキシコ	95.8
5	イタリア	84.3
6	ニュージーランド	62.8
7	アイスランド	57.5
8	日本	53.6

(出所)「地熱資源開発の最近の動向」(2012年4月17日資源エネルギー庁)

利用率 = フィリピン (30%)、米国 (10%)、日本 (2%)

研究の背景



地熱発電には、地域住民との合意形成は必要不可欠

問題意識と研究目的

問題意識

- 地熱発電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

1. 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
2. 作成した地域経済付加価値分析を活用して、地域に根ざした地熱発電の特徴について検討する



②地域経済付加価値創造分析(RVA)について

地域経済付加価値分析(RVA)とは

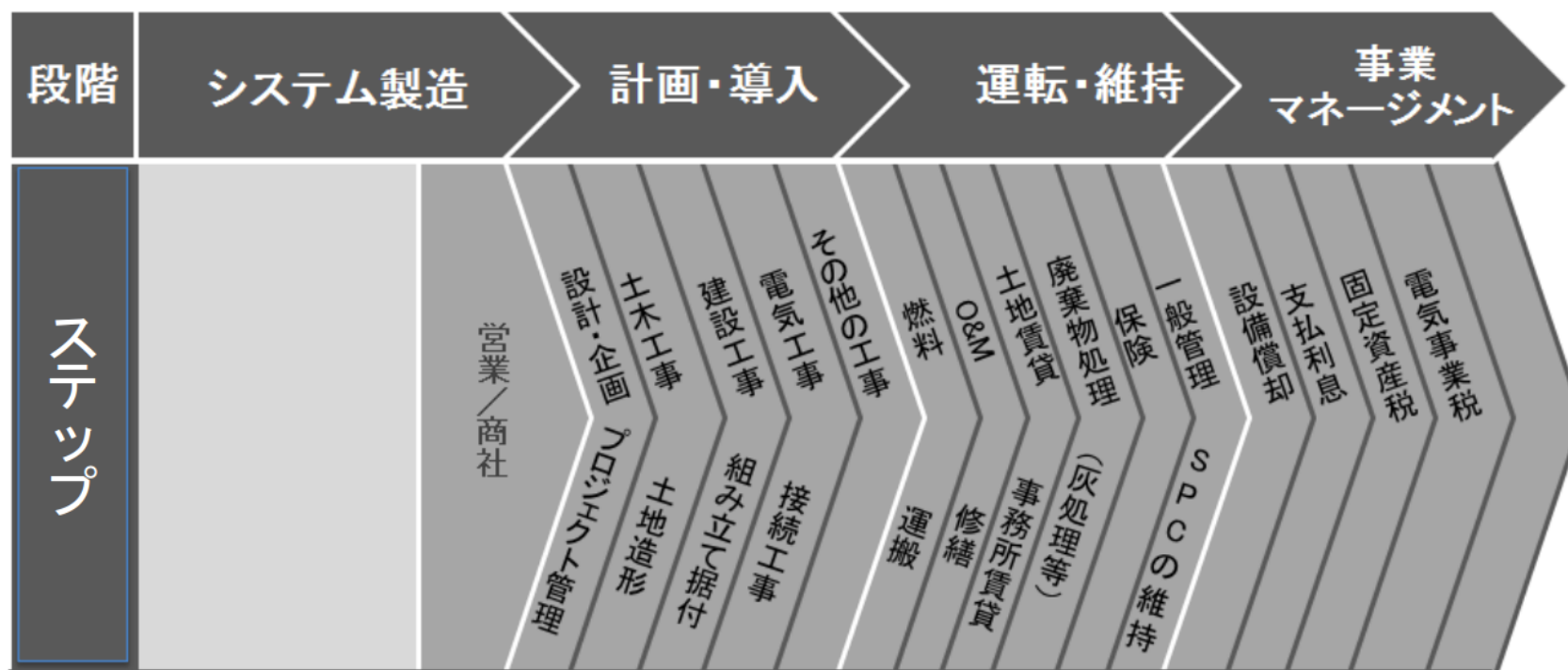
Regional Value-added Analysis (RVA)

