

■ 展望・解説 ■

ニューサンシャイン計画の総合展開

Comprehensive Approach to the New Sunshine Program

小林 博 行*

Hiroyuki Kobayashi



地球の規模で対応が必要なエネルギー・環境問題に対し、技術的ブレークスルーによる解決を目指すため、通産省工業技術院はこれまで実施してきたエネルギー分野に関するサンシャイン計画とムーンライト計画、及び地球環境に関する技術開発制度を統合し、平成5年度より新たに「ニューサンシャイン計画」（エネルギー・環境領域総合技術開発推進計画）を発足させ、持続的成長とエネルギー・環境問題の同時解決を目指した革新的技術開発を重点的に推進することとした。

1. 背景

1.1 通産省の研究開発プロジェクトの実施状況

これまで、通商産業省工業技術院では、新エネルギー技術については昭和49年に「サンシャイン計画」を、省エネルギー技術については昭和53年に「ムーンライト計画」をそれぞれ発足させ、長期的な視点の下にエネルギー関連技術の研究開発を産官学の連携の下で鋭意推進してきており、各プロジェクトにおいて基本的な技術の確立、成果の実用化、関連分野への技術的波及等の着実な成果を挙げてきた。

また、環境負荷低減が重要視されてきたことに鑑み、平成元年度から地球環境技術に係る研究開発制度を発足させている。

サンシャイン計画は、石油に代わるクリーンな代替エネルギーの安定した供給を実現するための長期大型技術開発のプロジェクトであり、原子力関係を除く全ての新エネルギー技術を対象にしている。その主な開発目標としては、太陽エネルギー、地熱エネルギー、石炭の液化・ガス化、水素エネルギーの製造・輸送・貯蔵・利用を含めた新技術の開発に重点をおいており、この他に風力エネルギー技術、海洋エネルギー技術等についても研究開発を実施している。

ムーンライト計画は、エネルギー転換効率の向上、未利用エネルギーの回収、エネルギー供給システムの安定化によるエネルギー利用効率の向上等の、エネルギーの有効利用を図る技術の研究開発を行うものであり、燃料電池発電技術、ヒートポンプ技術、超電導電力応用技術等を対象とする「大型省エネルギー技術研究開発」を中心に研究開発を推進している。

また、地球環境技術研究開発においては、人工光合成等による二酸化炭素の固定に関する研究、二酸化炭素の分離技術の研究、生分解性化学物質の研究を実施している。

1.2 エネルギー・環境技術開発をとりまく状況

しかしながら近年、人類の経済・社会活動の大規模化に伴う環境負荷が増大し、地球温暖化を始めとする地球環境問題が顕在化してきている。このため、従来から指摘されている「エネルギー・資源」に加え、「環境」が一国のみならず人類全体の長期的な存続のための重大な制約要因であるとの認識が高まってきている。長期的かつ地球規模の視点に立ってこれからの解決を図っていくためには、人口問題、南北問題、先進国を中心としたエネルギー多消費文明、ライフスタイルの転換等の課題に対する政治的・社会的解決を図るとともに、技術開発によるブレークスルーを目指していくことが不可欠である。

我が国は、これまで蓄積してきたエネルギー・環境分野におけるポテンシャルを最大限活用し、本分野における研究開発に先進的に取り組むとともに、先進国間の国際共同研究及び発展途上国に対する研究協力、技術移転を積極的に実施することにより、国際的な貢献を果たしていくことが求められている。

2. 「ニューサンシャイン計画」の構築

新エネルギー、省エネルギー及び地球環境技術の3つの分野の技術開発は従来独立に推進されてきているが、エネルギー利用と地球温暖化をはじめとする地球

*通商産業省工業技術院 技術審議官
〒100 東京都千代田区霞ヶ関1-1-1

環境問題は密接な関係を有しているため、総合的な観点から技術開発を推進していくことが重要である。また、技術的観点からも、新エネルギー技術、省エネルギー技術及び環境対策技術は互いに重なる分野、共通の分野が存在するため、これらの有機的な連携を図ることにより、エネルギー・環境技術開発の効率的、加速的推進が期待される。

