

くうき・みず・でんき



建築設備の世界

わたしたちの生活に欠かせない「くうき・みず・でんき」の役割

わたしたちの暮らしのなかで、^{いまむかし}今も昔も大切な「衣」「食」「住」は、^{いしょくじゅう}健康で文化的な生活に大きくかかわっています。この「衣」「食」「住」のうち、「住」を取り上げて考えてみましょう。

きびしい自然からわたしたちを守るためには、屋根や壁をそなえた「安全な空間」が必要です。しかし、それだけで十分でしょうか。わたしたちは日々の生活の中で、トイレに入る、洗う、料理をする、暑い時や寒い時にエアコンをつける、暗いところであかりをつける、テレビを見る、ことをなにげなく行っています。そこでは「水」や「空気」「電気」「ガス」などがそれぞれの目的に応じてはたらいいて、わたしたちの生活を助けています。そして、こうしたはたらきは^{たてももの}建物の外でも、水や電気を届け、^{はいすい}排水を集め、^{どうろ}道路を明るく照らすなど、みなさんが気づかないところで街を支えています。

この本では水や空気や電気を適切に効率よく利用して、安全で快適な「住」生活を支える「^{けんちくせつび}建築設備」の世界を見ていきましょう。いつもは気づかない所にもたくさんの「技術」がかかれています。



清潔な暮らし 飲む、洗う、トイレ

はたらく水①②③

P. 4~9

快適な暮らし 冷暖房、換気

はたらく空気①②③

P. 10~15

便利な暮らし あかり、動かす、情報

はたらく電気①②③④

P. 16~23

安心、安全な暮らし

人やものをまもる設備

P. 24~25

もっと省力化、最適化

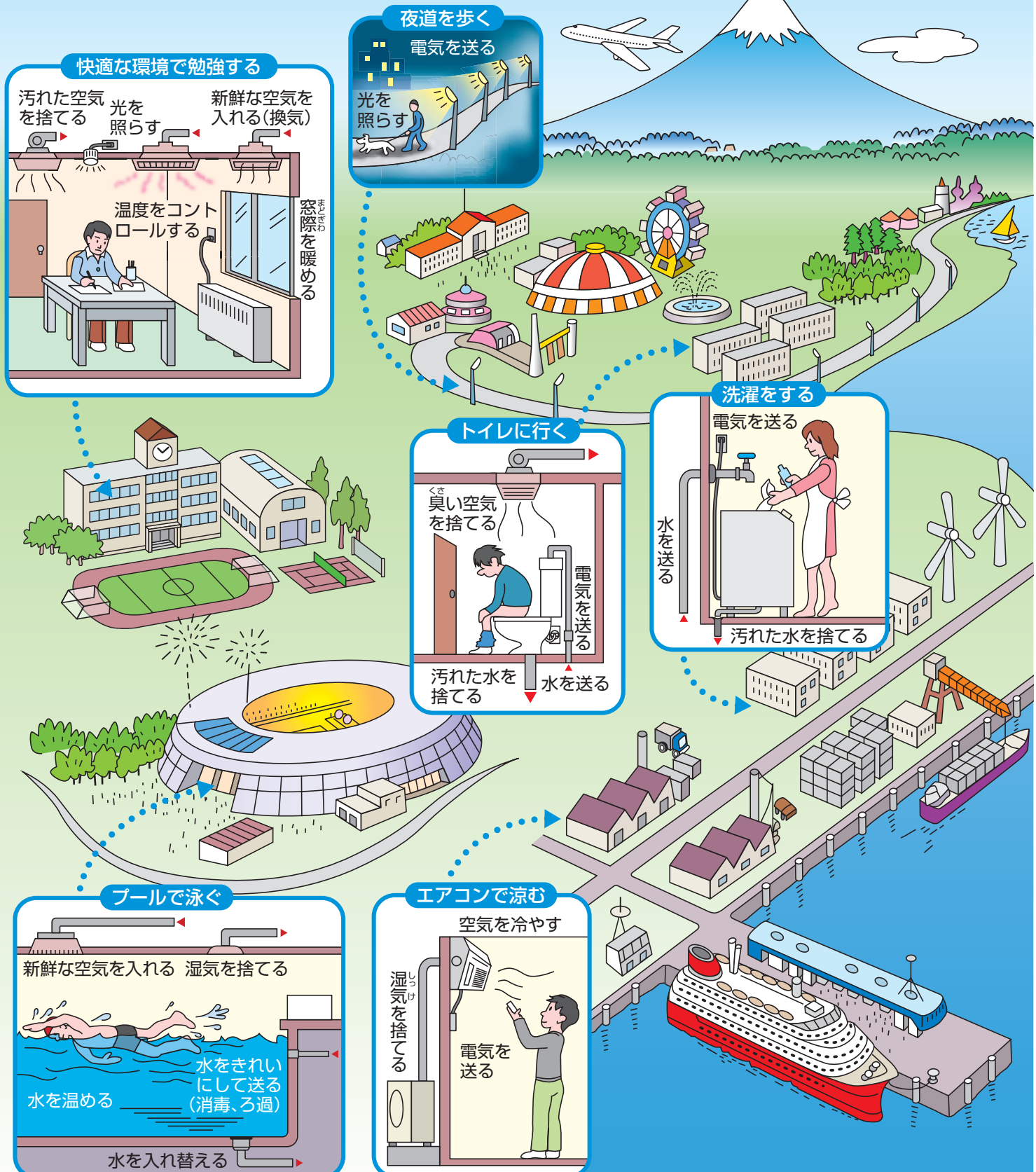
人の目と手のかわりにはたらく設備

P. 26~27

地球にやさしく、人にやさしい建物

これからの建物づくり①②

P. 28~31



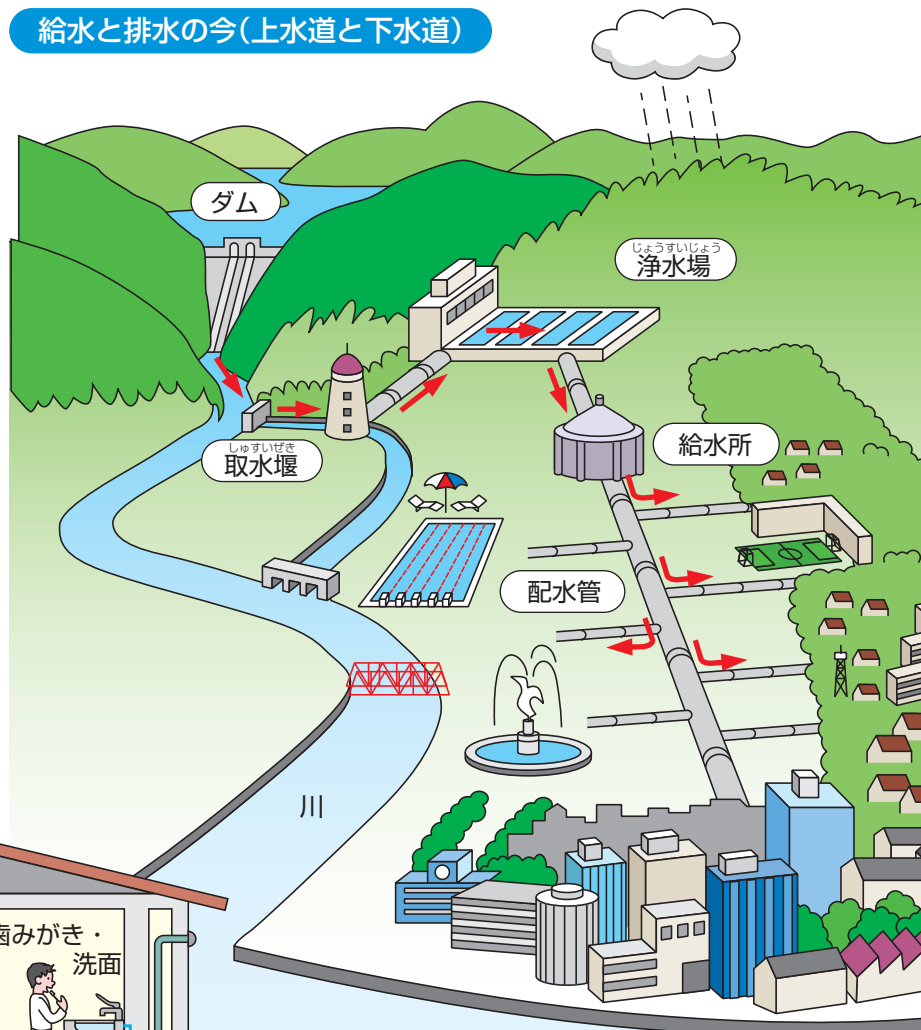
はたらく水①

健康的な生活は衛生設備が基本

水は健康的な生活の基本です。わたしたちのまわりには口に入るきれいな水もあれば、トイレのうんち(排泄物)を流した汚れた水もあります。飲み水に汚れた水が混じったりすれば、病気を招くこともあります。生きるために欠かせない水は、いつでも誰でも安心して手に入られることが大切です。

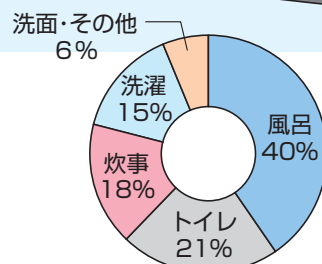
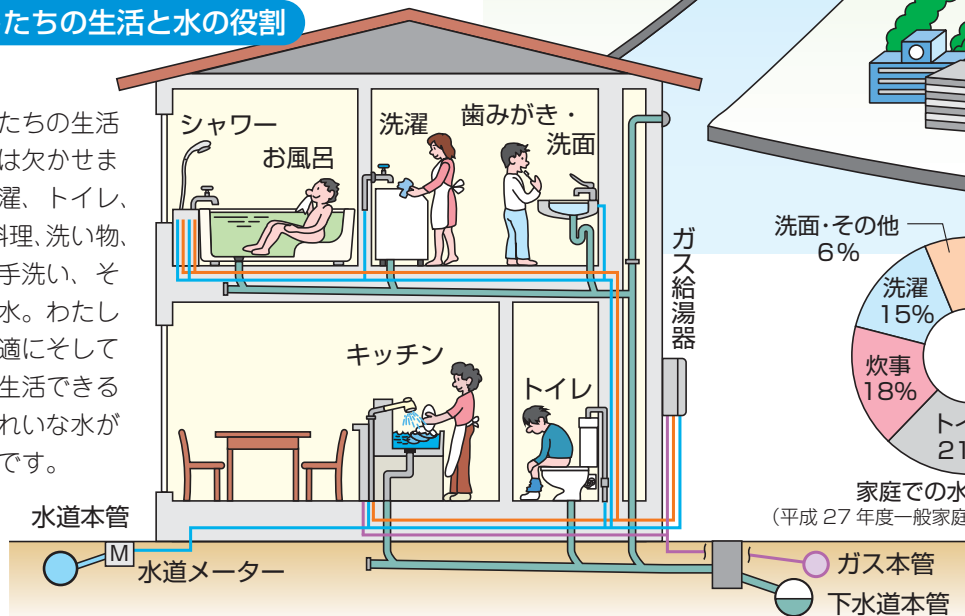
ここでは、「使う」上水から「使い終わった」下水まで、いろいろな水のはたらきをみてみます。またそのまわりで衛生的な生活を支えている衛生器具の進化にも注目してみましょう。これらの給排水衛生設備のある今と、なかった昔をくらべると、どんな風に便利になったり快適になって、健康的な生活が送れるようになったのでしょうか。

給水と排水の今(上水道と下水道)



わたしたちの生活と水の役割

わたしたちの生活には、水は欠かせません。洗濯、トイレ、お風呂、料理、洗い物、うがい・手洗い、そして飲み水。わたしたちが快適にそして健康的に生活できるのは、きれいな水があるからです。



家庭での水の使われ方
(平成 27 年度一般家庭水使用目的別実態調査)



家庭では、1人当たり1日で約220L(リットル)の水を使うんだって。(参考:東京都水道局)
お風呂やシャワーにはお湯を使うから、水を温めるためのエネルギーもたくさん使うよね。

Column

安全・安心の水

わたしたちがあたり前のように使っている「水」。蛇口をひねれば、そのまま口にすることができます。実は、このように安全で安心できる水が供給されている国は世界でも日本など少数の国のみです。日本ではみんなが口にする水道水について、人の健康を守るために水質基準が定められています。浄水場では厳格な水質管理を行っています。

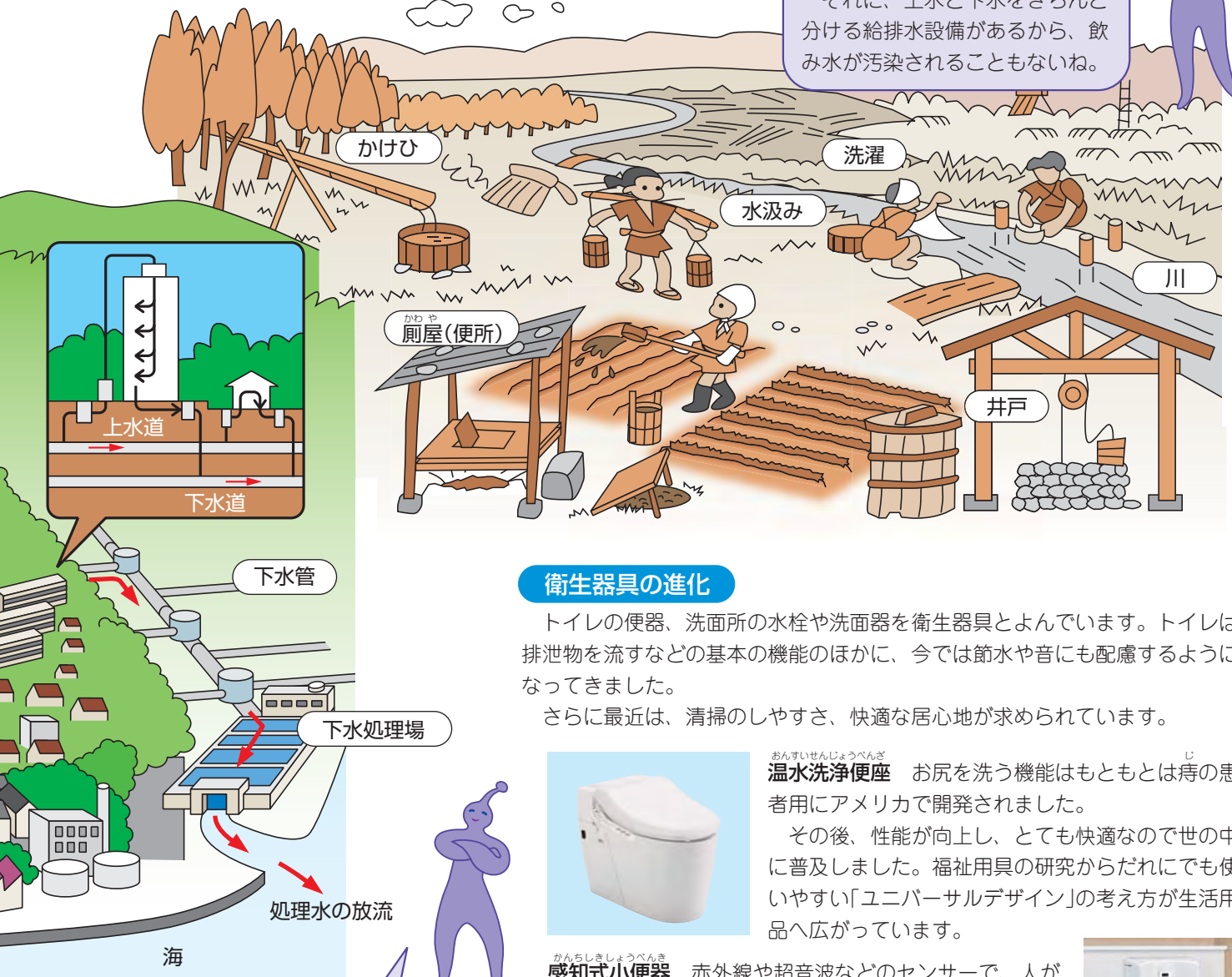
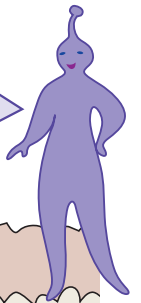


東京都は、安全でおいしく、環境・家計にもやさしい水道水を知ってもらうため、ペットボトルの「東京水」を販売しています。

給水と排水の昔

上水道や下水道のなかった時代は、生きていくために必要な水を、どのように手に入れていたのでしょうか。そして排泄物は…

昔は水を得るのも大変な労力が必要だったね。今では、蛇口をひねれば衛生的な水が出てくるよ。それに、上水と下水をきちんと分ける給排水設備があるから、飲み水が汚染されることもないね。



