



地熱発電事業における地域経済付加価値分析と その応用

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. 地元出資率が与える地熱RVAの影響
5. まとめ



長崎県雲仙市 小浜温泉





小浜温泉バイナリー発電所



小浜温泉バイナリー発電所 (2013年4月7日～)



①研究の背景と目的



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

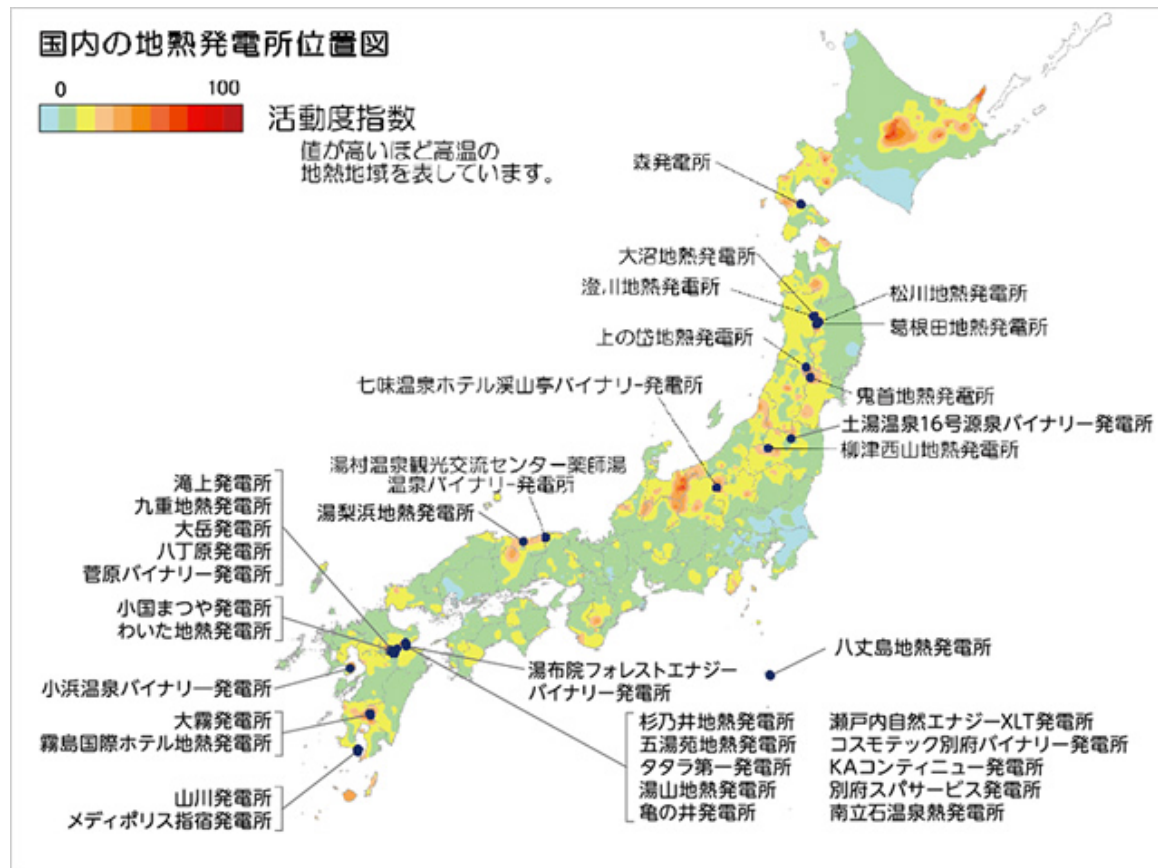
順位	国名	地熱資源量 (万kW)
1	アメリカ	3000
2	インドネシア	2779
3	日本	2347
4	フィリピン	600
5	メキシコ	600
6	アイスランド	580
7	ニュージーランド	365
8	イタリア	327

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

利用率 = フィリピン (30%)、米国 (10%)、日本 (2%)

「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⁶)

