

海洋アライアンス シンポジウム

第7回 東京大学の海研究

人と海のかかわりの将来像

2012年7月24日(火) 10:30～
東京大学 農学部「弥生講堂・一条ホール」

次期海洋基本計画の課題について

城山 英明
公共政策大学院

海洋基本法は、地球の広範な部分を占める海洋が人類をはじめとする生物の生命を維持する上で不可欠な要素であるとともに、海に囲まれた我が国において、国際的協調の下に、海洋の平和的かつ積極的な開発及び利用と海洋環境の保全との調和を図る新たな海洋立国を実現することが重要であることを指摘した上で、海洋に関し、基本理念、国等の責務、海洋基本計画の策定を含む施策の基本となる事項、総合海洋政策本部の設置等について定めた海洋に関する基本法であり、2007年7月に施行された。

海洋基本計画は、政府が海洋に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るために定める海洋に関する基本的な計画であり、現行のものは、2008年3月に閣議決定された最初のものである。

海洋基本計画は、海洋に関する情勢の変化を勘案し、及び海洋に関する施策の効果に関する評価を踏まえ、おおむね5年ごとに見直しを行い、必要な変更を加えるものとされている。このため、2013年3月頃を目途に、海洋基本計画の変更が行われるものと見込まれる。

以上を踏まえ、東京大学の部局横断的組織である海洋アライアンスと政策ビジョン研究センターは、幅広い領域にわたる日本最大級の研究者集団の知的リソースを領域横断的に統合していくことにより、我が国の海洋をめぐるこれまでの問題の所在を明らかにし、それへの取り組み方を提言していくことが可能ではないかとの観点から、2012年夏を目途に、海洋基本計画の見直しに向けての提言を取りまとめることとした。

提言する見込みの課題は、概ね次のとおりである。

1. 海洋空間ガバナンスの強化 - 日本の管轄海域全体に関するガバナンスの確立 -
(1) 総合的で、科学的知見を反映し、関係者の合意を重視する、地域ごとの海洋空間計

- 画を策定する枠組みの導入
- (2) 問題意識を共有する沿岸地域関係者が連携した取組計画を政府が支援する仕組みの早急な構築
 - (3) 森林、河川、海岸、沿岸海域の密接なつながりを考慮した専門性と総合性を兼ね備えた沿岸域管理の検討
 - (4) 洋上風力発電等の海洋再生可能エネルギーの開発と普及の推進に向けた関係者の合意形成への支援や制度的な対応
 - (5) 長期にわたって継続してデータを取って時間的な変動を見る海洋調査の意義の認識と、その廃止に当たっての専門家の意見の聴取
 - (6) 海域区分の確立
 - (7) 海底熱水鉱床の開発と生態系の保全が対立する場合に対処する仕組みの検討

2. 海洋科学技術のガバナンスの強化

- (1) 将来の海洋産業を支える共通の・基盤的な科学技術の同定とその戦略的な研究開発
- (2) 世界的にニーズが高く、かつ、日本が優位性をもちうる海洋科学技術について、研究開発と国際標準化を連携させて推進
- (3) 海洋調査研究産業の創出に向けて、海底熱水鉱床に関して必要な海洋調査等の一部を民間企業が継続的に担うことができる環境の整備
- (4) 関係する府省、民間団体等が連携して取り組むのが適当な具体的な課題例
 - ① 発展途上国等への医療の提供という平時の国際貢献を本務とし、大規模災害への対応にも役立つ病院船の整備等
 - ② 医学と連携した海洋生物に関する研究開発の推進
 - ③ 改定総合モニタリング計画の着実な推進と、品物の安全性に関して生産者が信頼性の高い説明をすることを可能にする環境の整備等への留意
 - ④ 海洋生物が陸地をつくる自然のメカニズムの解明とそれによる国土保全に向けた国際協力の推進

3. 国際的な海洋ガバナンスへの対応と安全保障

- (1) 脅威の多様化や安全保障任務の警察化を踏まえた官庁間情報共有機能の強化と現場でのニアリアルタイムでの情報共有システムの導入
- (2) ペルシャ湾から日本近海に至るシーレーンの安全確保の対策強化と南シナ海の海洋利用の自由に関する多国間協力の推進
 - ① 海賊問題への国際協力の下での総合的な対処
 - ② 南シナ海の海洋利用の自由に関する多国間協力の推進
- (3) 北極海ガバナンスへの科学的観測・研究の成果の活用と潜在的利用国間の連携

4. 海洋政策推進組織の在り方

- (1) 総合海洋政策本部，参与会議の在り方
 - ① 総合海洋政策本部による具体的行動の

推進

- ② 参与会議の機能強化
- (2) 宇宙等との連携

5. 日本の海洋を支える総合力を有する人材の育成（海洋教育）

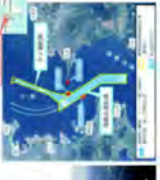
- (1) 学習指導要領への海洋教育の位置づけ
 - ① 道徳教育により育成を目指す日本人像の一つとして、「海洋や宇宙の持続的な開発と利用に貢献する日本人」を掲げる
 - ② 総合的な学習の時間における学習活動の課題の例として、「海洋」を掲げる
- (2) 沿岸域の管理を担える人材の育成
- (3) 海洋に関する幅広い知識と深い専門知識を有し国際ルール作りにも対応できる人材の育成と，そうした人材が活躍できる環境の整備

<h2 style="text-align: center;">海洋リテラシーが育む 女性進出への期待</h2> <p style="text-align: center;">東京大学理学系研究科 海洋教育促進研究センター 窪川かおる</p> <p>海洋の分野で男女共同参画社会を実現することは、</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 専門性を超えた多様な観点と取り入れられることで海洋分野の発展を促す。 <p>海洋の分野での女性の進出を促すには</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ 海に困まれた日本に生きるといふ理解を家庭・学校・職場でもつ。 ▶ 女性の就労率を高める。 ▶ 大学・大学院の進学率を高め、分野選択の機会を広げる。 ▶ 出産・育児のサポートと職場への復帰支援を促進する。 ▶ 母親から子どもへの知識・経験の伝達を大切さを理解する。 	<h2 style="text-align: center;">海洋基本法</h2> <p>(海洋に関する国民の理解の増進等)</p> <p>第二十八條 国は、国民が海洋についての理解と関心を深めることができるよう、学校教育及び社会教育における海洋に関する教育の推進、海洋法に関する国際連合条約その他の国際約束並びに海洋の持続可能な開発及び利用を實現するための国際的な取組に関する普及啓発、海洋に関するレクリエーションの普及等のために必要な措置を講ずるものとする。</p> <p>第 2 国は、海洋に関する政策課題に的確に対応するために必要な知識及び能力を有する人材の育成を図るため、大学等において学際的な教育及び研究が推進されるよう必要な措置を講ずるよう努めるものとする。</p> <h3 style="text-align: center;">海洋基本計画</h3> <p>第1部 海洋に関する施策についての基本的方針</p> <p>3 科学的知見の充実 次世代を担う青少年を始めとする国民全体の海洋に関する理解、関心の増進につながるものであることから、次の世代を支える青少年が、海洋の豊と未知なるものへの挑戦心を培うことができるような教育及び普及活動の充実が必要である。</p> <p>第2部 海洋に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策</p> <p>12 海洋に関する国民の理解の増進と人材育成 (2) 次世代を担う青少年等の海洋に関する理解の増進 学校教育、社会教育の充実、初等中等教育での海洋教育、漁村等における体験活動やエコツーリズムの推進、水族館・博物館等での取り組み (3) 新たな海洋立国を支える人材の育成 政策課題への対応、科学的知見の充実・海洋産業の育成を旨とした人材育成 総合的視点をもった人材育成を旨とした大学等でのカリキュラム編成 インターンシップ実習等の取組み</p>
<h2 style="text-align: center;">21世紀の海洋教育に関するグラウンドデザイン ～海洋教育に関するカリキュラムと単元計画～</h2> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>小学校編</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>中学校編</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>高等学校編</p> </div> </div>	<h2 style="text-align: center;">海洋教育とは 海にかかわる総合的な内容を学習する</h2> <p>「21世紀の海洋教育に関するグラウンドデザイン」から</p> <p style="text-align: center;">学校教育における海洋教育の コンセプト概念図</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>12分野に分類されるが相互に関連する</p> <ul style="list-style-type: none"> A. 生活・健康・安全 B. 観光・レジャー・スポーツ C. 文化・芸術 D. 歴史・民族 E. 地球・海洋 F. 物質 G. 生命 H. 環境・循環 I. 資源・エネルギー J. 経済・産業 K. 管理 L. 国際

学習素材例 1

12分野 J 産業
中学2年 社会
日本の海上輸送 交通網

概要： 日本人やものの海上輸送について調べ、海上交通網が日本各地の結びつきや日本と世界との結びつきに深くかわっていることが理解できるようにする。



東京湾の航路
国土交通省関東地方整備局東京湾口航路事務所のホームページから
http://www.kai.ktrnif.go.jp/kyokusei/kyokusei_waisokusei/index.htm

資料の説明：
○日本の主な港とその機能について調べる。

1. 日本の主な港
日本最大の港湾貨物取扱量を誇る東京湾には、国際戦略港湾である東京港・横浜港・川崎港・横浜港、国際拠点港湾の千葉港及び重要港湾の横須賀港・木更津港（国際バルク戦略港湾）がある。
東京湾には、さまざまな物資を運搬する船舶が1日平均600隻以上航行し、運搬される物資は、工業製品の原材料となる鉄鉱石、発電燃料となる原油、石炭、食料品など、多くの物資が海外から船で運搬されている。
2. 海上輸送の利点について考えること、産業の変化と国内外の輸送量の変化について調べること。

