

KSWL



2013 年度 研究発表会

目次

遺伝的アルゴリズム	2
お掃除ロボット	9
海洋温度差発電	21
核融合発電	28
QR コード	39
錠前	46
真空管	60
スーパーコンピュータ	68
素粒子加速器	76
ダークマタ	82
通信技術	89
データ圧縮技術	104
電子レンジ	113
反重力装置	119
半導体製造技術	127
Flash Player	137
ReactOS	146
Linux	158
量子コンピュータ	171

あいさつ

本日は御多忙の中、私達文化会 KSWL 技術部門の研究発表会にお越し下さいまして誠にありがとうございます。

今年度は、研究発表会を四日間に分けて開催する事となりました。19個のテーマについて発表するのですが、新しい試みとして、同じテーマに興味がある部員同士は共同で研究を進めました。発表は、全く知識がないという方々にも御理解いただき、興味を深めてもらえるように日々練習を積み重ねてきました。

途中難しい専門用語等も出る事もあるかと思いますが、どうぞ最後までご覧ください。また、大学祭でもそれぞれ日々の活動を活かした作品を展示致しますので、そちらの方も足を運んでいただければ幸いです。

遺傳的アルゴリズム



ソフト班 3 回生
文学部社会学科

遺伝的アルゴリズムとは人工知能の分野で用いられている進化計算法の一つである。「遺伝」という言葉からもわかるように生物が進化する過程を真似て作られたアルゴリズムであり、「環境に応じてより優秀な個体だけが子孫を残すことができ、劣等な個体は淘汰される」というダーウィンの進化論をモチーフにしている。

そもそも生物は遺伝子がひも状に現れる染色体によって成り立っており、個体による特徴が現れる。そして、親の遺伝子を交叉し受け継ぐことで進化していく。その進化の中で、ダーウィンのように環境に適応する優秀な個体だけが生き残っていくのである。

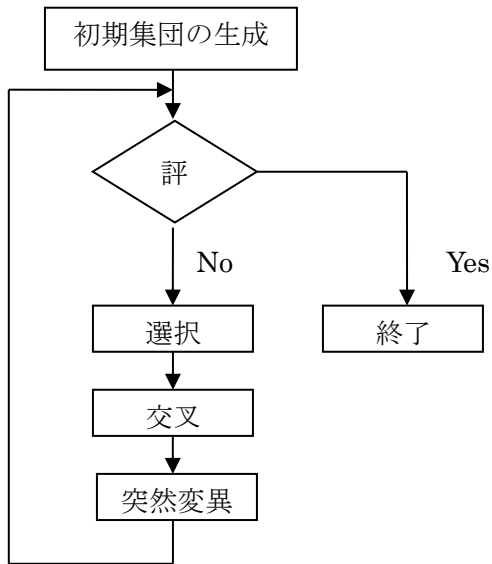
このような生物が進化する過程を模倣した遺伝的アルゴリズムの特徴は、現実的な時間制限の中で最適解に近い解を得られることだ。膨大な計算が必要であったり、明確な解法が存在しなかったりする問題に対する最適解を得ることは困難である。そういった問題に遺伝的アルゴリズムは有用であり、最適解ではないが比較的優良な解を導き出すことが可能である。

1. 処理の流れ

遺伝的アルゴリズムの処理としては最初に元となる初期集団を作成する。その集団に対し評価を行い定められた基準を満たさない場合は、その集団から個体を選択し、交叉、突然変異を行う。これらの操作を評価基準が満たされるまで繰り返す。

i. 初期集団の生成

まず初めに初期集団を生成する。解が持つ特徴をどのように遺伝子として表現するかというルールを定め、そのルールに従い、決められた個体の数だけ染色体をランダムに決定する。生物の場合、染色体は塩基で構成されているが、遺伝アルゴリズムの場合は、データ領域や配列などを用いることとなる。このように遺伝子を決定することを遺伝子コーディングという。



この初期集団のサイズをどの程度にするかという点も重要だ。同じ問題の場合、集団のサイズが小さければ 1 世代あたりの計算量は減少するが、世代数が大きくなるにつれ、局所的な解に陥る可能性が高くなる。反対に集団のサイズが大きければ収束するまでの世代数は小さくなるが、1 世代あたりの計算量は増加することとなる。

ii. 評価

次に各個体に対して適応度の評価を行う。評価方法は問題によって異なるが、予め定めた方法に従い各個体ごとに求められる。

iii. 選択

各個体に適応度の評価が行われ、それをもとに選択交配を行う。様々な選択方法が提案されているが、適応度比例戦略、エリート保存戦略などがある。

適応度比例戦略とは、適応度に応じた確立を定めて、その選択に従い親をランダムに選ぶ方法である。つまり、適応度が高い個体ほど親になる確率が高く、適応度の低い個体は親になりにくいということだ。

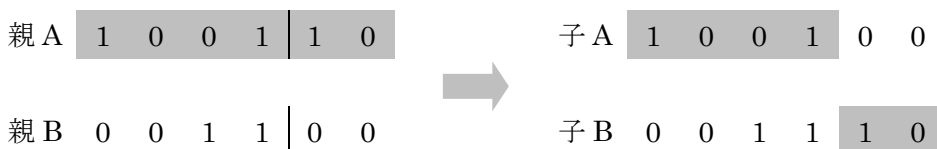
エリート保存戦略とは、最も適応度の高い個体を親として選択するのではなく、そのまま次世代に複製する方法である。この方法は、その世代の時点で最も良い解が受け継がれるという利点がある。

iv. 交叉

選択交配する個体が決定され、染色体の交叉を行う。交叉とは、選ばれた親となる個体の染色体の一部をとってきて子孫となる個体を作ることという。その交叉にも様々な方法が存在している。

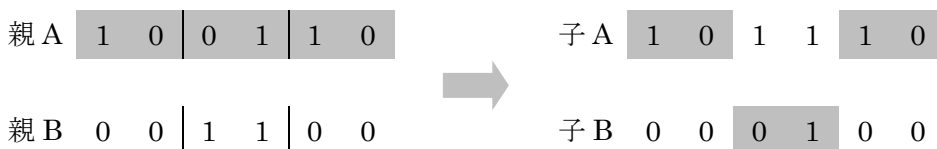
v. 一点交叉

最も単純な方法。交叉点を1か所選びその前後で遺伝子を入れ替える。



vi. 多点交叉

一点交叉が一カ所で染色体を区切るのに対し、複数個所で切断し、それらの箇所を交叉させる。



vii. 突然変異

定められた突然変異確立に従い新しい子孫のすべての染色体に対して突然変異を行う。もともと交叉だけでは、親に依存した限られた範囲の子孫しか生成することができないため、親にかかわらない変異を加えることで個体群に多様性を与える。

子A 1 0 0 1 1 0  子A 1 0 1 1 1 0

これらの操作により新たな集団が作成され、それらの集団に対して条件を満たすまで評価、選択交配、突然変異を行う。

2. 遺伝的アルゴリズムの適用例

i. 巡回セールスマン問題

巡回セールスマン問題とは、セールスマンがいくつかの都市を一度ずつ訪問し、出発点に戻ってくるとき、移動距離が最短になる経路を求めるといふ問題である。この問題は都市数が増えるにつれパターンが指数関数的に増えていくため、現在でも厳密な解を求める手法は明らかにされていない。このような問題に対し遺伝的アルゴリズムを用いると、最適解に近い近似解を求めることができる。

では実際に 10 カ所の都市を巡る最短経路を考える。この場合、染色体は各都市に番号を振り、訪問した都市の順に番号を並べるような整数値コーディングが有用である。ここで注意しなければならない点は、数字の重複が許されず、遺伝子数と染色体の長さが同一でなければならないということである。この条件により、全ての都市を一度だけ訪れるというセールスマン問題の制約を満たすことができる。

また、交叉の方法にも注意する必要がある。単なる一点交叉や多点交叉を用いた場合、条件に合わない数字の重複がある染色体が生成されるという問題が生じる。この巡回セールスマン問題に適した交叉方法として多くの方法が提案されているが、ここでは代表的なサブツアー交換交叉について解説する。サブツアー交換交叉では両親の共通する数字の組から成る部分を見つけ、その箇所を入れ替える。また、その箇所の順序を逆にして入れ替えることで 4 通りの子が生成できる。

親 A	0	3	7	6	1	9	5	2	8	4
親 B	4	5	2	9	3	0	6	1	7	8

↓

子 A	0	3	7	6	1	5	2	9	8	4
子 B	4	9	5	2	3	0	6	1	7	8
子 C	0	3	7	6	1	9	2	5	8	4
子 D	4	2	5	9	3	0	6	1	7	8

このような交叉を経て世代交代を繰り返し評価されることで、短い経路を持った個体だけが残っていく。そして世代数が増加するにつれて最適解に近い解が得られるようになる。

ii. ナップザック問題

ナップザック問題とは、複数の重さと値段が異なる荷物をナップザックに入る最大重量以内で合計金額が最大になるような組み合わせを探す問題である。この問題も数が増えていくにつれて組み合わせが莫大になるため厳密な解を出すことが難しいとされている。

この問題に対する染色体はそれぞれの荷物に対して0か1の遺伝子を与え、0の場合はナップザックに入っていない状態を表し、1の場合は入っている状態を表す。そして、ナップザックに入っている荷物の合計金額が高いほど高い評価を与える。ただし、最大重量を超えないという条件があるため、重量が超過した場合は非常に悪い評価を与えることとなる。

荷物	A	B	C	D	E	F	G	H	I
値段	20	5	8	15	10	18	25	22	30
重量	8	3	6	7	5	9	13	10	12
染色体例	0	0	1	0	1	1	0	1	1

3. 問題点

遺伝的アルゴリズムの問題点は一般化できないことにある。つまり、解こうとする問題に適したパラメーターを設定する必要があり、最適なパラメーターを得るためには予備実験など事前知識が必要となってくる。

また、局所解に陥りやすいという点も注意すべきである。早い段階で偶然に他の個体より適応度が高い個体が生まれた場合、その個体の遺伝子が受け継がれやすく多様性が減少し、局所的な解に収束する可能性が高い。

4. 出典

遺伝的アルゴリズム

<http://www.obitko.com/tutorials/genetic-algorithms/japanese/index.php>

村上・泉田研究室 遺伝的アルゴリズム

<http://ipr20.cs.ehime-u.ac.jp/column/ga/>

お掃除ロボット

ソフト班 知能情報学部 3回生

ソフト班 法学部 1回生



ロボット掃除機ルンバ

・掃除用ロボットとは

自動的に動いて掃除をするロボットで、家庭用と業務用がある。
自律的に動く点が従来の電気掃除機と異なる。



うごきまわるルンバ

日本ではお掃除ロボットは狭小な家屋事情などから需要が見込めないとの理由で、大企業は商品化を見送ってきた経緯があり、従来の掃除機とは余り関係のない企業がお掃除ロボットの研究開発に熱心だった。



エレクトロラックス社 Trilobite 2.0

家庭用ロボット掃除機はスウェーデン・エレクトロラックス社が 2001 年 11 月から「トリロバイト」を欧州で売り出している。現在、家庭用ロボット掃除機市場で大きなシェアを占める米 iRobot 社は、1997 年に「ルンバ」の試作機「early prototype」を発表していたが、製品化して米国で売り出されたのは、トリロバイト発売の翌年の 2002 年 9 月 17 日だった。

日本では東芝が、2002 年 10 月から当時提携関係にあったエレクトロラックスのトリロバイトの OEM 販売(※)を始めた。ルンバは 2004 年から日本市場に投入された。

(※メーカーで作った商品を自社ブランドとして販売する事)

・お掃除ロボットの構造



掃除中のルンバ

家庭用は、薄い円盤型の本体内に充電式の電源を内蔵しておりコードレスである。



ルンバ用エッジクリーニングブラシ

本体の下面にはブラシ、側面にはセンサーを備えることで、家具や壁面を衝突するか又は避けるように床面を自律走行しながら、サイドブラシでゴミを本体下面に集めて塵埃を吸引・収集していく。

自動またはボタン操作で起動して一定時間床面の清掃を行うと自ら充電器内に自走して戻り、次回の起動に備えて充電を行うようになっている。



充電に向かうルンバ

お掃除ロボットには複数のセンサーが搭載されており、センサーから得た情報で室内の状況や現在位置を把握し、人工知能で行動を決定することにより効率よく掃除を行なっている。



段差があっても転落しないお掃除ロボット

自動掃除機に最も多く利用されるのは「赤外線センサー」で、赤外線センサーは、光を照射して反射する赤外線の強さを計測する。反射する光が強ければ「近い」、弱ければ「遠い」と判断し、壁や障害物との距離を検知している。赤外線には「白い物は反射しやすく黒い物は反射しにくい」「透明な物は透過する」という特性がある。

お掃除ロボットについているセンサーは以下の通り

- ・ **障害物センサー**

障害物との距離を測るセンサー。本体の前面にあり、照射した赤外線や超音波の反射を計測している。

- ・ **接触センサー**

障害物センサーで判断できなかった物に接触して検知するセンサー。前面のバンパーに搭載されるため「バンパーセンサー」とも呼ばれる。

- ・ **壁センサー**

壁との距離を測るセンサー。サイドブラシで壁際を掃除する際に利用される。

- ・ **走行距離センサー**

走行した距離を計測するセンサー。車輪にあり、掃除した場所を判断するために利用される。

・**段差センサー**

床面との距離を測るセンサー。本体の下面にあり、階段・玄関からの落下を防止する。

・**加速度センサー**

本体の速度を計測するセンサー。車輪のスリップを検知し、走行距離の誤差を補正する。

・**ジャイロセンサー**

本体の角度を計測するセンサー。これにより回転角度を認識して現在位置を把握している。

・**CCD カメラセンサー**

マッピング処理を行うロボット掃除機に搭載されるセンサー。室内の天井や壁を撮影して現在位置を確認し掃除した場所を判断する。

・**ゴミセンサー**

床のゴミを認識するセンサー。

・**過負荷センサー**

サイドブラシ、床ブラシ、車輪の回転異常をチェックするセンサー。

・**自動停止センサー**

本体を持ち上げると自動で運転を停止するセンサー。

・**バッテリーセンサー**

バッテリーの状態、充電中の温度をチェックするセンサー。

・**バーチャルウォールセンサー**

バーチャルウォール(※)を検知するセンサー。

(※お掃除ロボットが指定された範囲から出ないようにする)

衝突防止センサーの有無が最大のポイント

・衝突防止センサーとは

掃除中に壁や家具を発見すると、ロボット掃除機は減速して停止し方向転換する。障害物はセンサーで検知しており、通常お掃除ロボットの前面に内蔵されている。

お掃除ロボットにおいて一般的なものは接触型の「バンパーセンサー」である。これは「フォトインタラプタ」と呼ばれるセンサーで、発光部から受光部への光がバンパーの突起で遮られると、何かに衝突したと判断する。しかしバンパーセンサーでは、壁や家具に「ガツン！」とぶつかるまで障害物を見つけることができない。そこで登場したのが非接触型の「障害物センサー」であり、ルンバなどのハイエンド製品に多く搭載されている。

・非接触型センサーの欠点

壁際のごみを残してしまうこと。それゆえ必要に応じて障害物センサーをオフにする機種も発売されている。

「赤外線センサー」は、濃い色の床や家具を正しく検知できないケースが見られ、さらに直射日光も苦手としている。この弱点を克服するために「超音波センサー」を搭載する製品が増えている。超音波なら「透明なガラス」「黒い壁」なども問題なく検知可能。

障害物センサーは汚れると反応が悪くなるので、こまめな掃除が必要。またセンサーとセンサーの間隔が開いているので、テーブルやイスの足のように細長いパイプ状の障害物は、死角に入って感知できない場合がある。

お掃除ロボットの人工知能とアルゴリズム

お掃除ロボットの人工知能とアルゴリズムは、掃除効率に大きく影響する。現在のお掃除ロボットは「センサー」で収集した情報（部屋の大きさ・障害物の場所・掃除状況・現在位置）を、人工知能プログラムが分析・状況判断を行い、適切な行動パターンを実行する方式が主流で、お掃除ロボットのアルゴリズムは大まかに以下の4種類がある。



お掃除ロボットのすすみかた

・ランダム型

「障害物に衝突したら進行方向を変更」など、単純な動作の組み合わせで掃除を行う。センサーを搭載しない低価格な製品で多く見られる。動き方は完全にランダムなので掃除場所に偏りが発生し、大きな部屋や障害物の多い部屋には対応できない。

・パターン型

らせん、ジグザグ、壁伝い等、予め設定された数種類の動き（パターン）を繰り返す。この仕様でもセッティングが上手な製品は、ある程度効果的な掃除結果を得られる。しかし広い場所や複数の部屋、障害物の多い部屋になると掃除にムラが発生しやすくなる。1～2万円の安価なお掃除ロボットに多く用いられる方式。

・人工知能・パターン型

センサーで収集した情報を人工知能が判断して、状況に合わせた最適なパターンを選ぶ。走行距離センサーの情報を元に掃除した場所を判断するため、パターンのみの機種と比べて偏りが少なく、複雑な形状の部屋や複数の部屋にも対応できる。

後述する「人工知能+マッピング型」より掃除時間が長くなる欠点があるが、同じ場所を違う方向から何度も通過するので、結果として多くのゴミをとれる方式。



人工知能+マッピング型といえばルンバ！

・人工知能+マッピング型

センサーで収集した情報を元にマッピング（地図作成）を行い、最短ルートを通る。内蔵カメラで天井・壁を撮影し現在位置と照合する方法、レーザーや赤外線を照射して障害物までの距離を測定する方法などがある。

「人工知能+マッピング型」の場合、部屋の形状、家具の配置を地図化するため、何度も同じ場所を通過することはない。「人工知能+パターン型」に比べると動きが直線的で効率がよく思えるが、現在のロボット掃除機は吸引力が弱いので、掃除場所を1度しか通過しないこの方式ではゴミを充分に取りきれないことがある。

お掃除ロボットの集塵方式について



人工知能とアルゴリズムに加えて「集塵方式」も、ロボット掃除機の掃除性能を左右する大きな要素。少しでも掃除性能を高めるために、ロボット掃除機メーカーは独自の工夫を凝らしたクリーニングシステムを開発している。

・吸引のみ

底面にある吸込口からバキューム吸引でゴミを吸い取る方式。サイドブラシを搭載しないため、壁際や隅のゴミを取り除くのは苦手とする。

・サイドブラシ+吸引

壁際・コーナーのゴミを前方にかき出す「サイドブラシ」とバキューム吸引を組み合わせたタイプ。吸引のみの製品より集塵力が高まっている。しかしフローリングのように平らな床は問題ないが、「床ブラシ」がないので絨毯・カーペット等の毛足の長い床は不得意。1万円以下の小型ロボット掃除機に採用されることが多い方式。

・サイドブラシ+床ブラシ（1種類）+吸引

現在のロボット掃除機で最も多く採用される集塵方式。前方のサイドブラシでゴミをかき出しながら、床ブラシでゴミをかき取り吸引する。通常の掃除機と同じ形の回転ブラシが床面を撫でるので、毛足の奥に入り込んだゴミを取り除きやすくなっている。さらに掃除性能を高めるために、サイドブラシを左右に2個搭載する機種や、ブラシ部分に異なる素材を組み合わせた製品もある。

・サイドブラシ+床ブラシ（2種類）+吸引

ルンバが採用する「デュアルパワーブラシ」と呼ばれる掃除システム。サイドブラシの他に「フローリング用ブラシ」と「カーペット用ブラシ」を2種類搭載している。また床ブラシ全体が上下に動くようになっており、床の状況に合わせて角度を変化させるため、密着度が高まっている。ルンバ500シリーズ・600シリーズは、「密着ワイパー型吸引口」と呼ばれる幅1ミリの吸込口があり、床ブラシでかき取れなかった微細なチリを吸引する仕組みとなっている。ルンバ700シリーズは、デュアルパワーブラシから直接ゴミを吸引する「エアロバキュ」方式に改良された。

お掃除ロボットの便利な付属品



部屋を区切って、お掃除してくれるのがバーチャルウォール機能。電源を入れるだけで、赤外線の見えない壁を作り出し、お掃除ロボットの進入を防ぐことができる。

最新お掃除ロボット事情



国内正規品ルンバ 700 シリーズ

ルンバ 700 シリーズ共通の長所として「アルゴリズム」が優秀な点が挙げられる。アイロボット社はロボット専門メーカーなのでこの部分には非常に力が入っている。同社の「人工知能 AWARE」と「高速応答プロセス iAdapt」は、人工知能が毎秒 60 回以上も状況判断を行い、40 種類以上の行動パターンから動作を選択するというシステム。

またピエゾセンサーと光センサーでゴミや汚れが多い部分を検知、きれいになるまでブラッシングを繰り返す「ゴミ検知機能」は、アイロボット社の特許技術で他社のロボット掃除機にはない大きな特徴となっている。

人工知能 AWARE：お掃除するお部屋の汚れ具合について、数十もあるいろいろなセンサーが情報を収集し、その結果を即時分析するルンバの頭脳

高速応答プロセス iAdapt：さまざまな使用環境に即して、40 以上もの行動パターンから最適な動作を速やかに選択するシステム

ピエゾセンサー：「ひずみ」や「ゆがみ」を感知することにより、信号出力を行うセンサー

光センサー：光などの電磁気的エネルギーを検出するセンサー

参考になったホームページ

wikipedia 掃除用ロボット

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%8E%83%E9%99%A4%E7%94%A8%E3%83%AD%E3%83%9C%E3%83%83%E3%83%88#.E5.8F.82.E8.80.83.E6.96.87.E7.8C.AE>

ロボット掃除機比較ガイド

<http://okaimono-navi.info/>

iRobot 公式ホームページ

<http://www.irobot-jp.com/index.html>

楽天市場

<http://item.rakuten.co.jp/shop-sedona/roomba-e-brush/>

海外でルンバを改造して戦わせるのが流行ってるの！？

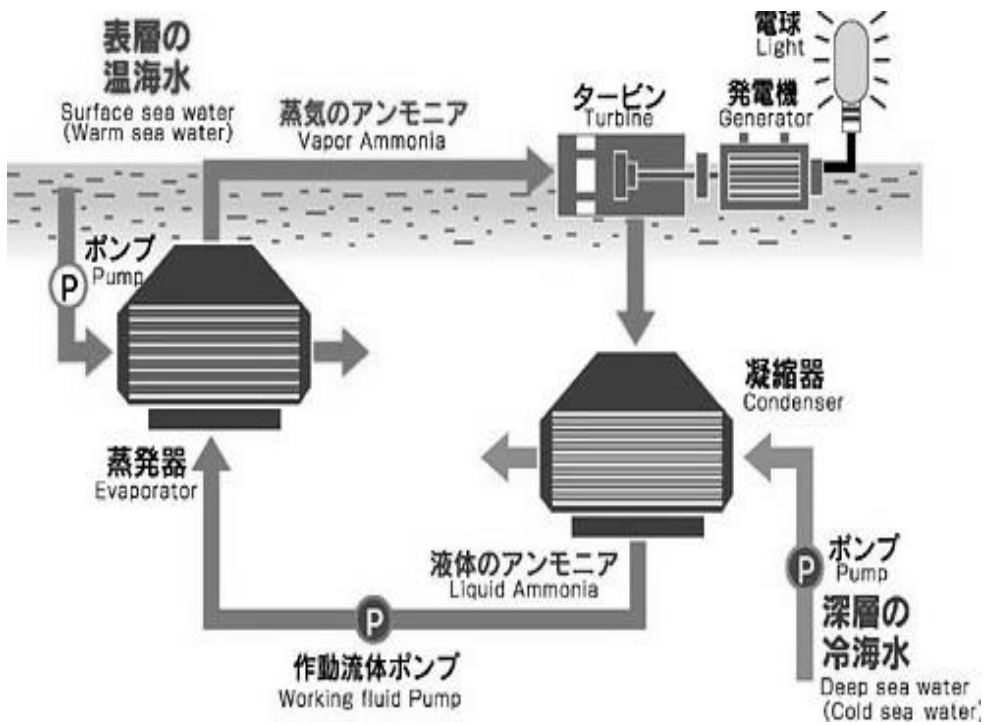
<http://attrip.jp/65472/>

お掃除ロボットの歴史

<http://maple01.net/cocorobo/post-4.html>

海洋温度差発電

(OTEC: Ocean Thermal Energy Conversion)



経済学部一回生ソフト班

法学部一回生ハード班

海洋温度差発電（以下 OTEC）とは、端的に言えば海において太陽で暖められた表層の高い水温と深層の低い水温の差を利用する発電方式のことである。アンモニアのような気化しやすいものを表層の高い水温によって蒸発器で気化させる。気化した気体によってタービン（流体の運動エネルギーから回転エネルギーに変換する機械）を回転し発電、さらにその気体を深層の低い水温によって凝縮器で液化させ、それをまた気化させる工程へと繰り返す。1 枚目に記した図がこれら OTEC の仕組みを表したものである。

OTEC は、主にオープンサイクル、クローズドサイクル、ハイブリッドサイクルの三つに分類することができる。

まず、オープンサイクルでは表層水から作り出した水蒸気を作動流体として用いる。蒸発器、タービン、凝縮器の中は真空ポンプによりあらかじめ減圧されており、表層水を蒸発器に導きフラッシュ蒸発（海水をあたためそれをポンプで低圧室に送ると、海水中の水が瞬間的に蒸発）させる。この水蒸気は凝縮器に入り、汲み上げられた深層水によって冷却され、海に排出される。このシステムは作動流体がサイクル内を循環しないため、オープンサイクルと言われる。排出される水は飲料水として利用可能。日本ではほとんど研究されていないが、フランス政府は現在でも積極的に研究を行っている。

次に、クローズドサイクルでは作動流体に低沸点の物（経済性と環境への配慮としてアンモニアと水の混合媒体を重要視）を利用し、蒸発器、タービン、凝縮器に繋がれたパイプの中に封入される。作動流体は蒸発器で表層水から熱を受け取り蒸発する。蒸発した作動流体はタービンに送られて発電した後、凝縮器の中で、汲み上げられた深層水によって冷却され液化し、再び蒸発器に送られるシステムである。

最後に、ハイブリッドサイクルは上記二つのサイクルを組み合わせたものでオープンサイクルの蒸発器に温海水を導入し、そこで得られた水

蒸気を高温熱源として使う。このことから、クローズサイクルに比べ、蒸発器の海水による汚染がなく、性能の低下が防げる。また、オープンサイクル同様、蒸発器から排出された水は、飲料水として使えるため、淡水化技術の応用として考えられている。上記主な発電サイクルでクローズドサイクルが現在主流とされている。

また、海水温に大きな差がある地域に適したものであると言える。そのため、設置場所が制限されるものの 100 カ国で建設が可能だと考えられている。そして、日本もそのうちの一つだ。実用化には至っていないが、沖縄の久米島でも 2013 年から実証実験が行われている。2014 年には、中国がプラントの建設を開始するなど現在注目されている。

OTEC の長所としていくつか挙げる。

- CO₂ の排出が他の発電方式と比べて少ない。
- 年間をとおして海の表層と深層の水温差がほぼ一定しているため、発電量も安定する。
- 深層から汲み上げた海水に多く含まれるプランクトンで養殖に利用できる。
- レアメタルの採取に利用できる。
- 深層から冷水を汲み上げるパイプを用いて冷房に利用できる。

OTEC の短所として二つ挙げる。

- 深層から海水を汲み上げるのに大きなコストがかかる。
- 設備にコストがかかる。

長所や短所はここで述べたことに限られるというわけではない。調べた結果、多くの資料で触れられていることについて書き記した。

海洋温度差発電と他の発電との比較を、表を用いて説明する。

発電方式	発電単価 (円/kW)
OTEC	30.0~45.0
石油	10.0~17.3
LNG	5.8~7.1
石炭	5.0~6.5
原子力	4.8~6.2
水力	8.2~13.3
風力	10.0~14.0

他の発電（太陽光以外）と比べれば OTEC の発電単価は高いと考えるだろう。しかし、これは試作型の 1000kW 規模のものを例として挙げている。OTEC が量産化・大規模化（1 万 kW 以上）されれば 10.0~20.0 (円/kW) が期待される。また、冷房などの複合化を図れば 10.0 (円/kW) 以下も可能だと言う。

発電方式	一基あたりの発電量 (kW)
OTEC	1 万
火力	70 万~100 万
原子力	110 万
水力	35 万~40 万
風力	2000

一基あたりの発電量は規模によるところに左右されるためおよそのものを記した（OTEC は現時点での最大）。火力や原子力発電と比べれば発電量は劣っているが、再生可能エネルギーである風力と比べれば高いと言える。まだ、実用化されている段階ではないため、これからさらに向上する可能性があるだろう。

ここまで読み進めてくると、OTEC が最新技術のように思えるかもしれないが、決してそういうことはないということを言っておきたい。そこで、概略した OTEC の歴史を以下にまとめてみた。

年	出来事
1881	J. D'Arsonval(仏)が OTEC を考案
1926	J. Cluade (仏)が実用化に向けて研究開始
'33	J. Cluade (仏)が 1200kW 浮体式 OTEC を建造、しかし失敗に終わる
'64	J. Anderson (米)が海中発電所を提案
'70	新発電方式調査会(日本)が OTEC の調査
'73	佐賀大学で OTEC の研究が始まる
'74	通産省のサンシャインプロジェクトで OTEC 研究 アメリカの ERDA プロジェクトにおいて OTEC 研究が始まる。 第 1 回 OTEC 会議(米)
'77	佐賀大学で 1kW OTEC の実験成功
'79	ハワイの 50kW Mini-OTEC で発電成功 佐賀大学、島根県沖での洋上実験を行う
'80	佐賀大学の「海洋温度差発電実験所」完成(伊万里市)
'81	東京電力他がナウル共和国で 120kW OTEC 実験の成功
'82	九州電力、徳之島で 75kW OTEC の発電成功
'85	佐賀大学、75kW OTEC パイロットプラント完成
'88	「海洋温度差発電研究会」が発足(日本の電力、エンジニアリング、建設会社など 25 社)
'90	IOA (International OTEC Association) を設立
'93	ハワイのコナ海岸に 210kW オープンサイクル OTEC が完成(NELHA)
'94	佐賀大学、新サイクルプラント建設
'95	佐賀大学、新サイクルプラント実験(4.5kW)
'97	インド、NIOT にて 1MW プラント建設
'99	佐賀大学 50kW ウエハラサイクル実証温度差発電システムの設置
2002	佐賀大学 海洋エネルギー研究センター(IOES) 設立
'03	佐賀大学 海洋エネルギー研究センター 伊万里サテライト完成 30kW OTEC の研究開始

‘09	米ロッキードマーチン社がハワイでの 10MW OTEC のプラント建造について発表 仏 DCNS 社がインド洋上に 1.5MW OTEC のデモ機を建造するための協定を仏領レユニオン島(マダガスカル東部の島)と結ぶ
‘10	仏 DCNS 社が仏領ポリネシアのタヒチに OTEC の実現可能性調査を行う協定を同地区と結ぶ
‘11	NEDO 「風力等自然エネルギー技術研究開発／海洋エネルギー技術研究開発」に係る公募で佐賀大学が「次世代海洋エネルギー発電技術研究開発」で採択される ハワイ NELHA が 1MW OTEC 実験に米 OTI 社のプラントを採択

OTEC 研究で現在注目されている久米島の実証実験、中国のプラント建設計画のことは先にも述べた。ここでは、それら二つの例を用いて OTEC の現状、今後の展開について言及する。まず久米島の実験について、下図の設備がそれにあたる。



ここでは、表層水と深層水の約 20 度の温度差を利用し、50kW の発電を可能にするとともに熱交換器（効率的に熱を移動させる機器）に伝熱性能の高いチタン板を新たに採用することで発電効率の向上にも取り組んでいる。また、チタン板は媒体（アンモニアなど）を気化させるための熱伝導率が 20%以上向上すると考えられているため、汲み上げる海水の量を少なくできるなど発電コストを下げることができる。今後は、更に発電能力が 1000kW を越える大規模な設備の導入を検討している。

次に、中国のプラント建設計画について述べる。このプラントは、建設されれば世界最大の OTEC プラントとされ、発電能力も 1 万 W の規模である。また、この OTEC はリゾート施設の電力を 100%まかなう予定であり、石油・燃料費の節約により CO₂の排出量を 50 万トン削減できるとされている。

化石燃料を使用した火力発電が CO の排出で問題化されるなか CO を排出しない原子力発電が注目され始めていた。しかし、福島原発事故で原子力発電に依存することは難しいものとなった。化石燃料や原子力を用いた発電から、再生可能エネルギーを用いた発電へのエネルギー転換が今後日本の課題であると言える。久米島の実証実験が上手くいけば、OTEC 実用化の目途が立つだろう。また、中国でプラントを建設する計画が上っているため、諸外国でも OTEC に関する計画が進行していくものと思う。OTEC 事業で日本が外国に乗り遅れないためにも政府はより援助をしていく必要がある。

出典

http://sangakukan.jp/journal/journal_contents/2008/05/articles/0805-02-4/0805-02-4_article.html

