

# 温暖化予測情報の提供に関して

---

高 薮 出

気象庁気象研究所環境・応用気象研究部長

H28/10/21

第11回気候変動影響小委員会@イイノホール

(1) 継続的な観測・監視、研究調査の推進及び情報や知見の集積  
○ 気候変動の進行状況の継続的な監視体制

- 気象庁では、WMOの枠組みの中で、気象要素と各種大気質の観測を行っている。
  - ① 現場で観測をしっかりと行っている。
  - ② データの標準化をしっかりと行っている。
  - ③ データは公開・提供している。
- 気象庁気象研究所では上記並びに環境省等との連携によって研究観測を行っている。

# 気象庁における気候変動の観測・監視

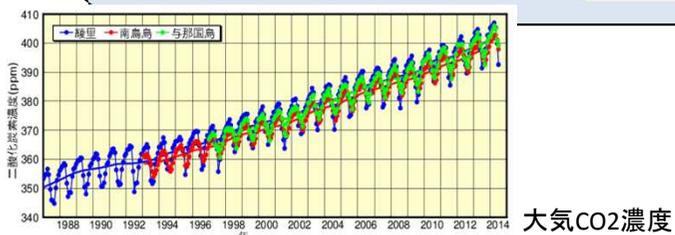
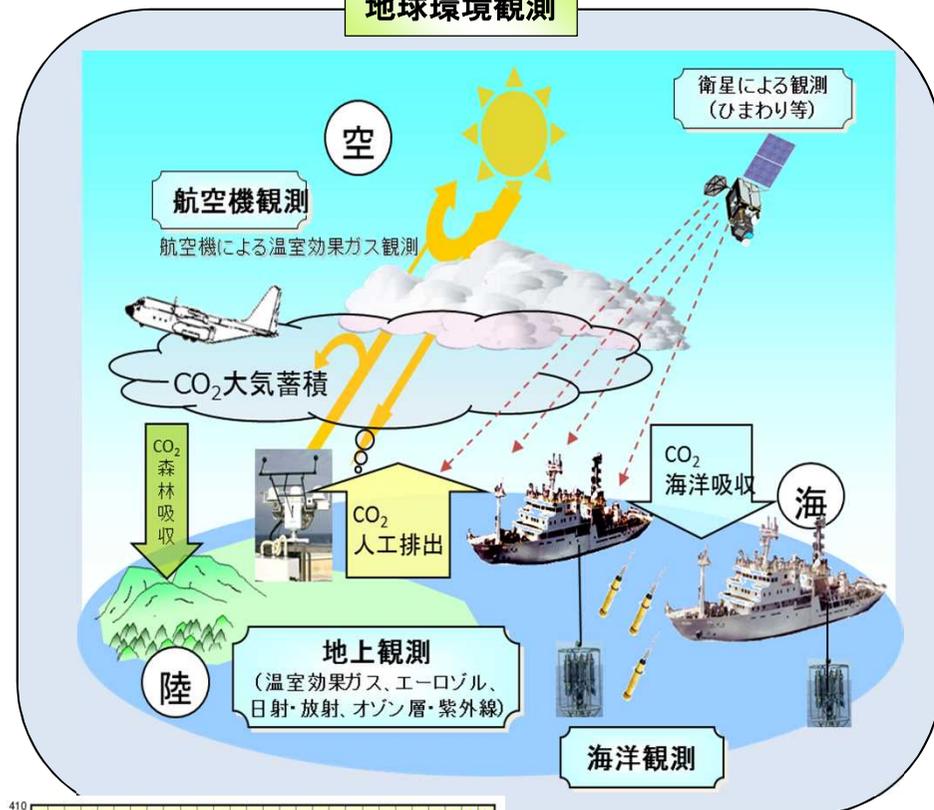
「地球観測の実施方針」: グローバル及びローカルな気候変動対策(緩和策・適応策)の効果を定量的に評価し、その結果をよりよい環境の創造に役立てるために活用すべき。

「適応計画」基本戦略②: 観測・監視及び予測・評価の継続的实施、並びに調査・研究の推進によって、継続的に科学的知見の充実を図る。

(観測・監視): 気候変動やその影響の実態を把握し適切に適応を推進する上での基礎

・気象庁では、気候変動の把握のため、**陸海空を総合的に捉える観測・監視体制**を構築・維持している。

## 地球環境観測

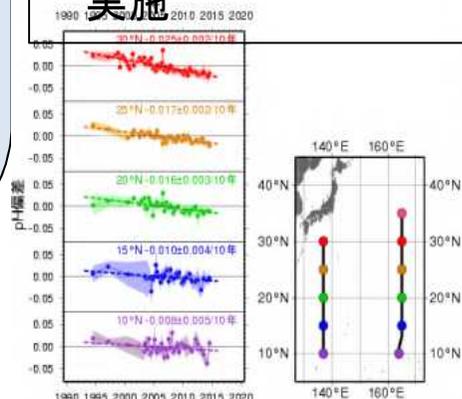


## 地上気象観測:

- ・地上気象観測として、全国156地点で気圧・気温・降水量等の観測
- ・アメダスにより、全国約1300か所で降水等の観測

## 地球環境観測:

- ・GCOS(全球気候観測システム)、GAW(全球大気監視)、GOOS(全球海洋観測システム)の枠組みの一環として、北西太平洋付近の陸海空において、精密な二酸化炭素濃度等の地球環境観測を実施



東経137度での海洋酸性化の状況



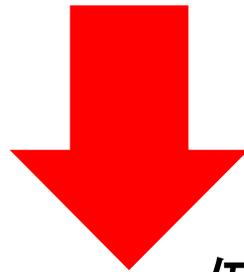
アメダス観測所の例

# ひまわり8号データ

○ ひまわり8号データは 気象庁 衛星センター

[http://www.data.jma.go.jp/mscweb/data/himawari/sat\\_img.php?area=fd\\_](http://www.data.jma.go.jp/mscweb/data/himawari/sat_img.php?area=fd_)

以外にも、国内外の多くの機関から配信されている。



例

JAXA EORC [http://www.eorc.jaxa.jp/ptree/index\\_j.html](http://www.eorc.jaxa.jp/ptree/index_j.html)

