

## 観測フロンティアにおける気候変動研究

竹内謙介

近年、地球温暖化等、地球規模の変動が注目されるようになってきた。しかし、地球規模の気候変動に関するわれわれの理解は未熟であり、研究体制、特に観測的な研究に関する体制はまだ不備である。このような規模の現象を研究するには大学等の既存の組織では対応できないし、未知の分野であるだけに現業的な観測体制でも対応が困難である。

観測フロンティアはこのような状況に対応するために昨年発足した新しい研究システムであり、特に流動的な研究員制度に特徴をもつ。昨年の発足時には、まず2つの研究領域が設定された。気候変動観測研究領域（以降、気候変動領域）と水循環観測研究領域である（図1）。観測フロンティアに関する詳細な情報はウェブサイト <http://www.frontier.estd.or.jp/kansoku/> を参照されたい。ここでは筆者が関わっている気候変動領域について、その目的を解説する。

世界中の海水は大気に比べ3桁くらい、季節的に変動している上層100m位だけとっても1桁以上大きい熱容量をもっている。つまり、季節変動、あるいはそれより長い数年から数十年の時間スケールで考えると地球の熱の変化を担っているものとして海洋の重要性が注目される。したがって、長期予報や気候変動の研究のためには海洋の変動を知る必要がある。

それを最も端的に示しているのが、エルニーニョ現象である。エルニーニョは、太平洋の熱帯域で暖水塊が大きく東西に動くことにより大気の循環が大きく変動し、世界各地に異常気象をもたらす現象である。エルニーニョはほぼ数年に一度の割合で起きるが、近年、それよりも少し長い、十年位の時間スケールの変動が世界の各地で発生していることが知られるようになった。このような変動はそれぞれが関連しているのか、独立に発生しているのかまだ解明されていない。

観測フロンティア気候変動領域（〒237-0061 横須賀市夏島町2番地15）  
E-mail: takeuchk@jamstec.go.jp

当然、このような変動でも海洋の役割が大きいと考えられている。実際、海面水温には現れている。いくつかの仮説も提唱されている。しかし、残念ながら実際、海洋の内部がどのように変動しているのかがわからない。最近地球規模の観測で活躍している人工衛星も、残念ながら海の中までは観測できない。

観測フロンティアの気候変動領域の基本的な目的は、このような数年から数十年の気候変動における海の役割や大気-海洋相互作用を明らかにすること、そのための観測を行うことである。

### 1. 地球規模の海洋変動観測

太平洋熱帯域には TAO-TRITON という係留ブイのネットワークが展開されており、エルニーニョに伴う海洋変動が実時間で、手にとるように観測できるようになり、予報やメカニズムの解明に大きな貢献をしている。このようなブイのネットワークが全世界の海洋に展開されれば長期予報や気候変動のメカニズム解明に役立つことは間違いないが、技術的にも費用的にも困難である。そこで考えられたのが中層フロートである。このフロートは普段、特定の水深（例えば 2000 m）を漂流し、ときどき（例えば 10 日ごと）に海面に浮上する。浮上の途中、水温と塩分の鉛直分布を測定し、海面から人工衛星経由でデータを地上に送信する（図2）。

海洋上層の変動の空間スペクトルからほぼ 300 km 間隔でフロートを分布させれば世界中の海洋の変動を捉えることが可能である。この間隔で世界中の海洋を覆い尽くすためには約 3000 個のフロートが必要になる。これを国際的に分担して展開しようという ARGO（もとは略語であったが、現在ではその意味は薄れている）というプロジェクトが始まろうとしている。

