

【論文】

日本の地熱発電政策のありかた

長山 浩章

要 約

日本では地熱発電の熱源資源量はインドネシア、米国に次ぎ世界3位であるにも関わらず、全電力量の0.28%しか使われていない。これには資源の賦存が国立公園内に多くあること、温泉事業者等の反対などが理由として挙げられてきた。しかしながら、本当の理由は国が原子力発電推進のため、小規模でコストのかかる地熱発電を本格的に推進してこなかったことにある。本稿で提案するのは半官半民の強力な地熱推進機構の設置である。

1. はじめに

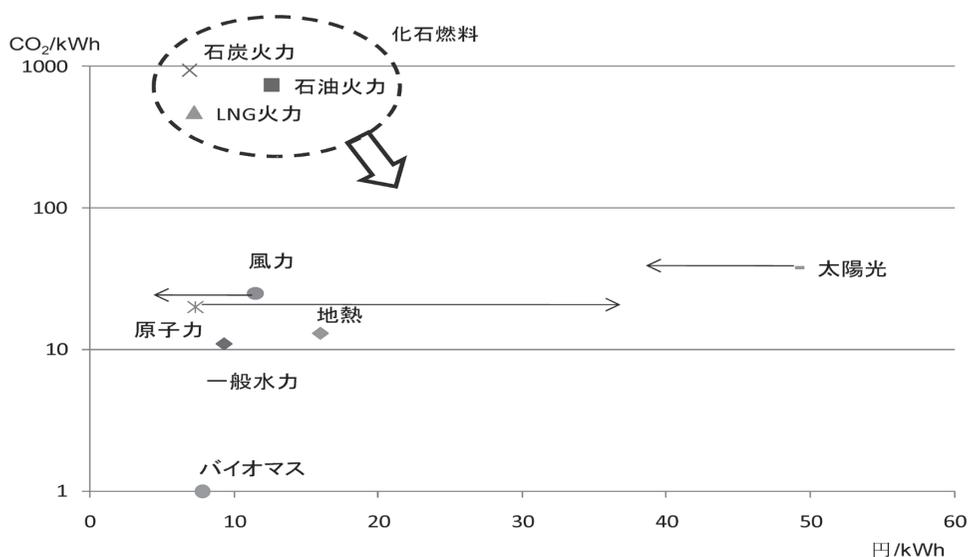
多くの新聞雑誌等で、「脱原発」という論評がなされているが、短期的には実際の経済活動や、生活、二酸化炭素排出問題、中長期的には、周辺国からの脅威に対抗する国力を維持していくためには早期の“脱原発”は現実的ではない。さらには、原子力は電気自動車を充電するための夜間電力、夜間、揚水発電のため水を上げるなど、ベース電源として重要な役割を担っており、直ちにこれに代わる電源は現時点では存在しない。しかしながら、新規原発の開発は当面困難であるというのが日本政府の見解である。現在稼働中の原発は、その経年化とともに廃棄されていく方向にある。

こうした中で、中長期で原子力の代替となりうるベース電源として地熱発電の持つ意味は大きい。

地熱発電は地震国である我が国に豊富に賦存するマグマから熱と蒸気を取り出すものであり、本来はより開発されていて然るべきものである。現在注目されている太陽光発電、風力発電は自然条件に大きく依存し、周波数変動などを起こす「質の悪い」電力であり、系統の潮流にも大きな影響を与える。これに対して地熱発電は、自然条件に比較的左右されない再生可能エネルギーであり、設備利用率も70-90%と高く、安定した我が国独自の資源を活用したベース電源として、原発の代替として活用できる。

図1はコストとCO₂排出量の2軸でみた各エネルギーのコストである。地熱はkWhあたりのコストは化石燃料より高いが、CO₂排出量は低い。

化石燃料は蒸気の供給不安の他にCO₂対策として、二酸化炭素回収貯留：CCS (Carbon Capture and Storage) が求められ、コスト高になっていく。太陽光、風力は生産量が増えるほど規模の経済により単位あたりコストは下がる。原子力は今後より堅固な安全対策費用を求められ、さらにバックエンド費用、今回の事故のような賠償費用を加えれば、コストは大幅に増加する。



