

ATTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT  
CTC GCC AATTAATA  
TTAATC A AAGA C CTAAC T CTCAGACC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAAC  
TGA C CTAAC T CTCAGACC

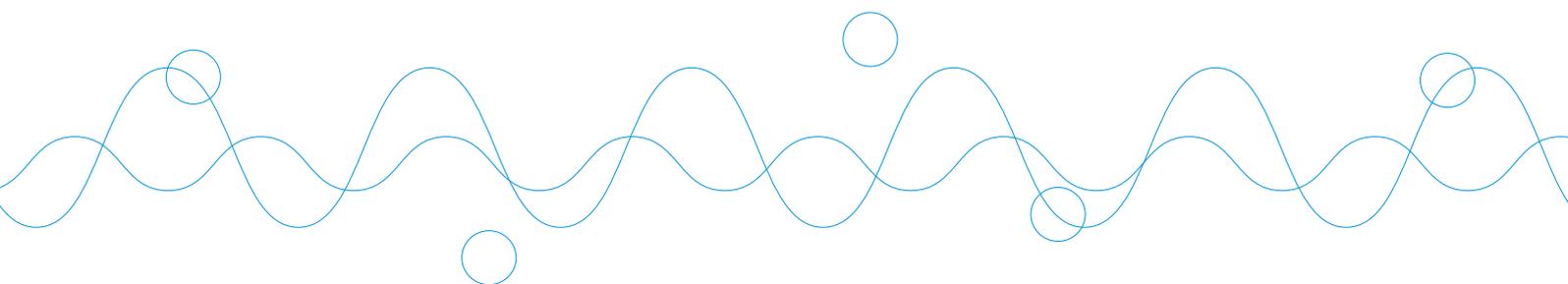
戦略提言

# エネルギー分野研究開発の戦略性強化

## STRATEGIC PROPOSAL

### Enhancement of National Strategy for Energy Research and Development

0101 000111 0101 00001  
0001 0000110  
0101 11  
0101 000111 0101 00001  
001101 0001 0000110  
0101 11  
00110 11111100 00010101 011



## エグゼクティブサマリー

本提言は、わが国のエネルギー分野研究開発の戦略性向上に向け、「府省横断的な総合計画の立案・推進機能の強化」ならびに「基礎・基盤研究機能の強化」の必要性を指摘し、その方策を提案するものである。

わが国のエネルギー分野研究開発については、政府の掲げる各種の国家計画、例えば 2010 年 6 月に第 2 次改定された「エネルギー基本計画」、2008 年 5 月に総合科学技術会議が発表した「環境エネルギー技術革新計画」、2010 年 12 月に総合科学技術会議が答申した「科学技術に関する基本政策について」などに、重点的に取り組むべき課題とその推進策として整理されている。本提言で取り上げた課題についても、その解決に向けての取り組みの必要性が指摘されているものの、具体的な方策の検討・実行はこれからである。

エネルギー計画は、あらゆる社会活動や個人生活の目標と期待を集約して策定される国家計画であるが、人口動態、産業構造、資源国際市場の影響などの不確かな要素を含む、極めて複雑な総合的政策でもある。わが国はエネルギー利用に関わる新技術開発を推進し、エネルギー安定供給と気候変動防止への国際的貢献を目指してきた。しかしながら、現在、国民各層に合意、共有されるエネルギー総合計画は見あたらず、それを基に立案されるエネルギー研究開発総合計画も存在しない。米国では 1970 年代に、英国では 3 年前に、単一の省としてエネルギーに関わる諸課題をすべて同じ土俵で総合的に議論し計画を作成する体制を整えている。わが国に相応しいエネルギー総合計画をいかに構築していくかが、喫緊の課題となっている。

このような中、去る 2011 年 3 月の東日本大震災と福島原発事故は未曾有の広域災害をもたらし、わが国全体の社会・経済・行政システムの再構築を迫ることとなった。そして、その根幹には国のあらゆる活動を支えるエネルギーの問題があり、日本の安全・安定なエネルギー需給の姿を中長期にわたり総合的に描くことが国民的要請となっている。

こうした観点を踏まえ、以下を提言する。

**【提言】 国家エネルギー総合計画ならびにエネルギー研究開発総合計画の立案・推進機能を強化すべきである。**

- (1) エネルギー分野の研究開発を効果的に推進するために、中長期を視野に入れた国家エネルギー総合計画と課題探索（社会的期待発見研究）に駆動されるエネルギー研究開発総合計画を、府省横断的に立案し、産官学が協働して推進する体制と機能を強化すべきである。
- (2) エネルギー分野の研究・開発・実用化に関わる研究者、技術者、行政担当者の多様な知識や経験を活かし、研究開発総合計画の共有を図るために、計画策定過程を広く開かれたものとすべきである。

- (3) エネルギー分野の難度の高い研究開発課題への息の長い挑戦を奨励するため、基礎・基盤的な研究に関わる計画の基本方針を堅持すべきである。そして、エネルギー分野政策目的基礎研究拠点を整備し、それを核とした異分野の研究者による課題解決への協働、基礎研究と応用・開発研究との連携を促進すべきである。

「エネルギー研究開発総合計画」では、国民生活に関わる中長期的な観点からの国家目標実現に向け、化石資源、原子力、再生可能エネルギーの需給全般を科学的に吟味し、重点施策の優先順位や予算投入規模などをその根拠とともに示す必要がある。これは、研究実施者や事業実施者、そして利用者側の国民の共通の理解を得るために欠かせない。エネルギー政策について、これまで総合科学技術会議のイニシアティブの下に関係府省が努力してきたが、上述の点で充分とはいえない。

エネルギーは全ての社会活動の前提と位置付けられるので、科学者・技術者がこれまで以上に社会との対話を保ち、中立的立場から国家計画の立案に積極的に参画して行くことが一層重要となる。このためには、科学者自身（自然科学者のみでなく社会・人文科学者も含め）が課題探索（社会的期待発見研究）を主体的に進め、将来の潜在的社会ニーズを先見的に把握し、科学技術の発展と結びつけて研究開発課題を社会へ提案して行くことが必要である。

さらに、国民各層の多様な意見を集約するためには、たとえば政府で検討中の「イノベーション戦略協議会」等の場を活用することも想定される。その際、開かれた場で議論の透明性を担保することの重要性から、アカデミアや産業界からの提案や見解を積極的に受け入れるため、事務局への科学技術の専門家の一定期間雇用を提案する。また、そうした多様な意見を集約しつつ府省横断的な立場から科学的に政策立案を進めるために、行政組織の意思決定者層に横断的視野を持つ専門家の登用、ならびにそうした人材の育成策を明確にすることを提案する。

エネルギー分野の基礎・基盤研究は主に大学の自由研究に委ねられているが、時間を要する基礎研究は研究者にとってリスクが高く、短期的に成果が求められがちな昨今では、特に若手研究者が取り組みにくいという声が多い。エネルギー分野の政策目的基礎研究拠点は、前述の社会的期待発見研究に加え、革新的課題に取り組む基礎研究、計測・解析やシミュレーション等の最先端の基盤研究を併せて、継続的に推進する必要がある。その具体的な姿は、前述のイノベーション戦略協議会等の場での産官学の議論を通じて、国として堅持すべき基本政策の中に描かれるべきである。

本提言では、東日本大震災ならびに福島原発事故からの復興策のひとつとして、エネルギー分野の政策目的基礎研究拠点のひとつを東北地域に設置することを提案している。こうした基盤研究拠点とそれらを核としたネットワーク型研究開発の推進は、わが国の科学技術イノベーションにとり重要な貢献を果たすものといえる。

## Executive Summary

This proposal summarizes the measures to enhance national strategy for energy research and development. The challenges requiring earnest attention in the areas of Japan's energy research and development, and measures for promoting such R&D, are summarized in various national plans that have been put forward by the government, such as the "Basic Energy Plan", its second revised edition, published in June 2010, the "Innovation Plan for Environmental Energy Technology" that was announced in May 2008 by Council for Science and Technology Policy, and the "Basic Policy on Science and Technology" that was reported by the Council in December 2010. It has been pointed out that it is also necessary to enhance the functions for planning and promoting comprehensive energy plans across all offices and ministries, as well as the functions related to basic, fundamental research, as covered by this proposal, but the planning and the execution of concrete measures have yet to be done.

An energy plan is a national program that is developed based on the collected goals and expectations of every social activity and individual life. On the other hand, the plan is an extremely complicated comprehensive policy that is affected by uncertain elements such as demographic dynamics, the structure of industry, and the international resources market. Our country has promoted the development of new technologies for energy utilization to make international contributions to the stable supply of energy as well as the prevention of global climate change. However, a master plan for energy that is agreed to and shared by all levels of people in Japan, and a consolidated plan for energy research and development that is part of that master plan, have yet to be realized. The US created a department to be responsible for energy in the 1970s and established a system for comprehensively discussing all energy issues on an equal footing and developing energy plans. The UK followed three years ago. We face a pressing need to construct an energy master plan that is tailored to the needs of our country.

Against this background, the Great East Japan Earthquake and the Fukushima Nuclear Power Plant Accident in March 2011 led to an unprecedented wide-ranging disaster and forced Japan to reconstruct its national social, economic and administrative systems. Central to the challenge is ensuring a supply of energy so as to support all the activities of our country. Consequently, the people of Japan are looking to the government to draw up a comprehensive mid- and long-term design for safely and stably providing energy in response to demand in Japan.

From these viewpoints, we propose the following points.

[Proposal] The nation should enhance the functions needed to plan and promote both a national master plan for energy and a consolidated plan for energy research and development.

- (1) To effectively promote research and development in energy-related fields, create a national mid- and long-term master plan for energy, and a consolidated plan for energy research and development that is driven by issue search (research into and discovery of social wishes), across offices and ministries, and enhance the system for, and function of, promoting the plans with the collaboration of industry, academia and government.
- (2) Make the process of plan development transparent to the public, to utilize the knowledge and experience of researchers, engineers and administrative officials that are involved in energy research, development and commercialization, while sharing a consolidated plan for research and development.
- (3) To promote the long-term challenge for R&D, given the high degree of difficulty presented by energy-related fields, set and adhere to basic policies for plans concerning basic and fundamental research. Furthermore, establish a basic research center for setting policy goals in the energy-related fields and promoting problem-solving collaboration among researchers in different fields and cooperation between basic research and application research and development, under the guidance of the center.

For a "consolidated plan for energy research and development," it is necessary to scientifically examine the overall demand for and supply of fossil resources, nuclear power, and renewable energy, and to indicate the priority of focused measures, the scale of the budget to be allocated to some project and the reasons for setting such a priority and budget, so as to ultimately realize the national goals affecting people's lives from a mid- and long-term standpoint. This release is absolutely essential to gaining a common understanding from all the researchers and project managers as well as the populace in the role of energy users. The related offices and ministries have already made some efforts to develop and promote energy policies under the initiative of Council for Science and Technology Policy, but these efforts have not been satisfactory from the above standpoint.

Since energy is positioned as a prerequisite for all social activities, it is more important for scientists and engineers to maintain more interaction with society and positively participate in national planning in a neutral position. Consequently, it is

necessary for scientists (including not only natural scientists but also social and humanities scientists) to take the initiative in promoting issue search (research into and discovery of social wishes), so as to recognize potential future social needs in advance and to link these needs to the development of science and technology while proposing R&D challenges to society.

Furthermore, in order to collect opinions from all levels of the populace, for instance, we should assume the use of a forum such as an "innovation council" which is being considered by the government. In such a forum, it is important to guarantee the transparency of discussions in open environments. Hence, we propose that a secretariat of the council should employ experts in science and technology for a given period to actively receive and scientifically understand proposals and views from academia and industry. In addition, to proceed with policy planning in a scientific manner across all offices and ministries while collecting various opinions, we propose that experts with cross-cutting perspectives should be recruited to decision-making positions in an administrative organization and measures for the development of such human resources be defined.

Basic and fundamental research related to energy is mainly left up to independent researchers working in universities and institutions. We have often heard the opinion, however, that it is very difficult for young researchers to become involved in basic research requiring large amounts of time because the research presents a high risk to the researchers and research results are nowadays expected in the short term. In addition to the above research into and discovery of social wishes, the basic research center should continuously promote basic research into innovative challenges and leading-edge fundamental research such as measurement, analysis, and simulation that supports application research and development and commercialization in line with basic research. A detailed picture should be drawn of the basic policies that must be observed by the country, through industry-government-academia discussions in the above innovation council and other forums.

We have proposed that the basic research center in the energy-related fields should be established in the Tohoku region as one of reconstruction measures in the wake of the Great East Japan Earthquake and the Fukushima Nuclear Power Plant Accident. The promotion of the basic research center and network-type R&D driven by the center can make an important contribution to the reconstruction and also Japan's science and technology innovation.

# 目 次

エグゼクティブサマリー

Executive Summary

1. 提言の内容	1
2. 現状の課題と提言を実施する意義	4
3. 具体的な提言の内容	9
4. 科学技術政策上の効果	15
5. 社会・経済的効果	17
6. 時間軸に関する考察	18
7. 検討の経緯	20
参考資料－1. 引用文献・参照図表・用語の説明	22
参考資料－2. 有識者インタビュー結果概要	31
参考資料－3. ワークショップ開催結果	38
参考資料－4. 海外動向	43
参考資料－5. 東日本大震災からの復興に関する提言要約	47

## 1. 提言の内容

【提言】 国家エネルギー総合計画ならびにエネルギー研究開発総合計画の立案・推進機能を強化すべきである。

- (1) エネルギー分野の研究開発を効果的に推進するために、中長期を視野に入れた国家エネルギー総合計画と課題探索(社会的期待発見研究)に駆動されるエネルギー研究開発総合計画を、府省横断的に立案し、産官学が協働して推進する体制と機能を強化すべきである。
- (2) エネルギー分野の研究・開発・実用化に関わる研究者、技術者、行政担当者の多様な知識や経験を活かし、研究開発総合計画の共有を図るために、計画策定過程を広く開かれたものとするべきである。
- (3) エネルギー分野の難度の高い研究開発課題への息の長い挑戦を奨励するため、基礎・基盤的な研究に関わる基本方針を堅持すべきである。そして、エネルギー分野政策目的基礎研究拠点を整備し、それを核とした異分野の研究者による課題解決への協働、基礎研究と応用・開発研究との連携を促進すべきである。

近年、環境制約、資源制約が強まる中、発展途上国の隆盛と共に世界は持続性社会へ向けた新しい均衡と合意を模索しつつあり、わが国は高効率ガスタービン、燃料電池、太陽電池などの国家プロジェクトを含む、原子力、化石資源、再生可能エネルギー等の需給・利用全般に関わる新技術開発を推進し、エネルギー問題の克服と気候変動防止への国際的貢献を目指している。このような中、去る3月の東日本大震災と福島原発事故は未曾有の広域災害をもたらし、わが国全体の社会・経済・行政システムの再構築を迫ることとなった。そして、その根幹には国のあらゆる活動を支えるエネルギーの問題があって、日本の安全・安定なエネルギー需給の姿を中長期にわたり改めて描くことが国民的要請となり、すでに首相がエネルギー基本計画の見直しを公式に表明している(2011年5月)。

こうした国家的課題に対して国民の間には様々な議論が湧き上がっているが、原子力エネルギー利用の安全性を抜本的に改善すると共に、再生可能エネルギーや化石資源の利用技術を含め、わが国に相応しい中長期のエネルギー計画を立案する必要があるとの認識は一致するところであろう。そうしたエネルギー計画は、あらゆる社会活動、個人生活の目標と期待を集約して作られる国家計画であると共に、人口動態、産業構造、資源国際市場の影響などの不確かな要素を含む、極めて複雑な総合的課題でもある[1-1]。現在、わが国には国民に合意、共有される計画は見あたらない。また、そうしたエネルギー総合計画を基に立案された研究開発総合計画も存在しない。

国民にとってのエネルギーの重要性を考えると、その関連研究開発は、エネルギーの科学技術的発展の可能性のみに依拠するのではなく、国民の多様な期待に応えることを目的として立案

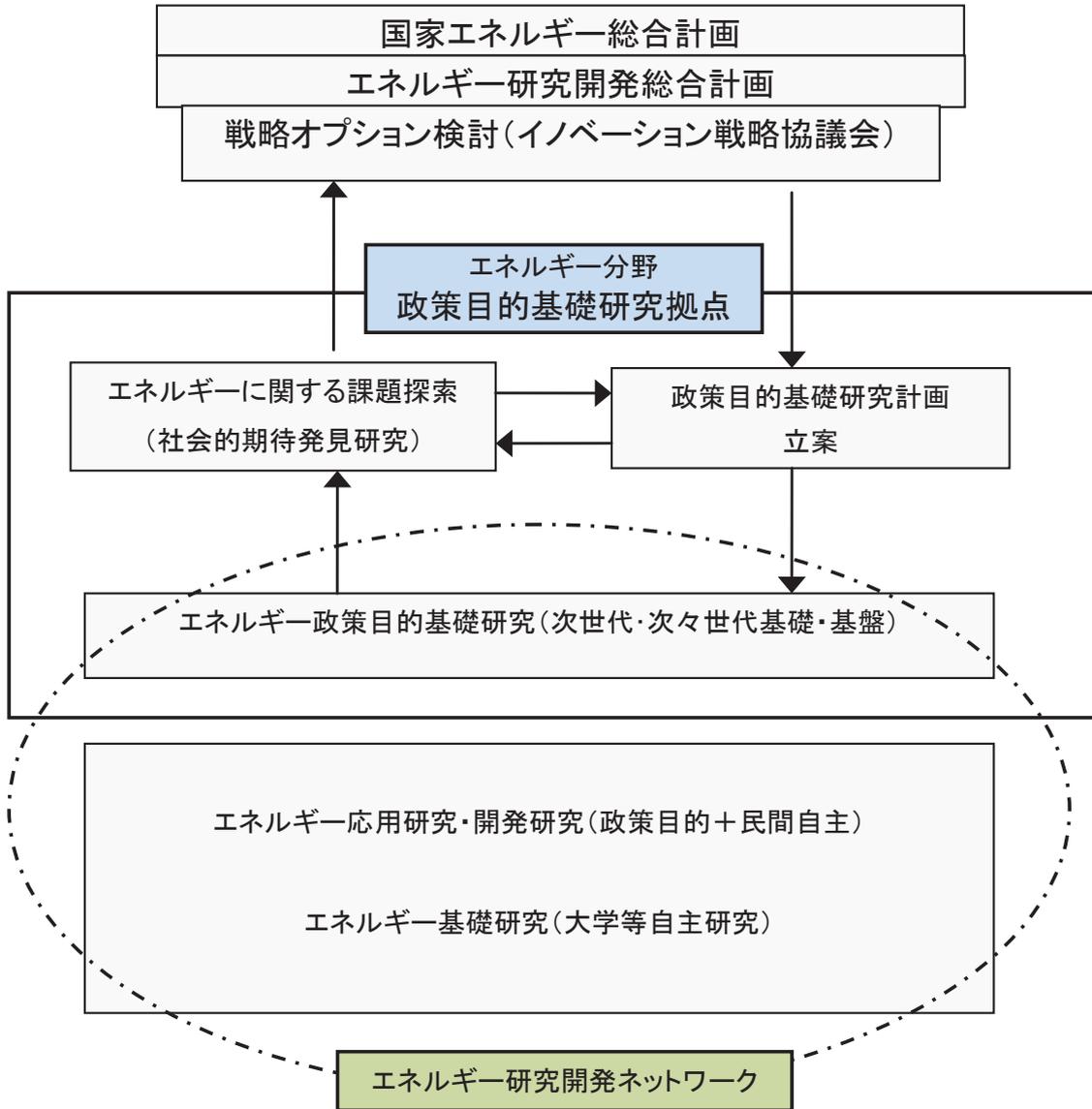
されるべきことに留意する必要がある。従って、それは課題解決型研究開発、あるいは社会的期待の発見研究に駆動される研究開発でなければならない。ここで云う社会的期待発見研究とは、科学者自身が（自然科学者のみでなく社会・人文科学者も含め）将来の潜在的な社会ニーズを全体観察しかつ詳細化し、科学技術知見の蓄積や新しいシーズの発想と結び付けて研究課題を主体的に提案していくことを云う[1-2]。この課題あるいは社会的期待は、上記の合意された総合計画において表現されると考えられるが、それは明確に表現されていないのが現状である。従って研究計画立案者は、「不確定な課題に基づく課題解決型研究開発」についての計画を立てねばならないという困難に直面している。

