



# 今、地球に何が起きているか？

渡邊 國彦

平成23年6月15日

地球シミュレータセンター  
海洋研究開発機構

---

# 海洋研究開発機構とは





## 海洋研究開発機構の使命

# 海洋立国日本の発展を 科学技術によって推進する

海洋が大きく関わる地球環境変動を  
解明し、地球温暖化等の地球環境問  
題への貢献を図る

海洋由来の地震・津波等自然災害  
の原因となる地球内部の動的挙動  
を解明し、防災・減災への貢献を  
図る

国民と社会に貢献

海洋・極限環境生物圏を理解し、環  
境と生物の相互関係を解明するとと  
もに、社会と経済の発展に資する知  
見、情報を提供

海洋の多様な環境下における調査・  
観測等のための基盤技術を開発す  
るとともに、国民生活や産業の発  
展に貢献



# 海洋研究開発機構の組織・人員構成

## 役員

理事長 加藤康宏  
 理事 白山 義久、平 朝彦、堀田 平

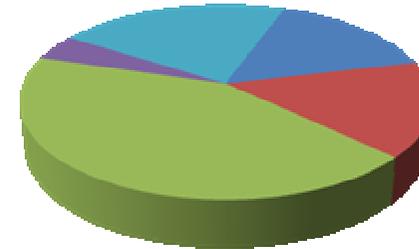
## 事業所

横須賀本部  
 むつ研究所  
 国際海洋環境情報センター（沖縄県名護市）

横浜研究所  
 高知コア研究所

## 人員構成

総役職員数: 1,193名



平成23年4月1日現在

## 組織

研究部門	地球環境変動領域	地球内部ダイナミクス領域	海洋・極限環境生物圏領域
	むつ研究所	高知コア研究所	リーディングプロジェクト
	システム地球ラボ	アプリケーションラボ	研究支援部
開発・推進部門	海洋工学センター	地球シミュレータセンター	地球深部探査センター
	地球情報研究センター	観測システム・技術開発ラボ	事業推進部
運営・管理部門	経営企画室	総務部	経理部
	安全・環境管理室	監査室	

昭和46年10月 特別認可法人「海洋科学技術センター」設立  
 平成16年 4月 独立行政法人海洋研究開発機構発足



# 海洋研究開発機構の船舶

海洋調査船「なつしま」  
1981年建造



全長 67.4 m  
幅 13.0 m  
深さ 6.3 m  
総トン数 1,738 ton

海洋調査船「かいよう」  
1985年建造



全長 61.6 m  
幅 28.0 m  
深さ 10.6 m  
総トン数 3,350 ton

支援母船「よこすか」  
1990年建造



全長 105.2 m  
幅 16.0 m  
深さ 7.3 m  
総トン数 4,439 ton

深海調査研究船「かいらい」  
1997年建造



全長 106.0 m  
幅 16.0 m  
深さ 7.3 m  
総トン数 4,517 ton

海洋地球研究船「みらい」  
1997年建造



全長 128.0 m  
幅 19.0 m  
深さ 10.5 m  
総トン数 8,687 ton

学術研究船「淡青丸」  
1982年建造



全長 51.0 m  
幅 9.2 m  
深さ 4.2 m  
総トン数 610 ton

学術研究船「白鳳丸」  
1989年建造



全長 100.0 m  
幅 16.2 m  
深さ 8.9 m  
総トン数 3,991 ton

地球深部探査船「ちきゅう」  
2005年建造



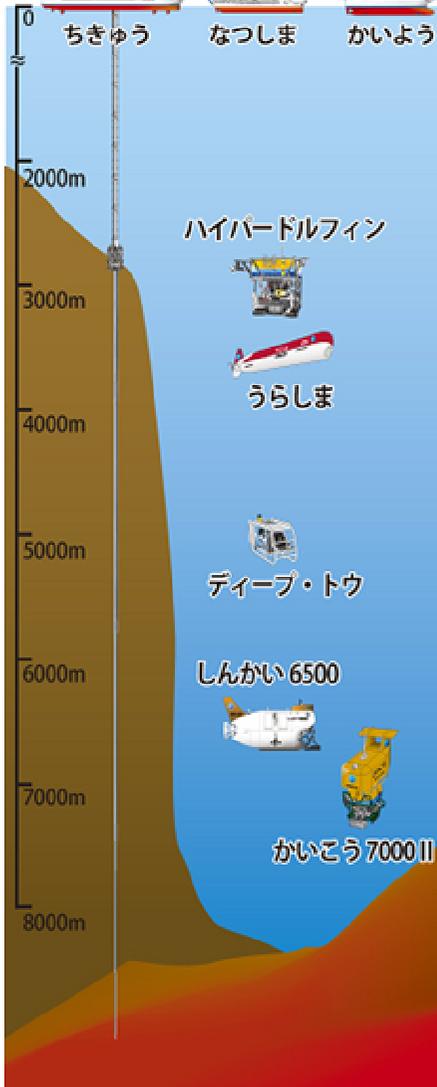
全長 210.0 m  
幅 38.0 m  
深さ 16.2 m  
総トン数 57,087 ton

研究船運航部

地球深部探査センター



# 海洋研究開発機構の有する研究設備



## 潜水船・探査機



潜水調査船「しんかい6500」  
有人潜水船としての  
最大潜航深度世界第1位



深海巡航探査機「うらしま」  
連続航行記録317km  
自律型巡航探査機の  
世界記録樹立



大深度小型無人探査機  
「ABISMO」  
マリアナ海溝において  
潜航深度10,258mを達成



3000m級無人探査機  
「ハイバードルフィン」



7000m級無人探査機  
「かいこう7000 II」



深海曳航調査システム  
「ディープ・トウ」



浅海用ハイブリッド型  
無人潜水機  
「MROV」



深海生物追跡調査  
ロボットシステム  
「PICASSO」

## 施設・設備



地球シミュレータ  
超高速並列型スーパーコンピュータ  
平成21年3月に新たなシステムに更新し  
理論演算速度が従来の3倍となった



深海微生物実験システム



OBS



高圧実験水槽



トライトンブイ



コア保管庫



超音波水槽

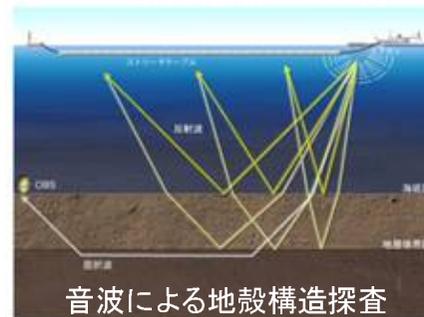
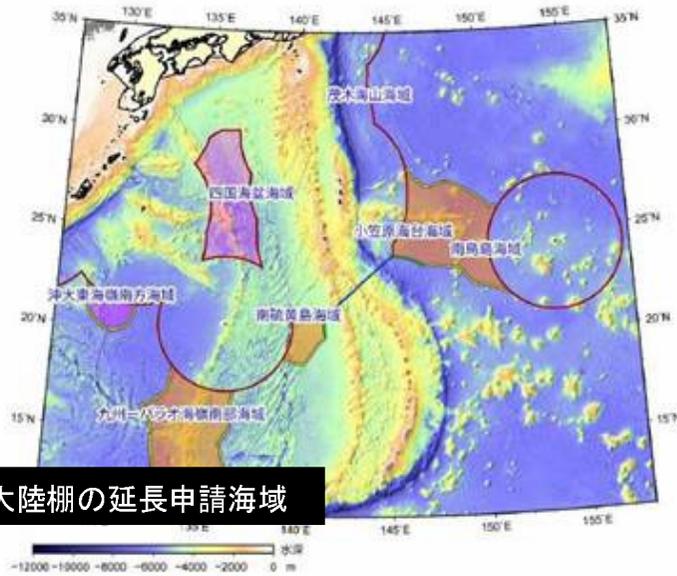


# 社会貢献の一例

○海洋に関する中核機関として、国等の要請に基づく緊急調査等にも対応。

## 【大陸棚の限界延長申請(2008年11月)の提出に貢献】

地殻構造探査に係る調査協力として、「かいよう」「かいいい」による音響探査及び取得データの研究・解析を行った。

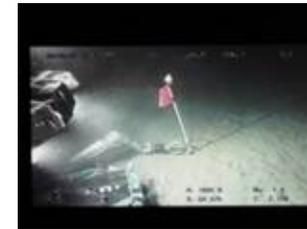


## 【護衛艦「あたご」漁船「清徳丸」衝突事故海域調査】

防衛省より文部科学省に対しJAMSTECによる搜索協力を依頼。これに基づき、現場海域の調査を実施。回収物を海上保安庁へ引渡した。



調査に使用した無人探査機「ハイパードルフィン」「清徳丸」と文字の入った旗竿



同じく、調査に使用した深海曳航体「ディーブ・トウ」



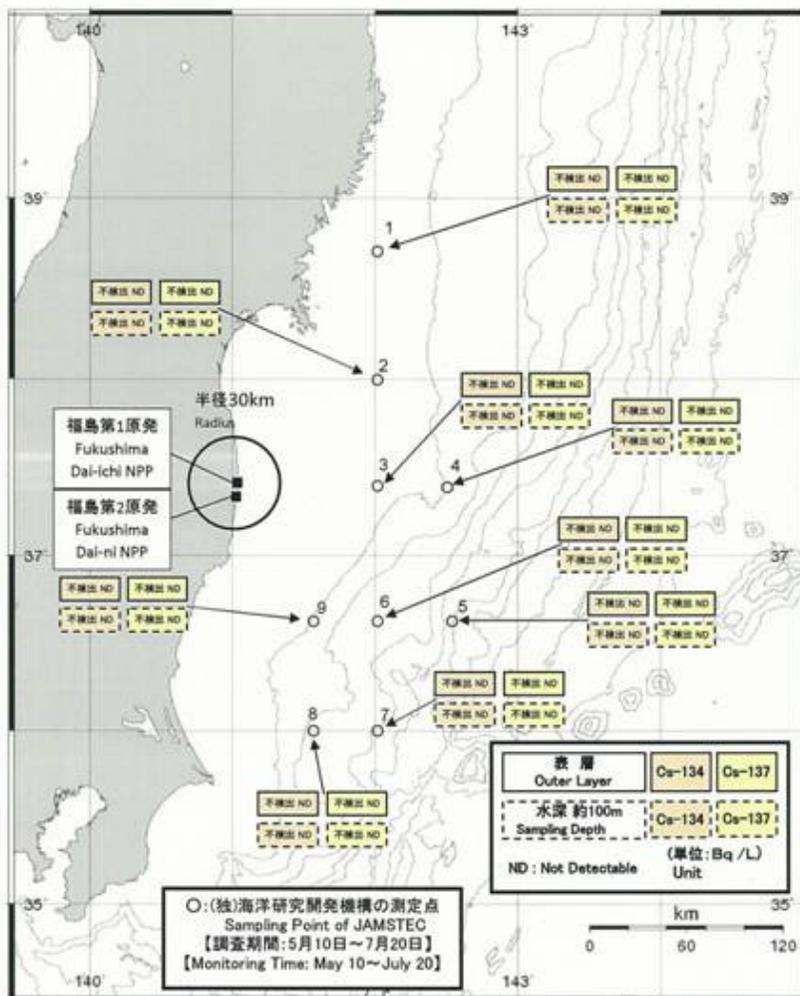
操舵室の一部と思われる物体

国の政策に貢献する科学的調査研究、緊急の社会的要請への対応などは、大学や民間企業では実施しがたい。

# 東日本大震災に関する緊急調査

海域モニタリング結果(平成23年5月10日~12日採水)  
Readings of Sea Area Monitoring (May 10-12, 2011)

