

エネルギーと地球環境問題

海洋環境問題

新領域創成科学研究科 環境システム学専攻
 (工学部 システム創成学科 環境・エネルギーシステムコース)
 多部田茂

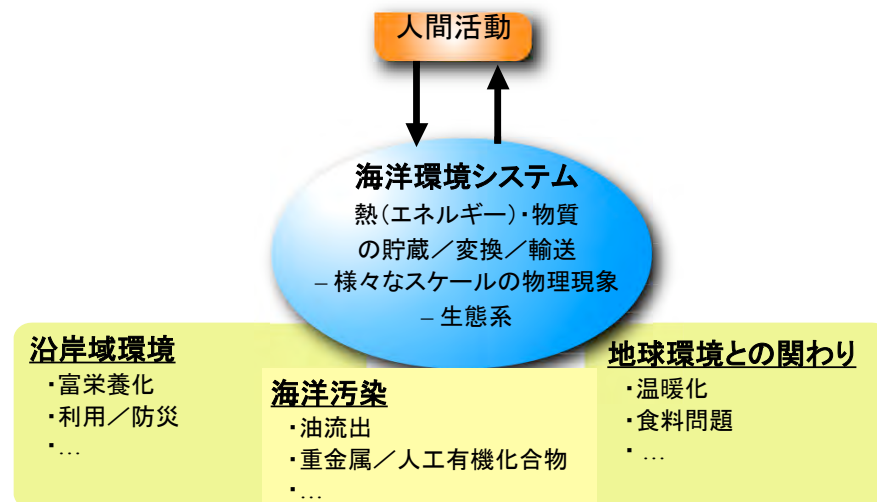
日本の主な公害・環境問題の歴史（2）

<p>1970年代後半～1990年頃 公害から環境問題へ (環境問題の国際化の始まり)</p>	1973 公害被害者補償法、瀬戸内海環境保全措置法 1974 水島コンビナートで重油流出事故 1975 日本近海海洋汚染実態調査開始 1980 ラムサール条約、ワシントン条約に加盟 1982 国際海洋法条約 1985 湖沼に係わる窒素及びリンの排出規制、 ウイーン条約（オゾン層保護）
<p>1990年頃～2000年頃 環境問題が地球規模に</p>	1987 ブルトラント委員会“ <i>Our Common Future</i> ” 1992 環境と開発に関するリオデジャネイロ宣言 (アジェンダ21) 1992 生物多様性条約、気候変動枠組条約 1993 環境基本法 1997 地球温暖化防止京都会議 1999 環境影響評価制度（環境アセスメント法） 2000 循環型社会形成推進基本法
<p>2000年頃～ 環境を組み込んだ 社会システムを作る時代</p>	2002 ヨハネスブルク・サミット(WSSD)、生物多様性国家戦略 有明海・八代海 再生特別措置法 2003 自然再生推進法 2007 海洋基本法

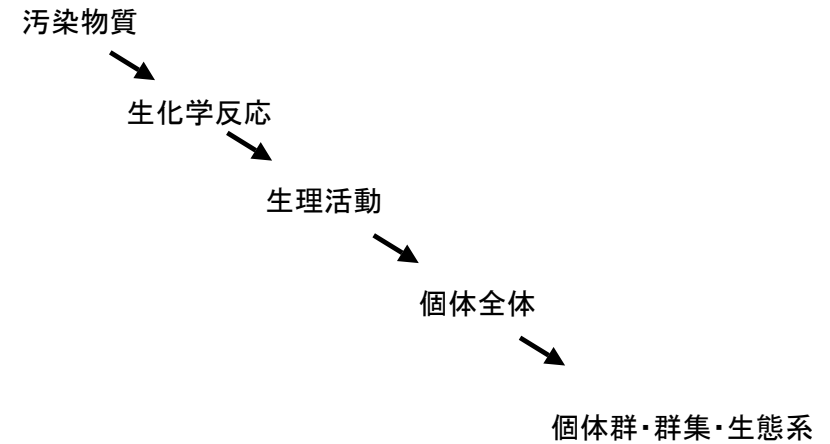
日本の主な公害・環境問題の歴史（1）

<p>19世紀から1960年頃 開発と公害、公害時代 (国益・企業益のための時代)</p>	1893年頃 足尾鋇毒事件始まる 1901 田中正造の天皇への直訴 1907 別子銅山四阪島精錬所の亜硫酸ガス被害 1950年代 水俣病問題 1961 四日市ぜん息被害（コンビナート公害） 1962 カーソン「沈黙の春」、ばい煙規制法 1965 産業公害総合事前調査開始 1967 阿賀野川水銀中毒
<p>1960年代～1970年代前半 高度経済成長期の公害時代 (局地的公害の時代)</p>	1967 四日市で大気汚染公害訴訟、公害対策基本法 1968 神通川イタイイタイ病 1970 水質汚染防止法（環境基準設定）、 海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律 田子ノ浦ヘドロ公害、 東京に光化学スモッグ発生 1971 環境庁発足 海洋汚染・廃棄物対策室設置 1972 「閣議アセス」 (各種公共事業等に係わる環境保全対策について) ローマクラブ「成長の限界」、 国連環境計画（UNEP）設立

