

# **最近のわが国の地熱発電の状況 と 地熱発電の地域への経済的貢献**

**地熱情報研究所代表・九州大学名誉教授  
江原幸雄**

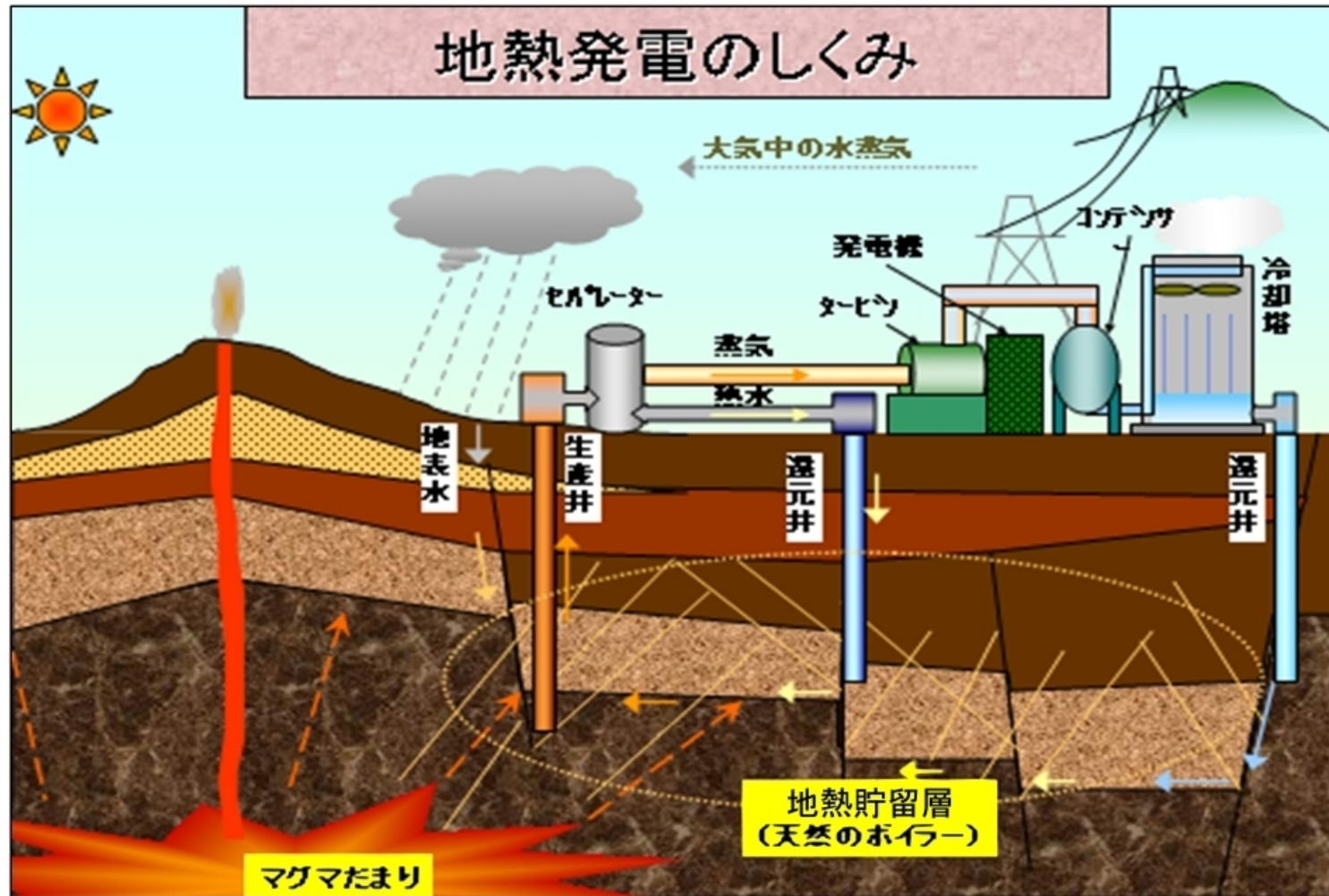
**サントリー文化財団研究助成最終回研究会  
2017年7月1日(土)京都大学法経東館8F**

