

世界科学大事典

Encyclopedia of Science and Technology
McGraw-Hill-Kodansha

4

キ-ク

N 61/007

Encyclopedia of Science and Technology

McGraw-Hill·Kodansha

世界科学大事典

講談社

4

Encyclopedia of Science and Technology

世界科学大事典

発行 昭和52年3月20日 第1刷発行
昭和54年11月27日 第3刷発行

編集 講談社出版研究所

発行者 野間省一

発行所 株式会社講談社

所在地 東京都文京区音羽2-12-21 電話東京(03)945-1111(大代表)

郵便番号 112

振替 東京8-3930

製版・印刷 凸版印刷株式会社

製本 大製株式会社

用紙 三菱製紙株式会社

表紙 東洋クロス株式会社

N. D. C. 403 520p. 31×22cm
©KODANSHA 1977 Printed in Japan

落丁本、乱丁本はおとりかえいたします。

3540-439549-2253 (0)

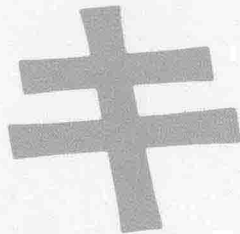
世界科学大事典

4

キ-クン

McGRAW-HILL ENCYCLOPEDIA OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1971,
McGRAW-HILL YEARBOOK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1971,
McGRAW-HILL YEARBOOK OF SCIENCE AND TECHNOLOGY Copyright©1972,
by McGraw-Hill Book Company Inc.

Japanese translation rights arranged through Charles E. Tuttle Co., Inc., Tokyo.



キー～菌類

キー

[Machine key] 回転する軸に、歯車、滑車、クラックなどを一体に結合するための細長くさび状の小片。普通のキーの機能は、軸とそれに結合した部品(例えば歯車などのボス)との相対的な回転が起らないようにすることであり、キーは軸とボスが接する面に両者にまたがって作られたキー溝に差込まれて、結合の役目を果たす。キーにはさまざまな型があるが、どれを選択するかは動力の条件、結合の安定度、コスト等に左右される。軽動力の場合は、丸い軸部か軸の平面部に止めねじを締付けてもよいが、多くの場合には、キーのような積極的な結合が必要となる。止めねじというのは、キーを固定させ軸方向の運動をなくすためによく使われるものである。

一般の機械類に広く用いられているのは、断面が正方形をしている角キーである(Fig. 1a)。長方形断面の平キーは、工作機械のように特に結合の安定性が望まれる場所に使う(Fig. 1b)。角キーや平キーには、断面が一様であるもののほか、テーパをもつものもある。テーパキーは、幅は一様で高さにテーパをもつが、取外しに便利のようにジブ頭をもっている頭付きキーの場合もある(Fig. 1c)。

ケネディキーは重荷重の場合に使うもので、2本のキーが90度離れて打込まれる(Fig. 1d)。

ウッドラフキー(半月キー)には、特殊な側(フ)フライスで加工したキー溝を必要とする(Fig. 1e)。そうすればこのキーは、ひとりでにキー溝と一致する仕組になっている。ただ、このキーの弱点は直型のキーよりも軸が弱くなることである。

丸キーまたはピンの場合には、軸のキー溝の応力集中が少なくなるという利点があるが、この場合には、ボスと軸をはめ合せた後に、ピンをはめる穴をドリルしなければならない(Fig. 1f)。これは製造上不利な点で、また互換性もなくなってしまふ。

スプライン結合は、フライス削りしたスプライン軸と、ブローチ削りした内側スプラインからなる(Fig. 1g)。スプラインとは、本質的には軸に多数のキーを付けたものであるが、このスプライン結合は大量生産に向くという利点があり、半径方向に余地を残しておかなければならない場所に用いる。

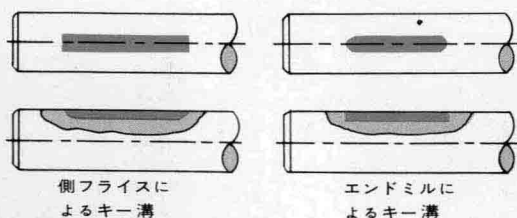


Fig. 2 キーの型(P. H. Black and O. E. Adams, Jr., Machine Design, 1968)

角型のスプラインは、低歯のインポリュート・スプラインにしたいに代られつつある。このスプラインは、強度、自動心立て、生産の経済性の面で有利だからである。

直型のキーのキー溝は、そり型のキー溝を作る側フライスか、またはFig. 2に示すようなキー溝を作る底フライスで工作する。そり型キー溝は底フライスの場合よりも、キーの端とキー溝の端の間にもっと大きな余地を必要とする。このため肩部では、エンドミルのキー溝の方が好まれる場合が多い。しかし、底フライスのキー溝の場合は、そり型のものより耐久限度が落ちる欠点がある。

一方、キーの付いた歯車や滑車を、軸方向に滑らせる必要がある場所で使うのがフェザーキーである。キーは一般に、軸にしっかりとめられているが、キーとキー溝の間にはすきまがあるものである。また動力の伝達中に、歯車や滑車を軸方向に動かさなければならない場合、ボスを軸方向に動かす力は必要最小限であることが望ましい。このような見地から、等しい間隔で設置された2本のフェザーキーは、必要な軸方向の力が1本のキーの場合の半分ですむというメリットがある。

[PAUL H. BLACK]

気圧 きあつ

[Air pressure] 空気と接する任意の面に対して空気が働く単位面積当りの力のことで、空気分子がその面に衝突することによって生じる。これは空気に対向する面の圧力と等しく、向きが逆で、普通に運動する大気中においては、その高度以上の大気の重量とほぼつりあっており、海面での大きさは約 1 kg/cm^2 である。気圧は、あらゆる方向で等しく、気圧の測定によく使われるトリチェリー気圧計での水銀柱の重量とつりあう力である。→気圧計

単位 気象学で主に用いられる気圧の基本単位はバール(bar)で、バールは $1,000,000 \text{ dyn/cm}^2$ と定義される。また1バールは1,000ミリバール(mbarまたはmb)、または100センチバール(cbarまたはcb)である。ほかに広く実際に使われているものとしては、標準状態における水銀気圧計の水銀柱の高さを基準にして、普通ミリメートルまたはインチの単位が用いられている。標準大気(760 mmHg)自身もまた単位として、主に大きな気圧を扱う技術者の間で用いられている。

以下の等式は圧力の単位の換算でよく使われている関係式である。ここで(mmHg)_nおよび(inHg)_nは、それぞれ標準状態での水銀柱の高さをミリメートルおよびインチで示したもので、(kg)_nと(lb)_nはそれぞれ標準重力下における標準キログラムおよびポンド原器の重さを示したものである。

$$1 \text{ mb} = 1000 \text{ dyn/cm}^2 = 0.750062 (\text{mmHg})_n \\ = 0.0295300 (\text{inHg})_n$$

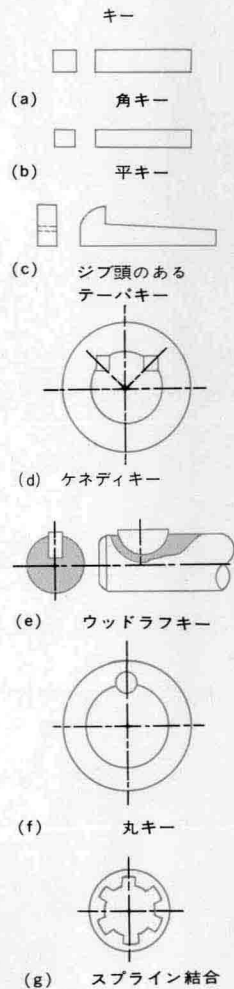


Fig. 1 キーの型(P. H. Black and O. E. Adams, Jr., Machine Design, 1968)

$$\begin{aligned}
 1\text{atm} &= 1013.250\text{ mb} = 760\text{ (mm Hg)}_n \\
 &= 29.9213\text{ (inHg)}_n = 14.6959\text{ (lb)}_n/\text{in}^2 \\
 &= 1.03323\text{ (kg)}_n/\text{cm}^2 \\
 1(\text{mmHg})_n &= 1\text{ Torr (トル)} = 1.333224\text{ mb} \\
 &= 0.03937008\text{ (inHg)} \\
 1(\text{inHg})_n &= 33.8639\text{ mb} = 25.4\text{ (mm Hg)}_n
 \end{aligned}$$

高度変化 気圧は、上に乗っている大気の重量とほとんど厳密につりあっているの、静力学の式(1)に従って、高さが高くなるとともにその大きさは減少する。

$$dP = -\rho g dZ \quad (1)$$

ここで P は気圧、 ρ は密度、 g は重力加速度である。 Z は平均海面からの高度で、 dZ は空気の無限小の層厚、 dP は高度変化 dZ に伴う気圧の変化量である。 P_1, P_2 をそれぞれ高度 Z_1, Z_2 での気圧とすると、次式(2)の右辺は、高度 Z_1 と Z_2 の間にある空気柱の重量を表している。

$$P_1 - P_2 = \int_{Z_1}^{Z_2} \rho g dZ \quad (2)$$

特殊な場合として、 Z_2 を気圧がゼロになるような高さにとると、 $P_2 = 0$ となり、式(2)から、静力学平衡の大気についての、高度 Z_1 に対する気圧 P_1 が得られる。

よく知られている気圧、温度、密度に関する完全気体の法則に基づいて、空気の密度と温度および気圧の関係式を式(1)に代入し、それを高度 Z で積分すると、静力学平衡における乾燥大気の測高公式となる。式(3)は、90 km 以下の高度で有効である。

$$\log_e \left(\frac{P_1}{P_2} \right) = \frac{M}{R} \int_{Z_1}^{Z_2} \frac{g}{T} dZ \quad (3a)$$

$$Z_2 - Z_1 = \frac{R}{M} \int_{P_2}^{P_1} \frac{T dP}{g} \quad (3b)$$

ここで g は重力加速度、 M は乾燥空気のグラム分子量 28.97、 R は理想気体 1 モルの気体定数 8.31470×10^7 erg/(mol)(K)、 T は絶対温度(K)による気温である。

ここで、微量の水蒸気が空気密度に対して及ぼす効果を、 T を次に述べる T_v で置換えることで認められるならば、式(3)は現実の湿潤大気に対しても使用できる。 T_v とは式(4)で与えられる実効温度である。

$$T_v = T \left[1 - \left(1 - \frac{M_w}{M} \right) \frac{e}{P} \right]^{-1} \quad (4)$$

ここで、 e は空気中での水蒸気の分圧、 M_w は水蒸気のグラム分子量 (18.0160 g/mol) および $(1 - M_w/M) = 0.37803$ である。