・日本の貿易・輸出入
(以下省略)

学習素材例 2

12分野 E 地球・海洋
中学1年 理科
水深と水の圧力 身近な圧力表示～防水時計は4種類～

概要： 水圧の実験を通して、水深が増すごとに水圧が大きくなることに気づき、水圧が水の重さによることを理解することができるようにする。



①防水時計の写真
②防水時計の種類と取扱注意事項
一般社団法人日本時計協会 <http://www.jswa.or.jp/knowledge/qa/qa113.html>

資料の説明：

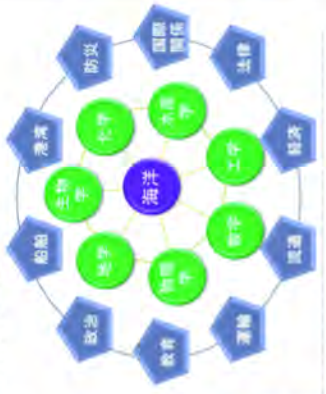
防水時計を持っている人は、裏面を見てもみまよう、「WATER RESIST」などの表示があるものがありますか？また時計売り場に行くと「10気圧防水」「生活防水」などの表示もあります。これらはJIS（日本工業規格）とISO（国際標準化機構）に基づいた防水時計の性能表示で、大きく「潜水時計」と「防水時計」に分けられます。
潜水時計は「100m防水」などの表示がされ、その水深までの耐圧性と防水性があり、ダイビングウオッチなど特殊な時計に使われます。一方、防水時計は「10気圧防水」などの表示がされています。いわゆる「生活防水」とは2-3気圧防水で、洗濯や多少の雨程度に耐えられるものです。
では、「100m防水」と「10気圧防水」は何が違うのでしょうか？海中では10m潜水することに1気圧がかかるため、100m潜ると10気圧がかかります。しかし、防水時計の「10気圧防水」とは決して100m潜ることができるわけではありません。「10気圧の水圧がかかっても中に水が入らない」というものです。

(以下省略)

海洋リテラシー

海洋を理解する

- ▶ 「海洋」の広範な分野を個々に学び、総合的に理解する。
- ▶ 海洋教育のイメージは磯遊び、海の生物？
- ▶ 海に触れる、海を感じる



【問】この授業を受ける前と後で、オーシャンサイエンスに対するイメージが変わりましたか？（高校2年生女子92名）



- ・いろんな分野があることが分かった。
- ・自分が海を漠然としか知らなかったことを知った。
- ・思っていたよりも地道な作業が多かった。
- ・男性が活躍しているイメージがあったが、女性も活躍しているのだと知った。
- ・調査には時間がかかることも分かった。
- ・思っていたよりかなり興味深い分野だと思った。進路としても考えはじめた。
- ・オーシャンサイエンスというものがどういうものかよく知らなかった。
- ・オーシャンサイエンスといえば、何となく生物学ばかりを思い浮かべていた。
- ・海洋科学は、「化学」というイメージしかなかった。
- ・微生物を研究している分野があるなんて知らなかった。
- ・世界中の海で活動しているとわかった。世界が相手。
- ・ちょっと気持ち悪い(ムジとか)。
- ・今まで全く意識していなかった分野だったので、イメージが開けた。
- ・海洋生物は全く興味なかったのですが、興味ができました。
- ・実際の現場に女性が出て行かないかと思っていた。
- ・海には、まだまだ知らないことや、新しい発見がある。

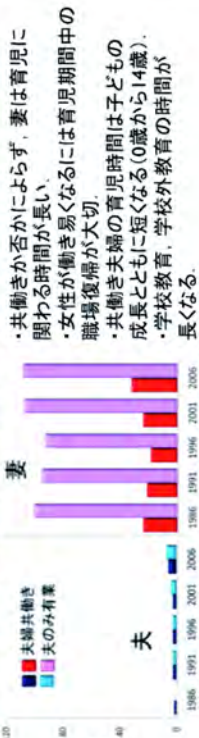
平成18年文部科学省 女子中高生理系選択支援事業
出前授業のアプローチから

海洋リテラシーに男女の差はない、はず

- ▶ **家庭**
 - ▶ 海についての知識と経験を親・兄弟姉妹・親戚から子どもにも伝えられる
 - ▶ 海の恵み、安全安心な水産物、海に囲まれた日本、海の科学、船舶、流通、料理、海の怖さ
- ▶ **小・中・高等学校**
 - ▶ 学習指導要領に基づき「海」を学ぶ、臨海学校へ行く
 - ▶ 海へ行く、水族館等へ行く、読書とテレビで学ぶ
- ▶ **大学・大学院**
 - ▶ 海について学ぶ、研究する
 - ▶ (海洋科学・海洋工学などの海洋関連分野で学が女子は少ない)
- ▶ **仕事**
 - ▶ 海に関わる仕事に就く
 - ▶ (女性のロールモデルが少ない)

9

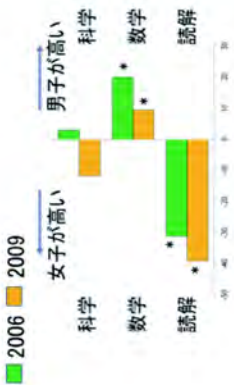
子どもは家庭で誰から海について学ぶのか



10

科学リテラシー 理系男子、文系女子？ 海洋科学を含む

PISAの正答率(%)の男女差
男子から女子を引く

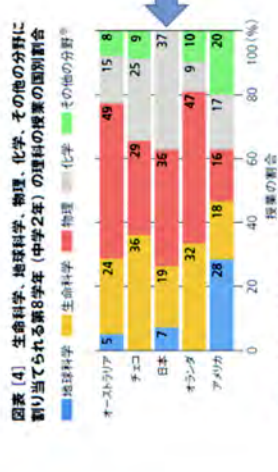


PISA 生徒の学習達成度調査 Programme for International Student Assessment

11

女性の海関連の職種への進出への障害 女性の視点から男女共通の問題へ

- ▶ 海洋リテラシーの不足も原因のひとつ
- ▶ 日本に海洋リテラシーの底上げは必要である



地球科学が少ない領域横断的な内容、科学の相互作用、環境・資源問題、などがない

12

洋上風力発電と地域・漁業の共生

松浦 正浩
公共政策大学院

1. 円卓会議の設置について

筆者は平成23年度に「洋上風力発電と地域・漁業の共生に関する円卓会議」を招集し、4回の会議を運営することで、洋上風力発電と地域・漁業の共生について、ステークホルダーによる提案をとりまとめた。以下その経緯を述べる。

洋上風力発電の導入における地域・漁業との共生の必要性は、内閣官房総合海洋政策本部による「海洋の開発・利用構想の推進に関する調査について」（平成21年公表）をはじめ、強く認識されていた。しかし、洋上風力発電の地域・漁業との共生を目的とした政策措置は十分に進んでいるとは言いがたい状況にあった。

洋上風力発電の事業者、地域、漁業の関係者の中で互恵関係を構築することは、洋上風力発電の社会的便益最大化のためにも必要不可欠である。また、福島第一原子力発電所における原子力災害以降、再生可能エネルギー利用に対する期待も高まっていることから、その障壁とな

りうる調整のあり方を、可及的速やかに示す必要があった。

円卓会議は、風力発電事業者（（株）ユーラス エナジーホールディングス）、風力立地地域の行政担当者（茨城県神栖市役所）、漁業従事者（鹿児島県串木野市漁業協同組合）の3名が集まり、東京大学公共政策大学院による事務局運営のもと、国内における着床式洋上風力発電の事業化を想定しつつ、互恵関係をもたらす共生のアイデアについて検討し、政策提言として社会に提示するために発足した。円卓会議では、現時点では相互に利害関係のないステークホルダーによる議論を実現することで、自由な立場から共生のアイデアを検討した。

円卓会議は、技術面で現実的な検討を進めるため、専門家の助言を得ながら検討を進めたが、提言そのものは円卓会議のステークホルダーによるものである。円卓会議のプロセスは、「共同

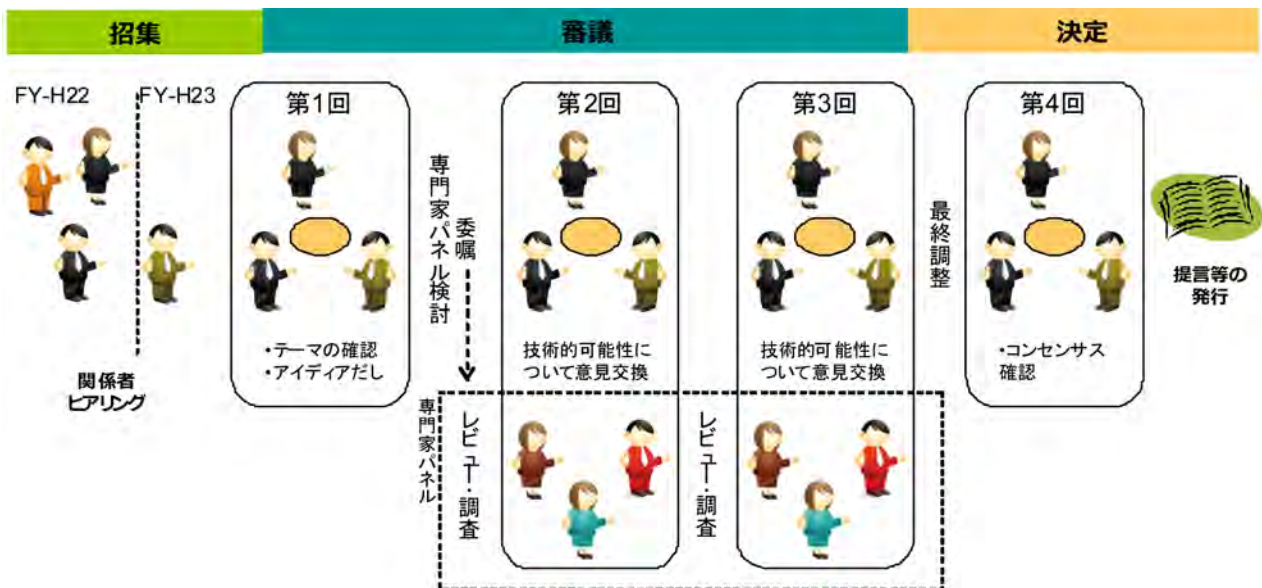


図1 円卓会議の進め方。

事実確認 (joint fact-finding)」方式を採用し、ステークホルダーが納得する専門家パネルから科学的情報を取得しつつ、政策提言そのものはステークホルダーの責任において作成するという手順を踏んでいる。実際、第1回円卓会議において、円卓会議として検討するテーマについて議論したうえで、テーマごとに専門家候補を事務局で整理し、ステークホルダー自らが、アドバイスを依頼する専門家を選択した。こうしたプロセスにより、技術者や専門家による情報提供を受けつつも、ステークホルダーの現場の利害関心を重視した、コンセンサスによる現実的な共生策を提示することができたと考えられる。