# 地熱発電システム

日本地熱開発企業協議会、2011

## 地熱発電とは

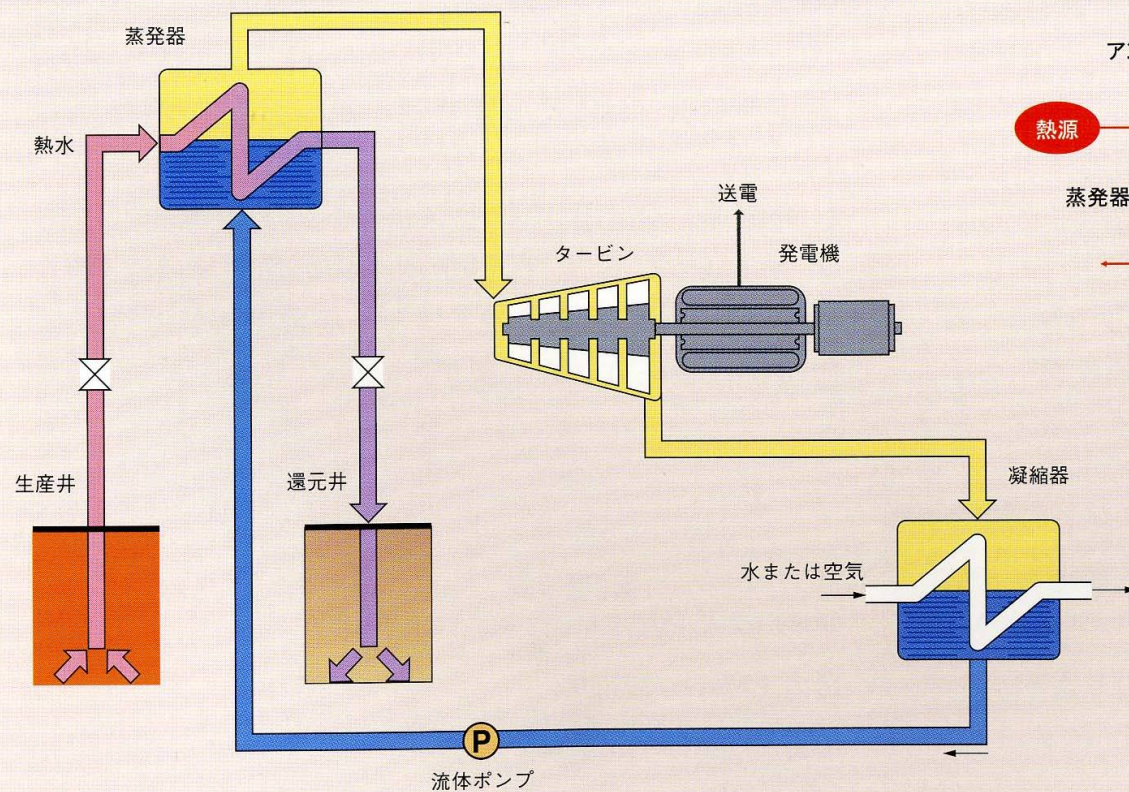
地熱発電とは、地中深くから得られた蒸気で直接タービンを回して発電するものです。一緒に出る熱水は還元井を使って再び地下に戻して再利用に役立っています。



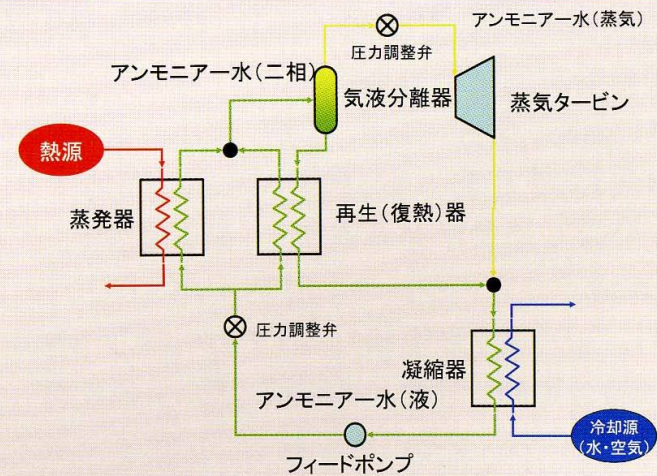
# 新しい発電方式：バイナリー発電

80°Cの温泉水でも発電できる！ NEF(2007)

