

# 持続的な地球環境のための研究の進め方について

中間とりまとめ（論点整理）

平成25年8月2日

文部科学省

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会

環境エネルギー科学技術委員会

持続可能な地球環境研究に関する検討作業部会

## 目次

はじめに.....	1
<b>1. フューチャー・アース構想の概要.....</b>	<b>4</b>
(1) なぜ今フューチャー・アースなのか? .....	4
(2) フューチャー・アースの目指すもの.....	5
<b>2. フューチャー・アースに参画する意義.....</b>	<b>8</b>
(1) 科学技術の振興・発展.....	8
(2) 我が国の社会及び産業への貢献.....	9
(3) 科学技術外交の推進.....	10
<b>3. FE に関連する既存の取組.....</b>	<b>14</b>
(1) FE が主に対象とする研究の特徴.....	14
(2) 既存の4つの国際地球環境変動プログラムと ESSP .....	14
(3) 研究を支えるファンディングの仕組み等.....	15
(4) 我が国の強みと弱みについて.....	17
<b>4. FE に対応した今後の取組の在り方 .....</b>	<b>20</b>
(1) 体制構築について.....	21
(2) ファンディング及びステークホルダーとの連携強化の在り方 .....	25
(3) FE 研究の推進に必要な能力.....	28

## はじめに

フューチャー・アース (Future Earth: FE) は、国際的な学術機関である国際科学会議 (International Council for Science: ICSU) や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) が中心となって進めている地球規模での環境変動に対処し、持続可能な発展を推進するための新たな学術プログラムである。

我が国において FE にどのように取り組むかを議論するために、文部科学省科学技術学術審議会研究計画・評価分科会環境エネルギー科学技術委員会 (安井至主査) の元に、持続可能な地球環境研究に関する検討作業分会が設置された (平成 25 年 4 月 26 日)。本報告書は、3 回にわたって開催された検討作業分会の内容を中間報告としてとりまとめたものである。

持続可能な地球環境の実現に向けて、これまで、世界気候研究計画 (World Climate Research Programme: WCRP)、地球圏/生物圏国際共同研究計画 (International Geosphere-Biosphere Programme: 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 (The International Human Dimension Programme on Global Environmental Change: IHDP) 等の国際プログラム<sup>1</sup>が立ち上げられ、国際連携の元で様々な観測、プロセス解明、モデリング等に関する研究が進められてきた。これらの国際連携プログラムからは非常に多くの成果が論文として発表されている<sup>2</sup>。これらの中には、地球規模での温暖化研究や生物多様性の減少等の課題に対して欠かせない知見を提供した研究も少なくない。我が国においてもこれらの国際プログラムに関連した研究プログラムが立ち上げられ、研究活動が行われてきた<sup>3</sup>。

---

<sup>1</sup> WCRP、IGBP、DIVERSITAS、IHDP の4プログラムは、総称して「グローバル環境変化 (Global Environment Change: GEC) プログラムと呼ばれる。

<sup>2</sup> Cardinale et al., 2012. Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature* 486: 59-67.  
Díaz et al., 2011. Linking functional diversity and social actor strategies in a framework for interdisciplinary analysis of nature's benefits to society. *PNAS* 108: 895-902.  
Saigusa et al., 2010. Impact of meteorological anomalies in the 2003 summer on Gross Primary Productivity in East Asia. *Biogeosciences*, 7, 641-655.  
Ramsey et al., 2012. A Complete Terrestrial Radiocarbon Record for 11.2 to 52.8 kyr B.P. *Science* 338, 370-374.  
Shimazaki et al., 2012 Fine-resolution assessment of potential refugia for a dominant fir species (*Abies mariesii*) of subalpine coniferous forests after climate change. *Plant Ecology* 213: 603-612.  
Tohjima et al., 2012 Analysis of seasonality and annual mean distribution of atmospheric potential oxygen (APO) in the Pacific region. *Global Biogeochemical Cycles*. 26 (4) online.  
Yahara et al., 2013. Global legume diversity assessment: Concepts, key indicators, and strategies. *TAXON* 62: 249-266.

<sup>3</sup> 関連の研究プログラムの例としては、次のようなものがある。  
気候変動リスク情報創生プログラム。 <http://www.jamstec.go.jp/sousei/jp/>  
AsiaFlux. <http://asiaflux.net/>

しかしながら、多くの研究活動の中から重要な研究成果が挙げられている一方で、個々の科学研究成果が社会的な課題の達成に必ずしも結びついていないとの指摘もある<sup>4</sup>。学術コミュニティの中にもその反省の声は聞かれる。実際、温暖化を含む気候変動や生物多様性の減少については、気候変動枠組み条約締約国会議や生物多様性条約締約国会議等の政策的な議論を行う国際的枠組みができてきているにもかかわらず、その解決に向けて具体的な道筋を見いだせているとは言い難い<sup>5</sup>。

課題解決に十分に貢献できていない一つの理由には、課題自身が複雑であり、これまでのように一つの科学原理や一つの科学的方法論で対象を捉えることが本質的に難しい、ということが挙げられる。さらに、それだけではなく、これまでの科学の課題解決に向けた方法論にも問題があったのではないか、という見方もある。FEは、そのような指摘を踏まえ、社会からの期待に対応して、いかにして科学が、具体的な課題の解決に貢献できるのか、その答えを見いだすための学術プログラムと言える。

我が国は、過去のオイルショックを乗り越え、世界有数の省エネルギー技術を持つにいたった。また、東日本大震災後の復興の場面においても、科学研究は社会の要請に応え解決策を見いだしてきている。これらの経験に基づいた科学技術を世界に発信し、持続可能な発展に向けたより効果的かつ効率的な道筋を提示することは日本の役目であろう。

これまでの体験を踏まえた上で、FEの新たな問いかけに応えるために、我が国として、

- ① 何が足りなかったのか
- ② 何が新たに必要なのか
- ③ これまでの研究の何を残して何を削ることが必要なのか
- ④ そのための仕組みは何か

を明らかにし、世界に提案していくことが必要である。

---

新海洋像:その機能と持続的利用。<http://ocean.fs.a.u-tokyo.ac.jp/>

DIVERSITAS in the Western Pacific and Asia. <http://diwpa.ecology.kyoto-u.ac.jp/>

<sup>4</sup> 第4期科学技術基本計画、文部科学省 p4、平成23年8月 <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/4honbun.pdf>

<sup>5</sup> 1992年に気候変動枠組み条約が採択され地球温暖化が意識され始めてから20年以上たっているが、世界気象機関(WMO)の報告書によると、地球温暖化は2001年以降も過去最大のペースで進んでいる。The Global Climate 2001-2010: a decade of climate extremes-Summary Report.2013.

[http://library.wmo.int/pmb\\_ged/wmo\\_1119\\_en.pdf](http://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1119_en.pdf).

また、国際自然保護連合(IUCN)の報告書によると、依然として生物多様性は生息地の減少や外来種の増加、気候変動などによって低下の一途をたどっている。New Guidelines on conservation translocations published by IUCN.2013. <http://ow.ly/mRgRG>.

FEは、単に科学技術のファンディングの在り方を問うという矮小化された話ではなく、その着想の原点には目の前の課題の解決なくしては、これからの地球の持続的な開発の展開が難しく、地球上における人類の持続可能性をも脅かすことになるのではないかという危機感がある、と考えるべきであろう。

地球は危ないというような、いたずらに危機感を煽る対応は慎まなければならないが、これからの地球規模での持続的発展を指向するに際して、これまで世界に蓄積されてきた科学的知識・技術を十分に利用するとともに、課題の解決に向けてより効果的な新たな道筋を描くことは必要であり、FEの方向性は我が国にとっても十分に検討に値する。

本中間報告では、FEに対応して、その概要、FEに参画する意義、また、FEに関連する既存の取組の概括、さらに、今後の取組の在り方について検討した。ただし、本報告では、個別の研究分野や個別研究の実施主体の検討、その選考の方法論等の検討については立ち入らない。また、研究資金の具体的な獲得やその責任分担等の検討にも立ち入らない。本報告は、FEに対する取り組みを検討する中間報告としてまとめたが、今後、親委員会である環境エネルギー科学技術委員会での議論、及び学術コミュニティにおける幅広い議論の元で、FE推進に向けた道筋を早急に描くことを期待したい。

# 1. フューチャー・アース構想の概要

(\*参考資料1～2<sup>6</sup>を参照)

## (1) なぜ今フューチャー・アースなのか？

人間活動が地球の様々な自然プロセスに甚大な影響を及ぼし、危険な環境変化を引き起こした末に、人間自身の生活の安定を揺るがし、結果的に自らの成長及び発展を妨げかねないことを裏付ける科学的研究成果が、近年続々と明らかになっている。

