

# Society5.0と気候変動適応

福井弘道

(一社) 環境創造研究センター

中部高等学術研究所 国際GISセンター

International Digital Earth Applied Science Research Center (IDEAS)

デジタルアース共同利用・共同研究拠点(文科省認定)



## 本日紹介したい 気候変動適応の視点・取り組み

- Digital Earth、
- Society 5.0/Industry 4.0、SDGs
- 気候変動への適応、いなしの知恵
- 事前復興、グリーンインフラ
- 気候工学
- ナッジ





## 国際GISセンター

International Digital Earth Applied Science Research Center (IDEAS)  
at Chubu Institute for Advanced Studies, Chubu University

地域で発生している現象をモニタリング、生データを共有し、処理・分析してその意味を解釈するとともに、全体を俯瞰して分かりやすく多次元で表示／広報し、さらには将来を設計、合意形成していくといった「新しい実学」の創造を社会実験を通して探求

- 2011.4 中部高等学術研究所の附置研究所
  - 国際GISセンター開所
- 2012.4 私立大学戦略的拠点形成事業
  - デジタルアース(俯瞰型情報基盤)による「知の統合」拠点(5年)
- 2014.4 文部科学省共同利用・共同研究拠点
  - 問題複合体を対象とするデジタルアース研究拠点(6年)
  - ISDE Japan Chapter 2017-

5

## デジタルアースの構築： 地球の現状を知り、将来を考える道具

- 1998.1 ゴア米国副大統領(当時)の提唱によりスタート
- ネットワーク上にある膨大な地理空間情報を統合して、様々な解像度で可視化することが可能な多次元のジオブラウザ
- 人間と環境の相互作用を理解するための共同実験室として利用(科学コミュニケーションや計画のプラットフォーム)

Digital  
Earth

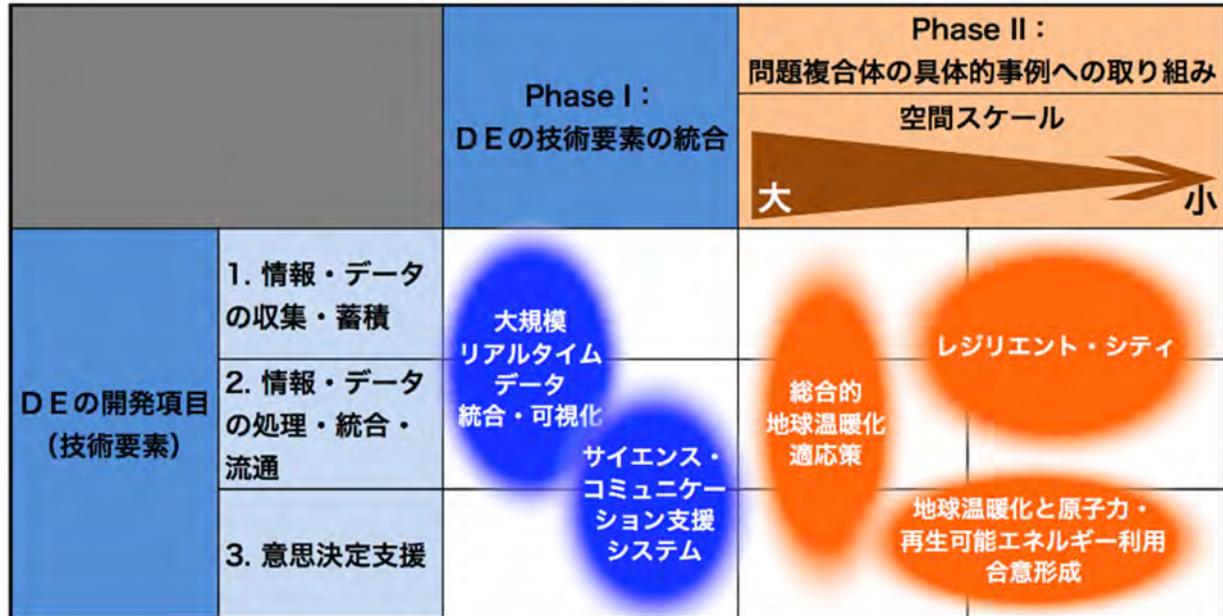
*A very visual Earth explorer  
that lets Scientists - both  
young and old - examine  
information about the Earth  
to learn how the forces of  
biology and geology interact  
to shape our home planet.*



2014年11月名古屋で  
国連ESDの10年最終会合に合わせて  
第5回デジタルアースサミットを主催

# デジタルアース拠点の全体の研究計画

現在は地域から地球レベルの様々な「リスク」に直面し、そのリスクは相互に関連し、複数の学術分野を横断する、不確実性をはらんだ「問題複合体」を構成している。



7

## 拠点の今後の展開

Phase I : デジタルアースの技術要素の統合 (平成26年度～28年度～…)

Phase II: 具体的な問題複合体への応用 (平成29年度～)

「技術要素の統合」と「具体的応用」の間で、フィードバックと最適化

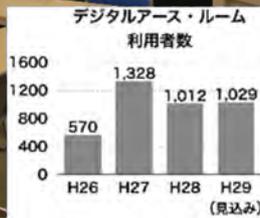
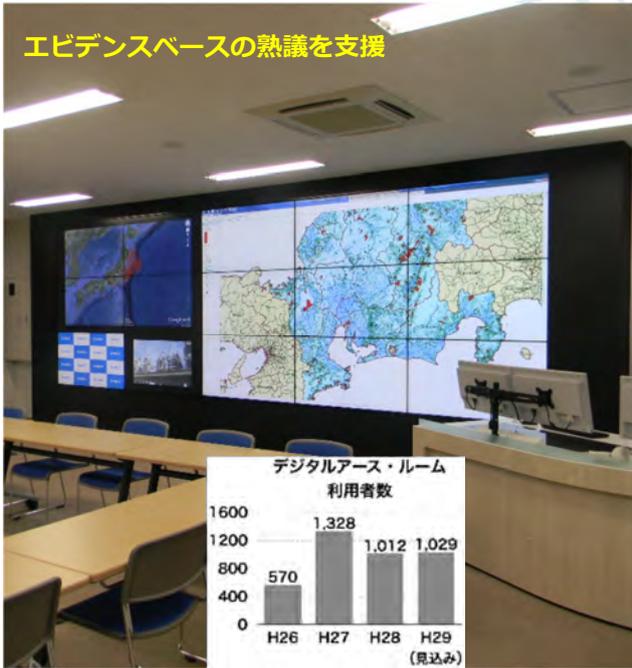


8

# デジタルアースの共同利用研究設備

デジタルアースルーム

エビデンススペースの熟議を支援



危機管理情報収集車両

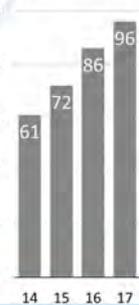
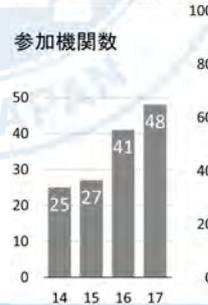
衛星インターネット  
360度3次元カメラ  
GPS

無人飛行機 (UAV)

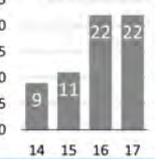


デジタルアース  
サーバ群

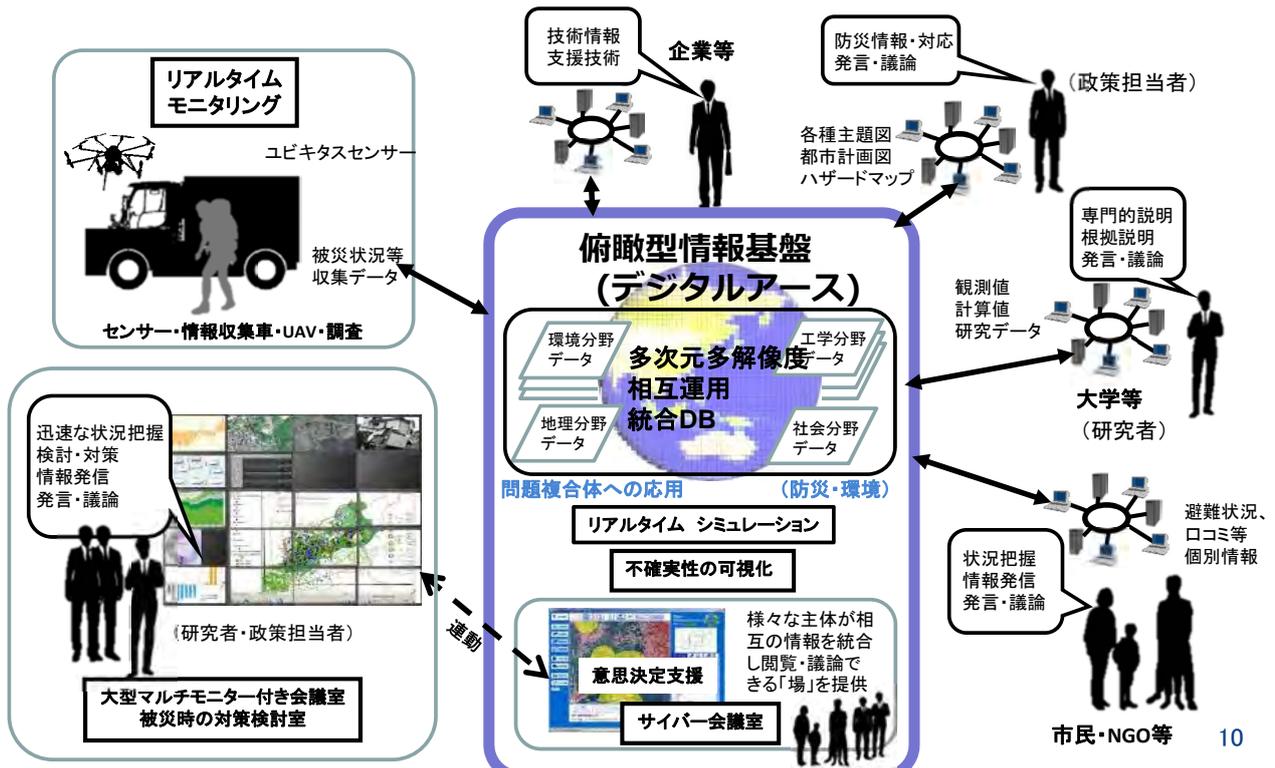
参加研究者数



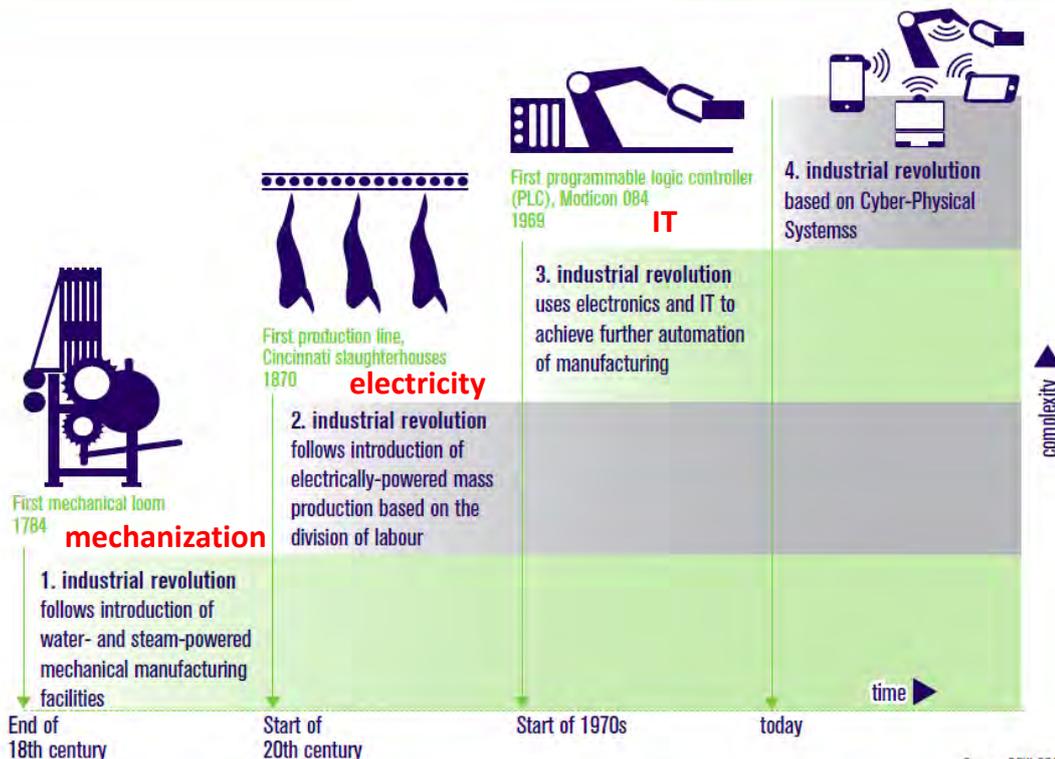
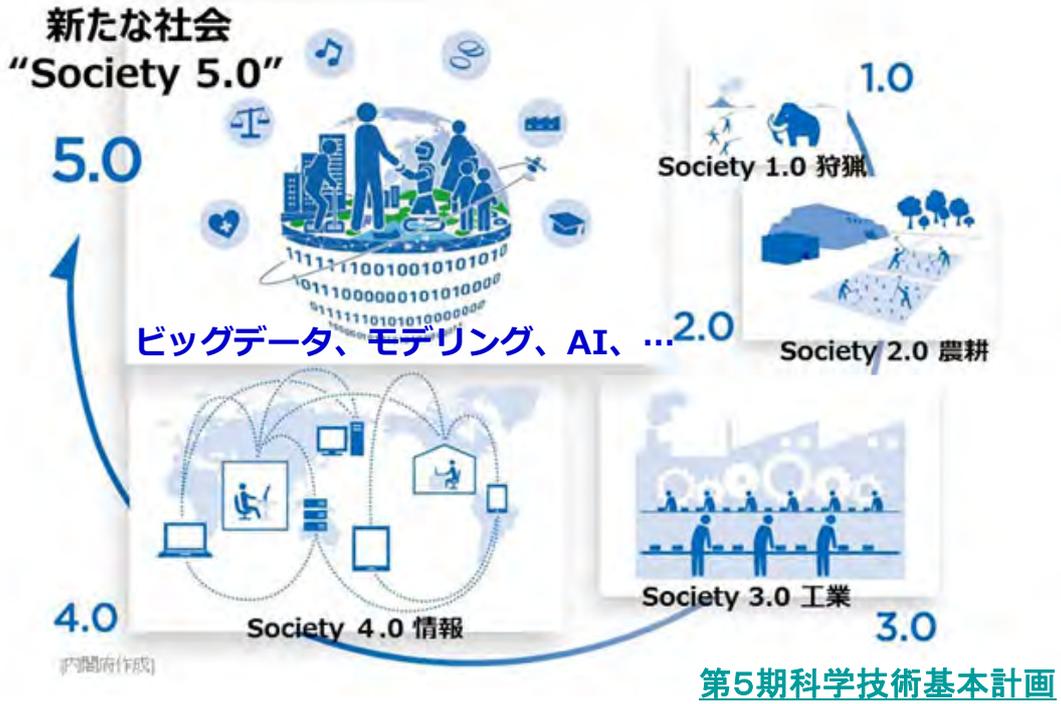
採択課題数