こうした観点からわが国の科学技術関係予算を振り返ると、エネルギー政策立案、研究計画立案の過程に関わる課題が浮かび上がってくる。原子力エネルギー分野への大きな継続的予算配分の正当性は必ずしも十分に説明されることなく、研究開発もやや孤立して推進されてきたことは周知の事実である。また、エネルギー基本計画の立案、基礎研究、応用開発研究、具体的な技術の市場普及などの各施策は、府省に分離、分担され、国の総合的な戦略として互いに関係性を持って立案、推進されてきたとは言い難い。米国では1970年代に、英国では3年前に、単一の省としてエネルギー関連課題をすべて同じ土俵で総合的に議論し計画を策定する体制を整えている。エネルギーの安定供給と利用に加え、地球環境問題、社会経済問題や産業の国際競争などを含めた総合的な視点から、わが国のエネルギー総合計画立案を進め、研究開発から市場導入までの各セクターの協働体制を築くことが求められる。

以上の考察から、わが国の中長期的エネルギー総合政策としての国家エネルギー総合計画の策定に際しての助言を可能とする、研究開発計画オプションの開かれた検討の場としての「イノベーション戦略協議会」の活用、そして社会的期待発見研究機能と研究開発計画立案機能とを連結したエネルギー分野「政策目的基礎研究拠点」の整備を提言する。社会的期待発見研究に基づく助言は国のエネルギー総合計画策定に寄与する。一方、国の総合計画は政策目的基礎研究計画立案の枠組みとなり、立案された計画は研究拠点の政策目的基礎研究およびわが国のエネルギー研究ネットワークの研究連携を促進する。このようにして、政策目的基礎研究拠点の機能は、国民の合意された期待を示す国家エネルギー総合計画と、研究者が取り組む研究課題を調和させる。

日本のエネルギー安定供給と国際競争力を保つためには、政策目的基礎研究において、長期的な視点から革新的な技術開発の達成を目指すことが必要である。すなわち、息の長い基礎・基盤的な研究開発の推進によって、真に挑戦的、革新的な技術開発を目指すと共に、直面するエネルギー問題の本質を解明し対応策を実行していくことが求められる。また、分析的基礎研究成果に連動した、新しい機能やプロセス等の設計といった構成型基礎研究が重要となる。そのようなアプローチが、異分野連携や基礎研究・応用開発研究の連携を促し、イノベーションを加速する。これらを具体化するために、政策目的基礎研究拠点とそれらを核とするネットワーク機能を全国的規模で整備することが必要であり、特に、東日本被災地域での拠点形成については早急な実現を検討すべきである。

＜国家エネルギー総合計画と目的基礎研究との調和＞



\* ここでいう「政策目的基礎研究」とは、国民合意の国の政策として推進する課題解決型の基礎研究を指す。ただし、国家政策と基礎研究との関係について次の点を認識しておくことが必要である。すなわち、課題解決型研究においては、研究動機が研究者個人の科学的関心ではなく、しかも領域横断的であるから、「課題が与えられた共同研究」の形式となり、自由度の低い（研究の本質から云うと致命的）研究であるように見えるかも知れない。しかし、研究者自ら社会的期待を発見し課題を設定することにより、さらにはネットワークを主体的に構成することにより、それは独立した動機に基づく中立的基礎研究と成り得る。これは、持続性時代の目的基礎研究とも表現できるが、なによりも、そのようなインセンティブを与える政策上の配慮とち密な設計が重要である[1-3]。

## 2. 現状の課題と提言を実施する意義

### 2.1 エネルギー分野の研究開発の特徴と課題

#### 1) 技術の特徴

エネルギーの変換・貯蔵・利用を支えているのは大小様々な機器とシステムであるが、その機器の製造やシステムの構築には、物質・材料を出発点とし、機能材料、デバイス、機能部品、構造部材・部品、機械装置、プラントシステム、インフラといった様々な形態の技術が適用される。また、それらは化学産業、材料産業、またエレクトロニクス産業等と共通する基盤技術の上に成り立っている。材料技術革新の基盤としてはナノテクノロジーの寄与が大きく、量産化に向けてはプロセス技術革新が大きな役割を果たす。そして、最終的に機器やプラント、電力系統、交通網までを視野に入れたシステム技術が重要である。

研究開発から事業化までの期間が短い ICT 分野や、実際はライセンス事業が主体で実用化は医療制度に大きく左右されるライフサイエンス分野については欧米が強みを発揮している。一方、エネルギー分野は、材料からデバイス、部品、その組み立てまで広くモノづくりの分野であり、日本がフルセット型産業構造を高度化しつつ維持できれば、今後も強みを発揮できる可能性が高い。ただし、実用化には、社会システム改革が前提となるケースが増えていくことから、標準化などの面で欧米が強みを発揮する可能性が高いことに留意する必要がある。

化石資源の有効利用については技術が成熟しつつあり、再生可能エネルギーについては量的な問題や経済性という大きな課題が立ちはだかっている。一方、巨大なシステム技術である原子力エネルギー利用技術については、安全性の確保や放射性廃棄物の処理について多くの課題を抱えている。こうした様々な壁を打ち破るには、基礎に立ち戻り原理・原則をもう一度見直すことや、様々な知見を融合することなどが鍵となる。

エネルギー技術俯瞰

分野・領域		開発研究・応用研究課題例	基礎・基盤研究課題例
供給サイドの技術 (転換部門含む)	石油、非在来型石油	改質、クリーン燃焼 合成燃料	重質油改質技術
	天然ガス、メタンハイドレート	トリプルサイクル コージェネレーション	GTL技術(CO2含有) 超高温耐熱材料
	石炭	IGCC、A-USC、IGFC バイオマス混焼、ガス化	ガス化複合発電技術
	原子力	次世代軽水炉 高速増殖炉 核融合	CCS技術 (原子力エネルギー技術) (原子力安全技術)
	再生可能エネルギー	太陽光発電、太陽熱、バイオマス、風力、小型水力、地熱、黒液、波力、等(超効率・低コスト化)	太陽電池高効率化 バイオエタノール技術
需給バランス調整	送配電ネットワーク	分散システム スマートグリッド 情報制御	電力システム技術 エレクトロニクスデバイスの省エネ化
	蓄エネルギー	電池、蓄熱等	二次電池(高電圧・高容量化) 燃料電池(高出力化)
消費サイドの技術	産業	コージェネ、コプロダクション 産業間連携 産業用ヒートポンプ	グリーンプロセス(低エネルギー製造 副生成物や共生生成物の生成減少)
	民生	ヒートポンプ、地域冷暖房 太陽熱利用、断熱 コージェネ、グリーンIT (業務、家庭)	軽量化材料 断熱・遮熱材料 熱電変換デバイス、 廃棄物処理技術、安全技術
	運輸	HV、PHV、クリーンディーゼル EV、FCV モーダルシフトITS(貨物)	パワーデバイス(低損失、高耐圧等) エネルギーハーベスト技術 希少元素代替材料

## 2) 総合戦略

2010年6月に第2次改定された「エネルギー基本計画」[2-1]では、「エネルギー技術開発（当該技術を支える基礎研究から応用研究までも含む）は実用化までに時間を要すること、また、投資の実施者以外に広く便益が及ぶという外部経済性が存在する機会が多いことから、民間主体による投資だけでは十分には進まない。国の関与の下で、重点的な取組を行い、官民一体となって技術開発を推進することが重要である。このため、中長期的に解決すべき技術開発を明示し、国家資源の投入の道筋を明確に示すことにより、軸のぶれない、官民一体となった取組を推進する。」としている。

そのほか、地球温暖化への対応を示した2008年5月の「環境エネルギー技術革新計画」[2-2]や、さらには2010年12月に総合科学技術会議が答申した「科学技術に関する基本政策について」[2-3]のなかでも指摘されていることであるが、エネルギー分野の研究開発への取り組みについては、総合的な国家戦略を明確にして中長期的観点からの一貫した取り組みが重要であることは言うまでもない。同時に、産官学並びに地域が一体となり、グリーンイノベーションに向けた科学技術革新とイノベーションの一体的推進、その中軸となる人材育成、そして駆動力としての科学技術の基礎・基盤研究の充実・強化が重要であることも指摘されている。特に、国民にとってのエネルギーの重要性を考えると、その関連研究開発が、国民の多様な期待に応えることを目的として立案されねばならないことに留意する必要がある。

しかしながら、国の計画（方針、戦略）では、大綱方針は示されているが、具体的な方策については、技術開発の状況やエネルギー政策上の位置づけ等を総合的に考慮しつつ必要な取組や検討を進める、という表現に留まっているものが多い。そして現実には、第4期科学技術基本計画の策定に関する上記答申[2-3]にあるように、「…科学技術政策はこれまで、産業、経済、外交等の重要政策との有機的連携が希薄なまま、主として科学技術の振興政策として推進されてきた面が否めない。一方、諸外国では、科学技術政策を国家戦略の根幹に位置付け、産業、経済、外交政策等との有機的、統合的連携の下、積極的な展開を図っている。科学技術政策とイノベーション政策とを一体的に捉え、産業政策や経済政策、教育政策、外交政策等の重要政策と密接に連携させつつ、国の総力をあげて強力かつ戦略的に推進していく必要性が高まっている。…」という状況にある。

第3期科学技術基本計画における「エネルギー分野推進戦略」[2-5]では、重要な研究開発課題として39項目を選定して研究開発目標、成果目標を設定するとともに、それらの政策目標との関係を明らかにし、さらに戦略重点科学技術として14課題を取り上げ重点的に投資することとしてきた。推進方策についても、普及対策との連携の強化、府省間の連携、成果の世界展開などの成果確保策や、科学技術システムとしての基礎研究から応用研究までの一体的推進、目的基礎研究の強化と競争的資金の充実などの考え方を示している。この推進戦略の直近のフォローアップ報告書[2-6]では、「なお、今後、科学技術・イノベーション政策における東日本大震災への対応策を検討していく際に、原子力発電所の事故原因について徹底的な検証の上で、再生可能エネルギー等の普及、大規模災害時における適切な品質・量の石油製品の供給やガスの安全供給

のシステム整備の観点を含む、エネルギー政策全体についての議論を踏まえ、今後の重要課題への取組を進める必要がある。」としている。

このように、政府の考え方を具体的に明示する努力がなされるようになってきているが、総合的な国家戦略を明確にした中長期的観点からの一貫した取り組みが定着したとは云えない。特に、政策決定の根拠を明確にしなければ、その政策の実施に関わる研究者、事業者、利益を享受する国民の十分な理解が得られず、わが国の総合力が発揮されない。逆に、国民一人一人の生活に直結するエネルギー課題の解決ならびにそれに向けた研究開発の推進に当たっては、中長期的な方針や具体的な対応策について、各セクターすなわち国民の合意を得るプロセスの充実が益々重要となって来ていると云える。

### 3) 予算配分

わが国の国家研究開発投資は、大学等への交付金による基盤投資と、政策課題対応型のプロジェクトファンディングに分かれる[2-7]。後者は、第3期科学技術基本計画期間のエネルギー分野について云えば、年間5000億円規模の投入となっているが、そのうち約6割と云われる原子力分野への投入を除く年間2000億円規模のリソースが、再生可能エネルギーや化石資源の高効率利用、省エネルギー、エネルギーシステムの高度化等に投入されていることになる。こうした政策課題対応研究開発費のうち主なものは、技術戦略マップなどに沿って、ここ10年程度で研究開発に目途をつけ、2030年ごろまでに普及を図る計画となっている。これらは成果重視の応用研究・開発研究が主体であるが、その予算の分野配分根拠は、不明確である。

一方、前者の基盤投資は将来の革新的シーズ創出を期待するものであるが、主として大学の自由研究に委ねられている。競争的資金である2000億円強（平成23年度、2204億円）の科学研究費補助金もこのなかに含まれる。しかしながら、エネルギー分野において将来に向けた基礎・基盤研究がどの程度担保されているかは、簡単には把握できない状況にある。

現状では、リスクの高い研究課題に挑戦する研究者の育成スキームが確立できておらず、若手研究者の将来に対する不安が増大していることから、エネルギー分野における基礎・基盤研究の担保が危ぶまれる[参考資料-2]。応用開発研究からの基礎研究への立ち返りや分野横断的なリソースの運用など、省庁間の壁を越えた連携も、一定の努力がなされつつあるが充分とはいえない状況にある[参考資料-3]。

海外では、環境・エネルギー課題と社会・経済課題の双方を解決すべく様々なイノベーション促進政策が打ち出されている。そのなかで米国は、DOEが中心となりこれまで築いてきた圧倒的なインフラを活用し、エネルギー分野における政策目的基礎研究を集中的に推進し始めた[参考資料-4]。

### 4) 研究実施者の現状

総務省の統計によれば[2-8]、わが国の研究開発投資は官民合わせて年間18兆円台の規模（平成20年度）であるが、これを基礎研究、応用研究、開発研究に分けてそれぞれ大学等、非営利

団体・公的機関、企業等の分担を見ると、企業の研究開発投資が圧倒的に大きく、全体としては応用研究から開発研究に重点が置かれている。基礎研究については広く大学の自主研究に委ねられており、公的研究機関の関与は小さい。大学の基礎研究はカバー範囲が広いが、あくまでも研究者個人々の自由意思に基づく研究課題であり、政策目的に応じて組織化されるものではない。

現状では、これらの研究のなかから政策目標に合致するシーズを抽出し、プロジェクト的に育成する方法をとっている。しかし、国の目標実現に向けて中長期的に進めておかねばならない目的基礎研究の実態把握は困難な状況にあり、リソース投入規模の適否も判断しがたい状況にある。エネルギー分野においては、技術ロードマップ等に沿った出口の見通せる課題への取り組みは活発であるものの、基本的原理の解明や新現象の発見に基づく全く新しいシーズを創出する活動は時限的なプロジェクト育成に留まり、中長期的に戦略的な蓄積を図る拠点は明確には存在していないといえる。

どちらかというところ、応用研究や開発研究に強みを発揮してきたわが国も、国の将来を見据えた戦略的基礎研究に注力する必要があると考えられる。持続可能性という難しい課題の解決に向けて研究者が主体的に取り組み、創造性を最大限に発揮できるようなインセンティブの形成を図る枠組み作りを急がねばならない。次世代を担う研究人材が枯渇しつつあるという指摘もある[参考資料-2]。

## 2.2 公的資金によるエネルギー分野研究開発推進上の課題

前節に述べたエネルギー分野研究開発の特徴と現状の課題を踏まえると、当該分野における研究開発の戦略的強化策には、以下の課題が想定される。

- (1) 総合的な国家戦略の明確化と、中長期的観点からの一貫した取り組み
- (2) 産官学一体となった取り組みによる科学技術革新とイノベーションの一体的推進
- (3) 政策に沿った目的基礎研究の強化・推進

CRDS においてこれらの課題を仮設定して有識者とのインタビューにより議論を深め、また産官学の関係者によるワークショップを開催して幅広い角度からの議論を進めた。その結果、今後のエネルギー分野研究開発の推進について、これらが正しく重要な課題であるとの共通認識を確認している。

## 2.3 戦略提言を実施する意義

本提言は、今後取り組むべき課題が詳細に整理されている第4期科学技術基本計画の、具体的展開策の検討を提案するものである。

上記の3課題への対応策が実行され、わが国のエネルギー分野における中長期的観点からの総

合計画が明確に示されかつ維持されれば、研究実施者がそれを理解し共有することが可能になる。そのために、研究推進方法や研究戦略そのものについて推進・実施部門からの提案が期待される。これからの社会が立ち向かう課題の解決には、これまでのように行政部門の提示する課題の解決を図るという上から下への直線的な活動ではもはや適切な対処は難しくなっている。双方向の対話と活動が不可欠である。逆に、行政部門にとっては、多くの有効な情報を得るルートを確保できることから、戦略的強化に向けた政策の選択肢を持つことができ、科学的な根拠に基づくプライオリティ・セッティングが可能となる。すなわち、国家計画が必ずしも明確でないなかでの研究開発提案とその評価という膨大な作業を効率化することにもつながる。

研究者、技術者は、研究費確保を目的とする受動的行動から、自らが関与した戦略のもとに、ボトルネックを乗り越えるために異分野との連携・融合を画策するなどの活動を自主的に進めることが期待される。こうした主体性発揮により、独創的な研究成果が生まれ、複雑高度化したグローバル課題の解決策に先鞭をつけることができれば、わが国の産業競争力確保のみならず、国際貢献への寄与も期待できる。

時間を要する基礎研究は研究者にとってリスクが高く、成果を短期間で要求される風潮の中では、若手研究者が取り組みにくいという声が多い。大学の研究においてすら、成果の見えやすいプロジェクト研究に傾斜する傾向にあるといわれる。中長期のエネルギー国家総合計画に位置付けられる目標を実現するための、継続的目的基礎研究が強化されれば、異分野の専門家どうしの連携・融合や、分析的基礎研究と構成的基礎研究、開発研究との役割連携が進み易くなると考えられる。また、拠点を整備することで、世界から優秀な人材を集積することも可能となり、アンダー・ワン・ルーフでの相互理解が進み、若手研究人材の育成にとってかけがえのない機会を提供することが可能になる。

### 3. 具体的な提言の内容

エネルギー分野の総合的な研究開発計画を立案し推進していくために、以下の3点に取り組むことを提案する。

(1) エネルギー分野の研究開発を効果的に推進するために、中長期を視野に入れた国家エネルギー総合計画と課題探索(社会的期待発見研究)に駆動されるエネルギー研究開発総合計画を、府省横断的に立案し、産官学が協働して推進する体制と機能を強化すべきである。

第一に、社会的期待発見研究機能と研究開発計画立案機能とを併せ持つ、後述のエネルギー分野の「政策目的基礎研究拠点」を整備し、その社会的期待発見研究からの助言が国家エネルギー総合計画策定に反映されるようにすべきである。策定された国家エネルギー総合計画は、政策目的基礎研究計画立案の枠組みとなるとともに、大学等における自主研究や各セクターが協力して進める応用研究・開発研究を誘導する、わが国全体の研究開発の方向を示す。

国家エネルギー総合計画は国民一人一人の生活に直接影響を及ぼすものであり、あらゆる社会活動、個人生活の目標と期待を集約して策定されねばならない。しかも、社会・経済動態や国際情勢など様々な要因が複雑に絡む。従って、それに基づくエネルギー研究開発戦略も、不確定な課題を前提としなければならず、前段としての社会的期待発見研究すなわち課題探索研究が不可欠となる。しかしながら、現状ではこうした機能は総合政策や研究計画を策定するための機能として明確には位置付けられていない。

第二に、政策を意思決定する幹部層に、エネルギーに関する高い専門性を有しかつ幅広い視野から物事を判断できる人材を登用し、一定期間雇用すべきである。例えば、

- マルチ・ディシプリン(ダブル・ディグリーなど)保有者
- 国際研究機関・公的機関での業務を数年間以上経験した者
- 研究開発関連の独立行政法人でPD(プログラム・ディレクター)を数年間以上経験した者

といった選定基準を設けるなどの工夫が考えられる。なお、雇用の期間については、長期間は人事の停滞を生む可能性があるが、短すぎると中長期の戦略立案は困難と考えられることから、5年程度がひとつの目安と考えられる。

総合計画の策定には、上述の助言や後述する科学技術者からのエビデンスの提供を受け、府省横断的な立場からの検討・判断が必要となる。しかしながら、課題が益々複雑高度化することから、高い専門性と幅広い視野をもった人材を行政内部にこれまで以上に採用することが不可欠と考えられる。もちろん、個人の能力には限界があるわけで、幹部層の意思決定を支援する仕組みとして、行政府内外の専門家の助言・協力体制を強化すべきである。例えば、行政内部にあっては専門官を増強しかつ任期を延ばすこと、外部に中立の公的シンクタンクを強化することが考えられる。

