HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	海洋科学教育・海洋科学コミュニケーション教材としてのMAREの役割
Author(s)	都築, 章子; 今宮, 則子; 藤田, 喜久 他
Citation	科学技術コミュニケーション, 14, 32-43
Issue Date	2013-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/53767
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	other
File Information	JJSC14_003.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

報告

海洋科学教育・海洋科学コミュニケーション教材としてのMAREの役割

都築 章子[1]，今宮 則子[1]，藤田 喜久[1,2]，平井 和也[1]，クレッグ ストラング[3]

The Role of MARE as Educational Resources for Ocean Science Education and Ocean Science Communication

TSUZUKI Akiko[1], IMAMIYA Noriko[1], FUJITA Yoshihisa[1,2],
HIRAI Kazuya[1], STRANG Craig[3]

Keywords: ocean science education, ocean science communication, ocean literacy, hands-on learning

1. 問題の所在　日本における海洋教育の現状

日本では，2007年に海洋基本法が施行され，2008年に海洋基本計画が定められた．海洋基本法(2007)の第28条には，学校教育及び社会教育において海洋に関する教育を推進することの重要性が明記されている．2013年には第二期海洋基本計画が閣議決定され，主要な取り組みとして，初等中等教育における海洋教育の充実を図るとともに，関係機関，大学，民間企業等が行うアウトリーチ活動や各機関の連携を推進すること，さらに海洋教育の担い手の育成や地域の特性を生かした人材育成を推進することが挙げられている（総合海洋政策本部　2013)．また，「海洋教育普及の実現に向けた戦略的研究及び条件整備報告書」(海洋政策研究財団　2013)も公表され，これまでに初等・中等教育では取り上げられることの少なかった海洋科学の学習内容を学習指導要領に導入することを目指す動きや，海洋教育に関わる人材の育成を進める動きも今後本格化すると予想される．海洋政策研究財団は「21世紀の海洋教育に関するグランドデザイン」の小学校編，中学校編，高等学校編を公表し，海洋教育の定義に関する提言[1)]を行うとともに，海洋に関する一貫した教育体系のあり方を示した(海洋政策研究財団2009, 2010, 2011)．

「海洋教育の現状に関する調査」(社団法人海洋産業研究会 2011)によれば，全国各地の小中学校・高等学校において海洋教育の先進事例とされる15実践を調べたところ，総合的な学習の時間や体育，算数・数学，理科，社会科，技術・家庭科などの教科学習の時間において，多様な取り組みが展開されているという（例えば，海洋エネルギーに関する学習や，気候変動やゴミ問題を含む環境学習，海苔づくりや海藻に関する学習，ウインドサーフィンやシュノーケルなどのマリンスポーツ，海にまつわる図画工作など)．高等教育機関においては，造船学，水産学，水運学といった分野にとどまらず，海洋に関する高度な経験と知識を有する人材の育成を目指した教育が展開され始めて

2013年8月15日受付　2013年10月29日受理
所　属：1 特定非営利活動法人　海の自然史研究所
　　2 琉球大学　大学教育センター
　　3 ローレンス科学教育館
連絡先：tsuzuki-akiko@smile.email.ne.jp

いる（例えば，東京大学海洋アライアンスによる海洋学際教育プログラムなど）．この調査において実践関係者から挙げられた海洋教育の課題は，1）海洋教育の明確な位置づけ・定義・グランドデザインの必要性，2）海洋教育の継続に向けた人材と地域支援の確保，3）発達段階に合わせた海洋教育カリキュラム・副読本や教材整備の必要性，4）学校機関と外部機関との橋渡し役の必要性，の4点に集約されている（社団法人海洋産業研究会　2011）．

海に親しみ，海を知り，海を守り，海を利用するためには，海を科学的に理解することが欠かせない．上述の海洋教育推進の動きは，海洋に関する研究成果を，学校教育や社会教育の場において，子どもたちを含む一般の人たちに教え，伝える活動，つまり海洋科学教育と海洋科学コミュニケーションに取り組み，海洋科学について伝える人材を育てることの重要性が認識され，海洋研究・教育関係者らが動き始めたととらえることができるだろう．

著者らの所属する特定非営利活動法人海の自然史研究所[2]（以降，海研と表記する）は，市民の海洋リテラシー[3]向上に貢献することを目指し，海をテーマとする教育・研究を進めている．その活動の一環として，米国カリフォルニア大学バークレー校付属ローレンス科学教育館[4]（Lawrence Hall of Science: 以降，LHSと表記する）で開発された，水圏環境をテーマとする参加体験型自然科学・環境教育プログラムMARE[5]（マーレと発音する）の翻訳・普及を行っている．本稿では，海洋科学教育としてだけでなく，海洋科学コミュニケーション，コミュニケーター育成のための教材としてMAREに焦点を当て，海洋教育関係者が指摘する上述の4つの課題のうち，課題2）～4）に与える示唆を整理したい．課題1）については，海洋政策研究財団よりグランドデザイン（海洋政策研究財団2009, 2010, 2011）が公表されているため，本稿の検討からは除く．

2. MAREとは

MAREとは，“Marine Activities, Resources, and Education”の頭文字をとったもので，幼稚園から中学2年生の子どもを対象とし，水圏環境を通じて科学を学ぶ参加体験型学習プログラムである．米国の科学教育において取り上げられることの少なかった海洋について学ぶ機会を作るため，1991年より開発が始まり，これまでに44種の教材（アクティビティと称する）が公表され，米国内外で普及が進められている．

