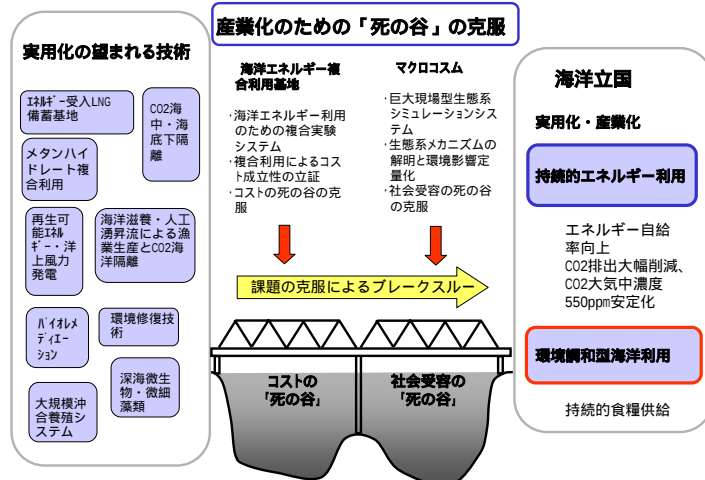


海洋の大規模利用に対する環境影響評価 ～多様なステークホルダーが共通の 基準で考えるために～

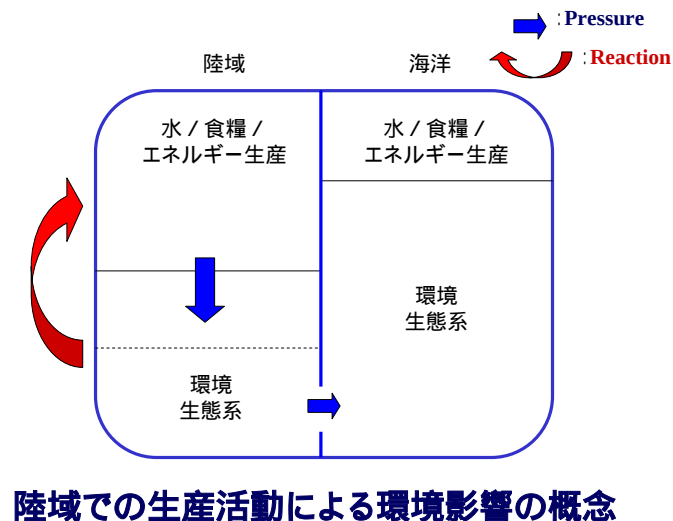
新領域創成科学研究科
海洋技術環境学専攻
佐藤 徹

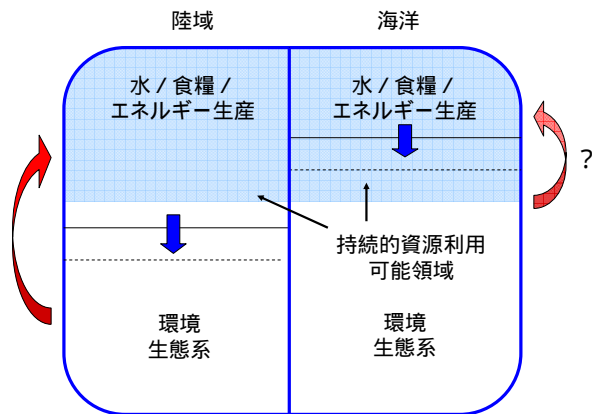
海洋利用技術の産業化に立ちはだかるもの



基本コンセプト

- 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。
 - メタンハイドレートや熱水鉱床等の資源開発、CCS、深層水汲上げや栄養塩・鉄散布、海洋再生可能エネルギー開発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。
- これにより海洋利用技術の格差付け、ひいては国際競争力アップを狙う。