式(3)は、実際的には、海面からの高度による気圧の分布を計算するときに使われる。中緯度での平均値をもとにして、標準大気の気温の高度分布が、国際的な取決めによって定義されている。したがって標準大気を用いることにより、式(3a)と(3b)の積分の見積りから気圧と高度との間に一義的な関係を与えることが可能になる。この関係は、アネロイド型気圧計を基本としてできているあらゆる高度計に用いられている。気圧から見積られた高度と本当の高度との間には、しばしば大きな差異がみられる。しかしすべての高度計が標準大気との関係を用いているので、それらの差異は、その位置においてはどの高度計に対しても同じであり、飛行機の相対高度を決定するうえでは問題はない。しかし、山などは高度が決っているわけだから、実際の大気と標準大気との差異が原因となって、事故が起ることもあった。→圧力高度計

水平および時間変化 気圧は、前に述べたように垂直変化が大きいのに加えて、水平方向および時間的にも変化する。海面高度での気圧変化は、毎日のルーチン業務として地図に書きこまれ、もし観測点が高地にあるときには標高に対する補正もなされ、そして解析される。そ

の結果、高気圧や低気圧の等圧線が書かれているよく見慣れた天気図となる。海面高度の気圧分布は西から東に向うことが主な特徴的動きであり、そのために定まった地点では気圧の特徴的な変化が起る。その変化の量は数日間数%である。また普通の天気図では小さすぎて見えないが、海面高度における気圧の小規模な変化も存在している。それらは、小規模な波動や乱流などの大気の運動と関連している。比較的大きな変化が雷雨やその付近で見いだされるが、その最も強い場合はトルネードの低圧部である。トルネードの中で気圧降下は、大気による大きな破壊作用となる可能性があり、事実トルネードの通過域にみられる建物の崩壊の主原因となっている。→天気図；等圧線

中緯度の海面上 1,000 m までの高度では、大陸の気圧は冬に少し高まる傾向がある。しかし大陸でも、さらに上の高度や海洋上ではその逆になる。

気候的に平均値をとった各種の天気図をみると、高気圧や低気圧が卓越する特別の地域のあることがわかる。海洋上では 30°N ~ 30°S の緯度帯が相対的に気圧の高い地域になりやすく、特に夏に最も著しい。アジア大陸は冬に大きな高気圧系、夏に低気圧系が卓越する。冬の強い低気圧地域としては、アリューシャン、アイスランド、グリーンランドおよび南極地方などがある。またこれら高気圧、低気圧の作用中心からは分流が生れ、それらは非常に長い距離を移動するが、最終的には摩擦によって消えてしまう。

大陸上では、冬、春そして秋の季節には、一連の高気圧・低気圧系が形を変えながら、平均 6~9 日、ときには 3~4 日の周期で通過していく。また気圧の振幅変化は、平均的な気圧の場合よりも、低気圧の中心では 15~25 mb 低く、高気圧の中心では 15~20 mb ほど高い。中緯度の夏は、一般的に気圧変化の周期がより長く、また振幅はほかの季節よりも小さい(表参照)。

熱帯では、ある季節に顕著な高・低気圧系が通過するという事は比較的少ない。しかし気圧記録計に現れる最も注目すべき特徴は、気圧の日変化である。この気圧の日変化は、地上ではいくつかの例外を除いて規則正しく、地方時の午前 10 時付近と午後 10 時付近とに 2 回の極大があり、午前 4 時付近と午後 4 時付近とに 2 回の極小がある。

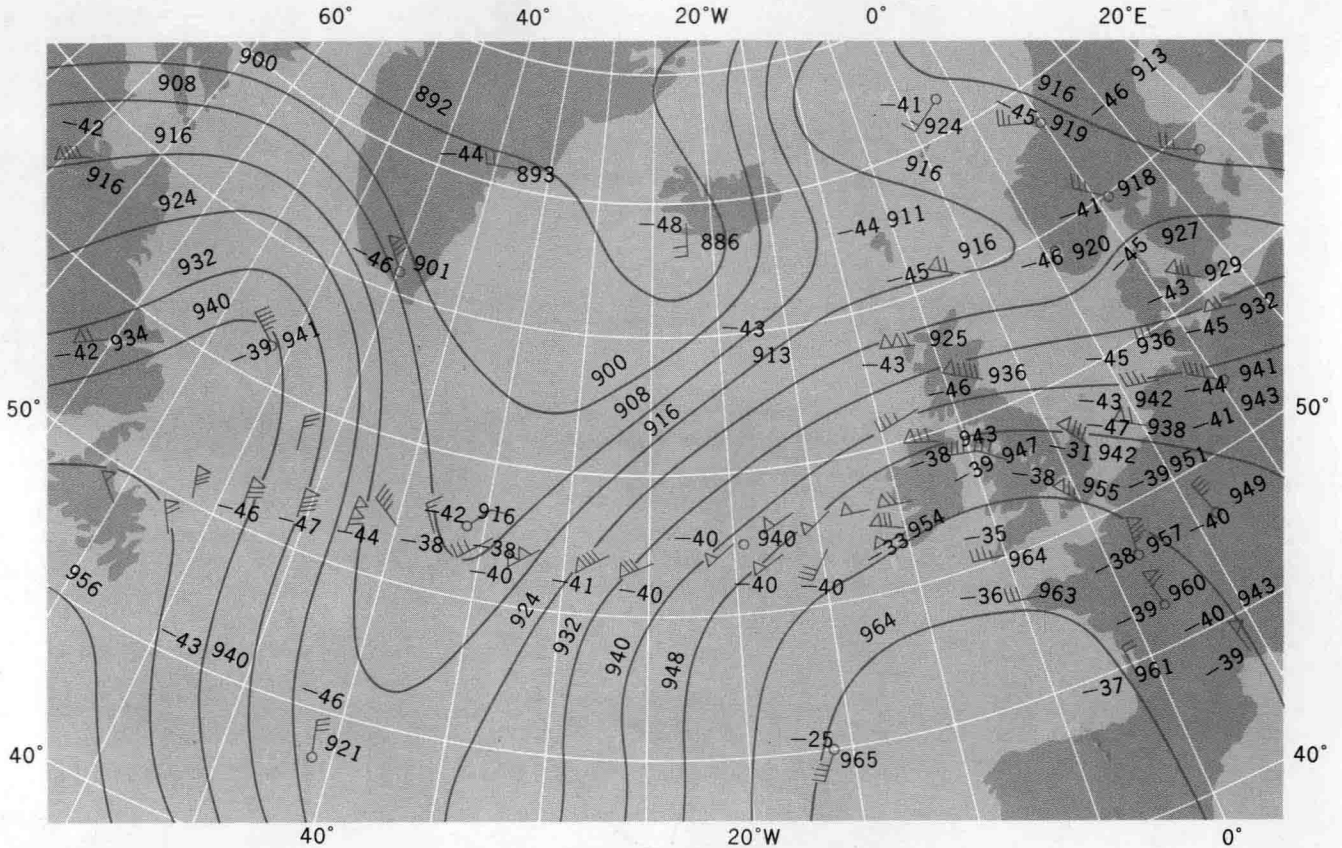
気圧の日変化の振幅は緯度の関数であり、近似的に次のような平均で表される(緯度 N とミリバールで示した振幅)。すなわち、 0° - 3 mb, 30° - 2.5 mb, 35° - 1.7 mb, 45° - 1.2 mb, 50° - 0.9 mb, 60° - 0.4 mb などであるが、これらの結果は、陸上の多くの観測点における何千という気圧の

海面からの高度における中緯度での平均気圧と平均気温*

海面からの高度			
標準ジオポテンシャルメータ, m	緯度 $45^\circ 32' 40''$ での m	気圧 (mb)	仮定気温 (K)
0	0	1.01325×10^3	288.15
11,000	11,019	2.2632×10^2	216.65
20,000	20,063	5.4747×10^1	216.65
32,000	32,162	8.6798×10^0	228.65
47,000	47,350	1.1090×10^0	270.65
52,000	52,429	5.8997×10^{-1}	270.65
61,000	61,591	1.8209×10^{-1}	252.65
79,000	79,994	1.0376×10^{-2}	180.65
88,743	90,000	1.6437×10^{-3}	180.65†

*北緯 $40 \sim 49^\circ$ の北半球の観測点における高度 32,000 m 以下でのラジオゾンデ観測や、ロケットおよびそれから切離された測器などによる観測に基づいた近似的な年平均値。電光観測から得られたいくらか密なデータも考慮されている。32,000 m 以上の値はほとんど空気密度の高度分布の観測値に基礎をおいて計算された。1 列めと 2 列めの数の相関に対しては、 G は、標準ジオポテンシャルメータ (m) 当り $98,066.5 \text{ cm}^2/\text{sec}^2$ である。3 列めまでの数値は飛行機の高度計の検定に使われる。

†90,000 m 以上では高さとともに気温が上がり、空気の成分も変化するので、空気の分子量が徐々に減少することになる。



1960年6月16日の300mb面の10mごとの等高度線と気温(°C)および風の観測値 風は、風向を示す矢羽根と1本が10m/secに当る棒線で描かれている。三角印は、50m/secを表す。

記録から統計的に解析されたものである。これをみると自然地理的特徴や気候要素の影響を受けて、日変化に地域的な特異性が現れていることがわかる。山岳、谷、海、標高、地表の状態、温度変化や季節などが地域的な影響を与えるし、また雲量、降水量や日射のように、変動する大気の状態も影響を及ぼす。アメリカ西部の山岳地帯では、地方時でのおよそ午前8~10時に1回の極大、午後5~7時に1回の極小が現れるが、その振幅は同緯度のどの地域よりも大きく、特に暖候期にはそうである(例えば、日最高と日最低の差が約4 mb)。

大気中のさらに高い所では、気圧の変化は式(3a)に従って、気温の変化と密接に関連している。高度10 kmくらいまでは、高緯度の方が気温が低いので、上層における気圧は、極に向って下がるようになる。図には、海面上約10 kmの高度での典型的なパターンを示してある。上層での気圧のパターンを表現する習慣として、ある水平面での気圧の変動ではなく、この例では300 mbであるが、一定の気圧の面における高度の変動を示してある。→気温

気圧の緯度方向の変化のほかに、この図には気圧場の特徴的な波状パターンが示されている。また偏西風帯内に波動の形をした中緯度の風速の極大値も示してあり、この極大値はジェット気流として知られている。成層圏では高さおよそ80 kmまで、気圧の変化を小さくするような気温の分布になっている(例外として高緯度の冬、10 km以上のところに比較的大きな変化がある)。また80 km以上では、気圧の相対的な変化はふたたび大きくなる。このような極めて高いところは気圧や密度は小さいが、ロケットや人工衛星の飛行にとっては重要であり、したがって高層でのそれらの変化も同様に重要となる。

風と気圧の関係 気圧の実際上の重要性は、風や天気との関連にある。つまり普通の天気図に表示されていることから明らかなように、気圧が天気予報の基本的な指標になっているからである。

