

産業用等ソーラーシステム

Solar Thermal Energy Application for Industrial Processes

深 沢 和 則*・渡 部 信**
Kazunori Fukasawa Makoto Watanabe

I. はじめに

昭和49年度にスタートした通商産業省工業技術院の「サンシャイン計画」の一環として、昭和55年度からNEDOでは「産業用等ソーラーシステム実用化技術開発」において、産業、事業用分野への太陽熱エネルギーの利用拡大を目指して、各テーマを選定し推進している。

以下、表1に示す各テーマごとの開発現況と今後の開発予定について紹介する。

II. フィックスト・ヒートプロセス型システム

1. 開発の目的

本開発は、「常時一定レベルの熱管理を必要とする産業工程の代表として、乾燥システムを選定し、太陽エネルギーを安定的に効率よく適用して、補助エネルギーの使用量を最少とするシステムを開発する。」ことを目的としている。乾燥システムの代表例として、近年需要が増加している木材乾燥システムを選定し、研究開発を進めている。このため、北海道帯広市近郊の山田林業(株)敷地内等に木材乾燥システムを建設し(写真1)、運転研究を行っている。

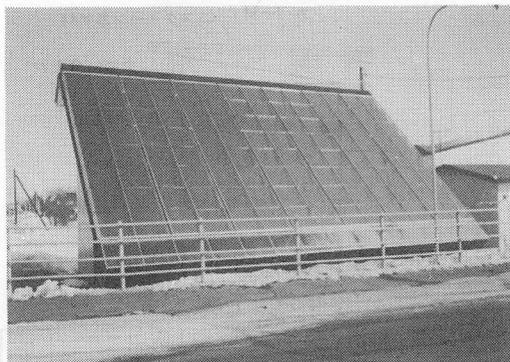
2. 開発の現況

2.1 空気集熱器

本システムで用いる集熱器として、集熱体に新素材の炭素繊維シート(CFスクリーン)、外面にプラスチックフィルム等を用いた集熱器を開発し(図-1)、70℃集熱で集熱効率50%(日射量700kcal/m²h、外気温20℃)の高効率を実現するとともに、集熱器の大幅なコストダウンを図った。

2.2 木材乾燥システム

システム系統図を図-2に示す。ファンF₁により乾燥室から吸引した空気は集熱器で約70℃に加熱され、



写 1 木材乾燥システムの外観

表 1 産業用等ソーラーシステム実用化技術開発(テーマ別開発スケジュール)

テーマ	年度	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
1) カスケーディング・ヒートプロセス型システムの開発												
2) フィックスト・ヒートプロセス型システムの開発												
3) アドバンスド・ヒートプロセス型システムの開発												
4) 長期蓄熱システムの開発												
① 土中蓄熱システム												
② 化学反応熱利用長期蓄熱システム												

* 新エネルギー総合開発機構太陽技術開発室主査

** 新エネルギー総合開発機構太陽技術開発室主査

〒170 東京都豊島区東池袋3-1-1 サンシャイン60・29階

要素研究 製 作
設 計 建 設 運転研究等

ミキシング室に供給される。一方、ファンF₂により乾燥室とミキシング室を空気が循環し、乾燥室を約40℃に保ち木材を乾燥させる。乾燥室内の湿度が設定値以上になると、吸排気により外気を取り入れる方式となっている。