生産活動を海洋へシフトした場合の概念

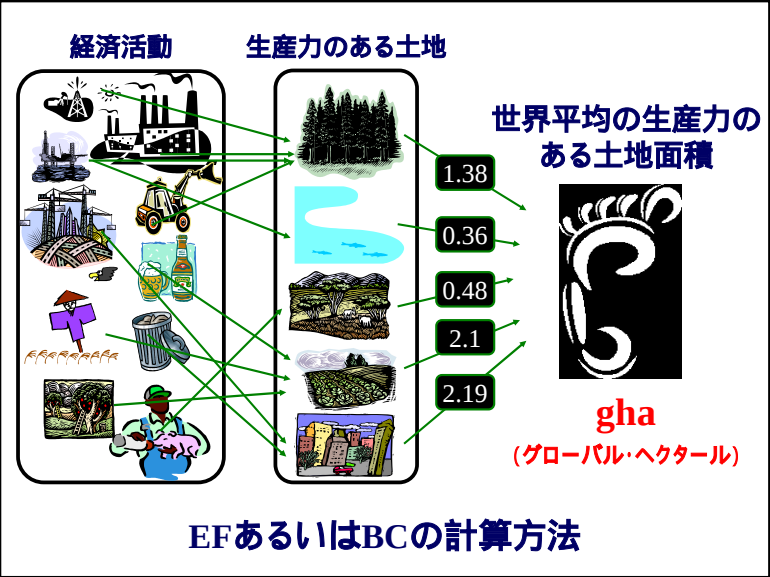
包括的環境影響評価指標の必要性

- 海洋利用をした方がよいか、しない方がよいかを判断する評価指標
 - 陸域・海域を合わせて評価
 - 「しっぺ返し(リスク)」と経済性(ベネフィットとコスト)を合わせて評価
- 既存の評価指標
 - エコロジカル・フットプリント(EF)
 - 環境リスク論的評価指標(RBA, CBA)

エコロジカル・フットプリントとは

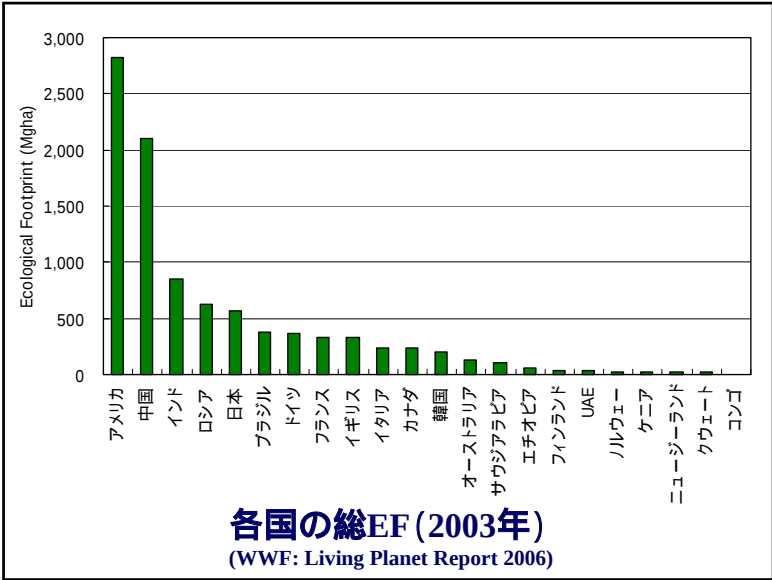
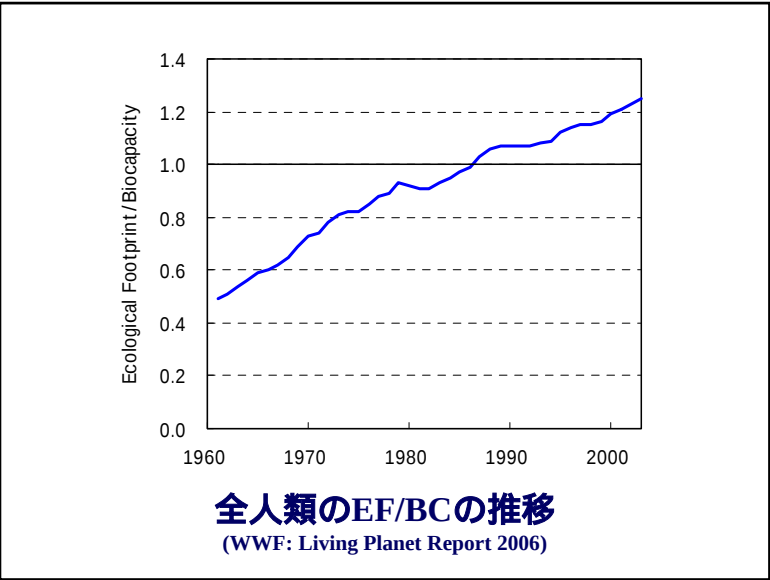
- **開発時期**: 1990-1991
- **開発者**: Prof. William Rees & Dr. Marthis Wackernagel (Univ. British Columbia)
- **目的**: 人間経済によるサービス需要量が、地球の供給能力とバランスがとれたものになっているか(Overshootしていないか)を比較、検討するために開発
- **指標**: 生態学的に生産性のある土地の面積

