

1984—85年：米国滞在雑感

——テクトニクス研究の現状など——

玉木賢策 (海洋地質部)
Kensaku TAMAKI

1. はじめに

筆者は1984年3月26日から1985年3月25日までの1年間 科学技術庁長期在外研究員として 米国ロードアイランド大学海洋学研究所(Graduate School of Oceanography, University of Rhode Island)に滞在する機会を得ることができた。この1年間の米国滞在中に ロードアイランド大学の他に コロンビア大学ラモント・ドハティ地質学研究所(Lamont-Doherty Geological Observatory, Columbia University)に2週間 テキサス A & M 大学地球科学部 (Department of Geoscience, Texas A & M University)に1カ月間滞在する機会をも得ることができた。さらに 短期間ではあったが ウッズホール海洋学研究所 (Woods Hole Oceanographic Institute) マサチューセッツ工科大学 大気地球科学部 (Department of Atmospheric and Earth Sciences, MIT) ブラウン大学 (Brown University) コーネル大学 (Cornel University) ニューヨーク州立大学オーバニー分校 (State University of New York at Albany) を訪問した。また 上期の1年間に米国内で開かれた4つの学会 シンポジウムにも参加した。ここでは その間の体験をざっくりと紹介しながら 米国で感じたあれこれをつづってみたい。

2. テクトニクス研究の新しい息吹

ポストプレートテクトニクスブルース (プレートテクトニクス後の憂うつ) という言葉が 米国の若い研究者の間に蔓延したのは 1980年代に入った頃からであった。1960年代前半の大洋底拡大説の検証をもって始まった地球科学の革命は 60年代後半のホットスポット仮説 プレートテクトニクス理論の提唱と それに引き続く70年代に入ってからのこれら新理論に基づく地球科学諸分野での数々の大発見をもたらした。正に息つく暇もない展開を見せたが そういった大発見も 70年代後半に明らかになった 大陸地塊の付加テクトニクスとインド亜大陸の衝突ともなるユーラシア大陸の大変形の解明をもって終息してしまった。地球科学上の目ぼしい発見はすべて出つくしてしまった。もう我々のやることは何もない。プレートテクトニクス研究は終わったというのが80年代初頭の米国の若い地球科学者達のブルースであった。

しかし こういった気分も1983年頃には変わってきたようである。筆者は米国滞在中に プレートテクトニクス後の新しいテクトニクス研究の息吹を はっきりと感じることができたし 実際 1984年の後半には テクトニクス研究が新しい段階に入ったことが 米国の地球科学者の共通認識になったようであった。

こういった動きを筆者が最初に痛感させられたのは ラモント・ドハティ地質学研究所に滞在中のことであった。2週間の同研究所滞在中に 同研究所の何人かの研究者にアポイントメントをとっては面会して 彼等が最近何を研究しており 何に興味をもっているかについて聞き 議論してきた。そんな中で Jeffery WEISSEL氏に会った時のことであった。WEISSEL氏は 70年代に西太平洋の多くの縁海の年代決定に関し大きな貢献をしてきた人である。同時期に同研究所に滞在した香川大学の木村学氏といっしょに 我々の日本周辺のテクトニックな発達史の試論を彼に紹介した。彼は大いに関心を示し議論してくれたのだが その後 今度は彼の最近の研究を話す番になって 彼は「もう俺は キネマティクス (プレート運動学) はやめたよ」と言ったのであった。キネマティクスとは 過去の地質時代にどのプレートがどう動いて何が起こったかということを主として研究するもので 日本列島がいつどのように動いて日本海ができたといったふうな議論は正にその典型である。そう言った後で彼は彼の研究テーマを紹介してくれた。彼の研究テーマのほとんどは 同研究所の Bill HAXBY氏の作った SEA SAT 重力異常図に依存するものであった。ここで WEISSEL氏についての話を進める前に先に Bill HAXBY氏について紹介しておかなければならない。

