

本報告書は、2004年1月23日、24日両日に独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センターが主催した「科学技術の未来を展望する戦略ワークショップ - 環境分野における今後の課題と方策 - 」の経過および、討議内容、討議結果についてまとめたものである。

< 著作権 >

注) 本報告書は原則的にワークショップ参加者に配布することを目的として作成したものです。ワークショップ参加者が本報告書の内容を引用して発表する際は、下記を遵守ください。

なおワークショップ参加者でない方は、本報告書に記載された内容について、独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センターの許可なく転載・複写することを禁じます。

本報告書内容の取り扱いについて

- ・ワークショップの参加者が本報告書の全てないし一部を、そのまま、あるいは改変して引用・使用・公表する場合は、「JST 研究開発戦略センター主催 科学技術の未来を展望する戦略ワークショップ(環境分野)資料」である旨の表示をすること。

ワークショップの参加者等が用意した著作物の取り扱いについて

(基調講演資料、グループ討議で参加者がプレゼンした資料、および当センターが作成した資料)

- ・ワークショップでのプレゼン資料、グループ討議において参加メンバーおよび当センターが個別に説明した資料は、それぞれ講演者または提出した者の著作物であり、ワークショップ参加者および当センターが、他の者の著作物を引用・使用・公表する場合は、引用を明記すること。

また、著作物の一部または、改変して引用・使用・公表する場合は、引用とともにその旨を明記すること。

## 目 次

1. 要約	1
2. 開催概要	2
2.1 概要	
2.2 開催趣旨と進め方	
2.3 スケジュール	
2.4 参加者	
3. 討議の方向付け	6
3.1 環境問題の把握	
3.2 基調講演内容	
3.3 グループ討議の視点	
4. グループ討議内容	10
4.1 第1グループ(人間への影響)の討議内容	
4.2 第2グループ(社会生活への影響)の討議内容	
4.3 第3グループ(自然への影響)の討議内容	
4.4 第4グループ(国としての取り組み)の討議内容	
4.5 各グループにまたがる課題	
4.6 他研究分野に関連する課題	
4.7 推進方策についての提言	
5. 討議結果	29
5.1 全体総括	
5.2 抽出された重要課題	
5.3 今後の進め方	
6. 結言	31
7. 参考資料のリスト	32

## 1. 要約

環境分野は研究対象領域が広大であると同時に、観測、理解、評価、予測、対策が一体となった、総合的な取り組みが必要である。そこで環境分野における我が国として重要な研究開発の推進、研究開発に対する国民の理解と信頼の形成を図るべく、広く有識者に集まって頂き、環境問題、環境適合社会のビジョン、国としてなすべきことについて議論し、今後の研究開発戦略の策定に資することを目的としてワークショップを開催した。

国立環境研究所、合志陽一理事長を代表コーディネータとし、環境分野の有識者49名の参加のもと「環境が人間に与える影響」、「社会生活に与える影響」、「社会生活が自然に与える影響」、および「環境問題に対する国としての取り組み」の視点から、討議を行い、すでに顕在化している重要課題の他に、今後、顕在化する可能性のある重要課題を抽出した。

抽出された重要課題は以下の通りである。

### 人間への影響

- ・ 脳神経系の発達と障害
- ・ 生活習慣病における遺伝と環境
- ・ 胎児および経世代影響
- ・ 免疫系の攪乱

### 社会生活への影響

- ・ 社会合意形成
- ・ 環境低負荷型システムの遷移過程の対応方策
- ・ アジア地域の資源・廃棄物循環
- ・ 対策の複合効果

### 自然への影響

- ・ 温暖化に伴う生態圏への影響モニタリングと脆弱性評価
- ・ グローバル（越境）汚染による我が国への影響評価
- ・ メガシティ化による環境影響とその対策

### 国としての取り組み

- ・ 「持続可能な社会像」の提示とそれに向けての環境対策  
(持続可能な社会像の定量的モデル、実現のための科学技術開発ロードマップの作成)

今後は、上記抽出された重要課題の詳細な検討、優先課題の絞り込み、優先課題の研究開発推進方法の明確化などを進め、研究開発戦略の立案に資する予定である。

## 2. 開催概要

### 2.1 概要

#### 1) ワークショップの目的

環境分野は研究対象領域が広大であると同時に、理解、評価、対策が一体となった、総合的な取り組みが必要である。当センターは、環境分野における我が国として重要な研究開発の推進、研究開発に対する国民の理解と信頼の形成を図るべく、広く有識者に集まって頂き、環境問題、環境適合社会のビジョン、国としてなすべきことについて議論し、その意見をふまえ今後の研究開発戦略を策定するとともに科学技術基本計画等の科学技術施策策定に資することを目的としてワークショップを開催した。

#### 2) 代表コ - ディネータ -

合志陽一 : 国立環境研究所 理事長

#### 3) コーディネーター

黒田洋一郎 : 財)東京都医学研究機構

東京都神経科学総合研究所客員研究員

酒井伸一 : 国立環境研究所 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター  
センター長

安岡善文 : 東京大学生産技術研究所 生産技術研究所 教授

加藤尚武 : 鳥取環境大学 学長

#### 4) 日程

平成16年1月23日(金)～24日(土)(詳細は次ページ参照)(一泊二日)

#### 5) 場所

高輪プリンスホテル 〒108-8612 東京都港区高輪 3-13-1

TEL. (03) 3447-1111

#### 6) 参加者

49名

#### 7) 進め方

セミクローズドディスカッション方式(全体討議とグループ討議)

## 2.2 開催趣旨と進め方

ワークショップの趣旨を図 2.2-1 に、また推進方法のフローを図 2.2-2 に示す。

ワークショップではセンターの井上グループにおいて事前検討し整理した環境課題をふまえ、各専門分野の研究者の立場からグループ討議を通して顕在化している課題、顕在化する可能性のある課題、複合問題や修復技術等に起因する問題などの新たな課題を分類、整理し、今後重点的に取り組むべき課題や新たに取り上げるべき課題の系統的抽出・オピニオン形成を行うこととした。

### ワークショップ趣旨

関連分野の学識経験者を招集し、

- 環境問題(観測、理解、評価、予測、対策)
- 環境適合社会のビジョン
- 国としてなすべきこと

について

- 重要課題の系統的抽出
- 意見の集約・形成

を行う

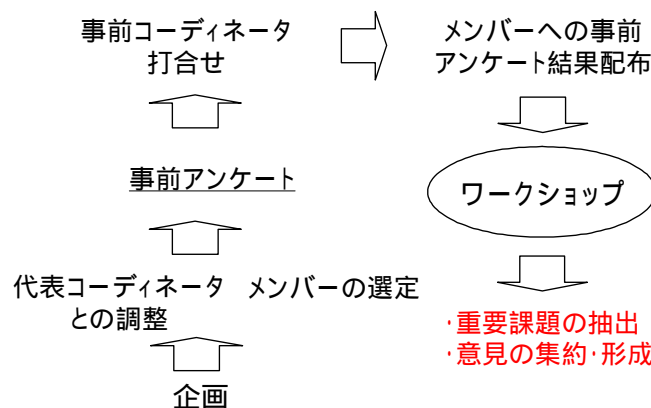
2

図 2.2-1 趣旨

ワークショップ推進にあたり、図 2.2-2 に示すような手順で実施した。環境問題全体を俯瞰し、重要課題の抽出、意見の集約・形成を行うために代表コーディネータの選出、代表コーディネータとのワークショップ推進方法の検討、各グループ討議での討議とりまとめを御願ひするコーディネータの選出、各コーディネータによるグループ討議参加者の選出を行った。

また、開催準備として参加者への事前アンケート、事前コーディネータ打合せによるワークショップ推進方法の相互確認、グループ討議内容の調整、事前アンケート集約結果(参考資料 1)の事前配布により参加者の意識統一を図った。

### ワークショップの推進方法



3

図 2.2-2 推進方法

ワークショップでの討議は、次の2部構成で行った。

- 1) 全体討議：基調講演による現状把握、話題提供、グループ討議結果報告による問題意識の共有化、討議および総括
- 2) グループ討議：後述する4つの視点からとらえた環境問題における重要課題の分類、整理と重点的に取り組むべき課題の抽出、およびその方策に関する討議

### 2.3 スケジュール

ワークショップのスケジュールを表 2.3-1 に示す。

表 2.3-1 ワークショップのスケジュール

月日	項目	時間	内容	コディネート
1月23日(金)	全体討議	13:30	挨拶、ワークショップ開催趣旨説明	井上 孝太郎 (JST/CRDS)
		13:40	基調講演・質疑応答 「水面下の環境問題」	合志 陽一
		14:10	基調講演・質疑応答 「人間への影響」	黒田 洋一郎
		14:40	基調講演・質疑応答 「社会生活への影響」	酒井 伸一
		15:10	基調講演・質疑応答 「自然への影響」	安岡 善文
		15:40	基調講演・質疑応答 「国としての環境への取り組み」	加藤 尚武
		16:10	移動	
	グループ討議	16:20	グループ別作業 「各視点から考えた環境」課題抽出、分類	
	食事	18:30	夕食	
	グループ討議	20:00	グループ別作業延長または懇親 「各視点から考えた環境」評価と対応策	
22:00		終了		
1月24日(土)	グループ討議	08:20	グループ別作業 「各視点から考えた環境課題」 作業まとめ、報告準備	
		09:50	移動	
	全体討議	10:00	グループ発表 グループ毎に報告、質疑応答	各グループコディネーター
		12:10	休憩	
		12:20	全体総括	合志 陽一
		12:30	挨拶	井上 孝太郎 (JST/CRDS)
		12:40	昼食	
	13:30	解散		

## 2.4 参加者

ワークショップの参加者は有識者 25 名、文部科学省、科学技術振興機構関係者 24 名、の 49 名である。表 2.4-1 に各グループの参加メンバーを示す。

表 2.4-1 参加メンバー

全体/グループ名	コーディネーター	メンバー氏名、所属
全体	合志 陽一 (国立環境研究所)	
第1グループ 「人間への 影響」 (11名)	黒田 洋一郎 (財団法人 東京都医学研究 機構)	加藤 進昌 (東京大学大学院脳神経医学)
		兜 眞徳 (国立環境研究所)
		合志 陽一 (国立環境研究所)
		名和田 新 (九州大学大学院病態制御内科学)
第2グループ 「社会生活への 影響」 (10名)	酒井 伸一 (独立行政法人 国立環境研究所)	森 千里 (千葉大学大学院 環境生命医学)
		吉川 泰弘 (東京大学大学院獣医医学)
		原田 大地 (文部科学省 科学技術・学術政策局)
		渡辺 一雄、福田 佳也乃 (科学技術振興機構(JST)研究開発戦略センター)
第3グループ 「自然への 影響」 (11名)	安岡 善文 (東京大学 生産技術研究所)	鈴木 隆幸 (株荏原製作所環境エンジニアリング 事業本部)
		田中 宏明 (京都大学環境質制御研究センター)
		新澤 秀則 (神戸商科大学経済研究所環境経済学)
		花木 啓祐 (東京大学工学系研究科都市工学専攻)
第4グループ 「国としての 環境への 取り組み」 (13名)	加藤 尚武 (鳥取環境大学)	山口 孝 (文部科学省 科学技術・学術政策局)
		植田 昭彦 (科学技術振興機構(JST))
		佐々 正、平井 秀一郎、永井 智哉 (JST 研究開発戦略センター)
		秋元 肇 (地球フロンティア研究システム)
第4グループ 「国としての 環境への 取り組み」 (13名)	加藤 尚武 (鳥取環境大学)	石坂 丞二 (長崎大学水産学部)
		大政 謙次 (東京大学大学院農業生命科学研究科)
		甲山 隆司 (北海道大学大学院地球環境科学研究科)
		柴崎 亮介 (東京大学空間情報科学研究センター)
		斎藤 春夫 (文部科学省 研究開発局)
		國谷 実、吉田 秀紀 (科学技術振興機構(JST))
		和智 良裕、大矢 克 (JST 研究開発戦略センター)
		笹之内 雅幸 (トヨタ自動車株)
		定方 正毅 (東京大学大学院化学システム工学専攻)
		安井 至 (国際連合大学)
山口 務 (地域振興整備公団)		
山本 良一 (東京大学国際・産学共同研究センター)		
横山 宏 (株日立製作所研究開発本部)		
第4グループ 「国としての 環境への 取り組み」 (13名)	加藤 尚武 (鳥取環境大学)	永野 博 (文部科学省国際統括官)(23日のみ)
		橋爪 淳 (文部科学省 科学技術・学術政策局)
		北澤 宏一 (科学技術振興機構)
		中西 章、岩瀬 公一、坂内 悟 (JST 研究開発戦略センター)

土橋 久 (文部科学省科学技術・学術政策局) (23日のみ)、平野 靖史郎 (国立環境研究所)  
井上 孝太郎 (23日、24日)、三浦登 (23日のみ)、村井眞二 (24日のみ) (JST 研究開発戦略センター)

### 3. 討議の方向付け

#### 3.1 環境問題の把握

環境問題を取り扱う場合、多様な視点からのアプローチが考えられるが、全体を俯瞰するために、ワークショップに先立ち図3.1-1に示すようなマップを作成した。図の左上に示す人間活動（加害者）が左下の人間（被害者である人体・社会）に直接的に作用するもの、右上の自然界に作用し、それが左下の人間に直接的に戻ってくるものと自然界の中で連鎖を起し、その結果が戻ってくるものがある。自然界でも右上が作用するもの（加害者）、右下が作用を受けるもの（被害者）を示す。図中に示す波線は後述するグループ討議での対象領域である。

このマップは環境分野での研究開発の対象を示すものにもなっている。

## 人間と自然との相互影響関係

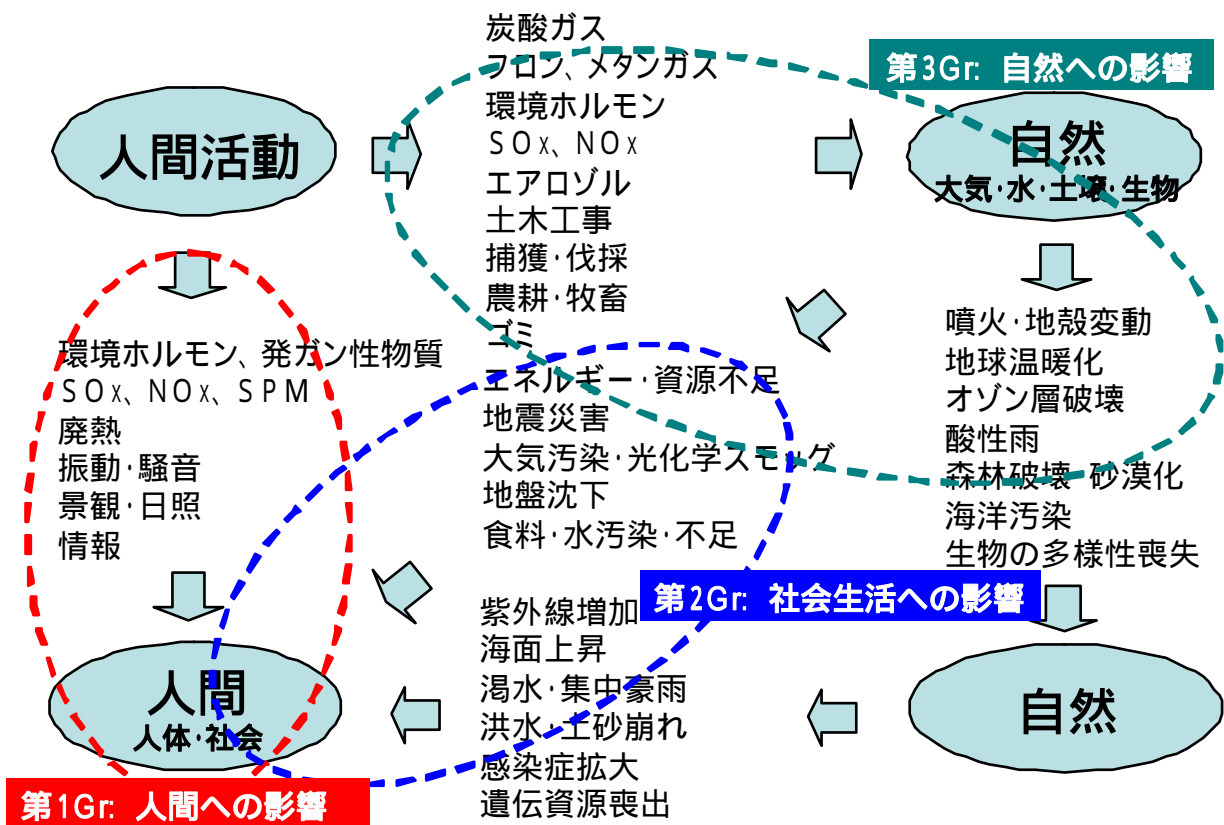


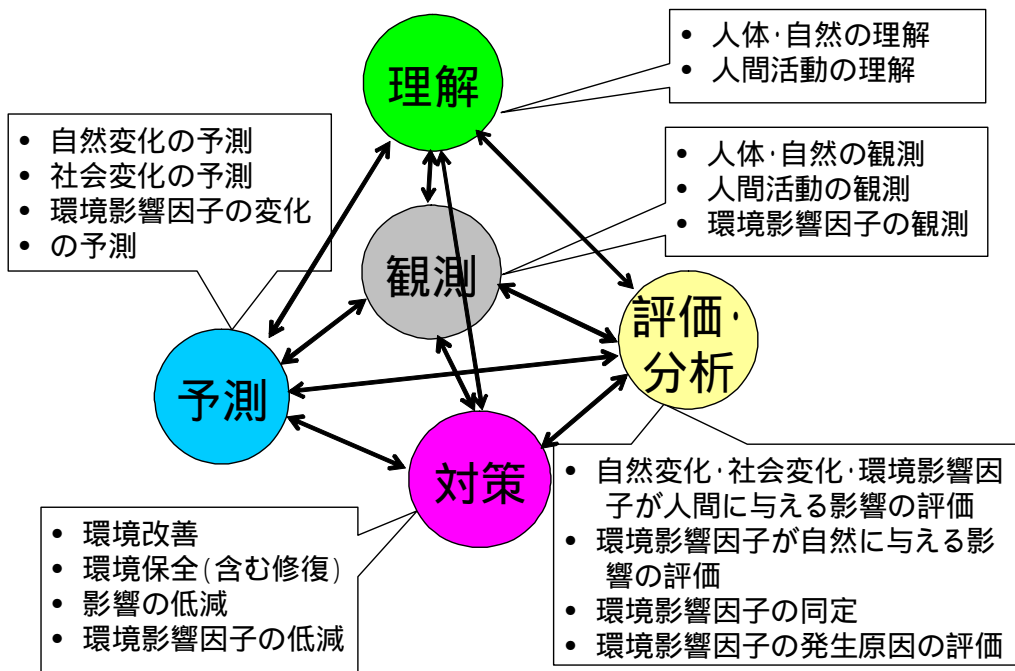
図 3.1-1 環境問題における人間と自然との相互影響関係の整理



環境分野における研究活動の内容は図 3.1-2 に整理したように理解、観測、予測、対策、評価・分析の 5 つに分類できよう。一般に、「予測」は「評価・分析」に含めることも可能であるが、環境問題では特に「予測」が重要となるので区別することにした。

全体討議、グループ討議では、図 3.1-1 と図 3.1-2 の 2 つのマップを念頭に置き、討議を進め、意見の集約・形成を行っていくこととした。

## 環境分野の研究活動



5

図 3.1-2 環境分野の研究活動

### 3.2 基調講演内容

ワークショップでは、参加者の情報、課題意識の共有化を図るためセンターによる趣旨説明、代表コーディネータ、コーディネータによる基調講演、全体討議を行った。

代表コーディネータの国立環境研究所合志陽一理事長からは「水面下の環境問題」と題し、容量型、汚染型の環境問題、環境問題に取り組むときの視点（過去に学ぶ、）水面下の問題（人間を中心に考える、基礎研究に注目する）を検討する場合、多様性が重要であることなどが指摘された。

各グループコーディネータからはそれぞれの視点から、今後の討議で鍵となる以下のようなキーワードが示された。

人間への影響（黒田洋一郎）：

環境因子の多様性、見逃さない、放置しない、時間経過・可逆性の問題

社会の視点から見た環境研究（酒井伸一）：

対策の階層性と統合問題、シナリオ分析、地域の捉え方、予防原則とリスク評価

自然への影響（安岡善文）：

自然と人間との相互作用、観測からモデル化、評価、対策までの end-to-end フロー、多様な軸（時間軸、空間軸、空間軸）、多様なシステム（基礎から応用、実用化研究、初等から高等教育）

国としての環境への取り組み（加藤尚武）：

主権者・政府の任務、予防原則、補完的・完全循環経済、持続可能性  
なお、基調講演内容を参考資料 2 に示す。

### 3.3 グループ討議の視点

環境分野の研究対象を分類・整理した図 3.1-1 および研究活動を分類した図 3.1-2 を念頭におき、専門毎にグループに分かれ顕在化している課題、顕在化する可能性のある課題、新たな課題について討議した。グループ毎の討議内容を表 3.3-1 に、参加メンバーと各グループの構成を表 3.3-2 にそれぞれ示す。

表 3.3-1 討議の視点

## グループ討議の視点

### 第1Gr：人間への影響

有害物質(内分泌攪乱物質、発ガン性物質等)、遺伝子組み換え食品、周辺環境(音・振動、光・電磁波、におい、情報等)などが人間に与える影響

### 第2Gr：社会生活への影響

人口の増大と集中によって生じる水・食料問題、エネルギー・資源問題、ゴミ問題、都市問題(ヒートアイランド、都市洪水等)、光化学スモッグ、酸性雨などが都市・地域生活に与える影響

### 第3Gr：自然への影響

地球規模の環境問題(気候変動、地球温暖化、オゾンホール、エアロゾル、水資源変動)、地域的環境問題(大気・流域・湖沼・海域、土壌の汚染)、生態系環境問題(森林破壊、砂漠化、生物の多様性喪失)等、人間生活・活動(工業・農業・林業・漁業を含む)が自然環境に与える影響

### 第4Gr：国としての取り組み

環境・持続可能な社会についての国民意識の向上、循環型社会への転換と国民の合意形成、環境対応型産業への取り組み、諸政策(食料・エネルギー・資源政策、公共事業・都市開発、規制・税制等)との調和・整合性、研究開発の進め方、国際協調・支援等、環境問題に対する国としての取り組み

表 3.3-2 グループの構成メンバー

## メンバー構成

(医学:6、工学:11、理学:4、経済学:1、その他:3)

氏名	所属	専門分野
合志 陽一 (代表)	国立環境研究所	化学、応用化学、環境科学、技術史
<b>1Gr：人間への影響</b>		
黒田 洋一郎 (コーディネータ)	東京都神経科学総合研究所	分子細胞神経生物学、中枢神経毒性学
加藤 進昌	東京大学大学院脳神経医学	精神医学、神経内分泌学ほか
兜 眞徳	国立環境研究所	疫学、環境リスク、内分泌学、環境心理学
名和田 新	九州大学大学院病態制御内科学	疫学、副腎再生及び膵・細胞再生、糖尿病大血管合併症の成因研究ほか
森 千里	千葉大学大学院環境生命医学	環境生命医学、化学物質の人への影響、毒性学
吉川 泰弘	東京大学大学院獣医学	実験動物学、霊長類学、獣医公衆衛生学
<b>2Gr：社会生活への影響</b>		
酒井 伸一 (コーディネータ)	国立環境研究所循環型社会形成推進・廃棄物研究C.	環境工学、環境システム工学
鈴木 隆幸	荏原製作所水環境開発C.	水処理技術、廃棄物有効利用技術研究開発
田中 宏明	京都大学大学院環境質制御研究C.	下水道工学、水質工学、河川水質管理
新澤 秀則	神戸商科大学経済研究所	環境経済学、排出権取引、京都議定書
花木 啓祐	東京大学大学院水環境制御研究C.	都市環境工学
<b>3Gr：自然への影響</b>		
安岡 善文 (コーディネータ)	東京大学都市基盤 安全工学国際研究C.	リモートセンシング、環境計測、環境モデリング、画像計測
秋元 肇	地球フロンティア研究システム	地球大気化学、対流圏オゾン、大気汚染と地球環境
石坂 丞二	長崎大学水産学部	海洋生態学、海洋情報学、海洋物理
大政 謙次	東京大学大学院農学生命科学研究科	生物環境情報工学、農業工学、植物科学、陸域生態系モデリング
甲山 隆司	北海道大学大学院地球環境科学研究科	植物生態学、群集生態学、生態系生態学
柴崎 亮介	東京大学空間情報科学研究C.	社会基盤工学(土木工学)
<b>4Gr：国としての取り組み</b>		
加藤 尚武 (コーディネータ)	鳥取環境大学	環境倫理学、倫理学原理、応用倫理学、ヘーゲル哲学、思想史
笹之内 雅幸	トヨタ自動車環境部	環境マネジメント
定方 正毅	東京大学大学院化学システム工学科	化学工学、燃焼工学、環境工学
安井 至	国際連合大学	無機材料設計、環境材料科学、環境総合指標ほか
山口 務	地域振興整備公団	産業公害、地球温暖化問題、CO <sub>2</sub> 削減
山本 良一	東京大学国際・産学共同研究C.	エコデザイン学(Ecomaterial, Ecodesign, LCA)、人工格子、計算材料科学
横山 宏	日立製作所研究開発本部	環境・エネルギー、化学工学

このほか、オブザーバーとして文科省、JST4-6名/グループ

7

#### 4. グループ討議内容

図 4-1 に示すフローに従いグループ討議を進めた。

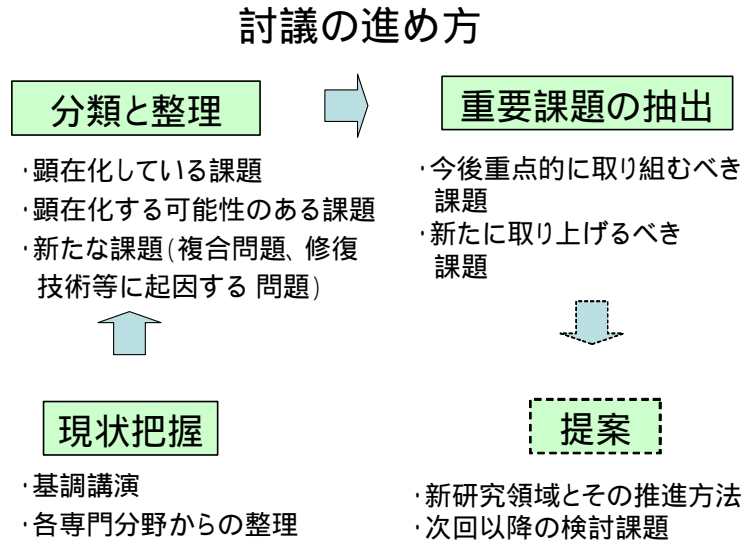


図 4-1 グループ討議の進め方

#### 4.1 第1グループ(人間への影響)の討議内容

病気や障害の原因、見逃さない、放置しない、時間経過の問題などのキーワードをもとに、図 4.1-1 ~ 図 4.1-3 に示す 環境に関係している可能性のある問題疾患、原因となる可能性のある因子、 ライフステージからみた疾患・障害の3つのくくりから今後重要となる課題を抽出した。

### 環境に関係している可能性のある疾患・障害

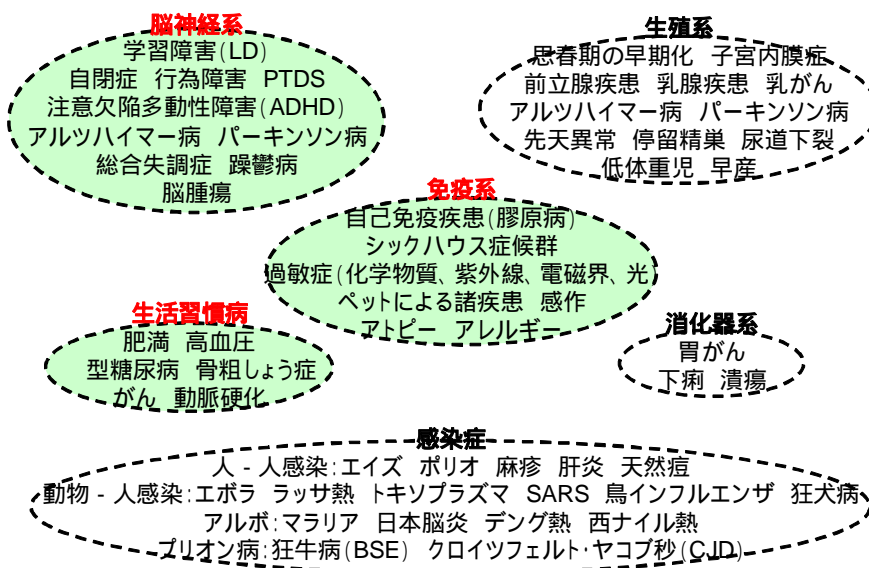


図 4.1-1 環境に関係している可能性のある問題疾患

図 4.1-1 は、環境に関係している可能性のある疾患・障害を人体の器官系（脳神経系、生殖系、消化器系、免疫系）などの共通グループで整理したものである。同様に図 4.1-2 は原因となる可能性のある因子を、物理的、生物学的、社会文化的要因などのグループ別に分類してリストアップしたものである。図 4.1-3 は人間のライフステージ別にリストアップしたものである。先に述べた環境因子の多様性、見逃さない、放置しない、時間経過の問題などの視点から、漏れなくリストアップした。

