

## <概要>

ムーンライト計画は、通商産業省工業技術院（現独立行政法人産業技術総合研究所）が第一次石油危機後の1978年から1993年度まで行った省エネルギー技術の研究開発計画のニックネームである。この計画では、エネルギー転換効率の向上、未利用エネルギーの回収・利用、エネルギー利用効率の向上等エネルギーの有効利用を図る技術の研究開発を目的とし、大型省エネルギー技術および先導的・基盤的省エネルギー技術の開発、民間の省エネルギー技術研究開発の助成、国際研究協力および省エネルギー標準化等の施策が推進された。大型の技術開発としては、排熱利用技術システム、[電磁流体発電](#)、高効率ガスタービン、汎用スターリングエンジン、新型電池電力貯蔵システム、スーパーヒートポンプエネルギー集積システム、[燃料電池](#)発電技術、超電導電力応用技術、[セラミックガスタービン](#)、分散型電池電力貯蔵技術等である。ムーンライト計画は、1993年に発足した[ニューサンシャイン計画](#)に統合されている。

## <更新年月>

2005年09月

（本データは原則として更新対象外とします。）

## <本文>

### 1. 省エネルギー技術とムーンライト計画

ムーンライト計画は、通商産業省工業技術院（現独立行政法人産業技術総合研究所）が1978年から1993年度まで行った省エネルギー技術の研究開発に対するニックネームである。同じく工業技術院が進めていた[新エネルギー](#)の研究開発計画をサンシャイン計画と呼んだのに対し、利用されずに環境に捨てられている排熱等を、たとえわずかであっても有効に利用しようとする気持ちを込めた省エネルギー技術の開発計画に与えられたニックネームであった。

ムーンライト計画が発足した時はちょうど第一次石油危機後であり、世界の繁栄をエネルギー面から支えてきた豊富で低廉な石油の価格が高騰するとともに、石油そのものの有限性に対する危惧も高まっていた。

エネルギーは、経済、社会の維持・発展のための最も基本的な要素であり、日本は、世界有数のエネルギー消費国でありながら、国内エネルギー資源は乏しい。このために、石油代替エネルギーの開発および石油の安定確保というエネルギー資源確保という従来のエネルギー政策に加えて、エネルギーの利用面においても省エネルギー型産業構造への移行を目指して、産業、民生、運輸の各部門の特性に応じた省エネルギーを推進することが必要になった。

ムーンライト計画では、エネルギー転換効率の向上、未利用エネルギーの回収・利用、エネルギー利用効率の向上等エネルギーの有効利用を図る技術の研究開発を行うことを目的とし、大型省エネルギー技術開発、先導的・基盤的省エネルギー技術開発、民間の省エネルギー技術研究開発の助成、国際研究協力事業、省エネルギー技術の総合的效果把握手法の確立調査および省エネルギー標準化等の各種の施策が強力に推進された。

サンシャイン計画、ムーンライト計画およ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）」が1993年に発足し、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した（[図1](#)参照）。

### 2. 省エネルギー技術開発

民間企業独自では行うことが困難な大型の省エネルギー技術研究開発テーマについて、国立研究所、産業界、大学など各分野の力を結集して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およびセラミックガスタービンなどのプロジェクトを推

進し、また終了プロジェクトとして、廃熱利用技術システム、電磁流体発電、高効率ガスタービンおよび汎用スターリングエンジンのプロジェクトがある。先導的・基盤的省エネルギー技術研究開発は、国立試験研究所において、将来の省エネルギー技術の芽となる技術の発掘に努めるとともに産業界の基盤技術となる省エネルギー技術について研究開発を行う。

ムーンライト計画における省エネルギー大型技術開発の主要成果を表1-1 および表1-2 に示す。

### 3. その他の活動と技術のコストダウン

国際研究協力事業では、内外の研究開発の実情や関連技術の動向を的確に把握し、必要に応じて数か国による国際協力を行っている。例えば、IEA（International Energy Agency：国際エネルギー機関）等の主催する省エネルギー技術研究協力等に積極的に取り組んでいる。