地熱発電の分布図



発電出力：約53万kW

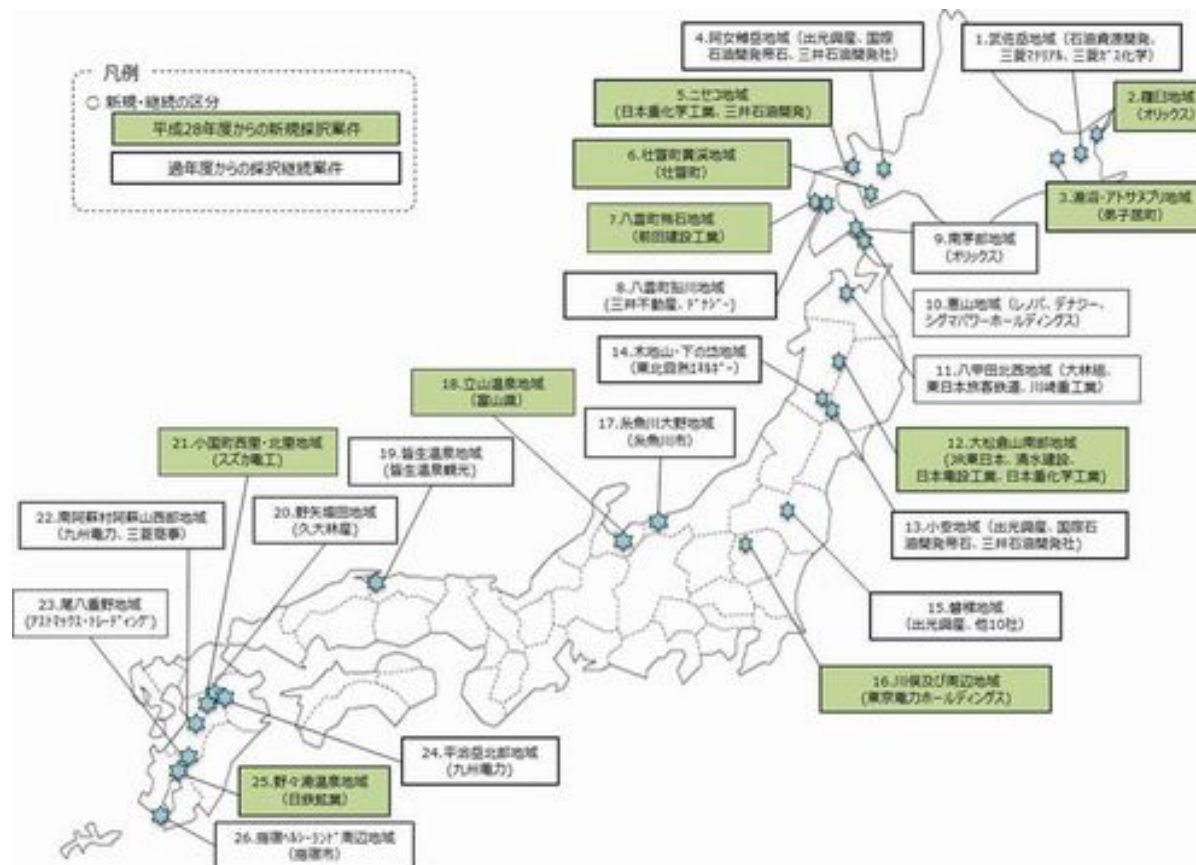
発電所：約40カ所

出典：日本地熱協会

地熱発電の開発案件(H27時点)



新規の資源調査地域(H28時点)





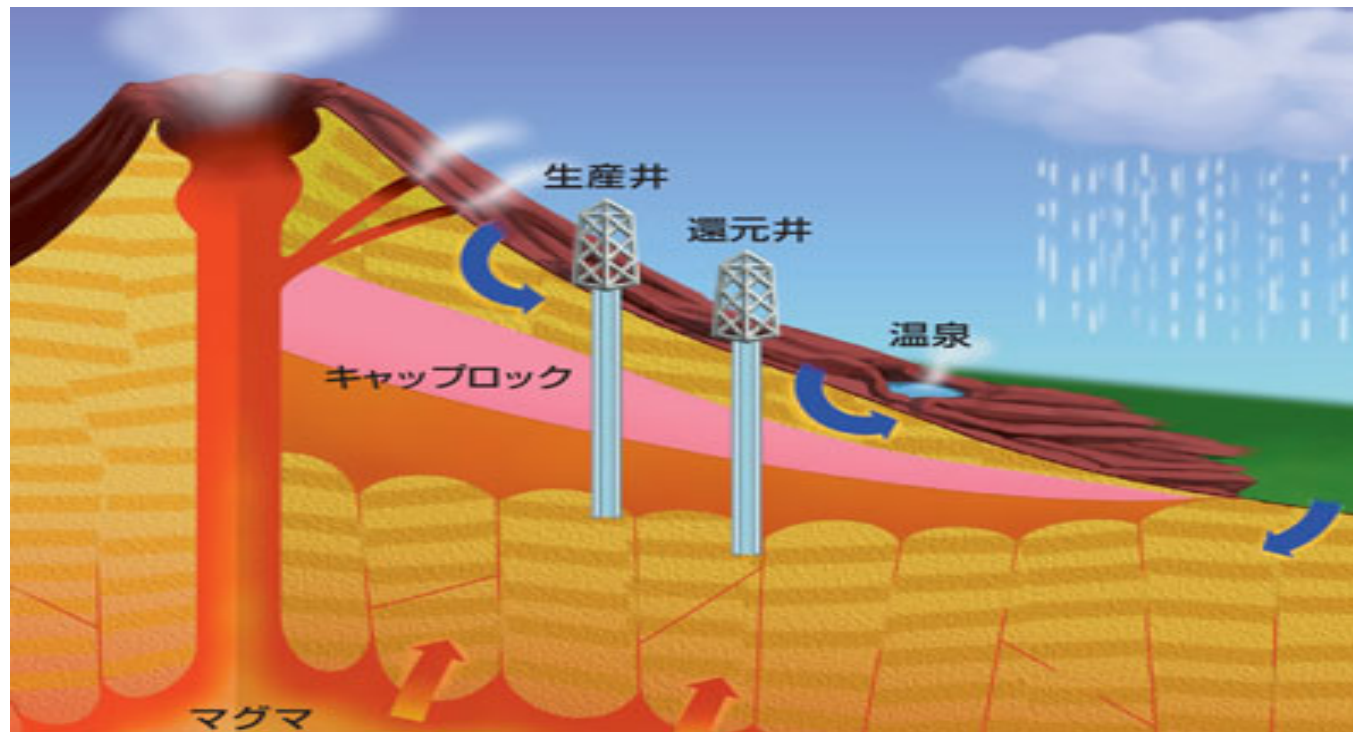
地熱発電の導入目標(2030年までに約4倍)

