

戦略スコープ検討班 報告書

豊かな持続性社会の実現に向けた新たな  
研究開発課題抽出の試み

～生物多様性と持続的な物質循環の境界領域を事例として～



## 概要

「研究開発戦略センター（CRDS）では、「豊かな持続性社会の実現」にかかわる社会的期待を 5 つの要素（健康、生物多様性、持続可能なエネルギーシステム、持続可能な物質循環、共通基盤事項）から構成されると考え、それぞれを詳細化、整理した上で、対応する研究分野の現状や課題（観察型研究～構成型研究）との接続を見出そうと試みている。本報告書では、社会的期待のうち「生物多様性」および「持続的な物質循環」に関し、互いが重複する境界部分にとくに焦点を当て、文献調査、文献データベース調査、有識者（9名）へのインタビューを行い、それらをもとに検討した。

顕在化している社会的期待については、国内外で公表されている主要な報告書等をもとに整理し、詳細化を試みた。「生物多様性」および「持続的な物質循環」の双方にかかわる社会的期待としては、生態系サービスの保持及び持続的利用とそれに深く関連する循環型社会の実現のほか、広域的なモニタリングや情報共有システムの構築、様々な地理的スケールに適用可能な指標の開発、窒素、リン、炭素の持続的循環への対策、等に関するものがあり、それらは既に社会において共有されているものと考えられた。

有識者インタビューでは科学技術的観点からの課題が確認された。観察型研究に関しては、分野としては生物多様性と物質循環をつなぐ研究領域として、生物地球化学的物質循環の重要性が示された。日本の研究の現状は、生物多様性に関しては長期あるいは広域的視点に基づく統合的な観測、評価、予測体制が不足し、（生物地球化学的な）物質循環に関しては広域のまたは地球規模での観測含めた諸研究が不足しているとの指摘があった。また構成型研究に関しては、順応的管理など、人間活動と地域の自然環境との間で、個々の事例に即した折り合いのあり方を科学的に検討するための取り組みが重要との指摘があった。

小規模かつ範囲限定的な試みではあったが、本検討を通じ、当該領域において重要と思われる研究課題は、必ずしも先端的な技術課題に重点があるのではなく、むしろ分野等によって分断された観察型研究をいかに広くつなぎ、統合的に利用し、かつその成果を社会との接点で活用していくか等の側面に含まれることが明らかとなった。よって、この領域において多様な分野の科学者、技術者、社会の行動者を巻き込んで研究と開発を行うための課題を CRDS が抽出しようとする際には、本書を踏まえた入念な検討が必要である。

## 目次

1. 戦略スコープ検討班設置の経緯	3
2. 検討範囲の設定、検討の経緯	3
2.1 検討の枠組の設定	3
2.2 検討の経緯	4
2.3 調査項目	5
3. 調査結果	6
3.1 「生物多様性」と「物質循環」において顕在化している社会的期待の詳細化	6
3.2 過去のCRDSが作成した戦略プロポーザル、ワークショップ報告書、国際比較等の調査	8
3.3 AnVi Seersを利用した「生物多様性」、「物質循環」およびそれらの接合領域における研究・研究者等の傾向分析	8
3.4 インタビュー結果のまとめ	9
4. まとめ	12
4.1 今後とりくむべき重要な課題	12
4.2 スコープ検討班の検討結果と戦略スコープ検討について	14

## 1. 戦略スコープ検討班設置の経緯

研究開発戦略センター(CRDS)では、平成 22 年度に取り組むテーマ(戦略スコープ 2010)の検討にあたり、科学技術に対する社会の期待を、全体として「豊かな持続性社会の実現」と捉え、更に、以下の 5 つの社会的期待を構成する要素を取り上げた。

「豊かな持続性社会の実現」のための 5 つの要素：

- ①. 健康
- ②. 生物多様性
- ③. 持続可能なエネルギーシステム
- ④. 持続可能な物質循環
- ⑤. 共通基盤事項（基礎・基盤科学、人材、グローバル化対応等）