—海水採取—



上記測定点の海水温及び塩分濃度については、独立行政法人 海洋研究開発機構の下記Webにて公開している。  
The readings of temperatures and salinity levels of seawater at the measurement points are put on the websites of JAMSTEC below.  
<http://www.godao.jamstec.go.jp/monitoringdata/>

海洋地球研究船「みらい」  
1997年建造



全長 128.0 m  
幅 19.0 m  
深さ 10.5 m  
総トン数 8,687 ton

# 横浜研究所



神奈川県工業試験所の跡地

約1万坪

# 地球シミュレータ開発プロジェクト

地球寒冷化説

地球温暖化

1973

↑  
第一次オイルショック

1979

↑  
第二次オイルショック

1988

↑  
地球温暖化をNASA報告  
(米国議会)

1994

↑  
気候変動枠組条約 発効

1997

↑  
第3回締約会議(京都議定書  
数値目標と法的拘束力)  
地球シミュレータ開発開始

2002

↑  
地球シミュレータ 稼働開始

# 地球シミュレータ



## 地球シミュレータ

2002年3月～2008年9月

理論演算速度：40テラフリップス

主記憶容量：10テラバイト



## 地球シミュレータ (ES2)

2009年3月～

理論演算速度：131テラフリップス

主記憶容量：20テラバイト

# 計算資源割当(2011年度)

## (1)一般公募枠

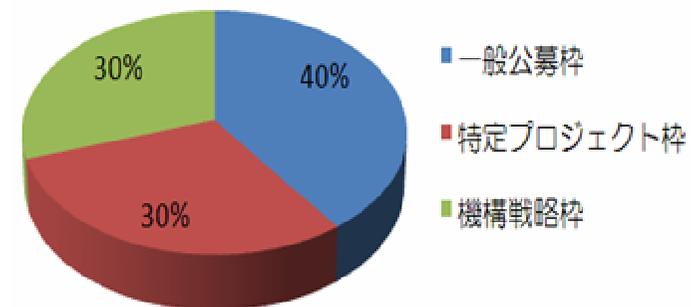
- 地球科学分野
- 先進創出分野(地球科学分野以外の先進的・独創的な研究)

## (2)特定プロジェクト枠

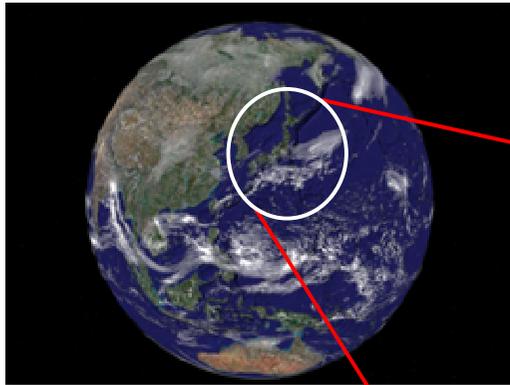
- 国等からの委託・補助でESを利用して進めるプログラム
- 21世紀気候変動予測革新プログラム
  - 地球シミュレータ産業戦略利用プログラム  
(文部科学省の先端研究施設共用促進事業)
  - 戦略的創造研究推進事業(JST/CREST)」等

## (3)機構戦略枠

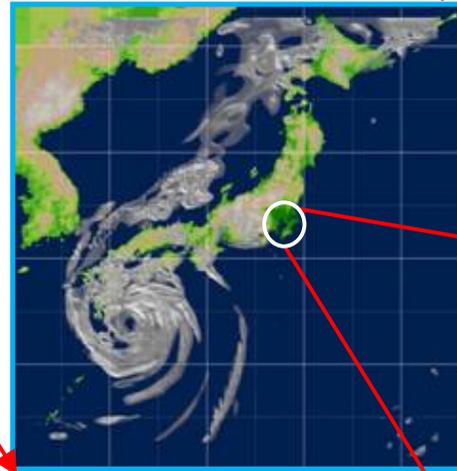
- 海洋機構が主導する研究プロジェクト
- 国際・国内共同研究
- 成果専有型有償利用  
(産業界の研究・開発、設計・製造)



# 全球規模から地域スケールまでの気候変動シミュレーション研究

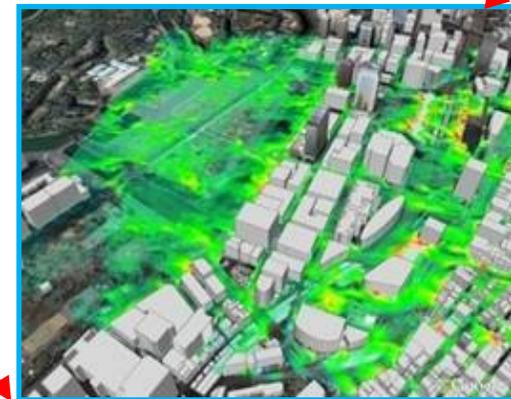


全球



領域

全球規模や局地域—都市域スケールの予測に必要な高精度かつ高速なシミュレーションのための技術開発、それを用いた顕著現象等の予測技術の開発・検証

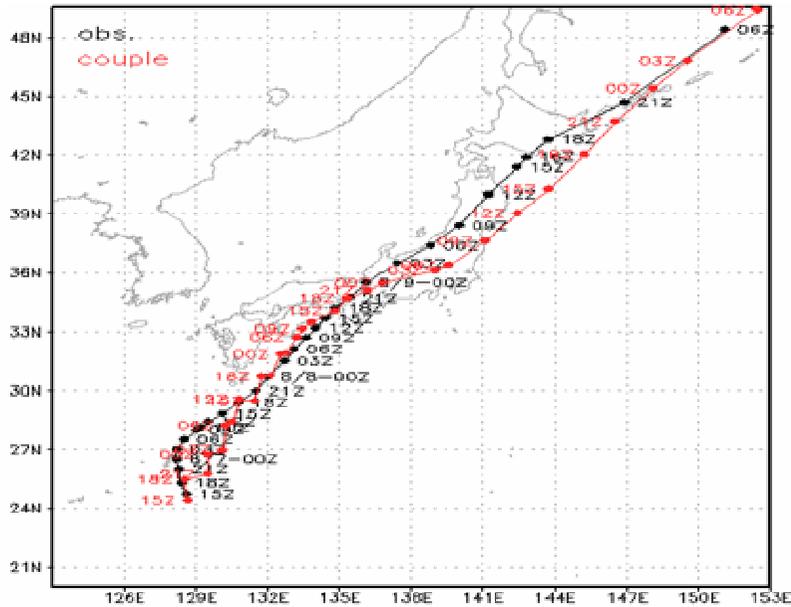


局所（都市域）

異なる時空間スケールの現象間の相互作用についての不確定要素を適切にモデル化し、高速、高精度、安定な新しい予測シミュレーション

ン

# 台風の進路と集中豪雨を5日前に予測する技術の開発

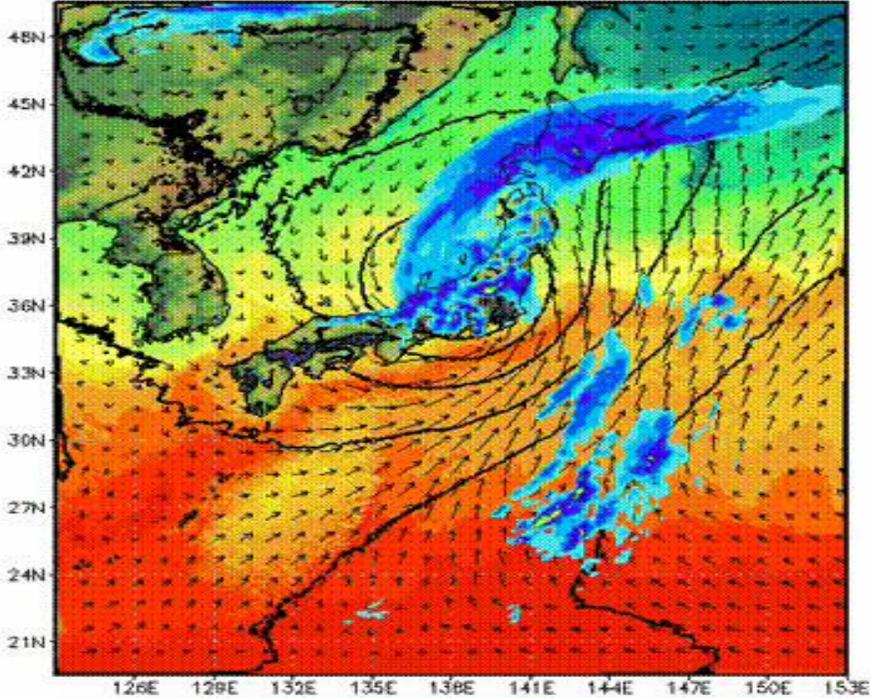
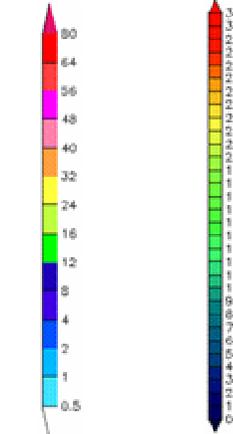


全球領域連結・大気海洋陸面結合予測

水平方向解像度 : 2.7 km  
垂直方向 : 72 層

計算時間 : 数時間

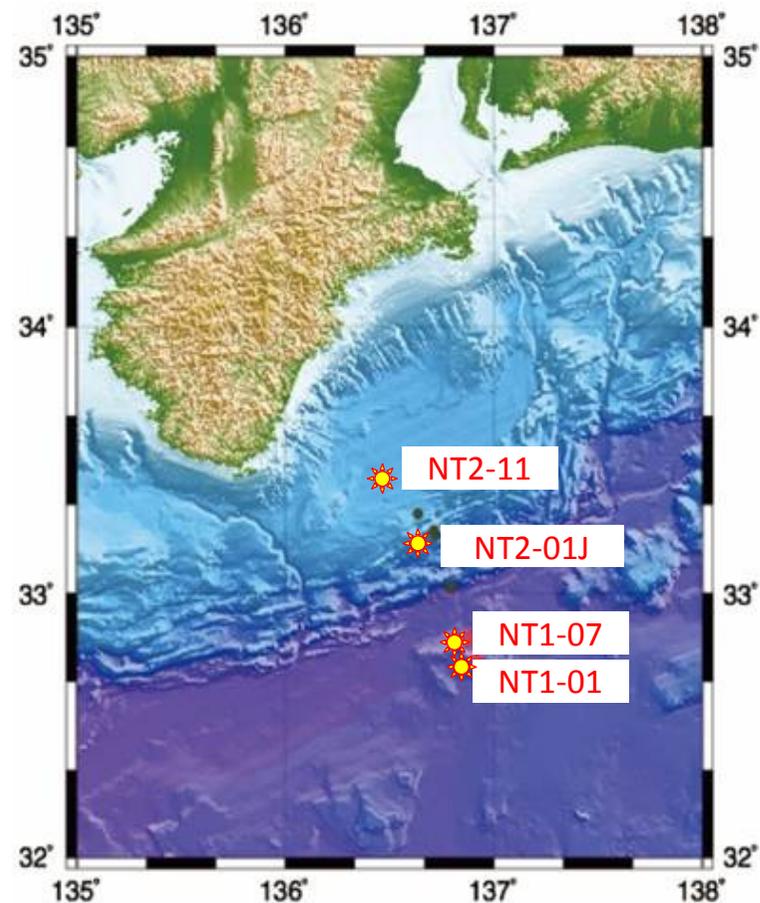
降雨量 (mm/h)      海面温度 (°C)