「地域主導の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」

地熱RVAのバリューチェーンのステップ

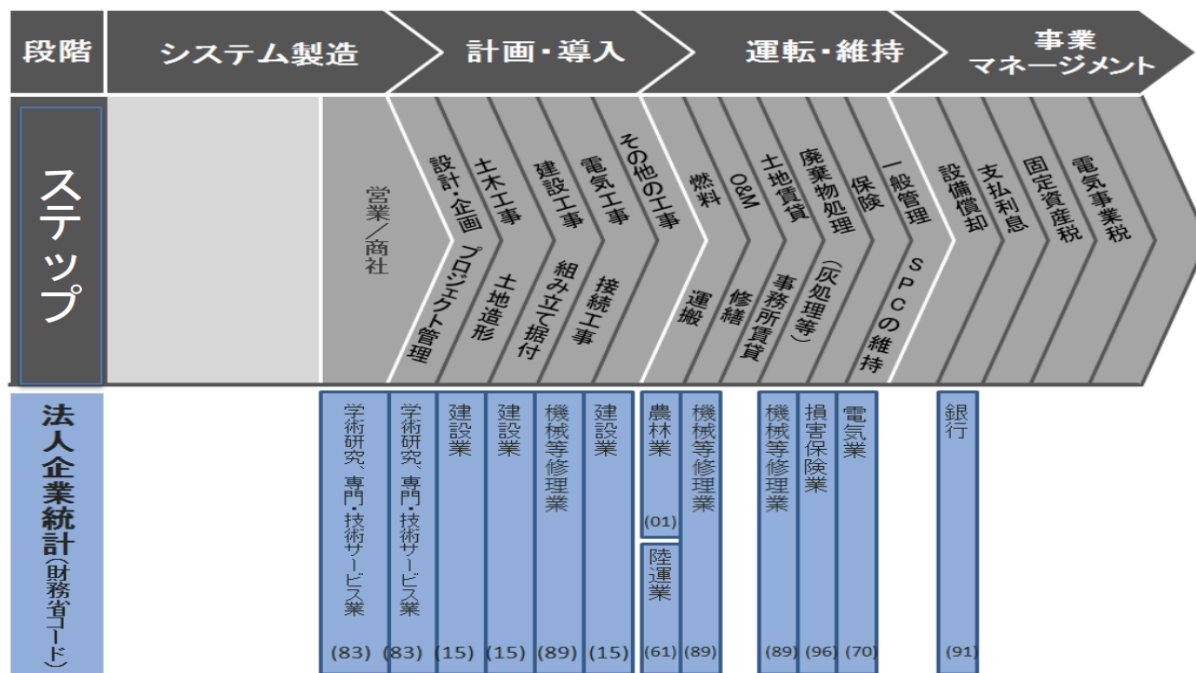
初期投資段階

事業運営段階

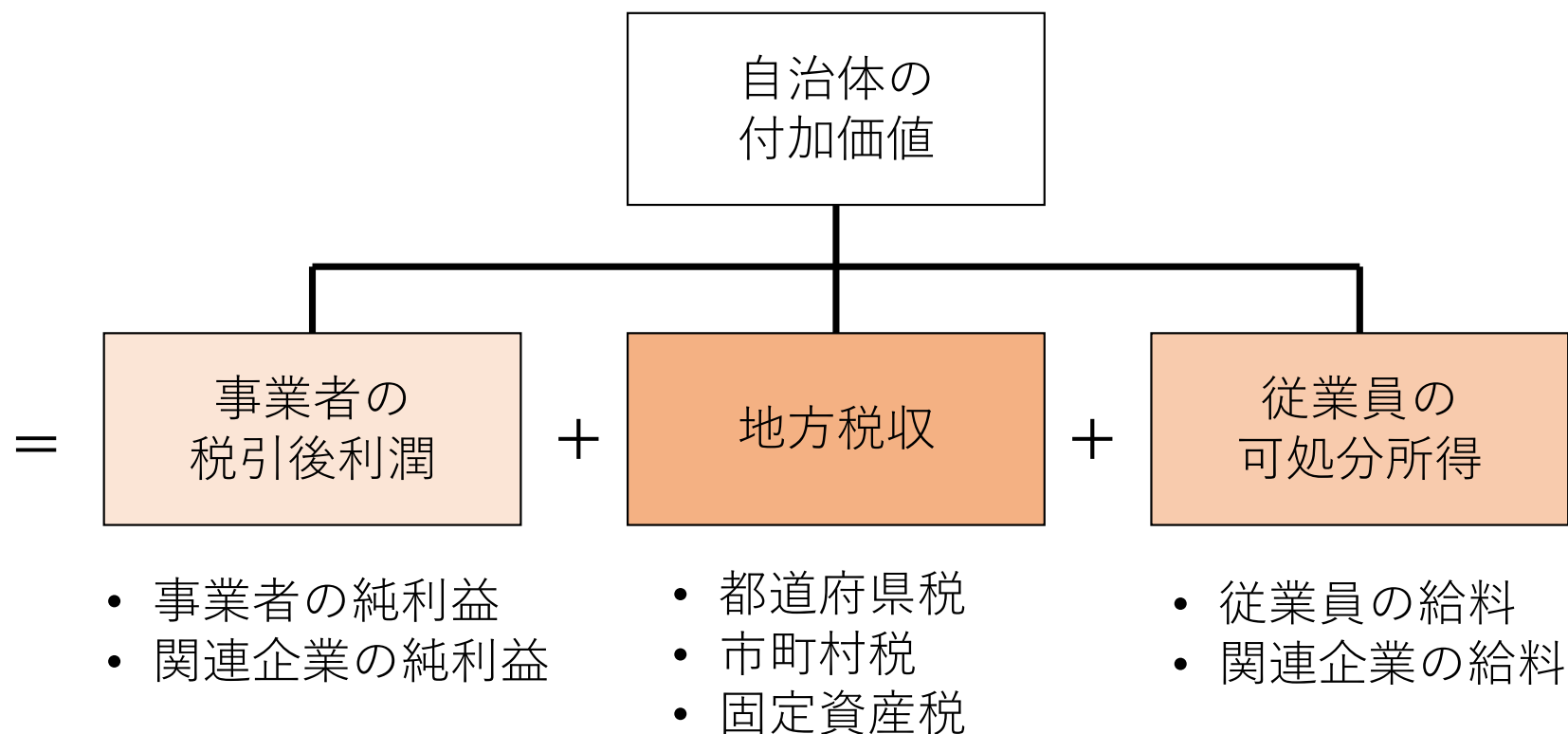


地域経済付加価値分析(RVA)とは

法人企業統計(財務省)の適用



RVAモデル ～どのように試算するか～



RVAの特徴①

「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

「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