## 原因となる可能性のある因子

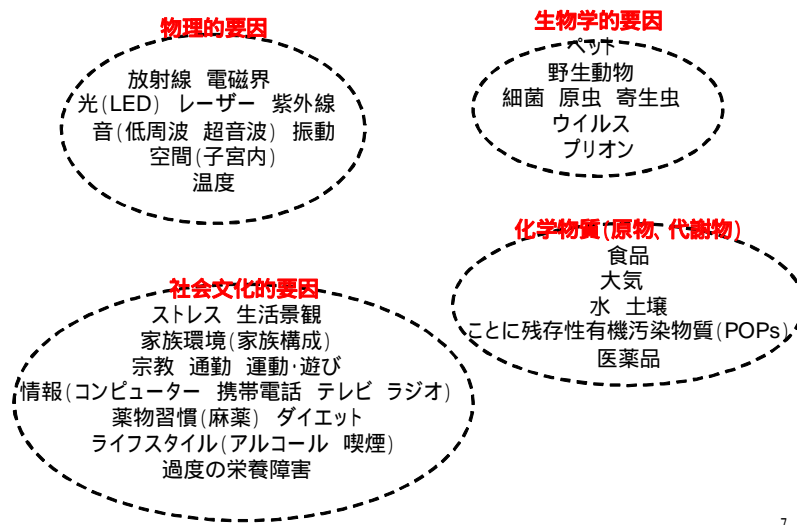


図 4.1-2 原因となる可能性のある因子

## ライフステージからみた疾患・障害

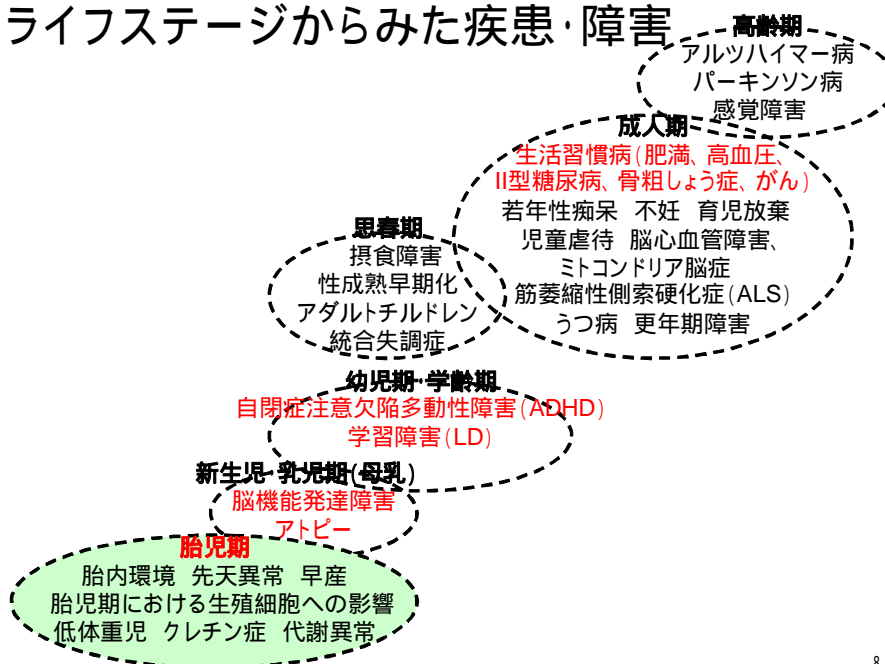


図 4.1-3 ライフステージから見た疾患・障害

図 4.1-4 に第 1 グループの検討のステップと抽出された重要課題を示す。抽出された重要課題は、脳神経系の発達と障害、胎児および経世代影響、生活習慣病における遺伝と環境、免疫系の攪乱の 4 課題である。それぞれの重要課題に関連するキーワードを図中の波線内にまとめた。

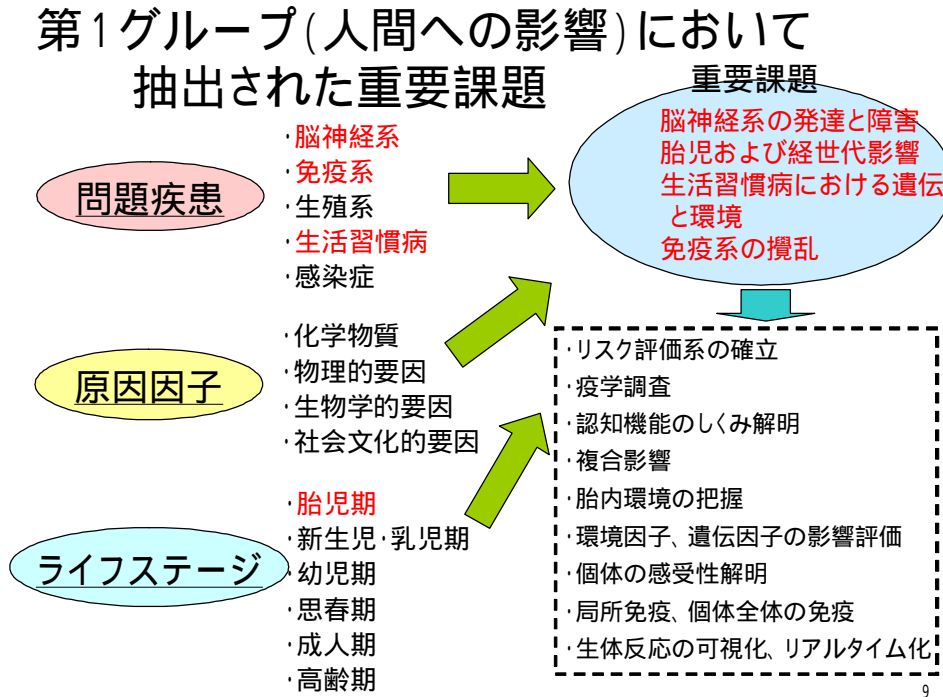


図 4.1-4 第 1 グループの重要課題抽出

それぞれの重要課題について、主な疾患、診断、危険因子の発見、原因研究を整理したものを図 4.1-5 ~ 図 4.1-8 に示す。

第 1 グループの抽出課題(1)

### 脳神経系の発達と障害

主な疾患:

学習障害、注意欠陥多動性障害、自閉症、脳腫瘍、  
行為障害、性格異常

診断:

認知機能、脳画像

危険因子の発見:

リスク評価系の確立、疫学調査

原因研究:

- ・遺伝因子、化学物質、電磁界などの物理的因子
- ・家族環境(家族構成)も含めた環境因子
- ・内分泌かく乱物質、甲状腺ホルモン系、性ステロイド系

図 4.1-5 重要課題(1)

第1グループの提案課題(2)

## 胎児および経世代影響

主な疾患:

胎児期に起因する病気・障害

診断・危険因子の発見:

新しい新生児スクリーニング、発達段階ごとのスクリーニング、リスク評価法の確立

原因研究:

エピジェネティクス、高リスク・ライフステージ、感受性期、胎児生殖細胞系列への影響 体細胞系への影響、複合影響 単一因子影響、個体の感受性、胎内環境(経胎盤、母子間移行、妊婦の特殊環境)

10

図 4.1-6 重要課題(2)

第1グループの提案課題(3)

## 生活習慣病における遺伝と環境

主な疾患:

肥満、 型(インスリン非依存型)糖尿病、高血圧、骨粗しょう症、がん(前立腺がん、乳がん)、動脈硬化(脳卒中、心筋梗塞)

診断・危険因子の発見:

生体反応の可視化、リアルタイム化

原因研究:

多因子遺伝子、個体の感受性(Susceptibility)、環境因子、ゲノム疫学、遺伝子多型、プロテオミクス、ジェノミックとノンジェノミックのクロストーク(転写因子、受容体(核、膜)、ペプチド、サイトカイン、ステロイド)

11

図 4.1-7 重要課題(3)

第1グループの提案課題(4)

## 免疫系の攪乱

主な疾患:

自己免疫疾患(膠原病)、アトピー、アレルギー、室内汚染(ペット)、過敏症(化学物質、紫外線、電磁界、光)、シックハウス症候群、ペットによる諸疾患、感作

危険因子の発見:

疫学調査

原因研究:

個体全体の免疫系、局所免疫(消化器系の粘膜、呼吸器系、眼)

12

図 4.1-8 重要課題(4)



#### 4.2 第2グループ（社会生活への影響）の討議内容

本グループでは図 4.2-1～図 4.2-5 に示す都市環境、水環境、環境経済、循環型社会の課題、およびその他の社会研究課題におけるキーワードである、対策の階層性と統合問題、シナリオ分析、地域の捉え方、予防原則とリスク評価を念頭に、重要課題を抽出した。

##### 第2グループの提案課題(1)

#### 都市環境研究分野の今後の課題

- |   |
|---|
| <p><b>1. 対策の複合効果</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 加成性が成立しない対策の複合効果<br/>(温暖化対策研究:Tokyo Half Projectの研究結果)</li><li>• 環境負荷に加え、コストや水循環、廃棄物対応の社会基盤が重要</li></ul> <p><b>2. ベネフィットの定量化</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 環境負荷とリスク、環境負荷とQOLなどの様々なトレードオフ</li><li>• QOLなどベネフィットの定量化、貨幣換算や公平性を視点に入れた展開</li></ul> <p><b>3. 環境低負荷型システムへの遷移過程の対応方策</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 水システムや廃棄物処分システムなどが都市基盤システムの大きな変化をもたらす可能性</li><li>• 一定の地域を対象とした場合、水システムなどはより広域の後背地域を念頭において長期的な展開が必要</li></ul> |
|---|

13

図 4.2-1 都市環境研究分野の今後の課題

##### 第2グループの提案課題(2)

#### 水環境研究分野の今後の課題

- |   |
|---|
| <p><b>1. 健康と生態系の研究</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• N, Pなどの汚染物質に加え、医薬品関係などの化学物質</li><li>• 高齢化等の社会的背景や発生源(医薬品のみならず畜産関係の抗生物質利用の可能性あり)の多様性からの基礎的な研究</li><li>• 病原微生物</li></ul> <p><b>2. 流域管理研究の展開</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 最適水準達成までのデータと対策の統合化研究</li><li>• 海域や内湾域等の最適水準の検討<br/>過剰(N, Pなど)と不足(Si, Feなど)の両側面</li><li>• コストおよび、ローカル・グローバルとのバランスからの最適水準の検討</li></ul> <p><b>3. 途上国対応型の技術研究</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ローコスト、ローエネルギー</li></ul> <p><b>4. 社会合意形成</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 定量的見通しと社会制度のあり方検討</li><li>• 合意形成における諸権(水利権や漁業権など)の社会科学的考察</li></ul> |
|---|

14

図 4.2-2 水環境研究分野の今後の課題

第2グループの提案課題(3)

環境経済研究分野の今後の課題

- |  |
|--|
| <p><b>1. 制度設計工学的アプローチ</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>政策オプションの丁寧な提案と評価はできていない、経済理論や政策論に基づく計量実証モデル分析、シミュレーション、実験が必要</li><li>温暖化研究の例で見れば、政策モデルはAIMモデル(京大+NIES)のみで他のモデルがない。こうしたモデルに基づくシナリオ研究必要</li><li>国際的な合意形成に資するシナリオ研究</li></ul> <p><b>2. 環境の価値評価に基づく政策研究</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>環境保全の目標決定</li><li>政策提言の目標設定やプライオリティ設定に資する研究</li><li>オプション価値に加えて、準オプション価値(生物多様性など現段階で見えていない価値)も重要</li></ul> |
|--|

15

図 4.2-3 環境研究分野の今後の課題

第2グループの提案課題(4)

循環型社会研究分野の今後の課題

- |  |
|--|
| <p><b>1. 政策効果分析、シナリオ分析、統合システム解析</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>物質フロー解析(MFA)による現状把握研究は進展しつつある</li><li>今後は、コスト評価、改善方策、将来予測、持続可能性評価などを念頭においたMFAとシナリオにもとづく研究が重要</li><li>特に気候変動対策研究、循環型社会研究</li></ul> <p><b>2. アジア地域の資源・廃棄物循環</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>循環資源、リサイクル材は、日本から中国などアジア地域への移動が2000年前後より急増、すでに移動しつつある</li><li>循環資源や廃棄物の種類による、より最適の地域スケールの検討</li><li>日本とアジアの共同研究が促進される利用自由度のある研究ファンドの必要性</li></ul> <p><b>3. 持続可能な生産技術、産業エコロジー的研究の展開</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>静脈技術や過去の遺産対策の展開とともに、生産技術の持続可能型生産技術の開発と持続可能な消費の検討が重要</li></ul> |
|--|

16

図 4.2-4 循環型社会研究分野の今後の課題

第2グループの提案課題(5)

その他の社会研究課題

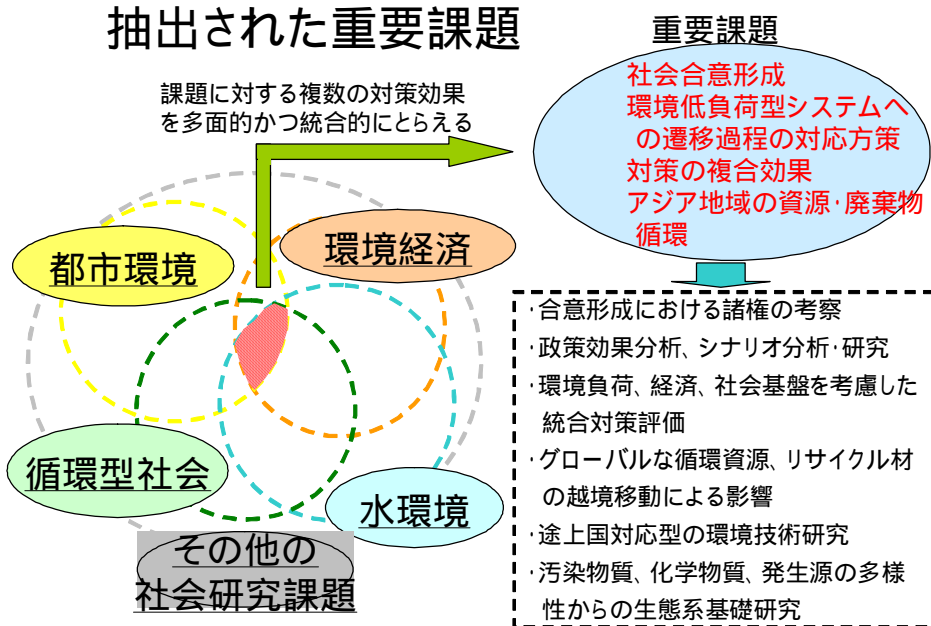
1. 大気汚染に対する社会対策研究
  - ・ VOCや酸性雨など、対応が不十分な大気汚染物質対策
  - ・ 自動車に関わる観測研究と社会経済研究
2. 環境の全体像把握のためのモニタリング研究
  - ・ 情報技術(GPS、ICタグなど)を用いた環境と物流の全体像把握のためのモニタリング研究
  - ・ 自動車、不法投棄、ノンポイントソースなど、既存の計測技術中心の対応では把握と対策が困難な問題が山積
  - ・ 対策コストは比較的かからず、効果は大きい可能性あり
3. 環境保全技術開発の多面的展開
  - ・ 他への環境負荷、コストを考慮した持続可能な技術
  - ・ ノンポイントソース汚染対応型の環境保全技術

17

図 4.2-5 その他の社会研究分野の今後の課題

図 4.2-6 に第 2 グループの検討のステップと抽出された重要課題を示す。抽出された重要課題は、社会合意形成、環境低負荷型システムへの遷移過程の対応方策、対策の複合効果、アジア地域資源・廃棄物循環の 4 課題である。それぞれの重要課題に関連する研究を図中の波線内にまとめた。

第2グループ(社会生活への影響)において  
抽出された重要課題



10

図 4.2-6 第 2 グループの重要課題抽出

### 4.3 第3グループ（自然への影響）の討議内容

本グループでは人間の生産活動に伴う原因（資源採取、地表面改変、利用・廃棄）が、自然（大気圏、水圏、陸圏、生態圏）へ及ぼす影響を空間、時間、経済レベルの軸で整理、分類し（表 4.3-1）、更に科学技術の優位性、環境保護、発展途上国支援、国際協力への貢献などの戦略的視点から重要課題を抽出した。

表 4.3-1 今後重要と考えられる提案課題(1)

#### 第3グループの提案課題(1)

	研究課題	空間	時間	システム	経済レベル
温暖化 気候変動の 顕在化	温暖化に伴う海洋生態系への影響モニタリングと脆弱性評価	沿岸～海洋	中期～長期	観測～予測	
	温暖化に伴う海洋循環変化の計測と予測	地域～海洋	中期～長期	観測～予測	
	大気組成変動に伴う地域気候変動の検出と予測	地域～大陸	中期～長期	観測～予測	
	温暖化による陸域生態系への影響モニタリングと脆弱性評価	地域～大陸	中期～長期	観測～予測、 対策	
	温暖化対策のための農業技術の開発とその影響	地域～大陸	中期～長期	評価、予測、 対策	発展途上国～ 先進国
	温暖化に伴うバイオームタイプ境界域での生態系変化の解明	大陸～地球	中期～長期	観測～予測	
	栄養段階や生活史特性による温暖化環境への生態系への適応の違いの解明	地域	中期～長期	観測、評価	
	京都議定書対応の植林技術の開発と環境影響評価	地域、国	短期～中期	観測～予測、 評価、対策	
気候変動に対する地域社会の適応可能性に関する評価と適応能力の強化に関する研究	地域、国	中期～長期	評価、対策	発展途上国～ 先進国	

18

表 4.3-1 今後重要と考えられる提案課題(2)

#### 第3グループの提案課題(2)

	研究課題	空間	時間	システム	経済レベル
グローバル 大気汚染 (オゾン等の大陸間影響)	グローバル大気汚染による農作物と生態系への影響評価	地域、国	短期～中期	観測～予測、 評価、対策	
	グローバル大気質変動の観測と予測	都市、大陸、 地球	短期～中期	観測～予測、 評価	
	グローバル大気汚染の生態影響と健康影響	都市、地域	短期～中期	評価、予測	発展途上国～ 先進国
	アジア越境大気汚染とグローバル大気汚染の対策	地域、大陸、 地球	中期～長期	対策	発展途上国～ 先進国
境界化と農村の 疲弊	メガシティ化と大気汚染・局地気象変化	都市、地域	短期～中期	観測～予測、 評価、対策	発展途上国～ 急発展国
	メガシティの成長メカニズムと変容過程	都市、地域	中期	観測～予測、 評価、対策	発展途上国～ 急発展国
	人口減少地域における「軟着陸」戦略：自然環境の復元と地域コミュニティの適応支援	地域～国	中期、長期	評価、予測	急発展国～ 先進国
沿岸域の 海洋汚染	化学物質による地球規模海洋汚染の把握と影響評価	沿岸～海洋	短期～中期	観測～予測、 評価	
	流域から沿岸までの物質循環把握と沿岸管理への利用	沿岸～海洋	中期～長期	観測～予測、 評価、対策	
	沿岸域の改変とその影響評価	地域	短期～中期	観測～予測、 評価、対策	

19

表 4.3-1 今後重要と考えられる提案課題(3)

第3グループの提案課題(3)

	研究課題	空間	時間	システム	経済レベル
帯林(北方林) 生態系多様性の機能変化(熱)	北方林生態系の環境変動に対する脆弱性の評価と対策	地域、大陸	中期～長期	評価、予測	
	熱帯林における生物種多様性と生態系機能の対応機構の解明	地域、大陸	中期～長期	観測～予測、評価	発展途上国
劣化する新たな環境変化とG影響	発展途上国の発展に伴う環境劣化と農作物や生態系への影響評価	地域、国	短期～中期	観測～予測、評価	発展途上国～急発展国
	発展途上国における環境アウェアネスの浸透過程の解明と環境対策の強化	国	中期～長期	観測～予測、評価、対策	発展途上国～急発展国
開発に伴う新たな技術の影響評価	外来種、もしくは遺伝子操作生物を用いた農業・環境改変技術の自然環境への影響評価	地域、国	短期～中期	評価、対策	
	二酸化炭素海洋固定に伴う環境影響評価	地域、海洋、地球	中期～長期	観測～評価、対策	

20

図 4.3-1 に第 3 グループの検討したステップと抽出された重要課題を示す。抽出された重要課題は、 温暖化に伴う生態圏への影響モニタリングと脆弱性評価、 グローバル(越境)汚染による我が国への影響評価、 メガシティ化による環境影響とその対策の 3 課題である。それぞれの重要課題に関連する研究内容を図中の波線内にまとめた。

第3グループ(自然への影響)において抽出された重要課題

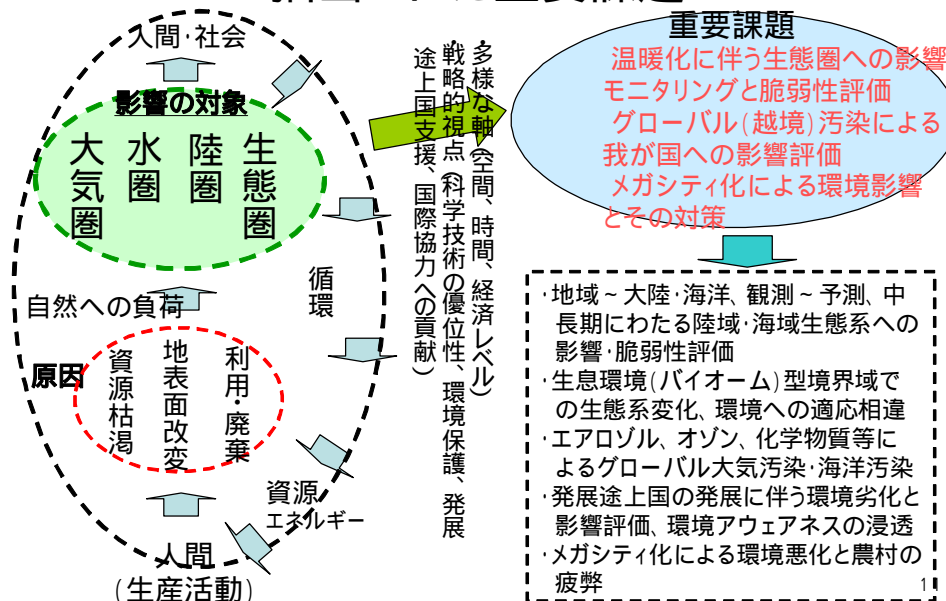


図 4.3-1 第 3 グループの重要課題抽出

図 4.3-2 は抽出された重要課題の研究対象軸と研究内容をまとめたものである。

### 第3グループの提案課題

## 戦略的視点から抽出した重要課題

### 1. 温暖化に伴う生態圏への影響モニタリングと

#### 脆弱性評価 (科学技術的に我が国のプレゼンスを高める視点から)

軸: 空間(沿岸～大洋、地域～大陸) 時間(中期～長期)  
システム(観測～予測)

- ・陸域・海洋生態系の影響モニタリング、脆弱性評価
- ・生息環境(バイオーム)型境界域での生態系変化の解明
- ・栄養段階、生活史特性などによる環境への生態系適応の相違機構の解明
- ・気候変動に対する地域社会の適応可能性
- ・海洋循環変化の計測と予測
- ・陸域・海洋における物質循環の把握と管理

21

図 4.3-2 戦略的視点から抽出した重要課題(1)

### 第3グループの提案課題

## 戦略的視点から抽出した重要課題

### 2. グローバル(越境)汚染による我が国への影響評価

(我が国の環境保護、国際協力の視点から)

軸: 空間(沿岸～大洋、地域～大陸)、時間(中期～長期)  
システム(観測～予測)

- ・エアロゾル、オゾン、化学物質等によるグローバル大気汚染・海洋汚染
- ・農作物と生態系への影響評価
- ・大気質変動の観測と予測
- ・生態影響と健康影響

### 3. メガシティ化による環境影響とその対策

(発展途上国への支援)

軸: 空間(都市、地域、国) 経済(発展途上国～急発展国)  
時間(短期～中期) システム(観測～予測、評価、対策)

- ・発展途上国の発展に伴う環境劣化と農作物や生態系への影響評価
- ・発展途上国における環境アウェアニスの浸透過程の解明と環境対策の強化
- ・自然環境の復元と地域コミュニティの適応支援

22

図 4.3-2 戦略的視点から抽出した重要課題(2)

## 4.4 第4グループ(国としての取り組み)の討議内容

### 4.4.1 基本的考え方と政策提言

本グループは、他の検討グループと次元の異なる視点すなわち国の立場から取り組むべき重要課題を抽出しようとしたものである。まず問題を整理するため、「環境への取り組みについての基本的考え方」、「我が国が取るべき政策への提言」、「研究開発の推進計画・体制・方策への提言」の3つの視点から、討議し、考え方や提言をとりまとめて提示した。

図4.4-1は環境への取り組みについての基本的考え方を、環境倫理、環境立国、国の役割からそれぞれ整理したものであり、図4.4-2は研究開発の推進計画、体制、方策への提言を、図4.4-3～図4.4-7には我が国が取るべき政策への提言を総論、市民社会とのコミュニケーション、人材育成、環境マネジメント、国際戦略別に整理したものである。

#### 環境倫理

現世代への要請:

将来世代の開発の権利と健全な環境での生存の権利を守る責任

国民・社会への要請:

需給のアンバランスによる大量廃棄物が発生する生産形態、資源・エネルギー生産性の低い経済を転換する責任(無限の物質的成長シナリオからの自覚的脱却)

生産者・供給者への要請:

生産物・供給物の回収・再利用・安全な廃棄の責任(循環経済への転換)

28

図4.4-1 基本的考え方(環境倫理)

#### 環境立国とは

環境と調和した持続可能な社会の実現  
経済発展の原動力としての環境技術の開発  
環境分野における国際的リーダーシップの発揮  
環境先進国という国民的プライドの形成

29

図4.4-1 基本的考え方(環境立国)

## 国の役割

環境問題の長期的な目標設定に基づき指導力を発揮すること  
環境容量や資源エネルギーの限界に関する正しい認識を提示  
するとともに、持続可能性という概念を国民に普及すること  
持続可能な社会の実現のための社会システムのあり方について  
ビジョンを提示すること  
持続可能性に係る環境基準が市場メカニズムに組み込まれる  
よう必要なインセンティブを構築すること  
資源の枯渇、環境の劣化、生態系の破壊という生存権の劣化  
から国民なかつく次世代の国民を守ること(予見原則)  
環境の世界戦略を構築し国際社会において主体的な役割を担う  
こと

30

### 図 4.4-1 基本的考え方(国の役割)

#### 研究開発の推進計画、体制、方策等に関する提言

国の環境に関する様々な基本計画の内容を第3期  
科学技術基本計画に反映  
革新的な技術の開発と技術移転の両面で環境技術  
戦略を確立し、国際的な主導権を確保  
MOT(技術経営)に不可欠な技術の総合的評価手法  
の開発  
長期、継続的な環境モニタリングの実施  
研究基盤として不可欠な基本的な環境データ(材料等)  
や生物資源等の整備  
優秀な外国人研究者の登用

### 図 4.4-2 研究開発の推進計画、体制、方策への提言

#### 総論

持続可能な社会像の提示と国民的コンセンサスの  
形成  
環境立国の理念の確立による国際的リーダーシップの  
発揮  
環境に関する様々な基本計画の整合性ある統合と、  
ロードマップに基づく政策推進(各種情報を統合し、  
全体像を把握する「シンセシス」な思考プロセスによる  
政策展開)  
環境立国実現の重要な担い手としてNPOなどの市民  
団体の育成

23

### 図 4.4-3 政策提言(総論)



## 市民社会とのコミュニケーション

生産者側、行政側の情報発信のみによる合意形成は困難。正確な情報提供とともにそれを基礎とした多様な国民意見を受容するという大胆な発想の転換と手法の開発

2005年から始まる「持続可能な開発のための教育10年」の一環としての環境教育の充実(豊かな生活とは何か、自然と環境保護の意義、省資源・省エネルギーの大切さ等)

市民学習、生涯学習の充実による環境問題に対する国民の意識と参加・協力の意欲の向上

市民の意識レベルの向上や意見形成における専門家のリーダーシップ

26

図 4.4-4 政策提言(市民社会とのコミュニケーション)

## 環境マネジメント(効率性を基本とした容量型)

資源・エネルギー消費量の減少と経済発展との両立  
安全性/リスクの評価を踏まえた合理的な政策推進  
(行政へのQC的手法の導入)

省エネルギーの推進/エネルギー利用の高効率化/  
代替エネルギーの開発

資源の循環システムの確立による廃棄物の最小化

24

図 4.4-5 政策提言(環境マネジメント)

## 人材育成

環境研究の分野としての確立、環境研究者のステータス向上・安定等環境研究を志す人材へのインセンティブ

環境を俯瞰的に見られる(「シンセシス」な思考のできる)専門家の育成

環境に関する専門職大学院、MOT教育制度の充実による環境エキスパートの育成

産業界における環境実務者育成と技術の継承

25

図 4.4-6 政策提言(人材育成)

## 国際戦略

持続可能性をベースとした国際的アライアンスの推進を日本の国際戦略の一つとして位置づける  
途上国の特性に応じた持続可能なシナリオの提示  
アジア・太平洋地域を中心とした環境、災害観測・評価・予測システムの構築  
近隣アジア諸国に対する資金支援にとどまらない科学者、技術者が関与する研究協力、人的支援  
先進国の資源利用に起因する途上国の資源枯渇に対する定量的評価と利用の適正化、回復への貢献

27

### 図 4.4-7 政策提言（国際戦略）

#### 4.4.2 重要課題

整理された基本的考え方、研究開発の推進方策等への提言、我が国が取るべき政策への提言に基づき、事前に行ったアンケートの集計結果も参考としつつ、今後優先的に取り組むべき課題等を社会的な重要課題、科学技術的重要課題に分類、整理して重要課題を抽出した。更にそれら重要課題から特に優先性の高いと思われる最重要課題を選定し、次回ワークショップでの検討課題として提案した。図 4.4-8、図 4.4-9 はそれぞれ社会的な重要課題及び科学技術的重要課題として抽出されたものである。図中赤字は最重要課題を表す。

#### 社会的な重要課題

- ・環境立国の理念の確立による国際的リーダーシップの発揮
- ・持続可能な社会像の提示と国民的コンセンサスの形成
- ・持続可能な資源・エネルギーへの移行のシナリオの提示
- ・都市・農村・森林の共生関係をベースとした循環型生産モデルの構築
- ・持続可能性の様々な指標の開発と市場メカニズムへの導入（製品の環境指標の開発と認証を含む）
- ・環境立国推進の重要な担い手としてNPOなどの市民団体の育成

31

### 図 4.4-8 社会的な重要課題

#### 科学技術的重要課題

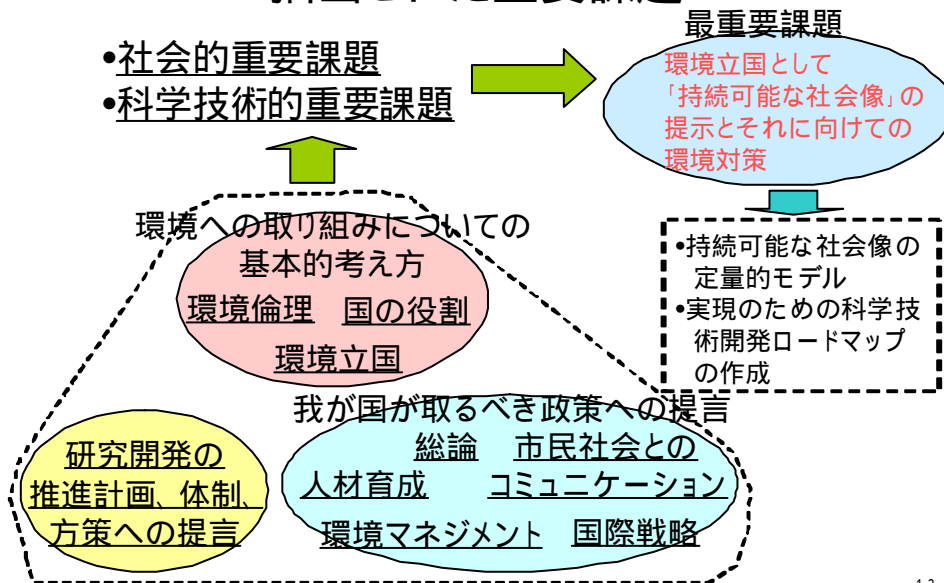
- ・持続可能な社会像の定量的モデルと実現のための科学技術開発ロードマップの作成
- ・環境分野におけるイノベーションを促進する研究評価手法の開発
- ・発展途上国の環境問題の多様性に対応したイノベティブな最適技術の開発
- ・市民とのコミュニケーションにおいて中核となりうる環境インタープリター、科学ジャーナリスト、ポピュラーサイエンティスト等の育成
- ・研究基盤（知的基盤（材料データベース、生物資源、研究評価手法等）、計測・観測技術の高度化等）の確立への重点投資