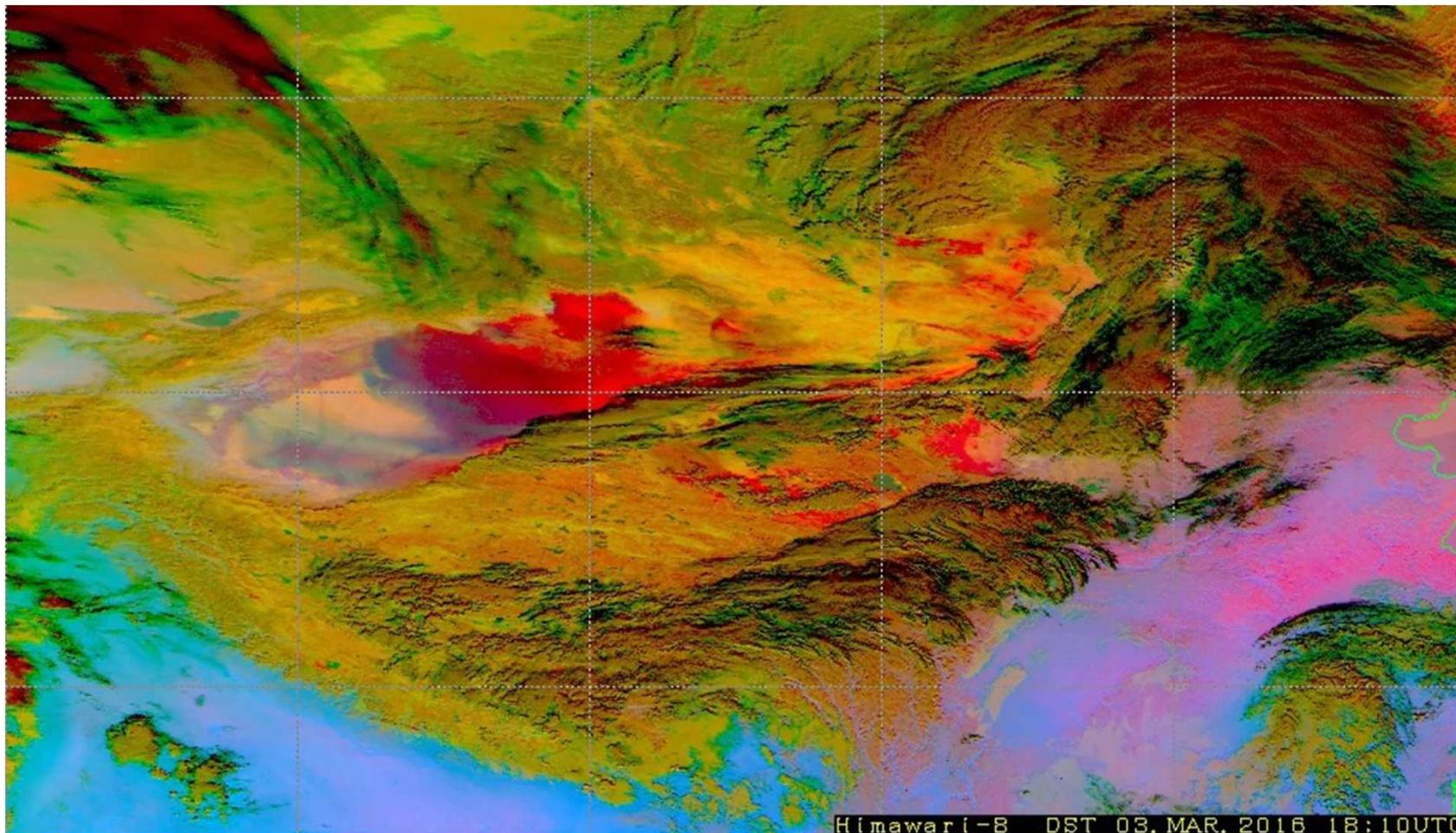
NICT <http://sc-web.nict.go.jp/himawari/>

コロラド州立大学 <http://rammb.cira.colostate.edu/ramsdisk/online/himawari-8.asp>

千葉大学 <http://www.cr.chiba-u.jp/~database-jp/wiki/wiki.cgi>

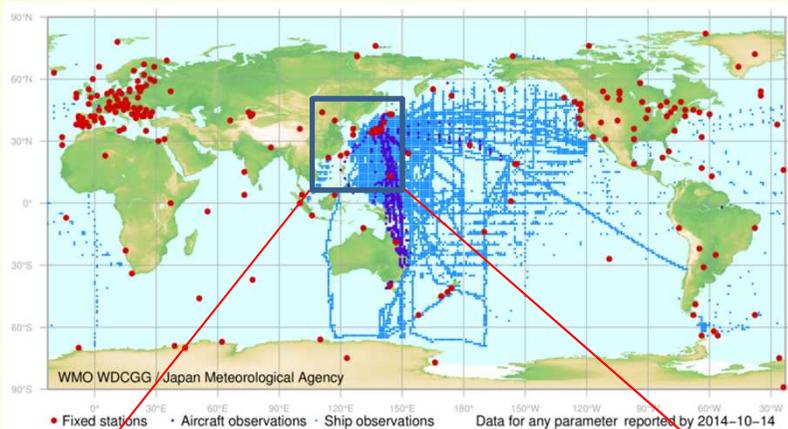
高知大学 <http://weather.is.kochi-u.ac.jp/>

# ひまわり8号データ — ダストと雲 —

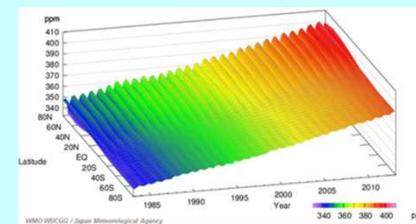
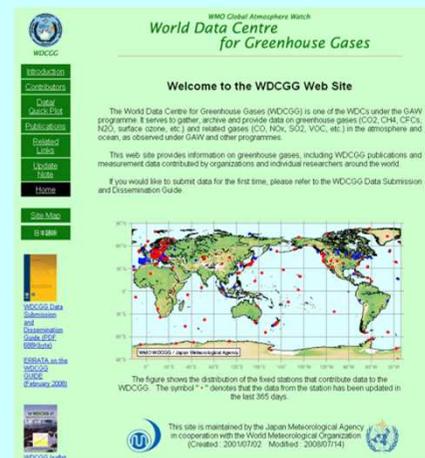


