

## 第7章

### 理科における日常生活、産業・社会・人間と 関連した発展的題材



		題材分類	高物	
題材主題	GPS 技術で海面の動きを正確に測って津波予測			
副題	人工衛星による正確な位置把握と、波の性質の違いを利用して津波を検知			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 波	ア いろいろな波		
高校地学	(2) 地球表層の探究	イ 大気と海洋の現象	(イ) 海洋の現象	
学習内容の キーワード	波、波の重ね合わせ、周期、平均 津波	活用場面の キーワード	GPS 津波計、津波予測	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>カーナビ（カーナビゲーションシステム）などに使われている GPS（Global Positioning System）は人工衛星から電波観測によってアンテナの位置を正確に測る技術です。これを応用することによって津波の来ることを予測するシステムが開発されています。</p> <p>海面はふつう波浪によってうねっています。地震が発生すると津波がやって来て、波浪に津波が重なった波が観測されます。波浪と津波の波の性質の違いを考慮して、津波を検出しているのです。</p> <p>物理学（波に関する学習）と数学（平均）の学習が津波予測に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>東海地震・東南海地震・南海地震などの海溝型巨大地震は大きな津波を伴うと予想されています。東海地震はいつ起きてもおかしくない切迫性を有しているし、東南海地震、南海地震の今後 30 年間の発生確率はそれぞれ 60%、50%と推定されています。日本における近年の津波による被害事例を見ると、1983 年に起きた日本海中部地震では約 100 人、1993 年に起きた北海道南西沖地震では約 200 人以上の犠牲者が発生しています。また、今後発生する可能性が高い東海地震・東南海地震・南海地震では数千人以上の津波による犠牲者が発生すると国の中央防災会議は発表しています。</p> <p>もし津波が沿岸まで到達する前に津波がやって来ることを予測できれば、迅速な避難活動につながり、被害を大幅に軽減することができます。そこで、開発されたのが、はるか沖合に浮かぶブイに GPS アンテナを付けて津波が来るのを検知する GPS 津波計です。GPS は人工衛星からの電波を利用してアンテナの位置、つまりは海面の変動を正確にリアルタイムに把握することができます。</p> <p>通常海面は波浪によってうねっています。そこに地震が発生した場合には波浪に津波が重なった合成波が観測されます。図 1 にその波浪波形、津波波形及びその合成波の簡単なモデル波形を示しています（実際にはこのようなリズムカルな波形にはなりません、わかりやすさの観点で簡単にモデル化しています）。一般に波浪の周期は最大 20 秒程度であり、一方の津波の周期は数分単位です。その 2 つの波形が重なりあった合成波（図 1 の左下図）が津波が来た時に観測されるわけですが、津波が来たかどうかをこのままでは知ることができません。津波が来たかどうかを知るためには、波浪と津波を区別して認識する必要があります。そこで、海面に浮かぶブイから 1 秒毎に送られてくる海面変動データをもとに、1 分毎の平均値を取り続けて図示したのが、図 2 です。周期約 20 秒の波浪波形データを使って 1 分間の平均値をとった場合には波の振幅のプラスとマイナスが相殺されてほとんど振幅のない波形が得られます。一方で、周期約 2 分の津波波形を含む合成波形データについて 1 分間の平均値をとった場合には津波波形に起因する部分の波形が残っていることがわかります。</p> <p>このように、人工衛星の活用によるリアルタイムな位置決定技術と、波の性質（津波の性質）、そして平均という簡単な数学を活用することが、津波予測に活かされているのです。</p>				
（堤一憲）				

添付図表

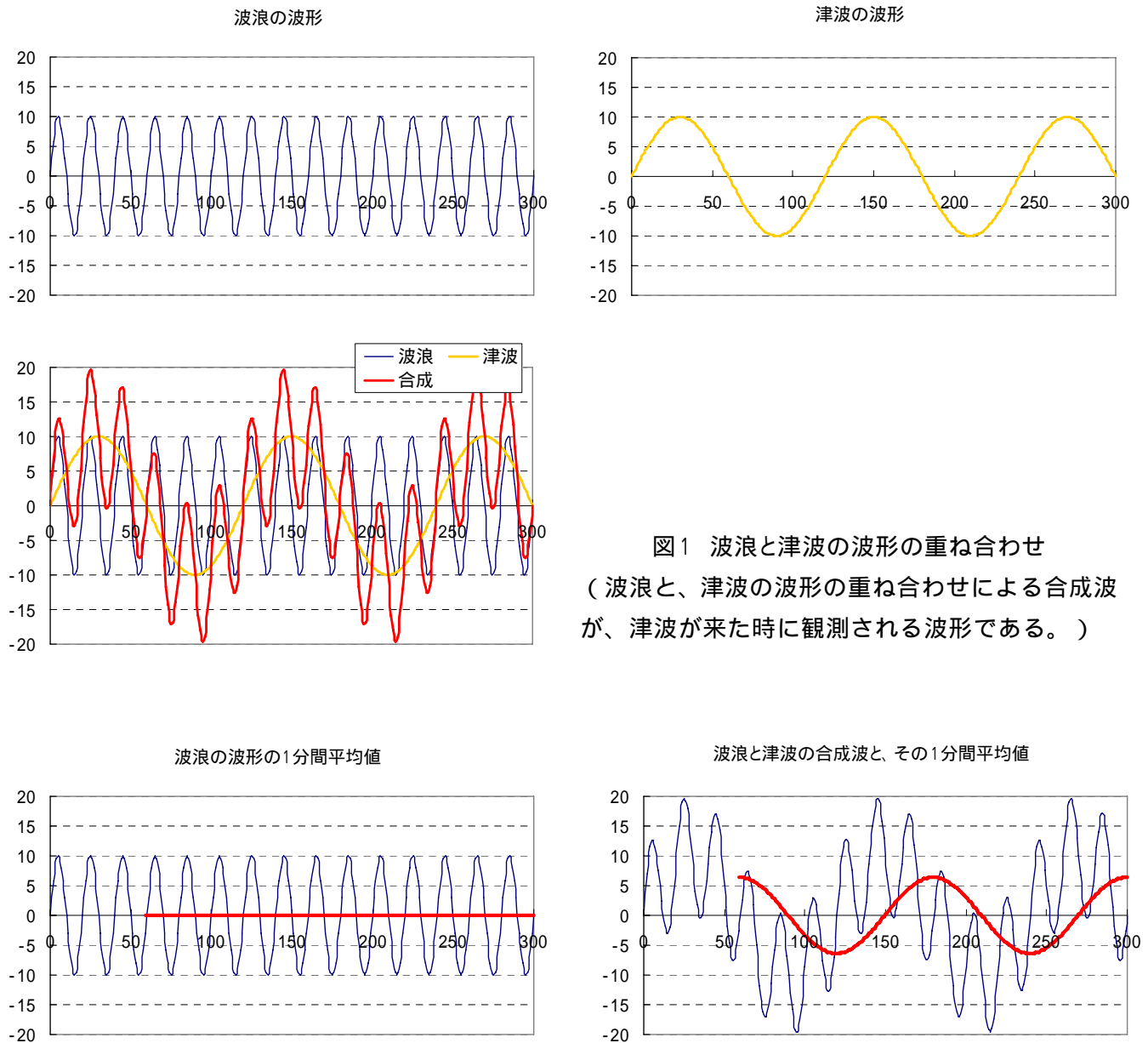


図1 波浪と津波の波形の重ね合わせ  
(波浪と、津波の波形の重ね合わせによる合成波が、津波が来た時に観測される波形である。)

図2 各波形の1分間平均値

(赤線は、波浪と、波浪・津波の合成波のそれぞれに関する1分毎の平均値。波浪の波形の1分間平均値は振幅がほぼゼロになるが、津波波形を含む合成波の1分間平均値では津波が1分以上の周期を持つことから津波に起因する波が検出される。)

出典情報

Teruyuki Kato, Yukihiro Terada, Masao Kinoshita, Hideshi Kakimoto, Hiroshi Isshiki, Masakatsu Matsuishi, Akira Yokoyama, and Takayuki Tanno (2000) 「Real-time observation of tsunami by RTK-GPS」, Earth Planets Space, 52, 841-845.

東京大学地震研究所・独立行政法人港湾空港技術研究所・人と防災未来センター・日立造船(株)技術研究所  
「室戸沖 GPS 津波計沖合実証実験観測データ公開ページ」, 以下より検索、URL :  
<http://www.tsunamigps.com/>

		題材分類	高物	
題材主題	うちわで扇げば温度計の温度は下がる？			
副題	熱と温度の関係から、うちわを扇ぐという身近な行為の科学的説明。			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理Ⅰ	(3) 運動とエネルギー	イ エネルギー	(ウ) 熱と温度	
高校物理	(3) 物質と原子	ア 原子、分子の運動	(ア) 物質の三態	
学習内容の キーワード	熱と温度。気化。熱平衡。	活用場面の キーワード	断熱膨張、うちわの効用。	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>夏の暑い時に手軽に涼しい心地にしてくれる「うちわ」。「うちわ」でなくても何かで扇ぐと蒸し暑い日でもスーッと涼しくなった経験は、誰にでもあるはず。なぜうちわで扇げば人間は温度が下がったように感じるのでしょうか？また素朴な疑問として、温度計もうちわで扇げばその目盛りは下がるのでしょうか？同様に真夏に欠かせないクーラーとうちわの違いはどこにあるのでしょうか。温度と熱の関係から、都市の温度上昇にも影響する大きな違いを考えて見ましょう。このように熱と温度の学習は、日常の生活にも有効な知識として活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>皆さんの涼しく感じる時は、どのような現象が起きているのでしょうか？涼しく感じるということは、体内から熱が体外に移動しているということです。涼しくするため、すぐに考えられるのは室内の温度を下げることです。人間の体温（おおよそ 36 ）に比べて、室温を大きく下げれば（例えば 28 ）、多くの熱が人間の体から室内の空気に移動するので、より涼しく感じます（図 1 参照）。</p> <p>なぜうちわで体感温度が下がるのでしょうか？うちわで温度計を扇いでも、室内の空気の温度と温度計の温度はもともと同じであったため（熱的に平衡状態にあったため）、空気が移動するだけで、熱の移動は起こらず温度計の目盛りは下がりません。（図 2 参照）</p> <p>それでは、うちわで扇ぐと体内から熱が体外に移動するのでしょうか？これには主として人間の体の表面にある汗などの水分が関係しています。うちわで扇ぐと体表面付近の空気が移動し、その水分が蒸発し易くなります。液体が蒸発して気体になる際には気化熱が必要です。体表面の水分が蒸発する際の気化熱を人間の体から奪うために、人間は涼しく感じるのです。（図 3 参照）ですから、温度計の先端を例えば水で濡らしてうちわであおぐと、その水が蒸発する際の気化熱で温度計表面の熱を奪うので、もちろん目盛りは下がります（乾湿計はそのような構造になっているものです）。試してみたいはいかがでしょう。</p> <p>一方、今では夏に欠かせないクーラー。室温を効果的に下げ、涼しさはうちわと比べることはできません。クーラーが部屋の温度を下げるのは、気体が膨張時に熱を吸収し、圧縮時に熱を放出する原理を用いています。冷媒と呼ばれる気体に対して膨張と圧縮を繰り返し行ない、室内の熱を室外に移動しているのです。クーラーの製品開発においては、この熱交換の効率向上が重要なポイントになっているのです。しかし、熱を直接屋外に放出するので、多くの建物が密集する都市では温度上昇にも繋がります。涼しいからといって、うちわのように手軽に使うには、環境への影響が大きいことは考えておく必要があります。</p>				
（坂尾知彦）				

## 添付図表

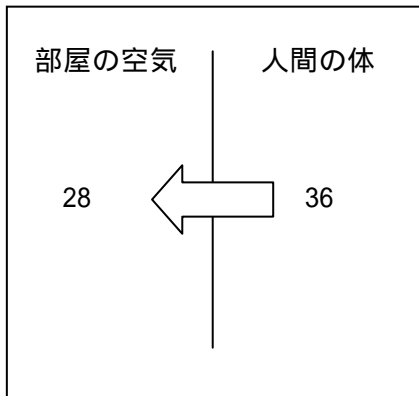


図1 体内から体外への熱の移動

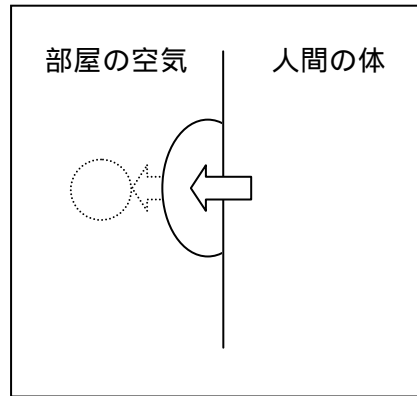


図3 うちわで扇いだ時の熱の移動

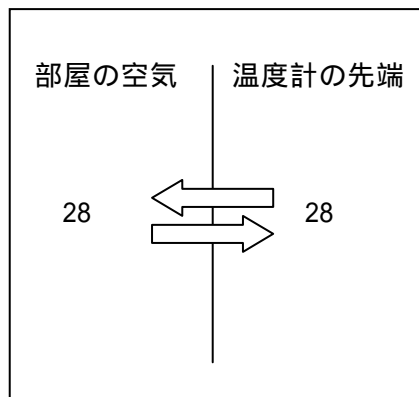
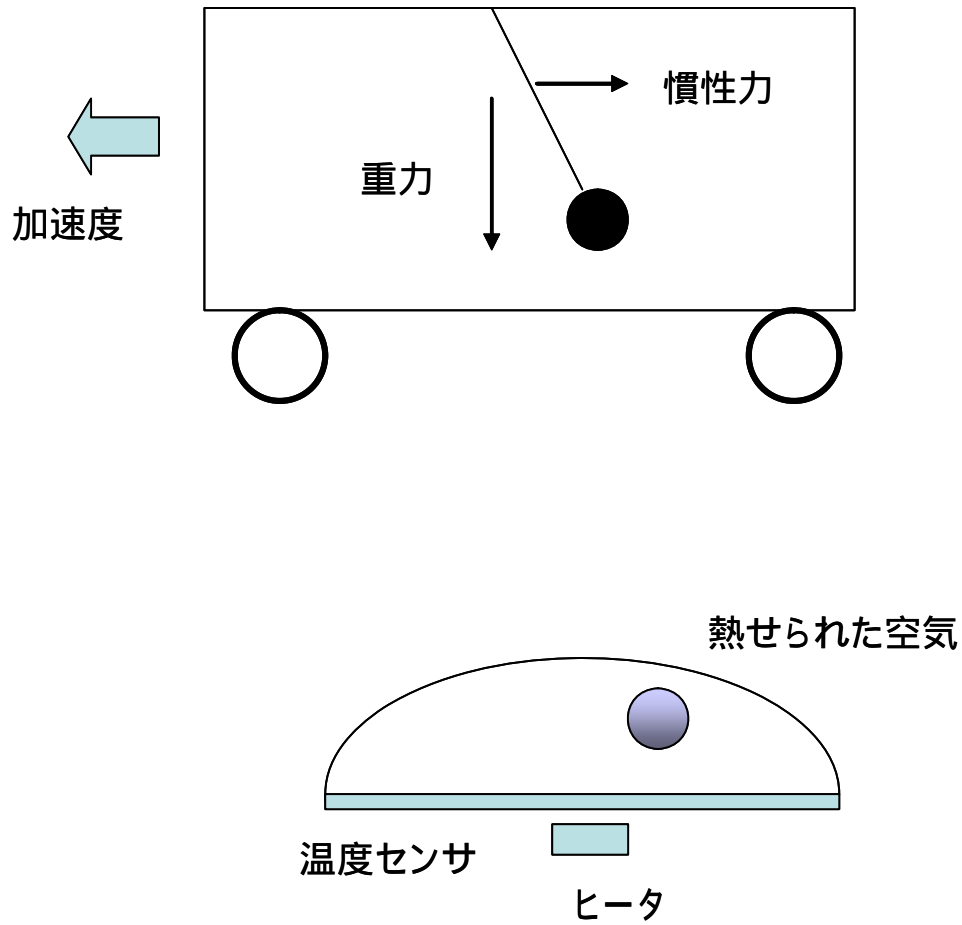


図2 うちわで扇いだ時の温度計

## 出典情報

		題材分類		高物	
題材主題	加速度の計り方				
副題	慣性力の利用				
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考	
高校物理	(3) 運動とエネルギー ー	ア 物体の運動	(イ) 運動の表し方		
学習内容の キーワード	慣性力、加速度		活用場面の キーワード	加速度計、パソコンの落下損傷防止	
<b>題材とその活用場面</b>					
<p>電車や車が動き出したり、止まったりする加速度を持つとき、中にいるものは後ろに引っ張られたり、前に押し出されたりという力・慣性力が働きます。これを利用して加速度の大きさを測る計測が行われます。</p>					
<b>説明</b>					
<p>電車や車が動き出したり、止まったりする加速度を持つとき、中にいるものは後ろに引っ張られたり、前に押し出されたりという力・慣性力が働きます。この慣性力の大きさがわかれば、加速度の大きさがわかります。実際の加速度計の一例では、ヒータで空気を暖め、この温度分布を図る装置を用意しておきます。加速度によりこの空気に慣性力が働き、位置が動くと、温度の分布が変化します。この温度分布の変化を計ることで、加速度の大きさを求めます。</p> <p>パソコンに大きな力(加速度)が加わったことを感知し、ハードディスクを止めて壊れるのを防ぐ装置などに利用されています。</p> <p style="text-align: right;">(山田秀幸)</p>					

## 添付図表



## 出典情報

流れのふしぎ 講談社 ブルーボックス



		題材分類	高物	
題材主題	携帯電話のメカニズム			
副題	電波と電気信号			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理Ⅰ	(1) 電気	ア 生活の中の電気	(ウ) 交流と電波	
学習内容の キーワード	電波、電気信号	活用場面の キーワード	携帯電話	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>最近、街のいたるところで見かける携帯電話ですが、どうやって会話ができるようになっているのでしょうか。また携帯電話では会話だけではなく、メールのやりとりも可能です。</p> <p>電波の伝わり方の学習は、日常生活を支える携帯電話に活用されている。</p>				
<b>説明</b>				
<p>携帯電話の場合は、家の電話と異なり電話線につながっていません。ではどうやって会話ができるのでしょうか？</p> <p>実は、電話線の代わりに電波で、声を送っているため、携帯電話は無線電波を使った電話といえるのです。つまり、携帯電話から声を電波に変えて送信し、「基地局」が電波を受け取り、基地局と基地局との間などを「交換局」がつなぎ、相手の携帯電話の近くの基地局から電話先に声が伝わっているのです。</p> <p>基地局は半径 1km から 10km のあいだに、重なり合うようにいくつも作られているため、人がたくさん住む場所ではほぼどこでも使えます。この基地局は、自分の区域で携帯電話から電波が発信されると、「携帯電話の電波」をすぐさまキャッチし、そして交換局を通して電話線へつなげる役目をします。</p> <p>携帯電話で話をしながら動いていると、最初に受け取った基地局の電波区域をこえてしまう場合があります。その場合、別の基地局が自分の区域から発信されている電波は、自分の担当です」と、自然にバトンタッチされているのです。</p> <p>携帯電話で歩きながらや、移動しながらでも話ができるのは基地局のおかげなのですが、電波の届きにくいビルの中やトンネル、地下などでは、話ができなくなることもあるのは基地局まで電波が届かないからなのです。</p> <p>ちなみに、携帯電話や PHS は音声や画像情報を電気信号に変え、電波に乗せて伝えているため、電話だけではなく写真やメールも送れるのです。</p> <p>また、携帯電話を使うとどここの基地局を使ったかでおおよその居場所がわかり、GPS 機能付携帯電話の場合は、GPS 衛星から取得した位置情報と基地局の通信網を利用して対象端末がどこにあるかを測位しています。</p>				
(石原嘉一)				

## 添付図表

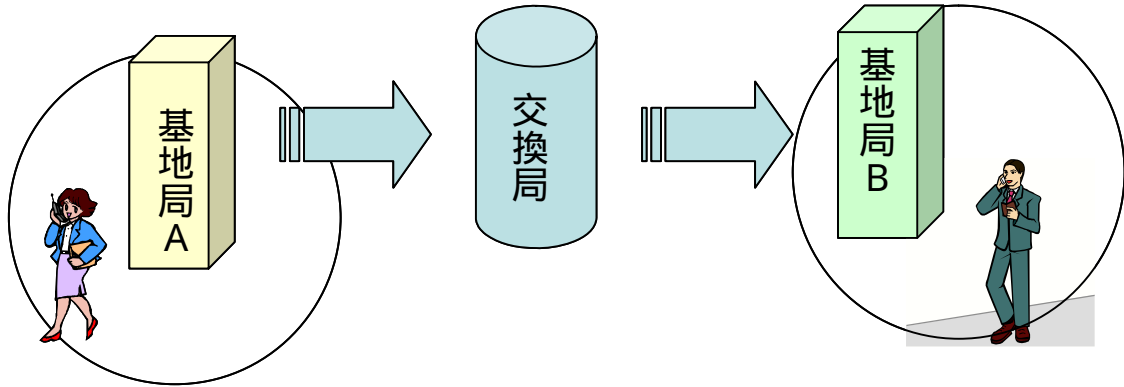


図 1 携帯電話同士で会話する仕組み

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	航空機・橋・ガスタンクなどの保守検査			
副題	アコースティック・エミッションによる構造物の非破壊検査			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2)波	ウ 波に関する探究活動		
学習内容の キーワード	振動、音波	活用場面の キーワード	構造物、非破壊検査、維持管理	

### 題材とその活用場面

航空機、橋、タンク、圧力容器、発電タービンの軸受けなど、皆さんの生活を支えているさまざまな構造物は、長く使えば使うほど老朽化や、何らかの不具合が生じます。材料に蓄積された損傷を放っておくと、いつの間にか内部で亀裂が発生し、使用中に突然破壊して重大な事故につながる危険性があります。

振動や音波に関する学習は、さまざまな構造物の欠陥検出、強度推定、保守検査などに活かされています。

### 説明

航空機、橋、タンク、圧力容器、発電タービンの軸受けなど、皆さんの生活を支えているさまざまな構造物は、長く使えば使うほど老朽化や、何らかの不具合が生じます。材料に蓄積された損傷を放っておくと、いつの間にか内部で亀裂が発生し、使用中に突然破壊して重大な事故につながる危険性があります。

こうした構造物の老朽化の度合いなどを監視する“アコースティック・エミッション(AE: Acoustic Emission)検査法”について紹介しましょう。

AEとは、材料の変形・亀裂が生じた場合に特別な振動や音波が発生する現象のことです。AE検査法は、センサによりAEを検出することで構造物の破壊の兆候を把握し、目に見えない内部の亀裂の発生位置や大きさなどをリアルタイムで推定する技術です。

圧力容器は使用前に、設計上の圧力よりも若干大きめの圧力を作用させて、異常がないかどうかを実験して確認することが、法律で義務付けられています。しかし皮肉なことに、こうした使用前の実験を通じて、大きな圧力をかけることにより圧力容器を損傷させてしまう場合があります。この損傷がほとんど無視できるほど小さいものであれば問題ありませんが、程度によっては重大な事故につながる危険性があります。そこで、実験時に圧力容器にセンサを配置させておき、センサに表れた信号によって圧力容器内に進展する損傷を常時監視することのできるAE検査法が開発され、普及していきました。

以来AE検査法は、ものを壊さずに内部の状態を調べ出す“非破壊検査法”のひとつとして、広く知られるようになりました。非破壊検査法としてはAE検査法の他にも、専門家による新幹線トンネルの打音調査、発信した超音波の反射波から損傷を監視する超音波探傷法、などが知られています。

わたしたち人間と同じく、構造物にも定期的な健康診断は必要なのです。AE検査法は現在、さまざまな構造物の欠陥検出、強度推定、保守検査などに実用化されています。少し地味ですが、皆さんの生活を影から支える“縁の下の力持ち”のような、大切な技術ですね。

(吉元怜毅)

## 添付図表

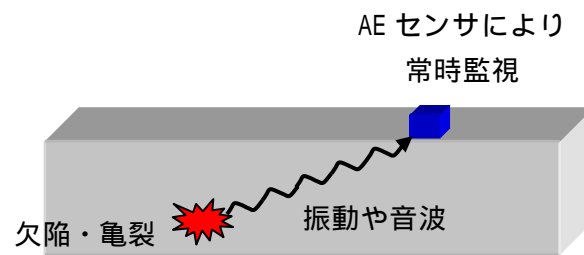


図1 AE検査法の仕組み

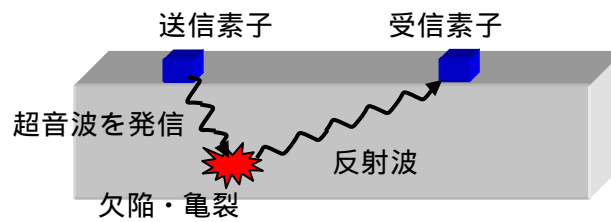


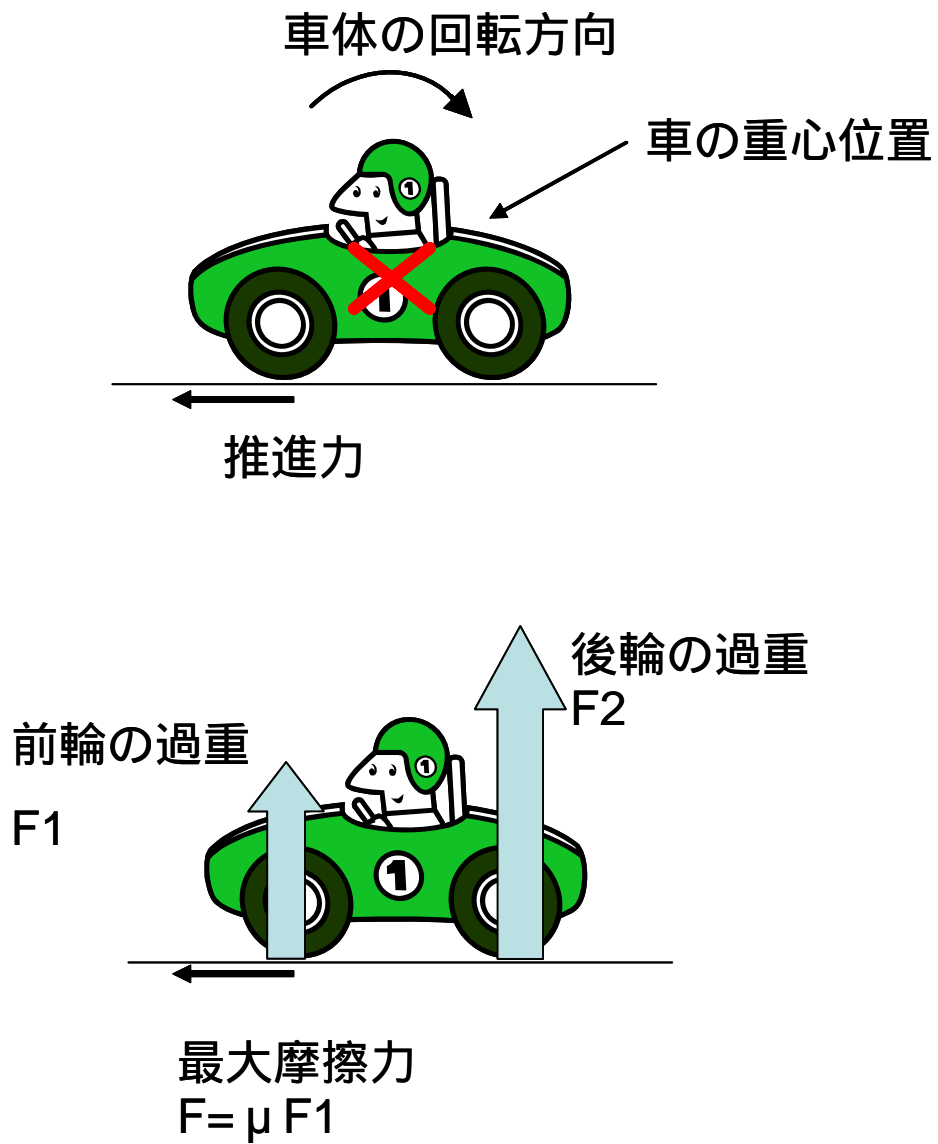
図2 超音波探傷法の仕組み

## 出典情報

山本鎮男「ヘルスマニタリング 機械・プラント・建築・土木構造物・医療の健全性監視」共立出版、1999年、p12

		題材分類	高物	
題材主題	スポーツカーはFR			
副題	後輪駆動のほうが動力特性が良い理由			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(3) 運動とエネルギー —	A 物体の運動	(イ) 運動の表し方	
学習内容の キーワード	力、回転、モーメント	活用場面の キーワード	前輪駆動 (FF) / 後輪駆動 (FR) 動力特性	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>最近の自家用車は小型車が良く売れており、その殆どは前輪駆動(エンジンの動力が伝わるのは前輪だけ)です。しかし、所謂スポーツカーはその殆どが後輪駆動です。前輪駆動と後輪駆動のどちらがエンジンの力を効率よくつかえるか物理的に考えて見ます。</p>				
<b>説明</b>				
<p>最近の自家用車は小型車が良く売れており、その殆どは前輪駆動(エンジンの動力が伝わるのは前輪だけ)です。大多数の車は車体の前部にエンジンを搭載 (Front Engine) しているため、後輪を駆動 (Rear Drive) するにはエンジンの回転を後輪に伝えるプロペラシャフトが必要になり、後部座席の足元が狭くなるので、少しでも室内を広くしたい小型乗用車では前輪駆動が主流なのです。しかし、所謂スポーツカーはその殆どが後輪駆動です。これは後輪駆動のほうが動力特性が優れているためです。この仕組みについて考えてみます。</p> <p>まず、車の重心位置は車体の中央部分付近に有ります (図参照: 実際にはエンジンが重いため、重心は前方よりにある車が多いのですが、今の考察にはあまり関係ないので無視します)。エンジンの力は駆動輪に伝えられ、車が前進 (左) するので、タイヤの接地点に前向き力 (左): 推進力が発生します。重心位置はこの推進力の作用点より上にあるため、車には時計回りの回転モーメントが発生します。</p> <p>このモーメントの方向は、前輪駆動でも後輪駆動でも同じになります。車体に時計周りのモーメントが生じると、前輪は浮き上がり、後輪は沈み込みます。つまり前輪の過重は小さくなり、後輪の過重は大きくなります。</p> <p>タイヤにかかる荷重が大きい程、タイヤが滑らない最大摩擦力(この場合は静止摩擦力)は大きくなります。つまり後輪の方が大きな推進力をかけても滑り難く、前輪は滑り易くなっていることがわかります。こうした性質があるため、大馬力のエンジンを搭載し、すばやい加速性能を売り物にするスポーツカーでは後輪駆動車が好まれるのです。</p>				
(山田秀幸)				

## 添付図表



図

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	騒音や雑音のない静かな環境づくり			
副題	音の干渉を利用したアクティブ消音技術の仕組みと実用化例			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理Ⅰ	(2) 波	イ 音と光	(イ) 音の干渉と共鳴	
学習内容の キーワード	音、干渉、位相、振幅	活用場面の キーワード	車、家電製品、空調設備、騒音、雑音	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>エンジンやモーターなどの動力をもつ機械からは、作動音が発生します。作動音が大きい場合、騒音のレベルを小さくするための対策を講ずる必要性があります。騒音や雑音をなくして使用者の音声だけを抽出する技術が適用されている携帯電話があります。エンジン音などを打ち消し、オーディオを美しい音質で聴けるよう車内を静かに保っている自動車もあります。このように多くの産業分野で、不要な音を低減するための努力がなされているのです。</p> <p>音の干渉に関する学習は、雑音を小さくするための技術に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>エンジンやモーターなどの動力をもつ機械からは、作動音が発生します。小さな音であれば問題ありませんが、大きな作動音は騒音となり、その場に居る人たちや近隣住民を不快にしまいます。これを防ぐには、音が漏れないように密閉すれば良いように思えます。しかし密閉すると、振動数の高い音（高音）は遮蔽できますが、振動数の低い音（低音）については吸収されずに通過するため、騒音対策としては不十分です。また空調設備のように、もともと内部の熱を逃すために密閉できない機器もあります。</p> <p>最近、音の干渉を利用した「アクティブ消音技術」が注目されています。騒音源と同じ振幅で逆位相の打ち消し音を加えて、騒音を小さくする技術です。この技術は、1980年代の米国においてガスタービンや船舶用ディーゼルエンジンの排気騒音を低減する目的で開発されたことを皮切りに、日本でも騒音制御技術として広がり始め、最近では、冷蔵庫などの家電製品や自家用車に実際に使われています。自家用車では、エンジンの回転数から制御すべき音源の振動数をコントローラで検知し、車載オーディオと連動してスピーカーから打ち消し音を発生する仕組みが取り入れられています。携帯電話では表と裏にマイクロホンをつずつ設置し、逆位相の音波を送り、周りの騒音だけを打ち消して音声を伝送しています（騒音は2つのマイクロホンに同時に入る一方、使用者の音声は片方にしか強く入らないことを利用しています）。他にもコンサートホールの空調設備や、道路の防音壁に、この技術を適用する動きが見られます。</p> <p>アクティブ消音技術のポイントは、騒音や雑音の状況に応じて、瞬時に最適な制御用音波を生成することにあります。最近のデジタル信号処理技術やDSP（Digital Signal Processor）などの電子デバイスの進歩を追い風に、こうした技術の実用化は今後も活発に進められていくことでしょう。</p>				
（吉元怜毅）				

添付図表

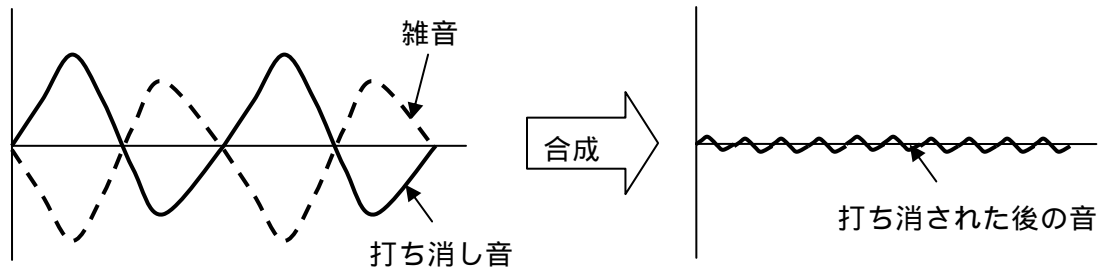


図1 アクティブ消音技術の原理

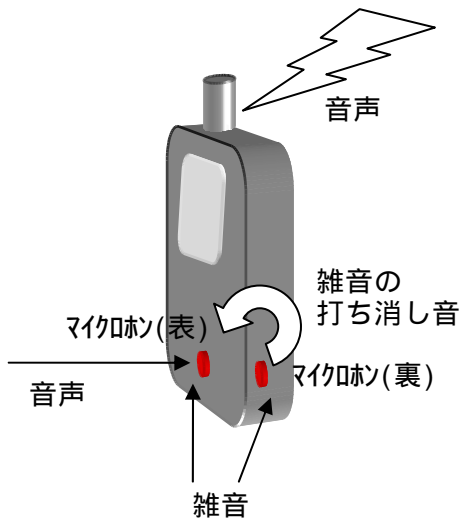


図2 携帯電話の消音技術

出典情報



		題材分類	高物	
題材主題	暖房のいろいろ			
副題	熱の移動の種類を知る			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(3) 運動とエネルギー	イ エネルギー	(ウ) 熱と温度	
理科総合 A	(2) 資源・エネルギーと人間生活	イ いろいろなエネルギー	(イ) エネルギーの変換と保存	
学習内容の キーワード	伝導、対流、ふく射	活用場面の キーワード	暖房器具	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>ストーブ、エアコン、電気カーペットなど、冬場には暖をとるために欠かせないものが沢山あります。これらの暖房器具から熱エネルギーを受け取って人は温かさを感じます。このとき、熱移動の種類は、大きく三つに分類でき、それらは、伝導、対流、ふく射と呼ばれます。さまざまな暖房器具の熱移動のしくみを学ぶことで、熱エネルギーが移動する方法にはさまざまなものがあることを学習します。エネルギーの移動、特に熱エネルギーの移動を学習することで、これらが身近なところで多く活用されていることがわかります。</p>				
<b>説明</b>				
<p>冬になると必ず利用する暖房器具、電気カーペットやこたつ、ストーブ、エアコン、どれも体を温かくしてくれる便利な道具です。体が温まるのは、器具から体に熱エネルギーが移動しているからなのですが、その移動の種類が暖房器具によって異なります。熱エネルギーの移動の種類は大きく三つあり、伝導、対流、ふく射に分類されます。以下では熱エネルギーの移動の種類に対応した暖房器具とその特徴を示したいと思います。</p> <p>伝導によって熱移動する暖房器具としては、電気カーペット、アンカ、電気毛布などが挙げられます。どれも体に密着させることによって直接熱が伝わる仕組みとなっています。直接触れている部分のみが暖かくなるだけで、触れていない部分はほとんどあたたまりません。ですから、部屋全体を暖めるには不向きといえるでしょう。</p> <p>対流によって熱移動する暖房器具としては、エアコンが挙げられます。あたたかい空気を対流させることによって体をあたためるので、部屋全体を温めるのに最適です。ただし、あたたかい空気は上へ行く性質があるので、床付近は冷たい風が吹いているということもよくあることです。このようなときは扇風機を利用して、部屋の上方にたまっている温かい空気を循環させてあげれば効率のよい利用方法といえます。</p> <p>ふく射によって熱移動する暖房器具としては、こたつ、床暖房、そして近年スーパーで見かけるようになった扇風機のような形をした暖房器具です。反射鏡がついていて特徴のある形が印象的です。熱移動の形態が見た目にはエアコンに似ていますが、これはちょっと違います。かならずしも空気が温まるわけではなく、輻射熱（遠赤外線）が直接体をあたためるしくみを持っています。</p>				
(松本昌昭)				