省エネルギー技術の総合的効果把握手法の確立調査では、省エネルギー技術開発を効率的に推進するため、省エネルギー可能量、経済性、環境へのインパクト等を定量的に分析し、中長期の省エネルギー技術開発課題を発掘するとともに、研究開発の最適手順を確立するための調査を行っている。これに関連して、経済産業省の産業技術審議会評価部会は、ムーンライト計画の中の、特に「リン酸型燃料電池発電技術研究開発」の追跡調査を実施し、2000年5月に報告書を提出している。これはムーンライト計画プロジェクトの終了後に、その研究開発活動や成果が産業、社会に及ぼした効果について調査し、総合的な評価によって、プロジェクトが社会に与えた影響を明らかにするとともに、今後のプロジェクト企画、運営、フォローアップ体制の改善に資することを目的としてまとめられた。具体的な評価項目を以下に示す。

#### 1) 波及効果に対する評価

技術的波及効果、研究開発向上効果、経済効果、国民生活・社会レベルの向上効果、政策へのフィードバック効果、

#### 2) 現在の視点からのプロジェクト評価

国家プロジェクトとしての妥当性、目標設定、プロジェクト実施方法、プロジェクト終了時の評価の妥当性、プロジェクト終了後のフォローアップ方法

省エネルギー標準化では、省エネルギー推進の観点から日本工業規格（JIS）を制定または改正することにより省エネルギーの促進を図った。

これまでサンシャイン計画およ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、省エネルギー技術のうち、特に太陽電池およ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る。

太陽電池についてのコストダウンと需要拡大との良循環のイメージを図2に示す。太陽電池の製造コストは1974年の約2万円/Wから1997年時点では約440円/Wまで下がった。実際の生産規模の約3倍にあたる100MW/年の工場規模を仮定すると、現状では約140円/Wであり、2010年には100円/W前後まで下がることを目指している。発電コストは現在の50円/kWhから25円/kWh程度まで大幅に低下する。これにより需要が離島・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3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程度まで低下した。

ニューサンシャイン計画では、太陽電池、燃料電池などをすでに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、サンシャイン計画、ムーンライト計画など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 NETwork）
- (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）

に着手した。

### 4. 省エネルギー政策の変遷とムーンライト計画

戦後復興期以降2000年代までの長期にわたる産業技術政策の変遷は図4にまとめられている。この図からムーンライト計画、サンシャイン計画およびニューサンシャイン計画の相互関係と各計画が実施された時代における体制、法律、制度、技術関連の動向等が分かる。省エネ関連の政策的変遷をまとめたものが図5である。法制度としては、1979年に「エネルギーの仕様の合理化に関する法律」（省エネ法）が制定・施行され、各事業者が取り組むべき内容とそれを支援する施策が定められた。省エネ法は1993年に改正され、省エネルギーに関する基本方針の策定、エネルギー管理指向上に係る定期報告の義務付け等が追加された。また、同年、「エネルギー等の使用の合理化及び再生資源の利用に関する事業活動の促進に関する臨時措置法」（省エネ・リサ

イクル支援法)が10年間の時限立法として施行された。

省エネ法については、1997年に京都で開催された気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)の結果を受けて、1998年に改正され、1999年4月に施行された。この改正により、自動車の燃費基準および電気機器の省エネ基準へのトップランナー方式の導入等が実施された。さらに、2002年6月に省エネ法が改正され、2003年に施行された。これにより、大規模オフィスビルの大規模工場に準ずるエネルギー管理の義務付け等が実施された。技術開発面では、ムーンライト計画は1993年に、新エネルギー関連技術開発に関する「サンシャイン計画」と統合され、「ニューサンシャイン計画」のもとで引き続き、省エネ技術の研究開発が行われることになった。また、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)等の関係機関を通じて技術開発が行われている。