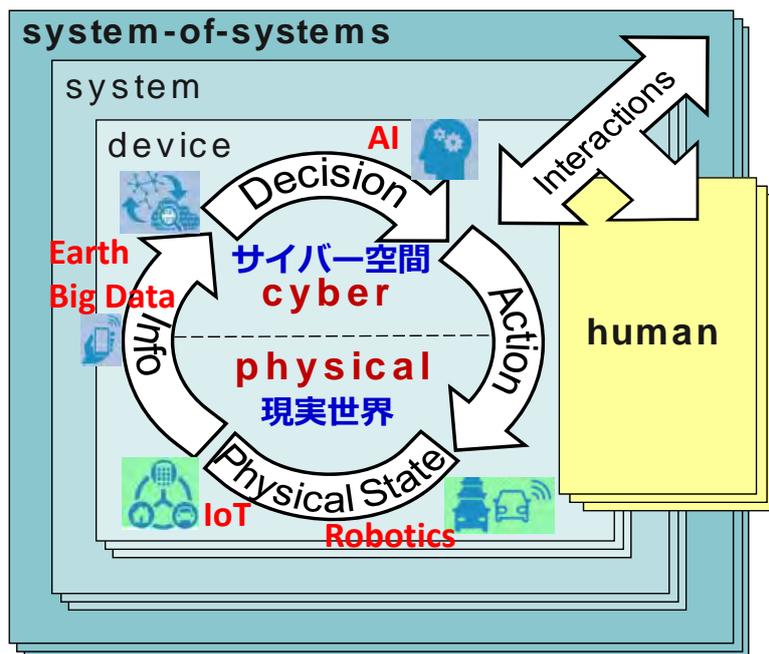


# デジタルアースによる「知の統合」



サイバー空間(仮想空間)とフィジカル空間(現実空間)を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会(Society)





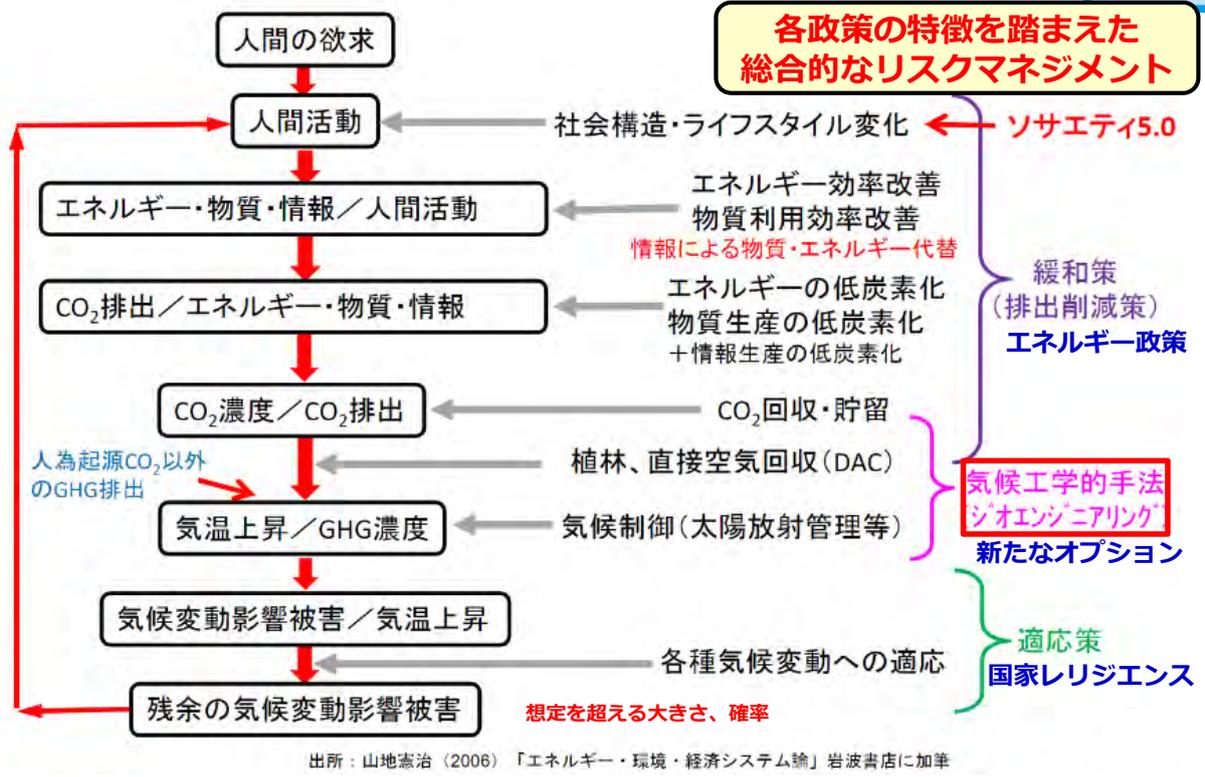
Examples include **a smart grid**, a self-driving car, a smart manufacturing plant, an intelligent transportation system, **disaster and emergency management system**, a smart city and **Internet of Things (IoT)** instances connecting new devices for new data streams and new applications.

13

Modified the Framework for Cyber-Physical Systems was released by the NIST CPSPWG on May 26, 2016

## 温暖化対策の全体像

緩和と適応+気候工学  
 気候変動適応法  
 地域適応コンソーシアム  
 SI-CAT  
 気候変動に関する懇談会



温暖化対策の全体構成

気候変動適応法の概要

[平成三十年法律第五十号]  
 平成30年6月13日公布  
 平成30年12月1日施行

1. 適応の総合的推進

- ▶ 国、地方公共団体、事業者、国民が気候変動適応の推進のため担うべき役割を明確化。
- ▶ 国は、農業や防災等の各分野の適応を推進する**気候変動適応計画**を策定（H30年11月27日閣議決定）。その進展状況について、把握・評価手法を開発。
- ▶ 環境省が、**気候変動影響評価**をおおむね5年ごとに行い、その結果等を勘案して計画を改定。

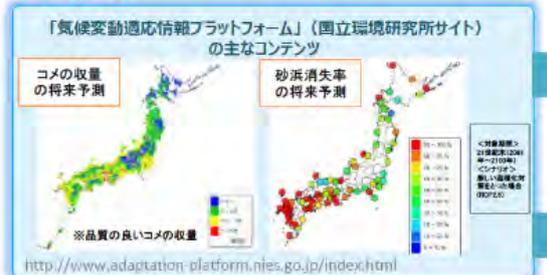
各分野において、信頼できるきめ細かな情報に基づく効果的な適応策の推進



将来影響の科学的知見に基づき、  
 ・高温耐性の農作物品種の開発・普及  
 ・魚類の分布域の変化に対応した漁場の整備  
 ・堤防・洪水調整施設等の着実なハード整備  
 ・ハザードマップ作成の促進  
 ・熱中症予防対策の推進 等

2. 情報基盤の整備

- ▶ 適応の**情報基盤の中核として国立環境研究所を位置付け**。



3. 地域での適応の強化

- ▶ 都道府県及び市町村に、**地域気候変動適応計画**策定の努力義務。
- ▶ 地域において、適応の情報収集・提供等を行う体制（**地域気候変動適応センター**）を確保。
- ▶ **広域協議会**を組織し、国と地方公共団体等が連携して地域における適応策を推進。

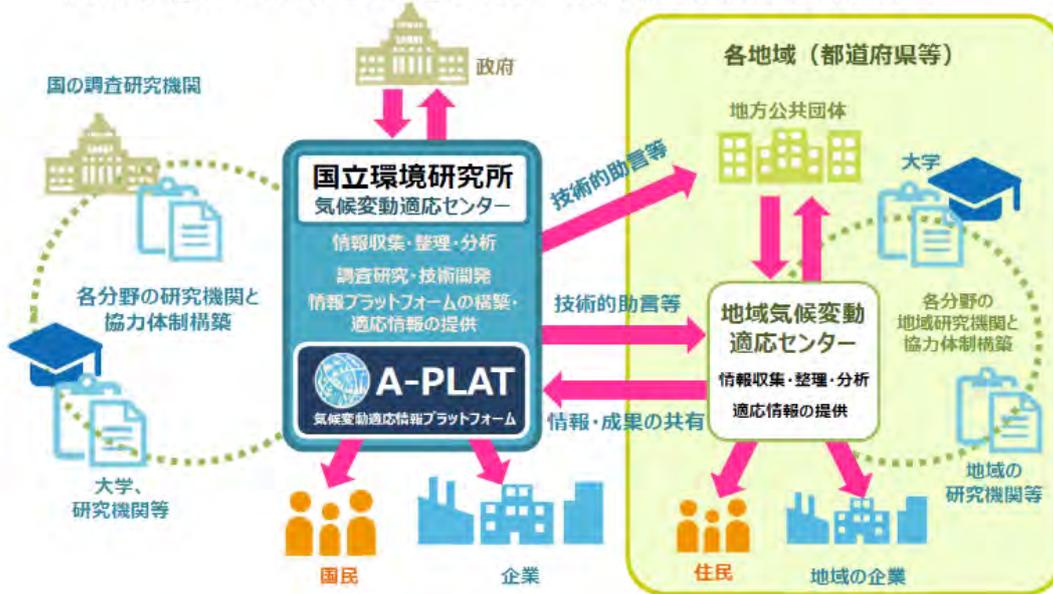
4. 適応の国際展開等

- ▶ 国際協力の推進。
- ▶ 事業者等の取組・適応ビジネスの促進。

## 国立環境研究所が情報基盤の中核に

平成30年12月1日に「気候変動適応センター」を設立しました

各分野の研究機関と連携し、気候変動影響及び適応に関する情報を集約し、国、地方公共団体、企業、市民など各主体の取組の基盤を整備  
地方公共団体や地域気候変動適応センターへの技術的助言や支援を行います。



17

## 地域に根ざした適応の本格化

気候変動影響は、地域の地形や社会経済状況などによって様々  
地域の特徴に応じたきめ細やかな適応を推進します



各都道府県・市町村でも「地域気候変動適応計画」が策定されます

これまでに46都道府県18政令指定都市が自主的な適応計画を策定。  
今後は、法定の地域気候変動適応計画を策定し、適応策の充実を図る。



地域の情報拠点「地域気候変動適応センター」が立ち上がります

地域における気候変動影響や適応に関する情報収集、整理、分析、提供等を行う拠点を確保。  
国立環境研究所と協力しながら、地域における情報の中核に。

地域ごとに「気候変動適応広域協議会」を立ち上げますー平成31年1月下旬～2月予定 ※庶務は各地方環境事務所が行う  
ブロック内の地方公共団体、国の地方支分部局、研究機関、企業、市民が、県境を越えた広域の連携体制を構築。  
地域内の共通の気候変動影響や、適応を進める上で共通の課題を共有し、地域における気候変動適応を効果的に推進。

気候変動適応広域協議会 【北海道、東北、関東、中部、近畿、中国四国、九州・沖縄の7ブロック】



18

# 環境省気候変動適応施策パッケージ

2019年度概算要求で盛り込んでいる施策を中心に、環境省の気候変動適応施策をパッケージとして取りまとめ

**熱中症分野 2.0億円(1.0億円)**

- 熱中症対策の推進
- 暑熱対策の推進

**生態系分野 3.6億円(3.3億円)**

- 生態系を活用した適応の普及
- 生態系モニタリングの推進
- 野生生物保護
- 鳥獣保護管理
- 外来生物対策

**水・大気環境、自然災害分野 0.6億円(0.6億円)**

- 気候変動が水・大気環境に与える影響の評価・適応策の検討
- 強靱な廃棄物処理システムの構築

**適応の総合的推進 22.9億円(18.9億円)**

- 地域での適応取組の推進
- 適応のPDCA手法の確立
- 国民参加型の情報収集
- 適応ビジネスの海外展開
- 適応の情報基盤の整備
- 気候変動影響評価に向けた総合的研究 等

**環境省適応予算全体 29.0億円(23.8億円)**

※ 額は2019年度概算決定額、()内は2018年度当初予算額。  
 ※ 気候変動適応の推進を主目的とした予算額を明確に切り出せる場合は切り出した予算額を記載。  
 ※ 気候変動適応に資する予算額を切り出すことができず、内数となっている予算は計上していない。

**環境省が旗振り役となり  
気候変動リスクに対処**

## 気候変動影響評価・適応推進事業

2019年度予算(案)  
865百万円(850百万円)

地球環境局  
気候変動適応室

**背景・目的**

- 気候変動の影響は、国内外で既に現れており、今後さらに深刻化する可能性がある。パリ協定により、各国とも適応の取組が求められている。
- 平成30年6月に気候変動適応法が成立。適応策の推進は、骨太の方針・成長戦略にも盛り込まれている政府の重要課題。
- 本事業は、気候変動適応法に基づく環境省の取組を履行するための中核的取組。

事業スキーム 民間事業者等への委託、請負

**事業概要**

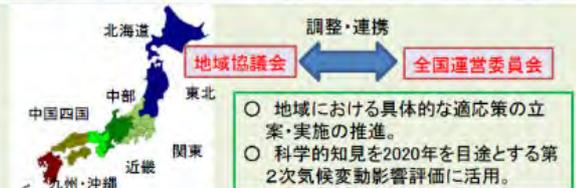
1. 気候変動影響評価及び適応計画進捗把握
2. 地域における適応の取組促進
3. 国際連携による気候変動影響評価・計画策定推進
4. 適応策のPDCA手法確立調査事業(新規)
5. 国民参加による気候変動情報収集・分析事業(新規)

**期待される効果**

- 気候変動適応法・適応計画の効果的・効率的な執行
- 気候変動影響評価に向けた知見の充実
- 適応策のPDCA手法の確立
- 地域レベルの気候変動適応の促進 等

**地域適応コンソーシアム(地域における適応の取組促進)**

- 国、地方公共団体、研究機関等による地域適応コンソーシアムを構築
- 地域で気候変動の影響予測を実施し、具体的な適応策を検討
- 地域気候変動適応センターの確保の促進や活動の活性化も考慮



**適応策のPDCA手法確立調査事業(新規)**

- 適応策の把握・評価手法の開発は国際的な課題
- 地方公共団体を対象に適応策の実施状況や各種データを収集し、適応策の対策評価指標(KPI)の設定やPDCA手法の確立を目指す



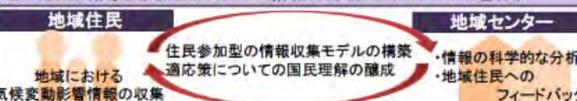
**国際連携による気候変動影響評価・計画策定促進**

**アジア太平洋気候変動適応プラットフォーム(AP-PLAT)**

(例) インドネシアの米の収量予測      フィリピンでの洪水の将来予測

**国民参加による気候変動情報収集・分析事業(新規)**

- 地域住民参加の下で、気候変動影響の情報収集活動を実施
- 地域気候変動適応センターが情報の分析・フィードバックを行う



## H30年度 地域適応コンソーシアム中部地域事業 事業概要(公開用)

対象となる都道府県/政令指定都市:愛知県、岐阜県、三重県、長野県、富山県、石川県、福井県、名古屋市

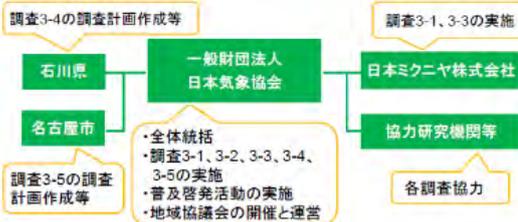
### ■ 気候変動影響に関する調査

- 3-1 気候変動による水産業及び生物生産基盤(藻場、アマモ場等)への影響調査【分野:水産業、対象地域:石川県、三重県】  
日本海側(石川県)及び太平洋側(三重県)において、水産業及び生物生産基盤(藻場、アマモ場等)について、気候変動による影響を予測・評価し、適応策を検討する。
- 3-2 降雪量と融雪時期の変化が水資源管理及び地下水資源の利用に与える影響調査【分野:水環境・水資源、対象地域:富山県、(石川県、福井県、岐阜県、長野県、愛知県、名古屋市)】  
中部地域の山岳地帯における積雪量及び融雪時期、融雪量の気候変動による変化を予測、河川流量や地下水貯存量への影響を予測・評価し、将来的な水資源の利用についての適応策を検討する。
- 3-3 気候変動による三方五湖の淡水生態系等に与える影響調査【分野:自然生態系、対象地域:福井県】  
福井県三方五湖における淡水生態系(魚類、底生動物及び水生植物)について、気候変動がこれらの淡水生態系に与える影響を予測し、適応策を検討する。
- 3-4 気候変動による能登大納言小豆の生育への影響調査【石川県】【分野:農業、対象地域:石川県】  
石川県能登半島の特産品である能登大納言小豆は、播き時期の長雨、開花期の高温などが収量・品質等に大きく影響することが知られている。気候変動による大納言小豆栽培への影響を調査し、適応策を検討する。
- 3-5 局地的豪雨の増加による災害発生リスク評価【名古屋市】【分野:自然災害・沿岸域、対象地域:名古屋市】  
地球温暖化や都市化の進行とともに、多発傾向にある局地的豪雨について、今後ますます水害や土砂災害といった自然災害のリスクが増加することが懸念される。名古屋市における、近年の局地的豪雨の状況を調査し、将来的な局地的豪雨を評価するとともに、災害リスクの傾向と今後必要となる適応策について検討する。

