

Future Earth—その科学と社会における意義について
Future Earth - its implication in science and society

*安成 哲三¹

*Tetsuzo Yasunari¹

1.総合地球環境学研究所

1. Research Institute for Humanity and Nature

Future Earth は、地球環境科学の学際的統合を進めるプログラムとして出発したが、特に地球環境問題の解明だけでなく、解決をめざすために、研究を立案する段階から研究成果の普及と活用を含めて、社会の関係するステークホルダーとの協働を進めるというスタイル、即ち超学際的(transdisciplinary)な研究として進めることをその柱としている。このことは、科学者コミュニティだけによる科学研究ではなく、まさに社会における、あるいは社会のための科学として、地球環境科学を再編成し、統合することをめざしている。その意味で、18~19世紀以降続いてきた個別専門分野(discipline)の中だけで発展してきた近代科学を、新たなかたちの科学にしていく、ひとつの科学運動と位置づけることができる。このようなFuture Earthを進めるにあたり、どのような課題群があり、それらをどう解決しながら進めていくべきか。この発表では、これらの問題についての問題提起と議論を行いたい。

キーワード：フューチャー・アース、地球、持続可能性、地球環境問題、学際・超学際研究

Keywords: Future Earth, Earth, Sustainability, global environmental issues, interdisciplinary and transdisciplinary research

Knowledge for our transformation to a sustainable “Future Earth”

*Thorsten Kiefer¹

1.Future Earth, CNRS-UPMC, Paris, France

Unsustainable ways human development over the last decades have generated large environmental footprints and have led to critical degradation of many aspects of our livelihood and wellbeing, including such basics as clear air, water, food and health. The concepts of planetary boundaries and of socially required standards illustrate that a fundamental transformation to global sustainability is required if we want to live and develop within the margins of a safe and just operating space. Scientific assessments, most prominently by the IPCC and IPBES, have been put in place to deliver regular global scientific updates. In addition, international policy targets have been agreed to such as the Sustainable Development Goals, the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction, the Aichi Biodiversity Targets and the Paris Agreement on Climate Change to provide international coordination and guidance on the desired trajectory of transformations. All these complex and interconnected processes require underpinning with research of international excellence, integrated across a wide range of disciplines, and focussed to identify and solve the most crucial questions, issues and problems along the path of our socioeconomic transformation towards sustainability.

The new international research coordination platform Future Earth aims to facilitate this kind of research and to integrate it with the above mentioned policy processes. The research is carried out in disciplinary Core Projects, short-term Fast-Track Initiatives, and longer-term Knowledge-Action Networks. All of these involve stakeholders of sustainability research in co-designing the research plans and co-producing the output to optimise the use in policy and decision processes. My presentation will feature first successful examples how research activities are set up and how results are generated that are of relevance to societal and policy processes. Areas that will be covered with examples include science on climate, ecology, marine, urban, health, governance, among others.

Keywords: Future Earth, Sustainability science, Science-policy dialogue

IYGU (国際地球理解年) はFuture Earth (いどのように貢献できるか?)

How can IYGU (International Year of Global Understanding) enrich Future Earth?

*氷見山 幸夫¹

*Yukio Himiyama¹

1.北海道教育大学名誉教授

1. Emeritus Professor, Hokkaido University of Education

世界の地球環境研究はFuture Earth計画の下で抜本的に再編成されつつある。地球の営みと地球表層に生起する地人関係や自然災害を含む諸事象を扱う地球惑星科学にとって、Future Earth 計画の中でやるべきことは多岐にわたる。ここではFuture EarthのパートナーであるIYGU (International Year of Global Understanding, 国際地球理解年) を通したFuture Earth への貢献を取り上げる。

IYGUはIGU (国際地理学連合) が提唱し、ICSU (国際科学会議)、ISSC (国際社会科学評議会)、CIPSH (国際哲学人文学会議) の支援を受けて実施される、2016年を中心年とした国際年である。その目的は、人々の身近な行動がどう地球規模の影響をもつかについての理解を深め、気候変化、大規模自然災害、食糧安全保障、大規模人口移動に関する軋轢などの深刻な地球規模の問題の解決に資することである。