---

### <関連タイトル>

[新エネルギーと省エネルギーの技術開発 \(01-09-07-02\)](#)

[電池電力貯蔵技術の研究開発 \(01-05-02-08\)](#)

[燃料電池発電技術の研究開発 \(01-05-02-09\)](#)

[汎用スターリングエンジン \(01-05-02-10\)](#)

[スーパーヒートポンプ技術の研究開発 \(01-05-02-11\)](#)

[スーパーヒートポンプによるエネルギー集積システム \(01-05-02-12\)](#)

[日本の産業部門における省エネルギー対策 \(01-06-03-02\)](#)

[日本の民生部門における省エネルギー対策 \(01-06-03-03\)](#)

[日本の運輸部門における省エネルギー対策 \(01-06-03-04\)](#)

[サンシャイン/ニューサンシャイン計画 \(01-05-02-01\)](#)

---

### <参考文献>

(1) 資源エネルギー庁(監修)：1999/2000資源エネルギー年鑑、通産資料調査会(1999年1月)、p641-653

(2) 資源エネルギー庁(編)：新エネルギー便覧 平成10年度版、通商産業調査会(1999年3月)、p217-229

(3) 経済産業省ホームページ：(大型省エネルギー技術研究開発制度(ムーンライト計画)追跡評価報告書

(4) 資源エネルギー庁ホームページ：など。

(5) NEDOホームページ：など。

---

表1-1 ムーンライト計画の主な成果(終了)(1/2)

プロジェクト名	成 果
1.廃熱利用技術システム (1976～1981年度)	熱回・収熱交換技術、熱輸送・熱貯蔵技術の各要素技術およびトータルシステムの研究開発を実施し、吸収式ヒートポンプシステムの開発など所要の成果を収めた。すでに吸収式ヒートポンプシステム等が輸出も含め内外の数十箇所の工場等で稼働しており、実用化が着実に進行中。
2.電磁流体(MHD)発電 (1976～1983年度)	1980年度に完成したマーク2発電実験機を使用し灯油燃焼発電実験を行い、1982年までに計430時間の運転に成功。その結果、灯油燃焼により発電チャネルの耐久性の実証などの成果を挙げ、次期パイロットプラント(熱出力10万kW)の製作に必要な設計資料を集積。
3.高効率ガスタービン (1978～1987年度)	総合熱効率50%(LHV)、出力10万kW、温度1,300℃の高効率ガスタービンパイロットプラントの運転研究を東京電力袖ヶ浦火力発電所構内において実施。総合熱効率51.7%(世界最高)、出力9.3万kWまで到達。プロトタイププラント用タービン翼、燃料器を組み込んだ高温タービン試験装置により、世界最高のタービン入口温度1,400℃を達成し、レヒート型ガスタービンの複合発電効率55%の実現を確認。 耐熱合金、耐熱セラミックの材料開発、燃焼器、タービン翼の冷却方法の要素技術等の国内メーカーへの波及効果あり。
4.汎用スターリングエンジン (1982～1987年度)	民生向け冷房用の3kWおよび30kWエンジン、産業向け小型動力源の30kWエンジンについて、1982～84年度に基本型エンジン、1985年度から小型軽量化および低公害化を重点に実用型エンジンを開設し、最高熱効率37%を達成、当初の目標である熱効率32～37%を達成、実用化の目途を得た。
5.新型電池電力貯蔵システム (1991年度に終了)	4種類の新型電池(ナトリウム-硫黄、亜鉛-臭素、亜鉛-塩素およびレドックス・フロー型)について、1kW級(1983年度)、10kW級(1986年度)および60kW級(1987年度)の電池の試作運転に成功し、それぞれ最高70%、77%および76.6%の総合エネルギー効率を達成。 改良型船蓄電池を使用した1,000kW級システム試験設備を、実際の電力システムに連携して運転を行い、69.5%のシステム総合効率を達成(61年度)。 1991年度に2種類の新型電池(ナトリウム-硫黄、亜鉛-臭素)について、最終目標である1,000kW級パイロットプラントの運転研究を終了し、初期の開発目標をおおむね達成。
6.スーパーヒートポンプエネルギー集積システム (1984～1992年度)	高性能圧縮式ヒートポンプおよびケミカル蓄熱装置のトータルシステム開発に向けて、媒体・反応系の研究、要素機器の開発、新規部材の研究、システム化研究等で数多くの成果を蓄積。これをもとに、1991～92年度にパイロットプラント(1,000kW級)の試作運転研究を行うとともに、3万kW級実規模概念設計を実施し、技術的、経済性等評価を行い、初期の開発目標をおおむね達成。

