

4次元統合黒潮圏資源学

佐野有司・徳山英一 監修



4次元統合黒潮圏資源学

佐野有司・徳山英一 監修

CONTENTS

はじめに	5
------	---

1. 未来の資源を拓く I

黒潮圏未利用海底鉱物エネルギー資源の探索・活用

1-1. エネルギー資源としてのメタンハイドレート	8
村山 雅史	
1-2. レアメタルを濃集する海底マンガニ鉱床の不思議	16
白井 朗	
1-3. 深海底地層中の微小マンガニ粒の発見	28
—マンガニ動態と海底マンガニ鉱床形成の新知見—	
浦本 豪一郎	
1-4. 非伝統的地熱流体科学	40
西尾 嘉朗	
1-5. 年代測定で明らかにする寶石サンゴの漁場発達史	52
奥村 知世	
1-6. レアメタルからつくる機能性無機材料～触媒～	64
小河 脩平	
1-7. 有効な使いみちがなければ, 資源はゴミになる	72
上田 忠治	

2. 未来の資源を拓く II

黒潮圏未利用生物資源の探索・活用

2-1. 海底泥コアは生物環境履歴を記した古文書～赤潮の歴史を探る～	
高橋迪子, 和田啓, 高野義人, 松野恭兵, 増田雄一, 新井和乃	
村山雅史, 外丸裕司, 田中幸記, 長崎慶三	84
2-2. アンフィジニウム属渦鞭毛藻のつくる有用分子	90
津田 正史	
2-3. Biology, application and isolation of terrestrial and marine actinobacteria	106
Dana Ulanova	

2-4. ヘドロでエビ養殖!～食物連鎖で“厄介者”を“資源”に～	114
深見 公雄 ¹⁾ ・Pensri Muangyao ²⁾	
2-5. 海洋深層水の健康・医療活用	126
竹内 啓晃	
3. 海の時間を貫く	
-黒潮の時空間変遷史-	
3-1. 現代の黒潮	140
寄高 博行	
3-2. 黒潮・黒潮圏の成立と進化	146
岩井 雅夫	
3-3. 有孔虫の酸素同位体比:海底堆積物から気候変動を探る最強手段	158
池原 実	
3-4. マンガンクラストの層状構造に記録される黒潮圏の環境史	174
長谷川精, 高馬菜々子, 臼井朗	
3-5. 円石藻で探る海洋の過去と未来	186
萩野 恭子	
3-6. 海流と分子系統地理から見た微小プランクトンの適応と進化	196
氏家 由利香	
4. 海の資源を継ぐ	
総合的海洋管理および海洋人材育成に対する大学の役割	208
久保田賢, 田中壮太, 寄高博行, 長崎慶三, 深見公雄	
プロジェクトメンバー	224

はじめに

わが国は、国土面積の約 12 倍、世界第 6 番目の面積を誇る広大な排他的経済水域 (EEZ) を有しています。この EEZ は多種多様な資源が未利用の状態で存在する可能性を秘めた最後の資源フロンティアです。EEZ の管理は当該国に託されており、わが国では平成 25 年に改定された海洋基本計画において海洋の持続可能な開発及び利用を推進するのみならず、海洋環境の保全との調和を図ることを謳っています。高知県南方に広がる西太平洋には、西岸境界流の代表である黒潮が流れており、多様な海洋資源を育んでいます。特に高知県は海洋資源のみならず気候や文化等へ黒潮から多大な恩恵を被っており、高知大学は様々な海洋政策の研究や推進に最適な立地と言えます。本学の第 3 期中期目標で特色として掲げられている「海洋に関する異分野融合研究や学際的教育」の推進の一環として文部科学省特別経費の補助を受けて、平成 28 年度から令和 3 年度までの 6 ヶ年度にわたり「4 次元統合黒潮圏資源学の創成」をプロジェクトとして実施することになりました。本書はこのプロジェクトに参加した高知大学教員の最新の研究成果をまとめたものです。内容は海洋と資源関連分野の研究者・専門家だけでなく大学の学部や大学院で学ぶ学生にも役立つように配慮されています。

本書のタイトル冒頭にある「4 次元」とは、①沿岸域から沖合の黒潮域 (1 次元目)、②黒潮圏 (北赤道海流域、黒潮本流域、続流域) (2 次元目)、③水深 (3 次元目)、④過去から現在の様々な時間スケール (4 次元目) を意味します。本プロジェクトの目標は 4 次元の視野で黒潮圏の海洋資源を理解することです。従って、本書の章立てはその精神を反映し

