

第1章 新エネルギーの概要

第1章 新エネルギーの概要

1 新エネルギーとは

新エネルギーに関する明確な定義は存在しないが、一般には太陽エネルギーや風力エネルギーなどの再生可能エネルギー（自然エネルギー）、ごみ焼却排熱などの未利用エネルギー、コージェネレーションや燃料電池などの従来型エネルギーの新利用形態、電気自動車や天然ガス自動車などのクリーンエネルギー自動車を含めて新エネルギーと呼んでいる。

太陽光、風力エネルギー等の再生可能エネルギーは、国内に無尽蔵に賦存しており、CO₂等の温室効果ガスの発生が少ないことから、地球環境対策の観点からも極めて有効なエネルギーであるとされている。

また、従来は焼却されていた廃棄物からのエネルギー回収等の未利用エネルギーについては、今まで自然界に廃棄されていた熱エネルギーの有効利用であり、クリーンエネルギー自動車やコージェネレーション、ヒートポンプ等のエネルギー高効率利用システムは、従来型エネルギーの新利用形態であり、従来と比較して、CO₂、NO_x等の排出量が少なく、環境負荷特性が優れている。

これらの新エネルギーの導入が推進されている背景の一つとしては、近年の世界的な地球環境問題への関心の高まりがある。排出されるCO₂、NO_x、SO_x等に起因する、地球温暖化、酸性雨、砂漠化等の地球環境問題を考える上でも、今後新エネルギーの普及促進を図っていくことが必要である。

本調査では、以下のものを新エネルギーとして調査する。

- ・再生可能エネルギー（自然エネルギー）
 - 太陽エネルギー
 - 風力エネルギー
 - 海洋エネルギー
 - 温度差エネルギー
- ・未利用エネルギー
 - バイオマスエネルギー
 - 廃棄物エネルギー
 - 工場排熱エネルギー
- ・従来型エネルギーの新利用形態
 - コージェネレーション
 - クリーンエネルギー自動車
 - 燃料電池

2 個別の新エネルギーの特性と技術動向

(1) 再生可能エネルギー（自然エネルギー）

再生可能エネルギーは、太陽、風力、海洋エネルギー等、自然界に存在する無尽蔵なエネルギーのことを指す。

①太陽エネルギー（太陽光発電、太陽熱利用）

ア 太陽光発電

(ア) 仕組みと特性

太陽電池とは、シリコンなどの半導体物質に光が当たると、電気が発生する現象（光電効果）を利用したものであり、太陽光を直接電力に変換して取り出すことができる。

現在開発されている太陽電池の種類を図1-2-1に示す。今のところ主に太陽電池として採用されているのは、シリコン半導体の単結晶、多結晶、アモルファスである。その他の薄膜多結晶やⅡ-VI族のものは、薄膜太陽電池として、Ⅲ-V族は超高効率の太陽電池として開発が進められている。日本における種類別太陽電池の生産量を図1-2-2に示す。多結晶の生産量の伸びが近年著しい。

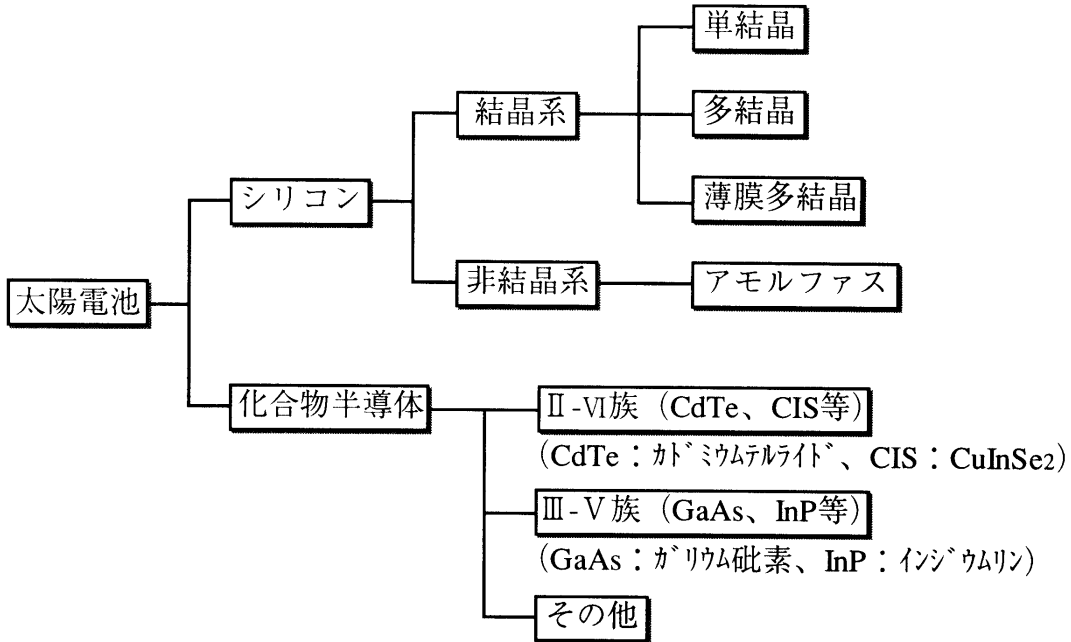
太陽電池は、10cm角程度の板状のものが最小単位となっておりこれをセルと呼ぶ。セル一枚では電圧が0.5V程度と低いため、これを直列に組み合わせて耐候性パッケージに収納して利用する。このパッケージの単位がモジュールであり、1m角程度の大きさで出力がおおよそ100W程度のものになる。さらにモジュールを直列や並列に組み合わせて必要な発電電力を得るよう大型パネル化したものを太陽電池アレイと呼ぶ（図1-2-3参照）。太陽電池により実際に発電を行うためには、電池の最小単位であるセルを組み合わせた太陽電池モジュールの他に、設置のための架台、直流を交流に変換するインバータ等、発生した電力を使用用途に応じて変換する一連のシステムが必要である（図1-2-4参照）。

太陽光発電は、基本的に日射条件が良好な場所であれば広く利用可能であり、動作部分がなく静粛であることから一般の住宅への導入も容易である。ただし、住宅用として3kW程度の発電システムを導入するためには、設置面積として、最低限単結晶シリコンで20m²、多結晶シリコンで23m²程度が必要である。また、太陽電池単体でも300kg前後の重量となるため、屋根等に設置する場合には、それに耐えうる建物の強度が必要となる。

利用用途としては、住宅の家電機器用、街灯など共用設備用、ビルの一部照明・動力用、さらには離島などの分散電源用など住宅、公共施設、産業施設分野での幅広い利用が期待される。また、太陽電池は水、燃料が不要であるだけでなく、保守管理が容易な事から、災害

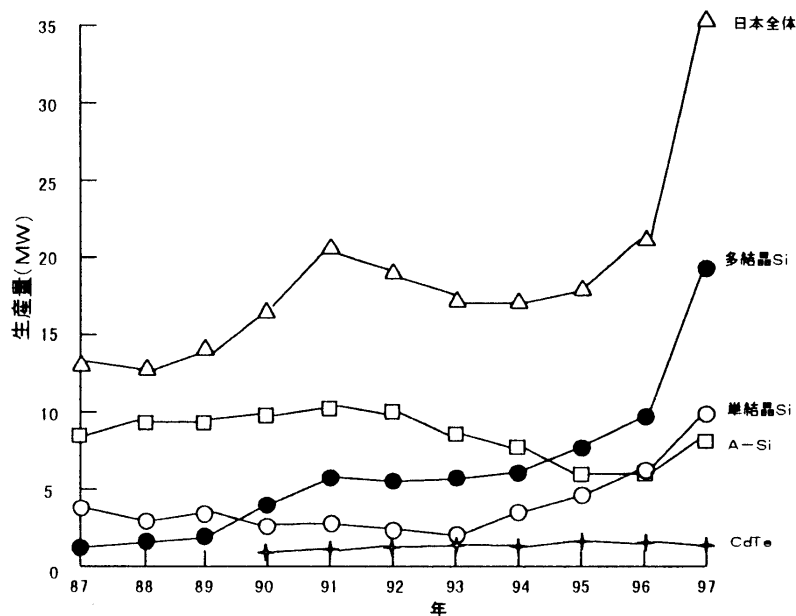
時の避難所となるような施設に導入し避難誘導灯用電源として利用するなど都市防災の視点から電源確保の一端を担うことが期待されている。

図 1 - 2 - 1 太陽電池の種類



注) 族 (II、VI族等) は、元素の周期表上で縦の列に並んだグループのことであり、同族の元素は化学的性質が類似している。

図 1 - 2 - 2 日本における種類別太陽電池生産量



出所) PV News 1998.2

図1-2-3 太陽電池モジュールとアレイ

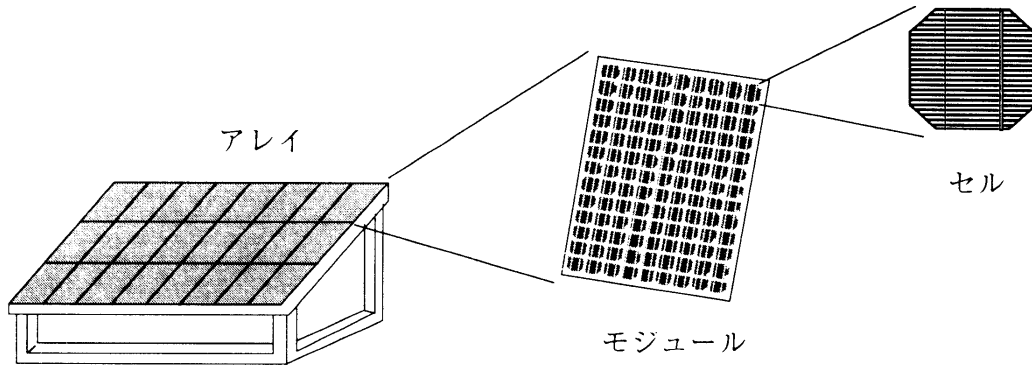
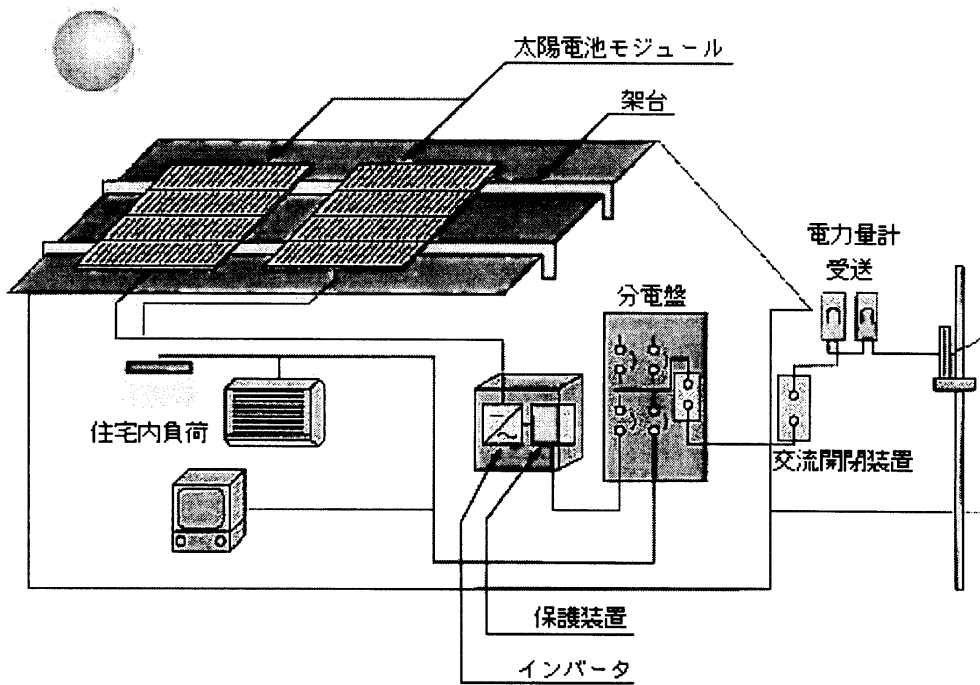


図1-2-4 住宅用太陽光発電システムのイメージ



(イ) 経済性

現状における太陽光発電システムの設置コストは、1kWあたり約100万円となっている(戸建住宅用で発電規模3kW程度の低圧連系システム、平成9年時点)。これに相当する発電コストは、金利等の要因によって変わってくるものの、79.5円/kWh程度となる^{注1}。ただし、実際に太陽光発電を住宅に導入する際には、1kWあたり30万円を上限とし設置価格の1/3程度の補助金を受けることができる。これを考慮し、3kWシステムで90万円程度の補助が期待できるとすると、単純に考えて発電コストは56円/kWh程度となる。一方、住宅等の低圧用としての利用の場合、太陽光発電からの余剰電力購入料金は、一般家庭の電力料金と同一の24円/kWh程度から始まっており、売電量が増えるに従いより低い購入料金が適用される^{注2}。各電力会社の太陽光発電等からの余剰電力購入料金を表1-2-1に示す。こうしたこともあり、現状では単純に経済性だけを考慮すると採算に見合わない。

しかし、今後の展望としては、建材一体化等の技術開発および一層の量産規模の拡大・流通体制の整備により、更なるコスト低下が見込まれている^{注3}。

薄型多結晶太陽電池においては、年産100MWで試算した場合、製造原価ベースではあるものの、一般家庭の電気料金に近いコストで発電を行う技術水準に達しているという報告もなされている^{注3}。

表1-2-1 太陽光発電等からの余剰電力購入料金(平成10年10月1日現在)

		[円/kWh]									
		北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
従量電灯の場合		23.23	22.62	24.65	23.74	21.91	24.48	25.23	24.12	24.30	23.97
				↓	↓					↓	
				22.40	21.59					22.15	
				↓	↓					↓	
				16.85	15.97					16.75	
業務用電力 (高圧の場合)	夏季	14.94	16.24	16.15	16.23	15.98	14.15	15.84	16.01	16.90	16.31
	その他季		14.76	14.65	14.76	14.53	12.86	14.40	14.55	15.35	14.83
高圧電力A の場合	夏季	10.16	11.47	11.05	11.70	10.76	11.07	12.43	11.97	12.35	10.88
	その他季		10.43	10.05	10.64	9.78	10.06	11.30	10.88	11.20	9.89
メニュー改定時期		10年2月	10年2月	10年2月	10年2月	10年2月	10年2月	10年2月	10年2月	10年2月	10年2月

注) 表中の↓は、余剰電力量が多くなるにつれ、それに該当する電力使用量の段階区分での購入単価が適用されることを示す。言い換えると、電力量料金単価で余剰電力が購入されるということである。それ以外の従量電灯の場合での購入料金は、段階料金の2段階目を一律に適用したものとなっている。

^{注1} 金利4%、耐用年数20年、修繕・保守比率1%とし、システム利用率を12%とした場合。

^{注2} 中部電力における平成10年10月1日現在の値。

^{注3} 新エネルギー便覧

(ウ) 技術動向

現在は、太陽光発電の実用化に向けて、太陽電池の高性能化、低コスト化、システムを構成する周辺装置の高効率化の事項についての研究開発が進められている。

○太陽電池高性能化

現在市場で扱われている太陽電池のモジュール効率は、単結晶で12～15%、多結晶で10～14%、アモルファスで6～8%となっている。

また、開発途上の技術であるが、通商産業省工業技術院が発足させた「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）の中では、平成8年度までに太陽電池の変換効率が、薄型多結晶太陽電池モジュールで15%、30cm×40cmのアモルファス太陽電池で9.47%等を達成したとの成果が報告されている。超高効率太陽電池にいたっては、1cm角という非常に小さいものではあるものの変換効率33.3%が達成されており、更なる高効率を目指した基礎的研究が進められている。

○低コスト化

量産化要素技術開発の一環として、原材料の低コスト生産、原料の低減化、加工の簡素化、セルの生産高速化や大面積化等の開発が推進されている。

○システムを構成する周辺装置の高効率化

インバータ、架台等の周辺装置の高性能化や住宅用低コスト汎用架台の製造技術の開発等が進められている。また、開発途上のインバータでは、93%という高効率が達成されている。

(エ) 導入事例

太陽光発電の全国的な導入事例から、特徴的なものを用途別にまとめたものを表に示す。また、個別の導入事例をいくつか紹介する。なお、こうした発電システムの設置場所は主に建物の屋根・屋上であるが、高速道路の遮音壁等への設置や窓ガラスに取り込んだ形で設置する形式もある。

表1-2-2 太陽光発電の導入例

用途	内容	導入状況
一般住宅の屋根・屋上への設置	一般住宅の屋根に太陽電池をとりつけ、建物内の電力需要をまかなう。余った電力については電気事業者に売電することもできる。	新エネルギー財団等の補助事業実績としては、平成8年現在、住宅に3590件導入されている。
公共施設等の屋根・屋上への設置	公共施設、業務用建物などの屋根に太陽電池をとりつけ、建物内の電力需要をまかなう。余った電力については電気事業者に売電することもできる。一般住宅と異なり、設置可能面積が広いため発電容量が比較的大きなものが多い。	NEDO等の補助事業実績としては、平成9年現在、公共施設等に177件導入されている。
非常用電源	系統からの電力供給が止まるなどの非常時において、行政広報・災害情報、広域避難場所誘導灯（公園、小学校）等の非常用電源として活用する。	公園や小学校等の一部に導入されている。
遠隔施設等電源	無線中継所、雨量・水位観測所など、電線網から離れた場所の施設における電源として利用する。	一部の観測所に導入されている。
モニュメント（時計台等）	太陽電池により発電した電気を、時計等の特定の電源として利用する。夜間等発電の行えない時間帯は蓄電池でまかなう。電線から電気を持ってくる必要がないため、公園や競技場など屋外の電線から離れた場所への設置も容易である。	公園、競技場などの他に、役場等で多数導入されている。
公園等の街路灯・照明	蓄電池とセットにすることにより、昼間発電した電力を公園等屋外の夜間照明、病虫害用誘殺灯等に利用する。また、史跡・文化財の案内板、ソーラーガイドポスト、トンネル内照明の電源としても利用している。	大規模な公園、農業施設等で多数導入されている。
噴水等の動力源	噴水等の駆動力やポンプ等の動力源として太陽光発電により得た電気を利用する。	博物館などの公共施設や民間企業の噴水やポンプ用電力として導入されている。
道路標識	中央分離帯反射板、道路標識（標示灯、可変標識、交差点中心鏡）等の電源として利用する。	全国各地の道路に多数導入されている。
水耕栽培	太陽電池により発電した電力を蓄電池に蓄え、その電力を夜間の照明、温風機、液肥ポンプ等に供給し、電照水耕栽培を行うものである。	北海道における導入例が報告されている。
電気フェンス	太陽電池を利用したソーラー電気柵により、野生動物の侵入を防ぎ、農作物等を守る用途に利用する（食害対策）。	北海道、京都府などにおける導入例が報告されている。

I) 住宅公共施設等 (香川県満濃町庁舎)

特選入選 (エ)

①導入の背景及び使用用途

豊かな自然と環境を守る姿勢を町内外に強く印象づけるとともに、災害時の庁舎及び防災センターの照明、OA機器、放送設備等の電源を確保することを目的として設置されている。