このような観点から、工業技術院ではサンシャイン計画、ムーンライト計画及び地球環境技術研究開発の体制を一体化した「ニューサンシャイン計画」(エネルギー・環境領域総合技術開発推進計画)を平成5年に発足させ、持続的成長とエネルギー・環境問題の同時解決を目指した革新的技術開発を開始することとした。

新たに発足するニューサンシャイン計画は、次のような3つの技術体系により構成される。

- ① 「革新技術開発」:「地球温暖化防止行動計画」の実現をねらいとした革新的エネルギー・環境技術開発プロジェクトを、重要な課題への重点化を図りつつ加速的に推進する。
- ② 「国際大型共同研究」:「地球再生計画」の推進をねらいとした、国際大型共同研究プログラムを推進する。
- ③ 「適正技術共同研究」: 近隣途上国のエネルギー・環境制約の緩和の支援をねらいとした、エネルギー・環境分野に関する相手国の実情に適した技術の共同研究促進プログラムを推進する。

3. 「ニューサンシャイン計画」の「地球再生計画」への貢献

ニューサンシャイン計画の体系に関する概念図を図-1

に示す。革新技術開発が主に我が国の地球温暖化防止行動計画に寄与し、適正技術共同研究が近隣途上国に対する寄与として働き、これらと国際大型共同研究が相俟って地球再生計画(後述、「参考」参照)が着実に推進されることが期待される。

本計画による最大限の努力を織り込んだ場合の技術ポテンシャルとして、2030年の我が国のエネルギー消費量の1/3、二酸化炭素排出量の1/2の緩和に貢献することが期待されるとしている。ニューサンシャイン計画の地球温暖化防止行動計画及び地球再生計画に対する貢献のイメージ図を図-2に、また国内のエネルギー需給、二酸化炭素制約緩和への貢献シナリオを図-3に示す。

工業技術院における試算によると、ニューサンシャイン計画の実行に必要な研究開発費は、1993~2020年間で総額1兆5500億円(1年当たり平均約550億円)と見込まれている。平成5年度予算は539億円となる(表1参照、工業技術院以外を含む)。

現時点では①の革新技術開発が圧倒的な比率を占めているが、今後②国際大型共同研究及び③適正技術共同研究に一層の力を注いでいくことになる。

4. 革新的技術開発の新たな課題

「地球再生計画」の着実な推進を図るためには、2010年を最終目標年次とする「地球温暖化防止行動計画」達成のための努力にとどまらず、中長期的にエネルギー・環境制約克服のための顕著な貢献が期待される革新技術開発にも並行的に取り組むことが必要不可欠である。

