

(提案10)

(案)

報告

環境学の俯瞰



平成26年(2014年) 月 日

日本学術会議

環境学委員会

環境科学分科会

この報告は、日本学術会議環境学委員会環境科学分科会の審議結果を取りまとめ公表するものである。

日本学術会議環境学委員会環境科学分科会

委員長	安岡 善文	(連携会員)	東京大学名誉教授、情報システム研究機構監事
副委員長	栗原 和枝	(第三部会員)	東北大学原子分子材料科学高等研究機構教授
幹事	桑野 園子	(連携会員)	大阪大学名誉教授
幹事	大政 謙次	(第二部会員)	東京大学大学院農学生命科学研究科教授
	碓井 照子	(第三部会員)	奈良大学名誉教授
	安保 正一	(連携会員)	大阪府立大学学長顧問
	小川 温子	(連携会員)	お茶の水女子大学大学院教授人間科学創成科学研究科・糖鎖科学教育研究センター長
	風間 ふたば	(連携会員)	山梨大学大学院医学工学総合研究部・国際流域環境研究センター教授
	北川 尚美	(連携会員)	東北大学大学院工学研究科准教授
	藤本 彰三	(連携会員)	東京農業大学国際食料情報学部教授 (ご逝去)

本件の作成に当たっては、以下の職員が事務及び調査を担当した。

事務局	盛田 謙二	参事官(審議第二担当)
	齋田 豊	参事官(審議第二担当)付参事官補佐(平成26年8月まで)
	松宮 志麻	参事官(審議第二担当)付参事官補佐(平成26年8月から)
	西川 美雪	参事官(審議第二担当)付専門職付

要 旨

1 作成の背景

日本学術会議では、「日本の展望—学術からの提言 2010」[1]において、“環境学分野の展望—持続可能な社会に向けた国土・地球環境形成に対する環境学からの提案—”[2]、“地球環境問題”[3]、および“持続可能な世界の構築のために”[4]という視点から環境学の俯瞰が行われた。しかしながら、これらの提言では、その目的から、環境問題を軸とした俯瞰が行われており、環境学に関する全分野を網羅したものとはなっていない。

また、これらの提言以降に日本においては東日本大震災が発生し（2011年3月11日）、その環境への影響評価と対策については、放射線によるものも含め、今日においても日本の社会に大きな問いを投げかけている。近いうちに発生すると予測されている他の大規模地震に向けて、その被害を軽減し速やかに環境の復元を図るための方策を検討する必要がある。

さらに、地球規模の現象をみても、2012年には地球全体の平均で二酸化炭素濃度が400ppmを越え、その上昇は止まる気配を見せていない。そのために夏期の高温による被害や豪雨、早魃といった現象の極端化、偏在化の傾向が著しくなっている。日本においても、ここ1,2年での猛暑による熱中症の増加、集中豪雨さらには竜巻等による被害の発生は、これまでに見られなかった規模で観測されている。

このような状況の下、国際科学会議（ICSU）をはじめとする世界の研究機関連合や研究ファンディング機関の集まりであるベルモント・フォーラム（Belmont Forum）は、これまで地球規模での環境問題に取り組んできた研究プログラムである世界気候研究計画（WCRP）、地球圏/生物圏国際共同研究計画（IGBP）、生物多様性科学国際共同研究計画（DIVERSITAS）、地球環境変化の人的側面に関する国際研究計画（IHDP）を組み替えて新たにフューチャー・アース（Future Earth: 以降FEと略記）プログラム[5]を立ち上げることを決めた。FEプログラムが発足した背景には、WCRP、IGBP、DIVERSITAS、IHDPといった科学プログラムが論文や報告書の形で多くの新たな知見の創出に寄与してきたものの、気候変動や生物多様性の減少等の問題において必ずしも具体的な解決策を見いだせていない、という評価がある。現実の環境問題の解決に向けて、環境学と社会的な課題の間を繋ぐ何らかの新たな仕組みを作らなければならない。日本学術会議も昨年度よりFEプログラム参画への検討を開始し、平成25年8月、Future Earth 推進委員会を発足させた。

本俯瞰報告は、上記の状況変化に鑑み、喫緊の環境問題の解決および将来の潜在的環境問題の予測に向けて、環境学の課題および研究の方法論を俯瞰することとした。

2 報告の内容

本俯瞰では、まず第2章において、環境学が環境問題を解決するための方法論を提供する学問であること、また環境問題の解決とは、人間と自然の相互作用を持続的に維持し、

改善することであるという基本的な考え方を示した。このために、環境学が学際性（interdisciplinarity）やシステム統合性といった学問分野の“際”、また科学と社会の“際”を越えて全体をシステムとして把握するための方法論を必要とすること、また環境問題を発生させる因果を特定するために、計測、モデル化、予測・評価、対策という研究の行為のサイクルを提示するものでなければならないことを示した。

第3章においては、環境学をどのような軸で俯瞰するかを検討した。環境学を俯瞰するには、環境問題の解決に資するという視点から、

- 問題の軸（地球温暖化、生物多様性の減少、化学物質汚染等）
- 学問分野の軸（環境物理学、環境化学、環境生物学、地球科学等）
- 空間・時間スケールの軸（地域環境問題、地球環境問題、近未来気候予測、長期気候変動予測、極端現象等）
- 行為の軸（計測、モデル化、予測・評価、技術的対策、政策的対策等）

等の複数の軸が考えられる。本俯瞰では、環境問題解決のための方法論を提供するという環境学の使命から、問題の軸を念頭におきつつ研究行為の軸により俯瞰することとした。

第4章においては、問題の軸と行為の軸の行列として環境学の俯瞰を行った。問題群については、冒頭に紹介した「日本の展望—学術からの提言 2010」等の考え方にに基づき選定した。なお、問題群においては、現在その解決が喫緊の課題となっている問題のみならず将来の潜在リスクとしての環境問題を取り挙げた。また、研究の行為については、第2章で記述した環境学の基本的考え方にに基づき設定した。

第5章においては、今後 FE プログラムが必要とする学際、業際、省際、国際等の“際”を越えた連携を促進するための環境学の在り方について検討した。

目 次

1	はじめに	1
2	環境学の基本的考え方	
(1)	人間と自然の相互作用	3
(2)	環境学における学際性、 トランスディシプリナリ性、およびシステム統合性	4
(3)	環境学における空間・時間スケール	4
(4)	環境学における因果の特定	5
(5)	環境学における行為のサイクル	5
(6)	環境学における社会実装	5
3	環境学を俯瞰する軸	7
4	環境学の俯瞰	
(1)	環境問題の俯瞰	10
①	地球規模での環境問題	10
②	地域・都市規模での環境問題	10
(2)	研究の行為の俯瞰	10
①	環境を知る	10
②	環境を良くする	10
③	環境の在り方を考える	11
(3)	環境問題と研究行為の行列表現による俯瞰	12
5	環境研究のこれから—FEプログラムの展開	19
	<参考文献>	20
	<参考資料>	
	環境科学分科会審議経過	21

