

米国エネルギー省の西部地熱開発の新戦略 -注目されるネバダ州の地熱開発-

玉生志郎¹⁾

1. 米国エネルギー省の西部地熱開発の新戦略

米国の地熱発電所は、従来はカルフォルニア州(特にザガイザーズ)に集中していたが、最近ではネバダ州やユタ州で、規模の小さい発電所が多数建設されるようになってきた(第1表)。また、発電のみならず直接利用やヒートポンプを使った熱利用も、上記以外の州も含めて盛んになっている(第2表)。このような状況を踏まえて、米国エネルギー省は、2000年1月に新たな地熱開発・利用戦略として、“Geopowering the West”(西部地域の地熱電力拡大)というプロジェクトを立ち上げた。これは、特に米国西部地域に豊富に賦存する地熱資源を最大限に活用し、地熱開発を促進させようとするものである。その内容は、1)地熱開発促進のための産業界との協力、2)ネバダ州の新電力源としての地熱開発、3)掘削研究への注視、4)新しい地熱資源の発見と特性把握、5)小規模地熱発電プラント開発、6)足元の地熱利用、である(U.S. Department of Energy, 2001)。

2. ネバダ州の新電力源としての地熱開発戦略

米国エネルギー省の“Geopowering the West”プロジェクトを、ネバダ州で実現させるためのキックオフ会議が、2000年7月にリノ市ネバダ大学で開催された。この会議はネバダ州選出の上院議員ハリリー・レイド氏が呼びかけ、米国エネルギー省と米国地熱エネルギー協会が共催して開催された。産業界、州・連邦機関等から100名以上の投資家が参加した。この会議では、ネバダ州での地熱開発の障害となっている問題点を明らかにし、新しいビジネス・チャンスを見いだすために、ワーキング・

第1表 米国の地熱発電所のプラント数、設備容量、出力(Lund, J. W., 2003)。

州	プラント数	総設備容量(MW)	実出力(MW)
カルフォルニア	48	1,741	1,642
ネバダ	13	200	189
ユタ	4	31	27
ハワイ	1	30	27
合計	66	2,002	1,885

第2表 米国の地熱資源の直接利用とヒートポンプを使った利用(Lund, J. W., 2003)。

用途	設備数	設置容量(MW)	年間使用量(TJ/yr)	容量ファクター
住宅暖房	1,000	90	950	0.33
地域暖房	18	105	665	0.20
水産業	45	140	3,100	0.70
温室	40	140	1,230	0.30
農産物乾燥	3	20	305	0.48
産業用加工	4	10	80	0.25
リゾート・温泉	220	110	2,500	0.72
融雪	5	3	20	0.21
小計	1,327	618	8,850	0.45
地熱ヒートポンプ	500,000	3,730	13,400	0.11
合計		4,348	22,250	0.16

グループを結成することが確認された。

ネバダ大学にはすでにGreat Basin Center for Geothermal Energy(グレートベースン地熱エネルギーセンター)が設立され、米国エネルギー省の西部地熱開発の拠点として活動を開始している。このセンターは、ネバダ大学の土漠研究所をベースにして、ネバダ大学マッケイ鉱山学校と協力して、地熱研究をすすめるようとするものである。その研究対象地域はネバダ州のみならず、オレゴン州、アイダホ州、ユタ州、アリゾナ州を包含している。その使命は、以下の通りである(Shevenell and Tarani, 2002)。

- 1) 地熱資源に関する情報提供
- 2) 鍵となる政策、規制策、経済的・社会的/文化的・環境的な諸問題の確認
- 3) 地熱エネルギーの生産、貯蔵、輸送、使用にと

