

アジアにおける Future Earth の重要性 Importance of Future Earth in Asia

安成 哲三^{1*}
YASUNARI, Tetsuzo^{1*}

¹ 総合地球環境学研究所

¹ Research Institute for Humanity and Nature

世界の自然科学者の集まりである International Council for Scientific (ICSU:国際科学会議) と人文社会科学者の集まりである International Social Science Council (ISSC: 国際社会科学協議会) が中心となって、地球環境変化研究と持続可能な地球社会の構築をめざした Future Earth という新しい国際的な枠組みが動きつつある。1970年代から地球環境の危機がさまざまなかたちで指摘されてきたが、21世紀に入っても地球環境は決して良くなっているとはいえない。温室効果ガス増加の抑制に向けた国際的な取り組みを含む「地球温暖化」への対策など、進められている面もあるが、水資源、大気や水汚染問題、生態系の破壊など、地球環境全体としてはより深刻化しているといっても過言ではない。Future Earth は、地球環境変化を包括的に理解しつつ、持続可能な人類社会の構築に向けて、研究者だけでなく、社会全体として行動を提起していこうという枠組みである。本稿では、まだ端緒についたばかりの Future Earth の設立経緯と現在の動向を説明し、今後、日本として、どう Future Earth に対応していくべきか、とくに Future Earth のアジアにおける重要性を含め、私なりの提案も含めて紹介したい。

キーワード: Future Earth, アジア
Keywords: Future Earth, Asia

地球温暖化リスクのトレードオフと社会のリスク判断 Trade-offs in climate risks and societal risk decision

江守 正多^{1*}
EMORI, Seita^{1*}

¹ 国立環境研究所
¹ National Institute for Environmental Studies

国連気候変動枠組条約における国際交渉では、温暖化対策の長期目標として「産業化前を基準に世界の平均気温上昇を2℃以内に抑える観点から対策を行う必要がある」という認識が合意されている。昨年9月に発表されたIPCC第1作業部会の第5次評価報告書によれば、この目標を50%の可能性で達成するためには、人類が今から将来にわたって排出する二酸化炭素の総量を300 GtC程度に抑える必要がある。現在の世界の排出量は年間10 GtC程度であるので、仮に現在の排出量が毎年続くとした場合で、わずか30年でこの制限に達してしまう。「2℃以内」の目標を本気で目指すのであれば、世界の二酸化炭素排出量をできるだけ速やかに減少に転じさせ、今世紀末を目途にゼロに近づけていかねばならない。

温暖化の影響についても対策についても多くの研究があるが、それらの全体像には大きな不確実性がある。世界平均気温で「2℃」を超える温暖化が人間社会や生態系にどんなリスクをもたらすかも、徹底的な排出削減対策が社会経済にどんなリスクをもたらすのかも、現時点で正確に把握できる人はいない。また、そのようなリスクの発現の仕方は国、地域、世代や様々な社会属性によって異なり、温暖化を放置したとしても、徹底的に対策をしたとしても、それぞれの場合で「得をする」人と「損をする」人が生じるだろう。さらに、温暖化の影響をどう捉えるかは単なる損得の問題ではなく、生態系や途上国や将来世代に押し付けられたリスクにどの程度心を痛めるかといった、人によって異なる価値判断が関わってくる。専門家が持つ専門知識を社会の価値判断と接続することにより、科学的な合理性が高いと同時に社会における納得感も高いような意思決定を導く作業を丁寧に行う必要があると考える。

熱帯泥炭地・低湿地におけるモニタリング-センシング-モデリングによるMRVシステム Integrated MRV system using Monitoring-Sensing-Modeling in Tropical Peatland and Wet/lowland

大崎 満^{1*}; 広瀬 和世²
OSAKI, Mitsuru^{1*}; HIROSE, Kazuyo²

¹ 北海道大学大学院農学研究院, ² 財団法人宇宙システム開発利用推進機構
¹Research Faculty of Agriculture, Hokkaido University, ²Earth Remote Sensing Division, Japan Space Systems

地球上に残っている熱帯森林は、おもにアマゾン、中央アフリカ、東南アジアの泥炭地に多く、特に、カリマンタン、スマトラ、パプアニューギニアで顕著で、巨大な炭素集積庫となっている。また、東南アジアには低湿地生態が多く、食糧生産、住民の生活、気候変動への緩和策や適応策といった生産生態として極めて重要である。これら低湿地生態は、土壌が肥沃で自然との共生系が確立し、多くの人口を養うことができた。このようなシステムを、人-自然共生系、日本語ではサトヤマ生態系とよび、カンボジア、タイ、ミャンマー、インドネシア、マレーシア、フィリピン、バングラデッシュにみとめられる。このように、泥炭や低湿地では、炭素蓄積系で国際的にも極めて重要な生態系である。UNFCCCのSBSTA38 やワークショップでは、泥炭、沿岸生態（マングローブ、珊瑚礁）、永久凍土を高密度炭素生態と呼び、重点研究を推奨している。

コペンハーゲンのCOP15で温暖化ガスの生態系からの放出評価するMRV（計測・報告・検証）のために、リモートセンシングと地上部モニタリングを統合することが求められた。JST-JICAのSATREPSプロジェクト「インドネシアの熱帯泥炭・森林における火災と炭素管理」において、コペンハーゲンのCOP15提言にそってMRVシステムを世界に先駆けて構築し、炭素量マッピングと炭素フラックスマッピングに成功し、生態炭素モデルとなっていくと期待される。

キーワード: サトヤマ生態, 計測・報告・検証, レッドプラス, 熱帯泥炭, 低湿地, 高密度炭素生態
Keywords: Satoyama Ecosystem, MRV, REDD+, Tropical peatland, Wet/low lands, High Carbon Reservoir Ecosystem