1 はじめに

本俯瞰は、環境学における研究の構造を明示的に示すとともに、環境学における個別研究の位置づけを理解することを目的とする。特に、環境研究の目標である環境問題の解決につなげるために個別研究分野をどのように組み合わせれば良いのか、その道筋を明確にすることを目的とする。そのために、本俯瞰では個別学問分野の水平的な構造のみでは無く、計測、モデル化、予測・評価、対策といった課題解決に向けた科学技術の行為に留意した。

環境学は、19世紀から人間活動の急速な拡大に伴って発生した様々な環境問題を解決するための方法論として成立した。従って、環境学は、物理学、化学、生物学などの伝統的学問分野に基盤を置くものの、それらを統合して問題を解決するという新たな方法論を必要とする。日本学術会議報告「新しい学問の体系—社会のための学問と文理融合」（日本学術会議、平成15年6月）[6]に記されているように「16、17世紀以降の自然科学は‘認識’と‘実践’という人間の一般的活動の原型から‘認識’を切り離し、純然たる知的関心に基づいて、専ら関心の対象に関する認識を深める活動を中心に展開した。その結果、自然科学は‘実践’への配慮から解放されて、自律的・自己充足的発展を遂げた。‘実践’から解放された科学は、物理学、化学、生物学等の「ディシプリン領域」と「ディシプリン科学」を生みだし、その細分化、専門化をもたらした」とすれば、環境学は古典的学問体系に根ざしつつも‘実践’を意識した新たな方法論とその体系を作り出す使命を帯びている。

環境問題が、人間と自然の相互作用の不都合から生じていることから、環境学は、

- 人間と自然の相互作用を理解し
- 人間および自然にとっての脅威を取り除くとともに
- より良い環境を創造することにより
- 人間と自然の相互作用を持続的、発展的に維持する

ための考え方とそのための方法論を提供することが目標となる。この人間と自然との相互作用を持続的、発展的に維持するという環境学の基本的考え方のために、物理学、化学、生物学、地球科学といった“対象を知る”ことを主目的とする学問分野と環境学は、その方法論において大きく異なる。環境学は“対象を良くする”ことに本質的な性格を有する。

一方で、環境学がこれらの長い歴史を有する物理学、化学、生物学等の学問分野を踏まえて成り立っていることは間違いない。環境学の俯瞰を行ううえでは、人間活動に注目する一方で、その学問体系の基盤となる学問分野との関係性にも注意しなければならない。地球温暖化が人間活動によるものか否かを判定するためには、人間活動のない自然の振る舞い（ベースライン）を推論することが不可欠であり、ここでは地球科学の役割は大きい。多くの環境問題においてベースラインを知るための基礎科学の役割は重要である。

本俯瞰では、上記の点を踏まえた上で、人間と自然の相互作用を持続的に維持するための方法論としての環境学を俯瞰することとする。なお、日本学術会議では、「日本の展望—

学術からの提言 2010」 [1] において環境学の俯瞰を行った。ここでは、“環境学分野の展望—持続可能な社会に向けた国土・地球環境形成に対する環境学からの提案—” [2]、“地球環境問題” [3]、および“持続可能な世界の構築のために” [4] という視点から環境学の俯瞰が行われている。しかしながら、これらの提言では、その目的から、環境問題を軸とした俯瞰が行われており、環境学に関する全分野を網羅したものとはなっていない。

また、これらの提言以降に日本においては東日本大震災が発生し、日本における多くの研究分野においてその方向性が見直しが行われた。さらに、近年、気温や海面温度の上昇に伴い、地球的規模で豪雨や旱魃といった現象の極端化、偏在化の傾向が観測されている。本俯瞰では、これまで日本学術会議で行われた環境学の俯瞰を踏まえつつ、環境と災害などの新たな視点を加えるとともに、日本学術会議などが中心になって検討を開始した環境変動に関する国際連携プログラムである FE についても、その基本的な考え方を踏まえて俯瞰を行うこととした。FE プログラムの基本的考え方については、第 2 章において紹介する。

一方で、環境学は自然環境の持続性、社会の持続性、および文化の持続性を研究対象として含む学問分野であり、環境における文化的側面の俯瞰も重要な分野である。しかしながら、本俯瞰では自然環境および社会の持続性を中心に検討することとし、文化の持続性については検討に含まないこととする。

2 環境学の基本的考え方

(1) 人間と自然の相互作用

冒頭に述べたように、環境学は人間と自然の相互作用を把握し、その関係を持続的に維持し、改善・発展させるための科学技術の方法論を体系化したものである。人間は自然からエネルギー、食物等の資源を得て自ら活動し、その過程で廃棄物を出すとともに、地表面等自然を改変する。人間活動による廃棄物の生成・放出と自然の改変は、直接的にまたは自然を介して間接的に人間・社会圏に及ぶが、自然の容量が十分に大きく影響を吸収できる場合には問題は発生しない。環境問題は、人間の生産活動による負の影響が増大して、自然さらには人間・社会に負の効果（被害）が発現したときに発生する。この人間と自然の相互作用を図1に図式化した（[7]より編集）。図1における矢印は系の間の影響を表わしたものであり、矢印の方向へ影響を及ぼす。

図1で注意すべき点は、最終的な影響を受ける人間・社会が、影響に対応して行動するために、起点として人間活動に影響を及ぼす循環系を構成することである。環境問題は、この循環系の全体もしくは一部に不具合が生じて循環を持続的に維持することができなくなった状態といえる。環境学は、この不具合を解消し、持続的循環を維持するために何をすべきか、また将来起きる可能性のある不具合（潜在的リスク）を回避するために何をすべきか、その方法論を提供しなければならない。環境問題の原点が人間活動にあることから、その解決には人間活動をどう適切に管理するかという科学技術が必要となるため、環境学の俯瞰は自然科学と社会科学の連携（文理融合）を意識したものとならざるを得ない。

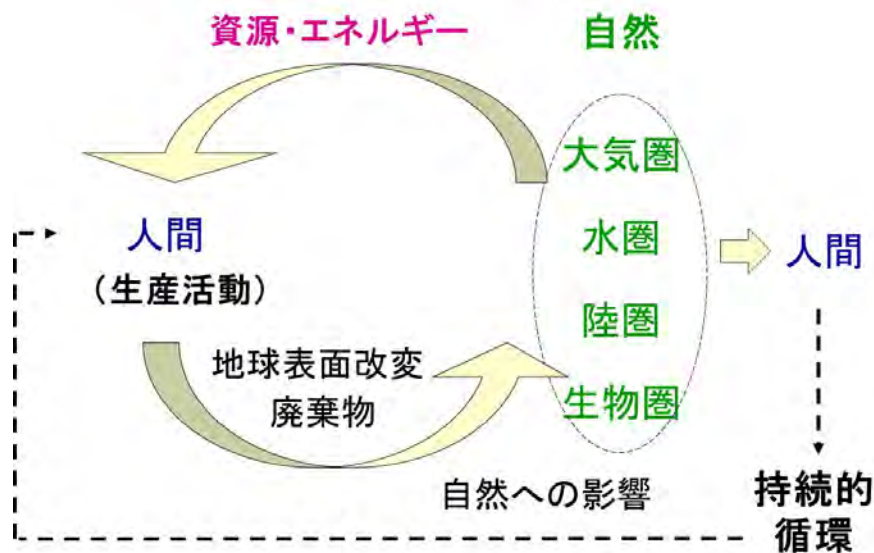


図1 人と自然の相互作用

(2) 環境学における学際性、トランスディシプリナリ性、およびシステム統合性

人間と自然（大気圏、水圏、生物圏、地圏）の相互作用、および自然圏内部における相互作用は極めて複雑であり、大気圏や水圏、生物圏を記述するために展開されてきた個別の学問分野のみではその現象を記述することは難しい。また、物理学や化学、生物学といった古典的な個別の学問分野のみで記述することも難しい。そのために、環境学は本質的に学際性という性格を有する。また、人間の活動や社会が研究の対象となることから、環境学は学界を越えて科学が人間や社会と繋がるというトランスディシプリナリ性（transdisciplinarity）という性格も必要とする。新たに開始される FE プログラムが環境問題の解決におけるトランスディシプリナリ性の必要性を強調しているのはそのためである。なお、‘トランスディシプリナリ’はFEプログラムにおける中心的な考え方の一つであるが、まだその訳語が確定していないため、ここでは、そのまま用いることとした。