### ■ 普及啓発活動

項目	平成29年度	平成30年度	平成31年度(予定)
一般公開セミナー	セミナー(富山県、愛知県) 幅広い市民、地球温暖化防止活動推進員等を対象とし、気候変動とその影響、適応策について身近なテーマの講演を実施する。	セミナー(石川県、福井県、長野県、三重県)	セミナー(岐阜県)

### ■ 実施体制



### ■ 地域協議会

年2回(7月、2月)

《メンバー》 地域内の都道府県/政令指定都市 環境省、各府庁地方支分部局、研究機関、地球温暖化防止活動推進センター等

《有識者》

所属	氏名
九州大学 応用力学研究所 准教授	千手 智晴
三重大学 生物資源学研究所 教授	立花 義裕
名古屋大学 宇宙地球環境研究所 教授	坪木 和久
富山県立大学 工学部 准教授	手計 太一
岐阜経済大学 経済学部 教授	森 誠一
総合地球環境学研究所・東京大学 総合文化研究科 准教授	吉田 丈人
龍谷大学 農学部 教授	大門 弘幸

21

## 【計画】3-5 局地的豪雨の増加による災害発生リスク評価(公開用)

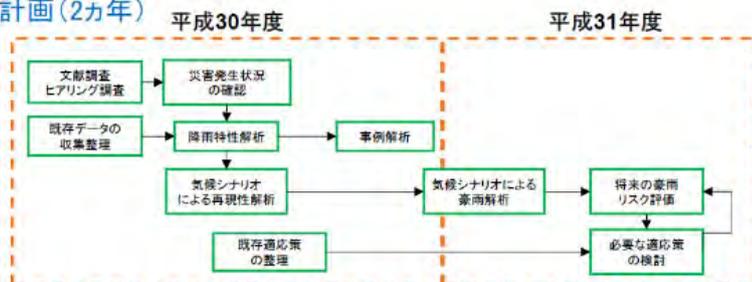
### ■ 目的

地球温暖化や都市化の進行とともに、多発傾向にある局地的豪雨について、今後ますます水害や土砂災害といった自然災害のリスクが増加することが懸念される。名古屋市における、近年の局地的豪雨の状況を調査し、将来的な局地的豪雨を評価するとともに、災害リスクの傾向と今後必要となる適応策について検討する。

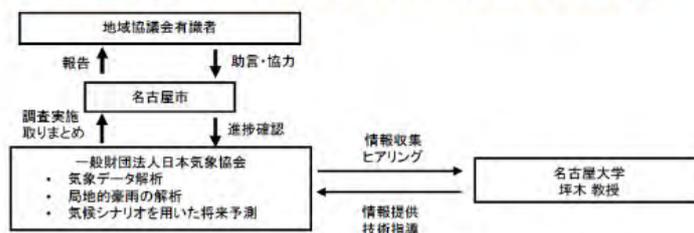


四. 雨量計 (出典:名古屋市防災危機管理局)

### ■ 調査計画(2カ年)



### ■ 実施体制



22

【計画】0-1 地域適応コンソーシアム事業で共通的に使用する気候シナリオの整備

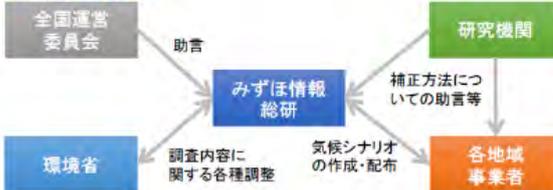
■ 調査目的

- 気候変動影響評価を実施する際に気候シナリオが必要となる。本事業では国のプロジェクト等において既に開発されている気候シナリオを活用する。
- 既存の気候シナリオ情報を整理の上、全国／地域事業で統一的に使用する気候シナリオを収集・整備し提供する。必要に応じてバイアス補正等を実施する。

■ 調査計画

年度	主な調査項目
H29年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 既存の気候シナリオ情報の収集・整理</li> <li>• 気候シナリオの整備計画の作成</li> <li>• 気候シナリオのサンプル(試行計算用)データの配布</li> </ul>
H30年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 気候シナリオの収集・配布</li> <li>• 収集したデータのうち、力学的ダウンスケールデータを対象に、必要に応じてダウンスケール及びバイアス補正を実施</li> </ul>
H31年度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H30年度以降に明らかとなったニーズや問題点に対応した気候シナリオの作成、配布等</li> </ul>

■ 実施体制



既存の気候シナリオ  
例: S-B, 創生, SI-CAT, ...

気候シナリオの収集・整備・提供  
例: 気温, 降水量, 日射量, ...

気候変動影響評価の実施  
農業, 水産業, 水循環・水資源, 自然資本, 自然生態系, 産業・経済活動, 国民生活・都市生活

全国事業

出典: 地球温暖化予測情報第9巻、A-PLATの図等をもとにみずほ情報総研作成

SI-CAT



技術開発機関

全国の地方自治体等による気候変動適応策の検討・策定を行う際に有効な情報を

創出し、気候変動に対する適応策の効果の評価が出来るような環境を整えることが目的です。

Step 1

海洋研究開発機構

近未来における信頼性の高い気候変動予測データベースの開発

2030年-2050年の日本全国20km解像度のアンサンブル気候予測データベースと日本周辺海域10km海洋予測データベースを作成します。また、大規模データベースを活用するためのデータハンドリングツール、データベースツールの開発を行います。これらの結果はStep2に引き渡され開発に利用されます。



Step 2

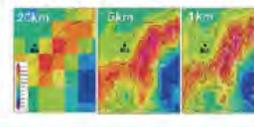
海洋研究開発機構

超高解像度ダウンスケーリング技術の開発

■ 汎用的ダウンスケーリング技術開発

Step1で作成したデータやプロダクトから陸地情報を付加した1km解像度のアンサンブル気候シナリオデータベースを創出します。また、地域的な強制力による局所性・非線形性の強い取壊変数(積雪、風、海水位、濁水混)や災害をもたらす豪雨・豪雪等の極端気象について、1km力学モデルによるダウンスケーリング手法を確立し、地域気候予測データベースを創出を行います。

さらに力学的DSと統計的DSを組み合わせたハイブリッド手法を開発し、少ないアンサンブル数で確率的情報を創出する手法を開発します。



■ 街区・湾スケールの力学的ダウンスケーリング技術開発

ヒートアイランド・沿岸局所などに限する適応策検討・策定のために、1kmよりも細かいスケールの気候予測情報を創出するための力学的DS手法を開発します。

また、Step1や汎用的ダウンスケーリング技術の開発と協力して街区・湾スケールの種崎現象(例えば、積雪日、降雪後、鳥害、高波、急潮)や標準現象(例えば、ヒートアイランド、波風、沿岸流)についての事例解析を行い、自治体等に情報を提供するとともに、都市熱環境に基づいて適応策の事前評価のためのシミュレーションを実施し、自治体等に情報を提供していきます。

Step 3

国立環境研究所

気候変動の影響評価等技術の開発

自治体を対象とした気候変動の影響評価や適応策の検討を科学的に変遷するためのアプリケーションを開発します。

■ 全国を対象とした気候変動影響評価モデルの開発

ダウンスケーリング予測結果を用いて、数年～十数年先の1km程度の解像度とし、主に「防災」や「農業」分野など、地方自治体が気候変動適応策の立案に不可欠な分野を対象とします。

■ アプリケーションツールの開発

他技術開発機関の成果も併せて、地方自治体や企業等が利用しやすいデータを提供するための可視化ユーティリティ等のアプリケーションツールの開発を行います。影響評価結果はすべてアプリを通じて公開します。



## 適応策：タイプとレベル、時間スケール

### 各影響分野における適応策

気候変動の影響分野と深刻度に応じて適応策の全体像を整理しています。影響分野および深刻度は大きく3つに分けられます。

	レベル1 防御	レベル2 順応・影響最小化	レベル3 転換・再構
<b>タイプ1</b> 人間の命を守る (豪雨、極端な感染症対策等)	中小の水・土砂災害 ↓ ソフト・ハード・ヒューマンウェアで 生命・財産を守る	温暖化による災害が威力の上昇により ハードでは守れなくなった災害 ↓ ソフト・ヒューマンウェアで 生命だけは守る	複合災害(天然ダムの崩壊やダム事故等) 等の想定外の大災害 ↓ 感受性の改善等を講じて レベル2に近づける
<b>タイプ2</b> 生活の質や産業を守る (食糧、熱中症、水質対策等)	対策により影響が 避けられる程度の気候変動 ↓ ソフト・ハード・ヒューマンウェアで 影響を発生させない	影響が避けられない猛暑等 ↓ ソフト・ヒューマンウェアの整備で 生活の質や産業への影響を最小化する	農業や生活の維持の 困難な状態の定常化 ↓ 感受性の改善等を講じてレベル2に近づ ける(農業の経営転換、居住地の変更等)
<b>タイプ3</b> 倫理や文化を大事にする (生物多様性、伝統文化、 地域固有性の保護・継承等)	保護・継承が出来る程度の気候変動 ↓ ソフト・ハード・ヒューマンウェアで 影響を抑え、保護する	保護・継承が一部で出来なくなる影響 ↓ ソフト・ヒューマンウェアの整備で 影響を最小化、ある程度の変化は 許容し、重点対最小を保護する	自然生態系や伝統文化等の 維持の困難な状態の定常化 ↓ 自然生態系や伝統文化の系(まもり) の移動や移転を行う

## 影響分野：水災害、水資源(渇水・水質) 自然生態系、農業、熱中症・感染症

### 既存適応策の強化

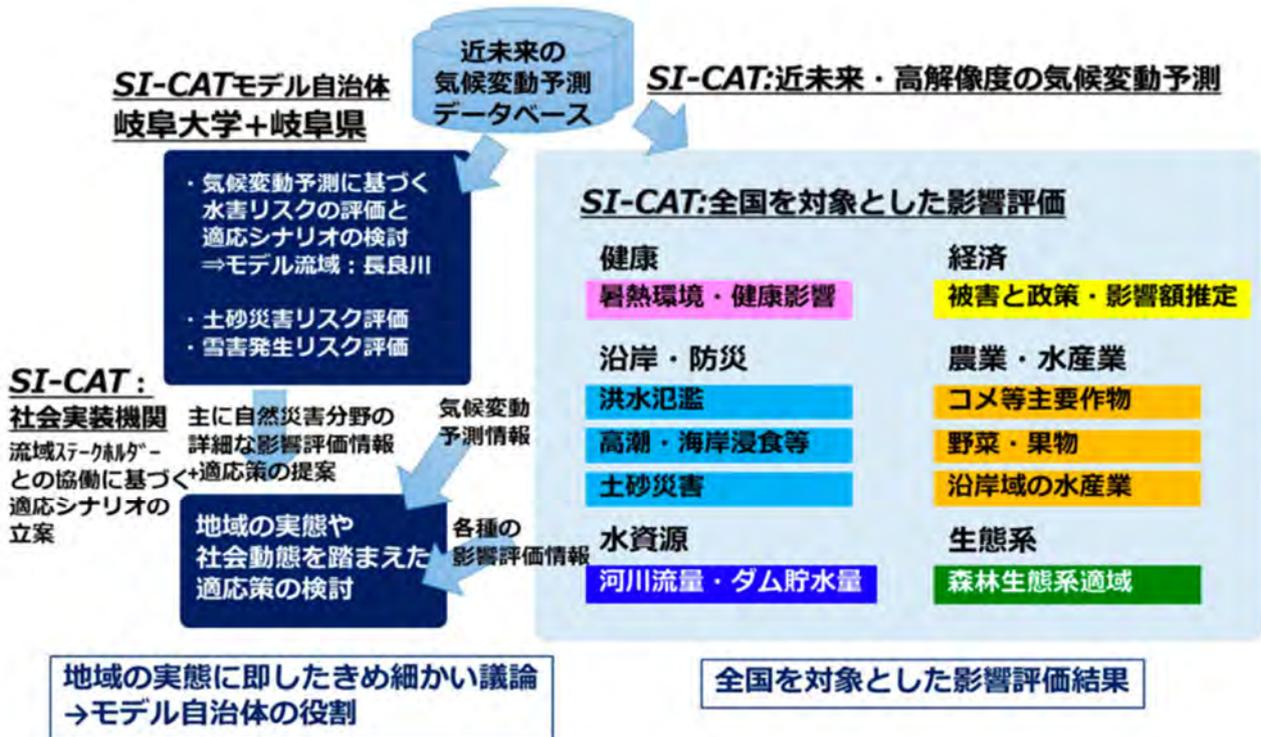
① 影響評価と適応策の方針作成	● 農業被害の状況の分析・予測 ● 品目別対策の計画
② モニタリング体制の整備と進行管理	● モニタリング組織のネットワーク
③ 適応技術の開発と実証	● 高温耐性品種の開発
④ 適応策の普及	● 農家や消費者向けの講習・セミナー ● 農業改良普及員・営農指導員への情報提供・育成
⑤ 協働の推進、推進組織の整備	● 生産・加工・流通の関係者の情報共有の場作り、農業研究機関による適応策推進

### 感受性の根本改善

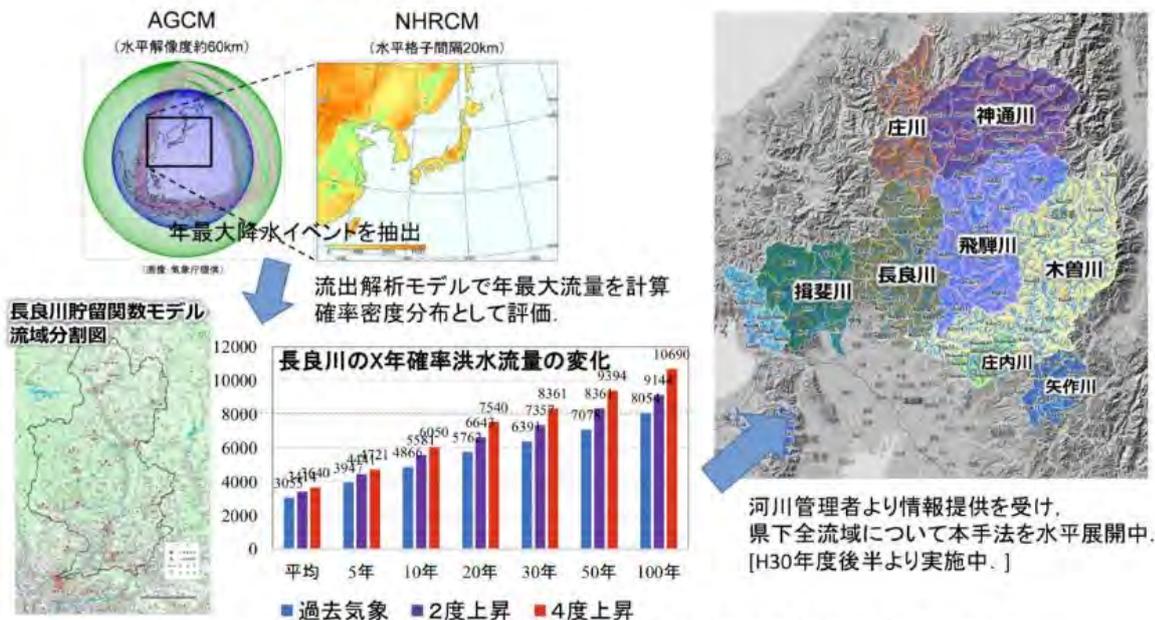
① 土地利用・地域構造の再構築	● 農地の適地への集団移転の支援
② 多様性や柔軟性のある経済システムへの転換	● 水源多様化・水利慣行見直し ● 作付け多様化・多角化等地域における農業戦略転換
③ 弱者に配慮するコミュニティの再創造	● 小規模零細農家・高齢農家の支援体制の整備