衛生器具の進化

トイレの便器、洗面所の水栓や洗面器を衛生器具とよんでいます。トイレは排泄物を流すなどの基本の機能のほかに、今では節水や音にも配慮するようになってきました。

さらに最近では、清掃のしやすさ、快適な居心地が求められています。



温水洗浄便座 お尻を洗う機能はもともとは痔の患者用にアメリカで開発されました。

その後、性能が向上し、とても快適なので世の中に普及しました。福祉用具の研究からだれにでも使いやすい「ユニバーサルデザイン」の考え方が生活用品へ広がっています。

感知式小便器

赤外線や超音波などのセンサーで、人が小便器の前に立ち、離れると洗浄水が流れるしくみになっています。節水に役立ちます。



水栓、自動水栓 右が水で左がお湯ときまっています。近頃は節水や清潔志向で自動水栓が増えています。

お湯を赤、水を青に色分けしているのは日本だけです。赤は日の丸、青は新幹線の色をもとにしています。



KEYWORD

★地球の水

総計約 13 億 9 千万 km³。97.5%が海水、陸水が 2.5%(海水と水蒸気を除いた水。雪氷 1.75%、地下水 0.73%、湖沼水 0.016%、土壌水 0.0018%、河川水 0.0001%)。大気中の水蒸気としての水は 0.001%。わたしたちが利用できる水は 0.01%程度である。

★人間の水

人は 1 日約 2.5L の水を取り入れ、そのうち尿で 1 ~ 1.5L、便で 0.1L、呼吸で 0.4L、汗で 0.6L 排出している。体重の 60%が水分なので 60kg の人は 36kg (36L) は水。そのうち 30%が筋肉に、10%が皮膚、血液中には 4%の水分がある。体から失われる水が 20%となると生命の危険。

L: リットル

はたらく水②

蛇口からすぐに水がでてくるしくみ(給水設備)

わたしたちが住んでいる家やマンション、学校、高層ビルまで、どこでも蛇口からすぐに水が出てきます。水を配る給水設備とはどんなしくみでしょうか。道路の下の水道本管から建物のなかの蛇口まで、追いかけてみましょう。

また、そこでは水の安全を守り、どこにいても同じように水を使える工夫としてどんなものがあるでしょうか。

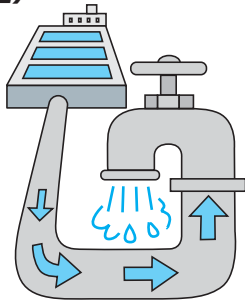
ここからスタート！

これは、建物の高いところにタンクを置く方法だよ。水道管からの水圧だけでは届かない中高層の建物に使うよ。



1 水道本管(上水道)

浄水場からきれいな水が送られてきます。それぞれの建物に一定の圧力以上で届けられます。



水道メーター

水道局の人が、水道メーターを見てまわり、使った水の量を調べます。最近では通信によって遠方から検針する方法もあります。



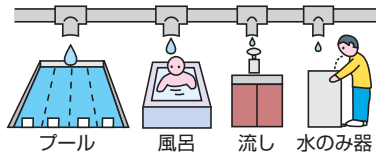
水って1回で、どのくらい使ってるの？

- 大便器の洗浄水：約 6L (節水型)~10L
 - 洗面・手洗い：約 12L (1分間流し放し)
 - 歯みがき：約 6L (30秒間流し放し)
 - シャワー：約 36L (3分間流し放し)
- (参考：東京都水道局) L：リットル



給水設備図

6 給水管



水をそれぞれの蛇口まで配るための水の通り道。いろいろなところへ分岐していきます。

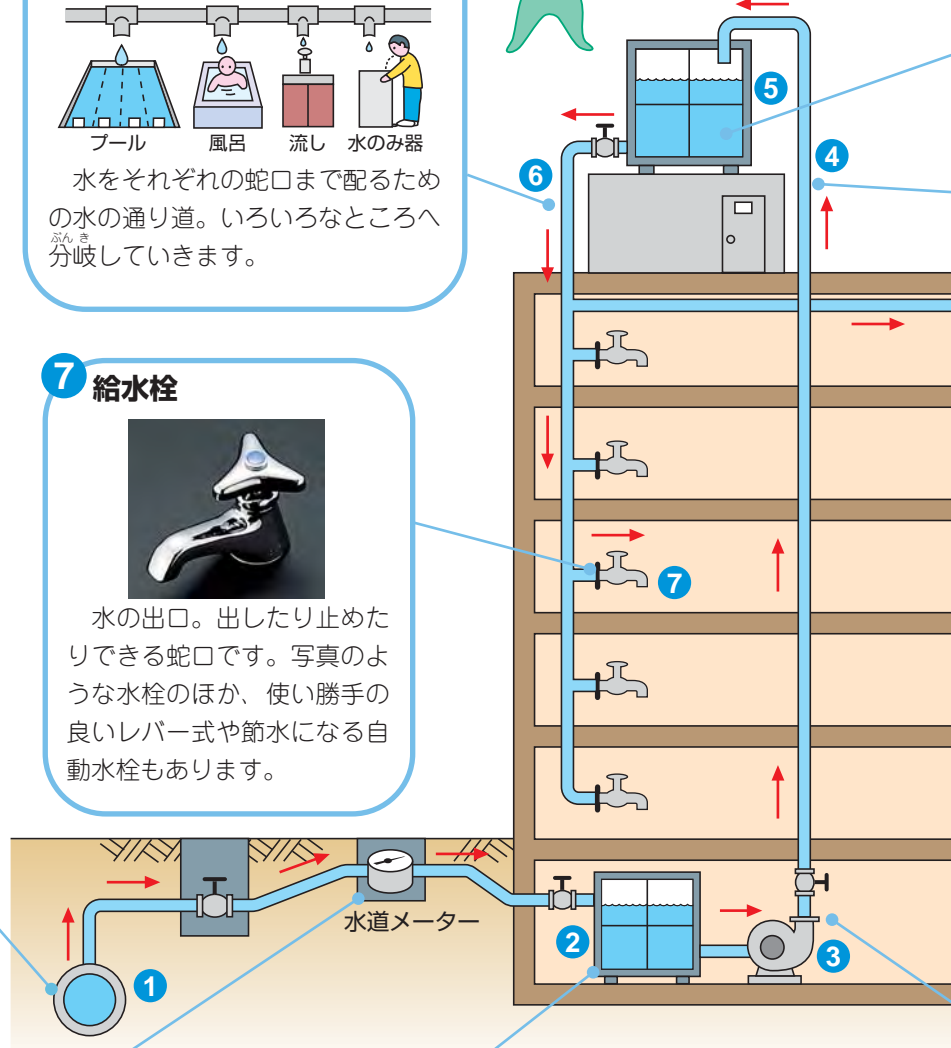
7 給水栓



水の出口。出したり止めたりできる蛇口です。写真のような水栓のほか、使い勝手の良いレバー式や節水になる自動水栓もあります。

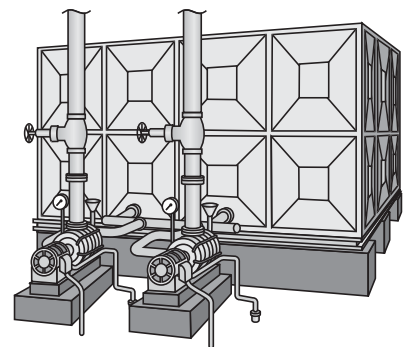


水が上がったり下がったりしてるね。

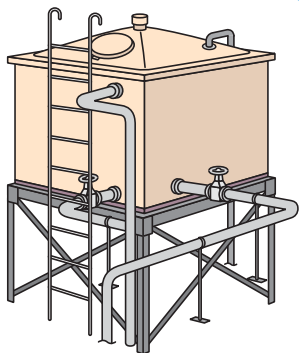


2 受水槽

水をたくさん使う建物は受水槽というタンクを設置して一度水を貯めます。以前は、コンクリートの地下水槽に貯めることもありましたが、飲料水の安全確保のため、床上で、周囲6面を点検でき、断水せずに掃除ができるように2つに仕切るなどの工夫がされています。常にきれいな水となるように、大きすぎない約半日分程度の貯水量にしています。



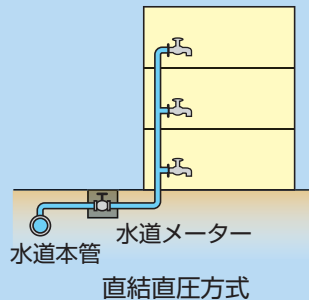
5 こうちすいそう
高置水槽
水を高い所において、そこから重力で水を配るためのタンク。蛇口までの落差があるほど圧力が高くなります。錆の発生を防ぐためにステンレスやFRP*の板がよく使われています。



*FRP：繊維強化プラスチック

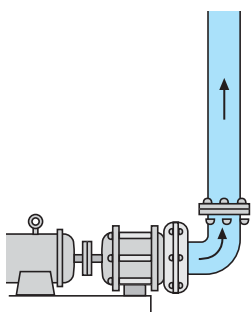
Column 給水方式のいろいろ

水道本管から直接、各水栓へ給水する方式を直結直圧方式ちよっけつちやくあつといいます。戸建ての住宅はほとんどこの方式です。水道本管の圧力で給水するので、3階以下の建物に採用されます。水槽やポンプがないため清掃、点検などの衛生管理がほぼ不要です。

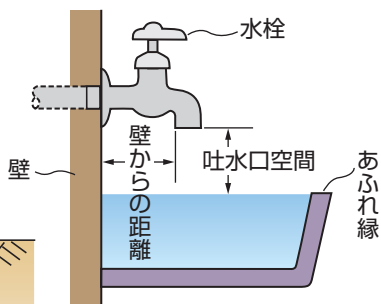


4 ようすい
揚水管

ポンプで水を送る通り道。昔は鉄の管が錆びて(腐食して)赤水がでてきたりしました。そのため最近はステンレス管や配管の内面をビニールなどで覆ったものが主流です。



水を安全に：吐水口空間



Column 日本の水

日本の水は、硬度*が低い軟水で、逆にヨーロッパなどの外国ではミネラル成分が豊富で、硬度が高い水です。料理に際して、日本の軟水はお米を炊いたり、野菜を煮たり、ゆでたりすることにとても適しています。外国の硬水に含まれるカルシウムには食物繊維を硬くさせる作用があるため、外国の料理は油で炒めたり、水蒸気を利用して蒸したりすることが主流となったのではとされています。

*硬度：カルシウムやマグネシウムなどのミネラル成分の量が1リットルあたり何ミリグラム含まれているかを表したものの。100未満を「軟水」という。

一度蛇口からでた水が逆流してきれいな水と汚れた水とが混ざったら大変だ。そうならないように吐水口空間が確保されている。だからシャワーなどを浴槽につっこんでおくのはよくないんだ。

ポンプががんばっているね。

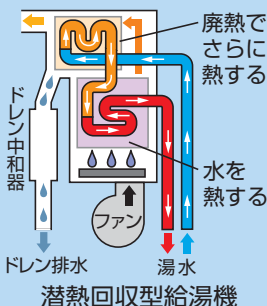


Column お湯のある生活

★お湯を作る

現代の生活では、あたりまえのように使っている「お湯」。電気やガスを使って水をあたためてつくります。

最近では、ヒートポンプ技術や太陽熱利用、廃熱回収技術を用いてエネルギーを節約しながらお湯をつくるシステムが導入されています。

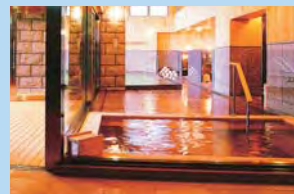


★お風呂の安全

浴場などはたくさんのお湯が必要なので循環させて加温、加水、ろ過、殺菌をしながら何回も再利用しています。このような循環式のお風呂で水質管理が行われないと、レジオネラ属菌が増殖し高齢者や幼児が感染して亡くなるという事故も引き起こすことがあります。

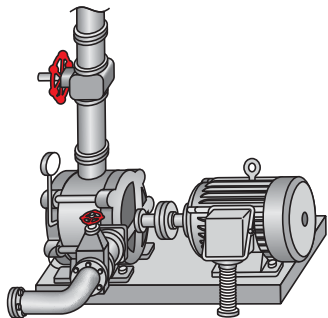


日本人はお風呂好きで有名だよ。大きな湯船にざぶんとつかるのは世界では珍しいらしいね。



大規模温泉浴場施設

3 ようすい
揚水ポンプ



受水槽の水を、屋上などの高いところに設置した高置水槽まで送ります。水を吸い込んで圧力を上げ、高く、遠くまで水を運びます。

はたらく水③

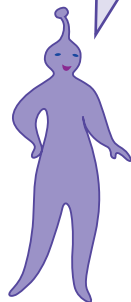
うんちを流し去るしくみ(排水設備)

わたしたちが洗面器で顔を洗ったりトイレで排泄物を流したりすると、その汚れた水(排水)は排水口から流されて見えなくなってしまいます。どこをどう流れてどこへ行くのでしょうか。排水が便器から下水道に入るまで、順番に追ってみましょう。

また、排水がきちんと流れて行くためにはどんな工夫があるのでしょうか。

排水設備図

ここからスタート!



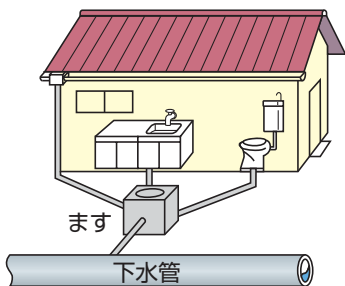
1 便器や洗面器、台所流し、風呂、洗濯機などの排水口

ここから、排水が送り出されます。トイレの排水を汚水、その他洗面器や台所などの排水を雑排水といいます。



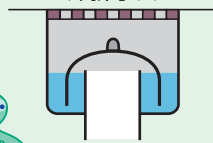
7 公共下水道

「ます」で集められた汚水・雑排水は、道路の下にある下水管に排水され下水処理場へと流れていきます。雨水が合流している場合もあります。



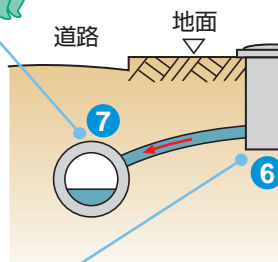
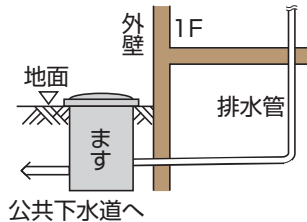
トラップはこんな形もあるよ。床排水口のトラップは、いつも水が入ってないとダメなんだって。

床排水口



6 排水ます

建物の外の地中に埋めた排水管の途中で、合流する個所などに点検や掃除ができるようふたのついたますをつけます。



Column

汚れた水は海に行く

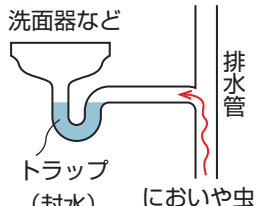
わたしたちが毎日出す汚水や雑排水は結局、海に流しています。ただし、今の日本ではそのまま流すことはありません。下水道が完備されている地域では下水処理場という施設、その他の地域では浄化槽という設備によって浄化(きれいにすること)されています。汚水を浄化する方法は重いものを沈殿させ、ろ過し、有機物をバクテリアや小さな生き物の固まりと空気を混ぜて分解し、消毒するという組み合わせが基本です。今ではこの他にいろいろな高度技術も導入されています。



地下排水槽と排水ポンプ

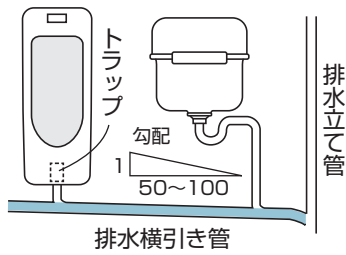
地下のトイレの排水は重力で流せないで、いったん地下排水槽(地下ピット)に貯めてからポンプで下水道に送ります。きちんと維持管理しないと建物の中や周辺地域に、悪臭をふりまくこととなります。

2 トラップ



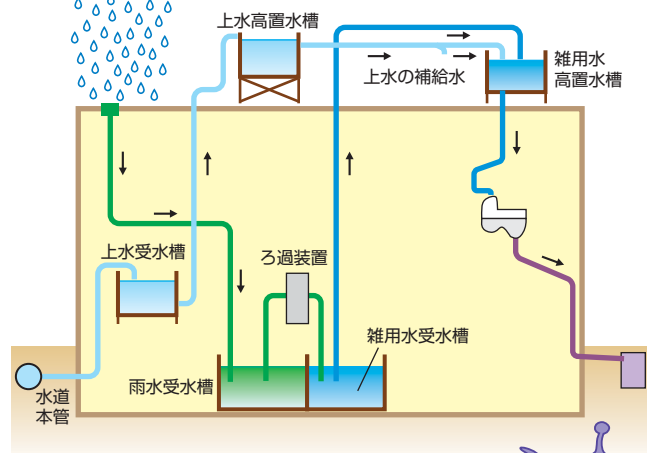
においや虫
水を少し溜めて排水
口からのにおいや虫の
侵入を防ぐはたらきを
します。

3 排水管(横引き管)



排水は、配管の中を通常、
重力で流れるように計画され
ています。各排水口から立て
管まで、あるいは、立て管から
下水道までスムーズに流れて
いくためには「水平」ではダメ
で「勾配」が必要です。建物
の中ではだいたい傾斜を1/50
~1/100くらいにします。

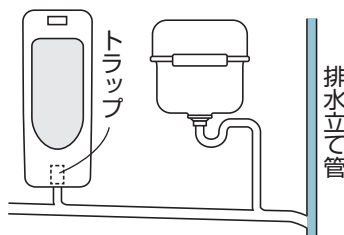
雨水を利用するしくみ：雨水利用システム



雨水を利用する工夫もあるよ。ふつう
雨水は排水となって海へ流されてしま
うけど、ごみをとったり少しきれいにして
トイレの洗浄水などに利用することもで
きるんだ。



4 排水管(立て管)