②システムの概要

蓄電池を用いた防災対応型としており、災害時には庁舎の非常電源としても活用できる。建築デザインを損なわない、近隣への反射公害がない、漏水等の心配がない、軽量のため地震等の自然災害に強い等の特徴を生かして、屋根材一体型アモルファス太陽電池を採用している。今のところ屋根一体型アモルファス太陽電池では、国内最大のシステムとなっている。

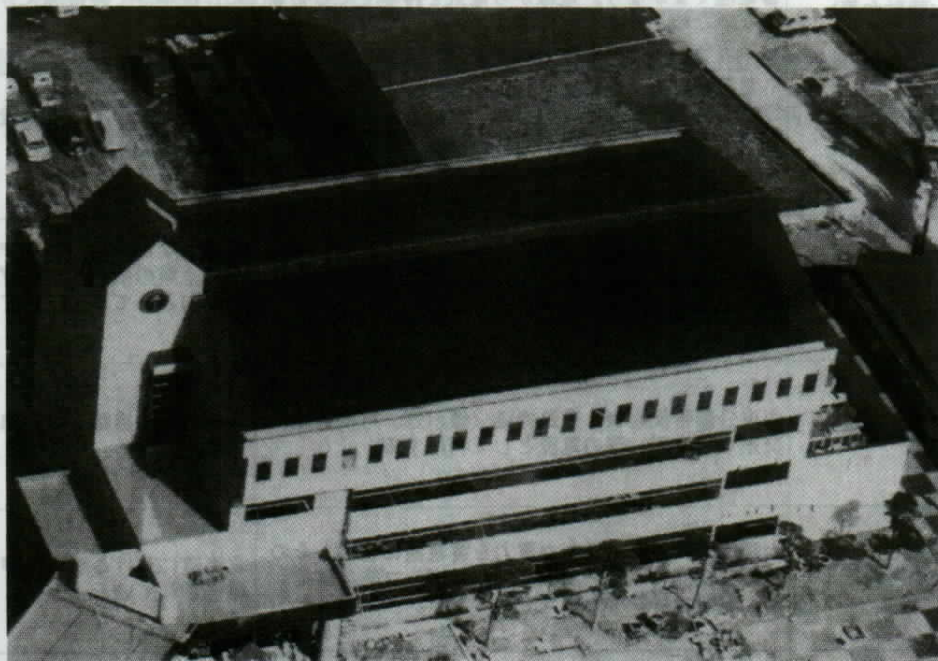
- ・太陽電池モジュール 屋根材一体型アモルファス太陽電池 40kW (712.8m²)
- ・パワーコンディショナー (インバータ) 容量 40kW
- ・停電時自立運転機能つき バックアップ蓄電池容量 約115kWh

③効果

本システムは夏の電力需要のピーク時に最大電力が得られるため電力会社との契約電力の基本となる最大受電電力の低減にも寄与している。

また、太陽光発電により年間のエネルギー代が安くなるという以外にも、一般来庁者へのPR効果、職員間での節電意識の高まりにより電力料金の削減効果などがみられるとされている。

図1-2-5 庁舎全景



Ⅱ) 国道の遮音壁への設置と道路電源としての利用例

自動車道インターチェンジの入口付近の遮音壁に、140mにわたり太陽電池280台が取り付けられており、年間約16,000kWh（一般家庭の4軒分の使用電力量に相当）の電力が発電される。この電力により、国道の側道の照明やLED（発光ダイオード）の道路情報板の電力がまかなわれている。

図1-2-6 国道の遮音壁にとりつけられた太陽電池
(名阪国道、天理インターチェンジ付近)



出所) 毎日新聞社

図1-2-7 太陽電池システムから電気の供給を受ける道路情報板



出所) 毎日新聞社

Ⅲ) 一般住宅への設置例

一般住宅の屋根に、太陽光電池が取り付けられている例を図に示す。現状では、既存の電源と比較した場合、コスト的な負担が大きいこともあり、設置にあたっては、(財)新エネルギー財団(NEF)等の補助金を利用される場合がほとんどである。また、太陽電池の規模としては、3kW前後のものが主流であり、各社メーカーにより製品のバリエーションは、徐々に広がりつつある。

図1-2-8 住宅の屋根に取り付けられた太陽電池



表1-2-3 太陽電池の仕様

屋根の形状	寄せ棟
屋根葺き材	和瓦
太陽電池モジュール	[129W/26.2V] × 24枚
最大出力	3.10kW

IV) 太陽光・風力発電利用防災用街路灯

新エネルギー（太陽光・風力等）の普及・啓発のためのモデルとして、太陽光と風力により発電される電力を防災用街路灯に利用している。今のところ、熊本県の県庁付近に4基設置されている。

図1-2-9 防災用街路灯

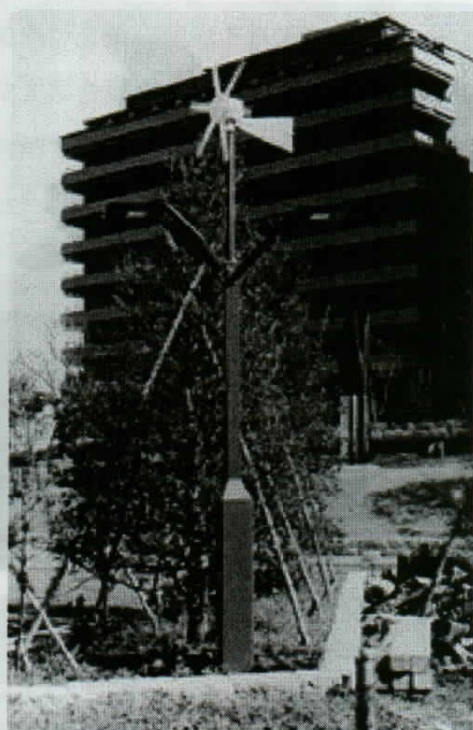
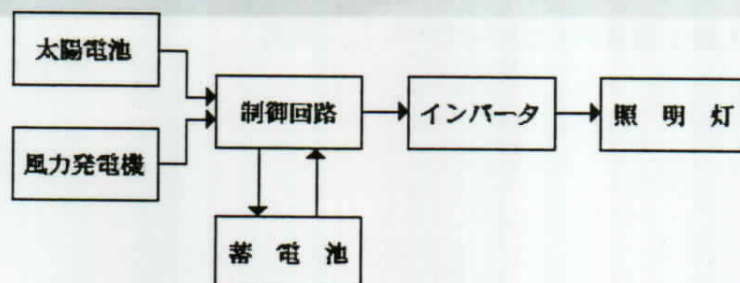


表1-2-4 防災用街路灯仕様

太陽電池	48[W]
風力発電機	72[W]
蓄電池	12[V] / 76[Ah]
照明灯(LCD)	11.4[W]

図1-2-10 機器構成イメージ図

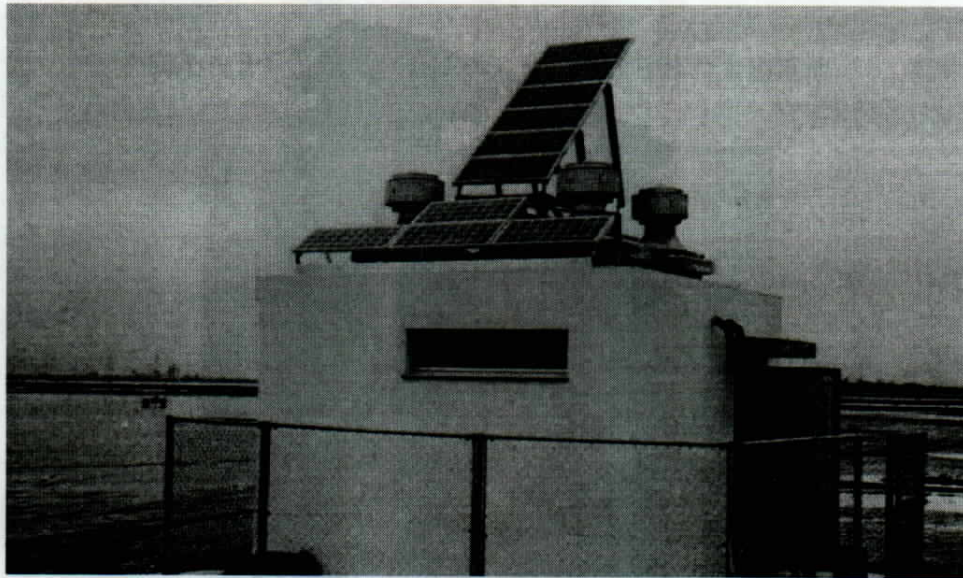


V) 地震観測所の設置例

太陽電池発電装置の設置例 (V)

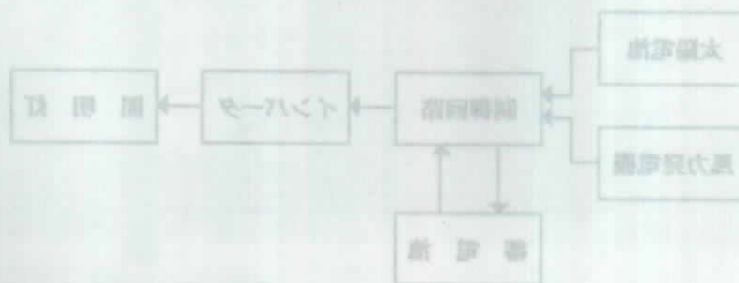
愛知県名古屋市の地震観測所には、最大出力480W (多結晶シリコン) の太陽電池が導入されている。系統連系されていない独立型で観測所内の電力源として利用されている。

図1-2-11 観測所に取り付けられた太陽電池



種別	独立型
設置容量	480W
太陽電池の設置枚数	11枚
最大出力	480W
	12V
	15A
	12V
	11.4W

図1-2-10 観測所用電源装置の構成



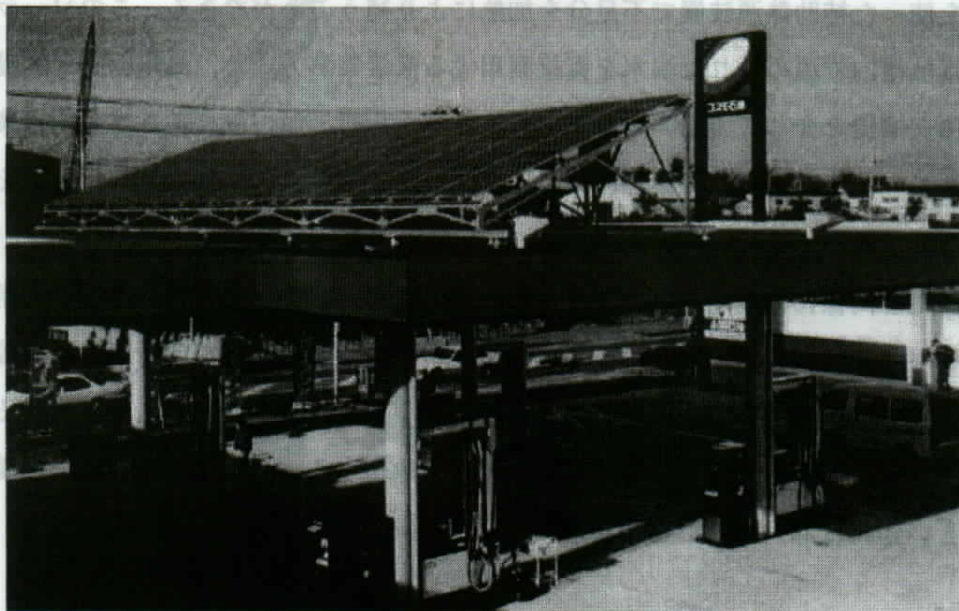
VI) 災害対応拠点への導入 (ガソリンスタンド)

1995年1月の阪神、淡路大震災の際には、電力供給の途絶により、適切な災害救助活動に必要な情報伝達が妨げられ、また、救急車、消防車、警察車両など緊急車両の給油所での燃料補給ができなくなり、その円滑な活動が妨げられた。そこで、独立電源を備え、災害時に自立して、電力会社からの電力供給無しに、ある期間、救助活動を継続できる「ライフスポット」と呼ばれる災害対応拠点が急速に展開されている。

その一環として、大震災や大型台風など壊滅的な災害で一般電力網からの電力供給が途絶した場合にも、緊急車両に給油できるように、固有の独立電源を持つガソリンスタンドが堺市等に設置された。ここでは、災害時だけでなく平常時にもクリーンな電源として活躍している。

本太陽光発電システムの総設備コストは約4,000万円で、その1/3は通産省からの補助金でまかなわれている。主として定期メンテナンス費からなる運転費は、年12,000円と極めて小さい(ただし、鉛蓄電池設備は、6~7年ごとに交換を要する)。

図1-2-12 ガソリンスタンド全景



出所)「ソーラーハウスの設計と施工」、オーム社

イ 太陽熱利用

(ア) 仕組みと特性

太陽熱利用とは、主に建築物の屋上やベランダなどに設置する太陽熱集熱器を用いて、無尽蔵でクリーンな太陽エネルギーを熱として取り出し、利用するものである。

太陽熱利用システムを構成する主要な機器としては、太陽熱を効率よく集める集熱器、雨天や夜間など太陽熱を利用できない場合に利用される蓄熱器、熱損失を少なくし効率よく熱を伝達する配管等の熱輸送系、熱を効率よく変換する熱変換器等がある。

太陽熱利用システムは、太陽熱温水器とソーラーシステムの大きく二つに分けられる（図1-2-13）。

太陽熱温水器は、太陽熱集熱器を用いて太陽の熱を集め、家庭内の給湯に利用する機器である。くみ置型と自然循環型の2種類があり、くみ置型はくんでおいた水を太陽熱で温め利用するものであり、自然循環型は、屋根に集熱器と貯湯タンクを一緒に設置し、水の自然循環作用を利用してより効率的にしたものである。

ソーラーシステムは、集熱器で太陽光により温められた温水を動力ポンプで強制的に循環させることにより、集熱効率をあげるシステムである。所定の温度に達しないときには、ガスや電気を使った補助熱源装置で不足分を加熱により補うことができる。このソーラーシステムは、蓄熱槽内で温められた温水を直接利用する直接集熱方式と、集熱回路と給湯回路を分離し、熱交換器を介して太陽エネルギーを集熱側から給湯側へ熱移動させる間接集熱方式の二つがある。間接方式では、集熱回路に不凍液などを用いて冬場の凍結防止などを図ることができる。

太陽光発電と同様に太陽熱利用システムは、日射量が良好な地域において広く利用が期待される。利用用途としては住宅が中心となるが、ホテル、福祉施設などの事業用施設についても今後、利用が期待される。太陽熱利用では、太陽エネルギーを熱として利用するものであり、電力のように得られたエネルギーを遠方まで輸送することが困難なため、給湯や暖房負荷の大きい建物に導入することが有効である。

図 1 - 2 - 1 3 太陽熱利用システムの種類

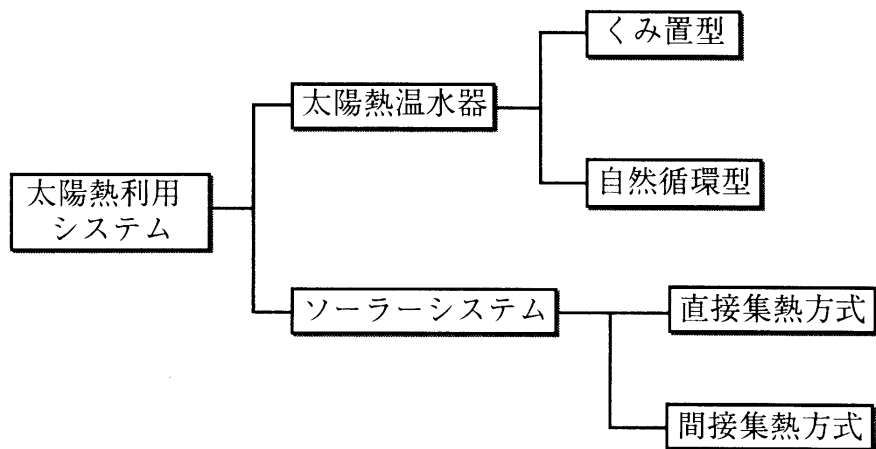
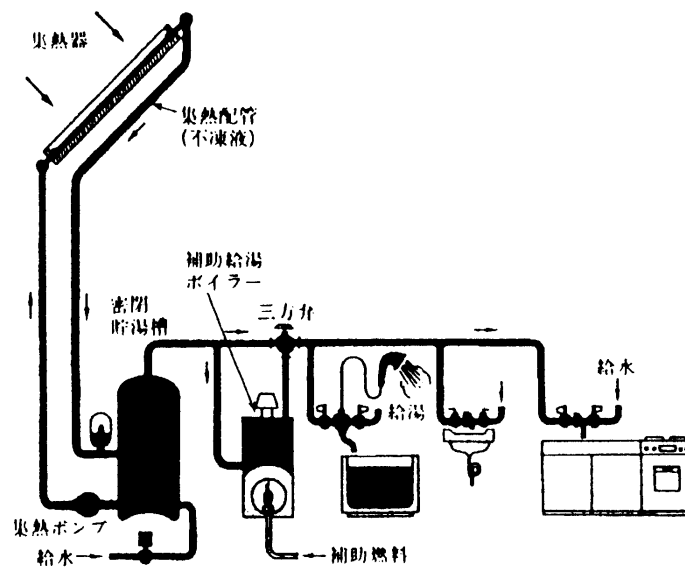


図 1 - 2 - 1 4 太陽熱利用システムフロー (ソーラーシステムの一例)



出所) 「ソーラーハウスの設計と施工」、オーム社

(イ) 経済性

太陽熱温水器（自然循環型）の価格は、工事費込みで約30万円となっており、太陽熱温水器の設置によりガス代にして年間3万円程度^{注4}の節約となる。

ソーラーシステムの価格は、給湯のみのシステムにおいて工事費込みで約90万円となっており、ガス代にして年間6万円程度の節約が可能となる。暖房システムとして利用した場合、機器価格も高くなり、費用は2倍以上、冷房システムも付加すると3倍以上になるが、年間のエネルギー節約額もその分多くなる。

今後は、両者の普及をさらに進めていくことにより、機器費および工事費ともに量産効果による価格低下が期待されている。

(ウ) 技術動向

民生用の太陽熱温水器、ソーラーシステムについては、基本的な技術は、ほぼ確立されている。

一方、産業用については、家庭における需要と違い、より高温、もしくは低温での熱需要が多いことから、ケミカルヒートポンプ技術を用いた昇温技術や、水素吸蔵合金を利用した冷熱取得技術等の開発が今も進められている。

ケミカルヒートポンプは、化学反応を利用したヒートポンプのことであり、太陽熱を化学反応の吸熱反応によって回収、貯蔵し、発熱反応によって高温の熱エネルギーとして利用する技術である。水素吸蔵合金は、常温付近で気体水素を吸収し、加熱すると放出する特性を持つ合金であり、この性質を利用すると、太陽熱エネルギーを水素のガス圧にして輸送することができるほか、それを80℃～-20℃の熱に変換することが可能になる。