### 中・長期的影響の順応型管理

① 影響予測に基づく対策代替案の設定	● コメ収量、果樹の影響予測と適応技術(作期移動、品種変更、品目変更等)の整理
② 監視による代替案の選択・実行、見直し	● 多様な作物の試験栽培 ● 農業被害、社会経済の状況等の観測と適応策の選択・実施
③ 記録と説明、関係者の参加・学習	● 農業関係者と気候変動の将来影響の不確実性、適応策の代替案の情報共有



- 河川管理者が理解しやすい温暖化影響の評価方法の開発。
- d4PDF NHRCM20km, NHRCM5kmと河川管理者が計画策定に利用している流出解析モデルによる洪水頻度解析



河川管理者のモデル、観測記録を用いて、実務者への説明性の高い評価方法を構築。 [原田ら 2018.2]

- d4PDF高解像度力学DS実験のテストケースとしてのJRA-55力学DS実験プロダクトを用いた豪雨事例を様々な観点から検証，知見を創出。

### 分布型流出解析への気候モデル解像度影響

実験1: 力学DS実験 + 流出解析

実験2: 粗視化実験 + 流出解析

**結果①**  
 洪水流出解析結果に与える影響は，  
 力学DSによる  
 降雨時空間分布の変化  
 v  
 降雨空間解像度の違い

**結果②**  
 力学DSは2kmまででOK  
 [丸谷ら 2018\_1]

### 分布型流出解析 vs 集中型流出解析

● Chusetsu (DHM) ■ Chusetsu (SFM)  
 ▲ ShimoHorado (DHM) ★ ShimoHorado (SFM)

**結果**  
 高解像度な分布型流出解析DHMと数十平方kmの小流域ごとに降水を扱う貯留関数法SFMを比較した。  
 予想に反して，気候モデルの解像度に対する両モデルの振舞いに違いはなかった。(降雨パターンによっては両モデル間に大きな差が出ることも。) [丸谷ら 2018\_2]

### 5kmDDSプロダクトの降水分布特性・洪水流出特性

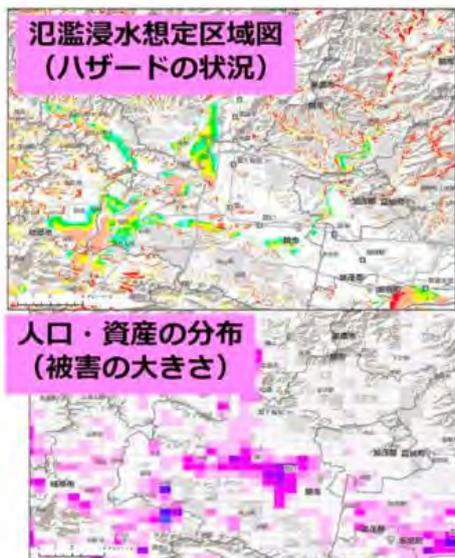
5km Grid mean

5km Ensemble

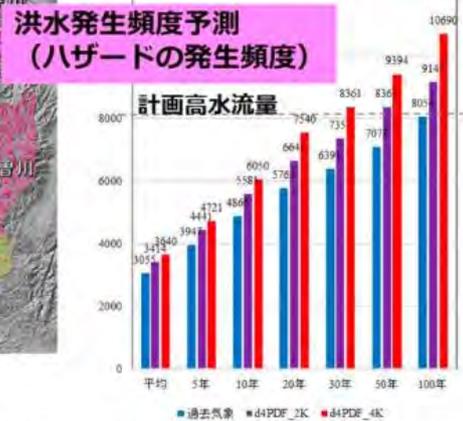
NHRCM5kmで用いる2種の地形モデル (5km GM, 5km Env) の降水特性を検証

**結果**  
 豪雨事例を対象とした力学DSへの地形の影響を検討。降水分布特性の違いが洪水流出解析では非線形性により強調される。  
 [原田ら 2018]

**洪水ハザードマップ × 温暖化による洪水発生頻度予測 × 人口・年齢層分布予測**  
 ▶ 豪雨により河川が氾濫し，洪水ハザードマップに示されているような状況が発生しうる確率が，今後どれくらい上昇するかを各地域毎に示します。



長良川の場合，過去には**100年に一度程度**，平野部で氾濫する危険性があったのが，**2030年頃には50年に一度**の確率で同規模の洪水が発生すると予測された。



例: 長良川忠節地点におけるT年確率洪水流量 評価結果

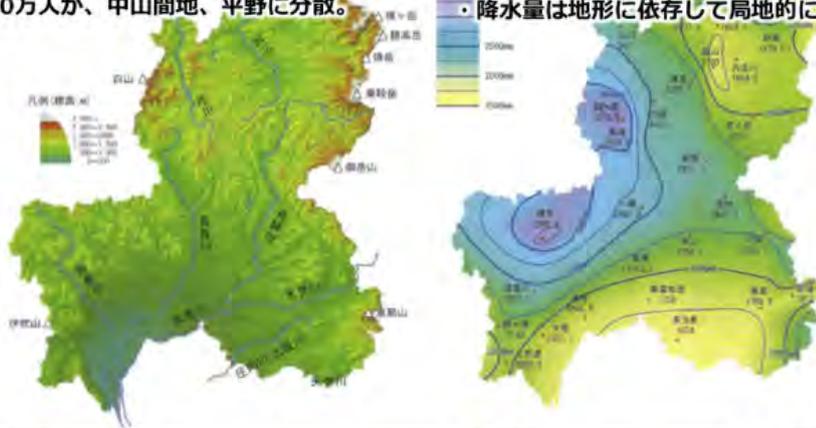
# 自然災害のリスクの変動を見極める

<地形特性>

- ・ 県土の8割が山地
- ・ 標高ゼロメートル地帯から3000m級の山岳まで。
- ・ 県民210万人が、中山間地、平野に分散。

<気候>

- ・ 全国平均約1700mm/年に対して高い降水量
- ・ 気象災害のポテンシャルが非常に高い。
- ・ 降水量は地形に依存して局地的に集中



- ・ 河川の氾濫 (H12恵南, H14揖斐, H16長良・飛騨, H22可児…)、土砂災害 (警戒区域15,011箇所)、豪雪災害 (H26両山)
- ・ 県民が地球温暖化に不安を感じる第一位は、「大雨の発生回数の増加による自然災害への影響」

県内でも地域によって気候の変化傾向が異なる  
気候変動予測の結果を活用しながら水害・土砂災害リスクを評価

# 気候だけでなく社会構造も同時に変化

○人口増減率(2010-2050年)別の地点数割合(1km<sup>2</sup>毎の地点)



- ・ 現在約210万の県民人口は、2040年には約160万人まで減少すると推定
- ・ とくに中山間地において急速に減少

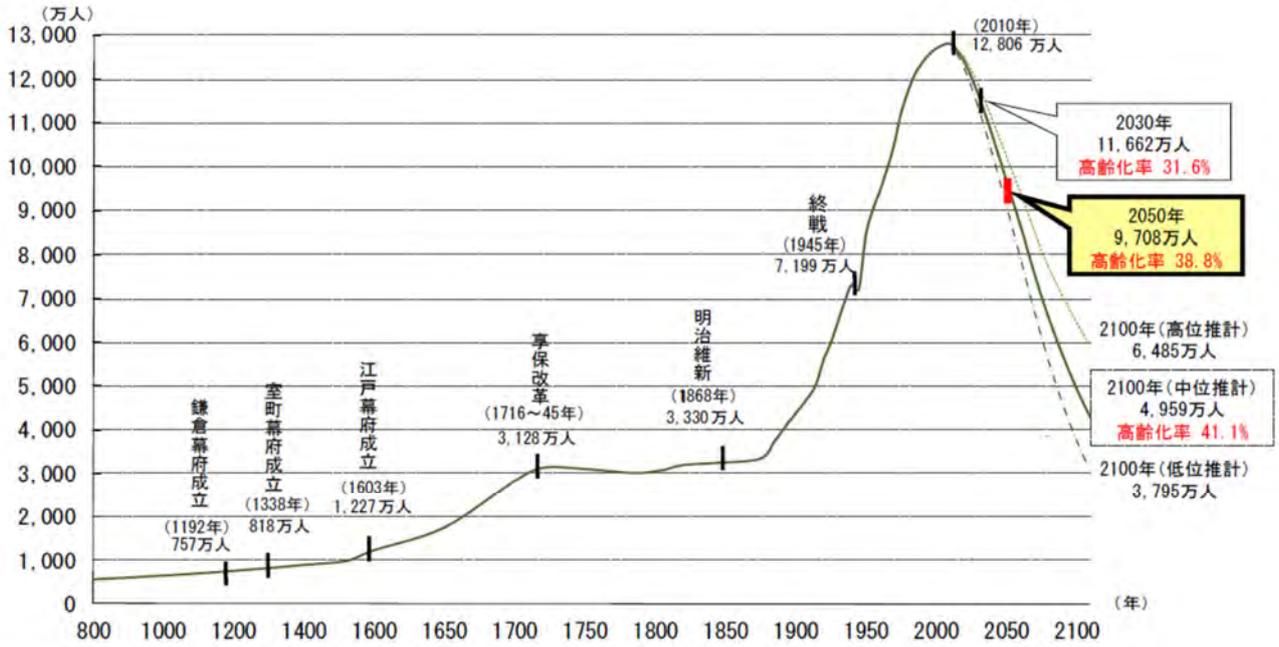
- ・ 災害リスクの変化 (気候変動による外力増加↑ 災害曝露人口の減少↓)
- ・ 地域コミュニティの衰退
- ・ 社会インフラの機能低下

居住メッシュ面積/県面積 38%

居住メッシュにおける人口増減率

人がいなくなる	: 14%
半減以下	: 37%
0~半減	: 47%
増加	: 1%

出典:国土交通省 国土のグランドデザイン2050 人口関係参考資料[1]



(出典)2010年以前の人口:総務省「国勢調査」、国土庁「日本列島における人口分布の長期時系列分析」(1974年)をもとに国土交通省国土政策局作成  
それ以降の人口:国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口(平成24年1月推計)」をもとに国土交通省国土政策局作成

国や地域の情報流通を設計・構築し、都市を駆動するプロジェクト  
Operating Cities by Designing and Establishing Information Distribution

My City Forecast: Urban Planning Simulator for Citizens  
(市民協働型の都市計画アプリケーションの構築)

MY CITY FORECAST 愛知県 春日井市

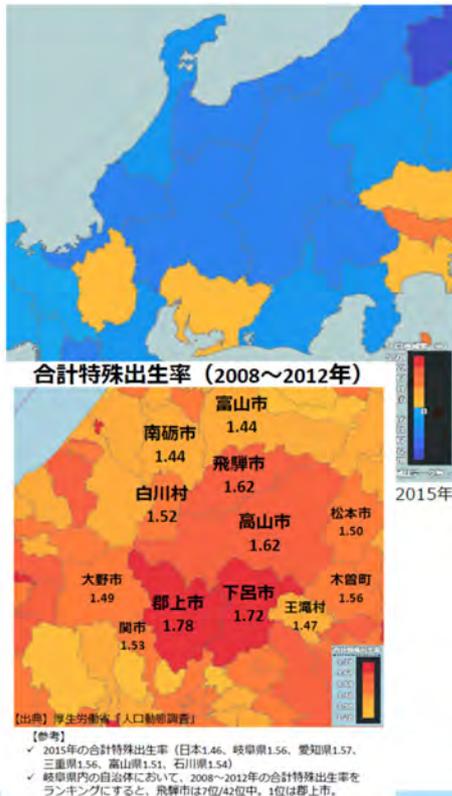
STEP1 どのエリアについて知りたいですか? 地図上で選択してください

STEP2 どの年について知りたいですか? 下のバーから選択してください

STEP3 あなたの地域の将来はどのようになっているでしょうか? 詳しく見たい項目を選択してください

STEP4 あなたの未来を教えてください!

## 東海・北陸地域市町村 人口増減率 2010年→2015年



愛知県 (%)		三重県	
長久手市	10.72	小牧市	1.58
阿久比町	8.96	名古屋市	1.40
豊山町	5.36	蟹江町	1.08
高浜市	5.02	扶桑町	0.74
大府市	4.58	一宮市	0.61
日進市	4.44	岩倉市	0.47
幸田町	4.27	春日井市	0.31
東海市	3.95	稲沢市	0.31
大口町	3.69	豊川市	0.28
大治町	3.68	豊田市	0.25
北名古屋市	3.14	あま市	0.21
常滑市	3.08	武豊町	0.15
知立市	3.07	弥富市	0
安城市	3.05	岐阜県	
みよし市	2.85	瑞穂市	4.63
刈谷市	2.73	岐南町	3.44
東郷町	2.41	可児市	1.29
清須市	2.39	美濃加茂市	1.20
岡崎市	2.33	富加町	0.87
西尾市	1.63	羽島市	0.21
		富山県	
		朝日町	9.70
		川越町	5.35
		四日市市	1.06
		玉城町	0.88
		菟野町	0.58
		いなべ市	0.29
		桑名市	0.01
		石川県	
		舟橋村	0.51
		野々市市	6.19
		川北町	3.25
		金沢市	0.72
		内灘町	0.22
		能美市	0.41
		津幡町	0.08

出所：国勢調査（総務省）再編加工

まち、ひと、しごと創生本部

35

## 気候変動に関する懇談会(第2回)

平成31年2月26日

## 今後の取組の方向性 (案)

資料 4

気候変動対策を通じて、国民の生命・財産を将来にわたって守り、経済・社会の持続可能な発展を図る

## 気候変動情報に関するニーズ

- |  |   |
|--|---|
| <p>① 気候変動は自然変動によるものなのか、地球温暖化によるものなのか知りたい<br/>⇒ 研究成果の活用、評価が不十分</p> <p>② 気候変動に関してどの情報を利用するの<br/>⇒ 各機関で情報発信、連携不十分</p> <p>③ 「わが街」がどうなるか知りたい<br/>⇒ 解像度や予測精度が不十分</p> | <p>④ 極端現象や海洋等の予測も必要<br/>⇒ 予測要素が限定的</p> <p>⑤ 近い将来どうなるかを知りたい<br/>⇒ 100年後は遠すぎる</p> <p>⑥ 標準となる気候予測データセットがほしい<br/>⇒ どの予測を使えばいいかわからない</p> <p>⑦ 予測の不確実性を知りたい<br/>⇒ どの程度信じていいかわからない</p> |
|--|---|

## ニーズを踏まえた今後の方向性

- 1：定期的に気候変動の実態と見通しについて総合的に検討し、日本における気候変動に関する情報を気象庁と文部科学省の統一した見解としてまとめ、直近については2020年に公表する。
- 2：各地域や各分野の適応に必要な要素・解像度・予測対象期間を踏まえた気候予測データセットを整備するとともに、影響評価研究者や地方公共団体、事業者等のデータセット利用者に向けた解説書を作成する。直近については2022年度を一つの区切りとして、既存の予測データをそのたたき台とし、ニーズを踏まえて可能な限り技術開発等を進める。

文部科学省と気象庁は、「気候変動に関する懇談会」の助言を踏まえて、関係機関と連携して上記の取り組みを進め、政府・自治体の気候変動対策推進に貢献する。

[https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/kikohendo\\_kondankai/index.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/kikohendo_kondankai/index.html)

36

## 利用者のニーズと現状とのギャップ

	利用者のニーズ	気候変動予測の現状
1	積極的な緩和策が成功したとしても避けられない気候変動の影響	文部科学省の統合PにおいてRCP2.6シナリオを基にした将来予測データを創出
2	近未来予測（今世紀中ごろ）	文部科学省のSI-CATにおいて2℃上昇下の将来予測データを創出
3	予測の不確実性に関する情報	CMIP参加モデルとの比較を実施中
4	局地的な大雨等の極端現象の影響評価のため、より精緻な予測のため1kmメッシュ以下のデータが必要	現在は計算資源の制約から、最も細かいものでも2kmメッシュ（4メンバー）。極端現象評価のための、90メンバーによる多数シミュレーション（d4PDF/d2PDF）は20kmメッシュ。
5	気温・降水量以外の要素（日射量、風速、湿度等）や海洋の予測情報	予測精度が不十分
6	利用者が気候予測データを利用するにあたって、データをどのように利用するかわからない。専門的知識を有する人材の確保が課題。	気象台において地方自治体を支援。また、文部科学省のSI-CATにおいてデータ利用者のためのセミナーを開催しているが、短期間のため習得できる技能や知見が限定的。