海洋生態系サービスの保全と持続可能な利用に関する国際ガバナンスの現状 Current state of international governance on conservation and sustainable use of marine ecosystem services

八木 信行^{1*}
YAGI, Nobuyuki^{1*}

¹ 東京大学大学院農学生命科学研究科
¹ Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo

海の恵み（すなわち海洋の生態系サービス）を国際社会が適切に管理し、最適利用することが国際的な課題となっている。実際、生物多様性条約（CBD）においてはEBSA（Ecologically or Biologically Significant Areas）に関する議論が、また国連食糧農業機関（FAO）においてもVME（vulnerable marine ecosystem）に関する議論がなされ、生物多様性の保全上重要度が高い海域の抽出などが進みつつある。これらは、既存の枠組みの中で法的拘束力を伴わない海域保全の枠組みを議論している性格であるが、加えて、公海域における生物多様性を保全と持続可能な利用を行うための国際条約を交渉するか否かに関して議論する作業部会が、国連で逐次開催されている。作業部会の正式名は「General Assembly Ad Hoc Open-ended Informal Working Group to study issues relating to the conservation and sustainable use of marine biological diversity beyond areas of national jurisdiction」であり、結論を第69回国連総会（2014年の冬）の終会までに出すこととされている。

しかしながら、これらの国際的な議論は、漁業操業を規制することだけに焦点が当たっており、海洋生態系や生態系サービスそのものを保全するとの視点が欠けている点が問題であると考えられる。ただし、生態系サービスを保全するために法的な管理を実施するとすれば、誰によるどのような活動を管理するか特定する必要があり、公海の場合は様々な人的活動（陸上期限のものも含めて）存在しているため、この特定作業が簡単ではないとの問題も生じる。むしろ法学的なコントロールよりも生態系への支払いといった経済的な手法を検討することが有効である可能性も考えられる。

キーワード: 生態系サービス, 国連海洋法条約, 生物多様性条約, 国連食糧農業機関
Keywords: Ecosystem services, UNCLOS, CBD, FAO, EBSA

持続可能な地球環境へ向けた国際共同研究の国内外でのプラットフォームの形成 Global and regional platforms for integrated environmental and sustainability studies

谷口 真人^{1*}
TANIGUCHI, Makoto^{1*}

¹ 総合地球環境学研究所

¹ Research Institute for Humanity and Nature

持続可能な地球環境に向けての国際共同研究イニシアティブである Future Earth は、国際科学会議 (ICSU)・国際社会科学会議 (ISSC) などの学術コミュニティと、IGFA や Belmont Forum などの研究資金提供団体、UNE, UNEP, UNESCO の国際機関等が様々なステークホルダーと協働し、地球環境を包括的に理解し、地球規模課題の解決に資する研究の総合的な推進を目指す国際協働研究の枠組みである。3つのテーマである (1) 地球のダイナミック変動、(2) 地球規模の開発と発展 (3) 持続可能な地球社会への転換 のもとに、2014 年から 10 年計画でスタートする Future Earth は、課題解決型の自然科学・社会科学・人文科学の枠を越えた統合的・学際的な研究であるとともに、利害関係者が協働で研究の立案・実行を行う事などを特徴とする。

我が国におけるこれまでの地球環境研究は、主に Global Environmental Change (GEC) の4つのプログラム WCRP, IGBP, DIVERSITAS, IHDP を中心に、地球環境変動の理解を進めてきた。Future Earth ではこれらの GEC 研究に、Sustainable Development Goals に関する研究を加え、トップダウンフレミングとボトムアッププロセッシングを基本に、さらに統合的に地球環境研究を進めようとしている。また Future Earth は、これまでのように研究の最後にその成果を社会に実装するのではなく、初期の段階からすべての利害関係者が問題点を共有し、その解決に向けての道すじを共に考え (co-design)、科学と社会との合意形成を繰り返しながら研究成果を共創し (co-produce)、その成果を社会へ共に送り出す (co-delivery) 新しい方法であり、グローバルとローカルをつなぐリージョナルでの解決策の模索や、若手の登用、学際研究を超えた統合研究等を中心概念においている。

現在、この Future Earth の国際オフィスや地域ハブといった Future Earth core projects を支える事務局体制と、core projects の在り方自体が議論されており、特にこれまで、地球環境に関する多くの研究実績のあるアジア地域においては、日本が Future Earth の地域ハブとしての役割を果たし、研究者を含むステークホルダー間のネットワークを構築し、Future Earth 関連の研究に必要な手法・データ・能力などを提供するプラットフォームの形成が期待されている。またこのプラットフォームとネットワークの下でのキャパシティービルディングや人材育成に関しても、これまでの環境教育や環境人材育成の枠を超えて、ステークホルダー間の knowledge transfer の観点から、より広い枠組み作りが必要とされる。本発表では、Future Earth の core projects とその推進体制のありかた、および国内外でのプラットフォームの形成等について議論する材料を提供する。

キーワード: 地球環境変化研究, 持続可能な地球環境, フューチャーアース, プラットフォーム, キャパシティービルディング
Keywords: global environmental change studies, global sustainability, future earth, platform, capacity building

東アジア縁辺海の持続可能性イニシャチブについて On Sustainability Initiative for Marginal Seas in East Asia

山形 俊男^{1*}; クルズルーデス²; ハッサン ノーディン³
YAMAGATA, Toshio^{1*}; CRUZ, Lourdes J.²; HASAN, Nordin M.³

¹ 海洋研究開発機構アプリケーションラボ, ² フィリッピン 学術会議, ³ 国際科学会議、アジア太平洋地域事務所
¹ Application Lab, JAMSTEC, ² National Research Council, the Philippines, ³ ICSU, Regional Office for Asia and the Pacific

The marginal seas of East Asia (MSEA hereafter) along the western Pacific, geologically as the interface between the Pacific Ocean and the Asian land mass, have islands spread from the Bering Sea down to the Indonesian seas consisting mainly of the Japanese, Philippine, and Indonesian Archipelagos. The MSEA is very important to international commerce and global security as linkage of heavily populated megacities with active societal, economical and industrial activities.

