

自然エネルギー

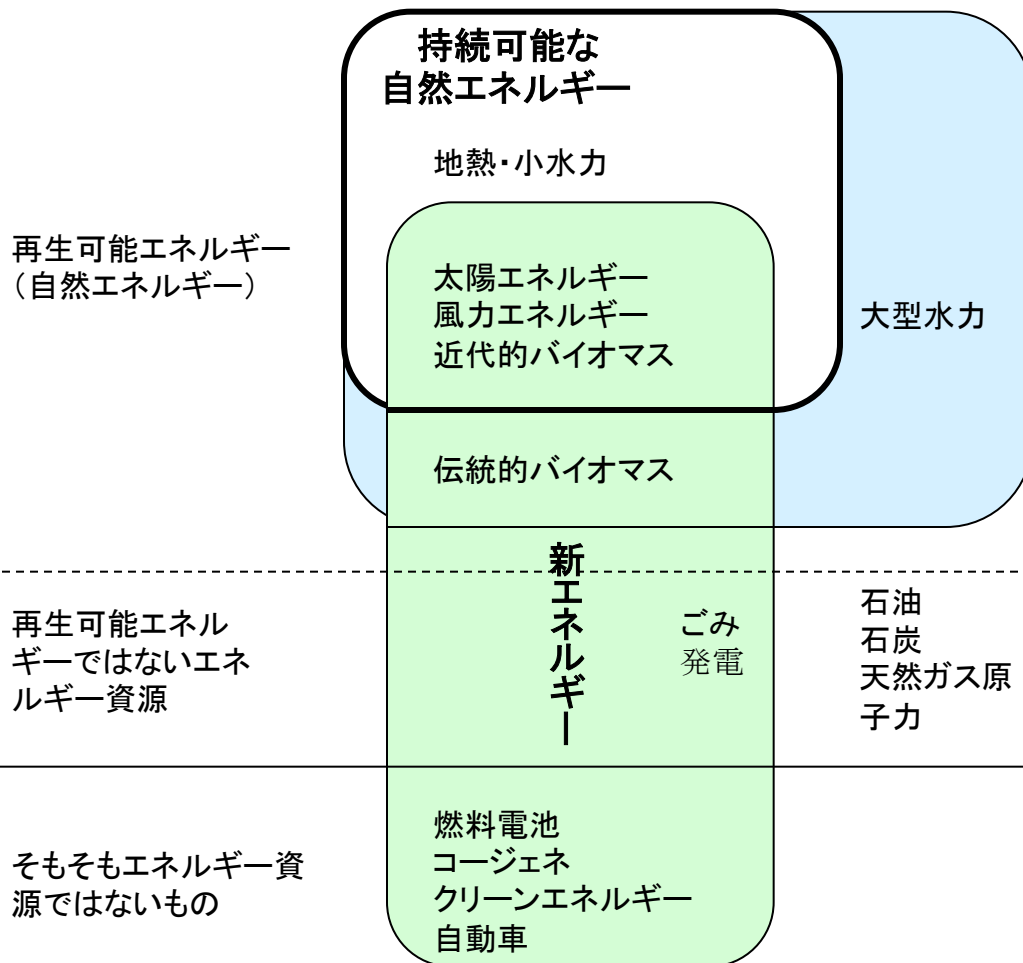


太陽光・風力ハイブリッド発電

光和商事(株) 荒木 巍

H17.11.25

自然エネルギー(再生可能エネルギー)と新エネルギーとの関係



エネルギー換算率: 1kwh = 860kcal = 3.6MJ = 原油換算 0.093 x 10⁻³ kl

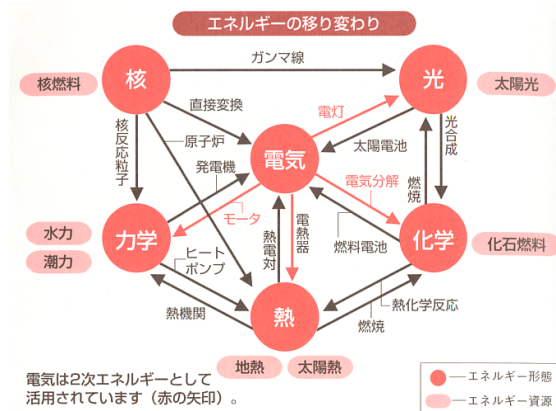


図7-1 エネルギーの変換

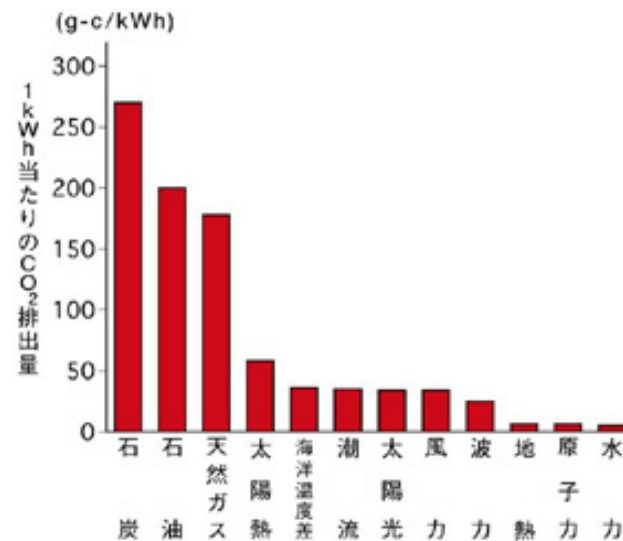


図7-2 1kwhの電力エネルギーを発電するに当たって排出される炭酸ガス量の比較

JMC Geothermal Engineering Co.

自然エネルギー： 自然現象としてのエネルギーを取り出して利用するエネルギーで、いわゆる新エネルギーに含まれる。有限で枯渇性の石油・石炭などの化石燃料などとは対照的に、資源枯渇の恐れがないという意味を込めて「再生可能エネルギー」とも呼ばれる。

再生可能エネルギー： 有限で枯渇性の石油などの化石燃料や原子力とは異なり、自然現象において資源が再生可能なエネルギーのこと。バイオマスは炭素循環で再生されるので、再生可能エネルギーのひとつに数えられる。自然環境に影響を与えるダム式水力などは区別されることがある。

地球温暖化を引き起こす化石燃料などの代替物としての期待は大きく、注目を集めてきている。「再生可能エネルギー」は「自然エネルギー」と「リサイクルエネルギー」に分けらる。

新エネルギー： 一般に日本の資源エネルギー庁によって定義される14種類のエネルギーのことを指す。「新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法（1997年施行―通称 新エネルギー法）」において、「新エネルギー利用等」として規定されている。「技術的に実用段階に達しつつあるが、経済面での制約から普及が十分でないもので、石油代替エネルギーの導入を図るため、特に必要なもの」と定義している。

新エネルギーは、「再生可能エネルギー」と「従来型エネルギーの新利用形態」の2つに分類される。

グリーンエネルギー： 「グリーン電力基金」とは、自然エネルギー普及のための応援基金。CO₂の排出抑制など環境保全への貢献を希望する人びとが基金に対して寄付することにより、自然エネルギー発電所設置の資金とする。具体的には電力会社に参加申し込みをすると、500円／月が電力料金に上乗せされる。このほか企業が参加する従量制の「グリーン電力証書」の方式もある。

未利用エネルギー： 熱、温度差などで技術的には利用できるのに温度が十分高くないために経済的にまだ利用されていないエネルギー。具体的には河川水・海水の熱、生活排水や中・下水の熱、清掃工場の排熱、地中送電線・変電所・工場からの排熱、地下鉄・地下街冷暖房の排熱、雪氷・LNGの冷熱などがある。

歴史的経緯

1960	1891 日本初の商業用水力発電所が稼動開始ー京都 蹴上発電所 1904 世界で最初の地熱発電の実験に成功ーイタリア 1945 日本初のごみ発電施設ー日立造船
1970	1963 日本初の原子力発電(動力試験炉を米国から導入) 1966 日本で本格的な商業規模の地熱発電開始ー岩手県松尾村の松川地熱発電所 1973 第一次石油危機。第二次石油危機は1979年 1976 サンシャイン計画(～2000)、(1993～はニューサンシャイン計画)
1980	1980 NEDOおよび新エネルギー財団設立 1981 三宅島にて100kw級風力発電プラントの研究(～1986) 1990 大型風力発電システムの研究(～1998) 1992 太陽光発電フィールドテスト事業開始(NEDO)
1990	1998 エネルギー需給構造改革投資促進税制の対象設備に「未利用エネルギー利用設備」を追加 2000 「G8自然エネルギータスクフォース」設立ー沖縄G8サミットにて
2000	2002 バイオマスを新エネルギーとして認知ー資源エネルギー庁総合エネルギー調査会で提唱 2003 RPS法施行 2004 新エネルギー産業ビジョン公表ー資源エネルギー庁省エネルギー・新エネルギー部⑦