32

### 図 4.4-9 科学技術的重要課題

図 4.4-10 に第 4 グループの検討したステップと抽出された重要課題を示す。抽出された最重要課題は、環境立国として実現すべき「持続可能な社会像」の提示とそれに向けての環境対策(シナリオと科学技術開発ロードマップ)の 1 課題である。非常に大きなテーマであるが、環境問題の研究開発戦略を策定する上で、持続可能な社会像を具体化し、その社会像に向かって将来的に克服しなければならない科学技術開発についての推進方策を明確にすることは、環境立国を目指す我が国にとって大変重要な基本的課題である。

### 第4グループ(国としての取り組み)において 抽出された重要課題



12

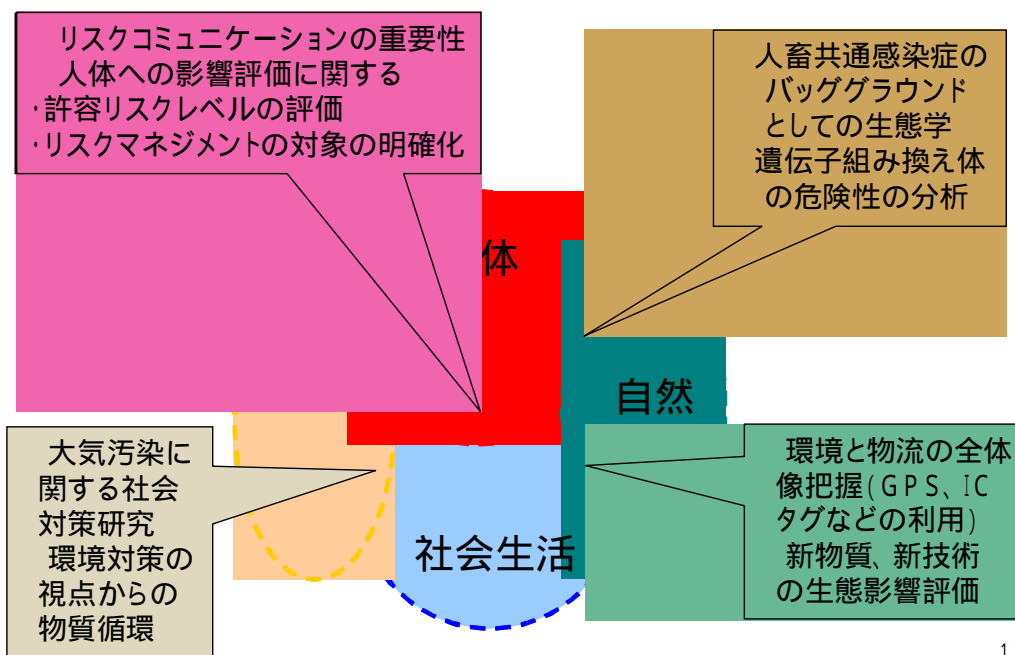
図 4.4-10 第 4 グループの重要課題抽出

#### 4.5 各グループにまたがる課題

本ワークショップでは、重要と思われる課題を広範かつ網羅なく抽出するためにグループ討議を行ったが、グループ間にまたがる課題については全体討議で議論することで、各グループが相互に関係すると思われる課題について提案のみを行った。グループ間にまたがる課題を図 4.5-1 に示す。

今回のワークショップでは時間的制約もあり、十分な検討ができなかったが、これらの課題については、今後、その重要性、緊急性も考慮して内容の具体化を検討する。

### 各グループにまたがる課題



13

図 4.5-1 ワークショップでのグループ間にまたがる環境課題

#### 4.6 他研究分野に関連する課題

今回のワークショップでは、我が国の第2期科学技術基本計画の重点分野の一つである環境分野の範疇をベースに、課題を抽出したが、環境分野の研究は、人間への影響からの視点で考えると、ライフサイエンス分野で取り扱った方がよいもの、また、相互の研究分野で連携して行った方がよいものなど、研究内容、研究規模(横断的研究の必要性)、研究の効率化(研究体制、研究費)など、多岐にわたる検討が必要となる。

他研究分野に関係する課題をリストアップする(表4.6-1)。

表 4.6-1 他研究分野に関係する環境課題

### 他研究分野と関係した課題

免疫系などに関するライフサイエンスとのクロストーク  
バイオテクノロジーやナノテクノロジーによる汚染  
物質の除去  
パーソナルモニタリング(ナノレベル、リアルタイム)  
高度情報システムによる観測・予測の高度化  
高感度先端計測機器の開発

#### 4.7 推進方策についての提言

各グループの討議において、個々の研究課題とは別に、研究の推進方策について、研究者の立場から現状の問題点や不都合な点、またより効果的かつ効率良く研究を推進するための方策について議論がなされた。それらの議論内容から意見を集約し、推進方策についての提言としてまとめた。その結果を表 4.7-1 に示す。

表 4.7-1 環境研究推進方策についての提言

### 推進方策についての提言(1)

#### 進め方

原因からだけでなく現象からのアプローチ  
外因からだけでなくエンドポイント、ライフステージ  
からのアプローチ  
環境経済を考慮したアプローチ  
住民、市民団体(NPOを含む)参加、研究と社会の  
接点からのアプローチ  
縦型科学技術から横断型科学技術への展開

15

### 推進方策についての提言(2)

#### 体制など

人材育成  
環境教育指導者、環境エキスパート、環境対策  
実務者の育成  
環境データ、生物資源データ、リスク評価基準の整備  
観測・評価・予測システムの構築(拠点形成含む)  
国際戦略、アジア諸国との研究協力体制の構築  
ファンディングの多様化(10年間のファンディング等)

16

## 5. 討議結果

全体討議、グループ討議を行い、本ワークショップでは、開催趣旨であげた、環境問題（観測、理解、評価、予測、対策）、環境適合社会のビジョン、国として取り組むべきこと、について広く環境分野の有識者に参加頂き、重要課題の系統的抽出と意見の集約、形成を行うことができた。

### 5.1 全体総括

代表コーディネータである国立環境研究所、合志陽一理事長より、本ワークショップのまとめとして「消費大国日本は世界に何をリターンするか」との問いかけで、優れた科学技術と良質の製品（環境科学・環境技術）の提供、を可能にする基盤としての心身共に活力ある社会（環境研究の充実と良い環境の実現）の重要性が述べられ、引き続き、各グループの討議結果が紹介された。これによりワークショップ開催の目的が十分、達成されたこと、また、今回抽出された重要課題をはじめ顕在化する可能性のある環境問題についての取り組みとして 正確な実態の認識、 Strategy（戦略）と Tactics（戦術）（多面的な取り組みの必要性）、手段の重視とタイムスケジュールの概念（フロントランナーとなるために）が重要であることが強調された。

### 5.2 抽出された重要課題

抽出された重要課題とあわせ、以下に本ワークショップのまとめを示す。

## ワークショップのまとめ(1)

環境が人間に与える影響、社会生活に与える影響、社会生活が自然に与える影響、および環境問題に対する国としての取り組みの視点から重要課題を抽出した

環境問題については、すでに顕在化している課題の他に、特に今後、顕在化する可能性のある重要課題を抽出した

## ワークショップのまとめ(2)

### - ワークショップで抽出された重要課題 -

#### 人間への影響

- ・脳神経系の発達と障害
- ・胎児および経世代影響
- ・生活習慣病における遺伝と環境
- ・免疫系の攪乱

#### 社会生活への影響

- ・社会合意形成
- ・対策の複合効果
- ・環境低負荷型システムの遷移過程の対応方策
- ・アジア地域の資源・廃棄物循環

#### 自然への影響

- ・温暖化に伴う生態圏への影響モニタリングと脆弱性評価
- ・グローバル(越境)汚染による我が国への影響評価
- ・メガシティ化による環境影響とその対策

#### 国としての取り組み

- ・「持続可能な社会像」の提示とそれに向けての環境対策  
(持続可能な社会像の定量的モデル、実現のための科学技術開発ロードマップの作成)

18

### 5.3 今後の進め方

本ワークショップで抽出された重要課題の詳細な検討、優先課題の絞り込み、優先課題の研究開発推進方法の明確化などを、有識者の協力を得て行ない、研究開発戦略の立案に資する。



## 6. 結言

これまで環境分野における研究は、例えば、分野別推進戦略のイニシアチブ毎、あるいは特定のプロジェクト毎に行われることが多かった。しかしながら、環境分野は研究対象領域が広大であると同時に、観測、理解、評価、予測、対策が一体となった、総合的な取り組みが必要である。

本ワークショップでは、広く有識者に集まって頂き、環境問題、環境適合社会のビジョン、国としてなすべきことについて議論することで、環境問題に関する広範な研究開発課題を整理した。更に、「理解」、「予測」についての研究開発戦略を策定するために、新たな重要課題の系統的抽出と意見の集約、形成を行うことができた。

抽出された重要課題は、更に、詳細な検討、優先課題の絞り込み、優先課題の研究開発推進方法の明確化などを進め、研究開発戦略の立案に資する予定である。

最後に、本ワークショップのコーディネートをして頂いた合志陽一、黒田洋一郎、酒井伸一、安岡善文、加藤尚武各先生をはじめ、参加いただいた諸先生に謝意を表します。

## 7. 参考資料のリスト

### 1) 参考資料 1：事前アンケート結果

### 2) 参考資料 2：基調講演等資料

井上孝太郎（科学技術振興機構）；「科学技術の未来を展望した戦略ワークショップ（環境分野）」

合志陽一（国立環境研究所）；「水面下の環境問題」

黒田洋一郎（東京都医学研究機構）；「人間への影響」

酒井伸一（国立環境研究所）；「社会の視点からみた環境研究」

安岡善文（東京大学生産技術研究所）；「講演概要（自然への影響）」

加藤尚武（鳥取環境大学）；「科学技術未来戦略」

### 3) 参考資料 3：グループ討議での参加者によるプレゼン資料

花木啓祐（東京大学）；「都市環境分野の研究課題」

田中宏明（京都大学）；「水環境分野の研究開発の現状と到達点」

田中宏明（京都大学）；「水環境分野の研究開発課題」

新澤秀則（神戸商科大学）；「環境経済の立場から」

酒井伸一（国立環境研究所）；「循環型社会・廃棄物対策の立場から」

鈴木隆幸（荏原製作所）；「環境保全技術の研究開発と到達点」

秋元肇（地球フロンティア研究システム）；「大気圏と人間との相互作用」

石坂丞二（長崎大学）；「自然への影響 水圏の影響」

大政謙次（東京大学）；「自然への影響 生物圏(陸域)への影響」

甲山隆司（北海道大学）；「環境変化の生態圏影響」

柴崎亮介（東京大学）；「土地利用と環境影響」

## 参考資料

### 参考資料1：事前アンケート結果

ワークショップ開催前に参加者へ事前アンケートの回答を御願ひした。アンケート設問内容は、環境分野における 今後 10 年間に於ける重要な研究開発課題、 今後 (20~30 年) 重要となる研究開発課題、 科学技術基本計画に対する意見、提言、 本ワークショップにおいて議論すべき内容などである。なお、 環境問題解決に対し、我が国が取るべき政策に関する提言に関しては、その意見を第 4 グループ討議に反映させた。

## アンケート結果の分析(1)

### 今後10年間に於ける重要な研究開発課題

\*科学技術基本計画(環境分野)  
イニシアティブ研究分類

#### 地球温暖化研究\*

- ・多様なスケールでの環境? 生物系の制御機構と変化応答の解明
- ・気候変動に関する国連IPCC報告書作成への参画

#### ゴミゼロ型・資源循環型技術研究\*

- ・循環型社会の構築技術(リサイクル技術、CO<sub>2</sub>隔離・固定化技術等)
- ・ライフサイクルを考慮した環境負荷削減技術
- ・エコ・イノベーションの拡散・普及戦略とその社会への効果に関する研究
- ・持続可能性についての指標の開発とガバナンスへの活用手法についての研究

#### 自然共生型流域圏・都市再生技術研究\*

- ・砂漠化防止、土壌汚染防止・浄化のための研究
- ・森林破壊防止のための研究
- ・都市・農村・森林の共生関係復活のための研究、安全食料生産に関する研究

#### 化学物質リスク総合管理技術研究\*

- ・化学物質のデータベース構築

#### 地球規模水循環変動研究\*

- ・陸域圏・大気圏と海洋圏の相互作用(例えば水循環、エアロゾルの変化の海洋への影響や海洋の変化に伴った陸・大気の変化)

2

## アンケート結果の分析(2)

### 今後(20 - 30年)重要となる研究開発課題

- ・地球温暖化対策技術研究
- ・CO<sub>2</sub>排出量の推算(LCA)と排出量リアルタイム測定技術研究
- ・新エネルギーを利用する社会インフラおよび社会制度の評価技術研究
- ・環境対策バイオ技術の積極利用研究
- ・環境耐性植物の開発による大規模砂漠の緑化システム研究
- ・海の砂漠化防止の研究
- ・合意形成の問題、社会全体の価値観の問題に切り込む研究
- ・自然科学と人文社会科学研究の融合による環境対策研究
- ・人口・食料・エネルギーのソフトランディングを目指したシナリオ研究
- ・新たな生活環境全般の変化に伴う健康インパクト、リスクの評価研究と適応策
- ・化学物質の新しい影響評価法・診断方法の確立を目指した研究
- ・ライフステージを考慮した環境化学物質の長期微量暴露によるリスク評価研究
- ・途上国の貧困問題解決のための研究
- ・持続可能な人間満足度(Eco-sufficiency)の指標の開発と活用に関する研究
- ・持続可能性の高い社会を支えるための環境マネジメント研究
- ・持続可能な資源循環型社会に関する研究

3

## アンケート結果の分析(3)

### 科学技術基本計画に対する意見、提言

- ・環境基本計画との整合性
- ・「環境立国」構想実現、競争力向上に結びつく方策
- ・全地球システムを視野に、協調のとれた国際化の推進
- ・研究分野にまたがる横断型で戦略的な環境統合プロジェクト群による研究推進
- ・萌芽的研究を的確に見抜く人材育成、教育・学習・訓練の充実
- ・将来にわたって、活力が維持される持続可能性を考慮した計画
- ・重点投資と研究者の能力配分を考慮した無駄のない重点化
- ・これまで全く取り上げられなかった「シンセシス」型の研究への配慮
- ・次世代を支える研究者がアイデアを出せるような育成システム
- ・先行性を重視し、人間を中心とした視点からの科学技術(研究計画)を追加

4

## アンケート結果の分析(4)


### 本ワークショップにおいて議論すべき内容

- ・地球温暖化による健康へのインパクト評価研究の推進法
- ・持続可能な社会の形成に至るまでのロードマップと研究課題の組織的推進方策
- ・環境立国のビジョンを明確にし、環境外交で国際貢献できるための方策
- ・研究者・技術者の養成、国民の合意形成に重要な教育・人材育成
- ・化学物質の複合影響や個体の感受性に焦点を当てたリスク評価、削減方法
- ・発展途上国の貧困とリンクした環境問題の解決法
- ・各種情報の統合による全体像の把握とその相互作用を網羅するシンセシスなるプロセスの実施、制御によるより良い未来の構築方法
- ・グローバル化の急速な進展に伴う経済的にインパクトの大きいリスク問題
- ・新たな技術開発の導入に伴う前向きな環境リスク評価、対応策研究
- ・専門研究分野にとらわれず共通の問題認識を得る方法

5


参考資料 2 : 基調講演等資料

井上孝太郎(JST) ; 「科学技術の未来を展望した戦略ワークショップ(環境分野)」



**科学技術の未来を展望した  
戦略ワークショップ(環境分野)**  
 - 環境分野における今後の課題と方策 -  
  
 井上 孝太郎  
 独立行政法人 科学技術振興機構  
 研究開発戦略センター


1



**内容**  
  
**研究開発戦略センターの概要**  
**戦略ワークショップについて**

- ・開催趣旨
- ・ワークショップの進め方
- ・ワークショップに期待する成果


2



**研究開発戦略センターの概要**

- 平成15年度から、独立行政法人科学技術振興機構(JST)において研究開発戦略の立案機能を抜本的に強化するために新たに設置された組織。
- JSTのファンディング・エージェンシーとしての研究開発戦略を立案するとともに、我が国全体の研究開発戦略の検討にも貢献。

3



**研究開発戦略センターの主要機能**

内外の研究開発動向に関する情報を収集・分析し、研究開発戦略を立案。

研究開発戦略立案に資する情報

- ・科学技術分野の全体的研究実施状況
- ・注目される最新の成果、有力研究者
- ・急速に発展する領域、萌芽的分野

社会・経済ニーズの分析から今後必要となる研究開発課題を体系的に抽出、科学技術の将来を展望し、夢やビジョンを探る。

研究成果の計量的分析手法、評価手法等の開発。

JST

JSTの基礎的研究事業の運営方針決定

- ・戦略目標にもとづく戦略的創造研究推進事業の研究領域の設定
- ・研究総括、領域アドバイザー等の選考

新規施策の提案、新規事業の形成

JSTの研究成果の計量的分析、評価

文部科学省  
総合科学技術会議等

国の研究開発戦略の立案

基礎研究の戦略目標の策定

国内外研究状況把握

新規施策、新規事業の立案

企業、大学等

研究開発戦略の立案

産学連携先の検討

研究開発投資分析

研究者リクルート

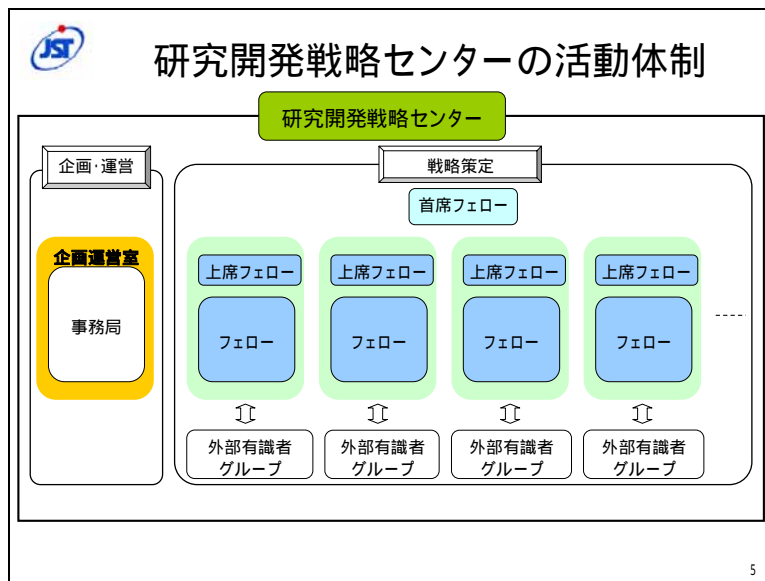
国民、社会

科学技術の将来展望

科学技術の夢やビジョンの形成

科学技術の全体像の把握

4



- ### 研究開発戦略センターの首席 / 上席フェロー
- ・首席フェロー  
野依 良治
  - ・上席フェロー
    - 生駒 俊明 情報通信分野など
    - 村井 眞二 ナノテクノロジー・材料分野など
    - 井上 孝太郎 環境・エネルギー分野など
    - 江口 吾朗 ライフサイエンス分野など
    - 石田 寛人 海外科学技術動向など
    - 臼井 勲 研究システムなど (事務局長兼務)
- 6

### 戦略ワークショップ開催趣旨

環境分野における、

- ・我が国として重要な研究開発の推進
- ・研究開発に対する国民の理解と信頼の形成を図るべく、広く学識経験者に集まって頂き、
- ・環境問題(理解、評価、対策を含む)
- ・環境適合社会のビジョン
- ・国としてなすべきこと

について議論し、研究開発戦略の策定に資する。

7

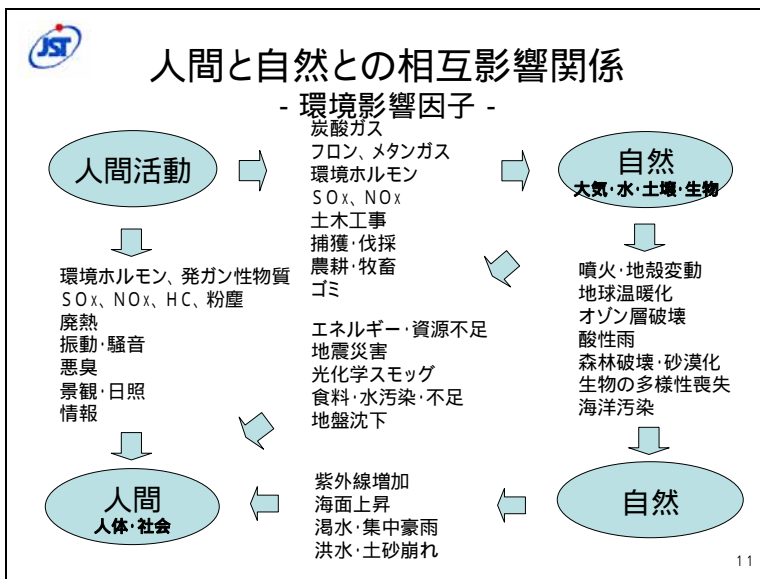
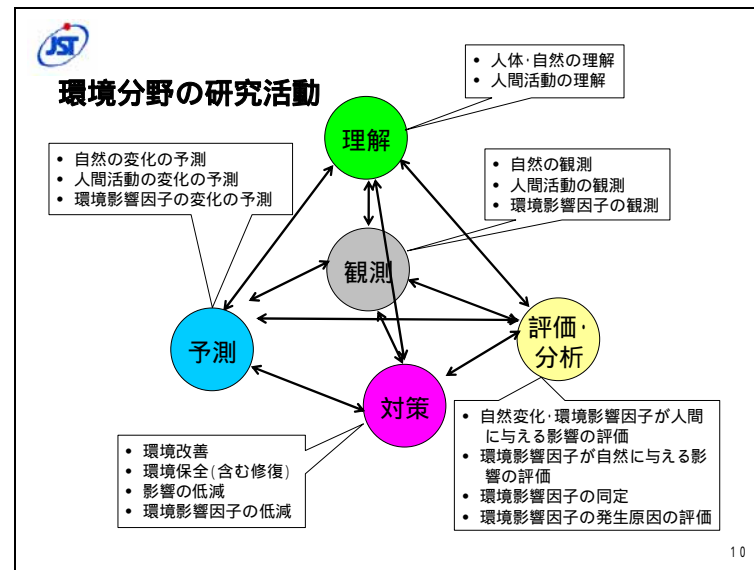
- ### 環境課題の特徴(1)
- ・研究領域が自然科学から社会科学にまたがる
  - ・環境と人間の諸活動(生活、生産、移動、文化創造等)とが表裏一体的に関係
  - ・コンセンサス形成が不可欠
  - ・科学研究と応用技術開発の両面からの取り組みが必要
  - ・理解、評価、対策が一体となった、科学技術的視点と社会的視点の両面からの取り組みが重要
  - ・先進国、発展途上国を交えた国際協力が要求される
- 8

**環境課題の特徴(2)**

21世紀は深刻さ、複雑さが進展

<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域問題</li> <li>・物理化学的環境保全</li> <li>・行政対応型</li> <li>・成長経済社会</li> <li>・一国対応</li> <li>・都市型環境問題 (一国内に限定)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>・地球規模問題</li> <li>・生態系保全</li> <li>・市民参加型</li> <li>・持続的発展社会</li> <li>・国際協調行動</li> <li>・都市型環境問題 (世界的な広がり)</li> </ul>
--	--	--

9



**検討の視点と切り口**

多様な視点からの課題抽出

- ・理解、評価、対策の各側面から
- ・科学技術と社会システムの両面から
- ・顕在化したものと潜在しているもの

本ワークショップでの切り口

攪乱するもの(対人体、対社会生活、対自然)

+

国としての環境への取り組み(国民意識の向上、合意形成、諸政策との調和・整合性等)

12



## ワークショップの進め方

代表コーディネーター: 合志 陽一先生  
(独立行政法人 国立環境研究所理事長)

1. 全体討議(1)  
討議内容に対する方向性の確認  
(基調講演、事前アンケートによる分析および  
全体討議)
2. グループ討議  
(現状の把握、重要課題の抽出、分類、課題への  
アプローチの明確化など)
3. 全体討議(2)  
グループ討議結果の発表とまとめ

13



## ワークショップに期待する成果

- ・重要課題の抽出\*  
(顕在化/潜在している環境問題)
- ・環境問題に対する対応策の提示\*
- ・取り組み方法の提示  
(限られた人材、時間、資金を効率的かつ  
効果的に活用する方策・体制)

\*注: 環境問題に対する科学技術の役割を明確にする。


14



Jan. 23,24, 2004  
 科学技術未来戦略ワークショップ  
 高輪プリンスホテル

# 水面下の環境問題

国立環境研究所  
 合志 陽一



## 環境問題とは

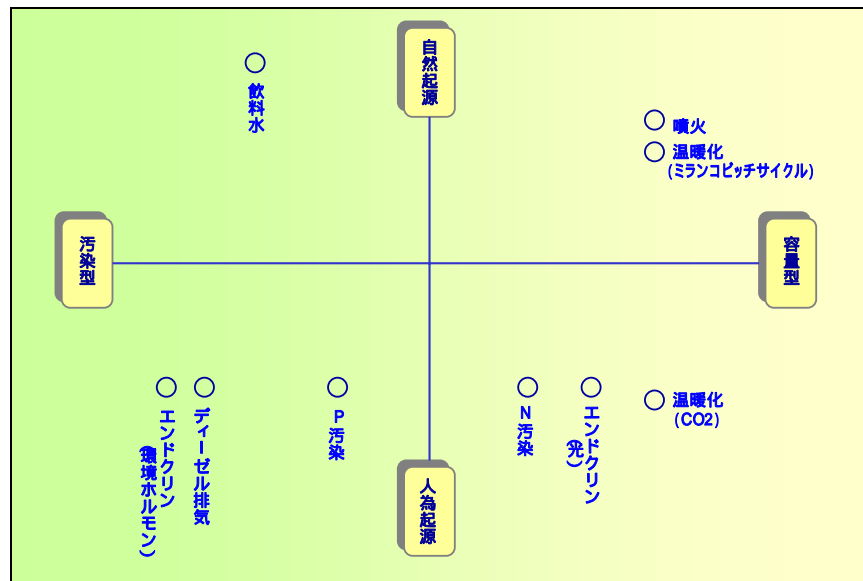

環境

- ・ 自分以外(周囲)
- ・ 周囲とのやりとり

物質  
 エネルギー  
 情報

〔 自然環境  
 人工環境

容量型の環境問題  
 汚染型の環境問題

## 未来を語ることの難しさ

- ・ S.P. シュナーズ  
 (メガミステイクより)
- ・ 森谷 正規  
 (日本の予測例より)

未来予測評価  
 (的中率20~30%)

## 大型ナショナルプロジェクトの追跡調査

期間 (年)	名称	研究費総額	成 実用化	果 波及効果 (10年間)
81 - 89	細胞大量培養技術 プロジェクト	38億円	4億円	80億円
81 - 89	科学技術用高速計算シ ステムプロジェクト	195億円	13億円	1300億円
84 - 93	スーパーヒートポン プエネルギー集積 システム	109億円	24億円	150億円

しかし、未来(あるいは未知)を  
議論しなければならない



## 環境問題に取り組むとき

過去に学ぶ反省点

水俣病、イースター島、サリドマイド

水面下の環境問題を考えるときの視点

見逃さない、放置しない、あわてない

## 地球温暖化問題

アレニウス 1800年代末に予測  
(地球の気温は何によって決まるか)

IPCC 現在なお確定的な予測  
が困難

基礎研究の中に将来の環境研究が潜在する

## 環境ホルモン

- ・ ホルモン投与の影響指摘 (1950年代)

基礎研究の中に将来の環境研究が潜在する

## 水俣湾周辺域の魚貝類、鳥、ネコなどの異常

年記	魚類	貝類	海藻	鳥類	ネコ・豚など
S24 ~ S25	「まてがた」でカルワ、タコ、スズキが浮く。	工場排水溝付近の舟に「カキ」付着せず。	海藻が白味を帯び、海面に浮き出す。		
S26 ~ S27	クロダイ、グチ、スズキなどが浮上。 	アサリ、カキ、カラス貝などの空殻増加。	アオサ、テングサ、アオリ、ワカメなどが色あせ、漂流し、海藻1/3に減少。	カラス落下、アメドリが水竿でたきを捕獲可能に。	
S28 ~ S29	魚の浮上が南に拡がる、小アジが狂い回る。	貝の死滅拡がる。岸から1Km以内のカラス貝死滅。	海藻、漂流増加、被害顕著。	カラスの落下などの異常増加(海中に突入、岩に激突など)。	28年にネコ1匹狂死、29年には狂死続出、豚も狂死例。
S30 ~ S32	魚の浮上がさらに拡がる。	死滅した貝の腐敗臭。	食用海藻全滅。	異常件数増加。	ネコの狂病、狂死、行方不明増加

水俣病研究会編「水俣病にたいする企業の責任」1970年を一部抜粋・編集

## 水俣病の教訓

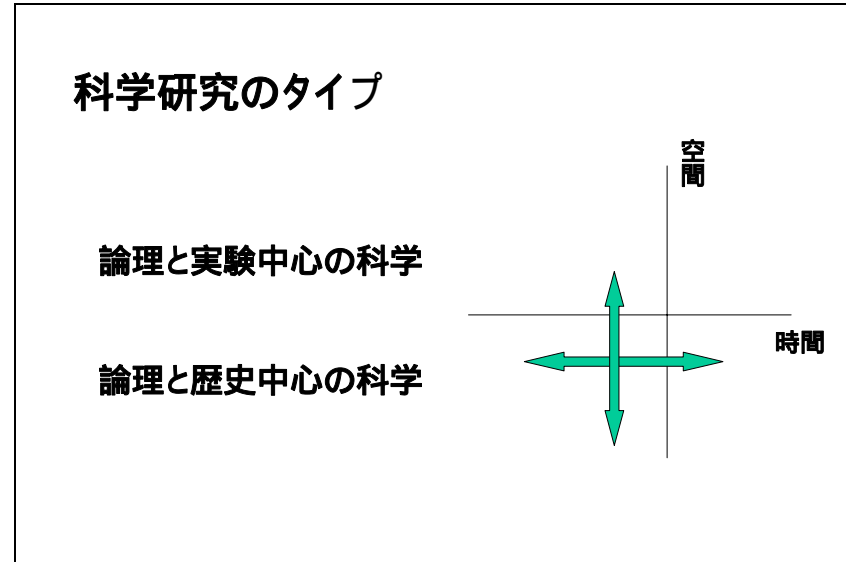
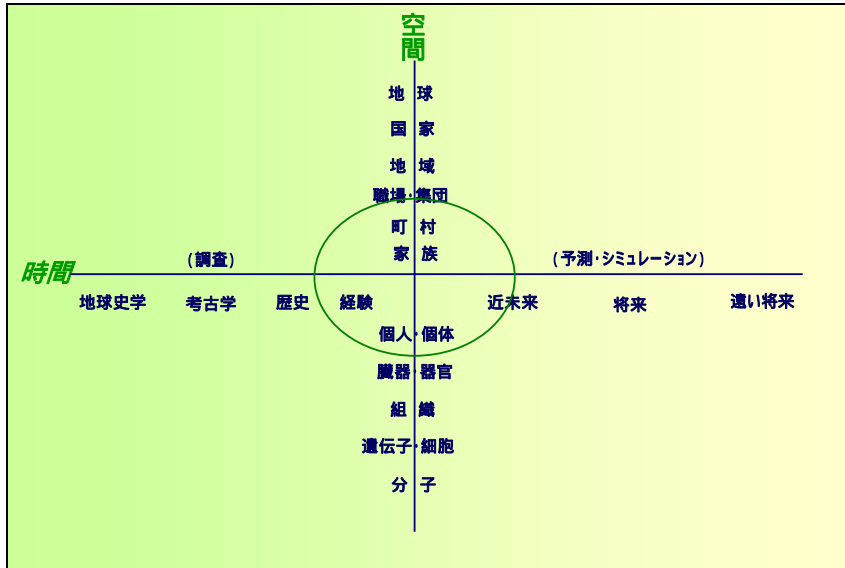
生物の異常を早期に把握し、健康被害の未然防止に役立てる。

