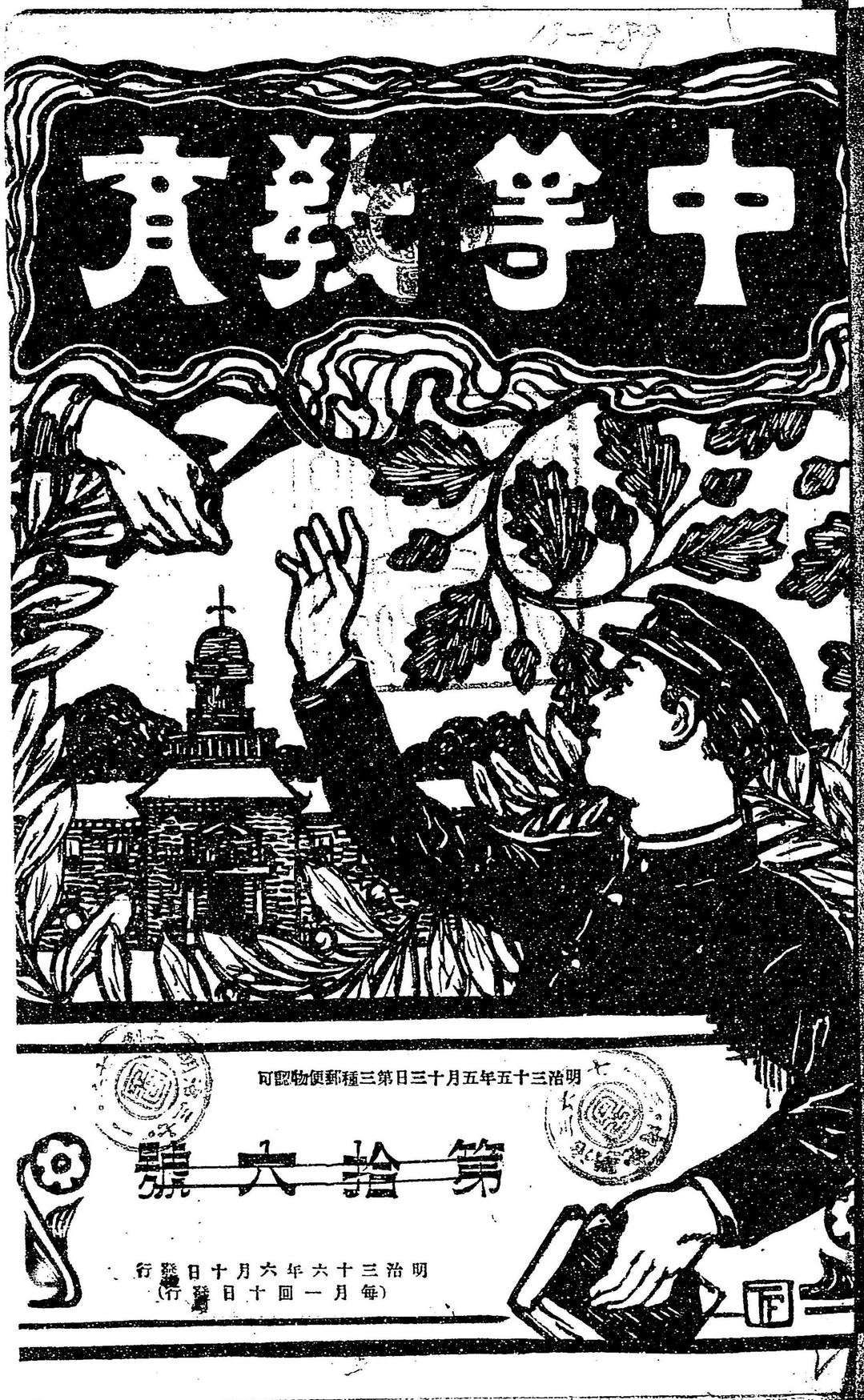


明治三十五年五月十三日第三種郵便物認可

第拾六號

明治三十六年六月十日發行
（毎月一回十日發行）

金刺發兌廣告

Conversations for Students. by H. Koshiyama.

新英和撰 **學生用會話** 袖珍美本正價廿五錢 全一册郵稅貳錢

（專ラ學生諸氏ニ必要ナル學校的會話ヲ纂メタルモノナリ）

Conversations for young Ladies. by Marie Eastlake.

英和婦人會話 袖珍美本正價廿五錢 全一册郵稅貳錢

（貴婦人令嬢間ニ最モ必要ナル通俗ノ對話ヲ網羅セルモノ）

Eastlakes Colloquial Conversations by F. W. Eastlake, Ph. D

英和俗語會話 袖珍美本正價五拾錢 全一册郵稅四錢

（新來ノ英米人ト對話セント欲スル人ハ是非共此書ヲ讀マザルベカラズ）

A Selection of Idiomatic Phrases by F. W. Eastlake, Ph. D.

英和會話用熟語集 袖珍美本正價拾五錢 全一册郵稅貳錢

（最モ必要ナル通俗ノ熟語俗語ヲ集メタルモノ純粹英語ヲ話サントスルニハ無二ノ良書）

A Foreigner's Blunders in Japan. by F. W. Eastlake, Ph. D.

和英文譯 **滑稽實話** 袖珍美本正價參拾錢 全一册郵稅四錢

（外國紳士が我國の言葉に熟せぬ爲に樣々な間違を起した實際談を和文英譯にしたのである）

杉山孚富先生著 **漢文故事熟語詳解** 全一册正價參拾五錢 郵稅六錢

越山平三郎先生著 **增補英文類例詳解** 全一册正價貳拾五錢 郵稅四錢

學習院敎授岡倉一郎先生新著 受驗應用 **獨逸作文詳解** 全一册正價貳拾參錢 郵稅貳錢

橫山砂先生著 **新撰英語異同辯** 全一册正價四拾五錢 郵稅八錢

松尾豐文先生著 **增補和文英譯階梯** 全一册正價貳拾五錢 郵稅四錢

數學專門家原濱吉先生著 受驗必携 **數學公式** 全一册袖珍總クロース美本正價郵稅共四拾錢

近藤十郎先生著 受驗必携 **理化學公式** 全一册袖珍總クロース美本正價郵稅共四拾錢

發行所 金刺芳流堂 東京市神田區今川小路一丁目五番地 電話本局七六六番）

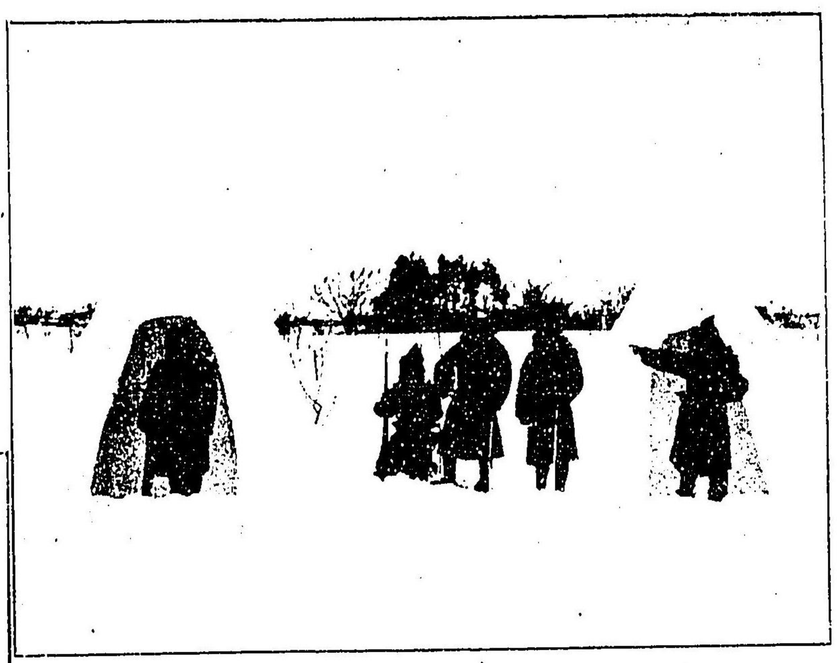
理學博士 池田菊苗 講述

理學博士 本多光太郎 講述

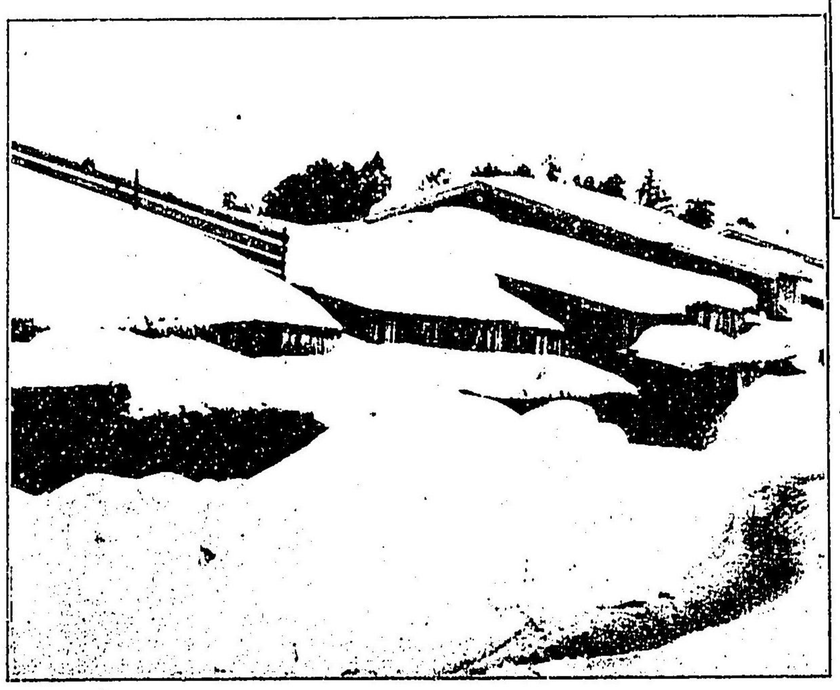
理化 中等教育會 講話

雪中百種

（二の其）



陸奥弘前市中及び郊外



小川一眞製

理學博士池田菊苗氏

農學士志賀重昂氏

（會員 中野忠雄氏寄贈）

（熊本　阿蘇山）

理科

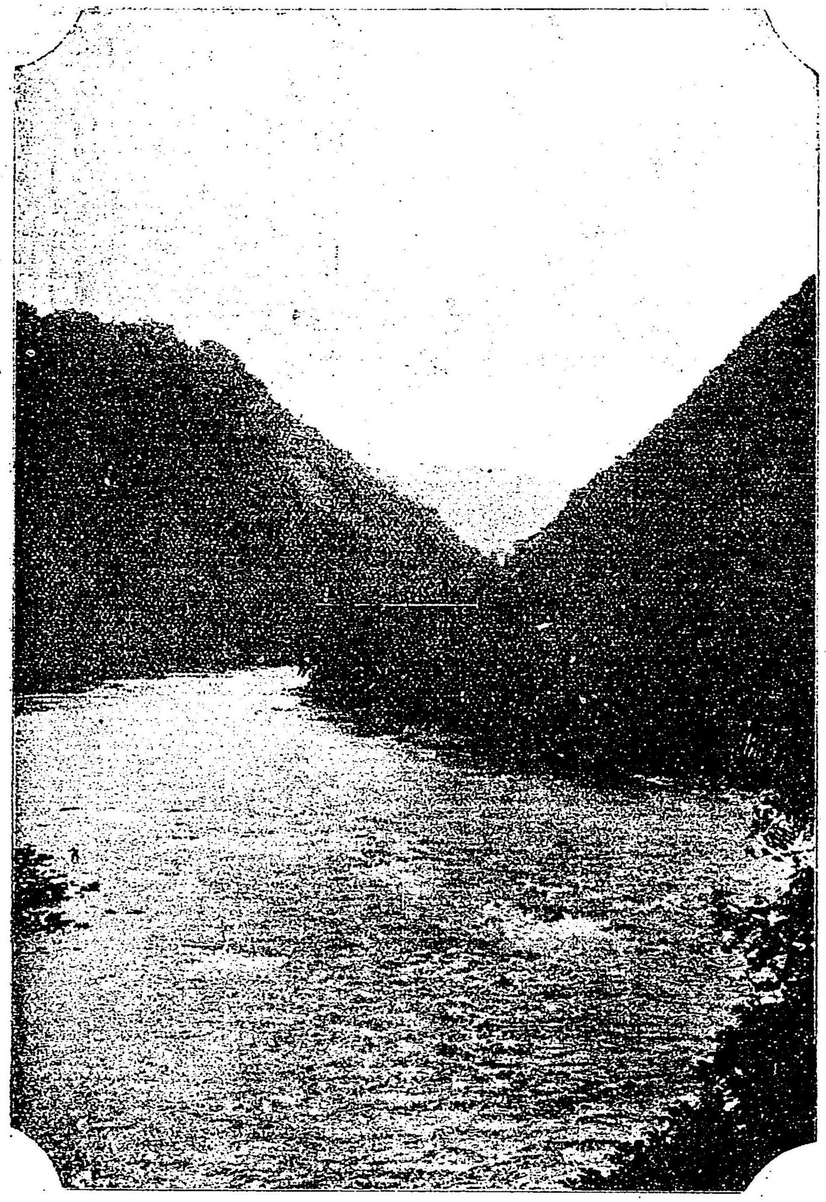
物理學の定義

理學士　本多光太郎

物理學の敎科書に、第一に掲げてありますのは、物理學の定義です。物理學は自然の法則を研究する學問、物質に關する學問であると云ふ樣に書いてあります。初めに習ふ者には、自然の法則が何であるか、物質が何であるか、一向分かりません、從つて、定義の意味を生徒に理解せしむるには、後に說明すべきことを初めに言はなければなりません。よし、如何に敎師が骨折つたとて、十分此の定義を分からすことは物理學全體を學んだ後でなければ、到底出來ません。體裁から言ひますと、定義がないと、何だか物足らぬ心地がします。併し、言つた所が分からぬものなら、唯だ語の諳誦に止まる樣になりますから、中學及び中學以下の學校の敎科書では、初めに定義を擧げるのは止めた方がよいと思ひます。

事實と假設

河



（熊本　球磨川）

始めて物理學を學ぶものは、事實と假設とを混同して困ります。何所までが事實で、何所からが假設であると云ふをの區別が出來ません。又教師にも、此の邊を明瞭に教へるものは少ないと思ひます。吾々が物理學的の法則、原理、定律と云つて居るものは、大抵實驗上確められたる事實です。例へば、アルキメデスの原理、運動の法則、反射及び屈折の法則、オームの定律等の如きです。事實は實驗の範圍内では、正しきものであります。然るに、通常、學說と稱へらるゝものは、已に知られたる種々の現象を成るべく簡單にして、少數なる假設の下に收容せむが爲めに案出されたるものです。假說より推論して得たる結果が、能く已知の事實を說明し、或は、未知の現象をも豫想することを得て始めて學說の價値が出來るのであります。

