

日本学術会議 公開シンポジウム
「海洋観測における研究船の役割」
2018年12月25日(火), 13:00~17:00
日本学術会議講堂, 乃木坂・東京



日本学術会議

TOHOKU
UNIVERSITY

日本海洋学会

海洋観測の未来と 研究船利用の展望

花輪 公雄
東北大学・名誉教授
日本学術会議・連携会員
地球惑星科学委員会・SCOR分科会 委員

<内容>

- 研究船の位置づけ
- 日本版UNOLS構想

(参考:学術会議報告や議論の参考となる出版物など)

(参考:海洋基本法等に謳われた海洋調査について)

日本学術会議公開シンポジウム
海洋観測における研究船の役割:
成果と展望

日 時: 平成 30 年 12 月 25 日 (火) 13:00 ~ 17:00
場 所: 日本学術会議講堂 (東京メトロ千代田線「乃木坂」5 出口より徒歩 1 分)
主 催: 日本学術会議地球惑星科学委員会 SCOR 分科会
後 援: 東京大学大気海洋研究所
参 加 費: 無料 (事前登録不要)

開催趣旨
周囲を海に囲まれた我が国では、経済・社会・安全保障・文化のあらゆる面で海が大きな役割を果たしている。この豊かな海を守り継承していくためには、海についての科学的知見を深め、海で活躍する人材を育てていかなければならない。また、「国連持続可能な開発のための海洋科学の 10 年 (2021-2030 年)」や SDG14 「海の豊かさを守ろう」に示されているように、地球環境変動の解明や生物多様性の保全、海洋資源の持続的開発などは地球規模の課題であり、海洋調査においては国際的な協力と連携が重要だとの認識が高まっている。現在の海洋観測では、衛星や航空機、深海探査機など多彩な技術が利用されるようになったが、船が最も重要な役割を果たすことは変わらない。しかしながら、我が国の観測船・研究船をとりまく情勢は近年非常に厳しく、機材の老朽化や観測日数の減少が著しくなっている。本シンポジウムでは、これまでに研究船が果たしてきた役割を概観した上で、これからの研究船はどうあるべきかを議論したい。

プログラム

13:00	開会挨拶 山形 俊男 (海洋研究開発機構、SCOR 分科会)	15:05	大陸間縫合帯高精度観測 (GO-SHIP) の成果 河野 健 (海洋研究開発機構)
13:10	挨拶 阿部 隆之 (文部科学省研究開発局海洋地球課)	15:25	気象庁定線時系列観測の成果 中野 俊也 (気象庁)
13:15	基調講演: 海洋調査の重要性と船の果たす役割 津田 敦 (東京大学)	15:45	練習船の活用と人材育成 神田 稔太 (東京海洋大学)
13:45	公募型成果 1 未知 (第 4 回) の南極底層流生成域の発見 大島 延一郎 (北海道大学)	16:00	海洋観測の未来と研究船利用の展望 花輪 公雄 (東北大、SCOR 分科会)
14:05	公募型成果 2 海底地殻変動観測で捉えた 2011 年東北地方太平洋沖地震 日野 亮太 (東北大)	16:15 ~ 16:25	休憩 -
14:25	公募型成果 3 GEOTRACES : 海の 3D 元素診断～22 世紀の気候変動予測に向けて 張 劍 (富山大学、SCOR 分科会)	16:25	パネルディスカッション: 研究船の未来 (座長) 横松 光夫 (東京大学) (パネリスト) 江洲 亘人 (北海道大学) 平 朝彦 (海洋研究開発機構) 津田 敦 (東京大学)
14:45	公募型成果 4 インド洋深海熱水硫黄の成果と 新しい学術領域への波及 高井 研 (海洋研究開発機構)	16:55	閉会挨拶 瀬生 俊敬 (東京大学、SCOR 分科会)
		17:00	閉会

問い合わせ: 沖野 那子 (東京大学大気海洋研究所 Email: okino(at)aori.u-tokyo.ac.jp)

1. 研究船の位置づけ: 海の観察(監視と観測)