筆者がラモント・ドハティ地質学研究所に滞在した目的の1つは Bill HAXBY氏の所で中央太平洋の SEA SAT 重力データを処理し出力することであった。もともと筆者の米国滞在の目的は ロードアイランド大学海洋学研究所の Roger LARSON 教授とともに 中央太平洋の地磁気異常群を同定し 同地域のテクトニックな発達史を論じることであった。その一環として ラモント・ドハティ地質学研究所に短期間滞在し HAXBY氏の

研究室に通ったのである。1983年にHAXBY氏は科学衛星SEA SATの高度計データを処理し海面の起伏を重力データに変換して世界中の海域のフリーエア重力異常をすなわち全地球上の海底の構造地形を一挙に明らかにしてしまった。HAXBY氏は持ち前のソフトウェア技術を發揮して全世界の海域のフリーエア重力異常を美しい3次元カラーグラフィックス上に表現した。その視覚的アピールも手伝って氏の重力異常図はマスコミをも巻き込んで米国地球科学界に大きなセンセーションを巻き起こした。筆者の訪れた多くの大学・研究機関で氏のSEA SAT重力異常図が掲示されていた。1984年5月にシンシナチで開かれた米国地球物理学連合春季大会ではこのSEA SAT重力異常図を基にした発表が数多く見られた。その中でもひととき大きな話題になったのが中央太平洋に表われた“スクラッチ”であった。“スクラッチ”とは3次元カラーグラフィック表示されたSEA SAT重力異常図上でハワイ南東方に表われた手で掻いたような波長数百kmの起伏に対する俗称である。その起伏の走向がハワイ海山列と平行すなわち太平洋プレートの動きに平行なことから太平洋プレート下のマントル対流の動きに起因しているのではないかと目されている。先のWEISSEL氏の新しい研究プロジェクトの一つはこの“スクラッチ”のところに実際に船を持って行って調査してみようということであった。同様の“スクラッチ”がインド南方に東西性の走向で見られこれはインドのユーラシアに対する衝突の影響がインド洋にまで及び海洋性リソスフェアの変形をもたらしたのではないかと考えられている。WEISSEL氏の新プロジェクトの二つ目はこの海域に船を持って行って調べてみようというものであった。太平洋の真中であろうとインド洋であろうと衛星データで見てもおもしろい所にはすぐ行ってしまふのが彼等のすごいところである。

とにかくWEISSEL氏はキネマティクスを離れてマントル対流の直接的な検証あるいは大規模な衝突にともなう海洋性リソスフェアの変形といった方面に意欲を燃やしていた。このことは依然としてキネマティクスに深く囚われていた筆者にとっては大きなショックであった。こんなふうに筆者が米国のテクトニクス研究の変化の徴候を感じたのは1984年9月のラモント・ドハティ地質学研究所滞在中のことであったが1984年12月にサンフランシスコで開かれた米国地球物理学連合秋季大会に出席した折にこうした動きをさらに一層明瞭に認識させられることになった。十数会場に分かれ5日間に渡って開かれた同大会で筆者の知る限り最も聴衆を集めたのがラモント・ドハティ地質学研究所のTony

WATTS氏の“海洋地質・地球物理学の新しいフロンティア達”(WATTS, 1984)と題する招待講演であった。会場では250人分程度用意されていた椅子が満席になりかつ立ち席もいっぱいになってしまったので座長が講演開始を遅らせて会場に椅子を余分に持ち込んだ程であった。WATTS氏はその講演でキネマティックなプレートテクトニクスの研究は終わったことを明言し今後はプレートの実体論的研究に向かうよう訴えた。興味深かったのは氏の講演の大部分が最新の海洋調査技術の紹介にあてられたことであった。新しい調査技術とはSEA SAT SEA BEAM SEA MARK II 深海曳航式調査法 2船式マルチチャンネル反射法地震波深探査 1985年よりGlomar Challenger号に優る新掘削船JOIDES Resolution号によって開始された新掘削計画(ODP)そしてODPにおいて実施されるいくつかの新検層技術等であった。氏はこれらの新技術が今後のテクトニクス研究の動向を左右することを主張したのである。先に紹介したSEA SATフリーエア重力異常図がまさしく新技術が新しいテクトニクス研究を先導した好例であろう。

