



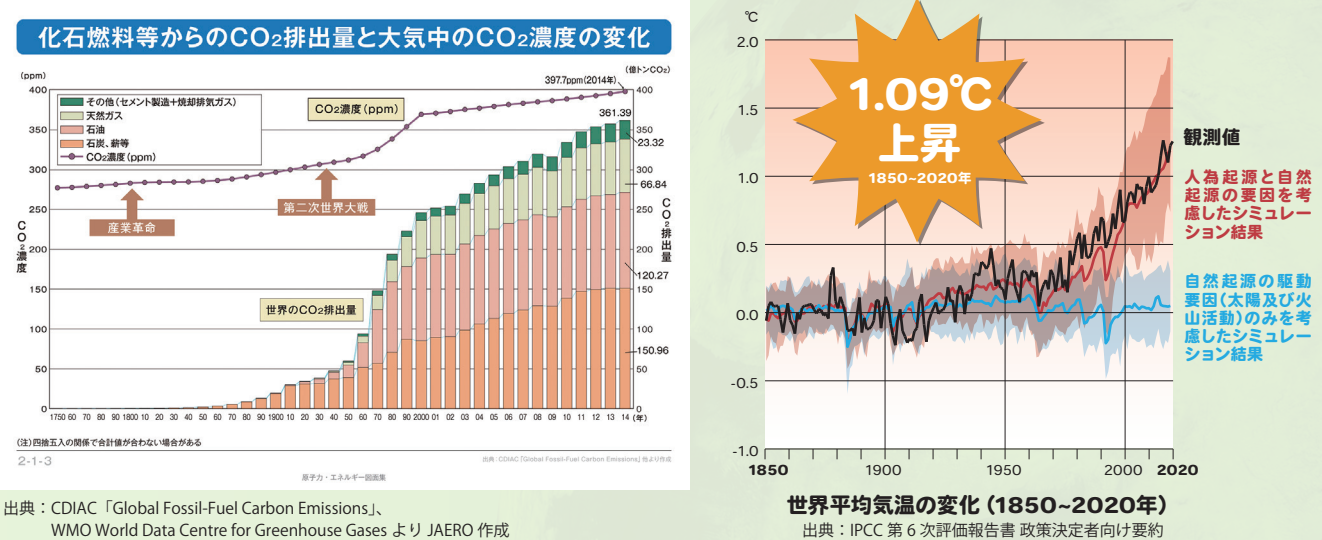
再生**可**能エネルギーに**挑**む!
作る!**貯**める!**使**う!

なぜ再生可能エネルギーが必要なの？

1

- ・北極の氷がとけたり、海面の上昇で海に沈む島も出てきた!
- ・気候も変わり異常気象が増え、生態系の変化や食料不足、水不足の心配も出てきた!

原因はCO₂(二酸化炭素)

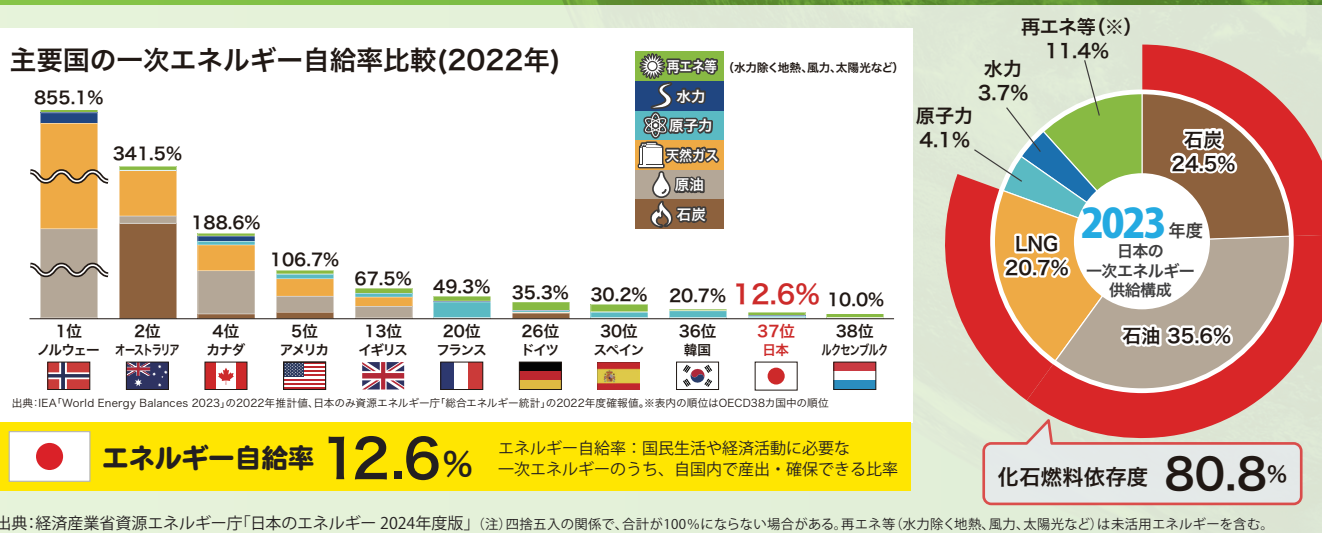


2

石油や石炭、天然ガスなどの資源には限りがあり、使い続けられればいずれは無くなってしまふ!

3

資源の少ない日本は、多くのエネルギーを海外から輸入しているよ。もし、輸入するエネルギーの値段が大きく変わったり、輸入できなくなったりしたら、みんな困ってしまう!

