



Future Earth

Development of a new scientific framework for sustainable global society

持続可能な地球社会へ向けた新しい科学の展開

Tetsuzo YASUNARI^{1,2,3}

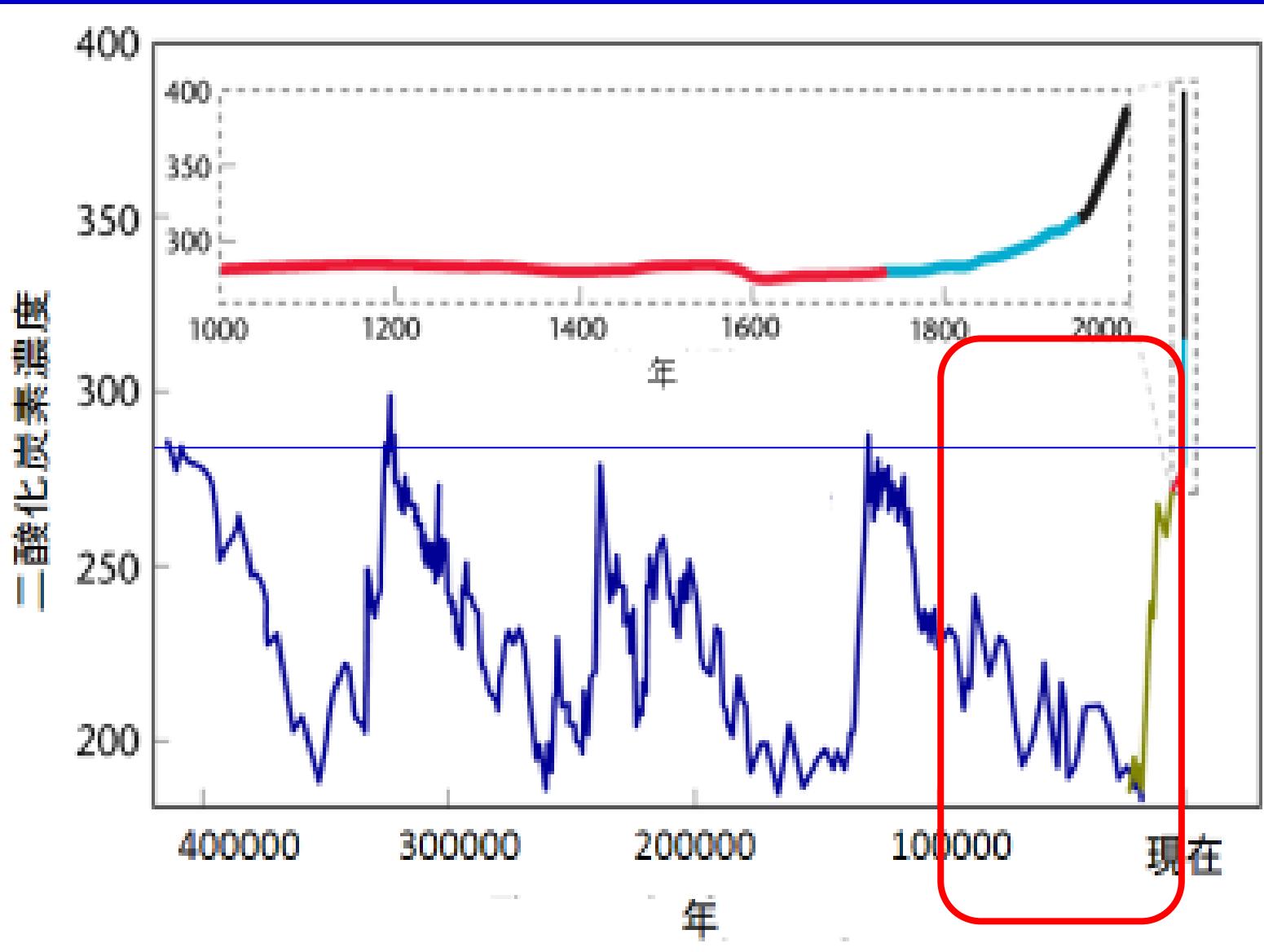
1 Research Institute for Humanity and Nature (RIHN), Kyoto

2 chair, Japan National Committee for Future Earth, SCJ

3 member, Future Earth (International) Scientific Committee

Present status
of the global environment
in the long history of the earth ?
地球史的に見た現在の地球環境

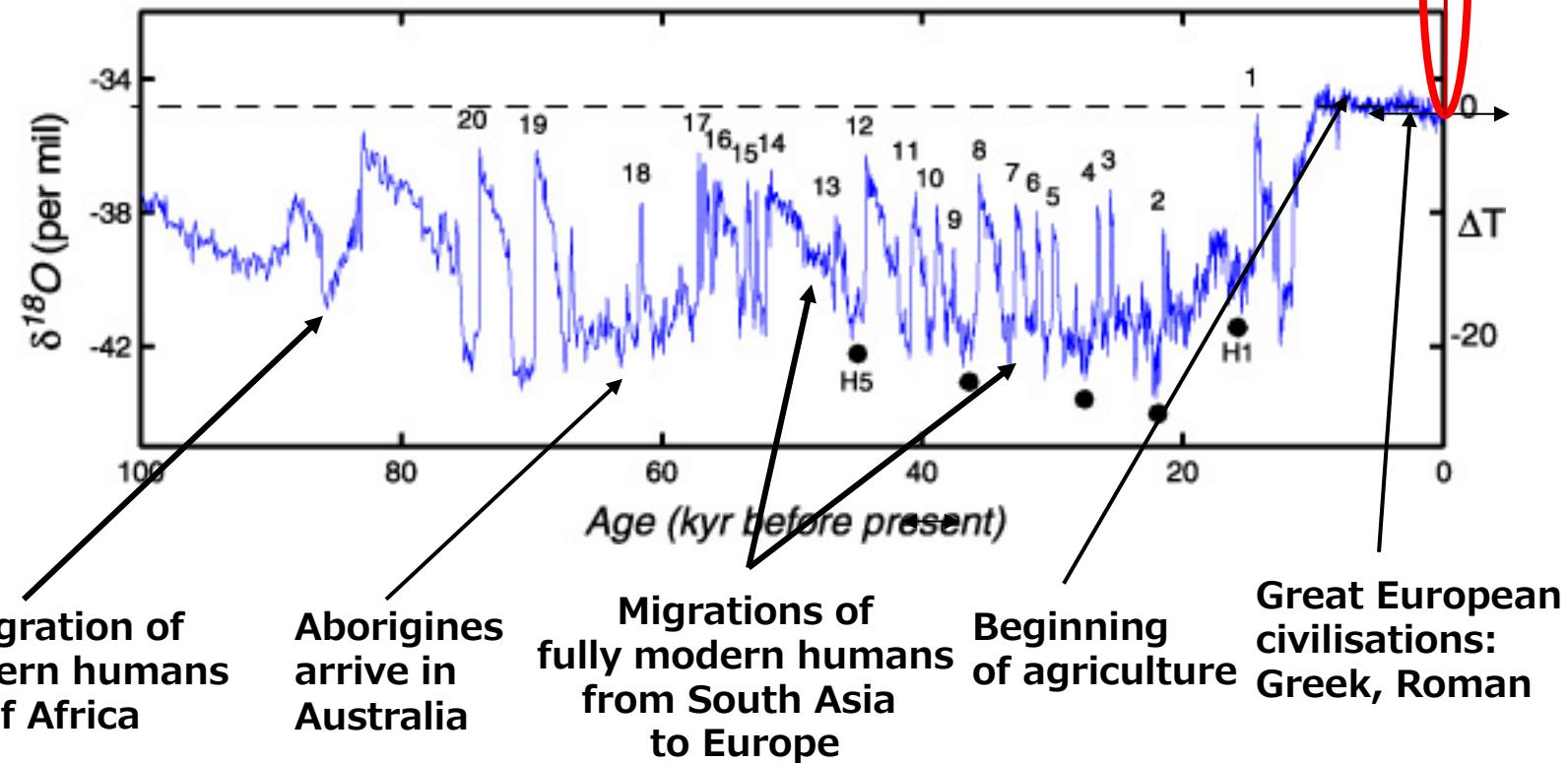
Atmospheric CO₂ changes in the past 40K years & recent 1000 years



From Holocene to Anthropocene ?

– the last 10000 years

完新世から人類世（人新世）へ



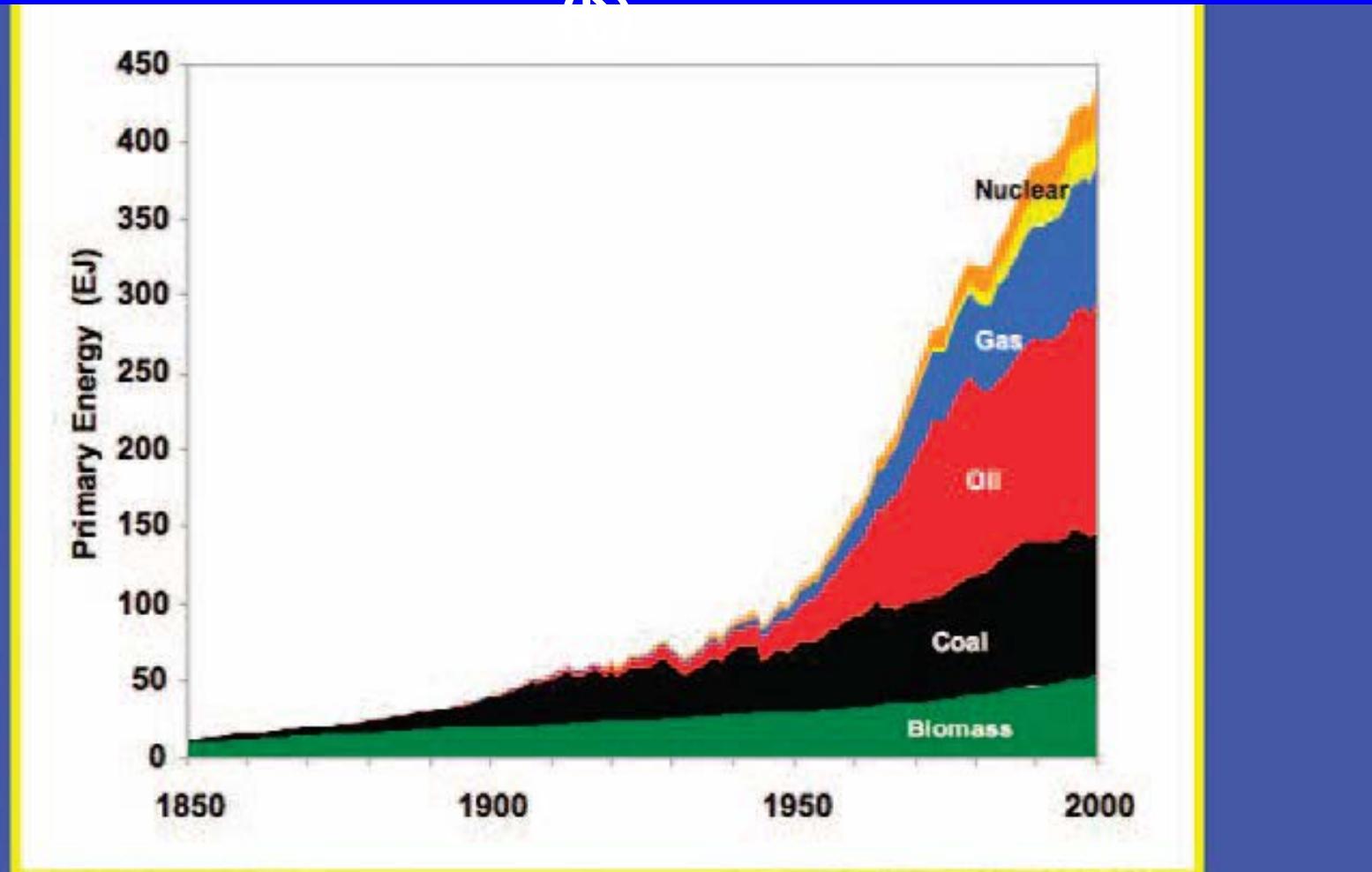
Source: GRIP ice core data (Greenland) and S. Oppenheimer, "Out of Eden", 2004

Rapid increase of energy since around 1950

[Era of dominant influence of human activity on the earth]

20世紀後半以降の急激なエネルギー消費量の増加

(人類活動による地球システムへの巨大な負荷が顕著になった時
代)