表1-2 ムーンライト計画の主な成果(終了)(2/2)

プロジェクト名	成 果
<p>7.燃料電池発電技術 (1981～2000年度)</p>	<p>【リン酸型】 200kW級発電システムプラントの試作運転研究等を1990年度に終了。大阪市ホテルプラザに設置した業務用燃料電池発電システムについては、コージェネレーション技術用として80.2%という高い総合効率を達成。またリン酸型燃料電池として世界で初めて170°Cのスチーム(冷暖房に利用)の回収に成功。沖縄県渡嘉敷島に設置した離島用燃料電池発電システムについては、送電端発電効率が39.7%と常圧運転のリン酸燃料電池発電システムとしては世界最高値を達成。</p> <p>【熔融炭酸塩型】 1kW級(1985年度)、10kW級(1986年度)、加圧10kW級及び常圧25kW級(1989年度)、加圧25kW級(1990年度)、常圧50kW級(1991年度)、加圧100kW級(1992年度)の電池を製作し、定格出力運転に成功。加圧100kW級世界最高出力(1993年度)発電試験に成功。1MW級発電プラントを開発。</p> <p>【固体電解質型】 400W級(1991年度)、1kW級(1994年度)の電池を製作、運転に成功した。</p> <p>【固体右分子型】 1992年度に1kW級モジュールの開発を目指して研究開発に着手し、1995年度に1kW級モジュールの発電に成功。</p> <p>【アルカリ型】 1984年度に1kW級電池を製作。2,000時間以上の連続運転に成功し研究を終了。</p>
<p>8.超電導電力応用技術 (1988～1999年度)</p>	<p>超電導発電機用として10000A(4T)級の導体を、交流機器用として10,000A(0.5T)級の低損失導体を開発。酸化物導体では電流密度が<math>1.1 \times 10^6 \text{A/cm}^2</math>の線材を開発。発電機については要素モデルや部分モデルによる技術開発を行い、世界に先がけ7万kW級超電発電機を開発し、8万kW・700時間の出力に成功。冷凍システムでは従来型について信頼性の高いシステムを開発し、新型についてオイルフリー圧縮機の要素技術を確立。</p>
<p>9.セラミックガスタービン (1988～1998年度)</p>	<p>セラミックガスタービンの複雑形状に通用する耐熱セラミックの部品化のための成形方法及び肉厚セラミック部品の均質焼結方法等の研究によって、多形変形量を大幅に低下することが可能となった。また、タービン入口温度1,350°Cのセラミックガスタービンの運転に成功し、熱効率38.6%を達成。</p>
<p>10.分散型電池電力貯蔵技術 (1992年度～2001年度)</p>	<p>高性能で低廉な新しい正極、負極、電解質などの研究を行うとともに、これらの材料を用いた10Wh級単電池の製作試験を行い、100Wh級単電池、数kWh級組電池の開発に必要なデータを蓄積した。分散型電池電力貯蔵システムの導入に伴う負荷率改善効果、システムの所要性能、電池への要求性能、組電池ほかで考慮すべき事項を明らかにした。</p>