原因不明の健康異常が発生した場合、緊急性、確実性を考え、適切な対応をとる。

「水俣病の悲劇を繰り返さないために」より

## 環境研究の難しさ

- ・ 自然の世界      自然      一部を除いて実験実証可
- ・ 生物の世界      生命      制約あるがかなり実験実証可
- ・ 人間の世界      人権      実験は極めて強く制約される



## 資源消費大国日本は世界へ 何をリターンするか

- ・ 優れた科学技術と良質の製品  
(学術文化?)
- ・ 心身共に活力ある社会が基盤  
(環境研究の充実と良い環境の実現)

- ・ 最新の科学技術 最適の科学技術  
更なる研究開発
- ・ 人間中心の視点でのアプローチ
  - ・ 場所・時間に限定されない視点(室内、野外、労働、生活)
  - ・ 成長の段階を一貫する視点
- ・ 化学物質・物質以外の汚染 (攪乱)  
(物理環境、情報環境、生物環境を含む)
- ・ 予測の功罪(あるいは絶えざる精度向上)

### グループの構成(1)

#### 1) 人間への影響:

有害物質(内分泌攪乱物質、発ガン性物質等)、遺伝組み換え食品、周辺環境(音・振動、光・電磁波、におい、情報等)が人間に与える影響の観点から

#### 構成メンバー (敬称略)

氏名	所属	専門分野
黒田 洋一郎 (コーディネーター)	東京都神経科学総合研究所	分子細胞神経生物学、中枢神経毒性学ほか
加藤 達昌	東京大学大学院脳神経医学	精神医学、神経内分泌学ほか
兜 真徳	独立行政法人 国立環境研究所	疫学、環境リスク、内分泌学、環境心理学
合志 陽一	独立行政法人 国立環境研究所	化学・応用化学・環境科学・技術論・技術史
名和田 新	九州大学大学院病態制御内科学	副腎ホルモン産生異常症の疫学、副腎再生及び肝・細胞再生、糖尿病大血管合併症の成因研究ほか
森 千里	千葉大学大学院 環境生命医学	環境生命医学、化学物質の人への影響、トキシコゲノミクス
吉川 泰弘	東京大学大学院獣医学	実験動物学、霊長類学、獣医公衆衛生学

### グループの構成(2)

#### 2) 社会生活への影響:

人口の増大と集中によって生じる水・食料問題、エネルギー・資源問題、ゴミ問題、都市問題(ヒートアイランド、都市洪水等)、光化学スモッグ、酸性雨などが都市・地域生活に与える影響の観点から

#### 構成メンバー (敬称略)

氏名	所属	専門分野
酒井 伸一 (コーディネーター)	独立行政法人 国立環境研究所 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター	環境工学、環境システム工学
鈴木 隆幸	佛住原製作所 水環境開発センター	用水・排水処理技術、有機性廃棄物有効利用技術の研究開発ほか
田中 宏明	京都大学大学院環境質制御研究センター	下水道工学、水質工学、河川水質管理、水質計測
新澤 秀則	神戸商科大学 経済研究所	環境経済学、排出権取引、京都議定書、土地利用規制
花木 啓祐	東京大学大学院水環境制御研究センター	都市環境工学

### グループの構成(3)

#### 3) 自然への影響:

地球規模の環境問題(気候変動、地球温暖化、オゾンホール、エアロゾル、水資源変動)、地域的環境問題(大気・流域・湖沼・海域、土壌の汚染)、生態系環境問題(森林破壊、砂漠化、生物の多様性喪失)等、人間生活・活動(工業・農業・林業・漁業を含む)が自然環境に与える影響の観点から

#### 構成メンバー (敬称略)

氏名	所属	専門分野
安岡 善文 (コーディネーター)	東京大学 都市基盤安全工学国際研究センター	リモートセンシング、環境計測、環境モデリング、画像計測
秋元 肇	地球フロンティア研究システム / 海洋科学技術センター	地球大気化学、対流圏オゾン、大気汚染と地球環境
石坂 丞二	長崎大学水産学部	海洋生態学、海洋情報学、海洋物理
大政 謙次	東京大学大学院農学生命科学研究科	生物環境情報工学、農業工学、植物科学、地球環境科学、生体画像計測、リモートセンシング、陸域生態系モデリングほか
甲山 隆司	北海道大学大学院地球環境科学研究科	植物生態学、群集生態学、生態系生態学
柴崎 亮介	東京大学空間情報科学研究センター	社会基盤工学(土木工学)

### グループの構成(4)

#### 4) 国としての環境への取り組み:

環境についての国民意識の向上、循環型社会への転換と国民の合意形成、環境対応型産業への取り組み、諸政策(食料・エネルギー・資源政策、公共事業・都市開発、規制・税制等)との調和・整合性、研究開発の進め方、国際協調・支援等、環境問題に対する国としての取り組みについて考える。

#### 構成メンバー (敬称略)

氏名	所属	専門分野
加藤 尚武 (コーディネーター)	鳥取環境大学	環境倫理学、倫理学原理、応用倫理学、哲学(ヘーゲル哲学)、思想史
笹之内 雅幸	トヨタ自動車株式会社 環境部	環境マネジメント
定方 正敏	東京大学大学院化学システム工学科	化学工学、燃焼工学、環境工学
安井 至	国際総合大学	無機材料設計、環境材料科学、環境総合指標ほか
山口 務	地域振興整備公団	産業公害、地球温暖化問題、CO <sub>2</sub> 削減
山本 良一	東京大学国際・産学共同研究センター	エコデザイン学(Ecomaterial, Ecodesign, LCA)、人工格子、計算材料科学
横山 宏	株式会社日立製作所 研究開発本部	環境・エネルギー、化学工学



## 今後の環境問題(研究の観点より)

- 現在すでに顕在化しているもの
- 水面下の問題
  - ◆ 人間を中心に考える
  - ◆ 基礎研究に注目する 創造力と想像力

Mission driven と Curiosity driven - 多様性が重要



## 容量型の環境問題

典型は地球温暖化

予測の信頼性をあげる必要

ネックは

- |     |                   |
|-----|-------------------|
| 機 構 | ◆ 地球科学的解明         |
| 条 件 | ◆ 人口の将来予測         |
|     | ◆ 社会(生産・消費)活動のあり方 |

大部分はおそらく水面下ではない



## 汚染型の環境問題( )

(人工)化学物質による汚染

水俣病  
 イタイイタイ病  
 DDT  
 ダイオキシンなど

経験(歴史)に学び対処の仕方は賢明になりつつある

POPs規制	} 既知の汚染物質の監視・管理
PRTR	

水面下の問題はどうか

新規物質: 輪廻の影響を徹底して追及する必要  
 混合物質: 異性体、(相)当量、指標



## 汚染型の環境問題( )

物質以外の汚染

5感にあたる影響

視覚(光、風景etc.)  
 聴覚(音、雑音etc.)  
 触覚(?)  
 (味覚、嗅覚、…物質)

総合した問題 脳・神経系

## 人間への影響

### 科学技術未来戦略ワークショップ (環境分野)

東京都医学研究機構  
黒田 洋一郎

## 持続可能な社会の維持

- ◆ 人間(ヒト)の絶対的重要性
- ◆ 一般目標:
  - ◆ 心身の健康の維持>病気・障害を持たない
- ◆ 今後の日本ではことに:
  - ◆ 高度工業化・情報化社会の持続
  - ◆ それを担う人材(知的能力・水準)の維持
  - ◆ 1脳健康・高次機能発達障害を持たない
  - ◆ 2教育システムの重要性

2

## 病気や障害の原因

- ◆ 遺伝因子  
単一原因遺伝子・・・遺伝病(患者数少ない)  
(多数が解明済み)
- 遺伝子背景
- ◆ 環境因子 ...環境病(生活習慣病など)  
化学的環境 (患者数非常に多い)  
物理的環境 多因子性、複合性  
生物的環境 (原因不明多い>現状では  
人間の環境 具体的対策なしに放置  
されている)
- ◆ 例:アルツハイマー病、ADHD

3

## 人体影響の考えられている 環境因子の著しい多様性

- ◆ 枚挙困難(水面下が必ずある)
- 1. 化学的環境因子
  - A 工業用化学物質(PCBなど)
  - B 農業・殺虫剤(DDTなど)
  - C 排気ガス(粒子状物質など)
  - D ごみ焼却物(ダイオキシンなど)

残留性有機汚染物質(Pops)

発ガン性、脳神経毒性、免疫毒性

4

2. 物理的環境因子
  - A 放射線(宇宙線)
  - B 電磁界
  - C 光線(LED・・・)
  - D 騒音

発ガン性、脳神経毒性

3. 生物的環境因子
  - A 細菌(O157など)
  - B ウィルス(AIDS, Sars など)
  - C プリオン(BSEなど)

人畜共通感染症

野生生物 > (宿主域突然変異) > ヒト

5

## “見逃さない”ためにはまず リスク評価用実験系の確立

1. 化学物質(数千から数万種)の  
スクリーニング用実験系の確立
  - A 毒性のパターンとその分子メカニズムに注目  
環境ホルモン > 遺伝子発現への影響
  - B 環境中での安定性、生体内濃縮性に注目  
残留性有機汚染物質(Pops) > グローバル汚染・食物連鎖
2. 物理、生物的因子もリスク評価用実験系の確立が必要

6

## “見逃さない”ためには最近 増えている(と考えられる) 原因不明の病気や障害(現象)を “放置しない”

1. 子ども(若者)の行動異常
  - 学習障害(LD)
  - 注意欠陥多動性障害(ADHD)
  - 高機能自閉症
  - 不妊(気が付かない流産) > 少子化
  - 子育て拒否、児童虐待
2. 若年性痴呆

7

## 疫学の重要性と限界

重要性

1. 本当に増えているか?
2. 危険因子の検出
  - > 避けることによる予防
  - > 原因解明の手がかり

限界

1. 患者、障害者が解析可能なほど増えないと研究できない。  
事前の予防にはならない  
予知には動物実験の方が重要
2. 検出力を高めるには、調査数の大きさ  
(時間・労力コストがかかる)と優れたプロトコルが必要  
過去、全く正反対の結果が対立するデータが多い、

8



## 時間経過の問題

1. 晩発毒性の潜伏期(数年から数十年)
2. 晩発毒性は原因が分かりにくいために一般に解明に時間がかかるだけでなく、対策の効果ができるにも時間がかかる

### ◆過去の実例

- 1950年代: タバコ・肺ガンの疫学的相関  
タバコ煙成分の発ガン性の実験的証明  
禁煙運動の普及
- 1990年代: 肺ガン罹患率の低下、徐々に始まる

9

## 病気、障害の回復の可逆性の問題

### ◆ガンの可逆性

- ### ◆脳の機能発達障害
- 一般に可逆性低い  
取り返しがつかない。

10

## 脳神経系の病気や障害(ことに子どもの行動異常、脳の機能発達障害)問題の五重苦

1. ヒト脳は超複雑系で実験的な解析に手間(コスト、時間など)がかかる。(脳神経科学は最近になって発展し始めた段階)
2. そのためリスク評価系もほとんどなかった。
3. 潜伏期が一般に長い。  
LD、ADHD: 学齢期で判明  
(若年性)痴呆: 40歳ごろから判明
4. 回復の可逆性が低い。
5. 増加による社会的影響が大きい。

11

## リスク評価用の新しい実験系の開発、整備、確立

### ◆脳神経系の障害(ことに機能発達障害)研究(CREST)での例

1. 遺伝子発現への影響(トキシコジェノミクス)  
次世代DNAマイクロアレイ; シナプトアレイ  
> より進化した“ニューロジェノミック”アレイ開発へ

DNAマイクロアレイは原理的に  
ガンなどあらゆる病気や障害の研究、  
創薬研究、発生・発達・再生などバイオ研究に  
“網羅性”を持ち込む強力な技術

12

## 2. 行動への影響 (Behavioral Teratology)

学習・知能

対人・対社会行動

性・生殖・母子行動など

従来のマウス、ラットだけでは限界

A. ヒトにDNAレベルでも近い


サル(霊長類)を使った行動実験の開発

B. コンピュータによる行動解析装置(キネクラスター)の開発

アレルギー問題: 免疫系への影響


13

科学技術未来戦略ワークショップ(環境分野)040123-24




## 社会の視点からみた環境研究

国立環境研究所  
循環型社会形成推進・廃棄物研究センター  
酒井伸一




- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## 社会の視点からみた環境研究 酒井伸一




1. 社会と環境
  1. 対象とする社会活動、社会影響の例
  2. 戦略ワークショップ社会グループでの議論
2. 循環型社会形成との接点での環境研究例
  1. 震災廃棄物と循環資源・廃棄物の社会蓄積
  2. アジア地域の物質フロー研究
  3. 廃PCB 保管と処理促進の比較研究
3. 社会の視点からみた論点
  1. 対策の階層性と統合問題、政策手法とシナリオ分析
  2. 地域の捉え方 - ローカル、日本、アジア、グローバル
  3. ヒトと環境への影響、予防原則とリスク評価
4. 最近の循環型社会研究(G討議にて)




- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

環境戦略ワークショップ(社会の視点からみた環境研究)




## 1. 社会と環境



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -


## 1. 社会と環境 対象とする社会活動、社会影響の例



「社会生活への影響(攪乱と緩和・改善)」についての基本的考え方は、事務局案では「人口の増大と集中によって生じる水・食料問題、エネルギー・資源問題、ゴミ問題、都市問題(ヒートアイランド、都市洪水等)、光化学スモッグ、酸性雨など

どのような攪乱が生じる可能性があるのか(現象把握・予測)、どのような緩和・改善方策があり、何がどの程度有効であるのか(対策モデル・効果予測)を総合的に考えること

「社会生活への影響」という視点のみではなく、「社会生活の影響」にあるとする見方も含めて、研究戦略を議論




- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

# 1. 社会と環境

戦略ワークショップ社会研究グループでの議論


1. 都市環境の立場から  
花木啓祐(東京大学教授・都市環境工学)
2. 水環境の立場から  
田中宏明(京都大学教授・環境質制御工学、水環境)
3. 環境経済の立場から  
新澤秀則(神戸商科大学教授・環境経済学、地球環境)
4. 環境技術開発の立場から  
鈴木孝幸(株)荏原製作所環境エンジニアリング事業本部  
部長、環境技術開発)
5. 循環型社会・廃棄物対策の立場から  
酒井伸一(国立環境研究所、環境工学)


 - Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

環境戦略ワークショップ(社会の視点からみた環境研究)

## 循環型社会形成との接点での環境研究例


### 1. 震災廃棄物と循環資源・廃棄物の社会蓄積


 - Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## Earthquake Waste - 1

The Great Hanshin Earthquake occurred on January 17, 1995.  
More than 5,000 people lost their lives and the economy was heavily damaged.

One of the problems, caused by disasters, is the management of the waste discharged from the demolishing of collapsed houses and building. This is related to the problem of waste accumulated in society.


 - Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## Earthquake Waste - 2


Total disaster waste in Hanshin, 1995:  
18.5 mio tons


In detail,

- Waste from housing and building: 13 mio tons
- Waste from infrastructure - roads and public housing: 5.5 mio tons

Waste generation units

- Wooden architectures: 0.2 tons/m<sup>2</sup>  
(the lowest unit)
- Reinforced concrete: 1.4 tons/m<sup>3</sup>  
(the highest unit)




 - Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## Earthquake Waste - 3

The waste generation amount per building area was 1.0 ton/m<sup>2</sup>.

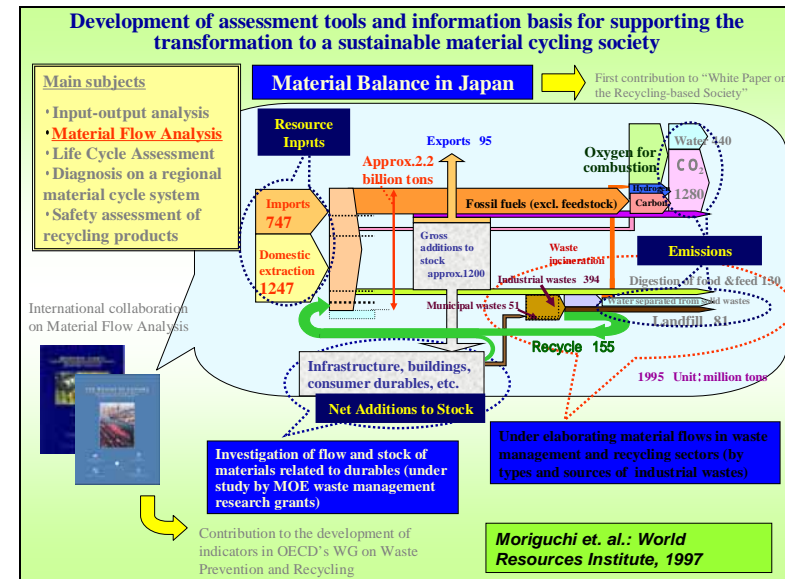
➔ A house of 100 m<sup>2</sup> discharges waste of 100 tons.

Discharged MSW : 1 kg/capita-day  
Annual amount of MSW from a 3-member household: 1 ton/y

➔ The amount of waste incurred by earthquake is equivalent to the amount of MSW generated over a period of 100 years.

MCS

- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -



環境戦略ワークショップ(社会の視点からみた環境研究)

## 循環型社会形成の接点からみた研究例

## 2. アジア地域の物質フロー研究

MCS

- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

### Research Project

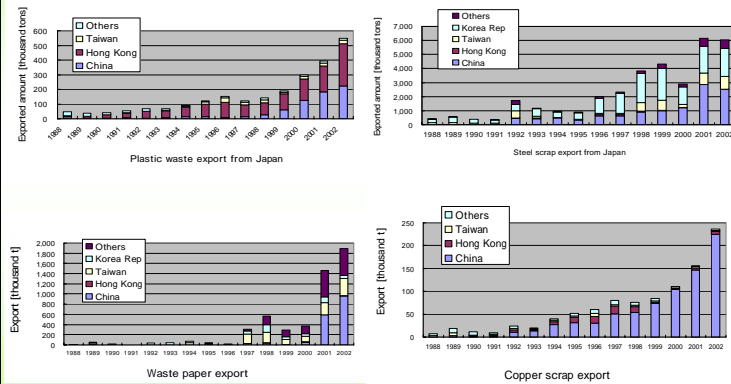
## "Structural analysis of material cycles and waste management in Asia"

- **Main objectives are:**
  - 1. To make clear the structures of material cycles; and
  - 2. To clarify and to prevent the environmental pollution in the material cycle processes in Asia.
- **Topic**
  - Material Cycles in Asia
    - Plastics
    - End-of-life home appliances, PC (E-waste)
    - End-of-life vehicles
  - Waste Management (Statistical and legislative information, landfill site issues)
- **Term**
  - FY2002-2004 (scheduled)
- **Representative**
  - Dr. Terazono (NIES)

MCS

- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## Export from Japan



Terazono, 2<sup>nd</sup> Workshop on Material Cycles & Waste Management in Asia (2003)

## Importing plastic waste in China (2001) unit: thousand ton

	PE	PS	PVC	Other plastics
1	Hong Kong 75.1	Hong Kong 53.5	Hong Kong 117.7	Hong Kong 460.4
2	USA 65.7	Japan 29.3	USA 42.3	USA 293.1
3	Japan 38.4	Taiwan 14.9	Japan 25.0	Japan 133.5
4	Germany 33.5	USA 11.1	Taiwan 11.1	Taiwan 75.2
5	Taiwan 19.4	Malaysia 10.2	Belgium 4.8	Korea 35.3
6	Belgium 18.1	Canada 8.5	Canada 2.5	Belgium 24.8
7	Korea 8.3	Korea 5.2	Korea 2.3	Germany 23.5
8	Canada 5.9	Nether lands 4.5	Nether lands 2.1	Mexico 16.4
9	France 4.6	Singapore 1.8	Germany 1.3	Canada 16.4
10	Nether lands 4.1	Philippines 1.3	Greece 0.4	Brazil 15.1
	Others 7.3	Others 1.2	Others 1.6	Others 79.8
Total	280.4	142.5	211.1	1593.5

Terazono, 2<sup>nd</sup> Workshop on Material Cycles & Waste Management in Asia (2003)

環境戦略ワークショップ(社会の視点からみた環境研究)



## 循環型社会形成の接点からみた研究例

### 3. 廃PCB保管と処理促進の比較研究



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## 廃PCB研究の背景



- **PCB問題の経緯**
  - 1968年: カネミ油症事件
  - 1972年: PCB生産停止。PCB廃棄物 保管
  - 1992年: 厚生省調査: 高圧トランス・コンデンサの約7%が不明・紛失
  - 2001年: PCB特別措置法(2016年までにPCB廃棄物を処理完了)
  - 2001年: 北九州PCB処理事業の実施計画認可
  - 2003年: 「PCB廃棄物処理基本計画」策定
- **PCB廃棄物の処理促進vs保管継続のリスク比較**
  - PCB混入機器等処理推進調査検討委員会 (1997): 「PCB処理の推進について」
  - 平井・酒井・高月(2003): 「PCB処理促進によるリスク削減効果の検討」環境化学, 13(1) 103-115
- **PCB廃棄物処理事業の費用効率性の評価**
  - PCB廃棄物の処理費用: 数千億円の見込み 一部公費を投入 行政機関政策評価法に基づく検討
  - PCB廃棄物処理事業評価検討会 (2003): 「中間とりまとめ」



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

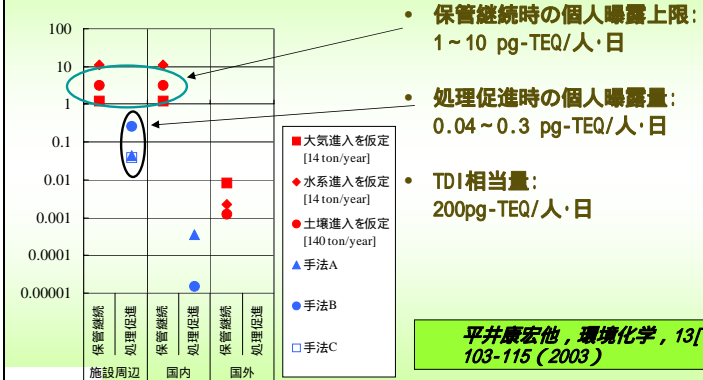
## PCB処理促進と保管継続のリスク比較

- PCB保管継続とPCB処理促進とのリスク比較
- 特に以下の3点に留意。
  - 保管継続時のPCB放出量推定値の不確実性を減らす。
  - 摂取量を基準としてリスクを比較する。
  - 処理施設周辺・日本国内・国外の3地域別に評価する。



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## 個人曝露量の推定結果



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## 残留性有機汚染物質 (POPs) 条約

2001年5月ストックホルムにて成立

対象物質: 12種類のPOPs  
(Persistent Organic Pollutants)

クロルデン、DDT、トキサフェン、  
ヘキサクロロベンゼン、PCB、  
アルドリン、ディルドリン、エンドリン、  
ヘプタクロル、マイレックス、  
ダイオキシン類、ジベンゾフラン類



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## 残留性有機汚染物質 (POPs) 条約 における具体的な規制方法

1. 意図的な生産に対しては製造・使用を禁止
2. 使用の継続を必要とする時には、物質ごとに使用目的、使用期間を特定した上で使用を認める
3. 非意図的副生成される物質に対しては、インベントリー作成
4. 国別の年間排出量の削減に技術的に利用できる最善技術・排出基準の設定
5. PCBは2025年までに使用廃絶、2028年までに環境上適正な廃棄物管理



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

環境戦略ワークショップ(社会の視点からみた環境研究)

**社会の視点からみた論点**

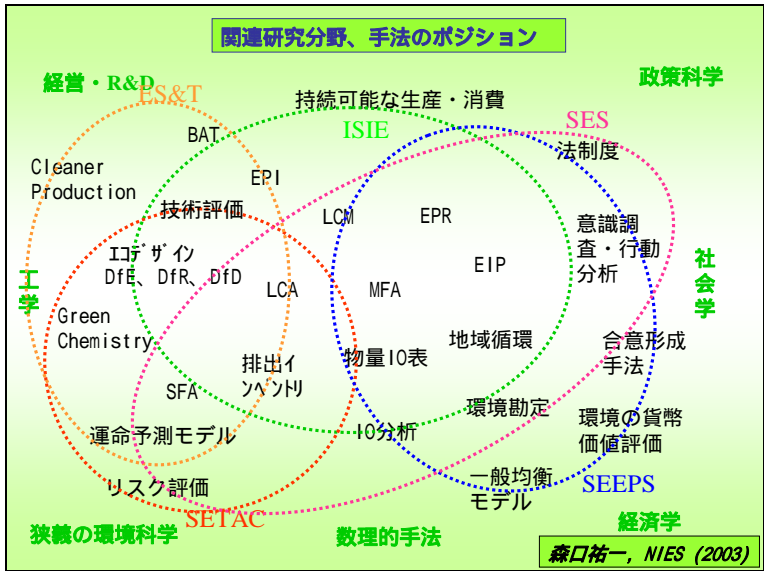
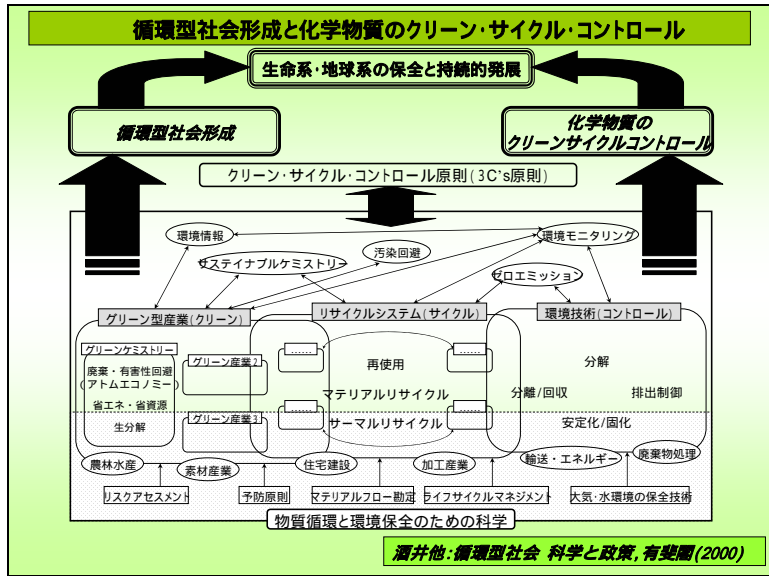
1. 対策の階層性と統合問題、政策手法とシナリオ分析
2. 地域の捉え方 - ローカル、日本、アジア、グローバル
3. ヒトと環境への影響、予防原則とリスク評価

- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

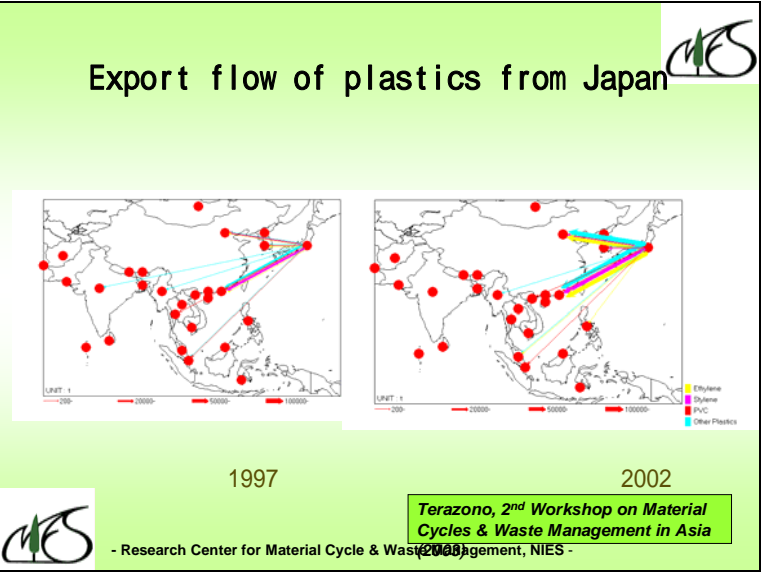
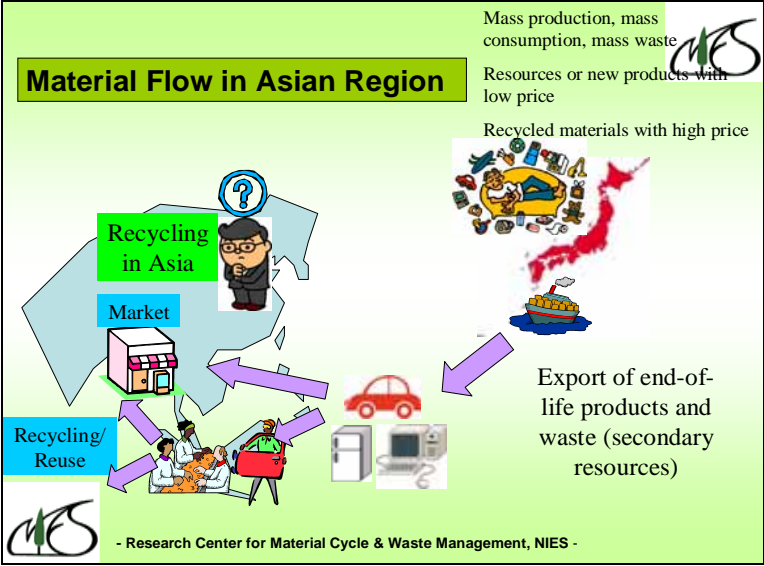
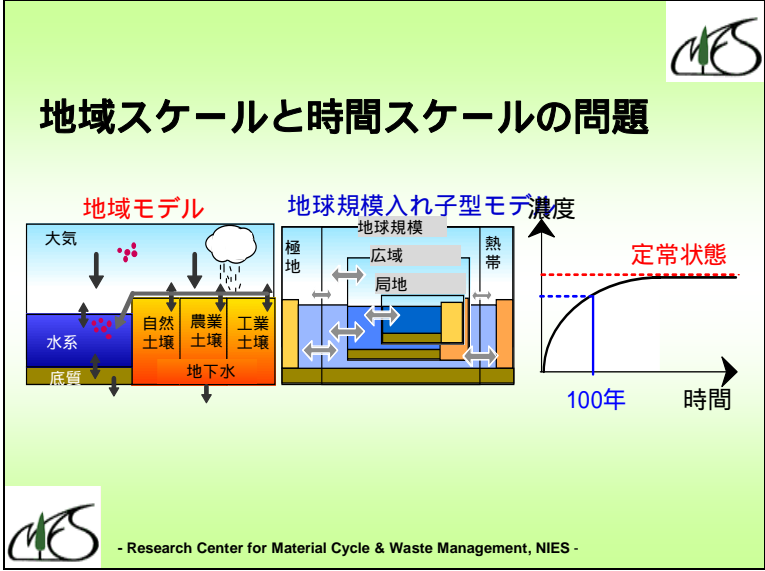
**物質循環・廃棄物処理過程におけるケミカルリスク対策としての階層性**