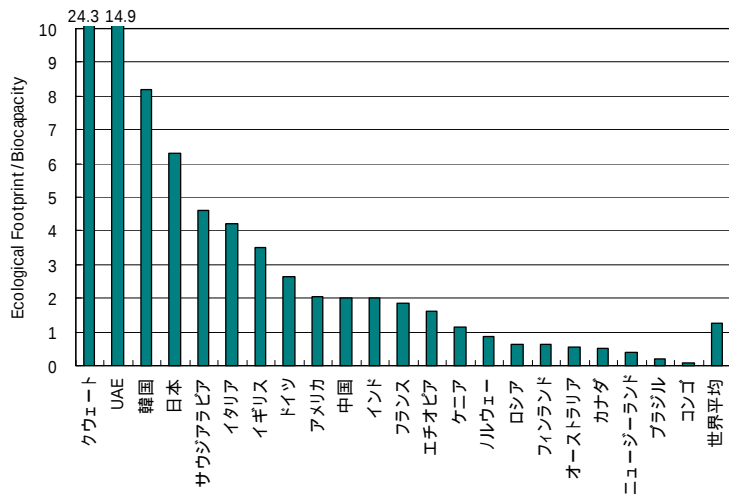




計算に用いられる土地区分と等価係数

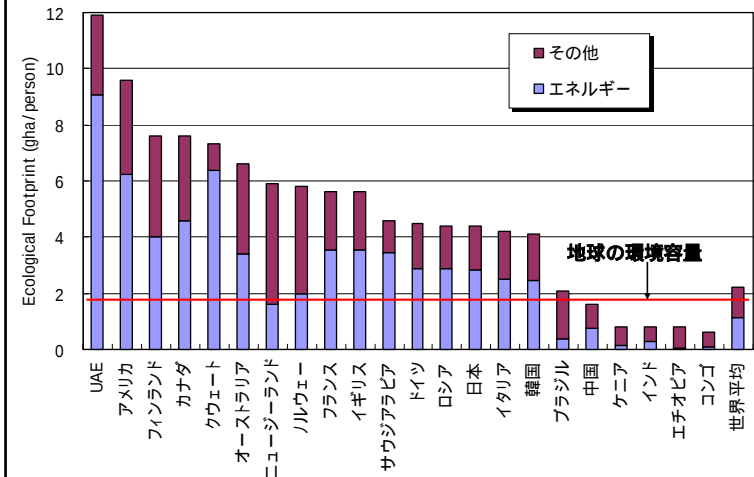
イメージ	土地区分	等価係数	用途
	耕作地	2.1	穀物等とそれらを飼料とする畜産等
	牧草地	0.48	牛、羊の生産等
	森林地 = エネルギー地	1.38	木、紙製品製造、エネルギー利用
	生産力のある海水・淡水域	0.36	漁獲等 (沿岸域のみ考慮)
	生産力阻害地 (消費地)	2.19	道路、建造物等





各国のEF/BC比(2003年)

(WWF: Living Planet Report 2006)



各国の一人当たりのEF (2003年)

(WWF: Living Planet Report 2006)

EFは包括的指標になり得るか？ EFの課題

- あくまで「経済的生産活動の環境的指標」
- 「リスク」を評価できない！

環境リスク論とは

- 開発時期: 1990年代
- 開発者: 中西準子 (当時東京大学教授, 現(独)産業技術総合研究所化学物質リスク管理研究センター長)
- 目的: 地球温暖化や化学物質の人体への影響などに代表されるような, 広域的, 長期的環境影響問題に対して, 多面的な環境影響評価を行い, リスク・ベネフィット原則により意思(政策)決定を管理する
- 指標: 貨幣価値

環境リスク評価で考慮すべき項目

時制	環境影響			資源の消費	ベネフィット
	経済的な損失	人の健康への影響	生態系への影響		
現在	P1	P2	P3	P4	P5
未来	F1	F2	F3	F4	F5

現実的な評価の枠組み

時制	環境影響			資源の消費	ベネフィット
	経済的な損失	人の健康への影響	生態系への影響		
現在	P1→C	P2→HR	P3→ER	P4→C	P5→C
未来	F1→C	F2→HR	F3→ER	F4→C	F5→C

C : コスト (Cost)