1) 産総研 地圏資源環境研究部門

キーワード: 地熱開発, ネバダ, 米国エネルギー省, 噴泉塔

っての緊急かつ新規開発技術の確認と評価

- 4) 新しい科学技術の進展予測
- 5) アカデミックな研究機関と産業界との共同研究の促進
- 6) 投資家とのコミュニケーションやトレーニングの促進

グレートベースン地熱エネルギーセンターには2002年度は936,000米ドルの予算が付き、その後は、年間2-3百万米ドルの予算が見込まれている。

3. ネバダ州の地熱資源とその開発

ネバダは地質構造上ベースンアンドレンジ地域に属し、伸張テクトニクスが卓越している。そのため正断層に境された地塁・地溝が広範囲に発達し、その境界部では、しばしば活断層に沿って熱水系や浅熱水性金鉱床が形成されている。ネバダ州の北部では高温の地熱系が発達し、それらは地熱発電に利用されている。一方、南部や中東部は、中低温の熱水系が発達して、直接利用に供せられている。ネバダ州全体の地熱資源量は370万KWと試算され、米国最大である。この資源量は370万世帯への電力供給量に相当するものである。

ネバダ州において地熱資源が産業用として最初に利用されたのは、1978年のブラディー・スプリングでの穀物乾燥プラントである。その後、1984年にワブスカで最初の地熱発電所が誕生した。1993年にはスチームボート・スプリングでバイナリーサイクル発電所がスタートした。1995年にはエンパイアで玉葱・ニンニクの乾燥加工工場(年間1万トン以上の処理能力)が稼働し始めた。2000年までには、ネバダ州で14箇所在地熱発電所と30箇所以上の地熱の直接利用施設(養魚場4箇所、地域暖房2箇所、産業用5箇所、温泉リゾート用13箇所、住宅暖房7箇所)が設置された(第1図)。その結果、総発電量は26.5万KW、直接利用の電力換算量は6.9万KWとなった。総発電量は州全体の消費量の5%に匹敵する。ネバダ州の将来計画では、2013年までに地熱を主体とする再生可能エネルギー生産量を総需要の15%にするとしている。このような計画を実現させる上で最も重要な課題は、地熱開発の初期コストをどれだけ低減させて他のエネルギー源とのコスト競争力をつけるかである。



第1図 ネバダ州の地熱資源利用施設 (U.S. Department of Energy, 2001).

4. 現地見学

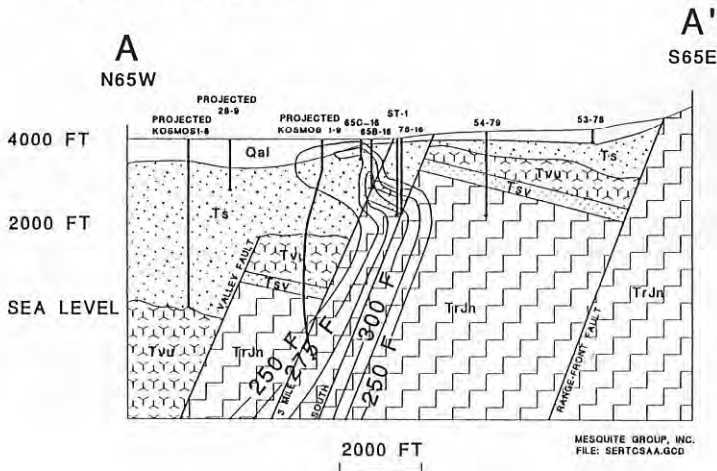
筆者は、2002年9月にネバダ州リノ市で開催されたGeothermal Resources Council(米国地熱資源会議)2002年年会に参加した。その際、学会日帰り巡検でサンエミディオ地熱地域のエンパイア発電所とフライランチ・ガイザーズを見学する機会を得た。巡検ガイド(Matlick, 1995; Trexler, Stewart and Potter, 2002)を参照して、以下、紹介する。サンエミディオ地熱地域はリノから北北東へ約90kmの位置にあり、サンエミディオ・デザート東部に位置している。ここには低品位の金を回収しているウィンドマウンテン鉱山、玉葱・ニンニクの乾燥加工を行っているエンパイア・フーズ工場、それにエンパイア発電所があるのみで、周辺一帯は土漠で誰も住んでいない。約10km先にエンパイア・ファームがあるだけである。エンパイア・フーズ工場にはトレーラーで毎日大量の玉葱・ニンニクが運び込まれ、熱水を利用した乾燥加工がなされて



第2図 エンパイアーフーズ工場。熱水を利用した玉葱・ニンニクの乾燥加工を行っている。左手遠方はウインドマウンテン鉱山で、手前の池はエンパイアー発電所の沈澱池である。



