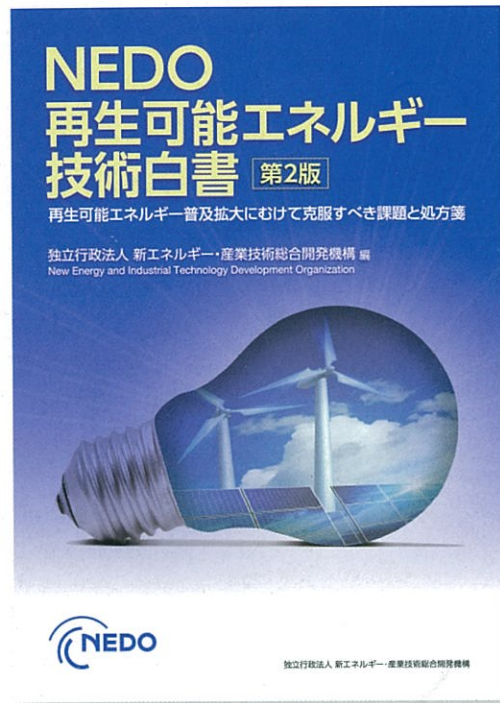


NEDO Information

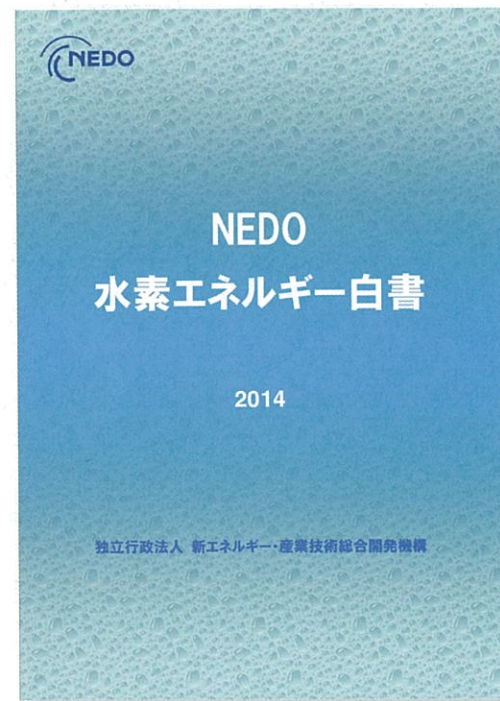


NEDO再生可能エネルギー技術白書 第2版

http://www.nedo.go.jp/library/ne_hakusyo_index.html

昨今の再生可能エネルギーへの国民の期待の高まり、政策や技術動向の変化、固定価格買取制度による市場の拡大等、本書初版発行後の再生可能エネルギーをめぐる諸状況の変化を踏まえ、再生可能エネルギーとその技術に関する最新情報を整理し、2013年12月、3年ぶりに改訂版を取りまとめました。

第2版は、現実のものとなった再生可能エネルギーの大量導入に向けての技術的課題の克服、新たなビジネス創出など、政策ニーズに応えるための技術的な課題の抽出とその解決策を具体的に提示しています。



NEDO水素エネルギー白書

http://www.nedo.go.jp/library/suiso_ne_hakusyo.html

NEDO水素エネルギー白書では、水素そのものの特徴から、エネルギーとして利用することの意義、水素社会実現に向けた政策動向、製造、輸送・貯蔵、利用まで関連する技術動向、現状の課題と今後の方向性など、水素エネルギーを取り巻く国内外の情報を体系的に集約いたしました。

本書は、水素に関心を持ち始めた方々を対象とした水素エネルギーの入門書として、水素の特徴、政策、技術、市場から将来の方向性まで、国内外の情報を体系的に集約するとともに、水素社会実現に向けた課題と取り組みの方向性を示しています。



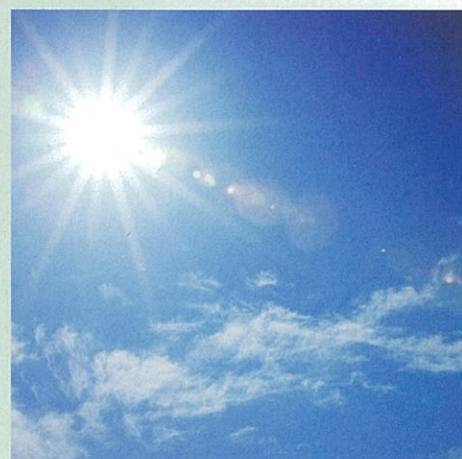
focus 特別号 NEDO

エネルギー・環境・産業技術の今と明日を伝える [フォーカス・ネド]



日本の新エネルギー開発の原点、その意義

- 2 「サンシャイン計画40周年に寄せて」
作家・元サンシャイン計画担当研究開発官
堺屋太一
- 4 「サンシャイン計画開始40周年を祝って」
独立行政法人 新エネルギー産業技術総合開発機構
理事長 古川一夫
- 5 「サンシャイン計画発足40周年に寄せて」
独立行政法人 産業技術総合研究所
理事長 中鉢良治
- 6 サンシャイン計画の概要
- 10 インタビュー1
[太陽光発電]
太陽光発電技術研究組合(PVTEC)理事長
桑野幸徳
- 12 インタビュー2
[風力発電]
足利工業大学理事長兼学長
牛山泉
- 14 インタビュー3
[全体施策]
日立製作所CSR環境戦略本部長
荒木由季子



サンシャイン計画 40周年に寄せて

今は昔 - 1974年春、私は「サンシャイン計画」と呼ばれる技術開発プロジェクトを立ち上げました。通商産業省(現経済産業省)工業技術院での超大型プロジェクトです。

対象となったのは太陽光発電、太陽熱利用、風力発電、潮汐や温度差などの海洋エネルギー利用、地熱エネルギー利用など、本日ここにお集まりの方々の研究開発に当たられておられる技術分野をほぼ網羅していました。これをいち早く取り上げたことは、日本における万国博覧会の開催提唱や「団塊の世代」における人口問題の提起と並んで、私の名誉ある提言と自負しております。

時は恰も第一次石油ショックの直後、エネルギーに対する危機感は高まっていました。安価で豊富な中東石油に依存して、規格大量生産型の産業を伸ばしてきた日本は、その成長の根元にある中東石油の断絶に茫然自失の体でした。私の書いた小説『油断!』は、中東石油の輸入が途絶えた場合の日本の経済と社会を、マルコフ過程の逆行列を解くことで明らかにした「予測小説」です。

1973年から4年にかけての冬、日本社会は驚き慌て、主張をがらりと変えました。「日本列島改造論」で新幹線や高速道路を拡げて人気を集めた田中角栄首相は、たちまち猛烈な非難に曝されました。「新幹線や道路に熱中して石油代替エネルギーへの投資を疎かにした」と非難されたのです。

