

国内における地球環境課題に関する トランスディシプリナリー研究の動向調査

報告書

2021年3月

本報告書は、国立研究開発法人科学技術振興機構社会技術研究開発センターの委託により、公益財団法人未来工学研究所が実施した調査、分析、考察をまとめたものです。本報告書で取り上げた特定の取り組みやその結果もたらされる成果への言及は、国立研究開発法人科学技術振興機構、社会技術研究開発センターおよび公益財団法人未来工学研究所による推奨や支持を示すものではありません。また、本報告書に記載されている分析や提言に関しては、国立研究開発法人科学技術振興機構および社会技術研究開発センターの公式見解を示すものではありません。

「国内における地球環境課題に関するトランスディシプリナリー研究の動向調査」
報告書

目次

1. 調査の概要	5
1.1 調査の目的	5
1.2 調査の内容・方法	5
1.2.1 RISTEX におけるフューチャー・アースの各活動に基づくトランスディシプリナリー研究の振り返り調査	5
1.2.2 JST におけるベルmont・フォーラム CRA 関連研究の実施状況調査	6
1.2.3 調査からの示唆	7
1.3 調査の体制	8
2. RISTEX におけるフューチャー・アースの各活動に基づくトランスディシプリナリー研究の振り返り調査	9
2.1 本調査項目の概要	9
2.1.1 フューチャー・アース構想の推進事業の事例分析	9
2.1.2 日本が取り組むべき国際的優先テーマのレビュー	12
2.2 フューチャー・アース構想の推進事業の事例分析	13
2.2.1 トランスディシプリナリー研究の方法論に関する先行研究のレビュー	13
2.2.2 事例分析	14
2.3 日本が取り組むべき国際的優先テーマのレビュー	32
2.3.1 課題群（テーマ）の妥当性	32
2.3.2 研究課題の妥当性	34
2.3.3 評価軸の妥当性	35
3. JST におけるベルmont・フォーラム CRA 関連研究の実施状況調査	36
3.1 本調査項目の概要	36
3.2 CRA に関する基本情報の整理	37
3.3 CRA における国内研究機関所属研究者の活動状況の調査	43
3.3.1 CRA における国内研究機関所属研究者の参加に関する基本情報の整理	44
3.3.2 国内研究機関所属研究者の活動状況	49
3.4 地球規模課題研究に関わる日本の強みや課題等の可視化	64
3.4.1 可視化の方法等	64
3.4.2 全体俯瞰図	68
3.4.3 テーマ別俯瞰図	70
3.5 既存の CRA に関連・類似する規模・性質の地球環境研究の実施状況調査	82
3.5.1 調査の方法	82
3.5.2 主要関連学術誌において着目されている研究テーマの調査	83
3.5.3 類似ファンディングプログラムにおける採択課題	85

3.5.4 海外における類似研究の実施状況	96
4. 調査からの示唆	111
4.1 「RISTEX におけるフューチャー・アースの各活動に基づくトランスディシプリナ リー研究の振り返り調査」からの示唆	111
4.2 「JST におけるベルモント・フォーラム CRA 関連研究の実施状況調査」からの示 唆	112
4.3 調査全般からの示唆	114

1. 調査の概要

1.1 調査の目的

本調査は、国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）社会技術研究開発センター（RISTEX）が、フューチャー・アース構想の推進事業の一環として実施する研究動向調査である。本調査により、RISTEX がこれまで実施してきたフューチャー・アース関連の調査や研究、また、JST が参加しているベルmont・フォーラムの多国間共同研究のうち、日本で実施してきた研究のこれまでの蓄積から得られる知見を抽出するとともに、地球環境課題に関する研究の実施状況や類似研究の動向を把握することで、今後のフューチャー・アースおよびベルmont・フォーラム関連の事業の推進に資する情報を提供することを目的としている。

1.2 調査の内容・方法

1.2.1 RISTEX におけるフューチャー・アースの各活動に基づくトランスディシプリナリー研究の振り返り調査

(1) フューチャー・アース構想の推進事業の事例分析

今後トランスディシプリナリー（transdisciplinary: TD）研究を推進していく上で参考となる情報を抽出するために、TD 研究の定義やその推進・評価のあり方に言及した先行研究のレビューを行うとともに、フューチャー・アース構想の推進事業の一環として RISTEX が支援を行ったプロジェクトから 6 課題を選定して事例分析を実施した。事例分析は、成果報告書等の文献調査とオンラインによる研究代表者へのインタビューをもとに行った。

調査対象とした 6 プロジェクトとインタビューの日程は次の通りである。フューチャー・アース構想の推進事業は、続く (2) でとりあげる「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（研究代表者：谷口真人）」を除くと、研究開発課題を多様なステークホルダーと協働設計する「フィージビリティ・スタディ (FS) Phase1」、研究企画 (Co-production) の試行を行う「FS Phase2（平成 28 年度採択課題からは「課題解決に向けた TD 研究（試行）」）、本格研究を支援する「課題解決に向けた TD 研究」の 3 段階のサブプログラムで構成されているが、本調査では、このうち 2 度のステージを経て本格研究として採択された 2 課題、試行研究まで進んだ 3 課題に加え、Phase1 に採択された 9 課題の中からも 1 課題を対象としてとりあげた¹。

¹ Phase1 の事例は、主に全体としてのテーマの多様性を確保するという観点から、RISTEX と協議を行った上でいくつか候補を選定した。このうち、調査期間中の協力が得られた 1 課題が今回の対象となっている。

表 1-1 インタビュー対象

サブプログラム	プロジェクト名	代表者	実施日時
課題解決に向けた TD 研究	環境・災害・健康・統治・人間科学の連携による問題解決型研究	矢原徹一 (九州大)	2021 年 2 月 12 日(金) 9:00-10:00
	貧困条件下の自然資源管理のための社会的弱者との協働によるトランスディシプリナリー研究	佐藤 哲 (愛媛大)	2021 年 2 月 5 日(金) 16:00-17:00
TD 研究(試行)	持続可能な社会へのトランスフォーメーションを可能にする社会制度の変革と設計	西條辰義 (高知工科大)	2021 年 1 月 18 日(月) 18:00-19:00
FS Phase2	インドネシアにおける小規模アブラヤシ農園の持続可能ガバナンスの樹立に向けて	岡本正明 (京都大)	2021 年 1 月 21 日(木) 10:00-11:00
	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	杉山 昌広 (東京大)	2021 年 1 月 22 日(金) 15:00-16:00
FS Phase1	持続可能な開発目標(SDGs)実施へ向けたトランスディシプリナリー研究	蟹江憲史 (慶應大)	2021 年 2 月 3 日(水) 13:00-14:00

(2) 日本が取り組むべき国際的優先テーマのレビュー

フューチャー・アース構想の推進事業で実施した「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」(2014-2017)でまとめられた、日本が今後 10 年で取り組むべき 10 のテーマと 107 の優先課題」に基づく「日本における戦略的研究アジェンダ(JSRA)」の、とりわけ評価軸および課題群・研究課題について、新型コロナウイルス感染症による影響等を踏まえた現在の視点からレビューし、今後の TD 研究推進に資する情報をまとめた。

1.2.2 JST におけるベルmont・フォーラム CRA 関連研究の実施状況調査

(1) CRA に関する基本情報の整理

調査の出発点として、ベルmont・フォーラム及びその下で実施されている CRA の概要についてまとめた。また、これまで設定された CRA のテーマについて、基本指針である「ベルmont・チャレンジ」との関係性を明らかにするとともに、取り組みの全体像を理解するために、いくつかのクラスターとして整理することを試みた。その際、地球規模課題に関する TD 研究の推進に資する有益な示唆を抽出するという本調査全体の目的に照らして、前述の JSRA と関連づけた可視化を行った。

(2) CRA における国内研究機関所属研究者の活動状況の調査

日本の研究機関に所属する研究者がどの CRA に、どのような形で参画しているのか等、基本情報の整理を行った。その上で、それらの研究者の研究分野、研究テーマ、研究実施状況等をウェブ調査により明らかにした。その際、当該研究者が研究代表者(コンソーシアム

リーダー)を務めており、かつプロジェクト終了後十分な時間が経過しているものについては、研究としての卓越性及び政策や社会実装に与えたインパクトといった2つの観点から、実績に関わる情報の把握を試みた。ただし、これらの実績把握及びそれに基づく評価に関しては、2021年3月に公表された「ベルモント・フォーラムの評価：最終報告書²」においても方法論上の課題が多く指摘されている。本稿では、これらの指摘を含め、とりまとめを行った。

(3) 地球規模課題研究に関わる日本の強みや課題等の可視化

今後のCRA参加の決定プロセスを戦略的なものにし、日本起案のCRAを実現するための参考となるよう、CRAテーマを含めた地球規模課題に関する研究について、日本の強みや課題等の把握を試みた。

具体的には、第11回科学技術予測調査（デルファイ調査）で用いられた702の科学技術トピックの中から地球規模課題と親和性の高いと思われるものを幅広くピックアップし、それらを「重要度(30年後の望ましい社会を実現する上で、日本にとっての現在の重要度)」と「国際競争力(現在の日本が置かれた国際競争力の状況)」の2軸からなる俯瞰図として可視化を行った。デルファイ調査は、各分野の日本を代表する専門家からなる委員会が抽出した科学技術トピックについて、数千人の産学官の専門家に対する反復的アンケートを行い(第11回は約5,300人)、その重要度や国際競争力、実現見通し、実現のための政策手段を明らかにしようとするものである。なお、俯瞰図は、(1)で整理したクラスターと対応づけながら、テーマ横断的な全体俯瞰図と、テーマ別俯瞰図の2種類を作成した。

また、これらの俯瞰図から読み解ける示唆について、とりまとめを行った。

(4) CRA 周辺領域における地球規模課題研究の実施状況に関する調査

上記の俯瞰図においては、既存のCRAテーマだけではなく、その周辺領域を含めた日本の強みや課題等の可視化を行っている。ここでは、これらの周辺領域における地球規模研究について、その実施状況を把握するための調査を試行的に実施した。

具体的には、(1)で整理したクラスターごとに、類似のファンディング・プログラムでとりあげられているテーマやその実施者等の情報を把握するとともに、それらの主な結果について、クラスター図への反映を試みた。

1.2.3 調査からの示唆

以上の調査結果を踏まえ、最後の示唆をとりまとめた。

² Evaluation of the Belmont Forum, final report

<https://www.belmontforum.org/wp-content/uploads/2021/03/Belmont-Forum-Evaluation-Report.pdf>

1.3 調査の体制

調査は、次のような体制で実施した。

田原敬一郎	公益財団法人未来工学研究所政策調査分析センター	主任研究員
大竹 裕之	公益財団法人未来工学研究所政策調査分析センター	主任研究員
野呂 高樹	公益財団法人未来工学研究所政策調査分析センター	主任研究員
多田 博之	公益財団法人未来工学研究所政策調査分析センター	主席研究員

2. RISTEX におけるフューチャー・アースの各活動に基づくトランスディシプリナリー研究の振り返り調査

2.1 本調査項目の概要

2.1.1 フューチャー・アース構想の推進事業の事例分析

今後トランスディシプリナリー (transdisciplinary: TD) 研究を推進していく上で参考となる情報を抽出するために、TD 研究の定義やその推進・評価のあり方に言及した先行研究のレビューを行うとともに、フューチャー・アース構想の推進事業の一環として RISTEX が実施した「課題解決に向けたトランスディシプリナリー研究」の各プロジェクト、試行プロジェクト、フィージビリティ・スタディ (FS) から 6 事例を選定し、TD 研究の方法論に関する先行研究を踏まえて事例分析を実施した。

具体的には次のような内容・方法で調査を行った。

(1) トランスディシプリナリー研究の方法論に関する先行研究のレビュー

事例分析に先立ち、TD 研究の定義やその推進・評価のあり方等に関してこれまでどのような議論がされてきたのか、先行研究のレビューを行っている Yoshizawa, Ando & Tahara (2017) をベースに、それ以降の最新情報も含めて整理を行った。

(2) 事例分析

先行研究を踏まえ、TD 研究特有の課題として、1) チームビルディングへの関心や理解、2) 理念・規範の形成、3) 研究やチーム、社会のダイナミクスへの対応、そして、全体を通じての 4) ファシリテーター／コミュニケーターの役割に焦点をあて、事例分析を行った。

調査はインタビュー調査を中心に行った。インタビューにあたり、共通して設定した調査項目は次のようなものである。なお、対象とするプロジェクトによってアプローチや実施期間等に違いがあり、実際にインタビューを行うにあたっては、それらの性格に応じて柔軟に対応した。また、RISTEX は同時期に各プロジェクトへの追跡調査を実施しており、その内容との重複を避けるよう工夫した。

表 2-1 インタビュー項目の概要

インタビュー項目	
1 プロジェクト終了後の成果の展開状況(プロジェクト関与者のその後の関係を含む)	
2 TD 研究特有の課題への取り組み	
2-1	チームビルディングへの関心や理解: 問題所有者や実務家、異分野の研究者とのチームビルディングや関係構築において留意した点、工夫した点や課題について
2-2	理念・規範の形成: メンバー間での目的や価値、規範の共有などマネジメント上留意した点・工夫した点や課題について

2-3	研究やチーム、社会のダイナミクスへの対応：社会情勢の変化や主要なチームメンバーの変更など環境変化への対応について
2-4	ファシリテーター／コミュニケーターの役割
3 今後の TD 研究推進に関する意見	

調査対象としたプロジェクトは次の通りである。

表 2-2 調査対象プロジェクトの概要

サブプログラム	プロジェクト名	期間	概要
課題解決に向けた TD 研究	環境・災害・健康・統治・人間科学の連携による問題解決型研究 (矢原徹一)	2016/9 ～ 2019/8	「持続可能な社会のための意思決定研究」を発展させることを目標に、環境・災害・健康・統治・総括という 5 つのチームにおいて、問題解決志向の TD 研究を展開し、これらの TD 研究の成果を統合・一般化することによって、持続可能性を高める方向への社会変革の方法論を提示
	貧困条件下の自然資源管理のための社会的弱者との協働によるトランスディシプリナリー研究 (佐藤哲)	2017/4 ～ 2020/3	現実の生活の中で直面する課題解決に向けて、社会的弱者自身が創発させている生業と自然資源の持続可能な利活用に関わる内発的なイノベーション(ツール)を基盤に、社会的弱者によるツールの創発を効果的にサポートする仕組みを開発・実装
TD 研究(試行)	持続可能な社会へのトランスフォーメーションを可能にする社会制度の変革と設計 (西條辰義)	2016/9 ～ 2017/3	社会を支える二つの基本的な柱である「市場」や「民主制」が将来世代の選好を市場で表明できないことや、投票権を行使できないために持続可能な社会の構築ができないという問題に対処するために、FS(Phase1)に続き、仮想将来世代を用いる社会の仕組みのデザインを継続して構想
FS Phase2	インドネシアにおける小規模アブラヤシ農園の持続可能ガバナンスの樹立に向けて (岡本正明)	2015/10 ～ 2016/3	商品作物の中でも東南アジアを超えて世界の赤道地帯に拡大しつつあるアブラヤシ農園に着目し、持続可能なアブラヤシ栽培のためのガバナンス・モデル構想を提示
	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 (杉山昌広)	2015/10 ～ 2016/3	①SRM 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を検討するとともに、②SRM 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
FS Phase1	持続可能な開発目標(SDGs)実施へ向けたトランスディシプリナリー研究 (蟹江憲史)	2015/3 ～ 2015/8	①国連レベルにおける SDGs 実施へ向けたトランスディシプリナリー研究の課題の設定及び実施体制の構築、②地域、国、地方あるいは企業といったサブ・グローバルレベルにおける SDGs 設定及び実施に向けたトランスディシプリナリー研究の課題の設定、及び実施体制の構築、という二つの課題に関する可能性を調査

出典：未来工学研究所作成

次図は、調査対象となるプロジェクトについて、プログラムの種別及び実施時期をまとめたものである。

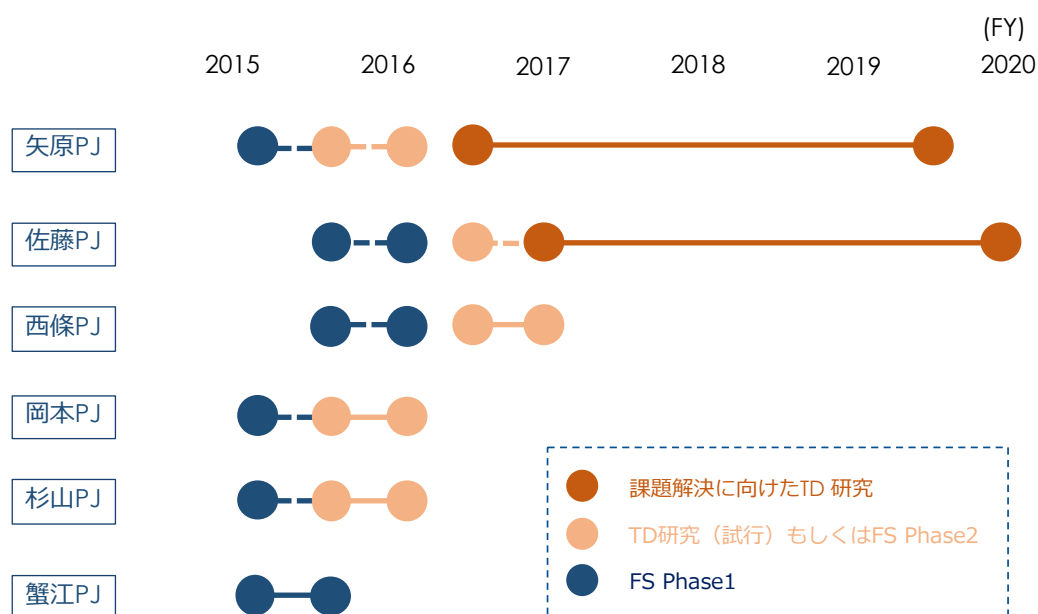


図 2-1 プログラムの種別及び実施時期の比較

出典: 未来工学研究所作成

また、調査対象となるプロジェクトについて、課題及びアプローチの位置付けを図としてまとめると次のとおりである。ここで横軸としている市民的顺序とは、自律的な問題解決の取り組みを示しており、例えば、町内会やNPOなどがその典型例な担い手である。対して、公的顺序とは、政府や自治体など公的な主体が政策や制度を通じて行う課題などへの取り組みを表す。

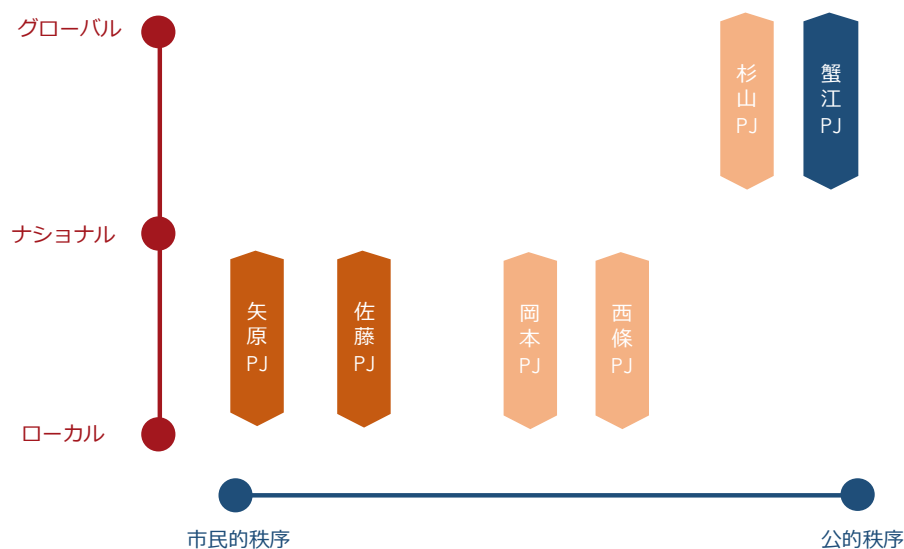


図 2-2 課題及びアプローチの位置付け

出典:未来工学研究所作成

2.1.2 日本が取り組むべき国際的優先テーマのレビュー

2014 年度（H26）～2016 年度（H28）に実施された「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」（研究代表者：谷口真人）では、「環境問題を解決し持続可能な社会を実現するにはどのような課題があるか」について、多様なステークホルダーへの調査を実施し、それを基に、日本が今後 10 年で取り組むべき 10 のテーマと 107 の優先課題」をまとめて、「日本における戦略的研究アジェンダ（JSRA）」を作成している。これを、これからの TD 研究推進にも有用な知見として活用するため、現在の視点からレビューすることを試みた。とりわけ評価軸および課題群・研究課題を、新型コロナウイルス感染症による影響を踏まえ、現在の視点から検討した。なお、このセクションで実施した社会課題群の整理は、3 章の俯瞰図作成における社会課題のマッピングに活用している。

具体的な方法としては次の通りである。まず、JSRA の 10 課題について、ローデータ³を精査し、修正や補足の必要を確認した。そのうえで、これまで重視されてきた地球規模課題テーマの特徴を把握し、それらと JSRA の 10 課題の関連性を検証するため、ベルモント・フォーラムで設定されているベルモント・チャレンジやこれまでに実施された CRA（研究テーマ。詳しくは調査②を参照）との関連付け等の作業をワークショップ形式で実施し、課題の整理を行った。同時に、現在の科学技術の特徴を併せて考察するため NISTEP の科学技術予測調査の科学技術トピックを JSRA の 10 課題に分類し、研究開発の状況を把握したうえで課題をさらに整理した。

³ https://www.chikyu.ac.jp/future_earth/ristex/

2.2 フューチャー・アース構想の推進事業の事例分析

2.2.1 トランスディシプリナリー研究の方法論に関する先行研究のレビュー

TD 研究とは、各分野の伝統的な境界を越え、研究者が実務者と協力して問題解決に向かう試みであり (Alvargonzález 2011; Klein 2010)、さまざまな事例の蓄積に伴い、ここ 10 年ほどで、推進・評価についての理論的・実践的議論が広がっている (Wickson, Carew & Russell 2006; Walter et al. 2007; Garner et al. 2013; Belcher et al. 2016)。例えば、経済協力開発機構 (OECD) の作業部会であるグローバル・サイエンス・フォーラム (GSF) の「Addressing Societal Challenges Using Transdisciplinary Research (トランスディシプリナリー研究の活用による社会的課題解決の取組み)」プロジェクトからは、成果を取りまとめた報告書が出されており、その日本語版が、JST・研究開発戦略センター (CRDS) により 2020 年に公表されている (CRDS, 2020)。この中で、GSF は 28 件の多様な TD 研究事例を紹介したうえで、TD 研究の手法や実践の体系的な分析を進め、さらに、政府、資金配分機関、研究機関、学界・学協会、国際政府間組織に対する提言をまとめている。英国の Rural Economy and Land Use Programme (RELU) や Nesta、スウェーデンの Mistra、米国の Superfund Research Programme やフランスの REPERE プログラムなど、各国の資金配分機関における様々な TD 研究プログラムのマネジメント・評価活動が国際的に活発になっており、知識統合や社会的インパクトなど、研究結果の価値をどう議論し評価するかが実務的な課題となっている (Koier & Horlings 2015; Ruegg & Thomas 2011)。

TD 研究は、知識生産者としてのアカデミアとその利用者としての社会といった二分論では語ることができず、両者の境界をより曖昧なものにする (Pohl 2008; Mobjšrk 2010)。そのため、研究開発に主に携わる研究者と成果の受け手である市民等のエンドユーザーの間に存在する多様なアクターも重要な役割を果たす。その際、特に重要となるのが TD 研究を支援する公的資金配分機関である。これらの機関においては、特定の地域における問題解決に有用な成果を生み出すと期待されるプロジェクトを見極め、それらに対して公的資金を投じるだけでなく、アクター間の知識交流の担い手として、社会的議論を喚起したり、より上位の問題解決手段を有する国レベルの政策にもつながるよう、働きかけを行っていく必要がある。このためには、プロジェクトレベルで生産された局所的な解決策をプログラムレベルでメタ分析を行うなど、資金配分機関自体が TD 研究における知識生産の担い手となったり、そのためのデータベース整備など「TD 研究の知識基盤」を構築したり、TD 研究の重要性を広く伝える「翻訳・橋渡し (translational)」の機能を担うことが期待される。

こうした TD 研究の複雑さに対して、資金配分機関は、研究の自律性や学術システムとしての健全性を確保しつつ、公的資金を投入することの説明責任をいかに果たすことができるかというジレンマ状況に直面する (Sá, Kretz & Sigurdson 2013)。研究業績の測定やそれに基づく研究評価を行う際にも、論文の被引用数のような旧来の計量学的指標は TD 研究にはなじみにくく、より構築的なものにならざるを得ない (Klein 2008)。すなわち、TD 研究の成果は、研究者とステークホルダー双方における日常的活動の文脈に依存するため、数量的な指標によって「客観的に」表現できるものではなく、成果創出に向けて展開される相互作用をいかに捉えるかが重要となる。これは、評価という行為が、研究の価値を第三者

的に同定するという役割を超えて、被評価者やプロジェクトの外側にいる多様なステークホルダーに学習をもたらす「生産的相互作用」のプロセスとして位置付けしなおされる必要性を示唆している（Spaapen & van Drooge 2011）。そのため、政策立案者やプログラムマネージャーなど幅広いステークホルダーを評価の初期段階から系統的に参画させることが重要となる（Teirlinck et al. 2013）。これにより、幅広いステークホルダーに対する応答性が高まり、対話型政策アプローチや政策学習にもつながることが期待される（Abma 2004）。

以上、TD 研究の推進・評価のあり方等に関してこれまでどのような議論がされてきたのかを、先行研究のレビューを行っている Yoshizawa, Ando & Tahara (2017)をベースに整理を行った。以下では、これを踏まえ、事例分析及び示唆のとりまとめを行った。

2.2.2 事例分析

(1) 矢原プロジェクト

1) プロジェクト概要

矢原プロジェクトの概要をまとめると、次のようなものである。

表 2-3 プロジェクトの概要

項目	概要
プログラム	課題解決に向けた TD 研究
課題名	環境・災害・健康・統治・人間科学の連携による問題解決型研究
目的	「持続可能な社会のための意思決定研究」を発展させることを目標に、環境・災害・健康・統治・総括という 5 つのチームにおいて、問題解決志向の TD 研究を展開、これらの成果を統合・一般化することによって、持続可能性を高める方向への社会変革の方法論を提示
研究期間	2016/9～2019/8
フィールド等	屋久島：ヤクシカ管理・生態系管理 インドネシア：熱帯林保全 熊本：益城町での水田・水路復旧 熊本：南阿蘇村復興支援 熊本：阿蘇ハナシノブ自生地 九州北部豪雨被災地：復旧・復興 インドネシア：小水力発電復旧 バングラデシュ：無医村における PHC 健診 インド：PHC による健診 対馬：上対馬高校シチズンシップ教育 対馬：耕作放棄地復旧
研究分野	環境科学、災害科学、健康科学、統治科学、人間科学
主な成果	● 適応学習サイクルに入る前の準備段階＝ステークホルダー化（課題化、パート

	ナー化、信頼関係構築)が重要 ● 発案段階では、対策案検討の過程で、関係者の範囲、課題の枠組み、緊急性などについての認識のズレを調整することが重要 ● 適応学習サイクルの継続には、関係者が実行の結果を共同で検証し、相互に学び、次の課題について協議する場が有効 ● グローバルな課題解決につなげるには、TD 研究において独自の経験・知識を蓄積してきた主体が連携し、ネットワーク化を進めることが有効 ● 科学者は単なる知識生産者としてのみならず、「ステークホルダー化」の強力な推進者 (game changer)、適応学習サイクル推進における行政と市民の連携を促す調停者 (mediator) として大きな役割を果たす ● 共創を成功に導くための co-design のガイドライン: 異なる意見を持つ関係者を共創のプロセスに加えること; 女性・若者・少数者の意見に耳を傾けること; 情報を公開し、議論をオープンにすること; 共創で得られた案に対して外部評価を行うこと; 異なる意見を持つ関係者の間で信頼関係を構築すること ● 適応的ガバナンス成功の3つの条件: 知識の進化; 制度の進化; 社会的ネットワークの進化
URL	https://www.jst.go.jp/ristex/variety/fe/28yahara.html

出典: 各種資料より未来工学研究所作成

2) インタビュー結果

a. co-design のガイドラインについて

- 地球環境プログラム DIVERSITAS に 2006 年から関与。2010 年に愛知で COP10 が開催されることも決まっており、生物多様化の主流化が活発に議論されていた時期。進化生物学の基礎研究者として活動する中で、声がかかった。
- こうした一連の動きの中で、フューチャー・アース構想について議論するクアラルンプールでの国際会議があり、リード役だった Leemans 氏から、これからは TD 研究を推進していくべきという主張があった。これまでは科学者が論文を書きステークホルダーがそれを利用するという関係だったがいまやそうではなく、知の生産自体にも社会の側が深く関与しており、科学者は知を開放し、社会とつながっていくべき、というものの。こうした方向性には賛同する一方、これまで日本で取り組んできたことではないかという思いがあった。たとえば、高度経済成長を支えたのは、科学技術であり、産学官連携の仕組みである。ただし、原発事故に象徴されるように失敗もしている。科学者とステークホルダーが連携すればよい TD 研究ができるというナイーブな発想は警戒した方がよい。すでに福島事故後で、TD 研究をやるためのガイドラインが必要ではないか、とその場で発言した。
- 一方、2010 年代に、日本では、アセスメント法、環境基本法、生物多様性関連の法律など環境分野での議論、制度はかなり前進していた。その中に、自然再生事業推進法というものがある。これは、自然破壊から自然再生へと転換しようというもの。これに関し、日本生態学会内で学会を二分するような議論があった。具体的には、開発事業に対して

研究者の立場から保全を推進するための提言等の活動を行ってきた自然保護委員会がある中、自然再生のための委員会として、生態系管理専門委員会⁴を新たに作ろうという動きができてきた。この2つの委員会の調整役を担う中で、生態学会から自然再生について提言すべきと主張、提言をまとめるために20人の委員を選び合宿を実施、「自然再生事業指針」を策定した。これには、横浜国立大学の松田裕之氏も関わる。

- こうした動きと前後する形で、松田氏らとは、科学者が社会に関わる場合、合意形成が重要という議論も行っていた。科学者はこれまで価値にコミットしないようにしていたが、たとえば、自然を守りたいという一見当たり前の価値観ですら、社会全体に支持されているわけではない。そのような中で生態学がどうあるべきかを考えなければならなかった。
- これらの経緯の中で、合意形成の科学の必要性を痛感するようになった。つまり、TD研究の基礎となるような知識の体系化の必要性を認識するようになった。
- また、九州大学では、東京大学との連合で、保全生態学をテーマとする21世紀グローバルCOEに採択されたが、その後、大学院教育改革を主眼とする博士課程教育リーディングプログラムに提案しようという話が持ち上がった。その際構想したのが、合意形成の科学を発展させた「決断科学 (Decision Science)」⁴。これは、オールラウンドの科学として、環境、災害、健康、ガバナンス（制度問題）、人間という5つのモジュールをネットワーク型でつなごうとするものである。
- なお、日本生態学会で前述の指針を作成するにあたって、市民や企業に開かれた形でフォーラムを実施した。そこで出会ったのがスプリングアの編集者であり、社会参画の下でこうした斬新な取り組みを行っていることをぜひ出版物としてまとめてほしいとの依頼があった。
- 次図のような決断科学の構想は、KLでの会議時に考えたことがベースになっている。これまでの科学は意思決定から距離を置いており、この課題をどうするかというのが中心的な問題意識であった。

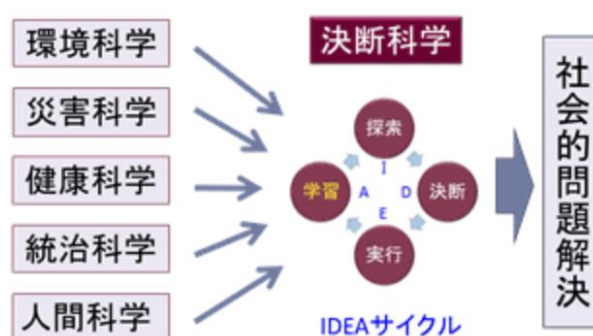


図 2-3 決断科学と IDEA サイクル

出典: RISTEX プロジェクト紹介ウェブサイト

⁴ https://www.esj.ne.jp/esj/Rule/Committee_Seitaikei.html

- この構想を具体化していく中で、人間の認知バイアス、特に確認バイアス (confirmation bias) に着目した。科学者であっても自分の結論を先に決めており、その結論を支持する証拠ばかりを集めて立論する傾向がある、というのが実態である。そこで、科学者が社会に関わるときのガイドラインとして、心理学的認知バイアスの考察や過去の意思決定の失敗の分析に基づき co-design のガイドラインを策定した。結論として単純で当たり前ではあるが、集団浅慮をさけるための要点をまとめている。

b. 適応的ガバナンス成功の3つの条件

- 成功から学ぶための分析も行った。TD 研究はフューチャー・アースではじめて行われたものではなく、UNESCO のエコパークや COP10 の SATOYAMA イニシアチブなどの中にその考え方はすでに取り入れられていた。成功例の教訓を整理すると、ローカルな成功がローカルなコミュニティだけで達成できることはまずなく、外部から専門家が入り、科学的知識を地域に持ち込むとともに (External Knowledge)、外部からの予算措置を可能にする制度的根拠 (External institutions) が必要である。外部の制度と知識に支えられた形で社会的なつながり (social ties) が発揮される。社会的なつながりは経済学分野でソーシャル・キャピタルと呼んでいるものに近いが、より広がりを持つ概念である。

Fig. 1.3 Cooperation triangle: a scheme of community governance supported by external knowledge and external institutions

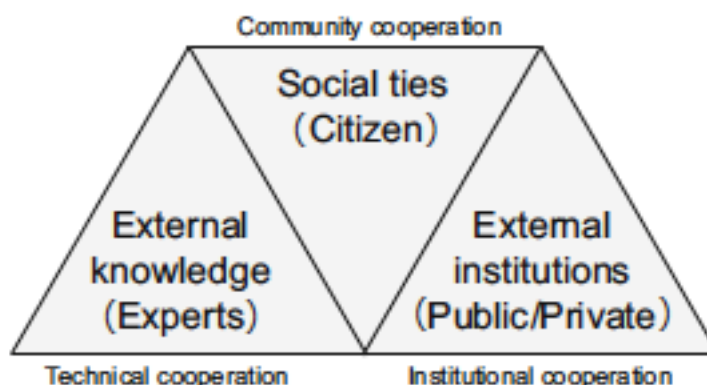


図 2-4 協働のトライアングル

出典: Yahara ed. (2021)

- 一方、外部からの専門家や制度が地域を支えるという形にもっていくのは容易ではない。FE のプロジェクトの中で多様な地域で多様な課題に取り組んだが、成功したのは、従前より合意形成の土台ができていた屋久島のような例である。対馬のように、新たに地域に入って 3 年間でやろうとした共創プロジェクトは、時間的な制約もありうまくいかない場合が多かった。こうした経験とそれを踏まえた分析の中で、ゲームチェンジャーとして、地域の軋轢を乗り越え、社会的なゲーム状態を変えるためのサイクルにのせる者がいるかどうかといった課題、すなわち、リーダーシップの重要性に気づくことになった。成功例を調べると、ゲームチェンジャーには科学者が多い。FE の国際プロ

グラムでは、科学者は一歩ひく形でステークホルダーと協働しようという主張がなされるが、深刻な対立がある場所、共通の土台ができていないところでは、外部から科学者が入り、そこで自らが汗をかき、関係者間の調整を行なって問題解決のプロセスにのせる、ということが重要になる。科学者以外にもゲームチェンジャーになれる可能性はあるが、たとえば、大学の教員として立場が保証されていることや、ある意味利害から独立しており、時間もある程度の予算も割けるという科学者がリーダーになりやすいのではないかと思う。

- 東日本大震災時に、東北の復興過程を学生とともに学んだが、その後、地元九州で起こった熊本地震や、九州北部豪雨被災地である朝倉の復興に関わってきた。その際、復興は長期戦であり、直後に調査して提言すれば良いというものではない、という考えにもとづいて、約 50 名の九大教員による九州北部豪雨復興支援団を結成した。この事例などはまさに科学者がゲームチェンジャーとして機能した例であると自負している。

c. 今後の TD 研究推進に関する意見

- これからは大学がゲームチェンジャーとして社会に関わるのが重要。いまはまだこの種の役割が社会連携事業としてしか認知されておらず、研究として評価されない。TD 研究の考え方からすると、社会と一緒に社会をかえていく、科学として一定の中立性を保ちつつ、論文を書くだけではなく個々の意思決定に関わっていく、その関わり自体が新しい科学のチャレンジである。こうしたことが社会的に認知され、評価されると大学も大きく変わる。その可能性をぜひ JST でひろげていただきたい。
- 進化とのアナロジーで考えると、制度改革のアイデアが生まれ、それが政策として取り入れられると社会が変わる。社会の変化の中では制度の変化、進化が重要である。これは当たり前だが、基本的な筋道であると言える。現在、競争的資金を獲得すると大学の中での科学者のステータスもあがるという状況にあるが、社会と関わり、ゲームチェンジャーとして社会を変えたということに対する評価のシステムや、その種の取り組みを予算的に支援する制度があると、大学も大きく変わる。こうした観点からみると、「共創の場」という地域連携型の制度はとてもいい方向だと思う。この種の枠組みが増えると、科学者側としても論文を書き、それを政策決定や地域の問題解決につなげるといった契機になる。いまのゲームチェンジャーはボランティアであり、使命感ややりがいに依存している。
- ジャーナル論文としても書いていきたいと思うが、どこの雑誌に投稿していいか、みつけるのが容易ではない。それもあって、書籍としてまとめた。今後はこの内容を発展させ、ジャーナル論文化したいとも考えているが、環境研究総合推進費による別のプロジェクトもはじまっている。こうした新たなプロジェクトがはじまるとそれに注力せざるをえず、その間に論文をまとめるのは実態として難しい。
- こうしたアウトプットをまとめるための時間がなく、予算的支援がないことも研究としての実績が積みあがらないことの要因の 1 つにもなっている。そのため、フォローアップのための予算が少額でもあるとよいのではないか。スプリンガーの書籍は、多くの読者に届くようオープンアクセス化し、その予算 160 万円程度を自前で用意したが、

プラスアルファでいろいろかかることを考えると、300 万円くらいの予算があれば十分に可能だろう。こうした支援があれば、TD 研究であっても論文としてまとめるインセンティブが研究者側に生じる。

