

# ヨーロッパを訪問して —ソルツ高温岩体テストサイト訪問および MTCプロジェクトミーティングへの参加—

相馬 宣和<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

2003年2月初旬にスイス・チューリッヒにて開催された、主に高温岩体開発に関連する微小地震(ここではアコースティック・エミッション(AE)とほぼ同義)の解析技術等に関する国際会議である、「MTCプロジェクトミーティング」に出席した。筆者は、この会議で自らの研究発表を行う目的で渡欧したのだが、会議に先立ち、世界的にも最も活発に高温岩体(Hot Dry Rock; HDR)の開発が行われている、フランス・アルザス地方のヨーロッパ高温岩体プロジェクト、ソルツ・サイトも訪問した。本稿では、筆者の一連の渡欧の様子を報告し、活気あるヨーロッパの高温岩体関連の研究および開発の現状の一端を、読者の皆様に感じていただければ幸いである。

## 2. 旅行日程について

今回の旅行の日程を第1表に示す。今回の渡航の一番の目的は、チューリッヒでの「MTCプロジェクトミーティング」に出席して自分の研究成果を公表することにあったが、その直前にヨーロッパ高温岩体プロジェクトのソルツ・サイトに立ち寄った。スケジュールは、2月4日に成田発便に搭乗し、同じ4日の夜にソルツに到着、翌日に高温岩体サイトを見学し、その日のうちに陸路でチューリッヒに向かうという計画であった。結果的には特に問題は生じなかったものの、ディスカッションなどの時間に余裕が乏しく、いささか強行軍であったと電車での移動中には少々反省をした。MTCプロジェクトミーティング

第1表 ヨーロッパ訪問の日程表。

月日	移動先など	内容
2/4	・つくば出発、成田空港にて搭乗。 ・パリCDG国際空港到着、国内便でstrasbourg空港へ移動。 ・空港より、EEIGの車両にてソルツへ移動。	・ソルツ・サイト付近への移動。
2/5	・ソルツ高温岩体サイト視察。 ・strasbourgより国際列車にてスイス・チューリッヒへ移動 ・2003年初夏に予定の、水圧破砕実験の準備状況の確認および微小地震観測についての打ち合わせ。	・ソルツ・プロジェクトの現在の実施体制等についての情報収集。
2/6-7	・MTCプロジェクトミーティング	・高温岩体関連の微小地震解析についての情報収集。 ・ソルツ・サイトの微小地震解析についての研究発表。
2/8	・チューリッヒ国際空港より帰国便搭乗。	・機中泊
2/9	・成田空港着、つくばへ	

の終了後は、その他の行事には参加せずに、翌日直ちに帰国便に搭乗し、つくばには2月9日日曜日に無事に戻ることができた。全4泊6日の凝縮した旅行であった。

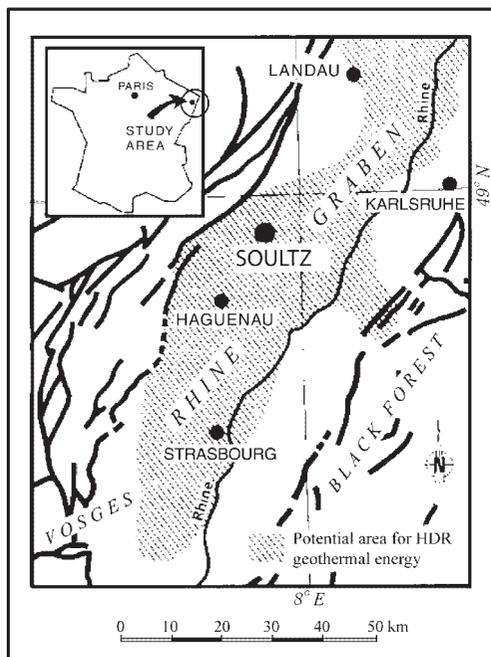
## 3. ヨーロッパ高温岩体プロジェクトへの訪問

### 3.1 ソルツ・サイトについて

MTCプロジェクトミーティングに先立って訪問したヨーロッパ高温岩体プロジェクトのソルツ・サイトは、フランス・アルザス地方の中心都市strasbourgの北方約50km、Soultz-sous-Forêts(ソルツ・シュエフォレのように呼称)という村の西端に位置する(第1図)。有名なドイツのシュバルツバルトとフランスのボージュ山地に囲まれた、ライン地溝帯の中に位置している。この地は、古くは世界でも有数の石油生産地域であり、坑井掘削などの高温岩体に

