財団法人新技術振興渡辺記念会
平成１９年度科学技術調査研究助成(下期)、交付番号 19-168
期間：平成 20 年 3 月～平成 21 年 2 月

# 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

**研究代表者　　角皆静男**
（特定非営利活動法人 海ロマン２１　副理事長）
（日本海洋学会教育問題研究部会　部会員）

特定非営利活動法人 海ロマン２１
海ロマン事務所（108-0073 東京都港区三田 3-12-16　山光ビル 7 階　03-5765-2910）

---

目次

調査研究の概要 ..... 1
**第１部　我が国の海洋リテラシーについて ..... 4**
１．はじめに：海洋リテラシーとは ..... 5
２．戦争直後の理科教育における海 ..... 5
2.1　最初の学習指導要領(1947 年) ..... 5
2.2　小学校理科に海があった最初の学習指導要領 ..... 7
2.3　海があった最初の学習指導要領に基づいて作られた中学校理科の教科書 ..... 8
３．現在の理科教育における海 ..... 12
3.1　学習指導要領の改訂 ..... 12
3.2　現在の小学校の理科 ..... 13
3.3　現在の中学校の理科 ..... 14
3.4　現在の高等学校の理科 ..... 15
3.5　どのような教師が理科を教えているか ..... 18
４．我が国の初等・中等教育の理科から海が抜けてしまった理由 ..... 20
５．我が国の学術体制の中に見られる海洋学の地位の低さ ..... 21
5.1　科学研究費補助金(科研費)の申請先と審査方法 ..... 21
5.2　日本学術会議における海洋 ..... 22
６．初等・中等教育における海の教育のあるべき姿 ..... 24
７．海の科学が教えられないことの影響は何か、またなぜその教育が必要か ..... 26

８．高校地学教科書に見られる誤りあるいは問題表現 ..... 27

**第２部　海洋リテラシーに関するアンケート調査結果 ..... 35**

() 内は話題提供者名、[] 内は報告者名

１．概要とアンケート文 ..... 36
1.1　海のサイエンスカフェ ..... 36
A.　第１回海のサイエンスカフェの実施報告（川合美千代）[須賀利雄・市川洋] ..... 36
E.　第２回海のサイエンスカフェの実施報告 [(道田豊)] ..... 37
1.2　海の出張授業 ..... 38
B.　海の教室　石川２００８ [(乙部弘隆　町田龍二)] ..... 38
C.　私立東洋英和女学院生物部 [(乙部弘隆) 町田龍二] ..... 39
1.3　高校生向け海の特別講座 ..... 40
D.　清水・東海大学における海洋研修の基調講演 [(角皆静男)] ..... 40
F.　三重　県立津高校 [(角皆静男　松野健)] ..... 41
G.　静岡　県立掛川西高校 [(角皆静男　松野健)] ..... 42
H.　山形　県立鶴岡南高校 [(角皆静男)] ..... 44
I.　神奈川日吉　私立慶応高校 [(角皆静男)] ..... 45
J.　沖縄　県立開邦高校 [(角皆静男)] ..... 51
1.4　アンケート調査の実施方法 ..... 52
1.5　アンケート調査用紙 ..... 52
2.　アンケート調査結果 ..... 54
A.　第１回海のサイエンスカフェ　東京 2008 年 3 月 30 日 ..... 54
B.　海の教室　石川２００８ 2008 年 6 月 29 日 ..... 61
C.　出張授業　東洋英和女学院中等・高等部の生物部員 2008 年 7 月 8 日 ..... 63
D.　清水　東海大学における海洋研修の基調講演 2008 年 8 月 3 日 ..... 68
D1.　高校生 ..... 68
D2.　学校教員等 ..... 77
E.　第２回海のサイエンスカフェ　広島 2008 年 9 月 27 日 ..... 81
F.　海洋特別講座　三重　津高校 2008 年 11 月 13 日 ..... 85
G.　海洋特別講座　静岡　掛川西高校 2008 年 11 月 20 日 ..... 93
H.　海洋特別講座　山形　鶴岡南高校 2008 年 11 月 28 日 ..... 100
I.　海洋特別講座　神奈川　日吉　慶応高校 2008 年 12 月 1 日 ..... 104
J.　海洋特別講座　沖縄　開邦高校 2008 年 12 月 20 日 ..... 109
３．アンケート調査結果の解説と解析 ..... 115
４．サイエンスカフェ、出前授業　現場風景 ..... 116

**第３部　本研究分担者の意見、提言 ..... 119**

A.　市川洋：科学について知っていてほしい５つの事 ..... 120

B. 浦江恭知：21 世紀に生きる日本人に必要な海辺環境と海洋ﾘﾃﾗｼｰ
－海洋に関する啓蒙媒体（教養書等）の必要性－.....125
C. 乙部弘隆：海洋リテラシーのアンケート調査に関わっての感想.....128
D. 樺澤洋：海洋リテラシー：水族館活動の立場から.....131
E. 川合美千代：第１回海のサイエンスカフェの感想.....133
F. 小城一廣：海は決して怖くない.....134
G. 小松正之：海洋リテラシーについて –海洋について国民に理解してもらうために– ...137
H. 柴田鉄治：海洋リテラシー　私の提言「海は誰のものか―で新しいルール作りを」 ...141
I. 菅井和夫：海洋リテラシー研究会に参加して.....142
J. Craig Strang、佐々木剛：アメリカにおける海洋リテラシー運動と今後の課題.....147
K. 竹内良夫：海のリテラシーについて.....154
L. 中川隆政：日本の海洋技術と海洋調査における課題.....156
M. 長谷川浩：海洋リテラシーと理数系科目の教育に思うこと .....161
N. 久田安夫：海洋リテラシーの国民への普及策について .....164
O. 松野健：海洋リテラシーの普及のために高校で特別講義を行って考えたこと.....165
P. 道田豊：第 2 回海のサイエンスカフェを実施して .....168
Q. 伊藤進一：海の絵本の読み聞かせ .....170

**第４部　海洋特別講座テキスト：「海は広いな大きいな：海洋学事始め」 ..... 172**
１．海洋リテラシーに関する基本的原理７ヵ条 .....172
２．ST の５法則 .....175
３．海洋学はホリスティック科学.....177

財団法人新技術振興渡辺記念会
平成１９年度科学技術調査研究助成(下期)、交付番号 19-168
期間：平成 20 年 3 月～平成 21 年 2 月

# 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

研究代表者　　角皆静男
(特定非営利活動法人 海ロマン２１　副理事長)
(日本海洋学会教育問題研究部会　部会員)

海ロマン事務所
(108-0073 東京都港区三田 3-12-16　山光ビル 7 階　03-5765-2910)

## 調査研究の概要

１．目的

戦争直後の小学校や中学校の理科には、海という単元があった。しかし、現在の中学までの理科の教科書には海が載っておらず、学校教育では海の科学が実質的に教えられてはいない。この海洋に関する学校教育の欠落が、現在のみならず将来の我が国の人々の日常生活や産業活動、学術や知的生産活動、外交や環境問題等の政策決定などに負の影響を及ぼすことが危惧される。

本調査研究では、現在の学校教育で海の科学が実質的に教えられていない原因を探り、海の教育を復活させるための方策を考えるとともに、国民の海に関する科学的素養(海洋リテラシー)を高める試みを実施する。

最初の会合で、海洋リテラシーについて議論し、海洋リテラシーとは、海洋に関する知識、教養を得て、それを活用する能力と定義し、さらに「**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**」を海洋リテラシーということにした。

２．主な実施内容

1) 我が国における海洋教育(主に理科)の変遷および学術体制における海洋の取り扱われ方に関わる資料調査と解析(報告書第１部)

隔月に研究会を開催し、以下の調査、解析、検討を行った。

主に戦後の小・中・高等学校における理科教育において海洋がどのように取り扱われてきたか、なぜそのように変わったか、当時の社会情勢などと対比させながら、原因を探った。また、大学や大学院の講座、研究費の配分法、学術会議会員の選出法、日本の学術体制の中で海洋がどのよ

うに取り扱われているか、などを国内外の資料を収集して調べ、その結果の遠因に学校教育が絡んでいないか、さらに、その結果が、海洋が絡む資源、環境、政策などの国際的問題に日本の弱点となって現れていないかを検討した。

研究会開催日：平成 19 年 10 月 12 日(準備会)、平成 19 年 12 月 14 日(準備会)、平成 20 年 4 月 18 日、平成 20 年 6 月 13 日、平成 20 年 8 月 22 日、平成 20 年 10 月 10 日、平成 20 年 12 月 19 日、平成 21 年 2 月 13 日

2) 国民の海に対する意識と知識の調査(報告書第 2 部)

以下のプログラムへの参加者の海に対する意識と知識についてのアンケート調査を行い、我が国における海洋教育、ひいては、国民の海洋リテラシー向上をより効果的に実施するための方策を検討した。

A. 第 1 回海のサイエンスカフェ　東京　平成 20 年 3 月 30 日
B. 海の教室　石川　平成 20 年 6 月 29 日
C. 出張授業　東京　東洋英和女学院中等・高等部生物部、平成 20 年 7 月 8 日
D. 基調講演　静岡　東海大学海洋研修、平成 20 年 8 月 3 日
E. 第 2 回海のサイエンスカフェ　広島、平成 20 年 9 月 27 日
F. 海洋特別講座　三重　津高校、平成 20 年 11 月 13 日
G. 海洋特別講座　静岡　掛川西高校、平成 20 年 11 月 20 日
H. 海洋特別講座　山形　鶴岡南高校、平成 20 年 11 月 28 日
I. 海洋特別講座　神奈川　慶応高校、平成 20 年 12 月 1 日
J. 海洋特別講座　沖縄　開邦高校、平成 20 年 12 月 20 日

3) 海洋リテラシーを普及させるためのテキストの作成(報告書第 4 部)

海洋特別講座で使うテキスト「海は広いな大きいな：海洋学事始め」を作った。その目的は、海洋リテラシーを理解しやすくするためであり、1． 海洋リテラシーに関する基本的原理 7 ヵ条、2． ST の 5 法則、3． 海洋学はホリスティック科学、からなる。

3．実施体制と共同調査研究者(報告書第 3 部)

本研究は、特定非営利活動法人海ロマン２１の 19 名と日本海洋学会教育問題研究部会の 12 名が、両方会員である角皆静男を座長として海洋リテラシー研究会をつくり、本調査研究計画「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」(研究代表者:角皆静男)を練り、財団法人新技術振興渡辺記念会の平成１９年度科学技術調査研究助成(下期)に 2007 年 12 月に応募した。これは、平成 20 年 2 月 28 日に期間：平成 20 年 3 月～平成 21 年 2 月、助成金額：2,700 千円、交付番号 19-168 で認められた。その実施に当たっては、メンバーに多少の入れ替わりがあり、下記の方々が共同調査研究者となった(報告書第 3 部の海洋リテラシーに関する意見書、改善方法を提出された方はその題名を括弧内に記す)。

市川洋(科学について知っていてほしい 5 つの事)、伊藤進一(海の絵本の読み聞かせ)、井上興治、　岩崎望、浦江恭知(21 世紀に生きる日本人に必要な海辺環境と海洋ﾘﾃﾗｼｰ－海洋に関する啓蒙媒体(教養書等)の必要性―)、大塚万沙子、乙部弘隆(海洋リテラシーのアンケート調査に関わっての感想)、梶原武、樺澤洋(海洋リテラシー：水族館活動の立場から)、川合美千代(第

１回海のサイエンスカフェの感想)、川口毅、川嶋昭二、岸道郎、菊池知彦、玄間千映子、小城一廣(海は決して怖くない)、小松正之(海洋リテラシーについて –海洋について国民に理解してもらうために–)、澤野敬一、柴田鉄治(海洋リテラシー私の提言「海は誰のものか―で新しいルール作りを」、清水逸郎、須賀利雄、菅井和夫(海洋リテラシー研究会に参加して)、Craig Strang &佐々木剛(アメリカにおける海洋リテラシー運動と今後の課題)、膳昭之助、竹内良夫(海のリテラシーについて)、中川隆政(日本の海洋技術と海洋調査における課題)、橋間元徳、長谷川浩(海洋リテラシーと理数系科目の教育に思うこと)、久田安夫(海洋リテラシーの国民への普及策について)、藤井直紀、町田龍二、松野健(海洋リテラシーの普及のために高校で特別講義を行って考えたこと)、道田豊(第 2 回海のサイエンスカフェを実施して)。

４．提言

海は世界につながり、海に向かって全世界の人が同じ土俵の上にいる。従って、海を正しく理解することは、その科学の面で必要なだけでなく、資源や環境の問題から政治の問題において、日本が世界に貢献するために必要である。

本調査研究により、現在の小・中・高等学校の理科教育では海洋についての教育が不十分であるにもかかわらず、国民の海に関する関心は非常に高いことを確認することができた。今後、早急に、国民の海に関する科学的素養を高めるための効果的な方策を定め、着手することを提言する。

# 第１部　我が国の海洋リテラシーについて

目次

第１部　我が国の海洋リテラシーについて ..... 4
１．はじめに：海洋リテラシーとは ..... 5
２．戦争直後の理科教育における海 ..... 5
2.1　最初の学習指導要領(1947 年) ..... 5
2.2　小学校理科に海があった最初の学習指導要領 ..... 7
2.3　海があった最初の学習指導要領に基づいて作られた中学校理科の教科書 ..... 8
３．現在の理科教育における海 ..... 12
3.1　学習指導要領の改訂 ..... 12
3.2　現在の小学校の理科 ..... 13
3.3　現在の中学校の理科 ..... 14
3.4　現在の高等学校の理科 ..... 15
3.5　どのような教師が理科を教えているか ..... 18
４．我が国の初等・中等教育の理科から海が抜けてしまった理由 ..... 20
５．我が国の学術体制の中に見られる海洋学の地位の低さ ..... 21
5.1　科学研究費補助金(科研費)の申請先と審査方法 ..... 21
5.2　日本学術会議における海洋 ..... 22
６．初等・中等教育における海の教育のあるべき姿 ..... 24
７．海の科学が教えられないことの影響は何か、またなぜその教育が必要か ..... 26
８．高校地学教科書に見られる誤りあるいは問題表現 ..... 27

## １．はじめに：海洋リテラシーとは

リテラシーとは、本来、読み書きの能力、識字能力であり、読み解き活用する能力である。そして、リテラシーの前に、ある分野の名を冠して、その分野に関する知識、教養を得て、それを活用する能力をいうようになった。海洋リテラシーとは、海洋に関する知識、教養を得て、それを活用する能力である。ここでは、もう少し砕いて、「**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**」を海洋リテラシーということにする。

従って、海洋リテラシーの普及には教育、特に学校教育が深く関わっていることになる。そこで、まず、学校教育の中で海がどのように取り扱われているかを調べ、問題点を明らかにし、どうしたらその問題点を解決できるか考え、また、その不足をどのようにしたら補えるか、海洋リテラシーの普及を図れるかを考えたい。

## ２．戦争直後の理科教育における海

### 2.1　最初の学習指導要領(1947 年)

1946年3月に来日した米国教育使節団の報告書をもとに1年で教育基本法､学校教育法が制定、施行され、1947 年 4 月 1 日より新学制による小学校、中学校が発足した。文部省は、その 5 月に昭和２２年度学習指導要領理科編(試案)を発表した。**試案**と書いてあるのは、この指導要領の冒頭に「指導に当って、教科書に引きずられてはならないと同様に、この本に書いてある通りの方法を行ったらそれでよいというのではない。こんな方法も考えられるという例を示したに過ぎないのであって、この本はどこまでも、教師自身でやる研究の手引きに過ぎないのである」と書いてあり、その精神に基づくからである。

さらに、それに続いて、この学習指導要領では、科学とは何かに言及している。戦後の清々しさを象徴している文なので、ここに再掲しておく。

「**科学とは何か**　この本では、科学教育についていろいろな意見を述べていくのであるから、科学(自然科学)というものを、どんなふうに考えているのかを、まず記しておくことは必要であろうと思う。

私たちは､自然の環境に起ったいろいろな現象について「なぜだろう」と思うことがよくある。これはこの現象を、自分の経験知識ではっきりと説明することができないからである。このような現象を研究して、これまで自分の持っていた経験知識とうまく調和がとれるように説明がつくと、その時にできた調和のとれている知識の体系が科学である。」

この 1947 年(昭和 22 年)の学習指導要領･理科編における小学校(第１学年～第６学年)および中学校(第７学年～第９学年)の指導内容の一覧表を下に掲げる。

文部省の学習指導要領・理科編(試案)　　1947(昭和 22)年 5 月

**********

指導内容(単元名)の一覧表

理科において指導する教材の各単元を示してみると次のようである。

(小学校)

第１学年

(単元)１．動物の生活、２．植物の生活、３．空と土の変化、４．機械と道具の働き

第２学年

(単元)１．動物の生活、２．植物の生活、３．空と土の変化、４．機械と道具の働き

第３学年

(単元)１．動物の生活、２．植物の生活、３．空と土の変化、４．機械と道具の働き

第４学年

(単元)１．私たちの研究、２．ジャガイモとサツマイモ、３．種まき(ダイコンとナタネ)、４、イネの研究、５．ウサギの世話、６．いろいろな虫の生活、７．小川の貝、８．でんわ遊び、９．渡り鳥、１０．紙玉鉄砲、１１．おきあがりこぼし、１２．こんろと湯わかし、１３　春の天気

第５学年

(単元)１．ニワトリの世話、２．キュウリと草花、３．花とミツバチ、４．カイコとクワ、５．写真機、６．油しぼり、７．夏の天気、８．夏の衛生、９．ポンプ、１０．秋の天気、１１．コト・フエ・タイコ、１２．火と空気、１３．家、１４．冬の天気、１５．甘酒とアルコール、１６．私たちの研究

第６学年

(単元)１．アサとワタ、２．山と水、３．海と船、４．砂と石、５．私たちのからだ、６．アサの刈り取り、７．自転車、８．電燈、９．きもの、１０．金物、１１．メッキ、１２．電信機と電鈴、１３．電動機、１４．たこあげ、１５．私たちの研究、

(中学校)

第７学年

単元１　空気はどのようにはたらいているか

〃　２　水はどのように大切か

〃　３　火をどのように使ったらよいか

〃　４　何をどれだけ食べたらよいか

〃　５　草や木はどのようにして生きているか

〃　６　動物は人とどのような関係があるか

第８学年

単元１　きものは何から作るか

〃　２　体はどのように働いているか

〃　３　海をどのように利用しているか

〃　４　土はどのようにしてできたか

〃　５　地下の資源をどのように利用しているか

〃　６　家はどんなふうにして建てられるか

第９学年

単元１　星は日常生活にどんな関係があるか

〃　２　機械を使うと仕事はどんなにはかどるか

〃　３　電気はどのように役に立っているか

〃　４　交通・通信機関はどれだけ生活を豊かにしているか

〃　５　人と微生物とのたたかいはどんなになっているか

〃　６　生活をどう改めたらよいか

## 2.2　小学校理科に海があった最初の学習指導要領

上記のように、海が特に関係する単元は、小学校における「第６学年、単元３：海と船」と中学校における「第８学年(中学２年)、単元３：海をどのように利用しているか」である。

小学６年には１５単元あり、もし１年間の理科の授業を単元毎に等分に行うことにすれば、「第６学年、単元３：海と船」にあまり時間を割けないが、下に示したように、この単元においてどのような事がらを指導するか、その内容(学習項目)の一覧表を見ると、この単元に相当多い時間数をつぎ込まねばならないことがわかる。

### 第６学年　単元３　海と船　指導内容の解説

（１）　指導目標

１．海の水・風・岩・生物などについて理解する。

２．浮力や比重について理解する。

３．海と船に対する理解を深めるとともに、物事を正しくくわしく見て、すじみち、道理を見いだす態度を養う。

（２）　指導方法―児童の活動

１．海へ行って、次の事がらについて調べ、話し合う。

（１）潮の満ち干・潮の流れ

（２）波のはたらき

（３）風の方向

（４）海水と砂地との温度

（５）海の生物

（６）海岸の岩と砂

（７）海水中の塩分

２．同じ重さの砂と水との体積を比べてみる。

３．同じ重さの真水と海水とアルコールの体積を比べてみる。(試験管に真水を入れて水に浮かし、沈んだところに印をつけ、次々に海水、アルコールと入れ代えて同じ印のところまで沈め、それらの体積の違いを見、おのおのの重さを計算する。)

４．比重とはどういうことか調べて来て話しあう。

５．砂の実質の体積の計り方を工夫し、砂の比重を計算してみる。

６．水を入れた試験管を、真水や塩水に浮かして、沈み具合の違いを調べて見る。

７．この実験より液体の比重を計る道具を工夫する。

８．比重計の使い方について話しあう。

９．水に浮いたもののすわり具合を調べ、話しあう。

１０．いろいろな物の比重を計ってみる。

１１．池の水と海の水で泳いだときを比べて、体の重さの感じがどのように違ったか。それはなぜかについて話しあう。

１２．工作で作った帆船排水トン数を計り、安定の具合を調べ、安定と重心の位置との関係を見つける。

１３．渡し船の安定について考え、話しあう。

(３)指導結果の考査

１．平素の学習状態を観察し、記述尺度法によって考査する。

２．海へ行ったときの学習の態度については特に次のことに注意して観察し、記述尺度法によって考査する。

(１)興味の中心が遊ぶことだけであって、たいせつな事がらに目を向けないというようなことはないか。

(２)どんなものに興味を持つか。

(３)その興味を持った事がらを、どんな方法で、どのくらいの深さをもって調べているか。

(４)やりかけたならば、それのみに興味を持って、深く見まもっているか。

３．観察・実験・測定の結果を報告させ、記述尺度法によって考査する。

４．次の事項についての理解の状態を、再生法・選択法・真偽法・判定法等によって考査する。

(１)潮の満ち干・潮の流れ・波のはたらき・海岸の風の方向・海水と砂地との温度・海の生物・海岸の岩と砂・海水中の塩分。

(２)比重の意味とその計り方、比重計の使い方。

## 2.3　海があった最初の学習指導要領に基づいて作られた中学校理科の教科書

この中学校理科の最初の学習指導要領「第８学年(中学２年)、単元３：海をどのように利用しているか」に基づいて作られたと思われる教科書に次の６件がある。書名、著作者、発行者、使用年度(西暦で 1900 を略す)、使用学年の順に記す。

１．「私たちの科学９ 海」文部省、大日本図書、47-48 年度、2 学年。

２．「私たちの科学９ 海をどのように利用しているか」文部省、大日本図書、49-53 年度、2 学年。

３．「私たちの科学９ 海をどのように利用しているか」新野弘ほか、三省堂、50-54 年度、2 学年。

４．「新制理科第９単元 海と私たち」学校図書、学校図書、51-51 年度、2 学年。

５．「私たちの理科７ 海の科学」田山利三郎、愛育社、51-55 年度、2 学年。

６．「中学生の科学３－３単元２５ 海はどのようになっているか」科学教育研究会、学芸図書、52-57 年度、3 学年。

なお、これは、教科書研究センターの図書館が所蔵する戦後の検定教科書４万８千余冊について、書名に海の字がついたものを検索した結果であり、55 年頃より単元学習制から系統学習制に変わりはじめ、書名が単に中学理科などとなるので、その中に海がまったくないかどうかは教科書を１冊ずつ調べないとわからない。また、教科書研究センターの図書館が所蔵しない本のなかに海があるかもしれない。ただ、現在の中学校理科の学習指導要領や教科書に、海はまったくない。

上記教科書の３．の目次をあげる。この教科書は、A5 版、本文 84 ページで、現行検定教科書制が始まった 49 年に検定済となった。編集委員長の新野弘東京水産大学教授は、海洋地質学者で日本海洋学会賞を受けている。私はどの教科書で勉強したのか覚えていないが、52 年に中学２年だったので、この中のどれかを使った可能性はある。単元毎に 1 冊だったので、薄い教科書が多数あったのは覚えている。

**「私たちの科学９ 海をどのように利用しているか」**

**新野弘ほか著、三省堂発行、50-54 年度使用、中学 2 学年理科。**

目次：まえがき


Ⅰ 海は私達の生活にどんな影響を与えているか

1 海岸の気候はどのようになっているか

2 海岸では風はどのように吹くか

3 海岸の形はどのように変わるか

4 海の特性はどのように利用されているか

5 海運はどのように行われているか

ⅠⅠ 海の底はどのようになっているか

6 海と陸との区別はどのようにしてできたか

7 海の広さはどのくらいか

8 海図とはどんなものか

9 海の深さはどのようにして測るか

10 海底の地形はどのようになっているか

11 海底での水圧はどのくらいあるか

12 海底にはどんなものがあるか

III 海の水にはどんな性質があるか
13　海の中はどのあたりまで明るいか
14　海の色はどのようにしてついたか
15　海水の温度はどのようになっているか
16　海の水はどのようにしてできたか
IV 海水の動き
17　海の波はどのようにして起こるか
18　潮の干満はどのようにして起こるか
19　海流とはどんなものか
20　日本近海の海流
V　海水に溶けているもの
21　海水中にはどんなものが溶けているか
22　海水中の塩分はどのようにしてできたか
23　海水中の塩分は次第に多くなっているか
24　海水中の塩分と生物
25　海水中に溶けているガス
26　海水中の塩分のはかり方
27　海水中の塩分はどのように利用されているか
28　食塩
29　海底の鉱物はどのように利用されているか
VI 海の生物はどのように利用されているか
30　漁業と農業
31　海の植物にはどんなものがあるか
32　プランクトンとはどんなものか
33　海水中にはどんな細菌がいるか
34　海底にすむ生物にはどんなものがあるか
35　ゆうえい生物とはどんなものか
VII 漁業はどのように行われるか
36　漁業とはどんなことか
37　漁業はどんな順序で行うか
38　漁期はどのようにしてきめるか
39　漁場はどのようにしてきめるか
40　水産物はどのようにして増殖するか
41　日本の漁業
42　漁業と海況とはどんな関係があるか
43　日本のまわりの海洋
むすび
索引

まさに、海洋リテラシーに沿った内容であり、現在もこの教育が行われているのなら、本調査研究は不要だったと言えるほどである。海洋学のほとんどすべてを含み、水産学も含んでいる。この目次を見ると、海の科学は、物理、化学、生物が融合したホリスティックな科学であることがよくわかる。この中には、社会科で教えるべきことさえ含まれている。我々が勝手に理科と社会科を分けただけで、生きていくうえで必要な学問が別れているわけではない。

この当時、理科は週 4 時間、1 年に 35 週、年間 140 時間授業をするので、6 単元に等分に割り振ったとして約 6 週間 20 数時間をこの単元の学習に費やしていたことになる。従って、1 日に 2 節進むことになる。

## ３．現在の理科教育における海

### 3.1　学習指導要領の改訂

学校では教科書によって教えられる。その教科書は、文部省(現在は文部科学省)が決めた学習指導要領に沿ってつくられる。最初の学習指導要領では、上記のように、教師自身でやる研究の手引きに過ぎなかったが、教科書検定にパスしないと印刷できないので、だんだんと教科書検定が厳しくなり、学習指導要領の存在が大きくなった。

その指導要領は、戦後、学校教育が問題になるたびに、概ね 10 年ごとに改訂されてきた。その中でも特に大きかったのは、1958 年の単元学習制から系統学習制への移行であった。その理由は、単元学習ではすべてを学ぶと膨大なものとなること、効率が悪いこと、ソ連が人工衛星を打ち上げるなど、ソ連の学習法を取り入れるべきとの主張が日教組からなされたこと、教師が勉強しないと教えられないことなどによる。一方、系統学習は、大学理学部を参考にし、そこで必要とする基礎を高校、中学、小学と順におろしていけばよいから、理系の大学での教師が理科を教えることは難しくなかった。

次第に進学率が上がり、受験体制が強化されてくると、入学試験をパスするために高校以下で教えることが増え、詰め込み教育が行われるようになった。そこで、これを是正するために教えることを減らす、ゆとりの教育が叫ばれ、現行の学習指導要領ができた。ところが、今度は、逆にレベル低下が問題となり、また改訂されるところで、2012 より実施されることになっているが、それに沿った教科書はまだできていないので、ここでは現行のものについて書く。

現行の学習指導要領は 1996 年 7 月の中央教育審議会の答申による。その基本は、週 5 日制への移行に伴う「ゆとり」の中で「特色ある教育」を展開し、「生きる力」を育成することであった。これを受けて、同年 8 月に文部大臣から教育課程審議会に教育課程の基準の改善についての諮問があり、教育課程の編成、授業時数、各教科等の内容を変えることが答申され、1998 年 12 月に学校教育法施行規則と学習指導要領が改訂された。そして、新学習指導要領は、小学校と中学校では 2002 年 4 月 1 日から全面的に、高等学校では 2003 年 4 月 1 日から年次進行により実施されている。

教育課程審議会答申の中で、改訂の基本方針として、理科については、次の２点が書かれている。

ア．小学校、中学校、高等学校を通じて、児童生徒が知的好奇心や探求心をもって、自然に親しみ、目的意識を持って、観察、実験を行うことにより、科学的に調べる能力や態度を育てるとともに、科学的見方や考え方を養うことができるようにする。

イ．そのため、自然体験や日常生活との関連を図った学習及び自然環境と人間とのかかわりなどの学習を一層重視するとともに、児童生徒がゆとりをもって観察、実験に取り組み、問題解決の能力や多面的・総合的な見方を培うことを重視して内容の改善を図る。

これを受けて、学習指導要領の理科の項では、最初に目標として、小学校、中学校、高等学校で次のように掲げてある。

○小学校

自然に親しみ、見通しを持って観察、実験などを行い、問題解決の能力と自然を愛する心情を

育てるとともに自然の事物・現象についての理解を図り、科学的な見方や考え方を養う。
○中学校
自然に対する関心を高め、目的意識を持って観察、実験などを行い、科学的に調べる能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養う。
○高等学校
自然に対する関心や探求心を高め、観察、実験などを行い、科学的に探究する能力と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な自然観を育成する。

これを読むと、理科は暗記物ではないということと、減った授業時間数に対応するため、理科が含む領域全体をカバーするというよりは、その中のいくつかを選んで教育すればよいというふうに思えてくる。また、現場の教師が果たしてこのようにやっているのかなとも思えてくる。ただ、これを読んでも、具体的な内容を見ないと、小中高の理科がどのようなものかわからない。それで、その内容を小学校、中学校、高等学校の順に見てみよう。その中に海洋関係はあまり見られないが、こんなものがあるのにと理解していただくためにも、すべての項目を公平に書きあげてみることにする。

### 3.2　現在の小学校の理科

小学校で理科は第３学年から教えられる。指導要領では、各学年につき、目標、内容、内容の取扱いが書かれ、最後に全学年を通しての指導計画の作成と各学年にわたる内容の取扱いが述べられている。そこで、ここでは内容の大項目と中項目の説明文から鍵になる語を選び、小項目は省略して表形式で書く。

大項目は、Ａ　生物とその環境、Ｂ　物質とエネルギー、Ｃ　地球と宇宙の３項目のみで、後のＡ生物、Ｂ物理と化学、Ｃ地学につながるものである。そこで、これらはＡＢＣで表すことにする。なお、この改訂にあたり、削除したものが 11 項目、中学に移したものが 19 項目ある。もちろん、その中に海洋が関係するものはない。

**第３学年（授業時数 70）**
**Ａ（1）身近な昆虫や植物、育ち方の順序や形態**
**Ｂ（1）光の進み方、Ｂ（2）電気の流れ、Ｂ（3）磁石の性質**
**Ｃ（1）太陽と地面**
**第４学年（授業時数 90）**
**Ａ（1）身近な動物や植物、季節との関わり**
**Ｂ（1）流体に圧力、Ｂ（2）物質と熱、Ｂ（3）電気の働き**
**Ｃ（1）月や星、Ｃ（2）水の状態変化**
**第５学年（授業時数 95）**
**Ａ（1）植物の発芽から結実まで、Ａ（2）動物の発生や成長**
**Ｂ（1）溶解、Ｂ（2）てこ、Ｂ（3）おもり**
**Ｃ（1）天気、Ｃ（2）流れる水、川**
**第６学年（授業時数 95）**

**A (1) 呼吸、消化、循環と体のつくり、A (2) 生活、養分の取り方**
**B (1) 水溶液とその働き、B (2) 燃焼、B (3) 電磁石**
**C (1) 土地のつくり(地層)と変化(火山、地震)**

上記からもわかるが、指導要領の小学校理科の 13 ページ、同解説、理科編(文部省)全 77 ページの中に海という文字はまったく登場しない。つまり、小学校では、海岸を含めて海は教えられていないということである。５年のC(2)が最も近く、ここには台風や雨、川の増水はあるが、その水が来た元、流れていく先はない。４年のC(2)でも、水は蒸発し、水蒸気となって空気中に含まれるとあるが、空気中の水蒸気はどこから来たかの視点はない。なお、魚は登場するが、淡水魚である。

なお、３年生以上には、総合的な学習の時間というのがあって、理科よりも少し多い毎年 105 から 110 時間が充てられる。これは、例えば国際理解、情報、環境、福祉、健康などの横断的・総合的課題、児童の興味・関心に基づく課題、地域や学校の特色に応じた課題などについて、各学校が適切に定めて学習させるということになっている。海に関する副読本のようなものをつくって、この授業時間に取り上げてもらう余地はある。

### 3.3 現在の中学校の理科

中学校の理科は、最初に第１分野と第２分野に分けてしまっている。要するに、第１分野は物理と化学、第２分野は生物と地学である。そして、指導要領では、それぞれの分野ごとに目標、内容、内容の取扱いが書かれ、最後に両分野を通しての指導計画の作成と内容の取扱いが書かれている。さらに、これを 117 ページにわたって解説し、目標の最後には、両分野とも「このような学習を通して、科学的な思考力や判断力が育成され、自然の仕組みや働きを総合的にみる見方や考え方が養われるようになると期待される」とある。そこで、その内容を下に記すが、小項目とその説明は省略し、大項目と中項目(かっこ内に)のみをあげる。

**第１分野　物理学と化学につながるもの**
**(1) 身近な物理現象(光と音)(力と圧力)**
**(2) 身の回りの物質(物質のすがた)(水溶液)**
**(3) 電流とその利用(電流)(その利用)**
**(4) 化学変化と原子、分子(物質の成り立ち)(化学変化と物質の質量)**
**(5) 運動の規則性**
**(6) 物質と化学反応の利用**
**(7) 科学技術と人間(エネルギー資源)(科学技術と人間)**
**第２分野　生物学と地学につながるもの、環境保全を含む**
**(1) 植物の生活と種類(生物の観察)(植物の体のつくりと働き)(植物の仲間)**
**(2) 大地の変化(地層と過去の様子)(火山と地震)**
**(3) 動物の生活と種類(動物の体のつくりと働き)(動物の仲間)**
**(4) 天気とその変化(気象観測)(天気の変化)**

(5) 生物の細胞と生殖(生物と細胞)(生物の殖え方)
(6) 地球と宇宙(天体の動きと地球の自転・公転)(太陽系と惑星)
(7) 自然と人間(自然と環境)(自然と人間)

上記には、小学校同様、海という語は1つもない。指導要領及びその解説の全文章にあたってみると、観察例として海岸の生物というのが1つある。地球が関係する部分には、以下のような用語があるのみである。宇宙、天体、自転、公転、太陽、惑星、恒星、大気、天気、気象、気温、湿度、気圧、風向、霧、雲、前線、津波、台風、洪水、地球、地層、岩石、化石、火山、地震、火山岩、深成岩、堆積岩。つまり、中学校の理科でも、海はまったく教えられていない。

指導要領の目標を解説して、その最後に「身のまわりの事象から地球規模の環境までを視野に入れて、賢明な意志決定ができるような力を身につける必要がある」と書いてあるが、海なしで果たしてこれができるであろうか。

なお、必修科目としての理科の授業時数は、3ヶ年で計290時間であるが、選択教科等に充てる授業時数が計155から280時間、総合的な学習の時間が計210から335時間ある。小学校同様、これらを利用できれば、海に関する教育がまったくできないわけではない。

### 3.4 現在の高等学校の理科

高校の理科では、それぞれの生徒の選択に委ねられている部分が多い。改訂後は次のようになる(カッコ内の数字は、単位数で、1単位は50分の授業を35回行うのが標準である。なお、1単位時間は中学校でも50分であるが、小学校では45分である)。必修科目は、理科基礎(2)、理科総合A(2)、理科総合B(2)、物理I(3)、化学I(3)、生物I(3)、地学I(3)の7科目のうちの2科目であるが、最初から3科目のうちの1科目を必ず含まなくてはならない。残り5科目と物理II(3)、化学II(3)、生物II(3)、地学II(3)の計9科目が選択科目である。指導要領では、先に記述した理科の目標が書かれ、そして科目ごとに目標、内容、内容の取扱いが付けられ、最後に各科目にわたる指導計画の作成と内容の取扱いについて述べられている。

ここでは、各科目の内容の大項目と中項目をすべてあげ、地学についてのみ小項目まであげることにする。高等学校には、別に理数科があるが、そこの理科は、物理、化学、生物、地学の4科目で、これのIとIIを合わせた内容とほぼ一致する。そして、3科目を選べば必修の条件を満たすので、普通科以上に理数科では地学的勉強をしなくてもよいともいえる(普通科でも理科総合Aには、地学的要素はほとんどない)。また、高等学校においても、3~6単位分の総合的学習の時間があるほか、学校設定科目や学校設定教科がある。これらと各教科・科目を合わせて卒業までに74単位以上を履修することになっている。

理科基礎
(1) 科学の始まり
(2) 自然の探求と科学の発展
ア 物質の成り立ち(原子、分子の探求)(物質の合成への道)
イ 生命を探る(細胞の発見と細胞説)(進化の考え方)

ウ　エネルギーの考え方(エネルギーの考え方の形成)(電気エネルギーの利用)

エ　宇宙・地球を探る(天動説と地動説)(プレートテクトニクス説の成立)

(3) 科学の課題とこれからの人間生活

---

理科総合 A

(1) 自然の探求(自然の見方)(探求の仕方)

(2) 資源・エネルギーと人間生活(資源の開発と利用)(いろいろなエネルギー)

(3) 物質と人間生活(物質の構成と変化)(物質の利用)

(4) 科学技術の進歩と人間生活

---

理科総合 B

(1) 自然の探求(自然の見方)(探求の仕方)

(2) 生命と地球の移り変わり

ア　地球の移り変わり(惑星としての地球)(地球の変動)

イ　生物の移り変わり(生物の変遷)(遺伝の規則性)

(3) 多様な生物と自然のつり合い

ア　地表の姿と大気(多様な景観)(大気と水の循環)

イ　生物と環境(生物の多様性)(生物と環境のかかわり)

(4) 人間の活動と地球環境の変化

---

物理 I

(1) 電気(生活の中の電気)(探究活動)

(2) 波(いろいろな波)(音と光)(探究活動)

(3) 運動とエネルギー(物体の運動)(エネルギー)(探究活動)

---

物理 II

(1) 力と運動(物体の運動)(円運動と万有引力)

(2) 電気と磁気(電界と磁界)(電磁誘導と電磁波)

(3) 物質と原子(原子・分子の運動)(原子、電子と物質の性質)

(4) 原子と原子核(原子の構造)(原子核と素粒子)

(5) 課題研究

---

化学 I

(1) 物質の構成(物質と人間生活)(物質の構成粒子)(探究活動)

(2) 物質の種類と性質(無機物質)(有機化合物)(探究活動)

(3) 物質の変化(化学反応)(探究活動)

---

化学 II

(1) 物質の構造と化学平衡(物質の構造)(化学平衡)
(2) 生活と物質(食品と衣料の化学)(材料の化学)
(3) 生命と物質(生命の化学)(薬品の化学)
(4) 課題研究

---

生物Ⅰ
(1) 生命の連続性(細胞)(生殖と発生)(遺伝)(探究活動)
(2) 環境と生物の反応(環境と動物の反応)(環境と植物の反応)(探究活動)

---

生物Ⅱ
(1) 生物現象と物質(タンパク質と生物体の機能)(遺伝情報とその発言)
(2) 生物の分類と進化(生物の分類と系統)(生物の進化)
(3) 生物の集団(個体群の構造と維持)(生物群集と生態系)
(4) 課題研究

---

地学Ⅰ
(1) 地球の構成
ア　地球の概観(太陽系の中の地球)(地球の形状と活動)
イ　地球の内部(地球の内部構造と構成物質)(火山と地震)
ウ　地球の歴史(野外観察と地形・地質)(地層の形成と地殻変動)(化石と地質時代)
エ　探究活動
(2) 大気・海洋と宇宙の構成
ア　大気と海洋(大気の熱収支と大気の運動)(海水の運動)
イ　宇宙の構成(太陽の形状と活動)(恒星の性質と進化)(銀河系と宇宙)
ウ　探究活動

---

地学Ⅱ
(1) 地球の探究
ア　プレートの動きと地殻の変化(プレートの動き)(大地形の形成)
イ　日本列島の変遷(島弧としての日本列島)(日本列島の地史)
(2) 地球表層の探究
ア　地球の観測(重力と地磁気)(気象と海洋の観測)
イ　大気と海洋の現象(気象と気候)(海洋の現象)
(3) 宇宙の探究
ア　天体の観測(天体の放射)(天体の様々な観測)
イ　宇宙の広がり(天体の距離と質量)(宇宙の構造)
(4) 課題研究(特定の地学的事象に関する研究)(自然環境についての調査)

さすがに、高等学校になると、海が登場する。まず、理科基礎では、海洋資源と海洋開発が、現在及び将来の社会における科学に関連した宇宙と地球関係の課題の一例としてあげられている。次に、理科総合 A では、わずかに、海洋底を含めて資源の探査にも触れるが深入りしないこととある。理科総合 B では、海という語は、多様な景観の所で海洋底が登場するだけであるが、地球規模の水の循環を取り上げることになっており、海を無視するわけにはいかないだろう。

実は、もし海と陸を等分に取り扱うなら、あるいは、地球表層のすべてを取り扱うなら、理科総合 B が海の教育に最も適している。問題は、陸ばかりなのと、大学受験科目にないことから、ほとんどの高校でこの科目を教えていないことである。

当然、海が最も多く登場するのは、地学の I と II である。I では、まず、惑星の中で地球に生物が存在するのは、大気と海洋が存在するからだと述べ、大気・海洋の構成の所で、海水の運動を取り上げる。ただ、海洋の層構造と大循環及び海流は扱うが、エルニーニョ現象は平易に扱い、潮汐は扱わないことになっている。また、その探究活動の例として、衛星による海面温度の分布の分析があげられているが、その他の例はすべて気象関係である。

地学 II では、地球の観測の項で、海洋観測として、海洋研究船による水温や流速の観測、音波による深度や海底地形の観測、人工衛星による海面水温の観測をあげている。また、海洋の現象の項では、気候の形成に対する海洋の働きにも触れ、津波も扱うが、海洋の現象の羅列的な扱いはしないこととある。具体的には、海流による熱と物質の輸送、深層水の形成、海洋潮汐、風によって発生する水面波などを扱うが、これらの現象の関連を考えることに重点を置くことになっている。最後に課題研究の例が 32 あがっているが、海という文字が入っているのは、「海洋資源と海洋開発」及び「地域に見られる海面変動の証拠を探す」だけであり、どちらも海洋の探究からはほど遠い。むしろ「地球環境問題について地学的観点から調べる」の地学に海洋学が入るとすれば、この方が海洋学の課題に近い。

地学 II は、地球の探求、地球表層の探求、宇宙の探求の３つのうち、２つやればよいので、海洋がまったくない教科書さえある。

高校地学の内容の項目だけを見ると、他の地球や宇宙の構成要素と比べて、海が特に不当な取扱を受けているようには見えない。問題は、その内容の取扱いにある。これには量的な面と質的な面がある。量的な面は、等分でよいかどうかは別にして、教科書でページ数の配分を見ると、気象に比べて海が少ない。質的な面での問題は、海洋の物理はあっても、海洋の化学物質や海洋の生物(生物 I と II で陸水中の生物は扱う)のことが取り上げられていないことである。なお、地球上の化学物質がほとんど登場しないのは、陸でも大気でも同じである。つまり、高校地学の I と II は、大学における地質科学と地球物理学が下敷きになっており、地球化学がまったく考慮されていない。

### 3.5　どのような教師が理科を教えているか

教育課程の中には、理科のほかに、「特別活動」及び「総合的な学習の時間」があり、中学校では選択教科としての「理科」があり、理科の中に「選択項目」がある。

新たに設けられた総合的学習の時間には、いろいろな狙いがあるが、要は個性を伸ばすのが狙いである。その時間数は、小学校では理科より多く、中学校で同程度、高校でも毎週１－２時間

ある。その内容については、その学校や教師の創意工夫に任されているから、ここに海洋が食い込む余地はある。しかし、私は次の２つの理由により、それは、無理であり、誤った方向に行くか、無駄(壮大な遊び)になる可能性があることを指摘したい。

その理由の第１は、理科好きの子供が増える問題と同根で、理科好きになることで個性が発揮できる者が理科好きになればよい。全員が理科好きになって理科しかやらないのでも困る。この総合的な学習の時間も、個性を伸ばすといいながら、子供たちを一斉にある方向に動かすのではないかという危惧がある。もう一つの理由は、画一教育しかしない、できない１人の教師が、クラス全員が満足するようにこの種の教育を行うことは不可能だからである。その教師の守備範囲内の限られたものしか教えることができないから、教科の補講的なものでなければ、学習というよりは遊びになってしまうだろう。

したがって、もし個性を伸ばすために総合的な学習の時間を強いて実行するとしたら、まず基本的な教育(リテラシーの教育)をすべての子供たちに共通的に行い、それをもとに総合的な学習の時間に何をやるか各自に決めさせればよい。具体的には、例えば、その時間には学年、クラスの壁を外して、それぞれが全校の中から１人の先生を選び、その下で学習するのである。つまり、これは個人またはグループで行うクラブ活動のようなものである。そして、海洋がそのクラブの一つとして認められていればよい。そのためには、基本的共通的部分の教育に海洋が入っていなければならない。そして、海洋を教え、リードできる教師がいなければならない。しかし、現状は、海洋を十分に教えられる教師は極めて少ないだろう。

実は、海が教えられていないことと海を教えられる教師がいないことの根本的原因は同じで、それは大学の理学部にある。高校の理科の教科書は、理学部の編成とほぼ同じである。これは理学部出身者が高校へ行って理科を教えるので、理学部にないものは教えられない(教えるようにならない)からである。海の化学や生物学は、理学部にないから高校の理科の中にない。小・中学校の理科は高校の理科に行き着くようにできているから、高校にないものは、小・中学校にありえない。海洋物理は、それが地球物理学の１分野として大学にあるから高校にある。しかし、新参のため、気象に比べるとずっと少なく、小・中学校に入り込めていない。

堂々巡りになってしまうが、学校教育、教師養成、学術体制、国民の関心、知識レベルなどすべてが関連しあっている。海が小中学校の理科から抜け落ちた理由を検討してみよう。