^{注4} 集熱面積3.0m²、集熱量195万kcal/年として試算。

(エ) 導入事例

太陽熱利用システムの全国的な導入事例から、特徴的なものを用途別にまとめたものを表に示す。また、個別の導入事例をいくつか紹介する。

表1-2-5 太陽熱利用システムの導入例

用途	内容	導入状況
住宅・公共施設等 (給湯等)	住宅や業務用建物、公共施設などの屋根に集熱器をとりつけ、建物内の給湯需要をまかなう。	導入が進んでおり、国内の普及率は10数%に達している。
住宅・公共施設等 (冷暖房)	住宅や業務用建物、公共施設などの屋根に集熱器をとりつけ、その熱を利用して冷暖房を行う。冷暖房用として必要になるシステムを加える必要があり、給湯での利用と比較して、大がかりな装置となる。	給湯利用ほど、一般的に普及しているわけではないが、公共施設等での導入が進んでいる。
温水プール	太陽熱で温めた温水を施設内のシャワーやプールで利用する。	各地の温水プールのある施設で導入が図られている。
遠隔施設等の給湯	山小屋などの遠隔地で、湯沸かし等の給湯用熱源として利用する。	山小屋などで一部利用されている。
道路の融雪	サービスエリア内、道路、病院の敷地内等に積もった雪を除雪するために、太陽熱で温められた温水を利用する。	豪雪地帯等で、一部利用されている。
温泉の加温	低温の温泉水を加温し、入浴等に適した温度にする。	温泉施設等で、一部利用されている。
籾殻・し尿汚泥乾燥	籾殻・し尿汚泥等を燃焼させエネルギーとして利用するために、乾燥させる工程を太陽熱でまかなう。し尿については、その量を減容化するという目的もある。	滋賀県の農林試験場などでいくつかの事例がある。

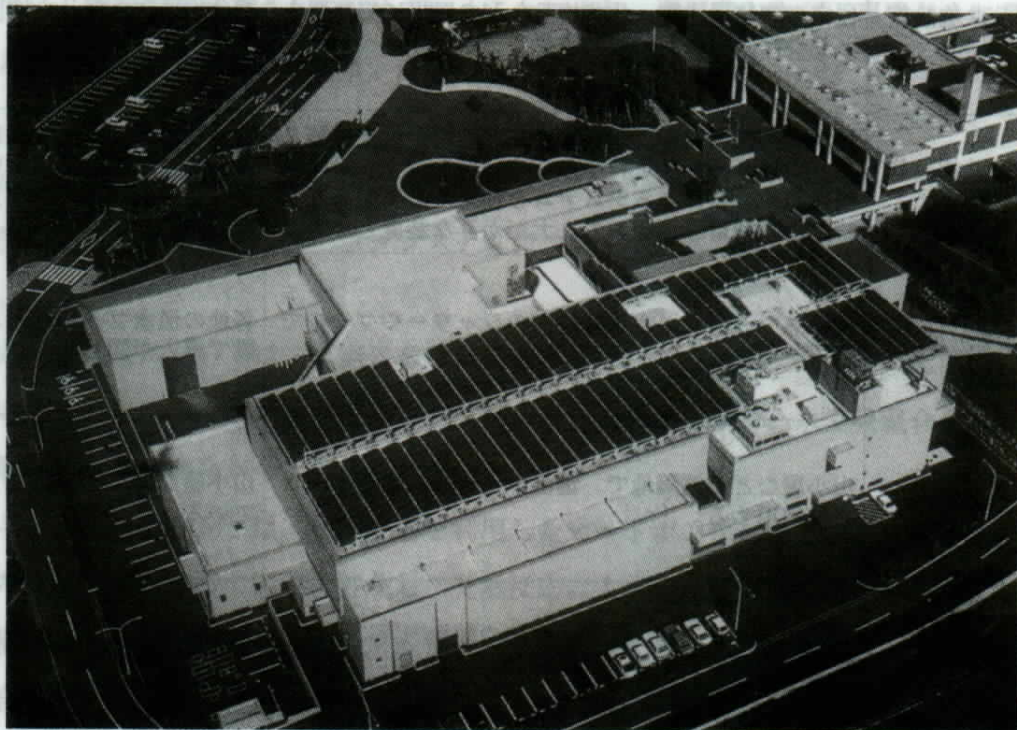
I) 住宅・公共施設等

— 附帯人影 (エ)

(1) 静岡県立美術館

太陽熱利用システムから得られる温水を利用することにより、館内の冷暖房がまかなわれている。平板型集熱器672枚が屋上に並べられており、集熱面積は、1,283m²となっている。蓄熱槽容量は20m³である。

図1-2-15 太陽熱利用システムが導入された美術館の全景



<p>ち取牌第一、ケ夢遊前島新 ふりアア</p>	<p>ナコ更版六」既コ夢宿人、」面版さ水身版の版丹 ふ</p>	<p>版版の島版</p>
<p>ケぶの版版林島の島買新 ふふ地博専のやてう</p>	<p>取牌ア」」一平の平エから島版さ夢遊新島」・島遊 。とさやまケ版版太さ野工ふさる版遊、コひひるす み節目でひるるす計容量の量の子、」ア」ひ」こ」版」 ふふ</p>	<p>島遊新島」・島遊</p>

* 集熱面積3.0m²、集熱量195万kcal/年として試算。

(2)一般住宅 電機の場合、出力が数千ワット〜100キロワット、風車の直径が1〜2メートル程度

一般住宅の屋根に、太陽熱温水器が取り付けられている例を図にしめす。太陽熱利用システムの国内における普及率は10数%に達しており、設置対象として中心になっているのが住宅である。住宅では、コスト的な負担の小さい太陽熱温水器を中心に普及が進んでいる。

土地利用上の制約（自然公園特別保護地区など）がないところでは、自然循環型

図1-2-16 住宅の屋根に取り付けられた太陽熱温水器（自然循環型）

国内では、山国ということもあり大気の流れが欧米に比較して大きく、台風による



230kW〜300kW程度で25〜39円/kWhとなっている。小型のものに関しては、本体だけで百数十万円程度である。

中部電力の風力発電からの電力購入単価（17年間の長期契約メニュー、平成10年10月1日現在）では、購入単価が11.70円/kWhとなっている。一部には既に経済的に成立すると期待されているものもある。電力会社による長期契約時の風力発電からの電力購入単価を表1-2-6に示す。

表1-2-6 風力発電からの電力購入単価（長期契約メニュー）

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関東	中部	四国	九州	沖縄
購入単価	11.60	11.50	11.70	11.70	—	11.40	11.30	11.50	11.50	11.30
(契約期間)	17年間	17年間	15年間	17年間	—	15年間	15年間	15年間	15年間	15年間
契約開始月	10年4月	10年4月	10年5月	10年4月	—	10年7月	10年7月	10年5月	10年10月	10年10月

※ エネルギー・産業技術総合開発機構（NEO）による。
 ※ 平成10年4月から実施

②風力エネルギー

ア 仕組みと特性

風力発電とは、自然界に存在する風の力を利用して風車に連動した発電機を動かし発電を行うシステムのことである。風力エネルギーは、発電時に燃料を消費しないため、クリーンなエネルギーであるとされている。

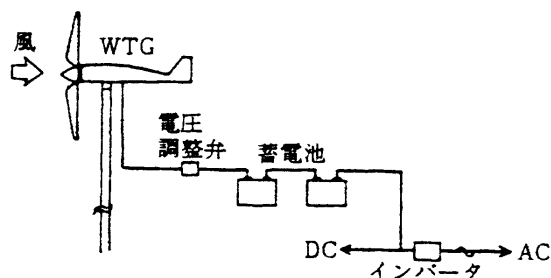
実用化されている風力発電システムの代表的なものとしては、独立電源型と系統連系型の二つがある。

独立電源型は、自給自足の電源設備であり、発電機、電圧制御盤、蓄電池等で構成される簡単なシステムである。数キロワット以下の小型風車に適しているため、家庭用や灯台など辺地における電源として利用されている（図1-2-17参照）。

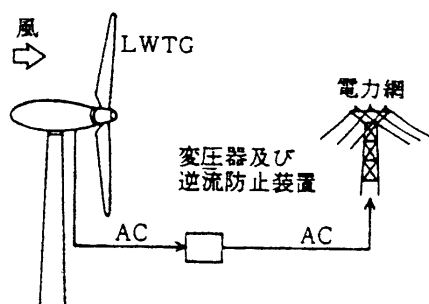
一方、系統連系型は商用電源の一部として電力会社の配電系統と連系した大規模な風力発電システムである。既に、大規模な風車を並べて設置しているウインドファームなどがある。

図1-2-17 風力発電システムのイメージ

①独立電源型



②系統連系型



小型風力発電機の場合、出力が数キロ～100キロワット、風車の直径が1～10 m程度であるため、都市部の公園でも設置が可能である。一方、大型風力発電機を導入するには、設置場所の確保などの検討が必要となる。風車を設置する場所は、平均風速が大きいところ、具体的には風速5 m/sぐらいが必要といわれている。また、標高500m以下、傾斜5度以下、土地利用上の制約（自然公園特別保護地区など）がないこと等が、その他の建設可能条件として考えられている¹⁸⁵。

国内では、山国ということもあり大気の流れが欧米に比較して大きく、台風による暴風が多い等の特徴があるため、導入地域の検討の際にはこれらの点も含め、導入予定地点での綿密な風況精査が必要となる。

イ 経済性

国内において最近設置された事例では、風力発電システムの建設コストは23万円/kW～30.5万円/kWであり、導入規模、導入主体と目的、導入機種、設置場所の状況などにより多少の幅があることなどから、発電コストは8.7円/kWh～12.3円/kWhと推計される。今後は、市場の拡大、設計ツールの整備、情報の普及などにより競争原理が働けば、コストダウンが進むとされている。

一方、現状における青森県竜飛及び沖縄県宮古島における試験的導入の実績としては、250kW～300kW級で25～39円/kWhとなっている。小型のものに関しては、本体だけで百数十万円/kW程度である。

中部電力の風力発電からの電力購入単価（17年間の長期契約メニュー、平成10年10月1日現在）では、購入単価が11.70円¹⁸⁶ となっている。一部には既に経済的に成立すると期待されているものもある。電力会社による長期契約時の風力発電からの電力購入単価を表1-2-6に示す。

表1-2-6 風力発電からの電力購入単価（長期契約メニュー）

	北海道	東北	東京	中部	北陸	関西	中国	四国	九州	沖縄
購入単価	11.60	11.50	11.70	11.70	—	11.40	11.50	11.50	11.50	11.20
(参考:契約期間)	17年間	17年間	15年間	17年間	—	原則 15年間	原則 15年間	原則 15年間	原則 15年間	原則 15年間
メニュー実施月	10年4月	10年4月	10年5月	10年4月	—	10年7月	10年7月	10年5月	10年10月	10年8月

¹⁸⁵ 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）による。

¹⁸⁶ 平成10年4月から実施

ウ 技術動向

これからは、信頼性、耐久性、保守性等に係わる要素技術の開発とともに、建設コスト低減のための大型機の開発、タワーの軽量化等の技術開発を行うことが必要とされている。

現状では、500kW～750kW程度の風車が主流となっているが、さらなる大型化が進められており、ブレード（翼）とロータ（翼の回転力を伝達する部分）の大型化研究をはじめ、大型風力発電システムの信頼性、性能検証試験が行われているほか、集合型風力発電システムを効率的に運転するための制御技術の開発が進められている。

エ 導入事例

風力発電が全国的にどのような用途で導入されているのかまとめたものを表に示す。また、個別の導入事例をいくつか紹介する。

表 1-2-7 風力発電の導入例

用途	内容	導入状況
大型風力発電施設	ある特定の電力需要への対応、もしくは系統連系し売電するといった目的で建てられる大型の風車のことを指す。大型化するに従い、建設コストを安く抑えられることもあり、風況の良い地点に集中して建設もしくは建設計画がなされている。	全国各地の風況の良い地点での導入が図られている。特に、北海道、青森県、沖縄県などの強風地帯では大規模なウインドファームとして導入が進められている。
特定の用途に利用する小型風力発電装置	電力を必要とする建物の近辺に設置し、そこでの照明や床暖房などのための電力需要をまかなう小型の風力発電装置のことである。	老人ホーム、資料館、屋外トイレ等に一部、設置されている。
道路標識・航路標識	道路標識・航路標識等の電源として利用する。	秋田県、新潟県、福岡県等で導入されている。
モニュメント	小型の風車を設置し、モニュメントとして利用する。風車により発電された電気は、風車のライトアップや照明、時計の電源、噴水用モータ電源等に利用される。	全国各地の公園等に設置されている。
山小屋	系統から離れている山小屋等での厨房機器、無線・電話等の電力需要を風車による発電でまかなう。	岐阜県や山梨県等の山岳地帯の山小屋で導入されている。
籾殻燃焼設備	籾殻燃焼設備での加熱・加温需要に対応するため風車で熱を供給する。	青森県で導入されている。

I) 大型風力発電施設

(1) 山形県立川町

① 導入の背景及び使用用途

立川町では、強風を地球にやさしいエネルギーとして活用し、環境問題への小さな行動とPRを図ること、風を多面的に捉え、風にこだわった地域づくりを図ること、町おこしのために心に風を起こすことの3点をコンセプトに総合的な町づくりを進めている。

こうした背景のもと、風力発電による売電事業を行う民間会社が、400kW風車を2基設置し平成8年から本格的な売電事業を開始している。

② システムの概要

風車は、高さ35m、羽の直径31mの大きさと最大出力400kWの能力を持っており、これが2台設置されている。

図1-2-18 風車全景

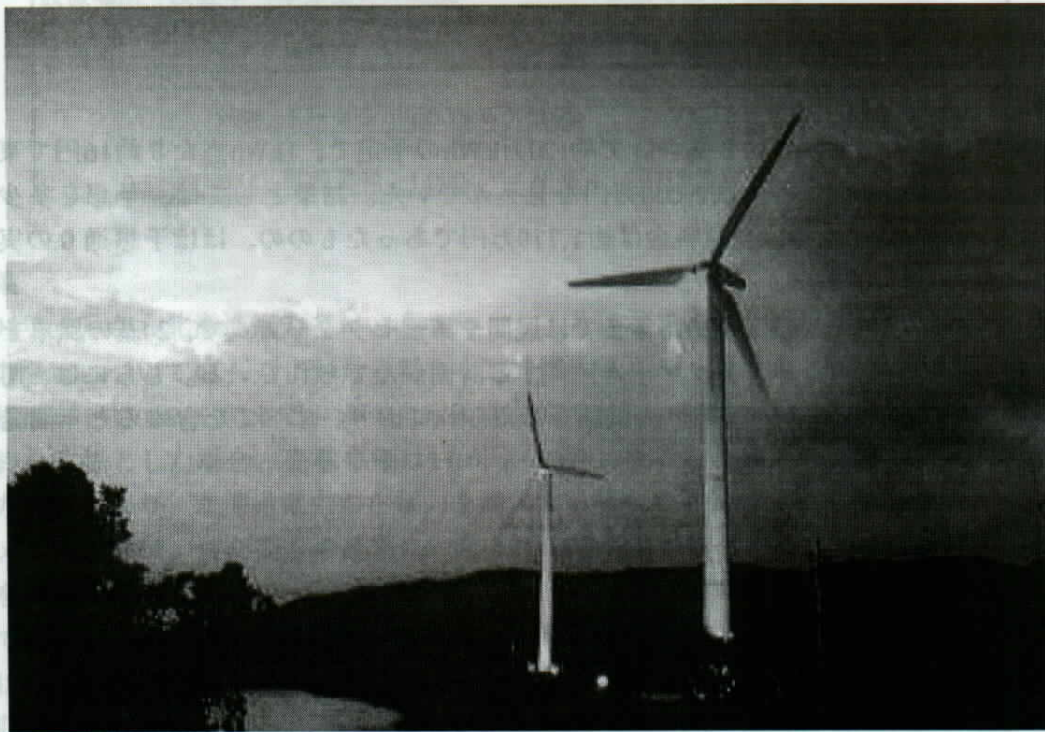


表1-2-10 風力発電からの電力購入新メニュー（北海道電力の場合、1998年4月）

	現行メニュー（※新電力の取扱い）	新メニュー
適用条件	1事業者につき発電出力が1,000kW以下、または自家消費設備の定率が50%以上の場合	左記条件の場合、ただし、現行メニューが適用となる場合でも、希望により新メニューを適用できる。
購入契約期間	単年度契約（自動延長）	受給契約開始日から17年間
購入単価	北海道電力（株）から販売単価	系統連系が済むの場合11.00円/kWh 系統連系が特別高圧の場合11.00円/kWh なお、事業者の希望により適用期間に応じた購入単価を適用することが可能

表 1 - 2 - 8 風力発電所概要

分類	項目	
製造メーカー	MICON社製 M750-400/100kW機×2基	
形式	水平軸プロペラ型固定翼式	
性能	定格出力	400kW
	カットイン風速	3.0 m/s
	カットアウト風速	25.0 m/s
	定格風速	15.0 m/s
ロータ	ブレード枚数	3
	直径	31.0 m
	定格回転数	35.7/23.8 rpm
翼	材質	FRP
発電機	電圧	交流 480V
	周波数	50 Hz
年間予想発電量	一基当たり約60万kWh	

③効果

年間発電量の予測は、当初2基合計で約120万kWhの予定で、1kWh当たり約16円で東北電力に売電し、1996年度で売上高2,000万円を見込んでいた。結果としては、予想を多少下回る約109万kWhの発電量で、売電料金は約1,779万円であったものの、ほぼ予想通りの実績をあげている。

今後、この町では、このほか2000年までに民間や第三セクター方式で、24基の風車を設置し、集合型風力発電（ウインドファーム）にする計画がたてられている。さらには、町内一の強風地帯での1,000kWの大型モデル試験も考えられており、すべてを含めると年間発電量は2,200万kWhになる。

(2)北海道苫前町及び民間によるウインドファーム

①導入の背景及び使用用途

苫前町は、沿岸地域特有の厳しい自然条件を逆手にとり、強風を利用したまちづくりを推進するため全国のモデル地区となるよう整備を図り、町内外へ広くクリーンエネルギーの啓発を図るために、町を主体とした発電事業を進めている。

また、トーメン（株）、電源開発（株）でも、同町内において電力会社へ売電して利益を出すことを目的とした事業を行う計画があり、2000年の運転開始に向けて準備が進められている。

②システムの概要

風車は、苫前町、トーメン、電源開発でそれぞれ表1-2-9に示す規模で設置される予定になっている。3つの事業主体による発電規模の合計は、52,200kWとなる。

表1-2-9 各事業主体における風車規模

設置場所	設置年	事業主体	規模	総発電規模	備考
苫前町	1998 ～2000	苫前町	600kW×2基 1,000kW×1基	2,200kW	平成7年度通産省 地域新エネルギー
	1999	トーメン	1,000kW×20基	20,000kW	
	2000	電源開発	1,000kW×30基	30,000kW	

③効果

1998年4月から北海道電力では、表1-2-10に示すような、事業を目的とする大規模な風力発電についての長期にわたる新たな電力購入メニューを設定している。これによると、発電規模が1,000kWを超えて、かつ自家消費設備の比率が50%未満、特別高圧で17年間の長期契約を前提とした場合、売電単価は11.6円/kWhとなる。これ以外の場合は、現行通り余剰電力扱いとなり、北海道電力から電力を購入する場合の従量料金と同額になる。