第三に、上記の職務に就く人材の育成について、体系的なプログラムを構築し、かつキャリアパス（雇用条件、規模等）を明確にすべきである。このことは、最初に政府が明確な施策を打ち出した上で、実行に当たっては大学等の教育・研究機関からの提案を公募して推進することが考えられる。

**(2) エネルギー分野の研究・開発・実用化に関わる研究者、技術者、行政担当者の多様な知識や経験を活かし、研究開発総合計画の共有を図るために、計画策定過程を広く開かれたものとするべきである。**

エネルギー研究開発総合計画は、エネルギー分野の研究開発者及び成果の実用化に関わる人々に十分に理解され、共有されることが必要である。そのためには、計画の策定過程を広く開かれたものにするとともに、設定する目標やロードマップ等について、科学的合理性（前提条件を明確にしたうえでの論理的可能性とその幅）や経済的妥当性、さらには社会的影響などを、エビデンスとして可能な限り明示する必要がある。さらに、多様な意見交換と評論が行われる場が不可欠となる。

第一に、総合科学技術会議で検討中の「イノベーション戦略協議会」などの仕組みを、産学官からの多様な提言を検討する場として機能させることが必要である。その際に、

- ①多様な意見を受け止め議論の俎上に載せるために、協議会の事務局には多分野の専門家を配置し一定期間雇用すること
- ②協議会が取りまとめる結論と並存させるかたちで、取り込めなかった提案を公開すると同時に、取り込めなかった理由を明確にすること〔参考資料－2、3〕

といった工夫が必要である。このように、客観性を担保し透明性を高めることが何よりも重要である。

第二に、科学コミュニティはこうしたオープンな場での客観的な議論を担保すべく、積極的にその役割を果たすべきである。すなわち、

- ①専門的知見を他分野および一般の人にも分かり易く翻訳すること
- ②専門家個人の意見のみならず、学会としての統一見解や、他分野との合同で取りまとめた見解をこうした議論の場に提供すること、また日頃からその準備をすること

などが必要である。逆に、政策を決定する側や、研究開発の成果を享受する側が、客観的なエビデンスとしてどのようなものが必要かを提示することも必要で、こうした双方向の対話が定着してはじめて、理解され共有される戦略が構築される。

**(3) エネルギー分野の難度の高い研究開発課題への息の長い挑戦を奨励するため、基礎・基盤的な**

研究に関わる戦略の基本方針を堅持すべきである。そして、政策目的基礎研究の拠点を整備し、それを核とした異分野の研究者による課題解決への協働、基礎研究と応用・開発研究との連携を促進すべきである。

第一に、国として取り上げるべき基礎研究を対象に、研究開発総予算の一定割合をあらかじめ確保した上で、研究内容の評価・見直しを行うことを前提に、少なくとも10年程度の継続的实施を行う方針を明確化することが必要である。

エネルギー分野の研究開発は長期間を要するものが多く、新しい解決策を生み出し実用化までたどり着くためには、基礎・基盤研究への取り組みが継続的に担保されることが重要となる。現在の大学等の基礎研究資金は限定的で、競争的資金による諸事業には、継続性の観点でまだ多くの課題がある。このため、多くの研究者は開発プロジェクトなどにも参画し、その中で基礎研究に取り組む形を取っている。すなわち現状では、中長期に渡る基礎・基盤研究の継続性が確実に担保される状況になっていない。時々の社会・経済情勢の変化に応じて柔軟な対応が必要であるが、エネルギー問題の深刻さと解決の困難さに鑑み、戦略の基本路線を中長期的に堅持することが重要である。

第二に、エネルギー分野の戦略的課題解決に向け政策目的基礎研究拠点機能を強化し、そこを核とするネットワーク型研究を戦略的に推進すべきである。具体的には、

#### ①エネルギー分野における政策目的基礎研究課題の設定

政策目的基礎研究とは、国の政策として推進する課題解決型の基礎研究を指すが、以下を含めるべきと考えられる。

- エネルギーに関わる課題探索・社会的期待の発見研究(社会的期待と研究シーズの邂逅研究。結果は、国のエネルギー研究開発総合計画の検討に反映される。)
- 国のエネルギー研究開発総合計画のなかで、長期的観点から戦略的に推進すべき基礎研究(次々世代シーズ創出研究[3-1]、国のエネルギー安全保障に関わる基礎研究など)
- 上記社会的期待の発見研究や基礎研究、さらには各機関で実施される応用・開発研究を支える、計測・解析やシミュレーション等に関わる最先端の基盤研究

これらは、人材、費用、時間等の点でリスクが高く、政策的に産官学を巻き込んで総合的に推進すべきものである。国として具体的にどのような目的基礎研究を推進すべきかについては、研究者、事業者等の専門家から具体的な内容の提案を受け、その上で、有識者を集めて国としての優先順位と適正規模を検討する必要がある。具体的には、イノベーション戦略協議会等の場での産官学の議論を踏まえ、国として担保すべき長期的基礎・基盤研究領域を特定する。<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 大学における自由研究においても、一部の公的研究機関における基礎的研究でも、こうした知見は蓄積される。基盤的知見の蓄積については、ある程度の重なりがあって当然であることに留意する必要がある。蓄積のされ方、活用の仕方は様々であるし、むしろ一定程度の重なりが存在が知的立国を目指す国の厚みと云える。そのレベル感については、多くの有識者の意見を踏まえて国が決めることとなる。

## ②エネルギー分野における政策目的基礎研究拠点機能の強化

具体的な拠点の構築と運営方策については、

- 既存の研究拠点から、国の戦略に沿った目的基礎研究推進計画を公募し、一定期間（10年程度）育成、定着を図る方法
- 新たな恒久的研究拠点を構築し、公募により人材を集める方法

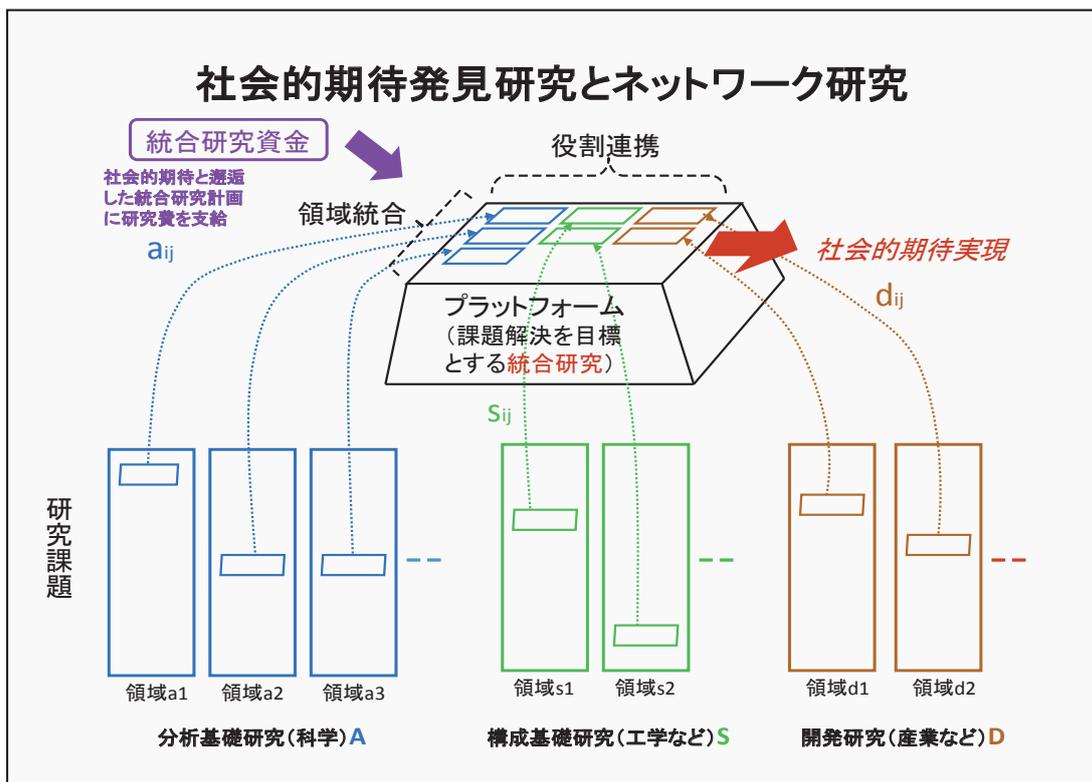
が考えられる。後者については既存組織との調整が必要で、場合によっては組織再編にもつながることが考えられるため、実行に時間を要すると考えられる。前者については、異分野の融合を図ることも含め、インフラ等既存組織のポテンシャルを活用すべきであるが、リスクの高い研究への挑戦を強力に進めるための運営が鍵となる。現在進められている、各種の拠点構築のための施策を活用することも含め、エネルギーに関わる研究開発総合計画に沿って、拠点の強化を推進すべき。

拠点機能の運営には、国家的見地からの総合的かつ長期的な課題の解決に向けた知見の集積とその臨機応変な社会的応用を図るために、内外の研究人材を呼び込み、社会と連携した活動が展開・維持されるような条件を整備することが条件となる。特に、総合的かつ長期的な課題解決には、産官学の連携による研究の推進、周辺・異分野の知の融合、海外の研究機関との交流など、その活動がハブ拠点として機能することが求められる。リソース面では、長期的な視点からの継続的な公的資金投入が条件となるとともに、そのリソースの運用を各拠点の長に一任することが重要である[3-2]。

## ③政策目的基礎研究拠点を核としたネットワーク型研究の推進

具体的な方策として「ネットワーク・オブ・エクセレンス（NOE）」の概念（下記参照）の適用を提案する。すなわち、わが国のエネルギー分野課題解決に向け、競争前研究領域である分析的基礎研究基盤を強化すると同時に、そこを中心としたNOEの構築と推進を提案する。

NOEとは、社会的期待の実現に必要最小限と考えられる関連又は異分野の研究者が集積して領域統合を成すとともに、分析的基礎研究（科学）、構成的基礎研究（工学など）、開発研究（産業など）が役割連携を果たし、目標とする高度に複雑な課題解決型の統合研究を進めるための仕組みを云う。具体的には、国家戦略目標という観点からの社会的期待と「邂逅した」統合研究計画を策定する必要がある[3-3]。



図中に示すような、「領域統合」と「役割連携」を含むネットワーク型研究のためのプラットフォームを構築することは容易ではなく、それ自体が研究の初期段階となる。試行錯誤が不可避であり、時間をかけて関連・異分野の人材を含めた徹底討論が必要である。そうした活動を担保するために、プラットフォームとしての研究拠点機能の強化とともにネットワーク形成基盤の強化が必要となる。一般的にネットワーク構築・維持の手段としては、関連又は異分野における人的接触（face-to-face）機会の増大、資金提供（恒常的なものとプロジェクト的なもの）、運用ソフト・体制も含めたITインフラの充実、が考えられる。

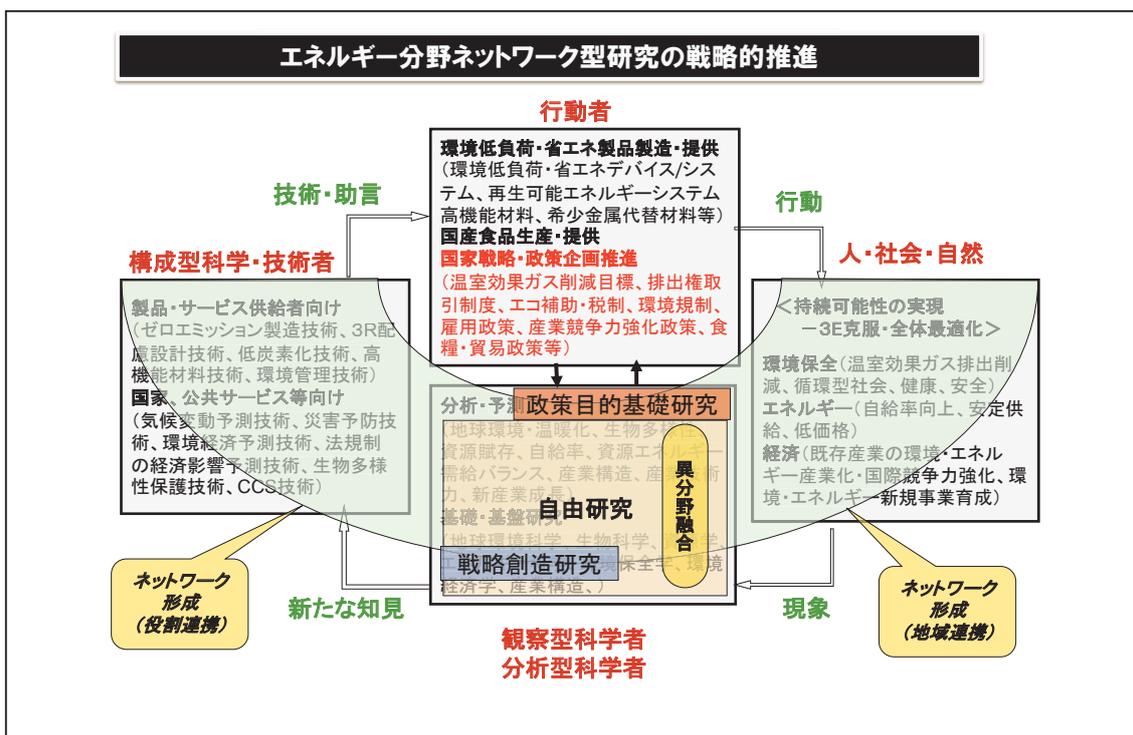
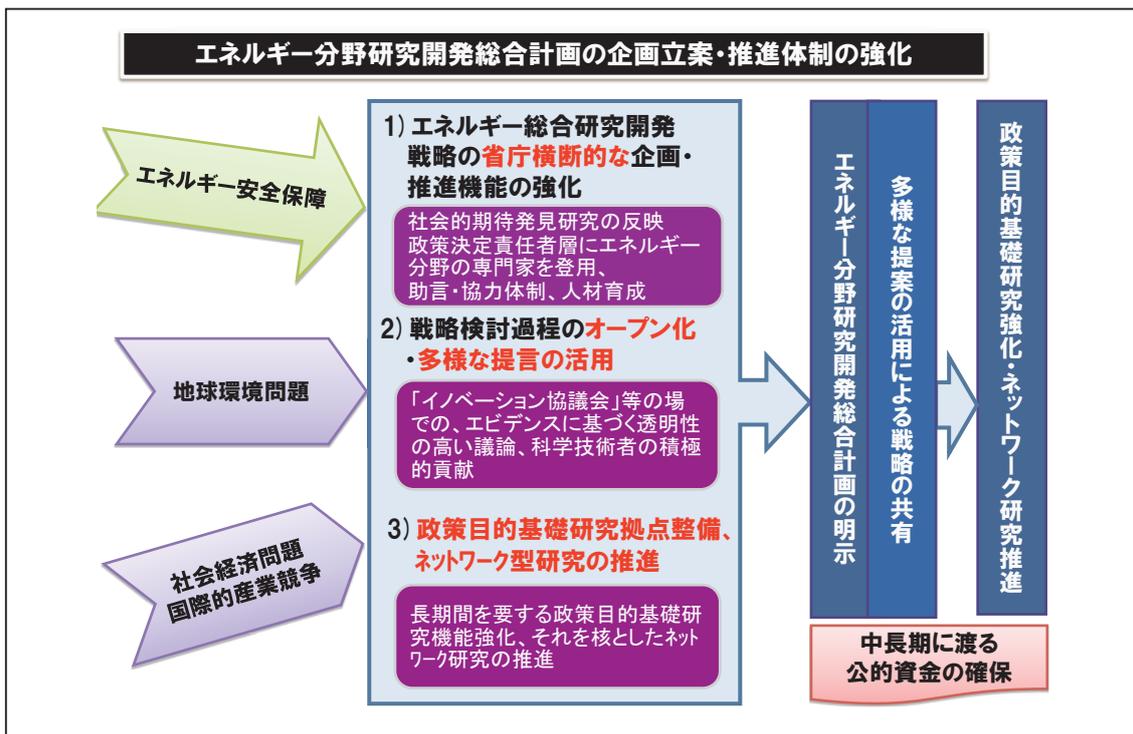
人的接触機会の増大については、同じ科学技術分野における学会やシンポジウムなどでの接触ではなく、異分野あるいは周辺分野の人材どうしの接触が重要である。しかしながら、単に接触する機会を増やすというだけでは簡単には融合は生まれない。異なる専門領域間での「翻訳」が不可欠である[参考資料-3]。研究者自身の言葉によれば、異なる分野に対して一定の理解をもち、自らの専門領域との融合により所期の目的を実現させる可能性を見出すか、さらには新たな研究・技術領域を創出する可能性を見出して初めて行動が惹起される、とのことである。この翻訳については、個人の優れた洞察力により自らそれを可能とすることもあり得るが、設備の共用も含めたアンダー・ワン・ループの経験が極めて効果的であると考えられる(参考資料-3, 4)。さらに、アカデミア（学会等）が自ら異分野との交流を促進する活動を活性化させることが重要である。

資金提供については、それによる共同研究開発活動を通じて、関連又は異分野とのネットワーク形成が図れるものであり、課題に応じてネットワーク型研究を条件としたリソース投

入を行うことが方法論として考えられる。これは、現状でも試みがあるが、今後そうした取り組みを強化すべきである。

支援機能としての情報通信システムについては、常に最先端のインフラとともに、研究者を支えるスタッフ専門職の配置も充実すべきである。情報の付加価値が飛躍的に向上して行くなかで、知的財産権等のセキュリティ確保対策が重要となる。それは研究者の自己管理能力を超え、専門的スタッフによるサポートが不可欠になると考えられる。

以下に、これまで述べた機能構成を例示する。



## 4. 科学技術政策上の効果

本提言は、以下の9項目に述べる事由から、それらを具体的に進める下記の関係機関、組織へ向けて発出するものである。

- ・行政担当部門(各府省)
- ・行政支援部門(シンクタンク、各種協議会、民間の賢人会議等)
- ・研究推進部門(独立行政法人／ファンディング部門・研究所経営部門)
- ・研究実行部門(大学、研究機関、企業研究部門)
- ・実証・事業化部門(企業事業部門、公的試験研究機関、地方自治体)

1) 第4期科学技術基本計画の検討において今後取り組むべき課題が詳細に整理されている[2-3]。本提言は、その一部の具体的展開策の検討を提案するものであり、政策の実行促進が期待される。

2) 資源小国のわが国にとって、エネルギー問題は国家の存立に関わる最重要課題のひとつである。一方で人口減少とともに進む少子高齢化、過酷なグローバル競争、BRICs 等の急成長を考えると、わが国の研究開発投入余力の相対的低下を考慮する必要がある。こうしたなかで、エネルギー課題の解決に向けた「総合的な」研究戦略は益々重要となる。本提言に沿って、エネルギー分野における研究開発の総合戦略が強化されれば、より少ない資源で、社会的期待に応え得る効果的な研究成果が期待される。

3) わが国のエネルギー分野における中長期的観点からの研究開発総合計画を研究開発実施者が十分に理解し共有できるようになり、国の戦略目標実現に向けた研究開発への「主体的取り組み」が活発となることが期待される。研究開発は創造活動であることから、こうした主体性発揮が最も重要となることは言うまでもない。結果として独創的な研究成果が創出されることが期待される。

4) これからの社会が立ち向かう課題の解決には、幅広い視点からの取り組みと深い観察、そこから見出される解決策の具体化には、多くのセクターの協力を必要とする。従って、研究開発の計画段階から多くのセクターの双方向の対話と活動が活性化すれば、科学技術とイノベーションの一体的推進に貢献できる。

5) 行政部門にとっては、多くの有効な情報を得るルートを確保できることから、戦略性強化に向けた政策の選択肢を多く持つことができ、プライオリティ・セッティングに重点を置くことができる。

6) 戦略の共有に基づく主体的研究活動の活性化は、国家戦略が必ずしも明確でないなかでの研究提案とその評価という膨大な作業を効率化することにつながる。

7) 特に時間のかかる基礎研究については、研究者個人にとってリスクが高く、短期的な成果ばかりを要求される昨今では、若手研究者が取り組みにくいという声が多い。中長期のエネルギー研究開発総合計画に沿って、その目標を実現するための目的基礎研究拠点整備の検討を早急に進めることを提言している。こうした拠点が整備され、中長期の目標に向けての革新的な研究に対して継続的なリソースが確保されれば、世界から優秀な人材を集積することが可能になる。