気圧の水平方向の変化は、空気に対する水平方向の圧

力を意味している。このことはちょうど垂直方向の気圧変化が、式(1)からわかるように、垂直方向に空気の重量を支える力となっているのと同じである。この水平力は、反対向きの力がなければ、空気を加速し、気圧の高い方から低い方に吹く風を作る。海陸風は、そのような風の例である。しかし気圧変化の規模が大きいときや時間的な変化が比較的ゆっくりしている場合は、地球の回転が地衡風や傾度風のバランスをもたらして、風を等圧線に沿って吹くようにする。このような状態は、通常の天気図にみられるようなゆっくり移動する高気圧、低気圧、あるいは図に示されたような高層天気の変動に伴って気圧変化が起る場合に現れる。図にはそれらの関係がよく示されている。→地衡風

大気下層200~300 mまでの地面付近の風は、ある程度地面の粗さに応じて摩擦によって引きずられる。この力が先に述べたバランスをくつがえすので、風は気圧の高い方から低い方へ等圧線をいくらか斜めに横切って吹くようになる。

天気図に現れるような大規模な気圧の変化は、天気に影響を与える大気の垂直運動の特徴的なパターンと密接な関係がある。高気圧内の空気の下降は、断熱圧縮によって大気を暖め乾燥させるし、低気圧内の空気の上昇は大気を冷却し、水蒸気の凝結によって、雲や雨の天気をもたらす。低い高度でのこれらの過程は、より上の高度でも起きており、これらのことを考えれば、家庭用の気圧計になぜ晴、曇、雨などが記入されているかが理解できるだろう。

[RAYMOND J. DELAND]

気圧計 きあつけい

[Barometer] 気圧を測定するための絶対圧力計。基本型は液体圧力計で、一端を閉じた管に水銀を満たして水銀だめに垂直に立てると上端に真空ができ、水銀柱の高さで絶対気圧を測定する。→圧力測定；液管圧力計
見かけの水銀柱の高さは、標準状態(0°C)に温度補正する。このため、付着温度計と呼ぶガラス水銀温度計が

付いている(図参照)。また、地面で気圧測定したときには、その観測値を平均海面(標準気圧760 mm水銀柱)値に換算する必要がある。

目盛は、mmまたはin水銀柱で目盛られており、正確に細かく(0.1 mmまたは0.005 in)読むためにバーニヤ目盛がついている。また、水銀だめの液面は、マイクロメータ式のねじで調節して、目盛をゼロ基準点に合せる。

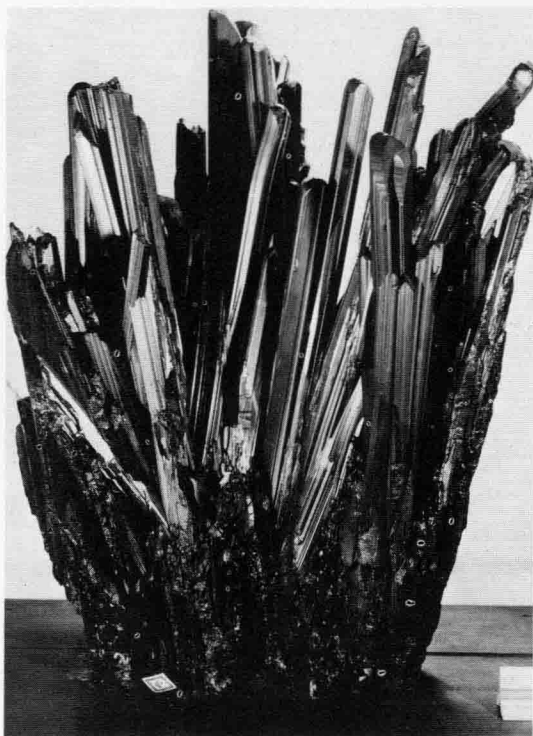
金属ダイヤフラム(隔膜)を使うアネロイド(無液体という意味)気圧計(読取式および自記式)は、敏感だが、精度は水銀気圧計より低い。

[B. HAINSWORTH/H. PAYNE]

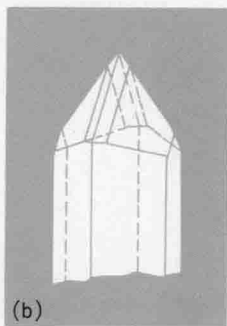
輝安鉱 きあんこう

[Stibnite] Sb_2S_3 (三硫化アンチモン)の組成をもつ鉱物で、アンチモンの重要鉱石。斜方晶系の細長い柱状の結晶で縦に条線が走り、ときにわん曲したり折れ曲ったりしている(図参照)。葉片状、粒状あるいは塊状集合体をなすこともある。完全なへき開が1方向あり、交差条線を示す。硬度はモース硬度計で2、比重は4.5~4.6である。光沢は金属光沢で、色は鉛灰色ないし黒色。マッチの炎(525°C)で容易に熔融する数少ない鉱物の1つである。

輝安鉱は、ほかの2,3種の鉱物と一緒に花コウ(崗)岩および片麻岩中の石英脈中に見いだされる。またシン(辰)砂、鶏冠石、石黄、金、方鉛鉱およびセン(閃)亜鉛



(a)



(b)

輝安鉱 (a)愛媛県市ノ川産の輝安鉱の群晶(三菱金属鉱業中央研究所和田標本所蔵)。(b)結晶形(Dana's Manual of Mineralogy, Wiley, 1959)。

鉱と一緒に産出することもある。石灰岩中の交代鉱床はおそらく温泉による沈殿の結果であろう。ドイツ、ルーマニア、フランス、ボリビア、ペルー、メキシコの多くの鉱業地帯で発見されている。第2次世界大戦以前で経済的に最も重要な鉱床は中国雲南省であった。アメリカでは、アイダホ州スチブナイトのイエローパイン鉱山が最大の産地である。ネバダ州およびカリフォルニア州にも産地がある。また日本の愛媛県市ノ川鉱山の輝安鉱の美晶は、1882年から86年ごろの間に産出し、アンチモンの鉱石としてよりは結晶標本として諸外国に大量に輸出され、欧米の主な博物館でこの標本を展示していないところはないほどになった。かわりに国内の博物館にはよい標本がなくなってしまったほどである。市ノ川鉱山産の結晶は最大長さ60 cmにも達する巨晶である。→アンチモン [CORNELIUS S. HURLBUT, JR. 砂川一郎]

キイチゴ 小果樹栽培

キーウィ目 もく

[Apterygiformes] 地上性の鳥類の1目で、キーウィ科(Apterygidae) 1科からなり、ニュージーランドに生息するキーウィ(kiwi)が属する。現生のキーウィには3種があり、いずれも形態が似ていて、このうちタテジマキーウィ *Apteryx australis* がいちばん大きくて、最もよく知られている。キーウィは元来森林性の鳥であるが、ヨーロッパからの植民者によって生息場所が破壊され、生息数が減少した。しかしもっと直接的には、肉や羽毛用に捕獲されたことが減少の原因である。今では人間の手の加わった環境にある程度適応しているようなので、ニュージーランド政府はこの鳥を厳しく保護している。

夜行性ではあるが、フクロウ、ヨタカ、ゴイサギなどとは異なり、目は小さくて視力は弱い。ミミズやその他の地中の無脊椎(蛭)動物を長くくちばしで探してとる。そのため鼻孔がくちばしの先端近くについている。嗅覚(嗅)がよく発達した鳥はほかにも知られているが、ほとんど嗅覚に頼ってえさを捕る鳥は、キーウィ以外にはないであろう。つばさは退化しており、脚は比較的短いがじょうぶである。地中の穴に営巣し、そこで日中の休息もする。卵は非常に大きく、成鳥との比較だと鳥のうちで最大で、雌の体重の4分の1もある。ダチョウやエミューとは、大きさや体つきが非常に違っているが、キーウィは平胸類と総称される大形の飛べない鳥と類縁関係があって、彼らと解剖学上、あるいは行動学上の多くの共通の特徴がある。特に、やはりニュージーランドに分布していてすでに絶滅した恐鳥類(モア)とは密接な類縁がある。キーウィとモアは細長くてかたい羽毛をもっている点も似ている。→恐鳥類; 鳥類(綱); 平胸類

[KENNETH C. PARKES]

記憶 きおく

[Memory] 過去の事象の追想とか、以前に学習した技能をある時間後、練習せずに遂行することは、記憶が働いている証拠である。ある生体が記憶しているというためには、その生体の現在の行動が、その過去の経験によって影響されていなければならない。しかし、これは、身体的成長とか疲労によってもたらされる変化を当然含むので、十分な条件ではない。記憶が生じたというには、その生体が、与えられた刺激を以前に受けた刺激と比較しなければならず、またその行動がこの比較を反映するものでなければならない。それゆえ、記憶の概念は、時間的に分離された2刺激間のある種の連合環の形成を示す。これが生ずるためには、最初の刺激がその生体に永続する変化を生じなければならない。この変化はよく記憶こん跡とかエングラム(engram)といわれているものであり、生体の行為を、ある測定可能な方法で変化させなければならない。記憶の実験的研究において

は、生体に制御された刺激を与え、そしてある時間たつてからなんらかの定量的な方法で、行動的な出力を測定する。そのような研究は、記憶の心理学的法則を明確にするために、また記憶が生じている神経学的基礎を研究するためにも行われる。

記憶に影響する要因 記憶の研究は学習の研究、および忘却の研究と分離できない。学習は、練習によって生ずる行動の変化と定義されるであろう。非常に多くの研究が、学習過程そのものの研究に向けられてきた。他方記憶の実験的研究は、学習が完了したのちに生じている事象の方に向けられてきた。生体内における記憶こん跡とかエングラムの存在は、生体の行動の変化からのみ推論でき、記憶は、そうした変化の説明に用いられる仮説的概念である。

行為は、記憶とは直接には関連しない動機づけの変化とか覚醒(覚)水準の変化、あるいは疲労とか病気などの種々の状況によって変化し得る。それゆえ、行為は、訓練とか検査時の条件次第で記憶を比較的正確に反映したり、あるいは不正確に反映するであろう。ほとんどの研究がこれらの変数を可能なかぎり制御することをねらっている。

訓練の状況と、最後に行為を測定することとの間には、一定の過程が生体内に生じていると考えられる。これらの過程は概念的には3段階に分けられるであろう。すなわち、記録、保持および再生である。刺激は、もしなんらかの方法でそれを感じないように動物に与えられた場合、行動的效果を生みだせない。動物は、固有な受容器を欠くために刺激を感じないかもしれないが、固有な受容器を有している場合でさえ、種々の要因が、質的にも量的にも入力に影響して、それらの機能を変化させる。受容した情報のある期間にわたって保有する生体の能力は保持として知られている。その情報は、なんらかの方法で脳に蓄えられていると考えられており、この蓄積が生ずる方法は多くの推論と実験の主題となってきた。しかしこの蓄積は行われているであろうし、この情報を利用するために、生体は蓄えられた情報を解放する能力を有するに違いないことは明らかである(再生)。