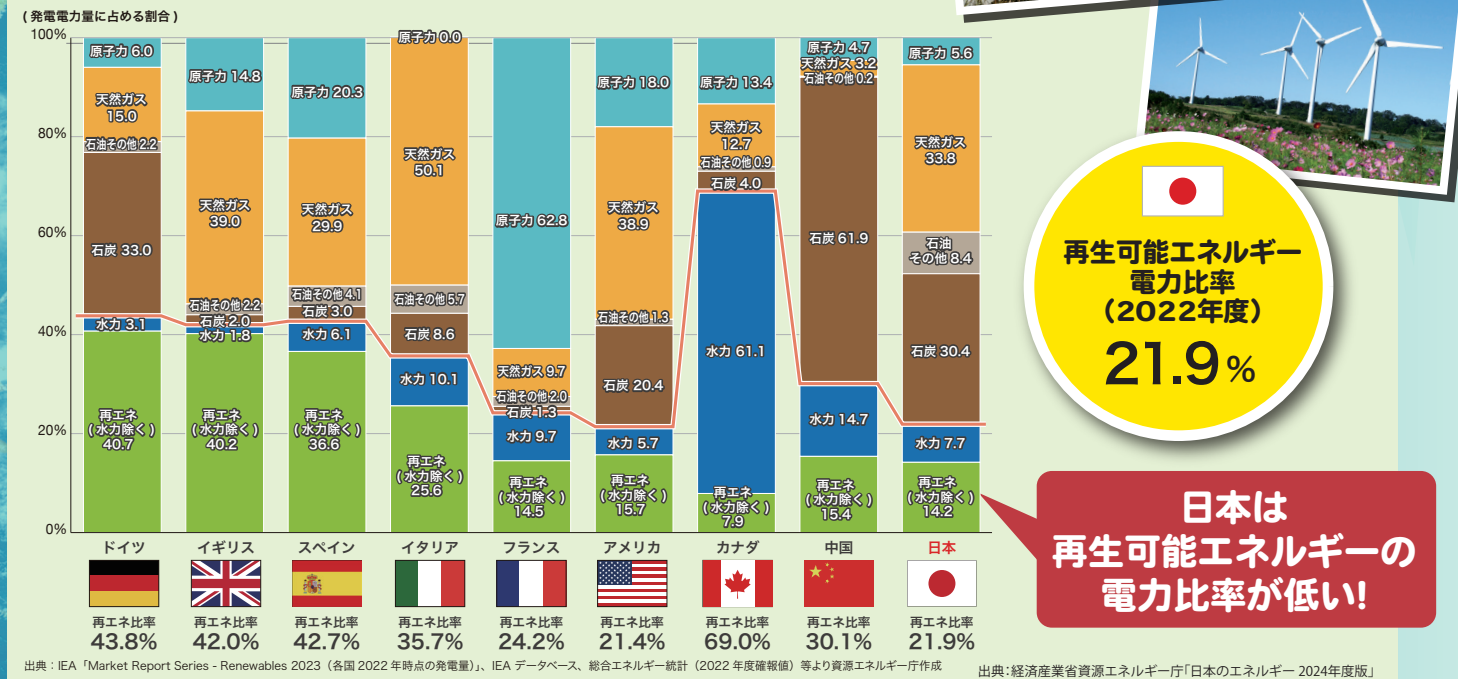


エネルギー問題の解決策は…

自然のエネルギーを上手に生かす

再生可能エネルギー！

- ➡ 地球温暖化の原因、CO₂を出さない
- ➡ 使ってもなくならない**“再生できる”**エネルギー
- ➡ 日本にもいっぱいある



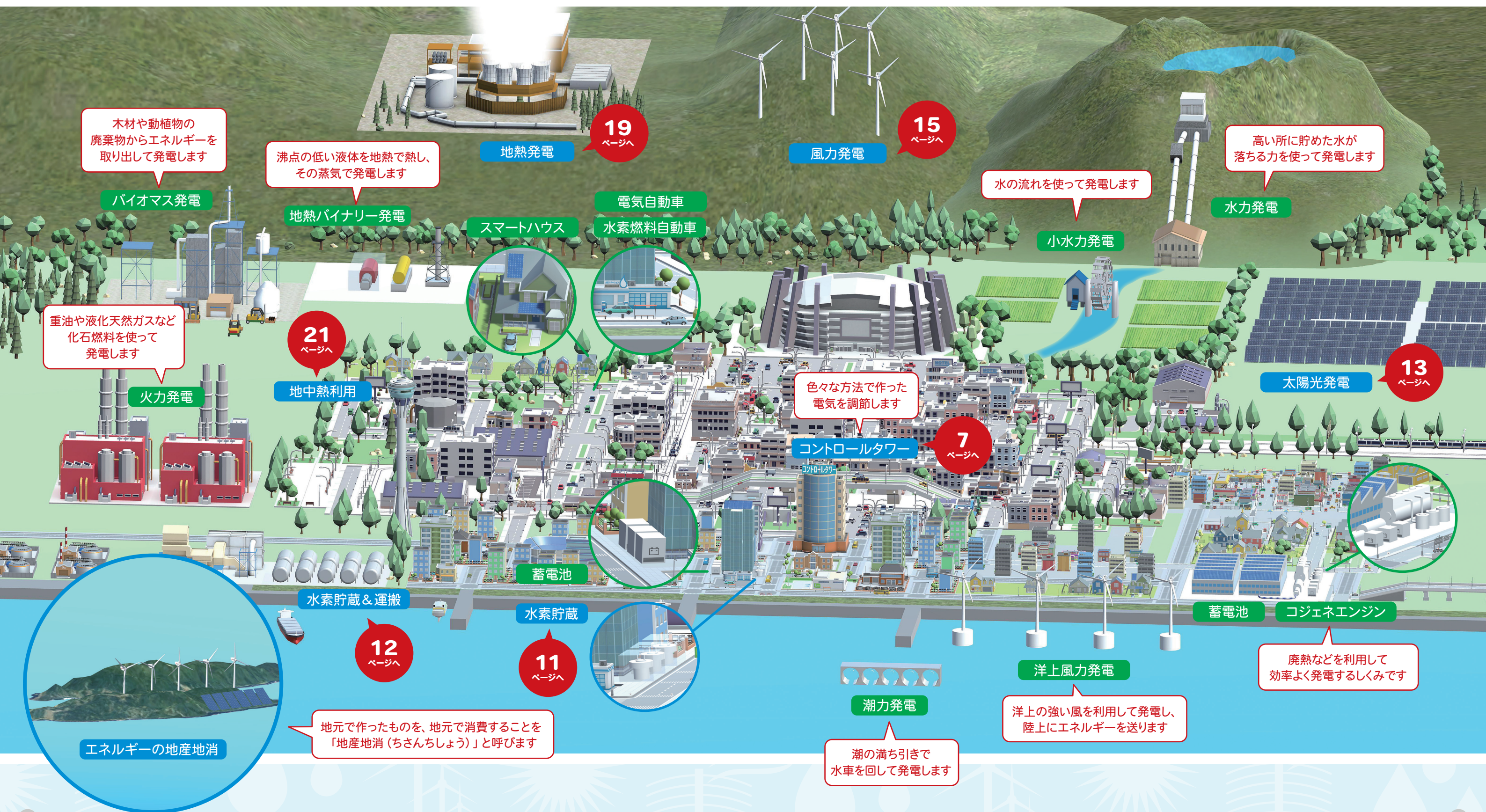
**日本は
再生可能エネルギーの
電力比率が低い!**

もっとたくさん再生可能エネルギーを
普及させる必要がある!

フレア
ここFREAでは、再生可能エネルギーを普及させるための
様々な研究をしているよ。どんな研究をしているか見に行こう!

個性豊か、多彩な方法! 再生可能エネルギー オールスターズ!

「再生可能エネルギー」とは、太陽光や風力、地熱、水力、バイオマスなど、一度利用しても短い期間で再生が可能なエネルギーのことです。次のページからそれぞれの特徴や課題を見ていきましょう!



すてきな再生可能エネルギー

でも解決しなくてはならない課題があります



フレア
FREAが課題を解決
再生可能エネルギーをたくさん、みんなが
使えるようにFREAは研究しています



再エネをもっと
利用したい

- ・需要調整に欠かせない火力発電の割合が低下
- ・再生可能エネルギーの多くは直流：交流の既存の電力ネットワークにそのままでは繋げない

再生可能エネルギーが大量に導入されてもより柔軟な調整力(安定化、効率化など)が確保できるような仕組みを作って解決!

再生可能エネルギーをスムーズにこれまでの電力ネットワークに繋ぐ仕組みを作って解決!

つな
繋げる

詳しくは 7 ページ



変動が大きい

- 自然のエネルギーだから、
- ・昼と夜、天候や季節によって、発電量が変化する
 - ・発電される電気を安定して使えるか心配

電気を安定させる装置の開発を手伝い解決!

電気が余ったり足りなかったりを、色々な装置を上手に組み合わせて解決!

貯める

詳しくは 9 ページ



コストが高い

発電設備の導入にお金がかかる
設備が長持ちするか心配

変換効率の高い、安価な太陽光パネルを作って解決!

無駄なく風を受けて効率が良くて長持ちする風車を作って解決!

太陽を掴む

詳しくは 13 ページ



環境への影響が
心配

再エネ設備の騒音や自然への影響が心配

風車から出る音などを調べて解決!

温泉などへの影響を予め調べる仕組みを作って解決!

地球の恵み

詳しくは 19 ページ



発電量の
予測が難しい

どのくらい風が吹くか、
地下のどこにどれ位の地熱エネルギーがあるか、
予め知ることが難しい

上空を吹く風の速さを測って解決!

地熱発電に適した場所を調査して解決!

地中の熱を使ってどのくらい省エネできるか評価して解決!

地中熱で省エネ

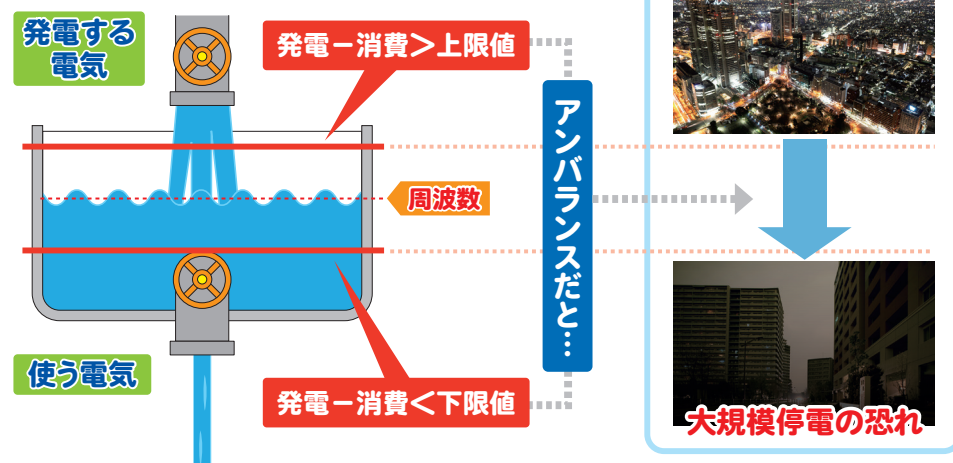
詳しくは 21 ページ

電力ネットワークのミッション「発電と消費の同時同量」

電気は大量に貯めておくことができないため、電気を創る量と使う量を常に同じにしなければなりません。そのため、電力ネットワークの管理者は電力需要を予測し、数秒単位で発電量を調整しています。しかもこの「同時同量」を管轄エリア全体の極めて広域なネットワークで実現しなくてはなりません。さらに、太陽光や風力などの再エネはいつ・どこで・どれくらい発電するかは天気まかせのため不確実性

がとて高く、予想される電力需要に対して「同時同量」の発電量を確保することがより一層難しくなります。この「同時同量」が大幅にずれてしまうと、最悪の場合、大規模停電に陥ってしまう可能性があります。せっかく導入した再エネがこのような事象の引き金となってしまえば本末転倒です。