太陽エネルギー

太陽光発電(太陽電池／ソーラセル)

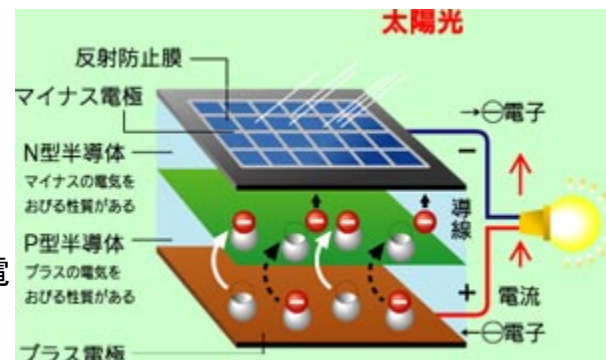
原理: N型半導体(+)とP型半導体(-)に太陽光を当てて電流を得る。

特長: 可動部分がなく安定。日本が導入で世界をリード。

欠点: 晴れの昼間のみ発電。発電効率が低い(～10%)。

実績: 2006年末で 171万kw。

図7-3 太陽光発電の原理



太陽熱エネルギーの利用

原理: 温水器では屋根上の水管の水を太陽熱で暖める。発電方式では太陽光を200～1000倍に集光して空気や水を加熱し、得られた250～400℃の高温空気、蒸気で熱機関を働かせて発電する;①タワー集光方式、②曲面(放物面)集光方式、③Solar Dish。 **特長:** この高温の熱を熔融塩蓄熱器に貯蔵し、夜でも発電できる。温水器では構造がシンプルで普及している。

欠点: 集光方式は日本では散乱光が多く、経済性が低いと評価。集光のために広大な敷地が必要で、コストがかかる。太陽追尾装置が必要

実績: 2003年末、日本の太陽熱温水器は累積641万台、ソーラシステムは60万台。集光方式では米、豪などで実績あり。

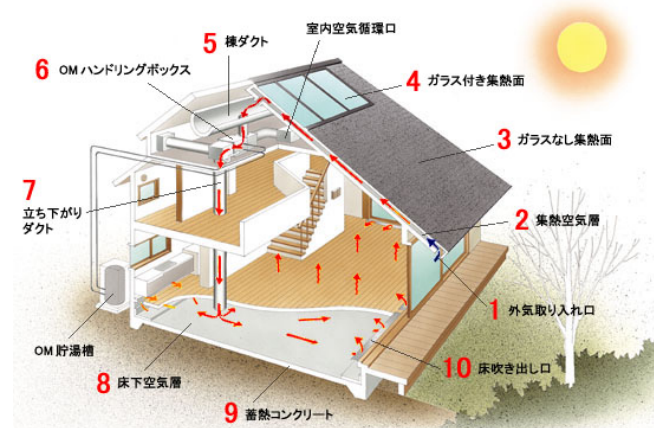


図7-4 ソーラシステム (ノーリツ)

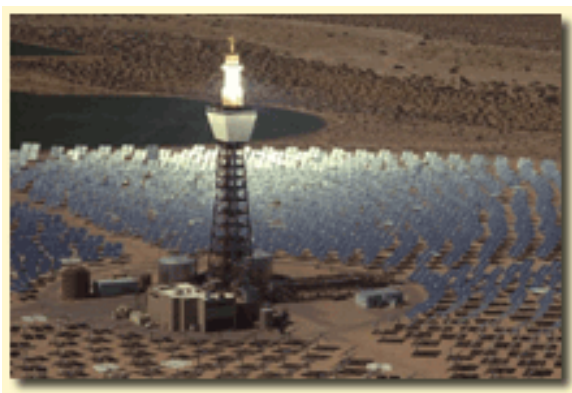


図7-5 ソーラタワー

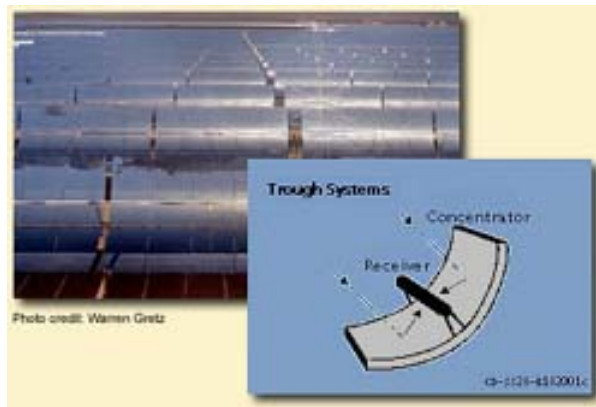


図7-6 放物曲面集光

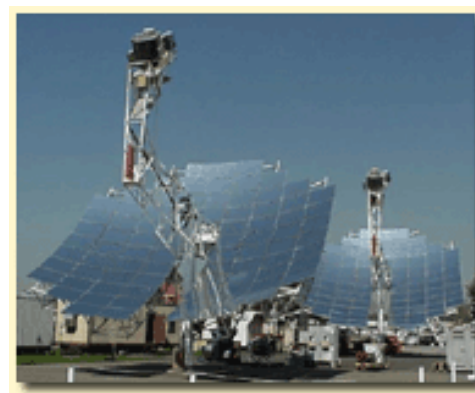


図7-7 Solar Dish

風力エネルギー

原理:「風の力」で風車をまわし、その回転力で発電機を駆動。変換効率約40%。

特長:①水平軸式では風車は風の吹いてくる方向に向きを変え、風の力を最大限に受ける。風速が25～60m/sを超えると、風車が壊れないように可変ピッチが働き、風を受けても風車が回らないようにする。②縦軸式は風向に無関係で、重い発電機は縦向きにして地上付近に設置できる点で有利。

欠点:風力発電を設置するには、その場所までの搬入道路があることや、近くに高圧送電線が通っているなどが必要な条件。①水平軸式—風上に風車向けのヨーイングシステムが必要。大型化に伴って風きり音等の騒音、電波障害、鳥などの生態系への影響、景観が問題となる。②縦軸式—上部の軸受には大きな横加重がかかり、また回転軸が長くなるなどの不利な点もある。。

実績:日本では、安定した風力(平均風速6m/秒以上)の得られる、北海道・青森・秋田などの海岸部や沖縄の島々などで、1314基/149.1万kw以上が稼働している(2006年度末)。

現在大型のものは2400kw、風車の直径は95m。



図7-10 縦軸式20kw(ドマーニ・エコソリューションズ社)

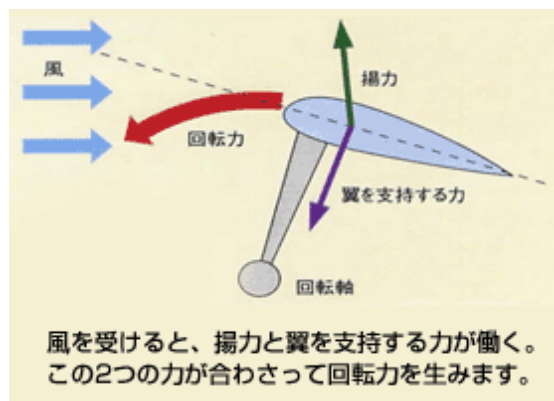


図7-8 北海道泊町

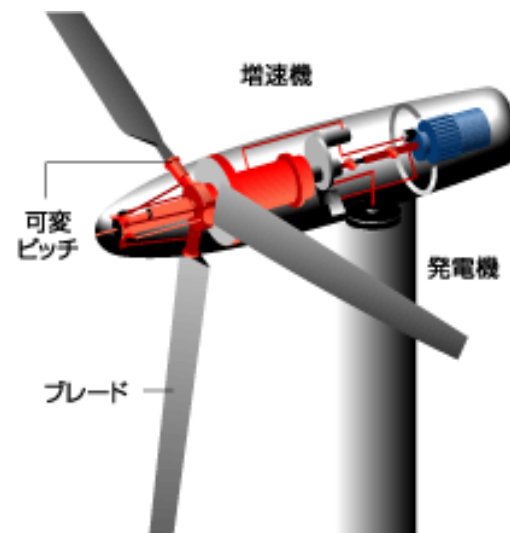


図7-9 風力発電の仕組み

水力・地熱エネルギー

小水力発電

原理: 落差の小さい川では環境に影響の大きいダムを建設せず、ミニ水力発電(100kw~1000kw)やマイクロ発電(100kw以下)が注目されている。

特長: 1. 太陽光・風力発電と比べエネルギー変換効率がよく、設置場所が小さくできる、
2. 一般的に太陽光・風力発電と比べ1kwh当たりの設備投資が安価、
3. CO₂を排出しないため自然環境への負担が軽くクリーン。