た組み立てになっています。第一章は「未来の資源を拓くⅠ」として、海底鉱物とエネルギー資源の探索・活用に関連した話題で7名の先生が執筆しました。第二章は「未来の資源を拓くⅡ」として、生物資源の探索・活用に関連した話題で5名の先生が執筆しました。第三章は「海の時間を貫く」として、黒潮の時空間変遷史に関連して、6名の先生が執筆しました。第一章と第二章が4次元の①～③に対応します。そして、第三章が④に関係します。4次元統合黒潮圏資源学は、海洋環境を賢く護りながら利活用することに資するのみならず、将来の資源動態の予測、さらに持続的利用を実現する「総合的海洋資源管理」の体系化に大きく貢献するものと期待されます。また、黒潮流域周辺各国の大学院生を対象に、文理統合型視野を併せ持つ総合的海洋管理を担う人材の育成も併せて目標とします。この観点から、第四章は「海の資源を継ぐ」として、総合的海洋管理および海洋人材育成に対する大学の役割について執筆していただきました。

本書は海洋と資源に関する理工学・農林海洋科学・医学という高知大学の理系諸学部の英知を結集するだけでなく、管理や教育といった文系の教員の知識も動員し、異分野融合研究の成果や学際的教育の指針の賜物になりました。多数の読者が本書を手元に置かれることを希望します。

令和4年3月

佐野有司
徳山英一

1

未来の資源を拓く I

黒潮圏未利用海底鉱物エネルギー資源の探索・活用

エネルギー資源としてのメタンハイドレート

村山 雅史

高知大学農林海洋科学部（専任），海洋コア総合研究センター（兼任）

資源の乏しい我が国では、深海底に眠る膨大な量のエネルギー資源としてメタンハイドレート※1が注目されて30年が経つ。日本近海の深海底には、我が国が1年間に消費する天然ガスの100年分が眠ると言われている。また、従来の化石燃料に比べ温室効果ガスの排出が少ないため、将来有望なクリーンガスエネルギー資源としても注目されている。しかし、深海底に存在し、研究は盛んにおこなわれているが、採掘の困難さから商業化には至っていない。本稿では、メタンハイドレートの特徴、分布や産状、メタンの起源、現在の開発の現状についてまとめた。

（※1）

メタンハイドレート

ガスハイドレートの一種。通常、世界的には、メタン、エタン、二酸化炭素などのガスを含むためガスハイドレートと使用される。我が国では、メタンが多く含まれるため、メタンハイドレートという呼び名が一般的である。

（※2）

NO_x, SO_x

窒素酸化物や硫黄酸化物の略、石油や石炭が燃焼する時に、含まれる硫黄分が、硫黄酸化物（SO_x）となり、空気中の窒素が酸素と結合して窒素酸化物（NO_x）が発生する。これらの物質は大気汚染の原因となるため、規制されている

1. メタンハイドレートとは？

かつて石油を「燃える水」と呼んだように、メタンハイドレートは、「燃える氷」と呼ばれる（図1）。しかし、燃えているのは水ではなく、その中に含まれているメタンが燃えているのである。メタンハイドレートとは、低温・高圧の条件下で、水分子の結晶構造の中にメタン分子が取り込まれた氷状の固体物質、包接体（クラスレート）の一種である。結晶構造は、5角12面体であり（図2）、ガスを含んだ氷状態（ガス水和物）で4.4℃、40気圧で解離する。

メタンハイドレートの理論化学式は、 $\text{CH}_4 \cdot 5.75 \text{H}_2\text{O}$ である。もし、結晶構造の空間に完全に隙間なくメタンが取り込まれている理想的なメタンハイドレート1m³を分解すると、大気圧下、0℃では、メタンガス172m³と水0.8m³になる。

このように、燃焼後は、水しか残らず、化石燃料である石炭や石油のように、粉塵やNO_xやSO_x^{*2}などの大気汚染物質を出さない。また、メタンハイドレートは、石油や石炭などの化石燃料に比べると、温暖効果ガスであるCO₂の排出量は、石炭に対し約45%、石油に対し15%ほど少ないクリーンなエネルギー資源である。