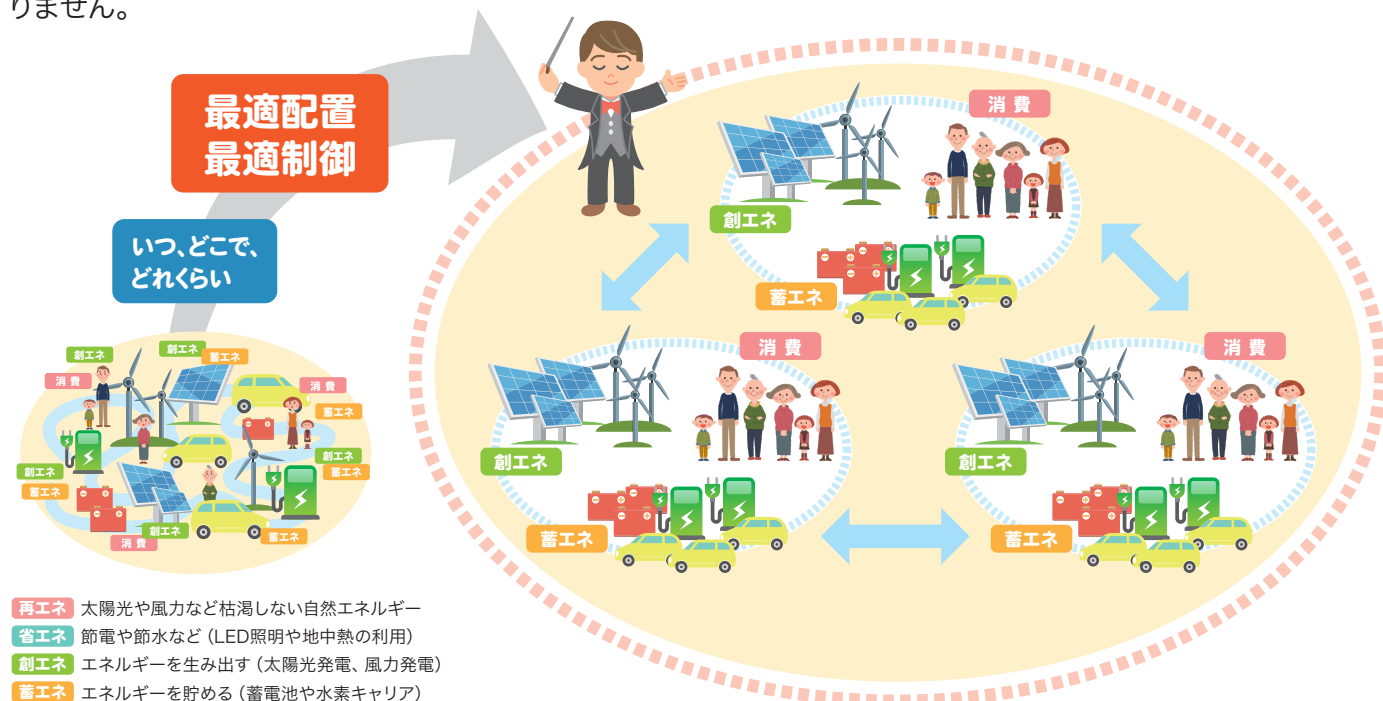
電気の発電・消費と周波数の関係



エネルギーネットワークのトータルデザイン

個別に開発された創エネ・蓄エネ・消費に関わる機器は、最終的に相互に接続され、電力ネットワークを構成します。そのため、各機器がネットワークとしてつながったときにどのような現象が起こるかを観察し、問題が発生する場合にはその対策を考えなくてはなりません。

特に、太陽光や風力、電気自動車などの各地域に分散している電源(分散電源)は、天気の変化や電気を使う人の動き(消費)を考慮し、ネットワーク全体で調和させる必要があります。



創エネ・蓄エネ・消費を調和させる、賢いエネルギーネットワーク

FREAの研究

シミュレーションによる検証と実証 ～バーチャルからリアルへ～

電力ネットワークの構成を検証するためには、新たに開発される機器(例えば、パワーコンディショナ:PCS)ごとの動作確認から、その機器が使用されると電力ネットワークで新たにどのような現象が生じるかを検証する必要があります。

実際の電力ネットワークを使った実験を行うことはできませんので、シミュレーションと開発された機器の実証実験を通して検証します。

豆知識

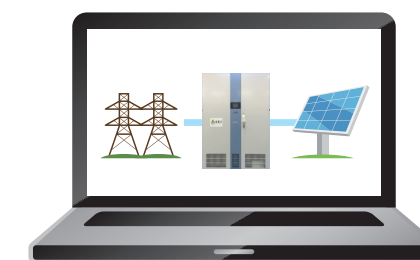
電力ネットワークの大転換期

これまで優れた現場力に支えられてきた日本の電力ネットワークですが、電源の分散化や消費の多様化、労働人口の減少などの課題に対応するためには、これまでの現場力と新たなデジタル技術の高度な融合が鍵になります。

シミュレーションによる検証

開発される機器の使い方をシミュレーションし、必要な機能を検証します。

ポイント 事故を気にせず、多様なシナリオの検証を低コストで行うことができます。



メーカーによる新たな機器の開発
(例 パワーコンディショナ:PCS)

実機とシミュレーションを融合した実証

開発された機器を、計算機で電力ネットワークを模擬した実験環境に接続し、実際の電気を流して動作確認を行います。

ポイント 導入が想定される環境を比較的低コストで再現することができますが、高度な実験技術が必要になります。

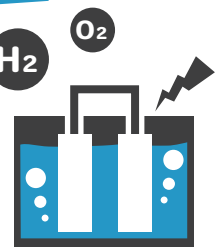


現実の社会
(電力ネットワーク)



水素の利活用

電気分解



水素利用の強み

- 再エネ水素は製造から利用までCO₂を排出しない
- 電気を水素に換えて、貯めて、運んで、使いこなせる
- 離島などの地産地消エネルギーとして極めて有効

なぜ水素がいいの？

太陽光発電や風力発電はお天気、つまり時と場所によって発電量が増減します。そこで余った電力を貯めておいて足りないところで使えるようにします。でも充電・蓄電池は大量に余った電力を長期間貯めたり運ぶのは苦手(難しい)。だから水素で貯めるのです。

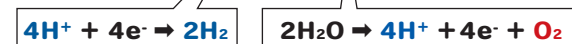
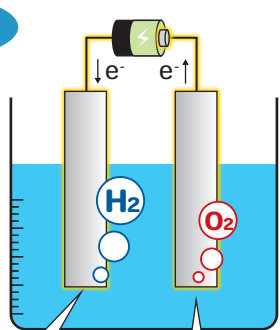
また水素は酸素と結び付けて発電したり、燃やして熱として利用することができますが、CO₂は発生しません。再エネ水素(グリーン水素)は「つくる」から「つかう」まで一貫したCO₂フリーを実現できるのです！

水素のつくり方とつかい方

水素のつくり方

水に電気を流すと、水素と酸素が発生します。

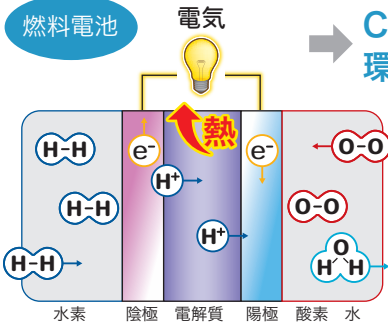
水の電気分解



水素のつかい方

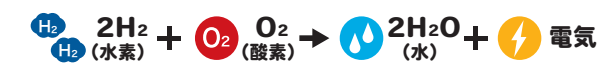
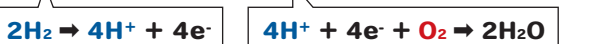
水素と酸素から電気、水、熱を発生します。

燃料電池



CO₂を発生しないから環境にやさしい！

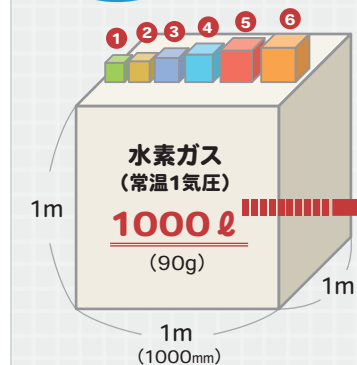
小さな発電所：分散電源
エンジンやタービン(回転機構)がないので静か
[身近な例]
家庭用燃料電池(エネファーム)
燃料電池自動車(FCV)



