

最近のわが国の地熱発電の状況

地熱情報研究所代表

九州大学名誉教授

江原幸雄(えはらさちお)

<http://www.igigeothermal.jp>

2015年11月27日 諸富先生科研費勉強会

多様な地熱エネルギー：温度による分類

(1) 超高温地熱(400℃以上) 将来型資源(火山性)

マグマ・延性帯・高温岩体、熱交換、発電主、局部的・地域的、主として基礎的研究

(2) 高温地熱(200–350℃) 地熱発電(火山性)

天然の高温高圧蒸気、発電、局部的、持続可能性保証、新資源の発見

(3) 低・中温地熱(数10–百数10℃) 直接利用(火山性)

中低温熱水、直接利用、バイナリー発電、局部的・地域的、経済性(総合的技術開発)

(4) 地中熱(10–20℃) 普通の地域の地熱(非火山性)

浅い地層・地下水の熱、室内冷暖房、温水供給、ヒートポンプ、普遍的、
経済性(総合的技術開発)、普及活動、ヒートアイランド現象、地球温暖化問題

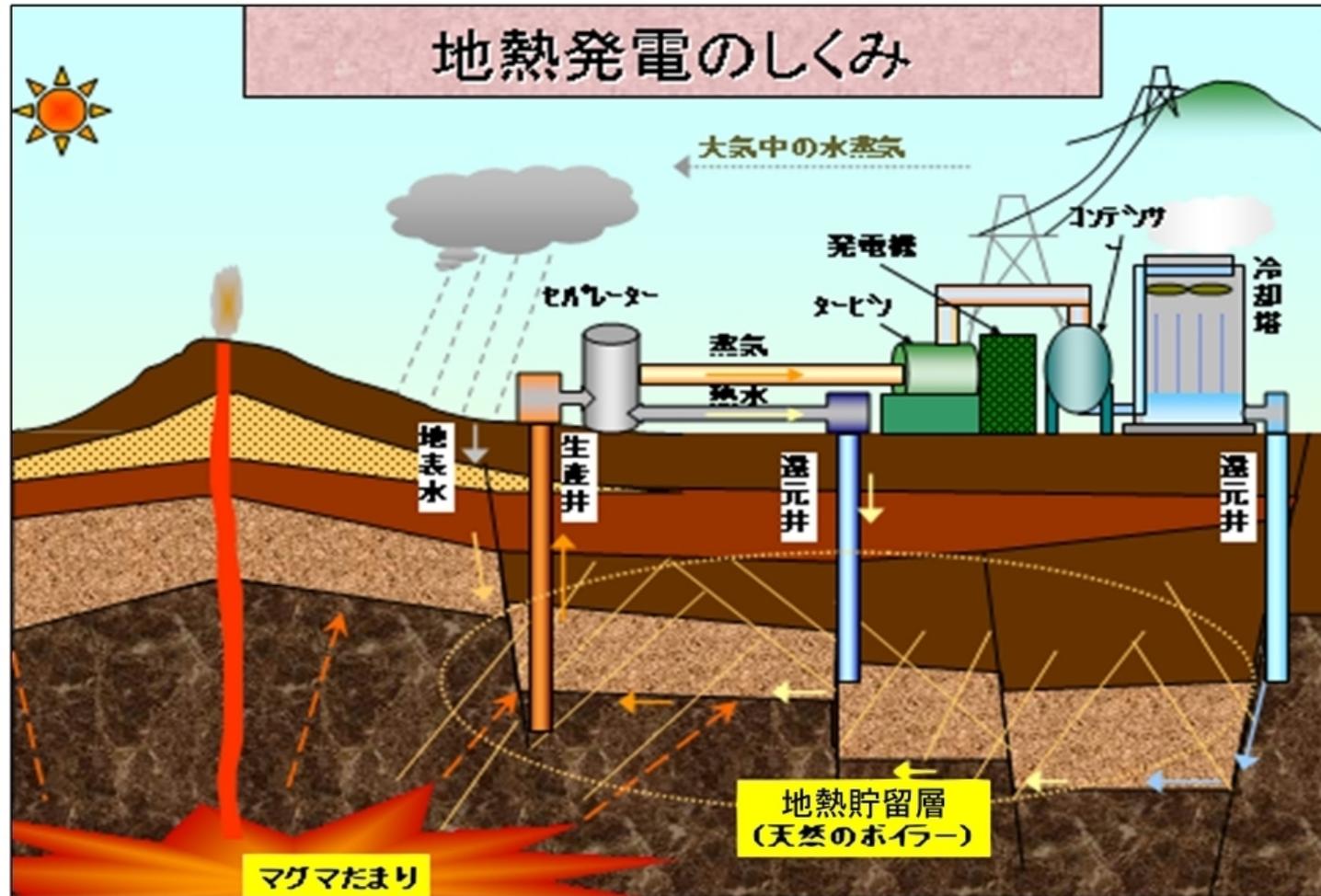
*EGS (Enhanced Geothermal System) 発電という技術が進展すれば資源量はより増大する。