1) 産総研 地圏資源環境研究部門 地圏資源工学研究グループ

キーワード: ソルツ, 高温岩体, 地熱開発, フランス, スイス, 国際会議, 微小地震/AE



第1図 ソルツ高温岩体サイトの位置(Baria et al., 1995).

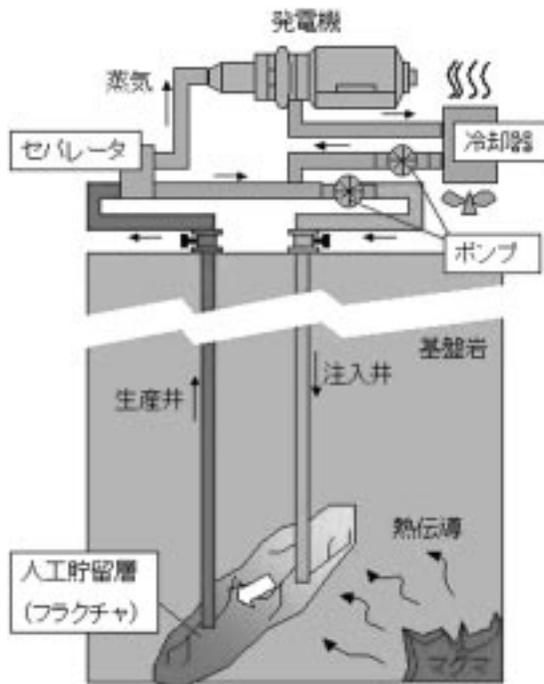
おける開発行為に対しても、年配の住民を中心に懐かしみと親しみをもって友好的に理解されているのが特色のひとつであると筆者は感じている。

筆者は、産業技術総合研究所(当時は資源環境技術総合研究所)への入所前、1998~2000年にかけての約2年間、このソルツ・サイトにVisiting Scientistとして滞在していた。よって今回の訪問を当然懐かく感じたが、それと共に、世界の高温岩体研究の中でも最も活発な状態にある本プロジェクトが、現在どのように進展しているのかを肌で感じ取ることに意欲を持ってやって来た。

ソルツは大変小さな村で、本来、交通の便は極めて悪い場所であるが、現地EEIG社のロイ・バリア氏の御厚意で、ストラズブル空港まで迎えに来て頂き、夜にも関わらずトラブル無く到着することができた。空港には、先に現地地に到着していた産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門・松永副部門長が一緒に来て、その夜は3人でソルツ近くのレストランで遅い夕食を頂いた。

