

戦略提言
温室効果ガス排出削減に向けた研究開発の推進について
一産学官のネットワーク形成による科学技術イノベーションの実現—
平成21年10月
JST-CRDS

ATTAAAC A AAGA CCTAACT CTCAGACC
AAT A TCTATAAGA CTCTAACT
CTCGCC AATTAATA
TTAATC A AAGA CCTAACT CTCAGACC
AAT A TCTATAAGA CTCTAAC
TGA CCTAACT CTCAGAC

戦略提言

温室効果ガス排出削減に向けた
研究開発の推進について

—産学官のネットワーク形成による科学技術イノベーションの実現—

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



温室効果ガスの排出削減は、我が国全体の緊急かつ重要な課題であり、特に、先端技術の果たす役割が大きいことから、産学官の科学コミュニティは総力をあげてこれに取り組む必要がある。

本戦略提言では、CO₂等の温室効果ガス排出削減に向けた研究開発の進め方を提言する。

鳩山内閣は、2020年までに我が国の温室効果ガスの排出量を1990年比で25%削減する方針を打ち出し、国際的に表明した。さらに、2050年までには、60～80%の削減を行うことが我が国の目標とされている。

現在世界市場で産業競争力のある製品が、再生エネルギー、省エネルギーなどに関連する持続性製品に限られることを考えれば、低い削減率を想定したのでは競争力向上をあきらめたことを意味する。こう考えれば、25%の削減目標とは将来にかけて高い産業競争力を維持するという積極的意図の表明に他ならない。

従って25%の削減は、産業の振興と革新を含む社会全体の努力による我が国の国力の強化の中でのみ実現できることなのである。削減目標の高さから見て、その達成には、政府、産業界、国民等のあらゆるセクターにおける努力が必要であり、かつて経験したことのない新しい協力体制を構築しつつ、国を挙げて取組まなければならないことが理解される。その中で、科学技術研究開発においては、探索基礎研究、構成研究、製品開発など幅広い研究過程を含む関連分野の重点課題と実現方法とを詳細に記述しつつ積極的な計画を立て、緊急に研究を開始する必要がある。科学研究の特質からいって、その計画は2020年を目標とはするが、それらの研究がさらに進展深化して、これからの未来の長い期間にわたって貢献することを念頭に置くことが当然求められる。長期の展望の中に位置づけられて初めて、目前の2020年における課題解決が真に有効なものとなる。

排出ガス削減とは科学技術において新しい課題であり、先端技術の役割が大きい。科学コミュニティは温室効果ガスの排出量大幅削減の可能性を基礎研究によって拡大すると同時に、必要な科学技術をあらゆるセクターの求めに応じてタイムリーに提供する責務を負っている。

必要とされる科学技術は、ナノテクノロジー、ライフサイエンス等の基礎研究から、製品化のためのシステム技術や具体的な製品の設計技術・製造技術まで多種多様である。従って我が国の科学コミュニティは、自然科学と社会科学との間の壁、そして基礎と応用との壁を克服しつつ科学的知見を結集して研究開発を推進し、産学官の協力のもとに科学技術イノベーションを実現していくことが求められる。

この求めにこたえるために、科学者は緊急に行動しなければならない。研究の深化と加速は当然のこととして、さらに大学で、研究機関で、学会で、新しいネットワークを

編み出しつつ議論の幅を広げ、必要な情報を的確に社会に提供する行動を直ちに開始する必要がある。

大幅な削減目標実現に向かう科学コミュニティのこれらの行動に対し、政府、ファンディング機関の全面的支援が必要不可欠であることは言うまでもない。

本提案が一石となり、広範、多様な議論・行動が開始され、現実の排出削減につながっていくことを期待する。

平成21年11月
研究開発戦略センター
センター長 吉川弘之

目 次

1. 温室効果ガス排出削減に向けた研究開発の進め方	1
2. 温室効果ガス排出削減技術の研究開発のシナリオ	5

1

温室効果ガス排出削減に向けた研究開発の進め方

温室効果ガス排出削減に向けた研究開発は、その成果がスピーディに実用化され、社会に普及する必要がある。我が国においては、近年、基礎研究レベルでは優れた成果が見られるものの、その産業化、グローバルな視点からの展開に問題があることが指摘されている。その原因の分析を踏まえて今後の推進方策を考える必要がある。

また、温室効果ガスの排出を大幅に削減するには、既存技術の延長・改良では限界があり、新たなブレークスルーをもたらすような基礎研究からの貢献が必須である。

更に、地球温暖化問題全体を考えると、政治、経済、外交等のさまざまな側面があり、多くの分野の研究者の参画が必須である。温室効果ガス排出削減に向けた研究開発を推進するに当たっても人文、社会科学の研究者等との連携が不可欠である。

科学技術振興機構研究開発戦略センター（CRDS）では、これまで、様々な分野の研究開発戦略を提案してきた。また、研究開発システムや科学技術イノベーション政策の提案も行ってきた。CRDSのこれまでの知見を踏まえれば、温室効果ガス排出削減に向けた研究開発の推進方策として、特に、以下の5項目が重要と考える。

推進方策1 大学-研究開発独法-企業をつなぐネットワークの形成

近年、我が国の研究では、国際的評価の向上を目指して話題性のある先端的課題で先頭を切ることが目標とされ、その結果国内の研究者の間でも競争が激しくなっている。これは研究の推進にとって有効性を持つが、一方で競争的な環境を重視するあまり、研究者間のネットワーク形成が十分に形成されない状況を生んでしまった。個々の研究者が優れた成果を出すものの、それが、国全体としてのイノベーション促進につながらない原因の一つはそこにあると考えられる。

温室効果ガス排出削減に向けた研究開発は、その成果がスピーディに実用化され、社会に普及する必要がある、そのためには、大学等の基礎研究者、その成果を技術に構成する研究開発独立行政法人等の研究者、製品化を担う企業の研究者・技術者、これらの間のネットワークを形成し、NOE（ネットワーク・オブ・エクセレンス）とすることが重要である。

短期的な研究開発課題、長期的な研究開発課題を問わず、ネットワークが形成されることにより、研究者が相互に刺激され、効果的な研究開発が促進されるとともに、研究成果の実用化、普及のスピードアップが期待できる。

（参考：「本格研究」東大出版会、2009）

推進方策2 基礎科学研究者の貢献

温室効果ガスの排出を大幅に削減するには、現在想定されている技術を超えた新しい技術の開発が必要である。

そのような技術を可能にするためには、基礎研究レベルでのブレークスルーが鍵となる。我が国の優れた基礎研究者がエネルギー関連の研究に参入し、そのポテンシャルを十分に発揮することが求められる。

温室効果ガス排出削減といった課題解決型の科学技術と基礎研究とは決して相容れないものではない。困難な課題に挑戦することが新たな科学技術のフロンティアの開拓につながることに十分留意すべきである。