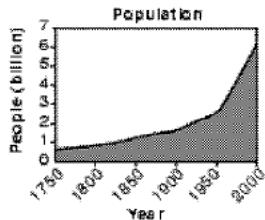


Change from 1750 to 2000

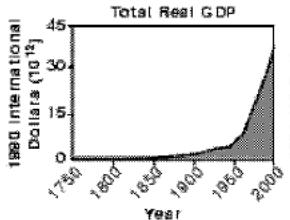
(Left) human activities

(right) environment

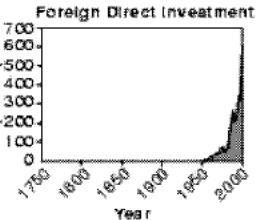
人口



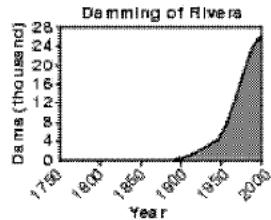
GDP



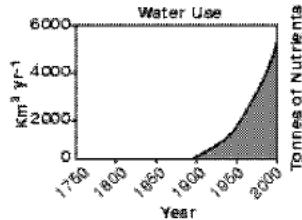
外国投資



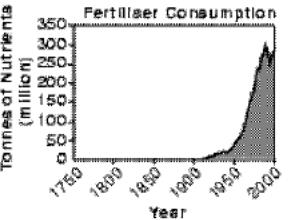
河川ダム数



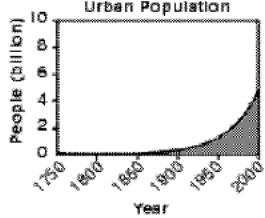
水利用



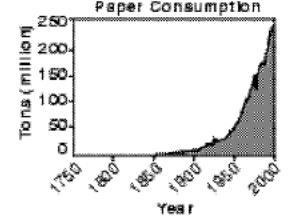
肥料使用



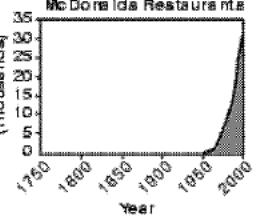
都市人口



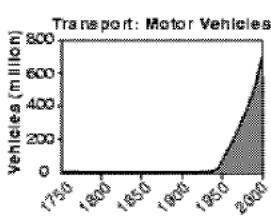
紙の消費



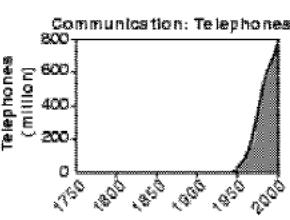
ハンバーガー店



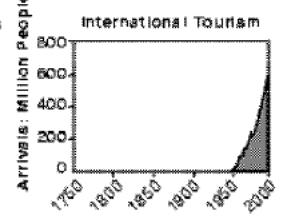
自動車



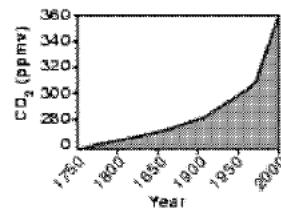
電話台数



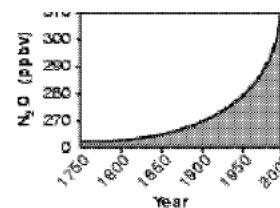
外国旅行者



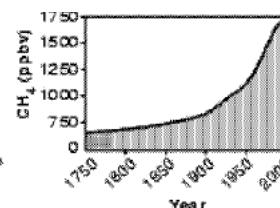
CO₂



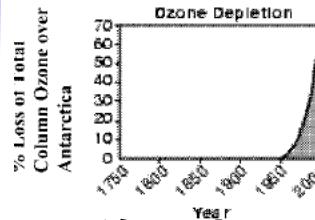
N₂O



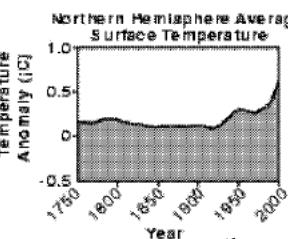
CH₄



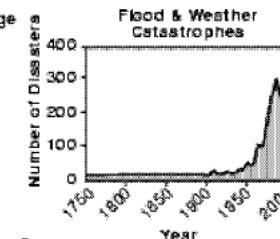
O₃ 減少



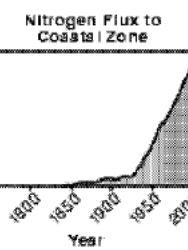
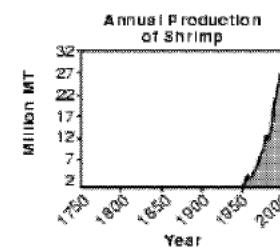
北半球気温



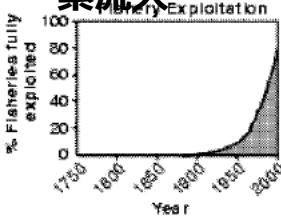
極端気象



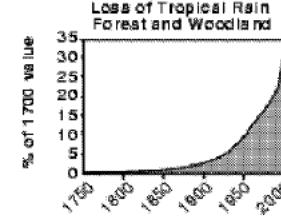
エビ生産量



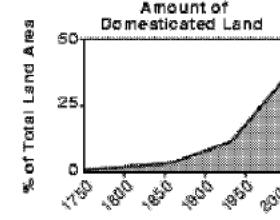
漁獲高
素流入



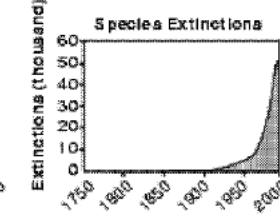
熱帯林減少



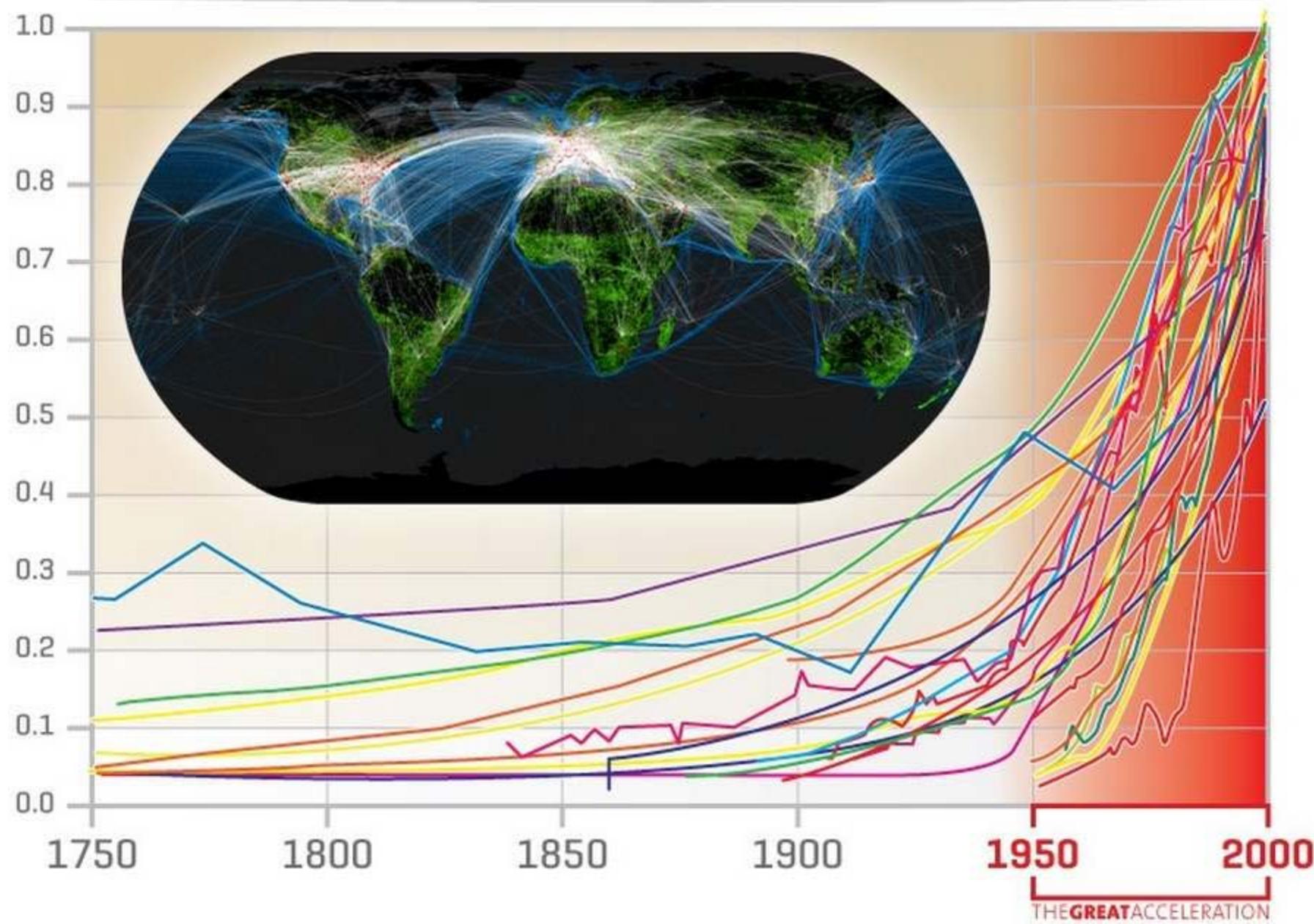
耕作地



種の減少



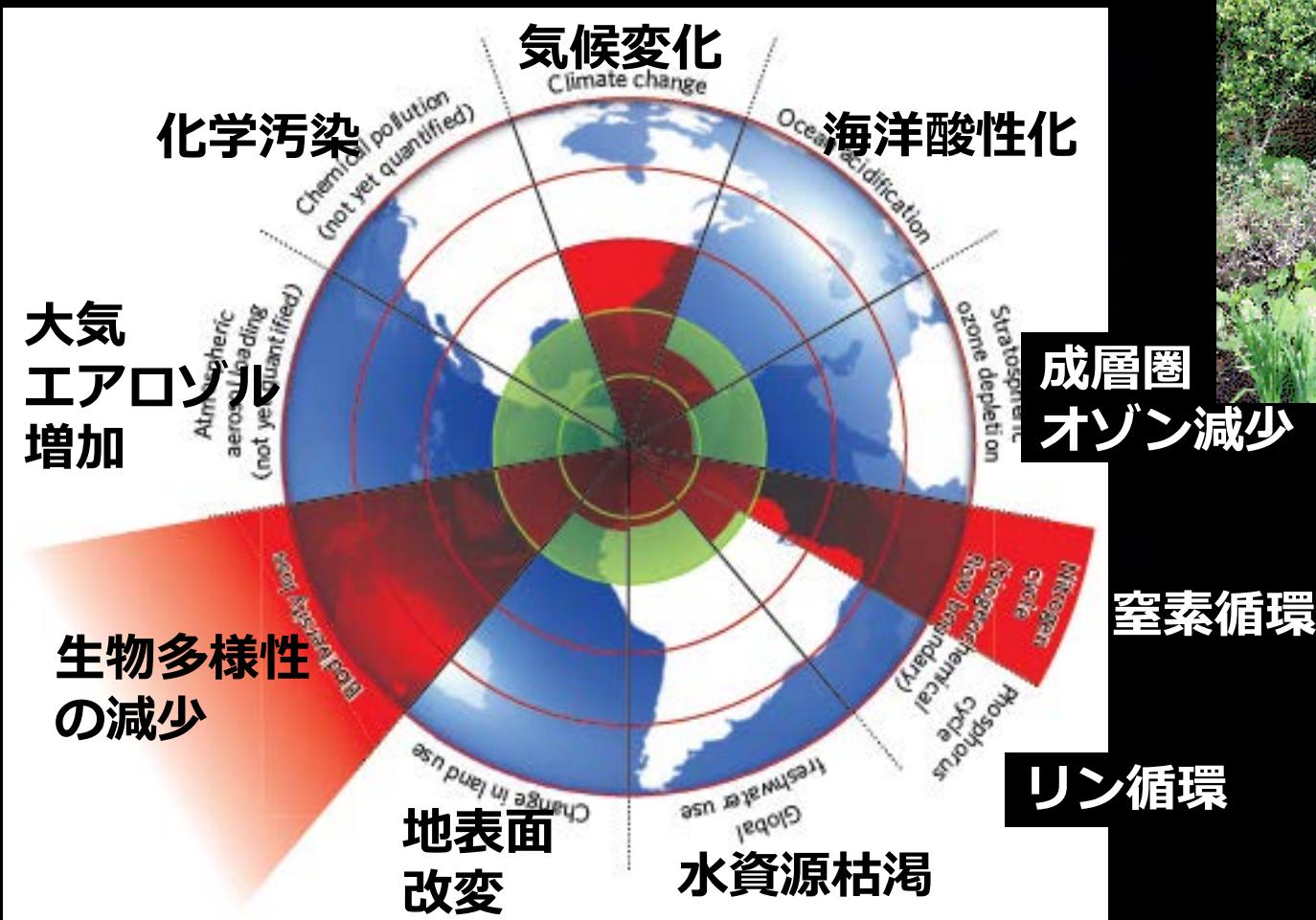
The Anthropocene | 24 Indicators, 1 Chart



地球環境は限界に近づいている？

The Earth environment is approaching
Planetary Boundaries ?