8) 「ネットワーク・オブ・エクセレンス (NOE)」の構築を前提としており、異分野の専門家どうしの連携・融合や、分析的基礎研究、構成的基礎研究、開発研究の間の役割連携が進むと、革新的シーズの創出と、それがいち早く実用化につながることを期待される。

9) こうした「ネットワーク・オブ・エクセレンス」の研究プラットフォームにおける活動により、アンダー・ワン・グループでの相互理解が進むと、特に若手の研究人材の育成にとってかけがえのない機会を提供することになる。

## 5. 社会・経済的効果

1) 本提言に云う、エネルギー分野の研究開発総合計画の戦略的強化と、関連政策の継続的推進を図ることにより、またそれに沿った政策目的基礎研究拠点が構築され、戦略目標に沿ってリスクの高い革新的研究が強化されれば、わが国がその独創的な研究成果に基づき、複雑高度化したグローバル課題の解決策に先鞭をつけることが期待される。結果として、エネルギーの安定供給に貢献するとともに、産業競争力確保のみならず、国際貢献への寄与も期待できる。

2) わが国の研究開発費の中でもエネルギー分野が占める比率は30%前後と極めて大きい。本提言に沿って、その投入の考え方や一定の合理性を明示することにより、産官学民の各層から様々な意見が出る可能性があるが、研究開発企画、推進、実行、事業化等に直接携わる人たちでは気のつかない新しい発想や提案を受け入れることで、投入対成果が向上する可能性がある。特に、社会の潜在的なニーズを見通すことに腐心する産業界からの意見をより多く取り入れることが期待される。

3) 再生可能エネルギー利用技術の開発については、化石資源の高効率利用、原子力エネルギー利用の限界などとのバランスを考慮して取り組む必要がある。当分の間は単価が高く最終的には国民負担とならざるをえないため、中長期的観点も含めた最適なリソース投入配分について、本提言に基づき各層からの見解を取り入れることにより、その最適化が促進される。

4) 提言に沿った戦略の共有に基づく主体的研究活動の活性化は、国家戦略が必ずしも明確でないなかでの研究提案とその評価という膨大な作業を効率化することにつながる。このことは行政コストを下げ、かつより戦略的な投資に重点化されることを意味し、社会的・経済的効果が期待される。

5) 提言に沿った中長期の政策目的基礎研究を強化し、持続性社会の実現を目指したネットワーク型研究を強化することで、特に若手人材の育成効果が期待できる。経済が閉塞するなかで高学歴人材が十分に生かされない社会問題の一角に穴を開け、活性化を図るきっかけとなることが期待される。

6) 本提言に云う、エネルギー分野の政策目的基礎研究拠点を核とした、ネットワーク型研究を戦略的に推進することにより、国際的な人材集積が期待されるが、そのことは関連する地域社会の国際化推進に貢献する。

## 6. 時間軸に関する考察

本提言内容の実現については、以下のような時間的な進展を期待するものである。

### 6.1 エネルギー分野政策目的基礎研究拠点

#### 1) 拠点の整備計画(1年)

行政府の(例えば内閣府総合科学技術会議の)エネルギー分野研究開発の総合戦略を検討するグループにおいて、以下を検討(イノベーション戦略協議会等を活用)。

- エネルギー分野政策目的基礎研究の領域特定。  
(社会的期待発見研究、リスクの高い目的基礎研究、関連共通基盤研究等について、国として担保すべき範囲を領域レベルで特定する。)
- エネルギー分野における基礎・基盤研究の実態調査と強化策の絞込み。
- 既存の拠点と新たに強化すべき拠点との間の、全国規模でのネットワーク構想を策定する。
- 関係実行部門との協議により予算化。中長期のリソース規模、変動幅、代替を含む継続性担保策等を検討する。

#### 2) 候補拠点における政策目的基礎研究計画の公募、選定、事業開始(上記+1年)

- 異分野融合方法、役割連携方法、地域連携方法を織り込んだ「ネットワーク・オブ・エクセレンス」構想を公募の条件とする。
- 将来的には、必要に応じて既存組織の再編、新設を検討する。

#### 3) 拠点長のリーダーシップのもと推進(1~2年で定着、10年程度以上継続)

### 6.2 エネルギー研究開発総合計画の企画・推進体制強化

#### 1) エネルギー研究開発総合計画の企画推進体制強化策の検討(上記 6.1 と並行、1年)

- 「イノベーション戦略協議会」等での、客観的で透明性の高い議論に必要なデータとその解釈に関して、構造化・体系化・維持方法を検討
- \* 科学技術者の協力を得たデータベースの構築と分析、政策への反映に関しては、文科省の「政策のための科学」推進事業(平成 23 年度~)における研究成果の、エネルギー政策形成への実践的展開(平成 24 年度~)が期待される。
- 政策目的基礎研究拠点における、社会的期待発見(課題探索)研究成果の反映方法を検討
- 専門家人材の行政府登用の要件・条件、専門家助言・協力体制の強化策を検討

#### 2) 関係実行部門との協議により順次予算化・実行(上記+1年で実行着手)

### 6.3 大学等研究機関・民間からの自主提言活動

1)大学・研究機関をはじめ民間からの自主的提言活動、科学技術コミュニティの主体的貢献については、関係者が協力して、それらの行動を誘起すべく情報の発信を行うとともに、シンポジウム等を開催することが求められる。併せて、行政府による「公式ルート」との協働を実現して行く。(準備活動に1～2年)

## 7. 検討の経緯

### 7.1 CRDS におけるこれまでの取り組み

JST-CRDS では、科学技術に対する社会の期待を「豊かな持続性社会の実現」とし、

- 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）

について、わが国の科学技術推進に関わる戦略目標やシステム改革等の検討に取り組んでいる。

これまでに、エネルギー分野研究開発について政策として重点的に投入すべき「研究開発領域」の提案として、エネルギー基盤技術、ナノテクノロジー・材料技術面やバイオテクノロジーなどの面からの戦略プロポーザルを提案してきている。

- ・ CRDS-FY2010-SP-05 「エネルギー高効率利用社会を支える相界面の科学」
- ・ CRDS-FY2009-SP-01 「ナノエレクトロニクス基盤技術の創成  
ー微細化、集積化、低消費電力化の限界突破を目指してー」
- ・ CRDS-FY2008-SP-03 「太陽光エネルギーの利用拡大基盤技術」
- ・ CRDS-FY2006-SP-09 「エネルギーセキュリティを達成するナノ構造制御材料研究開発」
- ・ CRDS-FY2005-SP-01 「未来型バイオマスエネルギーシステム基盤技術」
- ・ CRDS-FY2010-WR-08 「科学技術未来戦略ワークショップ報告書「次々世代二次電池・蓄電デバイス技術」」

また、科学技術全体の効果的推進方策についても各種の政策提言を提案して来ている。

- ・ CRDS-FY2010-SP-13 「エビデンスに基づく政策形成のための  
「科学技術イノベーション政策の科学」構築」
- ・ CRDS-FY2010-SP-06 「問題解決を目指すイノベーション・エコシステムの枠組み」
- ・ CRDS-FY2007-SP-11 「地球規模の問題解決に向けたグローバル・イノベーション・  
エコシステムの構築ー環境・エネルギー・食料・水問題ー」
- ・ CRDS-FY2006-SP-11 「科学技術イノベーションの実現に向けた提言ーナショナル・  
イノベーション・エコシステムの俯瞰と政策課題ー」

しかしながら、公的資金に基づくエネルギー分野全体の研究開発推進状況を俯瞰し、その戦略性強化といった課題に対して**具体的な対応策**を検討した例はない。そこで、平成 22 年 4 月より検討チームを設置して本提言の検討を行ってきた。

## 7.2 検討チーム活動経緯

- 1) 文献による検討：平成 22 年 4 月～平成 23 年 6 月  
\*海外動向調査（参考資料-4）を含む。
- 2) 有識者 1 次インタビュー：平成 22 年 5 月～平成 22 年 7 月  
\*参考資料-2
- 3) 有識者 2 次インタビュー：平成 22 年 9 月～平成 22 年 11 月  
\*参考資料-2
- 4) ワークショップの開催：平成 22 年 12 月 3 日  
\*参考資料-3  
「CRDS-FY2010-WR-05 科学技術未来戦略ワークショップ報告書「ネットワーク型最先端エネルギー環境研究開発拠点」の要約
- 5) 検討チームによる提言の取りまとめ：平成 22 年 4 月～平成 23 年 6 月

## 参考資料－ 1. 引用文献・参照図表・用語の説明

### 第 1 章関連

[1-1] 笠木伸英「エネルギー政策選択肢の評価指標」（東京大学笠木研究室作成）

エネルギー政策選択肢の評価指標 (エネルギー, 環境, 経済の3E)		
安定供給性	環境性(安全性)	経済性
<ul style="list-style-type: none"> <li>国別資源埋蔵量(偏在度)と可採年数(化石資源, 核燃料資源)</li> <li>エネルギー資源供給安定性(海外依存率, 自主開発率)</li> <li>国際市場での燃料価格安定性</li> <li>時間変動, 年間平均設備利用率(自然エネルギー)</li> <li>プラント稼働率(点検期間, 修繕期間)</li> <li>負荷変動追従性</li> <li>災害緊急時, 孤立地域のエネルギー供給などの防災対応</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大気汚染(NOx, SOx, 煤塵), オゾン層破壊(フロン系冷媒), 温排水</li> <li>気候変動(温暖化効果ガス)</li> <li>放射性廃棄物, 放射性汚染(原子力)</li> <li>食料供給との整合性, 窒素, リンなど特定元素の高濃度化(バイオマス)</li> <li>生態系, 生物多様性への影響</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LCA, エネルギープロフィット比, エネルギーペイバック年数</li> <li>燃料費(原価, 転換, 輸送, 貯蓄), 材料費, エネルギー単価, 発電単価</li> <li>燃料などの価格変動に対する事業安定性</li> <li>研究開発費, 機器製造費, プラント建設費, プラント面積, 設置工事費, 環境対策費</li> <li>環境アセスメント期間, 設置・建設期間</li> <li>プラントメンテナンス費, 廃棄物処理費, プラント廃棄費</li> <li>災害, テロに対する対策コスト, 復旧費と復旧時間, 事故被害の補償費</li> <li>エネルギー産業としての経済効果(電力市場, 燃料市場), 雇用</li> </ul>

[1-2] CRDS-FY2010-SP-08 戦略イニシアティブ「全体観察による社会的期待発見研究  
～持続性時代における課題解決型イノベーションのために～」

[1-3] 吉川弘之:「ネットワーク型エネルギー最先端研究開発拠点構想検討ワークショップ  
(2010. 12. 3 開催)」における開催趣旨説明 (CRDS-FY2010-WR-05 を参照)

(注 1)「戦略」:一般的には「長期的・全体的展望に立った闘争の準備、計画、運用の方法(大辞林)」を指し、戦略の具体的遂行である戦術とは区別される。しかし、「戦略性」、「戦略的」というように両者の中間的意味合いを持たせた使い方も多い。ここでは、特に「長期的・全体的展望に立った」という視点を重視する。政策における戦略性の強化とは、日本の将来ビジョンを見据え、オールジャパンとしての課題に対して省庁横断的に取り組むべき最も有効な方策の企画推進を強化することを意味する。

(注 2)「基礎研究・基盤研究」:本提言では、一般的に用いられる研究フェーズについての概念定義に従う。厳密な境界議論に意味があるわけではなく、その中心的概念を指すことを重視する。境界を意識しすぎることや重複排除は、研究の閉鎖性を招いたり成果展開に支障を生じさせかねないとの立場に立つ。

こうした基礎・基盤研究は、その成果の社会への寄与が、リニア型でなくジグザグ型である(例えば Klein's model)。即ち、順次応用研究から開発研究を経て実用化に結びつくも

のもあれば、思いがけず非常に短い経路で実用化開発に繋がって行くものもあり、実用化開発段階での問題解決に決定的なヒントを与えることもある。もちろん逆方向もあって然るべきで、開発途上で問題が生じて基礎に立ち返ることも必要となる。原理原則に立脚した波及性の高い基盤的研究の蓄積（所謂 sink）が重要である。

「基礎研究」：純粋研究とも呼ばれ、理論や知識の進展を目的にしている。その出発点は知的好奇心であり、研究成果を何かの役に立てることを最初から目指しているわけではない。いっぽう、応用研究や開発研究は具体的な問題の解決を目指すことが出発点であり、産業や社会の発展のために行われる。それぞれのフェーズでの成果について、相互に、そして産官学の関係者に、波及性も含めて本質的な理解が行きわたることが、イノベーションの加速に最も重要な条件と考えられる。

「基盤研究」：基礎研究や応用研究、開発研究を支えると同時に現実の課題解決に資する、解析・計測技術研究、計算機シミュレーション技術研究などの、共通基盤研究を云う。

## 第2章関連

[2-1] 「エネルギー基本計画（第2次改定）」（2010. 6. 18 閣議決定）：第5節「革新的なエネルギー技術の開発・普及拡大」

[2-2] 総合科学技術会議「環境エネルギー技術革新計画」（2008. 5. 19）：地球温暖化への対応について「低炭素社会実現に向けた我が国の技術戦略」として、温室効果ガスの大幅な削減を目指すだけでなく、エネルギー安全保障、環境と経済の両立、開発途上国への貢献等を考慮した総合的な国家戦略の必要性と考え方が示されている。

[2-3] 総合科学技術会議答申「科学技術に関する基本政策について」（2010.12.24）：「新成長戦略」[2-4]に沿って、「グリーン・イノベーションの推進」に関し、「エネルギー供給の低炭素化、エネルギー利用の高効率化とスマート化、社会システムのグリーン化など、世界最先端の低炭素社会実現に向け我が国が強みを持つ環境・エネルギー技術の革新を促す。そのために、各種制度改革とともに、地方公共団体や大学、公的研究機関、産業界と協働し、それぞれの地域の特色を活かしつつ、新しい社会システムの構築に向けて、研究開発から技術実証、普及、展開までを一体的に行う取組を支援する。」としている。さらに、エネルギー課題を含む我が国が直面する重要課題への対応として、科学技術の共通基盤の充実、強化を取り上げている。そして、国の安全保障にも関わる基幹的技術や、複数の領域や機関に共通して用いられる基盤的な施設及び設備に関する研究開発の推進に当たっては、これらが長期的かつ継続的に取り組むべきものであることから、国主導の下、関係する産学官の研究機関の総力を結集して研究開発を実施する体制を構築する必要がある、としている。

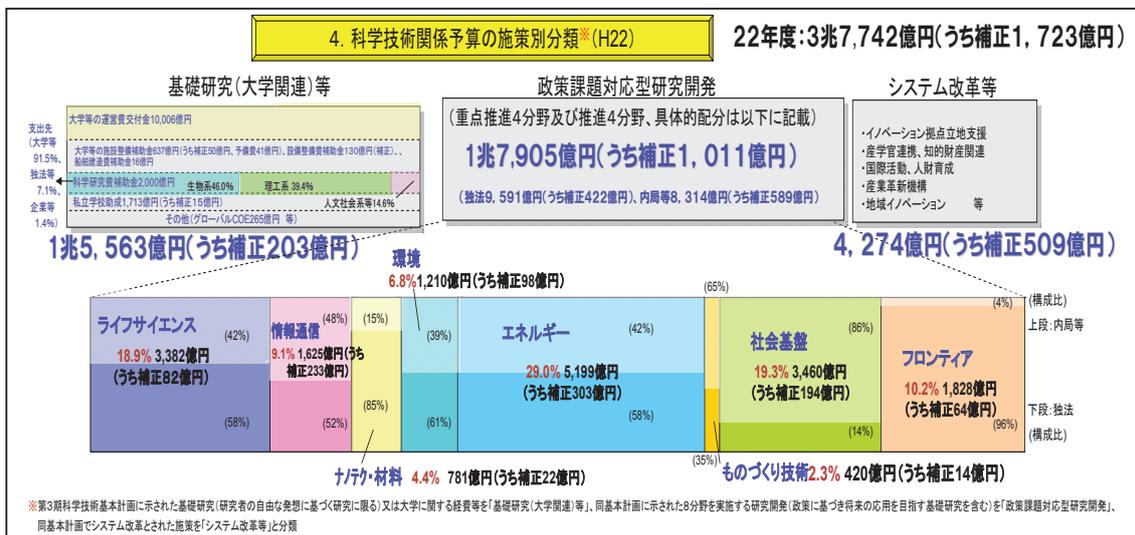
[2-4] 「新成長戦略」（2010. 6. 18 閣議決定）：「グリーン・イノベーション」を我が国の強みを活かす成長分野の一つに掲げ、再生可能エネルギーの普及拡大支援、エコ住宅やヒートポンプの普及拡大などによる住宅・オフィスのゼロエミッション化などの取組、蓄電池、

次世代自動車などの革新技术開発を前倒し推進すること、としている。

[2-5] 総合科学技術会議「第3期科学技術基本計画 V エネルギー分野推進戦略」(2006. 5)

[2-6] 総合科学技術会議「第3期科学技術基本計画フォローアップ」(2011. 3)

[2-7] 総合科学技術会議「第3期科学技術基本計画フォローアップ-エネルギー分野中間報告」(2010. 6) : 「エネルギー分野研究開発予算の施策別分類について」



(注 1) 科学技術基本計画に沿い、ここ5年間の政府研究開発投資は当初予算ベースで約3.5兆円強/年(GDP比約0.7%)のレベルとなっている。3.5兆円のうち40%強の約1.5兆円が大学等の基礎的経費(国立大等学へ1兆円強、私立大学へ約17百億円、科研費補助金20百億円、等)、約50%の1.7兆円前後が政策課題対応研究開発費で8分野に対して投入されている。残りはシステム関係費である。前者の基礎的経費によるエネルギー分野研究開発活動の規模は推定せざるを得ないが、ここでは、科研費補助金の綱目分類等を参考に、上記約1.5兆円の2割前後と推定した(注2)。

後者の政策課題対応研究開発費については、ここ数年、その約30%に当たる50百億円程度がエネルギー分野に投入されており、8分野中最大である。上述の基礎的経費と合わせると、エネルギー分野に投入されている国費は80百億円程度と推定され、後述する米国の年間研究開発投入規模等と比べて、GDPの規模等を考慮するとそれほど遜色はないと考えられる。しかし、全体としての戦略は明らかではない。