ニューサンシャイン計画では、太陽電池、燃料電池等従来よりサンシャイン計画、ムーンライト計画等に

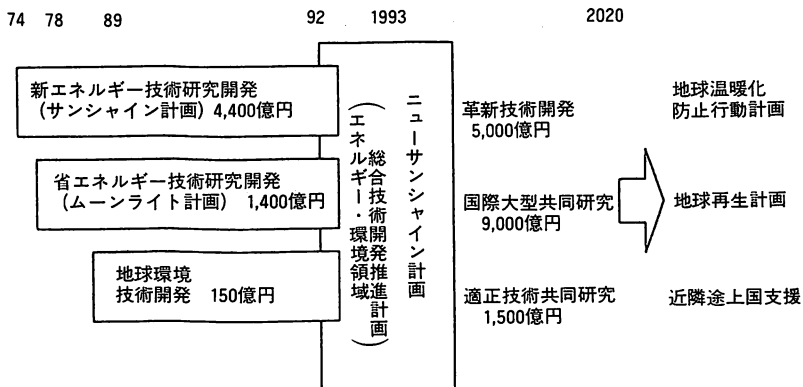


図-1 ニューサンシャイン計画の体系

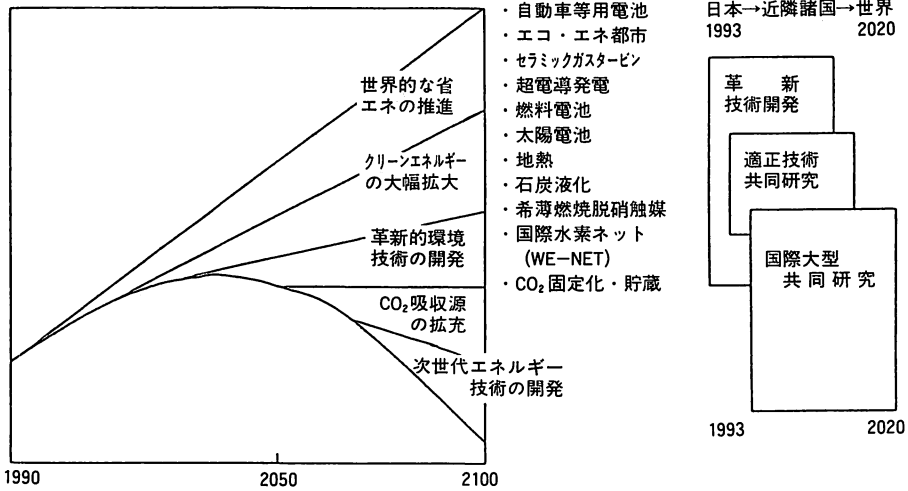
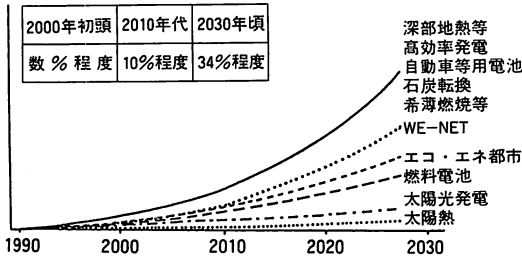
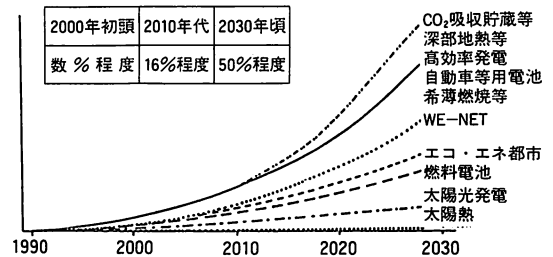


図-2 地球再生計画の貢献のイメージ

エネルギー需給緩和貢献率



CO₂制約緩和貢献率



(注) 1. エネルギー：(省エネルギー量+新エネルギー供給量)/総エネルギー供給量
 2. CO₂：(CO₂排出削減量+CO₂吸収・貯蔵量)/CO₂排出総量
 3. 「ニューサンシャイン計画」の実施に係る最大限の努力を織り込んだ場合の技術的ポテンシャルのイメージを示したものである。

図-3 エネルギー需給・CO₂制約緩和への貢献シナリオのイメージ

において実施してきている研究開発課題の加速的推進と合わせて、中・長期的に顕著な効果が期待される革新的な技術開発課題として、サンシャイン、ムーンライト等の研究開発成果を糾合した、

- ① 広域エネルギー利用ネットワークシステム技術 (エコ・エネルギー都市システム)
- ② 水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術 (WE-NET : World Energy Net)
- ③ 経済・環境両立型燃焼システム技術 (希薄燃焼脱硝触媒技術)

に着手することとしている。

このほか、国際的にも今後の大幅な需要増大が見込まれる石炭について、環境に調和した利用が強く求められていることに鑑み、従来から推進している石炭転

換技術についても、再生可能エネルギーや希薄燃焼脱硝技術等を組み合わせた「経済・環境調和型石炭転換コンプレックス技術」と位置付け、研究開発を効率的に推進する。

これらの技術開発課題の概要を、表2に示す。

5. 技術開発の加速的推進による供給ポテンシャルの増大

これまでサンシャイン計画及びムーンライト計画において開発が進められてきた各種新エネルギー技術、省エネルギーのうち、特に太陽電池及び燃料電池については近年の技術開発の飛躍的な進展により、技術開発によるコストダウンと需要の増大とが相互に促進し合う「良循環」の見通しが得られる段階に至りつつあ