⇒tipping points of the earth environment change



成層圏
オゾン減少

窒素循環

リン循環

生物多様性
の減少

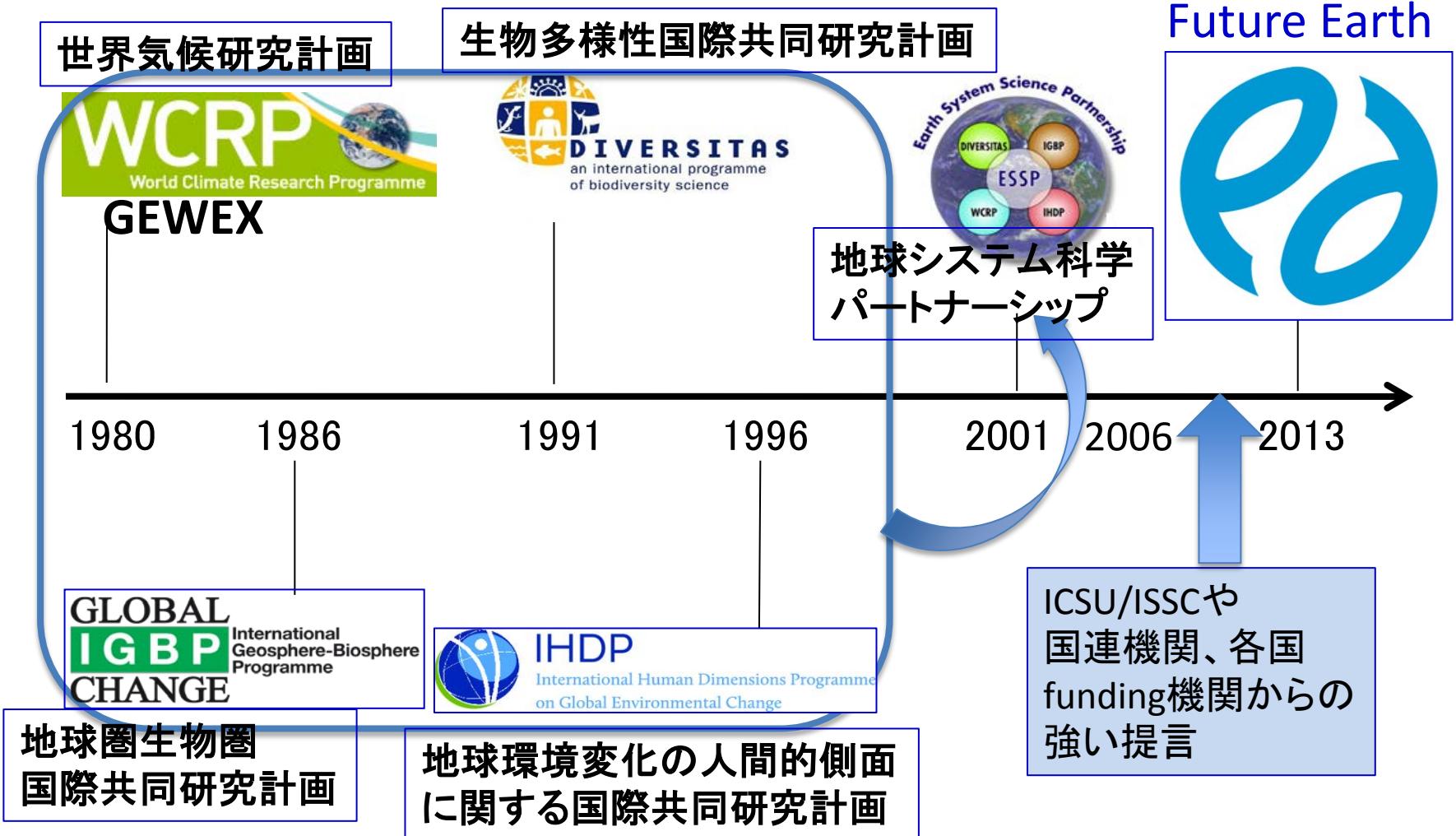
地表面
改変

水資源枯渇

Prof. Johan Rockström
Stockholm Resilience
Centre

Historical context of Future Earth

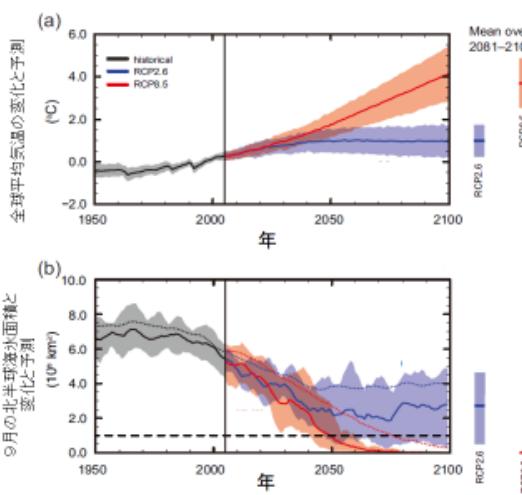
地球環境変化研究プログラムからFuture Earthへ



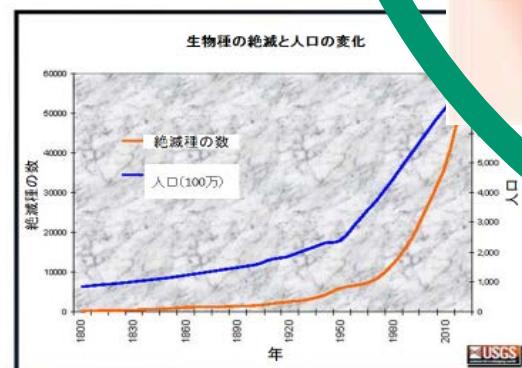
地球システムの限界

Planetary Boundaries

気候変化 (地球温暖化) IPCC



生物多様性 減少 IPBES

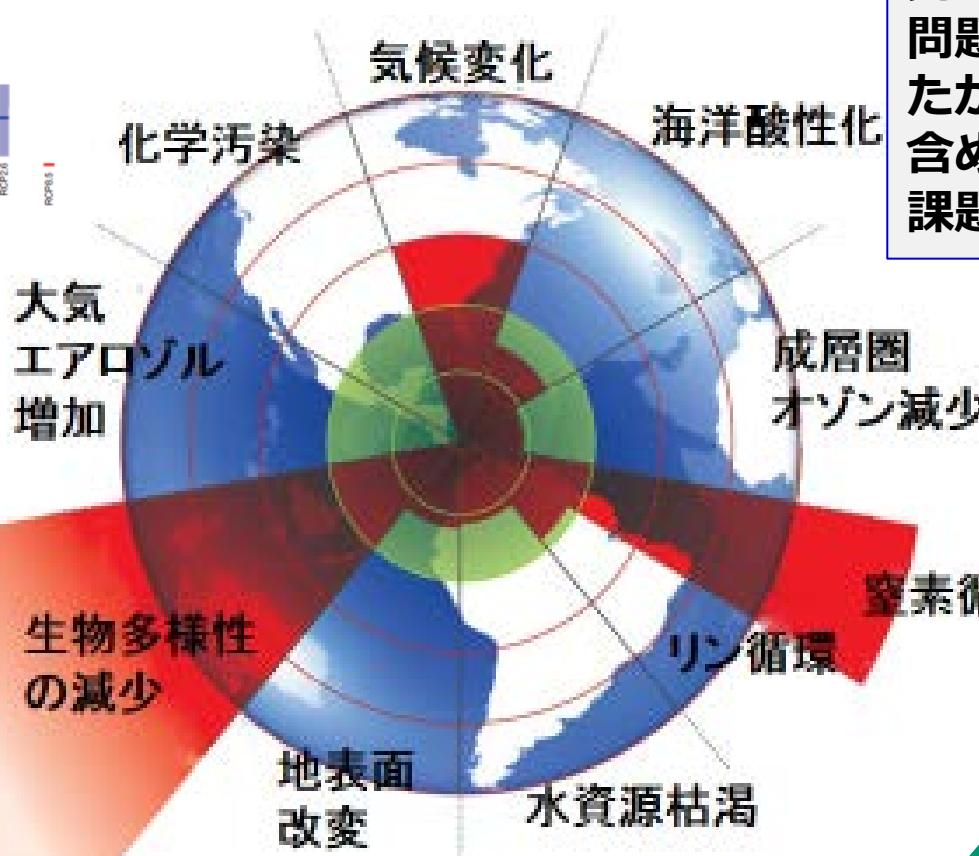


これまでの地球環境研究は要素ごとに解明と問題解決が図られてきたが、経済・社会面を含めた包括的な理解と課題解決が必要

物質循環の 悪化(汚染)

Pollution &
Material cycle
change
IGBP

Rockström et al., Nature (2009)
Planetary Boundaries

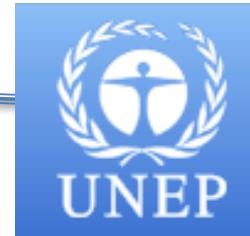


Future Earth Alliance ⇒ Governing Council (Future Earthの国際的な組織連合)



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

futureearth
research for global sustainability



futureearth

Objectives of Future Earth

Future Earthの意義と目的

- 科学の統合 **Inter-disciplinary**
(人文社会科学・自然科学の連携・統合)
- 社会との智の共創と共有 **Trans-disciplinary**
(社会のステークホルダーとの超学際的連携・協働)

を通して

- To provide the knowledge required for societies in the world to face risks posed by global environmental change
 - 地球環境変化のリスクを社会が回避・軽減するための智を提供
 - To seize opportunities in a transition to global sustainability
 - 持続可能な地球社会への転換を促進
- ⇒To design the future of the earth based on new values
新しい価値にもとづいて地球の未来をデザイン

What is Future Earth?

- A **global platform** for international research collaboration on global environmental change and sustainable development (国際協働のためのグローバルな基盤)
- Provides **integrated research** on major global change challenges and transformations to sustainability (統合的研究の推進)
- Strengthens partnerships between researchers, funders and users of research through **co-design & co-production** of research (科学と社会の共創の推進)
- Is **solutions-oriented**, aiming to generate knowledge that contribute to new more sustainable ways of doing things (新しい智による問題解決をめざす)

Three themes of research (三つの研究テーマ)

Dynamic Planet:

(人間圏を含む地球の過去から現在の理解)

Observing, explaining, understanding, projecting earth, environmental and societal system trends, drivers and processes and their interactions; anticipating global thresholds and risks.

Global development:

(安全・公平で持続可能な地球社会に必要な智の探求)

Providing the knowledge for sustainable, secure and fair stewardship of food, water, biodiversity, health, energy, materials and other ecosystem functions and services.

Transformations towards Sustainability:

(持続可能な地球社会への転換をどう進めるべきか)

Understanding transformation processes and options, assessing how these relate to human values, emerging technologies and economic development pathways, and evaluating strategies for governing and managing the global environment across sectors and scales.

What is sustainability (sustainable development) ? 持続可能性（持続可能な開発）とは何か？

次世代のニーズを損なうことなく現在のニーズを満たす
ような持続可能な発展（開発）をめざす

Humanity has the ability to make development sustainable to ensure that it meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

“Our Common Future” Report of the World Commission
on Environment and Development (Brundtland report, 1987)

しかし、人類世でこのような持続可能性は可能なのか？

But, how can we achieve sustainability in the Anthropocene?

⇒ 人類世を生きる人類にとって大きな挑戦的課題である
A great challenge for the human beings

Challenges since 1980s

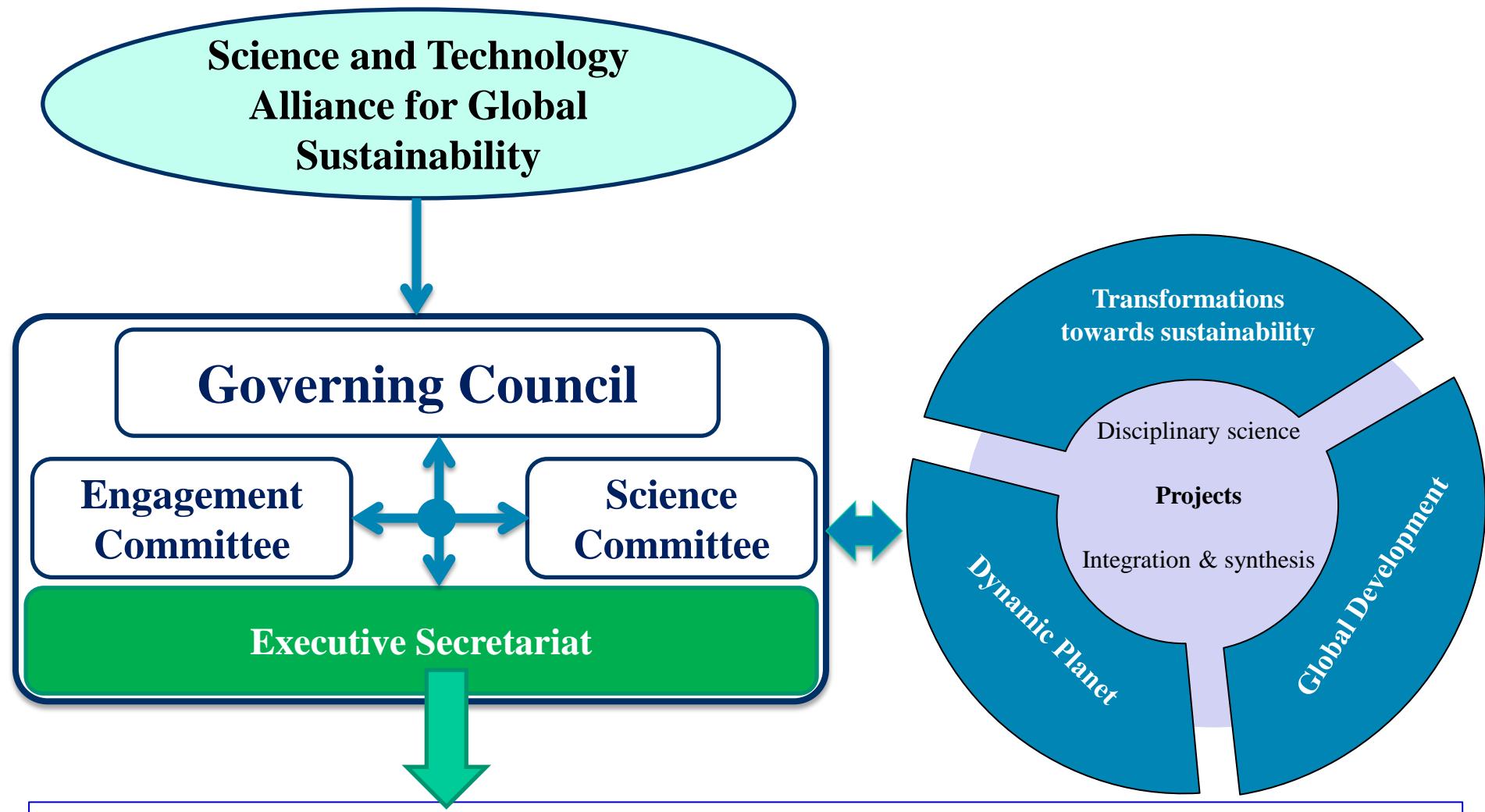
1980年代以降、特に顕在化した大課題（新しい南北問題の展開）

- Brundtland report stressed the importance of solving and/or mitigating the issues & conflicts between developed and developing countries.
- However, this report did not mention how, under regionally/historically diverse situations.