2. 円卓会議による政策提言の主な内容

円卓会議メンバーのコンセンサスとして公表された政策提言はウェブサイト (<http://洋上風力.jp/>) で公表しているが、その主な内容は以下の通りである。

- ・洋上風力発電の環境影響について、事業者は立地地域住民に対して真摯な対応を行うべきであり、地元行政機関はその間で調整役を果たすことが期待される。
- ・政府における洋上風力発電に係る環境影響評価の検討状況について、より積極的な情報公開が求められる。
- ・漁業協同組合の洋上風力発電事業への参画は、現状では困難であるが、構造改革特区制度の活用や、関連法制度の改正により、

その実現が期待される。

- ・漁場との共存に関して、漁礁効果、基礎等に漁礁や藻場などの生育環境を設ける技術についてさらなる調査・研究が期待される。
- ・また、基礎部分への漁具の設置は、風車の保守等の観点から、取り外し可能な養殖いかだ等に限られると考えられるが、さらなる調査・研究が期待される。
- ・立地地域への経済効果はきわめて限定的であるが、国策として、数十ギガワット規模の洋上風力発電導入政策が推進されれば、関連企業の工場立地等による全国規模での経済効果が期待される。
- ・観光資源としての活用は、立地地域の有志が、他の観光資源と連携させながら行う必要がある。
- ・立地地域における分散型エネルギーシステムの電源としての活用には問題があると考えられるが、スマートグリッド導入で、地域の電力供給に対する洋上風力発電所の貢献が可視化されれば、地域における受容性が高まるだろう。

政策提言は、平成24年2月10日の第4回円卓会議で合意され、同日午後、円卓会議委員および事務局による記者発表を開催した。その内容は時事通信社より配信されたほか、パンフレットを事務局から洋上風力発電に関係する機関・専門家等約80名に配布した。また、総合海洋政策本部等に対するブリーフィングなどを行い、



図2 円卓会議の様子。

平成24年5月25日に同本部にて決定された「海洋再生可能エネルギー利用促進に関する今後の取組方針」において「具体的な共存共栄のあり方として、海洋構造物の魚礁効果の活用、洋上作業における漁業関係者の協力、観光資源とし

ての活用、地元関係者の発電事業への参加等、様々な方策が考えられるが、これらについて、関係者間で共通認識を有することが重要である」と記載されたように、一定の成果があったと考えられる。

ライブモニタリングによる環境プロファイリング

齋藤 馨
新領域創成科学研究科

1. はじめに.

毎日正午、波音に混じって「ひょっこりひょうたん島」の時報放送がインターネットから聞こえてきます。2011年5月に岩手県大槌町赤浜にある東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター（沿岸センター）の屋上にマイクを設置して始めた「大槌サウンドスケープ配信¹⁾」です。震災により浜から離れざるをえない大槌町の方々に原風景である浜の自然の音を届けようと、遠隔地にある森林のライブ音を拾って森の中のように観察するわれわれの「サイバーフォレスト研究²⁾」を応用したものです。この沿岸センターは海に面し、防潮堤から20m程にある3階建ての建物で、3階部分まで津波をかぶり被災しています。

マイクを設置した当初は、被災地からは人が少なくなっていましたので、波音やカモメなどの自然音に混じって日中は瓦礫を撤去する重機の音だけが聞こえていました。7月の夜にはシュレーゲルアオガエルの合唱に驚きました。冒頭に記した正午と6時、18時に毎日行われていた

時報放送は8月1日に復活しました。また月命日である11日の地震発生時刻には毎月黙祷サイレンが響きわたり、胸が締め付けられる思いでした。そして、被災から1周年にあたる2012年3月11日には赤浜地区で行われたイベントのようすも聞こえ、いまでは早朝に漁船の往来するエンジン音が聞こえるようになっています。このように被災地に思いをめぐらせてライブ音を聞いていると、自然の営みと復興のようすが生々しく伝わってきます。

この間に、webカメラと気象センサー（東京大学も参加している「Live E!」³⁾により開発されたデジタル百葉箱⁴⁾でも設置し、音と映像、そして温湿度や雨量風向風速といった気象データからなる大槌の自然環境と復興のようすをライブ配信しながらアーカイブ記録する「ひょうたん島ライブモニタリング⁴⁾」システムの構築を進めています。2012年6月には海中マイクを設置し水中音の配信⁵⁾と記録も行なうようになりました。

こうして、インターネットを通じて、大槌の

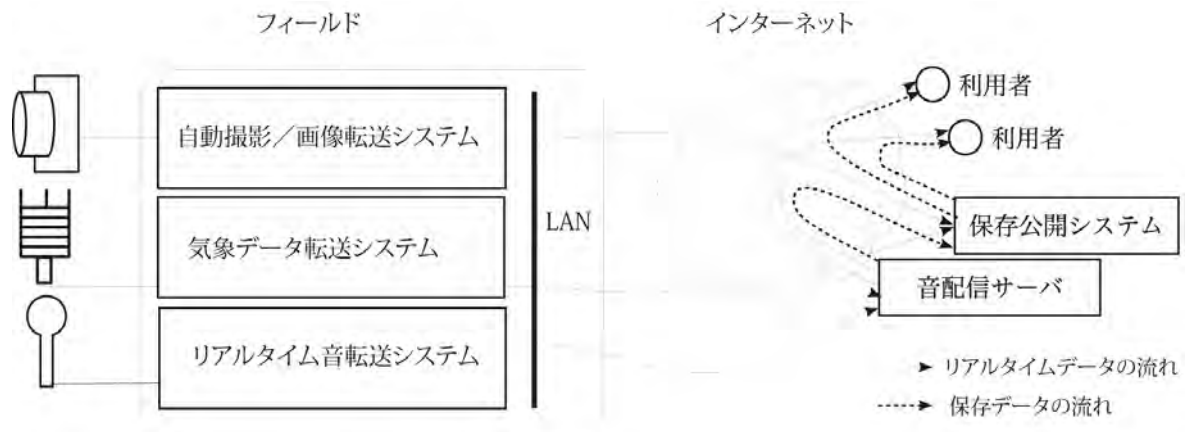


図1 ライブモニタリングと保存公開システムの概念構成。

フィールドの野外にカメラ、気象センサー、マイクを置き、室内もしくは防水ケースにデータ取得と転送システムを置いています。インターネットを介して、大学構内のサーバにデータを転送し公開します。音については音配信サーバにより利用者にリアルタイムでライブ音を配信します。

日々の自然と復興の気配を遠隔地にいでもリアルに感じることができます。今後もライブ配信と記録を継続し、被災と復興の営みをわれわれの記憶に残していきたいと考えています。

2. ひょうたん島ライブモニタリングとアーカイブシステムについて

ライブモニタリングとアーカイブシステムの構成概念は図1に示します。図2はフィールドに設置したライブモニタリングシステムとひょうたん島の写真です。このようにフィールドにマイク、カメラ、気象センサーを設置し、沿岸センター建物内にリアルタイム音転送システム、自動撮影・画像転送システム、気象データ転送



図2 国政沿岸海洋研究センター屋上に設置したライブモニタリングシステム。

左手前から、2台のウェブカメラ（故障時予備と両眼立体視を兼ねる）、ステレオマイク、風向風速可視化のためのミニチュア鯉のぼり、気象センサー（温度、湿度、風向、風速、雨量）、風向可視化のための風見鶏。

CyberForest for Environmental Education

ひょうたん島ライブモニタリング

※国立大学先進産業科学センター 沿岸海洋研究センター（旧中核500号）に設置したステレオマイク、ウェブカメラ、気象センサーのデータを転送しています。最新Twitterで感想などもお寄せください。現地からのコメントつみやまも大歓迎です。その際ハッシュタグ #tohama を入れてつぶやいて頂けると以下に表示するとともにログ記録いたします。

震災復興の日々の記録としてモニタリングデータとともにアーカイブしています。システム障害などに際する場合は事前までお問い合わせください。CC-by-SA: Cyberforest, The Univ. of Tokyo since May, 2011

<p>気象データ (2012-05-30 13:09:01 撮影)</p> <p>気温 : 13.4 °C 湿度 : 77.2 % 風向 : 110 ° 風速 : 2 m/s 雨量 : 0 mm/h</p>	<p>最新静止画像 (2012年05月29日 13時19分23秒)</p> 	<p>録速度10分間映像 (20120529 13:00から10分間)</p> 
--	--	--

