

フューチャー・アース構想の推進事業

フューチャー・アース：課題解決に向けた
トランスディシプリナリー研究の可能性調査
終了報告書 (Phase2)

課題名「気候工学（ジオエンジニアリング）のガバナンス構築に向けた総合研究の可能性調査」

(Feasibility study on a comprehensive research program toward
climate engineering governance)

代表者

所属・役職	東京大学政策ビジョン研究センター・講師 (Assistant Professor, Policy Alternatives Research Institute, the University of Tokyo)
氏名	杉山 昌広 (Masahiro Sugiyama)

目次

1. 課題名.....	2
2. 可能性調査（FEASIBILITY STUDY. FS）実施の要約	2
2 - 1. 解決すべき課題と，トランスディシプリナリー研究（TD研究）として取り組む社会的必要性／FSのねらい	2
2 - 2. FSの実施内容・方法.....	2
2 - 3. 主な結果・成果	3
2 - 4. FSの考察・結論	3
3. FSの具体的内容	4
3 - 1. 解決すべき課題と，TD研究として取り組む社会的必要性／FSのねらい	4
3 - 2. FSの実施内容・方法.....	6
3 - 3. FSの結果・成果	8
3 - 4. FSの考察・結論	23
3 - 5. 会議等の活動.....	25
4. FSの実施体制図	25
5. FS実施者	26
6. FS成果の発表・発信状況，アウトリーチ活動など	28
6 - 1. ワークショップ等	28
6 - 2. 社会に向けた情報発信状況，アウトリーチ活動など	28
6 - 3. 論文発表	28
6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）	29
6 - 5. 新聞報道・投稿，受賞等.....	29
6 - 6. 特許出願.....	30

1. 課題名

気候工学（ジオエンジニアリング）のガバナンス構築に向けた総合研究の可能性調査

2. 可能性調査（Feasibility Study. FS）実施の要約

2 - 1. 解決すべき課題と、トランスディシプリナリー研究（TD研究）として取り組む社会的必要性／FSのねらい

気候工学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り地球温暖化対策の遅れゆえ急速に関心が高まっている。

気候工学の一種である太陽放射管理（Solar Radiation Management, SRM）は未成熟な技術であり、気候冷却の効果はある程度想定できるが、地域的な気候変化やさまざまな副作用、人為的気候制御の倫理的課題など潜在的に多くの問題を抱える。緩和策・適応策が第一優先であることは変わらないが、国際的な議論の高まりを受けると、ステークホルダーとの協働の上で（研究開発を途中で止めるというオプションも含めた）適切な科学技術ガバナンスが必要である。

可能性調査(FS) Phase 1では（1）文献調査、（2）国内を対象としたステークホルダー会合、（3）国際パートナーとの電話インタビューを実施した。特にステークホルダー会合ではワークショップ形式で様々なステークホルダーと多様な分野の研究者の協働で、気候工学に関する40の研究課題を創出し、35名で共著論文を書き上げると同時に、国内ネットワークの素地を作り上げた。

Phase 2ではPhase 1の成果を踏まえ、以下の項目を目的と設定した。

目的（1）SRMガバナンスに関するTD研究を本格実施する際の研究計画について、学術的実行可能性や発展可能性等について検討する。特に40の研究課題で多く取り上げられた研究ガバナンスについて検討する。

目的（2）SRMガバナンスに関するTD研究を本格実施する際の、望ましいステークホルダーとの協働や市民との対話の方法論について検討する。特に国際的な課題であるSRMについて、どのようにアジア等を巻き込むか検討していく。

2 - 2. FSの実施内容・方法

・実施項目A：ガバナンスTD研究の部分的なco-production試行

気候工学は研究を推進するにしても屋外実験のモラトリアムを締結するにしても国際協力が必要である。関連する他の科学技術分野における国際協力について文献調査や研究会を通じて研究を試行し、研究ガバナンスへの教訓を探索した。

・実施項目B：アジア各国の市民のSRMリスク認知に関するネット・アンケート調査

気候工学、特に屋外実験に関する考え方について、日本・中国・韓国・インド・フィリピン・オーストラリアの6か国の大学生を対象に、インターネット・アンケート調査を試行的に実施した。

・実施項目C：アジアの専門家・関係者との国際ワークショップ

Phase 1では日本に注力していたのでPhase 2では日本からアジア太平洋に範囲を広げ、2016年3月22日・23日に国際ワークショップを開催した。今までの西欧中心の議論に対し、

アジア・太平洋地域の独自の視点について議論した。

2 - 3. 主な結果・成果

実施項目A

研究会や文献調査を通じて、研究協力に関する科学技術ガバナンス比較研究の有用性を確認することができた。特に原子力に関する国際協力や核不拡散体制は類似事例として有用であることを確かめた。

実施項目B

アジア太平洋地域には所得レベルや文化などが異なる様々な国があるが、こうした差が気候工学に対する態度にも見いだせることがわかった。日本、韓国、およびオーストラリアの学生と比べると、中国、インド、およびフィリピンの学生は、地球温暖化を深刻にとらえ、気候工学に対してもどちらかといえば好印象を持っている。一方で、学生の多くはデータの公開など、気候工学研究の原則として打ち出されている「オックスフォード原則」を支持するという共通点も見られた。なお、今までのアンケート調査は欧米および日本のみが対象であったので、新規性も高い結果である。

実施項目C

SRMガバナンスに関してアジア太平洋の独自の視点を見出すことができた。例えば儒教的な見方では自然と人間の関係性が基督教の視点とは異なる。またアジア太平洋地域で公衆関与を進めるには、欧米や日本といった先進国の研究者が関与を促すのではなく、ローカルな研究者がコミュニケーターになるべきという意見も提出された。現在、国際学術誌へ論考を発表すべく準備中である。

2 - 4. FSの考察・結論

目的（1）TD研究の学術的実行可能性と発展可能性に照らして考えると、co-productionのためには気候工学という時間的に先であり、抽象的な話題の議論を可能にする装置が必要であり、類似事例（アナロジー）やシナリオが有効であることが分かった。本FSで用いた類似事例としては核不拡散体制、シナリオとしては屋外実験実施シナリオや屋外実験モラトリアム・シナリオがある。これらは単に学術的な議論を具体的なものにするという効用だけでなく、様々な分野の研究者やステークホルダーの対話を可能にするツールという側面もある。本FSではアナロジーやシナリオを活用すれば、気候工学という抽象的な概念の科学技術ガバナンスもTD研究としてco-productionすることは可能であることを示した。

目的（2）の対話や関与の方法論であるが、アンケートやワークショップという方式の有効性は確かめられたが、それにもましてアジア・太平洋地域のユニークさが明らかになった。気候工学はグローバルな課題であり、世界的な対応が必要とされるが、既存の研究や検討は西欧の枠からほとんど出ていない。アジア・太平洋地域は政治体制、文化、宗教などで大きな多様性があり、この地域でTD研究を進めガバナンスの議論を前進させることは、アフリカや南アメリカ、中東などに議論が広がる際、有用な教訓を与えると思われる。

以上、FSの結果を踏まえると、TD研究として気候工学ガバナンスを進めることは望ましく、また研究としても遂行が可能であると思われる。ただ、SRMに絞って資源を投資するのは日本の限られた研究開発投資の現況を鑑みると、拙速に過ぎるといえよう。むしろ、CDR（二酸化炭素除去）（またはnegative emissions technology, 負の排出技術）といった他の技術にも拡大し、議論を展開すべきである。実際、フェーズ1の準備段階で、一部の

ステークホルダーはSRMに限定することを問題視していた。

気候工学は本質的にグローバルな課題であるため、グローバルな対応が求められる。本可能性調査で実施した国際ワークショップは、代表者などが長年にわたって構築したネットワークをもとに実施した。仮にCDRに拡大するのであれば、既存のネットワークを活用することが望ましい。例えば国立環境研究所はFuture EarthのコアプロジェクトでもあるGlobal Carbon Projectのつくば国際オフィスを運営しているが、このようなネットワークを最大限に活用していくことが望ましい。

3. FSの具体的内容

3 - 1. 解決すべき課題と、TD研究として取り組む社会的必要性／FSのねらい

気候工学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り、地球温暖化対策の遅れゆえ急速に関心が高まっている。IPCC第5次評価報告書でも全ての作業部会の報告書および統合評価報告書で扱われている。気候工学は太陽放射管理（SRM）と二酸化炭素除去（CDR）に大別されるが、時間・資源を考慮し、本FSはSRMに照準を絞る。

SRMは気候冷却の効果はある程度期待できるものの、地域的な気候変化や様々な副作用が想定され、自然科学的に大きな不確実性が残る。また人為的気候制御の倫理的課題、一部の国による一方的気候改変といった国際政治的課題など、人文学・社会科学的にも大きな課題がある。言い換えれば「影」の部分が大きな技術といえる。日本ではまだ広く議論されていないが、欧米では環境保護団体などのステークホルダーの関心も高く、発展途上国の声を国際的議論に反映する動きも加速している。

さらに、フューチャー・アースの柱の一つであるDynamic Planetにおいては気候のティッピング・ポイント（tipping point）やplanetary boundariesが重要概念であるが（Future Earth 2014）、温暖化対策が進まない最悪ケースの場合、気候システムがティッピング・ポイントを超えるのを阻止する手法が気候工学のみしか残らないという意見もあり、両者は密接に関係している（Galaz 2012）。従って近い将来にフューチャー・アースが気候工学のガバナンスへの知的貢献が求められることは間違いない。

将来、気候工学の技術開発やガバナンスの構築に、先進経済国である日本も応分の負担が要請されることも疑いない。その時に備えて、本文書で提案する研究に着手しておかなければならない。以上を踏まえると、本FSが対象とするSRMのガバナンスはTransdisciplinary（TD）研究の対象として取り組む必要性が極めて高い。