【観察から始まる: 空間分布と時間変化】

海洋学を含む地球惑星科学(広く自然科学)は、対象(海洋、大気、地球、惑星)に対する観察から始まる。空間と時間の4次元の座標の中での観察であり、対象とする変数の空間分布と、時間変化を知る必要がある(⇒ 物理定数の精密測定)。また、厳密には、繰り返すことのない一回きりの現象の連なりが対象。今を知るには、今観測する必要。

【観察における二つの方法: 監視と観測(明瞭な区別はできないが)】

監視(monitoring): 予め仕様(スペック)を決めた計測で、ルーチン的な長期の観察

観測(observation): 明らかにしたい現象・過程を対象に、目的に適切な手法を用いた一連の特別計測

【ここでは、「研究船」は、専ら「観測」を行う船舶と定義する】

(練習船やミッション・オリエンテッドの船とは区別する)

白鳳丸



新青丸



1. 研究船の位置づけ: 海洋の監視・観測の手法

【監視・観測の手法とその特徴】

海洋の監視・観測には、様々な手法が存在。それぞれ特徴を活かしたベストミックスの運用が求められる。

革新的技術の開発やその改良があるので、ベストミックスは時代とともに変遷する。

1. リモートセンシング(人工衛星、航空機など)

受動型・能動型電磁波センサーを用いた観測。海水の性質により情報は海面近傍のみ。温度、塩分、クロロフィル-a、風浪、海面高度、など。広域で頻度の高い計測。較正のための現場データが必要。

2. 船舶による計測

学術調査船、練習船等と一般船舶(=篤志船舶)。後述。

3. オイラー型の計測(場所を固定した計測)

係留系型観測: 係留系(水温・塩分・流速・他), 海底地震計・海底圧力(津波)計, など。高時間分解能での計測に向くが, 面的なカバーは困難。

4. ラグランジュ型の計測(漂流型測器による計測)

表面漂流ブイ, 中層漂流ブイ, アルゴ・フロート, グライダーなど。多数展開しないと結果の解釈が極めて困難。なお, アルゴフロートは国際計画の下で, 最も成功した海洋監視手法となった。

