海洋の開発と環境の創成

新領域創成科学研究科
海洋技術環境学専攻
佐藤　徹

海洋新産業の創出
ー なぜ今新産業なのか ー

用語

- 領海
  - 沿岸国の基線（潮位が略最低のときの海岸線）から最大12海里までの水域。領海は国家の主権が及ぶ範囲であるが、外国船の無害通航が認められる。主権は領海の水面の上空や水面下の水中にも及ぶ。
- 排他的経済水域（exclusive economic zone; EEZ）
  - 国連海洋法条約に基づいて設定される経済的な主権がおよぶ水域。自国の沿岸から200海里(約370km)の範囲内の水産資源および鉱物資源などの非生物資源の探査と開発に関する権利を得られる代わり、資源の管理や海洋汚染防止の義務を負う。

用語

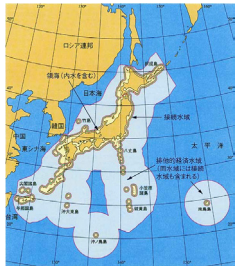
- 科学技術基本計画
  - 平成7年に制定された「科学技術基本法」により、政府は長期的視野に立って体系的かつ一貫した科学技術政策を実行。
  - 総合科学技術会議が策定と実行
  - 第1期（平成8～12年度）、第2期（平成13～17年度）、第3期（平成18年～22年度）
  - 第１期17兆円、第2期24兆円、第3期25兆円
  - その時々の政策的必要性にあわせて重点的な政策を打出し、効果的に政策を推進
    - 第1期ではポストドクターへの支援、ポスドクを1万人に増
    - 第2期では投資の戦略的重点化（基礎研究の推進、重点分野の設定）と科学技術システムの改革（競争的研究資金の倍増、産学官連携の強化など）

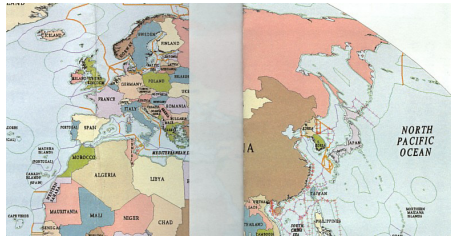
用語

- 海洋基本法
  - 2007年4月の国会で成立し、同年7月20日より施行。
  - 海底資源などの海洋権益を巡って、日本が周辺諸国との交渉で後手に回っているという現状を踏まえ、総理大臣主導で海洋政策を戦略的に進めるという意図を具現化。
  - 海洋政策担当相ポストの新設のほか、総理大臣が本部長を務める総合海洋政策本部の設置、資源開発や海上輸送の安全、沿岸200カイリの排他的経済水域（EEZ）の治安維持などからなる。
  - これまで日本の海洋政策は省庁縦割り状態だったが、それを一元的にまとめて国益を重視して総合的に展開できるようにするねらい。
  - 6つのポイント
    - 開発・利用と環境保全との調和
    - 海洋の安全確保
    - 科学的知見の充実
    - 海洋産業の健全発展
    - 海洋の総合的管理
    - 国際的調和

日本にとって海洋とは

・日本の国土は約38万km²で、世界第60位だが、領海、EEZの広さでは世界6位である。水域面積は広大で、領海（含：内水）とEEZを合わせて約447万km²（領土の約12倍）となる。
・日本は漁業や海運などが盛んな海洋国家であり、貨物量の99.7%は海から出入りしている。
・日本は「資源大国」





なぜ海洋新産業創出が必要か？

- 日本の危機、世界の危機
  - **食料**
    - 人口増、水問題、食生活の向上、タンパク源不足、穀物の供給不安、漁獲量の減少
  - **エネルギー**
    - 在来型化石燃料の偏在と枯渇性、低い自給率、需給の逼迫と価格の高騰、産業の失速、貿易収支の悪化
  - **資源**
    - 金属資源の需給逼迫、価格高騰と供給不足
  - **環境**
    - 排ガス・排水・廃棄物発生、化学物質の大量排出、海域汚染、赤潮・青潮の頻発、沿岸漁業の危機、環境の悪化と荒廃
  - **温暖化**
    - 温室効果ガスの排出、海洋生物の絶滅、珊瑚礁の損傷、異常気象の頻発、沿岸災害・海難の頻発

なぜ海洋新産業創出が必要か？

- 海洋の役割
  - **食料**
    - 持続可能な大規模な食料生産の場、深層水・湧昇流による豊かな漁場、海水淡水化による水資源の供給、藻類・深海微生物の産出の場
  - **エネルギー**
    - 在来・非在来化石燃料の供給、豊かな海洋エネルギー／洋上エネルギーの供給、エネルギー自給率の向上
  - **資源**
    - 海底の鉱物資源採取、海水中の鉱物資源採取、希少金属などの安定供給
  - **環境**
    - 海域水循環の管理と共生、生物多様性の維持、海洋生物ダイバーシティの維持
  - **温暖化**
    - CO2の吸収と気候変動の緩和