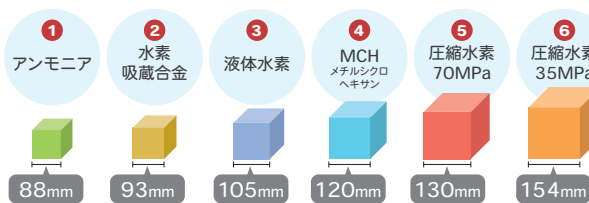
水素の大きさ

常温常圧の水素は

かさばる 燃えやすい 火がつきやすい 漏れやすい
だからコンパクトに安全に貯めたい！



1立方メートルの水素ガスを、以下の大きさにそれぞれ貯められます。



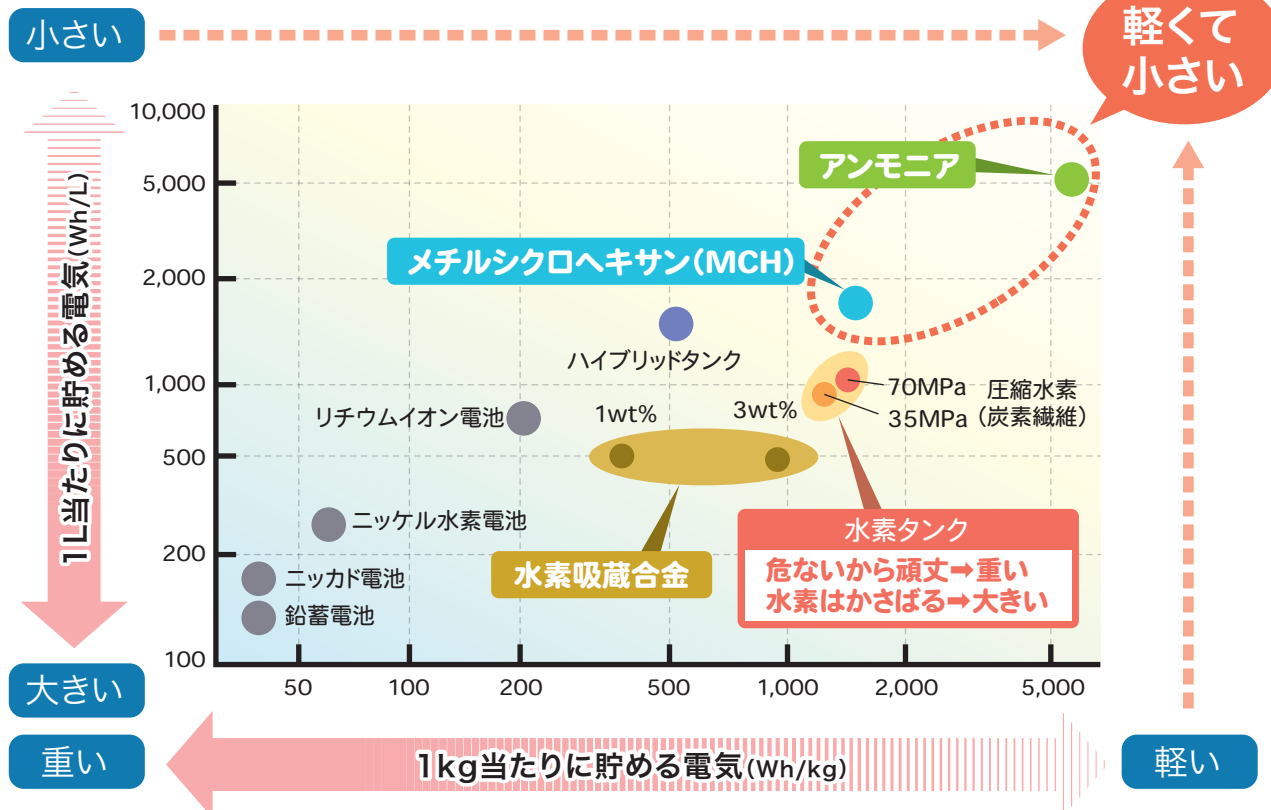
Topics

例えば、市販の燃料電池車(⑥70MPa貯蔵タンク)では、この1m³の水素ガス(1Nm³)で約9kmの距離を走ることができ、タンクには約60個の量が納まります。

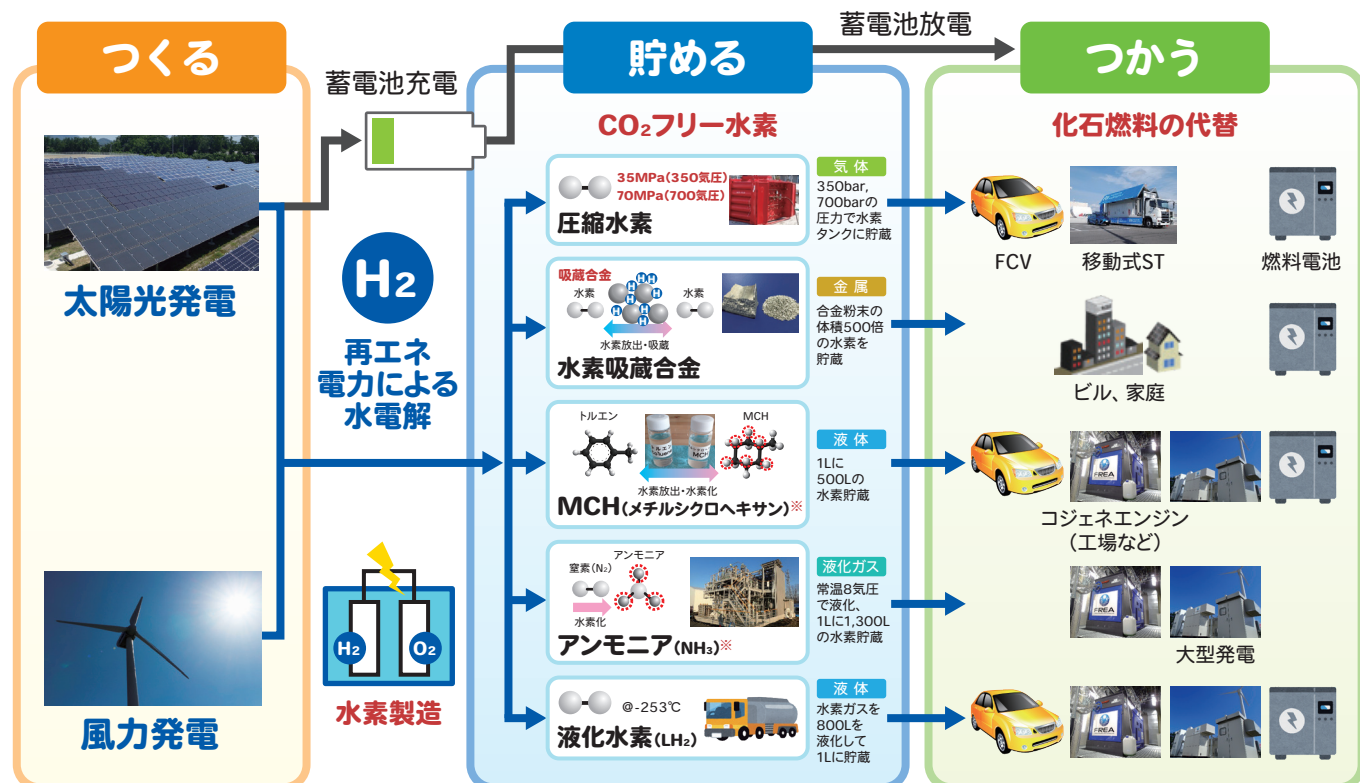
※圧縮水素…圧縮した水素ガス

貯められる電気の量

軽くて小さい方がたくさんの電気を運べます！



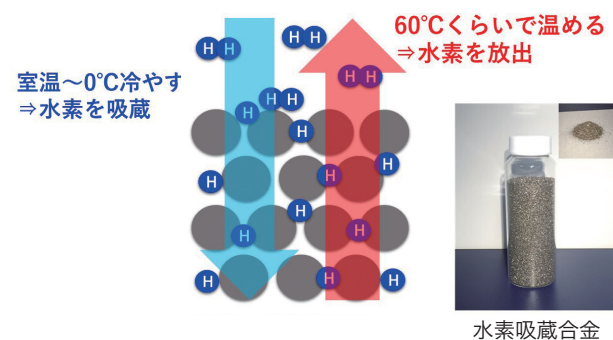
多様性のある水素製造源と供給



※この水素を貯める媒体(入れ物)を「水素キャリア」と呼びます。

水素を吸う吐く

水素吸蔵合金は、その結晶構造の中に自身の体積の1,000倍（粉末を充填した場合は粉末のすき間などを考慮し1L当たり約500Lの水素）もの水素を取り込むことができる特殊な金属です。水素を純粋なまま10気圧以下・常温で大量に貯蔵することができます。FREAでは、安全安心な材料で安価でかつ耐久性の高い水素吸蔵合金の研究をしています。

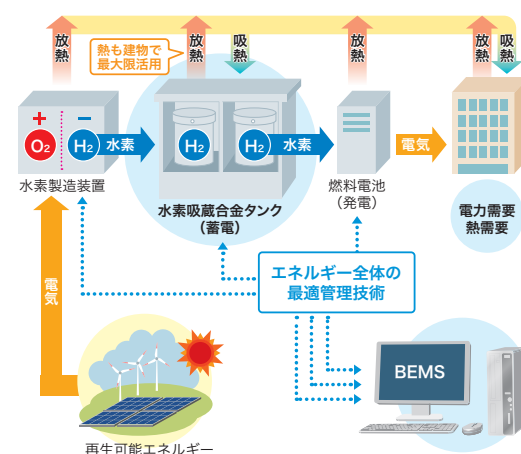


水素吸蔵合金の身近な例

ニッケル水素電池の電極

日本のCO₂排出量の約40%は建築関連、そのうち80%近くは建物運用時、つまり照明や空調等の設備利用で排出されています。

再エネ水素による外部電源喪失時の自立（自給自足）も含めた、年間エネルギー消費量の収支ゼロを実現するシステムを事業化しました。



水素で貯める・使いこなす

気体の水素を扱いやすく

重いとそのまま運ぶのは難しいので別の物質と化学反応させ安全性と利便性を高める「水素キャリア」へ変換

FREAの研究

水素を常温常圧液体で運ぶ

トルエンに水素を反応させると、MCH（メチルシクロヘキサン）になります。水素を放出すると、トルエンにもどります。MCHは石油とよく似た液体で、1Lに水素500Lを貯めることができ、水素の運び手「水素キャリア」として最適です。FREAでは、ここにエンジン排熱利用の研究もしています。

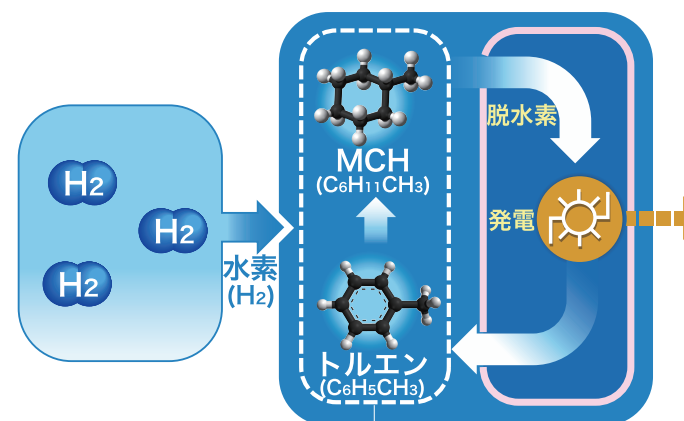
豆知識

畜エネルギーの特徴は？

MCHは液体なので自動車などで長距離を運べ、蓄電池よりも長期間エネルギーを貯めておくことができます。水素吸蔵合金は重いですが、高純度の水素を作り・貯めて・使うことができるため、建物等での活用が期待されています。