大槌サウンドスケープ配信「ライブ」
※リアルタイム配信
聴取リソース数 6人

アーカイブ [過去の録速度10分映像] [過去の録速度1時間映像] [過去のサウンドスケープ1時間録音]

*録音データファイル名: tohama-mag0120120529-10.jp, 2012年05月29日09時40分からの10分間録音データです。
**録音ファイル名: 19119221162933276020.jp, 2012年05月29日10時08分29秒からの10分間録音データです。

図3 ひょうたん島ライブモニタリングの紹介トップページ。

http://cf4ee.nenv.k.u-tokyo.ac.jp/drupal6/?q=otohama_live_j



図4 ウェブカメラ画像（2012年5月19日 AM5:35）。大槌湾の海上のもやに包まれながら朝日を浴びるひょうたん島。

システムを設置し、インターネット経由で東京大学本郷キャンパスと柏キャンパス構内のサーバシステムに転送しています。音についてはライブ配信、つまりリアルタイムに多くのリスナーにストリーミング配信するため、大学内の音配信サーバに転送し、ここからインターネットに配信し、同時に録音ファイルを作成して、保存公開システムで公開しています。画像と気象データは保存公開システムに転送して公開し梯ます。図3は、これらを紹介する「ひょうたん島ライブモニタリング⁴⁾」トップページです。

3. これまでの成果

はじめに述べたように、ライブ音配信を聞いていると、時々ですし多くは音だけを何とはなしに聞いているのですが、現地にいなくても色々なことに気づかされ、だんだんと現地の様子を意識するようになります。これはフィールド調査に出かけている時の現場の感覚とはすこし違います。日々の時間の流れの中で時々現地とつきあうような印象があります。こんなところに「ライブ」の意味があるようです。ライブ音のなかの生態音や生活音による気づきは「はじめに」で触れたようなことですが、ウェブカメラの画像アーカイブからいくつかご紹介しようと思います。

図4は幻想的に見えたひょうたん島の画像です。撮影画像は1分間に数コマサツエイ記録していますので、これらを繋いだ微速度映像で見ると、大槌湾の海上のもやが移動してひょうたん島を包みこで姿が見えなくなったり、また現れたりしながら、朝日を受けながら時々刻々と変わる自然の風景の動きが感じられました。図5は、満月の夜に月明かりに照らされるひょうたん島の画像で、同じく微速度映像では月の運行の様子が見て取れました。図6は震災から1年後のイベントで、3月11日を示す数字の「3」と「11」の形をした行灯を載せた2隻の船がひょうたん島を巡る瞬間の画像です。

このように、ライブモニタリングとそのアーカイブのその時々映像からも、大槌湾でおこる様々な自然現象や人の営みが記録されていることが分かります。



図5 ウェブカメラ画像部分 (2011年10月7日 22:04)。月明かりに浮かぶひょうたん島。

と思います。バックナンバーはアーカイブとすると、最新号はさしずめ「ライブ」といえるでしょう。長期間学会誌を購読していると、普段は最新の事項を追いつつも、だんだんと時代の変動や変遷を大局的に意識するようになるとおもいます。さて、インターネットとデジタル機器の普及が目覚ましい現代では、テキストや数値によるフィールドの記録に、映像と音声からなる感性情報を加えることで、もっと生々しくフィールドを資料化することができます。フィールド記録とアーカイブが長期間継続し蓄積されれば、新たな環境の変動を、誰もが直感的に気づき、把握し、理解することができると思っています。長期とは少なくとも親族3世代での口伝による言い伝えの期間を超える120年以上の継続蓄積が必要と考えています。

フィールドモニタリングにおいて映像音声を



図6 ウェブカメラ画像部分 (2012年3月11日 18:07)。震災から1年のイベントで「こよみの船」2艘とひょうたん島。

4. 「ライブ」モニタリングとアーカイブ

フィールドを記録し、アーカイブとして整備して公開することは、学術誌の資料になぞられ

ライブで配信すること、特にこの「ライブ」は感覚的に遠隔の環境を把握するのに有効であると考えています。そしてこれらの「記録と公開(アーカイブ)」はライブ配信に接しながら、時

を重ねるに従って、なにかしら時間経過の中でふと気づくことが出てきて、おもむろにアーカイブを調べだし、また新たなライブを新たな意識で接することになるのだと思います。遠隔のアーカイブだけあるデータセットと、ライブ配信で日々様子を伝えつつ、様々な環境データのアーカイブがあることに特別な価値を感じるのです。こうしたことが技術的にも可能になっているのが今なのだと思います。そしてライブを昨今のソーシャルメディアと関連づけることで、さらなる意味や価値が生じ始めており、これらを実証実験的にすすめているのが、「ライブモニタリング（とアーカイブ）による環境プロファイリング」なのです。

環境プロファイリングは単なるデータセットのアーカイブだけではなく、人々の感覚と記憶にプロファイルされる環境イメージと一体化しているのだと思う次第です。

補注

- 1) 東京大学の東日本大震災救援復興支援プロジェクトにNo.14で登録された大槌町赤浜からのライブ音配信のプロジェクト名称です。



ライブ音配信URL <QRコード1>
http://mp3s.nc.u-tokyo.ac.jp/OTSUCHI_

CyberForest.mp3

プロジェクト紹介URL

http://www.u-tokyo.ac.jp/public/recovery/otsuchi_project_list.html

- 2) 1995年の森林景観記録ロボットカメラによる森林景観の映像記録システムの開発をベースに、1997年より「サイバーフォレスト」研究プロジェクトと命名し、ライブモニタリングを含む研究活動を継続中です。

<http://landscape.nenv.k.u-tokyo.ac.jp/cyberforest/>

- 3) 「Live-E! -生きた地球の環境情報-」はデジタル環境情報の中で自律的な生成/流通/加工/共有に向けた協議会です。

<http://www.live-e.org/>

- 4) 東京大学大気海洋研究所の国際沿岸海洋研究センター（岩手県大槌町）に震災後に設置したライブモニタリングシステムに関する情報を公開しているトップページです。

http://cf4ee.nenv.k.u-tokyo.ac.jp/drupal6/?q=otohama_live_j

- 5) 海中マイクのライブ音配信URL <QRコード>



http://mp3s.nc.u-tokyo.ac.jp/OTSUCHI2_CyberForest.mp3

バイオリギングがもたらす新しい海洋情報

佐藤 克文

大気海洋研究所

国際沿岸海洋研究センター

地球表面積の7割を占める海洋に生息する動物の多くは、水平的にも鉛直的にも広大な行動半径を持つため、彼らの行動を研究者が直接観察する事はできない。1980年代に入り、動物に搭載できる小型記録計が作られた。最初に開発されたのは、圧力センサーを備えた深度記録計であった。その後、温度センサーも加わり、深度と温度の時系列データが得られるようになった。初期の記録計は、南極海に生息するアザラシやペンギンに用いられ、彼らが予想以上に深くかつ長時間潜水することが判明した。それらの事実は潜水生理学者の興味を刺激し、その後の研究によって、潜水を得意とする動物たちが体内に多くの酸素を蓄えられることや、潜水中の酸素消費速度を抑えるために心拍数を低下させたり、体温を部分的に下げるといったことがわかってきた。

しかし、行動を直接観察する事ができなかったため、陸上動物で進められていたような詳細な行動研究は、水生動物ではなかなか進まなかった。その後、小型の画像記録計を水生動物に取り付けて、動物自身に自らの周辺環境や行動を記録させるという事が可能になった。カメラをつけた動物が、海中でどのような餌に遭遇し、それをいかにして捕獲したのか、まるで研究者自身が経験するような具体的情報をもたらされ、水生動物の採餌生態についての理解が大きく進んだ。さらに、撮影された映像には、同種の他個体がしばしば登場していた。よく考えてみれば当たり前のことだが、水生動物にも陸上動物と同様に他個体との相互作用、すなわち社会性が存在していたのだ。また、水生動物が潜るのは、単に効率よく餌をとらえるためだけでは無かった。「動物カメラマン」達は、警戒心を抱か

せることなく対象動物に接近できるので、観察者の影響を排除した情報を研究者に届けてくれる。この小型画像記録装置を用いる利点が次第に研究者に認識されるようになり、今では陸上動物にもカメラが取り付けられるようになった。

当初、深度しか得られなかった記録計は、テクノロジーの発展に伴い、遊泳速度・加速度・地磁気なども測定できるようになった。これらの時系列データから、水生動物が推力を生み出すためにどれだけ努力し、その結果としてどれだけ速度を達成できたのかもわかるようになった。日本が世界に先駆けて開発した加速度計は、今や水生動物の運動を秒単位で測定する装置として世界中で広く使われるようになった。

1秒間に数十回という高頻度で測定される加速度時系列データを解析する手法についても、日本のグループは先導的役割を果たしてきた。時系列データの中に繰り返し現れる周期性に着目して鰭の動きを把握したり、時系列データの低周波変動成分から体軸の傾きを把握するなど、数々のアイデアが日本のグループから発信されている。

小型化された共通の装置が、魚類・爬虫類・



図1 現在主に使われている3種類の記録計。左より、静止画像記録計、速度加速度記録計、加速度記録計。

鳥類・哺乳類といった幅広い対象動物に用いられることにより，測器の違いに起因する誤差を排除した種間比較が可能となった．例えば，体重500gの海鳥から100tのシロナガスクジラまで，体サイズが大きく異なる水生動物の巡航遊泳速度が，秒速1～2.4mの間に収まるという予想外の結果がもたらされた．生き物(Bio)自身が記録する(Logging)バイオリギング手法は，熱帯

から極域にまで至る世界中の海に生息するあらゆる動物を対象に進められている．バイオリギング手法によって，場合によっては陸上動物を対象にして行う観察よりも詳しい情報が水生動物から得られるようになり，陸上動物における結果から想定される予想を，良い意味で裏切る発見が相次いでいる．



図2 東京大学で進めているバイオリギングプロジェクトで扱っている対象動物と調査地.