なぜ海洋新産業創出が必要か？

- 海洋開発の重要課題
  - **食料**
    - 大規模沖合養殖システム、海洋深層水の総合的利用（広い海域で漁場創成、海水淡水化）、海洋バイオ技術
  - **エネルギー**
    - 非在来型化石燃料資源（メタンハイドレート）、再生可能海洋エネルギー
  - **資源**
    - 海底資源（熱水鉱床）、海水からの資源採取（レアメタル）
  - **環境**
    - 海域浄化と生態系の回復、統合的な海洋気候変動の観測・予測・監視システム、統合的な海洋生物多様性の変容の観測・監視システム
  - **温暖化**
    - CO2吸収の促進技術と海洋隔離技術の開発、異常海象の予測と防災技術の開発、温暖化による海域変動の観測・監視システム

なぜ海洋新産業創出が必要か？

- **海洋の重要性**
  - 地球の表面の７０%を占める「海洋」は、環境保全、急増を続けている人口増加に対する食糧、エネルギー等の確保等、２１世紀において**人類が直面する様々な問題解決に対して重要な役割を果たす**と期待。
  - また、世界第6位となる広大なEEZ（排他的経済水域）を有する我が国において、「海洋」における活動は、**我が国の存立基盤、国際競争力の源泉を担う**重要な分野。
- **日本の海洋技術開発の遅れ**
  - EEZの海洋資源利用に対する取組みについては、**広い視野と長期的な国益に基づく政府の集中的、総合的な対応が必要**。ところが、海外諸国に比べ十分な対応がなされておらず、我が国の海洋技術分野の取り組みの遅れにつながっている。

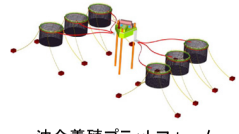
２１世紀、海洋X兆円産業創出のために

1. 海洋新産業を支える革新的技術の開発を行い，環境と調和した持続的かつ国際競争力のある海洋利用技術・システムを開発する。

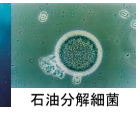
2. 提案する革新的技術開発が日本経済、国民生活の向上にいかに貢献できるか、具体的イメージ作りのために、海洋新産業の年間事業規模を類似の既存事例に基づいて算定することを行った。

２１世紀、海洋X兆円産業創出のために
― 技術課題 ―

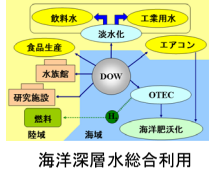
1. 持続可能な大規模沖合養殖、海洋深層水を用いた生物資源生産（産業規模4000億円）
2. 海洋バイオマスエネルギー生産。海藻からBTL生産（産業規模6700億円）
3. 海洋深層水の総合利用。安全な上水供給1億トン（産業規模5000億円）
4. 海底・海水からの鉱物資源生産。銅の国産化率50%（産業規模2400億円）



沖合養殖プラットフォーム



石油分解細菌

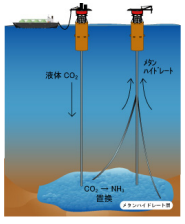


海洋深層水総合利用システム

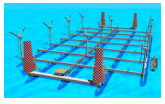
資源豊富な熱水鉱床

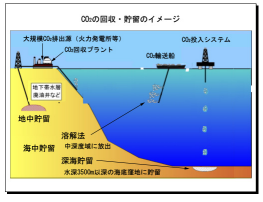
２１世紀、海洋X兆円産業創出のために
― 技術課題 ―

5. 自主技術による原油・ガス・メタンハイドレートの生産。化石燃料の国産化率10%（産業規模10000億円）
6. 海洋エネルギー（風、潮流・海流、波力）の利用と生産。設備容量1500万kW（産業規模3700億円）
7. 海域を利用した二酸化炭素の隔離（産業規模6000億円）
8. 洋上生産基地（資源・エネルギー・食料生産）の建設と総合的海洋環境保全システムの構築



メタンハイドレート開発


上：潮流発電
下：浮体式風力発電

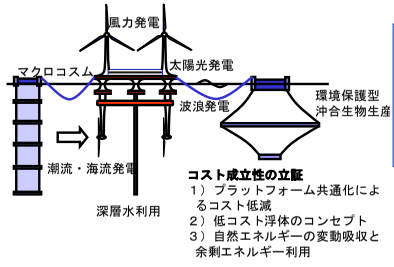


CO_2海洋隔離

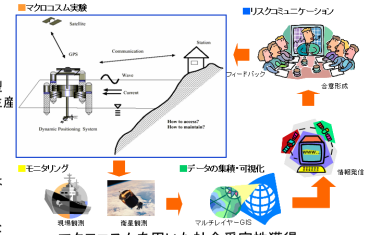
２１世紀、海洋X兆円産業創出のために
― 基盤技術 ―

排他的経済水域からエネルギー・食料・水・鉱物等の資源開発の目標を国レベルで持ち、ロードマップを作成する。

1. 海洋産業ポテンシャルマップの創成（資源探査、海洋資源マップ）、資源探査船による調査（産業規模220億円）
2. 技術試験、実証試験を2015年までに実施、2025年事業化スタート。（技術試験・実証プラント（および関連研究）に必要な公的資金投入額：沖合養殖＋深層水利用漁場造成130億円、深層水上水供給50億円、海洋エネルギー100億円、鉱物資源500億円、石油・天然ガス1000億円、人材育成のためのセンター設立5億）