## ４．我が国の初等・中等教育の理科から海が抜けてしまった理由

我が国の初等・中等教育で海が片隅に追いやられてしまった理由はいくつもあろうが、ここでは３点のみをあげる。

第１に日本の大学に総合的海洋学がほとんどないこと。韓国には１２の大学に海洋学科があるが、日本の国立大学の理学部には、海洋学科は１つもない。高校の理科は、大学の理学部のほとんど引き写しである。でないと教師が教えられないからであろう。そして、中学校や小学校の理科は。ここ、つまり高校につながるようにできている。言いかえれば、明治時代にドイツから輸入した学問体系が日本のすべてに根を下ろし、そして、小学校から始まる教育がそれをまた支えるという構図になっている。

第２に海洋学は、理工系と生物系の間で叉裂きになっていること。海洋学は、海洋の物理、化学、生物、地学が融合した総合的科学である。ところが、中学理科を第１分野、第２分野と分けたのと同様に、まず、理工系と生物系に分けるので、両方に含まれる海洋学は、教育以外でもいろいろな場面で不利な立場に立たされる。例えば、科学研究費の申請、学術会議会員の選出などである。理工系である地球物理学の中の海洋物理学だけでは、いびつな海洋学しか出来ない。

第３は日本人の島国意識である。もうどっぷりとその中に浸かっているので、こう言われても何のことかわからないであろう。学問の世界にさえ、日本独自の科学が存在するような閉鎖性がある。この対策として、精神論を述べても仕方がないので、具体的に、陸と海を等分に見ることだろう。例えば、陸の動物を出したら、海の動物を出し、陸の四季を出したら、海の四季を出し、空気の成分を出したら、海水の成分を出すことだろう。そうすれば、深層海水や海塩に対する誤解、高水圧に耐える魚とか、冷たい南極海によくも棲む生物といった表現は消えるだろう。

## ５．我が国の学術体制の中に見られる海洋学の地位の低さ

日本で海洋学がないがしろにされていることは、学校教育ばかりでなく、日本の学術体制の中のいろいろなところに見られる。ここでは、そのうち２例だけ挙げておく。

### 5.1　科学研究費補助金(科研費)の申請先と審査方法

科学者にとっての生命線である研究費の配分に当たっては、公平さが第１に必要であるが、当該分野の共同研究の推進や情報交換を通して分野全体のレベルアップに資することも考慮せねばならない。科研費の申請書が提出されると複数の然るべき審査員が読み、点を付け、優れたと見なされる申請書が採択される点は、各国とも大体同様であるが、その仕組みが日本の海洋研究者に不利なものとなっていないか、日米の申請書の審査方法を比較してみる。

A　米国の海洋研究者の科学研究費申請先

米国では、NSF (National Science Foundation)、全米科学財団が、日本における文部省の日本学術振興会に相当し、大学や研究所の海洋研究者に研究費を配る最も主要な機関である。NSF は、部門毎にスタッフを持ち、提出された申請書のレビューを行い、採択する研究を選んでいる。このスタッフには、元この分野の研究者であった者や一時的出向者が多い。申請者は研究計画書を提出すると、担当のスタッフは、そのコピーを全米ばかりでなく、全世界のこの研究が最もよくわかると考えられる研究者のところに送ってコメントを求める。集まったコメントをもとに、単に採否を決めるのではなく、必要な修正を申請者に求め、修正後採択する場合が多い。下記がその部門名である。なお、NSF には医学や工学の研究は含まれない。

**米国、NSF の組織**

MPS　Mathematical and Physical Sciences(数理科学)
　　MPS/CHE　Chemistry(化学)
　　MPS/PHY　Physics(物理学)，　など
GEO　Geosciences(地球科学)
　　GEO/ATM　Atmospheric Sciences(大気科学)
　　GEO/EAR　Earth Sciences(地圏科学)
　　GEO/OCE　Ocean Sciences(海洋科学)
BIO　Biological Sciences(生物科学)
　　BIO/DEB　Environmental Biology(環境生物学)，　など

上記のように、NSF は、数理科学、地球科学、生物科学に分かれ、地球科学の部門の１つに海洋科学があり、海洋科学は物理学や化学と同格である。

B　日本の海洋研究者の科学研究費申請先

現在、大型のプロジェクト的研究費の配分は文部科学省が直接決めているが、研究者個人の研究費(文部科学省科学研究費補助金)の申請は日本学術振興会に行う。海洋科学の窓口はなく、研究者は、系－分野－分科－細目によって分類された表の中からいずれかを選んで申請する。日本の海洋研究者が関係しそうな、系－分野－分科－細目名を拾い出すと、下記のようになる。古海洋など他にまだあるかもしれない。

**日本の海洋研究者が関係しそうな、系－分野－分科－細目名**

**総合・新領域系－複合新領域－環境学－環境動態解析(2001)など**
**理工系－数物系科学－地球惑星科学－気象・海洋物理・陸水学(4402)**
**理工系－数物系科学－地球惑星科学－地球宇宙化学(4407)**
**理工系－化学－複合化学－環境関連化学(4705)**
**生物系－生物学－生態環境(5702)**
**生物系－農学－水産学－水産学一般(6301)**

日本では海洋科学がないだけでなく、海洋は系の段階で分断され、多数の細目の中に分散し、関係する細目を集めても小さな比重でしかない。

さらに悪いことは、通常、個人レベルの研究には、3 人の審査員が点を付け、平均点で採否が決まるが、その 3 人の中に海洋関係者が 1 人もいないことさえある。この点は、小さくても、海洋物理の細目ができれば、海洋物理の関係者 3 人が審査することになる。

### 5.2　日本学術会議における海洋

日本学術会議、SCJ は科学者の国会に相当し、科学に関する重要事項を審議し、実現し、研究の連絡を図り、能率を向上させるために 1949 に作られた。本来は、学問の自由を保つため、政府とは独立の組織であり、国際的には、国際科学会議 ICSU の日本の対応体であった。しかし、何度か政府から改革を迫られ、2005 に大きな組織替えを行った。

ICSU は、1957 に国際地球観測年 IGY の海洋観測を実施するため、海洋研究科学委員会 SCOR を創った。その日本対応体として SCJ は、海洋研究特別委員会、海特委を創り、後に海洋科学研究連絡委員会、海研連と改称した。海研連は、日本の海洋研究者の要の存在として数々の事業、全国共同利用の東京大学海洋研究所の運営、研究船や練習船の問題、国際協同研究などを中心となって推進した。

その海研連は、2005 の改革で、どれかの委員会に含まれる形でなく、完全に消えてしまった。その他、この改革で海洋物理学研究連絡委員会と地球化学宇宙科学研究連絡委員会は、地球惑星科学委員会の地球･惑星圏分科会と地球･人間圏分科会に吸収され、水産学研究連絡委員会は、食料科学委員会の水産学分科会へと格下げになった。また、環境学委員会が置かれ、その中に環境科学分科会、自然環境保全再生分科会、IGBP・WCRP 合同分科会(地球惑星委員会と合同)が置かれた。その下には、IMBER、SOLAS、GLOBEC、CLIVAR、PAGES などの国際協同研究の小

委員会ができた。

日本学術会議会員の総数 210 名は変わらないが、この中に海洋学者は 1 人もいない(専門分野に海の字が入った者はいないし、日本海洋学会で活動している者もいない)。前の研究連絡委員会委員に相当する 2000 名の連携会員の中には、専門分野が地球惑星科学で今脇資郎、花輪公雄、山形俊男、若土正曉、環境学で谷口旭の名がある。海研連は、学術会議の名の下でいろいろな報告書を出し、シンポジウムをやり、4 年ごとの日本の研究成果のとりまとめ、海洋観測指針の作成、標準海水の作成などをやっていた。この改革で、それらのすべてが消えてしまった。

## ６．初等・中等教育における海の教育のあるべき姿

「ゆとり」の中で「特色ある教育」を展開し、「生きる力」を育成するという新しい学習指導要領の下で行われた教育とは、結局のところ、「ゆとり」と称して項目を減らし、「特色ある教育」と称して選択科目にし、「生きる力」と称して総合的学習の時間を作って遊ばせる(学問を系統的に学ぶという点で極めて非効率)教育だった。

現在のやり方での１人の教師が教える総合学習の時間は壮大な無駄と言える。なぜなら、あれもこれも１人の教師が教えられるわけがないし、教師は皆違うから、教師の数だけ総合学習の種類がある。逆に、世の中には、学校には居ない、いろいろな教師がたくさんいる。人ばかりでなく、本があり、テレビがあり、乗り物に乗ってどこへも行ける。したがって、その一部でしかない学校の教師は、得意とする体系的学問をもっとも効率的方法で教えるだけでよい。それゆえ、教科書、つまり教えるべき内容の充実と教師がそれの周辺のことを含めて深い知識を持つことが必要である。なお、教師を相談相手とする程度の自習の時間は必要である。

今やほとんどすべてが高校に行き、半数以上が大学に行く時代である。したがって、高校までは人間が生きていく上で必要となる学問を教えればよい。とすれば、文系に進むから文系の科目を重点的に高校で教えるというのは間違いで、むしろ逆に最後となる理系の科目を重点的に教えてもいいくらいであり、少なくとも文系の科目と等分に教えてもよい(理系に進む者に対してはその逆)。つまり、高校でも過半は必修科目でよいということである。

新指導要領における必修単位は、国語(2~4)、地理歴史(2~4)、公民(2~4)、数学(2~3)、理科(4~5)、保健体育(9~10)、芸術(2)、外国語(2~3)、家庭(2~4)、情報(2)で、計 29~41 単位であるが、主要５教科では計 19 単位程度しかない。これに対し、1950 年代に高校生だった私は、国語(17)、社会(15)、数学(15)、理科(15)、保健体育(9)、芸術(2)、外国語(15)の計 88 単位を履修した。科目は選べたが、主要５教科 75 単位ほぼ必修だった。理科と社会は１科目が 5 単位ずつだったので、地学と地理が選べず、たいへん残念だった。

このように選択科目が多いので、ほとんどの生徒が履修しない科目がでてくる。その典型が地学である。したがって、地球や海に関する教育は中学が最後になり、小・中学に登場しない海は、学校では実質的に教えられていないと言える。

さらに、高校の理科で、I と II と付いた科目の教科書を見ると、その内容は、まさにその分野の専門家を養成するための教科書であり、大学の初年級の教科書とあまり変わらず、多少レベルが低いだけである。高校生の大部分はそれぞれの分野の研究者になるわけではない。専門基礎の教育は大学に移せばよい。実は、私が高校で受けた教育はそれに近かった(戦後、アメリカをまねした点もあったであろうが)。私の化学の教科書は９単元からなり、それぞれに次のようなタイトルが付けられていた。水の化学、海水の化学、空気の化学、大地の化学、金属の化学、燃料の化学、食品の化学、衣料の化学、化学の発達と私達の生活。大部分が化学者にはならない高校生には、このような化学でよいのではないか。

そこで、初等・中等教育の理科教育に関する私の提案は以下のようになる。小学３年から高校３年まで１セットにして教育内容を決める。高校の理科は 12 単位程度を普通科全生徒の必修科目とする(社会も同じ)。その理科においては、物理的現象、化学物質、生物の営みを３本柱とし、地

学的要素はこの中に組み入れる。物理学、化学、生物学、地学は 2 単位程度の選択科目とする。そして、中学と小学の理科は、この高校での 3 本柱に流れ込む一貫した流れになるようにする。その際、海は陸と等分の存在として扱う。

## ７．海の科学が教えられないことの影響は何か、またなぜその教育が必要か

例えば、海の炭酸系のこと、生物生産と食物連鎖のこと、温室効果に果たす海の役割のことなど、その基本の教育が不十分であるにかかわらず、その結果が重要なために関連分野の教育や一般社会において無視できない場合がしばしばある。しかし、海を知らない者が教科書を書き、教えたり、解説したりすると、レベルが低かったり、間違ったりする場合(例えば、海洋深層水)がしばしばある。その例を下に「高校地学教科書に見られる誤りあるいは問題表現」と題して書いた。

その誤りを是正するためには、初等・中等教育から海の科学の教育を行い、日本社会全体のレベルを上げておくことが必須である。なぜなら、海の科学はホリスティックであり、その物理学、化学、生物学が融合しており、多数の因子が複雑に絡み合っているから、いくらかの知識を詰め込んだ程度ではどうにもならないからである。海洋学者と言われる人でさえ(学者は自分が専門とする狭い分野だけわかればよいので)、往々にして、全体を見通せない場合がある。

海は世界につながり、海に向かって全世界の人が同じ土俵の上にいる。従って、海を正しく理解することは、その科学の面で必要なだけでなく、資源や環境の問題から政治の問題において、日本人が偏狭な島国根性を棄て、世界人となるために必要である。

## ８．高校地学教科書に見られる誤りあるいは問題表現

(教科書にあることを「」内に書き、それに対するコメントを*イタリック体*で書く)

### １．原始大気は一酸化炭素が主成分だったか

「(数研出版　地学 II　原始大気と原始海洋)原始海洋の誕生によって水蒸気成分が大気から抜けると、原始大気の主成分はさらに変化して二酸化炭素と一酸化炭素になる。」

*原始大気に一酸化炭素がどの程度存在したかについて、学界で定着した説はなく、有意の量はなかったとするのが普通である。*

### ２．原始海洋は塩酸の海だったか

「(実教出版　地学 IB　原始の大気と海洋 )一方、原始海洋は、はじめは高温の強い酸性溶液であったと考えられるが、その後、長期にわたり地表からの流水によって陽イオンが運び込まれ、中和したものと推定される。」

*原始海洋が強い酸性であったというのは、根拠のない作り話である。地表はいったん千度以上になり、徐々に冷え、水蒸気の凝縮が始まるが、地球内部から出てきた揮発性元素の塩素やイオウのすべてが直ちに凝縮すれば酸性であるが、まわりの岩石成分との中和反応が起こり、ナトリウムなどが陽イオンとなって溶け出してくる。また、陽イオンの数と陰イオンの数は常に同じである。*

「(啓林館　地学 IB　海水の組成のなぞ)できたての海水は、大気中に存在していた塩化水素を溶解していたため、強い酸性をもっていた。酸は海底の岩石と反応して中和されたが、そのとき岩石中に含まれていたナトリウムやカリウムが海水中に溶け込んだ。」

*上と同じ、時間スケールの問題。地球内部からの塩化水素などの酸性物質は、地表に出たとたん、まわりの岩石成分と中和し、できた海水は弱酸の二酸化炭素により弱アルカリ性となる。*

### ３．原始大気中の二酸化炭素が除かれる機構

「(啓林館　地学 IB　大気と海洋の誕生)しかし水蒸気の大部分が凝縮して海洋ができると、二酸化炭素は海水中に溶け込み、カルシウムと化合して沈殿し石灰岩となったため、大気中の二酸化炭素は次第に減少していった。」

*直接大気の二酸化炭素が海水に溶け、石灰岩になったように読める。実際は、陸で風化に使われ、重炭酸イオンと炭酸イオンとなって海に入り、石灰岩となる。*

「(第一学習社　地学 IB)大気中の $CO_2$ は海水中に溶け込み、海水中の Ca と化合して $CaCO_3$ となり、石灰岩をつくるのに消費された。」

*上と同じ。陸で岩石を風化し、海洋で炭酸イオンから $CaCO_3$ ができるが、現在の海で無機的にできることはない。*

### ４．バンアレン帯が生物を浅海に出現させたか

「(数研出版　地学 II　化石の記録)浅海にすむ生物の化石は、27 億年前ころの地層になっては

じめて世界中のいろいろな地域で普遍的に出現するようになる。これは、そのころから急激に地球磁場が強くなったことと関係している。強い磁場によってバンアレン帯が生まれ、宇宙線がさえぎられるようになり、生物は浅海に出現できるようになった。」

*学界で定着した説とは言い難い。光合成で作られた酸素は、還元物質の酸化に使われていたが、この頃やっと残りだした。その酸素が成層圏でオゾンとなり、太陽紫外線をカットし、生物が浅海や陸に住めるようになった。*

**５．海水組成はなぜどこでもほぼ一定か**

「(実教出版　地学 IB)海水の組成はどこでもほぼ一定していて、海水が循環していることを物語っている。」

*供給源－除去源の大きさ(速さ)に比べて海水循環が速いからに過ぎない。*

「(啓林館　地学 IB　海水の成り立ち)(海水の塩分は場所により変化するが、海水中のイオンの存在量の比率は、どこの海でもほぼ一定である。)これは海水が長い間によく混合された結果であると考えられる。」

*供給、除去の速さにくらべて、海水の循環が速いというだけである。*

**６．20~25 億年前、還元剤に使い尽くされていた酸素が余りだした**

「(啓林館　地学 IB　先カンブリア時代の自然環境)カナダやブラジルの盾状地には、いまから 22 億～25 億年前にできた地層の中にウランや金の大鉱床がある。これらの鉱床は、ウランや金の鉱物が川によって運ばれてできたものである。」

*これでは、なぜ 22 億～25 億年前にできたかの説明にならない。長い間、光合成でつくられ、還元物質の酸化に使われてきた酸素がやっとあまりだしてきた時である。その酸化環境でウランは溶け出し、還元環境に運ばれて沈着する。こうして濃集が起こったのである(金は別)。*

「(東京書籍　地学 IB　酸素のない原始大気)20 億年より古い年代を示す地層の多くに、川で運ばれて堆積した硫化鉄の鉱物やウラン鉱物が、酸化されていない状態のまま含まれている。現在のように水に酸素が含まれていたら、たちまち酸化されてしまっただろう。世界のウラン資源の多くは、23~22 億年前より古い、このような川の堆積物から採掘されている。」

*ウラン鉱床ができた 23~22 億年前は、生物誕生以来、光合成で生じた酸素がやっと残り始めた時である。つまり、海水は酸化環境になったとはいえ、堆積物などは容易に還元環境になったであろう。ウランは酸化環境で溶け、還元環境で難溶である。したがって、ウランは酸化環境で溶け出し、還元環境に移動して沈着したと取るのが普通だろう。*

「(第一学習社　地学 IB)およそ 20~25 億年前は藻類が大発展し、その光合成の結果として生じた $O_2$ によって海水中の Fe は酸化され、水酸化鉄として沈殿して大規模な鉄鉱層をつくった。」

*海水中にそんなに多い鉄が溶存していない。三価の鉄が難溶なので、酸化環境出現直後には酸化鉄形成の場が局在したと言うことだろう。*

「(啓林館　地学 IB　先カンブリア時代の自然環境 )大量の藻類の光合成により酸素が発生し、海水中に溶け込んでいた鉄イオンが酸化鉄となって沈殿したものである。」

*上と同様、短期間に大量の酸素が発生し、その時海水中にあった鉄が沈殿したかの印象を与える。１億年の時間スケールである。長い時間をかけ、還元環境からより溶解度の大きい２価鉄が供給され３価に酸化されて沈殿していったはずである。*

*［9行に3回思われるが出てくる。教科書としては困るのではないか］*

**７．過去百万年の海底堆積物中有孔中の酸素同位体比は海水温を示していない**

「(第一学習社　地学 IB)図 66 に、第四紀後期における氷期・間氷期の交代に伴う海水温の変化のありさまを示す。」

*この有孔中の酸素同位体比の変動は、氷床の量、すなわち、海水温ではなく、気温の変動の効果の方が大きい。また、この場合は、変化より変動の方がよい。*

「(東京書籍　地学 IB　酸素同位体比で古気候を調べる)そこで、深海底から堆積物を採取し、有孔虫の殻をつくる $^{18}O$ と $^{16}O$ の比($^{18}O/^{16}O$)の時代的変化を調べると、それは、大陸上にある氷河の量の変動を表すことになる。」

*上と矛盾するようだが、氷の量だけではない。水温があまり変わらない底棲有孔虫ならよいが、浮游性有孔虫の場合は水温も無視できない。*

「(数研出版　地学 II　過去の気候の調べ方)たとえば、化石の貝や有孔中の殻(炭酸カルシウム $CaCO_3$ からなる)などの酸素の安定同位体比($^{18}O/^{16}O$)を測定すると、より低い温度でつくられたものは $^{16}O$ がより多く含まれ、より高い温度でつくられたものは $^{18}O$ がより多く含まれる。したがって、酸素の安定同位体比を測定すると過去の海水温が求められる。」

*低温で $^{18}O$、高温で $^{16}O$ が多く含まれ、まったく逆である。また、この場合、得られるのは海水温ではなく気温である。暖かい海で蒸発した水蒸気は、重い水を凝縮させながら極地にやってくるので、残った水蒸気は、寒い氷期ほど軽くなる(蒸発時にすでに軽い効果もある)。寒いほど、大陸氷が増える効果も加わって、残った海水は重く($^{18}O$ が増える)なる。*

「(啓林館　地学 IB　新生代の自然環境 )いわゆる氷河時代の始まったのは 100 万年前である。氷河時代には十数回も寒暖の時期が繰り返されているが、それらは、主に特徴的な陸上の堆積物や地形によって、ほぼ４回の氷期と、その間にはさまれる間氷期にまとめられている。」

*この辺、最近著しく進歩した分野である。書き直すべきである。*

**８．塩分濃度の濃度は不要**

「(東京書籍　地学 IB　海流の成因)海水は温度や塩分濃度などにより密度が違うが、・・・」

*塩分濃度の濃度不要。塩分にすでに割合、濃度の意味が入っている。*

「(啓林館　地学 IB　海水の鉛直循環)海洋の表層から深部に向かう海水の鉛直方向の流れは、水温や塩分濃度の違いに基づく海水の密度差によって起こる。」

*塩分濃度は、塩分であるが、本書は海洋と気候に 7 ページを割き、最も多い。*

「(数研出版　地学 IB　海水の組成)海水中に含まれる塩素の量 」

*正確に塩化物イオンの量と書くべきである。*

**９．水温躍層ではなく、密度躍層を使うべきではないか**

「(東京書籍　地学 IB　光の当たる層)100mより深くもぐると昼でも暗くなり、500m以深では一年中夜の世界で太陽からの可視光線によってあたためられることはない。そして太陽光のさす500mまでの浅い層に多くの生物が生息している」。

*500mは深すぎる。また、海域にもよる。*

「大気の場合と似て、光の当たる層では、水温の変化によって対流が起こることがある。」

*光が対流を起こすように読める。表層が温められて対流を起こすことはない。太陽に照らされれば照らされるほど、海洋は、大気とは逆に、対流しなくなる。表層混合層では、冷却や風の力で上下混合をする。*

「(東京書籍　地学 IB　季節水温躍層)しかし、表層の冷却や蒸発により塩分が濃くなり、重くなった海水による対流、海流などにともなう海中の乱れなどにより海水の上下混合が起こり、熱は時間をかけて表層から深海に運ばれている。」

*間違いとは言えないが、深海の深さが分からない。季節水温躍層付近が夏期にだんだん暖まっていくことをいいたいのなら別の書き方がある。*

「(東京書籍　地学 IB　主水温躍層)実は、地球の海水のほとんどは、氷と共存している冷たい温度にあり、これが地球の気温を安定化させている原因にもなっている。」

*この文章、分けがわからない。なお、前半の深層水のポテンシャル水温は 0~1℃であり、-2℃ではない。*

「(東京書籍　地学 IB　海洋表面に現れた主水温躍層)海面水温は、北半球でも南半球でも、緯度が 30~50 度の間で急変している。これは、主水温躍層が海洋表面に現れたところである。海洋表面に現れた主水温躍層の極側では、深層流が湧きあがっており、深い海に多いリンや窒素が運ばれてくるため、よい漁場となっている。 また、北極海は南極海と違ってベーリング海峡でへだてられ、寒冷な海水が南下しにくい。このため、太平洋の表面水温は、平均すると赤道よりやや北にもっとも高温なところがある。」

*主水温躍層や深層水の定義にもよるが、亜寒帯水には季節水温躍層がないことになる。赤道海域の水温が少し低い理由は別にある。*

「(数研出版　地学 IB　水温・塩分の鉛直分布と深層水)中緯度の海洋での水温の鉛直分布は、表面近くの深さ数 100mまでの比較的等温な表層混合層が、その下に温度勾配の大きな主水温躍層がある。この主水温躍層から下では、水温はゆるやかに低下し、比較的水温の一様な深層の水につながる。しかし、北大西洋北部や南極大陸周辺で冬季沈降した水は、大洋の深・底層で世界の海に拡がっており、海洋中の対流は海底まで達していて、大気の成層圏にあたる層は存在しない。 表層混合層は、海面の冷却にともなう冬季の対流や、風や波によるかきまぜ作用の及ぶ層である。この層内では、図 4 に一例を示すように、水温の季節変動が大きく、夏季には表面近くの海水が暖められて季節的な水温躍層を生じる。」

*表層混合層が深さ数 100mというのは厚すぎる。図 4 は 120m深までしかない。一方、主水温躍層の下端を何mぐらいと見なしているのか不明である。主水温躍層の下に水温がゆるやかに低下する層があって、深層につながる、と読める。この教科書の奇妙な点は、沈降した水と書きながら、密度がまったく登場しないことである。密度躍層にすれば、中層水の入っている海域では、中層水の下端と主密度躍層の下端が一致し、その下を深層水とすること*

*ができる。*

「啓林館　地学 IB　第１章地球の大気と水　第２節　水圏　B　海洋の層構造 」

*この章全 20 ページのうち、海洋は、約 200 文字と図 1 枚、半ページに満たない。*

**１０．海流**

「(実教出版　地学 IB)海流発生の原因は、日射による海水の蒸発や地域的膨張と収縮によってできる海水の密度差と、地表の卓越風が主である。」

*これだけ読んだのでは何を言いたいのか分からない。地域的膨張と収縮は別の語にし、また何がそれを起こすのか書くべきだろう。*

「(数研出版　地学 IB　海流を起こすしくみ)ここで沈降した水は、図 42 に模式的に示すように、深層を世界の海に広がっていく。」

*沈降するしくみの記述がない。本書には密度の記述がなく、密度を使わずにこのしくみの説明は不可能だろう。*

「(第一学習社　地学 IB　海水の大循環　鉛直循環)海洋の深さによる水温低下の割合は一様ではなく、数百ｍの深さに急に水温の下がる層(水温躍層)がある。海洋はこれによって暖かい水でできた厚さ 400~600ｍの部分と、その下にあって全海洋容積の大部分を占める冷たい水の部分に分けられる。前者を海洋対流圏といい、その中では上下の水の混合が盛んに行われ、また強い海流が存在する。これに対して後者を海洋成層圏といい、その中では水温や塩分の異なる海水が層をなしている。水温躍層は極に向かうほど海面に近づき、ついにはこれと交わって海面に水温の不連続な線をつくる。この線を極前線という。」

*この文は、大西洋を念頭におけば間違いではないが、太平洋の我々には違和感を生む。また、対流・成層は密度が関わることであるから、水温躍層を密度躍層に置き換えると状況が変わってくる。　つまり、この文の対流圏は、地中海水の下、または中層水の上までとなるが、密度躍層でみると、対流するのは、薄い表層混合層のみとなり、その直下で強く成層し、鉛直渦拡散係数は深さとともに増える。最後は、「海面で水温が急変する不連続線をつくる」。いずれも大気側からの見方である。*

**１１．海塩粒子の生成機構**

「(啓林館　地学 IB　海塩粒子)波しぶきとなって飛び散った海水が大気中で蒸発すると、塩類の小さな結晶が大気中に取り残される。」

*しぶきの飛沫は、大きく、すぐ落下し、海塩粒子は、気泡が海面で破裂する時に生成する。*

**１２．溶存酸素の収支**

「(啓林館　地学 IB　酸素と二酸化炭素)海洋中の浅い場所で動物によって消費された酸素の一部は、大気から溶け込む酸素によって補われている。」

*この文の意義不明。当然、海洋全体での酸素の収支は均衡しており、交換平衡にもなりやすい。沿岸域では光合成で過飽和のところが多い。正味で溶け込むのは冷却期、放出するのは昇温期。*

## １３．二酸化炭素問題とサンゴ

「(啓林館　地学 IB　酸素と二酸化炭素)また、大気中の二酸化炭素は海水に吸収され、サンゴ・貝殻などとなって固定される。」

*サンゴが増えると、二酸化炭素は海から出てくる。正味の変化から見れば、サンゴの炭酸塩は、大気の二酸化炭素が、陸の岩石の風化に使われ、炭酸塩を溶かし、これが河川から海に入ったものである。つまり、岩石の風化に２単位の二酸化炭素が使われ、１単位のサンゴができ、１単位の二酸化炭素が海から放出される。*

「(啓林館　地学 IB　二酸化炭素の増加と地球の温暖化)」

*半ページにわたって「・・・かは、まだ十分にわかっておらず」「・・・のかはっきりしていない」「・・・について、現在、さまざまな研究が行われている」とある。教科書に書くべきことではない。二論併記でも分かったことを書くべきである。*

## １４．大気海洋間の二酸化炭素の交換

「(第一学習社　地学 IB　大気中の二酸化炭素 )」

*１ページ半にわたって大気中二酸化炭素の出入りを生物や火山、風化など取り上げているが、海洋との出入りのことはまったく書いてない。もちろん、海水の節にもない。*

「(東京書籍　地学 IB　p233　大気と海洋間の水蒸気と二酸化炭素の交換)地球全体としてはつり合っているが、細かくみると、赤道海域では、海水が二酸化炭素を大気中に放出する傾向にあり、それ以外の海域では吸収する傾向がある。」

*そうとばかりは言い切れない。*

「その結果、海水が大気中の二酸化炭素を吸収する能力は、単に海水の温度だけでなく、その場所の海水中の植物プランクトンの活動に依存するようすが全地球的にわかってきた。」

*他の教科書と違い、海の二酸化炭素を取り上げた労は多としたいが、能力、依存するようすなど表現が曖昧で具体性に乏しい。どのような場合に、どのような海で、放出し、逆に吸収するか、理由も付けて説明すべきだろう。*

## １５．温室効果のしくみ

「(第一学習社　地学 IB　太陽放射、地球の熱平衡の図)」

*この図の地表からの長波放射は、地表が受け取る大気からの赤外放射も含めた総放射ではなく、正味の放射の値である。後に温室効果のことを述べるので、総放射にすべきである。*

「(第一学習社　地学 IB　温室効果)大気は短波放射に対しては透明であるが、長波放射をよく吸収するので、地面はこの吸収がない場合にくらべれば高温となっている。この現象を温室効果というが、それは温度の上がるしくみが温室とよく似ているからである。すなわち、温室のガラスは、太陽からの短波放射をよく通すので、温室内の植物や床面は暖まるが、それらの出す長波放射はガラスによって吸収されて熱にかわり室内の空気を暖める。こうして、室内の温度は、ガラスが外向きに出す長波放射と入射する短波放射がつり合うようになるまで上昇する。」

*１行目の短波は可視光のことで、紫外線に対して透明とはいえない。また、大気が長波を*

*吸収するからといって、直ちに地面が高温になるとはいえない。地面からの赤外放射、地球放射が増えることが温室効果である。さらに、ガラスが長波を吸収して温室内の空気を暖めるからではなく、暖まった空気が外に逃げないから暖かい。*

「(東京書籍　地学 IB　温室効果)温室の内部は可視光線によって加熱されるが、温室の内部から放射された赤外線はガラスに吸収され、その一部がガラスから放射されて室内にもどってくるので、温室内の温度が外より高くなる。このような現象を温室効果といい、大気中に含まれる二酸化炭素や水蒸気などはガラスと同じ作用をしている。」

*温室のガラスからもどる赤外線量は多くない。温室の暖かい空気が逃げないだけである。*

「(実教出版　地学 IB　地球放射と温室効果)また、大気中の水蒸気や二酸化炭素 $CO_2$ は、可視光線を主とする太陽放射をよく通すが、赤外線を主とする地表面からの放射を吸収し、空気を暖める。暖められた空気は、その温度にみあった赤外線を射出するので、これを受ける地表面は、大気はあっても水蒸気や $CO_2$ がないと仮定した場合よりも温度が高くなってつりあうことになる。これを大気の温室効果という。」

*間違いではないが、何と何がつりあうのか、発散しないで、どこで止まるのか、成層圏で冷えることの記述がない。*

「(数研出版　地学 IB　温室効果)大気や地表は、その温度に応じて赤外線を放射して熱を失う。大気中の水蒸気や二酸化炭素などは、太陽放射の大部分を占める可視光線や紫外線は通すが赤外線はよく吸収する性質がある。そのため、地表から赤外放射として出ていく熱エネルギーのほとんどが、大気圏に吸収されてしまい、大気圏外へ直接逃げる量は非常に小さい。大気の赤外放射で地表へ向かうものは、地表に近い比較的高温の大気によるため、地表の赤外放射から得た熱の多くは、再び地表にもどされる。これに対して、大気圏外に逃げる大気からの赤外放射は、上層部(高さ 5~10 km)の比較的低温の大気が関与するので、地表にもどされるものの約 2/3 である。このように、水蒸気や二酸化炭素の働きによって大気は赤外放射に対して不透明で、大気圏外への放熱を抑えているために、太陽放射によって地表が得た熱は大気の下層にたまり、そこの温度を高く保っている。このような大気層の働きを温室効果とよんでいる。」

*温室効果のしくみ、特に中段は理解できない。これを地球放射の窓を使わないで説明することは難しい。*

「(啓林館　地学 IB　p170　温室効果)・・・、地球が大気圏外へ放出する熱を抑制して地球の気温を高温に保つはたらきをする。これを大気の温室効果とよんでいる。」

*本書は、温室効果を正しく記述しているが、上の文は、大気圏外へ放出する熱を減らす印象を与える。*

「(数研出版　地学 II)二酸化炭素の増加と地球の温暖化 大気中の二酸化炭素やメタンは短波長の太陽放射を通すが、地表からの赤外放射をよく吸収する性質をもっている。このため、これらの気体は下層の大気を暖めるはたらきをしており(温室効果)、その濃度の増加は地球の温暖化につながる。」

*温室効果は、地表からの赤外放射を増やすことである。*

「(啓林館　地学 II　温室効果気体と温暖化)水蒸気と二酸化炭素は、地表の放出する赤外線を吸収して大気を暖める。暖まった大気が放射する赤外線の一部は、地表にもどり地表を暖めるが、

これは地球外へ放射される赤外線のエネルギーが減ったことを意味する。そのため、地球から出ていく赤外放射のエネルギーと地球が吸収する太陽放射がつり合うまで、地表温度は上昇する。これが大気の温室効果である。」

*この文章は厳密に読むと正しくないので、省略した仮定などが理解できないと、分けがわからなくなる。下にこれを書き直し、温室効果が増すと、成層圏が冷えることまで、図を使わずに説明した。*

***太陽からのエネルギー(主に可視光線)の約半分が地表(海面を含む)に届き、地表を暖め、主に赤外線となって大気に戻る。その赤外線を大気中の水蒸気や二酸化炭素などの温室効果気体が吸収して大気を暖める。暖まった大気は赤外線を放射し、その一部は、また地表に戻り、地表をさらに暖める。最終的な地表の温度は、地表が受けたすべてのエネルギーを赤外線として放出する温度で、その上昇分が大気の温室効果である。なお、地表からは、赤外線放出の他、水を蒸発させたり(潜熱)、空気を直接暖めたり(顕熱)して失われるエネルギーもある。***

***因みに、地球が受ける太陽放射を 100(全地球平均で 342 W/m²)とすると、地表が直接受ける太陽光は 49 だが、地表からは、114 が赤外放射、 26 が潜熱、5 が顕熱で、計 145 が放出される。この差の 96 が温室効果分である。これによる地表温度の上昇は平均 33℃に達する。すなわち、地表温度は、温室効果気体が現在の濃度で 15℃、まったくなければ零下 18℃になる。***

***なお、地表から放出される赤外線は連続スペクトルであるが、これら温室効果気体には吸収できない赤外線の波長領域(地球放射の窓)がある。高度が増すとともにこの吸収できない波長領域の赤外線の割合が増える。また、その割合は、その温室効果気体の濃度が増すとともに増える。赤外線を吸収しなければ周辺の気体の温度は上がらない。また、地球が受け取るエネルギーと地球から放出するエネルギーは等しいから、成層圏では、温室効果気体の濃度が増すと逆に気温が下がる。それで、この温度降下が温室効果増大を知る手段にもなっている。ただ、オゾンは太陽からの紫外線を吸収して成層圏を暖めるので、その濃度が変動すると成層圏の気温に影響する。***

*上記は、厳密に書いたので長たらしい。厳密さを犠牲にして簡単に書けば次のようになる。*

***温室効果ガスには、地表物質が太陽光を吸収して放出する赤外線を吸収する性質がある。このガスに吸収された赤外線は熱になり、再度赤外線となって四方八方に出ていくので、一部はまた地表に戻り、また出ていく。温室効果ガスが増えると、この往復する赤外線の量、つまり熱量が増えるので、下層大気の気温が上がることになる。***

# 第２部　海洋リテラシーに関するアンケート調査結果

()内は話題提供者名、[] 内は報告者名

目次


１．概要とアンケート文 ..... 36
1.1　海のサイエンスカフェ ..... 36
A.　第１回海のサイエンスカフェの実施報告(川合美千代)［須賀利雄・市川洋］ ..... 36
E.　第２回海のサイエンスカフェの実施報告［(道田豊)］ ..... 37
1.2　海の出張授業 ..... 38
B.　海の教室　石川２００８［(乙部弘隆　町田龍二)］ ..... 38
C.　私立東洋英和女学院生物部［(乙部弘隆)町田龍二］ ..... 39
1.3　高校生向け海の特別講座 ..... 40
D.　清水・東海大学における海洋研修の基調講演［(角皆静男)］ ..... 40
F.　三重　県立津高校［(角皆静男　松野健)］ ..... 41
G.　静岡　県立掛川西高校［(角皆静男　松野健)］ ..... 42
H.　山形　県立鶴岡南高校［(角皆静男)］ ..... 44
I.　神奈川日吉　私立慶応高校［(角皆静男)］ ..... 45
J.　沖縄　県立開邦高校［(角皆静男)］ ..... 51
1.4　アンケート調査の実施方法 ..... 52
1.5　アンケート調査用紙 ..... 52
2.　アンケート調査結果 ..... 54
A.　第１回海のサイエンスカフェ　東京 2008 年 3 月 30 日 ..... 54
B.　海の教室　石川２００８ 2008 年 6 月 29 日 ..... 61
C.　出張授業　東洋英和女学院中等・高等部の生物部員 2008 年 7 月 8 日 ..... 63
D.　清水　東海大学における海洋研修の基調講演 2008 年 8 月 3 日 ..... 68
D1.　高校生 ..... 68
D2.　学校教員等 ..... 77
E.　第２回海のサイエンスカフェ　広島 2008 年 9 月 27 日 ..... 81
F.　海洋特別講座　三重　津高校 2008 年 11 月 13 日 ..... 85
G.　海洋特別講座　静岡　掛川西高校 2008 年 11 月 20 日 ..... 93
H.　海洋特別講座　山形　鶴岡南高校 2008 年 11 月 28 日 ..... 100
I.　海洋特別講座　神奈川　日吉　慶応高校 2008 年 12 月 1 日 ..... 104
J.　海洋特別講座　沖縄　開邦高校 2008 年 12 月 20 日 ..... 109
３．アンケート調査結果の解説と解析 ..... 115
４．サイエンスカフェ、出前授業　現場風景 ..... 116

# １．概要とアンケート文

## 1.1 海のサイエンスカフェ

## A. 第１回海のサイエンスカフェ(川合美千代)の実施報告

［須賀利雄・市川洋］

【目　　的】 日本海洋学会会員が一般の人々(高校生から大人まで)と海洋学の最新の研究成果について、双方向で 話し合うことを通して、一般の人々が海との関係を身近に感じる方法を探し出す。

【日　　時】 平成 20 年 3 月 30 日(日)　11 時から 13 時

【場　　所】 ルノアール品川東口店

【実施体制】 (主催)日本海洋学会教育問題研究部会
(担当)須賀利雄・市川洋

【話題提供】 地球温暖化と海－北極の氷が消えるとどうなる？－
川合美千代　(カナダ漁業海洋省海洋科学研究所・博士研究員)

【参 加 者】 中学・高校生(7 名)、大学院生(3 名)、一般(7 名)、海洋学会会員(10 名)、合計 27 名

【スケジュール、実施内容】

11 時から 11 時 30 分まで　　配布資料を用いながらの話題提供
11 時 30 分から 12 時 50 分まで　７つのテーブルで質疑応答と意見交換
12 時 50 分から 13 時 10 分まで　全体(参加者の感想など)

【関係者、出席者、傍聴者のコメント(抜粋)】

・文系にははじめから抵抗感がある。“サイエンス”っていうだけで。「文系も welcome！」みたいなことを web に載せては？

・気象学会のサイエンスカフェでは、素人質問をばかにされた。素朴な質問とか、何でもほめること。講演後の質問に対する研究者からの返答・対応が、少し威圧的になったことがあったように思う。例えば見当はずれな質問があったとしても、質問者の意気を挫くような対応はできるだけ避けるべきだと思う。

・専門用語はダメ。研究者の意見はこうだという主張をついしてしまったり、研究はすばらしいということを伝えたくなったりするが、海に興味を持った人が政治家になったり、会社員になったりしても嬉しいわけで、研究者としてという視点や立場をひたすら主張する場ではないのだなということを、改めて思う。

＜参加者のブログ記事の抜粋＞

今までに参加したカフェの中で、よかったところはどこか聞かれたので、品川で行われた「海のサイエンスカフェ」を挙げました。関係者、一般の大人、海に関心のある中高生の参加者比率が絶妙で、ゲストからの一方的な情報提供ではなく、しかも参加者も発言を強制されない、という居心地のよさ。きれいごとだけ並べ立てるのではなく、胡散臭いことも俎上 に上げて話し合える度量の広さ。さら

に、山手線沿線の徒歩圏で、情報に対する判断力も鍛えられるとおまけつき。ここまで条件の揃ったカフェには、なかなかめぐり会うことはなかったと思います。
http://sciencecommunication.blog.so-net.ne.jp/2008-04-13-3

## E. 第2回海のサイエンスカフェ(道田豊)の実施報告 ［道田豊］

【日　　時】 2008年9月27日(土) 15:00～17:00
【場　　所】 広島市こども文化科学館 2階会議室
【実施体制】 (主催) 広島市科学技術市民カウンセラー連絡会議、広島市
(共催) 広島市こども文化科学館
(後援) 広島大学科学わくわくプロジェクト
(協力)日本海洋学会教育問題研究部会
【話題提供】 「海流をつかむ話し」
道田 豊(東京大学海洋研究所、日本海洋学会教育問題研究部会員)
【参加者 】 高橋裕子(ファシリテータ：広島市科学技術市民カウンセラー)
テーブルアドバイザとして広島市側4名(市民カウンセラーの高校教員、土木工学技術者、広島大学教授、広島市職員)、日本海洋学会教育問題研究部会から3名(乙部弘隆部会長、市川洋、藤井直紀)
一般参加者18名
【参加した教育問題研究部会員の所感】
（1） 乙部弘隆 (部会長、東京大学海洋研究所)
日本海洋学会海洋教育研究部会主催の1回(平成20年3月東京品川、喫茶店ルノアール)と今回のものを比較してみた感想など以下の通り。
まず会場の印象について、広くてゆったりしているが、お互いの顔が良く見えなかった感がある．一方、喫茶店は狭いがその分お互いの距離が近くて親密感があった。今後はその中間程度の大きさの会場を選ぶと良いと感じた。今回は会場の防音が悪く、外の騒音が気になった。
進行に関して、参加者が20人程度なので自己紹介をしてもよかったのではないかと思う。講演の後その話題に直接関係する質問を受けたら、その後は演者もアドバイザーもいずれかのテーブルについて、それぞれのテーブルごとに和気藹々と演題にとらわれない質問や議論を交わすのも良いと思った。自分の手に負えない質問のときは別のアドバイザーに応援を頼むなど、臨機応変に行えればよかった。演者が最後まで立ちっぱなしで、若干アットホームな感じに欠けていた印象もあった。今回の話題については、いろいろな面から海流について理解されるような工夫がなされていて大変良かったが、そのなかで自分の研究のトピックを強調されても良かったと思う。
海はあまりにも広い分野なので、焦点を絞るのも良いが、それより数多く開催していただけるよう希望する。
（2） 市川 洋(海洋研究開発機構)
科学技術市民カウンセラーの方たちの先導的な質問が一般参加者からの質問を引き出す結果となっていたのが非常に良かった。提供された話題が豊富な内容であったため参加者の理解不足を

引き起こすのではないかと懸念したが、巧みな構成・話術により、参加者に海への関心を引き起こすことに成功したと思う。

全体の場での質疑応答であったため、各人が受け身のまま沈黙している時間が長かったように感じた。次の学会で開催する際には、各テーブル内で部会員を交えて質疑応答を行い、その後、全体で各テーブルでの話題をまとめるような進行が良いのかもしれないと思った。ロゴマーク入りのボールペンや参加証の配布など、海洋学会が見習うことも多かった。

（3） 藤井直紀(愛媛大学)

広島市で開催されるサイエンスカフェ、あるいはそれに準ずる会のいくつかを見てきたが、それらは人集めが非常に大変そうで、宣伝にかなり苦労をしている観がある。しかし、広島市の開催する「サイエンスカフェひろしま」は広報誌に掲載されるためか比較的人気も高く、「海」をアピールするには非常に良い機会だったように思う。

ただ、日本海洋学会の研究大会が開催されることは地方紙(中国新聞等)にも掲載され、一般に情報が流れているにも関わらず、学会関係機関が「協力」という立場でイベントを開催することは少し残念なような気もした。

広島市では、私の育った頃に「水際(川・海)で遊ばないように」という通達が“学校”から出たこともあり、私の世代の方は日常生活で海や川と関わることがなく、海や川での職業を選択する方以外は「海」の知識を身につける機会が極めて限られていた。最近は少しずつ「水際」への関心が高まっており、「海」を解説してくれる専門家が望まれているようで、サイエンスカフェの中でもそのような要望があった。当部会においても問い合わせが寄せられた際に、受け入れる体制を整える必要があると感じた。

（4） 道田豊(東京大学)

第 3 部 P 参照

### 1.2 海の出張授業

## B. 海の自然科学教室(乙部弘隆　町田龍二)石川 2008 の実施報告

［乙部弘隆　町田龍二］

【目的】

散発的ではあるが、海の教育を行わない学校に代わって子ども達に海を体験させる試みがある。本調査研究グループも下記のプログラムに参画している。これまでにそれらプログラムに参加した生徒にアンケート調査を行い、問題点を探り、より効果的にするための方策を提案する。

石川県では、海洋学会と共催して過去 2 年間にわたって小学生高学年および中学生を対象に「海の自然科学教室」(費用は、独法国立青少年教育振興機構による「子どもゆめ基金」より)を行ってきている。2008 年にもこの行事が行われたことから、これに同行し、アンケート調査も行った。

