

総合科学技術会議・地球温暖化研究イニシャティブ(気候変動研究分野)の取り組みについて

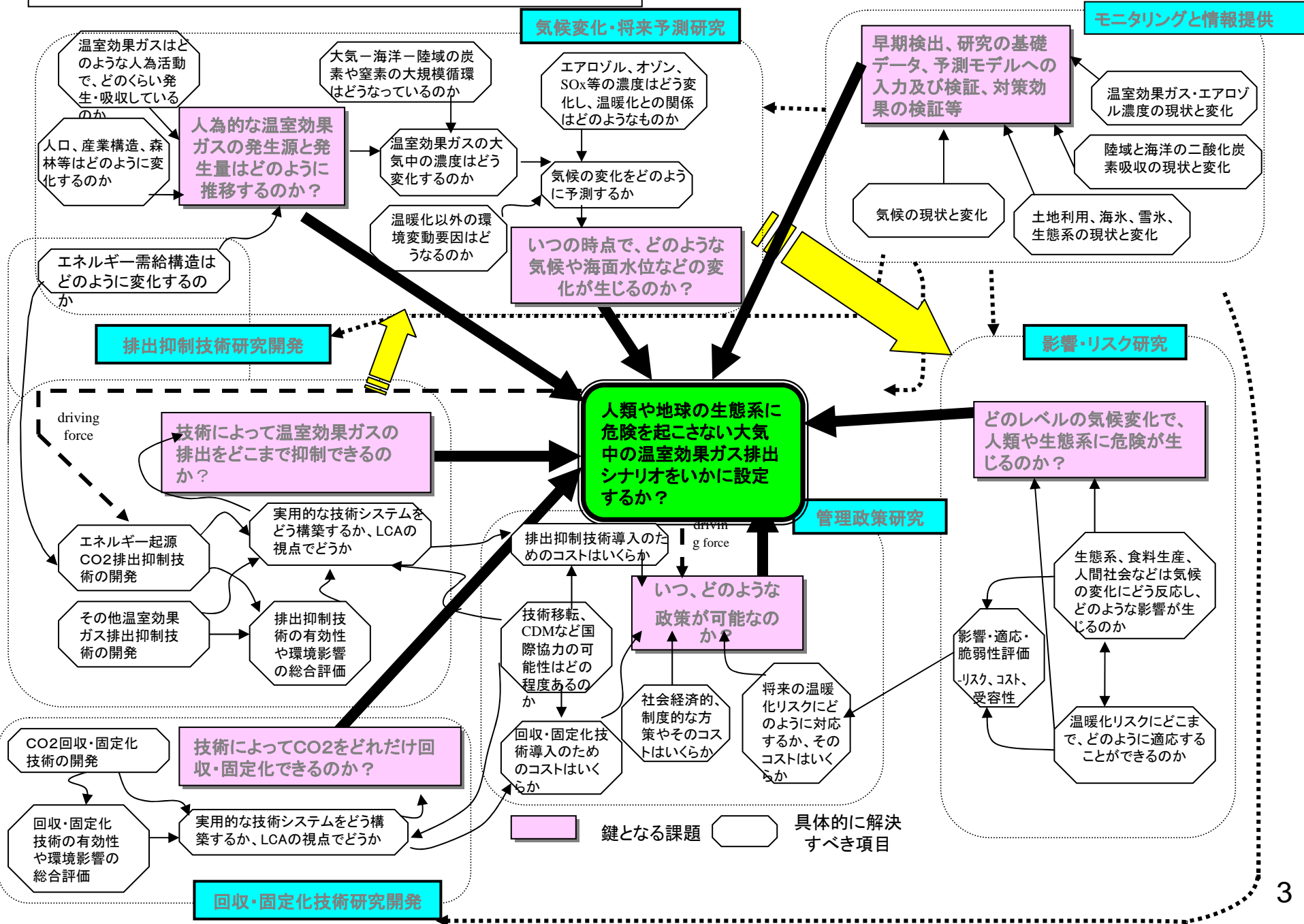
東京大学海洋研究所 小池勲夫

- (1) イニシャティブのこれまでの全体活動
- (2) イニシャティブのもとにある4つの研究プログラム
 - ・温暖化総合モニタリングプログラム
 - ・将来予測・気候変動研究プログラム
 - ・影響・リスク評価研究プログラム
 - ・対応政策研究プログラム
- (3) イニシャティブの今後の課題

地球温暖化(気候変動研究分野)の4つのプログラム

- 温暖化総合モニタリング(世話人:小池勲夫)
 - ーアジア・オセアニアを対象としたモニタリング体制の確立
- 温暖化将来予測・気候変動研究(世話人:松野太郎)
 - ー気候変動予測シミュレーションの精緻化を目指す
- 温暖化影響・リスク評価研究(世話人:三村信男)
 - ー総合的な温暖化影響の評価の実施とリスク回避の適応策の提示
- 温暖化抑制政策研究(世話人:西岡秀三)
 - ー温暖化抑制のための政策シナリオの提示が当面の目標

地球温暖化研究イニシャティブ全体イメージ図



第2期の地球温暖化イニシャティブ 全体の達成目標

今後5年間で達成すべき目標

気候変動枠組条約の第1約束期間(2008年-2012年)で我が国の二酸化炭素排出を1990年比6%を実現するための技術を可能とするとともに、第2約束期間(2012年以降)を見据えた地球温暖化防止対策の検討に資するため、人類や生態系に危機をおよぼさないような大気中の温室効果ガス排出のシナリオを提示する。

(例)

- 緩和策による削減可能性、社会経済状況の変化等を踏まえた温室効果ガス発生の将来シナリオの構築
- 将来の気候や海面水位の変化の高精度な予測の実現と、その結果生じるリスクの明確化
- 技術的・社会経済的・制度的な適応・緩和策の実施可能性、効果、コストの明確化 など

中・長期的目標

気候変動枠組条約の最終的な目標を達成するための継起的意思決定に資する科学的知見及び技術的基盤を国際的協調のもとで提供する。

(例)

- 影響・評価に基づく将来シナリオの作成・改訂
- 公平性、持続可能性等の環境・社会経済政策との統合を含めた統合的評価に基づく、緩和・適応ベストミックス戦略の提示等管理温暖化に対する適切な科学的知見の提供

など

第2期基本計画における地球温暖化研究イニシャティブ(気候変動研究分野)に与えられたタスク

- 各研究機関・大学の行っている地球温暖化に関する研究課題をとりまとめ、研究相互の連携を図るとともに我が国の地球温暖化研究に必要な、研究分野や課題に大きな穴がないかなどを研究者の立場から検討する。
- 我が国および国際的な地球温暖化に関する研究のレビューを行い、それをもとに今後の地球温暖化研究に対しての戦略のあり方を検討しとりまとめる。
- 我が国の地球温暖化研究の成果についての広報活動を国内的、国際的に行う。

温暖化イニシャティブとしての活動(1)

・2002年から発足した温暖化イニシャティブは具体的には次のような活動を行なってきた。

- (1) 地球温暖化に関係する多くの分野の研究者の相互理解や研究の交流を図るために、各プログラムにおけるプログラム会合、それを統合したイニシャティブ会合を定期的に行なう。
- (2) 各プログラムごとあるいは全体を見通したワークショップやシンポジウムの開催や、和文・英文の出版物を通じて、得られた成果の外部への発信を行う。
- (3) 各府省の地球環境の行政担当者との懇談を定期的に行なう。温暖化研究に携わる研究者と施策担当者との意思の疎通を図る。
- (4) これらの活動や出版物などの企画のため、環境研、総合科学技術会議の事務局の支援のもとで各プログラムの世話人を中心に温暖化イニシャティブ連絡会を月1回開催している。