<http://www.yonden.co.jp/life/kids/teacher/datashu/hatuden11.html>

http://www.ioes.saga-u.ac.jp/jp/about_otec_02.html

<http://www.xenesys.com/products/otec.html>

<http://www.xenesys.com/products/otec.html>

<http://otecstory.blog72.fc2.com/blog-entry-6.html>

http://heat.mech.kumamoto-u.ac.jp/htsj_kyushu/ppt/23_3_No4.pdf#search='%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E6%B8%A9%E5%BA%A6%E5%B7%AE%E7%99%BA%E9%9B%BB+%E6%AD%B4%E5%8F%B2'

<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1306/17/news012.html>

<http://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1306/17/news012.html>

<http://gigazine.net/news/20130423-world-largest-otec-plant-in-china/>

核融合発電



ハード班 理工学部 一回生

ソフト班 知能情報学部 二回生

ソフト班 理工学部 三回生

・概要

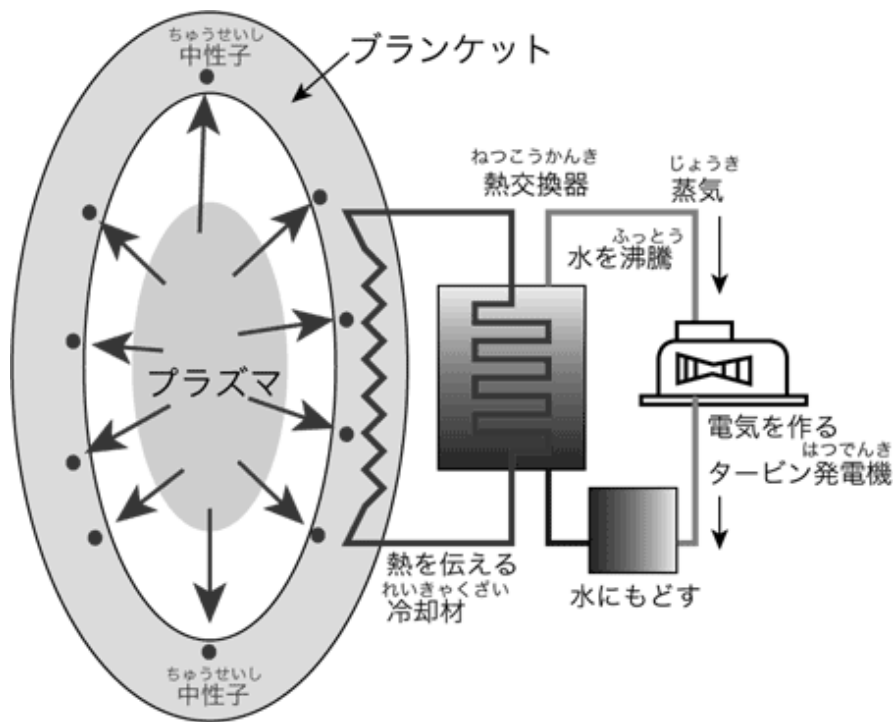
核融合発電とは、21世紀後半に実用化が期待される発電方法で、核融合炉の内部で発生した高速中性子のエネルギーを熱に変換し、その熱でタービンを回すなど、核融合反応を用いた発電方法のことである。

核融合炉は、原子炉とは異なり、水素やヘリウムなどの軽い原子の核反応を利用してエネルギーを発生させる装置である。

炉内は1億度にも達し、分子はプラズマ状態になる。1億度の温度に耐えられる物質が存在しないため、このプラズマをコントロールし、炉壁に当たらないようにするために、日々研究が行われている。

この発電方法は、比較的入手しやすい物質を用いて莫大なエネルギーを得ることが出来るという点から注目され、各国が協力して関連技術の研究を行っている。また、原子力発電と同様に、二酸化炭素を発生させない発電方法としても注目されている。

炉内の状態は太陽など、全ての恒星で起こっている現象そのものであるため、核融合炉は「地上の太陽」と呼ばれたりもしている。



- ・原理

軽い元素の原子核が融合し安定した重い原子核になる反応を原子核融合、または単に核融合という。反応の前後で質量が変わるため、核子一個当たりの結合エネルギーの小さい原子は原子核融合した際余分な質量を熱エネルギーとして放出する。これを利用して発電することを核融合発電という。融合する物質と、融合する方法による分類がある。

- (1) 融合する物質による違い

- ・D-T 反応

重水素と三重水素を融合させる反応。反応後はヘリウムと中性子になる。この時発生する中性子の運動エネルギーで水を温めタービンを回すことで電気を得るため、変換効率は 3~40%。反応条件が緩やかで最も早く実用化が見込まれている。

- ・D-D 反応

重水素二つを融合させる反応。ヘリウム 3 と中性子ができる。資源の入手性はいいが、反応条件が厳しい。D-T 反応の反応条件は発電炉内でプラズマ温度 1 億度以上が必要だが、D-D 反応は 10 億度以上必要となる。

- ・D-³He 反応

重水素とヘリウム 3 を融合させる反応。反応後はヘリウムと陽子になる。反応条件の厳しさは D-T と D-D の間ほどだが、その二つとの大きな違いはエネルギーの媒介粒子である。上二つの媒介粒子は中性子のため、水を沸騰させるという中間動作が必要だが、D-³He は陽子という荷電粒子が媒介粒子になるため、電磁力で制御し減衰させることで直接電力を取り出すことができ、変換効率は 70%以上にもなる。

- ・p-B 反応

陽子とホウ素を融合させる反応。ヘリウムが三つできる。自然界に存在する物質のみで反応が構成され、出てくる物質も放射性を持たないため非常にクリーンな反応といえる。しかし D-D 反応以上に反応条件が厳しく 25 億度以上が必要とされている。

・ p-p 反応

陽子同士を融合させる反応。反応は複雑でいくつかの分岐があるが、結果的には陽子四つがヘリウムになる。陽子、つまり軽水素は重水素よりもさらに自然界に大量に存在するため燃料の入手という点ではとてもよく、原理的に放射能の危険も全くないのだが、反応条件が 50 億度以上と厳しいうえに各反応の頻度が低く（ひとつの反応に平均十億年かかったりする）、人間の尺度で測れるレベルの融合炉の実用化は非常に困難とされている。

（2） 融合する方法による違い

・ 磁気閉じ込め方式核融合

核融合をする際、多くは物質をプラズマになるまで高温にする必要がある。プラズマは原子が原子核と電子が分かれた状態なのでそれぞれの粒子が電荷をもっており、磁気による操作が可能である。それを利用し磁気でプラズマを閉じ込め核融合させる方法を磁気閉じ込めという。ドーナツ状の磁場にねじれを加えた螺旋状の磁場によって閉じ込めを行う。この磁場を、螺旋状コイルで作るヘリカル式、コイルとプラズマ内磁場で作るトカマク式、全てをプラズマ内磁場で行うスフェロマック方式、コンパクトトーラス、逆磁場ピンチ、逆転磁場配位、トルサトロン、立体磁気軸、磁気ミラーなど様々な形がある。現在の主流はトカマク式。

・ 慣性閉じ込め方式核融合

磁気による閉じ込めと違い、爆発などの瞬発的な力で閉じ込めを起こして核融合させ、これを繰り返すことで核融合を継続させる。プラスチック球に詰めた重水素にレーザーを照射し爆散させるレーザー核融合が基本であり、照射する違いによって荷電粒子ビーム核融合というものなどがある。

・ 慣性静電閉じ込め方式核融合

イオンビーム同士を衝突させ球形状中心の中心に収束させ核融合を起こす。考案された当初は期待が高かったがのちに様々な問題が出てきたため、現在では研究は中断されている。

・ スピン偏極核融合

陽子や中性子の自転、スピンを偏らせることで核融合が起きやすくなると

いう理論。単独で核融合をするものではなく、あくまで補助的なもの。

- ・ ミューオン触媒核融合

上と同じく補助的なもの。ミュー粒子という電子と同じ電荷レプトンを使い、原子核を中性の物質のような状態にすることで原子核同士の反発を減らし常温で核融合を行うことができるようになる。このため一時期常温核融合として騒がれたが、その後の研究で実用的なエネルギー源として使えるほどの熱は出ないとされた。現在では、核融合発電の方法としての期待は薄い。

- ・ 利点

- 燃料の入手性の良さ
 - 核融合発電は燃料の多くが自然界に大量に存在するものであり、枯渇する恐れがあまりない。先に挙げたものでいうと、重水素は海水から取れ、三重水素は海水からとれるリチウムから作ることができ、ヘリウム、臭素も水素ほどではないが自然界に多く存在する。
- 二酸化炭素排出ゼロ
 - 原理上、核分裂による原子力発電同様二酸化炭素の排出がない。このため、地球温暖化に対する解決策になる。
- 反応内における放射性廃棄物の少なさ
 - 主流の $D-T$ 反応や $D-^3He$ 反応内で発生する高エネルギー中性子は危険だが、それはリチウムを三重水素にする反応に使われるため、原発ほど高レベル放射性廃棄物が継続的に出ることはない。また、 $p-B$ 、 $p-p$ 反応ならば中性子が出る恐れもない。
- 臨界事故を起こさない
 - 核分裂反応のような連鎖反応がなく、反応には地球上の自然現象ではありえない高温高压がひつようなため、偶発的な事故によって反応が始まることが原理的に生じない。

・欠点

- 研究及び建設コストが莫大
 - 何兆円規模の費用が必要になるため、日米欧などの国々が協力してフランスに国際熱核融合実験炉 (ITER) を建てる動きがある。
- 核反応によって発生した中性子の影響で炉壁や施設が放射化する
 - 高いエネルギーを持った中性子が原子に当たると、中性子は原子核に取り込まれ、原子の同位体ができる。原子には安定なものとは不安定なものがあり、不安定な原子は放射線を出して安定な原子になろうとする。
炉壁や施設でもこの現象が起こり、放射性物質に変わってしまう。
この現象を抑えるために、国際核融合材料照射施設 (IFMIF) によって放射化されにくい物質の研究のプロジェクトが行われていると云われている。
- 高温のプラズマを長時間保持する技術の確立が困難
 - 1 億度を超えるプラズマの熱は、核融合炉すらも溶かしてしまうため、超電導磁石で磁場を作るなどして、炉壁に当たらないように制御する必要がある。
超電導磁石の強力さ故に、磁石やその周辺の装置は、運転中に非常に大きな力を受け続ける。それに加えて、中性子を浴びることによって脆化することも考えると、装置を支えることは非常に困難である。
- ${}^3\text{He}$ の入手が困難 ($\text{D}-{}^3\text{He}$ 反応の場合)
 - ${}^3\text{He}$ は地球上では殆ど存在しない。(存在比は ${}^4\text{He}$ の 100 万分の 1)
そのため、中国では月から ${}^3\text{He}$ を採集することを目的とした宇宙プロジェクトも存在する。
- 燃料である三重水素が放射性物質であること
 - 三重水素は半減期が約 12 年の水素原子 H の放射性同位体

で、外部に放出されると通常の水素と同じ振舞いをし、水と同化するというもの。三重水素が混じった水を飲むと当然被曝する。しかし三重水素が発する放射線の強度は、他の放射性物質のものに比べると弱く、10日程度で体外に排出されるため、大量に摂取しない限り直ちに影響はない。

- 大量の冷却水が必要
 - 熱を利用する発電ならば当然だが、タービンを回すために発生した蒸気を冷やして液体にする必要がある。

・危険ではないか？

長所で上げたように、核融合発電では原子力発電のような連鎖反応が原理的に起こり得ない。故に事故などによって長期間に及ぶ深刻な問題は発生しないし、事故で爆発が起こり、周囲が焼け野原になるなどということもない。

問題となり得るのは、放射性物質である三重水素が外部に放出されることである。

生成される三重水素の量こそ膨大であるが、生成されたものの殆どを反応の為に消費するため、通常排出される三重水素の量は地球で自然生成される三重水素の量と同等であると云われている。とは言え、一度海に放出された三重水素を回収することは不可能であるため、三重水素の排出による環境への影響を懸念する声もある。

・核融合発電の現在

核融合発電は現状実用化にはまだ至っていない。今現在、現実の世界で核融合が活用されているケースは、太陽の燃焼と核兵器の一種である水素爆弾のみとなっている。水爆は核融合反応を利用した核兵器で、起爆には原子爆弾の高温を利用する。核融合は、非常に大きなエネルギーを厳密に

制御し続けなければ、反応がおこらない。少しでも条件がずれたり、装置が誤作動を起こすなどして止まってしまったりすれば一瞬にして反応も止まってしまう。その制御は想像以上に実現が難しく、なにより費用がかかる。またエネルギー形態として、軍事利用の可能性もある核融合(レーザー技術など)もあり、国家管理あるいは国際機関による管理が不可欠なものである。現在の核分裂反応による原子力発電と同じく隠蔽、捏造といったことが懸念される。巨大な装置産業となることは間違いなく、利権を巡って政治、外交問題を引き起こす事も考えられる。また、現状でも岐阜県土岐市の核融合科学研究所での重水素実験に反対している市民がたくさんいることから、国民の理解をえるのも課題の一つだと考えられる。但し、この問題の原因は「核」という言葉から不安感を持つ人々が多いだけで、正しい認識を促せば解決の道が見えてくるかもしれない。

人工太陽の実現への努力は世界中で今も続けられている。



・核融合発電のこれから

重水素と三重水素（トリチウム）の原子核をばらばらなプラズマ状態にし、衝突させる核融合発電は日本では早ければ3年後には研究拠点である

核融合科学研究所（岐阜県土岐市）で実用化に向けての基礎実験が開始されることが決まっている。世界中で 1950 年代から研究が始められているのだが、いまだ実現していない核融合発電の実用化に至るまでにはこれから 30 年、あるいは 100 年かかるともいわれている。核融合発電に必要なプラズマ状態をつくるためには、密閉空間で高温、高密度にすることが必要になる。核融合科学研究所が計画している重水素実験では、1 億 2000 万度の高温と、高密度の環境を真空容器内でつくり出す予定だという。この 14 年間ですでに核融合科学研究所は水素を使ったプラズマ実験を行っている。その結果、8000 万度の温度は達成した。持続時間 1s 時間弱のプラズマ形成にも成功している。今回の基礎実験は、その次の段階というわけだ。

莫大な実験費用や市民の賛成等の問題もあるが、実用化の未来はそう遠くはないのではなかろうか。



・まとめ

先進国の経済や生活は、何億年もかかってつくられた有限の資源である化石燃料に依存しており、石油、石炭、天然ガスなどの化石燃料は、あと数

十年で枯渇すると言われている。しかし年々消費が増加、途上国も経済拡大をめざし、枯渇がさらに早まることは確実にようになってきており、核融合発電はそのエネルギー問題の非常に有効な解決策の一つであると言えるだろう。

・ 出典

<http://zasshi.news.yahoo.co.jp/article?a=20130509-00000953-playboyz-soci>

次世代エネルギー・核融合発電は第二の原発なのか？

<http://d.hatena.ne.jp/shavetail1/20120725>

NIF では何年後にレーザー核融合発電が実現するか

https://www.jsps.go.jp/j-core/04_kanren_kiji/0505.html

核融合科学研究所（渡利徹夫） | 拠点大学交流事業 | 日本学術振興会

http://www.geocities.jp/s20hibaku/photo/koe_suibaku.html

被爆者の声

http://scinews-summary.blogspot.jp/2011/11/blog-post_09.html

適当科学ニュース：【エネルギー】核融合研、イオン8000万度Cの高温プラズマ生成に成功 核融合発電に必要な1億度Cに近づく

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%A0%B8%E8%9E%8D%E5%90%88%E7%82%89>

核融合炉 - Wikipedia

<http://earthoffuture.kagennotuki.com/kaku2.html>

究極の動力炉!!核融合発電

<http://www.nifs.ac.jp/index-j.html>

自然科学研究機構 核融合科学研究所

http://www.chikyumura.org/environmental/earth_problem/energy_crisis.html

5分でわかるエネルギー問題 | 環境問題を知ろう | NPO 法人ネットワーク 『地球村』

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=07-05-01-05

核融合反応装置の形式と作動原理

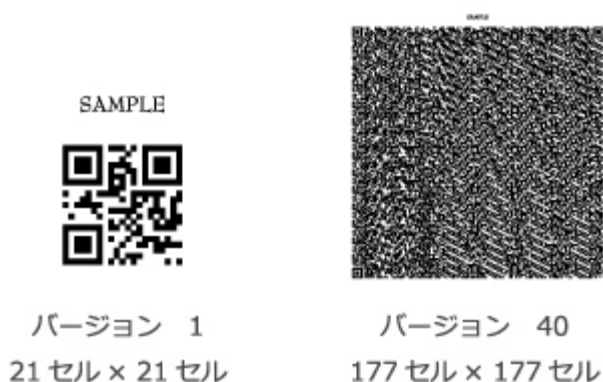
QR コード



二回生 知能情報学部 ソフト班

・QRコードについて

QRコードとは、小さな正方形の点を縦横同じ数だけ並べたマトリックス型二次元コードで、一辺に21個並べた「バージョン1」から177個並べた「バージョン40」まで40通りの仕様が用意されている。点の数が多いうほうがたくさんの情報を記録できるが、必要な面積は大きくなっている。



QRコードに記録できる情報量は、バージョン70の場合で最大23648ビットである。QRコードでは独自の文字コードを使っているため、カナや漢字なら1871文字、アルファベットと数字だけなら4296文字、数字だけなら7089文字まで記録できる。データには冗長性を持たせてあり、一部が破損して読み取れなくてもデータを復元することができる。

特徴的な3隅の四角い切り出しシンボルを「位置検出パターン」と呼ぶ。それに加えて、7列目と7行目などのタイミングパターン、随所に入れられた小さい四角のアラインメントパターンが固定で、それ以外の部分に符号が記録されている。

現在、日本で販売されているカメラ付き携帯電話のほとんどがQRコードの読み取りに対応している。

・バーコードと QR コードの違いについて



バーコードと QR コードには大きな違いがある。バーコードは横方向にしか情報を持たないのに対して、QR コードは縦と横に情報を持つ。そのため QR コードは格納できる情報量が多く、数字だけでなく英字や漢字など多言語のデータも格納できる。また、推奨はされていないが、濃淡の判別が可能な色であれば、色も付けた状態でも読み込むことも可能である。

・QR コードの歴史

QR コードは 1944 年に株式会社デンソーウェーブが開発したマトリックス型の二次元コードである。QR コードの使用用途は、もともと工場や自動車工場の部品管理の生産現場での製品および部品管理に使われていた。基本的には QR コードは産業用途だったが、在庫管理など流通でも使用されるようになった。

・QR コードの容量

数字のみ	最大 7089 文字
英数 (US-ASCII)	最大 4296 文字
バイナリ (8 ビット)	最大 2953 バイト
漢字・カナ	最大 1817 文字

・QRコードの主な用途

自動車部品生産

開発当初は自動車部品の現場で使われたが、そのあとは様々な商品の生産・運送・保管・販売などに広く使われるようになった。

携帯電話

カメラ付き携帯電話・PHS 端末の多くが QR コード対応になっている。具体例として、印刷媒体やウェブ画面において、詳細情報のあるウェブサイトや、携帯端末向けウェブサイトの URL を記録した QR コードを表示し、これらサイトへのアクセスを容易にすることや、個人データを格納した QR コードを名刺に印刷し、携帯電話機のアドレス帳登録を容易にすることなど。また、ネットショッピングなどの決済等でも使われ始めている。

航空券

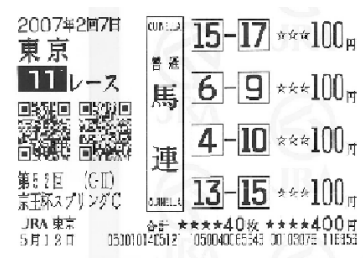
大手航空会社 ANA とそのグループ航空会社では、2007 年 12 月 20 日より SKiP サービスと称して磁気式航空券を全廃して、日本の航空会社では初となる、情報の入力された QR コードを用いて従来の航空券のかわりとする方式に完全に移行した。



勝馬投票券

2008 年現在、JRA や主要の地方競馬で発売されている勝馬投票券の

大部分は QR コードを使用したものとなっている。従来の磁気式投票券に磁性体を使用する必要がなくなるため紙のコストが削減され、紙の再利用も容易になっている。また発行機も印字用ヘッドで機械読み取り用情報を記録できるため、磁気記録用ヘッドに相当する部品を省略できる。QR コード自体は複製が容易なので、投票券には偽造対策のため水色の特殊テープが埋め込まれており、払戻機で判別できるようになっている。



入場券

北海道日本ハムファイターズ、東北楽天ゴールデンイーグルス、コンサドーレ札幌（札幌ドームのみ）のホームスタジアムの試合において、QR コードを用いてチケットレスで入場できるシステムを導入している。球団の HP にインターネットで予約すれば、携帯電話に QR コードが送られる仕組みである。



・誤り訂正レベル

QR コードに汚れなどがあっても正確に読み取れるように、読み取り不能や読み取り間違いのモジュールを修正するために付けられる誤り訂正語のデータ語に対する割合である。

レベル L	コード語の約 7%が復元可能
レベル M	コード語の約 15%が復元可能
レベル Q	コード語の約 25%が復元可能
レベル H	コード語の約 30%が復元可能



誤り訂正レベルを高くすると、訂正の情報が多くなり **QR** コードの大きさが大きくなることがあります。

・**QR** コードのマスク処理

データを配置した状態で一方の色のモジュールが極端に多かったり、位置検出パターンに類似した模様があったりすると、読み込みに支障をきたす恐れがあります。これを防ぐために **QR** コードでは 8 種類のマスクパターンを用意しその中で最適なものを選ぶようにしています。マス

クをかける範囲は位置検出パターンやタイミングパターン（位置検出パターンの間の部分）、形式情報などの機能パターンを除く範囲、すなわちデータコード部のことです。

マスクの種類と条件

マスクパターン参照子	条件
000	$(i + j) \bmod 2 = 0$
001	$i \bmod 2 = 0$
010	$j \bmod 3 = 0$
011	$(i + j) \bmod 3 = 0$
100	$((i \operatorname{div} 2) + (j \operatorname{div} 3)) \bmod 2 = 0$
101	$(ij) \bmod 2 + (ij) \bmod 3 = 0$
110	$((ij) \bmod 2 + (ij) \bmod 3 = 0$
111	$((ij) \bmod 3 + (i + j) \bmod 2) \bmod 2 = 0$

*表中の mod は剰余計算、div は整数除算を表す

*i と j は行と列を表す

例 マスクパターン 0 の場合

(20,20)の場合、 $(20 + 20) \bmod 2 = 0$ なのでビットを反転させる。

(20,19)の場合、 $(20 + 19) \bmod 2 = 1$ なのでビットを反転させない。

参考 URL

<http://ja.wikipedia.org/wiki/QR%E3%82%B3%E3%83%BC%E3%83%89>

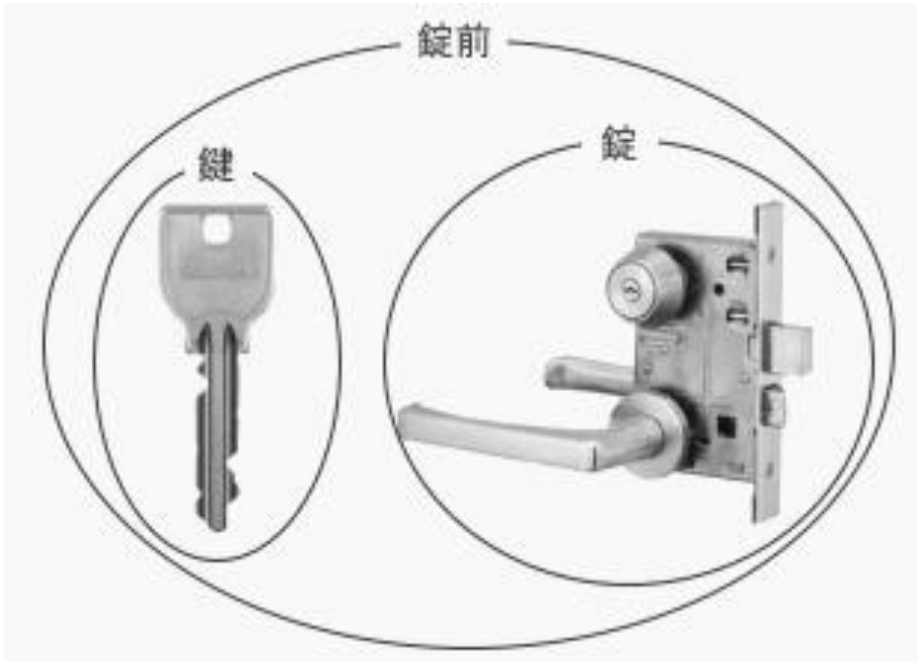
<http://e-words.jp/w/QRE382B3E383BCE38389.html>

<http://www.swetake.com/qrcode/qr5.html>

<http://www.cman.jp/QRcode/sub/qrlevel.html>

錠前について

ソフト班 経営学部 2回生

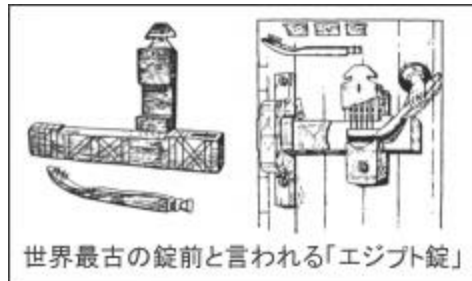


錠前とは

「鍵」と「錠」のセットを「錠前」と呼びます。前のページの図を見ていただくと分かり易いかと思います。

歴史

錠と錠前はその原型は紀元前からあったと言われています。現在の主流はシリンダー錠ですが、中世のヨーロッパでよく使われていたウォード錠も簡単な南京錠などでは今も使われています。



錠は本来セットになる鍵以外で開けることができてはならないものであり、いかに本来の鍵以外では開けられない機構にするかという進化を続けてきました。

簡単に言えば「ウォード錠」から「レバータンブラー錠」へ。「レバータンブラー錠」から「シリンダー錠」へ。そしてさらに高度な技術を使用した錠前へと進化してきたのです。

・日本最古の鍵

日本で最古の鍵とされるのは、1998年に野々上遺跡（大阪府羽曳野市）から出土した「海老錠」とされ、650年頃のものだと推定されています。

鍵と錠前の種類

・ウォード錠

ウォード錠は、古代ローマでその原型が作られたと言う錠前です。そして現在でも南京錠や簡単な靴などの錠に使われています。

構造としては、錠の内部にウォードと呼ばれる障害が設けられており、正規の鍵はその障害に当たらずに回転できるような形状になっています。ウォード錠は原理が単純であるため、簡単な物はすぐに解錠でき、また容易に合い鍵が作れてしまいます。同じタイプのウォード錠なら全て開いてしまう、いわばマスターキーのような物も作ることが可能です。

解錠や鍵の複製を困難にするには、ウォードの形状を複雑にしていくしかありません。下の写真は 15～16 世紀ごろのイタリア製のウォード錠だそうですが、ここまでくると芸術品と言ってもいいでしょう。



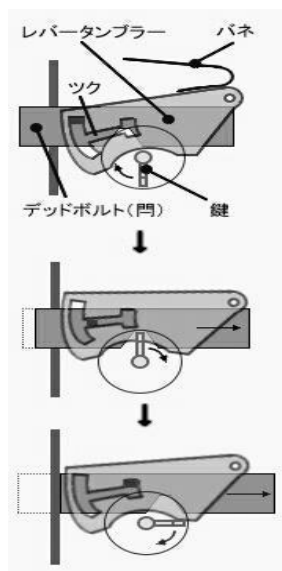
・レバータンブラー錠

レバータンブラー錠は、18世紀頃、イギリスでその原型が発明された錠前です。現在でも南京錠や引き出し、古い自動ドアなどに使われています。

錠の内部にあるタンブラー（障害）が板状で、てこ（レバー）のように動くようになっています。

レバータンブラーには「ツク」と呼ばれるH型の溝があり、デッドボルトの突起部分がツクの中に納まっています。鍵を鍵穴にさしこみ、回転させることでレバータンブラーが持ち上がり、デッドボルトの突起部分がツクの中を滑ってスライドします。正しい鍵でないとデッドボルトの突起とツクの中心が揃わないため解錠できません。

右の図では構造が分かりやすいようにレバータンブラーは1枚ですが、実際は複数枚入っています（3枚の物が多い）。



・シリンダー錠

シリンダーとは円筒のことです。シリンダー錠は、外筒と呼ばれる円筒の中に、内筒というもう1つの円筒が入っています。外筒は錠のケースに固定されています。内筒に鍵穴があり、外筒と内筒にまたがるようにタンブラー（障害）が入っています。鍵がない、または鍵が違う場合はタンブラーにより内筒は回転できませんが、正しい鍵をさすと全てのタンブラーが障害にならない位置に動き、内筒を回転することが出来ます。



内筒が回転することで、錠の内部のカムが回転し、デッドボルト（門）を動かします。シリンダー錠は現在もっとも使われている錠前です。

シリンダー錠の種類

シリンダー錠は、タンブラーの形状や動作原理により、いくつかの種類に分類されます。ここでは代表的な4つについて説明します。

・ディスクシリンダー錠

ディスクシリンダー錠とは、ディスクタンブラーというタンブラーを使用したシリンダー錠です。タンブラーの形状が円盤に近い形をしているため、ディスクタンブラーと呼ばれています。

ディスクタンブラーとスプリングが内筒に入っており、錠を差し込まない状態ではタンブラーの片側が外筒側に飛び出しているため障害となって内筒を回転させることが出来ません。

正しい錠を差し込むと、タンブラーが内筒にぴったり収まり回転させることが出来るようになります。

正しくない錠の場合はタンブラーのどちらかが外筒側に飛び出すため、内筒を回転させることができません。

・ピンシリンダー錠

ピンシリンダー錠とは、ピンタンブラーと言うピン状のタンブラーを使用しているシリンダー錠です。

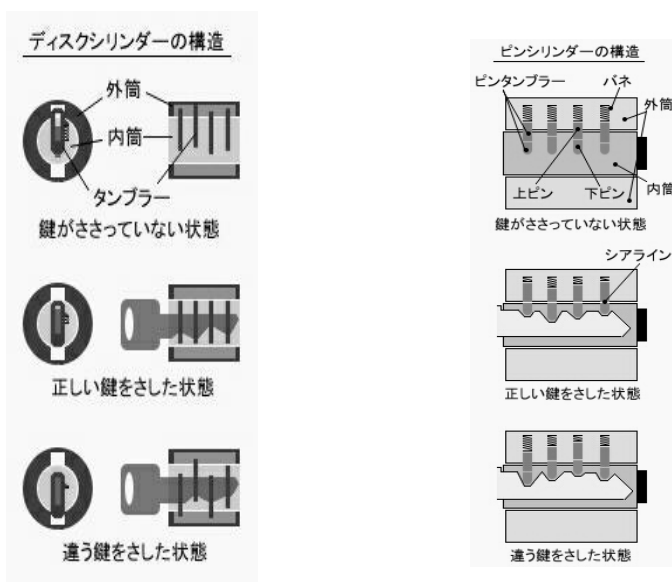
ピンタンブラーは通常、上ピン（アッパーピン）と下ピン（ボトムピン）に分かれており、バネで内筒側に押しつけられています。錠をさしていない状態では上ピンが障害になり内筒は回転できません。

正しい錠をさし込むと、上ピンと下ピンの間（シアライン）が内筒と外筒の間に揃い、内筒を回転させることが出来るようになります。

違う錠をさした場合は、シアラインが揃わないため、上ピンまたは下ピンが障害となり、内筒を回転させることが出来ません。

マスターキーシステムを組むような場合は、上ピンと下ピンの間に中ピ

ン（ミドルピン）をいれて複数のシアラインができるようにします。



・ロータリーディスクシリンダー錠

ロータリーディスクシリンダー錠とは、ロータリーディスクタンブラーを使用しているシリンダー錠です。鍵をさすことでタンブラーが軸を中心に、回転するように動くためロータリーディスクタンブラーと呼ばれています。

これの特徴は、タンブラーが直接内筒の回転の障害になっているのではなく、ロッキングバー（棒状の部品）が回転を阻止している点です。

正しい鍵をさすことで、全てのタンブラーの切り欠きがロッキングバーの位置に揃い、ロッキングバーが切り欠きの中に落ち込むことで内筒に収まり、内筒を回転させることが出来ます。タンブラーは、ロッキングバーが内筒に納まらないための障害の役割をしています。

・マグネットタンブラーシリンダー錠

マグネットタンブラーシリンダー錠とは、タンブラーに磁石（マグネット）を使用したシリンダー錠です。磁石の、S極どうしまたはN極どう

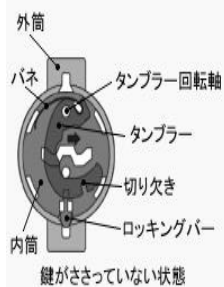
しは反発し、S極とN極は引き合うという性質を利用しています。

外筒と内筒にまたがるようにピン状のマグネットタンブラーを配置し、バネで内筒側にタンブラーを押し付けています。

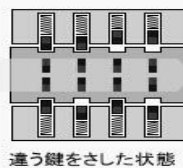
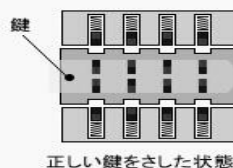
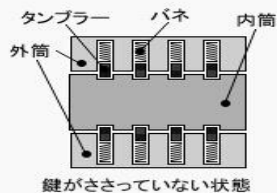
また、鍵にはタンブラーの位置に揃うようにマグネットが埋め込んであり、全てのタンブラーが鍵に埋め込んであるマグネットと反発し合うことで外筒に収まり、内筒を回転させることができます。