筆者の滞在していたロードアイランド大学ではSEA BEAMを利用した中央海嶺系の研究が活発に行なわれており西海岸のカリフォルニア大学サンタバーバラ分校とともに中央海嶺系のテクトニクス研究を先導している。80年代に入って使用可能となった革新的な測深技術SEA BEAMは東太平洋海膨におけるOverlapping spreading center 海底熱水鉱床等の新発見をもたらした。1984年の米国地球物理学連合春季大会 秋季大会においてはもはや中央海嶺系の研究はSEA BEAMなくしてはありえないと言っても過言ではない程SEA BEAMばかりであった。筆者の滞在中にロードアイランド大学海洋学研究所に東海岸SEA BEAMデータ処理センターが設立された。当センターはウッズホール海洋学研究所 ラモント・ドハティ地質学研究所との共同利用施設で今後さらにSEA BEAM調査を強力に推進しようという意志の表われである。同大学においてSEA BEAMデータを扱って中央海嶺の研究を積極的に進めているBob DETRICK Jeff Foxといった若い研究者の研究室には優秀な学生が集まりつつある。

こうした新しいテクトニクス研究の流れの中で筆者は米国地球物理学連合秋季大会において旧来の調査技術によって得られたデータを基にした二つのキネマティックな研究成果を発表した。一つは日本周辺の新生代テクトニクスに関するもの もう一つは中央太平洋の中生代テクトニクスに関するものであった。時代も地域

も異なるこの二つの発表は しかし “Paleo plate movement” という同じセッションに入れられてしまった。日本では依然幅をきかせているこの手の発表も 米国ではすっかり数の少ないものとなっている。二つの発表ともそれなりの反響はあったが 肩身の狭い気がする思いであった。

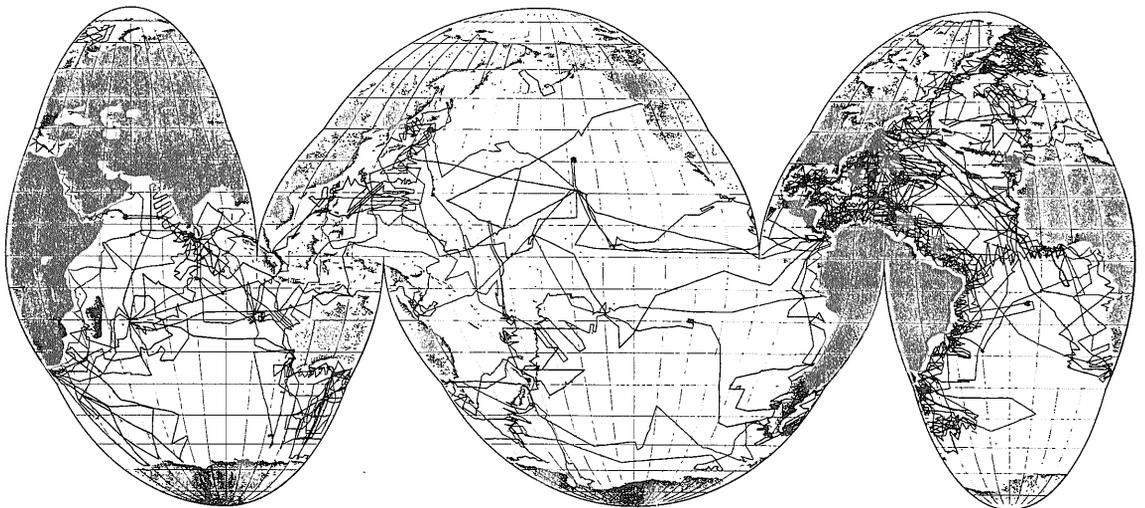
とにかく米国は プレートテクトニクス革命後の新しいテクトニクス研究のフェーズに踏み出したようである。この新しいフェーズは 80年代に入って出現した新技術群に支えられながら進んでいるようである。そしてこのような新しい動きは 米国の研究者の間の共通認識となっていると言って良いだろう。しかし その新しい動き全体が何を目ざしているのかは まだはっきりと見えてないのが現状のようだ。ただ 米国のテクトニクス研究が ポストプレートテクトニクスプルースを脱却して活況を呈していることは確かである。