しかし、以上の社会的期待の要素うち、②③④の領域においては、戦略スコープ 2010 の構成では十分な対応がとれていないと判断されたことから、特にこの 3 つの領域を、その相互の関連に留意しまとまった領域と捉えた上で、新たな戦略スコープの検討を行うこととなった。

## 2. 検討範囲の設定、検討の経緯

### 2.1 検討の枠組の設定

- ① 2010 年 2 月～3 月にかけて、ブレインストーミングを実施し、豊かな持続性社会の観点で科学技術の果たす役割について議論を行った。主に、生物多様性に関する議論では、以下のような方向性で議論を行った。

- A) “人類が生き延びる”を目的とする。
- B) 「生物多様性の基礎科学」、「キーエレメントの発掘」、「現場で行われているアクション」という 3 つの異なるレベルでの議論が考えられるが、これらのレベル同士の関係が対立ではなく協力・融合が生まれるような在り方が考えられないか。
- C) 生物多様性における経済的価値を考えた研究開発の 2 つの方向性（「生態系サービスに繋がる研究開発」、「ものづくり・産業化・技術開発等において生物多様性を縮退させない研究開発」）があるのではないか。このような中から、例えば地域に産業を興し雇用を創出するような方策が導けないか。

② 次のようなことに留意して活動のすることとした。

A) 社会的期待の第三水準（潜在する社会的期待）を発掘することを試みる。

B) 探索対象範囲は、生物多様性・物質循環・エネルギーシステムが接合する領域。

C) 人文・社会科学領域を排除しない。

## 2.2 検討の経緯

上述「2.1 検討の枠組みの設定」①および②の A)、B)、C) の諸点について、以下のよう  
に検討を進めた。

①-A) :

生物多様性の保全のみを絶対視するのではなく、生物多様性の保全と人間活動との関係の  
最適な折り合いをつけることが、社会的期待の内容であるという前提で検討を行った。

①-B) :

有識者ヒアリング等の際に特に配慮した。ただし、「キーエレメントの発掘」観点について  
は、様々な指標の開発は試みられているものの、対象の複雑さからキーエレメントの発掘  
について十分な情報は得られなかった。

①-C) :

構成的研究の観点からも問題を整理したが、地域産業振興や雇用創出まで検討は及ばな  
かった。

②-A) :

まず人類起源の地球温暖化の発見の事例と、フロンによる成層圏オゾンの破壊の発見の事  
例につき、調査を行った。これらの事例調査からは、潜在する社会的期待の発見には新規  
な観察型科学の結果と観察結果と受け取る社会側のプロセスも同時に重要であることが示  
された。そのため、潜在的な社会的期待に関する活動はこの事例調査までで終了させ、そ  
れ以上の検討は社会的期待ユニットでの検討（社会的期待発見研究についての提言の検討）  
に委ねた。当班の検討対象は既に顕在化している社会的期待の調査に限定した。

②-B) :

実際の検討にあたって、エネルギーシステムについてはこれまで CRDS での検討の蓄積もあ  
り提言に至っている場合もあるため、「生物多様性」と「物質循環」の接合領域に着目する  
こととした。

②-C) :

上述①-A)、C)とも重複するが、後に(「4.まとめ」等)述べるように、社会との折り合い研究の観点を拾うなど人文・社会科学の寄与が必要とされる領域もスコープに入れて検討した。

さらに、検討に当たっては、吉川センター長の提示する、社会的期待と科学技術の邂逅や構造化俯瞰図の考え方をベースとし、社会的期待の詳細化とともに、研究領域の現状を把握し必要となる科学技術の探索を行った。

一方、戦略スコープ 2011 の作成方針が CRDS 内で議論され、戦略スコープの作成は、単一のユニットに留まらず CRDS 全体で作り上げる方針とした。当班からは、戦略スコープ策定の第 1 段階である社会的期待の詳細化について、生物多様性および持続的な物質循環に関する社会的期待の詳細化結果を提出した。