そんな世間のムードに押されて、太陽光や風力など再生可能エネルギーの技術開発プロジェクト「サンシャイン計画」にも注目が集まりました。初年度から人員と予算が付いたのです。私の始めたプロジェクトの中では、最も幸運なスタートでした。

しかし「サンシャイン計画」の幸運は長く続きませんでした。翌年1976年度の予算を折衝する頃には、石油情勢はやや落ち着き、人々の省エネルギーや新エネルギーへの関心は薄れていました。何よりも大きかったのは「石油に替わる新エネルギーは原子力、特に核融合発電技術である」との論説が一気に広まったことです。当時「核融合発電は30年以内に完成、遅くとも2010年頃までには1000万キロワット級の核融合発電所が建設されているだろう」と確信的に語られていた。高度成長真最中のその頃は、誰もが「巨大化、集中化、規格化」に慣れていたので。

それに比べ、わが「サンシャイン計画」は、それぞれの施設が小型分散、「血湧き肉躍る」ような技術ではありません。それを当時は、「ゴミのような話」と蔑まれたものです。

それに輪をかけたのが東京基準の発想。「東京の山手線の内側全部に太陽光パネルを張っても大型発電所1個分にもならない」といった類の話です。東京山手線内側は、日本の政治、経済、文化の機能が集中する場所、それだけの空間を使っても太陽光発電は大した量にならない、という解説が、多くの人々をがっかりさせたのです。

しかし、この比喩は大きな間違いです。日本の政治、経済、文化の主要機能がいかに狭い地域に集中しているかを示しているのであって、太陽光発電の非効率や不可能性を示すものではありません。日本国土の広さは東京山手線内側の4000倍もあるのです。

そんな不評と無理解に包まれていた「サンシャイン計画」が、いささかでも注目を集めたのは発足4年目、イランでホメイニ革命が発生、イラン・イラク戦争がはじまり再び石油価格が高騰した時でした。

あれから35年、人類文明は大きく変わりました。巨大化、集中化、規格化の文明は崩れ、多様化、情報化、環境重視の知価社会(Knowledge-Value Society)が来たのです。技術の発展方向も一変しました。航空機も船舶も発電所も高炉や石油コンビナードも、規模は拡大しなくなりました。世の中は多極分散に向かっています。エネルギーの世界も同様です。小規模な分散型の発電、環境にやさしい発送電の方法こそ、人類の未来なのです。

シェール・ガスが開発された今も、世界は中東の石油に依存しています。特に日本は、あの石油ショックの時代にも増して中東石油に依存しています。これを和らげ、本当に安全で安心な日本社会を創るには、絶えることのない自然の恵み、太陽と風と地熱と海洋と生物にこそ依存すべきです。

私はサンシャイン計画を担当した頃、ディオゲネスの説話を思い浮かべました。

アレクサンドロス大王から「汝の欲するものはことごとく奪い尽くすであろう。欲するものを述べてみよ」という難題を投げかけられた賢者ディオゲネスは応えました。

「あなたがそこに立っているのでワシは陰になってせつかくの日向ぼっこが楽しめぬ。願わくはそこをよけてくれんかな」

これを聞いた大王は、「なるほど、太陽だけは俺にも奪えぬ」と咳いて去ったといいます。誰にも奪われることのない安全なエネルギー、それが再生可能なエネルギーです。

本寄稿文は、2014年7月28日～8月1日に開催された国際会議「グランド再生可能エネルギー 2014」に際して、サンシャイン計画40周年を記念して寄せられたものです。



作家・元サンシャイン計画担当研究開発官
堺屋太一

サンシャイン計画 開始40周年を祝って

今年の7月1日で、サンシャイン計画が始まって40周年を迎えました。昭和48年と昭和55年の2度にわたる石油危機は、高度成長期において海外に資源を大きく依存する我が国にとってエネルギー安全保障の重要性を強く認識させることとなりました。

この間、政府は、昭和49年にサンシャイン計画を発足させ、中長期的な視点でエネルギー供給に貢献する可能性のある新エネルギー技術として、太陽エネルギー技術、地熱エネルギー技術、石炭ガス化・液化技術、水素エネルギー技術の4つの柱を中心とした技術開発に着手しました。そして昭和55年、NEDOは「新エネルギー総合開発機構」の名称で、サンシャイン計画の中核的推進母体として発足しました。以降、ムーンライト計画、ニューサンシャイン計画と、石油代替エネルギーの開発を積極的に進めてまいりました。この40年間、産学官の関係者の方々の尽力により未来のエネルギーとして取り組んできた技術が開花し、現在では国民の期待を集めるエネルギー源として普及が進んでいます。またプロジェクトに参加した企業の多くは現在、国内外の市場で活躍しています。太陽光発電や風力発電は、新エネルギーの中で最も導入が進みました。また、地熱発電は、各地で行われた調査の成果を活用し、発電事業が行われております。石炭ガス化技術は、IGCC(石炭ガス化複合発電)が高効率な発電設備として近年商用運転を開始しました。水素エネルギーについては、エネファームが7万台以上普及し、燃料電池自動車までもなく発売開始される等、水素社会の実現に向けた動きが活発化しています。これらは全てサンシャイン計画の成果と言えるでしょう。

平成23年3月11日に発生した東日本大震災により、現在、我が国は新たなエネルギー問題に直面しております。原子力発電所が停止し、化石由来の電源比率が大きく増加する中、新エネルギーに求められる役割は今までに無く重要なものとなっております。固定価格買取制度が導入され、新エネルギーに投資を行う環境が整いましたが、それに呼応して迅速な市場拡大が可能になった背景には、サンシャイン計画により我が国に新エネルギーに関する技術の蓄積が備わっていたことが大いに貢献しています。

私どもNEDOは、エネルギー安全保障や地球温暖化等の問題に対して、引き続き世界をリードする技術開発を推進するとともに、事業化、社会への普及までを視野に入れて、総合的に政策を実施して参ります。今後も産学官の「結節点」として、持続可能な新たなエネルギー社会の実現に向け、貢献していくことを新たな決意としまして、ご挨拶に代えさせていただきます。

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

理事長 古川一夫

サンシャイン計画 発足40周年に寄せて

石油や天然ガスなどの一次エネルギーを海外からの輸入に大きく依存しているわが国にとって、エネルギーの自給率を増やすことは常に大きな課題でした。1973年春に構想が作り上げられた新エネルギー技術開発のための国家プロジェクトであるサンシャイン計画は、1973年秋に起きた第一次オイルショックの前に予算提案されておりまして、オイルショックを迎える前に構想が出来上がっていたという先行性とその慧眼に敬意を払いたいと思います。また、この構想は、産業技術総合研究所の前身である工業技術院の研究所(電子技術総合研究所等)の研究者と通商産業省の研究開発官等との緊密な連携と真摯な議論に基づく協創活動により生み出されてきたものでありまして、その後の日本の再生可能エネルギー技術開発の進展と世界を先導する成果への道を開いた先見性を大きくたたえたいと思います。