## 添付図表

表1 熱移動の形態と暖房器具の関連

熱移動の形態	暖房器具の例
伝導	電気カーペット、アンカ、電気毛布
対流	エアコン、ファンヒーター
ふく射	反射鏡つきのストーブ、暖炉、床暖房

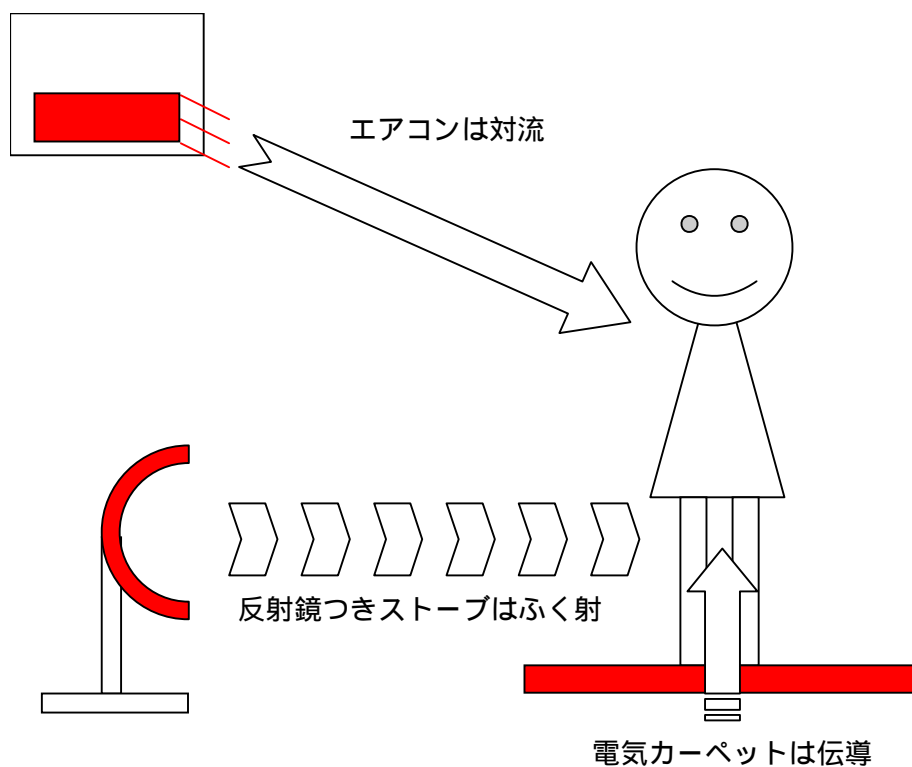


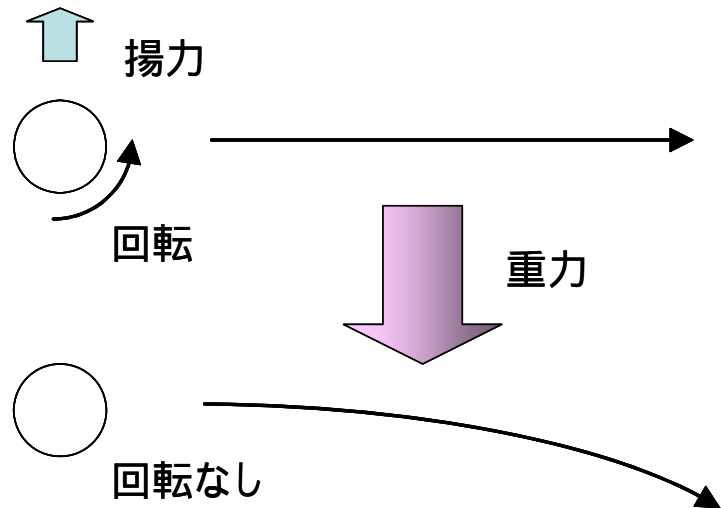
図1 熱移動の形態

## 出典情報

<http://home.tokyo-gas.co.jp/benri/samusa/p2.html>

		題材分類	高物	
題材主題	つばさをもったボール			
副題	重力による等加速度運動に従うと変化球になる			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(3) 運動とエネルギー —	ア 物体の運動	(ウ) 運動の法則	
学習内容の キーワード	等加速度運動	活用場面の キーワード	変化球	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>水平に飛び出したボールは、重力により下にどんどん加速されます。これは野球の投手が投げるフォークボールなど縦の変化球とほぼ同じ動きです。重力による等加速度運動がシンプルに現れているのが、この高度な変化球です。</p>				
<b>説明</b>				
<p>水平に飛び出したボールは、重力により下にどんどん加速されます。これは野球の投手が投げるフォークボールなど縦の変化球とほぼ同じ動きです。重力による等加速度運動が、シンプルに現れているのが、この高度な変化球です。</p> <p>では普通の直球はどうなっているのでしょうか。人が普通に投げるとボールは空気を救い上げるように回転します。この回転は飛行機の翼と同じ効果をもたらす揚力を発生します。この揚力により重力の効果が減少し、あまり落ちない軌跡となります。手首のスナップを良く聞かせて、強い回転を与えると、この揚力が大きくなり、打者からみると、手元でホップするように伸びるボールと感じられます。</p> <p>ボールの回転による揚力の効果は横方向でも同様に発生します。これを利用しているのがカーブやシュートなど横方向の変化球です。また、ボールを投げる時と逆方向の回転を与えれば、回転による揚力が重力と同じ方向に働き、より大きく落ちるボールとなります。テニスのトップスピンなどはこの仕組みを利用しています。</p>				
(山田秀幸)				

## 添付図表



図

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	突然の電源トラブルに備えて			
副題	無停電電源			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理Ⅰ	(1) 電気	ア 生活の中の電気	(ウ) 交流と電波	
学習内容の キーワード	電力、交流、直流、蓄電池	活用場面の キーワード	停電対策、業務継続、データセンター、 オンラインシステム	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>私たちの身の回りの電子機器は、電圧変動・瞬時電圧低下・停電などの電源トラブルに非常に敏感です。こうしたトラブルに見舞われると、データの喪失、ファイルの破壊、システム停止などが発生します。こうした重要なコンピュータシステムを電源トラブルから守るために「無停電電源装置（UPS）」があります。最近では多くの企業でシステムやサーバーを安定的に稼働させることが業務の前提条件となっており、重要な社内サーバー等の機器に UPS を導入する動きが広がっています。</p> <p>生活の中の交流と電波に関する学習は、電源トラブル対策に活かされています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>コンピュータ等の電子機器は、電圧変動・瞬時電圧低下・停電などの電源トラブルに非常に敏感です。こうしたトラブルに見舞われると、データの喪失、ファイルの破壊、システム停止などが発生します。最近ではインターネットや LAN などを通じたネットワークが世界的に普及しているため、電源トラブルの影響は一部の機器に留まらずシステム全体に波及してしまいます。加えて金融機関のオンラインシステムやインターネットデータセンターなどのように大規模かつ重要な社会的設備であれば、その損害は莫大なものとなります。</p> <p>それでは、電源トラブルはどのようにして起こるのでしょうか？電力供給設備でのさまざまなトラブル、工事による停電などもありますが、ほとんどは地震・暴風雨・雪・雷などの自然災害が原因と言われています。例えば、落雷によって送電設備が破壊されたり、電圧低下が起こって社内のシステムが停止したり、家庭内に大きな電流が流入し電子機器を破壊されたりといった被害事例が報告されています。</p> <p>こうした重要なコンピュータシステムを電源トラブルから守るために、最近では多くの企業で、重要な電子機器に「無停電電源装置（UPS）」の導入が進められています。</p> <p>無停電電源装置（UPS）は、交流を直流に換える「整流器」、直流を交流に換える「インバータ」、いざという時のために電気を蓄える「蓄電池」から構成されます。通常時は整流器とインバータを通じて、電子機器に安定した電力を供給し続けます。停電発生時には、蓄えられた電力を蓄電池からインバータを通じて供給します。さらに、蓄電池からの放電が大きすぎるとバイパス回路に切り換え、正常の範囲に戻ると再びインバータから供給を続ける仕組みになっています。</p>				
（吉元怜毅）				

添付図表

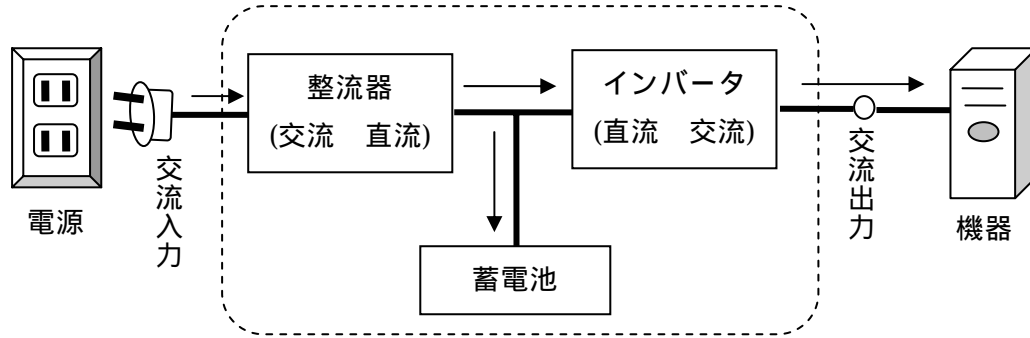


図1 通常時のシステム

【無停電電源装置（UPS）】  
通常時は、機器への電力供給と  
同時に蓄電池で電力を蓄える

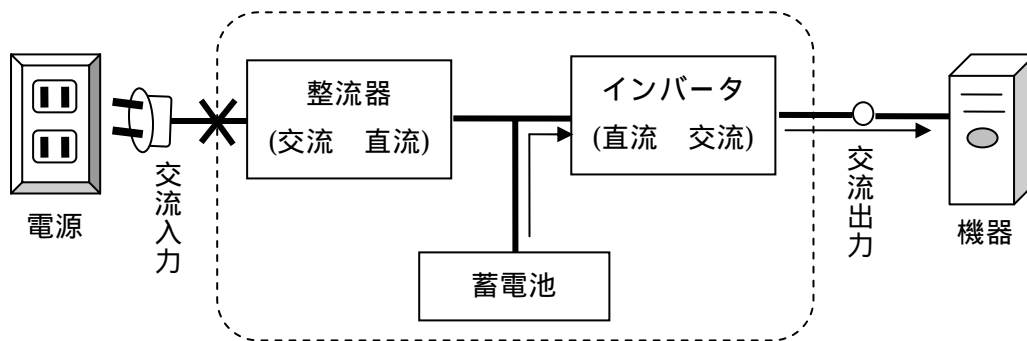


図2 電源トラブル時のシステム

【無停電電源装置（UPS）】  
電源トラブル時は蓄電池に  
より、途切れることなく安定  
した交流電力を供給する

出典情報

キーマンズネット「ITトレンド用語辞典」[http://www.keyman.or.jp/search/30000041\\_1.html](http://www.keyman.or.jp/search/30000041_1.html)

		題材分類	高物	
題材主題	偽札を発見する技術			
副題	光の方向を記録するホログラム印刷			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 波	イ 音と光	(エ) 光の回折と干渉	
中理第一分野	(1) 身近な物理現象	ア 光と音		
学習内容の キーワード	光、波、光の干渉	活用場面の キーワード	お札、印刷技術、真贋判別、カード、商品券	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>自動販売機や両替機などは、複数の光や磁気センサーなどを使って、紙幣印刷に使われる磁気インクの成分などをもとに真贋(がん)を判別する構造になっています。</p> <p>ホログラムとは、3D写真のことです。普通の写真では光の強弱、つまり明るさを記録するだけですが、ホログラムの場合はその光がどこからくるか、光の方向を記録することができるのです。</p> <p>ホログラムにはレーザー光線を利用した印刷技術が活かされていますが、お札の他、カード、商品券、トラベラーズチェックなど、偽造防止が必要なものにも応用されています。</p> <p>このように光の干渉の学習は日常生活の様々な場面で活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>日本の紙幣には、黒透かしの紙や磁気インク、紫外線発光インクが利用されており、また、ホログラム、マイクロ文字、潜像模様、深凹版印刷などの印刷技術も採用されており、真贋(がん)を発見しやすい工夫がされています。</p> <p>光の屈折や干渉を利用し、立体的な模様が浮かび上がらせる「ホログラム」は、平成15年に新たに発行された際に採用されたものです。お札の表面の左下にあり、見る角度によって、日銀のマーク、桜の模様、金額と3種類の模様が見えます。</p> <p>ホログラムとは「3D写真」のことです。普通の写真では光の強弱、つまり明るさを記録するだけですが、ホログラムの場合はその光がどこからくるか、光の方向を記録することができるのです。</p> <p>新しいお札では、その性質を利用して、見る方向によって、違う模様や画像が見えるようにしてあります。これは、普通のカラープリンタやコピー機では印刷できないため、コピー機等による偽造品の防止になります。</p> <p>ホログラムは、光の波、屈折の原理を活用した技術を利用しています。</p> <p>物体がそこにあるということを我々が認識するのは、その物体が太陽や電灯などの光で照明され、物体の各点から反射した光が伝搬して目に届くからです。</p> <p>ホログラフィで一方の光を顕微鏡の対物レンズによって広げて物体に当てると、物体の各点から反射光が生じます。この反射光はあらゆる方向に広がり、物体から適当な距離に置かれている記録材料(例えば写真フィルム)にも届きます。対物レンズで広げて記録材料に当て、記録材料にこれらの2つの光を重ねて露光します。物体から反射されて記録材料にやってくる光のことを物体光、もう一方の光のことを参照光といいます。露光した後、現像処理してできたものがホログラムです。</p> <p>ホログラムはレーザー光線を利用した立体写真、印刷技術。偽造防止のためにカード、商品券、トラベラーズチェックなど、様々なものにも活用されています。</p>				
(平川幸子)				

## 添付図表

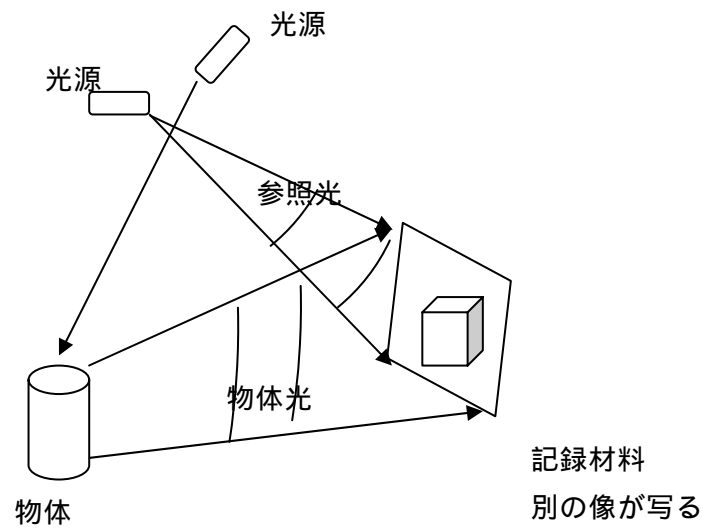


図1 ホログラムの原理

## 出典情報

日本銀行, 「新しい日本銀行券(一万円券)の偽造防止技術について 2003年 8月 22日」, 2005年 2月 18日  
以下より検索, <http://www.boj.or.jp/money/03/bnnew3.htm>



		題材分類	高物	
題材主題	プッシュホンの音の正体は？			
副題	周波数の異なる正弦波の組み合わせと電話の関係を学ぶ			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 波	イ 音と光	(ア) 音の伝わり方	
学習内容の キーワード	音、正弦波、周波数、合成、信号		活用場面の キーワード	電話、プッシュホン、ダイヤル
<b>題材とその活用場面</b>				
周波数に依存する「音の高さ」や正弦波の「合成」の学習が、プッシュ方式電話機のプッシュ音に活用されています。				
<b>説明</b>				
<p>音は波の性質をもっており、その周波数は、音の3要素の一つである「音の高さ」に相当することを学習しました。</p> <p>ところで、プッシュ方式の電話機を利用する場合、ボタンを押すたびに、高さの違う「ピ・ポ・パ」というプッシュ音が発信される電話機があります。あのプッシュ音は、実は2種類の異なる高さ(周波数)の正弦波が同時に発信されている音なのです。</p> <p>具体的には、表1のように、[697Hz、770Hz、852Hz、941Hz]の4種類の周波数からなる低群周波数と、[1209Hz、1336Hz、1447Hz]の3種類の周波数からなる高群周波数との組み合わせ(4×3=12通り)によって、「0」～「9」までの数字および「#」と「*」の合計12種類のプッシュボタンとが対応付けられています。</p> <p>そのため、例えば仮にプッシュホンの「1」を押した場合には、697Hzと1336Hzの2種類の正弦波が同時に発音されるため、ボタンを押した人は、高さの異なるこの2種類の正弦波の合成音を聞くことになるわけです。これがプッシュ音の正体なのです。さらに、このようにして発信された音は、電気信号のかたちで電話線を伝わって電話局の交換機に届きます。交換機側では、その信号から「1」のボタンが押されたことを自動的に判別できる仕組みになっています。(電話番号のボタンを押すと目的の場所に電話をかけることができるのは、この交換機のはたらきのおかげであることはいまでもありません。)</p> <p>なお、低群および高群周波数に含まれる7種類の周波数は、音楽や音声のような周囲に多く現れる音の周波数とできるだけ重複しないように選択されています。</p> <p>現在では、このプッシュ音はダイヤル信号としてだけでなく、新幹線の座席予約、留守番電話機の外出先からの操作など、電話機を使ってコンピュータにアクセスする信号としても利用されているのです。</p>				
(瀧陽一郎)				

題材分類 高物

## 添付図表

表1 プッシュ音（トーン発信方式）に利用される周波数の組合せ

高群 低群	1209Hz	1336Hz	1447Hz
697Hz	1	2	3
770Hz	4	5	6
852Hz	7	8	9
941 Hz	*	0	#

## 出典情報

エム・システム技研ホームページ

[http://www.m-system.co.jp/MameChishiki/02\\_04/0205.html](http://www.m-system.co.jp/MameChishiki/02_04/0205.html)

		題材分類	高物	
題材主題	マジックミラーは魔法の鏡！？			
副題	光の透過と反射の観点からマジックミラーの原理を理解する			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 波	イ 音と光	(ウ) 光の伝わり方	
学習内容の キーワード	光、透過光、反射光、透過、反射		活用場面の キーワード	マジックミラー
<b>題材とその活用場面</b>				
光の透過と反射の学習が、マジックミラーの原理に活用されています。				
<b>説明</b>				
<p>一方から見ると普通の鏡なのに、もう一方からは透けて見えるマジックミラー。その名のとおり不思議な鏡ですが、この原理は、光の透過と反射の観点から説明ができます。</p> <p>マジックミラーは、ガラスの裏にクロムや水銀などを薄く塗布することにより、透過率と反射率が同じになるように作られています。そのため、このマジックミラーを通して明るい部屋から暗い部屋を見る場合、明るい部屋側の光が鏡に反射し、暗い部屋側から鏡を透過してくる光より強くなります。したがって、この鏡を通して明るい部屋から暗い部屋を見た人にとっては、暗い部屋側からの透過光の存在は感じられず、鏡に反射した光、つまり自身の鏡像だけが見えるように感じられます。そのため、結果的に普通の鏡に見えるのです。</p> <p>一方、暗い部屋からマジックミラー越しに明るい部屋を見た人は、明るい部屋からの透過光の方が強いため、自分の鏡像より、明るい部屋の様子がはっきりと見えることになるのです。これがマジックミラーの原理です。そのため、マジックミラー越しに向こうの様子を見たい場合には、相対的に自分が暗い場所にいる必要があります。もし自分が明るい場所にいると、鏡の向こうからの透過光が部屋の明るさに紛れてしまい、向こう側の様子が見えなくなるだけでなく、こちら側の光がどんどんと向こう側に透過していきますから、結果的に自分の姿を向こうにいる人に見せることになってしまうのです。また、マジックミラーに接近して中を覗けば、目に入る反射光が弱くなりますから、暗い部屋の中を見られるようになります。マジックミラーの不思議さは概ね解消されましたか？</p>				
(瀧陽一郎)				

## 添付図表

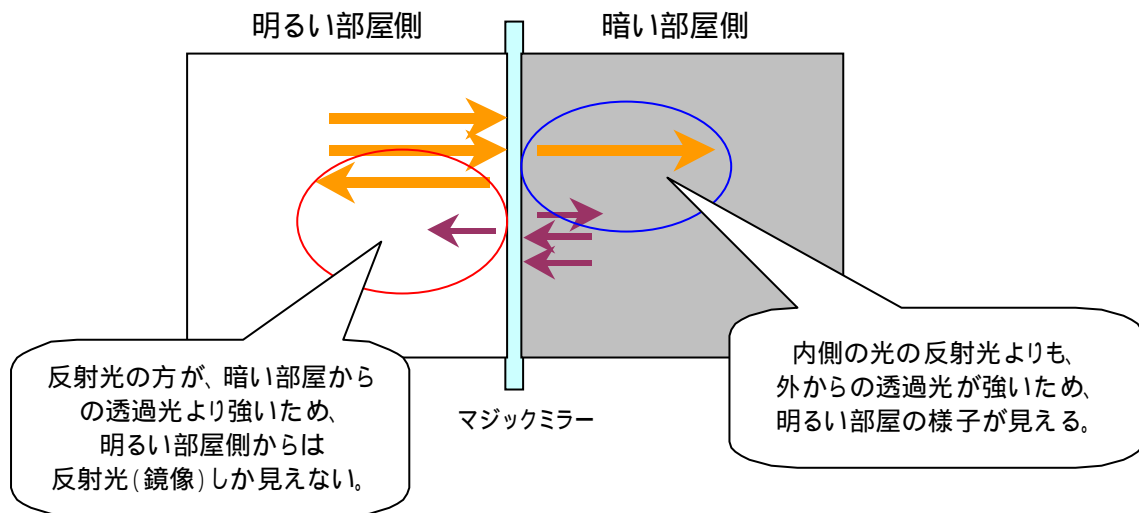


図1 マジックミラーの原理のイメージ図

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	まぶしい時はなぜサングラスをかけるの？			
副題	偏光をさえぎるレンズ			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2)波	イ 音と光	(ウ)光の伝わり方	
学習内容の キーワード	光、偏光	活用場面の キーワード	サングラス、ポラロイドカメラ	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>自然光が地面・水面・雪面などに反射すると、振動面がひとつの光に変わります。このように、振動面の決まった光のことを“偏光”といいます。偏光が目に入ると、人間はまぶしさを感じるのです。</p> <p>釣りやスキーなどのアウトドアで使われるサングラスやゴーグルには、こうした偏光をさえぎるブラインドのような効果を発揮し、まわりのものを見やすくするレンズが活用されています。光の伝わり方に関する学習は、まぶしさを抑える技術にも活かされているのです。</p>				
<b>説明</b>				
<p>日差しの強い日には、サングラスをかけた人をとまじり見かけます。サングラスをかけるとなぜ、眩しいと感じなくなるのでしょうか？</p> <p>太陽光線のような自然の光の正体は、あらゆる方向に振動面をもつ波の集まりです。この自然光が地面・水面・雪面などに反射すると、振動面がひとつの光に変わります。このように、振動面の決まった光のことを“偏光”といいます。偏光が目に入ると、人間はまぶしさを感じるのです。</p> <p>釣りやスキーなどのアウトドアで使われるサングラスやゴーグルには、こうした偏光をさえぎるブラインドのような効果を発揮し、まわりのものを見やすくするレンズが活用されています。</p> <p>偏光を活用して初めて製品化されたのがポラロイドカメラでした。ポラロイドとは、ポラライザー（偏光板）とセルロイド（綿やパルプを原料とした天然樹脂）の2つの言葉から作られた造語です。撮影してすぐに写真を確認できることで、人気の高いカメラです。</p> <p>車の運転席から後方を確認するルームミラーにも、偏光をさえぎる技術が活用されています。ドライバーの後方確認に支障をきたさないよう、後方の車のヘッドライトのまぶしさを抑える仕組みになっており、この技術はドライバーの安全な運転を支援しているのです。</p>				
（吉元怜毅）				

## 添付図表

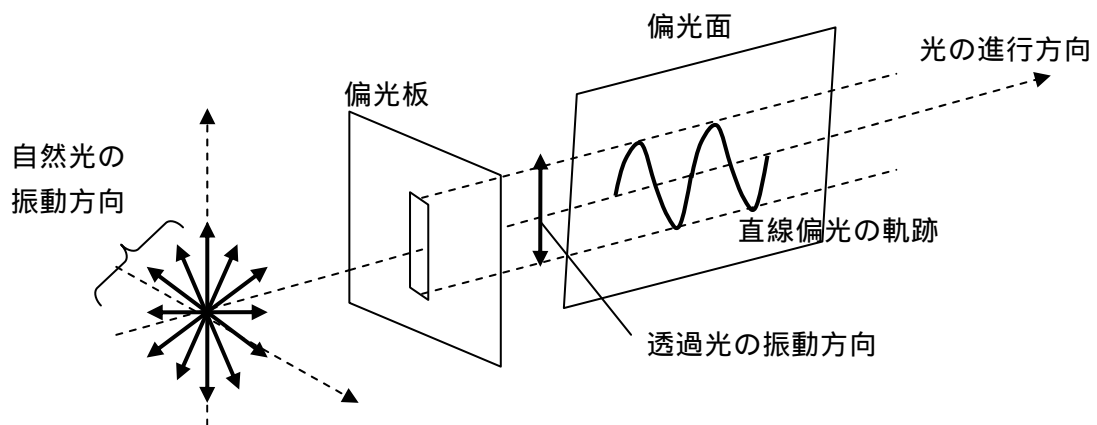


図 1 偏光の原理

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	もしも雪崩に巻き込まれたら			
副題	電波で遭難者を探す			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(1) 電気	ア 生活の中の電気	(ウ) 交流と電波	
学習内容の キーワード	電波	活用場面の キーワード	雪山遭難、ビーコン	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>毎年、冬になると、雪崩による雪山遭難のニュースがあります。急に気温が上昇した時などが雪崩の発生率が高いと言われていますが、どんな雪の斜面でも雪崩の危険があります。雪山登山の他、最近はスキー場以外の場所でスキーやスノーボードを楽しむ人が増えていますが、ゲレンデを一步でも出たら多くの危険が潜んでいるという認識を持つことが必要です。</p> <p>雪崩に埋没した遭難者を迅速に救助するためには、電波を発信する機器(ビーコン)が役に立ちます。雪崩に巻き込まれた遭難者がビーコンを所持していた場合、電波を発信し居場所を知らせてくれるものです。電波の特性を知ること、遭難者の位置を的確に同定することが可能になります。電波の学習は、遭難救助にも活かされています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>雪崩遭難で埋没した場合、埋まってから 15 分以内に掘り出せれば、生存救出できる確率が高いと言われています。埋没してから救助を要請しては、15 分以内に掘り起こすのは不可能です。そのため、遭難者が発生した場合、同行者が遭難者を掘り起こす道具を携帯し、かつ知識を持っていることが必要になります。</p> <p>携帯が必要なのは、遭難者と同行した者が遭難者のおおよその位置を特定するための発信装置(ビーコン)、ゾンデ棒という埋没位置を特定する棒、スコップなど掘り起こす道具などです。</p> <p>ビーコンとは山岳遭難で遭難者が所持していれば電波を発信し、捜索のための居場所を知らせる機器です。ビーコンは受信・発信のどちらも可能で、埋没者の発信する周波数を救助者がキャッチして埋没場所を特定します。ビーコンの受信・発信する周波数は、機器の種類や生産する国を問わず世界標準で 457kHz と決まっています。457 kHz は「長波」と呼ばれる長い波長で、非常に遠くまで伝わりますが、情報伝送容量が小さいという性質を持っています。ビーコンが発信するのは信号のみで、音声などの情報は伝えなくても利用できるため、そのような周波数が選択されていると考えられます。</p> <p>事故が発生した場合、捜索者は速やかにビーコンを受信モードにして、磁力線の密(電波が強い)となっている方向を探します。磁力線はビーコンから円心状に発信されていますので、電波が強い所は遭難者に近い場所と言えます。</p> <p>雪崩の危険のある雪山に入るためには、ビーコン・ゾンデ棒・スコップを携帯するとともに、15 分以内で掘り出してくれるパートナーを選ぶこと、もちろん、自分も 15 分以内にパートナーを掘り出すための技術と体力を身につけることが必要になります。</p>				
(平川幸子)				

添付図表

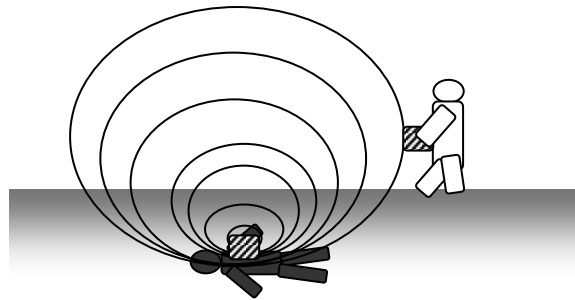


図1 搜索方法のイメージ

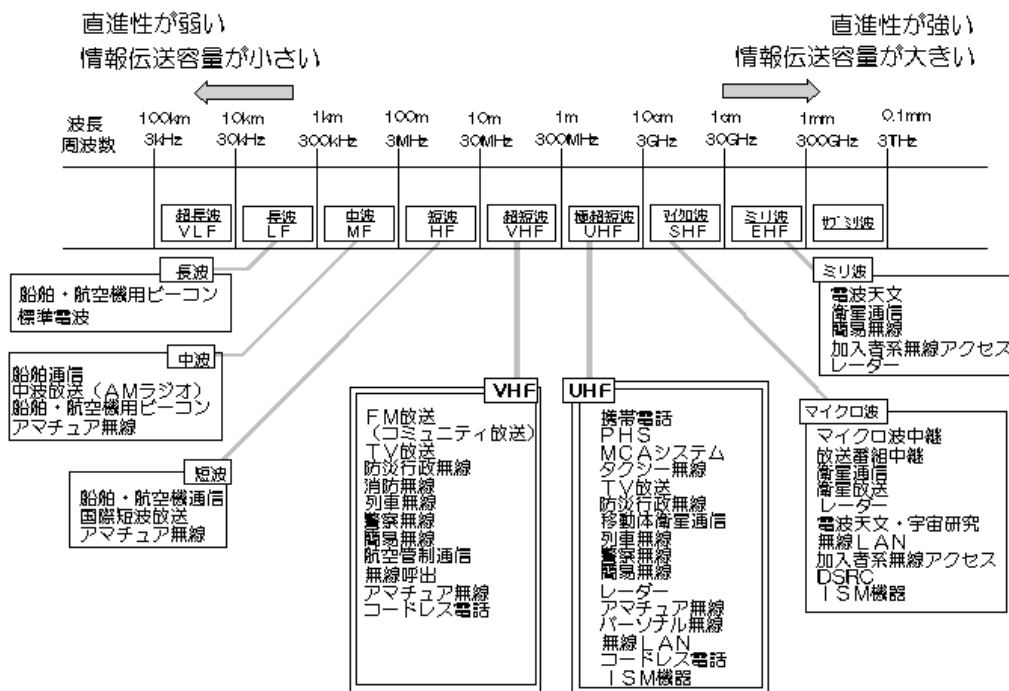


図2 周波数帯別のに電波の特徴 (総務省ホームページより引用)

出典情報

<http://www.tele.soumu.go.jp/search/myuse/summary.htm>



		題材分類	高物		
題材主題	運動の法則こそ最速コーナリングの極意				
副題	バイクに働く力の特性を熟知することが、最速ライディングにつながる				
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考	
中学理科 1 分野	( 5 ) 運動の規則性	ア 運動の規則性	( イ ) 速さが変わる運動と 等速直線運動		
高校物理 I	( 3 ) 運動とエネルギー	ア 物体の運動	( ウ ) 運動の法則		
学習内容の キーワード	運動の法則、摩擦、遠心力		活用場面の キーワード	タイヤの設計、タイヤの選択 ロードレース、最速コーナリング	
題材とその活用場面					
<p>オートバイがカーブを曲がる（コーナリング）際には、バイクにかかる遠心力、求心力、タイヤのグリップ力（摩擦力）の特性を熟知することが、最速かつ安定したライディングにつながっていきます。1/100 秒を争うオートバイの GP レーサーや彼らを支えるタイヤメーカーは、さまざまなコース状況の下で、オートバイに働く力を分析しながらレースを戦っています。運動の法則の理解が、最速コーナリングの極意につながっているのです。オートバイの運動の法則とタイヤの摩擦力の関係の学習が、タイヤ設計にいかされているのです。</p>					
説明					
<p>オートバイでカーブを曲がる際には、大きく分けると 3 つの力が働きます。第一は、バイクがカーブの外側に向かおうとする遠心力（図 1 の F 1）です。第二は、バイクを曲げる力で、タイヤをカーブの内側に傾けることで生まれる力と、タイヤの直進方向と曲がる方向とのずれによる変形を復元しようとする力です。前者の力は、バイク特有のもので、簡単に説明すると、タイヤを傾けて転がすと、傾けた方向に曲がるという性質です（図 2）。後者は、自動車でも同じでカーブでハンドルを切った際に、タイヤの角度と直進方向とずれによって生じるタイヤのねじれを復元する力です（図 3）。これらの力が、タイヤを路面に接地させておく力（グリップ力）（図 1 の F 2）となります。</p> <p>1/100 秒を競い合うオートバイ GP レースの世界では、直線での加速性能にも増して、遠心力とグリップ力をコントロールした最速・安定コーナリングが非常に重要になってきます（図 4）。このためトップレーサーは、レースコースの状況（カーブや路面状況）や気象条件（気温や天候）を前提に、ライディングスタイルと遠心力とタイヤに掛かる 2 つの力のバランスをテスト走行で確認しながら、最速のコーナリングが可能となる走行ラインとタイヤの選択をします。また、タイヤメーカーもレース条件の変化に対応できるように、材質や硬さ、溝のパターンを変えた数種類のレーサー専用タイヤを用意し、セッティングします。その際には、当然のことながら、レースコースの状況とレーサーのライディング特性によるタイヤにかかる力（第二、第三の力）に伴う負荷（磨耗や劣化）を、計算しながら選択しているのです。</p>					
（藪田尚宏）					

## 添付図表

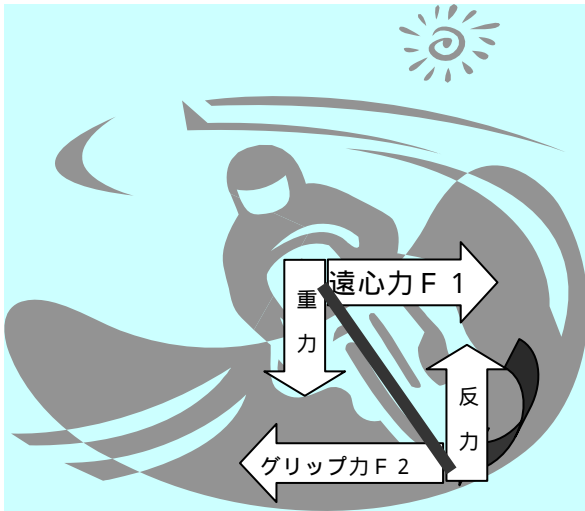


図1 コーナリングの際に働く力

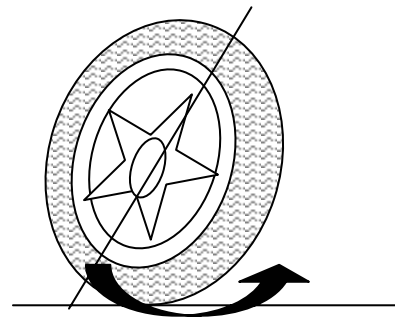


図2 タイヤが傾いて転がる際の方向

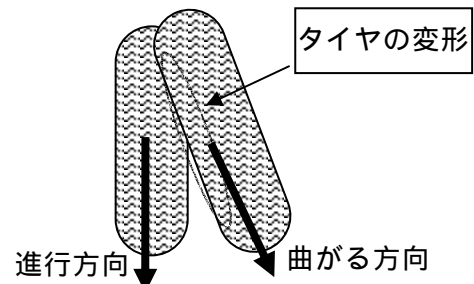


図3 タイヤの変形部分



図4 GPレーサーのコーナリング

([http://www.motogp.com/ja/motogp/photo\\_gallery.htm?menu=photo\\_gallery](http://www.motogp.com/ja/motogp/photo_gallery.htm?menu=photo_gallery))

## 出典情報

和歌山利宏著 (1990) 「タイヤの科学とライディングの極意」 グランプリ出版

		題材分類	高物	
題材主題	光で情報を読む光ディスク - DVD			
副題	レーザー光の反射で信号を読み取る			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 波	イ 音と光	(ウ) 光の伝わり方	
学習内容の キーワード	光の伝わり方、反射		活用場面の キーワード	DVD、CD
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>CD や DVD など、多くの情報を 1 枚のディスク上に保存し、再生することができます。</p> <p>これらの光ディスクは表面に多数のピットというくぼみがあります。情報や音楽などを再生する際、これらのくぼみの有無を光の反射で読み取っているのです。</p> <p>光の学習は、情報の読み取りにも活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>CD-ROM や DVD-ROM などのデータを記録する光ディスクには、表面に「ピット」という物理的なくぼみがプレスされることで、映像や音などの信号を記録しています。データを読みとるために照射されたレーザー光はディスクの表面で反射しますが、この際に、ピットの有無によって反射に変化が生じます。この変化によって、ディスクに記録されたデジタルデータの「0」と「1」を読み取ります。</p> <p>このデータが記録されるピットの長さを短くすれば、それだけ多くのものを記録することができます。</p> <p>CD に比べ DVD ディスクは情報量が格段に多く 4.7GB もあります。1 枚 650MB の CD に比べ、DVD ディスクには約 7 倍以上もの記録ができます。つまり DVD の方が、記録用のくぼみであるピットの数が多いということになります。</p> <p>これに対し、CD-R/CD-RW や DVD-R/DVD-RW/DVD-RAM などの追記/書き換え型のメディアの場合は、くぼみをつける代わりにメディア内部の相変化膜に化学変化を生じさせることにより、くぼみの代用としています。</p> <p>追記型の DVD ディスクでは、この記録膜に、一度化学変化を起こすと元には戻らない素材を使っています。レーザー光を照射すると膜の結晶状態が化学変化して、固定されます。</p> <p>書き換え可能なディスクでは、この膜に使われる素材に、レーザー光の強さによって、2 つの状態を行き来できるものを使っています。この方式を「相変化型」といいます。強いレーザー光をあてて急速に冷やすと、その部分がゼリーのような結晶と液体の中間的な非結晶状態（アモルファス状態）になり、弱いレーザー光をゆっくりあててゆっくり冷やすと氷のような結晶状態に戻るといった素材です。結晶状態と非結晶状態では、光の反射が異なるので、デジタルデータである「0」と「1」を表すことができるのです。</p> <p>このように、光ディスクでは、結晶状態によって変化する光の屈折を活用して、情報を正確に読み取っているのです。</p>				
				(平川幸子)

## 添付図表

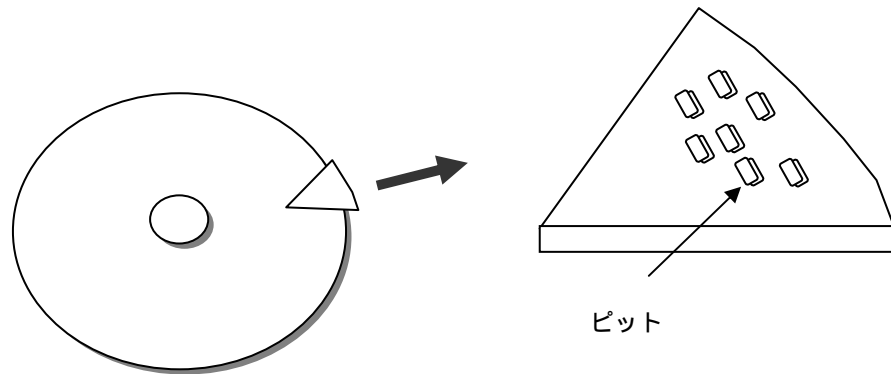


図1 DVDの表面

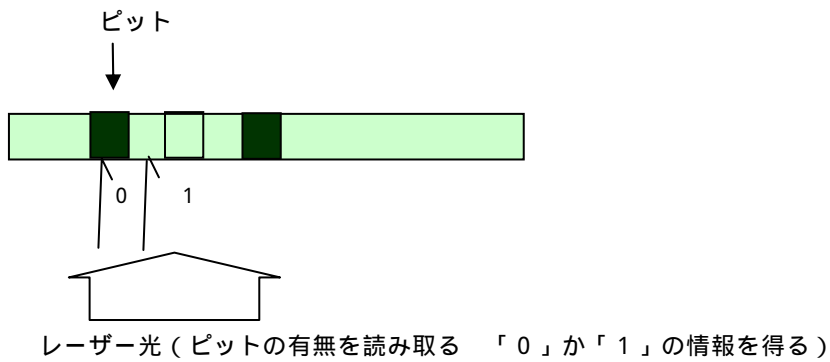


図2 DVDの断面

## 出典情報

<http://www.e3.panasonic.co.jp/communication/electric/dvd/dvd-05-1.html>

		題材分類	高物	
題材主題	小さくても大事なプロペラ			
副題	ヘリコプターがグルグルと回転しない理由は？			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(3) 運動とエネルギー	ア 物体の運動	(イ) 運動の表し方	
中学理科 1 分野	(1) 身近な物理現象	イ 力と圧力	(ア) 力の働きと物体の変化	発展的学習
学習内容の キーワード	作用、反作用、静止摩擦係数	活用場面の キーワード	ヘリコプター、揚力	
<b>題材とその活用場面</b>				
ヘリコプターの後部にある小さなプロペラは、作用・反作用の法則に則ってヘリコプターが回転するのを防ぐための仕組みとして取り付けられています。				
<b>説明</b>				
<p>私たちがよく知っているヘリコプターというと、普通、地面と平行の回転面をもつ大きなプロペラが機体の上部に付いている機体を思い浮かべます。このプロペラはメインローターとよばれ、ヘリコプターには欠かせないパーツであることはいうまでもありませんね。</p> <p>さて、ほとんどのヘリコプターの後部には、このメインローターとは別に、地面と垂直な回転面をもつ小さな回転翼が付いています(図1参照)。これはテールローターとよばれているものですが、ここでは、このテールローターが付いている理由を、ニュートンの運動の第三法則である「作用・反作用の法則」の観点から考えてみます。</p> <p>まず、メインローターの役割から考えていきましょう。ヘリコプターの主翼ともいえるメインローターは、鉛直上向きの揚力を発生させて機体を浮かせる役割を果たしています。ところが、いま仮にメインローターが反時計回りに回転するとした場合、ヘリコプターの胴体部分は、メインローターの回転に起因する反作用により、時計回りに回転する力を受けることとなります(図2( )参照)。</p> <p>これは、モーターの軸に取り付けたプロペラを手でしっかり押さえると、モーターのほうプロペラと逆向きに回転する現象に例えることができます。つまり、ヘリコプターのメインローターが回転することにより空気抵抗を受けますので、ヘリコプターの胴体部分は逆向きに回転する反作用を受けます。もちろん、ヘリコプターが着陸しているときには地面との静止摩擦係数が大きいため、簡単には機体は回転しませんが、ヘリコプターが一端離陸すると、機体はメインローターと逆向きに回転してしまいます。</p> <p>そこで、この問題を解消するために導入されている仕組みがテールローターです。テールローターがメインローターと同調して回転することにより、反作用による胴体の逆回転を相殺させているのです。さらに、テールローターの推力に意図的な強弱を付けて制御すると、機体が回転しようとする大きさが制御できますから、つまりはヘリコプターの機体を右に向けたり左に向けたりすることが可能となります。つまり、テールローターは、機体の方向を変える役割も果たしているのです。</p>				
(瀧陽一郎)				