【場所】

金沢こども科学財団(石川県金沢市内)及び　のと海洋ふれあいセンター(石川県能登半島)

【日時】

平成 20 年 6 月 28 日(土)～6 月 29 日(日)

【担当者】

財団法人金沢こども科学財団　中村順吉

【講師】

乙部弘隆(東大)、町田龍二(東大)、菊池知彦(横浜国大)、岩崎望(高知大)、岩崎詩子(東京海洋大)、長谷川浩(金沢大)、馬場典夫(NOWPAP)

【参加者】

金沢市内　小学生 12 名、中学生 2 名

【スケジュール、実施内容】

一日目　6/28(土)

| | |
|---|---|
| 9 時 | 金沢こども科学財団に集合 |
| 9 時 10 分頃 | 金沢からバスで出発 |
| (バスの中で) | ・挨拶(金沢こども科学財団　中村) |
| | ・海の安全について(乙部/岩崎) |
| | ・海のクイズ(岩崎(詩)) |
| 11 時 45 分 | のと海洋ふれあいセンター着、センター周辺で昼食 |
| 12 時 30 分-15 時 30 分 | 参加生徒全員スノーケリング(センター職員+ボランティア 4 名) |
| 12 時 30 分 | スノーケリングの注意、解説、着替えなど |
| 14 時 | フィールド観察 |
| 菊池、岩崎、岩崎、乙部、町田、長谷川の講師陣は磯で翌日の実験用の生物採集 | |
| 15 時 20 分 | 閉会式 |
| 15 時 30 分 | のと海洋ふれあいセンター発 |
| 18 時 | 金沢こども科学財団着・解散 |

二日目　6/29(日)

| | |
|---|---|
| 9 時 30 分 | 金沢こども科学財団に集合/開会式/2F 実験室 |
| 9 時 40 分 | 魚が何を食べているか観察しよう(岩崎(望))/3F 実験室 |
| | 貝殻の標本を作ろう(長谷川)/2F 実験室 |
| | プランクトンを観察しよう(菊池)/2F 実験別室 |
| | ベントス標本の観察と海藻標本の作成(岩崎(詩))/3F 実験室 |
| 12 時 | 昼食 |
| 13 時 10 分 | デカルトの潜水夫(乙部)(30 分)/2F 実験室 |
| | 海のゴミの話(馬場)(25 分)/2F 実験室 |
| 14 時 05 分 | 休憩(10 分) |
| 14 時 15 分 | 津波をみてみよう(町田)(30 分)/2F 実験室-玄関前 |
| 14 時 45 分 | 海の恵みを考えよう(乙部)(25 分)/2F 実験室 |
| 15 時 05 分 | アンケート調査 |
| 15 時 15 分 | 閉会式 |

## C.　私立東洋英和女学院出張授業(乙部弘隆)の実施報告

［乙部弘隆　町田龍二］

【目的】

高校生達に海の話を 30 分～1 時間行い、さらにサイエンスカフェ形式に近い対話を生徒達と行う。そのような小さな試みでも、何かしらインパクトを与えるように工夫するが、どのようなものをどの程度与えたら効果的かの指針を得る。

【場所】
東洋英和女学院中等部高等部
【日時】
平成 20 年 7 月 8 日(火)　16 時～17 時 15 分
【担当者】
東洋英和女学院中等部高等部　長舩圭宏教諭
【講師】
乙部弘隆(東大海洋研)・町田龍二(東大海洋研)
【参加者】
生物部員　中等部 18 名、高等部 8 名、教諭 1 名　計 27 名　(他見学に教諭数名)
【スケジュール】

| | |
|---|---|
| 16 時－16 時 40 分 | 自己紹介、主旨説明、授業　「シロサケの一生」乙部弘隆<br>サケの生活史を通して海洋学の基本を知ってもらう。 |
| 16 時 40 分－17 時 | 質問と懇談　乙部・町田<br>話題として<br>・ 南極の氷を土産に持って行き、コップにいれて融解時に氷の中の空気の弾ける音を聞かせ、その理由を話した。<br>・ プランクトンの絵葉書を土産に持って行き説明した。 |
| 17 時－17 時 15 分 | アンケート調査 |

### 1.3　高校生向け海の特別講座

## D. 清水・東海大学における海洋研修の基調講演(角皆静男)　［角皆静男］

【目　　的】　全国各地の高校で学ぶ生徒が海洋研修を行う際、海洋リテラシーが関わる基調講演を行い、彼らが海洋リテラシーをどのように理解し、また、理解の不足を補おうとしているか調査してみることととした。さらに、その後サイエンスカフェ的話し合いを行い、足かけ 1 週間行う海洋研修が実りあるものになるよう、相互理解を深めることとした。
【日　　時】　2008 年 8 月 3 日(日)　14:15～15:00　基調講演
15:10～18:00　サイエンスカフェ
【場　　所】　東海大学海洋学部　三保研修館
【実施体制】　日本科学協会、東海大学海洋学部、日本海洋学会(共催)
【話題提供】　「海は広いな大きいな　海洋学事始め」　角皆　静男(北海道大学名誉教授、日本海洋学会教育問題研究部会員、日本科学協会評議員)
【参加者】　研修生：高校生 64 名、教員等一般 14 名
講師：12 名
チューター：15 名

スタッフ：7 名(日本科学協会、東海大学)

基調講演開始前に、高校生は 8 テーブル、教員等一般は 2 テーブルに着席した。基調講演のテキストはあらかじめ配ってあった。簡単な質疑を含めて 45 分の基調講演の後、サイエンスカフェの前にアンケート(無記名式)に記入するよう話しておいた。アンケートの回収はサイエンスカフェの間に行った。

サイエンスカフェには講師 1 名とチューター1 名が付き、話し合いをリードした。話題は、テーブル毎に異なっていた。基調講演の演者角皆は各テーブルを回った。

サイエンスカフェの後半には、ここでは集計してないが、記名式で次の 3 問を記入した用紙が配られていた。1．あなたの海に対する現在のイメージを述べてください(応募した時と基調講演やサイエンスカフェに参加した後では、あなたの海に対するイメージはどのように変わりましたか？)。2．あなたが現在疑問に思っていることは何ですか？　3．この研修に対するあなたの抱負を述べてください。各テーブルでは、これに記入されたことをもとに話し合われた。

## F.　三重　県立津高等学校　特別講座(松野健、角皆静男)の実施報告

［松野健、角皆静男］

【目的】

海洋リテラシーの普及に際して、これから自分の進む方向を決めようとしている高校生がどの程度のレベルにあるか調査し、知っておくことは重要である。しかし、受験体制の中で、高校地学は理系からはほとんど無視され、その地学の中でも「海洋」は冷遇されているので、高校生の知識や意識の中に占める海の割合が小さいことは容易に想像できる。今回の高校訪問では、様々なタイプの高校に出かけ、海洋に関する講義を行い高校生と接して、海洋リテラシーの普及を図るための方策をさぐる。津高校は、現在スーパーサイエンスハイスクール(SSH)の事業を行っているので、その SSH の授業として海洋に関する講義を行い、アンケートを実施し、高校生の海洋に対する関心と理解度を調査することにした。

【場所】

三重県立津高等学校(三重県津市新町 3-1-1)

【日時】

平成 20 年 11 月 13 日(木)　16 時 10 分～17 時 40 分

【津高校担当者】

津高校　牛尾俊治教諭

【話題提供】

「海は広いな大きいな　海洋学事始め」北海道大名誉教授　角皆静男

「地球を巡る海 ― 海の構造はどうやって維持されているのか」九州大応用力学研教授 松野健

【参加者】

主にSS特論A(SSH事業の中で設定した科目)の授業を受講している１年生普通科34名／２年生　普通科7名／不明　1名／　合計42名、教員数名。ただ、文理の選択は2年生からなので、進路ははっきりしていない。このSSHの授業というのは、理数科のように特別なクラスがあるわけではなく、事業の中で、科目を設定したもので、興味のある生徒がそのSS特論Aという授業

を登録し、受講している。彼らの一部は、夏休みに三重大学に研修を受けに行ったり、企業の研究所見学や化石採集を行ったりしている。

【参加呼びかけ】

SS特論Aの授業の一環であることを知らせるとともに、各クラスにも掲示をして、興味のある生徒の出席を呼びかけた。

【時間】

通常のSS特論の授業時間16:10～17:00を延長して１時間半とした(これくらいが高校１年には限界とのこと)。この間に２人の講師の話と質疑があったので、サイエンスカフェ的話し合いをする余裕はなく、話も中途半端にならざるを得なかった。

【スケジュール、実施内容】

11/13(木)

14 時頃から　講師、津高校に到着し、SSH の説明を受ける

14 時 30 分頃　講義室で水槽実験の準備(松野)

15 時 30 分頃　講義の進行について打ち合わせ(角皆、松野)

16 時 10 分-17 時 40 分頃

前半は海洋学全般にわたる基礎知識や考え方に関する講義。クイズを交えながら、７箇条にまとめられた海洋の基本概念について解説(角皆)。後半は、水槽を用いた深層循環の模擬実験やビーカーでの拡散実験を交えた、特に海洋の物理過程を中心とした現象理解のための解説(松野)。

17 時 40 分以降　一旦講義を閉じた後、更に関心のある学生からの質問などを受け付けた。アンケートは後日回収し、送付してもらうこととした。

【担当の牛尾俊治教諭のコメント】

今の高等学校、特に進学校では受験対策のために必要最小限の理科の科目選択しか受講していませんので、海洋学を学習するのに知識不足な生徒が多くなっていると思います。また、海洋学に興味をもつきっかけになるであろう地学の教員が激減しており、高校生にとってより遠い学問になっていると思われます。しかし、これからの学生が、海洋学などピュアな研究に取り組んでいける環境を持続させることは非常に重要なことであると考えます。今回のような企画がございましたらぜひ津高校にも声をおかけください。

## G.　静岡　県立掛川西高等学校　特別講座(松野健、角皆静男)の実施報告

［角皆静男、松野健］

【目的】

創立百周年を超えた掛川西高は、伝統ある進学校に分類されるが、野球等の部活動も盛んで、一地方を代表する高校である。その点では三重県の津高校と似ているが、SSH である津高校と違う点は、SSH ではないが、理数科がある。理数科では、数学、英語、理科を重視するが、この理科には、通常、地学は入らない。それで、生徒たちが海をどのように位置づけるているか、また変わる余地はどの程度かなど知るためにアンケート調査をして、津高校と比較してみることにした。

【場所】

静岡県立掛川西高等学校(静岡県掛川市城西 1-1-6)物理室(南校舎３F)

【日時】

平成 20 年 11 月 20 日(木)　16 時 00 分～18 時 30 分

【高校側担当者】

掛川西高校　佐野剛史教諭

【話題提供】

「海は広いな大きいな　海洋学事始め」北海道大名誉教授　角皆静男

「地球を巡る海 ― 海の構造はどうやって維持されているのか」九州大応用力学研教授 松野健

【参加者】

参加申込書提出者は１・２年生(計)２５名だったが、アンケート回収数は、１年生２５名(普通科８名、理数科５名、不明１２名)／２年生８名(普通科理系３名、理数科４名、不明１名)／３年生１名／不明１名／合計３５名だった。

【参加の呼びかけ】

全校生徒(全クラス)に講座案内をクラス掲示／担任読み上げ・勧誘／担当者(佐野)が休み時間等に教室に侵入し、あるいは廊下を歩きざまなど、手当たり次第に「積極勧誘」を行い、案内を配布し、申込書を受け取った。自然科学部の生徒には参加するように指示した。「積極勧誘」では、地球環境にとって海洋が如何に重要な役割を果たしているのか、科学・技術・経済との関わり、今回の講演が如何に価値あるものなのかを説いた。募集は３週間前の10月27日(月)から行った。

同時間帯に進路課主催のミニ大学講座(自由参加)があった。

【スケジュール、実施内容】

11/20(木)

14 時すぎ　講師、掛川西高校に到着し、講義室で担当の佐野教諭らと打合せ
松野は講義室で水槽実験の準備
角皆は人工海水を作りペットボトルに詰める

16 時より　18 時まで講義と質疑などのやりとり。アンケートを提出して退室を指示。
前半はテキスト「海は広いな大きいな　海洋学事始め」をもとに海洋リテラシーに関わる事柄をクイズを交えながら話し、質問を受ける(角皆)。後半は、水槽を用いた深層循環の模擬実験やビーカーでの拡散実験を行いながら、特に海洋の物理過程や現象を解説した(松野)。

18 時 30 分終了　後片付けをしながら、生徒や先生などと話した。

【担当の佐野剛史教諭のコメント】

本校の行事「科学・技術・数学特別講座」は、本校職員を講師として年３～４回行っているものですが、大学の先生方お二人にやっていただけるとは、思いも寄らないことでした。全クラスに向けて広報し、参加者募集をしました。今年の講座は、生物教員による「解剖講座」１回の他、物理の教員による「原子力」と「エネルギー」(実験やディベートを含む)をテーマとして連続２回実施してきました。今回は「海」の視点で、様々な現象や問題をグローバル化していただき、今年の講座の流れから言っても大変意味のある講演になりました。

## H. 山形　県立鶴岡南高等学校　特別講座(角皆静男)の実施報告

［角皆静男］

【目的と狙い】

太平洋側と比較する目的で、三重の津高校と静岡の掛川西高校と同程度の中都市にあって、理数科を有する日本海側の進学校として鶴岡南高校を選んだ。の類似高校と相違点があるかどうかを探る目的で選んだ。

【場所】

山形県立鶴岡南高等学校(山形県鶴岡市若葉町 26－31)鶴翔会館(固定席 270)

【日時】

平成 20 年 11 月 28 日(金)　11 時 35 分～12 時 45 分

【高校側担当者】

鶴岡南高校　猪口俊二教諭ほか

【話題提供】

「海は広いな大きいな　海洋学事始め」北海道大名誉教授　角皆静男

【参加者と参加の呼びかけ】

２年生の理系クラス３クラス(理数科 34、普通科理系 75、男女ほぼ同数、他に文系２クラス)、１年生 4、教職員数名が参加した。アンケート回収数 107。呼びかけは、２週間ほど前に担任を通じて(１、２年の各全５クラス)に実施要項を配布して、説明してもらった。猪口教諭は授業中にも話した。講演のテキストは、２年生には、講演前日に担任を通じて全員に配布した。ただ、試験期間だったため、予習してきた生徒は少なかったと思われる。

【スケジュール、実施内容】

11/20(木)

11 時 35 分～12 時 35 分

テキスト「海は広いな大きいな：海洋学事始め」をもとに海洋リテラシーに関わる事柄をクイズを交えながら話し、質問を受けた。

12 時 35 分～12 時 45 分

サイエンスカフェ的話し合いを期待したが、時間が短く、大きな部屋に大人数だったため、散発的な質疑応答で終わってしまった。

部屋が大きすぎ、音響効果が悪く、スクリーンが小さくてよく見えず、プリントを読んできた者もほとんどなく、最後まで一体感が得られなかった。クイズをしても、時間が短く、十分な説明ができず、あまり理解されなかったようだ。

【担当教諭の説明とコメント】

理数科と普通科理系間の大きな違いは、普通科理系に比べて理数科は、数学、理科の単位数が多い。特に、理科は、化学必履修で、物理、生物から第二選択、それ以外の物理、生物、地学から第三選択の計３科目を選択履修する。また、理数科セミナー(課題研究発表)が１年次(課題研究のみ)、２年次(課題研究と発表)が設定されている。

入学試験には、３月に行われる一般入試(一括)と２月に行われる推薦入試(普通科推薦(定員１６

０名の数%)、理数科推薦(定員４０名の数%)がある。それで、入学時に理数科が決定している生徒は、推薦入学で入学してくる生徒のみで、残りは一年時中頃で行われる、進路希望調査等で、理数科１、普通科理系２、普通科文系２のクラス分けをする。

理数科在籍生徒の 99.9%は４年制大学への進学を希望している(たまに、公務員、警察官、消防士等の希望有り)。進路希望は、普通科理系と大差ないが、医歯薬学部志望者が多いようである(医学部の一部の受験要件に理科３科目の履修を義務付けているところがあること、また、地域の医師の子女の多くが本校に入学してくることによる)。

本校では、１年次と２年次には、付近の大学、企業の協力で、それぞれの、分野に分かれて授業や講義をしていただくセミナーを行い、進路を選択する際の参考にしている。また、２年次に行われる進路研修では、関東や関西の企業や大学を訪問して進路選択の際の参考にしている。

先日は、お忙しいところ本校においでいただき［海洋学事始め］の講演ありがとうございました。また、お疲れさまでした。十分な時間が確保できず、先生も聴いた生徒の方も消化不良になってしまったのではなかったでしょうか。せっかくの機会だったのに残念に思いました。しかし、あの講演の後、関心のある生徒から、環境に関する質問などをされることが多くなった気がします。

## I. 神奈川日吉　私立慶応高等学校　特別講座(角皆静男)の実施報告

［角皆静男］

【目的と狙い】

本慶応高校は前記高校と大きく異なる。それは、単に私立の男子校である点だけでなく、入学試験なしで大学に入れる点である。いわゆる受験の弊害がないことが授業の形態や内容を変えている。それが海洋リテラシーの普及にどのように関わってくるかの情報が得られる。他とほぼ同様な海の話を１時間半近く行い、さらにサイエンスカフェ形式に近い対話を生徒達と行った。また、「地学 II」履修中の 3 年生が多かったので、それがどのように反映しているかアンケート結果から解析し、海洋リテラシー普及の指針を得る。

【場所】

慶應義塾高等学校(〒223-8524 横浜市港北区日吉 4-1-2)

【日時】

平成 20 年 12 月 1 日(火)　15 時 15 分～17 時 15 分

【高校側担当者】

慶應義塾高等学校地学教室　杵島正洋(きしままさひろ)教諭

【話題提供】

「海は広いな大きいな　海洋学事始め」北海道大名誉教授　角皆静男

【参加者】

正確な数は不明。アンケート回収 18 通。

【参加の呼びかけ】

次の２つの方法によった。(1). １～３学年全クラスのホームルームに、A4 カラー版のポスターを掲示し、一般生徒の来場を促した。(2). 関心がありそうな、2 年「地学 I」と 3 年「地学 II」

の履修者に授業を通じてアナウンスした(大半の出席者はこちら)。本校では、このような科学講演会が年間に 10 数件あるので、動員はせず、生徒もその一環としてあまり特別視せず、関心のある者だけが集まってくる。

【経過】

最初の 1 時間半弱の講義と質疑では、生徒たちにとって初めて聞く話が多く、しかも、海洋の物理的、化学的、生物的側面が関連し合うホリスティックな海洋の問題を努めて取り上げたので、フォローしきれず、おもしろさを実感しきれないで止まってしまう者もいた。それで、後半の 1 時間弱のサイエンスカフェ的話し合いになっても、質疑応答から抜けきれず、最後は大学や大学院で海洋学を勉学するにはどうしたららよいかといった話になった。

【慶応高校担当教諭のコメント】

(実施前)こちらとしても、生徒の海洋学に対する認識や関心についてどのような調査結果がでるか、非常に興味があります。もともとこちらで講演内容のアンケートを取る予定でしたが、できれば角皆先生のご用意された記入物を(コピーさせていただく形で)共有させていただきたい。ちょうど地学 II の授業(3 年生 34 人履修)で、海洋について入り始めたところです。地学 I でもまもなく海洋分野に入ります。12 月 1 日に多くの学生が聴講することを願っています。

(実施後)海の科学の理解をどうしたら深められるか、というご質問ですが、現状を踏まえると一朝一夕にはいかないと思います。ただ、科学の「面白いもの」に対する人々の飛びつき方は、昔も今もそう違わないような気がします。「面白い」と思わせるトピックスを、書籍でも講演でも実験でも現地実習でもいいので、伝え続けることだろうと思います。これまでも、深海生物や深海底掘削など、「面白いトピックス」に絞って紹介してもらう、という講演を実施してもらいました。それぞれの先生方のお力もあり、好評をいただいております。「浅く広く」全体を示す講演より、こうした「トピックス」を次々と紹介することが、結果的に海洋学全体に対する理解と関心を深めるのではないでしょうか。

慶應高校はご存知のとおり私立大学付属高校であり、ほぼ全員が慶應大学に進学するため(高校の成績と志望で推薦入学の形式になります)、大学受験を全く考えないカリキュラムをとっております。理科に関しては、以下の通りです。

1 年　化学 I　3 単位(必修)

2 年　物理 I・生物 I・地学 I から 2 科目(3 単位×2 科目：必修選択)

3 年　物理 II・化学 II・生物 II・地学 II(各 3 単位：選択、ただし志望学部により指定科目あり)

その他、スーパーサイエンスハイスクール時代から引き継いだ科目として、SS 地球科学・SS 大気科学・SS 宇宙科学が各 2 単位の選択科目として設置、このうち、SS 地球科学では海洋科学もあつかっています。さらに、全 3 年生に対し、卒業研究という 2 単位科目(総合的学習の時間)を課しており、私が担当する生徒には海洋学を志向するものもいます。

大まかにいえば、化学 I が必修、物・生・地から 2 科目が必修選択ですので、履修率は化学 I が 100%、物理 I・生物 I・地学 I はほぼ 2/3、67%程度です。1 学年の生徒数 720 名(40×18 クラス)ですので、地学 I も 480 人程度はいます。必修選択で地学がもっと不利になるのでは、と予想したのですが、受験科目の縛りがなく大半が文系志向の本校では、ほぼ純粋に生徒の志望で選択してきます(一部、理工学部志望者は物理、医学部志望者は生物が必修)ので、志望数で物・生と比

肩できる(最近は 500 人を超える)という実績は強調していいと思います。

地学 II は 3 年生の選択科目として、物理 II・化学 II・生物 II と同じ並びにありますので、理系志望者は取れません。文系学部志望で、理系科目をとってもいい、という生徒が履修します。今年度は 34 人でした。実際にはもっと志望者がいるようですが、選択科目は中小人数で、という本校選択科目の精神があり、やむなく抽選という手段をとっております。SS 地球科学など、完全に高校独自設定の科目も、生徒の自由選択です。これも抽選により、SS 地球・SS 大気・SS 宇宙それぞれ 24 人の履修です。

確かに今回の聴講者はほとんどが 3 年生でした。これには、宣伝の仕方のほか、3 年生に多様な課外活動の経験を記載して 1 単位を得る「将来開発プログラム」という独立科目が大きな動機となっていると思います。もともと、高校カリキュラム上の「総合的学習の時間」が 3 単位で、本校の「卒業研究」が 2 単位なので、残り 1 単位(＝約 30 時間)を埋めるため、このプログラムを設定し、受験を経験しない本校生が将来について考える機会にしています。大学主催の学部説明会に出席、大学 5 キャンパスの学園祭のどれかに参加、サイエンスキャンプなど各種の校外活動に参加、読書 3～5 冊、などと並んで、校内実施の各種講演会の聴講があり、それでこの講演会に参加した生徒もいるようです。

この「将来開発プログラム」は 3 年生に課しています。その 3 年出席者の中でも、私が授業中に勧めた「地学 II」「SS 地球科学」の履修者が多かったから、ホームルームや校内ポスターを通じた学校全体への浸透度はあまりよくなかったようです。ただし、聴講者の半数弱は履修者以外でした。文系学部に 8 割以上が進む学校ですので、企業人や経営者、法曹界の講演会には人が集中しますが、自然科学分野は毎回この程度です。

慶應義塾以外に進む生徒はほぼゼロなので、純粋に海洋学に関心があっても、慶應大学に関連学科がないので、学問として志向する生徒はいない(3 年前に 1 人、私のもとで卒業研究を行い、海洋地質に興味を持った生徒がいた、彼が大学院で他大学の関連学科に移れば、数少ない例になる)、　かなり特殊な学校ですが、自然科学を専門家養成(＝大学関係学部進学を増やす)ととらえずに、まさにリテラシーとして一般高校生に聞いてもらうという意味では、この学校は海洋学を教えるのにいい環境ともいえます。

地学Ⅱの内容に関しては担当者の裁量が大きく認められていますので、私は逆に海洋を大きく扱っています(私が担当する地学Ⅰでも海洋は３～４時間扱い、地球史に５時間を割いても、それでも宇宙の果てまでたどり着きます)。その内容ですが、いくら履修者が地学Ⅰ既習とはいえ、各地学Ⅰ担当者による海洋分野の扱いにかなりの濃淡があるので、地学Ⅰの内容とかなり重複しながら教えています。例年だいたい 2 ヶ月程度を当て、潮汐に関しては、1 ヶ月の潮位グラフの作成と月の満ち欠けを関連づけた実習、NOAA の水深別画像(水温・塩分・$O_2$ 濃度・$PO_4$ 濃度・$NO_3$ 濃度・$SiO_2$ 濃度)を順に見せて海洋構造を立体的に解析する実習、などを実施しています。

１．海水(海水の総量・溶存成分・濃度の分布)

亜熱帯高圧帯下で高濃度、赤道や高緯度で低濃度になること、大西洋＞太平洋、地中海や紅海・ペルシャ湾で特に濃く、黒海で薄いこと

２．表層水の運動(波浪・津波・潮汐)

$v=\sqrt{gh}$、波の進行と水の円運動、寄せ波と離岸流、潮汐の力学、潮汐について、潮位表の値

をグラフ化し、周期と因果関係を求める実習

３．鉛直構造(表層・主水温躍層・深層、南北断面・・・亜熱帯で躍層が深く、赤道で浅い、ペルー沖で表層のすぐ下に低温で $O_2$ 濃度が低い深層水が湧昇する、地中海底から大西洋に注ぐ中層水など、NOAA 解析画像で解説し、実習形式でまとめてもらう)

４．海流(恒常風と海流・コリオリ力と環流・西岸強化・補流)

エクマン螺旋までは解説しませんが、コリオリ力で環流の中央に向けて水が押され、水位が高まっていると説明しています。

５．深層循環と海洋生態系(沈降流の形成、湧昇の場所、深層循環の恩恵)

深層へ酸素の供給、表層へ栄養塩の供給、植物プランクトンに始まる表層海洋生態系の特徴(沈降するマリンスノーで栄養塩が枯渇しがち、湧昇域や河口で特に生産量が増えるのはそのため)

深層海洋生態系・・・生産者がいない、マリンスノーなどの有機物が出発点

鯨骨群集の例・・・生物密度は低くても生態系は成立する

熱水噴出孔の生態系・・・特異な生産者の存在と生態系、地下生命圏

６．気候変動と海水循環　(エルニーニョ・氷期間氷期変動とミランコビッチ)(このあたりは年によって濃淡があります。今年はエルニーニョどまり)

昨年度はミランコビッチサイクルのシミュレーション実習をしました。

７．物質循環と地球システム

(５．を利用して元素の循環を解説。動的平衡やフィードバック機構も)地学の最後はこういう話で終わりたいと思い、地球をシステムでとらえる試みを紹介していますが、海洋の物質循環は大きく扱います。

海洋に関する内容はだいたいこのようなものです。もちろん地質学的な部分、プレートテクトニクス関連は別に扱っています。地学Ⅱですから、海底堆積物と付加体、日本の地質構造なんかも重いです。また、ジオイドや重力異常など測地学の内容も最初にやっています。逆に大気分野は、地学Ⅰで全教員がしっかり教え込むこともあり、気候変動を扱うくらいで、地学Ⅱではあまり重視していない。天文は、地学Ⅰで恒星と銀河まで教えているので、宇宙の構造、膨張宇宙とハッブル則、宇宙論なんかを教えている。

全体を通して、4 月から 12 月までの正味 7 ヶ月中、2 ヶ月は海洋ですね。

4 月-5 月前：宇宙の構造と膨張宇宙、宇宙論

5 月後-6 月：測地学、地磁気と古地磁気、プレートテクトニクス、プルーム

6 月-7 月前：マグマと岩石化学、変成作用、地下資源

9 月-10 月：日本の地質構造、付加体地質学、海底地質探査

11 月-12 月：海洋・海洋循環と生態系、物質循環

これはもちろん私の志向が強く働いていると思います。自身が海底堆積物の同位体組成の研究をしていたこともあり、岩石化学や海洋生態系について特に思い入れがあって、かなり突っ込んだ内容を教えているつもりです。まあ、地学Ⅱだから許されることですね。地学Ⅰは教員間で、全分野を網羅すると取り決めをしていますから、どうしても急げ急げになります。

ちなみに、SS 大気科学は気象予報士を目指すべく、大気力学や気象についてトレーニングをしています。卒業生で大学在学中に資格を取得した者がいます。SS 地球科学・SS 宇宙科学はとも

に体験研究型の科目で、こちらが提示した研究テーマをグループ単位でこなしたり、あとは生徒独自のテーマをこなしたりしています。堆積物中の有孔虫化石の鑑定とか、大型二枚貝の殻から海水環境を復元したり(同位体分析をやって水温変動を調べたこともあります)、そのあたりが海洋関連の研究になりましょうか。あと海岸の砂の鉱物組成と起源の探究なんかは継続しています。あくまで実習ベースの科目です。

地学Ⅱ履修者が SS 科目を履修していることもありますが、数人です。なので、彼らには特に配慮しません。SS 大気の履修者がいるから地学Ⅱで気象をやらない、とか、そんなことはありません。SS 地球、SS 宇宙も同様です。

慶應科学講演会シリーズ　宇宙・地球・生命の科学の最前線

# かいようがくことはじめ
# 海洋學事始

## あなたは海についてどれくらい知っていますか？

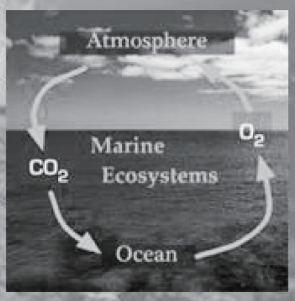
地球は海を持つ星です。海があることで地球が特徴づけられているともいえます。海水は地球の水の97%を占め、その膨大な体積は、熱と養分の貯蔵庫として機能しています。海では生命が誕生し、さまざまに進化して、豊かな生態系をもたらしています。海水の蒸発から始まる水の大循環は気象をつくり、地表を流れて大地を刻み、地上のさまざまな風景を作り出しています。私たちが目にするあらゆる景観は、地球に海が存在しなければ全く違ったものになったでしょう。

一方、海を知ることは容易ではありません。海面下200mまで潜ると太陽の光は全く届かず、海洋の大半は暗黒の世界なのです。また私たち陸の生物は、海を調べようとして水面下で長く過ごすことはできません。さらに巨大な水圧も私たちの行く手を阻みます。このように、海を知ろうとすることは非常に困難な作業であり、まだまだ謎の多い領域なのです。

講演者紹介

東京教育大学理学部・大学院修了。理学博士（化学）。北海道大学にて長年にわたり教鞭をとり、2002年退職、名誉教授となる。専門は海洋化学。日本海洋学会元会長。その他、多くの役職を兼務する。教育に対する発言や活動も幅広く、海洋研究船に高校生を乗せて体験研究させる活動を支援したり、サイエンスカフェや出前授業なども精力的に行っている。

角皆先生は海洋に関するさまざまな研究を実践してこられた方で、今日は海にまつわる基本的なお話からしていただきます。海がいつから塩辛くなったのか、海の生物にとっての「栄養」とは何か、光の届かない深海にたくさんの生物がいる理由など、身近な内容から最前線の海洋科学にまで深く切り込み、本当にダイナミックな海の姿を紹介していただきます。




## 北海道大学 名誉教授
## 角皆（つのがい） 静男（しずお） 先生

## 12月1日（月）15:15より 来往舎シンポジウムスペースにて

## 聴講自由☆将来開発プログラム対象講座

## J. 沖縄　県立開邦高等学校　特別講座(角皆静男)の実施報告

［角皆静男］

【目的と狙い】

県立高ではあるが、沖縄では唯一の学区制外の高校で、沖縄のどこからでも入学でき、寮が完備している。海の話を 30 分～１時間行い、さらにサイエンスカフェ形式に近い対話を生徒達と行う。そのような小さな試みでも、何かしらインパクトを与えるように工夫するが、どのようなものをどの程度与えたら効果的かの指針を得る。

【場所】

沖縄県立開邦高等学校(〒901-1105　沖縄県南風原町字新川 646 番地)

【高校側担当者】

開邦高等学校　濱川敦教諭

【実施計画書】

ＳＳＨ連携プログラム実施計画書

沖縄県立開邦高等学校スーパーサイエンスハイスクール

１．区分：サイエンスセミナー：本校での講義(1 日 2 時間程度)

２．趣旨：学科、学年を問わず希望者を対象に、大学・研究機関から講師を招き、高等学校のカリキュラムの範囲を超えた内容も含めた講義を行っていただき、自然科学に対する興味・関心を高め、論理的思考力、創造性、および独創性を育成する一助とする。

３．日時：2008 年 12 月 20 日(土)4 校時(11:30 ～ 13:05)

４．場所：多目的教室

５．対象：希望する生徒(主に 1、2 年生)、教職員 20 名～ 30 名

６．講師：角皆静男(つのがいしずお)先生、北海道大学名誉教授

テーマ：「海は広いな大きいな：海洋学事始め」　　海洋リテラシーに関する講演と、その後のアンケートや話し合いによって、日本の海洋学や海洋育を充実させる指針を得る

日程：11:30 ～ 11:35( 5) 開会あいさつ、講師紹介

11:35 ～ 12:35(60) 講演

12:35 ～ 13:05(30) 話し合い、アンケート記入

準備等(担当)：

広告用ポスター・チラシ…慶應科学講演会のチラシを改変して用いる(濱川)

懸垂幕…当日用．60cm × 180cm 程度。タイトル、講師、日時(濱川)

開会あいさつ、講師紹介…校長または教頭。土曜日なので要調整(濱川)

記録…写真、ビデオ(渡久平)

レジュメ…送られた PDF を印刷、当日配布(濱川)

アンケート…作成、印刷、配布、回収、集計(濱川)

※講師で用意したものがあれば、相談の上、全部または一部を使わせてもらう。

【呼びかけ対象】

特に限定せず、ショートホームルームを通じて 1、2 年生全員に呼びかけた。その際、ポスターのデータを A4 大で印刷して掲示板に掲示。科学部員には直接声かけをした。

【参加者】

1 年生 8 名(うち科学部員 2 名)、2 年生 8 名(全員科学部員)、那覇国際高校 2 年生 4 名(生物研究会)、顧問 1 名。

【担当教諭のコメント】

科学部員の約半数が理工系学部への進学を目指し、残りは医薬学系、文系その他となっている。理工系進学希望者のうち、1 名は琉球大学理学部で海洋学を研究することを希望している。この生徒は、本校では海での研究が難しいため、学校に隣接する弁ヶ岳の土壌動物の研究を 1 年間行い、琉大で開催された学会等でもポスター発表を行っている。参加者は、若干、生物分野に興味を持っている生徒が多いような感がある。この生徒に限らず、参加者を募った場合、数は少なくとも意識の高い生徒が参加することが多く、教養を広げる上で大変役立っているものと考えられる。

### 1.4 アンケート調査の実施方法

アンケートは、下記の事項を A4 紙 1 枚に印刷し、講義が始まる前に配っておく。この設問は、サイエンスカフェを含め、すべてほとんど同じだった。F の津高校と G の掛川西高校は、講師が 2 人いたので設問 2 に A と B がある。

D 海洋研修のように、基調講演の後にすぐ回収した場合もあるが、多くは、サイエンスカフェ的話し合いが終わって室外に出る時、あるいは、教室に戻ってから回収した。

### 1.5 アンケート調査用紙

---

2008 年　月　日

以下のアンケート調査にご協力ください。いただいた個人情報は厳重に管理し、目的外には使用しません。(裏もご自由にお使いください)

**１．あなたと海との関係**

a) 最初に海に興味を感じたのはいつ頃でしたか？

小学校入学前　小学時代　中学時代　高校時代　高卒以降

b) 海に興味を感じたきっかけは何でしたか？　(　　)

c) 海に関する知識は何から得ていますか？(複数に〇、主な方法に◎)

授業　本　新聞　テレビ　ラジオ　ネット　催物　講演会　サイエンスカフェ　水族館

その他(　　)

d) 海について疑問に思っていることは何ですか？(　　)

e) 「海のことを身近に感じる方法」についての助言・提案お聞かせください。

(　　)

**２．今日、話されたことについて**

a) 理解できましたか？

よく理解できた　だいたい理解できた　ほとんど分からなかった

一部に理解できないところがあった(　　)

b)「目から鱗」(この話がきっかけで急に真相が分かった)の驚きを覚えたことがありましたか？

なかった　あった(　　)

c)「面白い」と感じたことはありましたか？

なかった　あった(　　)

d) この話を聞いて、あなたの海に対するイメージが変わった点が

なかった　あった(　　)

e)　話を聞いての感想、意見(改善すべき点、特に良かった点など)

(　　)

**３．あなたのこと**

a) この企画を何で知りましたか？(　　)

b) あなたの情報　年齢・性別：

## ２．アンケート調査結果

## A. アンケート結果

### 第１回海のサイエンスカフェ

### 「地球温暖化と海―北極の氷が解けるとどうなる？―」(川合美千代)

**********

アンケート集計　その１　＜中学生・高校生＞　７名

**１．あなたと海との関係**

a)　海に興味を感じたのはいつ頃ですか。

- 小学校入学前(1)
- 小学生時代(3)
- 中学生時代(1)
- 高校生時代(2)
- 高卒以降(0)

b)　海に興味と感じたきっかけは何ですか？

- テレビ(2)、
- 海洋大学見学
- 海の近くの親戚
- 沖縄と東京の海の違い
- 水族館でイルカに触れて
- 「研究船で海を学ぼう」に参加
- 幼い頃から海に行くのが好き

c)　どのようにして海のことを学んでいますか？(複数に○、主な方法に◎)

- 本(◎2)(○3)
- ネット(◎1)
- 公開セミナー等の行事(○2)
- 授業(○3)
- その他(○1)(新聞　　)

d)　「海との関係を身近に感じる方法」についての助言・提案

- 今後、このような海について学ぶ計画をふやして、それを日本の各地で行う水族館に行く
- 海に行く
- ライフセーバーの資格を取得しようと考えています

**２．今日の話題提供について**

a)　理解できましたか？

- よく理解できた(4)
- だいたい理解できた(2)
- ほとんど分からなかった(0)
- 一部に理解できないところがあった(0)

b) 「目から鱗」の驚きを覚えた所がありましたか？

なかった(0)

あった(7)

- 生態系のこと
- 大西洋水と太平洋水の違い
- 海洋は地球全体で動いていること
- 雨の酸素の濃度が違ってくること
- 北極海に混ざっている水を識別できること・氷の年齢
- 海洋の酸性化が生物に大きな影響があること
- IPCC レポートはあまりあてにできないということ

c) 「面白い」と感じた所はありましたか？

なかった(1)

あった(６)

- アルベドフィードバック
- 全ての事象が深く関わり合っていること
- コンベアーベルト
- 全て
- 海流が地球規模であることと、その仕組み
- グリーンランド上の氷が融けると＋6m／南極は＋60m
- 話題提供全般についての意見(改良点、特に良かった所、他)
- 話すのが少し早い
- 一概に一つのことの予測をしても、それは仮定でしかなくて、実際は様々な現象が起こる
- 川合さんの話もわかりやすく、いろいろな人と意見を交換したりする場もあり、よかったです
- 若干、BGM が大きかったように感じます

**３．あなたのこと**

a) 海のサイエンスカフェを何で知りましたか？

- サイエンスポータル(0)
- サイエンスカフェポータル(0)
- その他：4(兄に誘われて。研究船で海を学ぼう。岸先生から。)
- あなたの情報
- 居住地：東京(3)、神奈川・埼玉・長野・静岡各(1)
- 年齢・性別：13 女、17 男、16 男、16 女、17 女、17 女、18 女

**********

**アンケート集計　その２　＜大学院生＞　３名**

**１．あなたと海との関係**

a) 海に興味を感じたのはいつ頃ですか。
- 小学校入学前(0)
- 小学生時代(2)
- 中学生時代(0)
- 高校生時代(1)
- 高校卒業以降(0)

b) 海に興味と感じたきっかけは何ですか？
- (高校の先生の話し(授業以外)、
- 汚い港をきれいにする方法はないかと考えたとき。)

c) どのようにして海のことを学んでいますか？(複数に○、主な方法に◎)
- 授業(○3)
- その他(○1)(船　　)

d) 「海との関係を身近に感じる方法」についての助言・提案
- 海岸を歩いてみる

**２．今日の話題提供について**

a) 理解できましたか？
- よく理解できた(1)
- だいたい理解できた(1)
- ほとんど分からなかった(0)(　　)
- 一部に理解できないところがあった(0)

b) 「目から鱗」の驚きを覚えた所がありましたか？

なかった(1)

あった(2)(クリオネのエサが有孔虫だった。)

c) 「面白い」と感じた所はありましたか？

なかった(0)

あった(3)
- 最後に話のあった北極での太平洋および大西洋などの水の起源の分け方がとても興味深かったです。
- 太平洋水、大西洋水、河川水＋降水…の水の分布を示している図の見方

d) 話題提供全般についての意見(改良点、特に良かった所、他)
- (全体で自己紹介を一人ずつやったほうがよかったと思います。
- 分かりやすく、丁寧に話して下さったので、内容がよく理解できた。
- 丁寧で、はっきりと話してくれたことがよかった。)

**３．あなたのこと**

a) 海のサイエンスカフェを何で知りましたか？
- サイエンスポータル(0)
- サイエンスカフェポータル(0)
- その他(2)(先生から。)

b) あなたの情報

- 居住地：静岡(3)
- 年齢・性別：24 男、23 女、23 女

**********

**アンケート集計　その３＜一般(科学協会２名記、者１名、船舶海洋工学会１名を含む)＞　７名**

**１．あなたと海との関係**

a) 海に興味を感じたのはいつ頃ですか。

- 小学校入学前(1)
- 小学生時代(1)
- 中学生時代(1)
- 高校生時代(2)
- 高校卒業以降：(4)(大学卒業後 1、社会人 1)

b) 海に興味と感じたきっかけは何ですか？

- 初めて船に乗ったとき海を見たことによります
- 海洋に関係する研究所で働いたとき
- ボランティアに行っている Miraikan に JAMSTEC の展示がある
- 和歌山に住んだとき、身近に海があった
- 仕事／マスコミ・放送
- 沖縄本島→石垣島航路に乗って

c) どのようにして海のことを学んでいますか？(複数に○、主な方法に◎)

- 本(◎1)(○1)
- ネット(◎1)(○4)
- 公開セミナー等の行事(○2)
- その他(○2)(新聞。専門家との交流)

d) 「海との関係を身近に感じる方法」についての助言・提案

- 「海は楽しいもの」という体験が必要だと思います
- 体験航海など、経費負担の少いかたちで行う機会が増えること
- 今回のような、単なる JAMSTEC の宣伝でないようなアウトリーチ活動
- テレビ番組による特集と放送大学による講義、科学雑誌による特集記事などを通じた、一般(含　若い人)への理解促進
- 泳ぐ。潜る。

**２．今日の話題提供について**

a) 理解できましたか？

- よく理解できた(4)
- だいたい理解できた(2)
- ほとんど分からなかった(0)(　　)
  一部に理解できないところがあった(1)(グラフの見方、コンベアーベルト)

b) 「目から鱗」の驚きを覚えた所がありましたか？

- なかった(2)
- あった(5)(極域における環境評価は初めて伺いました
- 北極の氷が融けても水位に影響がないこと
- 温暖化してどうなるかわからないこ。
- 北極の海水が一様でないこと)

c) 「面白い」と感じた所はありましたか？

なかった(1)

あった(5)

- IPCC レポートの偏り(解の出ない問題を性急に答えを出そうとしてはいけないと思います
- カップラーメンの容器が縮んだこと
- 海洋大循環
- ベーリング海から氷が解けていること
- 話題提供全般についての意見(改良点、特に良かった所、他)
- 机での話が面白かった
- たまたまであろう
- 人材によっては、はずれもあるはず
- 複数の演題よりは一つの話題に絞るというのは良いと思います
- 話し合ったことを書く所もアンケートに入れて欲しい
- IPCC レポートを根掘り葉掘り読む会みたいなのもあるとさらに有意義です
- 講演者が 30 分しゃべり続けるのではなく、合間に参加者に問いかけたり、まきこむとよいのではないか
- 専門的な用語(テクニカルターム)は一般(含 高校生)には難解

**３．あなたのこと**

a) 海のサイエンスカフェを何で知りましたか？

- サイエンスポータル(3)
- サイエンスカフェポータル(1)
- その他(3)(学会員からの紹介。
- メールでカフェポータルに載せてと言われた。)

b) あなたの情報

- 居住地：東京(3)、神奈川(2)、千葉(1)、山梨(1)
- 年齢・性別：48 男、32 男、49 男、？男、28 女、47 男、34 男

**********

**アンケート集計　その４　＜学会員(非部会員１名を含む。講師は除く。)＞　10 名**

**１．あなたと海との関係**

a) 海に興味を感じたのはいつ頃ですか。

- 小学校入学前(1)
- 小学生時代(5)
- 中学生時代(0)
- 高校生時代(1)
- 高校卒業以降(3)(大学院)

b) 海に興味と感じたきっかけは何ですか？

- 船に酔ったとき(正確には、船酔いが終わったとき)
- 冬の日本海の荒波。自然が好きだから
- 海水に浸かると下痢をした
- 帰省時の磯遊び
- 小説か何かで船乗りにあこがれた
- ダイビング
- 「海洋科学」の創刊号の表紙
- 海で溺れかけたとき
- 海の近くにしか住んだことがなくて何となく

c) どのようにして海のことを学んでいますか？(複数に○、主な方法に◎)

- 本(○2)
- ネット(○1)
- 公開セミナー等の行事(○2)
- 授業(○2)
- その他(○7)(論文。研究。仕事。)

d) 「海との関係を身近に感じる方法」についての助言・提案

- 実際に海に行く
- 本などを読む
- 学校で取り上げること
- 「海水ソムリエ」の認定制度？冗談ですが…
- 干潟ツアー
- こういう試みを地道に続けましょう

**2．今日の話題提供について**

a) 理解できましたか？

- よく理解できた(6)
- だいたい理解できた(1)
- ほとんど分からなかった(0)
- 一部に理解できないところがあった：(0)

b) 「目から鱗」の驚きを覚えた所がありましたか？

なかった(0)

あった(3)

c) 「面白い」と感じた所はありましたか？

- なかった(1)
- あった(7)(川合さんの生い立ち。栄養塩の…線上の分布。)
- 話題提供全般についての意見(改良点、特に良かった所、他)
- (ちょっと難しかったかも
- シンプルによくまとまっていた
- 女性という点もすばらしかった
- 特になしとうか、いろいろやってみてから
- 最近の話題を取り上げ、一般の人の興味を引き付ける効果は良かったと思う
- 意外と難しい概念を、平易な言葉で「視覚的描写」と具体的表現とで、わかりや
- すく説明していた
- わかりやすくよかったです
- カラーの資料がよかった
- テーブル移動があまりできない感じがします。)