欠点: 適地の選定、渇水時期への対応

実績: RPS法では1000kw以下を対象として、2005年で445ヶ所/年間総発電量1249Gwh。日本の大型水力の発電出力は2773万kw以上。

地熱発電

原理: 地下に掘削した坑井から噴出する天然蒸気を用いてタービンを廻して行う発電。なお、高温岩盤に水を注入して蒸気を取り出す方式もある。

特長: 年中昼夜を通して同じ出力で発電し続けられることから、ベースロードとしての価値がある。エネルギー資源としては、純国産であること、炭酸ガスの排出量が少なく、地球環境に優しい。

欠点: 井戸の深さは1000mから3000mにも達するので建設コストが大きい。

実績: 日本では最大の地域でも11万キロワットで、最近建設されているのは2万から3万キロワット程度。2006年3月での設備容量は53万kw。(JMC Geothermal Engineering Co.)



図7-11 長野県上松町 滑川砂防公園6kw小水力発電



図7-12 松川地熱発電所発電出力23,500kw

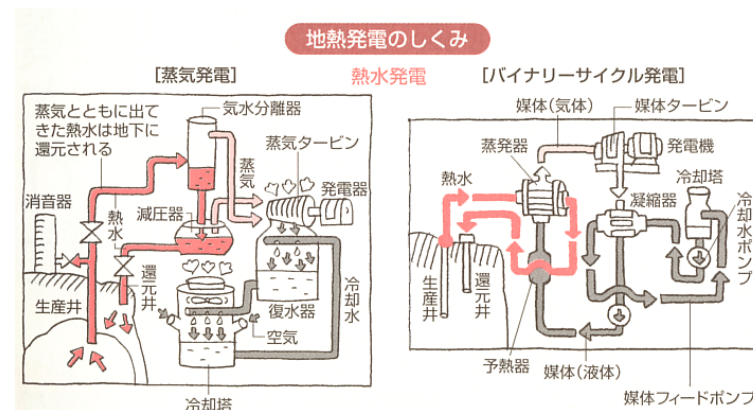
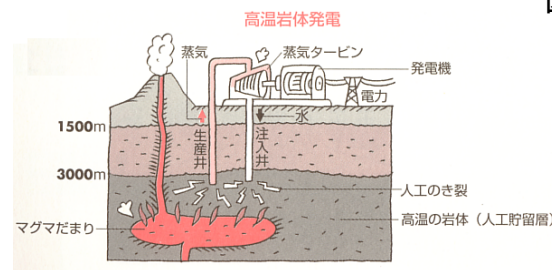


図7-13 地熱発電の仕組み



7-13a 高温岩体発電

バイオ・廃棄物エネルギー

バイオマス

原理: 植物は、光合成によってCO₂(二酸化炭素)を体内に有機物にして貯える。この有機物を燃焼して加熱、発電の熱源とする。

特長: エネルギー資源としてバイオマスを利用しても、植物を育成すれば、大気中のCO₂は再び光合成によって有機物に生まれ変わる。

欠点: ごみ等の収集にコストがかかる。燃焼時にCO₂、ダイオキシンを発生。



図7-15 バイオマス

廃棄物発電

原理: 可燃ごみを焼却する際の「熱」で高温高压の蒸気を作り、その蒸気でタービンを回して発電する。

特長: 発電した後の排熱は、コージェネレーションとして周辺地域の冷暖房や温水として有効に利用することができる。

欠点: 腐食の問題で蒸気の温度が抑えられ、発電効率は10%前後と低い。効率を高めるためにスーパごみ発電、RDFなどが開発されている。

実績: 2005年度末の設備容量は151.5万kw、286カ所。

実

RDF: Refuse Derived Fuel ごみ固形燃料。固形化しないものもあるが一般的にはペレット状

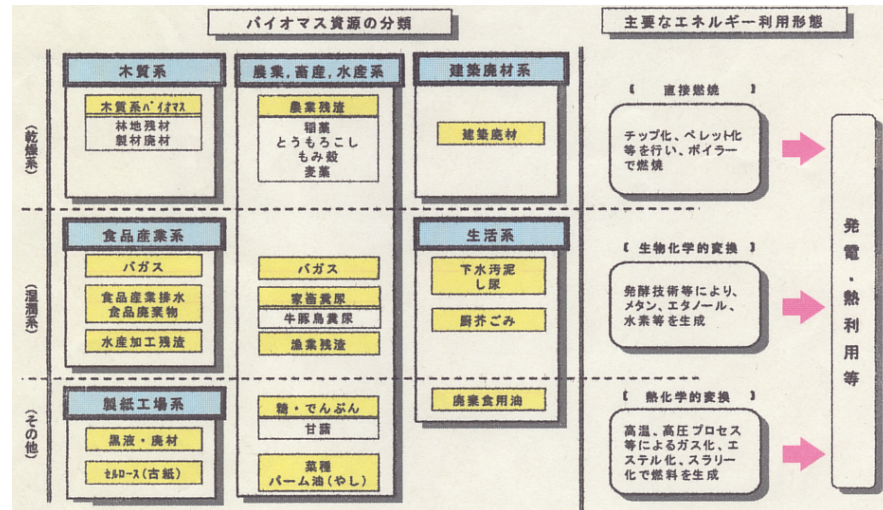


図7-14 バイオマスの種類

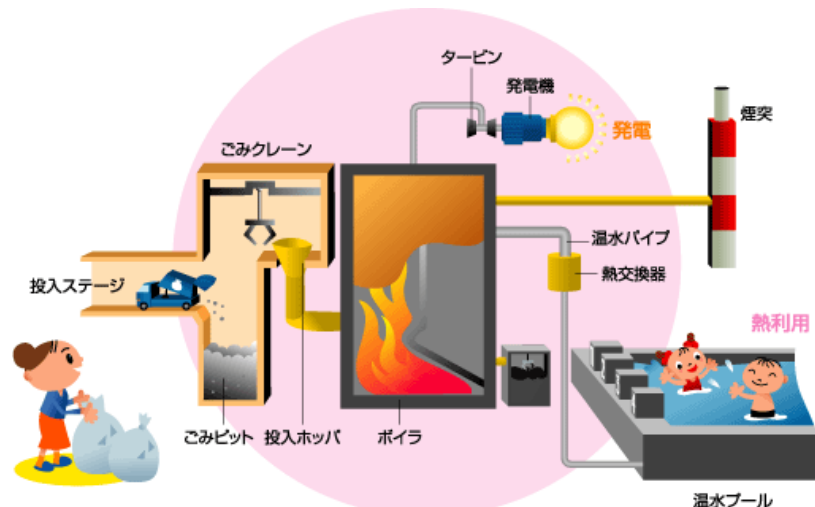


図17-16 廃棄物発電

潮力発電

原理: 入り口の広い湾内では干満の差が大きく、満潮時には堰を開放し、湾内に海水を導入して、干潮時に堰を閉鎖し、海水をタービンに導入して、発電機を回す。低落差の水力発電の一種。海水タービンには干、満両方向の潮流に対応して発電するものもある。鳴門海峡や津軽海峡など潮流の激しい地形で水平型水車を回す研究が進められている。**特**
長: 燃料が不要であり、潮汐現象を利用しているため、風力発電とは異なり出力の正確な予測が可能なことである。**欠**
点: 日本では、大規模な潮汐発電所の設置に適した箇所が無く、あまり普及していない。

