

太陽エネルギー開発の現状と今後の課題

Present Status and Problems of Solar Energy Research and Development

野 口 哲 男*

1. まえがき

エネルギー資源の問題は今や世界的なレベルで深刻化しつつある。石油の殆んどすべてを輸入に依存し、しかも全エネルギー資源の約75%以上を石油に依存してきた非常に脆弱、かつ危険なエネルギーフローを示すわが国でも漸くそれらへの対策が本格化したと言っでよい。代替エネルギー資源の開発には1974年より通産省工業技術院によりサンシャイン計画が、1978年より省エネルギー技術の開発を目指してムーンライト計画がスタートしており、長期的なエネルギービジョンの策定も真剣に考えられつつある。

太陽エネルギーの研究開発に対する国家プロジェクトはサンシャイン計画により始められ、先進各国においても、米・仏・西独等と並んでその研究体制について世界的な注目を浴びている。もっともエネルギーの開発にはひとり科学・技術のみでなく、経済・行政・政治・社会情勢に加えて最終的には国民的コンセンサスが要求されると共に、20～30年といった長い期間を必要とすることから太陽エネルギーの研究開発も長期的観点から見る必要があろう。

2. 代替エネルギーとしての太陽エネルギーの位置づけ

今長期的かつ地球的な規模におけるエネルギー需給の観点から見ると、エネルギーの単位として

$$Q = 2.52 \times 10^{17} \text{ kcal} = 2.93 \times 10^{14} \text{ KWh} = 3.35 \times 10^7 \text{ MWyear}$$

を採用すると、人類が有史以来1970年までに地球上で使用した全エネルギーは約6～9Qと推定される。1

年間のエネルギー消費を年代順に見れば、世界的な規模では、

1970年 0.24Q (人口 4×10^9 ; 2 KW/capita)

2000年 2.1Q (人口 7×10^9 ; 10 KW/capita)

2050年 6Q (人口 10×10^9 ; 20 KW/capita)

と推定される。一方これに対し自然循環エネルギーとしては、

太陽エネルギー：大気圏外 5300Q/年

地表 3600Q/年

陸地 690Q/年

海洋エネルギー：波力、潮汐力、海洋温度差等
3000Q/年

地熱 0.1Q (最大 0.4Q) 深度10km

風力 : 0.1Q/年

であり、これらの数字を見れば、自然循環エネルギーの利用により、地球上のエネルギー資源の枯渇する恐れは全くないが、その反面どのエネルギー資源の例にももれず極端に偏在していることにも注意を要する。

わが国においては、どの地方で何のエネルギーが使用できるかについては、その経済、社会的あるいは環境の背景をもとに資源量や技術の最適化を行わねばならない。太陽エネルギー資源としても北海道から沖縄まで均一ではない。季節や緯度、地勢によっても異なり、水平面日射で $600 \sim 5200 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{day}$ の開きがある。我が国の総面積は 37 万 km^2 あるがもちろんこの面積内に入射するすべてのエネルギーを人工的に利用できるものではない。太陽エネルギーの集熱あるいは集光用機器の設置場所としては、環境保護の立場から現在緑地帯である所をできる限り避けることを考慮することは当然である。表1に簡単に設置場所として考えられる例を掲げるが、大量にエネルギーを消費する工場の敷地や、住宅・ビルの屋上と壁面、鉄道用地、ダム