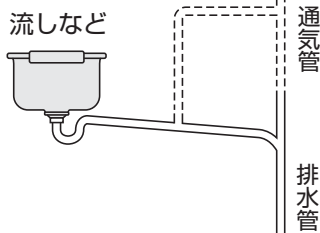


排水管の中を排泄物や洗
剤などととも排水が重力
で流れていきます。排水管
の太さは排泄物や排水の内
容にあわせていますので、
詰まるものを流してはいけ
ません。

排水は空気と
水もいっしょに
流れるんだね。



5 通気管



排水がスムーズに流
れるように空気を出し
入れるための管です。
通気管は管の最上部で
外に開放されています。
臭いもいっしょに出て
行くので、開放場所
に気をつけます。

飲食店では料
理の油を排水管
に流さないため
に、グリースト
ラップ(油分離
器)をつけるん
だよ。



Column

どっちが汚ない？ トイレの排水vs台所排水

排水は当然「汚れた水」です。なかでもトイレの汚水が一番汚れているように思われるでしょう。確かに細菌汚染の面ではトイレの排水は汚れています。ところが水質的に汚い(浄化しにくい)排水は、実はトイレより台所(厨房)の排水なのです。汚れの程度を示す指標「生物化学的酸素要求量(BOD)」でくまると、カロリーの高い食品などの方がトイレの排水よりも汚れの程度は大きくなります。こうしたことから、大きなレストランなどの排水はある程度浄化してから下水道に流します。

水に流した量	水の汚れ BOD(mg)	魚がすめる水質(BOD5mg/L以下)にするために必要な水の量
天ぷら油(使用済み) 大さじ1杯	22,500	100杯分の水
ソース 大さじ1杯	2,300	10杯分の水
牛乳 大さじ1杯	1,200	2杯分の水
トイレ汚水(水洗) 1回(10L)	2,600	10杯分の水

大さじ1杯は15ml(ミリリットル)、風呂おけ1杯300Lとして計算
L:リットル

はたらく空気①

快適な生活は空調設備におまかせ

日本では、夏の^{こうおんたしつ}高温多湿、冬の^{ていおんかん}低温乾燥という気候の中で、「夏には風通しが良く冬には日当たりが良い」住まいが求められ、自然をうまく取り入れて対処してきました。

しかし今、自然環境は、くらしの電化や都市化によって地球温暖化などの環境問題に直面しています。また、建物内部では電化製品やパソコン・照明などの普及によって発熱量が増大しています。人々がより快適な生活を求めるようになり、いまや温度や湿度など人工的な調整なしに快適性を維持するのは難しくなっています。

ここでは、体に感じる温湿度などの快適さを求めて工夫してきた道のりをふりかえり、「冷やす」「暖める」しくみを紹介します。また、快適とはどういう状態かを考えてみましょう。

冷暖房の昔と今

暑さ寒さのしのぎ方は、どのように変わってきたのでしょうか。

暑い時

昔は、^{きかねつ}気化熱*を利用した打ち水や、せんすやうちわで気流を起こす、よしずで日射をさえぎる、風通しを良くするなど涼しさを得てきました。

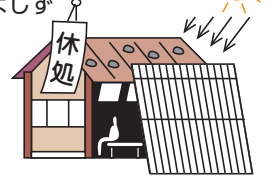
打ち水



せんす



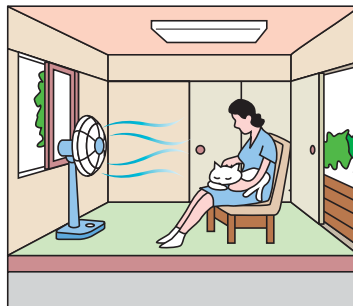
よしず



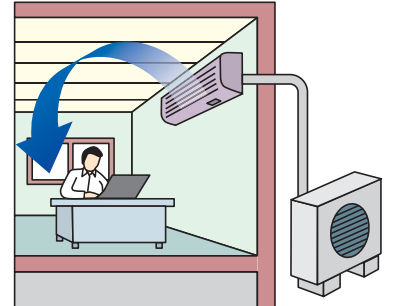
*気化熱(水が蒸発しようとして周囲から奪う熱のこと)



今は、扇風機で気流を生み出したり、エアコンで冷たい空気を部屋中に循環させて涼しい環境を作ることができます。1世紀ほど前に冷凍機が発明されてから、連続的に冷房ができるようになりました。



扇風機



エアコン(冷房運転)

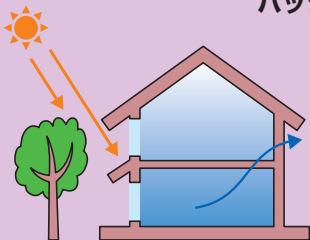
Column

パッシブクーリング&パッシブヒーティング

日射(太陽の熱)・通風・地熱など自然環境がもつエネルギーを出来る限り利用、あるいは^{はいじよ}排除して温熱環境を調整することをいいます。

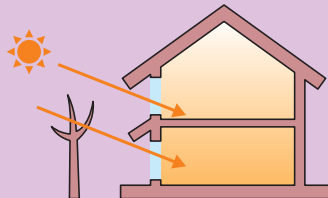
パッシブクーリング

ひさしや樹木で日射を防いだり、通風や散水などで室内の熱を排除します。



パッシブヒーティング

日射を室内にとりこんで壁や床を暖めます。また、熱が逃げないように工夫します。



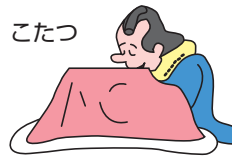
寒い時

昔から室内で直接火を燃やすことにより暖を取ってきました。今でもストーブやファンヒーターを使っていますが、換気が悪いと一酸化炭素中毒を起こすこともあります。

火鉢



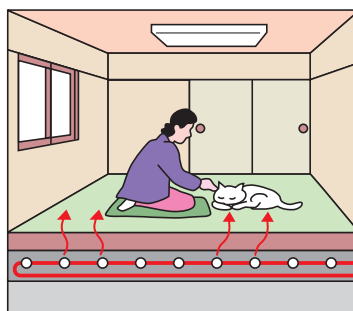
こたつ



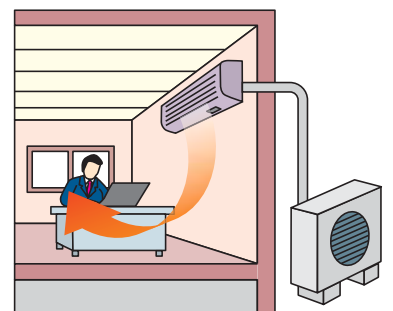
ストーブ



今は、冷房も暖房もできるエアコンが多く普及しています。その他にも、温水床暖房など様々なものがあります。



温水床暖房



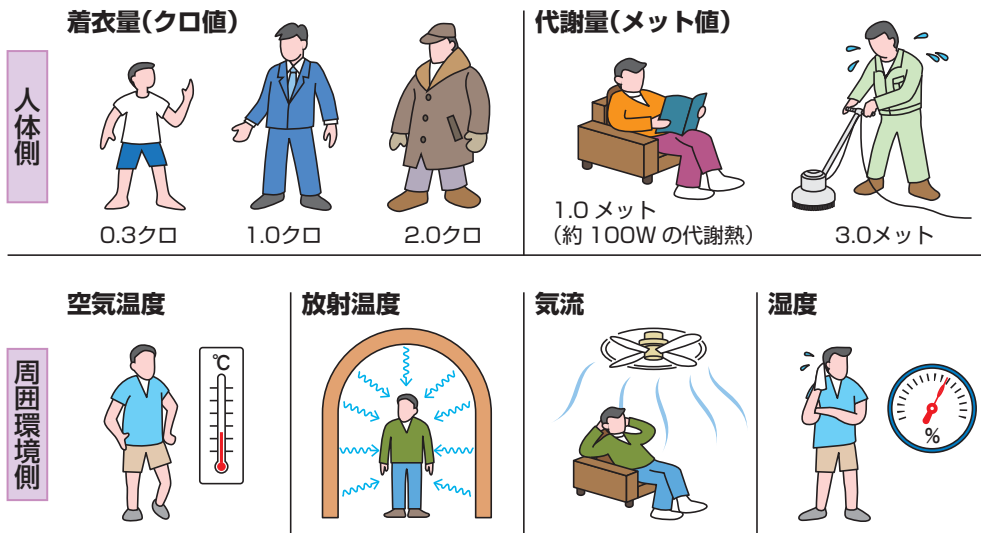
エアコン(暖房運転)

暑さ寒さの感じ方

暑さ寒さの感じ方は、その人が厚着か薄着か(着衣量)、安静にしているか運動しているか(代謝量)、周りの空気や取り囲む壁がどんな状態であるか、に左右されます。

同じ気温でも、湿度や風の影響によってからだを感じる温度には差があります。例えば同じ気温(空気の温度)でも湿度(空気中の水分)が高ければ蒸し暑く、低ければ爽やかに感じます。また風(気流)が1 m/s強くなると体感温度は1℃低く感じ、室温が高くても冷たい窓のそばでは放射熱(冷放射)により寒く感じます。

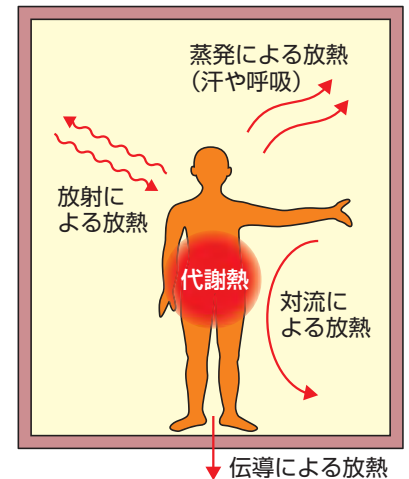
快適さには個人差があるので、その部屋にいる全員が満足するような快適な空間を作るためには、いろいろな工夫が必要になります。



人間と環境の間の熱バランス

人は、食べ物で得たエネルギーをもとに体内で熱(代謝熱)を作り、一部を放熱、一部を蓄熱して約37℃の体温を保っています。放熱が多いと涼しさや寒さを感じます。急激に寒さの危険を感じると、ブルッと震えて体温を保とうとします。

まわりの環境に対してちょうどよく放熱できると、快適に感じられます。



KEYWORD

★熱中症

熱中症は、高温多湿な環境に、私たちの身体が適応できないことで生じるさまざまな症状の総称。炎天下の屋外はもちろん、エアコンがない屋内でも発症する場合があります。応急処置としては、涼しい場所への移動など体を冷やすこと、水分・塩分補給が重要となる。

★冷房病

長い時間冷房の効いた部屋にいたり、冷たい気流をうけていると、体温が下がり毛細血管が収縮して全身的な血行不良を起こす。また、温度差の激しい場所に入出入りする(5~7℃差以上)と体温の調節機能が狂ってきて、場合によっては自律神経失調症などを引き起こすこともある。

★ヒートショック

暖房の効いた部屋から急に寒くて床も冷たいトイレや浴室などへ行くと急激な温度変化で血管が収縮して、血圧が急変動したり脈はくを変化させ、心筋梗塞や脳卒中を引き起こすことがある。家の中では温度分布を均一に保つことが望ましい。

Column

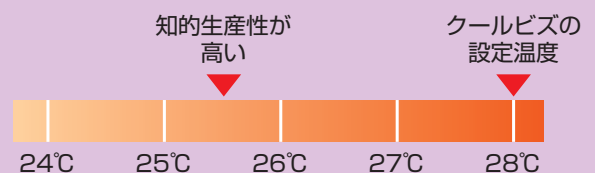
クールビズと知的生産性

クールビズとは、2005年に環境省の呼びかけで始まった夏場の省エネ推進策です。ネクタイやジャケットの着用をやめて薄着になり、冷房時の設定温度をたとえば26℃から28℃に上げて空調の省エネを図るライフスタイルです。



一方、オフィスでは知的生産性(知的成果物を生み出す効率)の向上が重要視されるようになりました。働く人の知的生産性が最大となる室温は冷房時25~26℃という研究報告もあります。

空調の設定温度を決定するときには省エネと知的生産性とのバランスを考える必要があります。



はたらく空気②

「空気の質」を考える(換気と空調)

わたしたちは「空気」のなかで生きています。温度や湿度は快適性や衛生面でとても重要ですが、酸素や二酸化炭素の量、汚染物質の濃度など、空気の質が悪化すると生命に危険をおよぼす場合がありますので、気をつける必要があります。

日本の伝統的な住まいはすきまが多く、きれいな外気を取り入れ、汚れた室内の空気を外へ排出する換気が自然に行われていました。ところが最近の建物のように、冷暖房効果の向上や省エネルギーのために断熱や気密化が進むと、自然な換気は難しくなります。うまく換気されないと室内の空気はどんどん汚れていき、やがて人体に悪影響を与えます。

ここでは空気の質が悪化する原因とその影響をみたく、換気的重要性に着目してみましょう。また、冷やす・暖めるだけの冷暖房から、空気の質も整える空調(空気調和)に発展した意味を考えてみます。

「冷暖房」から「空気調和」へ

冷暖房とは主に「温度」の調節だけを目的として室内を冷やしたり暖めたりするものです。ところが、室内空気環境の良さを決める要素としては「温度」のほかに「湿度」「気流」「清浄度」も重要です。空気調和設備(空調設備)とはこの4要素を総合的に調整して真に快適な環境を提供するシステムです。外気を取り入れて室内の汚れた空気を排出する強制的な換気も同時に実現しています。

みなさんも部屋のエアコンをつけるだけでは汚染物質が減らないことや、冬は乾燥し過ぎてしまうこともあるということを覚えておいてください。

室内の空気環境の基準

①～⑦は「建築基準法」や「建築物の衛生的な環境の基準」による。

①温度
17℃～28℃

それほど暑くもなく寒くもない、快適な春・秋の屋外に近い気温。

②相対湿度
40%～70%

40%未満では鼻やのどが乾きやすく、70%を超えるとジメジメした感じがする。気温が高くて湿っぽいとカビも良く育つ。

ビルで生活する人たちの健康を守るために、空気環境の基準が決められています。どんな理由があるのかな。

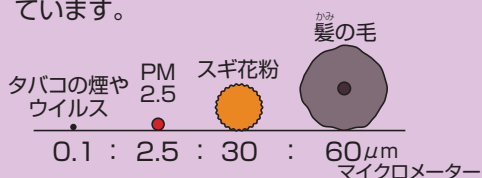


Column

PM2.5 (微小粒子状物質)

PM2.5とは、大気中に浮遊する小さな粒子のうち、粒子の大きさが $2.5\mu\text{m}$ ($1\text{mm} = 1\text{mm}$ の $1/1000$)以下の非常に小さな粒子のことです。様々な物質の混合物で、発生源はボイラや焼却炉、自動車、火山の煙や排ガスなどです。髪の毛の太さの $1/30$ の大きさのため、肺の奥深くまで入りやすく、喘息や気管支炎などの呼吸器系の病気の影響が心配されています。

PM2.5を除去する集塵機やフィルターの開発など、さまざまな検討が進められています。



Column

結露

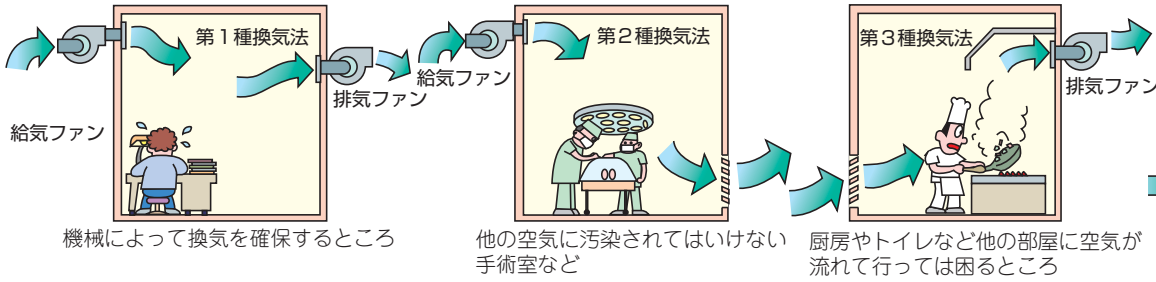
空気中に含むことができる水蒸気量は温度によって変化し、温度が高いほどたくさん含むことができます。暖房時(冬の寒い日)に窓ガラスの表面に水滴がつくのは、部屋の空気中にあった水蒸気が冷たいガラスの表面に触れて、その温度での飽和状態(湿度100%)となり結露したものです。結露がひんぱんに起きると建材が傷んだり、カビが発生したり健康に悪い影響をおよぼします。室内の水蒸気の発生量をおさえ、断熱をよくし、温かい部屋と冷たい部屋を作らず、換気をする(水蒸気を外に出す)ことで室内の結露を防ぐことができます。



どんな換気の方法があるのかな

最近の住宅は気密性能が良くなってすきま風が少ないから、積極的に窓を開けることも必要なんだって。

機械換気

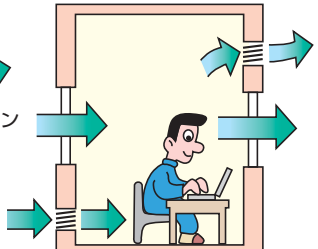


機械によって換気を確保するところ

他の空気に汚染されてはいけない手術室など

厨房やトイレなど他の部屋に空気が流れて行っては困るところ

自然換気



窓や換気口が開いたときに外の風の流れや内外の温度差だけで換気される

へやを暖めたり冷やしたりするだけではだめなんだね。



外の空気の二酸化炭素濃度は年々上昇していて、400ppmに達したよ。(温室効果ガス世界資料センター(WDCGG)発表、2015年の世界の年平均濃度)



