



川崎アゼリア地下に設置されている水和物スラリ製造装置

水和物スラリ蓄熱空調システム

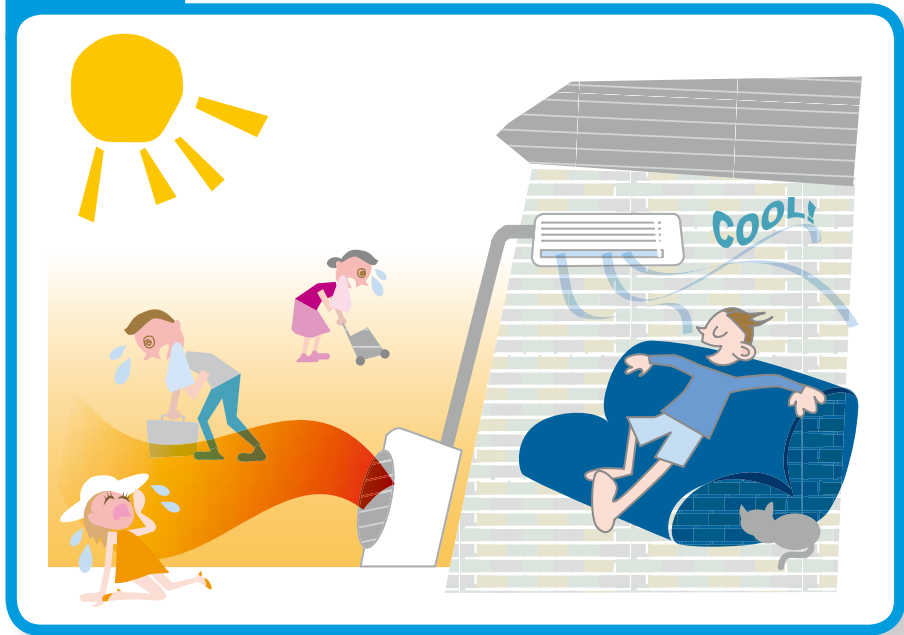
エアコンは どうして冷えるの？

四季のある日本では、暑い夏や寒い冬を快適に過ごすためにエアコンを使っています。外は 35℃ を越える猛暑でも、部屋の中はひんやり涼しい。スイッチひとつで冷たい空気が出てくるエアコンはとっても快適です！でも毎年真夏の時期には、電力不足で大騒ぎになります。これっていったい何が問題なのでしょう？

● エアコンの正体

エアコンディショナー（エアコン）で冷房をしているとき、外に置いた室外機の前に立つと、熱い空気が吹き出していることが分かります。実はエアコンは部屋の中を冷やす代わりに、その分の熱を外に出しているのです。エアコンの正体は、部屋の中から外へ熱を移動させる機械なのです。

エアコンの正体



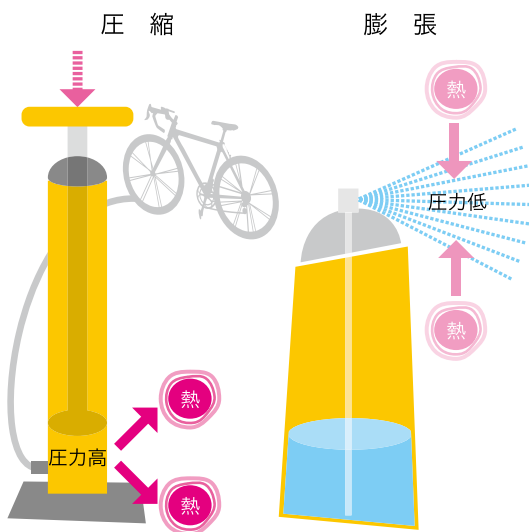
● 熱を移動させるエアコンのヒミツ

水（液体）の温度を変えると、やがて氷（固体）や水蒸気（気体）に状態変化し、このとき体積も変化します。たとえば水を熱すると水蒸気になり、体積は何倍にも

増えます。この性質を利用すると、空気などの気体の体積を変えることで、逆に気体の温度も変化させることができます。気体を圧縮すると、自転車の空気入れを使っていると熱くなるように温度が高くなります。また気体を膨張させると、スプレー缶から吹き出した気体が冷たくなるように温度が下がります。