③地熱発電におけるRVAについて

地熱RVAモデル



地熱発電（100kW）
15年



地熱発電（2000kW）
15年（40年）

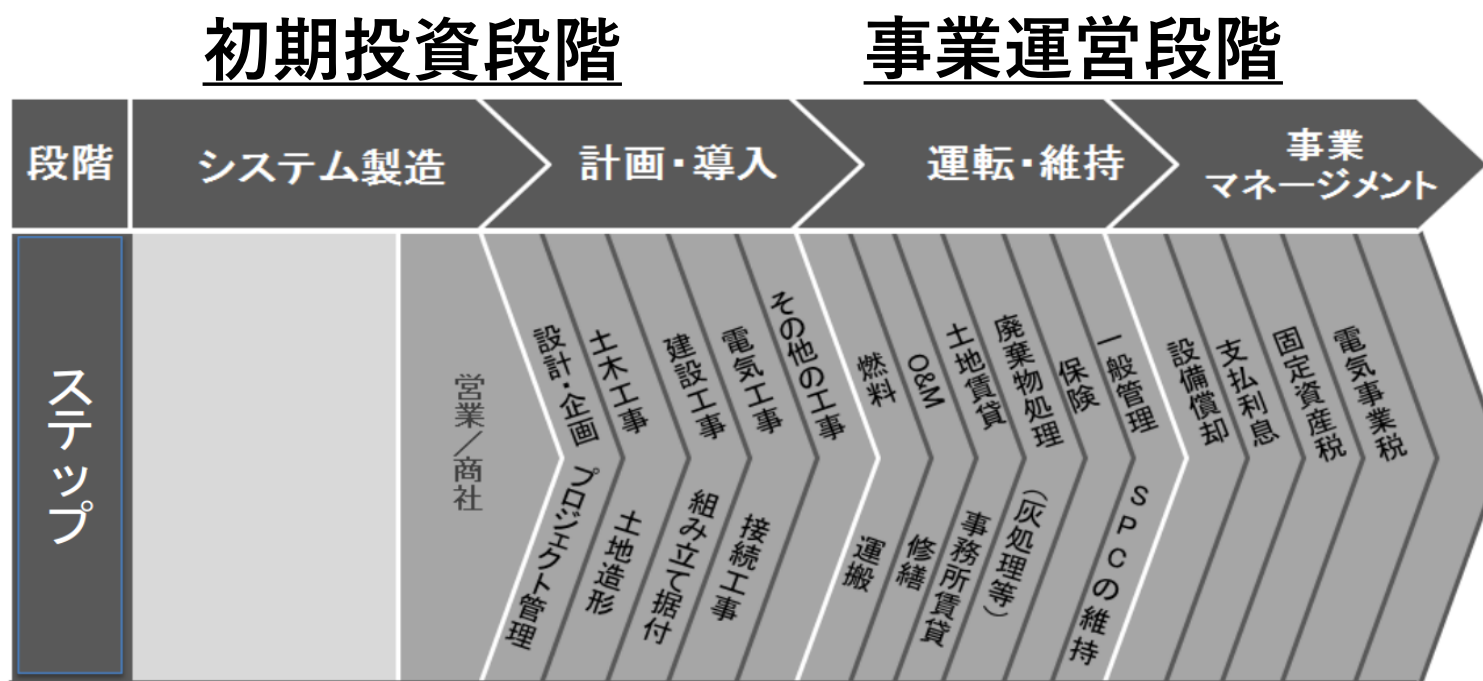


地熱発電（30000kW）
15年（40年）

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のステップ



地域にお金が落ちそうな項目だけ抽出する

地熱RVAの費用項目

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 (SPCの概)	
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