なお、Phase 1でのステークホルダーとの議論でCDRにも多くの関心があることが明らかになった。CCS付きバイオマス発電技術といったCDRはIPCC等の「2度シナリオ」で非常に大量に導入されることが示されているからと想像される。CDRはSRMと技術的性質は大きく異なるが、ガバナンス研究の手法となるとテクノロジー・アセスメント（技術の社会的影響評価）など、SRMと共通する点も大きい。したがって、本FSの成果はCDRのTD研究にも応用できる可能性が高いことを付記しておく。

FSのPhase 1では以下の項目を目標として掲げた。

- 目標（1） ステークホルダーとのネットワークを通じたTD研究実施体制の構築
- 目標（2） ステークホルダーとの協働を支える自然科学および人文・社会研究アジ

エンダ

目標（3） ガバナンスの原則や枠組みの検討方法

この目標のもとに以下の項目を実施した。

実施項目（1）文献調査

実施項目（2）国内専門家・ステークホルダー会合

実施項目（3）国際パートナー電話会議

FS Phase 2はPhase 1で同定された気候工学の研究課題の一部についてco-productionを実施しながら、その学術的な内容・方法論・研究実施体制を検討すると同時に、Phase 1で備的に構築したステークホルダーとの協働体制について、また今後の市民との対話方法について、その内容・妥当性・拡張の必要性について吟味することを目的とした。これにより、実際に国際的に気候工学ガバナンスのTD研究プロジェクトを進める際の青写真を描くことを企図した。

具体的には以下の2項目を目的とした。

目的（1）SRMガバナンスに関するTD研究を本格実施する際の研究計画について、学術的実行可能性や発展可能性等について検討する。

Phase 1ではステークホルダーとともに40の研究課題を創出したが、あくまでも得られたものは研究課題案にとどまっておき、具体的な研究計画案を作り上げる作業が残っていた。Phase 2では幾つかの研究課題について具体的に掘り下げ、co-productionを試行しつつ、研究計画の要素について検討することとした。

目的（2）SRMガバナンスに関するTD研究を本格実施する際の、望ましいステークホルダーとの協働や市民との対話の方法論について検討する。

Phase 1ではステークホルダーとの協働で実際に40の研究課題を創出することができたが、あくまでもco-designの段階での協働にすぎず、co-production, co-deliveryまで含めてプロジェクト全体に関する考察が必要である。また現実性を鑑みて日本にスコープを絞ったが、アジアとの協働体制の検討も必要である。さらに、気候工学は潜在的に地球の人口すべて（現在では70億人）に影響を与える技術であり、各国の市民との対話についても準備を進めることが必要である。したがって対話や関与に関する方法論や体制の検討を目的に含めた。

なお、FS Phase 2全体を通してPhase 1に引き続き、気候工学を支持することも否定することもなく中立的な立場を堅持した。研究試行の際にも、具体的な形で様々な場面で配慮をした。例えば、研究協力について考える際には、屋外実験についてモラトリアムを設定する場合と、屋外実験を実施する場合の2つのシナリオを考慮するようにした。

参考文献

Future Earth (2014). Future Earth Strategic Research Agenda 2014. Paris: International Council for Science (ICSU).

Galaz, V. (2012). Geo-engineering, governance, and social-ecological systems: critical issues and joint research needs. Ecology and Society, 17(1), 24. doi: 10.5751/ES-04677-170124

3 - 2. FSの実施内容・方法

前述の目的（1）と（2）を達成するために、phase 1で協働創出された研究課題案を踏まえて3項目を実施した（図1）。

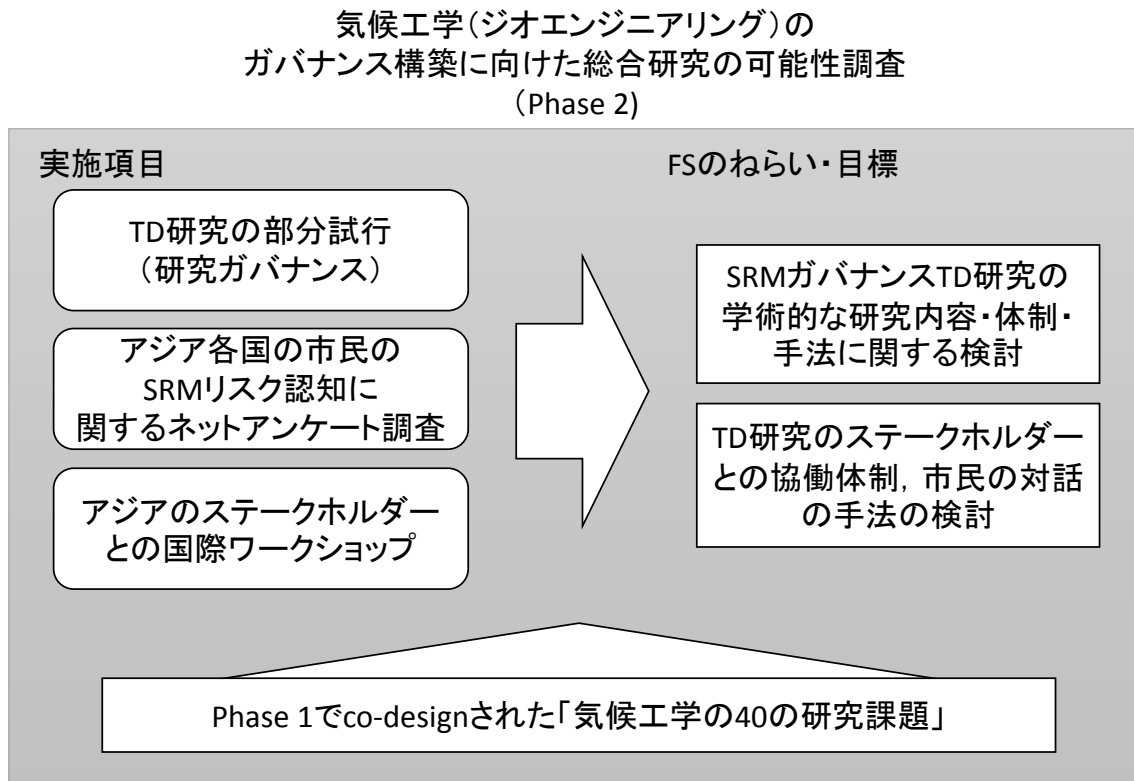


図1. FS Phase 2の目的と実施項目の関係

実施項目A：ガバナンスTD研究の部分的なco-production試行

「気候工学の40の研究課題」ではステークホルダーの関心を反映した研究課題が創出されたが、これらは学問的な仮説まで分解されていなかった。また様々な研究課題が混在しており、実際に研究を開始する場合に必要な分野横断的研究体制なども詳しく明らかにはなっていなかった。

ここでは主に文献調査やデスクワーク、研究参画者のワークショップを通じ、学術的に検証可能な仮説という形で構築し直し、それをもとに本格研究するのに必要な研究体制や方法論について考察することとした。

対象としては「気候工学の40の研究課題」の一部である、研究ガバナンス（特に国際研究協力）を取り上げ、研究の試行を行った（時間的制約から当初は2項目を掲げていたが、実際には1項目に絞って実施した）。これはステークホルダーから見て非常に重要な研究課題であることはもちろん、文理融合的な課題である。

具体的には文献調査によって研究課題について学術的な予備調査を行うと同時に、国内ワークショップを開催した。研究チーム参画者に加えて関連分野の外部講師を招聘し、より学術的な観点から研究課題を検討した。

内容が研究の試行であったためまとまった知見が得るところまで至らなかったため、ステークホルダーからのフィードバックは求めなかった。しかしながら、得られた知見は実施項目Cの国際ワークショップで活用した。

実施項目B：アジア各国の市民のSRMリスク認知に関するインターネット・アンケート調査

「気候工学の40の研究課題」で選ばれた課題の一つに、市民へのリスク・コミュニケーションに関する課題がある。Phase 1ではステークホルダーと協働でワークショップを行ったが、一般市民は参加者に含まれなかった。そこでPhase 2では市民も対象に拡張した。

市民参加の方法には多数の方法論が知られているが、ここではアジア展開の第一歩として、迅速に効率よく調査を行うために、オンライン・アンケートを実施した。一方向コミュニケーションの方法であるが、今後双方向の方法に展開する際の基礎資料として使うことができる。

代表者と分担者たちは既に気候工学に関する日本市民の認識を、オンライン・アンケート調査や大学生を対象にしたアンケート調査で調べてきた（杉山 2012, Sugiyama et al. 2015など）。これらの知見を活かし、アジアや太平洋の各国（日本、中国、インド、韓国、フィリピン、オーストラリアの6か国）を対象に、オンライン・アンケートを行った。以前のインターネット調査では研究ガバナンスに関する問いが含まれており（Sugiyama et al. 2015）、実施項目A・Cとの関連性を踏まえ、この点を丁寧に掘り下げた。

また、今後のアウトリーチ／情報発信の基盤として、一般市民向けのホームページも作成した。

実施項目C：アジア太平洋の研究者・ステークホルダーとの国際ワークショップ

前述したように、Phase 1では対象が日本に限定されていたが、気候工学は全世界的な技術である。日本がアジアに位置することもあり、最低限研究対象としてはアジアといった地理的単位にすべきであろう。したがって、実施項目Cでは国際ワークショップを開催し、アジア・太平洋のステークホルダーを招待し、気候工学について議論した。

当初はアジア限定であったが、気候変動によって島しょ国が大きな影響を受けることから、太平洋の関係者も招待することとした。また初の試みということで、ワークショップの議論が成立する確度を上げるために、招待はステークホルダーではなく基本的に研究者に限ることとした。

ステークホルダーの招待にあたっては、協力者であるJohn Moore教授、Wil Burns博士、Joshua Horton博士、Andy Parker氏の既存のネットワークを最大限に活用した。

「気候工学の40の研究課題」ではガバナンスについて多くの課題が提出され、実施項目A、Bで研究ガバナンスについて触れることになっている。したがってワークショップも研究ガバナンスについて検討した。国際的なガバナンスの中心的な課題である屋外実験について中立的な立場で議論した。

参考文献

- 杉山昌広 (2012). 気候工学（ジオエンジニアリング）に関するインターネット市民意識調査. 第28回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンスプログラム講演論文集.
Sugiyama, M., Asayama, S., & Ishii, A. (2015). Public perceptions of climate engineering

and field test proposals in Japan. Poster presented at the Our Common Future under Climate Change conference. Paris, France, 7-10 July, 2015.