地球変動の影響は、洪水のような局所的な問題として顕在化するが、2011年のタイでの洪水の例が示す通り、その二次的な影響は、国境を越えて、経済、産業界などへの影響としてアジア地域及び全世界に波及しうる。時間的・空間的垣根を越え、我々の行動や不作為（例：緩和策実施の怠り）の代償は、自らに返ってくるものが明確になってきている。

さらに、温暖化のみならず窒素循環や生物多様性の観点からも、地球環境が劇的に、かつ不可逆的に変化する「限界点 (Tipping point)」に近づいているとの指摘もある<sup>7</sup>。つまり、地球と人類の存続・繁栄のためには、人間活動と自然の相互作用や地球の限界について理解を深めながら、グローバルな持続可能性に向けてガバナンスやパラダイムの転換を果たすことが喫緊の課題となっている。しかし、2012年の国連環境計画 (United Nations Environment Programme: UNEP) の報告書によると、持続可能性に向けた前進はほとんど見られていない<sup>8</sup>。

人間と環境の相互作用に関する研究の必要性の高まりや、これまで科学が持続可能な地球環境の構築に十分貢献できてこなかった反省を踏まえ、2012年6月、国連持続可能な開発会議 (リオ+20) にあたり、学術コミュニティが中心となり地球環境問題の課題解決型研究を推進する形でFEイニシアチブが発表された。

<sup>6</sup> 参考資料1:「初期設計報告書抄訳」、参考資料2:「フューチャー・アースについて-日本の取組-」(平成25年4月26日 環境エネルギー科学技術委員会資料(日本学術会議))

<sup>7</sup> Rockströmらは窒素循環の変化、生物多様性の減少、気候温暖化が、限界点を超えていると指摘している。Rockström et al., 2009. A safe operating space for humanity. Nature 461, 472-475.

<sup>8</sup> UNEP「グローバル環境アウトルック 5」では、世界の環境の現状が評価されているが、「現状では持続可能性に向けて前進しておらず、90の達成目標のうち4項目において進捗があっただけである。」と結論付けている。

FEは、2014年半ばからの正式発足を目指した10年計画のプログラムである。既に、FEの発足を後押しするような文言がリオ+20の成果文書に盛り込まれており<sup>9</sup>、過去2年間に亘り、計画の策定が欧州を中心に進められてきた。

## (2) フューチャー・アースの目指すもの

FEでは、以下の目的を達成しようとしている。

- ① 自然と社会のシステムが、どのように変化しているのかについて理解を深める
- ② 変化のメカニズム、とりわけ人間活動と環境の相互作用について観測し、分析し、モデル化する。
- ③ 地球環境の変化等により生じる危機やその危険性、その対応策に関する知識を提供するとともに、そのリスクへの警鐘を鳴らす。
- ④ イノベーティブな解決方法の開発等を通じ、変化に対応するための戦略を策定し、実施し、評価する。

この目的を達成するための方策として提示されたのが、研究成果の直接的及び間接的な利害関係者である国際機関、各国の中央及び地方政府、研究助成（ファンディング）機関、国際協力・開発援助機関、産業界、市民社会、メディア等（以下、総称して「ステークホルダー」という。）との協働、すなわち、研究計画の協働企画（Co-design）、研究成果の協働生産（Co-production）及び協働提供（Co-delivery）である。（図1参照）

人間活動を持続可能なものとして行うため、具体的な個々の課題の解決に必要な知見や技術を創出するための研究課題の設定（何をどのように研究するか）や、研究成果の具体的な課題への実装、その成果の普及を、研究者とステークホルダーが、信頼関係を築き継続して学びあい、協力して取り組もうというのである。そして、FEは直接的な教育機関ではないが、関係機関との協働企画（Co-design）の一環として初等から高等レベルまでの幅広い教育が将来的の持続的社会構築の重要な要素であると表明している。

---

<sup>9</sup> パラグラフ 48「我々は、科学界及び技術界の持続可能な開発への重要な寄与を認識する。我々は、先進国と途上国間の技術格差を埋め、科学と政策とのインターフェースを強化し、持続可能な開発に関する国際共同研究を促進するために、特に途上国の学術、科学、技術界と協力するとともに、各界間の協力を促進することにコミットする。」

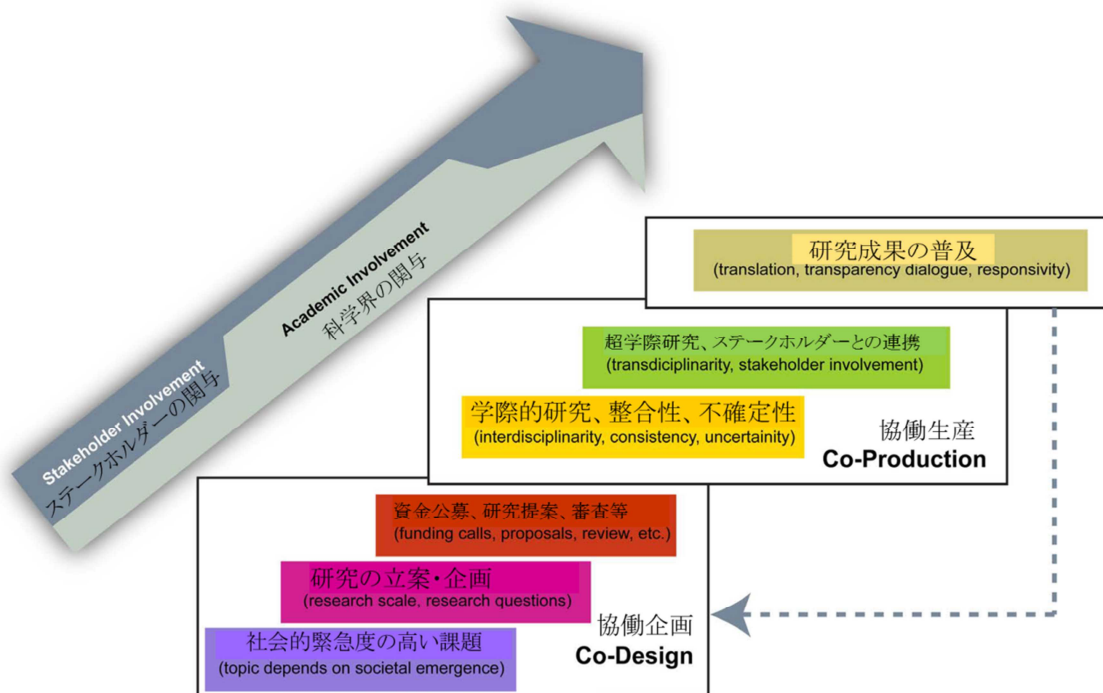


図 1：協働企画、協働生産の内容と関係

(出展：future earth research for global sustainability. Draft initial design report.2013. p21 を事務局にて試訳)

FE では、人間と環境の相互作用に重点を置き、経済学・法学・行動学・哲学などの人文社会科学や工学を含む自然科学といった幅広い研究分野の研究と社会の枠を超えた融合をうたっている。そして、様々な分野の研究者が、以下の3種類の統合的研究テーマに取り組むことが提唱されている。

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う変化しているかを理解すること。地球環境と社会の変化の傾向、その要因や過程、それらの相互作用を観測し、説明し、理解し、予期し、地球環境の限界点やリスクを予測することである。既存の知識を基に、特に、様々な規模で生じる社会と環境の変化の間の相互作用に焦点を置く。

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。この研究テーマで強調される点は、人間活動と環境変化が人々と社会の健康・福祉に及ぼす影響と、グローバルな環境変化と開発の相互作用に及ぼす影響を理解することである。



る。

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、新たな技術及び経済発展の道筋にどのように関係するかを評価し、様々な分野や規模にまたがるグローバルな環境のガバナンスと管理の戦略を評価する。FE 研究の重点は、持続可能な地球環境の構築に向けて社会を根本的に転換するための問題解決型の科学にある。このような科学によって、どのような制度的・経済的・社会的・技術的・行動学的変化が有効な手段となり得るか、そしてこのような変化はどのようにすれば最も実現可能か明らかになる。

## 2. フューチャー・アースに参画する意義

我が国が FE に参画する意義をどのように考えることが可能か、幾つかの視点から、以下において検討する。

### (1) 科学技術の振興・発展

#### 【我が国の地球環境研究の国際展開の足掛かり】

FE が対象としている地球環境研究は、グローバル・リージョナル・ローカルの 3 つの側面を持ち、各国個別に実施しても包括的な知見を得ることが難しく、国際的に実施する必要がある。また、地球規模の問題に全世界的に対応するための中・長期的な視野を持った俯瞰的な計画であるため、事業予算の制度上、短期的・断続的になりがちな各国の取組を繋ぐ役割も担っているといえよう。FE という国際的な取組に参画することで、我が国の地球環境研究を前進させることができる。