- TD 研究の成果をまとめるのは、専門分野の論文をまとめるよりはるかに難しい。たとえば、対馬において、少子高齢化が進む中、生物多様性や漁業など社会的問題解決を図るために地域に入って悪戦苦闘した経緯を、事例研究としてどのようにまとめていけばよいのか。事例研究の一般化は難しい。多様な事例をメタ解析するというのが科学としての王道的なアプローチだと思うが、そこに至るこうした過程をどのように知識化するか。地理学は GIS が進歩したためこうした分析がやりやすくなっているが、社会的課題解決の現場での事例研究の方法論が確立されていない。事例の記述方法自体が一般化されていない（なるべく解釈をくわえず、物語として記述するナラティブのアプローチもあるが）。
- 個々の分野の専門家がさまざまな分野の研究成果を学んで、科学の統合に取り組むのは難しい。しかし、統合に汗をかく人がいないと学問間はずながついていかない。そのため、たとえば、10 人程度でよいので、こうした科学の統合に専門に取り組む研究所を設立すれば、TD 研究はより進展するのかもしれない。
- （FE や TD 研究に関わることの楽しさ、価値をプロジェクト経験者に集まっていただき、発信するような企画ができないかというアイデアについて）実際の制度改革につながる機会になれば、意欲も高まる。また、プロジェクトとして体系化を行ったが、これが唯一の解というわけではない。その意味で、他の取り組みをされている研究者とディスカッションするのは非常に有意義である。ただし、ディスカッションをアウトプットして残したい。特に英語で国際発信すべき。日本の大きな課題は英語のドキュメントとして残す文化が弱いことにある。これは、国際的には実績がないのと同じである。中国や台湾、韓国と比べてこの点が非常に遅れている。特に最近中国は英語でどんどん発信している。このままでは井の中の蛙に終わってしまう。SATREPS も素晴らしい制度だが、国際的に知られていない。まさに TD 研究に取り組んでいるが、パンフレットはあっても論文はなく、非常に残念である。
- （「3つの進化」フレームワークの有用性について）かつて進化の考え方がナチスなどに悪用されたネガティブな歴史があり、進化生物学者として、進化生物学の考え方を社会に適用することに抵抗が大きかったが、現在は、むしろ進化という考え方を積極的に使っていくのが妥当という結論に達した。木村資生氏が提唱したランダムな進化や中立進化、自然選択による選択プロセスという考え方は、制度など社会の構成要素の進化に通じる概念である。社会においてもいろいろな偶然が社会の変化に影響している。どういう制度や知識を選ぶか、どういう社会的なネットワークを選ぶかという選択プロセスがあり、選択である限りは進化と呼んでよい。
- 一方、生物進化に目的はない。社会の進化にもマルクス主義で言われているような目的はない。その時その時の社会のアクターが合意形成のもとである制度を選択する。究極的なゴールはないので、良かれと思ってやった結果が悪くなることもある。生物進化と同じで目的がなく、そのときそのときの判断が重要になってくる。しかしながら、短期的利益だけを追及すると失敗するのは過去の経験から分かっている。次の世代の利益

をいまの世代が考えられるというのが生物進化との大きな違い。人間には将来を予測する能力がある。これは、高知工科大の西條先生が追及されているテーマでもある。

(2) 佐藤プロジェクト

1) プロジェクトの概要

佐藤プロジェクトの概要をまとめると、次のようなものである。

表 2-4 プロジェクトの概要

項目	概要
プログラム	課題解決に向けた TD 研究
課題名	貧困条件下の自然資源管理のための社会的弱者との協働によるトランスディシプリナリー研究
目的	現実の生活の中で直面する課題の解決に向けて、社会的弱者自身が創発させている生業と自然資源の持続可能な利活用に関わる内発的なイノベーション(ツール)を基盤に、社会的弱者によるツールの創発を効果的にサポートする仕組みを開発・実装
研究期間	2017/4～2020/3
フィールド等	インドネシア:高度環境汚染(重金属) インドネシア:灌漑用水管理 インドネシア:カカオ農業・灌漑用水開発管理 フィリピン・日本(能登):伝統的農業景観の維持管理 フィジー:沿岸漁業資源管理 マラウイ:湖岸小規模漁業・流通・農業の管理 ギニア:沿岸資源(マングローブ林)管理 トルコ:乾燥地農業・地下水管理 タイ:天然ゴム生産の環境負荷・小規模農家の生活向上
研究分野	地域環境学、環境生態学・リスク学、水産資源管理、里海学、農業経済学、等
主な成果	● 「自然資源の持続可能な管理と活用による貧困層の生活と福利の向上に役立つ手法や仕組みであり、小さな工夫(要素技術)が積み重なり地域の生業と生活のシステムに広範な変化をもたらすもの」をツールと定義、それを抽出するための「生活圏における対話型熟議(DIDLIS)」を開発 ● 妥当性の高いツール 26 件を共通フォーマット化した「持続可能な開発のための国際ツールボックス(科学者版ツールボックス)」を構築:地域の一般的特性;ツールの背景と創発プロセスおよび内容;ツールの効果と課題;課題解決策の所在;学術上の研究課題;社会的課題に関する情報;持続可能な資源管理または生業複合に対する効果および人間の福利の指標との関連を整理 ● ツールの創発からインパクトの発生に至るシステムを因果ループ図で表現、メタ分析によってレバレッジ・ポイントの抽出と評価を実施 ● 「地域社会における内発的イノベーションのための世界フォーラム」設立に

	向けたネットワークを構築
URL	http://td-vuls.org

出典: 各種資料より未来工学研究所作成

2) インタビュー結果

a. TD 研究特有の課題への取り組みから得られた示唆

- 途上国では、研究者の無責任な介入による「調査被害」や、資金にものを言わすような真の協働をうまない研究もあると聞く。そのような中、信頼に基づいた対話を実現するため何度も現地に通った。長期滞在だと、一般論として現地の権力構造の中に取り込まれることもある。一回の滞在を短くすることで相手の負担を減らしつつ、「また来る」と約束した後に再訪することで信頼関係が形成されていく。この「繰り返し」がポイントである。
- 信頼関係の構築は、時間やリソースの制約がある中で、すべての現場でできるわけではない。そのため、深くコミットできる現場を適切に選択する必要があるが、その際、現地に信頼のおける仲介者がいるかどうか大きな判断基準となる。これはレジデント型研究者（地域に定住している知識生産者）がその役割を果たすこともあれば、現地の言語に堪能な知識の双方向トランスレーター（異なる文脈から生まれた知識体系を相互につなぐ役割を果たす人）がそうした仲介者となる場合もある。保守的と思われていた地域のリーダーが話してみると実はということもあり、積極的に仲介者としての役割を果たしてくれることもある。
- 研究者として行ったのは、現地で起きていることを科学的に分析し、そこに新たな意味と価値を見いだすこと。その上で、それを体現している人が他地域のイノベーターたちと直接交流する機会、場を用意した。プロジェクトがなければ決して発生しなかったこの出会いを通じて、マラウィでの取組がインドネシアにおいて発展的な形で実現する（観光村化と新たなリサイクル産業創出）という実際の成果につながっている。
- また、研究者と地域のイノベーターの協働が実を結んだ例もある。マラウィ湖沿岸漁村のステークホルダーと協働して取り組んだ科学的にも社会的にも妥当な人工漁礁構築の事例であり、伝統的知識・技術と科学的知見を統合することで、里海的漁場創出につながった。
- 現場で起こっていることの中から新たな価値を見出すためには、コレクティブ・シンキングの方法論、すなわち、対話と熟議のプロセスが重要となる。こうした対話を深めていくための障壁をどのように乗り越えていけばよいのかといった実践的な問いを含め、プロジェクトで開発した「生活圏における対話型熟議 (DIDLIS)」をより高度化し、論文としてまとめるなど幅広く発信していきたいと考えている。

b. 今後の TD 研究推進に関する意見

- RISTEX のハンズオンマネジメントは、領域会議でのアドバイザーとの議論を含め非常に優れた仕組み。多様な関係者との知識交流を通じて、クリエイティブな発想が刺激

され、知の跳躍につながる。ただし、こうした TD 研究の醍醐味が研究コミュニティや社会に対して十分に伝わっていない。

- RISTEX を通じて TD 研究に関わった人々が知見を共有し、語り合う場があるとよい。また、TD に関心を持つ研究者、特に若手研究者を増やしていくためにも、こうした対話の成果を広く社会に発信していく取組が求められる。
- プログラム形成段階からの Co-Design を行っているファンディング機関は少なくとも日本にはない。これをどう高度化していけるかについての議論も深めたい。
- FE の FS の仕組みはよい。ただし、本格研究に向けたインキュベーション・ステージであるという明確な位置付けが必要。

c. その他（プロジェクト終了後の展開等）

- 2019 年度から SATREPS で新たなプロジェクトがはじまった（IntNRMS プロジェクト）。地域社会の本質的な転換を促すレバレッジ・ポイントの探索のための新たな分析手法を用いて、多様な自然資源の管理実践のシナジーを創発させ、統合自然資源管理に基づく地域の持続可能な開発を目指すもの。そのために、個々の現場で起こっている事象の因果ループを現地の人自らが記述、記録できるアプリの開発を試行したいと考えている。これにより、ローカルレベルの取組を広域レベル、ナショナルレベルの取組へとつなげていくことが可能になる。
- 現場で真剣に課題に取り組んでいる人であれば、学ばずとも自然とシステム思考を実践しており、因果ループやレバレッジ・ポイントなどの考え方も容易に受け入れられることが経験的にも分かっている。
- コロナ禍は TD 研究がどうあるべきかを再考する機会でもある。リモートでできること、リモートだからこそ生まれるクリエイティビティも考えていきたい。

(3) 西條プロジェクト

1) プロジェクトの概要

西條プロジェクトの概要をまとめると、次のようなものである。

表 2-5 プロジェクトの概要

項目	概要
プログラム	TD 研究(試行)
課題名	持続可能な社会へのトランスフォーメーションを可能にする社会制度の変革と設計
目的	社会を支える二つの基本的な柱である「市場」や「民主制」が将来世代の選好を市場で表明できないことや、投票権を行使できないために持続可能な社会の構築ができないという問題に対処するために、FS(Phase1)に続き、仮想将来世代を用いる社会の仕組みのデザインを継続して構想
研究期間	2016/8～2017/3
フィールド等	森林の持続可能性、水資源管理、エネルギー、社会インフラの持続可能性の4課題

	について、以下の国・地域で研究を実施： ベトナム バングラディッシュ ネパール 高知県 矢巾市 松本市 高槻市 吹田市 十津川村 高島市
研究分野	環境経済学、実験経済学、都市環境工学、政治学、ゲーム理論、イノベーション論、社会技術論、社会心理学、数理生物学、認知神経科学、哲学、等

出典：各種資料より未来工学研究所作成

2) インタビュー結果

a. プロジェクトの成果・その後の展開状況

- 方法論を使うかどうかの判断は利用者側にあると考えている。そもそもの問題として、研究者と問題の現場との間の需給バランスが取れず、方法論を現場に「売り込む」ための活動は特段行っていないが、全国各地の自治体等から引き合いがあったり、活用してもらっていたりする。
- 国内の採用された例としては、岐阜県の高山市、飛騨市、白川村の事例がある。これは、将来の医療体制を供給できない可能性があることから、医療施設の集約化に係る議論を行ったものである。地域の関与者をフューチャーデザイナーとして、セッションを8回開催した。会議はZoomで行い、実践したのは高山市の職員の方で、結果は市長に提案した。その後、病院長が集まり、将来のデザインを提案している。
- 土佐経済同友会の取り組みもある。高知の人口は70万弱であるが、50年後には50万弱となり、商圈は小さくなる。完全な自給自足は困難であるが、ビジョンを作り始めつつある。これは、経済団体の経営者だけでなく、市民等を交えて実施しているものである。
- 京都府木津川市でもフューチャーデザインのセッションを実施し、2050年に何が起きるかを考えて、高齢化社会の中で、法の枠組みを超えた議論を行っている。
- 宇治市では、2018年にフューチャーデザインのセッションを行ったが、その後、フューチャーデザイン宇治（35名のうち28名で）を組織して、宇治市とともに総合計画を作り始めている。宇治市は、職員研修でフューチャーデザインを活用している。多くのTD研究と異なり、将来は研究チームが関与しないことを前提にしている。
- フューチャーデザインは、人々の考え方や意識の変革を促すための方法論である。通常

の社会科学では、人々の行動原理は変わらない。人々の考え方を考えるための社会装置を作ることがプロジェクトとしての課題であった。たとえば、フューチャーデザイン宇治における議論には、不登校のお子さんを持つお母さんが参加していたが、その中で、将来はインターネットで授業をするようになるので、不登校はなくなるとの議論になった。彼女は現在、PTA 会長に立候補して“学校を変える”ことに取り組んでいる。

- 岩手県矢巾町でも未来戦略室ができて、将来の視点から街を見直すことをやっている。町全体の総合計画について、フューチャーデザインを使って策定している。総合計画の項目のうち 83%がフューチャーデザインにより策定した。矢巾町には 60 人委員会があったが、これからの総合計画はフューチャーデザインで作ることを決議している。
- 西条市では、平成の大合併を受けて、公共施設の保有問題が発生した。老朽化問題も重なり、公民館等の統廃合について、フューチャーデザインの視点から検討した。公共施設が必要と頑なに統廃合に反対していた人々が、将来世代から考えると短期的な視点であったことに気づき、自分の立ち位置が見えたことで提案型の議論ができるようになった。
- その他、国内に関しては、米原市と空き家問題においてフューチャーデザインを用いて議論したことがある。
- ジュネーブ市の市議会議員からの依頼もある。Roman Krznaric 氏が行った TED スピーチ“よりよい祖先になるために”において、私たちの研究を紹介いただいたが、これを参照したようである。ジュネーブ市は人口が増えている。スイスが移民の受け入れを意思決定したことがその背景にあるが、こうした移民問題にフューチャーデザインの処方を活用したいとのことである。フランスのリヨン大学からも、食の持続可能性についてフューチャーデザインを使いたいという話が来ている。英国のブラッドフォードでは、自閉症の方々に将来を見られるようにしてあげたいとの依頼があった。現在は、コロナで大変なところであり、収束したら取組を進めたいと考えている。国内では、九州大学の加藤先生（ひきこもりの専門家）から、ひきこもりを打開する方法になる可能性があるとの評価をいただいた。
- 昨年、G20 の会合がサウジアラビアのリヤドで開催された。準備会合として T20 (Think 20) が開催された。そこで、G20 の会合のある時間帯に、“仕組み”の活用を推した。
- 社会を変えられることはわかってきた。将来可能性をアクティベートしないといけない。MRI では、RTPJ が反応することもわかった。研究上では、将来可能性をアクティベートするための社会装置を作ることを進めて、最近では、RTPJ の反応を見るところまで至った。
- 選挙のシステムについても研究している。持続可能な方向に選挙で変わっていくか。子ども、赤ちゃんが代理投票できないかということを検討した。結果はうまくいかない。投票制度を少し修正した程度では、あまり変わらない。国レベルの意思決定では、意思決定理由を残さないことが常であるが、意思決定の理由を将来世代に残して、将来世代

にアドバイスを残すと、持続可能な選択をとるようになることを実験で発見している。

b. TD 研究特有の課題への取り組み

- 特定地域の問題状況に介入し、中長期的に継続して関与していくようなアクションリサーチ型のプロジェクトではない。「仮想将来世代を用いる社会の仕組みのデザイン」という新たな方法論を開発することで、特定地域を超えた問題解決を志向している。
- 10 年前に、米国のイロコイインディアンの話を聞いたことが本研究の契機となっている。将来世代を踏まえ、意思決定をする部族である。イロコイは複数の部族の連合であり、合衆国の憲法、連邦制はこのイロコイインディアンの考えに由来しているという。その話をきっかけに、フューチャーデザインを考えるようになった。海外でも将来から今を検討するという研究はないようである。当初持続可能性ジレンマゲームという新たなゲームを作り、実験を実施した。日本、バングラディッシュ、ネパール、インド、インドネシアで実施し、仮想将来世代の効果を検証した。プロジェクトのフィールドの 1 つである岩手県矢巾町に対しては、NHK の「クローズアップ現代」をみたことをきっかけにアプローチした。
- プロジェクトにおいては、特定地域での実証も行っているが、研究者の手は離れた後にそれがどのように地域で活かされるか、他地域へ波及していくかが成功のカギであり、「フェーディングアウェイアプローチ」が重要であると考えている。

c. 今後の TD 研究推進に関する意見

- 我々の目的は、システムを提供することであって、問題群は問題の専門家が関わるようにしている。TD 研究では、地域や問題解決の現場への継続的なコミットメントが重要とよく言われるが、こうした現場にいかなくてもできる研究開発があるということを様々な方に理解していただき、適正に評価いただきたい。世界の TD 研究でも現場重視の考え方が一般的で、ほとんどの研究はうまくいったとされるが、それらは参考にならない。アリゾナ州では、Institute of Sustainability があるが、その知見を世界に活かす視点がないのではないのか。現場にいかなくてもできる部分があることを理解していただきたい。

(4) 岡本プロジェクト

1) プロジェクトの概要

岡本プロジェクトの概要をまとめると、次のようなものである。

表 2-6 プロジェクトの概要

項目	概要
プログラム	FS Phase2

課題名	インドネシアにおける小規模アブラヤシ農園の持続可能ガバナンスの樹立に向けて
目的	インドネシアの小規模アブラヤシ農園(特に泥炭地のあるところ)に着目し、持続可能なアブラヤシ栽培のためのガバナンス・モデル構想を提示することが目的
研究期間	2015/10～2016/3
フィールド等	インドネシアにおける多様なステークホルダー(自治体、村落共同体、地元のシンクタンク、大学、NGO など)
研究分野	アブラヤシ栽培の拡大には多様なアクターが絡んでおり、そのガバナンス・モデルを構想する上で、生態学者、経済学者、人類学者など多様な研究者が参画

出典: 各種資料より未来工学研究所作成

2) インタビュー結果

a. プロジェクトの成果・その後の展開状況

- 問題解決の前提となる土地利用状況の把握のために、多様なステークホルダーによる参加型地図づくりを行った。村落間の境界設定を実現できたのは大きな成果の1つである。
- ただし、地図による可視化は、土地の違法利用の実態が明らかになることもあり、村長にとっては困惑することになった。最初に関与した村ではそれ以降、地図をオープンに出来なくなり、事業としては誤算であった。地図で可視化してみると、不在地主が多く、8割近いところもあった。村の人たちを日本に招いたり、ワークショップを開催したりしたが、半年程度の期間では認識を変えるまでには至らなかった。その後、放置してしまうと土地を売ってしまうケースが見られた。
- こうしたボトムアップの地図づくりは各地で始まっており、県の条例をつくる場所が出るなど広がりが出始めている(各村で約1000万円の関連予算がついている)。ただし、国レベルでは各省庁が持っている83種類のバラバラな地図があり、約2千万haが重複している。インドネシアは独立して約60年経つが、地図のような基盤情報が整備されていない。事業を進める中でこういった課題に直面することになった。行政サポートに限界があり、大企業の影響も大きく、末端から変えていく必要があった。
- 現在、漁業を生業とする河川流域の村で、淡水魚の保護と漁業の振興を両立させるプロジェクトを実施中である。これは女性のエンパワーメントにつながっている。事業の展開においては、それまで現地で作ったネットワークが有効となった。
- コロナ禍における村民などへのインタビュー(オンライン)については、地元で活動しているNGOの協力を得て、ネット環境の悪い村から都市部に移動してもらい実施した。コロナ禍の影響で現地での生態などの調査は困難であったが、地元の淡水魚を研究対象にするのは初めてだったこともあり、研究としての価値も高い。

b. TD 研究特有の課題への取り組み

- 所属先（東南アジア地域研究研究所）がもともと文理融合であることから慣れており、コミュニケーションを密にすることを心掛けてきた。理系の研究者のインセンティブとして短期間で成果を出す必要があるということにも留意している。
- チームビルディングに関して、現地への長期滞在が困難なため、地元の自治体、大学、NGO とのパートナーシップの下進めた。こうした地元関係者のネットワークも活用し、村長が海外協力に積極的であるなど実行可能なフィールドを選択した。
- 参加型とはいえ、村民からは積極的にアイデアは出てこない。そのため、当初は重視していなかったが、やるからには楽しめる、という工夫をした。また、関連業者や地元住民には成果の具体像が理解しづらく、短期的な経済的利益を考えるのではないという意識変革が必要だった。
- 短期では意識改革は難しく、また、意識改革を超えて、地域の生業と結びつけるオルタナティブの提示が重要であることを痛感した。この経験が、終了後に漁村で実施している研究では活かされている。
- 成果については悩ましいが、現地の大学のメンバーも積極的に発信しようとしている。また、現在、書籍としてまとめることも検討している。

c. 今後の TD 研究推進に関する意見

- 森を守るといった意識変革のためには、長期のコミットメントが必要になる。フィールドワークが重要で、現地のパートナーが必須となる。時間も多くを要する。半年ほどの短期間では統計データの活用に限界がある。
- 成果発信としては、フィールドミュージアムをつくることもアイデアの一つ。オンライン動画の発信も有効である。研究所ではオンライン動画を発信しているが、日本語に加えて英語でも発信している。今後は、現地語でも発信していく予定である。そうすれば、TD 研究として社会にアウトリーチすることができる。

(5) 杉山プロジェクト

1) プロジェクトの概要

杉山プロジェクトの概要をまとめると、次のようなものである。

表 2-7 プロジェクトの概要

項目	概要
プログラム	FS 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
目的	● SRM ガバナンス(太陽放射管理)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を検討

	● 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
研究期間	2015/10～2016/3
フィールド等	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。Phase 2 では日本からアジア太平洋に範囲を広げ、国際ワークショップを開催
研究分野	気候政策、気候工学、国際関係論、科学技術社会学、地球環境政策・エネルギー・環境システム分析

出典：各種資料より未来工学研究所作成

2) インタビュー結果

a. プロジェクトの成果・その後の展開状況

- TD 研究は、他のタイプの研究よりもどうしても論文の本数は少なくなる傾向があるが、国際的な情報発信の必要性を痛感し、国際ジャーナルへの投稿も積極的に行った。結果として、Sustainability Science で賞を受けるなど、国際的にも評価されている。
- 気候工学は、主に SRM と CDR（二酸化炭素除去）の 2 種類があるが、前者については、進展が遅い。スウェーデンで予定していたハーバード大学の研究プロジェクトの実験（エアロゾルはまかない機材の動作実験）が先住民族などの反対で中止になり、屋外実験も殆ど進んでいない状況である。後者についてはカーボンリサイクル、バイオマス CCS 等への関心が高まり、コミュニティは進展した。政治性も薄い。LCA フォーラムでも議論され、Direct air capture 等の進展もあり、ムーンショットでも関連研究開発がある。
- アジアについては、フェーズ 1 は国内であったが、フェーズ 2 では国際的な部分を実施した。国際的な部分は、ダイナミックな動きがみられた。おとしの 11 月にインドネシアでワークショップがあり、そこでも賛成派、反対派にわかれた議論があった。学者が中心であるため、中傷等にはならないが、厳しい言葉のやり取りは見られる。

b. TD 研究特有の課題への取り組み

- 気候工学は進展が遅い。ハーバード等でようやく実験がはじまりそうな段階である（それも延期となったりしている）。そのような中、本プロジェクトは研究者とそれ以外のステークホルダーが議論できる素地を作る部分に寄与することを目指した。
- 関係者間でチームビルディングを行っていくような性格のものではないが、極めて政治的なトピックを扱っているため、プロジェクトの全段階を通して、中立的なポジションであることを心がけた。
- 分断があり規範の共有ができにくい中で、ファシリテーター的な役割に徹することで、参加者を取り込んだ。それにより、多様な政治的立場の関係者と実質的な議論を行うこ

とができた。中道左派のグループとも十分な議論ができた。

- “To Co-produce or not to co-produce⁵”にあるように、TD 研究でできること、できないことがあると思う。問題解決に直接踏み込めるものと、今回のように先端技術に関して最上流からの議論を喚起するものとはプロジェクトとしてのゴールも異なる。気候工学は特にそもそも非実装が望ましいものである。後者に関して、TD 研究の中で民主主義的な議論を活発することはできるが、本質的な限界がある。ただし、高度に論争的であるからといって、それを避けるべきではない。熟議の考え方もある。たとえば、アンケート調査で一般市民に技術の気持ち悪さを聞いて、その方向を考えると、TD 的な要素がみえてきて、ワークショップでフォーカスするところがわかるようになる。本プロジェクトにおいても、共同研究者の朝山氏を中心に、投票の仕組みを取り入れたケンブリッジ大学の手法を試みた。こうしたツールボックスを開発、拡張することで、先見的に問題を理解できるようになる。TD 研究におけるこうした両者の本質的な違いを踏まえつつ、多様なアプローチによりこれらを架橋していくための方法論的な議論を深める必要がある。社会実装に対して過大に期待しすぎることも問題である。

c. 今後の TD 研究推進に関する意見

- TD の限界と可能性について方法論研究を行っている研究者へのヒアリングや、RISTEX で検討していた「チームサイエンス」など類似の取組のレビューを行うとよい。前者について、朝山氏、梶川裕矢氏にヒアリングするとよい。ただし、日本で議論できる人が少なく、海外研究者を少なくとも 1/3 程度含める必要がある。
- 日本の状況を考えた上での意見であれば、日本人に聞いた方がよいと思う。クレンク氏もよいと思う。TD の限界と可能性を論じた人に聞くとよい。Google Scholar、Web of Science で調べると見つけることができる⁶。
- CCS 付きバイオエネルギーは食料安全保障、生物多様性保全とも深く関わる問題であり、TD 研究の対象になりうる。
- TD 研究は科研費の枠組みで推進するのが難しい。TD のメタ研究は、「環境基礎研究」として科研費等でも位置づけられてもよい。
- TD 研究には、提案内容や意義を審査委員が適切に評価できないという問題がある。シンガポールはレビューアに外国人を入れるなど工夫しており参考になる。

⁵ Lemos, M.C., Arnott, J.C., Ardoin, N.M. et al. To co-produce or not to co-produce. Nat Sustain 1, 722–724 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0191-0>.

⁶ <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0191-0>

(6) 蟹江プロジェクト

1) プロジェクトの概要

蟹江プロジェクトの概要をまとめると、次のようなものである。

表 2-8 プロジェクトの概要

項目	概要
プログラム	FS Phase1
課題名	持続可能な開発目標(SDGs)実施へ向けたトランスディシプリナリー研究
目的	①国連レベルにおける SDGs 実施へ向けたトランスディシプリナリー研究の課題の設定及び実施体制の構築、②地域、国、地方あるいは企業といったサブ・グローバルレベルにおける SDGs 設定及び実施に向けたトランスディシプリナリー研究の課題の設定、及び実施体制の構築、という二つの課題に関する可能性調査を実施。
研究期間	2015/3～2015/8
フィールド等	—
研究分野	国際関係論、環境政策学

出典:各種資料より未来工学研究所作成

2) インタビュー結果

a. プロジェクトの成果・その後の展開状況／TD 研究特有の課題への取り組みからの示唆

- プロジェクトでは、開始当初、日本が FE の事務局を担うことの一環として活動を捉えていたが、その後、研究に軸足があるものと理解し直し、取り組みを進めた。振り返ると、評価体制や評価方法に課題もあったと思うが、これらは TD 研究の研究対象そのものでもあると言える。
- FE は Phase1 のみの関与であったが、現在も SDGs を巡る様々な研究に取り組んでいる。国連の Global Sustainable Development Report (GSDR) の 2023 年の執筆者の一人にも選ばれた。特に SDGs の進捗の評価は TD の側面が強い。
- TD 研究を支援する公的資金自体が少ない中で、企業との共同研究も実施している。企業によっては指標研究も共同して行っている。SDGs に関心を持つ企業が増えており、企業との協働は TD のひとつの形。ただし、TD のアプローチとして社会科学的側面が中心となると、企業側の経験が浅いという課題がある。企業側からすると、どうしても利益がどこにあるかといった視点が入り、科学への期待も道具的なものになる。企業を含め、日本全体として社会科学への信頼が低いことは課題といえる。
- SDGs のコンソーシアムもあり、会費で運営しているが、公共的課題に取り組んでおり、研究もしている。FSC や MSC などの認証との関係などもある。
- なお、アースコミッション (2 年前に発足) がポスト SDGs にもかかわりうる地球と人間の限界を避けるためのターゲットの在り方などを検討している。20 名程度のコミッ

ショナーの一人に日本からは唯一選ばれた。そのための新たな研究活動資金の獲得に向けて動いているところ。

b. 今後の TD 研究推進に関する意見

- 日本では、この種の研究に対する資金の受け皿が極めて少ない。いずれの取り組みや活動においても資金不足の状況であり、柔軟で多様な TD 支援ファンドが必要。
- 特にグローバルレベルで対応すべき課題に対し、投資が滞ることのリスク（将来にもたらされる成果を享受できず各国に出遅れる）の認識が低い。組織的対応が求められる。GSDR を例にとると、2～3 億円/5 年間程度の規模での支援が必要。これがあると、Nature の editorial が指摘するように、リーチアウトするための取組も行える。
- こうした課題を克服するために、SDGs の観点からの TD 研究の国際的な動向把握（評価軸や SX などの最新動向を含め）や、Post コロナを今から考えるための基礎調査を実施し、これ以上国際的な TD 研究において日本が出遅れないように検討を始める必要がある。こうした課題は今後国際的な標準化議論につながる可能性もある。

【参考文献】

- Abma, T. (2004): “Responsive evaluation: the meaning and special contribution to public administration,” *Public Administration*, vol. 82, pp. 993-1012.
- Alvargonzález D. (2011): “Multidisciplinarity, interdisciplinarity, transdisciplinarity, and the sciences,” *International Studies in the Philosophy of Science*, vol. 25, pp. 387-403.
- Belcher, B. M., K. E. Rasmussen, M. R. Kemshaw and D. A. Zornes (2016): “Defining and assessing research quality in a transdisciplinary context,” *Research Evaluation*, vol. 25, pp. 1-17.
- Garner, J., A. L. Porter, M. Borrego, E. Tran and R. Teutonico (2013): “Facilitating social and natural science cross-disciplinarity: assessing the human and social dynamics program,” *Research Evaluation*, vol. 22, pp. 134-144.
- Klein, J. T. (2008): “Evaluation of interdisciplinary and transdisciplinary research: a literature review,” *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 35, pp. S116-S123.
- Klein, J. T. (2010): “A taxonomy of interdisciplinarity,” in R. Frodeman, J. T. Klein and C. Mitcham (Eds.): *The Oxford Handbook of Interdisciplinarity*. Oxford University Press.
- Koier, E. and E. Horlings (2015): “How accurately does output reflect the nature and design of transdisciplinary research programmes?” *Research Evaluation*, vol. 24, pp. 37-50.
- Mobjörk, M. (2010): “Consulting versus participatory transdisciplinarity: a refined classification of transdisciplinary research,” *Futures*, vol. 42, pp. 866-873.
- Pohl, C. (2008): “From science to policy through transdisciplinary research,” *Environmental Science & Policy*, vol. 11, pp. 46-53.
- OECD (2020), “Addressing societal challenges using transdisciplinary research”, *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, No. 88, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/0ca0ca45-en>. (日本語仮訳: トランスディシプリナリー研究(学

際共創研究)の活用による社会的課題解決の取り組み)

Ruegg, R. and P. Thomas (2011): “Tracing from applied research programs to downstream innovations: value in multiple techniques,” *Research Evaluation*, vol. 20, pp. 305-312.

Sá, C. M., A. Kretz and K. Sigurdson (2013): “Accountability, performance assessment, and evaluation: policy pressures and responses from research councils,” *Research Evaluation*, vol. 22, pp. 105-117.

Spaapen, J. and L. van Drooge (2011): “Introducing ‘productive interactions’ in social impact assessment,” *Research Evaluation*, vol. 20, pp. 211-218.

Teirlinck, P., H. Delanghe, P. Padilla and A. Verbeek (2013): “Closing the policy cycle: increasing the utilization of evaluation findings in research, technological development and innovation policy design,” *Science and Public Policy*, vol. 40, pp. 366-377.

Walter, A. I., S. Helgenberger, A. Wiek and R. Scholz (2007): “Measuring societal effects of transdisciplinary research projects: design and application of an evaluation method,” *Evaluation and Program Planning*, vol. 30, pp. 325-338.

Wickson, F., A. L. Carew and A. W. Russell (2006): “Transdisciplinary research: characteristics, quandaries and quality,” *Futures*, vol. 38, pp. 1046-1059.

Yoshizawa, G., N. Ando and K. Tahara (2017): “Programme evaluation and organisational development for transdisciplinary research,” *fteval Journal for Research and Technology Policy Evaluation*, vol. 43, pp. 163-166.

2.3 日本が取り組むべき国際的優先テーマのレビュー

2.3.1 課題群（テーマ）の妥当性

まず、ローデータを精査した結果、JSRAの10テーマは、気候変動を中心とした地球規模課題を対象としたものとして、2021年現在にも通用する一定の普遍性を持つ内容であることが確認された。ただし、JSRAの10テーマが提示された2017年以降の研究動向やベルモント・フォーラム等の国際動向との調和等を考慮するなら、テーマの粒度を揃えたり、複数のテーマ間で明らかとなった階層性を修正するなど、より現在において有用性の高い課題群に整理しなおすことが可能であることも明らかになった。

具体的には、「温暖化の予測・影響・適応・緩和」は他のすべての課題の上位に位置づけられるテーマとして、「食料の持続的な生産・加工・流通・消費」や「健康への影響」などはそのサブテーマとして位置づけなおすことで関係性をより明確に表すことができる。また、「食料」「健康」「生物多様性」「エネルギー・資源」といった問題領域そのものを表すテーマと、「地域社会（ローカルレベル）」「都市と農村の相互依存（ナショナルレベル）」「社会経済と環境保全の両立（グローバルレベル）」といった問題解決の空間で分けられているテーマがあり、前者のテーマは後者のテーマのいずれともかけあわせ可能である。地球規模課題は高度に相互依存的であり、複雑な構造を持つものである。しかし、特に操作性の点で、JSRAの枠組み自体を今整理しなおすことは有用であると考えられる。

以下に、JSRAの10課題、ベルモント・チャレンジ、ベルモント・フォーラムでこれま

で実施された CRA の関連付け作業の結果を示す。

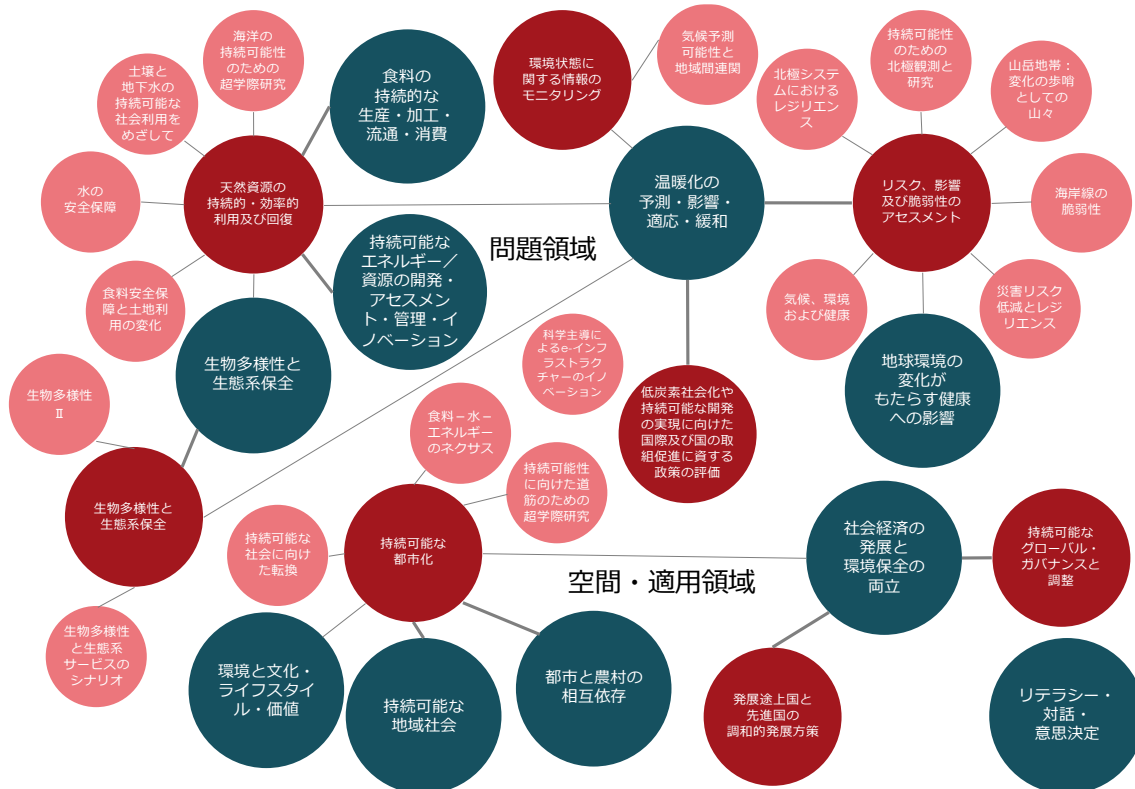


図 2-5 戦略的研究アジェンダとベルмонт・チャレンジ及び CRA の関係性

出典:未来工学研究所作成

この図において、暗緑色は日本が取り組むべき 10 のテーマ（JSRA の 10 テーマ）、赤色がベルмонт・チャレンジ、ピンクがベルмонт・フォーラムの CRA を表している。

JSRA の 10 のテーマは、多様な専門家を集めて分野横断的に検討した結果であり、網羅性が非常に高い課題群となっていた。しかし、ベルмонт・チャレンジ、そして実際にベルмонт・フォーラムで実施された研究テーマである CRA の上位概念とは、必ずしもなっていないことが上の整理から示される。例えば、「持続可能な都市化」というベルмонт・チャレンジに、「環境と文化・ライフスタイル・価値」、「持続可能な地域社会」、「都市と農村の相互依存」の 3 つの JSRA のテーマが紐付いている。同様に、「天然資源の持続的・効率的利用及び回復」というベルмонт・チャレンジに、「食料の持続的な生産・加工・流通・消費」、「持続可能なエネルギー／資源の開発・アセスメント・管理・イノベーション」という JSRA のテーマが紐付いている。