例へば、分子說、光の波動說の如きです。物體は、分子と名つくる微小なる部分より成つて、互に相隔離し、烈しき振動を爲しつゝあると云ふのは、假說であつて事實に當たらぬかも知れない。吾々は實際此の分子の模樣を見るの手段を知りません。唯だ此の假說によると、物體の性質に關する多くの現象、及び熱の性質等を說明するに最も便利であると云ふに過ぎないのです。又、光はエーテルの橫波であると云ふのは、

假設であつて、未だ、全く疑ひのないものとは考へられぬ。併し、波動說の推論によると、光に關する諸現象を說明するに最も都合が宜しい。光の廻折、光の偏光等を波動說で說明するをは容易であります。一般に、學說は斯學の進歩と共に變化すべき性質のものであつて、決して、一定不變のものではありません。併し、學說も學術の進歩に從つて漸く改良され、遂には、事實として學者の疑はない樣になるものもあります。例へば、音の波動說の如きです。音は、空氣の縱波であると云ふことは、古希臘の學者が、已に唱へて居ました。今日では、其の波動の模樣を見るをが出來る樣になりまして、之を疑ふものはありません。分子說、光の波動說等は、此の有樣に到着するまでには、まだ、多くの改良を要すると考へます。それゆゑ、事實と假說とを明瞭に區別して教へるが必要だと考へます。又、生徒は、之れに依つて誤解に陷ることを免れるであらうと思ひます。吾々が『新撰物理學』に於いて、學說を別にして書いたのも、此の主旨によつたのであります。中學校程度で、物理を教へるには、殊に、事實に重きを置いて假說的のことは成るべく避ける方がよいと考へます。事實を教へるには、順序を立て、他の現象との連絡を附けて教へることが必要

であると考へます。又生徒も此の邊に能く注意しなければなりません。

實驗

物理學は、實驗上確められた事實を基礎としますから、事實に重きを置かなければなりません。事實は、實驗によつて確められるものでありますれば、教師は、成るべく、實驗を示して、生徒に確實なる觀念を與へるように務めなければなりません。又生徒の方でも、十分注意して、實驗を觀察しなければなりません。又同じ趣意に基いて物理學で用ゐる定義も、成るべく、六ケ敷語を避け、實驗上の事實を取つて、直ちに定義とするようにしたいと思ひます。凡て、自然の現象は、色々複雜してゐますから、其の原因を探るには、直接の關係のない事項は成るべく取り除いて、實驗しなければなりません。これが物理學に取つて、實驗の必要になる所以です。例へば、物體が落つる場合に就いて云ひますと、木片を落とすと金屬を落とすと、實際、落下の時間に相違があります。落下の時間と質量との關係を見ますに、空氣中に於いて實驗しますれば、空氣の抵抗を受けます。空氣の抵抗は、物體の形によつてちがひますから、物質と時間との關係を知るには、此の抵抗を除かなければなりませ

ん。そこで眞空中で實驗する必要が起こります。實際、眞空中で實驗した結果は、物體の落下に要する時間が、質量に無關係となります。即ちさすれば、實驗に依つて、一つの事實を知るをを得るのです。

說明

次ぎに、物理學に用ゐる說明と云ふ語を說明しなければなりません。如何なる事項でも、絶對的に說明し得るものでなく、凡そ程度のあるものです。例へば、物體が落つるをを說明するに、色々方法もありますが、ニュートンは萬有引力を以て說明しました。即ち宇宙間の諸物體は、距離の自乘に逆比例する力で互に引き合ふものであると云ふ假定を置いて、之を說明しました。併し、何故に、二つの物體が互に引合ふかを說明しません。之を說明するには、又、別に假定をしなければなりません。ニュートンの說明の學者に信用さるゝのは、單に、落體の場合のみでなく、地球、及び、天體の運動、潮汐の滿干、其の他、種々の事實が此の一つの假定に依つて說明するをが出來るからです。凡て、物理學上の假設は成るべく簡單で、其の上少數であつて、多數の現象を說明するをが出來るものでなければ價値がありません。吾々が、物質

不滅、エネルギー不滅を基礎として、種々の現象を説明せむと勉むるのも、同じ趣意に依るのです。何故に、是等の法則が成り立つかは、新しき假定をしなければ說明することが出來ません。

物質

通常、物理學の敎科書に於いて、物質と云ふ語を用ゐることが、甚だ頻繁でありますけれども、物質は何だと問はれると、之に答ふるのは、甚だ六ケ敷いと思ひます。ガリレオ、ニュートン以前には、此の語はぼんやりした意味を持つて居ましたが、ニュートンが運動の法則を述べてから、語の意味が一定しました。ニュートンは、物質の量を質量と名つけて、之を測るに力の作用した結果たる加速度を以てしました。之に依つて見ますと物質の量即ち質量は力學的の者であります。物質の意味が、かく一定してあるに拘らず、往々物質と云ふ語と物体（英語の Substance の意）と云ふ語とを同じ意味に用ゐまして物体と云ふべき所にも物質と云ふ語を用ゐます。然し、物質、物体の二語は區別して用ゐた方が誤解を招くことが少からうと思ひます。

時間

吾々に分かつてゐる樣で分からぬものは時間であらう。一時間、一秒間といへば、誰れも之がどういうことを意味するかを知つてゐます。即ち一時間は、時計の時針が、一回轉の十二分の一を動く時である。又一秒間は秒針が一回轉の六十分の一を動くに要する時であると云ふことが心に浮かびます。併し精細に申しますれば、時計によつて一時間の長さ、一秒の長さに多少相違があります。だから、どれを正しいものとしてよいか分かりません。然らば通常正しき時間の單位として何を取るかと云ひますと、地球の自轉を利用するより外によい手段はありません。まことに、時間と云ふものは、能く考へれば考へる程六ケ敷いものになります。種々の方面より考へますのに、地球は、殆と一樣なる角速度を以て回轉してゐますから、其の時間を基とするのが、便利です。地球が一回轉する時間は、地球上より、恒星を觀測して知ることが出來ます。地上より見て、恒星が一點を出て翌日再び同じ點に戻るまでの時間は、地球が一回轉する時間です。之を恒星時の一日と云ひまして、天文に於いて多く用ゐられます。又、太陽が、一點を出で、再び同じ點に戻るまでの時間は地球の公轉の道が楕圓なるが爲め、日によつて、多少違ひがあります。之を一

年に平均したものを、平均太陽時の一日と云ひます。吾々の普通に用ゐるのは、此の時間です。地球の自轉と公轉とを考へますると、恒星時の一日は、平均太陽時の一日よりも少しく短くあつて、恒星時は、平均太陽時よりも一年について丁度一日多くなるとが分かります。

基本單位

物理學では、種々の量を測らなければなりません。一つの量を測りますには、之れと同種の量を單位に取らねばなりません。從つて量の種類があるたけ、單位の種類を要する譯です。併し、時、長さ、質量の三つの單位を定めますれば、他の單位は、之より導き出すとが出來ます。それ故に、此の三單位を基本單位と云ひまして、之れを組み立て、出來る單位を組立單位と申します。次に、基本單位に就いて述べます。時間の單位は、各國皆同一でありまして、通常用ゐる時間は、平均太陽時です。平均、太陽時の一日を二十四等分したるものが、一時間で、其六十分の一が一分で、其の又六十分の一が一秒です。

長さの單位は、國に依つて違ひます。本邦に於いては、政府に保管されたる白金と

イリヂウムの合金の棒に記されたる二線間の距離を基本として、溫度攝氏の〇、一五度に於ける距離の三十三分の十を一尺と名つけて、之より丈、里、町間等の他の單位を定むるのであります。通常、物理、化學で用ゐます長さの單位は佛國の單位でありまして、即ち同國の政府に保管されてゐます、我が原器と等しき棒の二線間の距離を基本としまして、溫度攝氏の零度に於ける距離を一メートルと名つけて、之れよりキロメートル、センチメートル等の他の單位を定めます。本邦の原器は佛國のものよりも少し短くありますから、溫度を零度としませんで、〇、一五度として此の補を附けたのであります。

質量の單位も、品に依つて違ひます。本邦に於いては、政府に保管されてある白金とイリヂウムの合金塊の有する質量を基本として、其の四分の一五を一貫と名つけ、之れより他の單位を定めます。佛國の單位は同政府に保管されてある本邦の原器と等しき合金塊の有する質量を基本として、之れを一キログラムと名つけ、之れよりグラム、センチグラム等の單位を定めます。本邦の原器は、佛國の原器と比較しますれば、目方に於て〇、〇〇〇一六九五ほど重くあります。

中央氣象臺では、佛國の單位を表はすに、左に掲ぐる文字を用ゐます。至極便利ですから、本講話に於いても之れに習ふことに致します。

長サ	キロメートル	粁
	メートル	米
	センチメートル	糎
	ミリメートル	粍
質量	キログラム	瓩
	グラム	瓦
	センチグラム	厘
	ミリグラム	毛

譯語

物理學の譯語は、未だ一定しないものが多くありますが、是等は成るべく速かに定めなければなりません。物理學の譯語字彙と云ふべきものは十年前に出版された東京數學物理學會の字彙一つです。此の度の文部省令でも、成るべく之に依れと書いてあります。併し、此の字彙中にも、今日より見ますれば、譯語として、甚だ當を得ないもので改正を要する者がまゝあります。それゆゑ吾々は中等教育の物理書を編纂されたる中村、田丸の兩助教授と協議して、先づ、三人の用ゐる譯語を一定せむことを期しまして次ぎに掲くる術語字彙を編纂しました。譯語は物理學全體に亘りませんで、單に中學程度に必要なるもののみを載せました。

運動と靜止

理學士 本多光太郎

運動と靜止とは、物體の位置を定むるには他に據るべき點を求めて、之れに對して云ひ表さねばなりません例へて云ひますれば机上の一點の位置は机の一隅より何れの方向に幾何の距離にあると云へば定まります、然し精しく申しますれば机の位置を定めなければ從つて點の位置はきまりません、即ち机が何所の何邊にあると云ふことを知るのが必要であります。よし机が何所の何邊にあるといふことを知つた所で、机の地球に對する位置はきまつたものの、地球は絶えず太陽の圍りを動いて居りますから、宇宙の一點に對する位置はきまりませんかく押しつめてゆきますれば際限はないのです。吾々は到底絶對的に位置をきめる方法を知ることは出來ない、然し又絶對的に位置を知る必要がありません。唯だ他の物體に對する位置を知れば

十分です。

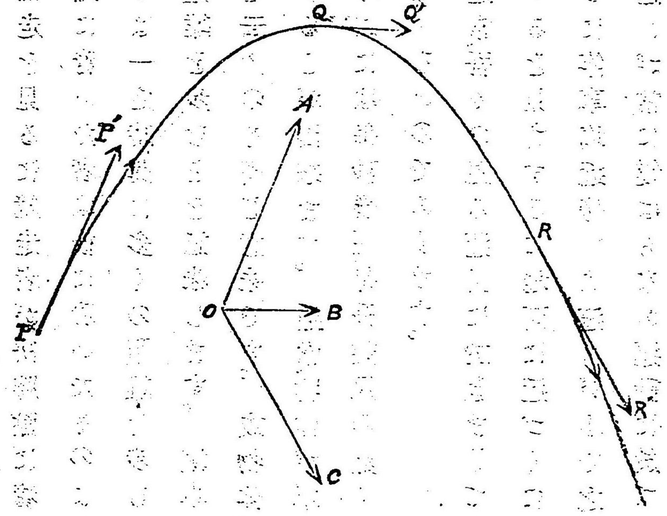
物体の運動或は靜止と云ひましても同樣です、通常或物體が地上の物體に對して其の位置を變じますれば運動すると云ひ、變じませんなれば靜止すると云ひます地上に於て或運動をなす物體を宇宙の一點例へば太陽の上より見ますれば運動の摸樣はまるで違ひます。又地上に靜止する物體を太陽より見ますれば決して靜止しては居ません。よし太陽に對して靜止する物體も宇宙の他の點に對して靜止するとは云へません。かく押しつめてゆきますれば絕對的の運動及び靜止を知るとは出來ません、又之れを知る必要はないのです。或物體の他の物體に對する運動及。靜止を知れば、吾々の目的は達せられます。故に運動及び靜止の定義を次ぎの如く述ぶることが出來ます。甲體が時を經るに隨つて乙體に對して位置を變しますれは、甲體は乙體に對して運動すと云ひ、其の位置を變しませんなれば靜止すと云ひます。甲體が乙體に對して靜止するをも他の物體に對しては必ずしも靜止しません。

速さと速度

競走を見るに競走者が決勝點に着くのに多少遲速があります。此の場合に於て先に着いた者は後に着いたものより走り方が早いと云ひます。即ち速いと云ふのは一定時間に多くの距離を步むをを意味し、遲いと云ふのは同じ時間に僅かの距離を步むをを意味します。瀧車が人力車よりも早く、瀧船が帆前船よりも早いと云ふのも同じ意味です。或物体が一定の時間に進む距離を以て遲速の度を表するが出來ます。通常、物体が單位時間に進む距離を速さと名つけます、速さを呼ぶには毎秒幾糎、毎分幾尺の如く時の單位と長さの單位とを附け添へなければならないのであります。

通常、吾々の見る運動に於きましては、速さが所によつて變ります。例へば、物の落つるを見まするに地面に近づくに從つて次第に早くなります、又瀧車の運動を見るに停車場近傍では速さが小で之れを遠ざかるに從つて次第に大となります。速さが常に變はらない運動に於て一點がt秒時に進みたる距離をsとすればs/tは其の點の速さです。速さが變ずる場合にはs/tを平均の速さと云ひます。又或時刻の前後に極く短き時間を考へて、其の間の平均の速さを其の時刻に

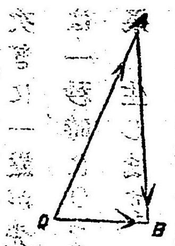
於ける速さと云ひます。即ち、或時刻の速さとは假りに物体が其の時刻より同一の速さで運動するものと考へ次ぎの一秒間に通過すべき距離と見るとが出來ます、然し其點は同一の速さで運動しませんから實際一秒間に此の距離を進むと云ふとは出來ません、速さが增しつゝある時は之れより長き道を進み、速さが減りつゝあるときは之れより短き距離を進みます、



物体の運動する道が曲つてゐますときは單に速さを知る丈では、運動の模樣は分かりません、速さを知ると同時に何れの方向に向かつて進みつゝあるかを知らねばならぬ。或時刻に於ける物体の運動する方向と申しますのは其の時刻に於ける位置より運動の道に於ける切線の方向です。なぜと申します