#### 【知の細分化問題の打開策／知の統合に向けた実践】

近年、我が国の学術政策、科学技術政策上の重要な問題として、「学問領域」と「知」の細分化があり、「社会のための科学」に対する障壁となるだけでなく、科学自身の発展の妨げになると認識されている。知の統合を目指す FE への参画は、この問題への対処法になる。また、我が国及びアジアによるこれまでの「知の統合」に向けた実践の経験や知見を国際的に提供し、深化させる機会である。

#### 【産官学民連携の主流化】

我が国においては、研究者の研究成果を社会実装につなげるという視点での産学協働研究の実績はあるが、企画段階から、様々なステークホルダーが連携して研究を行う実績は必ずしも多くない。気候変動適応研究推進プログラム (Research Program on Climate Change Adaptation: RECCA) や地球規模課題国際協力プログラム (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development: SATREPS) 等の経験を踏まえ FE を国内外で推進することにより、産官学民連携の主流化を促進できる。

#### 【課題解決への科学の貢献】

前述のとおり、持続可能な地球環境の構築に向けて科学が果たす役割に対する国際社会の期待は大きい。既に顕在化している地球規模課題への対応に

において科学的な助言及び専門知識を提供し、また、現在認識されていない将来のリスクの発見を通じて、科学の貢献を高めることが、FEの本質である。学術コミュニティ主導で、「地球の限界」への危機感の適切な共有や予防のための事前対策を積極的に講じる絶好の機会として捉えるべきである。

#### 【コミュニケーションの改善と意思決定の支援】

我が国において、科学技術と社会の関係はますます緊密なものとなり、科学技術イノベーションに対する国民の期待も高まっている。一方、原子力発電所事故は、科学と社会の関係におけるいまだかつてない大きな危機であった。東日本大震災を受けて、科学技術の可能性と潜在的リスクに関する情報を如何に適切に提供し、いかに意思決定に結びつけるかが、現在、科学技術政策上の重要な論点の一つとなっている。科学界を含む社会を構成する様々なステークホルダー間で互いの信頼関係をいかに醸成するかがリスクコミュニケーションの観点からも重要である。

FEは、不確実性と複雑性を伴う地球環境のリスクに関するコミュニケーションの改善と意思決定の支援を重要視しており、これに積極的に参画することは、科学技術と社会との関わりを再構築すべきという社会的な要請に応えることにもなる。

#### 【参画しない場合の課題】

FEの立ち上げに連動する形で、IGBP、IHDP、DIVERSITAS等の現行の学術プログラムがここ数年で終了する予定である。日本がFEに参加しない場合には、地球観測等のこれまで日本がIGBPやIHDP、DIVERSITAS等のもとで実施してきた共同研究を今後単独で継続するとともに、国際的な連携を構築していくことが必要となると予想される。今後、アジア・アフリカ等における国々、また国際機関と研究連携を強化しなければならないが、そのためにより一層の労力を割くことが必要となるであろう。FEはこれらのGECプログラムで構築されてきたネットワークや情報・データ構築を引き継ぐはずであるが、それらへのアクセスが困難となることも予想される。

## (2) 我が国の社会及び産業への貢献

#### 【頻発する自然災害と急激な社会変化に対してレジリエントな社会の構築】

我が国においても、近年、気候変動に伴う集中豪雨や猛暑といった異常気象<sup>10</sup>が頻発するとともに、東日本大震災時の原子力発電所事故のような人為的

<sup>10</sup> IPCCの第四次評価報告書によると地球温暖化がこのままのペースで進むと強い降雨の可能性が多くの地域で高まると予測されている。IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007. Hansenらの論文は過去30年

な影響の強い複数の災害も発生している。また、我が国は、高齢化や人口減少という社会問題が世界に先んじて顕在化している課題先進国であり、原因は違えども社会の根幹を崩しかねない自然及び社会の問題が山積している。

このような問題の軽減を目指し、持続的かつレジリエントな社会を我が国が模索する中で、中長期的な視点に立った知見を提供する研究は、FE だからこそできるものである。

#### 【危機に対する予防策】

良い意味でも悪い意味でもグローバル化が進んだ現在の世界では、我が国だけが平和で豊かな生活を享受することは難しくなっている。気候の変動に伴う洪水や渇水が、世界のどこか他の国や地域で生じたとしても、食糧貿易やサプライチェーン、あるいは消費活動を通じて我が国を含む国際経済全体に影響が及ぶ。健康で文化的かつ質の高い日本の暮らしを持続するためには、人類全体の持続可能性の構築に貢献する必要がある。

#### 【産業の持続的発展】

FE においては「産業界（第一次産業から第三次産業まで含む）」も重要なステークホルダーとして勘案されている。自然に直結している第一次産業による安心安全な農作物の持続的な生産は FE でも注目されている。それ以外の産業においても、科学界と産業界の垣根を越えた、環境問題への取り組みが新たなビジネスチャンスの創出につながるが大いに期待される。ビジネスと連携した取り組みを行うことにより、FE 研究がより環境面に配慮した災害にも強靱な企業活動に貢献し、開発途上国での日本企業のグリーン・ビジネスの展開の機会を広げる可能性を秘めている。

### （3）科学技術外交の推進

#### 【既存の事業との相乗効果】

我が国は、外交を科学技術に活用し、逆に科学技術を外交に役立てることを目的として、環境・エネルギーを初めとした地球規模課題の対応に資する科学技術外交の展開を推進してきた。既に SATREPS 等が進められている。FE の展開は SATREPS の推進と相まって我が国の科学技術を推進する駆動力となるものと期待される。

また、地球規模課題に対応するトランスディシプリナリー研究は、他国も

---

間の猛暑、厳寒といった極端気象は地球温暖化に伴い増加していると指摘する。Hansen et. al., 2012. Perception of climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 109: E2415-2423.

まだ十分に実施できていない中で、SATREPS は初期段階から開発途上国の実務者や研究パートナーたちと社会実装を念頭に置いた協働企画を行ってきた。

このように FE の先を行くような多くの実績を我が国は有している事実を認識し、FE の構想具体化に積極的に参画することは、FE の研究枠組みの原型を作り、研究者やステークホルダーにとって魅力的かつ実効的な研究条件を整える絶好の機会であるととらえるべきである。

#### 【新たな連携枠組みの構築】

FE における重要なステークホルダーとして、開発銀行を含む国際協力・開発援助機関や慈善活動・社会奉仕事業を行う財団が挙げられている。これらの機関や財団は、対途上国の関係上のパートナーであると同時に共同研究助成・出資機関としての機能を持ち合わせている。既に実施されている二国間政府開発援助（ODA）以外に、地球研究ファシリティ（Global Environment Facility: GEF）や開発援助銀行等のマルチ資金、助成金と連動・連携した新たな枠組みを構築できる可能性がある。

#### 【SDGs への貢献】

FE はポスト 2015 年開発アジェンダとしての持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals: SDGs）への貢献を目指しており、既に目標策定のための共同研究や、研究者と国連を中心としたステークホルダーとの協働も始まっている。また、目標設定後も達成に向けた進捗のモニタリングや評価の支援も FE は目指している。こうした機会をとらえ、またそれをリードすることは、将来の我が国の環境外交の在り方を示す上でも極めて重要である。

#### 【政府間評価への支援】

FE は、SDGs のみならず、気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change : IPCC）及び生態系サービスに関する政府間科学政策プラットフォーム IPBES（Intergovernmental Science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services: IPBES）等で評価の対象となる研究を実施するなどした貢献を目指している。

我が国はこれまで様々な取組を通じてこれらの政府間評価に貢献してきた実績を有しており、FE に参画することより更にこれらの政府間評価を支援していくことは、科学技術立国として重要である。

#### 【我が国による国際交渉・国際政治への貢献】

今後より一層、地球環境問題が地球規模の課題として国際的な政治の場で取り上げられ議論されることが予想される中で、地球環境情報の欠如は、国際的な場で発言する機会を失いかねず、国益を損ねることにつながりかねない。国際機関に対する拠出の効果を高め、国際交渉を適切に運び、国際社会において名誉ある地位を占めるためには、地球環境の過去、現状、将来に関する科学的な証拠と、将来予測に基づく適切なビジョンを広く世界に示していく必要がある。FEの参画によって得られる知見や人的ネットワークは、我が国の国益に資するものとなる。