	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

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



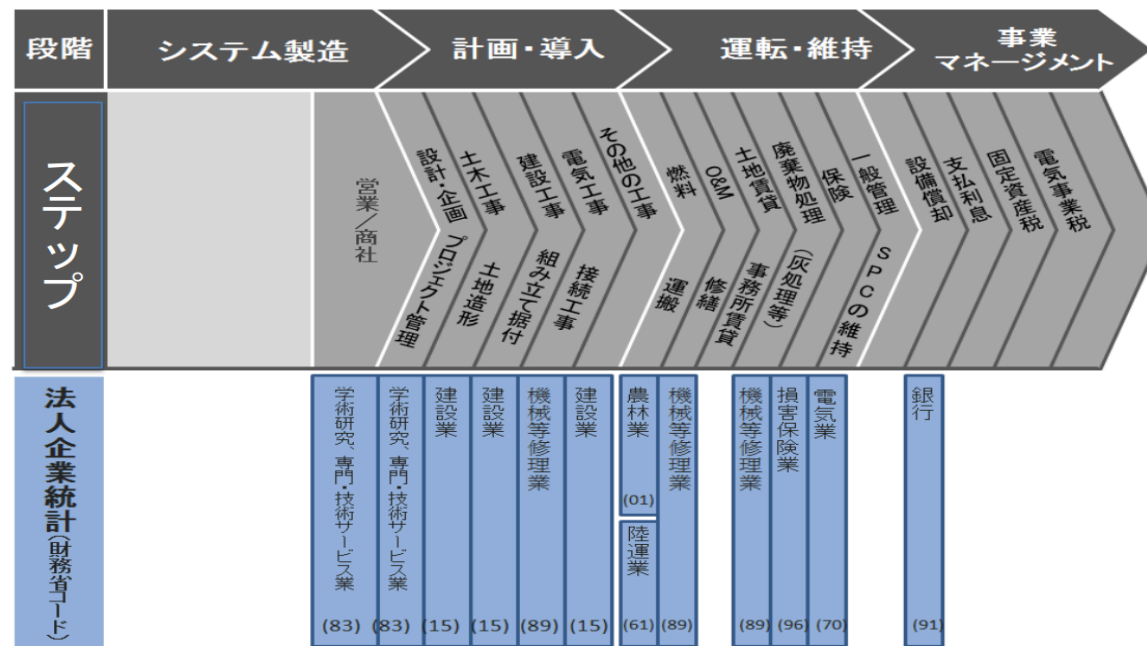
地域経済付加価値分析(RVA)とは

Regional Value-added Analysis (RVA)

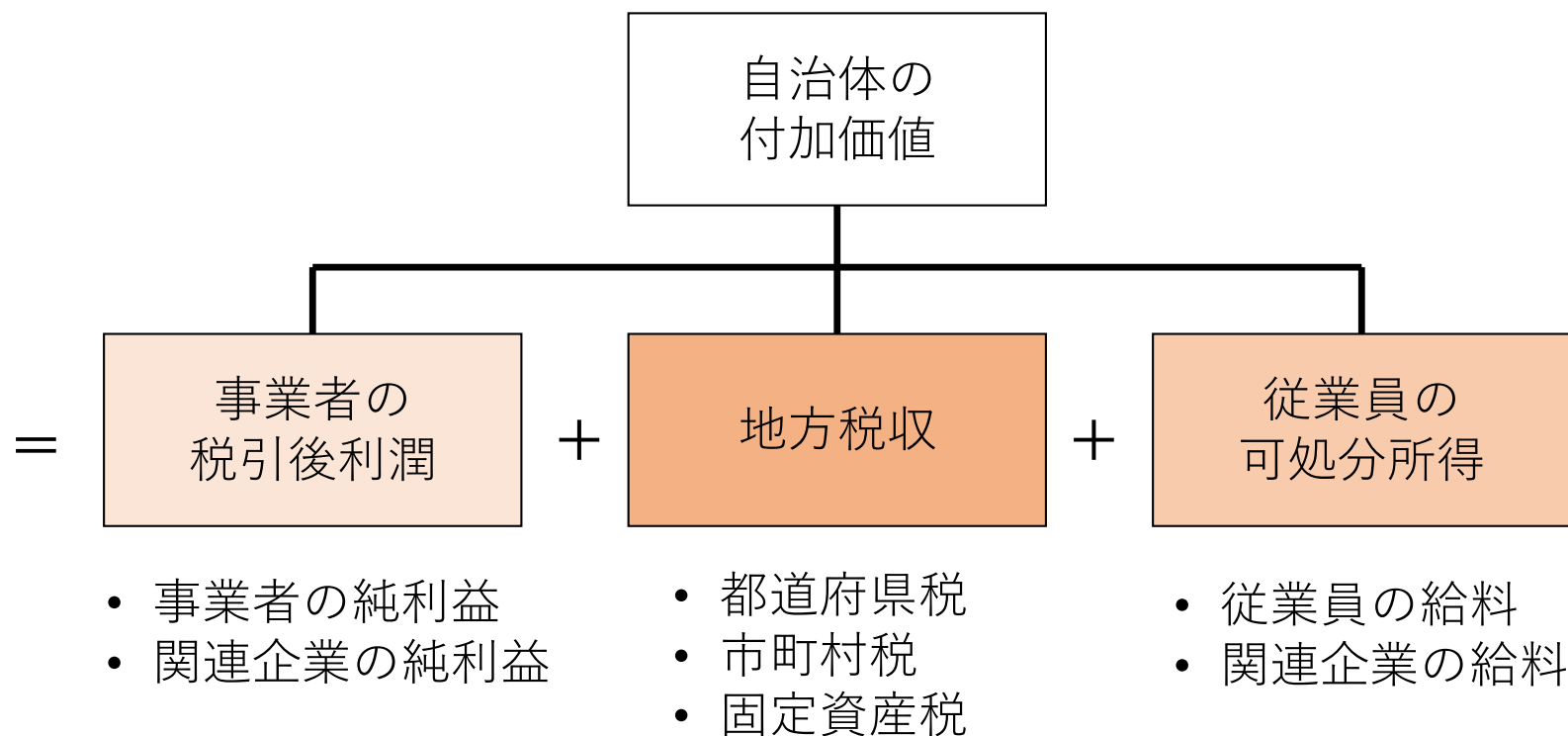
「地域主導の再生可能エネルギー発電事業によって、新たに生まれる地域経済付加価値を計測する」