**３．あなたのこと**

a) 海のサイエンスカフェを何で知りましたか？

- サイエンスポータル：　サイエンスカフェポータル：　その他：
- あなたの情報
- 居住地：
- 年齢・性別：

**********

**その他の講師、学会員、一般参加者の声(反省点、改善すべき点など)**

- ○ 講演者がテーブルをまわるべきだった。
- ○ 次に聴いてみたい話の提案をアンケートに含めてはどうか。
- ○ 参加者の声：
  - 無理に発言を求められるのはイヤ
  - 専門用語はダメ
  - 文系にははじめから抵抗感がある。“サイエンス”っていうだけで。「文系も welcome！」みたいなことを web に載せては？
  - 気象学会のサイエンスカフェでは、素人質問をばかにされた。
  - 素朴な質問とか、何でもほめること。
- ○ アンケートの「何で知りましたか？」の選択肢に DM を入れるといい。
- ○ 会場の問題：会場の広さ、ノイズ etc.
- ○ 参加者の興味・関心：国際政治、社会学、IPCC、水産などへ展開する　…これをどうするか？
- ○ 講演後の質問に対する研究者からの返答・対応が、少し威圧的になったことがあったように思う。例えば見当はずれな質問があったとしても、質問者の意気を挫くような対応はできる

だけ避けるべきだと思う

○　研究者の意見はこうだという主張をついしてしまったり、研究はすばらしいということを伝えたくなったりするが、海に興味を持った人が政治家になったり、会社員になったりしても嬉しいわけで、研究者としてという視点や立場をひたすら主張する場ではないのだなということを、改めて思う

**********

## B. アンケート結果

「海の教室　石川２００８」2008 年 6 月 29 日

［(乙部弘隆、町田龍二)］

回収数　　15 名

学年；　　小５(８)、小６(４)、中２(３)

**１．あなたと海との関係**

a) 最初に海に興味を感じたのはいつ頃でしたか？

- 小学校入学前(2)
- 小学６学年ごろ(3)
- 中学　学年ごろ(0)
- わからない(10)

b) 海に興味を感じたきっかけは何でしたか？

- 楽しかったから
- わからない(6)
- なぜなみがおきる
- プランクトンに興味を持った
- 海へ遊びに行った時(4)
- 学校の授業
- 自由研究のとき

c) 海についての知識は何から得ていますか？(複数に○、主な方法に◎)

- 学校の授業(4)
- 本(4)(2)
- テレビ(9)(１)
- ネット(3)
- 水族館(7)
- その他(　お父さん◎、お母さん◎)

d) 海についてふしぎに思っていることは何ですか？あったら書いてください。

- なし(10)
- 魚がどうやって生まれるのか？
- 海の水の量
- マンボウは成長の途中でなぜ色々な姿に変化するのか？

・ なぜ魚とかがいるのか？
・ なぜクラゲなど不思議な生物がいるのか？

e) 「海のことで、食べ物以外で思いつくものあったら３つまで書いてください。
・ なみ(4)
・ シュノーケル
・ 海水浴(5)
・ たこ
・ イカ
・ ベラ
・ 船(2)
・ つり
・ かいそう(2)
・ クラゲ(2)
・ 水がしょっぱい
・ 白紙(3)

**２．今日の実験やお話は**

a) 理解できましたか？
・ 理解できた(11)
・ だいたい理解できた(4)
・ ほとんど分からなかった
・ 理解できないところがあった
・ 日本の海流は未だ習っていなかったからわからなかった

b) 「おどろいたこと」や「面白いこと」がありましたか？
なかった(5)
あった(10)
・ 作ってあそんだり、アジをひらいたこと
・ 津波で波が奥に行くほど高くなること
・ プランクトン(2)
・ 津波の実験(4)
・ 魚がプランクトンを食べていたこと

c) この教室に参加して、とても良かったと思うこと
とくにない(1)
ある(14)
・ 楽しかった
・ 海について詳しく分かった(3)
・ 友達が出来た-
・ 津波がきたときの避難方法がわかった(2)
・ 宿題ができた

- 海のありがたさが良くわかった
- シュノーケリング(2)
- 色々なことをした
- 実験・工作などが楽しかった(2)

d) そのほか何でも書きたいこと

- 楽しかったからまた行きたい
- もう一度やってほしい
- 又海にもぐって生き物をつかまえたい
- たのしくなった、友達が出来た
- なぜ魚がいるか？
- 十分知ったから別にいい

**３．あなたのこと**

a) 将来もっと海の事を勉強してみたい

- はい(4)
- いいえ
- わからない(11)

b) 将来海に関係したような仕事をしてみたい

- はい(1)
- いいえ(3)
- わからない(11)

c) はいと答えた人で　なりたい職業がある人はどんな職業ですか？

**********

## C. アンケート結果

**東洋英和女学院中等・高等部の生物部員　2008 年 7 月 8 日**

**［(乙部弘隆、町田龍二)］**

回収数　　27 名

学年　　中一(6)、中二(2)、中三(10)、高一(4)、高二(4)、教員(１)

**１．あなたと海との関係**

a) 最初に海に興味を感じたのはいつごろでしたか？

- 小学校入学前(8)
- 小学時代(14)
- 中学時代(2)
- 高校時代(0)
- 不明(3)
- 興味ない(0)

b) 海に興味を感じたきっかけは何でしたか？

- 海外で透明なきれいな海を見たとき生物に関わるテレビ番組

- テレビや水族館でウミガメやチョウチンアンコウなど好んで見ていた
- ハワイでイルカを見てから
- ハワイへ3歳ごろ行ってカメを見て感動した
- 地球の7割をしめているとても重要な環境だから
- 水族館で様々な魚がいることを知ったから
- 潮干狩り、ジョーズ、テレビを見てなど
- 百科事典に載っていた貝や魚をみたこと
- 波があったから
- 深海生物に興味を持っていたため
- 海に遊びにいてしょっぱさを感じおどろいた
- 海に行った事
- 幼稚園の遠足で行った
- サケを飼ったとき
- 初めて海へ行ったとき
- 海へ行った事
- 磯でカニ、エビ、魚をつかまえたこと
- 水族館やテレビで魚を見て
- 海に行く機会が増えた事
- 図鑑や水族館などでたくさんの海の魚を見たこと
- 水族館へはじめていったとき
- 昔みた図鑑がとてもきれいだった
- おすし屋さんのいけす
- 海岸にへんなプランクトンがいた
- 海水浴、魚好き(食べることも)
- 海水浴に行って海産生物をさわったこと

c) 海に関する知識はなにから得ていますか？(複数に○、おもな方法に◎)

| | ○ | ◎ |
|---|---|---|
| ・ テレビ | (22) | (5) |
| ・ 水族館 | (16) | (6) |
| ・ 授業 | (14) | |
| ・ 本 | (12) | (4) |
| ・ ネット | (7) | (2) |
| ・ 催し物 | (2) | |
| ・ 講演会 | (3) | |
| ・ サイエンスカフェ | | |
| ・ ラジオ | | |
| ・ その他 (新聞) | (1) | |

d) 海について疑問に思っていることは何ですか？

- まだなぞの多い生物
- 東京湾などはとても汚いですがこれからどうすればきれいになるか
- サケは海水の温度で色々な所を回るけど他の魚もそうなのかな？
- よく海の色は青と本や歌詞にかいてありますが魚の目から見るとどうなのか？
- そもそも海に色はあるのかということです
- 海の塩はどこから来たのか知りたい。もとから塩分をふくんでいたの？7名
- なぜ地球だけ広大な海があるのか？
- いつなくなってしまうか？
- 沢山の魚が海の中で呼吸して生きていける事
- 去年の部活の合宿で深海の生物について少し知る機会があったので深海の事についいてなんでも知りたいと思う
- 大昔からある海に、どの様にして今現在のように魚の種類が増えていったのか？
- 月の引力と波の関係
- どうしてこんなに多種多様な生き物が？
- 未回答またはなし(10)

e) 「海」と聞いて思いつくこと　3つあげてください

- 魚類(16)
- 生命の源(4)
- 波(3)
- 太陽、日の出、夕日(3)
- 塩、しょっぱい(3)
- 大きい、広大(3)
- 神秘(3)
- 地球温暖化(3)
- 夏(3)
- 浜辺ビ-チ(3)
- 深海魚(2)
- イルカ(2)
- 砂丘(2)
- 海藻、わかめ(2)
- 沖縄(2)
- 海水浴(2)
- ビキニ(2)
- 青い(2)
- ウミイグアナ
- サメ
- 魚が一杯いる
- 太平洋

- 川
- 地球
- 深海
- 水
- 海獣
- 水色と青
- 自然
- 貝
- 津波
- 海の家
- うきわ
- 様々な明るさの青
- カスピ海
- 黒海
- 月
- サンゴ礁
- 海底
- 熱帯魚

2．今日のサケの話や質問コ-ナ-で話されたことについて

a) 理解できましたか？

- よく理解できた(13)
- だいたい理解できた(14)
- ほとんどわからなかった
- 理解できないところ

c) 「目から鱗」の驚きを感じたところありますか？

なかった(6)

あった(20)

- サケがにおいで川を見分けて、故郷に帰ること(11)
- 何年もかけていろいろな海を回っても自分の海に帰れること
- 氷河は雪が大陸に積もってできたということ
- サケにたくさんの種類があること
- 川止めの網を越えるサケ
- サケが好みの温度の深さで帰ってくる
- 放流するための卵が少ないときは他の土地のサケを購入すること
- 南極の氷の話
- 人工授精、孵化放流のやり方がむごい
- サケが 15℃以上ぐらいになると死んでしまうこと

d) 「面白いと感じたことはありましたか？

なかった(4)

あった(22)

- 匂いで自分の生まれ故郷へ帰れること(6)
- 何年もかけていろいろな海を回って自分の川へ帰れること(4)
- さけ科にサケという名の魚がいること(2)
- 海の大きな流れ、2000 年で一周なんてすごい。そこにある海はもう見れないんだな-と思いました(2)
- サケの産卵(2)
- サケが北の海へ行くのは深海から浮き出た栄養分をとるためということ
- サケにもいろいろな種類がいるということ
- サケにはしっかりしたサイクルがあること
- サケの不思議な習性
- 南極の氷の話

e) この話を聞いてあなたの海に対するイメージが変わった点が

なかった(11)

あった(15)

- 人間や魚に対してすごく重要なきかんだということ
- 海は私が思った以上に複雑だった
- お魚たちは命がけで遠いところまで行ったりしてえらいな
- サケが一生懸命生きているところを見たい
- 地球温暖化により多くの生物の生態系が崩れていることを知り、海を大切にせねばと思った
- 海は広いな大きいな、サケはご苦労様
- サケはいろいろ頑張っているな
- キレイで平和な感じがする海でも厳しい世界があるということ
- 結構深刻だった
- かなり大きいということ
- 海は奥が深いと改めて思った
- 環境によって海にも少しずつ変化が出てきていること
- 地球が温暖化し 1℃水温が変わったことで帰ってくることが出来ないサケがいるという話を伺い、広大で少しの変化にはびくともしないように思えた海の新しい面を見ることが出来た
- 海は一つのものだというイメージをもてました

f) 話を聞いての感想、意見(改善すべき点、特に良かった点など)

- サケが北の海へ行く理由が良く分かった。面白かった
- 南極の氷の音が聞けてとても良かった
- 南極の氷は昔、雪が積もって今わ氷となり中に空気が入っていることが面白かった

- サケはもともといた川へ帰れて頭がいいなと思いました
- 私たちは匂いを嗅いで家に帰ることは出来ないのにサケは私たちよりすごいものを持っていることにおどろいた
- とてもよくわかりました。知らないことをたくさん覚えられました
- 人間はサケにとって迷惑な存在なのだと思った
- 少しだらだら(単調)した感じがあり全体的にもう少しまとまりがあると良いと思う。プリントはあまり面白く無かった。写真はとても良かった(4)
- 話しはグラフや統計、図、写真など多くとても分かりやすかった(7)
- 昔サケを飼った事があり、卵からかえったサケを放流したあとどうなるかが分かった
- このような話をまたしていただきたいです
- サケに限らず人間が生物のサイクルを崩してしまっているのだと改めて思いました
- サケの知識が増えてよかった
- 海流の流れの図がとても分かりやすかったです

g) 今後、海に関した勉強や職業に関心がもてる

もてる(23)

もてない

不明(4)

**********

## D1. 高校生　アンケート結果

### 清水　東海大学における海洋研修(8 月 3 日)

[(角皆静男)]

回収数　６４

### １．あなたと海との関係

a) 最初に海に興味を感じた時期

- 小学校前(13)
- 小学校(31)
- 中学校(12)
- 高校(8)

b) 興味を感じたきっかけ

- 釣り(5)
- 海水浴・磯遊び(8)
- 本・図鑑(4)
- 覚えていない(4)
- 水族館(3)
- 祖父・父・姉の影響(3)
- 親に連れられて(3)
- 古代の生物が海から進化を始めた事を知った時(2)

- 船、
- 親と行ったビーチコーミング
- 小学校でいろいろな魚を飼っていた
- 魚に興味を感じた
- 生物が好きで、海の生物が好きになり、海への興味につながった
- 臨海学校(小学校)でアメフラシをふんだ
- テレビで宇宙から見た地球の映像を見たこと
- 海洋科学技術センターへ行った
- 大西洋横断を船でした時海の広さを感じた
- 小学校６年の時に参加した海洋教室
- ダイビング
- なつしまに乗ってしんかい２０００からの映像を見た時
- 海洋生物が好きだった
- 深海の生物に興味を持ったため
- テレビ番組
- 波が不思議だったので
- 海の映画
- シュノーケリング
- 波を眺めるのが好きだった
- 台風で荒れた海を見た時
- 理科の授業
- 海岸清掃
- 夏休みの宿題でくじらを調べたこと
- 進路選択の時に得意な水泳を活かせる分野の勉強がしたくて
- 職業体験
- タイタニックの字幕版を見て
- 内陸権ということで、漠然と海への憧れを持ったことと、科学を学ぶうちに興味を持ったから。
- 合宿
- ２００７年度のこの研修に参加してから
- 科学部で研究し始めたこと
- 東海大学海洋学部オープンキャンパス
- 学校で海洋研の先生の話を聞いて
- 生物の先生の話を聞いて
- 高校２年の時の講演会
- 東京大学の白鳳丸の見学会にて

c) 知識を得る方法(複数回答)

「主たる方法」として二重丸がついたのは、授業(6)水族館(3)、本(6)、テレビ(8)ネット(4)催

し物(1)以下は主たる方法とそれ以外を区別しない集計.

- 授業(17)
- 本(42)
- テレビ(44)
- ラジオ(2)
- ネット(33)
- 催し物(7)
- 講演会(5)
- サイエンスカフェ(5)
- 水族館(34)
- その他(5)先生・研究施設、新聞

e) 海に関する疑問

- 深海魚の生活(どう圧力に耐えているか)・体のつくり(5)
- 環境問題と海と人・温暖化・海面上昇の限界(4)
- なぜ海は塩辛いのか(3)
- 海の誕生について(3)
- 複雑な海流の仕組みとそれに伴う生物物質の動き(3)
- たくさんある(3)
- 生物の進化(2)
- 海の循環が停止するとどのような被害が起きるのか
- 潮の満ち引き
- クジラなど、大型の動物が死んで深海に沈んだ時、バクテリア等がそれを分解するのにどれくらいの月日を必要とするのか。
- 海水に含まれる栄養物質や栄養塩類海底の堆積物資源にはどのような種類があるのか。また、それを私たちの生活に役立てていけないか。
- 陸とは比べ物にならない、生物のサイクルがある理由
- 環境が一般の生物では生きられない所でもどうして生きられるのか
- 南のほうに生息している生物たちが北へ移動していること
- 同じ生物でも害のあるもの、ないものがあるのはなぜ
- なぜ海の水は青く見えるのか
- なぜエチゼンクラゲだけが発生するのか
- 波の発信源
- ライフスタイルについて
- 海の違いによる生息する生物の違い
- 現在も新しい生物が誕生しているのか
- 海水はどうやって作られているのか
- 海に住む魚はなぜ海水でないと生きていけないのか
- 水中に大量の二酸化炭素が溶けている理由

- なぜさんずいに‘毎’なのか。どこまで大らかに‘水に流した’ことを許容しているのか
- なぜ地球だけ水が多く海が存在するのか
- 絶滅した海底生物は生き残っているのか
- 最強の魚は
- 海の生物の生態系
- 生き物がこれ程まで多くの型を持っているのはなぜか
- 深海の生物でなぜ浅いところに来るものもいるのか

f) 海を身近に感じる方法について提案

- 実際に海に行き、海に触れて遊ぶ(13)
- 晩には魚を食べる・あさりの味噌汁もつける(4)
- 催し物を開く(3)
- 船に乗る(3)
- 海釣りに行く機会を増やす(3)
- 水族館等(3)
- 講演会を行う(3)
- 自分で興味を持って調べる
- 海に行き、生物を取る(3)
- テレビ・授業などで話を聞く・ネットで調べる(2)
- ダイビング・シュノーケリング(2)
- 義務教育で、「島国としての日本」を教えるべき
- 海関係の学校の学生と普通科の学生との交流
- なるべく難しく考えない
- 海とつながっている川について調べてみる
- 自分たちの生活がどのような影響を及ぼしているのか
- 熱帯魚を飼う
- 生活の一部につながっていることを実感する
- 海が楽しいと感じる
- 「おさかなクン」のように親しみやすく接していく
- サイエンスカフェの実施
- 海・砂浜・堤防・磯等の場所を一般に開放する

**２．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解(9)
- だいたい理解(47)
- ほとんど分からない(5)
- 一部理解できない(2) (表層水のリンと窒素が生物生産量を決める・なぜ海は流れているのか・生物が増えすぎることによる寒冷化・人口６５億人を超えた今は？←質問を

したら理解できた、　海の生態系と陸の生態系の違い、　なぜ氷ができて沈み込む海水にはO2が多く溶け込むのですか。CO2ではだめですか。）

b)　「目から鱗」があったか

なかった(27)

あった(30)

無回答(7)

〈「あった」とする内容〉

- 深層大循環についての説明(2)
- 大陸棚の大きな役割(2)
- 海より陸の方が軽いので、陸は浮いている状態にあること(2)
- 真水が４℃で最も重い事(2)
- 海水は氷点で最も重いということ(3)
- 陸がなくならないのは軽いからという事(2)
- 海の水の循環が、約１０００年もかけて行われているということ(2)
- 池の水は４℃が一番重い
- 私達の多くが海と言う所が８％(大陸棚海域)ということ。また、そこには 0.2%の海水しかないということ。
- ほとんどすべて
- 海の生物が生きていられるわけ
- 海のでき方
- 淡水魚が凍ったら困る
- 深海に酸素がまわっていく理由
- 海水ができるまでの話
- 地球４６億年を１年に例えた時に、人の一生が 0.4 秒もあったこと。桁違いではあっても同じ尺度で計れるのだと感動した。
- 世界の海には多くの海流があるのは知っていたが、マントルが大地を作っていた事は初めてだった
- 海の食物連鎖が陸よりもきれいということ。
- 地底のマントルの方が、陸地の石より重いということ
- 海を調べることが宇宙よりも遅れているということ
- 海では常に小→大の生態系になっている
- 池と海の関係
- 海を、組成式を用いて表せるということ
- わからないものがいっぱいあったこと
- 陸が海になってしまわないという考えを初めて聞いた
- 深層水に酸素が溶け込むこと。
- オーシャンコンペヤーベルトで海の水が入れ替わるときに２０００年もかかるということ

・　海は小さい順に食べられるということ(不可逆)

c)　面白いと感じた部分

なかった(7)

あった(53)

無回答(5)

〈「あった」とする内容〉

・　海より大陸の方が軽いから、沈まないということ(4)
・　人類の歴史を１年に例えた所(3)
・　２０００年かけて海流が一周するということ(3)
・　陸上と海での食物連鎖の違い(2)
・　真水は４℃が最も重い(2)
・　大陸棚は氷河期の海岸線ということ(2)
・　オーシャンコンベアーベルトについて(2)
・　分かってないことが多い(3)
・　生態系について(2)
・　海洋に CO2 を溶かし込めば、大気の CO2 は減らせる
・　はじめに作り出された O2 は海洋中の還元物質を酸化するのに使われたという話を聞いて驚いた。又、オゾンの出来る前の生物の事なんて考えた事がなかった
・　海の歴史について
・　地球の生まれてからの話
・　CO2 のなくしすぎはよくない
・　洪水が起きると、クラゲが大発生する理由
・　海水が出来るまでの話
・　大陸棚ポンプの働き
・　長い歴史の中で海はまだまだ未知ということ
・　海を国毎に分割せずという考え
・　オホーツク海から海流が流れていること
・　大陸棚の海水は地球全体の２％ということ
・　４６億年前からの地球と海の起源について
・　海と天気とが大きな関わりを持っているということ
・　海は、物理、化学、生物とすべての分野が混ざっているということ
・　海水は水温が低い&塩水濃度が高いと重いこと
・　ロブスター
・　生物の誕生
・　平均の深さが３８０m
・　人類が生まれたのが、ごく最近のことだとわかったこと
・　海水と真水は最も重くなる時の温度は違う。だから池の生物は海では生きられないし逆に海の生き物は生きられない

- 海は生き物が住める地球をつくった　のあたり
- たった７つなのに、そこにすべてがつまっていること。海と陸は混同しないということ

d) 海に対するイメージが変わった点があるか

なかった(29)

あった(33)

無回答(2)

〈「あった」とする内容〉

- 知らない事がたくさんあった
- 生物以外に物理化学も関係してくる
- 海の影響は大きいという点
- たくさんの生命が共存している海という枠を自分の中で作ってイメージしていたけれど、海一つにしてもいろんな物に関わっていると思うとたくさん調べて知識を増やしたいと思った
- 人類共有の財産というイメージが加わりました
- 言われてみれば当たり前だということはあったが、その当たり前な点(失礼ですけど・・)をいろいろな角度から見ている角皆先生のお話はとても楽しく聞くことが出来ました。これからは海をもう少し違う角度から見ていきたいです
- CO2 の含有量が結構多かったこと
- 海は均質でもっと単純なものと思っていた。複雑だから(学校で)教えられないのではなく島国として海洋を教えないのは地球に住むものとして恥ずべきだと思う。
- 海は宇宙よりも未知ということ
- 海と人はとても重要な関係である。
- まだ海は謎が多いものなんだという点(3)
- 奥が深い・複雑・海で起こる事全てに意味がある(7)
- 多くの分野の知識が、海を調べる上で必要になると感じた
- 私は海に興味があったがそんなに身近には感じられなかったが、今日の講義を聴いて少し身近に感じることができた
- 海水はあまり移動しているイメージがなかったが、時間をかけて大きく移動していると聞いて驚いた
- 天気等、生活に関わる事にほとんど海が関係しているんだろうと思った。
- 難しくてわからなくなった
- 海も生きていると感じた
- 陸より重いこと
- 海はもっと知らなければならなければならないものとわかったこと
- 海の成り立ち
- さらに深く勉強したいと思った
- 海の中に酸素を取り込む方法がわかった

e) 話の感想

- 初心者でもわかりやすかった(6)
- 難しくてよくわかんなかったです(4)
- 図・表が良かった(4)
- プロジェクターの字が小さくて見えにくい(2)
- わかりやすい例や図などがあればと思いました(2)
- せっかくのお話なので、基調講演の時間をもっと長くとるべきだと思う(2)
- もう少し話すことをまとめて話してください(2)
- 時々声が聞き取りにくかった(2)
- 海の中に酸素が含まれるようになるまでの説明がわかりやすかったです
- プレゼンには重要語句だけにして欲しい
- 少し話が長かったかも。けど、聞いていると面白かった
- 海についてかなり勉強になった
- ７ヶ条に全部が当てはまるところがすごいと思った
- 声が聞きにくかった
- パワポの資料をもっとよく見たかった
- 北海道大学の方に話を聞けたことで、海の深さ、生物・化学・物理・地学が全て別々ではなく、一つに集められたものが海なのだなあと思いました。
- 難しかったけど、興味深かった
- 海洋は広いということを忘れないということが重要だと思った
- I　II　III　と聞いてみたかったです
- 学校への出張講演と違い、海洋の第一人者の話を海に興味のある学生が聞くのだから、この機会はもっと有効に使うべきだと思う
- 僕は水産系の学校に通っているので学習したことのある内容もあったのですが、先ほども書いたように角皆先生は海を様々な角度から見てそしてその話をしてくださっていたので、とても楽しい講義でした。なので学校の友達にもそれを伝えていきたいと思います
- 最後の方の説明をもっと聞きたかったです
- 海はとても奥深いものだと感じた
- 大魚ではなく、小魚を食べようと思いました。地球が出来て、植物が存在して、酸素が作られるようになり、陸に生物が存在するようになり、人類が誕生したと聞いて、人類が誕生したのは地球が誕生した時と比べて本当に最近なのだと思いました
- 物理・化学・生物を関連づけて考えるともっと面白く勉強できると分かった
- 時間の配分を考え、もっと活舌よく話して欲しい
- 海について詳しく知ることが出来、面白い講義だったと思う
- 海は今まで私達生物が生きていくためにすごく必要だと知りました
- 自分が思っていた海へのイメージと少し違っていて、特に陸上と海での食物連鎖の違いやプレートについての話に興味を持ちました

- 様々な角度で海を見ていかないと、海の不思議の答えというのは見えてこないんだと思った
- パワポのプレゼンでは資料の要点をブレットポイント形質で作っていただけると見やすく、メモも取りやすかったと思います
- まだまだ未知の世界の海に一歩でも近づけたらいいなー
- もう少し解説をつけて欲しい
- 難しくてわからない部分があったが、海はそんなに簡単に説明できないものなのかと思った
- 僕が見ていた海は大陸棚というごく一部と知り、もっと広く知りたいと思った。
- 海について少し理解することが出来た
- 説明後に冊子を配った方がいいと思う

**3．あなたのこと**

a) 企画を知ったルート

- 学校の先生の紹介(19)
- 学校で(9)
- 学校のポスター(8)
- インターネットで(4)
- 友達に教えてもらった(4)
- ホームページ(3)
- 父に聞いて(2)
- 東海大学オープンキャンパス(2)
- 日経サイエンスの広告を見て知った
- 親の友人の誘い
- 兄に聞いた
- 家族から
- 他の海に関するイベントの所で案内をもらった
- ポスター
- 海洋研究開発機構の一般公開
- 先輩に誘われた
- 知人に誘われた
- 科学技術館のメールニュース
- 去年の参加者からの紹介
- 昨年参加したので
- 学校に配られたチラシ

b) 参加者情報

- 東京(11)
- 神奈川(10)
- 静岡(7)

- 北海道(4)
- 埼玉(3)
- 千葉(3)
- 青森(2)
- 兵庫(神戸)(2)
- 愛知(2)
- 宮崎(2)
- 京都(宮津)(2)
- 福岡(2)
- 茨城(2)
- 群馬、岡山、長野、鹿児島、三重、佐賀、岩手、山梨、大阪、高知、長野；(各 1)

c) 男子(33)　女子(28)　無回答(3)

d) １５歳(12)１６歳(29)１７歳(16)１８歳(3)無回答(4)

**********

## D2. 学校教員等　アンケート結果

### 清水　東海大学における海洋研修　8 月 3 日

[(角皆静男)]

回収数　１４

### １．あなたと海との関係

a) 最初に海に興味を感じた時期

- 小学校前(4)
- 小学校(3)
- 中学校(1)
- 高校(1)
- 高卒後(5)

b) 興味を感じたきっかけ

- 海水浴(2)
- 海水がからいこと(2)
- 大学が海関係だった(2)
- 浜、磯の小動物
- 水族館
- 釣り
- 初めて海に行った時水平線が高く見えた
- 生命の起源
- 高校が海のすぐそばだった
- 大島海洋国際高校に赴任してから
- ダイビング

・　大学での研究、海底地下水調査

c) 知識を得る方法(複数回答)

「主たる方法」として二重丸がついたのは、授業(0)水族館(0)、本(1)、テレビ(0)ネット(0)催し物(0)以下は主たる方法とそれ以外を区別しない集計.

・　授業(4)
・　本(13)
・　テレビ(12)
・　ラジオ(0)
・　ネット(3)
・　催し物(0)
・　講演会(1)
・　サイエンスカフェ(0)
・　水族館(3)
・　その他(1)先生・研究施設、新聞

d) 海に関する疑問

・　気候変動と海洋との関係
・　不思議な生物が海に大切だということ
・　塩辛い
・　なぜ波は絶え間なく起きているのか
・　光合成から始まらない生態系、生命のスタート
・　なぜ地球だけが水惑星なのか
・　食物連鎖の頂点にいるクジラうをとらないとバランスが崩れるのではないか？
・　日本国における海洋教育について
・　海洋深層水について(いつ、どこでできたものを現在使っているのか)
・　１０年以上前から地球温暖化と海の関係の研究があったと思うが、全く話題にならないのはなぜか、海というと海洋生物しかピックアップされないのはなぜか？

e) 海を身近に感じる方法について提案

・　海水浴・潮干狩り・学校行事等で体験を重ねる(3)
・　小さいころに潮溜まりに親しむ(2)
・　テレビ・ネット(Yahoo 動画等)
・　海でのフィールドワーク
・　海岸でごみ拾い
・　小石を拾って、絵を描く(浜石アート)
・　磯遊びを通じて生命の多様性について感じる
・　先生がきっかけを作る

**２．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

・　よく理解(3)

- だいたい理解(11)
- ほとんど分からない(0)
- 一部理解できない(0)

b) 「目から鱗」があったか

なかった(6)

あった(5)

無回答(3)

〈「あった」とする内容〉

- 海がなくならないということ
- 長江の河川流量がエチゼンクラゲの発生に影響を与えている
- 海水は凍ることで循環する
- 温暖化すると海水の循環は減少する
- 全世界の海は平均水深約３０００ｍであるが、地球の半径に比べれば、薄皮のようであること。水惑星というには水が足りない？
- 大陸棚ポンプの中でブラインという言葉
- 海水と淡水の凍り方の違い

c) 面白いと感じた部分

なかった(0)

あった(13)

無回答(1)

〈「あった」とする内容〉

- CO2 ポンプ
- 海の生態系と陸の生態系の違い、大気は下が、海は上が温められる
- 地球を３６５日に例えた所
- すべて(2)
- エチゼンクラゲの発生
- 海洋大循環と塩類の移動と生物生産量の関係
- 全自動測定器の話
- 宇宙との違い。どのようにして地球ができたか
- 海水と淡水の凍り方の違い

d) 海に対するイメージが変わった点があるか

なかった(9)

あった(5)

無回答(0)

〈「あった」とする内容〉

- 海というフィールド１つとっても多様な要因がからんでいることを深く感じた
- 海はおくが深い。面白い
- 陸の生産活動は水と温度、海は栄養塩に制御されていること。母なる海ということで、

栄養リッチなイメージがあったが
- 表層水のリンと窒素が生物生産量を決める
- 海を大事にしたい

e) 話の感想
- 時間が限られており、どうしても早口になってしまう。ゆっくり時間をかけて話をうかがってみたい。説明の時にあったグラフ・表等も事前資料の中であるいは事後研修で提示して教えていただきたい。(教材として利用希望)
- 非常に重要な話。しかも第一級の話だと思う。もう少し深く聞いてみたい。自分でも調べたい。講演の時間が足りなかったのではないか
- もっと色々なことを考えながら海と向き合う事が必要なのかもしれないと感じました
- すいません。聞き取りづらいところがありました
- もう少し具体的な話を
- 講演でのパワーポイントの資料が欲しいです。もう少し時間をとってもらえれば
- マイクの音量を上げて欲しい。パワポのプレゼンの字を大きく
- 身近にある海のはずなのに、現在では遠い存在になってしまっている。その結果が現在の海洋問題に至っているのではないかと思われる
- 今の学生はビジュアルなので、もう少し写真などを使って説明されるとよかったと思う
- 海についてこんなに深く勉強できるなんてうらやましい
- 高１生は物理も化学も生物もまだ始まってないのでポイントを絞り込んで。高１生にもわかり、へーっと思う内容を

**３．あなたのこと**

a) 企画を知ったルート
- 先生から(2)
- 知人の紹介(2)
- 学校への案内文書
- 研究船で海を学ぼうのパンフレットを見て
- 日本海洋学会春季大会
- 本校の進路部広報
- チラシ
- インターネット
- 本学の広告で
- 学校配布パンフレット

b) 参加者情報
- 東京(3)
- 茨城(3)
- 愛知(1)
- 長野(1)

- 高知(1)
- 静岡(1)
- 福井(1)
- 栃木(1)
- 北海道(1)
- 宮城(1)

c) 男(9)、女(4)、無回答(1)、

d) ２０代(4)、３０代(1)、４０代(3)、５０代(5)、無回答(1)

**********

## E. アンケート結果

## 第２回海のサイエンスカフェ　２００８年９月２７日(土)　　[(道田豊)]

回収数２０　このうち関係者のもの５、一般参加者１８のうち１５名から回収.

（カッコ内の２つの数字は、(一般参加者のみ、全員分)の集計を表す）

１．あなたと海の関係

a) 最初に海に興味を感じた時期

- 小学校前(３、５)
- 小学校　(８、９)
- 中学校　(０、０)
- 高校　　(２、３)
- 高卒後　(２、３)

b) 興味を感じたきっかけ

- 〈一般参加者〉
- 釣りやキャンプ(2)、
- 気象との関係(2)
- マリンスポーツ、海水浴(2)
- アニメ番組、仕事、海の近くで育った(2)
- 船、研究、プールと海水の違い、書籍
- 関係者
- 釣り、海水浴(2)
- 冬の波、仕事

c) 知識を得る方法(複数回答)

- 「主たる方法」として二重丸がついたのは、本(2)、ネット(2)、テレビ.
- 以下は主たる方法とそれ以外を区別しない集計.
- 授業　(１、２)
- 本(７、１１)その他で「科学雑誌」としたものを含む
- 新聞　(１０、１１)

- テレビ(１１、１４)
- ラジオ(０、０)
- ネット(３、５)
- 催し物(０、０)
- 講演会(１、３)
- サイエンスカフェ(１、３)
- 水族館(４、４)　その他(仕事上、自然体験活動)

d) 海に関する疑問

- 海の温暖化は本当に進んでいるのか
- オキアミは南極にしかいないのか。北半球にはいますか
- 海水はなぜ塩辛いか
- 地中海とか深層の海水は味が違うか。なめてみたい。
- 埋め立てで海岸が遠くなり、泳ぎに行かなくなって触れる機会がない(疑問というより意見、感想)
- 深海の魚が海面に出ても生きていられるのはなぜか。水圧に強いのか。体が変形することはないのか
- 海に関心を持つ人が少ないと感じる。なぜだろう
- 深層の様子、深海底の様子
- 海洋汚染が進行して、海流をも変えてしまうことはあるか
- 金星の海
- いつか海底地形図が陸上地図に肩を並べる日が来るか
- １ｅ　海を身近に感じる方法について提案
- 海岸へ出て解説する。海洋調査の機材の実物を見せる
- 船に乗るなど接する頻度を上げる(3)
- たんぱく源としての魚というような情報を多く流す
- 各地の海水の違いを実感させる
- 親水公園などを増やす(2)
- 海に関係する生活の話題を取り上げる
- みんなで釣り、潮干狩りする
- ラジオなどで定期的なコーナーなどを作る
- 海の観察会をする
- 今日のような話(の機会を増やす)
- 海水温暖化の真偽の(解説)

**２．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解(１１、１５)
- だいたい理解(３、４)
- ほとんど分からない(０、０)

・　一部理解できない　（１、０）

b)　「目から鱗」があったか

なかった(２、３)

あった　（１２、１５）

無回答　（１、２）

〈「あった」とする内容〉

・　海流がどのように流れているか(2)
・　亜熱帯循環の中の海面が高い
・　寒流と暖流の境界で栄養豊富となる理由
・　エクマンの吹送流(3)
・　海流と潮流の違い
・　漂流物の漂着理由
・　水深等の基準(5)
・　JAL 機事故の漂流予測

c)　面白いと感じた部分

なかった(０、１)

あった　（１２、１５）

無回答　（３、４）

〈「あった」とする内容〉

・　喜界島に流れ着いたびんの話
・　JAL 機事故の原因究明に(海洋学が)役立ったこと
・　北半球、南半球の潮の流れ　(表層の水は赤道を越えにくいという話と思われる)
・　赤道を境に流れが変わる(同上)
・　2000 年かかる深層循環
・　はじめて聞く話ばかりで新鮮
・　海流は水を運ぶが波はエネルギー等を伝えるだけ
・　海流の変化の予測
・　漂流予測の話
・　海流と漂着物の関係

d)　海に対するイメージが変わった点があるか

なかった(５、７)

あった　（７、９）

無回答　（３、４）

〈「あった」とする内容〉

・　表層と深層の海流の違い
・　潮流
・　意外と地道な研究をしている
・　エクマンの吹送流

- 海面の高い方を右に見て流れる
- まだまだわからないことが多いこと
- 調査するほど奥が深い
- 思ったよりもダイナミック
- 〈「なかった」のうち肯定的な意見〉
- よい意味で変わらなかった。今度海を見たら違って見えるかもしれない
- やっぱり海はおもしろい

e) 話の感想

- スライドを一覧印刷したものがあればよかった
- 面白かった。島に住むのもよいかなと思った。次に船に乗る時はもっと海面を眺めていたい。
- ２時間が過ぎるのが速く感じた。テーマを絞って深く説明してほしい
- 皆様(参加者)の鋭い質問にびっくり。頑張って研究続けてください
- 全くの門外漢ですが、わかるように話していただきました
- 面白い話であったと思う。海の仕組みが身近に感じられるように思う
- 海洋と地球環境との関わりについて話を聞いてみたかった
- 時間が少ない
- Ｑ＆Ａ用の予備のスライドが多くあってよかった
- ＰＰＴよりもレジメの方がよい
- Good

**３．あなたのこと**

a) 企画を知ったルート　(関係者５名からの回答は除外)

- 市民カウンセラーからの案内(3)
- 市政広報(4)
- 友人から(2)
- 市職員の母から聞いた
- チラシ(2)
- 無回答(3)

b) 参加者情報

居所

- 広島市(１２、１５)
- 廿日市市(２、２)
- 横須賀市(０、１)
- 無回答(１、２)
- 年齢　　２０代(２、２)
- ３０代 (２、２)
- ４０代 (２、２)
- ５０代 (７、１０)

・　６０代以上(０、１)
・　無回答　(２、３)
・　性別　　男(９、１２)
・　女(５、６)
・　無回答(１、２)

**********

## F. アンケート結果

### 三重　津高等学校　　11 月 13 日

［(角皆静男、松野健)］

回収数 42　　A(角皆静男)、B(松野健)の 2 人が話した

**１．あなたと海の関係**

a) 最初に海に興味を感じた時期
- 小学校前(16)
- 小学校(14)
- 中学校(6)
- 高校(3)
- 無回答(3)

b) 興味を感じたきっかけ
- 海水浴(5)
- 釣り(3)
- さんごの白化のニュース
- 海洋実習
- 今日受けた発表
- まだまだ未知の生物がいると知ったこと
- 地震の分野で大陸プレートや海洋プレートの存在を知ったこと
- テレビ
- 海面上昇
- 古代生物
- 海水はなぜ塩化ナトリウムを含んでいるか
- フウセンクラゲ
- 美味しい魚
- 泳いで海月にやられてから
- 生まれた時～５、６才まで漁師をしている祖父母と住んでいたため気づいた頃には海や魚に囲まれて暮らしていた。
- 海に遊びに行ったこと
- なぜしょっぱいのか
- 貝殻拾い

- なんであんなに広いのかと思って
- 潮干狩り
- 海の神秘さの魅力にひかれる
- イルカ
- 色
- 絵本
- 地震の津波
- 近所の海
- 赤潮などの公害問題
- 小学校の授業
- 海水浴中波にのまれた
- 学校で潮の流れを学んだ時

c) 知識を得る方法(複数回答)

「主たる方法」として二重丸がついたのは、授業(2)本(2)新聞(2)テレビ(15)ネット(3)講演会(1)水族館(3)、以下は主たる方法とそれ以外を区別しない集計

- テレビ(29)
- 水族館(21)
- 新聞(15)
- 授業(15)
- 本(12)
- ネット(7)
- 講演会(3)
- 催し物(2)
- サイエンスカフェ(1)
- ラジオ(1)
- その他(4)親等から、ナショナル・ジオグラフィック、祖父母(漁師)

d) 海に関する疑問

- 海水にはなぜ塩が混じっているのか(2)
- どんな生物がいるのか
- 海面上昇は極地の氷は本当に関係があるのか
- 深海のような水圧の強い場所でどうして生物が生きているのか
- 深海に光をもっていくと、どうなるか。死海はなぜしょっぱい？バミューダ海域のナゾ。
- なぜ生き物
- 海を見るとどうして不安に思うのか
- 海水を振るとなぜ白い泡ができるのか
- どうして海には様々な色があるのか
- 塩分の変化はどんな所に出るのか

- ずっと水は同じものなのかどうか
- 海の深い所はどうなっているか
- 海には何種類ぐらいの生物がいるのか
- 船がなぜ浮くのか
- あんなに大量の水はどこから？

e) 海を身近に感じる方法について提案

- 釣り(2)
- 海水浴(2)
- 実際海にいくこと(2)
- テレビ
- 今回の実験のように日常生活で起こる現象と同じ原理のことで説明するのが良いと思う
- 貝殻を集める
- 船上生活
- 海で遊ぶこと
- 逆に当たり前すぎて、分からないことがあっても、それですんでいく気がしてしまうので、少し狭くても深く学べる分野があれば興味を持てる気がする
- JSH の授業か、フィールドワークをする
- 海の波の楽しい部分をもっと体験してみたい
- できるだけ海にふれる
- 授業で、実際に海へ行く
- 海の波の音。
- 今日のような講演会を多く。水族館。

(角皆)

**２．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解(3)
- だいたい理解(28)
- ほとんど分からない(6)
- 一部理解できない(5)(レジュメの内容は読めば理解できそうなので、もっと専門的に研究されているところの話を聞けたらと思った。)

b) 「目から鱗」があったか

なかった(24)

あった(18)

〈「あった」とする内容〉

- 海水の塩分は、塩素、イオウなどが岩石成分と中和して塩辛くなったということ(3)
- 真水と海水の見分け方(3)

- 小学校の社会で習った大陸棚のこと
- 海がつまらない理由。海は深くなっているかもしれないこと。大西洋の塩分がなくならないこと。パナマ運河のこと
- 海の重力が関係するとはあまり思っていなかったので、驚いた
- 海の生物は食べられる。海水だけでなく、色々な視点で考える必要がある
- 少し話が難しかった
- 海が動いていること。どうしてプレートが動くのか等
- なぜ地面がつもっていかないのか。海面が浅くならないのか
- 大陸棚に 0.２％の海水しかないというこ
- 近年は日射が強いから大気が混ざりやすくなり、入道雲ができやすくなるのだと分かった
- 地球が生まれた年を 1/1 として～の話

c) ２Ａｃ　面白いと感じた部分

なかった(10)

あった(32)

〈「あった」とする内容〉

- 海の水は容器に入れて振ると泡が立ちやすいこと(2)
- 海が何故、土砂によって浅くなってこないのか
- 地球のでき方が面白いと思った
- 海には大漁すぎるくらいの塩がある
- 海水と水の見分け方
- 魚の生涯は食べられて閉じる
- 塩分のおかげで今の地球があること
- 塩の話。鉄をまくとかの話
- コンベアベルトの話が面白いと思った
- 海のことを考えるのに様々な要因を広く考慮する必要があるのだなあと面白く感じた
- 何年経っても海底の高さは変わらないこと
- 海では自然に死ぬことはなく、食べられて一生を終えること
- 海流の流れだけで考えると、塩分が薄くなるはずの場所があるのに、空など総合的に考えると結局塩分の濃度は同じなこと
- 海水は氷点で最も重い
- 海についての憲法があること
- 真水が４℃でいちばん重くなること。地球の誕生からを一年で表したもの。
- 人間の人生が 0.4 秒もあること
- 地面がつもっていかないのか、海面が浅くならないのか、塩の話
- 人類が生まれたのは、地球が生まれたのに比べると本当に短い間なんだなということ
- 人間の時代は地球にとってものすごく短いということ
- 酸素の増減が、地球の大気を変えていたということ

- 地球が生まれた年を1/1として～の話
- 大漁をやめて小魚を食べれば、１０倍以上の量があるということ
- 海水に含まれる塩分が、中和から得られた塩とは知らなかった！

d) 海に対するイメージが変わった点があるか

なかった(18)

あった(23)

無回答(1)

〈「あった」とする内容〉

- 海の奥深さを感じた(3)
- 今まで通り面白いところ(2)
- パネルが文字ばかりで見にくい所があったので、なかなか身を入れて聞けなかった
- まだまだ考えるべきことが多いなと思った
- 自分が思っている以上に生活と海がつながっていた
- 複雑だなと思いました
- 今まで思っていたより海がなした役割が大きいと感じた
- 海は自分にとって不安な存在だったが、少し親しみを感じるようになった
- 海が気候を調節してくれていたこと
- 今まで海なんか真水であればいいのにと思ったが、酸素の循環をするためには塩水でないと生きていけないので、塩水がありがたく思うようになった点
- 机上の空論では説明しきれないところがある点
- 少し科学的なものに思えるようになりました
- 海はいつまでもあると思っていたけど、死に向かっているということ
- 海が生き物が住める地球をつくったということ
- もっと知りたいと思った
- 歴史を感じた

e) 話の感想

- 話が難しかった。専門用語とか(3)
- 少々難しく感じたが、興味深い話が聞けてよかった(2)
- ところどころクイズがあって面白かった、考えさせられた(3)
- とてもわかりやすく興味深い話だった
- あまり興味のなかったことなのに、とても面白かった
- 実験を何かして欲しかった
- 前もってプリントが配布されていたので、字が見えなくても、プリントを見ればわかったので良かった
- 声の大きさが大きかったり小さかったり・・・
- とても勉強になりました
- びっくりするところをもっとすごそうに言ってもいいと思いました。また、内容は、本当に海はすばらしいと再確認させてくれる内容でした

- 良かったです。興味深い半紙。温度差発電？があって面白かった
- 時間が足りなかったので、もっと時間が欲しかった
- プレゼンの字が少し小さいかも
- 飛ばさずに聞けたら少しでも流れがわかる気がするので、グラフの説明もしてもらえたらと思う。栄養塩の話が気になった
- 内容を多くするのではなく、少ない内容を時間をかけてわかりやすくする方が良いと思った
- アバウトな感じでなく、深いところを知りたかった
- 海の循環などがとても面白かった
- 地球の歴史を１年にして話してくれた所
- 考えさせられる質問があって、難しい話も退屈しないで聞けました
- プレゼンのやり方が上手でした
- わからないところがあった
- お話が急いでいたので、もっと時間があるとよかったと思います
- 時間が短かったので、もっと話が聞きたいと思いました
- 難しくて理解できないところがあった。海の時代の流れが分かった
- 図やグラフでわかりやすかった。難しい内容だったけど、わかりやすい説明だったので、よくわかった
- 身近な出来事のなぞが分かりよかったです
- もう少し沢山のお話を伺いたかったです
- ありがとうございました
- 幅広い話が聞けてよかった

(松野)

**２．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解できた(10)
- だいたい理解できた(24)
- ほとんど分からなかった(1)
- 一部に理解できないところがあった(5)
- 無回答(2)(物理の話以降が難しかった。まだ地学を習っていないので話の内容が難しいと思った。)

b) 「目から鱗」があったか

なかった(15)

あった(24)

無回答(3)

- 海洋循環の仕組みがとてもよくわかった(4)
- 海流ができるわけが実験を見て実感できたこと(3)

- 南極の方に冷たい水があり、それが北太平洋に流れて行くこと(2)
- 鉄が二酸化炭素を吸収
- 1000 メートルより下は気候変動の影響をうけないこと。海の乱流のスケールが小さいこと
- 海に重力が関係するとはあまり思っていなかったので驚いた
- 小さな現象が大きな地球規模の動きへつながる事
- 地球温暖化に対する意識がかわった
- 水が分離すること
- 海水が地球を巡っていたこと
- かきまぜた方がまざりやすいということが改めてわかった
- 北極のほうはあんまり冷えていないこと
- 北太平洋の冷たい水の形成の仕方
- 黒潮は風がつくっている。物理が深く関係している事が意外だった。物理よりは生物、化学よりかと思っていた

c) 「面白い」と感じた部分

なかった(5)

あった(36)

無回答(1)

- 実験(7)
- 海の水が地球をめぐっているということ(2)
- 海流が起こる原理が日常生活で体験できることと同じであったこと
- 実験を通して「水」についてとても興味を持った
- 全部
- 実験を近くまで見に行けばよかった
- ビジネスチャンス
- 空気と違って海は冷えて、循環すること
- 水温についてのデータが興味深く、実験で理解もできた
- 風→黒潮
- 海流の出来方
- 水の温度を変えるだけで水の流れができてしまうこと
- ブロッカーのコンベアベルト
- 食紅を使った実験が少し不思議だった。
- 水温で沈んだり、浄書したり、面白いと思った
- 海底のほうの水温が変わらないこと
- 水槽実験でコンベアベルトのしくみがわかった。
- 実際に実験を見せてもらい、海の流れ(深層循環)がわかった(2)
- 冷たい水は海の下へ入り込み、北太平洋に行くこと
- 循環のおはなし

- 乱流現象が循環と結びついていること
- 実験、深層大循環の話

d) 海に対するイメージで変わった点があるか

なかった(18)

あった(20)

無回答(4)

- 謎が多いのはロマンがあるなと思った
- 複雑だなと思いました
- 海は一様のようだったけど、ほんの少しの差があって大きな動きを生んでいるということ
- 興味がわいた
- すごい年月をかけて海の水が循環していることに海のつながりを感じた
- 海の動きを知って。海をより大きなものと感じられるようになった
- 海の温度が上がることは地球に大きな影響を与えること
- 対流の意味
- なんとなく混ざり合って海ができているのかと思っていたけど、大きな流れがあるんだとイメージできた
- もっとあやしい力が働いて海流を作っていると思っていたけれど、案外当たり前の力だった点
- 海にはいろいろ不思議があること
- やっぱり大きな視点でみないと見れないなと思いました
- 海の中での循環ができていること
- 海の温度は場所によって違うことは知っていたが、循環しているとは思わなかった
- 海は一つにつながっているということを意識させられた

e) 話の感想

- 実際の実験がわかりやすかった・面白かった(20)
- 適度にグラフがあり見やすかった
- とてもわかりやすく説明してもらって面白かった(20)
- 字をもっと大きくして欲しい
- 海に行きたくなりました
- 物理を学んでから受けたかった
- デイアフタートゥモローほどでなくても、ほんの少し推量が変化しただけでも大きな影響があるというところが興味深かった
- 少し難しい所が多かった
- 温度によって海水が循環していることはわかりました
- 大陸棚があるとどういう動き(水)になるのかという実験が面白かった
- 話す内容を１つにしぼってくれたのがよかった
- 海の流れについてよくわかった

- 実験を通して、海面があたたかく、海底は冷たいと分かった
- 実験を実際にしてくれた点。見やすいように全画面に映してくれてありがとうございました
- ありがとうございました
- 狭く深い話が聞けてよかった

f) 参加者情報

- 1年生(34)
- ２年生(7)
- 無回答(1)

- 女(18)
- 男(23)
- 無回答(1)

**********

## G. アンケート結果

**静岡　掛川西高等学校　11月20日**

**[(角皆静男、松野健)]**

回収数 35

**1．あなたと海の関係**

a) 最初に海に興味を感じた時期

- 小学校前(4)
- 小学校(12)
- 中学校(11)
- 高校(7)
- 無回答(1)

b) 興味を感じたきっかけ

- テレビ(4)
- 地球環境問題(3)
- 水族館(3)
- 海中生物(3)
- 家から海にとても近く、自然と興味を持つようになった(3)
- 釣り(2)
- 伊豆に旅行で行った事
- 海運業に少し興味があるから
- 本を読んで
- 海へ出かけたこと
- 深海の生物についてテレビについて

- 水の中の生物に興味を持っていたことから
- 海を見たこと
- 漫画
- NHK の高校講座
- 本で深海魚をみたとき
- この講座があると知って
- 理学部の説明を聞いたとき
- 海水浴に行った事
- 総合の授業で海洋汚染を扱ったこと
- 5 年生の中の読書感想文に書いた本に、深海の事が書いてあった
- 中 3 の時に修学旅行で沖縄に行った時
- 海の深さを知った時
- 東京湾の深海にいるサメ

c) 知識を得る方法(複数回答)

「主たる方法」として二重丸がついたのは、授業(1)

- 本(6)
- 新聞(2)
- テレビ(3)
- 水族館(1)、

以下は主たる方法とそれ以外を区別しない集計.