サンシャイン計画は、太陽、地熱、石炭液化・ガス化、そして水素エネルギーの四本柱でスタートし、当時の2度にわたるオイルショックの経験から石油代替という性格が強かったのですが、中心の一つであった太陽光発電技術開発における目標は、太陽光発電の太陽電池製造コストを、当時のkW当たり2000万円から2000年までに1/100に低減させると設定されておりました。サンシャイン計画は、1993年から省エネを目指したムーンライト計画と統合され、ニューサンシャイン計画と名称が改まり、2000年まで継続しました。さらに、総合的な計画の名称はなくなったものの、所轄部局がそれまでの工業技術院から資源エネルギー庁新エネルギー対策課に引き継がれ、後続する研究開発が進められました。その後、たとえば太陽光発電技術開発における更なる発展のように、NEDOをまとめ役として精力的に研究開発が進められてきています。2013年度における太陽光発電の大幅かつ飛躍的な普及を見ますと、固定価格買取制度の後押しもあり、当初2000年までに達成とされていた太陽光発電のコスト1/100の開発目標は、幾多の困難を乗り越え、さらに10数年かけて現実のものとなったと実感しています。研究開発目標を実現したという意味では、サンシャイン計画は国家プロジェクトの数少ない成功例でしょう。また同時に、30年余りをかけて大きな目標がようやく実現出来た経緯を考えますと、長期的視点に立ったプロジェクトの重要性を感じますと共に、今後の国家プロジェクトに大きな示唆を与えるものと思われれます。まさに、日本を代表する国家プロジェクトであるサンシャイン計画に参画した多くの企業、研究者の方々のご努力に改めて敬意を表させていただきます。

われわれ産総研は、この40周年という節目の年に、福島県郡山市に福島再生可能エネルギー研究所を開所しました。この新たな研究所においては、太陽光発電や風力発電という個々の分野における技術開発を行うのみではなく、蓄エネルギー技術を含め、不安定な再生可能エネルギーを最大限活用するエネルギーシステムの技術開発に取り組み、再生可能エネルギーのさらなる活用に向けて全力を挙げて研究開発を行う所存であります。今後とも、関係各位のご協力・ご鞭撻をお願い申し上げます。

独立行政法人 産業技術総合研究所

理事長 中鉢良治

サンシャイン計画の概要

サンシャイン計画は、日本で初めて策定された新エネルギーの国家プロジェクト。1973年の石油ショックを契機に、原油を輸入に頼る日本では、エネルギー危機が強く意識されるようになった。石油資源の枯渇も指摘される中、日本が経済成長を続ける上で、エネルギー自給率の向上が喫緊の課題として浮上。エネルギーの安定供給を確保する対策として、政府は74年に新エネルギー開発の長期計画「サンシャイン計画」を策定した。

サンシャイン計画は、名前の通り、太陽エネルギーの活用など、公害を発生させることなく、地球上で枯渇しないクリーンなエネルギーを活用する技術を開発することを重要施策に位置付けた。通商産業省工業技術院が、74年から2000年までの長期にわたる施策を取りまとめた異例の大規模国家プロジェクトで、予算総額は約5000億円に上った。将来のエネルギー需要の相当部分をクリーン・エネルギーでまかなうという、高い目標を掲げ、産官学に研究開発や実証試験を委託することで後押しし、その後の太陽電池産業の躍進などの基礎を作った。

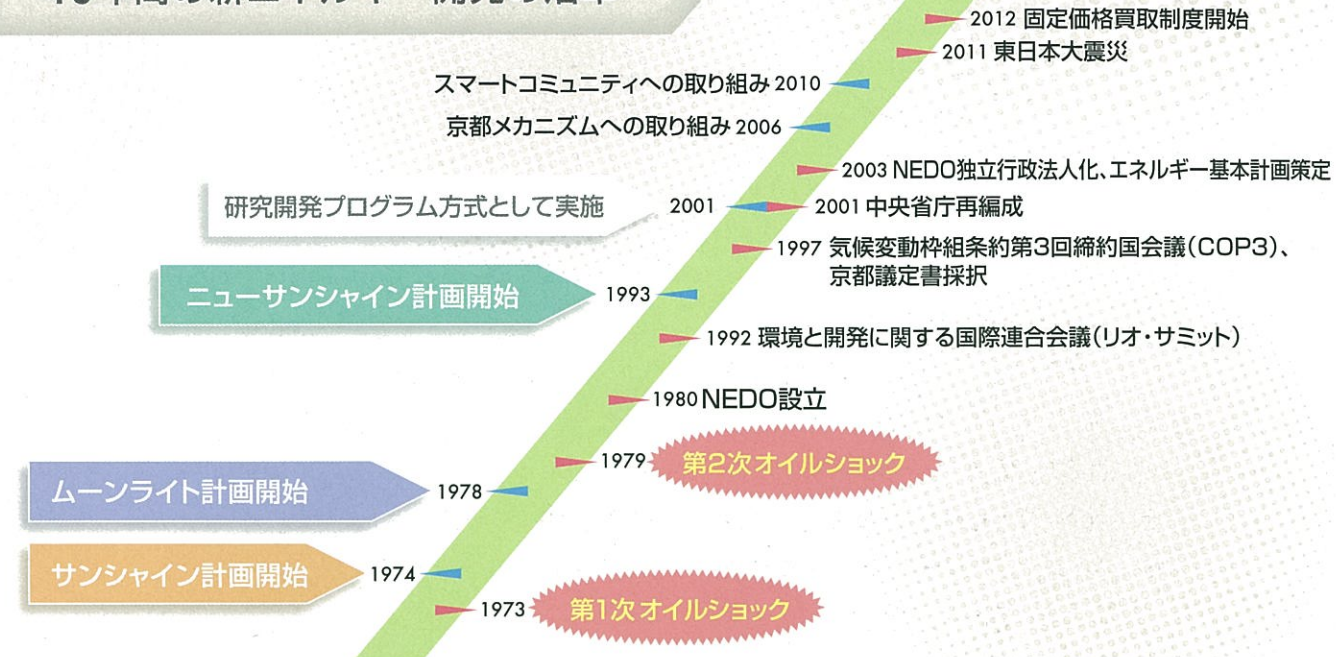
当初の主要研究開発には、①太陽エネルギー②地熱エネルギー③石炭エネルギー④水素エネルギーの4つが重要項目として設定され、風力発電等は事業化の可能性を探る総合研究のひとつという位置付けだった。いずれも、当時は日本での研究がほとんど進んでおらず、コスト面でも実用化が困難なものばかりだった。