*工業技術院名古屋工業技術試験所第5部第3課長

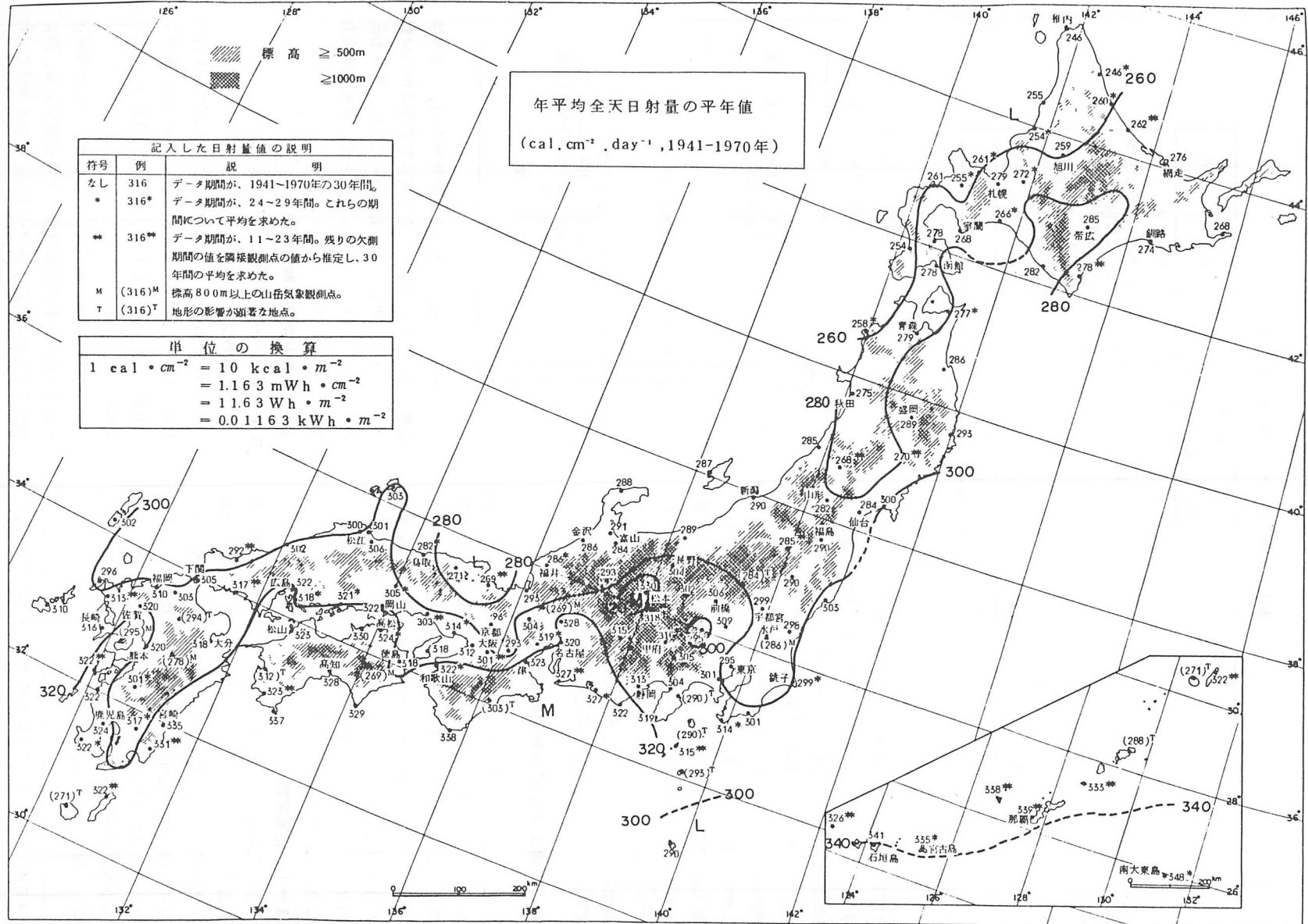


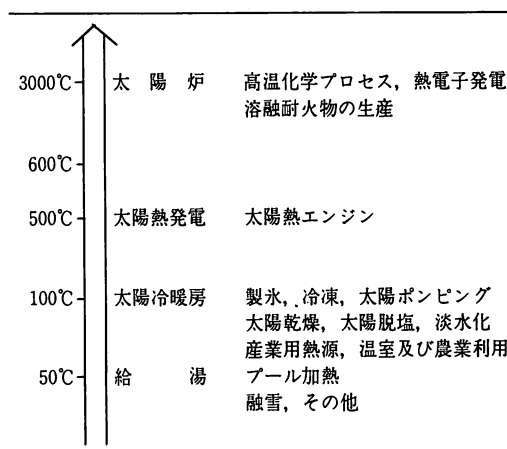
図1 年平均全日射量 (cal/cm² · day)

* 340 cal/cm² · day = 3400 kcal/m² · day

表1 太陽エネルギー利用可能面積の例

	面積 (km ²)	日照量 (10 ¹² kcal/年)	利用可能 エネルギー (10 ¹² kcal/年)	備考
工場敷地	1349	1673	502	工業統計表より推定
住宅	1439	1785	534	日本統計年鑑より推定(建築面積)
ビル	720	893	268	住宅建築面積の半分と推定
鉄道用地	565	701	210	国鉄資料及び日本統計年鑑
民有池沼	221	274	82	日本統計年鑑
計	4294	5326	1596	

表2 太陽エネルギー技術とその温度レベル
温度レベル 太陽エネルギー工学



や灌漑地の表面等が対称として挙げられよう。今仮に年間平均日射量を3400kcal/m²・dayとすれば表1の4294km²内に年間入射する太陽エネルギーは53×10¹⁵kcalとなり、この中30%*有効に利用されたとすれば、利用可能なエネルギー量は年間約16×10¹⁵Kcalつまり2.88億klの石油に匹敵する。これは昭和46年度の石油輸入量にほぼ近い数字であり、自然環境に殆んど影響を与えずに国内エネルギー需要の可成りの部分を供給できることになり、これを発電のみに用いたとしても、変換効率を10%として昭和46年度の需要電力3.46×10¹¹KWhの約100億が賄えることになる。

3. 太陽エネルギー利用技術の現状

現在太陽エネルギー利用技術と呼ばれているものは、かなり広範囲にわたっており、かつ1955年頃より研究開発に着手してすでに商品化されたもの、或いは途中で挫折したもの、更に最近復活しつつあるもの等各種の技術が包含されている。これらを今仮に熱利用とその温度レベルによって簡単に分類すると表2のようになり、更に光利用がこれに加わる。

3-1 光電変換

(1) 太陽電池：Si電池、CdS、GaAs等化合物半導体電池がその例で、新しい技術として集光方式の高電圧光発電もある。すでに人工衛星や地上の無人灯台、無線中継基地用電源として実用化し、最近では太陽電池時計や小型電卓用にも進出している。またリボン単結晶や多結晶薄膜、アモルファス素子の開発等低コスト化への努力が続けられている。

(2) 光化学：植物の光合成変換効率の向上や半導体電極を用いて水の分解による水素の製造等各種の分野がある。まだ基礎研究の段階といて良い。農林水産省のグリーンエナジープロジェクトや、日米技術協力協定のテーマの1つにもなっている。

3-2 熱利用及び熱電変換

3.2.1 低温熱利用(常温～200°C)

(1) 太陽熱温水器

既に浴用給湯用として実用化し、我が国で30年近い歴史があり300万個近く生産され、現在100万個近くは稼働していると言われる。昨年JISA4111として工業規格も設定された。