新メニューでは、17年間もの長期にわたって売電契約が結べることで、発電事業の長期安定性を確保できるというメリットがある。トーメンの2万kWの場合、スケールメリットによって建設費が25万円/kW以下で可能となり、年平均風速が7m/s以上であることから設備利用率は35%前後が期待でき、その結果、耐用年数を17年としてもその半分程度の期間で、投資回収できるとされている。

表1-2-10 風力発電からの電力購入新メニュー（北海道電力の場合、1998年4月）

	現行メニュー（余剰電力の取扱い）	新メニュー
適用条件	1事業者につき発電出力が1,000kW以下、または自家消費設備の比率が50%以上の場合	左記以外の場合、ただし、現行メニューが適用となる場合でも、希望により新メニューを適用できる。
購入契約期間	単年度契約（自動延長）	受給契約開始日から17年間
購入単価	北海道電力（株）から販売単価	系統連系が高圧の場合11.95円/kWh 系統連系が特別高圧の場合11.60円/kWh なお、事業者の希望により適用期間区分による購入単価を適用することが可能

③海洋エネルギー

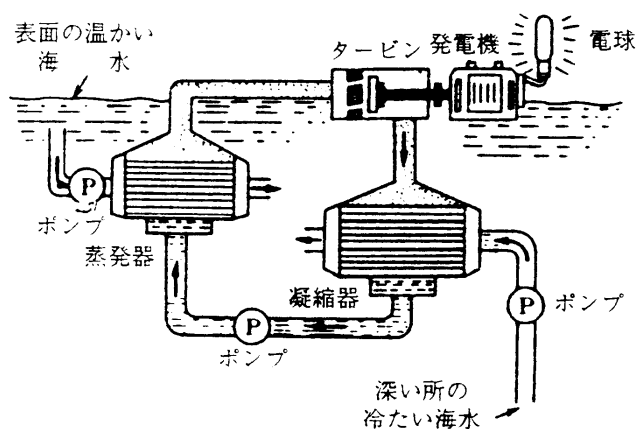
ア 仕組みと特性

海洋は、地球の表面の約7割を占めており、海流、潮汐、波力、海洋温度差などの膨大なエネルギーを有している。しかし、これらの海洋エネルギーは、一般に密度が低いため、効率的にエネルギーを取り出し、発電に利用するための種々の技術開発が現在も行われている。

主な発電方式としては、海洋温度差発電、波力発電、潮汐発電などがある。

海洋温度差発電は、海洋表層の温水と海深500～1,000m程度の深層の冷水との温度差（約10～25℃）を電気エネルギーに変換する発電システムのことである。発電の原理を図1-2-20に示す。太陽熱を受けて温められた表層の海水をポンプで蒸発器の細い管に入れることにより、液体のアンモニアを温めて蒸発させることによりタービンを回す。その後、アンモニア蒸気を凝縮器に送り、深層の冷たい海水により冷却し液体に戻す。このような行程を繰り返して発電を行う。

図1-2-20 海洋温度差発電の原理



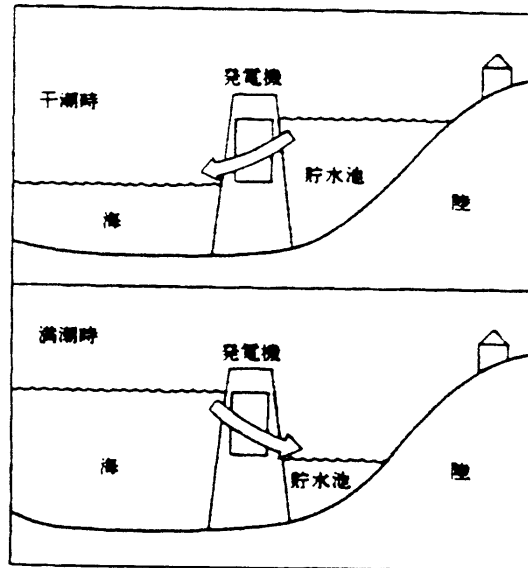
出所) 新エネルギープラザ No.82

波力発電は、波力発電装置内の空気を海面と連動した海水の動きにより押し出してその空気の流れを空気タービンにより電気エネルギーに変換するものである。

波力発電装置は、装置が設置される場所から分類すると海岸と沖合に分かれ、また装置の構造から分類すると固定式と浮体式とに分類でき、組み合わせにより、沿岸固定式（水深5～10メートル）、沖合固定式（水深10～30メートル）、沖合浮体式（水深30～60メートル）の3種類が考えられている。波力エネルギーは、小規模なものは既に海の航路標識用ブイの灯火用電源として利用されており、現在までに国内で482基の実績がある。

潮汐発電とは、潮汐現象による海水の干満差を利用して発電を行うものである。原理は、水力発電と同様であり、図1-2-21に示すように、干潮時、満潮時の両時期に発電が可能である。水位差が自然につくられる点が特徴である。

図1-2-21 潮汐発電の原理



イ 経済性

海洋温度差発電のコストについては、実用化された場合の種々の試算がなされている。それによると、50～100MWの大型プラントで15～7円/kWh、1～5MWの小型では29～20円/kWhであると試算されている。一方、学会で報告された一つのモデル試算では、小型システムで50～70円/kWhとの報告もなされている。

波力発電のコストは、沿岸固定式で防波堤の建設費を含めた場合、60～130円/kWhとなっている。その他の方式については実証試験の段階で、実用化された際の経済性についてはまだよくわかっていない。

潮汐発電については、日本では潮位差が小さく、経済性の検討は難しい状況にある。

ウ 技術動向

海洋温度差発電については、フロン、アンモニア等の低沸点媒体を循環させる方式のもので、パイロットプラント100kW（南太平洋のナウル）、50kW（徳之島）の実証段階を終了している。また、ニューサンシャイン計画では、温水そのものを気化させ、その蒸気でタービンを回し発電を行い、仕事を終えた蒸気を深海の冷水で凝縮することにより、電力の他にも淡水を得るなどの副次的効果のあるオープンサイクルについて、2000年頃までの計画で要素技術開発が行われている。

波力発電については、浮体式振動水中型（波力発電船「海明」、125kW×8基）、沿岸固定式（鶴岡40kW、九十九里30kW）、振り子式（1～20kW相当）等多くの機関で波力エネルギー変換装置の開発が行われている。三重県度会郡南勢町の五ヶ所湾では、沖合浮体式波力発電装置「マイティーホエール」の実海上実験が行われている。発電規模は、定格10kW+50kWのものが1台、30kWのものが2台となっている。

潮汐発電については、日本ではあまり開発が進んでいないが、フランスのランス河（24万kW）等海外での開発例はある。

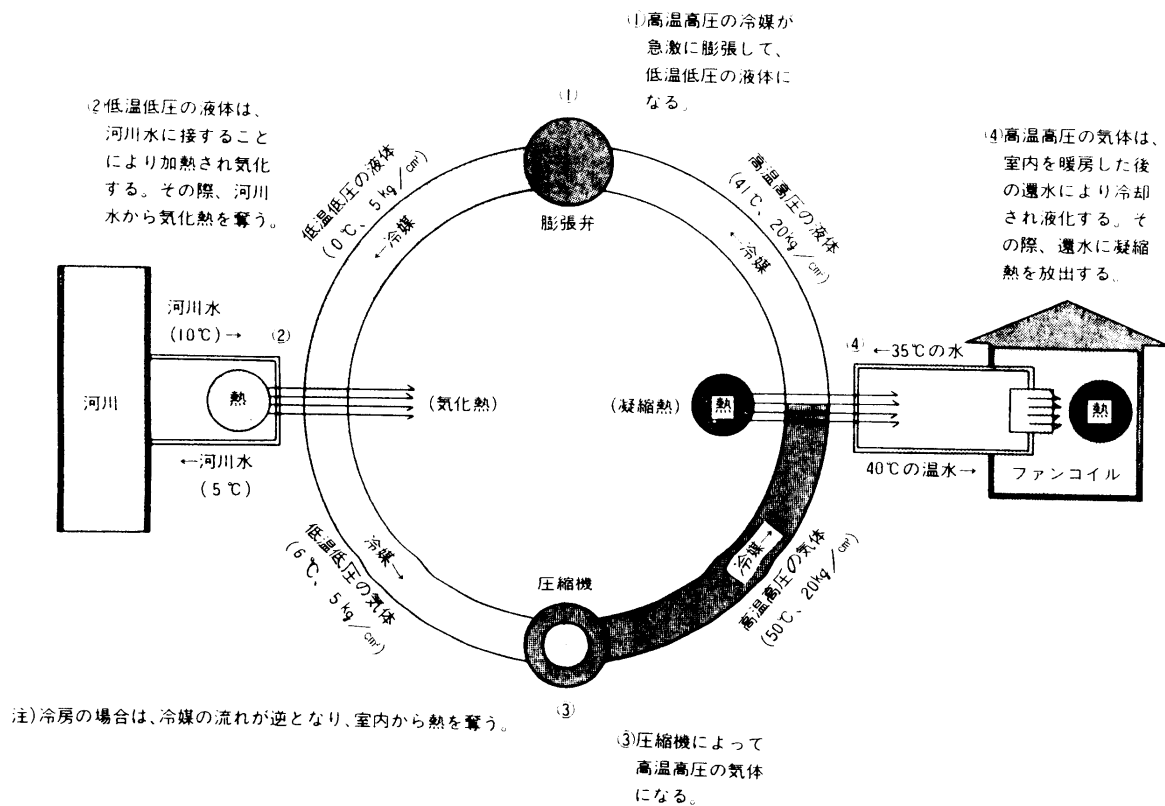
④温度差エネルギー

ア 仕組みと特性

温度差エネルギーとは、河川水と大気もしくは海水と大気などの間の温度差を利用するエネルギーのことである。河川水や海水などは、年間を通して外気と比較すると温度の変動が小さいため、夏や冬など季節により外気との温度差が発生する。こうした河川水や海水をヒートポンプの熱源として利用することにより、高いエネルギー効率のシステムが可能となる。また、河川水や海水の他に下水処理水等の利用が考えられる。

ヒートポンプは、電気やガスを駆動力として、温度の低い熱源から、高い温度の熱媒を得る技術である。圧縮ヒートポンプの仕組みを図1-2-22に示す。このサイクルを逆にすれば冷房等にも利用が可能となる。したがって、温度差エネルギーは冬における暖房や給湯用の熱源としてだけでなく、夏の冷房用の熱源としても利用することが可能である。

図1-2-22 ヒートポンプの仕組み



ヒートポンプで河川水や海水を利用する際に、採熱を行う水源の温度は、約-1.5℃（海水の凍結点）から2～3℃が下限となっている。したがって、日本においてはほぼ全国的に利用できるエネルギーである。

経済性の観点からは、河川水や海水を利用するにあたり、取水、配水箇所やヒートポンプの設置を集約的に行うことが望ましい。こうしたことから一般には、集中冷暖房・地域冷暖房の形をとることになり、住宅団地等での導入が期待される。

また、都市防災の視点からは、地域熱供給を行うことで災害時の発火電源の減少を図れるだけでなく、蓄熱層に蓄えられる大量の水を災害時の水の供給時に利用できるという利点がある。

イ 経済性

河川水・海水をヒートポンプの熱源として利用する場合、空気を熱源とする場合と比較して高いシステム効率が得られるため運転費は削減できる。しかし、逆に取水施設建設などの初期投資は大きくなる。

大川端リバーシティ21における河川水利用の例では、温熱ボイラとの比較をすると、建設費の増分が5,800万円、運転費の減少分が440万円／年と試算されている²⁷⁾。償却年数は、単純計算で13年ほどである。

²⁷⁾ 従来のガスボイラシステムと比較して、約40%の一次エネルギーの削減が見込まれている。

ウ 技術動向

現在は、水温度差エネルギーの利用に関連した技術開発として、高性能熱交換技術、高効率冷・温熱製造技術、高密度熱輸送技術、大規模都市型蓄熱技術、高効率熱供給技術の各事項についての研究開発が進められている。

高性能熱交換技術として、海水、河川水など低温レベルの未利用熱源から効率よく採熱できる高効率熱交換器の開発および熱交換器の防汚・防塵技術の開発が行われている。

高効率冷・温熱製造技術では、海水、下水など多様な熱源の利用、低温熱源の利用、ヒートポンプの高効率・大容量化、代替フロン利用時の効率向上、部分負荷特性の向上等により未利用エネルギーの適用範囲を拡大する、高効率ヒートポンプ・冷凍機の技術開発が進められている。

高密度熱輸送技術では、氷スラリーやPCM(Phase Change Material)^{註8}の潜熱を利用することで熱輸送密度を数倍にあげ、搬送の高効率化や導管の経済性を高める熱輸送技術の開発が進められている。

大規模都市型蓄熱技術では、深層地下空間を利用することにより省スペース化と大容量化を両立させるとともに、温度成層型の蓄熱槽として理想的な形状、構造を有する高効率蓄熱槽の技術開発が進められている。

高効率熱供給技術では、導管の経済性が高く、熱供給効率を高くできる小流量高温度差熱供給システムや、住宅地などのように熱負荷が低い地域でも未利用エネルギーの活用が可能となるシステム・機器の技術開発が行われている。

^{註8} PCMとは、相転移物質のことである。その中でも、潜熱を伴った相転移（一次相転移）をする物質を利用して、熱エネルギーを効率的に輸送する技術が開発されている。

エ 導入事例

温度差エネルギーの全国的な導入状況をまとめたものを表に示す。平成10年3月現在までで、河川水熱を利用した地域熱供給事業は3件、海水熱を利用した地域熱供給事業は2件行われている。河川水利用の熱供給区域名は、箱崎（東京）、天満橋1丁目、富山駅北の3件であり、海水利用の熱供給区域名は、シーサイドももち（福岡県）、大阪南港コスモスクエアの2件である。

下水熱の利用については、冷暖房、もしくは融雪を目的として全国数十カ所程度で行われている。

河川水、海水、下水を利用した導入事例をそれぞれ紹介する。

表1-2-11 温度差エネルギーの導入例（河川水、海水）

	地域名	供給対象	利用熱源等	供給面積[ha]	供給形態	供給開始
河川水	箱崎	オフィスビル他	電気、河川水	22.7	温水、冷水、給湯	H1.4
	天満橋1丁目	ホテル、オフィスビル、住宅	電気、都市ガス、河川水、コージェネ排熱、ビル排熱	5.1	温水、冷水、蒸気	H8.1
	富山駅北	オフィスビル、公共施設、病院	電気、河川水	15.3	温水、冷水	H8.7
海水	シーサイドももち	ホテル、ドーム球場、オフィスビル	都市ガス、電気、海水、ビル排熱	35.0	温水、冷水	H5.4
	大阪南港コスモスクエア	オフィスビル、ホテル他	都市ガス、電気、海水、ビル排熱	21.0	蒸気、温水、冷水	H6.4

I) 河川水利用（東京箱崎地区）

①導入の背景及び使用用途

東京箱崎地区は、マイタウン東京構想の一環として、スーパー堤防事業、大規模倉庫などの用途転換、工場の移転による再開発構想の対象地であった。また、東京都の地域冷暖房推進地域であることから、地域熱供給の導入が検討され、平成元年から供給が開始されている。

オフィスビルの他に約180戸の住宅にも冷温水を供給しており、供給延床面積は約0.25km²となっている。地域配管は4管式で、温水（47℃、住宅は45℃）、冷水（7℃、住宅は9℃）、住宅には給湯（60℃）が供給されている。

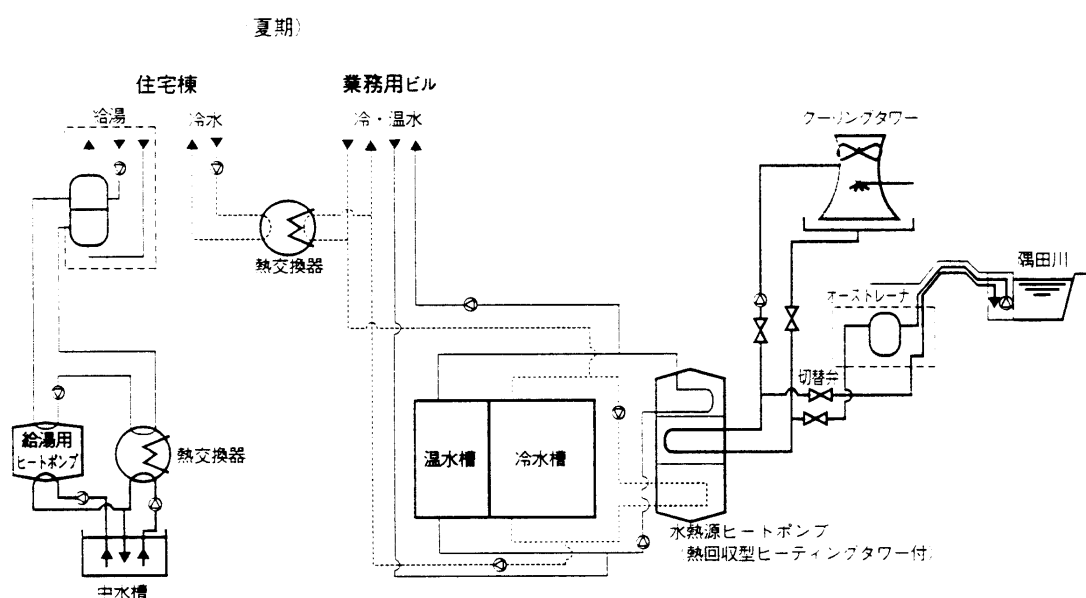
②システムの概要

当地区は隅田川の下流に位置し、河川に隣接していることから河川水が活用されている。河川水は、オートストレーナーでゴミを除去した後、直接ヒートポンプに導入される。腐食対策としては、熱交換器にチタンチューブ、弁にFRP製のものを採用し、配管（鋼管）には内面にガラスエポキシを塗布している。河川水利用システムの概略を図1-2-23に示す。

③効果（運転実績）

河川水の活用により、冷却塔への補給水が不要になり、水が不足しがちな夏期に節水効果が出ている。エネルギー利用効率については、夏期の運転実績について、同一システムでの大気熱源および河川水利用による運転実績を比較した結果から、河川水を利用した場合、供給熱量ベースの成績係数（供給熱量／所内総動力）が約2割向上していることがわかり、省エネルギーに貢献していることが確かめられている。また、夏期は、電力のピークの時間帯である13時から16時までヒートポンプを一部停止させることで約1,800kWの電力シフトが実施されている。

図1-2-23 河川水利用システムの概略図



II) 海水利用（シーサイドももち地区）

①導入の背景及び使用用途

シーサイドももち地区は、ウォーターフロントであり、市の景観条例に基づく都市景観形成モデル地区として、21世紀を目指した新しい街づくりが進められている。そうした背景のもと、通産省の「未利用エネルギー活用地域熱供給システム事業費補助金」の交付を受けた第1号プロジェクトとして、地区内のホテル、医療施設、オフィスビル、図書館および、福岡ドームを核としたスポーツ施設などへの熱供給が行われている。

②システムの概要

当地区は、海浜公園に隣接し、樋井川が地区内を貫流している。ヒートポンプ熱源に利用する海水は、海浜公園内の海面下4mから取水し、熱利用後、樋井川に放流している。海水取水量は、放水する河川水温への影響を考慮して1時間当たり6,600m³で計画されており、夏期は5℃、冬期は3.5℃の温度分の熱を利用している。