コスト成立性の立証
1）プラットフォーム共通化によるコスト低減
2）低コスト浮体のコンセプト
3）自然エネルギーの変動吸収と余剰エネルギー利用

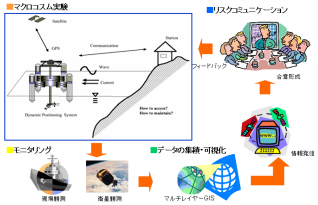


マクロコスムを用いた社会受容性獲得

海洋資源利用による食料供給基盤の強化
― プロジェクト例 ―

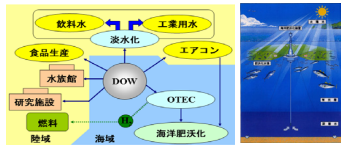
マクロコスムを用いた環境リスク管理による社会合意形成システム

マクロコスムを用いて、2010年までに環境リスクの順応型管理による大規模海洋開発に関する社会合意形成システムを構築する。



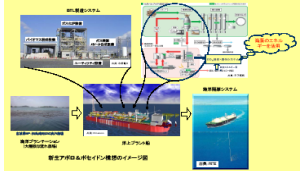
海洋深層水の総合的複合利用システム

海洋湧昇効果による漁場造成、清浄性を利用した飲料用ボトルボトル配送インフラ整備、発電所の冷却水利用によるCO2削減を目指した海洋深層水複合利用システムを開発する。2010年までにプロトタイプを試作する。



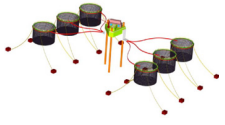
海洋バイオマスエネルギー生産システム

海洋バイオマスエネルギー生産システムを実用化するため、2010年までに大型海藻類の大規模な種苗・増殖技術および、大型海藻類を原料としたたんぱく質や石油代替燃料を経済的に製造する技術を確立する。



大規模沖合養殖システム

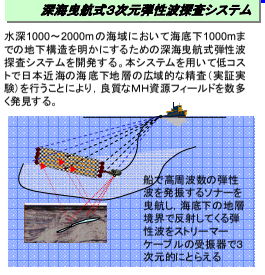
EEZ内に水揚げ40万ﾄﾝ/年の大規模沖合養殖システムを構築するため、2010年までに暴風に耐え得る浮沈型の耐波性イケス、完全自動給餌システム、成魚の高精度計数技術、成魚の取出技術を開発する。

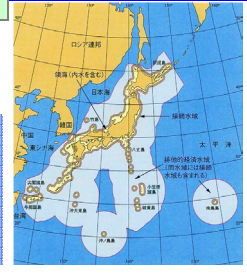


海洋資源利用による資源・エネルギー供給基盤の強化
― プロジェクト例 ―

深海曳航式3次元弾性波探査システム

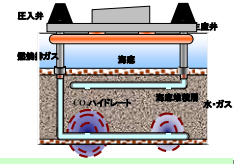
水深1000～2000mの海域において海底下1000mまでの地下構造を明かにするための深海曳航式弾性波探査システムを開発する。本システムを用いて低コストで日本近海の海底下地層の広域的な精査（実証実験）を行うことにより、良質なMH資源フィールドを数多く発見する。


船大高周波数の弾性波を発振するソナーを曳航し、海底下の地層境界で反射してくる弾性波をストリーマーケーブルの受振器で3次元的にとらえる



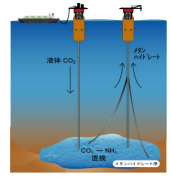
CO2海洋隔離技術システム

ハイドレートを利用した海底下貯留システムを開発する。



大水深海底でのエネルギー開発

CO2を生産井に注入し、メタンハイドレート層とCO2ハイドレート層とを置換させ、遊離してきたメタンを生産井から回収するシステムを開発する。



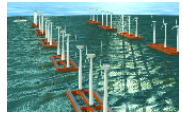
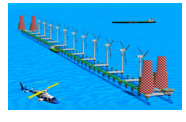
海洋エネルギーの効率的利用技術

大水深位置保持の開発

大水深、高流速域に適用できる超寿命、低コストの位置保持法を開発する。

100年耐用の洋上プラットフォーム基地

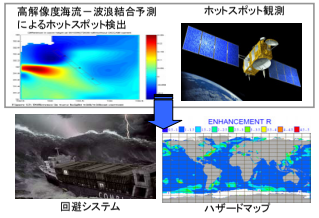
日本EEZ内の自然環境条件に適した、再生可能エネルギー開発や資源開発など用途に用いられる耐用年数100年の長寿命浮体を開発する。

地球環境理解による安全・安心の確保
― プロジェクト例 ―

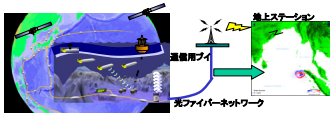
海洋における巨大波浪予測・監視・回避システム

巨大波浪等の発生を監視・予測し、海洋構造物、船舶等が被害を回避すること可能とする監視・予測・警報システムを開発する。



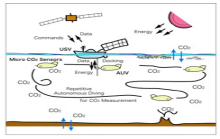
津波の発生、伝播、遡上、統合的予測・監視・回避システム

地震発生時から、発生後の津波の規模・伝播の様子を監視する、海底地殻変動監視ロボット、高精度外洋津波計測ブイ、海底地震計ネットワークの開発を行う。



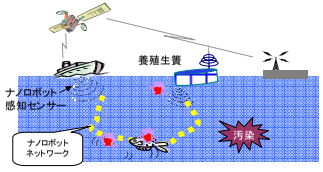
温暖化による海洋変動の観測・監視システム

大気・海洋間のCO2交換、海洋中のCO2濃度の観測のために、超小型現場解析型CO2センサーを開発し、それを搭載した自立型ロボット群、表層ブイ、海底ケーブルネットワークなど通信網を活用した4次元観測システムを開発する。