## 2.3 調査項目

- ① 社会的期待の詳細化(顕在化しているものに限る)
  - A) 温暖化問題やフロン撤廃の事例から、潜在していた社会的期待が顕在化してきたプロセスを分析
  - B) 生物多様性と持続的な物質循環にかかわる文献・文書に顕在している社会的期待の整理(調査結果 3.(1))
- ② 研究領域の現状の把握と研究課題の探索
  - A) 文献調査や関連する学会等への参加などによる、対象分野の研究・政策等の現状確認の予備的調査
  - B) 過去の CRDS が作成した戦略プロポーザル、ワークショップ報告書、国際比較等の調査(調査結果 3.(2))
  - C) とくに「物質循環」研究の傾向分析を目的とした、データベース検索(ISI Web of Knowledge、科研費 DB、JDream II)(調査結果 3.(3))
  - D) アンビシアーズを利用した、「生物多様性」、「物質循環」、およびそれらの接合領域における研究・研究者等の傾向分析(調査結果 3.(3))
  - E) 関連する研究者へのインタビュー(調査結果 3.(4))

### 3. 調査結果

#### 3.1 「生物多様性」と「物質循環」に係わる領域に顕在化している社会的期待の詳細化

文献調査等により、この社会的期待領域において、条約やその他の公的文書等に顕れている社会的期待を整理した。その主な結果は以下の通りである。

##### ①生物多様性

生物多様性について顕在化しているとみられる社会的期待は、生物的多様性条約（1993～）とその条約から派生する文書<sup>1</sup>に読み取れる。これらの文書にみられる社会的期待は大きく分けて次の3つがある。

- 生物多様性（遺伝子、種、生態系）そのものの保全の促進
- 生物多様性をベースとした生態系サービスの持続的な利用の促進
- 遺伝資源の利用から生じる利益の公正かつ衡平な配分の実現

これらの社会的期待をさらに詳細化した項目は、これらの文書の細目（目標や指標などとして）に記載されている。

##### ②持続的な物質循環

ここでは、持続的な物質循環とは、地球システムの中での物質の移動を、循環するサイクルのなかでとらえるべきであり、なおかつその循環が持続的であるべきである、という社会的期待の表明であると考えた。

地球システムの物質循環に、急激かつ大規模な人間活動・産業活動（天然資源の採取、加工、廃棄）の結果で淀みが生じると、物質濃度が局所で増大または減少して全体として持続的な物質循環が損なわれることになる。このような物質循環の非持続的な淀みは、資源枯渇、環境汚染、などの様々な規模の脅威として顕れることとなる。このような淀みを取り除きたいという社会的期待として、天然資源利用（水資源、鉱物資源、生物資源など）、汚染や廃棄物に関する期待、また循環型社会への期待が派生する。

これらの期待については、生物多様性の場合のような包括的な社会的期待の表明はいまのところ見られないが、さまざまな規模での物質循環の淀みに関して社会的期待の表明が行われきている。以下はその例と考えられる。

---

<sup>1</sup> 地球規模生物多様性概況（2010）、Global Biodiversity Outlook 3(2010)、ミレニアム生態系アセスメント(2005)、生物多様性国家戦略（2010）など

#### <循環型社会>

循環型社会形成推進基本法（2000～）、循環型社会形成促進基本計画（2002～）  
3R イニシアティブ（2005～）等

#### <汚染物質への対応>

気候変動枠組条約（1992～）（炭素循環、窒素循環、海洋酸性化も関連）  
オゾン層の保護のためのウィーン条約（1985～）  
オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書（1987～）  
残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（2004～）  
長距離越境大気汚染条約（1979～）等

#### <廃棄物への対応>

有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約（1989）  
廃棄物その他の投棄に係わる海洋汚染防止に関する条約（1975）  
その他、廃棄物に関する条約や規制、化学物質、薬品についての規制等