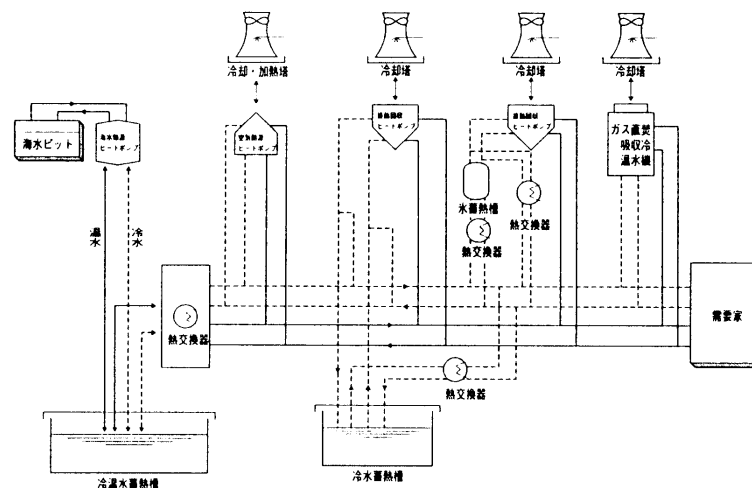
取水された海水は、熱交換器を介して清水に熱を移すことなくそのままヒートポンプのチタンチューブに導くことで、熱源水の流速を上げることが可能で、負荷変動に対する応答性も良くなっている。地域導管は、冷水管、温水管の4管直埋方式であり、供給温度は、冷水送出し6℃、還り12℃、温水送出し47℃、還り40℃で設定されている。

③効果

未利用エネルギー活用機器の採用により、未利用エネルギー依存度は68%となり、ガス焚きの従来方式と比較して 4.8×10^{10} kcal/年、約42%の省エネルギーが見込まれている。これは、石油換算で5,150kl（2001ドラム缶で25,700本）に相当する。

熱供給事業は順調に推移しており、海水熱源ヒートポンプによって得られたメリットとしては、省エネルギーの他に、冷却塔を使わないので上水の使用量が大幅に削減できたこと（福岡市は慢性的に水不足であるため、このメリットは大きい）、予想外の冷熱需要の伸びに対して、用役費の伸び率を従来よりかなり低く抑えられたことなどがあげられる。

図1-2-24 システム概略図



Ⅲ) 未処理下水熱利用（後楽一丁目地区）

①導入の背景及び使用用途

東京下水道局後楽ポンプ所は、都心部の土地を有効利用するため、上部空間を高層ビル化する構想のもとに、その建設に際し、地域冷暖房プラントスペースが確保され、下水熱の有効利用が図られることとなった。供給区域は、約22haで、東京ドームビル、住宅金融公庫ビル、後楽ポンプ所等に供給されている。

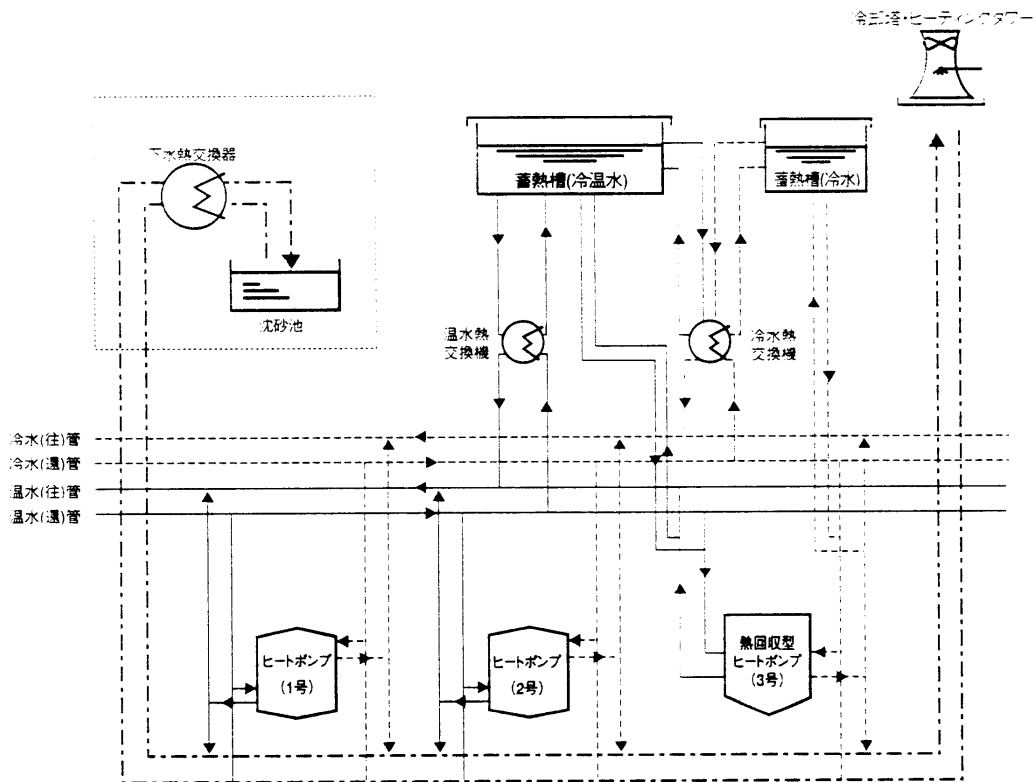
②システムの概要

システムの供給能力は、冷水21Gcal/h、温水26Gcal/hであり、地域導管は、冷水管、温水管の4管方式である。

③効果

下水利用の省エネルギー効果として、下水を利用しない場合に比べて約18%の消費エネルギーが削減されると試算されている。また、冷却塔の補給水も大幅に削減されている。

図1-2-25 システム概略図



(2) 未利用エネルギー

未利用エネルギーは、バイオマスエネルギーや廃棄物エネルギー、工場排熱エネルギーなど、今のところ利用されずに自然界に放出されているエネルギーのことを指す。

① バイオマスエネルギー

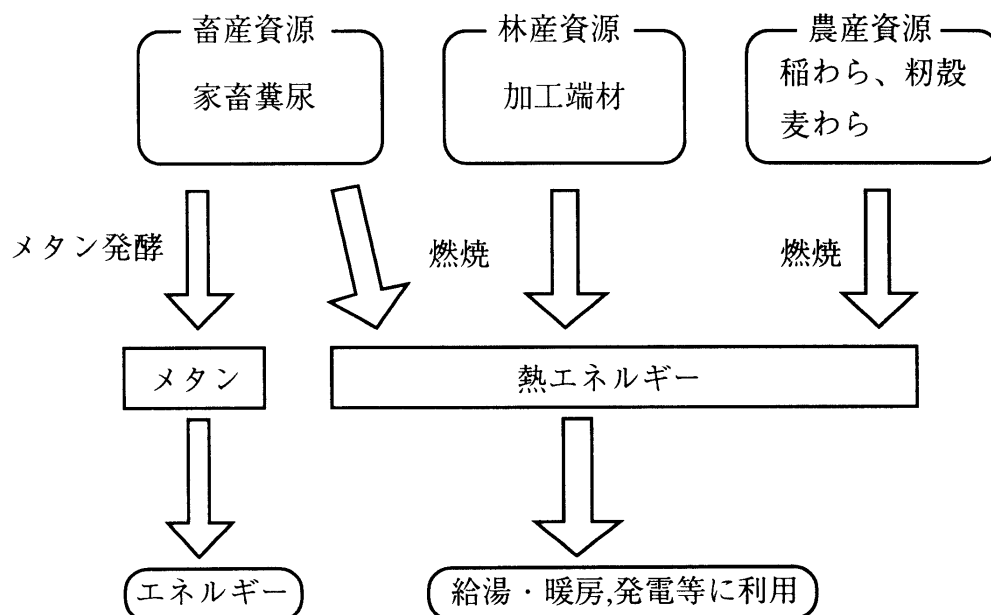
ア 仕組みと特性

バイオマスエネルギーとは、生物体を構成する有機物を利用するエネルギーである。バイオマスエネルギーの利用方法をまとめたものを図1-2-26に示す。具体的には、家畜等から排出される畜産廃棄物資源、木くず等の林産廃棄物資源、稲わら、麦わら等の農産廃棄物資源などが燃焼用のエネルギーとして利用可能である。

畜産廃棄物については、メタン発酵により回収したメタンをボイラーで燃焼し、暖房やその他の加熱用熱源として利用することが可能である。

バイオマスエネルギーは、大規模な畜産農家および木材加工場、農家など、廃棄物が大量に排出される場所においての利用が有望である。小規模の廃棄物を一カ所に集めるというのでは、輸送にコストがかかり、採算が合わなくなってしまうため、バイオマスエネルギーが大量に賦存している場所に限られる。

図1-2-26 バイオマスエネルギーの利用方法



イ 経済性

畜産廃棄物利用については、初期投資はかかるが、畜産廃棄物の引き取りコストがなくなるというメリットもある。また、まとまった量が利用できる場所ほど経済性がよくなる。長野県畜産試験場で牛の糞尿をメタン発酵させて利用する施設が建設された際には、初期投資が354万円で、単純投資回収年数が約10年であった¹⁹⁾。

林産廃棄物、農産廃棄物を利用した際の経済性については、肥料としての利用などが中心となっていることもあり国内ではあまり検討されていない。

ウ 技術動向

畜産廃棄物のメタン発酵については、輸送機関に使うことのできる液体燃料への転換などの技術開発が進められている。また、豚や牛などの糞尿の直接利用に関しては、乾燥工程が必要であるため、水分が多い豚糞と比較的少ない鶏糞の混合利用等の試験が行われている。

その他、現在日本では、稲わら、廃木材などを微生物や酵素を活用して糖化・発酵させ、エタノール等のアルコールを製造する技術開発が進められている。また、バイオマスからの炭化水素の製造として、木材などのバイオマスの粉碎物を原料とし、アルカリ塩の触媒を加えスラリー状とし、高温・高圧処理（～100気圧、300℃）によってガソリン状の液体燃料を製造する技術開発なども進められている。

¹⁹⁾ 「畜産環境対策大事典」（1995、（社）農山漁村文化協会）

エ 導入事例

バイオマスエネルギーの全国的な導入状況をまとめたものを表に示す。また、個別の導入事例をいくつか紹介する。

表1-2-12 バイオマスエネルギーの導入例

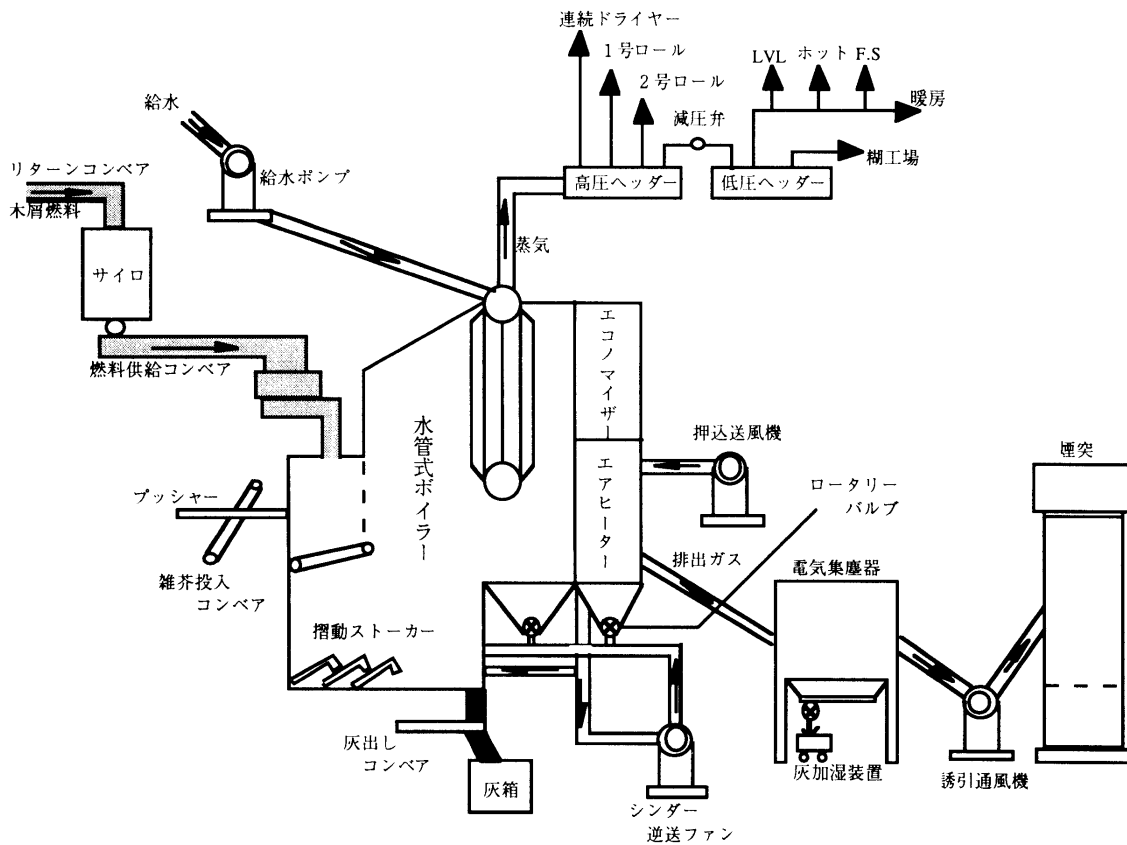
用途	内容	導入状況
メタン発酵	豚ふんを利用してメタン発酵を行い、回収されたメタンガスを、LPガスの代用として加温・加熱に利用する。	栃木県の畜産試験場、熊本県、鹿児島県の民間企業等でいくつかの導入事例がある。
廃材の焼却熱利用	シイタケなどの原木廃材や合板工場等で排出される木くずを燃焼させ、その焼却熱を木材の乾燥、ビニールハウスや室内温水プール等の加温・給湯用熱源として利用する。	岡山県園芸センター、高知県室内温水プールなどいくつかの導入事例がある。
鶏糞ボイラー	鶏糞を直接燃焼、もしくは乾留させて取り出したガスを燃焼させ得られた蒸気を鶏舎内の給湯・暖房に利用する。	広島県、鹿児島県等の民間企業でいくつかの導入事例がある。
籾殻の燃焼利用	籾殻を燃料とし、加熱・加温用として利用する。	山形県、岡山県等の民間企業でいくつかの導入事例がある。
バガスボイラー	甘蔗のしぼりかす（バガス）をボイラーの燃料として燃焼（一部重油で助燃）させ、発生した蒸気を発電等に利用する。	鹿児島県、沖縄県等の工場でいくつかの導入事例がある。

I) 木くず廃材利用 (熊本県水俣市)

熊本県の製材工場では、製造工程から発生する木くずなどをボイラーの燃料として利用し、発生した蒸気を製品の乾燥プロセス等に利用している。工場では、南洋材および針葉樹を主原料として合板等の製造を行っている。

この事業における、石油代替効果を木くずの焼却量をもとに試算すると、重油換算で年間約12,035klとなる。

図1-2-27 システムフローシート



II) 鶏糞乾留ボイラー設備（鹿児島県）

①導入の背景及び使用用途

（株）ジャパンファーム垂水工場では、毎月1,200t排出される鶏糞の処理費用の削減およびエネルギーとして有効利用するために鶏糞専焼ボイラーが導入された。鶏糞ボイラーにより発生した熱は、工場内の煮沸消毒、放血後の鳥の湯づけ、給湯・暖房に利用されている。

②システムの概要

工場では、常時約130万羽が肥育されている。鶏糞は、月当たり1,200t処理されており、このうち400tは専用ボイラーで燃やされ、残りの800tが発酵肥料として製品出荷されている。

鶏糞専焼ボイラーでの処理過程を以下に示す。

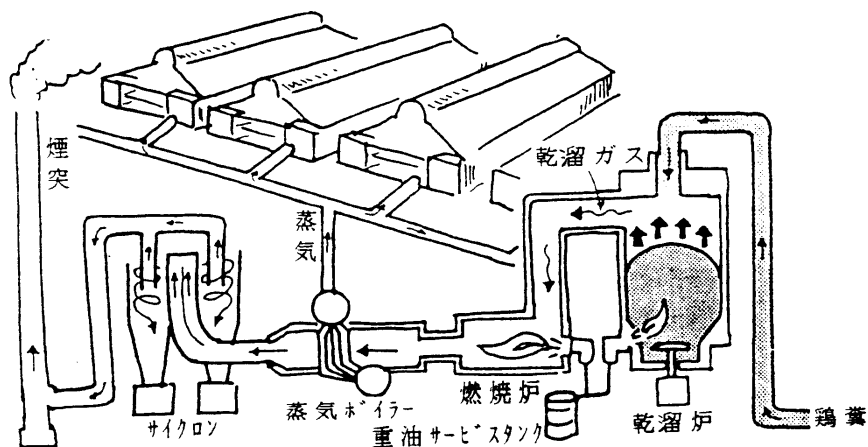
- ・ 貯蔵庫にためられた糞をベルトコンベアーで高さ5mほどの乾留炉に投入
- ・ 熱分解により乾留ガス発生
- ・ 発生したガスにバーナーで着火、炉内温度を900～1,000℃にする
- ・ この熱を利用し、蒸気ボイラーで140℃の蒸気をつくる

③効果

鶏糞専焼ボイラーの設備費は、1億3千万円であった。

鶏糞乾留ガスボイラーの稼働により、工場内で使用される熱量の燃料費が削減されるとともに、臭気公害防止面から環境保全にも役立っており、安定生産・コストダウンにつながっている。

図1-2-28 鶏糞専焼ボイラーシステム



②廃棄物エネルギー

ア 仕組みと特性

廃棄物エネルギー利用は、ごみ焼却施設（清掃工場）などで大量に発生する焼却排熱を、ボイラーや熱交換器などにより回収して発電用や周辺地区の冷暖房・給湯用熱源として有効に活用することである。

廃棄物エネルギー利用としては、従来、焼却施設から排出される熱を発電に利用する方式、焼却施設から排出される熱を直接熱供給して利用する方式などが採用されてきた。発電方式では、発電に利用したあとの比較的低温の復水排熱を給湯などに利用することが可能であり、排熱のみの利用においては、暖房・給湯用のほか冷房用にも利用が可能である。

最近では、ゴミを加工して固形燃料化（RDF）して利用し、発電などを行い廃棄物を有効に利用する方式なども開発されている（図1-2-29）。RDFを利用した場合、廃棄物の各収集カ所や発生元でRDFを製造し、一カ所へ効率よく集合・運搬させてまとまった量を燃焼させることで、経済的な熱回収（発電や熱供給事業）が可能になる。三重県としては、RDF発電を推進している。

また、廃棄物発電において、その高効率利用を図るため、ガスタービンを用いた廃棄物リパワリングシステムの開発も行われている。廃棄物リパワリングシステムは、ガスタービンの排熱を利用し、廃棄物焼却熱から得られる低温の蒸気を加熱することにより発電効率を向上させるシステムである（図1-2-30）。