# 気象庁／気象研究所による温室効果ガスの監視

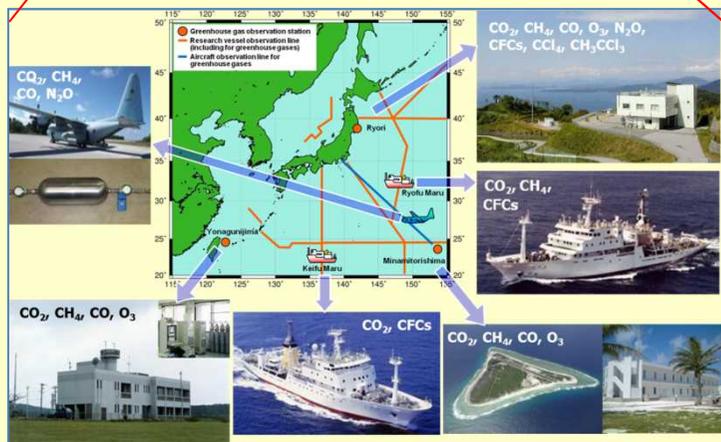
## 世界的な観測ネットワーク(WMO/GAW)



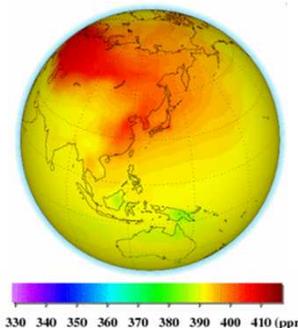
## 温室効果ガス世界資料センター(WDCGG(気象庁))



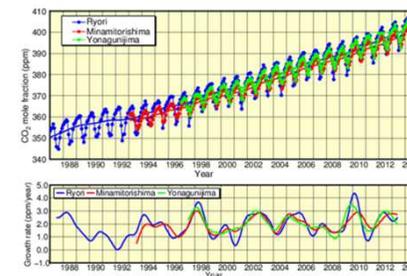
観測データ  
 収集、公開、  
 各種解析  
 等を実施中



気象庁の観測ネットワーク



二酸化炭素分布情報(気象庁)

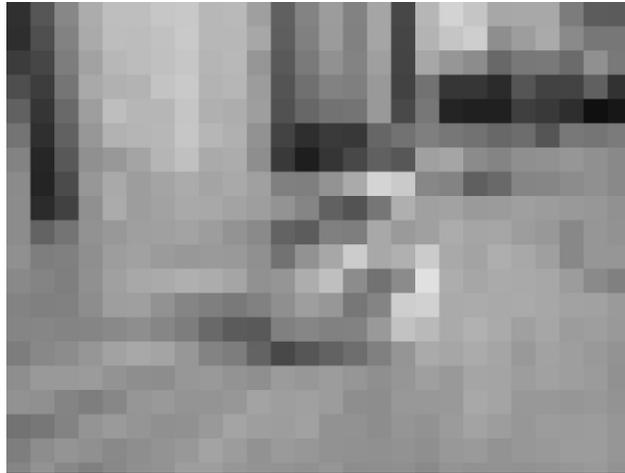


気候変動監視レポート(気象庁)

## 問題点

- ・観測所数が少ない(全世界で約200地点)
- ・観測の空白域(シベリア、熱帯陸域、海洋等)がある
- ・鉛直方向に関する観測が少ない

# ダウンスケーリングって一体何？



全球モデル出力  
からわかる情報  
(将来予測)

温暖化対策策定に  
必要な情報

気候予測研究と影響評価研究の橋  
渡しを行うのがダウンスケーリング

両者の間には大きな  
ギャップがある



(1) 継続的な観測・監視、研究調査の推進及び情報や知見の集積  
○ 気候変動やその影響の予測に関する調査研究を行っていく条件

(2) 定期的な気候変動による影響の評価

○ 様々な研究機関等が保有する気候変動影響に関する知見の収集・整理

## • 温暖化予測の第1次情報としてのダウンスケーリングデータ

おおきく分けて、数値モデルを用いる力学的ダウンスケーリング手法(DDS)と、統計的手法を用いる統計的ダウンスケーリング手法(SDS)がある。

手法	計算	極端事象	平均場	バイアス補正	地点へのDS	マルチモデルDS
DDS	負荷大	○	○	後付け	△	△
SDS	負荷小	×	○	含む	○	○

○ 台風・豪雨と言った極値のDSにはDDSが適する。

○ 月平均場とかと言った時間スパンの長いものにはSDSが適する。

気候変動適応情報プラットフォーム→地方公共団体における気候変動適応計画策定ガイドラインより→「既存の代表的な気候予測の情報源」

地方公共団体における  
気候変動適応計画策定ガイドライン  
(初版)

平成28年8月  
環境省

地球温暖化予測情報  
第8巻

DDS

21世紀末における日  
本の気候

DDS

S-8研究共通シナリオ  
第2版

SDS

第2章 実務編  
2.4 気候変動とその影響予測を整備する

<地球温暖化予測情報第8巻>  
気象庁ホームページ <http://www.data.jma.go.jp/fcd/inftr/GWPI/>

「地球温暖化予測情報第8巻」は、気象庁が公表している予測情報の最新版です。高解像度で気象の変化をよりリアルに近い形で計算したことや、観測現象を含む多数の気象項目を網羅している点、また、全ての項目ではありませんが、近未来の予測も行っている点が特徴です。解像度が細かいため、市区・地方気象台に近い合わせれば、当該都道府県の基礎的な項目ごとの最新の数値のマップ・グラフ、当該都道府県を含む周辺国境線の提供やそれらの解断率に関する助言を受けることもできます。ただし、複数のモデル・シナリオによる不確実性の幅の評価は行われていないこと、この気候予測に基づく統一的な影響評価は行われていないことに注意が必要です。



<21世紀末における日本の気候 — 不確実性評価を含む予測計画>  
環境省ホームページ [http://www.env.go.jp/earth/ondanka/pamph\\_telou2015/index.html](http://www.env.go.jp/earth/ondanka/pamph_telou2015/index.html)

政府の政策の策定に向けた我が国における気候変動影響評価のための気候変動予測情報を整備することを目的として、日本周辺の将来の気候について不確実性を考慮した予測を行い、その結果の概要を取りまとめたものです。基礎的な気象項目を網羅している点、また、年平均気温等の主要項目について、18ケースの予測計算を行うことで不確実性の幅を評価している点の特徴です。また、日本列島を7地域に区分した予測結果も示されています。ただし、解像度がやや粗い上、「地球温暖化予測情報第8巻」のように、多数の気象項目が網羅されているわけではないこと、近未来の予測は行われていないことに注意が必要です。