#### 【アジア地域における体系的・統合的な連携強化】

世界人口の60%以上を占め、人類の経済活動の大きな部分を占めているアジアは、一大ホットスポットとして地球環境変化が進行しつつある。アジアにおける環境変化に、どう対処し、どう解決するか、という問題抜きに、地球全体の持続可能性の追求は不可能である。そのためには、アジア地域で体系的かつ協働的な環境研究と持続性追求を進める枠組みを組み立てることが重要である。例えば、洪水・干ばつなどの多発を含むアジアモンスーン変動に大きな影響を与える温暖化対策だけではなく、国境を越える環境問題一般に関しても、FEの枠組みを通じた新たな地域的協力の創出が必要である。

#### 【アフリカとの協力の緊密化】

将来的に大幅な人口増加と成長が見込まれるアフリカが将来的に地球環境に対して及ぼす影響も看過することはできない。また、アフリカに限ったことではないが、ガバナンスや行政サービスの及ばない地域に住む人々も無視することはできない存在である。本年6月に開催された第五回アフリカ開発会議（Tokyo International Conference on African Development: TICAD）では、同大陸における気候変動の影響を考慮し、環境面に配慮しながら「強固で持続可能な経済」や「包摂的でレジリエントな社会」に我が国が貢献していくことが宣言されている。アフリカに対する開発援助支援の効率性及び経済面等の協力の緊密化を図りながら、我が国らしい外交を発揮するためには、研究開発との連携が極めて有効である。FEへの参画は、研究開発面でのアフリカとの連携を促すものとなるであろう。

#### 【我が国及びアジアの視点の世界への発信】

欧米主導のFEにおいて、アジアの価値体系や哲学に基づく視点や将来ビジョンを打ち出すことも重要である。

現在のFE構想には、西洋文化すなわち自然を征服する思想が色濃く出てい

るとの指摘がある。我が国及びアジアでは、(里山の暮らしのような) 歴史的な社会の知恵の活用を通じて社会のしなやかさを高め、人類の幸福に貢献するという、独自の視点を有している。FE が地域にあった解決策を提示できるようにするためには、このようなアジアの視点を FE において発信することが重要であろう。

我が国はこの伝統社会の知恵を大量に保有・保持しており、この知識を体系化する人文社会科学的取り組みは FE が求める人文科学からの貢献の目玉になりうるであろう。

また、東日本大震災や原子力発電所事故の検証結果や、高齢化や人口減少といった我が国が世界に先駆けて体験している課題に対する科学技術の適用の経験を世界に対し発信することは、多大な国際貢献となりうる。

#### 【包括的な研究成果のアピール】

観測からモデリング、影響評価、対策まで幅広い研究を実施しており、国費も投入されているにもかかわらず、我が国の国際的なプレゼンスはまだ高いとは言えない。個々のプロジェクトの成果を1つにまとめて世界場で提示し、かつ、国内でも研究を社会に直接的に貢献させる方策を考える必要がある中で、FE は非常に良い機会を提供する。

### 3. FEに関連する既存の取組

#### (1) FEが主に対象とする研究の特徴

FEが対象とする研究は、人文・社会科学から自然科学まで極めてすそ野が広く、多様な分野において、多数の研究者やステークホルダーが参画する。今後のFEの検討にあたっては、特に以下の点について留意が必要である。

- ・これまでの地球環境に関する自然科学研究だけでなく、持続可能性に関する人文・社会科学を含めたより幅広い学問分野が対象となること。大学や公的研究機関以外に、産業界、NGO、個人研究者等幅広い参加者によって支えられていること。
- ・FEに関する研究はネットワーク型の研究であり、課題を解決するために様々な大学・研究機関に在籍する研究者がそれぞれの視点から問題に取り組むものであること。

また、FE構想の特徴として、FEで国際的に取り組まれる研究（フラッグシップ研究）に関連した国内研究を、各国においても奨励することで、世界全体で科学技術を通じて持続可能な開発に貢献しようという発想に基づいている。

#### (2) 既存の4つの国際地球環境変動プログラムとESSP

(\*参考資料3～4<sup>11</sup>を参照)

FEの前身となる研究プログラムとして、WCRP、IGBP、DIVERSITAS、IHDPの4つの国際地球変動プログラムと、これら4プログラムの共同イニシアチブである地球システム科学パートナーシップ（Earth System Science Partnership: ESSP）がある。

##### 【4つの国際地球環境変動プログラム】

GECプログラムを構成するWCRP、IGBP、DIVERSITAS、IHDPの4つのプログラムは、それぞれ、気候、地球圏・生物圏、生物多様性、人間的側面といった観点から地球環境変動の研究を行っている。研究の実施にあたっては、まず、当該分野の代表が集まって研究の方向性を打ち出し、国際的な研究計画の調整を行う。そこで採択された研究は、世界各地の研究者によって実施されるが、その研究資金は、各研究者の自国政府、自国の研究機関又は研究者自身が

<sup>11</sup> 参考資料3:「WCRP、IGBP、IHDP、DIVERSITASの概要(安成委員資料)」、参考資料4:「ESSPの概要について」



負担している。

### 【地球システム科学パートナーシップ (ESSP)】

ESSP は、WCRP, IGBP, DIVERSITAS, IHDP の共同イニシアチブとして開始された研究プログラムであり、世界中から様々な分野の研究者たちを集め、GEC の4プログラムを横断するテーマで、地球システム、その変化プロセス、地球及び地域規模の持続可能性への影響に関する統合研究を実施してきたがFEに先立ち、2012年12月に終了している。

コア・プロジェクトとして、気候変動と健康、炭素循環、水システム、農業等を実施した。加えて、アジアモンスーン地域を対象とした唯一の地域研究プロジェクトとして (Monsoon Asia Integrated Regional Studies: MAIRS)がある。

## (3) 研究を支えるファンディングの仕組み等

(\*参考資料5～7<sup>12</sup>を参照)

FEが対象とする研究は、多様な研究ファンディング等により支えられている。FEのファンディング戦略のピラミッド型の概念図(図2参照)も踏まえつつ、既存の研究ファンディングを分類すると、次のように整理できる。

### 【FEのファンディング戦略に対応する既存のファンディング】

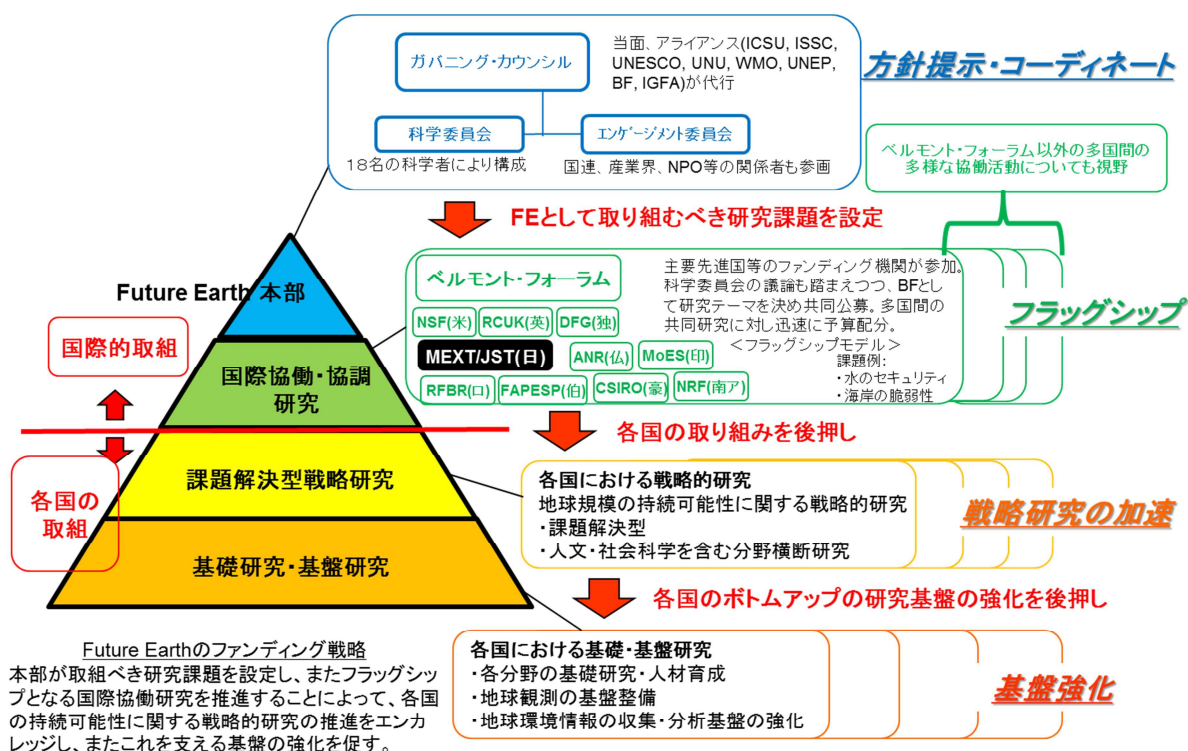
- ① 国際協働・協調研究
  - ・ ベルモント・フォーラムが募集するもの
  - ・ アジア太平洋地球変動研究ネットワーク (Asia-Pacific Network for Global Change Research: APN) が募集するもの
- ② 我が国における課題解決型戦略研究
  - ・ 国立環境研究所 (National Institute for Environmental Studies: NIES)、総合地球環境学研究所 (Research Institute for Humanity and Nature: RIHN)、地球環境戦略研究機関 (Institute for Global Environmental Strategies: IGES)、海洋研究開発機構 (Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology: JAMSTEC)、宇宙航空研究開発機構 (Japan Aerospace exploration Agency: JAXA)等が実施するもの
  - ・ 競争的資金 (環境省環境研究総合推進費、気候変動リスク情報創生プログラム等)
- ③ 基礎研究・基盤研究