図1-2-29 RDF利用

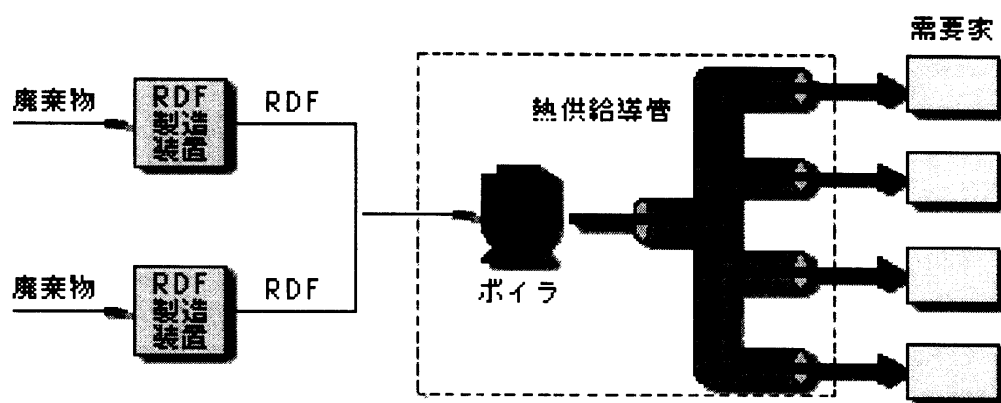
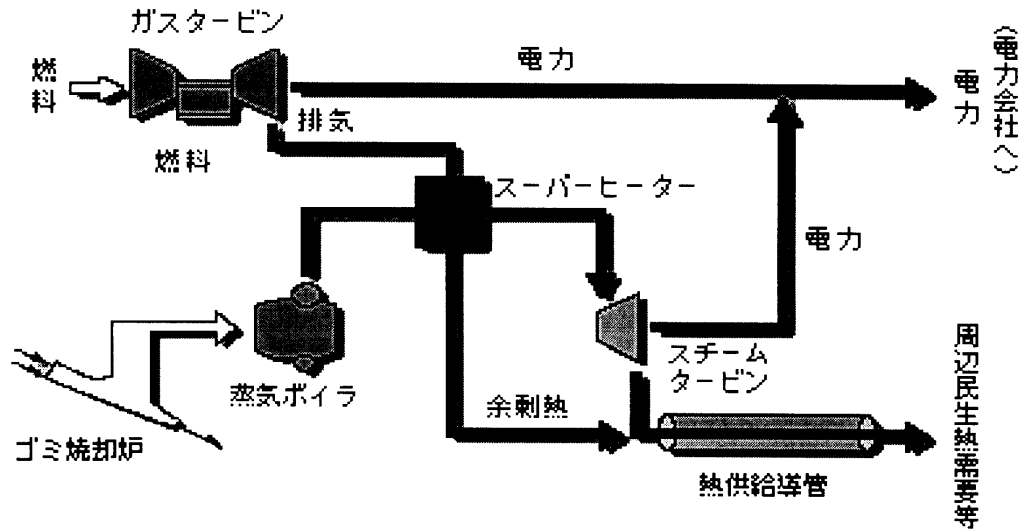


図1-2-30 廃棄物リパワリングシステム



廃棄物発電については、小規模の焼却施設ではスケールメリットが得られず、経済的に成立させるのが難しい。一般的には、150～200t/日以上以上の容量が必要といわれている。

ごみ焼却排熱の利用については、焼却施設から需要地区まで熱媒を搬送しなければならないので、この距離が長くなれば排熱導管等の建設費が高額となり、排熱利用に伴う燃料費の節約分では回収が困難となる。したがって、排熱源と近接した地域開発における活用が前提となる。

イ 経済性

廃棄物発電にかかるコストは、処理規模により異なるが、廃棄物焼却にかかるコスト（焼却炉、廃棄物回収コスト等）をゼロとする前提で、廃棄物焼却能力300t/日、5,000kWの場合、発電コストは7～7.5円/kWhと試算される^{注10}。中部電力で設定している余剰電力購入メニューでは、廃棄物発電からの余剰電力購入単価は、平日の夏（冬）季昼間の電力需要が多い時期で14.63円/kWh、電力需要の少ない休日・夜間等で2.95円/kWhとなっている。

ゴミ焼却排熱を利用した地域熱供給については、排熱源と熱需要地区との距離がゴミ排熱利用に係わる経済性を大きく左右する。また、排熱の温度の違いも経済性に大きな影響を与えることになる。しかし、排熱単価が都市ガス単価よりも高いことはあり得ないため^{注11}、排熱源と熱需要地区とが近接していれば、従来型の地域冷暖房に比べ経済性は高いといえる。

ウ 技術動向

廃棄物発電では、燃焼時に塩素等腐食ガスが発生するので、腐食を防止するため発生蒸気温度を低くおさえる（280℃程度）必要がある。しかし、そうすることにより発電効率が落ちてしまう（高いもので15%程度）という矛盾した状況がある。これを克服するために、対腐食性ボイラ材料の開発や、他燃料との複合化等の研究開発が進められている。

一方、その他のエネルギー回収技術として、廃棄物を可溶化した後メタン発酵によりガス化する技術や廃油を燃料油化する技術等の確立が期待されている。

^{注10} 地域新エネルギー・省エネルギー導入促進ガイド

^{注11} 廃棄物焼却の際の排熱単価というのは基本的にただという考えに基づいている。

エ 導入事例

廃棄物エネルギーの全国的な導入状況をまとめたものを表1-2-13に示す。また、個別の導入事例をいくつか紹介する。

表1-2-13 廃棄物エネルギーの導入例

用途・場所	内容	導入状況
一般廃棄物 清掃工場	清掃工場から排出される焼却排熱を、工場内および周辺施設（温水プール、老人福祉施設等）の暖房・冷房・融雪・給湯・電力需要に利用する。	全国に約1,900カ所程度ある一般廃棄物の焼却施設のうち、171カ所で発電、焼却余熱の熱供給が約170カ所で行われている。
ごみ固形化燃料（RDF）製造施設	事業系の木くず、紙くず、廃プラスチック等の廃棄物を利用して、ごみ固形化燃料（RDF）を製造する。	北海道、東京都、三重県等いくつかの都道府県で導入されている事例がある。
ごみ固形化燃料（RDF）焼却施設	ごみ固形化燃料（RDF）を燃焼した際の熱を、暖房・冷房・給湯に利用する。今後は、熱利用だけでなく発電によるエネルギー利用も期待されている。	熱利用については、北海道、富山県等いくつかの都道府県で導入されている事例がある。また発電施設については、三重県において事業化されている。
廃タイヤボイラー	廃タイヤを燃焼させた際に出る排熱を利用して、加熱・暖房・冷房・給湯をまかなう。	民間のセメント工場や、宿泊施設等に比較的多く導入されている。

I) R D F 利用地域熱供給（札幌都心部地域）

①導入の背景及び使用用途

札幌都心部地域の熱供給は、札幌冬季オリンピックに備え、都心地域の深刻な大気汚染解消のために導入されたものである。その後、市では、増え続けるごみの処理対策としてR D Fをつくることになり、これを熱供給に利用するよう地域熱供給会社に要請したことをうけ、R D Fが地域熱供給のための燃料として利用されることになった。

②システムの概要

昭和63年にR D F専焼ボイラの設計が始められ、平成元年に建設、平成2年4月から運転が開始されている。R D Fを燃料とするボイラは、R D F専焼用として開発されたもので、27Gcal/h×1台が導入されている。図1-2-31に、R D Fシステムのフローシートを示す。この他に、ここでは石炭焚ボイラ25Gcal/h×2台、灯油焚ボイラ40Gcal/h×2台、ガス焚ボイラ40Gcal/h×1台が設置されており、これらによってつくられた高温水（冬季205℃、夏季180℃）を地域導管によって需要家に供給するシステムになっている。

高温水はクローズドシステムになっており、需要家先で直接使用することがなく何らかの熱交換をして利用するシステムになっている。また、各需要家が吸収式冷凍機を設置し夏場の冷房を実施しているため、夏場の熱需要も増加傾向にある。

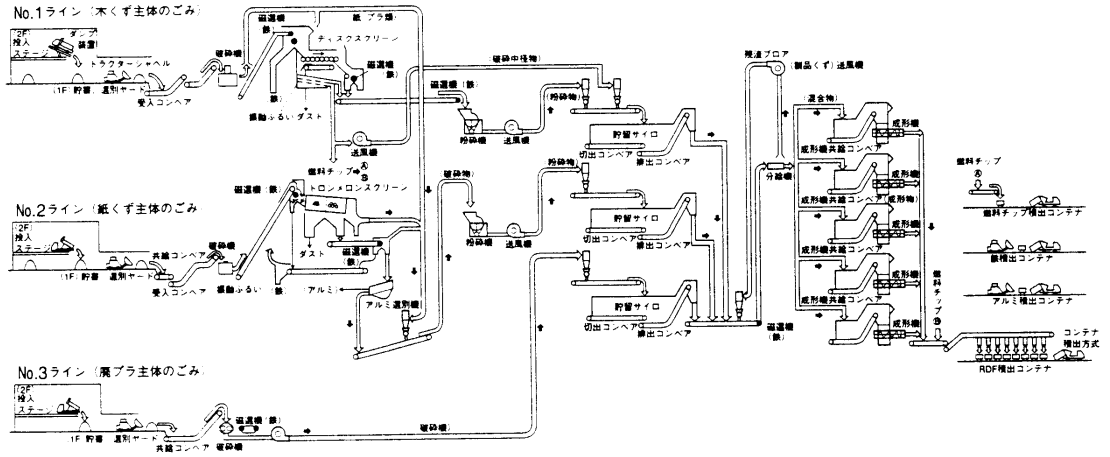
使用されるR D Fは、建築現場から排出される廃木材、事業所ビル等から排出される紙くず、印刷工場などから出るフィルム状、紐状のプラスチックを原料にし、木くず4・紙くず5・プラスチック1の割合でつくられている。R D Fの加工は、市内にある資源化工場で行われており、そこでつくられたR D F 20,000トンが地域熱供給の熱源として利用されている。

③効果

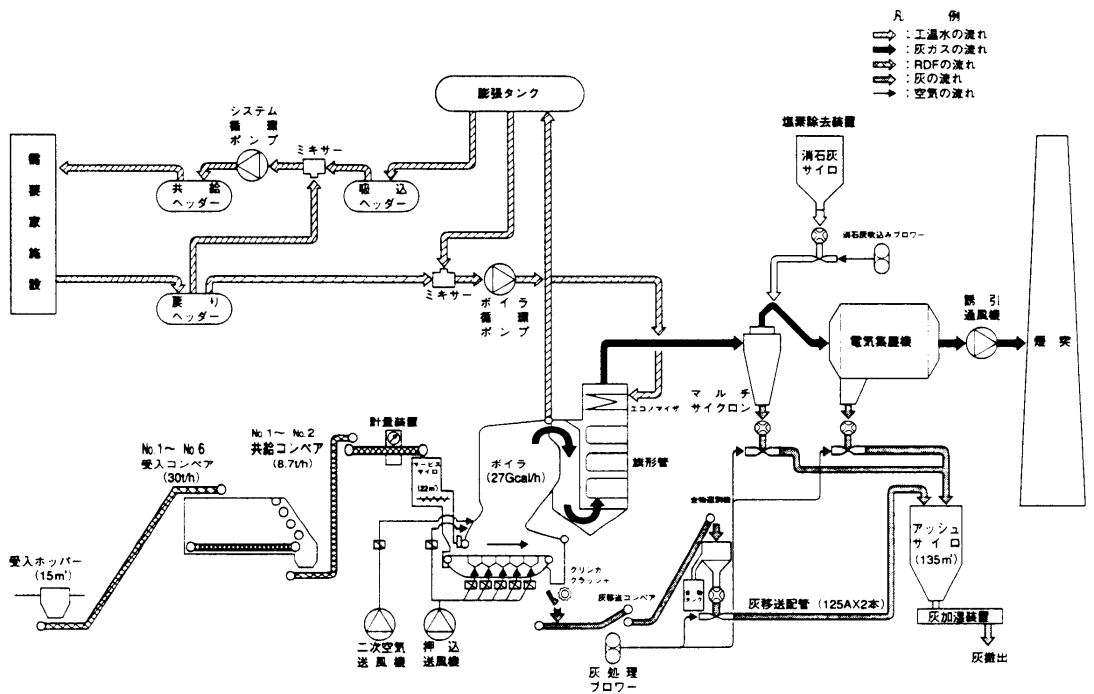
現在の燃料構成比を見ると、石炭52%、R D F 33%、ガス8%、灯油7%となっている。R D Fを採用したことによる最大のメリットは、熱源コストを抑えることができた点にある。石炭と比較して熱量は2/3程度であるが、単価がそれよりも圧倒的に安いので、熱源コストを非常に安く抑えることができる。もう一つのメリットとしては、NO_x、SO_xの排出が少なく環境にやさしい燃料であることがあげられる。

図1-2-31 RDFシステムフローシート

1) RDF 製造工程



2) RDFシステムフローシート



Ⅱ) 廃棄物処理熱を利用した地域熱供給（札幌市厚別地区）

①導入の背景及び使用用途

環境保全、エネルギーの効率利用、防災、利便性など都市の理想的環境づくりへ寄与するために導入された。熱供給は供給区域内の市営住宅、公団住宅、社宅といった集合住宅に加え、一部の戸建住宅を対象になされている。また、住宅への供給の他に、JR千歳線と地下鉄終点の新さっぽろ駅を中心とした大型ショッピングセンター、デパート、ターミナルビル、総合病院、区役所、オフィスビルなどの商業・業務施設等にも供給されている。供給された冷温水は、暖房・給湯用の熱源、融雪などに利用されている。

②システムの概要

札幌市では、5箇所の清掃工場でごみを焼却処理しており、そのうち当清掃工場では600t/日（焼却炉300t/日×2基）の処理が行われている。

熱供給プラントは、清掃工場に併築されており、当初から建物および設備システムとともに、一体として設計されている。ごみ焼却排熱は、清掃工場に設置された排熱ボイラーで回収された後、発生蒸気は、工場内で操業用に使われるほか、背圧タービン^{註12}による発電と熱供給に使用されており、ごみを燃料とするコージェネレーションシステムになっている。タービンによる定格発電量1,400kWのうち1,200kWは工場内で使用され、残りの200kWは電力会社に売電されている。

得られた高温水は、負荷に応じてボイラーで追炊きし、昇温された後送出されるが、軽負荷時にはごみ焼却排熱のみで熱需要がまかなわれている。

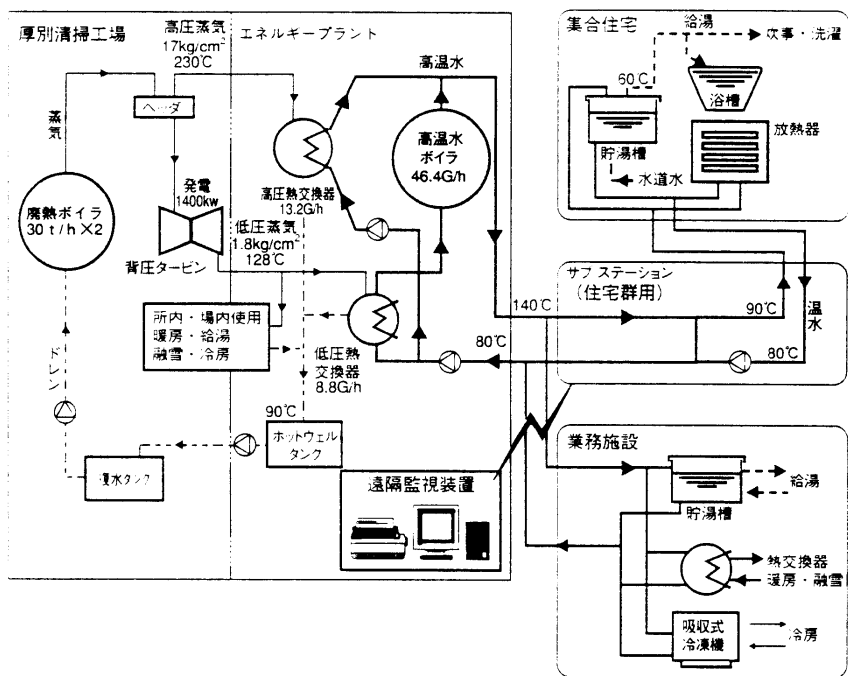
熱供給媒体である高温水は、団地内に設置されたサブステーション（ブリードイン方式）で90℃の温水に降温されたのち住宅に供給され、暖房や給湯の熱源として利用される。業務施設などへはプラントからの高温水を直接供給し、建物側の方で熱交換器により熱交換することにより、暖房・給湯・融雪などに利用されている。また、需要家側に設置された吸収式冷凍機により冷房としても利用されている。

③効果（運転実績）

一年間で、排熱利用のみによる運転は180日前後、重油ボイラ単独運転は40日前後、併用運転は145日前後となっている。排熱利用量が、清掃工場の全発生熱量の1/3に達し、他に例を見ないほど大きい利用効果をあげている。

^{註12} 背圧タービンとは、出口側で所用の蒸気圧を残すタービンのことであり、残した蒸気圧は、作業用および復水タービンなどにまわされる。

図 1-2-3 2 システム概略図

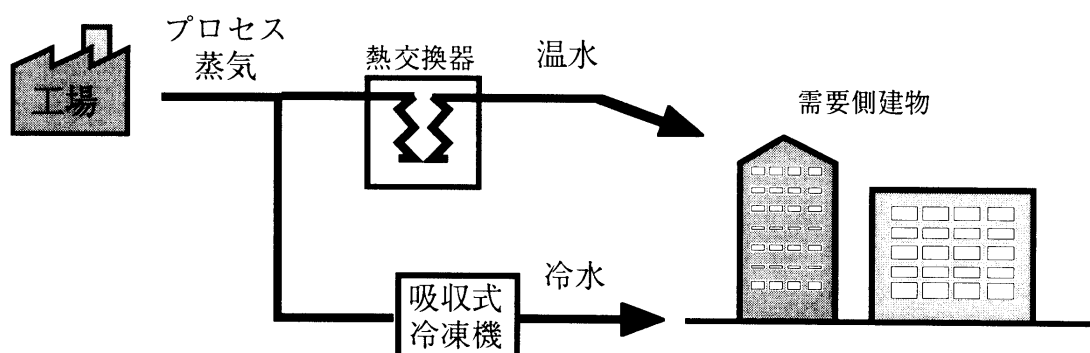


③工場排熱エネルギー

ア 仕組みと特性

工場排熱エネルギーとは、製品の生産工程で排出される大量の高温排熱のことであり、これを暖房や給湯等に利用しようというものである（図1-2-33参照）。工場排熱は、工場によって数百度から常温までの様々な温度レベルのものがある。高温排熱については、自家発電などに利用されているが、排熱の温度レベルが下がるほど工場内プロセスでの再利用は難しくなるため、100℃程度の排熱になると、そのほとんどが廃棄されているのが現状である。これをヒートポンプの熱源や、温水等の形で工場敷地外の需要側建物に供給することにより、排熱の有効利用を図ることが可能になる。

図1-2-33 工場排熱エネルギー有効利用のためのイメージ図



工場からの排熱の割合が高い業種としては、工業炉を持つもの（石油製品・石炭製品製造業、窯業・土石製品製造業、鉄鋼業、非鉄金属製造業、金属製品製造業）およびボイラーをもつもの（繊維工業、パルプ・紙・紙加工品製造業）がある。