これらを踏まえ、今回はその整理案として、JSRA の 10 テーマを「問題領域」と「空間・適用領域」の 2 つに整理することを試みた。その結果、「生物多様性と生態系保全」「持続可能なエネルギー／資源の開発・アセスメント・管理・イノベーション」「食料の持続的な生産・加工・流通・消費」「温暖化の予測・影響・適応・緩和」の 4 課題は「問題領域」として、残りの 6 課題は「空間・適用領域」として整理可能であることが分かった。今後はベルмонт・フォーラム等における諸課題の整理枠組みとの調和を考慮しつつ、こうした整理のしな

おしを続けると同時に、デルファイ調査の科学技術トピックを用いた見直し結果から見えてきた、今日重要である諸課題も捕捉可能なテーマ群にアップデートすることが望まれる。

2.3.2 研究課題の妥当性

NISTEP による科学技術予測調査の科学技術トピックを JSRA の 10 テーマに分類した結果、JSRA の 10 テーマに含まれる内容に大きなばらつきがあることが示されたうえ、「インフラ維持・管理」や「スマートシティ」、「モビリティ」など 10 課題の中に明確に位置づけづらい課題が存在することも示された。気候変動という切り口からのアプローチではみえづらい地球規模課題も存在しており（海洋マイクロプラスチックなど）、どこまでを対象として含めるかの境界を今一度検討すべきと思われる。

なお、COVID-19 の影響に関して、現時点で何かしらの結論を導くのは時期尚早であり、その影響が一過性のものか、中長期にわたるものかを今後見極めていく必要がある。一方、EU では、戦略的フォーサイトの一環として、COVID-19 によって加速するもの、減速するものを整理しており、今後の検討に資するよう以下に紹介した。



図 2-6 COVID-19 によって加速するもの、減速するもの

出典: European Commission: Strategic Foresight Report – Charting the course towards a more resilient Europe, 09 September 2020 より未来工学研究所作成

2.3.3 評価軸の妥当性

谷口プロジェクトでは、①TD 研究の必要性及び②日本の強みの 2 軸を基本としつつ、それらの細目（評価項目）を設定している。

本調査では、特に①TD 研究の必要性の観点から、その細目の妥当性についての検討を行った。谷口プロジェクトでは、「知識の不確実性」、「価値観の関与の大きさ」、「利害の大きさ」を細目としているが、先行研究のレビュー結果を踏まえても妥当であると言える。一方、これらに「問題の複雑性・相互関連性」を含めることも一案である。特定領域における最適解が他の問題領域において別の深刻な問題を引き起こすことも政策科学などの先行研究では指摘されている。こうした境界を越境するような課題は特に見過ごされがちであり、明示的に評価項目とすることの意義は大きいと思われる。

なお、続く第 3 章では、②日本の強みに関して、科学技術予測調査の結果を用いて、日本の国際競争力という軸を用いた俯瞰図の作成を試みている。

3. JST におけるベルмонт・フォーラム CRA 関連研究の実施状況調査

3.1 本調査項目の概要

本調査項目では、ベルмонт・フォーラムにおける国際共同研究 (Collaborative Research Action : CRA) に関連する国内の研究動向をとりあげる。

具体的には、大きく次の 4 項目について調査分析を実施した。

(1) CRA に関する基本情報の整理

調査の出発点として、ベルмонт・フォーラム及びその下で実施されている CRA の概要についてまとめた。また、これまで設定された CRA のテーマについて、基本指針である「ベルмонт・チャレンジ」との関係性を明らかにするとともに、取り組みの全体像を理解するために、いくつかのクラスターとして整理することを試みた。その際、地球規模課題に関する TD 研究の推進に資する有益な示唆を抽出するという本調査全体の目的に照らして、前述の JSRA と関連づけた可視化を行った。

(2) CRA における国内研究機関所属研究者の活動状況の調査

日本の研究機関に所属する研究者がどの CRA に、どのような形で参画しているのか等、基本情報の整理を行った。その上で、当該研究者が研究代表者（コンソーシアムリーダー）を務めており、かつプロジェクト終了後十分な時間が経過しているものについては、それらの研究者の研究分野、研究テーマ、研究実施状況等をウェブ調査により明らかにした。その際、科学的なインパクト及び政策や社会実装に与えたインパクトといった 2 つの観点から、実績に関わる情報の把握を試みた。ただし、これらの実績把握及びそれに基づく評価に関しては、2021 年 3 月に公表された「ベルмонт・フォーラムの評価：最終報告書⁷」においても方法論上の課題が多く指摘されている。本稿では、これらの指摘を含め、とりまとめを行った。

(3) 地球規模課題研究に関わる日本の強みや課題等の可視化

今後の CRA 参加の決定プロセスを戦略的なものにし、日本起案の CRA を実現するための参考に資するよう、CRA テーマを含めた地球規模課題に関する研究について、日本の強みや課題等の把握を試みた。

具体的には、第 11 回科学技術予測調査（デルファイ調査）で用いられた 702 の科学技術トピックの中から地球規模課題と親和性の高いと思われるものを幅広くピックアップし、それらを「重要度（30 年後の望ましい社会を実現する上で、日本にとっての現在の重要度）」と「国際競争力（現在の日本が置かれた国際競争力の状況）」の 2 軸からなる俯瞰図として

⁷ Evaluation of the Belmont Forum, final report

<https://www.belmontforum.org/wp-content/uploads/2021/03/Belmont-Forum-Evaluation-Report.pdf>

可視化を行った。デルファイ調査は、各分野の日本を代表する専門家からなる委員会が抽出した科学技術トピックについて、数千人の産学官の専門家に対する反復的アンケートを行い（第 11 回は約 5,300 人）、その重要度や国際競争力、実現見通し、実現のための政策手段を明らかにしようとするものである。なお、俯瞰図は、(1) で整理したクラスターと対応づけながら、テーマ横断的な全体俯瞰図と、テーマ別俯瞰図の 2 種類を作成した。

また、これらの俯瞰図から読み解ける示唆について、とりまとめを行った。

(4) CRA 周辺領域における地球規模課題研究の実施状況に関する調査

上記の俯瞰図においては、既存の CRA テーマだけではなく、その周辺領域を含めた日本の強みや課題等の可視化を行っている。ここでは、これらの周辺領域における地球規模研究について、その実施状況を把握するための調査を試行的に実施した。

具体的には、(1) で整理したクラスターごとに、類似のファンディング・プログラムでとりあげられているテーマやその実施者等の情報を把握するとともに、それらの主な結果について、クラスター図への反映を試みた。

なお、デルファイ調査が、集合的なエキスパート・ジャッジメントとして、将来における科学技術の展望を考察するためのものであるのに対し、本調査項目は、現在の取り組み状況から考察を行うためのものであると言える。

3.2 CRA に関する基本情報の整理

(1) ベルモント・フォーラムと CRA

ベルモント・フォーラムは、主要先進国の研究助成機関および国際的な科学評議会の連合体であり、地球環境研究に関する多国間共同研究の助成を実施している。その具体的なファンディング制度の 1 つが国際共同研究（Collaborative Research Action : CRA）である。

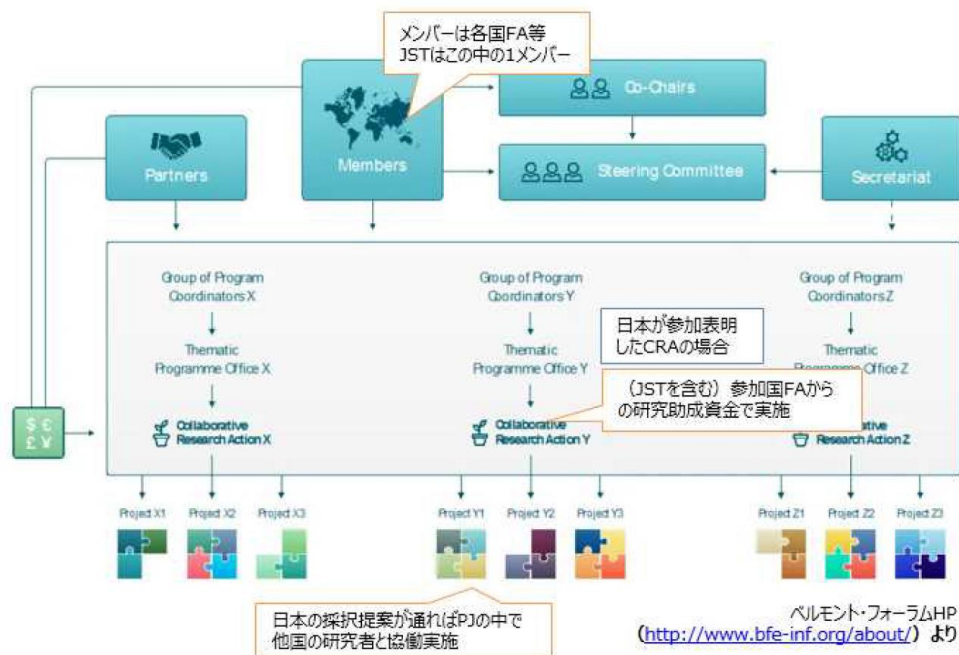


図 3-1 ベルモント・フォーラムにおける CRA の実施体制

CRA では、毎年特定の研究テーマが設定される。そして、各 CRA において、参加を表明する 3 か国以上による国際共同研究を公募し、複数のプロジェクトを選定する。各プロジェクトの実施においては、該当する専門分野におけるエクセレンスと同時に、自然科学・社会科学・ステークホルダーの国際的な協働によるトランスディシプリナリー研究としての質が問われることになる。

CRA では、2012 年から現在にいたるまでに、以下の 17 テーマが設定され、140 プロジェクトの支援が行われている⁸。このうち、「Mountains 2015」「Biodiversity II 2017」「CEH 2019」及び現在公募中の「Pathways 2020」を除く 13 テーマに日本は参加している。なお、日本からは文部科学省と JST（2012 年は JSPS）が参加メンバーとなっている。

表 3-1 CRA のテーマと日本の参加状況

	テーマ	略称	日本参加
1	海岸線の脆弱性	Coastal 2012	○
2	水の安全保障	Freshwater 2012	○
3	食料安全保障と土地利用の変化	Food 2013	○
4	持続可能性のための北極観測と研究	Arctic I 2014	○
5	生物多様性と生態系サービスのシナリオ	Biodiversity I 2014	○
6	気候予測可能性と地域間連関	Climate 2015	○
7	山岳地帯: 変化の歩哨としての山々	Mountains 2015	

⁸ 「データ：E-インフラおよびデータマネジメント」は、2013 年に開始された、地球環境研究に関連するデータの取り扱いに関する取り組みである。通常の CRA とは異なる扱いがされている。

8	持続可能な社会に向けた転換	T2S 2016	○
9	食料－水－エネルギーのネクサス／持続可能な都市化に向けた国際イニシアチブ(SUGI)	Nexus 2016	○
10	生物多様性 II: 生物多様性と生態系サービスのシナリオ II	Biodiversity II 2017	
11	環境変化における国境を越えた、学際的、超学際的なデータ利用の強化のための科学主導による e-インフラストラクチャーのイノベーション	SEI 2018	○
12	海洋の持続可能性のための超学際研究	Oceans 2018	○
13	CEH: 気候、環境および健康	CEH 2019	
14	災害リスク低減とレジリエンス	DR3 2019	○
15	急速に変貌する北極システムにおけるレジリエンス	Arctic II 2019	○
16	土壌と地下水の持続可能な社会利用をめざして	Soils 2020	○
17	持続可能性に向けた道筋のための超学際研究	Pathways 2020	
	データ:E-インフラおよびデータマネジメント	－	○

出典: ベルмонт・フォーラム HP をもとに未来工学研究所作成

(2) ベルмонт・チャレンジ

ベルмонт・フォーラムの推進にあたっては、「ベルмонт・チャレンジ：持続可能性のためのグローバルな環境研究ミッション」が重要な指針となっている。これは、2016 年ベルмонт・フォーラム年次総会で採択されたものであり、最新のものは総会后に改訂されている。

ベルмонт・チャレンジでは、「社会が 21 世紀の環境変化に取り組むためには、影響や脆弱性、リスクだけでなく、環境変化の機会についての理解をさらに深める必要がある」こと、「これにより、適応と緩和の戦略を開発して適用し、環境的に持続可能な方法で機会から利益を得ることができるようになる」こと、それを「最も価値のあるものにするために、この知識は、効果的な意思決定を可能にし、公平な経済的および社会的発展を支援する時間と空間の規模で提供されなければならない」ことが提起され、「環境と社会の変化についての理解を深め、悪影響を防止および軽減し、社会を最適に適応させるための科学に基づくアプローチを支援するために、自然や社会、経済の結合システムを考慮した学際的および超学際的研究を支援」するとともに、以下の観点からそれを促進および強化することとなった。

表 3-2 ベルмонт・チャレンジにおける優先的取り組み事項

	重視する観点	略称
1	高度な観測システム、およびユーザーへの強化された環境情報サービスプロバイダーを通じた、環境の状態に関する情報	環境状態に関する情報のモニタリング
2	地域および 10 年ごとの分析と予測による、リスクやインパクト、脆弱性の評価	リスク、影響及び脆弱性のアセスメント
3	低炭素社会へと導くとともに、排出削減や持続可能な開発に関する国際的および国内的な取組をどのように実	低炭素社会化や持続可能な開発の実現に向けた国際及び国の取組促

	施するのが最善かを検討することに資する政策評価	進に資する政策の評価
4	発展途上国と先進国のさまざまなニーズを考慮した、世界の幸福を促進する代替案の分析	発展途上国と先進国の調和的發展方策
5	土地や水、エネルギーといった天然資源を持続可能かつ効率的な方法で最適に利用および回復する方策に関する研究：地球規模のテレコネクションを考慮するとともに、強力な環境保護を主流化しながら、製品の持続可能な生産に焦点をあてる	天然資源の持続的・効率的利用及び回復：地球規模のテレコネクション下における持続可能な製品開発と強力な環境保護の主流化
6	地球の生物多様性と絶滅寸前の生態系の保全	生物多様性と生態系保全
7	グローバルな都市化とより持続可能な都市への道を管理するための選択肢の検討	持続可能な都市化
8	相互依存性に対処し、必要な資源を集めるための、グローバルな統合および調整メカニズムの分析	持続可能なグローバル・ガバナンスと調整

出典：ベルmont・チャレンジをもとに未来工学研究所翻訳および作成

(3) ベルmont・チャレンジと CRA の関係

ベルmont・フォーラムにおいては、これらのベルmont・チャレンジの優先事項と各 CRA のテーマの関連性について明示化されておらず、そのため、取り組みの全体像がみえにくい。そのため、以下では、ベルmont・チャレンジと CRA との関連性について、前述の JSRA との関係を含め、いくつかのクラスターとして整理することを試みた。これらの関係は一意に決まるものではなく、テーマのどの側面に着目するかで変化するものであるが、全体を俯瞰する上で役に立つものである。

1) 地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価

最初のクラスターは、「地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価」に関わるものである。「リスク、影響及び脆弱性のアセスメント」には、主に気候変動に起因する環境変化が北極圏や山岳地帯、海岸線といった特定の地域・地形に与える長期のインパクト等を扱ったものや、災害リスク、気候と環境、そして健康との関係といった影響を及ぼす対象を限定したものの両者が含まれる。「環境状態に関する情報のモニタリング」には、比較的短期の変化として気候予測に関わるテーマがとりあげられている。他には、CRA テーマとしては明示的にとりあげられていないが、「低炭素社会化や持続可能な開発の実現に向けた国際及び国の取組促進に資する政策の評価」がある。

なお、2018 年の CRA テーマ「環境変化における国境を越えた、学際的、超学際的なデータ利用の強化のための科学主導による e-インフラストラクチャーのイノベーション」は基盤的な取り組みであり、他のテーマとも幅広く関連するものであるが、もっとも親和性の高いと思われる本クラスターに位置付けた。

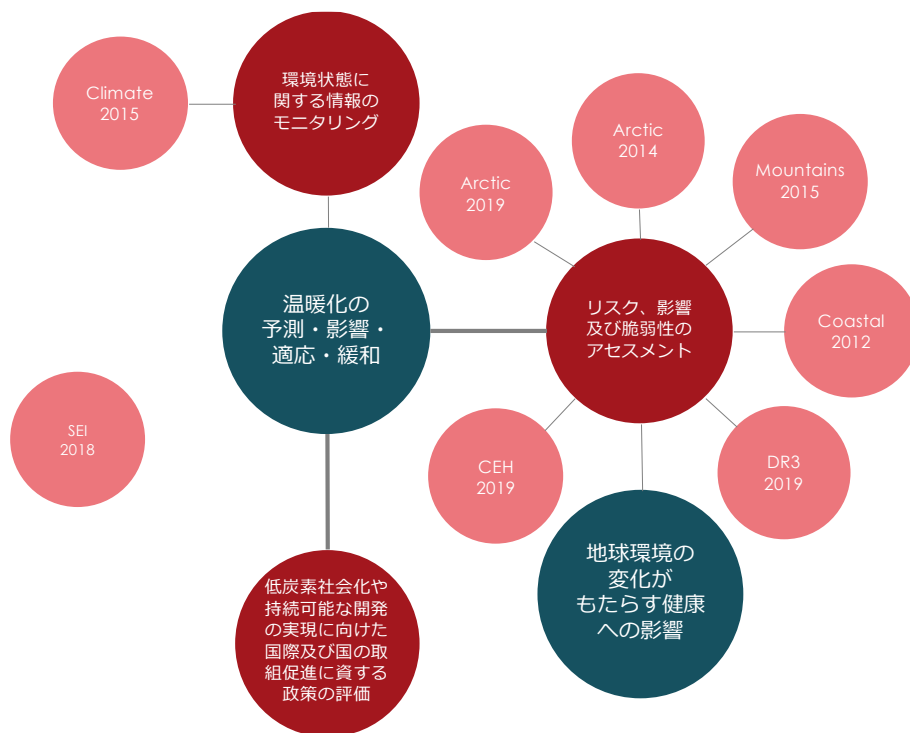


図 3-2 地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価

出典: 未来工学研究所作成

2) 天然資源の持続的・効率的利用及び回復

2 つ目のクラスターは、「天然資源の持続的・効率的利用及び回復」に関わるものである。ここには、水、食料、海洋資源、土壌と地下水といった 4 つの CRA テーマが含まれる。

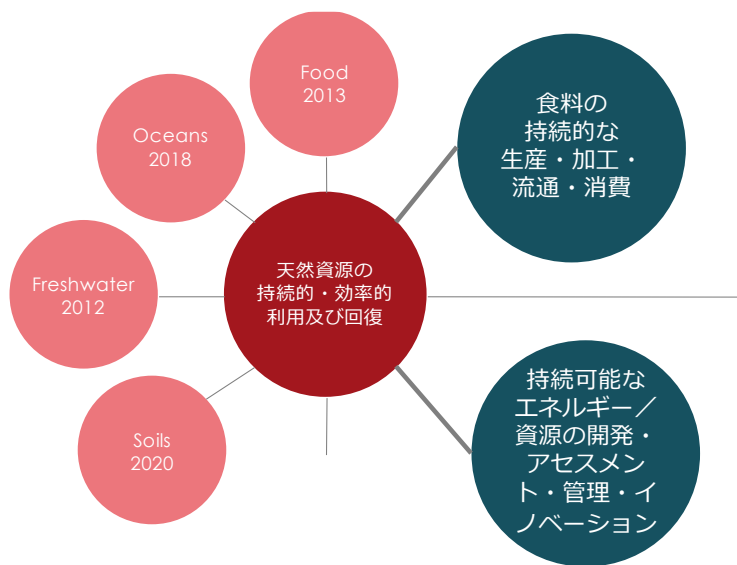


図 3-3 天然資源の持続的・効率的利用及び回復

出典: 未来工学研究所作成

3) 生物多様性と生態系保全

3つのクラスターは「生物多様性と生態系保全」に関わるものである。2014年と2017年の2回にわたって、CRA テーマとしてとりあげられている。

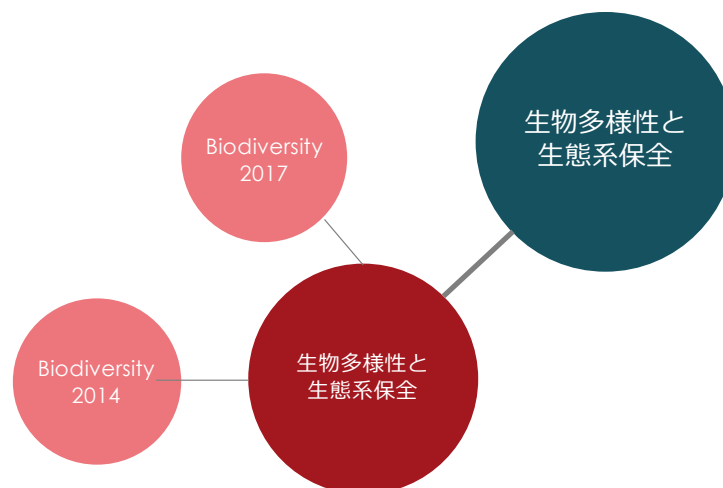


図 3-4 生物多様性と生態系保全

出典: 未来工学研究所作成

4) 持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的発展及びグローバル・ガバナンス

4つのクラスターは、問題解決の空間・単位に着目したものであり、ローカルレベルにフォーカスした「持続可能な都市化」、ナショナルレベルの問題と深く関わる「発展途上国と先進国の調和的発展方策」、グローバルレベルのルール形成等に関わる「持続可能なグローバル・ガバナンスと調整」の3つの優先事項からなる。CRAとしては、主に「地蔵可能な都市化」に関わるものとして、「持続可能な社会に向けた転換」、「食料－水－エネルギーのネクサス／持続可能な都市化に向けた国際イニシアチブ」、「持続可能性に向けた道筋のための超学際研究」の3テーマがこれまでとりあげられている。

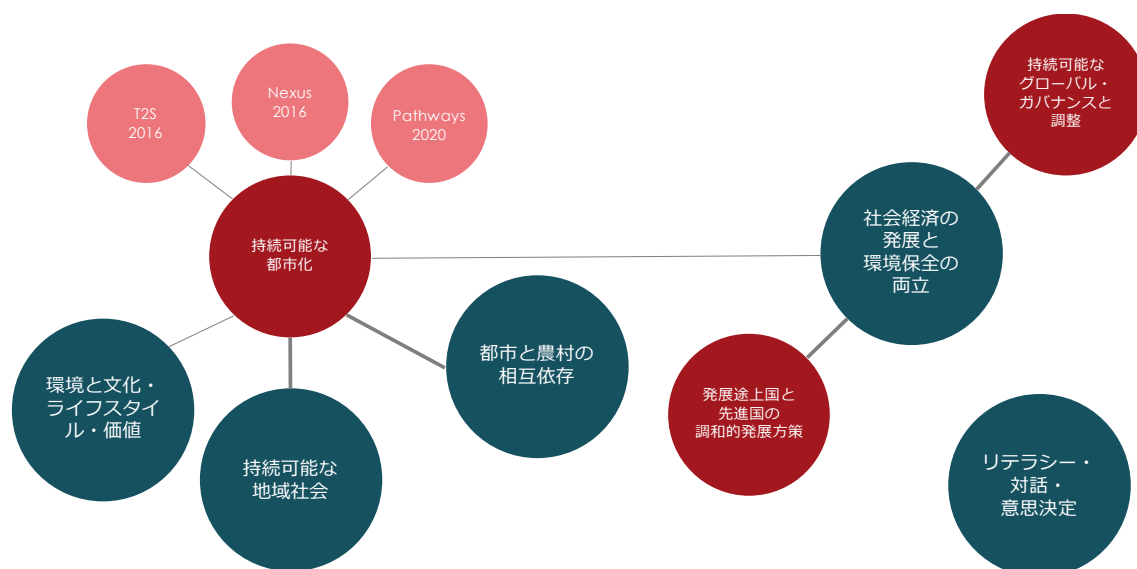


図 3-5 持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的発展及びグローバル・ガバナンス

出典: 未来工学研究所作成

3.3 CRA における国内研究機関所属研究者の活動状況の調査

日本の研究機関に所属する研究者がどの CRA に、どのような形で参画しているのか等、基本情報の整理を行った。

その上で、国内研究機関所属研究者が研究代表者（コンソーシアムリーダー）を務めており、かつプロジェクト終了後一定期間が経過しているものを対象に、プロジェクトの基本情報や研究実施状況等をウェブ調査により明らかにした。

これらの実績把握及びそれに基づく評価に関しては、2021年3月に公表された「ベルmont・フォーラムの評価：最終報告書」においても方法論上の課題が指摘されている。ここでは、これらの指摘を含め、示唆のとりまとめを行った。

3.3.1 CRA における国内研究機関所属研究者の参加に関する基本情報の整理

(1) 情報整理の方法

日本の研究機関に所属する研究者が参加している CRA 及びプロジェクトを抜け漏れなく特定するとともに、今後の分析にも資するよう、2012 年に立ち上げられた 2 つの CRA (「海岸線の脆弱性 (Coastal 2012)」及び「水の安全保障 (Freshwater 2012)」) から 2020 年の「土壌と地下水の持続可能な社会利用をめざして (Soils 2020)」に至るまでの 16 テーマ下で実施の全 140 プロジェクトについて、ベルモント・フォーラムのウェブサイト情報をもとに、以下の項目からなるデータベースを作成した。

表 3-3 プロジェクト・データベースの項目

項目	概要
プロジェクト名	英語の正式名称 ※日本機関所属研究者が PI もしくは共同研究者として参加している場合、その訳語を含む。
公募開始時期 (call year)	公募が開始された年
実施期間	プロジェクト開始の期日 (Project Award Date)、期間 (月単位)
研究代表者 (Principal Investigator: PI)	氏名、所属、国 ※日本機関所属の場合、和名を含む。
共同研究者 (Partner)	氏名、所属 (英語、日本語) ※PI が日本機関所属ではなく、かつ共同研究者に日本機関所属研究者がいる場合
スポンサー	※JST (2012 年は JSPS) が参加している場合
フィールド (Countries)	プロジェクトが対象とするフィールドがある国
CRA テーマ	プロジェクトが対応する CRA テーマ
ウェブサイトの URL	※プロジェクト独自のウェブサイトを立ち上げている場合

ベルモント・フォーラムのウェブサイトにおいて、これらの情報は共通のフォーマットに基づき、プロジェクトごとに分散して掲載されている。ただし、本データベースの作成過程で、フォーマットの各項目に記載されている内容が CRA によってばらつきがあり、情報の信頼性に欠けるものも散見されるなど、分析を行うために十分なデータ基盤が整っていないことが判明した。たとえば、プロジェクトの開始時期について、公募開始年と同一になっているものがあることや (通常、公募開始からプロジェクト開始までは 1~2 年のタイムラグがある)、年月日まで記載しているプロジェクトがある一方で、年のみの記載にとどまっているものがあること、フィールドとなる国を記載していないものがあること、JST がスポンサーとして参画しているにも関わらず、情報が掲載されていないものがあること、といった問題があった。そのため、日本の研究機関に所属する研究者が参加しているものについては、JST のウェブサイトに掲載されている情報と照らし合わせて、データの修正を行った。なお、この過程において、ベルモント・フォーラムのウェブサイトに記載されている月単位のプロジェクト実施期間と明らかに矛盾のあるものや、双方に共同研究者の抜け漏れ

もみられたため、その他の情報をあわせ、可能な限り補正を試みた。

(2) 国内研究機関所属研究者の参加の概況

次表は、CRA ごとに国内研究機関所属研究者が参加しているプロジェクトを一覧化したものである。CRA16 のうち 12 テーマ、全 140 プロジェクトのうち 25 課題（日本参加 24 課題）、参加研究者数 52 名（うち PI 及び共同代表者 7 名）となっている。

表 3-4 CRA のテーマ及び課題

ID	CRA テーマ	プロジェクト(略称)	日本機関所属研究者 (所属は当時)
1	Coastal 2012	リスク評価のための統合モデリングフレームワークを使用して、デルタシステムの持続可能性に向けたアクションの促進 (DELTAS)	Fabrice Renaud (国連大) 齋藤文紀 (産総研地質調査総合センター)
		都市海岸の変容とレジリエンス (TRUC)	山室真澄 (東大)
2	Freshwater 2012	(日本不参加)	
3	Food 2013	部族社会における農業と生態系の持続的経営 (SMARTS2)	増田忠義 (地球研)
		アフリカのサハラ以南地域における商業作物増産の食料安全保障への影響 (FICESSA)	★Alexandros Gasparatos (東大) 武内和彦 (国連大)
4	Arctic I 2014	気候変動下における北極海洋システムの回復力と適応力 (RACArctic)	★齊藤誠一 (北大) 原田尚美 (JAMSTEC) 平譚享 (北大) 菊地 隆 (JAMSTEC) 牧野光琢 (水産総合研究センター) 高倉浩樹 (東北大) 綿貫豊 (北大)
		東部ロシア北極域永久凍土上の生態系と都市と村落の炭素収支 (GOPERA)	★杉本敦子 (北大) 太田 岳史 (名古屋大) 田畑伸一郎 (北大) 鈴木力英 (JAMSTEC)
5	Biodiversity I 2014	生物多様性と生態系サービスのシナリオ・ネットワーク (ScenNet)	齊藤修 (国連大)
		生物多様性と生態系サービスの持続的利用を目指したシステム横断型アプローチによる社会学・生態学統合研究の展開 (TSUNAGARI)	★仲岡雅裕 (北大、共同代表) 石川智士 (地球研) 牧野光琢 (水産総合研究センター) 山野博哉 (国環研) 金本圭一朗 (九大)
6	Climate 2015	季節～10年規模の地域間連関が気候予測の改善へ向けて持つ潜在的可能性 (InterDec)	中村尚 (東大) 浮田甚郎 (新潟大)
		全球でみられるテレコネクションとその役割および階層的な大気モデル群による再現 (GOTHAM)	渡辺真吾 (JAMSTEC)
7	Mountains 2015	(日本不参加)	
8	T2S 2016	実践としての転換：気候変動の影響を受けやすい環境下での持続可能性に向けた公平かつ超学際的な方法論の開発 (TAPESTRY)	大手信人 (京大) Rohan D 'Souza (京大)

9	Nexus 2016	健全な未来都市への知的デザイン: 持続可能なグリーン都市に向けた食料・水・エネルギーネクサスアプローチ (METABOLIC)	谷口真人 (地球研)
		可動型ネクサス: デザイン先導型都市食料・水・エネルギー管理のイノベーション (M-NEX)	★ 巖網林 (慶応大) 飯盛義徳 (慶応大) Bijon Kumer MITRA (IGES)
10	Biodiversity II 2017	(日本不参加)	
11	SEI 2018	自然保護区が社会経済に及ぼす影響の多国融合研究を通じた新たなデータ共有・再利用手法の構築 (PARSEC)	村山泰啓 (NICT)
		ワールドワイドウェブ型浮遊生物画像解析ポータル (WWW.PIC)	Dhugal Lindsay (JAMSTEC)
12	Oceans 2018	海洋生態系に対する海洋酸性化の影響評価・緩和・適応 (OA-ME)	★ 茅根創 (東大) 武田智子 (IGES)
		持続可能な社会の実現と社会変革のための沿岸海洋の評価 (COAST Card)	灘岡和夫 (東工大)
		ベンゲラ湧昇システムにおける極端なイベントの激化の生態学的および経済的影響 (EXEBUS) ※日本不参加	Behera Swadhin (JAMSTEC)
13	CEH 2019	(日本不参加)	
14	DR3 2019	大都市での時間・季節・場所の変化や違いに応じたデータ駆動型災害対応システムの設計と評価 (DDRS)	★ 神武直彦 (慶応大) 坪内孝太 (Yahoo!JAPAN 研究所) 加藤孝明 (東大)
		持続可能な開発のための災害リスク低減とレジリエンスのガバナンス再活性化 (Re-Energize DR3)	柴山知也 (早稲田大)
		スマートシティ技術によるレジリエントな社会: 超高分解能の地震リスク評価 (RESIST)	澤野次郎 (防災学術連携体) 田村圭子 (新潟大) 平田直 (防災科研)
15	Arctic II 2019	東部ロシア北極・環北極域の凍土水文とレジリエンス (HYPE-ERAS)	檜山哲哉 (名古屋大)
16	Soils 2020	放棄とリバウンド: 景観と土地利用の変化とそれらが水と土壌に与える影響に関する社会的見解 (ABRESO)	五味高志 (農工大) 恩田裕一 (筑波大) 齊藤修 (IGES) 柴田英昭 (北大)
		地球システムモデルにおける生態系と土地利用の地下水及び土壌との相互作用 (BLUEGEM)	金炯俊 (東大)
		ランドスケープ・土地利用変化、放棄と回復をもたらす社会的要因の国際比較 (PRISMARCTYC)	古屋正人 (北大)
合計		25 課題 (日本参加 24)	52 名 (うち PI 7 名)

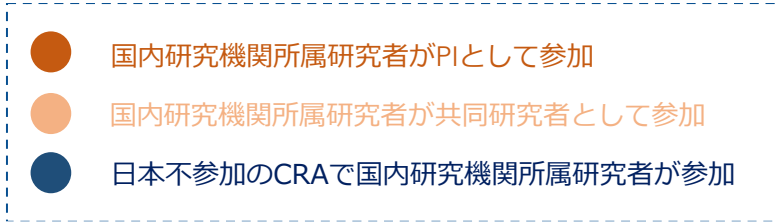
注: ★は研究代表者 (PI) もしくは共同研究代表者

出典: 未来工学研究所作成

また、これらのプロジェクトについて、3.2 (3) で整理したクラスター別に、実施期間を含めて整理すると次の通りである。

各図は次の凡例にしたがって作成している。また、ピンクの丸で表現した CRA テーマの右下の数値は当該 CRA で採択されたプロジェクト総数に占める国内研究機関所属研究者が関わるプロジェクト数を表す。なお、正確な実施期間が公開情報からは不明なものや、前述

のように、ベルモント・フォーラムのウェブサイトに記載されている月単位のプロジェクト実施期間と JST による公開上との間に明らかな矛盾のあるものもあり、これらのプロジェクトについてはその旨注記している。