配列が違うと、外筒に収まらないタンブラーが障害となり、内筒を回転させることができません。

ロータリーディスクシリンダーの構造



マグネットタンブラーシリンダーの構造



特殊な鍵・錠前

・暗証番号錠

暗証番号錠とは、その名の通り、暗証番号を入力することで解錠するタイプの錠です。広い意味で言えば、自転車などに使用する簡単なダイヤル式の番号合わせ錠（セサミロック）も暗証番号錠といえます。

テンキーやボタンを押すことで暗証番号を入力し、暗証番号が正しければ解錠するというものが一般的です。



暗証番号錠には機械式のものと同電気式のものがあり、後者は電源が必要です。電源は交流電源から配線工事をしてとるものと、電池を使うものがあります。

・カード錠

カード錠とは、鍵が薄い板（カード）状になっている錠前のことです。鍵がカード状の錠前と一口に言っても、その仕組みは様々です。

カードにパンチ穴がありその配列で解錠するもの（ピンシリンダーに原理は似ています）、カードにマグネットが内蔵され、その配列で解錠するもの（マグネットタンブラーシリンダーと似ています）、カードに磁気テープが貼ってあり、その情報を読み取って照合し解錠するもの、カードにICチップが埋め込まれており、その情報を読み取って解錠するものなどが代表的なものです。



上記の原理を複数組み合わせさせたハイブリッドタイプのカード錠もあります。

・ICキー錠

IC キー錠とは、キーに埋め込まれた IC チップと錠本体との間で情報の受け渡しをし、照合することで解錠する錠前です。多くは非接触で情報をやり取りします。

JR の「Suica」や電子マネーの「Edy」、クレジットカードなどで使われている技術を錠前に応用した物です。

カード型、キーホルダー型などが付属している物が多いですが、鍵に埋め込まれた IC チップの規格さえ合えば、鍵の形状は問いません。

また、錠前が対応している規格の IC チップが埋め込まれている物であれば、携帯電話やクレジットカードを鍵として登録して使うことも可能です。



・生体認証錠（バイオメトリックス錠）

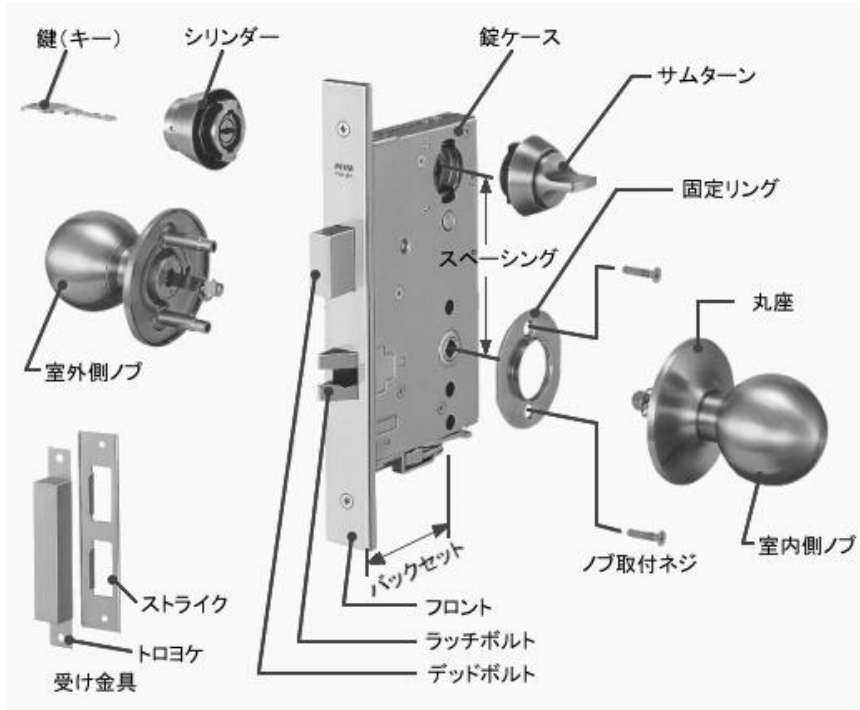
生体認証錠とは、指紋や掌紋、虹彩、網膜、声紋、血管、顔などの個人の特徴を認証することで解錠する錠前のことです。個人を特定することが可能なので、入退室の管理をするのにも適しています。

高度なセキュリティーが必要な施設等では虹彩認証なども使用されていますが、大変高価なシステムになります。

一般家庭では、ここ数年価格がこなれてきたこともあり、指紋認証錠が普及し始めています。



錠前の各部の名称



- ・サムターン

デッドボルトを出し入れするためのつまみ。通常は施錠時にサムターンが横になる。

- ・ノブ（またはレバーハンドル）

ノブ自体は取っ手の役割を果たし、ラッチボルトの出し入れを行う。

- ・フロント（面座）

彫込型錠ケースの扉の木口に出てくる面で、ラッチボルト、デッドボルトの出入りする穴と、ケースを扉に取り付けるためのビス穴がある。

- ・デッドボルト（本締）

施錠するための門（カンヌキ）で、鍵、サムターンで操作する。

- ・ラッチボルト（仮締）

扉が風などであおられないための仮締りで、ノブまたはレバーハンドルで操作する。

- ・ストライク（受座）

錠ケースから出てくるラッチボルト、デッドボルトの「受け」で枠に取り付ける。

- ・錠ケース（錠箱）

錠の機構の部分が納められていて、扉の中に納める彫込型と扉面に取り付ける面付型の錠がある。

- ・シリンダー

鍵の入る部分で、そのシリンダー用以外の鍵では回転しないようになっている。

- ・バックセット

フロント面からノブ（レバーハンドル）またはシリンダーの中心までの長さを示す用語。

- ・スペーシング

ノブ（レバーハンドル）とシリンダーを別々に備える錠で、その中心間の長さを示す用語。

- ・箱受（ストライクボックス）

受座を取り付けるための枠の切り欠部を覆うための部材。工事中のトロ（モルタル）が受座内に入り込むのを防ぐ役目もあるのでトロヨケとも呼ばれる。

もう一つの鍵と錠前の分類

「鍵と錠前の種類」では施解錠する機構の違いで錠前を分類しました。ここでは、もうひとつの分類方法として、錠の構造や形状により5つに分類します。

・円筒錠（モノロック）

扉に円穴をあけて取り付ける錠で、ノブの中にシリンダーが組み込まれています。一般的には内側のボタンを押すことで外側のノブが回転しないようにロックされ、施錠されます。外側からラッチボルトを操作できなくするだけで、デッドボルトはありません。室内の扉用の錠前です。



・インテグラル錠（本締付モノロック）

ノブの中にシリンダーとサムターンが組み込まれているモノロックの一種ですが、デッドボルトがあります。

デッドボルトがあるため円筒錠よりは強いといえますが、防犯性はそれほど高くないため、室内扉用とされています。



・ケースロック（箱錠）

錠ケースが箱型で、ノブとシリンダーが別になっている錠です。一般的にはケースロックというと扉の内部に錠ケースを納める彫込型ものをさす事が多く、扉面に錠ケースを取り付ける「面付箱錠」と区別されます。

デッドボルトがあり、強度、防犯性に優れています。



・面付箱錠

面付箱錠とは、扉の室内側の面に錠ケースを露出させるように取り付ける錠前です。取り付けが容易で強度、防犯性に優れています。

マンションなどの集合住宅の玄関扉に広く使われています。



・本締錠

本締錠とは、デッドボルトだけを備えた錠で、鍵またはサムターンで施解錠します。

空錠と組み合わせて主錠として使用したり、補助錠として使用したりします。



鍵と錠前の防犯性能

・鍵の防犯性能

錠前の防犯性能と言った場合、ほとんどが錠の防犯性能になります。「鍵」自体の防犯性能といえば、簡単に複製が作れるかどうかの一点ではないかと思えます。

ほとんどの鍵が、元鍵があればコピーを作ることは容易です。何かの機会に鍵を一時的に手に入れられればすぐに複製できる鍵は防犯性が低いといえます。また、鍵にキーナンバーが刻印してある物は、元鍵がなくてもキーナンバーから複製が作れるものもあります。

・錠の防犯性能

錠の防犯性能は、大きく分けるとシリンダーの防犯性能と錠ケースの防犯性能の2つになります。

シリンダーの防犯性能

シリンダーの防犯性能は、耐ピッキング性能と耐鍵穴壊し性能です。

この2つは、現在シリンダーの出荷時に性能表示が法律で義務付けられ

ています。それぞれ「5分未満」「5分以上10分未満」「10分以上」の3段階で表示されています。

錠ケースの防犯性能

錠ケースの防犯性能も法律で表示が義務付けられています。「耐サムターン回し性能」「耐カム送り解錠性能」「耐こじ破り性能」の3つです。それぞれ「なし（5分未満）」「あり（5分以上）」の2段階で表示されています。

【取付業者様へ】
この表示はこの指定建物上の防犯性能を示しています。
確実にご使用されるお客様にお届け願います。

シリンダー錠 平成15年度法律第65号 第7条
指定建物錠の防犯性能の表示

事 項	性 能			
	5分未満	○	5分以上 10分未満	10分以上
耐ピッキング性能				
耐かぎ穴壊し性能	○			
耐サムターン回し性能	○			
耐カム送り解錠性能		○		
耐こじ破り性能	○			
出荷時かぎ本数	3	本		

参考資料

<http://key-and-lock.joo-hoo.com/>

<http://www.goal-lock.com/jyoumaette/rekisi/REKISI.htm>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%8D%B5>

真空管



ハ一下班 経営学部 3回生

真空管とは、限りなく真空に近い状態のガラスや金属の容器の内部に電極を封入し、電子を放出する電極（マイナス極）をヒーターやフィラメントにて高温にし、マイナス極表面から電子を放出させ、この電子をグリッド（制御格子）で電圧制御し、発振、変調、検波、増幅などの作用を行うことができる電子管（電子バルブ）の総称である。

現在では限られた範囲にしか使用されていない真空管ではあるが、その歴史や仕組みについてこれから挙げていく。

歴史

1884 年、エジソンが自ら商用化した白熱電球で実験を行っている際に、発光して熱せられたフィラメントから電子が放出されることを発見した。この現象をエジソン効果と名付け（熱電子放出現象のことである）、この電球をダイオード (Diode) と名付けた。

その発見が端緒となり、その後 1904 年にジョン・フレミングが二極真空管を発明し、1906 年にはリー・ド・フォレストが三極真空管を発明した。既にある白熱電球の製造技術が応用できるため、リー・ド・フォレストの真空管はウェスタン・エレクトリック社で生産に移され、実用化されていた。1929 年には五極管が登場し、1935 年に画期的なメタルビーム管が登場、これにより基本となる真空管技術が完成した。

ENIAC など初期のコンピュータには大量の真空管が使用されているが、寿命の揃った真空管を大量に調達するのが製作上の難関のひとつだった。

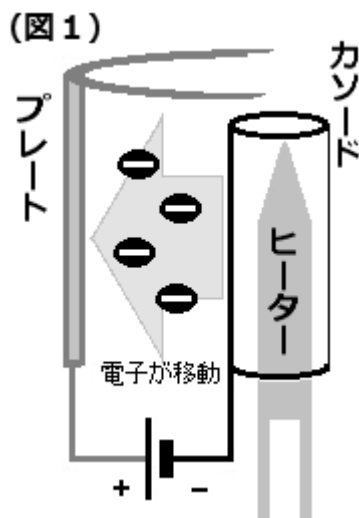
その後、真空管はトランジスタへと置き換わっていくのである・・・

真空管の仕組み

二極真空管による整流作用

「二極」というのはプレートとカソードという2つの電極を指す。二極真空管（二極管）は、ガラスチューブの中に金属板で出来た電極が見える。これがプラスの電極で**プレート**と呼ぶ。対面にも金属の板があり、これをマイナスの電極で**カソード**と呼ぶ。そしてカソードを加熱させる**ヒーター**がある。ヒーターによって、真空管は赤く光って見える。真空管の大きな特徴として、高温になり、消費電力が大きいことが挙げられるが、それは主にこのヒーターが原因である。

導体である金属を加熱させると金属内部で動き回っている自由電子が表面に飛び出してくる。これを**熱電子放射現象**という。この現象を利用するために、カソードの電極を熱するヒーターが必要になる。プレートがプラス、カソードがマイナスになるように電圧をかける。すると、電子はマイナスからプラスに流れるため、電子がプレートの方へ移動する。



(図1)

ここで重要なのは、**カソード側の金属板だけを加熱している点**である。そのため、プラスとマイナスを逆にしても、プレートからカソードへの電子の移動は起きない。従って、(図1のように) **プレートがプラス、カソードがマイナスの時だけ電流が流れる**。この二極管はプレートからカソードに向かう電流のみを通す**一方通行**になっている。これを**整流**という。

(※ 電流はプラスからマイナスに流れる。それと逆方向には、電子が流れている。)

なお、カソードから放射された電子は、空気中では分子（酸素や窒素など）と衝突して効率よく移動できない。また、酸素はヒーターをどんどん酸化させる。そこで全体をガラスチューブで覆い、中を真空にすることにした。これが真空管と呼ばれる所以である。

直熱管と傍熱管について

図1のように、ヒーターでカソードの金属板を加熱し、電子を飛ばす方式を**傍熱管**という。

真空管には他にも**直熱管**という方式の物もある。これはカソードが無く、フィラメントを直接発熱させ、電子を飛ばす構造のものである。直熱管のメリットとして、すぐに暖まる、フィラメント材質を吟味すれば長寿命である等といった点が挙げられる。エジソンが発見した時のダイオードは、フィラメントを使用した直熱管方式である。初期の段階では直熱管が使われていた。

フィラメントの素材としては、タングステンが使用されている。（白熱電球と同じ）。この材料は高温にする必要があり、そのため初期の真空管は点灯すると電球のように明るかった。

その後研究が進み、比較的低い温度（600℃～800℃）で熱電子の放出が多い酸化皮膜のフィラメントが開発されていった。

ヒーターの素材としては、絶縁されたニクロム線が使われている。ヒーター自体は1500℃にもなるというが、それをスリーブで包んで、温度を700℃くらいに調整している。

真空管の内部は真空状態であるため、真空管をカバーしているガラスの表面温度は最高でも200℃以下。これはガラスの耐熱温度の上限でもある。

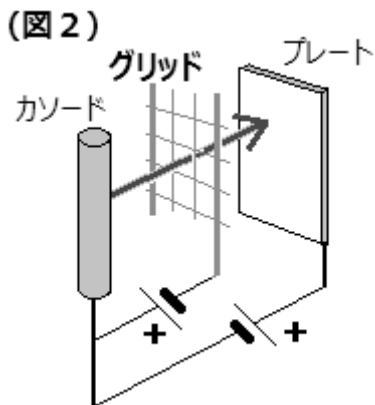
直熱管の場合は交流で点火すると、交流ノイズが乗り、増幅されるときに悪影響が出る恐れがある。一方、傍熱管は交流電源でもあまりノイズが出ない。また、熱電子の放出効率の良さや、回路設計の自由度の高さにより、傍熱管の真空管が主流となっていった。

三極真空管による増幅作用

二極真空管のプレートとカソード（またはフィラメント）との間に、さらに格子状の電極を加える。この三つ目の電極を**グリッド** という。

グリッドはプレートとカソードの間にあるが、電子の移動を妨げないように格子状になっている。(図2)

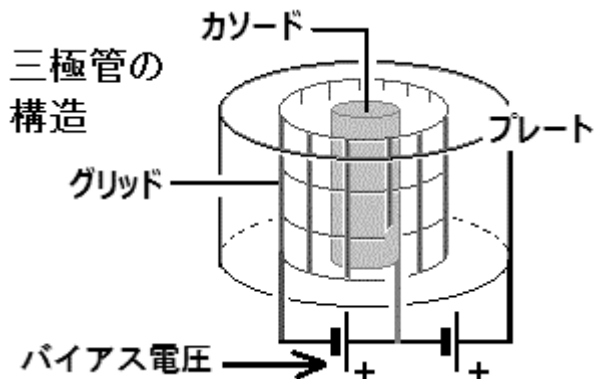
プレートとカソードの間では、カソードがマイナスである。そこから更にカソードがプラス、グリッドがマイナスになるように電圧をかける。すると、カソードから放出された電子の一部が、プレートに飛び移れずにグリッドにはね返されるようになる。



電子が飛び移れないということは、電流が流れないということである。

グリッドとカソードの間にかかる電圧をわずかに変化させることで、プレートからカソードに流れる電流が大きく変化する。これが**増幅作用**である。

このときのカソード・グリッド間の電圧を「**バイアス電圧**」という。バイアス電圧を大きくする（深くする）と、カソードに流れる電流は弱くなる。逆に、バイアス電圧を小さくする（浅くする）と、電流は強くなるといった次第である。



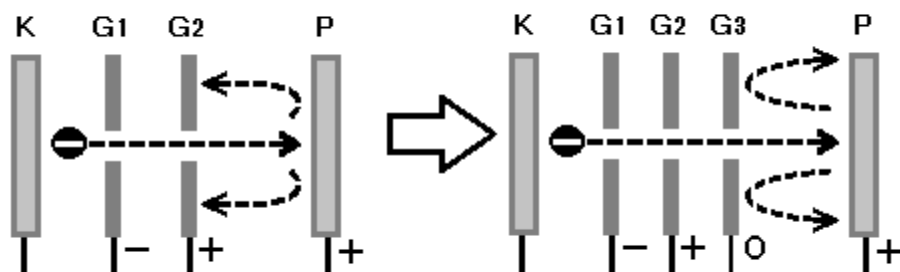
四極真空管・五極真空管への発展

三極真空管の増幅率を高めるには、グリッドを細かくして多くの電子を捕捉したり、グリッドをカソードに接近させて電子の軌道への影響を大きくしたりする方法が考えられる。通常その場合は高いプレート電圧が必要となるが、低いプレート電圧に抑えるためにグリッドとプレートの上に**第二グリッド（スクリーングリッド）**を設け、正電圧を加える。これを**四極真空管**と呼ぶ。

四極真空管は、三極管よりも増幅率が大きいため、プレートに電子が強く衝突する。するとプレートから二次電子が反射放出される場合がある（二次電子放射という）。この二次電子が第二グリッドに吸収されてしまい、プレートの電流が減少してしまう欠点がある（全体の増幅率が下がってしまう）。

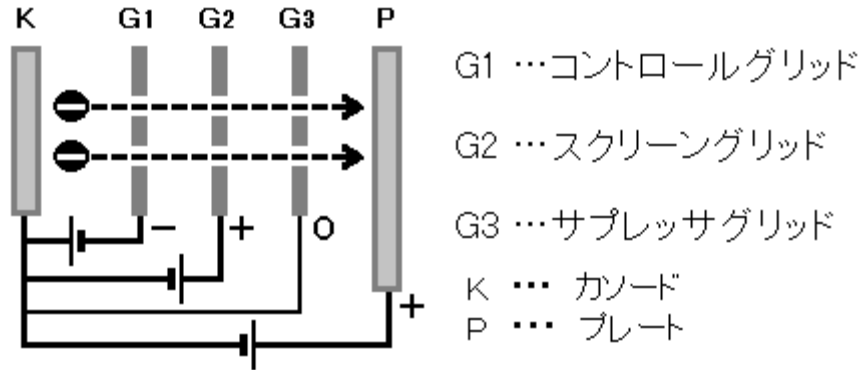
その問題を解決するため、第二グリッドとプレートの上に**第三グリッド（サプレッサグリッド）**を設け、カソードまたはアースに接続したものを**五極真空管**と呼ぶ。プレートから反射放出された電子は第三グリッドによって再度反発されるため、二次電子の影響が殆ど無い安定な動作が可能となる。また、サプレッサグリッドを通過させることで、プレートへの電子の衝突速度を抑える働きもある。

四極管(左図)だと、Pから反射した電子がG2に吸収されて、Pの電流が減少してしまう。(真空管全体の増幅率が低下する)



G3はプラスではない
→電子を吸収しない

五極真空管



真空管の現状

1960年代以降、真空管はトランジスタに取って代わるようになった。真空管の問題点として、発熱、消費電力の大きさ、短寿命、小型化の限界、耐震性の問題などが挙げられる。これらの欠点を解消できるのが半導体素子のトランジスタであり、その普及と共に真空管は使われなくなった。

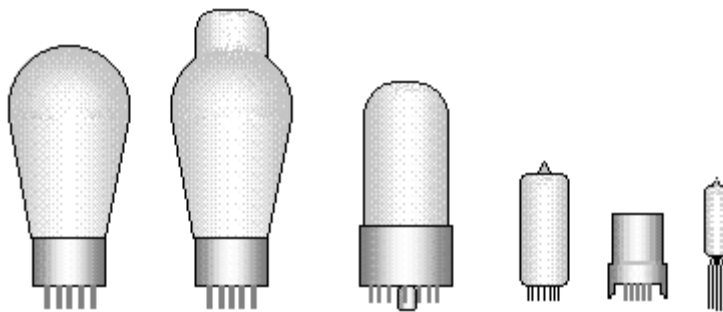
1970年には、すでに真空管を使用したテレビやラジオは生産されなくなった。

しかし、真空管がこの世から姿を消したわけではない。

楽器用のアンプ（音響機器）では、今でも真空管が使われることがある。トランジスタを使用したアンプよりも真空管を使った回路のアンプのほうが「音が良い」と感じる人も居る。トランジスタよりも真空管の音のほうが優れているという科学的根拠も無いとされるが、音の好みは人それぞれであり、真空管アンプの需要は今でも根強く残っているのである。

特に、ギター用のアンプは今でも真空管が主流であり、愛好家も多いという。かつて真空管を製造していた日本の高槻電気工業が2010年に、オーディオ用の国産真空管を35年ぶりに製造・販売を始めたことも話題となった。

商用から趣味、嗜好品としての用途へと変化はしているが、真空管は今でも使われ続けているのである。



真空管の形状（左から）：ナス管【1930年代まで】

ST管【1930年代～1950年代】

GT管【1940年代～1950年代】

mT（ミニチュアあるいはミニアチュア）管【1950年代～末期】

ニュービスタ(Nuvistor)管【1960年代～末期】

サブミニチュア管【1960年代～末期】

出典：

「真空管とトランジスタの仕組み」

<http://our-house.jp/tube%20and%20tr/>

「真空管 - wikipedia」

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%9C%9F%E7%A9%BA%E7%AE%A1>

「真空管の仕組と種類」

<http://www12.ocn.ne.jp/~orchid/AudioTubeKindTOP.html>

「真空管の動作原理」

<http://kan0ken1.komusou.jp/audio/principle.html>

「真空管の教科書」

<http://champ.chips.jp/gazou14/tube1.html#tub02>

「五極真空管の構造と動作」

<http://www.tus.ac.jp/info/setubi/museum/db/museum-yama/si/pentode.pdf>

「真空管とは」

http://www2s.biglobe.ne.jp/~ii_on/whattu/whattu.htm

スーパーコンピュータ



ソフト班 知能情報学部 2回生

I.スーパーコンピュータとは

科学技術計算を主要目的とする大規模コンピュータ。スーパーコンピュータの定義は時代に沿って大きく変化してきているが、一般的にはその時代の最新技術が投入された最高クラスの性能の計算機を指す。現時点では一般的に使用されるサーバ機よりも浮動小数点演算が 1,000 倍以上の速さのコンピュータを「スーパーコンピュータ」と呼ぶことが多い。

スーパーコンピュータといえども、プロセッサ、メモリー、ストレージ、ネットワーク等のハードウェアと、その上で動くオペレーティングシステム (OS) やアプリケーションなどのソフトウェアから構成される点では一般的なコンピュータと同じである。しかし、それら各要素には高性能計算を実現するためにさまざまな新技術が投入されている。その新技術の中には後に一般的なコンピュータに導入されたものも多数ある。なおスーパーコンピュータのユーザーは、本体とは別に用意された端末や、SSH・telnet (ネットワークに接続された機器を遠隔操作するために使用するアプリケーション層のプロトコル) 経由で操作を行う。大学や研究機関で使われることが多いが、一般企業でも導入が進んでいる。

II.スーパーコンピュータの構成要素

・**プロセッサ**：普通のコンピュータ同様に計算処理を行う。スーパーコンピュータでは、1 クロックで複数の演算を一度に行うベクトル演算などを備えたプロセッサの採用や、システムの中に数十個から数十万のプロセッサを搭載し計算を同時に実行することで高いスループットを実現する構造となっている。

・**インターコネクト**：スーパーコンピュータはノードと呼ばれる計算機の集合によって構成され、その計算機はコンピュータネットワークによって接続される。そのノード間を結ぶコンピュータネットワークのことを特にインターコネクトと呼ぶ。

・**ネットワークトポロジ**：ネットワーク上のノード (英: node、「節点」あるいは「頂点」を意味し、具体的にはコンピュータやネットワーク機器など端末のこと) と、ネットワークの経路との相関をダイアグラムで抽象

化した概念。スーパーコンピュータにおけるインターコネクトでは、そのトポロジも性能に大きい影響を与える。

- ・オペレーティングシステム：UNIX および Linux などの Unix 系が広く使用されている。

- ・プログラミング言語：科学技術計算分野では Fortran が古くから使われ、コンパイラ最適化技術が成熟していることやアプリケーション・数値演算ライブラリなどのソフトウェア資産の蓄積が大きいことから 2013 年現在でも利用される。実行効率と開発効率の面から、C 言語および C++ もよく用いられる。

- ・並列化 API、フレームワーク：高い性能を求められるスーパーコンピュータ向けアプリケーションでは、ベクトルプロセッサのベクトル演算命令や SIMD などの並列演算命令を活用し、並列度を高めることで性能向上を図っている。

III. 主な用途

スーパーコンピュータは多くの場合、研究機関などにおいて、大規模で複雑な計算処理を行うために用いられている。具体的には、天気予報、気象や流体の解析、医療、量子力学、計算化学（構造体、化合物、生物学上の高分子、ポリマー、結晶などの性質の計算）、ナノテクノロジー、建築設計シミュレーション、物理的シミュレーション（衝突シミュレーション、航空機の風洞シミュレーション、核兵器の爆発シミュレーション、核融合の研究）などがある。例えば、海洋研究開発機構が保有している「地球シミュレータ」では、仮想的に地球を再現して地球上の自然現象全体をシミュレーションしている。

IV. TOP500

TOP500 は、世界で最も高速なコンピュータシステムの上位 500 位までを定期的にランク付けし、評価するプロジェクトである。

1990 年代に入って並列計算機が増加すると、有意な統計を得るためにスーパーコンピュータの新たな定義が求められるようになってきた。1992

年にプロセッサ数によるランク付けが試みられた後、実際に設置された計算機の性能をもとにリストを作成する案がマンハイム大学により提案された。1993年にプロジェクトに加わったテネシー大学のジャック・ドンガラにより LINPACK ベンチマーク (※) が提供され、既存の資料をもとに試行版が 1993 年 5 月に作成された。1993 年 6 月からは設置機関及びベンダの申告による年 2 回の発行となった。

(※) LINPACK ベンチマーク : LINPACK に基づいたベンチマーク (比較のために用いる指標) プログラムで、システムの浮動小数点演算性能を評価する。ジャック・ドンガラが考案したもので、理学・工学で一般的な $n \times n$ の線型方程式系 $Ax = b$ を解く速度を測定する。目的とする個々の業務における使い易さや実際の処理性能を示すものとは限らない。

・現在ランキング 1 位のスーパーコンピュータ

2013 年 6 月 17 日に第 41 回 TOP500 リストが発表され、初登場の天河 2 号が 1 位となった。天河 2 号は中国が開発したスーパーコンピュータであり、中国人民解放軍国防科学技術大学が開発し、同所に設置されている。

コア数	3120000
理論演算性能	54.9PFLOPS (※)
LINPACK ベンチマーク性能	33.86PFLOPS
消費電力	17808KW
メモリー	1024000 GB
システム	TH-IVB-FEP Cluster
主なプロセッサ	Intel Xeon E5-2692 12C
OS	Kylin Linux

(※) FLOPS : 1 秒間に浮動小数点数演算が何回できるかという能力を理論的、実際の (実験的) に表した値。

V.スーパーコンピュータの歴史（代表的なもの）

歴史的には、その時点で最高速のコンピュータ、特に科学技術計算で必要な浮動小数点演算が重視されたコンピュータが、「スーパーコンピュータ」と呼ばれ、主として軍事用に使われる事が多かった。一般には CDC 社の「CDC6600」あるいはイリノイ大学の「ILLIAC IV」を最初のスーパーコンピュータだとしている。

1964年 CDC6600

最初の商用スーパーコンピュータといわれている。スーパーコンピュータの父と称されるクレイ（Seymour Roger Cray）による設計で、主 CPU を演算処理だけにしてメモリアクセスや入出力を周辺のハードにもたせること、命令を RISC のような単純命令にすることなどにより、CPU を高速化した。わずか 3MFLOPS 程度だが、当時としては画期的な速度であった。

1972年 イリノイ大学「ILLIAC IV」

最初の（厳密ではないが）スカラー型のスーパーコンピュータ。単一のプロセッサの能力では限界があるため、256 個のプロセッサを 4 つの制御ユニットで制御する構成にした。また、並列処理の効果をあげるために、専用の FORTRAN や ALGOL を開発した。価格性能比が悪く量産には至らなかったが、スーパーコンピュータで検討すべき課題を明確にしたことにより、その後の研究に大きな影響を与えた。

1976年 クレイリサーチは「CRAY-1」を開発した。

最初のベクトル型スーパーコンピュータ。クレイは CDC を退職して、スーパーコンピュータに特化したクレイリサーチ社を設立。その最初の製品が CRAY-1 である。画期的な方法により高速化を実現した。

- ・ベクトル型 CPU の開発
- ・配線の短距離化による高速化を図るために筐体を円筒形にした。

・高速化のため高電圧にすると発熱が大きくなる。その冷却のために液体フロンを使用した。

これらのために高額になり、初期の販売価格は 800 万ドルもした（本体の台座は座れるようになっており、「世界で最も高いイス」といわれた）が、80 台以上販売された。

1981 年、通商産業省（現経済産業省）は「科学技術用高速計算システムプロジェクト（スーパーコンピュータプロジェクト）」を開始した。最新のコンピュータ技術を用いて、1989 年までに 10GFLOPS のスーパーコンピュータを製作、運転、評価を行い、その技術を確立することを目標としている。

当時の日本のコンピュータメーカーは、既に国際的競争力をもっていた。そして、スーパーコンピュータの研究により得られる先進的技術は通常の商業機への適用にも重要だと認識しており、既にスーパーコンピュータ開発が行われていた。1982 年には、富士通「FACOM VP-100/200」、日立「HITAC S-810」、1983 年には NEC「SX-1, SX-2」が開発された。これらが日本での本格的なスーパーコンピュータの最初だといえる。

米国は、1995 年からエネルギー省を中心に「ASCI プロジェクト」を推進し、メーカーを支援している。それが功を奏して、

1997 年 Intel 「ASCI Red」

2000 年 IBM 「ASCI White」

が 2002 年に NEC の「地球シミュレータ」が出現するまで世界最速となった。

NEC の開発したスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」は、2002 年に、海洋研究開発機構 地球シミュレータ研究開発センターで稼働開始した。主に地球温暖化予測や地球内部変動の分析などに利用されている。ベクトル型スーパーコンピュータであり、8 個のプロセッサを搭載したノードが 640 台接続されている。36TFLOPS の処理速度は、2002 年 6 月か

ら 2004 年 6 月に IBM の「Blue Gene」が登場するまでの間、TOP500 で 1 位であった。

1990 年代後半からは、安価な x86 や POWER などの汎用プロセッサを大量に使用して並列処理を行うスカラー型のスーパーコンピュータの性能が向上し、TOP500 でも上位を占めるようになった。またスカラー型は小型化も容易なため、中小の企業や研究所などへ科学技術計算の市場を広げている。現時点でのスーパーコンピュータベンダは、日本の 3 社 (NEC、日立、富士通) と、アメリカの IBM、HP、SGI、クレイ、サン、およびそれらの派生品を扱う欧州ベンダである Bull などがある。

2000 年代後半になると、スーパーコンピュータは高速だけがよいのではないとして、省エネ性能を競う「グリーン 500」も発表されるようになった。電力 1W (ワット) あたりの計算回数、すなわち [MFLOPS/W] が評価尺度になる。

VI. スーパーコンピュータの今後

現在、欧米や中国は 2020 年前後の稼働を目指して、1 秒間に 100 京回の計算ができるエクサ級のスーパーコンピュータの開発を進めている。日本でも同様に、現在日本で最速のスーパーコンピュータ「京」の 100 倍の性能を持つ次世代スーパーコンピュータを 2014 年から開発、2020 年ごろに稼働する計画を発表した。