注 1：一般水力、石油火力、LNG 火力、原子力の kWh 単価については出所資料より。割引率は 1%、利用率は中間の数字を用いた。運転年数は一般水力 40 年、石油 15 年、LNG 15 年、石炭 15 年、原子力 16 年。

注 2：バイオマスは RPS 相当量 + 電気。風力はレンジの中の中間値をとった。

注 3：矢印は今後の方向。

出所：CO₂ 係数は電力中央研究所（2010）「日本の発電技術のライフサイクル CO₂ 排出量評価」、一般水力、石油、LNG、石炭、原子力の kWh 単価は平成 16 年 1 月 16 日総合資源エネルギー調査会資料、風力、バイオマス、小水力、地熱については総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会平成 21 年 8 月 31 日資料。

図 1 各エネルギーの kWh 単価と CO₂ 排出量

2. 日本の地熱発電開発の現状

地熱発電は 1913 年にイタリアで世界初の発電が開始され、日本においては 1919 年に海軍中将山内万寿治氏が大分県で掘削に成功し、それを引き継いだ東京電灯の太刀川平治博士が 1925 年に日本の最初の地熱発電に成功した¹。さらに実用のもは日本では 1966 年に東北で松川発電所が日本で初めて運開し、その後石油ショックを経て、石油代替エネルギーとしてサンシャイン計画など、国の支援のもと電力会社や事業会社によって開発がなされてきた。ところがこれは日本の地熱政策により研究開発費、補助金が大きく減少したと関係がある。1999 年に八丈島地熱発電所が運開して以来、10 年以上新規立地が全くない状態が続いている（図 2）。

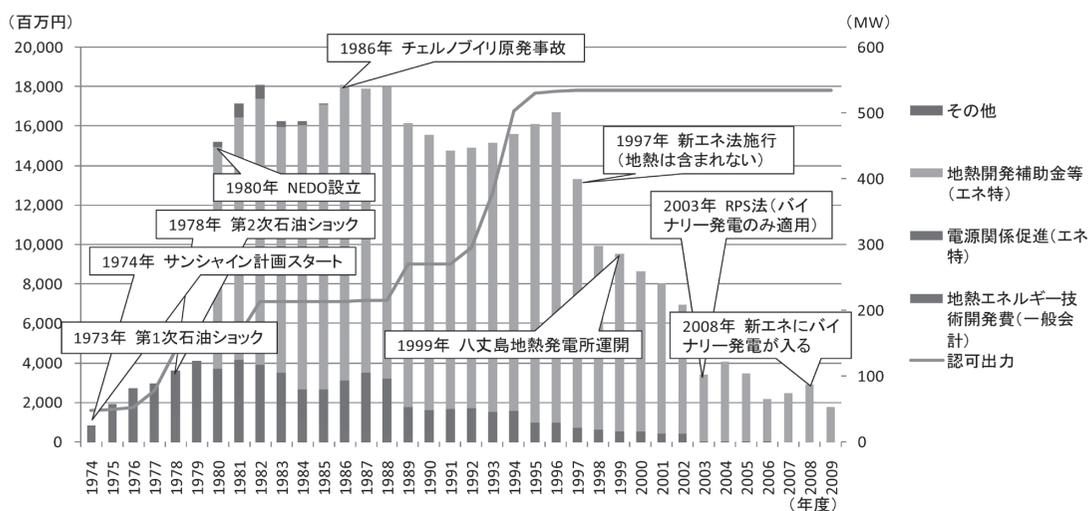
3. 日本の地熱発電開発のポテンシャル

日本では地熱発電の熱源資源量は、インドネシア、米国に次ぎ、世界三位で、20,540 MW の導入ポテンシャルがある²が、現在でも、536 MW の設備容量しか利用されていない。表 1 にあるよ