(2) 太陽冷暖房・給湯：これは技術上からは冷暖房・給湯と暖房・給湯に分けて考える必要がある。既に我が国でも4600件以上のソーラーシステムが建てられている。

*普通太陽熱温水器や太陽集熱器の集熱効率は45～50%以上であり、この数字は控え目なものである。

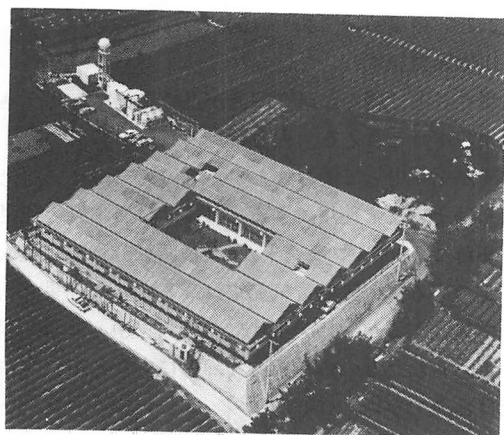


図2 静岡県沼津市あしたか老人ホーム
996㎡の太陽集熱器と40RTの吸収冷凍機の組み合わせによる太陽冷暖房システム、昭和52年4月竣工（矢崎資源開発㈱）

表3 ソーラーシステム販売・施工実績

	～昭和52年	53	54	小計
給湯	795	940	2,386	4,121
暖房・給湯	160	83	128	371
冷暖房・給湯	35	37	53	125
その他	4	14	13	31
計	994	1,074	2,580	4,648

（ソーラーシステム振興協会調べ昭和55年3月）

(3) 農業分野：

i) 温室

安価なビニールハウスの普及により日本の温室面積は20000ヘクタールを越え、普及率は世界一である。

ii) 乾燥

天日乾燥でなく、空気加熱式集熱器を必要とするが、穀物や木材の乾燥さらにタバコの葉の乾燥の実験がある。

iii) 太陽池

灌漑用水の昇温で、北海道や東北地区に1960年代に普及し、600個所以上建設されている。イスラエルの太陽池は温度差発電用集熱池で我が国のそれとは趣を異にする。

iv) バイオガス

家畜排泄物や有機廃物よりメタンガスの発酵を行い燃料とするもので日本での実施例はまだ少ない。

v) アルコール醗酵

農産物よりのメタノール、エタノール醗酵、まだ研究段階で、ガソリン混入による省エネルギーが指摘さ

れているが、アルコールがコスト高である。ブラジル、オーストラリア等で盛に研究されている。

vi) エネルギープランテーション

ユーカリ・柳等の木の加速栽培や穀物等の燃料化を指し、まだ研究中の段階で、ヨーロッパ、米、オーストラリア等で関心が高い。

vii) マルチング

雑草の蒸殺除去技術で黒色プラスチックフィルムを用いる。既に果樹園などで実施されている。

viii) 融雪

まだ研究段階であるが、カーボン黒、施肥効果をも兼ねたダイカルシウムシリケート等の散布や畝立てによる空調形成等の研究が行われている。

ix) 灌漑用水ポンピング

我が国における例は少ない。特に開発途上国において要望されており、簡単なダイアフラムポンプやランキンサイクルエンジン等が使われる。仏SOFRETES社では仏原子力委員会の委託を受けて、ブラッククロム選択面の太陽集熱器とランキンエンジンの組み合わせでメキシコ、モリタニア等を始め16ヶ国の砂漠の灌漑用水や飲料水の汲み上げを数百トン/日の規模まで行っている。

x) クロレラ培養

家畜飼料と食品化および醗酵によるメタンガス発生等が研究された。工業化による食品化は我が国が早く、愛知県や九州で既にプラントが稼動中である。

xi) 製塩

現在では開発途上国で見られる。

xii) 太陽熱蒸溜

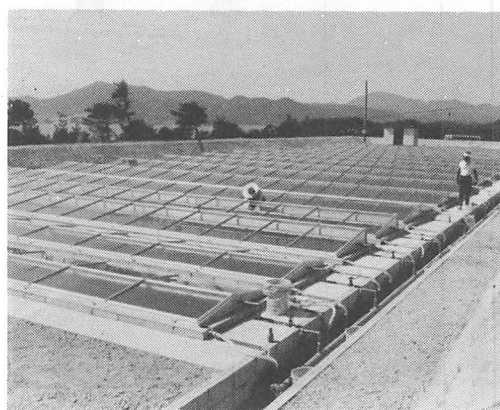


図3 太陽熱蒸溜装置
四国香川県直島町屏風島の日産2tプラント 海水より生活用水の蒸溜を行う。集熱面積約680㎡
昭和54年7月完成（積水化学）

簡単な蒸溜装置で海水やかん水より飲料水を得るものである。ペーゼン型と呼ばれるものは弧島や砂漠地方で使われ、日産30トプラントが豪、ギリシャ等で稼動中である。我が国でも香川県の屏風島で日産2トプラントが稼動中であり、さらに同県高見島では今年末に高性能太陽集熱器と多段フラッシュ蒸発機の組み合わせや電気透析法とのハイブリッド方式による脱塩装置が完成の予定である。

xiii) 太陽熱料理器

歴史は古いが実用化の面で難点がある。主として開発途上国向けであるが、暑い屋外での調理は女性には人気がない。

xiv) 製氷、冷凍

各国とも研究段階である。冷凍機の性能向上と作動温度の低下に並んで安価かつ高効率の太陽集熱器の開発が不可欠である。技術開発力の乏しい熱帯の開発途上国での要望が高い。

xv) 太陽熱エンジン

歴史は古く、1957年頃より各種試作されている。楕型放物面鏡や放物面鏡を用いたモデルが多い。まだ研究開発段階といって良い。

xvi) 産業用給湯

今後の研究開発課題であるが、食品工業、染色工業、金属産業等多くの産業において各種の温度レベルでの給湯用に考えられ、我が国や米、豪等で研究開発テーマとして取り上げられつゝあり、省エネルギー対策の一環ともなっている。