<sup>12</sup> 参考資料5:「ベルモント・フォーラムについて」、参考資料6:「文部科学省におけるFEの参考となる事業(例)」、参考資料7:「地球環境に関する調査研究の推進(環境省資料)」

- ・ 競争的資金（科研費、グローバル COE プログラム等）
- ・ 大学・企業等が獲得する基礎・基盤研究費

【FE を支える研究基盤に関する取組】

- ① 地球環境情報の利活用に関する取り組み
  - ・ JAXA や JAMSTEC による地球観測、全球観測システム利用研究  
地球環境情報を利活用した適応策の研究（RECCA、グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス（Green Network of Excellence: GRENE））
- ② 教育・キャパシティビルディングに関する取組
  - ・ 戦略的環境リーダー育成拠点形成
  - ・ 博士課程教育リーディングプログラム 等
- ③ トランスディシプリナリー研究の萌芽となる取組
  - ・ SATREPS プログラム
  - ・ 社会技術研究開発センター（Research Institute of Science and Technology for Society: RISTEX）の実施するプログラム



文部科学省 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 第1回 環境エネルギー科学技術委員会(H25.4.26) 資料より

図2 フェューチャー・アースのファンディング戦略

#### (4) 我が国の強みと弱みについて

今後、FE の取組の在り方を検討し、既存の取組との連携強化の際の参考とするため、関係者に対し、我が国の強みと弱みについて意見聴取したところ、次のような回答があった。

##### 【我が国の強み】

###### <研究体制としての強み>

-FE の趣旨に関連する研究はこれまでも実施されている。

-我が国は、FE が対象とするすべての個別分野において研究が行われており、また地球観測、分析、予測も含め総合的な研究を実施する基本的な体制が整備されている。

-文部科学省のファンディング機関（日本学術振興会 Japan Society for the Promotion of Science: JSPS、科学技術振興機構 Japan science and technology agency: JST）はすべての学問分野を対象としており、学際連携に柔軟に取り組むことができる。

-国際協力・開発援助機関と連携し、途上国との共同研究を進める SATREPS や、トランスディシプリナリー研究を推進する RISTEX などの、フューチャー・アースの萌芽ともいえる先進的な取組の実績を有する。SATREPS は外務省/Japan International Cooperation Agency (JICA) と文部科学省/JST との連携など、府省連携の先例でもある。

###### <研究技術としての強み>

-データ統融合のためのプラットフォームである Data Integration & Analysis System (DIAS)を活用した GRENE や RECCA などの、地球環境情報に着目したトランスディシプリナリー研究実施の基盤となる事例を有する。

観測衛星を用いた国内外の地球観測を継続的に行ってきた実績がある。例えば温室効果ガス観測衛星「いぶき」(Greenhouse gases Observing SATellite (GOSAT)) は、全球の温室効果ガスの濃度分布を観測している。

-世界規模の海洋観測計画において、中核的役割を果たしてきた実績がある。例えば、熱帯海洋域の観測係留ブイ網の構築においては、我が国はトライトンブイとして、西部太平洋熱帯域のブイ観測網を担当し、全海洋域を対象と

したアルゴ計画<sup>13</sup>では全世界で稼働中の約 3,500 基の海洋観測ブイの 8%ほどを放流し、データの公開においても主要な役割を果たしている。

-IPCC にその成果が引用されている 2 つの気候モデルや精緻な動的植生モデル、人間活動や河川氾濫も考慮した地球人間系の全球水循環モデルなど、FE に不可欠なモデリング分野で世界をリードしている。

-途上国の貧困撲滅や生活基盤確立のためには、経済成長が必要とされる一方、新興国を中心とした需要拡大に伴うエネルギーや資源の供給制約が、成長阻害要因となりかねない。世界トップクラスの省エネルギー、省資源技術を有する日本の産業界との連携していくことで、途上国の持続的発展に貢献していくことが可能となる

### 【我が国の弱み】

<研究体制としての弱み>

-真の意味での文理融合研究は緒に立ったところである。特に、言語の壁や国際的な人脈の欠如から、国際的なアライアンスを組んで実施する文理融合の取組は十分でない。

-人文・社会科学研究は国際的なプレゼンスが必ずしも高くないとの指摘がある。

-研究プログラム間の情報共有・成果連携が必ずしも十分でない。

-府省間の行政的区分（いわゆる縦割り）が研究の分断に及ぶことがある。

-研究者の評価体系が、必ずしもトランスディシプリナリー型の研究に高い評価を与えるものとなっていない。

-個別要素的な研究プロジェクトで優れた実績はあるものの、地球環境問題の原因に対して包括的に取り組む視点や全体的な戦略が、国として必ずしも明確ではない。特に、環境問題解決への技術による貢献の検討が先行しているのに対して、社会の構造転換の議論が遅れている。

<研究技術としての弱み>

---

<sup>13</sup>世界気象機関(WMO)、ユネスコ政府間海洋学委員会(IOC)等の国際機関および各国の関係諸機関の協力のもと、全世界の海洋の状況をリアルタイムで監視・把握するシステムを構築する 国際科学プロジェクト。

- 水-食糧-エネルギーに関する世界規模の現状把握と将来推計に必要な地形標高、人口、植生、農地・灌漑農地、土地利用・土地被覆、帯水層、ダム貯水池等の分布といった基礎情報を海外に依存せざるを得ないのが実態。
- 精度、品質、効率に優れた個別の技術を統合してデザインし、新たな知のフレームワークやシステムを構築し、国際標準化し、世界に提案・提唱していくことは、必ずしも得意ではない。

## 4. FE に対応した今後の取組の在り方

FE の進め方の検討は、FE に参画する意義や既存の取組を踏まえ、我が国の事情を勘案しつつ、行っていかなければならない。

グローバル化した現代社会においては、一国では対処できない地球規模の課題が山積している。しかしながら、我が国は地球観測研究を遂行するだけの知識と経験と技術を要している。また省エネルギーなどの持続可能性の高い将来の実現に必要な技術も高い水準を維持している。FE が提唱している協働による研究の萌芽的な取り組みも既に実施されており、国際的な新たな潮流となる FE に参加することは、ある意味では我が国の科学界の自然な流れといえる。

また FE が単に科学研究だけでなく社会と科学のありようそのものも変えようしている中で、これに参加しないことは、我が国が持つ強みを国際社会に示すこともできない上に、我が国にも影響を及ぼす国際問題の解決に寄与することができない。

タイでの洪水や PM2.5 のように地球環境問題の影響が国境をたやすく越えることを実感した今だからこそ FE に積極的に関与すべきである。そして持続可能な社会を構築するとともに、日本国民の安心・安全に向けて、科学は貢献する必要があるのではないだろうか。

FE は、複合的かつ広範囲な課題を対象とする概念であり、全ての分野で我が国が積極的に取り組み、活動に貢献することは不可能と考えられる。我が国の強み、経験・知見の蓄積を活かせる戦略分野や、特に優位に立ちたいと考える部分を早期に特定し、人的・資金的資源の重点的投入を図るべきである。総花的な資源の配分は避けるべきである。

そこで、本作業部会の中間とりまとめとして、今後どのような点について検討する必要があり、各論点にはどのような選択肢があるか、FE 初期設計報告書において特に明示されている体制構築、ファンディング及びステークホルダーとの連携強化の在り方、FE 研究の推進に必要な能力の 3 点について、以下のとおり提案する。

## (1) 体制構築について

(\*参考資料8<sup>14</sup>を参照)