地熱発電システム

日本地熱開発企業協議会、2012

地熱発電とは

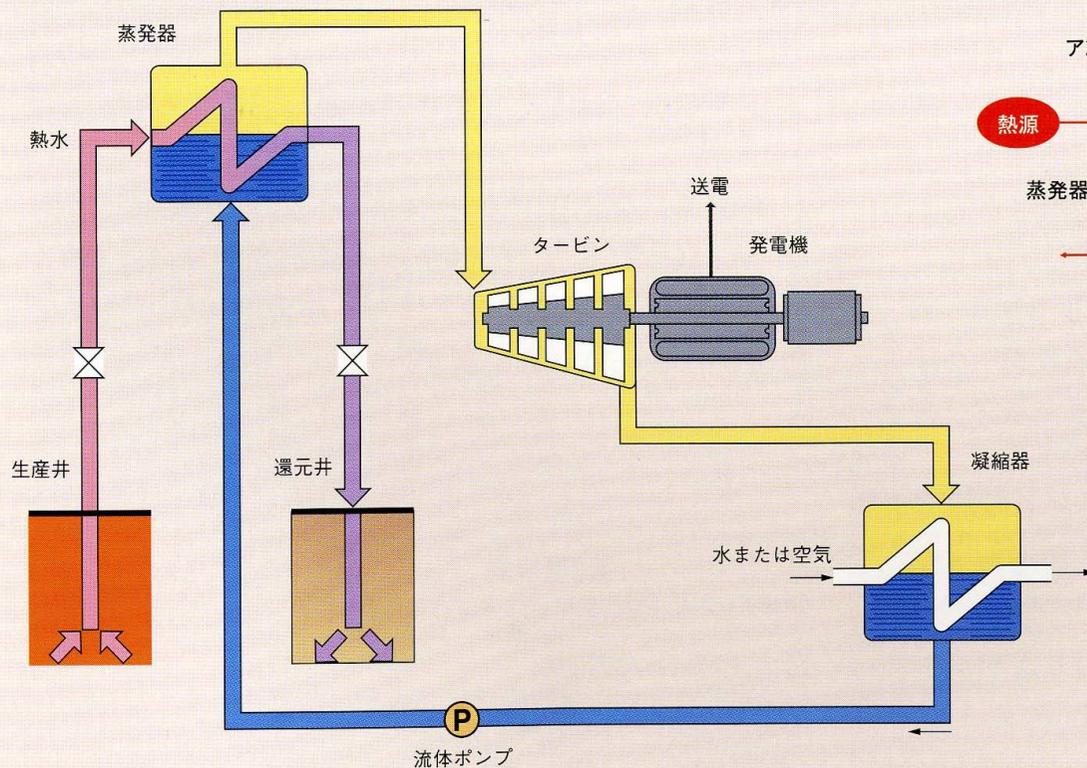
地熱発電とは、地中深くから得られた蒸気で直接タービンを回して発電するものです。一緒に出る熱水は還元井を使って再び地下に戻して再利用に役立っています。



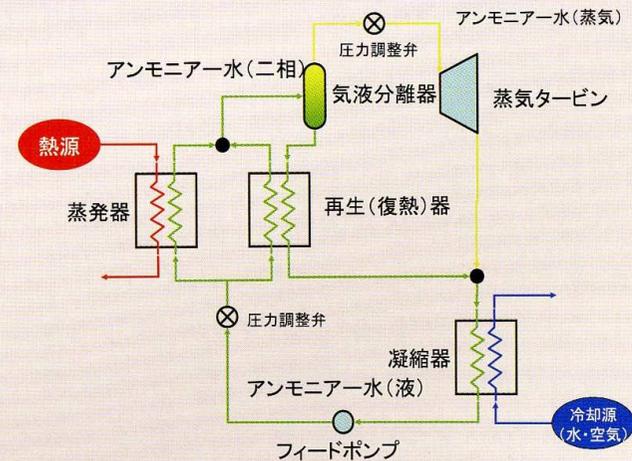
新しい発電方式：バイナリー発電

80°Cの温泉水でも発電できる！ NEF(2007)