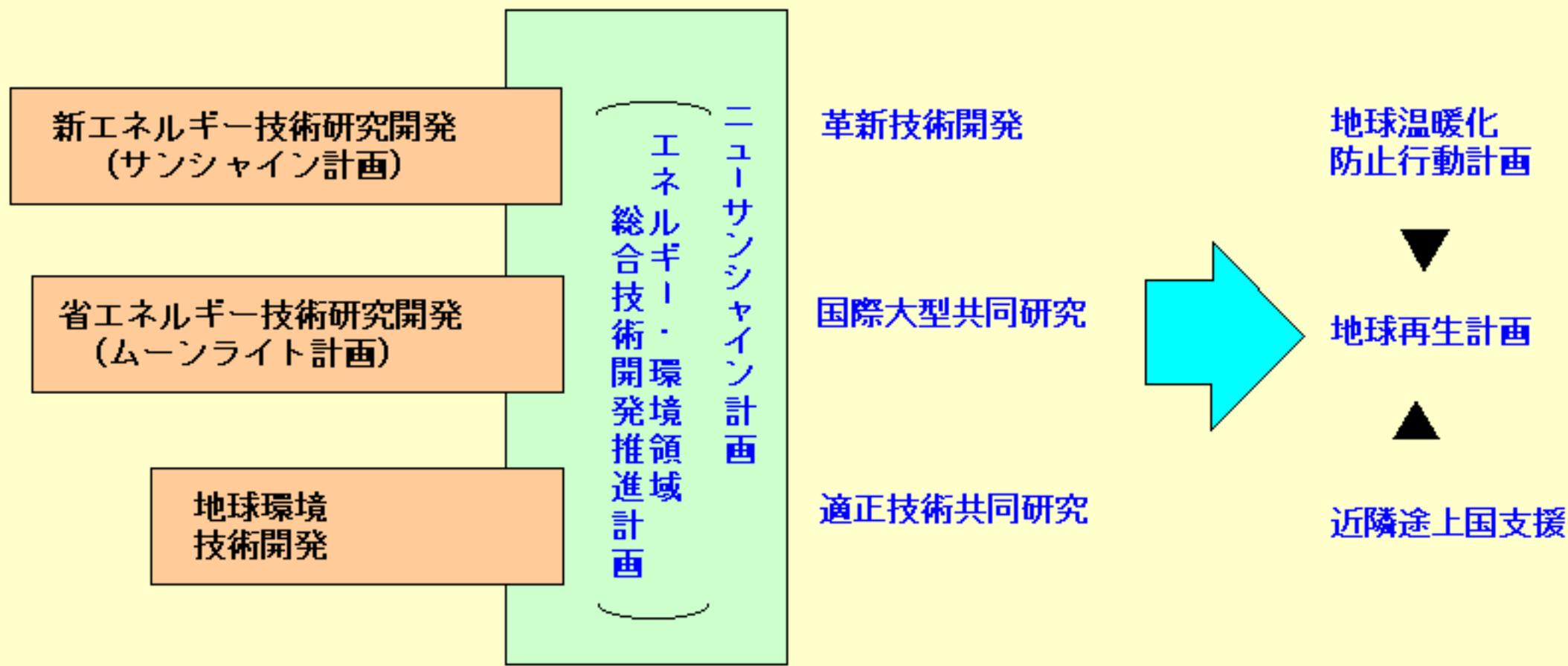
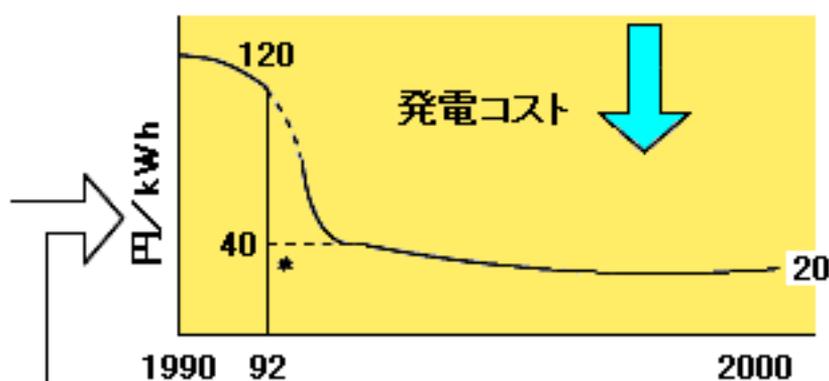