79年の第2次石油ショックによる原油価格の高騰を経て、石油依存からの脱却がますます求められるようになった。政府は、石油代替エネルギーとしての新エネルギー技術を一層重視するようになり、サンシャイン計画の推進機関となる新エネルギー総合開発機構(現新エネルギー・産業技術総合開発機構、NEDO)を80年に設立。これまで実用化に乏しかった新エネルギーを、産官学の連携で実用化に結びつける体制を整備した。サンシャイン計画は93年、省エネルギーの技術開発を推進する「ムーンライト計画」等と統合され、「ニューサンシャイン計画」(~2002年)に進展。基礎的研究段階から、実用化プラント開発段階に移行し、事業規模の拡大や普及に向けた取り組みを強化した。ムーンライト計画やニューサンシャイン計画も含めると、予算総額は1兆円を超える超大型のプロジェクトだった。

サンシャイン計画の実施内容

太陽エネルギー
太陽エネルギー発電システム技術(太陽光発電、太陽熱発電、その他)
太陽冷暖房及び給湯システム技術
太陽エネルギーの新利用技術
地熱エネルギー
地熱エネルギー探査・採取技術
熱水利用発電技術
火山発電技術
地熱エネルギーの多目的利用技術等
環境保全技術
石炭エネルギー
石炭のガス化技術 (合成天然ガス製造技術、ガス化発電技術、プラズマガス化技術)
石炭の液化技術
水素エネルギー
水素製造技術
水素の輸送・貯蔵技術
水素の利用技術
水素の保安技術
水素エネルギーシステム
総合研究
風力エネルギー
海洋温度差発電
バイオマス
その他のシーズ研究、支援研究

40年間の新エネルギー開発の沿革



太陽エネルギー

太陽光発電をめぐるのは、1ワット数万円していたコストを「90年頃までに高性能で低価格の発電システムを開発し、実質価格で現在の100分の1以下を目指す」との高い目標を設定した。当時主流だった結晶系のシリコンだけでなく、開発に成功すれば大幅なコストダウンが見込めるアモルファスシリコンの開発も後押しした。日本で太陽電池の開発に関わるほぼ全ての主力企業を支援した結果、高コストで灯台や離島など一部でしか利用されていなかった太陽光発電を、一般家庭に設置できるまでのコストダウンと効率化に成功した。

また、86年に六甲アイランドで住宅密集地を想定して系統への影響を調べる実証実験や、02年には群馬県太田市の一一般家庭に参加してもらった実証実験を行い、社会に本格的に普及した場合の影響調査を実施。広く一般家庭が太陽光パネルを設置し、余剰電力を電力会社に売電する系統連系制度を全国展開する際の前提となる安全・安定性への基盤を作り、普及を後押しした。

この結果、日本は99年から07年まで、太陽電池の生産で首位になった。太陽電池メーカー世界トップ5のうち4社を日本企業が占めた。

その後、汎用品では中国メーカーなどが台頭するが、特殊用途も含めた高付加価値分野の開発では、トップランナーであり続けている。

材料にシリコンではなく、銅やインジウムなど複数の材料を組み合わせた金属化合物を使った「CIS系薄膜太陽電池」では、昭和シェル石油が14年4月に世界最高の変換効率20.9%を達成するなど、日本が世界をリード。さらなるコスト低減に期待がかかっている。

技術の粋を尽くした超高効率な太陽電池では、シャープと米企業が44%超の高変換効率をめぐる、世界最高レベルの技術競争を繰り広げている。

また、結晶シリコン型では、14年4月にパナソニックが太陽電池「HIT」で変換効率25.6%と、世界最高記録を15年ぶりに更新。この技術革新は、結晶系とアモルファスのシリコンを重ねるといった異例の発想から生まれた。複数の技術を支援し続けた成果が、近年のブレークスルーにつながっている。



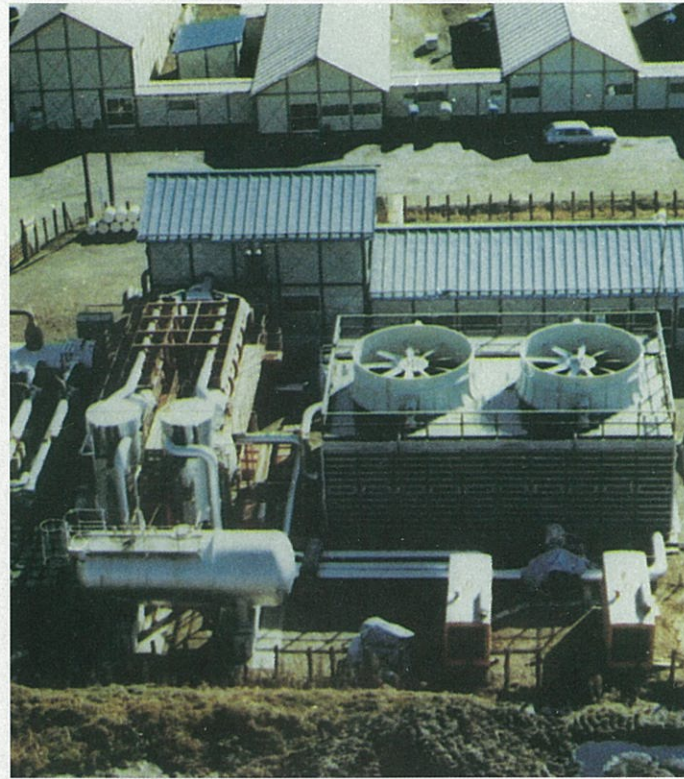
六甲新エネルギー実験センター(兵庫県神戸市)

地熱エネルギー

地熱発電をめぐっては、火山国であることを生かした地下エネルギーの活用が模索された。80年から全国72地域で資源調査を実施。調査の結果、秋田県上の岱、福島県柳津西山、鹿児島県大霧、鹿児島県山川、東京都八丈島の5地域で新たに発電事業が行われた。

技術開発では、発電に必要な蒸気を発生させる目的で地上から水を注ぎ、地熱で沸騰させて蒸気を取り出す「高温岩体（がんだい）」の大規模実験を行った。このほか、温度が低く蒸気ではなく熱水が発生する際に、沸点の低い液体を使い熱交換することで蒸気を発生させる「バイナリー発電」、硫黄成分が配管に付かない材料の開発など「スケール対策」が進められた。

地熱発電は、実用化がある程度進んだこと、国内の多くの地熱資源が国立・国定公園内にあり、規制を受けることなどを踏まえ、新エネルギーの支援対象からいったん外れた。しかし、2011年の東日本大震災以降は、再び活用が見直されるようになった。12年に国立・国定公園内の地熱発電所の設置基準が緩和されたことを受け、13年度から研究開発を再開。建設コストの削減や環境アセスメントの期間短縮に向けた取り組みを進めている。



1000kW バイナリー発電システム(北海道濁川)