海洋環境問題



汚染物質から生態系への影響



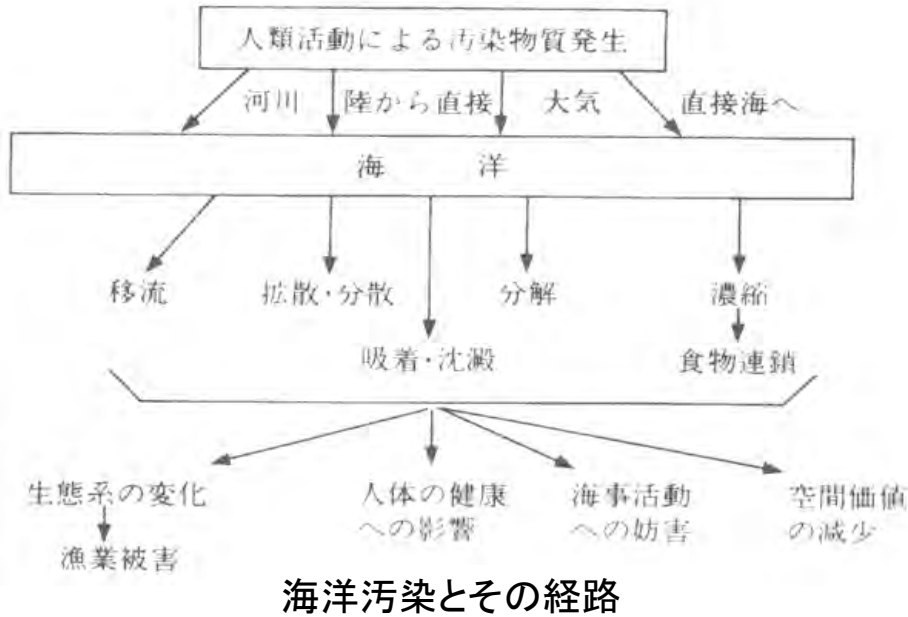
有機塩素化合物

環境中での分解・消滅が極めて遅い
 →広い海域で検出
 生物濃縮
 →高等生物に高濃度に蓄積

西部北太平洋の外洋生態系における有機塩素化合物の濃度と生物濃縮係数

	PCB	DDT	BHC
濃度(湿体重当たり)			
表層水 [$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$]	0.28	0.14	2.1
動物プランクトン [$\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]	1.8	1.7	0.26
ダカイワシ [$\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]	48	43	2.2
スルメイカ [$\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]	68	22	1.1
スジイルカ [$\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$]	3 700	5 200	77
濃縮係数($\times 10^3$)			
動物プランクトン	6.4	12	0.12
ハダカイワシ	170	310	1.0
スルメイカ	240	160	0.52
スジイルカ	13 000	37 000	37

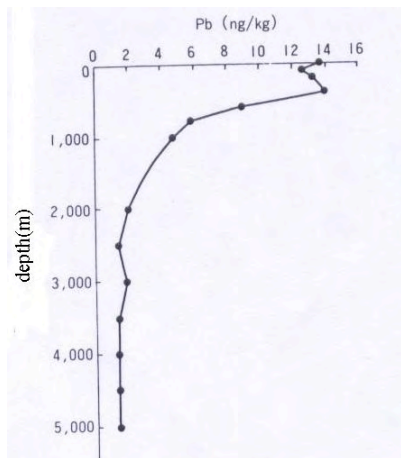
<出典> 立川 涼：有機塩素化合物による汚染，水質汚濁研究，11 (3)，p.149，(1988)。



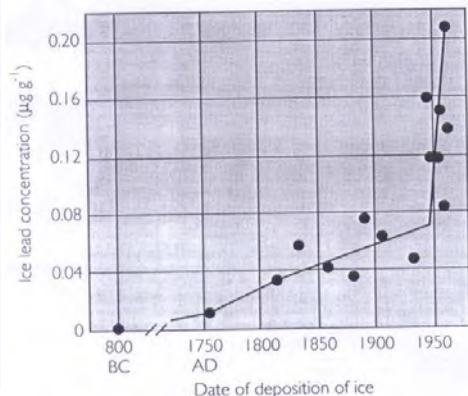
海洋汚染とその経路

主な汚染物質

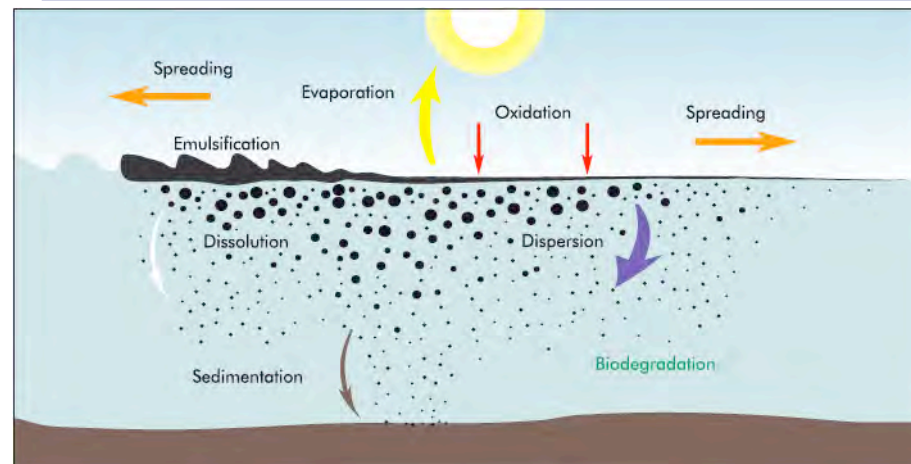
- 人工有機化合物・・・DDT、PCB、ダイオキシンなど
- 重金属・・・鉛、水銀、TBTなど
- 油
- プラスティック、漁網など
- 栄養塩・・・窒素・リンなど
- 放射性物質
- 土砂
- 温排水



中部北大西洋の鉛濃度



グリーンランドの氷中の鉛濃度



流出油の挙動

ナホトカ号の事例

- 事故日時 : 1997年1月2日未明
- 事故原因 : 積付不良と保守不良
- 流出油の総量 : 8,660kl
- 回収油の総量 : 海上 7,282kl (14%)
陸上 44,865kl (86%)
合計 52,147kl (流出量の約6倍)
- 回収油処理 : 2年半 約50億円(油含有率5%以上焼却)
- ボランティア : 石川県のべ20万人
- 海鳥被害 : 1311羽回収(環境庁1997年3月調査)
- 補償費請求総額 : 約350億円(上限約233億円)
2002年8月 → 査定支払261億円(現在上限は約320億円)

Environmental Sensitivity Index map (ESI map: 脆弱沿岸海域図)