5. AUV(ROV)による計測…新たな可能性を持つ次世代の測器

自力での断面観測や, 海氷下の観測などが可能。わが国でも開発中であるが, その加速を。

荒天時には潜ることができ, 移動速度が速い, 「潜水可能型」観測船
は・・・・・

1. 研究船の位置づけ:多種多様な測器と手法の展開が可能

白鳳丸による海洋観測（東京大学大気海洋研究所 田村千織氏提供）

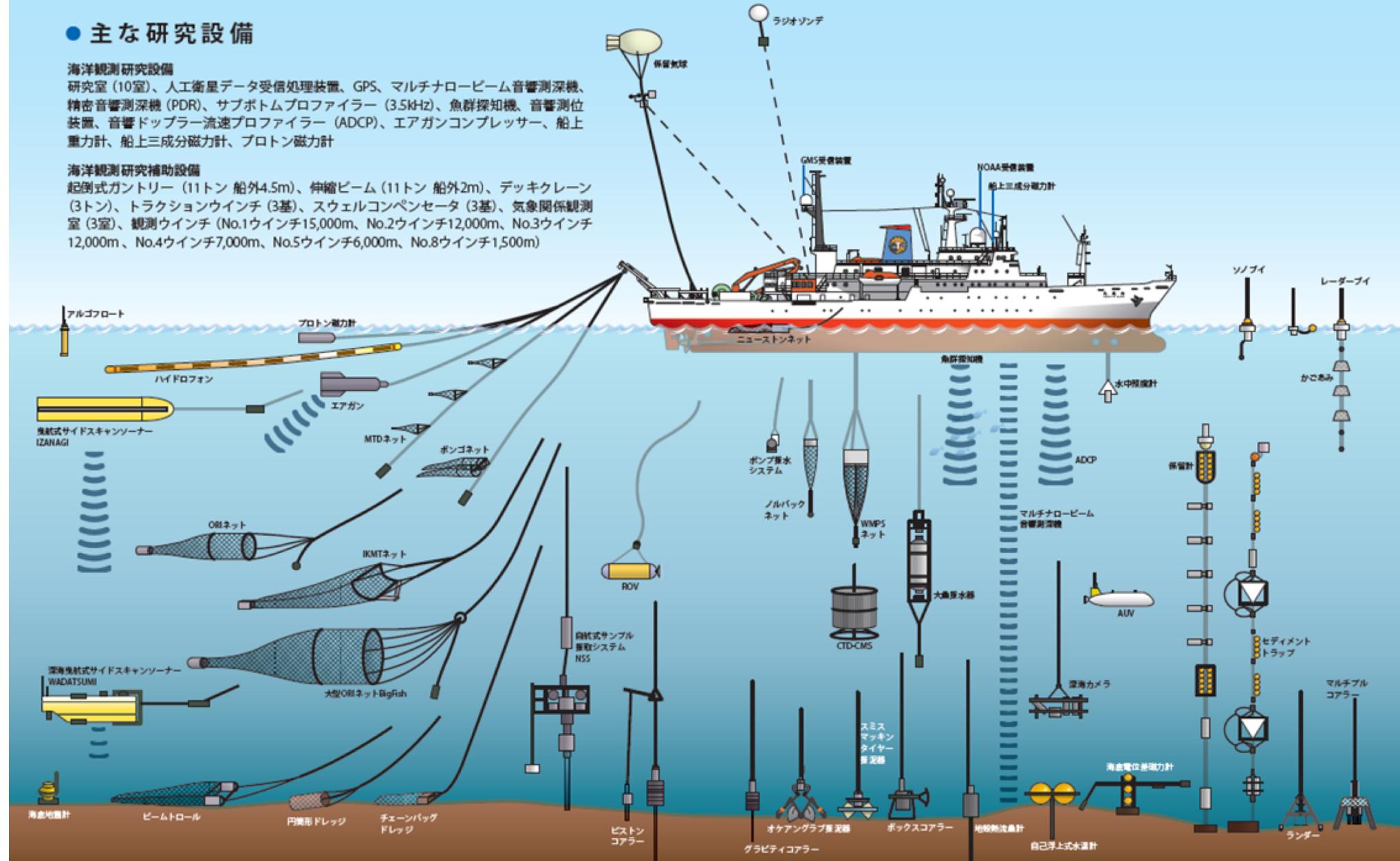
● 主な研究設備

海洋觀測研究設備

研究室(10室)、人工衛星データ受信処理装置、GPS、マルチナロービーム音響測深機、精密音響測深機(PDR)、サボトムプロファイラー(3.5kHz)、魚群探知機、音響測位装置、音響ドップラー流速プロファイラー(ADCP)、エアガンコンプレッサー、船上重力計、船上三成分磁力計、プロトン磁力計

海洋觀測研究輔助設備

起倒式ガントリー（11トン 船外4.5m）、伸縮ピーム（11トン 船外2m）、テッキクレーン（3トン）、トラクションウインチ（3基）、スウェルコンペーンセータ（3基）、気象関係観測室（3室）、観測ウインチ（No.1ウインチ15,000m、No.2ウインチ12,000m、No.3ウインチ12,000m、No.4ウインチ7,000m、No.5ウインチ6,000m、No.8ウインチ1,500m）



1. 研究船の位置づけ: 多種多様な測器と手法の展開

【研究船による観測の特徴①】

研究船は、学生を含む研究者が乗船し、精密な計測にかなう設備・測器を持つ、移動可能なプラットフォームであり。他の手段で置換可能でないとの観点からの特徴には以下のようなものがある。

1. 高精度の計測が可能

‘人’が介在する計測であるので、精度をチェックしながらの計測が可能。他の手法による計測に対する「reference」を与えることができる。

2. 採水や物質の採集が可能

採水やネット曳航、ピストンコアラーなどにより、海水や海洋生物、海底泥・岩石を収集することが可能。さらにサンプルを陸上の研究室まで運搬することも可能。

3. 測器等を運搬し、各種作業をすることが可能(観測船以外の船舶でも一部可能ではあるが)

落下型測器の運搬・運用(XBT, XCTD, XCP, 乱流計測器など)、係留系(水温・塩分・流速・セジメントトラップ、他)の設置・回収、海底地震計・海底圧力(津波)計の設置・回収、漂流型ブイの投入・回収作業、グライダーの投入・回収、AUV(ROV)の投入・回収などが可能