¹ 地熱学会「日本の地熱発電」http://wwwsoc.nii.ac.jp/grsj/jgea/index1_4.html

² 資源エネルギー庁地熱発電に関する研究会中間報告（平成 21 年 6 月）

長山：日本の地熱発電政策のありかた



注：エネ特：エネルギー対策特別会計
 出所：「地熱発電の現状と動向（2009）」火力原子力発電技術協会より作成

図2 日本の地熱政策予算と地熱発電設備容量の推移

表1 世界の地熱主要国の地熱発電設備容量と地熱資源量

	地熱発電設備容量 1995年 (MW)	地熱発電設備容量 2010年 (MW) (A)	地熱発電設備容量 1995-2010 伸び率 (%)	地熱発電設備容量 2015年予測 (MW)	地熱資源量 (MWe) (B)	2010年時点 利用率 (%) : (B/A)	地熱の全発電量に占める割合 (%) (C/D)
アメリカ	2,817	3,093	0.6%	5,400	23,000	13.4%	0.38%
フィリピン	1,227	1,904	3.0%	2,500	6,000	31.7%	17.21%
インドネシア	310	1,197	9.4%	3,500	16,000	7.5%	5.58%
メキシコ	753	958	1.6%	1,140	6,000	16.0%	2.67%
イタリア	632	843	1.9%	920	3,267	25.8%	1.88%
ニュージーランド	286	628	5.4%	1,240	3,650	17.2%	10.89%
アイスランド	50	575	17.7%	800	5,800	9.9%	16.94%
日本	413	536	1.8%	535	20,540	2.6%	0.28%
ケニア	45	167	9.1%	530			16.49%
世界合計	6,833	10,715	3.0%	18,500	148,800	7.2%	0.32%

注：世界合計は表中の国以外を含む。
 出所1：1995年の設備容量は、IGA（国際地熱学会）のHP、2010年および2015年の予測は、Bertani（2010）による。
 出所2：地熱資源量は、日本は宮崎ほか（1991）：「全国規模地熱資源評価の研究地質調査所報告 第275号」イタリアは産業総合研究所（2008）：「地熱発電の可否圧可能性」、その他の国はStefansson（2005）、世界全体はGlitnir Geothermal Research（2007）。
 出所3：地熱の全発電量に占める割合（%）は発電（KWh）で計算。EIA（米エネルギー情報局）による。なお、インドネシア、ケニア、世界合計は2008年データ、それ以外は2009年のデータである。

うに、日本における利用率は 2.6% であり、世界の地熱資源国の平均 7.2% と比べても極めて低い開発度である。さらに、地熱発電の全電力量に占める割合をみると日本は 0.28% で全世界平均の 0.32% より低い。また例えばフィリピン並みの開発（資源の利用率 31.7%、全電力に占める割合で 17.21%）を行えば、原発 5 基分程度の 6,800 MW 程度が確保でき、重要なベース電源となる。

1995-2010 年で世界平均 3% の伸びで設備容量が増えているが、日本では 1.8% に過ぎない。

平成 22 年度環境省委託調査「再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」によれば地熱発電全体の賦存量 33,100 MW と推計され、このうちの導入ポテンシャルがあるのは 14,200 MW となっている。これらには後述の次世代型地熱発電である高温岩体発電は含まれていない。

4. 日本で地熱発電開発が遅れてきた理由

日本でこれまで本格的な地熱発電の開発などが遅れてきた理由には、国立公園による開発規制、国有林、温泉法などの開発規制、温泉事業者との調整などがあり、この結果としての採算性の問題があげられる。

これら規制における問題の他に、更に深刻なのが、地域住民の理解、とりわけ近隣の温泉組合との調整である。財政難に悩む孺恋村が地熱発電の建設を計画したところ、隣接する草津町がボーリング調査であっても草津温泉の源泉に影響する可能性があると猛反発したのは有名である。同じような地元の反対運動で阻止されているのは、大分、和歌山、熊本など多くの例がある。これらにおける一番の問題は個別事例における科学的検証が十分に行われていないことがある。

しかし、温泉法第二章四条によれば、温泉の源泉に影響を及ぼすと認められない場合は、都道府県知事が掘削の許可を出すとされている。つまり、個別事例における「科学的検証」が十分に行われていないことが、いちばんの問題なのである。たまたまある地域で、地熱発電の操業によって湯量や泉温に影響が出た事例があったとしても、それが必ずしもその他の地域に当てはまるとは限らないはずである。温泉業者の言う「万が一」に対処する科学的検証と、保証の仕組みづくりが必要だろう。また一日も早く温泉業者と地熱発電事業者が「win-win」の関係を作った成功例をつくることが重要であろう。