- 環境省によるESI 評価
- 地形と生態区分
 - 生物対象群
 - 保全地域とレジャー利用
 - その他の産業



地形と生態区分のESI map



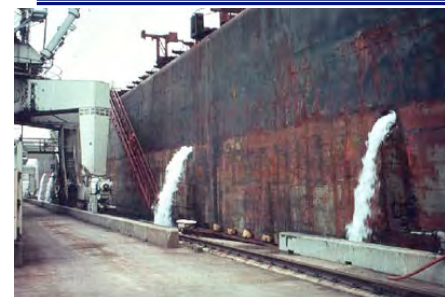
海洋汚染防止の主な国際条約

ロンドン条約	陸上で発生した廃棄物の海洋投棄及び洋上焼却に関する規制	1975年発効 1980年日本批准
マルポール73/78条約	船舶からの油や有害液体物質、廃棄物の排出などに関する規制	1978年採択 1983年発効 1983年日本加入 1997年※1)
国連海洋法条約	海洋に関する新しい包括的な法秩序を規定	1982年採択 1994年発効
OPRC条約	油による汚染に係る準備、対応及び協力に関する国際条約	1990年採択 1995年発効 1998年※2)

(※1)船舶からの大気汚染防止に関する規則を追加するための1997年の議定書が採択された。
(※2)本条約を、危険物質及び有害物質まで対象範囲を拡大する議定書が採択された。

近年国際海事機関(International Maritime Organization:IMO)において採択された海洋汚染防止の国際条約

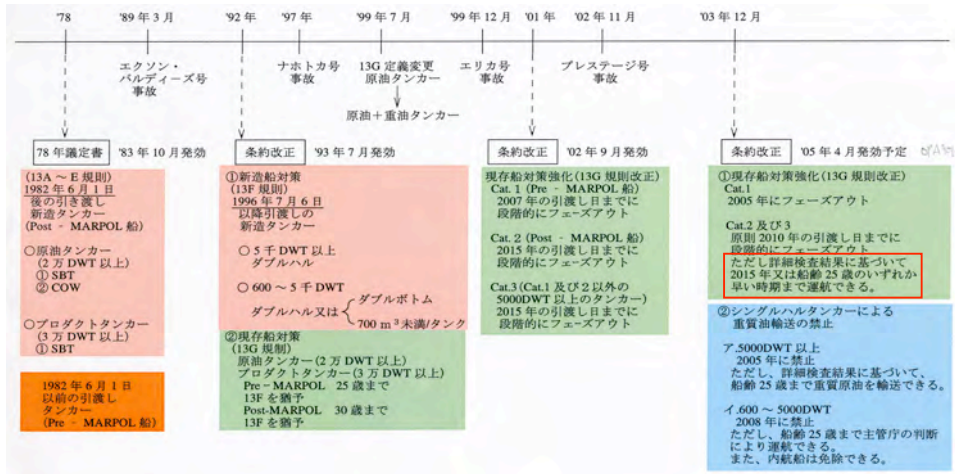
- TBT (トリブチルスズ) 船底塗料禁止条約 (2001年10月採択)
 - 2003年1月以降は、TBT船舶用塗料の新たな塗布を禁止
 - 2008年1月以降は、既に塗布されているTBT船舶用塗料を船体から完全除去するか、同塗料が海水へ溶出しないよう塗膜を塗布する
- ダブルハルトンカーの導入促進等を内容とする海洋汚染防止条約の改正 (2003年12月採択)
- バラスト水管理条約 (2004年2月採択)
 - 海洋の生態系保護と円滑な国際海運の確保を目的とし、船舶のバラスト水及び沈殿物の規制、及び管理を通じて有害な水生生物及び病原体の移動による環境、人の健康、財産、資源への危険を防ぐことを目的



バラスト水による生物移入



タンカー規制の変遷



タンカーの油流出事故発生比率(5000DWT以上のタンカー)

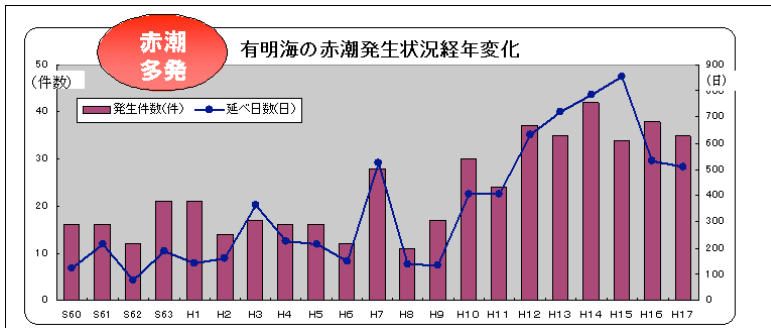
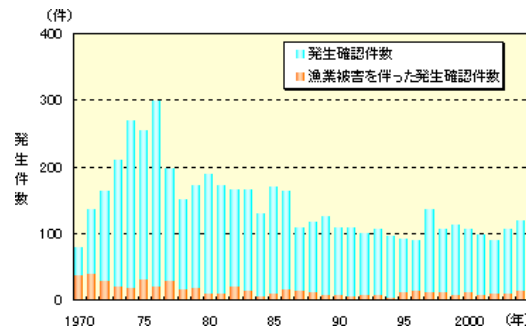
・衝突	シングルハル	33% (89件/272件)
	ダブルハル	18% (7件/38件)
・座礁	シングルハル	39% (91件/234件)
	ダブルハル	11% (4件/38件)