4. 海洋上の気象観測点として計測が可能

ゾンデ、係留気球・放出気球、ライダーの運用、乱流フラックス観測などにより、海洋と相互作用する大気の観測が可能

5. 各種音波を用いた計測が可能

ADCP(海流、場合によってはプランクトンも)、魚探(生物)、マルチナロービーム(海底地形)などを航路上で常時取得が可能

6. その他(重力観測、磁場観測、…)

1. 研究船の位置づけ: 船を用いた観測であるがゆえの弱点

【研究船による観測の特徴②】

船舶であることによる特殊な状況もある。

1. 高額な建造費と維持経費

数十億円から百数十億円の建造費, 数億円から十数億円の定期ドック費用. 使用可能年数はおむね30年程度

2. 高額な運航経費(人件費)

数人から数十人の船員. 年間フルに活動するためのダブルクルーの手配はさらに高人件費に

3. 移動速度が遅く, 荒天候に弱い

船速は10~15ノット(時速20km~30km). 荒天候による作業中止や観測中止, あるいは避難・避港は高頻度で発生(良くて計画の80%, 60%はいつものこと, たまには40%のことも)

4. 燃料費の乱高下による影響大

運航日数は燃油価格にも大きく左右される. 現在遭遇している状態

<注>

研究船を利用するにあたっての, 研究航海の申請, 審査のやり方・採択方針, 航海海域と日数の割り当, 等々の問題・課題は, 今回は扱わない.

1. 研究船の位置づけ:本シンポで話題提供のあった研究の成果

【日本の海洋研究の最前線:世界最先端の成果】

<JAMSTEC・学術研究船「白鳳丸」>

1. 「未知(第4)の南極底層流生成域の発見」(大島慶一郎・北大)
2. 「海底地殻変動観測で捉えた2011年東北地方太平洋沖地震」(日野亮太・東北大)
3. 「GEOTRACES:海の3D元素診断～22世紀の気候変動予測に向けて」(張勁・富山大)
4. 「インド洋深海熱水雄域調査の成果と新しい学術領域への波及」(高井研・JAMSTEC)

わが国研究者の提案等による最世界先端の研究成果: 学術界における日本の貢献

<JAMSTEC・海洋地球研究船「みらい」>

5. 「大陸間縦横断観測(GO-SHIP)の成果」(河野健・JAMSTEC)

国際共同研究計画における日本の貢献

<気象庁・海洋気象観測船「凌風丸」「啓風丸」>

6. 「気象庁定線時系列観測の成果」(中野俊也・気象庁)

学術価値の高い観測データの公開により世界の海洋学へ貢献

<東京海洋大・練習船「海鷹丸」・他>

7. 「練習船の研究利用と人材育成」(神田穰太・東京海洋大)

高度人材の育成による海洋関連事業全般への貢献

もし、研究船などの船舶が無くなると(使えなくなると),

- @ 卓越したアイデアによる世界最先端の研究,
- @ 国際計画における日本の貢献,
- @ 日本発の‘地球環境’監視データの発信,
- @ 次代を担う高度海洋人材の育成

が、不可能となる。

1. 研究船の位置づけ:後継者・研究者の育成(教育の場としても機能)

【研究船は最高の学生教育(人材育成)の場】

○第一線の研究者との触れあいがある

世界最高の研究をする過程は、知識・技術の習得できる最高の「教育の場」となる。さらに、ナイトサイエンス等を通じ、第一線の研究者との触れあうことができることは、学生や若手研究者を大いに刺激する。