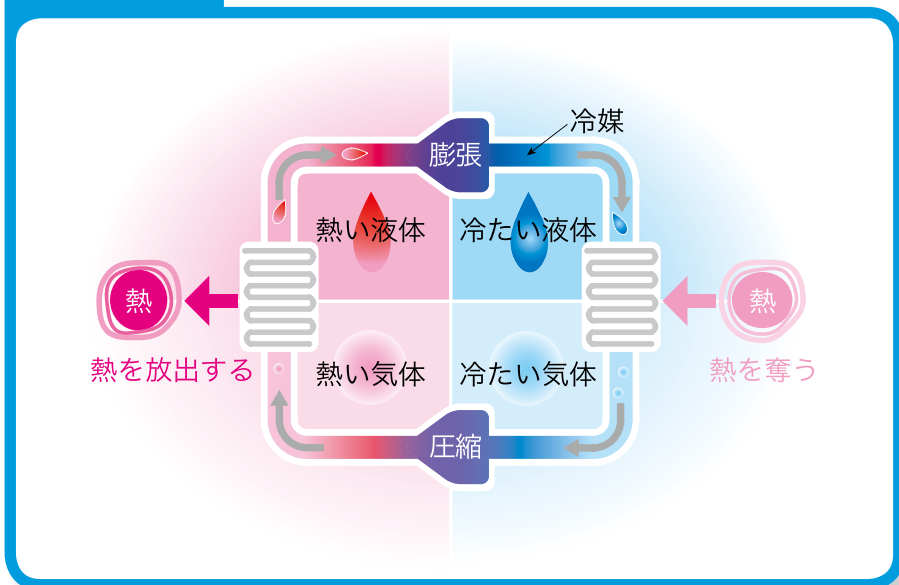
この性質を利用して、気体をある場所では圧縮して液体にし、また別の場所では液体を膨張させて気体に戻しながらパイプで循環させれば、熱をある場所から別の場所に移すことができます。エアコンの冷房は、このしくみを利用して、部屋の中の熱を外へ移動しています。

気体の圧縮と膨張



気体を圧縮すると熱を出し、膨張させると熱を奪います

熱が移動するしくみ



エアコンの中身

家庭用のエアコンは、冷媒と呼ばれる特殊なガスを使って熱を移動させます。部屋の中の室内機と外の室外機の間はパイプでつながれていて、その中を冷媒が流れています。室外機では、コンプレッサーと呼ばれる装置で冷媒を圧縮して液体にします。このとき発生した熱を、室外に捨てています。

液体になった冷媒はパイプの中を流れて室内機に向かいます。室内機では圧力を下げて冷媒を膨張させ、気体に戻します。このときの膨張で温度が下がるため周囲から熱を奪い、室内の空気を冷やしています。気体に戻った冷媒はパイプの中を流れて室外機に向かい、再び圧縮されます。

エアコンを使うには冷媒を圧縮するコンプレッサーや熱を捨てる送風機などを動かす電力が必要です。特に冷媒を液体にするには高い圧力が必要なため、エアコンは大量の電力を消費します。

Let's Research

冷媒にはどのようなガスが使われているのか、またそのガスにはどのような問題があるのか、調べてみよう。

家庭用のエアコンのしくみ



● 使いすぎにご注意

多くの人が同時にエアコンを使う真夏の昼間などは、日本中で膨大な電力が消費されます。電力会社の発電装置は、そうした最も電力を使う時期でも余裕をもって供給できるように設計されています。けれども近年は電力消費量も増え続けています。

また多くの家庭やビルなどがエアコンを使うことで、エアコンが排出した熱によって都市そのものが暖まってしまうヒートアイランド現象も起きています。都市が熱くなれば、さらに強くエアコンをかける悪循環につながります。また暖かい空気によって局所的な猛暑や集中豪雨といった、深刻な問題が起きているとも言われています。