## ■ バイナリー発電



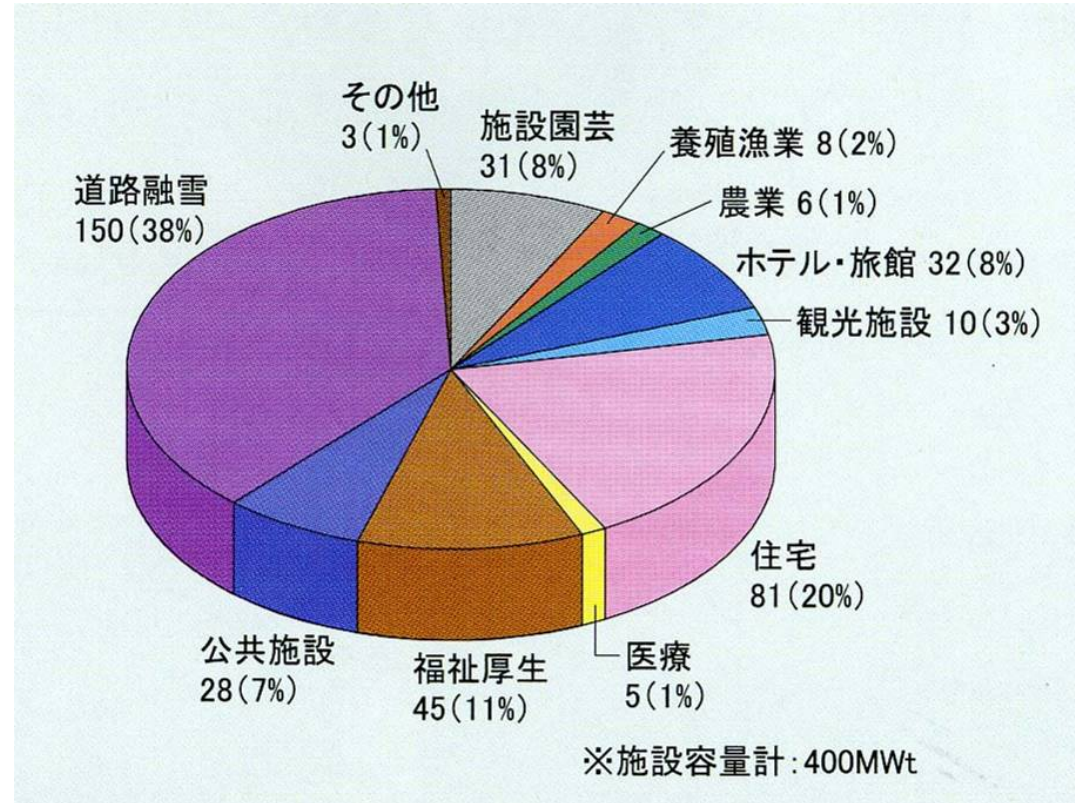
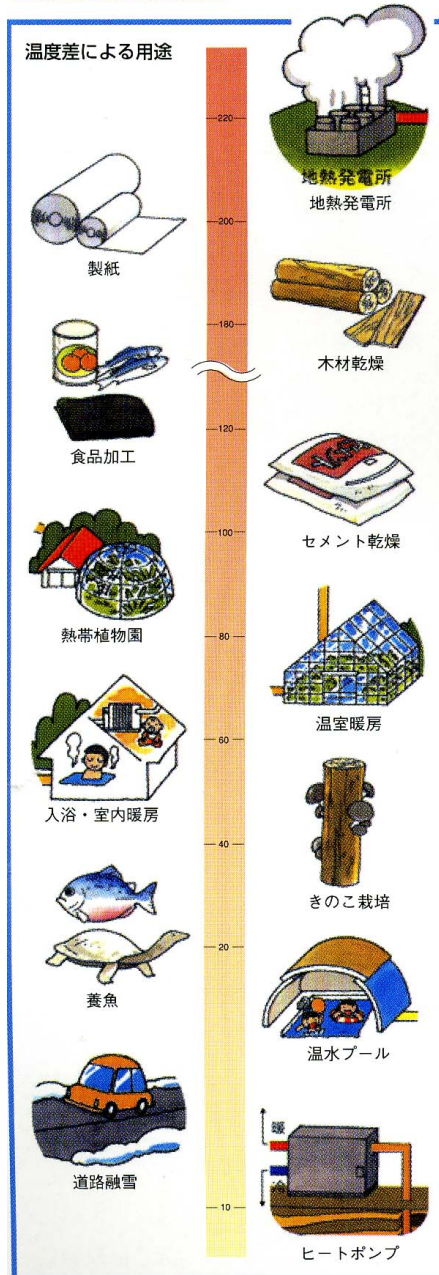
## カーリーナサイクル発電システムの例



カーリーナサイクル発電はバイナリー発電の一種で、吸収式ヒートポンプにタービン発電機を組み込んだものです。低沸点媒体としてアンモニア水が使用され、100°C以下の低温熱源でも駆動できるシステムです。

# 多目的に使われる地球の熱エネルギー(NEF,2007)

⇒地域振興の観点から特に重要  
農林水産物の付加価値を高める



# 3.11以前の政府の地熱政策動向

歴史的には、現在は、3度目の地熱開発の高揚期

(1)1946年以降:戦後の電力不足期⇒GHQ提唱 国内研究開発体制整備(地質調査所・民間企業)  
⇒20年後に松川(1966年)・大岳地熱発電所(1967年)運転開始