## 添付図表

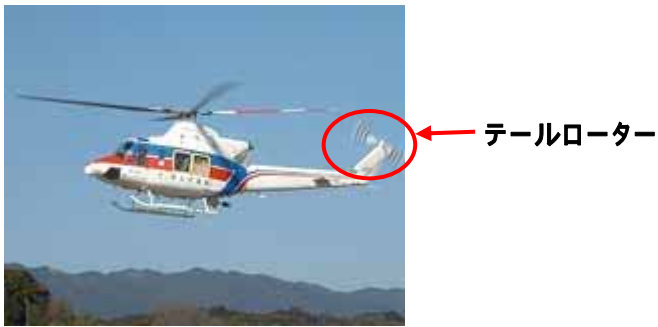


図1 ヘリコプターのテールローター  
 (写真：国土交通省中部地方整備局 HP より引用)

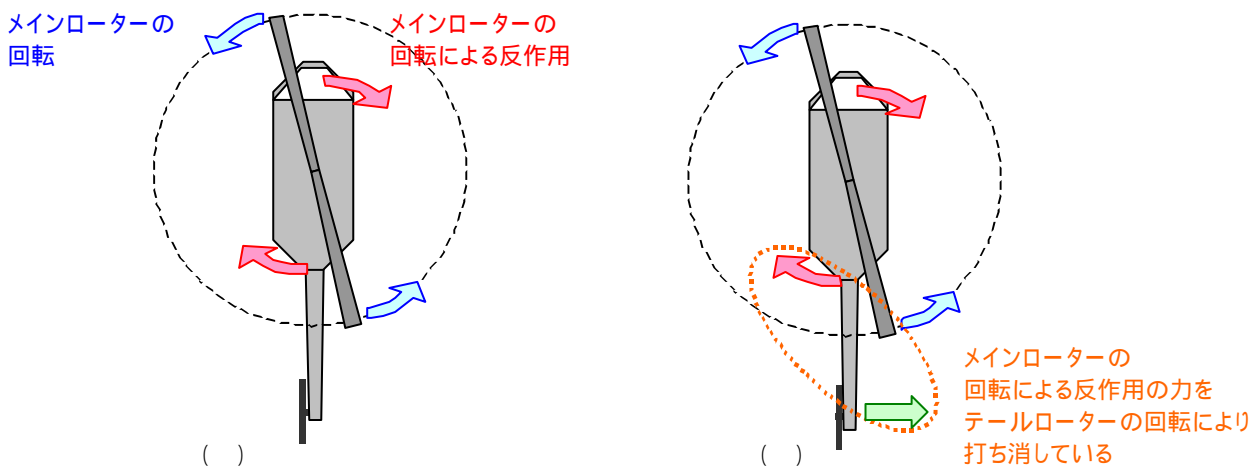


図2 メインローターの回転による反作用と、テールローターによる打ち消しのイメージ

## 出典情報

NHK 科学大好き土よう塾ホームページ

<http://www.nhk.or.jp/daisuki/galileo/onair20030628.html>

国土交通省中部地方整備局ホームページ (写真出典元)

<http://www.cbr.mlit.go.jp/cyuubu/earthquake/howto.htm>

		題材分類	高物	
題材主題	省エネ設計の地下鉄			
副題	地下鉄の設計思想を通して、位置エネルギーと運動エネルギーの変換を学ぶ			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(3) 運動とエネルギー ー	イ エネルギー	(イ) 運動エネルギー と位置エネルギー	
学習内容の キーワード	力学的エネルギー保存、運動エネルギー ー、位置エネルギー	活用場面の キーワード	地下鉄、省エネルギー	
<b>題材とその活用場面</b>				
地下鉄の設計思想に、位置エネルギーと運動エネルギーの変換法則が活用されています。				
<b>説明</b>				
<p>位置エネルギーと運動エネルギーの和である力学的エネルギーは保存されるという法則を学習しました。つまり、相対的に高い位置にある物体は、より低い位置に移動する際に、その位置エネルギーの減少分を物体の運動速度（運動エネルギー）に変化させているということです。また、摩擦や空気抵抗の無い理想的な状態であれば、この物体は速度を減少させながら、再び元にあった同じ高さまで上昇することができ、そこで停止します。ここで停止した物体は、位置エネルギーというかたちで、再び運動を開始できるエネルギーを蓄えているのです。このように、位置エネルギーと運動エネルギーを変換する原理が、地下鉄に応用されているのを知っていますか？</p> <p>ほとんどの地下鉄では、駅を出発すると車両は勾配を下り、駅が近くなると勾配を上りながら高度を上げ、上り切ったところが駅のホームになるという構造になっています。これを力学的エネルギーの保存則に基づいて考えると、図1のように、駅のホームを出発した車両は、勾配を下ることにより位置エネルギーを運動エネルギーに変換させて加速します。勾配を下り切っている状態では、位置エネルギーは最小であり、運動エネルギーが最大になっていると考えることができます。その後、次の駅が近づくと、線路は上り勾配となり、車両自体の動力により加速しない限り、車両はどんどん減速していきます。これは、運動エネルギーが位置エネルギーに変換されていることに相当します。駅は勾配を上り切った地点にありますから、駅で停車している間は、再び位置エネルギーを蓄えたと考えることができるわけです。もちろん、加速の際には、単純に位置エネルギーのみを動力源にしているわけではなく、地下鉄の車両自体の動力も利用して走行しますし、停車にはブレーキも利用しています。従って、完全な力学的エネルギー変換ではありませんが、加速や減速に使う電力量が節約されているのです。</p> <p>一方、地上を走る電車の場合は、地理的な環境などから、駅と線路の位置に高低差を付けることが容易でないことが多いため、地下鉄のような力学的エネルギー変換の原理を取り込むことが相対的に難しいようです。</p> <p style="text-align: right;">（瀧陽一郎）</p>				

## 添付図表

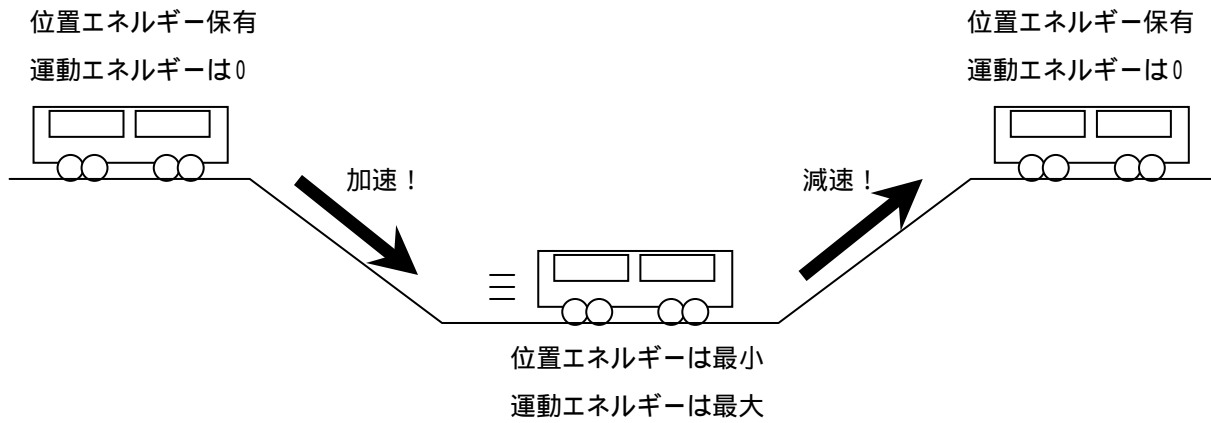


図1 力学的エネルギー変換のイメージ

## 出典情報



		題材分類	高物
題材主題	食事によるエネルギー（カロリー）摂取とダイエット		
副題	エネルギー収支による体重変化の考え方		
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目 備考
高校物理	(3) 運動とエネルギー ー	イ エネルギー	(オ) エネルギーの変換と保存
学習内容の キーワード	熱量、エネルギー、カロリー、エネルギー保存の法則	活用場面の キーワード	食事、運動、栄養、ダイエット
<b>題材とその活用場面</b>			
<p>人間は食事の摂取によりエネルギー（熱量；カロリー）を取得します。エネルギー収支（保存の法則）によれば、食事による摂取エネルギー＝エネルギーの体内蓄積（＝脂肪等の増加＝体重変化）＋運動等による消費エネルギーとなるので、食事や運動の量を調整することで体重を調整することができます。</p> <p>熱やエネルギーに関する学習が、食事を通じたエネルギー所要量やダイエットに活用されています。</p>			
<b>説明</b>			
<p>人が生活をする上で必要なエネルギーは適切な食事によって得られます。食事によるエネルギー摂取量は一般的にカロリー（＝熱量の単位）で表され、食事により得られた熱量をエネルギーに変えて生活活動を行っています。</p> <p>健康な人を対象として、健康の保持・増進、生活習慣病予防のために必要な標準的なエネルギー摂取量については、厚生労働省から「第6次改定 日本人の栄養所要量 - 食事摂取基準 - 」で知ることができます。これは平成12年度から16年度までの5年間適用され、平成17年度からは第7次改訂版を参考にすることになります。これにより、年齢、性別及び運動の度合い（生活活動強度）に応じた標準的なエネルギー所要量がわかります。</p> <p>高校生の年齢に当たる15歳～17歳の女性を例にとって考えた場合、身長基準値は157.8cm、体重基準値は51.4kg（表1参照）です。これらを基準とした場合のエネルギー所要量は、1日のうちの運動量によって異なるわけですが、「健康人として望ましいエネルギー消費をして、活発な生活行動をしている」生活活動強度（適度な）を考えた場合（表3参照）、1日当たり約2,200kcalのエネルギーが必要となります（表2参照）。</p> <p>ここで、ダイエットについて一般的な話をすれば、エネルギー収支（保存の法則）によると、食事によって摂取する1日のエネルギー量が1日のうちに消費するエネルギー量を上回れば体重は増加し、下回れば体重は減少するので、食事によるエネルギー摂取量を減らすか、それ以上の運動を行えば、体重は減少します。この原則を単純に考えた場合、運動をしなくても食事量を減らせば体重は減少することになりますが、体力の低下を防ぎ健康を増進させるためにも適度な運動は必要ですし、健康の保持のためにも適度な栄養素摂取のための食事が必要となります。15歳～17歳の女性の場合、タンパク質は65g/日、脂質は摂取エネルギーの25～30%の割合（脂溶性ビタミン、必須脂肪酸の摂取のため）、ビタミンC 90mg、カルシウム 700mg、鉄 12mgなどの摂取が必要です。表2で示されたような適度な食事によるエネルギーの摂取やタンパク質・脂質・ビタミン・ミネラル・水分等の摂取及び適度な運動によってダイエットを行うことが重要です。</p> <p>なお、食事で摂取したものは体内で糖及び脂肪の形で蓄積されますが、運動によって初めに消費されるのは糖であり、次いで20分以上の運動によって脂肪がエネルギーとして消費され始めます。したがって、脂肪を燃焼させるためのダイエット方法としては、1日当たり20分以上の運動を継続することが重要となります。</p> <p style="text-align: right;">（堤一憲）</p>			

題材分類	高物
------	----

## 添付図表

表1 年齢区分別 体位基準値

年齢 (歳)	身長(cm)		体重(kg)	
	男	女	男	女
0～(月)	61.7		6.4	
6～(月)	70.7		8.5	
1～2	83.6		11.5	
3～5	102.3		16.4	
6～8	121.9	120.8	24.6	23.9
9～11	139	138.4	34.6	33.8
12～14	158.3	153.4	47.9	45.3
15～17	169.3	157.8	59.8	51.4
18～29	171.3	158.1	64.7	51.2
30～49	169.1	156	67	54.2
50～69	163.9	151.4	62.5	53.8
70以上	159.4	145.6	56.7	48.7

表2 生活活動強度別 エネルギー所要量 (kcal/日)

年齢 (歳)	生活活動強度							
	I(低い)		II(やや低い)		III(適度)		IV(高い)	
	男	女	男	女	男	女	男	女
0～(月)	110～120kcal/kg							
6～(月)	100kcal/kg							
1～2	-	-	1,050	1,050	1,200	1,200	-	-
3～5	-	-	1,350	1,300	1,550	1,500	-	-
6～8	-	-	1,650	1,500	1,900	1,700	-	-
9～11	-	-	1,950	1,750	2,250	2,050	-	-
12～14	-	-	2,200	2,000	2,550	2,300	-	-
15～17	2,100	1,700	2,400	1,950	2,750	2,200	3,050	2,500
18～29	2,000	1,550	2,300	1,800	2,650	2,050	2,950	2,300
30～49	1,950	1,500	2,250	1,750	2,550	2,000	2,850	2,200
50～69	1,750	1,450	2,000	1,650	2,300	1,900	2,550	2,100
70以上	1,600	1,300	1,850	1,500	2,050	1,700	-	-
妊婦	+350 kcal							
授乳婦	+600 kcal							

表3 生活活動強度の区分(目安)

生活活動強度 と指数(基礎 代謝量の倍数)	日常生活活動の例		日常生活の内容
	生活動作	時間	
I (低い) 1.3	安静	12	散歩、買物など比較的ゆっくりした1時間程度の歩行のほか大部分は座位での読書、勉強、談話、また座位や横になったのテレビ、音楽鑑賞などを行っている場合。
	立つ	11	
	歩く	1	
	速歩	0	
	筋運動	0	
II (やや低い) 1.5	安静	10	通勤、仕事などで2時間程度の歩行や乗車接客、家事等立位での業務が比較的多いほか大部分は座位での事務、談話などを行っている場合。
	立つ	9	
	歩く	5	
	速歩	0	
	筋運動	0	
III (適度) 1.7	安静	9	生活活動強度II(やや低い)の者が1日1時間程度は速歩やサイクリングなど比較的強い身体活動を行っている場合や、大部分は立位での作業であるが1時間程度は農作業、漁業などの比較的強い作業に従事している場合。
	立つ	8	
	歩く	6	
	速歩	1	
	筋運動	0	
IV (高い) 1.9	安静	9	1日のうち1時間程度は激しいトレーニングや木材の運搬、農繁期の農耕作業などのような強い作業に従事している場合。
	立つ	8	
	歩く	5	
	速歩	1	
	筋運動	1	

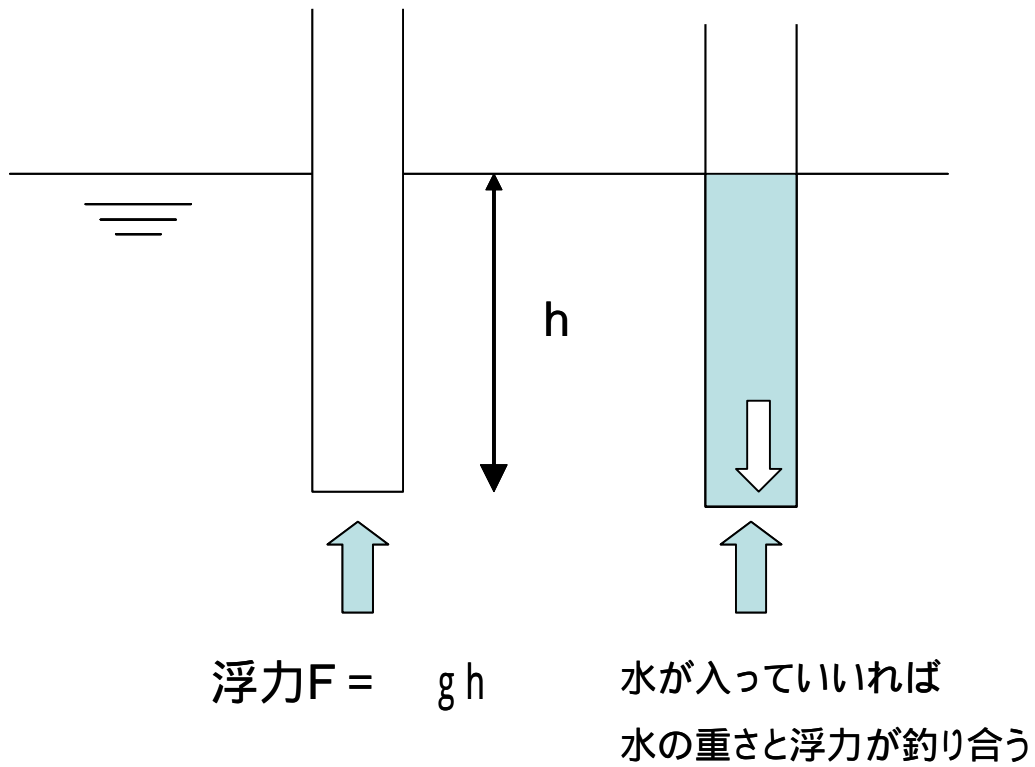
(以上、厚生省保健医療局生活習慣病対策室「第6次改定日本人の栄養所要量について」、  
[http://www1.mhlw.go.jp/shingi/s9906/s0628-1\\_11.html](http://www1.mhlw.go.jp/shingi/s9906/s0628-1_11.html) より)

## 出典情報

厚生省保健医療局生活習慣病対策室「第6次改定日本人の栄養所要量について」、以下より検索、URL：  
[http://www1.mhlw.go.jp/shingi/s9906/s0628-1\\_11.html](http://www1.mhlw.go.jp/shingi/s9906/s0628-1_11.html)

		題材分類	高物	
題材主題	浮力の正体			
副題	重たい人でも浮く理由			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(3) 運動とエネルギー —	ア 物体の運動	(ア) 日常に起こる物体の運動	
学習内容の キーワード	圧力、比重	活用場面の キーワード	浮力	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>人間は基本的に水に浮いて泳ぐことができます。洗面器を逆さまに伏せて沈めようとするとき大きな力が必要になります。この沈める時に必要な力が浮力です。浮力の元は周囲の圧力（水の中なら水圧、空気の中なら気圧）であり、これによって重たい鋼鉄の船でも水に浮くことができるのです。</p>				
<b>説明</b>				
<p>人間は基本的に水に浮いて泳ぐことができます。ボールを水に沈めようとするとき大きな力が必要になります。この沈める時に必要な力が浮力です。浮力を考える対象（ボール）がもし水と同じ密度（質量／体積）を持っていれば浮力は0です。水より密度が小さいものが水に入ると、同じ体積の水に働く重力より、軽い分だけ浮力が働きます。どんなに大きくて重いものでも、密度が水より小さければ、水に浮くことになります。また、水より重たい鉄でできた船でも中に空気を含んで、船全体の密度が水より軽ければ浮くことができます。</p> <p>浮力は上に持ち上げる力ですが、この力の元は圧力です、物体の下側の水や空気の圧力が浮力の源です。圧力は水の中やあるいは空気の中で、下に行くほど大きな圧力になります。これは上にある水や、空気の重さが下の水や空気に加えられるからです。また圧力はどの方向をとっても、深さが同じなら同じ大きさの力が働いています。だから物の下の面には上向きの圧力が掛ります。</p> <p>いま、非常に長いコップを沈めることを想像してみます。深く沈めるほど強い力が必要になります。これは深くなるほどコップの底に働く圧力（＝浮力）が大きくなるからです。この時の浮力はコップのためにどかされた水に働く重力と同じです。どかされた水の固まりは浮力とつりあってそこにあるはずだったのです。</p> <p>水の比重を <math>\rho</math> 重力加速度を <math>g</math> コップを沈めた深さを <math>h</math> コップの断面積を <math>a</math> とすると  水の重さは <math>a \times h \times \rho \times g</math>  コップの底の圧力は <math>a \times h \times \rho \times g / a = \rho gh</math> となります。</p>				
（山田秀幸）				

## 添付図表



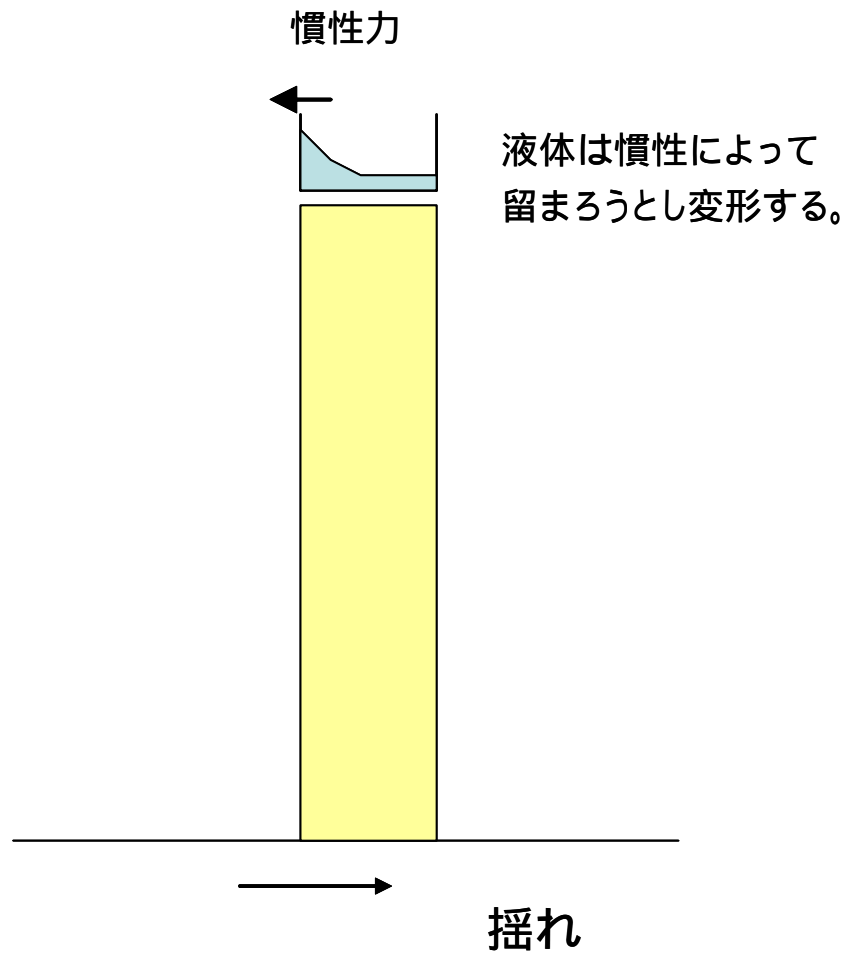
☒

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	揺れを弱める水槽			
副題	液体の慣性の利用			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(3) 運動とエネルギー —	ア 物体の運動	(イ) 運動の表し方	
学習内容の キーワード	流体 慣性	活用場面の キーワード	地震の制振	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>ビル等の上に大量の水(重い)を蓄えた水槽を設置すると、液体が自由に形を変えられる性質と、物体が動きの変化に抵抗しようとする性質(慣性)のため、地震などの揺れを弱める働きがあります。</p>				
<b>説明</b>				
<p>ビル等の上に大量の水(重い)を蓄えた水槽を設置すると、液体が自由に形を変えられる性質と、物体が動きの変化に抵抗しようとする性質(慣性)のため、地震などの揺れを弱める働きがあります。ビルが地震で大きく揺れようとしても、水槽の中の水は、変形し直ぐには動かないため、ビルの動きが抑制されます。</p> <p>これと同じ身近な例として、ゆで卵と生卵の簡単な見分け方があります。机の上で卵をコマのように手で回そうとすると、中身が固まっているゆで卵は簡単に回すことができますが、中身が自由に変形できる液体である生卵は、殻を回しても、中身は直ぐには回らないため卵は上手く回転しません。</p> <p>逆に一度回り始めた生卵は、手で回転を止めても中身が回転を続けているため、手を離すとまた回り始め、完全に止まるまで長い時間がかかります。</p> <p>液体は自由に変形できるため力を加えても、直ぐには動き出さず、まず変形することにエネルギーが使われます。振動は上下・左右など相反する異なる力が交互に働く現象なので、この影響を流体の変形に吸収することにより、その力の効果を打ち消し、弱めることができます。</p>				
(山田秀幸)				

題材分類 高物

## 添付図表



図

## 出典情報

流れの不思議 BlueBacks 講談社

		題材分類	高物	
<b>題材主題</b>	鈴虫の声と ADSL			
<b>副題</b>	一般的なアナログの固定回線電話の伝送周波数帯域と人間の声の周波数との関係を学ぶ			
<b>学習指導要領の 教科・科目</b>	<b>学習指導要領の大項目</b>	<b>学習指導要領の中項目</b>	<b>学習指導要領の小項目</b>	<b>備考</b>
高校物理	(2) 波	イ 音と光	(ア) 音の伝わり方	
<b>学習内容の キーワード</b>	音、周波数、声		<b>活用場面の キーワード</b>	電話、インターネット、ADSL
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>アナログ伝送方式の一般固定電話においてカットされている周波数帯域が、近年、家庭でインターネットを楽しむために普及している ADSL 技術に活かされています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>電話というと、最近では、携帯電話や、インターネットの技術を利用した IP 電話などとよばれるものなど、様々なものがあります。その中でも、普及率が最も高いのは、やはり私たちの家庭に設置してある一般回線の電話（アナログ伝送方式の固定電話網）です。私たちは電話によって相手と通話することができますが、これはつまり、音声をやりとりしているということです。電話とは、音声を相手に伝えることができる道具であるという事実は、疑いようがないことだと思います。</p> <p>ところが、この一般回線電話では、例えば、鈴虫の鳴き声が、通話相手に伝えられないということを知っていますか？その理由は、一般回線の電話が、300～3400Hz の範囲にある周波数の音のみを伝送するように設計されているからです。一方、鈴虫の鳴き声は 4000Hz 程度の周波数であり、一般的な電話が伝送可能である周波数の範囲外にありますから、通話相手には聞こえないのです。それではなぜ、伝送可能な周波数が 300～3400Hz の範囲に定められたのでしょうか？それは、人間が発する音声の周波数には個人差がありますが、何をしゃべったのかを判別するためであれば、3400Hz までの周波数が伝送できれば十分だからなのです。そして、高周波数帯の音声をカットすることにより伝達する情報が少なくてすみますから、その分、多くの人が同時に通話できるようになっているのです。</p> <p>なお、3400Hz 以上の周波数は通話相手にはカットされて伝送されるため、普段の通話相手の声と違って聞こえるという現象が起こります。皆さんも経験があるのではないのでしょうか。このように、電話というものが、実はフィルタとしての性質をもっていたのです。</p> <p>ところで、近年、家庭などで高速インターネットを実現する手段として、ADSL というものが普及していますが、この ADSL とは、通話では利用していない 3400Hz 以上の周波数領域を利用して、情報を伝送する技術なのです。また、インターネット技術を用いた電話である IP 電話においては、3400Hz 以上の音声も伝送できる電話が導入されつつあります。この場合、鈴虫の鳴き声も伝送できますね。</p>				
（瀧陽一郎）				

題材分類

高物

## 添付図表

## 出典情報

NTT 情報流通トラヒックサービス品質プロジェクト 公開情報 (<http://www.ntt.co.jp/qos/tools/words/>)



		題材分類	高物	
題材主題	“揺れを免れる”免震技術			
副題	建物の共振現象を回避するための免震技術			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理 II	(1)力と運動	イ 円運動と万有引力	(ア)円運動と単振動	
学習内容の キーワード	固有振動数、共振、運動エネルギー	活用場面の キーワード	建物、免震技術	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>物体の固有振動数と同じ振動数で力が加えられた場合、共振現象が起こります。建物の設計技術は、こうした共振現象による大きな揺れを小さくするために、発展してきました。その中のひとつに、最近、中低層マンションを中心に取り入れられている「免震技術」があります。建物と地面の間に免震装置を設け、建物に入力する運動エネルギーを大幅に低減させる設計技術です。</p> <p>共振現象に関する学習は、建物の揺れを抑える技術に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>物体には、物体固有の揺れやすい揺らし方があります。これが固有振動数です。固有振動数と同じ振動数で力を加えると共振現象を起こすことを学びました。地震と建物の関係に置き換えても同様に、建物の固有振動数と地震の振動数が一致すると、共振現象により建物が大きく揺れます。地震の主な揺れは、1秒間に1~2回、つまり1~2Hzの振動であることが分かっています。ほとんどの中低層建物の固有振動数は、これに該当するため、地震時に大きな被害が発生する危険性があります。</p> <p>地震の影響を免れるための究極の方法は、建物を地面と独立に切り離すことです。こうしたアイデアに基づく面白い技術が「免震技術」です。</p> <p>従来の耐震技術は、建物を堅くすることで、地震の被害を低減しようとしてきました。一方、免震技術では逆に建物を柔らかくします。「本当に柔らかくしていいの？」と不安に思うかもしれません。しかし柔らかくすることで、固有振動数は0.3~0.5Hz程度まで小さくなるため、地震波の振動数とは大きく異なるため、共振現象を回避することができます。</p> <p>免震技術とは、建物と地面の間に“柔らかいゴムの草履”のような装置を設けています。具体的に見てみましょう。厚さ数ミリのゴムと鋼板を何段も重ね合わせた「積層ゴム」というものが用いられています。鋼板は建物の重量を支える役割、ゴムは水平方向の可動性を高める効果をもたらします。装置の仕組みにはこの他にもいろいろあります。球体が受け皿をころころと転がることで、建物へ入力する運動エネルギーを低減する方法も開発されています。</p> <p>最近では中低層ビルを中心に、免震技術を取り入れるケースが増えています。かつての「揺れに耐えるための耐震」から「揺れを免れるための免震」へ、設計技術の中心は変わりつつあります。地面と建物を切り離す…こうした画期的な技術は、意外とシンプルな視点から生まれてくるものですね。</p>				
(吉元怜毅)				

## 添付図表

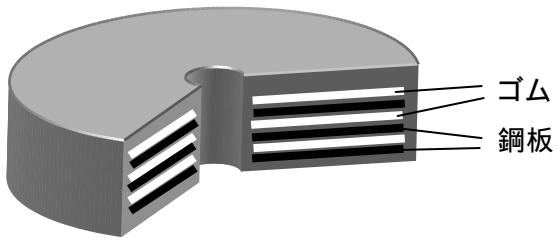


図1 免震装置（例：積層ゴム）

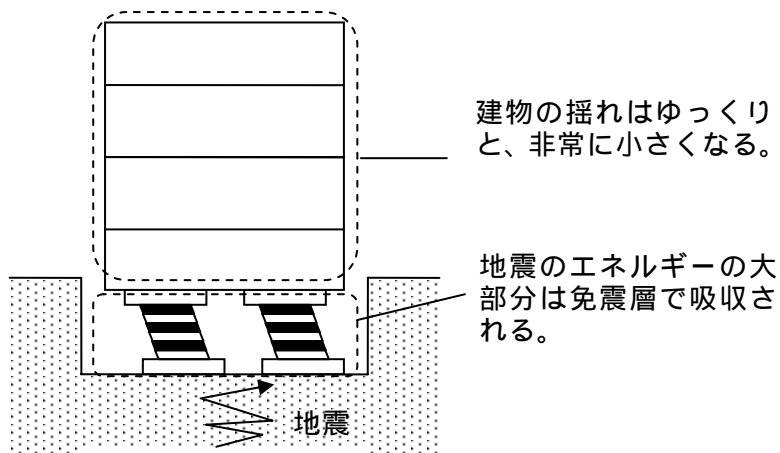


図2 免震構造物

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	“揺れを制する”制震技術			
副題	建物の共振現象を抑えるための制震技術			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理 II	(1)力と運動	イ 円運動と万有引力	(ア)円運動と単振動	
学習内容の キーワード	固有振動数、共振、運動エネルギー	活用場面の キーワード	建物、制震技術、パッシブ制震、アクティブ制震	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>物体の固有振動数と同じ振動数で力が加えられた場合、共振現象が起こります。これは建物についても同様です。都心部やオフィス街で見かける一部の高層ビルには、建物の揺れを抑えるための「制震技術」が取り入れられています。高層ビルの上層階では、地震だけでなく風や交通等による日常的な振動に対しても大きな影響を受けるため、これらによる共振現象を抑える制震技術が重要だといわれています。</p> <p>共振現象に関する学習は、建物の揺れを抑える技術に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>物体には、物体固有の揺れやすい揺らし方があります。これが固有振動数です。固有振動数と同じ振動数で力を加えると、共振現象を起こすことを学びました。地震と建物の関係に置き換えても同様で、建物の固有振動数と地震の振動数が一致すると、建物が共振現象を起こすため、揺れが大きくなります。ここでは、建物の大きな揺れを抑えるための技術として注目されている「制震技術」について紹介します。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ パッシブ（受動的）制震 重りが自然に揺れる運動エネルギーによって、建物の振動を抑える技術です。例えば、屋上に設置された空調設備やヘリポート等を重りとして活用した制震技術があります。水槽内の水が揺れ動くことを利用した仕組みもあります。重りは、建物の固有振動数と同調して振動するよう設計されます。</li> <li>・ アクティブ（能動的）制震 センサーで計測された建物の振動に応じて、外部から力を加えて建物の振動を抑える技術です。建物の振動を抑えるための計算をコンピュータで行い、その信号がアクチュエータ（動力を発生させる駆動装置）に送られ、重りが駆動する仕組みとなっています例えば、重りが常に建物の揺れと逆方向に振動するよう力を加えることも、アクティブ制震技術のひとつです。</li> </ul> <p>最近、都市部やオフィス街の一部の高層ビルを中心に、こうした制震技術を取り入れるケースが増えていきます。かつての「揺れに耐えるための耐震」から「揺れを制するための制震」へ、高層建物の設計技術の中心は変わりつつあります。</p> <p>大地震が発生する危険性は年々高まっているといわれていますが、被害を少なくするには、こうした制震技術が普及することが大切ですね。</p>				
				（吉元怜毅）

添付図表

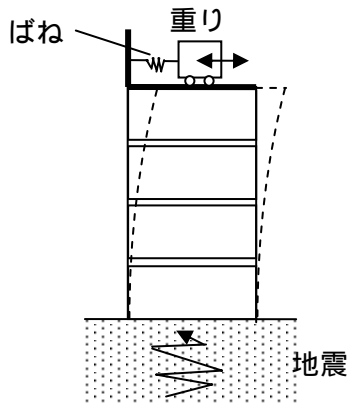


図1 パッシブ制震

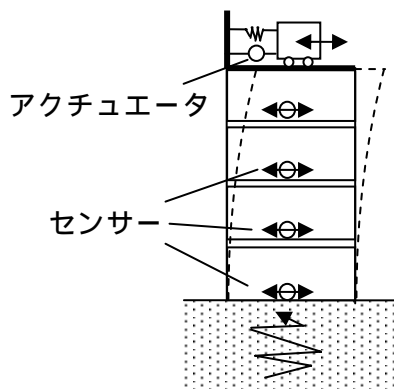


図2 アクティブ制震

出典情報

		題材分類	高物
題材主題	遠心力で体重が軽くなる！？		
副題	利用地域によって体重計が異なる理由を理解する		
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目 備考
高校物理	(1) 力と運動	イ 円運動と万有引力	(イ) 万有引力による 運動
学習内容の キーワード	重力、遠心力、万有引力、緯度	活用場面の キーワード	体重、体重計、赤道、北極、南極
<b>題材とその活用場面</b>			
地球の自転による遠心力の影響が、体重計を使用地区別に分ける必要がある理由として考慮されています。			
<b>説明</b>			
<p>普段、私たちが何気なく使っている体重計には、北海道地区用、沖縄地区用など、使用する地域に基づく種類があるのを知っていますか。この理由を、地球の自転による遠心力の作用に基づいて考えてみましょう。</p> <p>地球上における重力とは、図1のように、(万有)引力と遠心力との合力であることを学習しました。ここでいう遠心力とは、地球の自転によって発生する力です。まず、地球と人間の間に作用する引力は、地球の質量と人間の質量に比例し、両者の重心間の距離(この場合は、地球の半径として考えます。)に反比例します。この距離は、地球が正確な球形ではなく赤道方向に膨らんだ楕円状であることや、地上にも山や谷の起伏があることから、一定の値にはなりません。ここでは簡略化のために、一定であると仮定します。地球と人間の質量は変化しないものとするれば、地球と人間の間に作用する万有引力は、地球上のどの地点でも変わらないこととなります。</p> <p>一方、遠心力を <math>F</math>、回転半径を <math>r</math>、回転半径上にある物体(例えば人間)の質量を <math>m</math>、角速度を <math>\omega</math> とすると、<math>F = m r \omega^2</math> で与えられることから、回転半径 <math>r</math> が小さいほど、遠心力 <math>F</math> は小さくなります。図2より、<math>\theta</math> の位置にいる人にはたらく遠心力が最も大きく、緯度の高い方(北極または南極に近い方)に行くほど回転半径が小さくなるため、<math>\theta</math> の位置の順に遠心力が小さくなることがわかります。遠心力は引力と逆向きの成分をもっているため、遠心力が小さくなるほど、引力を打ち消す力の作用が小さくなります。このことは、遠心力との合力である重力が大きくなることに他なりません。つまり、高緯度に行くほど、同じ人が同じ体重計を用いて体重を測っても、体重が大きくなってしまいます。</p> <p>この問題を解消するために、体重計を使用する位置の緯度に基づいた体重計の調整が必要になるのです。事実、体重計だけでなく、高精度の質量測定が可能な電子秤などでは、たいていの場合、使用地区に基づく設定が必要となります。なお、日本国内での重力加速度の違いをみると、札幌：9.805、仙台：9.801、東京：9.798、大阪：9.797、鹿児島：9.792 というように、緯度が低いほど重力加速度が大きくなっていることがわかります。</p> <p style="text-align: right;">(瀧陽一郎)</p>			