本システムは建築用木材等の林業品以外にも農水産品、工業品の乾燥処理等、幅広く応用できるため、その実用化が期待される。

3. 今後の開発予定

今後、63年度末まで運転研究を行い、運転データの解析・評価をし、高性能で経済性のある太陽熱利用乾燥システムの実用化技術の確立を図ることとしている。

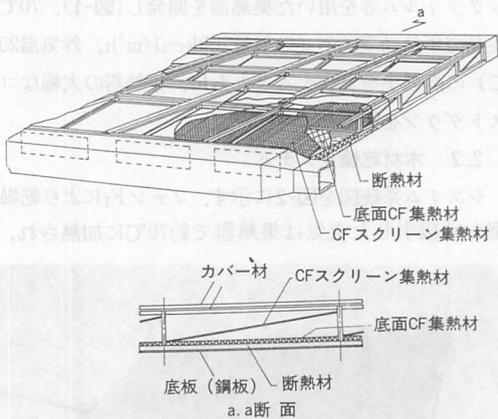


図-1 空気集熱器

III. アドバンスト・ヒートプロセス型システム

1. 太陽熱利用高性能冷蔵システム

1.1 開発の目的

本開発は、「太陽熱集熱器により集熱された140℃程度の加熱水を吸収式冷凍機の駆動エネルギーとし、冷蔵倉庫内温度を0～5℃に保持する太陽熱利用冷蔵システムの実用化技術を確立すること。」を目的としている。このため、実証プラントを沖縄県中城村の北中城村農業開発圃敷地内に建設し、運転研究を行っている(写2)。

1.2 開発の現況

(1) 集熱器

真空ガラス管内に反射板を有する真空管型集熱器を開発し、集熱効率55%（反射板開口面積基準、日射量700kcal/m²h、外気温30℃）で140℃以上の高温を得ている。

(2) 吸収式冷凍機

これまでの冷媒（水）、吸収剤（臭化リチウム）に代わり、冷媒にTFE（トリフルオロエタノール）と吸収材NMP（Nメチル2ピロリドン）を用いた吸収式冷凍機を開発することにより、今までに例のない-7℃の低温を効率良く得ることが可能となった。図-3は吸収式冷凍機の成績係数（冷熱出熱量/太陽熱入熱量）を示したものである。

(3) システム

システム系統図を図-4に示す。約140℃で集熱され

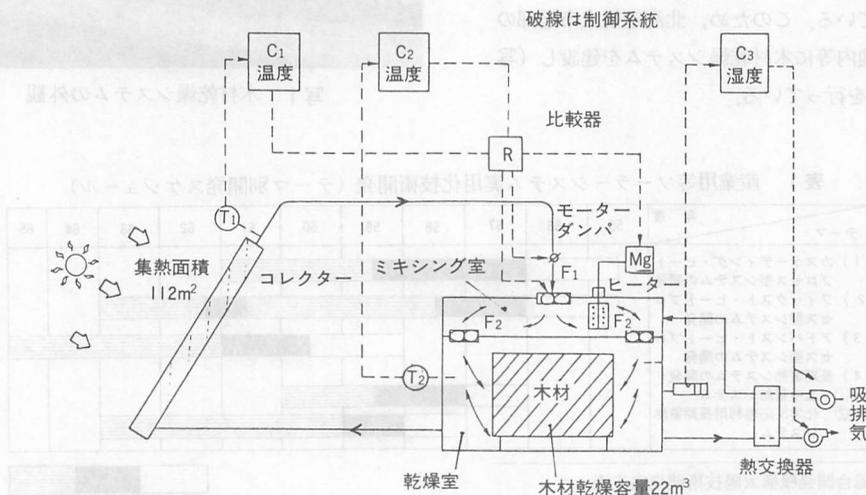


図-2 システム系統図

た加熱水は高温蓄熱槽を介して、吸収式冷凍機に供給される。吸収式冷凍機により $-7\sim-15^{\circ}\text{C}$ に冷却されたブラインは、ブライントankに貯えられた後、冷蔵倉庫のクーラーに導かれ、庫内を $0\sim-3^{\circ}\text{C}$ に保つ。一方、負荷が少なくブラインが -12°C 以下になった場

合は低温蓄熱槽に蓄冷される方式となっている。

本システムでは、太陽熱依存率50%以上、電力節約30%程度、太陽熱利用率（集熱器効率×吸収式冷凍機の成績係数）がピーク時約0.22以上を目標としている。

1.3 今後の開発予定

北中城村などが第3セクター方式で設立した北中城村農業開発(株)等の協力を得て、野菜、花などを実際に貯蔵して、今後63年度まで運転研究を行い、太陽熱利用高性能冷蔵システムの効率的運転技法を確立するとともに、運転データの解析・評価を行い、高性能かつ経済性のある太陽熱利用冷蔵システム技術の確立を図る予定である。