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の費用項目

項目

kWあたりの
費用

可処分所得

税引前利潤

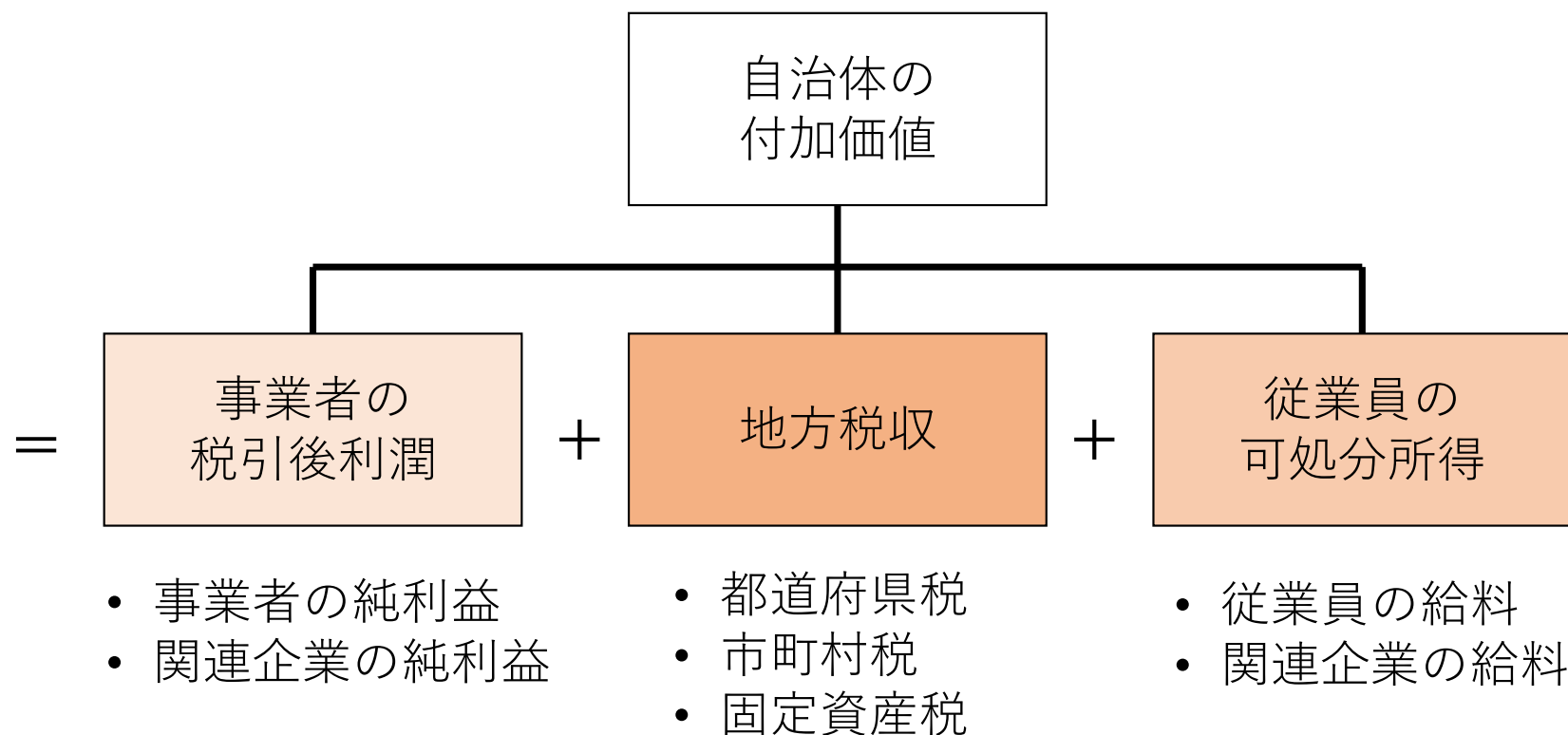
税金

JPY/kW (15年間平均)	地熱 (2000 kW / 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	MOE code	gross income	social security			
			2014				2014	2014	2014	2014	2014
設備投資			¥1,409,000	100%							
1.直接投資 (設備コスト)	発電設備費+高気生産設備		¥665,000	47%							
2.その他の投資コスト			¥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	83	¥0	¥0	¥0	¥0
調査・開発	試験調査開発費合計+補充振替費		¥923,000	66%							¥0
敷地造成費	敷地造成費		¥31,500	100%	建設業	15	¥13,239	¥1,220.56	¥933.56		¥15,393
	道路建設費		¥350,000	100%	建設業	15	¥147,102	¥13,561.74	¥10,372.94		¥171,036
	調査費補助	(調査・開発費一括割当費)+調査費補助率75%	¥358,000								
			¥179,000	13%							¥0
			¥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%	建設業	15	¥35,935	¥3,312.94	¥2,533.96		¥41,782
	配管工事費	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	¥312,192
サービス/メンテナンス			¥11,250	7%							22.2%
	- O&M費用		¥5,000	3%	100%	機械等修理業	89	¥1,672	¥193.90	¥228.61	¥2,094
	- 修繕費		¥6,250	4%	100%	機械等修理業	89	¥2,090	¥242.36	¥285.76	¥3,119
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	
温泉使用料	温泉使用料金		¥0	0%	100%	地主				¥0	
一般管理費 (SPCの規)			¥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%		税金				¥19,726	¥19,726
				0%						¥0	¥0
合計			¥161,498	100%					¥36,591	¥2,960	¥39,551
売上	送電地94%+設備利用率87.3%*40@kW		¥234,680			事業者					
	経済産業省新エネルギー庁、設備認定状況					Total (annually)	¥8,754	¥1,350	¥40,258	¥22,686	¥73,048
経常利益(税金前)			¥73,182								31.1%
IRR (%)											
Consumption			¥174,115								
地熱地質データ取得費											

地熱データ参考

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～



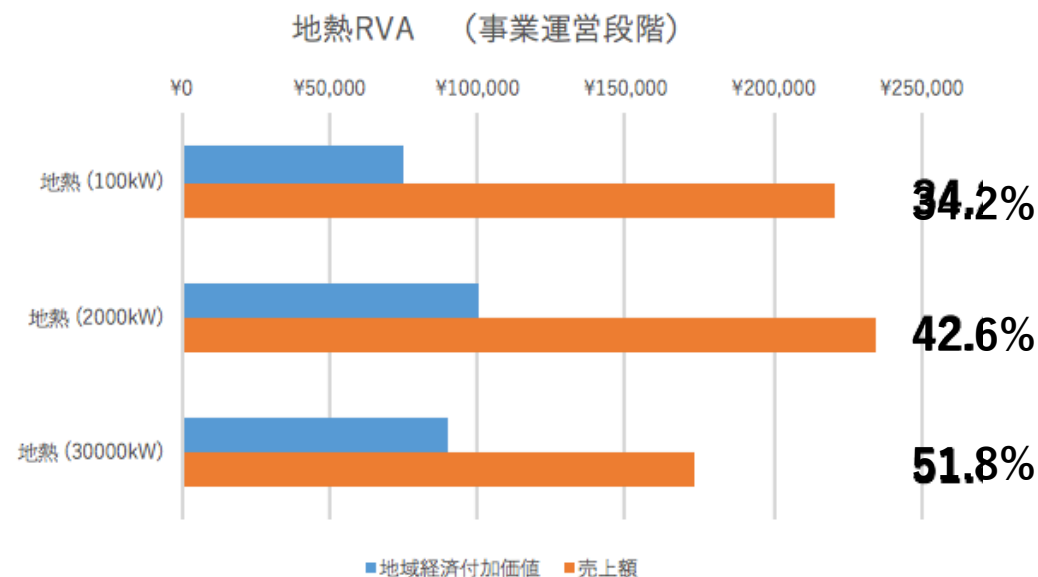
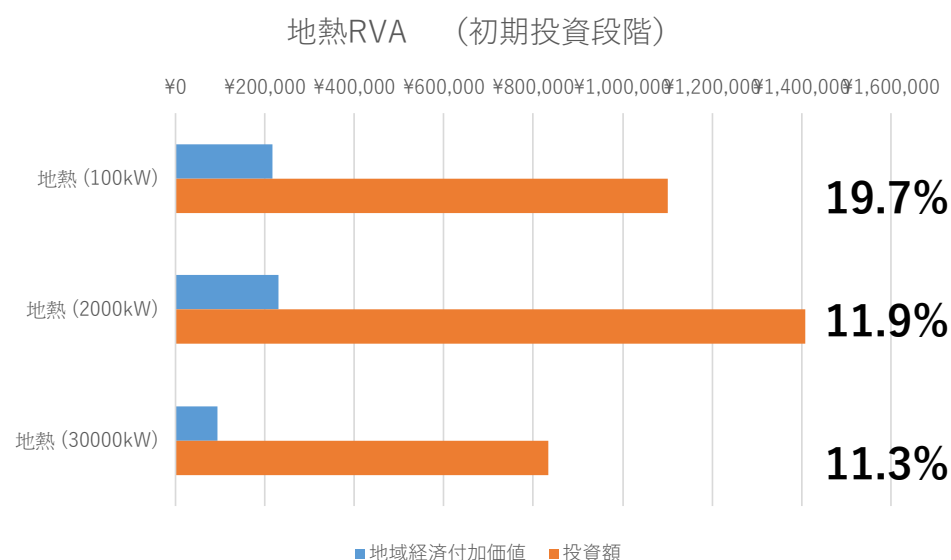
地域経済付加価値率とは

$$\begin{aligned} \text{初期段階の付加価値率 (初期投資時)} &= \frac{\text{(1)地域付加価値額 (初期投資時)}}{\text{(2)設備投資額 (初期投資時)}} \\ \text{事業運営段階の付加価値率 (運開後15年間or40年間)} &= \frac{\text{(3)地域付加価値額 (運開後15年分or40年分)}}{\text{(4)売上 (運開後15年分or40年分)}} \\ \text{地域経済付加価値率 (事業全体)} &= \frac{\text{(1)} + \text{(3)}}{\text{(2)} + \text{(4)}} \end{aligned}$$

地熱RVAの試算結果

■ 地域経済付加価値

■ 投資額（売上高） (円/kW@2014)