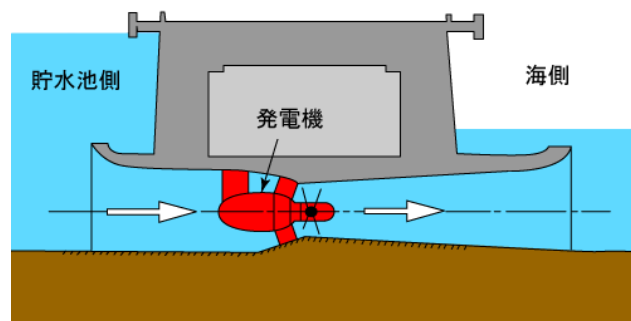


図7-17 潮力発電の原理

波力発電

原理: 防波堤に空気室を組み込み、波が下がった時に空気を室内に取り入れ、波が上がった時にその力で空気を圧縮して、エアタービンを回して、発電する。**特**
長: 波のエネルギーは場所や季節によって違うが、全国平均では海岸線1メートル幅あたり6kwで、最高は冬の日本海で17kwと計算されている。**欠**
点: 波の大きさは不安定なので、普及にあたっては、他の電源と組み合わせるなどして、安定した出力を確保する必要がある。**実績:**
 実用実績はほとんどない。 (東京電力)

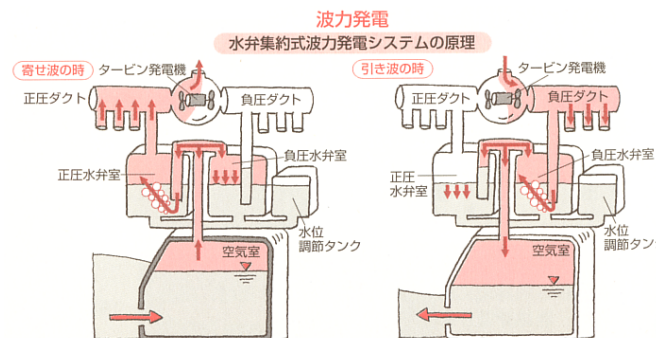


図7-18 波力発電の原理

温度差発電

原理: 海や川の水温は、夏も冬もあまり変化がなく、外気との温度差がある。これを「温度差エネルギー」といい、ヒートポンプや熱交換器を使って、冷暖房などに利用できる。**特**
長: とくに深海の温度は夏冬変化がなく、安定しているので注目されている。また、工場や変電所などから排出される熱も外気との温度差があるので利用できる。**欠**
点: 温度差が小さいので、高性能のヒートポンプと熱交換器が必要。**実績:**
績: 今後の実用化が期待される。

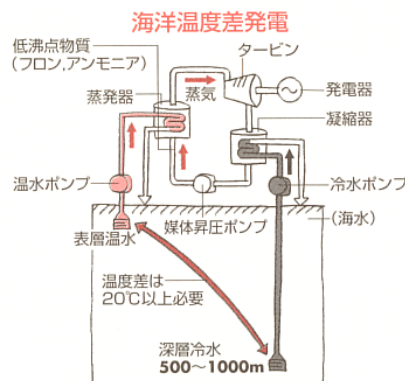


図7-19a 海洋温度差発電の原理



図7-19 マイティーホエール/海洋技術センター

雪氷熱・未利用エネルギー

雪氷熱利用

原理: 雪や氷の冷熱エネルギーを使って、建物の冷房や農作物などの冷蔵に使う。冬に降り積もった雪を保存し、また、水を冷たい外気で氷にして保存する。

特長: とくに高度な技術、運用は不要。

欠点: 暖冬などの影響を受ける。

実績: 北海道で実用化されている。



図7-20 雪の貯蔵
(北海道沼田町)



図7-21 冷気で氷を作るアイスシェルター(北海道帯広市)

未利用エネルギーの活用

原理: 河川水、工場、地下鉄、変電所等の100℃にもならない低温の熱エネルギーを利用する。取り出したエネルギーも発電よりは冷暖房などの熱源として利用する。

特長: 人工排熱の未利用エネルギーは供給・需要とも都市型であり、移送距離が短くて済む。

欠点: 効率のよい熱交換器、ヒートポンプ、蓄熱装置が重要な要素となる。

実績: 今後の実用化に期待。

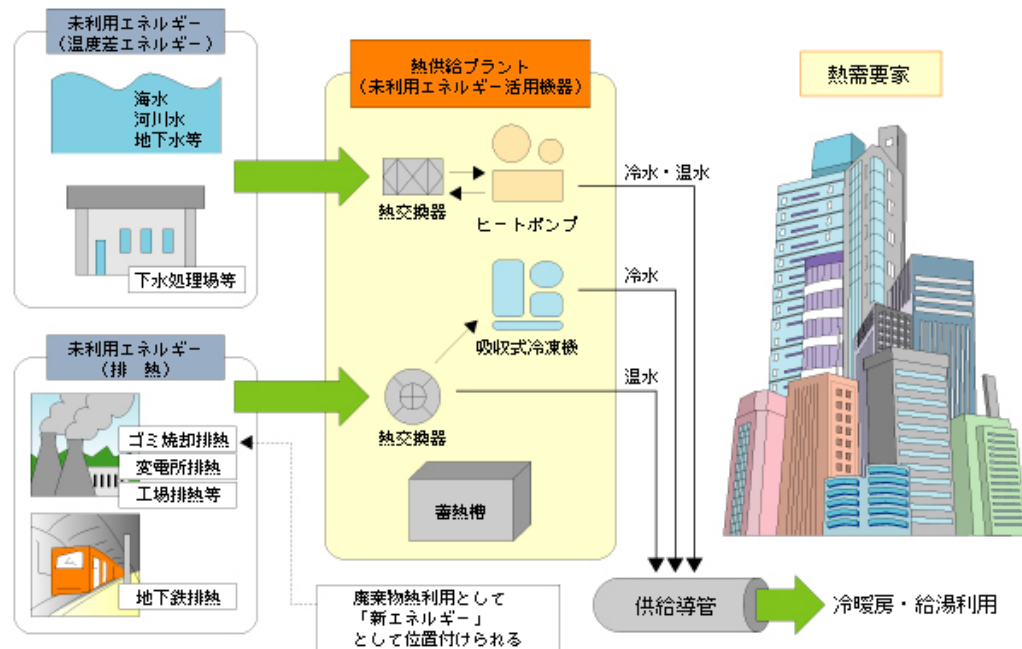


図7-22 未利用エネルギーの活用概念

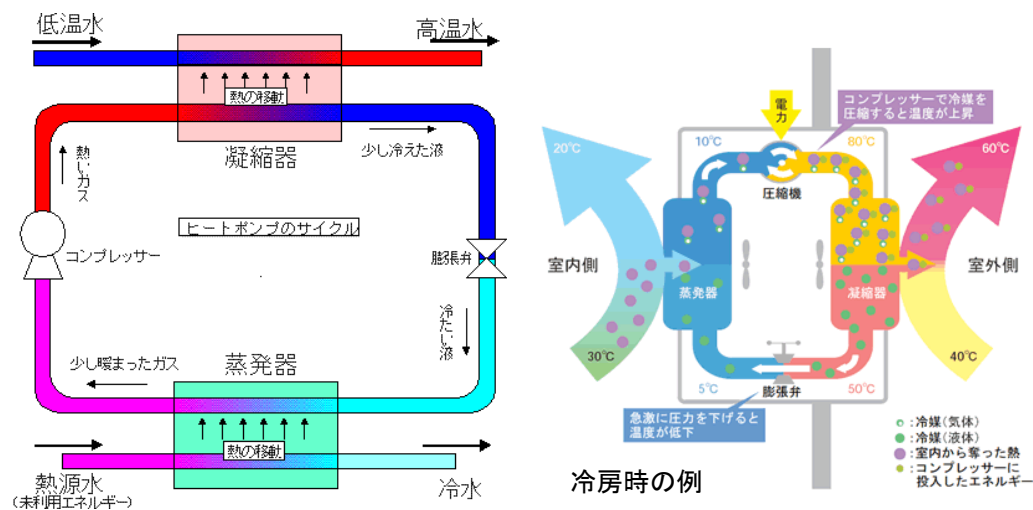


図7-23 ヒートポンプの仕組み

RPS法(Renewable Portfolio Standard／2003年4月施行):「証書を用いた再生可能エネルギー導入基準制度」の意味。販売電力量に応じて一定の割合の新エネルギー等の電気の導入を電気事業者に義務付ける。対象は太陽光発電、風力発電、バイオマス発電、中小水力発電、地熱発電による電力。ドイツ、デンマーク、米テキサス州、オーストラリアなどに実施例あり。