(2)1970年代:2度の石油危機後⇒サンシャイン計画等で政府支援強化(17年間 毎年200億円程度)  
国、国研・大学および従来からの開発企業・新規企業(石油・金属鉱山系)の研究・開発参入  
⇒1990年代半ばの地熱発電所建設ラッシュ(25.94万kW/4年間=6.5万kW/年)  
累積50万kW超(世界第5位へ)

その後、予算縮小(年間200億円程度から、2010年度には数億円程度、事業仕分けでさらに縮小方向)  
⇒約20年間の「地熱冬の時代」(将来計画に、将来の伸びが示されていない時代があった)。  
世界第5位から9位へ後退(WGC2015)。さらに、2016年10位へ(Nov. 21, 2016)。

しかし、2006年頃から対応への動きが芽生えている。

総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会:新エネルギーと再生可能エネルギーの概念整理の審議開始

日本地熱学会:他の自然エネルギー団体と連携開始・各種政策提言発表(地熱基本法、150万kW……)

NEDO「地熱開発研究会」開催 報告書作成 2008年6月(この時点では、NEDO後ろ向き)

エネ庁(電力基盤整備課)「地熱発電に関する研究会」開催 中間報告とりまとめ 2009年6月

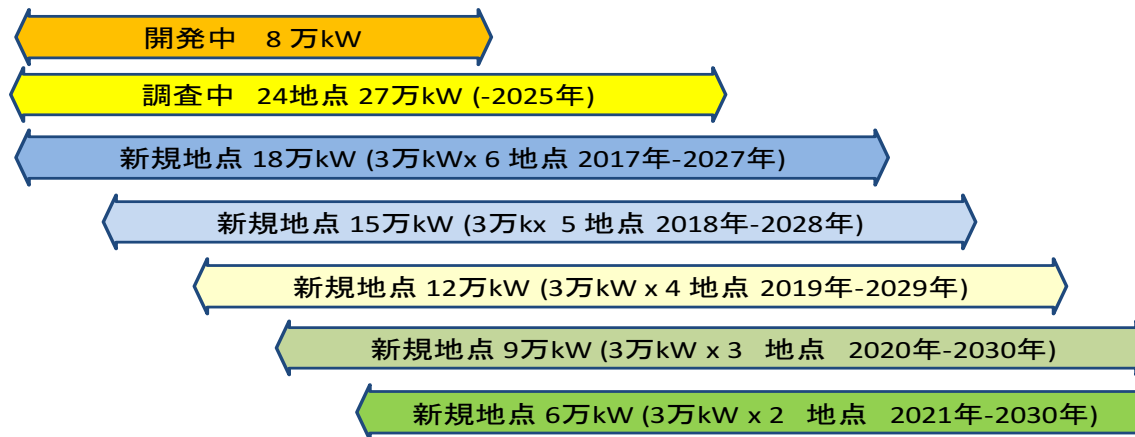
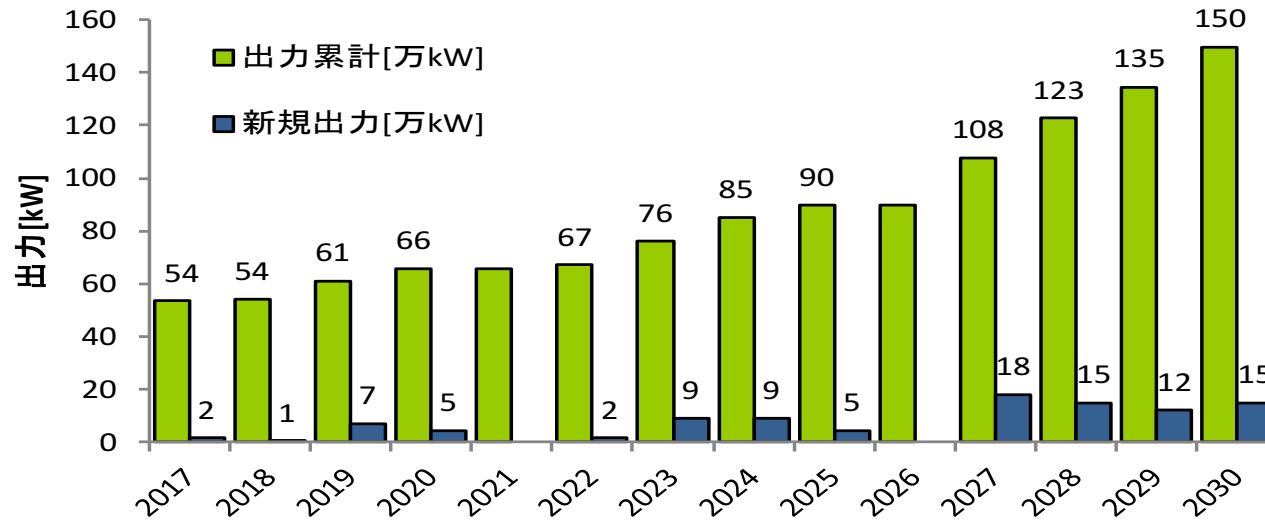
⇒その後、エネ庁あるいは経産省全体には波及しなかったが、3.11以降の議論に貢献