1) 地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価

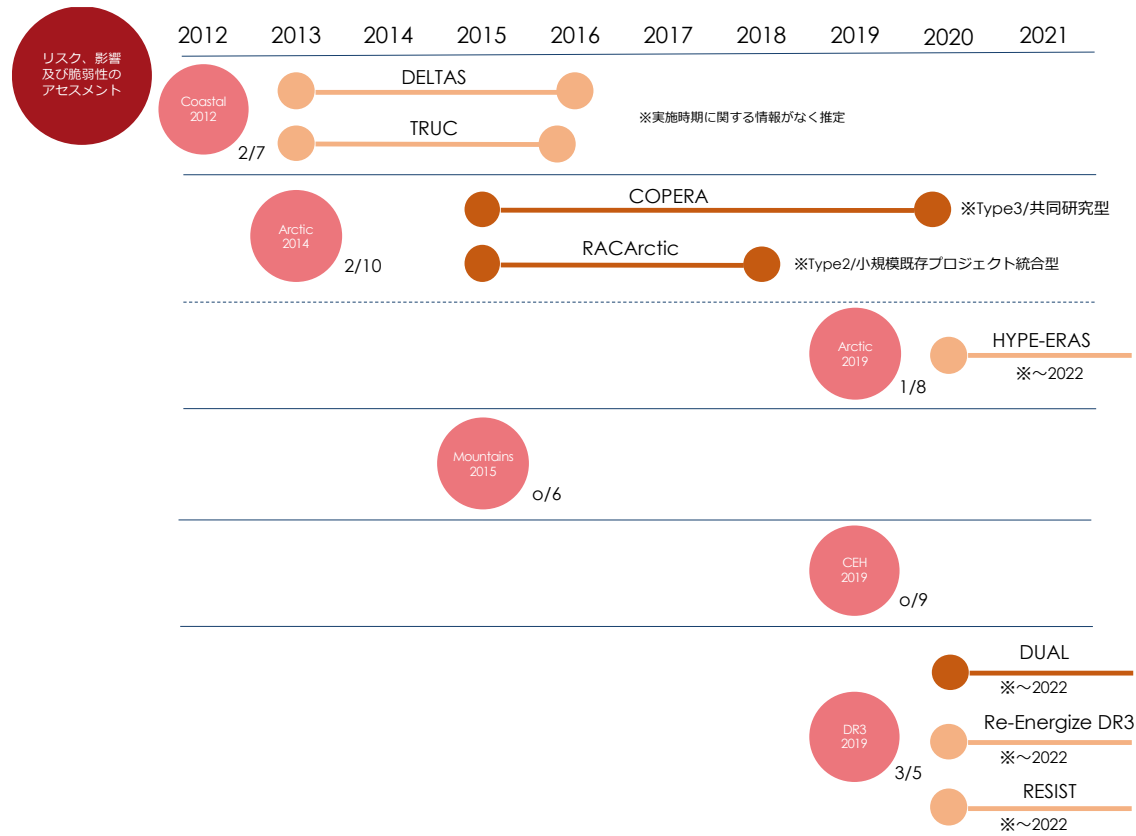


図 3-6 リスク、影響及び脆弱性のアセスメントに関わる CRA

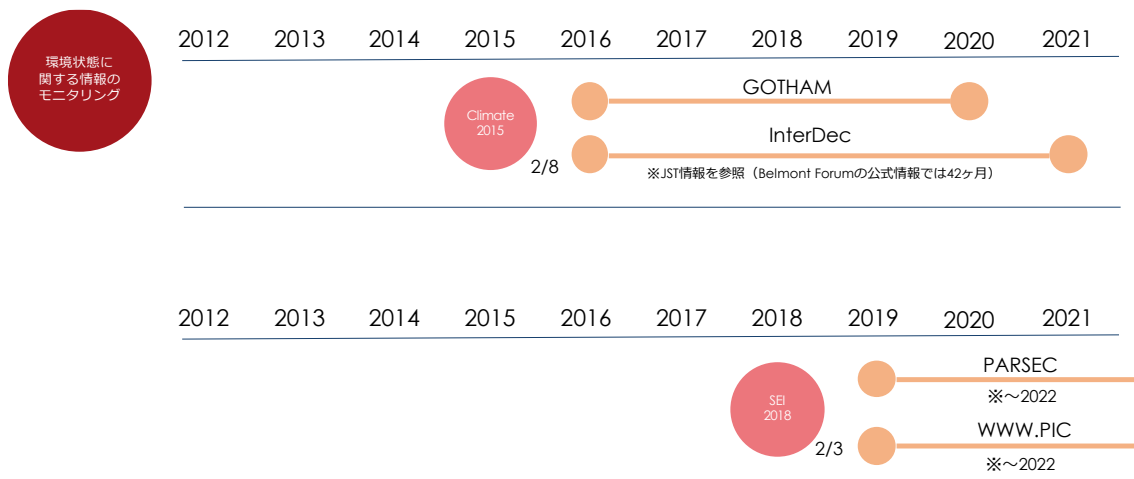


図 3-7 環境状態に関する情報のモニタリングに関わる CRA

2) 天然資源の持続的・効率的利用及び回復

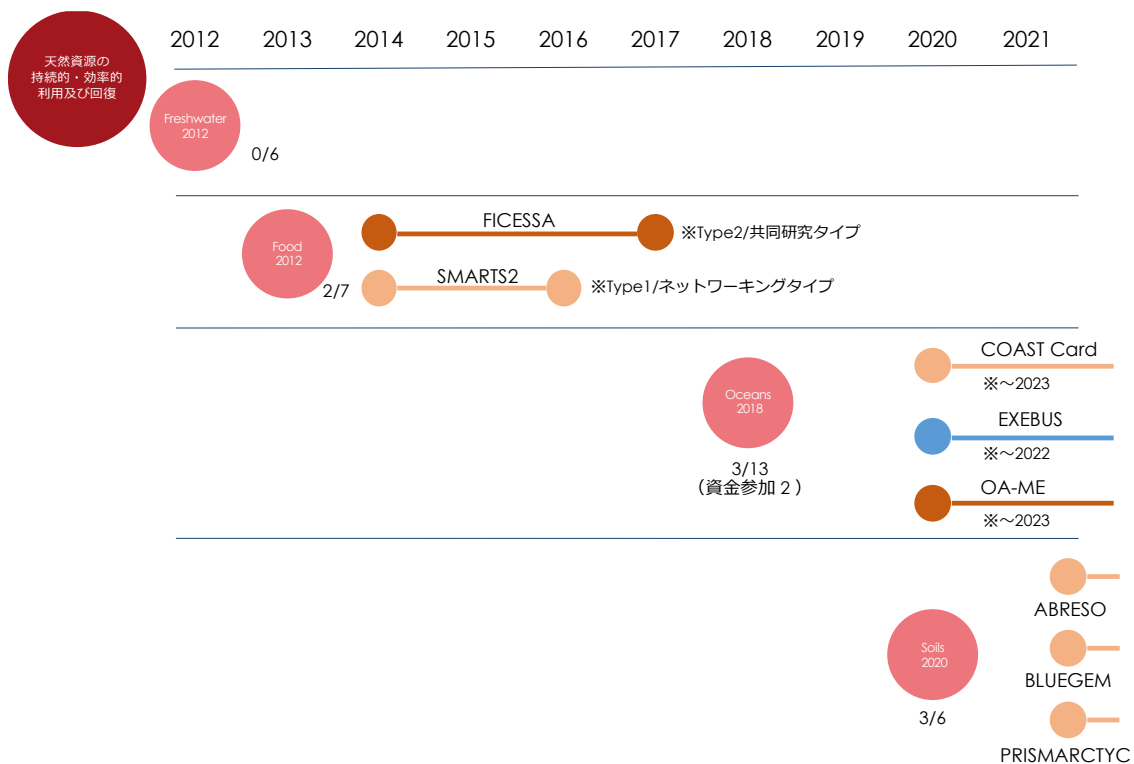


図 3-8 天然資源の持続的・効率的利用及び回復

3) 生物多様性と生態系保全

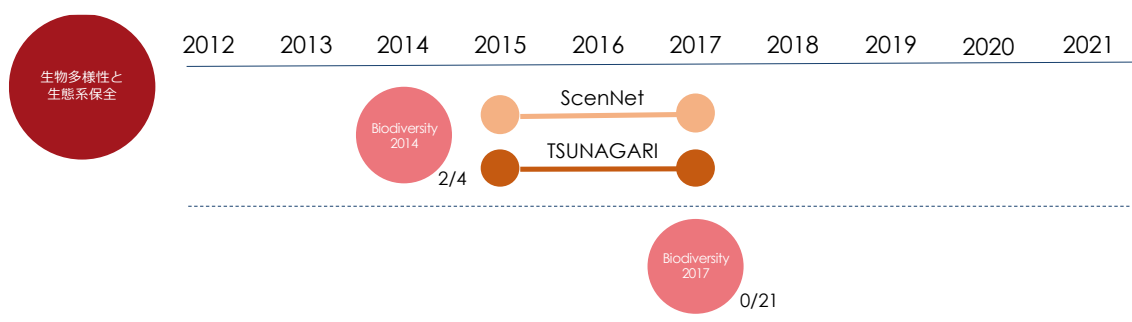


図 3-9 「生物多様性と生態系保全」に関わる CRA

4) 持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的发展及びグローバル・ガバナンス

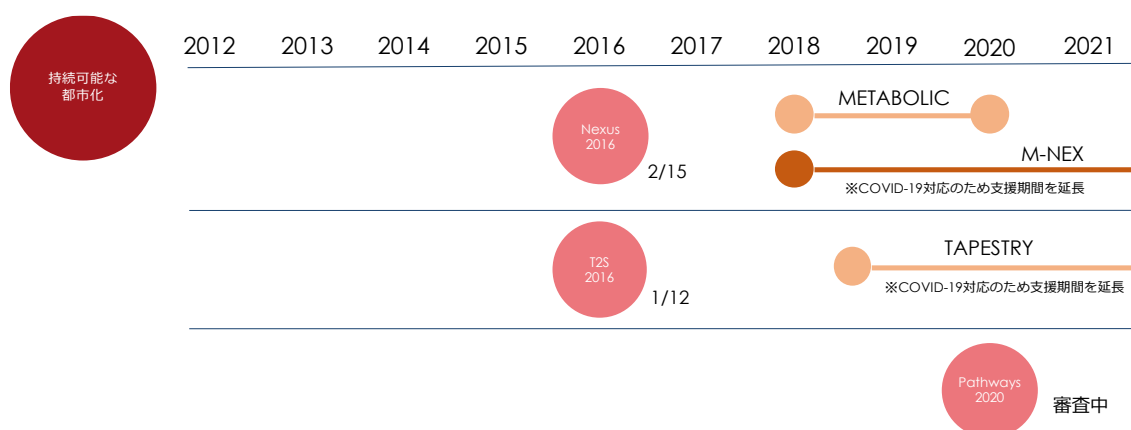


図 3-10 「持続可能な都市化」に関わる CRA

3.3.2 国内研究機関所属研究者の活動状況

上記のプロジェクトのうち、国内研究機関所属研究者が研究代表者（コンソーシアムリーダー）を務めており、かつプロジェクト終了後一定期間が経過しているものを対象に、プロジェクトの基本情報や研究実施状況等をウェブ調査により明らかにした。その際、これらのプロジェクトについて、科学的なインパクト及び政策や社会実装に与えたインパクトといった2つの観点から実績に関わる情報を収集し、検討を試みた。

(1) 調査対象

国内研究機関所属研究者が研究代表者（コンソーシアムリーダー）を務めており、かつプロジェクト終了後一定期間（1年以上）が経過している次の4プロジェクトを対象とする。

表 3-5 対象プロジェクト

CRA	プロジェクト	期間(年度)	PI
Arctic 2014	COPERA	2015-2019(57 ヶ月)	杉本敦子(北大)
	RACArctic	2015-2018(36 ヶ月)	齊藤誠一(北大)
Food 2013	FICESSA	2014-2017(36 ヶ月)	Alexandros Gasparatos(東大)
Biodiversity 2014	TSUNAGARI	2015-2016(24 ヶ月)	仲岡雅裕(北大)

出典: 未来工学研究所作成

なお、各 CRA の概要及び対象プロジェクトの位置付けは次の通りである。

表 3-6 対象 CRA の概要と対象プロジェクトの位置付け

CRA テーマ	概要
Arctic 2014 持続可能性のための 北極観測と研究	北極地域における主要な持続可能性の課題および機会を評価するための観測システム、データセット、モデルを活用し、イノベーションを進展させ、持続可能な北極環境に向けた政策決定を支援することを目的としており、北極地域における主要な持続可能性の課題と機会を評価するため、自然科学者と社会科学者およびステークホルダーを統合することを追求。 以下の3タイプのプロジェクトを支援(COPERA は Type3、RACArctic は Type2 に該当): ● Type1: 小規模共同型 (Small collaboration grants) ● Type2: 小規模既存プロジェクト統合型 (Small synthesis grants) ● Type3: 共同研究型 (Research grants)
Food 2013	世界人口の増加に従い食料の安全保障が喫緊の問題となると同時に、食料生産の拡大による環境への悪影響、例えば温室ガスの排出や土地・水の劣化が問題化している。加えて、燃料作物の生産など新たな課題の出現が問題の悪化を加速させている。こうした状況下において、当該分野でのイノベーション創出、並びに食料の安全保障と持続可能な土地利用を両立させるための戦略・プラン策定を迅速にサポートするためには、世界規模の知識ベースの構築と深化が必要であり、土地利用変化と食料安全保障のダイナミクスとの相互作用を全方位的に理解するための国際協力を支援。 以下の2タイプのプロジェクトを支援(FICESSA は Type2 に該当): ● Type1: ネットワーキング型 (Community building projects) ● Type2: 共同研究型 (Medium- to long-term integrated projects)
Biodiversity 2014	生物多様性と生態系サービスに関する分野において、社会経済シナリオと地球規模の変化の影響モデルの開発が急速に進展する中、政策決定者に対してこれらの知見の適応性と価値を向上することが喫緊の課題となっている。こうした背景下で、生物多様性シナリオの開発において必要とされる改善を補強する革新的な研究構築を目的とした研究者と研究機関の国際的なネットワークの構築を支援

出典: ベルモント・フォーラム及び JST ウェブサイトをもとに未来工学研究所作成

(2) 調査方法

1) 対象プロジェクトの基本情報及び実績

ベルモント・フォーラムのプロジェクトデータベース⁹や JST の戦略的国際共同研究プログラム (SICORP) のウェブサイト¹⁰、各研究者のウェブサイトなどの公開情報や、Google scholar を用いて行ったウェブ検索 (研究代表者名及びプロジェクト名、英語) の結果をもとに、対象プロジェクトの目的や内容等の概要、実施体制、研究代表者の専門分野や研究テーマ、プロジェクトの実績情報をとりまとめた。なお、プロジェクトの実績のうち学術論文については、プロジェクト名が謝辞に明記されているなどファンドの寄与が外形的に確認できるものを取りあげ、可能な範囲で被引用数の把握も行った。

2) 調査結果のまとめ

2021 年 3 月に公表された「ベルモント・フォーラムの評価：最終報告書¹¹」の内容も参照しながら、これらの調査から得られるいくつかの示唆をとりまとめた。

(3) 対象プロジェクトの基本情報及び実績

1) CORERA

本プロジェクトは、CRA「Arctic 2014 (持続可能性のための北極観測と研究)」における Type3 (共同研究型) として採択されたものであり、永久凍土が広がる東部ロシア北極圏とタイガ域において、自然生態系の炭素吸収量と都市と村落の炭素放出量を見積もり、炭素収支量を比較して自然科学系と社会科学系の協同をはかるものである。得られた科学的データを有用な情報に変えて今後予想される変化とあわせて提示し、住民のより良い生活のために地方行政・住民が選択すべき解決策を考えるための基礎的データを提示することを目的としている。

生態系炭素収支は日本ーロシア間で共同研究を進め、都市部と村落の統計解析と現地調査はロシア側が中心となり、日本チームと連携して実施する。炭素収支と人の生活を左右する永久凍土の調査は米国が中心となり、日本、ロシアチームが協力して進める。

自然科学者と社会科学者の協同による生態系と社会を含めた炭素収支とその変動要因を科学的に提示し、小学校などでの永久凍土や気温の観測、地方政府や市町村の関係者を含めた会議を通して社会と成果を共有することを目指す。また、市町村、地方、共和国レベルの委員会などに参加するロシアチームメンバーの活動を通して成果を政策に反映させていくことも企図している¹²。

⁹ <https://www.belmontforum.org/projects/>

¹⁰ <https://www.jst.go.jp/inter/program/multilateral/belmont-forum.html>

¹¹ Evaluation of the Belmont Forum, final report

<https://www.belmontforum.org/wp-content/uploads/2021/03/Belmont-Forum-Evaluation-Report.pdf>

¹² <https://www.jst.go.jp/pr/info/info1096/besshi.html>

a. プロジェクトの実施体制

プロジェクトの実施体制は次のようなものである。

表 3-7 研究実施体制

研究代表者	杉本敦子(北海道大学 地球環境科学研究所 教授)	
共同研究者	日	田畑伸一郎(北海道大学 スラブ・ユーラシア研究センター センター長/教授)
		鈴木力英(海洋研究開発機構 地球表層物質循環研究分野 分野長)
		太田岳史(名古屋大学 大学院生命農学研究科 教授)
	露	ミハエル・プリシャズニー(北東連邦大学 副学長 准教授)
		トゥヤラ・ガブリリエバ(北東連邦大学 教授)
		トロフィーム・マキシモフ(寒冷圏生物学研究所 部長/北東連邦大 BEST センター センター長 教授)
スポンサー	米	ヨシカワ・ケン(アラスカ大学フェアバンクス校 水理環境研究センター 教授)
	日	JST
	露	RFBR
	米	NSF

注)国内機関所属研究者については、現在の所属を含む。海外機関所属研究者は当時

出典:ベルモント・フォーラム及び JST ウェブサイト等より未来工学研究所作成

また、研究代表者である杉本氏の専門分野及び研究テーマ（キーワード）は次の通りである。

表 3-8 研究代表者の専門分野及び研究テーマ

専門分野	生命地球科学
研究テーマ (キーワード)	生物圏と地球圏の相互作用系の解明(水・炭素・窒素同位体比、北極域、タイガ、ツンドラ、水、炭素、窒素循環、植生、年輪、雲、メタン、湿地、シベリア、フィールドワーク)

b. 研究実績

Google Scholar にて、「Atsuko Sugimoto」及び「COPERA」で and 検索を行った結果、17 件がヒットした（2015 年以降が対象）。うち、被引用数が 1 以上のものは次の 11 件である。

表 3-9 プロジェクトに関わる主な論文リスト（2021 年 1 月 31 日現在）

	書誌情報	被引用数
1	Tomoki Morozumi, et al. 2020. "Photographic records of plant phenology and spring river flush timing in a river lowland ecosystem at the taiga-tundra boundary, northeastern Siberia" Ecological Research 35 (5): 717-723. https://doi.org/10.1111/1440-1703.12107 .	2
2	Shunsuke Tei, et al. 2019. "An extreme flood caused by a heavy snowfall over the	5

	Indigirka River basin in Northeastern Siberia” Hydrological Processes 34 (3): 522–537. https://doi.org/10.1002/hyp.13601	
3	Shunsuke Tei et al. 2019. “Effects of extreme drought and wet events for tree mortality: Insights from tree-ring width and carbon isotope ratio in a Siberian larch forest” Ecohydrology 12 (8): e2143. https://doi.org/10.1002/eco.2143	5
4	Shunsuke Tei et al. 2019. “Strong and stable relationships between tree-ring parameters and forest-level carbon fluxes in a Siberian larch forest” Polar Science 21: 146–157. https://doi.org/10.1016/j.polar.2019.02.001 .	7
5	Ryo Shingubara et al. 2019. “Multi-year effect of wetting on CH ₄ flux at taiga-tundra boundary in northeastern Siberia deduced from stable isotope ratios of CH ₄ ” Biogeosciences 16: 755–768. https://doi.org/10.5194/bg-16-755-2019	7
6	Tuyara Gavril'yeva et al. 2020. “Economy-related green-house gases emissions and validation of the environmental Kuznets curve for Sakha Republic (Yakutia)” Polar Science 23: 100507. https://doi.org/10.1016/j.polar.2020.100507 .	1
7	Tuyara Gavril'yeva et al. 2018. “Effect of floods on the $\delta^{13}\text{C}$ values in plant leaves: a study of willows in Northeastern Siberia” PeerJ 6: e5374. https://doi.org/10.7717/peerj.5374 .	7
8	Shunsuke Tei, et al. 2017. “Radial Growth and Physiological Response of Coniferous Trees to Arctic Amplification” JGR Biogeosciences 122 (11): 2786–2803. https://doi.org/10.1002/2016JG003745 .	10
9	Shinya Takano et al. 2019. “Isotopic compositions of ground ice in near-surface permafrost in relation to vegetation and microtopography at the Taiga-Tundra boundary in the Indigirka River lowlands, northeastern Siberia” PLOS ONE 14(10): e0223720. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223720 .	3
10	Tomoki Morozumi, et al. 2019. “Usability of water surface reflectance for the determination of riverine dissolved methane during extreme flooding in northeastern Siberia” Polar Science 21: 186–194. https://doi.org/10.1016/j.polar.2019.01.005 .	4
11	Yumiko Miyamoto et al. 2019. “Discovery of Rhizopogon associated with Larix from northeastern Siberia: Insights into host shift of ectomycorrhizal fungi” Mycoscience 60 (5): 274–280. https://doi.org/10.1016/j.myc.2019.03.003 .	1

出典: Google Scholar による検索結果をもとに未来工学研究所作成

c. 社会実装に関わる活動・業績等

本プロジェクトは、「住民のより良い生活のために地方行政・住民が選択すべき解決策を考えるための基礎的データを提示する」ことを目的としており、そのための取り組みとして、初年度からステークホルダーミーティングをほぼ毎年、計 5 回開催している。参加ステークホルダーはサハ共和国の政府及び自治体関係者である。また、次世代リーダーの育成のために、サマースクールや見学ツアーなども開催している。

これらの活動及び成果については Youtube で情報発信を行っている。その中で、ロシア側の代表者であるミハエル・プリシャズニー氏（北東連邦大学副学長）は、第 5 回ステークホルダーミーティング（2019 年 9 月 24 日開催）での議論を振り返り、「プロジェクトの成

果は、グローバルな炭素収支における永久凍土の役割やサハ共和国における炭素吸収および経済関連の排出のプロセスについて、関係者が新たな認識を得るために重要な役割を果たした」こと、「すべての参加者がロシア連邦及びサハ共和国における環境法を改善する必要性を意識するようになった」こと、「サハ共和国の継続的環境教育開発戦略を 2020 年までの実施期間中に実質的な活動とすることに同意した」ことを成果としてあげるとともに、「環境教育、無駄のない家庭消費、企業における温室効果ガス排出削減のインセンティブの導入など、永久凍土保護の問題に国民の注目を集めることが重要である」ことを指摘している¹³。

2) RACArctic

本プロジェクトは、CRA「Arctic 2014（持続可能性のための北極観測と研究）」における Type2（小規模既存プロジェクト統合型）として採択されたものであり、環北極海域（北極海および隣接する周辺の亜寒帯海域）における共通点や差異を整理しながら太平洋－北極海－大西洋における環境変化と海洋生態系の応答について統合的に理解することを目的とするものである。

具体的には、2015 年から 2018 年の間に、各国で進行している既存の研究成果を発表する国際ワークショップを 3 回開催し、太平洋亜寒帯域－北極海における環境変動と生態系応答、大西洋亜寒帯域－北極海における環境変動と生態系応答、太平洋亜寒帯域－北極海－大西洋亜寒帯域を取り巻く環北極海全域の海洋生態系の統合的理解を図った。

ワークショップでは、さらに、社会科学分野の研究者やステークホルダー（漁業共同組合連合会、流通関連企業、水産関連企業、海運関連企業など）に参加してもらい、社会活動に活かせる学術的成果を洗い出すと同時に、さらに期待される監視観測の項目や海域の選定を行い、今後の環北極海における学術観測研究計画策定に資する議論を行う、という計画になっている¹⁴。

a. プロジェクトの実施体制

国際共同研究プログラム IMBER（海洋生物地球化学と生態系の統合研究）の地域研究プログラム ESSASE（Ecosystem Studies of Sub-Arctic Seas：亜寒帯域における海洋生態系研究）を母体に、そこに参画している日本、米国、ノルウェーの科学運営委員を中心に研究は実施された。

具体的には次のようなものである。

¹³ https://www.youtube.com/watch?v=_9MFG3evQ6E

¹⁴ <https://www.jst.go.jp/pr/info/info1096/besshi.html>

表 3-10 研究実施体制

研究代表者	齊藤誠一(北海道大学 大学院水産科学研究院 教授) ※現在、北海道大学北極域研究センター特任教授	
共同研究者	日	原田尚美(海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター センター長代理)
		平澤享(北海道大学 大学院水産科学研究院 准教授)
		菊池隆(海洋研究開発機構 地球環境観測研究開発センター グループリーダー)
		※現在、海洋研究開発機構 北極環境変動総合研究センター センター長
		牧野光琢(水産総合研究センター 中央水産研究所 経営経済研究センター)
		※現在、東京大学 大気海洋研究所附属国際連携研究センター 教授
		高倉浩樹(東北大学 東北アジア研究センター ロシア・シベリア研究分野 教授)
		綿貫豊(北海道大学 大学院水産科学研究院 教授)
	米	フランツ・ミューター(アラスカ大学 水産海洋学部 准教授)
		ジョージ・ハント(ワシントン大学 水圏水産学部 教授)
		ヘンリー・ハンチングトン(ハンチングコンサルタンツ社)
		マイク・シグラ(米国大気海洋庁 アラスカ水産科学研究所 海洋生物研究官)
		アラン・ヘイニー(米国大気海洋庁 アラスカ水産科学研究所 経済学研究官)
	諾	ケネス・ドリンクウォーター(国立海洋研究所 海洋気候部門 主任研究員)
		アルフ・ヘコン・ホエル(国立海洋研究所 トロモソ支所 支所長)
		ランディ・イングバカルセン(国立海洋研究所 海洋気候部門 主任研究員)
		メリッサ・キエリシー(国立海洋研究所 海洋気候部門 主任研究員)
		ベンジャミン・プランク(国立海洋研究所 トロモソ支所 主任研究員)
		ジャン・エリック・スチアンサー(国立海洋研究所 海洋気候部門 部門リーダー)
		アルネ・エイデ(トロモソ大学 水産学部 教授)
スポンサー	日	JST
	米	NSF
	諾	Research Council of Norway

注)国内機関所属研究者については、現在の所属を含む。海外機関所属研究者は当時

出典:ベルモント・フォーラム及び JST ウェブサイト等より未来工学研究所作成

また、研究代表者である齊藤氏の専門分野及び研究テーマは次の通りである。

表 3-11 研究代表者の専門分野及び研究テーマ

専門分野	水産海洋学、衛星海洋学、海洋生態学
研究テーマ	衛星リモートセンシング・地理情報システム・気候変動・海洋生態系・回遊

b. 研究実績

Google Scholar にて、「Sei-ichi SAITOH」及び「RACArctic」で and 検索を行った結果（2015 年以降）、学术论文は 1 件もヒットしなかった。このことは、「小規模既存プロジェクト統合型」というファンドの性格を反映し、成果の多くが既存プロジェクトに由来するものである可能性を示唆している。なお、2020 年 5 月 11 日に公開された YouTube のプロジェクト紹介動画では、プロジェクトとして、米国及びノルウェーのメンバーを中心に 4 本の論文を出版していることが示されている¹⁵。

c. 社会実装に関わる活動・業績等

本プロジェクトでは、社会実装に関わる活動として、前述のように、2015 年から 2018 年の間に各国で進行している既存の研究成果を発表する国際ワークショップを 3 回開催した。このワークショップには、社会科学分野の研究者やステークホルダー（漁業共同組合連合会、流通関連企業、水産関連企業、海運関連企業など）が参加し、社会活動に活かせる学術的成果を洗い出すと同時に、さらに期待される監視観測の項目や海域の選定を行い、今後の環北極海における学術観測研究計画策定に資する議論を行っている。

ただし、会議のアジェンダ等は部分的に確認できるものの¹⁶、これらの活動の結果に関して、前述の YouTube を含め追加でウェブ調査を行ったが、詳細は不明であった。

3) FICESSA

本プロジェクトは、サハラ以南のアフリカ各国において、商用作物栽培と食用作物栽培との間に生じる土地利用競合を明らかにし、その競合が食糧安全保障に与える影響を学際的研究によって解明することを目的とするものである。多様な空間分析手法を用いて、過去の土地利用変化と食糧安全保障動態を特定し将来シナリオを予測した。

計画では、本研究の結果には多くの政策提言が含まれ、さまざまな現地利害関係者への還元が期待される、としている。

a. プロジェクトの実施体制

本研究コンソーシアムは、学術機関（東京大学）、応用機関（英国キュー王立植物園、南アフリカ科学産業研究委員会）、政策研究機関（国連大学、英国海外開発研究所）から成る学際的なチームで構成される。日本側研究者はアフリカ各国における商用作物栽培の拡大とその食糧安全保障への影響および地域の能力開発を担当した。

具体的には次のようなものである。

¹⁵ <https://www.youtube.com/watch?v=IXzvuZl0OIU>

¹⁶ たとえば、第 1 回国際会議については北極域研究推進プロジェクト（ArCS）のウェブサイトにおいて開催報告が掲載されている。

<https://www.nipr.ac.jp/arcs/blog/2016/07/racarctic.html>

表 3-12 研究実施体制

研究代表者	Alexandros Gasparatos(東京大学 サステナビリティ学連携研究機構 准教授) ※現在、東京大学 未来ビジョンセンター 准教授	
共同研究者	日	武内和彦(国連大学 上級副学長) ※現在、東京大学 未来ビジョンセンター 特任教授／公益財団法人地球環境戦略研究機関(IGES)理事長／国連大学上級客員教授
	英	アンナ・ロック(海外開発研究所 農業開発政策プログラム プログラム長) キャサリン・J・ウィリス(キュー王立植物園 科学部長／オックスフォード大学 動物学部)
	南ア	グラハム・フォン・モルティッツ(科学産業研究委員会 自然資源環境部 シニアリサーチャー)
スポンサー	日	JST
	英	Biotechnology and Biological Sciences Research Council
		Natural Environment Research Council
		Economic and Social Research Council
	南ア	National Research Foundation

注)国内機関所属研究者については、現在の所属を含む。海外機関所属研究者は当時

出典:ベルモント・フォーラム及び JST ウェブサイト等より未来工学研究所作成

また、研究代表者である Gasparatos 氏の専門分野及び研究テーマ（キーワード）は次の通りである。

表 3-13 研究代表者の専門分野及び研究テーマ

専門分野	生態経済学
研究テーマ (キーワード)	バイオ燃料及びバイオエネルギー(生態系サービス、持続可能性評価、食料安全保障、アフリカ)

b. 研究実績

Google Scholar にて、「Alexandros Gasparatos」及び「FICESSA」で and 検索を行った結果、28 件がヒットした（2014 年以降が対象）。これには書籍も含まれるが、学術論文のみを抜き出すと、被引用数が 1 以上のものは次の 19 件である。

表 3-14 プロジェクトに関わる主な論文リスト（2021 年 1 月 31 日現在）

	書誌情報	被引用数
1	Gasparatos, A.; Takeuchi, K.; Elmqvist, T. et al. 2017. "Sustainability science for meeting Africa's challenges: setting the stage" Sustain Sci 12: 635-640. https://doi.org/10.1007/s11625-017-0485-6	6
2	Alexandros Gasparatos, et al. 2017. "Renewable energy and biodiversity: Implications for transitioning to a Green Economy" Renewable and Sustainable Energy Reviews 70: 161-184. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.030 .	118

3	Balde, Boubacar S.; Diawara, Mamady; Rossignoli, Cristiano M.; Gasparatos, Alexandros. 2019. "Smallholder-Based Oil Palm and Rubber Production in the Forest Region of Guinea: An Exploratory Analysis of Household Food Security Outcomes" <i>Agriculture</i> 9, no. 2: 41. https://doi.org/10.3390/agriculture9020041	5
4	Abubakari Ahmed; Alexandros Gasparatos. 2020. "Multi-dimensional energy poverty patterns around industrial crop projects in Ghana: Enhancing the energy poverty alleviation potential of rural development strategies" <i>Energy Policy</i> 137: 111123. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111123 .	8
5	Abubakari Ahmed; Benjamin Betey Campion; Alexandros Gasparatos. 2017. "Biofuel development in Ghana: policies of expansion and drivers of failure in the jatropha sector" <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i> 70: 133–149. https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.216 .	37
6	Graham Paul von Maltitz; Giles Henley; Mike Ogg; Paul C. Samboko; Alexandros Gasparatos; Matt Read; Francois Engelbrecht; Abubakari Ahmed. 2019. "Institutional arrangements of outgrower sugarcane production in Southern Africa" <i>Development Southern Africa</i> 36(2): 175–197. https://doi.org/10.1080/0376835X.2018.1527215	10
7	Shakespear Mudombi; Graham Paul Von Maltitz; Alexandros Gasparatos; Carla Romeu-Dalmau; Francis X. Johnson; Charles Jumbe; Caroline Ochieng; Davies Luhanga; Paulo Lopes; Boubacar Siddighi Balde; Katherine J. Willis. 2018. "Multi-dimensional poverty effects around operational biofuel projects in Malawi, Mozambique and Swaziland" <i>Biomass and Bioenergy</i> 114: 41–54. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.09.003 .	21
8	Abubakari Ahmed; Elias Danyi Kuusaana; Alexandros Gasparatos. 2018. "The role of chiefs in large-scale land acquisitions for jatropha production in Ghana: insights from agrarian political economy" <i>Land Use Policy</i> 75: 570–582. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.04.033 .	16
9	Ahmed A; Dompok E; Gasparatos A. 2019. "Human wellbeing outcomes of involvement in industrial crop production: Evidence from sugarcane, oil palm and jatropha sites in Ghana" <i>PLoS ONE</i> 14(4): e0215433. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215433 .	9
10	Abubakari Ahmed; Zaid Abubakari; Alexandros Gasparatos. 2019. "Labelling large-scale land acquisitions as land grabs: Procedural and distributional considerations from two cases in Ghana" <i>Geoforum</i> 105: 191–205. https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2019.05.022 .	7
11	Dam Lam, R.; Bofo, Y.A.; Degefa, S. et al. 2017. "Assessing the food security outcomes of industrial crop expansion in smallholder settings: insights from cotton production in Northern Ghana and sugarcane production in Central Ethiopia" <i>Sustain Sci</i> 12: 677–693. https://doi.org/10.1007/s11625-017-0449-x	14
12	A.S. Sánchez; M.B. Almeida; E.A. Torres; R.A. Kalid; E. Cohim; A. Gasparatos. 2018. "Alternative biodiesel feedstock systems in the Semi-arid region of Brazil: Implications for ecosystem services" <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>	11

	81(2): 2744–2758. https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.080 .	
13	Yaw Agyeman Boafo; Boubacar Siddighi Balde; Osamu Saito; Alexandros Gasparatos; Rodolfo Dam Lam; Nadia Ouedraogo; Emmanuel Chamba; Zida P. Moussa; Fatih Yildiz (Reviewing Editor). 2018. “Stakeholder perceptions of the outcomes of reforms on the performance and sustainability of the cotton sector in Ghana and Burkina Faso: A tale of two countries” <i>Cogent Food & Agriculture</i> 4(1), https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1477541 .	4
14	Dompreh Eric Brako; Asare Richard; Gasparatos Alexandros. 2021. “Do voluntary certification standards improve yields and wellbeing? Evidence from oil palm and cocoa smallholders in Ghana” <i>International Journal of Agricultural Sustainability</i> 19(1): 16–39. https://doi.org/10.1080/14735903.2020.1807893	2
15	Abubakari Ahmed; Marcin Pawel Jarzebski; Alexandros Gasparatos. 2018. “Using the ecosystem service approach to determine whether jatropha projects were located in marginal lands in Ghana: Implications for site selection” <i>Biomass and Bioenergy</i> 114: 112–124. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.07.020 .	11
16	Jarzebski, M.P.; Ahmed, A.; Boafo, Y.A. et al. 2020. “Food security impacts of industrial crop production in sub-Saharan Africa: a systematic review of the impact mechanisms” <i>Food Sec.</i> 12: 105–135. https://doi.org/10.1007/s12571-019-00988-x	5
17	Chinangwa, L.; Gasparatos, A.; Saito, O. 2017. “Forest conservation and the private sector: stakeholder perceptions towards payment for ecosystem service schemes in the tobacco and sugarcane sectors in Malawi” <i>Sustain Sci</i> 12: 727–746. https://doi.org/10.1007/s11625-017-0469-6	10
18	Ahmed, A.; Champion, B.B.; Gasparatos, A. 2019. “Towards a classification of the drivers of jatropha collapse in Ghana elicited from the perceptions of multiple stakeholders” <i>Sustain Sci</i> 14: 315–339. https://doi.org/10.1007/s11625-018-0568-z	7
19	Abubakari Ahmed; Alexandros Gasparatos. 2020. “Reconfiguration of land politics in community resource management areas in Ghana: Insights from the Avu Lagoon CREMA” <i>Land Use Policy</i> 97: 104786. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104786 .	1

出典：Google Scholar による検索結果をもとに未来工学研究所作成

c. 社会実装に関わる活動・業績等

本プロジェクトでは、その計画段階において、「結果には多くの政策提言が含まれ、さまざまな現地利害関係者への還元が期待される」としている。

これらの政策提言の内容については、たとえば、国連の SDGs パートナリーシップ・プラットフォームにおいて、その一端が紹介されている（#SDGAction30372）¹⁷。また、プロジェクト独自にホームページも立ち上げており、プロジェクトとして積極的に情報発信を行

¹⁷ <https://sustainabledevelopment.un.org/partnership/?p=30372>

っている様子がうかがえる¹⁸。しかしながら、これらの提言内容が実際にどのように政策等で活用されたのかについては、調査方法等の限界もあり、今回確認することができなかった。

4) TSUNAGARI

本プロジェクトは、アジアにおける生物多様性と生態系サービスの持続的な利用を実践するための新しい分野統合的科学を構築することを目指すものである。具体的には、生物多様性と生態系サービスの関連性解析、土地利用変化の広域解析、地域社会から国際社会にわたる資源利用意思決定解析、生物多様性フットプリント解析を行った。

提案ベースでは、各研究チームによる相互補完的な取り組みを通じて、気候変動や人為的な環境負荷の影響が著しいアジア地域において、環境・経済動態に関する異なるシナリオ下での生物多様性、生態系サービスの変化の予測の精度が飛躍的に向上し、今後の国際レベルから地域住民レベルでの環境保全に関する意思決定に活用されることが期待される、としている¹⁹。

a. プロジェクトの実施体制

具体的には次のようなものである。

表 3-15 研究実施体制

研究代表者	仲岡雅裕(北海道大学 北方生物圏フィールド科学センター 教授) シューボー・ユー(中国科学院地理科学資源研究所 教授)	
共同研究者	日	石川智士(総合地球環境学研究所 准教授)
		牧野光琢(水産総合研究センター 漁業管理グループ長) ※現在、東京大学 大気海洋研究所附属国際連携研究センター 教授
		山野博哉(国立環境研究所 生物・生態系環境研究センター 室長)
		金本圭一朗(九州大学 持続可能な社会のための決断科学センター 講師) ※現在、総合地球環境学研究所 研究部 准教授
	中	シーヨン・ホウ(中国科学院煙台海岸帯研究所 教授)
	豪	ジョン・プロディー(ジェイムズ・クック大学 熱帯水と水圏生態系研究センター 研究リーダー) マンフレッド・レンツェン(シドニー大学 物理研究科 教授)
	諾	エドガー・ハートウィッチ(ノルウェー科学技術大学 エネルギーとプロセスエンジニアリング学科 教授)
スポンサー	日	JST
	中	National Natural Science Foundation of China
	諾	Research Council of Norway

注)国内機関所属研究者については、現在の所属を含む。海外機関所属研究者は当時

出典:ベルモント・フォーラム及び JST ウェブサイト等より未来工学研究所作成

¹⁸ <https://supportoffice.jp/ficessa/>

¹⁹ <https://www.jst.go.jp/pr/info/info1077/besshi2.html>

また、研究代表者である仲岡氏の専門分野及び研究テーマ（キーワード）は次の通りである。

表 3-16 研究代表者の専門分野及び研究テーマ

専門分野	海洋生態学, 群集生態学, 生物多様性生態学
研究テーマ (キーワード)	・アマモ場の生物多様性と生態系機能の変異機構と関連性の研究 ・海藻藻場(コンブ林)の生物多様性の広域・長期変動の研究 ・地域規模・地球規模の環境変動が沿岸生態系に与える影響の評価

b. 研究実績

Google Scholar にて、「Masahiro Nakaoka」及び「TSUNAGARI」で and 検索を行った結果、12 件がヒットした（2015 年以降が対象）。うち、被引用数が 1 以上のものは次の 6 件である。

表 3-17 プロジェクトに関わる主な論文リスト（2021 年 1 月 31 日現在）

	書誌情報	被引用数
1	Nakaoka, M.; Sudo, K.; Namba, M. et al. 2018. "TSUNAGARI: a new interdisciplinary and transdisciplinary study toward conservation and sustainable use of biodiversity and ecosystem services" Ecol Res 33: 35-49. https://doi.org/10.1007/s11284-017-1534-4 .	6
2	Fang, X.; Hou X.; Li, X. et al. 2018. "Ecological connectivity between land and sea: a review" Ecol Res 33: 51-61. https://doi.org/10.1007/s11284-017-1549-x	8
3	Kenji Sudo; Kentaro Watanabe; Norishige Yotsukura; Masahiro Nakaoka. 2020. "Predictions of kelp distribution shifts along the northern coast of Japan" Ecological Research 35(1): 47-60. https://doi.org/10.1111/1440-1703.12053	6
4	Haga Chihiro; Maeda Marimi; Hotta Wataru; Inoue Takahiro; Matsui Takanori; Machimura Takashi; Nakaoka Masahiro; Morimoto Junko; Shibata Hideaki; Hashimoto Shizuka; Saito Osamu. 2020. "Scenario Analysis of Renewable Energy-Biodiversity Nexuses Using a Forest Landscape Model" Frontiers in Ecology and Evolution 8: 155. https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00155 .	1
5	Kim, ES.; Trisurat, Y.; Muraoka, H. et al. 2018. "The International Long-Term Ecological Research-East Asia-Pacific Regional Network (ILTER-EAP): history, development, and perspectives" Ecol Res 33: 19-34. https://doi.org/10.1007/s11284-017-1523-7 .	5
6	Quan, N.H.; Toan, T.Q.; Dang, P.D. et al. 2018. "Conservation of the Mekong Delta wetlands through hydrological management" Ecol Res 33: 87-103. https://doi.org/10.1007/s11284-017-1545-1 .	3