*1978年から2002年(25年間)のデータ

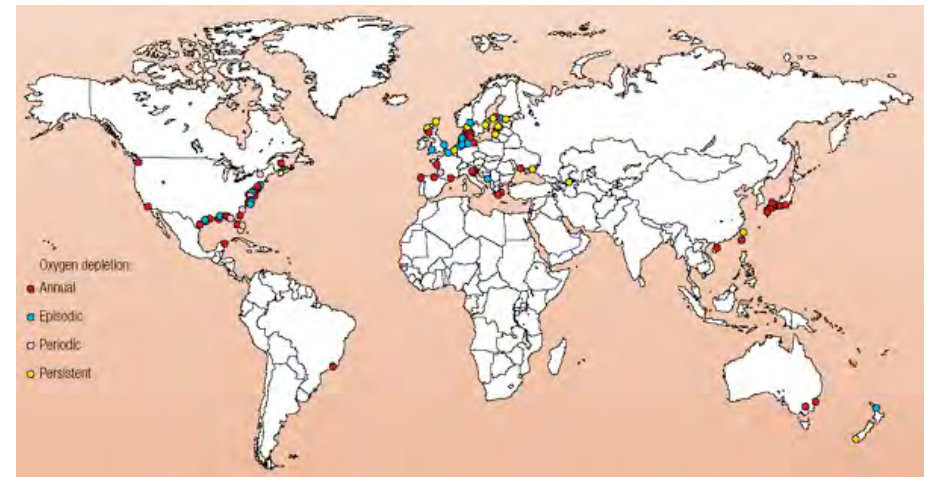
我が国は原油の輸送をほとんど海運によっている

- ・エネルギーの安定供給
- ・経済への影響

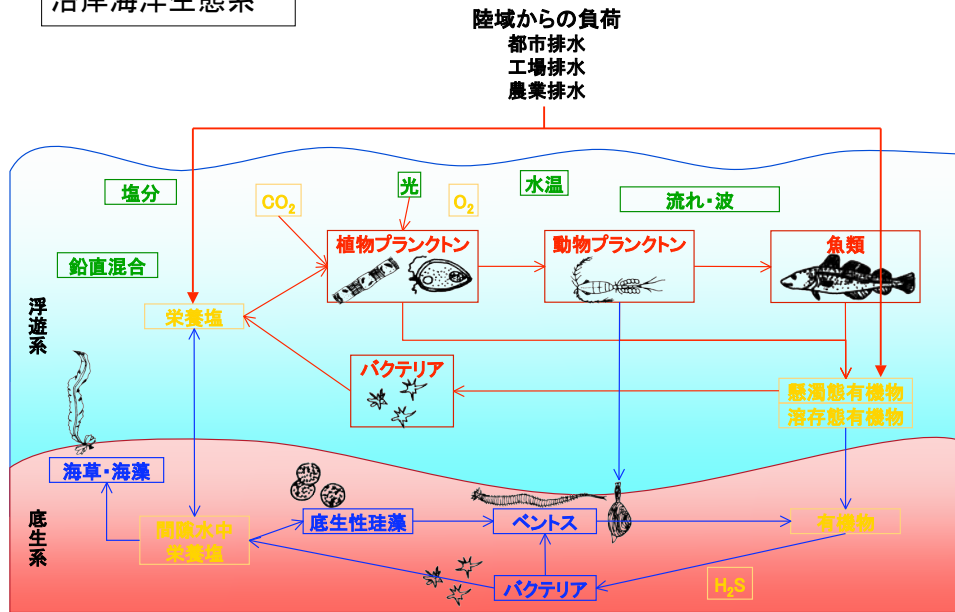
瀬戸内海(上)と有明海(下)の赤潮発生状況



Coastal Dead Zones Around the World (UNEP, GEO Yearbook 2003)