2. 高温領域用太陽熱利用システム

2.1 開発の目的

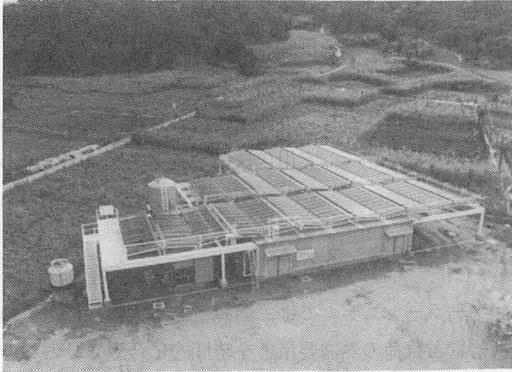
本開発は、「高温領域用（ $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ ）のはん用低コスト型集熱装置（7万円/ m^2 以下、重量 $24\text{kg}/\text{m}^2$ 以下）の開発を行い、ソーラーシステムの高温暖域用への適用性を検証すること」を目的としている。

本集熱装置は、産業用で使用されている蒸気ボイラーに代替することを目的としているため、 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ の温度領域において集熱効率が優れ、低コストで、かつ耐久性が要求される。さらに工場の屋根への設置も考慮するため、軽量化も重要な研究課題となっている。

2.2 開発の現況

(1) 集熱器

高温領域（ $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ ）の集熱器の原理は、図-5の



写2 冷蔵システムの外観

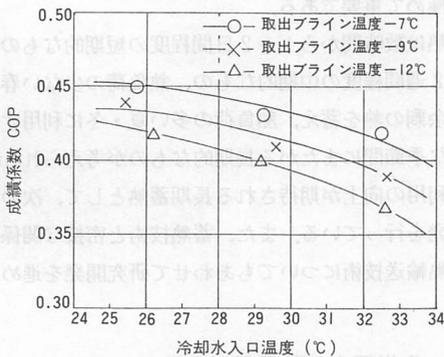


図-3 吸収式冷凍機の成績係数

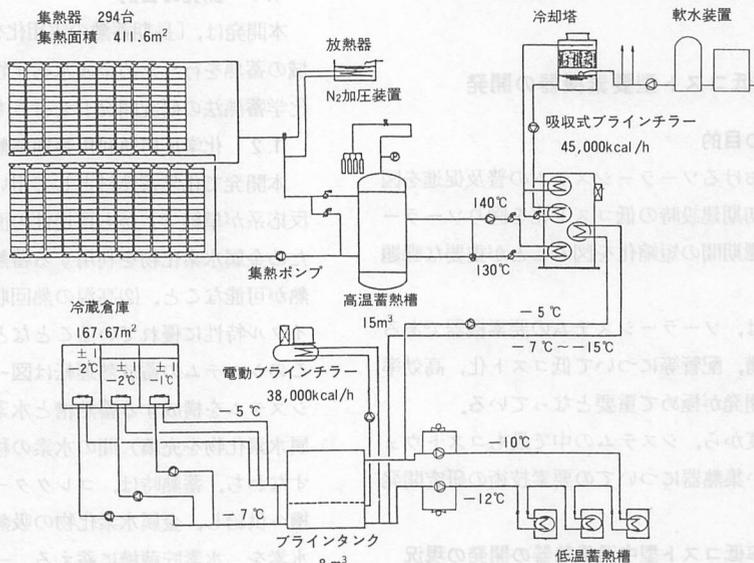


図-4 システム系統図

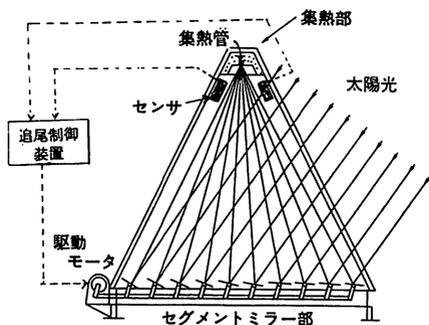


図-5 セグメントミラー型集熱器（原理図）

とおりであり、太陽光をセグメントミラーで集光し、集熱部に集め、熱媒体に熱を伝える。また、集熱部両側に設けられたセンサーにより、集光した光を検出し、セグメントミラーを駆動し、常に集熱部に集光するように制御する1軸追尾制御機能を有している。