鉱物資源を生み出す海の不思議

－マンガンクラストの成因研究を例として－

臼井 朗

海洋コア総合研究センター

1. はじめに

海洋は、地球表層の7割以上を覆っている。その存在と活動は日々の天気や長期的・全地球的な気候を大きく支配していることは、すでに私たちは理解している。穏やかな生活環境と豊かな食料を与えられ、同時に壊滅的な自然災害をもたらすことも実感している。それらに加えて、近年では、深海底に「鉱物資源」を求めようとする動きが強まっている。果たして深海底に眠っている鉱物が、将来予想される世界的な資源の枯渇や供給不足という重大な問題を解決する有力候補となり得るのか、その是非を含めて多くの注目と関心が集まっている。とはいえ、海洋は、いまだに未知の世界である。海底資源の開発においては、科学研究に基づく実態解明と長期的リスクの予測を踏まえ、国際機関の共同管理のもとで、賢明な持続的開発とすべきことが国際的な共通理解となっている。個別の宝探しを競うことが目標ではなく、「人類共有の財産」がキーワードである。ここでは、高知大学での海底鉱物資源研究の一つを紹介し、その意味を考える。

(*1)

熱水性硫化物

海底火山から噴出される熱水から沈殿した金・銀・銅を含む塊り

(*2)

マンガン団塊

ニッケルや銅を含むマンガン酸化物が塊状に固まったもの

(*3)

マンガンクラスト

コバルトやニッケルを含む鉄・マンガン酸化物が板上に固まったもの

具体的には、以下の3つの鉱床タイプ(図1)が対象であり、それぞれ、特有の成因、分布、産状、組成を示す:熱水性塊状硫化物(massive sulfides)(※1)、マンガン団塊(manganese nodules)(※2)、マンガンクラスト(ferromanganese crusts)(※3)。小論では、堆積起源の鉱床であるコバルトリッチ・マンガンクラストを例に、我々が実施している地球科学的実態解明の研究例をしめす。

2. なぜ海底鉱物資源の研究か?

金属鉱物資源の枯渇・不足が、地球規模の現実問題となるなかで、資源需給の動向、調査・探査技術の進歩、国家・地域間の利害対立、

Takuyo 5 B (2239m)



図 2a 北西太平洋の平頂海山上のマンガンクラスト (拓洋第 5 海山)



図 2 b 北西太平洋の平頂海山麓のマンガ
ン団塊 (拓洋第 5 海山)



図 3 北西太平洋域の海底鉱物資源 (Kisimoto et al., 2017)

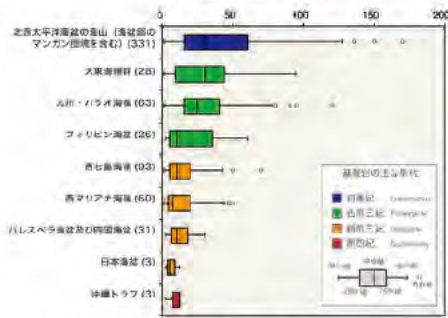


図 4 海底マンガ
ン鉱床の厚さ分布 (Kisimoto et al., 2017)

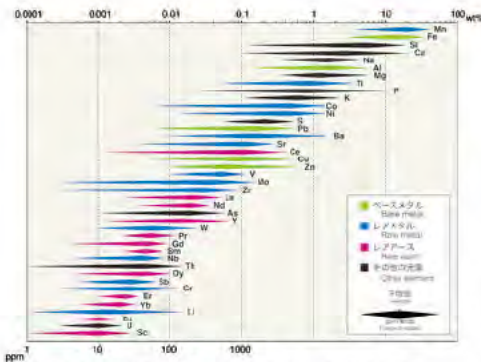


図 5 海底マンガ
ン鉱床の化学組成 (Kisimoto et al., 2017)

で覆われていると仮定すると、海山全体のクラストに含まれる総コバルト量は73万トンとなり、我が国の年間消費量の40倍近い事になる。単純計算での埋蔵量最大値は膨大な量であることは間違いない。

次に、海底マンガ
ン鉱床の金属鉱床、鉱石としての特性の要点だけを列挙する。

この鉱床は、基本的には海底面に露出する。硬い露岩を覆う厚さ10cmの被覆層であったり、堆積物表面に分布する塊状体(概ね直径10cmまで)であったり、その厚さも様々である。層状の形態をクラストとよび、主に岩石の露頭などを覆って数10kmにわたって広く連続分布することも稀では無い。球状、楕円体状の塊を団塊とよび、平坦な深海底に100km以上にわたって分布することもある(北西太平洋には