海洋環境の変化に伴う海洋生物ダイバーシティー変容の観測・監視システム

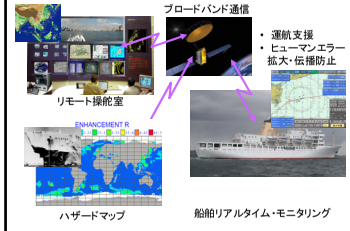
特定の種の絶滅、繁栄など生物ダイバーシティーの変容を観測・監視するために、生物そのものに超小型センサーを搭載するバイオロギング技術、ナノロボット、海中高精度カメラなど観測手法を確立する。



持続的開発に必要な海洋活動の効率的環境調和
― プロジェクト例 ―

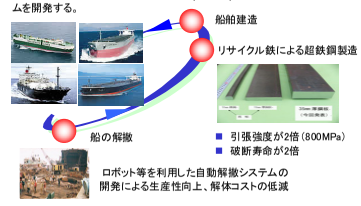
安心・安全な海上輸送・交通システム

海洋ブロードバンドを利用した船-陸間の高度情報共有と船舶の運航支援、運航管理等により、ヒューマンファクター、海賊、テロ、災害等のリスクを低減し、安心・安全な海上輸送・交通システムを実現する。



Ship to Ship の循環型造船技術システム

船舶の解撤等により得られるくず鉄を用いて、製造が可能な超鉄鋼を、船舶の構造材料に用いて、低環境負荷のShip to Ship の循環型造船技術システムを開発する。



トリマラン船型による高効率な高速海上物流システム

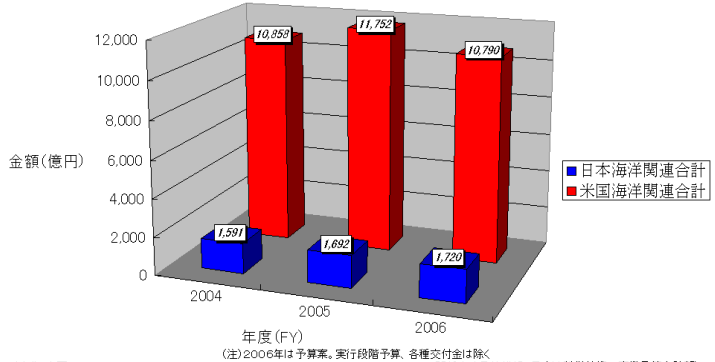
広い甲板面積と荒天運航性に優れ、良き波の小さい高速トリマラン、革新的なコンテナー荷役システムからなる、高効率な高速海上輸送システムを開発する。

海洋新産業創出を阻むもの

- **行政面：縦割り行政と規制**
  - 関連した研究開発や事業が各府省に分散していて、国としての統一した政策、海洋へのコミットが明確でなく、事業者が本格的に参入しにくい。府省連携が必要。
  - 海洋、特に沿岸域では、水産従事者人口減少の実態に即さない漁業権や漁業補償の問題があり、規制緩和が新規事業者参入には必要。
- **経済面：高い初期コスト**
  - 国策としての推進により事業性を保証し、継続的に関与する企業の育成を通じて設備コストの低減を図る。
  - 構造物の長寿命化などによってライフタイムでの低コスト化技術の開発を行う。
- **環境面：開発と環境の対立**
  - 海洋には持続的生産可能な未利用資源が多く、その利用は人類の発展に多大な恩恵を与える一方、大規模開発には生態系等の環境への影響は必ず存在し、事業者にとってリスク。