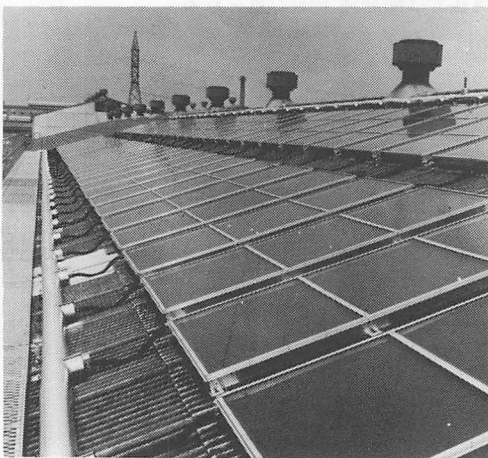


図4 産業用給湯の例
昭和アルミニウム(株)小山工場(栃木県)のアルミニウム板の湯洗に既に5年間用いられている集熱面積144㎡、10℃の水を33℃に昇温

3.2.2 中温領域 (300~1000℃)

(1) 太陽熱発電

現在各国で盛んに研究開発が進められており、熱電変換の本命と言える。火力発電の石炭・石油の代りに太陽熱を集中して使おうとするものでタービン、発電機系はそのまゝ使用できる。日本では香川県の仁尾町塩田跡に1000KWeプラントが2機種昭和55年末に完成の予定である。太陽熱電気発電は、Zeebeck効果を利用して発電するが、1960年代に米・ソを中心に研究開発が進められたものの技術的な障壁にあたって、現在研究は活発でない。(図5)

(2) 熱化学分解による水素の製造

800°~1000℃の温度領域で水の分解を行うもので、現在はまだ研究開発段階である。

3.2.3 (>1000℃, ~3500℃)

(1) 太陽熱電子発電

1960年代に米・ソを中心に宇宙開発の分野で研究が進められた。Richardson効果を利用するもので、高温真空中の発電技術である。電極材料等の制限があるが研究開発の段階である。

(2) 高温太陽炉の利用

太陽炉による溶融耐火物、金属の生産や溶融加熱、高温化学反応等の研究開発があり、名古屋工業技術試験所で第1号~3号炉の建設とその利用開発の研究が進められている。(図6)

以上の諸技術の中で、太陽熱発電、太陽光発電並びに太陽冷暖房・給湯は太陽エネルギー開発のプロジェクトの中でも主に先進諸国の研究開発対称として活発な展開が行われている。表4に先進各国の動きをまとめて掲げた。

これと対称的なのが開発途上国における太陽エネルギーの利用に対する研究開発の考え方である。1976年バンコックにおいて開催された国連E S C A Pの太陽冷暖房及び風力専門家会議や1979年東京で開催された国連と通産、外務、科学技術庁共催によるInterregional Solar Energy Symposiumにおいて、開発途上国の意図する太陽エネルギーの利用に対する要求は次の通りにまとめられた。

第1順位：太陽熱乾燥(穀物、木材等)、灌漑用水ポンピング、小規模発電、バイオガス発生

第2順位：太陽脱塩による淡水化、温水器、パッシブ暖房及び冷房

第3順位：太陽熱冷凍、太陽熱料理器、太陽冷暖房



図5 タワー集光方式による太陽熱発電プラント
三菱重工広島造船所で建設された150kWプラントで平面鏡群よりの反射光は中央の塔上のボイラに集光される。

表4 各国における太陽エネルギー開発プロジェクト

太陽エネルギー開発計画			
日本	太陽熱発電：1,000kW級（2方式）プラント建設中 太陽光発電：太陽電池基板の連続生産技術等研究中 太陽冷暖房：4方式の実験建物運転中	フランス	太陽熱発電：800kW及び2,000kW建設中 太陽光発電：基礎研究中 太陽冷暖房：実験住宅運転中
	79年度予算 38億円		79年度予算 94億円
アメリカ	太陽熱発電：1万kW級プラント建設中 太陽光発電：太陽電池基板の連続生産技術及びデモンストレーションシステム研究中 太陽冷暖房：多数の実験システム及びデモンストレーションシステム建設・運転中	イギリス	太陽光発電：基礎研究中 太陽冷暖房：大規模開発計画中
	79年度予算 771億円		79年度予算 4億円
西ドイツ	太陽熱発電：コンポーネント開発中 太陽光発電：太陽電池基板の連続生産技術等研究中、68kWプラント建設中 太陽冷暖房：実験住宅（暖房）建設運転中	その他	太陽熱発電：E C 1千kWプラント建設中（イタリアコルシカ） イタリアで250kW熱ループ運転中 オーストラリアで基礎研究中 I E Aがスペインで500kW（2方式）プラント建設中（小規模太陽発電プロジェクト） 太陽冷暖房：オランダ、オーストラリア、オーストリア、スエーデン等で暖房を中心に研究中
	79年度予算 62億円		