Particularly,

- The current economic development and associated social change are too rapid in Asia, causing serious local to global environmental problems.
- The current “globalization” is causing serious inequity and mal-distribution of wealth and welfare between the “northern” and “southern” countries.

Governance of Future Earth



- 5 global hubs (**Montreal, Denver, Paris, Stockholm, Tokyo**)
- 4 regional centres (**Middle East/North Africa, Europe, Latin America, Asia**)

Engagement Committee members (国際関与委員会 15名)

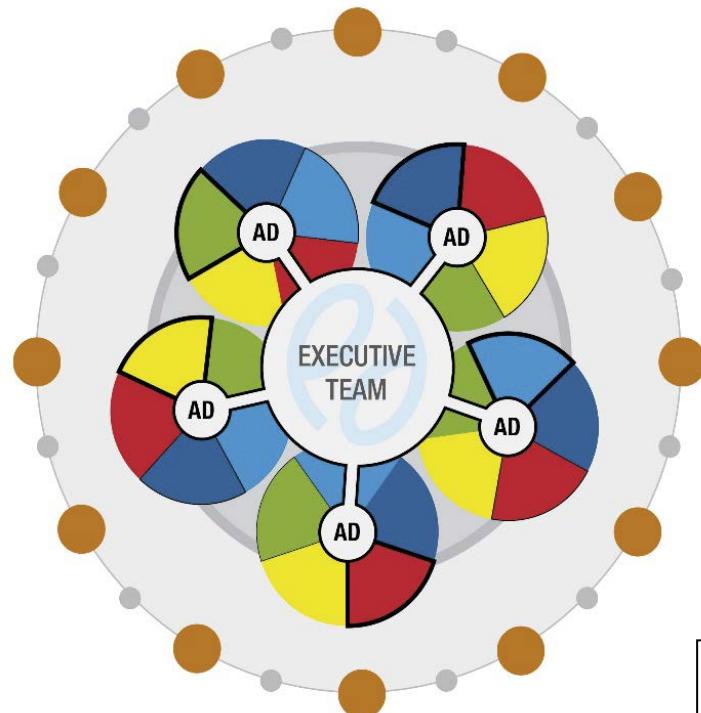
Science Committee members (国際科学委員会 18名)

国際事務局連合 (カナダ、米国、スウェーデン、フランス、日本 (東京))
地域ハブセンター (中南米、ヨーロッパ、地中海・北アフリカ、アジア (京
都))



国際事務局総長(ED): Dr.Paul Srivastava

Future Earth:国際本部事務局機能分担



5つの機能グループ

- Coordination
- Research Enabling
- **Communication and Outreach**
- **Capacity Building**
- Synthesis and Foresights

日本の分担:

- 教育と人材育成
- コミュニケーションとアウトリーチ
- データ管理

Key functions of Future Earth

Future Earthの重要な機能

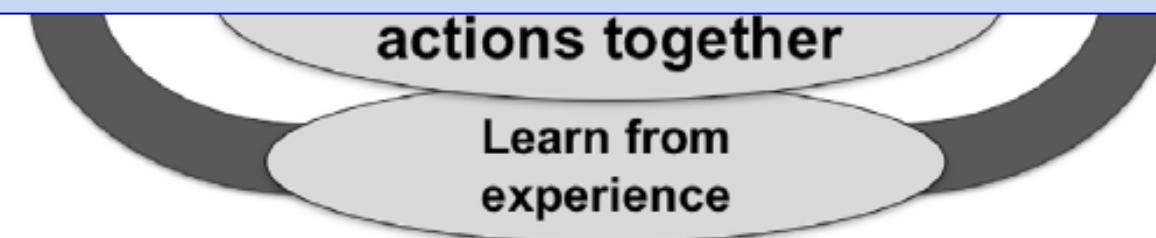
- Scientific integration (科学の統合)
 - Co-design & Co-production
of knowledge
(社会と科学者コミュニティの協働)
- for promoting science for society**

科学と社会の共創による問題解決

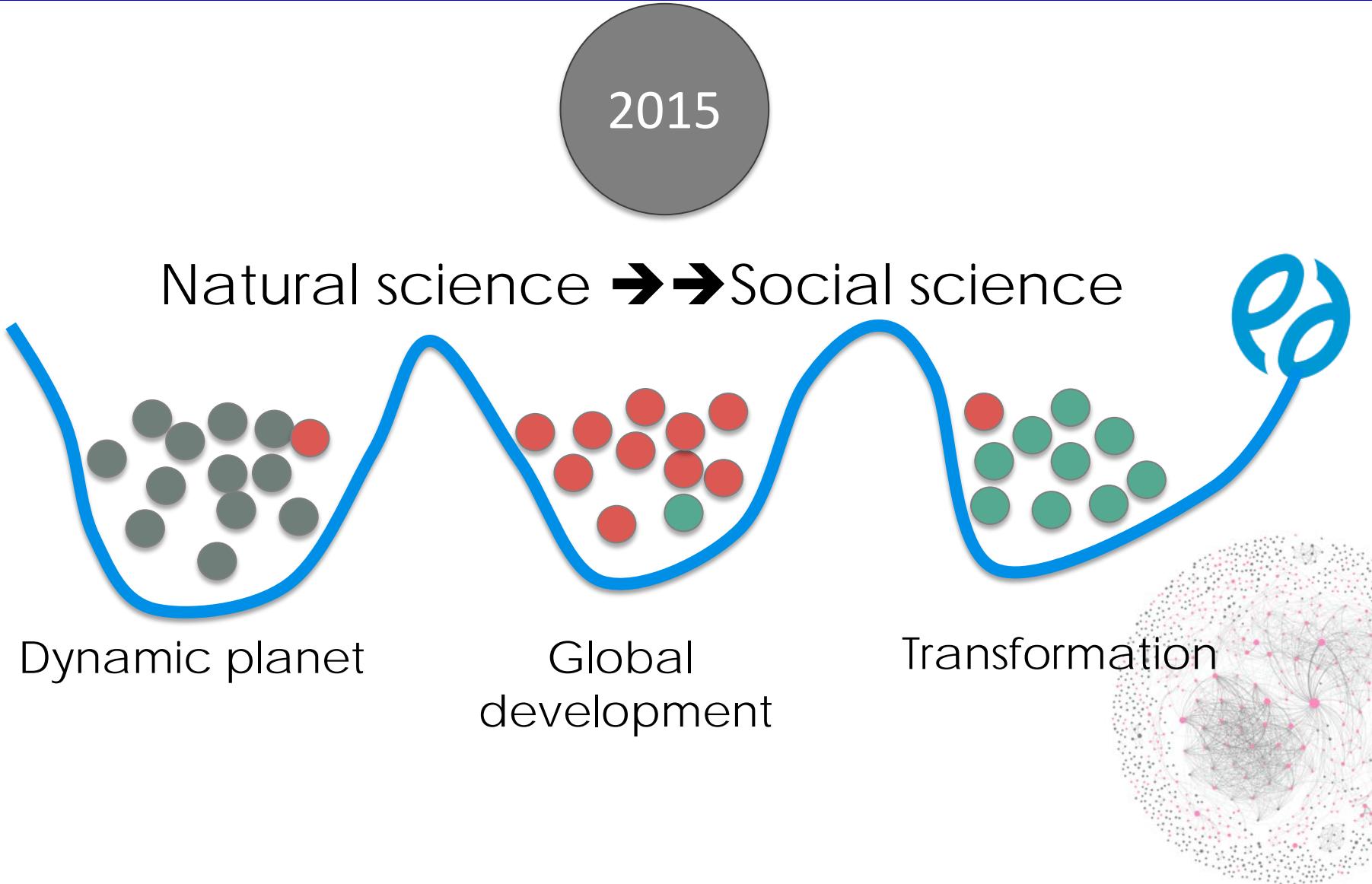
Solution through co-design & co-production



We have to move on
from “Science for Science”
to “Science for Society”



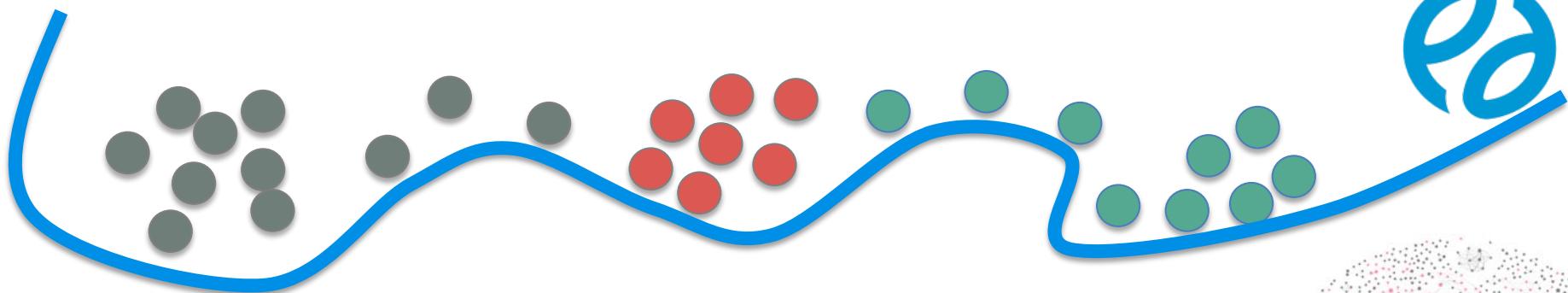
Future Earth は、さまざまな科学を統合・融合して
地球社会のための科学への転換を促進する



Future Earth は、さまざまな科学を統合・融合して
地球社会のための科学への転換を促進する

2020

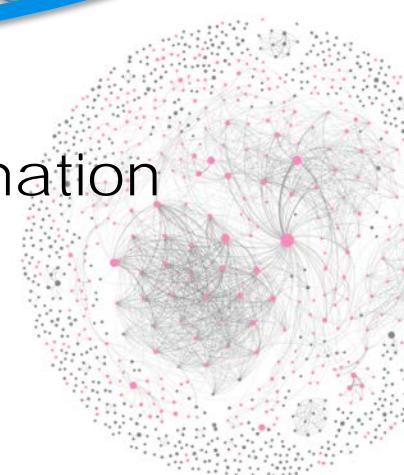
Natural science → Social science



Dynamic planet

Global
development

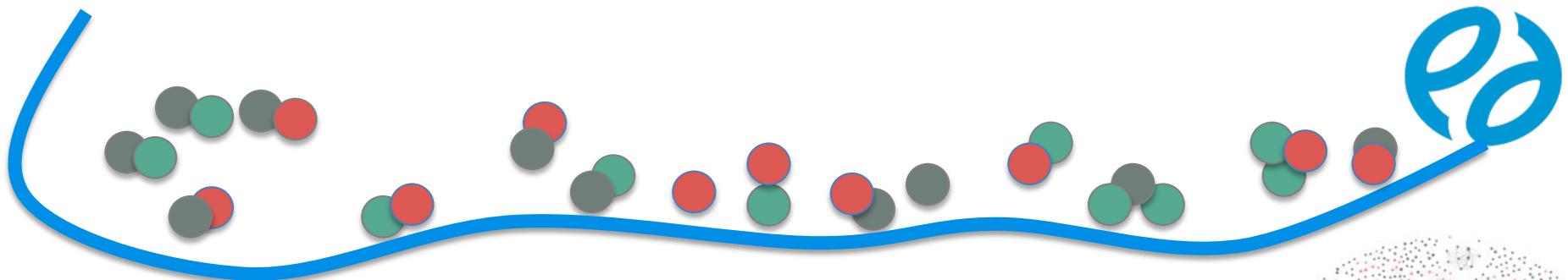
Transformation



Future Earth は、さまざまな科学を統合・融合して
地球社会のための科学への転換を促進する

2025

Natural science-Social science



New thinking, fresh perspectives, innovation
...next generation research co-designed, more transdisciplinary