# 「ちきゅう」運用支援予測シミュレーション ＜機構内センター間協力＞



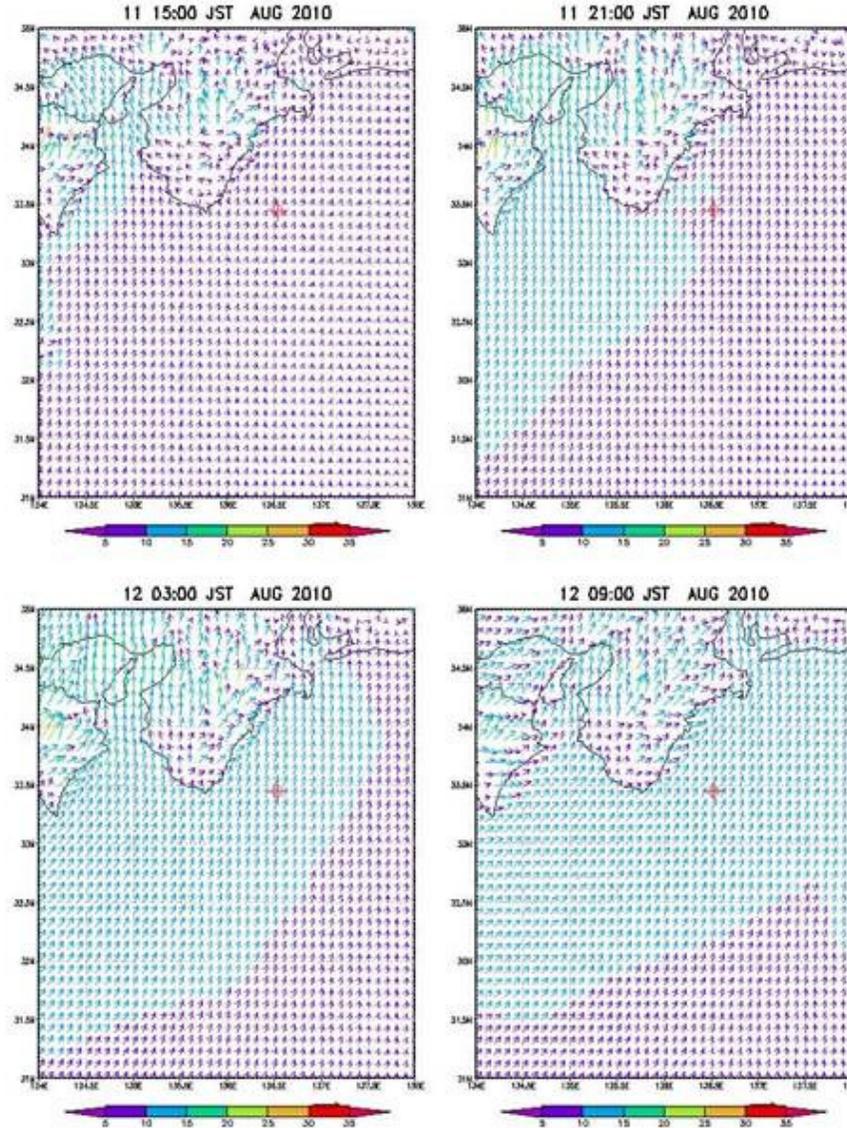
協力要請事項：  
航行，掘削の安全性確保のための  
台風予測シミュレーション



熊野灘沖での掘削

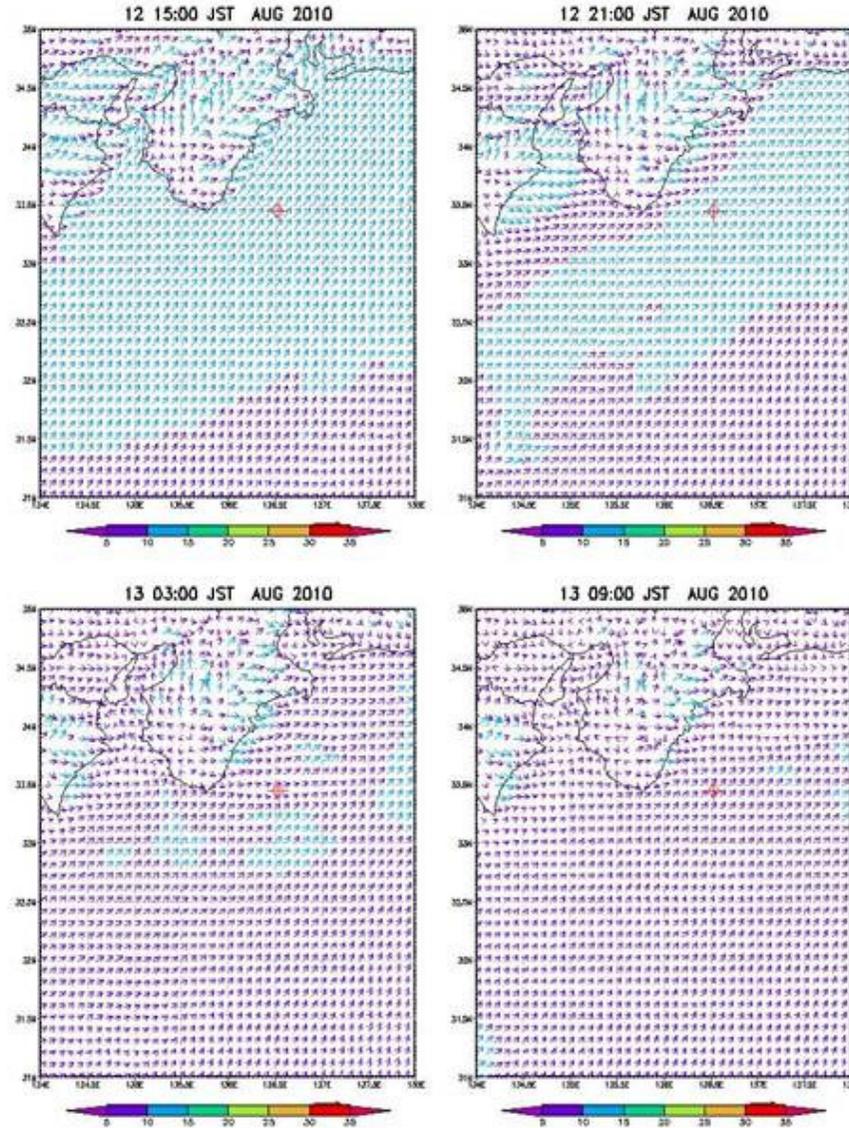
# 「ちきゅう」掘削点での風速の変化

台風4号  
2010年  
8/11~8/13



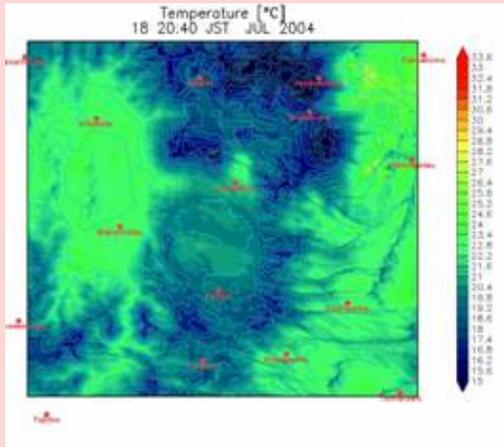
# 「ちきゅう」掘削点での風速の変化

台風4号  
2010年  
8/11~8/13



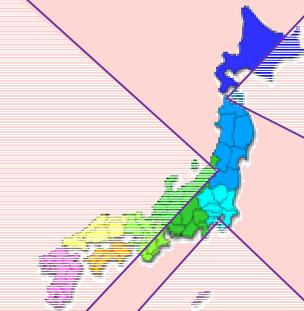
# 局地域ー都市域の気象シミュレーション

竜飛岬ウィンドファーム  
近傍の数値風況調査

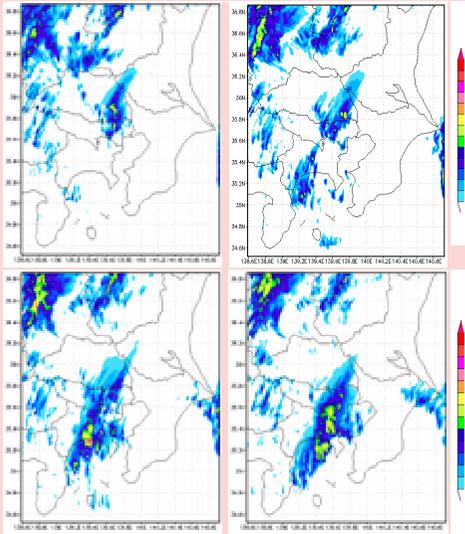


猪苗代湖周辺の気温変化  
のシミュレーション  
(50m解像度)

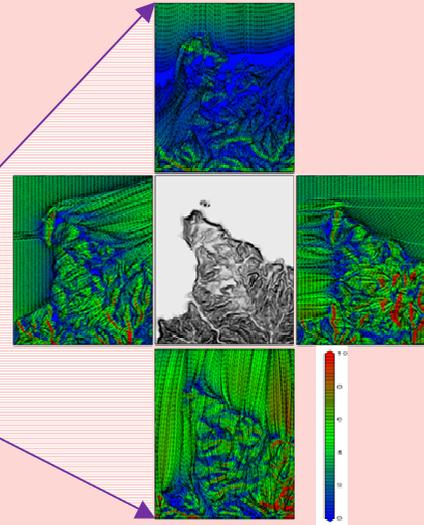
土地利用のあり方  
など農業計画に貢献



東京都集中豪雨  
シミュレーション  
(2005年)



10m解像度における  
風の流れ場



立地計画、発電  
計画に貢献

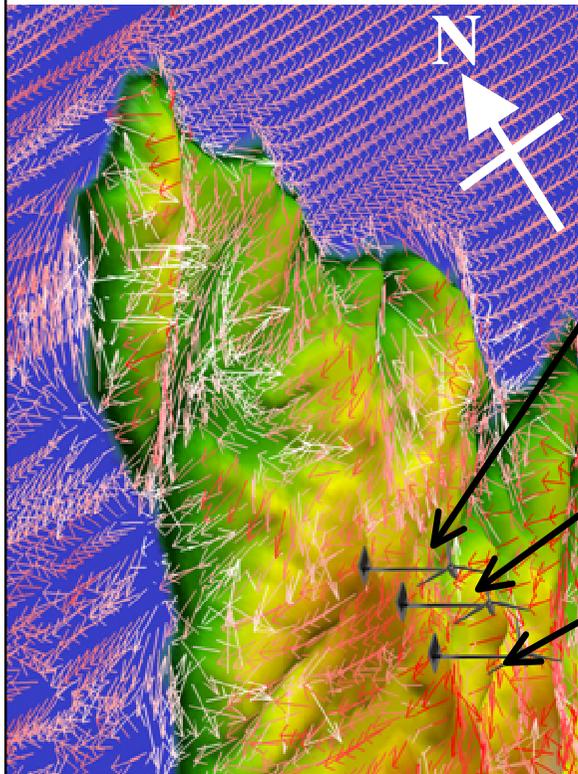
丸の内地区のヒート  
アイランド現象  
(5m解像度)