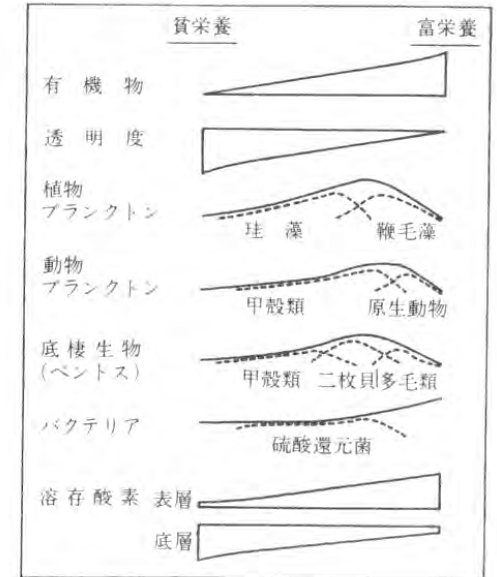
沿岸海洋生態系



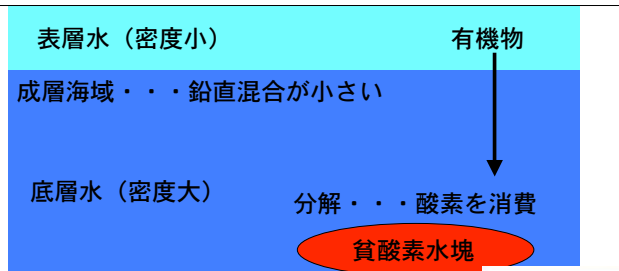
富栄養化

都市地域の河川や工場廃水などの流入により栄養塩が過剰となること

しばしばプランクトンの急激な増殖をもたらし、結果として海色の変化を生じる→赤潮



貧酸素水塊と青潮

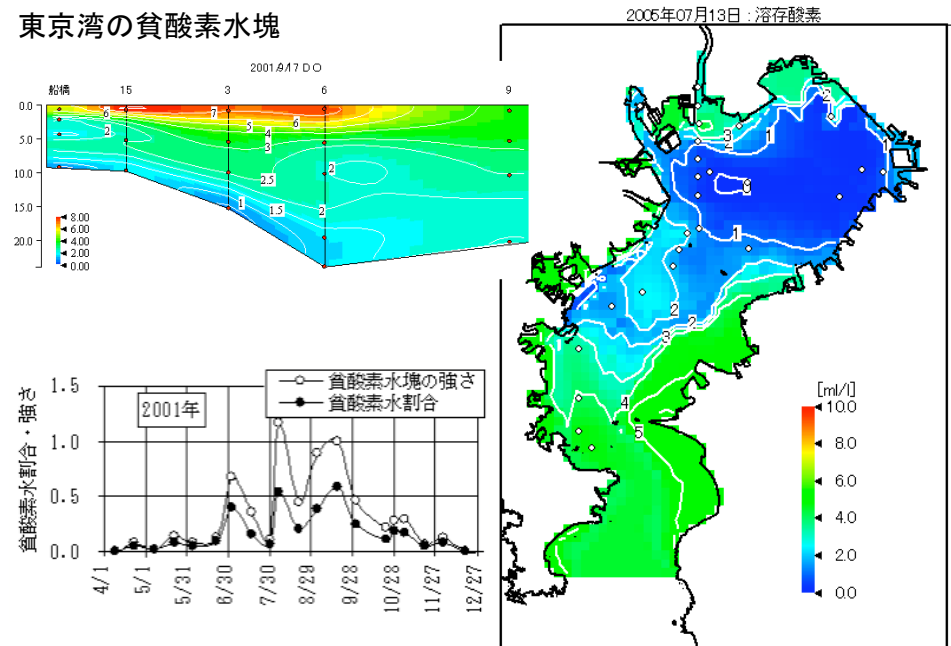


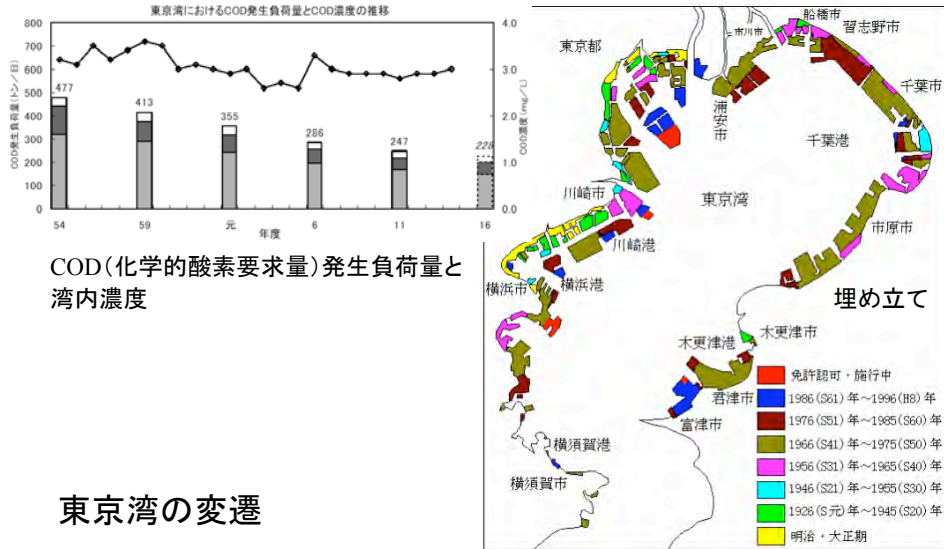
貧酸素水塊：
生物の生息に必要な溶存酸素濃度 (2~3 mg/l) 以下の水塊
→ベントス(底生生物)の死滅

青潮：主に吹送流による貧酸素水塊の湧昇



東京湾の貧酸素水塊

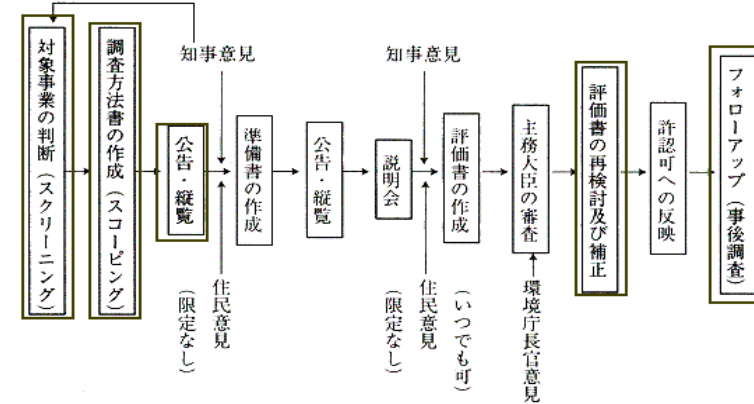




COD(化学的酸素要求量)発生負荷量と湾内濃度

東京湾の変遷

環境影響評価法(1999年6月施行)



- ・「ベスト追求型」アセスメント
- ・生物の多様性の確保及び自然環境の体系的保全—生態系への配慮

自然再生推進法

2002年12月制定、2003年平成15年1月施行

自然再生に関する施策を総合的に推進し、生物多様性の確保を通じて自然と共生する社会の実現を図り、あわせて地球環境の保全に寄与することを目的

自然再生：過去に失われた自然を積極的に取り戻すことを通じて生態系の健全性を回復することを直接の目的として、自然環境の保全、再生、創出等を行うこと

- ✓科学的データを基礎とする丁寧な実施
- ✓多様な主体の参画と連携

例) 直線化された河川の蛇行化による湿原の回復
都市臨海部における干潟の再生
森づくり

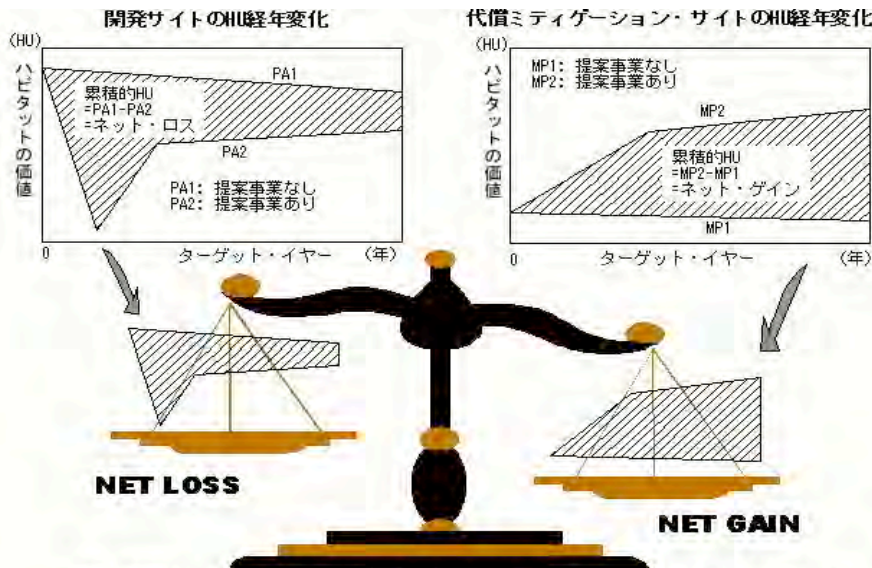
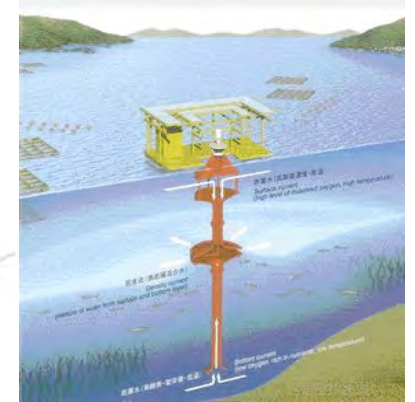
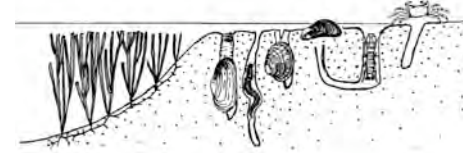