2

未来の資源を拓く II

黒潮圏未利用生物資源の探索・活用

海底泥コアは生物環境履歴を記した古文書

～赤潮の歴史を探る～

高橋迪子¹⁾，和田啓²⁾，高野義人¹⁾，松野恭兵³⁾，増田雄一⁴⁾，新井和乃⁵⁾，
村山雅史⁴⁾、⁵⁾，外丸裕司⁶⁾，田中幸記⁷⁾，長崎慶三¹⁾、⁴⁾、⁵⁾

1) 高知大学理工学部，2) 宮崎大学医学部，3) 日本ソフトウェアマネジメント，
4) 高知大学農林海洋科学部，5) 高知大学海洋コア総合研究センター，
6) 国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産技術研究所，7) 高知大学海洋生物教育研究センター

本章では、赤潮原因藻に感染するウイルスの過去の履歴を海底堆積物の年代測定とウイルス遺伝子探索に基づき明らかにした事例を紹介する。高知県浦ノ内湾で得られた海底泥コア各層試料について、渦鞭毛藻ヘテロカプサ・サーキュラリスカーマに感染する小型 RNA ウイルス (HcRNAV) の存在を RT-PCR 法により調べた。また、各層の堆積年代測定を鉛-210・セシウム-137 法により行った。これは、水圏環境に存在したウイルスを時間スケールと合わせ理解しようとする、新たなアプローチである。

1. 序論

1988 年夏、高知県浦ノ内湾において、それまで誰も目にしたことのない奇妙なプランクトンによる赤潮が発生し、大量のアサリがへい死した (Matsuyama 1999)。赤潮海水中より見出された紡錘形のプランクトンは、「ゴーアンドストップ (キツキ運動)」を繰り返し、方向を変えながら遊泳するという変わった性質を持っていた。このプランクトンこそが、赤潮の原因種ヘテロカプサ・サーキュラリスカーマ (*Heterocapsa circularisquama* : 図 1) と呼ばれる微細藻である (Horiguchi

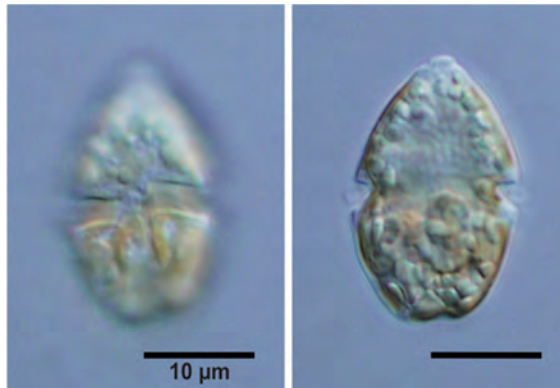


図 1. 渦鞭毛藻 *Heterocapsa circularisquama* の光学顕微鏡写真。

3

海の時間を貫く

黒潮の時空間変遷史

黒潮・黒潮圏の成立と進化

岩井 雅夫

高知大学海洋コア総合研究センター

過去の黒潮を知るためには、地質記録を紐解く必要がある。堆積物や地層を円柱状にくり抜いたものは”コア”と呼ばれ、地球の歴史を記録した”古文書”のようなもの。高知大学と海洋研究開発機構が共同して運営する高知コアセンターは、国際深海科学掘削計画 (IODP) の世界 3 大コア保管施設の一つであり、黒潮圏を含む西太平洋～インド洋のコアを保管する世界唯一の施設。地層を貫き読み解かれる黒潮・黒潮圏の成立・進化について概観する。

1. 堆積物・地層から黒潮・黒潮圏の営みを読み解く

地球表層では、太陽放射と地球放射の熱収支に起因する大気海洋大循環により、熱や物質の再配分が行われており（「地球学入門（酒井, 2016）」, 「海洋地球環境学（川幡, 2008）」参照）。黒潮は大量の熱・海水・浮遊生物などを低緯度から中・高緯度に運ぶ役割を果たしている。黒潮（図 1）の存在は古くから知られてきたが、海洋観測が開始されるのは明治以降であり、黒潮の大蛇行などを捉えられるようになったのは 1930 年代以降である。観測史前の黒潮の様相・挙動を知る為には、堆積物や地層に記録された地質記録を紐解く必要がある。

高温・高塩・低生物生産量で特徴づけられる黒潮域と、低温・低塩・高生物生産量で特徴づけられる沿岸水域では、それぞれの海域特性を反映した生物物質循環が展開され、その一部が堆積物に記録されている（日本地質学会「海洋底科学の基礎」編集委員会編, 2016；谷村・辻編著, 2012 参照）。陸域から離れた海洋底の堆積物は、主に浮遊生物（プランクトン）の遺骸からなっており、堆積物や地層を円柱状にくり抜いたコアから過去の環境変動を読み解く際には、一般的に微化石や生物由来の有機・無機物が用いられてきた（小泉, 2011, 2014；谷村・辻編, 2012；Hillaire-Marcel & De Vernal, 2007）。沿岸域を流れる黒潮流域では、碎屑物や底生生物・花粉化石の動態など多様な指