■ バイナリー発電



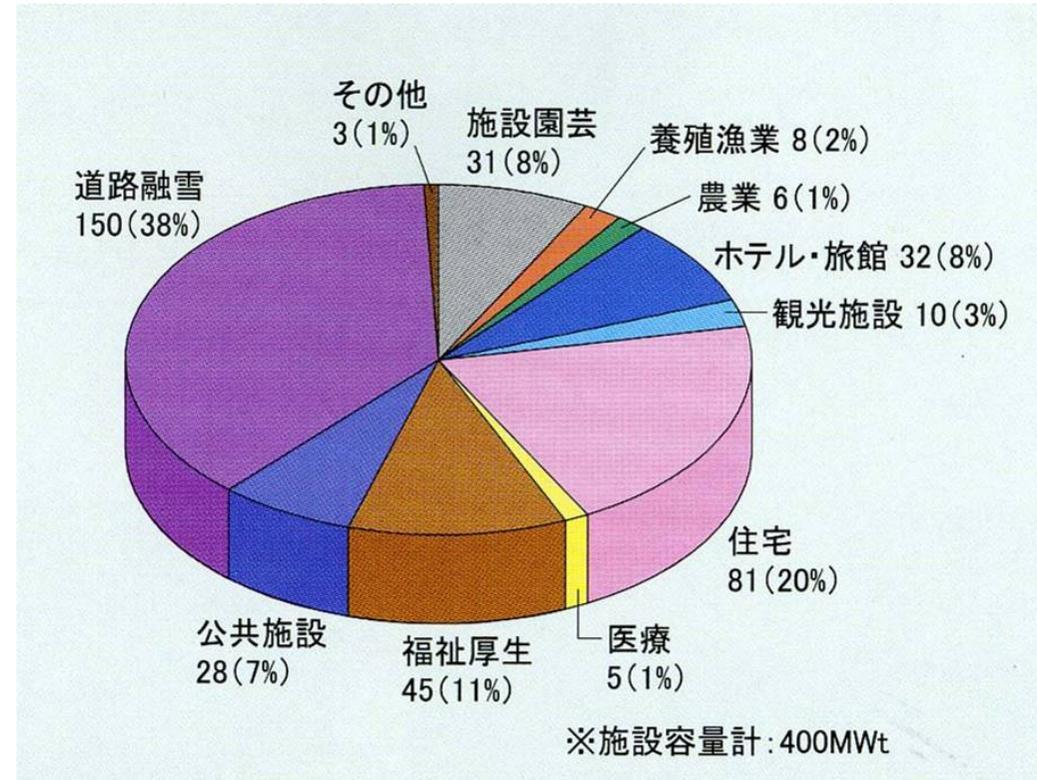
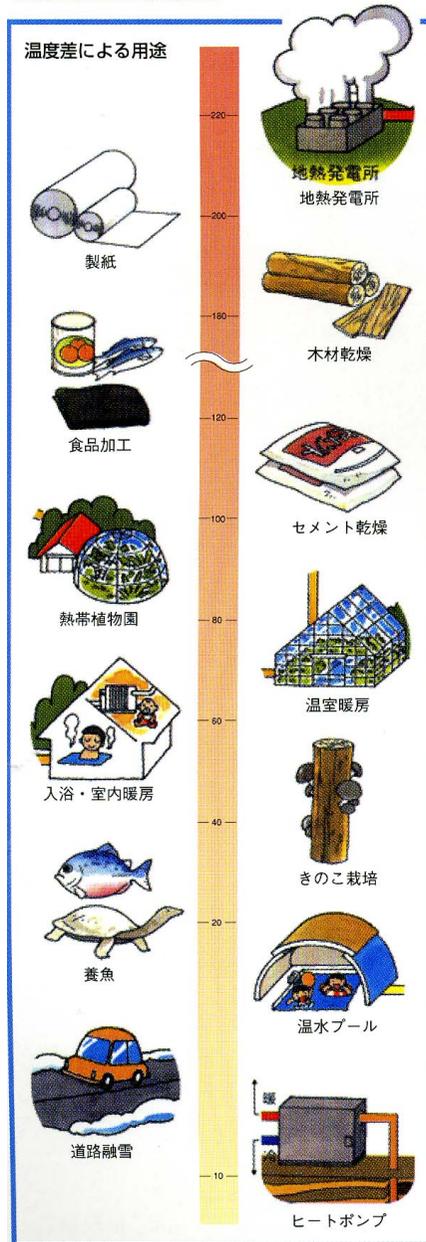
カーリーナサイクル発電システムの例