○研究船はいつも異分野融合・連携の場

乗船者は、大抵は異なる専門分野の人たちの混成チーム。(必然的に)乗船がきっかけで、融合的、連携的な研究に拡大することが多々あり。

○(実習船・練習船ではないが)計測技術などの習得の場

座学では経験しない多くのことを実践できる。

○‘同じ釜の飯’を食った仲間は一生もの

乗船経験の結果、人的ネットワークがすぐできる。

~~~~~

## ＜個人的なことで言えば＞

私たちの研究室(東北大学の海洋物理学研究室)では、研究テーマのいかんにかかわらず、修士時代に研究船に1度は乗船させることにしている。中には、1度でこりごりという学生もいるが。

私の最初の乗船時の仕事は、航海を通して、故才野敏郎先生（東大・名大・JAMSTEC）のお手伝いであった（栄養塩を計測するオートアナライザーのお世話）。乗船後、才野さんとはずっと付き合いをしていただいた。彼に北太平洋中緯度北西部の一次生産の数十年変動の研究を向かわせたのは、われわれの研究があったからだと思っている。実際、私は、彼の学生の博士論文の審査員になった。

# 1. 研究船の位置づけ: 海洋の研究と教育になくてはならないプラットフォーム

以上より、

研究船は、

他の手法や、他のプラットフォームでは代替え出来ない  
必要不可欠な研究のためのプラットフォームであり、  
同時に、最高の教育の場としても機能するプラットフォームである、  
と言える。

海洋コミュニティは、この点を如何に説得力  
あるものにできるかが常に問われてきた。

~~~~~

教育の場としての研究船:

表向きは研究船の必要理由からは除外されていると思うが、実際には極めて有効な教育施設となっていることは、確認したい。

2. 日本版UNOLS構想:UNOLSとは①

UNOLSのウェブサイトのホームページ



The screenshot shows the UNOLS website homepage. At the top left is the UNOLS logo with the text "UNIVERSITY-NATIONAL OCEANOGRAPHIC LABORATORY SYSTEM". To its right is a navigation bar with links: Home, ABOUT, SHIPS/FACILITIES, SCHEDULES, COMMITTEES, and MEETINGS. Below the navigation bar is a large image of ocean waves. Overlaid on the image is a white rectangular box containing the text "University- National Oceanographic Laboratory System". At the bottom of the page, there is a dark blue banner with the text "NSF/OCE UPDATE ON THE OCEAN OBSERVATORIE INITIATIVE (OOI)" and a link "CLICK HERE TO LEARN MORE".

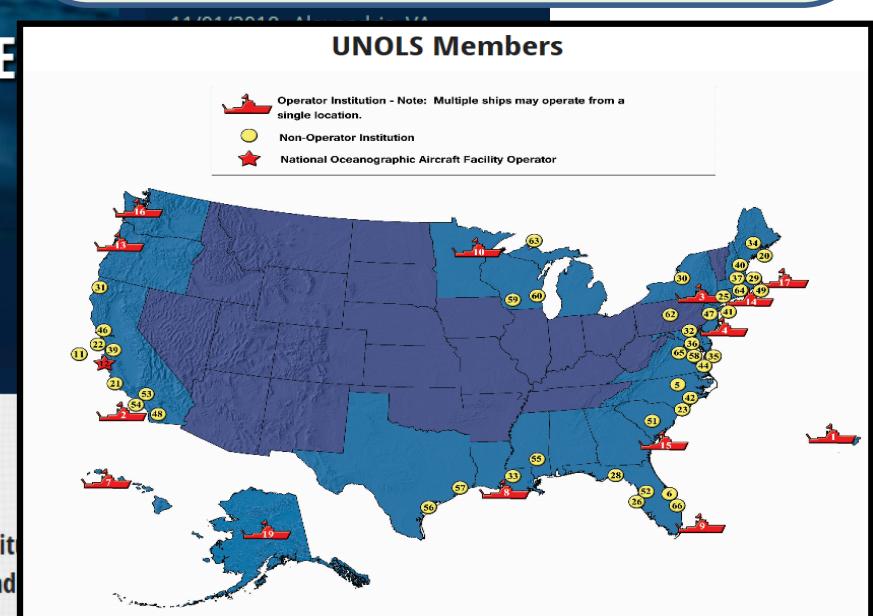
Welcome to UNOLS

University-National Oceanographic Laboratory System (UNOLS) is an organization of 58 academic institut oceanographic research and joined for the purpose of coordinating oceanographic ships' schedules and

【UNOLSとは:米国で運用している組織】

UNOLS(大学-国立海洋研究所システム)は、海洋研究に従事する研究船のスケジュールと設備を調整する目的で参加した58の大学と国立研究所の組織

- ・1971年に設立. 当初は17隻の研究船が参加.
- ・1992年には、21の大学・研究所に属する29隻が参加.
- ・現在は14の組織に属する18隻の研究船の日程調整等を行っている.