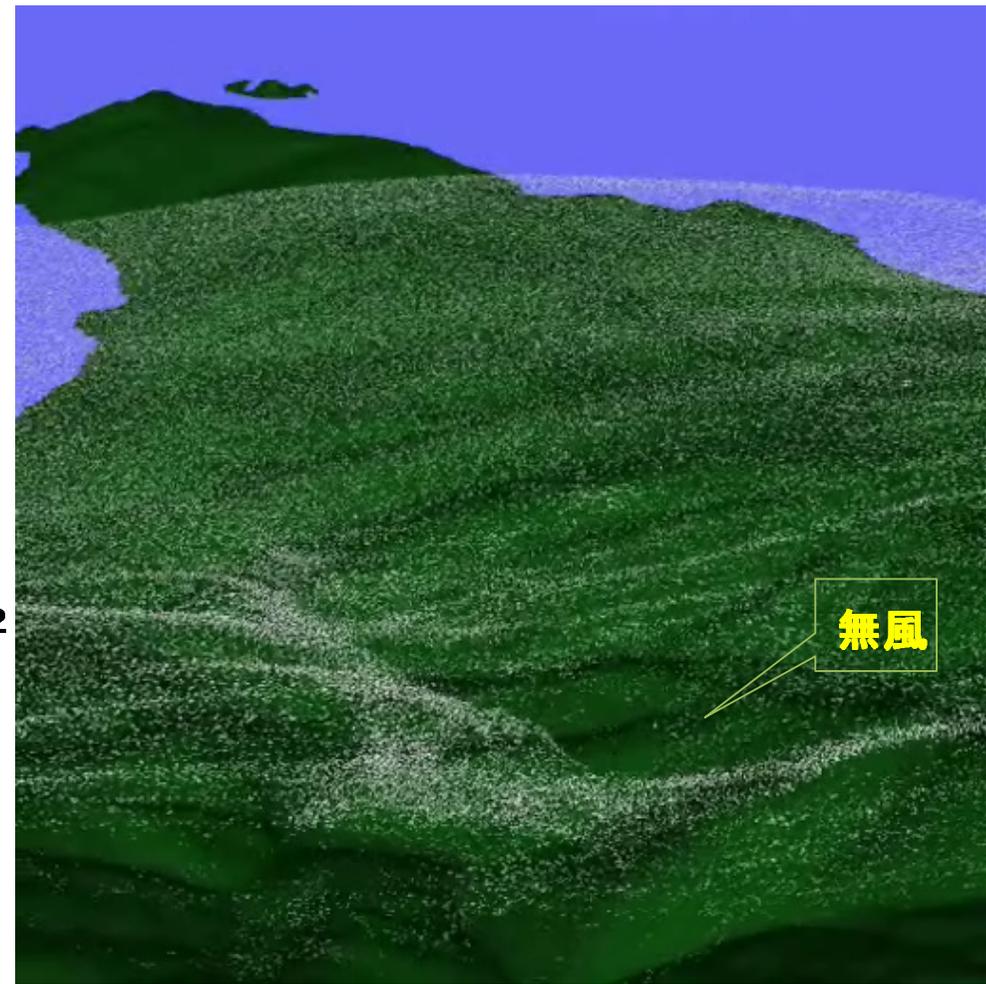
ヒートアイランドと都市型  
集中豪雨の因果関係解明

都市計画に貢献

# 竜飛岬ウインドファームにおける数値風況



風観測用風車 1  
発電用風車  
風観測用風車 2

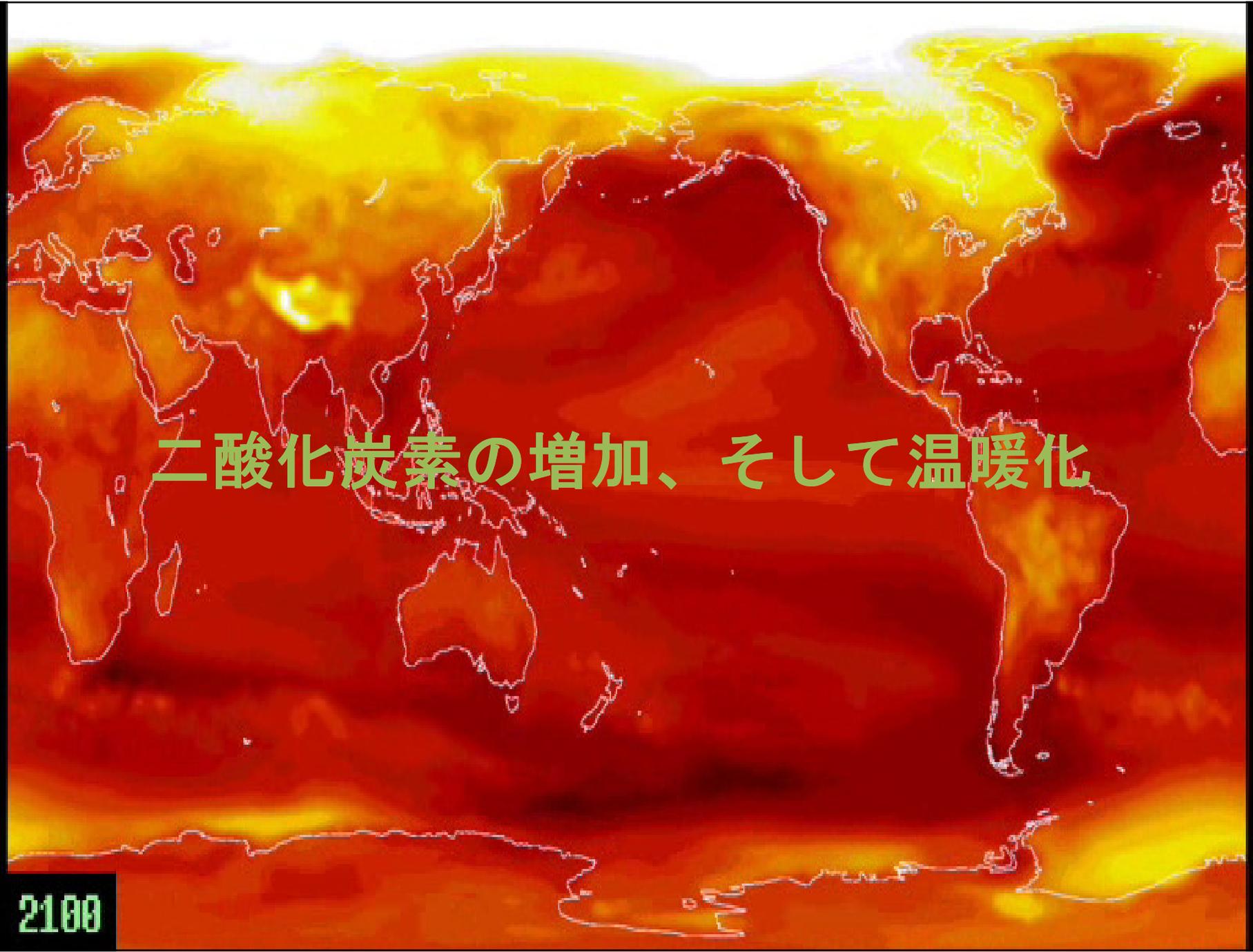


発電用風車付近 10km X 5kmの地域  
を10m解像度でシミュレーション

地形による風の流れ具合を調査



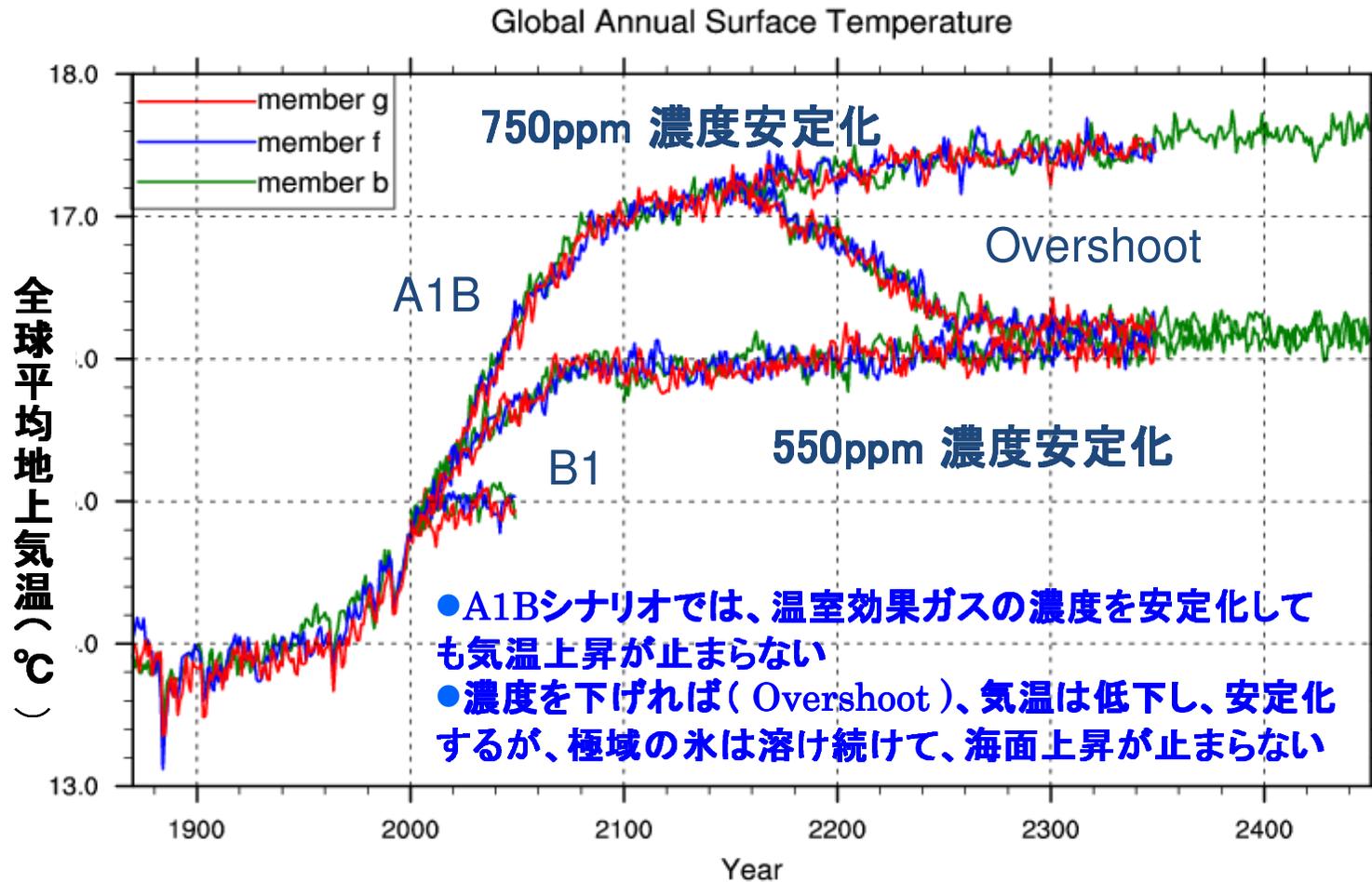
風車の立地計画

A world map with a color gradient from dark red to bright yellow, representing projected temperature increases. The map shows significant warming, particularly in the northern hemisphere and high latitudes, with the most intense warming (bright yellow) occurring in the Arctic region. The text "二酸化炭素の増加、そして温暖化" is overlaid in the center of the map.