The MSEA is also the region of the highest marine biodiversity in the world, and its coral reefs and waters around atolls and small islands serve as the spawning ground and nursery of many marine species including tuna and other pelagic species that serve as very important food commodities in the Pacific islands, the Asia mainland and North America. To conserve the health of the MSEA under the pressure from the global change is of our urgent need. The region also lies along the path of destructive typhoons that originate in the western North Pacific and affect the Philippines, Vietnam, Hong Kong, China, Korea, and Japan. It is known that the western North Pacific is one of the most active basins where about 26 typhoons are generated annually, majority of which enter the Philippine area. The latest typhoon, Haiyan, the strongest storm recorded at landfall and the deadliest Philippine typhoon causing storm surges ever recorded, impinged heavily on human life, food security, energy supply, health, wellbeing, and transportation and communication systems in addition to extreme destruction of property, the economy and the ecosystem of Central Philippines. The outpouring of support from the international community to help the Philippines rise out of the disaster is well appreciated particularly by the victims of typhoon Haiyan and its storm surges. Many lessons now learned can be shared to minimize the impact, improve the resiliency of communities and to ensure protection of people against the anticipated increase in the number of future disasters due to global climate change. The cold phase of the Interdecadal Pacific Oscillation which brought the apparent hiatus of the global warming will eventually change and we expect a dramatic climate regime shift as observed in 1976.

In the spirit of the Future Earth initiative of ICSU, we are proposing a collaboration mechanism to share knowledge and expertise for better well-being among ICSU members around the MSEA to work for solutions of relevant problems in the region. While focusing on the maritime region, the researchers will aim to contribute to the attainment of the goals of Future Earth, namely: 1) to develop the knowledge for responding effectively to the risks and opportunities of global environmental change, and 2) to support transformation towards global sustainability in the coming decades. The main region of the proposed study will be the Exclusive Economic Zone beyond the territorial limit (generally 12 nautical miles from shore) in MSEA as well as international waters relevant to the sustainable use of common areas. The collaboration will involve joint researches and capacity building particularly of young scientist in developing countries. We had the brainstorming pre-scoping workshop for SIMSEA in February in Yokohama, of which purposes are:

1) To exchange information and knowledge on the existing discipline-oriented research programs on the marginal seas in Asia and the western Pacific for integrative sustainability research program involving natural, social, economic, engineering and technological sciences.

2) To discuss and co-design a collaborative interdisciplinary research program on the marginal seas of Asia and the western Pacific that meets the criteria of research toward global sustainability under the framework of Future Earth.

We will summarize the outcome of the pre-scoping meeting and envisage the future of SIMSEA in accord with Future Earth.

キーワード: 未来の地球, 縁辺海, 東アジア, 数十年スケールの太平洋振動, 地球変化, 気候変動

Keywords: Future Earth, Marginal Seas, East Asia, Interdecadal Pacific Oscillation, Global Change, Climate Variations

Future Earth の議論のプラットフォームとしての Digital Earth Digital Earth as a communication platform for Future Earth

福井 弘道^{1*}
FUKUI, Hiromichi^{1*}

¹ 中部大学中部高等学術研究所国際 GIS センター

¹ International Digital Earth Applied Science Research Center, Chubu Univ.

情報化社会の本質は、サイバースペースにおける意志決定が、リアルワールドに先導的な役割を果たすことにある。従って実物世界のメタファーとして、いかに情報が欠落することなくサイバースペースを構築して利用するかは重要な課題である。サイバースペースを、デジタル化された地理空間情報に基づいて構築することによって、実空間から仮想空間への正確な写像が可能になり、様々な自然現象や社会経済活動などを仮想空間上に可視化できる。また同時に、この仮想空間を共有している人間とコミュニケーションを行い、相互理解・協調作業の場を提供できることになる。地理空間情報を多解像度や多次元で高度に活用することによって、再構築されるサイバースペースのことを、「デジタルアース」と呼んでいる。デジタルアースは、地球上の様々な問題複合体の全体像に漸近することを可能とするツールである。本発表ではデジタルアースを、多様なステークホルダーが参加して進められる Future Earth 計画のプラットフォームとして開発・利用することを提案したい。

インターネットを利用して誰もが地球上の任意の場所を宇宙から眺め、地表の様々な情報を探索することを可能にする技術が三次元デジタルアース・ジオブラウザである。これをプラットフォームに、モデル解析やシミュレーションを行い、その結果を可視化して議論を行い、また専門家の利用だけでなく市民が参加して市民科学者としてコミュニティマッピングを行い、意思決定支援ツールとして利用するなど、多様な展開が試みられている。社会を構成している様々な人が多様なセンサによる観測データ、統計、SNS などのテキストデータ、ビッグデータを提供し合い、位置情報利用の利用が促進されるメカニズムが動き出し、社会の基盤的な道具として GIS やデジタルアースの利用が始まっている。

科学は本来、単一の真理を探究するものであるが、現実はその発展段階にあるので、異なる見解に至る科学的知識やその実証データが存在しているのが実態である。従って、現に存在する認識の相違が、いったい何に起因するのか、問題複合体の全体像を学術を統合して多次元の視点からエビデンスベースに確認する過程は重要である。さらに今日のように時代（社会・地球）が大きく変化している時に、人類社会の将来に向けた行動を決定するためには、多数決や代議制によるデモクラシーではなく、公開された科学的根拠や実証データ・情報の下で意見が変化することも前提にした「熟議（デリバレーション）によるデモクラシー（討議型民主主義）」が求められている。本稿ではデジタルアースを基に、社会と科学の双方向のコミュニケーションを活性化し、エビデンスベースドデリバレーション研究を推進することを検討する。