## 添付図表

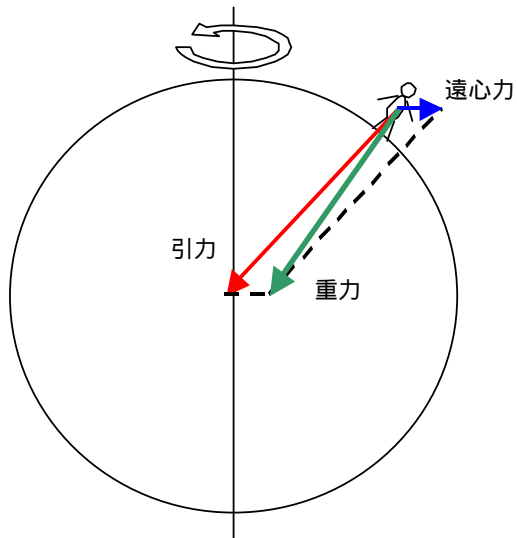


図1 引力、遠心力、重力の関係

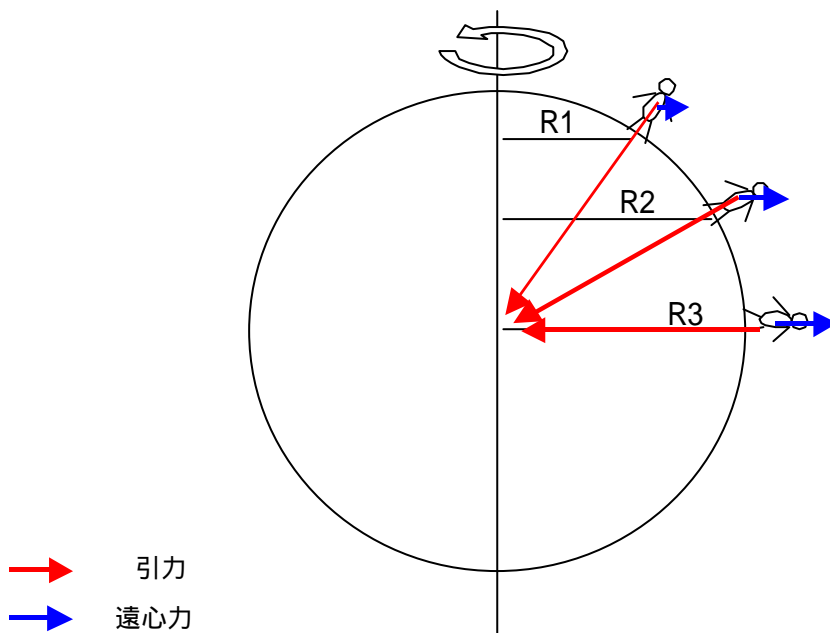


図2 地球上の位置に基づく遠心力の違い

## 出典情報

株式会社島津製作所ホームページ

<http://www.shimadzu.co.jp/balance/hiroba/bean/bean06.html>

		題材分類	高物		
題材主題	エレキギターの物理				
副題	ピックアップに利用されている電磁誘導				
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考	
高校物理	(2) 電気と磁気	イ 電磁誘導と電磁波	(ア) 電磁誘導		
学習内容の キーワード	電磁誘導、コイル、磁石、磁場、振動 数、周波数	活用場面の キーワード	音楽、楽器、エレキギター、ピックア ップ		
<b>題材とその活用場面</b>					
<p>一般的なエレキギターは、電力を利用しないアコースティックギターと異なり、「ピックアップ」と呼ばれる装置で弦の振動を捉え、それを電力で増幅させることにより大きな音を出すことができますが、この「ピックアップ」には、電磁誘導の原理が巧みに利用されているのです。</p>					
<b>説明</b>					
<p>一般的なエレキギターは、ボディ側の弦の節付近に、「ピックアップ」と呼ばれる装置が付いています(図1の赤枠部分は、ピックアップがユニットとしてまとめられた部分を示しています)。多くのギターでは、このピックアップは弦1本につき1個ずつ対応付けられています。なお、ここで説明するギターの弦は、スチールなどの導体でできているものを対象とします。</p> <p>ピックアップの基本的なモデルは、図2のように永久磁石にコイルを巻きつけたものであり、ギターの弦は磁石に接しないように位置しています。永久磁石からは常に一定方向に磁界が発生しており、この磁界によって、ギターの弦も常に磁化されていることとなります。</p> <p>さて、エレキギターの弦をはじいた場合、この弦とピックアップがどのような作用をするのか考えてみましょう。</p> <p>弦が指によってはじかれると、永久磁石により磁化された弦が振動しますが、これはピックアップに磁石を近付けたり離したりしていることと同じ作用をもたらします。つまり、ピックアップ周辺の磁場を変化させるのです。ピックアップ周辺の磁場に変化が生じると、電磁誘導により、ピックアップの永久磁石に巻きつけてあるコイルに誘導電流が流れます。ここで、仮に弦が1秒間に440回振動したとすれば、磁界の変化も同じ回数で発生しますから、結果的に誘導電流が1秒間に440回流れます。この電流をアンプで増幅してスピーカーから出すと、弦の振動数と対応した周波数の音が出ることとなります。この場合は、440Hzの音、つまり「ラ」の音が出ることとなります。</p> <p>また、弦を強くはじけば、弦の振れ幅が大きくなりますから、磁界の変化も大きくなります。つまり、誘導電流も大きくなるのですから、その電流をアンプでさらに増幅させれば、結果的に大きな音を出すことができるというわけです。</p> <p>このように考えると、ギターの弦の材質やピックアップを構成する永久磁石の特性などが、すべてギターの音色を左右しているということも理解できるでしょう。</p>					
(瀧陽一郎)					

## 添付図表



図1 ピックアップユニット部の位置

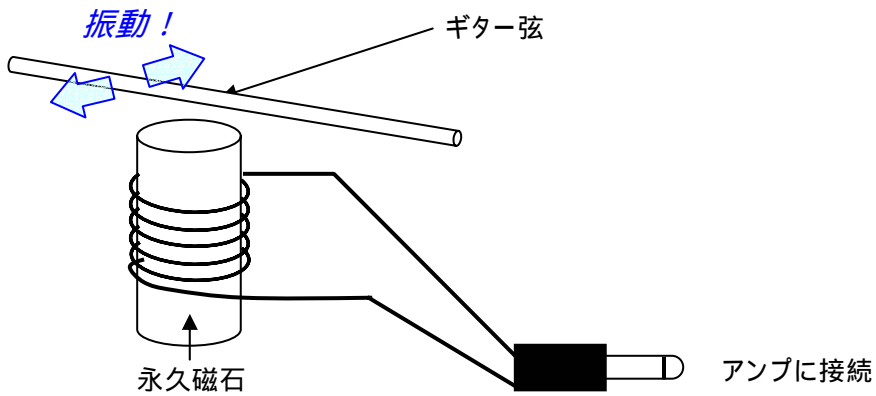


図2 ピックアップのイメージ図(弦1本に対して、ピックアップ1個のモデル)

## 出典情報

なし



		題材分類	高物	
題材主題	火災を早期に発見する			
副題	火災の特徴を理解し、被害防止に役立てる。			
学習指導要領の教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(3) 物質と原子	ア 原子、分子の運動	(ア) 物質の三態	
小学理科 6年	B 物質とエネルギー	(2) 燃焼の仕組み	ア 植物体の燃焼と酸素・二酸化炭素	発展的学習
学習内容のキーワード	熱膨張、シャルルの法則、光、イオン、電流	活用場面のキーワード	感知器、警報設備、住宅、集客施設	
題材とその活用場面				
<p>火災を早期発見するための警報設備として、感知器があります。学校やレストランなどの天井をみると、丸い突起物があることに気が付くでしょう。これは、火災によって発生する煙や熱などを感知して警報を鳴らして知らせる装置です。感知器には煙感知器や熱感知器などいろいろな種類がありますが、それぞれ目的に応じて使用されています。火災は熱と煙を発生すること、熱は空気を膨張させること、煙は光を遮断することなど火災の原理について理解することが、防火対策に役立てられています。</p>				
説明				
<p>教室や廊下の天井を見渡すと、図1右側の装置に似た丸い突起物があるでしょう。これは、火災の発生を感知し、自動的にアラームを鳴らす「火災感知器」という装置です。火災感知器は、火災を早期発見するためには欠かせない装置であり、法律に基づいて設置が義務づけられています。</p> <p>火災感知器といってもいろいろな種類があります。たとえば、熱を感知するもの、煙を感知するもの、炎を感知するものなどがあります。台所やレストランの厨房などでは料理で煙が出ますので、煙感知器を付けてしまうとしょっちゅう警報が鳴ってしまいます。また、サウナなど暑くなる部屋には熱感知器は設置できません。このように、火災の特徴が煙や熱など複数の現象を発生するという特徴を理解し、適切な方式の感知器を設置することが必要になります。ここでは、代表的な熱感知器と煙感知器の原理を見ていきましょう。</p> <p>熱感知器は文字通り火災によって発生した熱を利用した感知器です。熱により空気の温度が上昇すると、シャルルの法則より空気の体積が膨張します。したがって、感知器の近くで空気の膨張が発生した場合には、圧力変化が生じますので、その圧力の変化が基準値を超えた場合に火災であると判断します(図2)。また、直接温度の上昇を感知し、一定温度以上になった場合に警報を発するものもあります。住宅では、前者はリビングや居間に、後者は台所などに設置されます。</p> <p>一方、煙感知器は、煙が感知器に到達したときに、受光部が受ける光の変化を感知して火災であると判断します(図3)。</p> <p>このように、火災という現象を理解し、複数の特徴があることを利用して、目的にあった装置の開発が進められています。</p>				
				(大熊裕輝)

添付図表

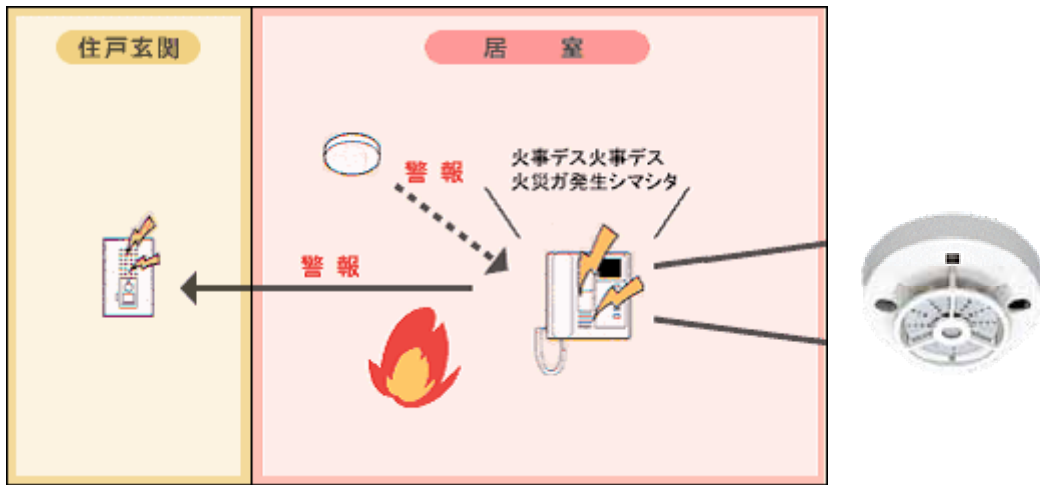


図1 火災感知器の役割



図2 熱感知器の原理



図3 煙感知器の原理

出典情報

(社)リビングアメニティ協会ホームページ (<http://www.alianet.org/homedock/interphone/2-2.html>) , 2005.3.

		題材分類	高物	
題材主題	ケータイのアンテナは長いほうがよい？			
副題	携帯電話の通信周波数に基づき理想的なアンテナの長さを求める			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 電気と磁気	イ 電磁誘導と電磁波	(イ) 電磁波	
学習内容の キーワード	電波、電磁波、波長、周波数、速度	活用場面の キーワード	携帯電話、アンテナ	
<b>題材とその活用場面</b>				
電波の周波数、波長、速度を利用することにより、携帯電話の理想的なアンテナの長さを計算してみる。				
<b>説明</b>				
<p>皆さんは携帯電話を使うとき、アンテナを伸ばしますか？直感的には、携帯電話のアンテナの長さが長いほど通話状態がよくなるような気がします。実際はそうではなく、携帯電話が受信する電波の波長ごとに理想的なアンテナの長さがあるのです。</p> <p>ここでは、電波の波長を実際に計算することにより、電波を効率よく受信できるアンテナの長さがどの程度なのかを考えてみます。</p> <p>現在、携帯電話に利用されている主な周波数帯は、通信会社などによって、800M(8.0×10<sup>8</sup>)Hz帯、1.5G(1.5×10<sup>9</sup>)Hz帯、2.0G(2.0×10<sup>9</sup>)Hz帯などがあります。なお、「周波数帯」と表現しているのは、800MHzなど、ピッタリの周波数を利用しているわけではなく、810MHz～958MHzといった具合に、その周波数付近の範囲に含まれる周波数の電波を利用しているからです。以下では、主に現在利用されている周波数帯である800MHzで計算してみます。</p> <p>まず、電波の速度を <math>v</math>[m/s]、周波数を <math>f</math>、波長の長さを <math>\lambda</math> でそれぞれ表すと、次の式が成り立ちます。</p> $v[\text{m/s}] = f[\text{Hz}] \times \lambda[\text{m}] \dots$ <p>電波も光も電磁波の一種ですから、電波の速度は光と同じであり、<math>v = 3.0 \times 10^8</math> [m/s]です。</p> <p>従って <math>\lambda = (3.0 \times 10^8) \div (8.0 \times 10^8)</math> となることから、<math>\lambda = 0.375</math> [m] (37.5 [cm]) が得られます。ここで、ある電波を効率よく受信できるアンテナの長さは、一般的に波長の2分の1や4分の1程度であり、特に携帯電話の場合は、4分の1波長のアンテナが多く利用されています。その結果、<math>37.5 \div 4 = \text{約} 9.4</math> cm となります。なお、正確にいうと800MHz帯の周波数が810MHz～958MHzであることから、先に計算した9.4cmより多少短いアンテナがよいということになります。</p> <p>携帯電話のメーカーによりアンテナの長さに若干の違いがあり、また最近ではアンテナが伸びず、本体に内蔵されているタイプの携帯電話も出てきていますが、皆さんもアンテナの長さを実際に測ってみたいかができるでしょうか。また携帯電話に限らず、例えばFMラジオ用の室内アンテナの理想的な長さも同様にして計算できます。</p>				
(瀧陽一郎)				

添付図表

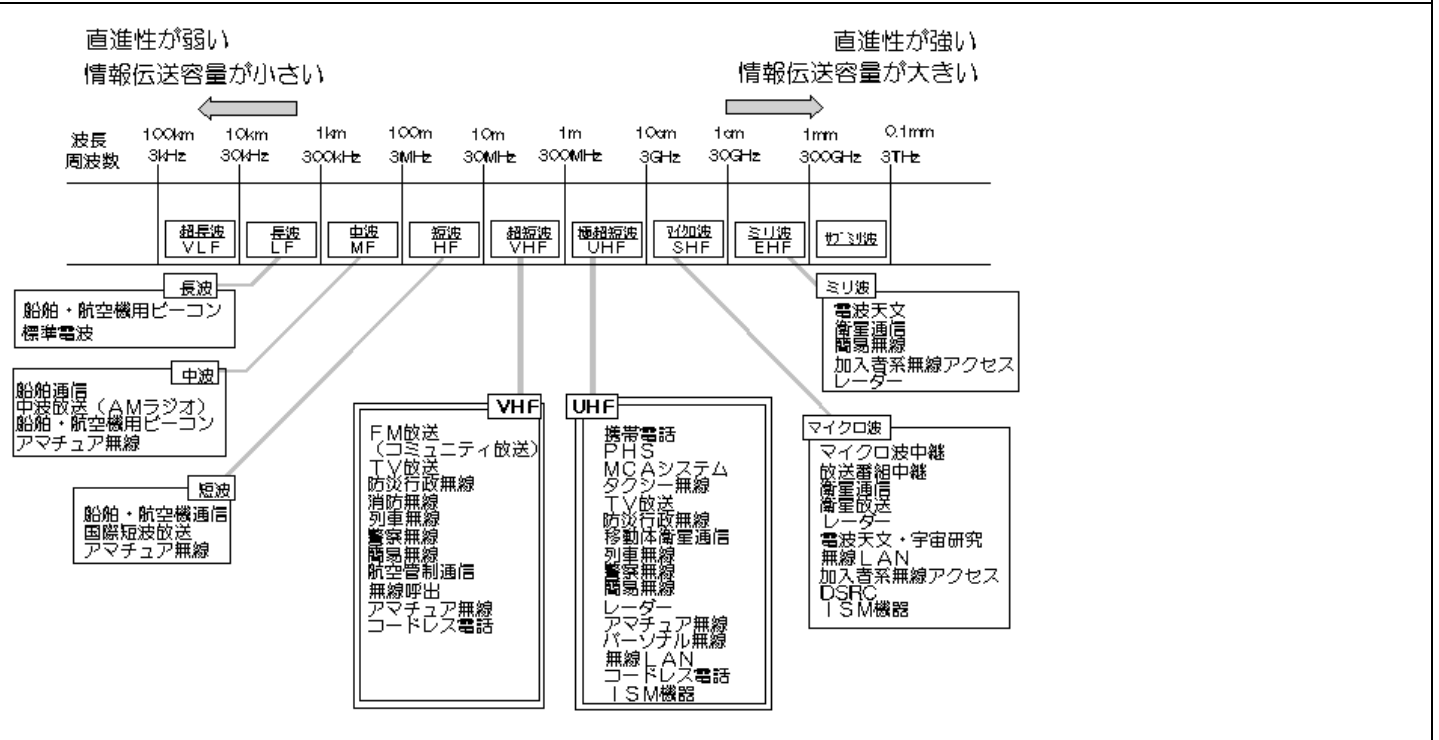


図 1 周波数帯別に見る電波利用の現状 (総務省ホームページより引用)

出典情報

総務省ホームページ 我が国の電波の使用状況  
<http://www.tele.soumu.go.jp/search/myuse/use0410/335m.pdf>

		題材分類	高物	
題材主題	振動を測るセンサ技術			
副題	電磁力を活用した加速度センサによる振動計測			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理 II	(1) 力と運動	イ 円運動と万有引力	(ア) 円運動と単振動	
高校物理 II	(2) 電気と磁気	ア 電界と磁界	(イ) 電流による磁界	
学習内容の キーワード	振動数、加速度、慣性の法則、ローレンツ力	活用場面の キーワード	地震観測、構造物の検査・診断、機械の快適かつ安全な設計	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>わたしたちの生活を支える機械や構造物の設計・加工には、振動を計測するセンサ技術が生かされています。地震観測、建築・土木構造物の検査や診断、機械設備の異常診断、輸送車両の走行実験や衝突安全試験、半導体露光装置における超精密加工、航空・宇宙構造物の姿勢制御など、実にさまざまな場面で、高精度な計測技術が求められます。</p> <p>計測技術で重要となるポイントは、外部から与えられる運動を電気エネルギーに変換し、数値化することです。電磁力の学習は、振動を計測するセンサ技術に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>皆さんの身の回りの多くの機械や構造物には、振動を計測するセンサ技術が生かされています。</p> <p>「昨夜午前1時頃、地域で震度5強の地震が発生しました」というニュースを時々目にします。ここでいう震度とは、日本各地に設けられたセンサ観測網の計測結果を元にして決められています。また電車の走行実験や車の衝突安全試験でも、技術者たちはセンサによる計測結果を踏まえて、より快適かつ安全な設計を目指しています。</p> <p>それでは具体的に、加速度はどのように計測しているのでしょうか。</p> <p>一般的な加速度センサの内部は、ばね、導体のおもり、サーボ増幅器（振動によって生じるおもりの動きを絶えず平衡状態に保とうとする電気回路）から成り立ち、次のような流れで加速度を計測します。</p> <p>物体に力が加わり、物体に貼り付けたセンサにも加速度がかかります。</p> <p>センサに加速度が生じても、慣性の法則により内部のおもりは静止し続けようとするため、センサ全体とおもりとの間に、相対的な変位が生じます。</p> <p>位置検出器によって、この相対変位を検出します。導体のおもりと位置検出器はコンデンサを構成し、蓄えられる電気エネルギー（静電容量）と、間の距離（ギャップ）とは反比例の関係が成り立ちます。従って静電容量を計測することで、相対変位を求めることが可能です。</p> <p>検出された相対変位はサーボ増幅器で増幅され、おもりの動きを平衡状態に保つための電流がコイルに供給されます。このときの電圧を読み取ることにより、そのときの加速度が計測されます。</p> <p>このコイルは永久磁石による磁界中にあるため、ローレンツ力が発生し、おもりの変位を元に戻します。</p> <p>計測技術で重要となるポイントは、外部から与えられる運動を電気エネルギーに変換し、数値化することです。わたしたちの生活を支えるセンサ技術には、皆さんが既に学習した「電磁力」に関するさまざまな原理が生かされているのです。</p>				
（吉元怜毅）				

## 添付図表

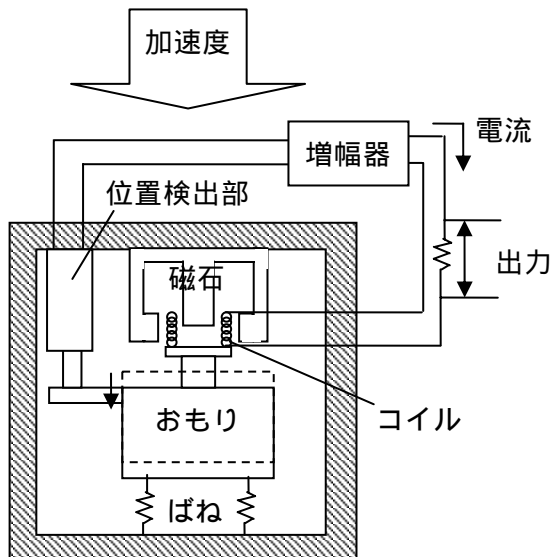


図1 センサによる加速度計測

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	電気・機械エネルギー変換			
副題	圧電材料を活用した電気・機械エネルギー変換			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理 II	(1) 力と運動	イ 円運動と万有引力	(ア) 円運動と単振動	
高校物理 II	(2) 電気と磁気	ア 電界と磁界	(ア) 電荷と電界	発展的学習
学習内容の キーワード	機械エネルギー、電気エネルギー、磁気	活用場面の キーワード	精密加工、航空宇宙分野、スマート材料	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>近年のめざましい科学技術の発達により、さまざまな電子機器がわたしたちの生活を支えています。多くの製品では、機械エネルギーと電気エネルギーの相互変換が活用されています。外部から与えられた力を電気信号に変換したり、加えられた電圧を動力に変換したりすることが必要なためです。</p> <p>「圧電材料」も、その電気・機械エネルギー変換を実現するための1つの材料です。</p> <p>電気、磁気、機械に関する学習は、身の回りのさまざまな電子機器に活かされています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>水晶の単結晶やチタン酸バリウムなどの物質には、力やひずみを加えるとその表面に電荷が発生する圧電効果と、それとは逆に電圧を加えると力やひずみが発生する逆圧電効果の特徴があります。前者は機械エネルギーを電気エネルギーに、後者は電気エネルギーを機械エネルギーに変換する機能に相当するため、圧電材料は様々な製品に使われているのです。</p> <p>圧電材料を活用したセンサ・アクチュエータ技術について紹介します。</p> <p><b>圧電センサ</b></p> <p>圧電センサでは、センサに加えられた加速度や速度に比例した電気信号を出力する圧電効果を活用しています。高感度・小形・高強度のため、精密工学分野や航空宇宙分野の数 Hz から数 kHz の高い振動数領域における振動計測に用いられています。また圧電センサは固有振動数が高く、大きな信号を検出することができるため、石油タンク、原子炉、パイプラインなどの変形・割れのチェックにも用いられます。</p> <p><b>圧電アクチュエータ</b></p> <p>圧電アクチュエータでは、加えられた電圧に比例した力を発生する逆圧電効果を活用しています。発生させることのできる変位量は小さいものの、応答速度が非常に速いことから、半導体製造などの精密加工時の位置補正、超音波清浄器、超音波加湿器などに用いられています。</p> <p>最近では、圧電センサや圧電アクチュエータを航空機や人工衛星の機体に埋め込み、飛行中に生じた損傷を自動的に検出する「スマート材料」の研究開発も進められています。圧電アクチュエータにより振動を発生させ、圧電センサにより信号計測し、もしも機体に損傷があれば、その位置と度合いを瞬時に検出する そんな次世代材料が皆さんの目の前に現れるのは、そう遠い未来の話ではなさそうです。</p>				
(吉元怜毅)				

## 添付図表

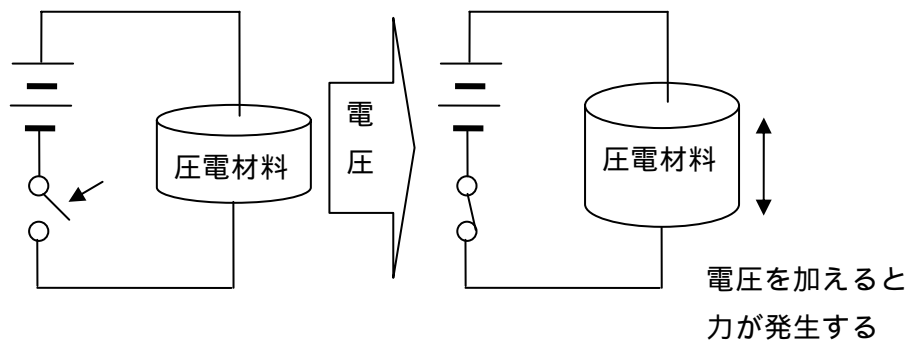


図1 逆圧電効果を利用した圧電アクチュエータ

## 出典情報



		題材分類	高物	
題材主題	電磁気学的な地震予知			
副題	地震による岩石破壊などによる電磁界変動を観測することで地震を予知する			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 電気と磁気	イ 電磁誘導と電磁波	イ 電磁波	
高校地学	(1) 地球の構成	イ 地球の内部	イ 火山と地震	
学習内容の キーワード	電磁気、電流、電磁波、断層、地震	活用場面の キーワード	地震予知	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>地震は断層の運動によって発生します。断層が動く際には地殻を構成している岩石に力が集中し、岩石破壊現象が起こります。この岩石破壊現象に伴い、岩石から電流・電磁波が発生し、大地の電位差が発生したり地磁気異常が起こったりするといわれます。これらの電磁気現象を計測することで電磁気学的な視点から地震予知を行おうと研究が進められています。</p> <p>電磁界変動といった電磁気の学習が地震予知研究に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>電磁気学的な地震予知は日本をはじめ、ギリシャ、ロシア、中国、アメリカなどで研究が進められています。地震が発生する前には岩石破壊現象などによって直前に前兆現象が起こることが考えられ、それをキャッチすることで地震予知による被害軽減を図ろうとすることが目的です。</p> <p>その電磁気学的な地震予知研究の一例として、ギリシャで地震予知に成功したとされている VAN 法があります。VAN 法はギリシャの3人の研究者 (Varotsos, Alexopoulos, Nomikos) の頭文字から名付けられたものであり、複数の地点で地中を流れる地電流観測を行って、何地点かの地電流変化を検出することで震源位置やマグニチュードを地震発生前に推定し予知を行おうとする方法です。1985 年以降からは前兆現象が観測された場合にはギリシャ政府に知らせるようになっていきます。気象庁地磁気観測所(2002)によれば、「VAN 法の予知がどの程度成功しているかについては、成功率 (=成功予知数/予知数)・警告率 (成功予知数/地震数) 等の統計手法、定義によって多少異なりますが、いずれもほぼ 60%程度と報告されている」とのことです。しかし、VAN 法自体もまだ研究段階であり、必ずしも現段階では世界的に認められた地震予知方法というわけではありません。また、日本では電車、高圧線などの人工的なノイズが多いため、ノイズ除去のための研究も併せて行われています。</p> <p>また、1995 年兵庫県南部地震の際は、地震発生直前に地中だけでなく、大気中の電磁場の変化による様々な電磁波異常が観測されています。電離層電子密度が地震前に変化し、本当は届くはずのない遠くの FM 放送局からの電波が電離層で反射して届いた事例があったことから、こうした電磁波の伝播状況の変化を観測するなどの地震予知研究も行われています。</p> <p>ただし、以上のような電磁気現象と地震との関連についての詳細なメカニズムは、まだほとんどが解明されていないのが現状です。現在、このような電磁気学的な地震予知研究が気象庁、国土地理院、科学技術研究所及び大学をはじめとする様々な機関で精力的に進められています。</p> <p>このように、電磁気の学習が地震予知研究に活用されているのです。</p>				
( 堤一憲 )				

## 添付図表

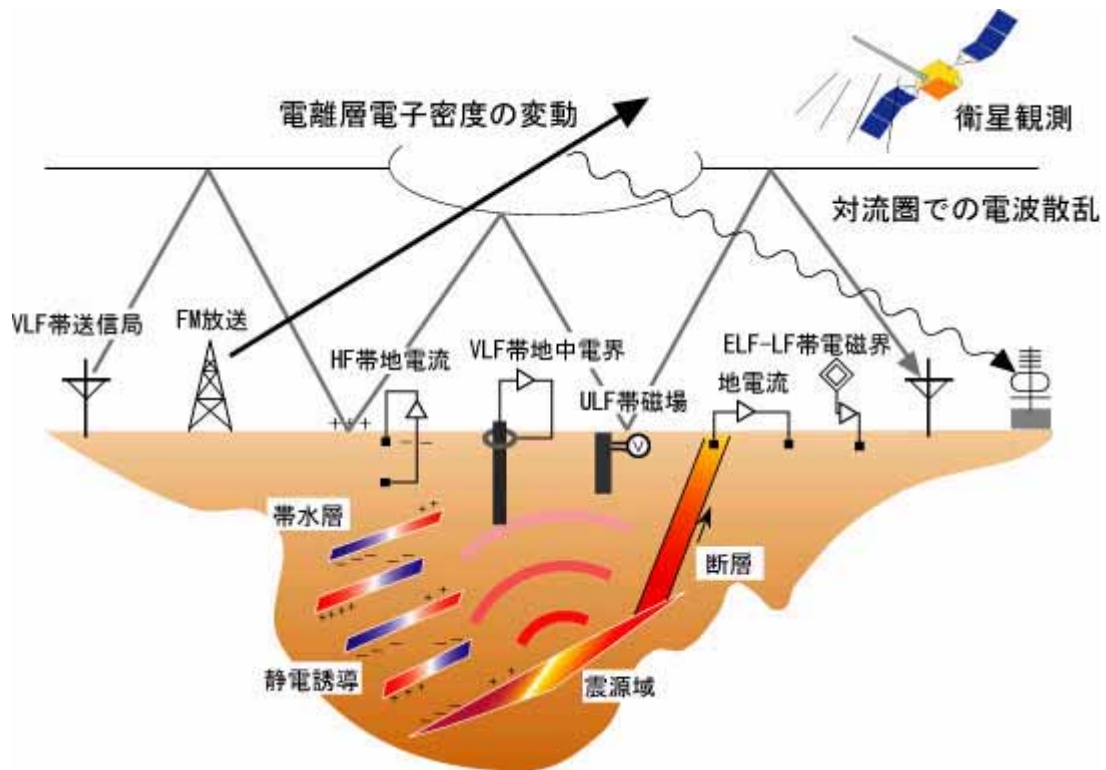


図1 電磁気学的な地震予知研究の模式図

(出典：<http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj/nai furu/vol41/EMmethodJ.jpg>)

地震直前の電磁気学的な前兆現象を捉えることによる地震予知研究が日本をはじめ、ギリシャ、ロシア、中国、アメリカなどで進められています。

## 出典情報

長尾年恭 (2004) 「電磁気学的な地震予知研究の現状と課題」『なみふる』, 第 41 号, pp.6-7, (社)日本地震学会, 以下より検索, URL: <http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj/nai furu/vol41/v41p6.html>

気象庁地磁気観測所 (2002) 『活断層における地震予知技術開発のための地電流等観測報告書』, 気象庁地磁気観測所, 以下より検索, URL: [http://www.kakioka-jma.go.jp/A/info/awj\\_report/awj\\_report.html](http://www.kakioka-jma.go.jp/A/info/awj_report/awj_report.html)

		題材分類	高物
題材主題	電子レベルでがんを発見する PET		
副題	陽電子放出時の放射線を計測する		
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目 備考
高校物理	(3) 物質と原子	イ 原子、電子と物質 の性質	(ア) 原子と電子 発展的学習
高校化学	(3) 生命と物質	イ 薬品の化学	(ア) 医薬品 発展的学習
学習内容の キーワード	電子、分子、原子	活用場面の キーワード	がん検査、PET(ポジトロン断面撮影法)
<b>題材とその活用場面</b>			
<p>がんは、以前は治療が難しい病気とされていましたが、早期発見が可能となってきた現在では、治療可能な病気になってきました。</p> <p>PET (Positron Emission Tomography: ポジトロン断層撮影法) は、がん細胞が通常の細胞よりブドウ糖を多く必要とする性質に着目した、がん細胞を発見するための有効な装置です。体内で、マイナスの電子と結合し、微弱な放射線を放射する薬剤(フッ素を利用した FDG: Fluoro-deoxy-glucose など)を体内に入れその集まる様子を観察してがん細胞を発見する仕組みになっています。</p> <p>電子の働きの学習は、先端の医療分野でも活用されています。</p>			
<b>説明</b>			
<p>PET とは、患者にポジトロン(陽電子)を放出する薬剤(FDG)を注射し、その体内分布を特殊なカメラで映像化する新しい診断法です。</p> <p>細胞はブドウ糖をエネルギー源として使っていますが、がん細胞は正常の細胞よりも分裂が盛んに行われるため、栄養であるブドウ糖を多く必要とします。そのため FDG というブドウ糖に似た薬剤をがん患者の静脈から注射すると、がんの病巣に集まります。</p> <p>FDG は体内で、マイナスの電子と結合し、微弱な放射線を放射します。FDG が集まる部分からは、正常組織よりも強い放射線が出てきます。放射線の量は腫瘍細胞がブドウ糖を取り込む量、つまり活動性に比例するため、PET はがん細胞の機能(活動性)を反映する検査といつてよいでしょう。その様子を、PET カメラで身体の外から撮影し、がん細胞の活動を検査するのです。</p> <p>PET に使われる薬剤には <math>^{18}\text{F}</math>(フッ素-18)の他 <math>^{11}\text{C}</math>(炭素-11)、<math>^{13}\text{N}</math>(窒素-13)、<math>^{15}\text{O}</math>(酸素-15)、などがあり、いずれも陽電子を放出するものです。</p> <p>従来のがん検査は「腫瘍のかたちを見る」、つまり形態を見る画像診断が主流でした。PET を用いた方法は形態をみるのではなく、「腫瘍の機能をみる」原理ですので、悪性度の高いものは小さくても見つけやすいという特徴があります。特に肺がんや頭頸部のがん、大腸がんなどで使われている事例が多く挙げられています。</p> <p>ただし、見つけにくい部位や種類があるなどの弱点もありますので、他の治療方法と併用して利用されています。</p>			
(平川幸子)			

## 添付図表

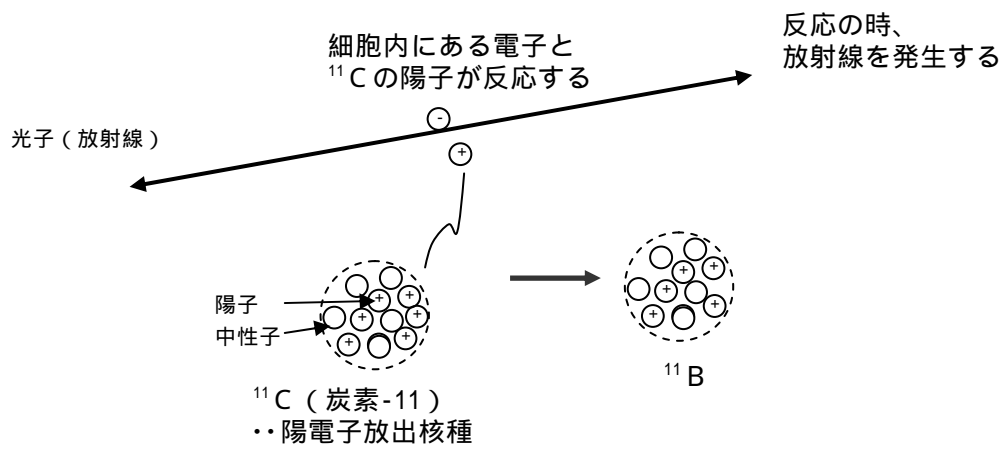


図1 PETの原理

## 出典情報

国立がんセンターHP, 2005年1月24日以下より検索,

<http://www.ncc.go.jp/jp/ncc-cis/pub/diagnosis/010605.html>

(財)日本アイソトープ協会HP, 2005年1月24日以下より検索,

<http://www.jrias.or.jp/jrias/index.cfm/17,814,117,32.html>

		題材分類	高物	
題材主題	乗り物酔いはなぜ起こるのか			
副題	人体の共振現象と車両の振動モードから「乗り物酔い」を紐解く			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理 II	(1) 力と運動	イ 円運動と万有引力	(ア) 円運動と単振動	
学習内容の キーワード	固有振動数、共振	活用場面の キーワード	車、電車、船、飛行機、乗り心地	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>物体の固有振動数と同じ振動数で力が加えられた場合、共振現象が起こります。人間と乗り物についても同様で、乗り物の揺れの振動数と人体が持つ固有振動数が一致すると、共振現象が起こります。車、電車、船舶などを移動手段として使う人々の快適性を追求するため、さまざまな技術開発が進められてきました。しかし振動自体を全く消失させることは不可能で、人間は乗り物から何らかの形で必ず振動を受けます。</p> <p>人間へ影響を与える振動数は様々であるため、乗り心地として許容できる振動もいろいろあります。共振現象に関する学習は、人間の乗り心地を考慮した車両の設計に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>修学旅行の行き帰りのバスの中で、気分が悪くなったことはありませんか？ここでは「乗り物酔いはどうして起こるのか」について考えてみましょう。</p> <p>乗り物に乗っていると、路面の凹凸、線路の継ぎ目、カーブにおける遠心力、発進や停止時の慣性などにより、揺れを感じます。物体には固有振動数があり、それと同じ振動数で力を加えると共振現象を起こすことを学びましたが、乗り物と人間の関係に置き換えても同様です。乗り物の揺れの振動数と人体が持つ固有振動数が一致すると、共振現象が起こります。特に人間が不快に感じる揺れの振動数は、上下で4～8Hz、前後や左右が1～2Hzと言われており、人体を構成する内臓の固有振動数に相当します。特に乗り物酔いを誘発するのは1Hz周辺の振動数で、これが耳の奥にある「三半規管」を共振させ、人体の平衡感覚を崩すとされています。</p> <p>さて、物体には固有振動数がありますが、同時にどのような揺れ方をするのも決まっており、これを「固有振動モード」といいます。例えば走行中の車は、次の固有振動モードを持っています。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ バウンシング（車が上下に連続的に動く運動）</li> <li>・ ピッチング（加速や減速する際、車が前のめりあるいは尻下がりになる運動）</li> <li>・ ローリング（カーブを曲がる際、遠心力によって車体が左右に沈み込むように振られる運動）</li> </ul> <p>特に大型バスのように、車体の後方に重量の大きなエンジンを搭載している場合、こうした振動の影響は後ろの座席ほど受けやすいことが知られています。同じ乗り物に乗っていても揺れやすい場所と揺れにくい場所があるということです。修学旅行に向かうバスの中で、「酔いやすい子は前の方の座席に座りましょう。」という先生の声聞いたことがあるかもしれません。実はこれ、人体の共振現象と車両の振動モードの観点から、理にかなった話なのです。乗り物酔いしやすいあなた！たまには先生の声信じてみてはいかがでしょうか。いつもよりも移動の時間を快適に過ごせると思いますよ。</p>				
（吉元怜毅）				

## 添付図表

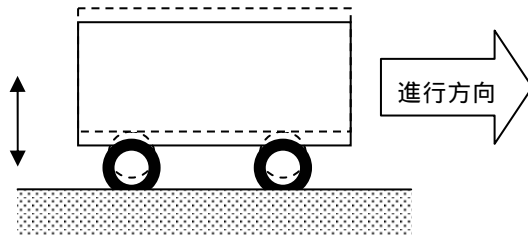


図1 車両の振動（バウンシング）

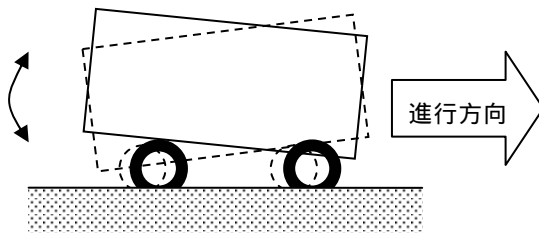


図2 車両の振動（ピッチング）

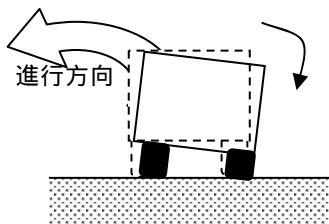


図3 車両の振動（ローリング）

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	非接触で流体を制御する			
副題	ローレンツ力の利用			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 電気と磁気	ア 電解と磁界	(イ) 電流による磁界	
学習内容の キーワード	ローレンツ力、非接触	活用場面の キーワード	産業・生産プロセス	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>磁界の存在する中で電流を流すと、磁界の方向と電流の方向に垂直に力が発生する、つまりローレンツ力が働くことはよく知られていることと思います。このローレンツ力は、社会では特にものを作るな場面で活用されています。シリコンウエハの元となる半導体の結晶を作成するときの対流を制御するため、あるいは、鉄鋼、銅、アルミニウムなどの生産プロセスにおいて液体の温度差によって起因される自然対流を抑制し、均一な物質を生成するためにローレンツ力は利用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>磁場中に電流を流すと磁場と電流に垂直な方向に力が働くというローレンツ力は、フレミングの左手の法則として良く知られています。親指を力(F)、人差し指を磁場(B)、中指を電流(I)として、FBIとして覚えている人も多いのではないのでしょうか。このローレンツ力は、産業界、特に材料を生成する場面において、その性質が利用されています。例えば、シリコンウエハのもととなる半導体の結晶生成時、あるいは鉄鋼、銅、アルミニウムなどの生産プロセスにおいて、ローレンツ力を利用した熔融金属の流れ制御が利用されています。半導体の結晶を作成する場合には、シリコンの熔融金属から種結晶をもとにして単結晶を作成するとき、熔融金属から結晶の中に不純物が入らないように、熔融金属内部に発生する対流に対してローレンツ力を利用して抑える方法があります。シリコンウエハはその面積が大きければ大きいほど、効率よく生産ができます。しかし、不純物が入りやすくなるという欠点があります。対流を抑制し不純物を入りにくくする方法は大口径化への一つの方法です。</p> <p>鉄鋼、銅、アルミニウムなどの生産プロセスにおいてもローレンツ力の性質が利用されます。鉄や銅、アルミニウムなどの生産するにはそれらが溶けた熔融金属を冷やして固めるという手順を踏みます。溶けて液体になっている熔融金属を冷やして固体にする場合、当然ながら熔融金属内部に温度差に起因する対流が発生します。温度差がついて対流が発生した状態で固化すると物性が均一化されず、性質の悪いものができてしまいます。そこで、ローレンツ力の性質を利用して対流を抑制することで、均一な物性をもった生成物を生産することができます。</p>				
(松本昌昭)				