スパコンは研究開発の期間や費用、大規模シミュレーションの解析精度などを左右するため、最先端の研究や製品開発に欠かせない。日本が高度な研究水準と産業競争力を維持していくには、常に世界最高の性能が要求される。

今後も、次々と次世代のスーパーコンピュータが登場するだろう。これからの日本のスーパーコンピュータの展開が非常に楽しみである。

出典

Wikipedia

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B9%E3%83%BC%E3%83%91%E3%83%BC%E3%82%B3%E3%83%B3%E3%83%94%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%82%BF>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/TOP500>

e-Words

<http://e-words.jp/w/E382B9E383BCE38391E383BCE382B3E383B3E38394E383A5E383BCE382BF.html>

TCP/IP - Telnet / SSH とは

<http://www.infraexpert.com/study/tcpip19.html>

BINARY

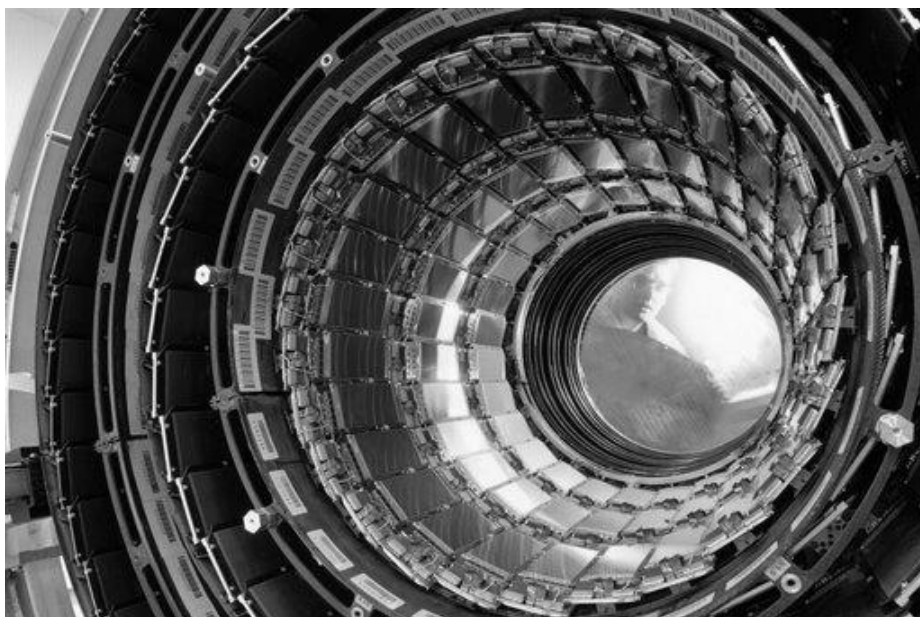
<http://www.sophia-it.com/content/%E3%82%B9%E3%83%BC%E3%83%91%E3%83%BC%E3%82%B3%E3%83%B3%E3%83%94%E3%83%A5%E3%83%BC%E3%82%BF>

スーパーコンピュータの歴史

<http://www.kogures.com/hitoshi/history/super-computer/>

素粒子加速器

ソフト班 工学部
二回生



はじめに

素粒子とは高校の化学では原子が物質を構成する最小の単位と教えられていると思いますが、その原子を構成する粒子を素粒子と言います。

これらは非常に小さくどんな顕微鏡を用いても直接見ることはできません。しかし、加速器を用いれば原子の中にどんな素粒子があるのかを観測することができます。ただ、加速器にもさまざまな種類があり、使われる加速器も時代や使用用途によって変わっていきます。ここではそういった部分について書いていきます。

加速器とは

加速器は共通として「荷電粒子を加速させる装置」をそう呼びます。荷電粒子と電荷を帯びている粒子であり、これにはイオン化した原子や素粒子が含まれます。

加速器の中でも形状（直線で加速させる線形加速器と円形で加速させる円形加速器）や電圧（直流で電圧を付加する静電加速器と交流で電圧を付加する高周波加速器）で違いがあります。

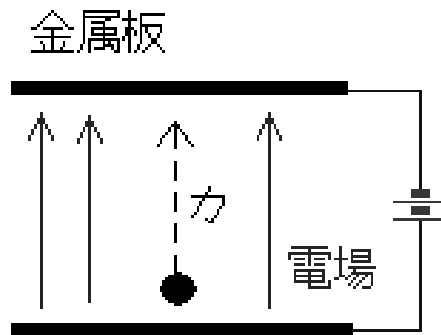


図1 金属板での力と電場の向き

加速器の基本的な仕組みを金属板で説明すると、電圧を発生させると同時に電場（電荷に力を加える空間）と呼ばれるものが発生します。この電場は電圧に比例し、電場が大きいほど荷電粒子に付加される力は大きくなり、荷電粒子は速くなっていきます。金属板に到達するとそれ以上加速されなくなります。

素粒子の観測

どういう形で素粒子の観測に加速器が用いられるのか。それは加速器によって真空中で加速させた陽電子を衝突させて、その衝突によって陽電子は分解され素粒子となり、それらは検出器によって観測される。この方法をコライダー実験と呼びます。

意外に簡単な方法のように思えますが、まず陽電子を衝突させて分解させるのに必要な速さは光速に近い速さまで加速させなければならず、そこまでの速さにするのにすさまじい程の電力（つくば市にある KEKB 加速器は通常の実験で一般家庭 10 万戸分）を消費し、なおかつ加速させた陽電子（大きさ 10^{-15}m 以下）を正面衝突させるのに極めて細かい制御を必要とします。

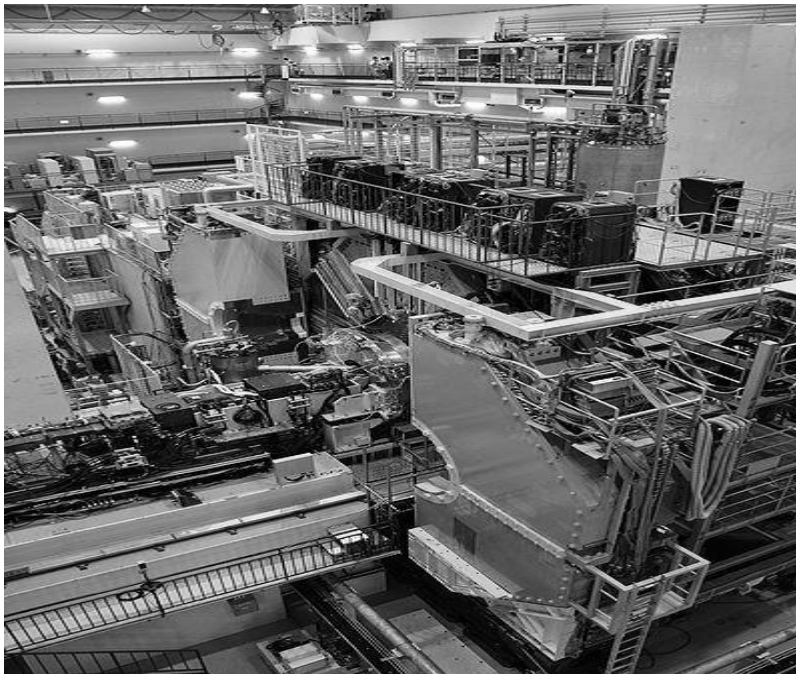


図2 つくば市にある KEKB

線形加速器

電子を加速させる際には線形加速器（リニアック）が主に用いられます。交流電圧の線形加速器では多数の導体筒が連なっており、電場は導体筒一つおきにその向きが異なっています。これは交流電圧が正から負、あるいは負から正に変わるときに電場の向きも変わるので、常に加速しつづけるように加速する向きと反対に力が働くときは導体筒がない所を飛ばし、加速させる時にだけ導体筒の中にあるように作られているためです。

サイクロトロン

上記で説明した線形加速器は全長数 km に及ぶものもありますが、外的要因（地球の磁場）により直進させ続けるのは難しい。そこで開発されたのがサイクロトロンです。

サイクロトロンは一様な磁場中に設置された 2 つの半円形の電極で構成されています。この装置では磁場による力も用いています。

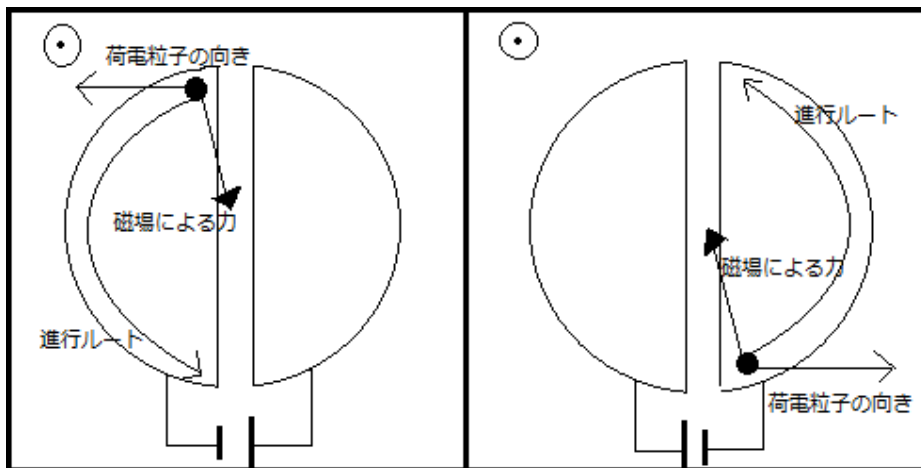


図 3 サイクロトロン

図 3 のように磁場が上向きに向いている時、荷電粒子にはローレンツ力（磁場による力）が円の中心に向かって働きます。これにより荷電粒子は円運動を行います。半円から半円に移るときに電場による力で加速されます。しかし、電圧が常に同じ極性だったら荷電粒子を減速させてしまう時もあります。なので、交流電圧を用いることで、加速させたい所で極性を変え、加速させつづけることができます。円を回る時間は一定なので極性を変える間隔も一定です。

シンクロトロン

線形加速器の問題点を踏まえて開発したサイクロトロンでしたが、より大きなエネルギーを必要とされ、装置自体も大型化させるのに困難になってしまいました。そこで出てきたのがシンクロトロンであり、今の素粒子研究の最前線に立っている CERN の大型ハドロン衝突型加速器（LHC）もシンクロトロンです。

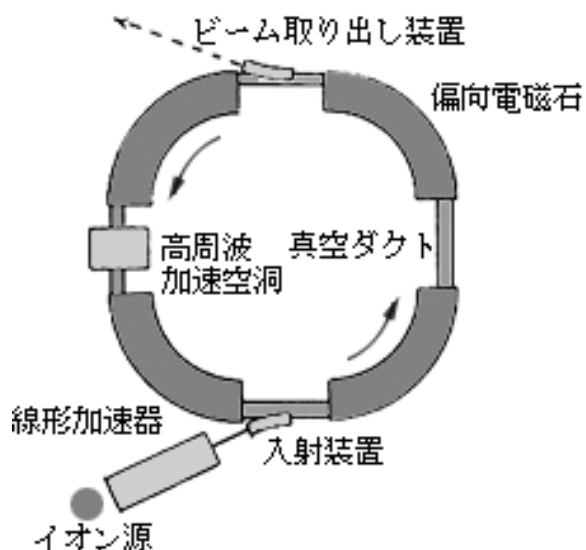


図4 シンクロトロン

仕組みは、最初に線形加速器で荷電粒子を加速させていき、円形加速器の中に入れ、直線部分では加速させ、曲線部分では磁場を調整して進行方向を曲げて何周も回す。

この方法ならばサイクロトロンに比べ、より高いエネルギーを加えることができ、今まで発見できなかった素粒子も見つけることが可能になりました。しかし、他の加速器に比べ、制御が非常に難しいこともあり、故障することも多い装置です。

まとめ

加速器の中にも種類があり、それぞれに利点や欠点があり、活用される場所も放射線治療などの医療や素粒子研究といった科学の最先端で使われています。これからの科学のニュースにもしかすると加速器が関わっているかもしれません。

参考 URL

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%8A%A0%E9%80%9F%E5%99%A8>
加速器 Wikipedia

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%82%B7%E3%83%B3%E3%82%AF%E3%83%AD%E3%83%88%E3%83%AD%E3%83%B3>
シンクロトロン Wikipedia

<http://www.biwa.ne.jp/~tak-n/phys/tandem.htm>
粒子加速器

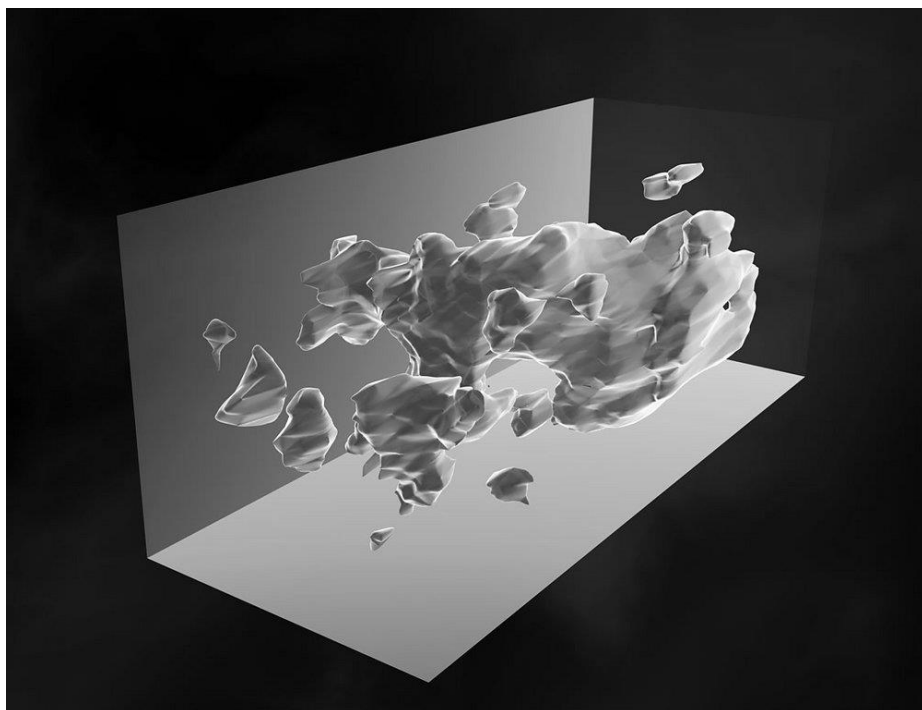
<http://kids.kek.jp/accelerator/index.html>
加速器ってナニ!?

参考にした講義資料

物理学の基礎[3] 電磁気学

共著 D.ハリディ /R.レスニック /J.ウォーカー 監修 野崎光昭
出版 培風館

「暗黒物質---ダークマタ---」



ハード班 理工学部

3回生

§ 1. 「ダークマタとは」

暗黒物質(ダークマタ)とは、宇宙の質量の大半を占めていながら未だ観測されていない理論上の物質の総称。特徴としては、

- 1) 非常に大きな質量を持ち、
- 2) 電荷を持たず、
- 3) 安定である、
- 4) 電磁波で直接観測できない

等が挙げられる。しかし宇宙の約4分の1を占めているがその重力を計ることでしかその存在を観測出来ていない。さらに、「人間が見知ることができる物質とは反応しない」とも言われており、それがどのような正体なのか、何で出来ているのかは不明のままである。観測できれば宇宙の成り立ちや構造の解明に大きな進展をもたらすと言われている。

§ 2. 「ダークマタの歴史」

暗黒物質の存在は1934年にスイス人の天文学者であるフリッツ・ツビッキーがかみのけ座銀河団の全質量をその周辺の銀河の運動に基づいて推定し、その結果を銀河の数と銀河団の全ての輝度から得られる質量と比較したところ、光で観測できる400倍もの質量が存在することがわかった。この結果に基づいて、ツビッキーは銀河団を相互に引き寄せるのに十分な質量や重力を及ぼす目に見えない物質(欠損質量)が存在すると考えた。これを説明するために「暗黒物質の存在」が仮定されたのがはじめである。

暗黒物質の間接的な発展は、1970年代にアメリカの天文学者ヴェラ・ルービンが銀河の回転速度の観測から指摘された。ドップラー効果を用いて銀河外縁を観測し星間ガスの回転速度を見積もり、そこから遠心力と重力の釣り合いの式より質量を求めると、光学的に観測できる物質の約10倍もの物質が存在することがわかった。これより銀河の輝度分布と力学的質量分布の不一致から、光を出さずに質量のみを持つ未知の物質の存在を仮定し、これを「暗黒物質(ダークマタ)」と名付けることにした。

暗黒物質が存在するとその質量によって光が曲げられ、背後にある銀河などの形が歪んで見える重力レンズ効果が起こる。2007年1月に日米欧の国際研究チームが、銀河の形の歪みから重力レンズ効果の度合いを調べ、そこから暗黒物質の3次元的空間分布を測定することに成功したと科学誌「ネイチャー」に発表した。

同年5月に米ジョン・ホプキンス大学の研究チームがこれを利用してハッブル宇宙望遠鏡で暗黒物質の巨大なリング構造を確認した。10～20億年前に2つの銀河団が衝突した痕跡で直径が約260万光年(銀河系の26倍)あり、衝突によりいったん中心部に集まった暗黒物質がその後徐々に環状に広がったものであるとされている。

暗黒物質をニュートラリーノであると仮定したとき、互いに衝突して消滅する際に陽電子が飛び出すと考えられている。2013年マサチューセッツ工科大学の研究グループが、国際宇宙ステーションに取り付けたアルファ磁気分光器を用いて陽電子を観測した。これより「暗黒物質が実際に存在する可能性を示す痕跡を発見した」としている。

このようにまだまだ未知の分野なため現在もさまざまなアプローチで観測、解析が行われている。

§ 3. 「ダークマタの観測方法」

①シミュレート：

現在の宇宙の大規模構造が作られるまでの時間をシミュレートした結果、ビッグバン宇宙論とはかけ離れた長い歳月を必要とすることがわかった。そのためビッグバン宇宙論に修正が必要なのではないかという見解が生まれたが、暗黒物質の存在を仮定するとビッグバン宇宙論と矛盾しない時間の範囲内で現在の銀河集団の泡構造が出来ることがわかった。

そこで、宇宙全体のどの程度の暗黒物質や暗黒エネルギーが必要なのかシミュレートが繰り返し行われている。暗黒物質を約30%、暗黒エネ

ルギーを約 70%にすると上手くいくことが確認されている。

②WMAP 衛星：

宇宙背景放射を観測する WMAP 衛星の観測によって、宇宙全体の物質エネルギーのうち 74%が暗黒エネルギー、22%が暗黒物質、水素やヘリウムなど観測可能な物質は 4%程度であることがわかってきた。

§ 4. 「ダークマタの正体」

具体的に何が暗黒物質なのか次のように複数の候補が挙げられている。

1) 素粒子からの候補

これらは WIMP と呼ばれダークマタであると言われている物質の候補であるが、ニュートリノ以外は実在しない可能性のものもある。宇宙の晴れ上がり(宇宙開闢から光子が長距離を移動できるようになったとき)のときに、運動エネルギーが質量エネルギーを上回っていたものを熱い暗黒物質、そうでないものを冷たい暗黒物質と 2 つに分ける。

[ニュートリノ]

熱い暗黒物質の代表例。従来ニュートリノは質量を持たないと思われていたが近年では微小な質量を持っていることがほぼ確実となった。ニュートリノは宇宙に存在する数が非常に多いので質量が 10eV 程度あれば暗黒物質の候補になるとされていたが、ニュートリノは臨界密度の 1.5%程度しか質量を持たないことがわかり、現在では主要な暗黒物質であるとは考えられていない。さらに、ニュートリノ同士は相互作用がほとんどないため互いに通り過ぎてしまい圧力が生じない。これより銀河形成論的に考えて、銀河団以下のスケールの構造が生まれなくなってしまうのである。

[ニュートラリーノ]

超対称性粒子と呼ばれる粒子のうち電氣的に中性である粒子をニュートラリーノと呼ぶ。超対称性粒子とはすべての素粒子に対してそれぞれ対

称的に存在し性質が似ているが、自転に相当するスピンの値がズレている相方のようなものである。超対称性粒子は極めて重ため不安定で寿命が短いと考えられており、宇宙の初期にほとんどのものが他の素粒子やより軽い超対称粒子に崩壊していった(ハイゼンベルクの不確定性原理により質量の重い素粒子ほど平均寿命が短くなる)と考えられている。しかし、最も軽い超対称性粒子は安定で崩壊できずに宇宙に残っていると考えられ、その質量は数 GeV~数百 GeV の範囲で存在していると考えられている。これが残っていれば、暗黒物質の候補となりえる。

[アキシオン]

冷たい暗黒物質の代表例。軽い質量しかないが、温度 0K なので「冷たい」のである。

[ミラーマター]

パリティ対称性を保つように標準模型を拡張したときにその存在が予言される物質。もし存在したとしても見ることも触れることも不可能である。重力レンズ効果の観測や重力波干渉計などを用いた観測が期待されている。

などが挙げられている。

2) 天体物理学からの候補

いずれも核子や原子を構成するバリオンからなる。ビッグバン宇宙論より宇宙に発生したバリオンの量が計算でき、その値は宇宙の質量構成物質の量の 4% である。ところが実際の宇宙の物質密度は全体の 4 分の 1 程度と見積もられるため、次の候補のすべてを考慮に入れても元々のバリオンの量が少ないのである。つまり、どれだけ多くの未知天体が存在していても宇宙の構成要素には到底足りずこれらは暗黒物質のほんの一部でしかないと考えざるを得ないのである。そのため、非バリオン暗黒物質の存在を仮定する必要があることに変わりはない。

[ブラックホール]

小規模なブラックホールは超新星爆発のときに生じる。しかし、質量が太陽の数億倍もあるような大規模なブラックホールは銀河中心で観測されているがその成因はわかっていない。構成規模のブラックホールが銀河内にどのくらい存在し、その質量分布がどのようなものかも未だわかっていないのでこれは暗黒物質の候補になる。

[白色矮星・中性子星]

比較的章質量の構成が燃え尽きると白色矮星・中性子星になる。こうした星の出す光が小さい場合、暗黒物質の候補となる。

[褐色矮星]

構成誕生のとき、核融合が起こるほどガス量がなかったとき、明るく輝かないため観測は困難となるため暗黒物質の候補となる。近年、観測精度の向上により褐色矮星が観測されるようになった。

[惑星]

観測できる多数の構成がそれぞれ観測できない惑星を持っている可能性があり、これが暗黒物質の候補となる。

[MACHO]

銀河ハロー内に存在する、小さくて光学的に観測できない天体の総称。上記の白色矮星、恒星大ブラックホールもその一種である。

§ 5. 「ダークマタへの反論」

プラズマ宇宙論というインフレーション宇宙とは別の理論を用いると、直接観測できない正体不明のダークマタを用いなくても銀河の回転曲線問題などを上手く説明できる。また、この理論はビッグバンの存在を否定する。しかし、宇宙マイクロ波背景放射などに関する観測事実を上手く説明できないことや、ビッグバン仮説を裏付けるいくつかの観測事実が存在

し、この理論ではそれらの事実を説明しきれないため現在はほとんどの議論に挙がらない理論である。

§ 6. 「ダークマタのこれから」

暗黒物質(ダークマタ)は理論面・観測面での研究真っ盛りの分野である。これから発見されるかは不明だが、世界各国で観測し正体を突き止めようとする研究が盛んに行われている。しかし、近年では暗黒物質もまた宇宙の大半を占める謎の暗黒エネルギーのほんの一部にしか過ぎないことがわかってきたのである。もしこれら暗黒物質・暗黒エネルギーを観測し、その正体を解明することができれば宇宙の創生と発展や、構造の理解に大きく貢献すると考えられている。

[出典]

- ・ ウィキペディア —暗黒物質—

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9A%97%E9%BB%92%E7%89%A9%E8%B3%AA>

- ・ XMASS —神岡宇宙素粒子研究施設—

<http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/xmass/index.html>

- ・ ニコニコ大百科 —暗黒物質とは—

<http://dic.nicovideo.jp/a/%E6%9A%97%E9%BB%92%E7%89%A9%E8%B3%AA>

- ・ 4D2U 国立天文台 4次元デジタル宇宙プロジェクト

<http://4d2u.nao.ac.jp/t/index.php>

- ・ はてなダイアリー —ダークマターとは—

<http://d.hatena.ne.jp/keyword/%A5%C0%A1%BC%A5%AF%A5%DE%A5%BF%A1%BC>

通信技術

ソフト班 知能情報学部 2回

○通信技術の起源、語源

通信技術とは、情報の伝達を行うための技術のことを指す。

通信技術の起源は細かいところまで言うと、何千年前となる。通信技術はその何千年前から、発達し続け、近代の急激な技術的發展により、多様で利便性の高い大衆的なものになっていった。

通信の語源は、「(通) い合って、(信) 頼を深める。」

○通信の種類

人間による伝言

聴覚をたよる知らせ方（寺院や教会の鐘による時報、火の見櫓の半鐘による警報、トーキングドラムの利用など）

のろし、光（回光通信機）、旗（手旗、信号旗）、腕木

郵便（伝書鳩、飛脚）

電話、電信、インターネット、パソコン通信、アマチュア無線

○通信技術の詳細と掘り下げ

それぞれの通信技術について詳しく掘り下げていく。

通信技術についてなので、技術がいないものは省いた。

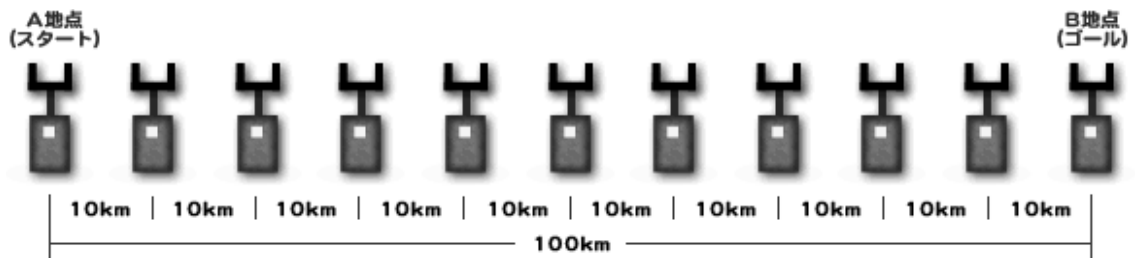
◇腕木通信

腕木通信とは、1800年前後の通信技術。

この技術は、通信基地を何キロ置きにつくりその通信基地に大きな目印（視覚でわかるような大きい暗号を作れるようなもの）それをバケツリレ一式に伝えていくという通信技である。



○Before



○After



このように A 地点からバケツリレー式にして信号を伝える。
望遠鏡と併用して使われていたものとの事で、ある程度の距離へ文字コードを送ることができた。

◇電気通信（電信）

この技術は 1830 年代に発明された技術で、符号の送受信ができる。有線と無線がある。

電気通信の登場後、どんどん通信技術は発展していく。

初期の文字通信はモールス符号によるものが普及した。

電信はヒトの能力のみで解読出来るが、データ通信は通信内容の符号化にコンピュータが必須である。

高速に伝送されるという電気の現象が知られるようになって、通信手段にも電気を利用するための実験が数多く行われるようになった。火花、静電気、化学変化、電気ショック、電磁気効果など、当時知られていた電気の性質をさまざまな人が電気伝送通信に応用しようとした。

最初期の電気化学式電信機の実験としては、複数本の電線を使い（最大 35 本）、それぞれの電線がラテン文字や数字に対応している。電線は数キロの長さで、受信側では各電線の先端を酸を入れた別々の試験管に浸しておく。送信側ではメッセージの文字列に従って次々と対応する電線に電流を流す。すると受信側では電流の流れている試験管で電気分解が起きて水素の気泡が発生するので、それを順番に読み取ることでメッセージが得られる。メッセージの転送速度は非常に低い。この方式の根本的欠点は、文字の種類の数だけ電線が必要となるため、長距離伝送させようとすると非常にコストがかかる点である。後に実用化された電信では電線は 1 本で済んでいる。

1816 年、電信システムを構築された。8 マイル（13km）の（ガラス管で被覆した）電線を使い、裏庭に建設した 2 つの木の格子の間にその電線をかけて伝送路を作った。これに高い電圧を印加することで電気信号の伝送に成功した。送受信機として数字と文字が並んだダイヤルを使った。

1825 年に、ニス塗った鉄片に絶縁した導線を巻いた電磁石を発明し、電流で磁力を強化することが出来るようになった。

1828 年、導線をさらに何重にも巻くことによりさらに強力な電磁石が出来、抵抗値の高い長い導線上でも電信が出来る様になった。

電磁石を利用した電信機は 1832 年、ロシアのパヴェル・シリングによって完成。

ガウスとヴィルヘルム・ヴェーバーは 1833 年にドイツ・ゲッティンゲンでまた電信機を完成。

1835 年にはジョセフ・ヘンリーがリレーを発明し、長導線上の弱電流でも強力な電磁石を制御できるようになった。

○電信機の種類

◇シリング式電信機

電流を制御する 16 個の黒鍵と白鍵のキーボードのある送信機であった。受信機は 6 個の検流計がついており、その磁針は絹糸で吊されていた。送信機と受信機は 8 本の導線で接続され、6 本はそれぞれの検流計に、また残りの 2 本は回送電流と信号ベルに接続されていた。送信局でオペレーターがキーを押すと、受信局で対応するポインターが動くしくみであった。黒鍵と白鍵の組み合わせで、文字や数字を表していた。その後改良され、両局を繋ぐ導線は 8 本から 2 本に減った。

◇ガウス・ヴェーバー式電信機

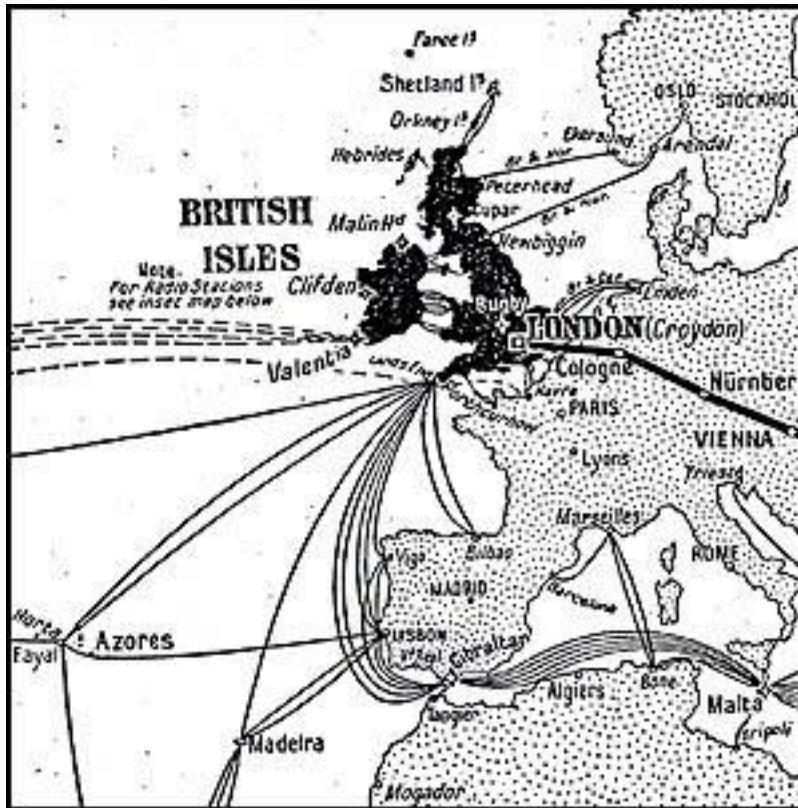
電磁力などによる電信機

○大西洋横断ケーブル

電信を送る為に大陸同志をつなぐケーブルが設置されました。これは、イギリスとスペイン、アメリカ、などいろいろなところへと電信のケーブルが敷設された。

最初に 1858 年に敷設されましたが、数週間しか使えず、それから約 10 年後に成功した。

この頃日本では、カラーテレビが普及し始めた。



○電信の終焉

アメリカでは 2006 年にサービスが終了した。

理由：電波が出てきたから。

○有線通信

電線、光ファイバーなど通信線路による電信のことを指す。

◇無線通信の特徴

- ・回線容量が大きくとれる
- ・伝送路の上限がない
- ・安定した通信が可能
- ・盗聴などが比較的困難
- ・移動ができない
- ・通信ケーブルの切断による通信途絶（災害などの時）

