

## 第 1 回アルゴ将来構想検討会

世話人: 須賀利雄, 細田滋毅

今年 3 月に行われた海洋学会春季大会シンポジウム「Argo の進むべき方向性—Argo による研究成果と今後の展望—」では、多くの方のご参加のもと、多数の講演と活発なご議論をいただき、誠にありがとうございました。

おかげさまで、シンポジウムでは、これまでに構築してきた Argo をいかにして長期間持続しつつ、さらに発展させていくかについて、日本の海洋コミュニティとしての考えをまとめていくための貴重な意見交換・議論の場となりました。シンポジウムの結論の一つとして、継続的議論の場を設けることとなりましたので、今回世話役を JAMSTEC の Argo 担当者が引き受け、Argo の持続と発展に関心をもつ方々に広く集まっていただき、検討会を以下の要領で開催することとしました。

### 開催案内

#### 【日時・会場】

日時: 2010 年 7 月 28 日(水) 午後 1 時 30 分～5 時

会場: JAMSTEC 東京事務所

参加者: オープン

#### 【検討内容】

##### Argo を持続するための方策

現在の日本の Argo の実施体制(予算, 組織, 人)には、今後 Argo を持続する上で問題はあるのか? あるとすればどういう点なのか? 米国(NOAA)やヨーロッパ(EuroArgo)など他国の現状と将来計画を示し、それらを参考にしながら、日本の問題解決の方向を考える。

##### 多機能フロート・グライダー等による観測の展開

既存の Argo 観測網(水温・塩分)を高度化し、気候モニタリングを充実させる必要はあるだろうか? 具体的な例を示しつつ、その必要性和実施する場合の問題点について考える(例: 深層および極表層の水温・塩分観測, 観測網の高密度化)。

また、近年、生物地球化学分野および生態系分野の研究・モニタリングに焦点が当たりつつあるが、フロート観測等の生物地球化学・生態系モニタリングへの活用が考えられるだろうか? またその場合の方策、問題点は何か考えられるか? (例: 生物地球化学センサー搭載フロート, グライダー)

上記のような観測網の展開の中で、何を新たに Argo に組み入れられるか、あるいは組み入れていきたいか? (準リアルタイムデータ公開が無制限に可能で、遅延モード QC の要求を満たす観測網が可能か?) さらに、組み入れた場合の具体的な実施体制については何

を検討すべきか？（例：データ管理をどこまでやるか？大型予算を組む方策は？機関・省庁間連携は？コンソーシアムのような枠組みはどうか？）

### **新規研究分野の開拓に向けた Argo の発展性**

Argo 観測網によって、今までにない種類の膨大なデータを得つつある。これらのデータと、例えば数値モデル解析とを組み合わせることによって、新たなサイエンスの開拓が可能であろう。これらを実現するために、どのような形・テーマでの連携が考えられるか？

## 第 1 回アルゴ将来構想検討会 議事概要

(2010 年 7 月 28 日 於 海洋研究開発機構東京事務所 参加者 39 名)

### 検討会の趣旨

OceanObs'09 において、OceanObs'99 での議論に基づき策定された GCOS implementation plan (その海洋パートは物理・炭酸系の全球海洋観測システム) のうち、Argo 計画はほぼ 100% 達成された成功例として高く評価された。成功の大きな理由は、その強力なデータ管理の仕組みやデータ公開ポリシーにあり、それらは今後構築される観測システムのモデルになると広く認識された。そのような評価を踏まえ、OceanObs'09 では、Argo コミュニティへの要望として、現在の Argo を維持しつつ、多機能センサーへの対応、高緯度・縁辺海への展開、SST・SSS の観測、深層観測などの拡張を徐々に進めることを求められた。これを受けて、今後の Argo のあり方として、(1) Argo コアミッションをいかに持続させるか、(2) Argo をいかに拡張・発展させていくか、を各国で考えていく必要がある。Argo の主要な担い手である日本でも、Argo 持続のための仕組みと Argo 拡張の方策についての検討を行っていききたい。第 1 回検討会では、過去の経緯や問題点を共有し、目前の問題だけでなく将来的な問題についての議論を行う。