第3図 エンパイアー地熱発電所。左手の車が停まっている小さな建物が管理オフィスである。



第4図
サンエミディオ地熱地帯の地熱系モデル (Matlick, 1995)。

いる(第2図)。内部は玉葱・ニンニクの臭いが充満していた。工場内の加工過程は企業秘密なので写真撮影はできなかった。エンパイアー発電所は定格出力3.66MWのバイナリーサイクル発電所である(第3図)。ここには4連のバイナリー発電用のタンク・熱交換器・凝縮器ユニットと水冷式の冷却塔、電力監視パネルのある小さなオフィスがあるのみであった。分離熱水は噴水状に大気開放で冷やされた後、自然蒸散ないし沈澱池で貯留されていた。しかし、冬になると凍結してパイプが目詰まりして使えなくなるとのことであった。この発電所を含むサンエミディオ地熱地域全体の地熱系モデルは第4図に示すとおり、正断層に沿って上昇してくる熱水系である。

人口200人程度の小さな町ガーラックでおいしい昼食を食べた後、フライランチ・ガイザーズを訪れ

た。リノから北北東へ約120kmのところにある。ここは土漠のなかに広がる湿原で、多くの火口湖が形成されている。これらは、かつて熱水噴気活動が活発な時期に水蒸気爆発が生じて形成されたものと考えられている。熱水は南南西-北北東方向に延びる正断層に沿って上昇している。現在では、噴気活動は止まってしまい、一部温泉活動が認められるのみである。その中で注目を引くのは、高さ約5mほどの温泉噴泉塔である。これは温泉の湧出に伴って生成された円塔状の温泉沈殿物である。ガイザーズと命名されているが、間欠泉ではなく、温水は絶えず頂部から噴出している。これは自然にできたものではなく、1964年にウェスタンジオサーマル社によって掘削された地熱井から漏出した温水が偶然にも造り出したものである。噴泉塔の褐色や緑色は、バイオマットをつくる好熱性藻類の



第5図 フライランチ・ガイザーズの古い噴泉塔。

色に起因している。噴泉塔の色合いと青空が見事なコントラストを示していて、荒野に花開いたオアシスのようである。その様子が表紙に掲載されているので、参照していただきたい。また、この噴泉塔の約300m離れた場所には、別の噴泉塔(第5図)がある。高さが7-8m程度である。これは1916年に掘削された灌漑用井戸から流出した温泉水が形成したもので、今では湧出量は僅かとなっている。

5. おわりに

米国エネルギー省がすすめる新戦略“Geopowering the West”を、いち早く具体化しているネバダ州の地熱地帯を見学することができた。この巡検で、伸張応力場にあるペーズンアンドレンジの地熱地域では、一般的には小規模の地熱発電所や熱水利用施設が短いリードタイムで建設され、安い維持費で運転管理されていることを知った。日本のように温泉の付加価値の大きい国では、このような小規模地熱開発による熱利用だけでは採算性が低い。しかし、資源量は豊富にあるので、温泉オーナーや投資家にとって魅力的な地熱利用方策を提案していくことは、重要な課題と思われる。

文 献

- Lund, J.W. (2003) : U.S. Geothermal Update: geothermal power and direct-utilization development and contributions to U.S. energy supply during 2002. Geothermal Resources Council Bulletin, v. 32, 71-75.
- Matlick, S. (1995) : San Emidio geothermal system, Empire, Nevada. GRC field trip-October 1995. 18p.
- Shevenell, L. and Taranik, J. (2002) : Great Basin Center for Geothermal Energy: Summary of activities. Geothermal Resources Council Bulletin, v. 31, 179-182.
- Trexler, D.T., Stewart, M.B. and Potter D. (2002) : San Emidio desert, Gerlach and Fly Ranch Geysers. Geothermal Resources Council 2002 annual meeting, Field Trip No. 3 Road Log. 22p.
- U.S. Department of Energy (2001) : Geothermal Today. 36p.

TAMANYU Shiro (2003) : New strategy “Geopowering the West” by U.S. Department of energy -Notable geothermal exploration in Nevada-.

<受付：2003年4月15日>