その中で、施設内利用だけでなく、民生用としても外部に熱供給を行う場合には、工業団地のように需要家と熱供給源の工場が近い場所にあることが要求される。

イ 経済性

地域熱供給事業として工場排熱を利用している事例が、いわき市小名浜（コークス炉）および日立駅前（セメントキルン）にあるが、それらのプラント全体の建設コストなどは公表されていない。

一般的には、需要者と熱源（工場のボイラー等）が距離的に離れるほど、配管等の敷設のための建設コストが高くなるため、需要者と熱源の距離が近いほど経済性はよくなる。

ウ 技術動向

高温蒸気または温水を熱交換するだけで給湯需要に対応できるため、システム自体は比較的簡単なものである。技術的に問題となるのは、遠隔地（10～30km）の需要地への効率的な熱輸送である。通商産業省により平成5年度から12年度までの8年間にわたり、「広域エネルギー利用ネットワークシステム技術開発（エコ・エネ）」が実施されており、効率的な熱輸送等についての研究開発がなされている。

全国では、いわき市小名浜地区においてはじめて本格的な工場排熱による地域熱供給システムが導入された。化学工場のコークス製造炉から排出される高温ガスを冷却する際に用いる工場用水を原湯として、地域給湯するシステムである（供給施設約1,700戸）。

その他、日立駅前でセメントキルン工場の排熱を利用した地域熱供給が行われている。

エ 導入事例

地域熱供給事業としての工場排熱利用が行われている地域は、いわき市小名浜（コークス炉）および日立駅前（セメントキルン）の2カ所である。

個別の導入事例として日立駅前の地域熱供給を紹介する。

I) 日立駅前地区（セメント工場余熱利用）

①導入の背景及び使用用途

エネルギー多消費産業の一つであるセメント製造業を営む会社は、セメント製造プロセスにおける省エネを推進している。こうした取組の一環として、日立駅前の開発事業の実施に当たり、工場排熱による地域熱供給が1989年12月より開始された。

供給区域面積は約13haであり、地区内のオフィスビル、商業施設、ホテルおよび、公共施設などへの熱供給が行われている。

②システムの概要

セメント焼成炉の排ガスから、排ガスボイラーにより熱を回収し、1時間当たり約9トンの蒸気（180℃）を製造している。これにより、セメント焼成炉投入燃料の5～7%の熱量が回収されている。発生した蒸気は、工場内の排ガスボイラーから熱供給プラントの熱交換器まで約400mの蒸気管で搬送し地域熱供給に利用されている。なお、回収蒸気量が、熱供給プラントにおける蒸気需要を上回るときには、工場内において発電に利用して電力による回収が行われている。排熱供給が不足した場合に備えて、炉筒煙管ボイラー（2.59Gcal/h）、水管式ボイラー（3.23Gcal/h）をバックアップ用に備えている。工場排熱による供給能力は、冷水が9 Gcal/h、温水が6 Gcal/h で、地域配管は4管式となっている。

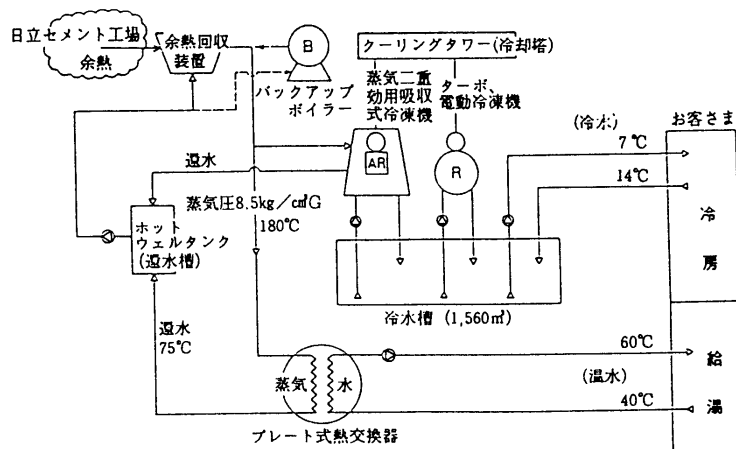
③効果（運転実績）

供給地域内の冷暖房に要する全熱量は約14,600Gcal/年であり、冷房熱量として9,000Gcal/年（62%）、暖房熱量として5,600Gcal/年（38%）が必要となる。これに対し、工場の余熱11,000Gcal/年（76%）、電気+蓄熱槽2,900Gcal/年（20%）、A重油600Gcal/年（4%）で対応している。

また、当地区の冷暖房は、他地域と比較して以下の事柄がユニークな点としてあげられる。

- ・セメント工場の余熱を、産業用ではなく民生用として有効活用するシステムを実現させたこと
- ・吸収式冷凍機と電動ターボ冷凍機の組み合わせ運転により、電力負荷の平準化をはかっていること
- ・地域輸送導管にコストダウンの工夫を施したこと
- ・環境保全の面から、冷却塔を騒音防止・霧散防止・塩害防止のため密閉式としたこと
- ・地球環境保全の観点からいつでも代替冷媒に対応しうる機種を採用したこと

図1-2-34 システム概略図



(3) 従来型エネルギーの新利用形態

従来型エネルギーの新利用形態は、コージェネレーション、クリーンエネルギー自動車、燃料電池等のことを指す。従来からのエネルギー利用方式に対し、より高効率な方式として置き換えられるものである。

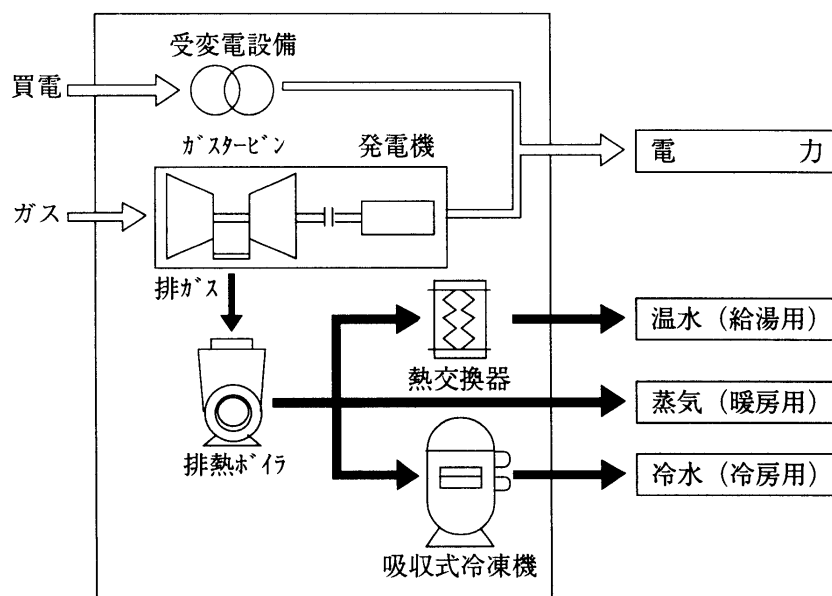
①コージェネレーション

ア 仕組みと特性

単一のエネルギー資源から電力と熱を同時に生産し利用するシステムのことで、熱併給発電または電気・熱併給と訳される。石油や天然ガスを燃焼して得た熱を発電に利用した後、さらにその排熱を冷暖房・給湯などに利用することにより熱効率を高めたシステムが一般的である。コージェネレーションシステムでは、エネルギーを必要とする建物で発電を行うので、送電などのエネルギー輸送に係わるロスが無いだけでなく、従来の発電方式では廃棄していた排熱の約80%を有効に回収利用することができる。最終的なエネルギー利用効率は、70～85%と非常に高いことが特徴で、省エネルギー、二酸化炭素削減にも資する。

コージェネレーションシステムで使用される主な原動機には、①ガスタービン（図1-2-35）、②ガスエンジン、③ディーゼルエンジン、④燃料電池がある。

図1-2-35 コージェネレーションシステム（ガスタービン利用）



年間を通して安定した給湯負荷のあるホテル、病院、スポーツ施設、電力・熱負荷の変動が少なく、設備の二重化が求められるコンピューターセンターなどが、コージェネレーションの導入に適した用途としてあげられる。

また、コージェネレーションは、需要地に設置する小型分散型の電源として系統電力のピークカットに寄与することもできるほか、非常時の自立型電源としての利用も期待される。

イ 経済性

コージェネレーションの設置に係わるコストは、規模やシステム構成によるものの、システム全体で15～35万円/kW程度といわれている。

従来システムと比較した設備費の増額分をエネルギーコストの年間削減額で割った値（単純投資回収年数）が3～5年程度なら経済的なシステムといえる。コージェネレーションシステムでは、システムの稼働率及び負荷率の高い運転をさせることで年間の運転費を削減し、初期投資分をなるべく早く回収することが重要である。

ウ 技術動向

現状でも、総合熱効率は80%以上であるが、動力変換効率が高く、軽量、コンパクトで環境適合性の高い省エネルギー型の天然ガスエンジンシステムの開発が行われている。

また、燃料電池を原動機としたコージェネレーションの開発も進められている。

エ 導入事例

コージェネレーションが導入されている事例は、平成10年3月末現在、民生用が1,488件、発電容量78.9万kW、産業用が1,051件、発電容量350.7万kWであり、合計すると2,539件、発電容量429.7万kWとなっている。

個別の導入事例としていくつか紹介する。

I) ホテル (新さっぽろパレスホテル)

①導入の背景及び使用用途

当ホテルの建設計画のなかでは、ホテルとしての機能性の向上と、高い安全性の確保以外に、積雪寒冷地という環境のなかで年間を通して人々に快適な空間を提供できる機能が求められた。その一方で、エネルギーシステムには、省エネルギー性に優れ、環境負荷低減に寄与するとともに、経済性にも優れたシステムが求められた。さらには、エネルギーシステムがホテルの安全性を向上させる機能も合わせ持つことが要求されたため、そうした要求に応えられるシステムとして常用防災兼用ガスコージェネレーション設備の導入が図られた。

②システムの概要

本システムは、天然ガスを燃料とする発電出力415kWのガスエンジン発電機3台からなる、常用防災兼用設備である。

③効果 (運転実績)

平成8年6月のホテル開業から常用防災兼用ガスコージェネレーション設備として稼働している。ホテルとしてのピーク電力負荷は1,400kW程度であり、ガスエンジン発電機は系統連系運転にあたって、300kWの契約電力を超えないように230kWの売電一定制御を行うとともに、3台の台数制御運転が行われている。一日の運転は、ほぼ年間を通して同一の運転パターンとなり、1台が24時間運転、他の2台は停止する時間帯に差はあるものの、それぞれ18時間程度稼働し、年間の運転時間は約6,000時間程度となっている。

排熱利用状況としては、ガスエンジンからの排ガスが年間を通しバイパスされることなくほぼ全量排ガスボイラに流入し、3台合計で1日平均18トン程度の蒸気が供給されているとともに、温水として回収されるエンジン冷却水からの排熱も、暖房用、給湯用熱源としてホテルの熱負荷変動に合わせ有効に利用されている。

排熱回収効率は、温水による排熱利用率が低下する夏期において30%を下回る結果となったが、冬期間においては暖房負荷への有効利用がなされたため排熱回収率が最大で47%まで上昇している。この結果、年間を通じてのコージェネレーション総合効率が69.7%を達成している。

II) ケア付き高齢者住宅（ヴィンテージ・ヴィラ横浜）

①導入の背景及び使用用途

この施設は、急速に進む高齢化社会にいち早く対応するため、県の住宅供給公社が事業主体となって建設した、公共機関としては初めてのケア付き高齢者住宅である。昼間、常に一定のエネルギーが必要となるため、電力と熱を有効に利用できるガスコージェネレーションシステムが導入され、低コスト化とエネルギーの安定供給が図られている。

②システムの概要

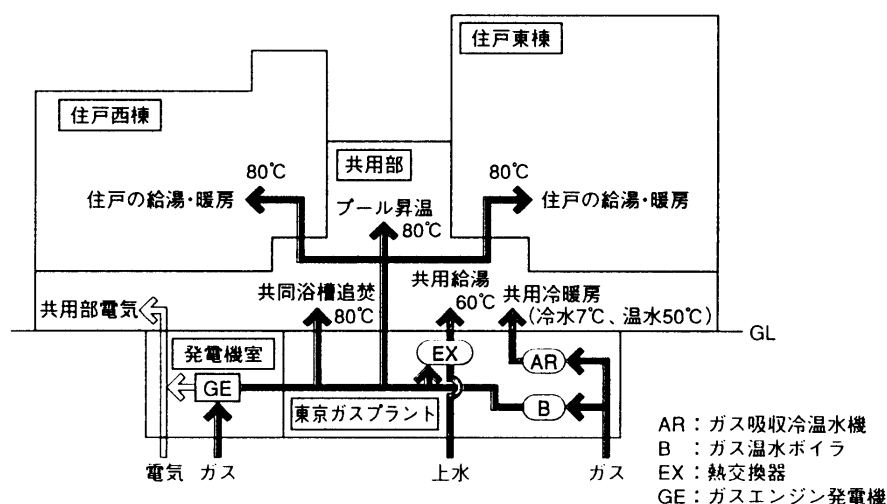
98kWのガスエンジン発電機を設置し、午前8時から午後9時まで自動運転している。発電電力は商用電力と系統連系して共用施設部分に供給されており、電力負荷の約35%をまかなっている。排熱については、共同浴場の追焚きや共同給湯、温水プール昇温、住戸の給湯・暖房などに利用することにより温熱負荷の約37%をまかなっている。また、共同部の冷暖房には、ガス吸収冷温水機が利用されている。

③効果（運転実績）

1990年9月～1991年8月の一年間においては、使用電力量が年間を通してあまり変動がなく、ガスエンジン発電機は安定して運転されている。発電機の全負荷運転時間は、4,612時間ということではほぼ予定通りとなっており、排熱は、冬期熱負荷の25～30%、中間期の30～40%、夏期の約50%をまかなっている。年間を通しての温熱使用量に対する割合は、37%となっている。

総合効率は、排熱有効回収率の低下する夏期に70%以下に低下するものの、年間平均74.8%の高効率で運転されている。

図1-2-37 システムフロー



②クリーンエネルギー自動車

ア 仕組みと特性

クリーンエネルギー自動車とは、ガソリンや軽油以外の新しい燃料を使用したり、燃費をよくするような新しい作動機構を有している自動車のことを指す。前者の例としては、電気、天然ガス、メタノール、水素自動車などがある。また、後者の例としては、ハイブリット車などがあげられる。電気自動車の構造を図1-2-38に示す。

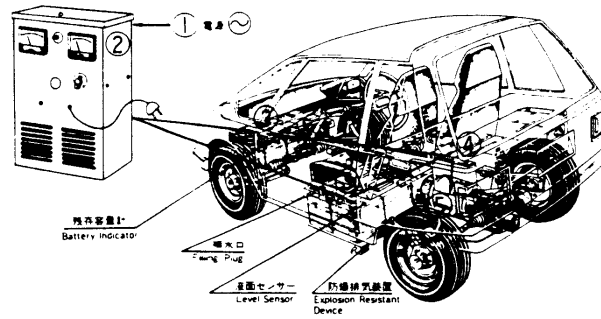
電気自動車は、バッテリーに蓄えられた電気によりモータを駆動させ走行する方式の自動車である。走行中に排気ガスを全く排出せず、エネルギー効率が従来のガソリン自動車と比較して優れている等の特徴がある。ただし、現状では一充電当たりの走行距離が限定されている（最新のもので200km程度）ため、一定エリア内での導入や、走行距離を事前に計画できる用途に適している。

天然ガス自動車は、天然ガスを燃料とした内燃機関を動力源とする自動車である。天然ガスの搭載形態で、圧縮天然ガス（CNG）自動車、液化天然ガス（LNG）自動車に分けられる。現在の開発主流は、CNG車であり、小型ガソリン乗用車から大型ディーゼルバス・トラック代替まで幅広い用途が考えられている。LNG車については、実現すれば燃料の搭載量が増加する等の利点があるが、まだ技術開発の段階である。

メタノール自動車は、メタノールを燃料とした内燃機関を動力源とする自動車である。メタノールは、天然ガスや石炭から合成される液体燃料であり、石油代替性の観点から、小型の乗用車から大型のバス・トラックまで幅広い利用が期待される。

ハイブリット自動車は、同一車体の中に2つの動力機関（モータ、エンジン）を持つことにより、双方の利点を生かして高い効率で走行可能な自動車である。従来のガソリン自動車と比較して低燃費、低排出ガスが特徴であり、新たなインフラ等の整備は特に必要ない。

図1-2-38 電気自動車の構造



①交流電源

石油、石炭、水力、原子力、風力、太陽熱などから発電します。

②充電装置(充電器)

交流電源より電気を受け、直流に変換して電池を充電します。

③電池(バッテリー)

電気エネルギーを化学的に蓄えます。現在は鉛電池が多く使用されていますが、新型電池も使用され始めています。

④制御装置(コントローラ)

電池から電動機へ送る電力をアクセル操作にしたがって調整するものです。

⑤電動機(モータ)

電池から送られた電力を駆動力に変えます。

⑥駆動装置

基本的には内燃機関自動車と同じですがダイレクトドライブ方式もあります。また、車輪の中にモーターを組込んだホイールイン方式もあります。

出所) (財) 日本電動車両協会

イ 経済性

電気自動車は、ニッケル水素電池を搭載する最新のもので、ベースとなるガソリン車の約2.5倍の価格である。また、電気自動車は定期的にバッテリー電池を交換する必要がある。

天然ガス自動車は、ベースとなるガソリン車の2～3倍程度の価格である。

メタノール自動車は、ベースとなるガソリン車の2～3倍程度の価格である。

ハイブリット自動車は、平成9年度末に出されたもので、ベースとなるガソリン車の2～3割高程度の価格である。ただし、ハイブリット車では燃費が2倍程度になるので、ランニングコストは安くなる^{注13}。

ウ 技術動向

電気自動車では、性能自体を左右するバッテリーとして、ニッケル水素やリチウムイオン電池等が開発されている。

天然ガス自動車は、1充填走行距離の延長、ポンベの軽量化などが研究されている。

メタノール自動車は、技術的に実証・実用化段階にある。今後は、路線バスへの用途開発研究、燃料容器及び配管・機器類の高度化、保守頻度の低下のための技術開発が必要である。

ハイブリット自動車は、技術的にはほぼ確立されている。今後は、電池の高性能化（出力密度の向上、軽量・小型化、長寿命化）の他、ハイブリットシステムのコンパクト化、低コスト化の開発が必要である。