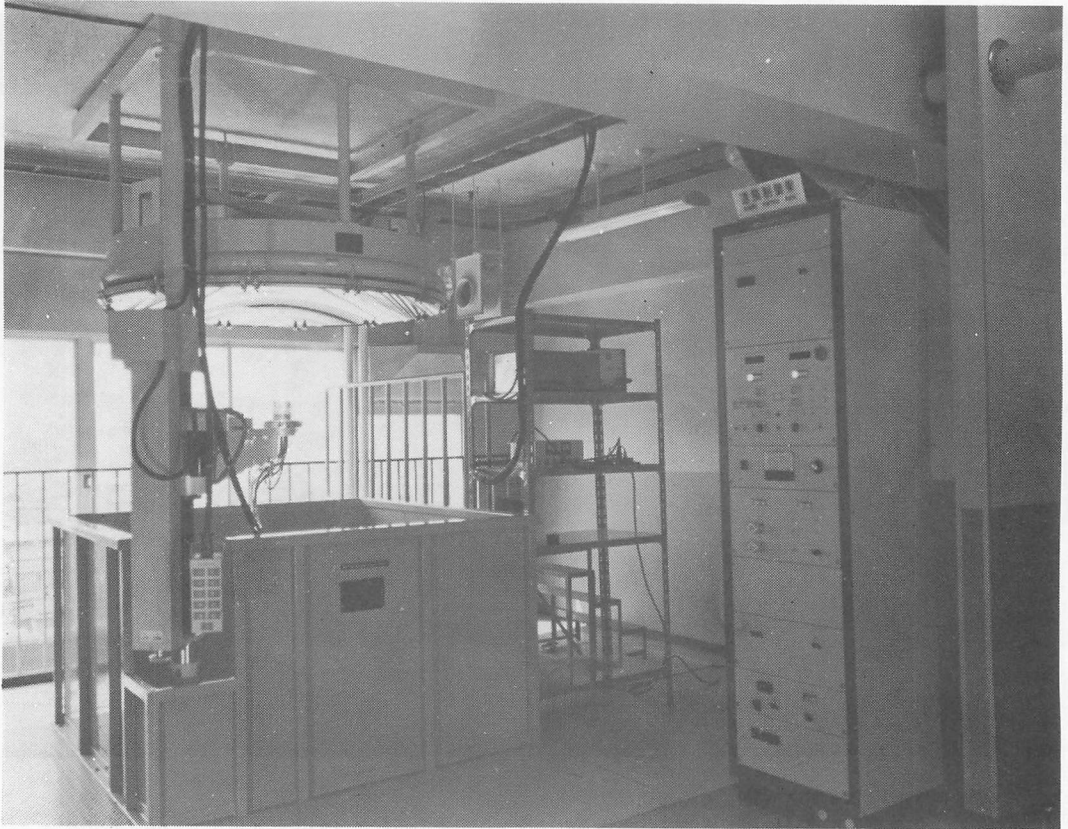


図6 名古屋工業技術試験所の第3号太陽炉
昭和53年2月完成した光軸垂直型ヘリオスタット式太陽炉，第4研究本館の6階に設置された
放物面鏡（口径1.5 m），到達温度約3,500℃

以上の内容を検討すると食料の生産乃至は貯蔵に関する問題が中心に据えられていることが伺える。

参考までに我が国で昭和53年までに太陽冷暖房・給湯技術の応用分野とも言える諸々の研究を掲げると表5のようになる。

4. 太陽エネルギー利用に関する研究開発のナショナルプロジェクト

我が国でナショナルプロジェクトとして太陽エネルギーの研究開発計画に組み込まれているのは，通産省工業技術院の実施しているサンシャイン計画の中の太陽エネルギープログラムと，ムーンライト計画の中のソーラーシステムの実証化研究である。前者はサンシャイン計画の中核として太陽熱発電，太陽光発電及び太陽冷暖房・給湯の3本柱により構成されている。これ以外の太陽エネルギー利用技術においてはその底辺

換言すればそれらのシステムコンポーネントにはこれらの3項目のそれとの間に共通点が多いので，その中核となるこれらの技術開発を先導的に進めることが太陽エネルギー技術全体の水準を引き上げることにつながるものと考えられる。

これらの研究開発の流れを表6に，またその予算の経過を表7に掲げる。

太陽冷暖房・給湯技術に関しては表8に示すような4種類の実験住宅が建設され，昭和55年度中に運転試験も終り，その成果が発表される予定である。このように太陽冷暖房・給湯の研究開発は昭和55年度で1応目安がついたとの考え方により，以後は民間企業への研究委託は行わず，補助金制度に移行する形を取り，例えばムーンライト計画の太陽冷暖房・給湯システムの実証化には既に11件の補助金が交付されている。その概要を表9に示す。このようにして開発された太陽冷暖房機器は新しいものが多く含まれ，表10に示すよう

表 5 日本における太陽エネルギーの産業面利用

太陽乾燥 (4件)	
タバコ葉乾燥	鳥取大学, 専売公社
木材乾燥	長野県工試
牧草乾燥	北海道大学
太陽冷暖房応用 (19件)	
畜舎冷暖房	島根大学
畜舎暖房	岡山大学
トレンチ・ハウス	千葉大学
きのこ栽培・その他	四国農試
バイオガス (1件)	
メタン製造	畜産試, 農林水産省
産業用熱源 (5件)	
びん及びパイプライン洗滌	食品工業 (缶詰, びん詰め)
洗滌	金属工業
ラウンドリー	
コンクリートブロック	
乾燥	染色業界
太陽脱塩 (4件)	
ベーン型	四国屏風島
高性能蒸溜器	四国高見島
融雪 (1件)	
	札幌市建設局
水産業 (3件)	
養殖池昇温	岡山水産試

表 6 太陽エネルギー研究開発計画

年 度	1974-1980	1981-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000
I. 太陽冷暖房・給湯システム	基礎技術の確立	産業用熱源			
	システム解析, 機器コンポーネント及び材料の開発, 実験家屋の建設と試験並びに評価	長期蓄熱技術の開発			
II. 太陽熱発電	1000KWe 2系統	1000KWe+6000Kwt	10,000KWeシステム		
	システム解析, 設計, コンポーネントと材料開発, 建設と運転	複合システム			
III. 太陽光発電	基礎研究	デモンストレーション	1000KW	10,000KW	
	低コスト太陽電池素子の開発	500KW (住宅・工場・学校)			

表7 太陽エネルギー研究開発予算（昭和49～55）

（百万円）

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	小計
太陽熱発電	279	371	312	446	1,123	3,067	6,678	12,276
太陽光発電	214	271	355	276	338	354	2,288	4,096
太陽冷暖房・給湯	308	374	660	664	480	288	509	3,283
その他	72	76	92	76	72	59	68	515
合計	873	1,092	1,419	1,462	2,013	3,768	9,543	20,170