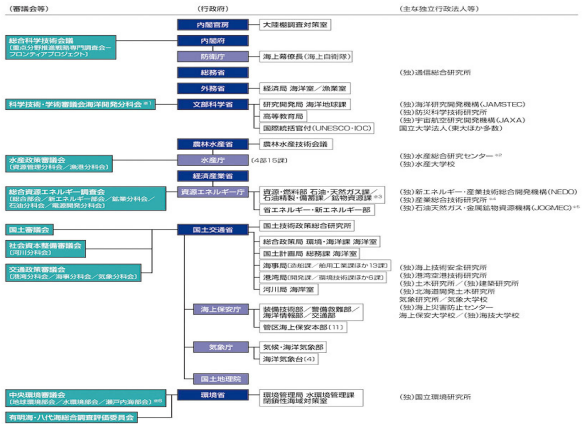
海洋新産業創出を阻むもの

日米海洋関係予算比較グラフ



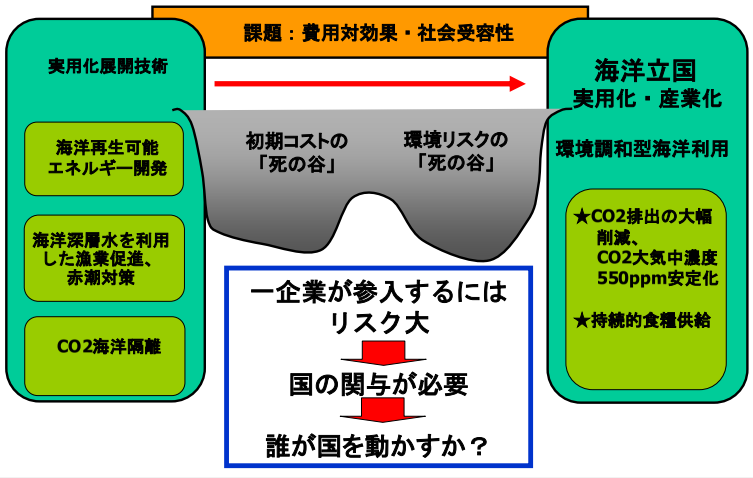
（注）2006年は予算案。実行段階予算、各種交付金は除く
（出典：米国は Federal Ocean and Coastal Activities Report to the U.S. Congress, 2005.12の関係省庁予算総額。日本は科学技術＋事業予算合計額）

海洋新産業創出を阻むもの



省庁連携、一元的組織の必要性

海洋新産業創出を阻むもの



海洋技術フォーラムの発足

- **海洋技術フォーラム**
  - 2005年8月3日に開催された交換討論会を契機として、我が国の海洋活動の強化を目的とした常設的コミュニティーとして、**海洋技術フォーラム**が発足。45の産学の団体が参加。
- **海洋基本法、海洋基本計画制定に向けた活動**
  - 産業創出、政策の府省一体での総合的推進を提言。
  - 基本法の理念、基本施策の受け皿作りとして、技術開発のマスタープランを策定し、また海洋の科学技術振興のためのシーグラント制度を設計。
  - これまで提案してきた研究開発課題の深堀、プロジェクト化等を目的としたタスクフォース活動により、成果を「海洋立国に向けたロードマップ」として取りまとめ。

提言の概要：海洋利用技術は国家の重要基幹技術

- 海洋資源利用の技術開発
- EEZ・大陸棚の権益確保のため必須の技術
- 第三期の重要基幹技術として研究開発の基盤強化と産業化に向けて、国の一貫した取り組みを抜本的に強化すべき。
- 海洋工学／海洋産業により、将来のエネルギー・環境・資源・食料・物流確保の危機を回避する。
- 中長期の研究開発投資の増額、研究開発体制の整備、
- 事業化に向けた基盤技術整備などの支援措置が必要。

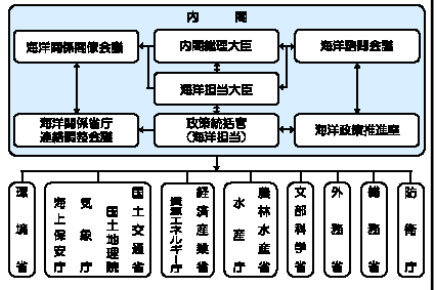
実施すべき12の重要技術課題

① 湧昇流誘起・利用などによる持続可能な海洋バイオマス生産システムの開発
② 海洋バイオ技術による藻類・深海微生物からの新薬開発
③ 海洋エネルギーの効率的利用技術と洋上エネルギー基地の開発
④ 大水深海域、及び氷海域のエネルギー資源開発と生産・貯蔵・運搬システム技術の開発
⑤ 地球温暖化防止のための二酸化炭素海底隔離技術システムの開発
⑥ 洋上エネルギー備蓄・流通・生産基地の構築と管理に関わる総合的技術開発
⑦ 海底から表層、EEZから全球、統合的観測システムの開発
⑧ 海洋開発・海上航行・沿岸防災のためのハザードマップ開発（異常海象、津波等）
⑨ 海域生態系の機能回復と汚染浄化・修復エンジニアリングの開発
⑩ 海洋／海事産業の循環型化による環境調和
⑪ 高速・省エネルギー・高度情報化された、海上物流システムの開発
⑫安心・安全な海上輸送・交通システムの開発
-ヒューマンファクター、海賊、テロ等のリスクの低減-

海洋基本法

- 2007年7月20日制定。
- **総理大臣主導で海洋政策を戦略的に進める。**
- **海洋政策担当相**ポストの新設のほか、内閣府に**総合海洋政策本部を**設置。