出典: Google Scholar による検索結果をもとに未来工学研究所作成

c. 社会実装に関わる活動・業績等

前述のように、当初計画では、国際レベルから地域住民レベルに至るまで環境保全に関する意思決定に研究成果が活用されることが期待される、とされている。

しかしながら、これらの成果が意思決定にどのように活用されているのかに関する情報は、ウェブ調査の結果特定することはできなかった。

(4) 調査結果のまとめ

1) 科学的インパクトに関して

Technopolis 社及び Science Metrix 社（2021）がまとめた「ベルモント・フォーラムの評価：最終報告書」では、計量書誌学的分析の結果に基づき、「ベルモントフォーラム（BF）は、環境変化及びその関連トピックに取り組んでいる科学コミュニティに多大な貢献」をしており、「いくつかのベンチマークグループ（他の類似プログラム）をはるかに上回り、欧州研究会議（ERC）と同様の結果を達成」している、と結論づけている。一方、プロジェクト関係者へ行ったアンケート調査やそれに先立って実施されたヒアリング調査では、多くの関係者が科学的インパクトを測るには時期尚早であると考えていることや、プロジェクトのモニタリングや報告に記載されている情報が限定的であるため適切な評価が困難と感じていることも指摘されている。

本調査では、科学的インパクトに関連して、国内研究機関所属研究者が研究代表者（コンソーシアムリーダー）を務めており、かつプロジェクト終了後一定期間（1年以上）が経過している4プロジェクトをとりあげ、論文出版数や被引用数を把握した。Type2 か Type3 かといったファンドの性格の違いもあつてか、プロジェクトによって論文の生産数にばらつきがあった。しかしながら、本調査では適切な比較対象等を設定しておらず、論文数や被引用数の多寡によって何かしらの評価を行うことはできないことに留意する必要がある。また、複数のファンドを同時に受賞している場合に当該ファンドの寄与をどのように見積もるのかや、自己引用や同一所属機関内・同一研究グループ内の引用をどのように扱うのかといった計量書誌学上の課題、さらには、TD 研究における研究の卓越性を測る指標として、被引用数がそもそも適切なのかといった研究方法論上の課題について検討を深める必要がある。前述の評価報告書では、関連してネットワーキング効果の観点からの評価も行っており、そこでは、「BF は、関係者、分野、国を超えた新しいコラボレーションとパートナーシップを生み出すのに効果的」であり、「資金提供組織間で非常に強力なネットワーク効果をもたらただけでなく、さまざまな分野や国の研究者間のネットワークを促進することに成功」した、としている。協働を基本要件とする TD 研究について今後本格的な評価を行う際には、こうした観点も参考になると思われる。

なお、評価報告書では、共同出版の分析に基づき、「BF は、他の資金提供者よりも南北の協力に関して有意に高いスコアを獲得している一方、南半球の研究者や組織のフォーラムへの参加を改善する余地はまだある」ことが指摘されている。これらの情報は、今後の CRA 参加の決定プロセスを戦略的なものにし、日本起案の CRA を実現するために参考となるものと思われる。

2) 社会的なインパクトについて

Technopolis 社及び Science Metrix 社（2021）では、政策における活用や社会実装等の社会的インパクトについて、ベルモント・フォーラム（BF）の成果を次のように結論づけている。

BF はまた、政策、特に政策立案者を対象とした科学的助言とエビデンスの統合に大きな影響を及ぼした。評価結果は、BF によって資金提供された科学出版物が政策文書で非常に頻繁に引用されたことを示している。2012 年から 2014 年の期間に資金提供された出版物のほぼ 3 分の 1 は、1 つ以上の政策文書（EU、FAO、UNEP、世界銀行など）で引用された。BF が資金提供する出版物の頻繁な政策引用は、BF がさまざまな国の政府機関、IGO、シンクタンクによる科学的助言や議論に有意義な情報を提供したことを示す信頼できる指標と見なすことができる。

アカデミアや政策立案者に対する影響に加えて、BF は、知識を広め、より広いサークルや聴衆の議論を促進するのにも比較的効果的だったと思われる。BF の出版物は、OA アクセシビリティの平均世界レベルをはるかに上回っている（ただし、一部のベンチマークグループよりは低い）。BF が資金提供する出版物は、考慮される正確な次元に応じて、オンラインおよびソーシャルメディアコミュニティによってかなりの程度取り上げられ、議論されてきた。BF の出版物は、ジャーナリズムのニュース項目や Facebook での言及に関してはベンチマークで最高のパフォーマンスを示し、Twitter での言及はやや劣り、ウィキペディアの引用に関してベンチマークグループを上回っている。ブログ投稿、ビデオ、ポリシーブリーフ、調査ツールやデータセットなどの Web 引用に目を向けると、主な結論は、影響は達成されたように見えるが、これらの達成の決定的な証拠はまだ収集できなかった。

本調査では、ステークホルダーとの協働や対話などの活動が各プロジェクトにおいて活発に展開されていることは把握できたものの、調査手法の制約等もあり、政策文書等で研究成果が引用されている具体的なエビデンスまでは確認することはできなかった。

ただし、このことを持って、社会実装面での成果が乏しいと結論づけることはできない。検討にあたっては、ベルモント・フォーラムの CRA が 3 カ国以上の協働を要件とするグローバルレベルでの活動を支援するものであり、各プロジェクトが扱う課題の多くが特定地域を超えて影響を与える性格のものであること、そのため、調整が必要となるステークホルダーの範囲もプロジェクトに直接関わる者のみにとどまらないこと（プロジェクトに関与するステークホルダーのみで意思決定できる性格のものではないこと）、といった本質的な困難さがあることを考慮する必要がある。また、当該課題が各国において明確な政策アジェンダとして認識されている場合（政策文書等における引用がされやすい）と、社会的議論の喚起・市民レベルでの関心の醸成からはじめなければならない場合とでは、研究成果の普及・活用にかかる時間も異なってくる。今後の調査においては、こうしたプロジェクトの性格による影響発現の経路などについても分析を深めていくことが望まれる。

社会的議論の喚起・市民レベルでの関心の醸成という観点について、Technopolis 社等に

よる評価報告書では、上記で引用したように、ソーシャルネットワークでの言及などオルトメトリクスを活用した分析も行われている。本調査では学术论文の被引用数の把握を行ったが、その過程において、こうした指標についても掲載しているウェブサイトが数多くみられた。これらを社会的インパクトを測るための指標の一つとして採用することで、各プロジェクトにおけるアウトリーチ活動も活性化する可能性がある。

3.4 地球規模課題研究に関わる日本の強みや課題等の可視化

3.4.1 可視化の方法等

今後の CRA 参加の決定プロセスを戦略的なものにし、日本起案の CRA の実現に向けた検討に資するよう、CRA テーマを含めた地球規模課題に関する研究について、日本の強みや課題等の把握を試みた。

TD 研究の実施においては、地球規模課題かどうかに関わらず、「対象とする問題領域自体やその対応策等に関わる専門性（ドメインの専門性）」と、「TD 研究の方法論に関する専門性・経験」が必要であるが、この両者の専門性を持つ研究者の数は非常に限定的であり、一朝一夕に増やすことはできない。したがって、今後日本の CRA への関与を高めようとするならば、①対象とする地球規模課題の範囲を拡張して捉え、それらの解決・改善に潜在的に寄与しうる分野を特定するとともに、それらの分野における日本の強みや課題等を把握することがまずは重要であり、その上で、②TD 研究の方法論に関する専門性・経験を適切に補完するための取り組みを行っていく必要がある。

このために、本調査では、第 11 回科学技術予測調査（デルファイ調査）で用いられた科学技術トピックの中から地球規模課題と親和性の高いと思われるものを幅広くピックアップし、それらを「重要度（30 年後の望ましい社会を実現する上で、日本にとっての現在の重要度）」と「国際競争力（現在の日本が置かれた国際競争力の状況）」の 2 軸からなる俯瞰図にプロットし、可視化を行った。

なお、俯瞰図は、(1) で整理したクラスターと対応づけながら、テーマ横断的な全体俯瞰図と、テーマ別俯瞰図の 2 種類を作成し、それらから読み解ける示唆とともにとりまとめを行った。

俯瞰図による可視化の手順としては、具体的には次のようなものである。

(1) 科学技術トピックからの地球規模課題研究の抽出

文部科学省が実施する科学技術予測調査（デルファイ調査）は、各分野の日本を代表する専門家からなる委員会が検討、選定した科学技術トピックについて、デルファイ法に基づくアンケート調査（集計結果を提示し、同一回答者に同一の質問を複数回繰り返し、見解を収斂させる方法）により、科学技術の中長期発展に関する専門家の見解を得ることを目的に実施している。調査の回答者は、約 5000 名の産学官の専門家（研究開発従事者は 87%）であり、科学技術トピックの重要度や国際競争力、実現見通し、実現のための政策手段に関する見解を収集している。

第 11 回調査（2019 年実施）では、分野別分科会（7 分科会、計 74 名）において、2021 年から 2050 年までの 30 年間を予測期間とし、科学技術トピックは 2040 年をターゲットイヤーに科学技術の中長期的な発展の方向性を鑑み検討した。第 11 回調査では、702 の科学技術トピックを設定した。科学技術予測調査は、分野－細目－科学技術トピックの 3 層で構成している。702 の科学技術トピックの設定にあたっては、各分野で 8 程度の科学技術細目（全体で 59 細目）を設定した。

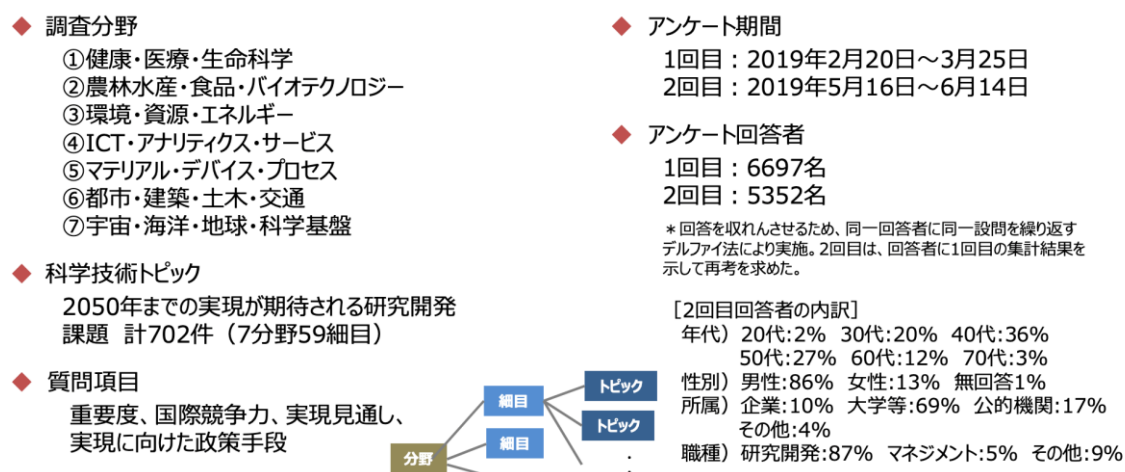


図 3-11 第 11 回科学技術予測調査の概要

出典：NISTEP「第 11 回科学技術予測調査 ST Foresight 2019 の概要」

<https://www.nistep.go.jp/wp/wp-content/uploads/ST-Foresight-2019-summary.pdf>

地球規模課題研究の抽出にあたり、このデルファイ調査の結果を活用するためには、まず、科学技術分野ごとに設定されている 702 の科学技術トピックの中から、地球規模課題の解決・改善に潜在的に寄与すると思われるものを確認し、分析可能な形でデータの整理を行う必要がある。

そこで、全トピックを対象に、地球規模課題の解決・改善に潜在的に寄与すると思われるものを分析者の視点で 346 トピックを抽出した。その上で、JSRA の 10 テーマ及びベルモント・チャレンジの 8 つの優先事項の、2 つのパターンでテーマ横断的な全体俯瞰図を作成するため、それぞれにおけるテーマ及び優先事項との関連性を検討し、抽出されたトピックに対してタグづけを行った。

タグづけにあたっては、JSRA の 10 テーマは、上記で抽出した 346 トピックのうち、テーマに対応するものを対象とした（複数のテーマにわたる科学技術トピックも見られた）。他方、ベルモント・チャレンジの 8 つの優先事項は、科学技術トピックが一对一の対応（複数の優先事項にまたがるトピックはない）でタグづけを行った。

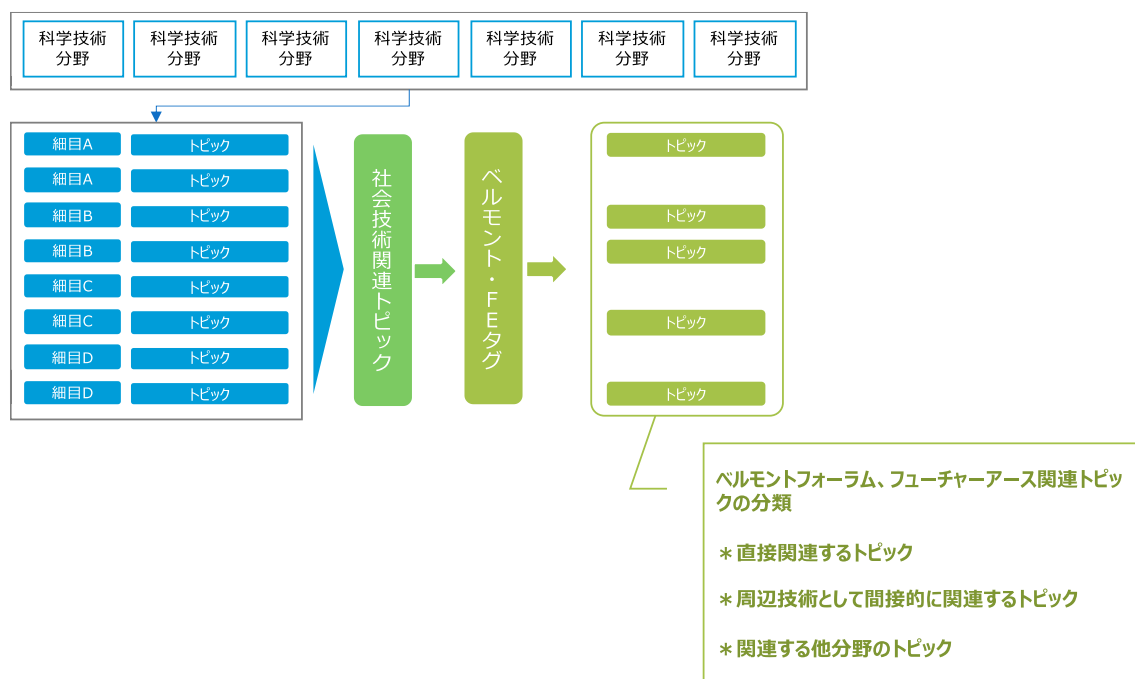


図 3-12 地球規模課題関連トピックの抽出とタグづけ

出典: 未来工学研究所作成

(2) 評価軸の決定

日本の強みや課題を把握するための評価軸として、ここでは、「重要度（30年後の望ましい社会を実現する上で、日本にとっての現在の重要度）」と「国際競争力（現在の日本が置かれた国際競争力の状況）」の2項目を採用した。

第11回調査においては、これらの2項目について、「非常に高い、高い、どちらでもない、低い、非常に低い」の5段階（「わからない」を含むと6段階）の選択肢から択一での回答を求めている。科学技術予測調査では、第8回調査（2004年実施）まで、科学技術トピックの重要度について指数化を行い、「重要度指数」を算出していた。本調査では、地球規模課題研究に関わる日本の強みや課題等の可視化を図るため、第11回調査の重要度、国際競争力の回答数を用いて指数化を図った。

指数化にあたっては、重要度（もしくは国際競争力）が「非常に高い」とする選択に10点を付与し、「高い」には7.5点、「どちらでもない」には5点、「低い」には2.5点、「非常に低い」には0点を付与し、当該回答者数を乗じて、加重平均を求めた。なお、「低い」とする回答に2.5点を付与しているが、科学技術予測調査で設定した科学技術トピックは向う30年を踏まえ、重要と目される科学技術であり、回答者が想定する将来の科学技術に対して、相対的に「低い」と評価したものとして扱った。

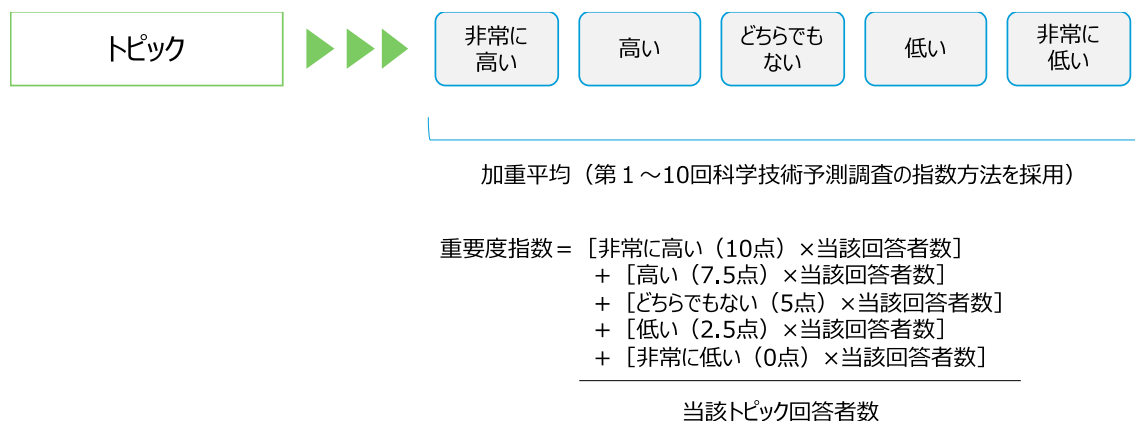


図 3-13 重要度の指標化

出典：未来工学研究所作成

(3) 俯瞰図の作成と解釈

上記のデータをもとに、テーマ横断的な全体俯瞰図と、テーマ別俯瞰図の2種類を作成した。特に後者については、3.2 で整理したクラスターと対応づけて可視化を行った。なお、クラスター4（持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的発展及びグローバル・ガバナンス）に含まれる戦略的研究アジェンダテーマ「環境と文化・ライフスタイル・価値」については関連する科学技術トピックが少なく、テーマ別俯瞰図の対象外とした。

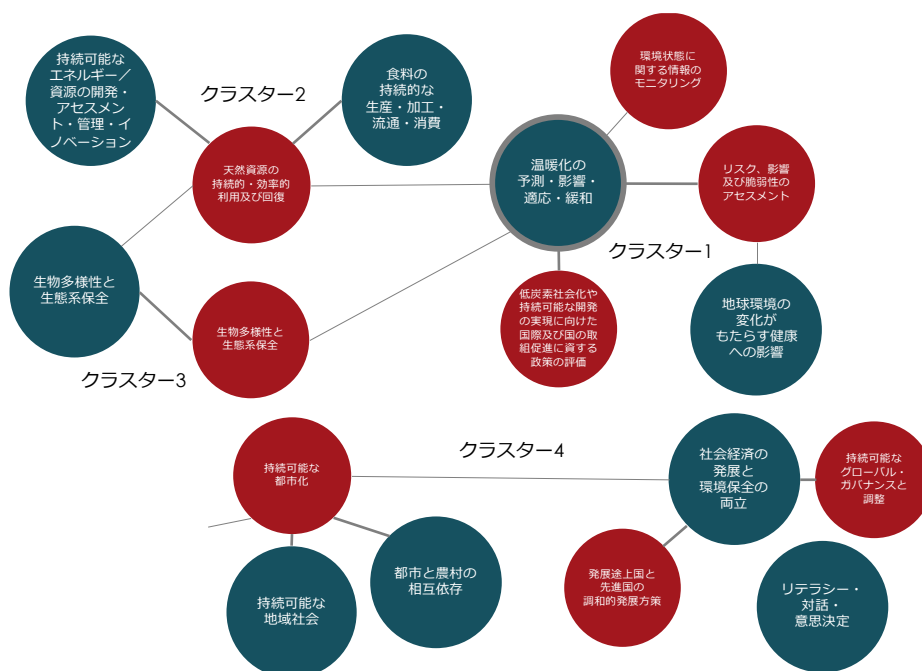


図 3-14 クラスターの全体像

出典：未来工学研究所作成

また、これらの可視化を行った上で、そこから読み解ける示唆についてとりまとめた。

3.4.2 全体俯瞰図

(1) 戦略的研究アジェンダ（JSRA）の 10 テーマを用いた全体俯瞰図

JSRA の 10 テーマに係る将来の科学技術の重要性、国際競争力の状況を示したものである。

重要度、国際競争力の平均値より高いトピック群（右上に位置）の特徴として、戦略的研究アジェンダの「都市・農村の相互依存」に係る科学技術が複数含まれる。具体的には、局地豪雨等の予測、河川堤防の変状等の復旧、水質浄化・雨水管理等である。「食料の持続的生産・消費」に係る科学技術は重要度、国際競争力の平均値に位置しており、必ずしも日本が強みを有している領域でないため、国際共同研究の展開や科学技術テーマそのものの重要性に留意する必要がある。また、国際競争力が低いものの、科学技術の重要度が広範にわたるテーマに「経済と環境両立」がある。当該テーマに係る科学技術のうち、出社不要・複業を前提とした自由度の高い就業形態による高生産性社会、無形資産の価値が評価される社会、オープンイノベーションによる新製品・サービスの拡大等、国際競争力は高くはないものの、重要度の高い。これら右下に位置するテーマについては、国際共同研究や地域ステークホルダー等の関与が期待される領域と考えられる。

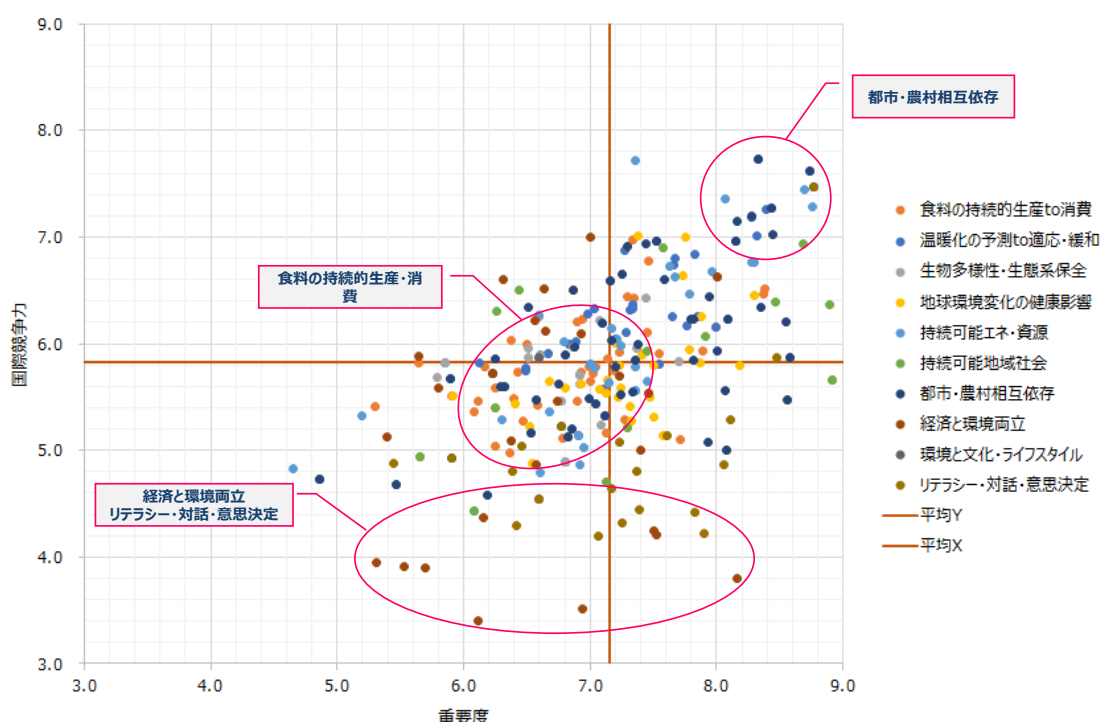


図 3-15 Future Earth 優先研究課題（10 テーマ）別関連科学技術

出典：未来工学研究所作成

(2) ベルモント・チャレンジを用いた全体俯瞰図

ベルモント・チャレンジについては、「環境状態モニタリング」、「リスク、影響、脆弱性アセス」、「持続可能な都市化」、「生物多様性と生態系保全」、「天然資源の利用及び回復」の5つがタグづけられる。

重要度、国際競争力とも平均値より上位に位置するトピック群（右上）を見ると、局地豪雨等の被害最小化、気候災害のハザード／観測・予測／被害回避等の環境災害に係る「環境状態モニタリング」、「リスク、影響、脆弱性アセス」の科学技術が含まれる。また、世界的な高齢化社会の進展に伴い、高齢者等の自由な活動支援や人手不足の解消・改善に係る科学技術も右上に位置した。

また、国際競争力は平均値より下位に位置するものの、重要度が上位に位置するもの（右下）として、「持続可能な都市化」に係る科学技術が複数位置した。例えば、人口減少社会における人手を介さない社会等が相当する。コロナ禍以降の社会では、人手を介さない社会はさらに加速していることが想定され、都市に係る科学技術はますます重要になるものと考えられる。重要度、国際競争力ともに下位に位置するトピック群は、超分散型社会、枯渇性資源の利活用（原子力を含む）等である。

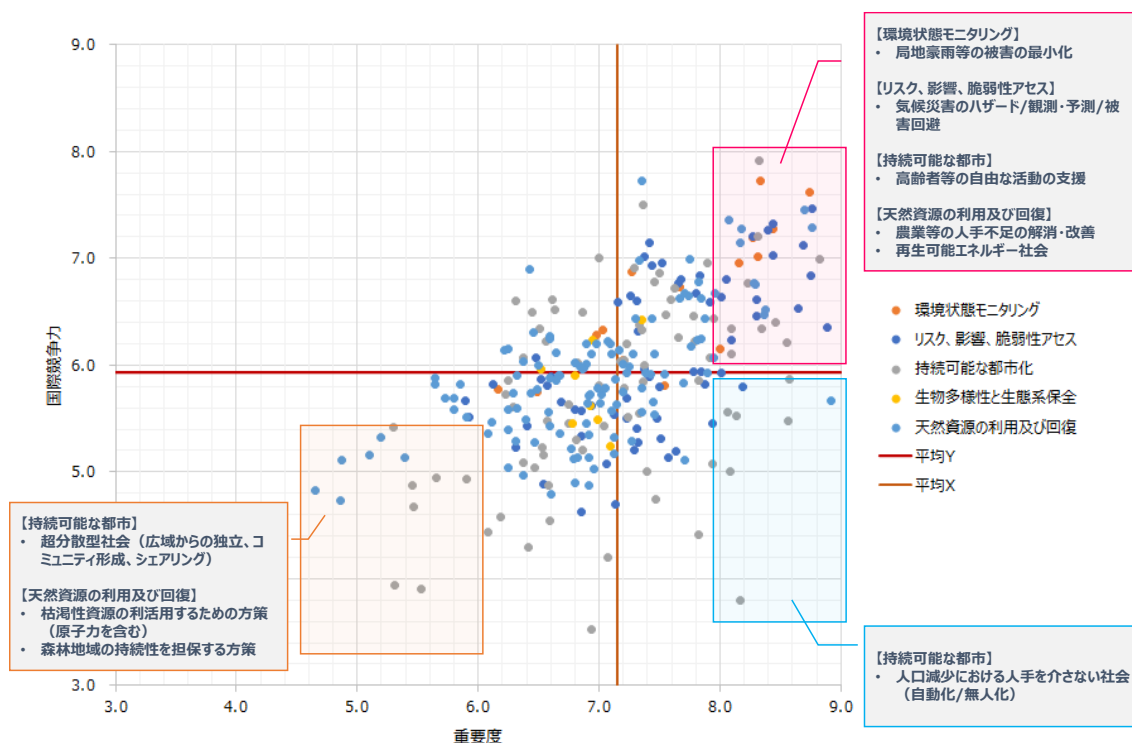


図 3-16 全体俯瞰図

出典：未来工学研究所作成

3.4.3 テーマ別俯瞰図

(1) 地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価

このクラスターは、「地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価」に関わるものである。ここには、「1) 温暖化の予測・影響・適応・緩和」と「2) 地球環境の変化がもたらす健康への影響」の2つのJSRAテーマが包含されている。

次図は、本クラスターに関わる既存のCRAで採択された課題と関与した研究者をプロットしたものである。

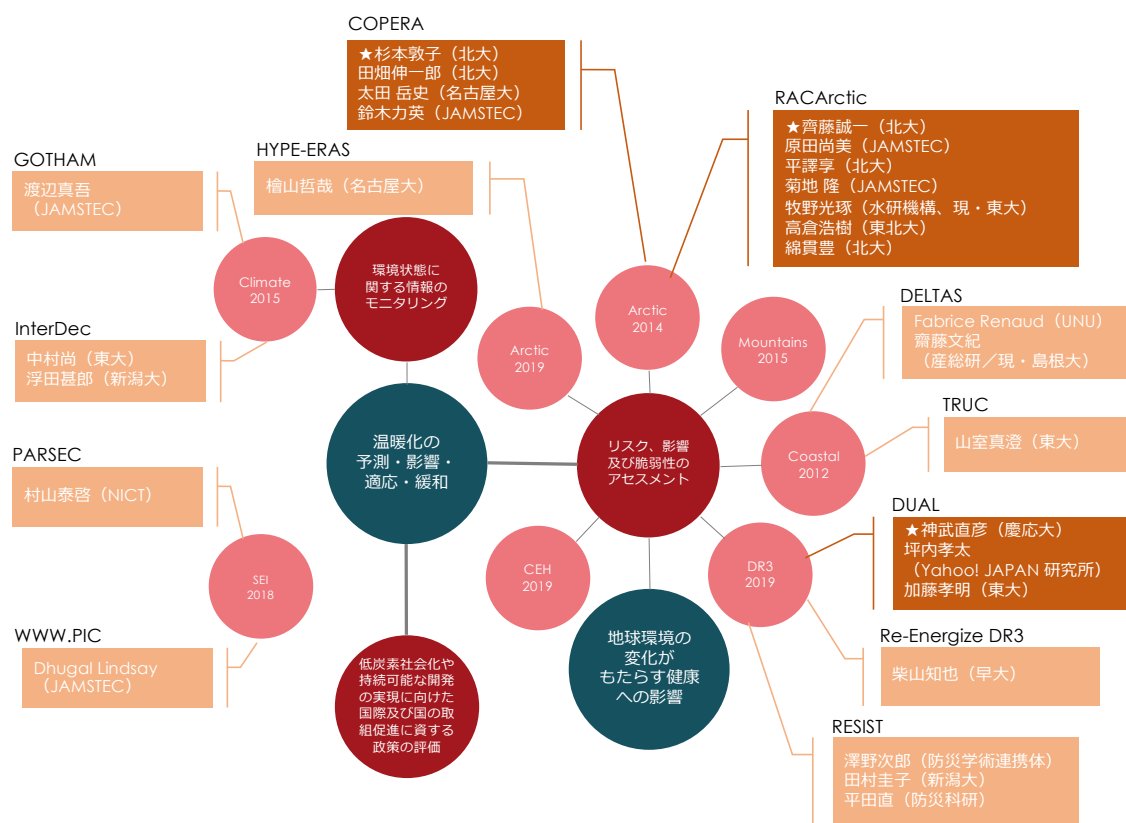


図 3-17 地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価

出典:未来工学研究所作成

1) 温暖化の予測・影響・適応・緩和

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「局地豪雨等の環境災害から社会を守る」科学技術や「地球環境の観測」に係る科学技術がある。

環境災害関連に係る科学技術トピックでは、「100m 以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術」、「線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ」等である。また、地球環境観測に係る科学技術トピックでは、「地球環境予測モデルに基づく、100 年にわたる長期地球環境変動予測」、「人工衛星等により、全

球規模でリアルタイムに把握する海況監視システム」、「気候変動による食料生産への地域、品目ごとの影響予測技術」等である。

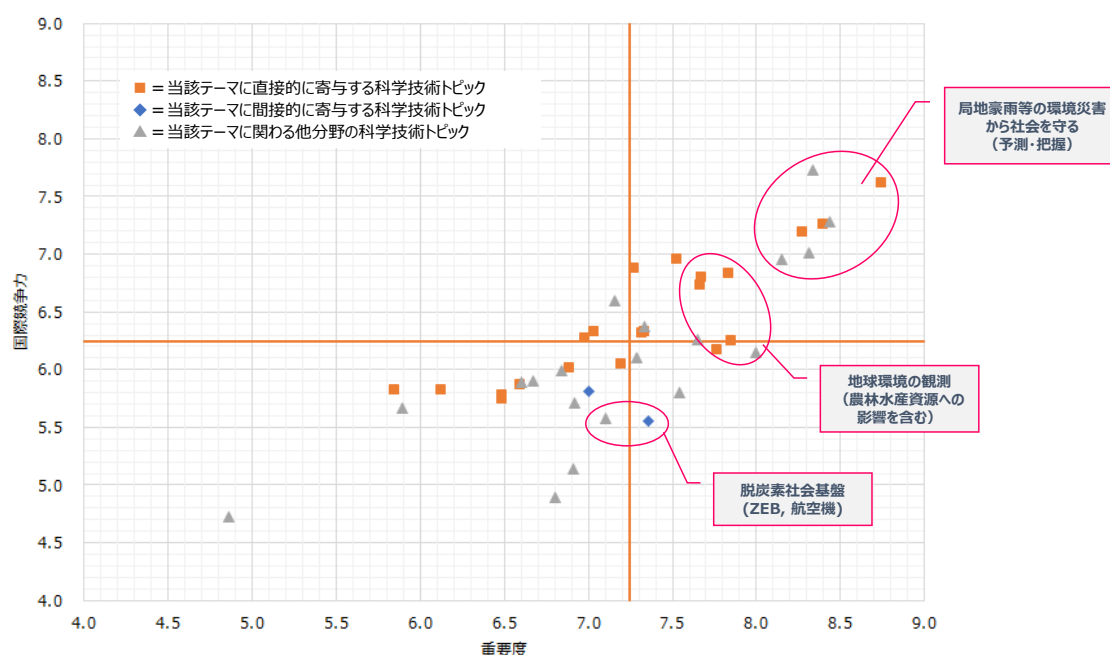


図 3-18 テーマ別俯瞰図（温暖化の予測・影響・適応・緩和）

出典：未来工学研究所作成

2) 地球環境の変化がもたらす健康への影響

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「健康監視社会（行動・病態等のモニタリング）」に係る科学技術や、単独トピックであるが「iPS細胞を活用した感染症治療薬」がある。健康監視社会関連に係る科学技術トピックでは、「体内情報をモニタリングするウェアラブルデバイス」、「医療・介護施設及び在宅における行動識別センサーを活用したモニタリングシステム」等である。

他方、国際競争力は高くないものの、重要度の範囲が広範にわたる科学技術として、「感染症の制御（健康情報の把握・治療）」がある。具体的な科学技術トピックとして、「薬剤耐性感染症の発生・まん延を制御するシステム（医薬品等・社会技術）」、「特定の感染症への感染や他者への感染性、未感染者の感受性を迅速に検知・判定する超軽量センサー」等である。

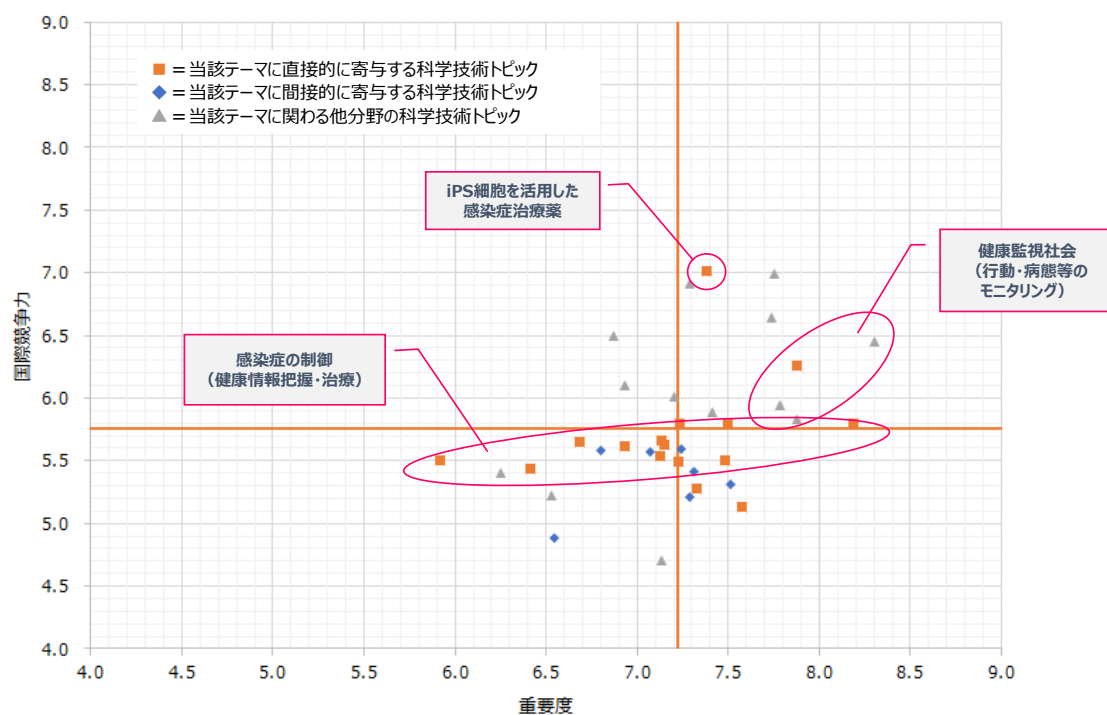


図 3-19 テーマ別俯瞰図（地球環境の変化がもたらす健康への影響）

出典：未来工学研究所作成

(2) 天然資源の持続的・効率的利用及び回復

このクラスターは、「天然資源の持続的・効率的利用及び回復」に関わるものである。ここには、「1) 食料の持続的な生産・加工・流通・消費」と「2) 持続可能なエネルギー／資源の開発・アセスメント・管理・イノベーション」の2つのJSRAテーマが包含されている。