エネルギー分野における政策課題対応研究開発費(50百億円、競争資金)のうち、戦略重点科学技術として平成21年度には約10百億円が投入

**<政府ファンディング実績>**

「H21FY戦略重点科学技術」-「GSTPエネルギーPT第3期フォローアップ資料」

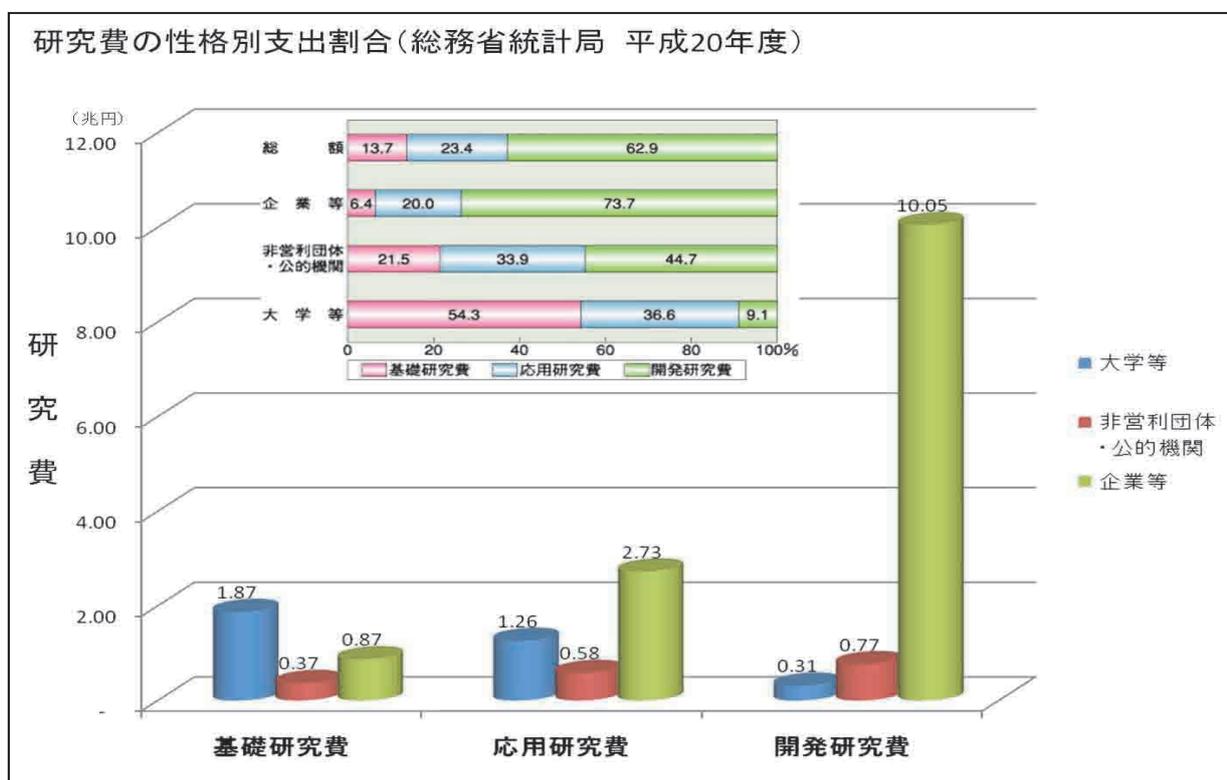
- 世界一の省エネ国家としての更なる挑戦(戦略1)**
  - 都市システム、住宅省エネ(評価技術、手法<sup>1</sup>)
  - 省エネ型素材製造プロセス技術(鉄鋼・化学等<sup>30</sup>)
  - 高性能デバイス技術(ハワエレ・ナエレ・次世代低消費電力SC等<sup>20</sup>)
- 運輸部門を中心とした石油依存からの脱却(戦略2)**
  - エネルギー源多様化(GTL、ガス化、太陽発電等<sup>85</sup>)
  - 次世代電力貯蔵、超電導関連(<sup>110</sup>)
  - 燃料電池関連、水素関連(<sup>150</sup>)
- 基幹エネルギーとしての原子力の推進(戦略3)**
  - 高レベル放射性廃棄物処分(<sup>130</sup>)
  - FBRサイクル技術(<sup>400</sup>)、核融合関係(<sup>110</sup>)

(単位: 億円)

されている。原子力関連投資が6割強を占め、次いで再生可能エネルギー研究開発投資が3割強、1割弱が化石資源の効率的利用等であるが、その配分戦略は不明である。なお500億円全体についても略同様な配分で、約4割の200億円前後が原子力分野以外に投入されているが、主なものは技術戦略マップなどに沿ってここ10年程度で研究開発に目途をつけ、2030年ごろまでに普及を図る計画となっている。

(注2) 基礎研究に対し、エネルギー分野といったニーズ対応型でかつ総合的な分野分類はなじまないが、科学技術研究費補助金の項目分類等から、エネルギー分野基礎研究への政府研究開発投入規模を上記約1.5兆円の2割前後と推定した。エネルギー資源技術、変換・利用技術等に繋がる要素的基礎研究としては、科学研究費補助金の研究分野分類によると、複合新領域の環境学のところの環境技術・環境材料分野、同領域のナノ・マイクロ科学のマイクロ・ナノデバイス分野、化学領域の材料化学の各分野、工学領域の機械工学・電気電子工学・材料工学・プロセス工学・総合工学等における各分野（このうち総合工学のなかに「エネルギー学」、「原子力学」がある）、生物学領域や農学領域のなかのバイオマス関連分野などが関係すると考えられるが、項目数にして1～2割程度である。しかし、最終的にエネルギーの効率的利用に繋がるものは多いことから、基礎研究のうちエネルギー資源技術、変換・利用技術等に直接繋がるものは、2割前後と推定した。国立大学等における基礎研究についても同様のことが推測される。

[2-8] 総務省統計局「平成21年 科学技術研究調査結果の概要」(2009.12.10)



(総務省統計局データをもとにCRDSが作成)

(注)基礎研究は、主に大学等により担保される。公的研究機関でも必要に応じて基礎研究がなされるが、エネルギー分野では次葉以下に示す3研究所がある。そのうち最も幅広くエネルギー分野の研究を実施している産業技術総合研究所の場合、関連する各センターの位置付けに表現されているように、ほとんどは実用化を目指した研究開発を実施している、関連する基礎研究も含まれるがその規模は小さい。物質・材料研究機構では基礎研究フェーズが主体となるが、エネルギー分野全体としての研究フォースとしては限定的であり、理化学研究所についても同様である。

産業技術総合研究所 環境・エネルギー分野							
名称	バイオマス研究センター	水素材料先端科学研究センター	新燃料自動車技術研究センター	メタンハイドレート研究センター	コンパクト化学システム研究センター	先進パワーエレクトロニクス研究センター	太陽光発電工学研究センター
概要	費用対効果に優れた実用化バイオマス転換プロセスの開発を目指す	商業化を実現するための技術整備を行うほか、技術開発後に遅滞なく商業化するための技術移転や人材育成を行う	自動車における新燃料の普及、省エネルギー化及び排出ガスの超グリーン化を統合的に研究する	メタンハイドレート資源から天然ガスを経済的かつ安全に生産するための生産技術の開発に取り組み、商業的生産のための技術整備を行う	高温高圧、無機材料、触媒などのコア技術と、異種領域の技術融合による化学プロセスのイノベーションを目指す	半導体結晶成長から電力変換機器応用までの異なる技術階層の研究者を集結、一体的かつ統合的に「先進パワーエレクトロニクス研究」を推進	安価で高性能な次世代太陽光発電システムの大量普及を加速
センター長	坂西 欣也	村上 敬宜	後藤 新一	成田 英夫	花岡 隆昌	奥村 元	近藤 道雄
研究チーム(メンバー数)	①水熱・成分分離T(11) ②エタノール・バイオ変換T(20) ③BTL-トータルシステムT(7) ④BTL触媒T(5) ⑤バイオマスシステム技術T(16)	①水素物性研究T ②水素材料強度特性研究T ③水素高分子材料研究T ④水素トライボロジー研究T ⑤水素脆化評価研究T	①新燃料燃焼T(7) ②新燃料製造T(8) ③省エネルギーシステムT(6) ④排出ガス浄化T(3) ⑤計測評価T(4)	①生産技術開発T(16) ②貯留層特性解析T(11) ③生産モデル開発T(11) ④物理特性解析T(12)	①コンパクトシステムエンジニアリングT(22) ②触媒反応T(14) ③ナノポーラス材料T(8) ④先進機能材料T(12) ⑤無機生体機能集積T(6)	①ウエハプロセスT(10) ②SiCパワーデバイスT(18) ③SiCデバイスプロセスT(17) ④SiCデバイス設計T(6) ⑤GaNパワーデバイスT(4) ⑥パワー回路集積T(9)	①先端産業プロセス・高効率化T(10) ②先端産業プロセス・低コスト化T(15) ③実用化加速T(13) ④評価・標準T(27) ⑤システムT(11) ⑥革新デバイスT(12) ⑦革新材料T(8) ●太陽電池モジュール信頼性評価連携研究体(9)
※T: チーム							
名称	ユビキタスエネルギー研究部門	環境管理技術研究部門	環境化学技術研究部門	エネルギー技術研究部門	安全科学研究部門	アジア・バイオマスエネルギー研究コア	爆発安全研究コア
概要	蓄電池(二次電池)、燃料電池をはじめとする新しい小型・移動型の電源技術や、照明技術など家電製品での省エネ・省資源化のための、材料基礎からシステム化まで通じた研究	産業起源の環境負荷のマネジメントに関する科学技術研究開発を行い、環境技術産業の振興・創出を図るとともに環境関連政策の立案・実効へ貢献	持続発展社会を実現するために、 ・環境負荷物質(有害物質)排出の最小化 ・エネルギー効率の向上・温室効果ガスの排出量削減 ・有限資源から循環型資源への原料転換に関する産業技術の研究開発	クリーンな分散型エネルギー源を中心とした電力・熱・化学エネルギーの統合的なエネルギーネットワークの構築、これを支える燃料電池を始めとする材料・デバイス技術、および、クリーン燃料・太陽光エネルギー・水素エネルギー等のクリーンエネルギーを研究	化学物質のリスクやハザード、工業製品や消費者の環境負荷に関するライフサイクル評価などの研究成果や手法を融合させ、持続可能な社会を目指すための指針を提示	バイオマスエネルギーの製造技術開発、規格制定等の促進。その達成のため、関係する技術開発とともに必要な国際協力・研究人材育成を実施	爆発現象及び関連する現象全般(自然発火、反応暴走、圧力解放、高速燃焼、衝撃破壊、爆発による環境影響など)について、基礎から応用に至るまでの総合的な研究
部門長	小林 哲彦	田尾 博明	柳下 宏	長谷川 裕夫	四元 弘毅	坂西 欣也	本田 一匡
研究グループ(スタッフ数)	①ナノ材料科学RG(6) ②新エネルギー媒体RG(5) ③次世代燃料電池RG(5) ④蓄電デバイスRG(7) ⑤電池システムRG(6) ⑥デバイス機能化技術G(5) ⑦光波制御デバイスG(6) ⑧ナノ機能合成G(8) ⑨高機能ガラスG(5) ⑩バイオベースポリマーRG(5) ⑪エネルギー材料標準化G(6) ⑫イオンクス材料RG(6)	①計測技術RG(9) ②未規制物質RG(5) ③環境分子科学RG(7) ④環境負荷制御RG(5) ⑤吸着分解RG(6) ⑥浄化機能促進RG(7) ⑦リサイクル基盤技術RG(4) ⑧金属リサイクルRG(5) ⑨大気環境評価RG(6) ⑩海洋環境評価RG(5) ⑪水環境工学RG(7)	①精密有機反応制御G(9) ②精密有機反応制御第2G(4) ③分子触媒G(7) ④固体触媒G(4) ⑤膜分離プロセスG(5) ⑥化学システムG(5) ⑦バイオケミカルG(9) ⑧循環型高分子G(8) ⑨フッ素化合物G(7)	・分散エネルギーネットワーク技術(エネルギーネットワーク、エネルギー社会システム、熱・流体システムなど8グループ) ・エネルギー材料・デバイス(燃料電池材料、熱電変換、エネルギー貯蔵材料など7グループ) ・クリーンエネルギー技術(水素エネルギー、太陽光エネルギー変換など5グループ)	①リスク評価戦略G(6) ②環境暴露モデリングG(8) ③広域物質動態モデリングG(5) ④物質循環・排出生解析G(5) ⑤持続可能性ガバナンスG(6) ⑥爆発衝撃RG(4) ⑦高エネルギー物質RG(5) ⑧爆発利用・産業保安RG(4) ⑨素材エネルギーRG(6) ⑩社会とLCA RG(7)	・バイオマス研究センター ・新燃料自動車技術研究センター ・安全科学研究部門が中核となり活動。	①爆発衝撃RG(3) ②高エネルギー物質RG(4) ③爆発利用・産業保安RG(5)

((独)産業技術総合研究所ホームページをもとにCRDSが作成)

物質材料研究機構 環境・エネルギー材料部門(部門長:大橋 直樹) 構成研究ユニット

ユニット名称	環境再生材料	超伝導物性	超伝導線材	電池材料	水素利用材料	太陽光発電材料
概要	環境再生・修復技術を 発展させる革新的な 物質・材料の開発・創 製	超伝導基礎研究を通 して、超伝導メカニ ズムの解明を目指す	社会で活躍できる超 伝導技術を目指し、線 材開発を中心に応用 超伝導に関する研究・ 開発を行う	エネルギーの高効率 利用を可能とするエネ ルギー貯蔵・変換材 料の研究	水素を製造・精製する ための材料開発や、 水素の各種機能を応 用した材料の開発	低コスト次世代太陽電 池の高効率化技術の 確立により地球温暖 化やエネルギー問題 解決に貢献
ユニット長	葉 金花	宇治 進也	北口 仁	高田 和典	津崎 兼彰	韓 礼元
所属グループと 人員 ※G:グループ ※( )内はグリー ダー、メンバーの 人数	①触媒機能材料G(4) ②ジオ機能材料G(4) ③基礎プロセスG(4)	①量子物性G(5) ②材料開発G(2) ③エレクトロニクスG (4) ④ポルテックスダイナ ミクスG(4) ⑤強相関物質探索G (7)	①高温線材G(6) ②強磁場線材G(4) ③マグネット開発G(4) ④ナノフロンティア材 料G(3)	①二次電池材料G(1) ②燃料電池材料G(2) ③エコエネルギーG (2) ④空気電池G(1)	①透過膜材料G(2) ②合金触媒材料G(3)	①色素増感太陽電池 G(4) ②有機薄膜太陽電池 G(3) ③超高効率太陽電池 G(2)

ユニット名称	材料信頼性評価	先進高温材料	ハイブリッド材料	光・電子材料	サイアロン	磁性材料
概要	構造材料の信頼性向 上のため、材質劣化 機構の解明や評価技 術の開発を行う	材料の耐熱性を向上 させてジェットエンジ ンや発電プラントの効 率向上、CO2削減に貢 献	新たな機能特性及び 力学機能発現を得る ためのハイブリッド材 料の可能性追求に チャレンジ	物質中の光と電子を 操る新しい機能性結 晶や光・電子素子の 開発	サイアロンに代表され る非酸化物セラミッ クスを対象に、プロセ ス技術の高度化、新規 の物質探索と機能発 現を研究	省エネルギーやデー タストレージに貢献で きる磁性材料とその デバイスに関する研 究
ユニット長	木村 一弘	黒田 聖治	香川 豊	大橋 直樹	廣崎 尚登	宝野 和博
所属グループと 人員 ※G:グループ ※( )内はグリー ダー、メンバーの 人数	①極限環境材料G(4) ②疲労研究G(8) ③高温材料G(2) ④腐食研究G(3) ⑤腐食解析G(2) ⑥耐環境特性G(4) ⑦非破壊評価G(3) ⑧材料創製・信頼性G (2)	①コーティングG(3) ②構造機能融合材料 G(4) ③高性能合金G(5) ④高温表面キネティ クスG(2) ⑤極限トライボロジ ーG(4)	①複合材料G(1) ②インターコネクト・デ ザインG(2) ③複合機能膜G(2)	①光・電子機能G(9) ②光学単結晶G(4) ③セラミクス化学G (7) ④ワイドギャップ機能 材料G(6) ⑤ポーラードメイン制 御G(1) ⑥機能相関材料G(2) ⑦プラズマ応用材料G (1)	(5)	①磁性材料G(3) ②スピントロニクスG (4) ③ナノ組織解析G(1)

((独) 物質材料研究機構ホームページをもとにCRDSが作成)

理化学研究所 グリーン未来物質創成研究領域 (領域長:玉尾皓平)

電子複系機能材料研究グループ		機能性ソフトマテリアル研究グループ					
グループディレクター	高木 英典		相田 卓三				
グループの 研究テーマ	1. 新奇電子複系物質の開拓 2. 電子相の概念に基づく環境エネルギー材料の創成 3. 複系電子機能設計の学理構築		1. 機能性有機・高分子・超分子ナノ材料の創製 2. 動的応答機能を有するソフトマテリアルの開拓 3. ヒドロゲルよりなるプラスチック代替マテリアルの創製 4. 分子集合体の系内反応に基づくソフトマテリアルの開発 5. 機能性有機半導体を用いた光電変換システムの開発				
チーム	無機電子複系研究 チーム	有機電子複系研究 チーム	ナノ構造電子複系 研究チーム	エネルギー変換研究 チーム	生体模倣材料研究 チーム	光電変換研究チ ーム	
チームリーダー	高木 英典	加藤 礼三	金 有洙	福島 孝典	石田 康博	相田 卓三	
チームの 研究テーマ	1. 鉄磁素系新奇超伝導 体の機構解明 2. 新超伝導体・熱電変 換材料の探索 3. スピン軌道相互作用 誘起物性の開拓 4. 量子スピン液体の物 理	1. 有機ディラックフェル ミオン系の開発 2. 有機スピン液体の解 明 3. 有機 $\pi$ 電子系の物性 理論の構築	1. ナノ表面・界面にお けるエネルギー変換・移 動の研究 2. グラフェンを用いた広 帯域周波数可変THz 検出器の開発 3. メタマテリアルを用 いた新奇光制御デバイ スの開発 4. 負の熱膨張材料を利 用したゼロ体積効果 デバイスの開発	1. 新規有機・高分子・超 分子機能分子のデザ イン 2. 動的応答機能を有す るソフトマテリアルの 開拓 3. 大規模分子集積化の ための方法論の開拓	1. ヒドロゲルよりなるブ ラスチック代替マテリ アル・アクアマテリ アルの創成 2. 液晶中での錯型反応 に基づくキラル分子フ ラスコの創成 3. 液晶中での分子イン プリンに基づくキラル 固相ホストの創成	1. キャリア輸送性、光 捕集能を有する機能 性有機半導体の開拓 2. ドナー・アクセプター ユニットからなるナノ 構造活性層の開発 3. 明確な導電パスを形 成する活性層-電極界 面のデザイン	
先進機能物質創製研究グループ							
グループディレクター	侯 召民						
グループの 研究テーマ	1. 先進機能触媒研究 2. 先進機能元素化学研究 3. グリーンナノ触媒研究						
チーム	先進機能触媒研究チ ーム	先進機能元素化学研究チ ーム	グリーンナノ触媒研究チ ーム				
チームリーダー	侯 召民	内山 真伸	魚住 泰広				
チームの 研究テーマ	1. 高性能重合触媒の開発 2. 高性能有機合成触媒の開発 3. 新規有機EL材料の開発	1. 物質科学・生命科学を支援する高度 分子変換法の開発 2. 有機化学、無機化学、金属化学の枠 を超えた周期表横断型化学(元素化 学) 3. 合成化学・分光学・計算化学を基盤 とした物質創製(物質科学・生命科学)	1. 分子自己集積化を鍵とする新触媒反 応場の構築 2. マイクロリクタを利用した超高速分 子変換 3. 水中機能性ナノ触媒の創製				

((独) 理化学研究所ホームページよをもとにCRDSが作成)

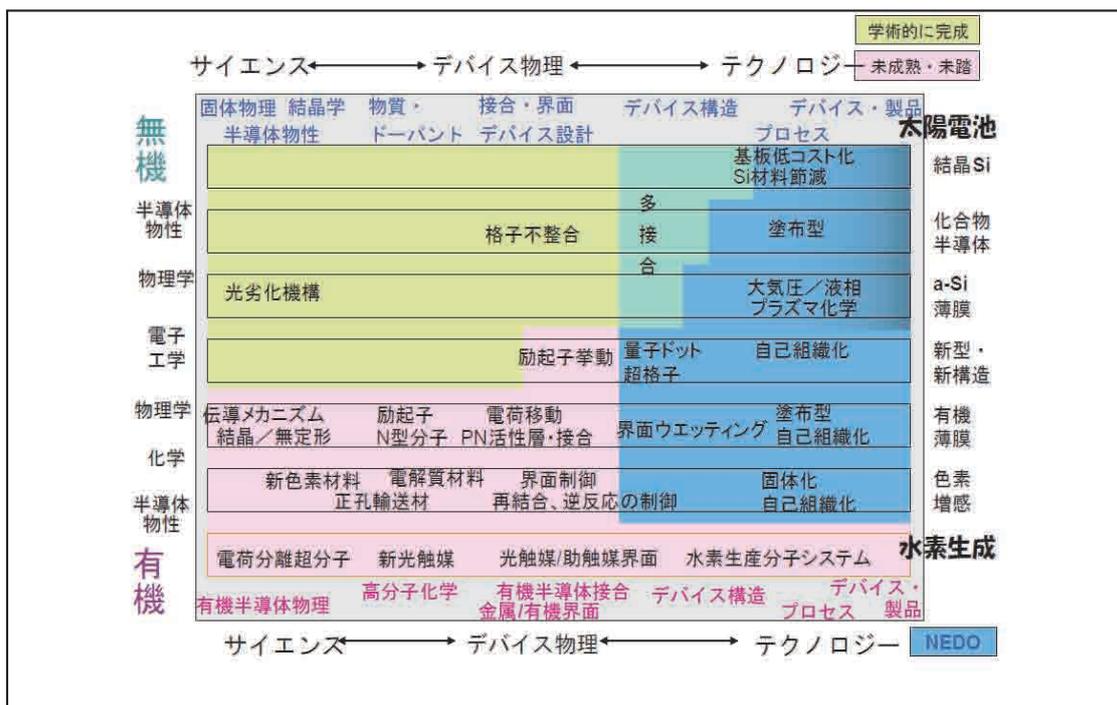
### 第3章 関連

#### [3-1] 次々世代シーズ創出研究

エネルギー変換技術としての太陽電池やバイオマスエネルギー、再生可能エネルギー利用効率向上技術としての二次電池、共通基盤技術としての相界面基盤技術等に関して、基本的原理の異なる新たな発想から基礎を築こうとする、いわば次々世代技術を狙うことが期待される。現在推進されている、当面 10 年くらいで技術に目処をつけその後 10 年くらいかけて（2030 年頃の）実用化展開を目指す応用開発研究ではなく、革新的技術を生む基盤を構築するものである。難度は高く時間を要するのが一般的であるが、思いもかけぬ発見によりいち早く実用化に至る場合もあり得る。また応用開発研究や実用化の過程で見つかった新たな現象や課題を分析しその解決策を提供したり、新たなシーズ創出に展開させたりする機能も重要である。