# 3.11以降の政府の地熱政策動向

- (0)2011年3.11以降～7月まで 表向き変化なし(水面下で転換の構想化?)
- (1)2011年7月以降、エネ庁 地熱発電推進へ転換  
(電力部電力基盤整備課⇒資源燃料部政策課)11月経産省:有識者との意見交換会  
2011年12月 エネ庁 地熱開発推進を明文化
- (2)2012年4月以降内閣府規制改革会議・環境省検討会等の事業環境整備始まる
- (3)2012年7月 **固定価格買取制度施行**、9月JOGMEC地熱部発足(支援策開始)  
.....(2013年1月以降、小規模地熱発電導入始まる)
- (4)2014年4月 エネルギー基本計画 閣議決定 (4月以降、小規模導入増加)  
(12月以降、中規模導入開始)
- (5)2015年7月 長期エネルギー需給見通し(エネルギーミックス)策定  
地熱発電の数値目標 **2030年度までに+100万kW 累積150万kW**
- (6)2016年1～3月 「地熱発電の推進に関する研究会」開催 課題の整理と方向性  
2016年4月 報告書公表(エネ庁HP)  
⇒⇒⇒ 「研究会」で整理された課題について、対応が始まっている。  
大規模開発重点化、第三者アドバイザー機関設立、若手技術研修制度開設、..  
⇒⇒⇒「地熱発電の推進に関する研究会」継続再開 (2017年度報告書公表)

# 2030年度導入目標の達成に向けた開発シナリオ 現在の3倍、累積で150万kW(太陽光1000万kW相当)

平成28年度 地熱発電の推進に関する研究会(2017)



2030年度に+100万kW(累積150万kW)は極めて大きなチャレンジ

1)単純年平均 100万kW/15年=6.7万kW/年

2)石油ショック後の急拡大期(1994~1997年)

25.94万kW/4年=6.5万kW/年

3)米国(2010~2015年)

35.2万kW/5年 =7.0万kW/年

4)ニュージーランド(2010~2015年)

24.3万kW/5年 =4.9万kW/年

5)アイスランド(2010~2015年)

9万kW/5年 =1.8万kW/年

6)インドネシア(2010~2015年)

14.3万kW/5年 =2.9万kW/年

国内の進展状況を常にモニタリングして行く必要性。

⇒⇒⇒進展状況に応じて加速プログラムの追加



# 2030年度の導入目標達成の達成に向けた3つの柱

平成28年度 地熱発電の推進に関する研究会(2017)



# 地域の視点から見た地熱発電：規模による異なる貢献

○小規模発電(10～数100kW級)地域事業(初期投資 数千万円～数億円程度以下)  
主体:地元温泉経営者、地元企業、地元エネルギー組合、……………

○中規模発電(千kW級)特定事業目的等(初期投資 数10億円程度以下)  
主体:自治体+電力会社、地域企業と中央企業が特別目的会社、地域医療系企業自家発電、  
地元発電組合と開発企業、……………  
**環境アセスおよびFITで優位性を活かすことができる!**

\*中小規模は地域が直接的に関与し進んでいる例が多く、地域への経済的貢献も大きく、  
地域合意という観点からは、比較的問題は少ない。しかし、資源管理上の問題が生じている。また、  
系統連系上でも課題が生じている場合がある。

\*\*地域経済への経済的波及効果と言う点からは見えやすく、わかりやすい。ただし、受益者限定の問題  
あり)

○大規模発電(万kW級)従来は集中型電源(地域収奪型?):将来、地域分散型電源の核になる可能性  
(3万kW:初期投資 259億円程度)  
主体:電力会社・大手地熱開発事業者(共同体)、電力大消費企業(共同体)、……………  
土地賃借料・固定資産税・電源三法交付金・地元雇用・工事宿泊(多くは一時的)

⇒長期的・持続的な地域への貢献考慮の必要性(地域の意思の表示に基づく長期的利益配分)、  
そのためにも、地熱発電導入による地域経済への波及効果の経済的定量分析明示必要