3 - 3. FSの結果・成果

実施項目A：ガバナンスTD研究の部分的なco-production試行

フェーズ1で創出した40の研究課題では、ガバナンスに関する問いが多く選ばれた。本可能性調査でもタイトルにガバナンスという言葉が含まれるが、改めてTDプロセスでその重要性を確認した。従って、フェーズ2ではガバナンス、その中でも研究ガバナンス（実施のガバナンスではない）に着目し、研究の試行を行った。

具体的には科学技術の国際協力の様々な枠組みについて比較をし、気候工学に応用できる知見を探索した。方法論としては文献調査に加えて研究会（12月8日、於東京大学）を開催した（表1、図2）。

文献調査では、気候工学ガバナンスに言及している論文や報告書（例えばRoyal Society 2009, NRC 2015）の多くが国際研究協力について言及し、その重要性が確認された。研究開発の経路依存性を考慮すると、早い段階から研究協力を行うことが大事である。しかしながら、どの報告書も非常に粗い研究協力のあり方しか記述しておらず、より詳細な検討が必要なことも明らかになった。

気候分野の国際研究協力については文献は限られている。技術移転については気候変動の国際交渉のトピックであり、多数の著作があるものの、研究協力となると異なるためと推察される。最も包括的で関連性が高いOcwell et al. (2015)によれば、気候技術に関する途上国を巻き込んだ研究開発体制で最も成功しているのは、Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR)であるとされる。CGIARは1960年代以降途上国の農業生産性向上に貢献した。これは途上国の積極的な関与があつてこそ可能であつたが、農業は発展途上国の主要産業であることも関連していると思われ、気候工学の分野などに応用できるかは自明ではない。

研究会では、午前中にPhase 1で実施した、気候工学の40の研究課題を考えるワークショップについて振り返りを行った。

まず、手法的にはSutherlandのオリジナルな方式と比較をした。今回は投票方式に修正を加え、スコアの平均点で決める方式ではなく、一票でも票の入った研究課題は維持する形にした。これは非常に論争的な気候工学を扱った今回の文脈では有効であつたと思われる。

内容については、得られた研究課題を英国の科学アカデミーであるRoyal Society (2009)や米国科学アカデミーの報告書（NRC 2015）と比較すると、ガバナンスや社会的影響に関する問いが非常に多いことが分かり、ステークホルダーの関心が明確になった。会議後に参加者が寄せた意見やコメントを分析すると、7月26日のワークショップではステークホルダーと研究者の差はあまり大きくなくスムーズに議論ができたという意見もあつた一方、議論しやすい雰囲気作りなどワークショップの作り込みが甘かつたという声もあり、問題点も明らかになった。

その後、国際研究協力について具体的なイメージを持つために、ワークショップ形式で具体的な国際研究協力の案についてブレインストーミングを行った。

午後は既存の研究協力の枠組みおよび他の科学技術の類似事例との比較について討議し

た。

既存の協力枠組みについては、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）や成層圏の国際共同研究プロジェクトであるStratospheric Processes and their Role in Climate (SPARC) について議論した。特にSPARCは成層圏研究コミュニティの主要なグループであり、今後成層圏エアロゾル注入の研究が拡大していけば何らかに関与が求められると思われ、早い段階で適切な関与が重要であることが分かった。

その後、国際エネルギー機関（International Energy Agency, IEA）のエネルギー技術研究開発に関する実施協定（Implementing Agreements）や宇宙デブリー（ごみ）除去技術の最近の情勢、また核兵器不拡散体制など、関連する技術について専門家を招聘し、各技術分野からの教訓について検討した。

特に原子力開発は類似事例として興味深い。現状の核不拡散レジームでは核非保有国でも平和的な原子力推進を行うことができる一方、包括的な査察制度ができていない。気候工学についても（可能性が低いとはいえ）軍事技術的な側面もある。核不拡散の例を見ると、仮に将来研究の禁止が打ち出された場合でも、モラトリアムを保証するための制度設計や、モラトリアムを担保する技術の開発などが必用になり、気候工学を推進するにしても禁止するにしても国際的な研究協力が必用であることが改めて確認された。

今回はTD研究の試行という位置づけであり、得られた知見も部分的であったため、ステークホルダーとの意見交換は実施しないこととした。その代わりに、3月の国際ワークショップで得られた知見を活用した。

表1. JST RISTEX Future Earth可能性調査, SRMガバナンス・プロジェクトPhase 2 国内ワークショップ議事次第（2015年12月8日, 於 東京大学農学部キャンパス 向ヶ丘ファカルティハウス セミナールーム）

9:30～午前の部 創出された40の研究課題の振り返り	
Royal Society, NRC等との比較（30分）	小杉隆信（立命館）
Sutherland方式の他の論文との比較（30分）	石井敦（東北大）
ワークショップ方法論自体の振り返り（60分）	朝山慎一郎（環境研）
11:30-12:30（チャタムハウス・ルール） 研究計画の作成ミニワークショップ	杉山昌広（東大）
13:30～午後の部 気候工学研究（もしくはモラトリアム）の国際協力に関する検討	
気候工学に関する議論のレビュー	杉山昌広（東大）
IPCC：政府間プロセスの実際	平石尹彦（IGES）
国際的な成層圏科学コミュニティについて	藤原正智（北大）

エネルギー研究開発の国際協力	黒沢厚志（エネ総工研）
原子力技術を巡るグローバル・ガバナンス	堀尾健太（東大）
宇宙における環境問題とスペースデブリ除去技術	永井雄一郎（東大）
ディスカッション（3月のWSの準備）	石井，杉山



図2：研究について考えるミニワークショップ

参考文献

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

Ockwell et al. (2015) Collaborative research and development (R&D) for climate technology transfer and uptake in developing countries: towards a needs driven approach, Climatic Change 131:401-415

Royal Society. (2009). Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty. London: Royal Society.

実施項目B：アジア各国の市民のSRMリスク認知に関するインターネット・アンケート調

査

気候工学の研究と屋外実験に対する市民の意識を知るために、アジア太平洋地域の6ヶ国の大学生による認識のウェブアンケート調査を実施した。調査においては、既往の類似アンケート調査（Mercer et al. 2011, Merk et al. 2015）を拡張して昨年度までに行われた杉山らによる日本を対象としたアンケート調査を踏まえ、気候工学の研究と屋外実験に対する市民の意識を理解することを目的とした。

調査は、オンライン調査会社（株）マクロミル）を通じたウェブ調査の方法を採った。調査対象者は、日本、韓国、中国、インド、オーストラリア、およびフィリピンにおける学生とし、対象は学部学生に限った（Bostrom et al. 2012）。

調査期間は、2016年3月1～10日（日本）、同7～12日（韓国）、同7～11日（中国）、同8～16日（インド）、同8～18日（オーストラリア）、および同8～22日（フィリピン）であり、回答人数は各国515名（フィリピンのみ511名）であった。

質問票の構成は、以下の通りである。内容の検討に当たっては、Pak-Hang Wong, Joshua Horton, Andy Parkerの各氏の助言を得た。

地球温暖化についての回答者の意見を、8つの質問（Maibach et al. 2011, Spence et al. 2010, Poortinga et al. 2013を参考に設定）により確認する。