MAREには学年ごとにテーマとする生息環境が設定されており，池（幼稚園），磯（小1），砂浜（小2），ウェットランド（湿地）（小3），海中林（小4），外洋（小5），島嶼（小6），サンゴ礁（中1），極洋（中2）と，学年が進むにつれて視野を広げ，その環境の持つ特性を学べるように構成され

表1　MAREで取り上げる生息環境と概念

学年	テーマとする生息環境	主要概念	学習する概念の具体例
幼稚園	池	多様性と単一性 規模と構造 変化の傾向	水の性質，生物の特性，生活環，生物と生息環境
小1	磯		水の性質，潮汐，波，岩，適応，生息地，種，安全，大切に扱い敬うこと
小2	砂浜	変化の傾向 規模と構造 エネルギー	潮汐，波，砂の作られ方と運ばれ方，食物連鎖，適応，生活環，ゴミ，汚染，油の流出
小3	ウェットランド（湿地）	エネルギー 体系と相互作用 規模と構造	潮汐，水の混ざり合い，食物網，資源分割，適応，生活環，生物蓄積，生息地の喪失
小4	海中林	変化の傾向 体系と相互作用 エネルギー	季節生産性，太陽光，波，塩分流，密度，適応，食物網，生態的滴所，天然または栽培資源
小5	外洋	体系と相互作用 進化 安定性	季節，気候パターン，海流，海水の性質，自然淘汰と進化，食物ピラミッド，海洋ゴミ
小6	島嶼	進化 多様性と単一性 体系と相互作用	潮汐，プレートテクトニクス，火山活動，砂のでき方，水深測量術，住みつき，遷移，適応，種形成，生物多様性，生活環，生息地の喪失，自然保護
中1	サンゴ礁	進化，規模と構造 多様性と単一性 体系と相互作用	光の透過，海水面の変化，サンゴ礁，生物多様性，適応，相利共生，生物多様性の喪失
中2	極洋	エネルギー 進化，変化の傾向 体系と相互作用	生産性，季節，塩分密度の差による海流，食物網，回遊と渡り，生息地の喪失，地球の気候変動，オゾン層破壊

（出典：MAREホームページをもとに著者ら作成）

ている（表1）．近隣に海洋がなくても，海洋（およびその関連概念）について学べるようにデザインされているのが最大の特徴である．

さらに，1）科学のみならず，その学年で学ぶ算数・国語・図工など，さまざまな教科の学習要素を取り入れている，2）仮説を立て，それをもとに実験を組み立て，結果（データ）を分析するといった，科学的な手法や考え方が身につくようにデザインされている，3）コミュニケーション能力の向上，子どもたち同士の学び合いや社会的スキルの習得を重視している，4）指導者用に科学的な背景情報や効果的な指導方法が整理されている，という特徴を持つ．また，海洋科学の複合分野的な特徴を反映し，海洋生物学や海洋物理学のテーマだけでなく，漁業や環境問題などの社会的テーマを扱う内容も盛り込まれており，海をはじめとする水圏環境を総合的に学ぶ教材となっている．なお，中学1，2年生を対象とする「サンゴ礁」と「極洋」に関するアクティビティは，LHSにおいて現在開発中である．

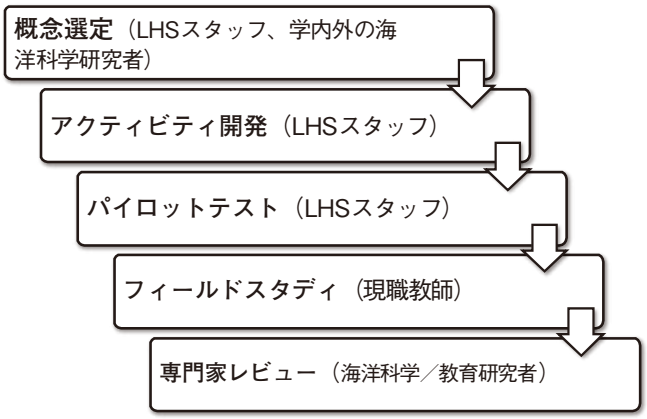


図1　MAREの開発プロセス

MAREのアクティビティは，海洋学者，教育学者，LHSの教材開発担当者の協働によって，以下の5つのプロセスを経て開発されている．第一段階では，海洋学者とLHSの教材開発担当者が，アクティビティで取り上げる海洋科学の概念を選定する．“National Science Education Standards（全米科学教育スタンダード）”（National Research Council 1996）や“Ocean Literacy, The Essential Principles of Ocean Sciences K-12（海洋リテラシーの必須原理）”（Centers for Ocean Science Education Excellence, et al. 2006）を検討し，1）海洋科学にとってより本質的･不可欠であり，2）子どもたちにとって理解が難しくて誤概念を持ちやすく，3）物理・化学・生物・地学という従来の科学教育において教えられていないもの，という基準により教える概念を選定する．こうして選ばれた概念をコンセプトマップやフローチャートの形に整理し，第二段階のアクティビティ開発を行う．第三段階のパイロットテストでは，LHSのスタッフが自ら開発したアクティビティを実施して改善点を明らかにする．第四段階のフィールドスタディは，出来上がったアクティビティを現職教員らが授業等において使用し，LHSにフィードバックする．最後に，海洋科学と教育学の専門家によるレビューを経て，ティーチャーズガイド（指導書）として公表する（図1）．