# 最近運開した小規模地熱発電所(210kWバイナリー)

小浜温泉バイナリー発電所(長崎県雲仙市)(洸陽電機)

敷地面積0.2万m<sup>2</sup>(30mX50m)、高さ5m(2013年4月運転開始)



# 最近運開した中規模地熱発電所 (5000kWバイナリー)

菅原バイナリー発電所(大分県九重町) 九電みらいエナジー(2015)

敷地面積3.4万m<sup>2</sup> (600mX800m), 高さ12m (2015年6月運転開始)



# 建設進む大規模地熱発電所(42000kWダブルフラッシュ)

山葵沢地熱発電所完成予想図(秋田県湯沢市)(湯沢地熱株式会社)

敷地面積=15.7万m<sup>2</sup>, 高さ<23m (2019年5月運開予定)



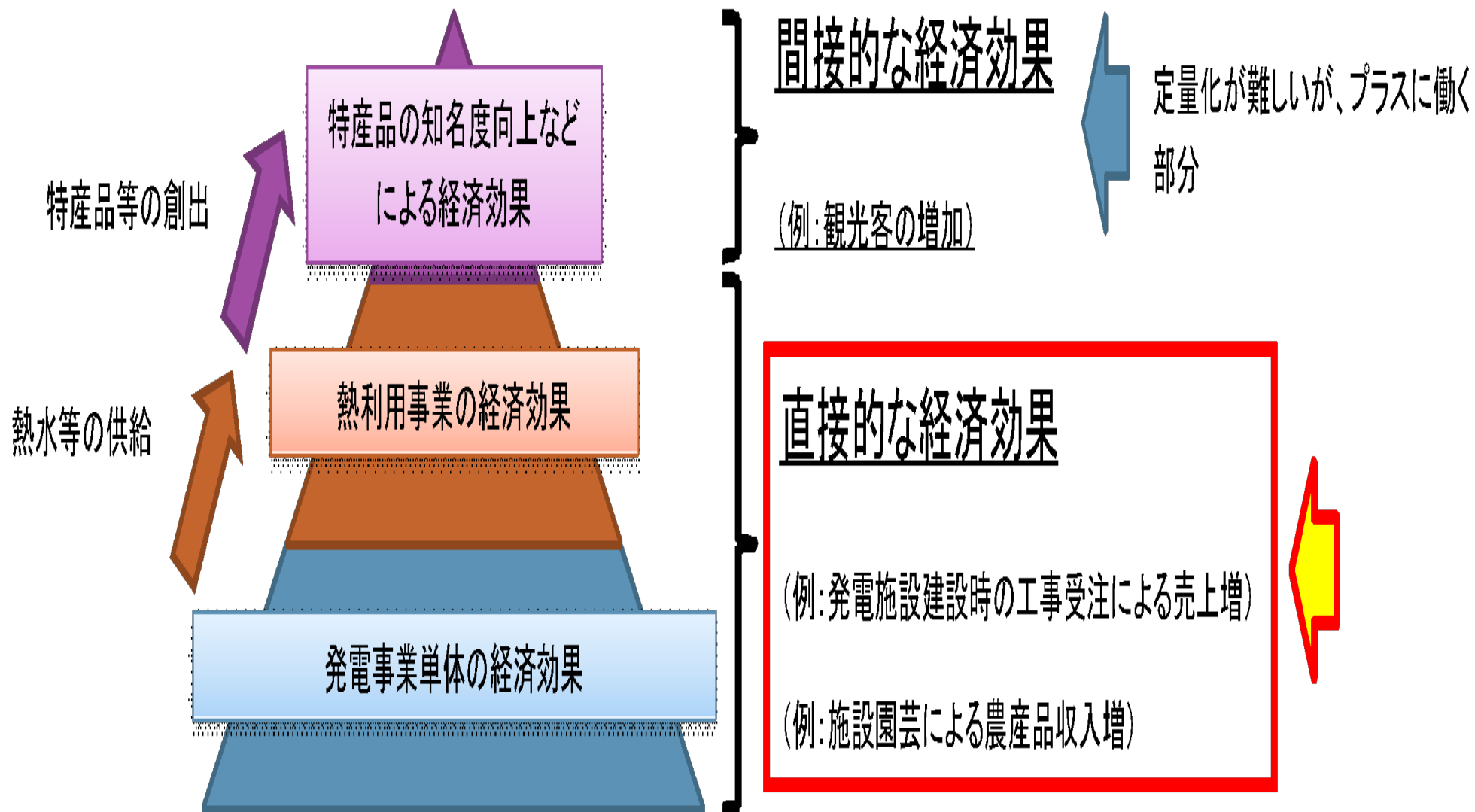
# 大・中・小規模地熱発電所の比較

パンフレットなどによる公表値(カッコ内は推定)

