

第 3 章

3

世界の高温岩体発電実験
と当所の係わり



第3章 世界の高温岩体発電実験と当所の係わり 目次

	我孫子研究所	地圏環境部	上席研究員	海江田秀志	
我孫子研究所	高レベル廃棄物処分研究プロジェクト	兼	地圏環境部	上席研究員	木方 建造
	我孫子研究所	地盤耐震部	上席研究員	佐々木俊二	
	我孫子研究所	地圏環境部	主任研究員	伊藤 久敏	

3 - 1	フェントンヒル実験	27
3 - 2	ソルツ実験	27
3 - 3	オーストラリア高温岩体発電実験	28
3 - 4	肘折実験	29

海江田秀志（8ページに掲載）



木方 建造（1976年入所）

これまでに、主に地化学的手法を用いた高温岩体発電の地熱貯留層の特性評価、特に規模評価手法に関する研究に取り組み、日本のHDR実験場である雄勝や肘折地点に適用してきた。最近では、高レベル廃棄物処分に關する地質特性調査技術や評価手法の研究開発に従事している。



佐々木俊二（1976年入所）

平成13年4月から(財)地震予知総合研究振興会に出向。AEのような微小な振動からM7クラスの強地震動まで、振動・波動の研究に取り組んできた。内燃火力発電所の振動障害調査、震源域近傍における強震動特性、礫質地盤の地盤構造を考慮した安定性評価、高温岩体発電システムの技術開発、地層処分施設の地震影響評価などの研究に従事。

伊藤 久敏（8ページに掲載）

アメリカ合衆国では自然エネルギーの資源量の評価に当たり、地熱資源として深さ10kmまでを対象とし、この範囲の熱エネルギーを計算した。地温勾配は平均25 /km、岩盤の熱容量は $2.2 \times 10^{15} \text{J}/\text{km}^3$ 、150 が使える最低温度として、全国土の面積936万 km^2 における熱エネルギーは、1000万quads (1quad= $3,345 \times 10^4 \text{MW} \cdot \text{year}$)となる。この内約2%の地域180万 km^2

では地温勾配が45 /kmと高く、これらの地域のみで熱エネルギーでさえ、65万quadsで、1982年当時の全世界のエネルギー使用量250 quadsの2600年分に相当すると評価した⁽¹⁾。そして、これらの熱エネルギーの開発には高温岩体方式による熱抽出技術が必要として、その実用化に必要な要素技術の開発を開始した。

3 - 1 フェントンヒル実験

ロスアラモス国立研究所により1973年からニューメキシコ州フェントンヒル地点においてフェーズ1研究が開始された。このプロジェクトでは、深さ2,750mの坑井に水圧破碎で貯留層を造成し、これをめがけて掘削した生産井との間で、約100mの距離を隔てて合計108日間、連続では75日間の循環実験を行い、130 の熱水を毎分400~700kg生産することに成功した。

その後、IEA(国際エネルギー機関)による国際共同研究としてフェーズ2を1979年より開始した。この研究には日本とドイツが参加し、日本からはNEDOからの派遣研究員として毎年3人程度が現地実験に携わった。フェーズ2では、深さ4,400mと4,000mの2本の坑井を用いて、まず2本の坑井間の水理的導通を達成するため

の水圧破碎が行われた。しかし、水圧破碎を何度も試みただにも拘わらず、2坑井間の導通は果たせず、結局二つの坑井を掘り直すことにより坑井間の水理的導通が達成され、1986年に最初の循環実験が実施された。その後、注入圧力や循環期間を変えながら何度も循環実験が実施され、貯留層の容積が徐々に大きくなっていくことや、注入した水の生産井からの回収率が改善されていくことなどが示された⁽²⁾。

当所はこの実験にNEDOを通して研究者を派遣し、AEの観測および解析に携わり、観測されるAEの特性や貯留層評価に関する技術を習得したほか、地化学やトレーサ試験(第8章参照)に関する技術を習得し、当所の研究やNEDOの肘折地点での実験に適用した。