新エネルギー法(1997年6月施行):①新エネルギー利用等の促進に向けた基本的な取組み体制を明確化し、②新エネルギー利用等を行う事業者に対する債務保証等の金融上の支援措置を請じる。

バイオマスニッポン総合戦略:H14年12月、政府関係6府省の連携によりまとめられた。バイオマスの生産、収集、変換、利用について地域の創意工夫、システム全体の設計を促すもの。H22年までに500市町村(現在は26)でバイオマスタウンを実現する構想。

新エネルギー産業ビジョン:H16.6.24資源エネルギー庁の下に設置の検討会で、取りまとめて公表。太陽、風力、バイオマスを中心に新エネルギーを産業として捉え、2030年ごろまでの将来像をまとめた。3兆円市場と31万人の雇用を期待。

NEDO((独)新エネルギー・産業技術総合開発機構)の**おもな関連研究** (NEDO資料)

- ・集中連携型太陽光発電システム実証研究(2002－2006)
- ・風力発電電力系統安定化等技術開発(2003－2007)
- ・地熱開発促進調査(1980－2005)
- ・中小水力発電開発事業
- ・各種フィールドテスト事業
- ほか
- 業:一産業用太陽光発電(1998－2006)、一太陽光発電新技術等(2003－2010)、一先進型廃棄物発電(1999－2006)、一風力発電(2000－2005)

エネルギー分野		2001年度実績	2010年度見通し／目標		2010 (目標ケース) ／2001
			現行対策維持ケース*2	目標ケース	
発電分野	太陽光発電	11.0万kl(45.2万kw)	62万kl(254万kw)	118万kl(482万kw)	約11倍
	風力発電	12.7万kl(31.2万kw)	32万kl(78万kw)	134万kl(300万kw)	約11倍
	廃棄物発電	125万kl(111万kw)	208万kl(175万kw)	552万kl(417万kw)	約4倍
	バイオマス発電	4.8万kl(7.1万kw)	13万kl(16万kw)	34万kl(33万kw)	約7倍
熱利用分野	太陽熱利用	82万kl	72万kl	439万kl	約5倍
	未利用エネルギー(雪氷熱を含む)	4.4万kl	9.3万kl	58万kl	約13倍
	廃棄物熱利用	4.5万kl	4.4万kl	14万kl	約3倍
	バイオマス熱利用	—	—	67万kl	—
	黒液・廃材*1	446万kl	479万kl	494万kl	約1倍
合計 (一次エネルギー総供給に占める割合)		690万kl(1.2%)	878万kl(1.4%)	1,910万kl(3%程度)	約3倍
一次エネルギー総供給		約5.9億kl	約6.2億kl	約6.0億kl程度	

表7-1a 2010年までの新エネルギー導入目標—METI

資料:総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会、「今後の新エネルギー対策のあり方について」、2001年6月等

(注)*1:バイオマスの1つとして整理されるものであり、発電として利用される分を一部含む。

*2:2001年度当時

市場展望

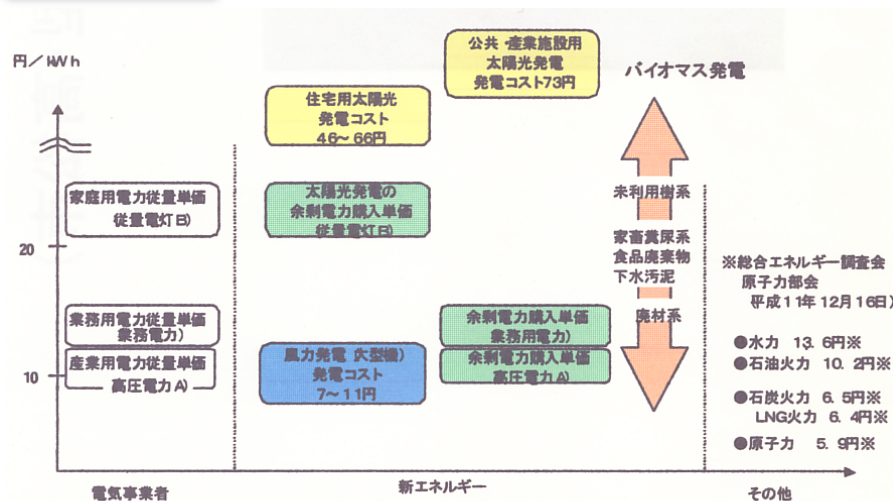


図1-1-1 新エネルギーと従来電源の発電コストの比較

図7-24 新エネルギー発電コスト(新エネルギー産業ビジョン)

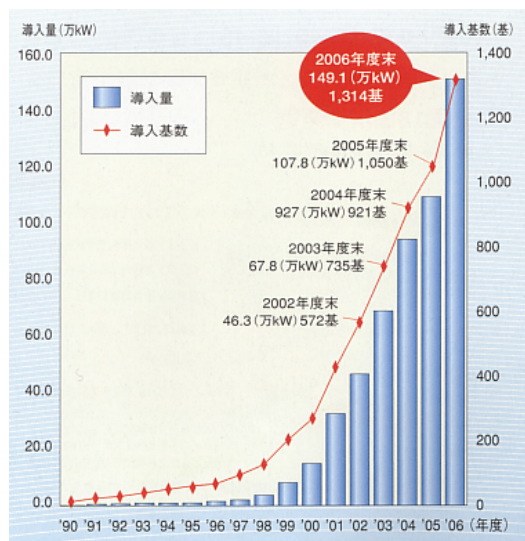


図7-26 風力発電導入推移(エネルギーレビュー 2005.8)

図7-25 太陽光発電導入推移(資源エネルギー庁)

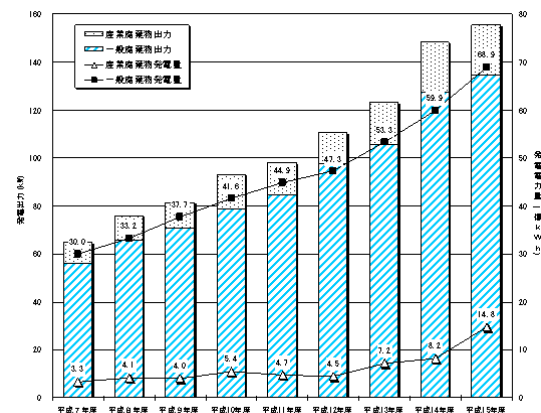
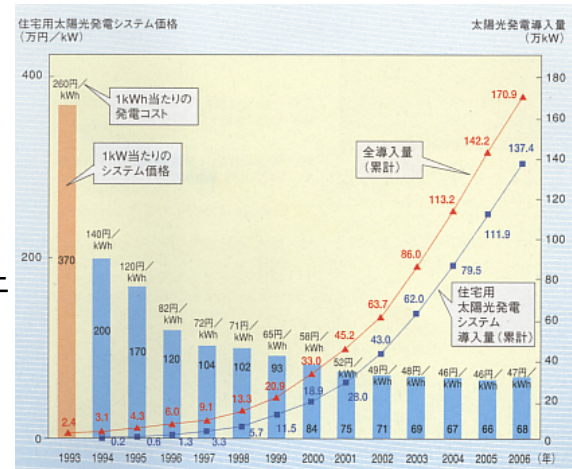


図7-27 廃棄物発電導入推移(資源エネルギー庁)

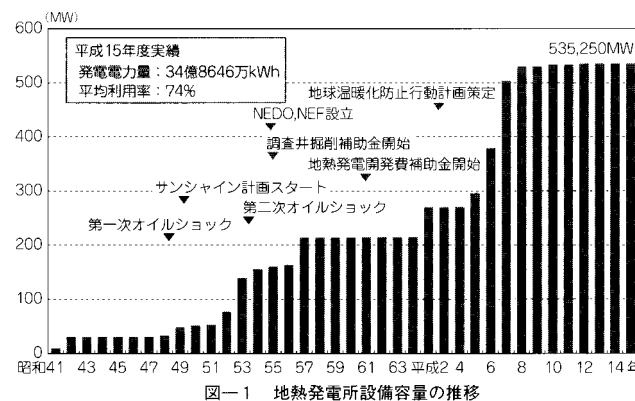


図7-27a 地熱発電導入推移(エネルギーレビュー 2005.8)