また、図1において明示的に示されているように、環境学では人間・社会と自然をシステムとして統合的にみる視点が不可欠である。このことは、例えば、大気や海洋、陸域生態系を記述するモデルを統合する、さらには、これを社会モデルと統合するというように対象をシステムとして統合的に理解することの必要性を意味する。環境学はシステム科学としての性格を必然的に有する。

(3) 環境学における空間・時間のスケール

図1で示された系が一つの地域を対象とするのか、国を対象とするのか、また地球的規模を対象とするのかは、対象とする事象によって異なる。また、時間のスケールが時間単位なのか年単位なのか、さらに10年なのか100年なのかも事象によって異なる。このことは、計測、プロセスの解明、モデル化、予測・評価、また対策（技術的対策と政策的対策を含む）、さらには対策効果の計測という研究行為が空間・時間のスケールに依存することを意味し、環境学の実践においては大きな意味を持つ。これらの行為のスケールや現象のスケールが一致しないことによる問題（スケールミスマッチとも呼ばれる）は、例えば生物・生態系の研究では重要な問題として指摘されている。

また、図1においては、生産等の活動を行って自然に影響を及ぼす人間と、最終的な影響を受ける側としての人間・社会を区別して（左右に）示している。始点と終点としての人間・社会が異なることは環境学の俯瞰では重要な意味を持つ。影響を与える始点が現世代であり影響を受ける終点が次世代以降であれば、世代間不公平という時間軸の問題となり、始点と終点の国が異なる場合には国際関係、即ち国家間の環境安全保障問題となる。気候変動枠組み条約における先進国・途上国間の厳しい関係は、始点と終点の人間・社会の違いが地域の違いとして顕在化する典型的な国際問題といえる。時間・空間の違いやそのスケールの違いに起因する環境問題は、安全保障、また国際関係といった自然科学のみでは扱うことができない研究分野の俯瞰を必要とする。

(4) 環境学における因果の特定

個々の環境問題を解決するためには、図1において個々の問題の因果関係、即ち原因から結果への道筋、さらにその結果を良い方向に改善するための対策の道筋を明らかにしなければならない。気候変動に関する政府間パネル（IPCC：Intergovernmental Panel on Climate Change）が気候変動の原因を、確率的にはあるが、人間活動に特定するまでに15年以上の年月がかかった。また、水俣病においては、現象自体は局所的であったにも拘わらず、その原因の究明と対策に長い年月と多くの犠牲を伴った（救済策という政策まで含めればまだ解決はしていない）。原因から結果に至る因果の道筋を複数の可能性の中から特定することは容易ではない。

因果律を特定する手法の一つとして経済開発協力機構（OECD）で開発されたDPSIRサイクル（D：駆動力、P：圧力、S：現状、I：影響、R：対策）の考え方は、多くの環境問題の因果関係を特定する際に活用されている。しかしながらDPSIRサイクルと環境学の個別学問とを融合的に結びつけて活用する方法論、また同サイクルと計測、モデル化、予測、対策といった行為を結びつける方法論は確立していない。

環境問題における因果関係を特定して図1における道筋を明らかにすること、さらにその道筋に沿った矢印において、計測、モデル化、予測、対策といった行為を特定する方法論を確立し、図1のサイクルを閉じることは環境学の最も大きな使命の一つといえよう。

(5) 環境学における行為のサイクル

前述のように環境学に限らず全ての学問分野の研究活動は、計測（観測、調査）、モデル化、予測・評価、および対策といった行為を含む。しかしながら、これまでの研究行為は、自然科学では主として自然を対象として計測から予測・評価までを、また社会科学では主として人間・社会を対象として計測から対策までを個別に取り扱うことが多かった。環境問題の解決には、図1における個別の矢印における行為を、また全体の系におけるこれらの行為をそれぞれ繋ぐことが必要となる。当然、対象は自然と人間・社会を包含したものとならざるを得ない。

そのためには、自然科学と社会科学の研究行為をサイクルの中で連携させること（学際的連携）は当然であるが、さらに業際的連携や国際的連携が必要となる。特に、学界と社会を繋ぐトランスディシプリナリな統合はFEが最も重要視している考え方であり、今後の環境学展開の一つの方向性を示唆するものである。

(6) 環境学における社会実装

環境学の目標が、‘認識’の科学と‘実践’の科学の融合であり、社会における問題を解決するための方法論を提示することにある以上、環境学の研究成果は社会において実装できるものでなければならない。研究成果の社会実装は、言われるほどに容易ではなく、科学の成果と社会を繋ぐ新たな方法論を必要とする。

近年、科学技術外交の名の下に科学技術振興機構（JST）と国際協力機構（JICA）との

協働で開始された地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）プログラムは、国際協力により、相手国の問題を科学技術で解決する道筋を見だし、これを相手国で社会実装することを目的としたプログラムである。SATREPS プログラムでは、研究計画段階から社会実装に関係する組織を組み込むことにより研究成果の社会実装を行うための仕組みを取り入れた。

FE プログラムにおいても、研究の計画段階から研究者のみならず当該分野の利害関係者や関係機関、さらには市民までもステークホルダー（stakeholder）として組み込むことにより、研究成果を社会に実装することが提起されている。FE プログラムが発足した背景には、WCRP、IGBP、DIVERSITAS、IHDP といった科学プログラムが、主として分析的な方法論によって論文や報告書の形で多くの新たな知見の創出に寄与してきたものの、気候変動や生物多様性の減少等の問題において必ずしも具体的な解決策を見いだせていない、という評価がある。現実の環境問題の解決に向けて、環境学と社会的な課題の間を繋ぐ何らかの新たな仕組みを作らなければならない。今後の環境学の推進にはこのような新たな研究体制の構築を含む方法論の導入が必要であろう。

3 環境学を俯瞰する軸（俯瞰の基本的考え方）

学問分野の俯瞰は、通常、その分野を構成する要素に分解し、その関係を記述することにより行う。例えば、環境学を、環境物理学、環境化学、環境生物学といった要素に分解して行く作業である。ただし、この要素への分解は、分解する際にどのような視点でこれを分解するか、どのような視点で構造を見るのか、俯瞰の目的により異なる。例えば、環境学を、研究の手順を明確にするために環境計測、環境評価、環境予測、環境政策といった対象に対する行為によって分解することも可能である。また、対象とする環境の空間に着目して分解すれば、地球環境学、地域環境学、都市環境学、河川環境学、大気環境学、海洋環境学といった分解も可能である。