イニシャティブとしての活動－出版物等－

1) 地球温暖化研究の最前線－環境の世紀の知と技術2002－

総合科学技術会議環境担当議員と内閣府政策統括官との共編



2) Global Warming-The Research Challenges- A Report of Japan`s Global Warming Initiative-

A. Ichikawa (ed.) Springer, 2004

3) 気候温暖化はどこまで解明されたか －日本の科学者の貢献と今後の展望－ 丸善 2006年春 出版予定

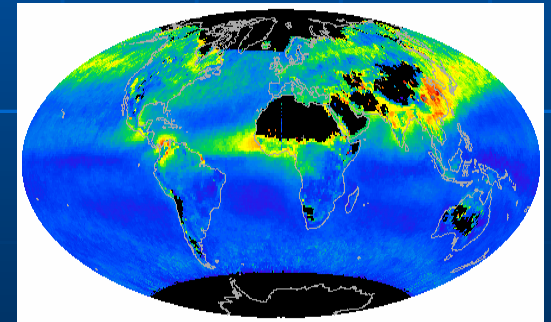
気候変動研究の戦略的推進について

地球温暖化イニシャティブ(気候変動研究分野) 2004. 11

我が国における気候変動研究を府省・大学等の枠を超えて戦略的に推進するための提案を「気候変動研究の戦略的推進について」をいう形で取りまとめ、パブリックコメントのあと2004年に環境PTに提出し総合科学技術会議のHPに掲載した。

目次

| | |
|---------------------|----|
| I. 総論・基本的な考え方 | 1 |
| II. 地球観測 | 9 |
| III. 気候変動に関するプロセス研究 | 15 |
| IV. 地球環境モデリング・将来予測 | 23 |
| V. 影響・リスク評価 | 28 |
| VI. 抑制・適応政策 | 33 |
| VII. 提言 | 37 |



気候変動研究の戦略的推進について【概要】(案)

地球温暖化研究イニシャティブ(気候変動研究分野)において、研究者の立場から気候変動研究の戦略的研究計画のあり方について検討した。この検討結果が、今後の気候変動研究の推進計画策定・施策の立案に活用されることを希望する。

気候変動研究における戦略的推進

必要性

- 気候変動に関連する研究分野は多種多様であり、個別の研究分野の中での研究者による自律的な調整だけでは、研究領域全体を包括的かつ整合的に発展させることが難しい。
- 研究成果を研究者社会に提示するだけでなく、政策立案に有益な科学的な基盤情報を与え、さらに一般社会の人々に示して行動規範の基盤情報を与えることが要請される。
- 気候変動に関連する研究課題は多種多様で、限られた研究資源の下でそのすべてを推進することは不可能であり、研究課題の重要性および研究資源の有効性の下で優先度を設定せざるを得ない。



**国レベルの
気候変動研究の戦略的
推進計画の
策定**



戦略的推進計画の下、関係府省・研究機関・研究者・研究グループ連携した研究活動を展開

戦略的研究計画の策定とその推進へ向けた提言

| 全般事項 | | <ul style="list-style-type: none"> ○研究推進体制を整備すること ○国際的連携を強めること ○資源配分の調整を適切に行うこと ○地域から全球への視点をもつこと |
|---------------|----------------------|--|
| 観測(研究観測・定常観測) | データ管理 及び 評価・広報 | <ul style="list-style-type: none"> ○研究観測から定常観測を経て業務観測へ展開 ○地球変動観測を統合的に推進 ○観測のための機器開発を進めること ○地球観測技術者を育成すること |
| プロセス研究 | | <ul style="list-style-type: none"> ○観測結果を解析しモデル化を行うためのデータ解析型モデラーを育成すること ○データベース作成の組織的な取り組み強化と、これに携わる研究者・技術者の評価を高めること ○人為・陸域・海洋の炭素収支やエアロゾル・雲のプロセス解明のための国際協力を進めること。 |
| 気候変動の将来予測研究 | | <ul style="list-style-type: none"> ○計算機資源を継続的に確保すること ○研究機関(グループ)の適切な連携と集中化を行うこと ○地球環境観測・監視と連携すること ○アジア・西太平洋域に力点を置いた研究・開発と国際協力を進めること |
| 影響・リスク評価研究 | | <ul style="list-style-type: none"> ○国際的な温暖化政策に対して有用な科学的情報提供を可能にする影響・リスク研究を進めること ○影響・リスク研究を適応策の研究に展開すること ○モニタリング、気候モデル研究および政策研究との密接な連携体制を構築すること |
| 抑制・適応研究 | | <ul style="list-style-type: none"> ○予防的で柔軟性を持ちかつ頑健な気候政策を可能にする自然科学・社会科学を統合した実政策に対応する定量的政策研究を推進すること ○政策研究を国内のみならず世界の政策形成へも貢献できるよう国際化を進めること ○政策論議の前提として、公開された政策研究検討の場を設置すること |

温暖化総合モニタリングプログラム達成目標

(今後5年間で達成すべき目標)

二酸化炭素等の海域・陸域吸収/放出推定量の不確実性を半減し、気候変動を感度よく検出することを目指した、アジア太平洋地域を中心としたモニタリング体制を作るとともに、国際協力によりデータの利用・提供ネットワークを確立する。

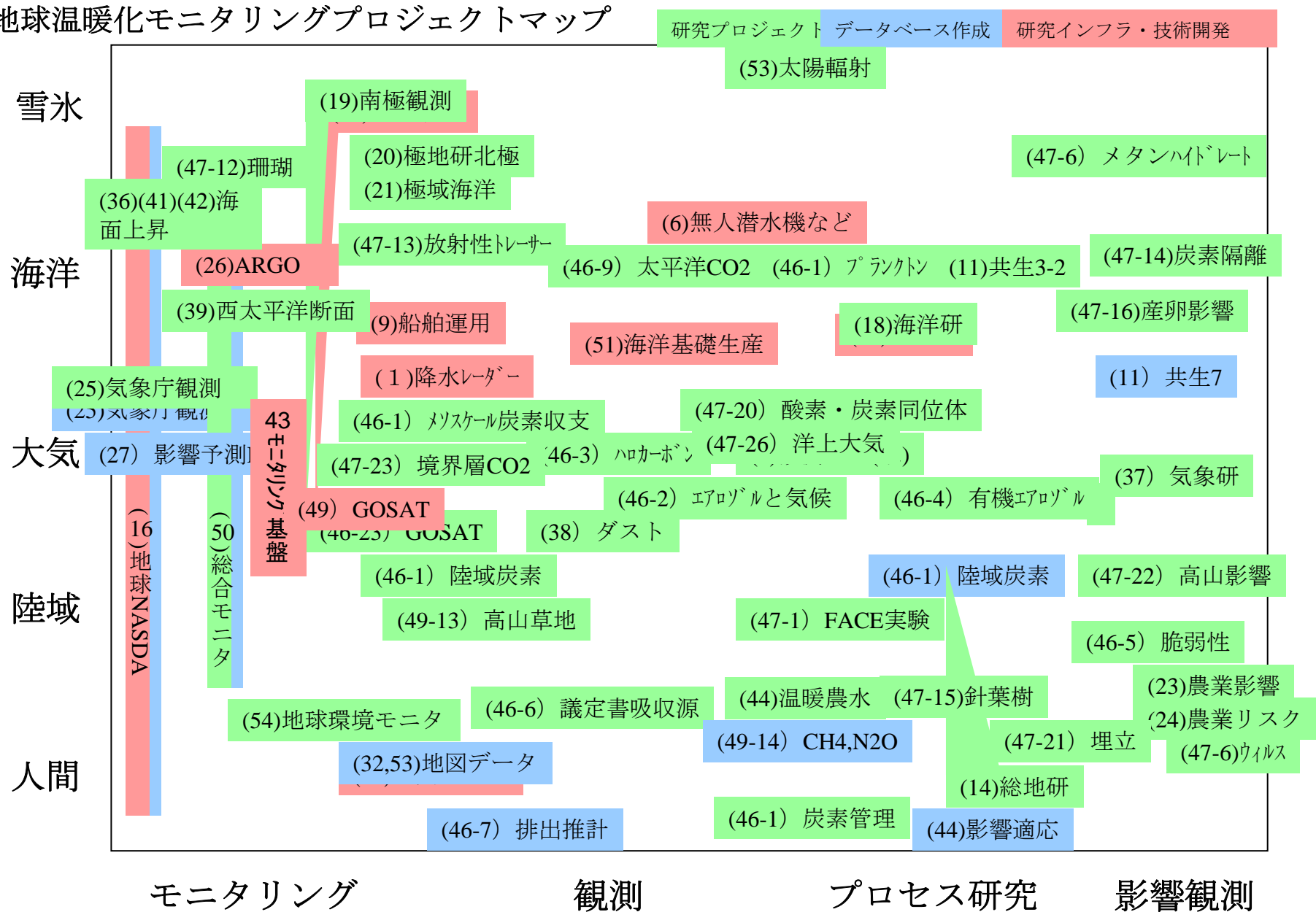
具体的な事例としては優先順位を明確にしたうえで衛星、地上・海洋でのモニタリング手法・技術の開発や府省が連携した統合的観測モニタリング体制の確立などがある。