→ 1, 2, 3については現在取組を進めている。4, 5, 6について今後技術開発等が必要。

[https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/kikohendo\\_kondankai/index.html](https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/kikohendo_kondankai/index.html)

10

37

## 今後のスケジュール

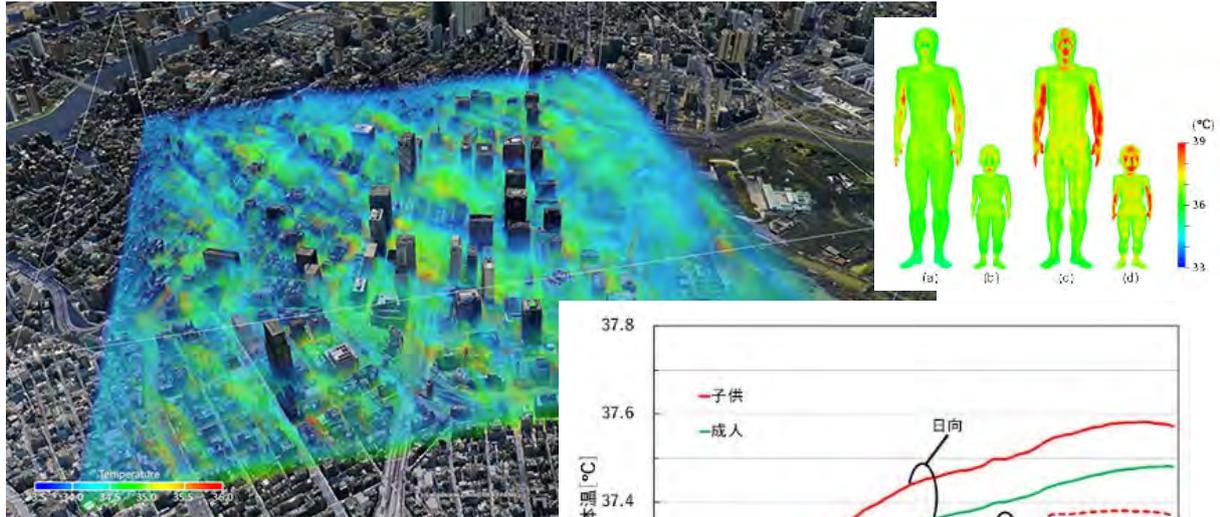
▶ ユーザーとのコミュニケーションを密にしなが、データセットの整備・解説書の作成を進めていく。



38

5

http://www.jamstec.go.jp/j/about/press\_release/20190723\_2/

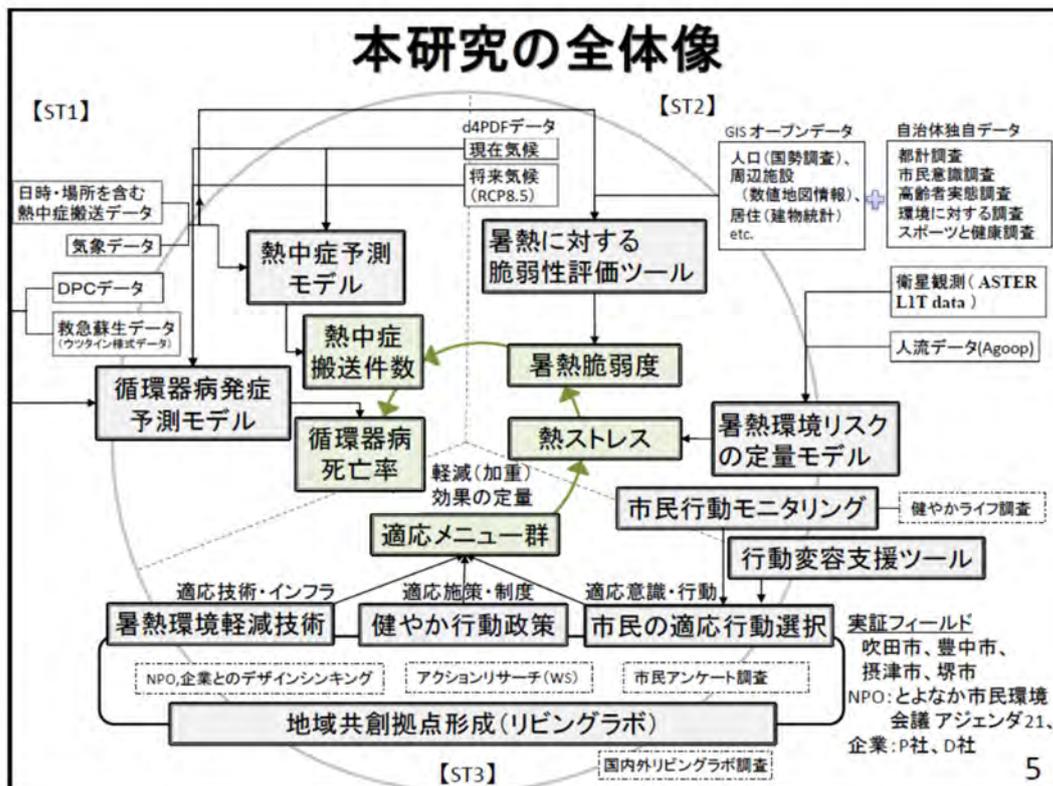


地球シミュレータによって算出された  
2015年8月7日14:30の気温分布

東京オリンピック2020のマラソンコース沿いの通りを毎時4kmで南下する歩行者の深部体温の時間変化。太陽光の影響、年齢においてリスクが異なる

39

『1-1905』環境研究総合推進費  
『気候変動の暑熱と高齢化社会の脆弱性に対する  
健康と環境の好循環の政策』



40

# 中部大学での取り組み

## SIP-NR2

### 地球未来社会設計研究会

### SDGs, ESD, ナッジ



41

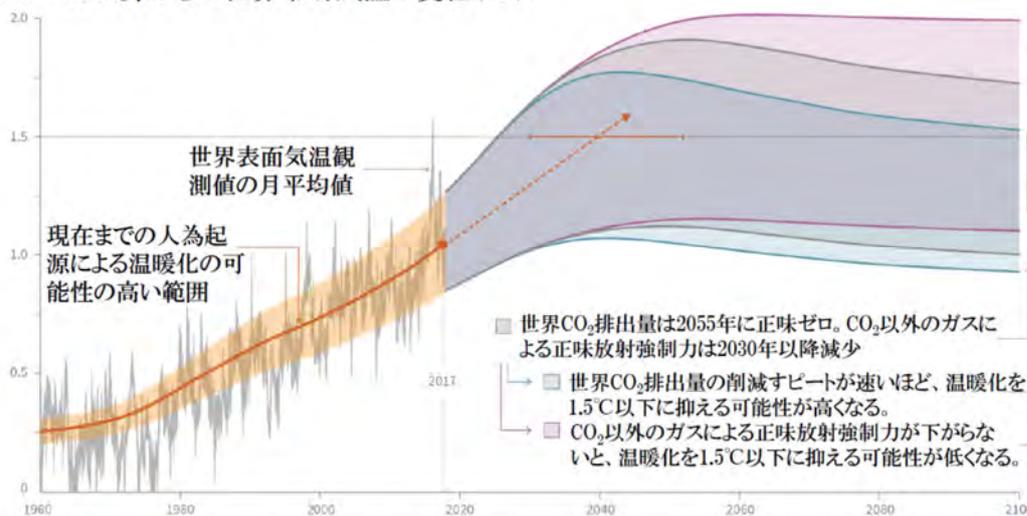


## 1.5°C 報告書

工業化以前に比べて、人間活動によって1°C世界平均気温は上昇した(可能性の高い範囲は0.8°Cから1.2°C)

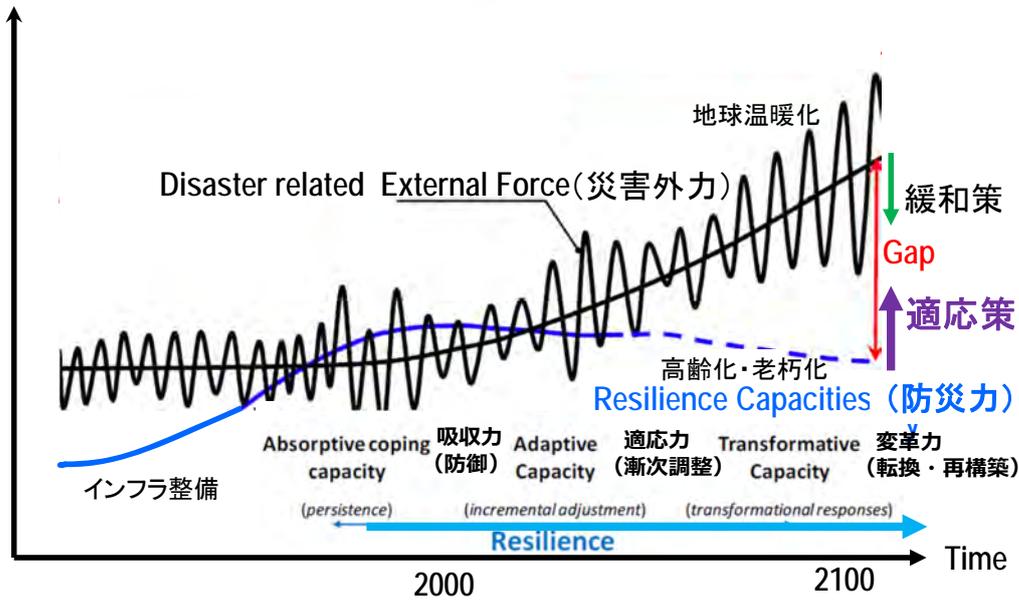
現在の気温の変化率が続けば、高い確率で、2030年から2052年の間で1.5°Cに到達

1850-1900年からの世界平均気温の変化(°C)



42

# 災害外力と防災力との関係



43

## 国際救助隊（現代版サンダーバード） 非軍事の常設の災害情報支援と派遣専門部隊を

----- 国土強靱化のために、産官学の協働による  
国際災害支援機能とレジリエントなセンサー国土の実現

国際災害支援情報基地構想研究会  
中部大学中部高等学術研究所

公益財団法人  
中部圏社会経済研究所  
Chubu Region Institute for Social and Economic Research

CHUBU UNIVERSITY



44

名古屋空港を利用した国際災害支援情報基地イメージ



平成27年1月 国土交通省

3-5. 災害リスクを踏まえた住まい方への転換

- ・災害の発生の危険性が高い区域にはできるだけ人が住まないようにする
- ・既に主要な都市機能が災害リスクの高い場所に立地している場合は、利便性と災害リスクを考慮しつつ、住宅等の安全性の向上を促進。
- ・災害リスクと共存できる住まい方への転換を図る

○ 非常に危険な区域においては、新たな住宅の建築を抑制したり、既に居住している住宅を安全な構造のものへと改修することや移転すること等を促すため、建築基準法に基づく災害危険区域や土砂災害防止法に基づく特別警戒区域等の指定の促進を図る必要がある。

○ 床上浸水の常襲地帯等の災害リスクが高い区域については、床高を上げること等による住宅の安全性の向上や建築場所を適切に誘導すること等が重要である。このため、開発許可の申請があった際に開発事業者等に対し、当該開発区域における災害リスクを十分に考慮することができるよう適切に情報提供するとともに、宅地建物取引業者が、不動産を購入しようとする者に対し、災害リスクについて充実した情報提供を行うことができるようするための方策について検討する必要がある。

○コンパクトシティの形成を誘導する過程において、災害リスクを考慮することは非常に重要である。このため、最大クラスの外力だけでなく、様々な規模の外力について、その浸水の状況と発生頻度に関する情報を公表したり、これを踏まえて土地ごとに床上浸水が生じる頻度等を評価して公表するなど、まちづくり等に資する情報の提供について検討する必要がある。

○都市化が著しく進行し、河川や下水道の整備が困難である中心市街地等においては、貯留・浸透機能の向上を図ることが極めて重要である。このため、民間施設においても貯留・浸透機能を確保し、その機能が継続的に維持される仕組みについても検討する必要がある。

## 事前復興

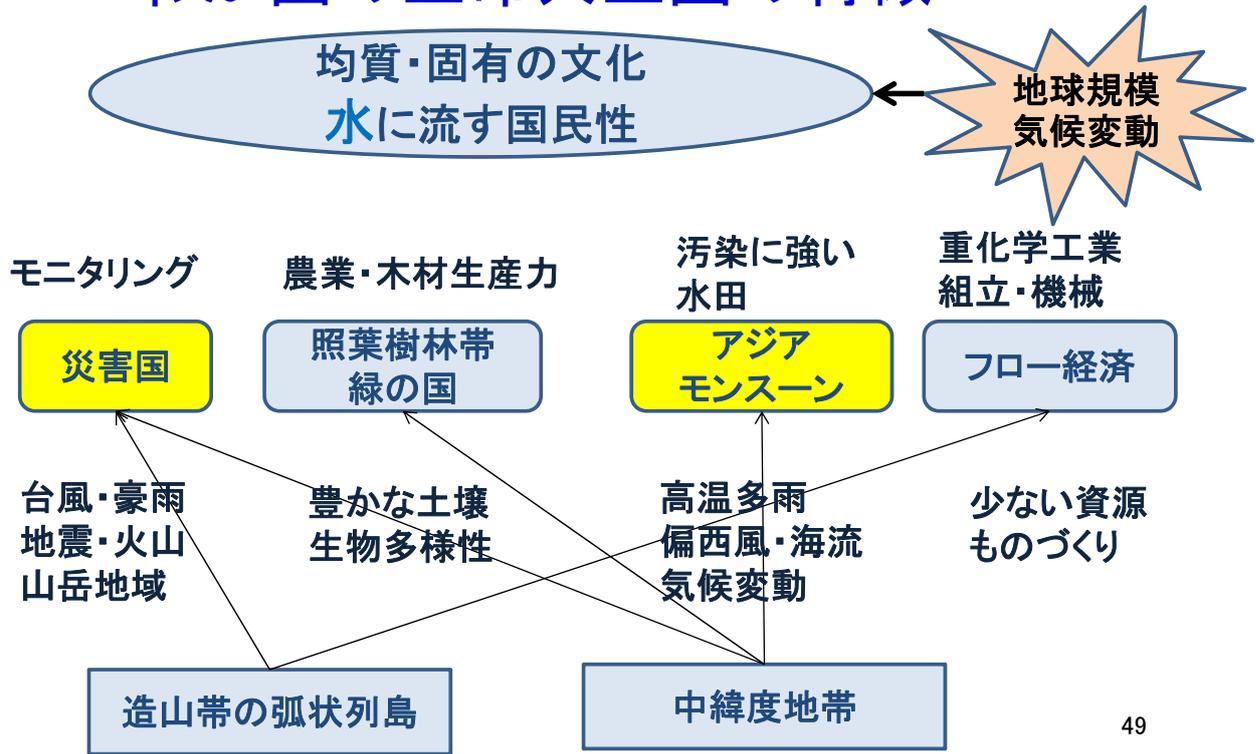
事前復興とは、平時のうちに災害が発生した際のことを想定し、被害最小化につながる都市計画やまちづくりを推進することを言う。

災害対策には大きく分けて、「防災」、「減災」、「復興」の3種類がある。

事前復興では、震災後の“**まちのあるべき姿**”を描き、災害に強い都市のグランドデザインという大局的な観点から災害対策の取組みを考える。これには、行政をはじめ、幅広い各層の市民、企業、団体間での課題の理解・共有への努力と、合意形成に向けた継続的な取組みが求められる。