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地熱発電における地域付加価値について

地熱RVAモデル



地熱発電 (100kW)
15年



地熱発電 (2000kW)
15年 (40年)

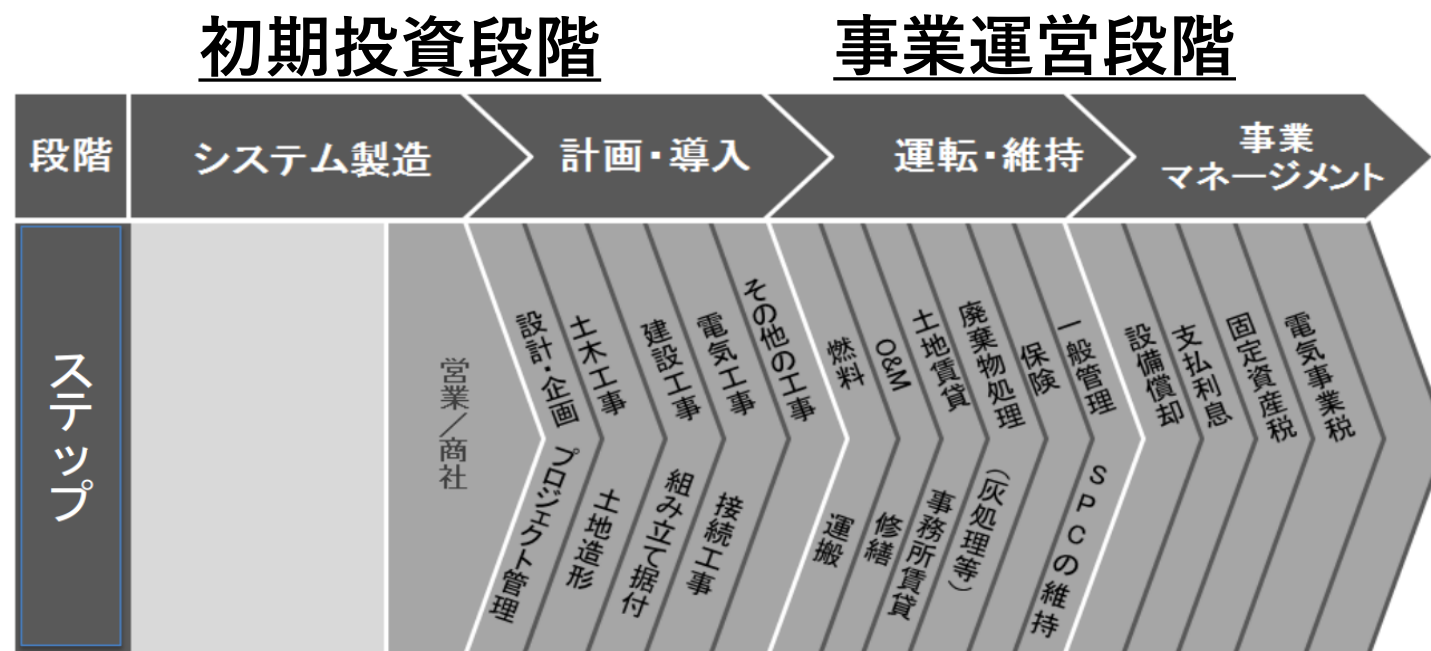


地熱発電 (30000kW)
15年 (40年)

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/kWh (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○%
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の精)	
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が落ちると見込まれる項目抽出 ²²