ICSU前会長でノーベル賞受賞者でもあるユアン・ツェー・リー博士は、「持続可能な発展はグローバルな挑戦だが、それを実現するには、私たちは日々の暮しや消費行動、仕事などを見直す必要がある。気候変化に関する国際的な取り決めは上からの活動だが、IYGUは各人のローカルな行動がもつグローバルな意味を考え改善する、下からのチャレンジである。この上と下からの取組みは、人類が直面している未曾有の危機を私たちが克服する可能性を高める」と述べ、Future Earth を補完する活動として、IYGUに強い期待感を示している。

本発表では、IYGUの研究プロジェクト、教育プログラム、情報整備などの活動がその期待にどう応えることができるのかを、地球惑星科学の立場から考える。

キーワード：IYGU、フューチャー・アース、地球環境研究

Keywords: IYGU, Future Earth, global environmental research

Future Earth の国際動向と国際事務局日本ハブの役割

The Recent Development of Future Earth and the Roles of Its Japan Hub

*春日 文子¹

*Fumiko Kasuga¹

1.フューチャー・アース国際事務局日本ハブ

1.Future Earth Secretariat Japan Hub

Future Earthの国際動向ならびに国際事務局日本ハブの活動の状況について報告し、広く関係の研究者との討議により、今後の活動について示唆を受ける。

「永久凍土と文化」からみる、環境変動研究の協働

Collaboration for the study on environmental change in "Permafrost and Culture"

*飯島 慈裕¹、檜山 哲哉²、高倉 浩樹³

*Yoshihiro Iijima¹, Tetsuya Hiyama², Hiroki Takakura³

1.国立研究開発法人海洋研究開発機構・北極環境変動総合研究センター、2.名古屋大学・宇宙地球環境研究所、3.東北大学東北アジア研究センター

1.Institute of Arctic Climate and Environment Research, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, 2.Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, 3.Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University

地球温暖化の影響が最も早く現れるといわれる北極域と環北極域に位置する北東ユーラシアでは、1990年代から進む気温と永久凍土温度の上昇傾向に加え、降水量変動に起因する水循環の変調が多く確認されている。最近数十年間に進行している広域的な気候変化は、北方林と草原が混在する自然環境の安定性を脅かし、その中で牧畜や自然資源を利用している伝統的な生業に影響が出るとともに、サーモカルスト地盤沈下や斜面崩壊の頻発で都市地域や社会インフラの開発・維持においても問題が山積するなど、従来の知識で人々が対処できる能力を超えつつある。

このような問題意識をもとに、地球研の「温暖化するシベリアの自然と人」（シベリアプロジェクト）が2007～2013年度に実施された。そこでは、永久凍土－生態系－河川水文と繋がる自然環境変化が、春・夏洪水の頻発によるアラスやレナ河中州の草原を利用した牧畜用の干草採集に多大な被害を与え、河川周辺の集落の越年洪水によって移転を余儀なくされる実態が自然・社会科学の協働で生々しく明らかとなった。これらの成果の波及と、東シベリア地域に対する国際的な関心の高まりから、2014～2015年度には、国際永久凍土学会のAction Groupによる「永久凍土と文化（Permafrost and Culture: PaC）」が組織され、現地研究者やステークホルダーとの協働を念頭に、自然・社会科学両面からの議論が進められている。その論点は以下のようにまとめられる。自然科学的側面では、1)現在の永久凍土－生態系景観はいかに作られたか、2)現在生じつつある変化は何か、3)その主要な生物・物理的な変化過程は何か、である。社会科学的観点からは、4)人々は自然条件の中でどのように暮らしてきたか、5)現在はどのように自然環境を利用しているか、そして6)将来にわたって継続利用することはいかにして可能になるか、である。

本発表では、シベリアの地域研究における問題意識と研究プロセスの創出が、地球環境変動研究と対処の協働に向けた実効的なアプローチとなる可能性を提起したい。

キーワード：永久凍土、湿潤化、東シベリア

Keywords: Permafrost, wet climate, eastern Siberia

海洋の生物地球化学と生態系および持続的な利用を基盤とする新海洋像の創出
New Ocean Paradigm on its Biogeochemistry, Ecosystem and Sustainable Use