### ③生物多様性と物質循環が互いに関連する領域

生物多様性に関しても、物質循環は重要な意義を持っており、地球温暖化の影響、窒素およびリンの蓄積、栄養塩類の汚染が重要な課題として指摘されている<sup>2</sup>。

また、人間活動を含んだ地球スケール物質循環の科学的な観察型科学のアプローチの一つとして生物地球化学循環によるとらえ方がある。持続的な生物圏を含む物質循環に関わる社会的期待発見の観点から、このアプローチは見落とせない<sup>3</sup>。地球温暖化の原因とされる人類起源の温室効果ガスに関する問題は物質循環の淀みとしてみることができ、地球温暖化にかかわる社会的期待の表明として顕在化している。さらに、人類活動の影響が極めて大きいものとして、炭素 や窒素<sup>4</sup>、リンの循環、およびそれら循環どうしの相互作用の重要性が指摘されてきている<sup>5</sup>。また、これらの物質循環についてはIPCCの第五版報告書でも取り上げられる予定である<sup>6</sup>。

---

<sup>2</sup> 例えば、地球規模生物多様性概況（2010）

<sup>3</sup> 例えば、Vitousek et al. (1997)など。

<sup>4</sup> 地球温暖化は炭素や窒素の地球規模循環の変化がもたらす人類活動への影響とみなせる。窒素に関しては、International Nitrogen Initiativeが行っているNitrogen Conference(1998 より)などの国際活動がある。

<sup>5</sup> 例えば、Rockstrom et al. (2009), Galloway et al. (2004), Vitousek et al. (1997)など

<sup>6</sup> IPCC Agreed Reference Material for the IPCC 5<sup>th</sup> Assessment Report (2010)

### 3.2 過去の CRDS が作成した戦略プロポーザル、ワークショップ報告書、国際比較等の調査

生物多様性に関しては、2003 年～2006 年度の間、ワークショップ開催、G-TeC 調査などが複数回行われ、戦略プロポーザルも出されるなど、総合的に現状分析と今後の課題が議論された。また、CRDS の国際比較調査でも、生物多様性に関する現状分析がなされている。

物質循環のうち、特に資源物質の循環に係わるものとして、2005 年度より「元素戦略」に関する検討、ワークショップなどが行われ、戦略プロポーザル「元素戦略」として 2007 年度に発行された。

最近では、特に、「地域環境・生態系予測モデルの統合的研究のあり方」(FY2009SP10) や、「地球システムモデリング研究に必要となる連携シミュレーションの技術プラットフォーム構築」(FY2009SP09) に関する戦略プロポーザルでも、今回の調査範囲に関連のあるテーマが検討されている。

### 3.3 AnVi Seers を利用した「生物多様性」、「物質循環」およびそれらの接合領域における研究・研究者等の傾向分析

JST 文献データベースの解析可視化サービスである AnVi Seers (アンビシアーズ) を使って、「生物多様性」や「物質循環」に関する研究が国内外でどのような分野、研究機関、研究者等において行われているかを概観した。主な結果は以下のとおりであった。

- {生物多様性} (ここで、{XX} は XX をキーワードとして含む JST 文献データベース内の文献集合を示す) では、森林、河川、農地などにおける、自然保護や生物種の生息状況を調査に関する文献が多い。
- {物質循環} では、水圏・生物圏における循環について、土壌を中心とした分野からの論文が多い。{生物多様性} では自然保護に重心をおいて生物を見ているのに対して、{物質循環} では農地や森林などにおける土壌利用の観点から、物質動態のアクターの一つとして生物をとらえる傾向がある。また、環境汚染、環境アセスメントに関連する文献も多い。
- {生物多様性} and {物質循環} では、件数も少なく、傾向を捉えることも難しかった。
- {生物多様性}、{物質循環}、{生物多様性} and {物質循環} では、いずれも、日本の研究機関と海外の研究機関との共著論文はほとんど見られなかった。
- {生物多様性}、{物質循環} とともに、研究機関によって、研究分野のテーマの傾向の違いが見られたが、国による大きな違いは明確には見られなかった。