## 添付図表

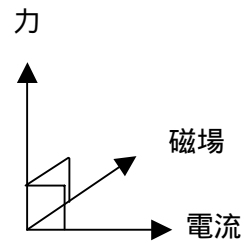


図1 ローレンツ力の磁場と電流の関係

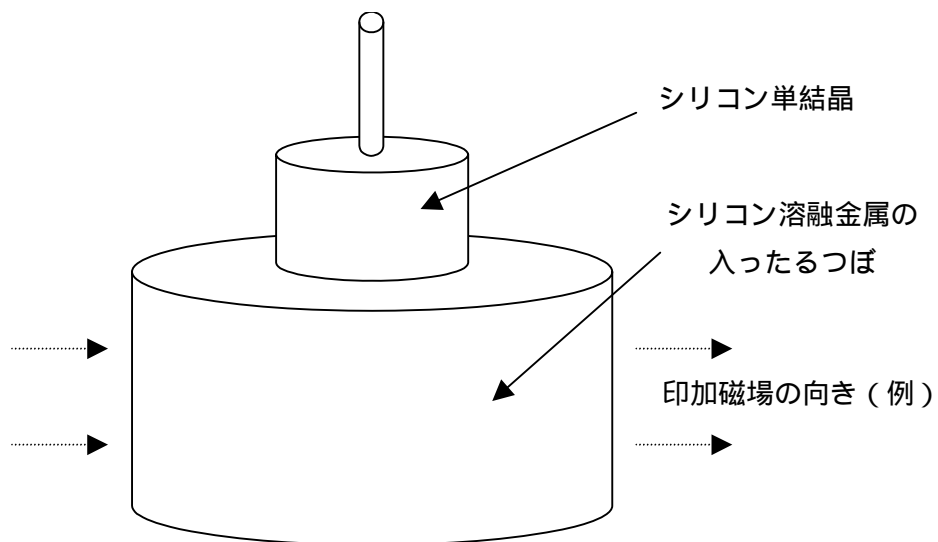


図2 単結晶育成装置の概念図

## 出典情報



		題材分類	高物	
題材主題	ホームランを打つ～より遠くへ打球を飛ばす			
副題	運動量と力積を用いた、野球の打者のバットとボールの関係の説明			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(1) 力と運動	ア物体の運動	(イ) 運動量と力積	
学習内容の キーワード	運動量、力積、運動量保存則	活用場面の キーワード	スポーツ、現象の解明、科学的トレーニング、スポーツ用具開発	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>スポーツを科学的に解明していこうとする試みが、一般的となってきました。経験と勘に頼ってきた“技(わざ)”を、科学的に解明することで、才能をより大きく伸ばしていこうとすることを目的としています。ここでは、運動量と力積との関係から、ホームランを打つためにどのような打撃を行っているか、その一部を考えてみましょう。</p> <p>運動量などの物理現象の学習は、スポーツ選手のコーチが自分の理論体系を持つ、スポーツ用具の開発に携わる人が数値的に現象を解析することで優れた用具を設計・開発することなどに活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>運動量は <math>mv</math> で表せます。バットの質量を <math>m_1</math>、バットのスウィングの速度を <math>v_1</math> とすれば次のことが分かりますね。(図1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 同じスウィングの速さであれば、バットが重いほど運動量が大い</li> <li>・ バットの質量が同じであれば、スウィングの速さが速いほど運動量が大い</li> </ul> <p>さて、バットを振り、投手のボールを打つ(打撃の瞬間)ことによって、打球はスタンドへと飛んでいきます。この様子を、ボールを打った前後で、運動量が保存されるという視点で考えて見ます。(図1～3では、<math>v</math> には、正負の向きと仰角による成分分解がある点に注意してください。<math>v_1</math> が正であれば、<math>v_2</math> は負となります。)</p> $m_1v_1 + m_2v_2 + f \cdot t = m_1v_3 + m_2v_4 \quad (\text{図1} + \text{図2} = \text{図3})$ <p>バッターに求められる力(筋力)とは、バットを振る力と、打撃の瞬間の衝撃に耐える力の合計となります。これらを、足・腰・腕の使い方でも産み出すこととなります。</p> <p>等式からは、スウィングの運動量と、打撃の力が、ボールへと与えられることが分かります。</p> $m_1(v_1 - v_3) + f \cdot t + m_2v_2 = m_2v_4 \quad (\text{図3、} v_4 \text{ が打球の速度になります})$ <p>打撃の時間が一瞬とすれば、衝撃となる <math>f</math> は非常に大きなものとなりますね。逆に、ほんの僅かでもバットがボールに長く(時間 <math>t</math>) 接しているほど、同じ力でもボールに与える運動量が大きくなります。</p> <p>バットとボールの接触時間へは、バットのしなりやボールが潰れるといった変形の影響があります。また、バットの材質とボールの材質による反発係数の影響もあります。運動量の視点から考えてみましたが、運動エネルギーによって、ホームランを理解することも試みられています。同じことは、サッカーのシュート、テニスのサーブなどいろいろな面で活用できます。</p> <p>さらに、ボールの上側や下側を叩くことによるボールの回転とボールが飛んでいく間の空気との影響によって飛距離が定まります。ホームランという身近な現象も、科学的に解明することは大変なのですが、だからこそ、やりがいを持って、この現象を研究している専門家も数多くいます。</p>				
(丸貴徹庸)				

添付図表

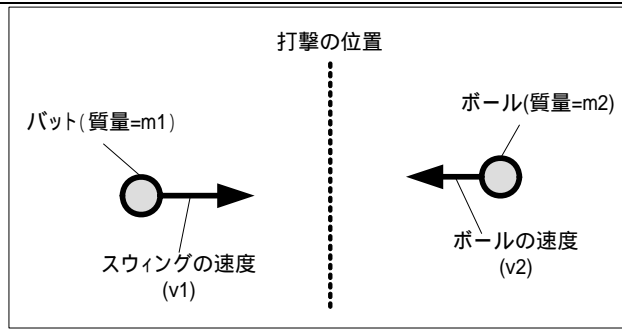


図 1 打撃前のバットとボールの関係

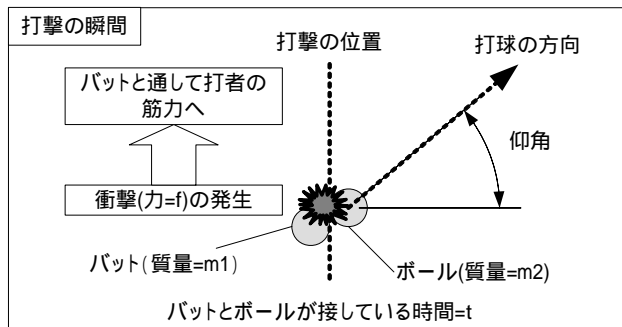


図 2 打撃時のバットとボールの関係

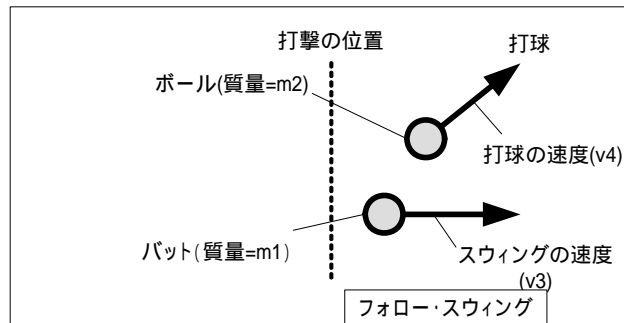
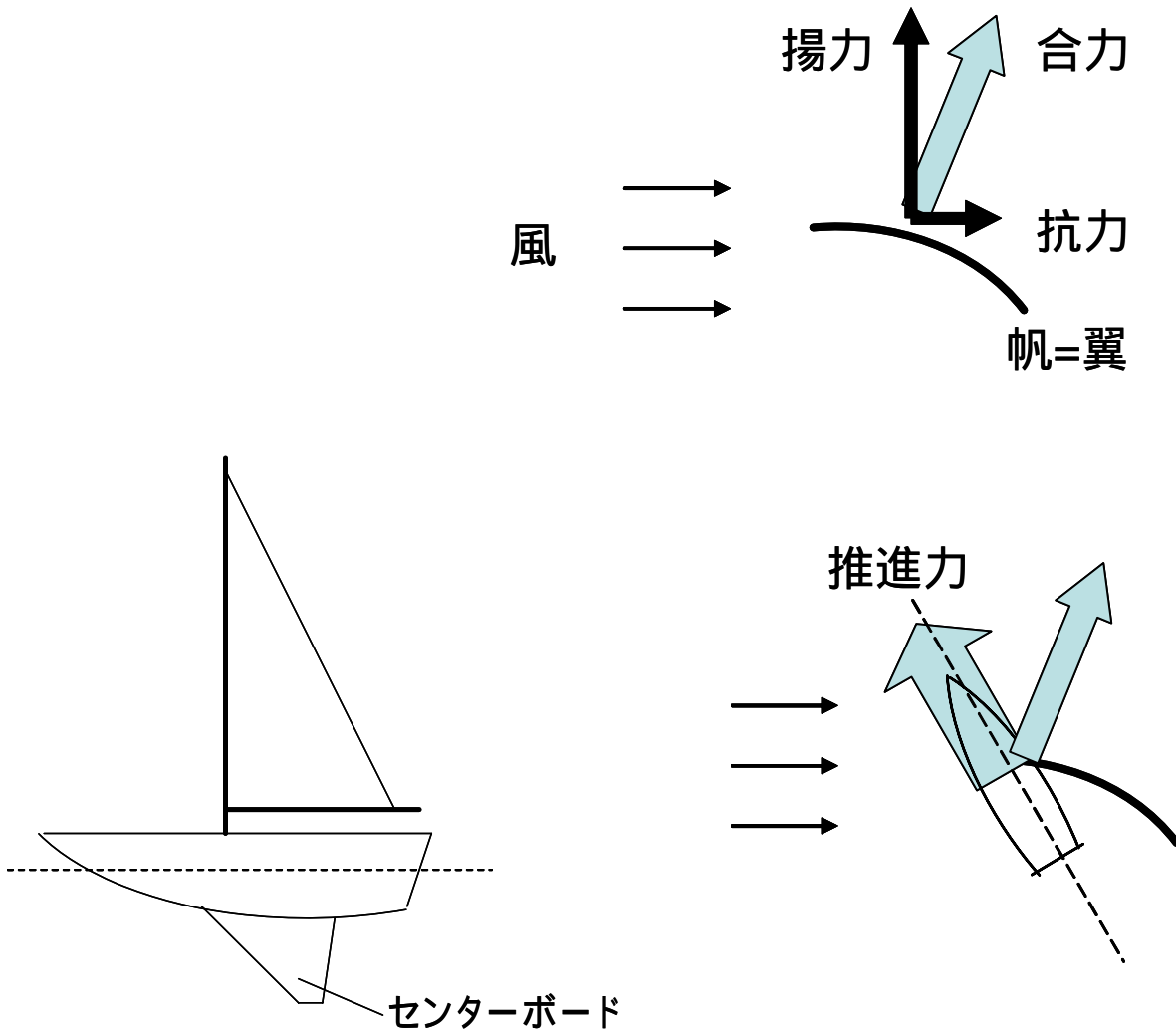


図 3 打撃後のバットとボールの関係

出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	ヨットは風上にも進める			
副題	風下に進むのは意外と不得意			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理 II	(1) 力と運動	ア 物体の運動	(ア) 平面上の運動	
学習内容の キーワード	力の合成	活用場面の キーワード	帆、翼、揚力、センターボード	
<b>題材とその活用場面</b>				
ヨットなどの帆船は風の力を利用して進みます。しかし、風下だけではなく、うまく帆を張りセンターボードなどを上手く利用して、力の方向を変えることにより、風上にも進むことができます。				
<b>説明</b>				
<p>ヨットなどの帆船は風の力を利用して進みます。風下に進むのは簡単にイメージできますが、実は風下にまっすぐ進むときより、風に横向きに進むほうが早く走れるのです。これはヨットの帆が飛行機の翼と同じように風の方向に対して垂直な力を得ることができるためです。</p> <p>風下にまっすぐ進むときは、風の力を一番効率良く利用できるように感じますが、実際には風速より早く進むことはできません。風速より早く進むと、今度は帆が風の抵抗を受けてしまうのです。しかし、風と横向きに進むと風の2倍程度の速度で船を進めることができます。風に横向きに進むとき、船体が風下に押し流されてしまいそうですが、ヨットの船底にはセンターボードと呼ばれる、大きな水中の翼が固定されています。これは大きな帆との重さのバランスを保ち、船が倒れないようにするとともに、船の横滑りを防ぎ、直進させる働きももっています。このセンターボードのおかげで、横風を受けても風下に流されることなく、横に進むことができます。</p> <p>さらに舵を風上にむけていくと、風に対して45度程度の角度までは、風上に進むことができます。時々方向を変えて、ジグザグに進めば、風上方向に船を進めることができます。</p>				
(山田秀幸)				

添付図表



図

出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	過去に活断層が動いた年代を求める			
副題	放射性原子の崩壊の特性を用いて、年代を測定し、その繰り返し頻度から地震を予知する			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(4) 原子と原子核	イ 原子核と素粒子	(ア) 原子核	
高校地学	(1) 地球の構成	ウ 地球の歴史	(ウ) 化石と地質時代	
学習内容の キーワード	活断層、地層、地震、放射性炭素原子 ( <sup>14</sup> C)、崩壊、半減期	活用場面の キーワード	地震、活断層、トレンチ調査、活断層 調査、繰り返し間隔、年代測定、長期的 な地震予知、	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>活断層は一般的に千年～何千年単位で活動し、地震を発生させます。全国の主要な活断層については、断層が通過している場所に調査溝(トレンチ)を掘り、その壁面を観察することによって、過去に活動した年代や変位等を調べるトレンチ調査が実施されています。活断層が過去に活動した年代は、地層の中の土器などの遺跡、木片等の植物の化石や火山灰などに含まれる放射性原子を調べることによって求めることができます。そして、こうした活断層の活動時期の繰り返し間隔を調べることによって、次に地震が起こりうる年代を大まかに推定する形で長期的な地震予知が可能となるのです。</p> <p>活断層や地層に関する学習と、放射性原子に関する学習が長期的な地震予知に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>地層の年代を調べる方法にはいくつかの方法があり、一般的な方法として<sup>14</sup>C法があります。</p> <p>炭素原子には3つの同位体があり、<math>6.02 \times 10^{23}</math>個集まることで質量が12グラムとなる炭素(<sup>12</sup>C)と、13グラムとなる炭素(<sup>13</sup>C)と、14グラムとなる炭素(<sup>14</sup>C)がありますが、中でも<sup>14</sup>Cは最も不安定であり、崩壊によって安定な窒素(<sup>14</sup>N)に変わります。この放射性炭素原子の崩壊の特性を活用して年代を測定する方法が<sup>14</sup>C法です。この方法は、<sup>14</sup>Cが約5,570年の半減期で崩壊することを利用するものです。</p> <p><sup>14</sup>Cは、時間tとともに、次式によって崩壊します。</p> $N = N_0 \left( \frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{T}} \quad \dots \text{(ここで、N: 時間 t 経った時の原子数、} N_0 \text{: 初期の原子数、T: 半減期 = 5570 年)}$ <p>大気中の<sup>14</sup>Cの濃度が過去・現在を通じて一定であったとすると、光合成によって炭素を取り込む植物内の<sup>14</sup>C濃度は大気と同じと考えられます。植物が死んで光合成が行われなくなると、大気との炭素の交換がなくなって、植物内の<sup>14</sup>C濃度は崩壊によって時間とともに減少していきます。したがって、地層中の植物の化石などに含まれる<sup>14</sup>C濃度を調べることによって、その地層が生成された年代を上式により求めることができるのです。しかし、地球大気に含まれる<sup>14</sup>C濃度は時代を通して常に一定ではなかったと考えられており、地球磁場の強度が弱かった時代には宇宙線により窒素原子から生成される<sup>14</sup>C原子数が多いため、上記で求められる年代を補正することで実際の年代が求められています。</p> <p style="text-align: right;">(堤一憲)</p>				

## 添付図表

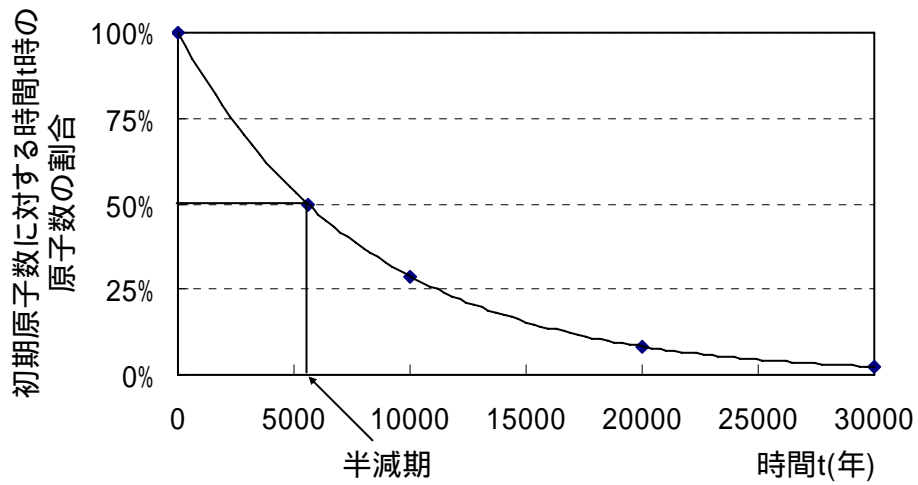


図1 放射性炭素原子( $^{14}\text{C}$ )の崩壊  
(不安定な $^{14}\text{C}$ は半減期 5,570 年で 崩壊により安定な $^{14}\text{N}$ に変化する)

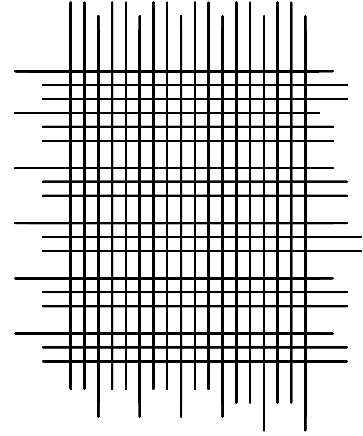
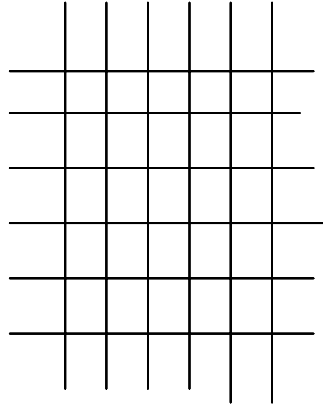
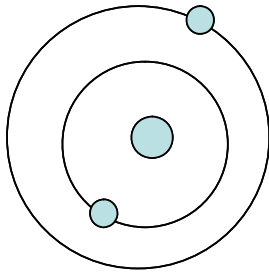
## 出典情報

愛知県活断層調査委員会(2004)「加木屋断層、高浜撓曲崖に関する調査成果報告書」,以下より検索、URL :  
<http://www.hp1039.jishin.go.jp/danso/Aichi3/2-6-2-1.htm>

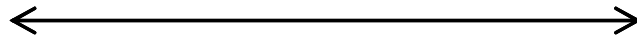
		題材分類	高物	
題材主題	骨を写すレントゲン			
副題	放射線とはなにか			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(4) 原子と原子核	イ 原子核と素粒子	(ア) 原子核	
学習内容の キーワード	X線、放射線	活用場面の キーワード	レントゲン、CT スキャン	
<b>題材とその活用場面</b>				
X線は放射線の1種で、人の肉体を透過して骨を写すことができますが、危険な性質も持っています。				
<b>説明</b>				
<p>レントゲンは、我々が普通は見ることができない体の中の骨や、肺の中の病巣を映し出すことだできます。なぜ皮膚などの肉体を通り越して骨を写すことができるのでしょうか。</p> <p>我々の体を肇として、あらゆる物質は原子や電子などの素粒子からできています。こうした素粒子のサイズで考えるため、10兆倍に拡大して、一番単純な水素を眺めてみると、1cmほどの原子核を中心として、そこから500m離れた軌道を1mm足らずの電子が回っているという図になります。こうした原子がさらに遠い距離をおいて集まって分子をなすといった構造を思い浮かべると、あらゆる物質は隙間だらけのスカスカの状態であると言えます。</p> <p>一方、放射線とは何者でしょうか。レントゲンで使われるX線は光の一種ですが、その波長は原子の大きさと同じ程度であり、可視光線などに比較して非常に短い波長となっています。また光には光子という粒子の流れとしての性質もあります。この他、電子や、原子核を構成する陽子、中性子などの素粒子の流れを総称して放射線と考えることができます。</p> <p>我々の世界を構成する素粒子は、粒子が互いに結びつき秩序だった原子や分子を構成し、ある塊を持った物として存在する場合と、ばらばらに飛び回る放射線として存在する場合があると考えられます。実際我々の体の中を突きぬけ、あるものは地球さえも通り抜けています。</p> <p>しかし全ての放射せんが我々の体をとおり抜けるわけではありません。電子のサイズで見れば物質はスカスカの状態であると説明しましたが、こうした構造が奥行き方向の層をなしていることを考えると(図参照)、スカスカの網目も沢山積み重ねることによって、やがて向こう側は見えなくなってゆきます。X線が物質を通り抜けるときも無数の原子と出会い吸収されてゆきます。その吸収の割合が物質の性質と光のエネルギーにより変わります。骨は原子番号の大きなカルシウムを多く含むためX線の吸収が多く、筋肉等は少ないのです。この性質を利用して骨の映像を得ることができます。</p> <p>また放射線が吸収されるとき、放射線が持つエネルギーにより、原子や分子から電子を剥ぎ取る作用(電離、イオン化)があります。これにより、エネルギーが大きくなれば、体の組織を破壊する作用も持つこととなります。現在では放射線の性質が詳しく調べられ、レントゲンやCTスキャナ、人体への害を極力小さくして、がん細胞だけを殺す放射線治療などがおこなわれています。</p>				
(山田秀幸)				

題材分類 高物

## 添付図表



粗



密

図

## 出典情報

放射線と健康：館野之男著 岩波新書



		題材分類	高物	
題材主題	振るえると温まるんです。			
副題	電波で分子を振動させる			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 電気と磁気	ア 電界と磁界 イ 電磁誘導と電磁波	(ア) 電荷と電界 (イ) 電磁波	
高校化学	(1) 物質の構造と化学平衡	イ 物質の構造	(ア) 化学結合	
学習内容の キーワード	電界、磁界、電磁波 極性分子	活用場面の キーワード	電波の利用、電波による加熱 水分子の性質とその利用	
題材とその活用場面				
<p>食品を加熱する際に、電子レンジを使用するのはかなり一般的になってきています。電子レンジは、英語でもマイクロウェーブ・オーブンといわれるように、その加熱の仕組みは、電波（マイクロ波）で食品中の水分子を振動させて発熱させるものです。この電子レンジの原理は、電磁波の性質と水分子の特殊な性質である極性（極性分子）を応用したものです。このような加熱方法は、高周波加熱とも呼ばれ、核融合炉内のプラズマの加熱に使われている技術と同じものなのです。</p>				
説明				
<p>電子レンジによる加熱は、水分子の固有振動数と同じ周波数（2,450メガヘルツ）の電波を食品にあてることで水分子に共鳴振動を起こさせ、水分子と周囲の物質との摩擦が生じて発熱します。水分子が振動し物質が加熱される仕組みについて紹介します。</p> <p>水分子は、酸素原子1個と水素原子2個の共有結合により構成されています。この水分子は、酸素原子と水素原子の電気陰性度の差により、図1に示すように、分子全体で見ると酸素側が少しマイナスに、水素側が少しプラスに帯電した極性を持った分子（極性分子）になっています。極性分子を電場の中におくと、図2のように、分子のプラス側はマイナス電極に、マイナス側は、プラス電極にひきつけられます。交流電圧をかけると電極がプラスとマイナスで交互に入替わりますので、電極に対して上下反転するような振動（回転）を繰り返します。水分子を含む物質に交流電圧を掛けると、多くの水分子が同時に振動するので、水分子や他の物質の分子の間で摩擦熱が発生します。特に、水分子固有の振動数に交流周波数を調整すると、共鳴により一層振動するので、効率よく加熱されます。</p> <p>電子レンジでは、その中に電極を設置して電場を発生させるのではなく、電波によって極性のある物質中（誘電体という）に電場が発生する性質を利用しています。図3のように、水分子の固有振動数と同周波数の電波を直接、水分子を含む食品等に当てると図2と同じ現象が生じ、水分子が振動して摩擦により加熱されるのです。</p> <p>電波で加熱する方法は、物質を直接火や熱を加えることなしに加熱できますので、容器は加熱せず中の物質のみを加熱することができます。現在開発中の核融合炉ではプラズマを、1億位まで加熱する必要がありますが、その閉込容器と一緒に加熱すると、容器は溶けてしまうので、プラズマのみ加熱しなければなりません。そこで、電子レンジと同じように、プラズマが原子核と電子の混在した誘電体であることを利用して、強力な電波を外から与えてプラズマのみを加熱する高周波加熱技術が開発されています。</p> <p>( <a href="http://www-atm.jst.go.jp:8080/atomica/07050201_1.html">http://www-atm.jst.go.jp:8080/atomica/07050201_1.html</a> )</p>				
				( 藪田尚宏 )

## 添付図表

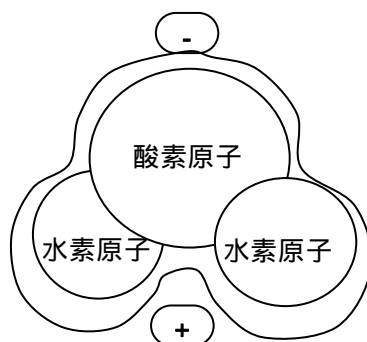


図1 水分子の極性

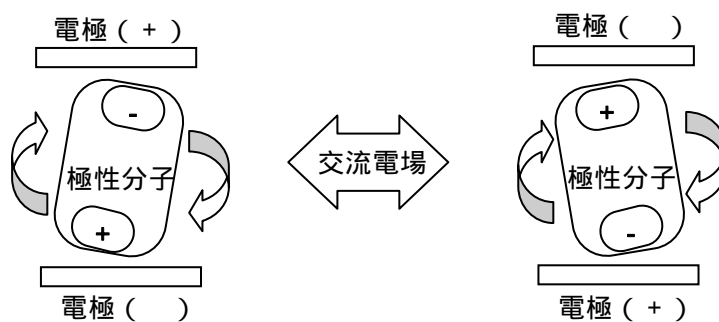


図2 交流電場による分子の振動の仕組み

周波数 2450 メガヘルツ  
の電波 (マイクロ波)

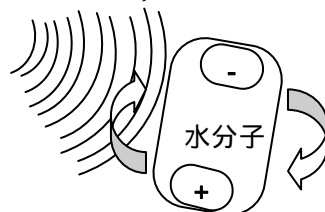


図3 電波(マイクロ波)による水分子の振動の仕組み

## 出典情報

原子力百科事典ATOMICA「核融合炉工学の研究開発課題(1)プラズマ加熱工学」  
([http://www-atm.jst.go.jp:8080/atomica/07050201\\_1.html](http://www-atm.jst.go.jp:8080/atomica/07050201_1.html))

		題材分類	高物	
題材主題	追跡者			
副題	ラドンを利用した大気のトレース機能			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理 II	(4) 原子と原子核	イ原子核と素粒子	(ア) 原子核	
学習内容の キーワード	放射能、放射線、半減期	活用場面の キーワード	大気の移動	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>放射線は目に見えません。しかし、放射線は原子力発電所以外にも存在しています。レントゲンの撮影時、がんの治療、宇宙から降り注ぐ宇宙線、土中や家の壁から発生して空気中を漂っているラドンなどから、私たちは日常的に放射線を浴びて(「被ばく」と言います)います。空気中のラドン濃度の観測によって、大気の動きをトレース(跡を辿る)する研究もされています。放射能や放射線の学習は、大気の動きを解明することにも活かされています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>ラドン(<math>^{222}_{86}\text{Rn}</math>)は、周期律表で86番目の放射性の気体元素です。ラドンは、地殻の至る所に存在するウランを親とするラジウム(<math>^{226}_{88}\text{Ra}</math>、半減期は1600年)から生まれており、概ね屋外で5Bq/m<sup>3</sup>程度空気中に存在しています。また、地表面や家の土壁、コンクリート建材などから日常的に放出されています。したがって、私たちは毎日ラドンが崩壊することによって放射線を浴び、ラドンを吸引していることとなります。</p> <p>この身近なラドンは、アルファ線を放出して娘核種に変化していきます。この変化(崩壊)によって、もとの数から半分になるまでに3.8日(これを半減期と言います)かかります。ある場所から放出されたラドンは、3.8日かけてその半分がラドンで無くなるわけです。いろいろな地域の地表面でのラドンの放出率(これをラドンの散逸率と呼びます)、風向と風速、そしてラドンの濃度を観測することによって、大気がどのように動いてきたか、大気中の物質がどのように拡がってきたか(拡散してきたか)を分析することが可能となります。半減期が長すぎると、とても広い範囲へ拡散してしまい実際の観測値とモデルの評価が難しくなります。また、短すぎると大気中の動きを十分評価することができません。ラドンは、ちょうど良い足跡を残してくれる物質となるのです。</p> <p>大気の動きを知ることで、大気中での物質輸送をモデル化することができ、大気汚染などの影響を調査することが可能となります。また、目にみることが出来ない大気中で物質が拡散していく様子をコンピューターでシミュレートした時、そのプログラムでモデル化されている内容が正しいかどうかを追跡確認することにも活用できます。</p>				
(丸貴徹庸)				

## 添付図表

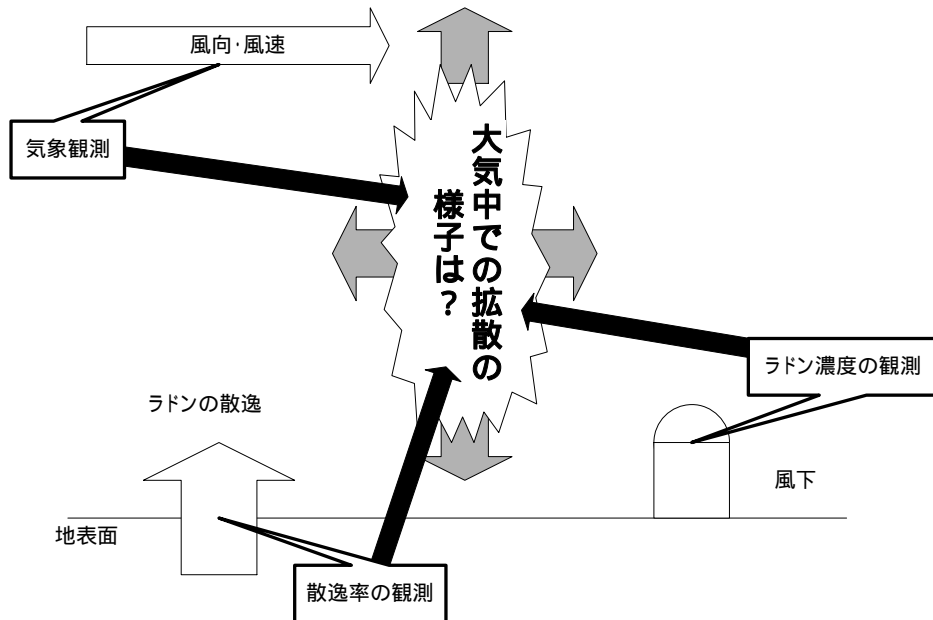


図 ラドン濃度の観測による大気中の物質輸送のモデル化研究

## 出典情報

		題材分類	高物	
題材主題	無線 IC タグはどんな技術？			
副題	無線 IC タグには、電磁誘導の仕組みが使われている			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校物理	(2) 電気と磁気	ア 電磁誘導と電磁波	(ア) 電磁誘導 (イ) 電磁波	
学習内容の キーワード	電磁誘導、電磁波、レンツの法則、ファラデーの法則	活用場面の キーワード	無線通信システム、IC タグ、自動車のキー、スーパーのレジ	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>現在、無線通信システムは様々な場面で活用されようとしています。その一つに無線 IC タグ (RFID) などがあります。IC タグのひとつひとつに、個別の性質を表す情報が記録されており、電波を使って管理システムと情報を送受信する能力をもっています。現在鉄道の改札に利用されている非接触カードにも利用されています。</p> <p>今後、スーパーや飲食店など社会のあらゆる所で利用されることが予想されます。その仕組みには、電磁誘導や電磁波 (電波) が利用されています。</p> <p>電磁誘導や電磁波の学習は無線通信システムの技術に活用されていると言えます。</p>				
<b>説明</b>				
<p>無線 IC タグ (RFID : Radio Frequency IDentification) とは、物体の識別に利用される微小なチップのことです。IC タグのひとつひとつに個別の性質を表す情報が記録されており、電波を使って管理システムと情報を無線で送受信する能力をもっています。</p> <p>無線 IC タグは、当初、バーコードに代わって商品の識別や管理をする技術として研究が進められていました。例えばスーパーマーケットの商品 1 つ 1 つに IC タグが付いているとします。買い物したあなたは、カートに商品を入れてレジのゲートを通るだけで、支払いをすませられます。IC タグはバーコードとは違い、複数のデータを同時に読み込むことができるからです。</p> <p>この IC タグは離れた所で、どのようにして情報を読み取っているのでしょうか。IC タグの読み取り方式には電磁結合方式、電磁誘導方式、マイクロ波方式などがありますが、現在主流なのは、電磁誘導方式です。</p> <p>電磁結合方式は、交流磁界によるコイルの相互誘導を利用して、無線 IC タグとリーダーライターが交信する方法です。0 ~ 数 10mm と近接した距離しか交信できないという制限があります。</p> <p>電磁誘導方式では、250kHz 以下の低周波か 13.56MHz 帯の電磁波を利用し、IC タグ、リーダーのコイルの間に発生する誘導磁束による誘起電圧を利用します。この誘起電圧は、アンテナの磁束の強さとタグのコイルの巻回数に比例します。磁束の強さにも比例しますが、伝送距離は 0 ~ 1m 程度と比較的離れた場所での交信が可能です。</p> <p>マイクロ波方式はリーダーライターのアンテナと IC タグとの間を 2.45GHz 帯のマイクロ波によりデータの送受信を行う方式です。通信距離が 0 ~ 5m 程度と離れた距離での通信が可能となりますが、強い電波を発生しています。</p> <p>伝送する情報は、リーダーが発生する電波を変調して、無線 IC タグに情報を送信しています。これはテレビやラジオで、画像や音声の情報を電波 (搬送波) に乗せて送るのと同じ原理です。</p>				
(平川幸子)				

添付図表

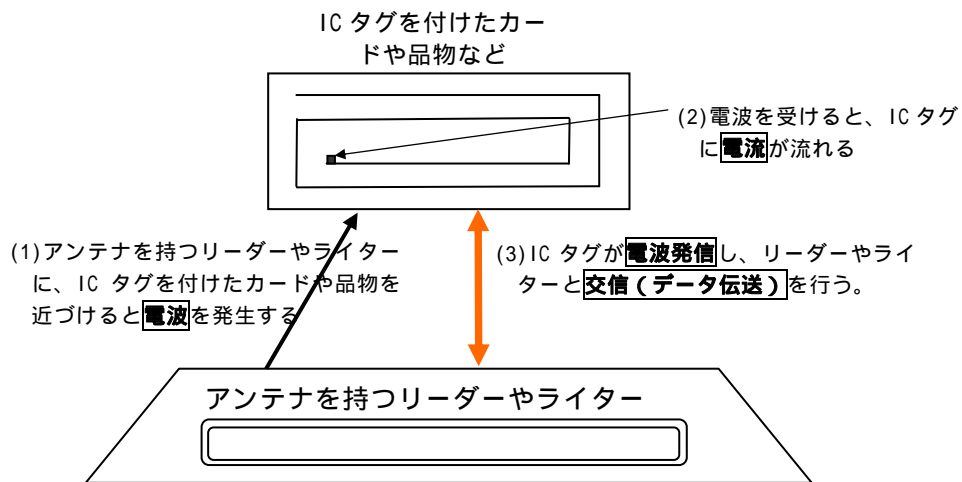


図1 電磁誘導方式の概念

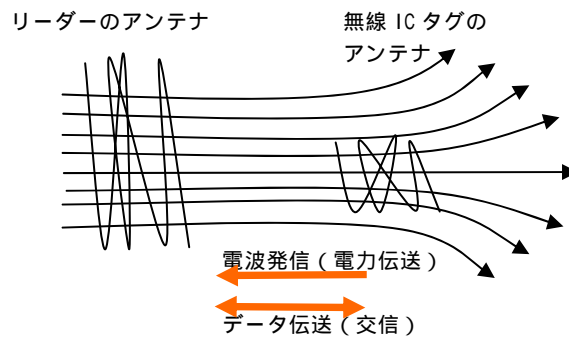


図2 電力電送とデータ電送の原理

リーダーのアンテナ・コイルに電流が流れると、電磁波が空中に放射される。無線 IC タグのアンテナ・コイルに、放射された電磁波が誘導されるとアンテナ・コイルに誘導磁束による電力が誘起される

出典情報

石井宏一 (2004) 「流通情報革命の切り札『IC タグ』がよくわかる」, pp.60-67, オーエス出版社  
 立石俊三(2004/02/03)「実験データに学ぶ RFID 導入の 9 つのポイント」2004 年 11 月 30 日以下より検索,<http://itpro.nikkeibp.co.jp/free/NBY/RFID/20040219/1/>