例えば今回の東日本大震災の影響で湯量や泉温が大きく変わった例もある。東京電力の八丈島地熱発電所は地熱発電と近隣住民が共存している好例である。タービンを回したあと、蒸気をその後活用や農業用水への熱供給に使われている（熱のカスケード利用）。この分野へのこれまで原発に投入してきた人、モノ、カネの投入により、問題の科学的な先行解決がのぞまれる。

また日本の場合、環境アセスメント（環境影響評価）に四年程度もかかることも問題となっている。諸外国はより短い期間であり法的側面からの短縮化が望まれる。

国立公園内の開発規制の問題もある。産総研の「地熱発電の開発可能性」（2008 年 12 月 1 日）によれば、150°C 以上の熱水系資源の 81.9%（19,220 MW 分）が国立公園特別保護地区・特別地域内となり開発の制約されている。国立公園の開発規制を受けない部分は 4,250 MW しかなく、このうち開発済みは 536 MW しかない。この規制に入らない未開発部分の開発が急がれると共に、規制の緩和や、規制対策地域を避けるような土地区画（ゾーニング）、また熱水／蒸気を取り出す技術

開発も必要だろう。

「地熱発電に関する研究会中間報告」（2009年6月）によると開発リスク、開発コスト低減に向けた環境整備が行われ、かつ地元との調整も行われるという前提で、国立公園の普通地域のポテンシャルを含め、発電原価20円/kWhまでのプロジェクトを含めれば1,130 MWが入ることが可能という計算がある。他方、2009年8月の経済産業省の「長期エネルギーの供給見通し（再計算）」では2030年の最大導入ケースで1,200 MWとしている。このあたりの数字がとりあえずの目標になろう。2010年5月28日に行われた経済産業省行政事業レビューにて、中小水力、地熱発電開発費等への補助金の妥当性が外部有識者にレビューされ「中小水力、地熱発電開発費補助金」については「廃止を含む見直し又はは改善」との結果となった。地熱開発もその開発コストに見合うメリットがあるかの点から厳しいコメントがなされた。

これら複合的なマイナス要因をクリアーする手間に見合っただけのメリットを民間事業者が得られないのが、日本の地熱発電開発の最大の問題であろう。

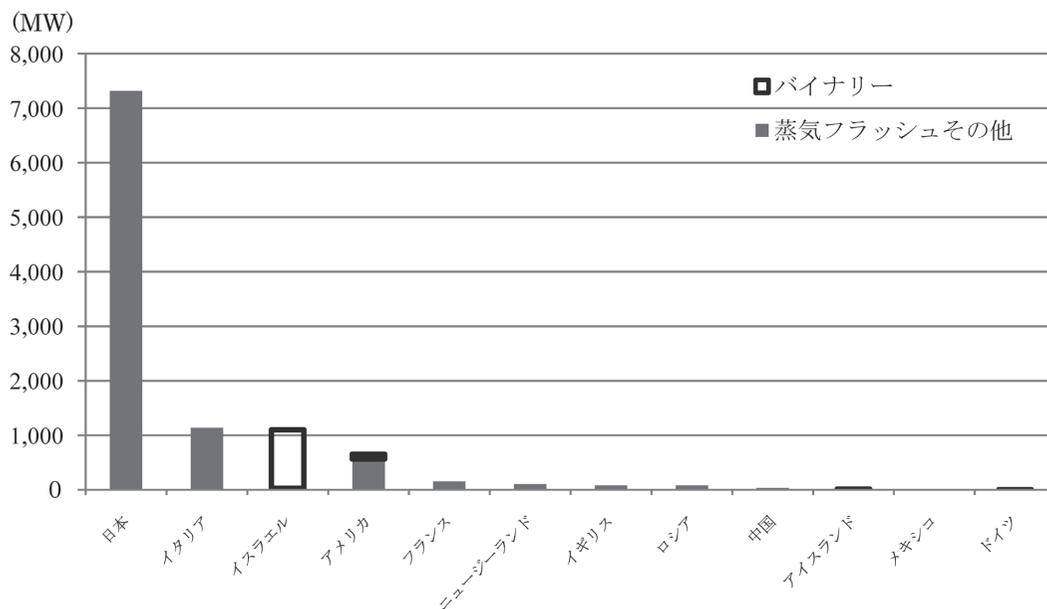
東日本大震災、福島第一原発の事故を経た現時点においては、これまでのコストメリット中心の評価基準から脱し、例えば外国からの輸入に頼るリスクに加えて、環境負荷などの外部経済等も考慮に入れた上での地熱発電の再評価が望まれる。