### 1. 日本の Argo の現状とそれを維持するための方策

#### ○ミレニアムアルゴの経緯

2000 年に省庁横断型のミレニアムプロジェクトとして開始された「ミレニアムアルゴ」は、当時としては先進的な枠組みであり、2004 年までの 5 年間実施された。Argo は、当時から衛星観測と同様ベース観測システムの確立を目指していた。ただし、衛星観測と異なり、ネットワーク型の観測網であるため、主体となる機関がないのが特徴である。省庁間の連携を円滑にするため、各省庁・関係機関・外部有識者からなる推進委員会がおかれ、様々な決定事項・問題について議論がなされた。2005 年以降の国内 Argo 計画でも引き続き推進委員会が設置されている。

#### ○気象庁によるフロート展開計画・運用・データ管理

気象庁が Web で公開を行っている「海洋の健康診断表」作成のために、年間 15 台投入し(2 年間運用)、常時 30 台の運用体制をとってきた。さらに、今年度から開始する高精度海洋観測による海洋観測強化に伴い、新たに 12 台を日本周辺海域に展開する。気象庁では、Argo データ品質管理作業のうち、24 時間以内に配信する即時品質管理(rQC:リアルタイムデータベース)を担当している。

#### ○Argo の維持・高度化への取組み:JAMSTEC の立場と現状

JAMSTEC ではミレニアム時代、観測フロンティア Argo グループと海洋観測研究部がフロート展

開と遅延モード品質管理を担当(2000-04)。独法化後、第1期中期計画では海洋気候変動研究を目的に、IORGC・Argoグループが担当(2005-08)。第2期中期計画では、地球環境変動領域・海洋環境変動研究プログラム・戦略的海洋監視研究チームが、フロートや他の観測システムと連携した次世代観測網の構築という目的で引き続き担当(2009-13)。

#### 議論の要点

- ・ Argo計画をこれまで通り継続することはGODAEのリクエストでもある。Argoデータのインパクトが海洋科学研究にとって非常に大きいことはデータ同化モデルをやっている人達の共通認識で3000台という数は維持し続けたい最低限の数。研究目的にもよるが全球的な現象を扱う研究では少なくとも同レベルのフロート数は必要だろう。また2000dbar以深のデータの取得などができる新たなフロートも今後期待される。GODAE後継のGODAE Ocean Viewではどの海域でどのくらい必要なのかなど現業運用を視野に入れたより効率的なデータ取得を目指した活動にも重点が置かれ数年かけて結果を出すことになっている。
- ・ フロートの寿命を延ばせばフロートの投入個数は減らせるという考え方がある。それには水温センサーの安定が絶対条件である。アルカリバッテリーからリチウムバッテリーへの移行など、観測継続のための低コスト化を目指すべきで、そのような活動は実際に行われている。
- ・ Argoを現業ベースに移行するという考え方があるが、特に、研究ニーズと直結しArgoコアミッションの実現に不可欠である遅延モード品質管理(dQC)は、ソフト・ハード共に高度な知見が要求されるため、実施機関が限られ、現業ベースへの移行には現時点では困難。
- ・ JAMSTECがその構築を目指して研究している次世代観測網とは、OceanObs'09のコミュニティホワイトペーパーでも提案されていた西岸境界流離岸域での高密度観測網や、生物・化学センサー付きフロートによる観測網などである。そのような観測網の実現に必要な様々な知見を得るため、JAMSTECの物質循環プログラムによる生態系観測用係留系付近に酸素センサー付フロートを多数展開するなどの、実験的、集中的観測を行いつつある。
- ・ Argoの特長のひとつである即時全面公開というデータ提供ポリシーを、水温・塩分以外のデータに適用するのは、全ての研究者が対応可能というわけではない。新規センサー等を無理なく取り込んでいくための方策を検討する必要がある。
- ・ 温暖化対策で今後重要なのは、温暖化の影響のローカルな現れ方をモニタリングし、予測することだが、そのためにArgoは不可欠。温暖化研究では予測モデルの改善に観測データが必要であり、モデルの高度化のために観測とモデルがもう少しタイアップすることを考えてはどうか。
- ・ Euro Argoでは、全球規模の観測を行うための中期的な予算獲得を目指している。そのような取り組みを可能にした欧米の政府や研究者のArgo観測網に対する考え方も参考にしていけるべきではないか。日本でも各官庁が連携する形の新たなインフラを作るのも良い考え。
- ・ Argoの成果を一般の人に理解しやすい形で提示していかなければ、持続は難しい。例えば、同化モデルのアウトプットをわかりやすい絵にして公開するなどして、ユーザーや関心を持つ