情報は保持されているが、なんらかの理由で、検査時には利用されることが理論的には成立し得る。しかし、生体が記憶していたかどうかを決定する場合、記憶が検査された条件を定めることが必要である。例えば、ヒトでの実験では、一連の語の記憶は再認、想起あるいは再学習によって検査される。再認では被験者は、他の中立語を入れて、でたために配列された語表から学習した語を選ぶように要求される。そして想起では、記憶でその語を反復するよう求められる。再学習では、被験者は、初めの訓練中に達したのと同じ遂行の水準に到達するよう要求される。初めの遂行と比べて、これに要する試行回数の減少が、その課題に対する記憶の測定値である。再認は、普通には、想起よりも容易な課題である。

記憶の検査法 エビングハウス(Herman Ebbinghaus)は、最初の体系的な記憶研究の試みの結果を、1885年に出版した。彼は2個の子音と1個の母音でできた一連の音をでたために配列した無意味な音節の表を作成し、その音節を回転する円筒に印刷して、それを被験者に提示した。課題の困難度は、音節の長さを変化させて操作し、そして表の提示後、いろいろな時間間隔において、保持を検査することができた。エビングハウスは、自分を実験の被験者に用いて、彼の古典的な忘却曲線を作成した(Fig. 1)。それ以来、無意味音節は、記憶における時間の効果や干渉を分析するための種々な方法に利用されてきた。

続いて、他の言語学習課題が使用されてきた。広く使用されてきたものの1つは、対語表である。これは有用な実験道具であるとともに、臨床に用いる大部分の記憶検査のうちの標準的な部分である。そこでは、被験者は、無関係な1対の語(例えば、リングとくつ)を記憶するように要求される。続いて被験者に対するうちの1つを

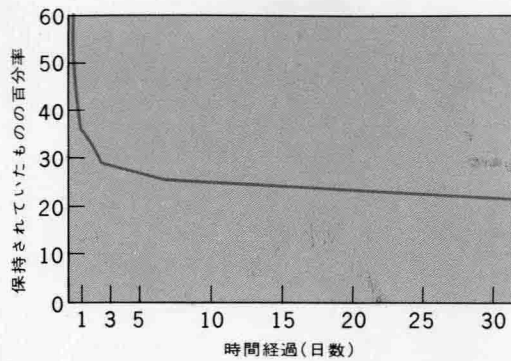


Fig. 1 エビングハウスの忘却曲線 時間とともに遂行は低下していることを示す。

提示し、被験者は、それぞれの対の語を補ってみることで、保持が検査される。練習と検査の間の時間も、表の長さとも困難さも変化させることができる。他の普通に用いられる記憶検査は数字の長さである。これは近接想起の検査であり、他の記憶検査の遂行が非常に障害されている場合も、完全に保たれている場合がある。普通のしかたでは、被験者は一連のでたらめな数字が提示される。正確に反復できる数字列の長さが遂行の測定値である。障害されていない平均的知能の被験者は普通この方法では、8個の数字列を反復できる。ヒトに対して普通に用いられる他の検査は、物体、絵あるいは写真のような非言語的な材料の想起とか再認を含む。これらは以前の連想で汚されているかもしれないが、単純な速い提示ができる有利さをもっている。

動物における記憶の実験的研究では、種々な心理学的、薬理学的または身体的処理が、学習とか検査の前またはあと、あるいはその両者に施されるであろう。これは、ヒトの実験で正常に起り得べき記憶の神経学的基礎をより直接的に研究することを可能にする。

記憶に関して実験を遂行するためには、被験者は動機づけられねばならない。すなわち、その課題に取り組む何か理由がなければならぬ。ヒトの動機づけは、金銭的報酬か、実験者がほめるだけでよい。動物は食物とか水とか、隔離とか、なんらかの罰をうける恐怖によって動機づけられる。正確な反応をするための報酬として、食物とか水を与えられることになっている動物は、明らかに実験時には満腹してはいけぬ。適当な動機づけを確保するためには、動物は実験開始のいくぶん前に普通食物とか水を断たれる。最も普通に罰に用いられる方法は、電気ショックである。それは、施すのが簡単で、そのパラメーターはよく制御され得るし、また電気ショックは動物を障害することがないからである。動物での多くの実験には、動物の正確な反応が一定数の基準に到達するまでシャトルボックス(shuttle box)とか迷路のような仕掛の中でその動物を訓練するものがある。この数は任意に選ばれる。すなわち、研究される事柄によって、10のうち9とか6のうち5とかである。それから、ある時間たつて、またおそらくなんらかの処理を施してのち、動物は同じ状況で再検査され、その動きが評価される。その記憶の程度は、動物が以前の基準に到達するのに要する試みの数(再学習)とか、与えられた試みの数における正確な反応のパーセントによって測定される。

シャトルボックス(Fig. 2)の中で動物は一側に置かれ、そして光が、続いて足に電気ショックが与えられる。それで動物はショックを逃れるために他側へ走り、試行と試行の間をそこで休息する。そして再び光と足のショックの同じ組合せが与えられる。この試行を多数繰返してのち、動物は光と予期される足のショックの連合を学習する。そして動物は光がつくと他の(安全な)側へ走りだして、足の痛みのショックを避ける。例えば、10回の試みのうち、9回避避をするようになったあとで、動物は装置から出される。ある時間が経過したのち、動物は再

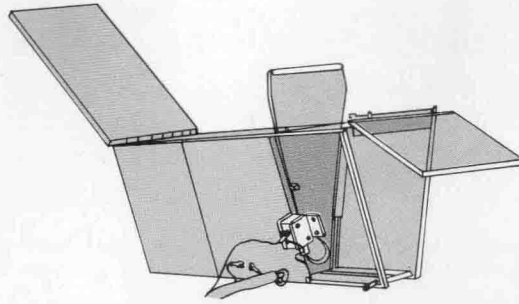


Fig. 2 小動物の記憶の実験的研究に用いられるシャトルボックス

び同じ条件下で装置の中に置かれ、その回避が算定される。この型の学習例はゲッシ(齧歯)類で多く利用されるが、高等動物、ことにサルについては、Wisconsin General Test Apparatusで使われたようないっそう複雑な識別検査が利用される。これは多くの研究所で用いられている装置で、本来は動物に2つ以上の種目を選択させる方法である。短時間の記憶を検査するのに用いられる典型的な研究では、サルに2つの物体のうちどちらがピーナッツを隠しているかをみせて、サルと対象物との間のスクリーンを下ろし、ある時間たってそれを上げ、選ばせる。長時間記憶は、サルにピーナッツの報酬を得るために2つのものの中で、いつも同じ1つものを選ぶような一連の試行をして教え、ある期間たって、サルが2つのうちの正しいものを覚えているかどうかをみて検査する。初回に正しく想起できないと再訓練をし、その際、再学習に要する試行数が、初めの学習に要した試行数より少ないか否かをみる。

現在と過去の事象のこん跡が適合しているか適合していないかについての研究は、コノルスキ(Konorski)の遅延適合検査(delayed matching test Fig. 3)のような近接記憶の検査として利用される。ここでは、動物、通常サルに、着色光のような弁別刺激を示し、レバーを押し光を消すことによって、その刺激を認知したことを合図するように要求する。それから動物をある時間待たせ、その後いくつかの着色光を出す。動物の課題は、最初の刺

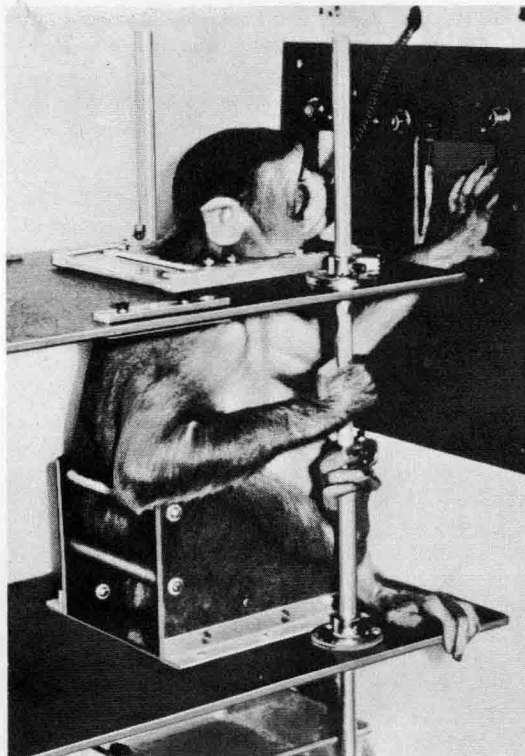


Fig. 3 コノルスキの遅延適合検査で近接記憶を調べるのに使われる装置

激の色と合った光にレバーを押すことである。正しい反応には食物か水の報酬をだす。最初と2番めの提示の間隔は変えることができ、それでこの動物における保持のある指標が得られる。このような条件下で動物の行為について一連の測定値が得られると、それから検査時の動物の条件を変化させることができ、その行為について変えた条件の効果を観察することができる。これらの変化には、例えば脳の一部分を除去することや、脳を刺激することか、検査の前に薬物注射することがある。

記憶の神経学的基礎の研究において、一試行学習の技術が発展された。そこでは動物はただ1回の試みで単純な課題を学習することができる。それで多くの試行が与えられねばならない場合、含まれる遅延やあいまいさなしに、試行とそれに続く再検査の間に種々な処理がそう入できる。動物はただ1回の経験で、以前にショックを受けた場所に入らないように学習する。この1回の、通常は非常に短い経験ののち、動物は薬物を与えられ興奮あるいは抑制状態にされ、引続いてショックを与えられ、行動が再評価されるのである。

脳の病理と記憶 最近の出来事についての健忘と知的能力の下降との合併は、老年ではありふれたことである。すなわち、最近の出来事は、しばしば混乱し、またすみやかに忘れられるのに、過去の記憶はしばしば完全に保たれているのである。この型のひどい知的な崩壊のある際は、情報を受ける能力はそれを保存する能力とともに障害されるのが一般で、これらの症例で記憶の研究をするのはむずかしい。しかし記憶に含まれる過程の理解に、非常に興味がある2つの型の臨床的な症候がある。すなわち、脳震盪(給)によって生ずる逆行性健忘と、ある局所的脳損傷をもち、他の点では知的には完全なヒトにみられる近接記憶の著しい消失とである。

〔頭部外傷〕 1946年に、ラッセル(W. R. Russell)は頭部外傷を受けた患者の研究の結果を出版した。典型的な中程度に重症な症例の場合、患者は打撲後、1時間まで意識を消失していた。これに次いでまったく明らかな知的混乱の時期があり、数時間ないし数日間かかって完全な知的清明さに改善していった。患者が混乱しているときは、だれでも新しい出来事の記録にある欠陥が考えられるので、この期間の健忘がしばしばあるのを知っても驚くに当たらない。さらに驚くべきことは、打撲に直接先駆する事柄に対する健忘の時期がまったく一貫してみられたことであった。この逆行性健忘の程度は、数秒から数日まで種々であったが、若干の重症例以外はそれより長いのはまれである。この所見が意味することは、外傷に先駆する事柄の永続的記録の確立を脳損傷がなんらか妨害したということであり、時間的に最も近接した事柄は、その妨害に最も傷つけられやすいということである。それで永続的な記録には、何か本質的な神経学的な過程で生じる期間を要するかにみえるであろう。