	敷地面積 万m <sup>2</sup>	高さ m	年間売電額 億円	一般家庭相当数 世帯
<b>大規模</b> (山葵沢) 42000kW	15.7	(<23)	(116)	(80000)
<b>中規模</b> (菅原) 5000kW	3.4 (600mX800m)	11	12	8300
<b>小規模</b> (小浜) 200kW	0.2 (30mX50m)	5	0.32	200

# 研究会試算における経済評価の対象範囲

平成28年度 地熱発電の推進に関する研究会(2017)



# 発電事業に関する前提条件

平成28年度 地熱発電の推進に関する研究会(2017)

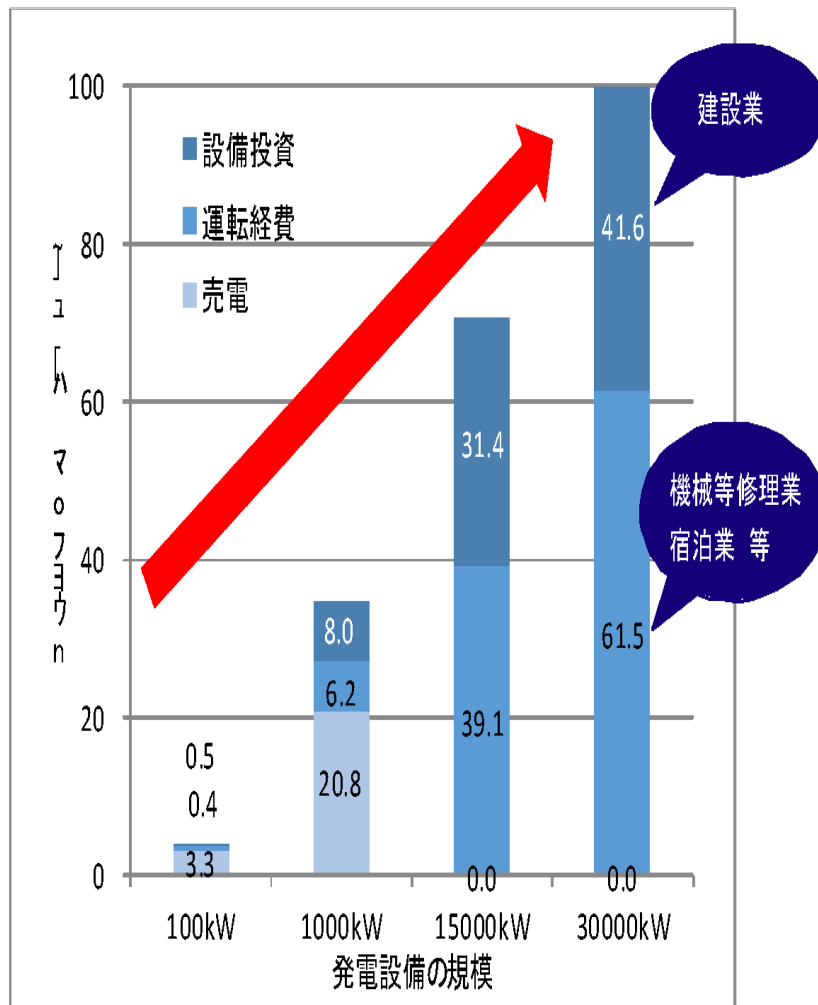
	100kW	1,000kW	15,000kW	30,000kW
考え方	地元事業者等がFIT制度を活用して、 <u>小規模な温泉発電</u> を行う場合を想定	地元事業者等がFIT制度を活用しつつ、 <u>長期的に中規模な地熱発電</u> を行う場合を想定	外部の発電事業者等がFIT制度を活用しつつ、 <u>長期的に大規模な地熱発電</u> を行う場合を想定	
地元出資比率	100% 自己資本70%、 融資(地銀)30%を想定。	50% 自己資本35%、 融資(地銀)15%を想定。	0%	
発電コストの諸元	JOGMEC調査事業 小規模地熱発電のうち温泉発電導入促進について 事業性概略評価シート	経済産業省 第3回調達価格等算定委員会(平成24年3月) 日本地熱開発企業協議会 提出資料		
設備利用率	83%(長期エネルギー需給見通し 関連資料)(平成27年7月)			
買取価格	40円(H28年度)		26円(H28年度)	
稼働年数	15年(FIT買取期間)	40年(長期エネルギー需給見通し 関連資料)(平成27年7月)		
発電用の井戸	既設井戸を活用	新規に井戸を掘削		



# 大規模地熱発電の導入における地元への経済効果

平成28年度 地熱発電の推進に関する研究会(2017)