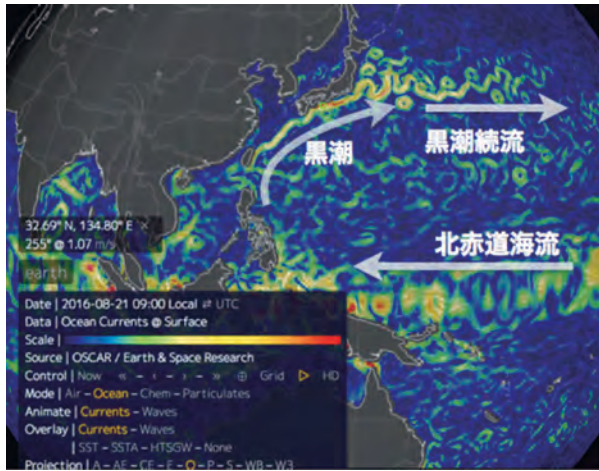


図1 北西太平洋の海洋循環。EarthWindMap (<https://earth.nullschool.net/about.html>) により加筆。

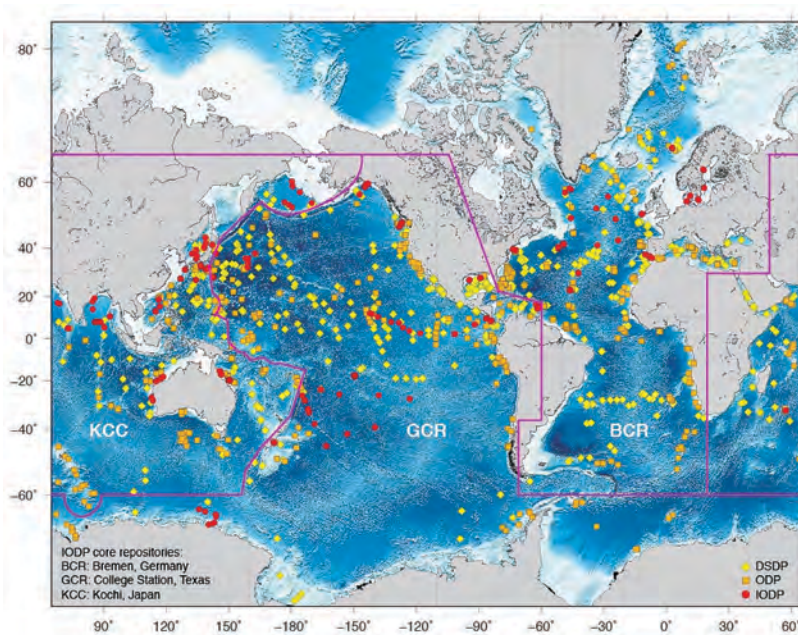


図2 深海掘削 (DSDP, ODP, IODP) の掘削地点と、世界3大コア保管施設 (高知 KCC, テキサス GCR, ブレーメン BCR) の保管担当区域 (IODP, テキサス A&M 大学 <https://iodp.tamu.edu/curation/repositories.html>)。