LHSは人々の学習のあり方に沿った指導を目指し，科学や数学のさまざまな教材やカリキュラムを開発してきた．LHSにとって，科学を伝えることは，学習者に科学を能動的に学んでもらうことであり，科学コミュニケーションは教育に関わるものであるととらえられている（都築ら2011a, 2013）．MAREもこの考えに基づき，LHSが整理した「ラーニングサイクル」と呼ばれる教授モデ

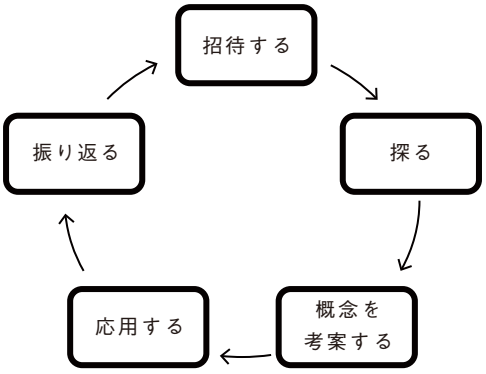


図2　ラーニングサイクル

ルを採用している．このモデルは，教授と学習に関する構成主義的な視点に立ち，認知科学や脳科学の知見も取り入れ，「招待する→探る→概念を考案する→応用する→振り返る」という5段階からなる．MAREのアクティビティは，このサイクルを繰り返しながら，能動的に学習を深められるようデザインされている（Center for Ocean Science Education Excellence California 2012）．

英語版ティーチャーズガイドは，上述の表1に示した生息環境別に編集され，MAREウェブサイトより注文・購入できる．また，米国内には，MAREの普及拠点となるMAREセンターが，LHSを含め5か所（LHS, ラトガース大学海洋沿岸科学研究所，テキサス大学海洋科学研究所，オレゴン大学海洋生物学研究所，スクリプス海洋研究所バーチ水族館）に設置されており，それぞれが指導者養成や教員研修などの普及活動を展開している．例えばLHSは，夏季休暇中に約1週間にわたる“MARE Summer Leadership Institute”という指導者養成講座を，ほぼ毎年開講している．受講者はMAREのアクティビティを体験しながら，1）探究を中心とした授業の進め方やフィールド調査体験，2）英語を母語としない子どもたちへの指導方法，3）全校を挙げて地域や保護者を巻き込みながら海洋教育に関する学習イベントを企画･実施する手法などを学ぶ．受講者は学校教員のほか，水族館などインフォーマルな教育機関のエデュケーター，教員研修開発担当者などさまざまである．

米国において，MAREは学校単位で補助教材として活用されるのが一般的である．LHSは，全校を挙げて海洋に関連するテーマで学習を進める“Ocean Immersion”という方式を推進して，学校教育へのMARE導入を図っている．各学校は“Ocean Week”や“Ocean Month”を設け，MAREを活用した授業を集中的に行うほか，海への遠足や水族館見学，海にまつわる演劇観賞などの学習を展開する．これは，MAREの指導者養成ワークショップを受講してリーダーとなった教員が中心となり，子どもたちには海洋について学ぶ機会を，教員たちには海洋について指導する方法を学ぶ機会を作るものである．この際，MAREセンターは，使用教材やスタッフを提供・支援する．また，MAREは水族館やビジターセンターでのワークショップやサマーキャンプなど，学校外の教育の場でも活用されている．2013年4月時点で，全米およびメキシコ合衆国の600以上の学校がMAREを使った実践を行っている．

3. 日本におけるMARE普及の取り組み

海研は，MARE普及のための「ジャパンMAREセンター」を設立し，カリフォルニア大学との契約に基づき，2006年より日本語版MAREティーチャーズガイドの作成と指導者養成を進めている．現在，米国外のMAREセンターは，日本とメキシコ合衆国にのみ置かれている．

3.1　日本語版MAREティーチャーズガイドの作成・指導者育成

著者らは，国外で開発された教材を日本で普及するためには，単に翻訳するだけでなく，日本の教育事情や自然環境などに配慮することが欠かせないと考えている．そこで，「日本語版MAREティーチャーズガイド作成計画」を定めて翻訳・改訂をおこなっている．具体的には，1）英語版ティーチャーズガイドの一次翻訳後，海研における内容の精査，2）上述の計画に定めた「日本語版MAREティーチャーズガイド作成検討委員会設置要綱」に基づく検討委員会の設置および開催，3）特定のテーマについて取り上げたアクティビティの場合，検討委員会の助言に基づき，その分野の専門家への特別監修の依頼，とい



写真1　日本語版ティーチャーズガイド

う手続きをとっている．上述2) の検討委員会では，海洋あるいは海洋生物分野の専門家，環境省等の省庁関係者，学校教育の専門家など，各分野の専門家に委員を委嘱し，当該アクティビティが，①日本の水圏環境や生物に適合しているか，②日本の学校教育の段階に合っているか，についてさまざまな見地から検討して改訂を行っている．英語版のティーチャーズガイドは，生息環境ごとに編集・販売されているが，日本語版ティーチャーズガイドは，アクティビティ別に作成・編集し，テキストのみの販売はしていない．これは，後述の指導者養成講座の受講者への配布とすることで，教材の考え方や指導方法を理解したうえで活用してもらうことを重視するとした，LHSとの協議に基づく対応である．