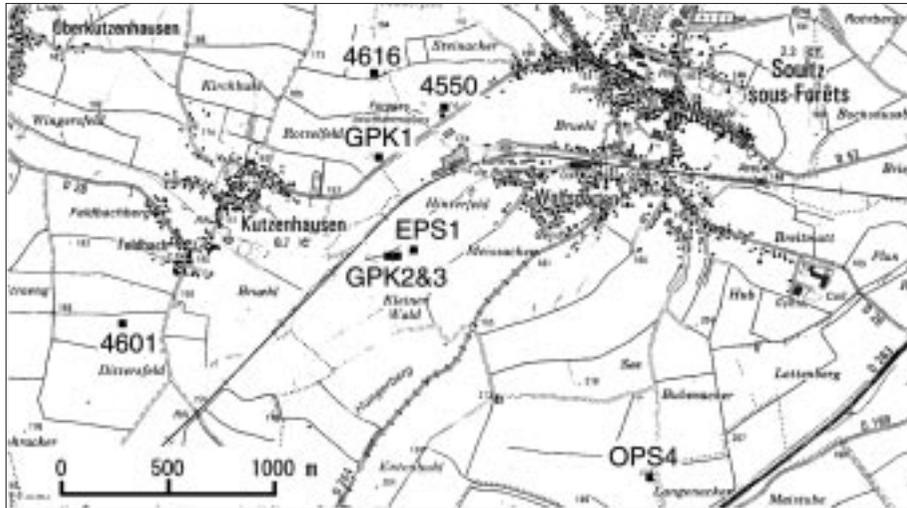
### 3.2 ヨーロッパ高温岩体プロジェクトの経緯とサイト訪問

高温岩体とは、温度が高温にも関わらず、熱水



第2図 高温岩体発電システム概念図。(新エネルギー・産業技術総合開発機構, 1992)。

や蒸気の量が十分でない、または流路となるき裂や間隙が少ない、あるいはこれらの両方の理由によって、従来の地熱開発技術によってはエネルギー採取が困難である岩盤のことを意味している。高温岩体研究は、それによる発電のアイデアとして1970年代初めに米国ロスアラモス研究所により提唱された。その後、様々な国や地域に広がり、我が国でも山形県肘折(新エネルギー・産業技術総合開発機構)や秋田県雄勝(電力中央研究所)などで様々な研究開発が実施された。現在の高温岩体研究では、その実用的かつ商業的な利用を目標においた開発が、今回訪問したソルツやクーパー・ベースン(オーストラリア)などで始まっている。高温岩体利用の基本的な考え方は、第2図に示されるように、複数の坑井と人工貯留層によって能動的に熱交換系を構築して地下の熱エネルギーを抽出することである(新エネルギー・産業技術総合開発機構, 1992)。人工貯留層の造成は、一般に大規模に地下に水を圧入する水圧破碎によって行われる。水圧破碎の規模は岩盤の地圧や地質特性に依存するものであるが、実用利用が念頭に置かれて



第3図 ソルツ高温岩体テストサイトの坑井配置。

いる昨今では、連続1～2週間程度の期間に渡って最大注入速度が数10 l/s～100 l/sに及ぶという比較的大規模なものが行われている。

高温岩体研究の最初期には、その言葉の通りほぼ完全に高温で乾燥した岩盤を主に対象としたために、造成される人工貯留層の基本的なモデルとしては、岩石力学に則った単純な楕円状き裂等で構成される閉鎖型の貯留層として考えられることが多かった。しかしながら研究が進むにつれて、既存き裂等の地質条件の貯留層造成に対する影響が大きいことが認識されるようになり、同時に既存き裂系や天然地下熱水系等を積極的に利用する概念も提唱されるようになってきており、現在では、開発地域の特性に応じて異なる人工貯留層概念モデルが考えられるようになってきている。今回の訪問先であるヨーロッパ高温岩体プロジェクトでは、既存き裂のせん断すべりに基づく貯留層の透水性の改善とその維持、および非閉鎖型の貯留層特性と天然地下熱水系の存在を考慮しての注水・生産の両方へのポンプの配置という点が、特にオリジナルの高温岩体の考え方と異なる概念設計の上での特徴である。

ソルツにおける高温岩体プロジェクトは、将来の実用利用を目的としたフェーズに移行した現在では、EEIG-Heat Mining社と呼ばれるコンソーシアム企業が中心的運営主体の役を担っている。しかしながら、コアチームと呼ばれていたプロジェクト

最初期からの中心的な常駐メンバーはそのまま残っており、予算的な面からの影響もあったのだろうが、実用化に向けた開発のための体制変更という要素もあったのではないかと想像している。ソルツ地域には現在、高温岩体のシステム研究開発のための坑井が3本(GPK1-3)、調査井が1本(EPS1)、微小地震観測用の坑井が4本(4550, 4601, 4616, OPS4)存在している(第3図)。これまでの本プロジェクトの主要な流れを第2表に示し概説すると、1993年にGPK1井を深度約3.5km(温度約160℃)まで掘削し大規模水圧破碎実験を実施、1994年にGPK1井の南450mにGPK2井を掘削し、1995～1996年にかけてGPK2井からの水圧刺激を実施(深度3.5kmでの循環システムの完成)、1997年に4ヶ月の長期循環試験を行い安定した熱抽出に成功した。その長期循環試験の成功を受け、高温岩体システムの実用化を念頭においた数MWe級の