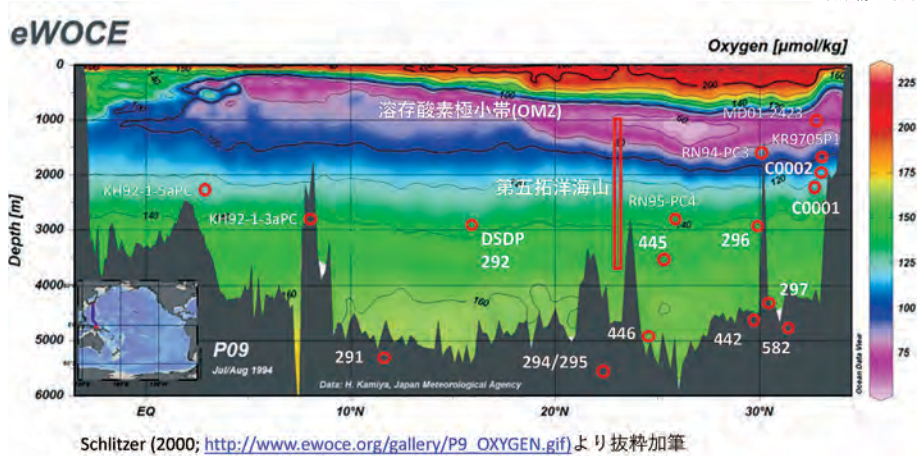


図4. 四国沖太平洋南北断面における溶存酸素分布。○は海洋コア総合研究センターで保管されるコアおよび第五拓洋海山域試料の採取位置（緯度・水深）。

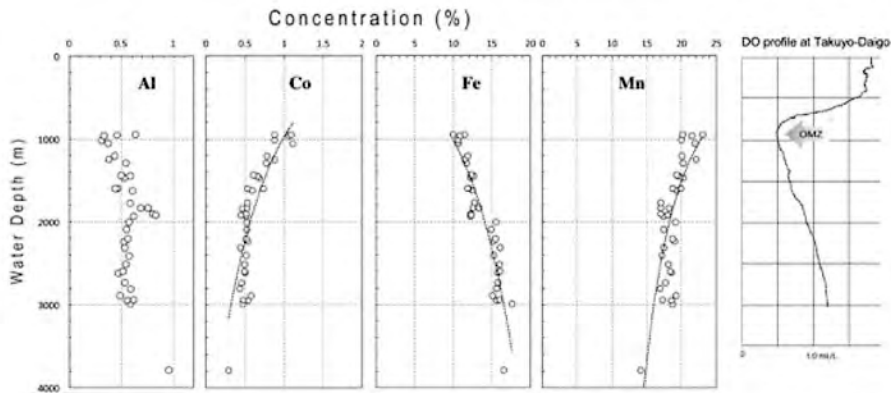


図5. 第五拓洋海山におけるマンガンクラスト化学組成の深度変化 (Usui et al., 2017, Ore Geology Reviews). OMZではCoに富み, Feに乏しくなる傾向が認められる。

与えている（例えば Broecker, W.S., 2006; Rippert et al., 2017; Lyle et al., 2008; Folkowski & Knoll, 2007）。

海水の溶存酸素は、海洋表層では大気からの溶解と光合成により増加するが、深度が増すと沈降する有機物の分解で減少する。一方深層・底層には極域からの沈み込みにより酸素が供給されるため、北西太平洋では水深1000 m付近で溶存酸素が極小となっている（図4）。酸素極小層（OMZ）は、コバルトに富むマンガンクラストが形成されるなど化学組成に大きな影響をおよぼす（Usui et al., 2017; 図5）とともに、主成分マンガンの貯留庫あるいは鉄・マンガン酸化物固定場としても注目されている（Halbach et al., 1982; 白井, 2010; 白井ほか, 2015）。

4

海の資源を継なく

総合的海洋管理および海洋人材育成に対する大学の役割

久保田 賢，田中 壮太，寄高 博行，長崎 慶三，深見 公雄

1. 総合的海洋管理の政策の概要

1-1 概要と沿革

2018年（平成30年）5月15日に総合海洋政策本部での了承および閣議決定によって第3期海洋基本計画が策定された。海洋基本計画は、海洋に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため、2007年（平成19年）4月27日に制定された海洋基本法で定めるよう明記されており、2008年（平成20年）3月18日に第1期計画の閣議決定以降、ほぼ5年おきに公表されている。すなわち、海洋基本計画を遂行すること自体が、我が国の「総合的海洋管理」の政策そのものとなっている。第3期海洋基本計画では、2007年（平成19年）4月20日の海洋基本法制定後の10年間の総括や第3期計画策定時に実施している取り組み状況に基づき、その先10年間を見据えた海洋政策の方向性を定めている。

過去10年の総括では、海洋権益の深刻な脅威・リスクに関する情勢について重点的に取り上げられている。外国公船による領海侵入、外国軍艦による領海内の航行等の活動の活発化及び活動の範囲の拡大、外国漁船等の違法操業、漂着・漂流や外国調査船による我が国の同意を得ていない排他的経済水域内での海洋調査活動等、我が国の安全保障を脅かす事態が少なからず生じている。また、中東、欧州、豪州や米大陸に至るシーレーンの安定的利用に影響を及ぼす事案も散見されており、このような対応について、国際法に基づき平和的に解決できるよう、各国との海洋安全保障協力を推進する等の海洋の安全保障の取り組みが推進されている。