以上の結果から、生物多様性と物質循環を統合的に取り扱う研究は少なく、かつ日本の

研究者と海外との共同研究は盛んでなさそうなのが予想された。

### 3.4 インタビュー結果のまとめ

上述 3.1で整理した社会的期待に対し、主として「観察型科学者」<sup>7</sup>が行っている研究の現状や必要とする科学技術課題についての情報を得るため、9名の当該分野有識者（表1）のご協力を得て個別インタビューを実施した。このインタビューからは、次のような観点から、科学者の側からの科学的・技術的な期待を捉えることができたと考えられる。

- 研究者間の協力のもと生物多様性や物質循環のありようを統合的に観察し、その背後にあるメカニズムを解明することの必要性
- 地域スケールから地球スケールまで多岐に渡る社会との接点において、科学的な観察結果に基づいた折り合いのつけ方を考察し構成的研究に結びつけることの必要性
- 上記2点を実現させるための研究手法や研究者コミュニティーありかた

また生物多様性や物質循環を観察するために必要な基盤的なツールとして、計測技術や統計技術、シミュレーション技術等の技術課題の重要性にも指摘があった。インタビュー結果は、当該分野の研究の現状、問題点、今後の課題（観察、予測、統合化など）、社会との接点（折り合い研究、順応的管理など）に大別しとりまとめた。

表1 インタビューに協力頂いた有識者の方々（五十音順）

氏名（所属）	インタビューでのポイント
阿部健一 教授 （人間文化研究機構 総合地球環境学研究所）	生物多様性全般
可知直毅 教授 （首都大学東京 理工学研究科 生命学科専攻）	境界領域について（島嶼（とうしょ） における外来種問題を事例に）
金子信博 教授 （横浜国立大学大学院環境情報研究院 土壌生態学研究室）	土壌の生物多様性、農業技術など
才野敏郎 プログラムディレクター （海洋研究開発機構 地球環境変動領域物質循環研究）	主に海洋観測
新藤純子 領域長	陸域を中心に物質循環（とくに窒素循

<sup>7</sup> 観察型科学者および構成型科学者については、吉川弘之「研究開発戦略の方法論」科学技術振興機構研究開発戦略センター(2010)を参照。

(<http://crds.jst.go.jp/output/pdf/handbook2010.pdf>)

(農業環境技術研究所 物質循環研究領域)	環)
竹中明夫 領域長 (国立環境研究所 生物圏環境研究領域)	陸域を中心に生物多様性全般
松田裕之 教授 (横浜国立大学 大学院環境情報研究院自然環境と情報部門)	海洋/水産における生物多様性
矢原徹一 教授 (九州大学 大学院理学研究員生態科学研究室)	陸域を中心に生物多様性全般
和田英太郎 特任上席研究員 (海洋研究開発機構 地球環境変動領域物質循環研究プログラム)	融合領域(とくに生物多様性と物質循環を関連づけるための方法論)

次に、インタビューで指摘のあった課題を構造化俯瞰図<sup>8</sup>の観点(観察型科学者、構成型科学者、行動者)から再整理(一部文献調査等も加味した)した結果を以下に示す。

### <観察型科学>

- 生物多様性と物質循環は本質的に深く関連し合っているにもかかわらずその点を解明する研究は(日本では)あまり進んでいない。ただし生物地球化学的な観点から安定同位体を利用して食物連鎖などにアプローチするような融合的研究の萌芽は見られた。
- ローカルな観察とグローバルな観察が分離しており、時間的にも空間的にも「多様」と「統一」の中間に位置する、あるいは両者をつなぐような研究がない。結果としてローカルからグローバルまで一貫して適用可能な有効な指標がない。日本ではこれに対して以下のような原因が考えられる。また、欧米の研究者がこのような類の課題に対して大きなストーリーを仮説として組み立て、それをを用いて新しい局面を切り拓くことがしばしばあるのに対し、厳密性を追求しがちな日本の研究者はこのような課題が性格上不得手であるとの指摘もあった。