第2表 ソルツ・プロジェクトの主な流れ(1992年以降の主要イベントに限定)。

年	1992	1993	1994	1995	1996	1997
状況	GPK1 のみのフェーズ			GPK1-2 循環系構築		長期循環試験
内容	・GPK1 深度約 3.5km まで掘削	・GPK1 生産試験	・GPK2 掘削、水圧刺激、循環(1-2)	・GPK2 再水圧刺激、循環試験@18l/s		・4ヶ月間の循環試験成功

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
状況	GPK2 深部貯留層造成			GPK3 深部貯留層造成		GPK4 井からの開発	
内容	・GPK2 深度約 5km まで掘削	・GPK2 深部大規模水圧破碎		・GPK3 井を深度約 5km まで掘削	・GPK3 井大規模水圧破碎 ・GPK4 井掘削予定		・GPK4 井大規模水圧破碎予定



写真1 GPK3大規模水圧破碎のために準備が進められていた貯水池。

発電パイロットプラントを構築するフェーズに移行し、1999年にGPK2井の深度5km付近までの増掘が行われ温度200℃に到達し、翌2000年にはGPK2井において大規模水圧破碎が実施され深部に新たに貯留層が造成された。2002年にはさらにGPK3井が掘削され、2003年中にGPK3井側からの水圧破碎が予定されている。今後は、GPK2を注入井とし、それを南北に挟むようにGPK3とGPK4(2003年ないしは2004年頃に掘削予定)を生産井とする、3坑井による循環システムの構築が計画されている。

筆者がソルツに滞在していた時期は1997年の長期循環試験の終了後で、現地の事務所には自分を含めて4人の研究スタッフと2人の事務及び技術補助員がいるだけであった。しかし今回の訪問時には、スタッフは全部で15人近くに増えており、建物も増床され部屋数が20近くに増えていた。新たに常駐スタッフに加わったメンバーには、年代の若い人が増えており、物・人の両面から実用化に向けての活気を感じた。

現地では、GPK3井の大規模水圧破碎に先立って昨年度に行われた低流量の注水試験の結果について説明を受け、意見交換を行った。GPK3井は天然の状態でも、これまでより透水性がかなり大きいそうで、従来と違うタイプの貯留層ができる可能性もあるとのことであったが、最終的な判断は大規模水圧破碎を行わないとわからないとのことであった。また、GPK3井大規模水圧破碎時の微小地震観測についても議論を行った。現地では、



写真2 GPK3井のリグ周りの様子。

GPK3井の大規模水圧破碎に向けたさまざまな準備(写真1)や、定期的な検層作業(写真2)などが行われていた。

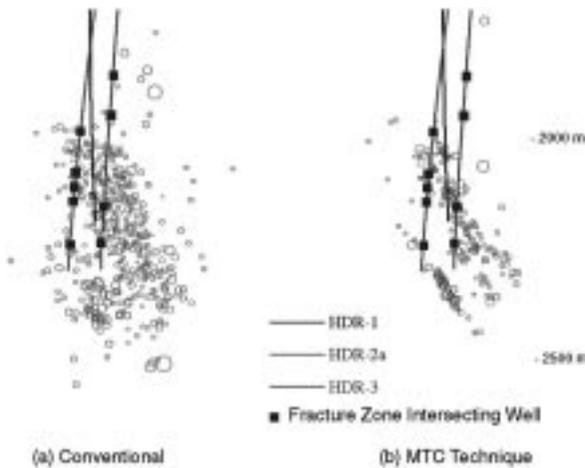
#### 4. MTCプロジェクトミーティング

##### 4.1 チューリッヒへ

チューリッヒへは、ストラスブルから国際列車に乗って約4時間程度であった。フランスとスイスは近所であるが結構雰囲気が異なっており、田舎であるフランス側では停車駅も少なく電車が速いのだ