ここでは、その視点を軸と呼ぶことにする。軸としては、

- 問題の軸（地球温暖化、生物多様性の減少、化学物質汚染等）
- 学問分野の軸（環境物理学、環境化学、環境生物学、地球科学等）
- 空間・時間スケールの軸（地域環境問題、地球環境問題、近未来気候予測、長期気候変動予測、極端現象等）
- 行為の軸（計測、モデル化、予測・評価、技術的対策、政策的対策等）

などが挙げられる。対象とする問題で見る軸は環境学の発展とも密接に関係し、環境学に特有のものともいえる。通常、学問は、問題を一般化、抽象化することにより行われてきたが、環境学においても、例えば、水俣病を解決するために、環境化学、環境生物学、環境医学といった分野に一旦分解してさらにこれらを統合する作業を必要とした。環境学は、これまで様々な問題を対象としてその解決に向けて展開してきたが、一方で、従来の学問分野に分解し、その中で一般化することで学問としての体系化を図ってきたことも事実である。

俯瞰を従来からの学問分野で分類する軸は多くの分野で最もよく使われる。環境学は多くの他の学問分野と関係を有することから（学際性）、学問分野で整理することは環境学における他の学問分野との関係性の見通しを良くする。しかしながら、学問分野軸での俯瞰は水平的な関係を理解するには役立つが、必ずしも環境問題の解決への見通しを良くするものではない。

また、空間・時間のスケールによって環境学を俯瞰することも一つの方法である。系をある地域に限った空間領域で考えれば地域環境学であり、地球全体もしくはそれ以上の空間領域で考えれば地球環境学となる。都市、農村、流域圏などの対象領域によって環境学を俯瞰することも多い。また、時間軸を秒・分の単位で考えるか、月単位で考えるか、年単位で考えるかによっても問題解決の方法論は異なるため、環境学としての俯瞰も異なる。ただし、空間・時間のスケールは対象とする問題によって決まるため、空間・時間軸での俯瞰は問題軸での俯瞰に重なるとも考えられる。

対象に対する行為とは、環境を知る（動態の把握、予測・評価）、環境を良くする（環境の改善技術、社会行動、環境政策等）、また環境がどうあるべきかを問う（環境哲学、環境教育等）という環境を研究する上で必要となる行為を指す。学問分野における基本活動で、

全ての学問分野に共通した俯瞰の軸といえる。学問分野の軸がやや水平的かつ静的な俯瞰になるのに対し、行為の軸は動的な展開を意味し、行為の繋がりによって環境問題の解決に向けた道筋を明示的に示しやすいという利点を持つ。

本俯瞰では、環境問題の軸と対象に対する行為の軸の2つの軸で環境学の俯瞰を行うこととする。これは、環境学を、環境問題を解決するための学問として捉えるという姿勢を明示するとともに、問題を解決するために行わなければならない研究行為として捉えることを明示するためである。また、これから始まろうとしている国際的な研究プログラムである FE 等におけるトランスディシプリナリな展開における研究の方法論を見通すためでもある。

環境問題の俯瞰は、既に「日本の展望—学術からの提言 2010」において、“環境学分野の展望—持続可能な社会に向けた国土・地球環境形成に対する環境学からの提案—” [2]、“地球環境問題” [3]、および“持続可能な世界の構築のために” [4]で網羅的に行われている。ここで記載されている問題群を、空間軸を考慮して整理すると、

①地球規模での問題

- ア 気候変動・温暖化（省エネルギー、省資源問題を含む）
- イ 生物多様性減少
- ウ 化学物質汚染（窒素飽和问题を含む）

②地域規模での問題

- ア 水環境汚染
- イ 大気環境汚染
- ウ 資源循環・廃棄物
- エ 災害環境（放射能汚染を含む）
- オ 流域圏・沿岸域環境（土地利用問題を含む）

が挙げられる。本俯瞰ではこれらの問題を対象とする。

また、行為の軸としては、

①環境を知る

- ア 動態の把握
- イ 予測と評価

②環境を良くする

- ア 改善技術
- イ 社会行動
- ウ 環境政策
- エ 環境経済
- オ 環境デザイン

③環境の在り方を問う

- ア 環境哲学
- イ 環境教育
- ウ システム科学

を対象として俯瞰する。図2には、問題の軸、行為の軸、および学問分野の軸のつながりを模式的に3層構造で示した。下段の学問分野軸は、研究の基盤となる学問の基本分野を示す軸であり、環境学もその基盤の上に成り立つ。上記の軸に挙げられた項目を各層の間でつなぎ、問題解決に向けた経路を見いだすことが環境学の課題であり、その経路の集合が環境学の俯瞰となる。

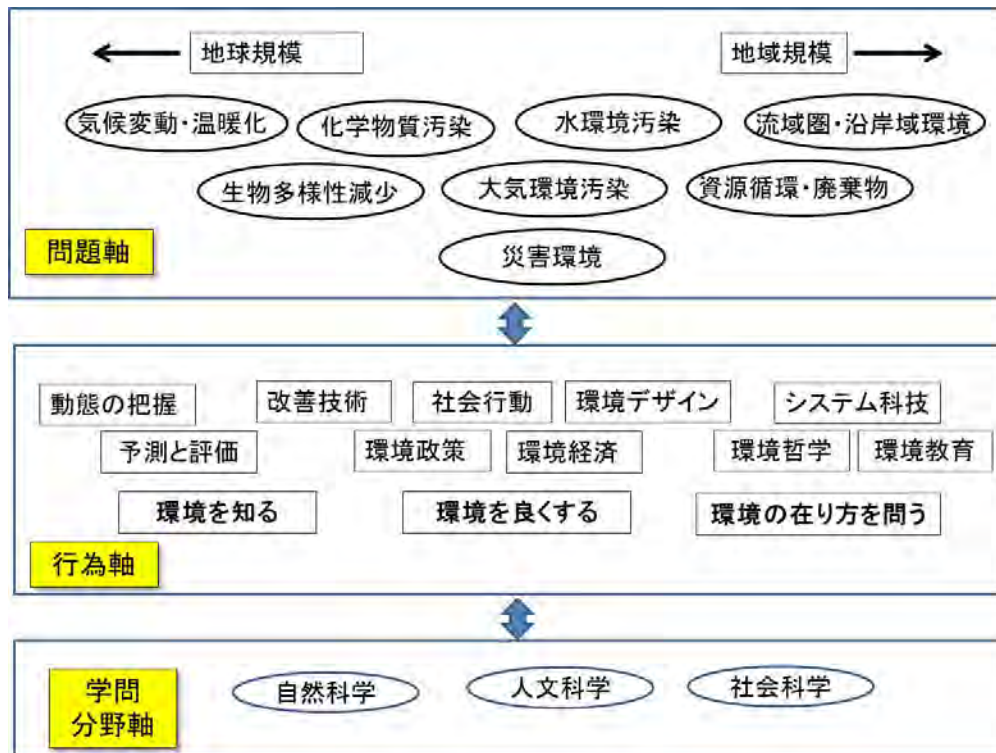


図2 環境学俯瞰の軸と項目

4 環境学の俯瞰

前章で記述したように、本俯瞰では、環境問題の軸と対象に対する研究行為の軸の2つの軸で環境学の俯瞰を行うこととし、2軸の行列表現（マトリックス表現）により俯瞰図を示すこととする。また、この俯瞰では、問題および行為の行列の交点において、今後必要とされる研究課題群も挙げることにより環境学の俯瞰を行うこととする。