具体的にデジタルアースは、統計や地図、衛星画像、環境モニタリングデータなどから構成される空間情報基盤を双方向サービスするクラウド、SNS やニュースなどをクロールし集積、事象データ（イベント）を双方向サービスするクラウド、それらから提供される多様な情報をその精度や不確実性など品質に応じて可視化して表示する「多次元情報表示装置」を備えたインタラクティブなゲーミングシミュレーションルームなどで構成される。これを活用する、環境コミュニケーション・リスクコミュニケーション、防災・危機管理演習、地球環境変動と Future Earth の検討など多様な研究者のユースケースを公募し、それらの利用結果に基づく知見を蓄積、解析することで、システム・制度の標準化を行い社会に還元する共同研究の推進を提案したい。デジタルアースは、1) マルチユーザーが想定できる（広い情報アクセス・情報提供/投稿の機会の提供と多様な表現と可視化が可能）、2) マルチスケールである（汎地球な課題からローカルな課題まで、過去からリアルタイムそして将来まで、シームレスに移動が可能）、3) マルチテーマである（データ統合が可能で、現実社会の仮想空間での再現が可能である）、といった特色を有する。

デジタルアースは、自然科学、社会・人文科学等の多数の研究領域を統合するだけでなく、専門家と市民、市民間の相互作用を促す、科学コミュニケーション・プラットフォームとして認識されている。その利用に伴い、知的財産権やプライバシーなどの倫理的な課題といった、新しく挑戦的な課題も表面化してきた。さらに、デジタル・ネイティブとなる次世代の教育のための、デジタルアース教育課程も議論されなくてはならない。また、具体的なデジタルアースの整備構築と利用の推進にあたり、産官学が共同参加するテストベットの構築も求められる。

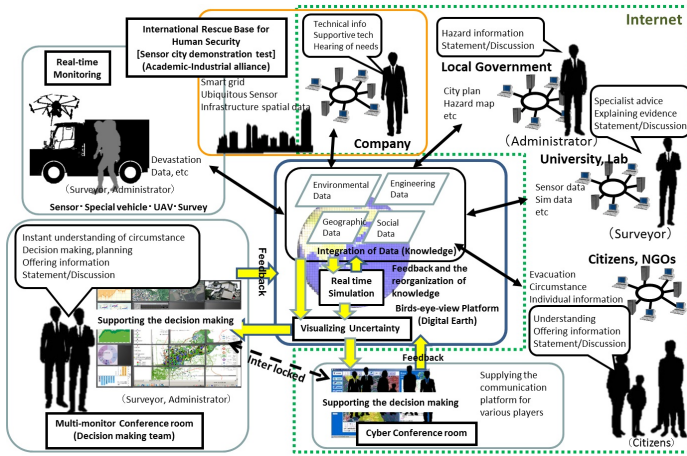
キーワード: デジタルアース, 地理情報システム, 市民科学, データジャーナリズム, 持続可能な開発のための教育 (ESD), Future Earth

Keywords: Digital Earth, Geographic Information System, Citizen Sciences, Data Journalism, Education for Sustainable Development, Future Earth

U07-07

会場:501

時間:5月1日 11:50-12:15



Future Earth と持続可能な開発目標 Future Earth and Sustainable Development Goals

蟹江 憲史^{1*}
KANIE, Norichika^{1*}

¹ 東京工業大学
¹Tokyo Institute of Technology

ミレニアム開発目標 (MDGs) が 2015 年に達成期限を迎える一方で、2012 年の国連持続可能な開発に関する会議 (リオ+20) において、全ての国を対象とした「持続可能な開発目標 (SDGs)」を策定し、ポスト 2015 年開発アジェンダに統合することが合意された。これは、MDGs に続く、いわゆる「ポスト MDGs」のあり方に関する議論をより複雑化する考えられている。ただでさえ議論の多い国際開発目標論議に、持続可能な開発という新たな視点を入れることになるからである。両者は一見親和性の高い課題とも考えられるが、実際には、「開発」と「環境」の実務・研究コミュニティ、そして行政区分は分割されており、両者の融合を現実のものとするには多くの困難が伴うと考えられる。

近年の多くの科学的知見は、地球許容量の限界 (Planetary Boundary) を指摘しており、既に気候変動、窒素循環、生物多様性等いくつかの分野ではその限界を超えているという知見もある (Rockstrom et al. 2009)。人類世 (Anthropocene) という概念は、地球は既に完新世 (Holocene) といわれる自然地質時代区分を超えて、地理生態学上において人間が中心的な役割を担うということをも提唱した。水不足、異常気象、食糧生産状況の悪化、生物多様性の損失、海面上昇等の新たな課題は、人間開発の基本条件を悪化するリスクを伴う。

こうした中、蟹江らの共同研究は、人類世という地球による資源環境制約が開発にとって無視できない時代における持続可能な開発を以下のように定義した。「今日及び将来世代の人類の繁栄を支える地球システムを保ちながら、今日の世代のニーズをみだすような開発」(Griggs et al 2013)。すなわち、すでにいくつかの領域で限界を超えている地球環境破壊の現状が、人類開発の状況の悪化を招いていることを勘案すると、持続可能な開発を経済、社会、環境の 3 つの対等な柱で構成されていると考えるヨハネスブルグサミット以来の考え方は限界に直面していると言わざるを得ない。21 世紀における持続可能な開発は、地球環境をその基本的な必要条件として、その上に経済や社会が成り立っているという重層的な考え方へと転換していく必要がある。従って、SDGs は一方で MDGs の根幹である貧困削減を追求し、他方で地球環境制約を考慮するという二つの基準を統合したものとなる必要がある。