#### 再生可能エネルギー分野基礎研究課題例：太陽電池関連

この図で、桃色に色分けされた部分の基礎研究や、基盤研究としての固体物理、結晶学、半導体物性、有機半導体物理、高分子化学などが対象となる。



(CRDS-FY2007-WR-16「太陽光を利用したクリーンエネルギーの生成」抜粋)

注) 再生可能エネルギーは分散型エネルギーであり、地域に合った実用化展開が条件となる。すなわち、研究開発の目標や前提条件に地域の自然条件、環境条件、社会・経済条件を織り込む必要がある。地域におけるこうした特徴のある研究開発を進めるとともに、共通要素技術や共通基盤技術について、全国ネットワークによる施設の供用と知見の共有が重要である。化石資源についても、リスク対策や地域の経済的自立などの観点から、今後は小規模分散型の利用形態が増加する可能性がある。原子力については運転の安全性や放射性廃棄物の処理などについて徹底した議論が必要であるが、それがクリアされれば制御性の高い小型原子炉の分散配置の可能性もある。従って、エネルギー分野全般にわたって、益々ネットワーク型研究を推進する必要がある。

参考：基礎研究を含む政策目的研究開発プロジェクトの例（産業側が主体）

過去の通産省大型PJ事例			
	超LSI技術研究組合	アモルファス太陽電池技術開発プロジェクト (サンシャイン計画内で実施)	原子分子極限操作技術(アトムテクノロジー)研究開発プロジェクト
資金方式/実施主体	・通産省(補助金)→研究組合 ・産(5)、官(1) ・共同研究所設置(NEC内)	・NEDO →電総研、企業、大学 ・産(8)、官(2)、学(6) ・分散型連携PJ	・NEDO →電総研、企業、大学 ・産(約30) 学(7) 官(1) ・集中型連携PJ(融合研内)
実質期間	1976-1979 4年	1980-1989 10年	1992-2001 10年
背景	IBMの未来コンピュータ計画に 触発。日本のコンピュータ産業 の危機意識	1970年代の石油危機に対応す べく開始	将来の微細化限界の危機感や、 医療におけるDNA・分子レベルの 観察操作技術ニーズ→共通基盤
予算・規模	290億円(民間含700億)、100人	約200億円	262億円、最盛時110人
仕組・特徴	・超LSI 生産の基礎的・共通的 課題に限定 ・目標と期間が明確であり、研 究計画に無駄がない ・フレキシブルな決定と運営 ・参加企業はノウハウ流出を警 戒する研究は持帰りで実施	・欧米を上回る規模の予算と人 材の集中投資、大学トップ人材 を本格投入 ・基礎と応用がリアルタイムに成 果をキャッチボール ・学会・コミュニティ形成、応物学 会のなかでも激しい議論で有名 な分科領域として成長	・米国NNIより10年先駆けたナ ノテクへの研究開発投資 ・基礎シフト政策、all日本のトッ ププレイヤー結集(学の参加) ・単一のリーダーに全権委譲 (予算配分・人事権) ・連携・融合(バイオとナノ、基礎 とデバイス、実験と理論の融合)
成果・インパクト	・80年代後半DRAM等半導体 デバイスで日本が米国を抜き 世界シェアでトップに。 ・電子ビーム露光装置、ステッ パはPJ終了後に高いシェア。 ・Siウエハーも日本の地位高	・80年代前半には研究レベルで 欧米を凌駕、名実ともに日本の 研究開発地位を確立。 ・太陽電池だけでなく、液晶用薄 膜シリコンランジス技術にも波 及・発展	・世界をリードする学術成果、十 倉Gの電子産業への関与 ・人材輩出(現在までに大学教 授13名、助教授17名誕生) ・ベンチャー(生体分子計測研 究所)の誕生・成長

[3-2] 「拠点」の備えるべき条件（インタビュー、ワークショップ意見-参考資料-2, 3）

- ①恒久的研究拠点としての位置付け（10年以上）
- ②国家戦略に沿いかつ研究者に魅力ある研究プログラム
- ③拠点長の能力・人格・幅広い権限（公募、10年程度の任期、後継育成）
- ④一定規模の継続的予算
- ⑤最先端共通基盤設備と充実したオペレーションスタッフ
- ⑥若手人材育成プログラム（異分野融合、国際連携、）
- ⑦情報アクセス性（国内外研究情報、企業情報、地域情報）
- ⑧生活を含めた研究環境整備

\* 知的財産権等の公平で透明な取り扱いシステムの整備

知的財産権制度の根幹は、発明の促進と成果の社会活用の促進、その両輪を廻すことにあることから、その基本原則に沿ってルールを確立すべきである。まずは発明者の寄与率を特定することが必要であるが、基本的には実際に研究を行った当事者間の自主調整に委ね、最終調整が必要な場合に研究リーダー或いは拠点長が直接裁量するシンプルなルールづくりが好ましい。

[3-3] 吉川弘之「研究開発戦略立案の方法論－持続性社会の実現のために－」  
(2010. 6. 1JST-CRDS)

## 参考資料－２ 有識者インタビュー結果概要

約30名の第一線の研究者、事業者、行政担当者にヒアリングを実施し、その約半数の方々にワークショップ討論に参加していただいた。(参考資料-3)

エネルギー分野研究開発に関わる国としての総合戦略については多くの識者がその必要性を指摘し、省庁の縦割りを排除した横断的な取り組みを強化すべきとしている。同時に、そうした総合戦略が実行部隊に明確に意識され、共有されることが効果的な成果を生むための必須条件であり、最も有効な方法として**実行者が戦略立案に参画すべき**という点で認識が共有された。

戦略に沿った研究開発の推進について、特に時間を要しリスクの高い**基礎・基盤研究**については、**中長期に互るリソースの継続投入が不可欠**という点に関しても多くの方が同様の指摘をした。また、応用開発から基礎研究への立ち返りが必要になることもあり、省庁間の壁を越えたリソースの運用を促進すべきとの意見も多い。

人材育成については、**戦略分野**に関しての**恒久的研究拠点**を設置すべきとの意見が強い。現状では、特に若手のキャリアパスが未確立で、時限的なプロジェクトだけでは、中長期の研究や、異分野との融合による新領域創出といった研究を指向する研究者は少なく、人材が育たないという意味である。

### エネルギー分野研究開発における国家戦略の明確化と共有化の方策(インタビュー等から抽出された意見)

- エネルギー関連政策課題対応の研究開発は、一企業や一産業界あるいは単独又は複数の研究開発組織で、その総合的な位置付けを判断することが難しく、**国家戦略の果たす役割は大きい**。(主として市場競争原理により優先順位が決まる製品等の研究開発課題とは、性格が異なる。)
- 現在の政策企画推進フレームは**完全に縦割り**。一部個別課題についてのある程度横断的な取組はあるが、比較的近い出口指向のものに限られる。
- そうした総合戦略が有効に機能するためには、それが各セクターに明確に理解され、それぞれの主体的な行動や連携に繋がる必要がある。対応策としては、**実行者側が自らビジョンや戦略を提案し、官民が共同で戦略を練ることこそが、取りも直さず「共有」のための最も本質的で効果的な方法**と考えられる。合理的で分かり易くまた様々な知恵と工夫が盛り込まれた魅力的な提案がオープンな形で提案されて行けば、自然と政策として取り上げられることになる。社会システムの違いもあるが、現に、欧米ではいくつもそうした例がある。

2010.12.03

JST-CRDS-WS(エネルギー基盤研究拠点)

7

### エネルギー分野研究開発(RE分野を想定)における公的資金運用と人材育成の抜本的改善策(インタビュー等から抽出された意見)

- 立案された研究開発戦略の実行(推進)については不確実性のマネジメントが不可欠であるが、特にエネルギー分野における重要な課題解決には、**中長期的視点からの継続的かつ柔軟なリソース投入**が、成果を最大限に引き出すために非常に重要となる。

\*課題対応型のプロジェクトでは、実質的に複数年度に跨る予算がある程度担保されることもあるが、**基礎基盤の研究については戦略的に継続投入されているとは云いがたい**。また、総合的な課題解決に当たっては、応用開発から基礎研究への立ち返りが必要になることもあるが、**省庁間の壁を越えたリソースの運用はなかなか難しいのが現状である**。

2010.12.03

JST-CRDS-WS(エネルギー基盤研究拠点)

9

### エネルギー分野研究開発(RE分野を想定)における公的資金運用と人材育成の抜本的改善策(インタビュー等から抽出された意見)

- 人材育成**については、中長期の戦略的研究を進めるため、世界から優秀な人材が集積し育ちかつ輩出される、結果として国及び地域の財産としてのネットワークが形成・維持される「**恒久的**」研究拠点の構築が不可欠。

<内部議論、インタビュー等から抽出された提案>

- ・リソースの配分(提案選択)の根拠の明示
  - ・単年度予算制度の緩和(基金化等)
  - ・リソース運用の実行部門への大幅な権限委譲
  - ・公的資金と民間資金の併用に関わる税制の整備
  - ・中間・終了評価手法の研究とその成果の適用による評価の適正化
  - ・若手研究者の処遇・研究環境の改善・キャリアパスのルール化、など。
- ⇒ワークショップによる議論の深化

2010.12.03

JST-CRDS-WS(エネルギー基盤研究拠点)

11

## ■インタビュー先

(研究拠点)

- つくばイノベーションアリーナ (TIA) ナノテクノロジー拠点運営最高会議事務局
- (独) 産業技術総合研究所 つくばイノベーションアリーナ推進室
- (独) 物質・材料研究機構 ナノ材料科学環境拠点
- 九州大学 カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (WPI)

(大学・公的研究機関)

- 京都大学大学院工学研究科 教授 (物質エネルギー化学専攻)
- 奈良先端科学技術大学院大学 理事
- 筑波大学大学院 数理物質科学研究科
- 東京大学大学院工学研究科 教授 (機械工学専攻、ナノメカニクス)
- 東京大学生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター 教授
- 東京大学工学系研究科 特任教授 (グローバル COE)
- 東京大学 名誉教授 (研究評価)
- 政策研究大学院大学 教授 (イノベーション政策)
- 成城大学社会イノベーション学部 教授
- (独) 産業技術総合研究所 (環境・エネルギー分野)
- 分子科学研究研 准教授 (物質分子科学研究領域)
- JST 低炭素社会戦略センター

(民間企業等の研究者及びマネジャー)

- (社) 研究産業協議会
- 太陽光発電研究組合 (PVTEC)
- (株) 日本総合研究所
- 日本電気 (株) グリーンイノベーション研究所
- トヨタ自動車 (株)
- 日産自動車 (株) 総合研究所先端材料研究所
- (株) 東芝 電力・社会システム技術開発センター

(行政府)

- 文科省研究開発局 環境エネルギー課
- (独) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー部
- (独) 科学技術振興機構 理事

(CRDS 特任フェロー)

- 大泊 巖 (早稲田大学 理工学術院 名誉教授)
- 川合 知二 (大阪大学産業科学研究所 教授)
- 魚崎 浩平 ((独)物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトゥクス拠点、主任研究者)
- 品田 賢宏 (早稲田大学高等研究所 准教授)
- 丹羽 富士雄 (政策研究大学院大学 客員教授)

## <インタビュー記録抜粋>

### ■「エネルギー分野研究開発の戦略的強化」有識者インタビュー(一次)まとめ

#### 質問事項（課題提案）

- A. 政策立案過程における産学官のより密接な協働と戦略の共有、継続性担保
- B. 基礎研究と応用研究・実証研究の間の柔軟な連携（垣根を越えた連携）
- C. 上記（A、B）を可能とする産学官の緊密な（ホットな）ネットワークの形成・維持
- D. その他

#### A. 政策立案過程における産学官のより密接な協働と戦略の共有、継続性担保

- エネルギー分野に関する総合的な研究開発戦略は存在しないといえる。個別研究がファンディングによりつながっているのが現状。
- 全体戦略の構築には縦割り行政の弱点をカバーする必要がある。そのためには横断的な予算を持たねば難しい。エネルギー分野については、横断的に総合的政策を推進する組織が必要ではないか。
- 現在の政策企画推進フレームは完全に縦割り。一部、個別課題については、ある程度の横断的な取り組みはあるが出口指向のもの。政権交代を機に国家としてのエネルギー長期総合戦略を検討し推進する体制が構築されれば良いが、時間が必要であろう。
- 米国等では、科学技術政策の検討に関わった分野専門家が行政府に入り込み、権限の強い大統領のもとで政策を実行する場合がある。また、政権交代時には、行政府のメンバーが大幅に入れ替わることで意思決定が速く、責任も明確になりやすい。
- 第2期科学技術基本計画以降、内閣府（CSTP）が科学技術研究開発全般について全体方針ならびに（4+4分野）を位置づけるなど、横糸を補完してきている。新政権では、第4期科学技術基本計画について課題解決型を指向するとともに基礎も含め出口指向としていることなど、省庁縦割りの弊害をさらに減ずる策を講じている。なお、補正予算についても、ある程度政策を打ち出せる要素がある。
- 経産省では、産業界の意見を吸い上げて政策を実行している。しかし、文科省や環境省との歩調合わせは必ずしも十分ではない。大学・研究機関とも距離感がある。
- 資源エネ庁は、日本全体のエネルギー需給に関してはほぼすべてを掌握しエネルギー産業政策の執行に当たっている。しかし、原子力行政に関しては、全般については内閣府原子力委員会が、研究開発については文科省と経産省共管の（独）日本原子力開発機構が、設備の安全性については経産省の原子力安全・保安院が、主たる政策の実行を行っている。また、バイオマスの開発と普及は農水省も独自に推進し、環境保全面からのエネルギー政策については環境省が独自の方針を打ち出している。
- エネルギー分野は、「アカデミーと産業界が問題意識を共有できる」分野のひとつである。
- エネルギー分野の課題は国家の基本課題のひとつであることから、科学技術政策のみでな

く、資源確保や利用過程における各種政策誘導など、エネルギー政策全体を総合的に進める体制が必要（例えば、日本版 DOE など）。科学技術戦略本部をつくるのであれば、そのなかに医療・健康・福祉政策などと並んで、エネルギー分野は数本の大きな戦略検討グループのひとつとして位置づけることなどを考えるべき。

## B. 基礎研究と応用研究・実証研究の間の柔軟な連携（垣根を越えた連携）

- 例えば、電池の開発と、基盤となる電気化学の研究が連動して行われているかということ、そうではない。前者は企業側でものづくりに集中するし、後者は研究者・研究機関が学会評価を目指した研究に邁進する。（最近、両者が一体となったプロジェクトが動き出した。）
- WPI なども、本来の趣旨に反して孤立化しないとも限らない。世界に冠たる拠点の育成に重点がある。他の拠点から見ると競争相手。
- 第4期科学技術基本計画では課題解決型を指向し基礎も含め出口指向となっていることから、**基礎研究と応用開発研究との連携が必定**といえる。ただし、そのための具体的なスキームはこれから。
- 各省のファンディングは硬直的。垣根を越えて行われるべき。
- 米国では、Federal Funding は手続き面で煩わしいとの本音もある。企業や自治体など身近なファンドのほうが使い易いということはあるかも知れない。
- 日本でも経産省の big project では、民間企業が事務サポート要員を派遣してくれたため、研究者は研究に没頭できたという面がある。また、国家プロでの経験は確実に研究者を育てる効果がある。（上下左右・海外等の多くの人との交わり、その後のネットワーク構築、所属機関ではできない新しい仕事・大きな仕事の経験、視野の拡大、会話力向上、等々）
- 国家プロジェクトのリーダーの実力、行動力がモノをいう。公金使用上の制限は多々あり、最終的には会計検査院の審査を通過しなければならない。大きな制約のあるなかで、関係者の理解を得て（説得し）、壁を乗り越えるのはリーダーしかいないのではないか。昔はそうしたリーダーがある程度いたが、その人たちがリタイアしたあとに人材がいない。
- エネルギー分野の研究開発は、最終的に実用化されるまで長いものが多い。NEDO などの開発研究の過程で（部分的に）基礎研究に戻りたいと考えても、それは難しいのが現状。省庁間にまたがる臨機応変なマルチ・ファンディングは存在しない。むしろ、違いを強調しないとファンドがもらえない。実用化成果を急ぐあまり既定の計画に沿って突き進むことになるが、結果的に期待したほどの成果に至らないことにもなる。
- エネルギー分野の中長期的な基盤研究であるが、日本では 1990 年代までは、細く長くリソースが供給されていた。そのことが、応用開発をある程度支えてきたといえるのではないか。米国では、あまりにドライな project funding が実行されるため、研究者のリソースが、そして存在さえもが大きく振られる問題があった。

### C. 上記（A、B）を可能とする産学官の緊密な（ホットな）ネットワークの形成・維持

- 基礎研究と応用開発研究を必要に応じて連動させる手段として、複数のハブ拠点を中心とした研究拠点ネットワークを検討する意味はある。
- ある分野（特にエネルギー分野）における国策研究全体の戦略については、課題解決型の研究、ハイリスクな課題への挑戦、それらをつなぐ広い基盤研究をバランス良く配置すること、これらが必要なネットワークでつながっていることが必要ではないか。
- ネットワーク型研究開発の問題点として、戦略の方向に研究を誘導していくことはなかなか難しい。強いリーダーかそれに代わる仕組みが必要。（平凡な人の）管理型になると成果に影響するし、コストも増大する。
- 過去のネットワーク型（メガ）サイエンスの形態には3通りある。
  - ①ひとつまたは二つの巨大研究機関が主要な研究資源を持ち、他の小規模の研究機関に必要なに応じて資金配分も行う。（国際熱核融合の例）
  - ②中～大型研究機関が複数集まって意思決定し、それより小規模の研究機関を同一方向の研究開発に誘導する。権限は弱く、場合によっては政府がコントロール。（エネルギー研究開発、国際深海掘削、光創成ネットワーク、などの例）
  - ③すべてが小規模の場合、全体の統率はできないので、政府などが全体をマネジメントする。資金的裏づけでたばねるしかない。
- 米国の大学・研究機関は世界の若手研究者を吸収できる。就職後に、American Dream（の可能性）が待っている。日本では、project leader が project-wise に人材を集められるかどうか疑問。身分保障の有無が大きい。社会的名誉などの評価が伴うことも必要。
- ハブ拠点の運営は大変だが、それを乗り越えて運営でき、皆を引っ張っていけるリーダーが必要。
- 米国では地域の大学も活発であるが、Big Name のリーダーが比較的簡単に異動することもある。
- 国研は大学と異なり業務命令で動く。一定の自由研究の余地は確保されているものの、所長等の権限は大きい。
- NW の意味合いを明瞭にする必要がある。単に情報をやり取りするルートか、コミュニティの形成か。分野研究者のコミュニティということであれば、日本でも一定程度できているし、諸外国に比べてそれほど劣っているということはない。米国の EFRC についても、多くの関係者をよく知っているが、特別のネットワークが存在しているわけではない。通常のコミュニティが存在し、それに対して政策的ファンディングが行われているということ。