6つのポイント
- 開発・利用と環境保全との調和
- 海洋の安全確保
- 科学的知見の充実
- 海洋産業の健全発展
- 海洋の総合的管理
- 国際的調和



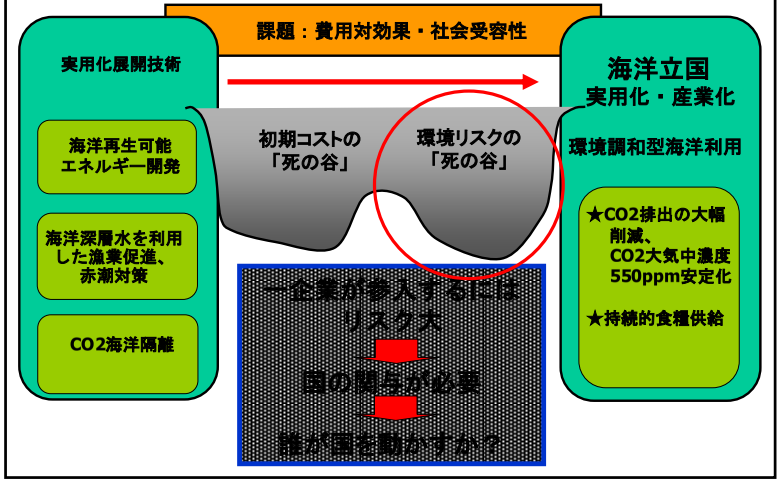
海洋新産業創出を阻むもの

➢ **行政面：縦割り行政と規制**
- 関連した研究開発や事業が各府省に分散していて、国としての統一した政策、海洋へのコミットが明確でなく、事業者が本格的に参入しにくい。府省連携が必要。
- 海洋、特に沿岸域では、水産従事者人口減少の実態に即さない漁業権や漁業補償の問題があり、規制緩和が新規事業者参入には必要。

➢ **経済面：高い初期コスト**
- 国策としての推進により事業性を保証し、継続的に関与する企業の育成を通じて設備コストの低減を図る。
- 構造物の長寿命化などによってライフタイムでの低コスト化技術の開発を行う。

➢ **環境面：開発と環境の対立**
- 海洋には持続的生産可能な未利用資源が多く、その利用は人類の発展に多大な恩恵を与える一方、大規模開発には生態系等の環境への影響は必ず存在し、事業者にとってリスク。

海洋新産業創出を阻むもの



環境の創成
― 環境調和型大規模開発とは ―

大規模利用の必要性

- 深層水の多目的利用技術
  - 食糧生産の緊急性、食糧安保、自然にも湧昇海域は存在、深層水利用は海洋内での循環型資源利用の一環、環境への負荷
- 海洋滋養
  - 人口爆発による食糧危機の解決策の有効な手段、技術動向、CO2海中隔離の一環、陸から海洋への物質負荷型利用、環境への負荷
- CO2海中隔離
  - エネルギー問題、技術動向、化石燃料大量消費の罪悪、地球上の炭素循環、CO2濃度上昇、環境への負荷

- 上記は実施者側の提案。一方、**海洋を対象とする環境リスクの問題**の難しさを説く声あり。

環境リスク

- 内海性浅海域では、陸域からの負荷の増大・埋立による干潟の減少により、赤潮・貧酸素化・青潮等が沿岸生態系に壊滅的な打撃
- 外海域や中深海では、大気中CO2濃度の上昇による表層酸性化と、それに伴う中深海への沈降有機物の減少による生態系変化の危惧
- 現状のままでは生態系の維持・生態系サービスの持続的利用が困難になるとの危機感

環境保全と環境創成

- 海洋には持続的生産可能な未利用資源が多く、その利用は人類の発展に多大な恩恵。
  - 海底油田や他の資源開発、CO2海洋隔離、深層水汲上げや栄養塩散布、海洋エネルギー開発、大型浮体の設置等の海洋の大規模利用の普及は重要。

- 環境と開発を二元論として捉えるのではなく、海洋環境保全のみならず、開発に伴う環境改変を新たな環境創成として考え、計画時から環境調和型の開発を目指した研究開発を行う必要。

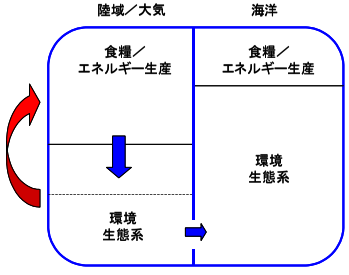
陸域の大規模利用は是か？

- 土地利用
  - 宅地、工業用地
- 農業分野
  - 農業分野では食糧生産論が環境保全論を駆逐。
  - 農業による環境破壊、その結果として環境からのしっぺ返し
  - 肥料過剰供給→海の富栄養化
  - 逆に今、貧栄養化
- 「里山」
  - 人間が手を加えて自然を保護することの是非
  - 「里海」で問題の顕在化
- 諫早湾潮受堤防
  - 明治時代からの計画（米の増産）
  - 目的を変えての計画の続行
  - 土木工事頼みの地方財政

- 環境に配慮しない開発に対する環境からのしっぺ返し
  - 同じことが海洋にも起こることは必然。しっぺ返しを考えると、海洋大規模利用慎重派の意見として、海洋聖域論や生態系への影響の懸念等。

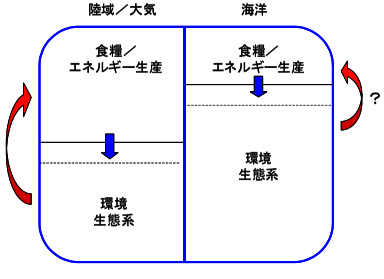
海洋の大規模利用をしなければどうなるか？

- 海洋利用がなければ、食糧生産・エネルギー供給のため、陸域・大気における環境へのプレッシャーはますます増大
- 大気中CO2濃度が上昇すると海洋表層でのpCO2が増加し、生態系への深刻なダメージ。このままCO2を大気に放出し続けることは、間接的に海洋環境を悪化
- 沿岸域も農業用の栄養塩が河川から海に流入することが赤潮などの富栄養化