2. 日本版UNOLS構想:UNOLSとは②

< OBJECTIVES: 目的 >

An objective of UNOLS is to coordinate and review the access to and utilization of facilities for academic oceanography, needs of academic oceanography, of priorities for replacement of facilities, and the community of users.

Another objective is to maintain a system and thereby continuing and improving the program.

Emphasis is placed on

< Standing Goals: 永続目標 >

1. Promote broad, coordinated access to and utilization of facilities for academic oceanography, needs of academic oceanography, of priorities for replacement of facilities, and the community of users.
2. Maintain a system and thereby continuing and improving the program.
3. Support coordinated, efficient, and safe operations of research vessels and other facilities.
4. Support continuous improvement of facilities and the quality, reliability, and safety of their operations.
5. Foster co-operation among scientists with the goal of improving the facilities and the quality, reliability, and safety of their operations.
6. Plan for and foster support for the oceanographic facilities of the future.
7. Provide leadership and broad community input to the process of planning for and supporting the improvement, renewal and addition of facilities required to support the ocean sciences in the future.

【UNOLSの役割と目的】 (日本海洋科学振興財団雄報告書より)

1. シップタイムの調整
2. 船舶間の可搬式調査観測機器の共用
3. 乗組員・観測技術員の交流と配置
4. 保険の優遇
5. 新造船のリコメンド
6. 予算策定作業の効率化

<所見>

単にシップタイムの調整を目的としたシステムではなく、船舶運航機関、監督官庁であるNSFやONRにとっても、運行予算や新造船建造時の煩雑な予算折衝作業を簡略化できるなど、その利点は大きなものがある。

2. 日本版UNOLS構想：学会震災対応WGの活動からの学び

海洋学会震災対応WGの活動の一つは、航海情報の収集とそのウェブサイトでの公開。

これらの情報により、採水依頼が可能となって、広域にわたり多数のサンプル(2012年末で約3000点)を収集。

「piggy-back」式(ついで)に、センサーを設置して計測したり、採水したりすることは、大きな負担にはならない。

31. 船舶名：白鳳丸 (JAMSTEC/大気海洋研究所共同利用)

KH-12-01

研究海域：北太平洋

日程：1月29日-3月5日

主な研究テーマ：放射能試料採集協力

連絡先：uematsu (a) aori.u-tokyo.ac.jp

学会ウェブサイトへ掲載した航海情報

32. 船舶名：蒼鷹丸(水産総合研究センター)

航海番号：SY2011-12(蒼鷹丸 1 2 次航海)