指導者養成については，全国各地の水族館等で体験会を開催するほか，指導者（MAREリーダー）養成講座を開催してきた．2006年から2013年3月までに養成したリーダー数は183人である．リーダーの職業などによるおおまかな内訳を表2に示す．小中学校や大学の教職員の比率は約1割だが，社会教育施設職員やボランティアでの教育活動従事者など，学校外で教育活動を実践する人々が半数を超えている．

表2　MAREリーダーの職業・活動別内訳（計183名）

職業・活動	人数	%
学校教職員	23	13
社会教育施設職員	48	26
自然関係の職業・在野の教育活動者	51	28
学生	17	9
不明	44	24

通常のリーダー養成ワークショップは，週末2日間で実施する．2日で4つのアクティビティを体験し，各アクティビティの体験後，進行方法や使用する教材，取り上げている内容について，受講者の感想や意見を共有しながら，海研側より指導上の注意事項などを述べ，受講者全員で振り返りを行うという構成である．受講者には修了したアクティビティのティーチャーズガイドを配布し，実践を促している．

また，養成したリーダーらによるMARE実践の場を増やし，各地域の学校や社会教育施設とも連携して，実践の情報を共有しつつその質を高めることを目指し，全国各地のリーダーのネットワークを構築している．リーダー間の情報交換･共有には，ホームページ，メーリングリスト，ソーシャル・ネットワーキング・サービスを活用している．各地のリーダーが実践を企画・運営する際には教材･キットの貸出などの支援を行うほか，海研が各地でMAREを実施する際には，当該地域のリーダーに参加を呼びかけ，見学や実践の機会を提供するよう努めている．

3.2　海研による国内でのMAREの活用実践例

海研は，これまで全国各地の学校や各種の社会教育施設と連携してMAREを活用した実践を行ってきた．こうした実践を通して，その後の継続的な協働関係も生まれている．これまでの活用実践は，大きく以下の4つに分類できる．4つの活用実践分類とその件数，のべ参加者数を表3に示し，下記に一部の事例をもとに概要を紹介する．

表3　活用実践分類別の実施件数と参加者数（2006年1月～2012年3月）

おもな活用実践分類	件数	のべ参加者数(人)
a. 小学校での出前授業	17	1,252
b. 社会教育施設・イベントでの学習プログラム	50	1,009
c. 博学連携・学社連携教材	20	490
d. 大学生コミュニケーション学習教材	5	98

3.2.1　小学校への出前授業として

依頼を受けた小学校の理科や総合的な学習の時間において，海研スタッフが講師として出前授業を行うのが一般的な方法である．MAREのアクティビティは，40〜50分で実施するセッションを数回行い，ひとつのテーマについて学習できるようデザインされている．各アクティビティは2〜5セッションで構成されていることから，アクティビティを最初から最後まで実施するには数時間かかる．そのため，学校での出前授業実施にあたっては，実施校のスケジュールに合わせて，理科や総合的な学習の時間において，アクティビティの一部を実施したり，改変して実施している．



写真2　「魚をつくろう！」実施風景

MAREアクティビティ「魚をつくろう！」は，生息地（陸上と水中）の違いによる人間と魚の体のつくりの違いについて議論を通して整理し，各児童が体のつくりに注意して魚の絵を描いてみた後，流線形の着ぐるみを着た人の体にひれやうろこなどの各部位をつけながら，人間の体を魚に変えていき，魚の体のつくりについて学ぶものである．これまでに，国語学習の発展題材として，あるいは理科や総合的な学習の時間での課題として実践してきた．例えば，小学2年生を対象に，2日間で4学級に本アクティビティを実施した事例（町田市立忠生第一小学校，2009年11月5日，6日）のほか，同じ小学2年生を対象に，国語「サンゴの海の生きものたち」（光村図書）の発展課題として実施した事例（仙台市立大野田小学校，2009年11月26，27日）や，理科と総合的な学習の時間の活動として実施した事例（函館市立高盛小学校，2011年8月29日）などがある．

これまでに繰り返し出前授業の依頼を受けた学校もあり，実施校からはおおむね好評価を得ている．実践を参観した教員等への事後アンケートの自由記述には，「当初，小学生には若干難しい学習で表面的に楽しい学習になってしまうのではないかと心配していたが，視点をはっきりさせ，体験・データとしてのまとめなど内容の深さに感心させられた．3時間という長い時間，集中が途切れずにできるというのも素晴らしい」，「学校の授業と違った視点で，子ども達に自然を見る観点を与えてくれた．学校の教員にはできない材料の準備や専門的な説明など，子どもにとって実にインパクトのある授業となった」といったコメントが得られており，プログラムの構成，学習対象（テーマ）の取り上げ方や伝え方，指導方法等が評価されていることがうかがえる（平井　2009）．