藻場再生と沿岸環境

山本光夫
新領域創成科学研究科

1. はじめに

藻場や干潟は、魚介類の産卵・生育の場としての機能をはじめ、海水中の有機物分解や窒素・リン等の栄養塩取り込みによる水質浄化機能など、沿岸生態系や沿岸域の良好な環境を形成する上で重要な役割を果たしている。

その中で藻場については、日本や世界各地の浅海岩礁域において、海藻群落が衰退・消失する磯焼けの問題が深刻となっている。磯焼け発生要因としては、海水温の上昇、ウニや植食性魚類による食害、栄養塩の不足などが考えられているが、特に最近注目されているものの一つに溶存鉄不足が挙げられる。海藻にとって鉄は、硝酸塩を体内に取り込む際や光合成色素であるクロロフィルの生合成への関与など、窒素・リンなどの栄養塩と共に必須元素である。沿岸域における主な鉄の供給源としては陸域起源



図1 北海道増毛町における実証試験開始前の海底（上）と試験開始翌年の海域の様子（下）。

の鉄があり、森・川・海のつながりによって、森林土壌中に含まれる腐植物質（フルボ酸・フミン酸）と錯形成した鉄が川から海へと供給される。しかし、護岸工事やダム建設等の人為的要因によって、陸域と海域のつながりが崩され、沿岸域の溶存鉄濃度が減少すると考えられている。

この溶存鉄不足に対して、故・定方正毅東京大学名誉教授を中心に発足した海の緑化研究会に参画する大学・企業等が、製鋼スラグと腐植物質（堆肥）を用いた藻場再生技術の研究開発を共同で行ってきた¹⁾。本技術は、副産物である製鋼スラグと未利用バイオマスである堆肥を利用して腐植物質と鉄の錯体（フルボ酸鉄・フミン酸鉄）を形成させ、沿岸域へと供給するものである。北海道日本海側における実証実験では藻場再生への効果が確認され^{2),3)}、現在では全国各地で実証実験・事業が行われており、本技術はすでに実用化に向けた段階に至っている。一方で本技術の利用にあたっては、生態系保全の観点から、鉄をはじめとした環境因子と藻場生態系との関係性を理解した上で利用していく必要があると考えられる。

2. 藻場再生技術の概要と実証試験

本技術に用いられる鉄分供給ユニットは、製鋼スラグと堆肥を体積比1:1の割合で混合して作製される。実際の海域で利用する場合には、このユニットを海岸の汀線付近に埋設し、波や

表1 実証試験海域における海藻生育量の変化[g/m²]³⁾

年	対照区		試験区A		試験区B	
	コンブ類	その他	コンブ類	その他	コンブ類	その他
2005	7	1,037	1,581	370	491	552
2006	12,253	3,327	36,486	2,174	11,393	7,580
2007	1,680	420	4,077	281	4,284	292

潮汐によってユニット中の鉄を海水へと供給する方法を取る。その他、ユニットを海底に沈設する形でも行われる。2004年10月より開始された北海道増毛町における実証試験は、鉄分供給ユニットを海岸汀線に埋設して実施された。この試験においては、製鋼スラグと腐植物質を混合したユニット、製鋼スラグだけのユニットをそれぞれ設置（試験区 A, B）し、対照区との比較を行った。その結果、試験開始翌年には試験海域において海藻群落が再生し（図1）、表1に示すように試験区 A が最も生育状況が良いことが確認された^{2), 3)}。そして3年間の海藻湿重量変化（表1）や海藻生育分布の評価を行った結果、本技術の有用性が確認された³⁾。現在（本年度で8年目）でも引き続き、効果持続性評価が続けられている。一方で、藻場再生と鉄分供給ユニット設置の関係を評価するために試験海域の海水分析も行っており、ユニット設置海域で溶存鉄濃度が高くなっていることが示された³⁾。これらの結果より、実海域における本技術の効果が確認されている。

3. 藻場再生への鉄添加効果に関する検討

実証試験による本技術の効果確認と共に、基礎研究として藻場再生への鉄添加の効果を明らかにすることが必要である。そのために、鉄分供給ユニットからの鉄溶出の特性⁴⁾、腐植物質と鉄の錯形成評価⁵⁾など藻場再生効果の現象解明に向けた研究や、実験室内において海藻培養試験⁶⁾を行うことで鉄添加と海藻生育の関係性に関しての検討を実施している。また鉄添加効果と共に、本技術導入による沿岸環境への影響（重金属等）も評価している。

このうち鉄溶出特性評価（有明工業高等専門学校・劉丹教授との共同研究）では、実海水を用いたユニットからの鉄溶出試験を行っている。図2はポリ容器に実海水を100mL入れ、①製鋼スラグ+腐植物質（堆肥）、②製鋼スラグのみ、③腐植物質のみの3種類の条件で実施した溶出試験結果である⁴⁾。②に比べ①の溶出

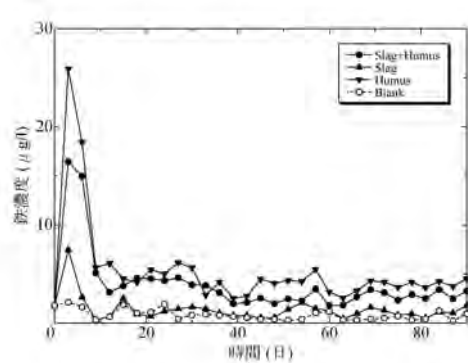


図2 各試料①製鋼スラグ+腐植物質 (Slag+Humus)、②製鋼スラグ (Slag)、③腐植物質 (Humus) からの鉄溶出特性. Blank はなにも添加しない比較区⁴⁾。

速度（量）が大きくなっており、製鋼スラグに腐植物質を混合することによる鉄溶出促進効果は確認された。一方で腐植物質自体からの鉄溶出（③）が大きくなっているが、鉄含有量が少ないため溶出寿命は短くなる⁴⁾。したがって、鉄溶出速度と寿命の観点から製鋼スラグと腐植物質の混合は有利であることが示された。

海藻成長への鉄添加効果については、実験室内の海藻培養試験によりその評価を行っている。試験では、窒素・リン濃度を一定の下で、鉄濃度の上昇とともに海藻成長率が高くなることが確認された。一方で、実際の製鋼スラグと腐植物質を使用した実験においても、その効果が確認されている。これらの検討により、鉄の添加は海藻成長にとって効果のあることが示された。

4. 藻場再生技術と沿岸環境

本技術の実海域での利用にあたっては、上述の基礎研究・評価に加えて、沿岸生態系における鉄の役割を陸域と海域のつながりから検討・評価することが必要と考えられる。そこで、実際に藻場再生実証試験が行われている長崎県対馬において、海域環境特性と海藻群落の生育状況との関係性について、特に陸域と海域のつながりと河川や海水中の鉄濃度に着目して評価を行っている。対馬沿岸域においては、場所によって磯焼けの進行に違いがあり、適切な対策を施すためには磯焼け要因の特定の必要性が高くなっている。研究では、対馬沿岸域の

海水や東側と西側海域に流れ込む河川水（上・中・下流）の水質分析を行い，対馬における磯焼け要因の考察と，その対策を適切に行うための基礎的知見を得ることを目的とした。

海水サンプリング地点は図3に示す計6箇所とし，河川として舟志川と瀬川を選択した。実際のサンプリングは，2009年12月から2010年8月までの期間の中で計4回行い，①pH，②溶存酸素，③酸化還元電位（ORP），④溶存鉄，⑤全窒素（T-N），⑥全リン（T-P），⑦溶存態ケイ素（D-Si），⑧TOC（全有機態炭素），⑨COD（化学的酸素要求量）の計9項目の分析を行った。

海水については，特徴的な挙動を示したのはT-N濃度と溶存鉄濃度であった。T-N（図4(a)）については，St.5のT-N濃度が年間を通じて他地点より高いことが示されたほか，今回の海域は必ずしも貧栄養とは言い難いことが示唆された。一方で溶存鉄（図4(b)）については，濃度としては高くないことが示された。これら