(参考) 米国エネルギー省エネルギーフロンティア研究センターの事例

米国エネルギー省は、本年4月に、エネルギー分野の基礎研究を強化するため、全米で46箇所のエネルギーフロンティア研究センターを立ち上げた。この構想の準備の過程で、エネルギー省は、「Basic Research Needs to Assure a Secure Energy Future」と題するレポートを刊行し、10回のワークショップを開催し、1,500人以上の研究者等が参加した。

それらを踏まえて、エネルギー問題の解決には、原子・分子レベルでの基礎研究が必須であるとの認識のもとに新しいファンディングスキームをスタートさせている。

推進方策3 社会と科学技術の相互作用の重視

温室効果ガスによる地球温暖化の問題は、もともと、科学者が警告を発し、社会がそれを受け入れ、さまざまな対策が講じられてきた。そして、現在、温室効果ガスの排出大幅削減を可能にする技術は何か、という問いが科学コミュニティに帰ってきている。いわば、社会と科学が相互にやりとりをするループが形成されていると言える。

このような社会と科学技術の相互作用は、社会と科学技術がともに進化していくうえで極めて重要である。温室効果ガスの排出削減技術についても、技術の社会への普及、浸透を通じて、社会がどのように変化し、どのような新たな社会的期待が生じたのか、それが適切に把握され、次の研究開発にフィードバックされていく必要がある。

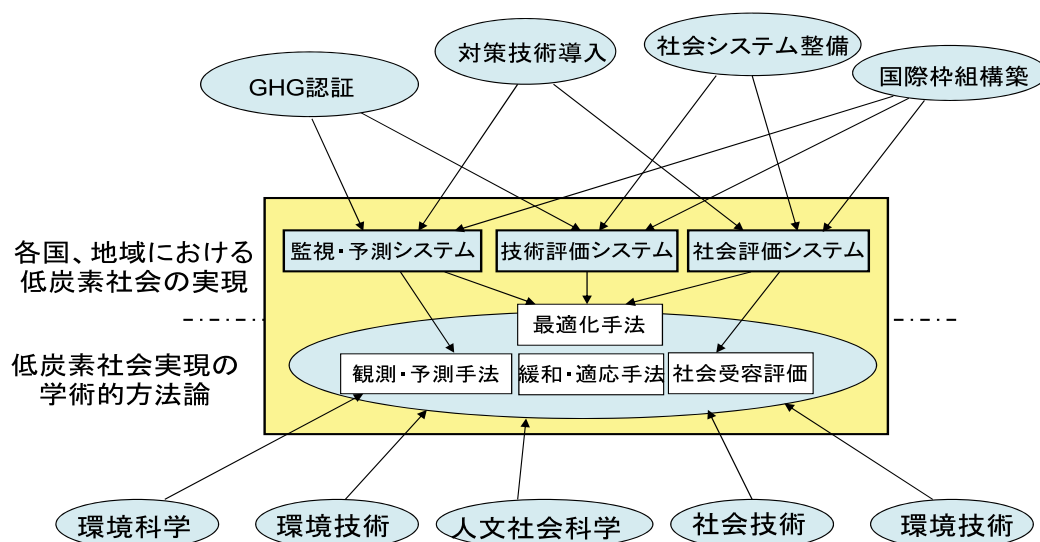
推進方策4 人文、社会科学との連携

地球温暖化問題全体を視野に入れると、政治、外交、経済、社会など様々な分野が関係してくる。自然科学のみならず、人文、社会科学の研究者が積極的に地球温暖化問題に取り組み、提言を行うことが期待される。

温室効果ガス排出削減に向けた研究開発を行うに当たっても地球温暖化問題全体の動向を把握することは当然必要であり、特に、前項で述べた社会と科学技術の相互作用を適切に形成するには、自然科学の研究者と人文、社会科学の研究者との連携は重要である。

すでに温室効果ガスの問題は、排出権取引などとして国際経済問題としての側面を強く持つことになった。その過程で、自然科学と経済分野の協力の方式がどのようなものであるべきかの理解が進んだと思われる。低炭素化社会に向けて、さまざまな科学技術及びその応用が国際社会で共有される仕組みを作るためには、経済はもちろん、他の社会科学分野に関係する手段を発明し適用しなければならない。この手段は、おそらく温室効果ガスに次いで国際的協議が必要となる気候変動による地域災害の軽減と適応、生物多様性、水・食糧、などの問題の国際的解決にも適用される汎用的な価値を持つもので、基礎研究から実用まで、社会技術として重点的に研究すべき課題である。

(参考) 低炭素社会構築に向けた知の統合プラットフォーム



(出典：Oukan Vol.3 No.2 2009)

推進方策5 国際的な展開

温室効果ガス排出削減技術は世界的に普及しなければ意味が薄い。従って、研究開発を実施するに当たっては、最初から、グローバルな視野が要求される。

我が国の優れた環境技術は世界的に高く評価されているので、特に、中国、韓国等の近隣アジア諸国を中心に研究協力を推進することは相手国からも歓迎され、意義が大きい。

その際、温室効果ガス排出削減技術は、今後の産業競争力に重大な影響を与えることから、知的所有権や国際標準化への配慮が必要である。

政府、ファンディング機関への提言

我が国政府も、当然のことながら、地球温暖化問題の重要性、深刻性を十分認識し、「低炭素社会づくり行動計画」(平成20年7月29日閣議決定)の策定や、最近では、グリーンイノベーションの提唱など、積極的な施策の展開を図っている。

政府においては、これらの施策を強力に推進することを期待する。

特に、地球温暖化問題は広範な分野にわたることから、国全体としての、しっかりとしたシナリオ、戦略を立て、それを常時点検・アップデートしていくことが重要と考える。同時に、人材育成等の基盤的な施策も政府が重点的に進めるべきであろう。

研究開発については、政府の資金の果たす役割が大きい。その運用、配分を担当するファンディング機関の役割は重大である。先に述べた、研究者のネットワークの形成、基礎科学研究者の貢献、人文社会科学との連携、国際的な展開が可能となるよう十分配慮してファンディングの運用を行うべきである。

また、各ファンディング機関が連携してファンディングの効果を一層高めることも重要である。

2

温室効果ガス排出削減技術の研究開発のシナリオ

温室効果ガス排出削減技術には様々なものがある。CRDSでは、環境技術に関する俯瞰ワークショップ（平成20年7月）を開催し、専門家の参加を得て長期的なものも含めて技術の俯瞰を試みた。取り上げられた技術を例示すると表1のようになる（詳細は、参考文献4参照）。