3.2.2　社会教育施設・イベントでの学習プログラムとして

各地の水族館・博物館・ビジターセンターの来館者向けプログラムや，コミュニティセンターなどで週末に開催される科学体験教室のプログラムにおいてMAREを活用した事例は2012年3月までに50件に上る．こうした中には，海研スタッフが外部講師を務めて，「魚！サカナ！さかな！」，「水鳥たちのウェットランド食堂」を実施した事例（福井県海浜自然センター「海を遊ぼう！　MAREアクティビティ」，2007年9月1〜2日）などがある．

「魚！サカナ！さかな！」は，魚類を題材に「適応」と「多様性」を学ぶアクティビティで，魚の写真やビデオ，本物の魚を使用しながら，1）魚はさまざまな姿かたちや色をしていて，彼らの生息環境に適応している，2）それらを見ると，その魚がどこに住んでいるかを予想することができる，という概念を学ぶものである．「水鳥たちのウェットランド食堂」は，湿地と，そこを隠れ家や渡りの補給地として使う水鳥の生態を理解するためのアクティビティで，1）ビデオを使って研究者の行う「観察」や「情報整理」の進め方を追体験し，2）模擬実験を行い，実際に水鳥たちがどのよう

にして他の種の鳥たちと食べ物を分け合うかについて体験し，3) 模擬実験の結果を数値化し，データを比較する作業を通して科学研究における数学の利用について学ぶという流れで展開するものである．

この福井県海浜自然センター職員をはじめ，その他事例においてMARE実践を見学した社会教育施設の職員への事後アンケートからは，「一方的な講義や授業ではなく，『受講者自らの学び』を実感できる機会を与えてくれた．MARE以外のプログラムに応用できる要素が随所にちりばめられており，参考になった」，「既存プログラムの改良のヒントが得られた」，「職員のスキルアップにつながる」といった回答が得られており，受講者だけでなく社会教育施設において教育を担当する職員にとっても，自らの専門知識を伝える方法を知り，学ぶ機会になっていたことがうかがえる（平井　2009）．

3.2.3　学校と社会教育施設をつなぐ教材として

各地の社会教育施設との協働により，博学連携授業や社会教育施設での野外学習活動の事前学習やまとめなど，学校の授業と社会教育施設での学習をつなぐプログラムとしての活用も進めている．

校外学習とMAREを組み合わせた事例には，千葉県立中央博物館分館海の博物館が，千葉県勝浦市近辺の小学校と連携した実践（総野小学校，2008年7月3日；豊浜小学校，2009年5月8日）などがある．また，島根県のしまね海洋館アクアスのアウトリーチの一環として小学3年生を対象に行った実践（川波小学校，2007年12月3日）では，「水鳥たちのウェットランド食堂」を活用した．後者の実践は，1学期の総合的な学習の時間に行った磯観察に関連づけて，国語単元「海の自然のかくし絵」を学習し，次年度の環境学習などに発展させることを目指したものである．表4に実践の概要をまとめた．本実践後には，アクアス（水族館）での生物観察や，身近な水鳥について調べる方法を考えて調査しデータを整理する活動を行い，国語単元「ウミガメのはまを守る」の学習につなげた．

表4　しまね海洋館アクアスと川波小学校の連携実践におけるMARE活用例（2007年12月3日）

時間	実施アクティビティ	おもな内容	関連づける科目や読み物/習得したい概念や技能	
1時間目	海研・アクアス職員紹介（担当：先生）			
2時間目	MAREアクティビティ「水鳥たちのウェットランド食堂」（担当：海研）	水鳥を材料に、研究者が行う観察の仕方や、算数を使った情報の整理方法について学習する 水鳥の食物と口の形などを関連付けて考える	環境学習	今まで焦点を当てなかった「水鳥」を題材にすることで、身近な自然に目を向ける
			ウミガメのはまを守る	ウミガメ頭骨と食物の関連の話をする
3時間目	身近な水鳥とその生息場所についてお話（担当：アクアス）	身近な浜辺、川にも水鳥がいることを紹介 それらの鳥がどこから来てどこへ行くのかを紹介する	環境学習	学習と身近な自然をつなげる 渡りを行う生物にとって湿地が重要である
			ウミガメのはまを守る	回遊するウミガメにとっても、広い地域での保護と生息地の保全が重要である
4時間目		磯の観察会をふりかえり、観察に必要なものをあげていく	環境学習	身近な生物もこのような視点で観察すると同じようなことが発見できることに気付かせる
			環境学習・理科	自分たちで適切な観察方法を考える
			環境学習・算数	考察するために、どのような方法で、どのようなデータ収集をすればよいか
5時間目	磯の観察会で発見した生物（担当：アクアス）	どんな形のどんな生物が見られたか、ふりかえる	環境学習 自然のかくし絵	春～夏に行った授業をふりかえり、関連付ける

（しまね海洋館アクアス作成の実践計画表をもとに，海研が一部加筆修正）

こうした事例において協働した社会教育施設関係者への事後アンケートからは,「ほぼ野外行事に限定されていた学校との連携授業に新たなメニューが加わり，MAREを体験した学校からは，その後も同メニューの実施希望が来るなど，リピーターの確保に役立っている」,「当館は，学校と連携して学校教育課程で活かせるような学習プログラムを開発してきた．海洋生物についての学習を，教科と関連づけて行う工夫をしてきたが，MAREはその部分が非常に充実していたので，プログラム開発に大いに参考になった」などの回答を得ており，博学連携や学社連携を促す教材としての可能性も見出せている（平井　2009）.