研究開発のポイントは、高効率化（集熱効率50%以上、日射量688kcal/m²h、外気温20℃）と低コスト化であり、耐久性、集熱性能等を総合的に評価して開発を進めている。

(2) 集熱実験装置

上記で開発した集熱器を実用に供するための各種データ収集及び性能・経済性等の評価を行うために、集熱実験装置を製作し、運転研究中である。

2.3 今後の開発予定

今後、63年度まで集熱実験装置の運転研究を行い、高温領域用太陽熱利用技術を確立するとともに、ソーラーシステムの高温暖領域用への適用性を検証して行く予定である。

3. 高効率低コスト型要素機器の開発

3.1 開発の目的

産業分野におけるソーラーシステムの普及促進を図るためには、初期建設時の低コスト化を図りソーラーシステムの償還期間の短縮化を図ることが重要な課題である。

そのためには、ソーラーシステムの要素機器である集熱器、蓄熱槽、配管等について低コスト化、高効率化を図る研究開発が極めて重要となっている。

そこで62年度から、システムの中で最もコストウェイト比率の高い集熱器についての要素技術の研究開発を進めている。

3.2 高効率低コスト型中温集熱器の開発の現況

中温用（90℃）集熱器について、高効率化（単管で

70%以上、日射量780kcal/m²h、外気温20℃）を図り、かつ低コスト化（既存中温用集熱器価格の30%減）を図ることを目標としている。

この目標のため、ガラス管形状、ガラス管の強度、残留応力をもたないロングガラス管、長寿命真空封着方法、低コスト型ベローズ等の開発の検討を開始した。

3.3 今後の開発予定

今後、65年度まで中温用集熱器の要素研究として、集熱器の設計、試作、性能・耐久性試験、及び評価等について取り組み、実用化技術の確立を図る予定である。

IV. 長期蓄熱システム

ソーラーシステムでは、熱源である太陽熱による熱供給量と負荷の熱需要量とを時間的に合致させることは非常に困難であり、これに対処するためには蓄熱技術が極めて重要である。

蓄熱は数時間から1～2日間程度の短期的なもの、1～2週間程度の中期的なもの、熱負荷の少ない春・秋に余剰の熱を蓄え、熱負荷の多い夏・冬に利用するような季節間にまたがる長期的なものが考えられるが、有効利用の向上が期待される長期蓄熱として、次の研究開発を行っている。また、蓄熱技術と密接な関係にある熱輸送技術についてもあわせて研究開発を進めている。

1. 化学反応熱利用長期蓄熱システム

1.1 開発の目的

本開発は、「長期蓄熱の実用化を目指す中で、中高温域の蓄熱を行うため金属水素化物の反応熱を利用した化学蓄熱法の研究開発」を行うものである。

1.2 化学反応熱利用長期蓄熱技術の概要

本開発で化学蓄熱材として用いる金属水素化物は、反応系が単純でしかも可逆性の面で優れており、このため金属水素化物を利用する蓄熱技術では、(1)長期蓄熱が可能なこと、(2)高温の熱回収が可能なこと、(3)サイクル特性に優れていることなどの特性が期待できる。このシステムの蓄放熱運転は図-6に示すように、蓄熱システムを構成する蓄熱槽と水素貯蔵槽（両槽内は金属水素化物を充填）間の水素の移動により行われる。すなわち、蓄熱時は、コレクターで集熱した熱を蓄熱槽へ供給し、金属水素化物の吸熱反応により分解する水素を、水素貯蔵槽に蓄える。一方、放熱時は、水素貯蔵槽の水素を再び蓄熱槽に戻し、蓄熱槽の金属と水