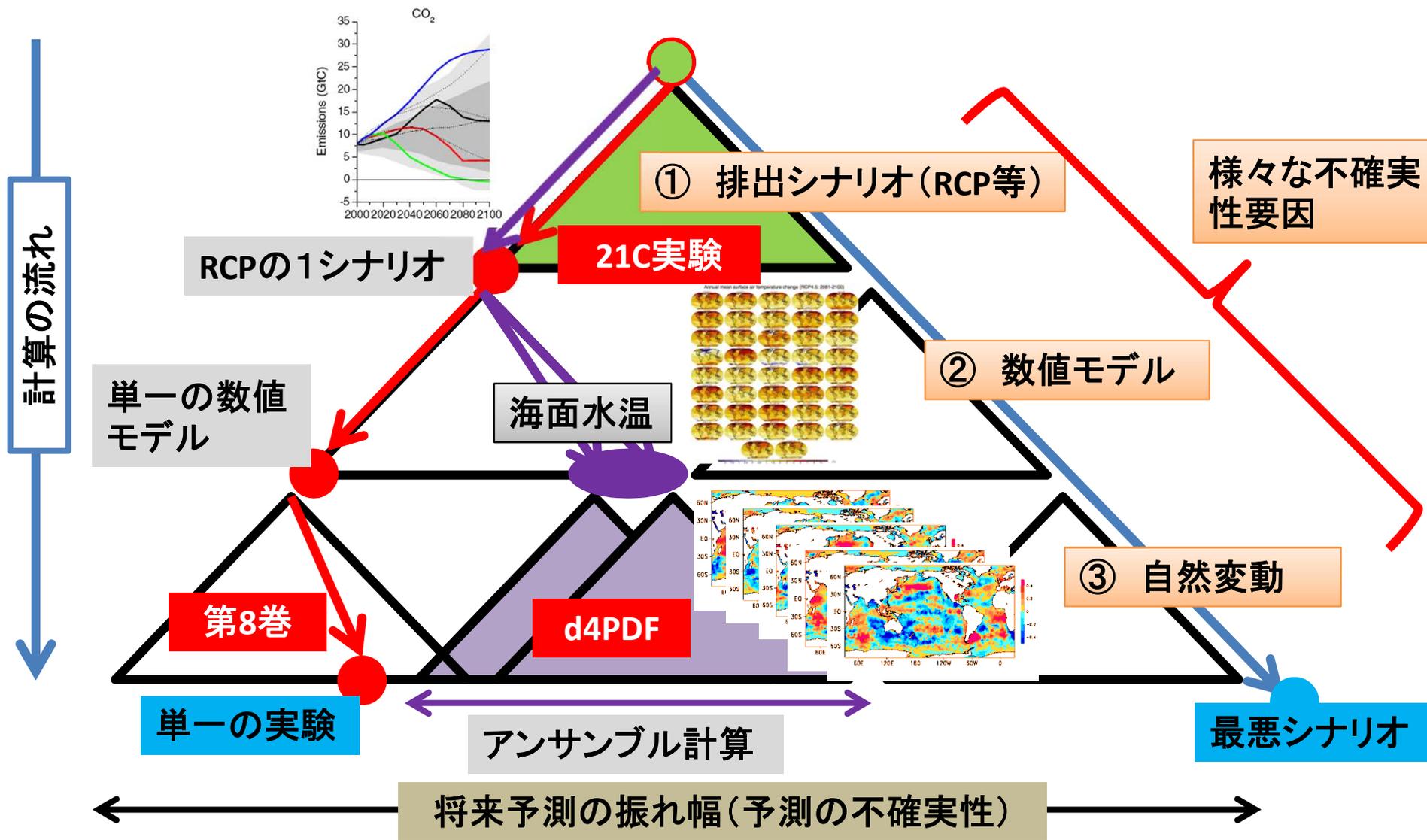


<S-8研究共通シナリオ第2版>  
国立環境研究所ホームページ [http://www.nies.go.jp/s8\\_project/](http://www.nies.go.jp/s8_project/)

統一的なシナリオに基づく全国及び地域の影響の予測評価を主目的とした、環境省の研究プロジェクトの成果です。現時点で、10 程度の影響指標項目ごとの影響予測結果と一併的に示すことができる点、都道府県別の気候予測結果の提供が受けられる点、近未来の予測も行われている点が特徴です。気候変動適応情報プラットフォームからは、都道府県別の気候予測結果のマップ・グラフとともに、影響指標項目ごとの影響予測結果のマップ・グラフを入手することもできます。ただし、これは、あくまで研究プロジェクトの成果の一部であることを念頭に置きつつ、利用する必要があります。また、気候の予測項目が、年平均気温とその変化率、年降水量とその変化率のみであることにも、注意が必要です。



# 気候モデルを用いた地球温暖化予測における様々な不確実性要因



※ 自然変動を考慮しないと→発生頻度の低い異常天候や極端気象の変化の不確実性を十分に評価できていない。

# AGCM-NHRCMファミリー

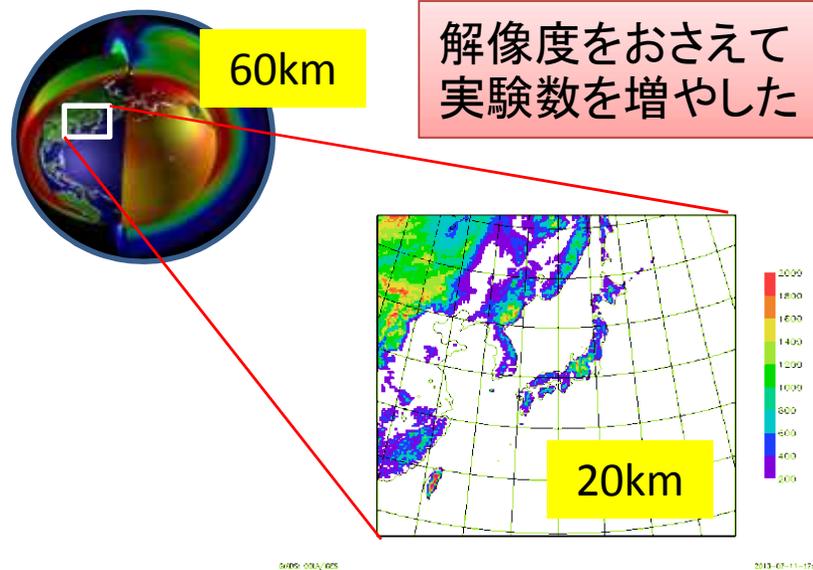
データセット名	シナリオ	予測時期	AGCM	NHRCM	実験数
温暖化予測情報第8巻	A1B	近未来予測 今世紀末	20km	5km	1例
21世紀における日本の 気候：不確実性を含 む予測計算	RCP2.6 RCP4.5 RCP6.0 RCP8.5	今世紀末	60km	20km	20例
気候変動リスク情報創 生プログラム	RCP8.5	今世紀末	20km	5km/2km	4例
d4PDF	RCP8.5	4°C上昇 (今世紀末)	60km	20km	100例
温暖化予測情報第9巻	RCP8.5	今世紀末	20km	5km	4例