3.2.4　大学生・社会教育施設職員のコミュニケーション学習教材として

海洋科学分野を専攻する大学生や大学院生，教員養成課程の大学生などを対象に，海洋科学教材としてMAREを理解し，アクティビティの中で用いられているコミュニケーションスキルを習得したり，理科教授法を学んだりすることを目的として活用した事例もある.

函館市では，北海道大学大学院水産科学研究院においてMARE体験会（2011年8月27日），函館国際水産・海洋都市推進機構においてMAREリーダー養成ワークショップ（2011年11月17日）などが開催され,「魚をつくろう！」や「水鳥たちのウェットランド食堂」を含む数アクティビティを通常の指導者養成講座のように体験してもらい，その背後にある学習観やコミュニケーションのアプローチなどを解説した．その後，このMARE受講をきっかけにして，水産科学を専攻する大学院生らが「解剖できるイカ着ぐるみプロジェクト」を結成し，地元で有数の漁獲高を誇るイカを題材にしたサイエンスショー「探偵・いかずきんちゃん―イカの体の秘密」を開発し，地域の科学イベント等で活用する事例も生まれた（サイエンス・サポート函館 2012）．解剖できるイカの着ぐるみは，生活協同組合コープさっぽろのイベント（2012年12月13日）でも実演され，食育プログラムに活用されるなどの広がりを見せている.



写真3　コープさっぽろのイベント風景

滋賀大学教育学部における初等理科教育法の講義（2012年5月1日，2012年10月23，30日）では，教員養成課程の学生らに「水鳥たちのウェットランド食堂」を学習者として体験してもらった後，このアクティビティの背景にある学習観とラーニングサイクル，各種教具の活用のポイントを解説した．この水鳥のアクティビティでは，振り返りの段階で水鳥のくちばしの適応について書かれた絵本を読むという構成になっている．そのアプローチを参考に，受講生らには科学読み物を使った授業案の作成という課題にもグループで取り組んでもらい，プレゼンテーションと相互評価を試みた.

4.　まとめ―海洋科学教育・海洋科学コミュニケーション教材としてのMAREの役割と，普及活動からみえてきた今後の課題

海研およびジャパンMAREセンターは，子どもたちにMAREを使って学習してもらうだけでなく，学校教員や社会教育施設職員や保護者など，指導者用ガイドを用いて海洋科学を伝える人たちを幅広く増やすことにより，海洋について関心を持ち，能動的に学び・関わる人たちを増やすことを目指し，MAREの普及を進めてきた．以下に，本稿の冒頭で挙げた，現在の海洋教育が直面する課題に対し，MAREと日本におけるその普及プロセスからどのような示唆が得られるのかにつ

いて整理したい.

まず，海洋教育の継続に向けた人材と地域支援の確保について，社団法人海洋産業研究会 (2011) は，1) 学校教員の海洋に対する知識・経験不足を補うとともに，2) 海洋に対する総合的な知識・経験を有する人材が初等・中等教育に協力する必要がある，と指摘している．MAREティーチャーズガイドは，テーマ別にまとめられたアクティビティを進行するための手引き書であり，準備物のリスト，招待（導入）から振り返りまでのラーニングサイクルに沿った提示課題と展開の進め方がまとめられている．巻末には取り上げるトピックについての背景情報も提供されており，教員の知識・経験不足解消に貢献できるであろう．これまでのMARE実施機関で参観した教員や教育担当者から，プログラムの構成や指導法の点で参照できることが多いとのコメントを得てきたのは上述のとおりである．また，アクティビティを体験しながら海洋科学の教え方，伝え方を学んでもらうMAREリーダー養成講座の構成は，教員・コミュニケーター育成のひとつのモデルになりうると考える．今後は，MAREリーダーとなった教員・コミュニケーターへの支援を通してMARE活用実践を広げるという，LHSの普及モデル（Ocean Immersion）なども参考に，学校内外の人々や地域も巻き込んだ海洋学習の進め方，またその支援のあり方を提案していきたいと考えている.

次に，発達段階に合わせた海洋教育カリキュラム・副読本や教材整備の必要性に対しては，MAREが先行事例のひとつとしてその需要に応えうるだろう．日本の水圏環境の特性や教育事情を考慮して改訂することによって，MAREが日本でも活用できることは前節で述べたとおりであり，今後推進される日本の海洋教育実践においても活用できる余地は十分にあると考えられる．著者らはすでに，小学校の国語・算数・理科・社会の教科書において海洋を取り上げている単元を分析し，それらの内容とMAREの各アクティビティがどのように関連づけられるかについて，指導案の形にして提案する試みも始めている．MAREのアクティビティで取り上げている概念は，理科との関連性がもっとも高いが，指導方法や内容は理科に限定されるものではない．こうした科目横断型の学習へのMAREの展開例を提示しながら，学校教育への導入に向けた動きを進めたいと考えている．また，このプログラムの優れた点や，日本においてさらに改訂が必要な点について，教育学的視点から検証する必要もあると考えている.