(中長期目標)

国際協力による地球環境常時監視システムの構築とそれによるモニタリングデータの蓄積

具体的な事例としては国際協力による衛星や地上・海洋でモニタリングの継続的实施と観測データの国際的な流通機構の確立などがある。

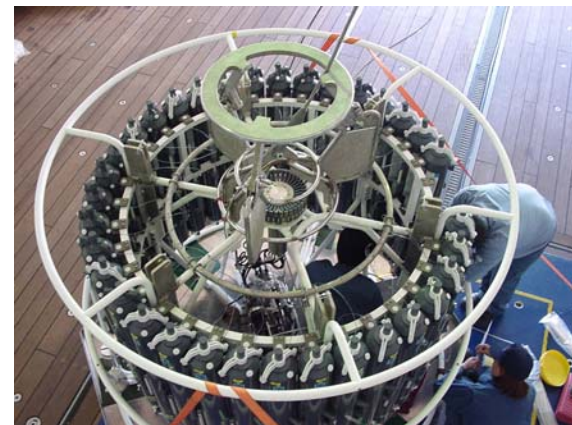
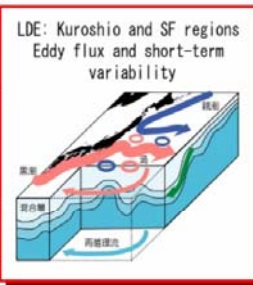
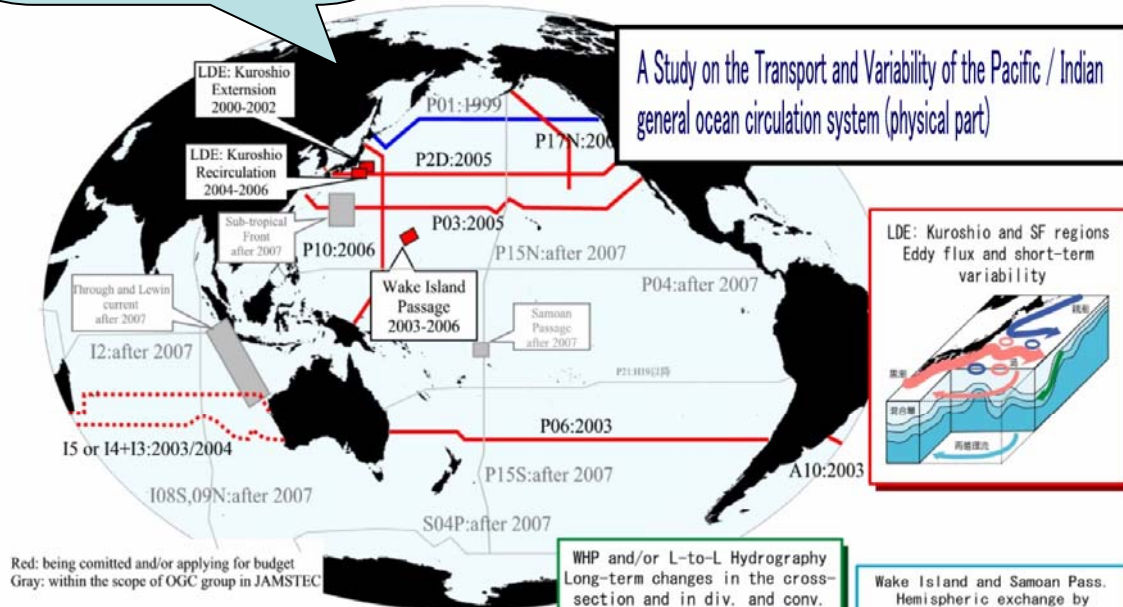
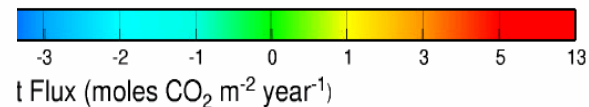
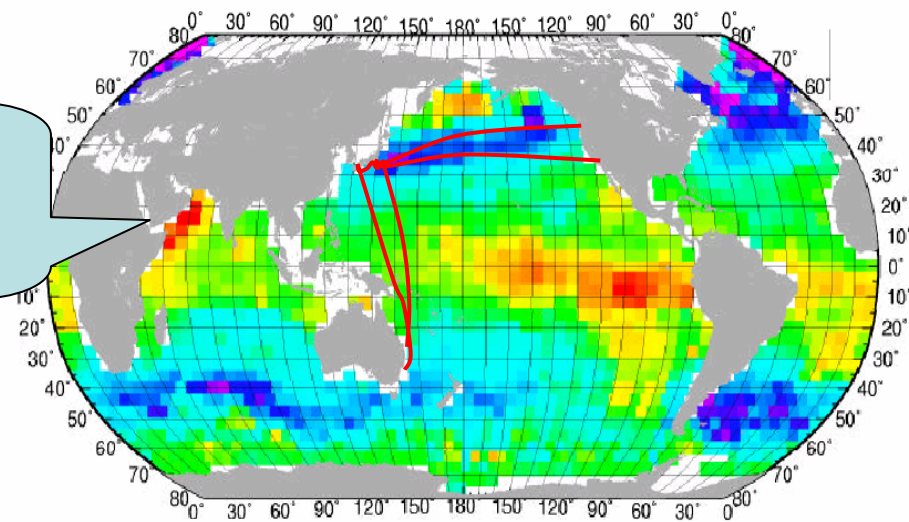
地球温暖化モニタリングプロジェクトマップ



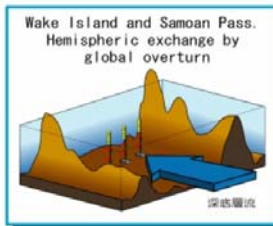
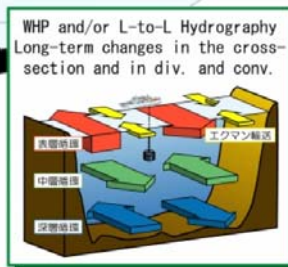
海洋での炭素循環観測