そして、このような努力・取組みを事前に広く公開しておけば、実際に大規模な災害に遭遇したとき、復興について住民合意や地域合意が得られやすくなる。

# わが国の生命共生圏の特徴

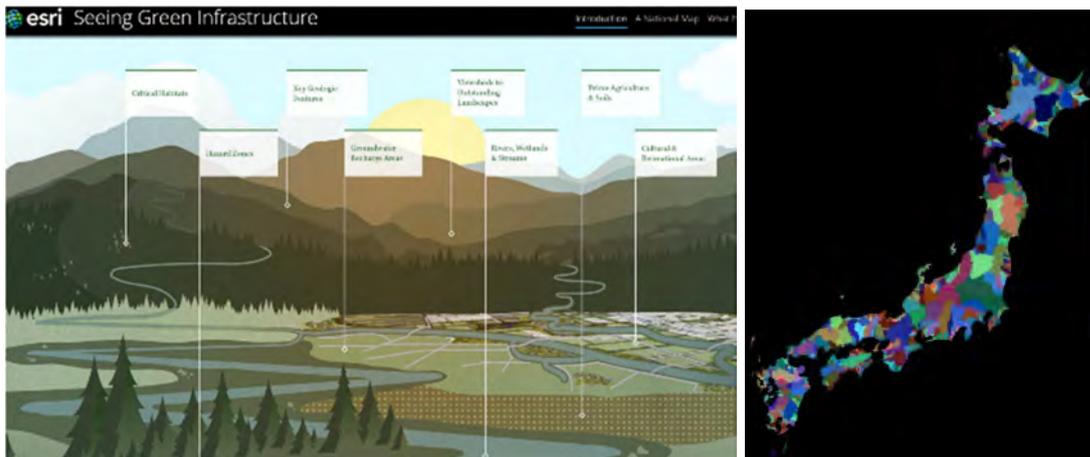


# 流域生態系、グリーンインフラから考える国土

Learning to Think Spatially (NRC)



環境  
経済  
社会



# 自然の力を「いなす」知恵、独自のレジリエンス

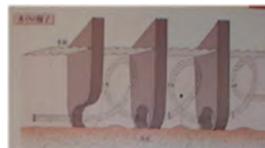
- 自然の力、生態系サービスの限界(環境容量)を知る
- その範囲で自然を制御し、生態系サービスを最大化、持続性を担保する。

加藤清正



馬場楠井手

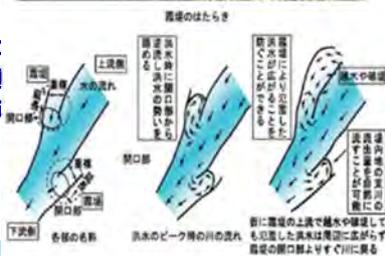
鼻ぐり井手」は、菊陽町に残る清正独創で、井手(用水)を壁で仕切る構造とし、壁の底部中央に穴を開け、底の水の流れを速くし、阿蘇特有の火山灰土(ヨナ)が底に溜まるのを防いでいる。今も現役の用水路として市内の水田を潤している。



武田信玄



釜無川の兩岸とその周辺には信玄堤防「霞堤」などさまざまな堤防・治水施設・用水路などが存在



# 持続可能な開発目標 (SDGs)

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS  
世界を変えるための17の目標

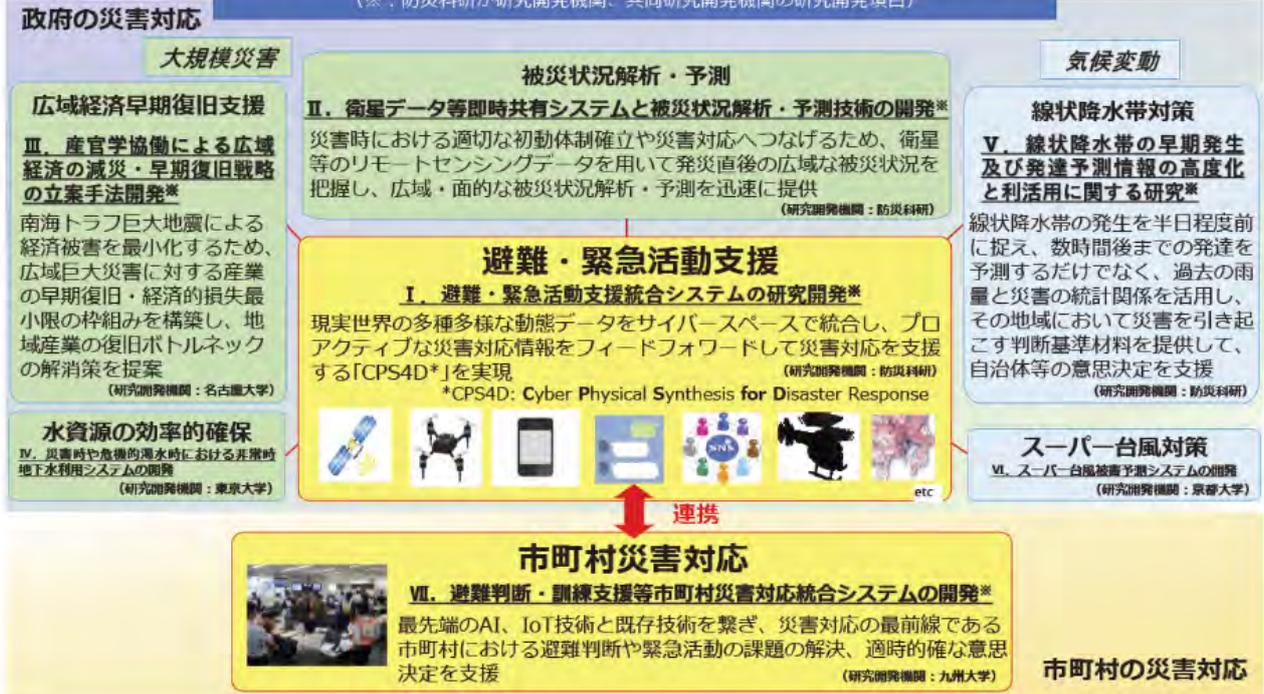


SDGs  
17 Goals  
169 Targets  
230 Indicators

2015年の9月25日-27日、ニューヨーク国連本部において、「国連持続可能な開発サミット」が開催され、150を超える加盟国首脳の参加のもと、その成果文書として、「我々の世界を変革する: 持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択されました。



SIP第2期課題「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」の研究開発項目  
 (※：防災科研が研究開発機関、共同研究開発機関の研究開発項目)

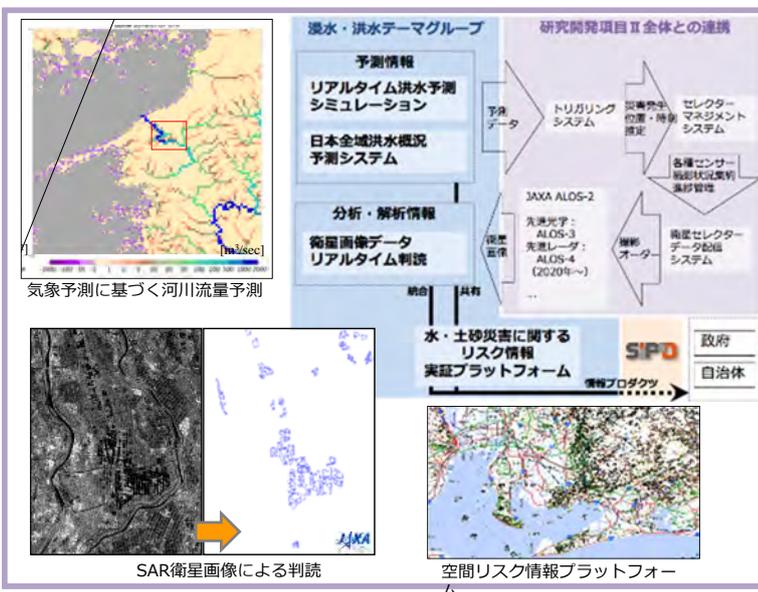


SIP NR2

3. 浸水状況把握および洪水氾濫シミュレーション広域被災予測技術開発

SIP Season 2

- 洪水氾濫・浸水被害について、特定の条件下において、発災後2時間以内に衛星画像から被災状況を判読する
- 開発したシステムを実装したプロトタイプを用いて、①自治体ベースとして、庄内川流域圏の名古屋市を中心とした複数自治体、②国交省地整ベースとして、関東地整管区・九州地整管区を対象に実証実験・訓練等を行うことにより、社会実装につなげる
- 災害対応について「モデル・シミュレーション」というアプローチ (Cyber) と、「観測データ・分析・解析」というアプローチ (Physical) という両面のアプローチをリアルタイムに連携させるシステムを構築することで、災害対応の側面でSociety5.0社会の実現に貢献する

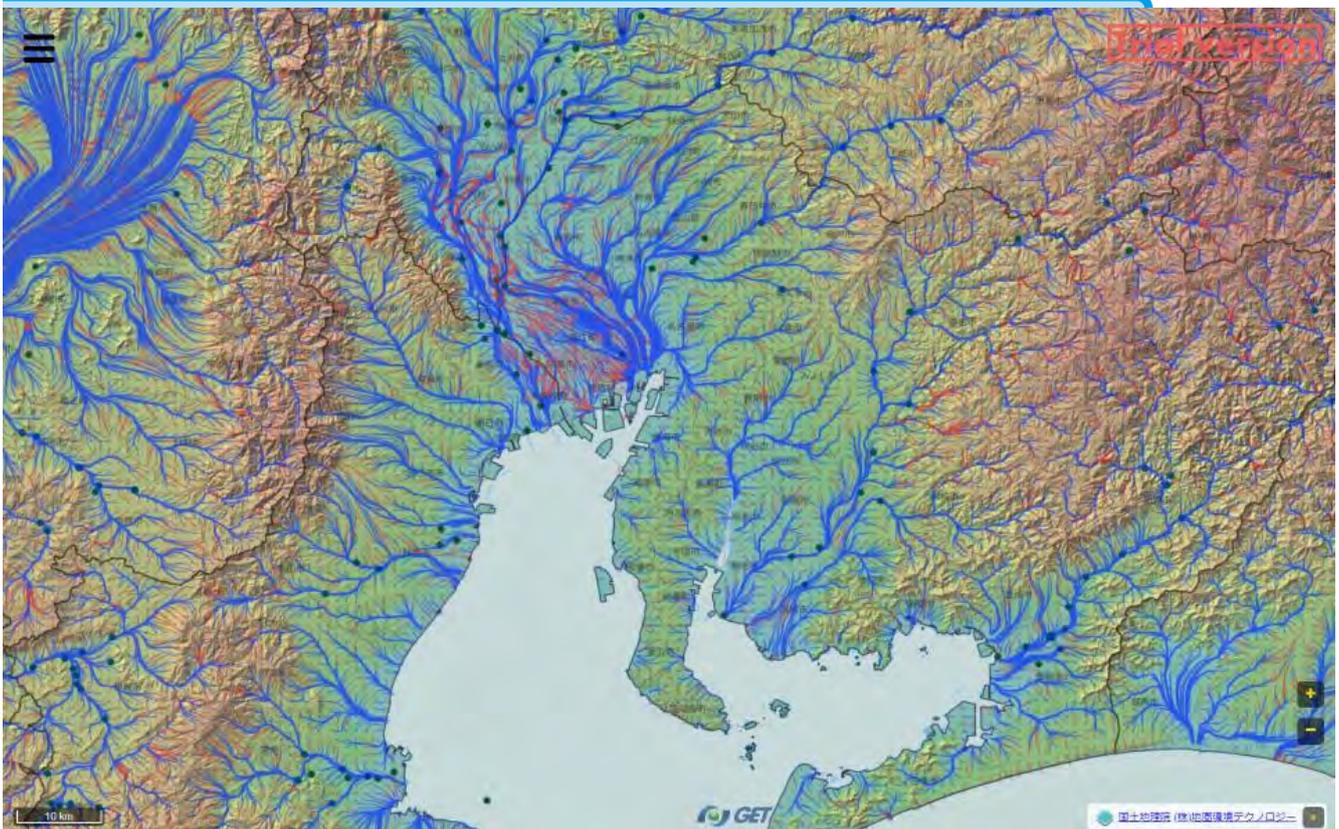
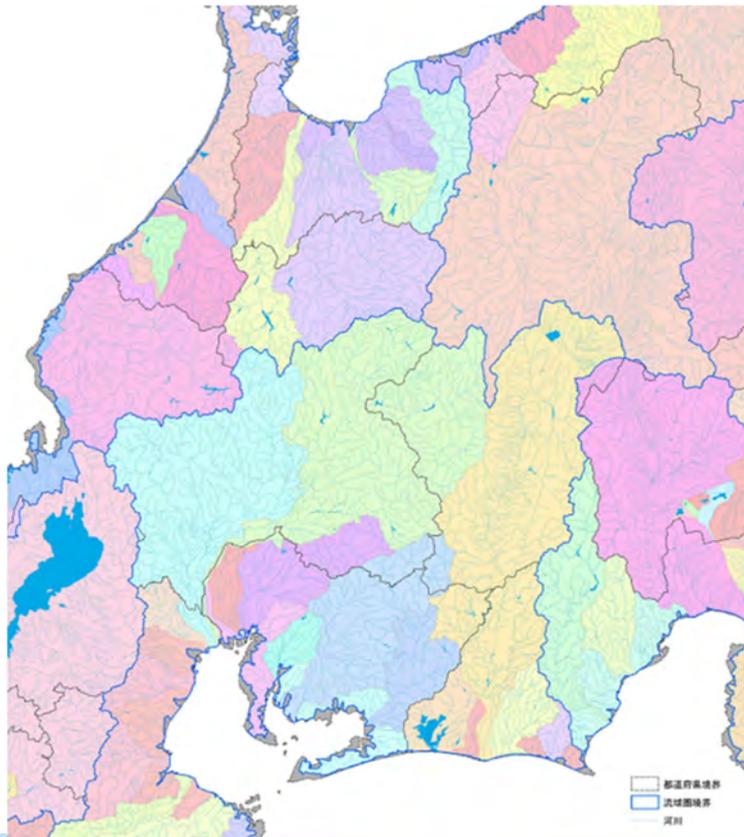


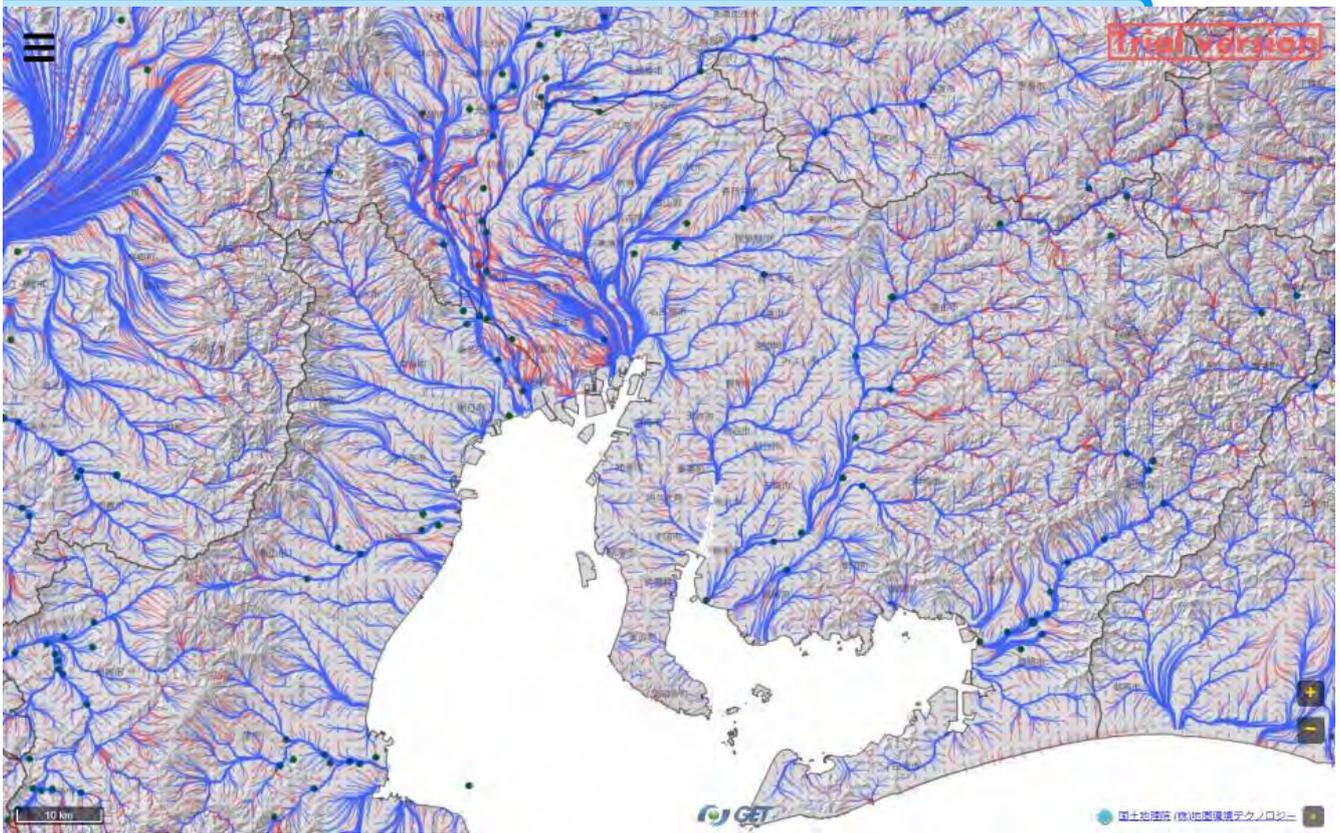
本研究のコアコンピタンス

- 衛星画像のリアルタイム判読・変換技術の実績と、多量のアーカイブ画像
- リアルタイム洪水シミュレーションによる、発災前の破堤箇所と氾濫区域の推定
- 気象予測を用いて、日本全域を対象に数日前に洪水予測を行う
- シミュレーション予測により衛星の観測を機動的に制御し、被災状況の観測・解析・分析を行う技術は世界に類をみない