一方、CRDSでは、主として大学等において実施される目的基礎研究に関して、今後の重要研究開発領域、課題等について提言を行ってきた。CRDSのこれまでの蓄積を基に、下記の6つの技術について、基礎研究、技術の構成に向けた研究、製品化研究等の課題を7ページ以降示す。

- 太陽電池
- 太陽光による水素エネルギー生産
- 非食料系バイオマス
- 水生・海洋バイオマス
- 電気自動車・燃料電池自動車
- グリーン・オブ・IT

これらの技術は、温室効果ガス排出削減量の大きさを評価して選ばれたものではなく、注目される研究開発動向等の調査・分析から抽出されたものをベースとしている。従って、温室効果ガス排出削減技術の全容を示すものではない。

しかし、それぞれの研究フェーズで、多くの機関や研究者が関与し、それらの間のネットワークを形成し科学技術イノベーションを実現することの重要性は把握できる。

我が国全体として、温室効果ガスの排出の大幅削減を実行していくためには、以下の方針に沿った研究開発を推進していく必要がある。

- ① 2020年を念頭においた中期的スパンでは、確実性の高い技術を中心に、産学官が連携して、研究開発をこれまで以上に加速し、科学技術イノベーションを実現していく。
- ② 2050年を念頭においた長期的スパンでは、基礎科学研究者の参画も得て、ブレークスルーをもたらすような研究を強化し、その成果を発展させる。

この二つは、個別に行われるものではなく、推進方策1（1ページ）で述べたネットワークをベースに相互に連携して推進されることが重要である。

表1 温室効果ガス排出削減技術

分類	項目	個別技術の例
産業	第2次産業	製鉄、セメント、化学等の省エネ製造プロセス
	第3次産業	情報・通信の高効率・省エネ化
	第1次産業	農業における温室効果ガス排出抑制・省エネ化、資源の循環利用
エネルギー供給	高効率発電	高効率タービン、コジェネ
	水素生成・利用	水素生成、輸送、利用技術
	電力供給システム	高効率送変電
	エネルギー貯蔵	蓄電技術、蓄熱技術
	排熱回収利用	高性能熱電変換素子
原子力	原子力発電等	次世代軽水炉、高速増殖炉等
自然エネルギー	水力発電	高効率・低コスト化
	バイオマス	非穀物の木質系、草本系利用
	風力発電	大型化、洋上設置
	地熱発電及び熱利用	高温岩体発電
	太陽エネルギー	有機系、量子ドット型の太陽電池
	宇宙発電	発電・送電システム
	海洋エネルギー	波力発電、潮流発電
	未活用熱源利用	ヒートポンプの効率化
	系統連携	外部系統との連携システム
CO ₂ 固定化	CCS	膜分離、地中・海洋貯留
	植物機能の活用	人工光合成
交通	交通システム	高度総合交通システム制御、移動最小化都市構造
	交通機関	電気自動車、超軽量化車体、高効率船舶、省エネ型鉄道
	移動体用エネルギー	バイオマス燃料、水素燃料
	交通用IT等	遠隔警備、リモートオフィス
建築・生活	建築物・オフィス	省エネビル、高効率冷暖房、高効率照明、省エネ型情報機器
	個人住宅・家庭	省エネ住宅、省エネ家電
森林・土壌・海洋	森林・土壌	大規模植林、モニタリング
	海洋でのCO ₂ 吸収	藻類等による吸収促進

○太陽電池

太陽電池は様々なタイプのものの開発が進んでいる。現在、市場の主流は、結晶シリコン太陽電池である。しかし、原材料不足の回避や低コストプロセスの活用を実現した、薄膜シリコン系、化合物系（特にCd-Te系）が既に市場に入り始めている。現在、さらなる低コスト化を目指した有機系、超高効率化を狙った量子ドット系や集光型（多接合型）の太陽電池の基礎研究を巻き込んだ研究開発が進められている。

短期的には、結晶シリコン太陽電池のより一層の高効率化と原材料の需給逼迫を緩和するための薄層化、既存電力減の発電コストに少しでも近づくための低コスト化が、企業を中心に図られるべきである。また、政府は、特に住宅用を中心とした導入補助制度、電力買取制度など、市場拡大・普及促進のための仕組みを整備すべきである。

中長期的には、既存電力並みの発電コスト、30%を越すモジュール変換効率、30年を超える寿命など、太陽電池の画期的な性能の向上が必要である。この目標に向けて、創造的な基礎研究が進められつつある。

例えば、薄膜シリコン太陽電池については、光劣化機構の解明と完全抑制、超薄型化に向けた結晶シリコンの界面制御などに関する研究、大気圧プラズマを用いて低純度シリコン原料から高純度シリコン材料を製造するプロセスの開発などが行われている。また、色素増感太陽電池における色素分子開発やデバイス物性、有機太陽電池のための新規n型・p型分子の探索、活性層の設計・製作法、バンドギャップサイエンスなどの研究も進められている。

これと並行して、超高効率化を狙った量子ドット系や集光型III-V系の太陽電池について、基礎研究・デバイス研究・低コスト化研究が進められるべきである。

これらの成果を社会に普及・実装するため、研究所や企業は、大面積・高生産性セルプロセス技術、多接合化技術など、低コスト化・量産化技術の応用研究に取り組むべきである。同時に、系統連系円滑化のための電力貯蔵技術、発電系統安定化技術、大規模発電・配電システム開発、分散型電源系統連系システム開発などを進め、太陽光発電システムと従来型発電システムを統合した電力供給システムを確立すべきである。