- ③気流
0.5m/s以下
- ④浮遊粉じん
0.15mg/m³以下
- ⑤二酸化炭素(CO₂)
1000ppm以下
- ⑥一酸化炭素(CO)
10ppm以下
- ⑦ホルムアルデヒド
0.1mg/m³以下

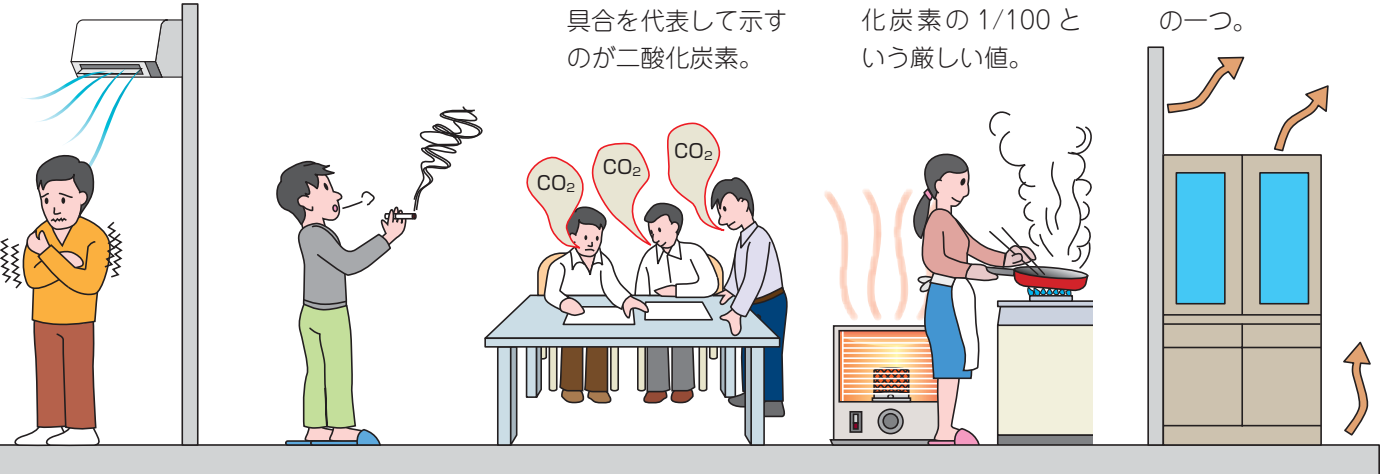
0.5m/s以下では室内で風(気流)による肌寒さを感じにくい。

たばこの禁煙・分煙や空気浄化技術の向上などにより0.10mg/m³以下にする見直し案も出ている。

人がたくさんいるところでの空気の汚れには、水蒸気や発熱、臭気や粉じんなどがあり、これらの汚れ具合を代表して示すのが二酸化炭素。

調理器具、ストーブなどの不完全燃焼に伴って発生するガス。中毒にかけると非常に危険なので、二酸化炭素の1/100という厳しい値。

壁、床等のホルムアルデヒドを含む内装材や家具などから発生する。シックハウス症候群の原因物質の一つ。



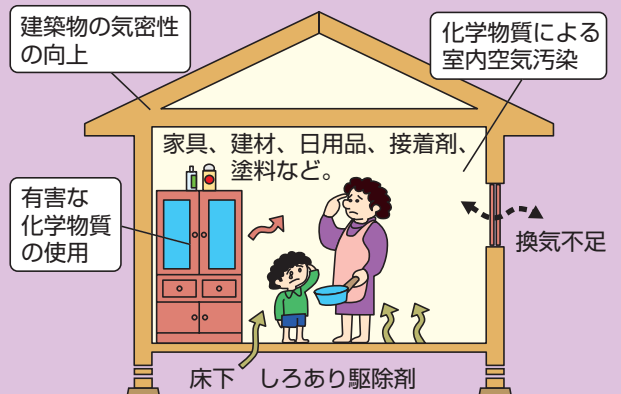
ppm : 100 万分の 1

Column

シックハウス症候群

気密性の高い室内で建築材料の内装材や接着剤、塗料、家具、などに「ホルムアルデヒド」や「揮発性の有機化合物」がふくまれていると頭痛や吐き気、目・鼻の異常ひいては微量で反応してしまう化学物質過敏症などを引き起こすことが知られています。これらをシックハウス症候群とよんでいます。現在しるあり駆除剤「クlorルピリホス」は使用禁止となり、ホルムアルデヒド、トルエン、キシレンなど16物質が規制され使われないようになっています。しかし、実は日用品にも使われていたり、また結露によるダニやカビもシックハウス症候群の遠因となっています。原因物質を減らすことが第一であり、換気に努めることが重要です。

シックハウス症候群の起こる原因と対策



はたらく空気③

空調設備のしくみ

オフィスやデパート、映画館などは、窓が開かなくても室内の温度や湿度、気流、清浄度などの空気環境がきちんと保たれています。「空調」されているからです。人々の健康を守り快適な空間を作る空調設備とはどのようなになっているのでしょうか。

ここでは空調設備全体について、「空調のしくみ」や「冷熱源・温熱源装置」「冷媒」などのはたらきとその姿をみてみましょう。

Column

冷媒のいろいろ

部屋の中を冷やしたり、暖めたりするために大切な空気に熱を伝える橋渡しの役割をしているものを冷媒と言います。冷媒の代表は水で、安価で手に入れやすく、安全という利点があります。

エアコンや冷蔵庫にはもっと効率のよいフロンガスが主に使われていましたが、オゾン層を破壊したり、地球温暖化を助長することがわかり、現在では新冷媒といわれるガスが使われています。また、アンモニアや二酸化炭素の利用や、さらに新しい冷媒の開発が進められています。

Column

ヒートポンプ（サイクル）は冷房も暖房もできるすぐれもの

ものを冷やすだけだった冷凍機の働き方をちょっと工夫して、暖めることにも利用することができます。これを、熱を低い所から高い所に汲み上げるポンプという意味で「ヒートポンプ（サイクル）」と呼びます。このときの熱の運び屋は、冷媒です。液体から気体になるときは周囲から熱（気化熱）を奪い、気体から液体になるときは熱（凝縮熱）を放出するサイクルを夏と冬で入れ替えます。

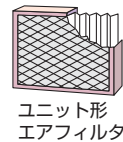
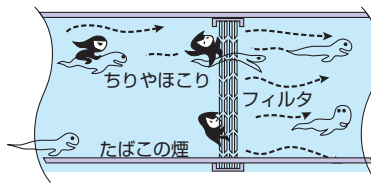
ヒートポンプは“1”のエネルギー投入に対して、“3”以上の冷房や暖房のエネルギーとして利用できる、とても効率の良いシステムです。このしくみは、家庭用のエアコンにも使われています。

空調のしくみ

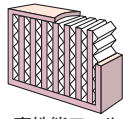
空調機で調整された空気はダクトを通して室内へ送られます。室内を循環した空気は再びダクトを通して空調機へ戻ります。これを1時間に6～15回程度繰り返すことで室内を快適に保ちます。

①フィルター

空気中のほこりやごみをとります。



ユニット形エアフィルタ



高性能フィルタ

②冷却コイル

コイルに冷水などの冷媒を流し、空気を冷やしたり除湿します。

③加熱コイル

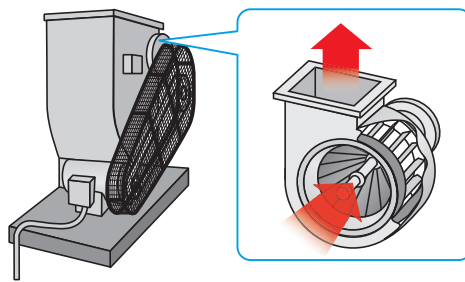
コイルに温水などの冷媒を流し、空気を暖めます。

④加湿器

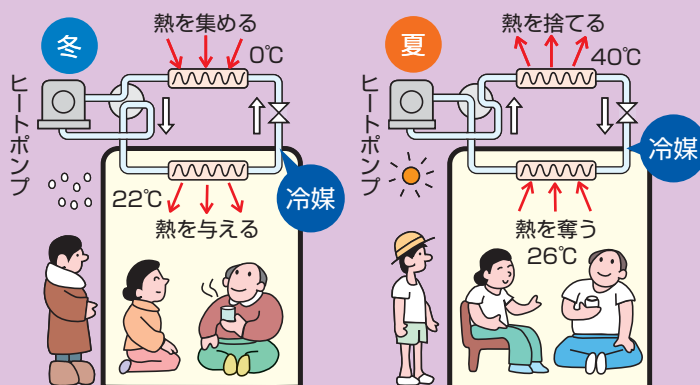
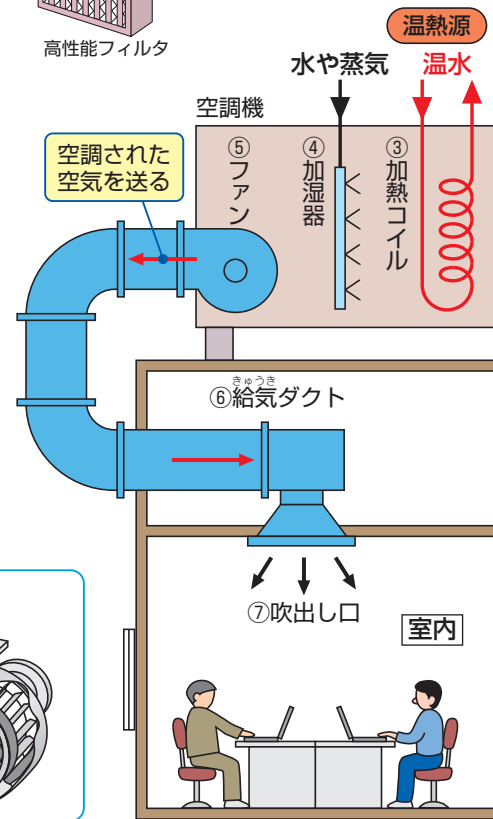
水を滴下あるいは蒸気を噴霧して空気を加湿します。

⑤ファン

空気を吸い込んで圧力を上げ遠くまで空気を運びます。

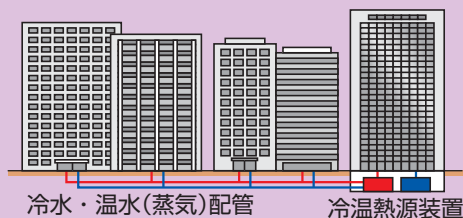


空調機(①～⑤)：空気



地域冷暖房

地域冷暖房は、一箇所にまとめた冷熱源・温熱源装置でつくられた冷水や温水・蒸気などを複数の建物へ供給します。設備を一箇所にまとめるのでエネルギーを効率的に使えます。

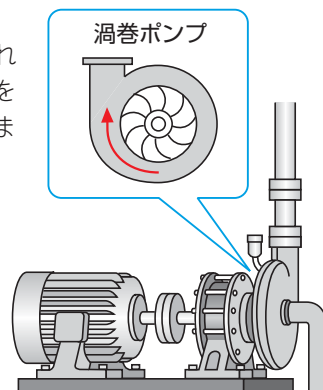


冷熱源・温熱源装置

空気を冷やす・暖めるための熱を作る装置です。大規模な施設では、電力、ガス、石油などのエネルギー源や、不要になった排熱及び自然エネルギーを活用した装置を組み合わせています。

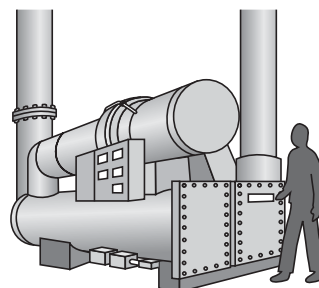
ポンプ

熱源機器で作られた冷水または温水を空調機に送り出します。



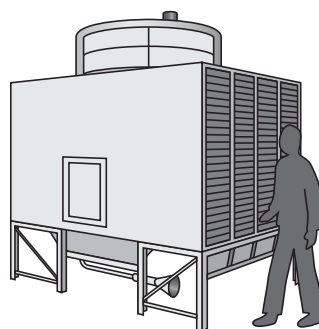
冷熱 冷凍機

電気やガス、蒸気などのエネルギーを使って、空気を冷やすための冷水を作ります。



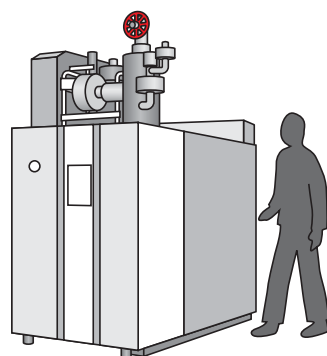
冷熱 冷却塔

冷凍機で冷水をつくるときに発生する熱を大気中に排出します。



温熱 boiler

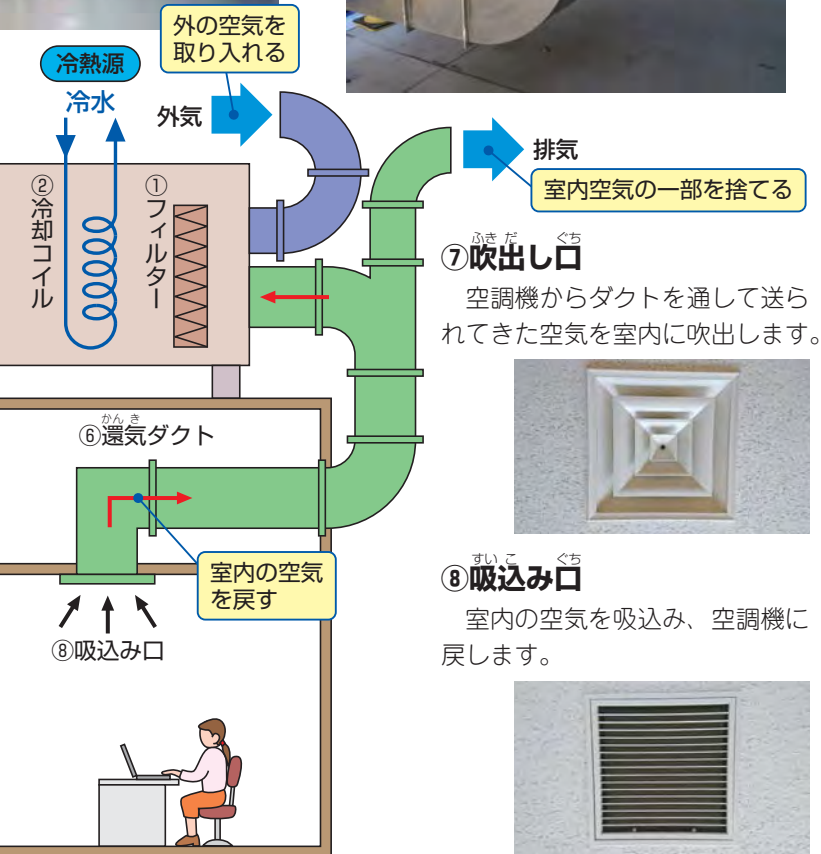
ガスや石油などを燃焼させて、空気を暖めるための蒸気や温水を作ります。



の状態を整える装置

⑥ダクト

鉄板などでできている空気の通り道です。



⑦吹出口

空調機からダクトを通して送られてきた空気を室内に吹出します。



⑧吸込み口

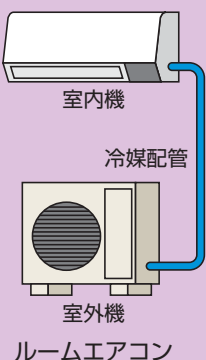
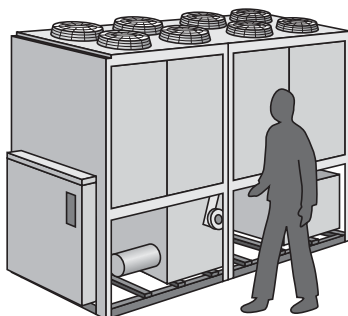
室内の空気を吸込み、空調機に戻します。



冷熱 温熱

ヒートポンプ

ヒートポンプサイクルを用いた冷凍機。電動機やエンジンで動かし、冷水または温水をつくれます。



はたらく電気①

便利で文化的な生活は電気設備のおかげ

1882 (明治 15) 年、東京・銀座に日本初の電灯 (アーク灯) が灯されました。以来、わたしたちの生活は一変し、便利で文化的な生活がもたらされました。

昔の明かりは、ろうそくや油を燃やした炎によるものでした。燃え尽きれば交換やつき足しが必要ですし、火事の心配もあります。電気の普及により、今ではスイッチひとつで、安全で適度なあかりが得られます。

冷房や暖房も同様です。暖房は、まきや炭を燃やしていましたが、今ではエアコンがそのかわりを担っています。

電気は多才です。光、熱、音、力を作り出す便利なエネルギーや情報を伝える手段として、あらゆる分野で利用されています。

ここでは、電気によってわたしたちの暮らしがどのように豊かになったのかを見てみましょう。また、電気を作り出す資源や方法にはどのようなものがあるのかを確かめてみましょう。