図 開発サイトのネット・ロスと代償ミティゲーション・サイトのネット・ゲイン
出典: 田中章 (1998) 生態系評価システムとしてのIEB, 環境アセスメントここが変わる, p. 82, 環境技術研究協会

沿岸域環境の修復技術

干潟・藻場の造成

流れ場の制御



緩傾斜護岸



自然再生整備事業



三河湾における干潟・浅場の再生

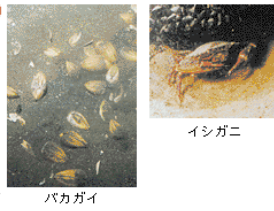


◆生物相の回復
調査結果概要 (平成12年8月)

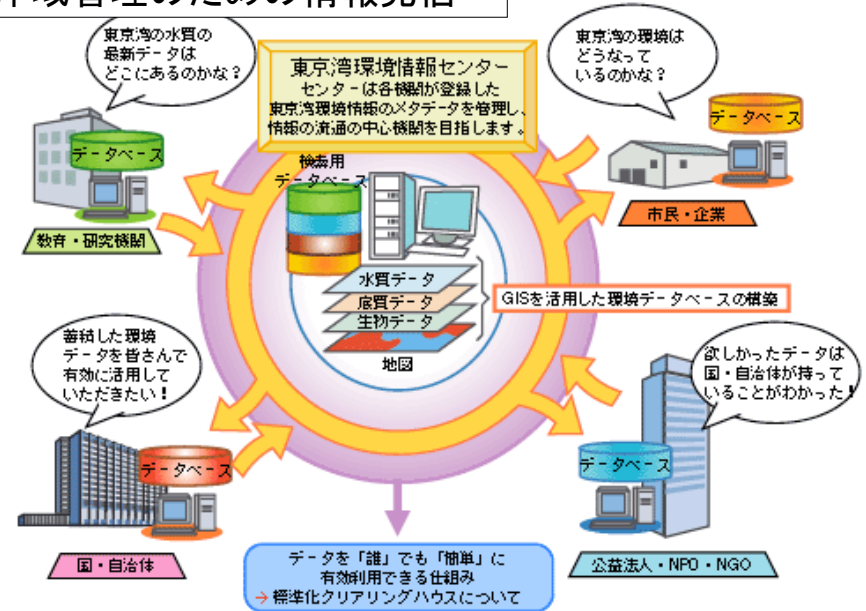
主な出現種類	造成干潟	周辺
アサリ	12	0
バカガイ	83	0
ゴカイ類	74	5
種類数	33	5
個体数	269	6

※本結果は0.15 当たりの個体数を調べたものである。また、造成干潟は7カ所、周辺区域は3カ所の平均値である。

周辺に比べて生物が多くなっています

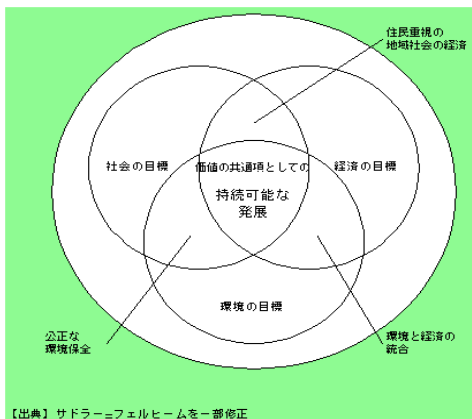


沿岸域管理のための情報発信



戦略的アセスメント (Strategic Environmental Assessment: SEA)

- 事業計画が固まった段階で行う現行の環境アセスメント(いわゆる事業アセス)より早期の、事業実施段階(Project段階)に至るまでの行政意思形成過程(戦略的な段階)で行う環境アセスメントことをいう。
- 戦略的段階とは、一般的に「Policy(政策) > Plan(計画) > Program (プログラム)」の三つのPの段階を指す
- 計画アセスより概念的には広く捉えられており、計画熟度が高まった事業の実施段階よりは環境配慮の柔軟な取り込みがしやすいと期待されている



【出典】サドラー=フェルヒームを一部修正

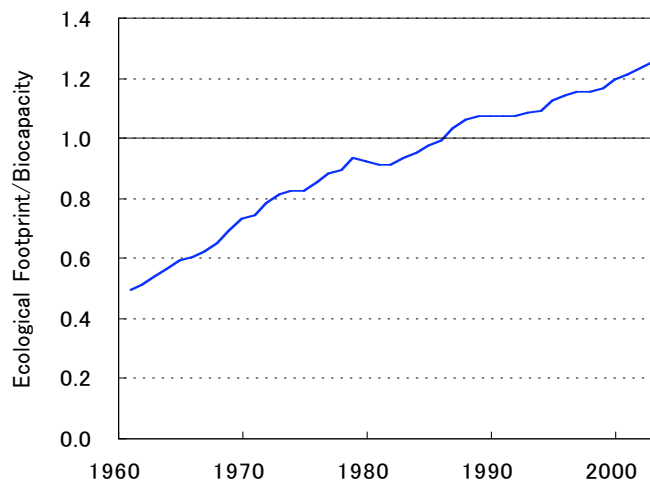
地球の環境容量 (Biocapacity)

人間活動による消費 (Ecological Footprint)