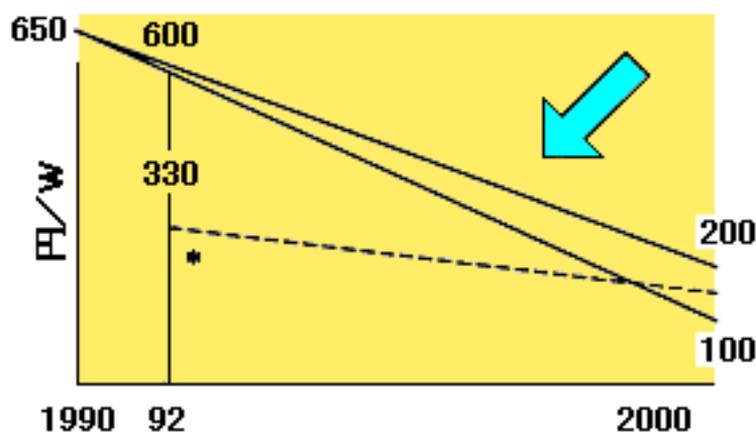
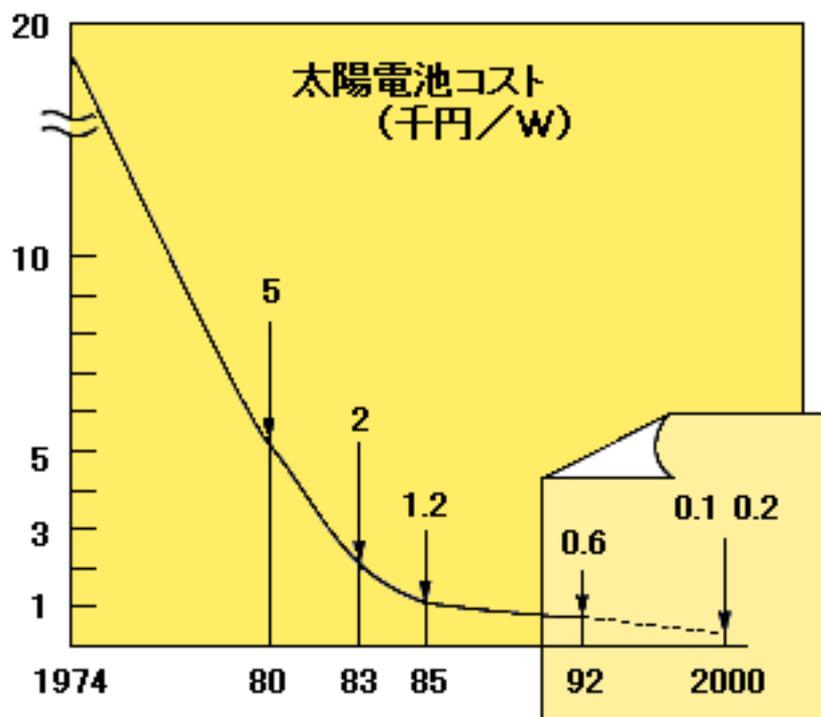