		題材分類	高化	
題材主題	アボガドロ定数の意外な応用！？			
副題	現在の「時間」「質量」「長さ」の定義の考え方を学ぶ			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(1) 物質の構成	イ 物質の構成粒子	(イ) 物質質量	
学習内容の キーワード	単位、次元解析、質量、時間、長さ、 アボガドロ定数、モル	活用場面の キーワード	質量基準、単位の定義、	
<b>題材とその活用場面</b>				
現在の「時間」「長さ」の定義と「質量」の定義は本質的に異なりますが、「質量」を新たに定義する試みにおいてアボガドロ定数が活用されています。				
<b>説明</b>				
<p>私たちが速度や運動量などの値を示す場合、[m/s] (速度) や [kg・m/s] (運動量) といった単位を付けますが、これを見てもわかるように、物理で通常利用される単位は、「長さ」「時間」「質量」といった、基本的な単位の組み合わせとして構成されています。基本的な単位である以上、例えば A さんの時計で測った 1 秒と、B さんの時計で測った 1 秒が違っていたら、同じ現象を観測しても、A さんと B さんとで認識する速度や加速度が異なってしまいます。これでは、正確な単位はつくれません。このことは、長さや質量にもあてはまります。</p> <p>それでは、今日それらの単位がどのように定められているかということ、例えば「1 秒」は、ある条件の下でのセシウム 133 原子の性質に基づく定義が国際的に採択されています。ここではセシウムに関する詳細な説明はしませんが、重要なことは、この現象が「誰が」「いつ」「どこで」測定しても同じ結果が得られるために、「時間」の定義として認定されているということです。また、「長さ」の定義には、光の速度を基準に用います。真空中を進む光の速度は一定であるため、ある決められた時間内に光が進む距離も一定となります（「時間」の単位は先ほど既に定義しましたよね）。このようにして、誰がいつ計測しても変わらない「長さ」が定義できます。ところが、「質量」の定義だけは少し勝手が違います。今日の国際的な「質量」の定義は、フランスの国際度量衡局が保管している国際キログラム原器の質量を「1kg」と定義しています。従って、原器自体は厳重に保管されてはいるものの、表面に吸着するガスによって質量が増加したり、洗浄によって質量が減少したりする可能性があるため、質量基準としての安定性の面で問題があることは否めません。</p> <p>そこで近年注目されているのが、アボガドロ定数を用いて質量を定義する研究です。「モル」とは、「質量数 12 の炭素の 12 g 中に含まれる原子の数（アボガドロ定数）と同数の単位粒子（原子、分子、遊離基、イオン、電子）を含む系の物質質量」（『理化学辞典』（岩波書店））と定義されています。つまり、現在は「質量」から「モル」を定義していますが、アボガドロ定数が高い精度で測定できれば、「モル」すなわち、原子の数を基本として「質量」の単位を定義することが可能となるのです。なお、2002 年現在、アボガドロ定数の測定精度は 7 桁ですが、あと一桁向上すれば、アボガドロ定数に基づいた国際的な質量標準が実現すると考えられています。基本的な単位だからといって、未来永劫に変わらないのではなく、常に技術の進歩とともにあるべきなのかもしれません。</p>				
				(瀧陽一郎)

題材分類 高化

## 添付図表

## 出典情報

アボガドロ定数を質量の新基準とするために（独立行政法人 産業技術総合研究所 計測標準研究部門 藤井 賢一氏）

（[http://www.nmij.jp/2004\\_10\\_12.pdf](http://www.nmij.jp/2004_10_12.pdf)）



		題材分類	高化
題材主題	落ちにくい口紅の謎		
副題	アルギン酸の力で美しさを保つ		
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目 備考
高校化学	(2) 物質の種類と性質	イ 有機化合物	(イ) 官能基を含む化合物
中学理科 1 分野	(6) 物質と化学反応の利用	ア 物質と化学反応の利用	発展的学習
学習内容の キーワード	化学反応、物質、アルギン酸	活用場面の キーワード	化粧品、落ちにくい口紅
<b>題材とその活用場面</b>			
<p>化粧品売場には、落ちにくい口紅が並んでいます。落ちにくい口紅にはアルギン酸という物質が加えられており、唇の水分と反応して定着するしくみを持っています。</p> <p>このように化学反応の学習は、化粧品などの日常生活の中に活用されています。</p>			
<b>説明</b>			
<p>大人の女性の多くは毎日、化粧品をして、口紅をつけています。</p> <p>従来の口紅は、話す時の摩擦で落ちたり、飲み物を飲む時にカップに付いたりして、すぐに落ちます。それは、油（オイルベース）にくるまれた色素が、唇の表面に乗っているだけの状態だからです。口紅が落ちてしまうのは、唇に乗っている色素が、摩擦や熱などによってはがれるためです。</p> <p>落ちにくい口紅には、色素と油のほかに超高分子アルギン酸という物質が加えられています。このアルギン酸によって、例えばコーヒーを飲んだ時に口紅がカップに付かないのです。なぜカップに付かない口紅が唇に付くのかというと、アルギン酸は皮膜形成能力が高く、水分との反応がとても早いという性質を持っているからです。</p> <p>唇には水分が含まれていて、口紅を塗るとこの超高分子アルギン酸が水分と反応して、唇にしっかりと定着するベールをつくり、口紅の外側にもベールを作る。だから唇によくつき、グラスやカップなどに移りにくいのです。これは、くちびるの表面を皮膜でパックしてしまう技術が開発されたことによります。</p> <p>口紅を塗ると、分子量 5 万から 20 万の超高分子アルギン酸塩が唇の水分に作用し、表面に皮膜を形成するのです。一方、口紅に配合されている水溶性の色素に不溶性のレーキ化顔料が混入されているため、皮膜に移行した色が残ります。</p> <p>アルギン酸とはワカメやコンブなどの海藻類に含まれています。口紅を落ちにくくするだけでなく、整腸作用、血中コレステロール値の低下、高血圧予防などの生理機能があると言われています。</p>			
（平川幸子）			

## 添付図表

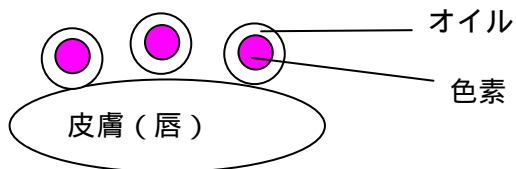


図1 普通の口紅の原理

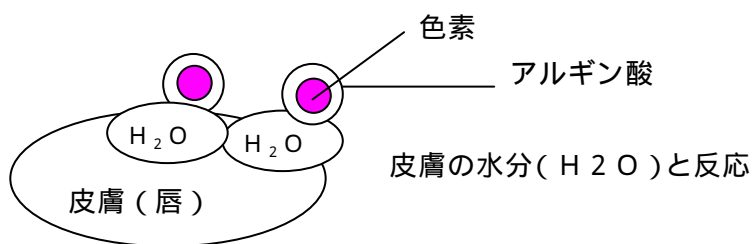


図2 落ちにくい口紅の原理

## 出典情報

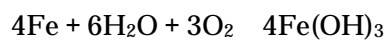
愛知県総合教育センターHP より 2005年3月9日検索

, <http://www.aichi-c.ed.jp/contents/rika/koutou/kagaku/ka5/aruginsan/aruginsan.htm>

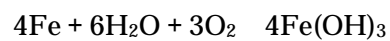
		題材分類	高化	
題材主題	カイロはどうしてあったかくなるの			
副題	反応熱の利用を学習する			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(3) 物質の変化	ア 化学反応	(ア) 反応熱	
学習内容の キーワード	化学反応、反応熱	活用場面の キーワード	カイロ、反応熱	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>冬場に手元でとても温かくなるカイロは化学反応に基づくものであり、化学反応が身近なところで活用されていることを理解するとともに、反応熱について理解します。反応熱の学習は、鉄のさびからガスバーナによる切断まであらゆる場面に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>冬場になると利用することが多いカイロですが、皆さん、一度は利用したことがあると思います。はじめてカイロの封を開けたときは、なんだこれ、本当にあたたかくなるのかなと思った人も多かったはずですが。カイロの中身については、あけられないようになっていますが、何かガサガサして砂のようなものが入っていきそうな感じがしませんか？そしてそのガサガサしたカイロを一生懸命振っていきうちにだんだんと温かくなっていきます。みなさんは、その中身がどうなっているのか見たくなくてあけたことはありませんか。砂鉄のようなものが入っていて面白くもなんともないです。しかし、温かくなる原因はこれにあるのです。温かくなっていくのは化学反応のひとつである発熱反応の性質を利用したものです。カイロの主な成分は鉄粉、食塩水、炭素粉末などです。カイロが暖かいのは鉄が空気と反応することによって発生する反応熱を利用しています。原理的には鉄がさびることと同じことですが、そのスピードが異なります。食塩水や炭素粉末が触媒となり、反応を促進させること、鉄粉を利用することで反応する面積を増やすことによって、急激な反応が起こり、熱が発生し、温かく感じるのです。</p> <p>鉄と酸素の反応熱を利用したその他の例としては、ガス切断があります。ガス切断とは鉄を燃やして切る方法です。酸化鉄の融点は 1380 であるのに対して、鉄の融点は 1530 と若干高くなっています。ガス切断はこれを利用します。つまり、酸化反応をおこして酸化鉄になった部分を溶融し、酸素ガスの噴流で吹き飛ばして穴を開けることができます。</p>				
(松本昌昭)				

## 添付図表

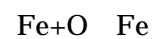
鉄のさび



カイロの発熱反応



ガスバーナでの鉄の切断



見た目は違うけど、起  
こっている反応は酸化  
という点で皆同じ

図1 鉄と酸素の反応の関係

## 出典情報

		題材分類	高化		
題材主題	塩で雪を溶かす				
副題	反応熱の利用				
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考	
高校化学	(3) 物質の変化	ア 化学反応	(ア) 反応熱		
高校化学	(1) 物質の構造と化学平衡	ア 物質の構造	(ウ) 液体と固体		
学習内容の キーワード	反応熱、凝固点降下	活用場面の キーワード	融雪剤、雪面硬化剤		
<b>題材とその活用場面</b>					
化学反応に伴う反応熱を利用して、道路に積もる雪を溶かし、事故防止に役立てられています。					
<b>説明</b>					
<p>道路に積もった雪は、タイヤのスリップから自動車事故の原因となり、大変危険です。この雪を溶かすために塩化カルシウム (CaCl<sub>2</sub>) が散布され、事故防止に役立てられています。</p> <p>塩化カルシウムを散布すると、雪が溶けた水に塩化カルシウム溶けるときに熱を発生します。この熱で周囲の雪を溶かしてゆきます。この熱を溶解熱と呼びます。</p> <p>溶解熱は物質が溶媒 (今回の例では水) に解けるときに発生または吸収される熱量で、一般に発熱する場合があります。</p> <p>また水は0度で氷になりますが、塩化カルシウムが溶けた水は、凝固点降下の性質により、凍結する温度が下がります。この効果によりいったん解けた雪は凍りにくくなるため、路面の凍結による事故を防ぎます。</p> <p>上述の溶解熱を逆に利用したものに、スノーセメント (雪面硬化剤) があります。スノーセメントには硫酸アンモニウムが良く使われます。これは溶解熱が吸熱反応あり水に溶けると周囲の温度を下げ凍結させます。また一般に肥料として生産されているため安価で入手が容易です。雪の像を作ったり、気温が高いときにスキー場の雪が溶け出すのを防ぐのにこの硫酸の散布が良く行われています。</p> <p>しかし、塩化カルシウムも硫酸も大量に散布による自然環境への悪影響が懸念されています。特に冬季の寒冷地の道路に散布される塩化カルシウムは、自動車の車体に塩害 (錆び) を及ぼし、劣化を早めています。</p> <p style="text-align: right;">(山田秀幸)</p>					

題材分類	高化
------	----

## 添付図表

溶解熱 [kJ/mol] 25 , 10<sup>3</sup>hPa で , 水への溶解熱

物質	溶解熱	物質	溶解熱	物質	溶解熱	物質	溶解熱
AgNO <sub>3</sub>	- 22.6	NaCl	- 3.88	NH <sub>3</sub> (気)	34.18	HF(気)	61.5
BaCl <sub>2</sub>	13.4	NaNO <sub>3</sub>	- 20.5	HBr(気)	85.15	HNO <sub>3</sub> (液)	33.3
CaCl <sub>2</sub>	81.3	NH <sub>4</sub> Cl	- 14.8	HCl(気)	74.85	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (液)	95.28
CuSO <sub>4</sub>	73.14	Ba(OH) <sub>2</sub>	50.6	H <sub>2</sub> S(気)	19.09	エタノール	10.5
FeCl <sub>3</sub>	151	Ca(OH) <sub>2</sub>	16.74	CO <sub>2</sub> (気)	20.3	酢酸	1.67
KCl	- 17.21	KOH	57.61	Cl <sub>2</sub> (気)	23.4	シュウ酸	- 2.1
KNO <sub>3</sub>	- 34.9	NaOH	44.52	O <sub>2</sub> (気)	11.7	尿素	- 15.4

## 出典情報

[http://www.keirinkan.com/kori/kori\\_chemistry/kori\\_chemistry\\_1/contents/ch-1/2-bu/2-1-1-1.htm](http://www.keirinkan.com/kori/kori_chemistry/kori_chemistry_1/contents/ch-1/2-bu/2-1-1-1.htm) 啓林館

		題材分類	高化	
題材主題	製鉄分野で生かされる酸化還元反応			
副題	鉄鉱石の還元反応を助けるコークス			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学Ⅰ	(3) 物質の変化	ア 化学反応	(ウ) 酸化と還元	
学習内容の キーワード	酸化反応、還元反応、鉄	活用場面の キーワード	製鉄	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>鉄鉱山から採掘される「鉄鉱石」から「鉄」へと姿を変えるまでに、酸化還元反応が生かされています。</p> <p>鉄鉱石は粉末状から塊状に焼き固められた後、コークスと一緒に高温の焼却炉で溶かされます。この工程では、コークスは高温で燃えて鉄が融けるのを手伝うだけでなく、鉄鉱石の還元反応を助ける「還元剤」として用いられています。</p> <p>酸化還元反応に関する学習は、製鉄分野に活かされています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>鉄鉱山から採掘される「鉄鉱石」は、鉄の原料となります(ただし我が国の鉱山からは年間3万トン程度の産出量しかないため、ほとんどを外国からの輸入に頼っています)。鉄鉱石は赤茶色の酸化物で、皆さんがよく目にする「鉄」の姿とは随分と異なりますね。</p> <p>それでは、鉄鉱石から鉄を生産するまでに、どのような工程があるのでしょうか。</p> <p>粉末状から塊状に焼き固められた後、石炭を蒸し焼きにした後に得られる「コークス」と呼ばれる材料と一緒に、高温の炉で溶かされます。この工程では、図1のような化学反応が起こります。</p> <p>酸素は鉄よりも炭素と結び付きやすい性質があるので、酸化鉄から酸素が取り除かれる「還元反応」が起きます。なお、この反応はコークスの立場から見ると「酸化反応」であることが分かります。このように、酸化と還元は同時に発生するため、合わせて「酸化還元反応」と呼ばれています。</p> <p>製鉄業では、コークスは以下の役割を担っているのです。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鉄鉱石中の酸化鉄から酸素を取り除く</li> <li>・ 高温で燃えて、鉄が融けるのを手伝う</li> </ul> <p>鉄鉱石の還元反応により得られた鉄は、さらにいくつかの工程を経て純度の高い鉄へと精錬されてから、私たちの身の回りのさまざまな場面で使われている鋼板、棒鋼、H形鋼などに姿を変えていきます。</p> <p style="text-align: right;">(吉元怜毅)</p>				

## 添付図表

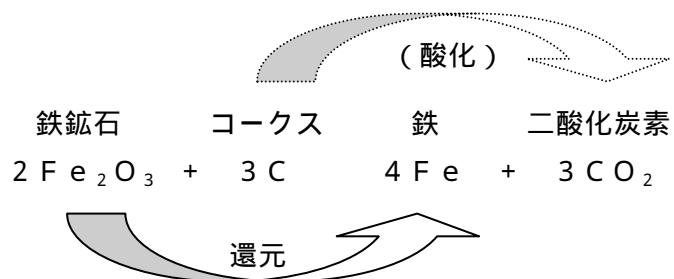


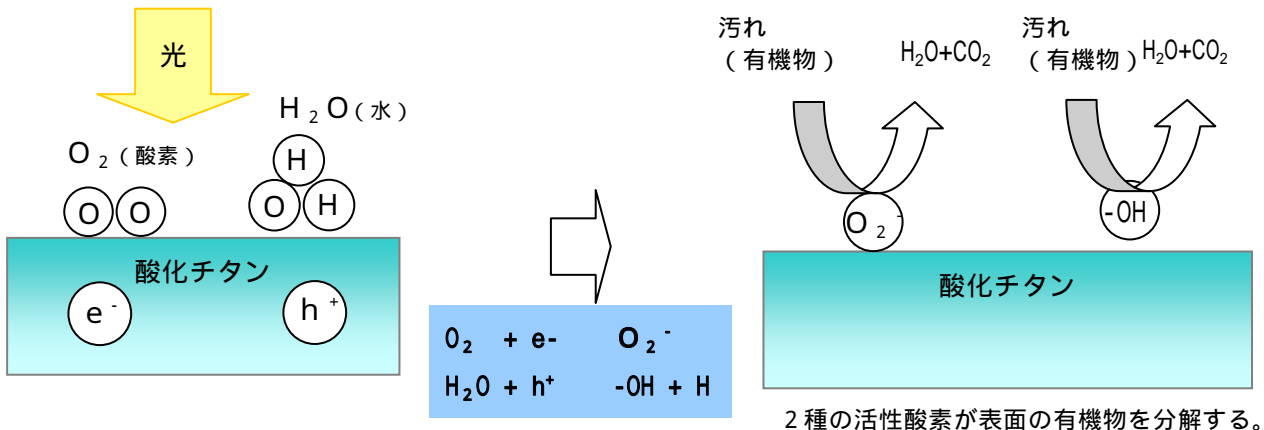
図1 製鉄プロセスにおける鉄鉱石の還元反応

## 出典情報



		題材分類	高化	
題材主題	掃除しなくてもピカピカ			
副題	自分で汚れを落とす酸化チタンの分解力と超親水性			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(3) 物質の変化	ア 化学反応	(ウ) 酸化と還元	
高校化学	(3) 物質の構造と化学平衡	イ 化学平衡	(ア) 反応速度	発展的学習
学習内容の キーワード	化学反応、触媒、酸化チタン、分解力、 超親水性	活用場面の キーワード	ガラス、汚れ防止、空気清浄機、消臭・ 脱臭	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>最近、表面がガラス張りのビルをよくみかけます。表面はいつもピカピカです。</p> <p>ビルの外壁に用いられるガラスは光触媒である酸化チタンという物質でコーティングされているからです。光触媒とは、光に反応して、それ自身は変化することなく化学反応を促進する物質のことです。酸化チタンは紫外線で活性化し、空気中の酸素や水と反応して汚れを分解したり、汚れを付着しにくくする働きをします。</p> <p>酸化チタンは、空気清浄機や建物の外壁、自動車のサイドミラーの曇り止めなどのさまざまな分野で実用化されています。このように化学反応は、生活の様々な場面で活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>触媒は「それ自身は変化することなく化学反応を促進する物質」と定義されていますが、光触媒とは光が当たると触媒になる物質のことです。近年、「二酸化チタン(<math>\text{TiO}_2</math>)」という物質が、汚れの分解、消臭・脱臭、抗菌・殺菌、有害物質の除去、ガラス・鏡の曇り防止、防汚などの効果があるものとして注目を集めています。</p> <p>二酸化チタンは紫外線によって活性化し、強い酸化力(分解力)で有機物を二酸化炭素と水にする分解作用とガラス表面に水がシート状に薄く広がる超親水性という二つの機能を持っています。</p> <p>汚れのもとになる有機物は、酸化すると二酸化炭素(<math>\text{CO}_2</math>)と水になります。酸素不足の状態では酸化すると不完全燃焼が起きて有害な一酸化炭素(<math>\text{CO}</math>)ができます。有機物が完全酸化するためには、一酸化炭素を酸化しなければなりません。酸化チタンは光によって反応性の高い活性酸素を室温でつくることのできるため、酸化力が強いとされています。</p> <p>窓ガラスや鏡が水蒸気で曇ることがありますが、これはガラスの表面に細かい水滴が付着し、水滴一つ一つが光を散乱するためです。酸化チタンをガラス表面にコーティングして光を当てると、水滴は一様に広がり薄い水の膜となります。そのため、光の散乱はなくなり曇らなくなります。付着した水滴は横に広がって水膜になる状態は親水性が非常に大きい状態であり、超親水性といえます。</p> <p>超親水性は曇りを防止するだけでなく、汚れを付きにくくする働きもします。油性の汚れはなかなか取れにくいものですが、超親水性の表面では水が表面と汚れの間に入り込み、汚れを浮き上がらせます。その結果、雨が降った時に汚れが洗い流されます。</p> <p>こうした働きのため、酸化チタンでコーティングされているビルでは、清掃の回数を大幅に削減しても、表面を清潔に保つことができます。</p>				
(平川幸子)				

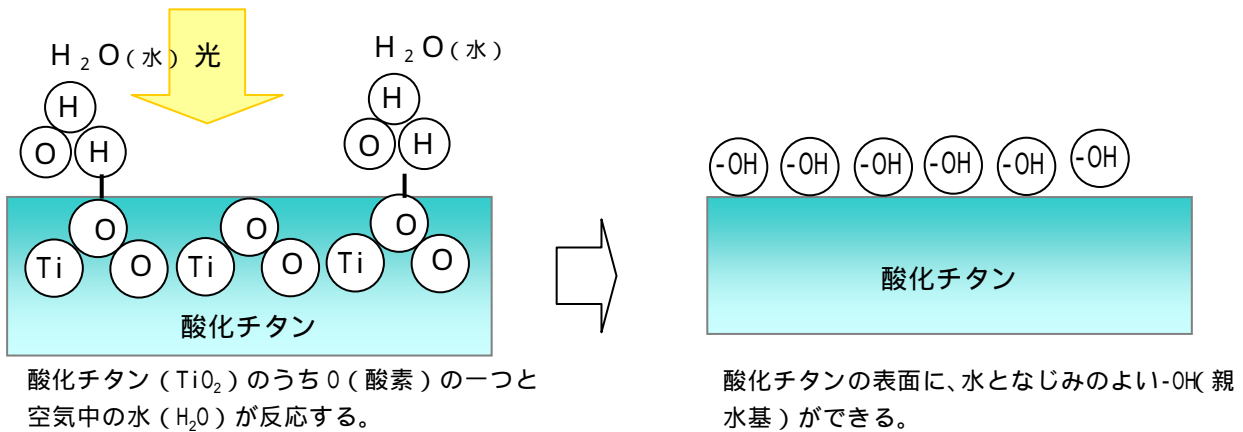
添付図表



酸化チタンに光が当たると、酸化チタン内にe<sup>-</sup>（電子）とh<sup>+</sup>（正孔）が生じる。

酸化チタンの表面にO<sub>2</sub><sup>-</sup>（スーパーオキシドイオン）、-OH（ヒドロキシラジカル）という分解力を持つ2種の活性酸素を発生させる。

図1 酸化チタンの分解力の仕組み



酸化チタン（TiO<sub>2</sub>）のうちO（酸素）の一つと空気中の水（H<sub>2</sub>O）が反応する。

酸化チタンの表面に、水となじみのよい-OH（親水基）ができる。

図2 酸化チタンの親水性の仕組み

出典情報

日本板ガラス HP「光触媒クリーニングガラス クリアテクト」,平成 17 年 3 月 4 日以下より検索,<http://www.nsg.co.jp/arg/pdf/k14-010.pdf>

		題材分類	高化	
題材主題	花火ってどういうふうにできているの？			
副題	炎色反応について			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(1) 物質の構成	ア 物質と人間生活	(イ) 物質の探求	
中学理科 1 分野	(4) 化学変化と原子、 分子	ア 物質の成り立ち	(ア) 物質の分解	
学習内容の キーワード	化学反応、炎色反応	活用場面の キーワード	花火、炎色反応	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>夏の風物である打ち上げ花火の色は大変美しいものですが、なぜこのような色になるか考えたことはありますか？ 花火の色は炎色反応と原理は同じです。ただし、花火には花火を美しく見せるための技があります。なぜ、ちゃんと色がつくのか、なぜ、打ち上げ花火は爆発して周囲に広がるのか？ ここでは、花火の玉の構造を紹介することで炎色反応に対する理解を深めてもらいます。炎色反応の学習は、花火の色づけに活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>皆さん良くご存知の打ち上げ花火は大変きれいですね。しかし、その打ち上げ花火の内部の構造を知っている人は少ないのではないのでしょうか？ 図1に打ち上げ花火の主要な内部構造を示した断面図を示します。打ち上げ花火の内部構造は大きく三つの領域からなり、導火線、割薬、星といわれる構造を持っています。導火線はその名のとおり、着火してから割薬や星を爆発させるためのものです。割薬とは花火の色を作り出すためのものではなく、花火を爆発させて、星を周囲に飛散させる役割を担っています。最後の星といわれるものがあの美しい色を作り出すものなのです。皆さんが地上から見ているのは星が燃焼している様子なのです。星と言われるだけあって名は体をあらわしていますね。</p> <p>さて、星と呼ばれるものの構成要素はどのようになっているか詳しく紹介しましょう。通称、星とよばれているものは色火剤とよばれており、色火剤は酸化剤、可燃剤および炎色剤という三つの物質からなりたっています。酸化剤と可燃剤は燃焼反応を引き起こす役割を担っており、その一方で炎色剤は炎の色をつける役割を担っています。そうです。もうおわかりですね。炎色反応を起こす物質は炎色剤として利用されているのです。花火の代表的な色と主要な物質の関係を以下に示します。</p>				
炎の色	主要な物質			
赤	ストロンチウム、カルシウム			
黄	ナトリウム			
緑	バリウム			
青	銅			
(松本昌昭)				

## 添付図表

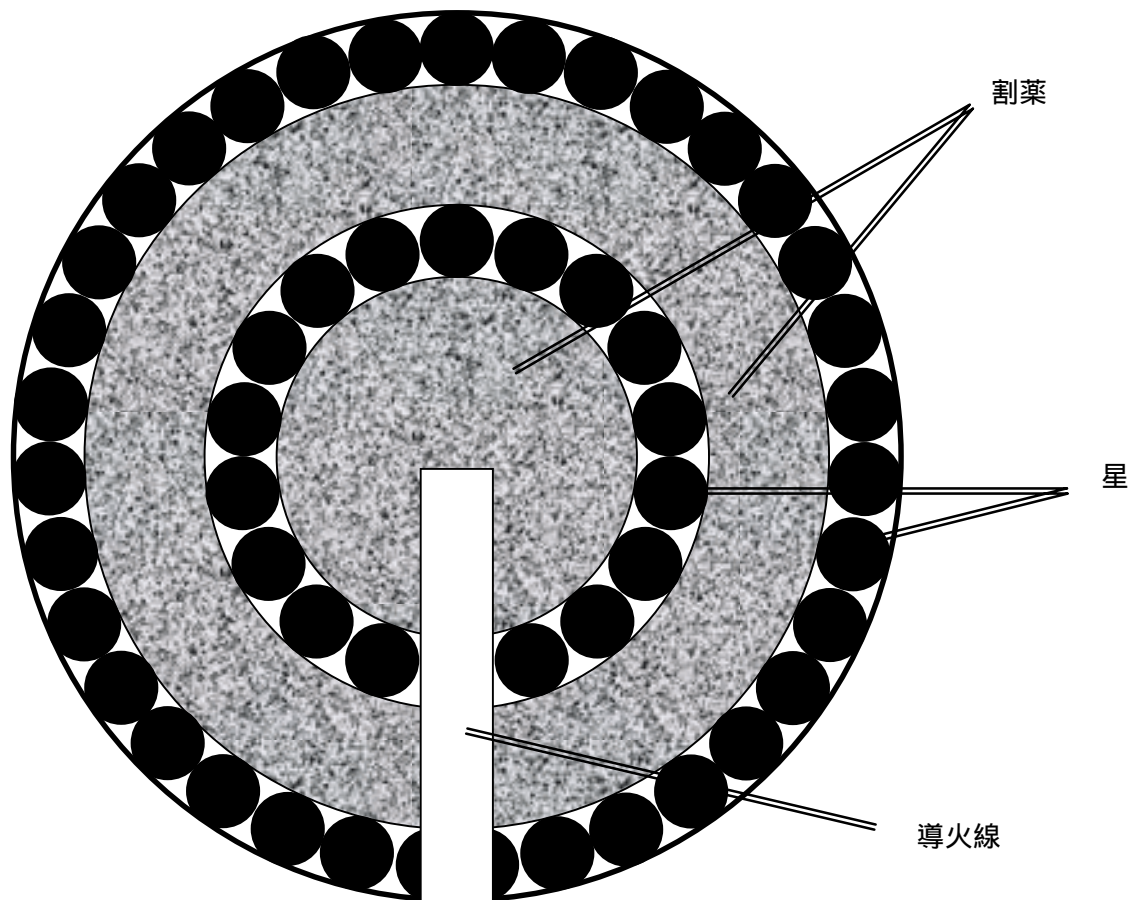


図1 打ち上げ花火の内部構造

## 出典情報

<http://www.art-ichiyama-hanabi.com/process/index.html>

[http://www.hosoya-hanabi.co.jp/science/star\\_top/index.htm](http://www.hosoya-hanabi.co.jp/science/star_top/index.htm)

		題材分類	高化
題材主題	もうヨウ素はいっぱいです！		
副題	原子力災害による放射性ヨウ素被ばく影響を防ぐためのヨウ素剤とは？		
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目 備考
高校化学	(2) 物質の種類と性質	ウ 物質の種類と性質に関する探求活動	
学習内容の キーワード	ヨウ素、放射性同位体、非放射性同位体、放射性物質、甲状腺	活用場面の キーワード	原子力発電、放射能、被ばく、ヨウ素剤
<b>題材とその活用場面</b>			
放射性ヨウ素による甲状腺への被ばくの影響を最小限にするための安定ヨウ素剤には、非放射性同位体が巧みに利用されています。			
<b>説明</b>			
<p>「ヨウ素溶液」の成分であるヨウ素とは、微量ながらも我々の体に必須な元素の一つでもあります。このヨウ素には 24 種類の同位体がありますが、この中で放射性をもたないものはヨウ素 127 という同位体のみであり、それ以外の同位体はすべて放射線を出す同位体（放射性同位体）です。</p> <p>さて、絶対にあってはならないことですが、環境中への放射性物質放出に伴う原子力施設等の事故が発生したとします。このとき、人体に影響のあるキセノン、クリプトン、ヨウ素、シュウ素など、種々の放射性物質が放出されますが、中でも、放射性ヨウ素（ヨウ素 131）は、放出される割合の高い放射性物質であり、呼吸や飲食を通して体内に吸収されると、のどの「甲状腺」という部分に蓄積されやすい性質があります。そのため、放出された放射性ヨウ素が体内に吸収されると、放射能による甲状腺障害が起こり、甲状腺がんや甲状腺機能低下症などを引き起こす可能性があるとしてされています。</p> <p>一方、甲状腺には、放射性・非放射性に関わらず、ヨウ素を一定量しか保つことができないという性質があり、余分に摂取したヨウ素は尿や汗となって体外に排出されます。したがって、放射性ヨウ素を吸収してしまう前に、非放射性のヨウ素（これを「安定ヨウ素」といいます。）を十分に取り込んでおけば、後から入ってきた放射性ヨウ素の甲状腺への集積を抑制または抑止することができるのです。その結果、甲状腺の放射線影響を最小限に食い止めることができます。</p> <p>この性質を利用して、安定ヨウ素をヨウ化カリウムのかたちで製剤した「安定ヨウ素剤」というものがつくられています。これは放射性ヨウ素を体内に吸収する前に、予め安定ヨウ素で甲状腺を飽和させることを目的とした薬です。このヨウ素剤は、原子力施設等の事故発生時において、放射性ヨウ素による影響が周辺の住民に及ぶことが予想され、なおかつ安全な場所への住民の避難が間に合わない判断された場合に、集会所等において配布されることになっています。</p> <p>ただし、安定ヨウ素剤の服用は、甲状腺以外の臓器への放射線影響や希ガス等による外部被ばくに対する放射線防護効果は全くないことには留意する必要があります。</p>			
（瀧陽一郎）			

題材分類

高化

## 添付図表

## 出典情報

財団法人 原子力安全技術センター 原子力防災基礎用語集

[http://www.bousai.ne.jp/visual/bousai\\_kensyu/glossary/a13.html](http://www.bousai.ne.jp/visual/bousai_kensyu/glossary/a13.html)

財団法人環境科学技術研究所ホームページ 環境研ミニ百科

[http://www.ies.or.jp/japanese/mini/mini\\_hyakka/63/mini63.html](http://www.ies.or.jp/japanese/mini/mini_hyakka/63/mini63.html)

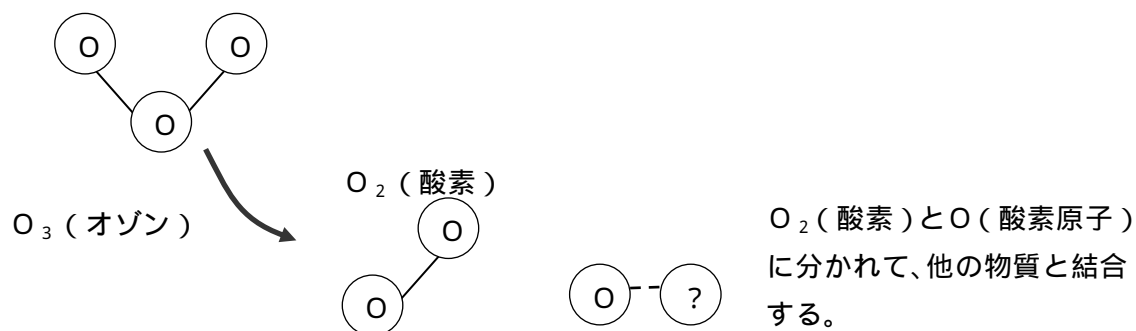
		題材分類	高化	
題材主題	安全な殺菌オゾン			
副題	分解して酸素になる、環境に優しい殺菌物質			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(2) 生活と物質	ア 食品と衣料の化学	(ア) 食品	発展的学習
高校化学	(1) 物質の構造と化 学平衡	イ 化学平衡	(ア) 反応速度、(イ) 化学平衡	発展的学習
学習内容の キーワード	生活と物質、化学反応	活用場面の キーワード	消毒、食品工場	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>現在、食の安全性に関する関心が高まり、様々な殺菌技術が開発されています。</p> <p>薬品を使わず環境にやさしい衛生管理（殺菌・脱臭）の方法として代表的なオゾン、オゾン水などを用いた殺菌装置および脱臭装置が、食品工場や病院、給食センターの衛生管理に用いられています。オゾンは、強い酸化力で殺菌するとともに、常温で酸素分子と酸素原子に分解するという性質を持っています。</p> <p>このように化学反応に関する学習は、生活の様々な場面で衛生管理に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>オゾン（<math>O_3</math>）は、自然大気中に微量に存在しており、酸素と同素体である無色の気体です。</p> <p>オゾンの酸化力はフッ素に次いで強く、有機物や無機物を酸化します。</p> <p>また、オゾン（<math>O_2 + O</math>）は、酸素分子と酸素原子からできているため化学的に不安定で、常温で徐々に分解して酸素になります。空気中では通常、数十分から数時間で水と窒素に分解されるため、環境に及ぼす影響の少ない薬品として、様々な場面で活用されています。</p> <p>オゾンを利用する範囲としては、水道水の脱臭や排水処理、半導体の超精密洗浄、食品工場内の空気浄化、食品および原材料の殺菌、スーパーや給食センター内の空気殺菌などが挙げられます。</p> <p>アンモニアはオゾンと反応して、亜硝酸アンモニウム（<math>NH_4NO_2</math>）と水（<math>H_2O</math>）と酸素（<math>O_2</math>）になります。</p> $4O_3 + 2NH_3 \rightarrow NH_4NO_2 + H_2O_2 + 4O_2$ <p>更に亜硝酸アンモニウムは熱で水と空気中に多く含まれる窒素（<math>N_2</math>）に分解されていきます。</p> $NH_4NO_2 \rightarrow 2H_2O + N_2$ <p>オゾンは、その他、一般細菌、大腸菌群、酵母、糸状菌、ウィルスなどに有効であると言われ使用されてきました。また、食品の保存に関しても多数の報告があります。このオゾンの細菌に対する殺菌機能は、まずオゾンの酸化作用により細胞膜の構成成分（リン脂質とタンパク質）が破壊され、溶菌を起こし死滅するか、またはオゾンの酸化作用により細菌の酵素又はRNAやDNAが分解、損傷を受けることに起因します。</p> <p>このように、活用範囲の広いオゾンは、従来は自然界にのみ存在していましたが、人工的に発生させる装置が開発されています。オゾンを発生させる方法は、大別して放電法、紫外線法、電気分解法の三種類ですが、放電法が最も一般的です。放電法は、一對の電極の間に酸素含有気体を流しながら、交流高電圧をかけて放電させ、酸素をオゾンとしています。</p>				
（平川幸子）				

## 添付図表

表1 オゾン水適用濃度

	オゾン	
	濃度 (ppm)	時間 (min)
水の消毒	0.5 ~ 1.0	5
野菜類の消毒	0.3 ~ 5.0	1 ~ 5
手指の消毒	4.0	0.5

図1 オゾンの分解イメージ



## 出典情報

鹿児島県工業技術センターHP；鹿工技ニュースNo48,2005年2月22日以下より検索，

<http://www.kagoshima-it.go.jp/public/news48/48-03.htm>

エコデザイン株式会社HP, 2005年2月22日以下より検索, <http://www.ecodesign-labo.jp/data2.htm#1>



		題材分類	高化	
題材主題	ガス漏れシミュレーション			
副題	工場での事故影響評価を行うための、ガス漏れ評価の実際			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学 II	(1) 物質の構造と化学平衡	A物質の構造	(イ) 気体の法則	
学習内容の キーワード	理想気体、状態方程式、微分	活用場面の キーワード	ガス漏洩、オリフィス、事故シミュレーション、数値解析、近似計算	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>化学プラントや発電設備では、原料や製品、設備維持のためにさまざまな気体が保管されています。ガスには可燃性や毒性といった性質があるため、保管されている容器からガス漏れした場合、危険な影響を周辺地域へ与えることとなります。気体の法則の学習は、安全対策のために、工場などでの事故をシミュレーションする技術に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>容器から封入気体が漏れる事故形態はさまざまあります。容器が突発的で破壊的な事故にあう場合をカタストロフィックな爆発事故と呼びます。ここでは、容器に“穴”が開くことで、内部の気体が徐々に漏れていくことを考えてみます。このような鋭断面漏洩口のことを“オリフィス”と呼びます。</p> <p>例えば、水素は毒性よりも可燃性である性質が重要で、万が一漏れて広がった場合には爆発が発生する危険性があります。そのためには、どれくらいの時間で、どれくらいの量が漏れるかを評価することは極めて重要となります。これによって、何分以内にどのような処置が必要かを決定することができます。</p> <p>図1のような、タンクのオリフィスからの漏れを考えてみます。水素ガスが漏れるに従って、タンク内部の圧力は減少していき、最終的に大気圧となったときに漏れが止まります。ここで次のようなことが直感的に分かるでしょう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ ガス漏れの初期には、タンク内部圧力が高いために勢いよくガスが流出し、単位時間あたりのガス漏れ量が多い</li> <li>◆ ガス漏れの最終期には、圧力差がほとんど無いため、ガス噴出の勢いも弱く、単位時間あたりのガス漏れ量は少ない</li> </ul> <p>漏洩量とタンク内部の圧力を計算でシミュレートするためには、図2のような気体の状態微分方程式を解くことが必要になります。圧力が少し減少する (<math>dP/dt</math>) ことは、漏れによって水素 (のモル数) が少し減少する (<math>dn/dt</math>) ことを意味しています。漏れる水素は、単位面積あたり・単位時間あたりに漏れる水素の流量と、オリフィスの破口面積の積 (漏洩流量 <math>W[\text{kg/sec}] = G \times A</math>) で表されます。</p> <p>数値シミュレーションでは、厳密に状態微分方程式を解くことができないため、図3のような手順を取ります。すなわち、とても微小な時間 <math>t</math> を考えたときに、<math>t</math> の間では圧力は変化しないものとして、ある量の水素漏れにより、次のステップでの圧力の減少を予測します。ここで求めた次のステップでの新しい圧力に対して、漏れる流量を再計算します。これを、全量の水素が漏れるまで繰り返します。これらは、コンピュータにプログラム化されます。(ある圧力差状態のときのオリフィスにおける流出面積流量 <math>G</math> は、別に計算方法が研究されています。)</p> <p>これらによって、例えば表1のようなシミュレーション結果が得られるのです。 (丸貴徹庸)</p>				

添付図表

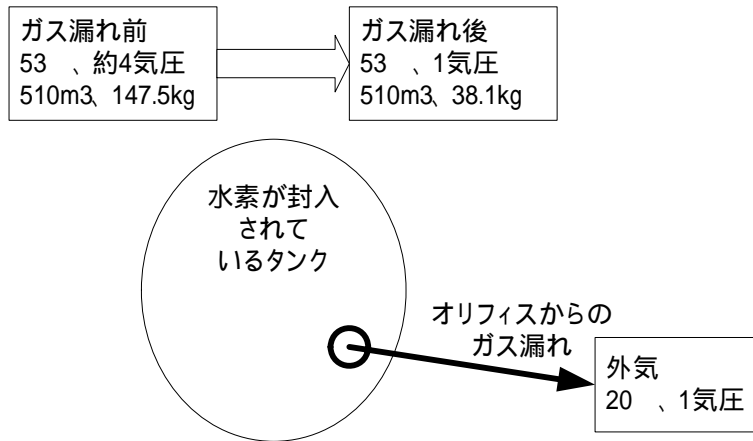


図1 水素封入タンクからの漏洩想定(例)