〔側頭葉損傷〕 19世紀後期より、医学的文献には、側頭葉、ことにその内側部に対する損傷と記憶障害の間の関連について示唆があった。そうした損傷は、脳炎、アルコール中毒、栄養不良、および頭部外傷後に起った。記憶の欠損を評価することが困難な重症な精神病患者以外のヒトで側頭葉の外科的な除去が行われることはまれであった。しかし1957年に側頭葉の病変のため発作の抑制不能なてんかんの青年で、側頭葉の内側部が除去された症例が記載された。この人は、1969年でも同じように変化しないままで著しい手術後の臨床像を呈した。彼の社会的行動や知能は正常に保たれたが、手術以来、単純な事実の保持が不能であった。過去の記憶は手術前の約1年間の逆行性健忘を除いて障害されていなかった。彼は一連の数のような情報を与えられたのち数分間は再生し得たが、安定した学習は決して得られなかった。この患者が記載されて以来、一側の側頭葉が除去されるか、機能を喪失した他の患者が検査された。もしそうした患者に一側の機能している脳葉の機能を、アマタールを与えて妨害すると、記憶障害が実証できた。このように側頭

葉がなんらかの方法で永続的な記憶の形成と関係しているという証拠がヒトには存在する。さらに、ペンフィールド(W. Penfield)の実験的証明によれば、無麻酔患者の手術の経過中に、側頭葉の部分の刺激によって、しばしばまったく特殊な記憶を誘発することができる。

記憶形成の理論 記憶の物質的基礎がヒトにおいて広範な研究の主題となってきた。1904年に、マラー(G. E. Muller)およびピルゼッカー(A. Pilzecker)は、学習と検査の間に他の課題がそう入されると、せっかく獲得した言語材料の記憶が障害され得るという観察を説明するために、記憶の固定理論を提唱した。彼らは、学習のあとで永続的な記憶の貯蔵の前に、ある保続的過程が中枢神経系で起ることを示唆した。この時期には、記憶こん跡は壊れやすく、外的な出来事によって妨げられ得る。ヒトの脳震盪の症例での逆行性健忘の所見は、この理論を支持するかにみえた。1937年の電気ショックの導入は、さらに証拠を提供した。電気ショックを受けた患者は、けいれんの前に与えられた材料に対してなんらかの健忘を有することがみられた。さらに、健忘の程度は、ある例では、けいれんの前の材料が与えられる時間と関連し、それがけいれんに最も近いと最も効果的であった。その結果多くの実験が、動物に、電気ショック、麻酔、低温および皮質抑制を用いて健忘を起してなされた(再検査での遂行の障害)。一般的に健忘を生ずるそれらの処理効果は、時間的な勾配(図)を示す。すなわち、学習とこれらの処理との時間間隔が近いほど効果がより大きい。これは最新の学習がより感受性の強いことを示し、記憶の不安定相の仮説を支持する。しかしその不安定相で記憶こん跡がどんな形をとるのか、この不安定なこん跡が安定するには、脳内でどんな過程が起るのか、そしてどのようにして、どこでこの不安定な記憶が貯蔵されるのかという問題が残っている。

記憶形成の現在の理論についての以下の短い総説では、すべてにまたはある部分に意見の一致があることを示すつもりではなく、多くの研究の趨勢(表)がそうであることを示すつもりである。この短期的こん跡は、中枢神経系の一定の細胞間のシナプス活動の変化から成っているかもしれない。反響学説に従えば、このこん跡は一定の神経回路の中にあってそれを循環し、あるいは反響活動することによって保持される。この間は何秒という事柄かもしれないが、こん跡はここに崩壊しやすい。短期的こん跡は、長期的こん跡の発端となり得る。長期的こん跡は直接できるか、一定の把持(持)機構を介してできるかもしれない。長期的こん跡の貯蔵は中枢神経系の中の構造的変化を含む。この変化はタンパク分子(中でもリボ核酸(RNA)がほとんどとみられるが、デオキシリボ核酸(DNA)も関与しているかもしれない)の変化をもたらすようである。あるいは、この変化にはシナプス結合の成長とか、利用される神経伝達物質の変化があるのかもしれない。短期的こん跡は選択的に側頭葉でなされる証拠があるのに、長期的貯蔵はおそらく脳全般そしてたぶん脊髄でさえ起っている可能性がある。記憶の不安定相または短期的こん跡が存在する証拠は、すでに上記で要約された。以下では、提出されたいくつかの仮説の証拠の一部を短く要約してみよう。

【反響の証拠】 1949年、ローレンテ・ド・ノ(R. Lorente de No)の研究を基礎にヘップ(D. O. Hebb)によって、永続的な構造あるいは化学的貯蔵が完成するまでは、反響活動が経験の表現を維持するという示唆がされた。感覚刺激に続いてインパルスの発射が持続している証拠があり、大脳皮質の分離片での経験は、単一電気刺激が何分か持続する電気活動の群発を引き起こし得ることを示した。

【RNA関与の証拠】 ハイデン(H. Hyden)と同僚たちは、ラットが張り綱を歩くように訓練された場合、平衡(前庭の)に関与する神経細胞のRNAの組成に変化が起ることを報告した。この基本的組成の変化は学習の結果であるとみなされた。というのは、前庭刺激のみ与えら

れた訓練されていない動物では、それが起きなかったからである。核酸は分子の同じ配列が持続的にその上に合成される型板を提供することができるから、これは永続的な符号化と記憶の貯蔵に対する基盤を提供し得るであろう。それゆえ、核酸の合成を妨害する物質は、特殊な記憶の形成を妨害し得ることが予想されるであろう。しかし8-アザグアニンおよびアクチノマイシンD(RNA合成を阻害する)のような物質を用いた結果は予期と一致しなかった。この理論から考えられる最も劇的な予言は、核酸に符号化された情報が、ある動物から他の動物へ伝達され得るのではないかというものであった。このようにして低級な動物は、訓練された動物の脳の抽出液を注射されると、他の動物によって学習された課題を、〈記憶している〉であろう。そうした記憶伝達を含む実験が実際実行されて、ときには陽性の結果を伴ったが、これは、たいへん慎重にみられるべきである。

【記憶局在の証拠】 ヒトでは側頭葉、ことに海馬の部分に記憶の押印に関与しているかもしれないといういくつかの証拠がある。ヒトにはみられる劇的な結果が、サルでは類似の損傷で再現されなかった。そして実際、動物実験からのデータはむしろ矛盾したものであった。しかしサルでの初期の実験は、前頭葉が問題らしかった。前頭葉皮質の背側部を除去したサルは遅延反応検査で障害されていることが知られた。これらの動物は、遅延がたとえ数秒以下であっても適切に遂行できなかった。これは、明らかに短期的記憶に何が効果を及ぼしたかを示唆する。続く実験は、もっと長い遅延期をおいたのちに正確に反応する能力を妨害するような実験の状況に対して、〈前頭〉動物が情動反応の増強を示した事実を実証した。他の2つの研究が記憶にとって決定的な領域を局在化する試みのために用いられた。これらは局所的な脳刺激と局所的な脳機能低下である。前者については、この分野の研究を概観してみると脳の多くの領域の電気刺激は、多くの異なる課題において習得とか保持を妨害する証拠があるといえよう。この妨害は記憶形成にあずかる機構の相互作用によるものか、あるいは他の要因によるものかはわかっていない。

拡散する機能低下、すなわち、脳の表面での漸次拡散する電位変化は、脳に対する電気刺激とか塩化カリウムの局所的適用によって誘発され、それは電解質の大きな移動を起す。この影響は、ある程度まで特殊な大きな領域に限定される。ラットに、一側の大脳半球の機能低下を起しておいて、いろいろの試行を含む課題を訓練すると、この課題の記憶は処理されていない半球に限定されることが示された。この記憶は、両半球が完全であれば、訓練された半球から訓練されていない半球へ、ただ1回の試みで伝達され得るであろう。この所見は、異議を唱えられたが、記憶こん跡は少なくとも一側半球に局在化され得ることを示唆しているのである。ラットで、訓練に続いて、皮質と海馬の拡散する機能低下を用いて、いくつかの異なる結果が得られた。海馬の機能低下は、結果的に学習の遂行をより効果的に障害するようであるが、これに含まれる要因は、いっそう詳細にする必要がある。

【促進】 ある薬剤や、他の処理で記憶を改善する可能性を発見しようということは、明らかに研究分野外でも非常な関心事であり相当注目された。種々な物質でそうした記憶の促進をもたらす可能性が研究され、あるものは実際そのとおりであることがわかった。これらの物質が、学習や記憶に関与する過程に直接的に特殊な効果を及ぼすと主張する前に、動機づけ、認知、覚醒(覚)度あるいは運動性(すなわち、遂行)に及ぼす効果が除外されることが重要である。促進的な特性を有したほとんどすべての物質は、ストリキニン、ニコチン、アンフェタミンおよびマグネシウムベロリンのような中枢神経系刺激剤であった。これらの物質は行動に影響をもつことが知られ、また確かになんらかの方法で学習の遂行に影響することが期待されるかもしれない。もしその薬剤が学習

前に与えられ、訓練期間中に作用しているならば、学習の遂行の改善は非常に注意深く吟味しなければならない。この1例が、ゲッシ類を用いたシャトルボックスにおける学習の遂行に及ぼすアンフェタミンの促進効果である。シャトルボックスの中で訓練する前にアンフェタミンを投与された動物は対照動物よりも非常によく遂行することがわかった。ゲッシ類は、その行動の一面に腰抜けになる傾向(運動の抑制)があり、そのためシャトルボックスの反応の学習が妨げられる。アンフェタミンは運動活動を増強し、この腰抜けになる傾向を減少し、動物は、よりすみやかに課題を学習することができる。しかし、腰抜けまたは運動の抑制を反応として求める学習状況においては、アンフェタミンを投与された動物は、対照動物よりも好ましくない。

学習促進に関する実験のすべてが、薬物を投与された動物の訓練を含んだものではない。いくつかの研究、とりわけストリキニンでの研究があり、そこでは訓練後に薬物が投与され、その動物がしばらくのちに再検査された場合、学習の遂行の改善が目撃された。この効果が得られる方法はなお知られていない、さらに研究を求められる魅惑的な分野を残している。

エビングハウス以来、学習と記憶に関する過程の理解は急速に進歩してきたが、とらえどころのないエングラムに対する探索はまさに始まったところであり、記憶を構成している素材についてなおはるか未知のところにある。→学習(神経機構); 失語; 失行

[ANNE GELLER/MURRAY E. JARVIK]

気温 きおん

[Air temperature] 大気(の)の温度は、ある小さな領域での分子運動の平均運動エネルギーを表しているもので、その空気と熱平衡に達している標準温度計またはよく検定された温度計によって定義される。