*古谷 研¹、津田 敦¹、齊藤 宏明¹

*Ken Furuya¹, Atsushi Tsuda¹, Hiroaki Saito¹

1.東京大学

1.The University of Tokyo

It is an important issue for today's science community to consider how marine ecosystems and their material cycles respond to marine environmental changes taking place on a global scale. Such changes are becoming more apparent, including how the benefits that humans have been receiving from the ocean will change in the future, and how we can enhance the utilization of the ocean in order to promote sustainable development. In 2012, a five-year transdisciplinary project was launched in Japan, called the "New Ocean Paradigm on its Biogeochemistry, Ecosystem and Sustainable Use (NEOPS)". This project aims to explore ways to utilize ecosystem services from the high seas in a sustainable manner. It integrates natural science, which focuses on the open ocean in the central and western Pacific, in particular the high seas where there is limited knowledge about ecosystem mechanisms or material cycle functions, and social science which looks at governance necessary for sustainably utilizing services. As an essential part of the project, we aim to establish new ocean provinces by identifying material cycling and ecosystem functions in each of the provinces as a scientific base for a legal and economic framework to establish governance for sustainable use of the ocean. In the presentation, we will show obtained results from NEOPS and also the plan of a next FUTURE EARTH related project based on the fruits of NEOPS.

キーワード：新海洋像、持続的な利用、フューチャーアース

Keywords: New Ocean Paradigm, Sustainable Use, FUTURE Earth

気候変動リスクの部門間相互作用の可視化

Visualizing the inter-sectoral connections of climate risks

*横島 徳太¹、田中 克政¹、仁科 一哉¹、高橋 潔¹、江守 正多¹、木口 雅司²、本田 靖⁴、岡田 将誌⁵、井芹 慶彦³、眞埜 良光¹、山本 彬友²、重光 雅仁⁶、吉森 正和⁷、末吉 哲雄⁸、岩瀬 健太⁹、花崎 直太¹、伊藤 昭彦¹、櫻井 玄⁵、飯泉 仁之直⁵、西森 基貴⁵、Llim Wee Hoo¹⁰、宮崎 千尋¹¹、岡本 章子¹、鼎 信次郎³、沖 大幹²
 *Tokuta Yokohata¹, Katsumasa Tanaka¹, Kazuya Nishina¹, Kiyoshi Takahashi¹, Seita Emori¹, Masashi Kiguchi², Yasushi Honda⁴, Masashi Okada⁵, Yoshihiko Iseri³, Yoshimitsu Masaki¹, Akitomo Yamamoto², Masahito Shigemitsu⁶, Masakazu Yoshimori⁷, Tetsuo Sueyoshi⁸, Kenta Iwase⁹, Naota Hanasaki¹, Akihiko Ito¹, Gen Sakurai⁵, Toshichika Iizumi⁵, Motoki Nishimori⁵, Wee Hoo Lim¹⁰, Chihiro Miyazaki¹¹, Akiko Okamoto¹, Shinjiro Kanae³, Taikan Oki²

1.国立環境研究所、2.東京大学、3.東京工業大学、4.筑波大学、5.農業技術環境研究所、6.海洋研究開発機構、7.北海道大学、8.国立極地研究所、9.野村総合研究所、10.University of Oxford、11.環境情報科学センター

1.National Institute for Environmental Studies, 2.University of Tokyo, 3. Tokyo Institute of Technology, 4.University of Tsukuba, 5.National Institute for Agro-Environmental Sciences, 6.Japan Agency for Marine-Earth and Technology, 7.Hokkaido University, 8.National Institute for Polar Research, 9.Nomura Research Institute, 10.University of Oxford, 11.Center for Environmental Information Science