- クリーン・サイクル・コントロール概念
- 有害性のある化学物質の使用は回避(クリーン)し、適切な代替物質がなく、使用の効用に期待しなければならないときは循環(サイクル)を使用の原則とし、環境との接点における排出を極力抑制し、過去の使用に伴う廃棄物は極力分解、安定化するという制御概念(コントロール)で対処するとの考え方

- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -







### 予防原則の概念 (EU, 2000)

予防原則は、科学的な根拠が不十分であったり、確定的でなかったり、不確実であったりする場合、環境、人、動物、植物の健康に与える潜在的な危害がEUの高い保護水準に合致しないかもしれないという懸念が、予備的な科学的評価によって合理的根拠があると示唆された場合に適用される。

予防原則は3つの要素(リスクアセスメント、リスクマネジメント、リスクコミュニケーション)からなるリスク解析への積極的アプローチの中で考えられるべきであり、特にリスクマネジメントに関連している。

Communication from the Commission on the precautionary principle(2000.2.2)- 予防原則に関する(EU)委員会通告 -

- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

# EUの予防原則適用ガイドライン



**Proportionality (比例性, 潜在的リスクに応じた予防的措置の比例性)**

選択された保護水準に過不足なく対応していること

**Non-discrimination (無差別性, 予防的措置の非差別性)**

適用に際して差別的でないこと

**Consistency (一貫性, 予防原則と既存規制の一貫性)**

過去に採用された同様の対策と矛盾しないこと

**Examination of the benefits and costs of action and lack of action (行動の有無による費用と効果の検討, コストベネフィットの試算)**

短期および長期の行動をとった場合と、とらない場について全てのコストを比較しなければならないこと

**Examination of scientific developments (科学的発展の検証, 科学的専門的技術の利用)**

科学の進歩に照らし定期的に検証され、必要ならば改訂されるべき

**The burden of proof (証明責任の賦課, 立証責任の移行)**

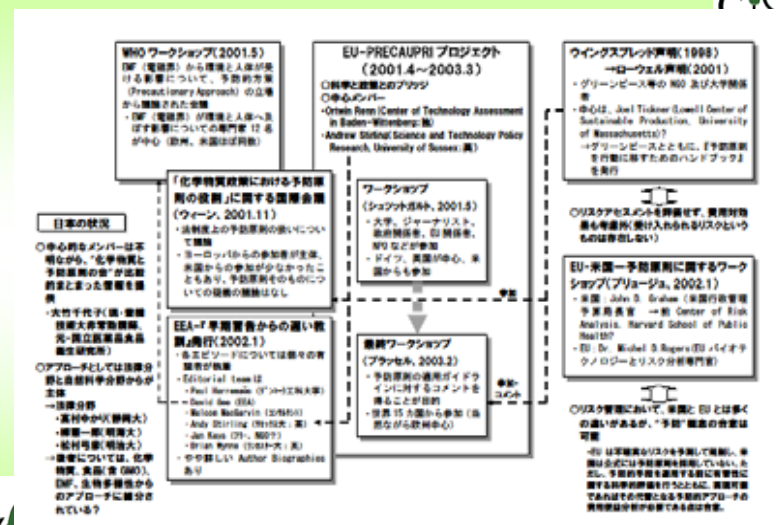
より包括的なリスクアセスメントのために必要な科学的証拠を生み出す責任を割り当てること

**Communication from the Commission on the precautionary principle (2000.2.2) - 予防原則に関する(EU)委員会通告 -**

- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -



# 予防原則を巡る会議と議論の動き



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

### 講演概要(自然への影響)

東京大学 生産技術研究所  
安岡善文

環境問題は、基本的には、人間の活動、特に生産活動に由来する問題である。地球上の変動は、この人間活動に由来する変動と、地球システムが持つ地球科学的な変動からなる。環境問題の“自然への影響”を評価することは、人間活動が大気圏、水圏、陸圏および生態圏に起こす変動とその影響、さらに上記の4圏に引き起こされた変動が逆に人間社会に及ぼす影響を評価することに他ならない。

「自然への影響」グループでは、人間の活動から発して大気圏、水圏、陸圏および生態圏に至り、さらに人間社会に戻る影響の経路とその過程を明らかにし、その質と量を評価することにより、環境問題、特に、今後問題になることが危惧される環境問題について、問題の発掘、定義、解決方策の検討を行い、必要とされる研究戦略を構築する。

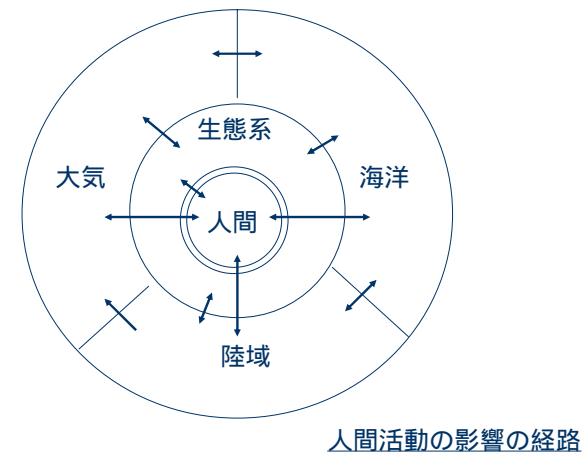
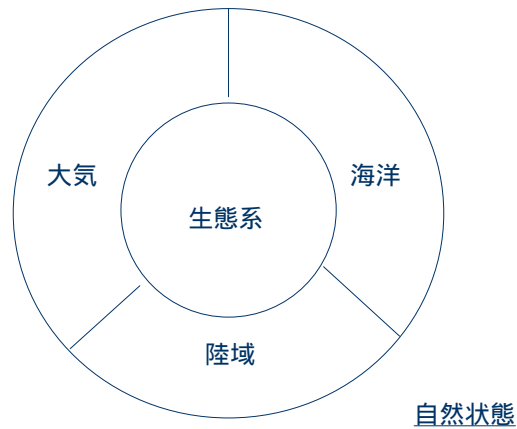
### 環境問題とは？

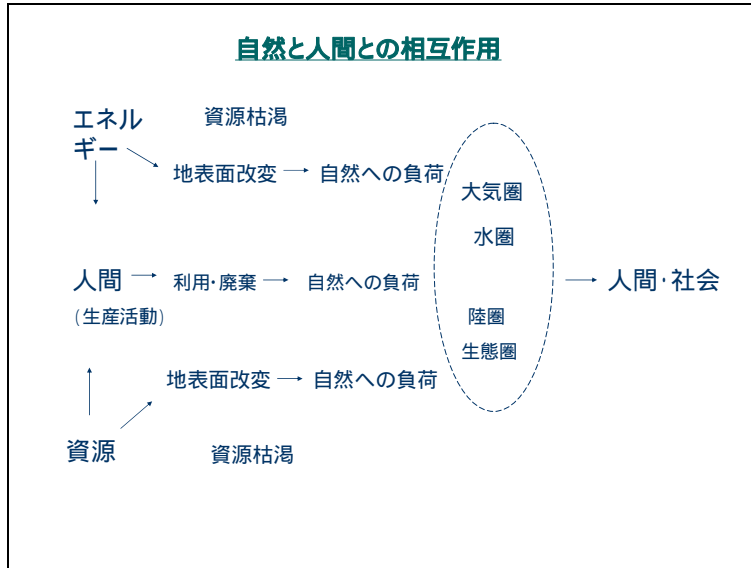
# 人間活動(生産)によって引き起こされたものである

# 自然現象の上に付加(負荷)されたものである

自然への影響の評価には、

- @ 人間の生産活動が大気圏、水圏、陸圏、生態系に及ぼす影響
- @ 上記の4圏の中での相互作用
- @ さらに、そこからの人間へのフィードバック影響の経路、過程を調べ、影響の質と量を評価する必要がある。





### どうすべきか - 日本の環境ビジョンは (新たな旗印)

---

人間・社会への負の影響の軽減  
 自然への負荷の軽減

- @ 利用の制限、廃棄の削減
- @ 地表面改変の最小化

科学技術の役割 (我慢だけでは無理)

### 環境分野における重点課題 - 総合科学技術会議

「第二次科学技術基本計画、分野別推進戦略」より

---

- 地球温暖化研究
- ゴミゼロ型・資源循環型技術研究
- 自然共生型流域圏・都市再生技術研究
- 化学物質リスク総合管理技術研究
- 地球規模水循環変動研究

環境分野の知的研究基盤  
 先導的研究の推進

### 環境分野における重点課題 - 環境省

「環境研究・環境技術開発の重点的・戦略的推進方策について」より

---

- 地球環境問題解決のための研究
  - ・ 地球温暖化研究プログラム
- 化学物質の総合管理のための研究
  - ・ 化学物質環境リスク評価・管理プログラ
  - ・ 20世紀の環境上の負の遺産の解消プログラム
- 循環型社会を構築するための研究
  - ・ 循環型社会の創造プログラム
  - ・ 循環型社会を支える技術の開発プログラム
- 自然共生型社会を構築するための研究
  - ・ 自然共生型流域圏・都市再生プログラム

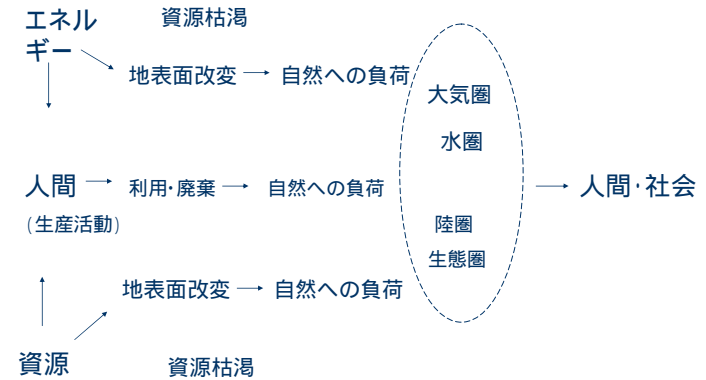
環境分野における重要問題 - 科学技術政策研究所

「第7回技術予測調査」(2000年)環境分野より

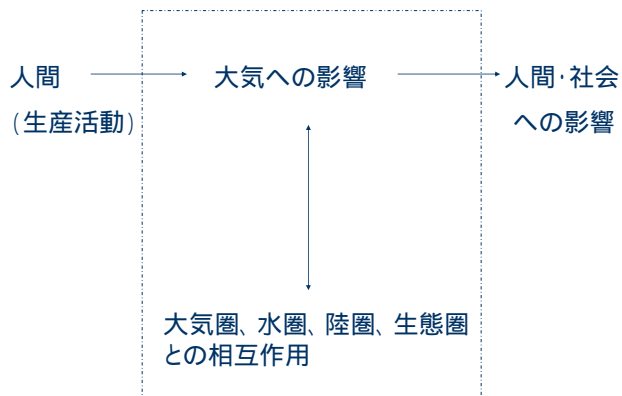
オゾン層破壊、地球温暖化、酸性雨、海洋汚染、熱帯林減少、砂漠化、共通項目としてモニタリング

大気、水質、騒音・振動、リサイクル、環境リスク、循環社会・LCA、社会・制度

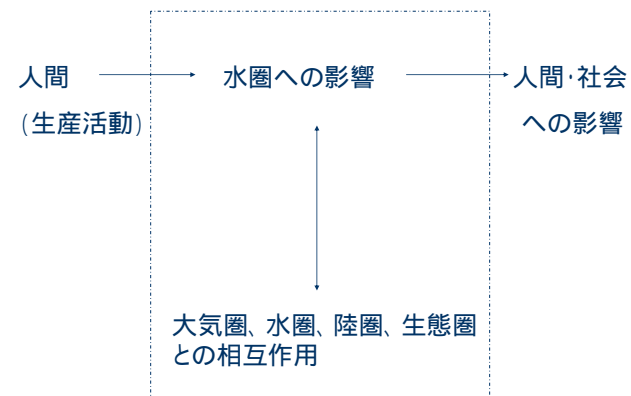
自然と人間との相互作用



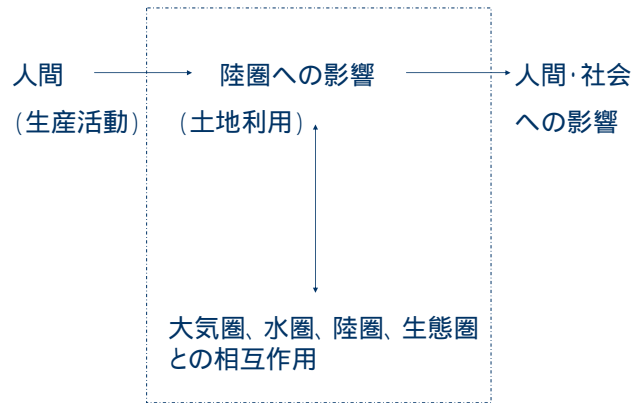
自然:大気圏と人間との相互作用 (秋元委員)



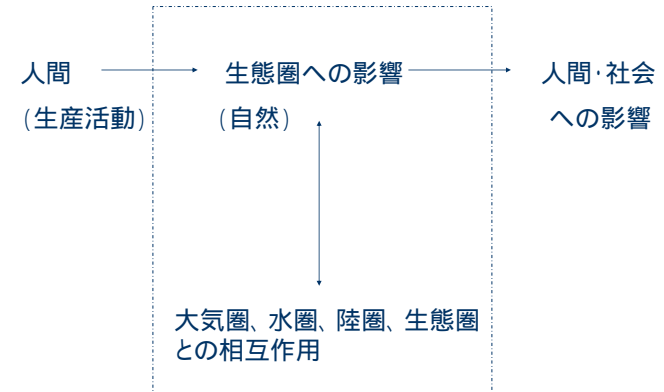
自然:水圏と人間との相互作用 (石坂委員)



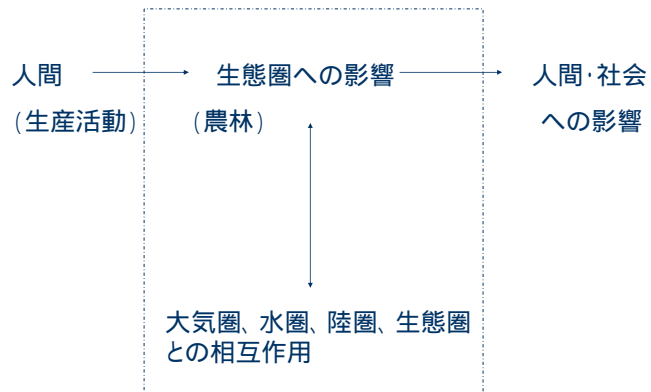
自然:陸圏と人間との相互作用 (柴崎委員)



自然:生態圏と人間との相互作用 (甲山委員)



自然:生態圏と人間との相互作用 (大政委員)



Workshop における議論のポイント

1. これまでの環境問題と研究課題の整理  
前記の相互作用を各分野(大気圏、水圏、陸圏、生態圏)に整理
2. 新たな問題の抽出と考えられる研究課題  
21世紀に想定される新たな環境問題

## Workshop における議論のポイント

### 3. 環境研究の推進に必要な多様な軸の抽出

- @基礎研究から応用、実用化研究に向けて産官学連携・分業体制の確立
- @初等教育から高等教育・研究までの教育・研究システムの構築
- @観測からモデル化、評価、対策までの end-to-end フローの確立
- @地域から国、大陸そして地球のスケールアップ、スケールダウンシステムの構築

## Workshop における議論のポイント

### 4. 問題解決のための方策の検討

- @縦型科学技術から横断型科学技術への展開
- @人材育成方策の再検討
- @国際協力推進方策の再検討
- @産官学連携方策の再検討
- @住民参加、研究と社会の接点、・・・  
など

## Workshop における議論のポイント

### 5. 環境を取り巻くインターフェース（環境）の検討

- @エネルギー、資源
- @人口
- @政治・経済
- @社会 など

### 6. 複合問題

- 環境と**  
情報（IT）、ライフサイエンス、ナノテクノロジー

## 分担

- 大気圏の影響 . . . . 秋元委員
- 水圏の影響 . . . . 石坂委員
- 陸圏の影響 . . . . 柴崎委員  
(土地被覆・利用)
- 生態圏の影響 . . . . 甲山委員  
(自然生態)
- 生態圏の影響 . . . . 大政委員  
(農業生態)
- 取りまとめ . . . . 安岡主査、全員

## 科学技術未来戦略

国としての環境への取り組み  
加藤尚武

### 1、主権者の任務ーアダム・スミス

- 一、その社会を他の独立諸社会の暴力と侵略から守る任務、二、その社会のそれぞれの成員を他のそれぞれの成員の不正と抑圧から守る任務、司法制度、三、大きな社会にとっては費用を償ってあまりある利潤をあげることがしばしばあっても、個人にとってはそのような利潤をあげることができないために、それを建設し維持することが個人の利益になりえないような、ある種の公共事業とある種の公共施設を建設し維持する任務。

### 2、政府の任務・J S ミル

- 人類または将来の世代の一般的利益のために、あるいは外部からの助けを必要とする社会の成員の現在の利益のために、ある事柄がなされることが望ましいが、しかし、それが個人または団体がそれを行なっても報酬を得ることがないような性質のものであるばあいには、それが何であれ政府が行なうのが適切である。「経済学原理」

### 3、非枯渇型資源

- ある種の自然要因はその数量に限りがあり、他のものは事実上無限である。およそ自然力の中には、その分量に限りがないものもあれば、また限りのあるものもある。<分量に限りなし>といっても、もちろん文字どおりの意味ではなくて、実際上無制限という意味である。すなわち、いかなる事情において使用される分量よりも、または少なくとも今日の事情において使用される分量よりも大きい分量のことである。ミル「経済学原理」



#### 4、成長からの自覚的脱却

- もしも地球に対しその楽しさの大部分を与えているもろもろの事物を、富と人口との無制限な増加がごとく取り除いてしまわなければならないとすれば、私は後世の人のために切望する。彼等が必要に強いられて停止状態にはいるはるかまえに、自ら好んで停止状態にはいることを。ミル「経済学原理」

#### 5、ミルの予測

- 資源が「事実上無限」として扱いうる内は、市場経済の調整能力が発揮されているが、「事実上有限」となったときには、政府の長期的な政策にもとづいて「停止状態」を実現しなくては成らない。

#### 6、非市場的、選択と配分

- 先進資本主義国の多くで、政府および政府関連部門による支出がG N Pの半分近く、あるいは半分以上を占めるようになった。換言すれば、国民の生産、消費活動の半分は価格によらない、すなわち非市場的方法で、選択と配分が行われている。柴田弘文、愛子『公共経済学』

#### 7、予防precautionality原則 ( 予見の義務 )

- a開放生態系に出た汚染物質は回収不可能
- b一回的で破滅的 ( Valdez原則 )
- c反復を防ぐ 事後的なsanctionの無効性 ( 経過責任 )
- 国家には予防の義務がある。因果性は必ずしも判明ではない。資源の枯渇、環境の劣化、生物種の絶滅という生存権の縮小から未来世代を守る

## 8、創造的破壊

- 資本主義の現実において重要なのは、新商品、新技術、新供給源泉、新組織型（たとえば支配単位の巨大規模化）からくる競争である。現存企業の利潤や生産量の多少をゆるがすという程度のものではなく、その基礎や生存自体をゆるがす。これは結局、完全競争ときわめて類似した行動を強要する。シュンペータ「資本主義・社会主義・民主主義」1942)

## 9、THE RIO DECLARATION (1992)

- 人類は持続可能な開発に対する関心の中心にある。Human beings are at the centre of concerns for sustainable development.
- 人類は自然と調和して健康で生産的な生活を送る権利がある。They are entitled to a healthy and productive life in harmony with nature.

## 10、THE RIO DECLARATION 3

- 開発の権利は、現在および将来の世代の開発と環境での必要性を公平に満たすよう行使されなければならない。
- The right to development must be fulfilled so as to equitably meet developmental and environmental needs of present and future generations. [第三原則]

## 11、補完的循環経済

- 生産・供給・流通という動脈の流れと、回収・再利用化・廃棄という静脈の流れとが、別々の企業体によって維持され、全体として補完的な構造になっている。3R (reduce, reuse, recycle)

## 1 2、完全循環経済

- 生産・供給者は、流通と消費の過程を経てきた、生産物を回収し、再利用化・廃棄する責任を負う。動脈の流れと静脈の流れとが、同一の企業体によって維持され、個別的な製品として循環的な構造になっている

## 1 3、拡大された製造者責任

- 1、生産者に回収責任
- 2、すべての物流の情報管理
- 3、循環経済と情報社会の結合

## 1 4、大量見込み生産から小量注文生産へ

- 「大量生産、大量消費、大量廃棄」と呼ばれる生産・流通・消費・廃棄の過程で、消費されて摩耗して廃棄されるのではない。見込み違いで売れ残って、他の商品に対抗できずに「時代遅れ」になって使われないままに廃棄される。

## 1 5、Supply Chain Management

- 原材料の供給者から最終消費者までの
- 全過程の最適化を継続的に行う ユビキタス・コンピュータライジングとの結合

## 16、持続可能性 = 枯渇と累積の回避

- 短期枯渇型資源から長期枯渇型資源への転換（メタンハイドレードの開発）や廃棄物の累積方法の開発（深海底貯留技術の開発）から、さらに枯渇型資源への依存および廃棄物の累積そのものから脱却する可能性を追求しなくてはならない。
- 「太陽熱だけであらゆる廃棄物をつねに自然還元しつつ維持される工業体系」を最終的に実現するための技術開発が国家の目標となる。

## 17、未来世代との資源の奪い合い

- 枯渇型資源に依存するかぎり、時間軸を縦にとれば、残された資源を現在世代と未来世代とで奪い合うことが避けられない。「未来世代はつねに現在世代よりも物質的にめぐまれている」という進歩観がなりたたなくなる。時間軸を横にとれば、先進国と低開発国とで、資源を奪い合う結果になる。貧富の国際格差は拡大する。

## 18、「端境期」を乗り切れるか

- ミルの言うように「必要に強いられて停止状態にはいる」ならば、大量の餓死者が発生する形で、きわめて生産性の低い「太陽熱だけであらゆる廃棄物をつねに自然還元しつつ維持される原始的な生産体系」が、発生するかもしれない。

## 19、ローマクラブの予測

- 世界の富をより平等に分配するためのもっとも大きな障害となる可能性のあるのは、人口成長である。・・・もし、ひとりあたり平均量が生命を維持するのに不十分ならば、平等な分配は社会の自滅になる。（「成長の限界」邦訳 169頁）

## 20、ローマクラブの要請

- 1、突発的で制御不可能な破局を招くことがない持続性をもつこと
- 2、すべての人々の基本的な物質的な要求を充足させる能力をもつこと
- (「成長の限界」邦訳142頁)

参考資料 3 : グループ討議での参加者によるプレゼン資料  
花木啓祐(東京大学) ; 「都市環境分野の研究課題」

## 都市環境分野の研究課題

東京大学

花木啓祐

### 都市環境分野の課題の特徴

1. 現象、対策効果を「場」としてとらえることの重要性
2. 社会・経済的な要素が大
3. 個別対策ではなく統合対策の評価
4. 発展途上国の都市問題と先進国の都市問題
5. 環境負荷低減とQOL向上
6. 各都市固有の状況と問題
7. 長期的な視点が中心

K. Hanaki/ Univ. Tokyo

2

### 都市環境研究のタイプ

- A 要素技術の研究
- B 都市を場として把握する研究
- C 都市計画と関連する研究
- D 社会・経済的側面と技術の関連の研究

K. Hanaki/ Univ. Tokyo

3

### A 要素技術の研究

都市環境問題の解決を意識した要素技術

- 水循環の促進・雨水浸透・流出
- ヒートアイランド対策技術

K. Hanaki/ Univ. Tokyo

1

## B 都市を場として把握する研究(1)

- 都市の温室効果ガス排出削減  
業務・家庭部門(建築物)、交通部門は都市の構造に依存  
実際の都市の場での削減対策の評価  
課題: コスト評価と対策選択、長期対策、短期対策混在時の遷移過程、社会・経済変化の効果

## B 都市を場として把握する研究(2)

- 都市のマテリアルフロー解析  
都市間の物流、相互依存性  
課題: 都市の状態はわかるが、それに対する評価は? 改善策は? 将来予測? 「持続可能性」の評価

## B 都市を場として把握する研究(3)

- 都市熱環境の研究  
観測による把握  
シミュレーション  
モデルの精緻化、計算機能力の向上  
課題: シミュレーションによる対策効果評価の信頼性? 導入可能な対策とのギャップ

## B 都市を場として把握する研究(4)

- 発展途上国の都市環境問題  
各発展途上国都市でのケーススタディ  
衛生問題、水問題、大気環境問題、廃棄物問題  
課題: 個別問題解決のケーススタディの一般化

## C 都市計画と関連する研究(1)

- 都市交通問題

大気汚染、CO2排出としての環境問題の視点  
モデルによる交通予測  
交通システム、自動車単体対策が都市大気環境に与える効果の予測

課題:人のビヘイビアの予測の困難性(対策のリバウンド効果)、モビリティに対する考え方

## C 都市計画と関連する研究(2)

- 都市構造の研究

コンパクトシティ  
自然環境との共生

## D 社会・経済的側面と技術の関連の研究

- 都市基盤施設の環境負荷

LCAによる環境負荷の評価

課題:トレードオフの評価

Quality of Life (QOL)の定量評価

環境負荷とリスク評価

## D 社会・経済的側面と技術の関連の研究

- 都市情報基盤と環境

情報基盤(IT)整備による環境改善・負荷低減

課題:ITによる負荷価値の増大と環境負荷の変化(増大?)



## 水環境分野

### 水環境分野の研究開発の現状と到達点

京都大学大学院工学研究科  
独立行政法人土木研究所  
田中 宏明

- 下水道 第2次下水道技術5カ年計画
- 河川 第2次河川技術5カ年計画
- 水道？
- 海域？

### 第2次下水道技術5箇年計画の評価

- (1) 評価者  
第3次下水道技術5箇年計画策定検討委員会(国、大学、自治体、産業界  
取り組み状況の把握(H15.10))
- (2) 取り組み状況の把握  
36技術開発項目について、国、地方公共団体、大学、民間会社等の  
取り組み状況を把握するために、国土交通省、独立行政法人土木  
研究所、日本下水道事業団、(財)下水道新技術推進機構の平成1  
1～15年度までの対応や発表学術論文等の出版資料を抽出、整理
- (3) 技術開発項目毎の評価  
実用性  
技術開発の規模  
適用性  
の観点から総合的に判断してA(高い達成度)～C(低い達成度)の3段  
階で評価

### 第2次下水道技術5箇年計画(H11～15)

主要課題	中課題	技術開発項目	主要課題	中課題	技術開発項目	主要課題	中課題	技術開発項目			
1. 良好な水環境の創出	水環境	1 水環境マスタープラン策定技術	1. 省エネルギー・リサイクルによる低炭素化の形成	環境管理保全・省エネルギー	16 下水処理場の低炭素化技術	4. 経済的な事業推進	建設技術の効率化	25 効率的な有機物処理技術の開発			
		2 多様な生物が生息する水辺をつくる技術			17 再生した下水収集・処理技術			26 下水道システムの再構築技術			
	水循環	3 水環境マスタープラン策定技術			18 下水処理場再構築エネルギーの削減技術			27 新素材の活用技術			
		4 広域の総合的な水質改善対策技術			19 地球温暖化ガスの排出抑制・活用技術			28 非開削工法の高効率化技術			
		5 広域の総合的な水質管理技術			20 汚泥減量化技術			29 GISを利用した施設台帳の整備			
2. 安全・安心で快適な水づくり	浸水対策	6 広域的排水予測情報システムの開発	リサイクル	下水処理場利用による低炭素化技術の開発	21 下水処理場の低炭素化技術の開発	管理技術の効率化	下水処理場の健康診断技術	30 快速・省力化管理技術			
		7 総合的な浸水対策に係る技術			22 下水汚泥由来エネルギーの高効率活用技術			31 下水道施設の健康診断技術			
	都市機能の高効率化	8 地震・都市災害に強い下水道を構築する技術			23 下水汚泥由来エネルギーの高効率活用技術			32 補修・修理技術			
		9 下水道管理による8光ファイバーネットワークの構築			24 下水汚泥からの有機質肥料の抽出・生産技術			33 住民理解を深める計画立案技術			
		10 下水道施設の空間活用技術						34 下水道施設効果の評価する技術			
	リスク管理	11 下水道システム環境対策技術					35 システムの開発				
		12 新しい世代向けシステムの構築					36 関係者上層を支援する先進的な技術の開発				
		13 下水道におけるリスクマネジメント技術									
					14 化学物質等のデータベース整備						
					15 病原性微生物・化学物質のリスク管理技術						

1 水環境マスタープラン策定技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・流域内の良好な水環境を設定するための水環境マスタープラン策定マニュアルの作成</li> <li>・水量水質だけでなく生態系や地域文化の醸成等望ましい水環境を把握するための調査方法の開発</li> <li>・望ましい水環境を評価する手法の開発</li> <li>・流域に関連する人間を含めた生態系にとって良好な水環境を設定する手法の開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>望ましい水環境を把握するため水環境センサスの調査方法マニュアルを作成。水環境センサスのデータベース公表のための技術開発を行い、水環境マスタープラン策定技術を開発。</p>
---

B	<p>水環境の調査方法およびデータベース構築に関しては手引きもまとまるとともに、水環境マスタープラン策定の事例もいくつかみられるなど、実際の現場において取り組まれているものと評価できる。しかしながら、水環境の評価、水環境保全対策の効率性検討などについては様々な手法がとられており、今後より総合的手法の開発が望まれる。</p>
---	--

2 多様な生物が息する水辺を作る技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・生態系における汚濁物質挙動の解明</li> <li>・地域の生態系に対応した下水処理施設の配置</li> <li>・バイオアッセイやバイオモニタリングによる水環境の評価技術と管理手法の開発</li> <li>・自然浄化作用を応用した浄化技術の開発</li> <li>・閉鎖性水域等の公共用水域に放流される下水処理水の水質を高度化する技術の開発</li> <li>・COD、窒素、リンについて既存技術の改良を含め、より高度な除去法の開発。</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>バイオアッセイやバイオモニタリングによる水環境・生物環境評価技術の開発、放流先の生物のより多様性が生まれる施設計画のマニュアルや放流水質ガイドラインを作成。</p>
---

B	<p>手引き書(案)がまとまるとともに、事業主体において生態系に配慮した下水道整備の動きは進んできているものの、バイオアッセイやバイオモニタリングを活用した水環境・生物環境評価技術の開発や放流先の生物のより多様性が生まれる施設計画のマニュアルや放流水質ガイドラインの策定が望まれる。また、自然浄化作用を応用した浄化技術や高度処理技術についても引き続き開発を進める必要がある。</p>
---	---

3 水循環マスタープラン策定技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・流域内の水収支や水質を総合的かつ迅速に調査する手法を開発</li> <li>・下水道整備と水循環の相互関係を把握する手法を開発</li> <li>・望ましい水循環を設定する手法を開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>水循環マスタープラン策定マニュアルを作成。</p>
---