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{dP}{dt} = \frac{RT}{V} \cdot \frac{dn}{dt} = \frac{RT}{V} \left( -\frac{GA}{M} \right)$$

$P$  : 圧力、 $V$  : 体積(容積)、 $n$  : モル数、 $R$  : 状態定数、 $T$  : 温度

$G$  : ガス漏れ面積流量 [ $\frac{kg}{m^2 \cdot sec}$ ]、 $A$  : ガス漏れ断面積、 $M$  : 水素分子量

図2 理想気体の状態微分方程式

ステップ1 (初期条件) :  $t = 0$ の時、 $P_{(t=0)} = P_1$ 、流出流量  $W_{(t=0)} = G(P_1, P_{atm}) \cdot A$

ステップ2 :

次の時間の圧力 :  $P_{(t+\Delta t)} = P_{(t)} + \frac{dP}{dt} = P_{(t)} - \frac{RTG(P_{(t)}, P_{atm})A}{VM} \cdot \Delta t$

次の時間の流量 :  $W_{(t+\Delta t)} = G(P_{(t+\Delta t)}, P_{atm}) \cdot A$

ステップ3 : 次の時間の流量分だけ流出させる(ステップ2へ戻る)

図3 実際の数値シミュレーションでの手順

表1 解析結果(例) ~ オリフィスの大きさによる30分後のガス漏れ量の比較

事故規模	破口口径[mm]	ガス漏れ量[kg]
小規模	1.0	0.17
中規模	6.5	7
大規模	15.0	35

出典情報

		題材分類	高化	
題材主題	環境に優しいプラスチック			
副題	微生物によって分解されるプラスチック			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
中学理科 2 分野	( 7 ) 自然と人間	ア 自然と環境	( ア ) 生物の栄養摂取 と自然界のつり合い	発展的学習
高校化学	( 2 ) 生活と物質	イ 材料の化学	( ア ) プラスチック	
学習内容の キーワード	生分解性、微生物、プラスチック、化 合物	活用場面の キーワード	生分解性プラスチック、食器、電化製 品、環境	
題材とその活用場面				
<p>私たちの身の回りにはたくさんのプラスチック製品があります。プラスチックはどんな形にも成形できる軽くて丈夫という便利な材料ですが、燃やすとダイオキシンなどの有害物質が出てしまいますので、捨てたときに困ります。そこで、プラスチックの特徴を持ちながら捨てるときには土の中の微生物によって分解される「生分解性プラスチック」が開発され、食器やパソコンなどに使われています。</p>				
説明				
<p>「生分解性プラスチック」は、「プラスチックと同等な機能を持ちながら、使用後は自然界に存在する微生物の働きによって低分子化合物に分解され、最終的には水や二酸化炭素などの無機物に分解される高分子素材」と定義されています。では、その素材は何でしょうか。</p> <p>代表的な素材は「ポリ乳酸」という物質です。これは、とうもろこしやじゃがいも、さとうきびなどの植物を原料にして加工されてできる高分子化合物です。ポリ乳酸樹脂は、原料を加工してでんぷんにして発酵させた乳酸を高分子化して精製されます。ポリ乳酸樹脂を成形することにより、スプーンやコップなどの食器類など、用途に応じてさまざまな製品がつくられます。</p> <p>不要になった生分解性プラスチック製品は、土に埋めると土の中にいる微生物のえさになり、微生物によって低分子化合物に分解され、やがて水と二酸化炭素に分解されます。近年では、生ゴミと一緒に処理してコンポスト化（堆肥化）することも行われています。</p>				
( 大熊裕輝 )				

## 添付図表

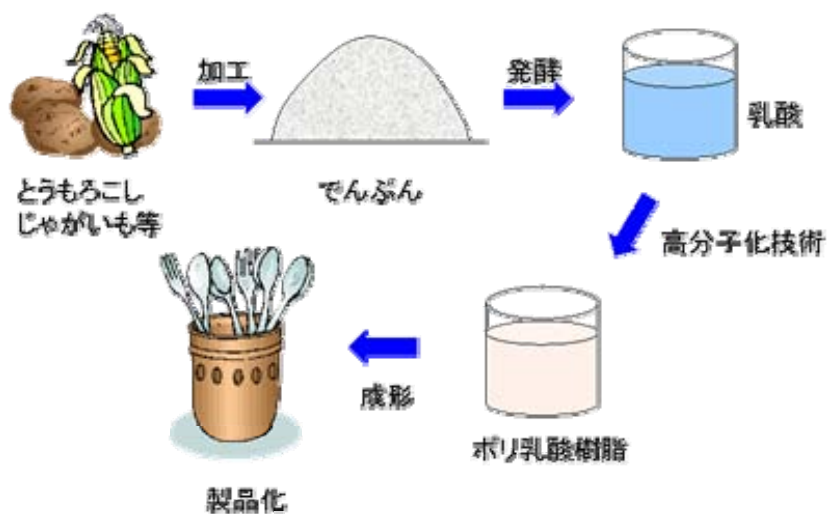


図1 ポリ乳酸樹脂製品の製造過程

## 出典情報

株式会社エンテックホームページ (<http://www.k-entec.co.jp/econe.html>) (2005年3月31日)  
瀧澤美奈子著「科学のニュースが面白いほどわかる本」中経出版、P112～P113

		題材分類	高化	
題材主題	きれいなペット用トイレ			
副題	液体の特徴・毛細管現象の応用			
学習指導要領の教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(1)物質の構造と化学平衡	ア 物質の構造	(ウ)液体と固体	発展的学習
学習内容のキーワード	液体、表面張力、毛細管現象	活用場面のキーワード	ペット用トイレマット、ペン、万年筆	
題材とその活用場面				
<p>ペットを飼っていると、トイレの後始末が心配ですね。特に部屋の中で飼っている場合は、ニオイがこもって大変です。そこで、おしっこを逃がさず、ニオイも消してくれるとても清潔なトイレが考え出されました。これは、液体の特徴である毛細管現象を応用しておしっこを逃がさないようにし、木材の脱臭効果を活かしてニオイを消しています。毛細管現象の応用は、他にもペンなどの文房具に応用されています。</p>				
説明				
<p>ペット用のトイレマットにはさまざまな工夫がされています。たとえば、木材にはニオイや菌の発生を抑える効果があることを利用して、マットの材質として利用されています。また、おしっこが逆流しないように逆流防止弁があつたりします。</p> <p>それでは、もし仮に同じ場所で繰り返しおしっこをするとどうなるのでしょうか。マットが吸収できなくなっておしっこがたまってしまいそうな感じがしますが、毛細管現象(液体が重力や表面張力に逆らって細い管の中に吸い上げられるように移動する現象)を利用してそうはならないような工夫がなされています。</p> <p>ここで、毛細管現象は以下の3つが関係しています。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・液体の表面張力</li> <li>・固体と液体の濡れやすさ</li> <li>・毛細管の直径</li> </ul> <p>水と水との分子の間には、お互い四方八方に引き合う力(分子間力)が働いています。そこに細いガラス管を入れると、水分子同士が引き合う力よりも水とガラスの付着力の方が大きいため、水はガラス管に吸い込まれます(図1)。この力と上昇した水の重さが釣り合うと、上昇は止まります。これが「毛細管現象」です。</p> <p>ペット用のトイレマットでは、高密度に張り巡らされた素材の隙間がガラス管の役割を果たし、毛細管現象によってある一箇所で吸い込んだおしっこを全体に染み渡らせるようにしています。</p> <p>この毛細管現象を利用した身近なものに、サインペンやラインマーカー、ボールペンなどがあります。サインペンやラインマーカーのペン先は繊維でできており、繊維の毛細管現象でインクを吸い出してペン先に送っています。ボールペンは、ペン先に繊維でできた細い軸が組み込まれており、毛細管現象によってインクをボールまで送り出しています。</p>				
(大熊裕輝)				

## 添付図表

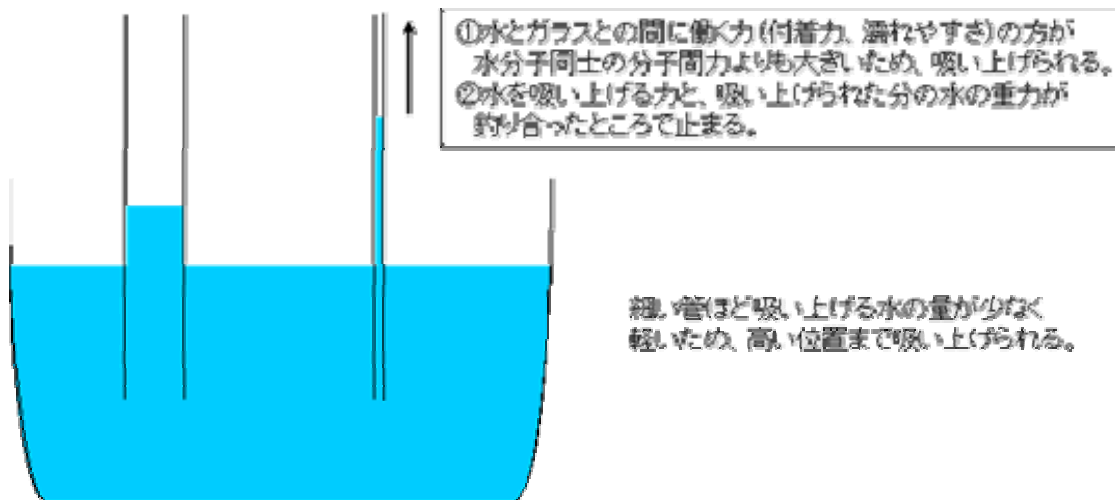


図1 毛細管現象

## 出典情報

日本ガイシ(株)サイエンスサイト(<http://www.ngk.co.jp/site/>), 2001.

		題材分類	高化	
題材主題	患部にだけ働く薬物伝達システムとは？			
副題	薬物を効果的に運ぶドラッグデリバリーシステム			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(3) 生命と物質	イ 薬品の化学	(ア) 医薬品	発展的学習
学習内容の キーワード	生命、細胞、化学、医薬品	活用場面の キーワード	病気、がん、薬品	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>ドラッグデリバリーシステム (DDS: Drug Delivery System, 以下 DDS) とは、目標とする患部 (臓器や組織、細胞、病原体など) に、薬物を効果的かつ集中的に送り込む技術です。</p> <p>薬剤を膜などで包むことにより、途中で吸収・分解されることなく患部に到達させ、患部で薬剤を放出して治療効果を高める手法です。「薬物送達システム」、「薬物輸送システム」などとも呼ばれます。</p> <p>薬品に関する学習は、最新の医薬品開発に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>一般的に薬剤は、必要な時に、必要な量を、必要な部位に到達させるのが理想とされています。</p> <p>そこで、薬剤を膜などで包むことや、薬剤のサイズを調整することにより、患部に到達するまでに吸収・分解させないようにして、過剰な薬剤投与を抑える技術「薬物伝達システム (DDS)」が考え出されました。DDS とは、目標とする患部 (臓器や組織、細胞、病原体など) に、薬物を効果的かつ集中的に送り込む技術なのです。副作用を軽減させながら、薬剤の治療効果を高めることが期待できるというメリットがあります。</p> <p>通常、薬物は体内で吸収・分解されたり、全身、つまり、患部以外の部位にも広範囲に拡散したりするため、患部に到達する薬物は投与されたうちの極微量であると言われていています。しかし、だからと言って、患部に到達すべき薬物量から逆算して投与すべき薬物量を決めると、その投与量は非常に多いものとなり、副作用発現の可能性が高くなってしまいます。DDS をうまく活用することによって、投与量を少なくすませ、副作用を防止すると同時に、薬剤の行き先もコントロールできるようになります。</p> <p>DDS の適用薬剤としては、副作用の防止、治療効果を高めるという点から、特に 抗がん剤 の開発が期待されています。</p> <p>薬物のサイズに着目した技術の例としては、固形がんの組織の血管の性質に着目した DDS があります。それは正常な組織の血管は細胞が均等に並んで穴が空いていませんが、固形がんの組織の血管には、ごく小さな穴が開いているということです。固形がんの血管の穴の大きさに合わせた薬を投与すると、がん組織のみで薬が吸収されます。</p>				
(平川幸子)				

## 添付図表

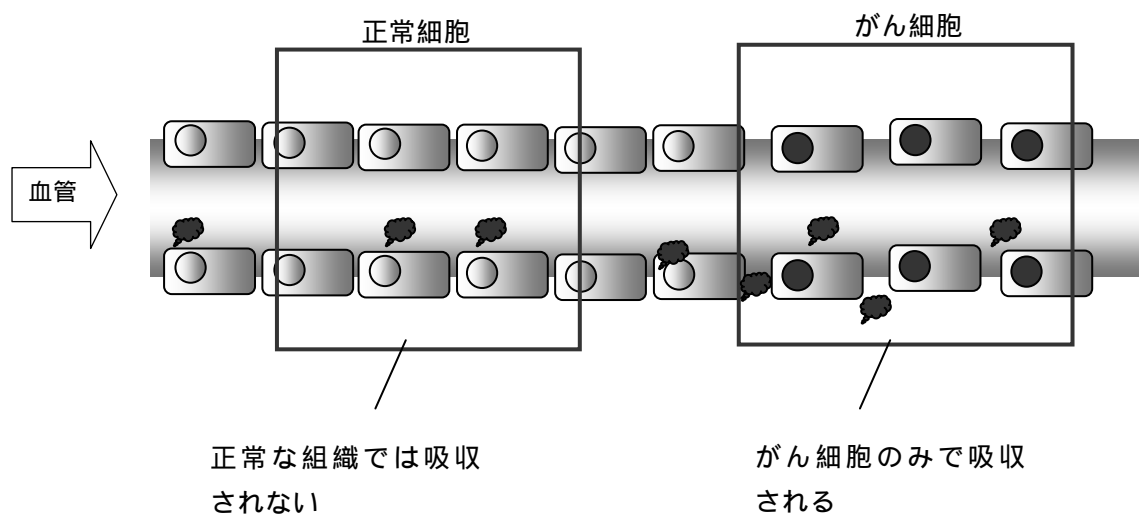


図1 がん細胞のみで吸収される薬剤の仕組み

## 出典情報

川合 知二 (2001) 「図解 ナノテクノロジーのすべて」, pp.224-227, 工業調査会



		題材分類	高化	
題材主題	スキューバダイビングの小さなタンクにはどれだけの空気が入っているか			
副題	ボイルの法則による圧力と体積との関係			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(1) 物質の構造と化学平衡	ア 物質の構造	(イ) 気体の法則	
学習内容の キーワード	ボイルの法則	活用場面の キーワード	ガスボンベの体積、スキューバダイビング	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>スキューバダイビングのタンク、プロパンガスのボンベなどの中にはそれぞれ空気とプロパンガスが詰まっています。容器の実際の体積は、使用する空気・ガスの量から推測される以上に小さいのです。この小さな容器にたくさんのガスを詰めておける理由は、高い圧力にすることによって体積を小さくしているからなのです。</p> <p>ボイルの法則がスキューバダイビング等のタンクに多くの空気を詰め込むことに活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>スキューバダイビングの場合、タンクにはおよそ1時間も息ができるだけの空気が入っていますし、プロパンガスボンベには一般家庭でおよそ1ヶ月使用できるだけのガスが入っています(容量や使用環境によって異なります)。</p> <p>スキューバダイビングにおいて、ある時間潜水しようとした場合、空気の必要量は一般的に次式により算出されます。</p> $\text{空気の必要量} = \text{平均的な空気消費量 (リットル/分)} \times \text{潜水時間 (分)} \times \text{平均気圧}$ <p>ここで、平均10mの潜水を1時間以上行うとした場合、平均的な空気消費量を17リットル/分と仮定すると、水深10mでの気圧は2気圧であるため、空気必要量は約2,000リットルとなります。</p> <p>こうした潜水を行う場合にはその時間に見合うだけの大量の空気が必要となりますが、あの小さなタンクにどうやってたくさんの空気を詰めているのだろうか。</p> <p>それは、圧力×体積は一定となるボイルの法則に依るのです。したがって、高い圧力にすることによって体積を小さくすることができるのです。圧力をN倍すると、体積は1/N倍となります。スキューバダイビングでは、実容積での10リットルタンクがよく使われていますが、2,000リットル必要な場合は、200倍に圧縮し200気圧にすることで、10リットル容器に詰め込むことができるのです。</p>				
(堤一憲)				

## 添付図表

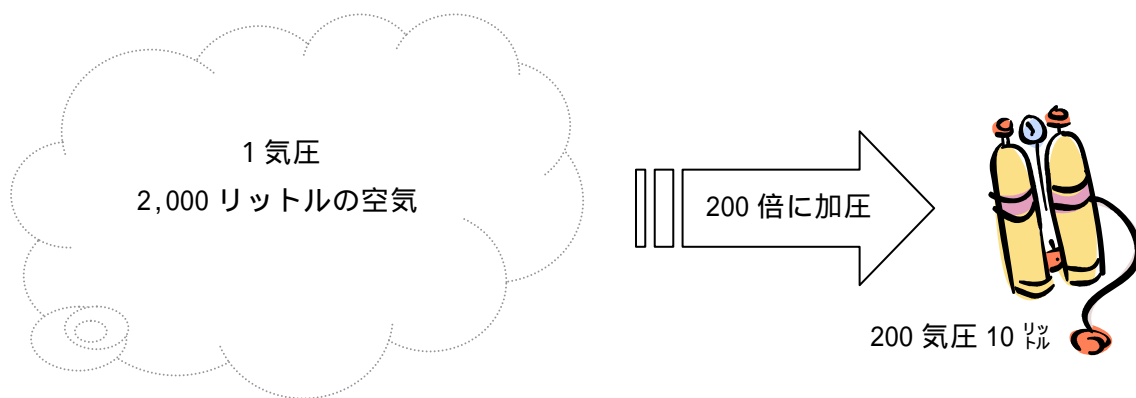


図1 ボイルの法則による気体の体積の変化

## 出典情報

		題材分類	高化		
題材主題	冷たくても「熱」の利用				
副題	冷熱利用によるエネルギーの有効活用				
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考	
高校化学 II	(1) 物質の構造と化学平衡	ア物質の構造	(イ) 液体と固体		
高校物理 II	(3) 物質と原子	ア原子、分子の運動	(ア) 物質の三態		
学習内容の キーワード	沸点、熱膨張、潜熱	活用場面の キーワード	熱交換、冷熱利用、都市ガス、発電、液化天然ガス (LNG)		
<b>題材とその活用場面</b>					
<p>資源を無駄遣いせずにリサイクルする、地球環境を考えていく上では大切なことです。「熱」も、無駄遣いせずに、利用することができます。温度によって物の性質が変化していくことを上手に利用することで、エネルギーを有効に活用していくとともに、あたらしいビジネスを産み出していくことも可能になります。物性の学習は、冷熱利用にも活用されています。</p>					
<b>説明</b>					
<p>火力発電の燃料や都市ガスの原料に、天然ガス (Natural Gas : NG) が利用されています。日本は、天然ガスのおよそ 97% を輸入に頼っています。輸入される天然ガスは、液化天然ガス (Liquefied Natural Gas : LNG) として液化されています。なぜなら、天然ガスは液化されると、約 600 分の 1 に体積が減少するので、輸送や貯蔵が簡単になるからです。</p> <p>このときの温度は、<math>-162</math> 以下の非常に冷たいものです。火力発電所で発電を行うための燃料として燃やす場合や、都市ガスとして家庭などに供給する場合は、これを常温に戻して気化させます。液体から気体へ蒸発するときの熱、さらに低温から常温まで上昇させるための熱として、LNG は周囲から熱を吸収して NG となります。せっかく熱を「奪ってくれる」のであれば、冷却することで利点が生まれるものに利用しない手はありませんね。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ <math>-10</math> 程度の環境があれば、冷凍食品の保管倉庫として十分です。</li> <li>◆ <math>-80</math> 程度の環境で、ドライアイスの製造や食品の凍結、粉碎を行うことができます。</li> <li>◆ <math>-100</math> 以下となれば、プラスチックやゴムなどの廃材を破砕することができます。</li> <li>◆ <math>-200</math> 近くまで空気を冷却すると、液化して、沸点の違いから、液化窒素 (沸点は約 <math>-196</math>) や液化アルゴン (沸点は約 <math>-186</math>)、液化酸素 (沸点は約 <math>-183</math>) を製造することができます。</li> <li>◆ <math>-250</math> 近くの環境では、液化水素 (沸点は約 <math>-253</math>) を製造することができます。</li> </ul> <p>もちろん、LNG の冷熱をそのまま利用するだけでは、低温は実現されません。LNG の冷熱と組合せて、断熱膨張や減圧処理を行うことで、液化物が製造されていきます。</p>					
(丸貴徹庸)					

## 添付図表

表 1 天然ガスの主な成分の液化温度 (1 気圧)

メタン CH <sub>4</sub>	エタン C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	プロパン C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	n-ブタン C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>
-161.5	-88.6	-42.1	-0.5

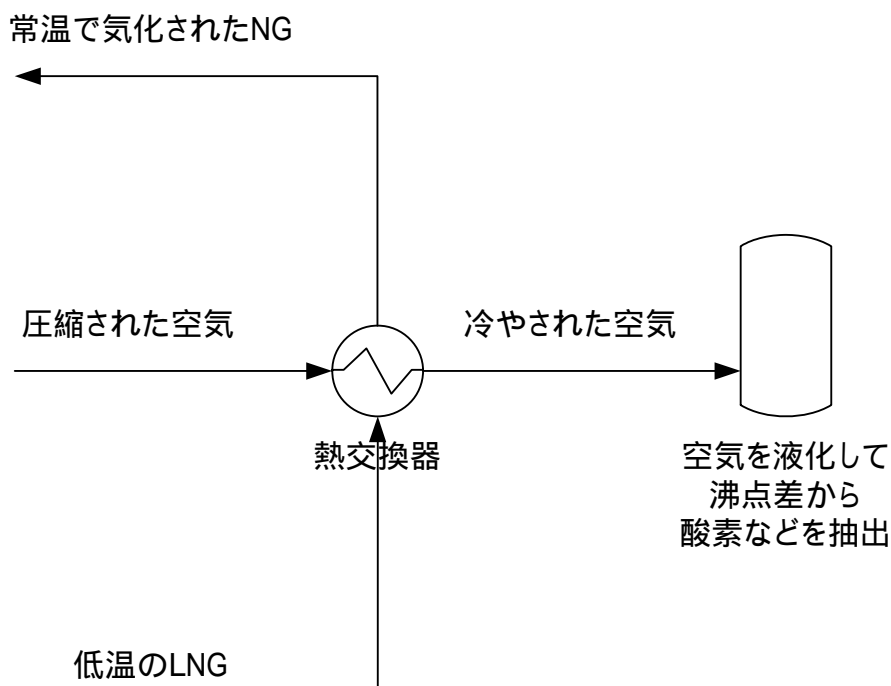


図 空気の液化分離に寒冷剤として利用される LNG 冷熱の例

## 出典情報

独立行政法人科学技術振興機構、原子力百科事典 ATOMICA 「液化天然ガス：LNG」。2004 年 12 月 12 日以下より検索, URL: [http://mext-atm.jst.go.jp/atomica/dic\\_1872\\_01.html](http://mext-atm.jst.go.jp/atomica/dic_1872_01.html)、同、LNG (液化天然ガス) の冷熱利用, URL: [http://mext-atm.jst.go.jp/atomica/01090402\\_1.html](http://mext-atm.jst.go.jp/atomica/01090402_1.html)

資源エネルギー庁、エネルギー・資源を取り巻く情勢\_天然ガス。2004 年 12 月 12 日以下より検索、URL: <http://www.enecho.meti.go.jp/energy/lng/lng01.htm>

		題材分類	高化	
題材主題	パンが生きている？！			
副題	酵母の発酵でパンを作る			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(2) 生活と物質	ア 食品と衣料の化学	(ア) 食品	
中学理科2分野	(7) 自然と人間	ア 自然と環境	(ア) 生物の栄養摂取 と自然界のつり合い	
学習内容の キーワード	食品、化学反応、酵母、微生物	活用場面の キーワード	パン	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>街角でパン屋の前を通ると、いい香りがします。香りを発生させているのは、酵母が発酵して、香気成分を発生しているからです。発酵とは、酵母（イースト）と呼ばれる微生物が糖と反応して炭酸ガスやアルコールを生成する働きのことです。</p> <p>このように食品の性質や化学反応の学習は、食生活の中でも活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>パンがふっくらと膨らみ、いい香りがするのは、酵母（イースト）と呼ばれる微生物の働きと関連しています。パンの発酵とは、酵母が糖と反応して炭酸ガス（二酸化炭素）とアルコールを生成するとともに、有機酸や香気成分を生成することです。パン特有の風味と、発酵で生じた炭酸ガスが生地を膨張させて、特有の歯ざわりや舌ざわりを与えるものです。炭酸ガスはパン生地が膨らむために、有機酸はパン生地の伸びや味わい、香気成分はパンの香りに必要なものです。</p> <p>微生物には人間に病気を引き起こす病原菌や、食べ物を腐敗させる腐敗菌などの悪玉菌に対して、チーズを作る乳酸菌・納豆を作る納豆菌・酢を作る酢酸菌・酒類を醸す酵母菌など、人間にとって有用な働きをする善玉菌があります。パンを発酵させる酵母は有用な善玉菌と言えます。</p> <p>パン酵母はもともと自然界に存在した野生酵母の中から製パン性能に優れた品種を選抜したものです。天然酵母、自然酵母はドライフルーツを水戻ししたものが自然発酵したものを使ったり、一度純粹に分離した野生酵母を糖蜜の代わりに果汁を使って培養するなど様々な作り方をしているようです。</p> <p>酵母は生き物ですので、温度によっても発酵の程度が変わってきます。酵母にとっての適温は 30 前後でこの温度帯で最も良く発酵しますが、温度が 10 以下になると発酵は停止し、反対に 60 位まで上がると死滅します。</p> <p>また、パン用に使われている酵母は小麦粉のデンプンから生じる麦芽糖（マルトース）を醗酵する能力が必要であり、ビールの酵母に近いと言われています。一方、日本酒に使われる清酒酵母は麦芽糖を発酵できないという特徴があります。麦を食べるか、米を食べるかという食文化の違いが、自然界から選抜されて利用される微生物の性質に反映されていると考えられます。</p>				
（平川幸子）				

題材分類 高化

## 添付図表

表1 パン酵母の発酵

酸素がある状態	「ブドウ糖」 + 「酸素」 + 『酵母』	「二酸化炭素」 + 「水」
酸素のない状態	「ブドウ糖」 + 『酵母』	「二酸化炭素」 + 「アルコール」

## 出典情報

		題材分類	高化	
題材主題	太らないお菓子ってないの			
副題	太らず、カルシウムも摂れるチョコレート！			
学習指導要領の教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
小学理科 6 年 中学理科 2 分野 高校生物	A 生物とその環境  (7) 自然と人間  (1) 生物現象と物質	(2) 生物の養分のとり方と環境 ア 自然と環境  ア タンパク質と生物体の機能	ウ 生物の食べ物、水、空気を通じた環境とのかかわり (ア) 生物の栄養摂取と自然界のつり合い (ア) 生物体内の化学反応と酵素	発展的学習
高校化学 高校化学	(2) 物質の種類と性質 (2) 生活と物質 (3) 生命と物質	イ 有機化合物 ア 食品と衣料の化学 ア 生命の化学	(イ) 官能基を含む化合物 (ア) 食品 (イ) 生命を維持する化学反応	
学習内容のキーワード	エネルギー収支、脂肪酸、脂肪吸収率、カルシウム	活用場面のキーワード	ダイエット、食品、	
題材とその活用場面				
<p>肥満を予防、低減するためには、食べて吸収する量（摂取エネルギー）を減らすか、運動などで消費するエネルギー（消費エネルギー）を増やすことが重要です。毎日運動するのは大変、お菓子を減らすのも淋しい。そこで、食べても太らない方法について進められている研究を紹介しましょう。カルシウムが脂肪の吸収を防ぎ、ダイエット効果とカルシウム不足の両方を補うことが期待されます。</p>				
説明				
<p>肥満の予防には、運動をして消費エネルギーを増やすか、ふだんの食生活の中で摂取エネルギーを減らすことが重要です。摂取エネルギーを減らすためにまず思い浮かぶのは食べないことですが、「食べても吸収しない」（糞便として排泄される）ことも摂取エネルギーを減らすことに繋がります。ここでは、脂肪の吸収率を下げる方法についての研究を紹介しましょう。</p> <p>卵殻カルシウム<sup>1</sup>を添加したチョコレートを食べた場合（Ca 添加 Gr）と卵殻カルシウムを含まないチョコレートを食べた場合（Ca 無添加 Gr）を比較すると、Ca 添加 Gr 方が糞便中の総脂質が明らかに高いことがわかっています。また、脂肪酸分析の結果、表 1 に示すように、Ca 添加 Gr は Ca 無添加 Gr に比べてパルミチン酸とステアリン酸の吸収率が大幅に低いことがわかります（アラキジン酸はももとの摂取量が少ない）。つまり、脂質が体内で吸収されず、便として体外に出されたこととなります。</p> <p>脂肪を吸収するには胆汁中の成分（胆汁酸）が重要な働きをします。カルシウムは胆汁酸と結合することができ、カルシウム、胆汁酸、脂肪が結合<sup>2</sup>すると、小腸から吸収できなくなります。したがって、脂肪の吸収率が下がり、太りにくくなる、というわけです。</p> <p>1：ここで添加した「卵殻カルシウム」は、炭酸カルシウムに比べて胃で早く溶ける、胃内濃度が高くなりやすい、ほかの天然カルシウムに比べてカルシウムの含有量や吸収量などが勝っている、食品素材として味質に優れているといった特徴を持っています。カルシウムも不足しがちな栄養素ですが、卵殻カルシウムはカルシウム不足の解消にも繋がります。</p> <p>2：カルシウムイオン - 脂肪酸 - 胆汁酸がキレート結合を起こし沈殿すると言われている。</p>				
				（大熊裕輝）

題材分類	高化
------	----

## 添付図表

表1 おもな脂肪酸の摂取量および吸収量

脂肪酸	ミリスチン酸	パルミチン酸	ステアリン酸	リン酸	アラキドン酸
摂取量(g)	1.5 (1.8%)	23.8 (28.3%)	22.9 (27.3%)	24.6 (29.2%)	0.7 (0.8%)
試験食由来(%)	89.8	84.5	98.3	90.6	92.3
吸収率(%)					
Ca 無添加 Gr	91.5 ± 3.5	90.5 ± 2.4 <sup>a</sup>	84.2 ± 4.4 <sup>a</sup>	97.1 ± 1.5	77.3 ± 7.1 <sup>a</sup>
Ca 添加 Gr	89.0 ± 2.5	67.4 ± 7.4 <sup>b</sup>	44.5 ± 12.7 <sup>b</sup>	97.3 ± 0.6	42.3 ± 15.9 <sup>b</sup>

( ) は本試験期間中に摂取した総脂質に対する割合。<sup>a</sup>vs<sup>b</sup>, p<0.001。(村田卓士ら(1998)を一部改変)

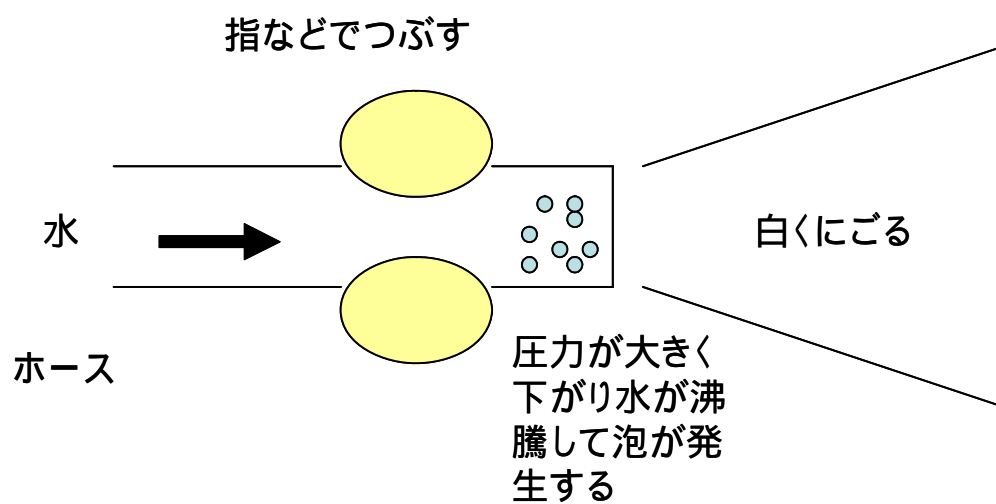
## 出典情報

- ・藤巻正生著「機能性食品と健康 - 食品は進化する - 」裳華房、P52 ~ P62
- ・「カルシウムでダイエット！」；ホームページ「家庭の医学」  
(<http://allabout.co.jp/health/familymedicine/closeup/CU20050313A/>) (平成17年3月31日)
- ・大辰幸ほか「カルシウムと大腸癌」(<http://milk.asm.ne.jp/jimu/ca/43.htm>)



		題材分類	高化	
題材主題	ホースをつぶすと水が沸騰する			
副題	圧力による沸点の変化			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(1) 物質の構造と化学平衡	ア 物質の構造	(ウ) 液体と固体	
学習内容の キーワード	蒸発、層変化	活用場面の キーワード	飽和蒸気圧、キャビテーション	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>水は大気圧で 100 で沸騰し、気体になりますが、圧力が下がると低い温度で蒸発が始まります。水を流すホースを指でつぶして勢いよく水を飛ばそうとしたとき、つぶしたところは大きく圧力が下がり、普通の温度でも沸騰が始まります。水が白くにごるのは、沸騰した泡のせいです。</p> <p>船を進めるスクリューでもその回転速度を上げすぎると同じことが発生し、船を押し力が下がってしまいます。</p>				
<b>説明</b>				
<p>水は大気圧で 100 で沸騰し、気体になりますが、圧力が下がると低い温度で蒸発が始まります。沸騰する温度は圧力と関係し、高い山の上では圧力が低くなるため、100 より低い温度で水は沸騰します。</p> <p>これよりもっと極端な現象が身の回りで起きています。水を流すホースを指でつぶして勢いよく水を飛ばそうとしたとき、つぶしたところで流れが速くなりますが、大きく圧力が下がり、普通の温度でも沸騰が始まります。シャーという音が発生し、水が白くにごるのは、沸騰した泡のせいです。</p> <p>このような現象をキャビテーションと呼びます。水道の蛇口を閉めるときにシャーという音が聞こえるときにも同じことがおきています。また船を進めるスクリューでもその回転速度を上げすぎると同じことが発生し、船を押し力が下がってしまいます。さらにこの無数の泡が再び圧力の上昇した水でつぶれるときの影響で、金属を削り取る効果があります。スクリューや、高圧を扱う弁の設計にはキャビテーションが発生しないようにすることが重要です。</p> <p style="text-align: right;">(山田秀幸)</p>				

## 添付図表



## 出典情報

		題材分類	高化	
題材主題	身近な物を燃えにくくする工夫			
副題	防災素材			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(2) 生活と物質	ア 食品と衣料の化学	(イ) 衣料	
高校化学	(2) 物質の種類と性質	ウ 物質の種類と性質に関する探究活動		
学習内容の キーワード	衣料、繊維、高分子化合物	活用場面の キーワード	防災素材	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>皆さんは、家庭で火災の危険を感じたことはありませんか？料理中にコンロの火が衣服に燃え移ったり、目を離れたすきに子供がライターを手にとったり、寝タバコの火がふとんに着火したり...家の中にはさまざまな火災の危険性が潜んでいます。</p> <p>火災による被害を減らすために、身近な製品を燃えにくく改良した製品があります。衣料や繊維の分子構造に関する学習は、防災素材の開発に活かされています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>住宅火災による被害を減らすために、寝具、衣服、車両のボディカバーなど、身近な繊維製品を燃えにくく改良した製品があります。不特定多数の人が出入りする百貨店、ホテル、劇場などでは、じゅうたんやカーテンは消防法に定める防災性能を持つことが義務付けられています。これらの“防災素材”は、マッチやライターの火などを近づけた時に燃えないか、または燃えても燃え広がらないという性質を持ちます。</p> <p>じゅうたんやカーテンなどの繊維は、図1のようなサイクルで燃焼します。繊維が高い温度にさらされると、熱分解して可燃性ガスが発生し、酸素と反応して燃焼が拡大します。</p> <p>これに対し、防災素材には主に次のようなタイプがあります。燃焼の3条件 ( ) 燃える物、 ( ) 空気、 ( ) 発火点以上の温度、のうち前者2つに対処する技術であることが分かります。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熱分解を起こしにくくする ( 燃える物をなくす )</li> <li>・ ガスが空気に触れないようにする ( 空気を供給しない )</li> </ul> <p>例えば繊維中にハロゲン化合物を含む防災素材は、繊維が熱分解されてハロゲンガスが発生しますが、これは不燃性ガスなので回りの空気が遮断され、消火します。</p> <p>綿やレーヨンなどの通常の繊維は、セルロース (炭素・水素・酸素から成る高分子化合物) が熱分解して、炭化水素ガスなどの可燃性ガスが発生し、これが燃えることにより燃焼が拡大します。そこで防災素材として熱分解を起こしにくくし、炭素と水に分解する“炭化促進反応”の触媒の働きをするリン系化合物を繊維に含めます。</p> <p>防災合成繊維は、炭化促進反応に加えて、熱分解して不燃性ガスを発生させたり、繊維を溶かし収縮させて炎から遠ざけたり、さまざまな工夫が盛り込まれています。</p>				
(吉元怜毅)				

## 添付図表

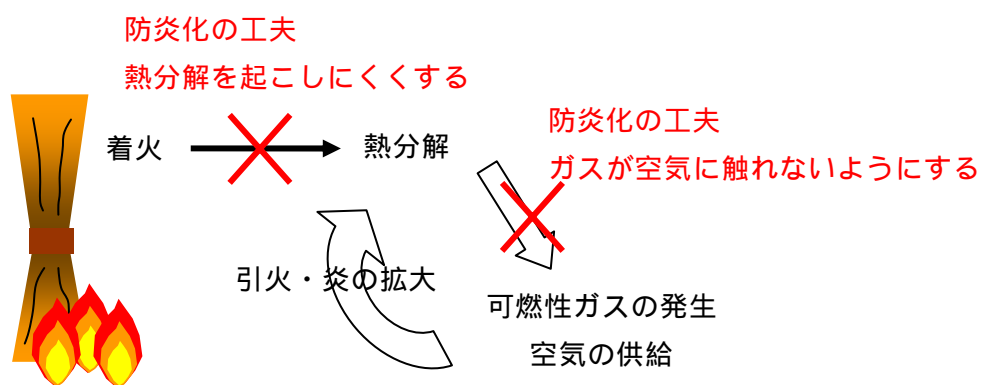


図1 繊維の燃焼サイクルと防火素材

## 出典情報

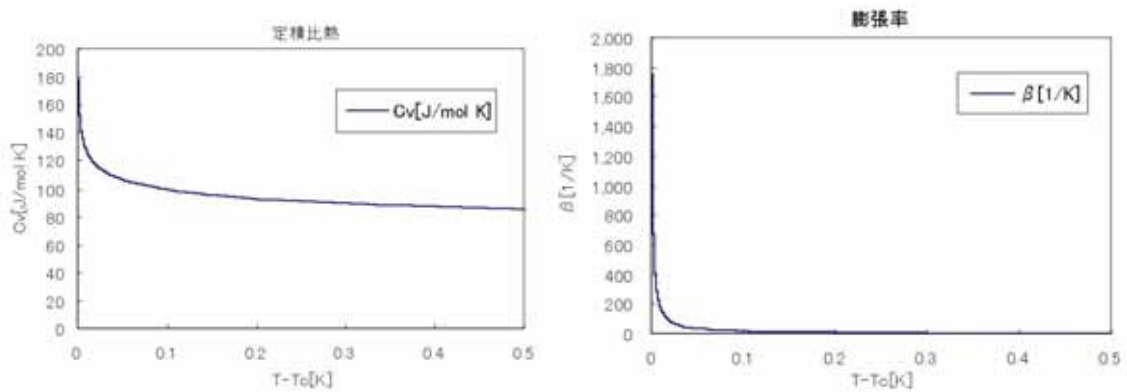
日本化学繊維協会ホームページ <http://www.jcfa.gr.jp/sozai-shohin/koukinou/koukinou.html>