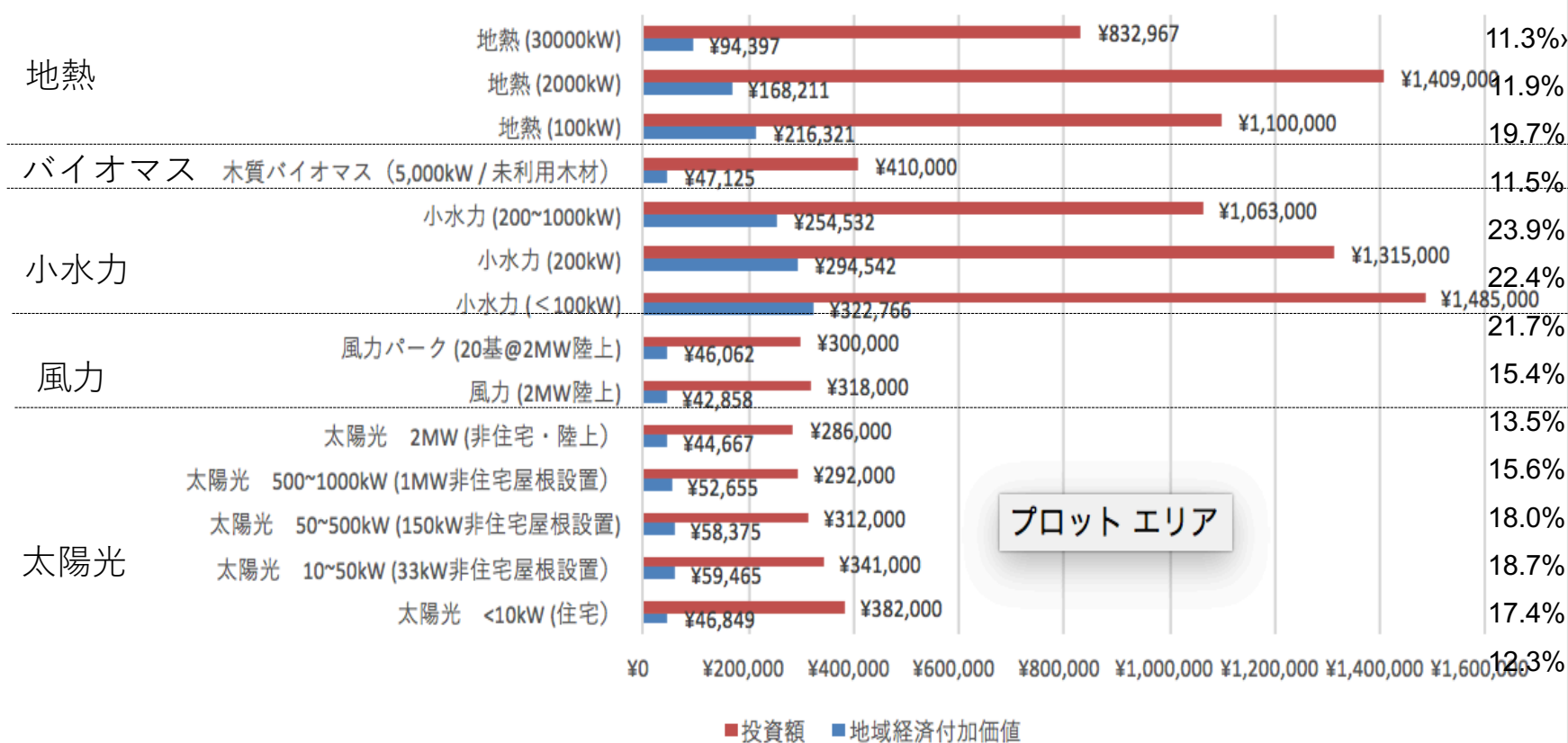


大規模地熱発電ほどRVA率が高い

注：地元の出資が100%の場合

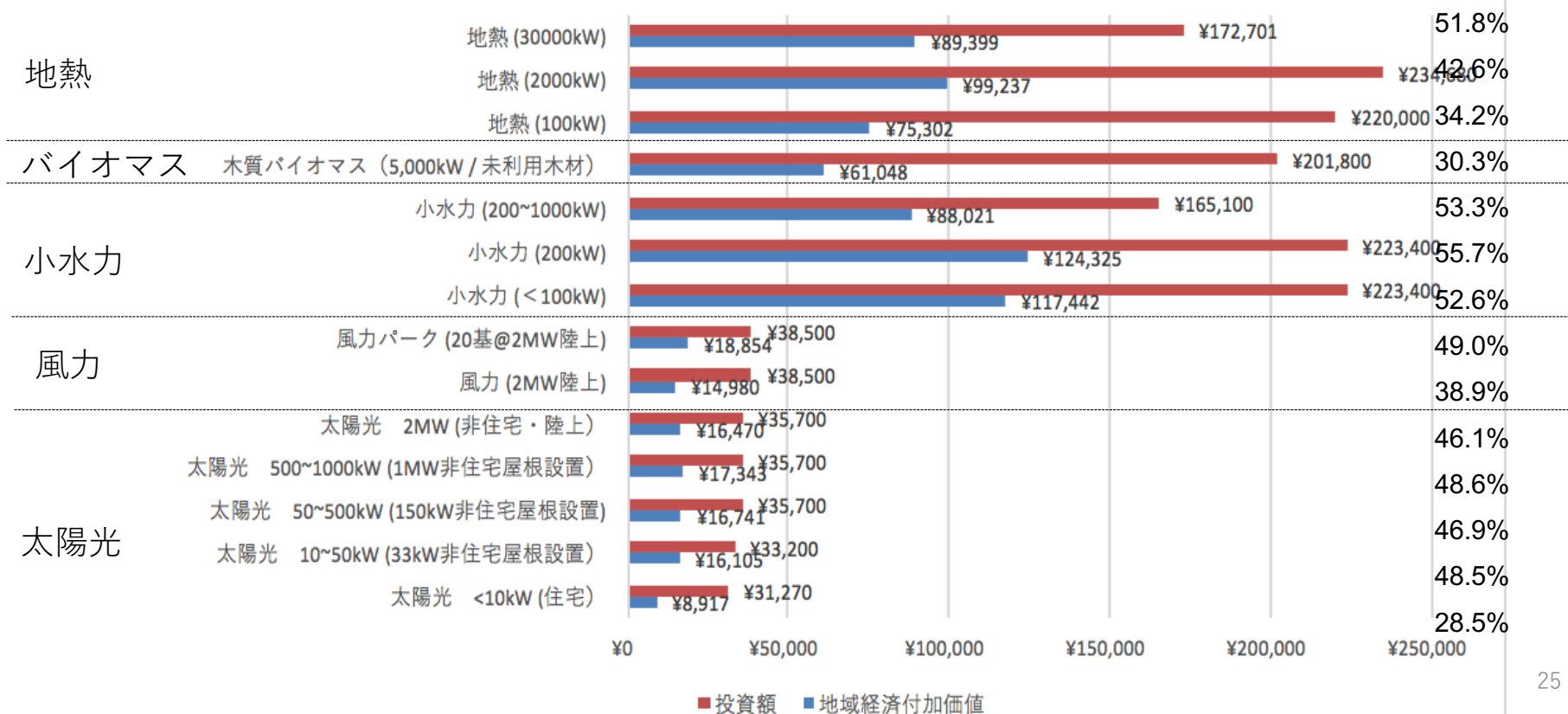
各電源のRVA比較（初期投資段階）¥/kW

再エネの各電源の経済付加価値（投資段階）¥/kW@2014

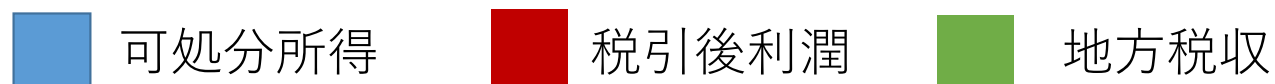


各電源のRVA比較（事業運営段階）¥/kW

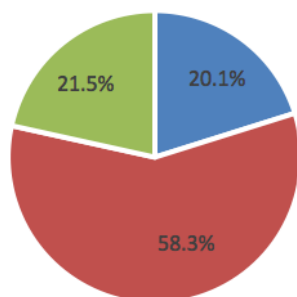
再エネの各電源の経済付加価値（事業運営段階）¥/kW@2014



地熱RVAの構成（可処分所得／税引後利潤／地方税収）

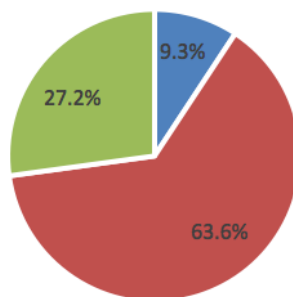


地熱 (100kW)



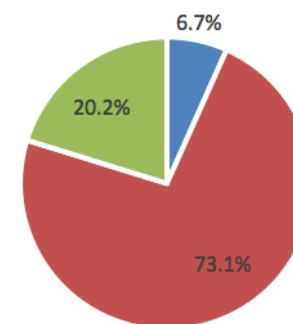
■ 可処分所得 ■ 税引後利潤 ■ 地域税収

地熱 (2000kW)



■ 可処分所得 ■ 税引後利潤 ■ 地域税収

地熱 (30000kW)



■ 可処分所得 ■ 税引後利潤 ■ 地域税収