気候工学の説明を回答者に提示する。（ここで、気候工学は「太陽光を反射する微粒子を大気上空にまく技術」を指すものと明記する。）

気候工学についての回答者の考えを、9つの質問（一部、Poortinga et al. 2013を参考に設定）により確認する。

環境や社会、科学に対する回答者の見方を、2つの質問（国際社会調査プログラム（ISSP）による環境に関するアンケート調査票を参考に設定）により確認する。

得られた主な基本的な結果をグラフ化したものを、図3～12に示す。

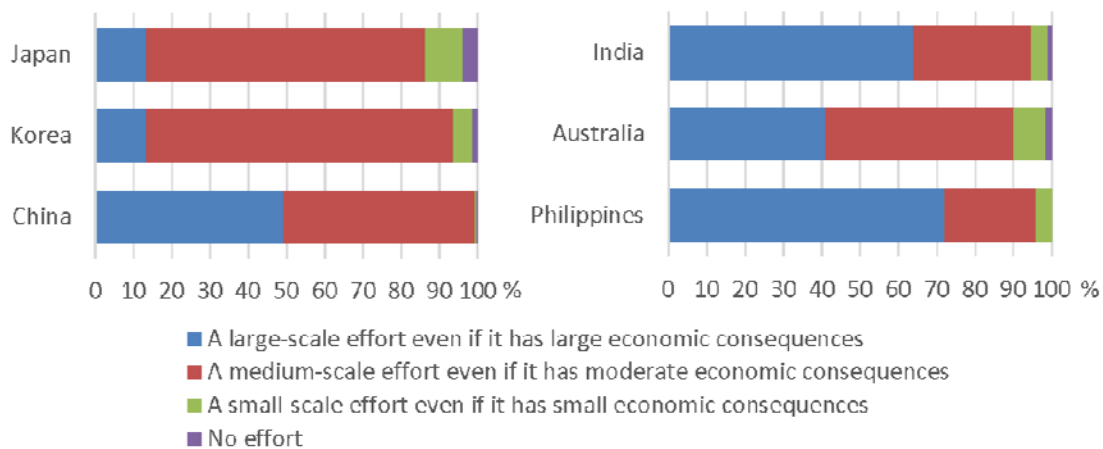


図3 「地球温暖化を抑えるため、あなたの国はどのくらい努力すべきだと思いますか？」（質問6）に対する回答

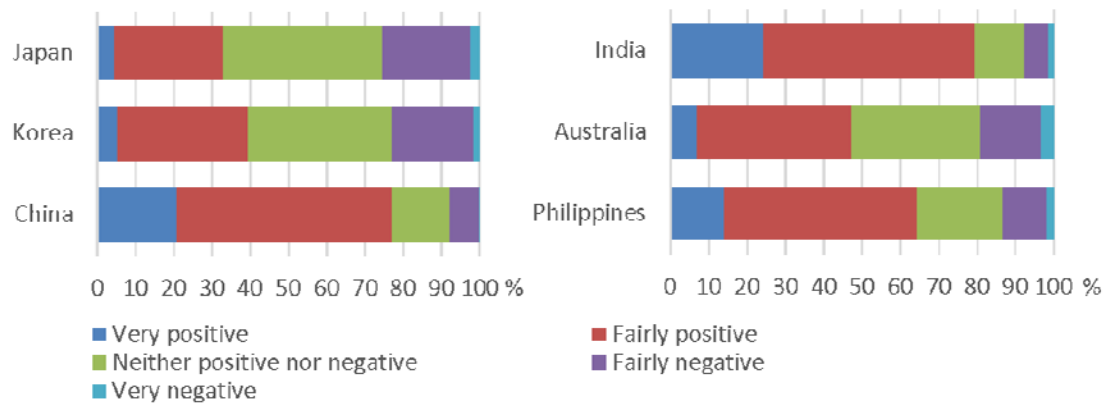


図4 （気候工学の説明を読んだ後、）「率直な感想として、あなたは気候工学の提案についてどう感じますか？」（質問10）に対する回答

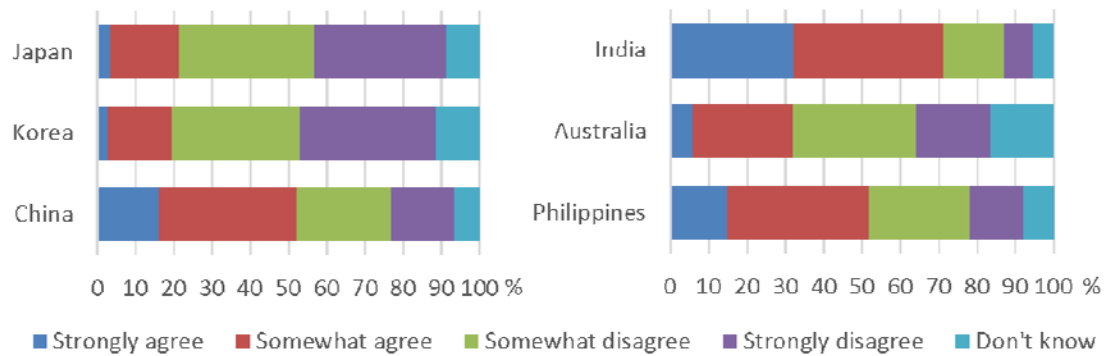


図5 「『できるだけ早く気候工学を使うべきだ』という意見についてあなたはどのように思いますか？」（質問12a）に対する回答

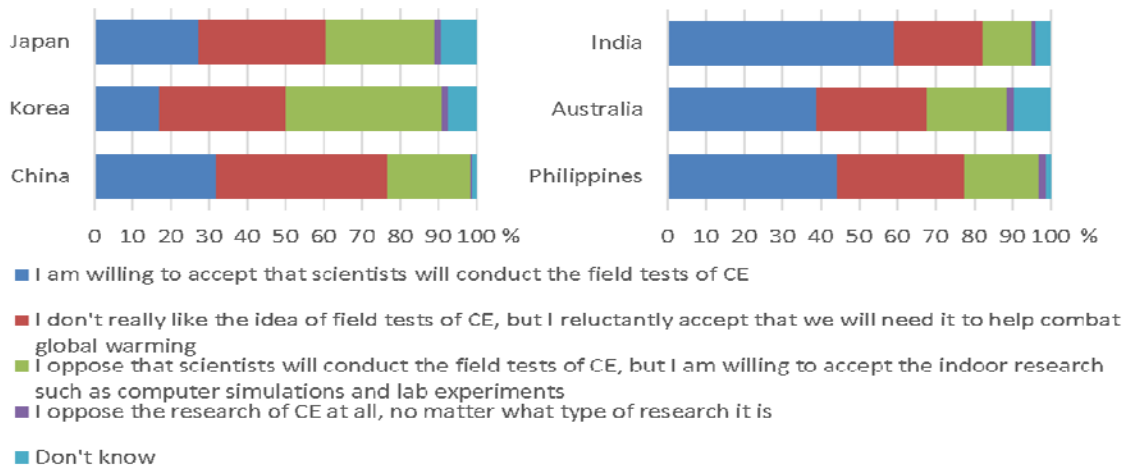


図6 「科学者の中には、気候工学の効果と副作用を調べるために研究を進めるべきだと主張する人がいます。彼らは特に、自然の環境下で気候工学の屋外実験をすることを提案しています。次のうち、気候工学の屋外実験についてのあなたの意見に最も近いものはどれですか？」（質問13）に対する回答

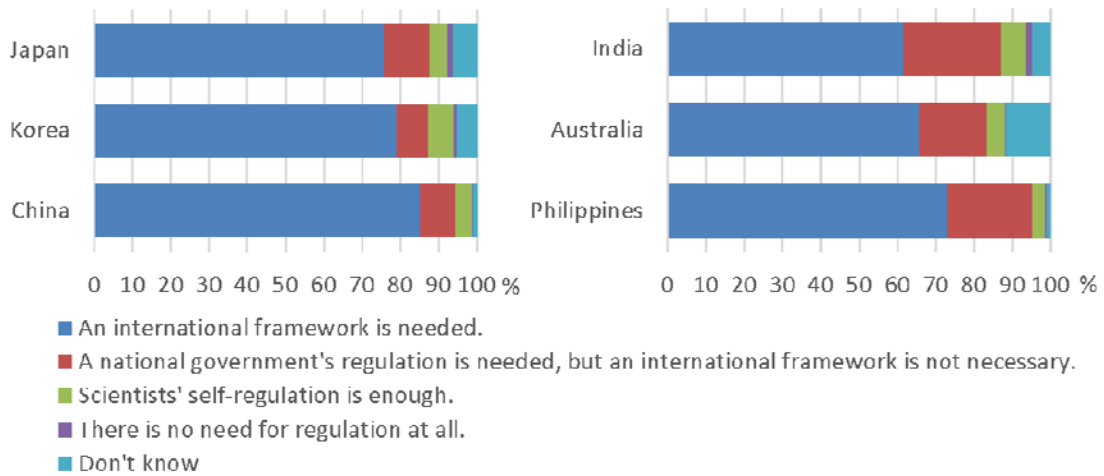


図7 「もし科学者が気候工学の屋外実験をするとしたら、どのような規制が必要だと思いますか。次のうちあなたの意見に最も近いものを一つだけお選びください。」（質問14）に対する回答

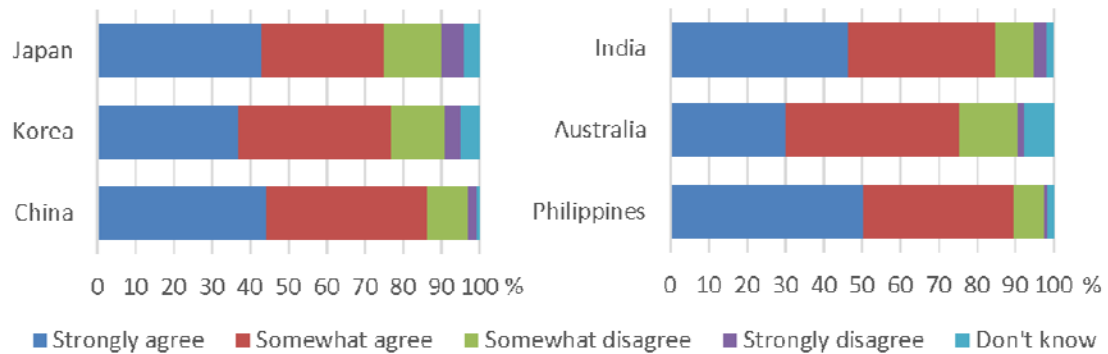


図8 「もし科学者が気候工学の屋外実験をしたら、『科学者は、実験をする前に、一般市民の意見を聞くべきだ』という意見についてあなたはどのように思いますか？」（質問15a）に対する回答

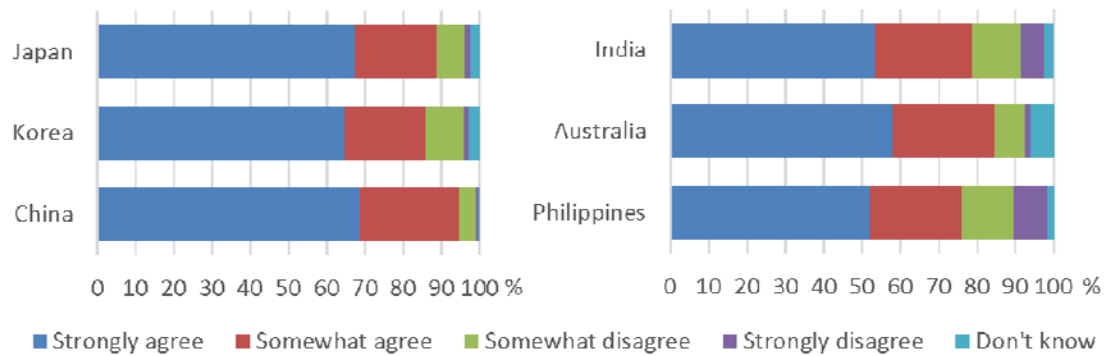


図9 「もし科学者が気候工学の屋外実験をしたら、『科学者は、否定的な内容も含めて、実験の結果をすべて公開すべきだ』という意見についてあなたはどのように思いますか？」（質問15b）に対する回答