日本の地熱発電政策の大きな矛盾の1つは、既存の主流である蒸気フラッシュ発電を、新エネ法やRPSの対象外にしていること、その反面、バイナリー発電をその対象に入れて促進しようとしているかに見えるが、ボイラー・タービン主任技術者の設置義務や20 km規制により、実際上の投資促進を阻害していることになる。従って現在日本にはバイナリー発電は2件しか無い。また特に300 kW未満の小規模の場合、ボイラータービン主任技術者のコストが大きく影響する。これは電気事業法（昭和39年7月1日）により火力発電所の設置者にはボイラー・タービン主任技術者の常駐を義務付けるものである。これが諸外国で普及している小型バイナリー発電が日本で普及しない要因の1つとなっているという指摘は多くなされており、内閣府規制改革会議エネルギータスクフォース（2009年8月18日）においてもこのボイラー・タービン主任技術者の資格が実質的に実務経験のある電力事業者しかとれないという点から、小型バイナリー・タービン発電機に対する電気事業法等の規制緩和の提案がなされた。その後、総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会電力安全小委員会（第23回（2011年2月12日）及び26回（2011年2月24日））において検討が開始されることになった。

5. 日本企業の地熱技術力は世界屈指—規制により顕在化しない技術力

世界の地熱蒸気用タービンの7割が日本製であり（図3）、地下の開発評価技術では世界のトップクラスである³。また、九州電力の子会社である西日本技術開発など地下評価技術に優れた会社も多数あるが、多くは商社を中心にアジア、中南米を中心とする海外で事業が展開されてきた。地熱関係の技術は発電以外にも、エネルギーの低い熱水や低温蒸気等の場合でも活用できるヒートポンプも日本企業の技術力は優位にある。

³ 2010年8月 日本地熱開発企業協議会「地熱発電新規開発促進のための要望書」



注：General Electrics/Nuovo Pignone と UTC/Turboden はアメリカ企業としてカウントした。
出所：Bertani (2010) より作成

図 3 地熱蒸気タービン生産国

現在主流の地熱発電方式は蒸気フラッシュ型とバイナリー発電であり、典型的なプロジェクト規模は現在蒸気フラッシュ型発電は 30 MW、バイナリー発電は 5 MW である⁴。これまで日本において主に用いられてきたのは蒸気フラッシュ型で地下の 200°C 以上の高温高压の熱水が地上に噴出した過程で、蒸気だけ取り出し直接タービンに導いて発電するものであった。日本企業が主に納品してきたのも蒸気フラッシュ方式の機器である。

これに対しバイナリー発電は 80~150°C の中高温熱水や蒸気も熱源として取ることができ、ペンタン等の低沸点 (36°C) の媒体を加熱し、蒸発させてタービンを回し発電する方法である。世界では欧米、中米、ケニア、ニュージーランド等諸外国において導入されてきた。日本では九州電力の八丁原バイナリー発電所 (2 MW) が RPS 法の認定を受けて稼働しているのと、霧島国際ホテル (220 kW) のみである⁵。前述のような規制のため、国内市場が実質閉じられてきたことにある。イスラエルのオーマット社に地熱バイナリー発電供給がほぼ独占されてきたが、日本においては、2010 年に JFE エンジニアリングと業務提携し、今後のさらなる参入が見込まれる。日本企業単独では富士電気システムズが、2010 年 5 月に地熱バイナリー発電の商業販売を開始し⁶、川崎重工も、2010 年 6 月からバイナリー発電設備の販売を開始した。

⁴ Bertani (2010)