民間貨物船による
 ΔPCO_2 の高頻度
観測

観測船とブイによる
海洋断面観測
や、定点観測



Phase I: 2002 fy through 2006 fy
Evaluate changes in the Antarctic
overturns and in the North Pacific
shallow overturn



温暖化総合モニタリングに関わる優先項目の背景と現状

ー観測・モニタリングの3つのカテゴリー

・地球システムをより深く理解するためのプロセス研究としての観測（海洋での光合成、有機物の深層への沈降、森林の二酸化炭素収支、土壤呼吸など）



気候変動・炭素循環モデルの精度と将来予測性の向上

・地球温暖化に直接影響を与える物質のモニタリング（二酸化炭素、メタン、一酸化二窒素、エアロゾルなど）



温暖化予測に不可欠であり各国が協力して観測密度・頻度を向上

・温暖化の結果として起こりうる諸現象のモニタリング（陸域・海洋の気象項目、山岳氷河、両極の氷床、植生の変化）



今後、このカテゴリーのモニタリングも積極的に進める必要

上の3つの全体に共通するものとして観測手法・技術の開発がある

温暖化総合モニタリングプログラムの評価と今後の課題

二酸化炭素等の海洋・陸域吸収／放出推定量の不確実性を半減し、気候変動を感度よく検出することを目指したアジア太平洋地域を中心とするモニタリング体制を作るとともに、国際協力によりデータの蓄積と利用・提供ネットワークを確立する。

- 総合科学技術会議やGEOSSなどで、地球観測計画が策定された。
- リーディングタイムが必要で、未だ不確定さを半減する成果はまとまっていないが、モニタリング・観測研究の体制は整備されつつあるが、。
- IGBP-WCRP-IHDP共同のGCPや、IGOS-Pの炭素テーマ (IGCO) が立ち上がり、国際協力の基盤が整備されたが、これにわが国は応分の貢献をした。
- 目標には書かれていないが、エアロゾルに関連した研究や、温暖化影響のモニタリング・観測研究など重要な研究が進展している。

- 総合科学技術会議の目指す①「利用ニーズ主導の観測」②「アジア・オセアニアを中心とした国際連携」は満たされているが、③府省連携は未だ不十分であり、今後連携拠点を中心とした組織化が必要。
- 3年の研究観測を、10年規模の長期の観測に移行させるための予算システムの改善が強く望まれる。

地球温暖化将来予測・気候変化研究プログラム達成目標

(今後5年間で達成すべき目標)

モデル開発に必要な地球環境変動に係るプロセスの解明を進め、温室効果ガスの濃度予測と気候変動予測モデルの精緻化により、異常気象の発生傾向の変化を含む温暖化に伴う将来の気候変化の予測モデルの高度化を行う。

具体的な事例としては地球規模での炭素循環モデルの作成、超高解像度気候モデルの開発、雲フィードバックなどを入れた気候モデルの高度化など。

(中長期目標)

生態系や人間社会と気候の間の複雑な相互作用を取り入れた統合モデルの開発による高精度予測

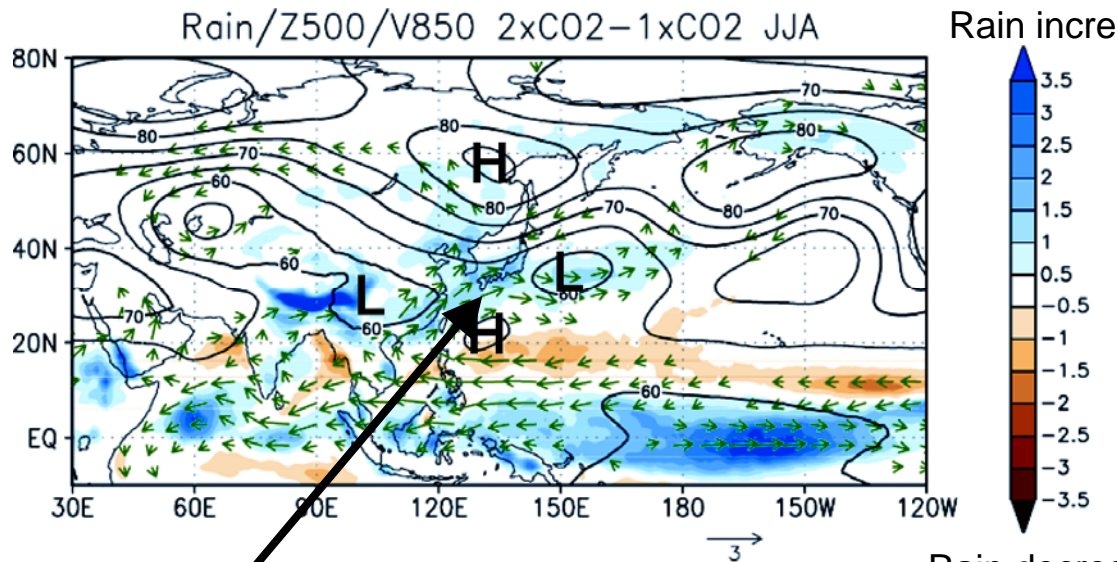
具体的な事例としては気候変動メカニズムの更なる理解による予測モデルの精緻化、解像度5km程度の次世代気候モデルの開発による極端な気象現象の予測など。

課題とモデルの特色・目的(共生プロジェクト)－1－

| | 課題名 (担当機関) | モデル 種類 | モデル水平解像度 | | 積分期間 同上累計 | 目的 |
|-----|---|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| | | | 大気 | 海洋 | | |
| 1-1 | 高分解能大気海洋モデルを用いた温暖化予測 (東大CCSR, NIES, FRCGC) | 気候 (大気＋海洋) | 120km | <u>20km</u> | 100, 200 <u>500年</u> | 2100年までの 気候変化予測 |
| 1-2 | 大気海洋モデルの高解像度化 (電力中研、九大、NCAR) | 気候 (大気＋海洋) | <u>160km</u> | 100km | 350, 500 <u>6,000年</u> | 2350年までの 気候変化 安定化レベル選択 |
| 2 | 地球環境変化予測のための統合モデル (FRCGC, CCSR, NIES) | 地球環境 (気候＋生物・化学) | 280km <u>大気化学</u> | 100km <u>海洋循環</u> | 200,(500) 未定 | 気候＋炭素循環 (＋植生)変化予測 2150年(2500年) |

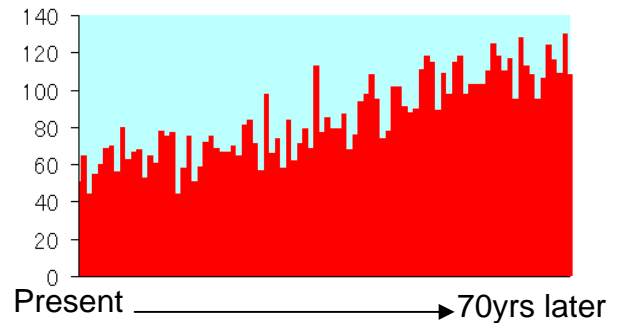
地球温暖化のもとでの東アジアの夏の気候変化

Changes in pressure and precipitation (70yrs from now)