(1) 環境問題の俯瞰

本俯瞰で取り上げる問題は、これまで日本学術会議において検討されてきた以下の7項目である（前掲に同じ）。

- ① 地球規模での問題
 - ア 気候変動・温暖化（省エネルギー、省資源問題を含む）
 - イ 生物多様性減少
 - ウ 化学物質汚染（窒素飽和问题を含む）
- ② 地域規模での問題
 - ア 水環境汚染
 - イ 大気環境汚染
 - ウ 資源循環・廃棄物
 - エ 災害環境（放射能汚染を含む）
 - オ 流域圏・沿岸域環境（土地利用問題を含む）

(2) 研究行為の俯瞰

研究行為については、以下の詳細項目を取り上げた。

- ① 環境を知る
 - ア 環境動態の把握
 - (ア) 計測・調査・データ解析
 - (イ) 環境プロセスの解明
 - イ 動態の予測と評価
 - (ア) モデル化
 - (イ) 予測
 - (ウ) リスク評価
- ② 環境を良くする
 - ア 改善技術
 - (ア) 循環型技術開発
 - (イ) 省エネ・省資源
 - (ウ) 環境修復・保全
 - (エ) 技術評価
 - (オ) リスク管理

- イ 社会行動
 - (ア) 住民参加
 - (イ) リスクコミュニケーション
- ウ 環境政策
 - (ア) 公共政策
 - (イ) 環境法
 - (ウ) 安全保障
 - (エ) 国際関係
- エ 環境経済
 - (ア) 経済評価
 - (イ) 市場管理
- オ 環境デザイン
- ③ 環境の在り方を考える
 - ア 環境哲学
 - (ア) 環境倫理
 - (イ) 環境文化
 - (ウ) 環境史
 - イ 環境教育
 - (ア) ESD (持続可能な開発のための教育)
 - (イ) 人材育成
 - ウ システム科学技術
 - (ア) システム分析
 - (イ) システム構成

なお、日本学術会議では、「第 22 期学術の大型研究計画に関するマスタープラン (マスタープラン 2014)」[8]において環境学の学術研究領域として以下の 10 領域を挙げたが(環境学委員会)、これらの 10 領域は基本的に上記の俯瞰で挙げられた環境問題および研究行為の項目に含まれている。

環境計測・動態解析・モデリング学

環境影響・リスク評価学

環境技術

資源循環学

自然共生学

生物多様性保全学

環境計画・政策学

環境教育

持続可能性科学

放射線・化学物質健康影響科学

しかしながら、マスタープラン 2014 においては、領域数を限定し領域の優先化を行ったため、複数項目を包含する、または統合する領域名となっているものも多い。さらに、10 領域の一つに挙げられた持続可能性科学は、環境学全体を対象とする領域名となっており上記の個別の俯瞰項目には挙げていない。

(3) 環境問題と研究行為の行列表現による俯瞰

上記の問題軸および行為軸を 2 次元の行列として表現したものを表 1 に示す。表 1 では、横軸に環境問題を、縦軸に研究行為を当てており、行列における各欄は、その問題の解決のために必要とされる課題が示されている。ここに挙げられた課題群は、図 2 に示された問題軸と行為軸の 2 層をつなぐ経路を具体的な研究課題として呈示したものである。具体的な問題に対してどのような研究行為が必要かを明示しており、縦軸に沿ってみることにより、問題解決に向けて必要とされる行為の大凡の手順を知ることができる。

冒頭（第一章）に記述したように、環境学は‘認識’を核とする古典的学問体系に根ざしつつも‘実践’を意識した新たな方法論とその体系を作り出す使命を帯びている。その方法論は具体的な研究行為として‘実践’されるものでなくてはならない。従って、環境学の俯瞰は、環境研究を志す研究者や環境問題に興味を持つ人々が、環境研究の全体像を見渡すことができ、また、特定の課題の位置づけを知ることができることに加えて、その課題を解決するための道筋を描くことを助けるものでなくてはならない。

表 1 においては、2 次元の行列を縦軸で見ることによって、環境問題を解決するための行為を知ることができ、同時に、問題を解決するために必要とされる他の行為との関係や解決に向けての手順を知ることができる。また、横軸に沿ってみることにより、その行為と他の環境問題において行われる行為の共通性や、その共通項としての学問的方法論を概観することを可能にする。

本俯瞰では、環境問題の解決のためにどのような研究行為が必要とされるか、環境問題と研究行為の 2 軸から俯瞰を行った。環境問題の解決に向けた‘実践’の視点からの俯瞰といえる。環境学の体系化に向けて、他にどのような軸が必要となるのか、また他の軸を考慮した多元的な俯瞰をどのように行うことが望ましいのか、更なる検討が必要であろう。

表 1 環境学の俯瞰表（環境問題と研究行為の行列表現）

解決すべき課題 研究行為	地球規模での問題				地域規模での問題			
	気候変動・温暖化 (省エネルギー、省 資源問題を含む)	生物多様性減少	化学物質汚染(窒 素飽和問題を含 む)	水環境汚染	大気環境汚染	資源循環・廃棄物 処理	災害環境復元(放 射能汚染を含む)	流域圏・沿岸環境 保全(土地利用 管理を含む)
環境動態 の把握	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球規模でのGHGs分布の動態計測 ● 国別GHGs分布および収支計測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地球規模での野生生物種動態計測 ● 保全上重要な地域や種の選定とモニタリング 	<ul style="list-style-type: none"> ● POPsの全球的拡散の解明 ● 生態系への化学物質汚染の拡大・動態解明 ● 国・地域別の食品中化学物質汚染の計測・分析 	<ul style="list-style-type: none"> ● 閉巻塗上国の水環境変化の把握 ● 化学指標と生物指標による水環境計測 ● 地下水帯水層の動態計測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 全球規模での大気汚染計測、分析 ● 地域別大気汚染状況の実態計測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域ならびに国際規模での資源循環動態計測 ● エネルギーシフトと収支計測 ● マテリアルフローの推計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 情報収集・分析、モニタリング、リスク評価 ● 飛散放射性物質の調査、動態計測(大気、水、土壌、生物、食品)と地図化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土地利用・被覆調査・分析、情報ベースの構築 ● 流域動態の広域計測・データシナシテム構築 ● 俯瞰的な流域の動態把握
環境プロセスの解明	<ul style="list-style-type: none"> ● 大気・海洋・生態系におけるGHGsの解明 ● 生態系応答プロセスの解明 	<ul style="list-style-type: none"> ● 生育環境と減少原因の調査、特に熱帯雨林の分布と状況 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然界における化学物質の動態および分解プロセスの解明 ● 化学物質の健康影響解明 ● 化学物質の生態影響解明 ● 健康障害の発症機序と汚染との因果関係の解明 	<ul style="list-style-type: none"> ● 閉鎖性水域の水環境問題の解明 ● 湖沼・河川・内洋・外洋における水環境汚染のプロセスの解明 	<ul style="list-style-type: none"> ● PM2.5などの光化学反応の解明 ● 微小粒子状物質の発生・飛散プロセスの解明 ● 生体応答プロセスの解明 	<ul style="list-style-type: none"> ● 資源循環プロセスの解明 	<ul style="list-style-type: none"> ● 個別的・包括的災害プロセス解明 ● 放射性核種の飛散・流動プロセスの解明 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土地利用・土地被覆変化プロセス解明
動態の予測と評価	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域レベル気候変動高精度予測モデルの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 保護地域体系の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ● POPsの環境中での動態モデル開発 ● 化学物質汚染の生物連鎖のモデル化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 閉鎖性水域のモデル ● 放射性物質の拡散と減少 ● 水環境汚染高精度予測モデルの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大気汚染物質の発生・拡散と化学反応のモデル化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 生産と消費を含む物質フローモデル ● 持続可能な社会における資源循環のモデル化 ● クリーンエネルギーの持続生産モデルの開発 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域性を考慮した発災・対応・復活モデルの開発 ● 地域防災モデルの開発 ● 汚染拡散のモデル化と予測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 土地利用・被覆動態モデル構築 ● 流域・地域の環境統合モデル構築
予測	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域レベルGHGsの高精度将来予測 ● 地域レベル気候変動影響予測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 絶滅危惧種の予測と対策による回復予測 	<ul style="list-style-type: none"> ● POPsの地球上分布と生態系影響の予測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 放射性物質による水汚染予測 ● 地域別、全球規模の水環境汚染予測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大気汚染の将来予測モデル ● 大気汚染発生高精度予測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域別、全球規模資源消費の長期的予測(エネルギー、自給、食糧)、廃棄物予測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害リスク予測 ● 放射性雲の流れや地表での移動予測 	<ul style="list-style-type: none"> ● 流域・地域環境の土地利用予測