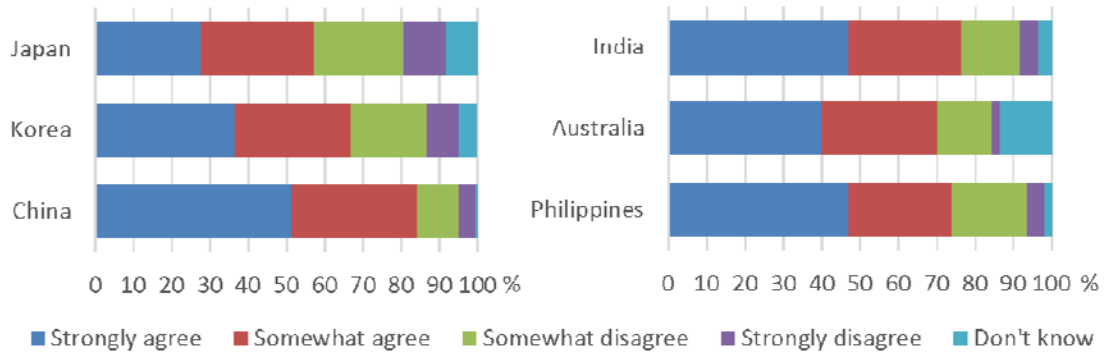


図10 「もし科学者が気候工学の屋外実験をしたら、『実験には、営利目的による民間企業の参加は禁止するべきだ』という意見についてあなたはどのように思いますか？」（質問15d）に対する回答

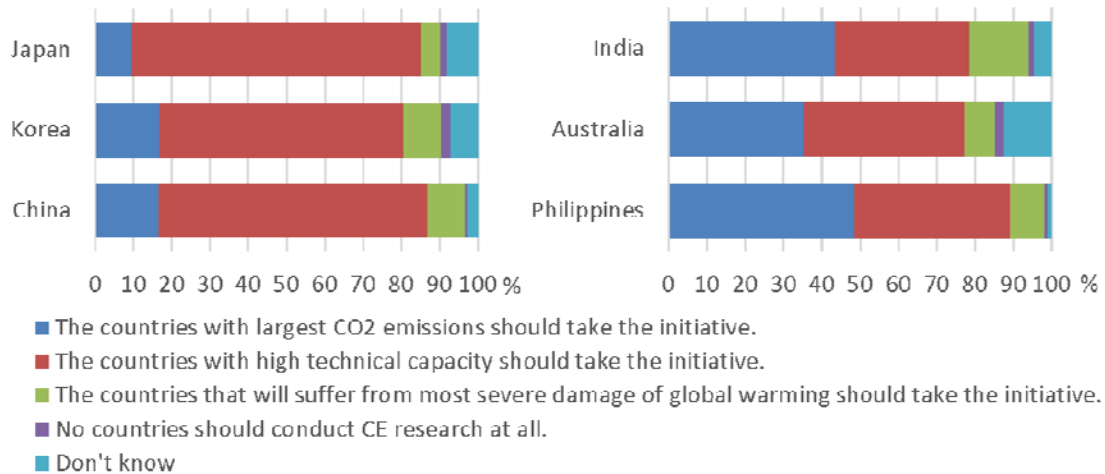


図11 「気候工学の研究（屋外実験も含めて）を国際的に進めるとしたら、どの国が主導すべきだと思いますか？」（質問16）に対する回答

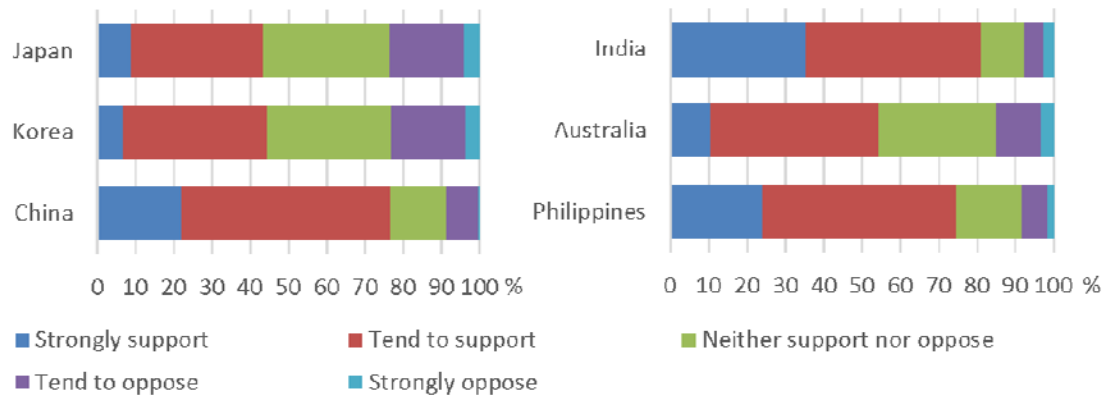


図12 「全般的にみて、あなたは地球温暖化対策として気候工学の方法に賛成ですか、反対ですか？」（質問17）に対する回答

ウェブ調査の基本的な結果をみることにより、気候工学への学部学生の認識について、アジア太平洋地域の各国間の共通点と相違点が以下のように示された。

- ・日本、韓国、およびオーストラリアの学生と比べると、中国、インド、およびフィリピンの学生は、地球温暖化を深刻にとらえ、地球温暖化を抑えるために彼／彼女らの国がかなりの努力をするべきだと考えている；また、気候工学に対してもどちらかといえば好印象を持っている（図13）。

- ・東アジアの学生は概して、気候工学の研究（屋外実験も含めて）を国際的に進めるとしたら科学技術力の高い国が主導すべきだと考えているのに対して、インド、オーストラリア、およびフィリピンの学生の4割ほどは、CO₂の排出量が最も多い国が主導すべきだと考えている。

- ・調査対象6ヶ国すべてにおいて、学生の多くは、もし科学者が気候工学の屋外実験をするとしたら、国際的な取り決めが必要であるとともに、科学者は、否定的な内容も含めて、実験の結果をすべて公開すべきだと考えている。このことにより、「オックスフォード原則」（Rayner et al. 2013）を各国の学生たちも支持していることが示唆される。

しかしながら、現状での分析は単純集計のみであり、学生の専攻する学部による影響など、様々な要素の影響の可能性がある。こうしたことは今後の研究課題である。

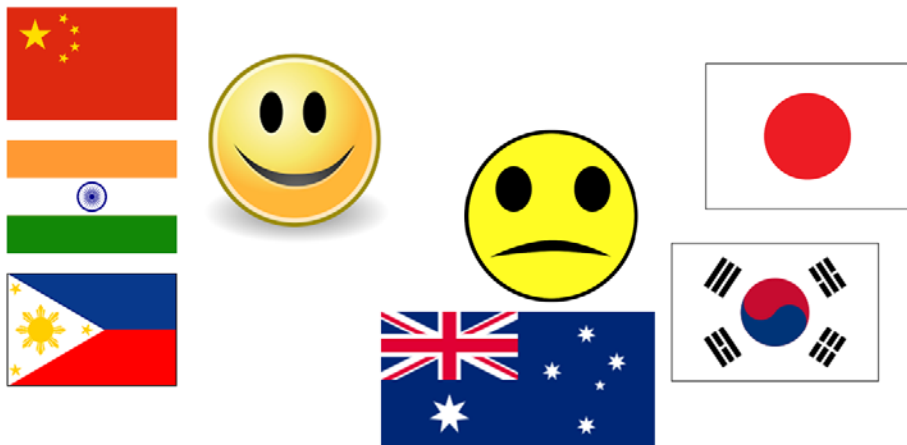


図13 調査対象各国の学部学生の気候変動緩和策と気候工学に対する態度（イメージ）

なお、一般市民へのアウトリーチ活動の第一歩として、プロジェクトのホームページを作成した（アドレス：http://pari.u-tokyo.ac.jp/unit/tg_fe.html）。開設後、昨年7月26日のワークショップおよび3月22-23日のワークショップの報告も追加している。

参考文献

- Bostrom, A., O'Connor, R. E., Böhm, G., Hanss, D., Bodi, O., Ekström, F., Halder, P., Jeschke, S., Mack, B., Qu, M., Rosentrater, L., Sandve, A., & Sælensminde, I. (2012). Causal thinking and support for climate change policies: International survey findings. *Global Environmental Change*, **22**(1), 210–222.
doi:10.1016/j.gloenvcha.2011.09.012
- Maibach, E. W., Leiserowitz, A., Roser-Renouf, C., Mertz, C.K., & Akerlof, K. (2011). *Global Warming's Six Americas screening tools: Survey instruments; instructions for coding and data treatment; and statistical program scripts*. Yale University and George Mason University. Yale Project on Climate Change Communication, New Haven, CT.
- Mercer, A. M., Keith, D. W., & Sharp, J. D. (2011). Public understanding of solar radiation management. *Environmental Research Letters*, **6**(4), 044006.
doi:10.1088/1748-9326/6/4/044006
- Merk, C., Pönitzsch, G., Kniebes, C., Rehdanz, K., & Schmidt, U. (2015). Exploring public perceptions of stratospheric sulfate injection. *Climatic Change*, **130**(2), 299–312. doi:10.1007/s10584-014-1317-7
- Poortinga, W., Aoyagi, M., & Pidgeon, N. F. (2013). Public perceptions of climate change and energy futures before and after the Fukushima accident: A comparison between Britain and Japan. *Energy Policy*, **62**, 1204–1211.
doi:10.1016/j.enpol.2013.08.015
- Rayner, S., Heyward, C., Kruger, T., Pidgeon, N., Redgwell, C., & Savulescu, J. (2013) The Oxford Principles. *Climatic Change*, **121**(3), 499–512.
doi:10.1007/s10584-012-0675-2
- Spence, A., Venables, D., Pidgeon, N., Poortinga, W., & Demski, C. (2010). *Public*

Perceptions of Climate Change and Energy Futures in Britain: Summary Findings of a Survey Conducted in January–March 2010. Technical Report, Understanding Risk Working Paper 10-01. School of Psychology, Cardiff University, Cardiff.