B	<p>水循環モデルの開発が進められ、下水道の施策と水循環との関係进行评估している事例は増えているが、その普及は今後の課題であり水循環マスタープラン策定マニュアルの作成が望まれる。また、望ましい水循環を設定する手法は、構想段階から具体的な技術的事項の設定方法へ今後の研究が進められていく必要がある。</p>
---	--

4 流域の総合的な汚濁負荷削減対策技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・GIS、リモートセンシング等を活用したノンポイントソース汚濁負荷の計算手法を確立</li> <li>・面的汚濁負荷を含んだ流域汚濁負荷削減計画の策定手法を開発</li> <li>・ノンポイントソース及び合流式下水道の汚濁負荷削減技術を検討</li> <li>・分流式下水道における雨水浸入水の削減技術を開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>GISやリモートセンシングにより、面的汚濁負荷を含む広範囲の汚濁を対象にした流域毎のデータベースを作成。また、このデータベースを活用し、水量・負荷量流出モデルを中心に流域の効率的な負荷削減計画策定技術を開発。合流式下水道雨天時越流水の処理技術の確立(消毒装置、ろ過スクリーン等)、および雨水貯留施設の水質対策としての併用利用手法を開発。</p>
--

A	<p>合流式下水道の越流水対策に関する技術開発は、この5年間で着実に進んだものと評価される一方、それ以外の点では革新的な技術開発は見られないが、基礎的な取り組みは多く見られる。また、新たな法律の制定もなされ、技術開発の進捗と相まって、制度的な進歩も見られたことから、総合的な評価として高い達成度であると評価できる。</p>
---	---

11 流域の総合的な水資源管理技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・流域全体を捉えた水量水質、利水排水方法を河川部局と連携して総合的に検討</li> <li>・流域単位の下水処理水の一体的管理手法の検討</li> <li>・下水処理水及び雨水の都市内の水資源として活用するための技術開発</li> <li>・リスク評価に基づく下水処理水及び雨水の再利用基準の提案</li> <li>・都市内の水と緑のネットワーク形成を図る管理技術の開発</li> <li>・雨水等の地下水涵養技術の開発</li> <li>・ヒートアイランド現象緩和技術の開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>下水処理水・雨水を都市内水源として活用するためのリスク評価に基づく再利用水質基準の提案。地下水涵養技術、ヒートアイランド現象の緩和技術の開発。</p>	
---	--

C	<p>水循環の観点については、関係者全員が重要性を認識しながらも具体的な取り組みが急激には進まない、息の長い技術開発分野である。この5年間の主たる目標についても、リスク評価については一定の成果が期待されるものの、他については新たな取り組みがあまり見られず、今後も引き続き検討が望まれる。</p>
---	---

12 新しい都市代謝システムの構築

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ディスプレイ排水を直接下水道で収集・処理した場合における、下水道施設への影響及び廃棄物処理を含めた社会全体への影響を解明</li> <li>・ビルビットを廃止した場合における、下水道施設への影響及び廃棄物処理を含めた社会全体への影響を解明</li> <li>・エネルギーや有機資源のリサイクルを含めた効率的な都市代謝システムを構築</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>ディスプレイやビルビット使用を考慮し、受け入れ条件や必要な整備対策を盛り込んだ下水道システムのマニュアルを作成。</p>	
--	--

B	<p>ビルビットを廃止した場合の影響は研究がまったくなされていず、効率的な都市代謝システムの構築については、まだ机上の検討が行われているに過ぎない段階である。しかし、ディスプレイ排水を直接下水道で収集・処理した場合の影響については、実施対象とした実証的な影響調査が始まったこともあり、総合的な達成度として一定の評価が与えられる。</p>
---	--

13 下水道におけるリスクアセスメント技術

<p>技術開発の内容</p> <p>病原性微生物および化学物質について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・下水道における実態把握および管理手法を確立し、水系リスクマネジメントのための下水道システムの在り方を検討。</li> <li>・下水道を経由して環境中に放出されるリスクを適切なレベルに制御するリスクアセスメント技術の開発。</li> <li>・下水処理および汚泥処理における挙動を把握するとともに、ヒトおよび生態系への暴露量を検討し、リスクの算出・評価手法を開発。</li> <li>・水系での挙動を把握するとともに、挙動に与える影響因子の検討。</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>病原性微生物や有害物質について、発生源から処理場での除去、水系での挙動を表現できるモデルを開発。VOC、TOX、重金属などの下水処理施設における挙動モデルを開発。</p>	
--	--

B	<p>下水処理工程における化学物質の挙動予測推定モデルが開発され、PRTRでの未規制物質の処理場からの排出係数概算算定を行うことが可能となり、一定の成果が見られる。今後、PRTR情報の分析や各処理場での実態把握が進むにつれ下水道における実際の対応方策について研究を行う必要があると考えられる。</p>
---	--

14 化学物質等のデータベースの整備

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・化学物質の用量反応等の基礎情報、処理区単位の使用実態や発生量の実態、系外への排出量等の実態調査結果等のデータベース化</li> <li>・水系における雨水排水施設の位置や規模等のデータベースを作成</li> <li>・化学物質のモニタリングを行うための分析方法やモニターの開発</li> <li>・流入水および処理水質や放流水域の水質の評価に関する測定・監視技術の開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>下水道の水質のモニタリングデータベースのフレームを提案、内分泌攪乱物質を含む未規制物質や病原性微生物の実態調査や下水道への影響を把握、PRTR法へ対応した有害物質等のデータベースの作成。モニタリングに必要な測定機器の開発。</p>	
--	--

B	<p>下水中や下水処理水を受ける河川水中の病原性微生物や化学物質の実態に関する調査研究は、遺伝子技術を活用したものやバイオアッセイ、機器分析など数多くの事例が見受けられ、実態については明らかになってきた。</p>
---	--

16 下水道施設から排出される低位排熱の地域活用技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・コジェネレーション等の下水熱回収設備およびそのシステムの構築など下水熱利用計画手法を整備</li> <li>・サーモテクノロジーを導入した下水道管渠技術および長距離熱移送技術を検討</li> <li>・冷却水などの低位廃熱エネルギーを効率よく回収し周辺地域の冷暖房などに活用する計画手法およびその技術を開発</li> <li>・融雪の熱源として下水熱の有効利用を図る省エネルギー融雪技術マニュアルを整備</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>融雪など地域特性に応じた下水熱の回収設備・システムの指導および下水熱利用手法のマニュアルを作成。</p>
--

B	<p>下水道施設から排出される低位排熱の地域活用については、マニュアル等は作成されなかったが、融雪を目的とした下水熱の利用が進むなど、この5年間の主たる目標の観点からは一定の進捗が見られたと評価できる。</p>
---	---

18 下水処理場消費エネルギーの低減化技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・処理装置の効率化</li> <li>・施設の運転手法の検討</li> <li>・処理プロセスの評価及び改良</li> <li>・LCA手法の開発を含めた下水処理場全体でのシステムの検討</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>下水処理システムの消費エネルギー低減化技術を開発し、エネルギー消費量と処理水質の再現モデルを作成。</p>
--

A	<p>エネルギー消費低減の評価手法であるLCA手法の開発については十分に成果が出ているとは言えず、今後の取り組みが期待されるところであるが、エネルギー消費低減の観点からの処理装置の効率化、運転手法の検討及び処理プロセスの評価に関する研究については、この5年間で着実な進展が見られ、高い達成度を得ていると評価できる。</p>
---	---

15 病原性微生物・化学物質のリスク管理技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・病原微生物の除去技術の開発</li> <li>・発生源を考慮した病原微生物のリスク管理技術の開発</li> <li>・病原微生物に関する適切な指標の検討</li> <li>・化学物質を除去・無害化する制御手法の検討</li> <li>・化学物質について、下水処理場への流入負荷の低減及び除害処理技術の開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>内分泌攪乱物質を含む未規制化学物質や病原性微生物の下水処理水、大気、汚泥中の残留濃度を低減する処理技術を検討。水域の水質目的にあった処理水質のガイドラインを作成。下水の消毒技術として処理区域での対策、水系管理方法について体系化。</p>
---

A	<p>病原微生物や化学物質の除去技術については、更なる技術開発が望まれつつも、この5年間で着実な技術の進展が見られる。また、病原微生物や化学物質のリスク管理技術やリスク管理の観点からの水質基準の作成等については、マニュアルや指針等が作成されるなど、必ずしも十分とは言えないまでも積極的な取り組みが見られ、高い達成度が見られると評価できる。</p>
---	---

19 地球温暖化ガスの排出抑制、活用技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水処理および污泥処理プロセスから放出されるメタン、一酸化二窒素等の地球温暖化ガスの発生メカニズム把握手法およびその抑制技術の開発</li> <li>・下水道システム全体を対象としたLC-CO2手法の開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>建設、処理プロセス、廃棄の全フェーズにおける温暖化ガスの負荷を評価するLCAを検討。排出抑制技術を開発。</p>
--

B	<p>メタン、一酸化二窒素等の地球温暖化ガス排出抑制技術の開発については、この5年間で着実な進展が見られる一方、地球温暖化ガス排出抑制の評価手法であるLC-CO2手法の開発については十分に成果が出ているとは言えず、今後の取り組みが期待されるところである。</p>
---	---

20 汚泥減量化技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・汚泥の発生抑制を目的とした、焼却、熔融等の従来技術の改良</li> <li>・オゾンあるいは好気性細菌による減量化技術、超臨界処理など新たな処理方法の開発</li> <li>・下水汚泥の発生量、減量化率等の基礎的な情報のデータベースの整備</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>効率的な汚泥焼却、熔融に加え、オゾンや好気性好熱細菌や超高压・高温を利用した汚泥減量化技術を開発。</p>	
---	--

B	<p>汚泥減量化技術は、従来技術の改良が進められるとともに、可溶化に関する研究が積極的に進められ、今後の導入が期待される段階に至っていると評価できる。また、下水汚泥の発生量等に関するデータベースの整備、情報提供が始められており、一定の進捗が見られたと評価できる。</p>
---	---

21 下水処理水の再利用に適した高度処理技術・利用技術の開発

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・再利用形態に応じた水質目標値の検討</li> <li>・再利用に適した高度処理・利用技術の開発</li> <li>・建設・維持管理コストを含めた総合的な導入マニュアルの作成</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>利用形態に応じた要求水質を保証する効率的な膜処理技術などの高度処理技術を開発し、建設・維持管理コストを含めた総合的な導入マニュアルを作成。</p>	
--	--

B	<p>再利用に適した高度処理に関する技術開発は、この5年間で着実に進んだものと評価される一方、再利用導入マニュアルの作成に関する研究は十分に進んでいるとは言えない状況である。なお、水質目標値に関する研究については、現在水質目標値の策定作業がなされており、平成15年度中に一定の達成度が得られる見込みである。</p>
---	---

22 下水汚泥保有エネルギーの高度活用技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・下水中に含まれる有機物質を効率よく有用なエネルギーに転換させるための技術の開発</li> <li>・消化プロセスから発生する余剰メタンガスの高度活用技術の開発、高効率メタン回収リアクター、高品位燃料化技術、消化ガス貯留・輸送技術の開発</li> <li>・エネルギー自給率向上のための回収熱高度利用技術の開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>高効率のメタン回収リアクターの開発を行うとともに、発生ガスの高度精製技術を開発、高温燃焼発電システムの開発。</p>	
---	--

B	<p>下水汚泥保有エネルギーの高度活用技術は、研究開発が進められ、全国的な広がりを持った普及には至っていないものの、消化ガスの貯蔵、燃料電池等、新しい技術の導入が始まろうとしており、一定の進捗が見られたと評価できる。</p>
---	--

23 下水汚泥有効利用のための高付加価値化技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・汚泥中の重金属抽出技術の開発</li> <li>・緑農地利用に関し、高品質かつ安全なコンポストを高速で製造する技術の開発</li> <li>利用形態に応じたコンポスト施設の維持管理手法および製品の品質管理手法の検討</li> <li>他の有機性廃棄物資源と組合せたコンポスト事業の検討</li> <li>・建設資材利用に関し、高品質かつ安全で安価な製品を製造する技術を開発</li> <li>汚泥製品の利用基準の整備</li> <li>流通の拡大手法の検討</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>汚泥中の有害成分を削減し、肥効性の改良など高品質な汚泥製品を製造する技術を開発するとともに、汚泥製品の利用基準を整備。</p>	
--	--

B	<p>下水汚泥有効利用のための高付加価値化技術は、マニュアル等の整備も進められており、技術の普及段階に入っていると評価できる。しかしながら、汚泥リサイクル製品の流通の拡大のための手法に関しては、未だ十分な検討が進んでいるとは言えず、手探り状態で進められているとの感があり、汚泥リサイクル製品の用途開発等、さらなる検討が必要である。</p>
---	---

24 下水・汚泥からの有価物質の抽出・生産技術

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・下水汚泥から有価物質であるりん・窒素等の回収を図る技術の開発</li> <li>・下水中に含まれる微量有価物質に関する調査の実施</li> <li>・PFIを活用したリサイクル事業の形態の検討</li> <li>・市場ニーズに合わせた高品質かつ安価な汚泥製品の製造技術の開発</li> <li>・汚泥製品の安全性を向上させる技術の開発</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>焼却、溶融ダストおよび溶融スラグからの金属およびりん回収技術を開発。</p>
--

C	<p>下水・汚泥からの有価物質の抽出・生産技術は、下水汚泥からのりんの回収に関する研究が積極的に進められ今後の導入が期待される段階に至っていると評価できるが、りん以外の有価物質の回収に関する検討は進んでいるとは言い難い。PFIを活用したリサイクル事業は、導入が始まった段階であり、今後、その事業形態の検討が進むものと評価できる。</p>
---	--

36 開発途上国を支援する適正技術の開発

<p>技術開発の内容</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・途上国の気候風土、土地利用、技術水準に見合った適正下水処理技術の開発</li> <li>・開発途上国下水道整備管理支援マニュアルの作成</li> </ul> <p>5年後の主たる目標</p> <p>開発途上国下水道整備管理支援マニュアルを作成。熱帯、亜熱帯地域の適正下水処理技術の開発。</p>
--

C	<p>開発途上国支援は、今後益々重要な課題となっていくことが予想され、日本も開発途上国支援に積極的に関わっていくことが益々求められるようになると考えられるが、途上国における現状把握のための調査を含めて途上国に見合った適正下水処理技術の開発及び下水道整備管理支援マニュアルの作成に関する研究は十分に行われているとは言えず、今後の取り組みが期待されることである。</p>
---	---

## 第二次河川技術開発五箇年計画

(H11～15)

- (1) 水の循環、土砂の連続性の保全
  - 水循環管理のための技術
  - 総合的な土砂管理に関する技術
- (2) 安全な国土形成と危機管理体制の充実
  - 水害、土砂災害等の予測、情報提供体制を高度化するための技術
  - 治水治水対策を高度化するための技術
- (3) 河川等の環境の保全と整備
  - 河川、ダム、海岸整備における健全な生態系を保全するための技術
  - 河川、湖沼における水質保全対策を高度化するための技術
- (4) 歴史・文化特性への配慮
  - 地域の歴史・文化特性に配慮した川づくりのための技術
- (5) アカウンタビリティの向上
  - 参加型川づくりのための技術
  - 事業を評価するための技術
  - 技術基準の性能規定化及びコスト縮減のための技術
  - 調査観測技術及びデータ収集・提供システム技術

## 水環境分野の研究開発課題

京都大学大学院工学研究科  
独立行政法人土木研究所  
田中 宏明

### 政策転換の視点

- ・国民の視点の重視・・・アウトカム指標、PR、環境教育
- ・多様な主体との連携・・・河川との連携、住民との連携、広域的な連携
- ・整備の重点化とストックの活用
- ・グローバル化を受けた国内外での戦略的対応・・・国際貢献

### 具体策

- ・流域管理・・・流域内管理協議会、広域的雨水対策、良好な水環境の創出、リスク管理
- ・効率的な整備と管理・・・事業連携、民間活力、自治体への支援
- ・資源利用・・・水環境の改善、汚泥利用、温暖化対策、省エネ、ディスプレイ、上部利用
- ・国際貢献・・・国際貢献上での官民連携、国際基準への対応

## 下水道分野

- 人、水、地球の3つの基本的視点
  - ・衛生的で快適な生活の早期実現
- ・安全・安心の確保
- ・まちのうるおいと活力の向上
- ・健全な水循環系の構築
- ・安定した水資源の確保
- ・公衆衛生上のリスク管理、低減
- ・生態系の保全
- ・循環を基調とした環境負荷の削減

### 都市再生において展開すべき基本方針

- ・都市形態の変化への対応・・・人口減少、地方回帰
- ・再開発と連携した再構築・・・合流改善、施設更新、機能向上
- ・下水道から提案する都市再生・・・熱利用、光ファイバー

### 整備と管理の重点化

- ・汚水処理の普及・・・中小市町村での汚水処理優先、他の汚水処理施設との連携強化
- ・雨水対策・・・都市部での雨水対策重点化、流出抑制施設、河川との連携、ハザードマップ
- ・水質保全・・・国が支援すべき地域での重点化
- ・合流改善・・・分流並み・越流回数半減・夾雑物流出防止の早期達成
- ・汚泥利用・・・広域汚泥処理、バイオマスの利活用、PFIによる事業化
- ・再構築・・・機能に対応した重点化
- ・維持管理・・・民間委託の支援、財政の適正化
- ・技術開発・・・水環境、浸水安全度、機能高度化、コスト、リサイクル、経営、合流改善

# 河川水環境分野

## 1. ダムによる環境影響の最小化・最適化技術

### 目的

ダム下流における流況・水質の最適化、環境負荷の小さいダム計画の立案

### 実現に必要な技術開発項目

- ・ ダムの総合的な水質(水温・濁度・C/N/P)予測シミュレーションモデル
- ・ 水質による環境影響関数
- ・ 最適な水質を供給するダム操作ルール
- ・ 流量変動を考慮した維持流量の設定
- ・ 維持流量を供給するためのダム操作方法
- ・ 流砂環境保全技術(土砂供給の方法)
- ・ 生態系モニタリング技術(リモセン、テレメトリ)
- ・ 河川流況・河道形態、河道植生等の変化予測技術(インパクト・レスポンス)
- ・ 生態系変化予測モデル
- ・ 環境保全技術(ミチゲーション、ハビタット再生等)

## 3. 自然共生型国土形成技術

### 目的

自然共生型国土再生政策シナリオの提示

### 実現に必要な技術開発項目

汎用型水物質循環モデルの構築

陸域・水域生物の生態系変化予測モデル

河川・湖沼・干潟等再生技術

エコロジカルネットワーク再生技術

都市・農地・森林等を一体とした流域水物質循環管理手法の開発  
(汚濁課徴金等の経済的手法、国民参加型の新たな国土管理・河川管理体制に関する研究、総合的水管理を行うための法制度に係わる研究)

## 2. 環境と治水を両立させる河道計画策定技術

### 目的

最も環境影響の小さい河道改修方法を立案する。

特に河口付近、汽水域の整備手法の明確化

### 実現に必要な技術開発項目

河道改修後の河道・底質・水質条件の予測技術(汽水域を含む)

河道改修に伴う植生変化予測技術

生物モニタリング技術

河道改修に伴うエコロジカルネットワークの復元・再生技術

河道変化に伴う生態系変化予測技術

環境影響を最小化する河道計画策定手法の開発

環境目標設定手法の確立

## 4. 雨天時汚濁負荷流出を考慮した流域対策

### 目的

雨天時汚濁負荷流出対策の推進

### 実現に必要な技術開発項目

雨天時汚濁負荷流出を考慮した

モニタリング技術、水物質循環モデルの開発、水質保全計画作成技術、汚濁負荷流出対策

## 5. 流域水物質循環管理システムの構築

### 目的

河川・閉鎖性水域の水質改善

### 実現に必要な技術開発項目

地下水を含めた水物質循環の一斉観測システムの構築

汎用型水物質循環モデルの構築

湿地・生物等を活用した水質浄化機能の評価

水質を考慮した取排水システムの開発

地下水管理技術

都市・農地・森林等を一体とした流域水物質循環管理手法の開発  
(汚濁課徴金等の経済的手法、国民参加型の新たな国土管理体制に関する研究、総合的水管理を行うための研究)



## 6. 有害化学物質、病原性微生物のモニタリングシステムの開発

### 目的

有害化学物質、病原性微生物に対する水質モニタリングシステム構築

### 実現に必要な技術開発項目

有害化学物質、病原性微生物の測定技術開発

水質の評価基準の開発

河川等におけるの挙動解明とモニタリング指針

## 7. 水質リスク管理のためのコミュニケーション技術の開発

### 目的

水中の有害物質、病原性微生物による健康リスクや環境リスクに関して、流域住民に安心を与え、適切な危機管理を実現する基盤を作る。

### 実現に必要な技術開発項目

河川等有害化学物質、病原性微生物のモニタリングシステム

流域における有害物質事故の情報伝達システム

有害物質、病原体の流出に伴う河川・地下水水質影響予測モデル

利水者、市民等とのコミュニケーション技術

## 3. 災害対策等の充実による安定的な水の供給

### 危機管理技術の先導的研究

- ・ 水質事故対応の検出技術・情報管理技術
- ・ テロ対策を含めた施設的な安全性・信頼性の診断技術

## 4. 水道分野における環境・省エネルギー等の対策の強化

## 6. 国際協力等を通じた水道分野の国際貢献

### 途上国における適正技術に関する研究

## 7. 技術開発や機構の解明に資する研究

### 浄水処理技術に関する研究

## 8. 健康科学や複数の分野にわたる先駆的研究

### 健康科学等の視点から水をとらえる研究

- ・ 工学だけでなく医学、衛生学なども含めた水と健康
- ・ おいしい水、ミネラル等の生理活性機能と健康影響、アレルギー
- ・ 付加価値のある水の健康影響(特にプラス面)
- ・ 飲料水、料理用水等用途に応じた水質

### 他分野と連携した先端的研究

- ・ 廃棄物の有効利用等
- ・ バイオ、ナノ、IT、人工衛星等最新ツールの利用
- ・ 技術と社会科学との協調
- ・ 内分泌攪乱物質の水道水源挙動(分解、生成)など分野横断研究

## 水道分野

## 2. 水道水源から給水栓に至るまでの各種対策による水道水質の向上

### 水道水質の安全性確保に資する研究

- ・ 微生物・化学物質による水質汚染防止対策
- ・ マルチプルバリアーを考慮した浄水処理システム
- ・ 配水管網の管理

### 水道水質基準に関する研究とリスクコミュニケーション

- ・ 化学物質、微生物によるリスク
- ・ リスクと許容レベル
- ・ リスクマネージメントとリスクコミュニケーション

### 水循環の健全性を考慮した水管理・流域管理に関する研究

- ・ 長期的な需要変化の見通しと水環境変化に関する研究
- ・ 水系一体の調査・研究・管理体制
- ・ 流域での水道・下水道・河川等の水質水量等情報データベースの構築
- ・ 環境、河川、農業、下水道等の他分野と流域での施策展開が議論できるツールボックスの共同開発
- ・ 水系の物質循環、拡散型汚染
- ・ 富栄養化、カビ臭の抑制
- ・ 水道水源の問題点を明確化する研究
- ・ おいしい水と水源
- ・ 生態系を含めた健全な水循環保全のための対策
- ・ 水道水質に関する各種対策の優先順位付け

## 水環境分野のChallenge

- 健康・生態系保全の視点から汚染制御範囲の拡大化
- 生活の快適性、生態系のバランスなど新たな視点(質のバランス、水量、ヒタットなど)
- 生活、社会活動と生態環境との調和
- 流域を通じた水量、物質、生物の総合水資源管理技術(個別対応技術からの脱却と経済・法制度をも含めたテクノロジー)
- 国民への説明責任支援技術
- 地球環境と地域環境のバランス
- 事後対応技術から発生抑制技術へ
- 国際的貢献

## アンケート回答(10年以内に必要な研究)

### 流域管理

都市での降雨集中と軽減

合流式下水道越流対策と都市雨水排水の質的対策

都市の廃熱による気温上昇防止と都市沿岸域での汚染回復

増加する高齢人口に対する水系感染予防

家庭で使われる化学物質・医薬品等の環境流出

表流水を介した取排水の限界

農地・畜産・水産養殖に投入される資源による水系汚染

土壌、地下水、底質の汚染と修復技術

NPS対策

トレーディングを含めた経済原理などを入れた環境管理技術

ダム・堰・河川改修・海岸埋め立てなどの事業による生態系への影響評価と軽減技術

生態系の移動分析

外来種による生態系の攪乱

保全生態学

絶滅危惧種の遺伝子保全

都市・建設廃棄物の有効利用

廃棄物・排水のリサイクルの安全性評価と制御

省面積で質的安全性が確保できる地下水涵養技術(都市内治水・水資源化)

流出事故、テロによる早期警戒システム

低コストで確保できる衛生、安全な浄水技術

低コストで資源リサイクルが可能な尿処理技術

低コストの排水収集、処理システム

工場排水に含まれる有害物質管理

制限された財源、資源の中での優先度決定方法

行政・市民が利用活用できる環境指標の開発

## 中長期的課題

世界的な資源の枯渇と環境との調和

都市集中環境の改善

地球温暖化防止対策

グリーンケミストリー

絶滅危惧種の遺伝子からの復元技術

放置される農地

国内に持ち込まれる資源の削減

資源の回収

ライフスタイル・生活価値観の変革

## その他

- ・環境問題解決に向けて研究開発を行う上で、有効な体制、推進方法、国から必要な支援
  - － 研究開発資金の拡大
  - － 研究開発資金の拡大
  - － 重点化とキャンペーン
  - － 若手研究者の雇用機会の拡大
- ・環境問題解決に対し、我が国が取るべき政策に関する提言
  - － 規制と受益を被る者間の資金的調整機構(農業と都市、流域での上下流問題)
  - － 環境基礎データを蓄積と公開、利用を目的とした国家機関の設置
  - － 情報の公開

- 第2期科学技術基本計画に対する意見、および第3期科学技術基本計画に対する提言
  - 重点分野での協力体制が見えない(環境に関わる技術が他の重点分野にまたがっているがどのように調整されているのか?)
  - 重点化を図る必要があるのは理解できるが、環境問題は多様であり、多様な課題に取り組む準備をしておくことも重要
- 本ワークショップにおいて特に議論すべき内容
  - 第3期科学技術基本計画へ反映させるべき課題
  - 第2期計画の問題
  - 我が国が途上国環境問題解決に果たすべき研究・技術開発の役割
  - 環境技術開発への国家戦略

新澤秀則(神戸商科大学) ; 「環境経済の立場から」

科学技術未来戦略ワークショップ(環境分野)  
平成16年1月23日~24日

## 環境経済の立場から

新澤秀則  
神戸商科大学 経済研究所

## 環境経済学

- 環境経済・政策学会(1995~)
- AERE

2

## 環境経済学の研究テーマ(1)

- 環境問題の原因究明
  - インセンティブ(価格, 所有権, 税制, ...)
- 環境の価値評価 環境保全の目標決定
  - オプション価値, 準オプション価値, ...
- 目標達成の政策手段
  - 環境税, 排出権取引, デポジット・リファンド, 保全地役権, ...
  - 政策の中身が問題。政策の革新が必要。

3

## 環境経済学の研究テーマ(2)

- 地球規模の環境問題
  - 京都議定書の成否
  - 温暖化にかたよりすぎか
- 開発と環境
- 貿易と環境
  
- 環境と企業経営
  - 組織の失敗, 企業内環境政策
- 環境と産業, マクロ経済
  - 環境政策と産業政策
  - 環境立国? 環境でメシは食えるか

4

## 経済学における 温暖化関連研究の成果

- 二重の配当論
- ポリシー・ミックス
- 技術開発と政策の関係
- 国際的合意形成の条件

5

## 地球温暖化研究イニシアティブに欠 けているもの

- 科学研究や技術研究だけで十分か？

6

## 廃棄物

- 拡大生産者責任
- 引き取り義務 + リサイクル義務
- デポジット・リファンド？

7

## 制度設計工学

- IPCC (WG3) 報告書で引用される日本人文献が少ない。
- 制度設計に関する研究の必要性
  - オプションの提案と評価
    - 経済理論, 政策論, 計量実証モデル分析, シミュレーション, 実験
  - 科学や技術に対する理解

8

# 国内政策モデル

- 温暖化
  - AIM
    - 京都大学 + 国立環境研究所
  - 他のモデルもほしい 組織的対応が必要か
    - 海外の場合
- その他の政策分野でも

にいざわ ひでのり

[http://homepage1.nifty.com/niizawa/  
niizawa@kobeuc.ac.jp](http://homepage1.nifty.com/niizawa/niizawa@kobeuc.ac.jp)

(神戸商科大学は、県立大学の統合に伴い、2004年4月より、兵庫県立大学の経済学部と経営学部になります。)

酒井伸一(国立環境研究所 循環型社会形成推進・廃棄物研究センター); 「循環型社会・廃棄物対策の立場から」

社会的視点からみた環境研究 - グループ討議

各環境専門領域の研究開発の現状と到達点の紹介

循環型社会・廃棄物対策の立場から

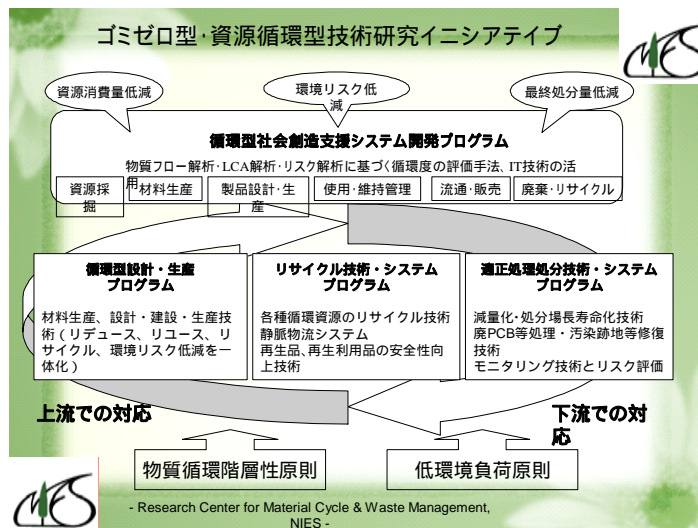
酒井伸一

Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES

社会的視点からみた環境研究 - グループ討議

1. 総合科学技術会議  
ゴミゼロイニシアティブ

Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES



社会的視点からみた環境研究 - グループ討議

2. 循環指標、  
マテリアルフロー研究

Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES

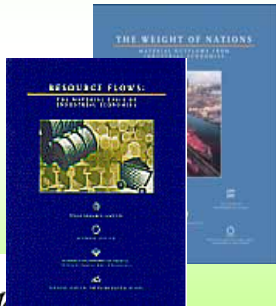




## 隠れたフロー (エコロジカルリユクサック)



- World Resource Instituteや国立環境研究所の国際共同研究により提案された概念。循環型社会形成システム研究室の森口祐一室長が研究参加。



経済活動に直接投入される物質(総物質投入量)が、国内外において生産、採掘される際に発生する副産物、廃棄物をいう。建設工事による掘削、鋳さい、畑地等の土壌侵食などがある。

- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

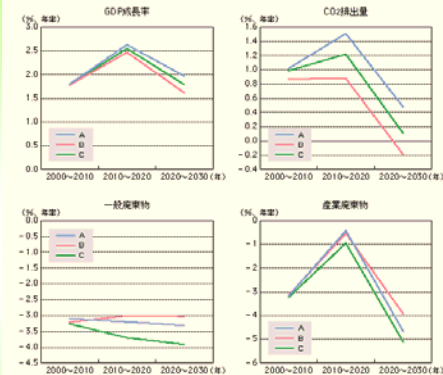
## シナリオ研究例：技術開発推進型シナリオ(A)