こうした概念的複雑性は、SDGs の実現上も課題となる。SDGs を実現するには、いかにして科学的知見を政策実行の現実反映していくかという点で、新たな挑戦を伴う。たとえば、気候変動に関する気候変動枠組み条約や生物多様性に関する生物多様性条約といった国際枠組みと、SDGs との関係はどうなるのか、どのように住み分けを行うのか、既存機関と SDGs との関係はどうなるのか、といった課題がある。あるいは、モニタリングに関しても、貧困人口などのこれまで MDGs でも行っていた方法に加え、SDGs には、例えば地球システム変化のモニタリング等も含まれることになる。地球システム変化に対応する人類社会の変化を促す起爆剤が SDGs だとすれば、SDGs の実行は非常に広範にわたり、また、大きな社会システムの変化を伴うものとなる可能性がある。

そうすると、実行可能性を確保するためにも、SDGs はその設定過程から、実行に関与することが想定される政策担当者やステークホルダーと協働することが効果的である。いわゆる協働企画 (co-design) である。そこからはじめ、協働生産 (co-production)、協働提供 (co-delivery) を実行することが、SDGs 成功の鍵となるといえよう。こうしたトランスディシプリナリーな研究は Future Earth が推進しようとする研究形態の一つであるが、その格好の先進事例となる潜在性を持っているのが SDGs であるといえよう。

キーワード: Future Earth, 持続可能な開発, 持続可能な開発目標, ポスト 2015 開発アジェンダ, ガバナンス
Keywords: Future Earth, Sustainable Development, Sustainable Development Goals, Post 2015 Development Agenda, Governance

How will Humanity Survive and Flourish on Future Planet Earth? How will Humanity Survive and Flourish on Future Planet Earth?

De Mulder Eduardo^{1*}
DE MULDER, Eduardo^{1*}

¹Earth Science Matters Foundation
¹Earth Science Matters Foundation

In the past half century the world has changed in an unprecedented way. For the first time ever humans observed their planet from outer space. Our species also has become a geologic factor while beginning to interfere with natural forces in the Earth to a scale which can no longer be ignored. These caused geographic modifications at the Earth's surface and geographic maps begin to show more and more distinct human imprints. Simultaneously, our knowledge about the Earth has increased to a level that the Earth crust's anatomy and composition is increasingly known and that we begin to understand how our planet works. Knowing the basic principles of the Earth processes paves the way to forward modelling and more and more accurately predicting the impacts of human interaction with planet Earth. That, in turn, provides tools to anticipate on both assets and threats for an increasingly large and complex human population. As long as we remain dependent on our home planet societies should benefit more from such rapidly increasing knowledge to balance development with the Earth's bearing capacity. Here, we describe recent progress in our knowledge of the Earth and some trends in human development. In combination, these may point to knowledge-based options on how human societies may cope with potentials and limitations posed by planet Earth in view with the ambitions expressed by the Future Earth science initiative.

Planet Earth by itself is not in danger and humans will never threaten its existence for another 5 billion years. But human activities will continue and possibly aggravate impacting the biosphere, the hydrosphere, and to a lesser degree, also the geosphere. Dimensions of such changes will be determined by physical factors in the first place but ability of human societies to cope with such changes also depends on cultural diversity.

Five global trends in human development are discussed: population, urbanisation, living standard, environmental awareness and science & technology. Together these trends point to a growing need for physical space to accommodate future human ambitions. Science and technology trends demonstrate accelerating potential abilities of human society to address such needs. As we proceed in the Anthropocene the need to integrate humanity issues and the geosciences will further increase while reconfirming the growing relevance of the discipline of the Human Geosciences.

So far, the Earth sciences play a modest role in the Future Earth initiative. That is in sharp contrast with global ambitions to arrive at a Green Economy, as expressed in Rio+20, to be developed in balance with the Earth's bearing capacities. Recent progress in geoscientific and technological research demonstrate the potential of such development. This has been widely exposed during the International Year of Planet Earth (IYPE, 2007-2009). This global initiative was proclaimed by the UN and was particularly successful in its outreach programme. In turn, the IYPE served as a model for developing the International Year of Global Understanding, spearheaded by the IGU, and for the UN Year of the Soil (2015).

Human ingenuity spurred discovery of larger natural resources than ever before to drive our economies to unprecedented heights. Future Earth might mobilize the brain powers accumulated in the heads of 400,000 Earth scientists around the world towards a sustainable economy.

データ統合による科学の知の創出 Scientific Knowledge Creation Supported by Data Integration and Information Fusion

小池 俊雄^{1*}
KOIKE, Toshio^{1*}

¹ 東京大学工学系研究科
¹ School of Engineering, The University of Tokyo

仮説を表式化し、それを観測、測定して実証することによって事実に基づく知識を生み出す演繹的推論手法と、逆に事実に基づく知識の集まりから新たな仮説を生み出す帰納的推論手法とが、ループを描くことによって、膨大な事実に基づく知識が形成される。その中で、移転、共有が可能となった形式知が科学の知である。

人類の歴史の中で、科学の知は爆発的な増加を遂げた。その結果、形式知となる過程、すなわち移転、共有を実現する段階で、対象分野の細分化が進んだ。その結果、部分システムにおける科学の知は集積されても、それらが全体システムに反映されない、あるいは全体システムや他の部分システムの影響を当該部分システムに取り込めないために、分化した分野間にまたがる問題の本質的な解決につながらないという事態となっている。