気候変動が人間や生態系に及ぼす影響の性質は様々である。人間や生態系にとって好ましくない悪影響（被害）をもたらす一方で、時期や場所によっては、好影響（利益）をもたらすこともある。人間社会が気候変動に対応していくためには、気候変動によって生じるリスク（もたらされる被害や利益）を網羅的に明らかにすることが重要である。気候変動によって生じるリスクは様々な部門にわたり、その時空間スケールも様々である。そして、あるリスクが、別のリスクを引き起こすといった形で、様々なリスクが密接に関係している。このリスクの「連鎖」は、ある部門に閉じることなく、部門を超えて、複数のリスクが関係している。そこで私たちは、気候変動が引き起こすリスクを、リスク間の因果関係までを含め、網羅的に明らかにすることを目的とした研究を行った。まず、気候変化によって人間社会や生態系において生じる被害や利益を、考えられる限り全ての部門において記述した一覧表を作成した。この一覧表は、気候・水資源・エネルギー・食料・健康・安全・産業・社会・生態系の部門の専門家が、IPCC第5次評価報告書などの文献調査をもとに、将来起こりえる変化を網羅的に記述したものである（「リスク項目」）。さらに、同様の文献調査に基づき、リスク項目の間の因果関係を網羅的に記述したリストを作成した（「リスク因果関係」）。そして、「リスク因果関係」で作成した様々な部門の間のリスクの連鎖を、複雑ネットワークを図化するネットワークグラフ理論（Fruchtman & Reingold アルゴリズム）を用いて可視化した。この結果、様々な気候リスクが、部門を超えて非常に複雑な連鎖をしていることが明らかになった。特徴的な構造として、気候システムの変化が自然システム（水資源や穀物、生態系など）に影響を与え、この変化が社会システム（需要・供給・価格など）に影響を与えることを通して、最終的には人間システム（健康・生命・財産など）に影響が及ぶことが分かった。発表では、部門の間のリスク連鎖の概要や、気候リスクの全体像について議論を行う。

キーワード：気候変動、影響評価、リスク

Keywords: climate change, impact assessment, risk

日本が取り組むべきフューチャー・アースの国際的優先研究テーマの抽出及び研究開発のデザインに関する研究

Japan strategic research agenda and research design for Future Earth

*谷口 真人¹、マレー ハイน์¹、大西 有子¹、西村 武司¹、蛭名 邦禎²、伊藤 真之²、鶴田 宏樹³、近藤 康久¹、安成 哲三¹

*Makoto Taniguchi¹, Hein Malle¹, Yuko Onishi¹, Takeshi Nishimura¹, Kuniyoshi Ebina², Masayuki Itoh², Hiroki Tsuruta³, Yasuhisa Kondo¹, Tetsuzo Yasunari¹

1.総合地球環境学研究所、2.神戸大学大学院人間発達環境学研究科、3.神戸大学連携創造本部

1.Research Institute for Humanity and Nature, 2.Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University, 3.Center for Collaborative Research and Technology Development, Kobe University

総合地球環境学研究所Future Earth推進室では、科学技術振興機構(JST)社会技術研究センター(RISTEX)によるフューチャー・アース構想の推進事業の委託研究として、日本が取り組むべき国際的優先テーマの抽出及び研究開発のデザインに関する調査研究を実施している。フューチャー・アース(Future Earth)構想は、2012年のRI0+20を機に、国際科学会議(ICSU)等を中心として提唱され、これまでの地球環境研究の国際プログラム(GEC: Global Environmental Change Programmes)の統合と、持続可能な社会に関する研究(SDGs: Sustainable Development Goals)の2つの流れを組み、グローバルな持続可能社会の構築を目指して行う10年計画の国際的な地球環境研究プログラムであり、2014年に開始された。課題の収集、抽出及び評価軸の設定においては、自然科学、人文学・社会科学の研究者に加え、社会各層のステークホルダーとの協働に基づく研究のCo-Design、Co-production、Co-Deliveryによる知の共創(トランスディシプリナリー研究、以下TD研究)を基本として進める。フューチャー・アースはSRA(Strategic Research Agenda)2014を発表したが、本研究は、日本において優先的に研究されるべき研究課題やテーマ群(JSRA: Japan Strategic Research Agenda)を抽出することを目的として行うものであり、これまでに、産業、行政、市民、研究者からインタビューやアンケートにより、研究課題の収集を進めてきた。これらの研究課題の優先付けと、日本が取り組むべきテーマ群の抽出を、有識者によるワークショップにて実施し、フューチャー・アースに関する日本の優先研究課題の抽出をおこなう。また、日本の強みとTD研究の適応性を判断するための評価軸を検討し設定する。これらを用いて、日本が世界においてイニシアティブを発揮できるテーマ群と、TD研究として取り組むべきテーマ群を抽出し、さらに日本及びアジアにおける研究成果として波及効果が高いと思われるテーマ群の抽出も行う。

キーワード：フューチャー・アース、優先研究課題、トランスディシプリナリー

Keywords: Future Earth, Strategic Research Agenda, Transdisciplinary

Co-designの試み：気候工学（ジオエンジニアリング）の例をとって
 Co-design trial: Case of climate engineering (geoengineering)