石炭エネルギー

石炭は、石油や天然ガスなどの化石エネルギーと比べ、埋蔵量が豊富で資源国も分散していたため、安定供給の面で優れているとして、サンシャイン計画では、主要な石油代替エネルギーに位置付けられた。

石炭液化プロジェクトは、ガソリンに代わる液体燃料の開発を目指して、スタート。通常の瀝（れき）青炭に加え、低品位で安価だが扱いづらい褐炭を使った研究も進められ、国内外でパイロットプラントによる実験を展開した。石炭を液化する際に使われた触媒の技術は、燃料電池の中核技術となる触媒に生かされた。

一方、石炭ガス化の研究では、74年に高カロリーガス製造技術の開発などを開始。83年には、石炭をガス化炉でガスにしてタービンを回し、その際に発生した廃熱を利用して蒸気タービンを回す高効率な「石炭ガス化複合発電（IGCC）」の研究にも着手した。その後も開発を推進し、13年、常磐共同火力勿来発電所で商用化にこぎ着けた。



常磐共同火力勿来発電所(福島県いわき市)

水素エネルギー

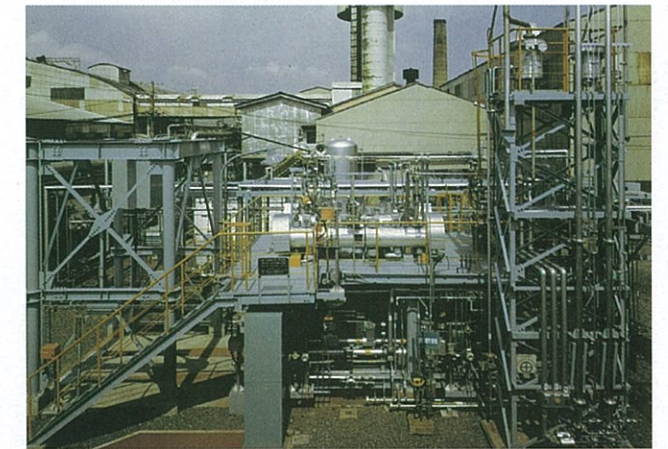
サンシャイン計画では、初期の段階から水素エネルギーの可能性に着目。大容量の水素製造システムや安全な輸送・貯蔵システムの開発、燃料電池の実用化条件を模索した。アルカリ水電解法や固体電解質水電解法による水素製造、水素吸蔵合金などの基礎技術の研究開発を続け、93年のニューサンシャイン計画には、再生可能エネルギーを水素に転換し、消費地に輸送して利用するための国際ネットワークの構築を目指した「水素利用国際クリーンエネルギーシステム技術研究開発（WE-NET）」を盛り込んだ。

WE-NETは、カナダの安価な水力発電や砂漠の太陽光発電など、誰も使うことがない膨大な再生可能エネルギーを水素に転換し、輸送、貯蔵、利用するためのバリューチェーンを築くことを目指した。その際の要となる水素の運搬方法については、最も経済性に優れ、長距離輸送に耐える方法を模索。運搬の際に水素を、メタノールやギ酸などの化学品や液体水素、水素吸蔵合金のそれぞれに転換したケースについて、コストやエネルギー収支の分析を行った。最終的な利用法としては、燃料電池車や家庭用燃料電池が有望と評価した。

WE-NETにより、水素を活用したエネルギーシステムの経済性や安全性についての知見が得られた。また、液体水素タン

クや高圧ガスタンクなど水素を利用する際に必要な技術を確立したほか、水素ステーション建設の先駆けとなった。これらの基礎研究が、その後、家庭用燃料電池「エネファーム」や燃料電池自動車に活用された。

また、水素吸蔵合金については、水素を大量に取り込む性質に加え、熱をため込む性能に着目した電池の開発が進み、後に三洋電機（現パナソニック）が開発した充電式乾電池「エネループ」のヒットにもつながった。



高温高圧アルカリ水電解パイロットプラント(神奈川県川崎市)

総合研究(風力)

サンシャイン計画で、風力発電はバイオマス等とともに、その他の総合研究のひとつの位置付けだった。78年にサンシャイン計画での研究がスタート。81年には、国内初の大型風車（100キロワット）の開発が始まり、82年から実証実験が三宅島で行われた。運転試験のほか、電力系統との連系など実用化に向けた課題を洗い出した。91年には、国内初のウィンドファームの実証実験を青森県の竜飛岬で行った。既に風力発電が定着しつつあった欧州と比べ、日本は地形が複雑で乱流も多く、風力発電には適さないとの指摘も出ていた。サンシャイン計画に盛り込まれたことで、風車の大型化やウィンドファームの構築に向けた実験が可能になった。

また、全国の「風況マップ」を作成し、風力発電に適した地域を明確にするとともに、立地の際に欠かせない発電可能量の推定や、日本における風力エネルギーのポテンシャルを算出した。

実験開始初期は、台風や落雷で破損するケースが少なくなかった。このため、「日本型風力発電ガイドライン」を策定し、台風や複雑な地形による乱流、冬季の落雷など、日本特有の自然条件に適合する風車の条件を定めた。



100kW級風力発電実験機(東京都三宅島)

サンシャイン計画が切り開いた 太陽光発電の普及

太陽光発電技術研究組合(PVTEC)理事長 **桑野幸徳**

「木に竹を接ぐ」技術的ブレークスルーを生み出す

サンシャイン計画が始まった1974年から、三洋電機で当時は亜流だったアモルファスシリコン太陽電池の研究を続けて飛躍的なコストダウンに成功、家庭への普及のパイオニアとなり、07年まで太陽電池の生産量世界トップとなる日本勢の躍進に貢献した桑野幸徳太陽光発電技術研究組合(PVTEC)理事長(元三洋電機社長)に、サンシャイン計画の成果と今後の展望について聞いた。

サンシャイン計画との関わりは

もともと、60年代は半導体向けのアモルファス材料を研究していたが、なかなか成果が出ず、上司から「そんなものやっけてもしょうがないじゃないか」と言われていた。

そこにオイルショックが起きて、サンシャイン計画ができた。これから日本は再生可能エネルギーに力を入れていく、ということで、エネルギー・デバイスの研究に転換した。いろいろ調べてみると、アモルファス材料を使った太陽電池ができるということが分かり、74年に研究を始めた。サンシャイン計画ができたから始めた研究だ。

当時、太陽電池開発の主流は 結晶系シリコンだった

結晶シリコンが主流だった。結晶シリコンは原材料が高く、1ワット当たり数万円と非常に高価だった。サンシャイン計画は、この価格を2000年までに100分の1にするとの計画を打ち出した。アモルファスシリコンは、材料費も少ないし、大面積もできる画期的な技術だということで、サンシャイン計画推進本部に一生懸命お願いして、80年に計画に取り入れてもらった。