- テレビ(28)
- 本(15)
- 新聞(12)
- 水族館(12)
- 授業(12)
- ネット(7)
- 講演会(2)
- ラジオ(1)
- 催し物(1)
- サイエンスカフェ(0)
- その他(0)家族から

d) 海に関する疑問

- 深海(5)
- 北極でお海流
- なぜ青いのか
- 環境への影響
- 100℃以上の水がある
- どんな生物がいるのか。

- ミズウオの食べている生き物
- 温暖化と海面上昇の関係について
- 北極での対流はどのようになっているのか
- どれぐらいの種類の魚が海の中にはいるのか
- 塩分の元は何？
- なぜしょっぱいのか
- 海の生物の生活
- マッコウクジラやコウテイペンギンはどうして深海でもぐれるのですか？
- 海の水を飲もうとは考えないのですか？
- 海流と地球気候の変動についての関係

e) 海を身近に感じる方法について提案

- 海に行く(7)
- 水族館に行く(4)
- マリンスポーツ(2)
- テレビ(2)
- 台風
- 海の近くに住む
- 本
- 魚を獲る。(釣り、漁)
- 学校で、授業や今回のような講演を行うことは重要だと思います
- 海が舞台の漫画、アニメ、ドラマ、映画などを見る
- ニュース

(角皆)

**２．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解(0)
- だいたい理解(20)
- ほとんど分からない(3)
- 一部理解できない(10)(難しかったです。(2)話が早く、一つ一つが理解できなかった。)

b) 「目から鱗」があったか

なかった(13)

あった(22)

- 海に「コンベアベルト」というものがあったこと(2)
- 海水がなぜ塩辛いのか(2)
- エチゼンクラゲの発生(2)
- 水の動きの理由
- 海のことについて基本がわかった

- 海水と真水では動きが全然かわっていくこと
- 海水は氷点で最も重いということ
- あたたかいところと冷たいところとあって、循環していること
- 海底の超高温の水が存在するわけ
- アイソスタシー
- 海の生態系の仕組み
- 振るだけで海水と真水が見分けれる
- なぜ地球が平らにならないのかということ
- ０℃にならないこと
- 海面にある泡の理由
- 一年に例えると人々が進化した時代が 0.4 秒しかないこと
- 海が地球の環境をつくりだしているということ
- CO2 の削減方法に海の存在も大きく関わっていること
- 色々な成分が関係していること
- 水は氷点で一番重くなる

c) 面白いと感じた部分

なし(3)

あり(31)

無回答(1)

- 海が、天候に大きな影響を与えていること(4)
- 地球の歴史を一年単位で説明してもらったことです(4)
- ブロッカーのコンベアベルトというものがあって水がまわっていること(2)
- 真水は４℃がもっとも重いこと
- 海底を２０００年もかけて水が循環していること
- 海というのは地球と大きく結びついていること
- 地球が平らにならないということ
- 海の水といきえの水を入れ替えたら大変なことになるということ
- 水の重さが違うこと。
- 塩分ってとても大切どということ。
- 今まで関心がなかった分、何がわからないのかがわかった
- 海の７０ヶ条にとても興味を持った
- 海底が浅くならない理由
- 塩水は振ると白く濁ること
- 海水が一番重くなるのが氷点であること
- 地球上の CO2 の大部分は海水に溶けているということ
- いろいろなことが重なって地球環境が維持されていること
- 宇宙の観測も出来る時代なのに、海底の観測が完了していない点
- 陸がなくならない(？)理由

- 大西洋の塩が減らない理由が面白かった
- エルニーニョがキリストだったということ

d) 海に対するイメージが変わった点があるか

なし(15)

あり(19)

無回答(1)

〈「あった」とする内容〉

- より不思議に感じた(2)
- 仕組みが複雑なこと。
- 海が想像していたよりも広いこと
- 宇宙の方が騒がれていることが多いが、海にはまだまだ多くの謎が含まれていること
- ただ満ちたり引いたりしているわけではないといういこと
- 海はただの水の集合体ではないと分かった
- 海が天気にかかわっているのはしらなかった
- 海はまだ調査があまり進んでいないことを知り意外に思った
- 海はとても偉大だと思った
- 時代をさかのぼって全ての生物は、海を出発点にしていたということ
- 海は海といってもいろいろなことが関わっていると思った
- 底知れないと思いました
- 想像以上にスケールの大きいシステムがあったこと

e) 話の感想

- 少し難しかった(4)
- クイズの部分が身近でわかりやすかった(2)
- 「海」を感じることができた
- 永久機関はないのに、水が落ちて動くのが続いているのは、外的な力(どのような力)が加わっているのですか？)
- 要点がまとまっていてわかりやすかった
- 考えた以上に海というのは奥が深いのだということが驚きでした
- もっと時間をとって詳しくやってもらいたい
- 海のことについてくわしく知れてよかったし、海はすごいと思った。
- スライドがいまひとつ見にくかった
- ちょっとわからないところがあったけどおもしろかった
- 地表の７０％が海と聞いて、海は広いな大きいなと思った
- 専門的な話にややついていけない所があった
- 多くの視点から海を感じることができたこと
- エルニーニョの話が興味深かった
- 海の７か条を見て、色々興味が沸いて楽しかった
- 初めて聞いた事が全部で、とても興味深かった

- 海の生物や養分がバランスよく成り立っている事
- かなり難しかった
- 長い文はよくない
- 海は奥深く一番未知ということがわかった
- 自分のくらしと海にそんなにかかわりがあるとしらなかった
- 海を物理学、化学、生物学とを関連させて多くの面から知ることが出来てよかった

**(松野)**

**2．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解(3)
- だいたい理解(25)
- ほとんど分からない(1)
- 一部に理解できないところがあった(7)
- 無回答：0(物理的なところの説明が少し難しかった(2)
- リン・ケイ酸。スポイトで垂らした水がリング状態になること
- →解決
- ありがとうございました
- 思っていたよりも海は深いというか、深すぎると感じました
- テーマごとまとめて説明されていて、わかりやすかった。)

b) 「目から鱗」があったか

なかった(15)

あった(18)

無回答(2)

〈「あった」とする内容〉

- 海水の動きや循環温度について(6)
- 運動エネルギーが熱エネルギーに変わるという話(2)
- ブロッカーのコンベアベルトがいつまでも地球を回っている理由(2)
- 実験で、本当に２つに分かれて進んでいったのがすごいと思った
- 塩分濃度と温度による水のうごき
- 冷水の移動のしかた。乱流がおさまる理由
- 拡散の仕組みは熱エネルギーによるものだとは知らなかった
- 渦でリング状になる
- 海の水が一定に流れていること
- 海面近くに２度以下の海水はない
- 海流の流れが地球の環境を左右していること

c) 「面白い」と感じた部分

なかった(2)

あった(32)

無回答(1)

〈「あった」とする内容〉

- 実験(6)
- 海水温と海の仕組みの関係(5)
- ブロッカーのコンベアベルトの実験(3)
- 塩分濃度と温度による水のうごき(2)
- 冷たい水は重くなって食塩水より下にいくこと(2)
- 乱流というものが分子拡散の何倍もあると言われているが、真相は分かっていない点(2)
- 水が循環する様子
- 乱流があると、分子の拡散が早まる
- かなり物理的要素が強いと思った
- 海面下で大規模な水の循環があるという事
- 渦がリング状になる
- 運動エネルギーが熱エネルギーに変わるのがすごかった
- 海の深層循環を小さなスケールで再現されたこと
- 熱の伝達の話
- 本当に水が動いていた
- 映画にウソのとこがあること

d) 海に対するイメージで変わった点があるか

なかった(13)

あった(21)

無回答(1)

〈「あった」とする内容〉

- 循環する様子がよくわかった(4)
- 波の下ではものすごく水が動いていたのがびっくりした(2)
- 仕組みが複雑なこと
- いろいろなことが重なって「海」が存在していること
- 海はいろんなことに影響していると思った
- 生物的なものだと思っていたが、物理的なものも多い
- コンベアベルトに興味を持った
- 海もかなり物理も関係がある事
- 海は外部からの熱に大きく左右されているとわかったこと
- 海はただ者じゃないと思った
- 海というものの流れを海の温度による重量で判断できるという点。
- 底知れないと思いました
- 海にとても大きなスケールのシステムがあったこと

e) 話の感想

- 実験や具体例を示してくれて、物理現象を感覚的に理解しやすくてよかった(17)
- 映画から入った所が聞き入りやすかった(2)
- プロジェクターとスクリーンの位置(2)
- 地上で、隆起や人為的なことをしなければ国土は平らになることはありますか？
- 深層循環について、自分でもう少し調べようと思った
- 物理、化学、生物がからんでいて難しかった
- 今度は魚についての特講を開いてほしい
- やっぱり海については難しいことばかかりだと思った
- 熱の伝わり方が多くてびっくりした
- 海は当たり前にあるものだと思っていたが、仕組みがあって驚いた
- 物理的な
- 地球温暖化が進んでコンベアベルトの動きがなくなったら実際にどんなことが起きて、私達の生活にどんな影響があるのか知りたいです

f) 参加者情報

- 1年生(25)、2年生(9)、無回答(1)
- 女(8)、男(26)、無回答(1)

**********

## H. アンケート結果

山形　鶴岡南高等学校　2008年11月28日

[(角皆静男)]

回収数 107

1．あなたと海の関係

a) 最初に海に興味を感じた時期

- 小学校前(28)
- 小学校(40)
- 中学校(7)
- 高校(14)
- 無回答(15)

b) 興味を感じたきっかけ

- 海水浴(8)
- 海の生物(4)
- 海に行った時。(4)
- 水族館(3)
- テレビ(3)
- 波(2)
- 釣り

- きれい、きもちいい
- 祖父が漁師だった。海が近かった
- 海沿いの地域なので
- 深海生物の姿
- 魚の特集みたいなテレビを見て
- その先に何があるのか
- 地球が丸いのに水平線は平らだったから
- 今回の講演

c) 知識を得る方法(複数回答)

「主たる方法」として二重丸がついたのは、授業(1)本(3)新聞(1)テレビ(22)講演会(1)水族館(1)、以下は主たる方法とそれ以外を区別しない集計

- テレビ(68)
- 本(31)
- 水族館(25)
- 新聞(21)
- 授業(11)
- ネット(10)
- 講演会(7)
- 催し物(3)
- ラジオ(1)
- サイエンスカフェ(0)
- その他(4)・・・・親に聞く。博物館。

d) 海に関する疑問

- なぜ海は青いのか(5)
- どうして海には塩分があるのか(5)
- 深海の底(2)
- 津波の原理。
- 人が行けないような深いところはどのように調べているのか
- 海洋深層水はなぜ塩味がしないか
- 海底で生きる生物の体のつくり
- なぜ波がたっているのか
- 未知の生物はどのくらい存在しているのかということ
- 地球の温暖化と海の関係
- 海にいるまだ見つかっていない生物はあと何種類か
- 潮の満ち引き
- ずっと波があること。波がなくならないこと
- 深海を見てみたい
- 深海生物

e) 海を身近に感じる方法について提案

- 実際に海へ行く(9)
- 海で芋煮をする
- 海での催し物
- 私達でも見ることができる夕日など、明確にわかりそうなものから説明されたらいいと思う
- 海で学習
- ダイビング
- 海水浴
- 海で生計をたてている人の話を聞く・・・etc
- 海辺に住む

**2．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解(7)
- だいたい理解(58)
- ほとんど分からない(29)
- 一部理解できない(11) (少し難しかった。(2)話が見切り発射になって始まった時、頭の中で情報がまざってしまう。食物連鎖的なところ。)
- 無回答(2)

b) 「目から鱗」があったか

なかった(58)

あった(37)

無回答(10)

〈「あった」とする内容〉

- 塩分などが循環していること
- 海が天候にも関係していること
- さらりと海水の塩辛な真相を知ってしまった
- 水素とヘリウムで地球ができたこと
- 温度によって重さが違うこと
- 岩石とか、窒素の化学反応で、しょっぱくなっているということ
- 2000 年かけて海水が循環しているということ(3)
- 海は時間の進行で徐々に深くなったこと
- 真水と海水の違い
- 水には水と塩分以外に窒素やリンが含まれていること
- エチゼンクラゲ大量発生の謎
- 塩分がある理由
- 海と地球ができたきっかけ

c) 面白いと感じた部分

なし(41)

あり(69)

無回答(4)

〈「あった」とする内容〉

- なぜ海が塩辛いのか(4)
- 海流について(2)
- 海は天候と気候を制御しているということ
- GREAT OCEAN CONVEYOR BELT
- 塩分は海ができたときから存在し、岩が関係すること
- 水の重さが温度で変わること
- 先生の名前が地図にのっていて、有名人だなと思った
- 地学、化学、物理、生物全てが関わること
- 表面積あたりの質量はどこも等しいこと
- 海水は深い方が塩分濃度が高いこと
- 真水と海水の違い
- 太平洋ではたくさん雨が降ることによって海の塩分濃度が保たれているということ
- 海のなりたち。どうして塩分があるのかとか
- 千年前の水が動いていること
- 海の砂漠。生物がいないところ？？リンがない
- 地球の誕生の説明

d) 海に対するイメージが変わった点があるか

なし(59)

あり(41)

無回答(7)

e) 話の感想

- もう少しまとめてから話していただきたい(2)
- パワーポイントが小さくて見えなかった(3)
- たのしくて分かりやすかったです(2)
- もっとしぼって話してほしかった(2)
- 難しかった(2)
- 普段あまり聞けない話、専門的な話、貴重な話を聞けてよかった(2)
- 面白かった(2)
- 要領が悪い
- プレゼンテーションによる説明がよかった
- とても丁寧に説明してくださり、ありがとうございました。海について、とても幅広く研究なさっていて、すごいと思いました
- 色々と知らなかったことをしれてよかった
- 海は未知なるものなんだと思った

- 海の話は深いなあと思った
- 多少難しい所はあったものの、海の重要性を改めて認識できた
- とても丁寧に説明してくださり、ありがとうございました。海について、とてもわかりやすかったです
- 専門的なことが多かったきもする
- 順番がわかりづらい
- 海が物理や化学などが総合的に必要な分野だとわかったことなどが面白かったです

**３．あなたのこと**

a) どこで知ったか
- 無回答・その他(57)
- 学校(33)
- 先生(15)
- 講演会
- LHR

b) 年齢
- 16 歳(16)、17 歳(78)、無回答(13)

c) 性別
- 女(42)、男(52)、無回答(13)

**********

## I. アンケート結果

**神奈川日吉　慶応高等学校　12 月 1 日**

**[(角皆静男)]**

回収数 18

**１．あなたと海との関係**

a) 最初に海に興味を感じた時期
- 小学校前(7)
- 小学校(6)
- 中学校(3)
- 高校(2)
- 無回答(0)

b) 興味を感じたきっかけ
- 地学の授業と部活
- アンモナイトへの興味
- 地上でとある化石や鉱物の由来から
- おぼれた事
- 日本を資源国家にするメタンハイドレート
- 船、つり

- 家族で海に行って、波が打ち寄せられ続けるのが不思議に感じたから。
- どこから無限に発生しているのかな？
- ライフセービング
- 海に住む生物を見ておもしろいと感じたとき
- 深海魚の奇異な姿
- NHK スペシャルの“地球の歴史”みたいなのが面白かったから。地球が好きだから。
- 海に遊びに行った時(2)
- 口の中がしょっぱくなった
- 水族館(2)
- 貝に耳をあてるシーン
- 親の実家の近くの海によく行っていた

c) 知識を得る方法(複数回答)

「主たる方法」として二重丸がついたのは、授業(4)本(1)テレビ(2)水族館(1)、以下は主たる方法とそれ以外を区別しない集計

- テレビ(13)
- 水族館(12)
- 本(9)
- 授業(7)
- 新聞(7)
- ネット(6)
- 催し物(2)
- 講演会(2)
- サイエンスカフェ(2)
- ラジオ(0)
- その他(0)

d) 海に関する疑問

- 深海生物の生態(2)
- コンベアベルト。グリーンランドの夏など氷ができにくくなったらコンベアの開店速度は遅くならないか？1 年サイクルのコンベア速度の変動はあるのか。
- プレート境界部等の海底火山等で深層水の流れが妨害されることなどはあるのか
- 太陽から離れた生態系
- 深海生物は何故水圧に耐えられるのか？何故海がなくならないのか
- メタンハイドレード
- 発見されていない生物について
- 地球が出来た頃、降った雨で海がつくられたのに、どうして刻々と海の量は増えていかないのか？
- なぜ塩辛いのに生物が住めるのか。人は呼吸がつづけば海の中でも住めるのか。
- 潮について満引き

- 海の生物が陸へと移住するきっかけとなったのは何か？一番初めに陸へあがったのはどういう生物か
- 今後地球温暖化によって海水面が上昇することが懸念されているが、本当に海水面は、深刻な影響が出るほど上昇するのか
- 海の底はどんな世界が広がっているのか
- 水がなぜあんなにあるか
- 何故塩水なのか
- 深海魚はどうやって酸素を得ているのか
- 深海の生命体及び養殖
- なぜ暖流と寒流がぶつかるところに魚が集まるのか

e) 海を身近に感じる方法について提案

- 潜る
- 団体で潮干狩り
- 海水温を天気予報と一緒に放送する
- 日本ならば、地図を見るとか天気図を描くとか
- 水泳(2)
- 地引網
- 漁
- 海を題材とした海の特徴が出た映画を作る。アニメ等
- 海辺に住む。ライフセーバーになる
- 海に実際に行く
- 小学生のうちに少しでも海にふれる機会があると良いと思う
- 火を通してない魚介類を食べること
- 気象・天気にからめて話して欲しい
- もっと簡単に海まで出られるようにする(交通的に)
- 水族館へ行く

**２．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解(2)
- だいたい理解(10)
- ほとんど分からない(1)
- 一部理解できない(4)　(難しかった。→生物過程の化学方程式化等。生物学、化学系(リンとかケイ素とか・・)難しかったです。もっと勉強しようと思います。英語が得意でないので、英語の図のところが、よくわかりませんでした。)
- 無回答(１)

b) 「目から鱗」があったか

なかった(7)

あった(9)

無回答(2)

〈「あった」とする内容〉

- 寒流には養分が溶けている理由
- 池が凍ったときに何故水中の魚が生きていられるのか
- 塩のしくみ
- 春にプランクトンがいっせいに増えるということ
- 海は沢山の学問がひそんでいたという事。ホリスティック科学
- 川の水が海へ土を運び続けるのに、なぜ陸と海は平らにならないのかという原理(3)
- なんで海はしょっぱい？海洋大循環のコト
- 越前くらげの増殖の理由
- 海の地域によって CO2 の吸収に違いがあることに驚いた

c) 面白いと感じた部分

なし(1)

あり(15)

無回答(2)

〈「あった」とする内容〉

- 栄養塩の話
- 海洋の循環のスピードが年によって変わるということ
- 海の状態が気象に与える影響が思っていたより多かった
- 窒素や燐が増え過ぎた時の、海中の動植物の数の変化の仕組み。亜熱帯の海は海の植物にとっては砂漠。
- しくみなど
- 地球が誕生してからを１年とした場合の海洋の歴史
- 春プランクトンが増える。海水を振ると、水がパチパチしていた。ジェット・・。飛んでくるのが海塩粒子
- 大陸棚ポンプ、ジェットドロップ
- 水温が-1.8℃以下にはならないので、生物の活動が低調にならない
- 海の水はなぜ塩辛いのかという原理
- 海塩粒子・アワの話
- さんまをやめればいわしを１０倍食べれる
- 人間の文明は１２月 31 日 23：58 からできたものだということ
- レッドフィールド比について詳しく知りたくなった
- 海水、超臨界水(2)
- 海が地上の生物にも大きな影響を与えている話が面白かったです

d) 海に対するイメージが変わった点があるか

なし(5)

あり(13)

無回答(0)

〈「あった」とする内容〉

- 陸と海が普段自分が思っているより密接に関連し合っていること
- 気象・気候を考えるために、あまり考えたことがなかったが、大きすぎるほどの影響を持っているとは思わなかった
- 意外とシステマチックだなあと
- 海は生物学、物理学の中間にある
- おもしろい
- 海の歴史は地球の歴史を１年とした時、半年以上海が存在し、海の発展と共に地球が進化していた事
- ただ塩辛いだけじゃなかった
- これまでは漠然と「海」というイメージしかなかったが、潮、生態系など、さまざまな要素が組み合わさっている
- 文系の叙情的イメージから理系の統計分析的イメージへ
- ただ、物理的な役割のみならず、化学的、生物的な観点でも大きな役割を担っているのだなと感じた。生物の栄養になる
- 気候の制御
- 海はすごいというイメージでは変わらない
- 科学的観点から見る海という新しい見方を知った
- 海に生物がたくさんいるということは知っていましたが、あまり生物的に見たことはなかったので、新鮮でした

e) 話の感想

- パワーポイントのページ送りは自分でやった方がスムーズに行くかもしれません
- 話がとびすぎたので、できるだけ筋道だててほしい
- レジュメが濃くなりすぎていて、少しつらく感じてしまった
- 図形がわかりやすかったです。話が途中で他の話とリンクする事が多くて、わかり難いことがありました
- 海底の生物についてより詳しく知りたい
- 海を少し知った気がした
- 海洋リテラシーの第７条についてお聞きしたかったです
- ちょっと難しい(2)
- もう少し視覚的に解りやすくしてほしかった
- 地学を高校では履修していないので、こういった話は新鮮だった
- レジュメのすべての項目に関してご説明いただけなかったことが残念でした。身近な話題も含めた、分かりやすいお話だったと思います
- 海洋大循環の話ひとつとっても、海のみの働きのみならず、空の働きなど、この分野(気象、海洋)は相互的に複雑にからみあっているのだと思った。→どこの大学へ行けば学べるんだろうか？
- わかり易くてよかった

- 海洋生物についてもっと知りたかったです
- 科学のいろいろな分野が、海洋学に関わっているというところが、面白そうだと思いました。自分としては、海の調査などについても興味があるので、そういうことにも触れてほしいです

**３．あなたのこと**

a) どこで知ったか
- 校内ポスター(9)
- 地学(学校)の授業・部活(6)
- その他(3)

b) 居住地
- 東京(9)
- 神奈川(5)
- 千葉(2)
- 埼玉(2)

c) 年齢
- 18 歳(12)、17 歳(5)、16 歳(１)

d) 性別
- 男(18)

**********

## J. アンケート結果

**沖縄開邦高等学校　　12 月 20 日**

**[(角皆静男)]**

回収数　21

**１．あなたと海との関係**

a) 最初に海に興味を感じた時期
- 小学校前(4)
- 小学校(6)
- 中学校(9)
- 高校(2)
- 無回答(0)

b) 興味を感じたきっかけ
- 水族館(5)
- 小さい頃から海の近くに住んでいて、よく行って生き物を見るうちに自然と海に興味を持った(3)
- テレビで海や魚を見て、とてもきれいですごいと感じたから
- 生物同好会に入って、興味が増した。あと、弟が釣りを始めたから
- 深海魚などの海の生物。

- 海の仕組みはよくできていると感じたから
- 自由研究で赤土、ナマコの研究をしたこと
- 海が青いので、なぜか気になったから
- 海にどうして塩が含まれているのか
- 船に乗って海を見たとき
- 沖縄に引っ越してきたらきれいな海だったこと
- 海に行って砂をほったこと
- 映画「ディープブルー」を観て
- 海の中にいるとき、相手は動いていないのにどんどん離れて行く気がして不思議に思ったから

c) 知識を得る方法(複数回答)

「主たる方法」として〈二重丸〉がつけられたもの

- 本(3)
- テレビ(5)
- ネット(1)
- 講演会(2)
- 水族館(1)

以下は主たる方法とそれ以外を区別しない集計.

- テレビ(17)
- 水族館(11)
- 本(10)
- 講演会(9)
- 授業(5)
- 新聞(5)
- ネット(4)
- 催し物(1)
- ラジオ(0)
- サイエンスカフェ(0)
- その他(1)(知人の話)

d) 海に関する疑問

- 海底には、知られている生物以外にどんなものがいるか
- 深海がどうなっているのか？どんな生物がいるのか等(2)
- なんで海はきれいな青色なんだろう
- 陸より海のほうが生きるのにきびしいのではないか
- 海がなくなってしまうとどうなるのか
- 直接海に行って遊んでみること
- 海の色の違い
- 気候との関係

- なんで波ができるのか。なんで波は消えないのか
- どうして海の水は減らないのか
- 海の水はどこも同じか
- 海の生態系についてもっと知りたいを思った
- なぜ波が起こるのか
- どうやってコンベアベルトが 2000 年でまわるってわかったのか
- 海洋学者ってなにをするのか

e) 海を身近に感じる方法について提案

- 海と触れ合う
- 海の近くに住む
- 小中学生に対しても易しくてもいいから講義を開く
- 海の近くで海を見ながらそれを感じると、身近に感じると思う
- 海に行く(6)
- 子供の頃に水族館に行って、とてもおもしろいなと思ったことを覚えています

**2．今日の話題提供について**

a) 話の理解度

- よく理解(1)
- だいたい理解(12)
- ほとんど分からない(1)
- 一部理解できない(7)(海の栄養の話の時に聞き漏らした為、難しくなった。化学物質のうごき。人工的になったときなど。)
- 無回答(0)

b) 「目から鱗」があったか

なかった(3)

あった(16)

無回答(2)

〈「あった」とする内容〉

- 海に食塩がある理由(2)
- 太平洋と大西洋は海面の高さがちがう(3)
- 海では SiO2 が栄養のかぎである。陸では N なのに。
- 海でも、陸でいう春のような時があるということ。海と陸では全然違うこともあれば同じこともある
- 地球にどうやって海が誕生したのかということ
- 人は海から水を取るが、水が減らないのは、自然と元に戻るから
- ケイ素が一定なので、利用しているケイソウは増えないが、人間由来のリンを利用しているベンモウソウは増える。結果、くらげが増えている
- 真水が 4℃で最も重いこと
- いい焼きものは中緯度でしかできないということ

- 大西洋から太平洋へ深海から廻っている海流の話。一周回るのに 2000 年かかるということ
- 気候などは海に影響しているということ
- 陸上に生物が現れてから人類が誕生するまでが思っていた以上に短かったこと
- 海がしょっぱい理由
- 太陽によって水がつくられたこと
- エチゼンクラゲの話。人が影響を及ぼしていること
- 海に水がある理由
- CO2 がいつでも海水に溶けていくということ

c) 面白いと感じた部分

なし(0)

あり(19)

無回答(1)

〈「あった」とする内容〉

- 2000 年もかけて海水は循環するということ(4)
- 海流の流れについて。海水と真水の違いについて(2)
- 炭素循環の話
- 淡水は 4℃で重くて下になるため、そこに魚が生きることができる
- 海が浅くならないのは、陸のものは陸で循環しているからだということ
- 大西洋と太平洋の塩分濃度が雨によって調節されている
- 冷たい水が下にもぐって、温かい水が上で流れて、ベルトコンベアーになっているのが面白かった
- 海中の塩分は、水と一緒に来た Cl などが岩石と反応してできたということ。
- エルニーニョ現象とか、栄養分の話
- 大西洋から塩がなくなった理由
- エルニーニョはキリストのことを表しており、そのことがつじつまが合って説明がつくこと
- 地球に海ができたメカニズムを聞いて、もっと詳しく知りたいと思った
- 海がどうやってできたのか、なぜあるのかわかった
- 大きい魚を食べるより、小魚を食べたほうがいい
- 海は氷点で一番重いから、栄養が下に行く

d) 海に対するイメージが変わった点があるか

なし(2)

あり(18)

無回答(0)

〈「あった」とする内容〉

- 海は奥深いんだなと思った
- 今まで海といったら、表面に見えている部分のことしか考えていなかったけど、海は

深いし、すごいと思った
- 海にはまだ知らないことが多いことをあらためて知った
- リン酸や硝酸は、栄養となっている
- 自分が知っていた、感じていた海よりも、もっと大きくて、雄大で複雑だと思いました。もっと詳しく学びたい
- 海のおかげで地球ができた
- 気候と海が密接に関わっていくということ
- 海って、よく考えてみると不思議なことだらけだなーと思った(2)
- 思っている以上に複雑な動きをしている点
- 海の植物にも栄養塩が必要だという事
- 海はなんとなくすごそうと思っていたけど、地球が今の状態になるまでに大きな影響を与えていて、本当にすごいと思った
- 混ざりにくい
- 大きくなった

e) 話の感想
- 大変興味深い話が聞けました。ありがとうございます
- 海のことについて、もっと知りたいと思い、とても興味深い話が聞け、よかったです
- 今回の講演を聞いて、改めて海は広いな大きいな深いなーと思いました。海のことについてさらに興味を持つ事が出来ました
- 第 7 条のポスターの話も多くしてほしい
- 海の広さというか、動きの原理を初めて知ることができた。難しかったが、とても勉強になりました
- もう少しすらすらおっしゃって頂いた方が聞きやすいし、理解しやすかった
- もっと生き物に関する話が聞けると良かったです。基礎的な部分の説明もあったので、分かりやすかったです
- 私達人間が生きていくには海が必要不可欠。理解できなかったところを理解できるようになりたいと思いました
- 海には不思議なことがいっぱいあると思った。海についていろいろ学ぶことができて良かった
- 海は、生き物や地球にとって大切だということが分かり、もっと海を知りたくなった
- 陸と海の大きな違いを何度も説明してくれたので、とても印象に残りました。海って不思議だなーと思いました
- 海は、身近な所にあるのに、案外知らないことが多くて驚きました
- 私が予備知識があまりなかったからだと思いますが、少し難しかったです
- 図などが出ていてわかりやすかったです
- 海の基本的なメカニズムについて知ることができました。生物分野の話ももっとしてほしかったです
- 海の中の話が、気象や生物と関連しているのが分かってよかった

・　なんで大西洋の塩分がなくならないのかがよくわからなかった
・　自分が思っていたより、海は複雑だった

**３．あなたのこと**

a)　どこで知ったか
・　校内ポスター(6)
・　先生・授業(12)
・　その他(3)

b)　年齢
・　25 歳(1)、17 歳(7)、16 歳(9)、15 歳(4)

c)　性別
・　男(8)、女(13)

## ３．アンケート調査結果の解説と解析

暮れも押し詰まった 12 月 20 日に最後の海洋特別講座を行い、アンケート調査をした。得られたすべてのデータをタイプし、ここに載せた。これをもとに本研究分担者の集まりで２回討議した。まだ、まとめを書く段階には至っていない。

しかし、記入されたことを一読するだけで、極めて面白い、示唆に富むことが多数書かれており、アンケートを取った意味があることはわかる。今後、これらを整理し、解析していきたい。以下に現時点で気づいたことをいくつか記しておきたい。

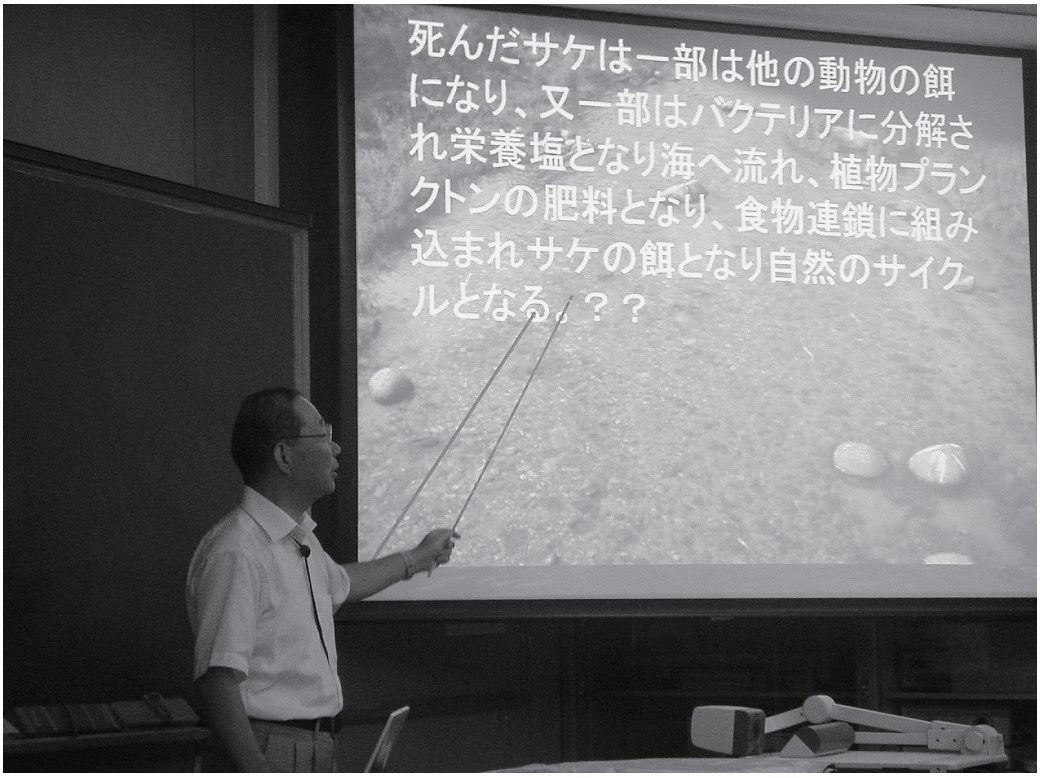
1) もしも学校教育の中で海が取り上げられていたら、とても出てくることはないと思われる初歩的、常識的なことが、多数疑問としてあげられているし、それを理解して感動したことが書かれている。
2) 一方で、海洋生物の名前など、テレビなどで取り上げられているせいか、極めて専門的な日常生活の中ではどうでもいいようなことを聞きかじっている。
3) １時間で海の１主題に限って話し、インパクトを与えることは比較的簡単であるが、海洋リテラシーということで海そのものを理解してもらおうとテキストを作り幅広く話してみた。おおむね成功したように見える。
4) 学者、研究者の中には、狭い専門分野を深く切り開いているので、海洋全体を広く見渡すことからだんだん遠ざかり、自分の専門領域から遠い、自信のないことに興味を示さず、海を理解し、人間生活を豊にする海の役割を強調する海洋リテラシーの普及に冷淡な者もいた。
5) 海では、多数の物理的、化学的生物的因子が複雑に絡み合っており、完全に解明することは難しいが、ある程度のことはわかっている。それをつなぎ合わせて作り上げた物語のおもしろさに感動してくれた人たちが多数いた。
6) 他方、再現することが難しい事象が多く、そのようなことはないと否定できないのをよいことに、いいかげんな根拠で勝手なことを言っている人たちの説を受け売りする者もいた。
7) 地球環境の変化に果たす海の役割の大きさに驚き、感動し、正しく理解しようとしている人たちがいる一方、情緒的に人間活動はすべて悪ととらえる人たちもいた。
8) 地球や人類の将来について、悲観論も楽観論もあるが、長い歴史を持つ海、広い空間を有する海をともに考えようとする若者は頼もしかった。

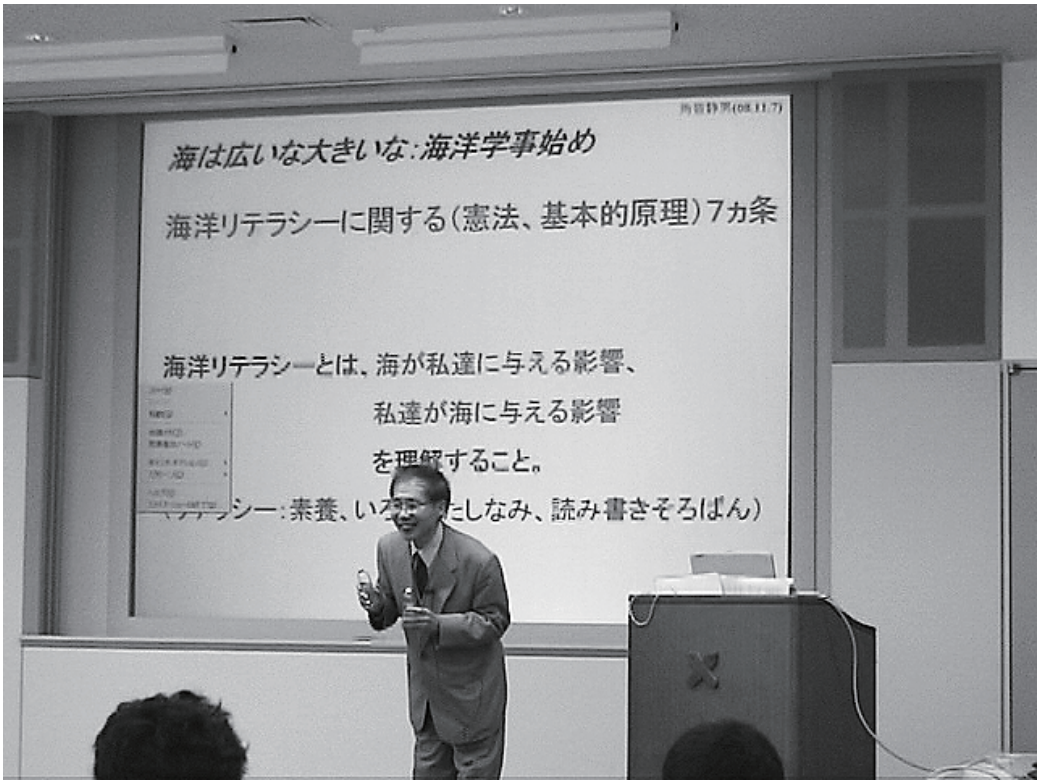
## ４．サイエンスカフェ、出前授業　現場風景

サイエンスカフェ

海の教室

各学校における出前授業風景



# 第３部　本研究分担者の意見、提言

目次

A. 市川洋：科学について知っていてほしい５つの事.....120
B. 浦江恭知：21 世紀に生きる日本人に必要な海辺環境と海洋ﾘﾃﾗｼｰ
－海洋に関する啓蒙媒体（教養書等）の必要性―.....125
C. 乙部弘隆：海洋リテラシーのアンケート調査に関わっての感想.....128
D. 樺澤洋：海洋リテラシー：水族館活動の立場から.....131
E. 川合美千代：第１回海のサイエンスカフェの感想.....133
F. 小城一廣：海は決して怖くない.....134
G. 小松正之：海洋リテラシーについて –海洋について国民に理解してもらうために– ...137
H. 柴田鉄治：海洋リテラシー　私の提言「海は誰のものか―で新しいルール作りを」 ...141
I. 菅井和夫：海洋リテラシー研究会に参加して.....142
J. Craig Strang、佐々木剛：アメリカにおける海洋リテラシー運動と今後の課題.....147
K. 竹内良夫：海のリテラシーについて.....154
L. 中川隆政：日本の海洋技術と海洋調査における課題.....156
M. 長谷川浩：海洋リテラシーと理数系科目の教育に思うこと .....161
N. 久田安夫：海洋リテラシーの国民への普及策について .....164
O. 松野健：海洋リテラシーの普及のために高校で特別講義を行って考えたこと.....165
P. 道田豊：第 2 回海のサイエンスカフェを実施して .....168
Q. 伊藤進一：海の絵本の読み聞かせ.....170

# A. 科学について知っていてほしい５つの事

市川 洋

## １．はじめに

「海洋リテラシー」の普及を図ろうと考えて TV やマスコミを含めた周囲を見ると、海洋のみならず科学全般への関心が低く、科学が誤解され、ニセ科学が蔓延しているという現実に愕然とすることが多い。このような現在の日本社会においては、「海洋リテラシー」をどのように普及させたら良いのかを考える前に「科学リテラシー」を普及させることが先ではないかという思いに至る。

2006 年に行われた「OECD による生徒の学習到達度調査(PISA2006)」では、「科学リテラシー」を以下の４つの構成要素に区分し、その各々の各国における学習到達度を調べている [1]。

・科学的能力(計算処理能力など)
・科学的知識(「科学の知識」と「科学についての知識」)
・科学的状況・文脈の理解(個人的・社会的・地球的な諸問題における科学との関わりを理解していること)
・科学的態度(科学に興味を示し、科学的探究の必要性を支持し、資源と環境に対する責任を認識して行動する意欲を持つこと)

上の説明では、「科学リテラシー」は、科学についての「基礎知識や基礎能力」のみで構成されているとは考えていない。しかし、我が国の理科教育の多くは、大学入試問題への対策から、上の４つの構成要素の中の「科学的能力」の向上と「科学の知識」の取得・蓄積にのみ重点を置いていると言わざるを得ない状況である。この結果、我が国では、「科学についての知識」を学ばずに、誤った科学観(科学信仰や科学懐疑論)を持つ人が多くなり、科学技術全般についての不信感・誤解が広がるとともに、科学的態度の涵養が疎かになって、海への関心も薄れていると考えられる。

「科学リテラシー」が普及していないのは米国でも同じ状況であり、多くの人が科学リテラシーの普及にかかわっている。その中の一人である Union College (New York) の Chad Orzel 教授は、「What Everyone Should Know About Science」と題する記事を 2008 年 3 月 3 日に彼自身のブログ「Uncertain Principles」に掲載している[2]。この記事へ寄せられた多数のコメントを参考にして、「科学についての知識」を以下のような「科学について知っていてほしい５つの事」として、筆者なりにまとめてみたので以下に紹介する。