れば、點が或時刻に有する位置とすぐ次きの時刻に占むべき位置とを結ぶ線は運動の方向を示し、同時に曲線への切線となるからです。一點が或時刻に或速さを以て一定の方向に動くと云ふことを言ひ表はすに速度といふ語を用ゐる。即ち速度は速さと運動の方向とを合はせ考へたものです。然し、普通速さと速度とを區別せずに用ゐます。

ベースボールを見るに、投げ上げられた球は圖に示す樣な道を畫いて進行します。球の速さ及び運動の方向は所によつて異ひます、速さは投け上げられたる點Pより絕項Q點に至るまでは次第に減却し、夫れより以後は次第に增加します、又運動の方向はPQR等の諸點に於ては其等の點に引かれた切線PP′QQ′RR′の向きです。故に、是等の切線の長さを其の點に於ける速さに比例して取れば、之れで各點に於ける速度を表はすことが出來ます、是等の直線の長さ及び方向を比較すれば、所によりて球の速度が如何に變化するかを知ることが出來ます。是等の速度を比較するに別に一點Oを取つて之れより



PP′QQ′RR′等に平行して大さの等しき線OA OB OCを引けば一目亮然です。是等の諸線

が合して一線となる場合でなければ速度が等しいとは云はれない。

次ぎに一點が先づOAなる速度を受け、次いでABなる速度を受くるものとすれば點は一秒時にOよりAに、AよりBに進んでOBなる一つの速度を受くると同一の結果を生じます。又點が二つの速度を同時に受くるも同樣です、即ちOAの速度にABの速度が加はつたものはOBの速度と同じ結果を生じます、此の意味でOBをOAABの合速度と云ひ、OA ABをOBの分速度と云ひます。今一點が初めにOAなる速度を有し一秒の後OBなる速度を有するものとしますれば、其の間の速度の變化はABなる線を以て表はすことが出來ます、此の速度の變化即ち單位時間に於ける速度の變化を加速度と云ひます。加速度を云ひ表はすには、時の單位と速度の單位とを述べなければなりません。例へば、一秒に付き毎秒幾糎、一分に付き毎秒何糎等の如しです。

等速運動と不等速運動

速度の常に變じない運動を等速運動と云ひ、變ずる運動を不等速運動と云ひます。通常吾々の目擊し得る運動は皆な不等速運動です、等速運動に於ても秒時に物体

の動ける距離をs糎としますれば、

$$s=vt$$

となります。不等速運動の中で、最も簡單なる運動は速度の變ずる割合、即ち加速度が一定不變のときです。之れを等加速運動と名つけます實驗の結果に依りますと物体の落つるときの運動、物体を投げるときの運動の如きは等加速運動で一秒間の速度の變化は、本邦に於ては垂直の方向に約毎秒九八〇糎です、

靜止せる球を落とす場合を考へますするに初めの速度は零で、第一秒時の速度は毎秒九八〇糎で第二秒時の速度は其の二倍第三秒時の速度は其の三倍となります、故に九八〇をgにて表はしますれば、第t秒時の速度vは

$$v=gt \quad \cdots\cdots(1)$$

となります。此の運動に於てもt秒時にS糎の距離を進むものとしますれば$\frac{s}{t}$は其の時間の平均の速度です。又初めの速度が零で第t秒時の速度がvで速度の増す割合が一定して居ますから平均の速度は$\frac{v}{2}$である、故に次ぎの方程式を得ます、

$s=\frac{1}{2}vt=\frac{1}{2}gt^2$ ……(一)

(一)及(二)式より　$t=\frac{v}{g}$,　$s=\frac{1}{2}\frac{v^2}{g}$,

∴　$2sg=v^2$ ……(三)

若し物体が初めに v' なる速度を有するものとしますれば、第 t 秒時の速度は、

$v=v'+gt$ ……(四)

となります。糎は同じ論法によつて、

$s=v't+\frac{1}{2}gt^2$ ……(五)　となります、(四)(五)の二式より次きの式を得ます。

$2sg=v^2-v'^2$ ……(六)

物体を眞上に投げ上げます場合には、速度が一秒に付き毎秒九八〇糎づつ減じますれば、(四)(五)(六)の三式は次きの如くなります。

$v=v'-gt$, ……(七)　$s=v't-\frac{1}{2}gt^2$ ……(八)

$2gs=v'^2-v^2$ ……(九)

以上得たる諸式によつて落体に關する問題を解くをが出來ます。尤も此の計算に於きましては、空氣の抵抗を考へませんから、實際の場合とは多少違ひます。

力と物質

運動の法則

理學士　本多光太郎

手を以て物体を押しますれは、之れを動かすをが出來ます。又、既に運動しつゝある物体を靜止せしむるをも出來ます。かような場合には、通常、力が物体に働くと申します。色々の現象に就いて考へますに、靜止して居る物体が動き始むるか、或は運動しつゝある物体の運動の有樣に變化のあるときは、力が作用してゐると云ふをが出來ます。若し、二つの力が靜止せる物体に反對の向に働いて此の物体が動きませんならば、是等二力の大いさが互に等しいと云ひます。二つ或は二つ以上の力が靜止せる一物体に働いて、其の物体の運動を起こすをなければ、是等の力は互に釣り合ふと申します。釣合に於てある力は物体の運動の有樣を變化しませんから、つまり、全く力が働かないと同樣です。それ故、物体の運動か變化しませ

んなれば、其の物体は外より力の作用を受けぬと云ふをが出來ます。ニュートンは此の事實を次ぎの如く述べました。外より力の作用するにあらざれば、靜止せる物體は始終其の位置に靜止し、運動しつゝある物體は等速度で一直線に進行す。之れを、通常運動の第一則と云ひ、或は慣性の法則とも云ひます。

手を以て諸々の物體を揚げますのに、物體によつて難易があります。此の場合には是等の物體の有する物質の量が異なると云ひます。物質の量を單に質量とも申します。若し、二物體の各を同し力で丁度揚げるをが出來ますれば、此等の物體の質量も互に等しいと云ひます。

通例攝氏四度の水の一立方糎が有する質量を質量の單位に取りまして、之れを一瓦と名つけます。又、一瓦の物體に一秒間働いて毎秒一糎の速度の變化即ち加速度を生じます力を、力の單位としまして、之れを一ダインと名つけます。一ダインは力のC. G. S. 式單位です。

されば、一瓦の物體に働きて一秒に付き毎秒a糎の加速度を生ずる力は2aダインとなります。一般に、m瓦の物體に働きて同じ加速度を生ずる力はmaダインです。

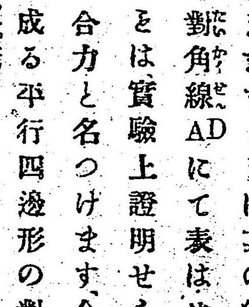
瓦の物體に働きて一秒時に毎秒a糎の加速度を生ずる力Fは

$$F=ma$$

ダイン

なる關係を得ます。此の式は物體が始め靜止するも又運動しつゝあるも同樣に成り立ちます。ニュートンは此の事實を次ぎの如く述べました。或力の作用せるが爲めに物體の受くる加速度は其の力に正比例し、質量に逆比例す。之れを運動の第二則と申します。

力は方向のある量でありますから、速度の樣に一つの直線で表すをが出來ます。扨て一點AにAB ACなる二力が同時に働きますときは、其の結果は此の二力より成る平行四邊形の對角線ADにて表はさるゝ一つの力が働くと同じいと云ふをは、實驗上證明せられた事實です。それ故にADをAB ACの合力と名つけます。合力を求めるには與へられたる二力より成る平行四邊形の對角線を引けばよい。この事を、力の中斜法と名つけます。又



逆に一つの力ADはAB ACの如き二力より成り立つものと考へるをが出來ます。かく一つの力を二つ或は二つ以上の力に分けて考ふるをを力の分解と云ひ、AB ACをADの分力と云ひます、之れに對して、二つ或は二つ以上の力の合力を求むるを力の組合と申します。

次ぎに物体が一定の力の作用を受くるものとしまして、其の初とt秒時の速度を毎秒V及びv′糎としますれば、

$$a=\frac{v'-v}{t}\text{、故に}F=ma=\frac{mv'-mv}{t}.$$

通常、物体の有する速度と其の質量との相乘積を運動量と名つけまして速度の方向を運動量の方向とします。之れに依つて、物體が一秒時に受くる運動量の變化は、物體に働く力に等しいと云ふをが出來ます。

物體を撃つ場合に於きましては力の働く時分が極く短くありましても、かなり速度の變化を生じさすれば、運動量の變化即ち力と力の働ける時間との相乘積は一定の値を取ります。然るに、時間は極く小さくありますれば、力は非常に大きくなければなりません。かく非常に大なる力が極く小時間働きますれば、撃力が物体に働

いたと申します。釘を撃ち込み、球を打ち上げる等は其の例です。

力の作用する場合に就いて考へますのに、力は常に二物体間に作用するものであります。手が物を揚ぐる、馬が荷車を引く等、吾々の常に目撃する場合に就いて考へますれは、明瞭です。又、二人で棒の兩端より引き合ひ、或は押し合ふ場合に就いても同樣です。是等の場合を精細に考へますれば、力を働かす物體と力の働を受くる物體とを區別するをが出來ます。第一例に於きましては、力の働を受くるものは揚げらるゝ物體で力を働かすものは物體によりて下方に引かれつゝあります。かう見ますれば、力を働かすものは物體で力の働を受くるものは手となります。第二例の馬と荷車とに就いても又第三例の人と人とに就いても、同樣に吾々の見方によつて何れを力を働かすものとも、又力の働を受くるものとも見るをが出來ます。畢竟、一物體が他の物體に及ぼす力と申しますので、此の兩物體に働く所の相互の作用の一方よりの見方に過ぎないです。實驗上の事實に照らして考へますれば、斯く兩物體間に働く力は、大いさ互に相等しく反對の方向に向かふをが分かります。此の事は、二物體が靜止

して居ましても、又運動して居ましても同樣に當てはまります。ニュートンは之れを次ぎの如く述べました。甲の物體が乙の物體に力を及ぼすときは、乙も反對の方向に向かふ所の相等しき力を甲に及ぼす。之れを通常運動の第三則と申します。此の二力の一方を作用と云ひ他を反作用と申します。

今湖上に大小の二船を浮かべまして、大船より綱を出して小船を引き寄する場合に就いて、二船の運動を論じます。先づ大船の質量をM小船の質量をmとして、船は初めに靜止し、且つ水の摩擦等は無きものと見ます。大船が小船を引く力をFダインとしますれば、t秒後に小船の受くる運動量の變化は、

$$Ft = mv$$

となります。茲にvは小船の得たる速度です。大船が小船を引くと同時に小船は大船を引きますれば、t秒の後に大船は或速度Vを得ます。第三則によりて作用との大いさは、互に相等しくありますから、

$$Ft = MV$$

となります。故に、

$$mv = MV,$$

それ故兩船の受くる速度は船の質量に逆比例します。即ち質量の大なる船はのろく動き、質量小なる船は早く動きます。斯く、一般に兩物體間に力が作用して運動を始めますときは、各物體の速度は其の質量に逆比例します。

萬有引力

球を投げ上げますれば球は遂に地面に向かつて落ち來たります。之れに依つて見ますれば、球は地面に向かふ所の力の作用を受けつゝあるをが分かります。又手を以て物體を擧げましても、此の力の存在を知るをが出來ます。凡て地上にある物體は多少鉛直に下に向かふ所の力の作用を受けて居ります、此の力を重力と申します。ニュートンは重力を一般に二物體間に働く所の引力の特別なる場合と考へました、此の引力を萬有引力と申します。

如く述べてゐます。一般に二つの質點間に働く引力は、是等の二點を連結せる直線に沿うて作用し其の大いさは兩者の質量の相乘積に正比例して其の間の距離の自乘に逆比例す。通常の物體間の引力は、極く小でありますから、精密の裝置を用ゐなければ見ることは出來ません。然るに地球と地球上の物體との引力は地

球の質量が極く大きくありますから、容易に認むることが出來ます。即ち、物體の重さは之れです。又、万有引力によりて、月が地球の周りを廻轉することを說明することが出來ます。其の他海水の一晝夜に略二回の滿干を生ずることなどは、十分に說明せられます。

實驗の結果に依りますれば、同一の場所では重力は質量に比例します。それ故、物體に働く重力は單位質量に働く地球の引力に質量を乘じたるものに等しくなります。單位質量に働く重力を重力の强さと申します。重力の强さは場所により、又高さによつて多少變はります。本邦では二瓦に付き約九八〇ダインです。

通例便宜上單位質量に作用する重力を力の單位に用ゐまして、力の重力單位と申します。一瓦の重さ、一貫目の重さ等は重力單位です。之れに對して前に擧げたる力の單位を絶對單位と申します。重力單位と同じ物體を用ゐましても、所によりて多少變ずる不便はありますが、實地に便利です。

理科（物理の部）

仕事とエネルギー

仕事

馬が荷車を引いて甲の場所より乙の場所に參りますれば馬が仕事をしたと申します。又荷車は仕事をされたと云つても宜しい。車夫が客を引く場合でも同樣です。仕事をするものは車夫で仕事をさるゝものは車と客人です。然し馬であらうが車であらうが車を引張つて居る計りで、一寸とも動かなんだら、仕事をしたとは云はれますまい。仕事をすると云ふには、必ず引張る上に、車が或距離を動くと云ふことが必要であります。物理學で用ゐる仕事と云ふ語も同樣です。即ち、甲の物體が乙の物體に力を作用せしめて、乙が力の方向に或距離を動いたなれば甲が乙に仕事をしたと云ひます。或は、力が仕事をしたと云つても宜しいのです。仕事の大小を比較しますには、物體に働く力と力の動ける爲に物體の運動せる距

理學士 本多光太郎

離との相乗積を以てします。例へば、一つの力が或物体に働いて之れをn尺動かす仕事は一尺動かす仕事のn倍です。又、或力が物体に働いて之れを或距離だけ動かす仕事は其のm分の一の力が働いて物体を同じ距離だけ動かす仕事のm倍です。若し、一なる力が或物体に働いて之れを力の方向に一なる距離だけ動かす仕事を単位に取りますれば、Fなる力が働いてSなる距離を動かすに要する仕事はFs単位です。