そこから、変換効率を上げ、信頼性を上げる研究をずっとやらせてもらった。実用的には、50センチから1メートル角ぐらいのモジュールで、変換効率が10%を超えないと、住宅の屋根に乗せても電力用には使えないという時代だったが、なかなか変換効率は上がらず、苦難の開発が続いた。



個人住宅に初めて太陽光発電の系統連系を実現した桑野邸



転換期は90年代に訪れる

ちょうど地球環境問題がクローズアップされ出した90年頃に、結晶系のモジュール変換効率が10%に達した。アモルファスも遅れて達成するのだが、クリーン・エネルギー源としても90年ぐらいから太陽電池が再び脚光を浴びる。変換効率も上がってきたので、業界全体として(家庭で発電し余った電力を)電力会社の系統につないで売電をやらせてくれ、と声を上げた。京セラの稲盛さん(現名誉会長)とか、われわれと一緒に民間連合で、経済産業省の支援を得て、電力会社と丁々発止のやり取りをした。

92年に系統連系制度が実現する

電力会社との交渉はもう大変だった。しかし、クリーン・エネルギーで地球環境にやさしいという付加価値も訴えて、(家庭から系統への)逆潮流ありのシステムが92年春に認められた。振り返ってみると、サンシャイン計画で効率を上げることができたのがひとつ、もうひとつは国が代替エネルギーを推進していたから、電力会社はオーケーした。民間企業の三洋とかシャープがやったのでは、電力会社はイエスと言わなかっただろう。系統連系は、ドイツの一部の州ではすでに実施されていたが、全国展開したのは、世界で初めてだった。

個人住宅で太陽光発電を実現した第1号は 桑野邸だった

せっかく電力業界が系統を開放してくれた。誰かがそれをやらなくてはならない。研究してきた自らがテストしようということで、私の家が逆潮流の第1号となった。何か支障が出た時に、系統から切り離せるように、とても大きな保護回路の装置を付けて、当時のヨーロッパ車1台分

のお金がかかった。それで、経産省に行って、1000万円近くもするものと普及しないが、非常にいいエネルギー源になるからとお願いして、補助金制度を94年によってもらった。この助成制度で日本では普及が飛躍的に拡大し、07年までは、世界で一番の太陽電池大国になっていった。

サンシャイン計画は、その後の開発にも貢献した

今、シリコン系で世界最高の変換効率を実現したHIT(ヒット)という太陽電池がある。(性質の全く異なる)結晶シリコンとアモルファスシリコンを組み合わせた「木に竹を接ぐ」全く非常識な太陽電池。それが、今年4月、25.6%という世界最高記録をパナソニックが達成した。15年ぶりの記録更新。これも、サンシャイン計画でアモルファスと結晶系の両方をやったお陰だ。これ以外にも、農業でソーラーシェアリングするとか、実に日本的なソーラーシステムがどんどんできている。

今後求められる政策は

国家プロジェクトは、企業のような一点集中じゃなくて、いくつかの柱を持ってやるべきだ。多様な技術の中から、新しいアイデアが生まれ、ブレークスルーが起こる。サンシャイン計画は、現在、NEDOの2030年に向けた太陽光発電ロードマップに引き継がれているが、国家イニシアチブによるグローバル大競争の時代だ。中国や韓国が国家政策でやる中、新たな発想に基づく、サンシャイン計画のような技術・商品・社会システムを作り上げる大型プロジェクトが日本にも必要だ。

風力利用の土壌のない日本で、 確立した「日本型風車」

足利工業大学理事長兼学長 牛山泉

自然エネルギーで自給率UP、国土強靱化を

日本での風力発電研究の第一人者、牛山泉足利工業大学学長は、1977年に日本風力エネルギー協会（現日本風力エネルギー学会）を自らの研究室で立ち上げ、産学連携の拠点を構築。サンシャイン計画でも、風力分野の研究開発・実証実験の第一線に携わってきた。70年代、デンマークやドイツでは、既に本格的な研究が進んでいた。古来より偏西風を利用した風車で粉ひきや水くみをしていた欧州と違い、日本には風を動力に利用するという土壌が全くなかった。こうした異なる環境の中で、サンシャイン計画が日本の風力発電の開発・普及に果たした役割について、聞いた。

当初、サンシャイン計画では太陽光、 水素エネルギー、地熱発電がメインテーマだった

そう、計画に風力は入っていなかった。将来、新エネルギー源として加わり得るもののひとつという扱いだった。サンシャイン計画の中で、基礎研究が始まったのは78年。最初は、風力変換システムの研究を始めとする要素研究で、基本的にはヨーロッパの風車が今どうなっているかとか、大型の発電用風車はどういうものか、勉強会からスタートした。その後、81年に100キロワットの風車を作るのだが、これが形になった国内初の大型風車だった。石川島播磨重工業（現IHI）、東芝、住友重機械工業と東京電力が実施した。87年に解体されるのだが、解体も含めて研究だった。

サンシャイン計画では、全国の風況調査も実施した

風車の実証試験と平行して、風況マップを作った。風力発電の立地を決める上で、どこに、どれだけの風が吹いているのかを知ることは重要だったが、当時そのような全国的なデータは蓄積されていなかった。最初は、アメダスを活用、後にデンマークのシミュレーションソフトWASPなどを利用して作成した。その後、集合型のウィンドファームを、どこに作るとういう影響が出るかを、風況から推測する研究を行った。



竜飛ウインドパーク



日本で初めてウィンドファームができたのは、91年。

三菱重工業と東北電力への委託研究で、青森県の竜飛岬に初のウィンドファームを作り、実証試験をやった。300キロワットクラスの風車を10基建てたのだが、最初に設置した5基は設備利用率が低く、地形モデルなどで風洞実験を行い、立地の研究をした後の5基は、設備利用率が大変高くなった。竜飛の風は強いが、地形が複雑で、風の乱れが多い。風の乱れが多いと故障にもつながるし、系統への影響も極めて大きい。欧州なら絶対にこんな立地には建てないと言われた場所ではあったが、課題も見えて、実証実験としてはよかった。単機の容量は小さかったが、ウィンドファームをきちんと電力会社と組んでやったことに意味があった。

サンシャイン計画を振り返り、 日本の風力発電への貢献は

全く風力を利用する土壌がなかった日本で、日本特有の地形や気象を反映した日本型風車が開発できたのは、非常に大きい。日本は、台風の通り道である上、乱流もあり、特に冬の日本海側は落雷の影響が欧州の比ではない。研究の初期にデンマークやオランダなど海外から持ち込まれた風車は結構トラブルを起こしていた。強風は、ボクシングで言うとアッパーカット。乱流はボディブロー、疲労破壊につながる。そこで、「日本型風車設計ガイドライン」も作った。日本で使う風車に必要な強風・乱流・雷対策の条件を定めたもので、補助金審査の際に、条件に満たないものは補助率を下げた。これでトラブルは大きく減った。また、国の補助金で行った研究だからこそ、事故や故障に関するデータも入手できた。これは、事業者が出したくない情報だが、次の発展には大変重要だ。