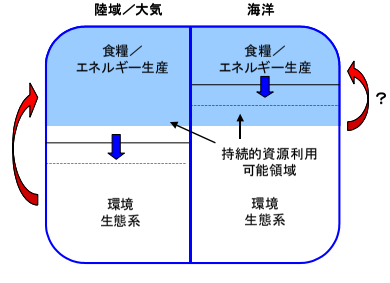
海洋の利用はどこまで許されるのか？

- 同じ食糧・エネルギーを得るのに、陸域・大気へのみ負荷をかける場合と、積極的に海洋に負荷をかけて陸域・大気の負荷を軽減する場合とで、地球システム全体の環境負荷がどうなるか
- 海洋の持つ環境のバッファ（復元性／脆弱性，可逆性／付可逆性）の大きさ
  - 閉鎖性海域では環境のバッファを越えた開発が行われている
  - 沿岸域と大規模海洋利用の対象である外洋とでは環境バッファは異なる



海洋の利用はどこまで許されるのか？

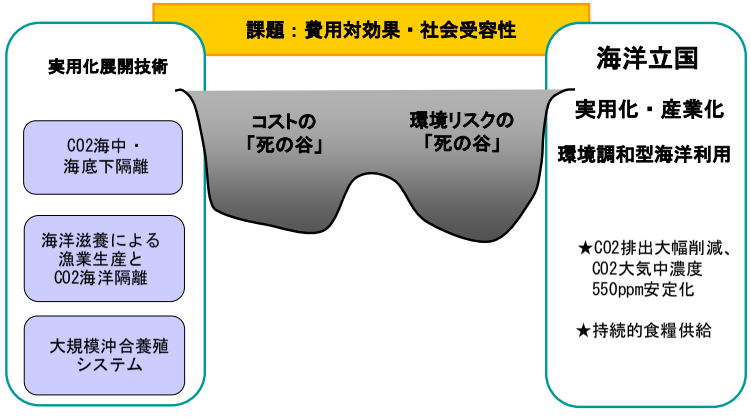
- 資源の再生産性と持続可能性。海洋の持続可能な資源利用は可能、そのためにはリスク管理が重要
- バッファとしっぺ返しの量が不確定。しかし、わからないからやらないのではなく、環境リスクマネジメントの手法に則ったLearning by Doingを基調としたadaptive managementが必要



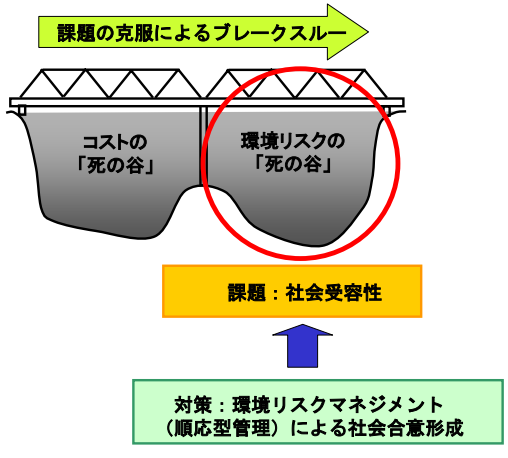
大規模海洋開発の例
海洋エネルギー・バイオ利用技術

- 大水深海底でのエネルギー・鉱物資源開発
- 温暖化防止のためのCO_2海洋隔離技術
- 海洋滋養・人工湧昇流による大気中CO_2吸収
- 深層水利用による洋上回遊型漁場造成システム
- 大規模沖合養殖システム
- 海洋バイオマスエネルギー生産システム

大規模海洋開発の実用化を阻むもの



ブレークスルー
実用化のための「死の谷」の克服



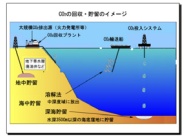
環境リスクの順応型管理による
社会的合意形成

- 大規模システムの実現化の前に、ベネフィットとリスクを社会に情報開示し、社会的合意を形成し、リスクに対し**順応型管理**を行う必要あり。
  - 生態系は絶えず変化する非定常系、予測には不確実性という限界あり。
  - 順応的管理は、管理対象である生態系が非定常性と不確実性を含んでいると考え、政策の実行を順応的な方法で、また多様な利害関係者の参加のもとに実施するもの。
  - モニタリングにより得られる情報を広く利害関係をもつ人々の間で議論し、合意を図るような社会合意形成システムを開発する。

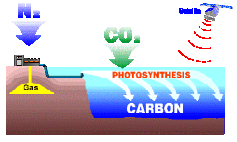
海洋エネルギー・バイオ大規模利用技術に伴う 海中環境遷移の理解とその実施に対する社会的合意形成

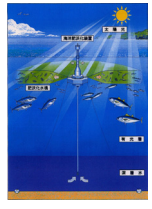
対象となる開発技術

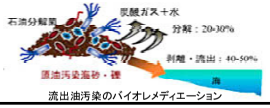
環境リスクこそが実現化のネック



- CO2海中・海底下隔離 → 深海生態系への環境リスク評価技術
- 海洋滋養・人工湧昇による漁業生産とCO2隔離 → 生態系改変の環境リスク管理
- 大規模沖合養殖システム → 施肥や深層水利用による水質変化の環境影響評価
- 環境修復技術 バイオレメディエーション → 沿岸域栄養塩サイクル最適化 有害物質除去技術の高効率化