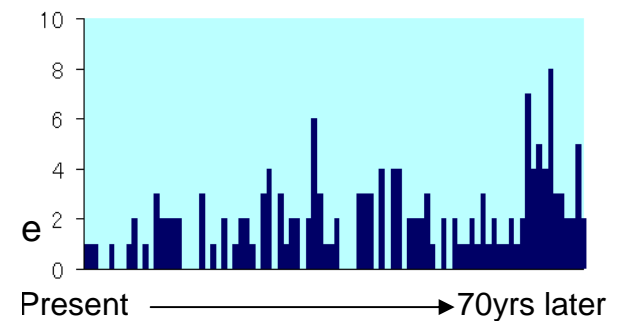


降水量は増加する

平均的な気温上昇は約 2.5°C



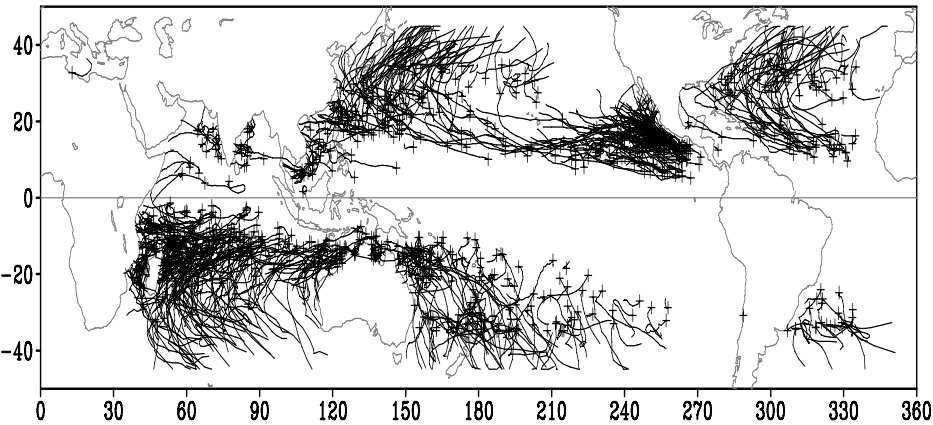
真夏日が増加する



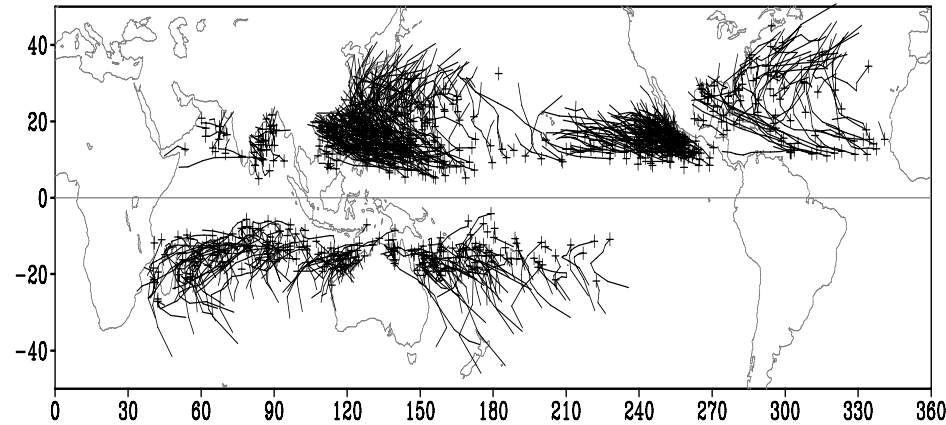
豪雨の頻度が層化する

Change in Tropical Cyclones

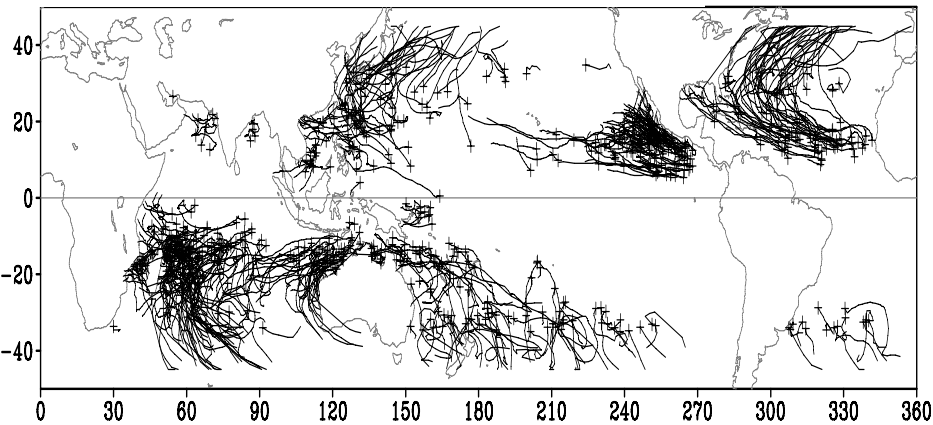
Present (wind ≥ 17 m/s) 10 years



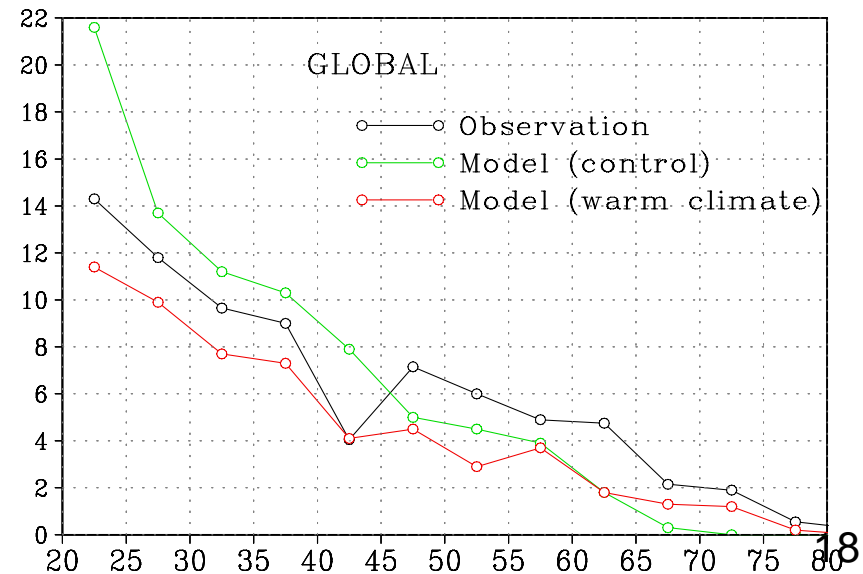
Obs(1979-1988) 10 years



End of 21 century 10 years



Max wind distribution



地球温暖化将来予測・気候変化研究プログラムの成果と課題

成果

このプログラムの成果としては地球シミュレータ等の計算機資源を使ってより確実性のある21世紀末における温暖化の全球モデル、地域別モデルなどが作成出来たことがあげられる。特に地域レベルでの温暖化予測が出来るようになって適応・対策とのリンクが具体的に出来るようになった。

課題

- 1) アジア・オセアニアでの地域予測に対する観測データの不足があり、より予測側と観測側の密接な連携が必要。
- 2) 計算機の寿命は短いので将来における計算機資源の確保が必要。
- 3) モデリング・予測グループの連携と適度な集中化。