当時の海外の政策と比較して、 サンシャイン計画の評価は

再生可能エネルギー全体として、初期の頃は日本はむしろリーディング・カンツリーのひとつだったと思う。ドイツがシュレーダー政権で原発廃止を唱え、それが固定価格買い取り制度につながった。デンマークも風力に力を入れた。だが、国を挙げて組織的に実施した計画という意味では、日本のサンシャイン計画は、世界的に見ても評価できると思う。

今後、求められる政策は

政府のエネルギー基本計画を見ると、以前は明記されていた再生可能エネルギーの数値目標がない。せっかく20年に東京オリンピックをやるのだから、20年、30年にはリニューアブルをこれくらい入れますよ、と提示して欲しい。数値目標があれば、普及も進んでいくし、企業も積極的に投資していけるのではないかと。安倍政権は、国土強靱化を唱えているが、日本のエネルギーの自給率は、わずか6%（12年）だ。自然エネルギーで、自給率はかなり高められる。国土強靱化にも安全保障にもつながる。日本は未来につながる技術への投資・基礎研究で、自然エネルギーの比率を高めた社会モデルを示すべきだ。サンシャイン計画でここまでやってきた成果、技術力があるのだから、必ずや達成可能なはずだ。

自給率アップに向けた風力拡大への課題は

風力が入らない一番大きな原因は、風況の良い場所に送電線がなかったり、容量が不足したりしていることだ。北海道電力管内の風力ポテンシャルは、設備容量の約10倍もある。風車の出力をつなぐ送電線を増設し、北海道から本州に流せるようにし、さらに電力会社間の広域連系を行えば、風力の変動の平準化も可能だ。

壮大なる「ネタ帳」サンシャイン計画

日立製作所CSR・環境戦略本部長 荒木由季子

流行廃りを超えた、長期的視野を

1990年から、工業技術院のサンシャイン計画推進本部で「ニューサンシャイン計画」の立案に携わり、その15年後に今度は資源エネルギー庁の新エネルギー対策課長として、再生可能エネルギー政策を推進した荒木由季子日立製作所CSR・環境戦略本部長に、新エネルギーの開発・普及をめぐる当時の状況と将来の展望を聞いた。

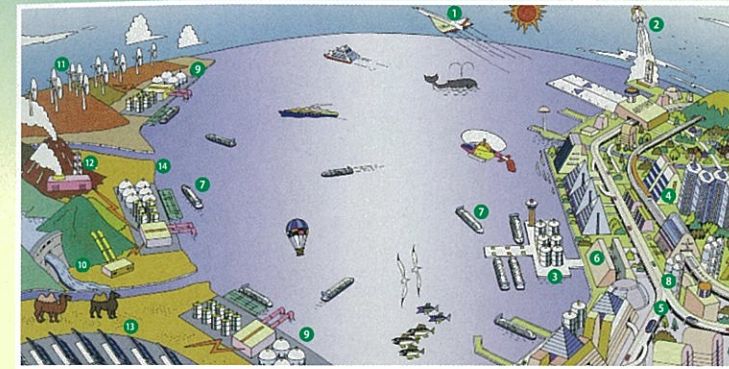


「ニューサンシャイン計画」を策定した90年代の状況は

サンシャイン計画ができた74年は、石油危機の直後でもあり、国家プロジェクトとして多額の予算を投入して技術開発を進める機運が高まっていた。90年頃は、15年が経過し、原油価格も安価で安定していた。エネルギー危機は遠くなりけり。この間、技術的には大変大きな進歩があり、研究者や企業の方々の情熱も強く感じた。一方で、社会への普及はまだまだという印象だった。再生可能エネルギーは、既存のエネルギーと比べてコストが高く、このまま開発を続けても、果たして石油に代替できるような価格競争力や資源量が確保できるのか、という議論が政府内でも持ち上がっていた。

そんな中で、ニューサンシャイン計画で特に力を入れたことは

技術的な進歩だけではなく、社会に普及させるにはどうしたらいいかという視点から、実用化、産業化のための課題に焦点を当てた。また、新たなエネルギー基盤技術を発掘する作業も進めた。宇宙太陽光発電などはその時にピックアップしたテーマ。水素の製造から輸送、貯蔵、活用までの世界的なバリューチェーンを築く構想「WE-NET」も当時の提唱だ。



WE-NET概念図

- 1 水素飛行機 2 水素ロケット 3 水素貯蔵タンク 4 エネルギー消費地 5 水素バス 6 水素燃焼発電所 7 水素輸送タンカー
8 水素自動車 9 水素製造プラント 10 水力発電所 11 風力発電所 12 地熱発電所 13 太陽光発電所 14 エネルギー供給地



地球環境問題もクローズアップされ出した

サンシャイン計画発足時は、エネルギーセキュリティが課題だったが、90年頃は、ちょうど環境問題も大きくなってきた時代だった。しかし、当時は、太陽光発電システムが本当に一般家庭の屋根に沢山乗るとしている人は多くはなかったと思う。風力発電についても、欧州では既にメガワット機が開発されていたが、日本では普及しないだろうと思われていた。

当時、印象に残っていることは

石炭液化プロジェクトの見直しは苦労した。石炭液化技術開発は、自動車のガソリンに代わる液体燃料開発が大きな目的だった。石炭は資源国が分散し、比較的確保しやすい。しかし、90年代に入り、環境問題がクローズアップされ、コストも割高であることから、プロジェクトの大幅縮小を行った。当時は、将来、技術が必要となった時に、技術の継承が行われなくていいかと悩んだが、継続する石炭ガス化発電プロジェクトと共通基盤技術があると割り切った。

苦渋の決断だったが、それから約10年後、資源エネルギー庁新エネルギー対策課長として再びこの世界に戻って来た時に、石炭液化プロジェクトで触媒技術を研究していた方に再会した。「あの液化プロジェクトは大変申し訳なかった」と言うと、「その後、燃料電池のコアである触媒技術に生かされた」との話を聞き、うれしかった。基盤技術開発は、継続が重要であり、サンシャイン計画の蓄積は大きいと感じた。

03年に新エネ対策課長に就任して感じたことは

新エネ課長になるまでの10年間で、どれぐらい世の中が変わるかを思い知った。太陽光発電のコストは大幅に

低減。導入補助金も導入し、日本は世界一太陽光発電の普及する国となった。世界の太陽電池メーカーのトップ5のうち4社を日本が占める黄金時代だった。そこで、「もうそろそろ導入補助金は卒業ではないか」という話が出てきた。補助金はいったん廃止したが、後に復活。風力発電は、事業者が増えブームが起きていた。発電コストも比較的安く、当時の小泉純一郎首相の後押しもあり、急速に普及。しかし、その後、バード・ストライクや低周波音の問題が言われ逆風もあった。そういうことでは、かなり流行廃りの波がある世界だ。