このような国内外の社会状況に対応するため、第3期計画では「海洋の開発及び利用と海洋環境の保全との調和」、「海洋の安全の確保」、「海洋に関する科学的知見の充実」、「海洋産業の健全な発展」、「海洋の総合的管理」および「海洋に関する国際的協調」という海洋基本法の6つの基本理念を前提としつつ、「総合的な海洋の安全保障」を政府一体となって一層強化する方向性が明示されている。また、それ以外の主要施策として、「海洋の産業利用の推進」、「海洋環境の維持・保全」、「科学的知見の充実」、「北極政策の推進」、「国際連携・国際協力」、および「海洋人材の育成と国民の理解の増進」が掲げられている。

では、2014年～2018年に高知大学から出されたSDGs関連論文数の分析が掲載されている。高知大学での教員数が多い医学系の目標である「目標3 あらゆる年齢のすべての人々の健康的な生活を確保し、福祉を推進する」を除いた論文数では、「目標14」が圧倒的に多く、「目標13 気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる」がそれに続いていた。本書の基盤である「4次元統合黒潮資源学の創成プロジェクト（目標14）」に加え、関連する学内プロジェクトとして、「地球探求拠点：海洋と陸域に記録された環境・地震・レアメタルの過去・現在・未来（目標13）」および「黒潮圏科学に基づく総合的海洋管理研究拠点構築（目標17）」もSDGsに貢献する取り組みとなっている。本プロジェクト参画教員が関与するその他の取り組みについて、表に示した。

表 4次元統合黒潮資源学の創成プロジェクト関連のSDGsの取り組み

目標 9	強靱なインフラを整備し、包摂的で持続可能な産業化を推進するとともに、技術革新の拡大を図る 海底堆積物に潜む膨大なマイクロスケール鉱物資源：分野融合技術で海底マンガン鉱床生成の謎に迫る
目標 11	都市と人間の居住地を包摂的、安全、強靱かつ持続可能にする 「変動帯に生きる」室戸ユネスコ世界ジオパークの挑戦～自然科学とボトムアップの地域防災・地域振興～ 黒田郡プロジェクト：歴史的な大規模自然災害の調査と防災教育への活用
目標 13	気候変動とその影響に立ち向かうため、緊急対策を取る 地球探究拠点：海洋と陸域に記録された環境・地震・レアメタルの過去・現在・未来 地質年代ビッグデータの同化による温暖期地球の読解 マイクロ化石で探る南極氷床発達史～国際深海科学掘削計画による南極大陸縁辺掘削～ 温暖化進行後の地球環境予測に向けたモンゴル白亜紀湖成層の解析 古海洋コアビッグデータによる未来地球の描像 - 温暖化地球（400ppm 超 CO2 ワールド）の読解 -
目標 14	海洋と海洋資源を持続可能な開発に向けて保全し、持続可能な形で利用する “プロイラーエビ”から“放し飼いだ鶏エビへ”～養殖池に自然発生する昆虫幼生と海藻を利用した環境に優しいエビ養殖技術の開発～ 海洋原生生物を用いた人工微粒子の毒性の解明 - 新規リスク評価を目指して - 高知県東岸における急潮の発生予測に関する研究 海底鉱物資源の生成環境を科学する～“人類共通の財産”を理解するために～ 高知県浦ノ内湾における人新世以降の底質環境の変化 宝石サンゴの持続可能な漁業活動に向けた科学的知見の提供
目標 15	陸上生態系の保護、回復および持続可能な利用の推進、森林の持続可能な管理、砂漠化への対処、土地劣化の阻止および逆転、ならびに生物多様性損失の阻止を図る 西南日本前弧で地下深部から上昇する水の実態解明
目標 17	持続可能な開発に向けて実施手段を強化し、グローバル・パートナーシップを活性化させる 持続型社会形成の実現を目的とした黒潮流域圏の国際教育・ネットワーク構築

「4次元統合黒潮圏資源学の創成」
プロジェクトメンバー

プロジェクト代表者

氏名	学位	主な専門分野	所属
佐野 有司	理学博士	同位体地球化学	高知大学 海洋コア総合研究センター 特任教授・センター長 東京大学名誉教授
(前)徳山 英一	理学博士	海洋地質学	高知大学名誉教授, 東京大学名誉教授