地球環境に関わる様々な学問分野と情報科学技術分野が連携して、地球観測データや数値モデル、社会経済データを効果的に統合し、情報を融合するデータ・情報基盤を構築し、その基盤上でさまざまな地球科学分野が協働して地球環境問題を解決に導く科学の知を創造するための分野間連携 (inter-disciplinarity) の確立が望まれるところである。

顕在化している地球規模課題の解決はもとより、新しく直面する課題に対しても、早期に課題の全体像を的確に把握し、効果的な対応策を見出すための科学の知を創造するとともに、その適用によって問題を解決し、公共的利益を創出することが求められており、科学と社会との連携 (trans-disciplinarity) の実現が望まれている。その実現には、環境科学の諸分野と情報科学技術分野の協力によるデータ・情報基盤の構築が不可欠で、その国内外への展開が求められている。

「データ統合・解析システム (DIAS)」は、最先端の情報科学技術と地球環境に関わる様々な科学技術の連携によって、1) 分野を超えて共有できる知の創造、2) 世界で共有できる知の創造、3) 体感できるデータと情報の提供、これらを実現するための、地球観測データや数値モデル、社会経済データを効果的に統合し、情報を融合するデータインフラである。DIAS を基盤にさまざまな科学分野が協働して地球環境問題を解決に導く科学の知を創造するための分野間連携 (inter-disciplinarity) と科学コミュニティと社会との連携 (trans-disciplinarity) の確立への取り組みが始まっている。

キーワード: データ統合, 分野間連携, 科学と社会の連携
Keywords: Data Integration, inter-disciplinarity, trans-disciplinarity

地理空間データとフューチャーアース：デジタル標高モデルを例に Geospatial data and Future Earth: a case of digital elevation models

小口 高^{1*}
OGUCHI, Takashi^{1*}

¹ 東京大学・空間情報科学研究センター

¹ CSIS, Univ. Tokyo

フューチャーアースは1998年にアル・ゴアが提唱したデジタルアースの概念と関連する。デジタルアースは世界の多様な解像度の地理空間データを整備して広く公開し、全球～地域スケールの環境問題の解決に効率的に取り組める状況の国際的な普及を目的としていた。次いで関連する国際プロジェクトも始まったが、アル・ゴアの大統領選挙での敗北もあり、21世紀の活動は相対的に地味なものとなっている。ただしデジタルアースの概念の一部は、世界中で日々活用されるようになったグーグルアースやビングマップスのようなインターネットサービスとして具現化された。これらのサービスは、主に多様な解像度の地図、衛星画像、航空写真の閲覧を目的としている。一方、デジタルアースには、科学や文化などに関するより多様な地理空間データを提供する計画も含まれていた。このためのデータの整備と公開は、一般的な地図や画像に比べると進んでいない。しかし徐々には進んでおり、その動向を理解しつつ地理空間データを活用し、フューチャーアースの活動に取り入れていくことが重要である。本発表では地理空間データのうち、もっとも基本的なものの一つであるデジタル標高モデル (DEM) を取り上げ、解像度の異なる DEM の世界もしくは地域における整備状況と、フューチャーアースと関連する DEM の応用事例を紹介する。

キーワード: フューチャーアース, 地理空間データ, デジタル標高モデル, デジタルアース

Keywords: Future Earth, geospatial data, digital elevation model, Digital Earth

超高解像度地球環境予測による Future Earth 研究の推進 Promoting Studies under Future Earth supported by Super-High Resolution Simulations on the Global Environment

沖 大幹^{1*}
OKI, Taikan^{1*}

¹ 東京大学生産技術研究所

¹Institute of Industrial Science, The University of Tokyo

人間が地球システムの一部であり、現在は人間活動が地球環境を変えつつある Anthropocene(人類世)に入っているという認識は一般的となったが、それはいつ頃からどのように展開してきたのであろうか。人口の増大や経済発展、都市化の進展が資源消費やいわゆる温室効果ガスの増大、土地被覆・土地利用の変化を通じて気候変動や資源枯渇、生態系サービスの劣化を招き、食料、水、エネルギーなどへの安定したアクセスへの障害や貧富の差の拡大、災害被害の甚大化をもたらして、結果としては健康で文化的な生活を阻害しつつあるとしても、世界各地の生態系、人間社会はどのように変化しつつあって、地域・地球環境とどのように相互作用しているのであろうか。

こうした問いに答えるには、産業革命以降現在までの 150 年と今後 150 年、あわせて 300 年にわたるいわば地球人間圏の大転換期を俯瞰し、日本、アジア、世界という領域を対象として、人間社会も含んだ地球環境の観測や現地調査、社会統計情報や地域・地球環境変化に関する歴史的資料の収集などによって人間社会環境変化のデータを集積し、時空間変動を統合的に解析・マッピングし、地球人間圏がどのように変動してきたのかをつまびらかに記述し、様々な地球人間圏要素間の相互作用環を解明する必要がある。

その基礎情報提供のため次のような超高解像度地球環境予測プロジェクトを提案する。対象は地球上の全大陸とし、最終的には 1km(30 秒) 格子でエネルギー、水、物質循環、炭素収支等を過去 150 年間、将来 150 年間にわたって推計し、人間活動に伴う社会変化、気候変動の影響を包括的に考慮しつつ、持続可能なエネルギーや食料、水などの資源、人間健康、生態系サービスのこれまでの変化や、今後懸念される問題点を超空間分解能で明らかにする。日本でも NICAM による世界で唯一の超高解像度気候予測、動的植生モデル SEIB-DGVM や人間活動も考慮できる陸面水文・水資源モデル H08/HiGW-MAT、氾濫を考慮した CaMa-Flood など先端的なモデル群、衛星による地球観測と地上観測を統合した DIAS、太陽光/風力などの潜在的発電容量推計モデル、社会経済モデル AIM/ALPSII や防災分野との連携などが揃っており実現可能性は高い。Future Earth に合わせて予備研究を開始し、早期の実現が期待される。