本研究により何が出来るようになるか

- 洪水氾濫被害直後の効率的で条件に影響されにくい被災概況のリアルタイム判読
- 主要河川についての、洪水氾濫時の破堤箇所・水位のリアルタイムな推定
- 気象予測に基づく、日本全国の数日前の河川流量の推定と洪水予測
- 特定の条件下における、衛星画像データによる発災後2時間以内の被災状況の把握

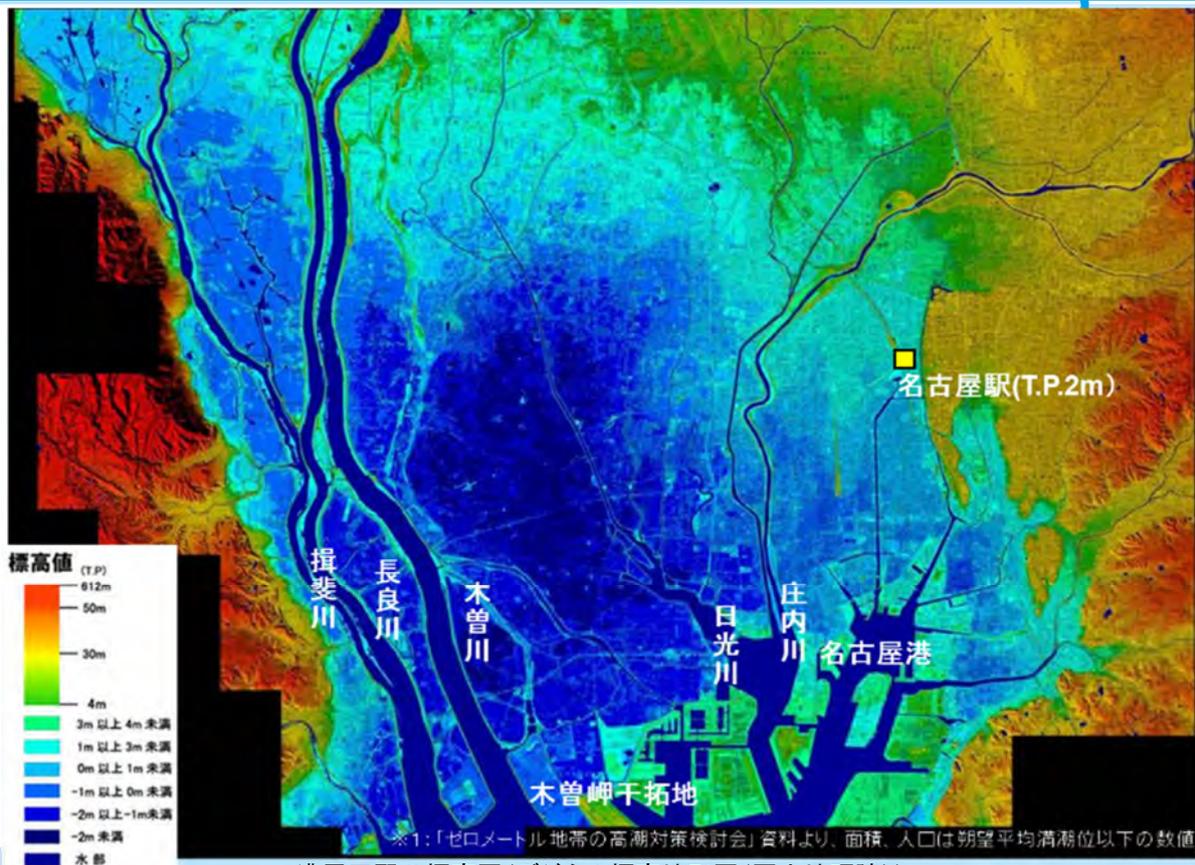






## 濃尾平野ゼロメートル地帯

東海ネーデルランド  
高潮・洪水地域協議会



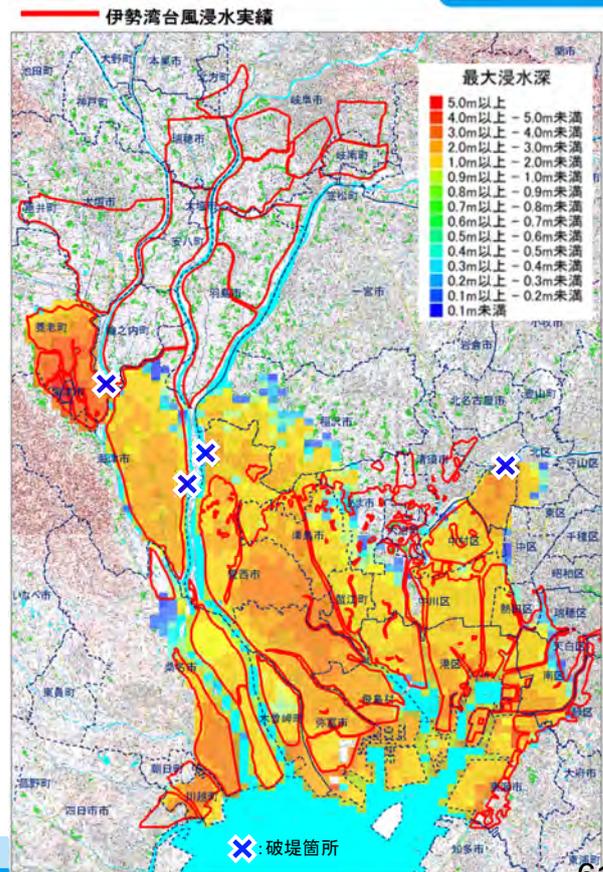
※1:「ゼロメートル地帯の高潮対策検討会」資料より、面積、人口は期望平均高潮位以下の数値  
濃尾平野の標高図(デジタル標高地形図(国土地理院))

TNTが想定する大規模かつ広域的な水災害において、仮に、事前の避難がなされなかった場合に想定される被害

- ①浸水範囲(最大浸水深) … 右図のとおり
- ②浸水面積 … 約490km<sup>2</sup>
- ③浸水区域内人口 … 約120万人
- ④死者数\*1 … 最大約2,400人
- ⑤被害額\*2 … 約20兆円

\*1「死者数」、\*2「被害額」

- ◆死者数 … 「水害の被害指標分析の手引き(H25試行版)」に基づき試算
- ◆被害額 … 「治水経済調査マニュアル(案) 平成17年4月 国土交通省 河川局」に基づき試算  
交通途絶やライフライン切断、営業停止による波及被害等は含まない



## Background

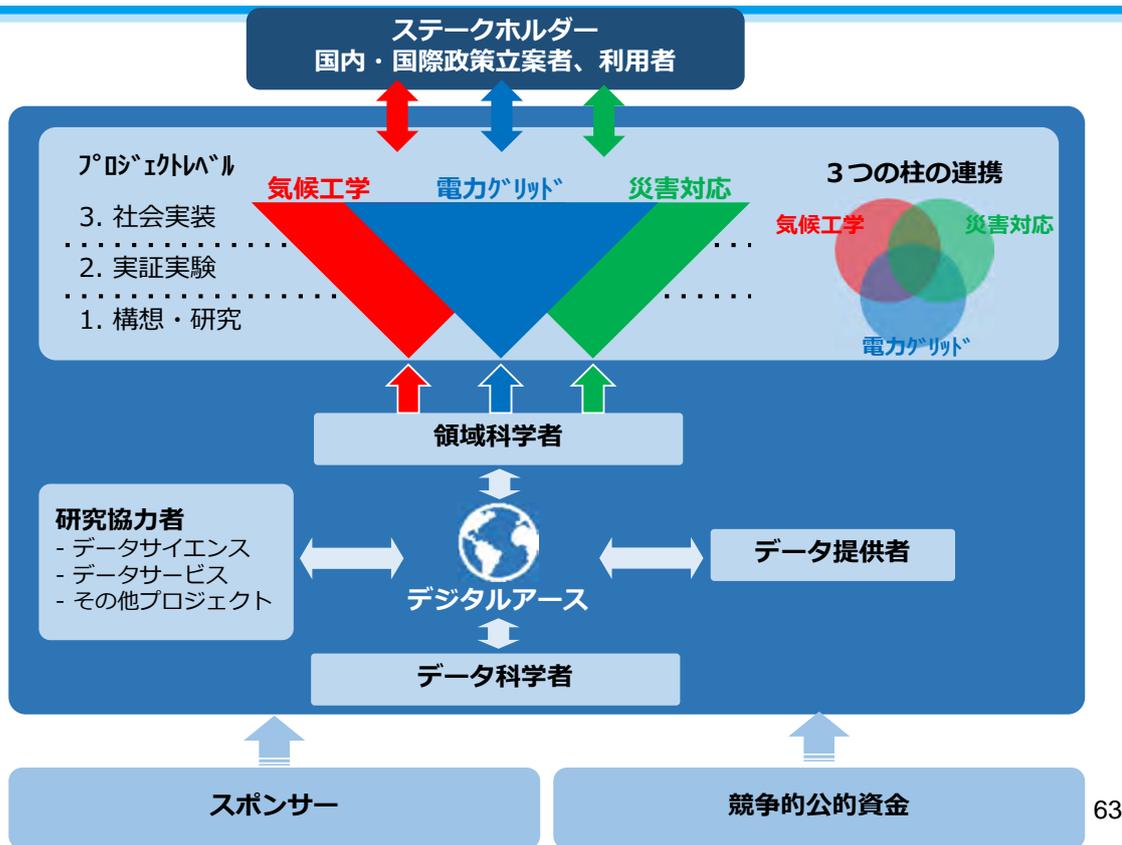
温暖化に伴う環境変化に対して、もはや傍観者ではいられない。  
**重大性の認識と行動**が必要、科学技術と社会をつなぐPJ研究を行い、自然の回復力を損なわない人間社会、すなわち**太陽エネルギー社会**を創ることを目指す。

## Output

宇宙船地球号の操縦のために、今後必要となる**研究PJプロポーザル**を作成する（1年以内）**ムーンショット**研究を超えた包括PJ提案。

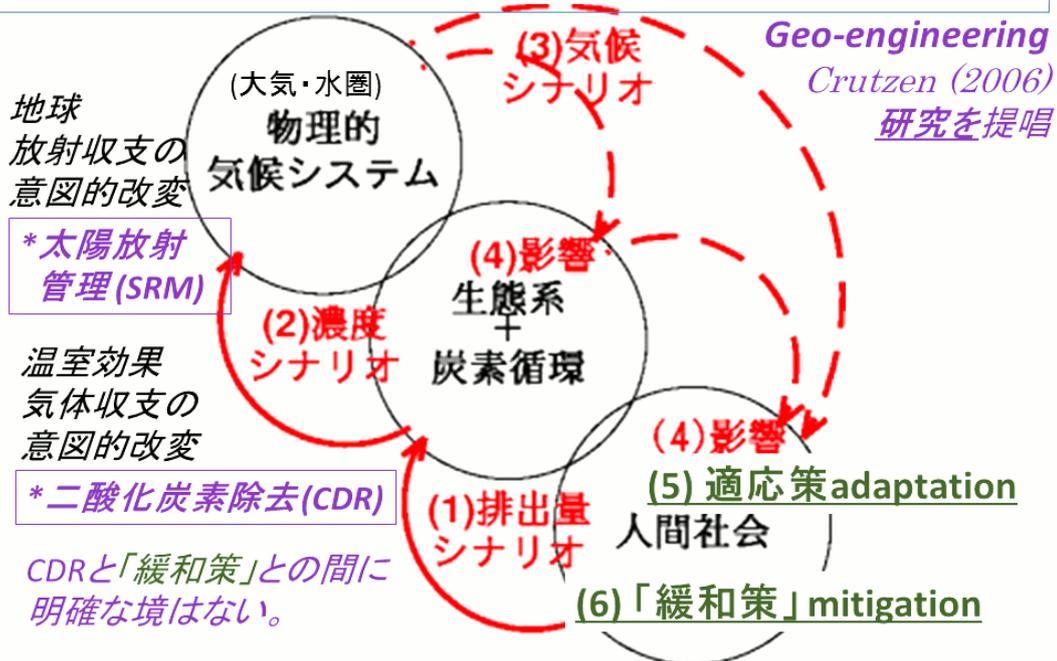
## Outcome

デジタルアースを用いて、現在の「**宇宙船地球号の操縦マニュアル**」を作り、分かり易くそれを出版（啓蒙書）する（1.5年以内）。

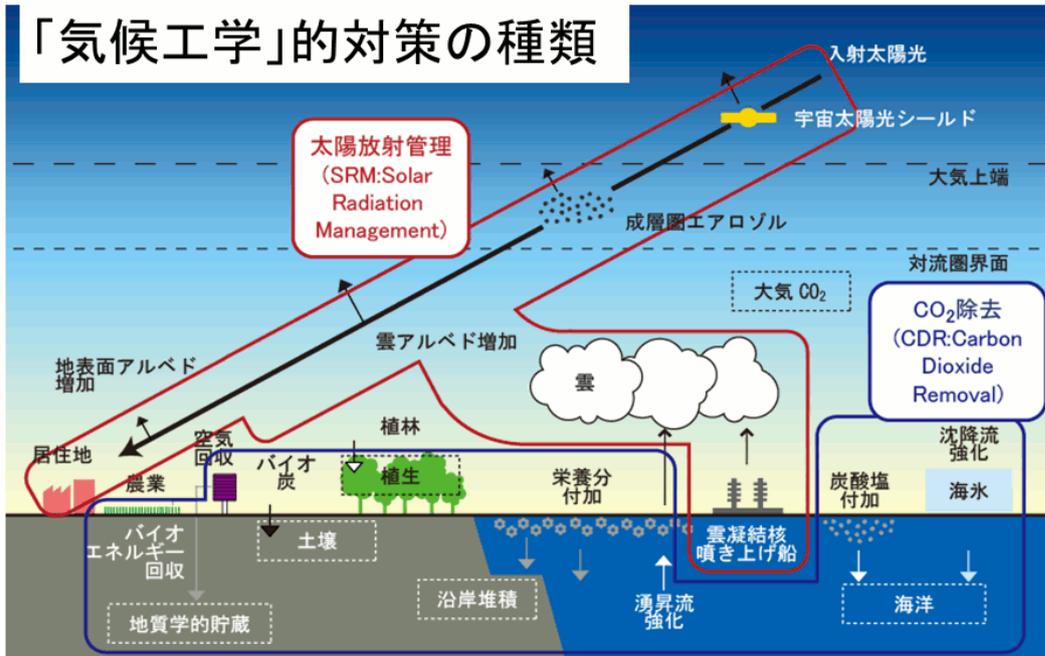


IPCCの議論の枠組みと気候工学

増田2014



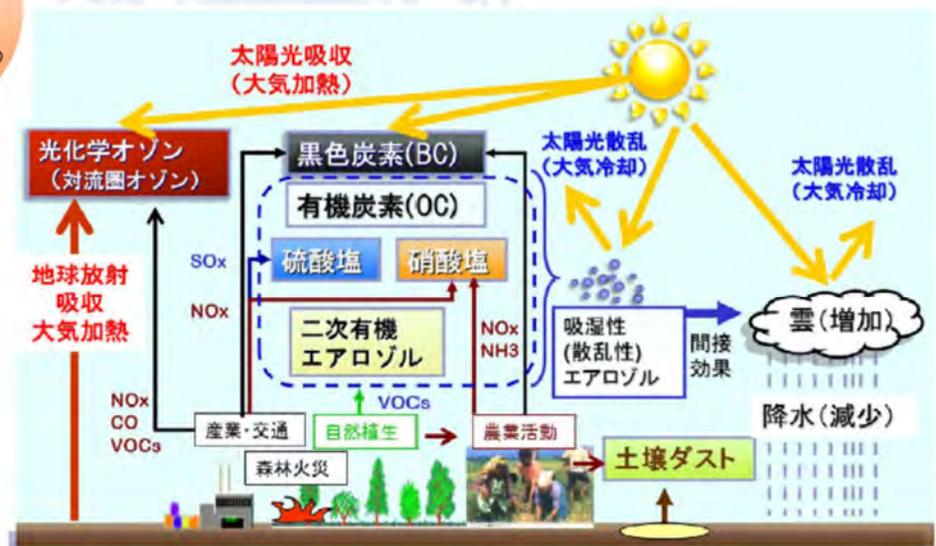
# 「気候工学」的対策の種類



© Lenton and Vaughan (2009) The radiative forcing potential of different climate geoengineering options, *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 5539-5561. (CC-BY)