測定 気温の測定にはいろいろ異なったタイプの温度計があるが、最も一般的なものは、温度による水銀の膨張や電気抵抗の変化または熱電効果(熱電対)などに基づいたものである。電気的な方法は特に温度の自動記録に有効である。温度計の示す温度を空気の温度に可能な限り近づけることは、どの測定法でも考えられているが、非常に基本的な大切な問題である。大気の場合、最もむずかしい点はおそらく、温度の違う物体(例えば太陽)からの放射のために、温度計が熱せられたり、冷やされたりする点である。また測定された温度は、その温度計の周囲のどのぐらいの範囲までの情報を与えるのかという点で、測定方法も大切な意味をもってくる。この点で気象学的な意味をもたせるために、標準気温の測定は、地上約2mの高さのよろい戸付の箱の中で、約1分間の温度を平均化するような熱的慣性をもった水銀柱温度計で行う。→気象観測機器

気温変化の原因 ある空気の小部分の温度は、加熱、冷却により、あるいは体積の変化に伴う仕事によって時間的に変化するが、その変化式は式(1)、(2)で与えられる。

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{C_v} \left(\frac{dh}{dt} - P \frac{d\alpha}{dt} \right) \quad (1)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{C_p} \left(\frac{dh}{dt} + \frac{1}{\rho} \frac{dP}{dt} \right) \quad (2)$$

ここで h は加えられた熱、 P 、 ρ 、 α はそれぞれ気圧、密度および密度の逆数である。また C_v と C_p はそれぞれ定積比熱と定圧比熱である。熱の出入は、種々の物理的過程によるが、その中で最も重要なものは、放射の吸収と射出、熱伝導、そして凝結・凝固に伴って潜熱を出す水の相変化などである。約20km以上の高層大気では、光化学変化もまた重要である。例えば紫外線が酸素分子を酸素原子に解離させ、それが酸素分子と結びついてオ

ゾンをつくるような場合である。気圧は高度とともに変化するから、空気の上昇や下降は、膨張や圧縮となり、式(1)、(2)に従って膨張の仕事による温度変化の原因となる。

空気が高いところから下降することにより、著しい温度上昇を起す例としては、冬季に時マロッキー山脈東斜面を吹下りるチヌーク(chinook)と呼ばれる暖風がある。季節変化に関連する緩やかな気温の変化は、主として地表との放射の熱交換や熱伝導などの関係によっており、その地表自身の温度は、太陽と大気の放射の熱交換の変化に応じて変化する。もっと短時間の規模の気温の日変化も同様の過程によっている。→気圧; 大気大循環; 大気の熱のつりあい

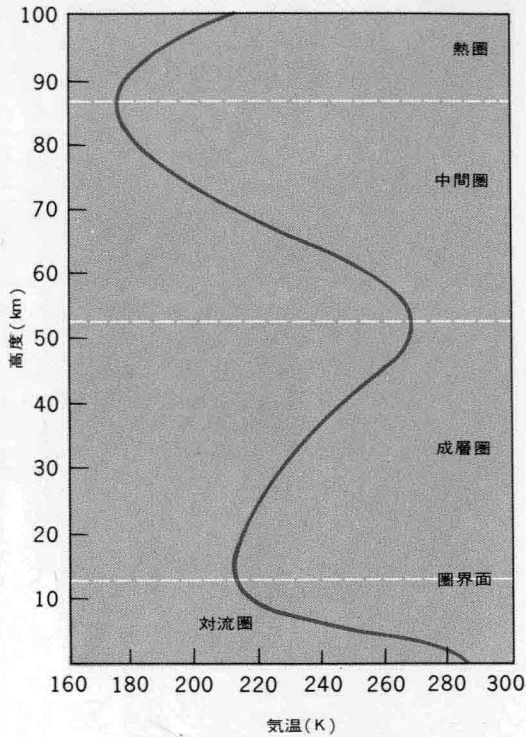
ある特定の場所に固定された温度計によって測定された場合の温度変化の程度は、上述の物理的過程と同じぐらい空気の流れにも依存している。日々の気温の大きな変化をもたらすのは、主に大気の水平運動であって、大規模な気圧-風系が天気図上を移動すれば、相対的に冷たいまたは暖かい空気塊がある特定の所に運ばれる。→気団

地表付近の温度 温度は毎日、1日に1回または数回定期的に測定されている。そしてその日の極値は、最高および最低温度計から、または連続的な記録温度計の記録から読取られる。これら2つの極値の平均値、具体的にはその中間値が、アメリカの場合その日の平均気温とされている。日本でも気象観測所(委託観測所)ではこの方式を採用しているが、気象官署(気象庁)では3時間おきの1日8回の測定値の平均を用いている。また気温の連続記録から得られた真の日平均は、時間ごとに読取った気温の平均と極めて近い。しかし先述の中間値とは平均的に0.5~1°Cの差があるようである。多くの国では日に3~4回定期的に気温が読取られているが、それらの加重平均が真の日平均のよい近似になるように観測時刻が選ばれている。このように観測上の差異や測定法に幅があるために、ほかの国との気温の比較、気候変化の研究などの面で問題が複雑になってくる。

またある月における日最高気温や日最低気温の平均値は何年もの期間にわたって観測した値の平均値である。その2つの値の平均値は月平均気温であり、その差はその月における日変化の大きさの平均となる。月平均値を年間で平均すると年平均気温となる。また年変化の大きさの平均値は最暖月と最寒月の月平均気温の差である。さらにある月における最高および最低気温は、その月の極値であり、それらを何年間にもわたって平均すると、平均月最高気温および平均月最低気温となる(これは特にカナダで使われている)。一方、月または年の絶対極値とは、これまで観測されたうちで最高または最低の気温である。またある月における日々変化の大きさあるいは変化率というのは、日々の気温において符号を無視し、連続的に変化するときのその大きさの平均である。

海洋上では、平均の日変化、また日々および年変化の振幅は小さいが、それは水が日射を吸収し、その熱を厚い層にわたって分配するからである。熱帯地方では陸上でも日々および年変化の振幅は小さいが、それは日射の年変化が相対的に小さいためである。日変化も、湿潤な熱帯地域では小さいが、砂ばくでは大きい(22°C程度にまでなる)。日々および年変化の振幅は、普通緯度とともに大きくなり、また海から離れるほど大きくなって、その年変化の振幅の平均値で大陸度が定められる。日変化の振幅の大きさは、乾燥度や高度および正午の太陽高度に依存している。

気温の極値は多くの人々の興味をひき、しばしば測器上や測定上の種々の誤差が多いにもかかわらず、無批判に引用されている。よく引きあいに出されるアメリカの最高気温、死の谷(カリフォルニア、1913年7月10日)の57°Cや、アジリア(トリポリ、1922年9月13日)の世界最高気温58°Cは共に疑わしい。その後における死の谷の最高は53°Cにすぎないし、アジリアの記録もある探



国際標準大気での平均気温の高度分布 成層圏と中間圏の分類が変っていることに注意。成層圏の上層部は中間圏の一部であると考えている人たちもいる。(An Introduction to Atmospheric Physics, Academic Press, 1963)

検隊が報告したもので、正規の気象観測点におけるものではなかった。北半球での最低気温は、シベリアのベルホヤンスクでの -67.6°C (1892年2月5日と7日)とオイメコンでの -67.7°C (1933年2月6日)や、グリーンランドのノルティスでの -66°C (1954年1月9日)、カナダのユーコンにあるスナグでの -63°C (1947年2月3日)、モンリオールのロジャーパスの -57°C (1954年1月20日、最近のアメリカ最低記録)などがある。また南極のポストーク($78^{\circ}27'\text{S}$, $106^{\circ}52'\text{E}$)では、最初に迎えた冬1958年8月25日に -87°C の最低気温を示し、次いで3度めの冬1960年8月24日に -88°C の最低気温となり、南極にあるアメリカの観測点のどの最低値よりも低い気温を記録した。→南極大陸

垂直変化 気温の平均的な垂直変化を図に示した。大気は層を成しているように見え、それぞれ高度に伴って特徴的な気温の変化がある。最下層すなわち対流圏では高度とともに気温は下がっているが、これは太陽放射を吸収した地表が熱源になっているためであり、地表では熱の過剰分が主に対流によって上層に運ばれたり、あるいは地面から放射などで失われている。空気のような圧縮性の流体を下側から熱すると、膨張して上昇し、その空気の塊は式(2)に従って冷却し、高度が増すにつれて気温は低くなる。このことが対流圏で高度とともに気温が下がる主な原因である。→大気

中間圏やそれ以上の層では、赤外放射と吸収による熱交換が、高度による気温の分布を決定する最も重要な要因となっている。→日射量;放射

[RAYMOND J. DELAND]

気温の逆転 きおんのぎゃくてん

[Temperature inversion] 高さが増すにつれて温度が上昇していることを気温の逆転といい、気温の逆転の起っている層を逆転層と呼んでいる。山の斜面では温度減率はやや小さくなるが、普通対流圏では約 $6.5^{\circ}\text{C}/\text{km}$ の割合で気温が下がっている。逆転層での温度上昇は、上述のような対流圏の温度変化とは逆になってい

る。対流圏の上の成層圏では、温度は高さとともに増加している。さらにその上の中間圏ではまた下がり、熱圏では温度がまた上昇している。このように大気全体で見れば、逆転が起きている領域は広い範囲に存在していて、気温の逆転は異常なことではない。→気温;大気

逆転のできる原因としては、下層が放射冷却した場合、上層の空気が下降してきて昇温する場合、また寒気の上に暖気が運ばれてきたり、暖気の下に寒気が運ばれてきたりする場合などが考えられる。夜間にできる接地逆転層は、夜間の放射冷却によって地表面が冷え、それに接している地表面近くの大気温度が下がってできる。これは、地上数cmの場合から数百mの高さに及ぶ場合もある。高緯度の雪面上では、逆転層の厚さは1km以上、温度差も 30°C 以上となる場合がある。塵(き)などでよごれた大気層が太陽によって暖められる場合、その下に逆転層ができる。一方、よごれた大気層や雲頂で赤外線放射冷却が起ると、その上に逆転層ができる。大気下降運動域では、温度は乾燥断熱減率(約 $10^{\circ}\text{C}/\text{km}$)に従って昇温するので、下降域ではその下の部分より暖かい層ができる。冷たい水の上を吹いてきた風が暖かい陸地に流れ込んだり、雪の上を吹いてきた風が暖かい水面に吹出す場合は、強い逆転層ができ、その風が続く限り逆転層が続く。暖気が寒気の上空に入り込む場合、特に谷あいの所では強い逆転層ができて、ながく続く。

逆転層ができると上下方向の空気の動きを効果的に押えてしまうので、煙とかその他の大気汚染物質が逆転層を越えて上層に広がれなくなる。アメリカのカリフォルニアのスモッグは、下降流によってつくられた逆転層によって押えられている。地表近くに行ける放射冷却による逆転層は、上層に暖気が流入すると一段と逆転が強められる。谷あいの地域では、この種の強い逆転層によって重大な大気汚染を引き起される。放射冷却と下降昇温によってできた逆転層は、水平方向の風が弱い場合は広い範囲にわたって大気汚染を引き起す可能性がある。北アメリカやヨーロッパでは、特に秋になるとこういう逆転層ができやすい。→スモッグ;大気汚染