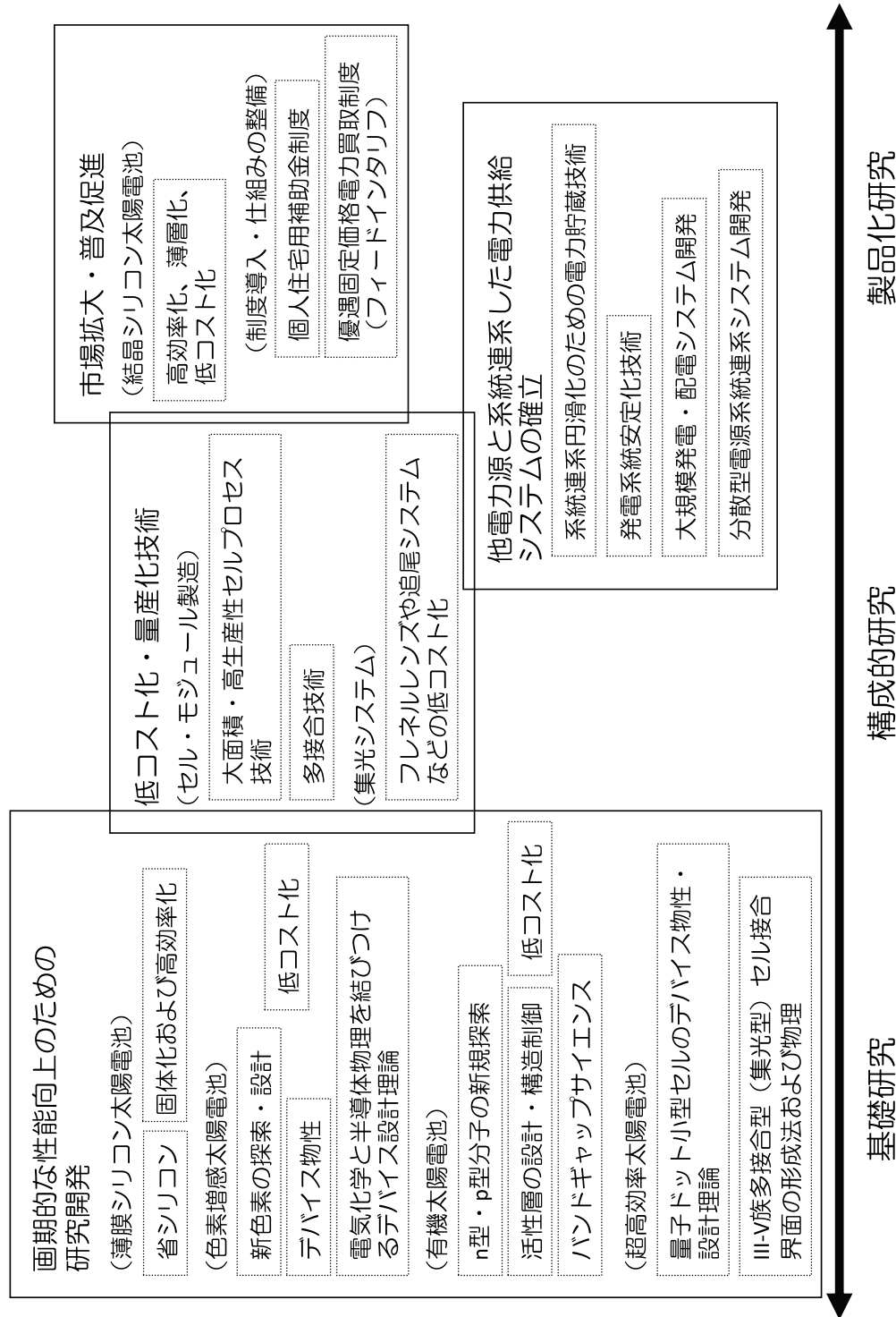


図1. 太陽電池に関する基礎研究・構成的研究・製品化研究.

○太陽光による水素エネルギー生産

太陽光を使って作り出せるエネルギーには、熱・電気のほか、水素などの化学エネルギーがある。化学エネルギーは貯蔵・輸送が可能であり、発電所や自動車などの燃料として直接利用できる。特に、水素は燃焼しても水に戻りCO₂を全く発生しないため、太陽光によって水を分解して発生させた水素を大規模に用いることができれば、究極の環境低負荷なエネルギーとして利用できる。

太陽光による水分解を大規模に実現するためには、触媒等の材料開発が不可欠である。現在、太陽エネルギーを高効率で利用できる光触媒・光電極材料の開発が世界中で活発化しているだけでなく、水分解反応の分子レベルでの機構解明なども行われている。しかし、現在のエネルギー変換効率は非常に特殊な構造の小規模デバイスを除けば、光電極を用いた場合で5%程度、光触媒の場合は1%弱と低く、大規模利用のためには、効率を飛躍的に改善することが望まれる。そのため、超高効率人工光合成の新原理の探索とそれに必要なp型半導体材料を含む光触媒の開発、金属錯体光触媒と半導体光触媒の融合などの課題に早急に取り組むべきである。

また、植物を模倣した水素生成プロセスの構築も目指すべきである。光合成反応中心の立体構造や、電子移動・電子励起エネルギー移動などの反応素過程が解明されつつある。さらに、例えば、葉緑体において光合成を担う分子などを抽出し、細胞外で人工的に光電池を構築することによって水素を得ることを目指し、クロロフィル分子空間配置とエネルギー移動の相関解析、葉緑体および構成阻止の細胞外安定化技術の開発、光合成素子と電極を連結する分子の設計・合成などの研究開発が必要である。

これらの成果を社会に普及・実装するため、水素エネルギーを利用するための社会基盤の構築を進めなければならない。水素の貯蔵技術、輸送技術とあわせて、太陽光による水素生成技術を社会のインフラの一部として定着させるため、研究所や企業の取り組みが求められる。