第3表 MTCプロジェクトミーティングのプログラム概要。

日時	セッションタイトル	主な内容
2/6 朝	Opening	Welcoming note
午前	General Introduction of Recent Research Activities -1	・肘折、ソルツ、スイスの高温岩体プロジェクトについての近況と今後の計画など
	General Introduction of Recent Research Activities -2	・ABBグループ研究動向報告、ハノーバー新プロジェクト報告、EMVYコンセプトの紹介
午後1	Hijiori and Urach Projects, Lab tests, and natural earthquake	・肘折長期循環試験流動解析、独ウーラッハプロジェクト微小地震解析の報告
午後2		・微小地震の震源パラメータ解析、岩塩コアでのコラプシング法とモーメントテンソル解析法
夜	Dinner at Neue Waid	
2/7 午前1	Soultz Project -1	・法部マルチプレット・クラスタリング解析、微小地震と関連する透水構造の考察、震源トモグラフィと震源メカニズム解析
	Soultz Project -2	・改良型コラプシング法、マルチプレット解析による深部微細構造評価、深部貯留層の分層について考察 ・2000年データ反射法解析による高傾斜構造推定(筆者)
午後1	Discussion on the Australian HDR Project	・ジオダイナミクス社によるオーストラリア高温岩体プロジェクトの紹介とディスカッション
午後2	Closing	



第4図 マルチプレートレット解析による肘折高温岩体実験場の人工貯留層マッピング。

が、スイスに入ってから建物が密集しており停車駅が多く、電車のスピードも遅くなってしまふ。車内では若いアメリカ在住メキシコ人と相席になり雑談を交わしたが、国際列車ということもあってか何となくインターナショナルなムードが漂うのが印象的であった。チューリッヒに到着したのは既に夜になってからだったが、街をうろつきトルコ系ファーストフードであるケバブを買って空腹を満ちし、明朝に備えてすぐにホテルで休んだ。

#### 4.2 MTCプロジェクトについて

MTCプロジェクトは、世界各国の高温岩体プロジェクトで主に微小地震（アコースティック・エミッション(AE)）の研究に従事してきた研究者による国際共同研究プロジェクトである（代表：東北大学・新妻弘明教授）。MTCとはMore Than Cloudの略で、従来技術によると雲のように大雑把な人工貯留層の概形（震源クラウド）を表すことしか出来なかった微小地震解析技術を、貯留層内微細構造の抽出や貯留層周辺構造の推定などのように、これまでの性能を超える技術として発展させ、それにより貯留層のより高度な理解を得ることを目的に据えていることを意味している。第4図に、本プロジェクトにおける代表的な成果の一つであるマルチプレートレット法による、震源クラウド内からの構造面抽出結果の例を示す（Fehler *et al.*, 2001）。マルチプレートレット法は、異なる発生時刻にも拘らず波形が良く似た波形群（マルチプレートレット）を利用した解析手

法である。こうした類似する波形群に対しては周波数領域での相関解析であるクロススペクトル解析が適用可能であることから、波形間の相対的時間差が高精度に検出可能で、その結果、震源間の相対的な位置関係を高精度に求めることが出来る。第4図では、水圧破碎により作成された貯留層の構造が明らかとなるとともに、熱水の流入点との関係も明らかになっている。

MTCプロジェクトは1993年より開始され、これまで1995年度から3ヵ年NEDO国際共同研究助成を、1996年度よりの2年間は文部省科研費国際学術研究としてその学術的基礎研究に対して研究助成を受けている。本共同研究は、1) 各国プロジェクトの微小地震データのメンバーによる相互利用システムの構築、2) 各プロジェクトにおいて開発された次世代マッピング技術を条件の異なる各国のデータに適用することによる技術の普遍化と有効性の実証、ならびにそれをふまえた新技術の開発、3) 各プロジェクトのデータを複数の次世代マッピング技術により解析することによる、当該フィールドの貯留層に関する新知見の取得、から構成されている。近年では、MTCプロジェクト開始後に始められた新たな高温岩体関連プロジェクトの関係者も何らかの形で関わるようになり、現在も本国際共同研究プロジェクトは精力的に活動を継続している。今回のミーティングでも、新しい高温岩体関連プロジェクトからの発表が何件も行われていた。MTCプロジェクト自体の詳細は、新妻（1997, 1999）などを参考にされたい。