二酸化炭素の増加、そして温暖化

2100

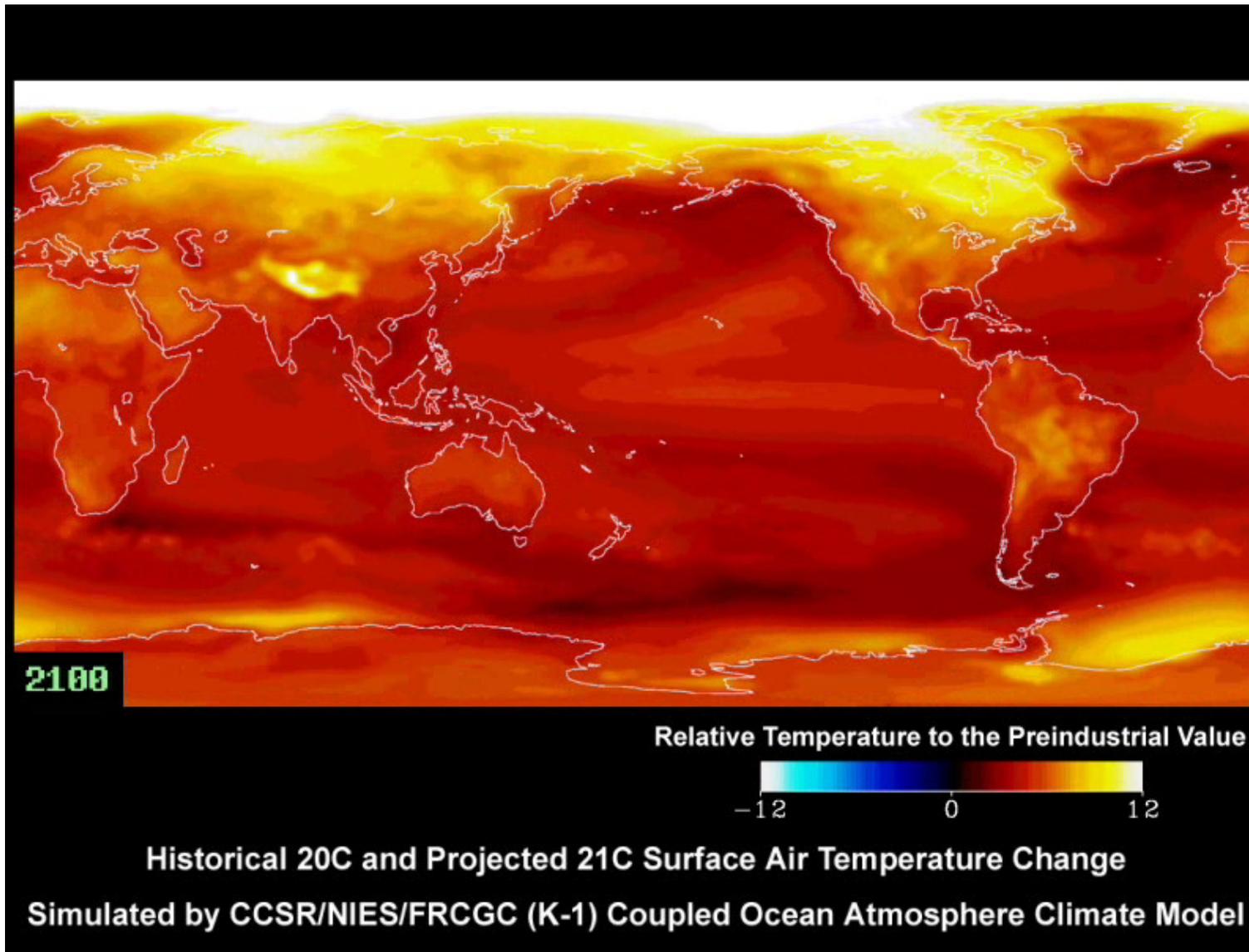
# 温暖化による気温上昇の予測結果(全シナリオ)



二酸化炭素濃度をどの程度に抑制すると温暖化を防げるかを定量的に評価

ESを用いて、3通りのシナリオについて、合計3300年分のシミュレーション

## 温暖化による気温上昇の予測結果



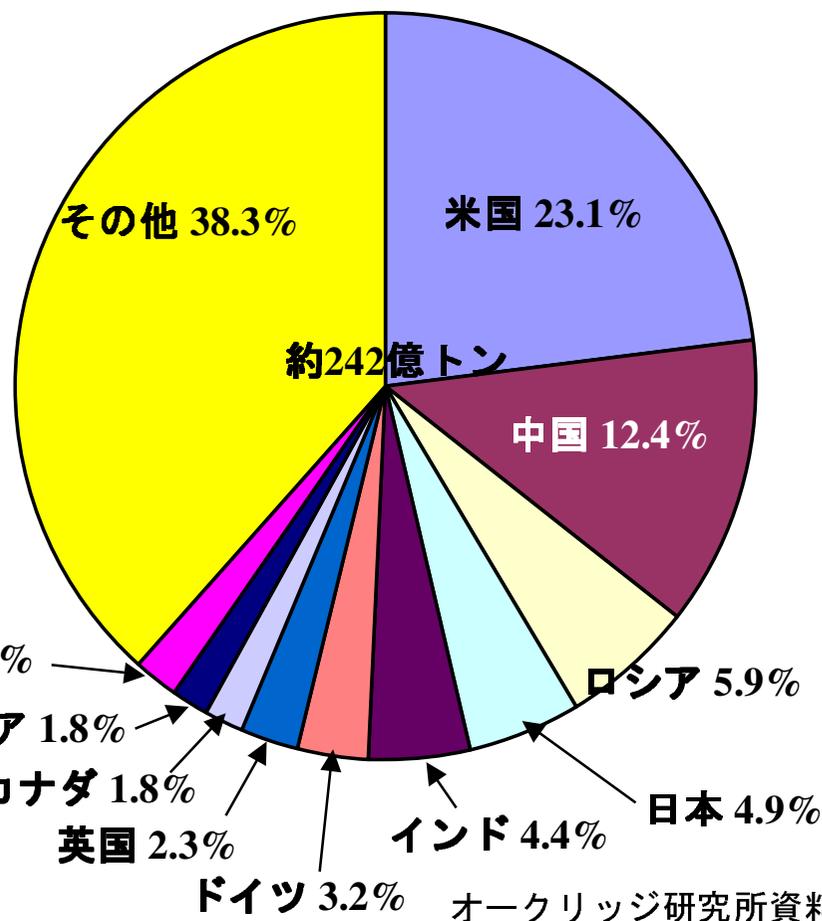
東京大学気候システム研究センター 国立環境研究所 地球環境フロンティア研究センター

# これは、100年後の話？

## 2000年の排出量国別内訳

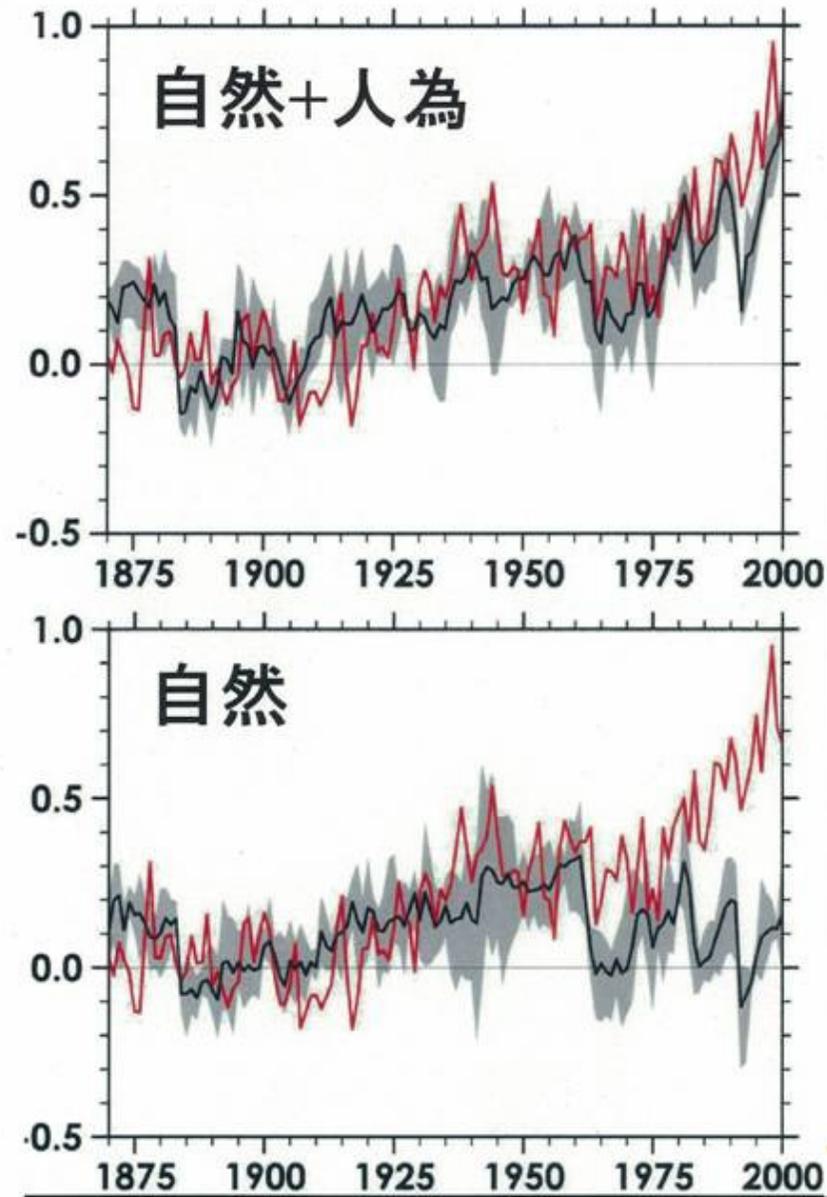
1990年代に予想した100年後の二酸化炭素の濃度には、中国、インドなどの国の急成長を想定していなかった。

最近の一部の説では、100年後の濃度は、以前の予想の倍、**1500ppm**という話もある。



2、30年後がもう危ない

# 本当に二酸化炭素のせいなのか



“20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇は、人為起源の温室効果ガスの増加による可能性が「かなり高い(Very Likely)」”

IPCC-AR4

赤線：観測

黒線：モデル

(CCSR/NIES/FRCGC)

## 炭酸ガス以外の温室効果ガス

**メタンガス** 温室効果（炭酸ガスとの比）： 20倍位

有力な発生源：ユーラシア北方の永久凍土

**亜酸化窒素** 温室効果（炭酸ガスとの比）： 300倍位

有力な発生源：車の排気ガス、堆肥の生成

**代替フロン** 温室効果（炭酸ガスとの比）： 2000倍位

有力な発生源：エアコンや冷蔵庫の安易な廃棄

## 温暖化以外の環境破壊とその対策 (CO<sub>2</sub>)

海に炭酸ガスが溶けると海水のアルカリ度が下がる  
海水は弱アルカリ性 (PH8±0.5)



海草、珊瑚、動物性プランクトンにダメージ



魚の稚魚が育たなくなる



**海洋食糧資源の大幅な減少**

## 炭酸ガスの排出と処理量

2005年の燃料消費によるCO<sub>2</sub>排出量 年270億トン  
(炭素換算74億トン)