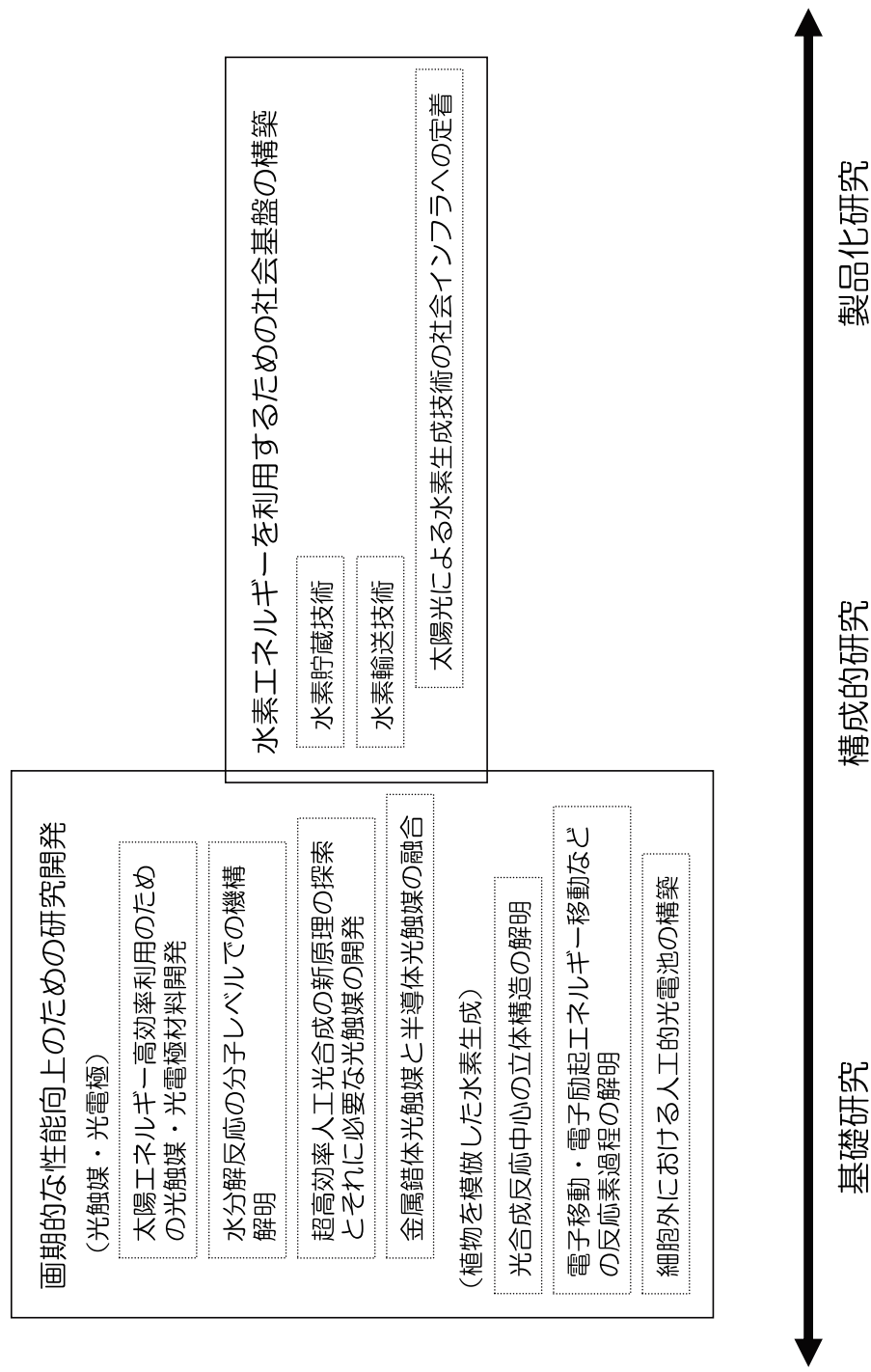


図2. 太陽光による水素エネルギー生産に関する基礎研究・構成的研究・製品化研究.

○非食料系バイオマス

生物資源由来のバイオマス・エネルギーは、世界的に石油や石炭に代わる低炭素エネルギー源として期待されている。特に、食料と競合しないバイオマス資源を用いたエネルギーの利活用技術の確立は大きな課題である。

非食料系バイオマスの中でも、特に草本系バイオマスは、木質系のバイオマスよりもリグニンなどの発酵阻害物質が少ないため、バイオエタノールの材料として注目されている。各国で商用化が試みられており、日本でも各地域で調達・製造・供給・消費をシステム化するための実験事業が進められている。しかし、安定的な製造・供給を実現するためには、さらなる研究開発が必要である。例えば、原料確保のため、食料栽培と競合しない荒廃地や低水量による栽培技術の開発が行われている。また、製造プロセスの効率化を図るため、バイオマスを分解し糖化する能力の高い酵素や、糖化反応温度で発酵できる高温耐性酵母などの開発が進められつつある。

木質系バイオマスは最も二酸化炭素固定化能が高いバイオマスであり、エタノール製造技術やバイオガス液体燃料化技術などの研究開発が各国で進められている。高効率な製造のため、例えば、草本系と同様、高活性化の酵素や耐性酵母の開発が行われている。また、酸を使用しない前処理・糖化法、遺伝子組換えによる少リグニン種の開発なども試みられている。

特に、草本系と木質系に共通する新たな微生物と酵素群の開発については、最適な種をデザインする人工合成技術の確立に取り組むべきである。メタボロミクス解析技術をはじめとするオミクス技術を利用して、微生物代謝物のプロファイリング解析、細胞における代謝変動予測システム、人工代謝経路のインシリコデザイン技術、細胞の耐性強化技術などの開発が求められる。

これらの研究と並行して、バイオマス・エネルギーの実用化に向けた実証研究、事業化を、研究所や企業を中心に促進しなければならない。特に、経済性の高い生産技術の確立のため、前処理の低環境負荷・低酵素要求性の実現、糖化における酵素生産コストの低減・発酵速度の向上などの課題に取り組むべきである。また、生産したバイオマス・エネルギーを有効に利用するため、ブタノール・ポリ乳酸だけでなく、新たな燃料・化学物質の開発を推進すべきである。さらに、日本では、安価な原料の安定供給の実現が大きな課題である。アジアに大量に賦存するバイオマスを有効利用するため、国際的な情報ネットワークの構築にも取り組むべきである。