学校機関と外部機関との橋渡し役の必要性については，博学・学社連携プログラムとしてMAREを活用した事例が示すとおり，地域の特性を反映させつつこの教材をどのように活用するか，という点をコーディネートして実践を促すことが重要であると考えている．著者らは，MAREリーダー（指導者）を養成し，増やすことにより，MARE実践の増加を図るというモデルを描いてMAREの普及を進めてきた（図3）．継続的に養成講座を開催することによりリーダー数は増えているものの，これまでにおこなったMARE実践のうち，MAREリーダーの企画・運営によるものは実践数全体の2割に満たない．リーダーらによるMARE実践，つまり養成した人材による海洋科学教育・海洋科学コミュニケーション実践が各地で行われるようになるには，前節で紹介したような，著者らのMARE実践者としての活動を，育成したリーダーらに担ってもらえるようにしていく必要があるだろう．そのためには，図3左下に挙げたように，1) 実践需要（実践機

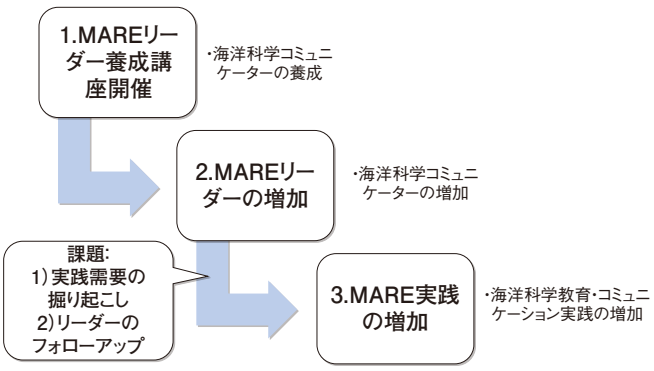


図3　MAREの普及・実践拡大モデル

会）の掘り起こしと，2）リーダーのフォローアップという課題に対応しなければならない．今後ジャパンMAREセンターとして強化するべき機能として，リーダーらの活動の場となりうる実践機会情報の収集，実践・連携コーディネート，およびリーダーの成長支援を挙げておきたい．

上記の課題に対応し，海洋科学教育・海洋科学コミュニケーションをいっそう進めていくためには，資金の拡充も避けて通れない問題である．これまで，教材の翻訳，教材・教具の整備，人材養成講座，各地でのMARE実践は，各種助成機関による環境教育や体験教育活動への助成金を受けて展開してきた．しかし，普及拠点として教材を整備し，人材を育成し，実践情報を提供し実践をコーディネートするといった業務を持続的に行うための資金調達は，非常に困難である．これは，同様の活動を行う全国各地のNPO法人や各種団体が直面している課題であるといえよう．とくに，組織運営への資金確保は難しく，ボランティアに頼るのが現状である．複数の普及拠点の運営を想定した場合，教材の保管場所，実践促進にかかる情報収集やコーディネートに投入する時間など，発生する諸コストを計上できないことは大きな障壁となる．現在，博学・学社連携など，科学の学びを促すために学校と学校外の機関や人材の連携が推進されるようになり，コーディネート機能の重要性と予算措置の必要性が指摘されている（国立教育政策研究所　2009など）が，コーディネートにまつわるコスト負担のあり方については，海洋科学分野にとどまらず，今後検討されるべき課題であると考える．

海洋科学は，物理学，生物学，地学領域との関連性が高いだけでなく，資源やエネルギーの開発・管理，環境問題，防災や領土問題など，科学と社会の関係にも関わる多様な事項を扱う領域である．今後，こうした分野横断的なテーマの学習について学び考えることの重要性は，学習者の年齢に関係なく増すと思われる．また，教科化されていない海洋科学教育を開発・推進していくにあたっては，研究者や教育関係者をはじめ，さまざまな形で海洋に関わりを持つ人々の参画が可能だろうし，必要ともなろう．先述のとおり，MAREは，科学研究者による概念選定やアクティビティ開発者・現職教員による形成的評価を組み込んだ循環的な開発・評価システムを構築して，プログラムの改訂が行われている．この開発体制と手続きは，海洋科学のみならず，最新の科学知見も取り入れながら，科学教材や科学コミュニケーションコンテンツを持続的に開発する手法としても参考になるであろう．今後も，海洋科学教育と海洋科学コミュニケーションのさらなる推進と市民の海洋リテラシーの向上に貢献できるよう，国内外の動きにも学び，関係各者との連携を図りながら環境整備に努めたい．

付記

本稿は，第17回大学教育研究フォーラム，平成23年度日本理科教育学会近畿支部大会，日本科学教育学会第36回年会の発表内容を大幅に加筆・修正したものである．

注

1）海洋教育について，海洋政策研究財団（2009）は，「海洋教育は，海洋と人間の関係についての国民の理解を深めるとともに，海洋環境の保全を図りつつ国際的な視野に立った平和的かつ持続可能な海洋の開発と利用を可能にする知識，技能，思考力，判断力，表現力を有する人材の育成を目指すものである．この目的を達成するために，海洋教育は海に親しみ，海を知り，海を守り，海を利用する学習を推進する」と定義している．

2）特定非営利活動法人　海の自然史研究所：http://www.marinelearning.org/（URLは2013年8月6日時点のもの）

3）特定非営利活動法人 海ロマン21（2009）の報告書において，海洋リテラシーとは「海が私達に与える影

響を理解し，私達が海に与える影響を理解すること」と定義されている．

4)“Lawrence Hall of Science”の日本語表記については，先行文献において「ローレンス・ホール・オブ・サイエンス」,「ローレンス科学館」,「Lawrence Hall of Science」等，さまざまな形で表記されてきた．本稿では，共著者であるストラングとの協議をふまえ，同施設の機能（教育研究所であり，教材開発センターであり，科学館でもある）を適切に伝えることを目的として「ローレンス科学教育館」とした．