杉山 昌広 (2011)『気候工学入門』日刊工業新聞社。  
ICA-RUS Report 2013 (<http://www.nies.go.jp/ica-rus/>)

## SLCP (短寿命気候汚染物質) 大気汚染と温暖化対策の同時解決？ 気候工学？ (Geo-Engineering)



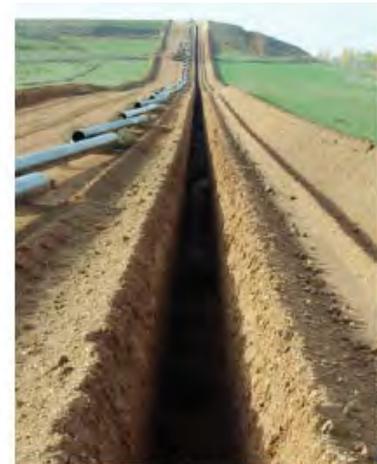
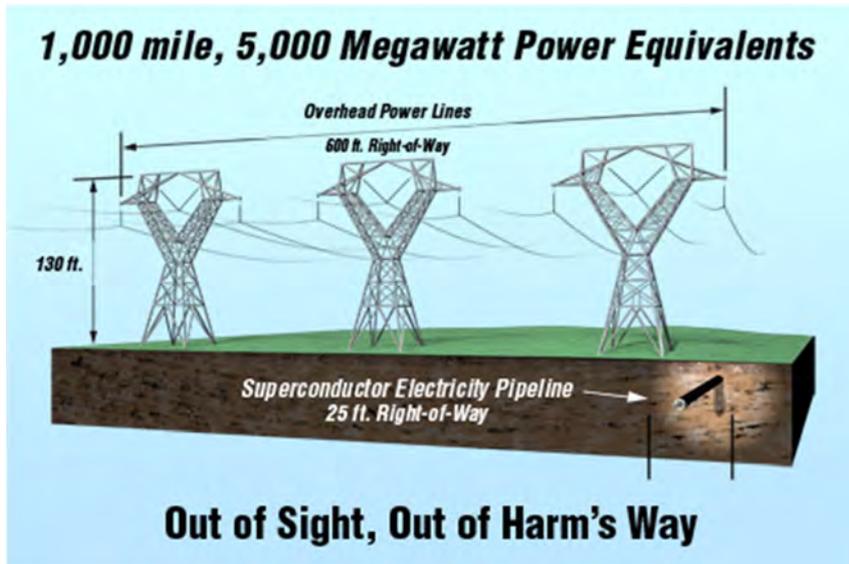


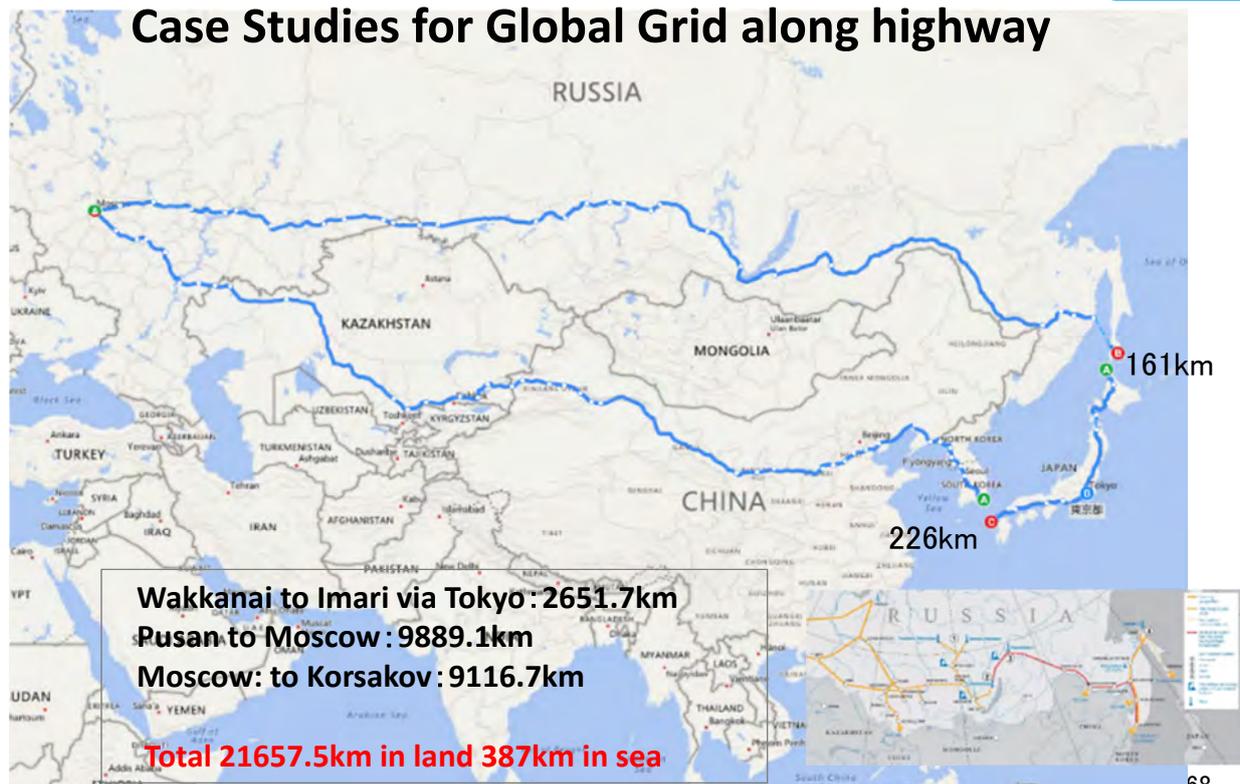
Figure 2: Typical underground pipeline construction

Type of Transmission Line	345kV AC <sup>7</sup>	500kV AC <sup>8</sup>	765kV AC <sup>4,7</sup>	800kV DC <sup>9</sup>	Superconductor Electricity Pipeline
Right-of-Way Requirement	1350'	1000'	600'	270'	25'

Table 2: Transmission line right of way requirements to transmit 5,000 MW, 1000 miles.

from HP of American Superconductor (AMSC)

**Case Studies for Global Grid along highway**

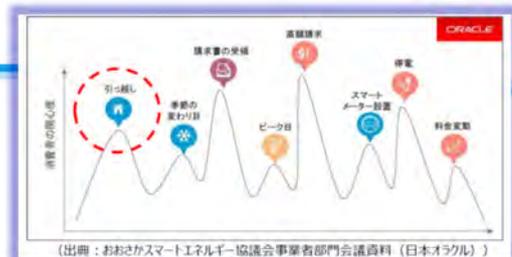


平成30年度環境省ナッジ事業者一覧 ※1

代表事業者	共同事業者	課題名	参西エネルギー事業者	対象部門	対象エネ	事業期間 ※2
デロイト・トーマツコンサルティング(同)	(一財)電力中央研究所、東京電力エナジーパートナー(株)、凸版印刷(株)	家電・自動車等利用に関するナッジを活用した低炭素型行動変容モデルの構築	東京電力エナジーパートナー(株)	家庭、運輸	電気、ガス、ガソリン	平成29～33年度(予定)
日本オラル(株)	(株)住環境計画研究所	生活者・事業者・地域社会の「三方良し」を実現する日本版ナッジモデルの構築	北海道ガス(株)、東北電力(株)、関西電力(株)、沖縄電力(株)、東京ガス(株)	家庭、学校教育	電気、ガス	平成29～33年度(予定)
みやまスマートエネルギー(株)	九州スマートコミュニティ(株)、(株)チームAIBOD	地域エネルギー会社を核とした地域主導型低炭素行動変容モデルの開発普及事業	みやまスマートエネルギー(株)(福岡県みやま市)等地域エネルギー会社	家庭、運輸	電気、ガス、灯油	平成29～33年度(予定)
(大)京都大学	(株)日本新電力総合研究所、ロバースト・ジャパン(株)	多様な価値観を反映したパーソナル・ナッジの開発と社会実装	日本新電力総合研究所が卸供給する全国の小売電気事業者	家庭	電気	平成30～33年度(予定)

※1 低炭素型の行動変容を促す情報発信(ナッジ)等による家庭等の自発的対策推進事業の受託事業者  
 ※2 毎年度外部有識者による中間審査を実施し、経費・事業計画の見直しの要否や事業継続可否の判断を実施

リチャード・セイラー氏とキャス・サンスティーン氏が提唱したもので、「選択を禁じることも、経済的なインセンティブを大きく変えることもなく、人々の行動を予想可能な形に変える選択設計のあらゆる要素」と定義。



行動科学の要素を入れた、省エネ行動を促す啓発リーフレットを作成!

**情報過多**  
⇒ 情報が多すぎると判断しづらくなるため、提供する情報を4項目に絞る

**パーソナライズ**  
⇒ 個人の属性に応じた働きかけ

**マッピング**  
⇒ 選択と結果の対応関係をわかりやすく表示

**損失回避**  
⇒ 利得より損失に強く反応することから、損失を強調  
※ 新たな費用負担がなく、取り組みやすい冷蔵庫の温度調節に適用

**社会規範** ⇒ 周りの人が何を行っているかに影響を受ける

(転入・転居者用の例)

## 中部大学のデジタルアース共同利用・共同研究拠点のアクションプラン

- データの相互運用技術による統合と俯瞰・可視化基盤である「デジタルアース」を、SDGsのモニタリングを行うプラットフォームとして利用する
- 具体的には、**気候変動への適応**や**災害へのレジリエンス**強化、**人間安全保障指標**といった、複数のSDGsと関連する各種指標・データについて、空間を切り口にした可視化を行い、個別指標間の相互依存関係を明らかにして体系化、定期的なモニタリングを行う
- 国内外の共同研究者にそのプラットフォームとしてのデジタルアースを構築・提供し、研究ネットワークを強化する
- 共同研究を通じて、SDGsの指標の可視化と体系化に必要なデータの収集し、それらのデータを活用した研究の推進・支援、若手研究者育成を行う

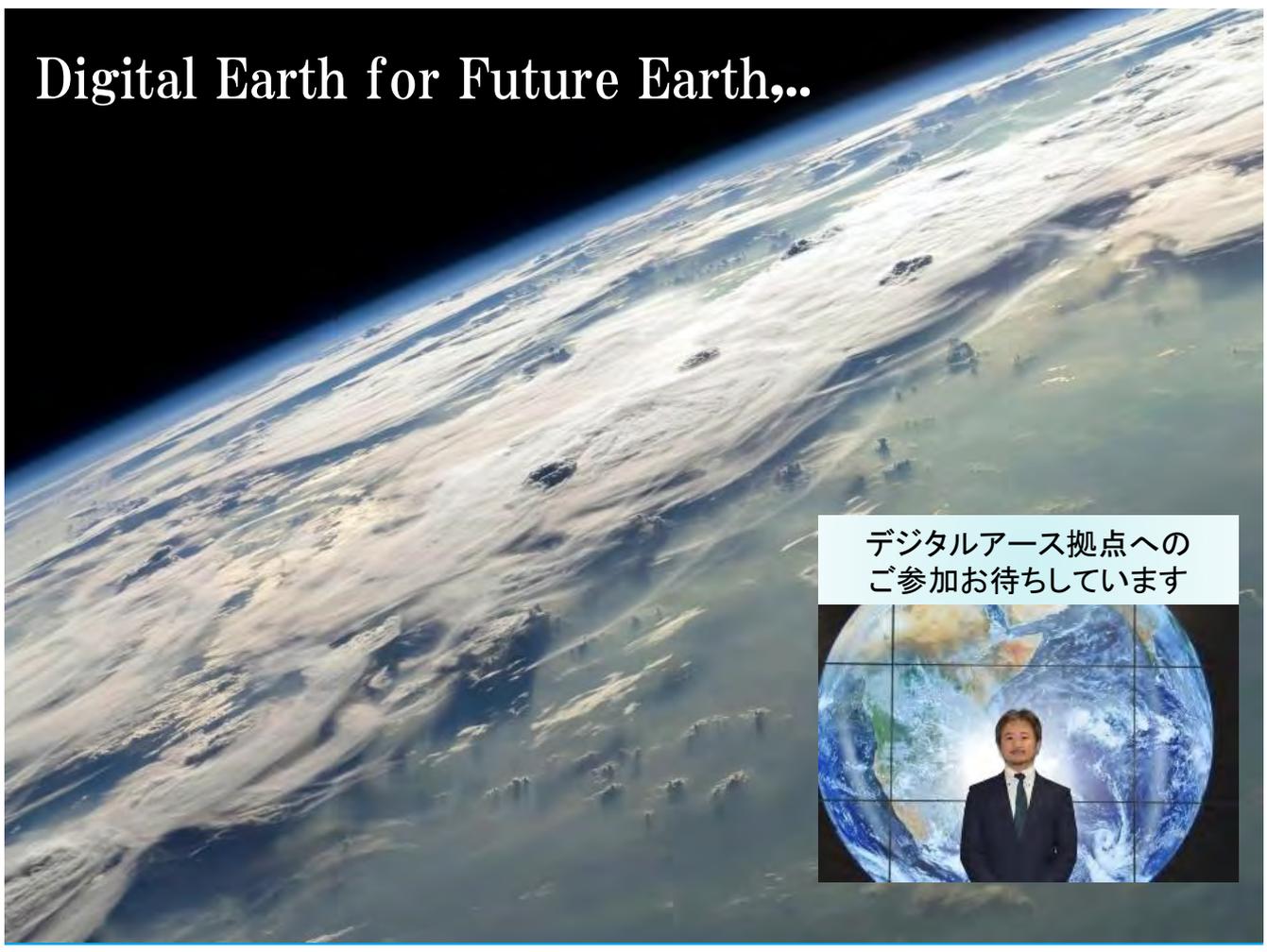
71

## まとめ、メッセージ

- 国際社会、技術革新をとりまく状況が、急速かつ大きく変化している中で、包括的で適切な情報を伝えることは重要、**多様な主体の協働が不可欠**
  - 温暖化対策のメリット、コスト、取らないときの状況、
- リスク、不確実性などを踏まえた、科学コミュニケーション、**持続可能な社会のための情報プラットフォーム**の構築は急務
  - 地域に応じた統合知が必要、例えば環境・エネルギーに配慮したまちづくりが、防災・減災につながる
- 今後、地球温暖化防止活動推進センター、EPO中部、ESD拠点…などこの地域の関連主体が協働して取り組むことが重要

72

# Digital Earth for Future Earth,..



デジタルアース拠点へのご参加お待ちしております