リスク評価	<ul style="list-style-type: none"> 地域別気候変動リスク評価(人間、農業、生態系、...) 固有種の絶滅が生態系に与えるリスク評価 遺伝子改変生物による環境影響 地域別、全球規模の化学物質汚染被害予測とリスク評価 飲料水中の変異原性物質の放射環境中の放射環境汚染のリスク評価(人間、生物、生態系、農林水産業) PM2.5などのリスク評価 疫学調査による環境基準値の見直しと長期・短期リスク評価 地域別資源循環リスク評価 放射線物質リスク評価(人間、生態系、農林水産業等) 土地利用・被覆変化に伴う環境リスク評価 	<ul style="list-style-type: none"> 持続可能土地利用システム形成 都市と農村の連携システム技術 	
改善技術	<ul style="list-style-type: none"> 環境を良くする 	<ul style="list-style-type: none"> 都市鉱山技術 リサイクル技術 汚染水循環型浄化 再生可能エネルギー開発 生ゴミの肥料化・ガス化技術 PET等の材料再生技術の向上 	<ul style="list-style-type: none"> 災害に対してレジリエントな社会形成
省エネ・省資源	<ul style="list-style-type: none"> 再生可能エネルギーの利用を含む地域のスマートグリッド化 	<ul style="list-style-type: none"> 低炭素循環型都市システム構築 クリーナーナノテクノロジーによる化学物質使用の抑制技術 無毒化処理、浄化・中和技術 資源循環型水処理システム開発 高度浄水処理技術の改良 バイオレメディエーション技術開発 	<ul style="list-style-type: none"> 省エネ・省資源型レジリエント社会形成 低炭素消費型社会支援技術 原油を使わない次世代型材料開発 LED等、省エネ家電の開発
環境修復・保全	<ul style="list-style-type: none"> 温暖化による生態系影響の適応策の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 急激な人口増加の抑制(乱獲、乱開発の防止) 土地利用政策の改革 バイオレメディエーション技術 化学物質除去・浄化方法の検討 自浄作用を生かした水環境改善 有害物質の地下浸透防止 	<ul style="list-style-type: none"> 放射能汚染地域の除染・復活の対象ごとの効果的な除染方法の検討 被災地の復活・防災、社会経済的変化・環境変化への土地利用対応 再植林などの自然復活
技術評価	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発における環境負荷・環境リスクの網羅的評価手法 	<ul style="list-style-type: none"> 企業開発段階における化学物質汚染リスク評価手法 	<ul style="list-style-type: none"> 放射能汚染の除染・復活の効果的な除染方法の検討 LCAIに基づく循環型技術の評価 技術開発における環境負荷軽減の評価手法

社会行動	リスク管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 気候変動に伴う極端現象の環境影響・経済リスク評価 ● 排出量削減政策の住民参加による合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 遺伝子改変生物の移動・輸出入に係るリスク評価と予防 ● 生物資源の持続的な利用習慣の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ● リスクに基づく生産管理 ● 汚染食品の流通・摂取の停止への合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 変異原性物質、内分泌かくらん物質の管理 ● 水系感染症の管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 有害大気汚染物質の排出管理 ● 飛散源防止への合意形成 ● 市民参加の合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 有害廃棄物によるリスクの管理 ● リユースとリデュースの促進のための住民参加 ● 再生可能資源の回収・リサイクルへの合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害リスク管理 ● 放射能汚染の人体、生態系への影響リスク管理 ● 放射能汚染の経済リスク管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害リスクを考慮した開発計画 ● 社会・環境変動リスクを考慮した土地利用・被覆管理 	
社会行動	住民参加	<ul style="list-style-type: none"> ● 不確実な情報に基づく合意形成の方法論 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確な実態の認知と多様な期待に向けた合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● リスクコミュニケーションに基づく製品選択 ● 汚染と健康障害に関する正確な情報・迅速な発信手法の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水道水に関するリスクコミュニケーション ● 汚染と健康障害に関する正確な情報・迅速な発信手法の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汚染指標に基づく必要な防御の合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 省資源・省エネに関する地域自治体レベルの合意形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● レジリエント社会のためのリスクコミュニケーション 	<ul style="list-style-type: none"> ● 持続的開発のためのリスクコミュニケーション 	
環境政策	公共政策	<ul style="list-style-type: none"> ● 気候変動対応のための政策手段の経済的評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然再生事業推進 ● 貧困の改善（アフリカ等） ● アセスメント制度の導入 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正確な病態解明に基づく患者認定と患者認定の迅速化への制度的検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 経済的手法も含む合理的な水環境管理政策 ● アセスメント制度の導入 ● 地域の下水道整備 ● 難溶性物質の排出規制 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大気汚染度の広報・警報手段の構築 	<ul style="list-style-type: none"> ● 資源循環促進のためのインセンティブ付与 ● 資源回収・リサイクルの経済的評価 ● リサイクル網の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● 資源循環促進のためのインセンティブ付与 ● 資源回収・リサイクルの経済的評価 ● リサイクル網の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ● レジリエント社会のための公共政策 ● 放射能汚染対策への政策手段 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域マスタープランの立案 ● 地域の持続可能性を確保する為の公共政策