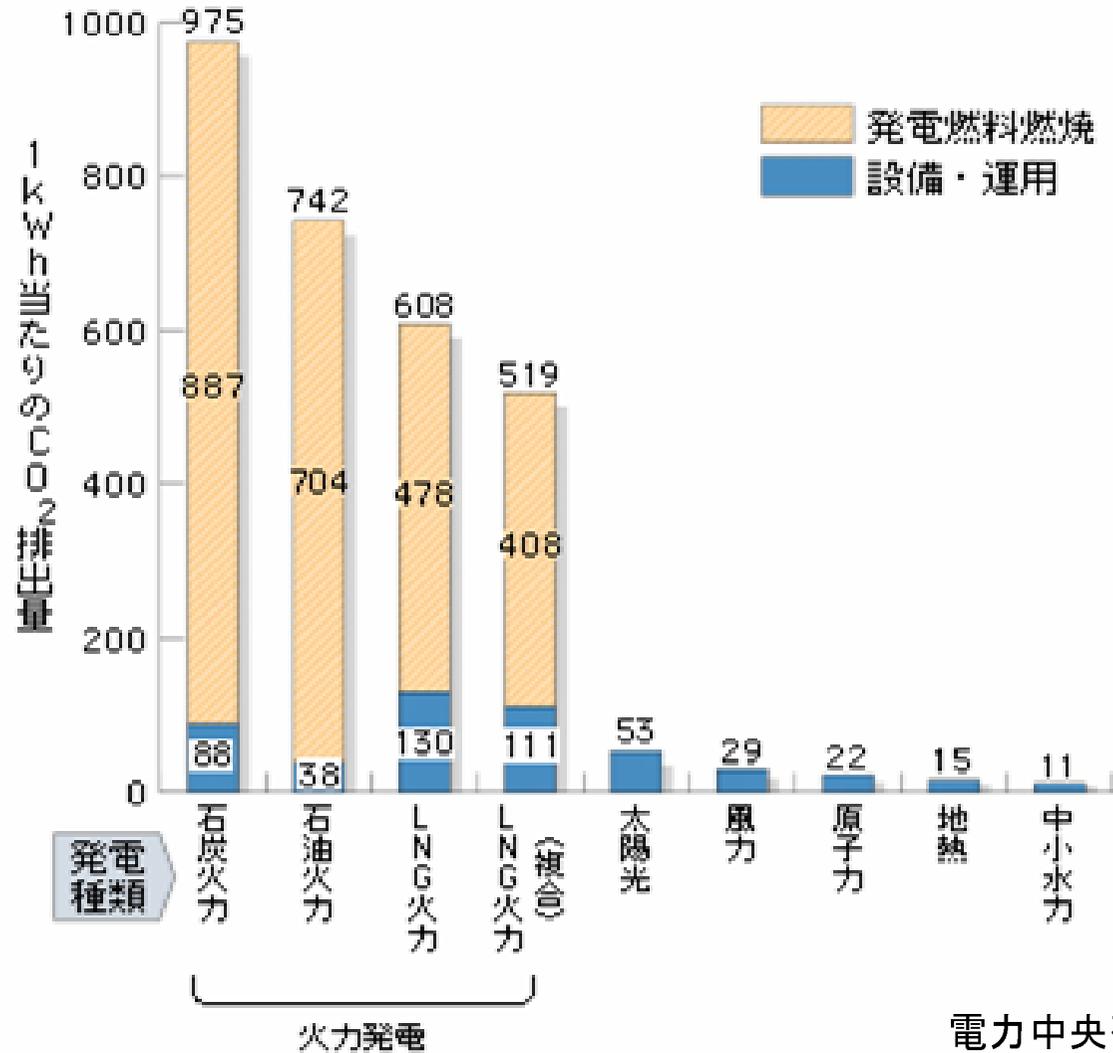
海が処理できるCO<sub>2</sub>量 83億トン

森が処理できるCO<sub>2</sub>量 34億トン

森が処理できる量は、この50年ほどで約半分に減少  
一方、排出量は毎年8～10億トン増加

# 二酸化炭素発生量比較

(g-CO<sub>2</sub>/kWh 送電端)



# 二酸化炭素地下貯留の大規模シミュレーション

## 大成建設(株)

地球温暖化対策の一つとして、製鉄プラントや火力発電所の排ガスから回収した二酸化炭素を、地下深部約1kmの地層中に圧入する「二酸化炭素の地下貯留技術」が期待されている。本技術の実用化にあたり、経済的・社会的受容の観点からも、圧入後の二酸化炭素の地中挙動を正確にシミュレートし、生活圏を含む周辺環境影響リスクを予測する技術の確立が重要である。

本研究では、二酸化炭素の地中挙動及び周辺地下水環境の大規模シミュレーション技術の開発を行った。ケーススタディとして、地質データが比較的豊富な関東地方南部の数10km四方の広い領域を対象に、(独)産業技術総合研究所で検討された地層構造を反映した地下水モデルを構築し、二酸化炭素の圧入により生じる広域地下水流動への影響を検討している。平成19年度は、二酸化炭素の地下挙動の解析コードを地球シミュレータ上に実装した。地球シミュレータの高い計算能力を活用することにより、従来の百倍以上の高解像度モデル上において、二酸化炭素の地中での移動挙動と周辺の地下水挙動の相互作用を解析できることが分かった。今後は、大量の二酸化炭素を地下に圧入した場合に生じる周辺環境影響(例えば、周辺の地下水圧の上昇量など)についてさらに検討を進める。

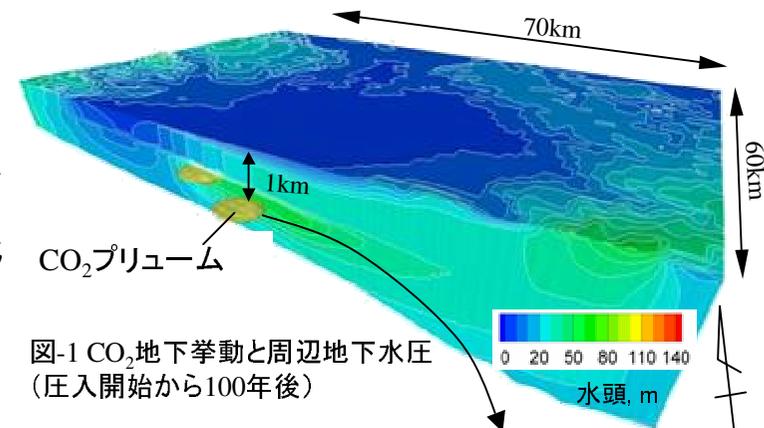


図-1 CO<sub>2</sub>地下挙動と周辺地下水圧 (圧入開始から100年後)

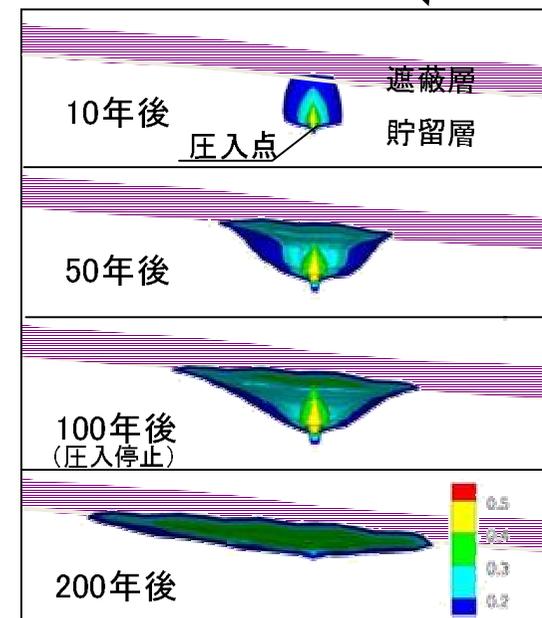


図-2 CO<sub>2</sub>の地中挙動(ガス飽和度の変化、断面図)

## ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査報告書(概要)

—環境省環境管理局大気生活環境室—

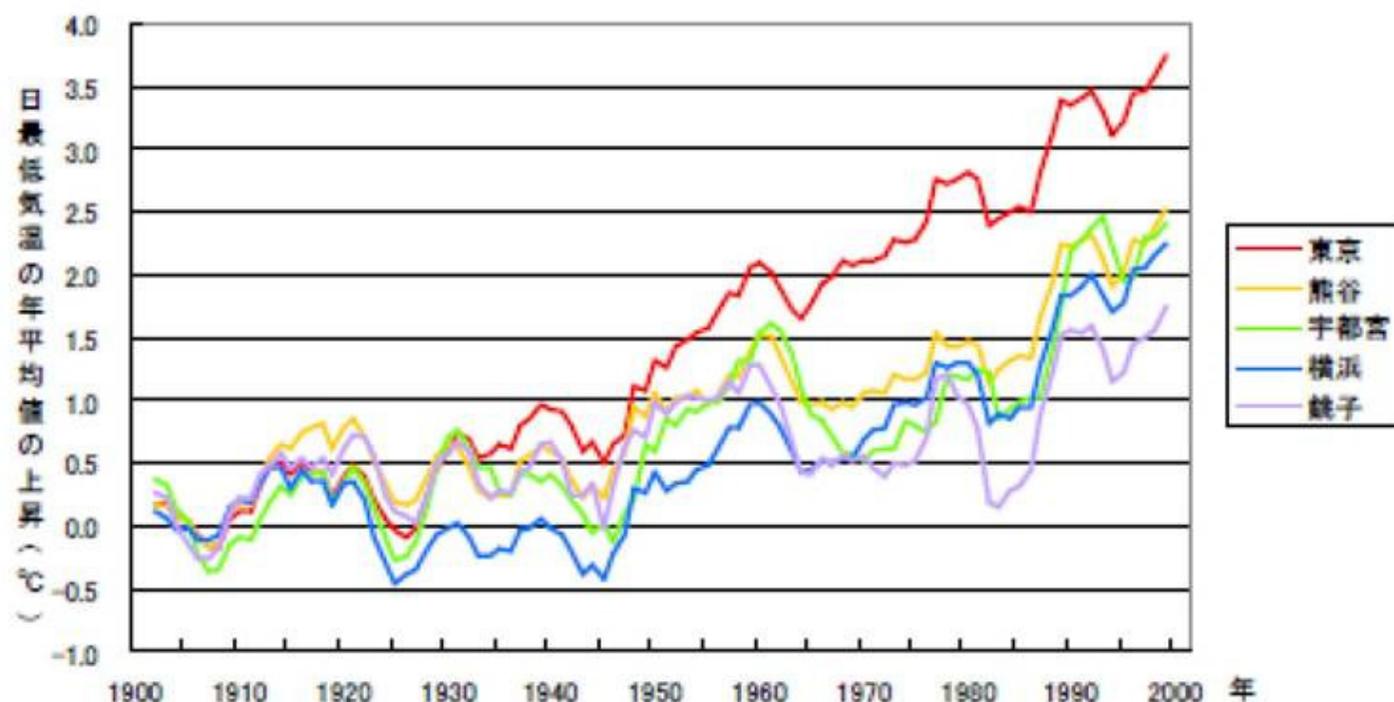
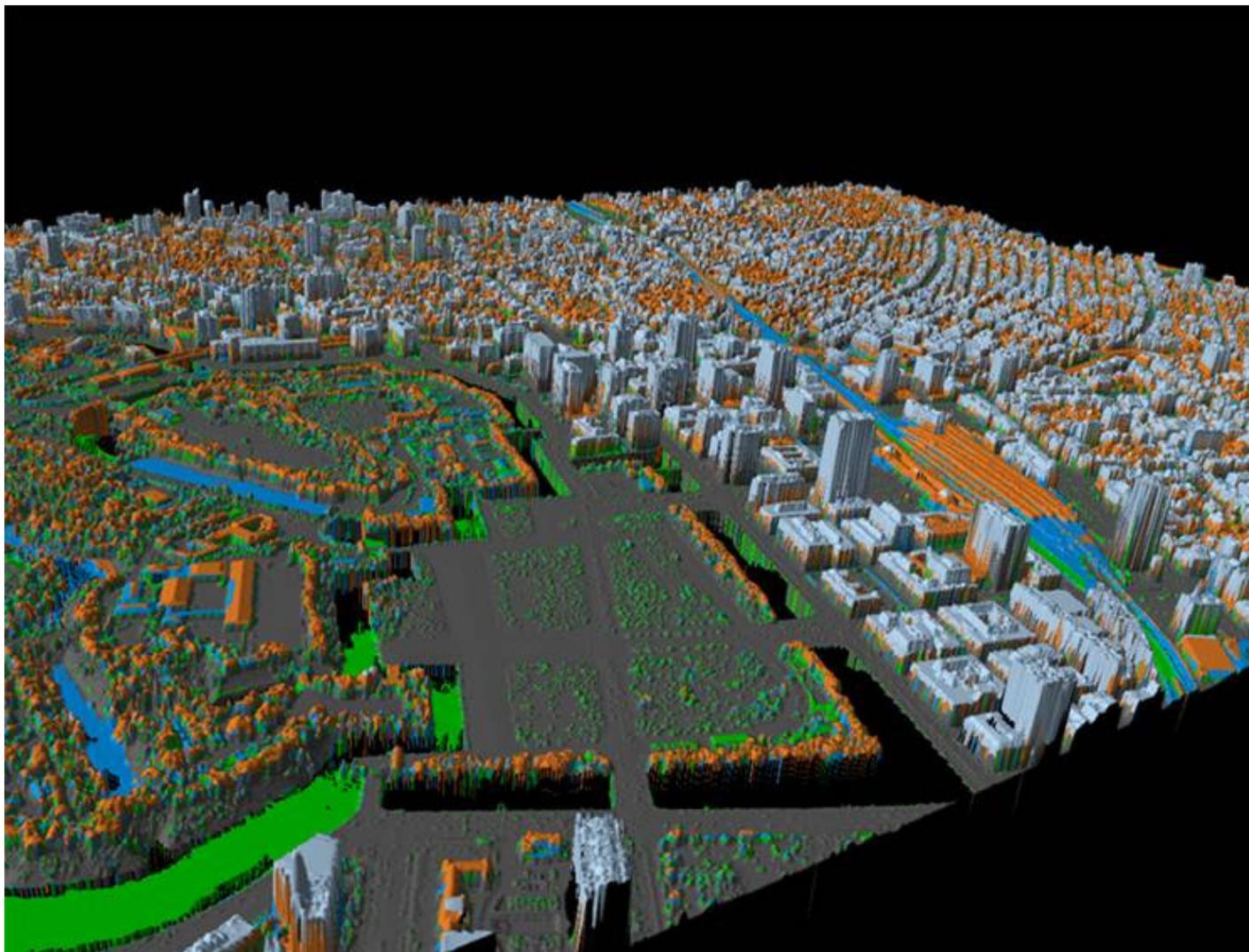