I.黒潮圏資源研究の推進

氏名	学位	主な専門分野	所属
----	----	--------	----

I-1班 海洋鉱物・エネルギー資源の基礎研究

* 村山 雅史	博士(理)	同位体地球化学	高知大学 複合領域科学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 教授
白井 朗	博士(工)	海底資源地学	高知大学 海洋コア総合研究センター 特任教授
上田 忠治	博士(理)	錯体化学	高知大学 複合領域科学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 教授
西尾 嘉朗	博士(理)	同位体地球化学	高知大学 複合領域科学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 准教授
浦本豪一郎	博士(理)	堆積学	複合領域科学部門・海洋コア総合研究センター 講師
奥村 知世	博士(理)	地球生命科学	高知大学 海洋コア総合研究センター 特任助教
小河 脩平	博士(理)	触媒化学	高知大学 複合領域科学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 講師

I-2班 海洋生物資源に関する基礎研究

* 長崎 慶三	農学博士	海洋ウィルス学	高知大学 理工学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 教授
津田 正史	博士(薬)	天然物化学	高知大学 複合領域科学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 教授
竹内 啓晃	博士(医)	免疫学	国際医療福祉大学 成田保健医療学部 医学検査学科 教授・ 高知大学 医学部 客員教授
Dana Ulanova	PhD	分子微生物学	高知大学 複合領域科学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 助教

(兼) 深見 公雄

I-3班. 黒潮の時空間変遷史の研究

* 岩井 雅夫	博士(理)	(生)層序学	高知大学 理工学部門・海洋コア総合研究センター 教授・副センター長
池原 実	博士(理)	古海洋学	高知大学 理工学部門・海洋コア総合研究センター 教授
氏家由利香	博士(理)	進化古生物学	高知大学 理工学部門・海洋コア総合研究センター 准教授
萩野 恭子	博士(理)	微古生物学	高知大学 海洋コア総合研究センター 助教
長谷川 精	博士(理)	古気候学	高知大学 理工学部門・理工学部 地球環境防災学科 講師

(兼) 寄高 博行
(兼) 奥村 知世

II.総合的海洋資源管理の体系化

氏名	学位	主な専門分野	所属
* 寄高 博行	博士(理)	海洋物理学	高知大学 黒潮圏科学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 教授
深見 公雄	農学博士	海洋微生物生態学	放送大学 高知学習センター 教授・センター長 高知大学 海洋コア総合研究センター 客員教授
(兼)長崎 慶三			
(兼)久保田 賢			

III.海洋人材育成および地域産業創出

氏名	学位	主な専門分野	所属
* 久保田 賢	博士(農)	水族生化学	高知大学 黒潮圏科学部門・農林海洋科学部 海洋資源科学科 教授
田中 壮太	博士(農)	土壌生態学	高知大学 黒潮圏科学部門・農林海洋科学部 農芸化学科 教授

(*:班長)

4次元統合黒潮圏資源学

著者 佐野有司・徳山英一 監修

発行日 令和4年3月31日

印刷 (有)中島出版

〒780-8027 高知市高見町208-11 TEL. 088 (831) 8833

定価はカバーに表示してあります。



9784904191170



1920040020006

ISBN978-4-904191-17-0

C0040 ¥ 2000E

定価 本体2,000円+税 = 2,200円

1. 未来の資源を拓く I

- 1-1. エネルギー資源としてのメタンハイドレート
- 1-2. レアメタルを濃集する海底マンガニ鉱床の不思議
- 1-3. 深海底地層中の微小マンガニ粒の発見:マンガニ動態と海底マンガニ鉱床形成の新知見
- 1-4. 非伝統的地熱流体科学
- 1-5. 年代測定で明らかにする宝石サンゴの漁場発達史
- 1-6. レアメタルからつくる機能性無機材料~触媒~
- 1-7. 有効な使いみちがなければ,資源はゴミになる

2. 未来の資源を拓く II

- 2-1. 海底泥コアは生物環境履歴を記した古文書~赤潮の歴史を探る~
- 2-2. アンフィジニウム属渦鞭毛藻のつくる有用分子
- 2-3. Biology, application and isolation of terrestrial and marine actinobacteria
- 2-4. ヘドロでエビ養殖!~食物連鎖で“厄介者”を“資源”に~
- 2-5. 海洋深層水の健康・医療活用

3. 海の時間を貫く

- 3-1. 現代の黒潮
- 3-2. 黒潮・黒潮圏の成立と進化
- 3-3. 有孔虫の酸素同位体比:海底堆積物から気候変動を探る最強手段
- 3-4. マンガンクラストの層状構造に記録される黒潮圏の環境史
- 3-5. 円石藻で探る海洋の過去と未来
- 3-6. 海流と分子系統地理から見た微小プランクトンの適応と進化

4. 海の資源を継ぐ

総合的海洋管理および海洋人材育成に対する大学の役割