影響・リスク評価プログラムの目標

（中・長期的目標）

温暖化に係るリスクとコストを定量化し、緩和・適応ベストミックス戦略を提示する。

（例）台風や集中豪雨なども考慮した地方レベルの気候シナリオごとに、各部門に生じるリスクをより詳細に評価など

（今後5年間で達成すべき目標）

我が国を中心とし、アジア太平洋地域も視野に入れた総合的な温暖化影響評価を実施し、将来の影響・リスクを明確化し、リスク回避のための適応策を提示する。

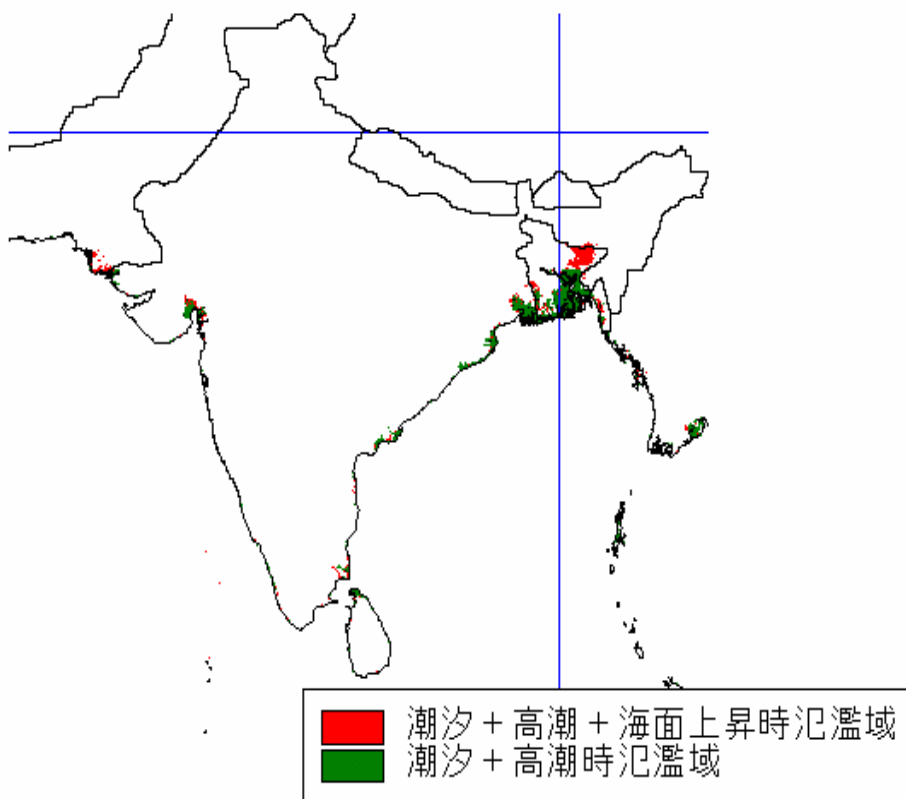
（例）温室効果ガス濃度レベルに応じて算定された地域気候シナリオ（解像度20km程度）ごとに、我が国を中心とし、アジア太平洋地域も視野に入れた生態系、防災・国土保全、食料生産等の各部門に生じるリスクと、リスク回避のための適応策を明確化するとともに、定量化手法を開発など

影響・リスク分野の研究マップ

- 温暖化イニシャティブ開始時の研究分野
● イニシャティブにおいて取り組まれている研究分野

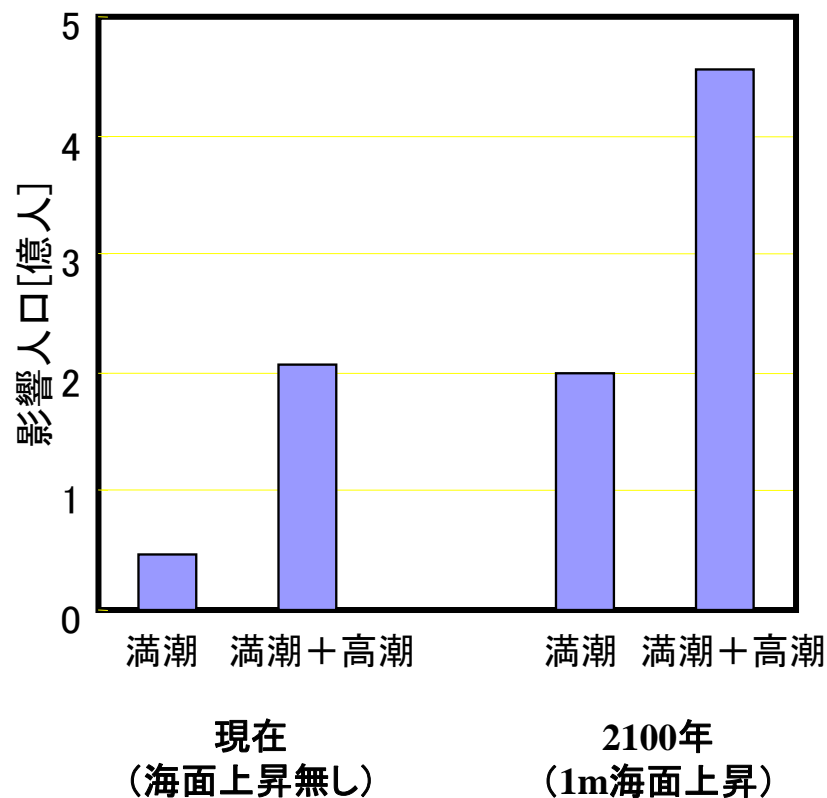
| | 水資源 水環境 | 陸上生 態系 | 農林水 産業 | 海洋 環境 | 沿岸域 | 国土保 全・防災 人間居住 | 産業・エ ネルギー | 健康 |
|--------------------------------|------------|-----------|-----------|----------|----------|---------------------|--------------|----------|
| 影響の検出 | | ○○○ ● | ● | ○○ ● | ○ ● | | | ○ ● |
| 影響予測手法など要素的研究 | ○○ ● | ○○○ ● | ○○○ ● | ○ ● | ○○○ ● | ○○ ● | ○ | ○○○ ● |
| 影響の全国 評価影響 マップ | ○ | ○○○ | ○○○ ● | | ○○○ | ○ | | ○ |
| 影響の閾値 脆弱な部門 ・地域 経済的評価 | ○ | ○○ ● | ○○ | ○○ | ○○ | | ○ | ○○ |
| 適応策 | ○ ● | | ○○ ● | ○ | ○ ● | ○ ● | ○ ● | ○ ● |
| アジア・太平 洋地域への 影響評価 | ○ | ○○ ● | ○○ | | ○○ ● | | | ○ |

沿岸域：アジア・太平洋に対する海面上昇と サイクロンの影響



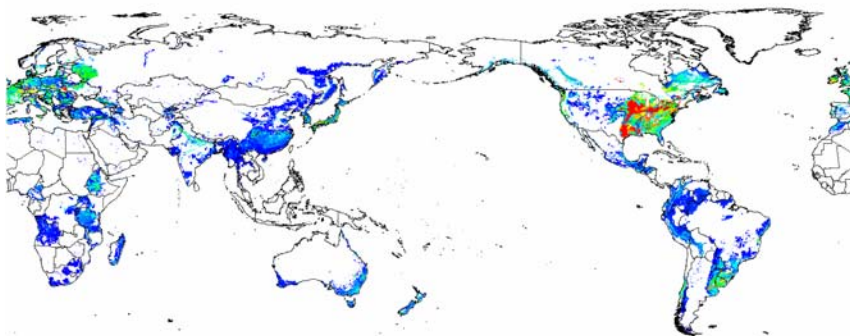
バングラデシュでは1mの海面上昇で国土の15%が水没。サイクロンの高潮を考えると国土の約半分が氾濫の影響域に入る事になる。