電気の品質

他の製品と同じように電気にも「品質」があります。

(1) 停電が少ないこと

停電になると照明や冷蔵庫など多くの電化製品が使えなくなります。

(2) 電圧が安定していること

電圧が高すぎると照明は明るくなりますが、器具の寿命が短くなります。低すぎる場合は、暗くなったり、つかなくなったりします。また、普段一定である電圧が変動すると、照明にちらつきが出ます。

(3) 周波数が安定していること

周波数が一定でないと、高速で回転する機械を使う工場では製品にムラが出るなどの影響が出ます。

高い品質を保つためにさまざまな対策が行われています。

	昔は	今は
照明	油ランプ ろうそく	電球など
冷房	うちわ	エアコン
調理	かまど	炊飯器
冷蔵	氷・井戸水	冷蔵庫
清掃	ほうき ちりとり	掃除機
洗濯	洗濯板	洗濯機
情報伝達	情報を足で運ぶ (飛脚) 口や紙で情報を伝える (かわら版)	パソコン・スマホなど
高低の移動		エレベーター エスカレーター

ずいぶん快適になったり、家事が楽になったりしているね。

こっちは人にやさしい設備だよ。

発電方式のいろいろ

電気を作り出すものになるのは、石炭、石油、天然ガスなどの化石燃料^{かせきねんりょう}による火力や、水力、原子力などのエネルギーです。

また、太陽光や風力、燃料電池、バイオマスなど、自然の力を利用する再生可能エネルギーを使った発電も実用化が進んでいます。

これらのエネルギーをバランスよく組み合わせることにより、経済的で安定した電気が作られています。



火力発電



水力発電



原子力発電



太陽光発電

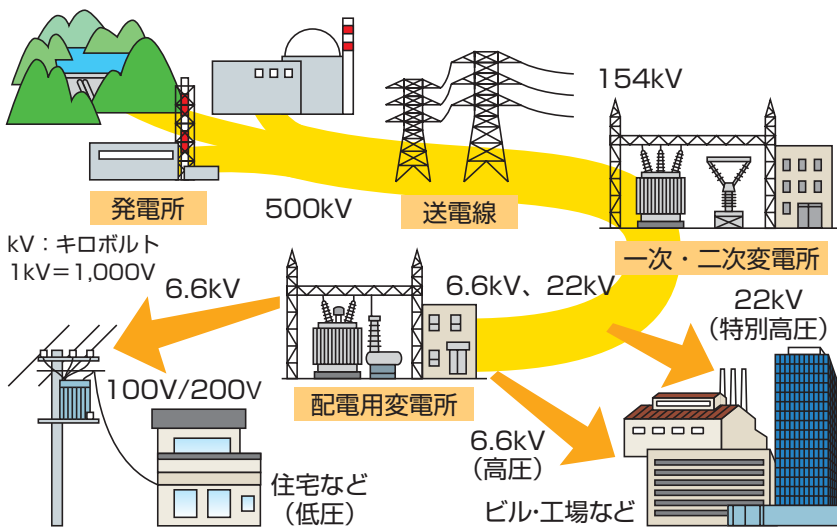


風力発電



バイオマス発電

電気はどこからやってくるの？



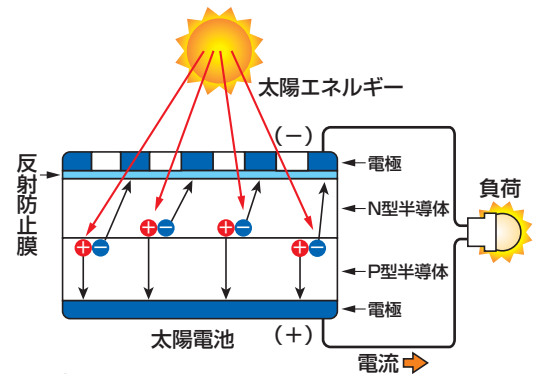
火力発電所や原子力発電所は海の近く、水力発電所は山の上の方に建てられていて、わたしたちの住む街からは、少し離れた場所にあります。そのため、発電所で作られた電気は、送電線や変電所などを通して送られてきます。

一般の家庭で使う電圧は主に100Vですが、発電所から送電される電圧は、高いところでは500kVもあります。変電所や電柱に設置された変圧器で電圧を下げて、ビルや住宅に届けられます。

KEYWORD

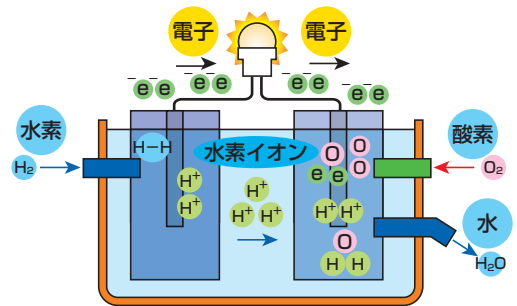
太陽光発電(太陽電池)

太陽電池に太陽光があたると、電池を構成している半導体(P型、N型)の電子が(+)と(-)にわかれ電圧が発生し、発電するしくみです。住宅にも普及^{ふきゅう}し、宇宙ステーションでも使われています。



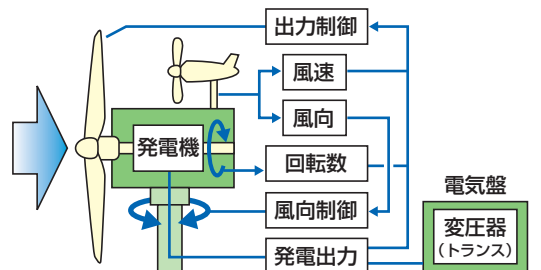
燃料電池

「水の電気分解」は、水に電気を流して水素と酸素を作り出します。燃料電池は逆の原理で水素と酸素を化学反応させて発電します。自動車や住宅用に開発が進んでいます。



風力発電

風のエネルギーでプロペラを回すことによって発電機を回し発電します。風の強さや風向きが変わっても一定の速さで発電機が回るように制御されています。回転騒音^{せうおん}や、季節により発電量が変ることが課題ですが、近年各地で計画が進んでいます。



Column

スマートメーター

電気を使う全ての建物には、電気の使用量を計るメーターがついています。

近年新しいタイプの「スマートメーター」が開発され、2024年までに全て切り替わる予定です。スマートメーターには通信機能がついて、電気の使用量を電力会社などへ自動で送ることができます。

また、30分ごとの電気の使用量が見えるようになるため、1日のうちの時間帯で多くの電気を使っているかを把握できるようになります。

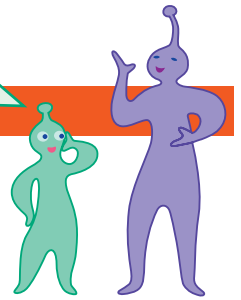


スマートメーター

はたらく電気②

電気を送るしくみ

電気を使うためには
いろいろなしくみが
必要なだね。



電気で動く機器などをわたしたちが使うためには、建物の中に「電気設備」が用意されていることが必要です。スイッチを入れて照明をつけたり、コンセントに電化製品をつないで使ったり、エレベーターで楽に移動できるのは、電力会社から供給されている電気を、建物に取り入れて安全に使えるようにするしくみがあるからです。

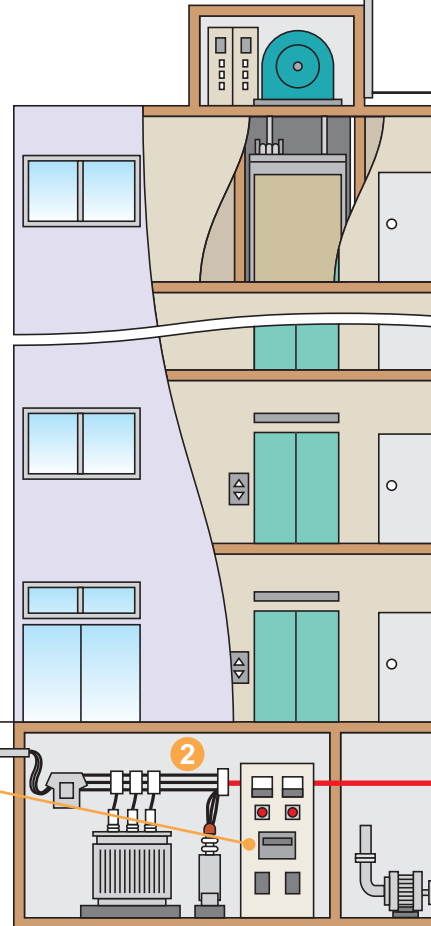
ここでは、電気が照明やコンセントまで送られてくるしくみや、どのような工夫がされているのかを見てみましょう。

1 キャビネット

電力会社の地中配電線から建物へ引き込む場合に取り付けます。内部には引込開閉器が取り付けられ、建物の側面や歩道に設置します。



電力設備図



2 受変電設備

電力会社から送られてきた高圧の電気6.6kVを変圧器により、通常使用する電圧に下げ、建物内の機器に送ります。



Column

電気的安全

電気の事故のひとつに感電事故があります。感電は、電流が漏れて身体に流れ込む事によって起こる現象で、その大きさによって人に与えるダメージが違います。ビリッと感じる程度から、死にいたるものまであります。感電を未然に防ぐ工夫として機器に接地(アース)を取る事がもっとも大事になります。人体の抵抗よりも低い接地線に電流が流れる事により、身体にダメージを与えないで済むわけです。また、その事故電流(漏電)をすばやく検知して、回路を遮断する漏電ブレーカーも安全に寄与しています。皆さんの家庭の電気も、この漏電ブレーカーで保護されているのを知っていますか？

体内を流れる電流値と人体の反応

電流値：mA (ミリアンペア)

1mA 5mA 10mA 20mA 50~100mA



Column

電圧100ボルト/200ボルトのなぜ

日本で最初の送電(電気を送る)方式は直流3線式でした。これはエジソンが発明した方法で、発電した電気を一度蓄電池に蓄えてから送りました。関東大震災後、直流から交流に切り替えられましたが、すでに市中に張り巡らせた配電線をそのまま使ったため交流単相3線式の100V/200Vという配電方式が今に至っています。3本の線のつなぎ方によって100ボルトと200ボルトの両方の電気を使うことができます。



8 コンセント

プラグを差して使います。用途によって様々な形がありますが、100Vのコンセントでは15Aまで使えるものが一般的です。



9 事務室の照明

仕事がしやすいように均一^{きんいつ}でまぶしさのない照明を採用します。窓からの採光を感知し、照明を適度な明るさに調節する省エネルギー技術も使われています。



7 スイッチ

照明を点灯・消灯させたり、機器をON/OFFします。使用用途に合わせたいろいろなスイッチが作られています。



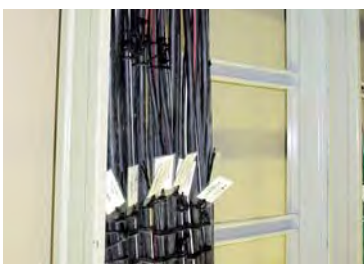
6 分電盤

内部には回路ごとにブレーカーが付いています。一定の電流以上使うとその回路だけが切れて他の回路に影響を与えないようにします。また、異常電流が流れた場合、回路を切り機器の破損を防ぎます。



3 幹線ケーブル

受変電設備から各階の分電盤まで電気を送ります。通常はケーブル専用のシャフトを通し、絶縁^{ぜつえん}されたケーブルで配線します。電力量によってケーブルの太さが変わります。



4 発電機

建物が停電した場合でも建物内の重要な機器や消防活動に必要な機器に送電するために設けます。常時発電しながら発生する熱を有効に利用するコージェネレーションシステムを導入することもあります。



5 蓄電池 (バッテリー)

電力会社から送られてくる交流の電気を、蓄電できる直流に変換して蓄えます。停電した場合、非常照明や重要な機器に電気を送ります。



はたらく電気③

情報を通信するしくみ

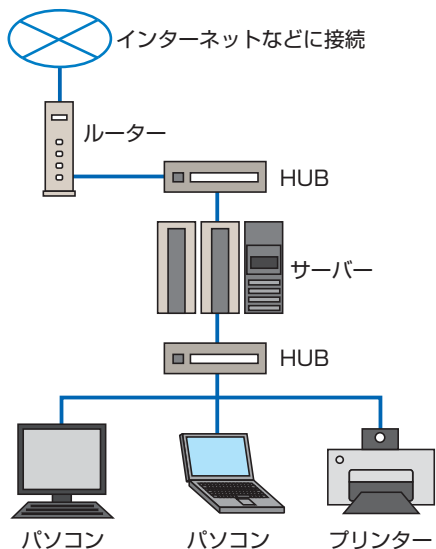
わたしたちの生活を便利で文化的にするものには、何がありますか。

電話をかける、テレビを見る、パソコンなどを使って世界とインターネットでつながる、校内放送を聞く、カメラで監視する、カードキーを使って入退室するなど、情報を通信する設備はたくさんあげられます。

ここでは、オフィスビルを例にとり情報を通信するいろいろな電気設備を紹介し、どのようにわたしたちの生活に役立っているかを見てみましょう。

LAN(Local Area Network)

同じ建物内にあるコンピューターやプリンターなどを接続し、データをやり取りしたり、インターネットに接続したりするネットワークです。



情報を通信する電気設備の図

電話

建物内では、多機能電話、IP電話、PHSなどのいろいろな電話が使われています。



多機能電話機

防犯カメラ

建物内外をカメラで監視しています。



インターホン

建物内の空間連絡に使い、モニターを一体化したものもあります。



子機

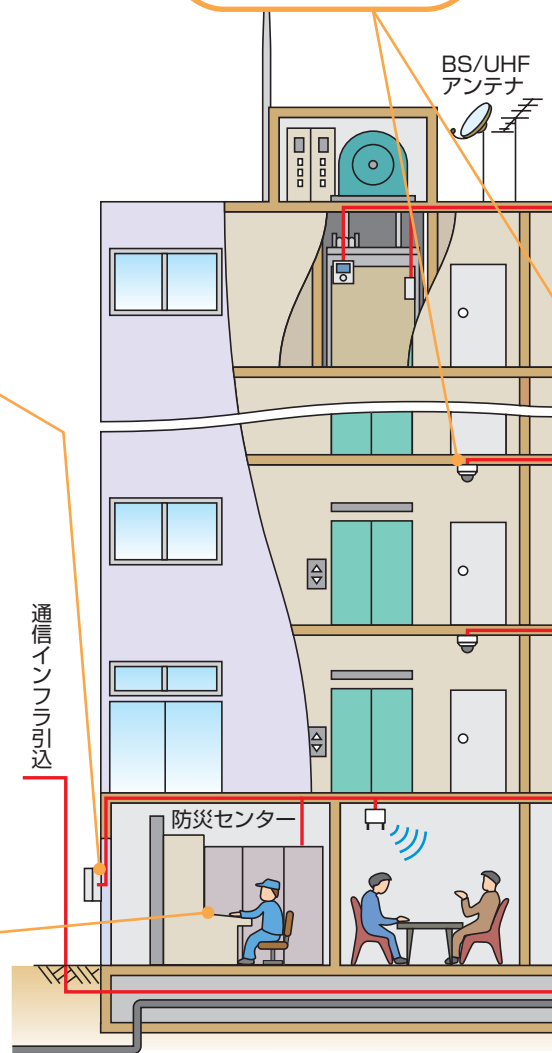
親機

放送設備

建物内では、情報を多くの人に知らせるための館内放送や、非常放送などに使われます。



通信インフラ引込



Column

アイオーティー IoT

「IoT」とは「Internet of Things」の頭文字を取った略語で「モノのインターネット」とも呼ばれています。

IoTとは「身の周りのあらゆるモノがインターネットにつながる」しくみのことです。例えば、テレビやエアコンがスマホとつながって、外出先からも録画予約やエアコンのON/OFFなどができるようになります。