## D. その他

- 日本で最も危惧される問題は、若い研究人材（ポスドク）の育成である。身分が不安定で、思い切った研究提案がしにくくなっている。
- 若い研究者ほど、分野を超えた研究に挑戦しようという意欲がない。ポスドク以降のキャリアパスが不透明なことが大きな要因。
- 大きなプロジェクトも、実際に研究しているのはこうした若手研究者であり、彼らが真の力を発揮できないようでは、日本の科学技術研究開発の将来は不安である。
- 研究費の獲得が目的化してしまっている面がある。大学の自立化、若手研究者の維持などが背景にある。中堅からベテランの研究者は、予算の獲得、消化、研究グループのマネジメントでほとんどの時間を費やさざるを得ず、研究に打ち込む時間がないなど、本末転倒の事態が現実になっている。
- 若手人材育成の問題は深刻。国研は、ベテランを現役からはずし（貴重な経験を持った方には自由な研究と若手育成やアドバイザー業務をしてもらう、報酬は大幅に見直す）、ポスドクをもっと正規雇用すべき。
- 民間企業からは、大学に対する不満が多い。役に立たない研究、スピードが遅い、特許の扱いの問題、学生の質低下、独創性・国際性の無さ、等々。

## ■ 「エネルギー分野研究開発の戦略的強化」有識者インタビュー(二次)まとめ

### 総括質問

課題 1. 全体戦略の明確化と共有化 — 戦略立案への実行者の主体的参画

課題 2. リソース投入の継続性および柔軟性確保 — 実行部門への権限委譲

課題 3. 戦略研究開発拠点を中心としたネットワーク型研究の推進方策 —

人材の集積と育成、拠点長の権限、自立と連携、等

### 課題 1. 全体戦略の明確化と共有化 — 戦略立案への実行者の主体的参画

- 第4期の方針にいう官製協議会ではなく、民間有識者が（業界団体ではなく）主体的に発信する、日本全体としての（機能別でなく、All Japanとしての）政策提言を生み出すための仕組み（場作り）を考える必要がある。
- 世の中が複雑・多様化し高度化するなかで、政策決定には、研究や事業の実態を踏まえた民間の知恵（民活）が不可欠。これらと、国際情勢、政治・経済の全体トレンドなど行政サイドの情報に基づく戦略の検討とが融合する必要がある。
- 全体戦略の策定は、プロジェクトの成否を決定する重要事項であり、省庁横断はもとより、理工系や人文社会系までを包含する幅広い分野の賢人を集める必要がある。
- 議論の活性化が基本であり、face-to-face の議論ができる場が不可欠。拠点は場作りという意味で重要。

## 課題2. リソース投入の継続性および柔軟性確保 — 実行部門への権限委譲

- 種々の規制緩和が必要。(本質的には、管理過剰)
  - 単年度予算制度の緩和
  - 専門規制の緩和

- 省庁横断的な funding agency を設置すべき。

★そのほかの主要な意見は、前記一次インタビュー結果に記載のものと同じ

## 課題3. 戦略研究開発拠点を中心としたネットワーク型研究の推進方策 — 人材の集積と育成、拠点長の権限、自立と連携、等

- 恒久的な組織としなければ、直接的な成果や間接的なノウハウが散逸してほとんど残らない。
- 現状では、多くの拠点が、プロジェクトの終了とともに消滅する。継続的な存在意義をどう確立するかが重要。
- 拠点長の意思決定と組織全体のガバナンスが重要。
- 予算の継続性と、そのためのロードマップが重要。
- 人材育成プログラム（連携大学院～博士号取得制度など）が必要。
- 知財の保有、蓄積、活用：自ら保有し活用することが重要。
- 組織は、ドイツのマックスプランク研究所のように国の機関とすべき。ハイデルベルクは核物理、シュトゥットガルトは固体物理、というように、それぞれ特徴を持ちながら、全体として、国の研究機関として機能している。
- 運営として、拠点長およびサブテーマのリーダーには、人事権および予算執行権を付与すべき。大きな権限を委ねるために、拠点長およびリーダーの人選は、万人が認める実力と人格の持ち主であって欲しい。
- 中立性（公平性、透明性）の確保が重要。トップに権限が集中すると、コネなどの不公平な裁量が始まる。完全公募制が重要。

## 参考資料－3 ワークショップ開催結果

(概要)

(独) 科学技術振興機構 (JST) 研究開発戦略センター (CRDS) が平成 22 年 12 月 3 日に開催した、科学技術未来戦略ワークショップ「ネットワーク型最先端エネルギー環境研究開発拠点」の概要を記す。(報告書：CRDS-FY2010-WR-05)

CRDS では、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」と定義し、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)の5つを重要検討項目としている。このなかで、温室効果ガスの排出削減やエネルギー安全保障はわが国喫緊の課題であり、ブレークスルーをもたらすような研究成果が強く求められていることに鑑み、今年度「ネットワーク型最先端エネルギー環境研究開発拠点」構想検討チームを設置し、わが国のエネルギー分野研究開発の戦略的強化に向けた具体的方策の検討を進め、戦略提言に取りまとめることとした。この中で、文献調査や有識者事前インタビューを踏まえた検討により課題を抽出し、ワークショップを開催して議論を深めることとした。

本ワークショップでは、産官学の研究・事業・経営・政策企画等の当事者および経験豊富な有識者約 30 名の参画を得て、幅広くかつ掘り下げた議論を進めることができた。結果として、

- ①わが国のエネルギー分野における研究開発の現状と課題に関する認識の共有、
- ②エネルギー分野の研究開発国家戦略の明確化と共有化に関わる具体的方策の抽出、
- ③再生可能エネルギー分野の研究開発における公的資金運用と人材育成の抜本的改善のための具体的方策の抽出、
- ④再生可能エネルギー分野における国家戦略研究拠点構築に関わる具体的方策の抽出、
- ⑤エネルギー分野研究の戦略的推進を可能とする、組織の壁を超えた横断的かつ継続的な議論と自発的な政策提言検討の場の提供といった所期の目的を達成した。

このように現状の課題認識が共有されるとともに、課題解決に向けた多くの有益な視点、方向性の提示、具体的な方策の提案がなされた。主要なものを以下に列記する。

### ■エネルギー分野の研究開発総合戦略

日本に限られた研究開発リソースのなかで、科学技術とイノベーションを一体的に加速し、複雑多様化・高度化する社会的課題の解決や産業の国際競争力を確保・維持して行くためには、国全体としての総合的な研究開発戦略をもつことが不可欠である。しかし、現状ではそのような戦略が必ずしも明確ではない。エネルギー分野では、大きな方向を示す方針はあるものの、あるいは、具体的な目標が設定されるが、それらの根拠(優先順位や投入規模に関する合理的な理由および総合的な判断に至った考え方など)が明確に提示されることは少なく、結果としてその戦略を実行する行政機関や研究開発実施機関の当事者がそれらを十分に理解できず、主体的に自らの行動に反映させるに至っていない。

戦略の構築に当たっては、必要技術を構造化し、経済性、環境性の定量的な評価を織り込んだ技術シナリオのもとに研究開発の効果、促進策を提示すること、開かれた議論により産業界の生の声を生かすこと、各国の戦略的動きを踏まえ、国家ビジョンに沿って思い切った戦略的資金投入を進めること等が重要である。

戦略強化の方策としては、省庁横断的なコーディネーション機能（調整機能）の強化、戦略の構築に関わる人材の専門性の向上、関係者の戦略の理解と共有化、のための諸方策が必要である。具体的な実施方策については今後の検討にまたねばならないが、これらには産官学の研究開発に関わる当事者が主体的に検討に参画すべきである。研究開発の実施のみならず戦略策定から成果の実現に向けた社会制度改革まで、ネットワーク型の連携が不可欠になってきている。

#### ■柔軟なリソース運用、若手人材育成、インフラの充実等を含む、基盤研究拠点の構築とネットワーク化

中長期的な基盤研究拠点に期待される機能のなかで人材育成が最重要と考えられるが、再生可能エネルギー分野でも益々重要となる異分野融合研究を可能とするためにも、長期的視点に立った新しい研究成果の評価方法を構築することが不可欠である。アカデミックグループが領域を越えて横断的な取り組みを強化し、融合研究を促進し、それら进行评估する仕組みの構築を進めるべきである。

こうした研究拠点の組織と運営については、拠点が社会的に評価されること、研究者がそこへの就職を目標とするようになることなどが重要で、そのための仕組みをどう作り込むかが成否を分ける。拠点の魅力として社会から期待されるプロジェクトが推進されていることが望ましく、その成果を活かすための特別の規制緩和を工夫することも必要となる。米国などのように、目指すべき将来のエネルギーシステムを設定したうえで、その実現のためにどのような革新的な研究（基礎研究）が必要かを研究者コミュニティも参画して時間を掛けて翻訳する仕組みを、新しい拠点の機能として検討すべきである。さらに、ネットワーク型拠点を生かすためには産業界が本気で取り組むことが重要で、例えば真のニーズが持ち込まれるようにするためのルールを整備したうえで人材交流を促進すべきである。

再生可能エネルギー関連の研究領域として、マイクロナノレベルでの材料・デバイス等の機能発現に焦点が当てられがちだが、それをマクロな実用化システムにつなげる、あるいは融合させる研究も同様に重要である。日本のもつフルセット型産業構造（基礎素材、部品、完成品の摺りあわせ型産業構造）を活かし、オールジャパンとして中長期的に競争力を有するビジネスモデル構築を目指して研究課題を検討すべきで、客観的な根拠に基づいた戦略シナリオの構築が重要といえる。

エネルギーという非常に大きな課題について、国家的な総合戦略に基づいて一貫して研究を推進する場合、研究者自らが社会的期待の発見により課題を見出し、「ネットワーク・オブ・エクセレンス」を主体的に構成するといった取組が重要である。

## (プログラム)

- 1) 主催：独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター  
環境・エネルギーユニット／ナノテクノロジー・材料ユニット
- 2) 開催日時：平成 22 年 12 月 3 日（金）9：50 ～ 17：30
- 3) 開催場所：JST 研究開発戦略センター 2 階大会議室（東京都千代田区二番町）
- 4) プログラム：
  - 9:50～10:00 挨拶・趣旨説明：吉川弘之（CRDS センター長）
  - 10:00～10:30 基調講演：『我が国におけるエネルギー分野研究開発の戦略的強化について』  
桑野幸徳（太陽光発電技術研究組合 理事長）
  - 10:30～11:00 日本のエネルギー分野研究開発の現状と課題・問題提起  
宮下 永（CRDS フェロー）
  - 11:00～12:15 セッションⅠ：『エネルギー分野研究開発における国家戦略の明確化と  
共有化の方策』  
山田興一（東京大学総長室顧問/JST 低炭素社会戦略センター副センター長）  
金子祥三（東京大学生産技術研究所教授（元・三菱重工業(株)取締役技師長））  
新保 豊（(株) 日本総合研究所理事）
  - 12:15～13:00 自己紹介・休憩
  - 13:00～14:15 セッションⅡ：『再生可能エネルギー分野研究開発における公的資金運用と  
人材育成の抜本的改善策』  
岡島博司（トヨタ自動車（株）技術企画統括部 主幹）  
栗山 透（(株) 東芝 電力・社会システム技術開発センター部長）  
鈴木博章（筑波大学大学院数理工学物質科学研究科教授物性・分子専攻長）
  - 14:15～14:30 休憩
  - 14:30～15:45 セッションⅢ：『再生可能エネルギー分野における国家戦略研究拠点の  
現状と課題』  
曾根純一（(独) 物質・材料研究機構理事）  
渡邊政嘉（つくばイノベーションアリーナ ナノテクノロジー拠点運営最高会議 事務局長）  
村上敬宜（九州大学総長特別顧問、WPI 拠点構想責任者）
  - 15:45～17:20 セッションⅣ：『総合討論』  
モデレータ：桑野幸徳（太陽光発電技術研究組合 理事長）  
総合討論参加者：上記講演者、田中一宜 CRDS 上席フェロー、  
CRDS 特任フェロー、大学・企業・府省関係者
  - 17:20～17:30 まとめ・閉会挨拶：笠木伸英（CRDS 上席フェロー）

(参加者一覧)

(敬称略、所属・役職はWS開催時点)

	氏名	所属	役職
発表者 (発表順)	桑野 幸徳	太陽光発電技術研究組合(PVTEC)	理事長
	山田 興一	東京大学/JST低炭素社会戦略センター	総長室顧問/副センター長
	金子 祥三	東京大学生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター	教授
	新保 豊	(株)日本総合研究所	理事
	岡島 博司	トヨタ自動車(株) 技術統括部 先端・先行企画室	主幹
	栗山 透	(株)東芝 電力・社会システム技術開発センター 電力ソリューション・配電システム開発部	部長
	鈴木 博章	筑波大学大学院数理物質科学研究科 物性・分子工学専攻	教授/専攻長
	曾根 純一	(独)物質・材料研究機構	理事
	渡邊 政嘉	つくばイノベーションアリーナ ナノテクノロジー拠点運営最高会議	事務局長
	村上 敬宜	九州大学	総長特別顧問

参加者	魚崎 浩平	(独)物質・材料研究機構 国際ナノアーキテクトニクス拠点	主任研究者
	大泊 巖	早稲田大学 理工学術院	名誉教授
	村井 眞二	奈良先端科学技術大学院大学	理事・副学長
	品田 賢宏	早稲田大学高等研究所	准教授
	鹿園 直毅	東京大学生産技術研究所 エネルギー工学連携研究センター	教授
	久保田 純	東京大学大学院工学系研究科 化学システム工学専攻	准教授
	村上 正吾	内閣府 総合科学技術会議 環境/エネルギー担当	参事官
	末原 茂	内閣府 総合科学技術会議 ナノテクノロジー・材料/ものづくり技術担当	
	田口 康	文部科学省 研究開発局 環境エネルギー課	課長
	海邊 健二	文部科学省 研究開発局 環境エネルギー課	行政調査員
	坂本 修一	文部科学省 研究振興局 基礎基盤研究課 ナノテクノロジー・材料開発推進室	室長
	小口 治久	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー対策課	課長補佐 (技術開発・国際担当)
	北川 和也	(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー部	
	干場 静夫	(独)日本原子力開発機構	客員研究員
	大和田野 芳朗	(独)産業技術総合研究所 環境・エネルギー分野	副研究統括
	善里 順信	太陽光発電技術研究組合(PVTEC)	事務局長 兼 技術部長

J S T 関 係 者	眞峯 隆義	JST	理事
	高杉 秀隆	国際科学技術部	副調査役
	斎藤 尚樹	社会技術研究開発センター企画運営室	室長
	野田 正彦	低炭素社会戦略センター企画運営室	室長
	中村 宏	低炭素社会戦略センター企画運営室	調査役
	村松 郷史	研究領域総合運営部第一研究領域	主査

J S T / C R D S	吉川 弘之	CRDS	センター長
	植田 秀史	CRDS	副センター長
	笠木 伸英	CRDS環境・エネルギーユニット	上席フェロー
	田中 一宜	CRDSナノテクノロジー・材料ユニット	上席フェロー
	宮下 永	CRDS環境・エネルギーユニット	フェロー
	金子 直哉	CRDS政策システム・G-TeCユニット	フェロー
	鈴木 至	CRDS環境・エネルギーユニット	フェロー
	永野 智己	CRDSナノテクノロジー・材料ユニット	フェロー
	河村 誠一郎	CRDSナノテクノロジー・材料ユニット	フェロー
	中本 信也	CRDSナノテクノロジー・材料ユニット	フェロー
	渡辺 正裕	CRDSナノテクノロジー・材料ユニット	フェロー
	上野 潔	CRDS環境・エネルギーユニット	フェロー
	丸山 浩平	CRDS環境・エネルギーユニット	フェロー
	伊東 義曜	CRDS電子情報通信ユニット	主任調査員
	長野 裕子	CRDS政策システム・G-TeCユニット	フェロー
佐藤 靖	CRDS政策システム・G-TeCユニット	フェロー	

## 参考資料－４．海外動向（戦略構築、人材、設備に関する米国他との比較[1]）

国の政策全体シナリオの構築と推進であるが、米国の OSTP は科学技術政策全般についての各省の調整が一番重要な役割とされており、日本の CSTP よりはるかに強い調整権限をもっているといわれている[2]。エネルギーに関する政策については、DOE がほとんど一括しているが、日本にはエネルギー政策を統括する単一の部署が存在しない。

下図に示す米国 DOE の 3 つの研究イニシアチブは、ブッシュ政権の時代から始めてオバマ政権になって完成したものである。基礎研究を分担するエネルギーフロンティア研究センター (EFRC) が 46 か所あるが、将来的に解決すべき諸課題について、技術的ボトルネック等の検討を 5～6 年掛けてワークショップ等で徹底的に議論し取り組み課題を決めている。計画中の 8 か所のエネルギーイノベーション・ハブは原子力から人口光合成まで対象にしているが、直近 4 番目の電池の拠点が決定している。年間 25 億円くらいの予算で、基礎から応用に至るところまで、一つの拠点が一貫して推進するというもので、日本には見当たらない。こうした戦略の企画推進には、長期に亘って影響力を行使し得るコーディネーション人材が不可欠であるが、日本には皆無である。

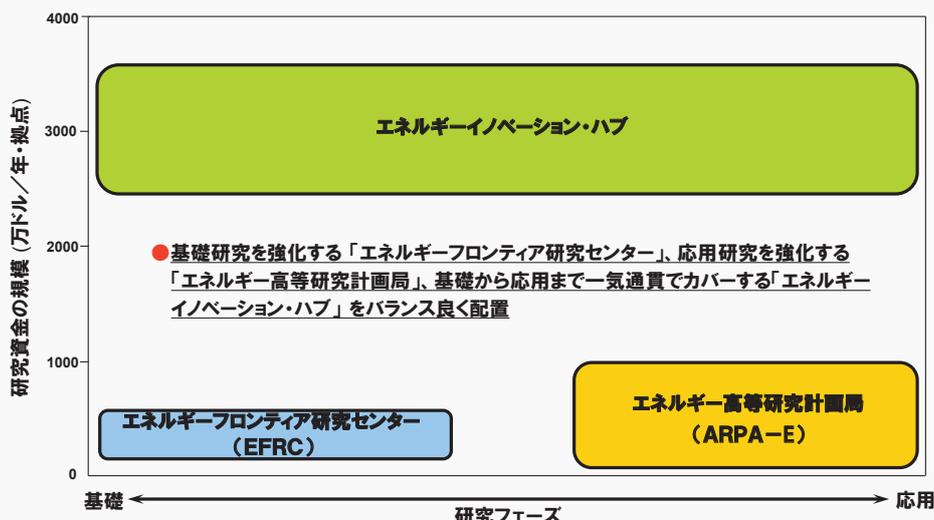
### 再生可能エネルギー政策と戦略構造／日米の比較

#### (1) 政府機関のメインプレーヤー

		米国	日本
全体シナリオ		OSTP	CSTP
		DOE	METI, MEXT, MOE
R&D投資	基礎	DOE	MEXT, METI
	応用	DOE	METI, MEXT, MAFF
	企業化	DOE	METI, MEXT
インフラ	共用施設	DOE, NSF	MEXT
	大型施設	DOE	MEXT

**米国／DOE 中心に原子力も含めて全体をコーディネート  
日本／プレーヤーが交錯して、全体シナリオをコーディネート  
できていない。原子力の孤立。CSTP の能力不足**

### 米国 DOE の“3 つの研究イニシアチブ”の政策的な位置付け



- ・縦軸を「研究資金の規模」、横軸を「研究フェーズ」とし、米国エネルギー省が掲げた 3 つの研究イニシアチブの関係を示した。
- ・エネルギーフロンティア研究センターは全米 46 か所に設置されており、5 年間の研究投資総額として 7 億 7 700 万ドルが予定されている。
- ・エネルギーイノベーション・ハブについては 8 か所に設置することが議論されており、全て整備された場合、5 年間の研究投資総額は 10 億 8 000 万ドルが見込まれる。