3. テクトニクス研究—日米彼我の差

「日本はなぜプレートテクトニクスに貢献できなかったのか。」この問題は以前から常々気にしていたことであるし また米国に渡ったら是非この解答を深してみようと考えていた問題であった。筆者自身は プレートテクトニクスのあらかたが終わった1974年に大学を卒業した人間であるし 元来プレートテクトニクスに魅せられてこの世界に入ってきたようなものなので ポストプレートテクトニクス世代といってよいだろう。プレートテクトニクスが出現する最中を体験していない人間が上記のような問題を議論するのはおこがましい次第であるが 米国にいとどうしてもこの問題が頭から離れず

日米の研究体制の差が目につくと ついついこの問題について考えてしまうのである。

最初にこの問題に関連していると思われる日米の差を認識させられたのは やはりラモント・ドハティ地質学研究所においてであった。同研究所は 1960年代後半のプレートテクトニクス創出にあたっての総本山であった。X. Le PICHON B. ISACKS J. OLIVER L. SYKES といった人達がこの研究所からプレートテクトニクス理論を提出したのは周知のことであろう。これもまた周知の事実であるが 同研究所の調査船 Vema 号と Conrad 号が 1960年代始めから世界中の海を駆けめぐっていた(第1図)。筆者は同研究所滞在中にこの事実を強く再認識させられた。プレートテクトニクス理論創出にはやはりなんといってもグローバルな視野が不可欠であったはずである。海溝沈み込み帯だけを見ているとプレートテクトニクスは生まれてこないであろう。中央海嶺・トランスフォーム断層も含めてすべてのプレート境界を視野に入れて始めてプレート全体が見えてくるのは当然のことであろう。筆者は Vema 号 Conrad 号の全航跡をながめながら この当たり前のような事実を再認識させられたのである。しかし 1960年と言えどもまだ戦後15年しかたっていない。経済復興を果たすのがせいっぱいの当時の日本にとっては 第1図のような航跡は望むべくもない話である。しかし それでは現在の日本と比べたらどうであろうか。はたして60年代の Vema・Conrad 号に匹敵する行動力を持っているだろうか。残念ながら現在の日本全体の行動力でさえ60年代の Vema・Conrad 号の行動力に劣るというのが実情ではなからうか。先にも紹介したように 同研



第1図 ラモント・ドハティ地質学研究所 Vema 号・Conrad 号の航跡 (1961—1978年)

究所は依然として SEA SAT 衛星から見てこれほど思うところにすぐに船で出かけられるだけの行動力を有しているのである。うらやましい限りであるが こういった同研究所の行動力も 米国の経済力に見あって必然的に出てきたものではなくて 故 Maurice EWING 同研究所初代所長の超人的な努力の結果であったことを銘記しておく必要がある (DONN, 1985)。

この項の最初に取り上げた問題について グローバルな視野の欠如の次に筆者が見つけた回答は コミュニケーションについての問題であった。筆者が滞在していたロードアイランド州は米国東海岸北部のほぼ中央部にあり 車で日帰りができる範囲内に ラモント・ドハティ地質学研究所 (片道3時間) ウップホール海洋学研究所 (同2時間) MIT 及びハーバード大学 (同1時間半)