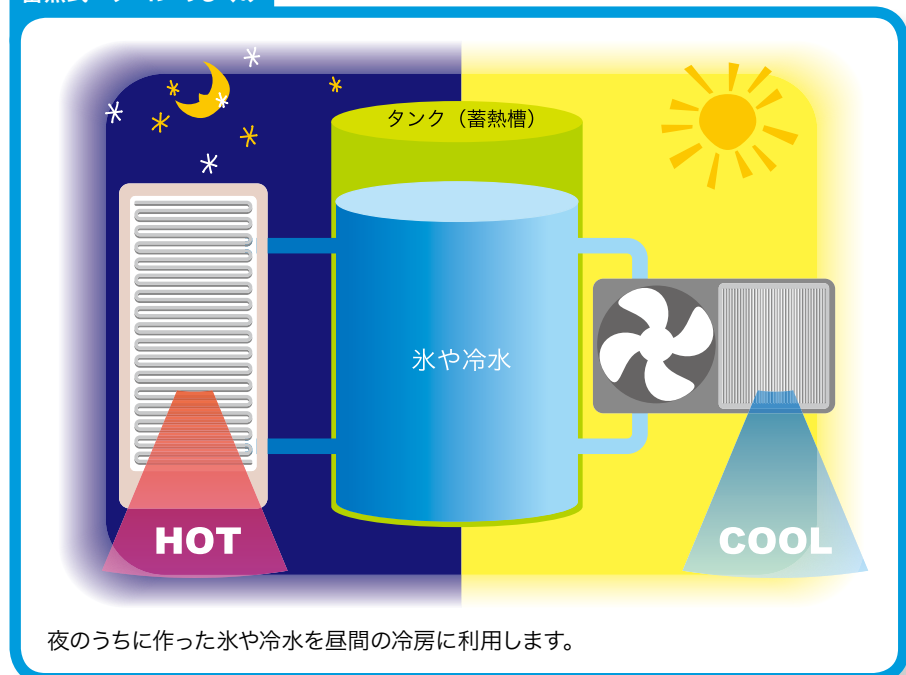
● 蓄えた熱を後で利用する

これらの問題を軽減するため、昼間より涼しくて電力にも余裕のある夜に冷水などを作っておいて、昼間の冷房に利用する蓄熱式のエアコンが考え出されました。

蓄熱とは熱を蓄えることです。湯たんぽにお湯をいれて布団を暖めたり、氷をアイスボックスに入れて飲み物を冷やしたりするのも、蓄熱の一種です。

蓄熱式のエアコンでは夜間に作った氷や冷水を蓄熱槽と呼ばれる容器に保存しておきます。昼間に冷房を使う際にはこの冷たさを利用します。このとき使う電気は水を動かすポンプや風を作るファンだけなのでわずかです。ビルなどの大規模な施設でよく使われています。

蓄熱式エアコンのしくみ

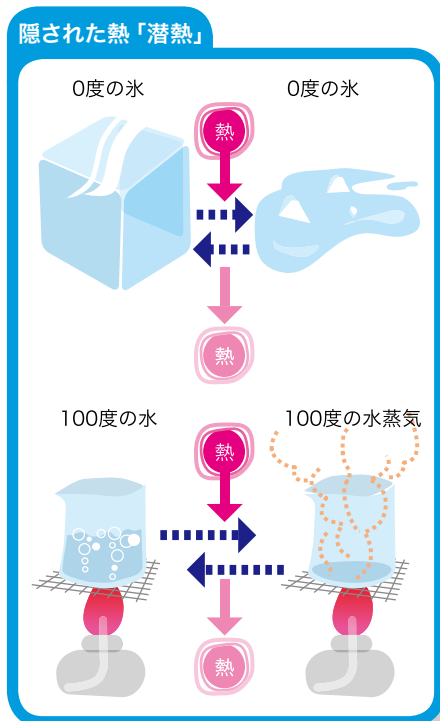


● 隠された熱「潜熱」

多くの蓄熱装置はコストが安い水を使って熱を蓄えています。蓄えられる熱の量は物質によって違います。たとえば空気よりも水の方が、一度温めると冷めるまでに時間がかかり、より多くの熱を蓄えられるのです。同じ容積で多くの熱を蓄えられる物質を使えば、効率よく熱を蓄えられます。