[ARNOLD COURT]

飢餓 きが

[Hunger] 飢餓という用語は一般的には食物の不足に伴う主観的感覚に関して用いられているが、この問題についての研究は食物摂取の全体的な調節を含むようになってきた。飢餓に関する問題の実験的な仕事は、特に次の内容を取扱っている。(1)飢餓感を生じさせる知覚性の手掛り、(2)いつ、どれくらいの食物が摂取されるかを決定する生理学的機構、(3)摂取されるべき食物の型の選択を支配している機構。

キャノン説 これらの問題についての最初の実験は、ほとんど空腹感、またはのちに発作的な空腹痛として知られるようになった感覚に集中して行われた。このキャノンの初期の仕事は空腹感も渇き感も身体の末梢(すゝえ)で起ると結論し、いわゆる局所信号説を生み出した。この説によれば、空腹感は胃の収縮で局所の知覚神経が刺激されて生ずる。その後の仕事で、普通の条件下では実際に空腹状態に伴って胃の収縮が増える事実が確認されたが、これらの収縮が摂食行動の細かい調節の本質的な原因であるとは思われない。例えば、胃の知覚神経を切断するか、あるいは胃を完全に取去ってしまっても、摂食行動は正常に起り得る。摂食に対して胃の収縮がどのような影響をもっているにしても、胃の運動性が、神経性にも体液性にも調節され得ることはわかっている。これに関係するホルモンは、たぶん胃そのものから分泌されるものであろう。→渇き;神経系(脊椎動物);ホルモン

生理学的機構 食物消費が最も基本的には生体の栄養状態によって調節されていることは明らかである。食物を与えないでおくとき食べようとする行動が起り、摂食に

よって空腹は消える。問題となるのは、個体の栄養状態とともに量的に変化したり、神経系に働きかけて正しい時間に摂取を始めたり終ったりする生理過程が何であるかを決定することである。この調節に直接的に含まれている単純な体液性因子を見いだそうとする努力は、今までにあまりよい結果をもたらしてこなかった。

〔血糖値〕 他どの因子よりも注意をひいた血糖値はその1例である。事実、血糖の濃度は、摂食サイクルの周期性と全体的にはうまく合って変動する。さらに過血糖と低血糖は、それぞれ空腹を減少させたり高進させたりすることが観察されている。しかし正常な生活における血糖を詳しく分析してみると、血糖値と空腹の間の相関は、この単一の体液性因子のみによって単純かつ直接的に空腹が調節され得るというには不十分であることがわかった。調べられたその他の諸因子についてもこれと同じことがいえる。

〔食物の組織利用〕 食物がどのように組織で利用されるかを調べることは、この問題を明らかにするうえでより有効である。現在までにブドウ糖だけが調べられている。ブドウ糖の組織利用が少なく、したがって細胞内に多量のブドウ糖が貯蔵されているときには、食物に関するかぎり、その人は満腹感をもつ。逆に、細胞が糖の利用を高め細胞貯蔵が減り始めると空腹感が生ずる。このような実験でブドウ糖の組織利用というとき、調べているのは動脈血と静脈血の血糖値の比較である。空腹と摂食行動に含まれている神経機構についてわかったことは、体のブドウ糖がなんらかの形で関与しているという確信にいつそうの支持をつけ加えている。タンパク質や脂肪のようなその他の栄養物質が同様な機構で空腹レベルに影響を及ぼしているのか、あるいはすでに知られているそれらが体のブドウ糖の利用性を変える能力をとおしてのみ空腹レベルに影響を与えるのかは明らかでない。

神経中枢 摂食の調節に関する神経中枢については多くの知見が得られている。少なくとも視床下部に、明らかに関係のある2つの中枢神経系の核がある。腹内側核は満腹中枢であるらしく、視床下部の同一レベルにあるが、もっと外側方にある1群の細胞は、いわゆる摂食中枢を構成している。左右の腹内側核を外科的に破壊すると、過食が起る。このような実験的損傷をうけたラット(ダイコクネズミ)は、次の3段階を経過する：(1)手術後の第1日はえさに激しく飛びかかり多量を食べる。(2)次の1か月か2か月は、ラットは安定した摂食行動を示し、その正常体重の数倍に太る。この時期は力動相(dynamic phase)と呼ばれる。(3)最後に、静止相になると正常量のえさを食べるが、初期にみられた肥満レベルは保たれる。

逆に、摂食中枢を両側性に破壊すると食欲がなくなる。この型の実験動物のあるものは、えさを口の中へ直接入れてやっても飲込まない。予期されるように、脳の中に埋込んだ電極でこの中枢を電気刺激すると摂食が増える。このようにして生じた過食は、刺激をやめたあとでも何時間か続く。摂食中枢も満腹中枢も取去ると、まだ無食欲が続く。このことは満腹中枢が正常には摂食中枢を抑制することによって働いていることを示唆している。視床下部の中の前方には、電気刺激で胃の収縮を起す領野がある。さらに、中脳前部の損傷で過食の起ることが報告されている。中脳前部が機能的に腹内側核と関係しているのかどうかは不明である。→脳(脊椎動物)

視床下部の腹内側核の活動は、その細胞内にあるブドウ糖の濃度の影響をうけていると信ずべき理由がある。細胞内に多くのブドウ糖があると、この満腹中枢の電気活動はそれに従って高まり、満腹状態が生ずる。この説を劇的に支持する事実として、ゴールド・チオグルコース(体細胞に中毒効果を及ぼすことがわかっている化学物質とブドウ糖が結合して形成される化合物)の静脈内注射で、腹内側核が特異的に損傷されるという報告がある。さらに、食欲を減退させることがわかっているアン

フェタミンの注射で、腹内側核の電気活動が特異的に高まる。ブドウ糖以外の栄養分もまた、前述した神経中枢に影響を及ぼし得るだろうが、まだ確認はされていない。

特異的な空腹行動 ある特定の食物を断つと、生体が必要とするその特定の物質に対する食欲が増大する。これはブドウ糖以外の多くの物質が、摂食行動の調節に影響し得ることを示している。いわゆる特異的な空腹行動は塩、カルシウム、脂肪、タンパク質、ビタミンなど多くの物質について実験的に示されてきた。成人では学習された味覚が、特異的な食物の必要性によって影響される可能性を著しく隠蔽(隠)しているようだが、この能力は小児やすべての下等動物で、はっきりと証明されている。特異的な食物を断つことによる摂食行動の調節を説明する学説は、学習、弁別的な味覚閾(閾)の低下、脳に対する直接効果の可能性を示唆している。

特定の食物を嗜好(好)する条件下で詳しく調べると、学習も味覚閾の変化も関係のないことが明らかである。副腎を外科的に切除した実験動物は多量の塩(NaCl)を自発的に取入れる。このようにして摂取された過剰の塩は、副腎なしで生きていくためには本質的に必要である。塩の摂取量が増えるのは、それが体内に取込まれたあとにおける塩のなんらかの効果によるものであるらしい。この特異的な空腹行動の現象と密接な関係があるのは次の事実である。正常動物にブドウ糖液または食塩水のようなある栄養物をさまざまな濃度を含んだ溶液を与えると、彼らはある一定濃度のものをその他のものより多く飲み、高濃度の液は避けさせる。標準状態のもとで動物が飲むこれら各種の濃度の液量は、当該の溶液に対する好ききらいの機能を表示している。このような状況のもとでは、摂取量は、部分的には、溶質そのものにおけるなんらかの特異的な化学的影響よりも、むしろ溶液の総合的な性質に支配されている。溶液の味も、同時に2つ以上の液を提示したときには摂取量に影響する。

[ROBERT A. MC CLEARY]

機械 きかい

〔Machine〕 一般に、特定の運動を行い、有効な仕事をなし得る剛体の組合せをいう。すなわち、より厳密に機械を定義すれば、(1)抵抗力をもつ変形しにくい剛体の組合せであって、(2)各剛体は一定の範囲で相対運動をなし得るものであり、かつ(3)これによって、自然のエネルギーを有用な機械の仕事に変換するものである。

機構(mechanism)は機械と密接な関連があるが、機械の各部に特定の運動を与える物理的配置だけをさす言葉である。例えば、腕時計は機構ではあるが、有効な仕事をしないので機械ではない。また蒸気ボイラやねじ回し等も、相互運動をしないので機械とはいわず、各種の測定器は、有用な機械の仕事をしなため、機械でなく器械または器具といわれる。

機械は、手操作の紙パンチから、大小多数の機械で構成されている大洋航路船にいたるまで、外観、機能、複雑さの点で、まさに種々雑多である。しかし、いかに外観が複雑でも、機械は、それを構成するより小さな部品(機械部分とか機械部品という)に分解することができ、最終的には2,3の基本的概念を理解しさえすれば、その機械全体の動作の解析ができる。そうした概念の多くは、初等物理学の範ちゅうに入るものである。→単一機械

現在の機械の範囲は、極めて広範であり、前述の定義に該当しないものも機械とされているために、機械の分類はいっそう困難であるが、大まかに次のように分けられよう。(1)水力、蒸気力、燃料の燃焼熱、原子力、太陽熱等の自然界にある各種のエネルギーを、機械的エネルギーに変換する原動機。例えば、内燃機関、電動機、蒸気タービン、ガスタービン等がこれである。(2)原動機からエネルギーの供給を受けて仕事をする作業機械。

これには、各種の工作機械、自動車、機関車、印刷機等がある。(3)原動機と作業機の間を介して動力の伝達を行う伝達機械。歯車伝達装置、リンク機構等がこれに属する。 [RICHARD M. PHELAN]

機械加工 きかいかこう

[Machining operations] 切削によって工作物から余分な材料を除去する諸方法をさす。普通、機械加工は動力特に電動力をいろいろに配置して行い、工作物を望みの形状に仕上げる。

刃物 最も一般的な形の切削工具には、単刃刃物(バイト)と、ブローチ、フライス、砥石(とい)、研磨材、のこ歯などの多刃刃物がある。それぞれの刃物の配置は異なっているが、基本的な切削作用はほとんど同じで、あるものは切粉、削りくず、破片の状態では材料を除去して切削作用を行い、またのこ歯、砥石、研磨材などは、材料を微粉状のものに削り飛ばすことによって材料を切る。

切削機械の大きさや配置は、種類によって大きな違いがある。小型の手动操作のボール盤や研削盤から、大型の自動複合工作機械に至るまで、その種類はさまざまである。一方、普通行われる機械加工には、次のようなものがある。丸削り、正面削り、中ぐり、フライス削り、のこ引き、ブローチ削り、平削り、錐(き)のみ、ねじ切り、ねじ立て、各種の歯切り、研削、研磨、ラップ仕上、超仕上、パフ仕上、つや出し、およびニブリングで、これらのいくつかは互に重複している。つや出しのような作業は普通、機械加工とは認めにくい。