**In other words, Future Earth is an initiative
for building up a new science for (or in) society !**

Future Earth のプロジェクト

Research Core Projects

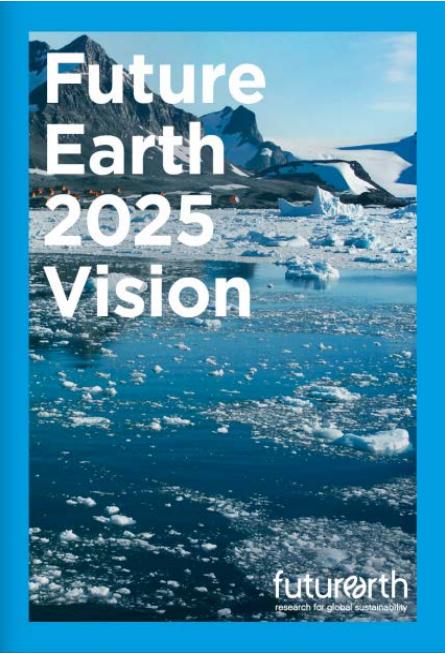
旧3プログラム(IHDP, DIVERSITAS, IGBP)からの移行を中心^に23

AIMES	eco SERVICES	GMBA	IMBER	PECS	SOLAS	LOICZ/ Future (Earth) Coast
bio DISCOVERY	ESG	GWSP	IRG		Arctic STAR	Exploring Nitrogen
bio GENESIS	GCP	IGAC	UGEC		MODELS (Earth System & Socio-economic)	Liveable URBAN Futures
CCAFS	GECHH	iHOPE	MAIRS		Seeds of a good Anthropocene	IPBES Science Support
eco HEALTH	GLP	iLEAPS	PAGES			Nexus Governance

Fast Track Initiatives

分野統合が特に求められたり、至急の実施が必要な新規プロジェクト

Arctic STAR	Exploring Nitrogen	Extreme Events	Global Bio-diversity
MODELS (Earth System & Socio-economic)	Liveable URBAN Futures	IPBES Science Support	Nexus Governance



8つの大きな課題 (eight challenges)

1. すべての人に水、エネルギー、食料を提供
2. 脱炭素化し、気候を安定化
3. 陸上・淡水・海洋資源を保護
4. 健全で生産的な都市を構築、災害に強いサービスとインフラを提供
5. 持続可能な農村開発を促進
6. 環境変化の下での人々の健康を保護
7. 公正で持続可能な消費と生産を促進
8. 社会的な回復力を高め、持続可能性への転換を促進できる制度を構築

さらに新たな知識共同体連携の場の構築へ

プロジェクト間のネットワーク化や新規萌芽的プロジェクトの支援、
Future Earth外の類似研究枠組みとの連携を担うプラットフォーム

Challenges	Themes	Dynamic Planet	Sustainable Development	Transformations to Sustainability
1. Water, food, energy for all 水・食・エネルギーの保障		Food and the nexus		
2. Decarbonise socioeconomic systems 低炭素社会化		Future Oceans		
3. Safeguard natural assets 自然資本の保全		Natural assets		
4. Build healthy, resilient cities 健康で強靭な都市をめざす		Future cities		
5. Sustainable rural futures 持続可能な農山漁村の維持		Future health		Transformations
6. Improve human health under GEC 地球環境変化の下での人類の健康				
7. Sustainable consumption and prod'n 持続可能な生産と消費システム				
8. Social resilience to future threats 将来の脅威に対する社会の弾力性				
SDGs				
Disaster risk reduction & sustainability 災害リスク軽減と持続可能社会				

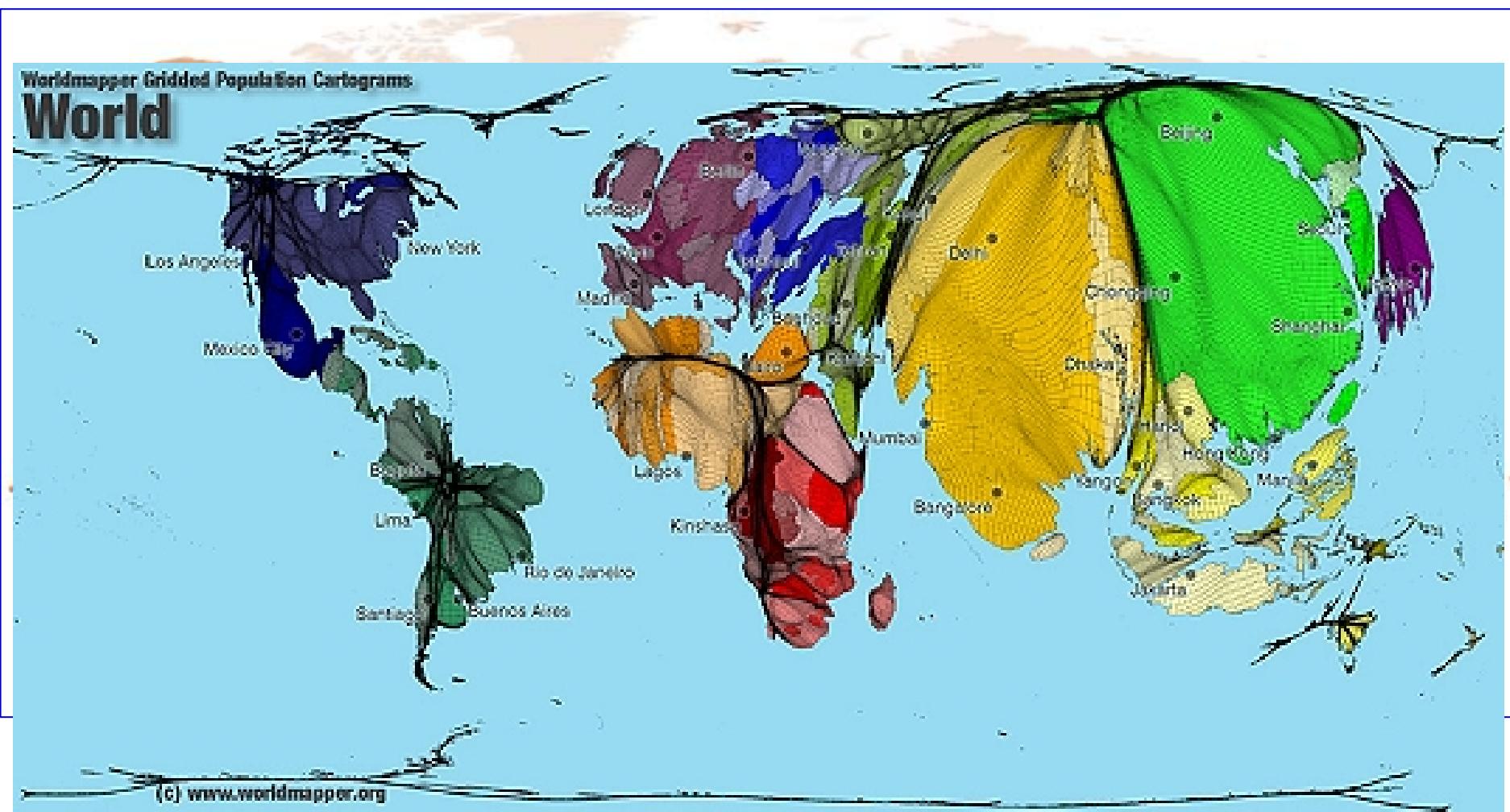


Importance of Future Earth in Asia

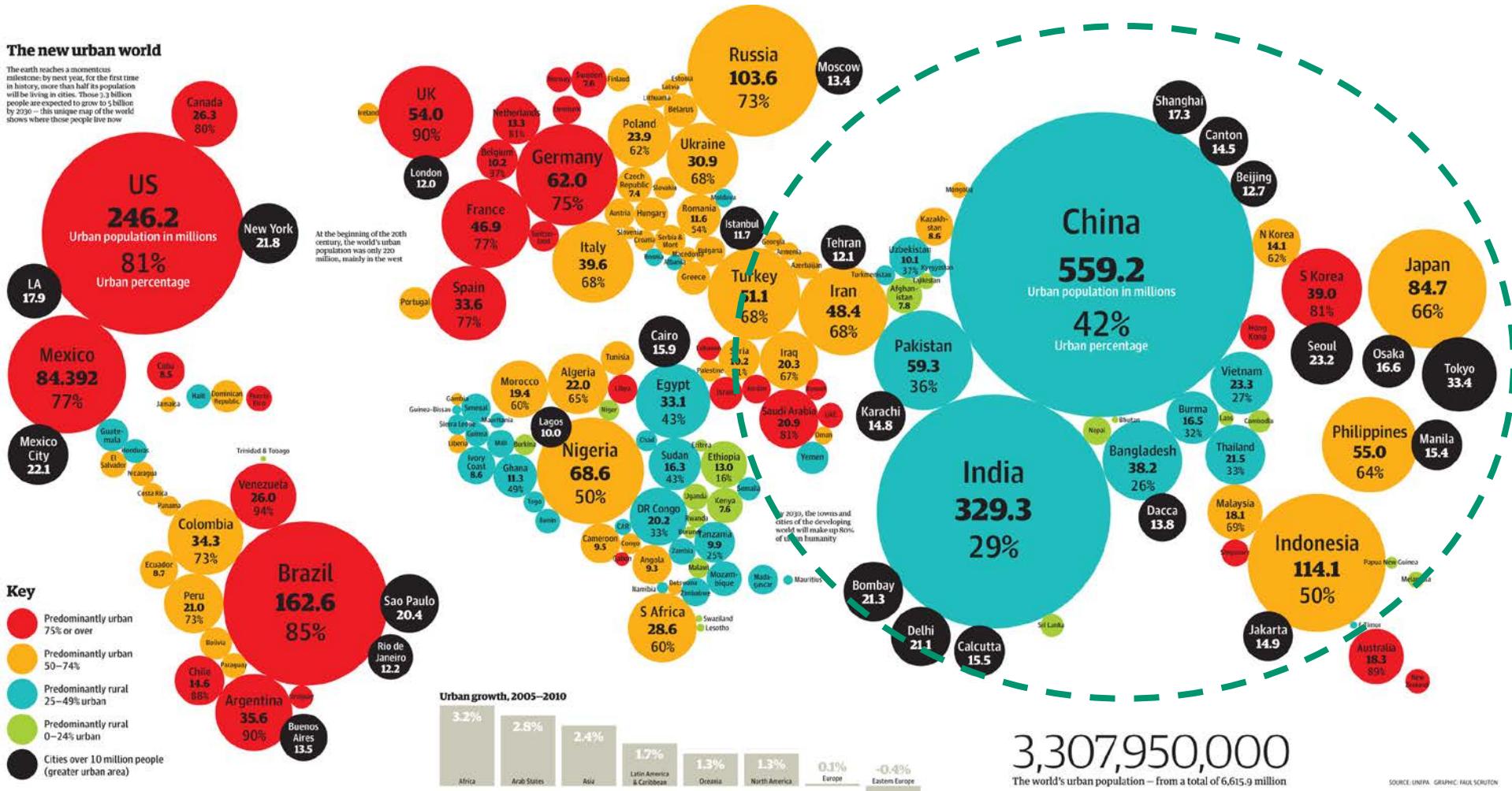
World Population

ensity.svg http://en.wikipedia.org/wiki/File:Countries_by_population_d

More than 60% of the world population live in Asia.



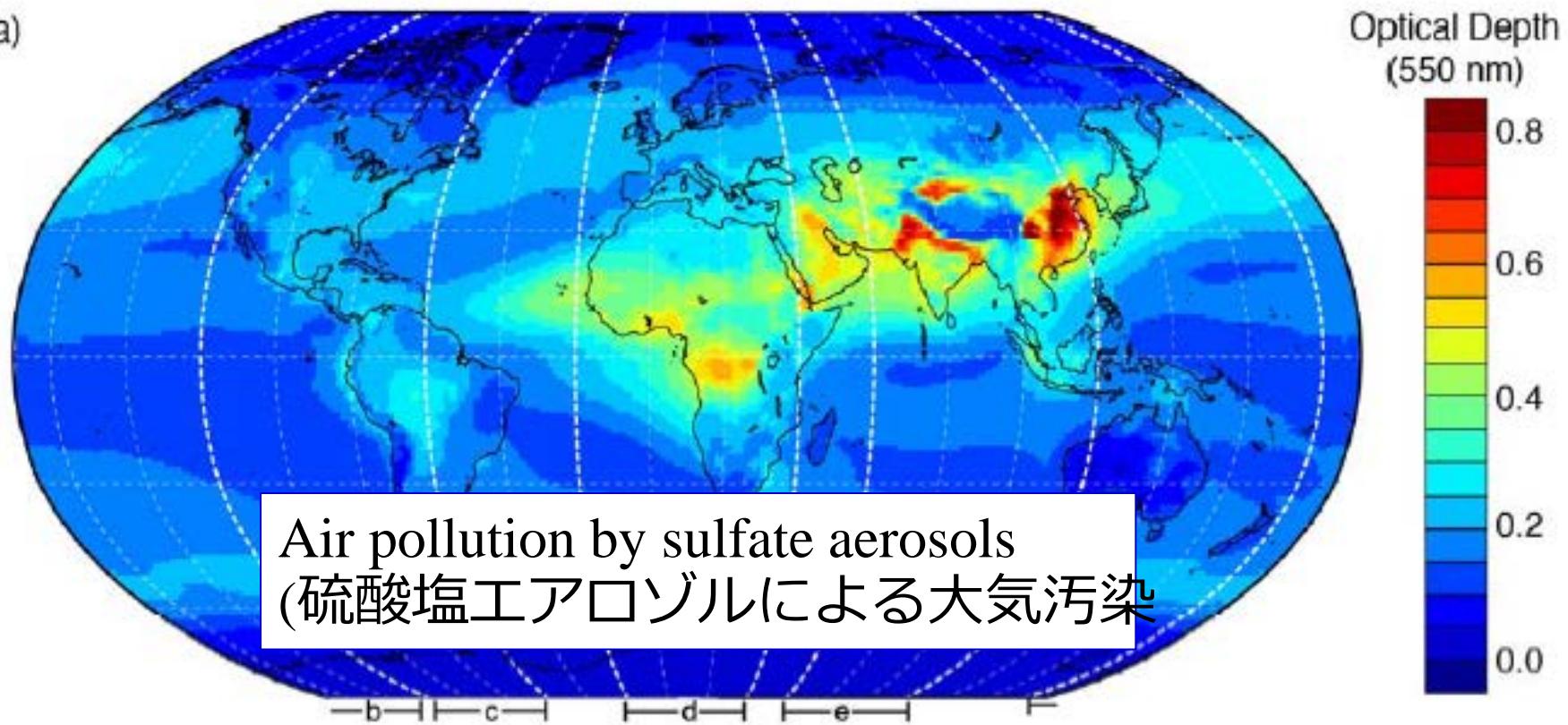
rate of urbanized population 世界の都市人口の割合



**Human impact on the environment
in the Asian region
has become enormous
in the recent several decades**

Optical thickness by aerosols (2003-2010) (IPCC, 2013)