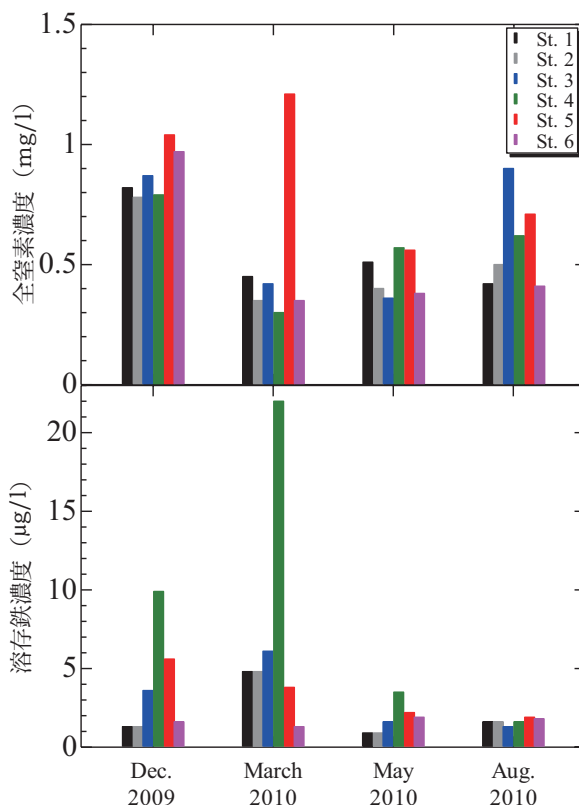


図4 対馬沿岸域における全窒素（上図），溶存鉄（下図）濃度の季節変化

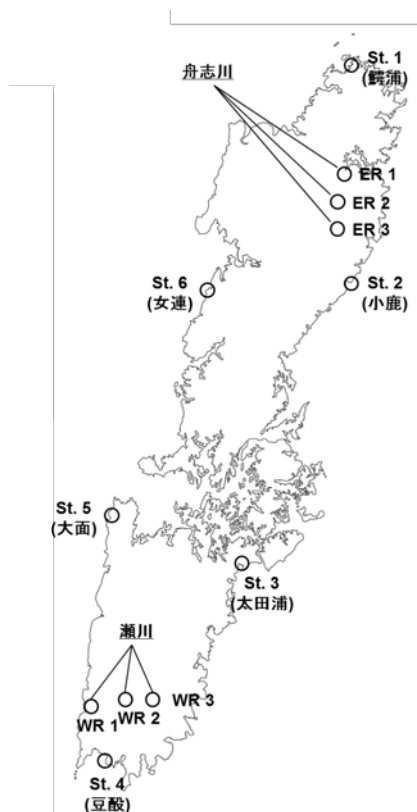


図3 対馬における採水地点。

の結果からは，対馬における藻場修復には，少なくとも栄養塩（N, P）供給よりも鉄供給の方が有効であることが示唆され，藻場修復の対策のための指針は得られたと言える。今後は陸域と海域の関係性や対馬における藻場減少要因の考察を重点的に行いながら，調査を継続していく予定である。

5. おわりに

これまでの研究により，本藻場再生技術の有効性が確認されたと共に，海藻生育への鉄添加効果等や沿岸環境における鉄の役割に至るまでの新たな知見が得られてきた。本技術に関する研究は，沿岸環境改善や副産物・未利用資源の有効利用への貢献という環境技術開発の側面に留まらず，陸域や海域における鉄の動態解析や役割理解といった鉄に関する科学への研究展開が期待される。

参考文献

- 1) 山本光夫, *化学工学*, 73 (2009) 390-394.
- 2) 山本光夫ら, *日本エネルギー学会誌*, 85 (2006) 971-978.
- 3) M. Yamamoto et al., *J. Chem. Eng. Jpn.*, 43 (2010) 627-634.
- 4) 山本光夫ら, *鉄と鋼*, 97(3) (2011) 159-164.
- 5) M. Yamamoto et al., *Bioresour. Technol.*, 101 (2010) 4456-4460.
- 6) 山本光夫, シンポジウム「沿岸生態系保全に向けた海の緑化技術の最前線」講演要旨集, (2012)

東日本大震災後の沿岸生態系の変遷 —生物資源を持続的に利用し続けるために必要なこと

河村 知彦
大気海洋研究所
国際沿岸海洋研究センター

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う大津波は、三陸・常磐沿岸の海洋生態系やそこに生息する生物群集に対して大きな攪乱をもたらした。私たちの研究チームでは、牡鹿半島東岸において2011年6月から、岩手県大槌湾の湾口部において2011年7月から、約3カ月に1回の頻度でスキューバ潜水による底生生物群集の調査を実施し、地震と津波が岩礁藻場生態系に与えた影響とその後の変化を調べている。これらの場所では、5年以上前から年に4回程度の定期的調査を行っており、とりわけ牡鹿半島東岸では20年以上前から底生生物群集や海藻群落の定量調査が断続的に行われている。

岩礁海底に見られた津波の影響は、大槌湾湾口部に比べて牡鹿半島東岸で顕著であった。牡鹿半島では水深10 m前後の岩盤に多くの亀裂や損傷が見られ、大きな岩石が横転していたが、大槌湾湾口部ではそのような現象は認められなかった。牡鹿半島は本震の震源地に近く、外海に直接面した岩礁であるため、津波の影響をより強く受けたものと考えられる。

牡鹿半島と大槌湾では優占する大型海藻の種が異なるが、いずれにおいても水深10 m以浅に大型褐藻類が大きな群落を形成している。牡鹿半島に周年見られるアラメ群落では、茎部が切断され仮根部のみを岩盤上に残す藻体が見られたが、アラメの個体数密度には震災前と有意差は認められなかった。大槌湾においても、津波による大型褐藻類の顕

著な減少は認められなかった。岩盤に強固に付着し、柔軟な藻体をもつ大型褐藻類は、津波の強い力を受けても基質から剥がされなかったとみられる。それに対して、大槌湾奥の砂泥底に群落を形成していた海草類は壊滅的な影響を受け、群落面積を大幅に縮小した。

底生動物に対する影響も、動物種によってかなり異なっていた。大型海藻群落内に生息し、付着力の非常に強いエゾアワビ成貝は、津波の影響が大きかった牡鹿半島においても5割程度が残っており、大槌湾においては顕著な密度の減少は認められなかった。それに対して、大型海藻の繁茂しない無節サンゴモ域（岩盤や転石が露出するが、その表面は無節サンゴモに覆われる）を主な生息場所とするウニ類や小型巻貝類は大幅に減少した。牡鹿半島では、津波の前後でキタムラサキウニの密度が20分の1程度に激減した。付着力の弱い動物種は津波の影響を強く受けて、大幅に個体数を減らしたとみられる。特に大型海藻による保護効果のなかった無節サンゴモ域においてその影響は顕著であった。エゾアワビも殻長3 cm以下程度の稚貝は無節サンゴモ域を主要な生息場としており、それらの個体数は両地点において大幅に減少した。動植物の種類によって津波や地震による影響が異なった結果、生物群集構造や食物網構造にも変化が生じたものと考えられる。

地震と津波によって攪乱を受けた生態系では、その直後から二次遷移過程が刻一刻と進行している。例えば、津波の直後に大幅に

減少したキタムラサキウニの密度は、その後かなり回復している。深場に流された個体が藻場に戻ってきたためと考えられる。しかし、戻ってきたのは大型の個体に限られ、小型個体は減少したままである。結果として、震災前とは大きく異なるサイズ組成の個体群となっている。寿命の短い小型の植食動物の密度も震災直後には大幅に減少したが、現在は回復しつつある。しかし、回復の仕方によって異なる可能性がある。

震災から数ヶ月後には、深場の無節サンゴモ域において、無節サンゴモ藻体上に珪藻など付着微細藻類の繁茂が見られ、大型海藻類幼体も多く観察された。津波によってウニ類や植食性巻貝類の密度が大きく減少したため、海藻幼体や微細藻類に対する摂食圧が低下したことにより生じた現象と考えられる。今後もこの状態が継続した場合には、海藻群落の拡大が予想される。これはエゾアワビやウニ類の成体にとっては餌料環境の向上につながるが、幼生の成育場である無節サンゴモ域が縮小することにもなるため、稚貝・稚ウニの発生量は減少する可能性も考えられる。

震災から1年以上が経過した現在、当初は予想しなかった新たな震災の影響も出始めている。今回の大地震によって多くの場所で地盤が沈下した。その結果、これまで海面より上にあった場所が満潮時には波で洗われるようになり、海に砂や泥が大量に流れ込んでいる。場所によっては恒常的に海水が濁った状態となっている。この状態が長期的に続けば、海底の一次生産者である海藻類や海草類の成長や繁殖、付着性微細藻類の増殖の障害となる可能性がある。無節サンゴモ上に砂や泥が堆積すると、アワビ類浮遊幼生の着底が阻害されることが知られている。エゾアワビばかりでなく、岩や石の表面に着底する他の動物の幼生や海藻の胞子にとっても、砂や泥の堆積は好ましくない。この点でも、地盤

沈下による砂や泥の流入は今後大きな問題となる可能性がある。

地盤沈下によって干潟面積が大幅に縮小したことの影響も懸念される。干潟を主な生息場所とする生物の減少はもちろん、異体類など干潟を初期成育場として利用する生物の個体群にも今後影響が現れるかもしれない。干潟の縮小による浄化機能の低下や物質循環過程の変化が、沿岸域の生態系に様々な影響を及ぼす可能性もある。

このように、地震や津波が海洋生態系に及ぼした影響は直接的かつ短期的なものばかりではない。間接的に徐々に影響が現れ、しかも長期的にその影響が継続することも考えられる。福島第一原子力発電所の事故で流出した放射能や陸域から流失した様々な化学物質が、今後海洋生態系に及ぼす影響も懸念される。今回の大地震と大津波が海洋生態系に及ぼした影響、あるいは今後も長期的に残る影響を正確に理解・予測するためには、様々な観点から長期的に調査、観測、研究を継続する必要がある。

被災地域の主要産業である漁業の復旧・発展は、地域復興のために不可欠な要素である。被災地ではすでに漁業活動が再開されているが、長期的視野で東北沿岸の漁業の復旧・発展を考えると、今後の漁業活動については十分な注意を促す必要がある。例えば、牡鹿半島のようにエゾアワビ成貝の密度が大きく減少した場所では、漁獲可能なアワビが減ったと同時に産卵する親の資源量が減ったため、今後生まれる稚貝の数も少なくなる可能性がある。また、アワビ成貝が減少しなかった大槌湾のような場所においても、稚貝の密度は大幅に減っているため、数年後には漁獲サイズのアワビが確実に減少する。岩手県、宮城県、福島県では、エゾアワビ種苗生産施設が津波で大きな被害を受け、今後数年間は種苗放流量が激減するだろう。そのため、これまで放流されていた種苗分の稚貝量が