アクセスポイント

WiFiの電波を送受信します。



スピーカー

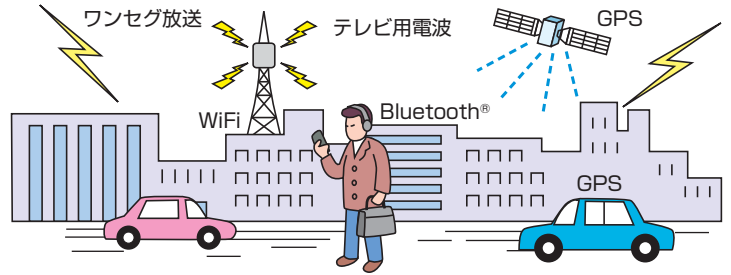
天井や壁に取り付け、館内放送や非常放送に使用します。



通信はどんどん新しくなるんだね。

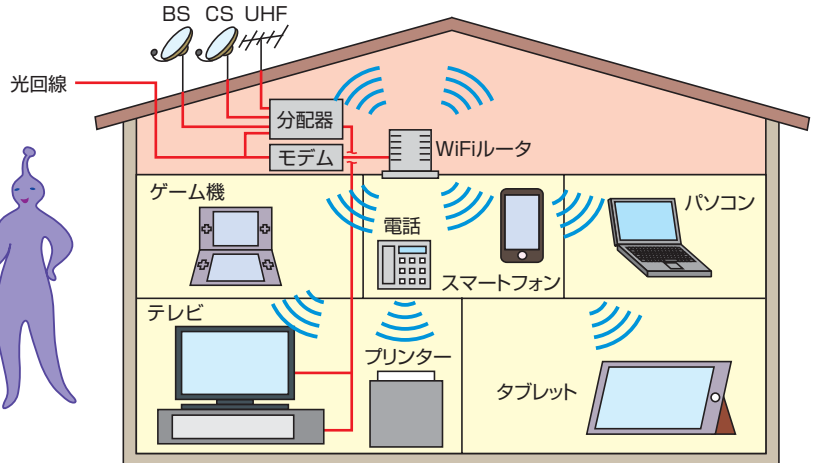
街の中の情報化

街中にはテレビ用電波、WiFiなどいろいろな情報系の電波が飛んでいて、あらゆる情報を得ることが出来ます。



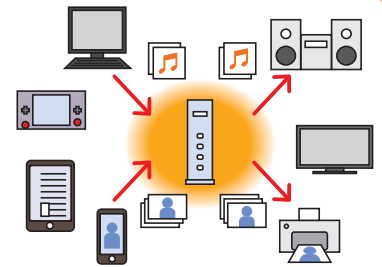
住宅の情報化

各部屋にある情報機器はWiFiやBluetooth®などの無線通信技術で結ばれており生活を便利にしています。



WiFi

アクセスポイントに接続することで、インターネットのほか、ネット電話、ゲーム機器などの無線LAN機器同士をつなぐことができます。



デジタルサイネージ

屋外・公共施設、交通機関などの様々な場所で、ディスプレイなどを利用して情報を発信します。



防犯センサー・テンキー

入退室を管理するセキュリティシステムです。



カードキー

指紋認証キー

Column

Bluetooth®の違い

項目	WiFi(Wireless Fidelity)	Bluetooth®
概要	メールやインターネットでの多量のデータ通信を行う無線通信	機器同士の近距離無線通信
接続構成	WiFiルータを親機として複数の子機を接続し、ネットワークを構築	1対1の通信
対象機器	ノートパソコン、タブレット、プリンター	ミュージックプレーヤー、ヘッドフォン、マウス、キーボード
通信距離	50m~100m	数m~10m
消費電力	多い	少ない
転送速度	早い	遅い

はたらく電気④

あかりについて考える(照明)

太陽の光を部屋の中にとりいれる「自然採光^{さいこう}」だけでは明るさが足りないときにあなたはどうしますか。「あかり(照明)」をつけることでしょう。もちろん夜は照明なしでは活動ができません。

あかりにもいろいろな種類があります。光の強さ、色、器具の方向・形状によって、受け取った面の明るさ、見えやすさ、雰囲気や効果が変わってきます。これらを目的に応じてバランスよく配置し、ねらった効果をだすのが「照明デザイン」です。省エネルギーや使いやすさも考えます。

照明器具も時代とともに進化を遂げ、近年、省エネルギー性の高いLED照明が急速に普及してきています。

ここでは、あかりについて考えるときのポイントをあげてみましょう。また、照明の歴史も見てみましょう。

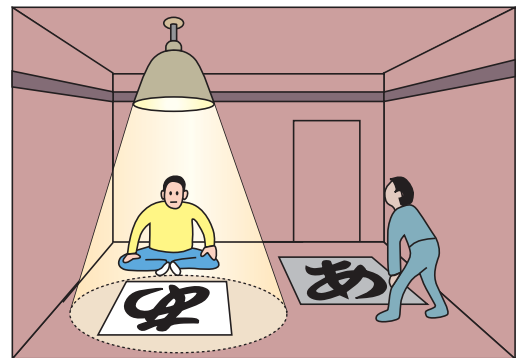
明るく感じる部屋でも、本を読もうとしたら手元が暗い、という経験はないかな？

明るさというのは、どのくらい必要なもののなの？

机などの面を照らす度合いを「照度^{しょうど}」といいます。単位はルクス(lx)で表し、その数値が大きいほど明るいことを示しています。本を読んだり、勉強するのに適した照度は500~700ルクス程度といわれていますが、細かい作業ほど高い照度が必要になります。照度の他に、人の目に入ってくる光の量を「輝度^{きやうど}」といい、見た目の明るさを表現するのに重要です。

明るければ明るいほどいいというわけじゃないよ。

まぶしいのも見えにくいよね。



明るければいいの？

物には、その見え方の良い悪いに影響を与える要素があります。そのひとつがグレアという指標です。これは、視界^{しかい}のなかに極端^{きぎょくたん}に明るい部分などがあると、見ようとする物が見えにくくなる現象(まぶしさ)です。例えば、屋外で物を見る時に、その先にある太陽によってグレアが発生し物が見えにくくなることです。

あかりのしくみと歴史

もともとは火を燃やして得ていたあかりは、文明とともに進化してきました。今では、省エネルギーの観点からLED照明が増えていますが、昔はどうだったのでしょうか。あかりの歴史を見てみましょう。



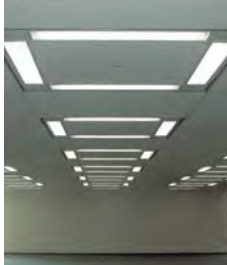
照明器具をどこにどんな風においたらいいの？

色々な配置の仕方があるんだね。



照明器具は、それを使う目的に合った配置が必要になります。

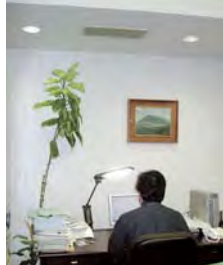
- ① **全般照明**：室内全体を照明する。一般事務室など。
- ② **局部照明**：室内の必要な場所だけを局部的に明るくする。舞台照明など。
- ③ **タスク・アンビエント照明**：全般照明と局部照明を組み合わせた照明。デパート、スーパーなどのショーウインドウ、みなさんの勉強部屋の机の照明などもこの仲間。
- ④ **間接照明**：直接光源が見えないようにする。ホール、美術館など。



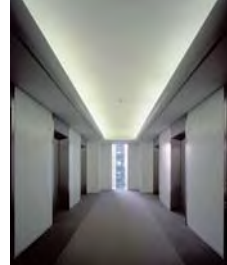
事務室天井照明



舞台スポット照明・客席全般照明



タスク・アンビエント照明



ホール間接照明

照明デザインは建物のコンセプトやデザインなどと密接なかかわりを持ちます。空間のイメージを決め、照明器具を組み合わせることが照明デザインの仕事といえます。



フットライト(足元灯)*



アッパーライト(上向きに照らす)*



光壁(壁を光らせる)

※照明学会編「空間デザインのための照明手法」より

どんな色を使ったらいいの？

光には、青みがかったものや黄みがかった光があり、それらは色温度や色温度を用いて表現されます。色温度の違いは空間の雰囲気に大きく影響します。一般的には、色温度の高い青白い光は、明るくさわやかで活動的な空間に適し、色温度の低い黄色がかった光は落ち着いたくつろいだ空間に適しています。



同じ明るさのランプを比べると？

LEDとその他のランプは、消費電力と寿命を比べただけでもこんなに違います。

ランプの明るさ810ルーメン(lm)での比較

	LEDランプ	電球形蛍光灯	白熱電球
消費電力のめやす	7.3W	12W	54W
寿命のめやす	40,000時間	10,000時間	1,000時間

Column

東京スカイツリー®のライティング

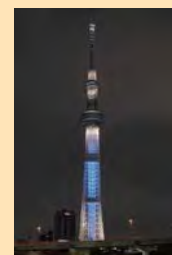
心意気の「粋」

心意気を示す「粋」の姿は、隅田川の水をモチーフとした淡いブルーの光でタワーを貫く心柱を照らし出します。

美意識の「雅」

美意識を示す「雅」の姿では、鉄骨の細かな構造体を衣に見立て、優雅で気品あるイメージを表現します。

「粋」も「雅」もいろいろな種類のLED照明が使われています。



心意気の「粋」



美意識の「雅」

人やものを まもる設備

防災設備のはたらき

わたしたちが安全・安心に暮らしていくためには、地震、台風、洪水、大雪、火災などの災害に対する備えが必要です。

建物にはそれらの災害から人やもの(財産)を守り、被害を最小限におさえる働きをする「防災設備」があります。

防災設備は建物の大きさや使いみちによってどんな種類の設備を設置しなければならないか、建築基準法と消防法という法律で決められています。

ここでは、火災が発生した時にはたらくいろいろな設備を紹介します。一般の人が使える設備、自動的にはたらく設備、消防隊が消火活動を行うときに使用する設備があります。みなさんの目に触れているものもいくつかあるでしょう。実はこんな風に使われるのです。

災害による被害想定

	災害	被害
自然災害	地震	建物損壊 停電 火災の誘発 津波
	台風 大雨	建物損壊 洪水・浸水 土砂崩れ
	雷	建物損壊 停電 機器の故障 火災
人災	失火 放火	火災

自然災害への備え

●地震の時にはたらく設備

地震で揺れているときエレベーターが動いていると危険です。センサーが揺れを感知すると安全に停止するようになっています。

●大雨の時にはたらく設備

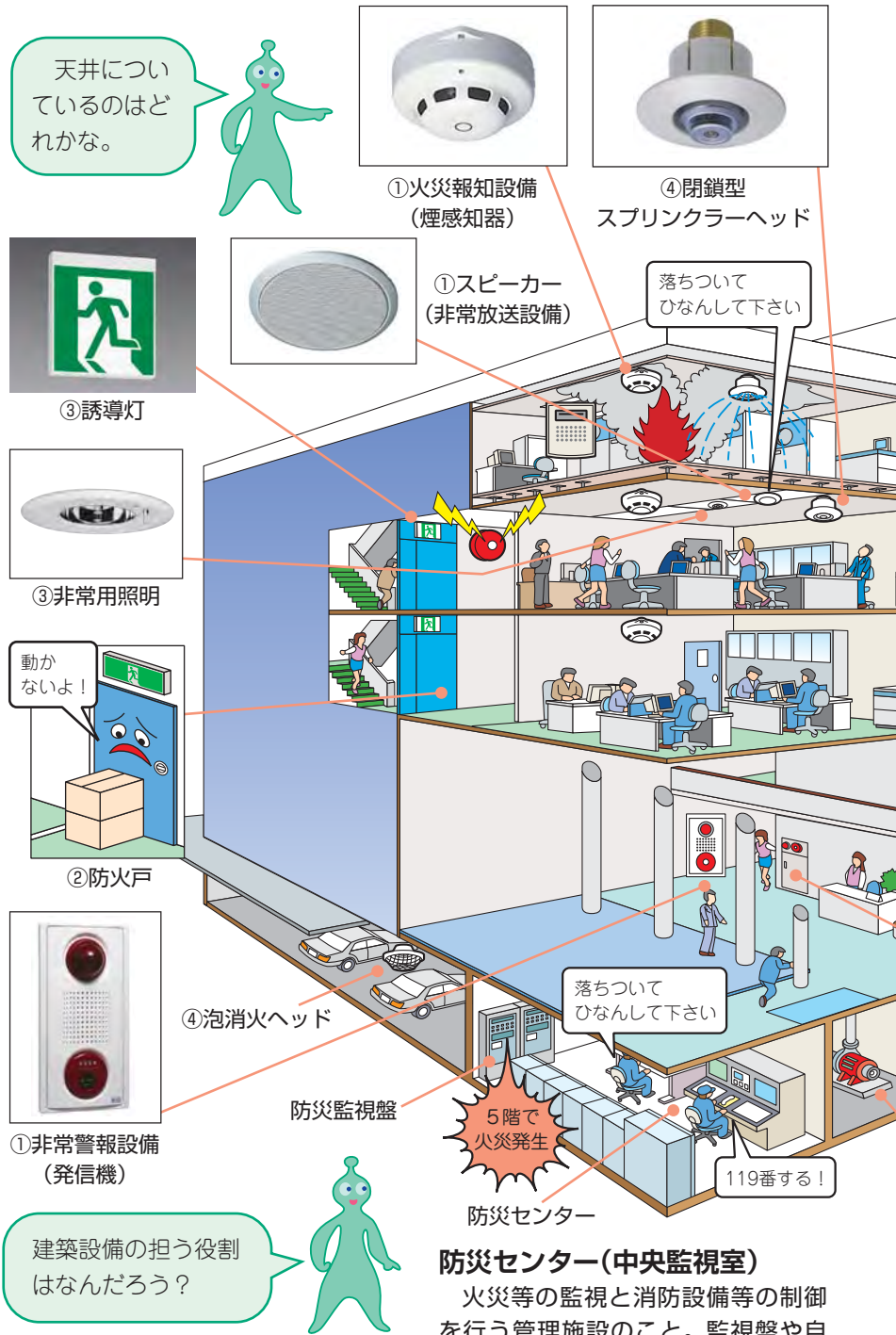
大雨のときに下水道があふれないうち、いったんビル^{ビル}の水槽に溜めてから放流します。



避雷針

●雷保護設備

雷はとても大きなエネルギーです。落ちた衝撃で建物が壊れたり、雷電流の影響で機械が故障したりします。避雷針などの雷を受ける部分と、雷電流を地中に逃がすルートを作って、建物や機器を保護します。



防災センター(中央監視室)

火災等の監視と消防設備等の制御を行う管理施設のこと。監視盤や自動火災報知設備の受信機が置いてあり、ビルの保安員がいます。



人の目と手のかわりにはたらく設備

中央監視と自動制御設備のはたらき

これまでいろいろな設備を見てきました。

ある目的のためにたくさんの機器や器具をいっしょに動かす建築設備では、全てを人の手にゆだねるわけにはいきません。そこで、できるだけ自動で動かすようにします。

ルームエアコンでは、人が冷房 26℃に温度を設定すると、機械は室内の温度を感知し、設定値(26℃)と比較してコンプレッサーがはたらいて自動的に冷風がでてきますね。人間の目にあたる「センサー(検出部)」で見て、脳にあたる「コントローラー(調節部)」で判断し、手にあたる「アクチュエーター(操作部)」で操作をします。これを「自動制御」といいます。快適さを保ちながら省エネルギー、省コストに最大の効果をあげるように無駄のない適切な運転をするしくみが考えられています。

わたしたちの身のまわりにも自動制御

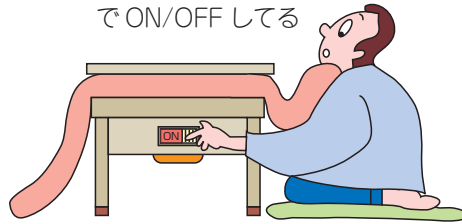
例えば「こたつ」

もし、電気のスイッチを入れてそのあと何もしなかったら、コタツの中はどんどん熱くなってしまいます。人の手でスイッチを切ったり入れたりするのはめんどろなので、自動的にON/OFFする工夫があります。

こたつにはサーモスタットという温度スイッチがついています。私たちが温度つまみで設定した温度に一致するように常に自動的に調節しています。

制御がなかったら

制御なし/こたつのスイッチを手動でON/OFFしてる



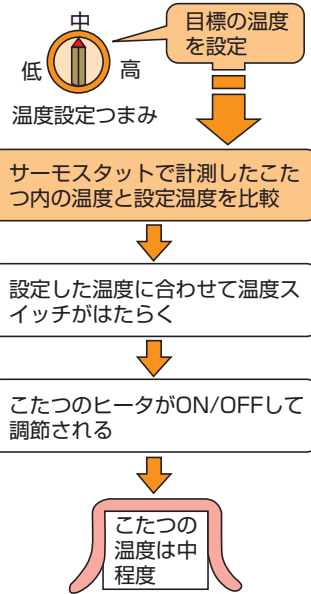
次は「洗濯」です

昔は、たらいと洗濯板を使って手でゴシゴシと一生懸命洗濯していました。その後、電気洗濯機が登場しましたが、洗濯とすすぎの時間をタイマーでセットをするくらいで、洗濯機との間を行ったり来たりと、まだまだ大変でした。

今は、洗濯機のなかに洗濯物を入れてスイッチを入れれば、洗濯、すすぎ、脱水まで自動でやってくれます。このような一連の操作を順序に従って自動的に行っていく制御を専門用語では「シーケンス制御」といいます。

