

国際地球内部開発について (Upper Mantle Project)

早川正巳

Upper Mantle Project (日本語では国際地球内部開発という) についてはすでに新聞や雑誌などにたびたび紹介されてきたが まだこの地質ニュースにはしるされていない。その意味で以下にこの計画の要点と最近の動きを紹介する。なおこの計画と関連して最近のわが国の地震予知計画についてもおしまいの方にちょっとふれておこう。

いうまでもなく地球上空についての数多くのことはここ数年の間に急速に明らかにされてきた。しかしながら話がひとたび地球内部に移るとそこにはわからないことがまだまだいっぱいある。

そこでまず具体的には比較的手のつけやすいと思われる地殻ならびにその下のマントル上部に関する知識を今までよりもさらに豊富にし学問ひいては人間社会に貢献しようとするいわゆる Upper Mantle Project (UMP) がまじめに考えられるようになった。これは国際協力のもとに行なわれるべき総合研究であってこの計画は1960年夏ヘルシンキで開かれた第12回国際測地学・地球物理学連合(IUGG)の総会でソ連邦のペルーフ教授によって提案され総会の決議を経てIUGG勧告として採択されIUGG参加各国に通報された(IUGGのUMP委員の中には坪井忠二教授の名がみられる)。

明けて1961年1月パリの第3回国際地球観測委員会(CIG)におけるUMPの作業部会(この委員には永田武教授が入っている)でこの計画の目標実施の方法等が討論され問題点をまとめてその結果が各国に特別回状として送られた。それによれば実施期間は3年間とし1962年にスタートを切るのが望ましいとしてあるが実際には1963年が第1年度になっている観があった。

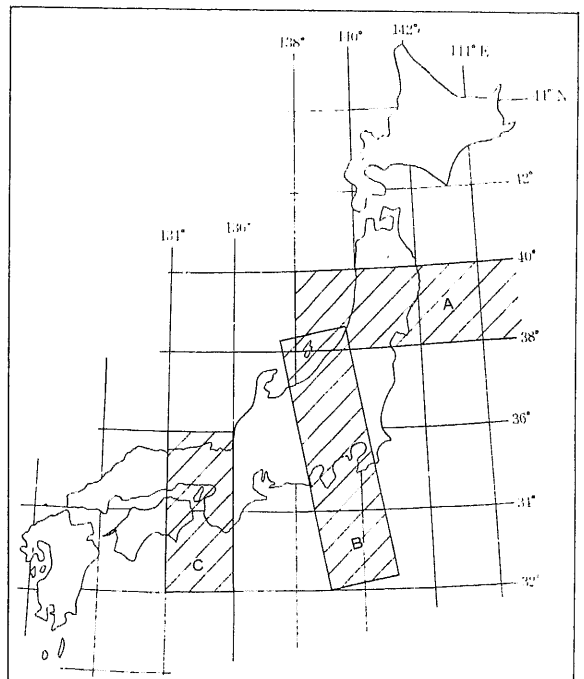
さらに1962年3月パリでUMPの作業部会によりEarth crustの作業部会が設定された。以上のIUGGおよびCIGの求めに応じてカナダ日本アメリカソ連などの国がいち早く参加の意思を表明し1963年末までにはすでに20余りの国からCIGにそれぞれのプログラムが送られてきている。

そして今年(1963)8月パークレーで開かれる第13回IUGG総会ではUMPの問題が大きくとりあげられ

シンポジウムが開かれるようになっていく。したがってこのニュースが皆様のお手元に届くころにはすでにIUGG総会は済んでおり各国のその後のありさまは別の機会に知らされることであろう。以上は全般的な経過であるがさてわが国ではこの問題をどのように扱ってきたかその国内の様子を簡単にしるしてみよう。

以上の国際情勢に応じてわが国では1961年3月日本学術会議国際地球観測特別委員会にUMP協議会が設けられ数回にわたり国内の組織体制が検討された結果1961年10月関係各方面の代表者からなるUMP小委員会(委員長高橋竜太郎教授)が国際地球観測特別委員会の中で発足することになった。そして今日までたびたび委員会世話人会が開かれ計画が練られて1961年12月にシンポジウムが開かれた。