課題

化石エネルギーとのコスト比較	自然エネルギーは燃料コストがかからない代わりに、エネルギー密度が低く、また時間変動で発電ゼロともなるので、KW当たりの設備コストは高くなり経済性評価を確実に行うことが大切
対候性	太陽、風力、波力などは天候によってエネルギー供給に波があり、0となることもある。エネルギー貯蔵あるいは化石燃料の発電設備との併用で電力の安定供給を図る必要がある。また、暴風時のような過剰エネルギーに対する防護措置が必要
系統連系	時間変動の激しい自然エネルギーによる発電では、電力会社の電力ラインに接続して不足電力の補給、過剰電力の逆送電(逆潮)が必要。電力会社にとってはネガティブな要因
地域の偏在性	太陽光、風力、潮力、地熱などは地域偏在性が強く、プラント設置条件が厳しい。また、電力需要地域とは離れていることも多く、送電コストも注意しなければならない
防汚対策	太陽光・風力発電は自然の天候に曝されて汚れ蓄積で性能が劣化するので、定期的な清浄化対策が必要。光触媒は有力な対策の1つとなる。海岸、洋上風力発電では塩害腐食対策も必要
風車の騒音	民家の近くに設置された風車は風きり音の騒音を発生して住民の問題となる。デンマークなどでは遠浅の海上に設置した洋上プラントが重視されるようになってきている

キーワード

二次エネルギー	我々が普段利用しているエネルギーは原油、ウランなどを転換して使い易い形に変えている。転換前のものが一次エネルギーで、石油、石炭、天然ガス、原子力、水力、地熱などである。転換後のものが二次エネルギーで、電力、ガソリン、都市ガスなどがある
サンシャイン計画	1973年第1次オイルショックを契機としてスタートした新エネルギーの開発・実用化計画で、産・学・官の共同作業。省エネ技術開発のムーンライト計画と統合して1993年から環境問題を取込んだニューサンシャイン計画(国家プロジェクト)が続けられている
トリレンマ	エネルギー(Energy)、環境保全(Environment)、経済成長(Economy)の3Eを同時に達成することは非常に困難であるということをいう。その克服のためには地球規模での総合的な取り組みが必要

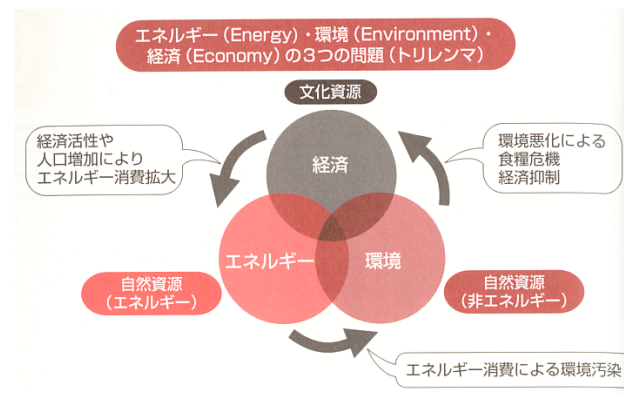
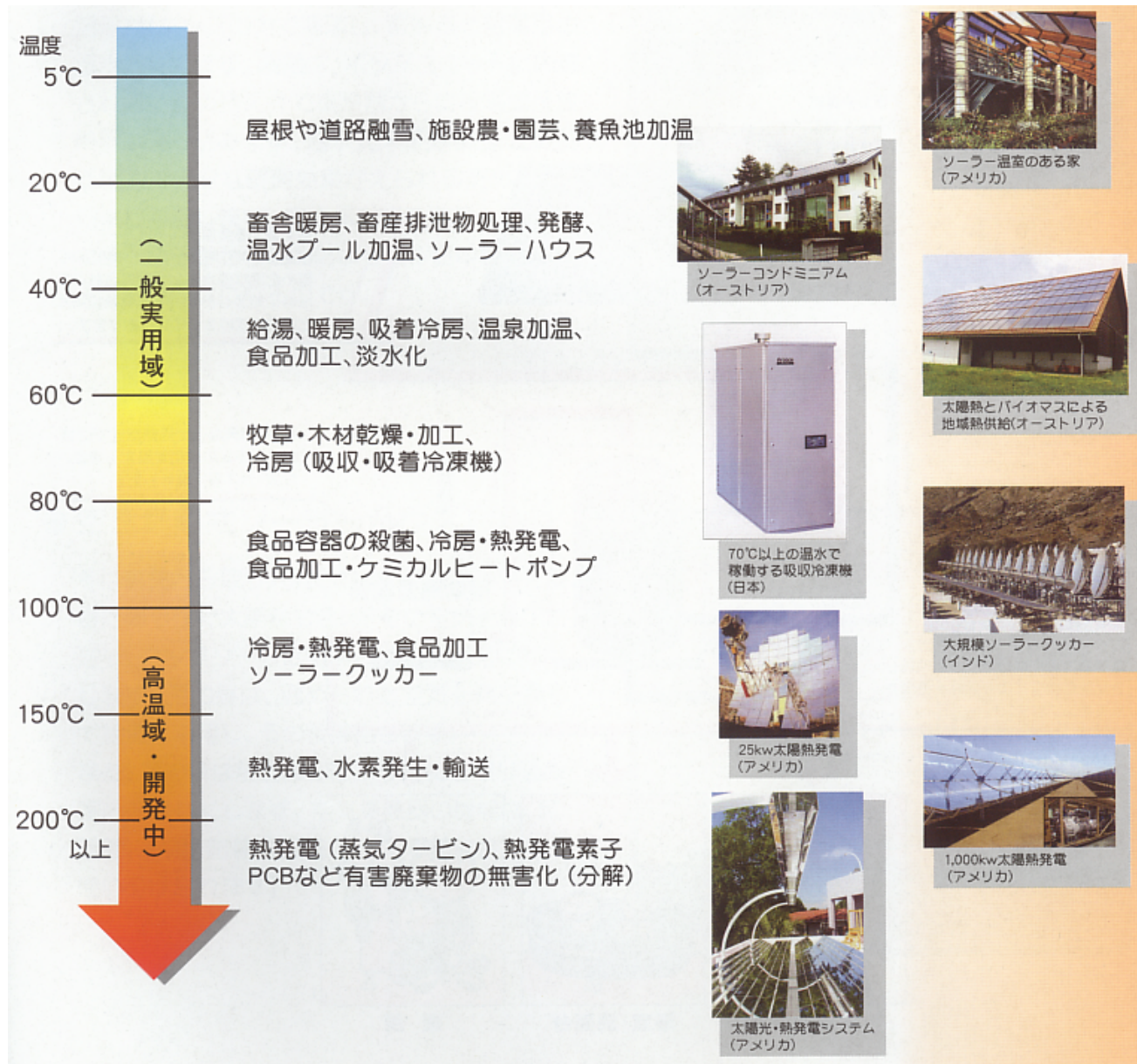
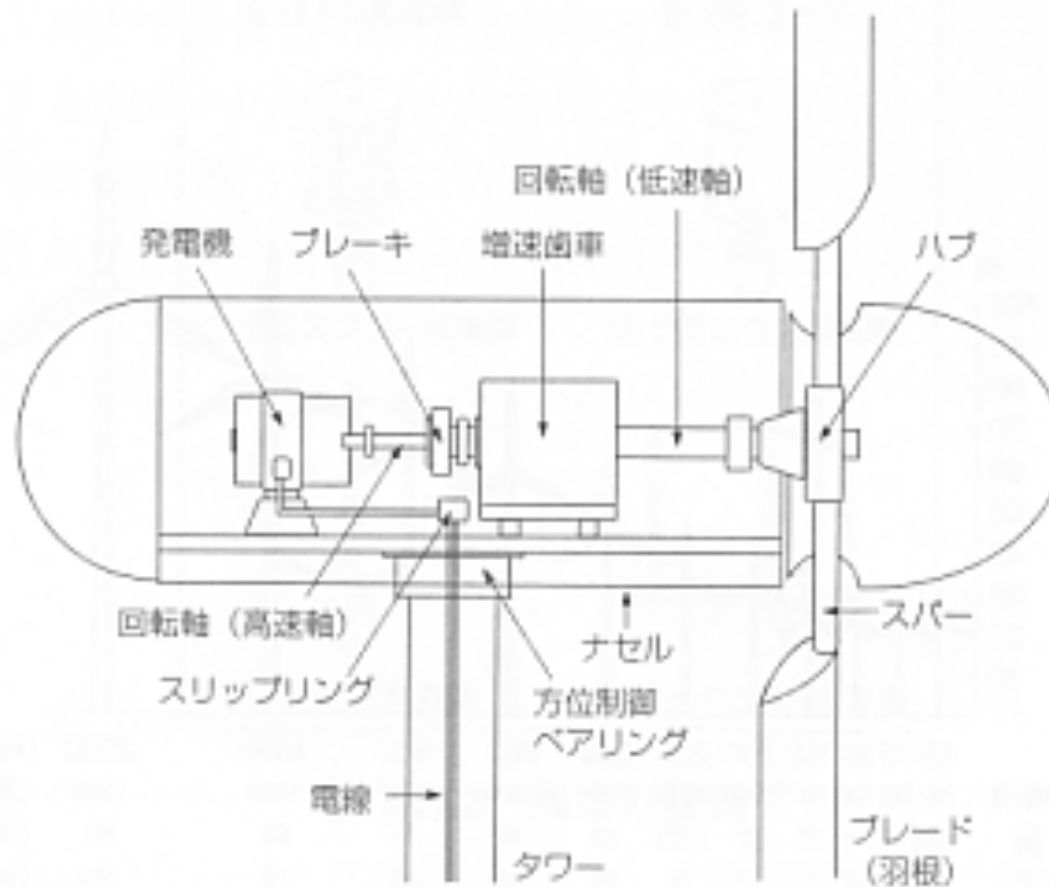