次図は、本クラスターに関わる既存のCRAで採択された課題と関与した研究者をプロットしたものである。

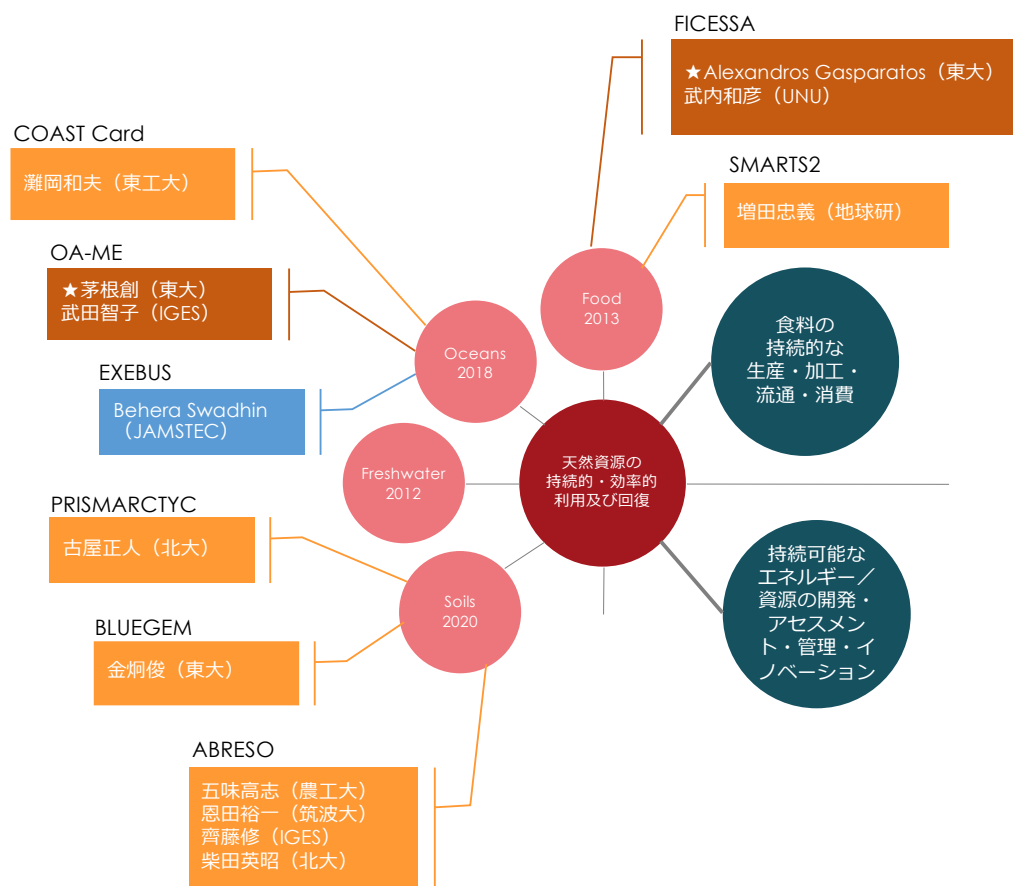


図 3-20 天然資源の持続的・効率的利用及び回復

出典: 未来工学研究所作成

1) 食料の持続的な生産・加工・流通・消費

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「人手不足への対応（ロボット、AI、IoT 活用）」、「農林水産物の供給の確保」、「食品安全のその場確認」に係る科学技術がある。人手不足への対応に係る科学技術トピックでは、「人間を代替する農業ロボット」、「精密農業を通じて取得した環境データ等に基づく環境制御システム」、「農業の生産性、人手不足・担い手不足を解消・改善する AI、IoT、ロボット等技術」等である。また、農林水産物の供給の確保に係る科学技術トピックでは、「地球温暖化による農林水産資源の変動予測・管理技術」、「フードバリューチェーンのモニタリング・解析技術」等である。食品安全のその場確認では、「食品の安全をその場で確認できる超小型化学分析システム」がある。

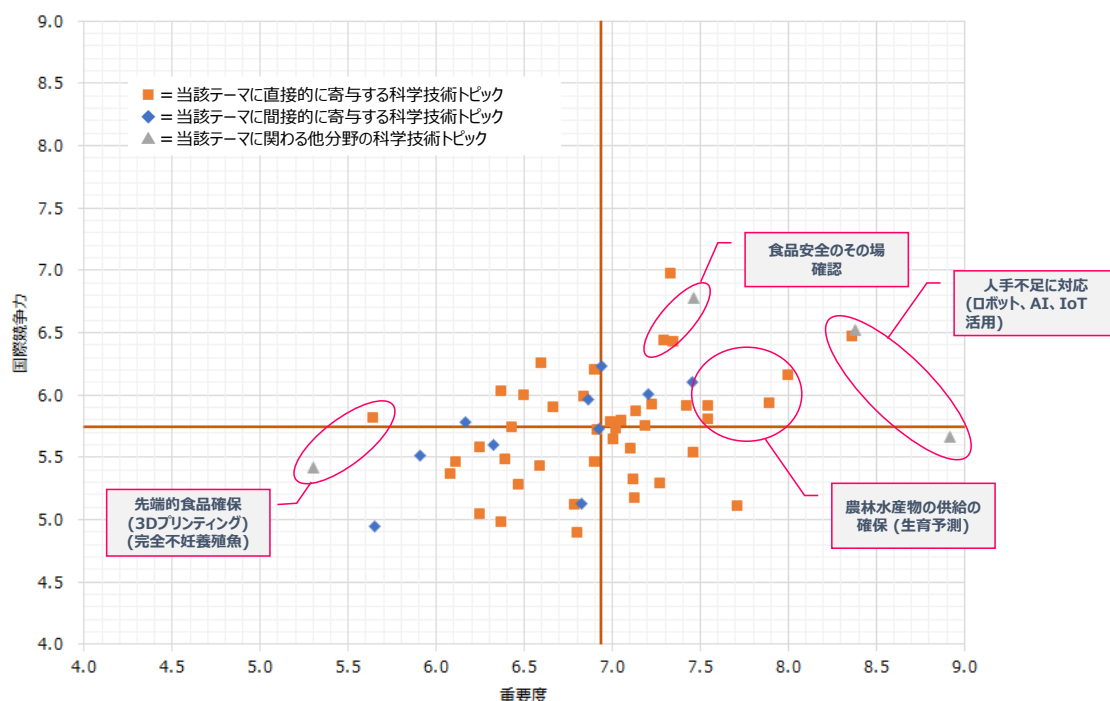


図 3-21 テーマ別俯瞰図（食料の持続的な生産・加工・流通・消費）

出典:未来工学研究所作成

2) 持続可能なエネルギー／資源の開発・アセスメント・管理・イノベーション

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「水素社会（水素製造・燃料電池、二次電池）」、「原子力・分散電源の災害対応」に係る科学技術がある。水素社会関連に係る科学技術トピックでは、「電気自動車のための交換不要な長寿命かつ低コストの二次電池」、「自動車なら現行の大きさ・重量で航続距離が 500km に相当の性能をもつ高容量高出力電池」等である。また、原子力・分散電源の災害対応では、「自然災害に対する電力システムのレジリエンスを高めるための分散電源制御技術」や「原子力発電所建屋・配管・原子炉のデジタルツインを利用した地震被害リアルタイム判定技術」がある。

他方、重要度、国際競争力とも平均値周辺に位置するトピック群（中央）として、スマートシティ（都市の再エネ利用）がある。スマートシティに係る科学技術は、都市化に伴う社会的課題の解決に向けて、世界的に研究開発と社会実証が推進されている。関連する科学技術トピックとして、「バイナリー発電やヒートポンプなどによる 5MW クラスの中低温地熱資源利用技術」、「ZEB（ゼブ：ネットゼロ・エネルギー・ビル）を超える、インフラフリーの自立型建築」、「高圧直流送電用機器（電力変換機、絶縁体、ケーブル）の低コスト・小型化によるスマートグリッド」等がある。

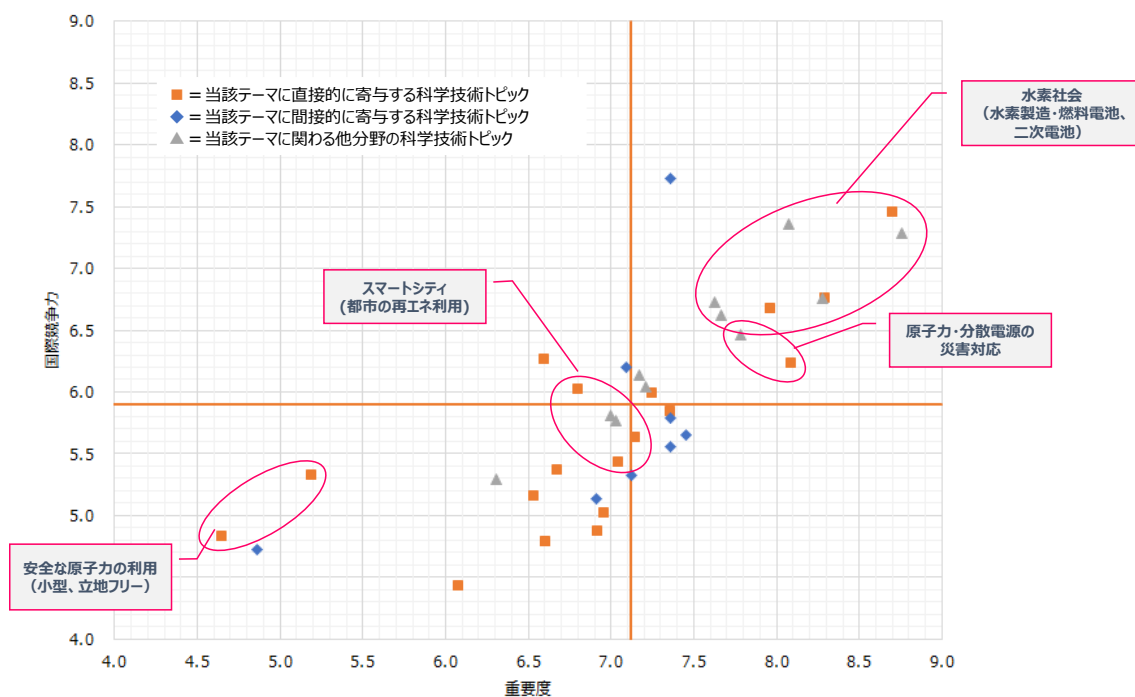


図 3-22 テーマ別俯瞰図（持続可能なエネルギー／資源の開発・アセスメント・管理・イノベーション）

出典：未来工学研究所作成

(3) 生物多様性と生態系保全

このクラスターは「生物多様性と生態系保全」に関わるものである。

次図は、本クラスターに関わる既存の CRA で採択された課題と関与した研究者をプロットしたものである。

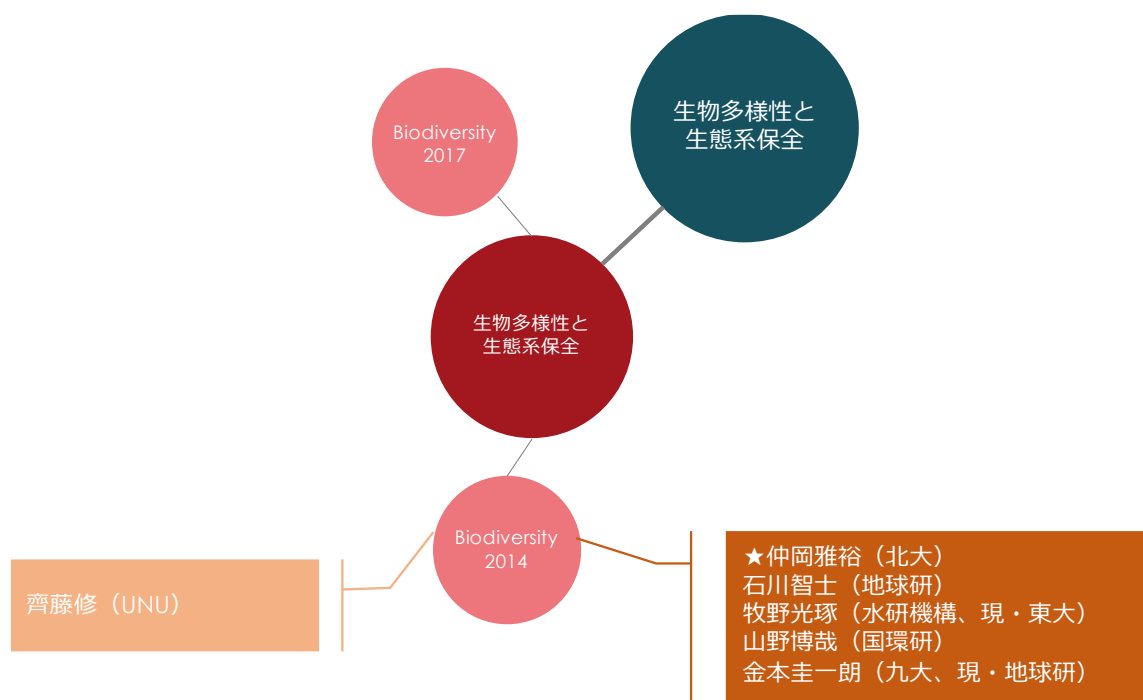


図 3-23 生物多様性と生態系保全

出典:未来工学研究所作成

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「自然災害、気候災害リスクからの緩和」に係る科学技術がある。関連科学技術トピックには、「稀頻度自然災害のリスクの評価手法」、「生態系機能に基づく気候変動と災害の緩和と適応の統合技術」等である。

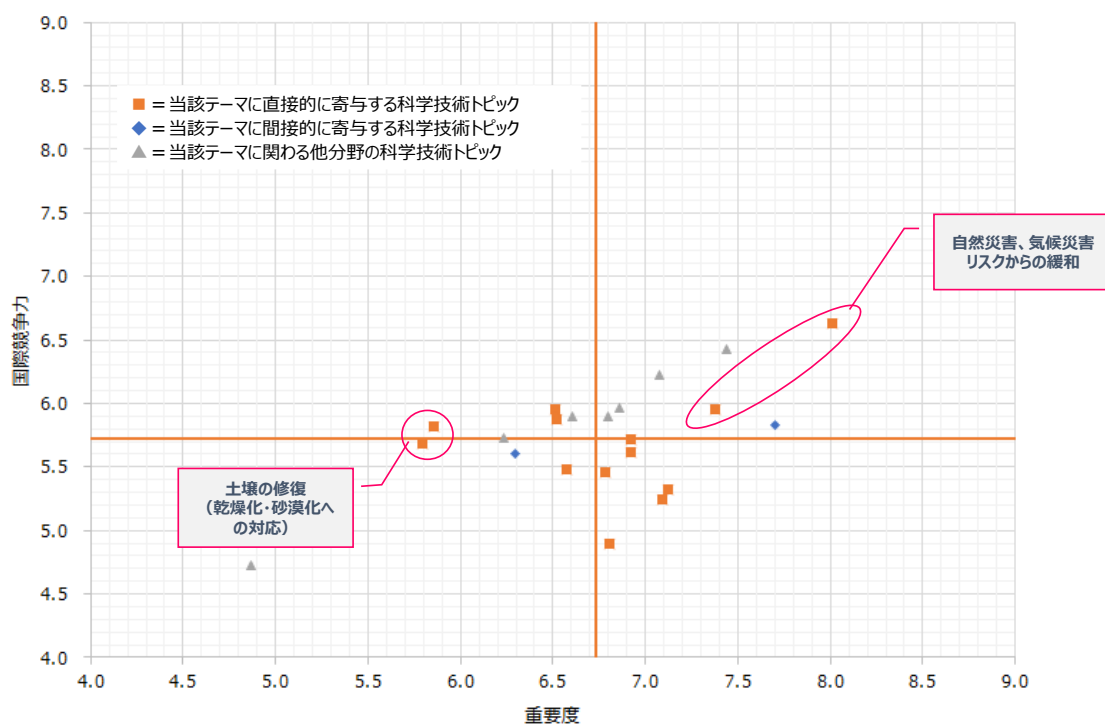


図 3-24 テーマ別俯瞰図（生物多様性と生態系保全）

出典：未来工学研究所作成

(4) 持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的发展及びグローバル・ガバナンス

このクラスターは、問題解決の空間・単位に着目したものであり、ローカルレベルにフォーカスしたものとして「1）持続可能な地域社会」と「2）都市と農村の相互依存」、ナショナルレベル及びグローバルレベルにフォーカスしたものとして「3）社会経済の発展と環境保全の両立」といった戦略的研究アジェンダが含まれる（「環境と文化・ライフスタイル・価値」は対象外）。また、すべてのテーマに関連するものとして、「4）リテラシー・対話・意思決定」についても、便宜的に本クラスターに位置付けた。

次図は、本クラスターに関わる既存の CRA で採択された課題と関与した研究者をプロットしたものである。

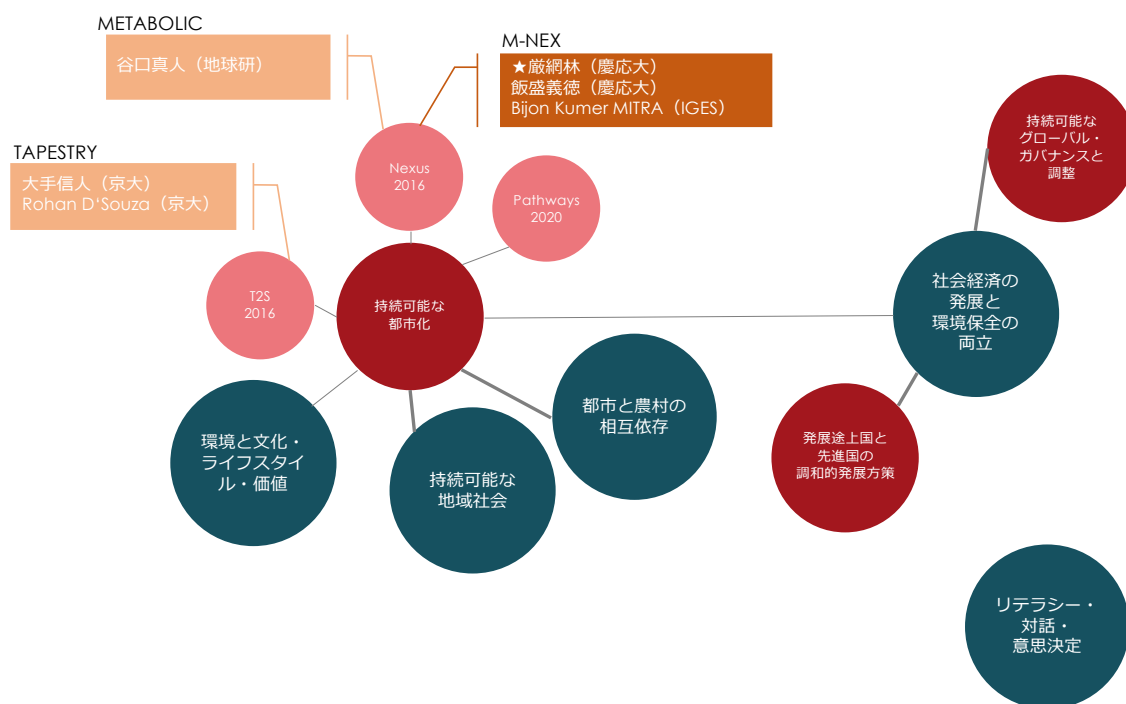


図 3-25 持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的发展及びグローバル・ガバナンス

出典: 未来工学研究所作成

1) 持続可能な地域社会

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「ロボットの導入を含む人手不足の解消」や「高齢化社会の自由な移動の確保」に係る科学技術がある。人手不足の解消に係る科学技術トピックでは、「老化に伴う運動機能低下の予防・治療法」、「自立した生活が可能となる、認知や運動機能の支援ロボット機器とロボットの自動運転技術」等である。また、高齢化社会の自由な移動の確保では、「高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができる、地区から広域に至るシームレスな交通システム」、「高齢者や視覚障がい者が安心して自由に行動できるナビゲーションシステム」がある。

他方、重要度は広範にわたるものの、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するものとして、木材の活用都市（高層木造構造物）がある。関連する科学技術トピックとして、「鉄と非金属材料の高機能ハイブリッド構造材料」、「超高層を含めた、一定規模以上の建築を可能とする新木造の材料・構工法技術」等がある。

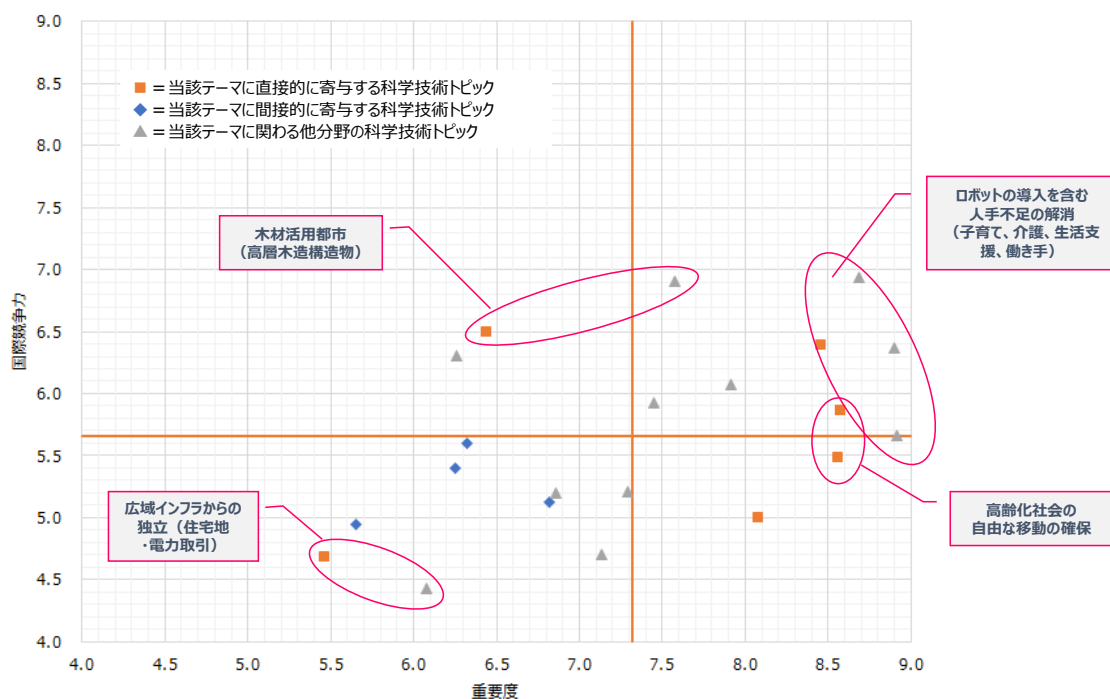


図 3-26 テーマ別俯瞰図（持続可能な地域社会）

出典：未来工学研究所作成

2) 都市と農村の相互依存

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「気象災害からの強靱化(予測・復旧・ハザードマップ、国土モニタリング)」や「モビリティマネジメント」に係る科学技術がある。災害からの強靱化に係る科学技術トピックでは、「100m 以下の空間分解能で数時間後の局地豪雨、竜巻、降雹、落雷、降雪等を予測する技術」、「詳細な都市計画を可能にする精度の高い災害ハザードマップの作成技術」、「線状降水帯・ゲリラ豪雨を詳細に把握できる高性能レーダ」等である。また、モビリティマネジメントでは、「都市部でのレベル 4 自動運転による移動サービス」、「高齢者や視覚障がい者が安心して自由に行動できるナビゲーションシステム」、「高齢者が単独で安心してドアからドアの移動ができる、地区から広域に至るシームレスな交通システム」がある。

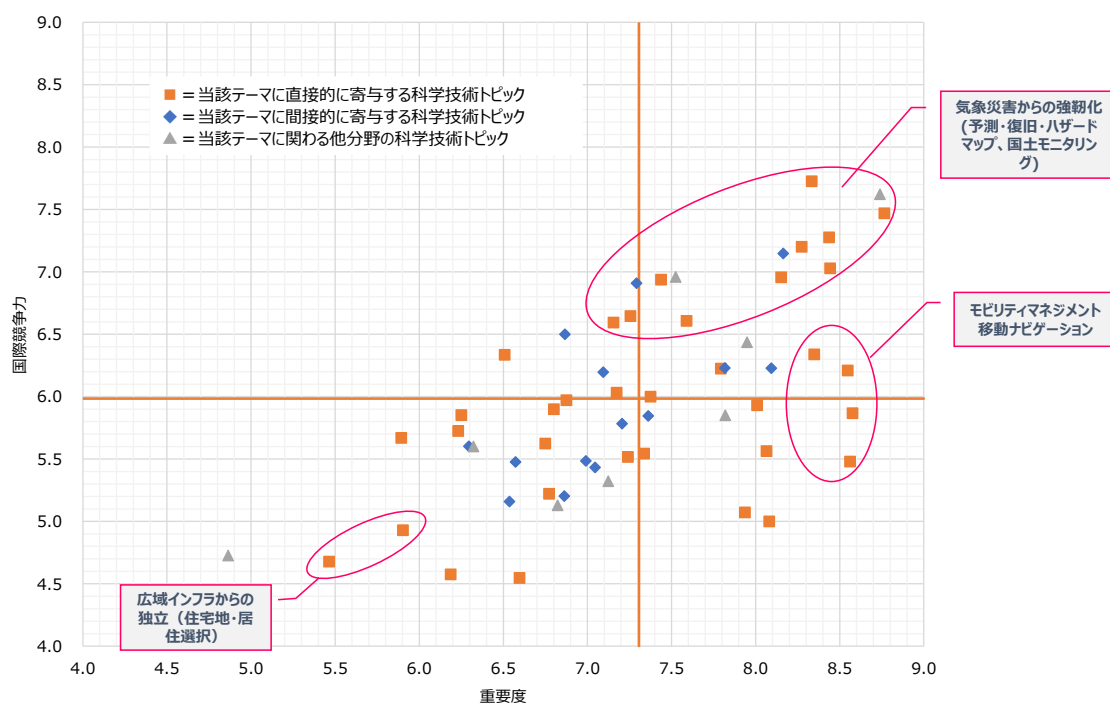


図 3-27 テーマ別俯瞰図（都市と農村の相互依存）

出典：未来工学研究所作成

3) 社会経済の発展と環境保全の両立

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「稀頻度自然災害リスクの評価」や「環境調和型農業開発」に係る科学技術がある。これらは、単独もしくは2つの科学技術トピックからなる領域である。また、重要度は高いものの、国際競争力が下位に位置するトピック群として「無形資産の評価、オープンイノベーション」がある。

他方、重要度は広範にわたるものの、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するものとして、水確保（浄水、地下水質）がある。関連する科学技術トピックとして、「途上国で一般利用できる循環型汚染水処理技術」、「水圏マイクロプラスチックの迅速分析手法の確立と健康リスク評価」等がある。

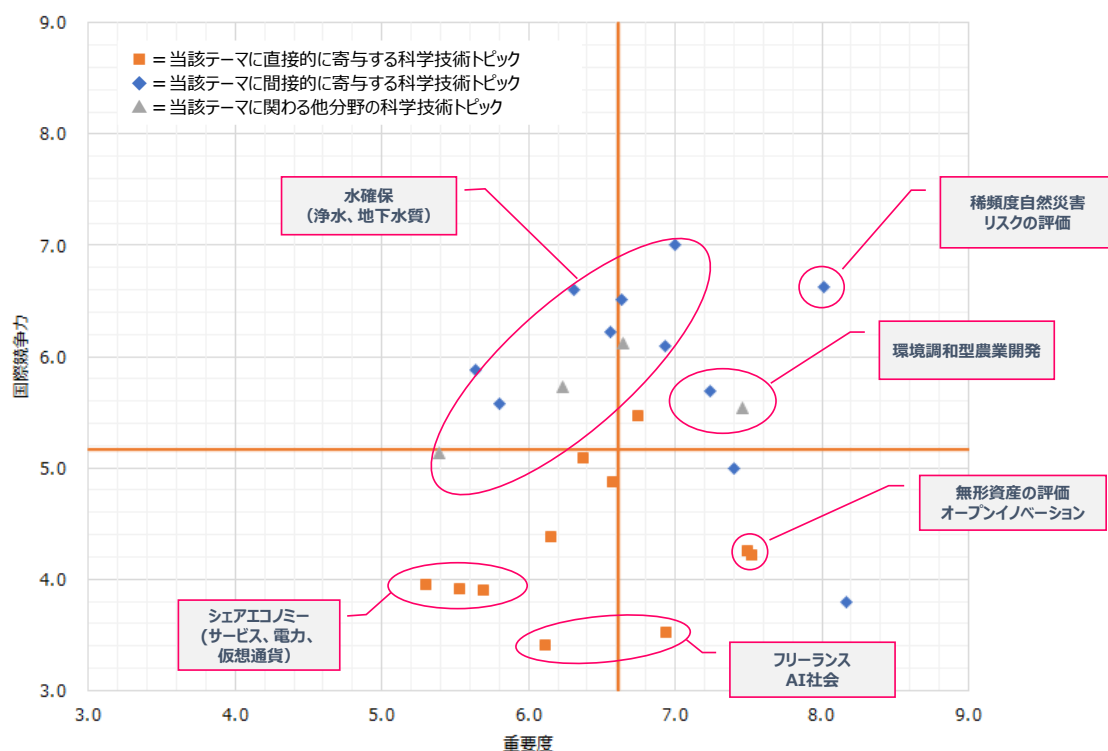


図 3-28 テーマ別俯瞰図（社会経済の発展と環境保全の両立）

出典: 未来工学研究所作成

4) リテラシー・対話・意思決定

本テーマにおいて、重要度、国際競争力とも平均値よりも上位に位置するトピック群として、「サービス提供者のスキル診断」（単独トピック）や「都市計画・合意形成／ハザードマップ」に係る科学技術がある。後者の科学技術トピックについては、「時間や場所に縛られることなく、都市計画についての議論や意思決定ができる合意形成支援システム」、「土地利用変化のモニタリングおよび適正な都市計画手法の提案システム」等がある。

また、重要度は高いものの、国際競争力が下位に位置するトピック群として「行政・法規制等デジタル化」がある。関連する科学技術トピックには、「AI 技術などを活用した法令文書自動作成・変更システム」、「行政サービスの 100% デジタル化、行政保有データの 100% オープン化による、役所での申請手続等を最小化できるプッシュ型行政の実現」がある。

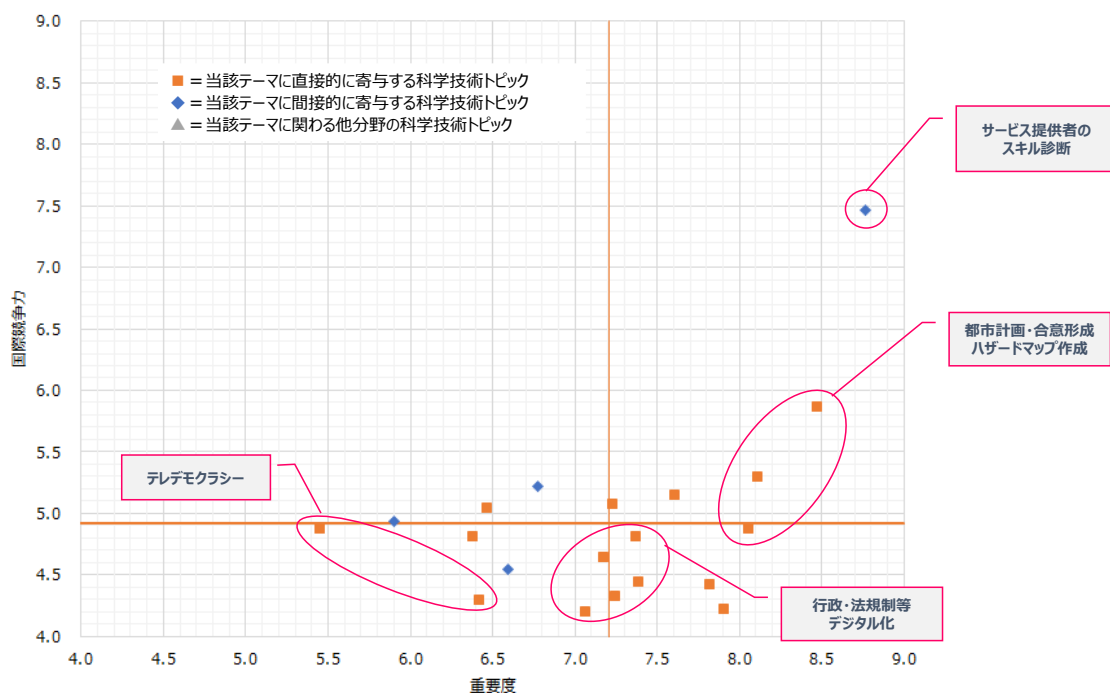


図 3-29 テーマ別俯瞰図（リテラシー・対話・意思決定）

出典：未来工学研究所作成

3.5 既存の CRA に関連・類似する規模・性質の地球環境研究の実施状況調査

上記の俯瞰図においては、既存の CRA テーマだけではなく、その周辺領域を含めた日本の強みや課題等の可視化を行っている。ここでは、これらの周辺領域における地球規模研究について、その実施状況を把握するための調査を試行的に実施した。

なお、デルファイ調査が、集合的なエキスパート・ジャッジメントとして、将来における科学技術の展望を考察するためのものであるのに対し、本調査項目は、過去及び現在の取り組み状況から考察を行うためのものであると言える。

3.5.1 調査の方法

(1) 主要関連学術誌において着目されている研究テーマの調査

現行の CRA の周辺領域における研究の実施状況を検討するために、地球規模課題に関連する主要学術誌において着目されている研究テーマに関する情報を収集、整理した。具体的には、ベルモント・フォーラムのホームページにおいて代表的な学術誌の 1 つとして例示されている国際学術誌「Sustainability Science」を対象に、直近 5 カ年において特集として取り上げられているテーマを整理した。

(2) 国内における類似ファンディング・プログラムの調査

地球規模関連課題を対象とする国内のファンディング・プログラムをとりあげ、そこで採択されているプロジェクトの情報を把握した。その際、3.2 (3) で整理したクラスターとの対応関係についても整理を行った。

(3) 海外における取り組み状況の調査

海外における類似研究の実施状況を把握するために、EU における近年の取り組み事例について調査を行った。

3.5.2 主要関連学術誌において着目されている研究テーマの調査

(1) 調査対象の概要

調査対象である国際学術誌「Sustainability Science」は、持続可能な社会に向けて人類が直面する課題について取り上げる、新たな学術分野「サステイナビリティ学」の発展のためのプラットフォームを形成することを目的として、国連大学サステイナビリティ高等研究所 (UNU-IAS) 及び東京大学サステイナビリティ学連携研究機構 (現・未来ビジョン研究センター) が中心となり 2006 年に創刊されたものである。自然科学・社会科学・人文科学を繋ぐような分野横断的な学術構造の構築を目指しており、現在、スプリングer・ネイチャー社がその出版を担っている。本誌は日本初の学術誌であると言えるが、前述のように、ベルモント・フォーラムのホームページにおいても当該課題領域における代表的な学術誌の 1 つとして例示されている²⁰。

(2) 「Sustainability Science」における特集

「Sustainability Science」は、10 周年を迎えた 2016 年からは毎年 6 回の頻度で出版されており、毎号ではないが、特定テーマを特集 (Special Feature) としてとりあげている。

以下の表は、直近 5 カ年におけるこれらの特集テーマを一覧化したものである²¹。特定の問題 (デルタ、海洋環境、アグリフォレストリー等) や地域 (アフリカ) に焦点をあてたもの、サステイナビリティ学における重要概念や特定の方法論・アプローチに着目したもの (文化的進化、場、社会生態学的生産ランドスケープ、サイバーシステミック思考等)、大規模プロジェクトの成果を中心としたもの (ICA-RUS、EJAtlas) など、非常に多岐にわたっていることがわかる。

²⁰ 本誌のほか、National Geographic、Nature、PLOS ONE、Global Change Biology があげられている。<https://www.belmontforum.org/impact/>

²¹

表 3-18 Sustainability Science における近年の特集テーマ

年	巻号	特集テーマ
2016	11(1)	先住民問題(Weaving Indigenous and Sustainability Sciences to Diversify Our Methods)
	11(4)	デルタ(Sustainable Deltas: Livelihoods, Ecosystem Services, and Policy Implications)
	11(6)	社会生態学的トラップ(Traps! Expanding Thinking on Persistent Maladaptive States in Pursuit of Resilience)
2017	12(2)	デジタル化(Sustainability and Digitalization: A Game-Changer? Possibilities, Perils, Pathways)
	12(5)	アフリカの諸課題(Sustainability Science for Meeting Africa's Challenges)
	12(6)	SDGs(Sustainability Science and Implementing the Sustainable Development Goals)
2018	13(1)	文化的進化(Applying Cultural Evolution to Sustainability Challenges)
	13(2)	環境省環境研究総合推進費戦略的研究開発プロジェクト「地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合的研究」(Integrated Climate Assessment: Risks, Uncertainties, and Society (ICA-RUS))
	13(3)	EJAtlas プロジェクト(環境課題に関わる社会的紛争のマッピング)(The EJAtlas: Ecological Distribution Conflicts as Forces for Sustainability)
	13(5)	システム思考及びサイバーシステム思考(People, Technology and Governance for Sustainability: The Contribution of Systems and Cyber-systemic Thinking)
	13(6)	ローカルからグローバル規模への持続可能性に向けた変革のための統合的知識の生成(Integrated Knowledge Generation for Transformations towards Sustainability from Local to Global Scales)
2019	14(1)	社会生態学的生産ランドスケープ・シースケープ(Future Scenarios for Socio-Ecological Production Landscape and Seascape)
	14(3)	社会生態系における場(Sense of Place in Social-Ecological Systems: From Theory to Empirical Exploration)
	14(4)	持続可能な社会構築に向けた変革と保全間のジレンマ(The politics of making and un-making (sustainable) futures)
	14(5)	持続可能性のための社会的価値(Theoretical traditions in social values for sustainability)
2020	15(1)	海洋環境の開発・保全(Blue Degrowth and the Politics of the Sea: Rethinking the Blue Economy)
	15(2)	場の形成と変革力(Exploring the Transformative Capacity of Place-Shaping Practices)
	15(5)	景観管理、アグリフォレストリー、バイオエネルギー(Agroforestry for Sustainable Landscape Management" and "Developing Sustainable Bio-Energy Systems in Asia)
	15(6)	SDGs 間の相互作用(Exploring Interactions among the Sustainable Development Goals: Case Studies from Three Continents)

出典: スプリングer・ネイチャー社のウェブサイトより未来工学研究所作成

<https://link.springer.com/journal/11625/volumes-and-issues>

3.5.3 類似ファンディング・プログラムにおける採択課題

(1) 調査対象の概要

地球規模関連課題を対象とする国内の類似ファンディング・プログラムとして、「環境研究総合推進費」における2つのサブプログラムをとりあげる。なお、他には、JST、日本医療研究開発機構（AMED）及び国際協力機構（JICA）が共同で実施している「地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）」があるが、CRAの担当部署であるJST国際部が所掌しているものであるため、ここでは対象外とした。