FE 初期設計報告書では、ガバニング・カウンシル、科学委員会、エンゲージメント委員会及び事務局（本部及び地域ノード）によって構成される FE 本部の体制について提案するとともに、国内委員会の設置や国内のファンディング機関間の会合の開催などを各国に求める記述があり、7月には事務局の公募も開始された。

これに対しては、我が国としては次のような対応を取るべきではないかとの意見が示された。概要は以下のとおりである。

### 【FE 本部に対するアプローチ】

＜FE 本部に対して＞

- FE の移行検討チーム（トランジッション・チーム）に日本人は含まれなかったことに象徴されるように、これまでの取組は欧州がリードしており、FE の企画・運営面での我が国の関与は極めて薄い。FE に積極的に関わるのであれば、ガバニング・カウンシル、科学委員会エンゲージメント委員会、事務局といった FE 本部に日本人（実務者・幹部級ともに）が登用されるように働きかけを行うべきある。必要に応じ、研究者自身がこういった役割を担う必要も出てくるかもしれない。日本が後発であることを踏まえれば、事務局への、我が国の負担による（in-kind contribution）による人材の派遣も積極的に行うべきである。我が国が推薦し選考された科学委員会の委員をサポートする体制を強化することも重要である。
- エンゲージメント委員会はまだ公募されていないが、研究開発に知見を有する実務者や実務が分かっている研究者が念頭に置かれているとの情報がある。我が国では研究と実務の垣根の高さや雇用の流動性の低さから、このような人材が現時点で極めて少ない。我が国の政治・文化・制度・制約を踏まえた上で、このような人材を育てながら世界的に対応できる組織制度を設計することが肝要である。
- 事務局や事務局長等を選定するのは FE のアライアンス<sup>15</sup>である。現時点では

<sup>14</sup> 参考資料8:「フューチャー・アース事務局公募概要」

<sup>15</sup> ICSU 及び ISSC を中心とした、FE 構想の企画構想を担ってきた集団。そのほか、世界気象機関(WMO)、国連環境計画(UNEP)、地球変動問題出資機関(IGFA)、国連教育科学文化機関(UNESCO)、国連大学(UNU)、ベルモント・フォーラム(グローバルな環境変動研究のリサーチファンドを有する機関の代表・関係者の会合)がメ

アライアンスの中核機関の一つである国際社会科学会議（International Social Science Council: ISSC）に日本の学術機関が参画していないが、早期の参画を慫慂すべきである。

- アライアンスのメンバー機関における我が国の発言を強化していく必要がある。国内の関係機関間で連携し、アライアンスのメンバー機関における FE への対応方針の検討において、当該メンバー機関の構成員の一人として、各国内関係機関がリードすべきである。
- FE は 10 年計画であり、先進的な試みであることから、FE 本部に登用を働きかける日本人は、中堅又は若手の起用が望ましい。
- 我が国が運営資金を拠出してこなかった DIVERSITAS では、（我が国の）科学委員が発言しても実行における影響力が余りなかったのではないかとの意見が出ている。拠出金を直接的又は間接的に出してきた WCRP や IGBP ではどうだったのか検証のうえ、今後の戦略を検討する必要がある。

#### <事務局誘致について>

- 成長著しいアジア地域は、我が国のビジネスの発展や国際展開の観点からも重要であるのみではなく、前述のとおり、世界人口の 60%以上を占めるアジアにおける環境変化にどう対処し、どうその課題を解決するか、という問題抜きに、地球全体の持続可能性の追求は不可能であるともいえよう。

そのアジア地域において、我が国は FE が対象とする多くの分野において研究を行っており、また地球観測、分析、予測も含め総合的な研究を実施する基本的な体制も整備されている。また、我が国はこれまで、科学技術の分野において世界をリードする中核国の一つとしての役割を果たしてきた。以上のことから、我が国が、FE 活動においてリーダーシップを発揮し、アジア地域を代表して FE 事務局を誘致することは自然の流れといえよう。FE 事務局の日本への誘致は、我が国のアジアへの貢献を明示するとともに、アジアにおける我が国の位置づけを明確にする上からも重要である。

そのため、国際的にリーダーシップを発揮できる日本人人材を確保し、事務局長等のポストの獲得も目指すべきである。それにあたっては、事務局機能と予算の確保も前提に考える必要がある。

- FE の本部事務局及び地域ノードの募集が開始された。FE はこれまで欧州が

---

メンバーである。



中心となって議論が進み、GEC の本部も全て欧州にある (WCRP (スイス)、IGBP (スウェーデン)、DIVERSITAS (フランス)、IHDP (ドイツ))。これを踏まえれば、本部事務局誘致とは別に、地域毎に設置される地域ノードのアジア・オフィスを誘致するという選択肢も考えるべきである。

- 事務局本部ではなく地域ノードを誘致する場合でも、戦略的にどのように動くか、各国に対しどのように根回しするか、検討が必要である。
- 仮に事務局誘致に成功した場合であっても、人事権等は ICSU やアライアンスの意向を取り入れることが必要となると予想されることから、その前提でどのように我が国として事務局を運営するかを検討する必要がある。

<その他>

- FE の議論は SDGs を中心としたポストリオ+20 の議論と密接に関わるものであり、SDGs の議論に積極的に関与していくべきである。

#### 【FE 国内委員会】

<国内委員会の在り方について>

- 国内委員会を早急に整備すべきである。
- ガバニング・カウンシルの役割を当面代行するアライアンスのメンバー機関に対する我が国の国内関係機関は多くの府省・機関・部署にまたがる。これらの多様な FE 関係者間で効率的に情報共有し、統一した方針や戦略を策定し、FE の運営へのインプットや我が国のグッドプラクティスの国際発信を行う必要がある。
- 個々のパーツ技術・科学的知見を様々な社会の実情やニーズに合わせて統合し、社会的・産業的に意味と価値のあるコンセプトに組み立てていく構想力の弱さを克服すべく、府省横断的な統合戦略の設定・推進のための委員会・組織作りが必要である。この際、技術の実用化及び普及を担う産業界、海外、特に途上国への普及や展開に経験・知見のある国際協力機関や NGO などが、戦略策定段階からしっかりと参画することが必須である。そのために、進捗や課題を共有化できる産学官民のフォーラムを設置する可能性も模索すべきである。
- 同様の観点から、政府と学术界のみならず、産業界、市民団体、自治体、メ

ディア等の参画を確保するため、民間の委員会の設立を目指す選択肢もある。リオ+20 に向けて外務省と環境省が中心で作った民間委員会は、一つの参考となりうる。

- 以上のような関係者や各ステークホルダーに対し、いかに情報を発信し、またどのように意見を集約するか、コミュニケーションに力を入れる必要がある。早期のホームページ立ち上げなどによる情報発信も検討すべきである。
- 世界各国・各セクターとの協力を得るためには、首相官邸に事務局を設けるのも一案である。

#### <国内委員会以外の委員会について>

- エンゲージメント委員会に相当する国内の体制に、科学技術社会論の専門家や、「グローバルな開発（発展）」（すなわち国際協力・開発援助）及び「持続可能性に向けての転換」（サステナビリティ学や社会経済・ビジネス、政策等）に関する専門家の十分な関与が欠かせない。後者は RIHN、NIES、IGES 等に少なからず人材がいると思料されるが、幅広い人材の確保が必要である。
- 現状では、FE 本部のエンゲージメント委員として想定されるような人材は極めて限られていることから、若手の実務者や研究者を育成していく長期的な視野を持つことが重要である。
- 個別研究者がアライアンスのメンバー機関が開催する会議等で継続的に発表することができるような機会を与え（参加支援ファンディングの仕組みを整備）、そのための情報提供の仕組みを充実する必要がある。

#### 【国内ファンディング会議】

- FE は関連する分野が幅広いため、複数の「目利き」が情報交換を行い、戦略を練るための仕組みが必要である。具体的には、関連するプログラムのプログラムディレクター（PD）、プログラムオフィサー（PO）等が府省の枠を超えて集まり、プログラム間の連携や国際対応等について議論する「フューチャー・アース PD・PO 等会議」を設置することが考えられる。
- 国内における様々なファンディング機関がトランスディシiplinary 研究を事業として推進するためには、全体像を把握した上で、それぞれの設置法に照らして担当範囲を決定する必要がある。そのため、関連府省及び機関を