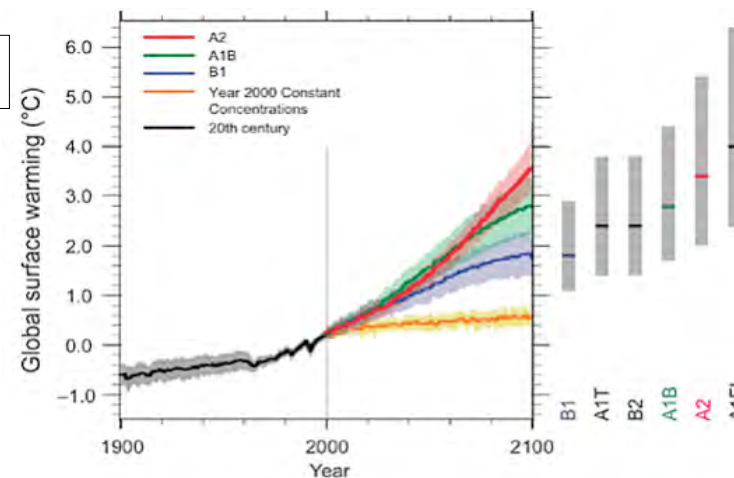
エコロジカル・フットプリント

生産力のある土地の面積

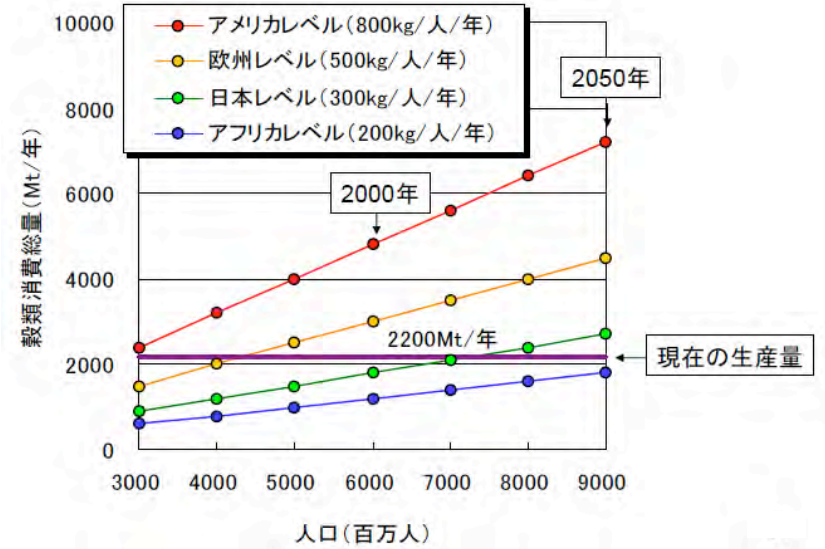
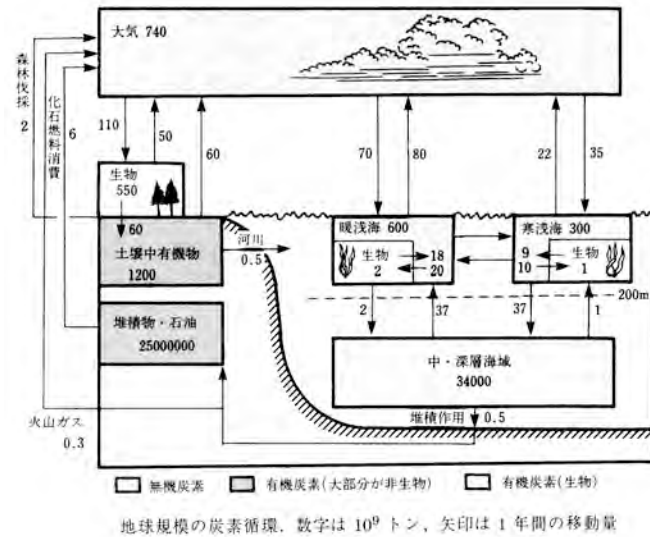


全人類のEF/BCの推移(WWF: Living Planet Report 2006)

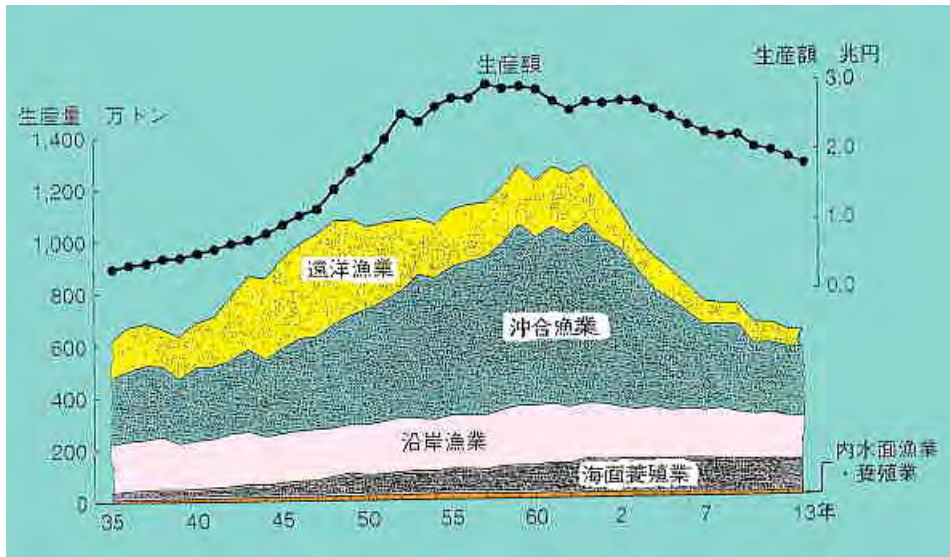
IPCCによる温暖化予測



非常に多くの独立した分析は、自然や人類、そして世界経済を危機に陥れるような影響を避けるためには、温暖化を産業革命前に比べて2°C未満に抑えることが必要であることを示している。しかし、残念ながら人類は、すでに1.3°Cの上昇は避けられないだけの排出はしてしまった。できるだけ早く、今すぐに、行動しなければならない(WWF)