仕事の単位は、通常、力の単位と長さの単位とを併記して表します。例へば、五貫目尺、八五呎磅、三五千糎米の如のです。又一ダイン糎の仕事をエルグと申します。次ぎに二三の問題を研究しませう。第一に論ずるのは、平滑なる水平面に沿うて物体を動かすには仕事を要するか若し要するなら、其の量幾何と云ふ問題です。此の問は二通りに考へることが出来る。物体が動く速度がどうでもよければ、物体に働く力をFダインとして、此の力が働きつゝある間に働く距離をS糎とすれば、仕事の定義に依つてFsエルグは仕事の量です。然し此の場合には物体がS糎を動いたあとに或速度Vは力の大さより計算することが出

来ます。今物体の重量をm瓦とすれば此の力の為めに物体の受くる加速度aはF/mです。故に落体の運動を論じた時出した公式(三)を此の場合に應用すれば、

$$v^2=2as=\frac{2Fs}{m},\text{或は}\ Fs=\tfrac{1}{2}mv^2,$$

故に、

$$v=\sqrt{\frac{2Fs}{m}}$$

となります。此の場合にFは丁度落体のときの重力と同じ作用をして居ます。

次ぎに、物体の動かし様が非常にのろくおつて、速度が常に零であると見ることが出来る場合には物体を動かすに仕事はいりません。なぜと申しますればFが極く零に近くなければなりませんからです。それで、前記の問題は物体の動く速度の如何に依つてきまります、即ち物体を非常にのろく動かすには仕事は殆んどいらない。然し或速度を得でもよいならば、之れに相當する仕事がいります。其の仕事の量は、別式に依りて見ますれば$\frac{1}{2}mv^2$です。

次ぎに論じますのは、物体を或高さまで揚ぐるに要する仕事です。此の場合にも前の問題と同じく、物体が力の作用を受くるが為め、或速度を得る場合と、極のろく動かさるゝ場合とに別けて考へることが出来ます。今Fダインの力が働きて力の

働く上に物体の上りたる距離をS糎としますれば、之れに要する仕事はFsエルグです。勿論此の場合には、S糎を上つたときに、

毎秒$v=\sqrt{\frac{2s(F-mg)}{m}}$糎

の速度を持て居ます。なぜかと申しますれば、Fなる力は上の方に向かつて居ますから、差引($F-mg$)なる力が上に向かつて動くと同じことになります、故に前式のFの代はりに($F-mg$)を置けばよいのです。

極のろく上げる場合、即ちaが零なる爲めにはFはmgに等しくなければなりません。それで、此の特別なる場合には、仕事はmgsダインとなります。依つて、此の問題を次ぎの如く解釋することが出來ます。物体を揚ぐるに非常にのろくするなれば、之れに要する仕事はmgsダインです。然し若し物体が或速度を得ても宜しければ、仕事の量は速度の大小に依つて定まります。勿論之れは物体をS糎の所まで揚げてそこに止めて置くに要する仕事とは違ひます。後に申し

故に、仕事の量は$\frac{1}{2}mv^2+mgs$ダインであると云ふことが分かります。

$v^2=\frac{2s(F-mg)}{m}$或は$Fs=\frac{1}{2}mv^2+mgs$.

ますが、止めて置くまでに要する仕事は單にmgsエルグだけで宜しいのです。又此の仕事は揚ぐる迄の如何にも、方法の如何にも關はりません。

器械が同一の仕事をするにも、早いと遲いとは、經濟上大なる損得がありますが、それで通常單位時間に爲す仕事の量を知ることが必要です。器械が單位時間に爲す仕事を器械の工率と申します、通常用ゐる工率の單位を馬力と云ひて、一馬力は英國では毎秒五五〇呎磅の仕事であつて、佛國では毎秒七五米の仕事です。

エネルギー

地上にある物体を高所に揚げるには、仕事をせなければなりません。かく仕事をされたる物体は、自ら仕事をなすの能を得ます。例へば其の落下を利用して種々の仕事をなさしむることが出來ます。又物体を投げる場合の如く靜止する物躰を動かすには之れに仕事をしなければなりません。かく、仕事をなされたる物体は其の運動を利用して種々の仕事を爲さしめることが出來ます。其の他色々の場合に就いて精細に考へれば、一物体が他より仕事をせらるゝ時は、其の物体は、自ら仕事をする能を增します。此くの如き場合にはエネルギーと名づくる一種の量が、

仕事をする物体より仕事をさるゝ物体に移るものと考へて此の物体が仕事をする能を增すのは受けたエネルギーに依るものであると見ることが出來ます。この受けたるエネルギーの多少は此の物体に爲されたる仕事によつて測ります。斯く考へますれば仕事をしたる物体は仕事の量に等しいエネルギーを失ひ仕事をされた物体は等量のエネルギーを得ることになります。

前に述べた樣に運動しつゝある物体は運動せざる時よりも多くのエネルギーを持ち高所にある物体は地上にある時よりも多くのエネルギーを持つて居ます。又曲げられたる弓巻かれたるバネの如く歪を受くる物躰は之れを受けざる時よりも多くのエネルギーを以て居ます。かく運動しつゝあるが爲めに有するエネルギーを運動のエネルギーと申します。又一物体が他の物体に對して或位置にある爲め或は歪を受くる爲めに有するエネルギーを位置のエネルギーと申します。エネルギーの種類は多いが能く考へて見ると此の二種の外に出でぬ。

次ぎに二つの例を擧げませう。m瓦の物躰が毎秒v糎の速さを以て進行するものとすれば其の運動のエネルギーは幾許なるかを計算します。今Fダインの力

を靜止せるm瓦の物体に働かして物体が受くる加速度を一秒に付き毎秒a糎とし毎秒V糎の速度を得るまでに物体の運動する距離をS糎としますれば、

$$F=ma,\quad v^2=2as.$$

$$F\times s=\tfrac{1}{2}mv^2.$$

故に、

故に靜止せるm瓦の物体が毎秒v糎の速度を得るまでに爲さるべき仕事の量は、$\frac{1}{2}mv^2$エルグで之れが物体の有する運動のエネルギーであります。

次ぎに地上よりh糎の高さにあるm瓦の物体の有する位置のエネルギーは幾何なるか。今此の物体がh糎の高さより落下すると考へれば地面に達する時刻の速度は$\sqrt{2gh}$とる故前の問題に依つて其の時刻に於ける運動のエネルギーは

$$\tfrac{1}{2}mv^2=mgh\ \text{エルグ}$$

に等しくなります。物体は落下する際別に仕事をなすとも爲さるゝをもなしと見做せば此のエネルギーは物体がh糎の高さに靜止して居る時の位置のエネルギーに等しい理です。故にh糎の高さに靜止して居る物体の有する位置のエネルギーはmghエルグとなります。

一物体の有するエネルギーは、物体の狀態及び他物体に對する位置のみに依るものであります。それで、物体を地上より或高さに揚ぐるも、又、如何なる道を通つて揚ぐるも、物体の終はりの狀態が同じくば、得たるエネルギーは、同一です。從つて、揚ぐるに要する仕事の量も亦同一です。

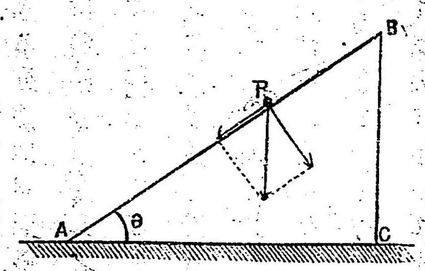
輓近物理學者の研究によれば、熱はエネルギーの變態で分子說に依れば物体分子の振動のエネルギーである。それで、仕事を變じて熱とするをも出來れば、熱を變じて仕事とする事も出來ます。其の他光、音、電氣、磁氣等の現象に伴ふエネルギーのあるをも、容易に認むるを出來ます。斯く、エネルギーは種々の形となりて現はれ、吾人の周圍に起こる現象の爲めに、一態より他態に變じ變遷極りなきが如く見ゆれど、精細に觀測すれば、其の變遷の間に毫もエネルギーの創生或は消滅する形跡を認むるをは出來ません。此の原則をエネルギー不滅則を名つけて物質不滅則と並んで物理學の大原則の一です。物理學は、實に此のエネルギーの變遷を研究する學問であると、一言で述べることが出來ます。

簡單なる機械

斜面

理學士 本多光太郎

水平面に對して傾いて居る面を斜面と申します。重い物体を高所に揚ぐるに斜面を用ゐることがあります。物体を垂直に或高さまで揚げるに非常に大なる力を要する場合でも、斜面を用ゐますれば、僅かの力で揚げることが出來ます。



第一圖　簡單なる機械

左圖に於て AC を水平面の切口とし、AB を斜面の切口とします。通常 ABC の角を斜面の傾斜角と申します。斜面は極滑かであつて、少しも磨擦がないものと見ますれば、其の上の一點 P にある m 瓦の物体に働く重力は mg ダインで、之れを斜面に沿へる方向と垂直なる方向とに分解しますれば、垂

直なる分力は斜面の反作用と釣り合ひまして、平行なる分力のみが働いて居ると同樣の結果を生じます。此の力の大さは $mg \times \frac{BC}{AB}$ であるから、傾斜面が小なれば小なる程小さくなります。從つて極僅かなる力で此の物体を支へることが出來て、之れより少しでも大なる力を用ゐますれば揚げられます。

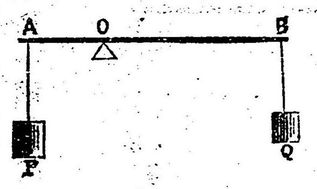
此の如く斜面を用ゐますれば、力を利することは出來ますが、物体を一定の高さまで上げるに要する仕事は直接に揚げるも斜面に沿うて揚げるも同じことであります。なぜかと申しますれば、此の物体を靜かに眞上に揚げる仕事は $mg \times BC$ であつて、斜面に沿うて上げる仕事 $mg \times \frac{BC}{AB} \times AB$ 即ち $mg \times BC$ と同一となりますからです。

前圖に於きまして AC は水平でありますから、若し磨擦がありませんなら、靜かに物体を C より A に持ち來たすには、仕事を要しません。それで同じ位置 C より出で A に到り、次いで斜面に沿うて B に到ると C より直接に B に到ると同じ仕事の量を要します。從つて B 點まで揚げられた物体の有する位置のエネルギーは揚ぐるに通過する道の如何に關係しないと云ふことが分かります。之れは斜面の場

合に於けるエネルギー不滅則の證明となります。

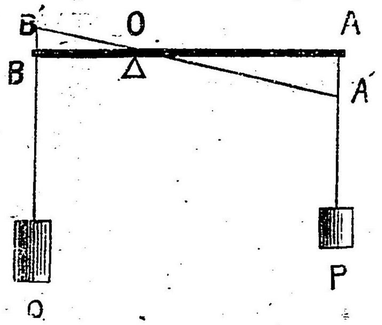
若し、平面が十分に滑かでなくて磨擦がありますれば、斜面に沿うて物体を揚ぐるに磨擦に對してする仕事だけ餘計の仕事を要します。然し此の仕事は磨擦によつて生ずる熱のエネルギーに變じますから、エネルギー不滅則に抵觸しません。

挺子



挺子は支點と名づけまする一點の周圍に自由に廻轉するとの出來る棒です。分かり易き爲め挺子に重さなく支點に磨擦なきものと考へまして、其の中の二點 A 及び B に P 及び Q なる重錘を吊し、支點 O に於て支へますれば P なる重さは挺子を O の周りに矢の方向に廻さむとします。又 Q なる重さは挺子を之れと反對の向に廻さむとします。此の二つが互に等しくありますれば挺子は釣り合ひます。實驗の結果に依りますれば挺子が釣り合ふが爲めには P と OA との相乘積が Q と OB との相乘積とに等しくなければな

りません。即ち P と Q との比は、支點よりの距離に逆比例します。それで、OA を OB に比して小さくしれば、小なる力 Q で大なる力 P と釣合はしむるをが出來ます。次ぎに A 端を小なる距離 AA' たげ下げるものとしますれば、B は B' に上がります。其の爲めに P のする仕事は $P\times AA'$ でありまして Q になる仕事は $Q\times OB$ であります。然るに、



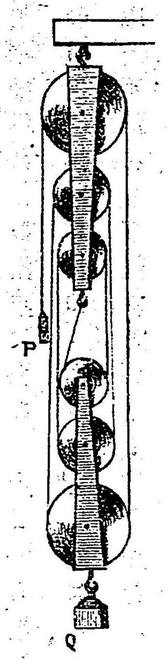
$AA' : BB' = OA : OB,$　　$P\times OA = Q\times OB,$

故に　　$Q\times BB' = P\times AA'.$

即ち P が爲したる仕事は Q に爲されたる仕事に等しくなります。此の場合にも力を利するをは出來ますが仕事を利するをは出來ないと云ふを、即ち梃子の場合にもエネギルー不滅則が正しいと云ふをが分かります。尤も支点に磨擦がありますればPは之れに對して餘計の仕事をしなければなりません。

滑車

滑車の用方に通常二通ある。單に力の方向を變ずるに用ゐる場合と、僅かの力で重き物体を揚げるに用ゐる場合とである。井戸の滑車の如きは第一の目的に用ゐられて居る。水を汲むに上に引くのは下に引くよりも困難を感ずる。これは身体の重さを利用するをが出來んからです。それで滑車を用ゐて力の方向を變へ綱を引き下げて水を汲み上げるのです。第二の目的即ち僅かの力で重き物体を揚げるには、左圖に示すような滑車を用ゐる。此の滑車は動滑車と靜滑車とより成り立つて居る。問題の込み入らぬ爲め、滑車に磨擦及び目方の無いものと考へて、綱の一端に或重さPを吊るせば綱の各部が同じ大いさの張力を受ける。それで動滑車に働く力は綱の他端に吊るした重さQと六本の綱が上に引く力とです。六本の綱は各々Pの重さに等しい張力で動滑車を上に引くから、全体で6Pの重さに等しい力で之れを上に引いて居ります。此の力がQの重さに等しければ、動滑車は釣り合うて居



ります。それで、此の裝置を用ゐて六倍の重さの物を擧げるをが出來ます。然るPを或距離だけ動かしてもQは漸く其の六分の一だけ動きます。故にPのする仕事とQに爲さるゝ仕事とは等しくなつて、少しも得失はありません。實際の場合には滑車に磨擦があるから、磨擦に對する餘計の力をPに加へねば6Pの重さは揚げられぬ。從ツてQに爲さるゝ仕事はPのする仕事より小である。以上簡單なる三例に就いて機械を用ゐれば力を利するをは出來るが、仕事を利するをは出來ぬと云ふをを示した。斜面挺子滑車に限らぬ、如何なる工夫を以て機械を作つても、仕事を利するをは出來ません。若し、仕事を利するをが出來ればエネルギーを作るをが出來るをになつて、物理學で信ぜられて居る大原則の一なるエネルギー不滅則を否認するをになります。凡て、機械の諸部には多少磨擦があるから之れに對して餘計の仕事をしなければならぬ、此の仕事は磨擦に依つて生ずる熱のエネルギー等に變ずるからエネルギー不滅則には抵觸しません。故に機械にする仕事は必ず機械がする仕事より大であります。從つて直接に或仕事をするは之れを或機械に爲さしむるよりも仕事の浪費を省くをになります。