そして日本としても1963年からはじめるべく1962年5月実施計画および経費概算案をつくったが63年度においては静穏太陽観測年(IQSY)およびインド洋観測(HIOE)などの国際的な緊急総合研究の実施が強く



第1図 日本のUMP計画の三地域

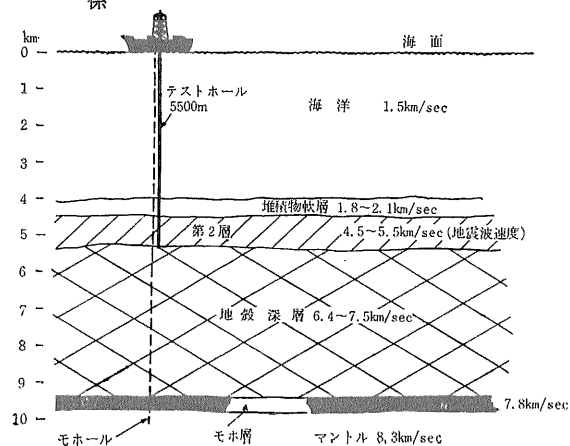
要望され それにこの計画は当時カナダ アメリカおよびソ連の参加が明らかにされただけで 広い国際計画としては まだ熟せずとの理由から またさらに国内の計画案そのものにも多少問題があり 結局63年度予算案は見送ることとなった。そして 具体的には本計画の地磁気部門の内容の一部を IQSY 計画の中に組み入れ また 伊豆 マリアナ周辺の調査は 日米科学委員会の総合計画の一部に入れて わずかながら実施された。

ところで その後 上にもしるしたように カナダ アメリカ ソ連 以外の各国においても UMP 計画実施の気運が次第に高まっており 今年8月のパークレー会議において 本計画の実施が最終的に決定されることはほぼ確実である。

日本国内の他の計画との関係については IQSY 計画 インド洋計画等の予算関係もすでに解決の途が見出されており その他関連する大きな計画も来年度には新たに 出ていないので見通しは明るいと思われる。

計画案そのものについては 以下に述べるように具体的に実行しやすいように慎重に案が練られた。この計画に関係する大学 調査研究機関の数は30余りにもおよび3年間の総予算は10億をこえる額になる。したがってこのような計画を実現させるために 本年5月から測地学審議会の中に UMP 部会(部会長は河角 広教授)が設けられ そこでは各研究機関の長や世話役の学者がこの計画のすすめ方を討議し 政府へ実施を強く働きかけているのが現状である。この UMP 計画の日本における特色は ひと口でいえば 島弧における地殻 ならびにマントル上層部の性質を糾明することで

- 1) 地震の原因と地殻およびマントルとの関係
- 2) 火山噴火の機構と地殻およびマントルとの関係



第2図 アメリカの MOHOLE 計画の1つ 海洋性地殻の断面予想図 (クリッパートン〜ガダループ地域)

3) deep drilling による深部構造(性質)の解明

の三題目を計画の三本柱とし 実際に研究する地域としては 総体的になるのを避けるため 次の三地域がえらばれた(第1図参照)。

- A 地域: 北緯 39° 線をはさんで南北 2° の幅 すなわち北山脈を横断して 東は日本海溝 西は山形県を経て日本海に達する地域(世話人: 牛来 正夫)
- B 地域: 佐渡ヶ島から本州中央部を切って 伊豆 マリアナに至る地域(世話人: 久野 久)
- C 地域: 東経 135° 線をはさんで東西 2° の幅 すなわち 山陰沖から室戸岬を結ぶ地域(世話人: 富村 摂三)

これら三地域がえられるまでには 色々と討議が行なわれたが 結局 A および C からは それぞれ東北 西南日本を代表するプロファイルや地震の様子が得られるであろうし B からは 中央構造線や地震・火山のありさまがわかるであろうし またこの B 地域は 日米科学協力委員会でもとりあげている問題を含んでいることなどから 最終的にこれら三地域案に落ち着いた。そして はじめにしるした三課題と A B および C の三地域とはたてよこの関係にあるわけで これらを組み合わせそれぞれについて 次に述べるような内容の調査研究を実施することがきめられた。その項目は