5) MAREホームページ：http://mare.lawrencehallofscience.org/（URLは2013年8月6日時点のもの）

謝辞

本研究の一部は日本財団，地球環境基金の助成，ならびに文部科学省科研費基盤研究（B)「サイエンスコミュニケーションデザインを支援する知のネットワーキングに関する研究」(課題番号：22402001，研究代表者：鈴木真理子）の助成を受けて行った． 写真3はコープさっぽろ函館地区委員会寺西朝子氏よりご提供いただいた．ここに記してお礼申し上げます．

●文献：

Atkin, J.M. and Karplus, R. 1962: ‘Discovery or Invention?’, The Science Teacher, 29, 45-47.

Center for Ocean Science Education Excellence California. 2013：“Communicating Ocean Sciences to Informal Audiences”， http://www.coseeca.net/programs/communicatingoceansciences/（URLは2013年10月18日時点のもの）

Centers for Ocean Science Education Excellence, National Geographic Society, National Oceanic and Atmospheric Administration, and College of Exploration. 2006: “ Ocean Literacy, The Essential Principles of Ocean Sciences K-12”.

平井和也 2009：「海洋リテラシープログラム企画展開とその効果評価」,東京海洋大学修士学位論文　平成21年度 海洋管理政策学 第983号.

海洋基本法 2007: http://law.e-gov.go.jp/announce/H19HO033.htm（URLは2013年10月18日時点のもの）

海洋政策研究財団 2009：「21世紀の海洋教育に関するグランドデザイン（小学校編）～海洋教育に関するカリキュラムと単元計画～」，http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/200903_ISBN978-4-88404-225-7.pdf（URLは2013年10月18日時点のもの）

海洋政策研究財団 2010：「21世紀の海洋教育に関するグランドデザイン（中学校編）～海洋教育に関するカリキュラムと単元計画～」，http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/201003_ISBN978_4_88404_246_2.pdf（URLは2013年10月18日時点のもの）

海洋政策研究財団 2011：「21世紀の海洋教育に関するグランドデザイン（高等学校編）～海洋教育におけるコンピテンシーと内容構成，及び学習事例～」，http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/ISBN978-4-88404-267-7.pdf（URLは2013年10月18日時点のもの）

海洋政策研究財団　2013：「海洋教育普及の実現に向けた戦略的研究及び条件整備報告書～次期学習指導要領改訂へのロードマップ～」，http://www.sof.or.jp/jp/report/pdf/201303_04.pdf（URLは2013年10月18日時点のもの）

国立教育政策研究所 2009：「第3期科学技術基本計画のフォローアップ『理数教育部分』に係る調査研究[理数教員に関する調査結果報告] IV 学校と科学系博物館等との連携による教員支援」，http://www.nier.go.jp/seika_kaihatsu/risu_1_4syou.pdf

National Marine Educators Association 2010: ‘Ocean Literacy Scope and Sequence for Grades K-12’, The Ocean Literacy Campaign Special Report 3.

National Research Council 1996：“National Science Education Standards”, National Academy Press.

National Research Council, the National Science Teachers Association, the American Association for the Advancement of Science, and Achieve 2013: “ Next Generation Science Standards”, http://www.nextgenscience.org/

日本財団・海洋政策研究財団 2012：「小中学校の海洋教育実施状況に関する全国調査」
サイエンス・サポート函館 2012:「はこだて国際科学祭2012実施報告書」,
http://www.sciencefestival.jp/pdf/kagakusai2012report_121219small.pdf（URLは2013年10月18日時点のもの）
社団法人海洋産業研究会 2011:「海洋教育の現状に関する調査」報告書,
http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/chousa/kaiyoukyouiku.pdf（URLは2013年10月18日時点のもの）
総合海洋政策本部 2013:「海洋基本計画について」, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kaiyou/kihonkeikaku（URLは2013年10月18日時点のもの）
都築章子・藤田喜久・今宮則子・平井和也・鈴木真理子・Craig Strang　2011a:「教育研究機関の枠を超えたネットワークによる科学コミュニケーション関連教材開発事例—米国のLawrence Hall of Scienceに注目して—」,『第17回大学教育研究フォーラム発表論文集』, 47-48.
都築章子・今宮則子・平井和也・藤田喜久　2011b:「水圏環境から科学を学ぶプログラム“MARE”の小学校での実践」,『平成23年度日本理科教育学会近畿支部大会（滋賀大会）発表論文集』, 82.
都築章子・今宮則子・平井和也・藤田喜久・クレッグ ストラング　2012:「水圏環境から科学を学ぶプログラム“MARE”の日本における普及と実践」,『日本科学教育学会 第36回年会論文集』, 472-473.
都築章子・楠見孝・鳩野逸生・鈴木真理子　2013:「米国西海岸地域における科学コミュニケーション実践・連携事例」,『科学技術コミュニケーション』, 13, 105-117.
特定非営利活動法人 海ロマン21　2009:「研究報告書　我が国における海洋リテラシーの普及を図るための調査研究」, http://www.ur21.net/ur21（URLは2013年10月18日時点のもの）