物体の狀態 附液体空氣

理學士 本多光太郎

物体の狀態は種々雜多でありまして、木石金屬等の如く一定の形を爲し、一定の容積を有するものもあれば、水油等の如く一定の形とてはありませんけれど一定の容積を持つて居るものもあります。又、空氣の如く一定の形も一定の容積もなく唯だ之れを容るゝ器の形狀容積を取るものもあります。第一の部類に屬する物体を固体と云ひ、第二の部類に屬するものを液体と云ひ、第三の部類に屬するものを氣体或は瓦斯体と申します。

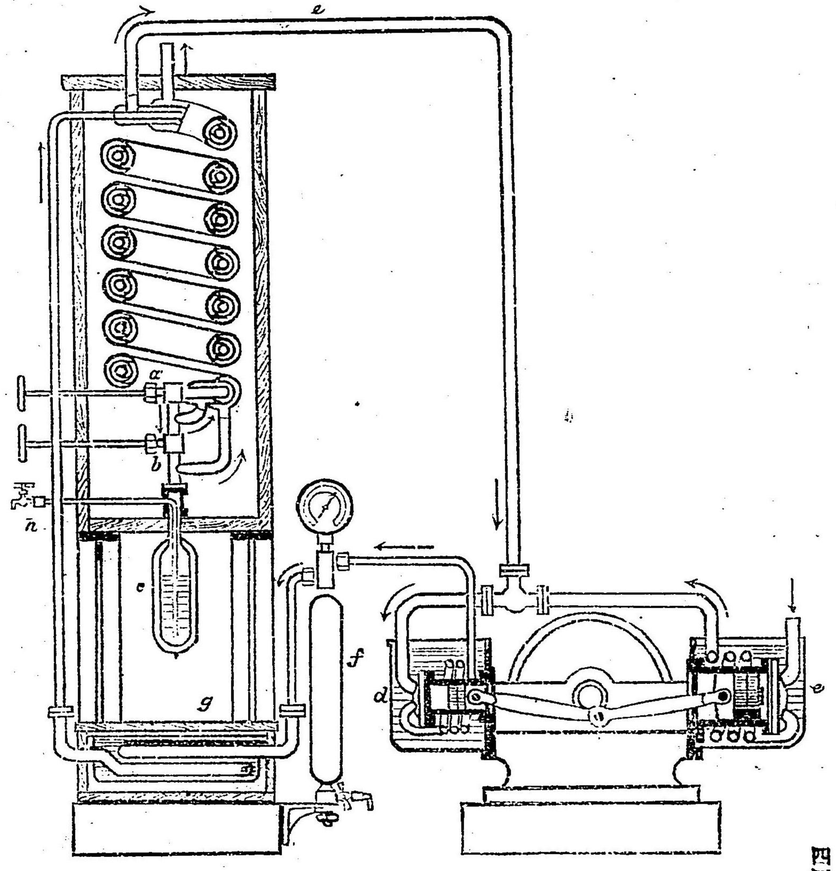
固体の形を變へようとしますれば、之れに力を加へなければなりません。一旦、力を加へて其の形を變へますれば固体は元の形に戻らむと勤めます。此の如き性質を形狀の彈性と申します。又固体の容積を變へようとするにも大なる壓力を要します。壓力の爲めに縮められたる物体は元の容積に戻らむと勤めます。此

の性質を容積の彈性と申します。液体に於ては其の形を變へるのに殆と力を要しません。又其の形を變へても元の形に戻らうとしない、即ち液体は形狀の彈性を持つて居りません。然し、其の容積を縮めるには甚だ大なる壓力を要しまして、壓力を取り去れば元の容積に戻ります。即ち、容積の彈性を持つて居ります。同樣に氣体には形狀の彈性はありませんけれど、容積の彈性はあります。通常、氣体、液体、固体を物体の三態と申します。

物体の三態は元々固有のものではありません。重に外部の狀況例へば、温度壓力等に依つて一態より他態に變ずることが出來ます。例へば、水の如き通常の温度では液体でありますが、之れを零度以下に冷却しますれば固体の氷となり、又百度以上に熱しますれば氣体の蒸氣となりますが、之れを零度以下二百三十度位になりますれば遂には固体の空氣が

出來ます。其の他水素、酸素、窒素等の所謂永久瓦斯も今日では容易に液化することも出來れば、又固体の形にすることも出來ます。通常の氣壓に於ける液体空氣の沸騰点は甚だ低くありますから寒劑として大いに用ゐられます。一般に高温度に於ても化學變化を受けない物体は相當の低温度より相當の高温度に至る爲めに以上三態の何れの形をも取ります。又炭酸瓦斯の如き氣体は單に壓力を增すのみで通常の温度で液化することが出來ます。

次ぎに附け加へとしてリンデ氏の空氣を液化する器械のを述べませう。英國の學者トムソン、ジユールの研究に依りますれば、空氣が細孔より流出するときは、多少温度が下ります。其の温度の下降は細孔前後の壓力の差に比例して、其の差一氣壓に付き約1/4度となります。それ故、孔を極小さくして孔の前後に於ける壓力の差を大きく保つて置きますれば、一度の流出で何十度の温度を下降せしめることが出來ます。例へば細孔前後の氣壓が二〇〇氣壓と二〇氣壓でありますれば温度の下降は四十五度位となります。一度流出して冷えたる空氣を再び流出せしめますれば、更に温度の下降を生じます。遂に此の如くしますれば、空氣は次



四四

第々々に冷えて遂に零度以下一八〇度位に達して液化します。

前圖はリンデ氏の液化器械の全部であります。右にある裝置は空氣を壓縮するポンプで蒸氣機關に依って活塞を動かします。ポンプの圓筒は二個あって第一の圓筒(c)で壓縮した空氣を更に第二の圓筒(d)で壓縮して左部の裝置に送るのです。

左にある裝置は壓縮されたる空氣を冷却せしむる所であります、先づポンプより來たる空氣は管fに入りて水蒸氣を奪はれ、更に寒劑の爲めに零度以下二〇度位に冷やされたる管gを通りて殘れる水蒸氣を奪はれます。かくして能く乾きたる空氣は管を昇りて螺旋形の三重銅管の最も内部を通りて下り、細孔(a)より噴出して冷却します。此の噴出したる空氣は中間の銅管を通りて其の内部の空氣を冷やしつゝ(b)に出で圓筒(e)より來たる空氣を合し圓筒(d)に入りて壓縮せられ、元の道を通りてaより噴出して更に冷却します。又aより噴出する空氣の小部分は第二の小孔bより噴出して冷却し、最も外部なる銅管を通りて其の内部を冷やしつゝ大氣中に出ます。故にポンプを運轉するに從ひ壓縮されたる空氣の壓力

次第に增加し遂に細孔aの前部の壓力約二〇〇氣壓、後部の壓力約二〇氣壓となり殆ど三十分を經ますれば、全體の空氣次第に冷却して遂に細孔を出づる際液化して液体空氣となりcなる管中に集まります。c管の壁は二重でありまして其の間を眞空にし外より熱の傳導するを防いであります。又其の中の氣壓は殆ど大氣の壓力に等しくありますれば、bの細口を大きくし多量に空氣を流出せしめて管中の壓力を增しますればサイフォンhの作用によりて液体空氣を取り出すことが出來ます。

液体空氣の温度は甚だ低くありますから多くの物体は之れに浸しますれば凝ります。例へばゴム球に液体空氣をかけますれば凝りて固くなり、之れを落とせば恰も硝子球を落したるが如く、粉碎します。水銀の如きも液体空氣に浸しますれば銅鐵の如く固く凝りますヌアルコールの如きも容易に凝らせることが出來ます

理科（化學の部）

理學博士　池田菊苗

化學の講修法

此の物質の世界に棲み、其の變化の間に處して生を營みつゝある人間に取りて、物質變化の知識が、一般に甚だ重要なるは、論ずるまでもなき事柄にして、此の知識の一大部分を爲せる化學が、普通學の一要素と認めらるゝは、まことに當然の事といふべし。併しながら、いづれの學科に在りても、之れを講修する方法を誤る時は、徒らに時間を費やし、精神を勞するのみにして、其の効果甚だ微々たるものなるが、化學に於て、此の弊、殊に甚だしきものあるが如きは、講者の夙に遺憾とする所にして今、諸子の爲めに斯學の一斑を講述せむとする微意も、亦、實に此の流弊の幾分を矯正せむと欲するに外ならず。

つら〳〵思想變遷の跡を考ふるに、學術の未だ充分に發達せざるに當たりては、兎角高遠の理論を重んじ、細微の知識を輕視する傾あり。しかれども、研究次第に其

の歩を進め、學識漸く圓熟するに及べば、空理空論は如何に高尚なるも、如何に精妙なるも、また之れを珍重するものなく、實際に適切なる知識は、如何に微小なるも萬古不易のものとして貴重せらるゝに至る。物理學、化學、生物學の如き自然學に於ては、第十九世紀の末に及んで此の傾向殊に著るしく、精神上の諸學科に於ても、亦漸く然らむとするものの如し。蓋し、學術の發達は、各個人の心智の啓發と、略〻其の順序を同じうするものにて、學術の猶は幼稚なるに當たりては、實際に就きて精細なる研究を行ふことなく、甚だ簡單なる學說を立し之れに依りて以て宇宙萬般の現象を解明せむと試み、各個の事物に關する觀察實驗を陋として之れに從事するを屑しとせざりしは、恰も、年少氣銳の人が漫りに、無限の大望を懷き、其の企圖を實行するに必要なる手段方法に關して、嘗て精密なる調査と周到なる考慮とを爲すをなく、天下の事手に唾して成るべしと思ひ、日常の業務を賤しむと一般なり。然れども、次第に經驗を積み、思慮漸く熟するに及んでは、さきの計畫の如何に疎漫なりしかを悟り、其の鄙みたる所の、却つて如何に貴重すべきかを知るが如く、學術に於ても知識の廣さと深さとを加ふるに隨ひて、愈〻事物の關係の複雜なるを知り

到底簡單なる學說に由りて、之れを統一解明し得べきに非ざるを覺り、頗る細なる事物に就きては周到なる觀察詳密なる實驗を行ふの勞を辭せざるに至るなり。而して、其の結果は、甚だ驚歎すべきものあり。性を生じ、亞鉛と銅との二片を死蛙の後脚に觸るれば、其の動くを看る。是等は極めて瑣細の現象なれども、是れが研究を擴めたる結果は、終に、今日の發達したる電氣學と爲り、曾に物理學の一部分として最も興味あるのみならず、其の應用の人生に重要なるは、諸子の既に見聞するところなり。諸子も、亦、必ず一たびは、石鹼球を弄びて其の彩色の美なるを賞したるをあらむ。此の近易なる事柄も、詳細に之れを研究すれば、物理學及び化學に於て頗る重要なる液面張力に關して少なからぬ知識を得べきのみならず、又、光線の性質を討尋するの端緒となるなり。是等はいづれも物理學上の例なれども、亦以て近易なる現象が、往〻、自然の奥祕を闡明するの鎖鑰たることを知るべし。化學に於ても、斯くの如き類例極めて多く、諸子の身邊に於て、庖厨に於て、市街に於て、山林原野に於て到る所に觀察し得べき種々近易の事實にして少なからざる化學上の知識を與へ得べきもの多し。而して、不充分

ながらも、實際に就きて得たる知識は記憶の容易にして應用の適確なるを彼の紙上に得若しくは單に耳より入りたる知識と同日の談にあらず。故に講者は適當の機會ある毎に、近易なる化學的現象に對して諸子の注意を喚起するを怠らざるべしと雖も、諸子は、居常精密なる觀察を務むるは、自然學を修むるの第一着歩なるを記憶せむをを要す。此の練修は單に知識を增進するに必要なるのみならず、又細心周密の良慣習を養成するに最も效益あるものなり。

然れども、自然に起こり來たる現象は、其の周圍の狀況複雜に過ぎて攻究に便ならざるを多く、一原因と一結果との關係を明らかならしむるを困難なる場合少なからざれば、特に、簡單なる狀況の下に、或種の變化を發こさしめて之れを視察する必要あり。之れを名つけて實驗といふ。例へば、或る一種の植物は甘味を呈し他の植物は苦しとせむに、植物體は種々なる物質の混合集成する所なれば、其の味の原因を知るを難けれども、若し、其の成分を分離して、之れを嘗め試みなば、容易に此の問題を解決し得べきが如し。實驗は、又、既知の事實より論理的に推定したる結果が實際と一致するか否かを檢知するに最も肝要なり。緻密なる測定精徹なる視

察を遂げむと欲せば、器械藥品等の具備せる實驗場を要すると勿論なりと雖も、諸子が極めて簡單なる普通の品物を用ゐて行ひ得べき實驗の種類亦頗る多く。是等は固より多少の時間と手數とを要すと雖も興味甚だ多くして諸子の知識を確實ならしむる利益は優に其の勞に報ゆるに足るべし。故に、本講義に於ては、時々諸子が自から行ひ得べき簡易なる實驗を解說すべく、又、或場合には、必要なる材料(紙片に附着したる)を供給するをもるべし。諸子が單に是等を利用するに止まらず、更に自ら種々の實驗を案出して之を試みむことを希望す。

或書家が、人の問に答へて、吾れは腦を以て繪具を混和すと曰ひしは、いづれの場合にも服膺すべき警語にして、諸子が觀察若しくは實驗を爲すに當たりては單に、物品に由りて之れを行ふものと思ふべからず。又、眼、耳、舌、鼻、手を以て之れを行ふものとも思ふべからず。是等は、實驗觀察に必要なるを勿論なりと雖も、最も肝要なるは、心智の活動なり。一現象を觀察するに當たりても、其の主要なる部分と否ざるものとを甄別し、且つ、其の相互の關係に注意して之を思索するに非ざれば、決して要領を得べからず。實驗を行ふに際しても、先づ、其の目的を明らかにし詳細に