		題材分類	高化	
題材主題	臨界点近傍の物理			
副題	常識がなりたたない世界			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(1) 物質の構造と化学平衡	ア 物質の構造	(ウ) 液体と固体	
学習内容の キーワード	臨界点、発散	活用場面の キーワード	臨界点での特異性、動的ピストン効果	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>例えば二酸化炭素は常温では、気体です。冷やすと液体になり、さらに冷やすとドライアイスになります。臨界点とは、物質の液化の起こる最高の温度・圧力の点と定義されています。臨界点に近い物質の性質には特異性があります。特に臨界点を越えた超臨界状態というのは、液体でも気体でもない、性質を有しています。臨界点近傍に近づくと、圧縮率や比熱は発散し、粘性係数や熱伝導率は0に近づきます。このような状態においては、臨界点から離れた温度での性質や経験がなりたたなくなります。臨界点近傍の二酸化炭素に熱エネルギーを与えると、どうなるでしょうか？動的ピストン効果という特殊な現象が現れます。この現象は、臨界点を離れた場合においては、観察されにくい現象です。</p>				
<b>説明</b>				
<p>臨界点近傍においては、拡散の度をあらかず粘性係数や熱拡散係数が0に近づき、かつ比熱が発散するために、熱の移動(熱伝導)は遅くなると予想されていました。しかし、1989年に行われた欧州の宇宙実験によると、熱の移動は遅くなるのではなく、逆に音速の速さで伝わるようになりました。これを動的ピストン効果と呼んでいます。臨界点から離れた温度や圧力においては、この動的ピストン効果の影響は小さくてわかりにくいのですが、臨界点近傍に近づくと、この効果が顕著になります。また、重力の影響も受けやすく、欧州での実験が宇宙実験であったのは、微小重力状態を設定し、重力の効果を少なくした実験を行ったためです。実験の結果を受けて、理論的な検討がすすみ、臨界点近傍においては、エネルギーの輸送は断熱的、すなわち音波の形で伝わる効果が大きいことがわかりました。例えば、容器に封入された臨界流体に対して壁面から加熱を行うと、臨界流体全体の温度が一瞬にして上昇し、等温化します。等温化する際に温度のパルスが音速で往復して、熱の移動が起こります。これらの現象はピストンが往復する運動を連想させ、ピストン効果と名づけられました。</p> <p>動的ピストン効果については、理論の検討、実験、シミュレーションが行われていますが、未解明な点が多く、今後の科学的な解明が期待されています。実験は二酸化炭素を利用して行われています。二酸化炭素という、身近な物質ですが、環境(温度や圧力の状態)が変わると、その性質が大きく変化し、常識では考えられない振舞いをするようになりました。今後の研究の進展が期待されることです。</p>				
(松本昌昭)				

## 添付図表

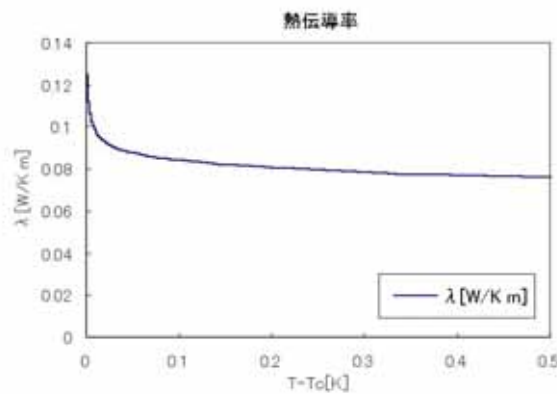
表 1 二酸化炭素の臨界密度、臨界温度、臨界圧力の概算値

項目	値
臨界密度 $c_c$	467.6[kg/m <sup>3</sup> ]
臨界圧力 $P_c$	$7.375 \times 10^6$ [N/m <sup>2</sup> ]
臨界温度 $T_c$	304.1282[K]



(a) 定積比熱の温度依存性

(b) 膨張率の温度依存性



(c) 熱伝導率の温度依存性

図 1 物性値の温度依存性 ( $T_c$  は臨界温度を示す。つまり横軸は臨界温度からのずれを示す。)

## 出典情報

<http://www.ista.jaxa.jp/aet/space/space-m02.html>

		題材分類	高化	
題材主題	果物が老化する？			
副題	果物は自ら発生するエチレンガスによって熟していく			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(2) 生活と物質	ア 食品と衣料の化学	(ア) 食品	
学習内容の キーワード	食品、身の回りの物質の科学的な見方、 化学	活用場面の キーワード	冷蔵庫の果実の保管	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>果物を買ってきて冷蔵庫に入れておくと、時間とともに熟し、そして傷んでいきます。</p> <p>果物は、自ら発生するエチレンガスによって、収穫後も熟していきます。果物が熟していく過程で柔らかくなるのは、呼吸などの運動でペクチンという細胞間物質が分解されるからです。エチレンガスにはこの呼吸を促進する働きがあります。そこで、果物をポリエチレンの袋に入れることで、保管中のエチレンガスの発生を食い止め、新鮮な状態に保つことができます。このように、化学反応の学習は、果実の保管等の技術に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>果実は収穫後も自ら発生するエチレンガス (<math>C_2H_4</math>) によって、熟成 老化というプロセスを促進します。エチレンガスは植物の体内で作られる植物ホルモンの一種です。果物が熟していく過程で柔らかくなるのは、ペクチンという細胞間物質 (繊維) が分解されるからです。エチレンガスにはペクチンの分解を促進する働きがあります。</p> <p>果実の周囲のエチレンがどのように熟成に関与しているか未解明な部分が多いですが、貯蔵庫の温度を下げ、エチレンガス濃度を低くすると熟成が抑制されて、果物は鮮度を保つことができることが証明されています。果実を流通させる場合や長期間の貯蔵を行う際には、必要に応じてこの熟成を抑制、場合によっては促進させる必要があります。</p> <p>果実の熟成は各々、パターンが異なります。バナナやリンゴなどは収穫後の熟成 (追熟) が始まる時点で呼吸作用が急激に活発になりますが、ミカンなどの柑橘類では逆に呼吸作用は徐々に低下して、静かに熟成します。</p> <p>リンゴやトマトなどを新鮮な状態で家庭に届けるために、低温でエチレン濃度を低くした貯蔵庫に入れて運ばれます。一方、バナナでは果肉組織が堅い未成熟の状態での収穫され、長期間の輸送に耐えられるようにしていますが、国内到着後、高温でエチレンガス処理を行い、熟成させてから店頭に並べられています。</p> <p>家庭の冷蔵庫の中の、エチレンガス濃度を調節することは難しいのです。そのため、リンゴなどは、ポリエチレンの袋に入れて空気を抜き、呼吸量を減らしてエチレンガスの発生を抑制します。すると、新鮮な状態を長く保つことができます。</p> <p>逆にペクチン (繊維) が多く含まれて堅い植物を早く熟させるために、エチレンガスを多く発生するリンゴとペクチンが多く含まれるキウイを一緒のポリエチレンの袋に入れて、熟成を促進することもあります。</p> <p style="text-align: right;">(平川幸子)</p>				

## 添付図表

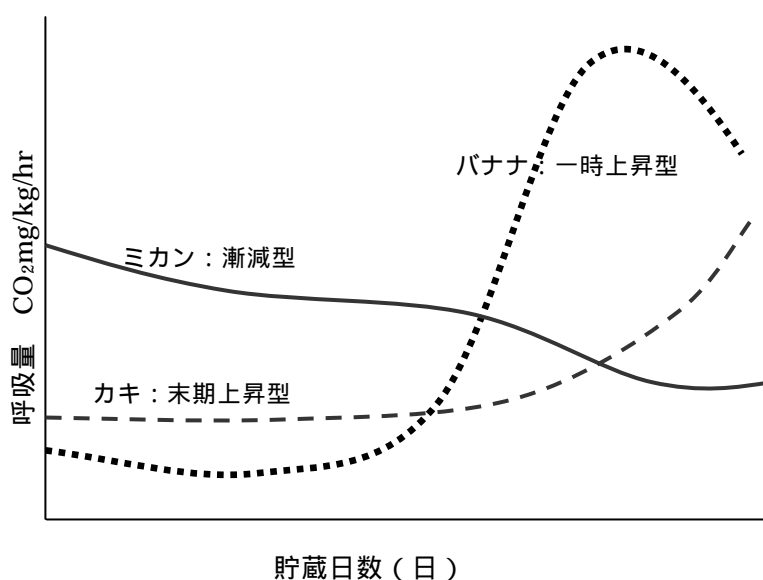


表1 果実の熟成（貯蔵日数と呼吸の関係）

## 出典情報

中道謹一「香川県農業技術経営情報 青果物の鮮度保持システム」2004年11月30日以下より検索,<http://www.pref.kagawa.jp/noukei/ryutu/system-3.htm>

肖 レイア (2001)「熱帯産果実の鮮度保持における貯蔵ガス環境制御法の開発」,大阪府立大学告示第111号

「酸化チタン光触媒方式 農産物鮮度保持装置 アグリフレッシュ」2004年11月30日以下より検索,<http://www.astem-jp.com/agri.pdf>

「果実が熟すとやわらかくなるわけ」2004年11月30日以下より検索, URL:  
<http://www.admcom.co.jp/wanpaku/tips/tips033.html>



		題材分類	高化	
題材主題	牛乳の風味とは？			
副題	殺菌方法と味の違い～たんぱく質の変性			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学 II	(2) 生活と物質	A食品と衣料の化学	(ア) 食品	
学習内容の キーワード	たんぱく質、高次構造、熱変性	活用場面の キーワード	牛乳、殺菌法、賞味期限、消費期限	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>たんぱく質は、熱、酸・アルカリ、圧力、超音波や化学物質などによって変性が起こります。変性によって、食物の消化・吸収機能が変化したり、味が変わったりします。たんぱく質の変性は、食品の加熱調理法、ヨーグルトなどの凝固、ゼラチンの製造などの食品加工に活用されています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>牛乳は、栄養価の高い飲み物です。栄養価が高いために、乳酸菌といった人体に有用な菌から、食中毒を発生させるような人体に害のある菌まで、多くの菌が繁殖しやすい環境ともいえます。そのため、牛乳には、表1に示すようなさまざまな殺菌方法によって、殺菌後に1ミリリットルあたり総菌数5万以下となるように食品衛生法にもとづいた「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令（乳等省令）」で定められています。</p> <p>日本では、UHT（Ultra High Temperature）が主流ですが、LTLT（Low Temperature Long Time）による牛乳の出荷も増えてきました。</p> <p>UHTは、菌を完全に殺すという意味で滅菌処理とも呼ばれます。（厳密には、殺菌処理以降の生産過程が無菌処理ではない場合、滅菌とは言えません。）大量の牛乳を短時間で連続して生産することが可能となり、殺菌効果が大きいため、品質を長く保持することが可能となります。</p> <p>LTLTは、低温で有害な菌だけを殺菌します。殺菌時間が長いため、大量生産には不向きです。また、滅菌している訳ではないので、品質が保持される期間も短くなります。</p> <p>たんぱく質は、加熱すると変性が起こります。たんぱく質は、一次構造と呼ばれる基本となるアミノ酸配列が、らせん構造などの二次構造となり、さらにこの二次構造が組み合わさってたんぱく質全体を決定する三次構造となります。さらに複数の三次構造が複合体となる多量体（これを四次構造と呼びます）として存在するものもあります。変性とは、このようなたんぱく質の高次構造が失われ、構造が変化することです。牛乳たんぱく質では、例えばホエーたんぱく質と呼ばれるものは、80 くらいで変性が始まります。</p> <p>牛乳は、加熱殺菌による変性によって栄養価に変化は無いと言われています。栄養価は、含まれる必須アミノ酸の構成比率によって決定されるものだからです。ただし、たんぱく質の変性が「加熱臭（こげ臭）」となって、風味を変えてしまいます。LTLTの方が「さらっとして」本来の生乳に近い風味と言われますが、“味”は個人の好みとなりますね。</p> <p>なお、“消費期限”とは、期限を過ぎると劣化が著しくその期限内で食することが求められます。“賞味期限”とは、期限を過ぎても直ぐに劣化するものではありません。なお、“品質保持期限”は、2005年7月31日まで表示可能ですが、2003年に賞味期限に一本化され廃止されました。LTLTの低温殺菌牛乳には消費期限が、UHTの牛乳には品質保持期限（賞味期限）が表示されています。</p>				
（丸貴徹庸）				

## 添付図表

表 1 牛乳の主な殺菌方法の種類

低温保持殺菌法 (LTLT) Low Temperature Long Time	62 ~ 65 で 30 分の殺菌を行う
高温保持殺菌法 (HTLT) High Temperature Long Time	75 以上で 15 分以上の殺菌を行う
高温短時間法 (HTST) High Temperature Short Time	72 以上で 15 秒以上の殺菌を行う
超高温短時間殺菌法 (UHT) Ultra High Temperature	120 ~ 130 で 2 秒の殺菌を行う

## 出典情報

社団法人日本乳業協会、牛乳 Q&A、2004 年 12 月 19 日以下より検索、

URL: [http://www.jdia.or.jp/information/milk\\_faq.html](http://www.jdia.or.jp/information/milk_faq.html)

学校給食全国集会実行委員会、牛乳の殺菌方法、2004 年 12 月 19 日以下より検索、

URL: <http://www1.jca.apc.org/kyusyoku/foods/milk/data2.htm>

		題材分類	高化	
題材主題	頼りになる影の立役者、触媒です。			
副題	自動車排気ガスの浄化では、触媒が重要な役割を担っています。			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学	(1) 物質の構造と化学平衡	イ 化学平衡	(ア) 反応速度	
学習内容の キーワード	化学反応の速度、触媒、触媒反応	活用場面の キーワード	排ガス中の有害物質除去	
題材とその活用場面				
<p>自動車運転時にエンジンから排出される燃焼ガスには、窒素酸化物 (<math>\text{NO}_x</math>) や一酸化炭素 (<math>\text{CO}</math>)、炭化水素 (<math>\text{HC}</math>) などの有害物質が含まれています。これらが大気中にできるだけ排出されないように、エンジンから排気口までの間に無害化する装置が組み込まれています。それに用いられているのが排気ガス浄化用の触媒です。化学反応は有害物質 (<math>\text{NO}_x</math> や <math>\text{CO}</math>、<math>\text{HC}</math>) の除去に役立っているのです。</p>				
説明				
<p>ガソリンの燃焼によって自動車のエンジン中から排出されるガスの主な成分は、水 (<math>\text{H}_2\text{O}</math>) と二酸化炭素 (<math>\text{CO}_2</math>) です。しかし、排気ガス中には、そのほかにも一部の未燃焼分や不完全燃焼などにより発生する炭化水素 (<math>\text{HC}</math>) や一酸化炭素 (<math>\text{CO}</math>)、そして空気中の窒素がエンジン中の高温下で酸化されて発生する窒素酸化物が必ずあります。水と二酸化炭素以外は、環境中に放出されると光化学スモッグの原因になるなど、人体に有害な物質です。これらの物質を無害化して排出することが法律で規制されています。</p> <p>このためにエンジンから排気口までの間で無害化のための装置が組み込まれており (図1)、その中で (1) の化学反応によって、有害物質を除去しています。</p> $2\text{NO}_x + 2\text{HC} + \text{CO} \quad \text{N}_2 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad (1)$ <p>この反応は、<math>\text{CO}</math> と <math>\text{HC}</math> の還元作用により <math>\text{NO}_x</math> を窒素ガスに還元し、逆に <math>\text{NO}_x</math> の酸化作用により <math>\text{CO}</math> と <math>\text{HC}</math> が二酸化炭素と水に変わるものです。ただし、<math>\text{CO}</math> や <math>\text{HC}</math> の還元反応は、有害物質を混ぜただけでは、反応が進みにくいため、還元反応を促進するために用いられているのが白金 (<math>\text{Pt}</math>)、ロジウム (<math>\text{Rh}</math>)、パラジウム (<math>\text{Pd}</math>) 等の貴金属です (2)。</p> $2\text{NO}_x + 2\text{HC} + \text{CO} \quad \text{N}_2 + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \quad (2)$ <p style="text-align: center;">(Pt, Rh, Pd)</p> <p>これらの貴金属は、(2) の化学反応では、反応物質になることはなく変化しません。あくまでも <math>\text{NO}_x</math>、<math>\text{CO}</math>、<math>\text{HC}</math> の反応を助ける触媒作用があるのみです。なお、これらの貴金属触媒は、一度に3種類の有害物質を除去するので、三元触媒ともよばれます。</p> <p>触媒を用いた排気ガス無害化の装置では、自動車のマフラー中 (図2) に酸化アルミニウム製の土台の上に貴金属を分散させて触媒としたものが取り付けられています。この三元触媒による自動車排気ガスの浄化装置の開発は、世界の中でもわが国が先進的に進めてきたものです。</p>				
(藪田尚宏)				

## 添付図表

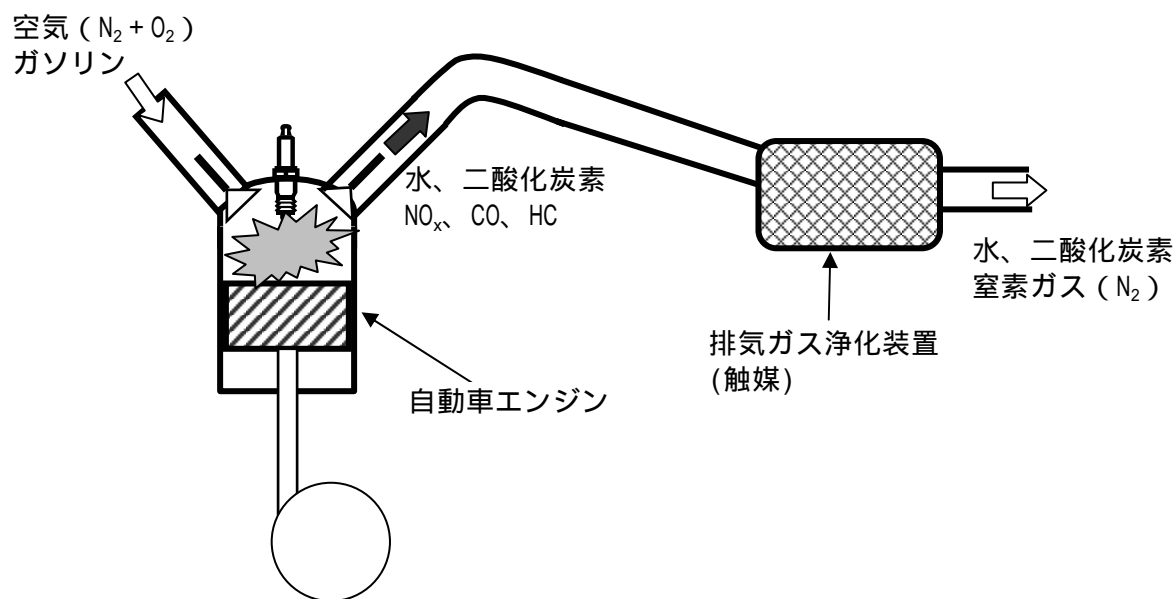


図1 自動車の排気ガス無害化の仕組み

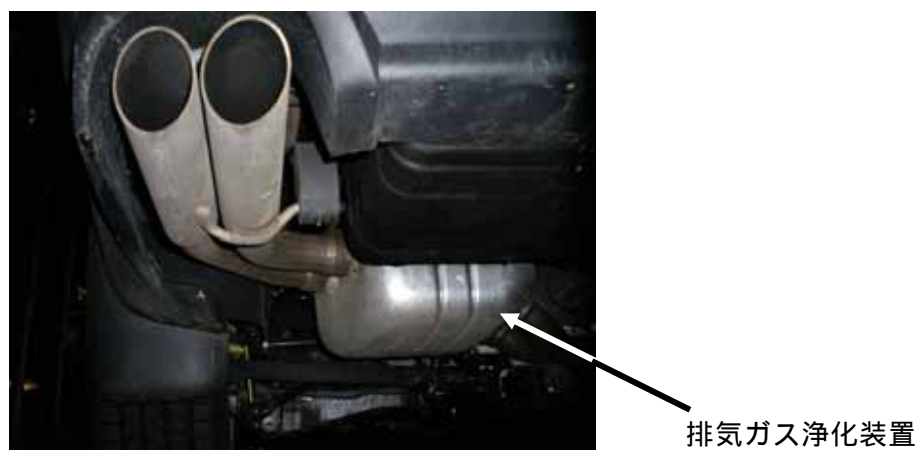


図2 排気ガス浄化装置（三元触媒）が組み込まれている部分

## 出典情報

		題材分類	高化	
題材主題	陸上と海中ではこれだけ違う			
副題	海に潜るときの安全確認に必要な気体の関係			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校化学 II	(1) 物質の構造と化学平衡	A物質の構造	(イ) 気体の法則	
学習内容の キーワード	ボイルの法則、ダルトンの法則、ヘンリーの法則、大気圧、水圧、分圧	活用場面の キーワード	スキューバダイビング、潜水土	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>海に潜ったときに“耳抜き”がうまくできずに耳が痛くなった経験はありませんか。これは、海中の深度に応じて水圧がかかるために発生します。空気ポンペを背負って海に潜るスキューバダイビングもレジャーのひとつとして定着してきました。深海で長時間作業をすることを職業とする潜水土という国家資格もあります。このような水圧のかかる海へ潜る時には、気体の法則が安全を管理するために役立っています。</p>				
<b>説明</b>				
<p>陸上にいるときは、空気の重さが身体全体にかかっています。これを大気圧と呼びます。大気圧(1気圧)の大きさは1013hPaです。さて海に潜ると、空気の重さに加えて水(海水)の重さによる水圧が加わります。海水の密度から計算することができますが、この大きさはおよそ10m潜る毎に1気圧大きくなります。すなわち、深度10mの海中では、大気中の2倍の圧力を身体に受けていることとなります。</p> <p>ボイルの法則では体積と圧力の関係が一定です。そのため、10m潜ると気体の体積は半分になり、20m潜ると1/3になります。ところで、人間の身体の中には空間がいくつかあります。耳では、中耳に鼓室と呼ばれる空間があり、潜ることによって鼓室の体積が小さくなり外耳から水圧がかかって内部へ押されて痛くなります。痛みを感じなければ、そのまま鼓膜が破れてしまうこととなりますね。これを防ぐために鼻をつまんだり、唾を飲み込んだりして鼓室へ空気を入れることを耳抜きと呼びます。さらに海中で空気ポンペから呼吸をしている場合には、浮上に伴って肺の中などの空気の体積が膨張します。そのため、緊急浮上をする時には息を吐きながら上昇することが必要です。ただし、息を止めて潜ってから浮上する時には、水面でもとの溜め込んだ空気=大気圧となるので問題ありません。(この時は、海中で肺などは圧縮されています。)</p> <p>ダルトンの法則では、混合しているガスそれぞれの分圧は成分比に比例します。空気中には酸素が約21%、窒素が約78%存在しますから、普段私たちは、0.21気圧の酸素を含む空気呼吸をしています。40m潜ると水圧が加わって5気圧の空気となります。ということは、空気ポンペから5気圧×0.21=約1気圧の酸素で呼吸していることとなります。陸上で100%の純酸素を吸引していることと同じなのです。このような高酸素(純酸素)を長時間吸引すると身体へ悪影響を及ぼします。そのため深海での作業時間は制限されています。</p> <p>ヘンリーの法則では、一定量の液体に溶解する気体の量はその気体の分圧に比例します。普段、私たちの血液中には酸素や二酸化炭素などが一定量溶けています。大気中では、窒素はほとんど血液には溶けません。海中深く潜ると水圧が増し、窒素の分圧も高くなります。そのため、血液の中に窒素が溶け始めます。血液に窒素が溶けると、お酒に酔ったような感覚となり正常な動作ができなくなります。この現象は窒素酔いとして知られています。そのため、やはり長時間深海にいることは危険です。また、急激に浮上すると血液中に溶けていた気体が急に気泡となって出てきてしまいます。これは減圧症と呼ばれ、痛みを伴い時には死に至ることもあります。</p> <p style="text-align: right;">(丸貴徹庸)</p>				

添付図表

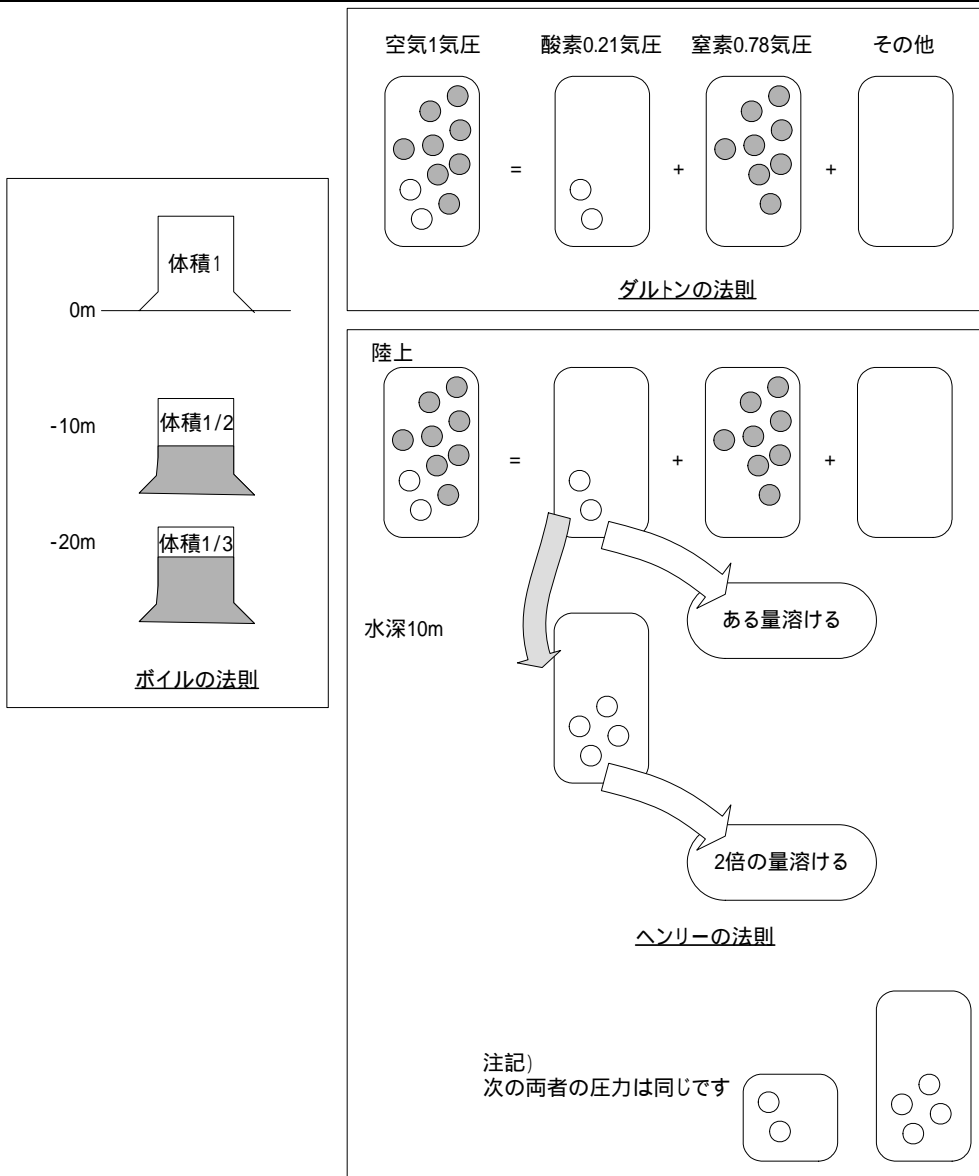


図 気体の法則

出典情報

		題材分類	高化
題材主題	リサイクルは必ず得なの？		
副題	化学反応からリサイクルを見る		
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目 備考
化学	(2) 生活と物質	イ 材料の化学	
高校理科総合 A	(2) 資源・エネルギーと人間生活	ア 資源の開発と利用	(ア) エネルギー資源の利用
学習内容の キーワード	反応エネルギー	活用場面の キーワード	リサイクル、エネルギー
<b>題材とその活用場面</b>			
<p>今では空き缶やペットボトルの回収で大変身近になったリサイクルですが、リサイクルはどんな場合でも資源の有効利用から見て有利なのでしょうか。リサイクルにも化学反応で行なわれるものもありますが、その場合には、反応等のエネルギーが必要です。また、リサイクルのためには使用済の材料を家庭などから回収するためにエネルギーが必要です。資源の有効利用を行う際には、このように種々の必要なエネルギーの投入も考えて判断する必要があります。化学反応の学習はリサイクルの分野でも活用されています。</p>			
<b>説明</b>			
<p>リサイクルは地球上の限りある資源の有効利用のために行なわれるものです。アルミニウムを例に挙げれば、飲料缶に利用されている原料が現在多くリサイクルされています。1次原料としてのアルミニウムは原料のボーキサイト(酸化アルミニウム)を電気分解で還元してアルミ地金を取り出すことによって、2次原料としてのアルミニウム(リサイクルされたアルミニウム)は使用済のアルミ製品を融解することによって、各々得られます。アルミニウムをリサイクルすることによって、確かにボーキサイトという資源を有効利用することは出来ます。しかし、リサイクルの過程で石油などに代表されるエネルギーも利用しており、それらのエネルギー資源も有限であることを考慮すれば、1次原料と2次原料を製造するために必要なエネルギー量を比べる必要もあります。アルミニウムの場合、1次原料を製造する場合に比べて、2次原料を得るために要するエネルギーは約3%に過ぎません。また、使用済のアルミ製品を回収するために必要なエネルギーは原料製造時の消費エネルギーに比べて小さいことが知られています。よって、ボーキサイトという資源から見てもエネルギーという資源から見ても、出来るだけリサイクルした方が有利であることが判ります。資源の有効利用を行う際には、このように種々の必要なエネルギーの投入も考えて判断する必要があります。</p> <p>逆に、リサイクルすることによってエネルギーが多くかかってしまう場合もあり得ます。</p> <p style="text-align: right;">(坂尾知彦)</p>			

## 添付図表

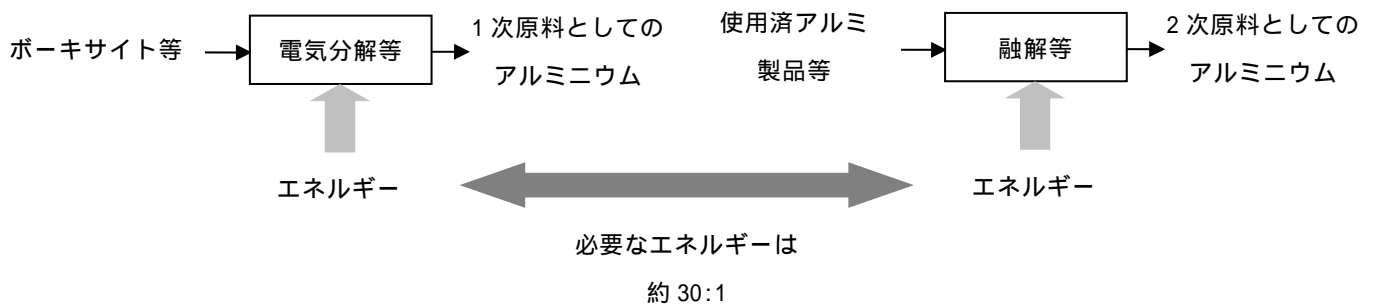


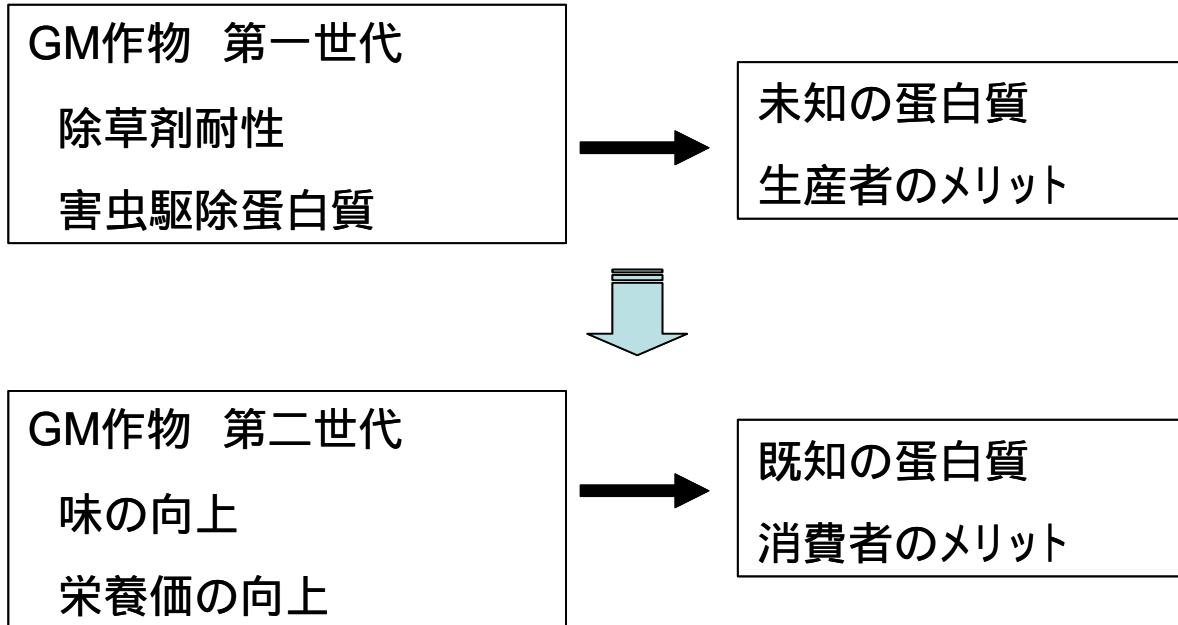
図1 アルミニウムの製造過程で要するエネルギーの比較

## 出典情報



		題材分類	高生	
題材主題	遺伝子組換え食品は嫌われ者			
副題	不必要な蛋白質			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校生物	(1) 生命の連続性	ウ 遺伝	(イ) 遺伝子と染色体	
学習内容の キーワード	遺伝子、遺伝子組換え		活用場面の キーワード	アレルギー 遺伝子組換え食品
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>遺伝子組換え技術により、害虫に強い作物や、長持ちする野菜などが開発されていますが、これらは本来食物として人間には不必要な蛋白質を含むため、健康への影響が懸念され、規制される方向にあります。</p>				
<b>説明</b>				
<p>遺伝子を操作する(組み替える)ことにより、生物の特徴や機能を変えることでできてしまいます。この技術をつかって、農薬に強い作物や、腐りにくい作物の開発が行われてきました。</p> <p>有名なものの一つに除草剤耐性をもった大豆：ラウンドアップレディーがあります。これは除草剤として多用されているグリコホーサイト(通称ラウンドアップ)という農薬がありますが、普通の大豆ではこれを大量に使えば、大豆自身が死んでしまうのですが、遺伝子組み換え技術により、この農薬への抵抗力を持たせた大豆が開発されました。同じように遺伝子組み換え技術により、害虫を殺してしまう成分を持たせたり。日持ちがする性質を与えたりする作物が作られてきましたが、これらは人間が従来食物として食べてこなかった、作物が本来持たない蛋白質を含むため、アレルギー作用などの危険性があります。</p> <p>こうした危険性は長期の摂取によるアレルギー作用など未知の部分があるため、世界的にこうした作物の人間の食物として扱うことは規制される方向にあります。</p> <p>一方、味をよくしたり、栄養価を高めたりといった、既知の食物成分の範囲で、遺伝子操作により、消費者にメリットを与える作物が遺伝子組み換え作物の第二世代として、開発されつつあります。</p> <p style="text-align: right;">(山田秀幸)</p>				

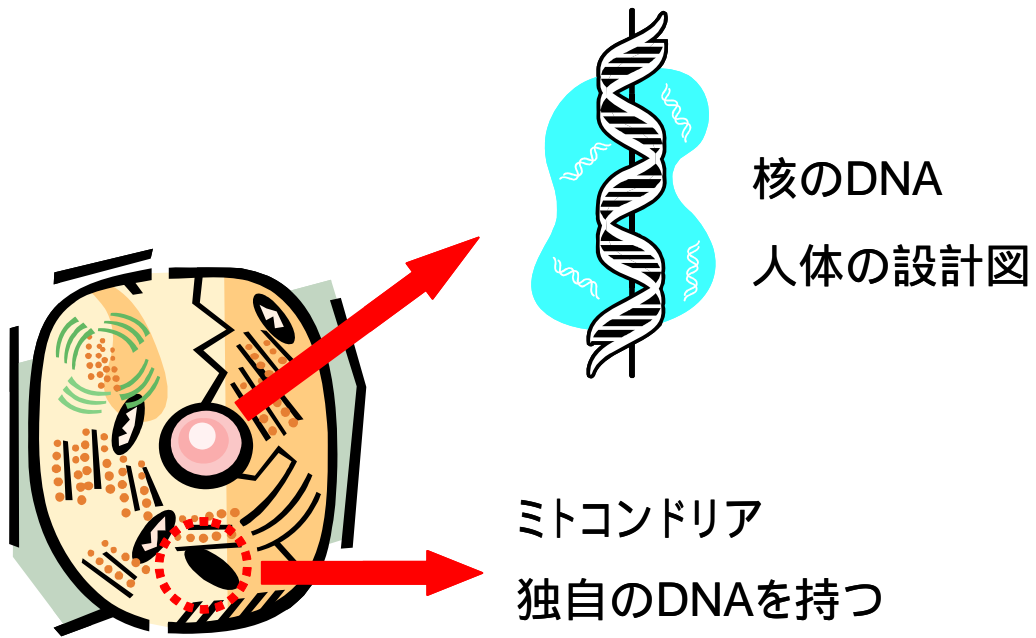
## 添付図表



## 出典情報

		題材分類	高生	
題材主題	イブを探せ			
副題	人類の起源を追いかける			
学習指導要領の 教科・科目	学習指導要領の大項目	学習指導要領の中項目	学習指導要領の小項目	備考
高校生物	(1) 生命の連続性	ア 細胞	(ア) 細胞の機能と構造	
高校生物	(1) 生物現象と物質	イ 遺伝情報とその発現	(ア) 遺伝情報とタンパク質の合成	
学習内容の キーワード	細胞 ミトコンドリア DNA	活用場面の キーワード	人類の起源	
<b>題材とその活用場面</b>				
<p>細胞の中には様々な器官がありますが、その一つに生命活動に必要なエネルギー源(ATP)を作り出すミトコンドリアがあります。ミトコンドリア自身もDNAをもち、これは母親からのみ受け継がれます。このミトコンドリアDNAを調べることにより人類のルーツをたどることができます。</p>				
<b>説明</b>				
<p>キリスト教では、神様が最初に創った男性がアダム、女性がイブとされていますが、このイブを遺伝学的に追跡する研究が成果を挙げています。</p> <p>細胞の中には様々な器官がありますが、その一つに生命活動に必要なエネルギー源(ATP:アデノシン三リン酸)を作り出すミトコンドリアがあります。ミトコンドリアは生物の進化の過程で、バクテリアが細胞内に取り込まれたものであり、元は独立した別の生物であったと考えられています。このため、細胞の核にあるDNAとは別にミトコンドリアはそれ自身のDNAを持っています。そしてこのミトコンドリアDNAは母親の受精卵と同じものが受け継がれ、父親の関与はうけません。したがって、このミトコンドリアDNAを追跡すれば、その母親の系統をたどることができます。</p> <p>この方法により、人類の起源を1万世代前にさかのぼり、アフリカにいた一人の女性、または小さな女性集団であるという仮説が提示されています。従来、人類は世界中でばらばらに進化を遂げたとされる「多地域進化説」が有力でしたが、近年ではこの「アフリカ単一起源説」が有力視されています。</p> <p style="text-align: right;">(山田秀幸)</p>				

## 添付図表



図

## 出典情報

遺伝子組み換えとクローン 大石正道 ナツメ社