① 計画的、長期的、広域的な観測態勢が充分でない(米国ではLTER<sup>9</sup> やNEON<sup>10</sup> で先んじている)

A) 研究分野、地域(海、陸、陸水)、生物分類等による対象領域の分断のため、個々には優れた観察結果があっても、それらが総合化されにくい状態にある。

B) 研究者がデータを公開したがらず、データを統合するためのシステムやデータベースの整備が進まない。ただし生物多様性については国際的なイニシアティブ、ネットワーク化が始まっている(GEO BON<sup>11</sup>、JBON<sup>12</sup>、

<sup>8</sup>吉川弘之「研究開発戦略の方法論」科学技術振興機構研究開発戦略センター(2010)

<sup>9</sup> Long Term Ecological Research (<http://www.lternet.edu/>)

<sup>10</sup> National Ecological Observatory Network (<http://www.neoninc.org/>)

<sup>11</sup> Group on Earth Observations: Biodiversity Observation Network (<http://www.earthobservations.net/geobon.shtml>)

DIVERSITAS<sup>13</sup>など)。物質循環は一部では密な観測データが整理されつつある。

- C) 国際的な（特にアジア圏）プログラムへの関与の仕方が不十分であり、生物多様性、物質循環ともに欧米に主導されがち。
  - D) 人間の生活圏における科学的観察対象として、土壌の重要性が充分認識されていない。
  - E) 土地改変の影響の重要性が十分に認識されていない。
- ② 生物多様性の観測が充分に進んでいない。
- A) 地球表層（海表面や地面）のみしか観測できないとはいえ、有用な情報を得られるためリモートセンシング技術は極めて重要。ただし観測計画（センサの搭載計画など）が重要であるにもかかわらず計画の戦略性に欠けるとの指摘もあった。
  - B) 海洋深層の生物資源や物質循環に関する重要性の認識が不足しがち。
  - C) 海洋水産資源の科学的な評価が十分でない。
  - D) 生態系観測を長年支えてきた様々な職種（技術者など）や、当該分野の研究職ポストが減少し、観察型科学研究を継続することが困難になっている。日本では市民レベルでの陸域の生態系観測ポテンシャルは高いが、観察型科学を支える状況は悪化しつつある。
- ③ 生物多様性および物質循環に関する統合的なモデリング技術への需要が高い。
- A) 生物多様性の定量化（指標開発含む）への挑戦が引き続き求められている。
  - B) 観測結果の評価、予測のためのシミュレーションや統計解析など、数理科学、情報科学に対する重要性の認識が一層高まっている。
  - C) 日本ではソフトウェア開発が評価を受けず遅れている。

### <構成型科学から行動者>

- ① 観察結果を構成型科学の実践へとつなげることに対する観察型研究者の意識が高まりつつある（たとえばDIVERSITAS、IPBES<sup>14</sup>等）ことは間違いないが、観察型科学と構成型科学の間で連続性が欠如し、観察型科学者の関心が対策のための研究に向かわずメカニズム解明研究で完結する傾向がある。
- ② 構成型科学は個別の地域、国、大陸、全球とあらゆるスケールで必要とされている。

---

<sup>12</sup> Japanese Biodiversity Observation Network (<http://www.j-bon.org/>)