こたつの自動温度制御

制御あり/サーモスタット(温度スイッチ)が付いている

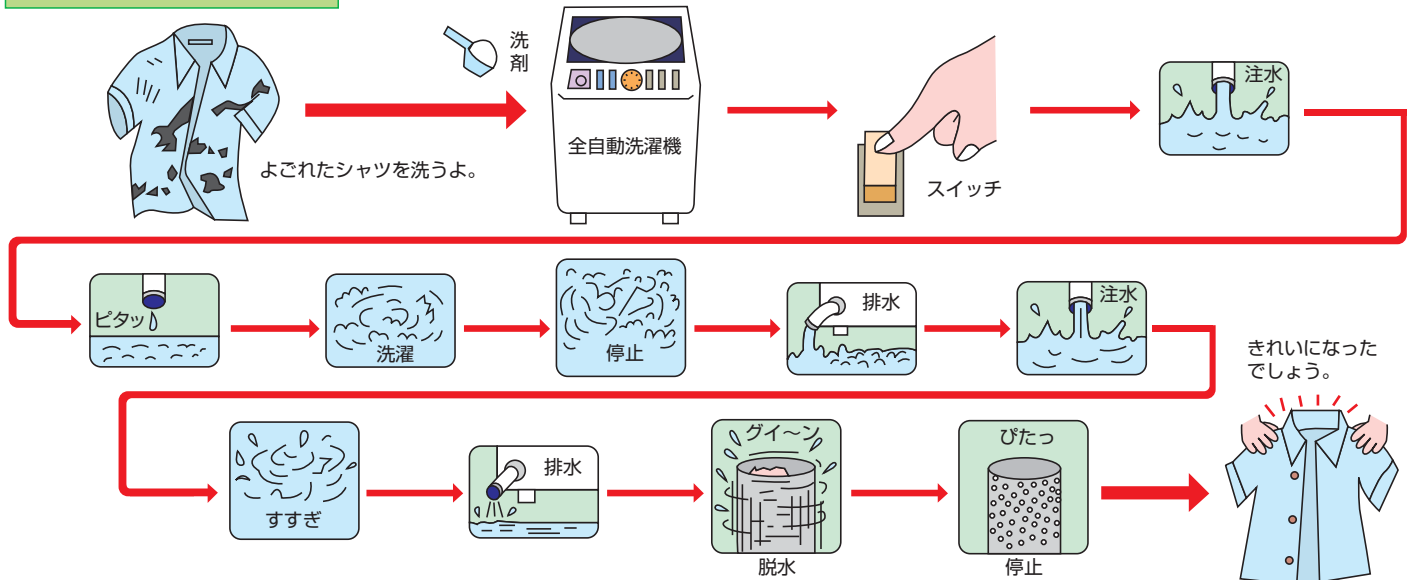


うちの洗濯機は乾燥まで全自動だよ。



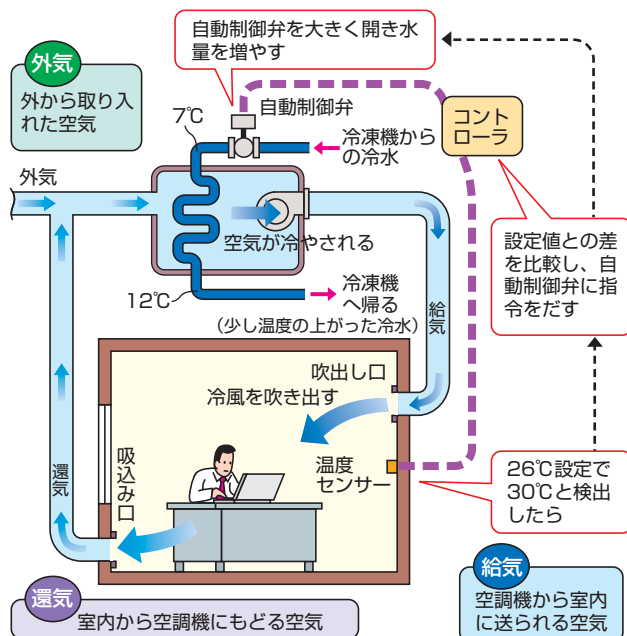
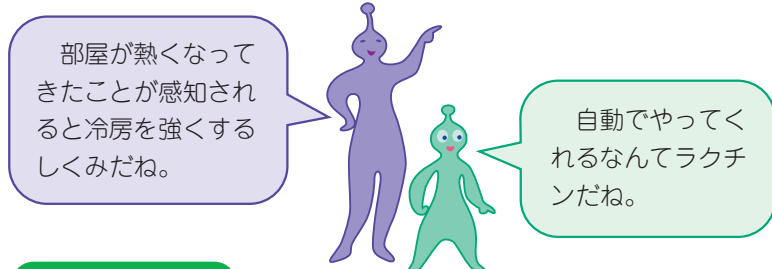
自動アイロンはまだできないのかな？

洗濯機のシーケンス制御



空調設備の自動制御

「はたらく空気③空調設備のしくみ」のページで見た空調設備は、どのようにして快適な空調を行っているのかそのしくみを見てみましょう。空調する部屋には室温を測定する温度センサー、空調機の周りにはコントローラーと水量を調節する自動制御弁がはたらいています。温度センサーは室温を常に測定しコントローラーに送ります。コントローラーは設定室温を記憶しており、室温と比較して設定温度に近づくように制御弁の開き具合を調節する指令を出します。



中央監視設備

大きなビルになるとセンサーや自動制御で動作する機器が飛躍的に増えます。空調・衛生・電気・防災設備やセキュリティ、エレベーターが、今のような動きをしているかを、よく見ていなければなりません。

どこか(中央監視室や防災センター)で誰か(ビル管理者)が集中的に、見たり(監視)、運転したり(制御発停)、計ったり(計測)することができるものが重要です。これを中央監視設備と言います。2号機のエレベーターがいま4階にいたり、12階の会議室は10時から会議だから空調を入れておこうなどということは、監視室では日常的に行われています。わたしたちを見えない所で見守ってくれている設備と人がいる。安心ですね。

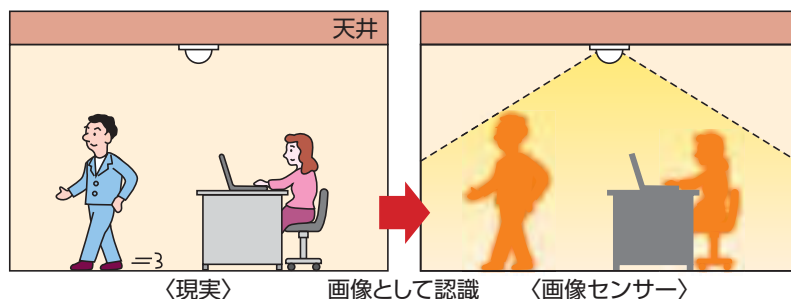


画像検知システム

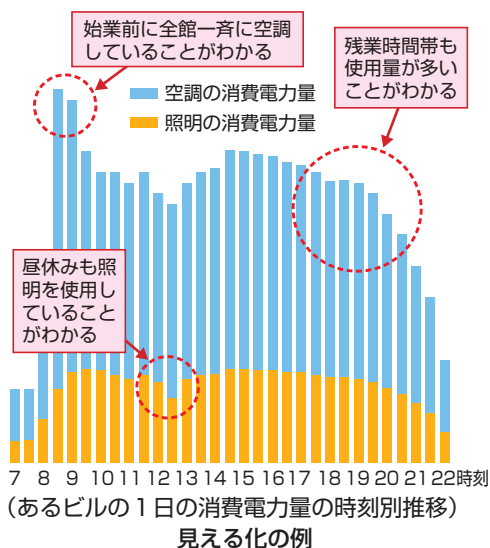
エアコンにカメラを仕込んで人を感知し、必要などころに向けて送風する技術があります。このように、空調や照明の快適性や省エネルギーをさらに進めるため、画像センサーを用いた技術が近年発展してきました。

これまで空調の制御は、部屋全体を代表する温度の変位(変化量)で行ってきました。これを、赤外線人感センサー、さらに進んで画像人感センサーで対象エリアにいる人の数と位置、動き等を検知して、よりきめ細やかな空調・照明制御をする新しい方法です。

この画像技術は、一人暮らしの高齢者の見守りにも活用されています。



KEYWORD



★BMS : Building Management System

中央監視設備の中のソフトウェアで、総合的なビル管理システム。エネルギー管理や機器のメンテナンス情報、セキュリティ管理、テナント光熱費請求管理なども行う。

★BEMS(ベムス) : Building Energy Management System

BMSの中でエネルギー管理は特にBEMSと呼ばれる。空調や照明・動力機器との通信機能を活用して、運転機器の使用状況(ON/OFF)やエネルギー消費量、室内環境の情報(温度、照度等)をリアルタイムで検出し、総合的に最も省エネルギーになるようエネルギーの使い方を判断するためのシステム。

★見える化(可視化)

近年いろいろな分野で注目されている、ある目的のためにわかりやすく示す取り組みのこと。ビル管理者向けには、最も効率よく省エネ対策ができるように電力使用量のピークやその内訳、他の建物との比較をグラフで示すこと等がある。建物利用者に対しては、省エネ意識の向上や省エネ行動を促すために太陽光の発電量や電気の使い過ぎをモニターで知らせるものなどがあげられる。

これからの 建物づくり①

地球にやさしく、人にやさしい住宅へ

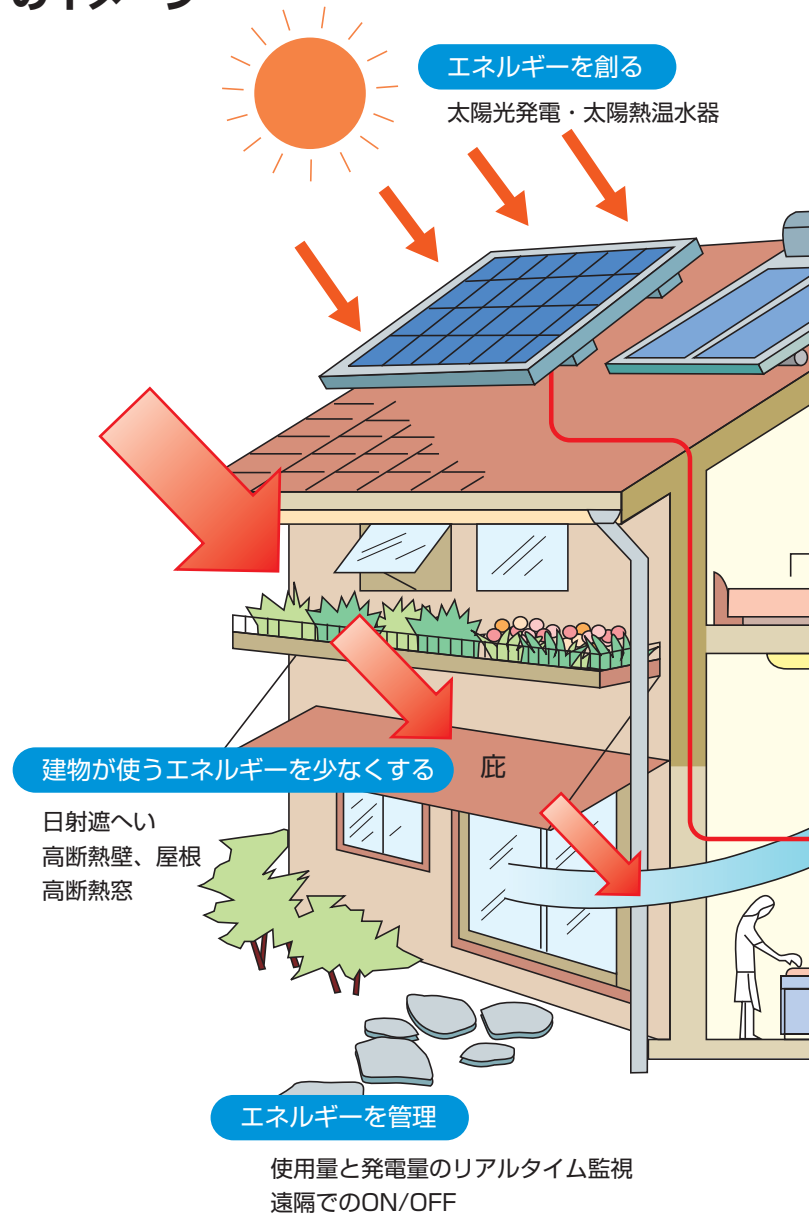
かつての日本の住まいはすきまが多く、通風で涼を取り、火のそばで暖をとる生活を営んでいました。やがて部屋全体を冷やしたり温めたりできるような技術が開発され住宅にも導入されるようになりましたが、すきまの多い建物では熱が逃げ、エネルギーが無駄になってしまいます。そこで現代の住宅では、断熱化・気密化が進められています。

近年、さらなる省エネルギーの実現や暮らしやすさの向上のために、いろいろな「住まいのかたち」が提言されています。

【省エネルギー住宅】断熱性能の向上や日射を遮る工夫、通風の確保により冷暖房になるべく頼らない建物をつくること、LEDなどの高効率な設備機器を採用して電気の使用量を抑えることが必要です。また、エネルギーをどれだけ使っているかを「見える化」する HEMS (Home Energy Management System) により、省エネルギー意識の向上を図ることも大切です。さらに、太陽光発電や太陽熱温水器を使ってエネルギーを創り出すこともできます。これらの工夫によって、住宅ごとのエネルギー収支をゼロにする ZEH (ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス) を目指しています。

【スマートウェルネス住宅】より安全・安心で健康的に暮らせる住宅です。ICT を活用した見守り・生活支援、断熱による住宅内の温度差低減、医療・介護と連携したバリアフリー化などがあります。

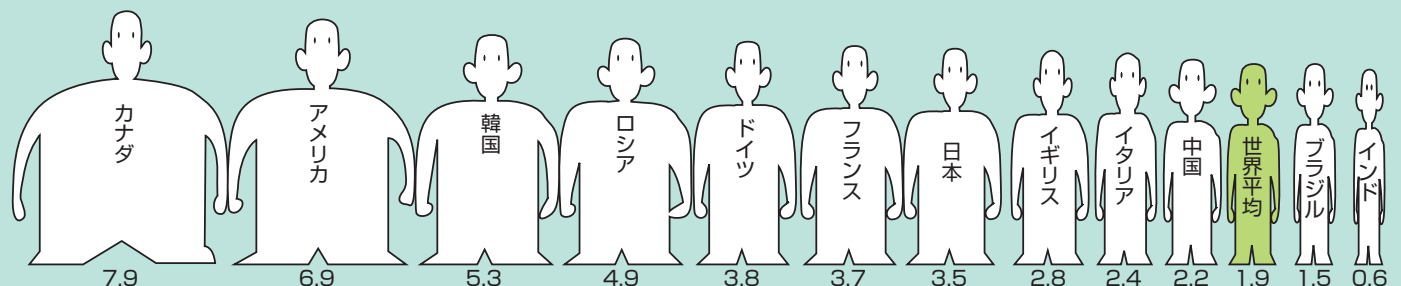
ゼッチ ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス) のイメージ



Column

どこの国の人が一番エネルギーを使っている？

世界の一人当たり一次エネルギー消費量 2014 年度(石油換算トン/人)



出典：原子力・エネルギー図面集2016

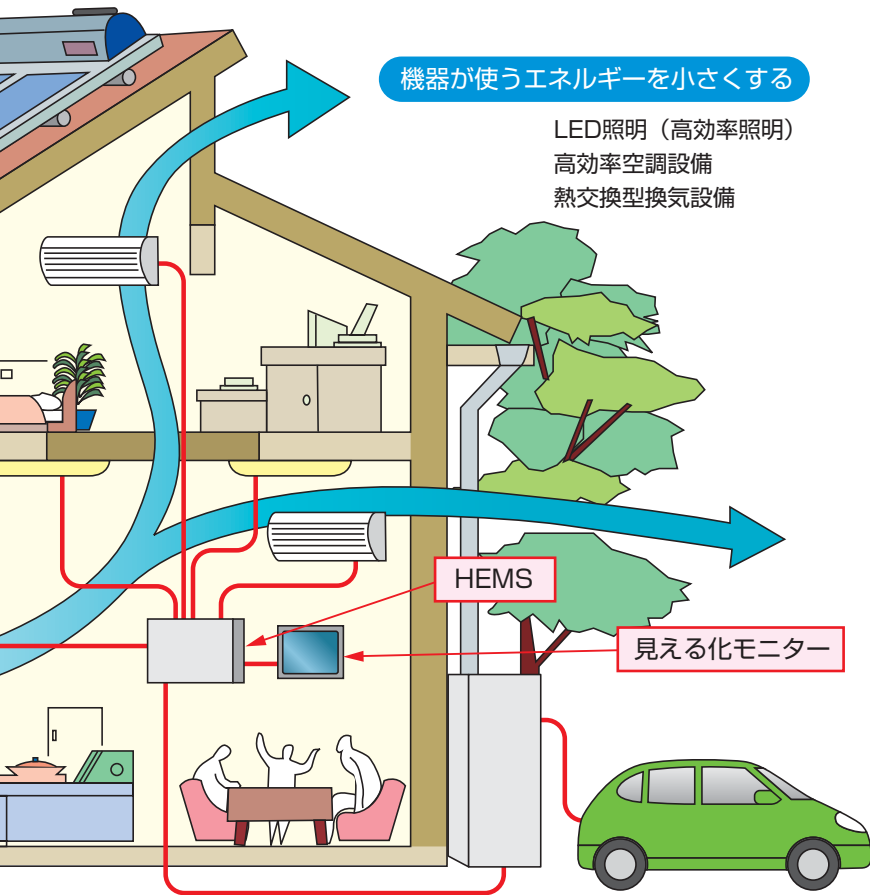
次世代HEMS

次世代HEMSは、家電や設備機器の稼働状態や消費電力量、太陽光発電の発電量を管理し、スマホの専用アプリを利用して宅内外のどこからでも確認できます。また、エアコンや照明などの遠隔操作や通知による消し忘れ防止、家事のサポートをすることができます。省エネルギーと快適性の向上、生活支援を可能とするシステムです。IoTを活用した技術としてさらに発展することが期待されています。



機器が使うエネルギーを小さくする

LED照明（高効率照明）
高効率空調設備
熱交換型換気設備



蓄電設備/電気自動車(EV)

余ったエネルギーを貯めて
必要なときに使う

KEYWORD

★^{ゼッチ}ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)
建物の断熱性・省エネ性能を上げて消費するエネルギー量を徹底的に減らす一方、太陽光発電などでエネルギーを創ることに
より、エネルギー収支をプラスマイナスゼロ、あるいは、概ねゼロにする住宅のこと。