図1 ニューサンシャイン計画の体系

[出典]資源エネルギー庁(監修):1999/2000資源エネルギー年鑑、通産資料調査会(1991年1月)、p642



需要拡大-コスト  
ダウンの良循環

コスト別需要規模展望

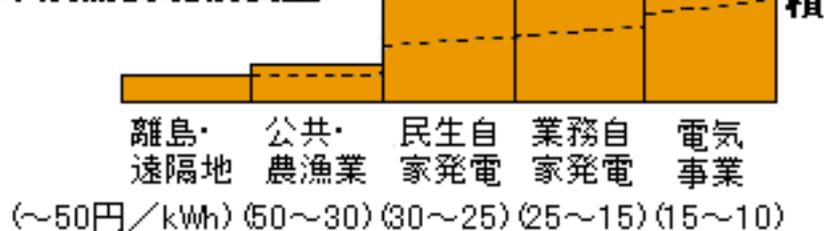
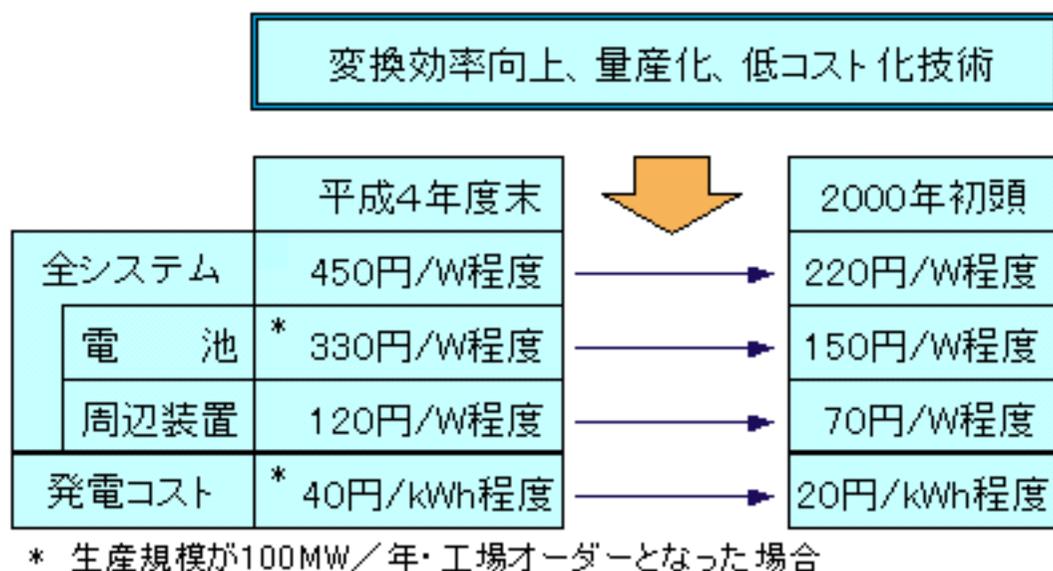