※ 1例計算はd4PDFは60年間、そのほかは20年～25年

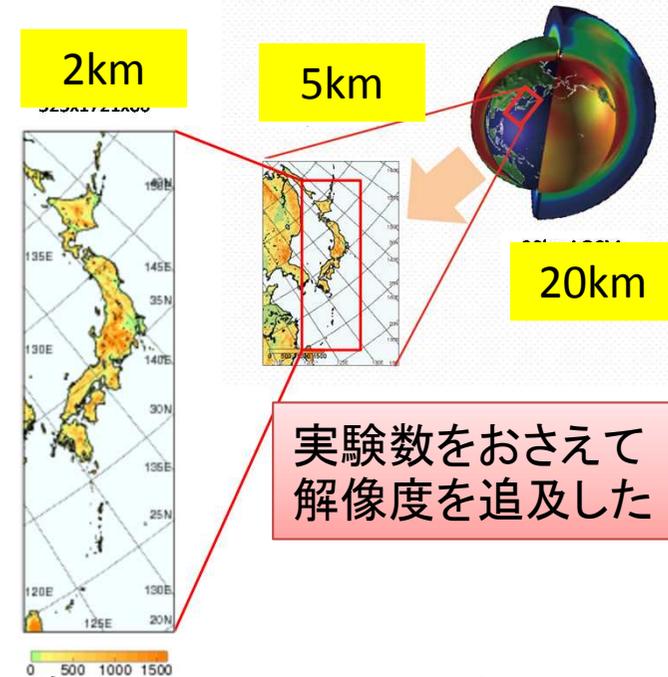
○ 文科省・環境省との協力により、この様な大規模なデータセットファミリーを作ることができた。

- 最悪シナリオを探すために、解像度を優先するか(アンサンブル数は我慢する)
- 確率評価を出すために、アンサンブル数を優先するか(解像度は我慢する)

# AGCM-NHRCMファミリー



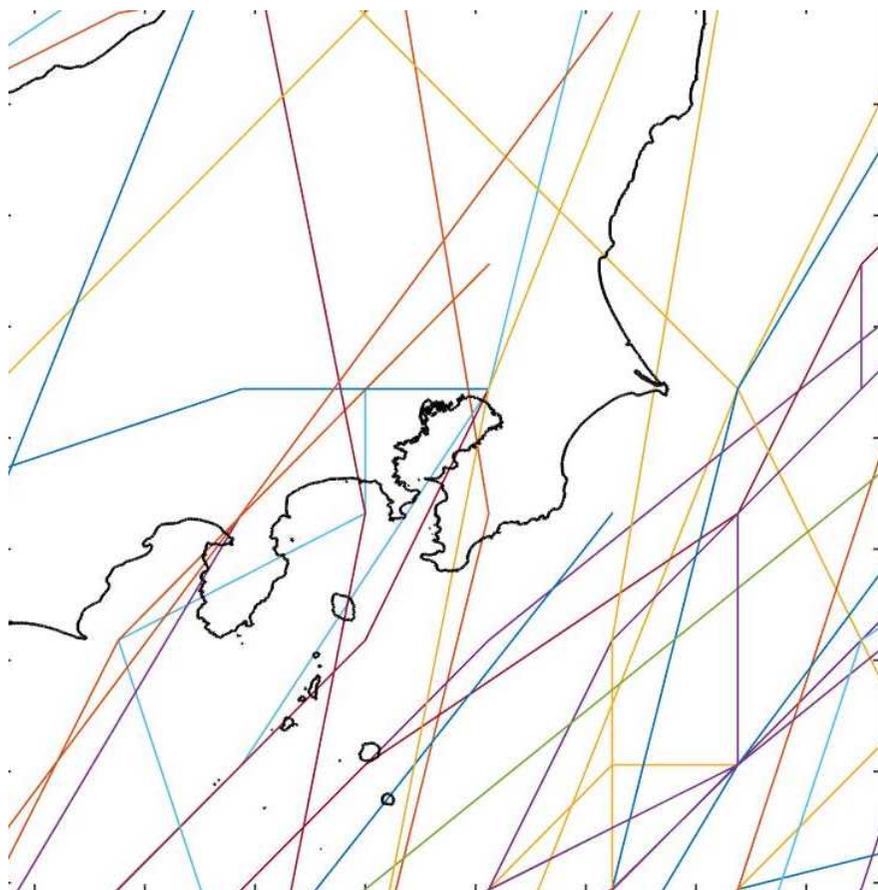
- 21C実験: マルチRCPシナリオ実験
- 温暖化シナリオごとの結果を見ることができる。
- d4PDF実験: RCP8.5(4°C上昇)実験
- マルチアンサンブル実験より確率評価が可能になる。  
(予測の不確定性を知る)



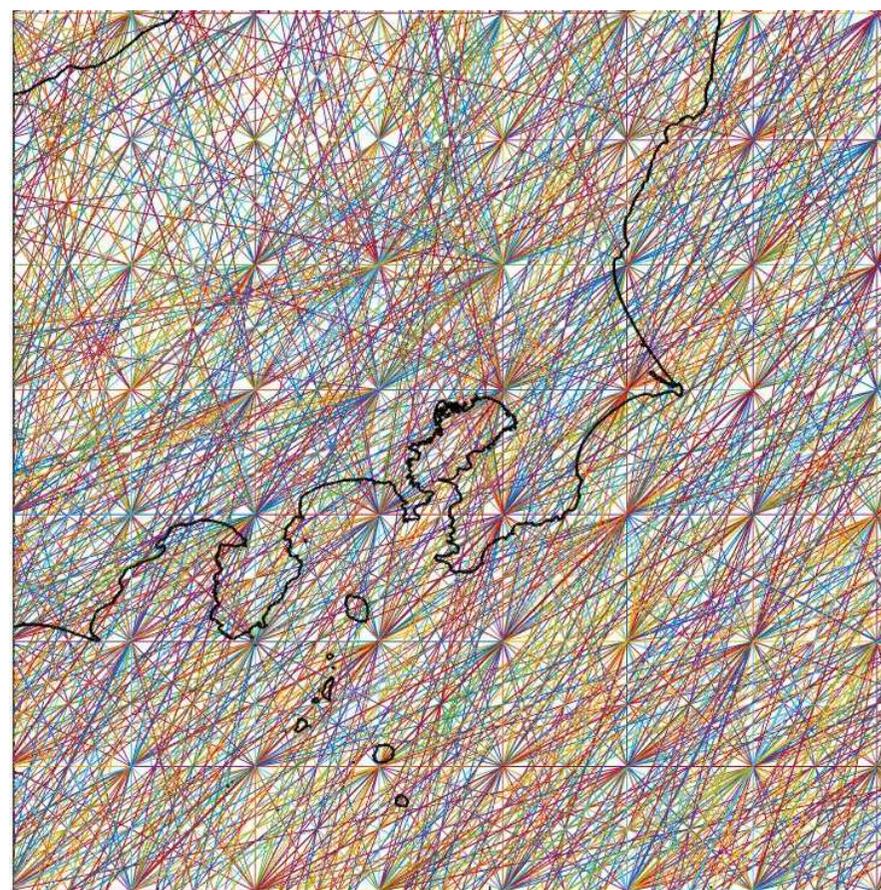
- 第8巻: SRES A1B (→5km)
- 近未来と世紀末実験
- 第9巻: RCP8.5(→5km)
- 創生プロ: RCP8.5(→5/2km)
- SSTアンサンブル実験  
(極端な現象を知る)