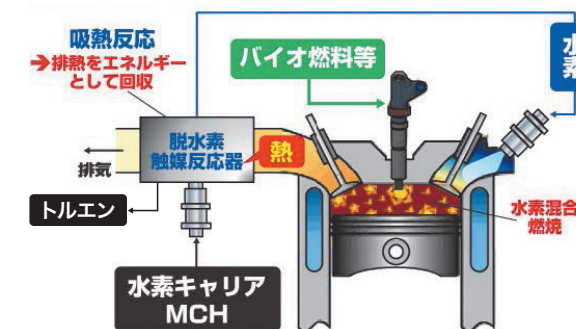


アルカリ水電解装置



MCHの身近な例

修正液・インキ等文具用溶剤



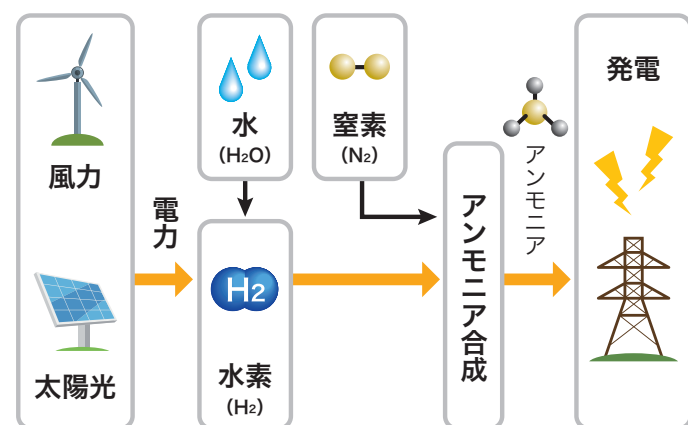
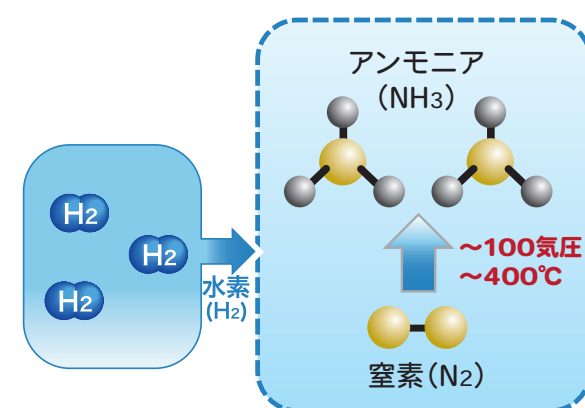
エンジン排熱回収型脱水素反応システム

水素を常温で貯めて燃やす

アンモニアは、空気中にも大量に含まれる窒素の原子1個に水素原子3個が結合した分子で、液体の状態で1Lあたり1300Lの水素を含む水素キャリアとして注目されています。

FREAでは再エネ（グリーン水素）を使い、変動する水素の生成量に対応し、しかも低温・低圧でアンモニアを合成できる新たな触媒を開発しました。さらに、アンモニアを燃料として使いエネルギーを取り出す研究で、世界で初めてアンモニア100%によるガスタービン発電に成功しています。発電だけでなく、熱源として工業炉などでの燃料利用も研究しています。

今後もFREAではアンモニアの「新たな合成方法」と「燃料としての活用」の両面から研究を進めていきます。



アンモニア発電のしくみ



Topics

水素ステーション事業への取り組み

産総研の再エネ水素製造設備を成果普及のために事業者へ貸し、事業者が水素を製造・水素カードルに充填し、さらに移動式水素ステーションを用いてFCVへ水素供給する計画を立て、2018年3月28日にオープンしました。※FREAでの営業は2021年度で終了

再エネ水素技術を活用した研究開発





太陽のエネルギーを電気に変える太陽光パネル（太陽電池）は、再生可能エネルギーの中でも最もポピュラーなものです。屋根に太陽光パネルがのった家もよく見られます。

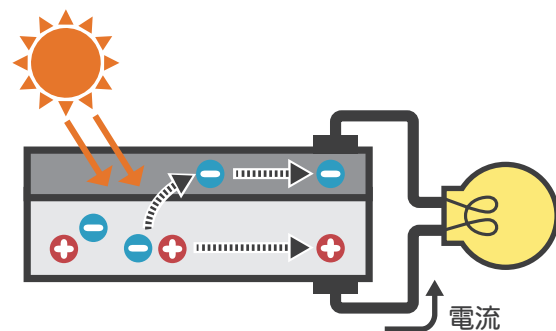
太陽光発電の強み

- 設置が容易、設置場所を選ばない
- 設置の規模が住宅からメガソーラーと幅広い
- 長持ちして他の発電設備に比べてメンテナンスが容易

自然エネルギーの発電量の約3割が太陽光発電で、水力発電を除くと6割以上を占めています。発電効率が高い太陽光パネルをより安く作ることが課題です。

太陽電池のしくみ

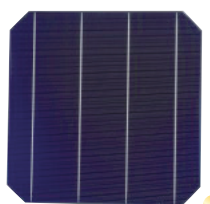
太陽電池は特別な半導体（主にシリコン）の層でできています。半導体に太陽光が当たると光のエネルギーを半導体が吸収して、一の電荷（電子）と+の電荷（正孔）が発生します。これらの電荷は、光が当たっている限り発生し、半導体中に作りつけられている電界により反対方向に移動し続けるので、電気が流れるのです。



太陽電池の発電のしくみ

太陽電池で家や工場の電気を賄う

太陽電池をたくさん使えば、昼間に家や工場でする電気も太陽電池でつくることができます。



セル（“電池”）

1辺約16cm、出力5Wくらい。
5Wはナツメ球1個分くらい。

モジュール（“ひと組”）

複数のセルを導線でつないだもの。写真のもので人の身長くらいの大きさ。

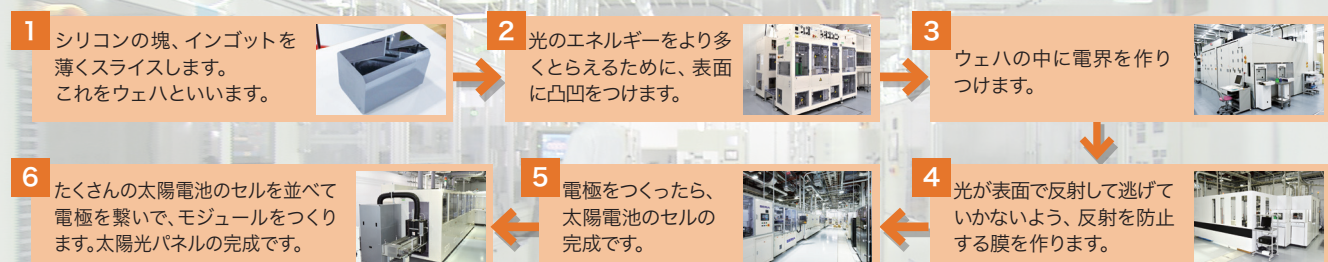


アレイ（“ひと並び”）

いくつものモジュールを導線でつないだもの。写真の分で家数軒から10軒分くらいが使う電気を作れます。

モジュールやアレイのような、複数のセルからなる発電装置をパネルと総称することがあります。

結晶シリコン太陽電池の作り方



太陽を掴む

太陽の無限のエネルギーを利用する太陽電池を、もっと高性能に、もっと安く、作る！

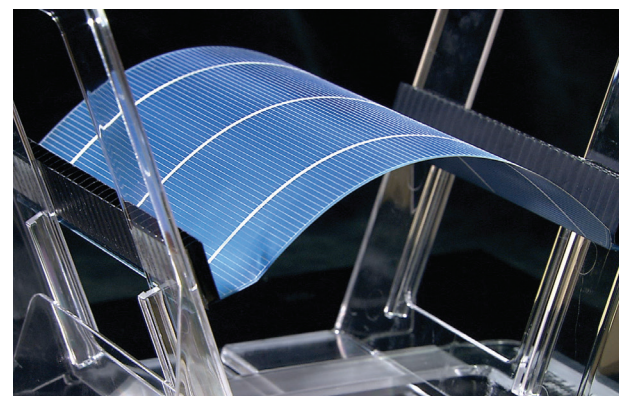
豆知識

太陽光パネルの表面はなぜ黒っぽく見えるの？

結晶シリコンの表面を加工してピラミッド状の凸凹をつけ、光が反射して逃げないように工夫しているので、黒っぽく見えます。

FREAの研究

薄い太陽電池はメリットが一杯

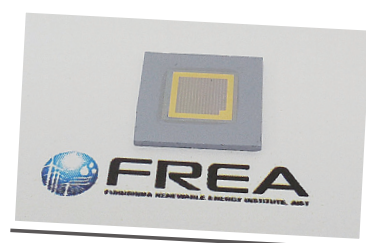


太陽電池セルが薄くなると使う材料が少なくなりコストが下がるとともに、しなりを持って割れにくくなります。

FREAでは、これまでの約半分の厚さ（0.08mm）のセルを作製。薄くても性能の高いセルの実現を目指しています。

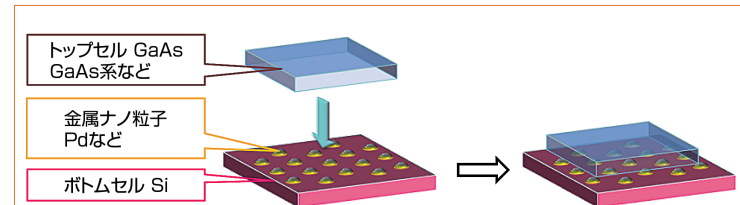
変換効率27.7%を達成、次世代の太陽電池

ナノテクノロジーを使った次世代の太陽電池も研究しています。多接合太陽電池は、産総研のスマートスタック技術を使い、下のセルの表面に金属ナノ粒子配列を作り、素材の異なるセルを重ねます。