*杉山 昌広¹、朝山 慎一郎²、小杉 隆信³、石井 敦⁴、江守 正多⁵

*Masahiro Sugiyama¹, Shinichiro Asayama², Takanobu Kosugi³, Atsushi Ishii⁴, Seita Emori⁵

1.東京大学政策ビジョン研究センター、2.国立環境研究所社会環境システム研究センター、3.立命館大学政策科学部、4.東北大学東北アジア研究センター、5.国立環境研究所地球環境研究センター

1.Policy Alternatives Research Institute, the University of Tokyo, 2.Center for Social and Environmental Systems Research, National Institute for Environmental Studies, 3.College of Policy Science, Ritsumeikan University, 4.Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University, 5.Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies

総合的な地球環境研究プログラムのFuture Earthは、地球環境問題の解決につなげるため、研究プロジェクト自体をステークホルダーと協働で進め、自然科学・社会科学・人文学を問わず必要な学術知を総合していく超学際 transdisciplinarity を標榜している。本報告では、JST RISTEXから資金援助を受けて行ったFuture Earth可能性調査の一部を報告する。

気候工学(geoengineering, climate engineering)は人工的に気候システムに介入して地球温暖化の影響を抑える新たな対策である。気候工学は様々な手法の総称で、太陽放射管理 (Solar Radiation Management, SRM) とCO₂除去 (Carbon Dioxide Removal, CDR) に大別される (Royal Society 2009; National Research Council 2015)。気候工学の中でも最も注目されているのがSRMの一種である成層圏エアロゾル注入(Stratospheric Aerosol Injection, SAI)である。大規模火山噴火後の冷却を真似るメカニズムを用い、人工的に粒子状物質を成層圏に散布して地球全体の反射率を高める。気候科学からも注目されており、気候工学を扱ったモデル相互比較プロジェクトGeoMIP6はIPCC第6次評価報告書向けのCMIP6のendorsed MIPの一つになっている。

気候工学は議論の絶えない技術である。研究を進めるにあたっては、一般市民やステークホルダーなど多様な主体の考えや意見を取り入れ、研究開発の方向性を定めていくことが望ましく、Future Earthで叫ばれているtransdisciplinaryな方法が望まれる。しかも技術開発の経路依存性を踏まえると、こうしたアプローチは技術が未熟で開発途上にある現時点から採用するべきである。まさに責任のあるイノベーションが気候工学に求められているのである。

こうした中、気候工学については分野横断型研究、参加型研究も活発になってきている。しかし、既存の研究プロジェクトを振り返ると、研究課題自体は研究者が考案し、あとでステークホルダーが参加するような形態が多い。

そこで、今後の日本の研究課題を考える際に、ステークホルダーとの協働を通じて行うようにした。手法としては専門家とステークホルダーが協働して研究課題案 research questionsを創出するワークショップ (Sutherland et al. 2011)を採用することとした。ワークショップは2015年7月26日に東京大学本郷キャンパスで実施し、20名弱の専門家、20名弱のステークホルダー（政府関係者、産業界、環境NGO、メディア、他）を招待した。参画者・協力者のネットワークを駆使し、広義の気候ガバナンスに関連する国内の主要なステークホルダーは殆どカバーできたと思われる。参加者には研究課題案のブレインストーミングを依頼し、約600弱を集めることができた。事前整理を経て、7月26日のワークショップで40個の研究課題まで絞り込んだ。絞り込みの過程では似通った研究課題の統合、投票による選別を行った。

ワークショップの成果として得られた40の研究課題は大まかに以下のように分類され、分野横断型の研究課題を多く含み、ステークホルダーの価値を映し出したものになっている。

- (1) 社会的および経済的な評価：コスト・便益・非経済的な価値
- (2) (負の) 副作用：リスク・不確実性・政策的な対応
- (3) 予測、検出、観測および技術的な制御可能性
- (4) 広範な気候リスク管理における政策アプローチ：緩和・適応・緊急対応
- (5) 屋外実験と技術開発：技術的デザインと社会・政治的な枠組み
- (6) 実施のガバナンス：法的・政治的・倫理的な課題

(7) 社会的および政治的な含意：ジェンダー・コミュニケーション・日本の役割

今回得られた研究課題の一部を取り出し、現在可能性調査のPhase 2を実施しているところである。

プロセスとして見たとき、今回のワークショップは専門家とステークホルダーの相互学習につながったのは間違いない。今後は再帰的に一連の過程を再検討し、今回のワークショップの方式の可能性と限界について検討を加えていく。

参考文献

NRC (National Research Council). (2015). Climate Intervention: Reflecting Sunlight to Cool Earth. The National Academies Press.