(a)

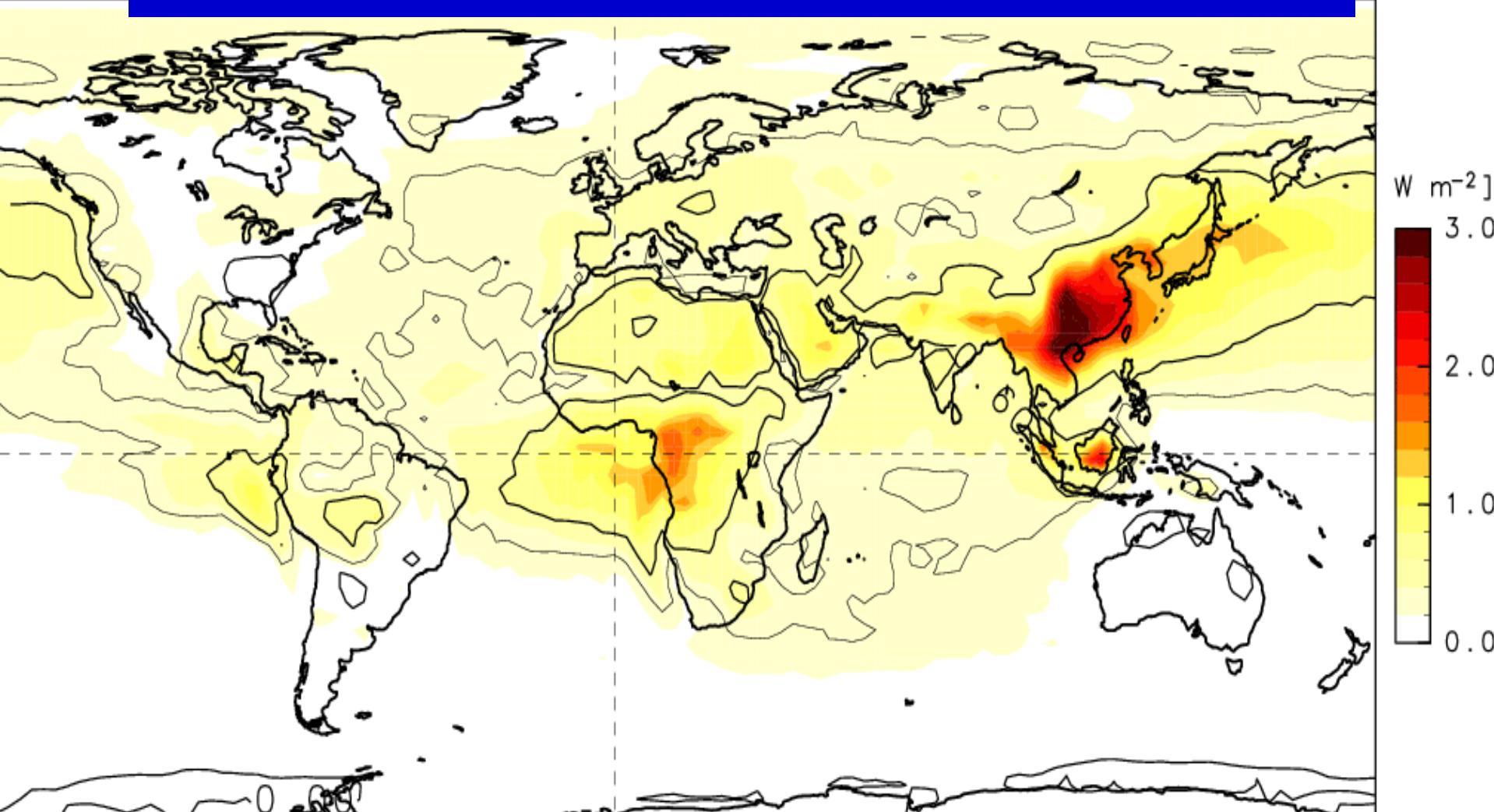


Asia is one of the major emission areas
of Air and water pollutants

Figure 7.14: a) Spatial distribution of the 550 nm aerosol optical depth (AOD, unitless) from the ECMWF Integrated Forecast System model with assimilation of MODIS aerosol optical depth (Benedetti et al., 2009; Morcrette et al., 2009) averaged over the period 2003–2010.

ect

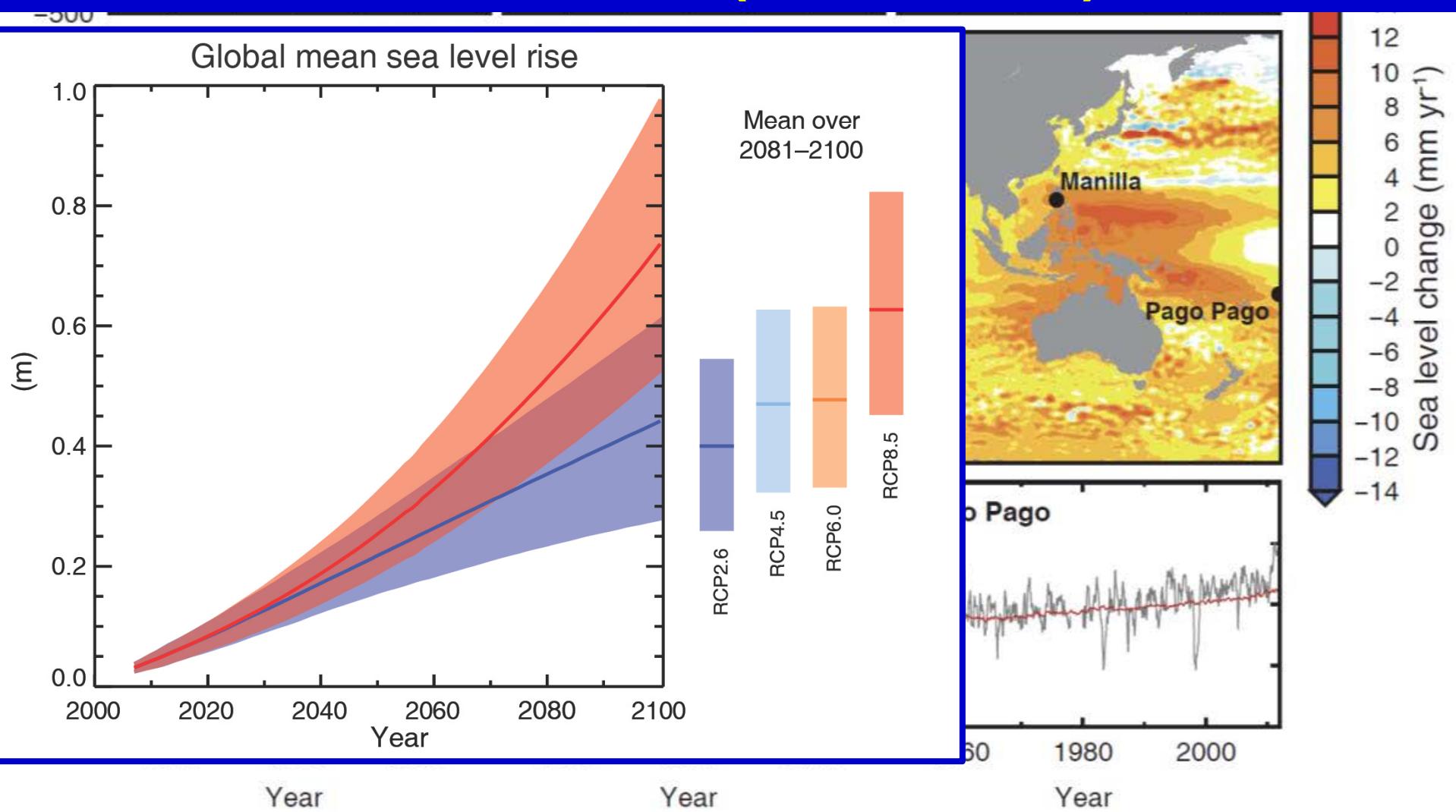
Black Carbon (direct radiative forcing)



**Asia is one of the major emission areas
of Air and water pollutants**

**Impact of GHG increase
on hydro-climate and water cycle
is becoming serious over the whole
globe, particularly in Asia-Pacific
region**

Sea level change due to global warming Since 1900 (IPCC, 2013)



Change of population exposure to inundation due to sea-level rise (current vs. in 2050)