キーワード: フューチャーアース, オフラインシミュレーション, 超高解像度, 人新世

Keywords: future earth, offline simulation, super-high resolution, anthropocene

アジアの経済発展と地球環境の持続性 Asian Economic Development and Global Environmental Sustainability

杉原 薫^{1*}
SUGIHARA, Kaoru^{1*}

¹ 政策研究大学院大学
¹National Graduate Institute for Policy Studies

過去 20 年ほどのあいだに、成長アジアは、世界でもっとも多くの資源・エネルギーを輸入する地域になってしまった。いわゆる無資源国だけではなく、かつての資源国もほとんどが資源の輸入国に転じたからである。他方、東アジアでは、欧米を中心に発達した資本集約的・資源集約的な工業化がそのまま移植されたのではなく、比較的労働集約的で資源節約的な技術が発達してきたので、エネルギー集約度（GDP 1 単位を産出するためのエネルギー消費量）は低い傾向にあった。日本のエネルギー節約型技術は現在でも世界をリードする水準にある。こうして、東南アジア、南アジアを含む広域アジアは、いまや生産者としても消費者としても世界の資源・エネルギーの需給関係を規定する存在になりつつある。

言うまでもなく、モンスーンアジアは、ヒマラヤ山脈を焦点とする、地球最大の水・熱循環を作り出しており、そこに世界人口のほぼ半分が居住している。それは、熱帯・温帯といった区分を超える、文明と経済の大きなまとまりを歴史的に形成してきた。現在では、この地域が全面的に工業化・都市化しつつあり、そこでの資源・エネルギー利用が世界経済の動きを律しはじめているのである。

アジアの経済発展は地球環境の持続性にどのような影響を与えてきたのか。また、アジア地域が長期にわたって、固有の環境のなかで形成してきた経済発展径路は、それが地球環境全体に影響を及ぼし始めたとき、その将来をどのように規定するのであろうか。本報告では、この問題についての内外の歴史研究の成果を要約しつつ、現在の認識水準を共有したい。

なお、私は、現在日本学術会議「フューチャー・アースの推進に関する委員会」において、人文・社会科学がどのように貢献できるのかを考える立場にある。本連合の会員との交流をつうじて文理融合型研究の可能性を探ることができれば幸いである。

キーワード: アジア, 経済発展, 地球環境の持続性, 径路依存性

Keywords: Asia, economic development, global environmental sustainability, path dependency

Future Earth の視点から見た国際地学オリンピック International Earth Science Olympiad from the viewpoint of Future Earth

瀧上 豊^{1*}; 久田 健一郎²
TAKIGAMI, Yutaka^{1*}; HISADA, Ken-ichiro²

¹ 関東学園大学, ² 筑波大学生命環境科学研究科

¹Kanto Gakuen University, ²Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

Future Earth —持続的な地球を考えると、大切なことは地球全体を知ることと国際的な協力であろう。地球全体を知る学問は地学（地球科学）であり、その国際的な competition である国際地学オリンピックは Future Earth とどのような結びつきがあるのだろうか？ 本講演はその視点から国際地学オリンピックを眺めてみる。

国際地学オリンピック (IESO) とは高校生のための国際科学オリンピックの1つで 2007 年第 1 回韓国大会から 2008 年フィリピン、2009 年台湾、2010 年インドネシア、2011 年イタリア、2012 年アルゼンチン、2013 年インドと毎年開催されている。参加国数もはじめの 6 カ国程度から 20 カ国以上になり、2016 年には日本の三重県で開催予定である。

この地学オリンピック事業のなかで Future Earth と大きく関連しているものをあげてみたい。

1) 国際協力野外調査 (ITFI)

国際地学オリンピックの他の科学オリンピックとの大きな違いはこの ITFI にあると思う。これは 1 カ国 4 名の参加高校生がバラバラになり、各国混合で 5 – 6 名のチームを作り野外調査を行い、その結果をまとめてプレゼンする企画である。個人のメダル対象の企画ではないが、その作業は各国の生徒同士が英語で相談しながら進めていく。内容は地学の内容だけでなく、地域の生活との結びつきに関連した事柄がテーマになることもある。若者にとって、このような国際共同作業は将来 Future Earth を考えていく上で、貴重な体験になると予想できる。

2) 参加国の増加

日本の地学みたいに地球科学の全分野を学習している国は少ない。しかし、参加国が増加していく傾向は、将来の地球全体にわたる環境問題などを考える上で、各国が地球科学の重要性を理解していることが 1 つの理由と考えられる。

3) 国際大会の問題

国際大会の問題は地質・固体地球、気象・海洋、天文・惑星の 3 分野に分かれているが、複合問題の出題が、現在、検討されている。このことも Future Earth を考えるうえで、重要なことと考えられる。なお、2016 年の日本大会では、Future Earth を意識した、複合問題を積極的に出したいと、個人的には考えている。

4) 日本の状況

地学が主要な大学理系受験科目でないために、地学オリンピックの受験者の約半分は文系であり、女子生徒も約 30% いる。また、国際大会参加 OB は地球科学だけでなく法学部や文学部、医学部へも進学している。このことは将来あらゆる分野の人が Future Earth を考える下地を持っていることになる。理想的にはすべての高校生が地学オリンピックを受験してくれるのが望ましいことであるが、日本の高校地学の履修率は他の 3 つの理科科目に比べて少ないのが残念である。

このように、地学（地球科学）を学び、地学オリンピックに参加することは、人間を含む地球全体を考えていくことが必要である地球の未来 (Future Earth) にとって、とても重要なことだと考える。