○無線通信

電波を通じて行う通信のこと。

稀に音波によるものも無線通信の中を含むことがある。

◇無線通信の特徴

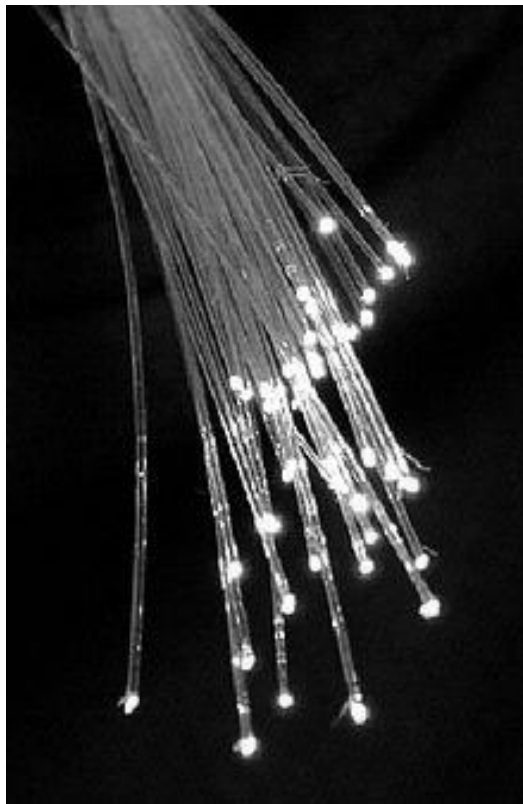
- ・電波を発生させる妨害源からの影響を受けやすい（太陽）
- ・多方向との通信が可能
- ・第三者が傍受可能になってしまう

無線通信と有線通信の比較

遠距離との通信を行う場合有線通信では、回線の長さで金銭コストがかなりかかるが、無線通信の場合は安価になる。

○光通信（主題）

光ファイバーを利用した有線通信である。



◇光通信の特徴

- ・ 傍受されにくいので、秘密保持が容易
- ・ 電磁誘導ノイズの影響を受けない安定した通信が可能
- ・ レーザー光を利用した場合、高速かつ長距離の伝送が可能である

◇日本国内での歴史

1980年代初頭より使われてきた。初期の用途はLANなどのコンピュータ同士の通信などに限られていた。

1980年代中期になると日本電信電話公社（現在のNTTグループ）から光専用線・ISDN1500が一般企業向けに開始され、光モデムがアナログ回線用モデムに置き換わることが多くなる。しばらくして1本の光ファイバーで複数の通信を行う多重化装置が導入され、企業のマルチメディア化が進むこととなる。

1988年のソウルオリンピックの直前に全都道府県の県庁所在地に光ケーブルの敷設が到達し、通信社がこれを利用することとなる。

2000年代に入り光波長多重通信による幹線部分の高速化が行われるようになり、企業向け回線の高速化も進展した。また多チャンネルの動画を高速に高品質で配信できる特徴を生かして、ケーブルテレビの幹線部分に使用されるようになっていく。さらに光ケーブルの低価格化にともなって、FTTHなど家庭での普及が拡大している。

○光ファイバー補足説明

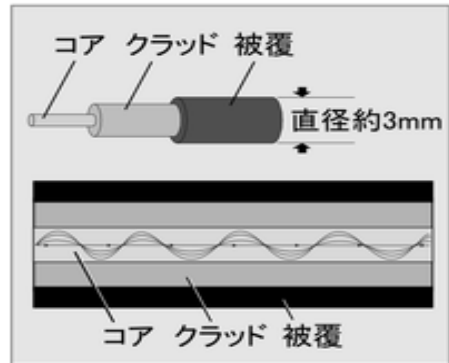
光ファイバーとは、離れた場所に光を伝える伝送路である。

2013年に177Pbps/kmを記録している。

bpsは、～bit per secondの略なので1秒間毎～ビットを転送できるということ

Pがついていたらペタ 1024の5乗、Tがついていたらテラ 1024の4乗、Gがついていたらギガ 1024の3乗

マルチモード・ファイバ(GI)



◇光ファイバーの構造

光ファイバーはコアと呼ばれる芯とその外側のクラッドと呼ばれる部分、そしてそれらを覆う被覆の3重構造になっていて、クラッドよりもコアの屈折率を高くすることで、

全反射や屈折により出来るだけ光を中心部のコアにだけ伝播させる構造になっている。コアとクラッドはともに光に対して透過率が非常に高い石英ガラスまたはプラスチックでできている。

また、被覆がないコアとクラッドのみの状態を単に「光ファイバー」と呼び、光ファイバーの表面をシリコン樹脂で被覆したものを「光ファイバー素線」、光ファイバー素線をナイロン繊維で被覆したものを「光ファイバー芯線」、光ファイバー芯線を高抗張力繊維と外皮で被覆したものを「光ファイバーコード」とする呼びかたもある。複数の光ファイバー芯線に保護用のシースと呼ばれる被覆をしたものを光ファイバー・ケーブルと呼ぶこともある。

◇新しい光ファイバー

◇フォトニック結晶ファイバー

フォトニック結晶ファイバーと呼ばれる新しい構造の光ファイバーが登場している。以下の2つのタイプがある。いずれも、クラッド部に等間隔の空孔が空けられている。

・屈折率導波型

コア部がクラッド部のガラスと同じ素材で構成されており、別名ホーリー・ファイバーとも呼ばれる。クラッド部に作られた等間隔の空孔による屈折率 1.0 の低屈折率とコア部がクラッド部のガラスの 1.5 ほどの屈折率との大きな差によって光を閉じこめる。

・フォトニック・バンドギャップ・ファイバー

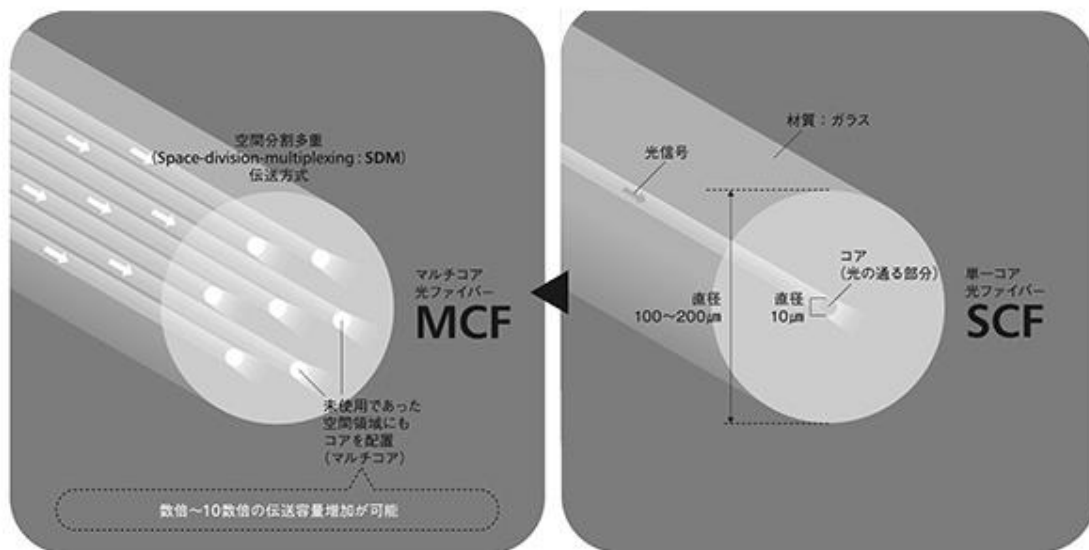
コアが空孔で、クラッド部にも等間隔の空孔が空けられており、ブラッグ反射によって光が中央の空孔内を伝播する。非線形光学効果や、材料分散の影響がほとんどない光ファイバーが作られると期待されているが、孔の配列乱れ等により特性が劣化するため、現在は通常の光ファイバーを越える損失特性を持つものはいない。

◇増幅器用光ファイバー

光ファイバーはそのほとんど全てが通信用に使用されており、本記事中でも特に断らない限りすべて通信用光ファイバーについて記述している。1980年代後半に光ファイバーを使った光増幅器が発明されてからは、いくつかの改良を経て、2000年代後半の現在は、MCVD法によって製造される希土類イオン Er^{3+} (エルビウム) や Pr^{3+} (プラセオジウム) を添加した光増幅器専用の光ファイバーが製造されている。

希土類のハロゲン化物は蒸気圧を上げるのが困難なため、別に加熱するなどの工夫が求められている。

◇最新の光ファイバーの技術



光ファイバー自体は透明なガラスなので光を入れても熱は発生しない

が、端面、つまり光ファイバーの“つなぎ目”にわずかでも異物が付着すると、高熱が生じ、ファイバーを壊してしまうのである。光ファイバーの端面は、おおむね 50～80 キロメートルおきに ある。遠くなるほど音が小さくなるように、光も光ファイバーを通るうちに弱まるので、光を強くする光中継器やコネクタをつなぎ目に置く。例えば 1000 キロメートルの陸上伝送路には、“つなぎ目”が 10 カ所以上あるという。

MCF は昔から考え方自身はあったのだが、コア（光の通り道）同士の干渉などが問題とされて、いままで実用化に至ってなかったが、従来と同様な直径の光ファイバーにコアを複数配置し、コアどうしの間隔を広くとるため、蜂の巣のように、中心のコアを囲んで 6 つのコアを置く。狭い空間で おおのこの距離を最大限離すことができ、干渉を抑えることができる。加えて、屈折率の低い材料で 7 つのコアをぐるりと囲むと、さらに干渉それぞれを減らす こともできる。光ファイバーそのものは髪の毛 1 本ほどでも、ジャケットで保護されているので、何本も束ねると場所をとる。マルチコア光ファイバーなら大幅 な省スペースになる上、ファイバーをつなげる作業が簡略化できる。

例えば、日本とアメリカをつなぐ海底ケーブルには光中継器が多数あり、日本とアメリカから給電している。光ファイバーの本数分だけ、光中継器内にレーザー出力を安定化するための温度調節器が置かれていることになり、その分電気を使う。マルチコア光中継器なら、より効率的でパワーの大きいレーザーを使うことができる。しかも、温度調節器は中継地点に 1 個、場合によっては、調節器のいらぬレーザーも使えることから、光中継器の消費電力を半減できるらしい。

○光通信の網構成の方式（FTTx）

◇FTTN（Fiber To The Node）

ケーブルテレビにおいてよく用いられる、ラストワンマイルの幹線網での網構成方式。HFC（Hybrid Fiber Coaxial）とも言う。幹線を光ファイバーとし、分配ノード（Node）から個宅までは従来の同軸ケーブルを利用する。

◇FTTC (Fiber To The Curb)

共同溝等（情報 BOX など）の場合は道路わき（Curb）まで、河川の場合は電柱まで光ケーブルを引き込む。各個宅への導入方法は次のものがある。

無線（FWA）

集合住宅近傍に設置した無線基地局と、個宅設置のアンテナとの間で通信。

光無線通信

FWA と同様だが、電波よりも可視光に近い波長の電磁波を使う方式。現在はまだプロトタイプレベル。

◇FTTR (Fiber To The Remote Terminal)

電柱上等で電話線を各個宅まで分配する岐線点まで光ケーブルを引き込み、各個宅へは短距離電装に向けた VDSL 等の xDSL を用いる方法。電柱常套に取り付けられた VDSL 装置のメンテナンスコスト等本格的な商用化への課題は残されている。2007 年 6 月現在、商用化している通信業者は日本では Yahoo!BB などごく少数にとどまっている。

◇FTTB (Fiber To The Building)

マンション等の集合住宅やビルなどに設置されている MDF まで光ケーブルを引き込む。各個宅への導入方法は、次のようなものがある。

有線 LAN 配線（イーサネット）

既設の電話線を利用した VDSL や HomePNA

既設のアンテナ配線（同軸ケーブル）と構内用のケーブルモデムを利用（DOCSIS、c.LINK 等）

既設の電灯線・配電線を利用する PLC

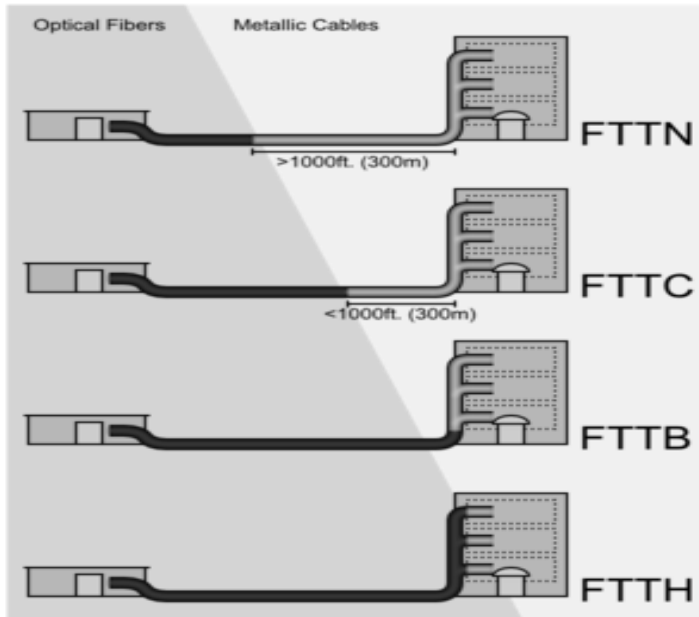
◇FTTH (Fiber To The Home)

ユーザー個宅まで直接光ケーブルを引き込む。FTTP (Fiber To The

Premises, Premise：敷地）とも言う。

◇FTTD (Fiber To The Desktop)

屋内の全ての配線も光ケーブルで構成されているもの。



○Wi-Fi



無線 LAN の規格の一つ。(米国に本拠を置く業界団体) によって、国際標準規格である IEEE802.11 規格を使用したデバイス間の相互接続が認められたことを示す名称。Wi-Fi により相互接続性が保証されているアクセスポイントに接続することで、インターネットのほか、インターネット電話、

ゲーム機器などの多様な無線LAN機器が接続、利用されている。Wi-Fiを利用したMzone、フレッツスポット、FONを始めとする多くの有料/無料の公衆無線LANが存在する。

また、携帯電話網を由来とした3g (HSPA) やWi-Fiの広域版ともいえるモバイルWiMAXのような高速無線アクセス網をインターネットアクセスのバックボーンとし、二次電池などを内蔵した小型のアクセスポイント「モバイルWi-Fiルーター」製品が出現し、Wi-Fiの弱点である面的なエリア展開を補完している。

○「Wi-Fi」と「無線LAN」(IEEE802.11規格の無線LAN)の定義の差

端的に言えば認証を受けているか受けていないかの差。

Wi-Fi CERTIFIED ロゴを製品に表示するためには認証を受ける必要があり、認証されていないものは機能が同じでもWi-Fiとは名乗ってはいけない。

たとえば、FON端末がWi-Fi認証を受けたのは2008年(平成20年)11月であり、それ以前のFONはWi-Fiとは名乗れなかった。逆にWi-Fi Allianceが定めたWPA version 1(古い仕様)はIEEE802.11のドラフトをもとにした仕様ではあるが、IEEE802.11を満たしていない(WPA version 2はIEEE802.11を満たしている)。

○Wi-Fi補足説明

- ・IEEE802.11とは、IEEEによって制定された無線LANの規格ひとつ。
- ・IEEEとは、アメリカ合衆国に本部を持つ電気・電子技術の学会である。
- ・FON(フォン)とは、無線LANを利用してインターネットアクセスを会員相互で世界中で共有するシステム。また、それを提供する企業。

参考資料

通信

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%80%9A%E4%BF%A1>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%80%9A%E4%BF%A1%E6%8A%80%E8%A1%93%E3%81%AE%E5%B9%B4%E8%A1%A8>

腕木通信

<http://sv56.wadax.ne.jp/~pcatwork-com/semaphore/s001.html>

電気通信

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%BB%E4%BF%A1>

光ファイバー

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%85%89%E3%83%95%E3%82%A1%E3%82%A4%E3%83%90%E3%83%BC>

<http://time-space.kddi.com/20130203/technology/>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/FTTx>

パケット通信

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%91%E3%82%B1%E3%83%83%E3%83%88%E9%80%9A%E4%BF%A1>

ラストワンマイル

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A9%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%AF%E3%83%B3%E3%83%9E%E3%82%A4%E3%83%AB>

画像

http://www.hori.jp/products/multi/etc/bb_router/

データ圧縮技術

使用前



使用後



ハード班 知能情報学部
2回生

～何故データ圧縮は必要？～

メールでファイルを添付して送る場合、ファイル容量が大きいと、送信に時間がかかったり、相手のメールサーバの受信条件によっては容量オーバーで受信できなかつたりします。また、複数のファイルがある場合は、1つ1つ添付するのは大変なので1つにまとめた方がいいなんてこともあります。このようなとき、ファイルを圧縮処理することで容量を小さくしたり、複数のファイルを1つにまとめたりすることができます。

～Bit(ビット)～

ビット【bit】とは、コンピュータが扱えるデータの最小単位を示す言葉です。「binary digit」を略したものです。コンピュータはすべて2進数(0か1)でデータを処理するという事は、これらがコンピュータにおける最小単位となります。「1bit」ならば、「1」または「0」というデータになります。

そして、一般的に「8bit = 1Byte (バイト)」と定義付けられています。これは昔、爆発的に広まったコンピュータが8bitを1Byteとして設計したから、という理由らしいです。(7bit=1Byteというコンピュータもありました)

またデータを圧縮する上で必要なものとして、符号化と復号化があります。

- 符号化(encoding)

(なんらかの意味のある)「情報」 → バイトの列にする

- 復号化(decoding)

バイトの列 → (なんらかの意味のある)「情報」にする

～可逆圧縮と非可逆圧縮について～

圧縮のタイプにはおおまかにわけて2つに分けられます。

それが可逆圧縮と非可逆圧縮です。

・可逆性圧縮(ロスレス圧縮)

圧縮されたデータをもとに戻したとき(解凍)、完全に元に戻る圧縮方式。

(ZIP, LZH, LZW 方式など)

・非可逆性圧縮(解凍不要なものが多い)

圧縮されたデータをもとに戻したとき、完全に元に戻らずデータの損失(劣化)が起こる圧縮方式。映像や音といった情報に対して使われる。

圧縮時に人間の視聴覚特性から認知できない部分を省略してデータ量を減らす。(JPEG, MP3 など)

～データ圧縮の起源～

A - - -	N - - -
B - - - -	O - - - - -
C - - - - -	P - - - - -
D - - - -	Q - - - - -
E -	R - - - -
F - - - - -	S - - - -
G - - - - -	T - - -
H - - - -	U - - - -
I - -	V - - - -
J - - - - -	W - - - -
K - - - -	X - - - -
L - - - -	Y - - - - -
M - - - -	Z - - - - -

データを符号化するという原理は、コンピュータが発明される前から発明されていました。

それが1935年にサミュエル・モールスによって開発されたモールス信号というものです。アルファベットや数字がそれぞれ、ドット(トン)とダッシュ(ツー)の2種類で符号化されています。

特徴として英語でよく使われる「E」や「A」などは短い符号、逆にあまり使わない「Q」や「Y」と言った文字には長い符号が与えられています。

～データ圧縮アルゴリズム～

ここでは代表的だと思われる 3 つのアルゴリズムであるランレングス法、ハフマン法、LZ 法を紹介します。まず、簡単な方法からです。

～ランレングス法(連長圧縮)～

ランレングス法は同じデータが並んでいることが多いもの、例えば画像のデータ(ベタ塗りをしている部分)や、プログラムデータ(0 が並んでいる場合が多い)といったものに対して有効なデータ圧縮法です。

EX

圧縮前： AAAAAAABBBBBBCCCAAABB 長さ 20

圧縮後： A7B5C3A3B2 長さ 10

圧縮率=(圧縮後のデータ)÷(圧縮前のデータ)×100 で求めることができるので、この場合 $10 \div 20 \times 100 = 50$ つまり元のデータの 50% に圧縮されました。しかし、このランレングス法には短所があります。それは、同じデータが連続していないとかえってデータの量が増えてしまうということです。

悪い EX

圧縮前： A B C D A B C A B A B C D E

圧縮後： A 1 B 1 C 1 D 1 A 1 B 1 C 1 A 1 B 1 A 1 B 1 C 1 D 1 E 1

長さが 14→28 に変化しました。

この場合の圧縮率は 200%、つまり元の 2 倍に膨らんでしまいました。また、伸長時にメモリーの確保を容易にするために元のサイズを記録する場合はさらに膨らんでしまうことになります。

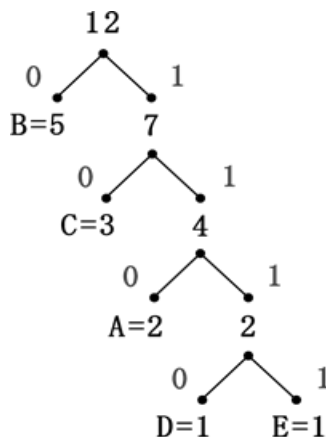
～ハフマン法～

1952年に David Albert Huffman 氏(デビット・ハフマン)によって考案された、可逆圧縮の代表的アルゴリズムです。コンパクト符号という符号化の一種で、平均符号長が他より小さい符号のことを言います。

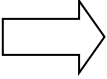
A～Eの5文字が使われているので、これらすべてを0と1で表すために必要な最小の桁数は『2の2乗 < 5文字 < 2の3乗』、5文字だと2の2乗では数が足りないので、2の3乗つまり3bitである3桁分必要です。

「ADBCBABCBBCE」をハフマン符号化するためにまずはハフマン木というものを作ります

文字	固定長符号	出現数
B	001	5
C	011	3
A	000	2
D	011	1
E	100	1



頻出頻度の1番少ない記号と2番目に少ない記号を木の一番下に位置させます。これが木の「葉」に相当するものです。そして、ふたつの出現数を足してひとつ上に新しい接点を作ります。接点ができたら、今度は3番目に少ない記号を取り出して先ほど合計した接点と足し合わせ、さらに新しい接点を作ります。これを繰り返して、最後の記号(つまり一番出現頻度の多い記号)が取り出され接点と合計されたら木が完成となります。頂点(根節点)は記号の合計数になります。木ができたら、根の部分から左右に0と1を割り振ってきます。どちらに0と1を割り振るからは任意です。これで、それぞれの葉に対して一意のビットが割り当てられます。ハフマン木の完成です。

文字	固定長符号	出現数		文字	固定長符号	可変長符号
B	001	5		B	001	0
C	011	3		C	011	10
A	000	2		A	000	110
D	011	1		D	011	1110
E	100	1		E	100	1111

符号化前 000 011 001 010 001 000 001 010 001 001 010 100 全 32bit

符号化後 110 1110 0 10 0 110 0 10 0 0 10 1111 全 25bit

※固定長符号…割り当てた符号の長さがすべて一定であるもの

※可変長符号…出現数が多い記号ほど符号長は短くなり、出現数が少ない記号ほど符号長が長くなります。このように、出現率によって符号の長さが変わる、つまり可変になることを「可変長符号」と呼ぶ

～LZ 法～

LZ 法の基本的なアイデアは、1 つのデータ内で前に出現したデータを、位置番号または辞書番号によって表すことで同じデータを短くする表現することです。ここでは、代表的な LZ77 法と LZ78 法を紹介します。両方とも Lempel と Ziv という人が提案しました。

世間的によく知られている拡張子 ZIP は、先ほど紹介したハフマン法と LZ77 を組み合わせたものです。

・ LZ77法 (1977年)

LZ77法は以前に出現したデータの中から最も一致する部分を指すことにより圧縮します。LZ77法の中でもいろいろな変種があります。

a b c d e f g a b c a b c d e f g
7 6 5 4 3 2 1

7文字前から3文字が一致する。

a b c d e f g (7, 3) a b c d e f g
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

10文字前から7文字一致する。(カンマも文字数に含む)

a b c d e f g (7, 3)(10, 7) となります。

・ LZ78法(1978年)

LZ78法は、データから単語帳を作っていく、もし単語帳に入っているデータがあるならば、その単語帳の場所を示す方法でデータ圧縮をします。単語帳の方法によっていろんな変種があります。

1	a
2	b
3	c
4	ab
5	bc
6	abc

a b c d e f g a b c

a b c d e f g (6)

・
・
・

単語帳はずっと続く

非可逆性圧縮のことについては、代表的なものを少しだけ取り上げたいと思います。

～JPEG～

JPEG とは、Joint Photographic Expert Group の略で直訳すると

「写真の専門家の集団連携」という意味になります。もともと人々の集団の名前だったものが、その集団が決めたデータの形式の名前としても使われているということです。人間の目では判別できない色調が変化する部分を削除しています。

JPEG には、次のような特徴があります。

- ・自然画像に適している
- ・圧縮率(品質)(を自由に選べる

※自然画像とは、隣り合う画素の変化が大きいもの

以上の理由からインターネット上では、よく使用されています

～MP3～

オーディオデータはそのままでは容量が大きいです。可逆圧縮の代表的なものとしてよく知られている ZIP や LHA で圧縮してもオーディオデータはほとんど圧縮できません。したとしても再生する時に解凍する必要があり使い勝手が悪いです。そこで非可逆圧縮の MP3 がよく使われます。MP3 とは、MPEG1 Audio Layer 3 の略で、動画規格圧縮の MPEG1 のオーディオ圧縮技術の一つです。

特徴は圧縮率の高さで、オリジナルファイルの WAV ファイルの 10 分の 1 程度まで圧縮できます。また MP3 には必ずビットレートという設定の項目があります。ビットレートは bps という単位で表され、簡単に言うと通信速度みたいなもので、1 秒間に何ビットのデータを流すか示すという、音質をはかるうえで重要なものです（ちなみに通信速度も bps という単位を使います）。一般的には圧縮率が高いほどビットレートが低く音質が悪くなり、逆に高ければ音質が良いということになります。

～データ圧縮の将来～

人は、情景、映像の内容などを、意図も簡単に覚えられます。そして瞬時にそれらを使用することができます。人の脳は、関連している情報から必要な情報だけピックアップできるよう、効率的な保存を無意識のうちに行っています。現代のコンピュータも少しずつできるようになっているとはいえ、人にはまだまだかないません。将来のデータ圧縮技術は人間の記憶のように高速アクセスでき、圧縮率が高くなっているのかもしれませんがね。

～参考書籍～

・よくわかる最新データ圧縮の基本と仕組み 出版:秀和システム
著者:岡野原大輔, 藤本健, 小川秀明

・なぜコンピュータの画像はリアルに見えるのか 出版:NTT 出版
著者:梅津信幸

～参考サイト～

<http://michisugara.jp/archives/2013/huffman.html>

<http://news.livedoor.com/article/detail/3344054/>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/データ圧縮>

電子レンジ



ハード班 理工学部 2回生

概要

電子レンジ【でんし - 】(名)

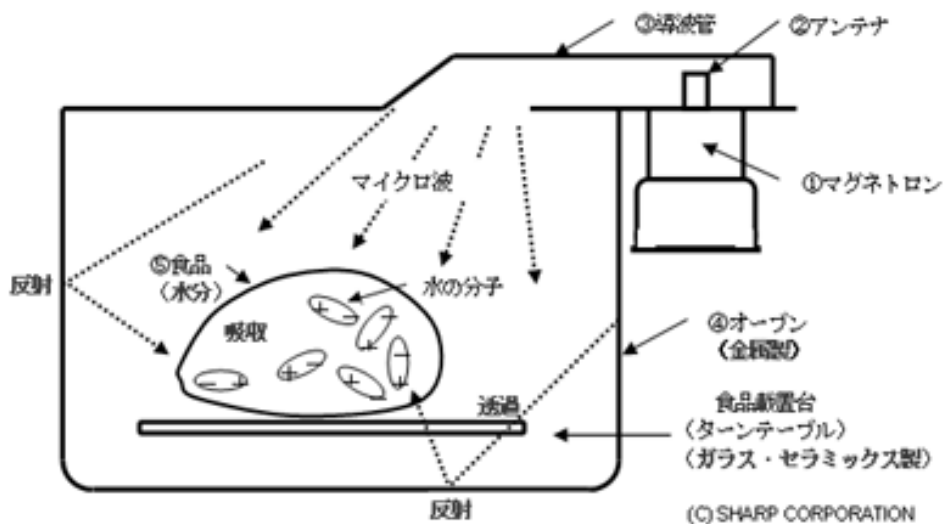
高周波の電磁波を当てて食品を加熱する調理用装置。

マイクロ波(周波数の高い電波)加熱により、食品などを加熱調理する装置(調理器具)である。電力を消費する調理器具としては他に電気コンロがあるが、電気コンロがジュール熱で発熱体を熱して発生する赤外線で食品を加熱するのに対し、電子レンジでは食品内部の分子にマイクロ波でエネルギーを与えて加熱する点で決定的に異なる。このため電磁波が透過するガラスや陶磁器は直接的には加熱されない。

原理

マイクロ波を照射すると、極性をもつ水分子がマイクロ波を吸収して振動・回転し、温度が上がる。

電磁波の発生源としては、マグネトロンという真空管の一種が使われている。



マイクロ波は、空気やガラス、紙などを通り抜け、金属には反射され、水に吸収されるという性質がある。電子レンジに使用される電波は

2450MHz で、これは FM ラジオに用いるその約 30 倍の周波数である。電波は金属に当たると反射するので、これにより電子レンジ内では反射して中の物質に有効にあてることができる。逆に電波をガラスや陶器にあてると透過する。電子レンジで加熱したとき茶碗が熱くなるのは内部の食品が温められその熱が茶碗に伝導するため。電波は、食品のように水分を含む材料にあたると吸収されて発熱する。水は極性分子なので、プラス・マイナスの極を持っていて、これが電波によって分子が振動し、摩擦熱を発生し、食品の内部から発熱する。これを「誘電加熱」と言う。正・負の電荷を帯びていない分子(無極性分子)や、振動しにくい物質(固体)には電磁波の影響が少なく、加熱されにくい。

歴史

マイクロ波はレーダーなどで用いられてきたが、これを加熱に使用するという着想は、全くの偶然から生まれた。発明者はアメリカ合衆国のレイセオン社で働いていたレーダー設置担当の技師パーシー・スペンサーで、偶然ポケットの中のチョコバーが溶けていたことから、この現象を調理に使う着想につながった。

- 1959 年 東京芝浦電気（現 東芝）が国産初の電子レンジを開発
- 1962 年 早川電子産業（現シャープ）が量産型の電子レンジを開発
- 1963 年 松下電器産業（現 パナソニック）が電子レンジ「NE-100F」を製造、電子レンジ普及の先駆的商品となった
- 1965 年 一般家庭向けに松下電器産業の「NE-500」が初めて発売された。
- 1970 年 日本万国博覧会の会場周辺には、電子レンジを組み込んだハンバーガーの自動販売機が登場
- 2005 年 シャープが世界累計台数が 1 億台を突破したと発表

近年

オーブン機能の付加したものや蒸気でものを温めるスチーム型など多機能に渡っている。次の項ではそれらの解説を行う。

オーブンレンジ

オーブンレンジとはその名の通りオーブンとレンジの2つの機能を持った機体。レンジだけではできなかった「焼く」という調理ができるようになった。これにより餅やパンを焼けるというメリットがある。この「焼く」時は電熱線やガス燃焼によって行われ、オーブン機能とレンジ機能が同時に使える機種も存在する。現在の日本の主流タイプ。

スチームレンジ

21世紀になって登場した機体。温める際に過熱水蒸気を使い食品を温める。過熱水蒸気とは100℃よりも温度の高い水蒸気のこと。製品には300℃以上の過熱水蒸気が使われている。以前にも業務用としては存在していたが、電子機器内で水を使う危険性があったことに加え装置が大型のものしかなかった。しかし2002年に松下電器が家庭用に発売され瞬く間に注目の的になった。近年の新製品の多くはこの機能を持っており、前述のオーブン機能も持った「スチームオーブンレンジ」も発売されている。

使用上の注意

基本的に利用可能な食器は、陶磁器のうち金箔・銀箔などを使っていないものか電子レンジ用であることが明記された耐熱ガラス・プラスチック容器などである。

金属容器、装飾の金線・銀線などに金属粉を使った陶器などは、火花を生じる可能性があるため使用できない。アルミ箔については電波を反射することを利用し酒のかんや解凍時などに限定的に使用可能であることを取扱説明書などに明記している機種もあるが基本的には避けた方がよい。

プラスチック容器で耐熱性の無いものを用いると、高温により変形することもある。容器の材質によっては高温により可塑剤などの人体に有害な成分が食品に溶出する恐れもある。

耐熱ガラス容器と混同され易い強化ガラス容器は、これに入れられた料理の加熱後にステンレス流し台の上に置くと、容器の底面接触部分だけが急速冷却された形になり、粉々に破碎することもある。2000年代に肉じゃがを加熱したガラス器がひとりでに粉碎したとしてニュースとして取り上げられた。

また「卵を温めてはいけない」とよく言われるがこれはご存じ「探偵！ナイトスクープ」で有名になった。1993年の12月24日に放送され、この放送を期に（特に関西で）卵を電子レンジで加熱してはいけないという教訓が生まれた。探偵は桂小枝探偵であった。卵が爆発するメカニズムとしては、

- 1.電子レンジによる加熱で卵の中心部から均等に加熱されることにより、黄身の部分から水分の沸騰が発生する。
- 2.黄身は白身と殻に包まれているために外気よりも高圧となり、沸点が上昇する。
- 3.黄身は熱膨張による体積の増加に伴い、白身と殻を押し破って外気に触れ、この瞬間に急激な減圧が起こる。
- 4.沸点が下がることで黄身に含まれる水分が一気に蒸発気化し、平衡破綻型の水蒸気爆発が発生する。

という現象にある。これに限らず電子レンジは内部から食品を温めるため、食品内で温度差が生じ、爆発する事例は他の食品でも起こりうる。薄い皮で包まれたソーセージ、イカ等も破裂しやすいので切れ目を入れて水分を逃がしてやると良い。