イェール大学 (同1時間半) ブラウン大学 (同30分) といったレベルの高い研究機関が存在していた。これらの研究機関では それぞれほぼ週1回の割合でセミナーが行なわれており その講演者の過半数は外部からの研究者である。こういったセミナーは各大学の正式行事として行なわれているようで ロードアイランド大学では大学院生が大学からアルバイト料をもらって講演者との交渉及びスケジュールの決定からそのサーキュレーションに至るまでのすべてを行っていた。筆者はロードアイランド大学のセミナーはもちろん他大学のセミナーにもいくつか参加した。そこでは学会では聞けないような最新の研究成果が発表されることも多く それらが自由ざっくばらんに議論されていた。例えば 筆者が滞在中に聞いたセミナーの中で最も新しく感じた講演は MIT の Tom JORDAN 氏によるもので サブダクション帯においてスラブのアセノスフィアへの貫入が1400 km 程度までに至っているすなわち下部マントルにまで入りこんでいるという話であった。この JORDAN 氏の話は人気があるらしく 複数の大学のセミナーで見かけた。こうした活発なセミナーに出ていると 1960年代のこういったセミナーはどういう様子であったのだろうかということにやはり大いに興味がわいてくる。

プレートテクトニクスはこうしたセミナーの間を嵐のように吹き抜けたのではないだろうか。それは JGR (米国地球物理学連合学会誌) 誌上にプレートテクトニクスが登場する1年も前のこと そして日本の多くの研究者がプレートテクトニクスについて知る1年以上も前のことであったのであろう。次々と連鎖反動的に大発見をもたらしてきたプレートテクトニクス革命においては これに貢献するには 常にその最先端部とコミュニケーションし続けることが不可欠であったはずである。米国から遠く離れた当時の日本で米国の最先端部にコミュニケーションす

ることは極めて困難なことであったと思われるし また各大学研究機関において制度として確立され しかもオープンな討論の可能なセミナーが十分に発達しておらず国内におけるコミュニケーション自身も不十分であったのかもしれない。とにかく 筆者は東海岸の各大学におけるセミナーに参加しながら プレートテクトニクスもきっとこのようなセミナーの中を 迅速かつ自由かつ達に流れていったのであろうと感じた次第である。

「プレートテクトニクスになぜ日本は貢献できなかったか」という問いに対する上記の二つの答えは しかし皮相的に過ぎるかもしれない。もっと根本的には 日米研究体制の差 両国における地球科学の地位・規模の相違 さらに科学に対する考え方の相違にまで至る問題なのであろう。

4. おわりに

とにかくプレートテクトニクスの革命期は終わった。米国滞在中に訪問したニューヨーク州立大学オーバニー分校の都城秋徳氏は「プレートテクトニクスの英雄時代は終わった」と表現されたし 我が共同研究者の Roger LARSON 教授は “No more Le Pichon, No more Mackenzie, No more Sclater” と表現した。確かにプレートテクトニクスの革命期は終わったかもしれない。しかし プレート収束境界のテクトニクスについてはまだまだ問題がかたづいていないのが実情である。スラブのもぐり込みについてはまだ納得のいかない現象が多々あるし 縁海の形成については誰も納得のゆくモデルを提出し得ていない。プレート収束境界のテクトニクスはプレートテクトニクスの革命からとり残された部分従来の技術力・観察力によっては解け得なかった問題である。プレートテクトニクスはちょうどその第一期を終えて 今 新しい技術力と観察力を持ってその第二期目に入れたところと言えるのではないだろうか。その第一期では解くことのできなかったプレート収束境界のテクトニクスに関する諸問題が最新の技術力とより高度な観察力に扉を開いて待っているのかもしれない。プレート収束境界の真上に住む日本の研究者にとっては 正に捲土重来のチャンスであろう。

参考文献

- Watts, A. B., New frontiers in marine geology and geophysics, *EOS* v. 45, 1107, 1984.
 Donn, W. L., Memories of (William) Maurice Ewing: The little boy in the candy shop, *EOS* v. 46, p129-130, 1985.