実施項目C：アジアのステークホルダーとの国際ワークショップ

アジアのステークホルダーとの対話促進のために、アジア太平洋地域を拠点にもしくは同地域を対象に気候工学の研究をしている研究者及びステークホルダーを招待した国際ワークショップ「International Workshop on Climate Engineering: Toward Research Collaboration in the Asia-Pacific Region（気候工学国際ワークショップ：アジア太平洋地域における研究協力に向けて）」を、2016年3月22–23日に東京大学・伊藤国際学術研究センターで開催した。協力者であるJohn Moore教授、Wil Burns博士、Joshua Horton博士、Andy Parker氏らに加えて、インド、中国、香港、等から国内外の気候変動問題の専門家・ステークホルダー計28名（うち、日本人：15名、外国人：13名）が参加した。また、気候工学の自然科学分野の研究の世界的な第一人者であるDavid Keith・ハーバード大学教授とAlan Robock・ラトガース大学教授の2名には、インターネットのビデオ通話を通じて、ゲストスピーチを行ってもらった。

本ワークショップでは、一日目にアジア太平洋地域における気候工学の研究プロジェクトの概要や同地域に関連する気候工学の研究テーマに関する主に海外ゲストからの発表を3つのセッションに分けて企画した。二日目では、参加者らを3つの小グループに分けて、アジア太平洋地域における気候工学の研究協力について各グループで議論し、最後の全体会合にて各グループの議論の結果を共有した。

なお、本ワークショップの内容の一部は、2016年4月10日付けの朝日新聞で報道されている。

以下では、本ワークショップの概要をワークショップのセッションごとに詳述する（ワークショップの当日スケジュールは表2の通り）。

1日目（2016年3月22日）

ワークショップ1日目では、各参加者から気候工学に関する各自の研究内容や欧米やアジアにおける研究動向についての発表を次の3つのセッションごとに発表してもらった。

Session 1: Researching Climate Engineering in the Asia-Pacific

Session 2: Governing Climate Engineering across the East and the West

Session 3: Engaging Asia-Pacific Views on Climate Engineering

各セッションの概要は以下の通りである。

Session 1: Researching Climate Engineering in the Asia-Pacific

本セッションでは、まず本FSの代表者である杉山昌広講師（東京大学）が、Phase 1で国内の専門家・ステークホルダーと協働で実施したワークショップの成果「気候工学の40の研究課題」について発表した。次に、中国で2015年6月から始まった気候工学（SRM）の研究プロジェクト「China Geoengineering」（<http://www.china-geoengineering.org/>）について、プロジェクトの代表を務めるJohn Moore教授（北京師範大学）と社会科学グループのリーダーを務めるPAN Jiahua教授（中国社会科学院）の2名が、同プロジェクトの概要について発表した。最後に、Alan Robock・ラトガース大学教授の下で気候工学のモデル

比較研究（GeoMIP）を行っているLili Xia博士（ラトガース大学）が、気候工学（SRM）が中国の農業に及ぼす影響に関するモデル研究の成果について発表した。本セッションでは、過去の天候改変（weather modification）の経験などを踏まえた中国における気候工学の位置づけや今後の科学研究の可能性などについて議論がなされた。

Session 2: Governing Climate Engineering across the East and the West

本セッションでは、本FSの協力者であるWil Burns博士とAndy Parker氏の2名がそれぞれ、最近の米国における気候工学の研究・政策の動向と、英国を中心としたSRMGI（Solar Radiation Management Governance Initiative）の活動について発表した。インドの政策シンクタンクCEEW（Council on Energy, Environment and Water）のCEOを務めるArunabha Ghosh博士は、気候工学ガバナンスにおけるステークホルダーの関与の課題について発表した。Jolene Lin准教授（香港大学）からはASEAN諸国における気候工学の位置づけについて発表してもらった。加えて、分担者である石井敦准教授（東北大学）が司会進行を務めながら、杉山大志氏（電力中央研究所）、PAN Jiahua教授（中国社会科学院）、Joshua Horton博士（ハーバード大学）の4名による討論を行った。本セッションでは、これまでの欧米を中心に議論されてきた気候工学ガバナンスの課題を整理するとともに、パリ協定以降の気候変動の国際ガバナンスの変化の中で、今後国際的な気候工学ガバナンスを構築する上での課題や論点について議論がなされた。

Session 3: Engaging Asia-Pacific Views on Climate Engineering

本セッションでは、まず本FSの分担者である小杉隆信教授（立命館大学）がPhase 2で実施したアジア太平洋地域の6ヶ国でのウェブアンケート調査の結果を発表した。協力者である朝山慎一郎博士（国立環境研究所）とJoshua Horton博士（ハーバード大学）の2名がそれぞれ、日本とフィリピンにおける一般市民やステークホルダーへのインタビュー調査の結果について発表した。また、Pak-Hang Wong博士（Hang Seng Management College）は儒教思想の観点から捉えた気候工学に関する哲学的な考察について発表した。最後に、気候弱者の小島嶼国のステークホルダーという立場からケンタロ・オノ在日本キリバス共和国名誉領事、サモア出身で小島嶼国の立場から気候工学のガバナンス研究に取り組むPene Lefale博士（Massey University）、米国における気候工学に関する公共的な対話の活動としてForum for Climate Engineering Assessmentの運営に携わるMichael Thompson氏の3名による、気候工学の公衆関与の意義と課題に関する討論を行った。本セッションでは、欧米とアジアでの気候工学の捉え方の違いや、アジア太平洋地域の中でも特に太平洋諸国が気候工学のグローバルな対話に参画できる枠組みの重要性などが議論された。

2日目（2016年3月23日）

ワークショップ2日目では、参加者をScientific collaboration, Governance and International framework, Public engagementの3つの小グループに分けて、アジア太平洋地域における気候工学の研究協力について各グループのテーマに沿って議論した。グループ討論では、（1）気候工学（SRM）の屋外実験の国際的な研究協力が実施されるシナリオと（2）気候工学（SRM）の屋外実験を禁止する国際的なモラトリアムが締結されるシナリオ、という二つの仮想的なシナリオの下で議論を行った。また、気候工学におけるア

アジア太平洋地域の重要性や同地域で気候工学の研究を行うことの可能性やリスクについても議論した。

各グループにおける議論の概要は以下の通りである。

Group 1: Scientific Collaboration

本グループでは、研究協力の観点においてGeoMIPをはじめとするモデル比較研究においてデータ共有を通じて透明性を高めることの重要性が指摘された。こうしたデータ共有は特に気候変動の影響分析において重要であり、アジア太平洋地域やその他の発展途上国における科学研究のキャパシティビルディングに貢献するなどの利点も挙げられる。一方で、本グループでは、モデル研究などの屋内研究と屋外実験は相互補完的なものであり、屋外実験のモラトリアムは科学研究の進歩という意味では意義が小さいとの議論もあった。

Group 2: Governance and International Framework

本グループでは、研究協力シナリオとモラトリアムシナリオの双方においてガバナンスのメカニズム、体制について様々な意見が出た。例えば、研究協力シナリオでは屋外実験を許可する上での承認プロセスはどのようなものなのか、モラトリアムが遵守されていることを監視する有効なメカニズムは何か、等々。特に、両者のシナリオにおいて科学者が果たす役割の重要性が指摘された。また、アジア太平洋地域の役割については、アジア太平洋で気候工学の屋外実験に共通のポジションを持つために必要なことは何か、逆に、国際的なガバナンスにおいてアジア太平洋という政治ブロックは適当なのか、等の論点が提示された。

Group 3: Public Engagement

本グループでは、研究協力シナリオとモラトリアムシナリオのどちらかにかかわらず、共通する公衆関与の課題が議論された。例えば、いかに信頼を構築するのか、どのように将来世代の意見を汲み取るのか、小島嶼国などの現世代の気候弱者の差し迫った要望にどう対処するのか、等の基本的な問題が挙げられた。その上で、公衆関与を行う際に最低限満たすべき要件は何かという問いが提起された。さらに、公衆関与のプロセスを考える上で、次の3つの側面を検討することの重要性が議論された。つまり、1) 公衆 (the public) とは誰で、誰かが関与されるべきで逆に誰が関与されるべきではないのか、2) 誰がコミュニケーターたり得るのか (例えば、科学者は適任か)、その正当性はどうか、3) どのようにコミュニケーションするのか、どのような言語・表現を使うべきなのか (例えば、不確実性などニュアンスを含めた表現か、あるいはより簡潔で分かりやすい表現にすべきか)、である。

表2 気候工学国際ワークショップ (2016/3/22-23) の当日スケジュール

Day 1 – March 22 (Tue.) 2016	
9:30 - 10:00	Arrival and Registration
10:00 - 10:30	Opening Plenary
	Welcome Address:

	<p>Masahiro Sugiyama (The University of Tokyo, Japan) Guest Speech: David Keith (Harvard University, USA) <i>[via Skype]</i></p>
10:30 - 12:00	<p>Session 1: Researching Climate Engineering in the Asia-Pacific</p>
	<p>Chair: Takanobu Kosugi (Ritsumeikan University, Japan) Speakers: Masahiro Sugiyama (The University of Tokyo, Japan) <i>“Science Meets Society: Co-designing a CE Research Agenda”</i> John Moore (Beijing Normal University, China) <i>“The Chinese Geoengineering Program”</i> PAN Jiahua (Chinese Academy of Social Sciences, China) <i>“Re-Orientating Geo-engineering Research: Learning by Doing”</i> Lili Xia (Rutgers University, USA) <i>“Sulfate Injection Geoengineering Impact on Agriculture”</i></p>
12:00 - 13:00	<p>Lunch Break</p>
13:00 - 15:00	<p>Session 2: Governing Climate Engineering across the East and the West</p>
	<p>Chair: Atsushi Ishii (Tohoku University, Japan) Speakers: Arunabha Ghosh (Council on Energy, Environment and Water, India) <i>“What if They Said No? The Challenge of Engaging Stakeholders to Govern Climate Engineering Research”</i> Wil Burns (Forum for Climate Engineering Assessment, USA) <i>“Climate Geoengineering: The Current State of U.S. Research and Legislative Developments”</i> Andy Parker (Institute of Advanced Sustainability Studies, Germany) <i>“SRMGI: Past, Present and Future”</i> Jolene Lin (University of Hong Kong, Hong Kong) <i>“Geoengineering: (The Lack of) an ASEAN Position”</i></p> <p>(Discussion: “How Should Climate Engineering Research Be Governed?”) Discussants: Atsushi Ishii (Tohoku University, Japan) Taishi Sugiyama (Central Research Institute of Electric Power Industry, Japan) PAN Jiahua (Chinese Academy of Social Sciences, China) Joshua Horton (Harvard University, USA)</p>
15:00 -	<p>Coffee Break</p>

15:30	
15:30 - 17:30	Session 3: Engaging Asia-Pacific Views on Climate Engineering
	<p>Chair: Masahiro Sugiyama (The University of Tokyo, Japan)</p> <p>Speakers: Takanobu Kosugi (Ritsumeikan University, Japan) <i>“Public Attitudes to Climate Engineering Research: Web Survey on Students' Perception in Six Asia-Pacific Countries”</i> Shinichiro Asayama (National Institute for Environmental Studies, Japan) <i>“To Go or Not To Go Outdoor? Negotiations over Geoengineering Experimentation in Japanese Focus Groups”</i> Joshua Horton (Harvard University, USA) <i>“Early Perspectives on Solar Geoengineering from the Philippines”</i> Pak-Hang Wong (Hang Seng Management College, Hong Kong) <i>“From Harmony to Tianxia (All-Under-Heaven): the Ethics of Climate Engineering from A Confucian Perspective”</i></p> <p>(Discussion: “Who Should Speak for Climate Engineering?”)</p> <p>Discussants: Kentaro Ono (Honorary Consul of the Republic of Kiribati in Japan) Pene Lefale (Joint Centre for Disaster Research, Massey University, New Zealand) Michael Thompson (Forum for Climate Engineering Assessment, USA)</p>
	<p>Guest Speech: Alan Robock (Rutgers University, USA) <i>[via Skype]</i></p>
18:00 - 20:00	Networking Reception
Day 2 – March 23 (Wed.) 2016	
9:00 - 10:30	Parallel Breakout Discussion Session
	<p>Group 1: Scientific Collaboration Group 2: Governance and International Framework Group 3: Public Engagement</p>
10:30 - 11:00	Coffee Break
11:00 - 12:30	Parallel Breakout Discussion Session (continued)
	<p>Group 1: Scientific Collaboration Group 2: Governance and International Framework Group 3: Public Engagement</p>

12:30 - 13:30	Lunch Break
13:30 - 15:00	Closing Plenary



ワークショップ一日目の様子
 （南波香代子撮影）



ワークショップ二日目の様子
 （南波香代子撮影）

3 - 4. FSの考察・結論

考察

目的（1）TD研究の学術的実行可能性と発展可能性に照らして考えると、学際的かつ様々なステークホルダーを巻き込んだco-productionのためには、気候工学という抽象的で現存しない技術について議論することを可能にする装置が必要であり、その装置として類似実例やシナリオが有効であることが分かった。

実施項目Aから、その類似実例としては、ジオエンジニアリングのガバナンスと類似し、かつ、広範に知られている核不拡散レジームが適切である可能性が非常に大きいことが確認された。

同様に、シナリオとしては屋外実験実施シナリオや屋外実験モラトリウム・シナリオを用いたが、具体的な未来シナリオは学術的な議論を具体的なものにするという効用だけでなく、様々な分野の研究者やステークホルダーの対話を可能にするツールという側面もある。本FSでは類似実例やシナリオを活用すれば、気候工学という抽象的な概念の科学技術ガバナンスもTD研究としてco-productionすることが可能であることを示した。

研究体制について細かな検討をすれば、実施項目Aの議論を振り返れば、現在の研究体制はほぼ本TD研究を遂行するのに必要な分野を広くカバーしているといえる。しかし、ステークホルダー対話などについては（理論ではなく）実践を専門としている研究者がいない。この点はTD研究を本実施する際には補強することが望ましいだろう。

次に目的（2）ステークホルダーとの協働や市民との対話の方法論についてであるが、方法論としてはPhase 1, Phase 2で用いてきたワークショップやインターネット・アンケートは、欠点があるものの一定の有効性があることを確認した。

それと同時に、今回のFSでは改めてアジア・太平洋地域のユニークさと、当該地域でTD研究を行う意義を確認した。気候変動や気候工学の文脈において、アジア・太平洋地域は

国家やアクターの多様性が非常に幅広いため、そこで日本がステークホルダー参加を推進し、成功することは、世界に対してベストプラクティスを提示することができるという意味で、非常に意義がある。自由民主主義一本の西欧と違いアジアには様々な政治体制の国と地域があり、宗教をとってみても仏教、ヒンドゥー教、イスラム教など様々な国がある。こうした政治や宗教、文化などの垣根をこえてガバナンスを検討していくことは、気候工学ガバナンスがより世界的な広がりを見せるとき、西欧では生み出すことが難しい知見を提供できる可能性がある。

関与については気候弱者の役割も大きな課題である。特に太平洋の島嶼国は今後、ジオエンジニアリングや1.5°C目標において、非常に重要なアクターであるため、島嶼国をどのようにステークホルダーとして巻き込んでいくのかは今後の気候変動の国際協力を左右する重要なポイントである。島嶼国や他の途上国に対しては当然ながらキャパシティ・ビルディングを行っていく必要がある。ジオエンジニアリングに関するモデルの国際比較プロジェクトであるGeoengineerign Model Intercomparison Project (GeoMIP) にアジアの途上国が参加できるようにすることなどが考えられるが、具体的にどのようなキャパシティ・ビルディングが必要なのかを、ステークホルダー参加で明らかにしていく必要がある。そうしたキャパシティ・ビルディングのニーズを充足するようにすることも、気候工学のガバナンスの重要な要素である。

結論・今後の展望

気候工学のガバナンス研究のco-designの拡張とco-productionの試行を踏まえて、今後の展望を述べる。

気候工学の国際的な議論は、2015年12月のパリ協定にも関わらず、いやむしろそれがゆえに盛んになっているといえる。パリ協定で言及された1.5度目標の達成のためには、もしかしたら気候工学（SRM）の役割も考える必要性が出てくるかもしれない。したがって気候工学のガバナンス研究の重要性は、推進・反対のどちらの立場であっても否定しがたい。（繰り返したが、ガバナンス研究は禁止またはモラトリアムのために行う研究も含まれる。）

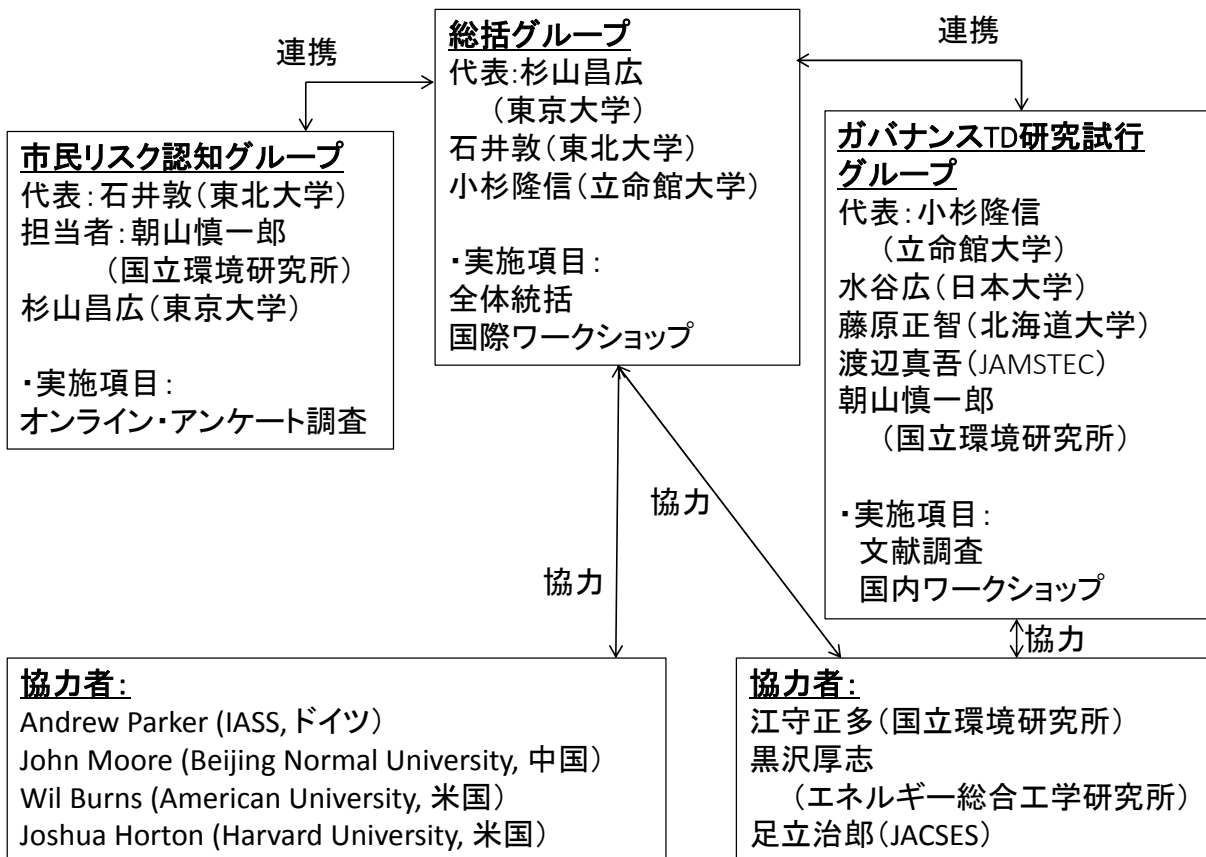
しかし、日本で気候工学研究を拡大するのであれば、SRMに絞って資源を投資するのは、日本の限られた研究開発投資の現況を鑑みると、不適切という意見もあるだろう。むしろ、CDR（二酸化炭素除去、またはnegative emissions technology、負の排出技術）といった他の技術にも拡大し、議論を展開すべきである。実際、フェーズ1の準備段階で、一部のステークホルダーはSRMに限定することを問題視していた。