調査海域：東北沖

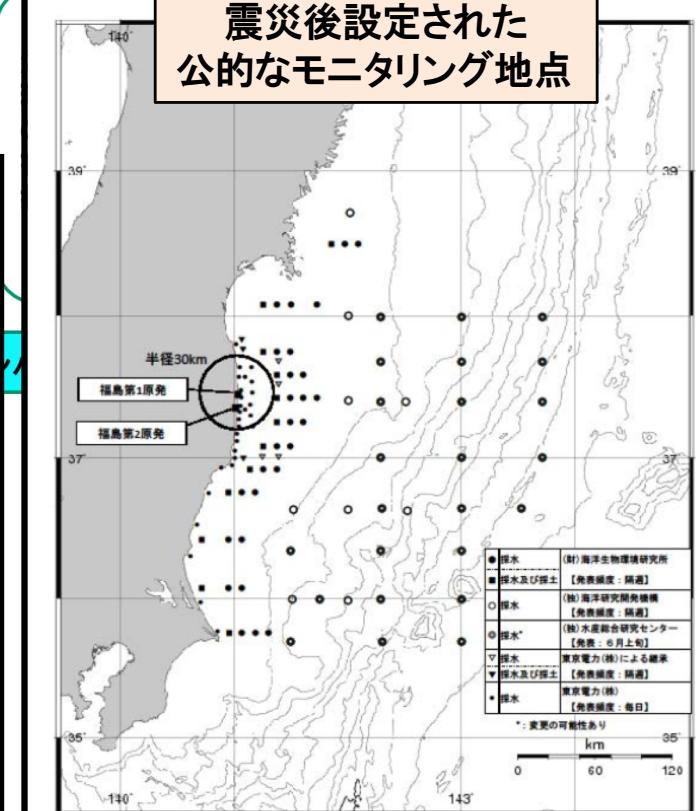
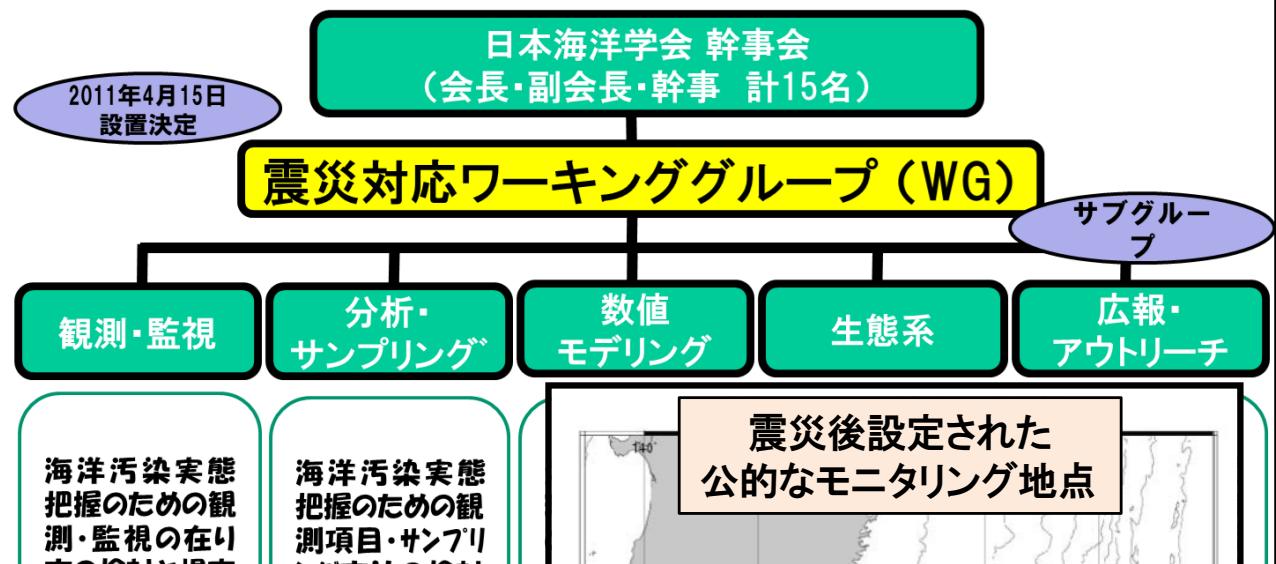
航海期間：1月3 1日 – 2月 6日

主目的：本州東方海洋放射能調査 (水・プランクトン・ベントス・魚類・イカ) 並び

に福島宮城県定線調査

連絡先：藤本賢 (中央水研海洋・生態系研究センター)

日本海洋学会「震災対応ワーキンググループ」組織図



2. 日本版UNOLS構想：まずは航海情報の収集と公開から

【1. 航海情報の公開】

すぐに日本版UNOLSを進めることは困難であるので、まずは航海情報の収集とその公開をめざす。

- 現 状：各機関ごとに独自の様式・内容で情報公開
- (近い)将来：統一した様式で、特に外部利用者の判断に資する情報を中心に
- 目 的：船舶のさらなる有効利用に資するため（‘稼働率’の向上）
- 対 象 範 囲：国立大学・研究開発法人・省庁等に所属する海洋計測に従事可能な船舶すべて
- アウトカム：海洋科学分野の研究・教育の促進、海洋高度利用技術の開発の促進、など

【2. 装置・測器等の共同利用】

.....

【3. 日本版UNOLSの運用】

.....