図7 枚方ソーラーハウス

三洋電機大林組の共同研究による個人住宅用ソーラーハウス，真空断熱管状集熱器と吸収冷凍機の組み合わせで太陽冷暖房給湯を行う。昭和52年2月建設

に集約されよう。この他にも通産省生活産業局住宅産業課によるプレハブ住宅のソーラー化が昭和49～51年の3ヶ年計画で3グループに分けて進められた。

また太陽熱発電においては、曲面集光方式（平面鏡と楕型放物面鏡の組み合わせによるハイブリッドシステム）とタワー集光方式の2系統のプラントが、10KWt、50KWt、150KWtのパイロットプラントの試作を経て昭和55年度の終りに1000KWtプラントの規模で

四国香川県の仁尾町に完成し2年間の運転試験に入る。予定である。電源開発株式会社に委託されたそれらの仕様は表11に示す通りである。

また太陽光発電プログラムでは電池素子のコストダウンを目指して、リボン単結晶、多結晶薄膜、アモルファス電池素子等の開発を計14社に委託して続行すると共に電力中央研究所に委託してそれらのシステム化への努力が強化されている。

表 8 サンシャイン計画における太陽冷暖房・給湯システムの特徴

種 別	新築個人住宅	既存個人住宅	集 合 住 宅	大 型 ビ ル
研究委託先	三洋電機 大林組	三菱電機 大成建設	石川島播磨重工 竹中工務店	川崎重工 鹿島建設 東洋熱工業
場 所	大阪府枚方市	神奈川県綾瀬	東京都調布市	大分県大分市
完成時期	昭和52年 3 月	昭和52年 3 月	昭和53年12月	昭和53年 3 月
建物管理	三洋電機	大成建設	東京電力	大分大学
全床面積	118.52m ²	97.52m ²	2,240m ²	1,860m ²
建物構造	R C 2階建	木造 2階建	R C 3階建	K C 3階建
集熱器	真空断熱管型	平板型	平板真空管型	平板型
吸収板	A ℓ, 選択面	A ℓ, 選択面	A ℓ = 選択面	ステンレス, 黒ペイント
カバー	ガラス管	2重ガラス	2重ガラス; ガラス管	2重ガラス
ユニットサイズ	100mmφ ℓ = 1.2 m	1,500×2,000mm	0.95×3.6 m; 1.0×1.7 m	1,865×7,520×225mm
全面積	40.6m ²	48m ²	366m ²	508m ²
傾斜面	0°	17°	20°	10°
高温蓄熱槽				
容積	1 m ³	1,040×840×680	10m ³	—
熱媒	水	アンモニウム明ばん	水	
温度 S/W	60℃	94℃	90~95/10~40℃	
低温蓄熱槽				
容積	8 m ³	5.5 m ³	80m ³	45m ³ × 2
熱媒	水	水	水	水
温度 S/W	10℃/45℃	5~10℃/50~60℃	8~13℃/40~60℃	
冷凍機	吸収冷凍機	ランキン/コンプレッサ	ランキン/ヒートポンプ	2重効用吸収冷凍機
容量	6,000Kcal/h	3,100Kcal/h	20USRT	30USRT
入力温度	85℃	90℃	90℃	85℃
コンデンサ/蒸発器温度		38°/5℃	35℃/7℃	
エキスパンダ		スライディングベーン 750W, 28,800rpm	ロータリーポリウムベーン 12KW, 1,500rpm	
作動媒体	H ₂ O-L _i B _r	R 114/R 22	R 11/R 22	H ₂ O-L _i B _r
チルドウォーターT	15~10℃	10~7℃	12-7℃	14-9℃
クーリングウォーターT	31~35℃	33~35℃	30~33℃	30~38℃
C O P	0.67 (85℃)	0.4	0.41	0.65/1.0 (一重)(二重)

表9 ムーンライト計画による各種ソーラーハウス（昭和53～55年）

試験研究題目	申請者	概要・特徴
1. 太陽熱利用の住宅における冷暖房給湯を対象とした蓄熱槽地下埋設システムに関する実証研究	矢崎総業(株) 矢崎資源(株)	・一般住宅用（静岡県湖西市猿田ソーラーハウス） ・地下埋設式蓄熱槽，平板型集熱器57㎡ ・吸収式冷凍機 1.3RT.
2. 太陽熱利用による住宅における冷暖房給湯システムおよび機器類に関する実証研究	矢崎総業(株) 矢崎資源(株)	・一般住宅用（静岡県浜松市矢崎資源(株)海浜実験場） ・海水冷却式3RT温水加熱吸収冷凍機 ・屋根一体型集熱器80㎡
3. 事務所ビル用システムに関する試験研究	日立化成工業(株)	・事務所ビル用（茨城県下館市日立化成結城工場） ・片側ヘッダー式屋根一体型集熱器 100㎡ ・強制循環形低温水（約77℃）吸収式冷凍機3RT
4. 太陽熱利用の冷暖房給湯システムの実証研究	東京芝浦電気(株)	・公共施設など用（静岡県富士市東芝富士研修センター） ・新表面処理（メッキ法orアルミ化処理）選択吸収膜式平板型集熱器 450㎡ ・吸収式冷凍機20RT
5. 太陽熱・都市ガス併用による実用化に関する実証研究	東邦瓦斯(株)	・公共施設など用（名古屋市港区邦和土地建物(株)温水プール管理） ・真空ガラス管形集熱器 216㎡ ・ソーラー都市ガス利用冷凍機20RT
6. 太陽熱利用による事務所ビルに於ける冷暖房システムの研究ならびに機器類の実用化試験	矢崎総業(株)	・事務所ビル用（仙台市矢崎総業(株)仙台支社） ・平板型集熱器のビル壁面利用技術，壁面集熱器99㎡，平板型集熱器36㎡，吸収式冷凍機60RT ・ソーラーシステム設計の標準化，既存機器の改良・改善（冬期凍結防止法の研究含む）
7. 個人住宅用太陽熱利用冷暖房給湯システムの実証研究開発	松下住設機器(株)	・個人住宅用（奈良県大和郡山市松下住設(株)） ・屋根一体型集熱器36㎡ ・ランキンサイクルユニット 0.7RT ・ランキンサイクルエンジンとポンプ内蔵型膨張機
8. 太陽熱による工場冷暖房給湯システムの実証研究	東京三洋電機(株)	・工場用（群馬県邑楽郡東京三洋電機(株)） ・真空管式集熱器1,370㎡，吸収式冷凍機237RT
9. 個人住宅用太陽冷暖房給湯システムの研究	昭和アルミニウム(株)	・個人住宅用（栃木県小山市菊地邸） ・屋根一体方式平板型集熱器47㎡，吸収式冷凍機1.3RT， 地中蓄熱方式
10. 太陽熱利用ガス冷暖房給湯システムの実証研究	大阪瓦斯(株)	・公共施設など用（大阪市大阪瓦斯導管技術センター事務所ビル）： ・平板式および真空管式集熱器の性能比較，真空ガラス管形集熱器60㎡，平板型集熱器158㎡，吸収式冷凍機20RT，ガス焚きチラー100RT ・ガス利用機器の子冷，予熱への実用化 ・ゴム材料による配管工法
11. 太陽冷暖房および給湯システムの実証研究	三菱電機(株)	・中小建物用（神奈川県鎌倉市） ・平板型集熱器 50㎡ ・ランキンサイクルユニット3RT