HR : 人の健康リスク (Health Risk) → $HR \times VH = C$

ER : 生態リスク (Ecological Risk) → $ER \times VE = C$

RBAとCBA

・コストベネフィット解析 (CBA)

$$\frac{C}{\Delta B} = \frac{\text{削減のためのコスト}}{\text{削減のために得られるベネフィット}}$$

YES・NO の判断ができる

・リスクベネフィット解析 (RBA)

$$\frac{\Delta B}{\Delta R} = \frac{\text{削減のためのコスト}}{\text{削減リスク}}$$

単位リスク削減コスト

Priorityを判断できる

RBAやCBAは包括的指標になり得るか 環境リスク論の課題

- 化学物質の人体影響評価には非常に有効
- 生態リスクには、エンドポイントとして生物多様性の減少、すなわち種の絶滅を考える
- Value of human life (VH)、Value of ecology (VE) のうち、特にVEの金銭換算が困難

包括的環境影響評価指標 Inclusive Impact Indicator *III* (Triple I)

- 生態リスク(*ER*)は金銭換算が難しく、人間リスク(*HR*)は経済価値に換算しやすい。(中西ら、2003)

- 生態リスク(*ER*)は面積換算して*EF*と統合
- 人間リスク(*HR*)は金銭換算して*C*と統合

$$III\text{-footprint} = \Delta EF + \Delta ER$$

$$III\text{-money} = \Delta HR + \Delta C$$

$$III = (EF + \alpha ER) + \frac{\sum EF}{\sum GDP} (\beta HR + C)$$

- 日本船舶海洋工学会「海洋の大規模利用に対する包括的環境影響評価委員会(IMPACT委員会)」が提案。
- 環境リスクと経済性の概念を統合した環境影響指標。

– *EF*: エコロジカル・フットプリント

– *ER*: 生態リスク

– *HR*: 人間リスク

– *C*: コスト - ベネフィット

– $\Sigma EF / \Sigma GDP$ *EF*/経済価値換算係数

- 対象となる技術/開発を実施した時と実施しない時の差を算出し、その値が負であれば有効と判断する。

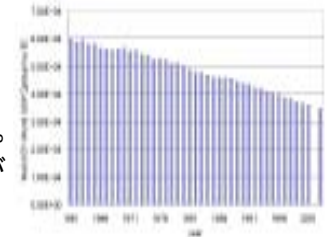
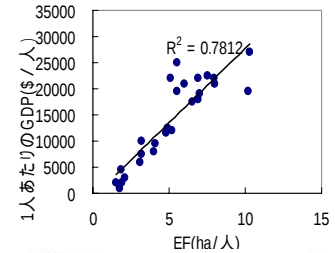
- 経済価値換算係数 $\Sigma EF / \Sigma GDP$ によって生態に関する項目と人間に関する項目を面積として統合。

- 2007年1月の時点で $\Sigma EF / \Sigma GDP$ の値は円換算で、
2.8E-06 [gha/円]

– 357千円/ha=118円/坪

- 技術革新が進むと、 $\Sigma EF / \Sigma GDP$ の値は小さくなる傾向。

– 人間リスク及びコストの重みが相対的に小さくなる。



IIIで考慮される項目

技術	±	エコロジカル フットプリント (EF)	生態リスク (ER)	健康リスク (HR)	コスト & 利益 (C)	ライフ サイクル (LC)	代替技術	比較基準量
海洋肥沃化	+	CO2排出	ERの増加	HRの増加	コスト	20年	養殖	動物性タンパク質生産量
	-	海面利用 人工湧昇			利益		畜産 養鶏	
CO2海洋隔離	+	CO2排出 海面利用	ERの増加	HRの増加	コスト	100年	現状	CO2排出量
	-	CO2隔離	ERの減少	HRの減少	利益			
海洋エネルギー	+	CO2排出 海面利用	ERの増加	HRの増加	コスト	20年	化石燃料 原子力	エネルギー生産量
	-				利益		陸上の自然 エネルギー	
海底鉱物資源開発	+	CO2排出 海面利用	ERの増加	HRの増加	コスト	20年	陸上鉱物 資源開発	鉱物資源生産量
	-				利益			
海上輸送	+	CO2排出 海面利用	ERの増加	HRの増加	コスト	20年	自動車輸送 鉄道輸送	輸送量
	-				利益		航空機輸送	
環境修復	+	CO2排出 海面利用	ERの増加	HRの増加	コスト	100年	現状	占有海面積
	-	生態系の創出	ERの減少	HRの減少	利益			