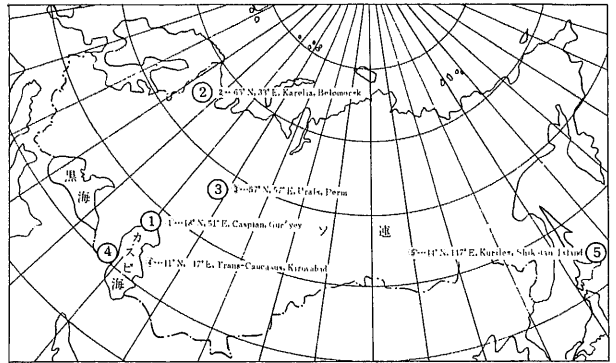
1. 自然地震観測
2. 人工地震
3. 重力測定ならびに 菱形基線および水準測量
4. 地球潮汐の観測
5. 地殻熱流量の測定
6. 地磁気測定
7. 地質構造
8. 火山および岩石(高温高压実験を含む)
9. 地球化学部門
10. 深井戸掘さくによる観測

などである。

これらの実施により 色々の問題を解明することが期待されている。たとえば 島弧は大地震や火山帯 また深い海溝を伴い 地球上最も興味をそそられる部分で

あるが 多くの未解決問題をはらんでいる。しかしながら上記の方法を行なうことにより 島弧構造に伴う断層や褶曲 堆積の厚さ 島弧の断面 モホ層やマントル上層部の性質 造山運動や火山現象の起源等に関する情報が得られ ひいては地震予知の基礎問題 さらにはマントルから析出したと考えられるある種の鉱物資源 原子燃料資源 その他地殻資源等の探究にも貢献することが予想されるのである。

これらのことをわかりやすくするため 上記1-10の内容について 今少し述べておこう。



第3図 SOVMOHOLE の分布図

- ① 48°N 51°E Caspian Guryey
- ② 65°N 33°E Karelia Belomorsk
- ③ 57°N 57°E Urals Perm
- ④ 41°N 47°E Trans-caucasus Kirovabad
- ⑤ 44°N 147°E Kuriles Shikotan Island