Royal Society. (2009). Geoengineering the Climate: Science, Governance and Uncertainty. London: Royal Society.

Sutherland, W. J., Fleishman, E., Mascia, M. B., Pretty, J., & Rudd, M. a. (2011). Methods for collaboratively identifying research priorities and emerging issues in science and policy. *Methods in Ecology and Evolution*, 2(3), 238-247. doi:10.1111/j.2041-210X.2010.00083.x

キーワード：気候工学、超学際研究、共同デザイン

Keywords: Climate engineering, Transdisciplinary research, Co-design

モンゴルにおける二国間クレジット制度（JCM）のための水・バイオマス・牧畜・エネルギーのネクサスに関する研究

A Study on the Water-Biomass-Livestock-Energy Nexus for the Joint Credit Mechanism (JCM) in Mongolia

*王 勤学¹、渡辺 正孝²、オチルバト バトヘシグ³、岡寺 智大¹、エリ デニ¹

*Qinxue Wang¹, Masataka Watanabe², Ochirbat Batkhishig³, Tomohiro Okadara¹, Eer deni¹

1.国立研究開発法人 国立環境研究所、2.中央大学 研究開発機構、3.モンゴル科学院 地理研究所

1.National Institute for Environmental Studies, Japan, 2.Research and Development Initiative, Chuo University, Japan, 3.Institute of Geography, Mongolian Academy of Sciences, Mongolia

Background/Objectives/Methods

Mongolia's GDP grew 3.8 times and the agricultural production grew 2.4 times from 2001 to 2010. Mongolia also experienced an accelerated urbanization during the last decades. It was found that the rapid increase of energy use due to urbanization and economic development caused the sharp growth of CO₂ emissions during last decades in Mongolia. Mongolia and Japan signed a bilateral document for the introduction of the Joint Credit Mechanism (JCM) on January 8th, 2013 (<https://www.jcm.go.jp/mn-jp/about>). It is urgently required for us to develop MRV (Measurement, Reporting and Verification) methodologies for evaluating effects of GHG emission reductions or removals by applying low carbon technologies, mitigation actions & adaptation strategies.

In this study, we have developed a framework of Water-Biomass-Livestock-Energy Nexus to estimate CO₂ emissions from energy use and CO₂ sequestration by ecosystem at first, and then, to evaluate effects of CO₂ emission reductions or removals by applying low carbon technologies, mitigation actions & adaptation strategies. To achieve those objectives, we have developed a Water-Biomass-Livestock-Energy Nexus framework (Figure 1). For estimating CO₂ emissions, we accepted the revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. However, for estimating CO₂ sequestration, we developed an ecosystem model based on Biome-BGC by using satellite data of AVHRR and MODIS, the local GIS database of DEM, land use and soils, as well as field observations of meteorological and hydrological factors, for which we have established an integrated monitoring system network since 2006.

Results/Conclusions/Suggestions

It was found that the rapid increase of energy use caused the sharp growth of CO₂ emissions during last decades in Mongolia. However, we evaluated the vulnerabilities caused by climate change in Mongolia and found that the fragile steppe ecosystems are being affected not only by rapid global warming, but also by increased grazing pressures from livestock husbandry. Our estimation shows that global warming and anthropogenic activities might exacerbate the degradation of permafrost, and cause the water deficit over land surface, and then led a decrease in both biomass productivity and its carrying capacity, which finally caused a decrease of CO₂ sequestration by ecosystem (Figure 2).

For the purpose of ensuring the country's sustainable development and reducing or removing the CO₂ emissions from energy use, we suggested several adaptation strategies, which include: 1) to educate herds to reduce livestock numbers in accordance with local grassland carrying capacity; 2) to promote sustainable agriculture through enhancement of water allocation and water-saving technologies; and 3) to improve energy use efficiency and develop renewable energy technologies, such as the Film-solar Power System for Gel and Renewable Energy Refrigeration System.