このプロジェクトに参加することにより、地球規模での海洋の上中層の変動を明らかにすることが観測フロンティア気候変動領域の目的のひとつである。

### 2. 黒潮の変動

300 km の網目は、海岸のような境界の近くで起きる小

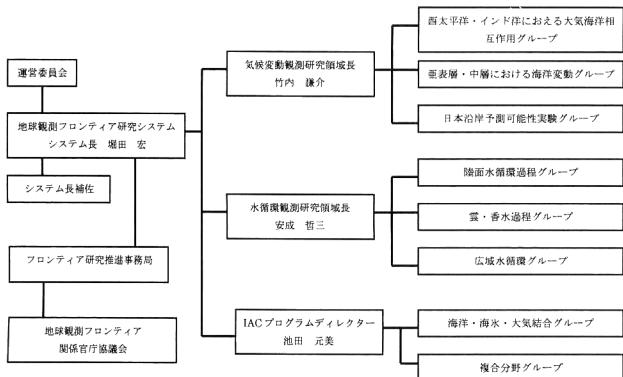


図1 観測フロンティアの組織図。

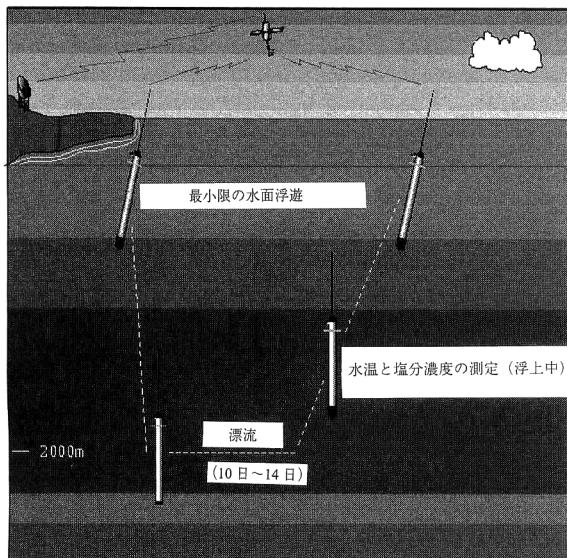


図2 ARGO フロートの概念図。

規模な現象を捉えることができない。境界域には、海洋全体にとって重要な役割をもっているものがある。その例が黒潮であり、もうひとつの例が赤道域である。

黒潮は西岸境界流とよばれる大洋の西端を流れる海流で、熱の南北移動に大きな役割をしている。黒潮は最も観測、研究された海流のひとつであるが、その変動のメカニズムは意外にわかっていない。例えば黒潮の駆動力は偏西風と貿易風の応力によるトルクであるが、これらは大きな季節変動をするのに対して、黒潮の流量の季節変動はそれよりずっと小さい。

また、黒潮の変動として大蛇行が知られている。これも数年の時間スケールの変動であるが、他の変動との関連は明らかになっていない。メカニズムも流量の変動が関連しているといわれているが、まだ解明されていない。

これらの問題を解明するための鍵は大陸棚斜面のような

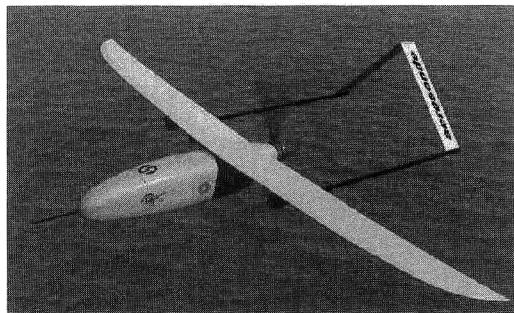


図3 エアロゾンデ。

海底地形と考えられている。このような海底地形の効果を従来ない3次元的かつ連続的な観測で解明しようといふことも、観測フロンティア気候変動領域の目的のひとつである。ここで中心となるのがPICE (inverted echo sounder with pressure gauge) という測器で、超音波で海洋内部とともに海底における圧力の変動を観測することができる。

### 3. エルニーニョ研究の進展

赤道域の問題は、やはりエルニーニョである。エルニーニョについては理解も大分進み、予報も実用の域に達しつつあるが、信頼性のある予報のためには解決すべき課題もある。その中でも重要なのが季節内振動とインド洋の役割である。

季節内振動は数十日の周期で東進する振動で、それに伴う強い西風がエルニーニョの発端に大きな役割をしている。巨大な積雲の塊を伴っているが、これが階層的な構造をもっていることが知られている。積雲が組織化してこのような構造を作っているのか、大規模な構造が先にあるのか、とにかくこの成因を知ることは季節内振動のメカニズムとエルニーニョにおける役割の解明に欠かせない。また、積雲の組織化は中緯度でも重要な課題で、より単純な条件の熱帯でこの問題が解明される意味は小さくない。ここで活躍するのがエアロゾンデという小型の無人観測機で、風船による観測と違い、3次元的に気温や水蒸気の分布を観測することが可能である(図3)。

インドモンスーンとエルニーニョの関連等、インド洋の役割は以前から指摘されてきた。しかしインド洋はまだデータの空白地域である。最近ではインド洋にエルニーニョとは独立な変動があり、日本の気象にも影響を与えていることもわかつってきた。これらの問題を解決することも観測フロンティア気候変動領域の目的のひとつである。

(2000年7月5日受理)