また水は100℃で水蒸気になりますが、100℃の水が100℃の水蒸気になる時に、周囲から熱を奪っています。また0℃の水が0℃の水になるときに、多くの熱を奪います。これを“潜熱”と呼びます。

逆に100℃の水蒸気が100℃の水になる時や、0℃の水が0℃の水になるときは、周囲に熱を出します。これも潜熱です。潜熱を使うと、単に冷水と温水との温度差よりも多くの熱を蓄えることができます。



Let's Research

スラリとは、どのような状態になっている物質のことか、調べてみよう。

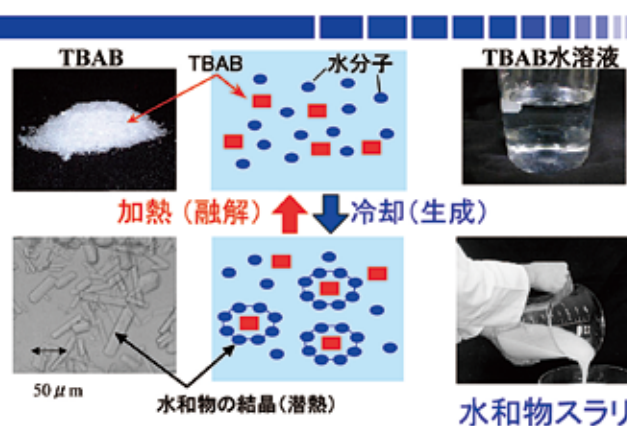
● 水和物スラリを冷媒に使う

水の代わりに水和物スラリという物質を冷媒として使うことで、潜熱を利用できる画期的な蓄熱式の空調システムを JFE エンジニアリング (旧・JFE 技研, 川崎市川崎区) が NEDO 技術開発機構と共同で開発しました。水和物スラリは、水に TBAB (テトラ n ブチルアンモニウムブロマイド) という物質を溶かしたものです。冷やすと溶けた物質を中心に非常に小さな氷の固体の結晶ができますが、全体としては液体のまま、細かい氷が入ったフローズドリンクのような状態になります。この水溶液は水と同じくポンプなどで流すことができます。

水の場合は0℃で氷になるため、潜熱を利用するには0℃を挟んだ温度差が必要です。12～7℃の間で結晶に変化して潜熱が利用できる水和物スラリは、冷房に使うには大変都合のよい物質といえます。その間に吸収する熱の量は、普通の水の2～3倍にもなります。