Acknowledgements

This study is supported by the project: "Vulnerability Assessment and Adaptation Strategies for

Permafrost Regions in Mongolia" funded by the Environment Research and Technology Development Fund (ERTDF), and the project: "Development of Innovative Adaptation System and MRV Method for JCM in Mongolia" funded by Ministry of the Environment, Government of Japan.

キーワード：二国間クレジット制度、水・バイオマス・牧畜・エネルギーのネクサス（連環）、適応策
 Keywords: Joint Credit Mechanism (JCM), Water-Biomass-Livestock-Energy Nexus, Adaptation Strategies

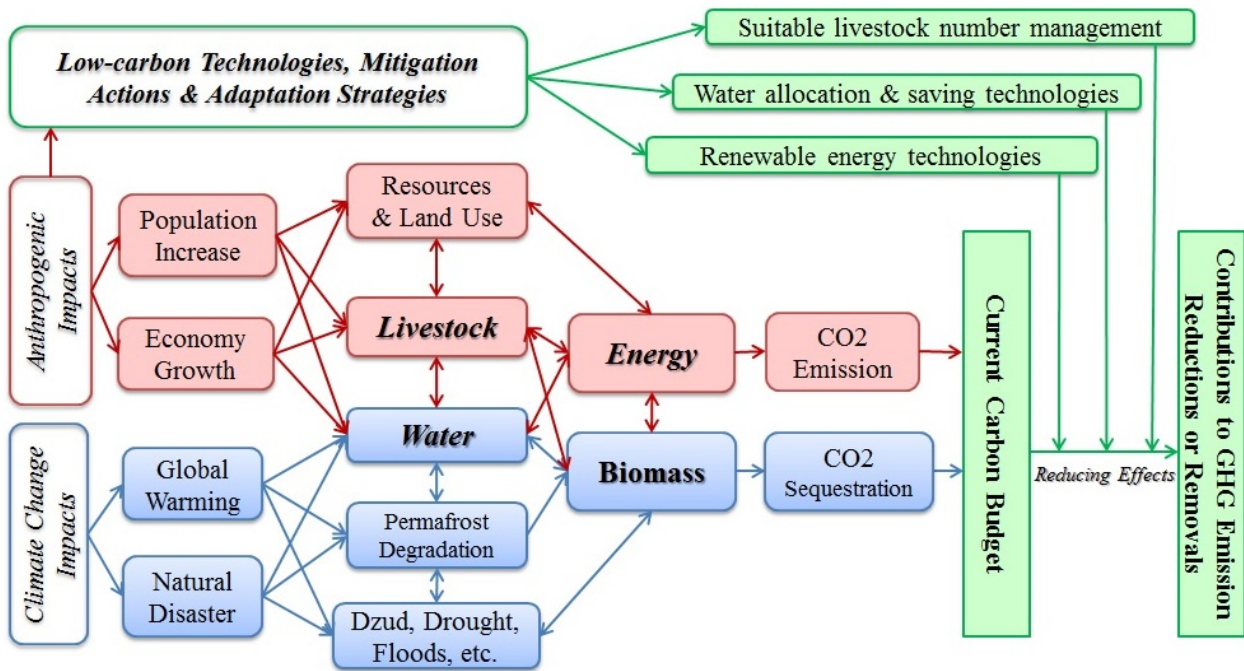


Figure 1 A framework of Water-Biomass-Livestock-Energy Nexus for JCM

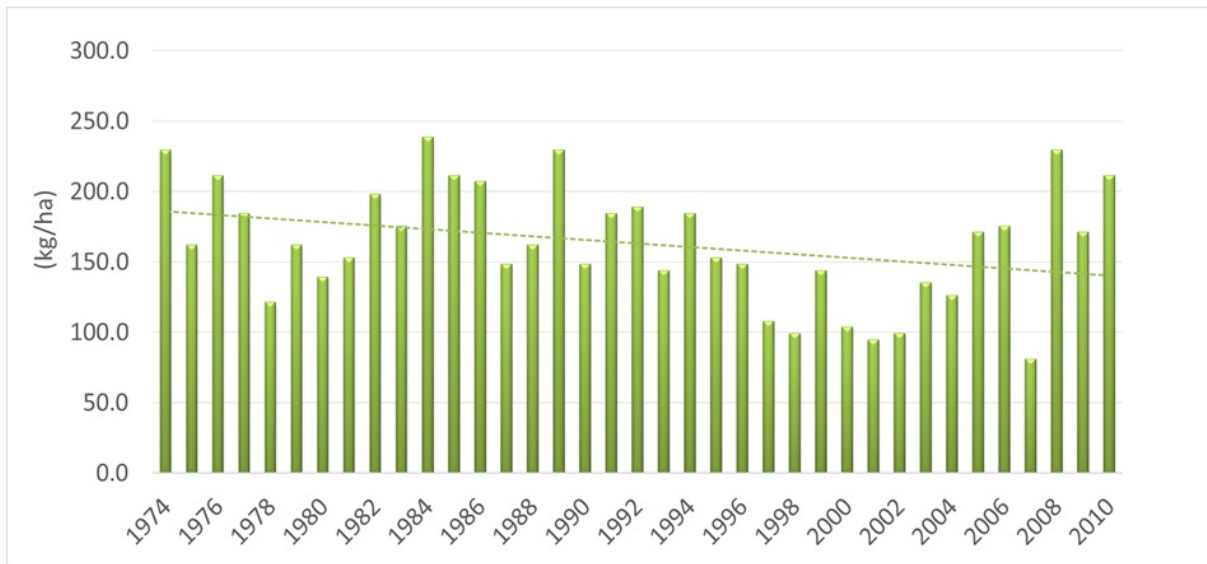


Figure 2 Changes in CO2 sequestration by ecosystem in Mongolia

地球と人間社会：水惑星地球の継続的状態変化に対する人間社会の持続的対処

Earth and Human Society: Sustained strategy of the human society for the continuous state-changes of water-planet Earth

*三浦 保範¹

*Yasunori Miura¹

1.客員（山口市、元山口大学、国内外大学）

1.Visiting (Yamaguchi; In & Out Universities)

地球の状態変化による継続的過程について、下記のようにまとめられる。