- 大規模地熱発電ほど、税引後利潤の割合が高くなる
- 特に、発電事業者の利潤割合が大きい（3万kWにおける税引後利潤73.1%のうち、70.0%は発電事業者へ、3.1%は関連事業者へ）

・ 注：四捨五入しているため、多少合算値がずれる場合があります

試算結果からわかる地熱発電の特徴

- 大規模地熱発電ほど、RVA率が高い（総投資額の中から地域に落ちるお金の割合が高い）
- 事業運営段階においては、発電規模が大きくなるにつれて税引後利潤の割合が大きくなっている。これは、規模が大きくなるほど発電事業の利益率が高いことを示している。
- 2000kWにおける地方税収の割合が比較的高いのは、初期投資時の設備費（調査掘削含む）が高く付くため、kWあたりの費用に換算すると、地元に税収として入る固定資産税が高い傾向にある。



④地元出資率を与える地熱RVAの変化

新たな問題提起

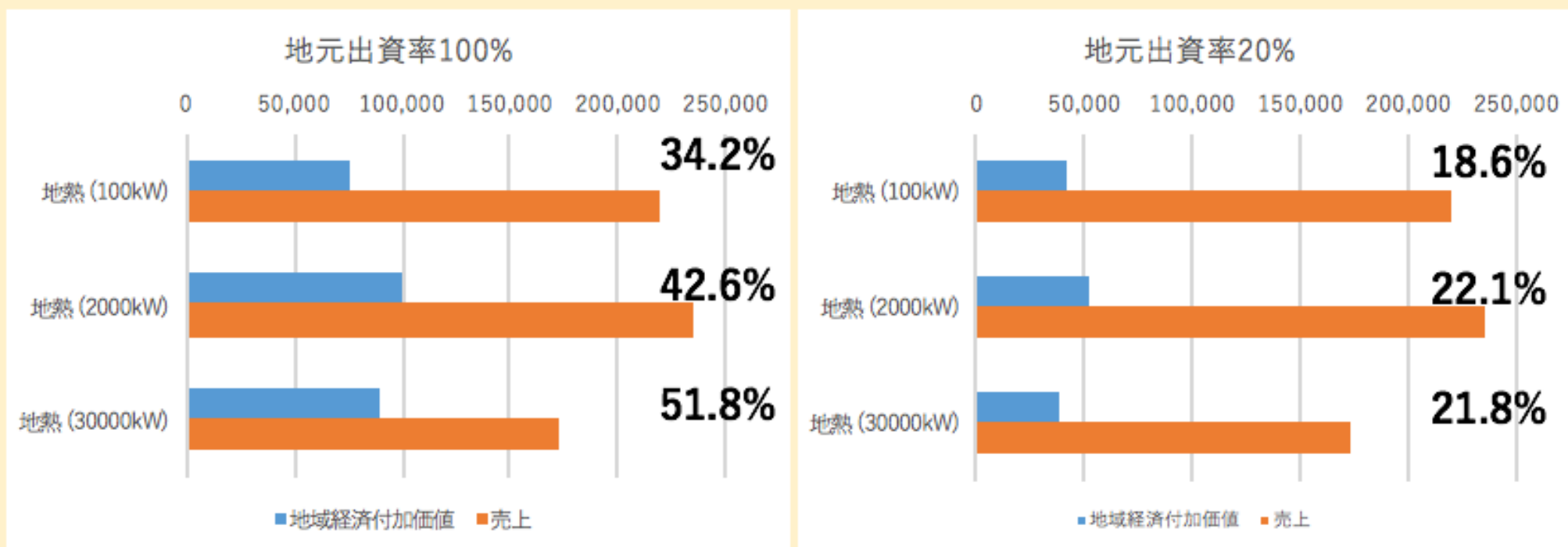
問題意識

1. 地熱発電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？
2. 実際の地熱発電所における地元出資率は低い