スマートスタック太陽光電池

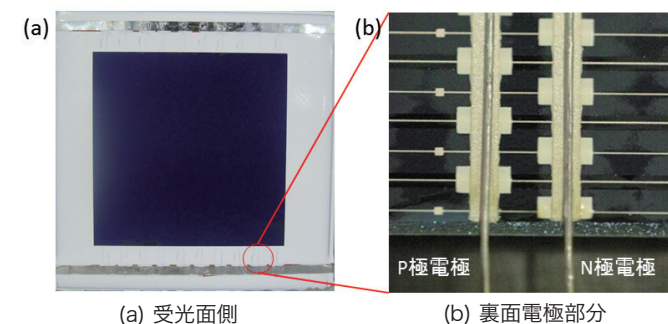
2つのセルの接合面の多数のナノ粒子が電気の通り道になるので、効率の高い太陽電池が実現します。普通の太陽電池の変換効率が20%以下なのにに対し27.7%を達成しました。



スマートスタックの方法

より多く電力を生み出すための技術

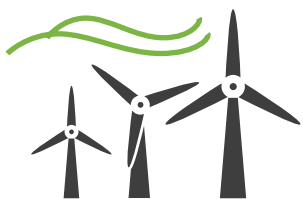
太陽電池セルは、光のエネルギーをより多く電力へ変換して取り出すために様々な工夫がなされています。FREAでは、すべての電極を裏面側に配置し、表面での電極による影響をなくしたうえで裏面からも光を取り入れて発電することができるセルを新たに開発し、変換効率21.1%を達成しました。



両面受光—裏面電極型セル

風力発電

風



風の力を電気に変えるのが風力発電。大規模なものから、屋根についたものまで、いろんなタイプの回る風車があります。

風力発電の強み

- エネルギー効率が低い
- 太陽光発電と比べると場所を取らない
- 小規模から大規模まで様々なバリエーションがある
- 耐久性が高く長期間使用できる

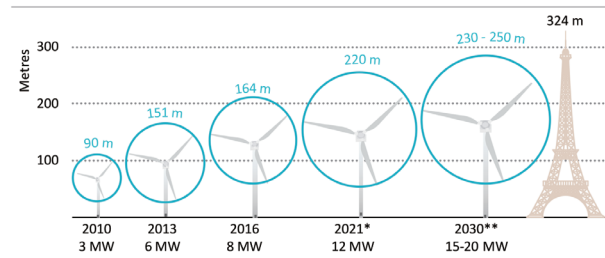
どうやって上手に風を受けるかが、風力発電のポイントで、様々な工夫がされています。最近ではそのために海上での風力発電（洋上風力とも呼ばれています）も増えています。

風力発電って、まだ課題があるの？

風車によって電気を生み出すためのコスト（費用）は、陸上では火力発電並みになりつつあります。一方で、海の上での風力発電（洋上風力発電と呼ばれます）は、基礎、設置工事、保守点検の費用がかさむため、発電コストが現状の陸上風力発電の倍以上になってしまいます。よって、風力発電の本格的な洋上への展開においては、発電コストをいかに安くできるか！という事が大きな技術課題になっています。

普及風車サイズの大型化傾向

Figure 14.4 Evolution of the largest commercially available wind turbines



Technology advances enabled offshore wind turbines to become much bigger in just a few years and are supporting ongoing increases in scale

* Announced expected year of commercial deployments. ** Further technology improvements through to 2030 could see bigger turbines sizes of 15-20 MW.

Notes: Illustration is drawn to scale. Figures in blue indicate the diameter of the swept area.

出典: IEA (2019), World Energy Outlook 2019, IEA, Paris
https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019



国内風力発電の例

郡山布引高原風力発電所、福島県郡山市。
高さ約100メートル、33基の風力発電設備が並んでいます。

ちょっとサイエンス

風力発電は風の力で発電機につながれたロータを回す発電方法で風速の3乗、羽根の長さの2乗に比例します。当所の風車は、風速約6m/sの発電量は約38kWです。この発電出力の値は、風速が2倍になると発電出力が3乗に比例していることが分かります（豆知識参照：12m/s→300kW）。また、羽根の長さ16.5mを2倍の33mにした場合、発電出力は4倍になると言われております。なお風車の設置場所は、台風等の異常な風速が吹く条件下でも安全性を確保できるように、10分間平均基準風速が57m/s以下の場所と定められています。



風を読む

Forecast Wind

風の変化を読む、賢い風力発電へ 風力発電に適した場所を、 正確に効率良く調べる！



豆知識 FREAの風車のパワーは？

FREAの風車は風速12m/sのとき、出力が300kWとなるように作られています。この時の値を「定格出力」といいます。FREAの風車のサイズは、高さ41.5m、翼の長さは16.5mで、中型です。

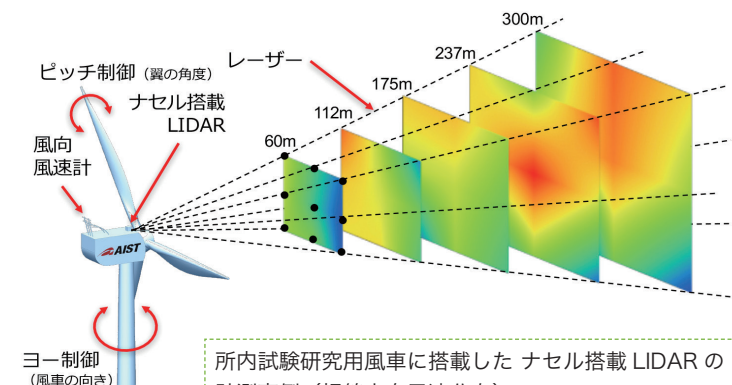
FREAの研究

LIDARの出すレーザー光線で風を読む

風車のナセルにLIDAR（ライダー）を設置し、200～250メートル先から吹いてくる風を計測し最適なタイミングで風車の向きやつばさの角度を調整します。これにより、発電量が約5%増え、風車の寿命が10%のびると期待されています。



ナセル上の LIDAR 写真



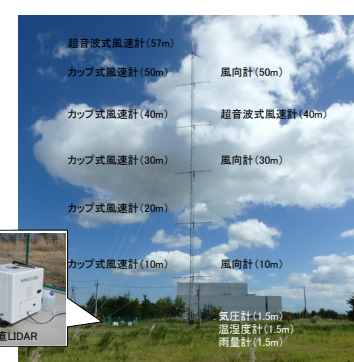
所内試験研究用風車に搭載した ナセル搭載 LIDAR の計測事例（視線方向風速分布）
※ LIDAR : Laser Imaging Detection and Ranging（レーザー光によって風向・風速をリモート計測する装置）の略

風力発電に適した場所を正確に調査

風力発電は、風が安定して吹かなければ風車が回らず発電できません。季節や天候によって変化する風を正確に調査し、さらに騒音・振動、風車の設置に必要な地形や地質の情報を総合的に判断して、風力発電に適した場所を正確に調べる、風力発電のためのアセスメント技術を研究しています。



陸上/洋上でのライダー風観測



ライダー風況アセスメントの実証試験

風車の騒音や振動を発生源から調べ対策を研究

風力発電は、大きな羽根や発電機が回るため、騒音や振動を出します。

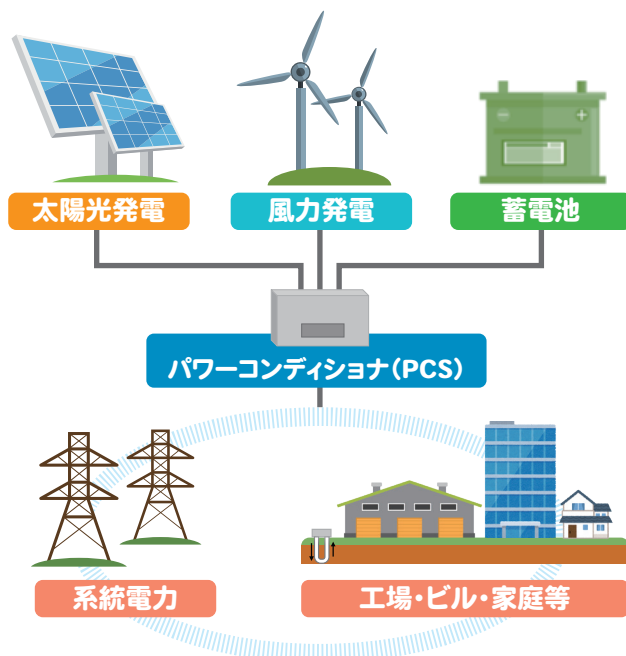
こうした課題に対し、FREAの風力発電装置を使い、高い場所で回転している羽根の出す騒音を地上から計測できる装置（音源探査装置）や騒音計、振動計をナセル内、タワー内に設置して騒音・振動の原因を様々な角度から調べその対策を研究しています。



音響センサーによる騒音測定

再生可能エネルギー大量導入のカギ パワーコンディショナ (PCS)