1. 自然地震観測……表面波ならびに実体波により地殻およびマントル上部の構造(低速度層を含む)を究明することと地震活動を研究するという二つの課題からなっている。モデル実験 高温 高圧下の岩石中の超音波速度測定等もこの項に含まれる。
2. 人工地震……すでに大爆破地震動研究グループと東大地震研究所の協力により 日本の地殻構造がだいぶはっきりしてきたが 本計画では上記三地区で反射屈折両方を用い 両端爆破で詳しい調査を行なう。
3. 重力測定ならびに 菱形基線および水準測量……地殻変動には 地震 火山のような突発的に割合い浅い所で起こされたと考えられるもの他に 地殻より下のマントル層の運動に応じた緩慢な性質のものが考えられる。これは地震 火山の原因や大陸 島弧形成を論ずるのに大切である。このような地殻のゆるやかな変動を調べるために菱形基線による水平変動 水準測量による垂直変動 陸上海上における重力測定による重力異常の検出等を目標に 総合的な調査を行なう。
4. 地球潮汐の観測……傾斜計 伸縮計 重力計による地殻潮汐の総合的研究 とくに海洋潮汐項の精密観測によって地殻の局部的 上部マントルの物理的性質を詳しく研究する。
5. 地殻熱流量の測定……従来 東大地震研究所により陸上および海上の地殻熱量の測定が実施されてきたが同種の測定を本計画期間中に上記三地区および西太平洋 日本海等において系統的に行なおうというもの。この結果は火山 温泉等の解釈に また海溝成因 マントル内の対流深発地震の発生等に関する考察に寄与するものと思われる。かつ 地殻およびマントル物質の放射性発熱量の測定を行ない熱流量測定結果の解釈に資する。
6. 地磁気測定……海上磁気測量 古地磁気学 マントル上層部電気伝導度異常の研究の三部分からなる。すなわちプロトン磁力計 フラックスゲート磁力計を用い 航空機および船舶により海底の地下構造を調べる。日本およびその周辺の古地磁気学的研究を系統的に実施してマントル対流問題を検討する。最後のは日本中部において綿密な観測網による地磁気変化の際の鉛直分力の変化から マントル上層部電気伝導度異常を調べ 地下の異常高温ベルト等について研究するものである。
7. 地質構造……この部門のおもな仕事は地表並びに地下構造を明らかにして 他の諸部門での調査 観測により得られた諸資料との関連性を明らかにすることである。方法は主として野外地質調査法によるが とくに重要な地点においては 浅いボーリングや中爆破法を併用する。
8. 火山および岩石……この研究は玄武岩中のかんらん岩 その他の外来岩片; 第三紀粗粒玄武岩化学組成の地域的变化; 花崗岩類の時代 貫入機構およびそれと酸性火山岩類の噴出機構との関係; 北上山地中生代火山岩; 東北地方背陵山脈および出羽丘陵基盤変成岩類; 第四紀火山; 湯ヶ島群島の構造と岩石等 多くの部分からなっている。そのねらいは これらの研究によりマグマの起源 花崗岩の起源 各時代における地殻の物理的状態 地殻下部およびマントル上部の構成岩石に関する資料を得ようとするところにある。なお 高温高圧実験による造岩物質の相平衡と物性の研究 K/Ar Rb/Sr 法による岩石絶対年代の測定はこの項に含まれている。
9. 地球化学部門……マントルに関連する岩石(鉱物)中の化学種(安定同位体を含む)の存在量の研究; 火山ガスについては 噴火と火山ガスの組成変動との関係 岩石(鉱物)と揮発性物質との相互作用 火山ガスの化学的性質からマグマの P,T 条件の推定; 隕石については各種別の化学種の分布 マントル性物質およびコンドライト中で Ni その他の元素の含有量 微量成分の微細分布の研究, 海底土 岩石の U,K,Ra,Th 等の分析による放射性発熱源の研究からなっている。
10. 深井戸掘さくによる観測……この項目の内容は他の研究項目のそれとやや趣を異にする。すなわち最初の一年半に他の研究項目の実施により判明した結果に基づき 深井戸を掘るべき場所をきめるのである。そして後半の1年半で実施する。深井戸をほって調べることでより直接に地殻内部の数多くの事が明らかになる可能性があるのので すでにアメリカ ソ連等におい

ては早くからこの種の研究計画を立て そのあるものは実施の段階にきている(第2 第3図参照)。

アメリカにおいては National Science Foundation から170万ドルの資金を得て1961年春に南カリフォルニア沖約3700mの海底に5つの穴が掘られ その一つは深さ180mに達し Crust 第二層を通過し満足すべき成果を収めた。そこでアメリカではさらに科学アカデミー学術研究会議の AMSOC 委員会が中心になって本格的な Mohole 計画を立てている。掘さく地点はまだ明らかになっていないようであるが だいたい地域として二カ所一つは太平洋 他は大西洋にある地域で 大西洋はプエルトリコの北の地域 太平洋ではメキシコ沖のガダループ(Guadalupe)島とクリッパートン(Clipper-ton)島との間の地域が候補に上がっているようである。(第2図)

Geo Times (March 1962) に掲載されたソ連邦のモホール(SOVMOHOLE)計画は第3図のようなものである。

UMP 本来の目的からすれば 日本においてもすくなくともマントル上部まで掘りたい(モホ層の厚さは陸地では30~40km 海底では5~8kmと考えられる)。しかし掘さくには莫大な費用がかかるので その点から非常に深くは望めない。また現在 日本で持っているボーリング機械による掘さく限度ということも考えなければならぬ。1000mないし2000m級のものをUMP計画でいくつか掘るのは今の場合 あまり効果がない。それは通産省関係や機関の石油会社ですでにいくつかの井戸が掘れており また今後も掘られる計画があるので それを利用することが考えられるからである。