## ２．科学について知っていてほしい５つの事

ａ)科学は試行錯誤の過程である。
ｂ)科学は既存の科学の知識の集合体ではない。
ｃ)科学は人を人たらしめる営みである。
ｄ)だれでも科学を営むことができる。

ｅ)科学が価値を決めることはない。

ａ)科学は試行錯誤の過程である。

科学は、試行錯誤を繰り返しながら、世の中の種々の事柄の仕組みについての全人類の共通理解を深める過程(以下、科学的探究過程と呼ぶ)である。

科学的探究過程は、一般に以下のような段階を経て進められる。

1）ある事柄の仕組みの何を知りたいのか(研究対象。定説で説明できないこと)を特定する(問題設定)。

2）特定した研究対象を説明する仮説(モデル)を、定説(過去の知見)を見直したり、発展させて作成する(仮説の立案)。

3）作成した仮説から導き出される測定可能な現象を予測する測定可能な現象を導き出す(仮説の展開)。

4）作成した仮説の妥当性を、その仮説から導き出した測定可能な現象の新たな実験、観測、試験によって調べる(仮説の検証)。

5）仮説が妥当であることを確認できない場合には、1)、2)、3)あるいは4)からやり直す(試行錯誤のループ)。

6）仮説が妥当であることを確認できた場合には、その結果を公表し、得た知見を他の研究者と共有する(結果の共有)。

7）公表結果を他の研究者が確認し、多くの人が同意した場合には、その時点での定説(最も矛盾のない、条件が同じならばいつでも、どこでも成り立つ説明として、広く受け入れられる説)となる。多くの人の同意が得られない場合には、「試行錯誤のループ」を再開する(結果の深化)。

上に述べた6)で成果が有名な学術雑誌で公表されても、その成果が同じ分野の多くの研究者に受け入れられていることを保証するものではない。誤った結論である場合もある。学術雑誌で論文を公表する目的の一つは、その結果についての他の研究者から批判を受けることによって、共有する成果(理解)の質を高めることにある。 7)を経て定説となるのには、多くの場合、数年以上の検証期間が必要である。定説となった科学的結果でも、正しいとは限らない。後年、新たな視点の展開や新たな実験・測定装置の開発によって、更なる修正・改良作業が必要となるのが大部分である。なお、5)の否定的な結果も重要な知見であり、公表されることが望ましいと考えられているが、現状では少ない。

1)から5)に述べた過程(まとめて、科学的思考方法と呼ぶ)は試行錯誤の過程に他ならない。だれもが、この科学的思考方法を用いて日常生活を過ごしている。例えば、商店主が店の売り上げを伸ばそうとするときに、技術者が製品を開発するときに、1)から5)の試行錯誤を繰り返している。この意味で、科学的思考方法は特殊で高度な方法ではない。科学の発展は、6)と7)、すなわち、成果を共有し、お互いに批判し合って理解の内容を深化することによって支えられてきた。

ｂ)科学は既存の科学の知識の集合体ではない。

科学は既存の個々の科学の知識(科学的結果・定説)の集合体でも、個々の科学的処理能力でもない。科学は定説を疑うことから始まる知的探究の過程である。人は科学のあらゆる分野について詳しい知識を持っている必要はない。

現在でも、科学的に未解決な事柄は多く残されている。それにもかかわらず、断定的な科学的記述を、それが導き出された科学的探究過程(前提条件、仮定、近似、試行錯誤の経緯、留意事項)についての理解なしに受け入れることは、思慮深い行為とは言えない。特に、十分に解明されていない、複数の要因が複雑に関連し合っていて、その因果関係の詳細が十分に解明されていない種々の「複雑系」の現象の仕組みを短絡的な考え方で断定的に捉えるのは、危険でさえある。「複雑系」の現象を主体的に理解するためには、焦らず、面倒がらず、じっくりと時間をかけて、幅広く科学全般についての総体的な基礎知識を身に付ける努力を重ねることが重要である。

ｃ)科学は、人を人たらしめる営みである。

科学は、全ての人が生まれながらに持っている知的好奇心・欲求に基づく、人を人たらしめる営みである。

科学は、人類が直面する種々の限界(生死の壁、時間の壁、空間の壁、物質の壁)へ挑戦したい、あるいは普遍的な経験知を獲得したい、経験について整合的な全体像を形成したい、人は何処から来て何処へ行くのかを知りたい、という全ての人が人類の一員として、個人的に持つ根源的、内的な欲求を追及あるいはその限界を認識・確認する営みである。

参考:「生死の壁」とは、人間は必ず老化し、病に伏し、死に至るという宿命にあるということである。近代以前には、これらの病、老化、死への対策を施す専門家として祈祷師がいた。「時間の壁」とは、人間は未来に起こる事象を予知することができないということである。このため、種々の占いが現在も人々の心を捉えている。「空間の壁」とは、人間は今居る場所を離れては存在し得ないということである。古来、この限界を越えることができる人として、魔術師がいた。「物質の壁」とは、何もないところからある物を作り出すことはできないということである。現代の医学、薬学を含めた生命科学分野の研究者は古代の祈祷師の、自然現象の予測を目指している天文学、気象学、海洋学、火山・地震学を含めた宇宙地球科学分野の研究者は占星術師の、航空機や通信機器を開発している研究者は魔術師の、種々の化学合成品の開発を行っている化学者は錬金術師の末裔であるといえよう。

ｄ)だれでも科学を営むことができる。

だれでも科学を営むことができる。ただし、必ずしも、だれもが科学の全ての分野を営むことができるとはかぎらない。

科学は、基本的には、だれもが日常的に用いている科学的思考方法そのものにすぎない。科学的思考方法についての理解が十分にあれば、だれでも自分が必要とする科学的結果(科学知識の一部)

を自分で導き出すことができる。ただし、そのためには、自律した人間として、他人の言動に惑わされず主体的に判断・思考する能力、すなわち、科学的に考える力(科学技術の知識・理解をもとにした思考力、判断力)と十分な時間が必要である。特に、科学が細分化され、その各々が高度に発達している現在においては、ある分野の専門家といえども、自分の専門外の分野のことはほとんど何も分かっていないのが現状である。焦らず、面倒がらず、じっくりと時間をかけて、必要に応じて、関係する分野についての総体的な基礎知識を身に付ける努力を重ねることが重要である。

科学を営むのに、国籍、人種、性別、貧富、宗教は関係ない。数学が得意である必要も、大学を卒業している必要もない。社会的地位の高低、名誉の有無、学術経験の長短も関係ない。金銭と数学は、科学を効率的に行う際の手助けにはなる。また、眼前の事象に囚われない豊かな想像力、透徹した考察力、も強力な助けとなる。しかし、科学の営みの核心は、多様な価値観の存在を容認しながら厳しい倫理観に裏打ちされた「内的欲求を追求しようとする強い心」にある。

ｅ)科学が価値を決めることはない。

科学は、判断の材料・根拠を提供するが、価値(例えば、事の善悪)を決めることはない。科学的に得られた予測結果は、その予測計算に用いられたモデル、条件、計算方法などに大きく依存している。このような予測結果を根拠として政策を定めるのは、科学者ではなくて、市民と行政・立法機関である。科学者は提供する判断材料・根拠に含まれる不確実性を市民と行政・立法機関に明示する責務がある。市民と行政・立法機関(の担当者)は提供された判断材料・根拠に含まれる不確実性を十分に主体的に理解した上で、総合的に判断して、政策を選択することが重要である。主体的に理解、判断、選択するためには、市民と行政・立法機関(の担当者)は、「批判的思考の態度」を身に付ける必要がある。

## ３．おわりに

上に示した私案が、科学リテラシーにおける「科学についての知識」の基本事項として、必要十分であると断言するつもりは全くない。また、この私案では、科学に苦手意識、権威、不信、あるいは過剰な信頼を感じている人の心の垣根を取り壊すような構成・表現にはなっていないことも自覚している。とりあえず、今の時点で思っていることをまとめた。

「科学リテラシー」が普及することにより、海への関心が高まり、「海洋リテラシー」も普及すると信じている。

[1] 国立教育政策研究所監訳「PISA2006 年調査　評価の枠組み　OECD 生徒の学習到達度調査」(ぎょうせい、2007)
http://blogs.dion.ne.jp/hiroichiblg/archives/6747726.html
[2] http://scienceblogs.com/principles/2008/03/what_everyone_should_know_abou.php

市川　洋　略歴：

1949 年生。京都大学大学院理学研究科博士課程修了(1978 年 7 月、京都大学理学博士)。1979 年 8 月に鹿児島大学水産学部助手に採用され、講師、助教授を経て、1998 年 1 月から教授。2005 年 10 月より独立行政法人海洋研究開発機構地球環境観測研究センターにおいてグループリーダーとして黒潮輸送・海面フラックスの観測研究に従事。主な専門分野 : 海洋物理学、水産海洋学。2003 年 4 月より日本海洋学会教育問題研究部会員。2008 年 8 月よりアメリカ地球物理学連合広報委員会委員。

## B.　21 世紀に生きる日本人に必要な海辺環境と海洋ﾘﾃﾗｼｰ
## －海洋に関する啓蒙媒体(教養書等)の必要性－

浦江　恭知

### １．はじめに

21 世紀の社会は超複雑化･成熟化社会である。その 21 世紀においても、日本が世界の雄に伍して発展し且つ世界の為に貢献し続けるための基本的課題は、各分野･各層において必要とする高資質な人材を如何にして養成し具備していくか･･･という課題である。それは戦略性に富む、人材育成の為のｼｽﾃﾑ構築に懸かっているものと思料される。そのための時代背景や国土ﾃﾞｻﾞｲﾝ(基本理念についての説明やその達成のために必要な各分野別の人材資質概要等は省略するが、その資質向上に果す「海」の存在は大きく、海洋ﾘﾃﾗｼｰ等の見識はあらゆる分野において見逃すことが出来ないものの一つとなる。

### ２．海・海洋に係る諸事項

四面環海の環境にある日本にとって、「海･海洋」は様々な側面を持つ極めて多様なホリスティックな存在である。以下、人との係りを中心にその多面性を探ってみると、表-１のごとくである。

＜表－１＞　　海･海洋に係る諸事項(人との係り部分中心)

| | | |
|---|---|---|
| 地球(宇宙)： | | 真理探究　哲学的･科学的思索･思考展開･･･海洋ﾘﾃﾗｼｰ(基本７原理)<br>地球探査船の活用 |
| | | 事象の把握･探索　(誕生～過去～現在)　海洋ﾘﾃﾗｼｰ(角皆５原則)･･･<br>海洋定点観測の活用 |
| | | ･･･　地球ｼｽﾃﾑ系情報の共有化･総合管理　地球ｼﾐｭﾚｰﾀｰの活用･･･<br>等 |
| 自然･生態系： | | 全生態系の現状把握(内陸部との繋がり、人類との係り注視)･･･自然環境の保全･修復 |
| | | 環境　地球環境(海洋環境)の有限性、共存共栄環境の創出･･･人間本位の判断は是認 |
| | | 里山･里海的環境(雰囲気)重視　海洋汚染防止施策などの展開･･･漂流ごみ･油対策 |
| 文化･文明： | 海洋利用 | ･･･ECO－ETHICA に適う海洋利用の推進 |
| | 産業系　水産業 | 漁撈･養殖･捕鯨等･･･公海漁業協定、国連海洋法条約 |
| | | 活力ある水産業の復活(創設)･･育てる漁業技術の高度化 |
| | | 水産資源の総合的管理制度の創設･･･国連食料農業機関(FAD)等と協調 |
| | | 海運業、港湾･海岸保全施設等の建設業： |
| | | 臨海産業：ｴﾈﾙｷﾞｰ、各種ｺﾝﾋﾞﾅｰﾄ、運輸業、水産加工業等<小資源国家脱却> |
| | | 鉱業：石油、天然ｶﾞｽ等の掘削業･･海洋海底諸資源の持続的活用･･(戦略性重視) |

| | | |
|---|---|---|
| | 観光業 | 海洋性ﾘｿﾞｰﾄ　新資源の創造的開発･･･創発的技術による新資源など |
| | | 水族館、ﾏﾘﾝｾﾝﾀｰなど親水施設、諸体験的施設の展開 |
| | 医療系(癒し系) | 海洋性ｾﾗﾋﾟｰ |
| | スポーツ | 海洋型ｽﾎﾟｰﾂ、海浜型ｽﾎﾟｰﾂ･･･ﾖｯﾄ、ﾎﾞｰﾄ、波乗りｻｰﾌｨﾝ |
| | | 海浜型ﾋﾞｰﾁ文化、海浜文化環境創造･･･ﾋﾞｰﾁﾗｲﾌﾈｯﾄﾜｰｸ、海の達人 |
| | 観光 | 観光、散策、貝拾いなどの磯遊び |
| | 美学 | 絵画、写真･･･　里海・里浜環境の保全・修復、･･･白砂青松、磯浜、渚、岬等 |
| | 文学 | 詩歌、童謡　　･･･　椰子の実、浜辺の歌、うみ、桜貝のうた　･･･ |
| | | 絵本、物語など･･･浦島太郎、因幡の白兎、風土記、海と老人、海底２万里、白鯨 |
| 統治： | 教育 | 教育指導　国益的･戦略的計画性(時代性の反映)･･･海洋関係学部･ｾﾝﾀｰの拡充 |
| | | 海洋ﾘﾃﾗｼｰを学習指導要領へ･･･指導者、専門家の育成･充実 |
| | | 海洋ﾘﾃﾗｼｰの啓蒙媒体(教養書等)の充実、　海のｻｲｴﾝｽｶﾌｪ等の展開 |
| | 防災 | 国土保全、災害防止･･･海象特性の把握(防災ﾏｯﾌﾟの作成)･･･温暖化の影響緩和施策 |
| | | 津波、波浪･高潮･浸食対策等･･･人工海浜等複合的機能施設による海岸侵食対策 |
| | | 安全･安寧の確保･･･総合的安全保障の確立（ｴﾈﾙｷﾞｰ、食料、ﾃﾛ　等） |
| | | 補給路(ｼｰﾚｰﾝ)の安全確保･保全　･･･ 関連諸国との協調･協治 |
| | 防衛 | 国防的安全保障　･･･領土、周辺海域、排他的経済水域(EEZ)の保全、拡充調査 |
| | | 北極海、沖ノ鳥島(珊瑚礁化)、大陸棚、海盆　等　･･･ |
| 國際外交： | | 法制度、社会秩序の確立･充実･･･国連等國際機関との協調　･･･国連海洋法条約等 |
| | | 「海洋･沿岸域」の総合的管理<br>国内海洋関係法の見直し(時代性の検証) |
| | | 外交力、ｼﾋﾞﾘｱﾝﾊﾟﾜｰ力の充実　･･･　戦略性の確保、国益と国際性とのﾊﾞﾗﾝｽ確保 |
| | | 人類愛、地球愛　･･･　ECO-ETHICA の重視 |

### ３．海洋に関する啓蒙媒体(教養書等)の必要性

古来、日本人は自然を愛し、四季の変化を愛で、美しさ･幽玄さを心の支え･糧として、その人格や日本的美意識を形成させてきた。日本の四季、自然環境は日本人の心身の遺伝子的存在の一つである。

四面環海の日本は、その自然環境の恩恵に浴し、豊かな食文化や産業を築き、更には、その人

格を築き、日本的美意識・日本的雰囲気(良さ)をも形成してきた。然るに、現代の日本はその基本が崩れ、特に、「海」が忘れ去られている、極めて残念なことである。

一方、21 世紀の国際社会環境や地球的自然環境は、人類の爆発的文明展開により多々危機的状況を示しつつあり、その是正施策の展開は急務となっている。先ずは、日本人・日本社会の足場を固め、人類愛・地球愛の精神で、地域社会のあるべき姿を探求し、その実現に寄与すべきである。

21 世紀社会の柱の一つは“ｸﾞﾛｰﾊﾞﾙ・ｼﾋﾞﾘｱﾝﾊﾟﾜｰ”であると言われる。日本は、国連海洋法条約等の会議の場を軸に国際的な法秩序・法倫理の形成に積極的に取り組み、日本人が馴染み易い制度の構築に寄与すべきである。参画の場、議論の場はいたるところに存在することになるし、公民の垣根はない。

また、海洋は地球上に残された未知の世界であり、新たな創発的資源開発の可能性を秘めた極めて貴重な場でもある。例えば、ECO-ETHICA に適う太陽ｴﾈﾙｷﾞｰ科学技術の発展、地熱海洋発電技術等様々な「海」を舞台とする新科学技術の創発可能性は高く、その効果は国益ひいては人類の持続的発展に寄与するところ莫大である。このことは既往の分野においても然りである。

このように、重要な地球上の場である「海・海洋」は、強力に且つ熱心に、そして戦略的に注視してゆくべき大切な存在である。

21 世紀の日本社会においては、以上のような背景を踏まえ、統治的公の立場のみならず、教治的公民の立場、一般個人・民の立場においても「海」の重要性を再認識し、英知の結集や複数ﾁｬﾝﾈﾙによる情報発信力の強化に努める必要性がある。

現在、このような視点(立場)からの啓蒙書・教養書は意外に少ない、海洋部門についての編纂を考慮するのも研究会の課題の一つと思料するが・・・如何。

### ４．海洋ﾘﾃﾗｼｰの性格と範囲

21 世紀の国際社会に積極的に参画し発言する為の、日本人の為のﾘﾃﾗｼｰはどのようなものになるのだろうか・・・ここで、もう一度“ｸﾞﾛｰﾊﾞﾙ・ｼﾋﾞﾘｱﾝﾊﾟﾜｰ”の性格について整理してみると、それは課題設定力、仮説提案力、情報発信力、多角的対話力等であり、それに加えて、文化的魅力、ﾒｯｾｰｼﾞ力といった知的且つ文化的ｿﾌﾄｳｪｱｰを纏った国民的総合力であると言われる。このような総合力を培い素養とする、そのためのﾘﾃﾗｼｰが欲しいものである。先ず、日本人の心の形成に係る部分、次いで、國際社会で接するであろう問題、課題に係る部分が含まれる必要がある。

また、啓蒙媒体(教養書等)の程度・対象は、協治的公・民の立場の初心者、及び一般的個人・民として義務教育修了者等を考えたい。そして、内容的には「海」に関する基本的事項、「人と海」との係りの歴史、利用の実態、環境問題など地球社会で起因する諸事項を平易に、網羅的に(絞りつつも)漏れなく記載するようにしたいものである。

---

浦江　恭知：
(前)ﾆｼｷｺﾝｻﾙﾀﾝﾄ(株)社長、相談役、(前)(社)海洋開発建設協会　常務理事、(前)運輸省港湾局　防災(海岸)課長、第一港湾建設局長

## C. 海洋リテラシーのアンケート調査に関わっての感想

乙部　弘隆

この調査の目的は「国民の海に関する科学的素養を高めるための指針を得る」ことにある。素養を高まるためには色々な側面と段階がある。その一つは学校教育であるが現在学校教育、特に初等中等教育に海の項目が殆ど見られず憂慮されているところである。文部科学省への働きかけは海洋学会も含めて今までも色々な団体が提言してきたし、これからも続けていくべきであろう。また先生方を養成する段階で、すなわち大学の教育学部あるいは教職課程において海洋学概論を学ぶことがのぞましいと思う。一方で学校教育以外の側面も又重要である。ここでは表記アンケートの結果を参考に学校教育意外で思いついたことを述べてみる。なにかの参考にしていただければ幸いである。

小生が関わった行事はこの報告書の A、B、C、E である。以下にアンケート結果の一部を私なりにまとめると

- 海への関心を示したきっかけや時期については小、中、高校、一般の人と年齢を問わず大部分の人は、小学校前後に海水浴などで海へ出かけたことをあげていた。
- 海の知識を得る方法はテレビが第一で、水族館、本、新聞、授業などがある。
- 海に関する疑問や関心ごとは、小中学生では魚介類(生物)が多いが高校生、一般となるにしたがって多義にわたるようになる傾向がみられた。年齢で共通にみられた疑問で「なぜ海水がショッパイか」というものがあった。
- 我々の行っている催しに関してはいずれも好評で、内容の理解度も良いことが分かった。
- 以上の要約から感想と若干の提案をしてみたい。

まず幼児期から小学低学年あたりでは海に接する機会を設け、感動させ関心をもたらすことである。そのための方法は家族で海水浴へ連れて行くこと、小学校では遠足や林間学校など海につれて行く機会を増やすことが良いと思う。このことに関連して近年津波や高潮などの防災面から砂浜や港などの低地海岸線には高い防潮堤が築かれ、沿岸付近に居住している住民も漁業者以外のひとは生活空間から海が遠のいている感がするのは残念である。またいわゆる海の家などのある海水浴場だけではなく昔は夏休みに入ると磯遊びがみられ、たまにサザエや鮑やウニが見つかれば大喜びしたものであるが、今日では子どもといえども一固体たりとも採れば罰せられるのも残念である。また幼年期は絵本などの読み聞かせも重要と思う。例えば桃太郎や浦島太郎など海がでてくる話である。小学生になったらなら十五少年漂流記などである。私事であるが「オニギリとうみ」という紙芝居を作ったところ好評であった。海水浴でオニギリを食べるときのクイズ形式で、ノリ、昆布、サケ、たらこ、オカカなどほとんどは海の幸であり、お米を作る田んぼの水も梅干を作る塩ももとは海水であり、海がなければ[オニギリが食べられないというような内容である。今後海の日などの行事で行う予定である。毎日食膳にのぼる海の幸に感謝の気持ちと海を含め自然に対する畏敬の念を植えつける家庭教育は重要だと思われる。

次に小学生、中学生ぐらいになると水族館へ行く機会が多いようである。ここで一つ提案したいのは、水族館の展示に生物の説明だけではなく(展示物に関連した海洋のローカルな話しや部分

的な説明はあるが)、角皆の海洋学事始(海洋学の基礎的なこと)などのコーナーを設けてもらう。また海に関する疑問、質問などを受け付ける HP アドレスを明記しておくなど水族館の協力を求めてはいかがであろうか。同様に市町村の博物館などにもこのようなコーナーを設けてもらう。またこれらのコーナーにはパネルでの説明だけではなくパソコンを置いて、例えば海洋学会教育問題研究部会の海の教室にアクセスしたり気象庁のアルゴスブイのサイトにアクアエスして世界中の水温を即時に見させたり、自分の操作で知ることが出来る感動を覚えさせられればなお良い。パソコンなどの活用は学校の授業などにもで取り入れられるのも良い。

気象学の教育分野では毎日見るテレビや新聞の天気図の活用が提案、実行されているようであるが、海に関しては、漁業者が見る程度で一般の人が目に触れることはない。しかし毎日海の幸の恩恵をうけている。気象に比べてハンディーは大きいがテレビ、ラジオ、映画、新聞、小説、啓蒙書、絵本や紙芝居などあらゆるメディアをとおして常に海の話題が絶えることがないようにしたいものである。内容は地球環境の面、防災の面、水産の面、運輸の面、資源や領海の面、レジャーやマリンスポーツの面、純粋に海洋科学の面と多様であってよい。海上本庁のドラマが話題になったように、すばらしい海洋ドラマや海洋小説(フィクション、ノンフィクションを問わず)も歓迎である。天気図を毎日見るように、地球儀を毎日みるのも良いことである。あるところで直径２ｍぐらいの大きな地球儀を見たときは感動を覚えた。昔の二宮金次郎の像ではないがどの学校の玄関あたりにそのぐらいの大きな地球儀(大きければ大きいほど良い)を置くようにするのも良いのではないかと考える。欲を言えば水族館でも博物館でもなるべく色々なところに置ければ理想的である。海洋学は角皆先生の言うホリスティックな科学である。しかし初めからホリスティックに身につくことは難しい。学校教育のほかに年齢とともに多分野の知識が増えて徐々にホリスティックな海洋像が個人個人の頭に構築されていくのであろう。そのために大型地球儀があちこちにあることはたいへん役に立つと思うのであるが。

最後に我々日本海洋学会教育問題研究部会は組織として海の教室やサイエンスカフェ、本の出版などを行っているが、部会員のみならず海洋学会員の多くが個人的に学校や講演会でボランティア活動を行っている。このような地道な活動も人々のホリスティックな海洋像の構築に少なからず役立っていると信じている。

---

乙部　弘隆：65 歳　東京都出身
元　東京大学海洋研究所専任講師
現　東京大学海洋研究所教務補佐員、現　東海大学海洋学部非常勤講師
理学博士(海洋気象学)、日本海洋学会会員、同教育問題研究部会長、日本気象学会会員
**経歴：**1967 年東京理科大学物理学科卒業後、東京大学海洋研究所観測研究企画室(旧観測機器管理室)に文部技官として所属。1993 までの 26 年間 7 つの海で研究船、白鳳丸、淡青丸に乗船し延べ 2500 日の研究航海に海洋観測員として従事。かたらわら海面熱収支の研究を行う。1993～2006 の 13 年間は岩手県三陸にある海洋研究所付属国際沿岸海洋研究センター(旧大槌臨海研究センター)で助手、講師として研究に従事。
**モットー：**自然に対する畏敬の念

**エピソード：**簀立て(すだて)―海にたいして始めて感動した日―

今回のプロジェクトに関わり、アンケート項目のはじめに「海へ関心を持ったのはいつ頃か」と言うのがありますが、自分の記憶を辿ってみました。海へ連れて行ってもらった記憶の初めは小学校へ入る直前の終戦からすこし落ち着きだした昭和 23 年ごろと思います。父の勤務先の厚生イベントで社員家族と千葉の海岸へ簀立てに行ったことでした。舟を仕立てて現場に着くと遠浅の海に葦簀(よしず)のお化けみたいなものがあちこちに円形に刺さっていて、そのまわりに同じような舟が沢山いました。　父がこれから起こることを一生懸命説明してくれたのを覚えています。しばらくすると潮が引いてあたり一面砂地になること、船が倒れないように船頭が枕を入れること、簀立ての中に雑魚が取り残されること、それを我々で採ってきて刺身や船で用意された七輪で焼いたりして食べること、そのうち潮が満ちて舟で帰れることなど。私はその時一番感動したのは採れた魚ではなく、見る見る潮が引いたり満ちたりする現象でした。自然に対する畏敬の念の始まりでした。

## D.　海洋リテラシー：水族館活動の立場から

樺澤　洋

およそ 40 億年前に、生命は海に誕生したという。想像を絶する天変地異の中、彼らは絶滅と進化を繰り返して適応放散し、５億年前にさしかかると、その一部は上陸を敢行した。さらに環境変化と共役しながら変容を続けた結果、ヒトを含む今日の生物界がある。大脳を発達させ、高度な知恵を獲得したヒトが出現するに至り、ヒトは動物であることを自認しつつも、やがて他の動物から乖離する方向へ転針した。そしてヒトは、ヒトにとっての利便性を追求して、[文明]という“人間圏”を創成することとなった。特に、前世紀後半から急速な進展を遂げた科学技術の成果は、ヒトに飛躍的な利便性を提供した。このことによる、地球環境への人間圏の介入は、ヒトと野生生物を含む自然との共生、共存のあり方について、新た処方箋を求めるに至った。この人間圏と最も密接で、豊富な示唆を提供する教材・・・・それが海である

水族館や動物園は文部科学省所轄の博物館に相当する社会教育施設である。博物館とは「資料を収集し、保管(育成も含む)し、展示して、教育的配慮の下に一般公衆の利用に供し、その教養、調査研究、レクリエーション等に資するために必要な事業を行い、あわせてこれらの資料に関する調査研究をすることを目的とする機関である(博物館法、昭和 26 年)」。博物館の中には、歴史、芸術、民族、自然科学など、さまざまな分野があるが、動物園や水族館では社会的機能の位置づけとして、①教育、②レクリエーション、③自然保護、④研究を掲げ(日本動物園水族館協会)、今日的な課題に取り組んでいる。特に、地球規模での急速な環境異変に伴い、多くの生物が絶滅、あるいは絶滅に瀕しており、国際的な連携や情報交換の下、希少生物の種の域内および域外保全に取り組んでいる。

このような背景のもと、水族館では生涯、あるいはその一時期を水環境で過ごす動植物の種を広範に扱うが、地球表面のおよそ 7 割を占める海の面積だけを考えても、海への理解なくして水族は語れない。

水族館は海面を利用した施設は少なく、海水を汲み上げた陸上施設での運用が殆どである。そこで飼養される生物は、[生命のきまり]にしたがって餌を摂取して生育し、子孫を残して死に至るが、そこには海水を介して、微生物による有機物の無機化、それを栄養源とする植物の生育という物質循環モデルを形成しうる。つまり、水の惑星と称せられる地球の閉鎖系は、小規模ながら水族館でかなりの類似性をもって再現でき、海、生命、環境などの今日的テーマを、ホリスティックに学ぶ場を提供できる。

次世代を担う青少年にとって、今日的システムの下で学習すべき情報量は、同情に値するほど多量であり、受難の時代ともいえる。“困った時は必ず救い、あるいは応援する”という社会的受け皿を整備した上で、青少年個々人の興味と意志を尊重して、彼らを“野に放り出す”ことはできないものだろうか。自然を知るには、まず自然を体感することが先決で、それを起点として、“なぜ”、“どうして”という自問が能動的に発生する。たとえば、小船で海を漂流するとしよう。潮の流れ、海風、触れた海水の塩辛さと温度、空飛ぶカモメなど、五感を通して体感できる全てが理科教材であり、思考の原点となる。

樺澤　洋(かばさわ　ひろし):
1941 年 3 月群馬県生まれ、1964 年 3 月東京水産大学(現東京海洋大学)卒業、1964 年 4 月大月真珠養殖株式会社入社、1967 年 11 月株式会社京急油壺マリンパーク入社、1994 年 3 月博士(水産学)、1995 年 6 月京急油壺マリンパーク館長　現在に至る
専門分野：魚類学(環境生理・行動学)
現在：神奈川県博物館協会理事、日本動物園水族館協会雑誌編集委員、ＮＰＯ法人海ロマン２１会員、日本板鰓類研究会会員

## E. 第１回海のサイエンスカフェの感想

川合 美千代

一般の人が対象で、高校生らも参加すると聞いていたので、自分の研究内容よりも、一般的な「地球環境と海＋北極海の現状」をメインに話すことにした。このため、改めて多くの資料を読み、情報を集めるなど、私にとっても、良い勉強の機会となった。また、高校生らに海の研究に興味をもってもらおうという趣旨があったため、実際の観測の写真などを用意した。

当日は、会場が喫茶店ということで、気楽な雰囲気で、参加者の顔を見ながら話すことができた。一般的な「講演」ではなく、コミュニケーションの場であったのが、なによりもよかった。質疑応答の際には、知識の押し付けにならないこと、分からないことをごまかさないことを心がけた。学会員の先生方が多くいらっしゃったので、分からないことは、フォローしていただけるという安心感が大きかった。一般参加者にとっても、複数の専門家の意見が聞けて、よかったのではないかと思う。

後半の自由討論の時間には、同じテーブルにいた 4 人と色々な話ができ、より多くを理解してもらえたし、他のサイエンスカフェでの体験などを教えてもらえた。

例えば「一言ずつ感想をお願いします、などと言われない方が、気楽で良い」という意見や、学会などの開催するサイエンスカフェでは、質問をした際に「そんな事も知らないのか」という顔をされることがあるという話などを聞いた。

しかし、話題提供者であった私は、もっと他のテーブルをまわって、より多くの人と話すべきだったと反省している。

---

川合 美千代：
カナダ漁業海洋省海洋科学研究所の博士研究員：主に北極海を対象とし、水や物質の循環とその変動について研究している、2008 年日本海洋学会岡田賞受賞、Michiyo Yamamoto- Kawai, Institute of Ocean Sciences, P.O. Box 6000, 9860 West Saanich Road, Sidney, British Columbia, V8L 4B2, Canada, +1-250-363-6619/ -3807 (Fax),
michiyo.kawai@dfo-mpo.gc.ca

## F. 海は決して怖くない

小城　一廣

古くから、詩人や俳人が、「海は荒れる」もの、「怖いところ」とひどく誇張して詠っており、このことがそのまま小学唱歌や、小学校の教科書にもとり上げられてきている。このことが日本人の潜在意識の中に根強く残っていて、海を、海洋を意識して知ろうとはしない事につながっている事は無視できない。子供の頃に、海は怖いところ、汚いところと思い込まされた思考は、簡単に打破されるものではない。

「海は荒海、向こうは佐渡よ」と詠われた日本海は、確かに冬季には波も高く、雪まじりの強風に波頭が千切れ飛ぶ様は凄まじい。秋田や山形の海岸沿いの漁村の家々は海に背を向けて建っており、冬季には、海側は風除け、雪よけの囲いで覆われている。このような冬季の風景を覗くと、日本海は確かに荒海だと思ってしまう。しかし、一日か二日の低気圧の通過による荒天は別として、本格的に海が荒れるのは、12 月から 2 月末までの間で、1 年の僅か 1 ／ 4 の期間にしかすぎない。その他の期間の日本海は湖かと見まがうほどのべたなぎが続く。日本海の夕焼けの美しさは、荒海のイメージとはかけ離れているが、このことはあまり知られていない。

事ほど左様に、沿岸域の事であっても、正しく理解されないままで推移し、海洋は、その延長上にあるとみなされていることが多い。漁業で生計をたてている人々は別として、都会等で、海から離れて生活している人々にとっては、毎日の食生活で海からの恵を享受していながら、海洋が生活に直接介入してくることが無いことから、どうしてもこの面で無関心となる。親が無関心であればあるほど、その子供たちへの教育から、海洋がはずれていても痛痒を感じない。まして、高校や大学の入試で、海洋問題が全く無視されていることが、現場の教師にも海洋を知ろうとする意欲を大きく阻害していることは否めない。高校や大学の入試に関係ないことを教えることは、無駄なことと考えて、これが合理的な教育と誤信している教師や教育研究者が多いことも問題である。このような側面の改善を無視していては、海洋リテラシーを、我々の側で一方的に図ろうとしても、どだい無理と言うものである。

海洋について、子供達に一方的に教えようとしても、どうしても多くの点で無理があり、決して子供たちの身にはつかない。長い時間をかけて、色々な機会を捉えて海洋に関する関心や興味を引き出していかなければならないことは再言をまたない。海洋に関する教育のあり方について、よく海外先進国の事例が紹介される。米国やヨーロッパ諸国では、日曜日や祭日には、父親に連れられて子供達はヨットに乗り、その操縦を習い、海や気象に関する基礎的な知識が日常生活の中で与えられている。このような生活に密着した海洋教育が我が国の海洋教育に必要であるとされる。都市の周辺のマリーナに大小のヨットが係留されていて、休日に親子で楽しそうに利用している光景は、確かにうらやましい限りではあるが、しかし、気候風土が異なり、国民性も全く異なる我が国において、このような方向での海洋教育の実現を望んでも非現実的であって、その効果には疑問が残る。

最近、環境問題に関連して、海洋が大きく取り上げられてきている。即ち、地球温暖化問題や気候変動問題等においてである。日本の気象に、南米チリ沿岸に発生してくるエルニーニョ現象が大きく影響を与えている事、大衆魚である秋刀魚や鰯の漁獲に黒潮が関与している事等も、海洋への関心を高めるきっかけとなっている。潮汐や海流現象では、中国や韓国からの大量の廃棄物の日本沿岸への漂着問題や、中国で発生したエチゼンクラゲの漂流問題などで海洋に関心を集めるきっかけとなっているのも事実であり、この面でのテレビなどメデアの功績も大きい。

海洋リテラシーのためには、国民の目や関心が海洋に向けられてきていることは、千載一遇のチャンスと言うべきではなかろうか。この機会を逃す手は無い。この機会をうまく捉えて、海洋リテラシーの実行を高める必要がある。　それでは、この機会を捉えて行くには具体的にどのような方法があるのかという事が重要な課題となる。それは、国民の耳目が海洋に向きつつある所から、一歩誤ると取り返しの付かない事となるからである。

従来のように、学校教育に海洋が無視されていると言って、いつまでも悲憤慷慨していては、一歩も先には進まない。また、物理学者や地学や気象の学者に海洋についての教育の場が奪われていると慨嘆しても、それだけでは問題の解決には繋がらない。何故なら、人間の本性として、一度、手に入れた権利や利益を簡単に手放す筈が無いことによる。教育の面で「海洋」に少し場を与えてと言っても、現実には、どだい無理な話である。

海洋に関係する学者や研究者、勿論、学校教育に携わる現場の教育者も含めて、相互にあい協力して、海洋リテラシーの戦略を練り、効果ある戦術を立案して、すべからく実行に移すことが肝要である。まず、環境問題や気象問題並びに水産資源問題に関連して、国民の関心が「海洋」のどこに当てられているかという事を、正確に把握する必要がある。

いたずらに、深層海流は 150 年以上かけて太平洋に到達するとか、地球温暖化は 100 年で変化すると言っても、国民は単に「あっ、そう」というだけで終わってしまう。これでは海洋に関心を持つことには殆ど繋がらない。かといって、潮汐とは何か、海流とは何か、海水の性質とは何か等を無視して良いというのではない。海洋に関する基礎的な課題の教育も必要ではあるが、この緊急な時期において、いわゆる海洋に関してイロハのイの所から説明していては、より大きい問題の解決に間にあわず、大切な時期を失してしまうのではないかと案じている事に他ならない。

国民の関心が海洋に集まり、教育の面でより良い方向で改善された時点で、海洋に関する基礎的な教育は幾らでも出来る。まず海洋に関する問題解決には、その問題に直接入ることが必要であって、入り口が頑として開かなければ、裏に回れば入れる可能性が出てくる事を指摘したい。

一方、ひとたび学術会議や行政でオーソライズされたことを、国民の教育に問題があると言うだけの理由で、変更や改善を求めても、蟷螂の斧の域を出ない。勿論、理論的につめられた「海

洋教育」の必要性について、更なる検討が必要ではあるが、このことにこだわり、これを金科玉条とすることは、あまり現実的ではない。やはり、環境問題や漁業資源問題にからめて、「海洋」を理解し、海洋の利用の重大性について認識することの必要性を根気よく説くとともに、海洋が国民生活に密接に関係している現実を国民一般に速やかに、かつ判りやすく提示する必要がある。「海と人間は、切っても切れない関係にある」(角皆静男氏)という事を、もっと、組織的に、かつ広範囲に周知する事が重要となる。

そのためには、海洋の関連団体と連携して、「海洋リテラシー」に関する陳情書を、繰り返し国会や行政機関に提出し、海洋に関する教育の必要性をアッピールし、この問題の解決に努力することが必要である。幸い、「海ロマン 21」の会員には、海洋に関心を持つ国会議員や行政機関の幹部と親しい方も多い所から、この方々の協力を頂き、関係方面への働きかけが実現すれば問題の早期解決に繋がり、この面からの接触が効果的である。戦略、戦術の検討に加えて、戦法、いうなれば「戦い方」を抜本的に見直すことも必要となる。

これからの日本を担っていく子供達に、海洋に関する理解を深めてもらう為には、言うまでも無いことではあるが、学校教育が重要な役割を果たす。学校教育において、海に関する教育の充実、海に関する知識の普及を図るためには、小学校から大学までの教育課程の中で、きちんと海洋に関する教科を定め、整合のとれた教育を実現することが重要となる。そのためには、何をおいても、教育基本法の中で「海洋」が採択されて、きちんと位置づけられることが不可欠となる。その為には、前述のような、国会や関係行政機関に対しての陳情が効果的で、問題の早期解決に大きく資するものと考えられる。

日本の学校教育や、研究費の配分などを含む学術体制は、従来から要素還元型の思考にひきずられていて、ホリスティック型の色彩の強い「海洋」に対しての理解に乏しく、関心も薄い。だからといって、この事自体の改善を求めても、実際的には問題解決にはほど遠く、この面からのアプローチは労多くして効果は期待できないことを最後に指摘したい。

以上

---

小城　一廣：
元)運輸省港湾局技官、運輸省第二港湾建設局専任検査官、元)財団法人　国際臨海開発センター調査役、元)東亜建設工業株式会社　技術開発部長、元)社団法人　ウォーターフロント開発協会　専務理事、元)株式会社　サクラダ　顧問、元)株式会社　アルファー水工コンサルタンツ　顧問、現)特定非営利活動法人「海ロマン 21」　理事長補佐

## G. 海洋リテラシーについて –海洋について国民に理解してもらうために–

小松　正之

### １．海洋リテラシーは何故必要か

日本は、長い間海洋国家、水産国家と言われてきたが、現在では海運や水産業(漁業)が急速かつ大幅に衰えた。漁村地域も含めて、埋立てや防波堤の建設が進み、海水浴など人々が海と親しむ機会が大幅に減少、また漁村と沿岸地域の人口も大きく減少し、かつ将来的にも減少が予想されるが、海と人々との関わりは、このままではさらに減少する一方。このような時に、国民に海洋について理解し、行動してもらうことが必要。海洋基本法が本年 4 月に成立、7 月に発効、従来の縦割行政から海洋政策に縦横に取り組む省庁の体制整備は進んだ。今後は方針の策定と内容の充実が必要である。また、国民の意識の向上と理解の促進が重要である。

国連海洋法の定着、海洋汚染と地球温暖化の進行、生態系多様性の減少、干潟の埋立の進行など海洋環境の悪化、資源、海洋鉱物資源の開発に伴う国際対立の顕在化、従前から存在する近隣諸国との、または 200 海里体制の定着による海を介した国境の紛争、離島における人口減少と国境防備の弱体化、外国における海洋教育の進展などに合わせ、我が国の国のかたち保持や国土の保全の進捗、人類共有の財産としての海洋の平和的利用を促進することが重要。

また、海底及び海洋における資源、食糧の争奪、そして海洋環境の保護が 21 世紀の最大の至上命題になることは明らかであり、これらに適切に対応するためにも海洋に関する教育(リテラシー)は極めて重要である。

### ２．海洋リテラシーは誰のためか

専門家集団(学者、科学者)や職業集団(漁業者、海運業界及び港湾関係従事者など)や行政庁に任せておいて、海洋の保護と持続的な利用、海洋に関する知識の普及は進んだのか。一般国民は、海について知り、意見を言い、行動する必要があり、それによって国家や産業界としての海洋との関わりの方向付けや行動計画を策定すべき。

水産高校、商船高専などの高等教育や商船大学、水産大学や水産学部、生物、化学及び物理学科などの大学教育のみの専門・高等教育だけで良いのか。海に接し、理解を深めるのは、小学校、中学校などの義務教育での教育が必要。高等教育、大学教育にも体系的な海洋学、海洋政策を教える場があるのか。目的付けは行われているのか。何のための海洋教育(リテラシー)かは明確にされているのか。むしろ、専門的に細分化されたそれぞれの分野だけが教えられ、体系化、方向付けがなされていない。

したがって、大局的な海洋教育と啓蒙普及が必要である。

### ３．海洋リテラシーは何を教えるのか

(1) 何故海についての国民の理解が減少し、海に背を向け、海洋についての教育が不足してきたのか、まずその原因分析を徹底的に行う必要がある。

(2)体験を教えるもの

ある年齢層までは、海を遊び場として育ち、親や若衆宿から操船術、漁業技術を習得した

世代である。しかし、近年では、海に接したり海をベースに活動することがほとんどない。体験(良い思い、恐い思い)をすることが重要。

水泳(プールでなく海水浴)、潮干狩、カッター競争、漁船・運搬船、乗船、遠泳体験、漁業(養殖を含めて)体験、海浜清掃など

(3) 知識として何を教えるのか、なぜ教えるのか

良き側面(プラス面)だけでなく、悪しき側面(マイナス面)も教えるべきであろう。

①地球の物理と海洋・・海流は何故生じるのか、親潮、黒潮(黒潮続流)及び対馬暖流、リマン海流、北大西洋海流(メキシコ湾流)

②地球温暖化が海洋に及ぼすもの

③水と命・・大気と河川など陸水と海水との循環

④天候、気候と風・・エル・ニーニョ、ラ・ニーニャは何故起こる

⑤生物と生態系及び生物の多様性・・炭素の固定と海洋の生産性、海洋生態系の構成要素

⑥海と人間との関係

⑦未知の世界・海洋・・深海底、南極大陸、南氷洋、北極、北極海

⑧海洋汚染、沿岸域の埋立(藻場・干潟の喪失)

(4) 海と人間との関わり(産業)

①海運業、港湾の建設・整備

②観光業、リゾート

③漁業・養殖業と水産業、捕鯨業(旧帆船式捕鯨を含む)

④鉱業、石油・天然ガス採掘業

⑤軍事、国防、海賊

⑥沿岸に立地する各種工業(石油コンビナート、製鉄業、水産加工業、運輸業)

⑦海洋探検と未知の発見、宗教的普及、科学的探究、領土的野心(欧米諸国)及び資源・商材の獲得

(5) 海と人間との関わりの歴史と文化

①歴史・・人間と海の関わり史、海洋の開拓史、海運発展史、科学発展史、水産業発展史

マゼラン、クック、バスコ・ダ・ガマ、コロンブス、林子平(海国兵談)、高田屋兵衛(北方航路開拓)

②文学

メルビル、海底 2 万里、クックの海洋探検記、捕鯨船員の航海記

③海戦・戦争

ペルシャ戦争、ポエニ戦争(海洋民族フェニキア人との戦い)、トラファルガーの戦い、レパントの戦い、日清戦争、日露戦争、米西戦争、第一次世界大戦、第二次世界大戦、太平洋戦争・・それぞれの戦争の海との関係での意味

④領土問題

インド洋、大西洋における問題(海外領土<フォークランド島、ニューカレドニア島、レ・ユニオン島など>、ジブラルタル)

日本における領土問題・・竹島、尖閣列島、北方領土、沖ノ鳥島

国民と国家防衛、日露戦争、バルチック艦隊、ペリー艦隊の発見など
元寇(外国における日本領土への侵入など)、反体制活動である和冦そして海賊(村上水軍、九鬼水軍)などの歴史

(6) 海に関連する国際法と国内法の現在と問題点

・国連海洋法、公海漁業協定、各種地域漁業機関法、国際捕鯨取締条約
・国際船舶安全航行法、国際油濁防止法、南極条約
・船舶安全航行法、油濁防止法、公有水面埋立法、海洋汚染防止法
・漁業法、水産業協同組合法、漁船法
・海洋基本法

これらの条約や国内法が、我が国の海洋についての利用、保護、開発、研究、啓蒙を推進するうえでの役割の検証、これらの条約は戦前・戦後の長期間に亘り改変が施されないものもあり、時代にそぐわないものが見られる。法体系は、新たな時代環境に即すべし。

## ４．海洋リテラシーを普及させるに際しての役割

(1) 大学、行政、独立行政法人(国交省、文科省、環境省、防衛省、農水省など)、民間 NGO(水族館、博物館<歴史、郷土>)などが、それぞれどのような役割を担うか明確にすべし。そして、これまでの縦割りではなく、総合的かつ大局的な教育と啓蒙普及を施す必要がある。