環境法	<ul style="list-style-type: none"> ● 発展途上国(各国)における気候変動対策導入への法的制約の検討 ● 保全上重要な地域や種の開発規制 ● バイオセーフティの活用・管理 ● 絶滅危惧種の保護・回復 ● 生物多様性愛知目標-効果的達成手段(2020年) ● 予防的取り組み、事前アセス 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水銀条約の効果的実施 ● 途上国におけるアステットの不使用 ● POPs条約の実施 ● 化審法、PRTR ● 化学物質未燃防止の法的管理対象の拡大(化学物質審査規制法) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 人々の嗜好に合致した水環境指針に基づく管理 ● 途上国における水汚染対策 ● 国際水問題 ● 水質汚濁防止に關わる法的規制の検討(湖沼法、河川法) 	<ul style="list-style-type: none"> ● PM2.5問題、大気汚染物質-事業者の責務と国の施策(評価、公表) ● ガンリン等の品質基準の規制強化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新エネルギー対策への法整備 ● グローバルな3Rの国際法整備 ● アスベスト含有廃棄物処理の再概念の再分類 ● 容器包装リサイクル法などの法的規制強化 ● 食品リサイクル法によるリサイクル率の目標設定と事業者の報告義務化 	<ul style="list-style-type: none"> ● レジリエント社会のための法整備 ● 放射性廃棄物処理・汚染水処理等に関する法整備 ● 放射能汚染賠償に関する法整備 ● 災害復興と土地利用制度 ● 減災と生物多様性保全 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国土・地域計画と環境法の融合 ● 防災、減災と生物多様性保全-沿岸域規制・利用計画の一元化 ● 土地利用管理のための法整備 	
安全保障・国際関係	<ul style="list-style-type: none"> ● 野生生物国際取引の規制 ● 遺伝子改変生物の移動・輸出入に係る予防 ● 資源利用による利益分配、技術移転の促進、知的所有権の保護 	<ul style="list-style-type: none"> ● 越境移動の抑制 ● 審査、規制の国際標準化 ● 化学物質の製造・輸入の審査管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸性降下物、PM2.5などの越境移動監視 ● 国際協力による汚染分析体勢の構築 ● 観測局の拡充 	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際河川、湖沼の管理 ● 海洋汚染規制の国際標準化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 障害物の管理 ● エネルギーをめぐる国際秩序の形成、地球環境政策の策定 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害安全保障・国際ネットワーク ● 国際協力による経験知の提供・研究協力 ● 放射能汚染における国際的規約の強化 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安全保障・国際関係 	
環境経済	<ul style="list-style-type: none"> ● 気候変動枠組条約における公平性担保の仕組み 	<ul style="list-style-type: none"> ● REDD+等による効果の実証的評価 ● 新エネルギー導入における経済評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● ビジネスベースでの汚染除去協力に伴う影響評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境経済分析に基づく資源循環技術の選択 ● 資源再利用・再商品化におけるリサイクルシステムの経済効果の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境経済分析に基づく資源循環技術の選択 ● 資源再利用・再商品化におけるリサイクルシステムの経済効果の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境経済分析に基づく資源循環技術の選択 ● 資源再利用・再商品化におけるリサイクルシステムの経済効果の評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害における経済性評価 ● レジリエント社会のための経済評価 ● 放射能汚染・除染および風評被害による経済的損失評価 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境経済
市場管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 捕獲・流通等の規制 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汚染対象の流通規制、回収システムの構築 			<ul style="list-style-type: none"> ● エコ製品の市場競争力強化 ● 再生利用ビジネスの採算成立システムの構築 ● エネルギーのFIT制度検証 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安心安全指向の市場管理 ● 風評被害等に関する情報政策管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 持続可能性を目標とした土地利用管理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 市場管理

環境デザイン	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域レベルにおける持続可能な発展を指向する土地利用設計 ● 地域レベルでの省エネルギ－社会設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 生息地保護区等の指定 ● 生態系ネットワークの形成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汚染の企業責任 ● 患者認定と救済における倫理観 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水環境の認識 ● 自然環境データの整備と維持 	<ul style="list-style-type: none"> ● 経済成長と環境対策の均衡(GDP対比の設定) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 低資源消費型製品の開発 ● 経済成長と環境対策の均衡(GDP対比の設定) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安心安全重視の地域設計 ● 放射能汚染を含む災害低減化地域・都市設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● ランドスケープデザイン ● 持続可能性を目標としたプロアクティブな設計 	
環境の在り方を考える	<ul style="list-style-type: none"> ● 価値観の科学 	<ul style="list-style-type: none"> ● 野生生物の非経済的存在価値 ● 同じ種でも異なる個体の存在価値 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汚染の企業責任 ● 患者認定と救済における倫理観 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水環境の認識 ● 自然環境データの整備と維持 	<ul style="list-style-type: none"> ● 経済成長と環境対策の均衡(GDP対比の設定) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 低資源消費型製品の開発 ● 経済成長と環境対策の均衡(GDP対比の設定) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安心安全重視の地域設計 ● 放射能汚染を含む災害低減化地域・都市設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● ランドスケープデザイン ● 持続可能性を目標としたプロアクティブな設計 	
環境哲学	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境倫理 	<ul style="list-style-type: none"> ● 野生生物の非経済的存在価値 ● 同じ種でも異なる個体の存在価値 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汚染の企業責任 ● 患者認定と救済における倫理観 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水環境の認識 ● 自然環境データの整備と維持 	<ul style="list-style-type: none"> ● 経済成長と環境対策の均衡(GDP対比の設定) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 低資源消費型製品の開発 ● 経済成長と環境対策の均衡(GDP対比の設定) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 安心安全重視の地域設計 ● 放射能汚染を含む災害低減化地域・都市設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● ランドスケープデザイン ● 持続可能性を目標としたプロアクティブな設計 	
環境文化	<ul style="list-style-type: none"> ● 古典文学における気候変動記述の科学的理解 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然環境データの整備と維持 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汚染被害の記録と知識の継承 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然環境データの整備と維持 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然環境データの整備と維持 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境を健全に保つ倫理の醸成 ● 放射能汚染・除染に対する倫理感の啓蒙 	<ul style="list-style-type: none"> ● 流域・沿岸環境保全のための環境意識・倫理の醸成
環境史	<ul style="list-style-type: none"> ● 文明盛衰における気候変動要因の網羅的検証 	<ul style="list-style-type: none"> ● 伝統的な環境維持の仕組みの調査と利用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域の汚染被害の記録 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域の水環境史の記録 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域汚染の記録 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害・防災文化の醸成 ● 放射能汚染・除染に関する住民の社会参加への理解 	<ul style="list-style-type: none"> ● 流域・都市・地域文化の継承と創出
ESD	<ul style="list-style-type: none"> ● 初等中等教育における LCA 概念の教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 自然環境保全に関する教育・啓蒙 	<ul style="list-style-type: none"> ● 初等中等教育における汚染と被害の教育 ● 生命倫理教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 初等中等教育における汚染と被害の教育 ● 生命倫理教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 初等中等教育における汚染と被害の教育 ● 生命倫理教育 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害教育、防災教育 ● 環境と放射能に関する科学的な理解 	<ul style="list-style-type: none"> ● 流域・都市・地域環境の歴史的考察
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> ● 発展途上国との連携による気候変動影響評価の人材育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域に即した生態系保全に携われる人材の育成 ● アジア地域で貢献できる技術者養成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 化学物質のリスク管理に携われる人材の育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 水環境の保全に携われる人材の育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大気環境のリスク管理に携われる人材の育成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害・防災の人材育成 ● 放射能汚染・除染対策のスペシャリストの養成 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域環境文化の醸成
システム科学技術	<ul style="list-style-type: none"> ● システムとしての人間・自然相互作用の考察 	<ul style="list-style-type: none"> ● 多様な生態系が構成するネットワークシステム維持のための考察 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汚染化学物質の生態系物質循環における影響のシステムの考察 	<ul style="list-style-type: none"> ● 排水汚染・温暖化、生物相変化など複数の要因による水環境評価の考察 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大気環境のリスク管理に携われる人材の育成 ● 大気環境物質循環における汚染物質の影響のシステムの考察 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境配慮型行動促進 ● 廃棄物の発生抑制 ● 価値観の転換 ● 再生利用製品の再利用促進 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害に対するレジリエンスシステム分析 ● 社会と放射能に関する科学的な考察 	<ul style="list-style-type: none"> ● 流域・都市・地域土地利用動態のシステムの考察