環境研究総合推進費は、気候変動問題への対応、循環型社会の実現、自然環境との共生、環境リスク管理等による安全の確保等、持続可能な社会構築のための環境政策の推進によって不可欠な科学的知見の集積及び技術開発を促進することを目的とする競争的資金プログラムであり、2016年10月からは環境再生保全機構が運用している。

環境研究総合推進費にはいくつかの公募区分があるが、もっとも一般的な枠組みとなるのが「環境問題対応型研究」である。中長期（2030年、2050年）のあるべき持続可能な社会の姿をにらみながら今後5年間で取り組むべき環境研究・技術開発の重点課題やその効果的な推進方策を提示する「環境研究・環境技術開発の推進戦略」（現行のものは令和元年5月環境大臣決定）の構成に沿って5領域（統合領域；気候変動領域；資源循環領域；自然共生領域；安全確保領域）での研究開発を推進している。

表 3-19 領域別の重点課題

領域名	重点課題
統合領域	1: 持続可能な社会の実現に向けたビジョン・理念の提示 2: ビジョン・理念の実現に向けた研究・技術開発 3: 持続可能な社会の実現に向けた価値観・ライフスタイルの変革 4: 環境問題の解決に資する新たな技術シーズの発掘・活用 5: 災害・事故に伴う環境問題への対応に貢献する研究・技術開発 6: グローバルな課題の解決に貢献する研究・技術開発（海洋プラスチックごみ問題への対応）
気 候 変 動 領域 (※1)	7: 気候変動の緩和策に係る研究・技術開発（※2） 8: 気候変動への適応に係る研究・技術開発 9: 地球温暖化現象の解明・予測・対策評価
資 源 循 環 領域	10: 地域循環共生圏形成に資する廃棄物処理システムの構築に関する研究・技術開発 11: ライフサイクル全体での徹底的な資源循環に関する研究・技術開発 12: 社会構造の変化に対応した持続可能な廃棄物の適正処理の確保に関する研究・技術開発
自 然 共 生 領域	13: 生物多様性の保全に資する科学的知見の充実や対策手法の技術開発に向けた研究 14: 生態系サービスの持続的な利用やシステム解明に関する研究・技術開発
安 全 確 保 領域	15: 化学物質等の包括的なリスク評価・管理の推進に係る研究 16: 大気・水・土壌等の環境管理・改善のための対策技術の高度化及び評価・解明に関する研究

※1…低炭素領域から名称変更／※2…エネルギー起源 CO₂ の排出抑制に資する技術開発は公募対象外

出典：環境研究総合推進費 2020 パンフレットをもとに未来工学研究所作成

各領域においては、今後 5 年間で重点的に取り組むべき重点課題が示されるとともに、重点課題に基づき、2~3 年程度で短期的・集中的に取り組むべき行政要請研究テーマ（行政ニーズ）も毎年提示される。1 課題あたり年間 4,000 万円以内、研究期間 3 年以内のプロジェクトを支援する。

また、環境研究総合推進費のうち「戦略的研究開発(I)」は、環境省が提示する戦略研究テーマに関する研究課題を公募、先導的に重点化して進めるべき、または先導的な成果を上げることが期待される統合的な大規模研究開発プロジェクトを支援する。支援規模は年間 3 億円以内、研究期間は 5 年以内となっている。

以下では、「環境問題対応型研究（うち技術実証型を除く）」と「戦略的研究開発(I)」における近年の採択課題をとりあげる。

(2) 環境研究総合推進費の採択課題

1) 環境問題対応型研究の採択課題

以下では、環境問題対応型研究について、環境問題対応型（技術実証型）をのぞく直近 3 カ年の採択課題を領域別にとりまとめた。特に関連性が高いと思われる課題には網掛けを行っている。なお、これらの課題に取り組んでいる研究者のほとんどはこれまで CRA に関与しておらず、今後の研究の担い手として巻き込んでいくべき対象であるとも言える。

a. 統合領域

本領域における直近 3 年間の採択課題は以下の 19 課題である。原子力発電所事故関連や地方自治体向けなど国内固有の課題も散見されるが、SDGs や世界環境憲章など世界的に共有されている規範・ルールに関わるものや、地域循環共生圏のようなグローバルに展開できるコンセプトに関わるもの、ベルモント・チャレンジの優先事項とも深く関わる健康と環境や持続可能な都市化関連課題など、今後の CRA テーマを考える上で示唆的なものが多く含まれている。

表 3-20 統合領域における直近 3 カ年の採択課題

	課題名	研究代表者	研究代表機関	開始年	終了年
1	SDGs 目標達成に向けた統合的実施方法の包括的検討	藤田 壮	国立環境研究所	2018	2020
2	原子力事故データの総合解析による事故時の有害物質大気中動態評価法の高度化	山澤 弘実	名古屋大学	2018	2020
3	災害廃棄物対応力向上のための中小規模自治体向けマネジメント手法の開発	多島 良	国立環境研究所	2018	2020
4	放射能汚染地域の生物で利用可能な遺伝的影響評価法の開発	兼子 伸吾	福島大学	2018	2020
5	汚染土壌浄化・再利用と廃棄物高減容	竹下 健二	東京工業大学	2018	2020

	化を目指した亜臨界水処理システムの開発				
6	世界環境憲章と国際・国内の環境規範のあり方に関する研究	大塚 直	早稲田大学	2019	2021
7	地域循環共生圏による持続可能な発展の分析手法の開発	五味 馨	国立環境研究所	2019	2021
8	参加型データベースによる持続可能な資源管理と農村社会形成に関する研究	奥田 敏統	広島大学	2019	2021
9	災害・事故に起因する化学物質流出のシナリオ構築と防災減災戦略	三宅 淳巳	横浜国立大学	2019	2021
10	気候変動の暑熱と高齢化社会の脆弱性に対する健康と環境の好循環の政策	北詰 恵一	関西大学	2019	2021
11	汚染土壌中のセシウム固定化機構の解明と実用減容化技術の開発	田村 堅志	物質・材料研究機構	2019	2021
12	排熱で運用可能な高効率連続再生式PM2.5除去装置の開発	山本 剛	九州大学	2019	2021
13	研究用マイクロプラスチックの調整とBio-MEMS 技術による免疫学的検証	中西 義孝	熊本大学	2019	2021
14	建物エネルギーモデルとモニタリングによる炭素排出量・人工排熱量の高精度な推計手法の開発	原 政之	埼玉県環境科学国際センター	2019	2021
15	地域循環共生圏の構築に資する経済的理論及び定量的評価手法の開発と国内自治体における実証的研究	馬奈木俊介	九州大学	2020	2022
16	社会と消費行動の変化がわが国の脱炭素社会の実現に及ぼす影響	金森 有子	国立環境研究所	2020	2022
17	地域資源と地域間連携を活用した地域循環共生圏の計画とその社会・経済効果の統合評価に関する研究	芦名 秀一	国立環境研究所	2020	2022
18	AI 等の活用による災害廃棄物処理プロセスの最適化と処理計画・処理実行計画の作成支援システムの構築	中野 正樹	名古屋大学	2020	2022
19	バイオマス廃棄物由来イタコン酸からの海洋分解性バイオナイロンの開発	金子 達雄	北陸先端科学技術大学院大学	2020	2022

出典：環境再生保全機構ホームページをもとに未来工学研究所作成

b. 気候変動領域

本領域における直近3年間の採択課題は以下の24課題である。本領域はベルモント・チャレンジと特に関連性の高いものの1つであると言えるが、メタン排出、流域（生態系）管理、都市災害、水環境、海洋酸性化、木質材料における接着剤由来温室効果ガス排出量、北極エアロゾルといった対象や、気候変動適応を推進するための情報デザイン、カーボンプラ

イシングといったアプローチに至るまで、今後の CRA テーマの起案や参加を考える上で示唆的な課題が多くみられる。

表 3-21 気候変動領域における直近 3 カ年の採択課題

	課題名	研究代表者	研究代表機関	開始年	終了年
1	世界の気候変動影響が日本の社会・経済活動にもたらすリスクに関する研究	亀山 康子	国立環境研究所	2018	2020
2	GOSAT-2 と地上観測による全球のメタン放出量推定と評価手法の包括的研究	齋藤 尚子	千葉大学	2018	2020
3	ブラックカーボンおよびメタンの人為起源排出量推計の精緻化と削減感度に関する研究	谷本 浩志	国立環境研究所	2018	2020
4	2050 年の社会像を見据えた再生可能エネルギー利用拡大への道筋	本藤 祐樹	横浜国立大学	2018	2020
5	気候変動影響・適応評価のための日本版社会経済シナリオの構築	松橋 啓介	国立環境研究所	2018	2020
6	国際観測網への発展を可能とする GOSAT-2 の微小粒子状物質及び黒色炭素量推定データの評価手法の開発	入江 仁士	千葉大学	2019	2021
7	環境中に放流された排水由来 GHGs 排出メカニズムの解明と排出量算定方法の検討	山崎 宏史	東洋大学	2019	2021
8	GOSAT-2 による太陽光誘起クロロフィル蛍光を利用した生態系光合成量推定の高精度化	加藤 知道	北海道大学	2019	2021
9	気候変動影響評価のための日本域の異常天候ストーリーラインの構築	高薮 縁	東京大学	2019	2021
10	気候変動に伴う都市災害への適応	稲津 将	北海道大学	2019	2021
11	木質材料における接着剤由来温室効果ガス排出量の推定および削減対策に関する研究	平井 康宏	京都大学	2019	2021
12	気候変動適応を推進するための情報デザインに関する研究	浜田 崇	長野県環境保全研究所	2019	2021
13	アジアにおける温室効果ガス排出削減の深掘りとその支援による日本への裨益に関する研究	増井 利彦	国立環境研究所	2019	2021
14	土地利用変化による土壌炭素の変動量評価と国家インベントリへの適用に関する研究	石塚 成宏	森林研究・整備機構	2019	2021
15	基礎自治体レベルでの低炭素化政策検討支援ツールの開発と社会実装に関する	倉阪 秀史	千葉大学	2019	2021

	る研究				
16	気候変動に対応した持続的な流域生態系管理に関する研究	西廣 淳	国立環境研究所	2020	2022
17	世界を対象としたネットゼロ排出達成のための気候緩和策及び持続可能な開発	高橋 潔	国立環境研究所	2020	2022
18	地球温暖化に関わる北極エアロゾルの動態解明と放射影響評価	小池 真	東京大学	2020	2022
19	水防災・農地・河川生態系・産業への複合的な気候変動影響と適応策の研究	原田 守啓	岐阜大学	2020	2022
20	気候政策とSDGsの同時達成における水環境のシナジーとトレードオフ	平林由希子	芝浦工業大学	2020	2022
21	メタン吸収能を含めたアジア域の森林における土壌炭素動態の統括的観測に基づいた気候変動影響の将来予測	梁 乃申	国立環境研究所	2020	2022
22	海洋酸性化と貧酸素化の複合影響の総合評価	小埜 恒夫	水産研究・教育機構	2020	2022
23	暗示的炭素価格を踏まえたカーボンプライシングの制度設計：効率性と地域経済間の公平性を目指して	有村 俊秀	早稲田大学	2020	2022
24	積雪寒冷地における気候変動の影響評価と適応策に関する研究	野口 泉	北海道立総合研究機構	2020	2022

出典：環境再生保全機構ホームページをもとに未来工学研究所作成

c. 資源循環領域

本領域における直近3年間の採択課題は以下の18課題である。これらの課題には、循環型社会形成に向けた指標開発や情報技術の活用といったベルモント・チャレンジとの直接的な関連性の高いもののほか、要素技術や基盤技術が多く含まれている。

表 3-22 資源循環領域における直近3カ年の採択課題

	課題名	研究代表者	研究代表機関	開始年	終了年
1	先端的な再生技術の導入と動脈産業との融合に向けたプラスチック循環の評価基盤の構築	中谷 隼	東京大学	2018	2020
2	遮断型最終処分場の長期的な環境安全性の評価に関する研究	山田 正人	国立環境研究所	2018	2020
3	指定廃棄物熱処理残渣中セシウムのアルミノ珪酸塩による捕捉・難溶性態化技術の確立	東條 安匡	北海道大学	2018	2020
4	物理選別とエージングを組み合わせた「焼却主灰グリーン改質技術」の確立	肴倉 宏史	国立環境研究所	2018	2020
5	SDGs12.3 指標の提案に向けた食品ロス	山川 肇	京都府立大学	2018	2020

	の実態の解明				
6	新規 POPs 含有プラスチック廃棄物の環境上適正な管理に向けた国際的な分析技術基盤の整備	梶原 夏子	国立環境研究所	2019	2021
7	循環型社会形成のための指標開発と環境・経済・社会の統合的評価	橋本 征二	立命館大学	2019	2021
8	我が国の食品ロス削減による環境・経済・社会への影響評価に関する研究	棟居 洋介	東京工業大学	2019	2021
9	最終処分場からの POPs 及びその候補物質の浸出実態の把握手法及び長期的な溶出予測手法の開発に関する研究	矢吹 芳教	大阪府立環境農林水産総合研究所	2019	2021
10	静脈系サプライチェーンマネジメントのための情報通信技術の導入可能性と効果分析	松本 亨	北九州市立大学	2019	2021
11	廃棄物最終処分場の長寿命化に伴う機能検査と気候変動適応策	石井 一英	北海道大学	2019	2021
12	人口減少・高齢化地域における一般廃棄物の持続可能な処理システムの提案	河井 紘輔	国立環境研究所	2019	2021
13	畜産廃棄物由来アンモニアによる大幅な発電効率向上を基盤とする地域循環畜産システム	松村 幸彦	広島大学	2020	2022
14	高電圧パルス破碎を利用したアモルファスタイプ太陽光発電パネルの効率的処理	飯塚 淳	東北大学	2020	2021
15	バイオガスを燃料とする自律分散型高効率電源の実現に向けた固体酸化物燃料電池の開発	亀島 欣一	岡山大学	2020	2022
16	環境調和型抽出剤の創製と高効率レアメタルリサイクル技術の構築	後藤 雅宏	九州大学	2020	2022
17	地域産業と連携した下水汚泥肥料の事業採算性の高い循環システムの構築	山内 正仁	鹿児島工業高等専門学校	2020	2022
18	リサイクル炭素繊維を原料とした連続繊維強化複合材料部材の開発	仲井 朝美	岐阜大学	2020	2022

出典：環境再生保全機構ホームページをもとに未来工学研究所作成

d. 自然共生領域

本領域における直近 3 年間の採択課題は以下の 19 課題である。これらの課題は、「生物多様性と生態系保全」に関連性が高いものであり、国内特定地域を対象とするものであっても、他地域への展開可能性を持つなど汎用性が高い手法やアプローチの開発を行っているものが多い。

表 3-23 自然共生領域における直近3カ年の採択課題

	課題名	研究代表者	研究代表機関	開始年	終了年
1	特定外来種オオバナミズキンバイの拡大防止策と効果的防除手法の開発	田中 周平	京都大学	2018	2020
2	環境変動に対する生物多様性と生態系サービスの応答を考慮した国土の適応的保全計画	久保田康裕	琉球大学	2018	2020
3	洋上風力発電所の建設から主要な海鳥繁殖地を守るセンシティブティマップの開発	関島 恒夫	新潟大学	2018	2020
4	世界自然遺産のための沖縄・奄美における森林生態系管理手法の開発	小高 信彦	森林総合研究所	2018	2020
5	グリーンインフラと既存インフラの相補的役割－防災・環境・社会経済面からの評価	中村 太士	北海道大学	2018	2020
6	サンゴの白化現象メカニズム究明と大規模白化に対する生物化学的防止・救済策の確立	藤村 弘行	琉球大学	2018	2020
7	危機的状況にある奄美・琉球の里地棲希少水生昆虫類に関する実効的な保全・生息地再生技術の開発	荒谷 邦雄	九州大学	2019	2021
8	ゲノム情報に基づくテラメイド生物多様性保全策の構築と検証	井鷲 裕司	京都大学	2019	2021
9	ライチョウの再導入に必要な腸内環境整備に関わる技術開発	松林 誠	大阪府立大学	2019	2021
10	外来アリ類をモデルとした侵略的外来生物管理体系の構築	辻 瑞樹	琉球大学	2019	2021
11	遺産価値向上に向けた知床半島における大型哺乳類の保全管理手法の開発	宇野 裕之	北海道立総合研究機構	2019	2021
12	共創時代における地域資源としての国立公園の保全管理モデルの構築	山本 清龍	東京大学	2019	2021
13	高 CO2 時代に対応したサンゴ礁保全に資するローカルな環境負荷の閾値設定に向けた技術開発と適応策の提案	井口 亮	産業技術総合研究所	2019	2021
14	次世代 DNA バーコードによる絶滅危惧植物の種同定技術の開発と分類学的改訂	矢原 徹一	九州オープンユニバーシティ	2020	2022
15	両生爬虫類をモデルとした希少種選定の基礎資料整備と保全対象種の簡易同定法の確立およびそれらのワークフローの提案	戸田 守	琉球大学	2020	2022

16	植物相の定量的解析による世界自然遺産候補地西表島の管理基盤情報の確立	内貴 章世	琉球大学	2020	2022
17	環境 DNA に基づく希少種・外来種の分布動態評価技術の開発と実践	荒木 仁志	北海道大学	2020	2022
18	SFTS に代表される人獣共通感染症対策における生態学的アプローチ	岡部貴美子	森林総合研究所	2020	2022
19	侵略的外来哺乳類の防除政策決定プロセスのための対策技術の高度化	城ヶ原貴通	沖縄大学	2020	2022

出典：環境再生保全機構ホームページをもとに未来工学研究所作成

e. 安全確保領域

本領域における直近 3 年間の採択課題は以下の 21 課題である。ここでは、人間活動に付随する多様な環境問題がとりあげられている。「持続可能な都市化」や「発展途上国と先進国の調和的発展方策」、「持続可能なグローバル・ガバナンスと調整」といったベルモント・チャレンジの優先事項と関連性が高く、かつこれまでの CRA ではあまり着目されてこなかった課題も多く含まれている。

表 3-24 安全確保領域における直近 3 カ年の採択課題

	課題名	研究代表者	研究代表機関	開始年	終了年
1	革新的モデルと観測・室内実験による有機エアロゾルの生成機構と起源の解明	森野 悠	国立環境研究所	2018	2020
2	2020 年船舶燃料油硫黄分規制強化による大気質改善効果の評価	櫻井 達也	明星大学	2018	2020
3	海産・汽水生物を用いた慢性毒性短期試験法の開発	山本 裕史	国立環境研究所	2018	2020
4	有機リン化合物曝露評価指標としての尿中ジアルキルリン酸の有効性の検証	上島 通浩	名古屋市立大学	2018	2020
5	蛍光顕微鏡法による大気アスベスト連続自動計測装置の開発と解体現場におけるアスベスト飛散状況の解明	黒田 章夫	広島大学	2019	2021
6	底生生物に対する曝露経路と生物利用性を考慮した包括的な底質リスク評価手法の構築	中島 典之	東京大学	2019	2021
7	大気汚染対策効果評価のためのシミュレーション支援システムの研究開発	菅田 誠治	国立環境研究所	2019	2021
8	ディーゼル車排出ガス後処理装置の耐久性能評価手法及び機能回復手法の研究	内澤 潤子	産業技術総合研究所	2019	2021
9	汚染土壌からの揮発量ポテンシャルの予測手法と揮発による摂取リスクの評価	駒井 武	東北大学	2019	2021

10	多環芳香族炭化水素類を含む粒子状物質が関与する新しい慢性咳嗽疾患に関する環境疫学的研究	中村 裕之	金沢大学	2019	2021
11	環境医薬品の魚類次世代生産への影響解析	征矢野 清	長崎大学	2019	2021
12	甲状腺ホルモン受容体結合化学物質の簡便スクリーニングと新規バイオマーカー探索	久保 拓也	京都大学	2019	2021
13	国内における生活由来化学物質による環境リスク解明と処理技術の開発	西野 貴裕	東京都環境科学研究所	2019	2021
14	大気粒子中化学成分が小児のアレルギー及び生活習慣病の発症に及ぼす影響の解明	島 正之	兵庫医科大学	2019	2021
15	気候変動に伴う黄砂の発生・輸送に関する変動予測とその検出手法に関する研究	清水 厚	国立環境研究所	2020	2022
16	環境化学物質の複合曝露による思春期の健康影響評価と曝露源の検討	荒木 敦子	北海道大学	2020	2022
17	化学物質体内動態モデル及び曝露逆推計モデル構築システムの開発	磯部 友彦	国立環境研究所	2020	2022
18	国際民間航空機関の規制に対応した航空機排出粒子状物質の健康リスク評価と対策提案	竹川 暢之	東京都立大学	2020	2022
19	播磨灘を例とした瀬戸内海の栄養塩管理のための物理—底質—低次生態系モデルの開発	森本 昭彦	愛媛大学	2020	2022
20	水環境における新興・再興微生物リスク管理に向けた微生物起源解析の活用に関する研究	片山 浩之	東京大学	2020	2022
21	PM2.5 の脳循環および脳梗塞予後に及ぼす影響の解析	石原 康宏	広島大学	2020	2022

出典：環境再生保全機構ホームページをもとに未来工学研究所作成

2) 戦略的研究開発（I）

戦略的研究開発（I）では隔年で公募を行っている。次表は、直近3回で採択された4課題を一覧化したものである。各プロジェクトはいずれも複数のサブプロジェクトから構成されている。

表 3-25 戦略的研究開発（Ⅰ）における直近の採択課題

	課題名	研究代表者	研究代表機関	開始年	終了年
1	社会・生態システムの統合化による自然資本・生態系サービスの予測評価	武内 和彦	東京大学	2016	2020
	社会・生態システムの統合モデルの構築と科学-政策インターフェースの強化	武内 和彦	東京大学		
	陸域における自然資本・生態系サービスがもたらす自然的価値の予測評価	浅野(中静)透	森林研究・整備機構 森林総合研究所		
	海域における自然資本・生態系サービスがもたらす自然的価値の予測評価	白山 義久	海洋研究開発機構		
	自然資本・生態系サービスの社会経済的価値の予測評価と自然資本の重層的ガバナンス	浅野 耕太	京都大学		
2	アジア地域における持続可能な消費・生産パターン定着のための政策デザインと評価	平尾 雅彦	東京大学	2016	2020
	全体の統括と消費と生産の関連性を強化した政策デザインによる温室効果ガス排出抑制と資源循環方策	平尾 雅彦	東京大学		
	多様なステークホルダーの活動・原動力に根ざしたアジアの消費・生産パターンの転換方策	田崎 智宏	国立環境研究所		
	アジアにおける資源環境制約下のニーズ充足を目指す充足性アプローチへの政策転換	堀田 康彦	地球環境戦略研究機関		
	持続可能な開発目標(SDGs)からみた持続可能な消費と生産のガバナンス	蟹江 憲史	慶応義塾大学		
3	災害・事故に起因する化学物質リスクの評価・管理手法の体系的構築に関する研究	鈴木 規之	国立環境研究所	2018	2022
	災害・事故に対する化学物質リスク管理基盤の構築	鈴木 規之	国立環境研究所		
	災害・事故における異常検知と影響予測手法の開発	浅見 真理	国立保健医療科学院		
	速やかかつ網羅的な化学物質把握のための分析手法の開発	井ノ上哲志	株式会社堀場製作所		
	災害・事故への対応力強化に関する研究	中村 智	大阪府立環境農林水産総合研究所		
4	気候変動影響予測・適応評価の総合的	三村 信男	茨城大学	2020	2024

研究				
総合的な気候変動影響予測・適応評価 フレームワークの開発	三村 信男	茨城大学		
農林水産業分野を対象とした気候変動 影響予測と適応策の評価	白戸 康人	農業・食品産業 技術総合研究機 構		
自然災害・水資源分野を対象とした気候 変動影響予測と適応策の評価	横木 裕宗	茨城大学		
国民の生活の質(QoL)とその基盤となる インフラ・地域産業への気候変動影響予 測と適応策の検討と評価	栗栖 聖	東京大学		
気候変動影響及び適応策に関する経済 評価手法の開発	日引 聡	東北大学		

出典：環境再生保全機構ホームページをもとに未来工学研究所作成

クラスターとの関係でいえば、「生物多様性と生態系保全」（竹内プロジェクト）、「持続可能な都市化、途上国と先進国の調和的発展及びグローバル・ガバナンス」の「持続可能な都市化」と「地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価」のうち未だ CRA として明示的にテーマ化されていない「低炭素社会化や持続可能な開発の実現に向けた国際及び国の取組促進に資する政策の評価」との交錯領域を対象とするもの（平尾プロジェクト）、「地球規模の環境変化に関するアセスメント、モニタリング及び政策の評価」における「リスク、影響及び脆弱性のアセスメント」と「低炭素社会化や持続可能な開発の実現に向けた国際及び国の取組促進に資する政策の評価」の両者にまたがるもの（三村プロジェクト）、気候変動問題と直接的な関連性は薄いですが、間接的に「リスク、影響及び脆弱性のアセスメント」と紐づけられるもの（鈴木プロジェクト）がある。

なお、竹内プロジェクトの研究代表者は、2 つ目のクラスターを構成する「Food 2013」の FICESSA プロジェクトの共同研究者、平尾プロジェクトのサブプロジェクトリーダーの蟹江氏はフューチャー・アース事業 Phase1 の「持続可能な開発目標（SDGs）実施へ向けたトランスディシプリナリー研究」プロジェクトの研究代表者でもある。この両名を含め、問題領域を越境して活躍する研究者は、「対象とする問題領域自体やその対応策等に関わる専門性（ドメインの専門性）」と「TD 研究の方法論に関する専門性・経験」の両者の専門性を持つ研究者である可能性が高く、今後の CRA における研究をリードしていく資質を持っていると言える。

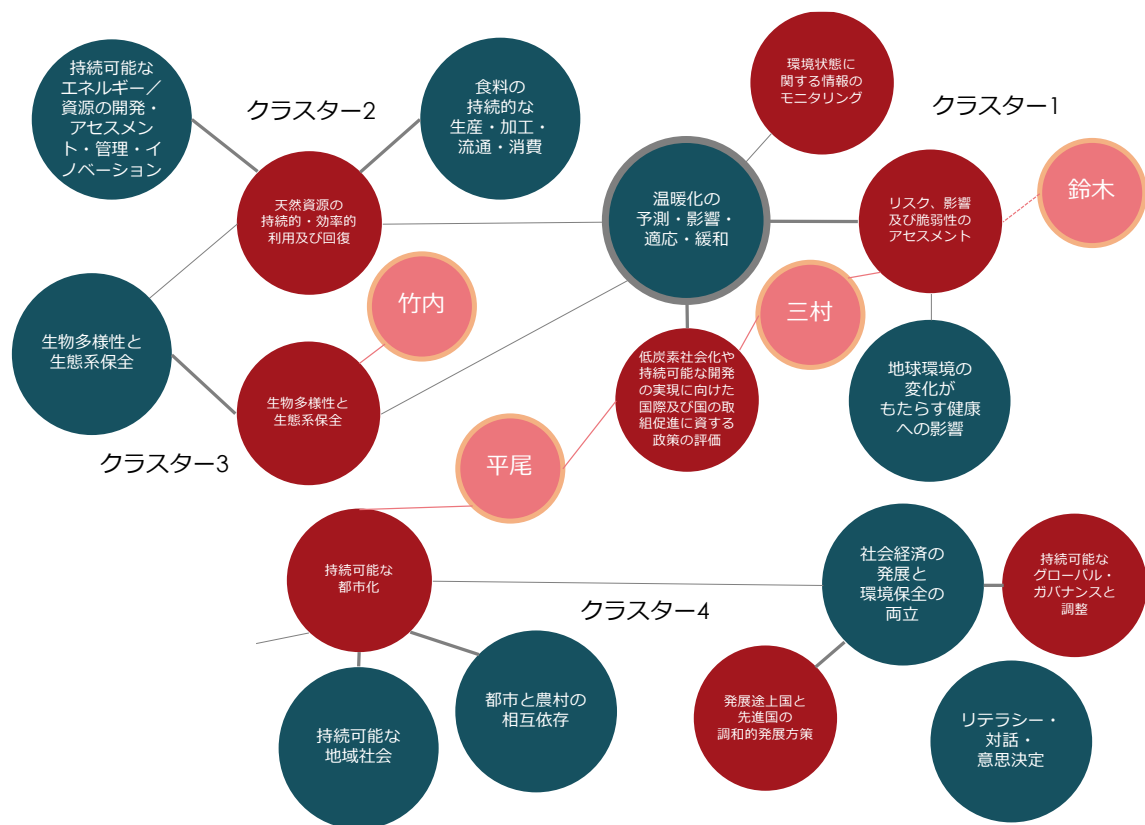


図 3-30 クラスターにおける戦略的研究開発課題（Ⅰ）の採択課題の位置付け

出典：環境再生保全機構ホームページをもとに未来工学研究所作成

3.5.4 海外における類似研究の実施状況

既存の CRA に関連・類似する規模・性質の地球環境研究の実施状況として、EU（欧州連合）における取組を紹介する。

具体的には、欧州気候協定（The European Climate Pact）および関連プロジェクト、環境観測（Environmental Observations : EO）および関連プロジェクト、カーボンニュートラル（Carbon neutrality）および関連プロジェクトの3つを取り上げる。

次表は、これらの概要を一覧としてまとめたものである。

表 3-26 事例の概要

カテゴリ	概要
欧州気候協定関連	欧州気候協定は、気候変動の脅威と機会についての認識を高め、議論と討論のためのスペースを提供し、参加と行動を促進することが目的。気候協定に貢献する Horizon 2020 プロジェクトの例として、「科学と社会のための科学(SWAFS)」プログラム領域で採択された「TeRRifica」(欧州の 6 つのパイロット地域の市民やその他の利害関係者と協力して、気候変動への適応と緩和戦略を共同開発)や、「Challenge 2(食糧安全保障、持続可能な農業と林業、海洋、海事、内陸水域の研究、および生物経済)」プログラム領域で採択の「FOODSHIFT2030」(肉食を減らし、植物ベースの食事を増やすことを含む、低炭素循環の未来に向けたヨーロッパのフードシステムの野心的な市民主導の移行を企図)、「Challenge 5(気候変動、環境、資源効率、原材料)」プログラム領域の「CLAIR-CITY」(6 つのパイロット都市/地域において、人々が都市環境内でどのように生活し、行動し、相互作用することを選択したかに関連する課題構築を行うために、大気汚染の排出量と濃度、二酸化炭素排出量、健康上のアウトカムを測定)などの取り組みがある。
環境観測関連	衛星、空中または地上のセンサー、および市民によって行われる環境観測(EO)により、惑星の健康、気候変動、および人間活動の影響に関する情報の絶え間ない流れを提供することが目的。Horizon 2020 が資金提供したプロジェクトとして、「AtlantOS」(大西洋全体の既存の観測活動の協力、革新、統合を強化)、「ECOPOTENTIAL」(欧州内外の保護地域の様々な生態系の状態と傾向に関する正確な情報を提供する一連の EO 製品とサービスを作成)、「Ground Truth 2.0」(市民が地域の環境条件を監視できるよう、欧州とアフリカに市民天文台を設置、水質と水量、大気質、熱ストレス、地域の気象条件、野生生物などに関するデータの収集と生成を支援)などの取り組みがある。
カーボンニュートラル関連	2050 年までにカーボンニュートラルな社会を構築するという EU 全体の目標に向けた取り組み。Horizon2020 における Societal Challenges 資金調達ストリームにおいて、気候変動対策、環境、資源効率、原材料といった複数のプロジェクトを支援。具体的には、「CD-LINKS」(実証研究からモデルおよびシナリオ開発まで、6 つの高度に統合された作業パッケージを通じて、多くの分野で最先端の気候開発政策分析およびモデリングを推進。長期的な変革プロセスを効果的に管理するための国別の政策提言のリストをとりまとめ)、「EUCalc」(発電、運輸、産業、農業、エネルギー使用、ライフスタイルなど、様々な分野で行われた決定を、気候学的、社会的、経済的影響の観点から調査。欧州および加盟国レベルの政治家のために、必要な技術的および社会的課題、関連する慣性およびロックイン効果のための具体的な計画ツールとして使用できる移行経路エクスプローラーを提供)などを実施。

出典: 未来工学研究所作成

(1) 欧州気候協定（The European Climate Pact）²²および関連プロジェクト

欧州気候協定（The European Climate Pact）の使命は、気候変動の脅威と機会についての認識を高め、議論と討論のためのスペースを提供し、参加と行動を促進することである。本協定はリーダーシップの共有に関するものであり、人々の支援と関与なしには政策は成功しないという考え方に基づいている。そのため、「行動が小さすぎることはなく、一緒になって流れを変えることができる」という明確なメッセージを欧州市民に発信している。また、本協定は、欧州グリーンディール（the European Green Deal）の要でもあり、グリーン移行プロセス（the green transition process）への積極的な市民参加と信頼は、その成功にとって最も重要である、と考えられている。

この中において、研究およびイノベーション（R&I）は、欧州気候協定に重要な貢献をしており、政策立案に情報を提供するための重要な知識とツールを提供する研究と学術の世界だけでなく、市民、企業、市民社会、地域組織も関与している。教育イニシアチブ、タウンホールミーティング、市民科学プロジェクトなどを通じてヨーロッパ人を引き付けるための場を提供するという役割も担っている。具体的な取り組みとしては次のようなものである。

○Horizon 2020（2014～2020 年）

開始されたばかりの 10 億ユーロの欧州グリーンディールの公募— Horizon 2020 の下での最後で最大の公募—は、3 つのコアエリアで気候協定に貢献している。エリア 1—気候変動への野心の高まり：分野横断的な課題、エリア 9—知識の強化、エリア 10—市民のエンパワーメント。すでに過去数年間（2014～2020 年）にわたって、Horizon 2020 は、科学と社会のための科学（SWAFS）、Challenge 2（食糧安全保障、持続可能な農業と林業、海洋、海事、内陸水域の研究、および生物経済）や、Challenge 5（気候変動、環境、資源効率、原材料）、ERC が支援する市民科学プロジェクトなど、いくつかの方法で気候協定の目的に貢献してきた。

○Horizon Europe（2021～2027 年）

Horizon Europe は、気候協定の目的を達成するために重要な貢献をする。Horizon Europe は市民参加を非常に重視している。Horizon Europe の下でのミッションとヨーロッパのパートナーシップは、ヨーロッパのグリーンディール、特にヨーロッパの気候協定の目標について市民や利害関係者と関わるための主要な場を提供する。

プログラム領域「Widening participation and strengthening the European Research Area（参加拡大および欧州研究圏の強化）」の下で、環境研究の倫理は、知識の生産に関連する倫理とインテグリティの課題を特定する。Cluster 5「気候、エネルギー、モビリティ」の下で、Horizon Europe は社会科学と人文科学の研究コミュニティを強化することを目指している。フラッグシップデモンストレーターである Transition Super Labs により、気候変動の取組を加速させることができる。

²² European Commission: RESEARCH & INNOVATION DRIVING THE CLIMATE PACT, December 2020

○気候協定に貢献する Horizon 2020 プロジェクトの事例²³

プログラム領域	プロジェクト名 (略称)	実施期間	予算	実施体制	実施概要
科学と社会のための科学 (SWAFS)	TeRRIfica ²⁴	2019 年 1 月～2022 年 6 月	約 200 万 ユーロ	WISSENSCHAFTSLADEN BONN EV(ドイツ)が 主 管 し、ASSOCIACIO CATALANA D'UNIVERSITATS PUBLIQUES(スペイン)、 SCIENCES CITOYENNES(フランス)、 UNIWERSYTET IM. ADAMA MICKIEWICZA W POZNANIU(ポーランド)など 7 機関が参加。	ヨーロッパの 6 つのパイロット 地域の市民やその他の利害 関係者と協力して、気候変動 への適応と緩和戦略を共同開 発。
Challenge 2(食糧安全保障、持 続可能な農業と林業、海洋、海 事、内陸水域の研究、および 生物経済)	FOODSHIFT2030 ²⁵	2020 年 1 月～2023 年 12 月	約 820 万 ユーロ	KOBENHAVNS UNIVERSITET(デンマーク)が 主 管 し、EIGEN VERMOGEN VAN HET INSTITUUT VOOR LANDBOUW- EN VISSERIJONDERZOEK(ベルギー)、INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE POUR L'AGRICULTURE, L'ALIMENTATION ET L'ENVIRONNEMENT(フランス)、LEIBNIZ- ZENTRUM FUER AGRARLANDSCHAFTSFORSCHUNG e.V.(ド イツ)など 31 機関が参加。	肉を減らし、植物ベースの食事 を増やすことを含む、低炭素循 環の未来に向けたヨーロッパ のフードシステムの野心的な 市民主導の移行を開始。
Challenge 5(気候変動、環境、	CLAIR-CITY ²⁶	2016 年 5	約 670 万	TRINOMICS BV(オランダ)が主管し、NILU	6 つのパイロット都市/地域を

²³ European Commission: RESEARCH & INNOVATION DRIVING THE CLIMATE PACT, December 2020

²⁴ TeRRIfica - Territorial RRI fostering Innovative Climate Action

【プロジェクト概要】<https://cordis.europa.eu/project/id/824489>、【プロジェクトのウェブサイト】<https://terrifica.eu/>

²⁵ FoodSHIFT2030 - Food System Hubs Innovating towards Fast Transition by 2030

【プロジェクト概要】<https://cordis.europa.eu/project/id/862716>、【プロジェクトのウェブサイト】<https://foodshift2030.eu/>

²⁶ CLAIR-CITY - Citizen Led Air pollution Reduction in Cities

資源効率、原材料)		月～2020 年 7 月	ユーロ	STIFTELSEN NORSK INSTITUTT FORLUFTFORSKNING(ノルウェー)、TECHNE CONSULTING SRL(イタリア)、DANMARKS TEKNISKE UNIVERSITET(デンマーク)など 15 機関が参加。	使用して、人々が都市環境内でどのように生活し、行動し、相互作用することを選択したかに関連するこれらの課題を作成するために、大気汚染の排出量と濃度、二酸化炭素排出量、健康上のアウトカムを測定。
EUROPEAN RESEARCH COUNCIL	LICCI ²⁷	2018 年 6 月～2023 年 5 月	約 200 万 ユーロ	UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BARCELONA(スペイン)が主管。※1機関にて実施。	最先端の科学を通じて、認識されている気候変動の影響についての理解を深め、先住民や地域の知識を政策立案プロセスに取り入れ、国際的な気候変動交渉に影響を与えるよう努めている。

出典: European Commission: RESEARCH & INNOVATION DRIVING THE CLIMATE PACT, December 2020 より未来工学研究所作成

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/689289>、【プロジェクトのウェブサイト】 <http://www.claircity.eu/>

²⁷ LICCI - Local Indicators of Climate Change Impacts. The Contribution of Local Knowledge to Climate Change Research