表1 「ニューサンシャイン計画」概要

(単位: 億円)

技術本系	概要	プロジェクト系	関連予算		総研究開発費
			4年度	5年度	
革新技術開発 〔地球温暖化防止行動計画の実現〕	我が国にとっては特に重要な課題であって、我が国の「地球温暖化防止行動計画」の実現に不可欠な革新技術について、海外にも開放して研究機会を提供しつつその経験を取り入れて加速的に推進する。	・アモルファス太陽電池等太陽エネルギー革新技術	70	76	5,000
		・深部地熱資源調査等地熱エネルギー革新技術	42	41	
		・瀝青炭液化等石炭エネルギー革新技術	176	177	
		・溶融炭酸塩型等燃料電池発電革新技術	68	65	
		・超電導発電機等超電導応用革新技術	37	39	
		・セラミックスガスタービン革新技術	21	23	
		・分散型電池電力貯蔵革新技術	3	8	
		・広域エネルギー利用ネットワークシステム革新技術(エコ・エネ都市)	0	6	
		・先導的基盤的エネルギー・環境革新技術	3	3	
		その他	11	15	
(小計)	442	453			
国際大型共同研究 〔地球再生計画の推進〕	我が国はもとより、世界共通の重要な課題であって、「地球再生計画」を推進する上で世界大での取り組みが不可欠な大型革新技術について、我が国主導のもとに国際共同研究を推進する。	・水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET)等	1	4	9,000
		・CO ₂ 固定化・貯蔵等地球環境技術開発等	51	71	
		・希薄燃焼エンジン排ガス脱硝触媒技術(リーンバーンエンジン技術)等	0	4	
		・マグマ発電技術	7	5	
		(小計)	60	84	
適正技術共同研究 〔近隣途上国支援〕	近隣の発展途上国にとって重要であり、また我が国のエネルギー環境の改善にも資する課題であって、サンシャイン計画、ムーンライト計画等を通じて基本技術の目的が果たしたものについて、相手国の自然的・社会的・経済的条件及び研究開発能力等に応じた具体的適用・普及を図るために当該国と共同して適用研究を推進する。	・燃料電池発電技術	1	1	1,500
		・太陽光発電、産業用ソーラーシステム等太陽エネルギー利用技術	0	1	
		・風力発電等風力利用技術			
		・ユーカリ燃料等バイオマス利用技術			
		・石炭液化等石炭利用技術			
(小計)	1	2			
合計			503	539	15,500

表2 革新技術開発への取り組み

広域エネルギー利用ネットワークシステム技術(エコ・エネルギー都市システム)

<p>概要: 工場等の熱エネルギーを広域にわたり高効率で回収し、都市部に輸送・利用する革新技術に基づく、エネルギーの高度カスケード・複合循環利用システム</p> <p>課題: ①顕熱極限利用熱回収・昇温技術、化学反応利用熱輸送・貯蔵技術、多機能熱供給技術等の要素技術開発 ②マルチ・広域的な熱源と需要とをマッチさせた全体システムの構築・最適化</p> <p>効果: 大都市圏臨海部等の未利用エネルギーを最大限利用した場合、日本のエネルギー消費量の6%、CO₂排出量の9%の削減に寄与。</p>

水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術(WE-NET: World Energy Network)

<p>概要: 水素エネルギーを媒体とした生産から輸送、消費に至る革新技術に基づく、世界規模でのクリーンエネルギーの利用システム</p> <p>課題: ①高効率・大型水素製造技術、高密度水素貯蔵・輸送技術、水素タービン等水素利用技術開発 ②世界規模での生産・流通・利用に係るシステムの構築・最適化</p> <p>効果: 世界的普及段階の2030年に世界のCO₂排出量の10%、2050年には20%の削減に寄与。</p>

経済・環境両立型燃焼システム技術(希薄燃焼脱硝触媒技術)