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

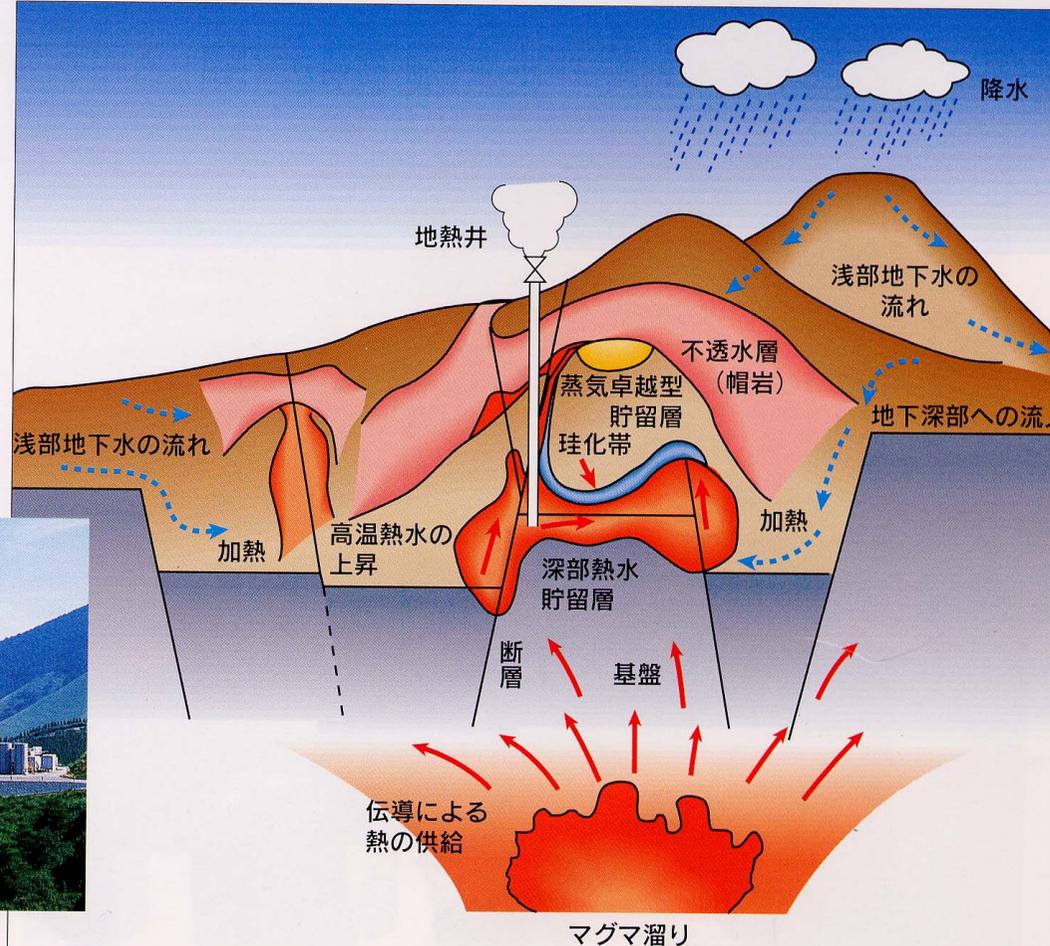


地熱発電所ができるまで

調査・概念モデル・数値モデルの作成→発電量予測
+環境アセス等諸手続き+発電所建設

⇒大規模地熱発電所:長いリードタイム(10年~)必要
しかし、中小規模地熱発電所:数年で運転開始が可能

■地熱構造概念図



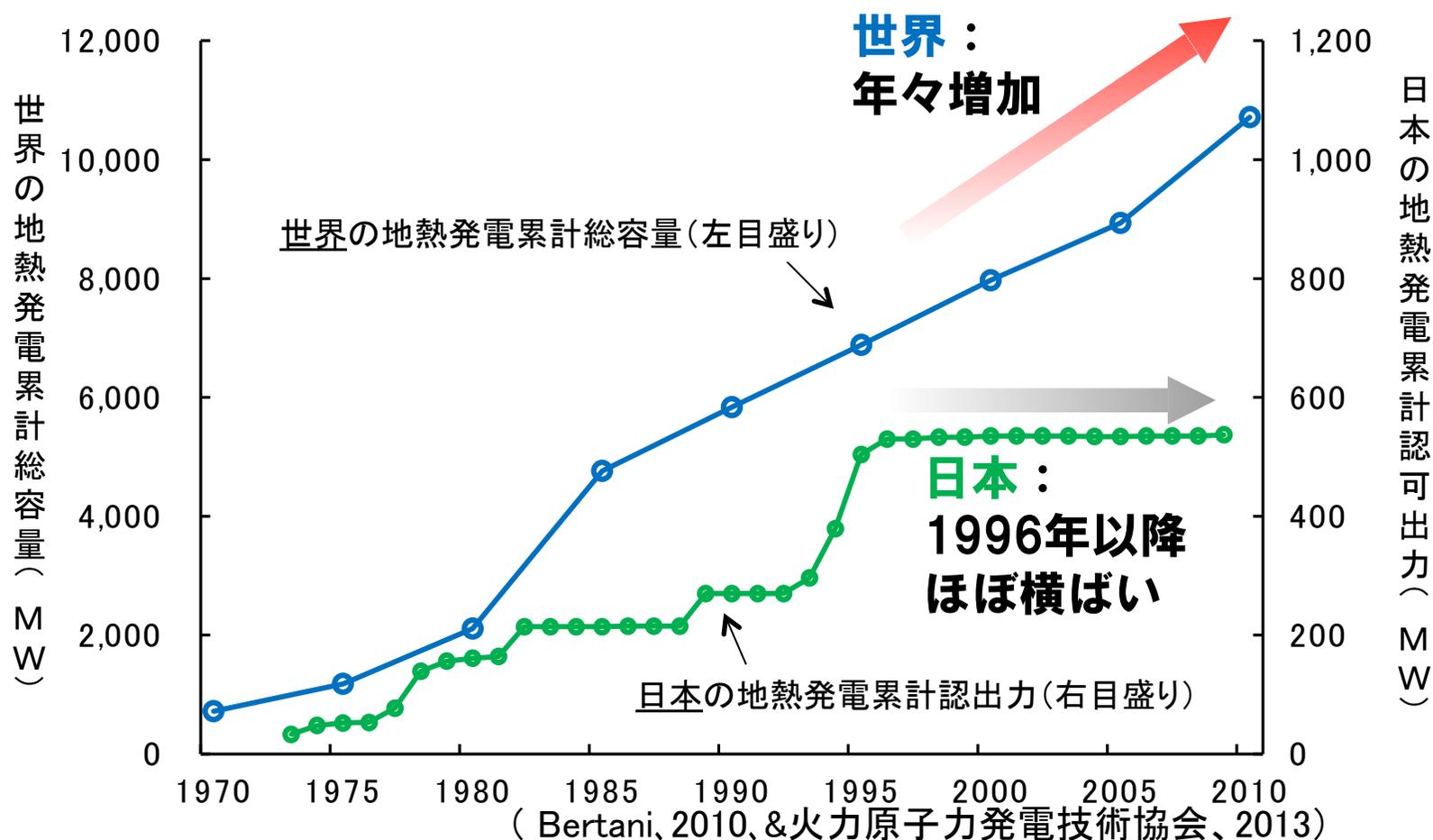
■蒸気井掘削状況



地熱発電の最近の動向(3.11まで)

「進展する世界と停滞する日本(90年代半ば:世界第5位⇒2015年:世界第9位)」

＜世界と日本の設備容量の推移＞



最近までの地熱開発の世界の動向と日本

世界各国は地球温暖化対策、エネルギーセキュリティの観点から、地熱を含めた再生可能エネルギー開発を重要視し、高い数値目標の設定、政策的支援を行っている。

- アメリカ:2035年に再生可能エネルギー80%
- アイスランド:2030年全電力再生可能エネルギー
- ニュージーランド:2030年90%再生可能エネルギー
- インドネシア:2025年再生可能エネルギー17%

非火山国のドイツ(バイナリー発電)、EU(高温岩体発電)、オーストラリア(高温岩体発電、最近撤退のきざし)でも

日本だけが取り残されつつあった(地熱資源ポテンシャル世界第3位、日本の発電タービンの世界シェアは世界全体の70%! ねじれ現象!)

⇒2015年に入って、エネルギー基本計画・エネルギー構成の見直し
(2030年 RE全体:22~24%) (地熱:全電力の1.0%、150万kW
=太陽光1000万kW相当)

わが国の地熱発電における問題と解決への方向

資源量・技術力はあるが利用が進まなかった⇒近年改善の方向！

背景

○国の政策：近年原発重視⇒福島第一原発事故後再生可能エネルギー重視へ転換？(民主党政権)⇒**原発依存度削減？ RE増加(自公政権)**

三大障壁

(1)発電コスト問題(3.11前の状況：石炭火力発電・原発の2～3倍)
(*ただし、長期的に見ると必ずしも高いとは言えない。)

⇒**2012年以降固定価格買取制度の導入と政府の支援復活⇒大いに前進**

(2)国立公園問題(有望資源の80%以上が国立公園特別地域内)