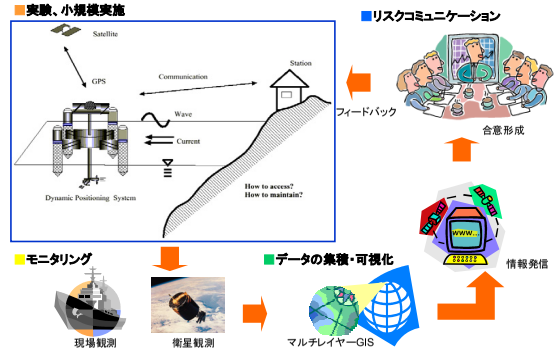


流出油汚染のバイオレメディエーション

海洋エネルギー・バイオ大規模利用技術に伴う 海中環境遷移の理解とその実施に対する社会的合意形成

実現化のための ブレークスルー

海域での現場シミュレーション実験を行い、順応型環境リスク管理の手法を用いて、**合意形成**を図る。



海洋エネルギー・バイオ大規模利用技術に伴う 海中環境遷移の理解とその実施に対する社会的合意形成

順応型リスク管理手法を用いた社会的合意形成は　をもたらすか？

対象となる開発技術

- CO2海中・海底下隔離
- 海洋滋養・人工湧昇による漁業生産とCO2隔離
- 大規模沖合養殖システム
- 環境修復技術 バイオレメディエーション

環境リスクこそが実現化のネック

- 深海生態系への環境リスク評価技術
- 生態系改変の環境リスク管理
- 施肥や深層水利用による水質変化の環境影響評価
- 沿岸域栄養塩サイクル最適化 有害物質除去技術の高効率化

実用化研究

新産業の創出

- 大気中CO2濃度550ppm安定化
- 持続的食糧供給

海洋利用による人類生存基盤強化と

海洋エネルギー・バイオ大規模利用技術に伴う 海中環境遷移の理解とその実施に対する社会的合意形成

順応型リスク管理手法を用いた社会的合意形成は　をもたらすか？

対象となる開発技術

- CO2海中・海底下隔離
- 海洋滋養・人工湧昇による漁業生産とCO2隔離
- 大規模沖合養殖システム
- 環境修復技術 バイオレメディエーション

創出される産業規模

海洋隔離のコスト6000円/tonCO_2。1億トン/年を隔離すると、事業規模は年間6000億円。

イワシ500万トン/年の水揚、1000億円/年の　上見　。CO2削減量:5年間で2.2億t、20年間で17.6億t(　大)、コスト:3600円/tCO_2。

クロマグロの養殖(　30m　15mのイケス100　を1基とし、EEZ内100基)で、40万トン/年の水揚、2000億円/年の　上見　。

有用な微細藻類・深海微生物を採取・増殖、製　化。
推定事業規模は1000億円/年　上

海域の水質浄化機能回復によって、下水　理のランニングコストの3%を削減、1000億円/年の効果

環境リスクの順応型管理による社会的合意形成

- 　　的な視野での比　の必要性
- 　　的指標の定量化の必要性
- 環境リスクマネジメントの必要性
- 特に海洋におけるモニタリングの必要性

海洋エネルギー・バイオ大規模利用技術に伴う海中環境遷移の理解とその実施に対する社会的合意形成

大規模海洋開発 ー環境リスクを国際競争力にー

- 海洋の大規模利用には海洋生態系の改変は必　。
- 人類のベネフィットのための大規模開発は環境リスクを常に伴う。
- リスクを無視した開発は21世紀の海洋においては　されない。

- 大規模システムの実現化の前に、ベネフィットとリスクを社会に情報開示し、社会的合意を形成し、リスクに対し**順応型管理**を行う必要あり。
  - 生態系は絶えず変化する非定常系、予測には不確実性という限界あり。
  - 順応的管理は、管理対象である生態系が非定常性と不確実性を含んでいると考え、政策の実行を順応的な方法で、また多様な利害関係者の参加のもとに実施するもの。
  - モニタリングにより得られる情報を広く利害関係をもつ人々の間で議論し、合意を図るような社会合意形成システムを開発する。

大規模海洋開発 ー環境リスクを国際競争力にー

- 人類の持続的発展のために、海洋を利用した温暖化対策技術や食料・水資源を海洋から大規模に供給するシステムを構築することで、世界のトップレベルの海洋技術を確立。
- 開発に伴う環境リスクを　い出し、順応型管理というプロセスを踏　ことで、世界に類のない　　的環境調和型システムを創成。
- 海洋技術フォーラムをベースとしたオールジャパン体制により、大学・研究機関や産業界の知的・人的ネットワークを構築。

新産業の創出

- **環境影響モニタリング技術産業**
  - 熱水鉱床、メタンハイドレート開発等の深海底に　るエネルギー・鉱物資源開発に伴う環境モニタリング技術産業
  - AUV（海中ロボット）、海底探査
- **生物多様性の保存産業**
  - 保護　域
  - Key Speciesの　養・育成技術
  - 　ノム解析と　伝子バンク
- **有用生物利用産業**
  - 深海微生物や微細藻類によるたんぱく質合成
  - 　ノム解析と　養・育成技術