プロジェクトミーティングは、本国際共同研究プ



写真3 講演会場の様子。



写真4 研究発表する筆者。

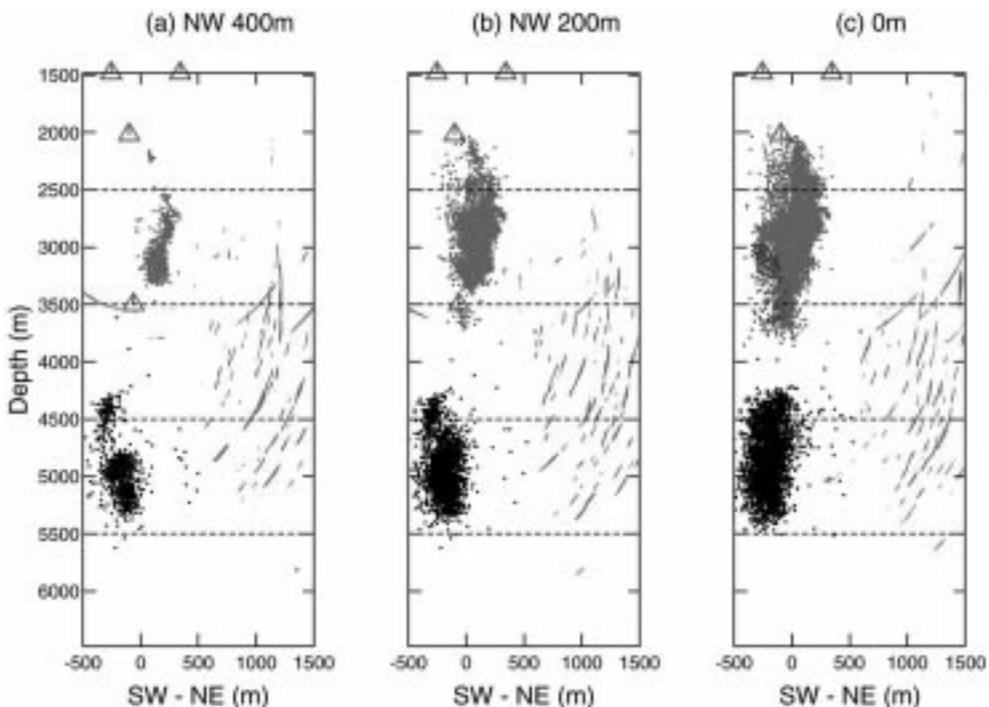
プロジェクトの中心的な活動の一つとして、これまで日米欧で準定期的に開催されている。筆者は、1996年の米国サンタ・フェにおける第一回ミーティングから継続して参加している。今回は、地元スイス・チューリッヒ工科大学のキース・エバンス博士にお世話を頂き、Neue Waidというレストランの会議スペースを会場に、参加24人という比較的少人数ながらもインターナショナル(6ヵ国、14機関)で、

しかも若い人が比較的多い活発な雰囲気で開催された。

### 4.3 講演内容について

講演は全部で20件行われた。プログラムの概要を第2表に示す。本ミーティングは2日間に渡って開催され、初日にはソルツ以外のプロジェクトと一般的な研究内容を中心に、2日目にはソルツ・プロジェクトとオーストラリアのプロジェクトに関連した講演が行われた。初日の最初に、まず各国の代表的な高温岩体プロジェクトの最近の状況や今後の計画などについての報告が行われた。昨年度実施された長期循環試験など、日本の肘折プロジェクトにおける最近の研究動向についても松永副部門長よって紹介された。その後、微小地震の解析手法や適用結果の報告、最後にオーストラリアのプロジェクトについて現状報告とディスカッションの時間が設けられていた。講演会場の様子を写真3に示す。