丸々減ることになる。いずれの海域においても、現在残っているエゾアワビ成貝を漁獲することは、そのまま次の年以降に産卵する親の個体数を減らすことにつながる。産卵個体群を保つためには、少なくとも数年間は漁獲量をこれまでよりも低く抑えるべきであろう。

何千年にもわたって東北の海で生きてきたエゾアワビたちは、今回のような大きな自然の試練を何度も乗り越えてきたに違いない。しかし、何百年か何千年か前に大津波に襲われた際には人間はいなかった。あるいは人間がいたとしても、現在ほどたくさんのアワビを獲ってはいなかった。アワビたちにとって、津波に襲われた直後から人間にこれほ

ど漁獲される経験は初めてのことであろう。今回の津波によって大きなダメージを受けたエゾアワビが、人間によってさらに漁獲されてしまっても、前回同様にまた回復できるとは限らない。

エゾアワビに限らず、東北の海の生物資源を持続的に利用し続けていくためには、地震と津波が生態系に及ぼした影響を正確に理解するとともに、生物資源が自ら回復する営みを妨げないようにすることがまず重要である。科学的な調査から得られる攪乱からの回復過程の理解に基づき、遷移の段階ごとに最適な漁業や養殖業のあり方を模索していく必要がある。

東北地域の新たな漁業への道筋

黒倉 寿
農学生命科学研究科

1. 現状

平成23年6月25日に「復興会議」が発表された「復興へ提言～悲惨の中の希望～」では「絆」が強調されている。復興過程において、国・地方の間、各省庁間、産業セクター間、産官学民の間、そして共同体の内部からさらに外側に広がる人々の協調（絆）が大切であることは言を待たないが、何を持って水産業の復興とするのかについての判断は読み取れない。新聞報道等によれば、復興会議における水産関係の議論は、復興過程における民間企業の参入に関する議論に多くの時間が割かれてしまったようである。提言の中では、企業の参入を、『地元漁業者が主体となった法人が**漁協に劣後しないで漁業権を取得できる仕組みとする。**』という一文が挿入され、妥協が図られている。これは宮城県知事と宮城県漁業協同組合の間で行われた「特区論争」と重なる。この問題の概要は次のとおりである。復興過程では多くの力を結集する必要がある。漁業権という形で、ある空間を排他的に利用する権利を与えられた地域単位の漁業（漁業権を管理しているのが漁業協同組合）についても、民間企業との連携による復興が期待されるが、そもそも漁業権漁業とは、歴史的に形成された地域共同体の排他的な権利を承認するという形で成立しており、他地域からの資本・技術・労働力の参入となじまないところがある。これをもって、漁村集落の排他性ととらえるか、地域の独立性保障ととらえるかは立場によって異なるが、現行法においても、組合員の賛成を前提に、企業を含む外部者が組合員という形で漁業協同組合に参入し、企業的に漁業養殖等を

営むことをできないことはない。しかし、外部者が組合の合意を得るプロセスで、様々な条件が課せられることが多く、それらが参入障壁となっている実態がある。法的制度的問題というよりは、合意形成に伴う交渉過程での慣習・文化の問題であるとも言える。こうした議論はしばしば双方にとって政治的なパフォーマンスの意味合いを持ってくるため、譲れない議論になり、最終的には奇妙な文言が公的な文書に挿入されて決着した。論ずべきは提言の文言ではない。地域漁業は閉鎖的であるか、閉鎖的であるとするれば閉鎖的であることの弊害は何か、閉鎖的であることの必然性はどこにあるか、閉鎖的であることは制度によってもたらされているか。閉鎖的であることが復興の過程を阻害するか。閉鎖性を打開しなければならないとするれば、それをどのように行うのかである。「絆」は地域における人々の連携を意味しているかもしれない。しかし、考えようによっては、「絆」は地域社会と外部のつながりを意味しているともとれる。もし、「絆」が地域と外部社会との連携を意味するのであれば、その連携のありようが問われているといえよう。

2. 震災以前の日本の水産

日本の漁業権制度は、地域に排他的な一定の空間を利用する権利を認める制度 (territorial use right) であり、このような漁業制度を持つ国は少ない。日本でも、沖合や遠洋で行われる漁業は許可漁業とよばれるライセンス制であり、これは諸外国の漁業制度とあまり変わりはない。制度は歴史的な経緯から成立する。どこの国の精度も歴史的

背景の違いから独自性を持つが、漁業権制度は、江戸時代にすでに成立していた沿岸の地域漁業共同体の地先の浜の利用権利を、明治漁業法の中で、漁業組合の権利としてほとんどそのまま認めたことがその起源であり、共同漁業権の免許の対象である漁業協同組合は往年の漁村社会の後継であるといえる。明治以後、日本の漁業は急速に技術的發展を遂げ、各地で、効率的な新しい技術の導入が従来の漁法を用いる漁業者との間で様々な軋轢を引き起こした。これらの紛争は、多くの場合、漁業権漁業を中心とする地域漁業が保護される形で解決が図られ、軋轢の原因となった新しい技術は主として沖合・遠洋漁業に導入された。このようにして、沿岸の地域の漁業が守られ、湖行的な近代漁業は、沖合・遠洋へと外延的拡大し発展した。かつて日本は自らを「世界一の漁業国」と誇っていた。何事にも限界はある。1972年、ストックホルムで開かれた国連人間環境会議では、国際捕鯨委員会（IWC）に対する捕鯨モラトリアムが提言された。その後、沿岸国は自国沿岸の漁業資源に対する権利を強く主張するようになり、国連海洋法(1982)においては、200海里経済専管水域(EEZ)が採用された。また、公海における漁業資源についても様々な国際的な規制が実施され、日本漁業は海外の漁場の多くを失う。遠洋漁業の沿岸漁業が過去最大の生産を記録したのは1972年である。外延的拡大の限界という意味では、日本の漁業が「成長の限界」を迎えたのはこの年であったと言える。そのような中であって、緩やかに減少しているとはいえ、沿岸の漁業生産は比較的安定している。資源管理の視点からは、日本の沿岸漁業システムは成功したシステムといえる。当然、沿岸漁業に、遠洋漁業の漁獲減少を補うことが期待されるが、全国の漁協の7割が赤字経営であり、燃費高騰などの経営圧迫要因など、斜陽産業としての沿岸漁業の見通しの暗さがしばしば強調

されている。沿岸漁船漁業についてみると、平成15年以後、漁家の平均漁労所得は微増している。会社経営体については、平成21年度には漁労利益の赤字拡大のために、経営利益が減少しているが、これが長期的な傾向であるか否かは定かでない。個々の漁家の収入の頻度分布を作成すれば、その形は平均値よりも少ない収益の漁家に最頻度をもつ、右に長いすそ野を引いた分布となるはずである。その中で、経営悪化している漁家の数が増えているとすれば、反対に収益を拡大した小数の漁家が存在するはずである。沿岸の環境収容力には限界があり、限られた沿岸地域の漁業と養殖業による生産が、遠洋の漁業生産の減少分を量的に補うことは出来ないだろうが、価格の上昇や利益率の向上を目指す経営戦略によって収益を上げることに成功している漁業者も少なくない。つまり、収益性の高い漁家と低い漁家の2層化が起きている。このことは、漁業協同組合についても同様であり、赤字を抱える漁協の一方で、収益を挙げている漁協が存在するのが現状であろう。

問題は、赤字経営となっている漁村集落の多くが、漁業人口の減少と高齢化をともなっており、自助努力によっては、人の生存に必要な社会の機能を維持できなる可能性が高いことである。平成23年の「水産白書」は漁村の多くが「条件不利地域」に立地しているとしている。しかし、こと漁業に関しては、漁村が漁業の条件不利地域に立地しているとは言えない。これらの地域が人口集中地域から遠く、過疎化・限界集落化しており、防災・医療・教育・文化などの面で住民へのサービスが漁業産業だけでは維持できなくなっていると捉えるべきであろう。

こうした状況で震災津波被害が発生した。震災津波以前に経営状態が健全で活性が高かった漁村では、自らの努力による復興が可能かもしれない。しかし、震災以前にすでに活性を失っていた漁村については、後退局面

での被災であり、自助努力のみでの復興は極めて難しいであろう。それらの地域の復興を考えると、外部との連携という意味での「絆」はどうしても必要であろう。

3. 東日本大震災による水産関連産業の被害状況

水産庁の調査(2011年8月現在)によれば、北海道、青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉の7道県において、漁船：およそ22,000隻、漁港：319港、加工施設(2,018施設の内)：全壊：536、半壊：106、浸水：135、養殖物を含む養殖関連施設の被害金額：8,230億円の被害が、今回の震災・津波によってもたらされた(原子力発電所事故による被害を含まない)。この7道県において、保険加入漁船隻数は51,445隻であるから、おそらくは、実質的に稼働している船の半数以上が被災したものであると思われる。漁港についてみると、岩手県においては、111の漁港の内108、宮城県では142の漁港のすべて、福島県でも10の漁港の全てが被災している。漁港については、防潮堤や防波堤などの漁港の外郭施設に加えて、係留設備、岸壁、保管施設等々の設備も破壊されている。特に、地震にともなう地殻の変動や地盤沈下のため、岸壁等が沈降しており、満潮時には乗降や荷揚げが不可能となった漁港もすくなくない。また、漁港に隣接する魚市場等も大半が被災し、そのうち22の市場は全壊している。さらに、造船所のような水産業にとって重要な湾内の関連施設も、その大半が壊滅的な被害を受けており、漁業の復興に必要な漁船の修理、新造が現地では不可能な状況になっている。このように、様々な被害が関連して、漁業の復興を困難なものにしている。