再生可能エネルギーと既存の電力ネットワークを繋ぎます。



パワーコンディショナって何？

再生可能エネルギー代表の太陽光パネルは直流で、家庭や工場で使われている既存の電気は交流です。パワーコンディショナ (PCS) は、直流の電気を効率良く無駄なく交流に変換します。

また、天候による発電電力の変動に関わらず周波数や電圧を安定させたり、電力ネットワークの事故の時には、安全に装置を停止するのもPCSの役目です。

パワーコンディショナ (PCS) の国際標準化を目指して

再生可能エネルギーの普及には、様々な設備が柔軟に繋がることが必要です。

しかし、新しい技術のためこれまで標準の規格がなく、接続設備の互換性を取ることができませんでした。

FREAは、国内外の研究機関等と連携し、再生可能エネルギーの普及に必要な国際的な標準づくりを目指しています。

なぜ大型の パワーコンディショナが必要？

太陽光パネルの数を小さなグループで管理していた時代は小型のPCSで十分でしたが、メガソーラー発電の急速な普及で、効率良くメガワット級の電気を扱える大型のPCSが必要になりました。

ちょっとサイエンス

PCSの心臓は電気を変換するインバータ※です。このインバータで活躍するパワーエレクトロニクス (電子回路等) は、日本の得意分野で高い技術があります。PCSにもこうした高い技術が生かされています。

※直流を交流に変換する装置をDC-ACインバータといいます。一般には、交流を直流に変換するAC-DCコンバータとDC-ACインバータを組み合わせ、任意の周波数と電圧に変換する回路のことを「インバータ回路 (インバータ)」と呼んでいます。



直流を交流に変換
周波数・電圧を安定化

大型パワーコンディショナ (PCS) を様々な環境条件で試験できる、 スマートシステム研究棟 (SS棟)



スマートシステム研究棟

- 福島から世界で通用するPCSを生み出すための施設です。
- SS研究棟は、メガソーラーで使われているメガワット (MW) 級の大型PCSを世界の様々な電力ネットワークや気象条件を模擬して試験・評価できる施設です。



模擬電源

- あらゆる利用環境を再現できる
- 直流の模擬電源によって、世界中の利用環境・条件 (低圧400V級、高圧6000V級) を模擬したネットワークを構築し、PCSの性能試験を行うことができます。また、太陽光発電用の直流・交流両方の模擬電源設備は世界最大級です。



環境試験室

■ 世界各地の気象条件を 再現できる

砂漠地、高温湿潤地、極寒地などでの使用を想定した温度や湿度の環境試験が可能です。温度は-40℃から+85℃まで、湿度は30%から95%に設定して試験ができます。



電波暗室

■ 電磁波の影響を調べる

PCSが発する電磁波による周辺危機への影響や、また周辺からの電磁波による影響を調べることができます。国内最大級の大ささで、テニスコート約5面分の広さです。

豆知識

電波暗室はどのような構造になっているの？

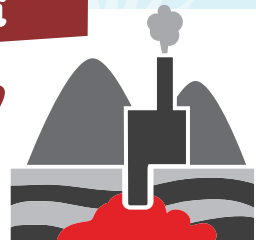
室内は、電磁波が反射しないように黒い角ばった電波吸収体で覆われています。これで周りに何も無い大平原と同じ環境を作り出しています。

また、このままでは真っ暗で作業がしにくいので、電波吸収体表面を白い板状のもので覆って、音と光を反射させることで中での作業をしやすくしています。



地熱発電

マグマ



地熱発電の強み

- 24時間365日、天候に関係なく発電できる
- 日本は世界で3番目の地熱資源がある

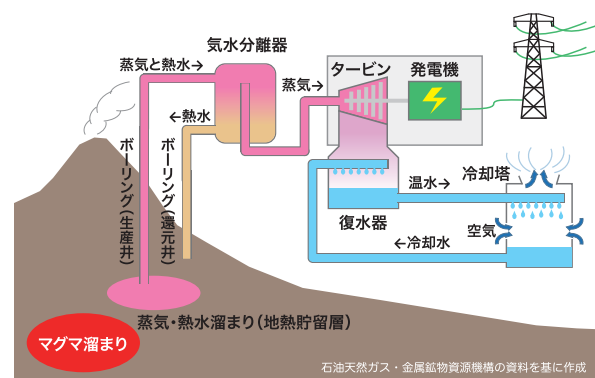
地球の中のマグマの熱で電気を作るのが地熱発電。火山国日本では、地面の近くまで熱い熱が伝わってきています。雨水や地下水が

地熱によって熱くなった場所から、熱水や蒸気を取り出して利用します。

■ 地熱発電のしくみ

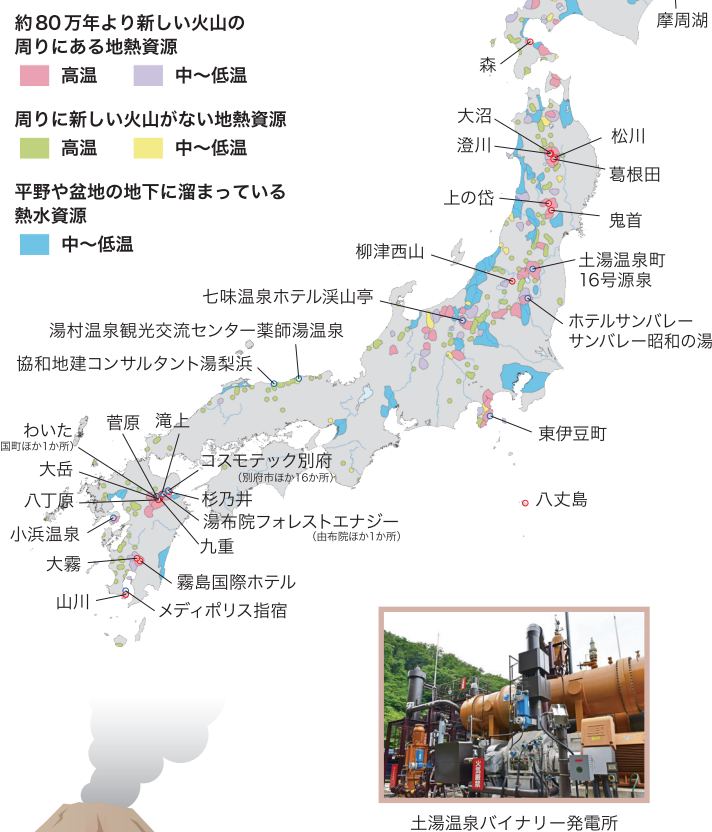
地熱によって熱くなった岩（200℃以上）の割れ目に雨水や地下水がたまった場所があります。そこへ地面から穴を掘って熱水や蒸気を取り出してタービンを回して電気を起こすのが地熱発電です。

日本には東北や九州を中心に数十の地熱発電所があり、福島県にも柳津町に柳津西山地熱発電所があります。



地熱資源と発電所

地熱資源の分布：産業技術総合研究所資料より作成
地熱発電所の分布：資源エネルギー庁資料より作成



地熱バイナリー発電



土湯温泉バイナリー発電所

地熱発電

深さ 1,000m～3,000m 程度

地球の恵み

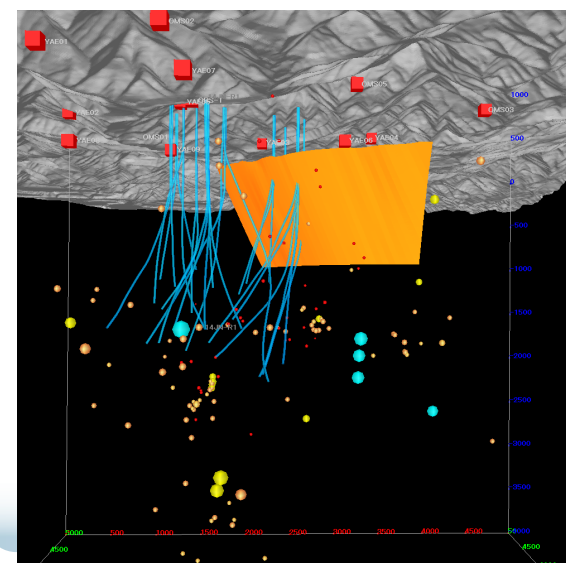
Blessing of the Earth

地球の恵み地熱を、環境に優しく上手に使えるようにする技術を開発！

FREAの研究

地熱の適正利用

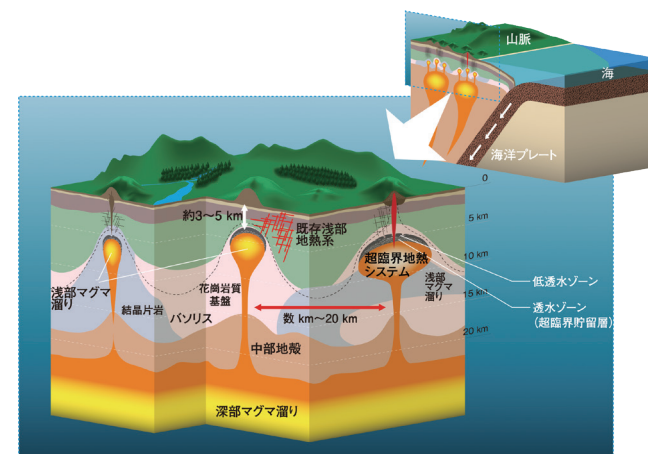
産総研の持つ地下計測・探査技術を生かし、どこにどのぐらい地熱エネルギーがあるか調べる技術を開発しています。地熱の適切な開発や温泉との共生に必要な分析を行い、地熱利用を促進しています。