⁵ NEDO エネルギー技術白書 (2010), P 437-438

⁶ <http://www.fujielectric.co.jp/about/news/10051001/index.html>

6. 次世代の技術

これまで実験段階に留まり実用化されていない技術として、高温岩体発電（HDR：Hot Dry Rock）とその広い概念である涵養地熱発電（EGS：Enhanced Geothermal Systems）があるが、この取り組みでも日本は遅れている。貯留量を拡大するために水圧刺激を利用して人工的に岩盤に割れ目を作り（注入井）、人工の貯留層を作り、別の井戸（生産井）から出てきた熱水／蒸気を回収する。自然の割れ目がなくても人工的に作ることで、熱水を回収する確率が高くなる。高温岩体に達するために、従来より5～8 km 深く掘削する。たしかに、技術的にはまだ成熟しておらず、多くの点で検証を要するとはいえ、欧州ではドイツ、スイス、フランスなどで実証実験が行なわれ、いくつかの商用発電が開始されようとしている。

日本では電力中央研究所が南オーストラリア州 Cooper Basin の開発計画に民間企業とオーストラリア国立科学産業研究機構（CSIRO）との協働研究契約を結び参画している⁷。EGSはHDRを含み、深部にある地熱資源を開発するための、一連の技術（既存の地熱貯留層の性能改善からHDRまで）⁸である。Googleは10.25百万ドルをEGSに投資している⁹。Tester et al. (2007)によると、EGSに適切な研究開発と投資が行われれば2050年までに100 GWの設備容量が可能で、米国の10%の電力を他電源と競争可能な価格で提供できるとしている。

国立公園等の開発規制が克服されたとしても従来型の地熱発電方式で今後大規模に開発される可能性は小さいが、日本に広く賦存する高温岩体を活用したこの高温岩体発電ならば大きな可能性がある¹⁰。日本ではコスト計算も行われており、高温岩体発電可能性地域として、基盤が花崗岩質岩である適地は8地域確認されており、38,400 MWの発電が可能とされている¹¹。平成14年度の電力中央研究所のコスト試算では、9.0円/kWhまで低下するとしている¹²。オーストラリアでは200 MWeで5円/kWhとなる予測もある¹³。

ところが日本では平成13年度に当時NEDOが行っていた「貯留層変動探査法開発」及び「高温岩体発電システムの技術開発」を「電力自由化の流れの中で新規の開発技術を使う事業者がいらないこと、地熱開発をしても商売になりにくい」と中止している¹⁴。現時点での日本では既存の高温熱水の活用がまず優先されるため、HDRにまでひと足先に飛びにくかったのであろう。しかし、熱水資源の少ないドイツでも、二十ユーロ/kWhの固定価格でEGSの買取を進めているのである。日本でできないことはない。今後、一度この時点に立ち返り、技術開発を再開するべきであろう。

⁷ 電力中央研究所レポート（No. 5022）

⁸ NEDO 海外レポート No. 1023, 2008.6.4

⁹ グーグルプレスリリース（2008年8月19日）

¹⁰ 電中研レビュー No. 49

¹¹ 電中研レビュー No. 49

¹² 電中研レビュー No. 49

¹³ 海江田, 浅沼 (2008)

¹⁴ 技術評価委員会「貯留層変動探査法開発」・「高温岩体発電システムの技術開発（要素技術の開発）」（事後評価）2件合同分科会 議事録 2003年3月26日

温泉発電の対象となる 53°C~120°C の低温域の熱水系資源量も 849 MW¹⁵ あるとされ、この温度の熱水はこれまで、温泉水として活用するため、水を混ぜられ、有効に活用されてこなかった。この熱水の有効利用法として、沸点 100°C 以下のアンモニアと水の混合液を媒体として使うカーリーナサイクル方式¹⁶ を温水の上流に設置すれば、資源の有効活用ができるだろう。

7. 地熱発電促進のための政策と体制とは

日本では 1997 年の新エネルギー法¹⁷ 施行時には地熱が含まれなかったことから、経済産業省における新エネ部会等における見直しを経て 2008 年より「新エネルギー利用等」にバイナリー発電だけいれられるようになった。他方、2003 年 4 月の RPS 法¹⁸ ではバイナリー発電¹⁹ によるもののみ当初より適用されている。しかしながら、これらだけでは普及のためには十分でないということで、日本でも 2011 年 3 月 11 日に閣議決定された「電気事業者による再生可能エネルギー電気調達特別措置法案」は 2011 年 8 月 26 日に参議院本会議で可決成立した。これにより、太陽光、風力、水力 (30 MW 未満)、地熱、バイオマスなどの再生可能エネルギーの価格を固定価格で買い取る政策 (フィードインタリフ: FIT)²⁰ が始動することになる。これによると、地熱を含む太陽光発電以外の電気は 15~20 円/kWh の範囲内で定められ、買取期間は 15~20 円の範囲内で定められるとされる。地熱発電が他の再生可能エネルギーと大きく異なるのは地熱発電は調達や掘削などに大きな初期コストがかかり、供給単価は 8~22 円/kWh 程度となるとされることである。そのため、政府の打ち出した買取価格では、開発に向けた決定的な促進要因にはならない。今後、買取価格の上積みとともに、地域の情勢にあった柔軟な固定価格買取制度の設計が求められる。