影響人口

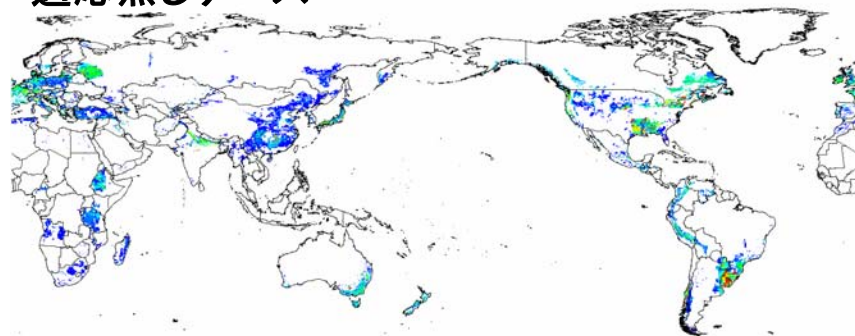


農業分野：気候変動がコムギ潜在生産性に及ぼす影響(2050年)

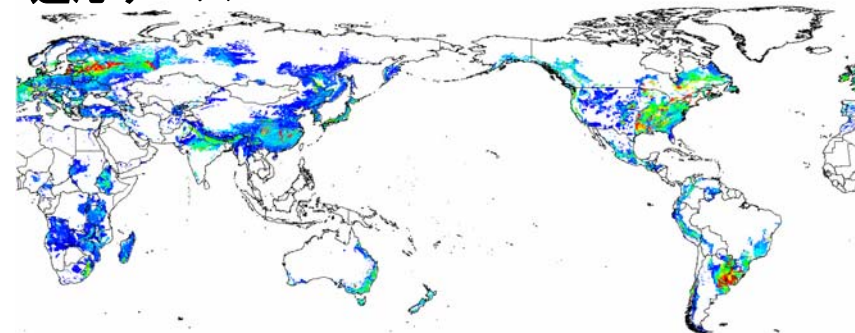
現状



将来 適応無しケース



適応ケース



0 1 2 3 4 (t/ha)

- 左上： 現状の気候条件を前提として推計したコムギの生産性
- 右上： 将来の気候条件下においても、現在栽培されている作物品種を継続的に栽培し、かつ現状と同時期に植付けを行うケース(適応無しケース)
- 右下： 気候条件に応じて適宜作物品種・植付け時期の変更を行うケース(適応ケース)

影響・リスク分野の到達点と課題

1. 到達点と課題

- 1) 陸上生態系、農林水産業、沿岸域、健康などの分野で研究が進んだ。
- 2) 要素研究が先行したが、わが国やアジア太平洋地域に対する影響の定量的評価の研究成果が出始めている。
- 3) 適応策や影響閾値など気候政策に必要な分野の研究を強化する必要がある。

2. 今後研究を強めるべき分野

- 1) 温暖化影響の検出及びモニタリングシステムの開発
- 2) 分野別影響評価の高度化
- 3) 影響評価の統合化—日本全体の影響や総量の予測
- 4) 脆弱性評価と影響閾値の特定
- 5) 適応策と適応能力の評価
- 6) アジア太平洋地域における脆弱性評価

温暖化抑制政策研究プログラム達成目標

| 今後5年間で達成すべき目標 | 中・長期的目標 |
|--|---|
| <p>社会経済動向、気候変動予測の不確実性、温暖化の影響・リスク、緩和技術開発の可能性を考慮した温暖化抑制シナリオを提示する。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none">○温暖化緩和技術の有効性(費用対効果、LC、派生的環境影響、社会的受容性等)の統一的な評価手法の開発○社会経済動向や対策効果の将来推計を行い、主要部門ごとに長期的な温室効果ガス等排出シナリオを構築○気候シナリオに応じて、適応策と緩和策のオプションを明確化し、それらを定量的に比較評価する手法を開発○有効性や導入に係る国際的な合意形成を図るための方法論の確立 <p>など</p> | <p>地球温暖化に係る科学的知見及び技術の進展を踏まえた温暖化抑制シナリオを提示するシステムを構築する。</p> <p>(例)</p> <ul style="list-style-type: none">○温暖化に係るリスクとコストに加え、持続可能性等も含めた総合評価に基づく、緩和・適応ベストミックス戦略オプションの提示 <p>など</p> |

温暖化抑制政策研究プログラム: 進行中の研究課題

●中期目標: 地球温暖化に係る科学的知見及び技術の進展を踏まえた温暖化抑制シナリオを提示するシステムを構築する。

●5年後目標: 社会経済動向、気候変動予測の不確実性、温暖化の影響・リスク、緩和技術開発の可能性を考慮した温暖化抑制シナリオを提示する。

進行中の研究(イニシャティブA-f登録分)

本日報告分

- 46-25 脱温暖化社会に向けた中長期政策オプション(国立環境研究所他)
- 46-10 統合モデルによるアジア気候・経済発展統合政策評価(国立環境研究所他)
- 48 (温暖化影響評価と対策プロジェクト:再掲)(国立環境研究所)
- 46-8 京都議定書施策の計量経済学的効果実証評価(I国立環境研究所他)
- 46-16 2013以降の温暖化防止促進国際合意方法(国立環境研究所他)
- 46-26 中長期温暖化防止国際制度を規律する法原則(早稲田大学他)
- 28 温暖化対応国土保全支援システム(国土技術政策総合研究所)
- 46-17 企業の技術経営革新に向けた環境政策・環境会計(地球環境戦略研究機関他)
- 46-7 市町村GHG推計・政策立案手法(環境自治体会議環境政策研究所他)
- 47-17 途上国気候緩和の住宅・都市形成支援(国土技術総合研究所)
- 40 低公害車の技術開発(交通安全環境研究所)
- 45 IPCC第4次報告書作成支援(環境省)

社会経済発展シナリオの構築

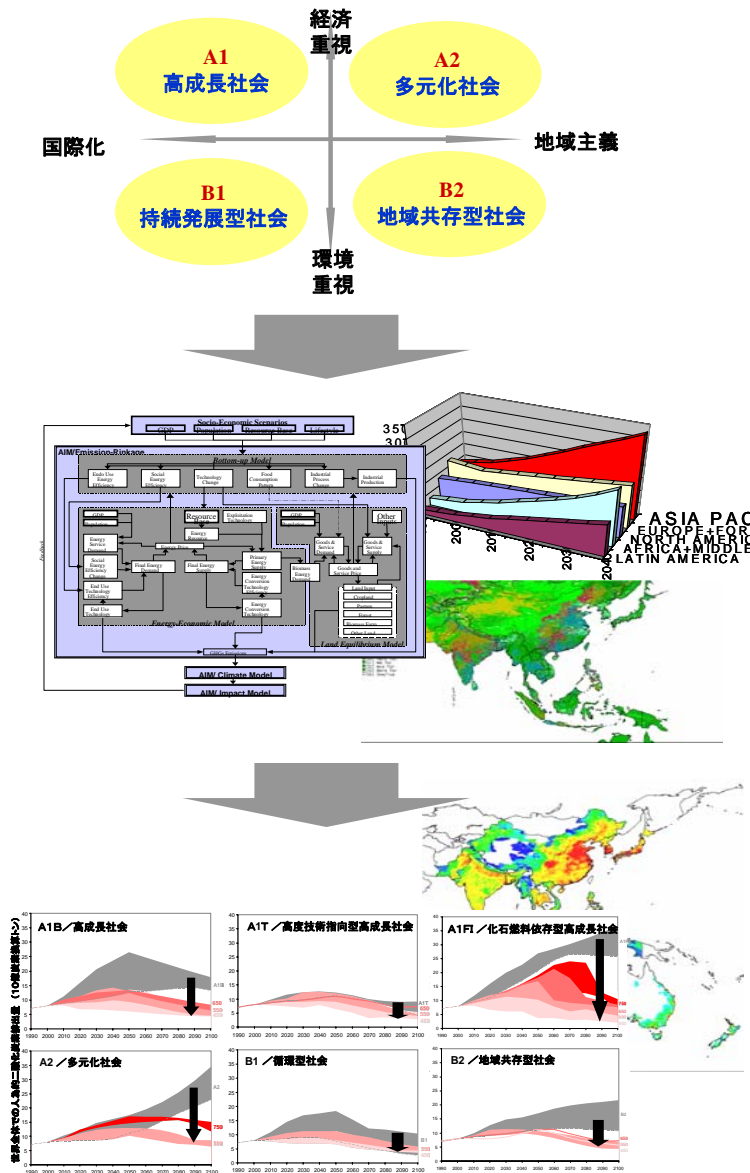
- 総合的シナリオの構築 (環境省、文部科学省、経済産業省)
- 産業・経済シナリオの構築 (経済産業省、農水省)