図2 東京と周辺部の日最低気温の年平均値の変化(5年移動平均)

出典)気象庁年報 2001 より作成

注)1900年から1909年の10年間の平均値を基準として基準値からの上昇分を示した。

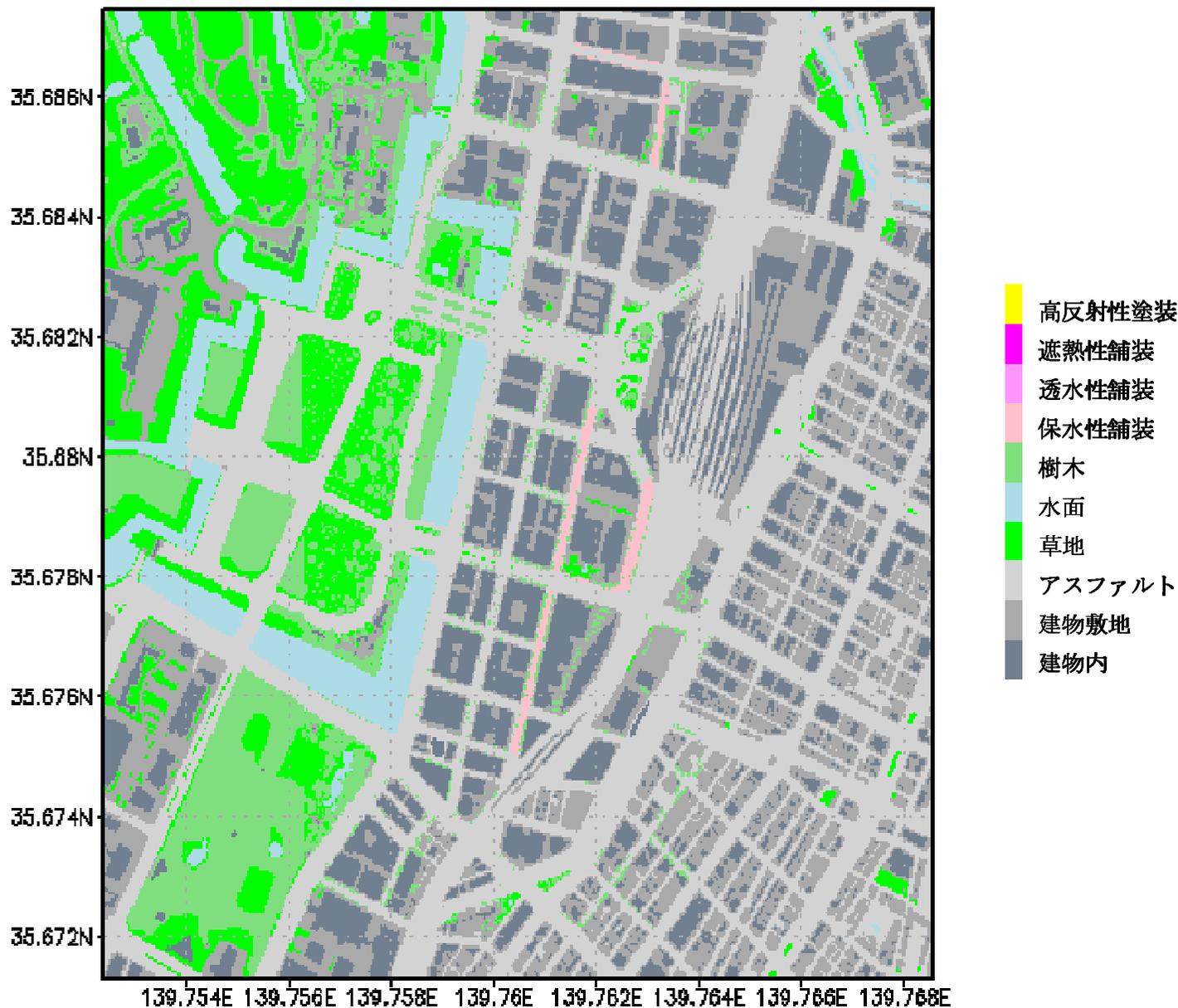
# 都市の3次元構造の様子 皇居・大手町・丸の内付近

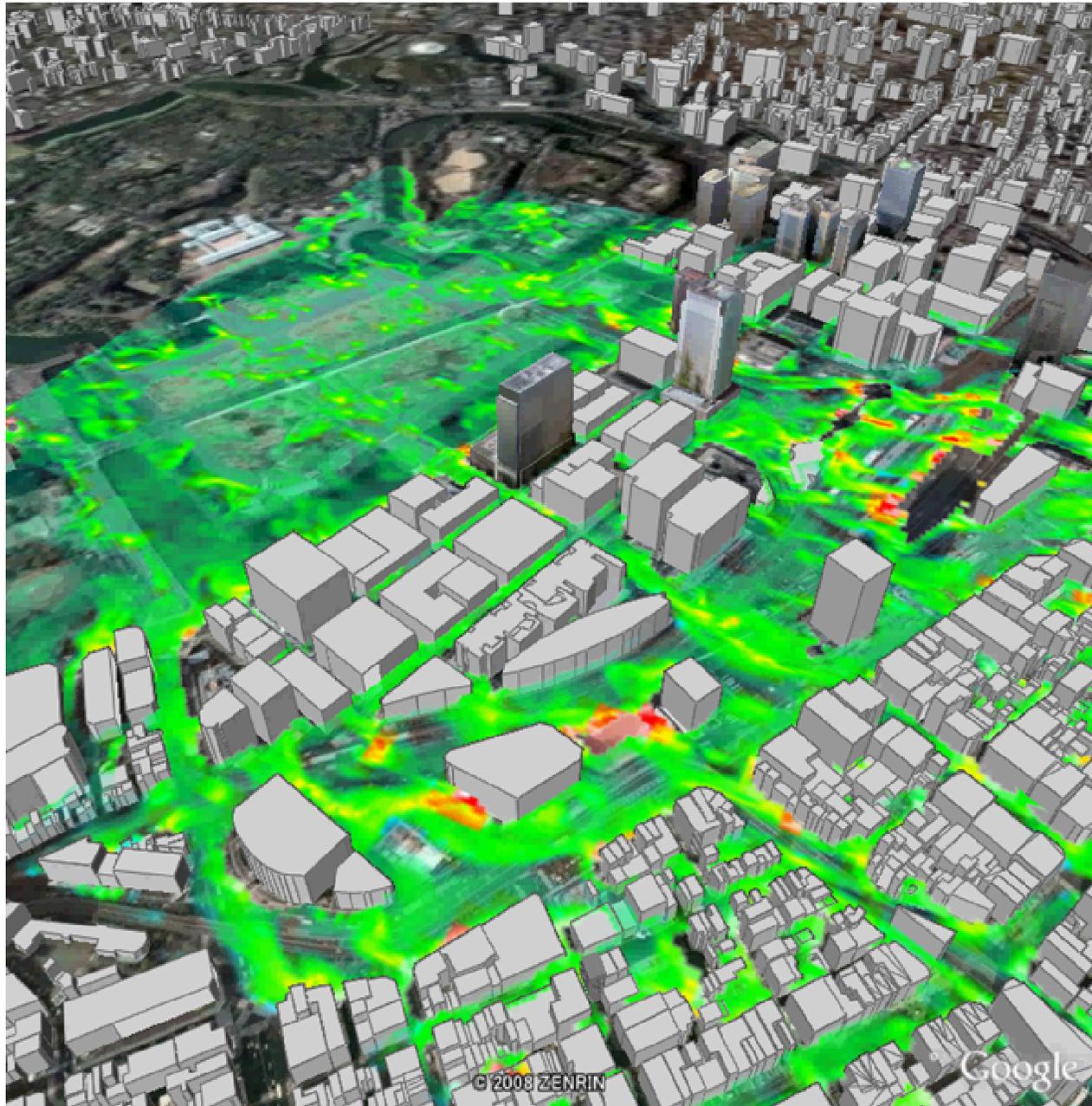


データ: 国土地理院より

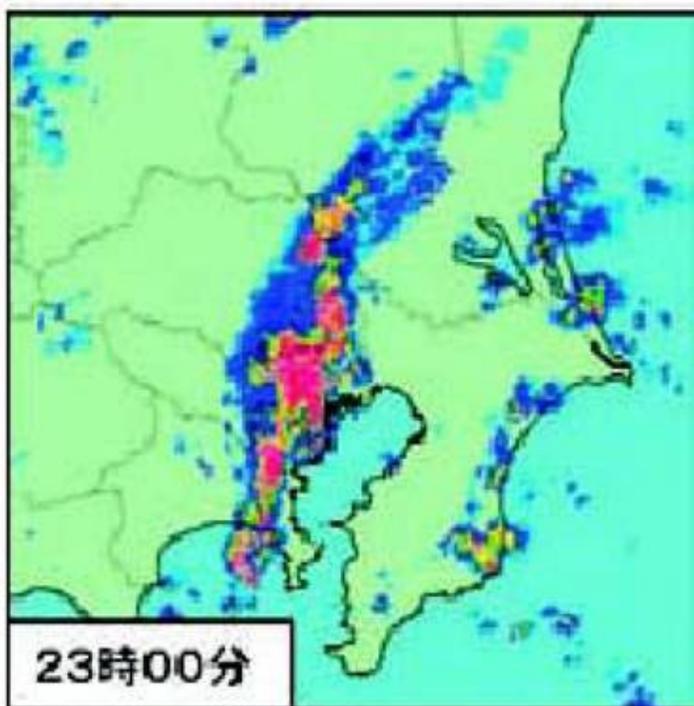
# 対象領域と土地利用状況

現況





# 都市型集中豪雨か？



2005年9月4日における  
東京集中豪雨域のレーダー画像

東芝エレベータ(株) Future Design(07/2006)より



都市は加熱が強く、対流が活発

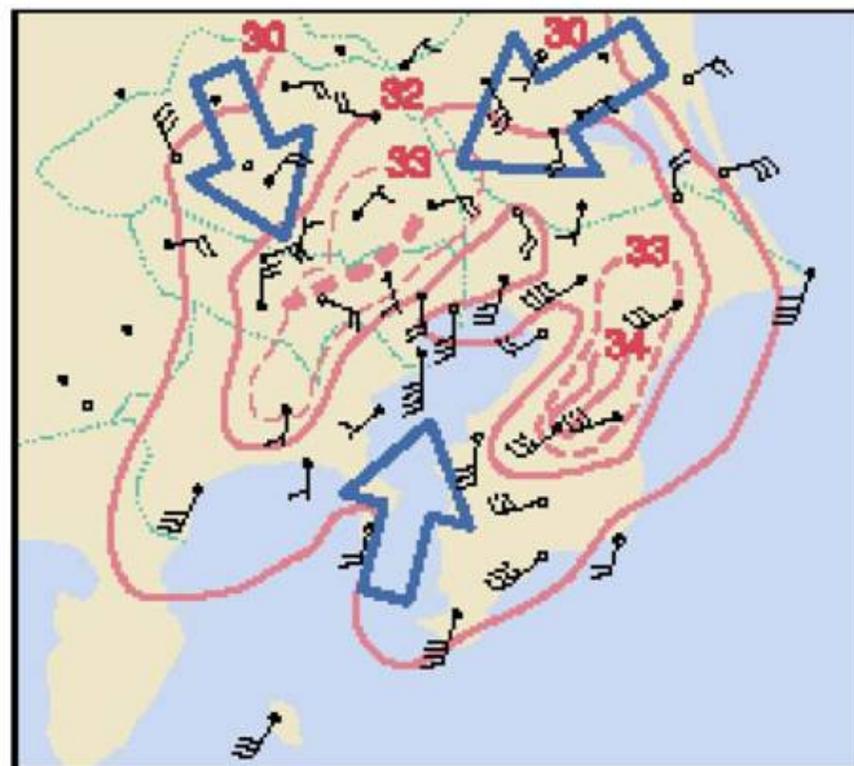
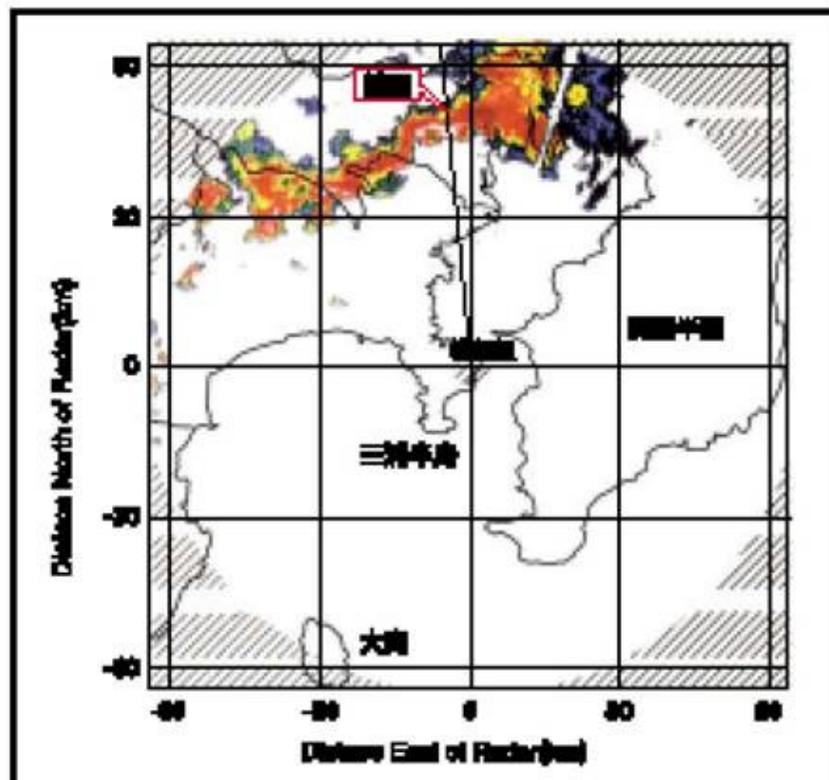
積雲の発生



上昇流による水蒸気の汲み上げ

都市上空の湿潤化

## 練馬豪雨

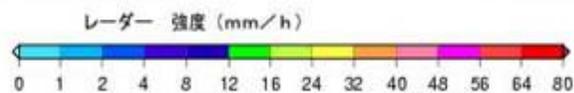
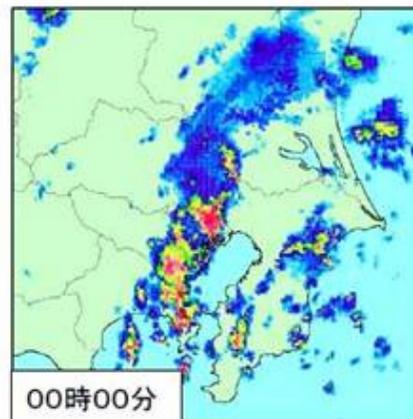