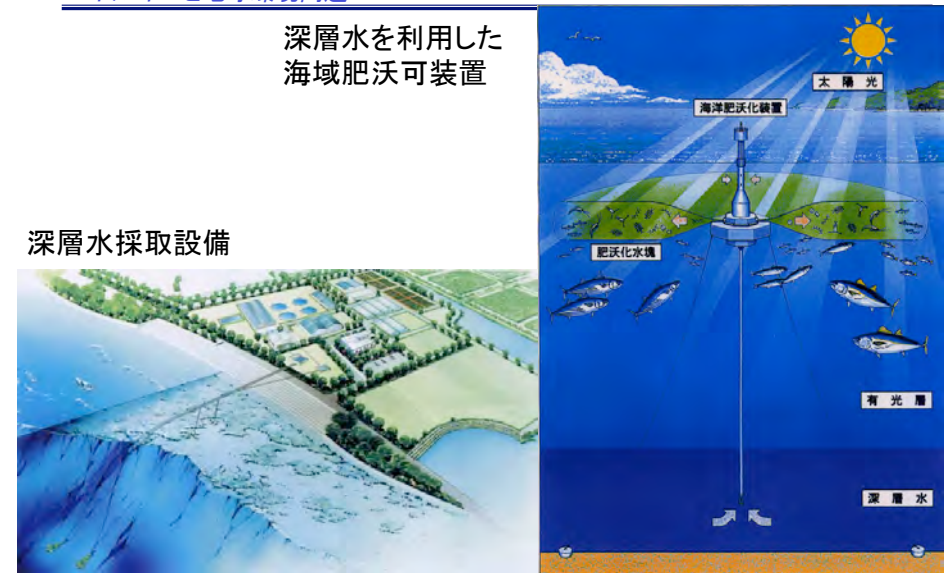


日本の漁業生産量

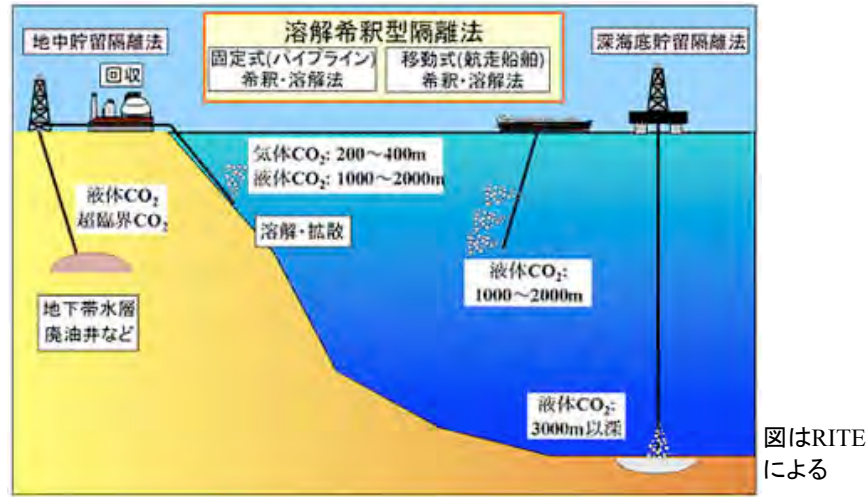


深層水を利用した
海域肥沃可装置

深層水採取設備

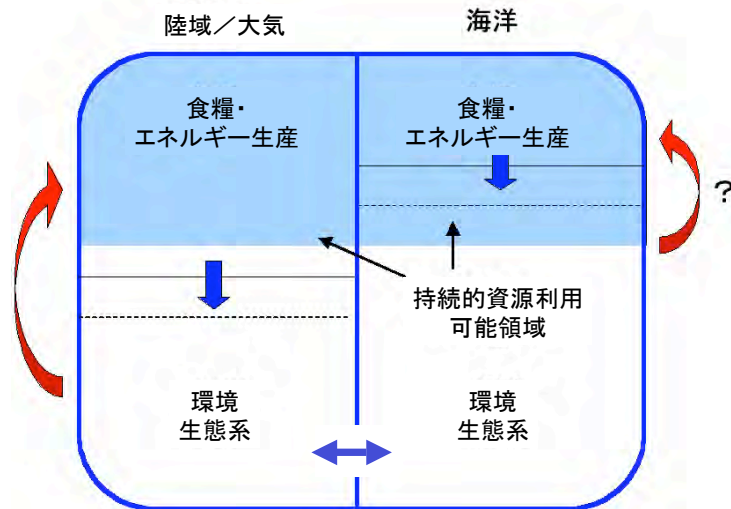
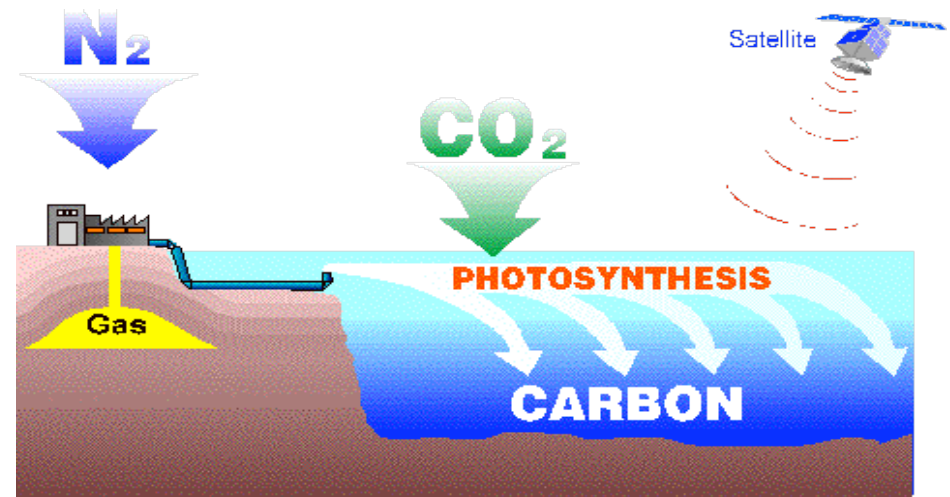


二酸化炭素の海洋隔離



図はRITEによる

海洋滋養(施肥)



環境バッファを考慮した陸域と海域の利用バランスの見直し