<sup>13</sup> <http://www.diversitas-international.org/>

<sup>14</sup> Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

- ③ 時間的にも空間的にも極めて限られた観測データしか得られないことを前提とし、それらに対応した取り組みを可能にする科学が必要であり、例として以下のような指摘があった。
- A) 順応的管理手法の開発、ステークホルダも巻き込んだ課題解決型（折り合いを見出す）研究の発展
  - B) 文化を含めた自然との折り合い研究の推進
  - C) 海域において人間活動との接点となる沿岸（藻場等）の研究の推進
  - D) 大規模な区域（陸域海域を含む）の保全研究が行われていない
- ④ 漁業に関しては、環境保全型の漁業の推進や海洋資源管理技術の開発が不足している（日本では漁業の不振で研究開発投資が行われていない）。また漁獲～加工～流通～廃棄という一連の過程における最適利用の検討も必要となっている。一方、地域における合意形成の成功事例が蓄積されつつあることも事実。
- ⑤ 農業に関しては、圃場レベルの物質循環研究は行われているが、生物多様性と融合させた研究は少ない。
- ⑥ 外来種管理・リスク評価研究では駆除技術が大きく立ち後れ、組織的研究はほぼ皆無である<sup>15</sup>。
- ⑦ 生態系における感染症の流行：野生動物感染症評価、人間をとりまく微生物動態の評価についての研究が重要である<sup>16</sup>。

## 4. まとめ

### 4.1 今後とりくむべき重要な課題

今回の調査を通じて得られた社会的期待（主に科学技術的側面からの期待）に応えるうえで重要となる課題はおもに以下の2つと考えられた。

- ① **観察型研究の基盤整備（あらゆるスケールでの生物多様性及び物質循環の現状評価や将来予測を行うための観測、分析、予測、評価基盤整備、国内外における研究のためのネットワーク整備、各種技術開発、人材育成など）**
- 観察型科学において、生物多様性や（地球化学的）物質循環の現状評価や将来予測のための観測、統合、分析、予測、評価の重要性は今後一層増すと予想される。生物多様性と物質循環ともに、地球温暖化と相互関連していることも観察の視点として特に

<sup>15</sup> 「環境技術 科学技術・研究開発の国際比較 2009年版」(CRDS)

<sup>16</sup> 「環境技術 科学技術・研究開発の国際比較 2009年版」(CRDS)

重要である。生物多様性に関しては、IPPCと同様のIPBES<sup>17</sup>が設立される予定である。

- 観測データの収集・利用システムの強化が必要である。生物多様性や（地球化学的）物質循環は、対象が極めて大規模で複雑なシステムであるため、現状評価や将来予測が時間的にも空間的にも極めて限定的な情報に基づいて行われざるを得ないのが現状である。観測に必要な技術（リモートセンシング、バイオリギング、カメラシステム、サンプリングシステムなど）、ゲノムや種の同定に必要な機器の開発（シーケンサー、生物種同定装置など）は進歩しており、精密な観測データを大量に収集できるようになってきている。生物多様性、物質循環の観測する地点ならびに評価項目を増やし、長期的・網羅的に観測を続け、国際的なネットワークを作りながらデータを地球レベルで蓄積していくと同時に、そのような研究を実施できる人材の育成も重要である。
- 生物多様性や物質循環は対象が大規模で極めて複雑なシステムであり、地球温暖化における大気中の温室効果ガス濃度のような明瞭な指標の開発が極めて困難である。観測で得られた大量の情報（ただし、全体的・統合的視点から見ればなお断片的である）の中から、生物多様性や物質循環をどのようにとらえ、局所と大域の問題を結び付けて考えられる定量的な指標を作り出していくかが大きな課題である。大規模データから新たな知識を発見する、あるいはモデリング・シミュレーションによって予測や不確実性の評価を行うために、統計科学や情報科学分野の先端的な技術を導入し、駆使していくことも重要である。
- また、自然科学的な観察のみならず、生物多様性や物質循環の変化が、人間社会に対してどのような社会的・経済的問題を引き起こしているかについての観察も重要である。

## ② 生物多様性及び物質循環の保全・利活用を社会実装するための技術の開発と社会への導入方法の検討および実践(構成型研究)

- 生物多様性でも物質循環でも、地域レベルの問題に着目し、解決へ向けた取り組みを行うことが必要である。
- 持続的な物質循環と生物多様性をどう保全し利活用していくかという課題に関しては、「順応的管理」や「多様なステークホルダ間での折り合いをつけるための研究」が課題として挙げられる。この場合、地球温暖化との相互関連性にも注意を払い、科学的観察に基づいた適切な軽減策・適応策を準備することが重要である。自然と人間の関係に折り合いを付ける研究のためには人文・社会科学系の研究者の参画も重要であり、ステークホルダ間で問題意識や興味・関心をいかに共有し、社会的合意を形成するか