人の範囲をさらに広げることがプログラム継続の上で重要である。ユーザコミュニティを強化するとともに、様々な形で Argo を広く一般にアナウンスしていった方が良い。

## 2. 多機能フロート・グライダーによる観測の展開

### ○Argo への期待—水産分野から—

マイワシとカタクチイワシなどのように環境によって大変動する魚種がある。また、漁業対象魚種の方が非対象種よりも変動が大きいことが示されている。北西太平洋は世界でもっとも漁獲圧が高く、環境変動の影響が増幅される恐れが高い。このため、環境のモニタリングが水産資源の管理上、重要となる。

環境モニタリングをするにあたり、沿岸定線観測は Argo と相補的な関係である。今後はこれまで観測されていない栄養塩や餌の情報が必要とされている。Argo に搭載したい測器としては、DO、栄養塩（硝酸塩）、Chl-a、プランクトンカウンター、Video Plankton Recorder、pH、乱流計、流速計、CO<sub>2</sub> 計等が考えられる。また、浅海用 Argo/グライダーとして小型、軽量、非バッテリー方式、大量生産型が必要であり、開発が進められている。

アメリカのグライダー観測（AOSN2）は、複数台の水中グライダーを同時に用いた渦・前線構造の観測が進められており、同化モデルと組み合わせ、データが不足しがちな海域の水中グライダーをモデル側からコントロールし運用した例もある。日本で水中グライダーの長期運用を行うためには緊急時の回収に協力するコンソーシアムを結成する必要がある。

### 議論の要点

- ・ 長いスケールの資源変動は decadal な変動をしているが、これをモニタリングする必要がある。沿岸では短期変動する資源もあるため、Argo のデータも含めて長短期両方をモニタリングする。
- ・ マイワシ・カタクチイワシは浅いところに住むので SST との相関が良い。アカイカはもう少し深い深度なので、GODAE の同化アウトプットを利用している。
- ・ Argo につけたいセンサーに優先順位をつけるとすれば、栄養塩センサーである。三陸沖では養殖でも無給餌で行うため、栄養塩の情報が事前に分かれば産業への貢献が大きい。
- ・ 栄養塩・クロロフィルセンサーであっても、資源観測となるため、他国の EEZ に入った場合問題となる。水温、塩分データであっても、他国 EEZ に漂流した場合、相手国から要請があればデータ配信を止めることになっている。
- ・ グライダーの運用自体はトラブルがなければ自動化されているものの、太平洋側は漁具が多くて、グライダーを岸付近から自動操業するのはやや困難。沿岸から近い親潮・黒潮のモニタリングのためのグライダー運用に何らかのコンソーシアムが必要なのではないか。
- ・ 世界ではグライダーは既に数多く展開されており、スローカムだけで世界で 100 台。日本での導入は遅れている。

### 3. 総合討論(要点)

- ・ 様々な機会に、海洋コミュニティと社会の Argo に対する理解を深めていく努力をする必要がある。まずは Argo の持続と拡張についての海洋コミュニティのコンセンサスを得ることが大事である。この検討会で、Argo の持続・拡張の必要性についての認識を共有でき、コンセンサス形成のためのいいスタートとなった。
- ・ JAMSTEC ではむつ研で開発した CO<sub>2</sub> センサーをもとに、深層を計測できるセンサーの開発を継続中。ただし Argo に CO<sub>2</sub> センサーを付けるには、フロートの浮上速度でも膜透過で平衡状態を保つことを実現しなければならないなど、まだ問題が残っており、この方法について検討中。
- ・ 電中研では pH センサーの小型化に成功した。CO<sub>2</sub> や pH センサー付フロートであれば、カーボン Argo として全球をカバーする意味で各国の賛同も得られやすいかもしれない。
- ・ IMO の総会でも、Argo フロート等の海洋測器は投棄物ではないと認識されている。それ以来、国連関連の会議では Argo フロートが投棄物かどうかという議論はなくなったが、一般社会に対する説明は今後も必要だろう。
- ・ なるべく近いうち(10 月頃)に、第 2 回検討会を開催すべきである。