3 - 2 ソルツ実験

ヨーロッパでは、1970年代よりイギリスではコーンウォールで、フランスではル・メイエ・デ・モンターニュで、ドイツではウラハとファルケンベルクで、それぞれ独自にプロジェクトが進められていたが、1986年よりヨーロッパ連合(EU)のプロジェクトとして、フランスのソルツにおいて研究開発が進められている。ソルツでは、4,000m級の坑井により168 の岩盤(花崗岩)の天然の割れ目を貯留層として利用する循環システムを造成し、1995年までに熱出力8~9MWを達成した。し

かし、生産水の温度が必ずしも高くなかったことから、坑井を深さ5,000mまで掘り下げ⁽³⁾、2000年には深部の貯留層を新たに造成した。現在、新たな生産井を掘削し、2006年までに5MW程度の発電実験を予定している。

当所は、NEDO国際共同研究助成事業などを通し、ソルツの実験関係者と情報交換やデータの交換を行ってきたほか、それぞれが主催して行ったワークショップなどに研究者を派遣し、交流を図っている。

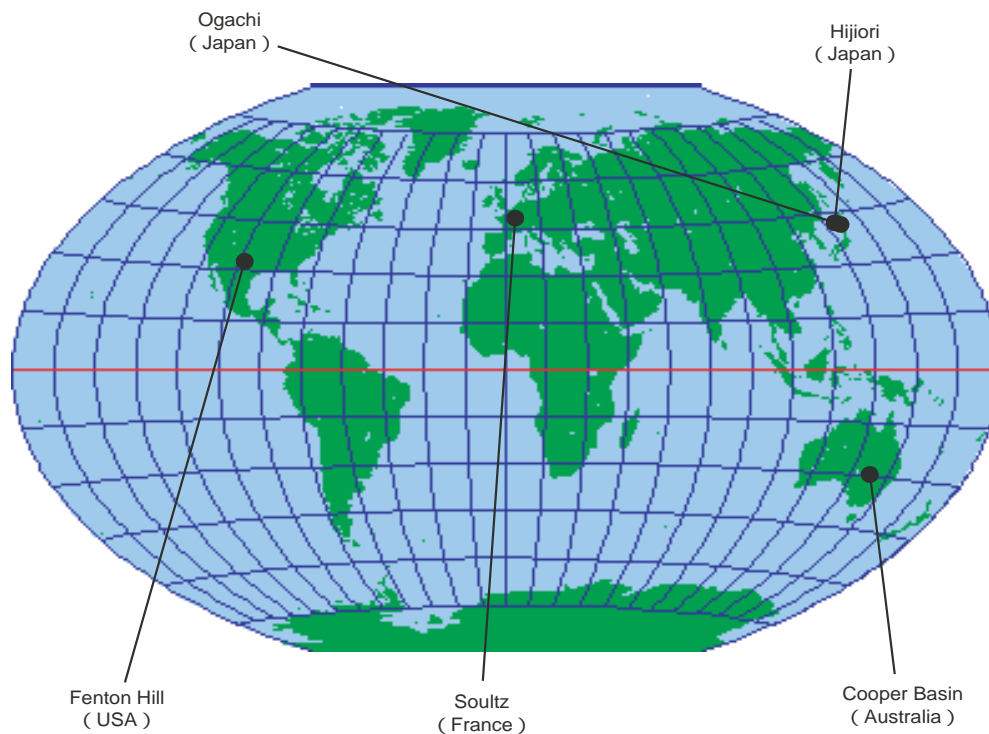


図3-2-1 世界の高温岩体発電プロジェクト

3 - 3 オーストラリア高温岩体発電実験

オーストラリアでは、地球環境問題への対応から自然エネルギー、再生可能エネルギー開発が注目され、その一つとしてオーストラリア大陸中央に位置するクーバーベイズンにおいて、2002年度より高温岩体方式による本格的な熱抽出実験が開始された。