地域に根ざす地熱発電のための新たな問題提起

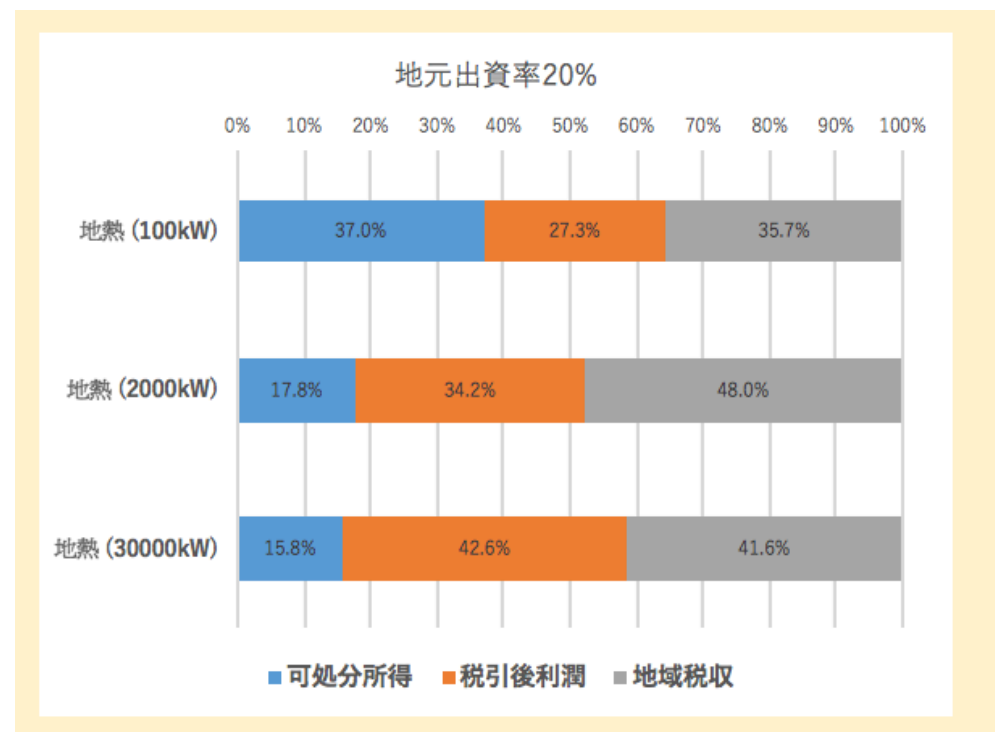
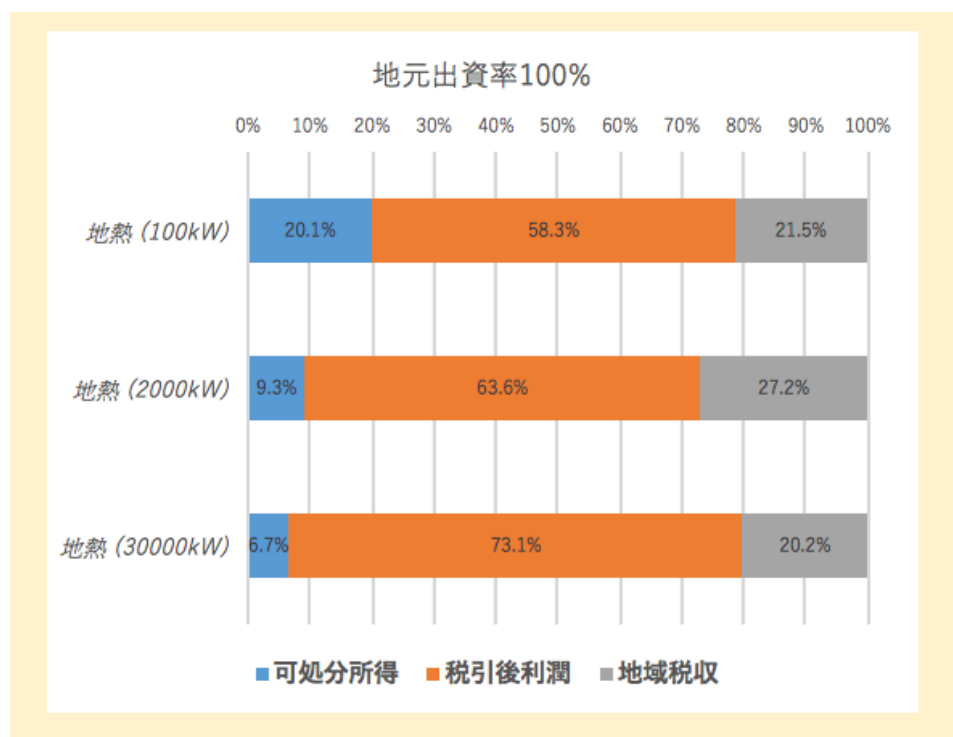
1. 地元出資率が下がると、各規模の地熱RVAはどの程度影響を受けるか？
2. 事業運営途中(安定稼働を確認後)で、地元出資率を引き上げた場合、各規模の地熱RVAはどの程度影響を受けるか？