初日の「最近の研究アクティビティについての報告 (General Introduction of Recent Research



第5図 微小地震の反射波解析によるソルツ高温岩体サイト人工貯留層周辺構造の推定結果。(注入井GPK1からの北西方向距離が(a) 400m, (b) 200m, (c) 0mである鉛直断面の表示。図中の点は2000年までに観測された各断面付近での微小地震震源分布, △は観測点の投影を表す)。

Activities-1 & 2)」のセッションでは、ドイツ・ハノーバーの新しいプロジェクトについて報告が成された。これは、高温岩体関連技術を生かし、単坑井で熱抽出を行うという、発電以外を対象にした計画であった。また、スイス・バーゼルで比較的最近開始されたプロジェクトについても進捗状況や微小地震観測計画などが報告された。初期に比べると、MTCプロジェクトミーティングに参加するプロジェクトも多様になっているようであった。

微小地震の解析法という視点でみると、初日の午後2セッションの岩塩コアに対するコラプシング法の適用結果は、岩石実験のAEも研究対象にしている筆者にとっては大変興味深かった。コラプシング法 (Jones and Stewart, 1997) は、統計的なアプローチにより、震源分布から主要構造を抽出する手法である。本手法では、震源位置決定の誤差が主に波形初動の読み取り誤差に起因すると仮定し、震源位置計算時の誤差分布を評価して、それが重なりあうイベント群に対して、イベント群の重心方向に個々の震源位置を移動させ、できるだけ単純な主要構造を導出する。本講演では、コラプシング法が比較的小さな岩塩試験片に対しても有効であり、破壊に伴って2~3cm程度のセル状構造が発生していることを抽出していた。これは、MTCプロジェクトでの解析技術が、高温岩体分野だけでなく広く一般的に適用可能であることを示す一例だと感じた。

また、ソルツ・プロジェクトに関連する発表は、2日目の2セッション分と最も多く行われた。ここでは、マルチプレット法 (Moriya *et al.*, 1994)、コラプシング法 (Jones and Stewart, 1997)、震源トモグラフィ法や震源メカニズム解析などの高度な解析手法の適用結果及び、岩石力学や水理学をバックボーンにする研究者から、MTC技術による微小地震解析結果を有効に利用しての、貯留層内の透水ゾーン成長の解析や深部貯留層の貯留層タイプについての考察も報告された。微小地震の高度な解析というのはMTCプロジェクトそのものであるが、岩石力学や水理学の面からの発表が行われた事は、本プロジェクトのこれまでの成果により、微小地震解析技術が岩盤工学や貯留層工学などの分野と連携して利用することが可能になってきていることを意味していると思われる。筆者はこのセッションにおいて、ソルツで2000年GPK2大規模水圧



写真5 チーズフォンデュ!

破碎時に観測された微小地震波形を用い、微小地震の反射波解析 (Soma and Niitsuma, 1997) 及び変換波の解析により人工貯留層周辺の高傾斜構造の抽出を試みた結果を報告した (写真4)。この微小地震の反射波解析手法では、微小地震波形を反射法の音源として取り扱い、3次元粒子運動軌跡の時間-周波数領域解析により微小地震波形中の微弱な反射波成分を抽出し、それに基づいて3次元イメージングを行う。本手法により、通常の探査手法の適用が困難な高温・高圧で大深部の基盤岩内部の地下構造の抽出が可能である。地域的な応力場などから存在可能性が広く信じられているソルツの高傾斜の断層等構造が、深部の人工貯留層の周辺にも存在している可能性が高いことを本発表では微小地震の解析の面から報告した (第5図)。

#### 4.4 そのほか

高温岩体に関する定期的な会合が現在ほとんどないため、MTCプロジェクトミーティングがそれに代わる役割も担いつつあるように感じた。高温岩体に関わる研究者は世界的にも決して多くはないと思うが、本ミーティングのような国際的な協力関係を生かしながら、高温岩体技術を現実のものにする努力は継続されていることを実感した。

また、ドイツで数件のプロジェクトが新たに開始されているように、ヨーロッパの高温岩体関連研究の雰囲気は活発なようであった。ここでは、1970年代にロスアラモス研究所から提案されたような典型的な発電を目的とするものに留まらず、熱水利用など、幅広く実用的な地熱エネルギーの利用技術の