気候工学は本質的にグローバルな課題であるため、世界的な対応が求められる。本FS Phase 2で実施した国際ワークショップは、参画者が長年にわたって構築したネットワークをもとに実施した。仮にCDRに拡大するのであれば、既存のネットワークを活用することが望ましい。例えば国立環境研究所はFuture EarthのコアプロジェクトでもあるGlobal Carbon Projectのつくば国際オフィスを運営しているが、このようなネットワークを最大限に活用していくことが望ましい。

3 - 5. 会議等の活動

年月日	名称	場所	概要
2015年11月6日	Phase 2研究計画詳細会議	東京大学伊藤国際学術研究センター5F会議室	Phase 2の方向性について詳細を議論
年末年始・休暇を除いて毎週	Skype会議（1～1.5時間）	（電子会議）	アンケート/ワークショップのデザイン，進捗管理

4. FSの実施体制図



5. FS実施者

統括グループ：東京大学

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	杉山 昌広	スギヤマ マサヒロ	東京大学 政策ビジョン 研究センター	講師	統括／国際ワークショップの実施
	石井 敦	イシイ アツシ	東北大学 東北アジア 研究センター	准教授	統括補佐／オンライン・アンケート
	小杉 隆信	コスギ タカノブ	立命館大学 政策科学部	教授	ガバナンス TD 研究の試行
	南波 香代子	ナンバ カヨコ	東京大学 政策ビジョン 研究センター	学術支援専門 職員	研究の補佐

本グループの活動への協力者

氏名, または組織名 (所属 役職)	本プロジェクトへの協力内容
Andrew Parker (ドイツInstitute of Advanced Sustainability Studies)	国際的視点からの助言 国際ワークショップへの参加
John Moore (中国Beijing Normal University)	国際的視点からの助言 国際ワークショップへの参加
Wil Burns (米国American University)	国際的視点からの助言 国際ワークショップへの参加
Joshua Horton (米国 Harvard University)	国際的視点からの助言 国際ワークショップへの参加
江守 正多 (国立環境研究所 気候変動リスク評価研究室長)	国際ワークショップ設計・実施に関する助言, 協力
黒沢 厚志 (エネルギー総合工学研究所 プロジェクト試験研究部 部長)	国際ワークショップ設計・実施に関する助言, 協力

足立 治郎 （「環境・持続社会」研究センター（JACSES） 事務局長）	国際ワークショップ設計・実施に関する助言，協力
--	-------------------------

市民リスク認知グループ：東北大学

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	石井 敦	イシイ アツシ	東北大学 東北アジア研究センター	准教授	インターネット 調査の設計
	朝山慎一郎	アサヤマ シンイチ ロウ	国立環境研究所 社会環境システム研究センター	特別研究員	インターネット 調査の設計
	杉山 昌広	スギヤマ マサヒロ	東京大学 政策ビジョン研究センター	講師	インターネット 調査の設計

ガバナンスTD研究試行グループ：立命館大学

	氏名	フリガナ	所属	役職 (身分)	担当する 研究開発実施項目
○	小杉 隆信	コスギ タカノ ブ	立命館大学 政策科学部	教授	全体のまとめ，および研究ガバナンスの調査
	水谷 広	ミズタ ニヒ ロシ	日本大学生物 資源科学部	教授	全体まとめ補助
	藤原 正智	フジワ ラマ サトモ	北海道大学 大学院 地球環境科学 研究院	准教授	研究ガバナンス に関する調査
	渡辺 真吾	ワタナ ベシ ンゴ	海洋研究開発 機構 シームレス環 境予測研究分 野	分野長 / 主任技術研究 員	研究ガバナンス に関する調査

	朝山慎一郎	アサヤマ シンイチロウ	国立環境研究所社会環境システム研究センター	特別研究員	研究ガバナンスの調査
--	-------	-------------	-----------------------	-------	------------

6. FS 成果の発表・発信状況，アウトリーチ活動など

6 - 1. ワークショップ等

年月日	名称	場所	参加人数	概要
2015年 12月8日	SRMガバナンス・プロジェクト Phase 2 国内ワークショップ	東京大学農学部キャンパス 向ヶ丘ファカルティハウス セミナールーム	13名	Phase 2のTD研究試行として、研究ガバナンスについて議論。異分野だが関連する領域の研究者を招聘し、気候工学への教訓について議論。
2016年 3月22日 -23日	International Workshop on Climate Engineering: Toward Research Collaboration in the Asia-Pacific Region	東京大学本郷キャンパス伊藤国際学術研究センター中教室	28名	日本、アジア、欧米から主に専門家を招待し、気候工学のガバナンスについて議論。欧米主導だった議論を、アジア独自の視点から再検討。

6 - 2. 社会に向けた情報発信状況，アウトリーチ活動など

(1) 書籍, DVD

・なし

(2) ウェブサイト構築

・Future Earth 気候工学ガバナンス・プロジェクト

http://pari.u-tokyo.ac.jp/unit/tg_fe.html

(東京大学政策ビジョン研究センター内のページ)

(3) 学会

・なし

6 - 3. 論文発表

(1) 査読付き (1 件)

●国内誌 (0 件)

●国際誌（ 1 件）

- ・Masahiro Sugiyama, Shinichiro Asayama, Takanobu Kosugi, Atsushi Ishii, Seita Emori, Jiro Adachi, Keigo Akimoto, Masatomo Fujiwara, Tomoko Hasegawa, Yasushi Hibi, Kimiko Hirata, Toru Ishii, Takeshi Kaburagi, Yuki Kita,, Shigeki Kobayashi, Atsushi Kurosawa, Manabu Kuwata, Kooiti Masuda, Makoto Mitsui, Taku Miyata, Hiroshi Mizutani, Sumie Nakayama, Kazuyo Oyamada, Takaaki Sashida, Miho Sekiguchi, Kiyoshi Takahashi, Yukari Takamura, Junichi Taki, Taketoshi Taniguchi, Hiroyuki Tezuka, Takahiro Ueno, Shingo Watanabe, Rie Watanabe, Naoyuki Yamagishi, Go Yoshizawa. Transdisciplinary Co-Design of Scientific Research Agendas: 40 Research Questions for Socially Relevant Climate Engineering Research. Sustainability Science, accepted, DOI:10.1007/s11625-016-0376-2
(ただし受理は5月で可能性調査期間終了後)

(2) 査読なし（ 0 件）

6 - 4. 口頭発表（国際学会発表及び主要な国内学会発表）

(1) 招待講演（国内会議 2 件, 国際会議 1 件）

- ・Ishii, A. (2016) Transdisciplinarily-derived 40 research questions for socially relevant climate engineering research. Meeting of Academic Working Group on International Governance of Climate Engineering. March 7, 2016, School of International Service, American University, Washington, DC.
http://dcgeoconsortium.org/wp-content/uploads/2016/03/Program_FCEA-AWG-March-7-meeting-3.pdf (2016/05/30最終閲覧)
- ・杉山昌広 (2016) 国立環境研究所Transdisciplinary研究会2016年1月8日（於 国立環境研究所）, 「日本でのtransdisciplinary研究の課題：気候工学の例を通じた一考察」
- ・杉山 昌広, 朝山 慎一郎, 小杉 隆信, 石井 敦, 江守 正多 (2016), 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. 日本地球惑星科学連合 連合大会 2016年大会(JpGU 2016), 2016年5月23日, 幕張メッセ (ただし本発表は可能性調査期間終了後) http://www2.jpgu.org/meeting/2016/PDF2016/U-05_O_e.pdf (9ページ目)

(2) 口頭発表（国内会議 1 件, 国際会議 0 件）

- ・杉山 昌広, 石井 敦, 小杉 隆信, 朝山 慎一郎, 江守 正多 (2015) 気候工学：研究の国際動向とステークホルダーとの協働によるわが国の研究アジェンダ創出の試み, 研究・計画学会 年次学術大会講演要旨集, 30: 590-593,
<http://hdl.handle.net/10119/13347>

(3) ポスター発表（国内会議 0 件, 国際会議 0 件）

6 - 5. 新聞報道・投稿, 受賞等

1) 新聞報道・投稿（ 1 件）

- ・朝日新聞2016年4月10日科学面 (p. 32)科学の扉 気候を操作する,
<http://www.asahi.com/articles/DA3S12303779.html>

(2) 受賞 (0 件)

(3) その他 (0 件)

6 - 6. 特許出願

(1) 国内出願 (0 件)