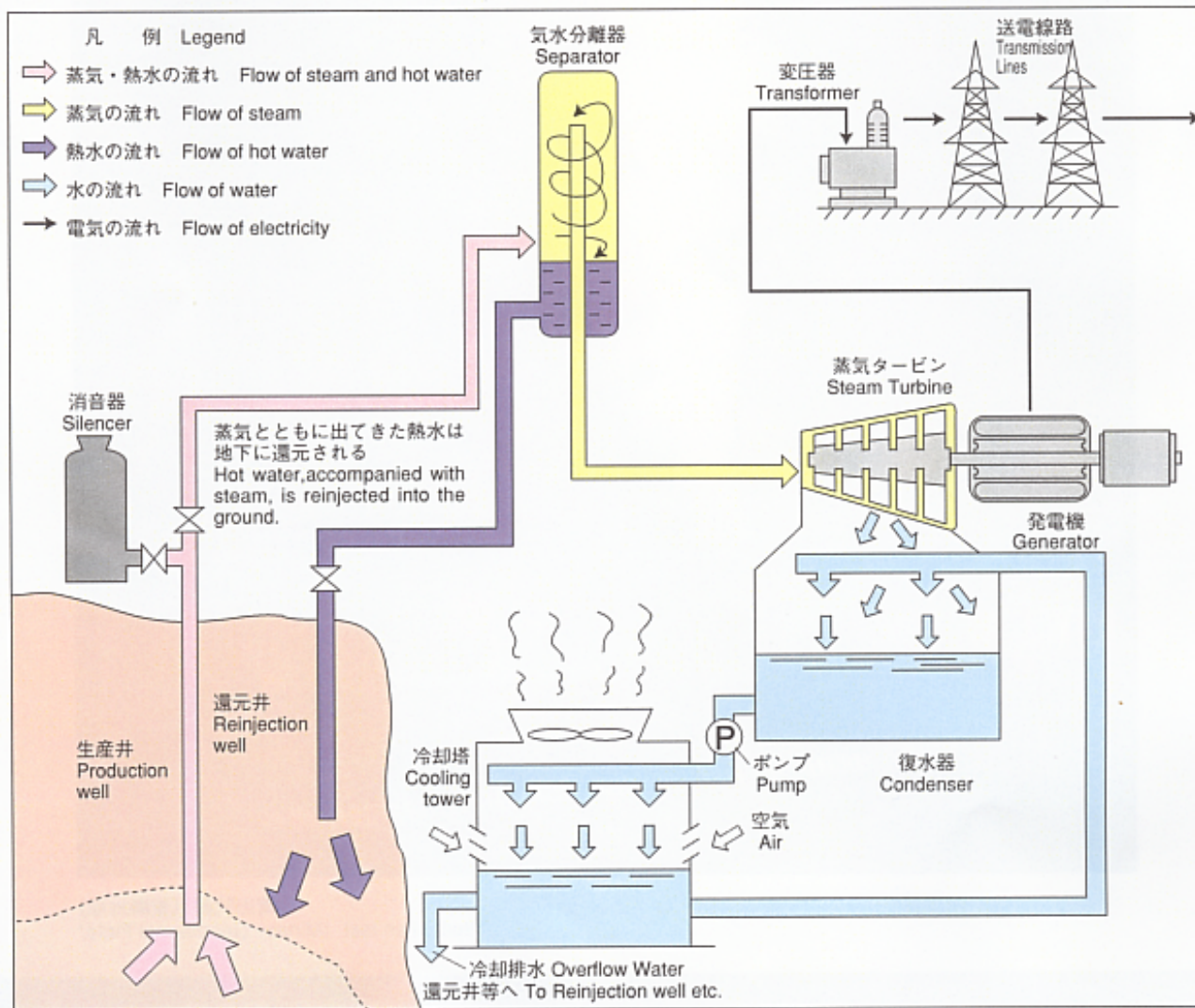
図7-28 3Eのトリレンマ



参考図7-1 太陽熱利用の主な分野（ソーラーシステム振興協会）

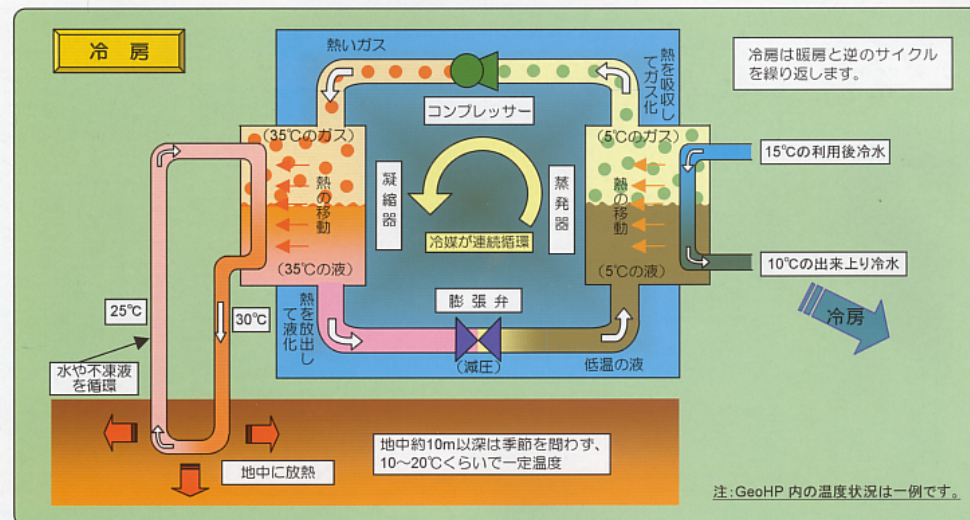
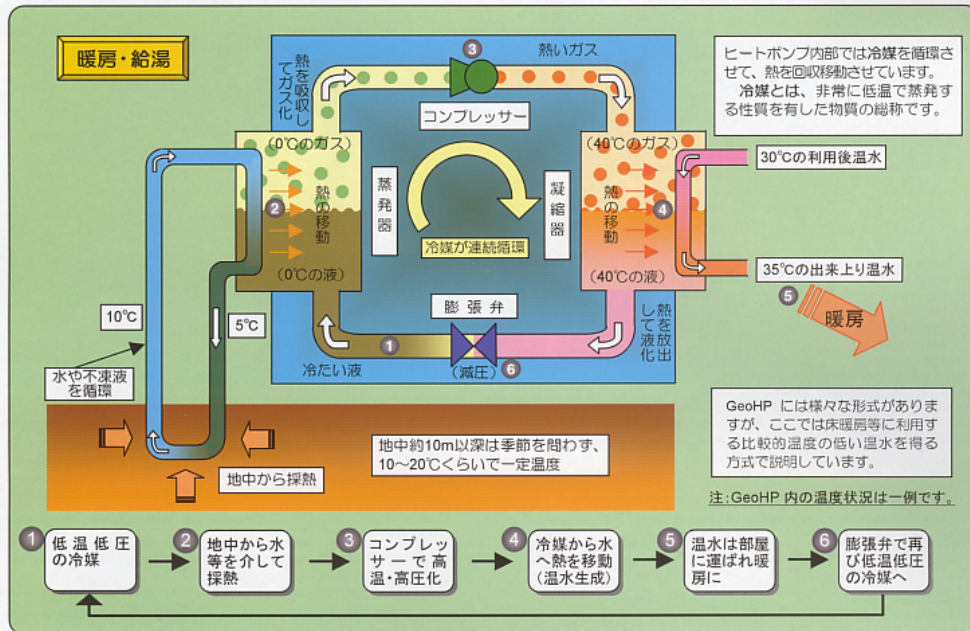