エネルギー利用・土地利用等の予測

- 統合評価モデルの開発 (環境省、文部科学省、国土交通省)
- エネルギー供給モデルの開発 (経済産業省)
- 土地利用モデルの開発 (農水省、環境省、国土交通省)

排出シナリオ・対策シナリオの定量化

- 排出シナリオの総合的推計と国際比較 (環境省)
- エネルギー起源排出推計に関する研究 (経済産業省)
- 産業・経済起源排出推計に関する研究 (経済産業省)
- 交通等からの排出量削減施策の社会的受容性の研究 (国土交通省)
- 森林、木材等の吸収源を主体とした炭素循環モデルに関する研究 (農水省)
- 農業起源排出推計に関する研究 (農水省)
- 埋立地、下水等からの排出推計に関する研究 (国土交通省)



温室効果ガス等排出シナリオの分析・作成に必要な研究例

温暖化抑制政策研究プログラム: 課題

●研究課題のカバー範囲:

- 気候変動枠組み条約および京都議定書・ポスト京都にむけての国際政策支援体制は、評価モデル、国際合意、法的検討、計量経済評価等の研究でかなり強まっている。
- 国民意識形成、税や排出量取引を組み合わせた国内制度設計、脱温暖化社会に向けた構造改革、合意形成や温暖化施策と経済との好循環、などへの研究がさらに必要

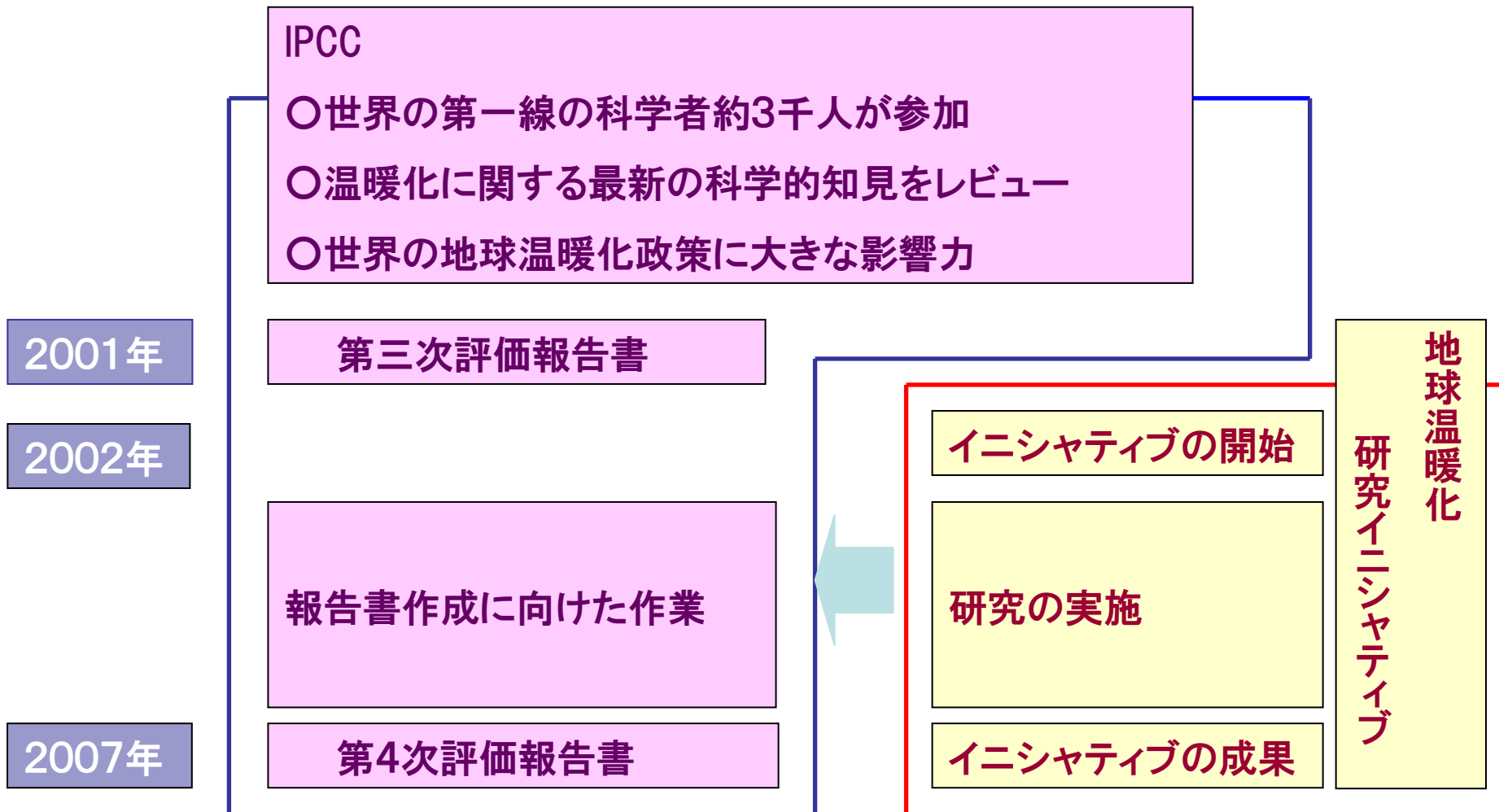
●研究主体:

- 国際政策研究が一定の研究所に集中している。他の省庁関連研究所および大学でも研究が行われているが、in-houseにとどまり、イニシャティブに登録されていない。→公開の場での検討によって、政策科学としての研究が一層進展するのではないか？
- 大学における研究を一層組織化して、政策に反映させる仕掛けがいる。科研費その他の研究成果の活用が必要

●イニシャティブ同士のつながり:

- 温暖化技術イニシャティブにおけるマクロな技術政策・技術シナリオとの交流が必要

「地球温暖化イニシャティブ」の目指す科学的な国際貢献の例



地球温暖化問題解決にむけた我が国のリーダーシップ

イニシャティブ全体としての今後の課題

- 気候変動研究の研究推進体制を整備すること。
国際協力と国内研究の連携、資源配分機関との連携での統合的推進
- アジア・オセアニアなどとの国際的連携を強化すること。
わが国の主体的な取り組み分野、地域の評価と国際共同研究での推進
- 資源配分の調整を適切に行うこと。
戦略的研究計画の策定と資源配分、個別研究の取り込みと育成のバランス
- 地域から全球への視点を持つこと。
各プログラムを統合した地域研究、日本から東アジア、全球への視点による統合化の推進

「気候変動研究の戦略的推進について」から