TBAB 水溶液と水和物スラリ

水和物スラリ → 水和物微粒子 + 水溶液



冷えると水に溶けた TBAB を中心に氷の結晶ができる。氷のように全体が固まるのではなく、液体の一部だけが結晶になる。

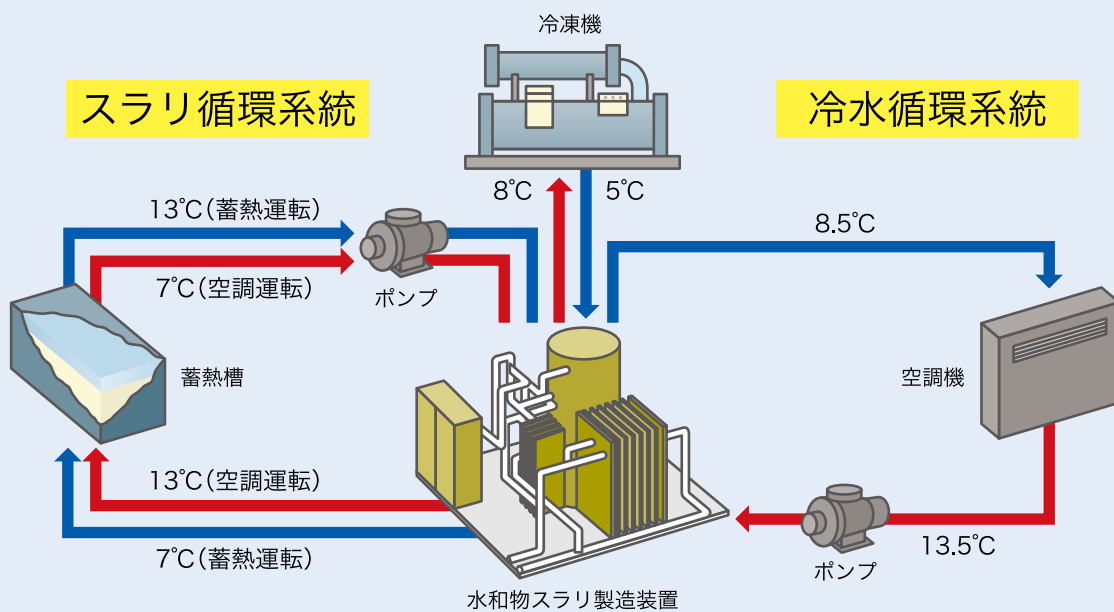
アゼリアの水和物スラリー蓄熱空調システム

JR川崎駅東口の地下街『アゼリア』では水和物スラリーを利用した蓄熱式の空調システムが2008年3月より稼動しています。これまで使っていた水の代わりに水和物スラリーを蓄熱に利用することで、今までの2倍の熱を貯めることができます。さらに、夜間に使う冷却器の動力も40%少なくて済みます。その分の電気代が安くなります。

ただしアゼリアの空調システムでは、各部屋へ熱を運ぶ部分は従来どおり冷水を使用しています。夜間に作った7℃の水和物スラリーで水を8.5℃に冷やして各部屋に送り、冷房に利用しています。

アゼリア全体ではその他にもいくつかの省エネ装置と組み合わせた結果、年間の二酸化炭素排出量を今までより1000トン以上削減できる予定です。

水和物スラリー蓄熱空調システム



水和物スラリー



T B A B 水溶液



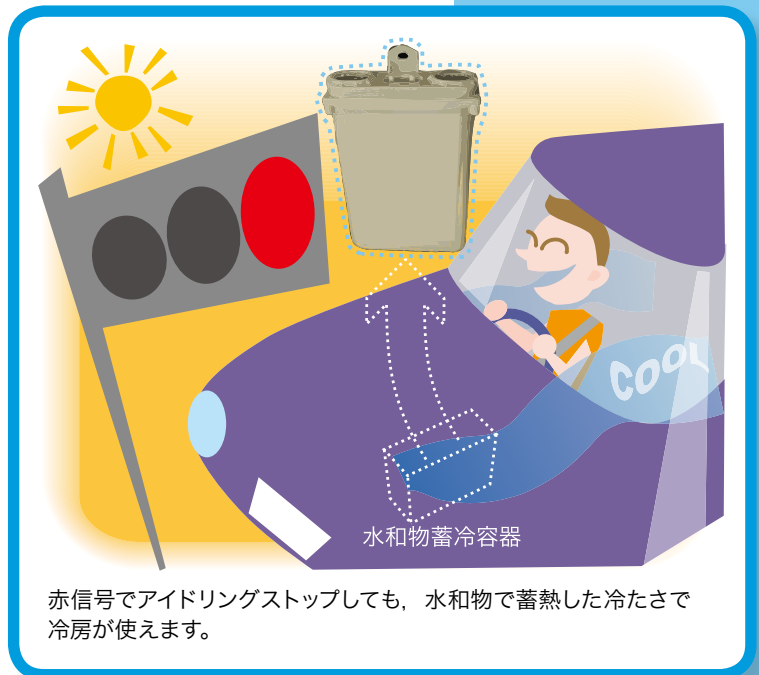
水和物スラリー製造装置

夜間に水溶液を冷やして蓄熱槽に溜め、昼間はその熱で冷やした水を各部屋に運びます。暖まった水溶液は蓄熱槽に戻します。

自動車へも広がる蓄熱空調システム

エアコンは家庭やオフィスだけでなく自動車にも欠かせません。省エネのためには信号待ちなど車が停まっているときはエンジンを止める“アイドリングストップ”が効果的です。日本では車での移動時間のうち30%近くが信号待ちで止まっているとも言われます。ただしエンジンを止めるとエアコンも止まってしまう、夏などは車内が非常に暑くなります。もしエンジンを止めたままエアコンを動かすと、バッテリーが消耗して走れなくなってしまう。