(出典) 米国エネルギー省の各種公開情報等に基づき JST・CRDS が作成

Courtesy: 金子 (CRDS / 政策システムユニット)

世の中が大きく変化する時に全体シナリオを企画推進するには、個別専門的な知識もさることながら general principle に基づく判断が非常に重要となる。米国では、科学技術政策のトッププレーヤーに物理学者を中心とする研究出身者を多く登用しているが、日本では、極めて稀である。

人材の育成については、最近日本でも Under One Roof の重要性が指摘されており、つくばイノベーションアリーナ (TIA) のシンボル表現のひとつもなっている。これは、米国 DOE 長官の Steven Chu が、2005 年に国家ナノテク推進計画 (NNI) のなかの Molecular Foundry プロジェクトで Under One Roof と Mutual Understanding の重要性を指摘したことに始まるが、異文化や異分野との接触と相互理解による創造の狙いを意味している。日本でも、1980 年からの「アモルファスシリコン薄膜太陽電池プロジェクト」では、産業界の 5~10 社、大学からの 6~7 グループ、電総研 (現産総研) が結集しオールジャパンの課題に取り組んだ。分散型の連携プロジェクトではあったが、電総研がリエゾンの役割を果たして一体的運営を行い、予算の重点化により米国並みの研究費を確保するとともに、基礎から、材料、デバイス応用までを垂直統合的に推進した。関係者にオールジャパンとしてやろうという意識が働いていて、波及成果を含め様々な成果を生んだが、実はその中に物理学者が多く参画していた。またこの前段として、1974 年に「アモルファス物質の物性と応用セミナー」が開催されているが、それは応用物理学会をはじめとする 30 歳台の若手研究者が他学界に呼びかけて始めたもので、年 1 回泊まり込みで集中議論できる場を形成していた。日本において、学界が主導する連携・融合の活動ができないわけではない。

再生可能エネルギー政策と戦略構造 / 日米の比較

(2) 人材登用とアカデミア

	米国	日本
科学・技術政策のトッププレーヤーに物理学者は居るか	DOE 長官、科学事務次官、科学局局長は物理学出身。その他にも物理出身者がかなり多い	METI, MEXT, NEDO, JST には物理学出身者は極めて少ない。一方、化学工学人材を強化
物理学会 (日米)、化学会 (日米)、応物学会、MRS、電子情報通信学会 (日)、IEEE (米)	アカデミアの会員はいずれも増加。しかも海外会員の割合が増えている (MRS/45%, APS/21%)。APS は他分野への進出を会員に呼びかけている	物理学会、化学会、電子情報通信学会はいずれも会員数急減。海外会員割合は 1~5%。応用物理学会がわずかに会員数を増やしている。

米国は新しい科学技術を必要とする分野には物理学者を招致。アカデミアは学際的发展とグローバル化に熱心。

経産省 / NEDO (サンシャイン計画) における典型的な産学官連携融合プロジェクト

アモルファスシリコン薄膜太陽電池プロジェクト 1980-1990-

1970 年代におきた石油危機対応  
産 (5-10 社) 学 (6 大学) 官 (電総研 / 現産総研) 分散型連携プロジェクト  
オール日本でトッププレーヤーが結集 (大学の参加)  
分散型ながら電総研中心に一体的運営  
予算を重点化して米国並の研究開発費を確保  
基礎 / 材料 / デバイス応用の垂直統合的プロジェクト運営 (タテの融合)  
物理 / 化学 / 電子工学の融合 (ヨコの融合) 理論物理学者 2 名の参加

**成果**  
アモルファスシリコン薄膜新作製法 / 微結晶シリコン薄膜 (ナノシリコン結晶) 発見  
プラズマプロセスによる大面積薄膜化量産技術の確立 (SiH4 分子をプラズマ中で分解)  
基礎研究、太陽電池デバイス技術、量産化技術において欧米をリード  
液晶表示装置 (テレビ含む) 用の薄膜シリコントランジスタ技術に発展  
現在の市場規模 : 太陽電池 (3000 億円 / 2005 年)、薄膜シリコン太陽電池 (5%)、  
液晶テレビ (1 兆円 / 2005 年国内)

アモルファス物質の物性と応用セミナー (1974~2009)

応用物理学会「非品質・液体・粉体」セッション  
20 名前後の研究者が核となり他学会に呼びかけ (30 代中心)  
年 1 回泊まり込みで集中議論できる場を形成 (1974)

主催: 応用物理学会 応用電子物性分科会  
協賛: 日本物理学会、日本化学会、電子情報通信学会、窯業協会 (1984 年 第 11 回セミナー 当時)

協賛: 日本物理学会、日本化学会、電子情報通信学会、窯業協会、  
電子写真学会、テレビジョン学会、電気学会、高分子学会、  
電気化学協会 (1987 年 第 14 回セミナー 当時)

その後、日本真空学会、セラミックス協会、表面技術協会も参加

学術分野の融合、産学官の連携、基礎と応用のキャッチボール

共用施設・研究拠点ネットワークについては、日本は欧米に比べて連携・融合を加速するシステムとしてのインフラが脆弱と云わざるを得ない。各国で、エネルギー技術の基盤ともなるナノテク推進計画がスタートしておよそ10年になるが、長期投資計画を持つ米国に比べ日本の投資額累計は、一桁少ないという状況である[3]。

研究拠点ネットワークについては、DOEが営々と築いてきた直轄の研究拠点をベースとして[4]、国家ナノテク計画に沿った5拠点、前述のエネルギーイノベーションハブ8拠点、EFRCの46拠点などが戦略に沿って機能し始めている。特にこのEFRCが、「若手とシニアの人材ネットワーク」及び「大型施設の活用ネットワーク」をもたらす、これらのネットワークの下で社会課題解決に向けた基礎研究が展開されている[5]。

再生可能エネルギー政策と戦略構造／日米の比較

(3) 共用施設・研究拠点ネットワーク

	米国	日本
共用施設ネットワーク	NNIN(14)(NSF) NCN(7)(NSF)	ナノネット(13)(MEXT)
研究拠点ネットワーク	NSRC(5)(DOE) EFRC(46)(DOE) EIH(8)(DOE)	TIA(METI/MEXT) WPI(MEXT)
インフラへの予算配算(ナノテク国家計画のケース)	長期投資計画 全投資額の~15%	予算の数値目標なし。 米国より1桁少額

米国は国家計画のインフラ／日本は連携・融合の加速システムとしてのインフラが脆弱

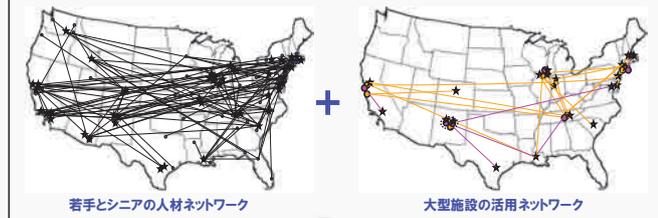
文献調査抜粋(G-TeC U調査)

エネルギーフロンティア研究センター／ネットワークの創出

●全米46箇所に設置されたエネルギーフロンティア研究センターが「若手とシニアの人材ネットワーク」及び「大型施設の活用ネットワーク」をもたらす、これらのネットワークの下で社会課題解決に向けた基礎研究が展開されている。

「エネルギーフロンティア研究センター」という研究イニシアチブ

イニシアチブがもたらした「2つの研究ネットワーク」



2010.12.03

JST-CRDS-WS(エネルギー基盤研究拠点)

47

米国DOE傘下の主要な国立研究所

★直轄研究所21(+EPRI)＝国家核安全保障局3箇所(LA,SD,LL)、エネルギー効率・R/E局1箇所(NREL)、科学局10箇所(LB,AG,BH,OR,PN+5箇所)、原子力E局1箇所(ID)、化石E局1箇所(NETL)、環境浄化局1箇所(SR)、他4箇所・・・①計算科学、②基礎エネルギー、③バイオ・環境、④核融合、⑤高エネ物理、⑥核物理・・・R&D105/事業725億ドル(2009)

	国立再生可能エネルギー研究所	ローレンス・バークレー国立研究所	アルゴンヌ国立研究所	ブルックヘブン国立研究所	アイダホ国立研究所	国立エネルギー技術研究所	オークリッジ国立研究所	パシフィックノースウェスト国立研究所
設立年	1977年	1931年	1942年	1947年	1949年	1999年	1943年	1965年
人員(研究員・職員)	約1,000人	4,000人以上	約2,900人	約3,000人	非公開	約1,100人	約3,800人	約4,600人
2009年度予算	\$ 288,206,000	\$ 506,675,000	\$ 452,108,000	\$ 524,648,000	\$ 1,086,406,000	\$ 897,552,000	\$ 1,094,260,000	\$ 498,633,000
エネルギー関連予算(ドル)	約2億8,000万(96%)	約1億5,200万(30%)	約2億3,500万(52%)	約2億4,900万(47%)	※1 約3億200万(28%)	※2 約8億(91%)	※3 約9,000万(8%)	※4 約6,200万(12%)
研究開発部門	①再生可能電気および末端使用システム PHEV, FC ②再生可能燃料および輸送手段 ③エネルギー科学	①生命科学 ②エネルギーおよび環境科学 FC ③コンピュータ科学 ④一般科学 ⑤光子科学	①エネルギー(貯蔵 PHEV, FC, 再生可能エネルギー、エネルギー効率、原子力エネルギーなど) ②コンピューティング・環境・生命科学 ③光学	①原子力・素粒子物理学 ②基礎エネルギー科学 ③光学 ④環境・生命科学 ⑤国際・地域安全保障	非公開 PHEV・国家安全保障・原子力エネルギー・その他(応用モデリング・シミュレーション、ロボティクス、システムエンジニアリング、地震モニタリング)	①天然ガス・石油戦略センター ②石炭戦略センター ③システム・分析・計画オフィス ④プロジェクト管理センター ⑤研究開発オフィス	①生体・環境科学 ②コンピューティング科学 ③エネルギー工学 SG ④グローバルセキュリティ ⑤物理 ⑥中性子科学 ⑦米国国際熱核融合実験炉プロジェクト	①国家安全保障 ②エネルギー・環境 SG ③基礎・コンピュータ科学 ④環境分子科学

※1 原子力エネルギー関連のみ ※2 化石燃料研究開発のみ ※3 エネルギー効率・再生可能エネルギー関連のみ  
※4 エネルギー効率・再生可能エネルギー関連と電力供給・エネルギー信頼性関連

2010.12.03

JST-CRDS-WS(エネルギー基盤研究拠点)

46

(参考:平成21年度 海外技術動向調査 調査報告書-米国編- 平成22年3月 経済産業省)

2006年以降、グローバル競争下での持続成長に欠かせないものとして、欧州とアジアでも国家研究拠点構築の動きが顕著になっている(独、瑞、日=WPI、マレーシア、韓国、デンマーク、スペイン、仏、瑞、波)。分野は、IT、バイオ、環境、エネルギーなど多岐に亘るが、いずれも革新的研究成果を目指している。但し、5年程度の時限的措置であり、どのように根付いていくかが課題となっている[6]。

日本でも、大型研究設備の共用化や、それらを活用した微細加工領域等の研究支援ネットワーク活動が展開されている。最近ではTIAやWPIのような拠点形成支援プロジェクトが始まっている。いずれも既存組織の機能強化あるいは拡大に対する支援で時限的なものである。一方、恒久的国策研究拠点としてはいわゆる公的研究機関があるが、エネルギー分野に関わるものとしては、日本原子力研究開発機構、理

**国内における研究拠点整備例**

- ①ナノテクノロジー・ネットワーク(通称:ナノ・ネット)
- ②ナノテクノロジーを活用した環境技術開発プログラム  
(ナノ材料科学環境拠点)
- ③つくばイノベーションアリーナ(TIA)
- ④世界トップレベル国際研究拠点形成促進プログラム(WPI)
- ⑤先端融合領域イノベーション創出拠点事業
- ⑥光・量子科学研究拠点形成に向けた基盤技術開発
- ⑦最先端の光創成を目指したネットワーク研究拠点プログラム
- ⑧量子ビーム基盤技術開発プログラム
- ⑨低炭素社会構築に向けた研究基盤ネットワーク整備事業

2010.12.03
JST-CRDS-WS(エネルギー基盤研究拠点)
48

化学研究所、物質材料研究機構、産業技術総合研究所などがある。エネルギー分野をその一次エネルギーソースに着目して、化石資源、原子力、再生可能エネルギー分野に分けると、原子力を除いて国策の目的基礎研究拠点と云えるものは存在しない[7]。

(参考資料—4の参考文献)

- [1] 科学技術未来戦略ワークショップ「ネットワーク型最先端エネルギー環境研究開発拠点」(CRDS-FY2010-WR-05):総括討論—CRDS 田中一宜上席フェロー講演内容の抜粋
- [2] 大統領科学技術諮問委員会(PCAST)の報告(2010年11月29日「連邦エネルギー政策の統合を通じたエネルギー技術の変革の促進に関する報告書」)では、アメリカは新しいエネルギーシステムの変革で先頭に立たなければならないが、そのためには調整機能が未だ足りないと指摘している。
- [3] CRDS-FY2006-SP-10「自立志向型共同利用ナノテク融合センターの設置」(平成19年1月)
- [4] 経済産業省「平成21年度 海外技術動向調査 調査報告書—米国編—」(平成22年3月)等をもとにCRDSにて加工。
- [5] CRDS 海外動向調査(G-TeC)
- [6] 黒木登志夫「世界の National Excellence programs」(2010.10.27 未来工学研究所政策評価相互研修会資料)
- [7] このことは多くの識者が指摘している。参考資料—1に示す有識者インタビュー結果や、参考資料—2に示すワークショップのほか、例えば、坂田氏の指摘(2011.1.13 付—日本経済新聞「経済教室」)などがある。

## 参考資料－５．東日本大震災からの復興に関する提言

「東日本大震災からの復興に関する提言」(独)科学技術振興機構 研究開発戦略センター

(平成23年5月)

### エグゼクティブサマリー (全文抜粋)

本提言は、東日本大震災からの我が国の復興に関し、主として科学技術の観点から、どのような寄与が可能か、また、何をなすべきかを取りまとめたものである。

今回の複合的な大災害は、我が国の社会経済システムや市民の価値観に根本的な変革を迫るとともに、21世紀における世界的課題を提起している。復興にあたっては、分野や組織、世代、国境を超えて力を結集する必要があり、科学技術も復興に大きく貢献できる。

### 科学技術の活用についての基本的な考え方

1. 復興には、多くの科学者の持つ多様な専門的知識を結集する必要がある。
2. 科学者は、被災地域において自治体、被災者等と共同作業を行うことにより、個別分野を超えた、知識の有効な活用方法を見出すことができる。
3. 地域の文化や伝統と最新の科学技術が融合することにより、真の復興が可能となる。
4. このような知識の活用を通じて、今後の復興に必要とされる、組織や制度の壁を破る力を持ち国際貢献を可能にするロバストでアダプティブな科学的知識を創出できる。
5. こうした活動を通じて、従来困難であった科学技術のシステム改革を進める。
6. 科学者は専門的知識をもとに助言・提言を行う立場であり、政策決定者や実際の行動者とは責任と役割を分担する。

本提言では、Ⅰ被災地域の復興、Ⅱ今後のエネルギー戦略、Ⅲ今後の災害への対応について検討し、提言を行った。特に重要な点を以下に記す。

#### I 被災地域の復興

##### 【科学者の参画】

1. 復興にあたってのニーズ、社会的期待の把握、計画策定、実施には、多くの科学者が参画し、地域との協業による様々な調査、研究活動を行うことが必要。

##### 【被害調査・追跡調査】

2. 環境中の放射性物質による長期的影響調査のため、国際的組織の設置を提案する。
3. 震災の記録の保存、分析のための拠点、各種調査結果のアーカイブの設置を提案する。

##### 【地域社会の再建への貢献】

4. 放射性物質によって汚染された土壌、植物、陸水等の処理、浄化について、海外における知見、技術的蓄積も活用しつつ、総合的、継続的な実施体制をつくる必要がある。
5. 新しい街づくりに、科学技術を活用することで、以下のような新しい取り組みが可能。
  - ・ハード、ソフトが組み合わされた社会インフラ(エネルギー、水、交通・物流、情報)の全体システム設計
  - ・再生可能エネルギーの導入などによる様々な規模でのエコシティ構想の実現
  - ・ICT(情報通信技術)を活用した医療、教育の高度化

#### 【研究開発基盤の再構築】

6. 被害を受けた研究開発基盤について、優先度を考慮しつつ、早期の再構築が必要。その際、分野、組織、国境を越えるネットワーク型、課題解決型の研究体制や国際的な情報発信の強化を推進すべき。

### Ⅱ 今後のエネルギー戦略

7. 開かれた形でのエネルギー戦略の策定及びエネルギー研究開発の継続的推進が必要。
8. 地域の活性化に資するとともに今後のエネルギー需給のモデルとなるような地区を被災地域に実現する。

### Ⅲ 今後の災害への対応

9. 災害に関する研究開発の成果等が、なぜ実装されなかったのか、検証と改善が求められる。
10. モデリングやシミュレーションを活用した、平常時と非常時を円滑に接続する災害対応システムの構築が必要。
11. 災害時にもロバストな(変化への耐性がある)情報通信システムの構築が必須。また、情報と社会との関係(情報の信頼性、風評等)についての研究が必要。
12. 災害時医療では、効果的なロジスティックスによる迅速な支援が重要。また、医療マネジメントのための司令塔の設置が必要。

研究開発戦略センターでは、今後、幾つかの項目について、具体的な研究開発課題、予算措置、システム改革などに結び付くよう、検討を深めていく。

今回の復興への取り組みは、個々の技術、知識にとどまらず科学技術全体としての対応が要求される。また、グローバルな国際協業として取り組むことも必要である。このような要請に応えるためには、我が国の科学技術システムを、様々な壁を越え課題解決のために、人材や資源を最適に結集できるシステムに変えていく必要がある。

このような観点からの検討も研究開発戦略センターで引き続き行っていく。

## ■戦略提言作成メンバー■

吉川 弘之	センター長	
笠木 伸英	上席フェロー	(環境・エネルギーユニット)
田中 一宜	上席フェロー	(ナノテクノロジー・材料ユニット)
宮下 永	フェロー	(環境・エネルギーユニット、 ナノテクノロジー・材料ユニット)
鈴木 至	フェロー	(環境・エネルギーユニット)
永野 智己	フェロー	(ナノテクノロジー・材料ユニット)
金子 直哉	フェロー	(海外動向ユニット)

※お問い合わせ等は下記ユニットまでお願いします。

CRDS-FY2011-SP-03

### 戦略提言

## エネルギー分野研究開発の戦略性強化

### STRATEGIC PROPOSAL Enhancement of National Strategy for Energy Research and Development

平成 23 年 7 月 July 2011

独立行政法人科学技術振興機構 研究開発戦略センター 環境・エネルギーユニット  
Environment and Energy Unit, Center for Research and Development Strategy  
Japan Science and Technology Agency

〒 102-0084 東京都千代田区二番町 3 番地

電 話 03-5214-7485

ファックス 03-5214-7385

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

© 2011 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.

ATTAATC A AAGA C CTA ACT CTCAGACC  
CT CTCGCC AATTAATA  
TAA TAATC  
TTGCAATTGGA CCCC  
AATTCC AAAA GGCCTTAA CCTAC  
ATAAGA CTCTAACT CTCGCC  
AA TAATC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT CTAAT A TCTAT  
CTCGCC AATTAATA  
ATTAATC A AAGA C CTA ACT CTCAGACC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT  
CTCGCC AATTAATA  
TTAATC A AAGA C CTA ACT CTCAGACC  
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT  
ATTAATC A AAGA CCT  
GA C CTA ACT CTCAGACC  
0011 1110 000  
00 11 001010 1  
0011 1110 000  
0100 11100 11100 101010000111  
001100 110010  
0001 0011 11110 000101