さらに、震災後の津波と原子力発電関連諸機関の不適切な対応によってもたらされた、原子力発電所の爆発による放射性物質による広範囲にわたる汚染は、広く国民に、水産

物の食品安全性に対する疑念をもたらし、水産物に対する購買意欲を低下させ、風評被害を含めて、水産業に多大な被害をもたらした。

東北地方の太平洋沿岸には、多くの水産都市・漁村とそれらが持つ漁港が存在する。それらの漁港は規模においても内容においても様々に異なっている。漁港は第1種漁港、第2種、第3種、特定第3種、第4種に分けられる。第1種は地域の小規模の漁業が利用する市町村管理の漁港である。第2種漁港はそれよりもやや広域的な漁業を対象とし、県管理のものと市町村管理のものがある。第3種漁港は沖合や遠洋漁業等が利用する大規模な漁港であり、遠く離れた船籍港の漁船も水揚げ港として利用する。特定第3種漁港はその中でも規模の大きな漁港であり、遠洋漁業の漁獲物の水揚げ港にもなっている。第4種漁港は離島や過疎地にある漁港で、地域の生活のための港としての機能に加えて、避難港としての機能もある。港の大きさや機能によって受けた被害は様々である。今回大きな被害を受けた気仙沼・石巻は特定第3種漁港である。これらの水産都市が漁業を基盤として発展してきたことは間違いのないところであるが、漁業もまた、水産加工業・流通業・造船業・機器メーカー・金融業・情報産業・観光業等によって支えられている。こうした産業が連携し合って成立している「有機体」が水産都市である。その「有機体」を構成する個々の要素が破壊分断されて、全体の機能を失った。漁業の復興だけでは水産都市がその機能を取り戻すことはない。一方、第1種漁港のような小さな漁港は地域の生活に密接に結びついていた。船の係留や水産物の水揚げだけでなく、地域によっては人々の移動や物資に輸送に機能していた。そうした漁港が地盤沈下のために高潮時に浸水し港として機能しなくなり漁業のみならず人々の生活に支障をきたしている。

個々の漁業についてみれば、船を奪われたもの、漁具を奪われたもの、漁場を奪われたもの、労働力を奪われたもの、流通ルートを奪われたもの、関連施設を奪われたものなど、その被害の内容はさまざまである。

4. 課題の整理

被害を受けたものが、原状復旧を望むことは、当然のことであるが、予算的・時間的制約から、必然的に優先順位が生まれる。被災漁港の修復については、最近、漁業の諸施設を機能別に整理し、機能ごとに集約すべきものと、分散すべきものを整理して考えるという議論の成熟が見られるが、具体の議論はこれからである。すでにのべたように、震災以前に経営体ごとに経営状態に大きな差があった。やがて、縮小・退場すべき経営体も少なからずあったはずである。こうした経営体を含めてすべてを公的資金で救済することは、不可能であり許されないはずである。また、公的機関はどこにどのように関与すべきなのか、効率性と公平性の矛盾しかねない2つの側面から判断しなければならないであろう。また、震災以前に日本漁業全体が経営

体数としては縮小傾向にあり、合理的・効率的経営への脱皮が求められていた。これを所与のこととするならば、震災はこうした傾向の中での漁業変革をさらに短時間に成し遂げることを強要したとも言えよう。こうした現状認識も政策判断の要素の一つであろう。また、すでに限界集落化していた漁村については、漁業の復活だけでは、様々な住民サービスを含む集落の機能を復活することは、財政的に困難であろう。こうした「漁村」では、様々な機能を持つ「漁村」の存在意義を保つためにも、文化・歴史としての「漁村」を保ちつつも、新たな価値の創出が求められている。これらの価値は、当然、自分たちだけでなく、周辺の人々が価値として認めた時に初めて価値となる。そうした創造性を生み出すためにも「絆」は必要である。一方、沿岸の漁業権漁業が資源管理システムとして機能した最大の理由は、沿岸漁業資源を漁業権のような形で資源の利用権を地域の独占物としたことによる。こうした、排他性を乗り越えて、どのように「絆」を作るのかが問われている。

地球システム変遷からみた将来予測

住 明正
サステナビリティ学連携研究機構

我々は、さまざまなシステムに包含されて生きている。言うまでもなく、地球という自然環境の上に生活をしている。しかしながら、自然の上に裸で暮らしているのではなく、社会・経済システムという衣をまとっている。言い換えれば、自然の上に成り立つ人工的環境の中に生息しているのである。しかしながら、そこで生活しているのは、あくまでも個人としての人間である。したがって、将来の我々の生存の基礎となるサステナビリティを考えるとときには、このさまざまなシステムとその相互作用、そのバランスを維持することが重要になる(図 1)。

地球が生きている惑星であることは地球科学のさまざまな知見により明らかである。生きているということは、さまざまな変動を繰り返していることである。災害とは、自然と社会との相互作用を人間の都合から見た見方であり、自然の側から見れば、変動を繰り返しているにすぎない。今回の東日本大震災や繰り返し発生する自然災害も、地球システムに固有の変動に他ならない。

我々が住んでいない惑星、“地球 2”があり、客観的にその変動を研究しているのなら物事はそれほど複雑ではない。しかしながら、自分を含めた人類社会が包摂される地球の変動をみることは、それほど、簡単なことではない。

1 万 2 千年まえには、全地球上での人口は数百万人程度であったと推定されている。そ

のような時代ならいざ知らず、人口が 70 億を超え、だれの所有でもない土地は存在しないと思われる現在、我々の社会をこの地球上に維持・展開していこうとするならば、地球システムの変動特性を理解するとともに、我々の社会の在り方を考え直して、新たなバランスを回復した地球を維持することが不可欠となる。

地球温暖化に伴うシミュレーションも、同様の内容で考える必要がある。人口が増加し、化石燃料の使用が増加する中で、「目先の何十年、21 世紀の世界の在り方をどうするか？」という問題に答えることである。このことは、単なる科学の問題ではない。むしろ、「人間の欲」の処理の問題ともいえる。したがって、人間の持つ価値観・人生観が議論の中に登場してくるがゆえに、合意の形成は、なかなか困難になる。複数の正義が存在するからである。情報化社会とも呼ばれ、多くの情報に満ち満ちている中で、正確な情報の不足が指摘されている。ともすれば、「非合理的な」論説が支持を集めやすい風潮もあるが、不十分とはいえ、科学的知見は、人類が長い時間をかけて維持・発展させてきた人類の資産である。将来は混とんとしているし、不透明である面もあるが、この状況に耐えながら、科学的な知見に立脚した推論をもとに将来の社会を設計してゆくべきであろう。

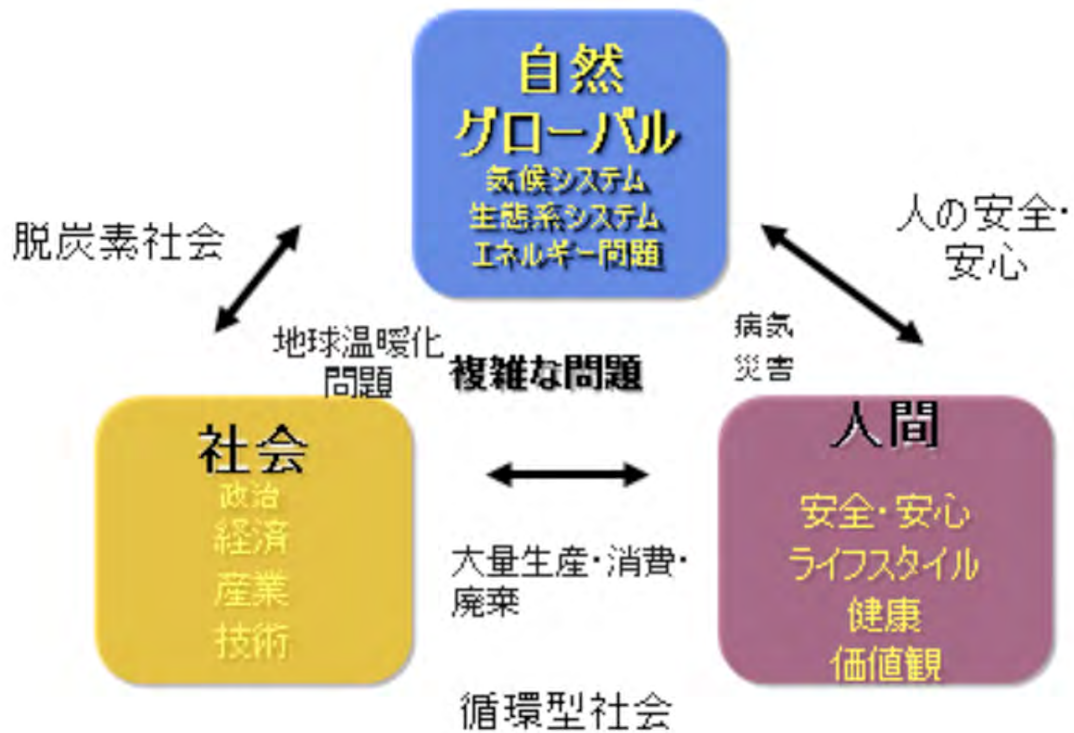


図 1. 3つのシステムの関係を表す。

海洋アライアンスからの御願

講演中に撮影した写真は、海洋アライアンスの活動を内外に報告する報告書等あるいはホームページ上で紹介される場合が御座いますことを予め御了承下さい、よろしく御願いたします。

【問い合わせ先】

海洋アライアンス事務局

東京大学 大気海洋研究所

〒277-8564 千葉県柏市柏の葉 5-1-5

TEL/FAX. 04-7136-6417

E-mail: office@oa.u-tokyo.ac.jp