余談



なお米軍では電子レンジの仕組みを用いた軍用兵器、指向性非殺傷兵器 ADS (Active Denial System) が開発され 2010 年に試験運用された。

参考文献

広辞苑 第六版 岩波書店

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%BB%E5%AD%90%E3%83%AC%E3%83%B3%E3%82%B8>

<http://www.t-scitech.net/kitchen/mono/renji.htm>

<http://news.militaryblog.jp/e308569.html>

<https://www.tdk.co.jp/techmag/knowledge/200906u/>

反重力装置



ソフト班 法学部 3回生

反重力装置とは？

物質・物体に加わる重力を無効にしたり、調節したりする技術またはその装置。

簡単に言えば、物を浮かせたり落としたりする技術です。

SFの世界では当然のように使われているが、現実の物理学では不可能であり架空の技術である。

今回の研究発表では反重力及び反重力装置の重要性について説明します。

そもそも重力とは？

重力の事を一言で説明するのは非常に難しいのですが、今回の研究発表では主に、地球に物体が引きよせられる現象を中心に説明していきます。

重力というのは物体と物体が引きあう力のことです。

地球の場合ですと、地球が持つ物体を引き付ける力の「引力」と、地球の自転による「遠心力」が合わさって重力となっています。

地球上で質量が 1kg の物体に作用する重力の強さというのは約 9.8N でほぼ一定となっています。しかし、精密に調べてみると重力は地球上の場所、あるいは時間によっても変化しています。

例えば、沖縄と北海道でそれぞれ体重を量った場合、沖縄の方が軽くなってしまう。これは重力の差によるものです。

先ほど述べたように、地球の引力と自転による遠心力が合わさって重力となっているので、遠心力が一番強くなる赤道地域では重力が一番弱く、南極、北極では遠心力が働かないので重力が一番強くなります。

よって緯度の低い（つまり赤道に近い）地域ほど重力が弱いと言えます。

アメリカ、フロリダ州のケープ・カナベラルという場所にケネディ宇宙センターがあります。

ここに宇宙センターがある理由の1つは、アメリカの中ではここが赤道に近く重力が弱い為、ロケットを発射しやすいというメリットがあるからです。

反重力は可能か？

反重力という言葉から、SFの世界でしかないような印象を受けますが、物質を一瞬だけ宙に浮かす事自体は大して難しくはありません。

反重力とはつまりは無重力を作り出す事。

無重力状態とは、地球の引力と自転による遠心力が等しい状態のことです。バケツに水を入れて勢い良く振り回すと、水は遠心力により落ちてくることはありません。

誰しも一度はやった事のあるあの実験こそが反重力の再現ともいえるのです。

同じ要領の実験で、ジェット機で急上昇し、一気に急降下する実験をテレビ等で見たことある方もいると思います。

あれも地球の引力とジェット機の急上昇による遠心力が釣り合った瞬間における無重力状態なのです。

ちなみにこのジェット機による無重力状態はアメリカのラスベガスや、ケネディ宇宙センターで体験することができます。

費用は55万～65万円とお手頃な価格となっておりますので、興味のある方は調べてみてはいかがでしょうか。

なぜ反重力装置が必要なのか？

まずは日常生活における反重力装置の有用性について考えましょう。

これはあまり説明しなくても理解できるかと思います。

重い荷物を持たなくて済むし、空中散歩も可能です。

車も当然空を飛ぶだろうし、便利なことだらけです。



そして、反重力装置が最も活躍するのは宇宙です。

宇宙空間はもちろん無重力なので宇宙飛行士達は自分が宙に浮いている状況下で生活しなければなりません。

しかし反重力装置を応用すれば無重力である宇宙船の中でも重力を作ることができます。

無重力世界で生活すると、地上では下半身に溜まっていた水分のうち約 2 リットルが、胸や頭の部分に移動します。

その体液が調整機能によって全身に循環されるため、顔がむくみ、首と顔の血管が浮き出て、鼻が詰まり嗅覚、味覚が無くなってしまいます。

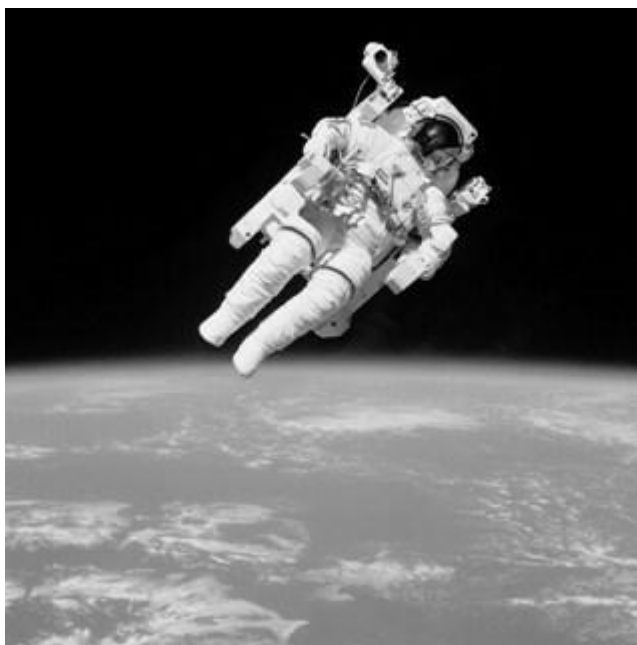
その他にも、骨は圧力を受けるほど太くなる性質を持っているので、無重力状態に長い間居ると、脆くなってしまったりします。

しかも骨が脆くなる過程で浸出するカルシウムが尿に含まれるので腎臓結石のリスクも高まり、骨粗鬆症にもなりやすくなります。

宇宙で約 10 ヶ月過ごせば、地上では 30 歳から 75 歳まで年を取った分に相当する骨の無機成分が失われます。

このように宇宙で生活するには大変なことが沢山あるのです。

それらの問題も反重力装置では解決できるのです。



反重力装置は実現する？

実は欧州原子核機構（CERN）の物理学者たちが反物質による重力研究を開始しています。

1995年、CERNとドイツの研究チームにおいて、陽電子と反陽子からなる「反水素」が生成されました。

反物質とはある物質（上の例だと水素）と比べて質量と角運動量が同じで、電荷などの性質が全く逆である物質です。

反物質を CERN の所有する磁気トラップ装置に入れて磁気スイッチを切ります。

そうすると反物質が自由落下の状態になり動き出します。

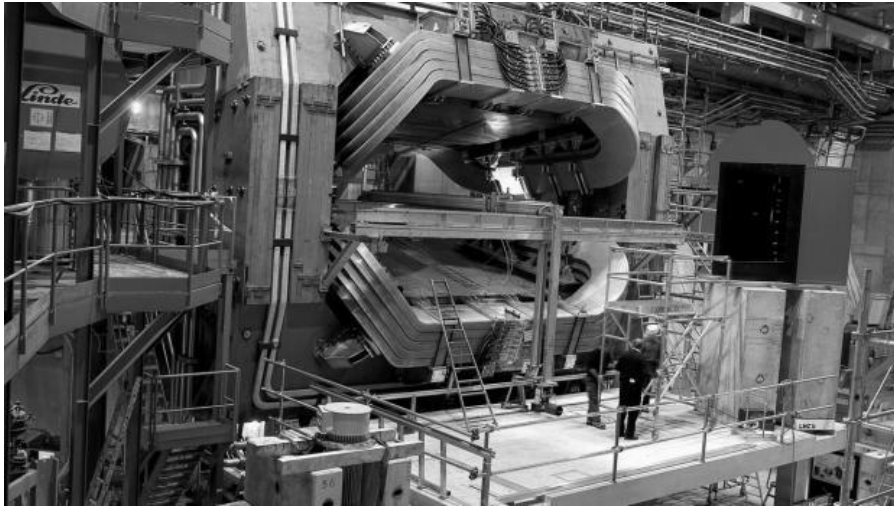
そして、反水素原子がどのくらいの速度で上下どちらに動くかを分析することで反物質の重力の性質を調べるというものです。

これで反物質が地球の引力に対し、今までの物質の様に落下するのか。それとも反重力の作用で上昇するのか。

まだその答えは出ていませんが、そういった実験が最近になって行われているのです。

もし実験の結果、反物質が上昇したとしても

前のページで述べたようなことがすぐにできるようになる訳ではありませんが人類の夢に向かって大きく一步前進したといえるでしょう。



これが CERN の磁気トラップ装置です。

まとめ

人類はこれまで目覚ましい発展を遂げてきました。

今はまだ実現不可能な反重力装置のような技術も、今後絶対に完成しない
と言い切れる根拠はありません。

そしてこれから人類の宇宙工学は更なる発展を遂げると予想されていま
す。

宇宙飛行士は地球外での生活も今以上に長期化するのは明らかであり、そ
のために反重力装置は欠かせない技術なのです。

今回の発表で反重力に興味を持っていただければ幸いです。

参考 URL

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E5%8F%8D%E9%87%8D%E5%8A%9B>

→ウィキペディア先生です。今回の研究発表ではわかりやすく説明するために色々省略した点がいくつかあります。

御自分で調べてみたいという方はまずこちらからご覧ください。

<http://www.ctn-japan.com/index.html>

→無重力を体験できるツアーを申し込める旅行会社様のサイトです。

<http://home.web.cern.ch/>

→欧州原子核機構 **cern** のホームページです。英語ですが SF 的な雰囲気のパージでロマンに溢れています。

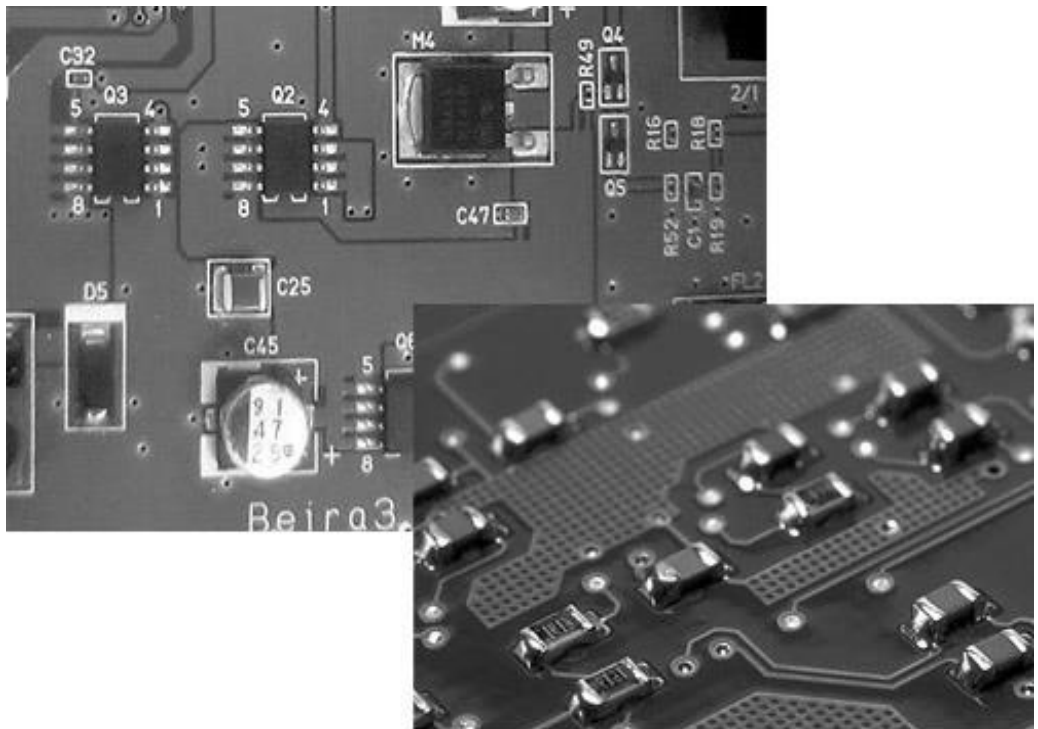
参考文献

わたしを宇宙に連れてって—無重力生活への挑戦

メアリー・ローチ (著), 池田 真紀子 (翻訳)

→宇宙空間で生活すると身体にどう影響が出るのかが詳しく載っている本です。

半導体製造技術



ハ一下班 経済学部 2回生

ハ一下班 理工学部 1回生

・半導体とは

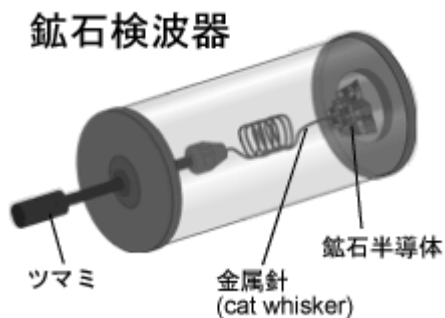
半導体は導体と絶縁体の中間の電気伝導性を持つ物質で、極低温ではほとんど電気を通さず、温度を上昇させると抵抗率が下がる性質を持っている。

温度のほかにも不純物の含有率や光照射などの外的要因によっても抵抗率が大きく変化する。

半導体となる材料は、単体ではシリコン、ゲルマニウム、化合物では硫化カドミウム、ガリウムヒ素、有機半導体ではアントラセン、ペンタセンなどがある。

・半導体の歴史

半導体が初めて利用されたのは無線電信の検波器だった。その後、真空管が実用化すると、半導体結晶の使用は減少した。しかし、第2次世界大戦中にレーダーが実用化された際、検出する目標が小さい場合に周波数を非常に高くする必要があり、真空管ではうまく整流できなくなった。そこで、半導体の鉱石検波器が見直されはじめた。



大戦後、検波器の改良や、真空管増幅器の半導体化の開発が進むことになり、1948年、半導体を使用したトランジスタの発明に成功した。トランジスタはその後、接合トランジスタ、電界効果トランジスタが生まれ、1958年ついに、複雑な回路を1枚の小さな半導体のチップにまとめて作りこんだ集積回路(IC)が誕生した。

・半導体素子

半導体による電子部品、または電子部品の根幹である機能中心部の素子のこと。

半導体の電子工学的な特性を利用した固体による電子回路の主要な構成要素であり「ソリッドステート・デバイス」とも呼ばれる。

半導体素子にはトランジスタや集積回路(IC・LSI)、抵抗、コンデンサなどがあり、テレビ受像機、携帯電話、コンピュータといった電子機器のほとんどに内蔵され、さらに自動車や各種産業機器などにもコンピュータなどの形で組み込まれており、その工学上の重要性は非常に大きい。

・特徴

半導体素子が一般的に使われる前には、電子機器内の能動素子としては真空や気体を利用した電子管(真空管など)が使われていた。

しかし、半導体素子には次のような特徴があるため、殆どの応用分野で電子管を代替し、凌駕した。

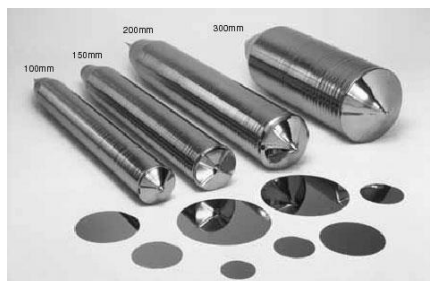
- 1.ヒーターが不要なため消費電力が少なく、電源投入と同時に動作する。
- 2.低温で動作するため寿命が長い。
- 3.固体であるため振動や加速度に強く信頼性が高い。
- 4.同じ動作をさせるのに必要な体積・面積が小さい。

・シリコンウェハ

ケイ素のインゴットを厚さ 1mm 程度にスライスした物。半導体の材料として(特に集積回路で)多く用いられている。

シリコンが使われる理由

- 1、材料が大量にある
 - 2、熱に強い(ゲルマニウムの約 3 倍)
 - 3、酸化膜が作りやすい
- などが挙げられる。

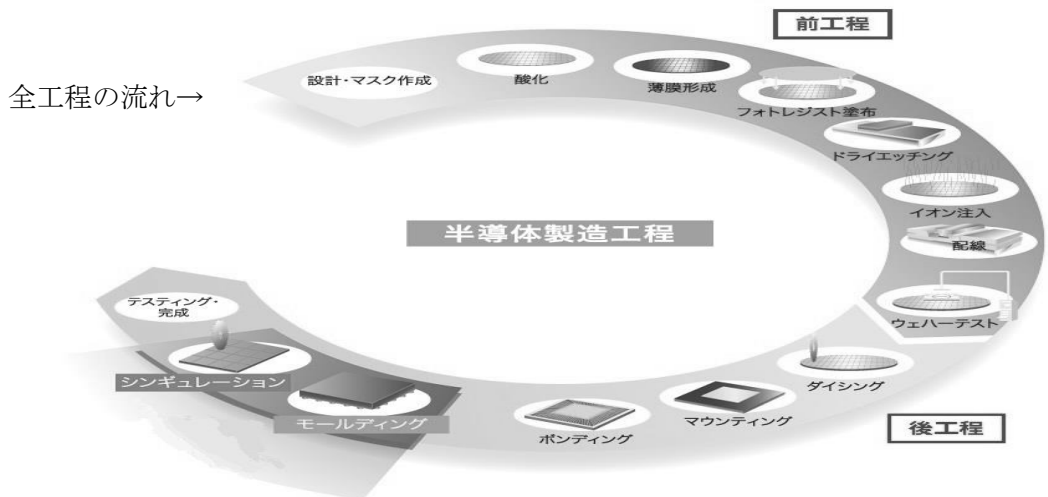


・半導体の製造工程

半導体の製造工程は大きく2つに分けられる。

前工程：ウェハー上に集積回路を作り込む工程

後工程：前工程で作られた回路をパッケージングし、検査や試験を経て製品として完成するまでの工程



・前工程

1、回路・パターン設計

チップの中に、どのような回路を配置するか回路図を作り検討する。

2、フォトマスク作成

回路のパターンをウェハーに焼付けするためのフォトマスクを作る。

3、ウェハー製造

半導体のベースになるシリコンの単結晶のインゴットを作り、それを所定の厚さに切断する。そして切り出したウェハーの表面を研磨し鏡面状にする。

4、ウェハーの酸化

5、フォトレジスト塗布

6、パターン形成

7、エッチング

8、イオン注入

9、平坦化

5～9の工程を何度か繰り返し、ウェハーに必要な素子を造り込む

10、電極形成

ウェハーの表面に電極配線用のアルミ金属膜を作る。

11、ウェハー検査

ウェハー上の各 IC を電氣的に検査する。

ウェハープロセス

ウェハープロセスには、ウェハーの酸化、フォトレジスト塗布、パターン形成、エッチング、酸化、拡散、CVD(化学気相成長)イオン注入、平坦化がある。

まず、ウェハーを高温の拡散炉にさらし、表面に酸化膜を成長させ、フォトレジスト(感光剤)を表面に薄く均一に塗り、感光性を持たせる。次に、フォトマスクを介し、パターンを焼付け、現像する。そしてエッチングして部分的に酸化膜と不要なレジストを取り除く。次に、ウェハーにイオン(ホウ素、リン)注入や高温拡散を行う。すると、シリコンが出ている部分だけが半導体になる。最後に、ウェハーの表面を研磨し、パターンを平坦にする。フォトレジスト塗布から平坦化までのプロセスを繰り返し、ウェハーにトランジスタなどの必要な素子を作る。

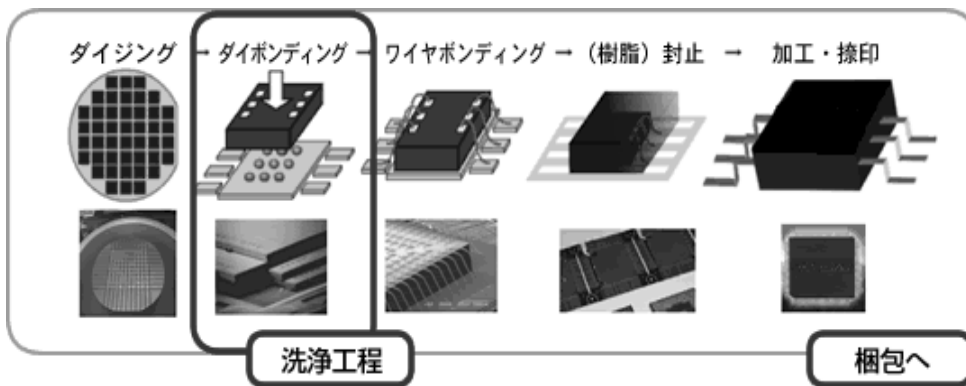


・後工程

後工程には、組み立て、試験・検査、マーキングがある。

・ウェハの組み立て

ウェハを切断し、チップにし、リードフレームの所定の位置に固定する。次にリードフレームとチップをワイヤーなどで接続する。それらをセラミック、樹脂などのパッケージに封入する。



後工程の流れ

半導体製造装置

半導体製造には多くの工程があり、製造装置の種類も豊富である。例をあげると、ウェハの表面に酸化膜を作るための熱処理成膜装置、フォトレジスト塗布のためのコーター、プラズマエッチング装置、組み立て装置、テスターなどがある。半導体の加工には μm 、 nm レベルの精度を求められるため、人の手で行うのは不可能。

・ムーアの法則

ムーアの法則とは、「半導体の集積密度は、18～24 ヶ月で倍増する」という法則。

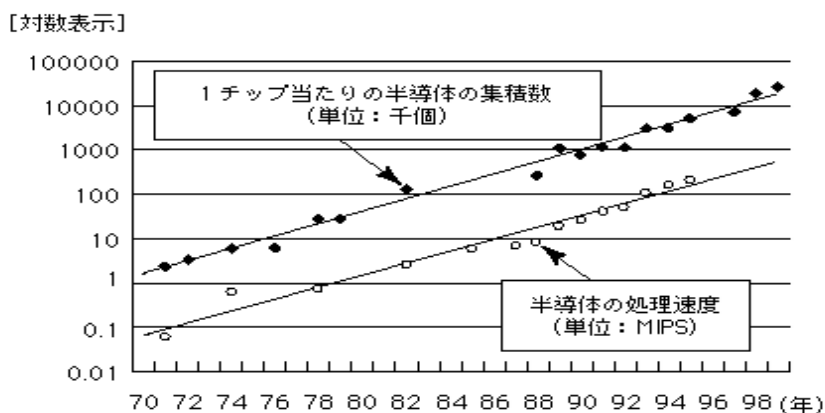
この法則では半導体の性能は指数関数的に向上していくことになるが、

集積密度の向上ペースは鈍くなっている。しかし、集積密度を性能向上に置き換えるとこの法則は現在も成立している。ただし、この法則は半導体の微細加工技術の発展を根拠としているため、あと 15 年ほどで終焉を迎えると予想されている。

ムーアの法則を今後も維持する際に生じる技術的挑戦は、

1. トランジスタ内の寄生抵抗および容量の制御
2. 電気配線の抵抗および容量の削減
3. ON/OFF の挙動を制御するためにゲートを終端できる適切なトランジスタ電気的特性の維持
4. 線端の粗さによる影響の増加
5. ドーピングによる変動
6. システムレベルでの電力配送
7. 電力配送における損失を効果的に制御する熱設計
8. システム全体における製造コストを常に引き下げるようなあらゆる技術的挑戦

である。

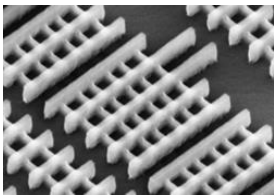


(備考) MIPS = Million Instructions Per Second (1秒間の命令実行回数)。
 (資料) インテル社ホームページより作成。

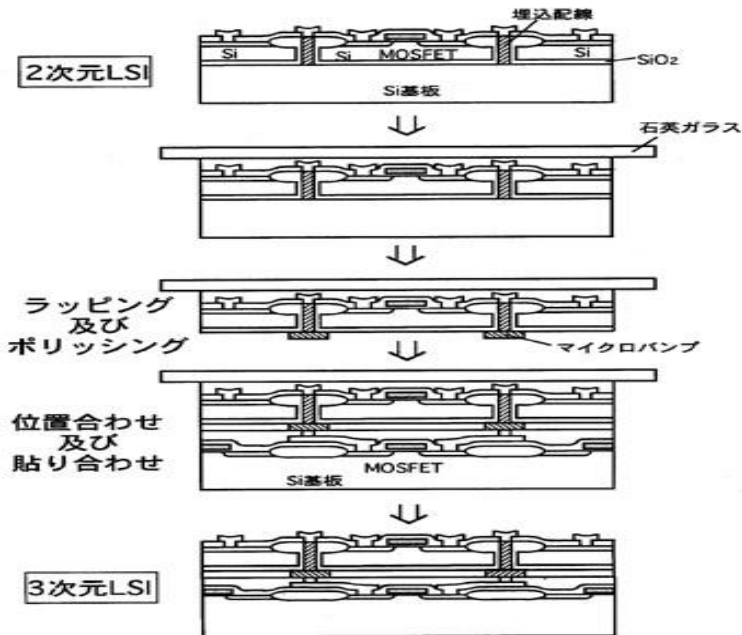
・半導体製造技術の今後

・三次元構造半導体

ムーアの法則を支えてきたのは素子の微細化だが、この微細化が進みすぎるとある問題—リーク電流が生じる。トランジスタは普通、ゲートと呼ばれる機構でリーク電流を防ぐ。しかし、素子を小さくすると、ゲートの膜も薄くなる。半導体の高性能化を求めらる中で、リーク電流をどう防ぐかが大きな課題となる。そこで、作り出されたのが、三次元構造の新型トランジスタである。この新型トランジスタは基板上にひれ状のフィンを取り付けたのが特徴で、電流を制御するチャンネルが上面の1つのゲートだけでなく、上面と側面の3つになり、電力効率が向上した。現在、様々なメーカーが実用化を目指し、開発を進めている。



三次元構造トランジスタを採用した半導体チップ

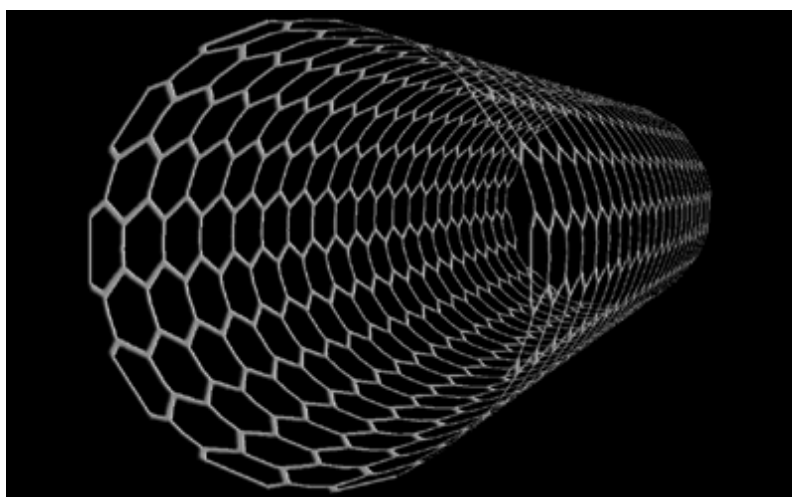


- ・ 技術的課題

低容量化を実現するシリコン貫通電極を使った実装技術(TSV 技術)形成
積層結合技術の低コスト化、積層デバイスの冷却技術

- ・ カーボンナノチューブ

半導体の素材で最もメジャーなシリコンに代わり、近年注目されているのがカーボンナノチューブである。カーボンナノチューブはシリコン以上の電気的特性を備えている。すでに、大きさが 10nm 以下という分子レベルでありながら、優れたスイッチング素子として機能するカーボンナノチューブ・トランジスタを実現済みである。しかし、1 度に作りこめる数は数百個に留まっている。IC として商用化するためには、10 億個以上のカーボンナノチューブ・トランジスタを作る必要がある。また、実用化には、トランジスタを高純度で精製したり、ナノスケールで配置したりという課題がある。



カーボンナノチューブ

参考資料

<http://e-words.jp/w/E383A0E383BCE382A2E381AEE6B395E58987.html>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E9%9B%86%E7%A9%8D%E5%9B%9E%E8%B7%AF>

<http://www.geocities.jp/hiroyuki0620785/intercomp/semiconhistry.htm>

<http://www.tel.co.jp/product/spe/es/telius.htm>

<http://www.osako-electric.co.jp/descrip/semiabout/semiabout.php>

<http://www.seaj.or.jp/semi/proc/f04.html>

<http://eetimes.jp/ee/articles/1305/30/news037.html>

<http://ps.nikkei.co.jp/hightec/pdf/vol24.pdf>

http://eetimes.jp/ee/articles/1211/08/news043_2.html

<http://www.meti.go.jp/report/tsuhaku/h13/html/13211100.htm>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%A0%E3%83%BC%E3%82%A2%E3%81%AE%E6%B3%95%E5%89%87>

<http://j-net21.smrj.go.jp/develop/techno/entry/2011100601.html>

<http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/stfc/stt109j/report2.pdf>

燦ミアキ・大河啓＝監修 ナツメ社「図解雑学半導体」

Flash Player



ソフト班 知能情報学部 1回生

ソフト班 知能情報学部 2回生

概要

Flash Player は、アドビシステムズが提供する、Flash 再生ソフトウェアである。

Microsoft Windows、Mac OS X、Linux などのオペレーティングシステム上で動作し、代表的なウェブブラウザの中でプラグインとして動作させる。携帯電話機にも再生ソフトが搭載されているものがある。

・ Flash とは

Adobe Flash(アドビ・フラッシュ)は、アドビシステムズが開発しているアニメーションやゲームなどを扱うための規格、及びそれを制作する同社のソフトウェア群の名称。

元の開発会社はマクロメディア。旧称

Macromedia Flash(マクロメディア・フラッシュ)。

動画、音楽再生、Web サイトのナビゲーションなどのコンテンツが作れる。

再生環境への依存度が低く、ベクターイメージを扱う場合、ウインドウサイズを変えても画質が劣化しないという特徴がある。



・ Flash Player 以外の Flash 再生ソフト

SWF(Flash の拡張子、後述)のファイルフォーマットの仕様は公開されている。昔は、この仕様書を再生ソフトウェアの作成に用いることはできなかったが、2008年5月1日に、ライセンスが変わり、Open Screen Project が始まり、互換プレーヤーを作ることが可能になった。

GNU(フリーの OS)用の Gnash、スタンドアローンでの再生、Mozilla 系ブラウザの為のライブラリである Swfdec などが挙げられるが、いずれもまだバグがみられる。

歴史

・誕生

1996年にアメリカ合衆国のコンピュータ・ソフトウェア会社であるフューチャーウェブ・ソフトウェアが、アニメーション・データを作成するソフト FutureSplash Animator と再生プラグイン FutureSplash Player を開発。これをマクロメディアが会社ごと買収、「FutureSplash」の頭文字「F」と接尾「lash」をとって略称を「Flash」とし、Shockwave シリーズに組み込んで「Shockwave Flash」とした。

ファイルフォーマット名及び拡張子として使われている「SWF」は元々「small Web format」(スモール・ウェブ・フォーマット)の略であったが、マクロメディアによって「Shockwave Flash」の略として改称された(現在は再び元の略称へ改称)。作成ソフト名前も Macromedia Flash に改名された。このころからすでに数多くの基本的な機能を備えており、またベクターイメージで描画する事により動画データとしては非常にデータ量を小さくした事により注目される。

・Adobe 社による買収

2005年4月にマクロメディアはアドビシステムズに買収され、プレイヤーは Adobe Flash Player に改名される。作成ソフトは新バージョンの発売まで Macromedia Flash の名称のまま販売が継続された。2007年4月アドビのクリエイティブ製品群である「Adobe Creative Suite 3」に組み込まれて新バージョンとなる Adobe Flash CS3 Professional が発売され、作成ソフトの名称も Adobe Flash に改名された。

・言語

Flash はスクリプト言語(コンパイルなどの過程を省略または自動化した、簡易的なプログラミング言語)で記述される。

2000年、Macromedia Flash 5 で ActionScript が搭載され、プログラミングの機能が大幅に強化された。Flash のバージョンアップに従って、

ActionScript は高度化されている。

・日本における普及

Flash を用いれば、デジタルアニメに比べ、制作コストや人材費、時間コストなどがかからない安いアニメを作ることが可能だった。この為、MADムービー制作ツールとして Flash が日本で多用された。

その結果 Flash 動画板ができ、高レベルの作品が発表されるようになるにつれて、その制作者は Flash 職人と呼ばれ、日本での Flash の認知度は高まっていった。

そして 2005 年春には商用音楽を無断転載して公開していた Flash を逆に企業が注目し、プロモーションとして大々的に抜擢する異例の「大出世」があった。



実用例

・ 動的な Web サイト

Flash によるアニメーションは、ポータルサイトや企業や公的機関、歌手や個人のウェブサイト等においてトップページに使用されるが、HTML の代替ページを用意していない場合は、アクセシビリティの観点から批判も受けることも多い。

(例)甲南大学の情報教育研究センターの HP

<http://www.konan-u.ac.jp/ku-kinds/>

HTML のサイトマップも用意されている。

・ 著作権保護の観点から

Flash 上に表示されたテキストは、通常のテキストや画像のようにブラウザの機能を用いてコピーや印刷、保存することが不可能である。そのため、たとえば歌詞などのテキストを Flash で表示し、容易にコピーペーストされないようにするという特殊な使われ方もある。

・ Flash Video

特に、2006 年に脚光を浴びた動画投稿サイト YouTube とともに急成長した動画配信の分野においては、(デジタル著作権管理の保護が必要な一部のケースを除いて)非常に広く使われており、従来の Windows Media Player、QuickTime、RealPlayer によるストリーミング再生に替わって、動画配信において欠かせない技術のひとつとなっている。

セキュリティ上の問題

2013年7月9日に発表された文書では、Windows版 Adobe Flash Player 11.7.700.224以前のバージョンなどで、バッファオーバーフロー、整数オーバーフロー、メモリー破損の脆弱性が発見された。それらを悪用された場合、攻撃者に任意のコードを実行され、システムを制御される恐れがある。

解決策として、インストール済みの製品を最新バージョンにアップデートすることが推奨されている。

HTML5 との競合

HTML5とは、Webページの記述などに用いるマークアップ言語HTML(Hyper Text Markup Language)の第5版である。ウェブアプリケーションのプラットフォームとしての機能やマルチメディア要素、ストレージ、データベース、ブラウザ外からのファイルのドラッグ&ドロップ等、これまでのHTML、Flashにはない機能が実装されている。

そのためHTML5が普及すればAdobe Flash等のプラグインは不要になるという意見も上がっている。

Appleは、自社のブラウザSafariがクラッシュする原因の大半はFlash Playerによるものだとしている(「この問題はFlash Playerプラグインが原因である可能性があります」などと表示される)。

Appleの製品は、閉じられたFlashよりも、開かれた仕様であるHTML5、CSS、JavaScriptなどに対応している事、信頼性、安全性、パフォーマンス、iPhoneなどの携帯機器の電池の持ち、タッチパネルとの相性が悪いなどの理由から、iOS上ではFlashが動作しないようにした。その代替として、プラグインを必要としないHTML5を強く推奨している。

一方 Google は、Android を Flash Player に対応させており、2010 年には、Chrome ブラウザに Flash Player をビルドインすることによって、別々にアップロードする必要性をなくした。それによってプラグインをブラウザの HTML や JavaScript エンジンと同じくらい速く、安定する、セキュアなものにしようとしたのである。そして、それによって Flash が HTML5 よりもセキュリティが弱く、不安定なプラグインだとする考えに対抗しようとした。

しかし、Adobe がモバイル版 Flash Player 開発を中止したことに伴い、Android 4.1 以降を Flash Player 非対応とした。更に、Flash が必要なサイトの検索結果の表示順位を下げる計画を発表し、HTML5 を強く推進するなど、Adobe に同調した動きを取っている。また独自の動画規格 WebM を開発している。

また、Adobe 自身も Flash からの変換ツールを開発する等、HTML5 を推進する立場をとっている。

しかし、HTML5 はまだ仕様が確定していない発展途上の段階であり(2014 年までに正式の仕様が勧告される予定)、現時点では実装状況はブラウザによって異なる。また、高度な文字組み表示(縦書きなど)、ウェブカメラへのアクセスなど、HTML5 には無い Flash 独特の機能もある。そのため、Flash を完全に置き換える要素にはなっていない。

ブラウザの HTML5 への対応状況は、このサイトで確認できる。

The HTML5 test - How well does your browser support HTML5?