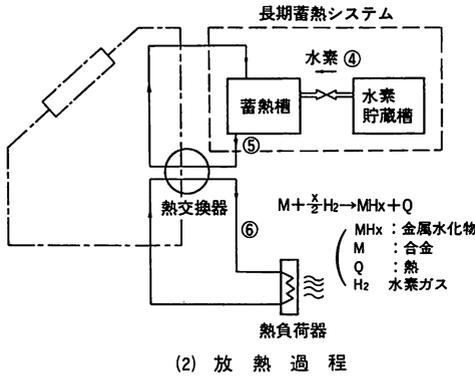
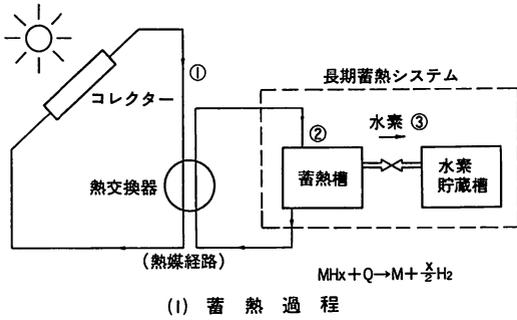


図-6 蓄熱システムの原理

素との反応で発生する反応熱を回収する。

1.3 開発の現況

研究開発のポイントは、集熱温度レベルに適した蓄熱材料、高効率で蓄放熱が可能な蓄熱槽（水素貯蔵槽を含む）及びシステムの制御技術の開発である。

本開発では、蓄熱材として希土類—ニッケル基合金を用いること、蓄熱槽として、金属水素化物の反応熱を効率良く熱交換するために伝熱媒体としてヒートパイプを用いること、さらに熱損失を極力少なくするため、金属水素化物と耐圧容器との断熱性の高い構造を採用することなどの点が蓄熱システムの性能向上に大きく寄与することを見出した。

これらの基盤技術を基に、本開発では、蓄熱システムの試作を中心に進め、1次試作蓄熱槽（5 Mcal）、2次試作蓄熱槽（10Mcal）の試作・運転を行い、いずれも熱回収効率80%以上の効率の高い蓄熱が可能であることを確認した。図-7は2次試作（10Mcal）の放熱

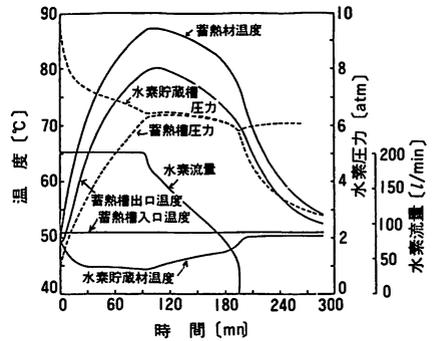


図-7 放熱過程特性図

過程の運転結果である。回収熱媒の最高温度が80℃に達していることがわかる。

現在、さらに温度の高い範囲で使用可能な中高温度（90～150℃）蓄熱材料の研究を行っている。また、この蓄熱システムの多様化をめざして、熱輸送材料、熱輸送ユニット化技術等の研究を行い熱輸送技術への展開も図り、研究を進めている。さらに、太陽熱利用における蓄熱・熱輸送のプロセスを高効率、低コスト化するための革新的技術の調査・研究を進めている。

1.4 今後の開発予定

今後、蓄熱技術では、実用化規模の蓄熱システム（200Mcal）の概念設計を行い、さらに蓄熱システムの利用範囲の拡大を図るため実験規模熱輸送システムの試作・運転等も行い、蓄熱・熱輸送技術の高度化を検討していく予定である。

V. おわりに

以上、NEDO事業における「産業用等ソーラーシステム実用化技術開発」の現況と開発予定について概要を紹介した。今までの研究開発は産業分野での熱利用形態に応じた利用システムの開発が主力であり、これらについては当初目標を達成したと考えられるが、今後、更に長期的視点に基づいた産業用等ソーラーシステムの基盤技術を確立する目的で、今までの研究成果を踏まえ、より高性能・低コスト型の要素機器の開発を着実に推進して行く予定である。