また地熱発電の導入加速のためには、規制緩和と共に、導入のためのインセンティブづくりが求められる。他国の例ではフィリピン国においては再生可能エネルギーの導入を図るための再生可能エネルギー法 (R.A. 9513) が 2008 年に 12 月 16 日に成立した。これにより国家再生可能エネルギー局 NREB (National Renewable Energy Board) の設立と、再生可能エネルギー開発に対する免税措置が導入され、所得税の 7 年間無税、その後は 10% の定率の税率適用、再生可能エネルギー機器の輸入関税免除、加速償却などが認められている。同国では、買い取り価格については現在検討中である。世界一の地熱資源量 27,791 MW のインドネシアでは、「国家エネルギー政策に関する大統領令 (2006 年第 5 号)」による 2025 年の目標は全供給電力量の 5% 以上である。さらにこの目標を達成するために税制面で様々なインセンティブの提供がなされている。

我が国においても高温岩体発電 (HDR: Hot Dry Rock) や涵養地熱発電 (EGS: Enhanced Geothermal Systems) など次世代地熱発電の開発、地熱発電への全量買い取り、初期費用への支援、

¹⁵ 平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査

¹⁶ バイナリーサイクル発電の一つ。アンモニア水混合媒体を使う。

¹⁷ 新エネ法:「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法」

¹⁸ 電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法

¹⁹ RPS 法施行規則、新エネ法施行令上で地熱発電については「熱水を著しく減少させないこと」「バイナリー発電に限る」といった制限を課している。

²⁰ 「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法案」

財政金融上の支援策など、集中的な資源投入が求められる。

8. 地熱発電導入促進と電力事業体制論議は一体不可分—原子力と地熱は国家の強力な推進の下で

地熱発電の特徴として、資源量調査を含め開発期間が10年程度と長いことから、国が資源量調査を行い、経済性、環境インパクトなどから、可能性の高いものから地熱の開発を進め、民間に入札をかけるという利点も必要であろう。この際、国と民間の役割分担を明確にする必要がある。例えば地質調査、試掘や系統までの送電線敷設などリスクやコストがかかる部分は国が行い、発電部分だけ民間が行うなどを行い、地熱事業リスクを低減させることが必要である。この意味から現在のNEDO交付金事業による以上の開発支援スキームが求められる。

これら全体の施策を統括する機関として、「地熱発電新規開発促進のための要望書（2010年8月）」において指摘されているように、現在のNEDOによる支援だけでなく、「地熱発電開発機構（仮称）」のような半官半民の強力な地熱推進の機構が必要となろう。例えば2011年現在、政府にて検討されているような、石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）を上流分野開発の政府側パートナーとするような新たな体制づくりが必要となろう。

9. 終わりに

日本の今後のエネルギー政策を考えるとときに3E（Economy, Energy Security, Environment）の視点は欠かせない。（図4）国家安全保障から考えると、外国から輸入しなければならない石油、ガス、石炭などの化石燃料に頼る現状は極めてリスクな状況にある。長期的には原子力、水力、地熱の3本柱だけでサステナブルな経済活動を行い、化石燃料の輸入は極力抑えるような仕組みづくりが必要であろう。