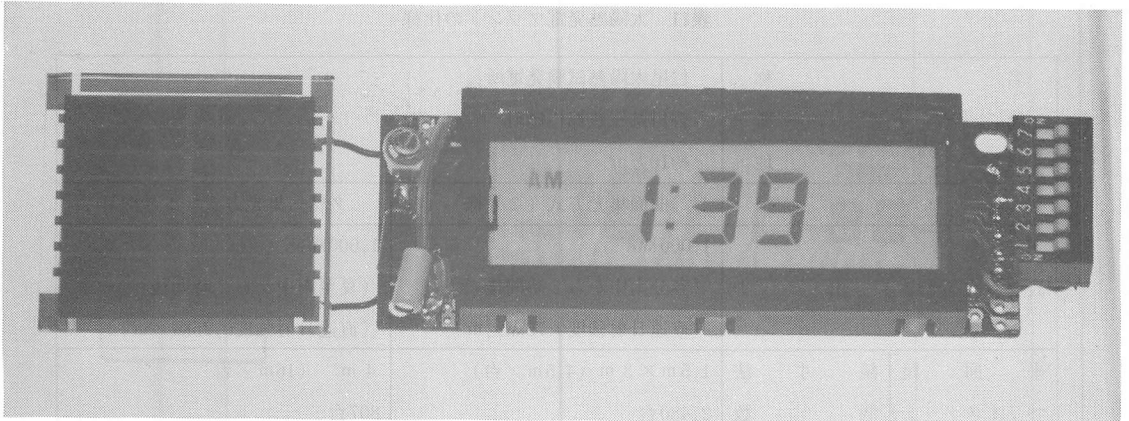


図8 アモルファスシリコン電池素子のディスプレイ左端に格子状の素子のモジュールが見える。(三洋電機)

表10 太陽冷暖房機器の研究開発
(サンシャイン計画1974~1980)

1. 太陽集熱器—選択吸収面集熱器
真空断熱管状集熱器
2. ガラス材料—選択透過ガラス
無反射ガラス
ガラス選択面材料
ガラスハニカム
3. 合成樹脂材料—選択透過膜
選択性ペイント
反射鏡材料
ハニカム構造
4. 蓄熱—潜熱蓄熱…アンモニウム明ばん, その他
共晶塩カプセル化
潜熱, 顕熱複合システム
土中蓄熱
化学反応蓄熱
5. 冷凍機—LiBr—水, 吸収式冷凍機
ランキンサイクルユニット
6. その他—断熱—吸熱パネルユニット
吸熱—放射扉

表6に見るようにサンシャイン計画では昭和49年より開始して7年間を経過する昭和56年ではこれまでの研究開発の見直しと新しくスタートするテーマも加えて研究開発の重点的加速推進が計画されている。これまでは昭和65年の時点で新エネルギーにより全体の約1.6%, 1300万kl石油換算をまかなう予定であったが、これを約3600万kl, 太陽エネルギーについて言うならば約420万kl相当を引き上げて700万kl(13.5万バ

ル/日)に当たる分に加速することになった。

その中太陽冷暖房・給湯技術については780万戸の個人住宅のソーラー化, 6500件の工場及びビルのソーラーシステム化を目標としており, 昭和55年度から生活産業局住宅産業課により, 事業規模60億で政府出資50%による補助金により地方公共施設や教育, 医療, 福祉施設のソーラー化が推進される。またこれと別にソーラー基金を設け政府出資22億事業規模100億円で個人住宅のソーラー化への低利融資(年利5.5%5年償還)と事業所ビルのソーラー化(年利6.5%10年償還)がスタートすることとなった。また民間ではソーラーシステム振興協会が設立され, 現在37社が加盟してこれらの事業の推進に一役かっている。

5. 太陽エネルギー研究開発の世界的動向

先進各国の太陽エネルギー研究開発状況は, 先に表4で紹介した。特に第2次大戦後の特徴として新エネルギー開発計画は政府主導型の開発体制を取りつゝあり, 同時に活発な国際協力も推進されようとしている。これらは2国間協定あるいはIEAにおけるような多国間協定の形を取っている。我が国では既に日米, 日独, 日仏, 日豪両国間でエネルギー技術協力協定が調印されている。

またIEAでは, 日本, ドイツ, 米, スウェーデン, デンマーク, カナダ, イギリス, スイス等十数か国による国際協力が1976年より実施され, 特に太陽冷暖房・給湯に関して次の7項目のTaskが生れている。すなわち,