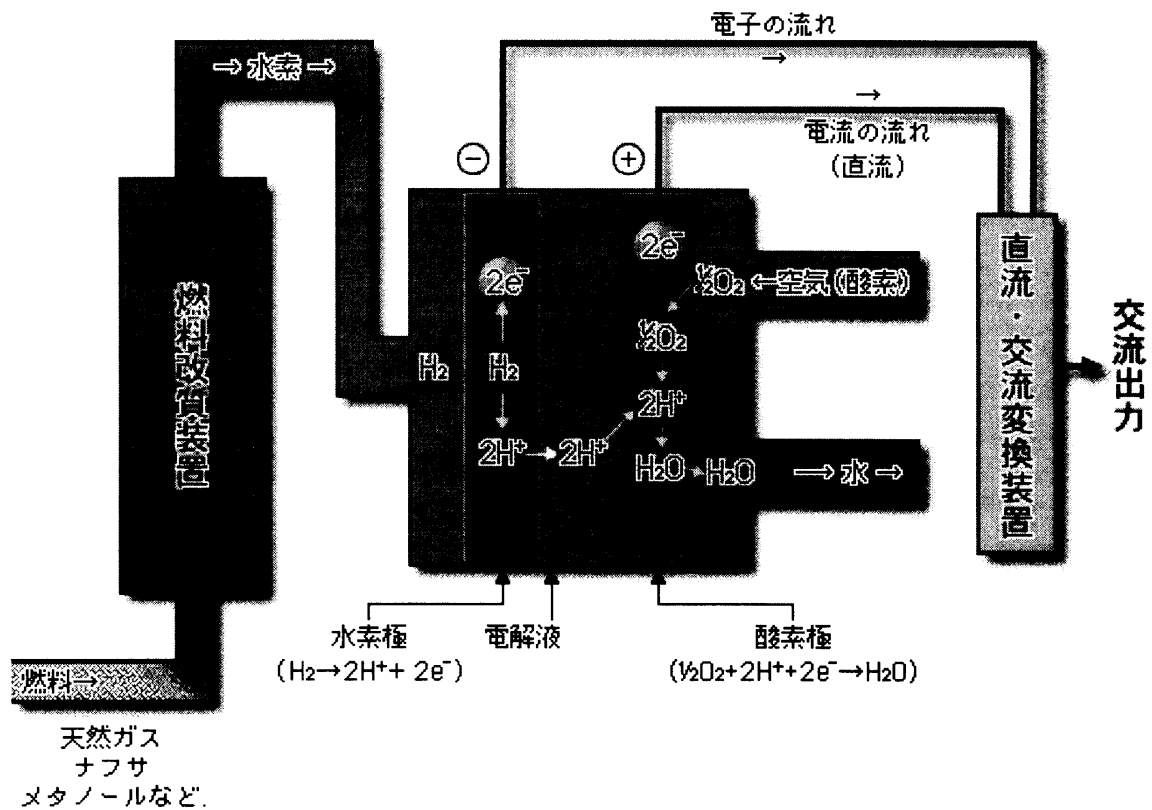
^{注13} ハイブリット自動車では、発進加速時にはモータ、定常走行時にはエンジンで走行することにより、両者の特性を生かし従来のガソリン自動車よりも高い効率で走行することが可能となる。

③燃料電池

ア 仕組みと特性

燃料電池発電は、天然ガス、メタノールなどの燃料を改質して得られた水素と大気中の酸素とを電気化学的に反応させることによって直接発電するものである。燃料電池の仕組みを図1-2-39に示す。

図1-2-39 燃料電池の仕組み



イ 経済性

最近の一般汎用機（200kW級）では、周辺設備を含め60～80万円/kW台となっており、当該機種では、既存火力発電所等の建設コスト（20～30万円/kW、送電線建設コストは含まず）の3～4倍となってきた。

また、平成3年～8年にかけて実施された都市エネルギーセンター等燃料電池技術開発においては、1MW、5MW級のもので、約90～110万円/kWであった^{注14}。

ウ 技術動向

昭和56年より、ムーンライト計画・ニューサンシャイン計画^{注15}等を通じて4つのタイプ（リン酸型・熔融炭酸塩型・固体電解質型・固体高分子型）の技術開発が実施されている。

これまでの実績としては、200kW業務用で、40,000時間を越えて継続運転しているものもあり、長期信頼性が向上してきている。

また、コージェネレーションとしての利用の他に、電気自動車用の電池として利用するための技術開発が、自動車メーカ各社の間で進められている。

^{注14} 新エネルギー便覧

^{注15} 「サンシャイン計画」は新エネルギー技術、「ムーンライト計画」は省エネルギー技術、「ニューサンシャイン計画」は両者および地球環境技術について、産官学の連携のもと長期的な視点に立ち研究開発を推進するために発足された計画のこと。

3 新エネルギーの普及状況

(1) 国内の状況

新エネルギー財団では、平成7年度から2年半の期間をかけて日本の新エネルギー開発利用の実態調査を実施し、その調査結果をまとめた「新エネルギー開発利用実態調査報告書(総合編)」を1997年9月に発行した。この調査は、全国3,304の自治体と2,218ヶ所の国・民間の機関にアンケートを送り、全数調査を原則として全国における新エネルギーの導入実態について調査を行ったものである。

「新エネルギー開発利用実態調査報告書(総合編)」における結果の概要を以下にまとめる。日本における新エネルギー施設の導入施設数と発電容量は、以下のとおりである。

表1-3-1 日本における新エネルギー施設の導入施設数と発電容量

	施設数(件)				発電容量(kW)			
	地方公共団体等	国	民間	合計	地方公共団体等	国	民間	合計
太陽光発電	528	130	391	1,049	1,278	146	6,083	7,507
太陽熱利用	1,058	15	263	1,336	0	0	14	14
風力エネルギー	40	11	52	103	2,859	544	12,870	16,273
中小水力エネルギー	378	19	1,307	1,704	2,154,242	21,040	7,669,016	9,844,298
地熱エネルギー	173	2	161	336	0	0	528,705	528,705
海洋エネルギー	2	12	2	16	30	72	280	382
海水・河川水・下水処理水等エネルギー	32	0	13	45	0	0	0	0
廃熱エネルギー	39	0	109	148	0	0	874,980	874,980
廃棄物エネルギー	567	0	136	703	678,190	0	48,370	726,560
一般廃棄物(清掃工場等)	428	0	3	431	647,420	0	0	647,420
ごみ固形化燃料(RDF)	13	0	6	19	14,000	0	780	14,780
下水・し尿メタン発酵	110	0	0	110	15,810	0	0	15,810
その他廃棄物	16	0	127	143	960	0	47,590	48,550
コージェネレーション	87	25	2,097	2,209	46,618	17,161	3,323,459	3,387,238
燃料電池	4	0	46	50	850	0	25,130	25,980
その他新エネルギー	11	10	4	25	30	5	1,155	1,190
合計 (%)	2,919 (37.8)	224 (2.9)	4,581 (59.3)	7,724 (100.0)	2,884,098 (18.7)	38,967 (0.3)	12,490,061 (81.0)	15,413,126 (100.0)

注1) 地方公共団体等は平成7年度調査、国・民間等は平成8年度調査による。

注2) 太陽熱利用には、スターリングエンジンをうい発電に利用している沖縄県での事例が含まれている。

出所) 新エネルギー開発利用実態調査報告書

全国の新エネルギー施設数は、7,724施設である。エネルギー種別ではコージェネレーション、中小水力エネルギー、太陽熱利用、太陽光発電、廃棄物エネルギーがベスト5となり、これらだけで全体の91%に達している。

一方、全国の新エネルギー施設の発電容量の合計は1,541万kWである。その主なものは、中小水力発電、コージェネレーション、廃熱発電、廃棄物発電、地熱発電であり、これらだけで全体の99.7%を占めている。

(2) 三重県の状況

①太陽光発電

ア 公共施設等への導入

・新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の太陽光発電フィールドテスト事業

平成4年度 国際環境技術移転研究センター（ICETT）[10 kW]

平成8年度 飯高町立東中学校 [10 kW]

平成9年度 鈴鹿山麓研究学園都市センター [20 kW]

小俣町図書館 [10 kW]

阿児町・鶴方幼稚園 [10 kW]

多気町地域福祉センター [30 kW]

平成10年度 白子ひかり幼稚園 [30 kW]

阿児町商工会館 [10 kW]

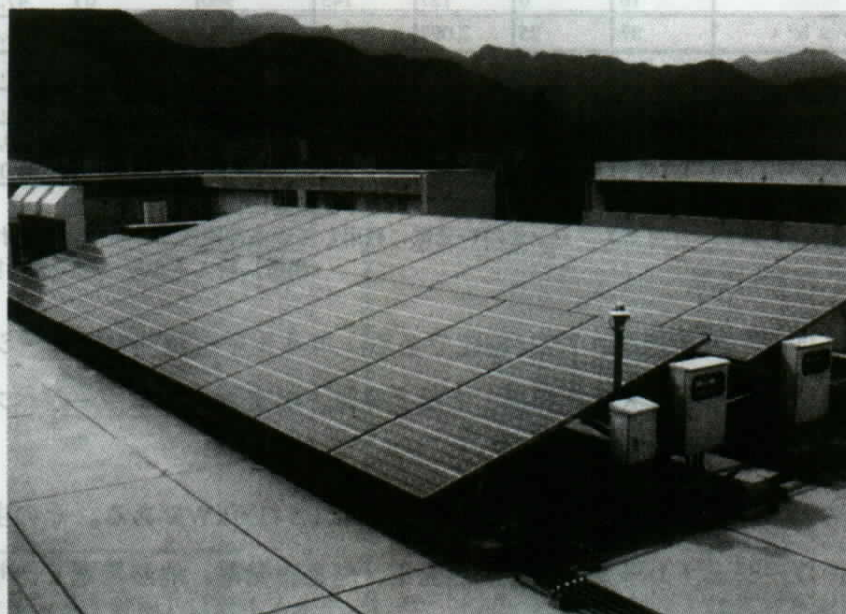
・環境調和型エネルギー供給施設整備事業

平成10年度 南島町役場 [30 kW]

・県事業

平成10年度 三重県上野庁舎 [12.96 kW]

図1-3-1 国際環境技術移転研究センター（ICETT）



イ 一般住宅への導入

- ・（財）新エネルギー財団（NEF）の住宅用太陽光発電導入基盤整備事業

国の「住宅用太陽光発電導入基盤整備事業により、平成8年度までに76件が採択されている。

平成6年度	三重県	20件	設置費用	約600万円
平成7年度	三重県	24件	設置費用	約510万円
平成8年度	三重県	32件	設置費用	約360万円
※平成9年度	全国	約9,400件（申込件数）	設置費用	約300万円
（設置件数は未集計）				

②風力発電

ア 久居市

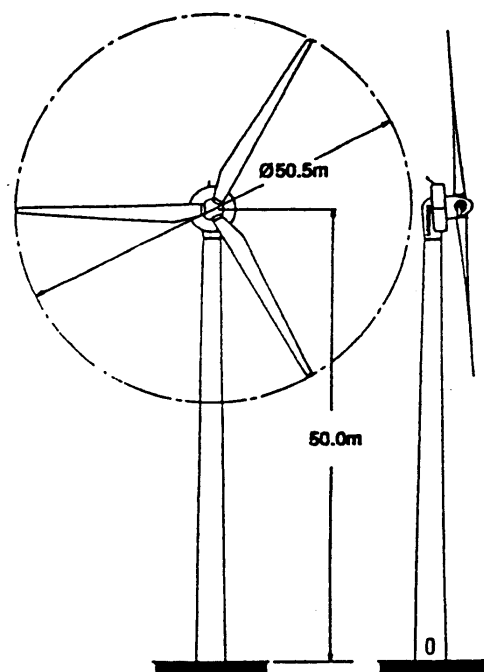
久居市では、地域レベルでの快適な環境の創出の観点から、資源制約の少なく環境負荷の小さい新エネルギーの導入を促進している。こうした背景のもと、市内には風況が良好な地域があるため、市では率先して風力発電事業に取り組んでいる。現在までに、三重県久居市榊原町地内の青山高原（笠取山頂上付近）で、総発電規模3,000kWの発電施設事業を実施している。

この事業により、市のランドマークとしてのイメージアップを図ったり、子供たちに夢を与え科学の心を育むきっかけとするなどの波及効果が期待されている。

○発電施設の規模

- | | |
|------------|-------------------------|
| ・ 発電規模 | 750 kW |
| ・ 最大総出力 | 750 kW × 4 基 = 3,000 kW |
| ・ 年間予想総発電量 | 7,884,000 kWh |

図 1 - 3 - 2 風力発電施設イメージ図（平成11年 3 月完成予定）



イ 青山町

青山町勝地字大坪地内の青山高原で風況調査を実施している。

③RDF発電

ア 県の状況（RDF発電施設の整備）

三重県では、資源循環型社会を構築するため、廃棄物の適正処理と環境負荷の軽減、未利用エネルギーの有効活用の観点からRDF化構想を市町村と一体となって推進している。

この中で、桑名地域におけるRDF発電施設は、広域的なモデル事業として、また市町村で製造されたRDFの恒久的安定的な受け皿として整備するものであり、県の環境施策の一翼を担うものと位置づけられている。

これらの事業を通して、地域環境保全および地域未利用エネルギーの有効活用を図ることが期待されている。

図1-3-3 RDF発電施設イメージ図

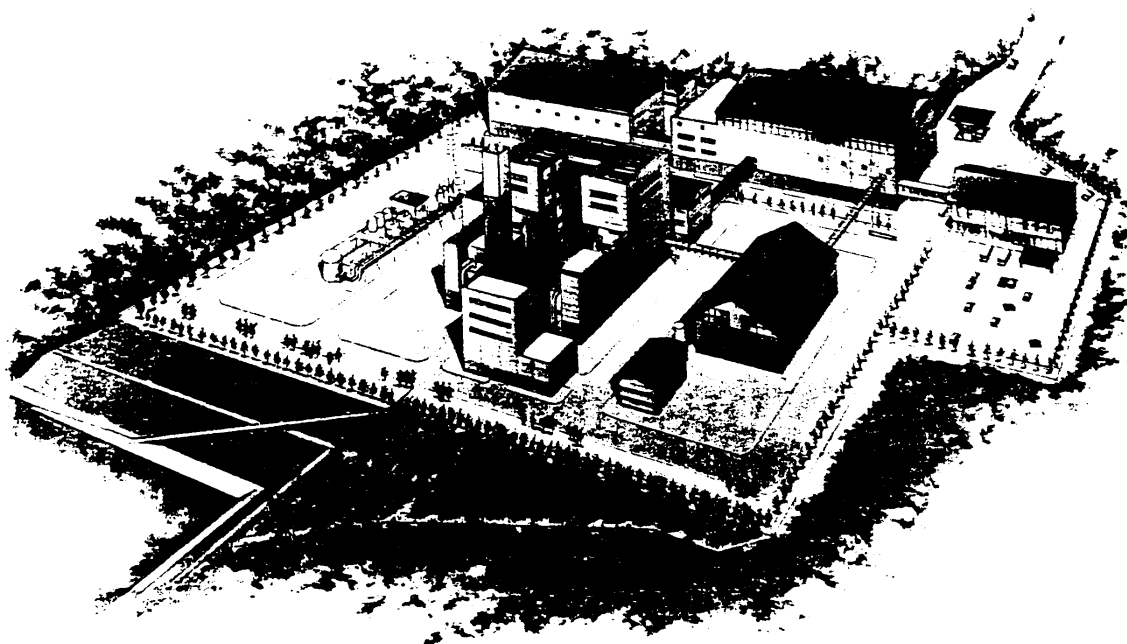


図1-3-4 RDF発電施設の概要

整備地域	多度町地内
整備期間	平成11～14年度（予定）
稼働予定	平成14年度
RDF燃焼量	平均200t/日（100t/日×2基）
出力	約14,000kW（7,000kW×2基）
供給電力量	約7,000万kWh/年（約20,000戸分）

イ 市町村等の状況（RDF化施設の整備）

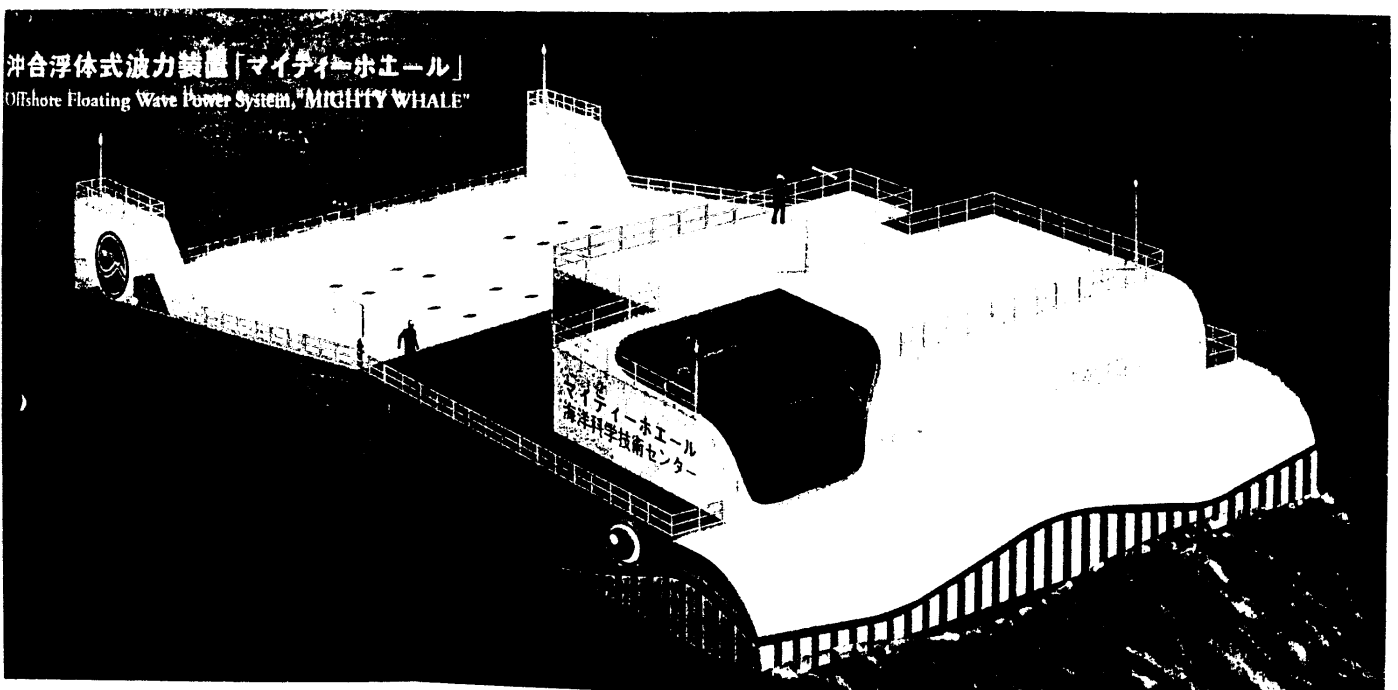
市町村等	規模 [t/日]	整備期間	稼働予定	備考
海山町	20	9～10年度	11年度	
香肌奥伊勢資源化広域連合	44	11～12年度	13年度	飯南、飯高、勢和、大台、宮川、大宮、紀勢、大内山
桑名広域清掃事業組合	230	11～14年度	14年度	桑名、多度、長島、木曾岬、員弁、東員

④波力発電（マイティーホエール）

海洋科学技術センターが、五ヶ所湾において、波エネルギーの経済的な利用技術および静穏海域を拡大する技術の開発を目的として、浮体波力装置「マイティーホエール」の研究開発を実施中である。

本装置は、沿岸海域におけるクリーンなエネルギー供給源として、また、養殖漁業や海洋性レジャー等に必要とされる広く静穏な海洋空間を創り出す装置として実用化が期待されている。

図1-3-4 マイティーホエール全体図



○概要

・ 本体	長さ50m、幅30m、排水量約4,400トン、重量1,260トン 発電機：定格10kW+50kWh 1台 定格30kW 2台
・ 設置時期	平成10年6月～7月に、建造場所である兵庫県相生より曳航し、五ヶ所湾口部に係留設置
・ 実験期間	係留したあとに、約2年間にわたり海域実験を予定。