<p>概要: 自動車の燃費向上・CO₂削減と排出NO_xの低減の同時達成を目指した、ディーゼルエンジン及び希薄燃焼エンジンに適用される排ガス脱硝触媒技術</p> <p>課題: ①高濃度酸素雰囲気対応触媒の材質・構造解析、耐熱性・耐食性・寿命の向上等新触媒の要素技術開発 ②燃費、CO₂、NO_xを両立させる燃料・エンジン・排気系のシステム化</p> <p>効果: 従来方式に比べ日本のエネルギー消費の2%、CO₂排出量の2%、NO_x排出量の40%の削減に寄与。</p>
--

経済・環境調和型石炭転換コンプレックス技術

<p>概要: 再生可能エネルギーを用いた水素利用システム及び希薄燃焼脱硝技術の組合せにより、液化プロセスにおけるコスト及びCO₂排出量を大幅に削減した石炭液化システム</p> <p>課題: ①石炭液化に係るコア技術の確立 ②水素利用及び希薄燃焼に係る上記両技術の融合</p> <p>効果: 従来方式に比し、CO₂排出量を2%にまで削減するとともに、製品コストを35\$/Bから25\$/Bに低減。</p>
--

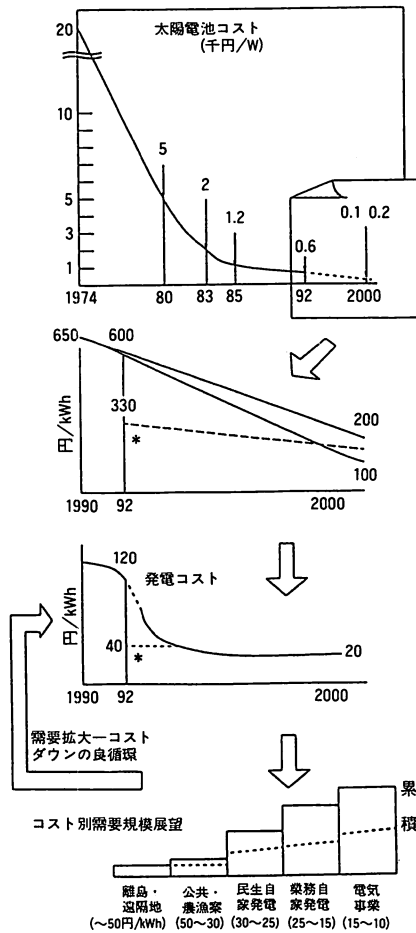


図-4 コストダウンと需要拡大との良循環のイメージ

る。しかし、これら技術の成果の本格的導入を図る上で製造設備の能力面及び需要面の拡大には、一定のリードタイムが必要である。従って、「地球温暖化防止行動計画」の目標を裏打ちする「石油代替エネルギーの供給目標」の達成を堅固たるものとするためには、太陽電池及び燃料電池の技術について研究開発の加速的推進を図り、早急に供給ポテンシャルの増大に努めることが極めて重要である。

まず、コストダウンと需要拡大との良循環のイメージを太陽電池について図-4に示す。太陽電池の製造コストは、1974年の約2万円/Wから1992年現在では約600円/Wまで下がっている。実際の生産規模の約5倍にあたる100MW/年・工場と規模を仮定すると、現在では約330円/Wであり、2000年初頭には150円前後まで下がると予想され、発電コストは現在の120円/kWhから20円/kWh程度まで大幅に低下する。こ

1) 太陽電池

変換効率向上, 量産化, 低コスト化技術

	平成4年度末	↓	2000年初頭
全システム	450円/W程度	→	220円/W程度
電池	*330円/W程度	→	150円/W程度
周辺装置	120円/W程度	→	70円/W程度
発電コスト	*40円/kWh程度	→	20円/kWh程度

*生産規模が100MW/年・工場オーダーとなった場合

2) 燃料電池

低コスト化, コンパクト化技術, 実証運転研究

	平成4年度末	↓	2000年初頭
全システム	800円/W程度	→	300円/W程度
電池	240円/W程度	→	90円/W程度
周辺装置	560円/W程度	→	210円/W程度
発電コスト	40円/kWh程度	→	20円/kWh程度

図-5 研究開発の加速的推進とコストダウンの展望

れによる需要が離島・遠隔地から公共・農漁業分野、民生・業務自家発電、電気事業へと拡大していくため、生産規模拡大により一層のコストダウンが期待され、「良循環」の構図が描かれる。