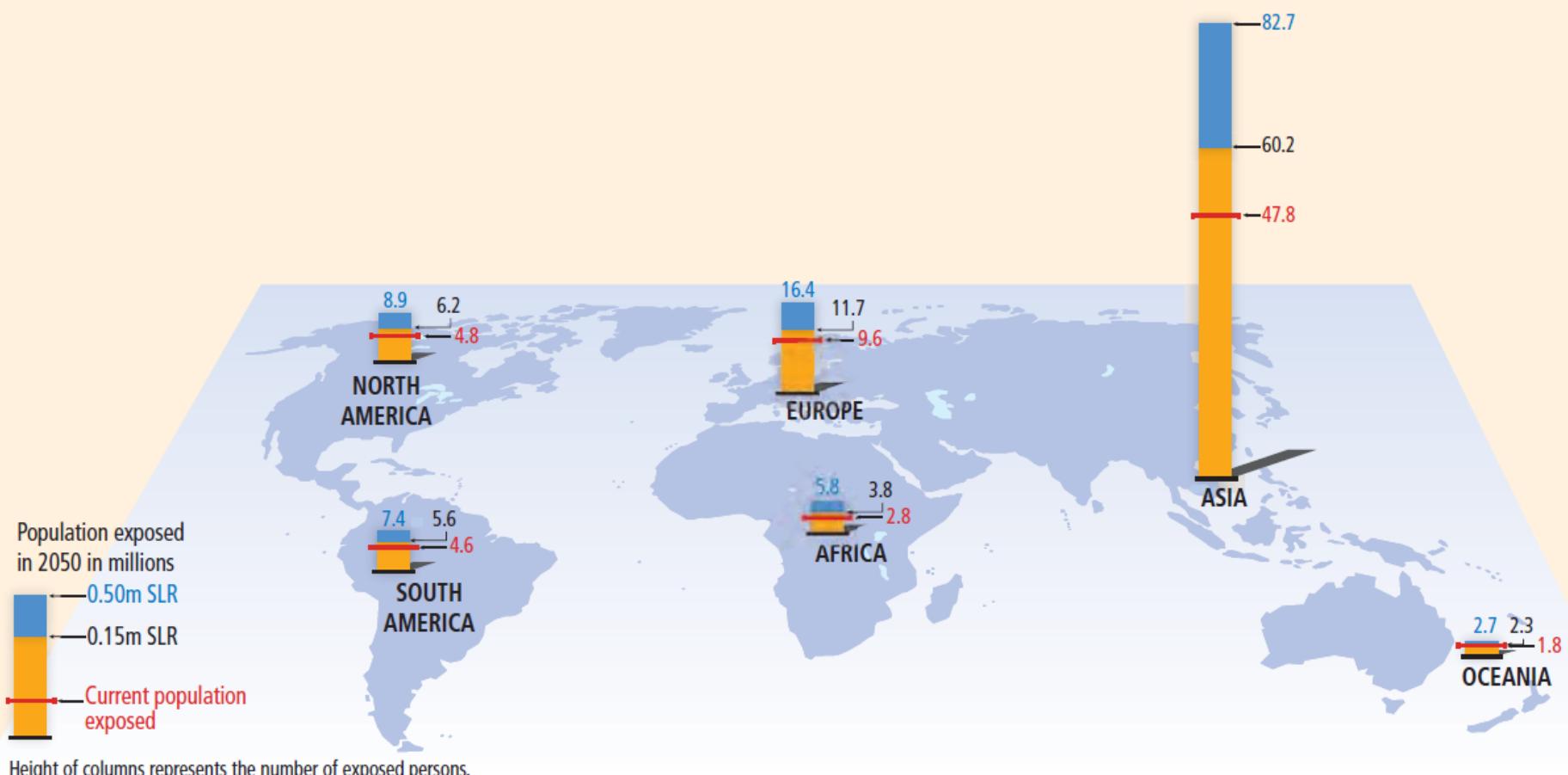
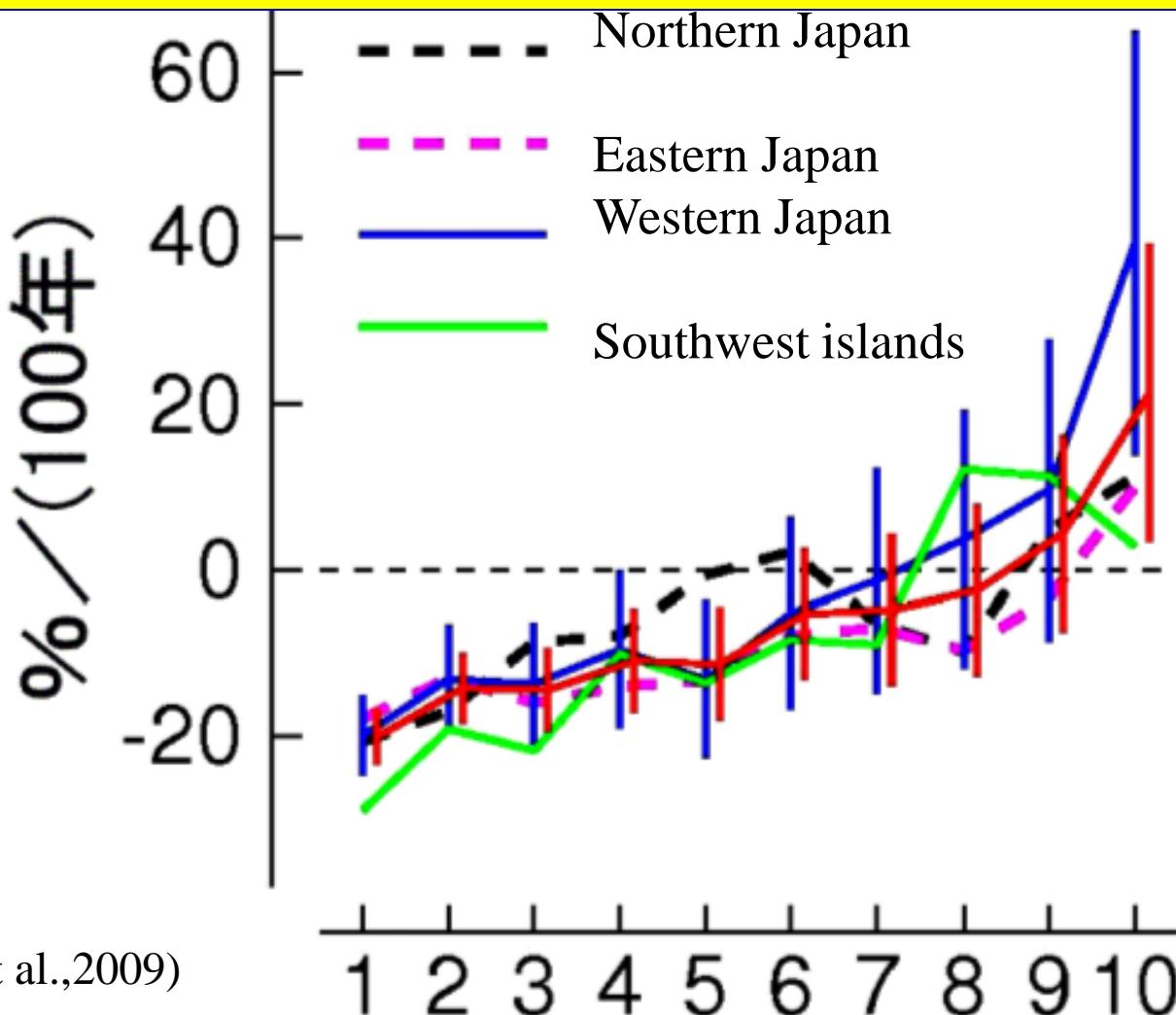


Figure 4-5 | For low-elevation coastal areas, current and future (2050) population exposure to inundation in the case of the 1-in-100-year extreme storm for sea level rise of 0.15 m and for sea level rise of 0.50 m due to the partial melting of the Greenland and West Antarctic Ice Sheets. Data from Lenton et al., 2009.

アジア地域全体で豪雨の頻度が増加している

Trend values of rate-classified (1 to 10) rainfall amounts
in the past 100 years in 4 regions of Japan

Strong rain(8,9,10) show increasing trends, but weak rain (1-5)
Show decreasing trends.



(Fujibe et al., 2009)

Change of population exposure to floods (in 1970 & 2030)

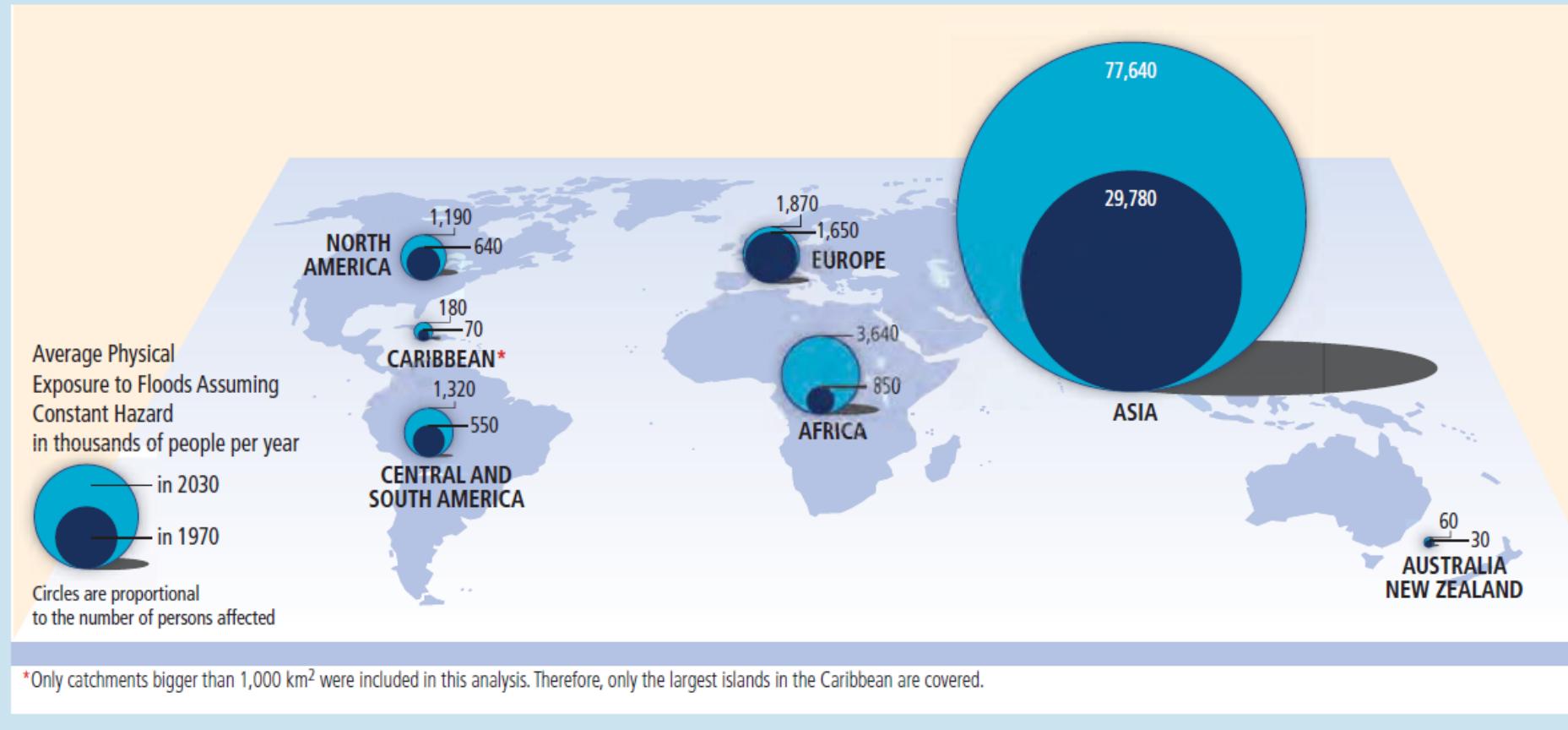
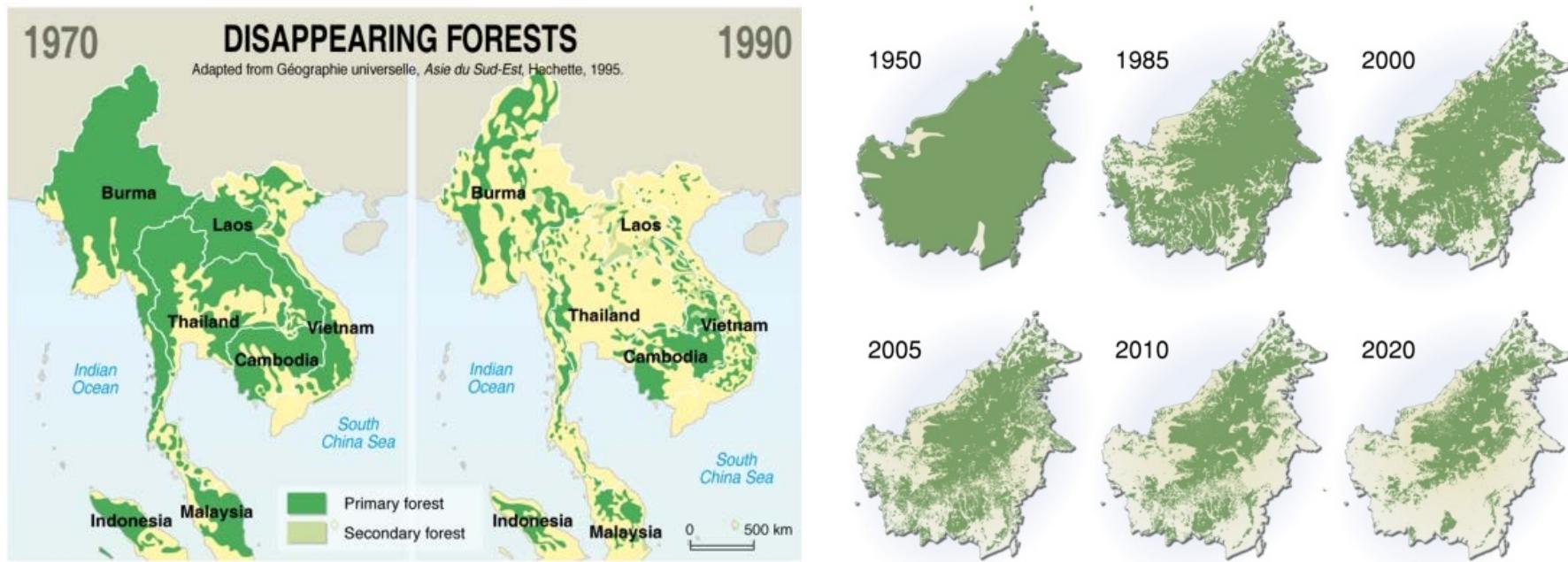


Figure 4-2 | Average physical exposure to floods assuming constant hazard (in thousands of people per year). Data from Peduzzi et al., 2011.

Rapid Forest loss in South East Asia



Asia is experiencing significant transformation of terrestrial and aquatic ecosystems. Most extensively, forest disruption and conversion continues in developing countries, particularly in the tropics in the late 20th century, causing big biodiversity loss and regional hydro-climate change.

The Asian Challenge

- (アジアに集中する自然災害)

This region is located in the midst of monsoon climate and the huge tectonic zone. These natural conditions cause high frequency of natural disasters, which are being enhanced by human-induced climate change.

- (集中する人口と急激な経済活動が引き起こす課題)

The region as a whole is characterized by rapid population and economic growth and urbanization, great disparities of wealth both within and between countries, and social and ecological vulnerability to the potential impacts of climate change.

- (人間活動による気候・環境影響のホットスポット地域)

Associated with this rapid population & economic growth, this region has become a huge hot-spot of GHG increase, air and water pollutions, affecting regional to global climate change.