参考図7-2 風力発電機ナセルの内部

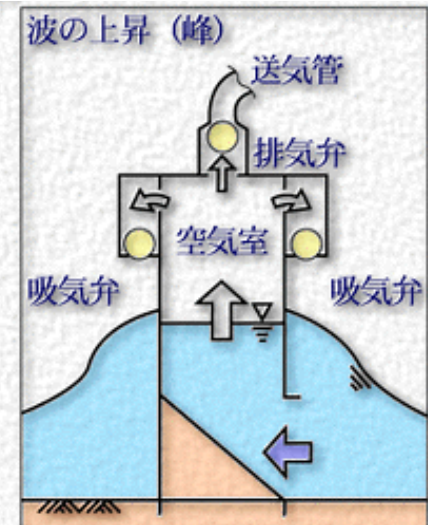
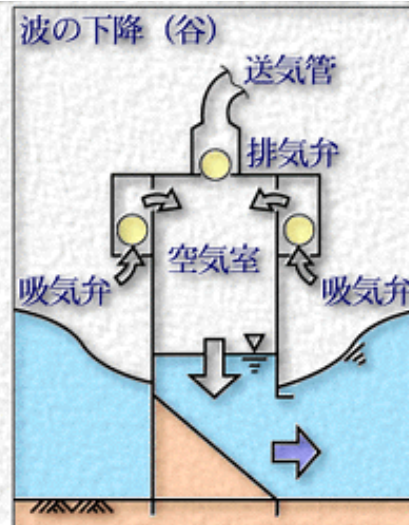
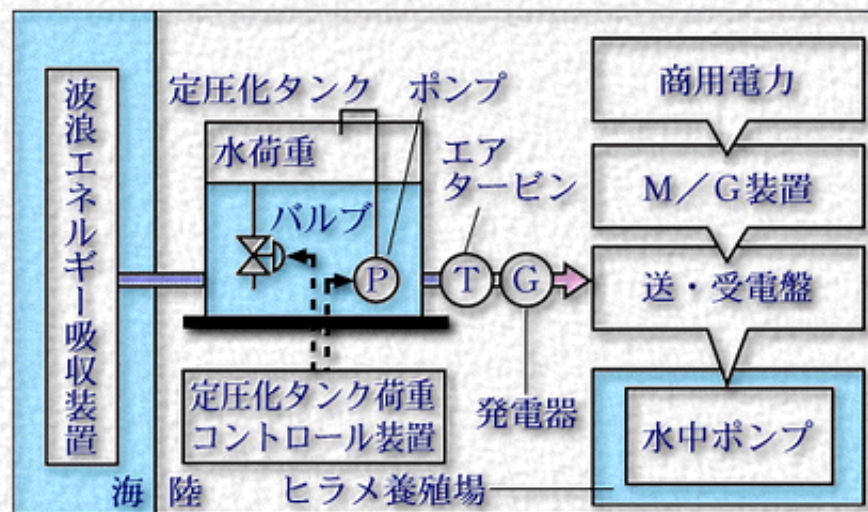


参考図7-3 地熱発電の仕組み(NEDO地熱発電の現状)

ヒートポンプは **コンプレッサー** - **凝縮器** - **膨張弁** - **蒸発器** が一本の配管で結ばれた構造をしており、低温の物体から熱を吸い上げて利用可能な高温の熱を得る装置です。(暖房・給湯の場合)
また、**GeoHP** は地中から ③ 以上、電気から ① のエネルギーを得、④ 以上のエネルギーを生成します。

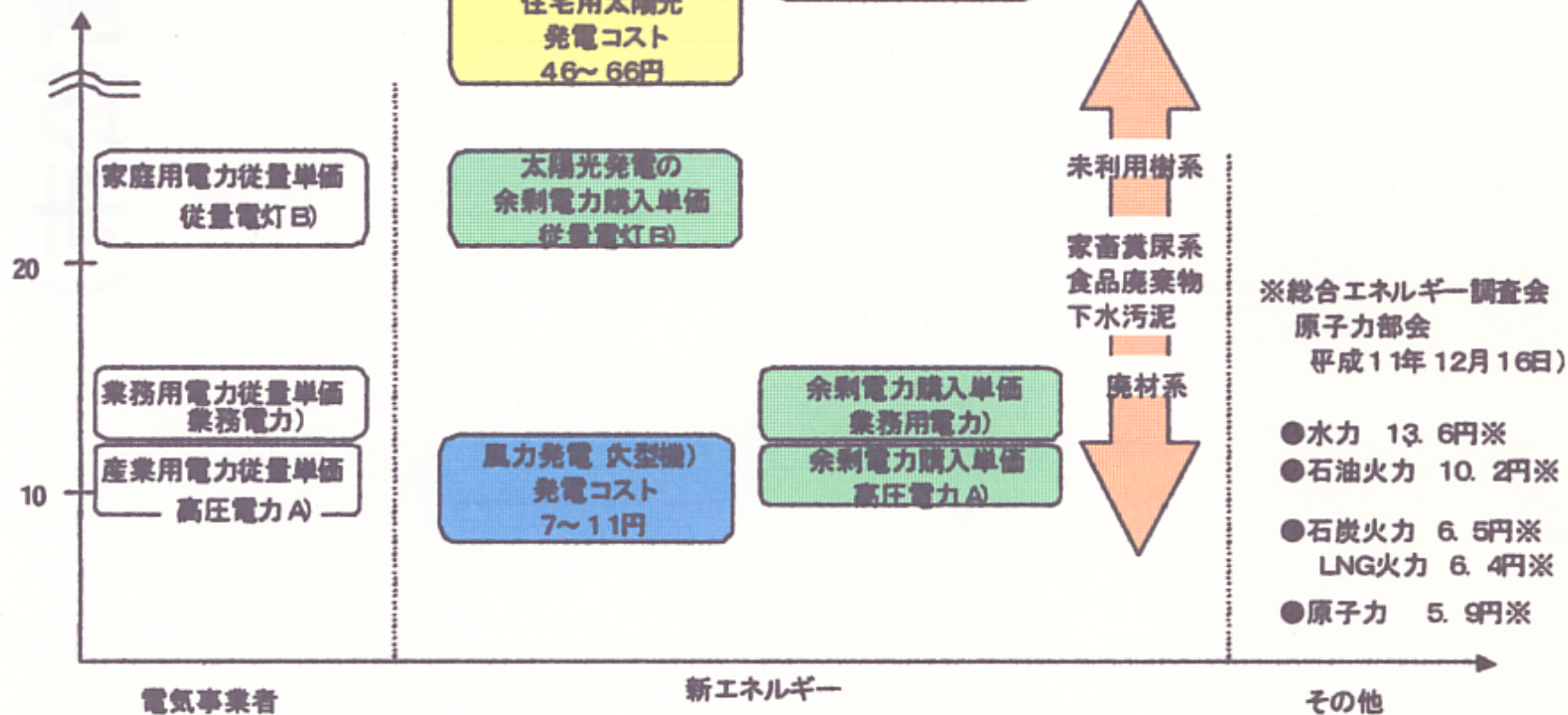


参考図7-4 地中熱利用ヒートポンプ(GeoHP)の仕組み (NEDO地球熱利用システム)



参考図7-5 波力発電

円／kWh



参考図7-6 新エネルギーと従来電源の発電コストの比較

参考資料

1. 自然エネルギー大全 手作りエネルギー研究会編 (社)家の光協会 2005.4.1
2. トコトンやさしいエネルギーの本 山崎耕造 日刊工業新聞社 2005.2.25
3. エネルギー2004 資源エネルギー庁編 (株)エネルギーフォーラム 2004.1.21
4. 自然エネルギー市場 飯田哲也編 築地書館 2005.3.20
5. エネルギー白書 H16年版
6. 資源エネルギー庁資料
7. 新エネルギー財団資料
8. 各社HP