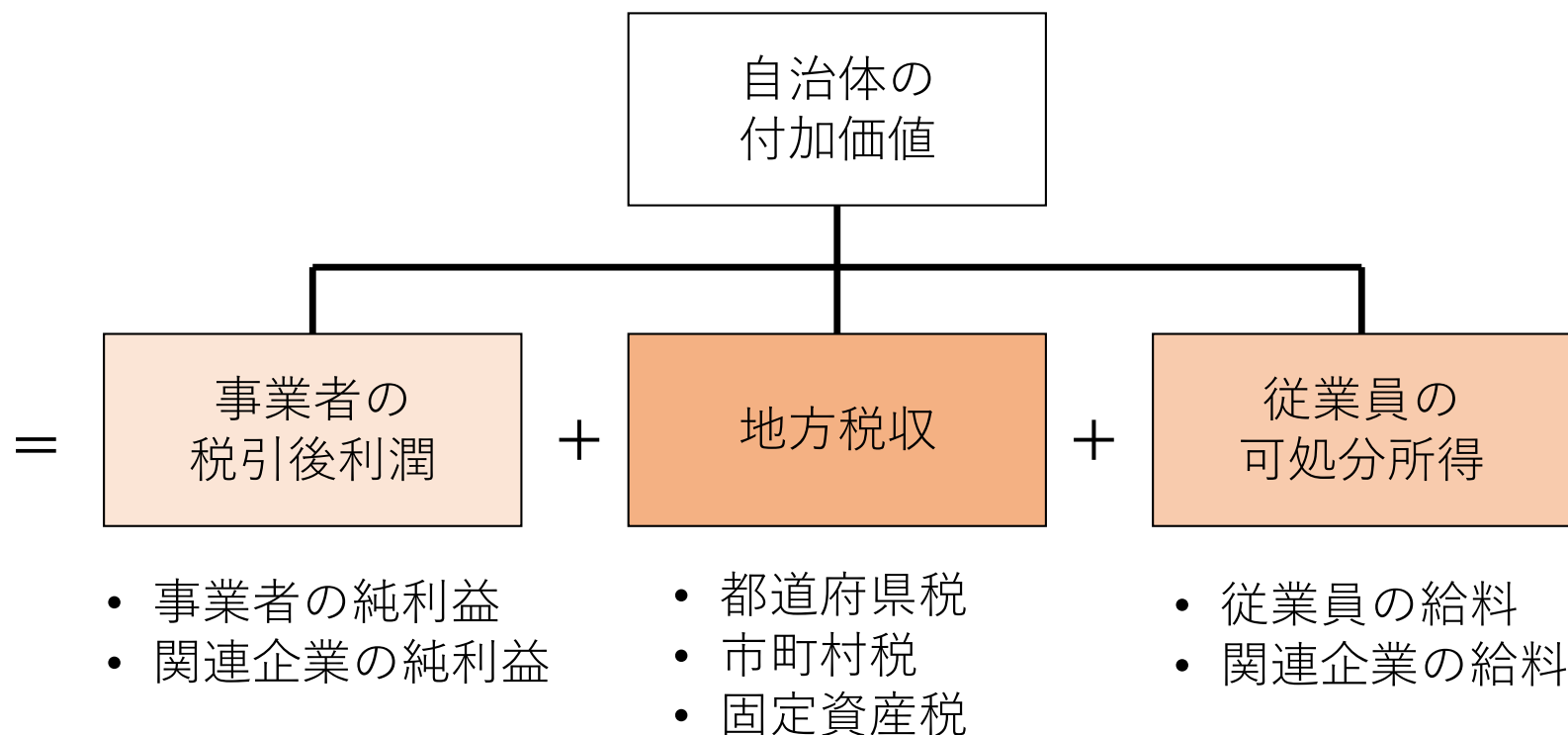


地熱RVAの費用項目

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)	2014 (MET)	地元調達率	Industry	gross income	social security	profit before tax	Gross Value Added	
設備投資		¥1,409,000	100%						
1. 直接投資 (設備コスト)		¥665,000	47%						
2. その他の投資コスト		¥744,000	53%						
調査・開発		¥923,000	66%						
敷地造成費		¥31,500	100%						
道路建設費		¥350,000	100%						
調査費補助		¥358,000							
敷地造成費		¥179,000	13%						
発電所基礎工事費		¥85,500	100%						
配管工事費		¥90,500	6%						
電気工事費		¥50,000	4%						
配管工事費		¥38,500	3%						
土地補償費		¥0	0%						
3. 事業運営コスト									
サービス/メンテナンス		¥11,250	7%						
- O&M費用		¥5,000	3%						
- 修繕費		¥6,250	4%						
直接人件費		¥3,000	2%						
土地賃料		¥0	0%						
温泉使用料		¥0	0%						
一般管理費 (SPCの給)		¥4,000	2%						
支払利息		¥29,589	18%						
減価償却費		¥93,933	58%						
固定資産税		¥19,726	12%						
合計		¥161,498	100%						
売上		¥234,680							
経常利益 (税金前)		¥73,182							
IRR (%)									
Consumption		¥174,115							

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

(1)地域付加価値額 (初期投資時)

初期段階の付加価値率
(初期投資時)

=

(2)設備投資額 (初期投資時)

事業運営段階の付加価値率
(運開後15年間or40年間)

=

(3)地域付加価値額 (運開後15年分or40年分)

(4)売上 (運開後15年分or40年分)

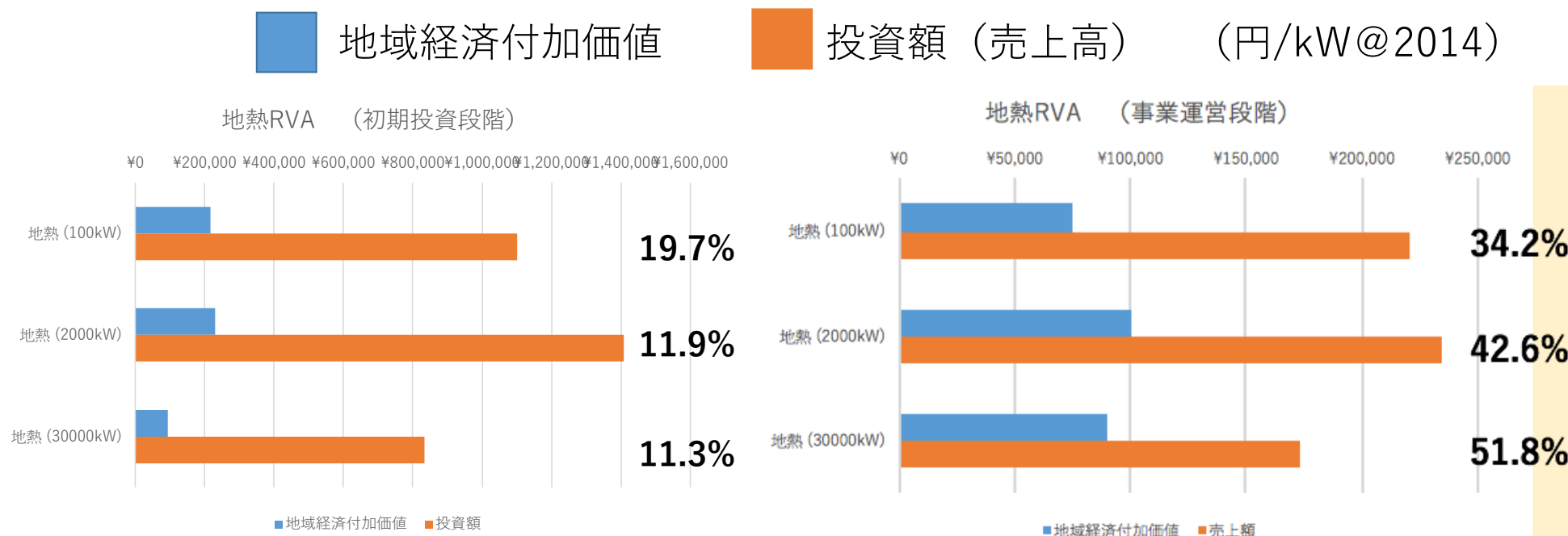
地域経済付加価値率
(事業全体)