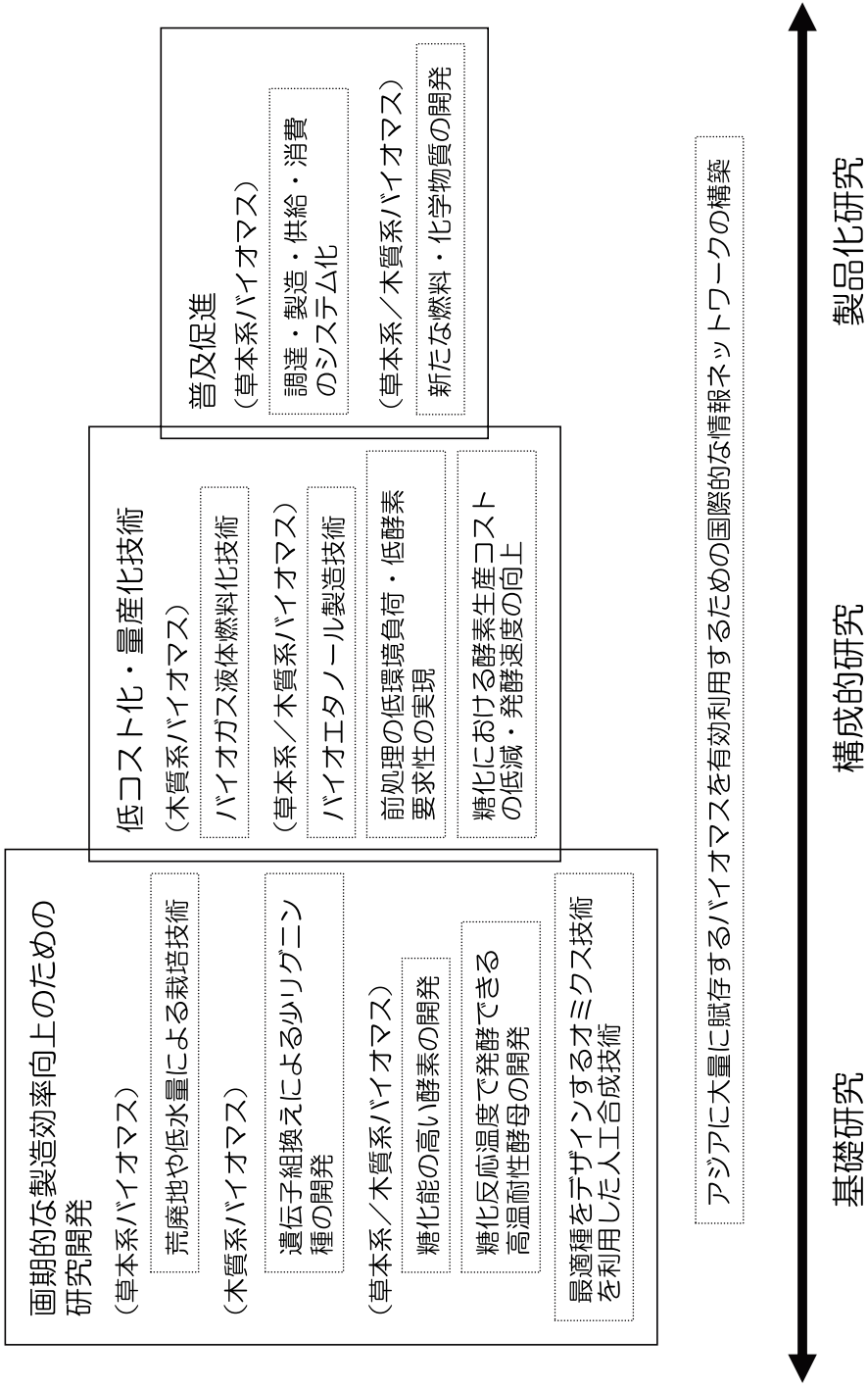


図3. 非食料系バイオマスに関する基礎研究・構成的研究・製品化研究.

○水生・海洋バイオマス

バイオマス資源賦存量の多い、海草・藻類・プランクトンなどの水生・海洋生物をエネルギーとして利活用するため、各国で研究開発が進められている。水生・海洋生物の資源化だけでなく、水域・海洋域をエネルギー生産の場として利活用する方法の検討も行われている。また、近年、高いエネルギー生産能を持つ微細藻類に関する研究が活発化している。

水生・海洋生物を対象としたエネルギー生産研究については、大型藻類だけでなく、軽油や重油を蓄積する微細藻類についても研究開発が実施されている。微細藻類の単位面積・単位時間当たりエネルギー生産量は陸上植物を凌駕する。その高効率性を活用するため、例えば、油糧や水素・メタノールなどを生産する藻類の最適培養条件の探索や品種改良が行われている。また、廃棄物系海藻類のガス化については、既に実証実験が行われ低コストを図る技術開発が進められている。

これらと並行して、微細藻類を活用した新たなバイオ燃料の生産に取り組むべきである。微細藻類の燃料生産機構を解明するため、炭化水素産生藻類の比較ゲノム解析、藻類における燃料代謝経路の解析、光合成藻類における光受容および炭酸固定機構の解明が必要である。また、人工代謝経路の藻類への導入技術を開発し、バイオ燃料を高濃度に蓄積できる藻類や燃料生産能・炭酸ガス固定能を向上させた藻類などの多機能藻類を人工的に創製することが期待される。

これらの成果を社会に普及・実装するため、研究所や企業は、水生・海洋生物由来バイオ燃料の実用化技術の開発に取り組むべきである。水生・海洋生物を大量に培養するための大規模プラントの設計・製作、バイオ燃料の効率的な抽出法の開発などを進め、周辺水域・海域の生態系および環境に配慮した事業化を図るべきである。

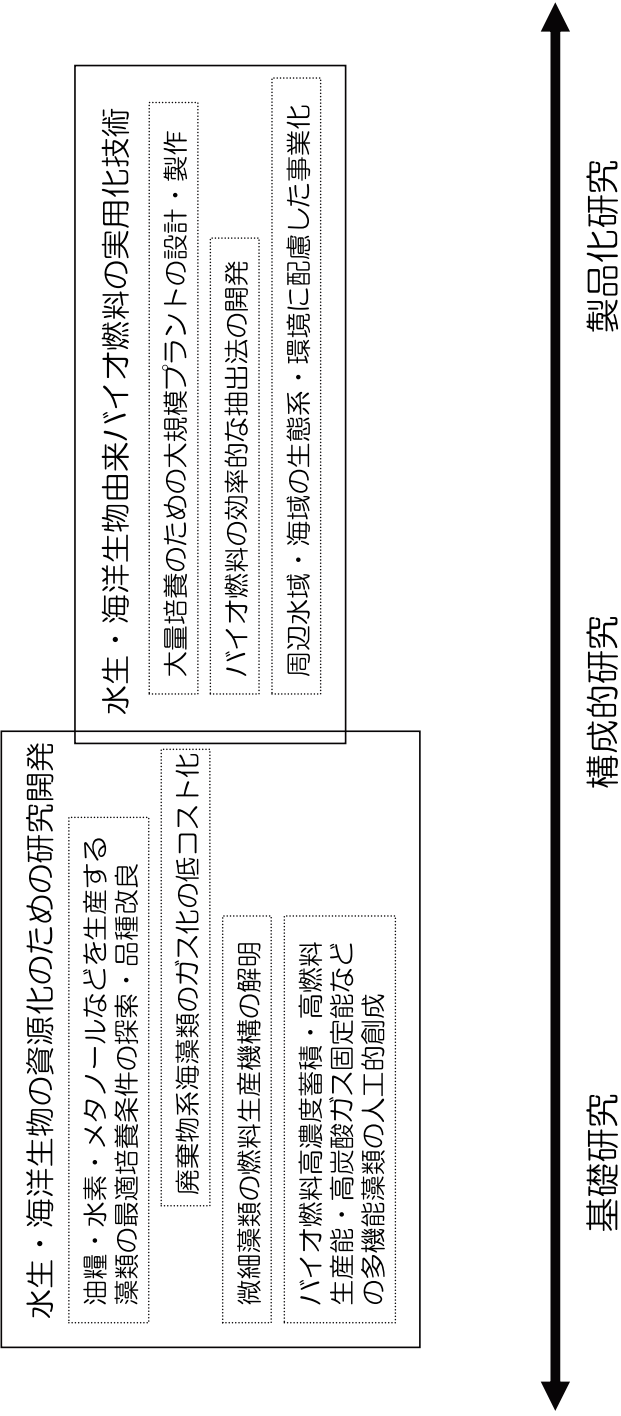


図4. 水生・海洋バイオマスに関する基礎研究・構成的研究・製品化研究.