(2) 誰をターゲットにして、海洋リテラシー教育を行うのか。

①戦後 60 年を経て、海洋関係の教育・研究・行政・産業などが、極めて細分化され、専門化され、体系的・総合的・総体的な理解と見解(ビジョン)を有している専門家、研究者、行政官、政治家などが極めて不足→海洋の大局的ビジョンを持つ専門家の育成

②小学生、中学生など義務教育生

ア. 幼児期から水、海に親しむ教育と体験が必要

小学生、中学生

③高等教育・・水産高校、高等専門学校、物理・生物・化学・水産

商船大学及び学部の学生、院生

④一般国民・・国民各層に海洋に関心を有する可能性がある者を中心に、全くない人々にも基礎的な情報を提供する。また、これらの人々のうち、海の博物館や水族館を訪れる人々には、特別の機会を提供する。

⑤沿岸域、市町村及び離島に住居する住民・・国家、国防及び海洋産業の重要性の観点から、これら海に接する機会の多い人々について一段レベルの高い海洋教育を提供する。

---

**小松　正之(政策研究大学院大学　教授) 農学博士、経営学修士(ＭＢＡ)：略歴**

**１．出生地・生年月日：**１９５３年８月１１日　岩手県陸前高田市広田町。

**２．学歴：**１９７６年　東北大学卒、１９８４年、エール大学経営学大学院卒業、経営学修士(MBA)取得、２００４年」東京大学より博士号(農学)授与

**３．職歴：**１９７７年　農林水産省入省。１９７７年　水産庁水産流通課及び企画課。１９８２年から　米国エール大学院に留学。１９８４年　海外漁業協力(ＪＩＣＡのＯＤＡ協力など)で途上国を訪問。１９８５-８８年日米漁業交渉、さけます漁業交渉及び日米加漁業交渉担当、この間、米国商務省行政裁判所で、わが国のさけます漁業の許可取得のため三度証言。１９８８-９１年、在イタリア日本大使館一等書記官。国連食糧農業機関(ＦＡＯ)農業委員会、林業委員会、熱帯林業開発委員会、植物遺伝資源委員会、商品穀物委員会、水産委員会、理事会および総会などに出席。１９９１-２００５年IWC日本政府代表代理として国際捕鯨委員会に１３年連続出席、ミナミマグロ保存委員会、インド洋マグロ委員会の政府代表を務める。２００１-０３年、国連食糧農業機関(FAO) 水産委員会議長。２０００-０２年水産庁参事官。２０００年、日本国として戦後初の国際裁判であるミナミマグロに関する国連海洋法裁判所と国連仲裁裁判所の裁判を担当。勝訴。２００２-０５年、漁場資源課長等を経て、２００５－０７年独立行政法人〕水産総合研究センター理事、２００８年４月から現職

**４．政府委員：**２００５年　水産庁　漁業漁村の歴史文化財産百選選考委員、２００７年１２月から、内閣府規制改革会議専門委員(農林水産担当)

**５．著書等：**著書に、「クジラは食べていい」(宝島新書)、「これから食えなくなる魚」(幻冬舎)、「豊かな東京湾」(雄山閣)、「国際マグロ裁判」(岩波新書)、「唄いつぐ」(産経新聞出版)(共著)、「よくわかるクジラ論争」(成山堂)、日本の水産業(ポプラ社)(監修)、「魚食スペシャリスト　検定３級」(中経出版)ほか著書多数。日経新聞〔経済教室〕、朝日新聞「ひと」、〔論壇〕及び〔耕論〕、毎日新聞〔闘論〕などに執筆・掲載、２００５年ニューズウィーク日本版〔世界が尊敬する日本人１００人〕に選ばれた。クローズアップ現代(NHK)BBCドキュメンタリー、視点・論点(NHK)、世界一受けたい授業(日本テレビ)「ビートたけしのテレビタックル」[テレビ朝日]、新・話の泉(ＮＨＫ)ラジオ、新報道2001(フジテレビ)水曜ノンフィクション(TBSテレビ)などに出演

**６．専門分野：**国際交渉・リーダーシップ論及び海洋政策論

## H. 海洋リテラシー　私の提言「海は誰のものか―で新しいルール作りを」

柴田 鉄治

「海は誰のものか」。海は本来、人類の共有財産だったはずだ。それが、主権国家群の時代を迎え、欲張りな国家という怪物が縄張りを広げようと考え、領海は３カイリから１２カイリへ、さらにその外に２００カイリの経済水域、そのうえさらに大陸棚がつづいていればそこまでも、と拡大の一途をたどってきた。これでいいのかどうか。

世界はいま、資源の面でも、環境の面でも「地球の限界」にぶつかりはじめており、国家の欲望を放置していたら、平和も地球環境も守れなくなることは、眼に見えている。なんとしても、国家の欲望は抑えなくてはならない。

そこで、思い切って発想の転換をし、海をすべて人類の共有財産にもどす方向に舵を切りなおしてみたらどうだろうか。現状は、海に面していない国はあまりにも不利であり、海をめぐる格差は大きすぎるといえよう。

いまの海洋法条約をいったん「ご破算」とし、新しいルールを考えて世に提言してみてはどうだろうか。誰でも海を利用できるような国際的な新しいルールが生まれれば、その価値は計り知れないだろう。

現状では、夢物語のようにみえるだろうが、新しい国際的な枠組みを作る試みは、いわば一つのシミュレーションであり、それによって何かが見えてくる可能性はある。この作業を通じて、多くの人たちに海への関心を持ってもらうと同時に、地球と人類の未来を考えるきっかけともなろう。(以上)

---

柴田　鉄治(しばたてつじ)：
科学ジャーナリスト、元朝日新聞論説委員・科学部長、大学では地球物理を専攻し、南極観測にもたびたび同行して、国境もなければ軍事基地もない南極の状況に感動し、「世界中を南極にしよう！」と呼びかけている。著書に「科学事件」(岩波新書)ほか。

# I. 海洋リテラシー研究会に参加して

菅井　和夫

## １．まえがき

私は造船の技術者であったため、海との関わりあいが深く、今も NPO 法人“海ロマン２１”の会員として勉強を続けさせて頂いている身であります。少し前のことになりますが、角皆先生のご講話で最近の小、中学生の教科書には“海”という言葉が登場することが殆ど皆無に近く、従って義務教育段階で海が取り上げられることも無くなって来ているとお聞きし、愕然としたことを覚えております。海洋国家と自称している我々にとって、何か大きな誤りを犯して来たのではないかという思いにかられたのでした。

最近になり、国でも海洋基本法が制定されるようになり、大学、各学会をはじめとして、広く国民全般に対する海洋教育の必要性が認識されるようになって参りました。とくにその基盤となる海洋リテラシー問題が取り上げられるようになって来ております。われわれの海ロマン２１においても海洋リテラシーを専門に検討するグループが立ち上げられ、平成２０年度には渡辺財団の助成金を受けるようになって、海洋リテラシー研究会として具体的な活動を行うに至っております。

海洋に関する基本的な教育が非常に長期に亘っておざなりにされて来た結果、その回復にはどこから手をつけてよいものやら全く見当がつかないというのが現状であります。私どもの今回の活動もその一歩に過ぎないとは思うものの、私自身もささやかなりとも貢献できればとの想いにかられてこれに参加させて頂いている訳であります。渡辺財団の助成事業としての具体的な中味は、主に高校生程度を対象に国内各地で開催されている海洋教育を実践的に行うセミナー乃至はサイエンス・カフェに講師派遣するなどの協力を行い、参加者等の反応を元に海洋リテラシーの現況を調査・把握するというものでした。私自身は高齢でもあり現地に出かけて自ら実践することはありませんでしたが、報告書やアンケートの結果を拝見させていただいてそれなりの理解と見解を伺い知るに至りました。以下に、大変雑駁な内容ではありますが、いくつかの私見を述べさせて頂きたいと思います。

## ２．海洋リテラシー

海洋リテラシーとは、海洋に関する知識のイロハ、あるいは読み書きソロバンとも訳すべきもので、小学校や中学校などの義務教育課程で教えるべき基礎中の基礎ともいうべき知識のことだと思います。もう少し意味を広げると、国民一般が基礎的に持つべき知識として“素養”という訳をあてはめている人も居ります。

私の考えでは、義務教育課程において国民全般に教えるべき基礎的な知識とは、日常朝日や読売などの一般紙に掲載されている程度の内容を理解できるようにすることだと思っております。毎日の新聞には、明日の日の出、日の入りの時刻と並んで、満潮、干潮の時刻も予想が発表されております。義務教育で潮汐を教わったことがない国民の大部分は、これを理解できずにいる恐れがあることになります。大変な教育の怠慢のような気が致します。

私どもは、宇宙の中の一惑星である地球に生まれ、その大部分を占める海の影響を受けながら

育って来ております。太陽や月の出入、汐の干満は、雨風や気温などと共にわれわれの暮らしにとってとても大切な知識、情報です。われわれは、こうした基礎的な知識、教育を受けながら成人し、次第に自ら思考することを覚え、年とともにある世界観を持つようになっていくものと考えられます。こうした過程において、海に関するリテラシーが欠落することは、日本人の人格形成において大きな欠陥をもたらす恐れすらあります。

それでは、海洋リテラシーの中味は具体的に言ってどのようなものになるのでしょうか。義務教育課程で基礎中の基礎となると、なんといっても先ず分かり易いことが第一に求められます。しかしながら、海洋に関わることは一般に複雑系ですので、真実を理解することは大変難しいことに思われます。そこで事実を丸暗記的に覚えさせるというのもひとつの手ではないでしょうか。例えば、算数で九九を覚えさせることは、歌をうたうように諳んじさせるだけですが、それによって日本人の計算能力は格段に高められる結果となっております。深く考えさせることは、後段の教育にまかせるとして、初歩的な教育段階では、ただ必要なことだけを丸覚えさせるだけで十分だと思います。

ただ、丸覚えさせるだけと言っても教育の一課程である限り、無節操であることは許されません。海洋リテラシーの根底においても、何か一貫したひとつの哲学のようなものが必要です。そこで、角皆先生の言われる“海洋に関する７つの法則”などは、リテラシーの根本となる原理として、一つの教本としても良いものではないでしょうか。“７つの法則”は義務教育課程のリテラシーとしては、難しすぎる嫌いは確かにあります。むしろ、その後の高等学校課程やあるいはリテラシーを教育する立場の人たちを育成する課程で、必要となる原理とも言うべきかも知れません。いずれにせよ、海洋といえどもあるパラダイムに支配されているのですから、その原理、原則を共通の理念として持つことは教育に携わる者の必須の要件と考えられます。

### ３．海洋学

私どもが所属する NPO 法人“海ロマン２１”の会是には“２１世紀は新しい海洋文明発展の時代であるとの理念の下に人類共通の財産である海の偉大性、多様性に関する知識を極め、その成果を広く不特定多数の人に対して紹介する活動を行う“とうたっております。つまり、われわれが対象とする海はひとつの文明としてとらえられているのであって、理科的なものだけに止まらず、海洋法学とか海洋歴史学などの広く文科的なものまで包含されております。

しかしながら、海洋リテラシーを取り上げる場合、その主体となるのはどうしても科学的なものにならざるを得ないと思われます。海洋リテラシーにあっても知識の集積である限り、その根源は学問に根ざしたものである必要があります。海洋に関する科学的な知識を集大成した学問に海洋学があります。海洋学は、海洋物理学、海洋化学、海洋生物学、海洋地質学などが集大成されたもので、これらが渾然と絡み合った複雑かつ特異な科学分野と言う事ができます。その多様性と極めて時間軸が長いが故に、一般のいわゆる要素還元型の科学とは異なり、実証が極めて難しい第３の科学ともいうべき形態をとっております。また、とくにわが国においては大学に海洋学を専攻する学科がやっと最近二三みられるようになった程度で、今まで皆無であったために、海洋学が広く認知されて学べる環境に無かったのも海洋リテラシー教育が欠如する遠因になっていたと考えられます。また、国際的に見てもわが国における海洋学に対する取り組みは質、量と

もに寂しい限りであります。これではとても海洋国家とは言えないでしょう。

私どもの海ロマン２１のもう一つの特徴として、今までの科学がそうであったように物事を要素に還元して考えるのではなく、ホリスティックにつまり総合的に考えようというメンバー皆の共有する基本的な考え方があります。この考え方は、まさに海洋を対象にした学問を学ぶ時に打って付けのものだという気が致します。

戦前は、義務教育を支えていたのは師範学校の卒業生でした。彼らは初等教育を行うことを専門に教育された人々で、何もその分野における学問や研究を行う必要はありませんでした。

戦後、師範学校の役割が新制大学に受け継がれるとともに、大学であるが故に教育と研究とが一体化されて考えられるようになりました。しかしながら、私見ではありますが、義務教育課程の教育を現場で担う教師が必ずしも学者であったり研究者であったりする必要はないような気が致します。海洋リテラシーを現場で教える人も基本として海洋パラダイムを理解している限り、研究者であるよりも先ずベテランの教師であって欲しいと思います。

## ４．海洋リテラシー普及の方策

前にも述べたように、わが国における海洋リテラシー教育の現状はどこから手をつけて良いやら見当がつかない程重症のように思われます。戦後６０年に亘る積年の手抜きだったので仕方のないことかも知れません。

一般に社会で何か都合の悪いことが生じている場合、これを改善する手立てとしては、現況を把握して、その要因などを分析し、具体的に対策を立てて実行に移すという筋道をとるのが通常のやり方だと考えられます。

われわれの海洋リテラシー研究会が渡辺財団の助成を得てその普及のための調査を行ったのは、高校生程度を対象に主として、科学的な面から海洋に関するセミナーやサイエンス・カフェなどの開催に協力し、その結果をアンケート調査することにより、現状を把握するというものでした。活動場所としては既に実績のあるものを全国的に選んで行われました。地学を学ぶ高校生であるという偏りや、全国民を対象とするということから考えると、母集団としては不完全なものだったかも知れません。しかしながら、アンケートの結果を見る限り、いずれも殆ど同様な傾向が示されております。海との係わりは、海水浴や潮干狩りに連れて行ってもらったという幼児期の原体験に始まったのが大多数ですが、その後間が抜けて義務課程で海に関する教育が欠落しております。高校になってごく少数の地学習得者が海に再び目覚めるというのが一致した状況のように読めます。つまり、海洋リテラシー教育が殆ど皆無であるという実情が浮き彫りになって居ります。ただ、高校生段階で一旦興味を持ち始めると一般に理解度は高く、そのポテンシャルには期待できることが分かっただけでも、唯一の救いになっているような気が致します。いずれにせよ、今回の渡辺財団助成による海洋リテラシー普及のための調査活動とアンケート調査が現状把握に大いに有効だったことは間違いありません。

しかしながら、前にも述べたようにこのようなアンケート調査を行った場合、通常ですとその結果を分析し、問題点を明らかにして対策につなげて行くというやり方が普通ですが、私どもの研究会の場合、時間的な制約もあり、会の総意として次段の行動に移るには至りませんでした。したがいまして、これから述べる今後の海洋リテラシー普及のための方策は、会としての纏まっ

た意見ではなく、全くの私見に過ぎないことは先ずお断りしておきたいと思います。

海洋リテラシー普及のキャンペーンを起こす場合、最初にどのような目標を設定して行おうとしているのか想定しておくことは重要です。国民全体の素養を高めることが最終目的であり、義務教育課程で毎年１５０ないし２００万人の教育を行い、これを親子孫に至る３代に亘って非常に長期的な運動として続行しなければならないことになります。

さて、このような大キャンペーン運動を始めるには、先ず最初のトリガーをどう外すのかということが大切な問題です。そのきっかけはどうしてもお役所やマスコミにお願いせざるをえないのではないかと考えます。

このキャンペーンで先ず実行すべきことは、わたくしどもの主題である海洋リテラシー普及運動であります。これは義務教育課程で基礎中の基礎というべき知識を授けることを意味しますので、どうしても文部科学省に学習指導要綱として取り上げてもらわなければしょうがありません。いままで長年に亘りどうして海のことをとりあげなかったのでしょうか。不思議でなりませんし、教育を担当する人たちにかなり認識のずれがあったことは否めません。義務教育段階で海洋リトラシーが取り上げられた暁には、教科書中に海に関する記述を整備することや副読本を発行することなどは自ずと出来上がって来るものと期待できます。

義務教育段階でのリテラシーがスタートできたとすると、次は海洋知識の普及を国民全般に対して広げて行くという大仕事が待ち構えて居ります。海洋リテラシーを１億人を対象に大拡張する訳で、しかもスピードを速めて行う必要があります。それには今まで存在しなかった新しいメカニズムを国内に作り上げていかなければなりません。このメカニズムはわが国が真に海洋国家として発展して行くには必須のものであるとの認識の下に、国家戦略として打ち立てて行く必要があります。

このメカニズムの歯車は良い循環になるように効率よく回るようにしなければなりません。それには、大学に海洋の専門学科を数多く作るようにし、学問としての海洋学の研究を盛んにするとともにリテラシーに携わる教育者を数多く育成することが大切だと思います。

また、最終的には多くの優れた若者を海洋分野に引き寄せるように、国として大きな職業分野としての海洋産業の創生を図ることも重要なことだと思います。

## ５．あとがき

今世紀中に世界の人口は１００億人を超えると予想されております。この狭い地球の陸地にひしめいて生存を続けることは不可能で、どうしてもまだ未利用の余地の多い海洋に依存せざるを得ません。日本は海洋国家として先頭に立って海は人類みんなのためのものとの理念の下にこれを愛し、利用して行かねばならないと思っております。それには、まず海洋リテラシー普及に努め、国民だれもが海の歌を歌い、家庭ではいつも海のことが話題に上るような時代に早くなって欲しいと願うものです。

---

菅井　和夫：

東京大学工学部船舶工学科出身の元造船技術者です。卒業と同時に運輸省に入り、ずっと研究

畑を歩んで来ました。専門は船舶流体力学です。船舶技術研究所長を最後に運輸省を退職し、テクノスーパーライナー技術研究組合で５０ノットの高速船の研究開発に従事致しました。その後、(株)ゼネシスの顧問として海洋温度差エネルギーの開発にも携わっております。また、現在 NPO 法人海ロマン２１の会員として広く海洋全般と係わっております。

## J. アメリカにおける海洋リテラシー運動と今後の課題

Craig Strang、佐々木剛

### 1　はじめに

日本の海洋科学教育の現状とアメリカの現状は酷似している。それは、海洋に関する内容が小学校において全く扱われないことである。島国日本、あるいは海国日本といわれながら、長い間学校教育の場で海は扱われてこなかった。アメリカでも同様の問題を抱えている。本稿では、アメリカの現状とそれを打開するための海洋リテラシー運動について、そしてそれによってもたらされた成果と今後の実践課題について報告し、最後に海洋リテラシー運動の背景を考察する。

### 2　アメリカの海洋教育の現状

最も地球を象徴するものは海であるということは、多くの人々が理解していることであり、もちろん、海洋リテラシーの必要性は誰でも理解できるであろう。しかし、アメリカ合衆国では、すべての学問分野において、海や水圏に関する科学はどういうわけか、かつ不思議なことに K-12 教育(幼稚園から高校 3 年生までの教育)では不十分である。海や沿岸に関する概念や総合学習ではまったく教えられておらず、また、まったくカリキュラムや教科書、評価基準の中にも出てこないのである。海洋についての諸概念は小中高校においてほとんど教えられず、海洋問題についての人々の関心の低下を招いている。

海は我々の住んでいる地球の大半を覆い、地球上の生命のほとんどの産みの親であり、天候や気候にも影響を与え、我々の酸素の大半を供給し、多くの人類の食料供給源であることは明らかであるにもかかわらず、上述のことは事実なのである。もし、海の科学が州や国家の科学基準から排除されることが続くのであれば海洋科学は社会的に取り残され、そしてカリキュラムに取り入れようとする努力は水の泡となってしまうだろう。科学教育や地球の将来の健康について危惧を持つ人々は、科学教育の基準や評価についての研究を進めなければならない。

### 3　海洋リテラシー運動の展開

海洋科学教育センター(COSEE)、ナショナル・ジオグラフィック協会(NGS)、アメリカ海洋教育者協会(NMEA)、アメリカ大洋大気局(NOAA)に所属する研究者や教育は、海洋リテラシーを増大するために小中高の科学教育に海洋を含めることを要請してきた[6,8]。また、アメリカ海洋政策委員会(NOPM)、海洋審議会(POC)も、高校生以下の教育に海洋科学を導入する必要性を認めた [7,10]。

しかし、オーシャン・リテラシーがどういうものであるか、どんな概念が将来の基準の中に含まれるべきかについてコンセンサスが得られなかった。

科学者と教育者は、彼らが提示する内容に優先順位をつけることにおいて、あるいは、「幅1マイル深さ1インチ」として有名な過度に詰め込まれたアメリカの科学カリキュラムに対し、どのように適合するか決定することにおいて、指標をもたなかった[12]。

このような背景のもと、2004 年 10 月、2 週間にわたり NGS 協会がスポンサーとなって SG College，COSEE，NMEA に所属する 100 名の海洋教育者や研究者がインターネット会議を開

催した。

この会議は海洋リテラシーのよりよい定義づけをすること、関係諸機関からの提案をもとにした議論のプラットフォームを提供することを目的に招集された。

さらにいくつかの会議や広範囲な科学者および一般からの論評を経て、７つの本質的原理と４４の補助的概念からなるオーシャン・リテラシーを定義した。

これら２つの会議を経て、2005年の4月20日–5月6日にかけて海洋リテラシーの定義と概念について海洋科学研究に従事するメンバーや、一般市民など広範にわたり意見交換を実施した。

2006 年に「オーシャン・リテラシーの範囲と流れ」の編纂を始めた。そのなかで、2 年生、3-5 年生、6-8 年生、9-12 年生の学年区間を通じた発展的にしっかりした学習進歩においてそれらの原理と概念がどのように形成され、さまざまの学年においてどの概念が適切かについて、教師、カリキュラム開発者、基準立案者や科学者をどのように導くのかが示された[4]。

## ４　アメリカの海洋リテラシー運動の成果

＜海洋リテラシーを持つことの重要性＞

海洋リテラシーを持つことによって、次のような恩恵を受けることになった。

①　海洋教育者は、多くの重要な科学の学習内容は海洋を実例にして教えることができ、一般科学を教える上での魅力的な内容を提供してくれると常に考えているが、海洋リテラシーの構築により、確かな信念がその仕事を導いてくれることになった。

②　多くの海洋科学の概念は、一般科学を教えるためのより魅力的な実例となること以上の意味があり本質的で重要な要素を含んでいることを再認識できるようになった。それゆえに、海洋リテラシーなしに、科学リテラシーを身につけることはできない、という認識を持つことが出来た。

例えば、科学改革の動きの中で最も初期に書かれ、また最も影響のある２つの書物 Science for All Americans と Benchmarks for Science Literacy の中にも、科学リテラシーを持つ者は、「自然界に親しみを持ち、その多様性と調和の両方を認識する」としている[2,3]。また、研究により、海洋は私たちの世界の調和を持続させる重要な役割を担っていることが示されている。

③　海洋リテラシーによって、地球規模の海洋環境問題を理解することが可能となった。例えば、広大な海洋なしでは、地球は火星のように不毛の地になり、金星のように息苦しい温室のような状態になる。海洋と大気の相互作用はマイナスの影響を与える。空気中の化学合成物質は、発生源から数千 km も離れた北極圏に運ばれ、 海洋で吸収される。それらの汚染物質は、魚やアシカなどを食料とするシロクマのような上位の捕食者の体内で発見される。沿岸域に住んでいるかどうか、魚介類を食べているかどうかに関わらず、人間は海洋に密接に関わっている、などである。

＜海洋リテラシー運動の広がり＞

海洋科学教育センター(COSEE)、アメリカ海洋教育協会(NMEA)、アメリカ海洋大気局(NOAA)、探求大学(College of Exploration)、ナショナルジオグラフィック協会(NGS)、カリフォルニア大学バーレー校ローレンス科学館（LHS,UCB)によるサポートで実施された海洋リテラシーキャンペーンの影響は、全米の海洋科学者や海洋科学教育者に広範に行き渡った。

① このキャンペーンで発行された資料である『海洋リテラシー：初等中等教育における海洋科学の基本原則』は、多くの会議で提示され、全体協議(CoOL：Conference on Ocean Literacy, June 2006；and the New England Ocean Science Education Collaborative〔NEOSEC〕Ocean Literacy Summit，October 2006)の主題ともなっている。これらの基本原則は、カリフォルニア州全体で行われたメディア活動("Thank You Ocean")や新たな教科書(Life On An Ocean Planet)[1]の開発にも影響を与え、NOAAやアメリカ科学基金(NSF)のような主要な資金提供機関の資金獲得優先権を左右している。
② 現在、カリキュラムの材料や博物館や水族館の展示、プログラム、全米で実施している教員のワークショップは、地域社会が海洋リテラシーを本当に必要なものとみなすことに合意しているという海洋リテラシーの考え方をとりいれて再編成されている。
③ それらの数多くの取り組みによって、海洋科学は、科学教育の本流に―或る意味では最前線に―もどってきた。最も大切なことは、海洋リテラシーキャンペーンにより、教育者が海洋科学教育について考えを改めたこと、つまり海洋科学を教えることは、単なる知識の強化ではなく、科学リテラシーにとって必要である、と考えを改めたことである。

＜海洋リテラシーのマトリックス作成＞

さらに、海洋リテラシーのマトリックスを作成した。このことによって次のような効果を生むことができた。
① 2006年NEOSEC Ocean Literacy Summitにおいて専門家の委員会は、科学リテラシーは、科学教育を集約的に行える場として海洋を利用することによって改善することが可能であり、また改善されるべきであると結論づけた。
② 海洋リテラシー(The Essential Principles of Ocean Sciences K-12)は、コンセプト・マトリックスを利用し、全米科学教育基準（NSES)と連携している[5]。この方法は、既存の科学基準に内容を付加するためではなく、適切な海洋の内容を利用することで、教員が全米科学教育基準をもとに授業に取り組めるようにするために考案された。
③ この連携したマトリックスは、学習の基礎の半分以上が海洋を例に教えることができる、または教えるべきであるということを示している。例として次のものを上げることができる。
・気候の流動性やサイクルの中における海洋の役割について教わらずに気候について理解することはできない。
・海洋の光合成や化学合成について教わらずに生産性について理解することはできない。
・海底の伸張について教わらずにプレートテクトニクスを理解することはできない。
・海洋の生態系について教わらずに生物の多様性を理解することはできない。
・海底の等深線図について教わらずに、地理学を理解することはできない。

## 5　海洋リテラシー活動の今後の課題

COSEE やそのパートナーは、海洋リテラシーが広く行き渡った社会を形成していく長い道のりのゴールを目指して、広い視野での評価法や海洋科学の教材の開発を行いながら、NSES や州の科学基準の改訂に戦略的に影響を与えていく必要がある。短期的には、海洋リテラシーの原則

を改良するための同士が必要である。COSEE は、以下の重要な支援方法の開発を行い、支援することを計画している。

① 州と国の科学教育基準アライメント

海洋リテラシーのパンフレットにあるマトリックス基準にある各`X`の意味を説明するために海洋リテラシーの基本的な概念と様々な科学基準との関連を詳しく説明したもの

② 初等中等教育のスコープ&シーケンス

基本的概念が全ての学年区分(K-2,3-5,6-8,9-12) を通してどのように発展し構築されるのかを図に示したもの

③ 教師ガイド

上記 2 つの文書にサンプルユニットの概略と海洋リテラシーの概念を教えることの探求活動を含んでいるもの

④　評価教材

各学年区分のための標準的評価が含まれている；これらのものは発展的なつながりと構造をテストすることができる。

⑤ カリキュラム教材の一覧表

海洋リテラシーの基本原理と科学基準の概念を関連づけさせるための最も広く使われている教材と全てに関連した指導用教材を含む。

＜合意形成へのアプローチの必要性＞

海洋リテラシーキャンペーン活動は、短期間で、特筆すべき展開となった。

これは、多くの組織、機関、ネットワークや個人の協力の結果である。しかし、この海洋リテラシーは、西洋科学としての海洋の捉え方が中心であり、国や地域により異なる伝統的文化的概念は含まれていない。今後、それぞれの国や地域で合意形成の手法を用いながら、それぞれの地域に適合した海洋リテラシーを構築する必要があろう。この合意形成のアプローチが、海洋リテラシー社会の創造というゴールにとって計り知れないほど重要となるであろう。

## 6　海洋リテラシー運動の背景と日本への期待

以上のように、アメリカの海洋リテラシー運動の実践的取組、その成果、今後の課題を概観したが、このような取組はどのような背景の元に実施されてきたのか？その特徴を考察した。

その特徴の 1 点目として、アメリカ海洋大気局(NOAA) の所管するシーグラントカレッジ(SG College)、アメリカ海洋教育協会(NMEA)、海洋科学教育センター(COSEE)などの組織が一体となって取り組んでいることである。

これらの組織は、研究者や教育者らによって提案され組織化されたものである。

SG　College は、1960 年代、海洋汚染が深刻化する中、水産学会スパイハウス会長の「これまで国が実施した中での一番の投資が必要である。それ(宇宙開発)と同じ種類の創造、先行投資は海洋の探求に適用されるべきである」という提言から始まった[11]。

NMEA は 1070 年代、海洋科学は一般科学を教える上での魅力的な内容を提供してくれると考える高校教師らにより設立された[12]。

COSEE は、1999 年に NSF(全米科学財団)の海洋科学部門の研究者により、研究者に対し一般人への教育の重要性が強調され、その重要性に賛同する研究者や教育者によるワークショップを受け、NFS から支援を受けたかたちで海洋教育を推進するために設立された[12]。

このように、研究者、教育者の働きかけが多くの同志の賛同を得、ネットワークが構築され、海洋リテラシー運動の組織的な取組へと発展した。

２点目として、これら３の組織に所属している海洋研究者が、K-12 教育(高校生以下の教育)や一般人を対象とした教育を重視していることである。研究と教育との連携を保つことは海洋リテラシー運動を展開する重要な柱である。

３点目としてさらに、これらの 3 つの組織には研究者と学校教育を仲介する Educator が重要な役割を果たしていることである。海洋リテラシー運動を展開している Educator の多くは、SG College や COSEE 等が設置されている大学に所属している。大学に所属していることで最新の科学的知識を、Educator として広く国民に普及することが出来るのである。

４点目は、科学リテラシーを理解するために海洋リテラシーを身につけることが重要であるとしていることである。科学教育を視野に入れることによって、他教科への広がりを得ることができ、より多くの一般市民が必要とする科学リテラシーへと近づく。

さらに、５点目として、海洋リテラシー運動が未だ続いていることである。5 つの内容は進行中であり、現在 5 つのうち 2 番目に取り組んでいるところである。これも、上述の組織の中で、全米の研究者と教育者の協力によって実施されている。

最後に、６点目として海洋科学の研究・教育における政府の予算措置である。SG College では上部機関である NOAA から､年間約 50 億円が研究教育活動のために(そのうち２％が教育活動)、COSEE では NSF から年間約 6 億円が教育活動を支援するために投資されている[14]。

以上のように、アメリカにおける海洋リテラシー運動の背景と特徴をまとめたが、海洋研究者と海洋教育者が組織的なつながりを持ちながら取り組んでいることに大きな特徴がある。それらを支えているのは、市民教育や K-12 教育における海洋教育の重要性の共通の認識である。同時に、Educator の存在を忘れてならないだろう。

日本では、平成 19 年に海洋基本法が発効し、その中で国民の海洋に対する理解の増大が求められている。近年、日本海洋学会、日本海洋船舶工学会、日本水産学会などに海洋教育や水産教育に関する委員会を設置し、研究と教育の連携を図ろうとする取り組みがはじまった。また、東京海洋大学では平成 19 年より水圏環境リテラシー教育推進プログラムがスタートした[13]。日本において海洋リテラシー運動を成功させるためには、こうした流れを発展させ、産学官一体となって海洋研究と海洋教育の連携をはかり、市民教育や高校生以下における海洋教育の重要性をより一層高めるための取り組みが必要であろう。

引用文献

1. Alexander, L., D. Desonie, C. Kelchner, et al. (2006). Life on an Ocean Planet, Current Publishing Corp.: Rancho Santa Margarita, CA.
2. American Association for the Advancement of Science (1990). Science for All Americans, Oxford Univ. Press: New York, NY, 271 pp.

3. American Association for the Advancement of Science (1993). Benchmarks for Science Literacy, Oxford Univ. Press: New York, NY, 418 pp.
4. COSEE, National Geographic Society, NOAA, College of Exploration (2005). Ocean Literacy: The Essential Principles of Ocean Sciences Grades K–12, a jointly published brochure, URL:www.coexploration.org/oceanliteracy/documents/OceanLitConcepts_10.11.05.pdf.
5. National Research Council (1996). National Science Education Standards, National Academy Press: Washington, DC.
6. Ocean. US (2005). Promoting Lifelong Ocean Education: Using the Integrated Ocean Observing System (IOOS) to Shape Tomorrow's Earth Stewards and the Science and Technology Work Force, Report from the IOOS-COOS
and Education Workshop held Charleston, South Carolina March 22-24, 2004. Ocean. US Publication No. 4, 47 pp.
7. Pew Oceans Commission (2003). America's Living Oceans: Charting a Course for Sea Change. A Report to the Nation. Arlington, VA, 166 pp.
8. Schofield, O. and M. Tivey (2004). Ocean Research Interactive Observatory Networks (ORION): A Report of the Workshop Held January 4 - 8, 2004, San Juan, Puerto Rico, 148 pp.
9. Strang C., A. deCharon, and S. Schoedinger? (2007). Can you be science literate without being ocean literate?: Current. The Journal of Marine Education,23(1),p. 7.
10. U.S. Commission on Ocean Policy (2004). An Ocean Blueprint for the 21st Century: Final Report, Washington, DC, 676 pp.
11. Walker, S.H. Strang, C. Cook, S (2005).The Centers for Ocean Sciences Education Excellence (COSEE):a national success story. OCEANS. 3. 2399 – 2406.
12. 佐々木剛. 海洋リテラシーを高めるには. 楽水、 2007、 1月号、 27-35.
13. 東京海洋大学水圏環境リテラシー教育推進プログラム
URL://web.mac.com/hypomesus/site1/HOME.html
14. 閉伊川ワカサギ博士の何でも相談室
URL://blog.goo.ne.jp/hypom/e/c4f9d97ccf04f98485cd5f208be1a009

---

Craig Strang：
カルフォルニア大学バークレー校ローレンス科学館副館長、MARE プログラムディレクター、COSEE カルフォルニアディレクター、全米 COSEE 委員会初代代表 cstrang@berkeley.edu

佐々木　剛：
東京海洋大学海洋科学部、海洋政策文化学科水圏環境教育学研究室、水圏環境リテラシー教育推進プログラム推進委員
1990 年 東京水産大学水産学部水産養殖学科卒、1990 年 岩手県立宮古水産高等学校勤務、1992 年 課題研究において津軽石川で生徒共に魚類の研究を始める、1994 年 魚類の副教材「魚ってす

ばらしい！！」を自費出版する、1994 年 閉伊川でワカサギを発見、1995-1997 年 ワカサギを活用した魚類生態教材のため上越教育大学大学院修士課程へ在籍(現職のまま)、1997 年 再び岩手県立宮古水産高等学校勤務、2001-2004 年 東京水産大学大学院博士後期課程へ社会人入学、2004 年 閉伊川ワカサギ博士の何でも相談室を開設 http://blog.goo.ne.jp/hypom、2006 年 東京海洋大学海洋科学部へ、2008 年 12 月-2009 年 3 月 Sea Grant 実地研究のためカルフォルニア大学バークレー校へ(Visiting Scholar)、

t-sasaki@kaiyodai.ac.jp

## K. 海のリテラシーについて

竹内良夫

海洋をホリスティックに見ようという議論の後、海洋のリテラシーを考えようということになった。

海洋のリテラシーとは何かが問題となり、海のいろはともいうべき、常識的知識、基礎的知識と理解した。日本人の海のリテラシーとは日本国民の海に関する常識や、基礎的な知識を指すことになる。リテラシーについて考えようという意識には、我々日本人一般に海により親しみ海をより知って貰うという密かな願望がある。

日本人は海洋民族と自他共に許した時があったが、本当に日本人は海洋民族だろうか、今の日本の家庭では海を恐ろしいものにして遠ざけているのではなかろうか。一例として母親が子供に危険なものには近づくな、海に行くなと海への行楽を禁じるようになった。我々は子供達、日本人全体が海に興味を持ち、海に親しむことを希望して海のリテラシーをとりあげたのである。

幼児教育は優れて家庭教育であり、母親のぬくもりから教育される。母親が海に親しみを持たなければ子供は海から遠ざかる。実は日本人の心根、日本社会が海に親しんでいなければ母親も海を考えることは出来ないのである。都市化した現代社会では母親が海に興味を持つなんてことは期待できない。母親の背景に風土社会全体の風潮がある。母親が子供に与えるものは母親の育った環境であり、情緒である。これは日本人全体の国民性を指すことになる。海のリテラシーを高めたいと言うことは一般国民に海のいろはを常識的に持って貰うこと。海に親しむ国民性を持って貰いたいということである。

日本人を海から離れさせてしまった原因に日本の教育制度がある。小学校教科書に海という文字がなくなっているという。親しむと言うことは知識を持つというだけでなく、好奇心とか、興味心を含む人間の感情気性の面からの問題がある。即ち、海に関する学問、知識だけでなく、興味や好奇心を含む愛着心を持つ国民性を養成するということになる。

これは教科書教育では出来ない。肌の触れ合う接触や愛情の問題である。小学校教育にしても、教科書に海という文字が書かれるだけでなく、海への教師の好き嫌いによって決まる。従って海のリテラシーを子供に涵養するためには、教師がそれだけの実力を持たなければならないだろう。

今の小学校教員の資格は大學での選抜によるようだが、情熱や感情の教えどのようにやっているのか。熱血教師とか暴力教師とテレビや小説に話にはなるが、マスコミも教師も昔とは少し違っているような気がする。簡単に言えば、戦前には師範学校があって、国が教師を育てた。この制度は欠点もあり廃止されたが、戦後の教育制度はどう変わったか。情熱教師を育てるためには師範学校のような仕組みがベターではなかろうか。教育論からもう一度検討すべきだ。

小中学校では海に対する親しみを与え、上級の学校で知識を与えることが必要と思う。
海を全体に把握するには要素還元的教育科学教育だけでは期待できない。ホリスティックな教育が必要である。大學でも要素論的な教育があっても、包括的に海を捕らえたホリスティック思考がない。これには結局実践が必要であると思う。商船大学が持っていた帆船はそのものずばりである。帆船では風や波を見て若人が帆を操る仕事を体験する。帆船を用意し、実習のために帆を操り、科学的調査機械を駆使して海洋の実態を把握する。商船大学の帆船こそ之に相応しい。国

家予算問題もあろうが、出来るだけ多くの帆船を建造して実習に当てたい

---

竹内　良夫：
１９２３年４月７日生まれ、工学博士、海ロマン２１　顧問
運輸省港湾局長、関西空港㈱社長等を経て㈱竹内良夫事務所設立、土木学を主張する。
現在、㈱新潮社監査役

## L.　日本の海洋技術と海洋調査における課題

中川　隆政

海洋リテラシーを語る上で、海洋学を支え、人類の日常生活を豊かにし得る海洋技術について以下に述べる。

### １．海洋技術の定義

科学哲学者の村上陽一郎氏によれば「「海洋技術」とは、人間が、知力によって、「海洋」を自らの目的のために再編しようとする営み(操作力)を支える媒介手段である」とされている。いみじくも海洋学が物理・化学・生物グループにそれぞれ分割されているのを統合するための手段として海洋科学と海洋技術のより深い共生が求められているように受け取れる。一般社会において海洋技術を使う目的としては主に以下の通りである。

国：国民の生命財産の保護

企業：自企業の収益向上

一般国民：安全・安心で豊かな生活

いずれも海洋の恵みを感じつつも生活の向上に役立てている感がある。文化的な面はさほど感じられない。一方、海洋技術が上記の一般社会における生活水準の向上に寄与した主な例としては以下の通りである。

アクアポリス(１９７５)

関西国際空港(１９９４)

砕氷船(１９４０，１９５６，１９６５，１９８２，２００９)

出光丸(１９６６)

石油備蓄船(１９８６，１９９６)

明石海峡大橋(１９９４)

しんかい６５００(１９８９)

メガフロート(１９９６～２０００)

釜石港大水深防波堤(１９７８～２００６)

どれも一大プロジェクトであり、中には筆者が末席で参加したものもある。だが海洋技術はそれを生かせる場所、つまり海洋産業という受け皿の存在が海洋の基盤に存在する必要がある。ところが現状は下記の通りである。

造船：バルクキャリアーなどの企業収益性の高いドンガラ船に特化→新しい船型の研究開発が出来ない→造船技術者の他部門への異動→海洋技術の断絶

海運：外航海運における日本人船員の人件費増加→コスト競争に勝てないので外国人船員の配乗と便宜置籍船化→海技従事者の減少

内航海運における勤務の繁忙化→若手の就業忌避→高齢化→海技従事者の減少

港湾：２４時間営業化しない国内の労働慣行と後背地の不足、大型コンテナ船未対応による国際ハブ港への対応の遅れ→取り扱い貨物量の低下→日本の国際港湾業界における地位の低下

海洋土木工事：公共事業費の一律減少→業界全体としての地盤沈下→技術者の離散→構造物の老朽化・高齢化

水産：資源量の減少や流通経路の不備(漁業ではなく、採捕業者)に加えて老朽化、高齢化、漁船漁業の衰退、漁港漁村の衰退

ウォーターフロント開発：産業の空洞化、第三セクターの非効率な経営による事業破綻

海底パイプライン・海底ケーブル：事業縮小や会社清算

海洋調査・観測：民間企業は概ね事業縮小。独立行政法人等も船舶・技術者共に老朽化・高齢化している。

大水深石油掘削：国際基準が２０００～３０００ｍにあって国内技術の相場が未だに２００ｍ前後であるため、国際入札に参加することすら出来ない。

クルーズ船：クルーズ人口１００万人計画はバブル崩壊によって果たされず、「おりえんとびいなす」「おせあにっくぐれいす」などのクルーズ船が逆に撤退して１５万人前後の低い水準で推移。クルースフェリーもほぼ同様。

非常に由々しき事態である。日本の海洋技術は諸外国と異なり、基本的に民間企業の技術者により成り立っている。これは資源小国であった日本において「技術は人なり」の考え方が大なり小なり各企業にあり、諸外国のように高給でプロジェクト毎にかき集めるのではなく、自社の社員として人材育成と技術の伝承を重要視してきたのがこれまで根底にあった。ところがいずれの企業も不況→不採算部門として事業縮小や廃止に追い込まれているのが現状である。そのため自動車や航空産業といった他分野に異動を余儀なくされた技術者が非常に多い。では海洋産業が衰退すると海洋研究や海洋リテラシーにおいてどのような弊害が発生するのであろうか？本報告書で一番関連があるであろう海洋調査・観測について見ていくこととする。

## ２．海洋調査観測の現状

前出の海洋技術を使う目的として学問的には下記の 7 分野が該当するであろう(文部科学省「科学技術・学術審議会　海洋開発分科会　海洋研究船委員会　取りまとめ」より抜粋)。

・海洋物理学
・海洋化学
・生物海洋学・海洋生物学分野
・極限環境生物学分野
・海洋地学分野
・水産学分野
・海洋工学分野

いずれも重要な分野である。その際、各種センサー、サンプラーの開発と共に上記の研究遂行に必要なプラットフォームである船舶の存在を論じる必要がある。これらの研究に活用される船の種類には以下のものがある。

・海洋調査船
・漁業調査船
・気象観測船

・大学研究船(または練習船)
・測量船(艦)
・砕氷船(または耐氷船)
・深部掘削船
・物理探査船
・資源探査船
・ケーブル敷設船

船種的には産官学とも非常にバリエーションに富んでいるが、これを竣工年から見て行くとまた別の様相が見て取れる。以下に例示しているのは海洋研究開発機構の保有する船舶群である。他の機関もこれと大なり小なり似たような環境にある。

| 船名 | 竣工年 |
|---|---|
| 淡青丸 | １９８２ |
| なつしま | １９８１ |
| かいよう | １９８５ |
| よこすか | １９９０ |
| かいれい | １９９７ |
| 白鳳丸 | １９８９ |
| みらい | １９９７ |

最新の「かいれい」ですらすでに 10 年以上経過している。当然のことながら搭載機器も概ね建造計画時に沿ったものになっているので相応に古い機器類になってしまい、保守に非常に苦労することとなる。特に海外製品は商品自体の回転が早く、高価な機材でも数年で製造中止になってしまい保守費用が非常に高くつくことが多い。このような場合、「なぜ国産品を入れないのか」と必ず指摘を受けるがそれに対する回答は「代替品に足るべき国産品が存在しない(存在し得ない)から」である。

日本国内の場合、研究者自ら業者探しを行い、業者に自らの希望(仕様)を伝えてそれに合った形で研究環境(資機材含む)を構築することが多い。これが「産官学の共生」であり、「白鳳丸」の場合は下記のようになる。

開発(発注)者(Developer)：東京大学
製造者(Manufacturer)：三菱重工下関造船所
運用者(End-user)：東京大学海洋研究所(現：海洋研究開発機構)

上記のケースでは開発者が運用者の要望を取り入れて製造者と協議し、製造者の案を元に三者で協議してより良い船を共に造っていくという開発において至極順当な過程を踏んでいる。

だが昨今流行の一般競争入札方式の場合、所管する官庁および研究機関が「技術力の質の内容(高低)」ではなく、「費用の高低」で決めてしまうため、市場の論理で国内大手企業ですら海外の小企業に敗北してしまうことがままある。その結果、国内企業は受注が取れずに衰退してしまい、まがりなりにも存在する海外製品を多用せざるを得ないのである。また海外製品はメンテナンスの費用で開発費用を回収するというビジネスモデルがとても多く、そのために見た目の価格(入札時価格)は安くとも長期的に見た場合には非常にコスト高になっていることが多いのである。

このように上記の手法では、ある研究者にとっては非常に使い勝手の良いものであっても他者にとっては非常に使い勝手の悪い代物であることが多数あり、良くも悪しくも国内企業における

商品化環境の悪化に拍車をかけている。そもそもの問題点として、

・国に必要な海洋技術

・企業に必要な海洋技術

は常に同一であるのだろうか？メタンハイドレード計画において産業界が事業化に冷淡な理由の一片はこの辺りにあるのではなかろうか？せめて運用開始後に問題点を改善できるような組織構造になっていれば良いのだが、「予算要求時になぜ含めなかったのか」という指摘を財務担当者から一方的に言われてしまう日本の慣行ではとても難しいことである。

そのため、問題点の根本的な改善は次船建造まで持ち越しとなるが、その間１隻も建造しないとなると技術の伝承面において非常に問題がある。前出の開発者、製造者、運用者の三者の主導的役割を果たした人間が特に産業界において離散してしまい、次船建造時にすでに海洋産業から離れてしまっているという事態が発生する。その結果として、

・ＣＴＯ(Chief Technology Officer：主任技術者)の機能不全
(経験不足でシステムとして全体を俯瞰してコントロールして部下や業者に対応を指示できない→場当たり的対応→現場マネージメント能力の不足)

・コア技術重視の不徹底とＲ＆Ｄ資源の分散化
(基礎研究を軽視してすぐ商品化できる応用研究ばかりに依存する→長期的展望の欠如)

・ユーザーニーズへの対応不足
(ＣＴＯと同じで経験不足でユーザーサイドの希望をきちんとヒアリングして予測
・咀嚼できない→現場を経験していないのでユーザーサイドの希望が理解できない)

・ロードマップの不備とビジネスモデルの構築不足
(自己の経営戦略の間違いを放置して「リストラとコストダウンだけ」を行う経営陣→経営マネージメント能力の不足)

が発生してしまう。明白な「各種技術力の質の低下」である。しかもこれは造船業界のみならず、運航者を育成する船員養成機関や研究者を輩出するべき高等教育機関でも同様である。その結果総合的に地盤沈下を起こし、技術者がいない→開発が出来ない→売れるものが無い→赤字を計上する→新人を採用できないという「負の連鎖」となって業界を席巻してしまうのである。

### ３．海洋リテラシーの普及推進

上記の環境の改善のためにも幼少期からの海洋教育活動が重要であるのだが、現状は大学の造船・商船関連学科の消滅や中学・高等学校で海洋学を教えないなどの「後退」(実質的には「廃絶」)が進んでいる。またすでに一部では国内産業に見切りをつけて外国から技術導入を行っているケースも散見される。これでは海洋界に身を投じようなどという青少年は到底現れない。なぜならば、受験科目に存在せず、産業自体が衰退傾向にある業界に子どもを行かせたいという奇特な両親は当然の帰結として存在しないからである。

では学業にただ組み入れれば良いかといえば筆者はその意見は効果があるのは認めても賛同はしない。なぜならばそれは「学問という名の義務化」であって、「海洋リテラシーの普及」にはなっていないからである。日本でスポーツや芸術が「暇人の余暇」扱いされているのと同様に海洋を「文化」として育もうという姿勢がそこには感じられない。「日本における海洋技術者」の健全

な育成のためにも小中学生からの息の長い「海洋リテラシー」の普及推進活動を全国的に展開すべきである。

---

中川　隆政：

本名：中川隆政(なかがわたかまさ)、年齢：1975 年生、33 歳、性別：男、出身：東京都品川区、本業：海事コンサルタント兼無線技術者

学歴：1994-1997 海技大学校　普通科　航海科 卒、2000-2001Royal Military College of Science (Diploma: Maritime Surveillance).