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

平成13年度循環白書

序-4-2回 シミュレーションの結果



- A：技術開発推進型シナリオ
- B：ライフスタイル変革型シナリオ
- C：環境産業発展型シナリオ

	2000~2010年			2010~2020年			2020~2030年		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
GDP成長率 (%) (基準)	1.80	1.79	1.79	2.51	2.47	2.55	1.97	1.82	1.79
CO2排出量 (%) (基準)	1.02	0.97	0.99	1.51	0.80	1.22	0.48	-0.19	0.11
廃棄物総発生量 (%) (基準)	-3.10	-3.21	-3.26	-3.20	-3.01	-3.70	-3.31	-3.05	-3.91
一般廃棄物 (%) (基準)	-3.18	-3.15	-3.23	-0.42	-0.53	-0.95	-4.65	-3.92	-5.10

(資料) 国立環境研究所 AF試算



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## 環境戦略ワークショップ(社会の視点からみた環境研究)



## 循環型社会形成の接点からみた研究例

## 3. アジア地域の物質フロー研究



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

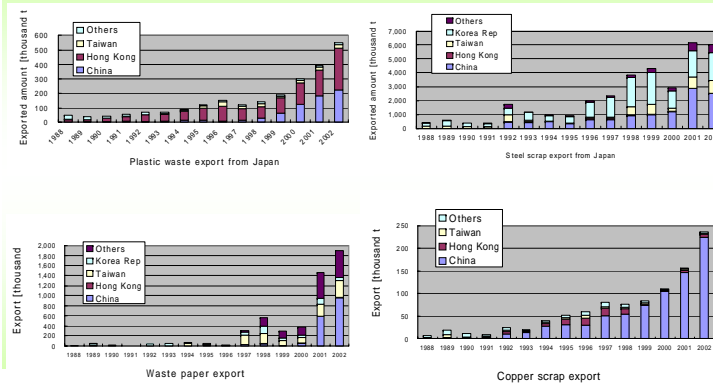
## Research Project “Structural analysis of material cycles and waste management in Asia”

- **Main objectives are:**
  1. To make clear the structures of material cycles; and
  2. To clarify and to prevent the environmental pollution in the material cycle processes in Asia.
- **Topic**
  - Material Cycles in Asia
    - Plastics
    - End-of-life home appliances, PC (E-waste)
    - End-of-life vehicles
  - Waste Management (Statistical and legislative information, landfill site issues)
- **Term**
  - FY2002-2004(scheduled)
- **Representative**
  - Dr. Terazono (NIES)



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

## Export from Japan



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

Terazono, 2<sup>nd</sup> Workshop on Material Cycle & Waste Management in Asia (2003)

## Importing plastic waste in China (2001) unit: thousand ton

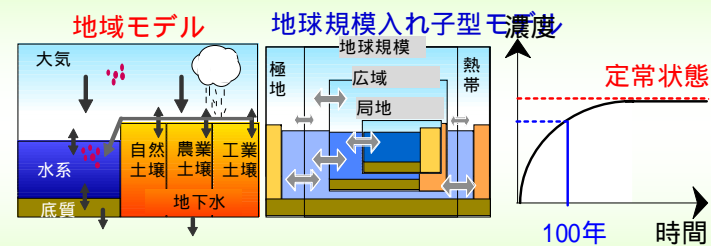
	PE		PS		PVC		Other plastics	
1	Hong Kong	75.1	Hong Kong	53.5	Hong Kong	117.7	Hong Kong	890.4
2	USA	45.7	Japan	29.3	USA	42.3	USA	390.
3	Japan	38.4	Taiwan	14.9	Japan	25.0	Japan	133.5
4	Germany	33.5	USA	11.1	Taiwan	11.1	Taiwan	75.2
5	Taiwan	19.4	Malaysia	10.2	Belgium	4.8	Korea	35.3
6	Belgium	18.1	Canada	8.5	Canada	2.5	Belgium	24.8
7	Korea	8.3	Korea	5.2	Korea	2.3	Germany	23.5
8	Canada	5.9	Nether lands	4.5	Nether lands	2.1	Mexico	16.4
9	France	4.6	Singapore	1.8	Germany	1.3	Canada	16.4
10	Nether lands	4.1	Philippines	1.3	Greece	0.4	Brazil	15.1
	Others	7.3	Others	1.2	Others	1.6	Others	79.8
Total		280.4		142.5		211.1		1593.5



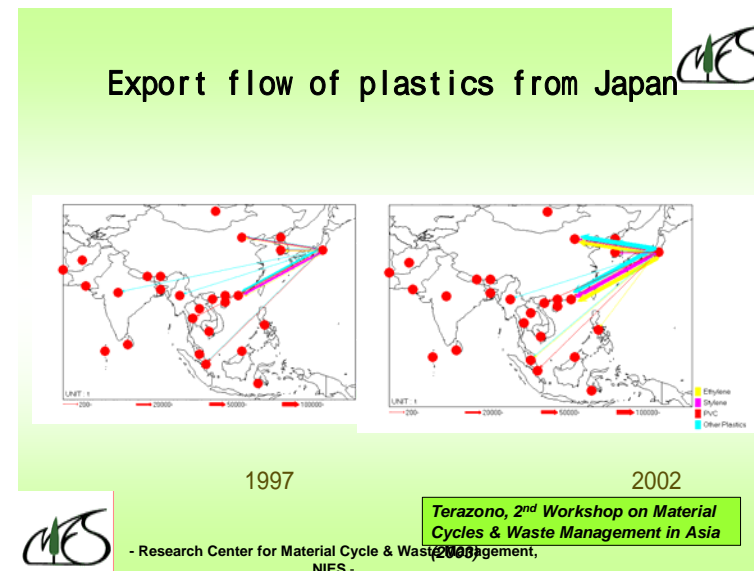
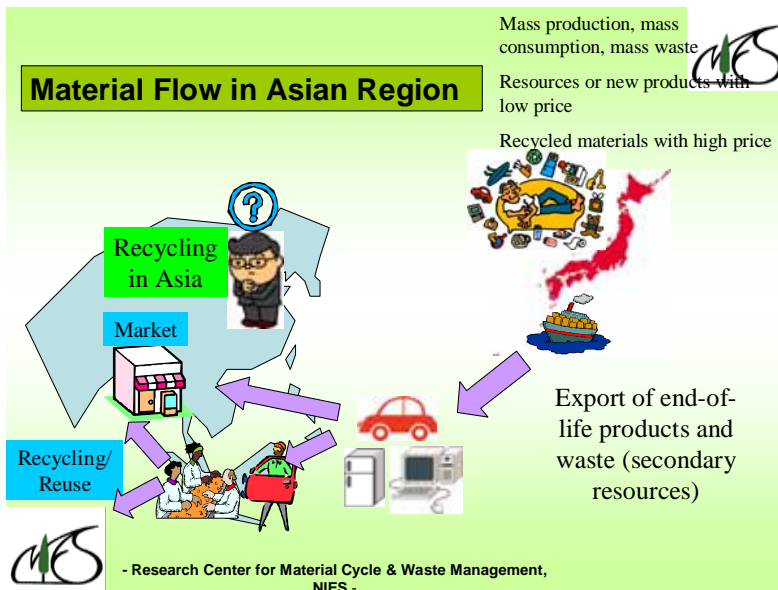
- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -

Terazono, 2<sup>nd</sup> Workshop on Material Cycles & Waste Management in Asia (2003)

## 地域スケールと時間スケールの問題



- Research Center for Material Cycle & Waste Management, NIES -



## 社会の視点からみた環境研究 - グループ討議

### 残された循環型社会研究課題例

1. 政策効果分析、シナリオ分析、統合システム解析
  - 特に気候変動対策研究、循環型社会研究
- アジア地域の循環研究、環境研究
  - 利用自由度のある研究ファンドの必要性

表1 水

研究開発テーマ	現状	到達点・目標
水の有害微量物質の特定と除去技術・水生生物の保全に係わる水質管理項目と濃度基準の設定と対応技術・有害微生物除去技術	有機物：THMFP の除去、環境ホルモン除去→活性炭の選択性・飽和吸着量 水生生物関連：民間企業に不評、Zn:開発中（特許） 殺菌技術：塩素、二酸化塩素、オゾン 病原虫：膜処理、砂ろ過逆洗排水処理	一部実施
排水からの窒素、リンの除去技術：富栄養化、硝酸（野菜、牧草）対策技術	窒素：亜硝酸化・アンモニア脱窒反応 ANAMMOX 技術、高速脱窒（浮遊担体付着法、自己固定化法）、臭素オキシダント利用、圃場における適正利用、リン：生物脱リン、MAP	ANAMMOX 技術未達 高機能付着担体
ノンポイント汚染対策技術	土壌による浄化機能調査：牛放牧地・上水源。山岳トイレ・・・バイオトイレ	安全な水
重金属処理技術	温泉排水等 As、Cd、Ce、Hg 凝集・吸着	既存技術有
水系における病原性微生物汚染防止技術	雨水時下水対策：臭素系殺菌剤注入装置 海域親水域の浄化	普及、開発中
高度処理	AOP、COD 処理、親水公園、循環利用（中水）	実施、安全性
自然生態系利用技術	システム：護岸工事、ピオトープ、里山保全、生物多様性保持、散布の定量化。都市と農村の連携	一部実施
水循環利用技術	下水高度処理、雨水利用、脱ダムの可能性	都市部普及
余剰汚泥発生量減容化	オゾン等酸化剤、高熱性細菌、長時間曝気等	適用範囲限定
電気化学処理	発生オキシダント・塩素等酸化剤利用	開発途上・経済性
メタン発酵技術	別表	研究開発中
ビルジ排水	船舶排水中の外来有害生物の除外	問題提起？

表 1-1 メタン発酵技術研究状況（バイオマス・リサイクル関連）

開発テーマ	状況
可溶化	最重要テーマ…超・亜臨界、水熱、オゾン、磨砕、爆砕、溶菌酵素利用
超高速 UASB	多段注入多段ガス排出方式…開発中
EGR	エキスパンド・グラニュール・リアクター…適用化・排水種
高温消化	生分解速度向上、グラニュール化の促進、アンモニア阻害の軽減化
含油排水	酵素処理、混合分散処理、高温消化等…処理負荷低減で対処
有機酸阻害	pH 低下。プロピオン酸分解の促進。
アンモニア阻害	希釈、前処理、後処理循環、低 pH 処理（薬品、CO <sub>2</sub> 等）…開発中
季節排水、操業開始	種菌確保（絶対量）、保存方法、開始期間短縮（微粒担体）等??
ガス濃縮・分離	PSA（吸着剤）、膜分離、二酸化炭素吸収・吸着分離…開発中
ガス発電	法定点検時間の延長、費用の低減、買電化各の優遇措置等…コジェネ
消化脱離液処理	河川放流、下水道放流、N、P、COD 処理費用の低減化技術…費用
乾式メタン発酵	ガス抜き、混合等の課題…開発中
水素発酵	物質収支、運転管理等の面から実用性へのハードル高い…開発中
管理指標	メタン発酵関連細菌の管理…開発中、水熱・不特定阻害物質の調査
<p>メタン発酵対象</p> <p>汚泥、家畜糞尿、産業排水（食品製造排水、化学工場廃水、水産加工排水・廃棄物、焼酎粕、でんぷん排水等）、産業廃棄物（おから等）、一般廃棄物（生ごみ等）、農産廃棄物、</p>	

表2 廃棄物

研究開発テーマ	現状	到達点・目標
ロンドン条約対策技術	汚泥：脱水、コンポスト、メタン発酵、 焼酎粕：飼料化、エネルギー回収	焼酎原料によるエネルギー回収対応技術
し尿処理	汚泥・生ごみ再生、汚泥燃料化、リン回収……補助対象 メタン発酵・コンポスト、低含水率脱水技術、MAP	新脱水研究開発開始
下水汚泥	バイオマス利活用事業：汚泥利活用・補助対象（生ごみ、家畜糞尿等混合 OK）	2003年8月 通達 1/4、1/5
家畜糞尿の有効利用技術	（N,P,K 対策）コンポスト、メタン発酵、消化脱離液処理、病原虫（クリプト、ジアルディア、O-157）	経済性の改善 コンポスト高機能化
メタン発酵における難生物分解性有機物の低分子化	低分子化：水熱反応、オゾン、圧力変化、主対象は下水汚泥	研究開発中 エネルギー収支 大型プロジェクト提案
廃棄物の飼料化技術	乾燥、乳酸菌、麹菌利用、他	実施レベル
コンポストの高品質化、利用法	今後の課題	研究開発中
重金属除去技術	地域性テーマ：ホタテウロ、イカ肝臓	実用化難、研究開発中

表3 大気

研究開発テーマ	現状	到達点・目標
VOC 等の揮発性物質の浄化技術	蓄熱式燃焼装置、活性炭吸着	高濃度 OK、小規模、 低濃度、開放系
地球温暖化ガス発生防止技術	一酸化二窒素（N <sub>2</sub> O）排水処理、農業の操業管理、触媒法、メタン、フロン等	開放系での抑制
酸性雨対策	排ガスの硫黄系、窒素系酸性ガスの発生防止：排ガス処理技術支援	中国対策：技術支援よりも経済支援

表4 土壌関連

研究開発テーマ	現状	到達点・目標
重金属処理技術	工場等跡地、水田 (Cd)	不明, 研究開発中、植物濃縮回収
農業等有害物質処理技術	ゴルフ場: 薬剤軽減, 変更 (漢方)、調査、構想段階	大量放棄農業???
土壌改良	コンポスト使用料減少	利活用促進高機能化
休耕田畑の利活用	燃料植物栽培等、浄化植物栽培	長高成長植物の発見・組替え植物生産 (N, P 処理、バイオマス生産) 模索中

表5 素材・要素技術、他

研究開発テーマ	現状	到達点・目標
光触媒の高機能化膜	可視光利用、適用範囲拡大 有機膜、無機膜、ガス分離膜、機能膜	閉鎖系環境改善高機能化 高機能化、低価格化
センサー・検知技術	バイオセンサー・バイオセンシング、プロセス制御	開発中
環境教育	学校教育、環境コンサルタント制度	普及啓蒙の制度化と教育フィールドの整備

表6 バイオマス関連 1 (生ごみ)

<p>現状</p> <p>1. 環境省関連</p> <p>① コンポスト化→グリーンハウスにおける塩分蓄積→洗浄</p> <p>② 汚泥再生処理センター整備事業 (コンポスト、メタン) → (十数か所伸び悩み)、ごみ収集システム構築が社会的に困難</p> <p>2. 農水省関連</p> <p>① 家畜糞尿のメタン発酵による生ごみの搬入推進 (農業白書)</p> <p>② 八木町の家畜糞尿のメタン発酵槽へのおから投入</p> <p>③ 家畜糞尿処理の経済性の課題解決の可能性…限界打破</p> <p>3. 国土交通省関連</p> <p>① ディスポーザ: 部分的には OK (処理後下水道放流、河川放流)</p> <p>② 汚泥利活用・補助対象 (生ごみ、家畜糞尿等混合 OK)</p> <p>4. 経済産業省</p> <p>① エネルギー生産利用工程に補助、バイオマス利活用の補助</p> <p>② バイオプラスチック…経済的ハードルが高そう…中国、USA</p>
--

表7 悪臭関連

研究開発テーマ	現状	到達点・目標
生物脱臭	ばっき槽挿入・・・プロワー金属腐食担体重点型・・・汎用技術・・・SV、LVの向上 生物脱硫（西欧先進）・・・日本開発中	DMDS 分解率向上 簡易型
吸着	低濃度臭気用。活性炭の高機能化	現在は価格破壊
光触媒	ホルムアルデヒド、畜産作業環境改善	選択性、費用に難
メタン発酵	畜産廃棄物の悪臭低減	周辺技術
飲食店発生源対策	東京都では神戸の結果を配慮し、技術調査・・・低容量・低価格脱臭装置で難航	焼き鳥、うなぎや油分で閉塞

注) 水洗、薬液洗浄は汎用されているがテーマとはなっていない。蓄熱式は開発完了。その他：通電加熱再生、プラズマ脱臭

表8 リサイクル関連

研究開発テーマ	現状	到達点・目標
ガス化炉	対象：都市廃棄物、木質系廃棄物等 炉：流動床、キルン型等 利用：ガスの質的転換	エネルギー回収率等維持管理費、設備償却等から経済的、合理的→目標
灰資源化・固化	・ 透水レンガ、インターロッキングブロック ・ 溶融固化・・・道路用資材	価格低減化、経済的な溶出防止技術、元山還元、金属回収
BDF	グリセライドの分離と利用方法。無触媒 エステル化。メタノール無使用。精製方法（水洗法、乾式法）。	単なる燃料使用との経済的優位性、環境に対する負荷軽減の定量化、収集システムの構築。

表9 騒音・振動

研究開発テーマ	現状	到達点・目標
防振装置	空気バネ、防振スプリング、フレキシブルジョイント	簡易型、耐久性
防音装置	消音器、防音カバー、吸音材、遮音材	防音効率、簡易型





# 気候変動・地球温暖化問題は3本柱で考えよう！

## 物理気候変動予測

(高精度・高解像度大気海洋結合モデルの開発)

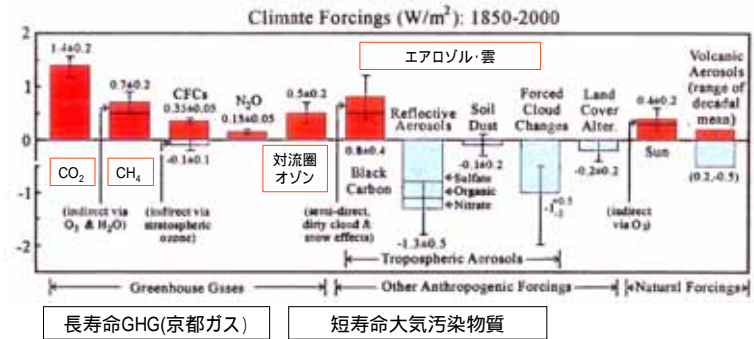
## 生態系－気候相互作用

(炭素循環・長寿命温室効果ガスの生物地球化学循環機構の解明)

## 化学－気候相互作用

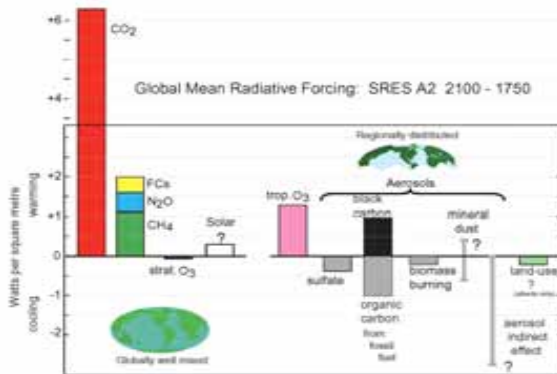
(エアロゾル・オゾンなど短寿命大気微量成分の輸送・変質機構と気候・環境への影響解明)

各地球温暖化関連物質による1850-2000年の放射強制力

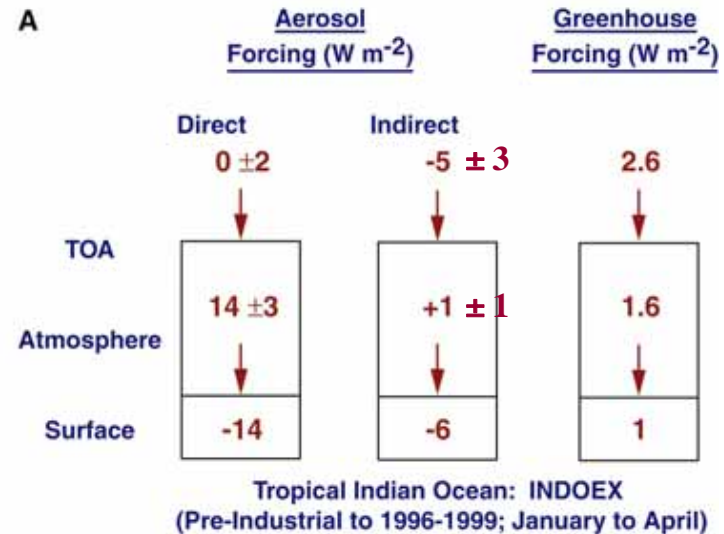


Sato and Hansen (2003)に基づく。

2100-1750年の全球平均放射強制力 (SRES A2)



IPCC 第3次報告書(2002)



Ramanathan et al, 2001

## 産業革命以前から現在までの対流圏オゾンの放射強制力

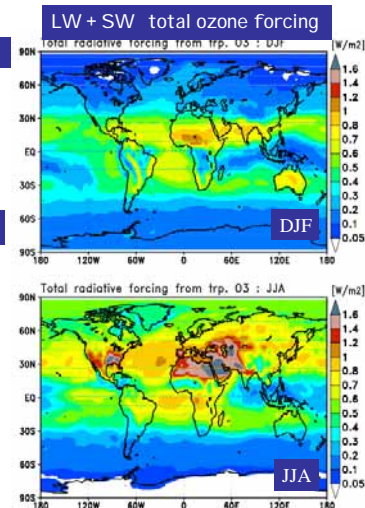
### 対流圏オゾンの増加

197 TgO<sub>3</sub> (産業革命以前)  
+10.4 DU (+58%)  
311 TgO<sub>3</sub> (現在)

### 圏界面での年間平均の放射強制力 W m<sup>-2</sup>

	Global	NH	SH
LW	0.402	0.485	0.319
SW	0.085	0.107	0.063
LW + SW	0.487	0.592	0.382

CHASER



## 気候変動・地球温暖化抑止への視点

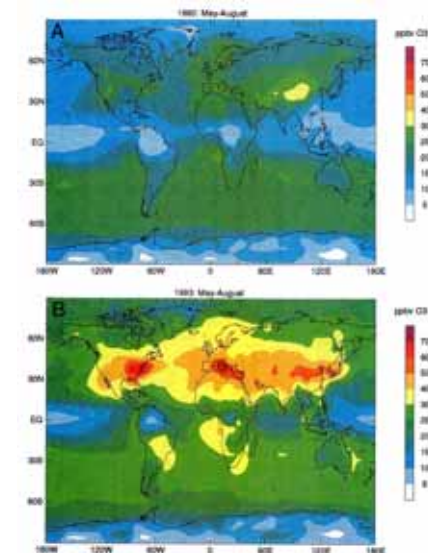
- 二酸化炭素が温室効果ガスの放射強制力への寄与において最も重要であると同時に、その排出抑制は化石燃料に依存する現代文明の根幹に関わっているため、社会的にも長期的視点から最も重要な意味を持っている。
- 最も社会的関心の高い地域的気候変動(降水量変動など)に対してはエアロゾル・オゾンが少なくとも二酸化炭素に匹敵する影響を及ぼす可能性が高い。
- 短中期的な温暖化抑止のためには二酸化炭素削減努力に加え、エアロゾル・オゾンなどの削減による温暖化抑止を含めた、可能な対策をすべて行うべきである。

## もう一つの大気圏と人間の相互作用

### グローバル大気質変動 グローバル大気汚染

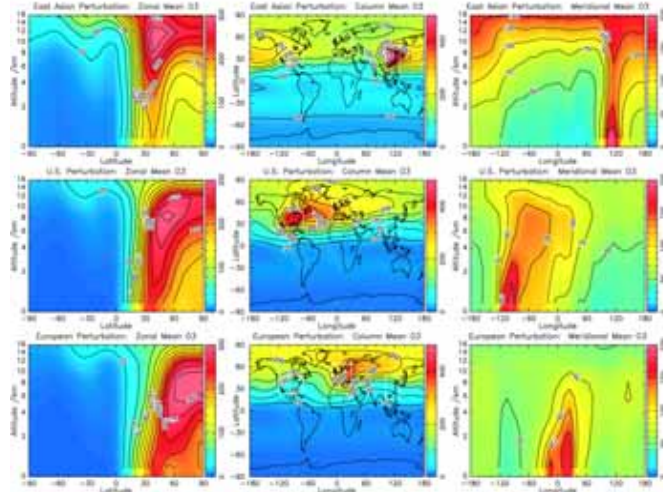
- 比較的大気寿命の長い(1週間以上) 大気汚染物質の大陸間輸送と半球汚染
- メガシティ(巨大都市)の大陸規模・ 地球規模大気質変動・大気汚染への影響

モデルで計算された北半球の植物生育シーズン(5月? 8月)における地表付近のオゾン濃度分布 (ppbv)  
A: 1860年, B: 1993年



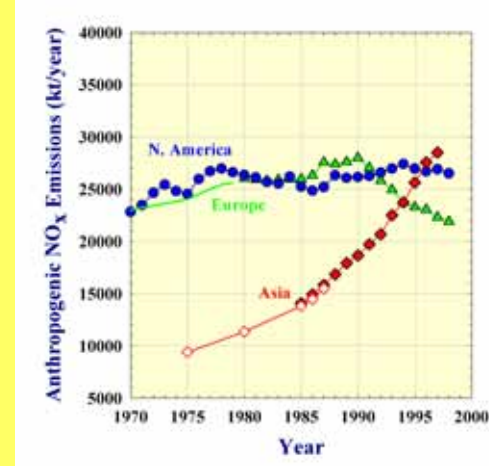
J. Lelieveld, F. Dentener,  
J. Geophys. Res., 105, 3531  
(2000)

モデルで計算されたオゾンの大陸間輸送



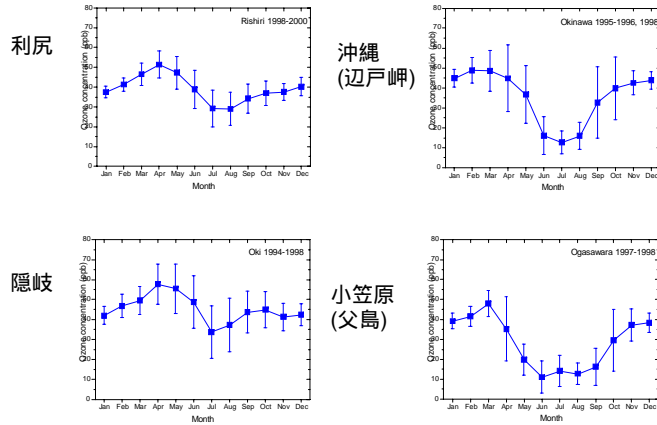
O. Wild, H. Akimoto, J. Geophys. Res., 106, 27,729 (2001)

北半球3大陸におけるNOxの放出トレンド



N. America: USA + Canada, Europe: including FSU, Asia: South, SE and NE

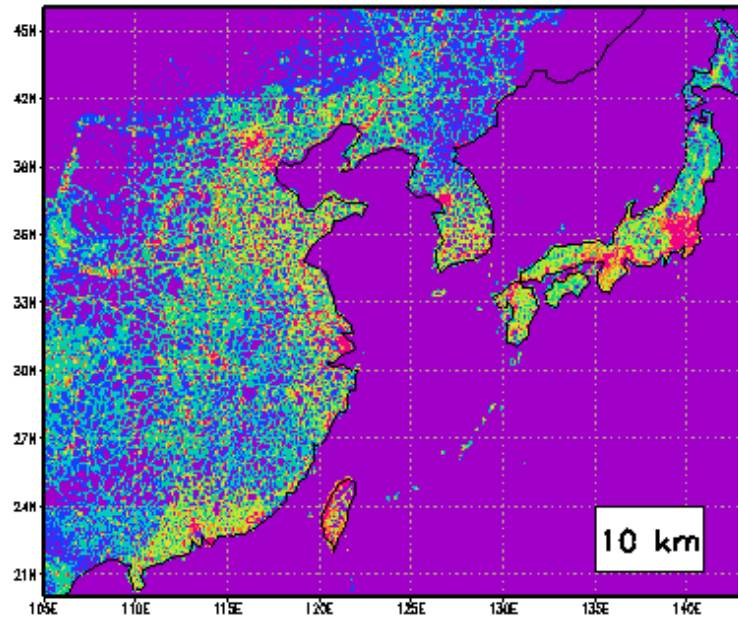
東アジア長距離越境汚染により我が国のリモート地点における地表付近オゾンは既に環境基準近くに達している



世界人口の都市化と大気汚染: 人口1000万人以上のメガシティ

1950	1975	2001	2015
都市 人口	都市 人口	都市 人口	都市 人口
1. New York 12.3	1. Tokyo 19.8	1. Tokyo 26.5	1. Tokyo 27.2
	2. New York 15.9	2. Sao Paulo 18.3	2. Dhaka 22.8
	3. Shanghai 11.4	3. Mexico City 18.3	3. Mumbai 22.6
	4. Mexico City 10.3	4. New York 15.9	4. Sao Paulo 21.2
		5. Mumbai 16.5	5. Delhi 20.9
		6. Los Angeles 13.3	6. Mexico City 20.4
		7. Calcutta 13.3	7. New York 17.9
		8. Dhaka 13.2	8. Jakarta 17.3
		9. Delhi 13.0	9. Calcutta 16.7
		10. Shanghai 11.4	10. Karachi 16.2
		11. Buenos Aires 12.1	11. Lagos 16.0
		12. Jakarta 11.4	12. Los Angeles 14.5

## 東アジアのメガシティとNOxの排出

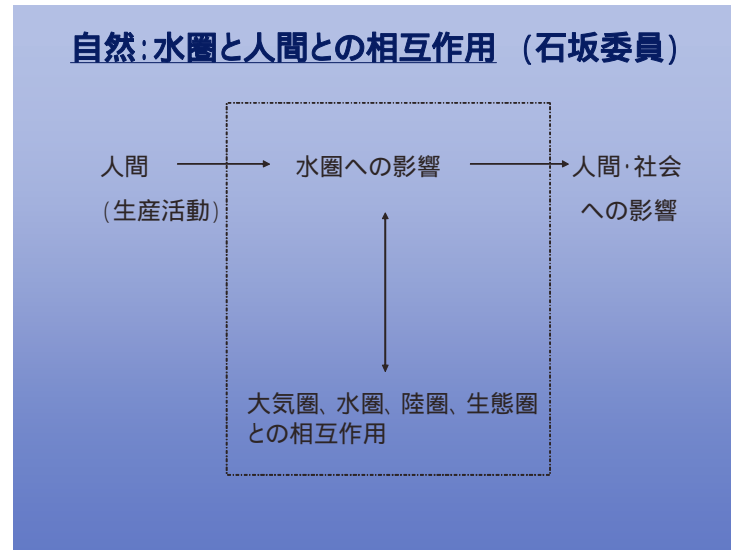



Streets et al.,  
[2003]

## グローバル大気質変化・大気汚染の インターフェース


- アジア長距離越境汚染条約
- 先進国・途上国を含む半球汚染防止戦略
- メガシティと大気汚染・その他都市問題
- 途上国における健康問題・貧困問題・教育問題

科学技術未来戦略ワークショップ(環境分野)  
自然への影響  
**水圏の影響**  
長崎大学水産学部 石坂丞二




### 人間から水圏へ

- ▲ 地球温暖化(水温と塩分の変化とそれに伴った海洋循環の変化・海面上昇・海水減少)
- ▲ 陸から(富栄養化・化学物質)
- ▲ 沿岸域の改変(護岸工事・干潟消失・サンゴ礁破壊)
- ▲ 流入水の水量・水質変化
- ▲ 船舶(油流出・バラスト水)
- ▲ 水産業(乱獲・養殖による汚染や環境破壊)
- ▲ 大気から(CO<sub>2</sub>, 陸起源物質)