○電気自動車・燃料電池自動車

石油を燃料源とする従来の自動車の代替を目的とした自動車の環境負荷低減に関する技術開発が多様化している。例えば、ハイブリッド車、クリーンディーゼル車、バイオエタノール車などは既に市場に投入されている。また、電気自動車、燃料電池自動車、プラグインハイブリッド自動車など、今後注目される次世代自動車の研究開発の競争は激しさを増している。

次世代自動車の基盤となる電池技術は、急速に進化している。従来自動車から電気自動車への過渡的技術であるハイブリッド車向けの二次電池は、ニッケル水素電池からリチウムイオン二次電池に移行しつつある。既にリチウムイオン電池を搭載した電気自動車が販売されている。しかし、航続距離が限られているなどの課題を抱えているため、大容量化を中心とする性能向上が試みられており、二次電池の構成要素である電極・セパレータ・電解液の新しい材料探索が行われている。また、コスト低減のため、安価な材料への代替や製造技術の改善などの課題に、引き続き取り組むべきである。同時に、従来のリチウムイオン電池とは異なる全く新しい概念に基づく二次電池の開発も必要である。高容量化と同時に安全性を確保するため、材料開発も含めた研究開発を推進すべきである。また、燃料電池自動車向け固体高分子型燃料電池の研究開発では、電極触媒・電解質・電解質膜などの材料探索が進められている。高効率化を中心とする性能向上と作動可能範囲の拡張を促進するため、技術要素の材料探索・構造設計などの課題にさらに取り組むべきである。

これらと並行して、電池搭載車に不可欠な高性能モーターの技術開発を推進しなければならない。既に実用化されているモーターの多くはネオジウムやディスプロシウムなどの希少元素が使用されている。しかし、国際的な需要拡大と産出国の輸出規制のため、供給不足による生産への支障が懸念される。そのため、代替希少元素を使用した永久磁石モーターの開発が求められる。また、燃料電池の燃料源である水素の輸送・貯蔵技術の確立も必要である。水素脆化の基本原則などの物性の解明、貯蔵材料の革新的な性能向上を図るべきである。

電池自動車・燃料電池自動車を社会に普及させるためには、コスト・耐久性・性能・安全性のそれぞれにおいて、既存自動車に匹敵する技術の確立が不可欠である。また、燃料源である電気・水素を供給するインフラの整備も進めなければならない。大学・研究所・企業が連携して、残されている多くの課題を克服していくことが期待される。

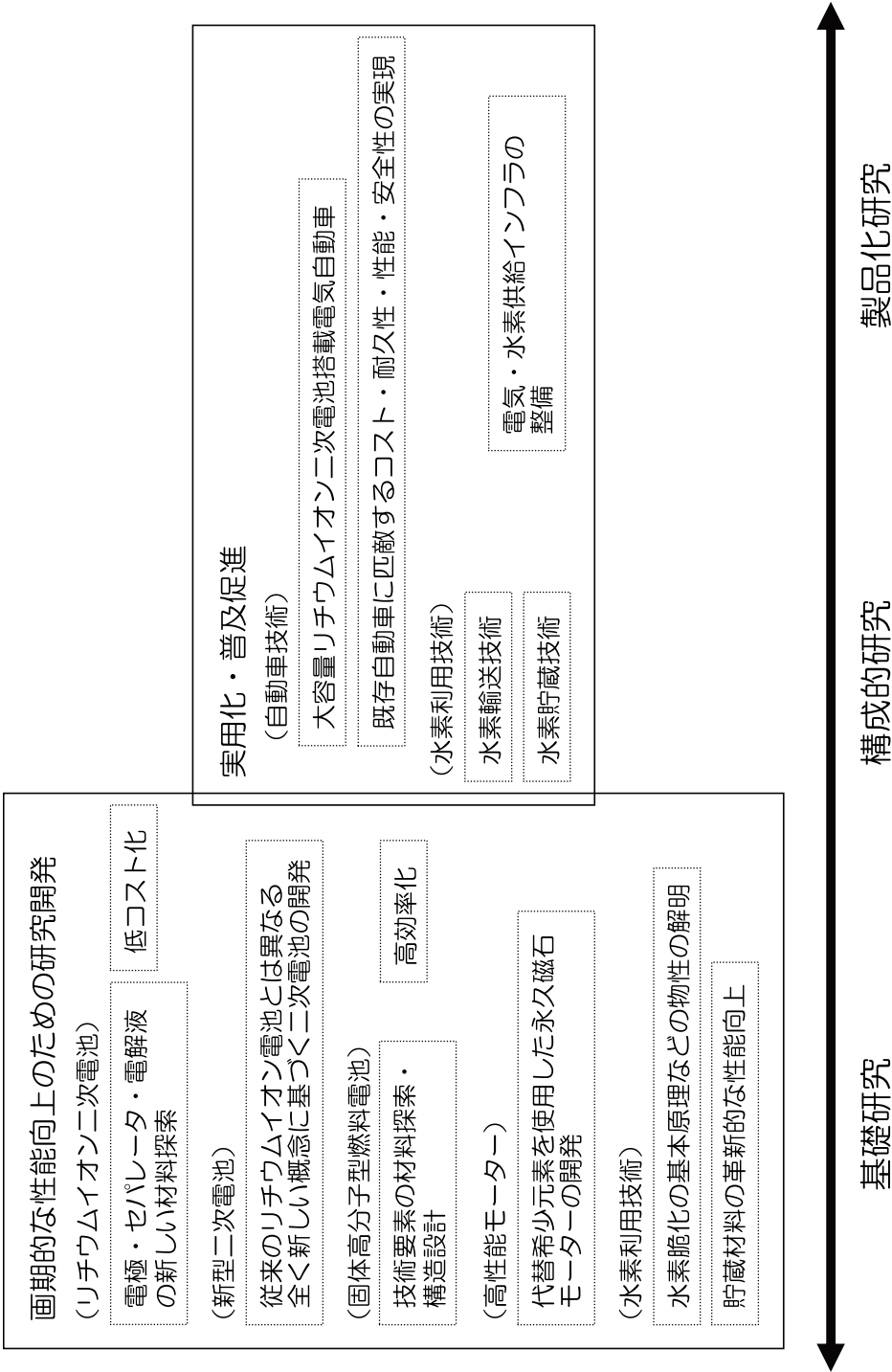


図5. 電気自動車・燃料電池自動車に関する基礎研究・構成的研究・製品化研究.