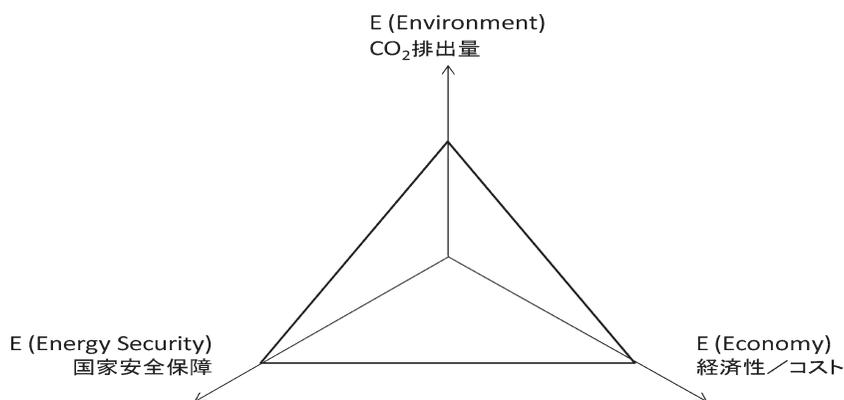


図4 エネルギーベストミックス

日本が地熱発電の開発に成功するためには「選択と集中」「国家と民間の役割の明確化」「電力事業の再定義」「規制緩和による産業育成」など数々の命題を一挙に解決しなければならない。こう

したことから、日本が地熱発電開発に成功するかどうかは、とりもなおさず日本が 21 世紀に生き残るための試金石となろう。

注：本稿は初出の長山浩章（2011）「原発の代替に『地熱発電』を活用せよ」 Voice PHP 研究所 2011 年 7 月号に最新情報を加え加筆したものです。

本書の調査の一部は、2011 年度文部科学省基盤研究 (c) の助成金による支援を受けております。

参 考 資 料

Bertani Ruggero (2010) Geothermal Power Generation in the World 2005-2010 *Update Report, Proceedings World Geothermal Congress 2010*, pp. 25-29

Stefansson Valgardur (2005) World Geothermal Assessment, *Proceedings World Geothermal Congress*, pp. 24-29

Tester, J.F., B.J. Anderson, A.S. Batchelor, D.D. Blackwell, R. Dipippo, E.M. Drake, J. Garnish, B. Livesay, M.C. Moore, K. Nichols, S. Petty, M.N. Toksoz, R.W. Veatch, R. Baria, C. Augustine, E. Murpht, P. Negraru and M. Richards (2007) Impact of enhanced geothermal systems on US energy supply in the twenty-first century, *Published online*

United States Geothermal Energy Market Report (2007) Glitnir Geothermal Research

「NEDO 海外レポート No. 1023」(2008 年 6 月 4 日)

火力原子力発電技術協会 (2009) 「地熱発電の現状と動向」2009 年, 99pp.

技術評価委員会「貯留層変動探査法開発」・「高温岩体発電システムの技術開発 (要素技術の開発)」(事後評価) 2 件合同分科会 議事録 2003 年 3 月 26 日

「地熱発電 新規開発促進のための要望書」(2010, 日本地熱開発企業協議会)

海江田秀志, 浅沼 宏 (2008) 「高温岩体発電技術の海外の現状」 *Journal of the Japan Institute of Energy*, 87, pp. 834-839

「地熱発電に関する研究会中間報告」(2009, 地熱発電に関する研究会)

「地熱発電に関する研究会中間報告について」(2009, 資源エネルギー庁電力基盤整備課)

「地熱発電の開発可能性」(2008 年 12 月 1 日) 地熱初線に関する研究会, (独) 産業技術総合研究所 地圏資源環境研究部門 矢部雄策

電中研レビュー No. 49 (2003 年 3 月) 未利用地熱資源の開発に向けて—高温岩体発電への取り組み

「平成 22 年度再生可能エネルギー導入ポテンシャル調査」平成 23 年 3 月, 環境省

宮崎芳徳, 津 宏治, 浦井 稔, 高倉伸一, 大久保泰邦, 小川克郎 (1991) 「全国規模地熱資源評価の研究」 地質調査所報告 第 275 号 pp. 17-43

IGA (International Geothermal Association) ホームページ

JFE エンジニアリング「米国オーマット社と地熱バイナリー発電設備の業務提携を締結」

http://www.jfe-eng.co.jp/release/news10/news_e10007.html

NEDO 再生可能エネルギー技術白書 (平成 22 年 7 月)

(http://www.nedo.go.jp/library/ne_hakusyo_index.html)

Ormat <http://www.ormat.com/>

グーグルが地熱発電に出資

http://www.google.com/intl/en/press/pressrel/20080819_egs.html