⇒**国立公園2種3種特別地域でも条件を満たせば発電所建設可能。**

⇒**2013年7月、国立(国定)公園内での調査井掘削の開始**

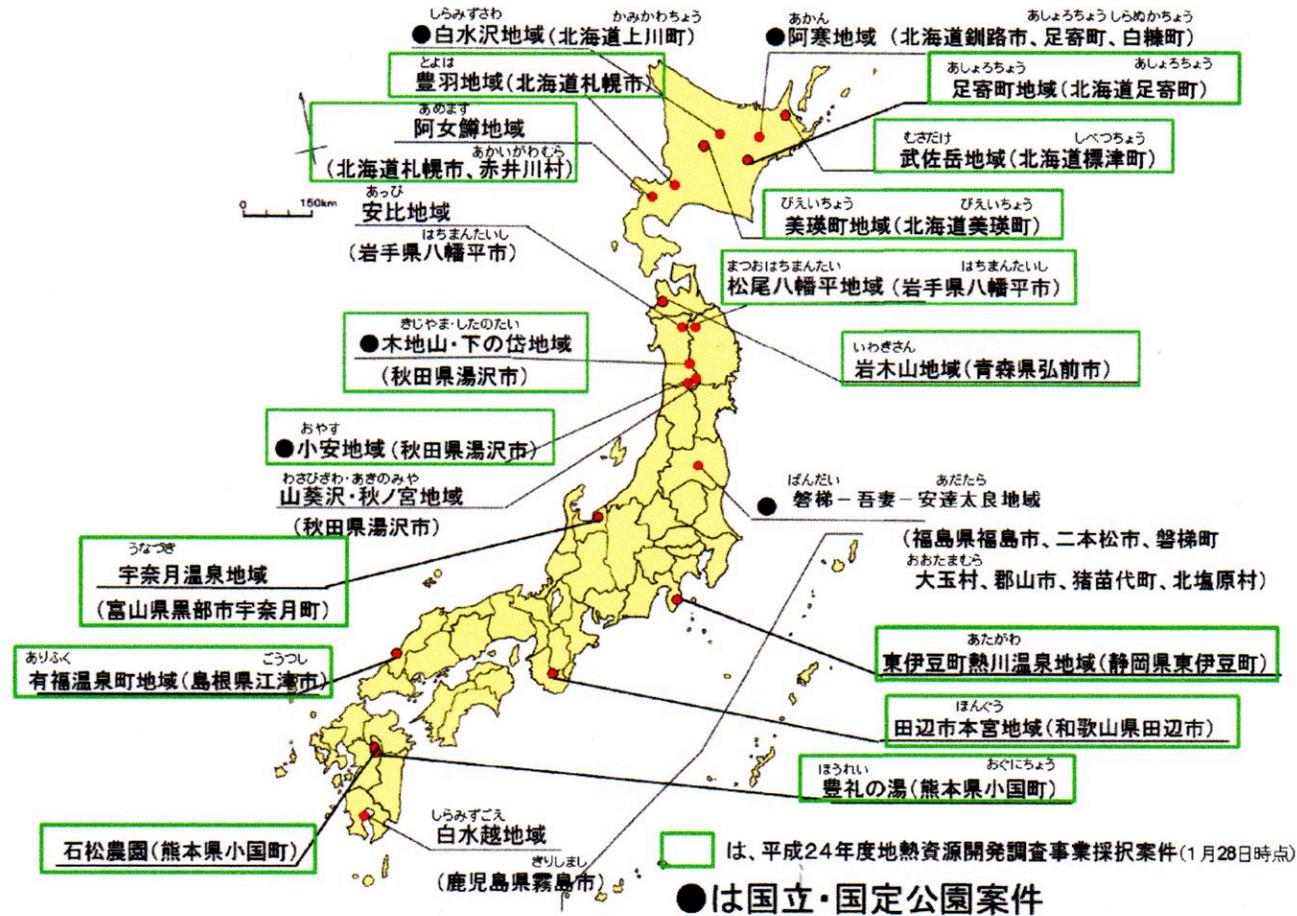
⇒**更なる規制緩和の見込み(環境省優良事例検討会・規制制度改革会議)**

(3)温泉問題(周辺温泉への悪影響が生じるのではないかとの懸念)

既設17地熱発電所では影響問題は発生しておらず、むしろ、周辺温泉事業者と共生が進んでいる。しかし、新規計画地点で、温泉関係者の理解が必ずしも得られていない場所あり⇒**地域ごとの解決可能性**

最近の主な地熱調査・開発地点 (経済産業省、13/06/07)

【参考2】最近の主な地熱調査・開発地点（検討中の地点を含む）



JOGMECによる地熱資源開発調査事業費助成金採択案件 (助成および債務保証)(JOGMEC,2015年1月現在)



地熱資源開発調査事業費助成金が順調に拡大

JOGMECは、2014年度、23件(新規案件10件、継続案件13件)の助成事業を採択しました。
地域振興につながる地元の地熱関係法人への支援も8件と拡大しています。

採択案件位置図 (助成及び債務保証)