順序方法を定めて後、着手するに非ざれば、好結果を得るを難く、且つ、其の結果に就きても、精密に之れを討尋するにあらざれば、學び得るところ、決して多からざるべし。

既に、個々の事實に就きて精確なる知識を得ば數多同種の事實の要點を一括して一般に之れを記述する定律若くは通則を學ぶべし。此の際には、定律が其の範圍内に於ける各個の事實に適中するを注意するを要す。自然學に於ける定律は、概ね簡單にして明瞭なるものなれば、之れを記憶するを比較的に容易にして、多少の練習を經れば、之れを應用することまた難からず。雜多なる個々の事物の知識を統一することなくして、之れを記憶し應用せむとするに比すれば、其の難易繁簡固より同日の談にあらず。然れども、實際の事物に就きて、多少の精確なる知識を有するに非ざれば、定律の眞意義は、終に之れを解するに由なかるべし。且つ、定律は知識を應用する道具に過ぎずして學問の眞目的は、却つて實際の知識に在れば、其の本末輕重を誤らざるを要す。一現象が或定律の必然の結果なることを認識するを稱して、其の現象の說明といふ。故に、說明は既知の事實と未知の現象との

關係を明らかにするの謂ひにして、智の領域を擴張するものなれば智力上の趣味極めて多きこと論を俟たず。而して、一組の定律を以て、無數の現象を說明し得る場合には、之れを稱して、學說といふ。眞正の學說は甚だ貴重すべきものにて、學術の精華なりと雖も、確乎たる定律が充分なる說明を與ふるに足らざるに當たり、隱想の見を以て之れを補ふをあり。斯くの如きを稱して假說といふ。假說も適當なるものは學問の進步に貢獻する所少なからざれば、一概に之れを排斥すべきに非ずと雖も、殿に眞正なる學說と甄別するを要す。何となれば、一般に信奉せられたる假說が甚だしき誤謬なりし事は、自然學の歷史上一再に止まらざるところにして、今日の假說も亦此の類に非ざるを保すべからざればなり。現今の化學に於ても、尙ほ幾多の假說あるは、其の發達の順序に於て蓋し已むを得ざる所なるべしと雖も、要するに、其の本色にあらず。本講義に於ては簡單なる學說は、務めて之を詳述すべきも假說は成るべく用ゐるなからむことを期す。

化學を學修すれば、諸子の身邊に在る幾多の事物と自然界に於ける種々なる現象とに就きて、多少精確なる知識を得るのみならず、農業工業其の他百般の技術の根

據の幾分を知るを得て、益する所甚だ多かるべし。然れども斯くの如く衆多なる事項に就きて講述せむことは固より講者の豫期する所にあらず。本書に於ける紙數の制限亦之れを許さず。故に系統ある化學の說述は之れを成書に讓り、本講義に於ては、諸子が學校に於て學び、若しくは、普通の書籍に就きて講修して尙ほ足らざる所を補はむと企圖するのみ。

理科（化學の部）

燐寸の話

理學博士　池田菊苗

火の人生に必要なるは、何の人民に在りても同樣なれども、未開の民は之れを感ずるを更に切なるを以て、火を取るに用ゐる道具の如きも、殊に蠻夷の間に貴重せられ、彼の木錐と木板とより成れる引火具は蒙昧の世の遺習として後世に至るまでも宗教上等に於て、大いに尊重せらるゝをあり。此等は、單に摩擦に由りて火を發するものにして、頗る幼稚なるものなり。燧石、火口、硫黃附木等を使用するを、亦古き方法にして歐洲に於ては、六百年前既に廣く行はれたるものゝ如し。此の方法は、彼の土に於ても未だ全く廢れたるにあらず、野外に於ては尙ほ之れを使用するもの少なからず。本邦に於ても、尙ほ、多少使用せらるゝは、諸子の知れる所ならむ。前世紀の初めに至り、化學の知識大いに進むに及んで、更に輕便なる引火具を造り出ださむと試みたるもの少なからず。幾分の成功なきに非ざりしも、未だ廣

く世に行はるゝに至らざりしが黄燐を加へて造れる燐寸は七十年前始めて案出せられ、人之れを便としたるも、尚は頗る不安全なるを免れざりしなり。今日一般に使用せらるゝ安全燐寸は、五十餘年前獨乙人ペッチェルの考案に成り、瑞典國に於て始めて盛んに製造し輸出したれば、又瑞典燐寸の名あり。

本邦に於ても、二十餘年前までは、瑞典國より多量の燐寸を輸入したるが、當時大藏卿たりし大隈伯等の奬勵に成れる新燧社に於て、始めて精良なる燐寸を造り出だすに及んで、漸く其の輸入を防ぎたるのみならず、此の品の製造は年を逐うて盛大なるを致し、終に今日に於ては多量の輸出を爲すに至れり。今其の統計の大要を擧げむに、神戸名古屋大坂等に於ける製造所の數三百に近く、使役する所の職工男五千人、女一万五千人にして外に内職を爲せるもの三万人あり。製造高は信憑すべき統計を缺くと雖も、毎年清韓印度等への輸出額は三十億圓、代價六百万圓なれば、内地に於て消費する額を合算すれば、其の數量の如何に大なるかを推知するに難からず。之れが原料として輸入せらるゝ鹽素酸カリウムの量五十萬圓、赤燐の量二十五萬圓を下らず。燐寸は極めて瑣細の品なれども其の日用の便と貿易上

の位地とを顧れば、亦決して輕侮すべからざるものあり。殊に我が製品が東亜の市場より瑞典、獨乙等の製品を驅出したるは假令主として我が勞働者賃銀の低きに由り、技術の優れたるが爲めに非ずとしても、尚は頗る人意を強くするに足るものありて、所謂平和の戰爭に於ても勝利を收むるの期し難きに非ざる一證とすべし。

燐寸の製造は、重に器械的にして主とする所は多數を同時に製出するに在り。軟なる木材を以て細き方形の枝條を造り、其の一端にパラッフィン若くしは硫黄を施したる上に、發火性の混合物を糊にて附着し、燐寸頭と爲す。普通の安全燐寸は函の兩側若しくは兩側及び背に在る特別の摩擦面を用ゐるに非ざれば發火するを得ず。今其の發火する理由を明らめむとならば、燐寸頭の混合物及び摩擦面に施せる混合物が何等の成分を含めるか、又各成分は、如何なる性質のものなるかを知らざるべからず。

燐寸頭の混合物は、様々に調合せられ、其の成分の種類の割合も一定せず。然れども可燃性の物質と酸素を供給する物質との二者を含める點に於ては、孰れも一致

せり。酸素供給劑として最も普通に使用せらるゝは鹽素酸カリウム(俗に鹽酸加里又は鹽劑と稱す)なり。此の物は白色若くは無色)の結晶體にして水に溶け易く之れを炭火上に投すれば急劇の燃燒突燃)を誘起し紫色の焰を擧ぐ。今一函の燐寸を擦り其の頭を湯に浸し、浸出液を濾過して之れを蒸發し、濃厚と爲れるものを冷却すれば、板狀の結晶を生ずるを看るべし。是れ即ち鹽素酸カリウムにして之れを炭火上に投ずれば其の然るを確知すべし。

鹽素酸カリウムは鹽素、酸素、カリウムの三元素より成り、之れを熱すれば其の多量に(四割弱)含める酸素を放出して、鹽化カリウム(鹽素とカリウムとの化合物)を殘留す。

$$2ClO_3K = 3O_2 + 2ClK$$

鹽素酸カリウム　酸素　鹽化カリウム

工業上に於て多量に鹽素酸カリウムを製する方法は二樣あるも、歸する所は同一にして鹽化カリウムをして酸素を攝取して鹽素酸カリウムに變ぜしむるに在り。水に電流を通ずれば分解して酸素と水素とを生ずるは、諸子の既に知らるゝ所なら

む。鹽化カリウムの濃溶液少しくアルカリ性のに電流を通ずれば鹽素酸カリウムの結晶を生じ水素を發出す。此の結果は左の方程式に示すが如し。

$$3H_2O + ClK = ClO_3K + 3H_2$$

水　鹽化カリウム　鹽素酸カリウム　水素

水より水素を去りたるものは酸素なれば、此の結果は、酸素が鹽化カリウムと化合して鹽素酸カリウムを生じたるに外ならず。右の方法に由り、電流を用ゐて鹽素酸カリウムを製造すること、近來次第に盛隆に赴き、舊來の方法は遠からずして終に全く廢するに至るならむ。斯くの如くなれば鹽素酸カリウムの製造法は、之れを熱して酸素を放出せしむる變化と正しく相反對せりといふを得べし。

總べて物の燃燒するに當たつては酸素を要し、其の供給多量にして濃厚なれば燃燒愈熾なるは、純酸素中に於ける燃燒の旺盛なるに徴して知るべし。鹽素酸カリウムが分解するに當たつては、多量に濃厚なる酸素を出だすを以て、炭火等之れに逢へば突燃の現象を呈すべきは看易き理なり。殊に、鹽素酸カリウムは多數の物

質と相反したる性質を有し、分解して酸素を放出するに當たつて、却つて熱を發するが故に、酸素を供給すると同時に温度を上昇せしむる益あり。

燐寸頭に於ける酸素供給劑として鹽素酸カリウムの外に二酸化マンガン(俗に黑色酸化マンガン又は單に滿俺と稱す)鉛丹(酸化鉛の一種)等を用ゐるをあり。是等の物質も强熱すれば酸素を放出する性あるも其の重なる効用は鹽素酸カリウムの分解を促進するにあるべし。單に鹽素酸カリウムのみを熱して酸素を製取せむとすれば頗る高き温度を要するも、之れに二酸化マンガン、鉛丹等の粉末を混ずれば比較的低き温度に於て盛んに酸素を發出するなり。左れば燐寸頭に於ける此等物質の働は發火を容易ならしむるに在り。二酸化マンガンの粉末は濃褐色を有し鉛丹は赤色を呈するが故に燐寸頭の色に由りて其の存在を微知すべし。

然れども特に顏料を加へて其の頭に綠色等を附したるもの往々是れあり。

燐寸頭に於ける可燃質は硫黃を最も普通とす。前に說きたる如く湯を以て充分鹽素酸カリウムを浸出したる後殘留する物質を乾して之れを炭火上に投ずれば靑色の焰を擧げて燒え燼を催すべき臭氣を發するを以て硫黃の存在するを知るべし。且つ鹽素酸カリウムの充分に除去せられたらむには其の燃燒靜かにして決して燐寸の發火の如き突燃の現象を呈するをなかるべし。

硫黃は多く火山地方に產出するものにして、本邦の如き其の產額頗る大なり。元來黃色の結晶體なれども其の粉末は殆んど白色を呈せり。之れを熱して百二十度に至れば融解して黃色の液となり、更に其の温度を昇せば、次第に濃褐色に變じ終に四百四十四度に至れば沸騰す。然れども沸點已下の温度に於ても少なからざる蒸氣を發出するを以て容易に引火し焰を擧げて燃ゆるなり。硫黃は一種の元素にして其の燃燒は酸素と化合(即酸化)する現象に外ならず。而して、生ずる所の氣體は無水亞硫酸と稱し、無色にして窒息性の惡臭を有するものなり。

$$S + O_2 = SO_2$$

往時は燐寸頭の可燃質として多く硫化アンチモン(硫アンチモン鑛)を用ゐたれども今は其の用殆んど廢れり。此の物は本邦に於ては蒼白色の金屬光を有する美麗なる柱狀結晶として產出するも、其の粉末は、黑色を呈するが故に、燐寸頭に之れ

を含む時は容易に檢知し得べし。是等の外種々の可燃質を加ふるとあるも、一々記述するに遑あらず。又、粘土等の如く全く燃燒に關係なき成分を加ふることあり。之れを要するに普通の燐寸頭に於ては、酸素供給質は鹽素酸カリウムにして可燃質は硫黄なりといふを得べく、其の突燃の過劇なるを避くる爲めに粘土の如きものを多少加へあるものと思はゝ大差なかるべし。

次ぎに講究を要なるは摩擦面に塗布せる混合物なるが、是れには起燃質と摩擦物とを其の主成物とせり。起燃質とは燃燒を喚起する物質に附したる假の名稱にして其の最も普通に用ゐらるゝは赤燐なり。又、摩擦を多からしむる爲めに用ゐらるゝは硝子粉を普通とす。

燐も亦一種の元素にして黄燐、赤燐の別あり。燐酸カルシウム等の燐酸鹽として自然に存在し頗る重要なるものなり。即ち、有脊椎動物の骨體に半燐酸カルシウムより成り、神經系、血液筋肉等にも、亦燐酸化合物を含み、植物に於ても種子其の他生活機能の盛んなる部分には、みな多少燐酸化合物あり。故に、燐が生活の現象に必要の元素なるは殆んど疑を容れず。燐酸カルシウムは燐灰石等の鑛物の主要成

分にして、燐は主として、是等の鑛物及び獸骨を燒きて造れる骨灰より製取せらる。

現今盛んに行はるゝ方法は、是等の原料(重に燐酸カルシウムより成れる)を炭素と共に電氣爐に於て強熱して燐を遊離せしむるに在り。(酸素は酸化炭素となりカルシウムは炭化カルシウムと爲るなり)。而して燐は蒸氣と爲りて發出し來たるが故に、之れを冷却すれば、無色の液體と爲り、更に凝固して蠟の如き固體と爲る。斯くの如くして製したる純粹の燐は元來無色なれども光線等の作用に由り、少しく變化して黄色を呈するを常とす。是れ黄燐の名ある所以なり。

黄燐は最も酸化し易き物質にして之れを空氣中に置けば、稍蒜の如き臭氣を放ちつゝ徐々に燃燒し、之を闇所に置けば青き燐光を發す。是れ燐の名ある所以にして、最も興味なる事實なり。殊に此の際併發する物理的及び化學的現象は、種々複雜し居りて現今に於ても尚は研究されつゝありて充分之れを闡明し得ば、一大發明の端緒たるべしと信ぜらる。温度少しく昇れば燐は忽ち發火して盛んに燃燒して白色の煙を擧ぐ。此の白色の物質は即ち無水燐酸にして、之れを水に投ずればやがて燐酸に變するなり。黄燐は發火し易きものなれば、指頭を以て之れを取扱

ふべからす。其の貯藏にも、特別の注意を要す。黄燐は又劇烈なる毒物にして少量を内服すれば以て命を絶つに足るのみならず、居常之れを取扱ふ職工などに恐るべき慢性中毒症を惹起するとあり。左れば、摺付木の製造にも、燐の使用を避けむと希望する人少なからず。數年前、瑞典國に於て無燐摺付木の考案を賞を懸けて募りたるとあるが、未だ其の結果如何を知らず。今日までの成績に徴すれば、燐を用ゐずして容易に發火すべき輕便なる摺付木の製造は、未だ成功せざるものの如し。

然れども、有毒にして發火の危險ある黄燐は、其の儘安全燐寸の製造に供せらるゝに非ざれば、普通の燐寸を使用するに當つて、諸子は、少しも懸念する要なし。黄燐の如く自然に發火することなく、毒性を密閉したる鐵器に容れ、二百五十度乃至三百度に熱すれば、次第に變化して赤色の物質と爲る。是れ、即ち赤燐にして、黄燐が通常の温度に於て既に感知すべき程蒸氣を發出するに反し、赤燐は三百度已下に於ては著しく蒸氣を出だすをなし。燐の蒸氣は其の黄燐より發すると赤燐より發すると問はず、全く同一にして甚だ酸