# 風水害評価に重要な台風の評価は難しい

日本への年平均上陸数2.7個（気象庁）



30年の気候ランによる台風経路



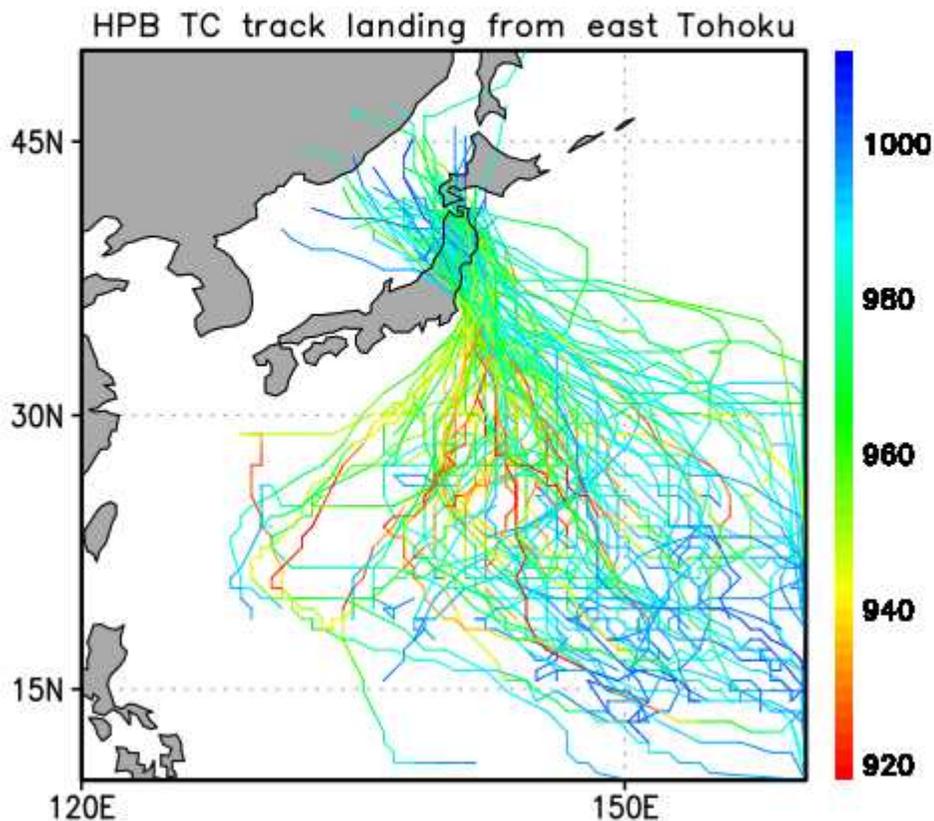
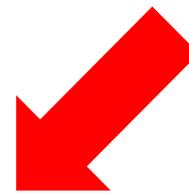
d4PDF現在再現計算(6,000年)

# 東北の太平洋岸に上陸する台風はどの程度あるのか？



ここで数えているのは、単に東北の太平洋岸から上陸した台風であり、決して東北地方に大雨災害をもたらした台風という数え方はしていない。降水量のチェックもなされていない。

d4PDFで見つかった、東北の太平洋岸に上陸する台風すべての経路。



過去実験60年の100アンサンブルで、  
熱帯低気圧総数: 507,626  
うち日本(沖縄以外の)に上陸: 8,380  
(総数の1.65%、1.4回/年程度)  
その中で東北太平洋側からの上陸:  
102 (日本上陸台風の1.22%、59年に1  
回程度)  
観測平年値で規格化した東北上陸頻  
度は31年に1回。

※ このような統計量を取り出すことも、d4PDFデータからなら可能である。

# 国内のその他のほかの力学的ダウンスケーリング情報

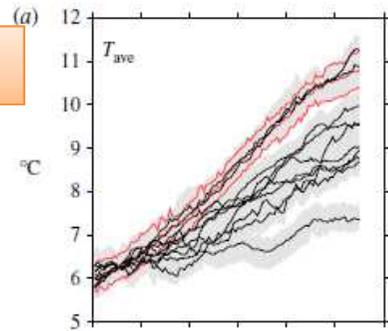
- DDS研究を行っているグループは、他に
  - ① NIED-RAMS(防災科技研) → SI-CAT
  - ② WRF(筑波大 他) → SI-CAT, 創生プロ(都市)
  - ③ RSM(東大生研) → 創生プロ
  - ④ NHM・WRF等(東北大、北大) → SI-CAT
  - ⑤ CReSS(名大) → PGWD台風特化(創生プロ)