RVAの変化（地元出資率100%と20%の比較）



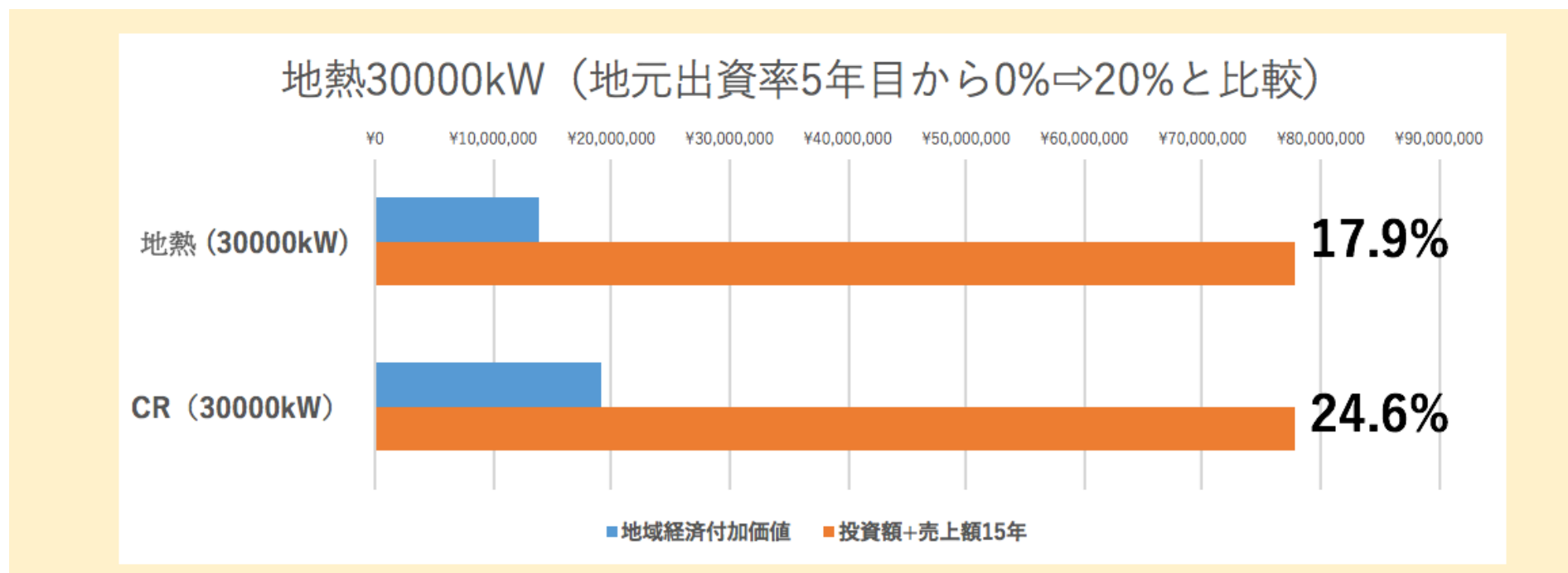
- 各規模とも税引後利潤の割合は高い傾向にあるため、地元出資率が100%から20%に下げると、全体的に地域経済付加価値率（RVA率）が大きく下がる

RVAの構成（地元出資率100%と20%の比較）



- 地元出資率が20%に下がると、その分地元落到ちる配当金が大幅に減るため、RVAに占める税引後利潤の割合が低くなる

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）



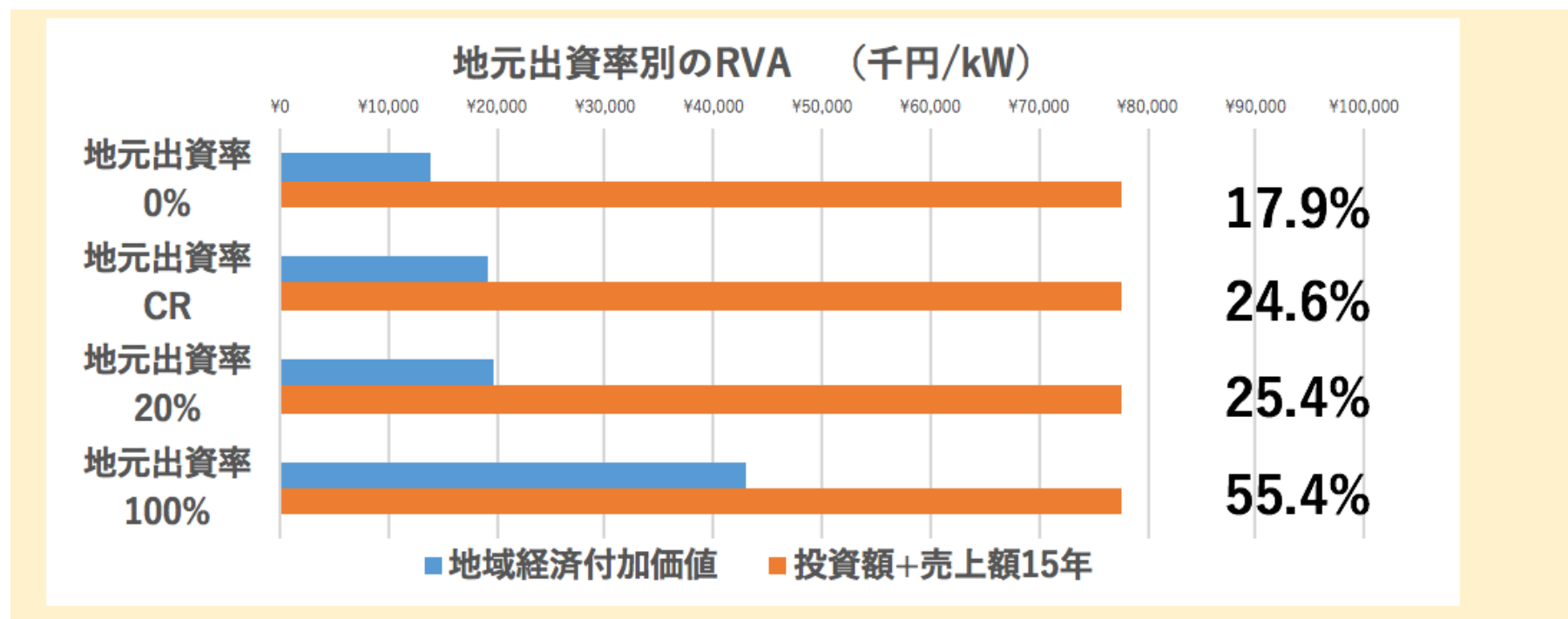
- 発電所の運開時に地元出資率が0%でも、安定稼働がわかる途中からでも地元出資率を上げると地域付加価値に大きな影響を与える。

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³



⑤まとめ

まとめ

1. 地熱発電における地域経済付加価値分析モデルを作成した
2. 試算結果から、「地方税収」「可処分所得」「税引後利潤」の中で、「税引後利潤」の割合がとても高いため、できるだけ地元出資率を上げることが地域経済付加価値につながる
3. 大規模ほど地元出資を集めるのは大変だが、キャピタルリサイクルのように、安定稼働を確認してから投資しても地域付加価値は見込まれる

今後の研究課題

1. 発電所の実際データを活用することによる、
地熱RVAモデルの精度の向上
2. 発電の排熱を利用する**熱利用事業**と合わせた地域経済付加価値分析モデルの構築