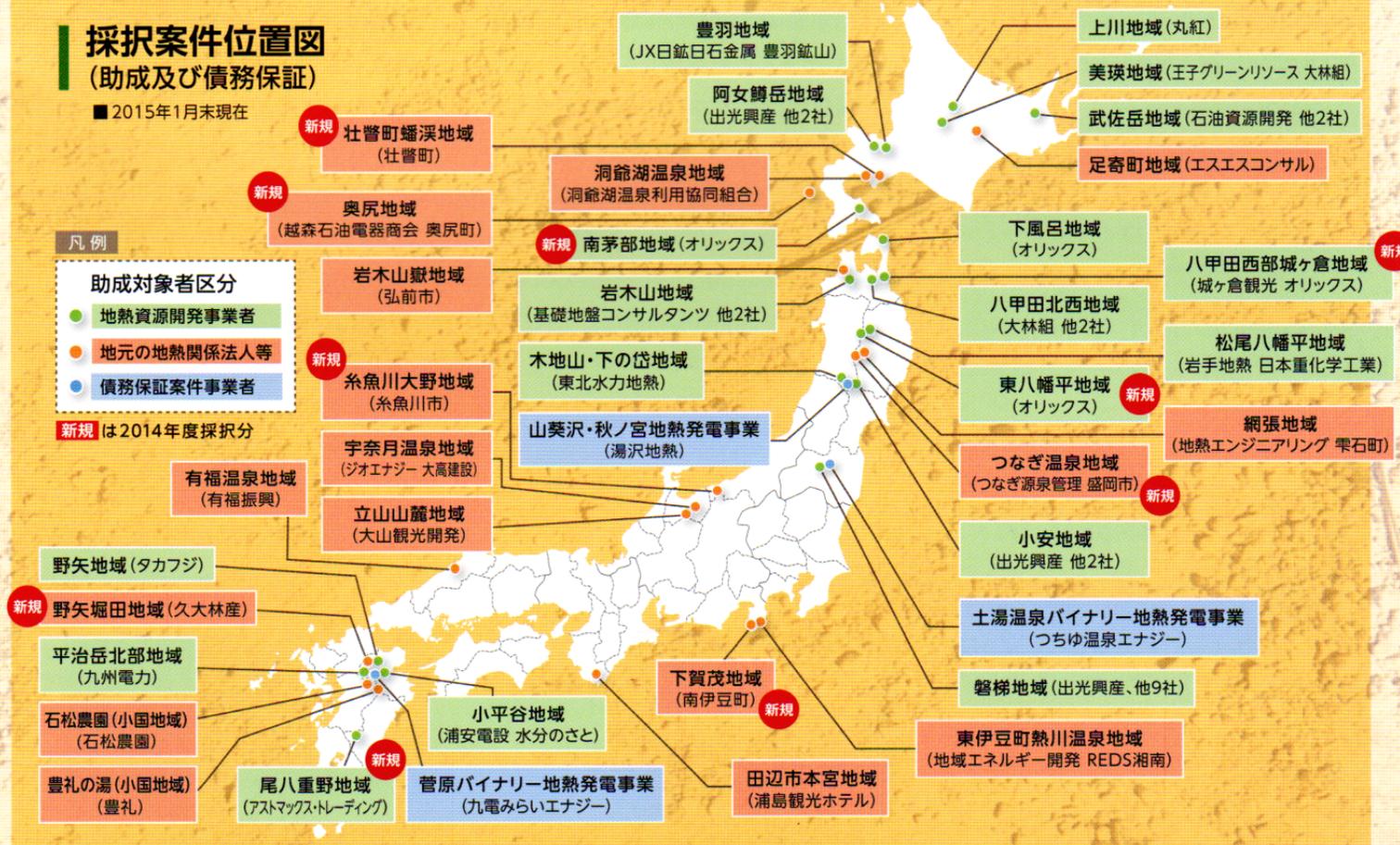
■ 2015年1月末現在

凡例

助成対象者区分

- 地熱資源開発事業者
- 地元の地熱関係法人等
- 債務保証案件事業者

新規 は2014年度採択分



経済産業省予算の増加(H24 ,25 ,26 ,27 & 28)

予算	H24 億円	H25 億円
(1)地熱資源開発調査事業	90.5	75.0
(2)地熱発電技術研究開発事業		9.5
(3)地熱開発理解促進関連事業		28.0
財政投融资		
(1)出資	50.0	60.0
(2)債務保証	10.0	20.0
合計	150.5	→ 192.5
		↓
平成26年度予算		222.0
平成27年度予算		237.8
平成28年度概算要求		平成27年度予算以上

今後数年間における地熱発電展開の見込み

地熱発電を取り囲む最近の状況

1) 発電コスト問題における固定価格買取制度の効果⇒ 多くの参入者
⇒ 地域によっては乱開発気味のところがある。持続可能性が鍵。

2) 時間のかかる法的環境アセス(現状: 4年間程度必要⇒ 半減?)

大規模発電の環境: 計画中の山葵沢地熱発電所(4万2000kW)

⇒ 2019年運転開始予定(環境アセスに入っている)

○ 中規模以下(7500kW未満)であれば早期実現可能性。

JOGMECより債務保証

福島県土湯温泉: 400kWバイナリー 平成27年7月発電開始予定

大分県九重町: 5000kWバイナリー 平成27年6月発電開始

⇒ 当面(～2020年頃～) 数1000kW規模(+段階的地熱開発)

+ 小規模温泉発電(バイナリー+湯けむり)

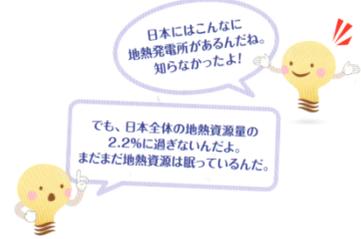
(国立公園問題、特に温泉問題は早急に解決する必要あり)

当面(～2020年頃) 太陽光発電や風力発電等に頑張ってもらい、
地熱発電は2020年頃以降本格的な寄与を目指す。

日本の地熱発電所最新(2015年7月) 従来17か所⇒29か所 日本地熱協会

日本で現在稼働している地熱発電所

日本で稼働中の地熱発電所の設備容量は合計約52万kW、世界第9位です。(2015年現在)