等がある。また疑似温暖化実験(PGWD)という手法をとるグループもあり、最悪シナリオに対し有効

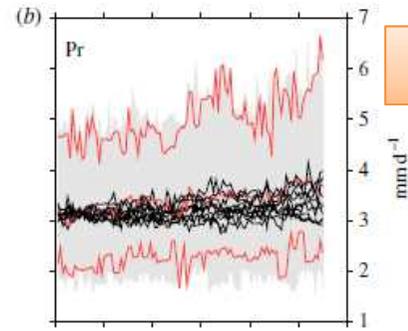
※ サーベイは完璧でないことをご容赦ください。

# 統計的DS (S-5-1/3, S-8, SI-CAT関連)

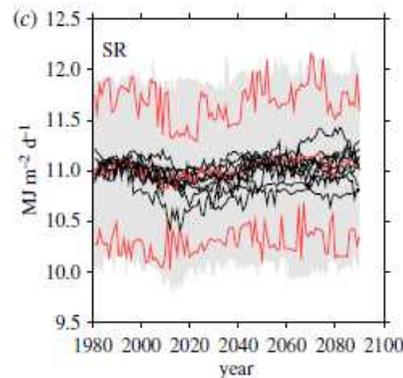
日平均気温



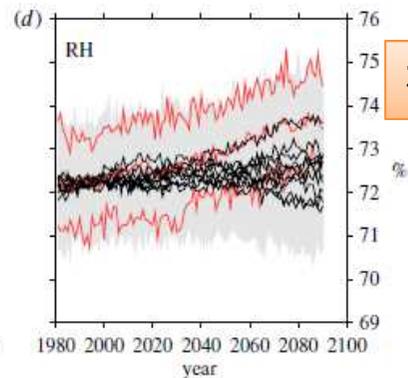
日降水量



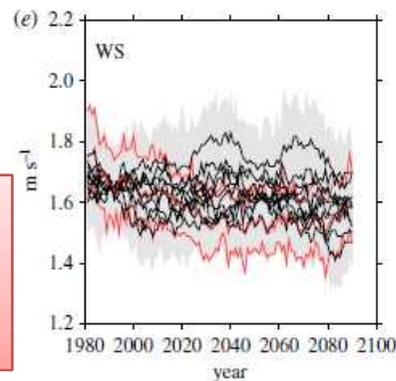
太陽放射



相対湿度



風速



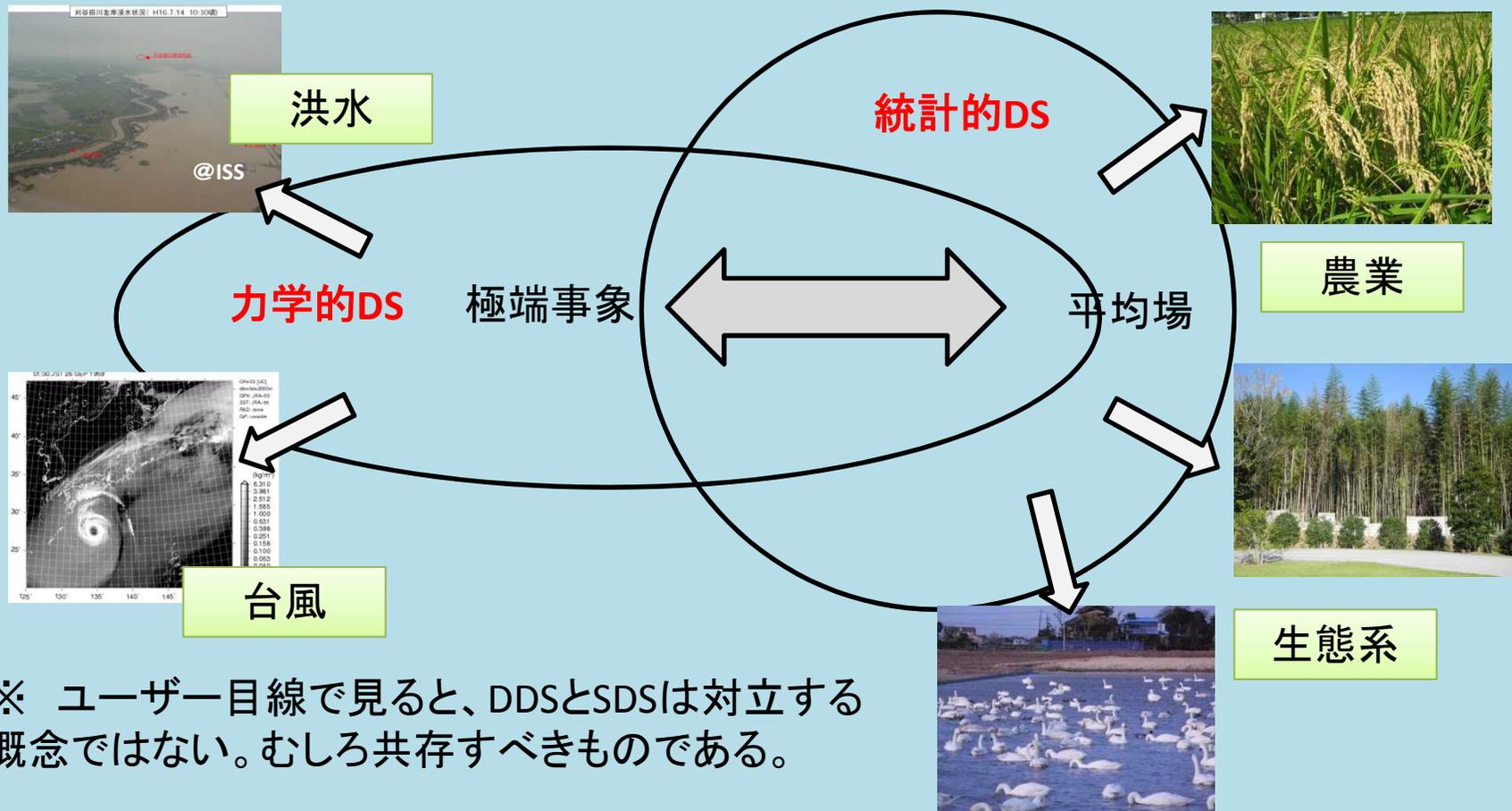
SI-CATでは、おおむねこの手法で1km格子の日データをDIAS上に展開している。

根室にダウンスケーリングしたCMIP3全球モデル(A1Bシナリオ)の結果・バラツキ(年平均値)

飯泉 他、2012 (NIAES)