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/771056>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://licci.eu/>

(2) 環境観測 (Environmental Observations : EO) ²⁸および関連プロジェクト

衛星、空中または地上のセンサー、および市民によって行われる環境観測 (Environmental Observations : EO) は、惑星の健康、気候変動、および人間活動の影響に関する情報の絶え間ない流れを提供することを目的とするものである。

EU は、欧州コペルニクス地球観測プログラムとのグローバル EO ネットワークを構築するための世界的な取組に積極的に貢献し、Horizon 2020 の下で不可欠な研究活動に資金を提供するとともに、地球観測に関する政府間会合 (GEO) の積極的なメンバーになっている。

以下では、ユーザー指向の EO ベースのアプリケーションを開発し、市民に利益をもたらす、証拠に基づく政策立案を支援した、Horizon 2020 が資金提供した 9 件のプロジェクト概要を示す。ヨーロッパの EO リソース、アクター、イニシアチブは、GEO とその全球地球観測システム (GEOSS) へのヨーロッパの貢献である EuroGEO によって調整されている。

²⁸ European Commission: Environmental Observations - Informing citizens and supporting policymaking through innovative applications, 2020

○環境観測（Environmental Observations：EO）に関連する Horizon 2020 プロジェクト

プロジェクト名	実施期間	予算	実施体制	実施概要
AtlantOS ²⁹	2015 年 4 月～ 2019 年 9 月	約 2,065 万 ユーロ	HELMHOLTZ ZENTRUM FUR OZEANFORSCHUNG KIEL（ドイツ）が主管し、UNITED KINGDOM RESEARCH AND INNOVATION（UK）や CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS（フランス）など 62 機関が参加。	大西洋全体の既存の観測活動の協力、革新、統合を強化。当プロジェクトの継承は、2019 年に正式に開始され、将来の観測システムを形成する上で極めて重要な役割を果たす AtlantOS 全大西洋観測システムプログラム。
ECOPOTENTIAL ³⁰	2015 年 6 月～ 2019 年 10 月	約 1,600 万 ユーロ	CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE（イタリア）が主管し、AGENCIA ESTATAL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS（スペイン）、HELMHOLTZ-ZENTRUM FUR UMWELTFORSCHUNG GMBH - UFZ（ドイツ）、UNIVERSITY OF LEEDS（UK）など 48 機関が参加。	ヨーロッパ内外の保護地域の様々な生態系の状態と傾向に関する正確な情報を提供する一連の EO 製品とサービスを作成。保全管理の決定の影響を評価するシナリオをシミュレートするために使用された、利用可能な EO リソース（たとえば、コペルニクスプログラムからのデータ）を組み合わせた。
e-shape ³¹	2019 年 5 月～ 2023 年 4 月	約 1,570 万 ユーロ	ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE ET LE DEVELOPPEMENT DES METHODES ET PROCESSUS INDUSTRIELS（フランス）が主管し、CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE（イタリア）、ILMATIETEEEN LAITOS（フィンランド）、ETHNIKO ASTEROSKOPEIO ATHINON（ギリシャ）な	関連する主体者を集め、起業家精神を育むことにより、運用上の EO サービスを開発。4 年以上にわたって、食料安全保障と持続可能な農業、健康監視（特に汚染物質）、再生可能エネルギーの導入、生態系の監視、水資源管理、災害回復力、気候の監視をサポートする

²⁹ AtlantOS - Optimizing and Enhancing the Integrated Atlantic Ocean Observing System

【プロジェクト概要】<https://cordis.europa.eu/project/id/633211>、【プロジェクトのウェブサイト】<https://www.atlantos-h2020.eu/>

³⁰ ECOPOTENTIAL: IMPROVING FUTURE ECOSYSTEM BENEFITS THROUGH EARTH OBSERVATIONS

【プロジェクト概要】<https://cordis.europa.eu/project/id/641762>、【プロジェクトのウェブサイト】<http://www.ecopotential-project.eu/>

³¹ e-shape - EuroGEOSS Showcases: Applications Powered by Europe

【プロジェクト概要】<https://cordis.europa.eu/project/id/820852>、【プロジェクトのウェブサイト】<https://e-shape.eu/>

			ど 55 機関が参加。	具体的で実用的な EO サービスを提供。
GEO-CRADLE ³²	2016 年 2 月～ 2018 年 11 月	約 300 万ユ ーロ	ETHNIKO ASTEROSKOPEIO ATHINON(ギリシャ)が 主 管 し、CENTRE FOR ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT FOR THE ARAB REGION AND EUROPE(エジプト)、CENTRE D'ETUDES ET DE RECHERCHES DETELECOMMUNICATIONS(チュニ ジア)、TEL AVIV UNIVERSITY(イスラエル)など 18 機関が参加。	地球観測サービスとデータを調整・統合して地 域の持続可能な開発に役立てることにより、 EO データの使用を最適化する上で、北アフリ カ、中東、バルカン地域を支援。4 つのテーマ 別パイロットにより、特定地域の優先事項に取り 組んだ。①気候変動への適応、②食料安全 保障の改善(水管理)、③原材料へのアクセス、 ④エネルギーへのアクセス。
Ground Truth 2.0 ³³	2016 年 9 月～ 2019 年 12 月	約 575 万ユ ーロ	STICHTING IHE DELFT INSTITUTE FOR WATER EDUCATION(オランダ)が主 管 し、VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH ONDERZOEK N.V.(ベルギー)、STARLAB BARCELONA SL(スペイン)、TRANS-AFRICAN HYDRO-METEOROLOGICAL OBSERVATORY(ケニ ア)など 13 機関が参加。	市民が地域の環境条件を監視できるようにし た。ヨーロッパとアフリカに市民天文台を設置 し、市民に触発された意思決定への道を設 定。プロジェクト全体を通して、市民が集まり、 関心のある特定のデータについて話し合った。 プロジェクトは、水質と水量、大気質、熱ストレ ス、地域の気象条件、野生生物などに関する データの収集と生成を支援。
GROW ³⁴	2016 年 11 月～ 2019 年 10 月	約 538 万ユ ーロ	UNIVERSITY OF DUNDEE(UK)が主 管 し、 INTERNATIONALES INSTITUT FUER	土地、土壌、水資源に関する情報を生成、共 有、利用する市民のコミュニティを確立するの

³² GEO-CRADLE - Coordinating and integRating state-of-the-art Earth Observation Activities in the regions of North Africa, Middle East, and Balkans and Developing Links with GEO related initiatives towards GEOSS

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/690133>、【プロジェクトのウェブサイト】 <http://geocradle.eu/en/>

³³ Ground Truth 2.0 - Environmental knowledge discovery of human sensed data

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/689744>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://gt20.eu/>

³⁴ GROW - GROW Observatory

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/690199>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://growobservatory.org/>

			ANGEWANDTE SYSTEMANALYSE(オーストリア)、THE FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (イタリ ア)、HYDROLOGIC RESEARCH BV(オランダ)など 19 機関が参加。	に役立った。24 の市民コミュニティには、衛星観測を現場評価で補完するために 6,500 の土壌水分センサーが提供された。GROW により、農家は自分たちの土壌をよりよく理解できるようになり、灌漑用の水の使用量を減らし、土壌が最大限に活用できる時期を見つけ、収量と植物の健康状態を水分データと関連させる方法を示した。
LANDSENSE ³⁵	2016 年 9 月～ 2020 年 12 月	約 575 万ユーロ	INTERNATIONALES INSTITUT FUER ANGEWANDTE SYSTEMANALYSE(オーストリア)が主管し、BIRDLIFE INTERNATIONAL (UK)、SINERGISE LABORATORIJ ZA GEOGRAFSKEINFORMACIJSKE SISTEME DOO(スロベニア)、INOSENS DOO NOVI SAD(セルビア)など 17 機関が参加。	市民科学者と衛星から得られた画像をつなぐアプリケーションを開発することで、環境に関する意思決定を変革。高品質の現場データと高精度の環境モニタリング製品を取得するための低コストの方法を作成することによって実現。
NextGEOSS ³⁶	2016 年 12 月～ 2020 年 11 月	約 1,024 万ユーロ	DEIMOS ENGENHARIA SA(ポルトガル)が主管し、DEUTSCHES ZENTRUM FUR LUFT - UND RAUMFAHRT EV (ドイツ)、ETHNIKO ASTEROSKOPEIO ATHINON(ギリシャ)、VLAAMSE INSTELLING VOOR TECHNOLOGISCH ONDERZOEK N.V.(ベルギー)など 27 機関が参加。	生物多様性、大気汚染、持続可能な都市開発などの社会的課題に取り組む 10 の EO コミュニティの代表者を集めている。これらの研究者とアプリケーション開発者は、NextGEOSS データハブとプラットフォームを使用して継続的に改善するコミュニティ向けのサービスをプロジェクト内で設計。

³⁵ LANDSENSE - A Citizen Observatory and Innovation Marketplace for Land Use and Land Cover Monitoring
【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/689812>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://landsense.eu/>

³⁶ NextGEOSS - Next Generation GEOSS for Innovation Business
【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/730329>、【プロジェクトのウェブサイト】 <http://www.nextgeoss.eu/>

SCENT ³⁷	2016 年 9 月～ 2019 年 8 月	約 388 万ユ ーロ	INSTITUTE OF COMMUNICATION AND COMPUTER SYSTEMS（ギリシャ）が主管し、IBM ISRAEL - SCIENCE AND TECHNOLOGY LTD（イスラエル）や STICHTING IHE DELFT INSTITUTE FOR WATER EDUCATION（オランダ）、INSTITUTUL NATIONAL DE CERCETARE-DEZVOLTARE DELTA DUNARII（ルーマニア）など 10 機関が参加。	市民が環境モニタリングに積極的に参加するのに役立つ、2 つの使いやすい特注のアプリケーションである SCENT Explore と SCENT Measure を。SCENT スマートフォンアプリとポータブルセンサーを使用することで、市民は土地利用についてリアルタイムで報告できる。また、水の閉塞などの異常なイベントにフラグを立てたり、水位や土壌水分などを測定したりすることもできる。
---------------------	---------------------------	----------------	--	--

出典：European Commission: Environmental Observations – Informing citizens and supporting policymaking through innovative applications, 2020 より未来工学研究所作成

³⁷ SCENT - Smart Toolbox for Engaging Citizens into a People-Centric Observation Web

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/688930>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://scent-project.eu/>

(3) カーボンニュートラル（Carbon neutrality）³⁸および関連プロジェクト

EU は、2050 年までにカーボンニュートラルになることを約束している。カーボンニュートラルとは、二酸化炭素（CO₂）などの温室効果ガス（GHG）の正味ゼロ排出量を意味する。これには主要な排出セクターや社会全体での深い変革が必要となる。

化石燃料の燃焼の大幅な削減、より環境に優しい技術、よりクリーンな輸送、より効率的で循環的な産業基盤、および再生可能エネルギー容量の大幅な拡大は、この目標を達成するための中心となるとの考えの下、様々な取り組みが行われている。

たとえば、2019 年に欧州委員会によって発表された欧州グリーンディールは、資源の効率的な利用を促進し、生物多様性を回復し、大陸内外の汚染を削減することによって GHG 排出量を削減するための行動を詳述する包括的なロードマップである。

また、Horizon 2020 –そして 2021 年以降、その後継である Horizon Europe –は、EU の気候政策の実施と同時に、より広範な持続可能な開発目標にとって重要である。

本稿では、Horizon2020 の専用の Societal Challenges 資金調達ストリームからの 8 件のプロジェクト（気候変動対策、環境、資源効率、原材料）を紹介する。これらの成果は、政策や資金調達イニシアチブが、エネルギーシステム、経済、消費者行動の間の複雑な相互作用を受け入れることにより、EU を気候の中立に向けて導くことができる方法を示している。これらのプロジェクトが GHG 削減にどのように貢献しているかをよりよく説明し、それらの間のリンクと相乗効果を強調するために、3 つの異なるサブテーマの下に 8 件のプロジェクトを取り上げる。

³⁸ European Commission: CORDIS Results Pack on climate neutrality - A thematic collection of innovative EU-funded research results, 2020

○カーボンニュートラル（Carbon neutrality）に関連する Horizon 2020 プロジェクト³⁹

プロジェクト名	実施期間	予算	実施体制	実施概要
CD-LINKS ⁴⁰	2015 年 9 月～ 2019 年 8 月	約 520 万 ユーロ	INTERNATIONALES INSTITUT FUER ANGEWANDTE SYSTEMANALYSE(オーストリア)が主 管 し、POTSDAM INSTITUT FUER KLIMAFOLGENFORSCHUNG（ド イ ツ）、FONDAZIONE CENTRO EURO-MEDITERRANEOSUI CAMBIAMENTI CLIMATICI(イタリア)など 15 機関が参加。	実証研究からモデルおよびシナリオ開発まで、6 つの高度に統合された作業パッケージを通じて、多くの分野で最先端の気候開発政策分析およびモデリングを推進。プロジェクトの重要な成果は、長期的な変革プロセスを効果的に管理するための国別の政策提言のリスト。
COP21: RIPPLES ⁴¹	2016 年 12 月～ 2019 年 11 月	約 300 万 ユーロ	FONDATION INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT DURABLE ET LES RELATIONS INTERNATIONALES（フランス）が主 管 し、FONDAZIONE CENTRO EURO-MEDITERRANEOSUI CAMBIAMENTI CLIMATICI(イタリア)、WISEEUROPA - FUNDACJA WARSZAWSKI INSTYTUT STUDIOW EKONOMICZNYCH I EUROPEJSKICH（ポーランド）、WUPPERTAL INSTITUT FUR KLIMA, UMWELT, ENERGIE GGMH(ドイツ)など 17 機関が参加。	COP21 で提出された NDC(国が決定する貢献：Nationally Determined Contribution)の妥当性の評価、他のヨーロッパの社会経済的目標に対する NDC とより深い緩和経路の影響の評価、COP21 の結果の妥当性、および進行中の UNFCCC 交渉から生じる影響と機会の評価、EU の気候政策と気候外交に関する政策提言を実施。長期的な気候目標の観点からの国際的な緩和努力の適切性、可能性、障壁、および EU の目標、政策、気候の課題に対するそれらの影響の詳細かつ徹底的な分析を提供。
DEEDS ⁴²	2017 年 10 月～	約 300 万	NEDERLANDSE ORGANISATIE VOOR	2050 年までに炭素を含まないヨーロッパのビジョン

³⁹ European Commission: CORDIS Results Pack on climate neutrality - A thematic collection of innovative EU-funded research results, 2020

⁴⁰ CD-LINKS – Linking Climate and Development Policies – Leveraging International Networks and Knowledge Sharing

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/642147>、【プロジェクトのウェブサイト】 <http://www.cd-links.org/>

⁴¹ COP21: RIPPLES – COP21: Results and Implications for Pathways and Policies for Low Emissions European Societies

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/730427>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://www.cop21ripples.eu/>

⁴² DEEDS – DialoguE on European Decarbonisation Strategies

	2020 年 9 月	ユーロ	TOEGEPAST NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK TNO（オランダ）が主管し、FONDAZIONE ENI ENRICO MATTEI（イタリア）、CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS（フランス）、E3-MODELLING AE（ギリシャ）など 15 機関が参加。	と関連する脱炭素経路に関する幅広い対話を作成することを目的に、強固な知識ベースを開発し、ヨーロッパ経済の重要なセクター（エネルギー生産、産業、モビリティ、農業、都市、統合経路文書）の 6 つの脱炭素経路文書を統合するとともに、利害関係者との対話を組織し、政策提言およびヨーロッパにおける脱炭素化のためのビジネスガイドを含む 6 つの政策概要の作成。
EUCalc ⁴³	2016 年 11 月～ 2020 年 2 月	約 587 万 ユーロ	POTSDAM INSTITUT FUER KLIMAFOLGENFORSCHUNG（ドイツ）が主管し、IMPERIAL COLLEGE OF SCIENCE TECHNOLOGY AND MEDICINE（UK）、CLIMACT SA（ベルギー）、OSTERREICHISCHE GESELLSCHAFT FUR UMWELT UND TECHNIK（オーストリア）など 12 機関が参加。	発電、運輸、産業、農業、エネルギー使用、ライフスタイルなど、様々な分野で行われた決定を、気候学的、社会的、経済的影響の観点から調査。欧州および加盟国レベルの政治家のために、必要な技術的および社会的課題、関連する慣性およびロックイン効果のためのはるかに具体的な計画ツールとして使用できる移行経路エクスプローラー（Transition Pathways Explorer）を提供。
INNOPATHS ⁴⁴	2016 年 12 月～ 2021 年 7 月	約 630 万 ユーロ	UNIVERSITY COLLEGE LONDON（UK）が主管し、FONDAZIONE CENTRO EURO-MEDITERRANEOSUI CAMBIAMENTI CLIMATICI（イタリア）、POTSDAM INSTITUT FUER KLIMAFOLGENFORSCHUNG（ドイツ）、E3-	将来のエネルギーシステムのために可能な限り最良の技術を選択できるよう支援することを目的として、4 つの革新的なオンラインツールを作成し、その経路、技術の移行、および政策を様々な構成員に説明。これらのツールやその他の普及およびコミュ

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/776646>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://deeds.eu/>

⁴³ EUCalc – EU Calculator: trade-offs and pathways towards sustainable and low-carbon European societies

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/730459>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://www.european-calculator.eu/>

⁴⁴ INNOPATHS – Innovation pathways, strategies and policies for the Low-Carbon Transition in Europe

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/730403>、【プロジェクトのウェブサイト】 <http://www.innopaths.eu/>

			MODELLING AE(ギリシャ)など 14 機関が参加。	ニケーションメカニズムを通じて、気候およびエネルギー政策の議論に大きな影響を与え、この分野での決定が情報に基づいた費用効果の高い方法で行われる可能性を高める。
SOCLIMPACT ⁴⁵	2017 年 12 月～ 2021 年 3 月	約 448 万 ユーロ	UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA(スペイン)が主管し、GESELLSCHAFT FUER WIRTSCHAFTLICHE STRUKTURFORSCHUNG MBH(ドイツ)、RAMBOLL FRANCE SAS(フランス)、THE CYPRUS INSTITUTE(キプロス)など 24 機関が参加。	EU ブルーエコノミーセクターの文脈で、2030～2100 年のヨーロッパの島々におけるダウンスケールされた気候変動効果とその社会経済的影響をモデル化し、対応する脱炭素化と適応経路を評価し、ヨーロッパで現在利用可能な予測を補完し、非市場評価を伴う実際の経済モデルに栄養を与えることを目的としている。
COACCH ⁴⁶	2017 年 12 月～ 2021 年 5 月	約 500 万 ユーロ	FONDAZIONE CENTRO EURO-MEDITERRANEOSUI CAMBIAMENTI CLIMATICI(イタリア)が主管し、PAUL WATKISS ASSOCIATES LTD(UK)、INTERNATIONALES INSTITUT FUER ANGEWANDTE SYSTEMANALYSE(オーストリア)、STICHTING VU(オランダ)など 13 機関が参加。	ヨーロッパの気候変動のリスクとコストの改善されたダウンスケール評価を共同設計および共同提供するための革新的な科学実践と統合アプローチを開発し、研究、ビジネス、投資、および政策立案コミュニティ全体のエンドユーザーと協力。複雑な気候変動の影響チェーン(impact chains)に基づいて証拠を前進させ、EU における市場、非市場、マクロ経済、社会への影響を評価。
REINVENT ⁴⁷	2016 年 12 月～	約 450 万	LUNDS UNIVERSITET(スウェーデン)が主管し、	脱炭素化経路の実行可能性、課題、およびガバナ

⁴⁵ SOCLIMPACT – DownScaling CLimate imPACTs and decarbonisation pathways in EU islands, and enhancing socioeconomic and non-market evaluation of Climate Change for Europe, for 2050 and beyond

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/776661>、【プロジェクトのウェブサイト】 <http://www.innopaths.eu/>

⁴⁶ COACCH – CO-designing the Assessment of Climate CHange costs

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/776479>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://www.coacch.eu/>

⁴⁷ REINVENT – Realising Innovation in Transitions for Decarbonisation

	2020 年 11 月	ユーロ	UNIVERSITEIT UTRECHT (オランダ)、UNIVERSITY OF DURHAM (UK)、WUPPERTAL INSTITUT FÜR KLIMA, UMWELT, ENERGIE GMBH (ドイツ) など 4 機関が参加。	ンスへの影響を評価するための新しい証拠に基づくフレームワークを開発し、ツールを提供。概念的な作業、経験的なマッピング、イノベーションと気候イニシアチブのケーススタディ、知識の共創、経路の共同設計の統合に基づいて構築されている。
--	-------------	-----	--	---

出典: European Commission: CORDIS Results Pack on climate neutrality – A thematic collection of innovative EU-funded research results, 2020 より未来工学研究所作成

【プロジェクト概要】 <https://cordis.europa.eu/project/id/730053>、【プロジェクトのウェブサイト】 <https://www.reinvent-project.eu/>

4. 調査からの示唆

以下では、本報告書のまとめとして、各調査及び全体を通じて明らかになった課題とそれらに対して今後求められる取り組みを整理した。

4.1 「RISTEX におけるフューチャー・アースの各活動に基づくトランスディシプリナリー研究の振り返り調査」からの示唆

課題 1: 多様な分野の研究者やステークホルダーとの実質的な協働を求められる TD 研究を実施するためには、「対象とする問題領域（ドメイン）の専門性」と「TD 研究の方法論に関する専門性・経験」が必要。ただし、後者の専門性・経験を持つ研究者が相対的に少なく、そのため、TD 研究の要件の 1 つである「特定の問題解決を超えて適用できる知識の一般化」が適切に行えないという懸念がある。

今後の取り組み：「TD 研究の方法論に関する専門性・経験」を適切に補完するためには、TD 研究に関心を持つ研究者を育成することや、RISTEX が現在行っているハンズオンマネジメントの高度化によるプロジェクト支援などが考えられる。すなわち、「TD 研究の方法論に関する専門性・経験」を RISTEX が組織として蓄積し、コミュニティ全体の共有財産としていくために、

- 今回、FE で採択された 6 プロジェクトの研究代表者を対象にヒアリングを実施したが、対象を拡大した調査を実施すべき。具体的な対象としては、各プロジェクトにおいて実質的な調整やマネジメントを担っていた者、領域総括やアドバイザー、RISTEX のマネジメントチームが考えられる。また、「TD 研究の方法論に関する専門性・経験」はドメインを超えた一定の普遍性を持つため、すでに終了した研究開発領域の関係者も対象に含めることが望ましい。
- 方法としては、今回の調査項目とした「TD 研究特有の課題への取り組み」をベースとした簡易なアンケート調査、その回答者の中から対象を限定して実施するヒアリング調査のほか、ワークショップ形式による集合知の形成、といったことが考えられる。
- また、英国の Rural Economy and Land Use Programme (RELU) や Nesta、スウェーデンの Mistra、米国の Superfund Research Programme やフランスの REPERE プログラムなど様々な TD 研究プログラムのマネジメント・評価活動が国際的に活発になってきており、これらのファンディング機関で行われている取り組みの調査や、知識交流などを行うことも一案である。
- RISTEX における TD 研究支援は世界的にもユニークなものであり、これらの成果をハンドブックや書籍としてまとめたり、ウェブサイトで広く一般に公開していくことも求められる。その際、国際発信が弱いという課題を克服するため、英語による情報発信も同時に行うべきである。
- また、特定問題や特定地域での問題解決を超えた知識の一般化に関し、個別事例研究から得られる示唆には限界があることを踏まえ、中長期的には、プロジェクト横断でメタ分析が可能なようデータを蓄積するためのシステムが必要である（矢原氏）。その際、メタデータ分析のための仕組みとして、佐藤 PJ の成果である「持続可能な開発のための国際ツールボックス（科学者版ツールボックス）」もある。今後はこれをベースとし

たデータ蓄積のためのシステムを開発していくことも考えられる。

課題 2: 「日本には TD 研究の（方法論に関する）専門家が少ない」（杉山）という実態がある中で、「誰が TD 研究を適切に評価できるか？」という課題がある。プロジェクトレベルの事前評価（採択審査）においては、「審査員がベテランの伝統的な分野の方で、保守的な判断になりがち」（蟹江）という課題が、事後評価においては「旧来の計量学的指標と TD 研究の複雑性との乖離があるなかで、評価はより構築的になり（Klein 2008）、研究者とステークホルダーの双方の日常的活動に関して文脈依存となる（Spaapen & van Drooge 2011）」といった課題がヒアリングや先行研究からは指摘されている。

今後の取り組み：国際水準の評価を行っていくために、評価者（アドバイザー）を国内に限定せず、海外を含めて適任者を選任する、といったことが考えられる。オンライン会議システムの発達により、こうした試みは比較的容易になっていると言えるが、TD 研究に活発に取り組んでいる上述の国々も米国を除けば小国であり、同様の課題を抱えていると思われる。これらの国における実態調査をまずは行うことも一案である。

課題 3: 今回のヒアリング対象のうち、「課題解決に向けた TD 研究」にまで進んだ 2 プロジェクトはいずれもパートナーとなるステークホルダーが見えやすく、ローカルな課題を対象にしたものであった。国際秩序の形成や公共政策としての展開を見据えたプロジェクトなどは相対的に採択されづらい。また、研究者の発意に基づくボトムアップ型のプロジェクトでは対応できない、国としてトップダウン型で取り組むべき研究課題などもある。これらの支援をどのように行っていくのかは国として検討すべき課題であるといえる。

今後の取り組み：文部科学省や対象問題領域を所掌する環境省などの関係省庁を含め、協議を行う場を設定することが望ましい。また、戦略的創造研究推進事業（ERATO）で行っているような強力なリーダーのもとでトップダウン型で研究を推進していく仕組みの検討も求められる。

4.2 「JST におけるベルмонт・フォーラム CRA 関連研究の実施状況調査」からの示唆

課題 4: 今後日本が適切な CRA への参加により、これまで以上に効果的に研究助成を実施していくためには、また、日本の強みを活かした研究の実施を遂行していくためには、これまでのエビデンスを活用して今後の CRA 参加の決定プロセスを戦略的なものにしていくことが求められる。今回、分析の客観性を確保するために公開されている公式の情報をもとに調査分析を行ったが、これらの試みを通じて、検討を行うためのデータ基盤が脆弱であることが明らかになった。具体的には、ベルмонт・フォーラムのウェブサイト上で公開されている CRA の公募に関する情報やプロジェクトデータベースの記載内容が CRA のテーマごとにばらつきがあり、プロジェクト実施期間や対象フィールド等といった基礎的な情報の信頼性に欠けるものが散見された。中には、スポンサーとして日本（JST）が参加しているにもかかわらず、情報が記載されていないものもあった。また、

CRA に関与した国内研究機関所属の研究者の連絡先情報を把握、更新するための仕組みが整っておらず、追跡調査の実施が困難である実態も明らかになった。

今後の取り組み：エビデンスベースの取り組みを推進していくために、外部から検証可能な形でデータ基盤を整備する必要がある。特にプロジェクトデータベースへの登録を CRA のテーマ共通で行うためのガイドラインを早急に策定することが求められており、そのための働きかけを JST として行っていくべきである。また、RISTEX が現在行っているような過去のプロジェクト関与者の連絡先情報の把握・更新の取り組みも有用である。なお、CRA への参加をどのような判断基準に基づいて行ったのかの情報が公開されておらず、その合理性について検討を行うことができなかった（たとえば、「生物多様性」に関して、2014 年は参加、2017 年は不参加といったものもある）。これらの判断について、研究コミュニティ等に対して説明責任を果たし、参加可否の判断を高度化していくためにも情報公開が求められる。

課題 5：俯瞰図の作成にデルファイ調査の結果を参照することで、論文数等の過去のデータによらず、幅広い研究分野と社会的課題とを関連づけることができる可能性が示唆された。これは、日本が参加すべき CRA 等を判断していく際の参照情報として活用できるほか、ドメインの研究者に、自身の研究と社会的課題との関連性に気づいてもらうきっかけとして活用することも可能である。一方、TD 研究は、多分野・ステークホルダーの共創で行うものであり、関連研究分野の延長線からは見出せないものもある。

今後の取り組み：これらの俯瞰図をより有効活用していくために、人文・社会科学の研究がテンシカルや TD 研究との適合性などの情報の付加を検討する必要がある。また、より適切な判断を行うためには質的な情報も欠かすことができないことから、俯瞰図を発想支援材料とした日本の強み、弱みを明らかにするワークショップや、新たな研究テーマを創発していくワークショップを実施していくなどの取り組みも求められる。

課題 6：今回の調査では、プロジェクト終了後十分な時間が経過しているものを対象に、関連論文の被引用数や社会実装の状況についても極力把握するように努めた。一方、TD 研究の成果を「被引用数」といった指標で把握できるかについては検討の余地がある。

今後の取り組み：TD 研究の成果を公表できる学術誌自体も少なく、先行研究で指摘されているように、「旧来の計量学的指標と TD 研究の複雑性との乖離があるなかで、評価はより構築的になり（Klein 2008）、研究者とステークホルダーの双方の日常的活動に関して文脈依存とな」らざるを得ない（Spaapen & van Drooge 2011）。TD 研究推進の中心となる人文・社会科学系の研究成果が論文数や被引用数で測れないことは世界共通の認識となりつつあり、現在、日本学術会議等で検討が行われているような分野別の評価基準の議論や各国動向なども参考にしつつ、適切な成果把握の方法を模索する必要がある。

4.3 調査全般からの示唆

課題 7：今回の調査では、谷口 PJ による戦略的研究アジェンダと、ベルモント・チャレンジおよび CRA テーマとの関連付けを行い、地球規模課題に関する見取り図の作成を行った。この作業を通じて、とりあげられている課題が気候変動を中心とする自然環境変化に直接由来するものに限定されている様子がうかがえた。地球規模課題は諸課題間の相互依存性が高く、これらに適切に対応していくためにはより幅広い視座で検討を行う必要があるが、「気候変動」を入り口としているため、周辺にある重要な課題についての見落としが発生したり（海洋マイクロプラスチック等）、気候変動を直接の関心事としない研究者やステークホルダーの巻き込みが不十分になってしまう可能性がある。また、COVID-19 によって生じうる地球規模課題自体の変化や取り組みに対する影響も少なくないことが想定される。

今後の取り組み：SDGs が研究分野やセクターを超えた共通言語になりつつあり（蟹江氏指摘）、SDGs という視点から地球規模課題を捉え直すことで、重要な課題の見落としを防ぎ、多様な研究者やステークホルダーの関与を高められる可能性がある。特に、SDGs に関わる取り組みに対して COVID-19 が与えた影響やこれまで想定されていなかった先進的な事例を、1 年が経過した現時点で把握するとともに、より長期的にどのような影響をもたらしているのかを検討することは、今後の地球規模課題に対する TD 研究を推進していく上で大きな意義がある。これは、現在進行中の課題であるため、タイムリーに実施すべき基礎調査と位置づけられる。

課題 8：地球規模課題に関する TD 研究の推進に向けて、RISTEX が持つ支援機能をどのように高度化し、拡張していけばよいか、検討する必要がある。

今後の取り組み：RISTEX をとりまく外部環境やそこでの位置づけをみると、文部科学大臣所管の国立研究開発法人である科学技術振興機構（JST）の一部門として、「科学技術振興」や「研究人材（研究支援人材）育成」をミッションとする文部科学省（MEXT）の政策ニーズや、「科学技術・イノベーション基本計画（以下、基本計画）」や政権の意向を受けた「統合イノベーション戦略」等の上位政策への貢献が求められる立場にある。

第 5 期基本計画をみると、「第 6 章 科学技術イノベーションと社会との関係進化」の中で、「（1）共創的科学技術イノベーションの推進」として「ステークホルダーによる対話・協働」「共創に向けた各ステークホルダーの取組」がとりあげられている。現行の第 6 期基本計画では、ややトーンダウンしているものの、「第 2 章 Society 5.0 の実現に向けた科学技術・イノベーション政策」の「1. 国民の安全と安心を確保する持続可能で強靱な社会への変革」「（6）さまざまな社会課題を解決するための研究開発・社会実装の推進と総合知の活用」や、「3. 一人ひとりの多様な幸せ（well-being）と課題への挑戦を実現する教育・人材育成」の項目で関連事項が触れられているほか、今回の調査で主題としてきた地球規模課題の克服が大きくクローズアップされている。

RISTEX は、問題志向性、学際性及び体制の多様性、実用性を要件とするステークホルダー（SH）協働の TD 研究に委託を行ってきており、これらの取り組みを先導してきたと言えるが、一方、基本計画は省庁を横断して適用されるものであり、他の省庁も追従していく

ことを考えると、「先導性」の所在を再検討し、これらとの本質的な差別化を図っていくことが求められていると言える。

こうした状況及びインタビュー調査の結果を踏まえ、RISTEX のプログラムのあるべき姿をロジックモデルとして表現すると次のようなものである。

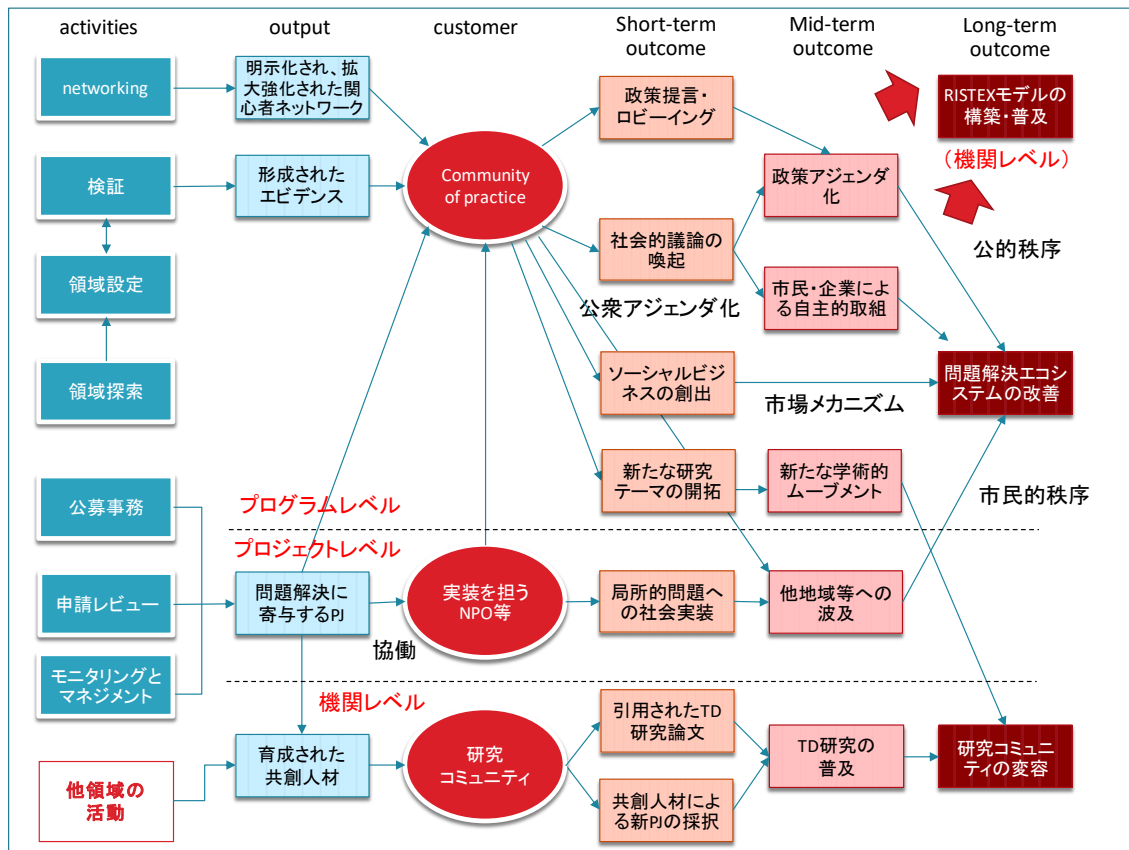


図 4-1 TD 研究の推進に向けたロジックモデル

出典: 未来工学研究所作成

RISTEX におけるプログラムは、①政策アジェンダ化されていないもしくはパラダイム転換の求められる潜在的に重要な問題群を特定、フレーミングした上で（プログラムレベル）、②「SH 協働」を基本とする問題解決志向の TD 研究プロジェクトに委託を行い、③その成果の担い手による自律的な問題解決（狭義の「社会実装」）を促進する仕組みであると言える（プロジェクトレベル）。これらの成果は他の文脈においても利用可能なよう、十分に一般化（モデル化）されていることが望ましい。

さらに、社会的問題解決のエコシステム全体をとらえると、領域設定段階（プログラム設計段階）からこれらの問題群に対する利害関係者や問題解決能力を持つ主体を巻き込み、実施に伴って関心層を拡大していけるよう、④ネットワークの形成・拡大・強化を促進することがカギとなる。こうしたネットワークが、知識交流を行う「実践コミュニティ」として、⑤社会的議論を喚起したり、⑥関係者への働きかけ（政策提言・ロビーイング等）を行うことで、政策アジェンダの変容や市民・企業等の自主的取組につながっていく。ここでいう「実践コミュニティ（Community of Practice, 実践共同体）」とは、ジーン・レイヴとエティエ

ンヌ・ウェンガー（1993）による用語であり、参与者（参加者）が、ある集団への具体的な参加を通して知識と技巧の修得が可能になる場や、そのような参加者の社会的実践がくりひろげられる場の総称を指す。人びとは実践コミュニティにおいて、さまざまな役割を担い行為することで、実践コミュニティを維持することに貢献する。その際の学習とは、知能や技能を個人が習得することではなく、実践コミュニティへの参加を通して得られる役割の変化や過程そのものである⁴⁸。

また、こうしたネットワークの働きにより、新しいソーシャルビジネスや問題群に関わる学術的なムーブメントが生まれることも期待できる。そのためには、仮説として設定した問題群及びフレーミングの妥当性等について、領域として⑦検証を行い、⑧エビデンスを形成する機能を持つ必要がある（プログラムレベル）。

また、RISTEX のプログラムに関与する経験を通じて、⑨共創マインドとスキルを持った人材の層に厚みが生まれる。こうした人材の活動により、TD 研究の重要性が研究コミュニティにおいて認識され、コミュニティ自体の変容を促す（機関レベル）。

これら一連のシステムを⑩RISTEX モデルとして構築し、問題解決型の研究開発プログラムのプロトタイプとして常に改善を行い、内外に発信して、世界をリードしていくことが RISTEX の存在意義を高めていくことになる（機関レベル）。

⁴⁸ 池田光穂 HP, <http://www.cscd.osaka-u.ac.jp/user/rosaldo/000728cp.html>