化し易きものなれば、黄燐の低温度に於ても燃燒し易く、赤燐の燃燒し難きは、主として發出する蒸氣の多少に由れるを殆んと疑を容れず。然れども三百度已上に達すれば、赤燐も亦頗る濃厚なる蒸氣を發するが故に、容易に發火すべし。四百度已上に至れば、赤燐は多量の蒸氣を發出すること、而も其の蒸氣を冷却すれば凝集して黄燐に變ず。斯くの如くなれば、二種の燐は互に變化し得るものにして、其の同一元素なることは燃燒の果成物が同しく無水燐酸なるを以て愈明白なり。

赤燐の常温に於て發する蒸氣の量は、甚だ微にして檢知し難しと雖も、決して絶無なるにあらず。左れば、長き歳月を經れば、赤燐も亦次第に酸化すべし。唯だ其の進行甚だ遲々たるが故に、通常之れを空氣中に於て變化せざるものと認むるも差支なきなり。斯くの如き例は甚だ多く、絶對に不變なる物質を求むるは却つて困難なるべし。

燐寸函の摩擦面に塗布せる混合物が燐を有するとは、之れを削り取りて炭火上に投ずれば特異なる青綠色の焔を擧げ、白き煙を放ちて燃ゆるを以て知るべし。又摩擦面が通常褐黒色を呈するは、三酸化マンガンの粉末を混有するが爲めにして

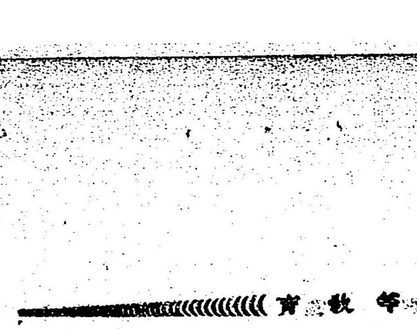
此の物は、幾分か摩擦を助くる外、前に說きたる如き効能あるなり。

燐寸頭及び摩擦面の諸成分及び主なる成分の性質は、上文に於て、既に其の要領を述べ了はりたれば、進んで、發火の理由を說くべし。燐寸頭を以て摩擦面を一擦すれば後者に塗布せる混合物の一小部分は、燐寸頭の一點に附着すべく、且つ摩擦熱は此の一點に集まるが故に、其の温度上昇し、赤燐は發火するに足る程の蒸氣を發すべく、一旦燐の發火するあれば、其の量は甚だ微なるも、尙ほ、鹽素酸カリウムの分解を促し、硫黄に燃燒を傳ふべし。而して、赤燐と共に摩擦面より燐寸頭に移りたる二酸化マンガンも、亦之れを幇助すべし。且つ、硫黄の燃燒及び鹽素酸カリウムの分解は、共に熱を發するが故に燐寸頭の一點に於て燃燒の始まるあれば、瞬時に全球に傳播すべきを明らかなり。又、枝條の燐寸頭に接する部分には燃え易き硫黄若しくはパラッフヰン石臘の施しあるを以て、燃燒は容易に枝條に傳はるなり。普通の安全燐寸の外に、尙ほ、種々なる燐寸あり。木製の細き枝條にては燃燒の時間短くして特別の目的には不適當なるが故に、絲必にパラッフヰンを付けたるものを以て、之れに代ふるをあり。若し、此の一事のみならば、價の不廉なるを除きては

別に非難すべき點なきも、此の種の燐寸には、其の頭に黄燐を加へたるもの多きは甚だ好ましからざる事柄なり。燐寸頭に黄燐を加ふれば、特別の摩擦面を要するをなく、壁疊を問はず、如何なる粗糙面にても一擦すれば、發火するを以て甚だ便利なるが如しと雖も、其の實、何等特別の益あるにあらず。何となれば摩擦面は常に函の外面に之を設くるを得ればなり。其の甚だ發火し易きは、實に危險の極にして、若し之を鼠等の如く燃燒し易き物體の上に遺棄し偶然の摩擦若くは打撃に由りて火を發せむか其の災測るべからざるものあらむ。又、是等の燐寸に於ては特に、青赤等鮮明なる顔料を以て其の頭は着色しあるが故に、頑是なる小兒は之れを弄ぶを喜び、之れを口に入れて黄燐の劇毒に中たる事なりく行はるゝ英國等にては、度々ありたる事なりは比較的少量なれば、死に到るを稀なりと雖も尙ほ願る戒慴すべき事柄なり。且つ之れを製作するに當たつて、職工の冒すべき危險が安全燐寸製造の場合に比して、如何に多きかを思へば、黄燐製の燐寸は大いに排斥せざるべからず。其の他耐風燐寸と稱し喫烟者が戸外に於て實用するものあり。其の製法一ならずと雖も

枝條に藥品を施し、其の燃燒を盛んにして、以て風の爲めに吹き消されざらしむるに過ぎず。

燐寸は、至つて瑣細の物なれども、其の作用を充分に説明せむとすれば頗る複雜にして多岐に亘るを免れず、上文に於ては唯だ其の大要を説けるのみ。燃燒の速さ等に關する事項は、更に稿を改めて説述する所あるべし。



理科（化學の部）

酒の話

理學博士　池田菊苗

日本全國に産出する所の米四千餘萬石の内四百餘萬石は清酒醸造の目的に使用せられ、是れより造り出す清酒は五百萬石其の稅額は六拾萬圓以上の額に上ぼるものであります。從つて看るも清酒は甚だ重要なるものである。尚ほ社會上衛生上の利害等を論ずれば、關すれば、是等の事柄に關聯もただけでも、酒は如何なるものであるかと云ふことの大要を必得有するか又其の生理的の働きは如何なるものであるかと云ふことの大要を必得置くことは無用のことではありますまい。況して醸造の學理は動植物の生理の一般に應用せらるゝものでありまして純粹なる自然學的智識としても重要なるものであります。

先づ酒の原料たる米より説き始めますれば此の物は外の穀類と同じように動植

物の成長に必要なる養分を具へて居りますものであれば、化學上種々なる物質の混合したものであります。此等成分の中最も大切なる者は澱粉であつて之れに次ぐものは蛋白質、脂肪及び鹽類であります。澱粉は炭、水、酸の三元素より成る有機物でありまして極細かな粒をなして居ります。而して其の形は植物に由りて異なりますが、米に於ては極細かな多角形をなして居ります。その儘では之れを水に投ずるも殆んど何等の變化をもなすことなく器の底に沈むのみであります が、之れを煮ますれば多量の水分を吸收して澱粉粒は破裂し、其の内容物は半流動體となつて出て參ります。葛湯の出來あがるのは此の變化によるのであります。米を煮又は蒸す場合にも澱粉は同樣の變化をなすのであります。斯くの如く水を吸收したる澱粉は尙ほ眞實に溶解すると云ふのではありませんが之れがために種々なる化學作用を受けることが非常にたやすくなります。例へば食物としては大に消化し易くなるわけであります。澱粉は米の主成分であつてその量は殆んと其の七割以上に達して居りますが、是等も又植物の營養には缺くべからざるものであります。

なのでありますが、その米中に於ける分量は一割内外に過ぎません。脂肪は米中には極少量でありまするから玆には省略致します。次ぎに米中に含有せらるゝ鹽類は燐酸鹽、カリウム鹽などが肝要なるものでありましてその量は米の重量百分の二三に過ぎんのであります が、是等も又植物の營養には缺くべからざるものであります。

酒を造るには先づ麹を造らねばなりません。麹は普通の黴と同種類のものであります。細微なる綠色の胚子、即ち種を生じまするが此の種一つまみを蒸米に混合して暖かなる場所例へば麹室の内に入れ置きますれば、此の胚子より菌糸を生じまして、全く米粒を包み之れを連綴するに至ります。此くの如くなつたものは、即ち普通の麹であります。麹が甘き味を有することは諸君の既に知らるゝ所でありませうが、之れは麹菌の作用によつて米中の澱粉が糖類に變化するからであります。此の變化は次ぎの如き式にてあらはすことができます。

$$(C_6H_{10}O_5)_n + nH_2O = nC_6H_{12}O_6$$

澱粉＋水＝葡萄糖

此くの如く水の添加に由りて物質の變化するを加水分解と稱へまして頗る普通の現象でありまするが、生理上に於いては極めて重要なる化學變化であります。口中及び腸内に於ける澱粉の消化の如きも加水分解に由るのでありまするし、又種々なる蛋白類等の腸胃内に於ける消化も亦同樣の變化に因るのであります。偖麹は如何にして澱粉を加水分解し得るかと尋ぬるに、菌糸は此の作用を營むために、一種の有力なる物質を分泌するのであります。此の物質は理學博士高嶺讓吉君が主として發見せられたる所でありまして、タカヂアスターゼと稱へて居ります。此の物は麹菌より製せられ一種の藥品として販賣せられて居ります。淡黄色の水に解け易き粉末であります。澱粉百匁を水に煮て之れに一匁のタカヂアスターゼを加へますれば須臾にして盡く糖化します。されどタカヂアスターゼの作用は之れにて竭きたのではありませんで。更に新らしき澱粉を加ふれば之れをも糖化するのであります。或化學者の實驗によりますれば一量のヂアスターゼは能く十万量の澱粉を糖類に變ずると云ふことであります。さればヂアスターゼは此の加水分解作用の爲めに消費せらるゝものにあらずして單に此の變

化を促す媒となるに過ぎないのであります。

爲めに用ゐたる二酸化マンガンと其の働を同じうするものでありまして一種の觸媒と認めねばなりません。斯くの如く炭、水、酸、窒の四元素より成れる有機化合物にして此くの如き接觸作用を呈する物質を總稱して酵素又はエンチームと稱へます。即ち麹菌の働きは一種のエンチームの作用によるのであります。此の類のエンチームは外にも種々ありまするが蔴芽せる大麥中に存するものをヂアスターゼと稱し最初に發見されたるエンチームであります。此の酵素も澱粉を糖化しまするが普通の飴は其の成生物であります。

蒸米と麹とを水に攪拌すれば米中の澱粉は次第に糖化せらるゝと同時に他の變化を生じて此の混合液より汽泡を生ずるに至ります。之れは液中に酵母菌が生育して醗酵作用を呈するからであります。酵母菌は極めて細微なる圓形乃至楕圓形の單細胞植物でありまして、其の大いさは之れを三千連ねて僅かに一寸の長さをなす程であります。酒のかすは主に酵母菌より成ると見ても差支ないものでありますから其の集合物は諸君の夙に知らるゝ品物の一つであります。酵母

は醸液中に於て葡萄糖を分解してアルコールと炭酸とを生じます。

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$$

酵母は如何にして分解作用を呈し得るかと尋ぬるに、一種の酵素の働きによるものでありまして、此の酵素を名づけてチマーゼと稱べます。酵母菌を砂と共に摺りつぶして之れを壓搾して得たる液よりこの酵素を製し取ることが出來ます。麹菌及び酵母の作用は何れも酵素に依るが如く動植物の躰内に於ける化學變化の大部分は又皆種々なる酵素の作用に依つて行はるゝものでありまして接觸作用は生活現象に取りて最も大切なる事柄であります。

醸酵の終はりたる濁醪を搾りて製したる清酒は重量一割二三分の酒精と少量の酸類グリセリン糊精等を含み、其の餘即ち八割強は水分であります。右の酸類等はその量微なるのみならず、特別の生理作用なきものでありますれば酒の人躰に對する作用は主として酒精にあらねばなりません。酒精は前に掲げたる醗酵の化學式に徴して明らかであるが如く、炭水酸の三元素より成る有機化合物でありまして、無色透明の液を呈し、芳烈の香氣を存し、攝氏七十八度に於いて沸騰する物であります。濃厚なる酒精は其の生理作用極めて強きものでありますが、通常の清酒に於ける如く稀薄なる酒精は如何なる作用を呈するかと尋ぬるに、之れを三種に分かつことが出來ます。第一は其の神經系に對する働きであります。蛙などの神經は之れを身躰より取り出だしたる後も隨分長い間其の反應を失はぬものですが、之れをアルコールの蒸氣中に置けば暫時にして其の働きを失ひます。併し新鮮なる空氣中に出だし置けば再び電氣其の他の刺戟に反應する樣になります。然ればアルコールは暫時神經を痲痺する作用あることは明らかです。少しく酒に醉ひたる人が平常に比して言語動作大いに活潑の度を加ふるは吾人が屢〻目撃する所でありますが之れは神經の作用が鋭敏となりたるためにあらずして、或部分の働きを意識に由て禁遏し節制する作用が消失したる爲めであります。併しながら酒精は神經の反應を鈍らして疲勞寒暑等の感覺をも減少するものでむやみますれば强ひて勞働を繼續し或は寒暑に堪へて行軍する等の場合には有益なるもわるさせう。又酒精が疲勞したる筋肉の働を回復し之れをして幾分か長

表譯對語用學理物

總論の部

理科 物理學用語對譯表

Matter	物質		Action	作用	
Mean solar day	平均太陽日		Adhesion	附着力	
Meter	米		Area	面積	
Kilo—	粁		Chemistry	化學	
Centi—	糎		Cohesion	凝集力	
Milli—	粍		Conservation of mass	物質不滅	
Molecule	分子		Correction	補正	
Motion	運動		Density	密度	
Phenomenon	現象		Experiment	實驗	
Physics	物理學		Explanation	說明	
Porosity	有孔性		Fluid	流體	
Position	位置		Force	力	
Principle	原則, 原理		Gas	氣體, 瓦斯	
Properties of matter	物性		Gramme	瓦	
Prototype	原器		Kilo—	粁	
Pyknometer	比重罎		Centi—	瓱	
Reaction	反作用		Milli—	毫	
Rest	靜止		Gravity	重力	
Scale	物指(モノサシ)		Hypothesis	假說	
Screw-gauge	ネヂ指		Impenetrability	不可入性	
Solid	固體		Inertia	慣性	
Specific gravity	比重		Law(physical)	法則, 定律	
Speed	速さ(ハヤサ)		Length	長さ	
State (of aggregation)	狀態		Liquid	液體	
Theory	理論, 說		Mass	質量	

き時間勞働に堪へしむると云ふをは、生活躰より取り放したる筋肉の實驗により て確められたる事柄でありますれば、勞働者が或場合に酒類を飲用することは單に疲勞を忘るゝに止まらず幾分か筋肉の働を盛んにするをがありませう。