この2つの技術のコストダウンの展望について図-5に示す。ニューサンシャイン計画の加速的推進により2000年初頭にはいずれの発電コストも20円/kWh程度まで低下することが期待できる。

6. おわりに

ニューサンシャイン計画の実施は、中長期的なエネルギー・環境制約克服に対して技術的な貢献を果たすだけでなく、環境調和型のエネルギー技術を軸とする新たな技術体系構築の必要性及び可能性を内外に提示することにより、「エネルギー多消費文明やライフスタイルの転換」という課題に対し、次に挙げるように具体的な転換規範やその可能性を示唆・啓発し、持続的経済社会発展に必要な価値観の形成を促す効果も期待できる。このような文明・ライフスタイルの転換規範の例を表3に示す。

地球温暖化を始めとする地球環境問題に対し、経済成長、エネルギー、環境保全を三位一体とした総合的視点からのバランスのとれた対策を進める上で、革新

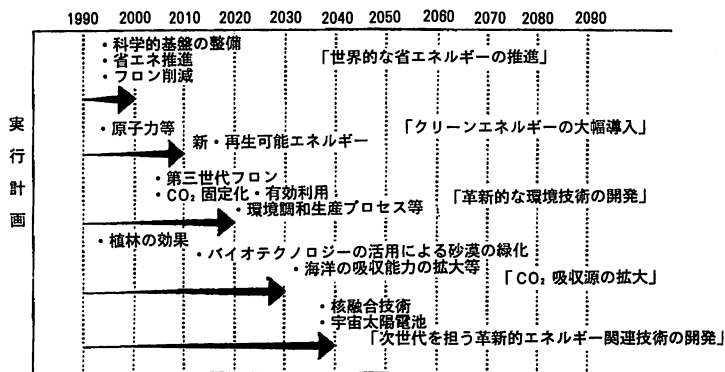
表3 「ニューサンシャイン計画」の示唆・啓発する文明・ライフスタイルの転換規範の例

<p>エネルギー高度循環利用規範 地球環境問題の源泉はエネルギー消費における未利用の熱エネルギー等の廃棄や、付随して発生するCO₂の一時的な排出にあるとの認識に立って、エネルギーの徹底の高効率循環利用を推進。</p> <p>例：広域エネルギー利用ネットワークシステム（エコ・エネルギー都市）</p> <p>〔工場等の熱エネルギーを広域にわたり高効率で回収し、都市部に輸送・利用する革新技術を通じ、熱エネルギーの高度カスケード・複合・循環利用システムを構築し、大部分利用されないで廃棄されている熱エネルギーの高度循環利用を促す。〕</p>
<p>地球的課題に対する地球大での取り組み規範 地球的広がりを守った地球環境問題に対処するに、地政的・経済的・技術的な比較優位を有する各国が相互補完性を発揮しつつ一体的に挑戦。</p> <p>例：水素利用国際クリーンエネルギーネットワークシステム（WE-NET）</p> <p>〔水素エネルギーを媒体とした生産から輸送、消費までのエネルギー利用ネットワークシステムを構築することによる、資源国、消費国が相協力しつつ、世界規模でのクリーンエネルギーの有効利用を促す。〕</p>
<p>エネルギー栽培型文明規範 時間的な広がりやを有する地球環境問題に対処すべく、クリーンでかつ再生可能なエネルギーの再生サイクルに合わせたエネルギー利用の積極的導入。</p> <p>例：太陽、風力等再生可能エネルギー革新技術</p> <p>〔太陽、風力等再生可能エネルギーを積極的に導入し、環境負荷の増大を抑えつつバランスのとれたエネルギー利用の拡大を促す。〕</p>

地球再生計画は、地球温暖化による地球環境の荒廃を防止し、今後100年かけて再生することを目指し、世界各国が強調して温室効果ガスの排出抑制及び消滅のための総合的かつ長期的な行動を進めることを内容として、「地球環境保全に関する関係閣僚会議（平成2年6月）」において申し合わせられ、平成2年7月のヒューストンサミットで世界に先駆けて提唱されたものである。