1) 地球は、全圈的な大気圏・海水圏・岩石固体圏の相互状態変化で、これまで維持してきているが、それらの状態圏を人体で突如停止や変更ができない。

2) 地球の強烈な衝撃波的活動源である地球外天体衝突（特に海洋衝突）、地震と火山は、惑星天体的現象であるので、地球のどんな状況でも地球の活動継続過程は変わらない。

3) したがって、人類が地球を変えるという考えは、あくまでも生命社会の現状や未来に対しての問いかけにすぎなく、地球の活動源は惑星活動継続中は変わらない。人類社会が地球自然を変えるのは、構造的に生命循環系での局所や全体の長短に及ぼすだけでなる。

地球における人間生命体の持続的対処については、下記のようにまとめられる。

1) 人間生命体は、全体的にガス・流体・骨固体の相互変化で活動するミニ地球であるが、各生命体の死滅や絶滅は地球に広く分布しているので、地球が活動する限り、ミニ地球の生命体は、種を変えてでも継続しているが、どのようにかかわるかは環境に依存する。。

2) 地球の強烈な活動継続過程（地球内外）で人間社会に大災害を起こしても、地球は表層を変える。そのため、人類生命体は、それ相応の破壊や絶滅をもたらされるが、地球全体としては、生命体がミニ地球現象であるので、地球活動体内に存在し続ける。

3) したがって、人類が地球の活動に対して、各個人の長生きするだけの表対策だけでなく、あくまでも人間生命体の現状や未来に対して、ミニ地球活動体が持続する対応が必要である。全体の地球活動において、水惑星の地球の地震・火山は発生後の対策が人類社会ができる主対応である。しかし地球外からの天体衝突は、方法によっては人類がただ制御できる地球外起因の現象である。水惑星の海洋衝突は、地震や火山を地質的にも誘発しているので、水惑星活動の主要因を制御できるのは人類の未来に深く関与する。

以上から、持続的地球については、地球はどんな状況でも形状を変えて持続できているのが、地球の長い研究からわかってきている。同じミニ地球複合体の地球生命体は、その全体の継続的対応を進めるために、生存環境を継続するための物質的な再利用過程の新企画と、地球外天体の活動源の制御等を優先的に進めることが望まれる。

キーワード：地球の継続的状態変化、人間社会の持続的対処、地球と人間社会

Keywords: Continuous state-changes of Earth, Sustained Strategy of human society, Earth and human society