キーワード: 地学オリンピック

Keywords: Earth Science Olympiad

持続可能な地球への教育ー国際地理オリンピック The education for sustainable earth - The International Geography Olympiad

井田 仁康^{1*}
IDA, Yoshiyasu^{1*}

¹ 筑波大学
¹University of Tsukuba

国際地理オリンピックでは、国際水準の地理をめざし、各国からの問題が収集され、作成される。これらの問題は、マルチメディア、記述、フィールドワークの3タイプに分けられるが、いずれも地理の基礎的な知識の上に、将来の社会、地球をみずえる力を育成しようとする問題が作成される。特に、フィールドワーク試験では、現地の自然現象、人びとの生活を直接見ることで、現状の理解だけでなく、将来を見る目を養おうとする。翻ってわが国の地理教育をみると、現状の理解にとどまり、自然と人間の関わりおよびその変化を通して、将来を見据えようとする観点が欠けている。実際に、子の宇佐一理オリンピックでは、日本チームは、フィールドワークテストの点が低い傾向にある。これは、わが国の地理教育でフィールドワークがなされていないという技術的なこともあるが、将来を見据えようとする教育がなされていないことが、その主要な要因であろう。わが国の地理教育においては、地理的な知識に基づいて、地理的な観点から、将来を見据えていこうとする学習内容が促進される必要がある。これにより培われる能力は、国際的な地理コンテストで優秀な成績をおさめるということを越えて、持続的地球への教育として必要不可欠なものとなろう。

キーワード: 持続可能な地球, 国際地理オリンピック, 地理教育, フィールドワーク, フューチャーアース
Keywords: sustainable earth, future earth, geography education, international geography olympiad, fieldwork

インド洋-太平洋における沿岸域を含む海洋生態系の持続可能な将来 Sustainable Future of Coastal and Marine Ecosystems in the Indo-Pacific Ocean

植松 光夫^{1*}
UEMATSU, Mitsuo^{1*}

¹ 東京大学大気海洋研究所

¹ Atmosphere and Ocean Research Institute, The University of Tokyo

The Indo-Pacific Ocean Region encompasses diverse coastal ecosystems, as represented by coral reefs, mangrove forests, sea-grass beds, and even deep basin over 4000 m deep. These diverse environments harbor the unique and extremely high biodiversity of the region, known as the major biodiversity hotspot in the world. However, the region is also under serious threat of environmental decline from various human impacts due, for example, to loads of pollutants from land and habitat destruction associated with resort development and fisheries. There are also concerns about negative impacts of global climate change associated with ocean acidification.

As one of Future Earth initiatives, we should establish future perspectives and needs for strengthening sustainable ocean environment and development. A project aims at further expanding the network of the scientific and socio-economic studies and education on the Indo-Pacific Ocean Region, through (1) research collaboration applying new approaches and methodologies such as satellite remote sensing, molecular genetic analyses, and high-precision analyses of biogeochemical parameters, (2) integrative, inter-disciplinary ecosystem researches, and (3) establishment of core of coastal marine science and socio-economy in each country and multilateral network. Through these activities the project aims at enhancing education of researchers who will play major roles not only in domestic but also in international activities on global issues.

As a practical matter that impeded harmonized implementation of the program, there will be a large gap among the member countries in their funding capabilities, resulting in the shortage of funding in some countries. This may be partly due to the differences in political priorities for basic environmental and/or socio-economic research among countries. There are also problems that the importance and practical application of basic research to urgent environmental issues have not effectively been reflected in the response of funding organizations, policy makers, and/or popular audience, despite our efforts to demonstrate and disseminate these issues in various occasions.

Keywords: Indo-Pacific Ocean region, marine ecosystem, coastal region, biodiversity, inter-disciplinary research, impacts of global climate change

持続可能な地球の未来への地球惑星科学的展望 Geoscientific Perspective for Sustainable Future Earth

氷見山 幸夫^{1*}
HIMIYAMA, Yukio^{1*}

¹ 北海道教育大学
¹ Hokkaido University of Education

現在世界は多くの深刻な地球環境問題を抱えており、また震災や異常気象災害などの自然災害の増加に苛まれている。ICSU(国際科学会議)とISSC(国際社会科学協議会)が主導するFuture Earth(地球の未来)計画による地球環境研究と災害・防災研究の大規模な再編成は、そのような深刻な状況の改善をめざすものである。Future Earthは世界の持続可能性を高めるための研究計画であり、地球環境と人間活動との関係や自然災害を含む地球表層に生起する諸事象を研究対象とする地球惑星科学にとって、それへの貢献は全人類の使命である。日本地球惑星科学連合は2005年秋の日本学術会議改変に呼応して発足し、その際に5つの大括りの分野別セクションを設定、その一つとして地球人間圏科学セクションを設けた。これは当時世界的に見ても画期的なことであったが、その後発生した東日本大震災に際して幾多の関連するシンポジウムの開催に関わるなど、その成果は遺憾なく発揮され、また自然科学と人文社会科学との連携を重視するFuture Earth計画の本格化が迫り、今またその真価が問われている。地球人間圏科学はこれまで学際的観点から地球人間圏の自然科学的・人文社会科学的諸事象を研究し、様々な地球環境問題や災害の軽減に取り組んできた実績を活かし、地球惑星科学コミュニティのFuture Earthへの取り組みをけん引することができる。発表では、地球人間圏科学を含む地球惑星科学におけるこれまでの関連研究の成果を踏まえ、地球環境問題と災害の軽減に向け、地球惑星科学コミュニティの果すべき役割とその具体化への行程などを論ずる。

キーワード: 地球惑星科学, フューチャーアース, 地球環境問題, 持続可能性, 地球人間圏科学
Keywords: geoscience, Future Earth, global environmental problem, human geoscience, sustainability