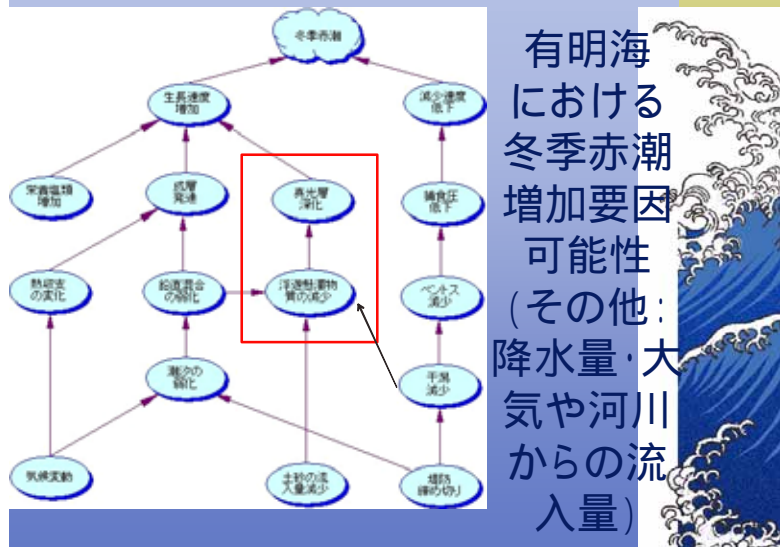
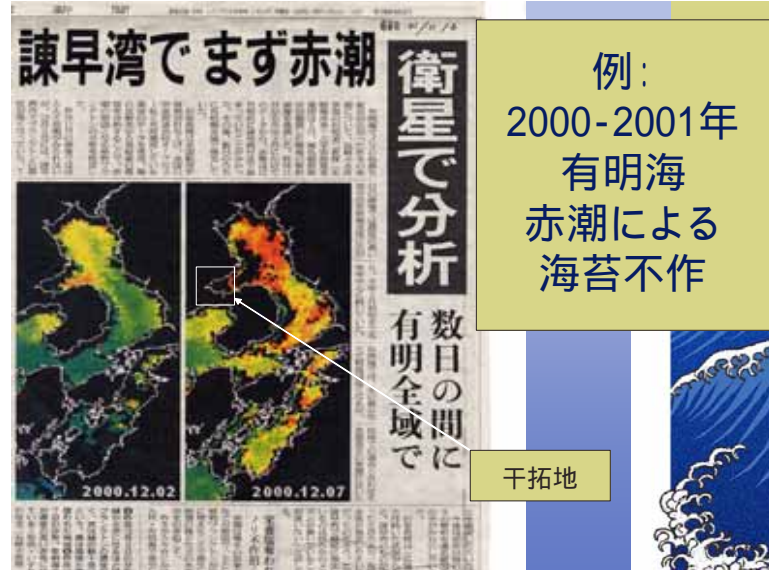
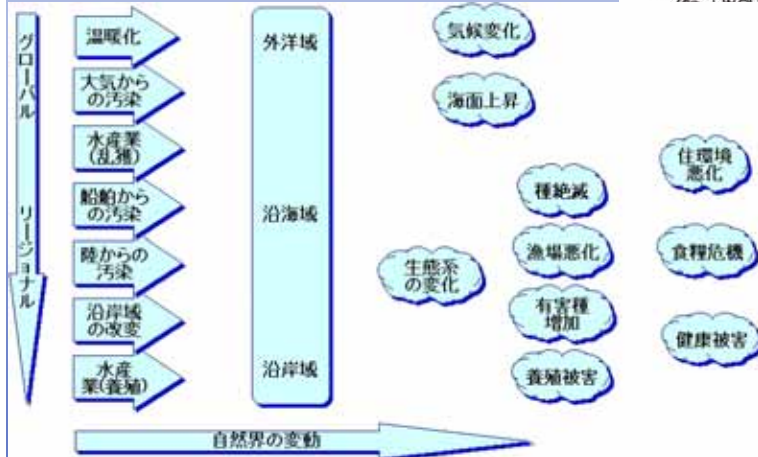


### 水圏から人間へ

- ▲ 気候変化
- ▲ 海面上昇
- ▲ 生態系の変化
  - 食糧危機
    - 漁場悪化
    - 養殖被害(赤潮・貧酸素)
  - 種絶滅
  - 住環境・レジャー環境の悪化
  - 健康被害(毒性生物増加)



## 自然：水圏と人間との相互作用



## 気圏・水圏相互影響

- ▲ 温暖化：気候変動 海水温度・海氷・塩分変化 海洋循環・水面上昇・海洋生態系変化
- ▲ 大気汚染（陸性エアロゾル・人為起源物質・CO2） 海洋生態系変化
- ▲ 海洋循環変化 気候変化（熱・水フラックス）
- ▲ 海水変化 アルベド変化
- ▲ 生態系変化 雲量変化（DMS）・揮発性物質変化

## 陸圏・生態圏・水圏相互影響

- ▲ 陸圏・生態圏から
  - ✓ 水フラックス変化
  - ✓ 物質フラックス変化(例えば植生変化等)
- ▲ 海から陸への物質フラックス変化
  - ✓ 回帰魚
  - ✓ 海鳥
  - ✓ 水産業



## 最近10年間(今後)における重要な研究開発課題

- ▲ 数年から十年スケールでの海洋環境と生態系の変動の解明および、その変動に重なった地球温暖化などの人為的な要因による生態系の変化の検出と区別
- ▲ 特にアジアの沿岸では急激に進む開発に伴った変化との区別が重要
- ▲ 一方で自然再生計画が進む中、その評価技術の確立も重要課題
- ▲ 陸域圏・大気圏と海洋圏の相互作用(例えば水循環やエアロゾルの変化の海洋への影響や海洋の変化に伴った陸・大気の変化)
- ▲ 生物分類群組成の物質循環への影響



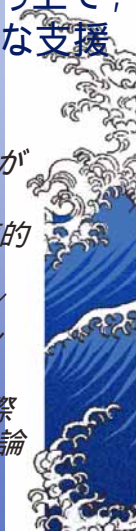
## 今後(20 - 80年)重要となる研究開発課題

- ▲ 数十年スケールの海洋環境と生態系の変動の解明および、その変動に重なった地球温暖化などの人為的な気候変化による生態系の変化の検出と区別



## 環境問題解決に向けて研究開発を行う上で、有効な体制、推進方法、国から必要な支援

- ▲ 生態系の変動と変化に関して長期的(100年スケール)な視点の研究を継続できるような体制が必要。
- ▲ 短期プロジェクトが中心の現在、長期的で継続的な観測体制がなくなってきている。
- ▲ (例えば気象庁のブイ観測や定線観測が少なくなっている。また宇宙計画に関してはADEOSシリーズの失敗も問題)
- ▲ 現業的な色彩の濃いこれらの観測体制と、実際にそのデータを解析し有用な情報と取り出して論文化する研究の両立





## 環境問題解決に向けて研究開発を行う上で、 有効な体制、推進方法、国から必要な支援

- ▶ 特に海洋の場合、責任省庁がばらばらであり、統合した観測・研究体制が組めていない現状の解決が必要。
- ▶ 一つの生態系(例えば特定海域)について、集中的に観測・研究を進めることを促す予算システムが必要。

## 環境問題解決に対し、我が国が 取るべき政策に関する提言

- ▶ 日本の水産資源は現在世界に頼っており、国内での食糧自給率を高めるために水産業の活発化を図る必要がある。
- ▶ そのためには、沿岸環境の整備や生態系の理解が不可欠であるが、縦割り行政の中でその努力が足りない。
- ▶ また世界の水産物を獲得している日本としては、もっと世界の海洋環境に目を向ける必要がある。

## 環境問題解決に対し、我が国が 取るべき政策に関する提言

- ▶ さらに環境問題に関しては、長期的な視点が必要であり、世界では多くの生態系の長期モニタリング計画が進んでいる中、日本では長期続いてきた気象庁による汚染モニタリング調査での項目(特に生物調査)などどんどん減少している。
- ▶ 今までの蓄積を生かしながら、長期モニタリングを継続する必要がある。
- ▶ またモニタリングデータに関して、気象庁等は多くのデータを公開していると思うが、一部にデータを中々公開していない省庁や組織がある。
- ▶ 税金で取ったデータは極力共有化を図るべきである。

## 環境問題解決に対し、我が国が 取るべき政策に関する提言

- ▶ 多くの研究機関でポストドク制度が増加したのは良いが、正規雇用の職は増加しておらず、若い人が職を得やすくは必ずしもなっていないのではないかな？
- ▶ 長期的に見ると若い人が研究者を目指さなくなってしまうのではないかな？
- ▶ また大学レベルでポストドクを雇用しようとする、かなり大きな予算やCOEにならないと困難である。
- ▶ この状況は欧米のような、大学においてもポストドクが研究の中心をになうシステムとはまだ違うように思える。

## 第2期科学技術基本計画に対する意見, および第3期科学技術基本計画に対する提言

- ▲ 環境は戦略的重点化に入っているが, 自然環境のモニタリングに関して, 本当に重点化されているといえるのだろうか?
- ▲ 何か問題が起こらないと環境の計測を行わない状況では, 問題が起こる前後での変化を認知することができない。
- ▲ 短期的に結果を出すプロジェクトばかりが増加するのは, 自然環境の理解にとっては必ずしも良い方向ではないのではないか?

## 本ワークショップにおいて特に議論すべき内容

- ▲ ともすれば工学系は小手先の技術開発, 土木系は新しい場の造成, 理学系は無限の興味追求と, それぞれの道に走ってしまいがちな環境分野で, お互いにどうすれば共通の問題認識が得られるか。

大政謙次(東京大学) ; 「自然への影響 生物圏(陸域)への影響」

JST科学技術未来戦略WS  
 環境分野  
 (2004.1.23-24)

自然への影響  
 生物圏(陸域)への影響  
 (特に、農地や森林の保全・資源化に関して)

東京大学農学生命科学研究科  
 大政謙次

農地や森林の保全と資源化  
 (地球規模の問題)

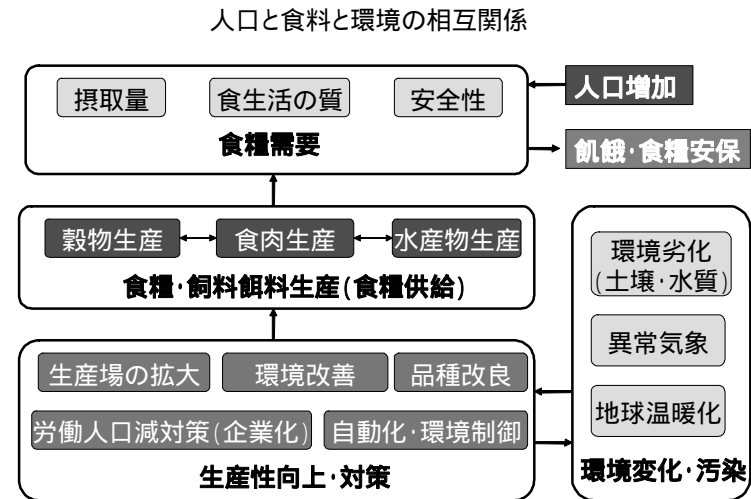
- 地球規模の問題
- ・人口増加と生活質の変化に伴う食料需要の増大  
 (農地開発、森林破壊、水資源枯渇、土壌・水質劣化、砂漠化)
  - ・化石燃料の消費や森林破壊による温暖化  
 (異常気象、複合汚染、食料生産変化、生態系破壊)
  - ・海外植林(森林資源開発、京都議定書対応(排出権取引,CDM,JI)  
 (土壌荒廃、水資源枯渇、生態系破壊)
  - ・地球規模での生物圏と大気、水、陸圏との相互関係の変化  
 (生物資源の質の地域的な変化、産業・食料需給・生活質・汚染質の変化)

(東京大学 大政謙次)

農地や森林の保全と資源化  
 (我が国における問題)

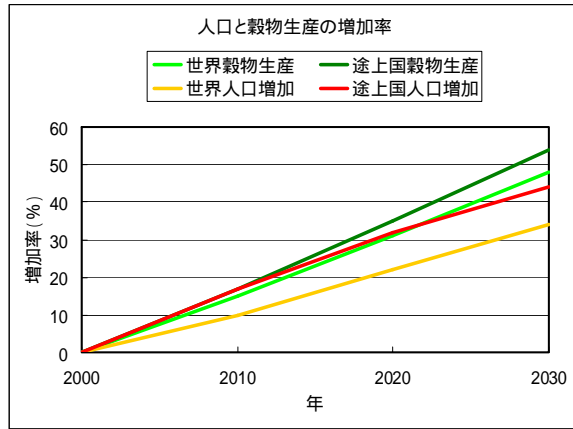
- 我が国における問題
- ・第一次産業人口の減少と高齢化  
 (農林地の荒廃、生産量の減少、自給率の減少)
  - ・農業生産の規模拡大、企業化  
 (持続的な農業形態の崩壊、食品安全性、環境汚染、生態系破壊)
  - ・森林資源の活用  
 (採算性、土壌荒廃、環境汚染、森林生態系の破壊)
  - ・自然環境の保全、生物多様性保護
  - ・都市と農山漁村の地域格差の是正、共生型社会の構築
  - ・地球規模の環境変化(汚染を含む)の影響と対策

(東京大学 大政謙次)



(大政謙次 生態工学 2003)

### 人口と穀物生産の増加率

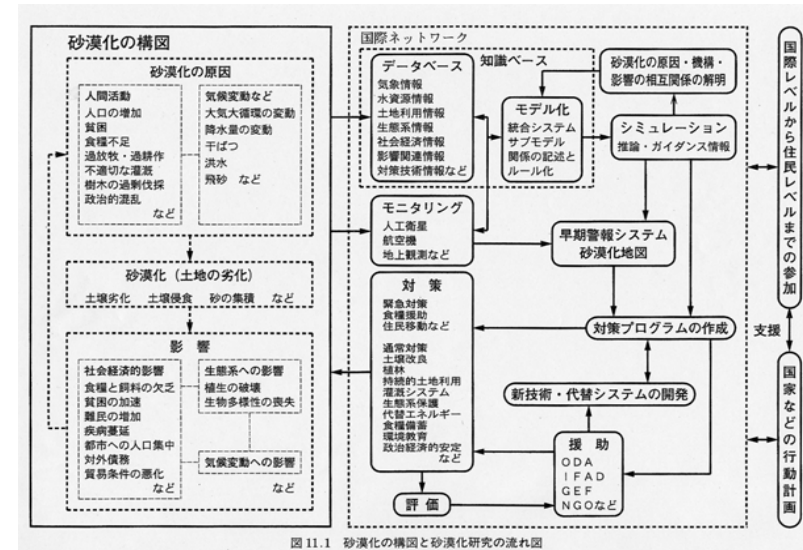


### 肉類生産の必要穀物重量比と土地生産性

種類	トウモロコシ重量比	土地生産性
牛肉	7 倍	16.31m <sup>2</sup> /kg
羊・山羊肉	4	9.32
豚肉	4	9.32
鳥肉	2	4.66

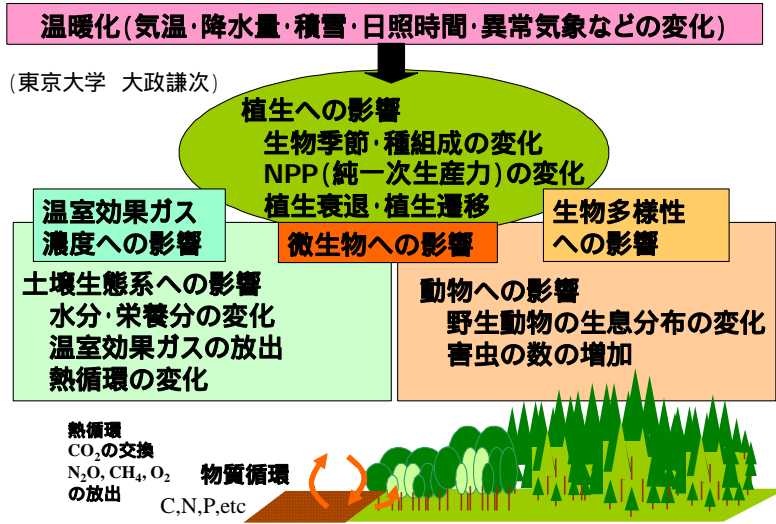
Table 2

国名	熱量換算自給率		穀物自給率
	1970	1998	
オーストラリア		309	341
カナダ		159	155
フランス	114	141	201
アメリカ	105	132	140
ドイツ	68	100	125
スウェーデン		90	118
イギリス	47	78	107
イタリア		77	88
オランダ		66	24
スイス	48	60	68
日本	60	40 (1999)	27(1999)



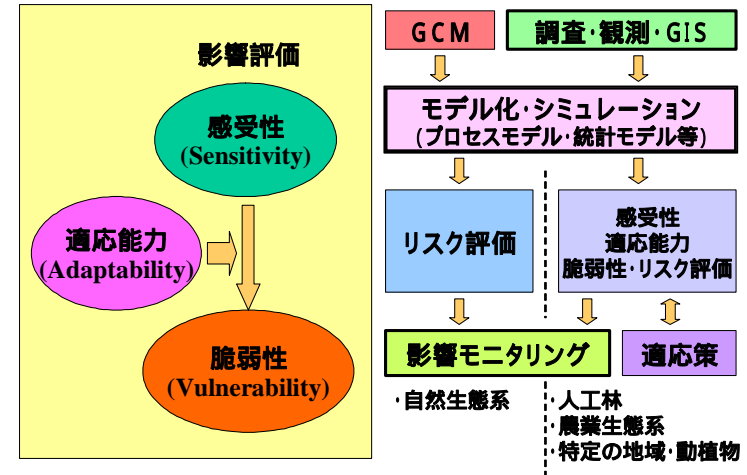
(大政謙次: 砂漠化防止に求められるもの「新しい地球環境学(西岡編)古今書院」)

# 温暖化による陸上生態系への影響

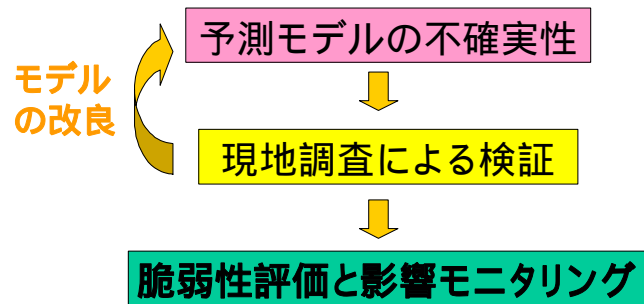


(大政謙次 遺伝 2003)

# 陸上生態系の影響評価

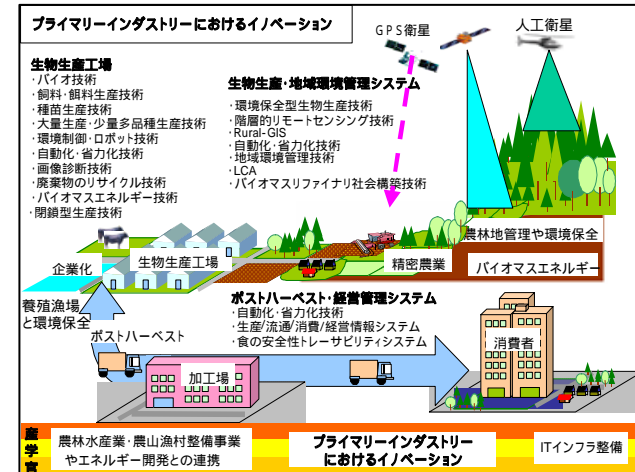


# 予測モデルの不確実性と検証



(東京大学 大政謙次)

Fig.4



(大政謙次 生態工学 2003)

## 今後の研究課題(1)

1. 京都議定書対応の研究
  - (1) 森林シンクのモニタリングやデータベース化
  - (2) 持続的な植林、森林管理、バイオマス利用技術
  - (3) クリーン開発メカニズム(CDM)、共同実施(JI)、排出権取引
2. 地球規模環境問題の研究
  - (1) 地球規模での環境・生物圏モニタリング
  - (2) 気候モデルや生物地球化学モデルの開発と将来予測、信頼性
  - (3) モデル開発の基礎となる実験や調査
  - (4) 適応・対策と脆弱性評価
  - (5) 自然科学と人文社会科学の融合(複雑系(モデルを含む)の扱い)
3. 農耕地の保全と安全食料生産に関する研究
  - (1) 農耕地の保全と食料生産技術(世界、我が国)
  - (2) 低環境負荷と食料の安全性を考慮した新アグリシステム
  - (3) バイオ技術の利用と安全性確保

(東京大学 大政謙次)

## 今後の研究課題(2)

4. 地域・生態系環境問題
  - (1) 外来種防除とバイオ技術による種の保存
  - (2) バイオ技術を利用した環境浄化生物の開発、利用、診断、リスク評価
  - (3) 生態系調査のための機能リモートセンシングとモデル開発
  - (4) 農村と都市とを融合した低環境負荷型の生活空間の創造  
(余暇利用、緑化、食料生産)

### まとめ(重複)

- (1) 生物圏機能の常時観測システム(モデル利用)
- (2) 観測と予測に基づく影響評価対策システム
- (3) 環境対策へのバイオ技術の積極利用と安全性確保
- (4) 安全・環境調和型の高機能生物生産システム
- (5) 地球規模の環境対策による影響評価とさらなる対策
- (6) 環境共生型社会システム

(東京大学 大政謙次)

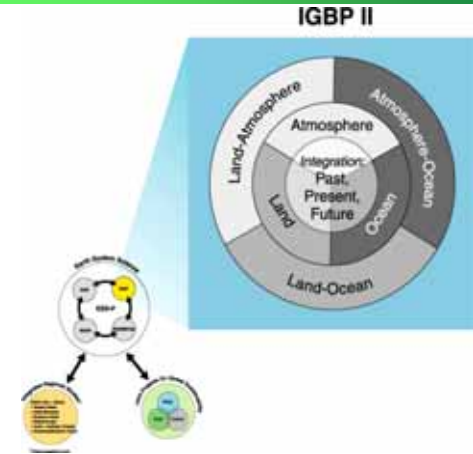
# 甲山隆司(北海道大学) ; 「環境変化の生態圏影響」

## 環境変化の生態圏影響 (甲山隆司)

- 生物圏における環境との間の相互作用系に注目した概念としての生態圏 ecosphere
- 生態圏への環境影響の抽出と機構説明
- 生態圏変化の人間へのフィードバック

## 生態圏への環境影響の抽出と機構説明

- 抽出されつつある変化
  - C施肥効果によるNPP増加 c. 2GtC/y
  - 植生構造の変容 更新阻害
  - 温暖化に対する遅延応答と生態系劣化
  - 自然サブシステム分断と生態・生物多様性影響
  - 流域水質への影響
- メカニズム説明と予測・対策
  - スケール結合的なモデリングの必要性



## 生態圏変化の人間へのフィードバック

— 予測・評価可能にしていく必要

- 更新阻害が招く自然生態系の劣化
  - 炭素シンクから炭素ソースへ?
- 保水・湛水機能劣化による水害増加
- 自然生態系依存の生活資源の枯渇
- 生物多様性と生態サービスの劣化
  - 一面的な管理施策の影響

## 国際プログラムの牽引

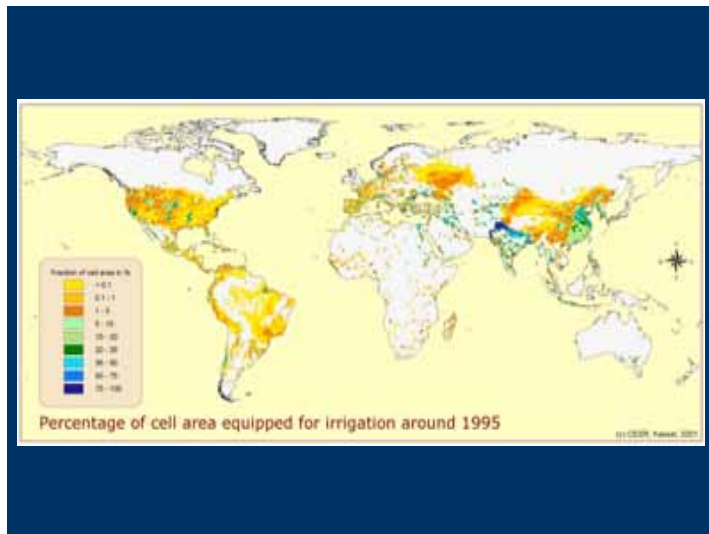
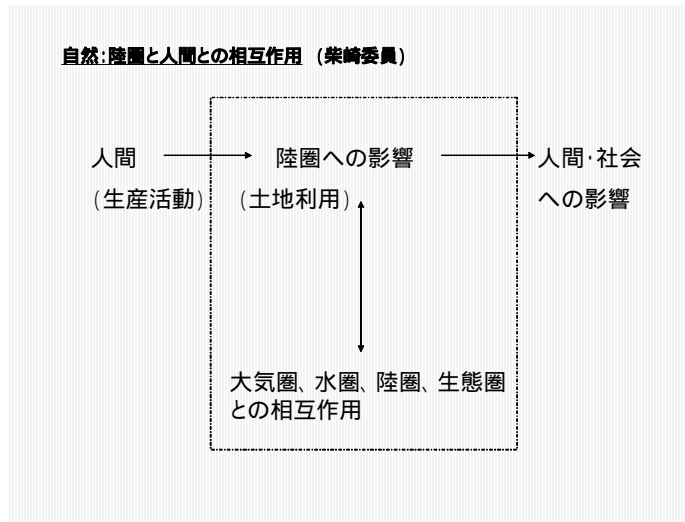
- 現状—国内プログラムからの付加的貢献
- 地域的特性
  - モンスーンアジア湿潤域
  - 巨大な途上国活動の環境負荷 . . .
- 主導的な領域の特定
  - 国際的な牽引を研究プロ助成の条件に



## 土地利用と環境影響

---

柴崎亮介  
 東京大学・空間情報科学研究センター  
[shiba@skl.iis.u-tokyo.ac.jp](mailto:shiba@skl.iis.u-tokyo.ac.jp)



## 土地利用とは？

- 人間・社会活動と(陸域)環境とのインターフェース
  - 同じ農業でもやり方により、環境影響は大きく異なる。
    - 利用クラスだけでなく、強度からプラクティスも重要
  - いわゆる土地利用図には「農地」というような分類しかない！
- 人間活動の内容と強度が空間的にどのように分布するか？
  - 立地選択(立地論、都市経済学、地域経済学など)
- どのように土地資源(空間も含む)の開発と利用形態は決まるのか？
  - 投資とその回収
    - ←収益性とリスク←商品市況、金融、税制
    - ←生産・利用技術←知識、教育、人的資源

## 土地利用への「誤解」とデータの不備

- 森林とは土地利用？
  - レジャー？
  - 商用林？
  - No use? (放棄)
- データの不備
  - 土地被覆データと土地利用データが常に混在
  - 「農地」「市街地」などの、あまりに粗い分類項目
- 標準化の遅れ
  - 土地被覆に関してはFAOのLCCSが最近登場
  - しかし土地利用は、なし

## 研究の現状と課題1

- 土地利用変化のメカニズム研究(モデル研究)
  - 都市域
    - 都市経済学のフレームワークを利用し、効用最大化、利潤最大化原理から説明される。しかし、データ不足のため、足踏み状態。
  - 農業系土地利用
    - セルラーオートマトンから立地論、地域経済学に基づくモデルが混在。
  - 林業系土地利用
    - 国際交易モデルはあるが、伐採などの空間分布を説明しようとしたモデルはない？

## 研究の現状と課題2

- 土地利用の影響研究
  - 調査・分析事例が個別には豊富に集積
  - たとえば農業Practiceが異なると、影響はどのくらい異なるのか？など
    - 例:灌漑方式と土地の塩性化
    - 例:Slash and Burnと環境影響
  - しかし、「なぜ、そこではそのような土地利用Practice」が実現するのか？しないのか？という調査・分析は多くない。
    - またそうした情報がばらばらに蓄積されている。

## 結果として……

- 土地利用起源の環境影響について、現在のものはある程度わかる。
  - また環境が変化した場合に、現在の土地利用を前提とすれば、土地利用経由で人間活動に対してどのような影響があるのかは、予想がつく。
- しかし……
- それが今後どのように変わるのか？ また良い方向に変えるためにはどう誘導すればいいか？ という道は見えない。
    - ← 「土地利用Practice」と「人間の意志決定メカニズム」との間のリンクがない。
    - 食糧、水などの生存基盤の脆弱化 ↔ 炭素ストックの維持・増加 (京都議定書対応)
  - 特に重要なのは、変化する環境に対して地域の人間社会がうまく適応できるのか？ が不明なこと。
    - → 本当の意味の人間社会へのインパクトが不明。
    - → 適応過程をどのように支援したらいいのか、不明。(明らかに貧しい国は適応能力が制限される。→ ホットスポット)



## なぜ、こうなのか？ また打開策は？

- 土地利用主体の意志決定に関するデータ、情報は取りにくい。
  - 統計データはほとんど集計されている。個票までさかのぼれることはきわめてまれ。
  - 丹念なフィールドワークが必要
    - そのため、データが「点」や「線」……
  - いかにスケールアップするか？
    - GISなどの空間データベースが基本
    - Agentモデルが人気!? (人は普遍的、環境はLocation-based)
- すでにあるデータも「散逸」
  - 土地利用形態・強度・Practiceの分布とその環境影響
  - かき集める工夫 (技術、インセンティブ付与)
- データを統合して、間接的でもいいから、検証可能な情報とする。
  - “ランドスケープモデル”

## 人間活動の空間的な配置という側面

- 環境変化からの人間への影響評価
  - 海面上昇は沿岸域にすむ人間社会に対して直接的に影響を与える。
  - 環境的に脆弱な地域とそうでない地域がある。
  - 評価は、Location-basedである。
    - グローバル ↔ 国 ↔ 都市 ↔ 室内
      - 例：半乾燥地域で人口増加率が高い
      - 例：開発途上国の大都市
- 人間活動からの影響の把握・評価でも空間的な要素が重要
  - 同じ量のエミッションでも集中と分散で効果・影響が違う。
  - 個別発生源の空間的な連担性を評価に明示的に取り入れる。
  - 影響を少しでも軽減するような空間配置への誘導

## まとめ

---

- 人と環境システムとのインターフェース
  - 人間・社会活動に関する知見を「空間化」し、自然環境システムへのインプットに分解することが重要。
    - これが押さえられないと、環境へのインパクトも、環境からの影響もわからない。
  - 方法論的には、個別をいかにスケールアップするか？が課題
  - 具体的なテーマ設定としては：
    - ←どのように人の活動は変化してきたか？歴史的なPerspective
    - 農業の高度化による環境汚染、水資源配分問題
    - 大都市における水汚染・大気汚染、健康問題
    - 炭素ストック蓄積の誘導政策
- 空間的な「シナジー効果」
  - ホットスポット、脆弱な地域
  - メガシティ（活動の集中と人の移入、健康問題）
- 空間をキーとした環境モデルの統合化と全体的な検証、問題解決への応用
  - 横断型アプローチの推進