以上のことから 日本においては 今後の調査で決定される陸上のある場所(堅い古い地質のところ)で地表面から4500~5000mの掘さくを行なうことになっている。それはもちろん all coring で 岩石学的研究と同時にあらゆる物理および化学的検層も実施する。したがってこの仕事には UMP 総予算額の44%に当たる4億7000万円の費用と 1年半の期間があてられている。この種の計画は重要な純粋基礎研究に属し UMP 計画以外では進められないもので 地質調査所が担当機関となり 実施は石油会社に依頼することになる。

以上 各項目について述べてきたが これらの調査研究が総合的に行なわれることに非常に重要な意味がある。たとえば 地震の方から調べられる一般的 部分的低速度層からは 物質の流動性の暗示があり 一方緩慢なマントル上部の熱対流は 物質の移動を意味し褶曲山脈の問題をも想起させる。マントルが以上の暗示により 長時間に働く力に対して強い弾性を示さなければそれはエネルギーの蓄積や解放についても色々の問題を含んでいるなど これらはお互いに無関係ではあり得ない。最近 日本の地球科学陣は世界の学界においても重要な役割りを果たしてきている。このUMP計画が今度こそは成立して じゅうぶんの成果をあげ 日本の

みならず世界の学界の期待にそうよう希望してやまない。

なお 本計画にすでに参加の機関は 北大(理) 秋田大 東北大(理) 東北大(教) 山形大 群馬大 千葉大 東大(理) 東大(震研) 東大(海洋研) 東教育大(理) 東工大 新潟大 信州大 名大 京大(理) 京大(防災研) 大阪大(教) 大阪学芸大 岡山大 広島大 徳島大 高知大 九大(理) 科学博物館 緯度観 気象庁 水路部 地質調査所 地理院 都立大 大阪市立大である。

最後に上記各項目の現在の世話人を列記しておく。

(敬称略)

高橋竜太郎(長) 宮村 撰三(1) 村内 典必(2)
坪川 家恒(3) 萩原 尊礼(4) 力武 常次(5.6)
牛来 正夫(7) 久野 久(8) 松尾 禎士(9)
早川 正巳(10)

付 記 —

国際地球内部開発計画の三本柱の1つに 地震の原因と地殻およびマントルとの関係が大きくとりあげられ それが地震予知の基礎問題として貢献しうるのであることはすでに述べた。すなわち この UMP で地震予知の問題に対し三年間になし得ることは主として構造に関するもので その状態の変化(時間的)については 本計画とは別に これと並行して地震予知計画がすすめられつつある。これについてはすでに地震予知計画研究グループ〔世話人:坪井忠二教授 和達清夫博士 萩原尊礼教授〕によりブループリント「地震予知——現状とその推進計画」(1962)が印刷されている。この計画を現実化すべく 測地学審議会に地震予知部会(部会長は萩原尊礼教授)が設けられ できるだけ早くこの計画もスタートできるよう目下検討されつつある現状である。詳細は省略するが このことを一言ここに追加しておく。

追 記

この稿を書きあげてから校正するまでの間にいくらかの情報 が得られたので ここに追加する。

本年8月下旬 パークレーで開かれた IUGG の総会において 地球内部開発に関するシンポジウムが持たれ 94の論文が発表された。そして この地球内部開発の国際的組織の問題が討議された結果 IUGG の Special Committee が作られることになり 同時に9カ条からなる勧告が採択された。

この委員会のメンバーには日本から和達清夫博士が入っているほか その作業部会には久野久教授 永田武教授はじめ数人の日本の学者の名が見られる。

一方 国内においても 次第に雰囲気盛り上がりつつきており 本年12月の下旬に第2回の国内シンポジウムが計画されている。その際には 前回のよりも内容をさらに具体的に 世界各国の計画 各専門分野ごとのわが国と外国との計画の対比等 今後実施する計画を紹介することに重点がおかれている。

(筆者は物理探査部 試験課長)