<http://html5test.com/>

今後の Flash Player

元々 Flash Player は Web 標準では実現できなかったことを可能とするた

めに開発されたものだった。

しかし、HTML5 で Web 標準が上がったなら、Flash Player の焦点はゲームやより高度なビデオといったものになっていくという。

もちろん、そのような分野だけでなく、従来のリッチメディアのプラットフォームとしても引き続き利用可能であるとしている。

また、Adobe はモバイル版の Flash Player の開発を中止したが、その代わりにアプリとして Adobe Air を提供している。

Adobe Air とは従来のブラウザプラグインとは異なり、Adobe 社の Flash を利用したアプリケーションソフトをデスクトップで実行可能にするアプリである。

よって今後も Adobe は Flash の開発を積極的に進めていく姿勢であると言える。

出典

Adobe Flash - Wikipedia

http://ja.wikipedia.org/wiki/Adobe_Flash

ActionScript - Wikipedia

<http://ja.wikipedia.org/wiki/ActionScript>

GNU Gnash - GNU Project - Free Software Foundation (FSF)

<https://www.gnu.org/software/gnash/>

swfdec

<http://swfdec.freedesktop.org/wiki/>

のまネコって知ってますか? : 【エタカ】 MirageWolf パトリオット : So-net ブログ

<http://miragewolf.blog.so-net.ne.jp/2005-09-27>

CSIRT メモ - チェックしておきたい脆弱性情報<2013.07.22> : ITpro

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/COLUMN/20130716/491483/>

APSB13-17 : Adobe Flash Player 用のセキュリティアップデート公開

<http://helpx.adobe.com/jp/flash-player/kb/cq07082242.html>

HTML5 とは - 意味/解説/説明/定義 : IT用語辞典

<http://e-words.jp/w/HTML5.html>

Flash だどこまでできる! HTML5 と Flash の機能比較 | ClockMaker
Blog

<http://clockmaker.jp/blog/2010/02/flash-vs-html5/>

Thoughts on Flash

<http://www.apple.com/hotnews/thoughts-on-flash/>

Google ウェブマスター向け公式ブログ: スマートフォン向け検索でのランキングの変更について

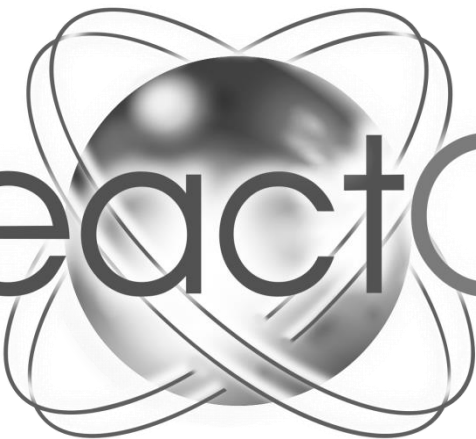

<http://googlewebmastercentral-ja.blogspot.jp/2013/06/changes-in-rankings-of-smartphone.html>

インタビュー: これから Flash はどこに向かって進化するのか? アドビが HTML5 に注力するという意味は? - Publickey:

http://www.publickey1.jp/blog/11/flash_html5.html

Adobe AIR とは 【Adobe Integrated Runtime】 - 意味/解説/説明/定義 : IT用語辞典:

<http://e-words.jp/w/Adobe20AIR.html>



ReactOS

ハード班 2 回生 知能情報学部

ReactOS とは

ReactOS は Microsoft Windows NT アーキテクチャー¹を基にした無償でオープンソース²のオペレーティングシステム(以下 OS と表記)です。Windows とバイナリレベルでの互換を持った OS を目指しており、Windows アプリケーションやドライバーがそのまま動作します。完全にゼロから書かれた OS で、Linux やその他の OS を元にして作られていません。

プロジェクトの原型は 1996 年から存在して、現在も開発が続けられており、2013 年 8 月現在の最新バージョンである ReactOS 0.3.15 は開発の初期段階に当たるアルファ版とされており、評価やテスト目的に公開されており日常的に使用できるだけの十分な安定性や機能を備えていません。

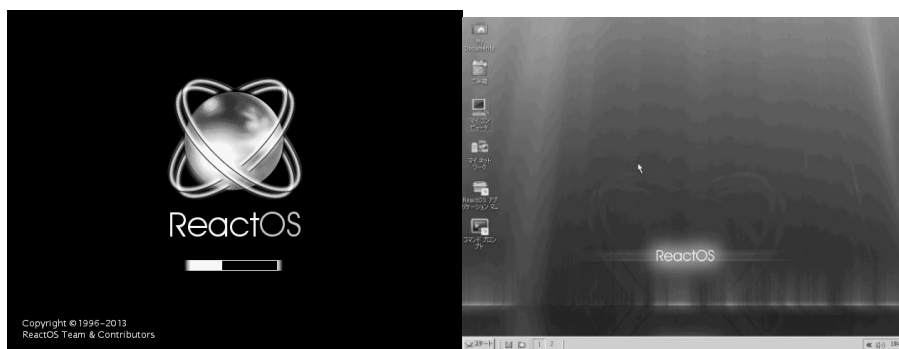


図 1 ReactOS の起動画面(左)

図 2 ReactOS のデスクトップ画面(右)

そもそも Windows とは

ReactOS がベースにしている Windows NT アーキテクチャーというのは現在広く使われている Windows 7 や Windows 8 といったものの原型と

¹ もともとは建築用語で構造などを意味する。ここではオペレーティングシステム的设计思想のことを指す。

² ソースコードが無償で公開されており、誰でも改良や再配布ができるようになっていること。

なった設計です。Windows NT の設計思想はそもそもどのようなものだったのでしょか。

最初の Windows NT である Windows NT 3.1 は 1993 年に発売されました。Windows NT は主に堅牢性、拡張性、保守性を設計目標として開発され、今となっては当たり前ですが、あるアプリケーションの動作が不安定になるなどの問題が起こってもシステム全体はクラッシュを起こさないという、その信頼性は当時のデスクトップコンピュータのシステムとしては画期的なものでした。

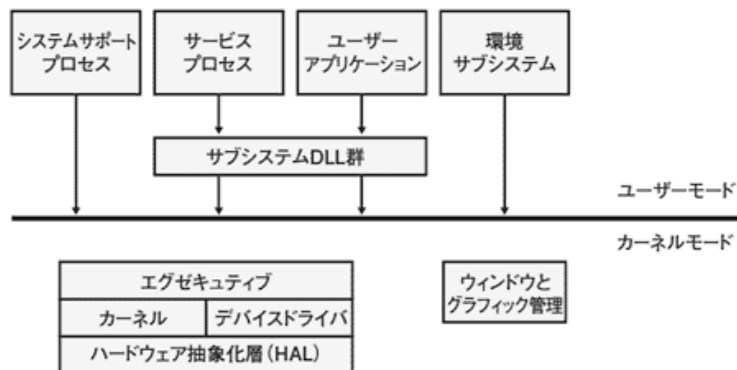


図 3 Windows アーキテクチャーの概略

Windows はどうやって高い信頼性を実現しているのでしょうか。Windows はユーザーモードとカーネルモードの 2 種類の実行モードに分かれています。上図の境界線の上側のユーザーモードで動作するプログラムはハードウェアや物理メモリといったシステム部分に直接アクセスすることはできません。アプリケーションはユーザーモードで動作するので、ユーザーアプリケーションの不正な動作からシステムを保護できるというわけです。

その信頼性の高い Windows NT アーキテクチャーは改良を重ねながら後々の Windows にも受け継がれ、現在の Windows 8 や Windows Server 2012 に至っています。

どうやって実装しているか

Windows アプリケーションは Windows API と呼ばれる Windows の機能を利用するための関数の集合を通じて Windows の様々な機能を利用します。

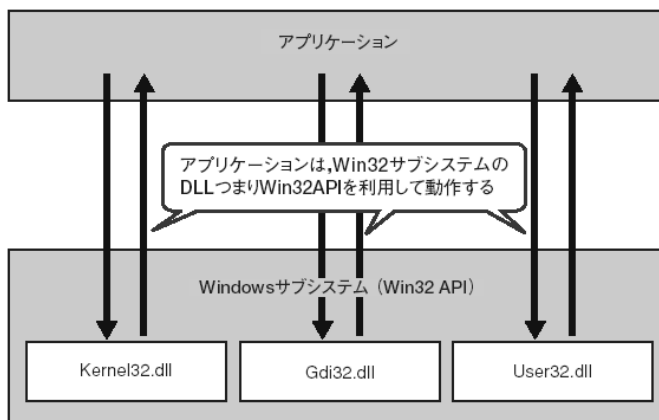


図 4 Windows アプリケーションが API を呼び出す

ReactOS の開発においては Windows アプリケーションを動作させるために Windows API などを再現する必要がありますが、Windows の著作権や特許権といった知的財産権は Microsoft にあり、Windows を逆アセンブル³するなどのライセンス条項で禁止されている方法で解析して実装すると、Microsoft の知的財産権を侵害する可能性があります。そのため ReactOS の開発者は、何らかの方法で Windows のソースコードを手に入れたとしてもそれを見ることは許されていません。ReactOS の開発者は公にされている技術文章や、Windows を解析して仕様書を書き、仕様書を書いた人とは関係のないチームがその仕様書に従って実装するというクリーンルーム方式と呼ばれるリバースエンジニアリング⁴で ReactOS を開発しています。

³ 機械語で書かれたコードをアセンブラ言語に変換すること。

⁴ ソフトウェアを解析してその仕様や仕組みを調査すること。

ReactOS の歴史

1996 年頃、Windows 95 のオープンソースクローンを作ろうという FreeWin95 プロジェクトが有志の手によって始められました。

しかし、1997 年の終わりになっても設計に関する議論ばかりで何の成果も出せずにいたころ、ある 1 人がプロジェクトの復活を呼びかけて目標を Windows NT に変更し、議論よりもコードを書くことに重点を置きました。後にプロジェクトは Microsoft のオペレーティングシステム市場の独占に対する不満が根底に潜んだ ReactOS と名前を変え、1998 年 2 月に ReactOS はスタートしました。

2006 年 1 月頃にある事件が起こります。開発者の 1 人が「ReactOS には Windows を逆アセンブルしたコードが含まれている」として ReactOS プロジェクトから退くとメーリングリストに投稿しました。この申し立ての結果、ReactOS に Windows を逆アセンブルして書かれたコードや Windows のソースコードを見たことがある開発者が書いたコードがあることが確認され、開発はストップしてしまいます。このためクリーンルーム方式のリバースエンジニアリングがされていない可能性のあるコードを洗い出すコード全体の監査を行うこととなりました。2006 年 2 月に監査は完了していないものの活動再開が発表されました。この件で ReactOS の開発ペースは大幅に下がってしまいましたが、法的な問題に対する ReactOS プロジェクトの慎重な姿勢を評価する意見もあります。

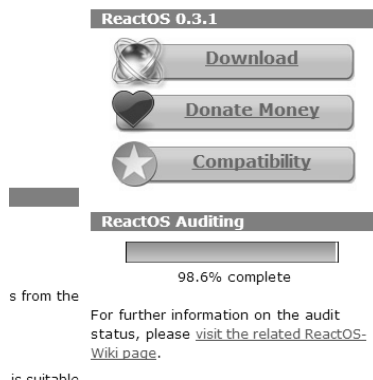


図 5 2007 年 4 月の公式ウェブサイトの一部。当時は監査の進捗状況を示すバーが存在した

その後はネットワークや USB キーボード・マウスのサポート、カーネルやメモリーマネージャーの改良などが着々と加えられ、Windows との互換性も確実に向上していきました。特に2012年2月に公開された ReactOS 0.3.14 では、テーマが公式にサポートされ、Windows XP スタイルのような鮮やかな外観が利用可能になりました。

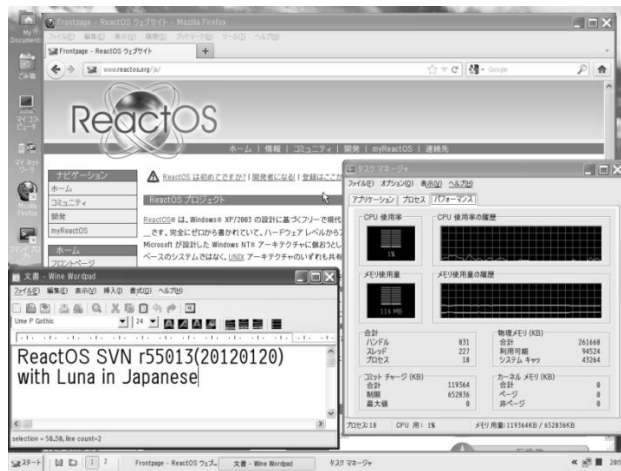


図 6 Windows XP スタイルを適用した ReactOS (画面は開発版)

ReactOS の存在意義

ここで ReactOS の存在意義について疑問を持った方もいるのではないのでしょうか。

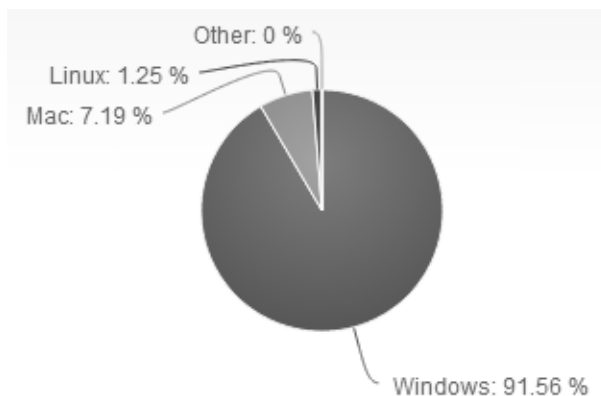


図 7 2013年7月のデスクトップ OS シェア(Market Share 調べ)

例えば Microsoft にお金を払って Windows を使えばいいではないか、なぜわざわざ Windows のクローンを作る必要があるのだろうと思った方もいるかも知れません。ReactOS は厳密に言うと Windows のクローンではなく、Windows NT の設計に基づく Windows アプリケーションやドライバーと互換性のある OS です。開発者は「NT アーキテクチャーそのものは強固で力強いけれど、Microsoft の経営戦略上の決定事項から Windows に制約が加わってだめになっている部分がある。ReactOS は NT アーキテクチャーを発展させて Windows より良い OS になり得る。」と説明しています。また、ReactOS の名前の由来は歴史でも触れたとおり、デスクトップ OS のシェアは事実上 Microsoft が独占していることへの不満から来ているので Windows が市場を独占しているところに ReactOS の存在意義があります。上図は Market Share 調べの 2013 年 7 月のデスクトップ OS のシェアです。この図が示すように Windows が 91.56% と世界的に圧倒的なシェアを占めていることがわかります。

Linux が Minix や UNIX の実装から始まったのがいい例で、Linux に対して ReactOS は Windows NT アーキテクチャーを実装しているというわけで、そのようなオープンソースのプロジェクトは他に存在しません。

Windows から Linux に移行する上での障壁

また、ただ単に Microsoft にお金を払いたくなくて無償の OS が必要なら Ubuntu や Debian など無償の Linux ディストリビューションから好きなものを選んで利用すればよいではないか、と考える方もいるのではないのでしょうか。確かに Linux ディストリビューションには、新機能を積極的に取り入れているものや安定性を重視したものなどニーズ・用途によって様々なものが存在します。RHEL⁵ など安定性を重視した Linux ディストリビューションでは企業による有償サポートが受けられる場合もあり、ReactOS が実用に推奨されないアルファ版なのに対して実用レベルと言えるでしょう。しかし、実際に Linux はデスクトップ OS としてあまり普

⁵ Red Hat Enterprise Linux。業務向けの Linux ディストリビューション。

及していません。ここで Windows から Linux に移行することを例にとってどのような障壁があるか挙げてみました。

1. そもそも移行する必要がない

既存の Windows で動作する使い慣れた便利なソフトウェアを捨てて、代替を探してまで Linux を含めた別の OS に移行する必要性を感じない場合です。Windows XP のサポートが 2014 年 4 月 8 日に終了しますが、この乗り換え需要の中でさえ、既存のアプリケーションとの互換性を考えると Windows 7 や Windows 8 しか選択肢にないのではないでしょう。

これは FAX よりもインターネットを使ったシステムのほうがより画像をきれいに送れるのにも関わらず、いまだに FAX が使われ続けているというのにも似ています。

2. 既存のソフトウェアが動作しない

基本的に Linux 上では Windows アプリケーションは動作しません。Windows でよく利用されているアプリケーションの例として Microsoft Office、Visual Studio、Adobe Photoshop、Illustrator、Painter、各種ゲームなどが挙げられます。

後述の Wine というソフトウェアを使えば一部の Windows アプリケーションを動作させることはできますが、完全ではありません。Linux への完全な移行を考えるならやはり既存のアプリケーションの代替となるものを探し出さないとならないのです。

3. 既存のハードウェア向けのドライバーがない

特に古いハードウェアでは Linux 向けのドライバーが製造元から提供されていない場合があります。単に動作させるだけならばオープンソースのドライバーが利用できる可能性があります、そのハードウェアの性能を最大限に引き出すためには製造元から提供されるドライバーが不可欠です。ReactOS は Windows のドライバーがそのまま動作するので、Windows 向けのドライバーが提供されていれば心配する必要はありません。言うなればハードウェアの製造元が勝手にドライバーを書いてくれるのですから。

Wine はどうだろう

基本的に Linux と Windows は異なる OS ですので Linux 上では Windows アプリケーションは動作しないのですが、どうしても Windows アプリケーションを動かしたいという需要はあり、Wine という Windows API を実装したオープンソースのプロジェクトが存在します。

Wine を使うと Windows アプリケーションを Linux 上で動作させることができ、実際に Microsoft Office や Photoshop が高い互換性で動作するなど、かなりの成果を上げていますが、Linux+Wine が Windows の代替となることはありません。例えば Wine は自前で DirectX⁶を一部サポートしていますが、Microsoft の DirectX を Wine の環境にインストールすることはドライバーが動作しない関係上、問題を引き起こします。ReactOS は Windows 向けのドライバーが動作することも目標にしており、ReactOS は OS であって Linux 上で動作する Wine とは方向性が異なるものです。ただし、ReactOS と Wine は協力関係にあります。ReactOS はユーザーモード部分の DLL など Wine と共有可能な部分はコードを共有しています。

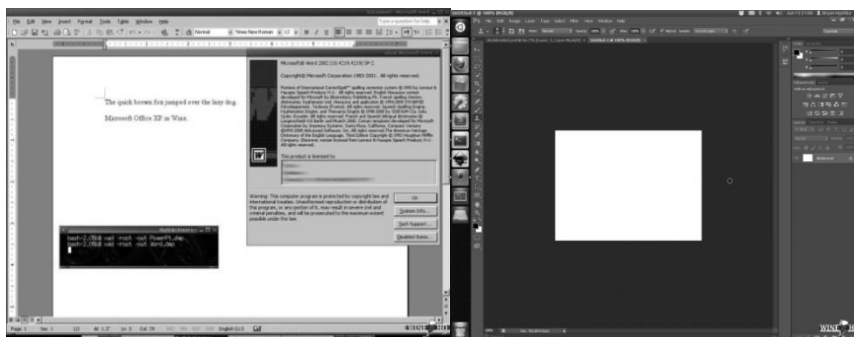


図 8 Wine を使って Linux で Microsoft Word 2003 が動作している (左)

図 9 Wine を使って Linux で Adobe Photoshop が動作している (右)

⁶ Microsoft の開発したゲームなどのマルチメディア向けの API セット

ReactOS の現状と今後

日本語対応

ReactOS はもともと日本で始まったプロジェクトではありませんので、日本人を初めとして、中国(Chinese)、日本(Japanese)、韓国(Korean)の頭文字をとって CJK と呼ばれるアジア圏の開発者も不足しています。

2004 年 4 月に公開された ReactOS 0.2.2 より Unicode が適切に扱えるよう改良され、その後ダイアログの表示の日本語訳も加えられるようになりました。また、2009 年 7 月に公開された ReactOS 0.3.10 では日本語を表示できるフォントが標準で同梱されるようになったため日本語表示が可能となりました。

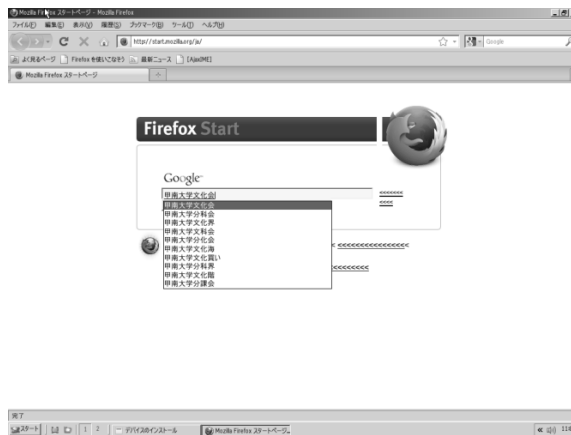


図 10 ReactOS で Firefox を動作させ、Ajax IME を使って日本語入力

日本語入力のほうはどうかというと、最新版の ReactOS 0.3.15 でも既存の日本語入力ソフトウェア(IME)で動作するものは存在しません。これは IME が利用している IMM32、TSF という API が両方とも実装されていないためです。現状ではウェブ技術を使ったブラウザベースの IME を使うことでブラウザの中でのみという限定的ではありますが日本語入力が可能という状態です。上図のようなブラウザベースの IME には代表的なものとして Ajax IME があります。

互換性

最新版の ReactOS 0.3.15 では、ブラウザでは Firefox や Opera が動作します。他にも OpenOffice や LibreOffice、Thunderbird の動作実績があります。

まだまだ動作しないアプリケーションも多くあり、実用には程遠い ReactOS ですが、バージョン 0.4 への目標に新しいエクスプローラを動作させることや、より改良された USB サポートやネットワークサポートがあり、今後も様々な改良が加えられ、互換性が向上していくことでしょう。

引用文献

Mark E. Russinovich, Solomon, Alex Ionescu, David. (2012).
インサイド Windows 第 6 版 上. 日経 BP 社.

Microsoft Windows NT System アーキテクチャの基礎. (1997 年 9 月). 参照日: 2013 年 8 月 13 日, 参照先: MSDN ライブラリ:
<http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/cc429070.aspx>

ReactOS Foundation. (2013 年 4 月 4 日). FAQ. 参照日: 2013 年 8 月 15 日, 参照先: ReactOS: <http://www.reactos.org/wiki/FAQ>

ReactOS Foundation. (2013, 4 26). *ReactOS/History*.
Retrieved 8 13, 2013, from ReactOS:
<http://www.reactos.org/wiki/ReactOS/History>

ReactOS Foundation. (日付不明). ReactOS. 参照日: 2013 年 8 月 14 日, 参照先: User FAQ: <http://www.reactos.org/user-faq>

Windows NT 系. (2013 年 7 月 26 日). 参照日: 2013 年 8 月 13 日, 参照先: Wikipedia:
https://ja.wikipedia.org/wiki/Windows_NT%E7%B3%BB

インサイド Microsoft Windows 第 4 版 上 / 第 2 章 システムアーキテクチャ. (日付不明). 参照日: 2013 年 8 月 14 日, 参照先: @IT:
http://www.atmarkit.co.jp/fwin2k/bookpreview/insidewin4/insidewin4_02.html

阿久津良和. (2012 年 1 月 31 日). 世界の OS たち - Windows クローン OS を目指す「ReactOS」. 参照日: 2013 年 8 月 13 日, 参照先: マイナビニュース:

<http://news.mynavi.jp/articles/2012/01/31/rectos/index.html>

中島省吾. (2005 年 11 月 11 日). 本当に知っている? Windows XP の基礎. 参照日: 2013 年 8 月 15 日, 参照先: ITpro:

<http://itpro.nikkeibp.co.jp/article/Windows/20051111/224393/>

LINUX

ソフト班 1回生 知能情報学部

ソフト班 2回生 経営学部

↓Linux のマスコットのタックス (Tux)

LINUX



1. Linux とは

Linux とは Linux カーネルという OS の中心部のことだが、一般的にはそれを使った Unix 系の OS (Unix と呼ばれる OS とそこから派生した OS) のことを指す。

フリーソフトウェアとして公開されており、GPL というライセンスに基づいて、誰でも自由に改変、再配布することができる。(ただし、改変・追加した部分は GPL に基づいて無償で公開しなければならない。)

そして全世界のボランティアの開発者によって改良が重ねられた。

Linux は他の OS に比べ、低い性能のコンピュータでも軽快に動作し、またネットワーク機能やセキュリティーに優れ、非常に安定しているという特徴をもつ。いらぬ機能を削ぎ落とし、必要な機能だけ選んで OS を再構築することができるという点も他の多くの OS には見られない特徴である。

サーバやメインフレーム (大きなコンピュータ)、スーパーコンピュータ、スマートフォンやタブレット端末用の OS の Android、ソニーやシャープのデジタル家電の OS として使用されている。

2. 歴史と成長

1991 年、当時フィンランドのヘルシンキ大学の学生であったリーナス・トーバルズによって開発された。

当時、近代的な OS を動作させる能力をもつ Intel 80386 という CPU を搭載した 32 ビットの PC/AT 互換 PC が登場しており、ワークステーションやミニコンピュータ等と比較すれば遥かに安価で入手できるものであったため、これを使って UNIX 互換の機能を持つ OS を動作させてみたいと考えていた。

しかし商用 UNIX は高価であり、UNIX を模して実装された安価な MINIX も教育用という仕様から機能が大幅に簡略化されているなど、教育目的での使用に制限されているという問題があり、いずれもリー

ナスの目的を果たすには困難だった。そのため、リーナスは既に使用していた自作のターミナルエミュレータというソフトウェアを改造したり、ファイルシステムなど UNIX 互換 API (アプリケーションプログラミングインターフェース) を実装したりして、独自の OS カーネルの開発を開始した。

リーナスは Linux カーネルを MINIX 上で開発、Linux が十分に成熟すると、それ以降の Linux 開発は Linux 上で行えるようになった。フリーで利用可能な GNU プロジェクト (UNIX 互換のソフトウェア環境を全てフリーソフトウェアで実装することを目的とするプロジェクト) のコードを使用することは、まだ青二才だった Linux にとって好都合であった。

さらにリーナスは商業製品の作成を禁じた独自のライセンスを廃して GNU GPL というライセンスに切り替えを行った。

当初の Linux の実装は極めて単純なものであり、ほかの既存の自由でない Unix システムのどれに対しても、その機能と実績において比肩しうるものではなかった。

また当時、自由なソフトウェアによる Unix 互換の OS を開発しようとしていた GNU プロジェクトは自身のカーネルを完成していなかった。ライバルの BSD という OS は 1992 年から USL という UNIX の開発とライセンス業務を目的とした組織との訴訟を抱えており、権利上の問題をクリアしたバージョンがリリースされたのは FreeBSD では 1994 年 11 月だった。つまり、1990 年前半において、自由な Unix 互換カーネルと呼ばれるようなもののうち、実用的で権利上の問題がないと考えられる存在は Linux の他にはなかった。

PC で動作するフリーで本格的で Unix 系の環境をも求める潜在的なユーザーの多くは、当時は主に書籍として流通していた教育用 OS の MINIX に流れていたが、リーナスは Linux を MINIX のメーリングリスト上で公開し、GPL の下で利用可能にすることにした。これはインテルの 32 ビット CPU を搭載したパーソナルコンピュータでしか動

作しなかったが、当時はちょうど 32 ビット PC/AC パーソナルコンピュータの普及期であり、GPL によって誰もが改良可能だったことから、より多くの機能を求める開発者たちによる改良を促した。

開発者たちは Linux カーネルを育てるとともに、GNU コンポーネントと Linux を統合する作業を行い、最終的に実用かつフリーなオペレーティングシステムを作り上げた。

Linux Kernel Mailing List が登場し、改良に参加する有志はそこに集まることになった。

PC-UNIX の盛衰など社会的な注目が高まる中、1997 年ごろより商用目的への応用が注目され、ハイエンドシステム（上級者向け）に必要な機能が付け加えられていった。

ReiserFS、ext3、などの Linux カーネルに使われるジャーナルファイルシステム（データ情報を管理するシステム）、64 ビットファイルアクセス、非同期ファイルアクセス、効率的なマルチプロセッサの利用などである。

2000 年頃より、IBM、ヒューレット・パッカード、SGI、インテルなどの企業にフルタイムで雇用されたプログラマも開発に加わるようになり、開発スピードにはずみが付いた。

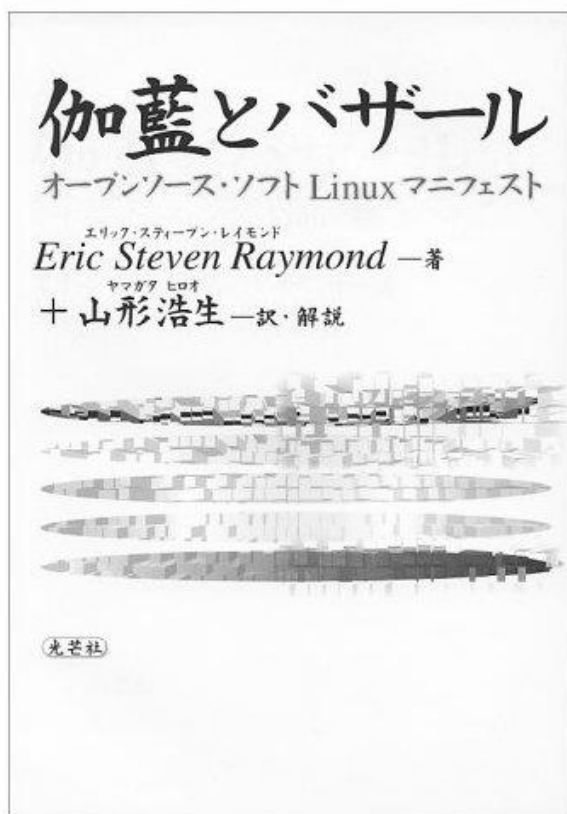
このように、世界中の多くの人々の共同作業によってソフトウェアが開発されることは、それまでのソフトウェア（ソフトウェアの使用、改変、複製を法的・技術的な手法を用いて制限しているソフトウェア）の開発の常識では考えられないことであった。

そしてエリック・スティーブン・レイモンドが、リーナスの活動にインスパイアされて、Linux の開発を分析し、「伽藍とバザール」を著した。

この本で述べられ著名になったリーナスの法則に

「Given enough eyeballs, all bugs are shallow.