一方で、新エネルギーの普及支援策は充実しつつあったが、サンシャイン計画のような国家プロジェクトはなくなっていた。やはり、普及施策と研究開発は車の両輪でやらないと駄目だと実感した。ブレークスルーに必要な長期の技術開発は、企業だけでは難しい。

サンシャイン計画の評価と今後必要な政策

これだけ予算を使って25年にも渡り実施した大規模な国家プロジェクトは、世界的に見ても先進的だったと思う。企業の競争力も付いた。新エネ課長時代に、ブレークスルーにつながる技術を探そうとして、サンシャイン計画担当時代に、革新的技術を包括的に洗い出してまとめた「ネタ帳」を思い出した。当時一緒に仕事をした人から取り寄せて、久しぶりに読むと、全く色あせていなかった。逆に言うと、エネルギー技術はそんなにすぐに新しいものが出て来る訳ではない。いつ芽が出るか分からない、実現に長い期間のかかる技術だ。あるときには軽視されても、別のときには脚光を浴びるといって、流行廃りの激しい世界にあって、国による長期的な視点に立ったエネルギー政策と息の長い技術開発プロジェクトの果たす役割は大きい。



サンシャイン計画



40周年記念特別シンポジウム

主催：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
独立行政法人産業技術総合研究所

日時

2014年9月18日（木）
15：30～18：10

場所

パシフィコ横浜
501室（定員：300名）

プログラム

15:30～
15:40

主催者挨拶

古川 一夫

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 理事長

15:40～
15:50

主催者挨拶

中鉢 良治

独立行政法人産業技術総合研究所 理事長

15:50～
16:00

ご来賓挨拶

木村 陽一氏

経済産業省資源エネルギー庁
省エネルギー・新エネルギー部長

16:00～
16:30

基調講演

桑野 幸徳氏

太陽光発電技術研究組合 理事長

16:30～
17:20

パネルディスカッション

黒川 浩助氏

東京工業大学ソリューション研究機構 特任教授

牛山 泉 氏

足利工業大学学長 兼 理事長 = 氏

平野 勝巳氏

日本大学理工学部物質応用化学科 教授 = 氏

秋葉 悦男氏

九州大学大学院工学研究院機械工学部門
水素利用工学講座 教授

モデレータ

荒木 由季子氏

株式会社日立製作所 CSR・環境戦略本部 本部長

17:20～
18:00

記念講演

堺屋 太一氏

作家・元サンシャイン計画担当研究開発官

18:00～
18:10

閉会挨拶

倉田 健児

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 副理事長

※講演者は変更となる可能性があります。

再生エネルギー研究の先駆け

サンシャイン計画の夢を実現

1. サンシャイン計画の技術開発官

1974年4月、2年間の沖縄駐在から帰国した私に命じられたポストは「工業技術院技術開発官」、担当はサンシャイン計画という。

沖縄に駐在する前、鉱山局鉱政課（現資源エネルギー庁総務局）に在席、石油エネルギー政策を担当、わが国のエネルギー供給の危うさを感じた私は、「エネルギーの安定供給、石油備蓄の重要性」を説くために、小説『油断!』を書いた。「1年間、中東からの石油輸入が滞った場合、日本の経済と社会はどうなるか」という仮定をして、厳密に予測したものだ。

その結果、「300万人の人命と国富の7割が失われる」という痛烈な結果が出て、私自身も驚いた。以来私はエネルギー経済の専門家の一人に数えられるようになり、国際学会にもしばしば呼ばれた。そんな私にとって新ポストは有難かった。

2. サンシャイン計画は、再生可能な自然エネルギーを活用する技術開発プロジェクト。

太陽光、太陽熱、風力、地熱、海洋温度差、バイオ、石炭液化、水素等、原子力以外の新エネルギーのすべてが含まれており、それぞれに専門の技官の研究開発官が付いていた。「二酸化炭素を排出しないエネルギー技術」という点は共通していたが、必要な技術はそれぞれに違う。

太陽光はエネルギー転換の物理学、風力は気象学と機械式工学、地熱は地質学、水素は化学、バイオは生物学である。研究技術開発要員はもちろん、学問教育体系から違う。それを一括した目的オリエンテッドなプロジェクトははじめてだろう。

3. サンシャイン計画には強敵がいた。科学技術庁（現文部科学省）がはじめていた「核融合発電」である。

時代は昇り調子、誰もがエネルギー需要の増加を信じ、技術と設備の巨大化を信じていた。核融合は、そんな時代精神にぴったりだった。

1基1千万Kwの発電所を建設、全国とりわけ東京に送電する、というのだ。「30年以内には必ず実現する」と原子力学者たちは断言した。

私は疑問に思った。1 基千万 Kw の発電所は電力供給に安定的なのか。発電所立地ができるのか、コストと建替えはどうか、技術の他にも壁は多い。

4. それに比べてサンシャイン計画の対称技術は小型、世間では「ゴミみたいなもの」といわれた。「太陽光パネルを東京山手線の内側すべての屋根につけても原子力発電一基分」という話は、ジャーナリズムの耳に入り易い。

これは、太陽光がいかに効率が低いかではなく、「東京山手線内がごく狭いこと、東京一極集中の凄さ」を表現しているに過ぎない。日本国土は東京山手線内側の 400 倍もあるのだ。

5. 当時、太陽光に関しては「発電コスト 30 分の 1」が目標といわれた。転換効率の向上で 3 倍、生産技術の改善で 3 倍、大量生産化で 3 倍にすれば 27 倍、ほぼ達成できるとされた。

大量生産化のためには、まず「もの好きを狙う」。つまり家庭電機の発想を持ち込んだ。太陽光は家電メーカー頼りだった。

このため、メガソーラーよりも屋根付けが優先された。サンシャイン計画の立てたこの方針を、私は 21 世紀に入ってから痛烈に反省している。

6. 風力にしても、大型風車の林立する大型発電所の思想は乏しかった。地熱は国立公園に多いという障害があった。

当時は、誰もが石油＝原子力の組み合わせで十分と考えていた。原子力発電所立地に苦勞していた電力関係者は、「原子力は危機性がある」「原子力に替わる発電方法がある」といわれるのをひどく警戒していたのである。

加えて日本は世界最大の貿易黒字国、石油、天然ガスは無限に輸入できた。「輸入のできない土地」は、限りなく貴重で猛烈に値上がりしていた。そんな時代背景がサンシャイン計画の生まれ育ちにも影響した。

だが、今はそしてこれからは、太陽光、地熱、風力、そしてバイオにもっと力を注ぐべきだし、注げる環境にもなるだろう。