この実験では、深さ4,900mの坑井を用いて、当所で

開発した多段貯留層造成法を応用し、複数の貯留層を造成し、複数の坑井による大容量（270MW級）の発電を目標としている。

この実験の開始に当たり、当所への研究協力の要請があり、当所は地表AE観測を主体に共同研究を通して、積極的に協力して行く予定である。

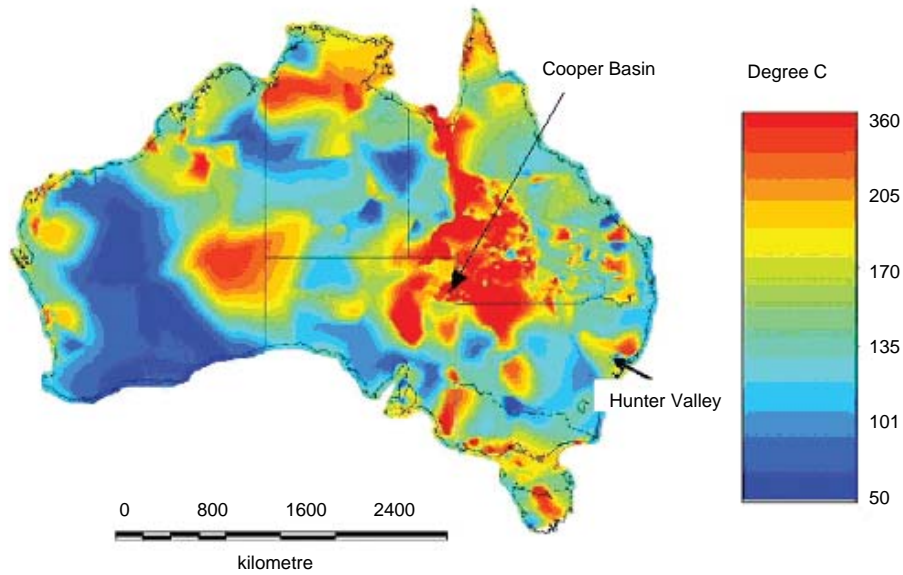


図3-3-1 オーストラリアの地下5 kmの温度分布

GRANITE TEMPERATURES
vs NET POWER OUTPUT
(from economic modelling studies
- 2 production wells & 1 injection well)

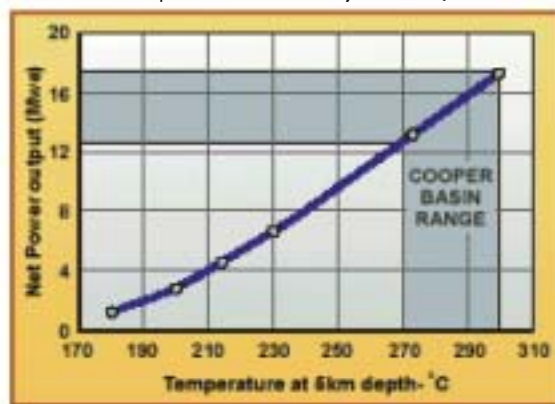


図3-3-2 クーパーベイズンの地下5kmの温度と発電量予想図

3 - 4 肘折実験

日本においては、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）により、山形県肘折地点において2,000 m級の坑井4本を用いて、深さ1,800 mと2,200 mの2箇所に貯留層を造成し、複数の貯留層と複数の坑井による循環実験が行われた。この実験では2000年11月から2002

年8月まで長期循環実験が実施され、2002年6月から約3ヶ月間約50kWの発電が実施された⁽⁴⁾。

当所は、1987年度よりNEDOからの受託研究として、地表AE観測と地化学調査を担当し、貯留層評価に貢献した。



図3-4-1 肘折および雄勝実験場の位置と現場の様子
右上の写真が肘折、他は雄勝