その内容は次のとおりである。

- ① 世界的な省エネルギーの推進……先進国において一層の省エネルギーを図るとともに、発展途上国に対するエネルギー技術の移転により、世界的な省エネルギーを推進する。
- ② クリーンエネルギーの大幅導入……原子力の積極的開発利用の推進に加え、新・再生可能エネルギーの技術開発及びその積極的な導入・普及に最大限努力する。
- ③ 革新的な環境技術の開発……二酸化炭素固定化・有効利用技術、環境調和型生産プロセス技術等の革新的技術の開発に世界各国が取り組み、その成果を迅速に活用する。
- ④ 二酸化炭素吸収源の拡大……砂漠緑化や森林の拡大等により、大気中の二酸化炭素の吸収源を拡大する。
- ⑤ 次世代を担う革新的エネルギー関連技術の開発……核融合、マグマ発電、宇宙太陽発電等の次世代の革新的エネルギー技術を開発し、世界的なクリーンエネルギーの供給システムを構築する。



* 矢印は、技術の開発が行われ、実用化されるまでの期間を示す。

図-6 地球再生計画

の技術の開発は重要な課題として位置づけられる。

短期的・国内的には、既に開発された技術の導入を含めた省エネルギーの促進といった、エネルギー需給構造の改革を目指すなどの対応が中心となるが、人間の経済・社会活動により調和を乱された物質やエネルギーの循環を再び地球環境に調和したものに戻すには、人間活動と自然環境の調和を可能とする新しい文明の創造を構築するための抜本的な対策を可能とする、技術によるブレークスルーに取り組むことが重要である。

ニューサンシャイン計画は、このようなエネルギー・環境問題に大きく貢献する総合的な技術開発推進計画として、今後の展開が期待されている。

(参考) 地球再生計画について

地球再生計画は、地球温暖化により地球環境の荒廃を防止し、今後100年かけて再生することを目指し、世界各国が協調して温室効果ガスの排出抑制及び削減のための総合的かつ長期的な行動を進めることを内容として、「地状環境保全に関する関係閣僚会議（平成2年6月）」において申し合わせられ、平成2年7月のヒューストンサミットで世界に先駆けて提唱されたものである。

その内容は次のとおりである（図-6参照）。

- ① 世界的な省エネルギーの推進………先進国において一層の省エネルギーを図るとともに、発展途上国に対する省エネルギー技術の移転により、世界的な省エネルギー技術を推進する。
- ② クリーンエネルギーの大幅導入………原子力の積極的開発利用の推進に加え、新・再生可能エネルギーの技術開発及びその積極的な導入・普及に最大限努力する。
- ③ 革新的な環境技術の開発………二酸化炭素固定化・有効利用技術、環境調和型生産プロセス技術等の革新的技術の開発に世界各国が取り組み、その成果を迅速に活用する。
- ④ 二酸化炭素吸収源の拡大………砂漠緑化や森林の拡大等により、大気中の二酸化炭素の吸収源を拡大する。
- ⑤ 次世代を担う革新的エネルギー関連技術の開発………核融合、マグマ発電、宇宙太陽光発電等の次世代の革新的エネルギー技術を開発し、世界的なクリーンなエネルギーの供給システムを構築する。

協賛行事ごあんない

「CO₂固定化とエネルギー効率利用に関する国際シンポジウム」開催について

1. 主催：東京工業大学
同シンポジウム実行委員会
2. 協賛：本学会ほか
3. 日時：11月29日（月）～12月1日（水）
4. 会場：東京工業大学 百年記念館
フェライト会議室
（東京都目黒区大岡山2-12-1）

5. 参加費：30,000円

※シンポジウムは招待講演22件（海外11件）のほか、一般講演とポスターセッションから構成されます。発表をご希望の方は、9月30日までに申し込み下さい。

■ 問い合わせ先

東京工業大学炭素循環素材研究センター 玉浦 裕
〒152 東京都目黒区大岡山2-12-1
TEL 03-3726-1111 (ext 3292), FAX 03-3727-7541