そこで現在、自動車用に水和物を使った蓄熱式空調装置の研究が、NEDO 技術開発機構を中心に進められています。走行中に冷熱をためておき、停車中はエンジンを止めて、その熱で車内を冷やします。赤信号の時間は1分程度と短いため、蓄熱槽も小さくて済みます。従来のコンプレッサーや送風器もそのまま使えます。がまんする省エネではなく、快適に過ごす省エネをめざした研究です。



インタビュー 実験から得られた発見

以前から、空調には冷水よりたくさんの熱を運べる物質があればいいな、ということは分かっていたがなかなか見つかりませんでした。そこでもう一度昔から研究されてきた物質を調べ直して TBAB と、TBAB を水和物スラリーにして蓄熱空調に使うことにたどり着きました。

普通、大学などで物質の性質を研究する場合には、混ぜりもののない純水を使います。純水を使うと TBAB は冷やしてもなかなか結晶になりません。けれども実際にビルの空調などでは純水ではなく水道水を使います。実は水道水には微細な粒子が入っているために、TBAB が結晶化しやすいのです。こういったことは、文献を調べただけでは分かりません。実際に水道水で実験してみて、始めてわかりました。

また TBAB 水溶液をビンに入れて冷やして何度も固

まらせたり融かししたりしていると、固まらなくなります。これは自宅の冷蔵庫で実験したときに当時中学生だった息子が気づいたことなのですが、ビンの底にうっすらと水道水中のほんのわずかな微粒子がくっついてしまうのが原因でした。単に実験の結果だけでなく、その経過などからもいろんな発見があるのが、面白いところです。



JFE エンジニアリング株式会社
新省エネ空調システム事業部
主幹(部長)
高雄 信吾さん

JFE エンジニアリング株式会社

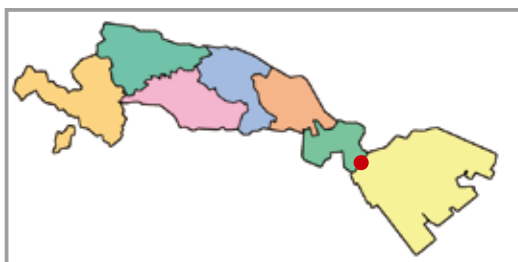
JFE エンジニアリング (旧・JFE 技研, 川崎市川崎区)

場所: 横浜市鶴見区末広町 2 丁目 1 番地

<http://www.jfe-eng.co.jp/>

問い合わせ先: 045-505-7623 (新省エネ空調システム事業部)

※平成 21 年 4 月からお問い合わせ先が変わりました。



川崎地下街アゼリア

<http://www.azalea.co.jp/>

〒210-0007 川崎市川崎区駅前本町 3 番地 1

水和物スラリを利用した蓄熱空調システムが使われています。

More Information

川崎アゼリア向け水和物スラリ蓄熱空調システム

http://www.jfe-eng.co.jp/solution/solution_energy_conservation.html

環境省

<http://www.env.go.jp/kids/>

日本で行われている地球温暖化対策を調べてみよう。

ヒートポンプ・蓄熱センター

<http://www.hptcj.or.jp/>

蓄熱を利用したいろいろな技術を調べてみよう。

ヒートアイランド現象の軽減に関する研究 (土木研究所)

<http://www.pwri.go.jp/team/suiri/heatisland/index.htm>

ヒートアイランド現象の原因や対策を調べてみよう。

Keywords

次のキーワードを組み合わせ、インターネットの検索エンジンで調べてみよう。
顕熱と潜熱/水の比熱/気化熱(蒸発熱) /ヒートポンプ/温室効果ガス/地球温暖化対策/ヒートアイランド現象/アイドリングストップ