刃物と工作物間の運動 電動工作機械では、刃物と工作物との間に相対的な運動が行われる。工作物が動くか、刃物だけが動くか、またはこの両方が同時に動くかのいずれかである。刃物を用いる機械加工では、回転か横移動のいずれかを利用する。例えば旋盤で丸削りや中ぐりをする場合は、工作物が回転し刃物は工作物に沿って移動する。フライス盤では逆になる。刃物すなわちフライスが回転し、テーブルに固定された工作物が切刃の経路を移動するのである。

また同じ加工でも、ある機械では刃物の運動によって行い、別の機械では工作物の運動によって行うこともある。タレット旋盤による錐のみがよい例で、この場合、ドリルは回転せずに横に移動し、工作物が回転する。しかし、その作業をボール盤で行うときは、工作物は静止しており、回転したドリルが工作物の中に食込んでいく。

以上を要約すると、刃物を使う機械加工では基本的に、工作物と切削工具の間に1つまたはそれ以上の相対

運動が必要ということになる。

ところで、特定の機械加工は特定の工作機械で行うのが最も経済的であるが、2台以上の別種の工作機械で加工できる場合も多い。したがって加工機械の選択には、まず加工の性質を考えなければならない。加工面には、平面、曲面、外円筒、内円筒のほか、ねじ切り、ねじ立て、ホブ切りなど、特殊加工によって作られる面もあり、加工面によって当然機械も違はずである。

加工法の選択 いったん加工に必要な条件が選択されると、その仕事に最適の機械が選ばれることになる。機械が具備しなければならない第1の必要条件は、回転および横移動である。表には、普通的工作機械の運動と、個々の機械が形づくる各種の表面運動をあげている。

【円筒面用の機械】 表にあげた1~7の機械は、ある種の円筒面を加工または仕上をし、また同時にその多くの機械は、他の形の面も加工することができる。つまり非常に汎用性(はんようせい)があり、横中ぐり盤は正面削りと中ぐりのほか、フライス加工もできる。

これらの機械で加工される工作物の相違点は、主として、(1)工作物の内径または外径の大きさ、(2)取扱う工作物の物理的な大きさ、(3)用いる道具、の3点にある。例えば、ねじれ錐を用いるボール盤では、せいぜい直径数インチ(1 in=2.54 cm)の穴をあけるだけである。ラジアルボール盤は大きな工作物を取扱えるが、普通のボール盤は、小さいし中程度の工作物にしかならない。これと対照的なのがバイトを用いる立て中ぐり盤で、数トンもある工作物に、直径数フィート(1 ft=0.3048 m)の中ぐりをする事ができる。ボール盤は穴を作り、中ぐり盤はできた穴を仕上するという違いがあるが、どちらも内円筒面を製作するための機械である。

機械7の円筒研削盤は、外円筒面をみがいて仕上げるように設計されたものである。

【平面用の機械】 表の8~12の機械は、平面または平面で囲まれた面の加工ができる。またこれらの機械は、輪郭カッタ、工具と工作物との2次元的な運動、または特殊な取付け具を用いることなどによって、曲面も製作できるのが普通である。

これらの機械は、大きさ、能力、工具の型がそれぞれ違っている。刃物が回転するフライス盤は、主に小さな部品用として使われるが、バイトを用いる横型平削り盤と正面フライスを使う平削り型フライス盤は、あらゆる大きさの工作物を取扱うことができる。また中ぐり型フライス盤、ブローチ盤、および立てタレット旋盤のような汎用機械は、平面を削ることもできる。機械12の平面研削盤は、円筒研削盤と同様に、平面をみがいて仕上をするために用いられる。

【切取りとひれ取り用の機械】 機械13~16は、材料を分

工作機械の基本的な機能

番号	機械の型	刃物の運動	工作物の運動	加工面
1	ボール盤	回転、横移動	静止	内円筒面、特殊面
2	横旋盤(普通旋盤、タレット旋盤、ねじ切り旋盤)	横移動(縦方向、半径方向)	回転	外円筒面、内円筒面、円筒の端面、特殊面
3	立て旋盤	横移動(縦方向、半径方向)	回転	横旋盤と同じ
4	中ぐり盤(横型)	回転、横移動	横移動	外円筒面、内円筒面、円筒の端面、特殊面
5	中ぐり盤(立て型)	横移動	回転	外円筒面、内円筒面、平面、特殊面
6	ブローチ盤(横型、立て型)	回転、静止	横移動、静止	平面、曲面、円筒面
7	研削盤(円筒研削盤)	回転、横移動	回転(心なし研削盤では横移動もする)	外円筒面
8	フライス盤	回転	横移動	平面、曲面
9	平削り盤(立て型)	横移動	横移動	フライス盤と同じ
10	形削り盤	横移動	静止	フライス盤と同じ
11	平削り盤(横型)	静止(プレーナミラーは回転する)	横移動	フライス盤と同じ
12	研削盤(平面研削盤)	回転	横移動	平面
13	ニブリング盤	横移動	横移動	平面、曲面
14	金切り盤(丸のこ)	回転	横移動	平面
15	金切り盤(帯のこ)	横移動	横移動	平面、曲面
16	フレームカッタ	横移動	静止	平面、曲面



Fig. 1 光学的比較測定器と測定機械を用いたバイトの検査 (Jones and Lamson Machine Co.)

断したり、余分の材料を切取るために用いられるものである。また、押抜きをするニプリング盤は、比較的薄い材料から不規則な形状を切取るもので、フレームカッタは数インチの鋼板を切断することができる。電動のこは、この2つの中間的な働きをする。

一般に1つの機械を他の機械と区別する要素は、大きさ、能力、工作物の必要条件、加工速度、剛性、および荷重などの諸要素である。こうした数ある要素のうち何が優先的に必要とされるかによって、機械の型の選択順位が決るわけである。

単刃刃物(バイト) 電動機加工では各種の刃物を使うが、この中で最も基本的なものはバイトである(Fig. 1)。バイトは旋盤、中ぐり盤、形削り盤、平削り盤等、さまざまな機械で使うが、設計は加工目的によって当然違ってくる。こうしたバイトには、まっすぐなもの、曲ったもの、分枝したものがあり、切刃が目的の加工位置に届くように特殊の形状をしている(Fig. 2)。刃物は1つの工具鋼からできており、その端に切刃がある。より硬い切削面を与えるために、チップを取付ける場合もある。チップは高品質の工具鋼か焼結カーバイドのような特殊材料で作ってあり、ロウ付け、溶接、または機械的な手段で柄に締付けられる。

バイトは砥石によってさらに鋭利に研ぐことができるし、チップは摩耗したら取換可能である。また切刃のすくい面にチップブローカといわれる溝を彫ることがよくあるが、これは切粉がたまるのを防ぎ、処理を容易にするためのものである。

多刃刃物 フライス盤、立て中ぐり盤、平削り盤などで普通よく使う刃物のもう1つの型は、回転切削用の多刃刃物である。切削速度がバイトより速いのが有利な点で、バイトと同様に、刃先にはすくい角と逃げ角とがある(Fig. 3)。すくい角は切粉の除去に役立つと同時に、鋭い刃先を与える。また逃げ角は刃先の後ろ側の逃げ面と工作物の間にすきまを与え、摩擦を避けるためのものである。

多刃刃物は効率よくフライス削りを行うために、非常によく使われている。最も一般的なのは平フライスであろう。この円筒形のフライスには、さまざまな直径のものがあり、また薄いメタルソーから幅数インチのスラブミルに至るまで、多くの幅のものがある。側フライスは

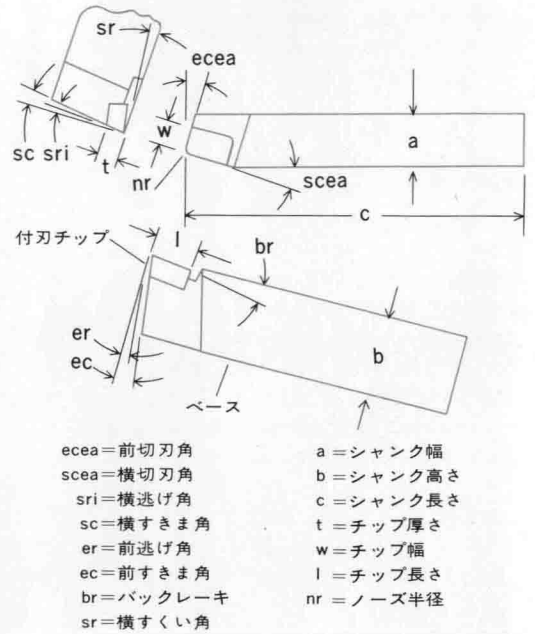


Fig. 2 バイトの名称(Kennametal Inc.)

円筒の一方または両方に切刃をもっている。角を彫ったり斜角をつけたりするための、円錐形のフライスもある。

もう1つの一般的な刃物は正面フライスで、これは円板の周りに切刃をつけたものである。普通、直径数インチで、大きな場所の正面削りを速く行うことができる。

エンドミル(底フライス)は、円筒形の刃物で円周面とその一方の端に切刃を備えている。円筒形のもう一端には、刃物の支持と駆動のための柄(シャンク)が付いている。エンドミルの直径は数分の1インチから数インチ程度である。平フライスは一定の深さで移動でき、この働きで溝を彫る。一方、2枚刃エンドミルは、ドリルと同じ要領で工作物に直接切込むことができる。

速さと送り 刃物と工作物の相対速度について重要なことが2つある。すなわち削り速度と送りである。削り速度とは刃物と工作物の間の表面相対速度のことで、例えば回転加工の場合、削り速度は刃物の前の加工面に対して測られるのである。この速度は普通、m/minまたはft/minで与えられる。これに対して送りとは、1回転1往復または単位時間当りに、刃物が工作物に切込む相対的移動量である。どんな機械加工でも、高い加工効率、望みの表面仕上、長い工具寿命を得るために、速さと送りを密接に関係づけなければならない。これには刃物の型、寿命、機械と刃物の剛性、機械の動力、材料、硬さ、工作物の配置など多くの要素が密接にかかわり合っているが、残念ながら、すべての条件に合致する妥当な速さと送りに関する一般的原理とか、方程式はない。個人的に経験を積んでゆくしか方法はないのである。

機械と刃物の製作者は、その機械固有の速さと送りに関する情報を提供してくれるだろうし、通常の加工条件での一般的な知識は、機械工学のハンドブック類を見れば

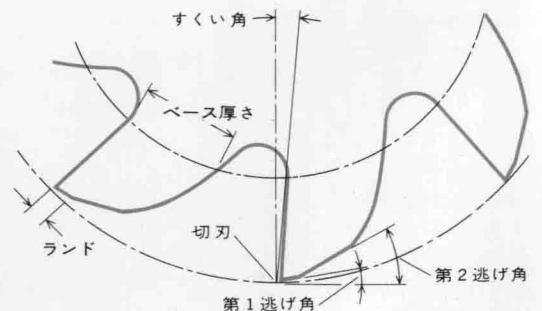


Fig. 3 典型的なフライス