所在地	発電	蒸気・熱水供給	認可/認定出力(kW)	発電方式	運転開始日	FIT制度 活用の有無	
森発電所	北海道 森町	北海道電力(株)	25,000	DF	1982.11.26		
松川地熱発電所	岩手県 八幡平市	東北水力地熱(株)	23,500	DS	1966.10.08		
葛根田地熱発電所	岩手県 雫石町	東北電力(株)	東北水力地熱(株)	(1号) 50,000	SF	1978.05.26	
				(2号) 30,000	SF	1996.03.01	
大沼地熱発電所	秋田県 鹿角市	三菱マテリアル(株)	9,500	SF	1974.06.17		
湍川地熱発電所	秋田県 鹿角市	東北電力(株)	50,000	SF	1995.03.02		
上の岱地熱発電所	秋田県 湯沢市	東北電力(株)	28,800	SF	1994.03.04		
鬼首地熱発電所	宮城県 大崎市	電源開発(株)	15,000	SF	1975.03.19		
柳津山熱地熱発電所	福島県 柳津町	東北電力(株)	65,000	SF	1995.05.25		
七味温泉ホテル深山亭 バイナリー発電所	長野県 高山村	七味温泉ホテル(株)	20	B	2014.04	F	
八丈島地熱発電所	東京都 八丈町	東京電力(株)	3,300	SF	1999.03.25		
湯村温泉観光交流センター 業師温泉バイナリー発電所	兵庫県 新温泉町	新温泉町	40	B	2014.04		
杉乃井地熱発電所	大分県 別府市	(株) 杉乃井ホテル	1,900	SF	2006.04.01		
瀬戸内自然エナジー発電所		(株) 瀬戸内自然エナジー	48	B	2013.01	F	
五湯苑地熱発電所		西日本地熱発電(株)	92	B	2014.01	F	
タタラ第一発電所		日本地熱興業(株)	49	B	2014.07	F	
湯山地熱発電所		西日本地熱発電(株)	100	B	2014.10	F	
亀の井発電所		地熱ワールド工業(株)	11	B	2014.11	F	
コスモテック別府 バイナリー発電所		(株) コスモテック	500	B	2014.11	F	
滝上発電所		九州電力(株)	出光大分地熱(株)	27,500	SF	1996.11.01	
九重地熱発電所		(株) まきのとコーポレーション	990	SF	2000.12.01	F	
大岳発電所		九州電力(株)	12,500	SF	1967.08.12		
八丁原発電所	九州電力(株)	(1号) 55,000	DF	1977.06.24			
		(2号) 55,000	DF	1990.06.22			
		2,000	B	2006.04.01			
菅原バイナリー発電所	九電みらいエナジー(株)	九重町	5,000	B	2015.06.29	F	
小国まつや地熱発電所	熊本県 小国町	(合) 小国まつや発電所	50	B	2014.04	F	
わいた地熱発電所	熊本県 小国町	合同会社わいた会	1,995	SF	2014.12	F	
大霧発電所	鹿児島県 霧島市	九州電力(株)	30,000	SF	1996.03.01		
霧島国際ホテル地熱発電所	鹿児島県 霧島市	大和紡観光(株)	100	SF	2010.11.01		
山川発電所	鹿児島県 指宿市	九州電力(株)	25,960	SF	1995.03.01		
メディオリス指宿発電所	鹿児島県 指宿市	(株) メディオリスエナジー	1,410	B	2015.02	F	

DS: トライスターム SF: シングルフラッシュ DF: ダブルフラッシュ B: バイナリー F: 固定価格買取制度認定発電所

地域の視点から見た地熱発電への新しい取り組み

「地域振興の結果、地球温暖化・エネルギー問題に貢献」という視点

- 大規模発電(万kW級)地域分散型電源システムの核(5万kW:初期投資 300億円程度)
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)、……
地域:開発段階での部分オーナーシップへの取り組みは(NZマオリ族の例)
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・持続的な関与(長期的利益配分および地域の意思の表示)
- 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、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!
- 小規模発電(10~250kW級)地域事業(初期投資 数千万円~数億円程度以下)
主体:温泉経営者、地元企業、地元エネルギー組合、……

多様な政府の支援事業:「地熱開発理解促進関連事業」(経産省)、「地熱資源開発調査事業」(経産省・JOGMEC)、「地熱開発加速化支援・基盤整備事業」(環境省)の積極的利用

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m²(30mX50m), 高さ5m



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m²(600mX800m), 高さ12m



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m², 高さ < 23m



山葵沢地熱発電所完成予想図 (湯沢地熱株式会社) 高さ<23m



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

地熱発電の当面の目標

まず、**現在より+100万kW & シェア1%**を
2020年代のできるだけ早い段階に達成しよう！
(太陽光発電1000万kWに相当)

⇒2050年に、どの程度実現できるかの道筋が
描けるのではないか？

いくつかの数値目標例

○環境省再生可能エネルギー推進構想原案(2030年 ~388万kW)

○2050年地熱エネルギービジョン (1222.8万kW, シェア10.2%)

○村岡による地熱資源ポテンシャル(2347万kW)

エネルギー基本計画(H26.4.11)⇒長期エネルギー需給見通し(H27.7.16)

地熱発電 2030年度1.0~1.1%(140万~155万kW)

地熱発電に関するまとめ

- 地熱発電は、地域、そして、国レベルの重要な電源となることができる。2014年頃から新規発電所運転開始
2011年 日本0.3%(⇒2030年1%、2050年10%～目標)
- 24時間安定して発電でき、ベースロード電源として(災害時の非常用電源としても)貢献可能。
- 技術的よりも、(経済的・)社会的課題が大きい。
- 分散型電力供給システムの核(基盤)となることが可能。
- 地熱エネルギーは発電だけでなく、熱利用にも貢献可能。
したがって、地域ごとに多様な貢献が可能。