（目玉の数さえ十分であれば、どんなバグも深刻ではない）」
というものがある。これは「深刻なバグというのは見つけづらいもの
のことを言うが、深刻なバグを探すのに大勢の人がいれば、どんなバ
グも深刻なものにはならないだろう。」という希望を述べたものであ
り、ほぼ経験則として受け入れられている。



2001年のある研究によると、当時の Red Hat Linux（レッドハット社によって開発された Linux）には 3000 万行のソースコードが含まれていた。この研究は、開発工数見積もり手法である COCOMO を用いて、US ドル（2013USD）であった。

システムの大半（71%）のコードは C 言語で書かれていたが、他の言語も多く使われていた（例・C++、Lisp、アセンブリ言語、Perl、Python、

Fortran、そして各種のシェルスクリプト)。

全コード中、半分をわずかに超える量のコードが GPL でライセンスされており、Linux カーネル自体は 240 万行で、これは合計の 8% であった。

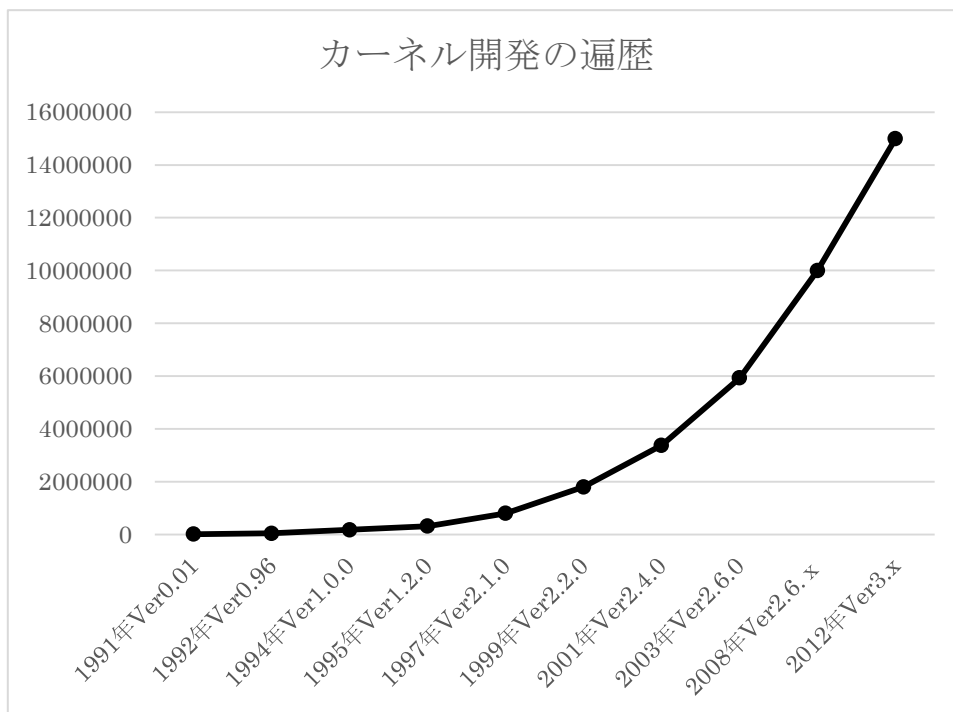
その後の研究で Debian というプロジェクトの GNU/Linux version 4.0 (etch) (2007 年リリース) に対して行われた。このディストリビューション (一般利用者がインストールしたり、利用したりできるようにまとめ上げたもの) は 2 億 8300 万行のコードを含んでおり、従来の方法で開発していたとするなら、3 万 6 千人月が必要であり、80 億 4 万ドル (2013USD) が必要であったと推定された。

現在ではリーナス本人が書いたコードは Linux カーネルのたった 2% 程度しかない。

行数の変遷を次頁に示す。

※人月とは、1 人が 1 か月 (8 時間 × 20 日間) でできる作業量のこと。

- 1991年 Version0.01-ソースコード約 1 万行、ユーザー数 1 人（本人）
- 1992年 Version0.96-ソースコード約 4 万行
- 1994年 3月 14日 Version1.0.0-ソースコード 176,250
- 1995年 3月 Version1.2.0-ソースコード 310,950
- 1996年 6月 9日 Version2.0.0
- 1997年 Version2.1.0-ソースコード約 80 万行
- 1999年 1月 25日 Version2.4.0-ソースコード 1,800,847 行
- 2001年 1月 4日 Version2.4.0-ソースコード 3,377,902 行
- 2003年 12月 17日 Version2.6.0-ソースコード 5,929,913 行
- 2008年 Version2.6. x-ソースコード約 1000 万行。ただしコメントや空白行を除くと 6,399,191 行
- 2011年 7月 21日 Version3.0-バージョンからバージョン体系が変更されており、3.0 は元々 2.6.40 として開発されていたものに相当する。
- 2012年 Version3. x-ソースコード約 1500 万行



3.名前の由来

リーナス・トーバルズは、自分の作品を **Freak,Free,Unix** を合成して「**Freax**」というフォルダに保存していた。「**Linux**」という名前も思いついたが、自己中心的すぎるとして当初は却下していた。

1991年の9月に、開発の促進をするために、**Linux** のファイルはヘルシンキ工科大学の **FTP** (ファイル・トランスファー・プロトコル、ファイル転送規約) サーバにアップロードされた。

トーバルズの協力者であり、当時そのサーバの責任者であった **Ari Lemmke** は「**Freax**」という名前を良く思わず(「**Freax**」と語感が酷似している「**Freaks**」は英語で変人・奇人の意味を持つため)、彼はトーバルズに相談することもなく、サーバ上のプロジェクトにかつてに「**Linux**」という名前をつけてしまった。その後、トーバルズも、その名前に同意した。

Linux Is Not UNIX の略とも **Linus UNIX** の略ともされる。

「Linux」の読み方

「**Linux**」という語の発音は定められておらず、日本ではリナックス、リヌックス、ライナックス、ライナクス、英語圏では /^llɪnɒks/, /^llɪnɒks/, /^llaɪnɒks/ など様々な発音で読まれている。開発者であるスウェーデン系フィンランド人のリーナス・トーバルズの名前に由来していることから、スウェーデン語風に /^llɪnɒks/ (リヌックス) と発音するのが良いとも考えられるが、リーナス本人は「どのように発音してもらっても構わない」と発言している。

日本では各種の読み方が混在していたが、日本最初の **Linux** 専門誌である **LINUX JAPAN** が表紙をはじめとしてカタカナ表記に「リナックス」を採用し、他も同誌に追従したことから、この読み方が一般に広まった。しかし日本 **Linux** 協会の登記は設立時にはまだアルファベットでの登記ができなかったこともあり「にほんリヌックスきょうかい」となっている。

4. 設計

Linux ベースのシステムは、モジュール式の Unix 系オペレーティングシステムである。これは、Unix において 1970 年代から 80 年代にかけて確立した原則による基本設計から生まれたものである。

Linux システムのユーザーインタフェース(シェルとも呼ばれる)は、コマンドラインインタフェース (CLI) とグラフィカルユーザーインタフェース (GUI) のどちらか、またはハードウェアに搭載されているコントロール (これは組み込みシステムでよくみられる) である。デスクトップシステムでは GUI を使うことが一般的だが、GUI 環境でも端末エミュレータウインドウや仮想コンソールを通して CLI インタフェースを利用できる。Unix の標準的ツールを含む Linux の低水準な構成要素のほとんどは CLI だけで使うことができる。CLI は、自動化や繰り返し作業に適しており、非常にシンプルなプロセス間通信 (パイプ) によるコマンドの連携もサポートしている。

Linux ベースのディストリビューションは、他のオペレーティングシステムやコンピューティング標準との相互運用性を念頭に置いて開発されている。Linux カーネルを用いて構築された OS 環境は、一般には UNIX 互換 OS に分類される。ただし厳密には Unix として扱うことは適切ではない。Linux システムは、可能である限り POSIX, SUS, ISO, ANSI などの標準を順守しようとしているが、現在までに POSIX.1 の認証を受けたディストリビューションは Linux-FT ただ一つである。POSIX の認定には決して少なくない時間と予算が必要であり、また認定はバージョン単位で取得する必要があるため、ほとんどのディストリビューションでは時間や予算的な制約によって、これを見送らざるを得ないためである。

しかし、Linux を OS プラットホームとして普及させるためには、ディストリビューションに依存しない一定の基準が必要である。そこで、リナックスファウンデーションを活動母体として、Linux の OS プラ

ットホームとしての仕様を Linux Standard Base (LSB) として制定した。Linux Standard Base は、2006 年には、ISO/IEC 23360 シリーズとして国際規格として認定された。現在、主要な商用ディストリビューションは、The Open Group により、Linux Standard Base に準拠していることが認証されている。なお、非商用ディストリビューションについては、Linux Standard Base に準拠していても、時間や予算的な制約などによって、認証を受けていないものが多い。

5. 開発

他の有名な現代的 OS との主要な違いとして、Linux カーネルおよびその他の構成要素がフリーかつオープンソースであることが挙げられる。そのような OS は Linux だけではないが、Linux はその中でも突出して広く使われている。

フリーかつオープンソースなライセンスの一部は、コピーレフトという原理に基づいている。コピーレフトはある種の相互関係と捉えられる。コピーレフトなライセンスで公開されているソフトウェアのソースコード片は自由に利用できるが、それを利用して作ったソフトウェアはそれ自身もコピーレフトなライセンスでソースコードを公開しなければならない。最も一般的なフリーソフトウェアライセンスの 1 つである GNU General Public License (GNU GPL) はコピーレフトの一形態であり、Linux カーネルや GNU プロジェクトの多くのコンポーネントのライセンスとして採用されている。

Linux ディストリビューション（俗にディストロ (distro) と呼ばれる）は、システムソフトウェアおよびアプリケーションソフトウェアのパッケージ群およびそれらの構成を管理するプロジェクトである。Linux ディストリビューションは、ソフトウェアパッケージの集合(リポジトリと呼ばれる)をインターネット上で提供しており、ユーザー

はそれをネットワークを通じてダウンロードし、インストールすることができる。

Linux のカーネル本体はソースコードとして単独で公開されており、他のプログラムによってバイナリへとコンパイルする必要がある。また、サーバやアプリケーション、ウィンドウシステムなどのアプリケーションプログラムを動作させるためには各種のライブラリが必要である。しかし、このような環境をゼロから構築して運用する作業は難解かつ非常に煩雑であり、一般のユーザーには実質的に不可能である。

このため、Linux ディストリビューションというものがいくつも作られている。Linux ディストリビューションは、Linux カーネル、ライブラリ、システムソフトウェア、アプリケーションソフトウェアなどをパッケージとしてまとめて、それをインターネットなどで頒布している（多くの場合、パッケージはコンパイル済のバイナリが収められている）。Linux ディストリビューションは、カーネルのデフォルト設定、システムセキュリティー、雑多なソフトウェアパッケージ群が協調して動作するようにするための調整、デフォルト設定ファイルの用意などもユーザーに代って行なっている。これによりユーザーは、システムの構築・運用に頭を悩ませることなく、手軽に Linux システムを使用することができる。

多くの Linux ディストリビューションでは、カーネル、ライブラリ、システムツール、コマンドラインシェル、コンパイラ、テキストエディタ、X Window System、ウィンドウマネージャ、デスクトップ環境、科学技術計算ツール、オフィスアプリケーション、画像処理ソフトウェアなど、何万ものアプリケーションパッケージを提供している。ユーザーはその中から必要なパッケージをダウンロードすることで、自分の用途に合ったシステムを構築できる。ディストリビューションは通常、パッケージマネージャと呼ばれるソフトウェアを提供しており、

アプリケーションやシステムソフトウェアのインストール・更新・削除を1つのツール上で簡単に行えるようにしている。

各ディストリビューションは、個人や、緩く結束した集団や、ボランティア団体や、営利企業によって管理されている。

Linux ディストリビューションに含まれるソフトウェアパッケージの多くはフリーソフトウェアライセンスを採用している。フリーソフトウェアライセンスは、商業利用を明示的に許諾しており、さらにはそれを推奨している。多くの Linux ディストリビューションは無償で入手できるが、いくつかの大企業は商用版ディストリビューションを販売することで利益を得ている。これらのディストリビューションでは、（特にビジネスユーザー向けの）サポートサービスが提供されており、さらに、プロプライエタリなサポートパッケージや、大量のインストールを行ったり管理作業を簡略化したりするための管理者向けツールなどが含まれている。

ほとんどの Linux ディストリビューションは、何十ものプログラミング言語をサポートしている。Linux アプリケーションおよびオペレーティングシステムを開発するのに使われているツール群の多くは GNU ツールチェーンというものの中にみられる。これには、GNU コンパイラコレクション (GCC) や GNU build system が含まれている。GCC は、C 言語、C++、Ada、Java、Fortran のコンパイラを提供している。今後 GCC を置きかえる可能性がある候補として、2003 年に初公開された LLVM プロジェクトがある。LLVM プロジェクトは、LLVM 基盤の1つの利用例として、C 言語/C++/Objective-C に対応した近代的なオープンソースコンパイラである Clang を提供している。プロプライエタリな Linux 用コンパイラとしては、Intel C++ Compiler、Sun Studio、IBM XL C/C++ Compiler などがある。

ほとんどのディストリビューションは、Perl、Python、Ruby、PHP といった動的プログラミング言語もサポートしている。また、C# (Mono)、Vala、Scheme といった言語もサポートしている。各種の

Java 仮想マシンや Java 開発キットも Linux で動作する。これにはオリジナルの JVM、IBM の J2SE RE、その他のオープンソース実装が含まれる。

GNOME や KDE は良く知られたデスクトップ環境であり、アプリケーション開発のためのフレームワークを提供している。この 2 つのプロジェクトはそれぞれ GObject/GTK+ と Qt に基づいており、両者とも C 言語/C++ だけでなく、様々な言語用のバインディングが提供されている。

Linux では、いくつもの統合開発環境 (IDE) も利用することができ、例えば、Anjuta, Eclipse, Geany, ActiveState Komodo, KDevelop, Lazarus, MonoDevelop, NetBeans, Qt Creator, Omni Studio などがある。しかしながら、IDE を使わずに、テキストエディタやその他の個別のツールを組み合わせる開発を行う者も多い。

出典

<http://ja.wikipedia.org/wiki/Linux>

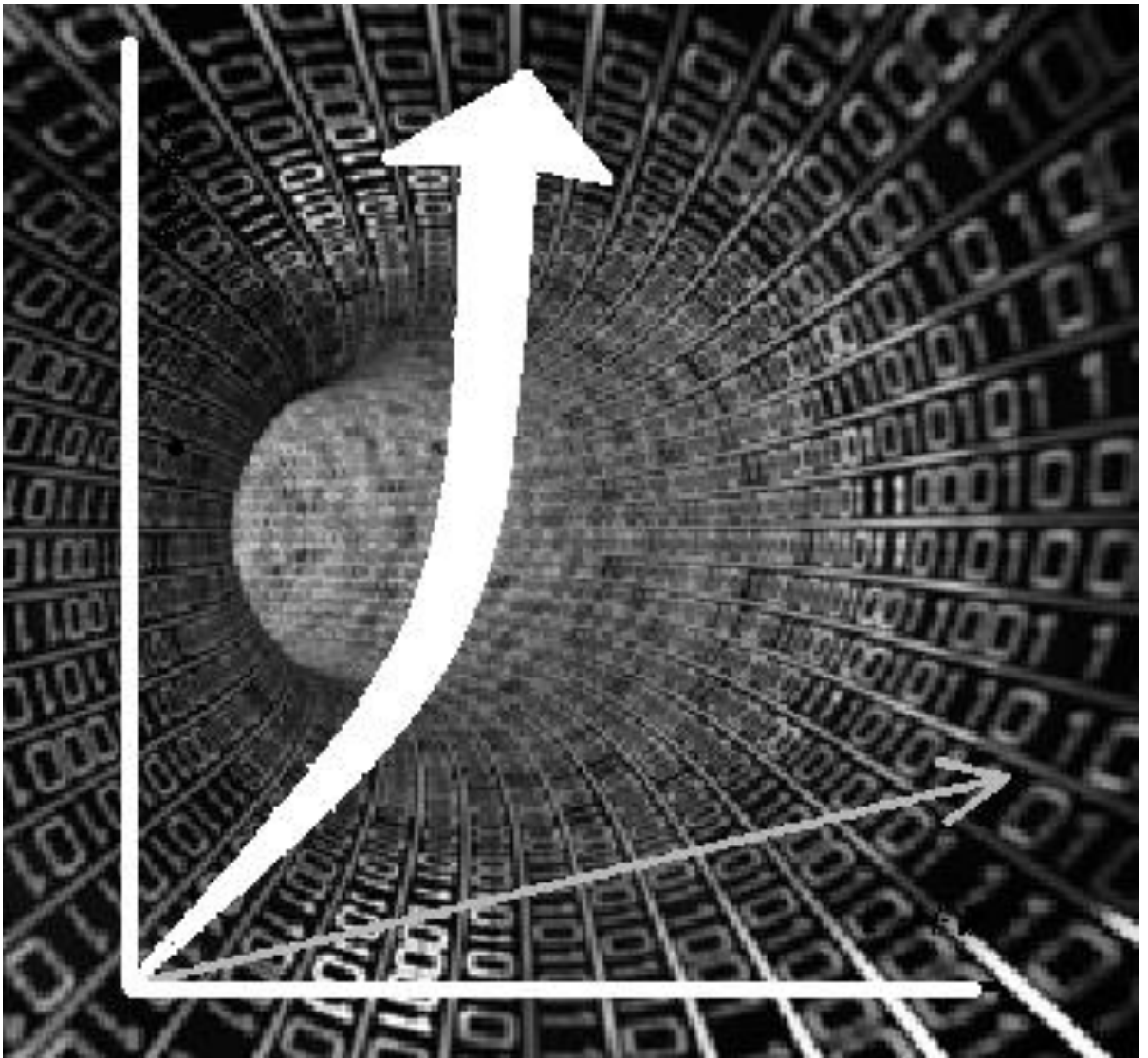
<http://e-words.jp/w/Linux.html>

<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E3%83%AA%E3%83%BC%E3%83%8A%E3%82%B9%E3%83%BB%E3%83%88%E3%83%BC%E3%83%90%E3%83%AB%E3%82%BA>

<http://linux-suomi.net/>

<http://www.linux-dvr.biz/>

量子コンピュータ



ソフト班 経営学部 2年

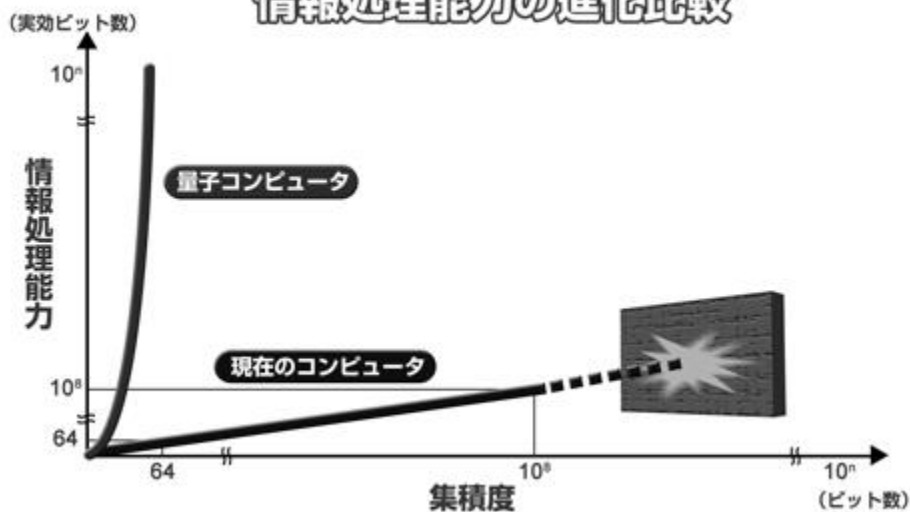
現在のコンピュータの限界

現在 CPU（中央演算処理装置）は集積化が進み回路がどんどん小さくなっている。現在のプロセッサの回路は原子 20 個分の幅しかない。しかしあまりにも小さくなると（具体的にはこの幅が 5 個以下になると）量子力学的効果が出てきてしまい、CPU として機能しなくなる。どうなるのかというと、トンネル効果によって電子が回路から『染み出て』しまい、電子の位置が決定できなくなり、電子が回路の中にあるのか、外にあるのか分からなくなる。これではまともに機能するはずがない。その時がシリコンによる回路の微細化の限界である。半導体の性能の進歩を予言するムーアの法則によれば、あと 15 年程で半導体はこの域に達し、その後はほとんど進歩がみられなくなるだろうとされている。しかし、その性質を逆手に取り、利用したのが量子コンピュータである。

量子コンピュータとは

量子コンピュータとは、原子核や電子、素粒子のようなマイクロ世界を支配する「量子力学」の基本原則に基づく、画期的なコンピュータである。現在、私たちが普段使っているパソコンのような普通のコンピュータにも、量子力学は活用されている。たとえば CPU や記憶装置など各種半導体製品は、量子力学をベースとする固体物理学に基づいて作られている。しかし、それはあくまでコンピュータの素子、つまり部品レベルの話である。これに対し、量子コンピュータとは、コンピュータが行う計算の方法に量子力学の原理を導入するものである。これによって、「量子並列性」と呼ばれる特異な性格がコンピュータに生まれ、桁外れのスピードアップがもたらされる。それは従来のコンピュータが、ほとんど原始時代の石器のように見えてしまうほどのスピードアップなのである。

情報処理能力の進化比較



量子コンピュータの原理と既存のコンピュータとの違い

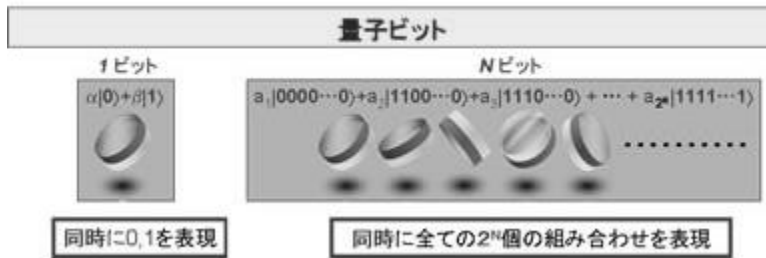
量子コンピュータで出来ることは、既存のコンピュータに出来ることと同じである。しかし、その計算速度が一般のコンピュータと比べて(スーパーコンピュータと比べても)桁違いに高速である。例えばスーパーコンピュータでも計算に1千万年かかると言われている300桁の素因数分解を、数十秒で解いてしまうと言われる。何故それほどまでに早いのか。その秘密は計算に使う量子ビット(「qubit」と呼ばれる)にある。

はじめに結論を述べると、量子コンピュータは**並行式の計算が可能**なのである。

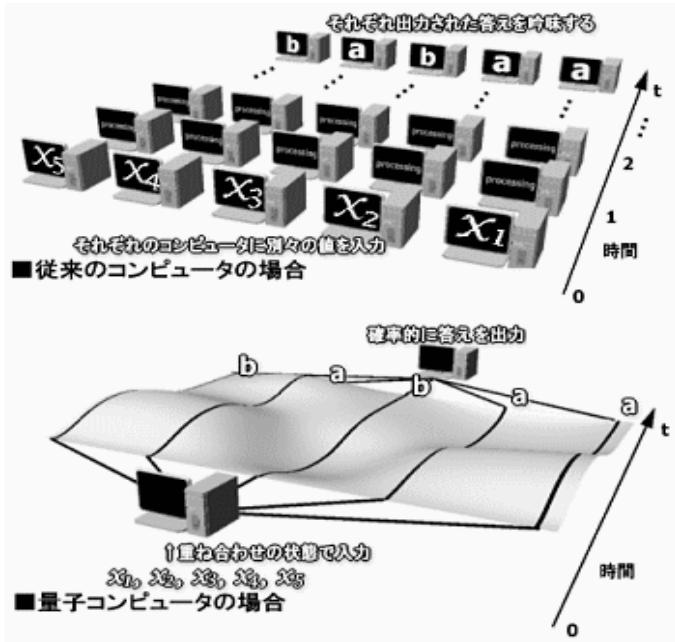
一般にコンピュータでは、その内部状態を表現する各ビットが0か1かのいずれかを表す。そこではn個のビット列は、0と1の組み合わせ方に応じて全部で(2のn乗)個の状態を表すことができる。



これに対し量子コンピュータでは、0 or 1 の値以外にもそれらの「量子的重ね合わせ」の状態もとることができる。この状態で計算すると、0 の場合と 1 の場合の両方について並行して計算が行われる。



例えば量子ビット 10 個用意して全ての量子ビットを重ね合わせた状態にして計算すれば 1024 通りの計算が並行して行われる。イメージ的には 1024 種類の状態の重ね合わせになっている。



従来のコンピュータ
 $a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow g$

量子コンピュータ
 b
 c
 $a \rightarrow d \rightarrow g$
 e
 f

最終的に答えを出力するときには、観測時における「波束（確率分布）の収束」と呼ばれる現象によって、(2 の n 乗) 個の状態がたった 1 つの状態へと収束する。これが問題の解となる。

簡単に言うと、4 ケタの数字のパスワードを解読する場合、現在のコンピュータでは「0000」から「9999」の 1 万通りの数字を順に打ち込んでいくやり方で解く。しかし量子コンピュータは 1 万通りの数字を一度に全て入れてしまう。そのため、解読に必要な時間が圧倒的に短くて済むのだ。

量子コンピュータにしか出来ないこと

量子コンピュータは、いわゆる「NP 困難問題」と呼ばれる問題を解決できるとされる。NP 困難問題とは、それを解くためのアルゴリズム（問題を解くための手順）は解明されているのだが、それを使って実際に問題を

解こうとすると、あまりにも計算量が大きすぎて、何千年も何万年もかかってしまうような問題である。つまり理論的には解けるのだが、現実的には解けない問題と言える。

これに対し量子コンピュータでは、前述の原理により、内部のビット数を1つ増やすだけで、並列処理を行う内部コンピュータの数を2倍に増やすことができる。この仕組みにより、原理的には「2の100乗」個とか「2の1000乗」個といった、途方もない数の並列処理コンピュータが（1台の量子コンピュータの内部に）実現できる。これにより、現在最速のスパコンでも解けないNP困難問題を、ほぼ瞬時に解くことができるのだ。NP困難問題はIT、金融、医薬品、航空、軍事など様々な産業領域に存在し、それらを解くために異次元のスピードで動作する量子コンピュータの出現が待たれている。

実現した量子コンピュータ

こうした言わば「夢の次世代コンピュータ」を実現するため、米国をはじめ先進諸国では巨額の資金を投入して量子コンピュータの開発を進めている。日本でも同様のプロジェクトが既に開始されており、これまでに約30億円の国費が注ぎ込まれたと見られる。

量子コンピュータの実現には、まだまだ多くの課題が残されており、今すぐ使えるというものではない。だが、目標が遠いためかその研究には切迫感が欠け、しかもそれを容認する傾向が生まれてしまう。これまでのところ、米国や日本をはじめ世界各国の量子コンピュータ・プロジェクトは実に基礎的な研究レベルにとどまっている。

例えば「量子コンピュータ用のビット（qubit）を3個つないで実験しました」とか「量子コンピューティングによって、15を5と3に素因数分解できました」とか、そういうレベルなのである。

つまり現状では、量子力学の原理が情報処理（コンピュータの計算方法）に応用できることは分かっているものの、それが実用化されるのは何十年も先になる、とされている。

「それは 50 年先」と言う人もいれば、「いやいや、それでは余りに先の話過ぎるから、せめて 30 年先にしておこう」と言う人もいる。米 IBM の研究者は「15 年先」と言っているが、それでも大分先の話であるし、恐らくハッターリや希望的観測も含まれている。

そうした状況の中 2013 年 5 月 16 日に、一般にほとんど知られていないカナダのベンチャー企業「D-wave systems」社が「512qubit」という本格的な量子コンピュータを製品化し、それを NASA と Google、USRA が協力して、導入して機械学習などの研究を行うことが発表された。

D-wave 社は多くの批判に晒されている。自分たちができないことをやったことに対する感情的、政治的な事情があるのはもちろんだが、純粋に科学的に見ても、まだ疑問の余地が残されている。

まず批判される原因の一つが同社の採用した方式が、量子コンピュータ関係者の間では一種「異端」と見られていることだ。1985 年にイギリス人の物理学者、デビッド・ドイッチュ氏が最初に本格的な量子コンピュータを提唱して以来、その研究開発は概ね「量子ゲート」と呼ばれる方式に基づいて進められてきた。

厳密な解説は省くが、量子ゲートとは要するに、現在広く使われている汎用デジタル・コンピュータの基本素子である論理ゲート（AND（アンド）、OR（オア）、NOT（ノット）、XOR（エクスクルーシブ・オア）など基本となる論理演算を行うもの）と呼ばれるものを、量子力学の原理で再構成したものだ。現在、米国や日本をはじめ世界の量子コンピュータ開発の大多数が、この「量子ゲート」方式に基づいていると見てよい。言わば、量子コンピュータ開発の主流方式である。しかしまだまだ研究段階であり、制御 NOT ゲートがようやく実現されたというところである。

これに対し D-Wave の"量子コンピュータ"は、「量子アニーリング」と呼ばれる全く別の方式に基づいて作られている。これは一種のアナログ計算方式であり、汎用のデジタル計算方式に比べて応用範囲が狭い。そのせいか、量子アニーリングの基礎研究は為されているものの、これを使って実用的な量子コンピュータを開発しようとする試みはほとんどなかった。

しかし D-Wave はこの異端の方式を採用し、(あるベンチマーク・テストにおいて)従来型コンピュータの 3600 倍もの処理速度を達成した。しかも、これを使ってグーグルが人工知能の研究開発をできるほどだという。これと「 $15 = 5 \times 3$ 」という段階にある他の量子コンピュータ（量子ゲート方式に従う）を比べれば、そこには眩暈がするほどの落差がある。

このように、みんなとは違う方法で他者を出し抜いたことも、D-Wave への風当たりが強い理由の 1 つと見られる。

量子コンピュータのこれから

D-Wave 量子コンピュータは真の量子コンピュータではないという人がいる。たしかにできることは限られている。今現在 D-Wave が力を発揮するのは巡回セールスマン問題を典型とした組み合わせ最適化問題だけである。

しかし侮ってはいけない。組み合わせ最適化問題が適用できる問題はたくさんある。例えば人工知能の一分野である機械学習、音声認識、イメージ認識、ゲノム解析、タンパク質の折りたたみ、スケジューリング、リスク解析などである。航空会社、製薬会社、金融機関などが顧客になりうる。

確かに D-Wave は今まで学界が総力を挙げて研究してきた量子コンピュータとはタイプが異なる。また完全に量子的かどうかにも、問題はあある。だが D-Wave が真の量子コンピュータかどうかという宗教論争よりは、それが実際に役に立つかどうかの方が重要だと思う。現状ではアルゴリズムの研

究がまだ不十分なので、その能力を十分に発揮できていない。普通のコンピュータに比べてそれほど速くないという主張は、生まれたばかりの赤ん坊に大人と競争しろと言うようなものだ。またいわゆる「真の量子コンピュータ」は、まだ生まれてもいない胎児であるから、こちらは出発点にも立てない。そうなら、すでに生まれた子供の将来に期待するのが良いかもしれない。

D-Wave 社の過去の実績では、毎年量子ビット数は倍増している。D-Wave 量子コンピュータの構造上、量子ビット数は 4 倍ずつ増やすのが良い。すると 2 年後、つまり 2015 年には 2048 量子ビットを持つ D-Wave 3 が発表されるであろう。その調子で行けば、2017 年には 8192 量子ビットになる。そのころになってもまともな「真の量子コンピュータ」が出来ているかはあやしい。

真の量子コンピュータは夢のコンピュータである。核融合もまた夢のエネルギー源であると言われてきた。それは 20 年後には実現するだろうと、1960 年代から言われてきたのだが、まだ実現していない。量子コンピュータも 1980 年代から夢のコンピュータだと言われてほぼ 30 年がたつ。量子ゲート法では 10 量子ビットを超えることすら難しいと言われている。量子コンピュータが夢のコンピュータであるという意味は、むしろ実現しない夢物語に近い。

それよりもむしろ、今確かにある D-Wave のこれからの注目したい。しかし、量子コンピュータが実現してしまうと、どうやってもコンピュータに将棋で勝てなくなるのは少し寂しいと思った。

出典

はてなキーワード様

<http://d.hatena.ne.jp/keyword/%CE%CC%BB%D2%A5%B3%A5%F3%A5%D4%A5%E5%A1%BC%A5%BF>

Misatopology 様

<http://misatopology.com/>

Digital Experience! 様

<http://digitalexperience.ismedia.jp/>

甲南大学文化会 KSWL 技術部門

HP <http://www.club.konan-u.ac.jp/~KSWL/tech/>