**Without sustainable society
in Asia, global sustainable society
will not be achieved.**

Needs for International and multi-national collaboration in Asia

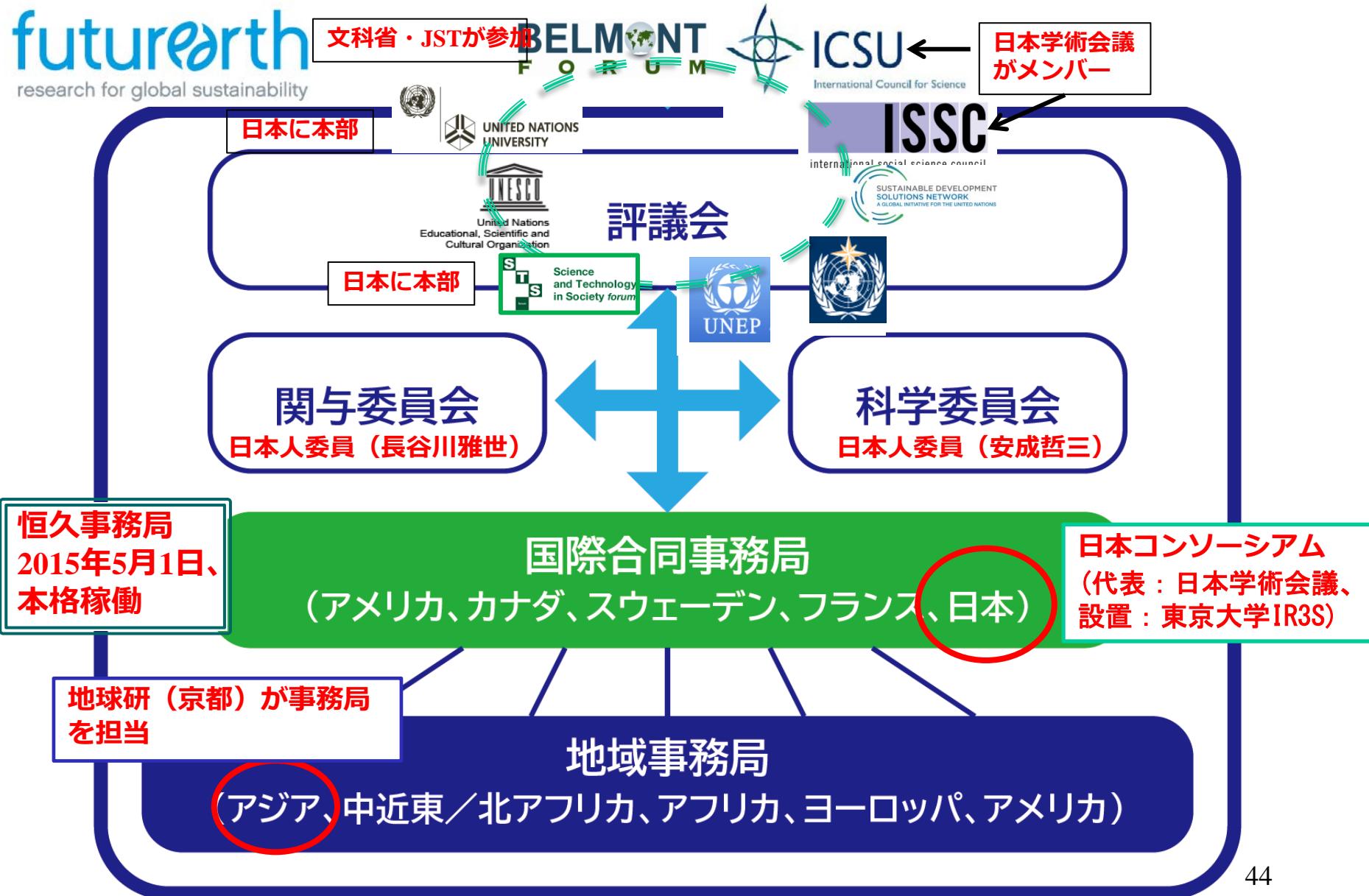
- To promote sustainability studies, innovative funding sources and institutional support mechanisms need to be established by national science foundations, relevant government agencies, and multi-national & international actors and institutions.
- The complexity of sustainability issues in Asia requires visionary political and scientific leadership and high level of exchange and coordination between different epistemic communities in the region.
- The role of Future Earth in Asia (Future Asia) is critically important to develop sustainable future society in Asia.

⇒The FE Asian regional committee has been established with the Asian regional centre at RIHN.

Role & Contribution of Japan for Future Earth

Future Earthにおける日本の取組と貢献

Future Earthの運営体制と日本の関与



国際本部事務局支援のための日本コンソーシアム

Japan Consortium for the International secretariat

日本学術会議
学研究所

国立環境研究所

イクレイ - 持続可能性をめざす自治体協議会日本事務所

科学技術振興機構 社会技術研究開発センター

北海道教育大学教育学部 京都大学Future Earth推進ユニット

東北大学大学院環境科学研究科 広島大学 茨城大学

東京大学国際高等研究所サステイナビリティ学連携研究機構

政策研究大学院大学 慶應大学政策・メディア研究科

名古屋大学大学院環境学研究科

九州大学大学院理学研究院・持続可能な社会のための決断科学センター

国連大学サステイナビリティ高等研究所
(現在)

総合地球環境

地球環境戦略研究機関

茨城大学

(2015.10

Inter-University Research Institute Corporation, National Institutes for the Humanities, Japan

Research Institute for Humanity and Nature



大学共同利用機関法人 人間文化研究機構
総合地球環境学研究所

Research Institute
for Humanity and Nature



Asian Regional Centre for Future Earth
Inter-disciplinary & trans-disciplinary research
for regional to global environment and sustainability
(futurability) of the human-nature interactive system

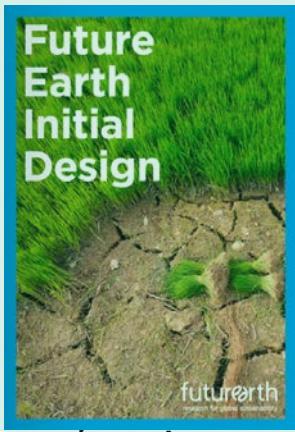
<http://www.chikyu.ac.jp/gec-jp/events/>

Future Earth : 日本としての戦略的研究課題

Strategic Research Agenda for Japan

国際的な SRAの選択過程

2012年6月
Rio +20で
設立決定



考え方
の提示

2013年11月

2014年11月



2025年まで
の目標

2014年12月



主たる
研究課題

日本学術会議FE国際委員会や関連する国内会議等での検討で提案されている（国際的なKANにも対応させるべき）いくつかの優先すべき具体的課題例。アジアにとって重要な課題も考慮している

- 地球システムのtipping points
- エネルギー・水・食料ネクサス
- 都市と農山漁村のあり方
- 生産・消費のあり方
- など

優先度の高い研究課題例（学術会議で議論中）

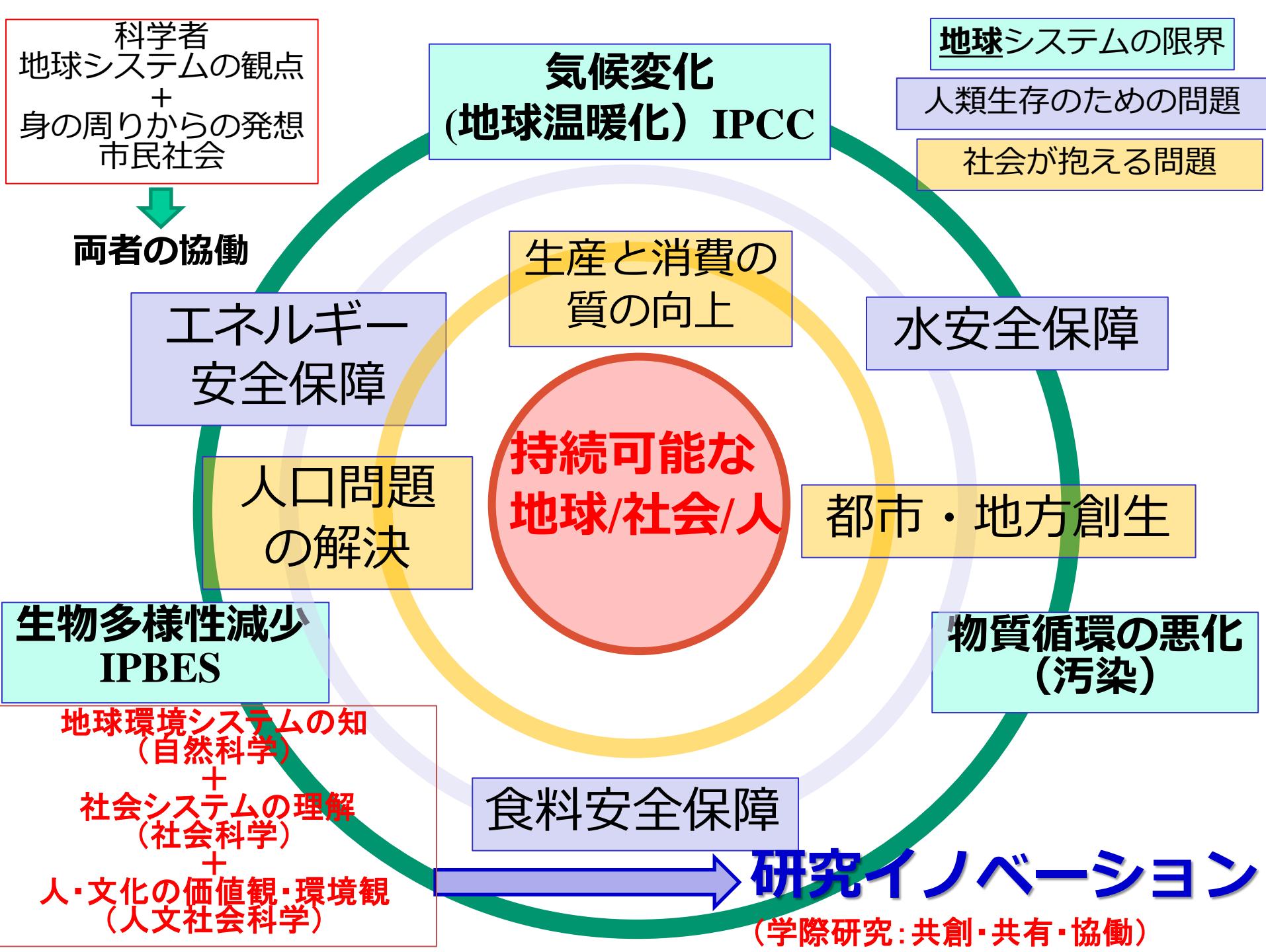
possible prioritized researches (being discussed at SCJ)

- **地球システムの変化特性(how the earth system will change?)**: 人類社会・生態系・気候系が絡み合った地球システム変化に、閾値とtipping pointsはあるのか？ あるとすればその予測可能性や3つのサブシステムの相互関連は？ 早期警報は可能か？ 閾値の検出や定量評価に影響するのは何か？ (DP課題)
- **都市と農山漁村のあり方(sustainable urban&rural system)** : 災害・環境リスクを抑え、地域からグローバルな持続可能性に資する生活圏の在り方は？ (GD課題)
- **食・水・エネルギー連関 (optimal linkage of food,water and energy nexus system)** : 増大する食・水・エネルギーの需要を、どう統合的に最適化すべきか？ また、それらの公平な利用はどうすべきか？ (GD課題)
- **消費・生産のあり方 (sustainable production & consumption patterns?)** : 多様な社会・経済システム下における持続可能な生産・消費パターンはどうあるべきか？ (TS課題)

Future Earthの研究は従来の研究とどこが違うのか

What are fundamental differences from the traditional science?

- 「研究」が社会のものになる (Science in/for society)
(例：エネルギー・水・食料ネクサスの安全保障戦略の立案と実施)
 - 研究の課題を社会のステークホルダーと共に設定することにより、研究は社会に共有される
 - 現実的な課題が設定されると同時に、ステークホルダーにもインセンティブと成果に責任を持つ意識が形成される
- 地球システムの理解と社会のニーズを調和させる研究になる
(synthesis of understanding of the earth system and needs from society)
(例：気候変動・生態系変化の包括的理解の都市・農村の人間活動への活用)
 - 大気、海洋、生物圏変化などの観測データやモデルを統合することによって、相互に連関したシステムとして理解
 - これらのシステムの理解を、エネルギー利用、経済活動など、社会科学的課題の追究にマッチするような学際・超学際プロセスを重視する
- 研究に社会的、政治的、規範的価値が付加され合意から行動へつながる
(to add social/political/normative values for transformation towards sustainable society)
(例：生産～消費・廃棄まで地球システムの持続可能性を高める市場づくり)
 - 国際援助・温暖化政策に地球課題適応を織り込む提言・根拠を提示
 - 国際法から国内法、地域のルールに至るまで、社会の「しくみ」の変革⁴⁹を提言
 - 研究プロセスの中で、人々の新たな環境観・行動観が形成される



Future Earth推進に必要な具体的なイノベーションの創出 important innovation for Future Earth

- 技術革新に加えて、社会的革新や価値観、環境観に関する学術的知見、さらには実務的知見を問題解決へ向けて総合し、制度の革新や市民、企業の行動力を引き出す科学研究イノベーション創出

参考：第3期科学技術基本計画におけるイノベーションの定義

「科学的発見や技術的発明を洞察力と融合し発展させ、新たな社会的価値や経済的価値を生み出す革新」

(科学者コミュニティでは)

- 自然科学関連分野間の連携だけではなく、人文社会科学分野との連携と協働が不可欠

(社会では)

- 省庁や国際機関の垣根を越えた行動の連携、協調が不可欠



- 科学者コミュニティ（自然科学・人文社会科学）と社会の間で、データ・情報を共有し、経験・考え方・理解を交換し、計画・実施・利用における協働を加速

⇒科学研究のあり方の転換

- ◎日本は、これまでの蓄積と歴史を踏まえ、特にアジアにおけるリーダーシップを果たす必要がある

Thank you very much !



Website: www.futureearth.org

Twitter: @FutureEarth

Future Earth 日本語小冊子のダウンロードは
http://www.chikyu.ac.jp/future_earth/download.html