含めて政府全体としてコンセンサスを形成すべきである。

## (2) ファンディング及びステークホルダーとの連携強化の在り方

### 【ファンディングの在り方】

FE 初期設定報告書では、FE を推進する上で、下のような検討を奨励している。

- A) 既存のファンディングの強化
- B) 開発援助機関、開発銀行、企業、ベンチャー、財団等と連携強化及びイノベーティブなファンディングのメカニズムの構築

これを踏まえれば、我が国の FE 関連事業のファンディングとして、以下のような選択肢が考えられる。

#### A) 既存のファンディングの強化

FE に関連するような政策や事業を如何に強化すべきか。またトランスディシプリナリー研究の方向性はどうあるべきか。

#### <ネットワーク形成支援>

- 特に開発途上国との国際協働の取組について、開発援助コミュニティとの連携を念頭におき、多国間での共同研究のためのネットワーク形成や拠点整備を支援する仕組みが必要である。
- 国際的研究拠点も日本に構築する必要があることを強調すべきである。トランスディシプリナリー研究は、現在、欧米が主導している。(1)の体制構築にあるように、FE 本部や地域ノードに対して我が国が貢献していくには、まず、国内でトランスディシプリナリー研究自体を主導できる拠点の構築やそのためのファンディングが必須である。
- 一機関では人的な対応が困難であることから、将来シナリオの策定や環境技術の現地への実装を目指した研究に、全ての関係機関が連携して取り組む必要がある。
- FE 関連の国際的研究プロジェクトにかかわる日本人を増やすべく、国際研究活動を奨励し、評価する仕組みを早急に構築する必要がある。
- 真のトランスディシプリナリー研究を実現するには研究資金の配分だけで

はなく、どのように研究チームを組織するかが重要となる。

#### <研究の方向性>

- グローバル課題はローカルやリージョナルに、空間・時間軸を越えた形で影響が現れる。グローバルで長期の共通課題を念頭に置きつつ、ローカル・リージョナルに適した解決策を提示する研究の促進を行うことが重要である。
- SDGs では、個別具体的には、水、エネルギー、食糧といった分野横断型の課題として論点が示されると予想される。各分野を横断した最新の知識導入やステークホルダーの関与が今後の重要な要素となる。例えばSDGsの設定、評価、モニタリング、地域別実施支援などを行い、それをステークホルダーとの連携で行う仕組みが必要である。
- ベルモント・フォーラムにおける次期公募テーマが、地球環境情報の利活用に関する研究である”e-infrastructure”であることに注目すべきである。そして、この課題に関連するデータサイエンスやビッグデータサイエンスに関する研究を強化する必要があるとともに、ここから得られた研究成果を国際的な枠組みに還元していく必要がある。
- トランスディシプリナリー研究を促進するためには、論文投稿以外の研究の評価軸も加える必要がある。

#### B) 開発援助機関等との連携強化及びイノベーティブなファンディング・メカニズム

開発機関・開発銀行、企業、ベンチャー、財団等との連携・協力を通して、どのような協調・協働ファンディングが可能であろうか。

- ICSU・ISSC・国連国際防災戦略(The United Nations－International Strategy for Disaster Reduction: UN-ISDR) が共同主催する災害リスク統合研究(IRDR)との連携は重要である。
- 近年、環境や災害分野において、民間の財団や助成団体によって、住民との協働計画・協働生産を条件としている募集の実施が増えてきており、東日本大震災に特化した予算が投入され、様々なNGO・NPOとの連携の実績も生まれてきている。これらとの連携や共同募集の仕組みは検討の価値がある。

- APN とベルмонт・フォーラムはどちらも FE の研究を国際的に推進するプラットフォームとなり得る。両事務局は既に互いに連携することを意識しており、APN のネットワークで芽が出てきたテーマをベルмонт・フォーラムで取り上げるなどして、更に連携を深めるべきである。
- ベルмонт・フォーラム関連では、例えば「気候サービスのための全球枠組に資する研究」では、世界気象機関 (World Meteorological Organization: WMO) が推進しているプログラムとの関係が深いなど、他の機関の関連研究公募の動向にも注意が必要である。
- 政府開発援助 (ODA)、世界銀行に置かれている地球環境ファシリティ (Global Environment Facility : GEF)、開発銀行等のマルチ資金や民間の財団等の助成金、企業との連動・連携を実現するためには、環境に配慮した経済成長 (国内であれば経済再生や生活の質の向上、対開発途上国であれば持続可能な開発を通じた貧困削減) に効果を発揮しうる知見や技術の提示を明確に意識すべきである。
- 気候変動枠組条約において、森林減少・劣化からの温室効果ガス排出削減 (REDD) の検討が進められているところ、地球観測や地球環境研究は森林の状況モニタリング等に大きく貢献できることから、これらの機関との連携も検討すべきである。
- 開発される技術の実用化・普及のための民間資金 (企業研究開発費、投資資金) とのタイアップないしは相互補完を実現するためには、戦略分野ごとに技術開発のステージを RDDD (Research、Development、Deployment、Diffusion) に分類し、それぞれのステージに必要なプレーヤーの参画を募るなど連携を統合的に実施していくことが必要である。
- FE アライアンスのメンバー機関でもあるユネスコでは、持続可能な社会の担い手づくりである持続可能な開発のための教育 (Education for Sustainable Development: ESD) を推進している。また、日本ユネスコ国内委員会から人文・社会科学を含む学問分野の知を統合した持続可能な地球社会の構築に向けた科学的取組であるサステイナビリティ・サイエンスの推進についてユネスコに対して提言をしており、FE の理念と共通する点が多い。また、ユネスコの既存事業として、国際水文学計画 (International Hydrographical Programme: IHP)、政府間海洋学委員会 (Intergovernmental Oceanographic

Commission: IOC)、人間と生物圏 (Man and Biosphere: MAB) 計画を政府間プロジェクトとして実施してきており、日本としても積極的に参加・協力してきているところである。なお、IHP の枠組みにおいて、JICA と共同して、UNESCO はパキスタンで洪水対策プロジェクトを実施しており、現地のニーズに対し、最先端の科学的知見を用いて検討し、実装後は、国内水災害・リスクマネジメント国際センター (International Center for Water Hazard and Risk Management: ICAHARM) を通じて育成した現地の専門家に運営をゆだねている。FE でもこのような連携を期待できる。

- 国連大学が中心となって「アフリカの持続可能な開発のための教育 (Education for Sustainable Development in Africa: ESDA)」プロジェクトが実施されている。アフリカの 4 か国 8 大学において実施されるアフリカの持続可能な開発に従事する専門的人材育成のための大学院レベルの教育プログラムである。これにはユネスコや UNEP 等の国連機関のほか、東京大学などの日本の大学も協力している。ESDA は、アフリカ開発銀行も支援に乗り出そうとしており、FE とは非常に高い相乗効果を期待できる。
- 世界トップクラスの省エネルギー、省資源技術を持つ日本の産業界との連携を積極的に検討すべきである。また連携する場合には、これまでスピード感の異なる事業を実施してきた産業界との間での効率的な事業を行うために、工程表を共有することなどを検討すべきである。
- 関連する研究活動等の連携を図る第一歩として、様々な機関で個別に進められている事業の情報を収集・文書化し、適宜編集した上で情報発信する機能が必要である。

### (3) FE 研究の推進に必要な能力

FE 初期設定報告書では、トランスディシプリナリー研究を通じて地球規模課題に取り組む際、下記のような分野横断的な能力が必要となると記述している。

(従来から地球環境研究で重要とされてきた能力)

- ・ 地球観測
- ・ 観測情報の共有プラットフォーム
- ・ モデリング
- ・ 理論構築

(FE 特有の新たな能力)

- ・ ステークホルダーとのコミュニケーションとエンゲージメント
- ・ スコーピング（公開討論やヒアリングを通じたステークホルダーからの意見聴取）及び意見集約・取りまとめ
- ・ 能力開発・教育
- ・ 科学と政策の効果的なインターフェース

上記を踏まえ、我が国は、これらの能力をどのようにして構築すべきであろうか。これまでの議論において、以下のような案が提示されている。

○ 地球観測：

<研究支援>

- 国内、アジア域、並びに全地球を対象とし、生態系を含む地球人間圏の長期変化を観測するシステム及びモニタリングサイトを整備、ネットワーク化し、地球人間史において最も激しいと考えられる大転換期の変化を詳細かつ的確に観測、収集、記録することが必要である。
- 我が国が科学技術的優位性を持つマイクロ波放射計による水循環観測、衛星搭載降水レーダによる高精度な雨や雪の観測、中分解能可視近赤外センサーによる海面・陸上植生観測、温室効果ガス観測などの地球観測を推進すべきである。
- また、衛星観測と相補的關係にある、地上・海洋観測についても、従来の実績を活かすべく、積極的に推進すべきである。特に海洋内部は衛星では観測できないため、現場観測の継続は重要である。