=

(1) + (3)

(2) + (4)

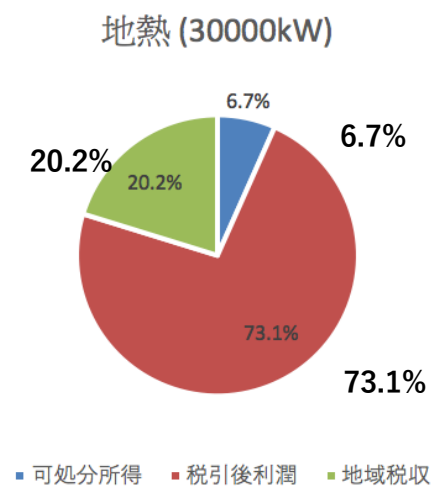
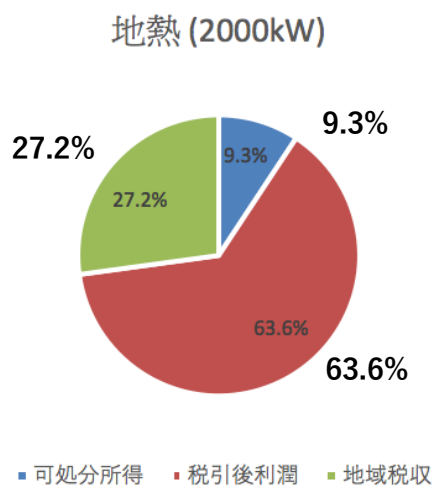
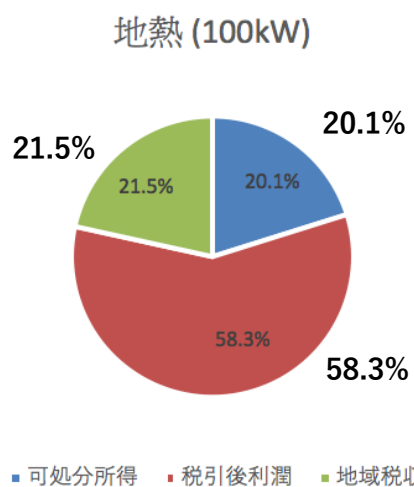
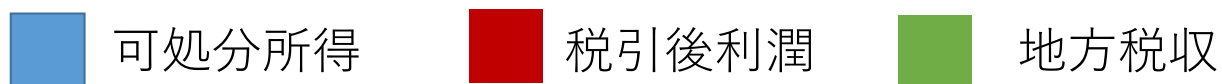
地熱RVAの試算結果



「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
- 事業運営段階において、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



④地元出資率が与える地熱RVAの変化

新たな問題提起

問題意識

1. 実際の地熱発電所における地元出資率は低い
2. 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？

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？

地熱RVAの比較モデル(3万kW)

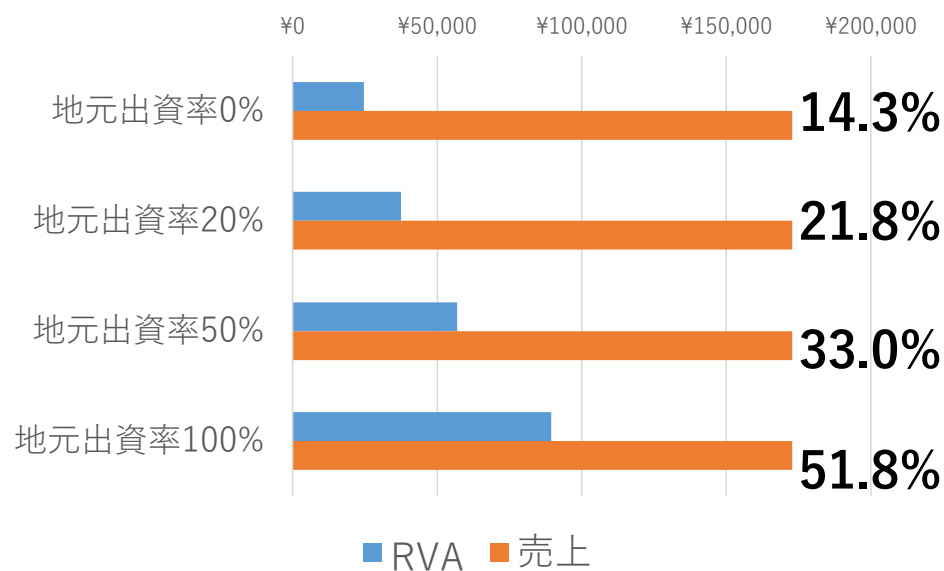
従来の地熱RVAモデル(100%) + 新たに3つのモデル を用意した。

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%)