# 力学的DSと統計的DS

※ 目的により、最善のプロダクトは異なる



※ ユーザー目線で見ると、DDSとSDSは対立する概念ではない。むしろ共存すべきものである。

# 総合的なダウンスケーリングデータ

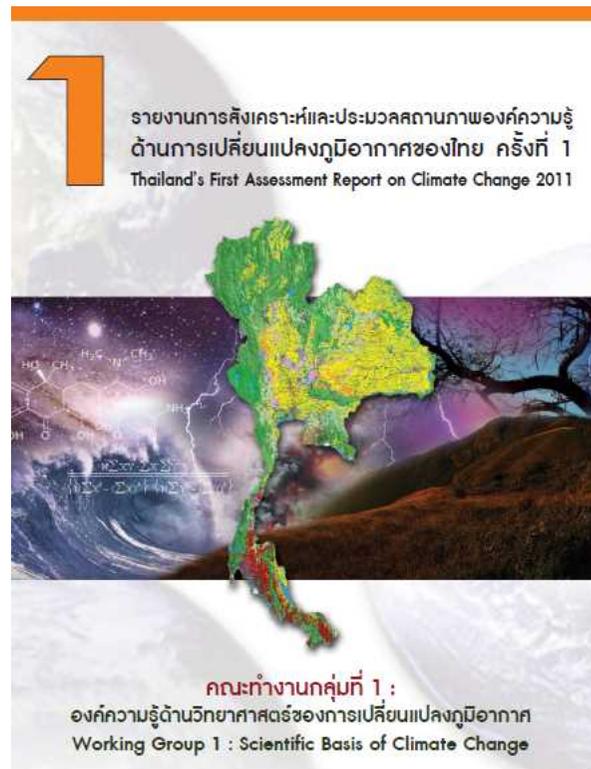
- 各省庁の様々なプロジェクトで生成されているDDS(力学的DS)、SDS(統計的DS)は、それぞれ特性がある。ユーザーの利用目的によって最適なデータは異なる。
- 各省庁の間で連携・調整を行い、整合性のとれたデータセットを供給することが政府の対策策定に温暖化予測データを活かしていくうえで重要と考える。
- そのためにも、各省庁のプログラムではバラバラにデータを生成するのではなく統一感を持たせるべきである。
- 特に環境省・文科省と気象庁間の連携は重要。

## (4) 海外における影響評価等の推進

### ○ 途上国における気候変動の影響評価等の支援の進め方

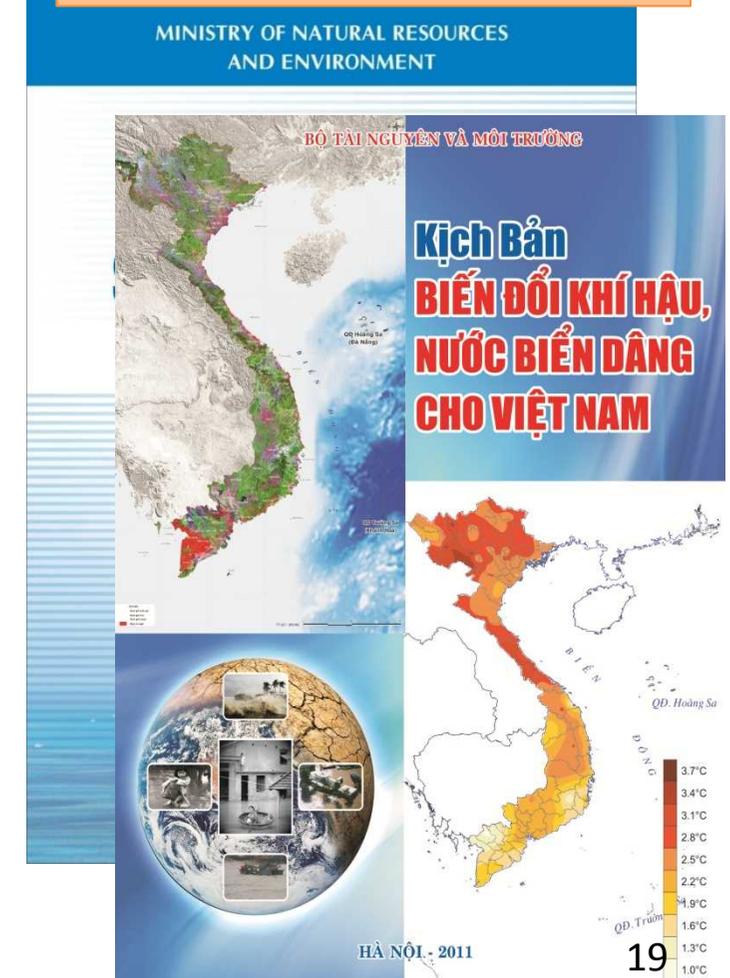
- 各国の温暖化予測情報に第1次情報を提供する。
- 力学的ダウンスケーリングについて、モデルと技術を提供し一緒に研究(計算)する。
- 統計的ダウンスケーリングにより詳細な情報を提供する。
- 高解像度の  
全球モデルの結果を  
提供する。

東南アジア各国  
では右あるよう  
に、自国の温暖  
化予測情報をつ  
くり始めている。



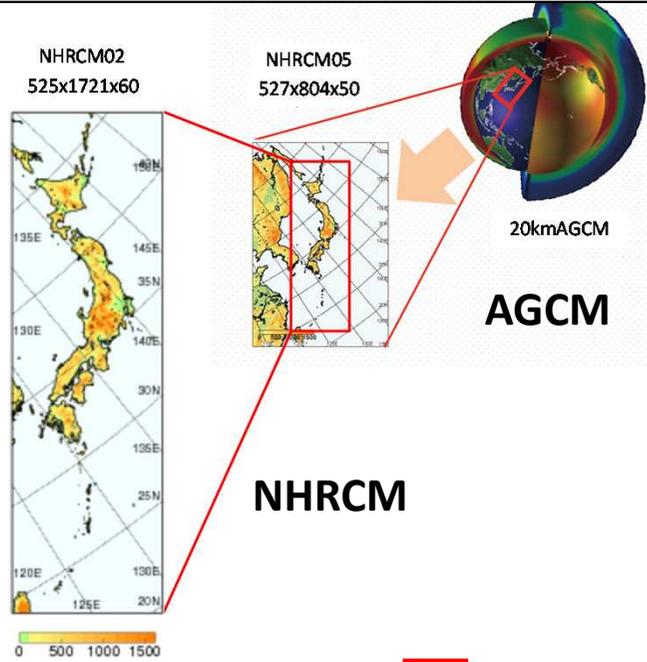
タイの温暖化予測情報

### ベトナムの温暖化予測情報



# 文科省創生プログラムにおける活動例

## 創生cダウンスケーリングシステム



研修・研究

TCC

アジアの気象局



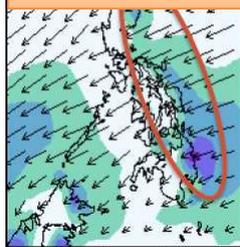
スリランカ

気象庁

国連大学

地域気候  
モデルの  
貸与

フィリピン



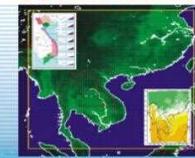
インドネシア



東南アジア諸国

ベトナム

CLIMATE CHANGE,  
SEA LEVEL RISE SCENARIOS  
FOR VIETNAM



現地の温暖化予測情報