<政策決定への貢献、社会との情報共有支援>

- SDGs はその達成状況をモニターし、評価し、予測することが重要となり、その観点からの政策形成が必要となる。そのためには、政策設定段階からモニタリング、評価等に係るステークホルダーの関与の仕組み構築が必須である。また、SDGs の議論と並行的に、科学的な手段や理解をいかに提供し、ステークホルダーの関与を確保できるかが鍵となる。

○ 観測情報の共有プラットフォーム：

- 将来予測、展望の共同構築結果も含めて、1850 年から 2100 年にかけての気候・環境、食糧・資源、技術、経済、生活、価値などの変遷をとりまとめたデータベースを構築して空間軸・時間軸からの検索を可能とすべきである。

- 学問分野間の「際」、セクター間の「際」を超えるためにデータの統融合は重要。観測と予測の統合、異分野データの統合が肝心である。また、「情報」を媒体としてトランスディシプリナリーな研究を協働して行う場を作る必要がある。
  - 全球地球観測システム（Global Earth Observation System of Systems: GEOSS）は地球環境に関するデータを FE に供給する位置にいる。GEOSS は 2015 年以降の在り方を議論しているが、国連のイニシアチブ等と連携しユーザとの連携をより深めていくことを志向しており、FE と win-win の関係でよい連携を構築することができるであろう。
  - ICSU-World Data System(ICSU-WDS)のような、科学データの保全・公開・相互利用を目指す国際活動との連携・協調も FE において求められている。ICSU-WDS 国際プログラムオフィスは日本国内にあって日本学術会議等とも連絡体制があることから、こうした我が国独自の国際リンクの活用も期待される。また GEOSS と ICSU-WDS の連携も必要であろう。
  - 世界的に科学データのオープンポリシーが議論されているが、とりわけ FE に関するデータについては、オープン化が適切に進展するよう積極的に取り組むべきであろう。
  - 地球観測によって得られる科学データを、地球環境問題に関する PDCA サイクルに活用しようという方法論は、これまでのところ確立されていない。ビッグデータをどう扱うかという技術的課題以外に、そもそもデータが正しく保存されない、データが正しく公開されないという問題をいかに社会的・文化的・組織的・技術的に解決していくかという点は重要と考える。
- モデリング及び理論構築：
- 前述の通り、我が国の人文社会科学研究の世界的なプレゼンスが必ずしも高いとはいえ、自然科学との連携も弱いため、分野横断型研究がひとつの大きな障害となる。そのため、2つのコミュニティが環境分野における問題をしっかり共有した上で、モデリングや理論構築に臨む必要がある。
  - ESSP や SDGs 関連の研究の例から分かる通り、水、エネルギー、食糧といった切り口からの知見を提供することが求められており、各分野を横断した



最新の知識導入やステークホルダーからの意見を踏まえた研究が望まれる。

- 我が国の有する地球シミュレータのような技術のより積極的な活用とそこから得られる知見を整理・統合するビッグデータセンターといった基盤の整備が必要である。

○ ステークホルダーとのコミュニケーションとエンゲージメント及びスコーピング（公開討論・ヒアリング等の意見聴取）及び意見集約・取りまとめ：  
＜ステークホルダーのエンゲージメント推進の仕組み＞

- FE 初期設定報告書では、ステークホルダー間の意見・情報・知見の活発な交換とイノベーションの促進をすべく、リージョナル・グローバルレベルでもステークホルダーの研究成果への関与を必要不可欠としている。そのために、どのようにして従来のトップ・ダウン型の対話に多くの関係者を巻き込むか、そしてどのようにして新たなボトム・アップ型の提案取り込んでいくかに注目が集まっている。また、FE 本部事務局においては、ソーシャルメディアやウェブ技術の活用が推奨されている。
- FE についてのファンディングや共同研究プロジェクト参画の機会について、総合的に知見を集積するセンター又は情報プラットフォームの構築が必要である。
- ステークホルダーが受け身ではなく主体的に「Co-design」「Co-production」に参画・協働するトランスディシプリナリー研究を浸透させるには、研究者コミュニティ、政策決定者、メディア、市民社会に向けた発信を工夫し、同時に参画のためのツールを開発する必要がある。
- FE 研究のモデリングや理論構築の成果が、具体的に、どのような不確実性の下でどのような予測が行われ、その中ではらんでいるリスクにはどのようなものがあるか、また、それに対する対応や解決の方向性及び対策技術をどう判りやすく提示するかを示すことで、FE 研究が現実に役に立つという実感を、ステークホルダーが得られるかが、FE 成功の鍵である。
- 健康、生物多様性、食糧・水の安保等様々なリスクを人類が共有していることを広く国民に理解してもらい、リスクを総体として明示するのが FE の役割である。限られた分野の研究者だけでなく多様なメンバーが参画できるフレームワークが大切である。

- 企業のエンゲージメントを促進するため、企業にとって連携が魅力的に感じる仕掛けづくりが必要となる。
- SATREPS では、ウェブサイトの充実、文系を中心とした学部生インターンによる分かりやすい情報の発信、Facebook やツイッターの活用に加え、Friends of SATREPS という独自のソーシャルネットワークシステム（いわばFacebook のようなオンライン・プラットフォーム）を構築している。本システムを利用して、研究提案の応募の前段階から、研究者のみならず産業界や市民等様々な階層のステークホルダーとの意見交換を経て、研究の出口を模索したり、研究者以外の人材の参画を促進したり、研究の途中経過や成果の共有を図ったりしている。このような戦略的な広報活動やツールの活用例も参考となる。

#### <社会とのコミュニケーションのための仕組み>

- 科学と社会とをつなぐ科学コミュニケーションの役割が重要。FE の構造や概念に関する情報や、理解と共有、その伝達を広く行い浸透させることが必須である。
- 先端の理論やモデルの研究者と社会を繋ぐ科学コミュニケーターの育成は、日本では実績があるものの、必ずしも十分に活用されていない。これを上手く活かすことにより、FE に国民全体で取り組む雰囲気を出ることが重要と考える。
- FE は独特な概念であり、また学術コミュニティ発の取組であるため、専門用語・業界用語が極めて多く、分かりづらい。一般の人にも説明できるようなコミュニケーションを意識することが必要である。
- 日本科学未来館や社会技術研究開発センター（RISTEX）の実績を活用すべきである。
- FE は、既存の能力開発関連のプログラムやネットワークと連携し、研究成果の速やかな社会実装と、その新たな知見を持続的な開発にどのようにつなげるかについて、科学教育の一環として広く伝えることを目指している。科学館等のネットワークの強化としても注目すべきであろう。

○ 能力開発／教育：

- FE では、能力開発プログラムや研究プロジェクトのオン・ザ・ジョブ・トレーニング等を通じた、若手研究者等の人材育成と国際ネットワーク構築を強く意識している。また、人材育成に加え、研究機関の能力の底上げも視野に入れている。開発途上国協力の観点で、地域内のパートナーシップへの期待が特に高い。
- FE は、ポストドクを含む若手研究者の活躍の場を広げる足がかりとなる。特にアジアにおけるリーダーシップ発揮の必要性を踏まえ、中国をはじめとする近隣国の研究者とのネットワーク構築を戦略的に進めるべきである。
- 自らの専門分野に関して卓越した研究能力をもちつつ、他の学術分野や行政、民間、市民社会とも良好なコミュニケーションを保ち、新たな学術研究をトランスディシプリナリーに構築して実行を主導できる能力を持った若手研究者の養成が FE の成功には不可欠である。そうした人材育成、能力開発の体制を従来の教育システムの枠にとらわれずに国内外に構築、展開する必要がある。

○ 科学と政策の効果的なインターフェース：

- 政策決定者は、メディアや NGO、産業界等様々な情報源から科学・技術に関する情報を得る。その中で、FE で生まれた科学的なエビデンスを、如何に政策に関連付けた情報に“通訳”し効果的に伝えるか、包括的な視野や戦略を持ってあたることを検討する必要がある。これは、ステークホルダーのエンゲージメント戦略の中の一部として位置付けられることに留意すべきである。
- 個別研究者が積極的にアライアンスのメンバー機関が開催する会議等で継続的に発表することができるような機会を与えるとともに（参加支援ファンディングの仕組みを整備）、そのための情報提供の仕組みを充実する必要がある。
- 市民社会及び政府が求める技術や知見と、科学技術が与えられるものとのギャップは必ず残る。これを近づける努力は大前提としつつも、対応が難しい課題を明確にした上で、効率性や投資効果が高いものを選択できるよう体制を構築すべき。同時に、限られた科学的知見をもとにどのように意思決定を行っていくかについて、社会と科学が共同で考える文化や事業を根付かせる

ことが最も重要である。