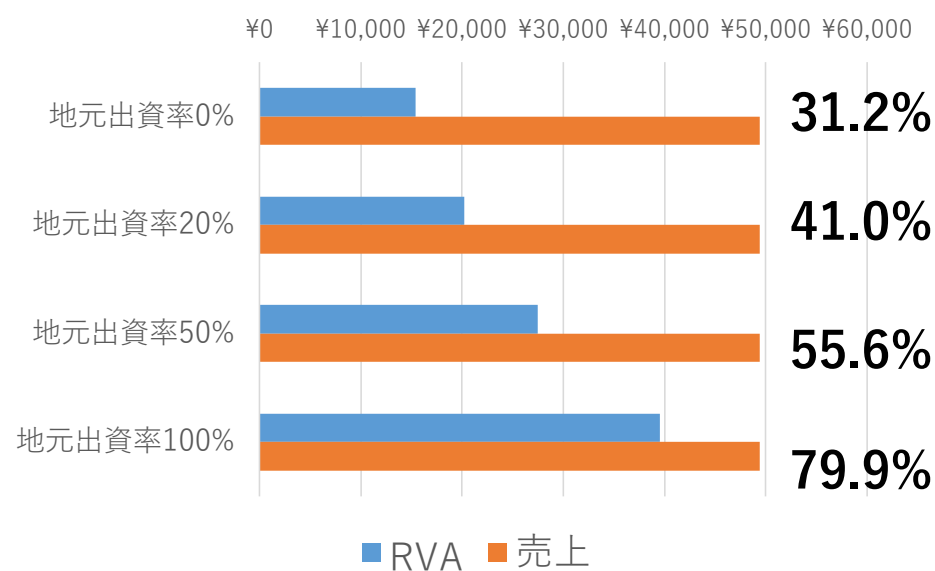


RVAの変化（地元出資率100%と20%の比較）

1年目～15年目までの地熱RVA比較表

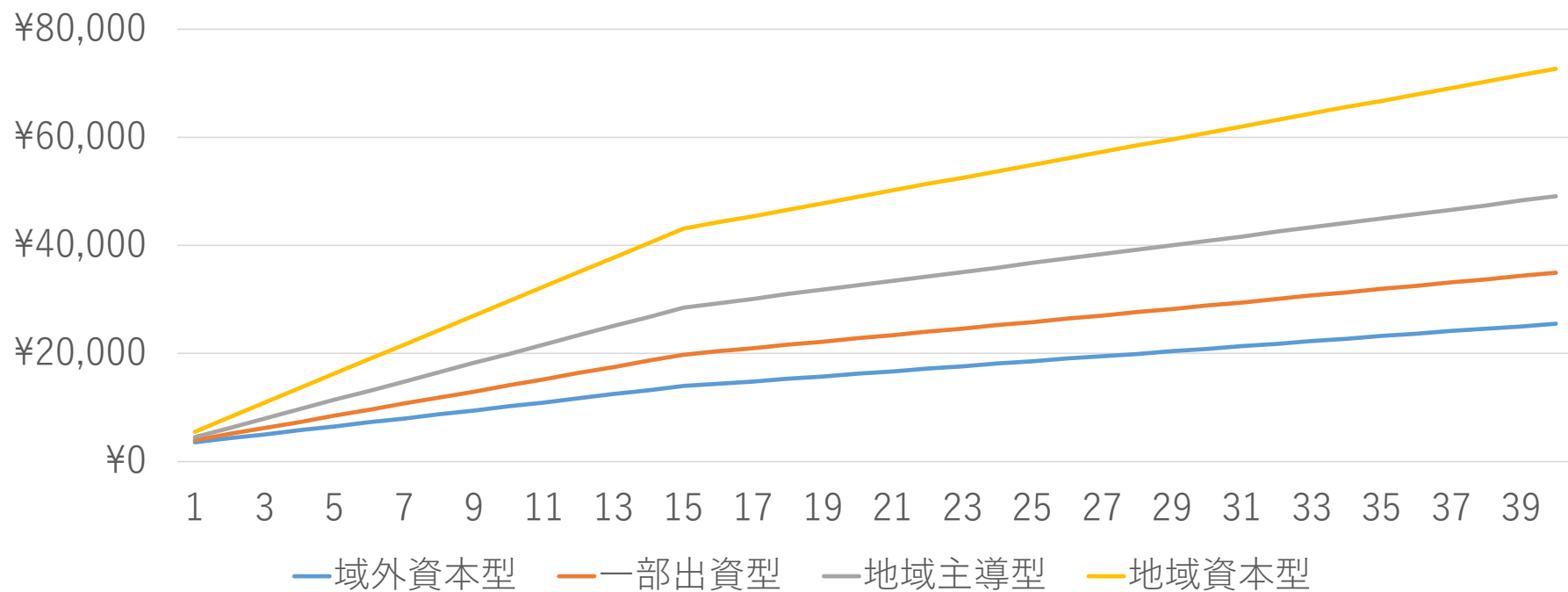


15年目～40年目までの地熱RVA比較表

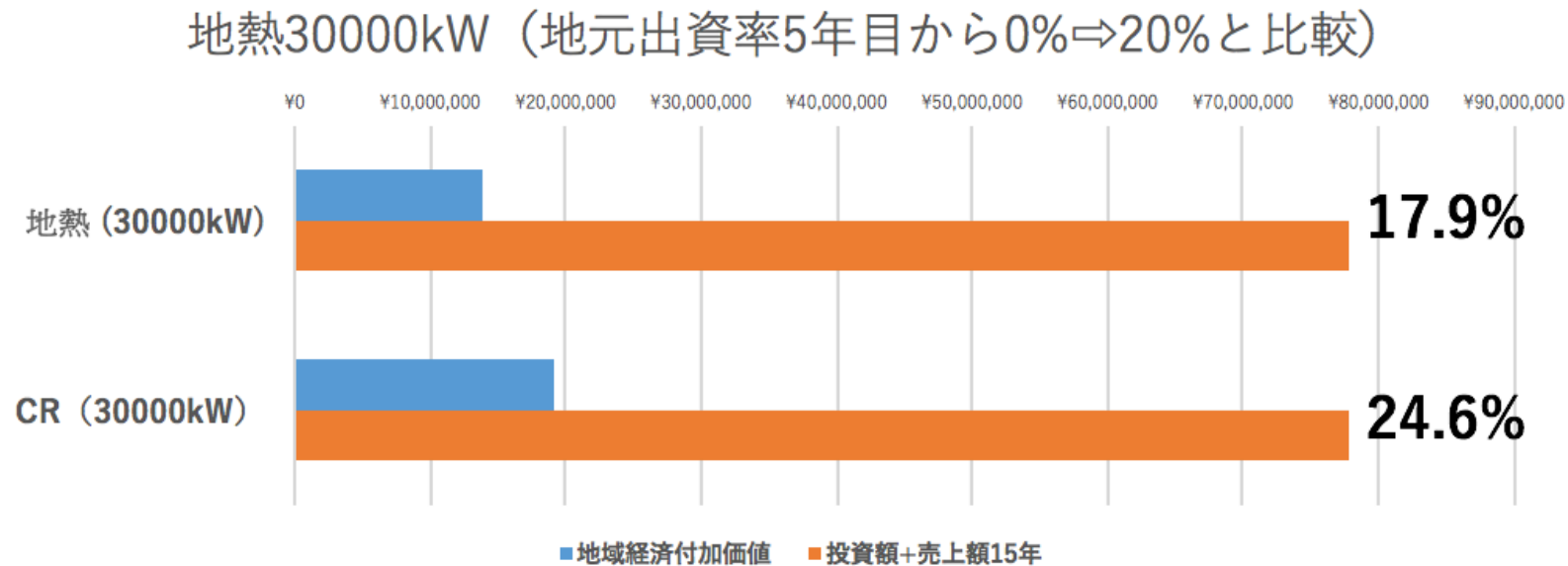


RVAの累積（40年間）

各モデルにおける40年間のRVA累積（百万円）



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）



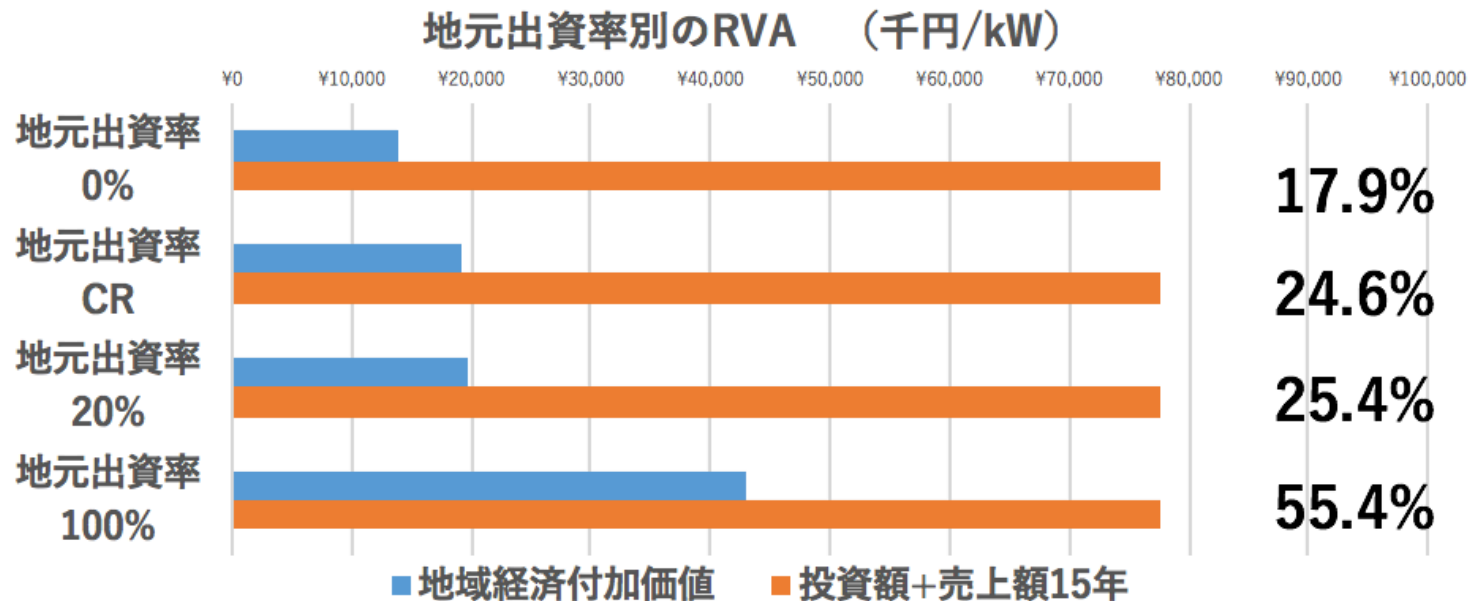
- 発電所の運開時に地元出資率が0%でも、安定稼働がわかる途中からでも地元出資率を上げると地域付加価値に大きな影響を与える。

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⁵



⑤まとめ

まとめ

1. 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
2. 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
3. 地熱開発事業者と地元温泉事業者が合意形成時に、政策等で運開後でも地元出資率を引き上げることができる地元出資枠等の設定が、地域付加価値の向上につながると考えられる



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