○グリーン・オブ・IT

グリーン・オブ・ITとは、IT機器やITシステム全体の省エネ化を推進する取り組みである。ITの社会への普及が拡大するにつれ、消費エネルギーは急速に増加している。動画像の送配信をはじめとする各種ITサービスが普及し、社会で扱う情報量は急増すると見込まれている。これに伴い、情報を処理するIT機器の台数が大幅に増加するとともに、機器ごとの情報処理量が急増している。その結果、IT機器やITシステム全体の消費電力量が急激に増大しており、国際的に深刻な課題になりつつある。

このような課題を克服するため、サーバー、ネットワーク機器、ストレージ、ディスプレイなど、IT機器の省エネ化に加え、データセンターなどのネットワークシステム全体での抜本的な消費電力量の削減に向けた研究開発が行われている。例えば、デバイス・回路からアルゴリズム・プロトコル、応用・サービスに至る個別要素技術において、飛躍的な高性能化・高信頼化と低消費電力化を実現するため、動的電圧制御技術、適応的エネルギー管理技術、動的再構成アーキテクチャ、省電力ネットワークアーキテクチャ、省電力アルゴリズム、並列処理言語・コンパイラ技術などの開発が行われている。また、情報流量に合わせたネットワークの電力最適化技術など、各階層の要素技術の統合的管理によるシステムの超低消費電力化も推進されている。同時に、抜本的な超低消費電力化を可能にする新しい原理に基づくハードウェアおよびソフトウェア基盤技術の創出にも取り組むべきである。

これと並行して、IT機器の製造から廃棄までのプロセス全体の省エネ化も必要である。例えば、現在進められている酸化物半導体や有機半導体の研究開発によって、シリコンから環境負荷の低い材料への代替が期待される。また、リサイクルに配慮した製造プロセス・長寿命化なども実現しなければならない。さらに、自然エネルギーを電力源として有効活用するIT機器の開発も求められる。

これらの成果を社会に普及・実装するため、研究所や企業は、エネルギー効率の高いIT機器の開発および情報システムの構築に取り組むべきである。また、政府は、グリーンIT機器導入の優遇措置や補助制度など、住宅や事業への普及を促進する仕組みを整備すべきである。

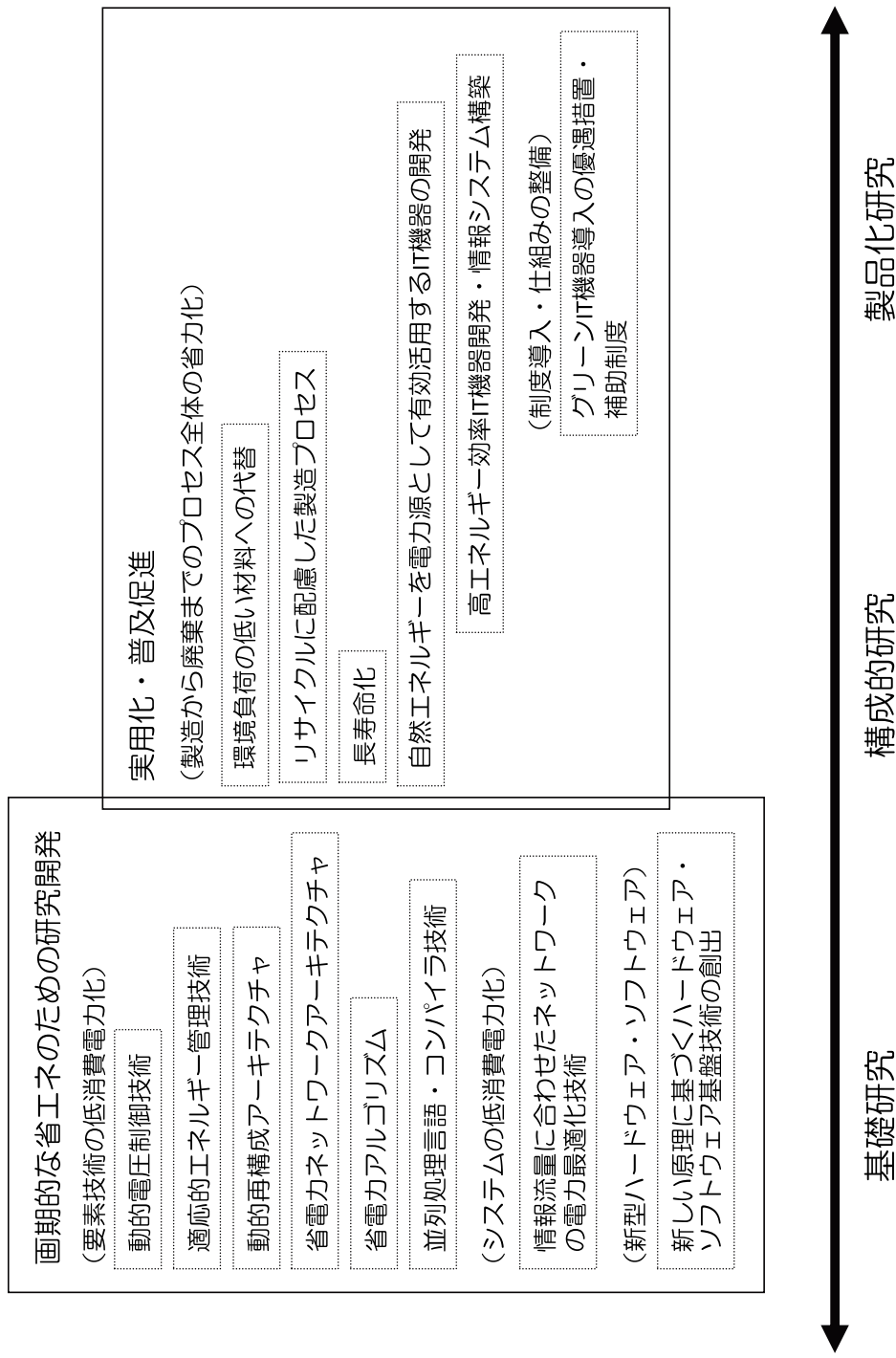


図6. グリーン・オブ・IT に関する基礎研究・構成的研究・製品化研究.

【謝辞】

今回の検討にあたっては、以下の方に協力を頂いた。お礼を申し上げる。

堂免一成 東京大学大学院工学系研究科教授

横山伸也 東京大学大学院農学生命科学研究科教授

原山重明 中央大学理工学部教授

【参考文献】(発行は全て研究開発戦略センター)

1. 「環境技術俯瞰ワークショップ報告書」(CRDS-FY2008-WR-07) 平成21年3月
2. 戦略プログラム「太陽光エネルギーの利用拡大基盤技術」(CRDS-FY2008-SP-03) 平成21年1月
3. 科学技術未来戦略ワークショップ「自然エネルギーの有効利用～材料からのアプローチ～」報告書 (CRDS-FY2008-WR-03) 平成20年11月
4. 戦略提言「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」(CRDS-FY2007-SP-11) 平成20年3月
5. 「ディペンダブルVLSI」に関する科学技術未来戦略ワークショップ報告書 (CRDS-FY2006-WR-08) 平成19年3月
6. 戦略プロジェクト「超低消費電力化 (ULP) 技術」(CRDS-FY2005-SP-02) 平成18年3月
7. 戦略プログラム「未来型バイオマスエネルギーシステム基盤技術」(CRDS-FY2005-SP-01) 平成17年8月

戦略提言

温室効果ガス排出削減に向けた
研究開発の推進について

—産学官のネットワーク形成による科学技術イノベーションの実現—

CRDS-FY2009-SP-04

独立行政法人 科学技術振興機構 研究開発戦略センター

平成21年11月

〒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>

©2009 JST/CRDS

許可なく複写・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。