開発が目的とされているようである。その意味では、工学的な営みを用いた、いわゆる「次世代型地熱開発技術」全般が本MTCプロジェクトの対象となってきたように感じた。今回のミーティングには、ヨーロッパを中心に20～30代の比較的若い世代の研究者が多く(おそらく全体の1/3程度)集まっていたようで、人的な面でも今後の継続的な発展が期待できるのではないかと感じ、同時にそうしたヨーロッパの状況を羨ましくも思った。

MTCプロジェクトミーティング終了後には、地元チューリッヒ工科大学のエバンス博士、エベルハルド博士らの案内で、大変美味しいチーズフォンデュを頂いた(写真5)。ミーティングが一段落した安堵感と美味しいチーズに隠された大量の白ワインの効果によって、大変に良い気持ちになり随分酔っ払ってしまった。お二人には楽しい夜のひとときを演出して頂き、ありがとうございました。

## 5. おわりに

今回の旅行は、MTCプロジェクトミーティングへの参加と自らの研究発表を目的とし、その直前にフランス・ソルツのヨーロッパ高温岩体テストサイトも訪問した。一連の訪問において、ソルツ・プロジェクトの活発な現状や、ミーティングに出席した主にヨーロッパからの研究者の方々から、工学的な地熱エネルギー開発に対する活気を感じ取ることができた。この活気に負けないように、日本でも頑張っていきたいと思う。

MTCプロジェクトにおける技術的な内容の説明については、本稿の性格からその多くを省略した。MTCプロジェクトに関する詳しい内容は、本文中に挙げた参考文献などを参考にして頂ければ幸いである。

**謝辞：**今回の旅行では、内外を問わず多くの方々から大変親切にして頂き、何事もなく充実した日程を送ることが出来ました。この場をお借りして、関係の皆様へ感謝の気持ちを表させていただきます。また、ソルツへの交通やサイトでの活動に多大なる便宜を図って下さいましたEEIG社ロイ・バリア氏に謝意を表します。東北大学・浅沼 宏助教授からはMTCミーティングにおける写真の御提供を頂きました。ありがとうございました。

## 参考文献

- Baria, R., Garnish, J., Baumgärtner, J., Gérard, A. and Jung, R. (1995) : Recent developments in the European HDR Research Programme at Soultz-sous-Forêts(France): Proc. World Geothermal Congress, 1995, Florence, Italy, International Geothermal Association, vol.4, 2631-2637, ISBN 0-473-03123-X.
- 新エネルギー・産業技術総合開発機構(1992) : パンフレット「地熱エネルギーの技術開発を担う」, 新エネルギー・産業技術総合開発機構 地熱技術開発室, 14p.
- Fehler, M., Jupe, A. and Asanuma, H. (2001) : More Than Cloud: New technologies for characterizing reservoir structure using induced seismicity, *The Leading Edge*, SEG, 20, 3, 324-328.
- Jones, R. H. and Stewart, R. (1997) : A method for determining significant structures in a cloud of earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 102, 8245-8254.
- Moriya, H., Nagano, K. and Niitsuma, H. (1994) : Precise source location of AE doublets by spectral matrix analysis of triaxial hodogram, *Geophysics*, 59, 36-45.
- 新妻弘明(1997) : 地熱貯留層の超解像マッピングに関する国際共同研究「MTCプロジェクト」の概要とその成果, 第11回アコースティック・エミッション総合コンファレンス論文集, 日本非破壊検査協会, 141-146.
- 新妻弘明(1999) : 深部岩盤フラクチャーのイメージング, *物理探査*, Vol.52, No.6, 514-525.
- Soma, N. and Niitsuma, H. (1997) : Identification of structures within the deep geothermal reservoir of the Kakkonda field, Japan, by a reflection method using acoustic emission as a wave source, *Geothermics*, 26, 43-64.

SOMA Nobukazu (2004) : Visit to the Soultz Hot Dry Rock site, France, and Attendance at the MTC project meeting, Zurich, Switzerland.

<受付：2003年9月10日>