システム 構成	<ul style="list-style-type: none"> ● 持続的な人間・自然相互作用システムの設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 多様な生態系が構成するネットワークシステムの設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 汚染化学物質の生態系における影響低減化システム設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 排水汚染、温暖化、生物相変化など複数の要因による水環境の改善システム設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 大気圏物質循環における汚染物質の影響低減化システム設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域特性を生かした環境再生のシステム設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 災害に対してのレジリエンスシステム設計 	<ul style="list-style-type: none"> ● 流域・都市・地域土地利用の適正システム設計
------------	--	--	---	--	---	--	---	---

※表中の略語説明

FIT	Free-in tariff	: 固定価格買取制度
GDP	Gross Domestic Product	: 国内総生産
GHGs	Greenhouse Gases	: 温室効果ガス
LCA	Life Cycle Assessment	: ライフサイクルアセスメント
LED	Light Emitting Diode	: 発光ダイオード
PET	Poly Ethylene Terephthalate	: ポリエチレン テレフタレート
PM2.5	Particulate Matter	: 2.5: 微小粒子状物質 (2.5ミクロン径以下)
POPs	Persistent Organic Pollutants	: 残留性有機汚染物質
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register	: 化学物質排出移動量届出制度
REDD	Reduced Emissions from Deforestation and forest Degradation	: 森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減
3R	Reduce Reuse Recycle	: 資源の削減・再利用・リサイクル

5 環境研究のこれから—FE プログラムの展開

環境問題の解決のためには、学問分野の境界を越えた連携（学際性）が不可欠であることはいうまでもない。しかしながら、問題解決に向けた具体的な施策や対策技術の実装を行うためには行政や産業界等の様々な異なる業種との連携（業際性）や省庁を越えた連携（省際性）も忘れてはならない。また、地球規模の問題を対象とするためには国を超えた連携（国際性）が必要となる。これらの様々な“際”を越えて異なった分野と繋がり、新たな成果を生むための方法論はまだ確立しているとはいえない。特に、業際性や省際性といった学界と社会を繋ぐ試みは緒に就いたばかりといえる。環境問題の解決に向けた道筋を見いだすためには、個別分野の研究を更に深化させるとともに、“際”を越えた統合的な研究の在り方を早急に検討することが必要であろう。

例えば、FE プログラムにおいては、特に、学界と社会をつなぐトランスディシプリナリな研究に取り組むために、以下の3つのテーマが設定されている。

① ダイナミックな惑星 (Dynamic Planet)

地球が、自然現象と人間活動によってどのように変化しているかを理解すること。

② グローバルな開発（発展）(Global Development)

人類にとって最も喫緊のニーズに取り組むための知識（特に食糧、水、生物多様性、エネルギー、資源、その他の生態系機能・サービスの持続可能で確実に正当な管理運用に関する知識）を提供すること。

③ 持続可能性に向けての転換 (Transformations towards Sustainability)

持続可能な未来に向けた転換のための知識を提供すること。すなわち、転換プロセスと選択肢を理解し、これらが人間の価値観や行動、新たな技術および経済発展の道筋にどのように関係するかを評価すること。

ここで示されている課題を解決するためには、上記の“際”を越えるための方法論を実現しなければならない。

環境学は、3世紀余に渡って続いてきた‘認識’の科学から‘認識’と‘実践’の双方を視野に入れた科学の方法論を模索している。その道筋はまだ確立してはいない。しかしながら、現時点での環境学を俯瞰しその構造を示すとともに問題解決に向けた道筋を見えやすくすることは、環境問題の解決を指向する研究者、および実践者にとって有意義であろう。環境学の全体像を概観する上で、また環境研究を具体的にどう進めるかを考える上で、この俯瞰が一助となれば幸いである。

<参考文献>

- [1] 日本学術会議 日本の展望委員会、提言『日本の展望—学術からの提言 2010』、2010年4月5日
- [2] 日本学術会議 環境学委員会、提言『日本の展望—学術からの提言 2010：環境学分野の展望—持続可能な社会に向けた国土・地球環境形成に対する環境学からの提案—』、2010年4月5日
- [3] 日本学術会議 日本の展望委員会 地球環境問題分科会、提言『日本の展望—学術からの提言 2010：地球環境問題』、2010年4月5日
- [4] 日本学術会議 日本の展望委員会 持続可能な世界分科会、提言『日本の展望—学術からの提言 2010：持続可能な世界の構築のために』、2010年4月5日
- [5] フューチャー・アース移行チーム、初期設計報告書『フューチャー・アース—グローバルな持続可能性のための研究—』、2013年4月5日 (Initial Design Report by the Future Earth Transition Team)
- [6] 日本学術会議 運営審議会附置新しい学術体系委員会、『新しい学術の体系—社会のための学術と文理の融合』、2003年6月
- [7] 安岡善文、『横幹的視点からの環境問題へのアプローチ』、横幹、Vol. 2、No. 1、pp. 28-31、2008
- [8] 日本学術会議 科学者委員会 学術の大型研究計画検討分科会、提言『第22期学術の大型研究計画に関するマスタープラン (マスタープラン 2014) 』、2014年2月28日

<参考資料 1>環境学委員会環境科学分科会委員会審議経過

平成 23 年

- 11 月 16 日 日本学術会議幹事会（第 140 回）
分科会設置、委員決定
- 3 月 15 日 環境科学分科会（第 1 回）
今後の進め方について審議
- 4 月 11 日 環境科学分科会（第 2 回）
俯瞰のための軸、構造について審議
以降メール等により意見交換を行い、素案を作成することを決定

平成 24 年

- 11 月 17 日 環境科学分科会（第 3 回）
報告書の骨子案について審議、特に FE の考え方の取り入れ方について審議

平成 25 年

- 9 月 10 日 環境科学分科会（第 4 回）
報告書原案の提示、審議

平成 26 年

- 4 月 14 日 環境科学分科会（第 5 回）
報告書最終案の承認

- 月○日 日本学術会議幹事会（第○回）
環境学委員会環境科学分科会報告「環境学の俯瞰」の承認