---

<sup>17</sup> Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (<http://ipbes.net/>) 生物多様性条約COP10 (2010、名古屋)において、IPBESの設立が米国を含む参加国により合意されている。

という、社会技術的な側面も重要である。

## 4.2 スコープ検討班の検討結果と戦略スコープ検討について

以上のようなスコープ検討班の活動を通じて重要と思われた課題は、観測のためのインフラ整備、グローバルなネットワーク作り、順応的管理、人間活動との折り合いについての研究などであり、先端的な研究開発のように論文数や特許数で評価することが難しいものがほとんどである。例えば、現在のCREST<sup>18</sup>では「今後の科学技術の発展や新産業の創出につながる革新的な技術の創出」を目的とし、その評価指標としてNatureやScienceといった一流国際誌への発表数や引用頻度、特許、あるいは実用化の件数を評価の指標とする場合があるが、前項に挙げたような研究開発課題の成果に対してこのような評価方法そのまま当てはめることは難しいと思われる。

吉川弘之が提唱する持続性科学<sup>19</sup>によれば、持続性科学の検証方法は実験室内での実験ではなく、地球上の個々に存在するユニークな存在のゆっくりとした変化とその関係性に注目し、現実世界の進化によって検証する方法論をとり、さらに持続性社会実現を目的とする行動のための科学であるとされる。

生物多様性と持続的な物質循環という社会的期待を前提とした検討の結果得られた上のような重要研究課題は、吉川の持続性科学の研究範囲に該当すると考えられる。このような研究の推進をCRDSの戦略プロポーザルのテーマとして取り上げ、またできるだけプロポーザルの実効性を高めたいと考えるならば、断片的な研究課題の提示だけでは不十分であり、その研究推進方法やファンディング・研究の評価・人材育成の在り方、人文・社会科学との連携など、持続性科学の新しい発展に向けて研究開発の現状をどのように変化させていくべきかを具体的に検討しておく必要がある。

---

<sup>18</sup> 科学技術振興機構の実施するチーム型研究実施のためのファンディング制度  
(<http://www.jst.go.jp/kisoken/crest/about.html>)

<sup>19</sup> 吉川弘之「研究開発戦略の方法論」科学技術振興機構研究開発戦略センター(2010)  
<http://crds.jst.go.jp/output/pdf/handbook2010.pdf>

## ■戦略スコープ検討班報告書作成メンバー■

本書で報告した検討は、2010年3月～2010年11月までの期間、「戦略スコープ検討班」として以下のメンバーで実施した。

総括責任者	吉川 弘之	センター長
リーダー	石正 茂	フェロー (社会的期待ユニット)
メンバー	黒田 昌裕	上席フェロー (社会的期待ユニット)
	庄司 真理子	フェロー (社会的期待ユニット)
	武内 里香	フェロー (システム科学ユニット)
	中村 亮二	フェロー (臨床医学ユニット)

CRDS-FY2010-XR-16

### 戦略スコープ検討班 報告書

## 豊かな持続性社会の実現に向けた新たな 研究開発課題抽出の試み

～生物多様性と持続的な物質循環の境界領域を事例として～

平成 22 年 11 月

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター 戦略スコープ検討班

---

〒102-0084 東京都千代田区二番町 3 番地

電 話 03-5214-7481

ファックス 03-5214-7385

<http://crds.jst.go.jp/>

@2010 JST/CRDS

許可無く複写／複製することを禁じます。

引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

No part of this publication may be reproduced, copied, transmitted or translated without written permission. Application should be sent to [crds@jst.go.jp](mailto:crds@jst.go.jp). Any quotations must be appropriately acknowledged.

---