職歴：1996-1997 昭和海運、1998KDDI-SCS、1999 日本無線、2000-2001UK Hydrographic Office(英国水路部)、2001-2002NOKIA、2003 海上保安庁海洋情報部、2004　Sclumberger. K. K.、2005AESTO より JAMSTEC 出向、2006 東京大学海洋研究所、2007 石油天然ガス・金属鉱物資源機構、2008－FlagshipJapan 代表就任。

## M. 海洋リテラシーと理数系科目の教育に思うこと

長谷川　浩

21 世紀の科学技術の発展を考えると、理数系科目に対する学習意欲と学力の低下はきわめて深刻な問題である。教育現場では、特に進学校を中心に、課外授業、補習、塾などで学習時間の減を補ったり、理数科に特化したコースを設置する等の対策がとられている。しかしながら、エリート層を超えて生徒全体の科学の素養を底上げしなければ、我が国が誇る高度技術者集団は間違いなく衰退するであろう。

私は、論理的思考力や創造性、独創性を養うためには、第一に、理数科系科目に取り組む動機を育む必要があると考えている。現代社会では我々の身の回りは多様な娯楽であふれている。その中で、子ども達の関心を科学に引き戻すために、バーチャルリアリティーなどの最新の IT 技術を駆使して、理科の題材や最先端の科学成果を鮮やかに示すことは極めて有効な手段である。一方、新世紀を迎えて科学技術が進歩するにつれ、最先端の科学を仕組みから理解することが益々困難になりつつある。先端科学のすばらしさは実感できても、その仕組みを学習する際に子どもが感じる壁は限りなく高い。理数科教育の新しい手段として有用な IT 技術の発達も、他方ではテレビゲーム等の娯楽の進化や多様化に結びつき、子ども達の日常からリアルな自然や科学に対する原体験が失われる一因になっている。「科学技術の粋を集めた携帯電話は上手く使えても、技術や科学を考えるのは面白くない」-そのような単なるユーザーとしての興味を越えて科学に取り組もうとする知的好奇心を育てるためには、最新技術を利用するだけでは不十分である。

理数科教育では、「あそび」として自然に触れる実体験やものづくりの体験を導入することが重要である。新世紀を迎えた現代こそ、理数科教育の重要な柱の一つとして、科学を再度子どもが実感できる身近な位置にまで引き戻すカリキュラムが求められる。そういった意味において、海洋リテラシーを育む教育は有用である。海を題材とした現実の自然体験やものづくり体験には、単純に「科学は面白い」と感じさせるだけの力がある。初等中等教育の各段階で、良質な自然探究体験を積み重ねることにより、「身の回りの生活で科学を発見」し、「自ら科学を創る達成感」や「科学は手の届かないものではないという感覚」を育むことができる。

一方、10 年程前より、問題を見つけたり探求を自主的に行うことを導くことで生徒の創造性や論理的思考力を養う創成教育が小学校から大学までの教育カリキュラムに導入されてきた。伝統的に日本人が不得手である「柔軟な思考力」と「創造性」を育てることを目的としている。この手法は、従来の暗記型教育とは異なるものであるが、従来のカリキュラムでも実験や自由研究などで取り組まれていた項目である。また、科学者は、多かれ少なかれ同様な過程をたどって研究を進めており、科学の専門家としての思考力や創造性を身に付けている。その意味において、創成教育の手法は、思考力や創造性、独創性を育む手法として有効性が確認されている。

初等中等教育において創成教育を実施する場合、身近な海はとても魅力的な題材である。近年、地球環境問題はあらゆる年齢層で最も関心が高い課題の一つとなっている。海では、科学が形を持って身の回りに現れる。海で生じる諸現象は、初等中等教育における科学の他の分野の知識を活かして考えることのできるものが多く、生徒は「生きた課題」を通して知識の具体的な使い方に触れることできる。創成教育では、たとえ教育カリキュラムが優れていても、生徒が興味や関

心を持って取り組まなければ、教育効果を望むことはできない。創造性や独創性の育成を教育目標とする場合には、なおさら生徒の意欲や自主性が求められる。教科書の課題であっても、日常生活や社会との関連が感じられれば、学習の意味が分かるようになり、課題に関心や興味を抱くことが期待できる。

生徒が自然を科学の視点から自由に探究するためには、生徒が自由自在に使いこなすことができる道具が必要である。論理性思考力や創造性、独創性を育むためには、生徒の発想を制限しないくらい多様な道具としての教材がなければならない。海で生じる諸現象を観察する道具が多くあればあるほど、生徒は興味の対象を拡げ、より多くの可能性を発想することができるようになる。自由研究で博物館や科学館などの展示に類する調査や観察ができたら、これらの施設を見学する際の姿勢も違った意味を持つことになろう。一方、初等中等教育で現在使用されている多くの教材は、優れた教育効果が実証されているが、教科書の各単元を学ぶことに特化されている。従って、創造性を育む教育の過程で、生徒が教科書を越えて興味の対象を拡げようとしても、現存の教材では対応できない場合が多い。理科教材メーカーから海や川の観測のためのキットが販売されているが、やや高価で気軽に利用できなかったり、また、自然界の現象を観測できるほどの精度が不足している等の理由で、生徒に学習活動の限界を感じさせている。

最近のスーパーサイエンスハイスクール等のプロジェクトでは、一部の強化校に大学の研究室に匹敵するレベルの科学機器が導入されている。これらの機器を活用すれば、かなり高度な科学実験を行うことが可能である。しかしながら、東大や京大の大学生でも理解に時間を要する機器をすべての中学生や高校生が自由に使いこなすことができるであろうか。私は、初等中等教育の創成教育に必要とされているのは、初等中等教育用の良質な教材の開発であると考えている。これらの教材には、生徒が気軽に手に入れることができる「安価さ」と、自由自在に使いこなしたり改良したりすることができる「シンプルさ」が重要である。また、実際に海を観察できるだけの「実用性」も備えていなくてはならない。一般の教育現場にまで科学への関心と興味を浸透させるためには、この 3 つの条件を備えた教材の開発が必要である。基本原理の理解が容易な教材は、高度な科学機器を保有するエリート教育の現場においても有用である。専門知識の理解に対する一助となり、科学機器のスムーズな導入に役立つはずである。

以上の考えから、私は、初等中等教育に海洋リテラシーを育む教育を導入することは科学の他の分野へも波及効果が高く、科学教育に有用であると考えている。しかし、単に現行のカリキュラムに海の知識を加えるだけでは、学習内容が増えることから、更に理数系嫌いの生徒を増やしかねない。一部の成績の良い生徒しかついていけない海洋リテラシーでは、初めから現場の教員にも受け入れられないことは確実である。必要とされるのは、ごく普通の生徒が海を実体験しながら学ぶことで科学の面白さから離れられなくなるようなカリキュラムであり、そのためには既存の海洋教育のカリキュラムや体験実験、観測器具を科学教育用に進化させなければいけないであろう。

---

長谷川　浩(金沢大学理工研究域物質化学系)：
＜最終学歴＞京都大学大学院理学研究科修士課程化学専攻修了

＜学位＞　博士(理学)
＜現在の研究テーマ＞水圏における微量元素の形態別分析と生態系との相互作用の解明
＜モットー＞雨の降る日は傘になり　世の中の傘になれる科学者

## N. 海洋リテラシーの国民への普及策について

久田 安夫

１．“海”への関心と理解が国民各層で進展するためには、官、公、民を問わず、海に関わるあらゆる組織、団体、個人(有識者・学者)が、意欲的 且 積極的にあらゆる機会を利用して、海洋リテラシーの普及のための行動をすることが望ましい。

２．具体的な行動を以下に例示する。

ⅰ)小、中、高校の教科書に“海の常識”を重点的に採り入れるよう、文部科学省に働きかける。

ⅱ)官公民の各種の海関係の団体の主要な活動を調査し、これを公表して、相互の理解の増進に寄与すると共に、連携、協力の強化をはかる。

ⅲ)理工系学会と人文系学会の海に関する専門家のアライアンスをはかり、海のリテラシー活動へのホリスティック思考の具体化の推進に資する。

ⅳ)有力な政治家、ジャーナリスト、学者、官僚など社会的影響力のある著名人へ、個別に、海への理解を得べく働きかける。

ⅴ)新聞・テレビ・ラジオ等マスメディアや出版界の協力を得て、ベストセラーになるような海のリテラシー本を企画し実現をはかる。

---

久田　安夫(ひさだ　やすお) :
㈱ゼネシス　最高顧問
大正 15 年(1926)滋賀県生れ。昭和 24 年京都大学工学部卒業。
運輸省、新日本製鐵㈱、日本テトラポッド㈱を経て、平成 12 年㈱ゼネシス会長、平成 20 年より現職。この間平成 18 年 NPO 法人海ロマン 21 理事長就任。

## O. 海洋リテラシーの普及のために高校で特別講義を行って考えたこと

松野　健

進学校の、しかもスーパーサイエンスハイスクールの特別クラスに入っていたり、課外授業に関心を持ったりするような、好奇心の旺盛な高校生の理解力は、当然のことながらちょっとのんびりした大学生のそれよりはるかに優れていて、さらに、普段おそらく特別面白くもない内容を頭に詰め込むことで鍛えられている彼らは、講義が時に煩雑で、少々行きつ戻りつしても、きちんとその本筋をキャッチアップできていることに、アンケートのいくつかの記述を見て驚かされた。訪問授業をしたのは、三重県立津高校と、静岡県立掛川西高校である。廊下を歩いていて、すれ違う生徒は誰もが挨拶してくれる、私たちもそうだったんだろうかといぶかりつつ、世の中とは違った世界があることに、新鮮な刺激を受けて、新しい世代も捨てたものではないと思い、少なくとも、素材だけはそれほど劣化していないのかもしれないという印象を受けた。しかし、彼らに海に関する知識がほとんどないことは、改めて指摘するまでもなく、彼らの中から将来社会を動かす人材が育っていくことは間違いないにもかかわらず、彼らは海のことを学ぶ機会を最初から奪われているということをやはりきちんと考えなければならない、とあらためて感じた。今の状況では、彼らは、海のことなど宇宙の果てのこと以上に関心の外のまま、社会のリーダーとして振舞う可能性が高い。そして、海は今や宇宙の果てのこととは比べものにならないほど、人間の社会と将来にとって重要なアイテムであることを、どうやって次の世代に伝えるのか、それは、海洋に携わっている非常にマイナーなコミュニティに課せられた大きな責務のように思われる。

そのような観点から、海洋リテラシーの普及の重要性には 2 つの意味が考えられる。ひとつは一般社会の人々が常識として、海のことをもう少し知っていることは、例えば、日常の生活が地球環境とどのように結びついているかを感覚的に捉えやすくするはずであり、地球環境の急激な変化を抑制するために市民レベルで何をすべきかを、より科学的な視点で語りうる状況を生み出すはずである。もうひとつは先にも少し触れたように、自然科学を専門的に学ばないで政策決定の場に居合わせる多くの官僚や政治家たちへの海洋リテラシーの普及である。海の成り立ちや、環境への役割を最低限のレベルで常識として知っていれば、地球環境が長い時間スケールと微妙なバランスのもとに成り立っていることを感じ、何かの折に、少しは焦点距離の長い視点が必要なことに気づくことができるに違いない。これは、一般社会に要求される海洋リテラシーより、さらに重要なことかもしれない。

さて、その実践としては、上記の２つの高校でそれぞれ 1 時間弱の講義を行っただけである。短い時間で何かしら後に残る印象を与えるだけのトークには自信がないので、実験を取り入れることにした。話したいことではなく、むしろ簡単な実験を絡めて話せることという観点から、「地球を巡る海－海の構造はどうやって維持されているのかー」という題で深層循環の話をした。

実験の小道具として、幅 1 m、高さ 50cm、奥行き 10cm の透明なアクリル水槽を準備し、片端に高さ 20cm 程度の台形のブロックをおいて陸棚斜面に相当する地形を作り、食塩を用いて弱い 2 層流体を作っておく。2 層の境界がわかるように下層には食紅で薄い色を付けておく。この準備には時間がかかるので、講義の 1 時間ほど前から下ごしらえをしておく必要があった。

科学に興味はあるとはいえ、高校生の大半は海に対して具体的な関心をほとんど持っていない。少しでも生徒たちの耳を活性化させるために、安易ではあるが、デイアフタートゥモローの話から入った。ニューヨークが大津波に襲われそれが瞬時に凍ってしまう、まあ言ってみれば荒唐無稽な映画の話は、それを見たことがある生徒もいて、後のアンケートでも何人かがこちらの思惑通りの反応をしたという回答があり、一応のつかみにはなったようである。本題は、地学の教科書にも載っているブロッカーのコンベアベルトから、海洋の鉛直構造と深層循環について簡単に説明する。その自然現象は、重いものは沈み、質量は保存するという物理の基本原理によって説明できることに注意を喚起し、模擬実験として、上述の水槽を使った実験を行った。

一部浅くなっている陸棚に見立てた部分の水に別の色の食紅で色を付けておき、水に動きがないことを確認した後、氷をビニール袋に入れて、色をつけた部分に浸す。氷によって冷え始めた水は少し重くなって斜面を下り始めるが、十分に冷やされていない当初は、2 層流体の境界に貫入する。氷による冷却が進んでくると、斜面を下る着色水は 2 層流体の境界を越えて底まで沈み込み、海底に沿って広がっていく。そこで、境界面が徐々に上昇していっていることを聴衆にも確認させる。冷水が新たに底に入ってくるので、境界面が上昇していくことは当たり前であるが、現実の海洋でも深層循環した水が最終的に湧昇していくことを、簡単な装置で実感できることは、高校生には効果的のようであった。

ところが実際には境界面はどんどん上昇するわけではなく、一定の深さで維持されている、それはなぜか、という疑問から鉛直拡散と鉛直移流のバランスに話を進めたのは、ちょっとやりすぎだったかもしれないけれど、分子拡散と乱流拡散の違いをビーカーの中に染料を落として比較した簡単な実験でも、高校生は彼らなりに受け止めてくれたようであるし、海の中の拡散が、地球規模の深層循環と深く関わっていることについては、大まかなイメージが少なくとも一部は伝わったのではないかと思う。

このように、漠然としてではあっても海の動きを想像することが、海洋の持っているゆっくりした時間スケールと微妙なバランスに思いをはせることに繋がり、地球の気候システムについてもっと知りたいと思ったり、もっと身近な海の環境に関心を持ったりする若い世代が育つことを期待したいと思う。

高校での出前授業は私にとっては初めての経験であったが、高校生の反応は、実験という視覚に訴えた部分があったにせよ、思ったよりポジティブなものであり、楽しい経験であった。近未来の社会に海洋学のコミュニティがどのような貢献をするかということを考えれば、研究の時間を割いてでも、若い世代の啓蒙活動に力を入れたほうがいいのではないかとさえ思う。

ただ、高校への出前授業の機会は限られており、こういう試みを進めることに個別には意義があると思われるが、本来の海洋リテラシーの普及という点では、カバーできる範囲は非常に限定的である。訪問した高校では歓迎してくれたが、こういう機会を作ることさえ自由度は少なく、高校生は受験や部活など日常的なスケジュールに追われている。さらに、理系からはほとんど無視に近い地学の中でも冷遇されている「海洋」を考えると、学校の場を利用するには道が長すぎるように思う。地学ではなく海洋学を科目として立てるにはわれわれの力は弱すぎる。ちょっと冗談事のようにも思えるが、科学的な知見に基づいたエンターテインメントの映画を作った方がより一般の目に留まるのではないか。もっとも、一世を風靡するようなもの、例えば「日本沈没」

で多くの人がプレートテクトニクスを知ったように、もちろんパニック映画である必要はないが、売れるもの作らないと意味はないので、こちらも簡単な道ではない。

---

松野 健：
九州大学応用力学研究所海洋大気力学部門　教授、1974 年大阪大学工学部卒、1979 年東京大学大学院理学系研究科地球物理学専攻博士課程単位取得退学、1985 年理学博士。(財)海洋生物環境研究所、長崎大学水産学部を経て、2000 年より現職
　東シナ海における陸起源水の挙動に関する観測研究を中心に、国内をはじめ、韓国・中国・台湾の研究者との共同研究を行っている。

## P.　第 2 回海のサイエンスカフェを実施して

道田豊

今回のサイエンスカフェは、サイエンスカフェひろしま(第 10 回)として実施された。準備から実施までの概要は以下の通り。

### 1　準備

2008 年 5 月、「サイエンスカフェひろしま」を実質的に切り盛りしている高橋裕子氏(広島市科学技術市民カウンセラー)から、道田に対して、「呉で行われる海洋学会の大会に合わせ、サイエンスカフェひろしまにおいて話題提供をしてもらえないか」と打診があった。関係者で検討の結果、「サイエンスカフェひろしま」と併催の方向で進めることとし、以後の先方(広島市等)との調整を道田が行うこととした。

「サイエンスカフェひろしま」は、同市の社会実験と位置づけられており、市の担当課や、実質的に企画する科学技術カウンセラーの人々の中に、強い思い入れのあるイベントとなっている。詳しくは下記のウェッブサイトを参照。

http://www.city.hiroshima.jp/www/contents/0000000000000/1196762391652/index.html

種々調整の結果、9 月上旬までに、学会の部会は「協力」という位置づけとし、道田が話題提供者となって、学会側からは少数のテーブルアドバイザを出すということになった。その後、進め方等について細かなやりとりを行い、開催一週間前にほぼ企画内容が固まった。

この間、広島市その他関係先のウェッブサイトに参加者募集が掲載されるとともに、9 月 1 日発行の広島市の広報誌「市民と市政」に案内が掲載された。参加者の募集、受付登録の作業はすべて広島市の担当課(産学官技術振興課)が行った。

開催前日の 9 月 26 日夕刻、広島市内で道田が先方との最終打ち合わせを行った。当方から話題提供の概要を説明し、進め方の確認を行った。何らかのテーマによるワークショップの実施も検討したが、最終的には高橋ファシリテータの「海については参加者の知識レベルが大きく異なる可能性が高く、質疑を十分に行うことが効果的だろう」という判断で、特段の企画は盛り込まず、話題提供とそれに続く質疑応答、意見交換という形式で実施することになった。

### 2　実施状況

参加者の年齢層は 20 代から 70 代まで。50 歳前後の人が多い。道田と個人的つながり等があるため参加したと判断される者が数名。性別は、男 10、女 8。

道田が「海流をつかむ話」と題して話題提供。1 枚紙の資料と道田の勤務先のパンフレット、サイエンスカフェひろしまの資料、同アンケートをあらかじめ配布。当方のアンケートは、話題提供、質疑応答が一段落した時点で配布し、終了少し前に回収した。

話題提供後に質問が多数出された。風によって亜熱帯循環が維持される仕組み、温暖化による海の変化、深層循環とは何か、水深の測り方、水深の基準面、海岸の所有権、南極の海、潮目と漁場、塩分の由来、など内容は多岐にわたった。これに対して、道田及び学会から参加したアドバイザーらが手分けして回答した。

## 3　所感

準備段階で先方からの注文などが多く、意識のすり合わせに多少苦労したが、当日はサイエンスカフェひろしま側の関係者とも非常によい雰囲気で、まずまず盛り上がったものになった。広島市側としては、海洋学会の主導で実施するものに相乗りするということではなく、意識が高く意欲旺盛な人々が確立したサイエンスカフェひろしまのスタイルを崩したくないということだったと思われる。実施にあたって、考えの違いが顕在化して何らかの軋轢を生じることを危惧したが、結果的には杞憂に終わり、実施体制という点では問題なく行うことができた。

海洋学は守備範囲が非常に広く、今回は海流、それも表層の吹送流を中心とした話題に絞ったが、それでも参加者アンケートに「２時間が短く感じられた。もっとテーマを絞って深く説明を」という意見を書いた人がいた。ベースの知識のレベルなどが異なる参加者全員に満足してもらうのは至難ながら、それぞれ何らかのものはつかんでいただいたものと思う。

いつもの会場よりは広かったようだが、比較的狭い場所に少人数で集まってお話をするという形式の長所は生かされていたと思う。聴いている人の反応がよくわかったし、質問や意見を出しやすい雰囲気になっていた。ファシリテータ高橋さんの夫の高橋浩一氏は、帰り際に「期待通り非常に面白かった。サイエンスカフェひろしまとしてはもうひと工夫欲しかったかな」という評価を述べた。彼らは、参加者に何か作業をしてもらい、それを通じて話題を掘り下げるといった形式で進めることが多いようで、例えば、黒潮の流れている位置を白地図に描いてもらうというような作業をしてもらって話を進めても良かったかなという気がした。

---

道田　豊(みちだ　ゆたか)：

1958 年(昭和 33 年)広島市生まれ。

専門は海洋物理学。特に海洋表層付近の流れの構造と変動、流れによる物体の輸送などを研究課題としています。また、「海洋情報管理」という分野にも長く関わっています。

広島の市街地は太田川の三角州に広がっています。三角州を形成しつつ流れる市内の 6 本の川の一つ、元安川(もとやすがわ)の河口付近で小学校時代の大半を過ごしました。河口付近に広がる干潟は主要な遊び場の一つでした。日々の潮の満ち干、大潮・小潮のサイクルは、詳しい原理は別にして自然に身についていた気がします。

小学校５年の途中で広島市内の別の小学校に転校しました。そこは、市内の主要な川に近くはありませんでしたが、猿侯川(えんこうがわ)に注ぐ小さな掘割のような川が自宅の目の前にあり、大潮の満潮時ともなれば広島湾の海水が遡上してきました。時には川べりをカブトガニがのそのそと這っていることもありました。

牡蠣打ち場が近所にありましたし、獲れたての小イワシを手押し車に乗せて売り歩くおばちゃんは日常の風景でした。特に好きという自覚的な意識があったわけではありませんが、海は身近な存在でした。

## Q. 海の絵本の読み聞かせ

伊藤　進一

私は、一研究者であり、大学の教員でもなければ、高校の教員免許なども持たない。扱っている研究対象や実際に行った観測項目などは、日本海洋学会の中でもかなり広い方に属すると思うが、人にものを教えるという際には、まさに角皆氏が指摘する「海洋学者と言われる人でさえ(学者は自分が専門とする狭い分野だけわかればよいので)、往々にして、全体を見通せない場合がある。」の典型例であろう。そのような私に何ができるのだろうか。そう考えていたときに、たまたま出会ったのが読み聞かせボランティアの募集だった。小学校の読み聞かせボランティアに応募し、校長先生に海洋教育問題検討部会での活動などをお話し、小学校で海に関する絵本を読み、その後に絵本に出てくる内容に因んだクイズなどを出して、海の不思議を知ってもらい、海に興味を持ってもらおうと考えた。

私がこれまで読み聞かせで使用してきた絵本は以下の通りである。

うみキリン(絵・作：あきやまただし)［金の星社］
うみのしっぽ(文：内田麟太郎、絵：長新太)［童心社］
しおふきうす(文：香山美子、絵：太田大八 )［教育画劇］
タコのオクトくん（文：富安陽子、絵：高畠純 )「ポプラ社」
大だこマストン海底のたたかい(文：にしかわおさむ、絵：にしかわおさむ)［ぎょうせい］
イカタコつるつる　　(文：長新太、絵：長新太 )［ぎょうせい］
だんごむしうみへいく(文：松岡達英、絵：松岡達英)［小学館］
やどかりのおひっこし(作：エリック=カール、訳：もりひさし)［偕成社 ］
なぜなぜクイズ絵本 7 月のなぜなぜ(監修：白石等)［チャイルド科学絵本館］
うみのポストくん(文：山下明生、絵：村上康成)［教育画劇］
うみのおいしゃさんモグローせんせい(レオ=ティマース作絵、ひしきあきらこ訳)［フレーベル館］
うみのおふろやさん(作：とよたかずひこ)［ひさかたチャイルド］

海の絵本の読み聞かせを楽しみにしている子供達も少なくなく、海に関心を持ち、自分から海に関する本を読むようになった子供もいる。しかし、それ以上に驚かされたのが、小学校での海に対する知識レベルだ。私が子供の頃に比べれば、とても多くの知識を子供達は持っているように思う。それもかなり専門的なことを知っている。その情報源はほとんどがテレビのようだ。例えば、タツノオトシゴはオスが卵を抱えて育てるという話を５年生の子供の多くが知っていた。しかし、その一方で、これらの知識は単発的で、系統だっておらず、人間が生きていく上で必要な海への知識からほど遠いと感じている。地球にとって海とは何なのか、人間が海の恵みをどのように受けているのか、日本という国は海に囲まれていることによってどんな特色を持っているのか、といったことがわかるような系統立てた知識の獲得が必要なように思う。このような系統だった海の授業は、実は専門分野しか知らない私自身にも必要だ。そして、私のような人間が人に教えるためにはやはりしっかりとした教科書が必要だと感じる。

伊藤　進一：

独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所　海洋動態研究室長、1995 年北海道大学大学院理学研究科地球物理学専攻博士課程修了、博士(理学)。

# 第４部　海洋特別講座テキスト：

## 「海は広いな大きいな-海洋学事始め」

(角皆の特別講座では、このテキストを印刷して配り、話し、アンケート調査をした)

角皆　静男

目次

１．海洋リテラシーに関する基本的原理７ヵ条 ..... 172
２．ST の５法則 ..... 175
３．海洋学はホリスティック科学 ..... 177

---

## １．海洋リテラシーに関する基本的原理(憲法)７ヵ条
## (海洋リテラシー：海が私達に与える影響、私達が海に与える影響を理解すること)

### 第１条．地球には大きな海がある(キーワード：アイソスタシーと水)

地球表面の 70 %は、深さ平均 3800 m の海が覆う。陸は平均 840 m、ならせば深さ 2440 m の海底となる。身近な大陸棚海域（深さ 200 m まで、面積は８%）には 0.2 %の海水しかない。

46 億年前、宇宙に最も多い気体の水素とヘリウムは、初期の太陽にあぶられて吹き飛ばされていたが、氷を含む冷たい宇宙の塵が集まり、融け、冷えて地球が生まれた。核、マントル、地殻に入らなかった成分が大気と海水になった。海水には、揮発した塩素、イオウなど酸性物質が岩石成分と中和した塩が溶け、塩辛くなった。その塩分は 3.5 %だが、全量を長さ 12 m の 10 t トラックに積んで並べると、6.3 光年の距離になる。流動性が残るマントルが、アルカリ物質が抜けた、より軽い大陸地殻を集め、より重くて薄い海洋地殻の上に海水が溜まり、重力が均衡した。

冬、大西洋の北米側の大陸棚で海氷ができ、低温高塩分の重い水がはじき出されて沈み、深層大循環が始まる。大西洋を南下し、南極海を回って、北上し、北太平洋で浮上するまで 2000 年もかかる。この間に、動物に必須の酸素は、上からの有機物粒子を分解して徐々に減るが、南極海でいくらか補給される。表層に現れると、植物が、再生した栄養塩を使い、活発な光合成を行う。

高緯度域に向かう表層流が、中深層に沈んだ水を補い、熱を運ぶ。海流には、風による吹送流や、海面での熱や水のやりとりで水温と塩分を変え、生じた密度の傾きに重力や自転する地球の力が働いて生ずる流れがある。その結果、世界の海には多くの海流系が存在する。
(アイソスタシー：地球の表面積あたりの質量がほぼ等しいこと。深海の下には重い岩石がある)

## 第２条．海は天候と気候を制御している(キーワード：太陽エネルギー)

その時、その時の天候(気象)は空気の動きや状態が支配しているが、その空気がそのような気温、湿度、風などになったことには、海も関与している。まして、その土地の天候が長い間積み重なってできた風土である気候には、海洋の果たす役割が大きい。

海が長期的な天候や気候に果たす役割が大きい訳は、まず、水が、空気の 800 倍の密度と、4 倍の比熱を持ち、暖まりにくく、冷めにくいからである。その結果、海が表面の多くを覆う地球の気候は穏やかなものとなる。大気と海流は、ほぼ等量の熱を低緯度域から高緯度域へ運んでいる。また、海からの水蒸気が湿度や降水量を決め、気候に影響する。

より長期的な温室効果気体 CO2 による地球温暖化の鍵は、大気の 50 倍量の CO2 を含む海が握っている。現在、人間が大気に CO2 を加える速度の方が、海洋炭酸系がそれを緩和する速度より大きいため、大気中 CO2 が急増しているが(先に海洋に溶かし込めば、大気にはわずかしか出ない)、海底にはさらに数桁多い炭酸塩があり、海洋炭酸系により大気中 CO2 濃度が大きく変わり得る。

## 第３条．海の水と生物が大地に彩りを与えた(キーワード：水の力)

海から蒸発した水蒸気の約２割は、雨となって陸に降る。この雨は、大地を緑にし、華やかな陸の生態系の出発点となり、人間には食糧を供給する。また、この雨は集まって河川となり、山も平地も削り、谷底をえぐり、複雑な地形をつくるとともに、風化した土砂を海に運び、豊穣な沖積平野、干潟などをつくっている。

地球は、氷床が発達した氷期に海面が下がり、間氷期に上がる周期的変動を繰り返した。水深 200 m までの広く平らな現在の大陸棚は、波によって浸食されてできた氷期の海岸線である。現在は、ここに河川からの土砂が堆積し、肥沃なデルタとなった。ここに地球人口の６割以上が住み、政治、経済、産業の中心となっている。さらに、堆積岩地域を含めれば、大部分の人は、かつて海底であった所に住み、海や水辺の生物がつくった石油、石炭、石灰岩などを利用している。

一方、大陸棚の海側の沿岸海域では、河川から流入し、外洋から魚や鳥などが運び込み、浅い海底との間を頻繁に行き来する多量の栄養塩によって、活発な生物生産活動があり、多彩な生態系ができている。また、波や潮汐が多彩な景観を作り、人々の生活に潤いを与えている。

## 第４条．海は生き物が住める地球をつくった(キーワード：酸素)

地球が生まれてほどなく、遅くとも 38 億年前、海に生命(植物)が誕生した。それまで、大気の主成分は、窒素と二酸化炭素($CO_2$)だったが、この植物による光合成でできた酸素($O_2$)が大気や海水に加わることになった。しかし、この $O_2$ は、海洋中の還元物質を酸化するのに使われてしまい、やっと 25 億年前に海水中に残りだし、海洋は酸化環境となった。

酸化環境になると、海は一変し、海に酸素呼吸をする動物が発生した。しかし、大気に $O_2$ が十分に蓄積し、より短波長の紫外線を吸収してオゾンとなり、そのオゾンがより長波長の紫外線を吸収する 5 億 7 千万年前の古生代の開始までは、生物は紫外線に殺され、陸には住

めなかった。

古生代に生物が上陸し、大地に根をおろすと、水辺に植物が大発生した。石炭石油ができ、大気中 $O_2$ 濃度も急増して今日程度となり、大型の動物が陸に住む中生代(2 億 5 千万年前)となった。一方で、大気中 $CO_2$ 濃度は減少を続け($CO_2$ は、有機物となり、岩石の風化に使われ、水温の下がった海に溶け込んだ)、その温室効果の減少から、その次の新生代(6,600 万年前)は寒さに強い哺乳類の時代となった。そして、この 300 万年、特に 80 万年前から寒暖が周期的に交代する氷期・間氷期の時代に入り、10 万年ごとに大気中 $CO_2$ 濃度が最低 180 ppm の強い氷期が現れた。

**第５条．海には、さまざまな生物がおり、さまざまな生態系がある(キーワード：進化する生物)**

海には、最小のウィルスから最大のクジラまで多種多様な生物による生態系がある。その多くは、水中という環境から、陸とは大きく異なっている。動物は、最近海に還ったものを除けば、水に溶けた酸素を呼吸に利用している。植物は、海面近くでしか生産活動ができない。水温は-1.8℃以下にならないので、低温でも活動が止まらない。

海の生態系の最大の特徴は、食物網の最初の植物は小さく、段階を経るごとにだんだん大きくなり、ループをつくらない。1 食物段階経るごとに生体量は約 1 割になる。また、死んで腐敗する割合は小さく、大部分が次の生産者の餌となる。これの例外は、主に浅い沿岸域に生息する動植物で、根や仮根を持つ海藻、海草、陸から海に還った高等動物などである。

海底には、地熱などエネルギー源を太陽光以外から得ているものもあるが、量的に大きなものではなく、メタンなどかつての太陽光のエネルギーに由来するものもある。

**第６条．海と人は切っても切れない関係にある(キーワード：人間)**

海は、魚など生物資源(これには、海から漁獲物を得る漁業、海を田畑のように利用する養殖、栽培漁業がある。また、家畜の餌にしたり、有用化学物質や薬品の原材料としたりする)、鉱物資源(石油、石炭、天然ガス、メタンハイドレート、マンガンやコバルトなど金属、海塩、リン酸塩など)、エネルギー資源(風力、波力、温度差などの利用)など海からの資源がある。

海は広く、沿岸域でしか顕在化しない問題が多いが、人間によって汚染され、環境問題として取り上げられたものがいくつもある(水銀、スズ化合物、PCB など農薬、環境ホルモン、放射能、原油、プラスチックなど)。また、台風による各種の被害、地震による津波などの災害もある。

一方で、海は安らぎを与え、時に活力を与えてくれる。さらに芸術や文学の世界でも有力な存在である。海は交通や貿易において大きな役割を果たしてきたが、生臭い国際紛争の場でもあった。海を国毎に分割せず、海と海の資源は人類共有の財産にすべきかといった問題が、一国の海洋政策の手を離れて全人類の問題となる日がまもなくやってこよう。

**第７条．海は、まだまだ未知の世界である(キーワード：科学の力)**

宇宙にロケット、人工衛星や人工惑星を飛ばして地球を観測することに比べ、海洋の観測は、最近発達してきたとはいえ、まだまだ遅れており、観測機器も発展途上にある。

その原因の１は、暗い、高圧下にある海の中での観測が容易でないことにある。化学物質の現場観測や生きたままの生物活動の現場観測など課題は多い。地表の観測に強力な衛星観測は、海では表面のみなので、センサーを上下させ、結果を衛星経由で知る方法などが発達中である。

その２は、観測すべき項目は無数にあり、その中でどれが重要かを選ぶための観測でさえ、多数の観測船に多数の研究者を乗せて多数回行う必要があり、その準備に巨額の資金と日数が必要である。海水は混ざりにくく、海域毎に大きく異なるからである。

その３は、海の変化は微弱なので、観測方法は決まっても、その変化を見つけるためには、季節変動や日変動のほかに、業務的観測としての連続観測を長期間続ける必要があるからである。

最後に、モデリングによって将来を予測することが不可欠であるが、過去を再現し、現在に延ばすだけでは不十分であり、現在まだ起こっていないことを予測する試みが必要である。

## ２．海において特に重要な５つの法則(私が感動し、重要と思うこと：ST の法則)

### 第０．重いものは沈み、軽いものは浮く(これは一般則)

通常、上には軽いものが、下には重いものがある(参考：海水の重さは水温と塩分で決まる)

### 第１．大気は下が、海は上が暖められる［大気と海水の違い］

太陽からの熱の半分は地面や海面で吸収され、大気や海水を暖め、軽くする。軽くなった大気は上昇してよく混ざる。軽くなった海水は上に留まり、上下混合しにくくなる(暖かい海の表層水の成層化)。しかし、冬の高緯度海域では、熱は放射などによって失われ、冷却されるので、表面水は重くなって沈み、表層混合層は厚くなる。

従って、日射が強いほど、大気は混ざりやすくなり、表層海水は混ざりにくくなる。

### 第２．海水は氷点で最も重い［海水と陸水(4℃で密度が最大になる)との違い］

真水は 4℃がもっとも重いので、池の水は、冬になって表面は凍っても、対流が起こらず、底付近には 4℃に近い水が残りやすい。池全体が氷結しにくいので、池の魚は春を迎えられる。

一方、氷点で最も重くなる海水は、冷やすと対流でどんどん冷える。結氷の仕方は複雑だが、結氷時に、高塩分で低温の水が排出され、海底に向かって沈む。これが北部北大西洋で深層水大循環が始まる原因である。この水は酸素を飽和に近い状態で溶かし込んでおり、その水が補給する酸素で海底付近の生態系は維持される。海は、塩水だからこそ生き返る。

従って、池の水が塩水だったら、海の水が真水だったら、たいへんなことになる。

**第３．表層水のリンと窒素が生物生産量を決める［海洋表層と地表との植物にとっての違い］**

植物が生育(光合成)する際に不足しがちな化学成分のことを肥料または栄養塩という。地表の植物の場合、窒素化合物、リン酸塩、カリウムがそれであるが、土壌、地下水、大気圏からいくらか補給されるので、水と光があれば何とか育つ。十分な量を得たい時に与えるので、肥料という。

一方、海の植物の場合、窒素化合物、リン酸塩、ケイ酸塩(珪藻が必要とする)が栄養塩である。河川や海底から補給される沿岸域を除き、表層水の栄養塩濃度は低い。植物の光合成ですぐ枯渇し、栄養塩を含む下層水などと混ざらない限り回復しない。広大な亜熱帯の海は、海の植物にとって砂漠である。なお、酸化還元に関与し、極微量でよいが生物に必須な鉄は、海水に溶け難く、古い湧昇水から除かれているので、不足する場合がある。表面にしばらく留まればやがて補給される。

従って、生物生産活動は、陸は水と温度に、海は栄養塩に制御され、日光は両方に必須。

**第４．海の植物は小さく、動物は小が大の餌食となる［陸(時に小が大を襲う)と海(一方向的)の食物網の違い］**

海洋の生物は浮かばねばならず、動けない植物は小さい。また、その植物を食べる草食動物も小さい。そして、動物の大部分はパクリと食われて生を終え(魚の産卵数は多く、死ぬまで成長し、一定の寿命が無いものが多い)、小が大をちぎって食べることもほとんどない。植物プランクトン→動物プランクトン→小魚→(中魚)→大魚と１食物段階上がるごとに大きくはなるが、そのたびに生体量が１割程度になるから、大魚をやめて小魚で我慢すれば 10 倍以上食べられる。

例外は、根または仮根を持ち、沿岸の浅い海底に付着している海草および海藻とそれを食べる動物である。海底と進化していったん上陸して再び海に還った動植物とがつくる沿岸生態系は、陸の生態系の延長線上にあると見なせばよい。

従って、海の生物はパクリと食べられて、大きなものに代わる。

**第５．海や地球は、誕生から死に向かって不可逆的に進んでいる［地球時計は逆戻しできない］**

地球の熱源(放射能と誕生時の熱)は不可逆的に、一方的に減少中である(太陽が巨星になるまで冷えていく)。最初は大きく減ったが、現在の減少速度は数十億年で半減する程度である。

時とともに、変動しながら、大陸地殻は少しずつ増え(地球の凸凹は増し、花崗岩と石灰岩から塩基性岩ができる逆風化もあるが)、大気中二酸化炭素濃度は減少し、最終氷期に最低だった。

ただ、太陽は、核融合で中心部分の温度が上がり(やがて白色矮星になると言われているが、その前に？)、誕生以来 20～30 %明るくなり、温室効果の減少による寒冷化をある程度相殺している。

従って、諸行無常(There is nothing permanent, except changing)。

## ３．海の科学は、ホリスティック科学の１つである（海洋学はホリスティック科学）

海の科学、海洋学は、物理学、化学、生物学を基礎としているので、しばしば、海洋物理学、海洋化学、海洋生物学の３分野からなるものとされる。しかし、これらには、目的が海洋学でない部分も含まれる。それで、目的が海洋学であることを鮮明にする場合には、物理海洋学、化学海洋学、生物海洋学を海洋学の３分野という。

ところが、海洋学をこれら３分野(要素)に分けてしまう(還元する)ことはできないし、海洋学全体は、これら３分野の和よりずっと大きい。例えば、日本海の生物が日本海について語ることは、海水の物理的動きや化学物質の振る舞いと合わせると、生物海洋学の枠ははみ出すが、海洋学の教科書に載る重要な知見となりうる。

それは、物理学、化学、生物学は、海を研究し、理解する手段であり、それらの結果を融合させて海洋環境を解明する海洋学はホリスティック科学だからである。

ホリスティックな科学は他にもあるが、多くの科学は、１点を突き詰める要素還元型である。それで、日本の学校教育や、研究費配分などを含む学術体制は、この要素還元型に引き摺られている。

要素還元型では、まず理工系と生物系に２分する。海洋学は､最初に叉裂きになる。その結果、日本の海洋学はあらゆる面で過小評価される。小中学校の理科で海は全く登場しない、高校では生物のない海の科学しかない、理学系の国立大学で総合的海洋学の教育は受けられない、海洋学の学術会議会員はいない、などである。

(ホリスティック(holistic)は、holos(ギ)に由来し、whole と同源であり、全体を意味し、総合的や包括的とも訳せる)

なお、海洋学の周辺には、海底を扱う海洋地質学や、海洋の過去や未来、資源や環境の問題により力点を置いた科学もある。

---

角皆　静男(つのがい　しずお)：
北大名誉教授、東大海洋研外来研究員、日本海洋学会教育問題研究部会員、NPO 法人海ロマン２１副理事長、日本科学協会評議員、日本海洋科学振興財団評議員、Env. Chem.誌：編集委員、J. Ocean Univ. China 誌：編集委員
E-mail: mag-hu@ees.hokudai.ac.jp, HP: http://members3.jcom.home.ne.jp/mag-hu/

1938 年 8 月 2 日(寅の年、寅の日、寅の刻)に静岡市馬淵町に誕生。45 年 4 月に現、静岡大学教育学部付属小入学、６月に現、掛川市上内田小に転校、２日後に静岡空襲、死者 1669 人。

51 年に掛川東中入学、2 年生の時に化学クラブ創設、掛川・小笠理科研究発表会「川の水はなぜ飲めないか」(三等)。54 年に掛川西高入学、生物部所属、静岡県理科研究発表会「遠州小笠山のシダ植物フロラについて」(等外)。

57 年に東京教育大学理学部化学科入学。60 年に三宅泰雄教授の下で地球化学の研究開始。61 年に大学院理学研究科化学専攻入学、5 月の日本海洋学会年会で最初の研究発表「海水からのヨウ素の蒸発について」、62 年に最初の研究観測船乗船、気象庁凌風丸。63 年に理学修士、66 年に「降水の化学的研究：降水・風送塵中での濃度、降下量および供給源(英文)」で理学博士。

66年4月に函館市にある北海道大学水産学部講師(水産化学科分析化学講座)、71年に同助教授、81年に同教授。この間、75年10月より1年間、主に米国ウッズホール海洋研究所で研究。94年大学院地球環境科学研究科教授(大気海洋圏環境科学専攻　化学物質循環講座)となり、研究室ごと函館より札幌へ移転。02年3月北海道大学定年退職、名誉教授となる。

函館の学科、講座は新設だった。西村教授とともに68年に最初の学士、70年に修士を出し、74年に私を主たる指導教官とする最初の博士が誕生した。結局、函館および札幌の研究室の私の下から35名の博士が生まれた。なお、この研究室からは私が主たる指導教官でない者を含めて学士が220、修士が132、博士が42名巣立った。

この間の研究成果は原著論文209編(内153編が審査有り)として発表され、それらは08年12月現在、3800以上の原著論文に引用されている。それらの業績をもとに84年に「大気・海洋・海底を通しての物質循環の研究」で日本海洋学会賞、90年に「大気－海洋系の地球化学的研究」で日本地球化学会賞、02年に北海道分析化学功労賞、08年に日本海洋学会宇田賞を授与された。

国際機関の委員としては、88-99年にユネスコの政府間海洋学委員会と国際科学会議の海洋研究科学委員会がつくる二酸化炭素問題パネルの委員を務め、90-95年に国際科学会議がつくる地球圏-生物圏国際協同研究(IGBP)科学委員会の委員(90-92)および副議長(92-95)を務め、91-93年に世界気象機関や国際科学会議などによる地球気候観測システム(GCOS)科学技術委員会の委員を務め、98-02年に国際科学会議による海洋研究科学委員会(SCOR)の副会長を務めた。

国内では、91-94年に日本学術会議の地球化学宇宙化学研連委員長、98-03年に日本海洋学会会長などを務めた。