- (1)太陽冷暖房・給湯のシステム解析(議長国デンマーク)

表11 太陽熱発電プラントの仕様

名 称	仁尾太陽熱試験発電所		
場 所	香川県三豊郡仁尾町		
敷 地	約10万㎡		
	曲面集光方式 (2号機)		タワー集光方式 (1号機)
設 計 出 力	1,000KWe (春分南中から2時間後) (直達日射強度0.75KW/㎡)		1,000KWe (夏至南中から2時間後) (直達日射強度0.75KW/㎡)
平 面 鏡 (ヘリオスタット)	鏡 寸 法 1.5m×3m (4.5㎡/台)	鏡 寸 法 3.8m×3.6m	4m ² (16㎡/台)
	個 数 2,480台	個 数 124台	807台
曲 面 鏡	種 類 モノチューブ形	種 類 自然循環形	
	寸 法 集熱管長さ3.6m×124本	寸 法 窓部寸法 8.5mφ	
集 熱 器	圧 力 2.94MPa (30ata) 〔最高〕 4.70MPa (48ata)	圧 力 3.92MPa (40ata) 〔最高〕 4.31MPa (44ata)	
	温 度 370℃〔最高〕410℃	温 度 249.2℃〔最高〕254.9℃	
	蒸 発 量 6,140kg/h	蒸 発 量 9,185kg/h	
蓄 熱 器	種 類 圧力水蓄熱	種 類 溶融塩蓄熱 (KC1-LiCl)	種 類 圧力水蓄熱
	容 量 70㎡×4台	容 量 5,000kg×2台	容 量 60㎡×5台
タ ー ビ ン	種 類 衝動式抽気復水減速型	種 類 衝動式単気筒単流型復水式	
	蒸 気 圧 力 1.372MPa (14ata)	蒸 気 圧 力 1.176MPa (12ata)	
	蒸 気 温 度 346℃	蒸 気 温 度 187.1℃	
	蒸 気 流 量 6,140kg/h	蒸 気 流 量 7,940kg/h	
発 電 機	容 量 1,130KW	容 量 1,111KW	
	回 転 数 3,600回/分	回 転 数 1,800回/分	
研 究 再 委 託 先	日 立 製 作 所		三 菱 重 工 株 式 会 社

- (2)同上コンポーネント—集熱器、蓄熱、空調機器等のサブシステムの開発 (議長国 日本)
- (3)集熱器の試験法 (議長国 ドイツ)
- (4)簡易日射計の開発 (議長国 アメリカ)
- (5)日射データ処理としシミュレーション (議長国 スエーデン)
- (6)真空断熱型集熱器によるシステム評価 (議長国 アメリカ)
- (7)土中蓄熱技術 (議長国 スエーデン)

この中Task 1と2は昨年5月東京で、Task 3は10月に名古屋工業技術試験所で開かれており、毎年1～2回定期的な専門家会議を開催している。

以上の他に国連のUNESCO ESCAP UNDPやN-ATO-CCMS等の機関も国際会議を開催している。国際太陽エネルギー協会 (International Solar Energy Society -ISES)も45ヶ国約1万人の会員を擁して1955年より隔年に国際会議を開催しており、1977年印度のニューデリー、1979年米国アトランタ、1981年英国ブライトン、1983年豪パースの順に開かれ常に2000名以上の出席者が期待されている。日本を始め各国に支部も結成されている。この他に地中海沿岸並びにヨーロッパ諸国を中心にCoopération Méditerranéenne Pour l'Énergie Solaire (COMPLES)が1965年以来結成され、これも各国に支部がおかれて毎年国際会議

を開催しており、他にも類似の機関が多く設立されて太陽エネルギー分野では目下対応にいとまがなくなりつつあると言ってよい。

6. 今後の問題点

これまで述べてきた太陽エネルギー利用機器の研究開発状況を世界的に見ると、我が国のそれは米国と並んで世界的に高い水準にあり、他国に対して遜色はないと見られる。これは I E A の太陽冷暖房・給湯の各 Task の共同研究の立場からも同様のことが言えるがサンシャイン計画の中でこれまで開発を進めてきた太陽冷暖房機器を例にとるとさきに掲げた表10のようなコンポーネントが挙げられる。今後もこれら機器の高効率化、コストダウンと耐久性信頼性等の向上は重要な課題となるが、一方いろいろな太陽熱利用システムはそれぞれの目的に応じて温度レベルも異なりまた運転性能も異っている。従って時間単位か、日、週、月や季節単位に稼動を要求されるハード機器の組み合わせには十分無駄のないように最適化とマッチングが必要であり、最高の機能が発揮されるよう、またそれら

の経済性をも考慮する必要がある。

この問題は現在の石油の値段と太陽エネルギーのコストに密接な関係があり、現状では太陽熱給湯はペイする所まで来ているが太陽冷暖房では約2倍、太陽熱発電では10倍、光発電でも約20倍以上のコスト高であり、これらのコストダウンは必至である。

太陽エネルギー技術の普及を図り、太陽エネルギー産業の育成を推進するには前記の技術開発や量産化によるコストダウンへの努力も勿論必要であるが、その上に政府や自治体の組織的な普及奨励等の樹立も不可欠となる。今年度より政府として補助金制度や重要技術としての指定が活発に採りあげられているが、更に県や市町村単位でのこのような動きも重要で、ソーラーシステムに対する減免税措置も大きな役割りを果たすであろう。更に付け加えるならば教育・訓練の問題が挙げられ、人材の養成、標準化と規格の設定、統計処理や消費者保護の問題等多岐にわたって問題が山積している。これらの障壁を乗り越えるためには政治、行政、科学技術、住民によるコンセンサス等の各分野からの一体化した推進を計らねばならないと考えられる。