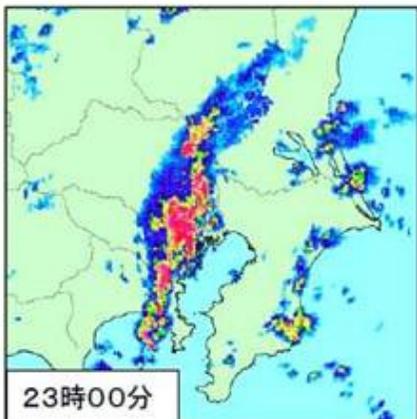
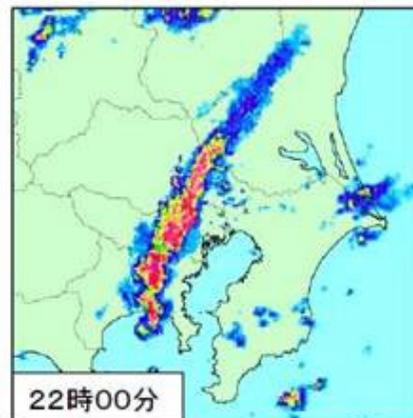


平成11年7月14日11時のアメダスデータ

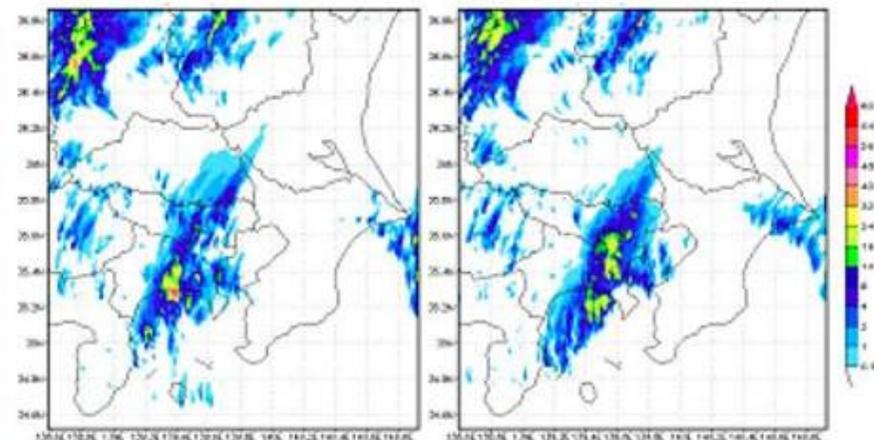
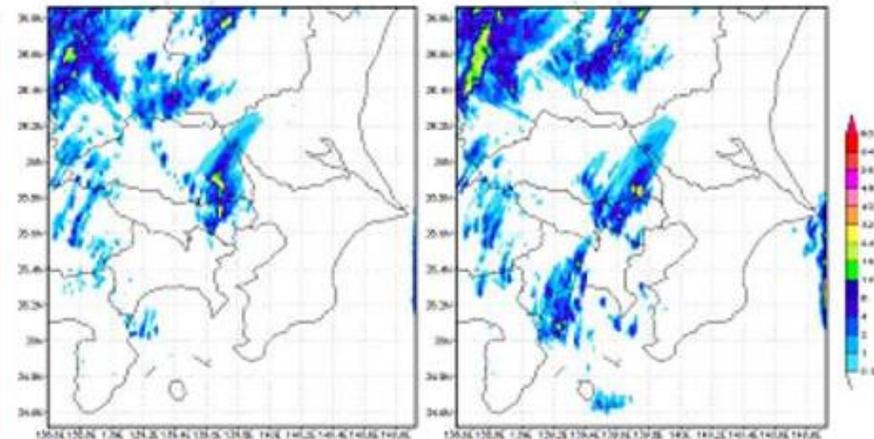
(国土交通省河川局資料)

# 2005年東京集中豪雨再現シミュレーション

水平解像度100m、鉛直:上空30kmまでを設置境界層ほど詳細に32層



レーダーエコー強度図  
(東京管区气象台資料より)



東京集中豪雨のテストシミュレーション結果  
(30分平均降水量)

## 塗装業界が取り組みうる例

### 太陽熱高反射塗料の採用

例えば、平屋のコンビニなどの屋上、壁面

室温の上昇が抑制される



エアコン、開放型冷蔵庫の効率アップ

問題点：

効果が間接的であり、費用対効果を予測するデータが不足

逆に言えば、データがあれば効果を見積もることが可能

とにかく、取りかかることが重要

## 終わりに

今、色々な要因で環境は破滅の道をたどっている  
環境は、一度破壊されると元に戻ることはできない  
どこまでの破壊なら許されるというのがないのが環境  
顕著に表れるのは、人間も含めた生態系

小さな取り組みから大きな取り組みまで、

**行動するのは、今**