【「海洋科学教育・実習・研究支援船舶運営センター」構想】

（花輪公雄、「水産系大学学部練習船の現状と将来」、月刊海洋、1999年1月号）

- @運営本部－企画・調整部（提案書の受付・採択・調整）
 - －運航部（船舶運航の実務・実際を支援）

【教育】

海洋科学教育／水産科学教育
／航海科学教育／…

【地域センター】

- ・北海道大学地域センター
- ・東京大学地域センター
- ・東京水産大学地域センター
- ・長崎大学地域センター
- ・鹿児島大学地域センター

【実習】

海洋科学実習／水産科学実習
／航海科学実習／…

【研究】

海洋科学研究／水産科学研究
／航海科学研究／…

参考:学術会議提言や議論の参考となる出版物など

【日本学術会議 報告】

海洋科学研連の所掌の一部は、現在のSCOR分科会へ。

1. 「わが国の海洋研究船の充実について」1991(平成3)年5月21日
海洋科学研連・地球物理学研連・海洋物理学研連・水産学研連
第3・第4の研究船建造、運航体制の強化、練習船の研究目的使用などを提言
2. 「海洋科学の教育と研究のための船舶不足と水産系大学練習船の活用について」
2001(平成13)年5月14日
海洋科学研連
水産系練習船を「教育・研究船」へと転換し、全国の大学の実習教育に資することを提言

【月刊海洋の特集など(いずれもシンポジウム報告)】

1. 「海洋研究船」、月刊海洋、1997年2月号
2. 「水産系大学学部練習船—現状と課題ー」、月刊海洋、1999年1月号
3. 「21世紀の海洋研究と教育体制」、月刊海洋、2000年1月号
4. 「継続的な海洋観測ネットワーク その構築に向けて (1)・(2)」、月刊海洋、2002年9・10月号
5. 「海洋地球観測船『みらい』—その成果と現状ー」、月刊海洋号外34、2003年8月

【その他・調査報告書等】 <http://www.jmsfmml.or.jp/mml/kaiyoinfo/1.pdf>

1. 「海洋分野の研究開発促進のための船舶活用方策の調査研究」(2016(平成28)年3月)
(公財)日本海洋科学振興財団が、他財団から研究助成を得て、行われた調査研究成果報告書。
現状分析・課題・解決への提言。UNOLSなど海外の船舶運航に関する組織の実態等も記載。

参考：海洋基本法等に謳われた海洋調査について

(海洋に関する科学的知見の充実)

第四条 海洋の開発及び利用、海洋環境の保全等が適切に行われるためには海洋に関する科学的知見が不可欠である一方で、海洋については科学的に解明されていない分野が多いことにかんがみ、海洋に関する科学的知見の充実が図られなければならない。

(海洋調査の推進)

第二十二条 国は、海洋に関する施策を適正に策定し、及び実施するため、海洋の状況の把握、海洋環境の変化の予測その他の海洋に関する施策の策定及び実施に必要な調査の実施並びに海洋調査に必要な監視、観測、測定等の体制の整備に努めるものとする。

2 国は、地方公共団体の海洋に関する施策の策定及び実施並びに事業者その他の者の活動に資するため、海洋調査により得られた**情報の提供**に努めるものとする。

(海洋科学技術に関する研究開発の推進等)

第二十三条 国は、海洋に関する科学技術に関する研究開発の推進及びその成果の普及を図るため、海洋科学技術に関し、研究体制の整備、研究開発の推進、研究者及び技術者の育成、国、独立行政法人、都道府県及び地方独立行政法人の試験研究機関、大学、民間等の連携の強化その他の必要な措置を講ずるものとする。

5. 海洋調査及び海洋科学技術に関する研究開発の推進等

(1) 海洋調査の推進

ア 海洋調査の戦略的取組

○海洋のモニタリングについては、リアルタイム性のみならず、長期的な観測を積み重ねるとともに、衛星、観測ブイ等を用いた高度な観測技術を最大限活用し海洋を 総合的に観測することが重要であり、海洋観測を行う海洋調査船等の適切な運航、効率的な観測に資する自動化技術の向上等に取り組む。(文部科学省、国土交通省)

○時空間的に疎らである生物分野を含め、海洋に関する科学データをより深海域まで精度よく観測するため、漂流フロート、係留系、船舶及び海中・海底探査システムによる観測を組み合わせた統合的観測網の構築を目指す。(文部科学省)

○海洋調査の基盤となる海洋調査船等、有人・無人調査システム等を着実に整備するとともに、新たな調査機器の開発、新技术の導入を推進する。(文部科学省、国土交通省)

第3期海洋基本計画
(2018(平成30)年5月)