図2 コストダウンと需要拡大との良循環のイメージ

[出典]資源エネルギー庁(監修):1999・2000資源エネルギー年鑑、  
通産資料調査会(1999年1月)、p646

## 1) 太陽電池



## 2) 燃料電池



図3 研究開発の加速的推進とコストダウンの展望

[出典] 資源エネルギー庁(監修):1999・2000資源エネルギー年鑑、通産資料調査会(1999年1月)p646

	戦後復興期	60年代	70年代	80年代	90年代	2000年代
体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>工業技術院設置 (52年)</li> <li>科学技術庁設置 (56年)</li> <li>科学技術会議設置 (59年)</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>基盤センター設立 (85年)</li> <li>NEDO産技部門発足 (88年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>経済産業省発足 (01年)</li> <li>総合科学技術会議発足 (01年)</li> </ul>
国研			<ul style="list-style-type: none"> <li>地域7試験所体制 (67年)</li> <li>研究所再編 (70年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>筑波移転 (79年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究所再編(融合研設立等)地域研究所への変更 (←試験所) (93年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業技術総合研究所発足 (01年)</li> </ul>
法律	<ul style="list-style-type: none"> <li>工業標準化法 (49年)</li> <li>計量法 (51年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉱工業技術研究組合法 (61年)</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>基盤技術研究円滑化法 (85年)</li> <li>研究交流促進法 (86年)</li> <li>産業技術研究開発体制整備法 (88年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学技術基本法 (95年)</li> <li>大学等技術移転促進法 (98年)</li> <li>産業活力再生法 (99年)</li> <li>産業技術力強化法 (00年)</li> </ul>
予算・税制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉱工業技術研究補助金 (50年)</li> <li>工業技術試験研究補助金 (58年)</li> <li>試験研究機械設備の特別償却制度 (52年)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>大型プロジェクト制度 (66年)</li> <li>重要技術研究開発費補助金 (68年)</li> <li>増加試験研究税制 (67年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サンシャイン計画 (74年)</li> <li>ムーンライト計画 (78年)</li> <li>次世代産業基盤技術研究開発制度 (81年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ニューサンシャイン計画 (93年)</li> <li>産業科学技術研究開発制度 (93年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>研究助成事業 (00年)</li> </ul>
その他の制度				<ul style="list-style-type: none"> <li>基盤技術研究促進センター (85年)</li> <li>研究基盤整備事業 (88年)</li> <li>国際共同研究助成制度 (88年)</li> <li>H F S P (89年)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>科学技術基本計画策定 (96年)</li> <li>通産省技術評価指針 (97年)</li> <li>国家産業技術戦略 (00年)</li> <li>産業技術「ゼロ・シフト」制度 (95年)</li> <li>任期付き任用制度 (97年)</li> </ul>	
技術関連の動き	<p>重点的技術導入</p> <p>技術指導 (国研)</p>	<p>自主技術開発力強化</p> <p>基礎研究萌芽 (国研)</p> <p>第1次中央研究所 (民間基礎研究) プーム</p>	<p>環境問題</p> <p>IT問題</p>	<p>超LSIプロジェクト (76~80年)</p> <p>基礎研究ただ乗り論</p> <p>米国プロジェクト政策への転換及び研究開発に関する法整備</p>	<p>第5世代コンピュータ (82~95年)</p>	<p>産学官連携</p> <p>産業技術力強化</p>
研究開発費	約1.7億円 (51年)	約5.3億円 (61年)	約21.2億円 (71年)	約1.042億円 (81年)	約1.438億円 (91年)	約5.283億円 (2000年)
指標			<p>民間研究開発費/研究開発費総額=60%</p> <p>研究開発費GDP比率 (75年)=1.7%</p>	<p>研究開発費GDP比率 (85年)=2.5%</p>		<p>民間研究開発費/研究開発費総額=80%</p> <p>研究開発費GDP比率 (95年)=2.7%</p>
社会経済情勢	高度成長 (55年~)	経常収支の黒字国化	<p>ドルショック (71年)</p> <p>第1次オイルショック (73年)</p> <p>第2次オイルショック (79年)</p>	安定成長	<p>プラザ合意 (86年)</p> <p>貿易摩擦激化</p>	バブル崩壊 (91年)

図4 産業技術制作の変遷

昭和53年(1978)	通商産業省工業技術院(現:独立行政法人産業技術総合研究所)において「ムーンライト計画」がスタート
昭和54年(1979)	「エネルギーの使用の合理化に関する法律(省エネルギー法)」制定/施行
平成5年(1993)	省エネルギー法改正「エネルギー等の使用の合理化及び再生資源の利用に関する臨時措置法(省エネ・リサイクル資源法)」制定/施行 「ニューサンシャイン計画」がスタート
平成9年(1997)	気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)
平成10年(1998)	改正省エネルギー法施行
平成14年(2002)	エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する法律(2002年省エネルギー法)制定
平成15年(2003)	「エネルギーの使用の合理化に関する法律の一部を改正する法律(2002年省エネルギー法)」施行

図5 省エネルギーに関する法律の歴史