★スマートシティ

スマートシティとは、IoT(Internet of Things:モノのインターネット)の先端技術を用いて暮らしとエネルギーの合理化をはかる都市のこと。例えば、家が自分で考え消費電力をコントロールし自家発電すれば、効率的に節電ができ、余った電力を隣の家に提供することもできる。家やクルマなどの生活インフラと、電気・ガス・水道などの基礎インフラという都市全体がインターネットでつながることで、効率的な都市の管理ができ行政サービスの向上も見込まれる。

★^{ヘムス}HEMS

(Home Energy Management System)
家庭で使うエネルギーを節約するための管理システム。電気やガスなどの使用量をモニター画面などで「見える化」したり、家電機器を「自動制御」したりする。政府は2030年までにすべての住まいにHEMSを設置することを目指している。

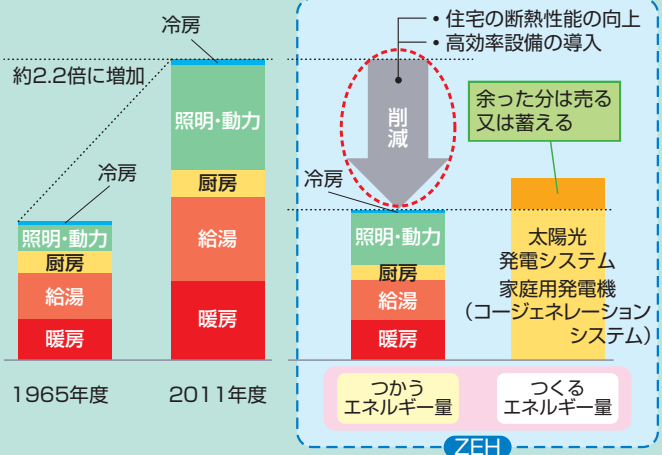
★電気自動車

エネルギー制約の高まり、地球温暖化対策の観点から、エネルギー効率やCO₂排出量に優れた、電気自動車(EV)やプラグインハイブリッド自動車(PHV)の市場導入が開始されている。

自動車としてだけでなく、家庭用の蓄電池としての活用も期待される。

ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)のエネルギー収支イメージ

1965年度と2011年度の家庭の用途別エネルギー消費量を比べると、1世帯あたりのエネルギー消費量は約2.2倍に増加しています。特に照明・動力用のエネルギーが大きく増加しました。これは、家電機器の普及や大型化、多様化によるものと考えられます。また、エアコンの普及により、冷房暖房用のエネルギー消費も増加しています。これら増大したエネルギー消費を断熱性能の向上や高効率設備の導入により削減し、太陽光発電などでエネルギーを創り、エネルギー消費を差し引きゼロとするのがZEHの考え方です。



これからの 建物づくり②

地球にやさしく、人にやさしい建物へ

地球環境問題はわたしたちにとって大きな課題の一つです。わたしたちは便利で快適な生活を作り出すために電気やガス、石油といったエネルギーを消費して建物を建て、その中の設備を動かしています。

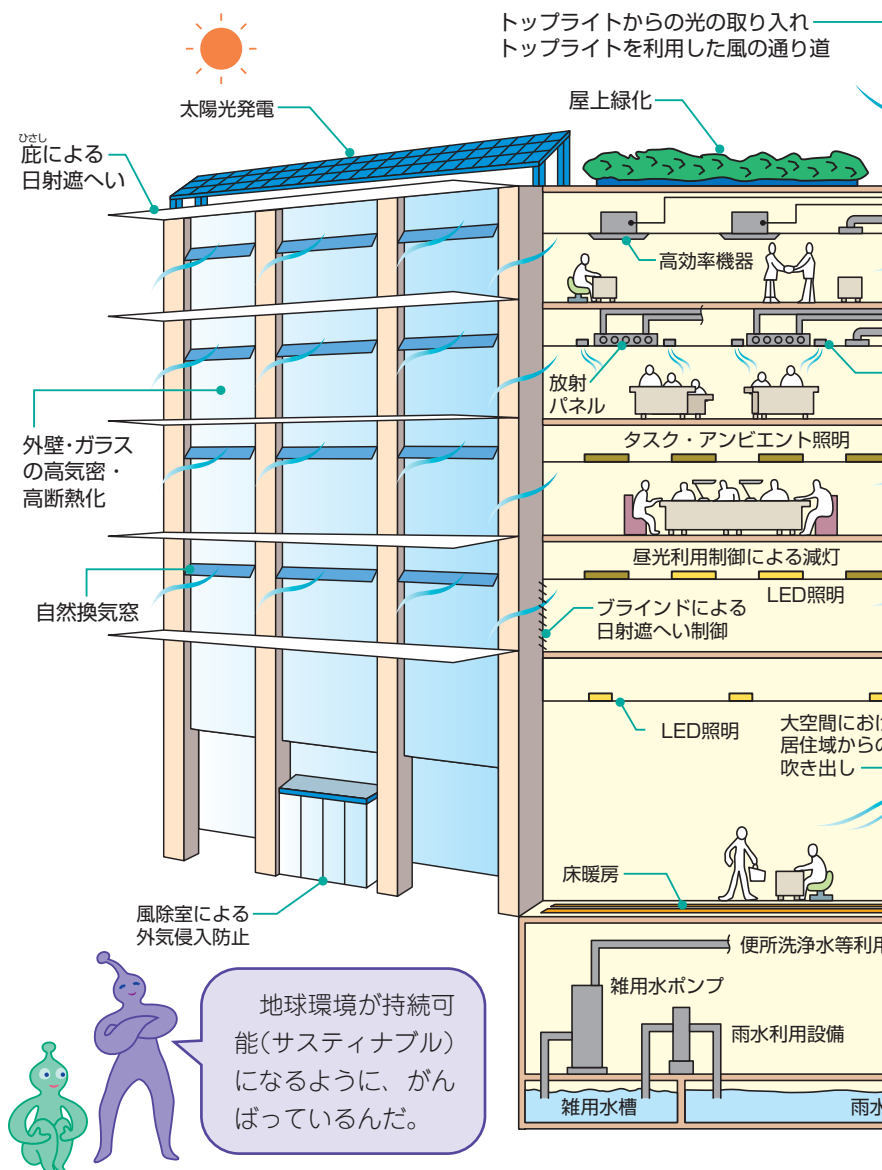
このまま何の工夫もなくエネルギーをどんどん消費していったら、資源の枯渇、大気汚染、地球温暖化などの問題はさらに進んでしまいます。

そこで建築設備の世界でも、現在と未来を考えたいろいろな取り組みがなされています。

【省エネルギー】水・電気・ガス・石油などの省資源・省エネルギーのために「使う量を減らす」「効率の良い機器を使う」「適切な維持管理で性能を保つ」ことが必要です。また、自然エネルギーの活用も大切です。

【3R】廃棄物の発生を減らす(Reduce:リデュース)、再使用(Reuse:リユース)、再生利用(Recycle:リサイクル)を行って天然資源の消費抑制と環境負荷を減らす「循環型社会」を目指します。

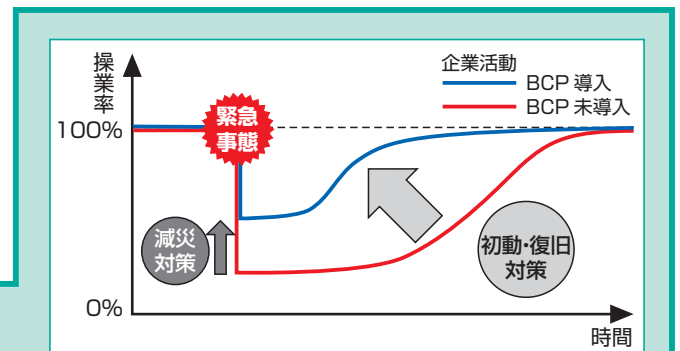
【ライフサイクルで考える】建物の一生を通じて環境負荷を減らすために広く長い視点で考えます。建てては壊すを繰り返すのではなく、多少費用が高くても耐久性の高い材料を使い、比較的寿命の短い設備のリニューアルや建物のメンテナンスにより、建物のライフサイクル全体でコストや環境負荷を減らすようにします。



Column

BCP(Business Continuity Plan): 事業継続計画

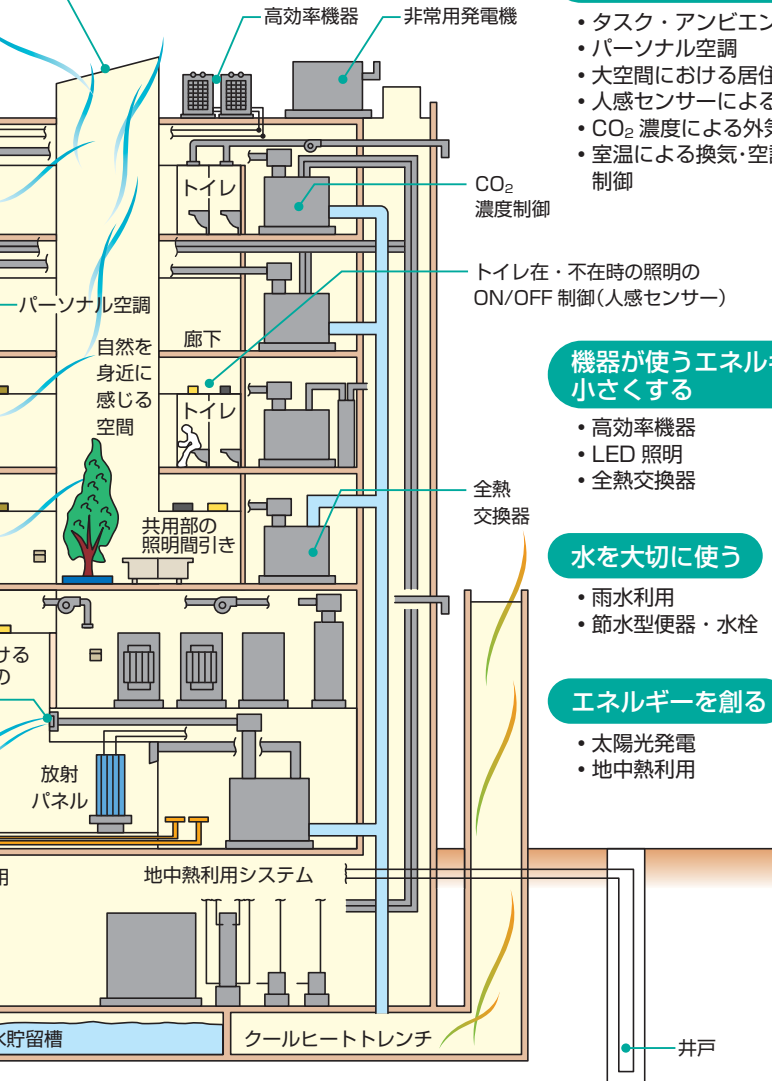
東日本大震災以降、BCPの重要性が叫ばれるようになりました。BCPとは、企業が地震・火災・水害などの緊急事態に遭遇した場合に、損害を最小限におさえ、その会社の中心的事業を継続させながら早期復旧できるよう対応策をまとめ、準備しておく計画のことです。災害等が起こった時の社内連絡体制や行動手順を取り決めておき、平常時に訓練も行います。この中には発電機による電源の確保、燃料や水の貯えなど建築設備に密接にかかわる計画も含まれています。限られた貯えを使って過ごすことから、エネルギー消費の少ない建物が有利であるといわれています。



災害時におけるBCP導入効果のイメージ



省エネルギーの工夫にはどんな方法があるかな。



建物が使うエネルギーを少なくする

- ・日射遮へい
- ・高気密、高断熱
- ・風除室による外気侵入防止
- ・屋上緑化
- ・クールヒートトレンチ
- ・自然採光、自然換気

エネルギーの無駄使いを少なくする

- ・タスク・アンビエント照明
- ・パーソナル空調
- ・大空間における居住域空調
- ・人感センサーによる照明制御
- ・CO₂濃度による外気量制御
- ・室温による換気・空調のON/OFF制御

機器が使うエネルギーを小さくする

- ・高効率機器
- ・LED照明
- ・全熱交換器

水を大切に使う

- ・雨水利用
- ・節水型便器・水栓

エネルギーを創る

- ・太陽光発電
- ・地中熱利用

KEYWORD

★パリ協定 COP21

COP (Conference of Parties) は気候変動枠組条約締約国会議の略称。地球温暖化対策に世界全体で取り組んでいくための国際的な議論の場を指す。2015年に21回目の会議がフランスのパリで開催され、ここで採択された取り決めをパリ協定という。産業革命以前からの気温上昇を2℃より小さく抑えるため、CO₂などの温室効果ガス排出量を削減し、今世紀後半までに世界全体で実質0にする目標。途上国、新興国にも温暖化対策への自主的な取り組みが求められている。日本は2030年までに2013年比で温室効果ガスを26%削減する目標を掲げた。

1997年、日本の京都で開かれた会議をCOP3と言い、京都議定書が採択された。このとき地球温暖化問題に対する具体的内容が初めて定められた。

★LCC、LCCO₂

計画・建設・維持・解体・廃棄にいたる建物の一生(ライフサイクル)全体で建物を評価しようとする考え方。LCC(ライフサイクルコスト)は費用、LCCO₂(ライフサイクルCO₂)は二酸化炭素についての評価。

★トップランナー方式

自動車、家電製品、電気機器の燃費基準やエネルギー消費効率の目標を現在商品化されている製品で最も優れているもの以上の水準に設定する方式。

★ZEB(ネット・ゼロ・エネルギー・ビル)

建物の断熱性・省エネルギー性能を上げて消費するエネルギー量を徹底的に減らす一方、太陽光発電などでエネルギーを創ることにより、エネルギー収支をプラスマイナスゼロ、あるいは、概ねゼロにする建物のこと。

Column

環境性能のラベリング

建物の省エネルギー性能や環境配慮の取り組みを客観的に評価し公表することで不動産価値を高め、建築主による積極的な省エネルギー等の推進を図ろうとする取り組みが進んでいます。アメリカなど世界ではLEED(リード)、日本ではCASBEE(キャスビー)の環境性能評価ツールが普及しています。

家電製品についても省エネルギーラベルが設定され、星の数で省エネルギー性能を表示し、製品選びの目安となっています。建築用・住宅用については、2016年建築物省エネ法の施行に伴い住宅や建築物の省エネルギー性能を表示できるBELS(ベルス)が開発されました。



LEED(リード)



CASBEE (キャスビー)



統一省エネルギーラベル* (家電製品)の例



住宅版 BELS(ベルス)



非住宅・複合建築物 BELS(ベルス)

* 資源エネルギー庁「省エネ性能カタログ2017年夏版」より引用

【この本を読む皆さんへ】

この本を作った私たちは、建築設備の仕事をしています。建築設備は、建物の中や外で、みなさんが安全にそして快適にすごすために、なくてはならない働きをしています。技術絵本「くうき・みず・でんき」は、建築設備の世界をみなさんに知って頂くために、およそ10年前に初めて作られましたが、その間に変わってきたいろいろな新しい技術を取り込んだものに改めました。

私たちの身の回りを見ると、とても便利で豊かになりましたが、環境やエネルギーの問題をはじめ多くの課題が残されています。建築設備は、いろいろな分野の新しい技術が生まれ、多くの人たちが課題の解決に貢献しています。そして、未来に向けて、ますます重要な役割を担うことになると思います。この本で紹介した内容は多くの建築設備のほんのひとにぎりです。この本が、皆さんに建築設備に対する関心や興味をもってもらうきっかけになればと願っています。

「改訂2版 くうき・みず・でんき」編集委員長 山下 開

【地球・まち・建物を支える建築設備士】

建築設備に関わる資格に建築設備士があります。建築設備士は1983年に創設された30年以上の歴史がある国家資格です。高度化、複雑化した空調、換気、給排水衛生、電気などの建築設備全般に関する知識および技能に加え、省エネルギー化、地球環境問題、長寿命化、リニューアル、ZEB化などの新しい、幅広い技術に精通したスペシャリストです。建築設備の設計や施工をはじめ、完成後のメンテナンスや使い方のアドバイス、災害に強く環境にやさしい建物やまちづくりなどのさまざまな分野で活躍しています。

【この本を作った人たち】

◎改訂2版

編集委員長	山下 開	(株)日建設計
編集委員	宮坂裕美子	(株)日建設計
	鈴木 利幸	高砂熱学工業(株)
	上田 早紀	(株)三菱地所設計
	加藤 彰浩	東京ガス(株)
	中川 優一	(株)日本設計
	橋本 継夫	(株)関電工
	早川 慶	中部電力(株)
	細川 剛	(株)大林組
	森橋 俊之	(株)竹中工務店
顧問	石神 哲史	(株)山下設計
	佐々木紀一	StudioVB 技術士事務所
	徳弘 洋子	徳弘建築設計事務所
デザイナー	渋谷 秀樹	(有)アトリエ渋谷
事務局	高橋 義則	(一社)建築設備技術者協会

◎第1版

制作者	佐藤卓司
編集長	佐々木紀一
編集主任	徳弘 洋子
編集委員	天野 純子
	佐々木京子
	鈴木 利幸
	鈴木 正孝
	橋本 和紀
	三井 咲紀
	山下 開
	山田 哲夫
その他	編集に携わった人たちの仕事場の仲間たちや家族、特にこどもたち
デザイナー	渋谷 秀樹
事務局	木谷 時夫