微小地震情報統合可視化システム
(注水した水の挙動のモニタリング)

超臨界地熱資源の利用

古い火山やカルデラの地下4～5kmの場所には、超臨界地熱資源(本研究のターゲット)がある場所が見つっています。こうした地熱資源は、全国で数10～100GWの発電が可能で、環境に優しく安定してエネルギーを取り出すことができます。10GWは、原子力発電所15基分にも当たる膨大なエネルギー量で、2050年以降の実現を目指して研究しています。

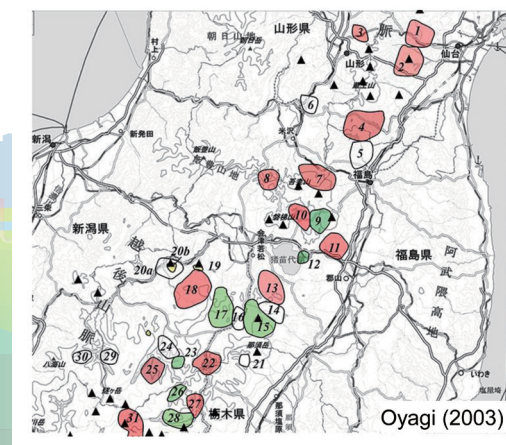


超臨界地熱システムの概念



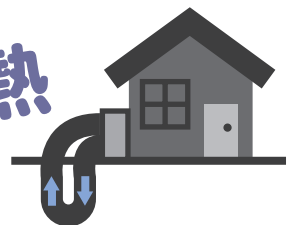
柳津西山地熱発電所（福島県河沼郡柳津町）
(写真提供：東北電力株式会社)

定格出力30,000kW
約4.6万世帯の一般家庭の消費電力を賄える。



東北地方で50以上の古火山・カルデラが存在します。
古いカルデラの分布 (Oyagi, 2003)

地中熱



地中熱利用の強み

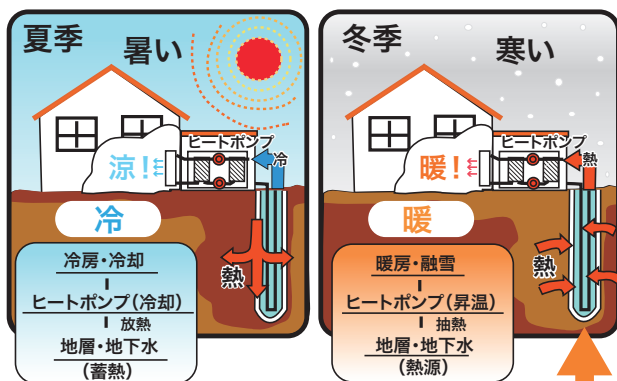
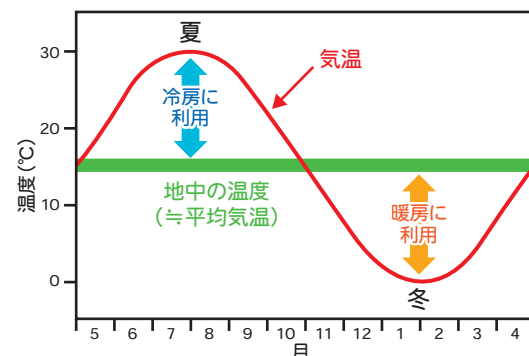
- 気軽に低コストで省エネが可能
- 空気中への排熱を減らせるので、ヒートアイランド現象の抑制などに効果がある

温度の変わらない、地中の特徴を活用した省エネ技術です。地下10mより深い場所の温度は、夏も冬も殆ど一定で約15～20℃です。

同じように気温が変わらないためです。夏、エアコンの熱を地中で冷やし、冬は地中から熱を取り込んで暖めます。東京スカイツリーや羽田空港国際線ターミナルで使われています。

■ 地中熱利用システムって何!?

地下と地上の温度の違いを利用して冷暖房や融雪を行う方法を、地中熱利用システムといいます。深度10～100m程度までの地下温度は年間を通してほぼ一定で15～20℃程度ですが、地上は夏には30℃、冬には5℃近くになるので、地下と地上で温度差が生じます。井戸水が夏に冷たく、冬に暖かく感じるのはこのためです。地中熱利用システムでは、この温度差を上手に利用し、少ない電力で冷暖房や融雪を行うことができます。



地中熱交換器型ヒートポンプシステム

地中熱は都市のヒートアイランド現象抑制にも有効

地中熱利用システムを使うと、夏季のエアコン冷房による熱の放出を抑えられるため、都市域のヒートアイランド現象の抑制に役立ちます。



写真提供：斎藤 真

Uチューブ

実際にボーリング坑に挿入し、地下で熱交換を行う高密度ポリエチレン製のチューブです。先端がU字型になっていて、不凍液などを循環させて熱交換します。



地下水の流れ



地中熱で省エネ

Energy Saving using Underground

一年中温度が変わらない、地中熱の特徴を生かせ！

豆知識

地中熱と地熱との違いは？

地中熱は、深さ100mまでの浅い地盤に存在する常温の熱エネルギーです。地熱は、深さ1,000m以上に存在する地球のマグマに由来する高温の熱エネルギーです。

FREAの研究

地中熱ポテンシャル評価

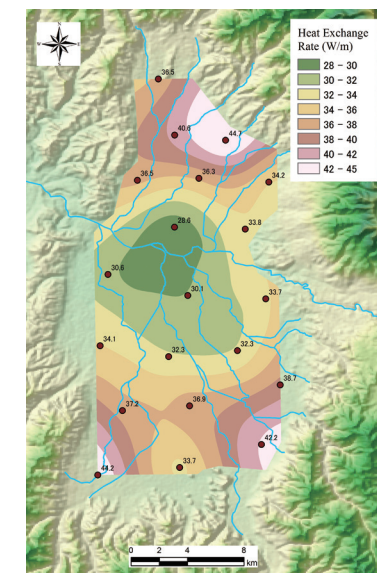
地中熱を上手に利用するためには、地質と地下水の流れなど地下の状態を知ることが必要です。FREAでは、地質、地下水位、地下温度、水質等を調べて、地中熱ポテンシャル(熱交換量、可能採熱量、適度)を正確に評価する研究をしています。その研究成果をポテンシャルマップとして公開し、地中熱の利用を促進しています。

$$\text{地中熱ポテンシャル} = \text{熱交換量、可能採熱量、適度}$$

地質・地下水位・地下水流速・地下温度・水質など

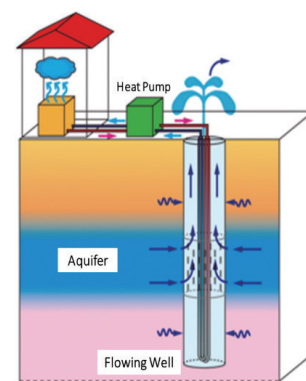
地中熱利用のためのポテンシャル評価技術

地下水を考慮した地中熱ポテンシャルマップは世界初・産総研のアイデアです。



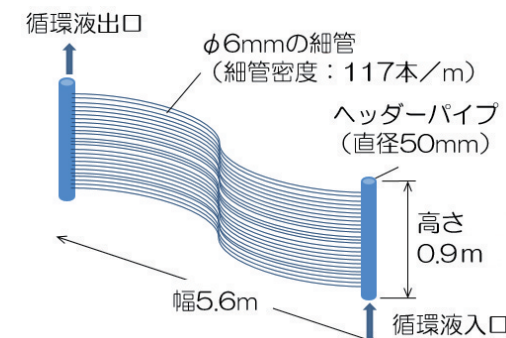
会津盆地における地中熱ポテンシャルマップ

FREAが開発した熱交換器



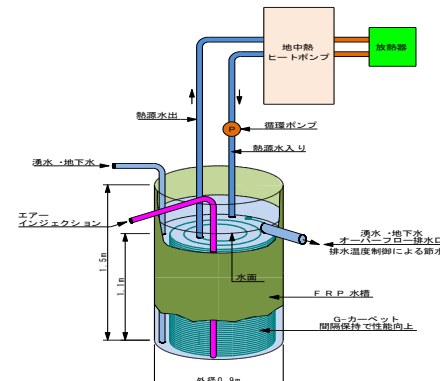
■ 自噴井利用型システム (セミオープン)

- 自噴井内にUチューブを設置
- 自噴によって地下水が定期的に供給されるため、安定した熱交換が期待できる
- 安価で高効率
- 非常用水源



■ シート式 (水平型 クローズド)

- シート型の地中熱採熱パイプ
- 浅層地下(2m程度)に設置
- 施工性が高く、工期も短いので、ボアホール方式に比べて導入時の費用が安価



■ タンク式 (水平型 セミオープン)

- シート型の熱交換器を地下水等で満たされたタンク内に丸めて設置
- タンク内には地下水や湧水が定期的に供給されるため、安定した熱交換が期待できる
- 設置コストが安価

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
福島再生可能エネルギー研究所

〒963-0298 福島県郡山市待池台2-2-9
TEL 024-963-1805(代表)
email frea-visitors-ml@aist.go.jp
URL <https://www.aist.go.jp/fukushima/>

FREAウェブサイト

右の二次元バーコードを
読み取るか、
もしくは検索サイトで
「FREA」と入力！



FREA(フレア)は、Fukushima Renewable Energy Institute, AISTの略です。

AIST(産業技術総合研究所)は、National Institute of Advanced Industrial Science and Technologyの略です。

2025-06