## 安定した電力としての効果



## 熱源としての効果

施設園芸、養殖、温泉レジャー施設などに活用可能。

30,000kWの発電の場合、熱利用効果を灯油に換算すると、



毎年、約15,474kL(約6億円相当)の代替効果が見込まれる。

(参考)100kW:0.02億円、1000kW:0.19億円、15000kW:3.12億円

大規模地熱発電は、発電事業及びその熱を有効利用することで、地域産業を活性化させ、雇用効果を生むとともに、地域経済全体の成長にも寄与することが可能な電源

# 地域における熱利用の最近の実例

1. 岩手県八幡平市(マッシュルーム・馬ふん堆肥)
2. 鹿児島県指宿市(胡蝶蘭・マンゴー・観葉植物)
3. 北海道赤井川村(各種野菜)
4. 宮城県大崎市(果物・野菜乾燥・メタン発酵)
5. 大分県別府市(花卉栽培・きくらげ)
6. 北海道森町(トマト・きゅうり・葉物野菜・花卉)
7. 大分県九重町(バラ・パプリカ・トマト)
8. 秋田県湯沢市(葉物・乾燥野菜・牛乳低温殺菌)

.....

**野菜・花卉中心＋地域ごとの特徴**

# 地熱発電の規模による地域への経済効果の評価(電力)

(モデルケースにおける試算結果であるので要注意)

規模	年数	総経済効果	年当り経済効果	年・kW当り経済効果
100kW	15年	4.2億円	2800万円／年	28万円／年・kW
1000kW	40年	35.0億円	8750万円／年	8.75万円／年・kW
15000kW	40年	70.0億円	1億7500万円／年	1.17万円／年・kW
30000kW	40年	103.0億円	2億5750万円／年	8600円／年・kW

⇒規模が大きくなるにつれて、総経済効果・年当り経済効果は大きくなるが、年・kW当りの経済効果を見ると、逆に、規模が大きくなるにつれて、見掛け上、経済効果は小さく感じられる。

これは中小規模であればFITによる売電収入が直接地域へ入り、また、FIT価格が1万5000kW未満の方が大きいことによる。ただし、中規模は資源開発におけるリスクが地元にあるが、大規模の場合、地元はリスクがないが、見掛け上、経済効果は小さく感じられる。

⇒大規模の場合、地域への効果を大きくするために、地元への一定の還元を考慮する必要があるのではないか。その際、⇒従来型開発モデルではなく、新たなビジネスモデル創出の必要性。たとえば、リスクの減った開発段階での地域の部分的オーナーシップへの取り組み(NZマオリ族の例あり)

# 地熱発電の規模による地域への経済効果の評価(熱利用)

(モデルケースにおける試算結果であるので要注意)

発電規模	熱水流量(t/h)	年数	総経済効果	年当り経済効果	年・(t/h)当り経済効果
100kW	6	15年	200万円	13.3万円/年	2.20万円/年・(t/h)
1000kW	10	40年	1900万円	47.5万円/年	4.75万円/年・(t/h)
15000kW	168	40年	3億1200万円	780万円/年	4.64万円/年・(t/h)
30000kW	308	40年	6億2400万円	1560万円/年	5.06万円/年・(t/h)

⇒規模が大きくなるにつれて、総経済効果・年当り経済効果は大きくなるが、年・(t/h)当りの経済効果を見ると、100kWはやや小さいが、1000kW以上は大きな差はない。

これは小規模の場合、流量がもともと少ない。いずれの規模でも、流量が多くなれば、それに比例して総経済効果も年・流量当り(t/h)経済効果もあがる。したがって、熱利用の効果をあげるためには、熱水流量を増やすことが効果的である。⇒大規模程、より効果的

# 地熱発電の地域への経済的貢献における課題

- 中小規模は地域の事業主体が直接的に関与しており、FITによる売電収益が直接地域に入り、地域合意という観点からは、比較的問題は少ない。ただし、利益の分配と言う観点からすると、関連する事業者に限られ、地域全体に貢献しておらず、議論があると考えられる。**自治体が主体的に関与すれば、この問題は解決される。**
- 大規模の場合、地域はリスクなく、長期間にわたって利益を得ることができる。ただし、発電のみとすると、見掛け上、年・kW効果の観点からは、やや魅力が薄れる印象がある。そこで、**開発リスクの減った発電開始以降、地元から一定の投資**を受け、それに応じて、地域に還元する方法はどうか。
- 地域貢献を考える以上、規模に拘わらず、**発電だけでなく、熱水利用**を考えるべきで、この場合、多量の熱水が利用できる**大規模が優位**になる。