酒精は又躰内に於て血液中に燃燒して多量の熱を發するもの故、或點までは澱粉、砂糖等の營養品と其の效果を同じうするものと見ねばならぬ。併し其の營養品としての効能を其の價に比較すれば、酒精は甚だ不廉なるものなるをは勿論であります。只だ酒精は血液内に於ける凡ての化學變化を幾分かつゝ妨げるものと信じられて居ります。從つて躰内諸組織及び脂肪の消磨をも幾分か減少するものでありませう。酒類を常用する人が肥滿し易きは其の爲めであります。

酒類を濫用する害は特に茲に說述する必要を認めません。併し穀類を用ゐる換はりに甘藷馬鈴薯等を原料として釀造した酒精中にはフーゼル油即ちアミルアルコール、プロピルアルコール等を含有するを多く、是等は殊に有害なる成分なれば工業等に之れを使用するは素より妨げないが此等の有害物を多く含有する酒類を常用する害は殊に大なるものであるから、充分注意せねばなりません

Period	週期
Position	位置
power	工率
Pressure	壓力
Principle of virtual displacements.	假設運動の原理
Projectile	抛射體
Pulley	滑車
Fixed—	定—
Movable—	動—
Resultant(of forces)	合(力)
Rigid body	剛體
Rotation	廻轉
Rough	粗
Screw	ネヂ
Male—	雄—
Female—	雌—
Pitch of a—	—の歩み
Simple machines	單一機械
Smooth	滑
Speed	速さ(ハヤサ)
Spring balance	センマイ秤(バカリ)
Stability	座リ(スハリ), 安定度
Steelyard	棹秤(サヲメカリ)
Strain	歪(ヒヅミ)
Stress	歪力(フリヨク)
Tension	張力
Torsion	捩リ(ネヂリ)
Coefficient of—	摩擦係數
Kinetic—	運動—
Statical—	靜止—
Fulcrum	支點
Horse power	馬力(バリキ)
Impulse	力積
Impulsive force	撃力
Inclined plane	斜面
Inertia	慣性
Isochronism	等時性
Knife edge	刃
Lever	挺子(テコ)
Mass	質量
Moment	能率
Momentum	運動量
Motion	運動
Circular—	圓—
Non-uuiform—	不等速—
Simple harmonic—	單弦—, 單振動
Uniform—	等速—
Parallelogram (of forces)	(力の)中斜法
Particle	質點
Path	路
Pendulum	振子
Compound—	複—
Compensated—	補整—
Equivalent simple—	相當單—
Simple—	單—

Universal gravitation	萬有引力
Velocity	速度
Vertical	鉛直
Viscous body	粘體
Weight	重さ, 分銅
Time	時, 時間
Unit	單位
Absolute—	絕對
C. G. S.—	C. G. S.—
Gravitational—	重力—

力學の部

Elasticity	彈性
Limit of—	彈性ノ際限
Elongation	延ビ
Energy	エネルギー, 勢力
Conservation of—,	—の不滅
Dissipation of—,	—の散逸
Kinetic—	運動の—
Potential—	位置の—
Equilibrium	釣合(ツリアヒ)
Indifferent—	中立の—
Neutral—	〃
Stable—	安定の—
Unstable—	不安定の—
Erg	エルグ
Falling body	落體
Flexure	撓み
Force	力
Centrifugal—	遠心—
Centripetal—	求心—
Point of application of a—	着力點
Friction	摩擦
Acceleration	加速度
Action	作用
Amplitude	振幅
Arm	臂(ウデ)
Axis	軸
Balance	天秤
Beam	桿(サヲ)
Center	中心
—of gravity	重心
—of inertia	慣性ノ中心
—of mass	質量ノ中心
—of oscillation	振動ノ中心
—of suspension	懸カリノ點
Component—	分—
Composition(of velocities)	合成
Couple	偶力
Displacement	變位
Dynamics	力學
Dyne	ダイン
Efficiency	有効率
Elastic body	彈性體
Elastic force	彈力

Fusion	融解
Governor	調整器
Graduation	目盛り
Heat	熱
Heat capacity	熱容量
Humidity	濕度
Hygrometer	濕度計
Hair—	毛髮—
Dry and wet bulb—	乾濕球—
Latent heat(of vaporization)	潜熱(氣化の)
Liquefaction	液化
Mechanical equivalent of heat	熱の仕事當量
Melting	融解
Melting point	融解點
Psychrometer	乾濕球濕度計
Radiation	幅射
Reaumur's(scale)	列氏の(度盛)
Regelation	復氷
Solidification	凝固
Solidifying point	凝固點
Solution	溶液
Solvent	溶媒
Spheroidal state	球狀態
Specific heat	比熱
Steam engine	蒸氣機關
Super cooling	過冷却
Super fusion	過融解

Boiling point	沸騰點
Bolometer	ボロメートル, 抵抗微熱計
Bulb(of a thermometer)	球(タマ)
Calorie	カロリー
Calorimeter	熱量計
Celsius's(scale)	攝氏の(度盛)
Centigrade(scale)	,,
Compensated pendulum	補整振子
Condenser	凝結器
Conduction	傳導
Conductor	導體
Convection	對流
Critical(temperature)	臨界(温度)
Dew point	露點
Dissolution	溶解
Distillation	蒸溜
Ebullition	沸騰
Evaporation	蒸發
Evolution	發生
Expansion	膨脹
Apparent—	見掛の—
Cœfficient of—	—係數
Cubical—	體—
Linear—	線—
Fahrenheit's (scale)	華氏の(度盛)
Fly wheel	ハヅミ車
Freezing	凝固
Freezing mixture	寒劑
Freezing point	凝固點,氷點(寒暖計の)

Weight	分銅, 重さ
Wheel-and-Axle	輪軸
Work	仕事

Velocity	速度
Virtual (displacement)	假設(變位)
Wedge	楔

流體の部

Partial pressure	部分壓
Piston	活塞
Pressure	壓力
Intensity of—	—の强さ
Total—	全—
Pressure gauge	壓力計
Pump	ポンプ
Air—	排氣機,空氣—
Mercurial air—	水銀空氣—
Force—	押し上げポンプ
Suction—	吸ひ上げ—
Pyknometer	比重罎
Semi-permeable(wall)	半透性(壁)
Stop cock	カラン
Surface tension	表面張力
Syphon	サイフォン
Vacuum	眞空
Vena contracta	縮脈

Absorption	吸收
Adsorption	凝着
Air chamber(of a pump)	空氣室
Aneroid	アネロイド
Atmosphere	大氣, 氣壓(單位ノ名)
Barometer	晴雨計
Buoyancy	浮力
Capillary phenomena	毛管現象
Communicating Vessel	連通器
Cylinder	圓筒
Dialysis	滲透分析法
Diffusion	擴散
Efflux	流出
Floating body	浮體
Horizontal plane	水平面
Hydraulic press	水壓機
Hydrometer	浮秤(ウキバカリ)
Level	水準器
Level surface	水平面
Manometer	測壓器
Osmosis	滲透

熱學の部

Boiling	沸騰

Absorption	吸收

教育等中 (((((((

Absorption—	吸收—
Bright line—	輝線—
Spectrum Analysis	スペクトル分析術
Stereoscope	實體眼鏡
Telescope	望遠鏡
Reflecting—	反射—
Refracting	屈折—
Astronomical—	天體—
Terrestrial—	地上—
Translucent	半透明
Ultra-violet	菫外
Umbra	本影
Undulatory theory	波動說
Violet	菫
Visual angle	視角
Wave theory	波動說
Yellow	黃

Rare(optically)	疎(光學的)
Ray of light)	光線
Actinic—	化學線—
Chemical—	化學線—
Dark—	暗線—
Heat—	熱線—
Incident—	入射—
Reflected—	反射—
Refracted—	屈折—
Emergent—	出射—
Red	赤
Reflection	反射
Regular—	正—
Irregular—	亂—
Total—	全—
Refraction	屈折
Retina	網膜
Screen	衝立
Shadow	影
Spectroscope	分光器
Spectrum	スペクトル
Continuous—	連續—

磁氣學の部

Dip	伏角
Ferromagnetic substance	强磁性體
Horizontal Intensity	水平强力
Inclination	伏角

Armature	渡し
Coercive force	頑性
Declination	方位角
Diamagnetic substance	反磁性體

Mirage	蜃氣樓
Mirror,	鏡
Plane—	平面—
Convex—	凸面—
Concave—	凹面—
Spherical—	球面—
Negative	陰畫
Normal	法線
Objective	對物レンズ
Ocular	對眼レンズ
Opaque	不透明
Opera glass	双眼鏡
Optical center	光心
Optics	光學
Orange	橙
Penumbra	半影
Phosphorescence	燐光
Photography	寫眞術
Photometer	光度計
Polarization	光の偏り
Polarized light	偏光
Polarizing angle	偏光角
Principal focus	焦點
Primary colours	原色
Prism	プリズム
Projection apparatus	投影器械
Rainbow	虹
Primary—	第一の—
Secondary—	第二の—

Halo	ハロ
Illumination	照度
Image,	像
Real—	實—
Virtual—	虛—
Index of refraction	屈折率
Indigo	藍
Infra-red	赤外
Intensity of light	光度
Lens	レンズ
Achromatic—	色消—
Convex—	凸—
Concave—	凹—
Biconvex—	兩凸—
Biconcave—	兩凹—
Plano convex—	平凸—
Plano concave—	平凹—
Convexo concave—	凸凹—
Concavo convex—	凹凸—
Light	光
Compound—	複—
Homogeneous—	單—
Line of Collimation	視線
Luminous body	發光體
Magic Lantern	幻燈
Magnifying power	倍率
Medium	媒質
Microscope(compound)	顯微鏡
Microscope(simple)	蟲眼鏡

Electrodes	電極
Electro-chemical equivalent	電氣化學當量
Electrogilding	電鍍術
Electromagnet	電磁石
Electrolysis	電氣分解
Electrolyte	電解物
Electrometer	電氣計
Electromotive force	動電力
Electrophorus	電氣盆
Sole	底
Cover	蓋
Cake	中身(ナカミ)
Electroscope	驗電器
Electrotyping	電鑄術
Field magnet	場磁石
Galvanometer	電流計
Tangent—	正切—
Astatic—	無定位—
Mirror—	鏡—
Geisler's tube	ガイスレル管
Incandescent lamp	白熱燈
Induction	感應
Electrostatic—	靜電氣—
Electromagnetic—	電磁氣—
Mutual—	相互—
Self—	自己—
Influence machine	感應起電機
Insulated wire	絕緣線
Crookes tube	クルークス管
Current	電流
Alternate—	交流—
Direct—	直流—
Induced—	感應—
Thermo-electric—	熱—
Dielectric	電媒體,電媒質,ヂエレキ體
Discharge	放電
Disruptive—	火花—
Glow—	微光—
Brush—	刷毛狀—
Discharger	放電叉
Dry cell	乾電池
Dynamo	ダイナモ 發電機
Electric bell	電鈴
Electric convection	電氣對流
Electric field	電場
Electric machine	起電機
Electric motor	電氣發動機
Electric oscillation	電氣振動
Electric pendulum	電氣振子
Electric wave	電氣波
Electricity	電氣
Positive—	陽—
Negative—	陰—
Contact—	接觸—
Atmospheric—	空中—
Electrify	電氣ヲ起コス
Electrification	帶電

Magnetic storm	磁氣嵐
Magnetize	付磁スル
Intensity of magnetization	帶磁度
Magnetism	磁氣
Moment (magnetic)	能率(磁氣)
Paramagnetic substance	常磁性體
Pole,	極
North—	北—
South—	南—
Terrestrial Magnetism	地磁氣
Torsion balance	捩り秤
Induction(magnetic)	感應
Isogonic line	等方位線
Isoclinic line	等伏線
Isodynamic line	等力線
Lines of force	指力線
Magnet	磁石
Bar—	棒—
Horse-shoe—	蹄鐵—
Magnetic equator	磁氣赤道
Magnetic field	磁場
Magnetic meridian	磁氣子午線
Magnetic needle	磁針
Magnetic pole	磁極

電氣學の部

Bolometer	ボロメートル,抵抗微熱計
Capacity(electric)	電氣容量
Cathion	カチオン
Cathode	陰極
Circuit	輪道(ワミチ)
Coherer	コヒーラー
Coil	コイル
Induction—	感應—
Primary—	第一—
Secondary—	第二—
Condenser	蓄電器
Conductor	導體
Coulomb	クーロン
Amalgamation	水銀漬
Ammeter(Amperemeter)	アンペア計
Ampere	アンペア
Anion	アニオン
Anode	陽極
Arc lamp	弧燈
Armature	アルマチユア
Astatic needle	無定位針
Battery	電槽
Dry—	乾—
Secondary—	蓄—
Storage—	〃

Resistance box	抵抗箱
Secondary product(electrolysis)	副生物
Series	行
Shunt	近路（チカミチ）
Solenoid	ソレノイド
Spark	火花
Telegraphy	電信
Telephone	電話
Thermopile	熱電堆
Transmitter	發信器，送話器
Vacuum tube	眞空管
Volt	ボルト
Voltaic cell	電池
Voltameter	ボルタ計
Voltmeter	ボルト計
Wireless telegraphy	無線電信
X rays	X 線
Insulator	絶縁體
Interrupter	斷續器
Ion	イオン
Junction	繼ぎ目
Leyden jar	ライデン瓶
Lightning conductor	避雷針，避雷器
Microphone	微音器
Non-conductor	不導體
Ohm	オーム
Parallel	列
Polarization	分極
Poles	極
Positive—	陽—
Negative—	陰—
Electric potential	電位
Proof plane	驗し板
Reciever	受信器，受話器
Relay	繼電器
Resistance	抵抗
Internal—	內—
External—	外—

理學博士　橫山又次郎
理學博士　神保小虎　講述

地文鑛物講話

中等教育會

地文

理學博士　横山又次郎

地文學に就きて

我々の生活し居る地球は、宇宙間、如何なる部分を占領し居るものであるか、太陽とは如何なる關係を有して居るものであるか、一日に晝夜の變化あるは如何なる所以であるか、一年に四季の變化あるは如何なる所以であるか、地球の形狀如何、地球の大さ如何等を知るは、地文學の目的とする所である。

其の他、白扇を倒に懸けたるが如き富士の高峯は幾萬年の古へより存在したるものであるか、又富士の最高峯たる劍ヶ峯に上ぼり見れば、何時でも相替はらず、蛇の行くが如き富士川毛蟲の這ふが如き御坂峠、盆底の如き甲府平原を見る事が出來たであらうか、飛驒美濃地方は、大昔より相替はらず、山岳巍峩として天を摩して居つたのであらうか。碓氷峠より見下ろされたる關東の平野は、常に英雄の野心を動かしむる人類の好生活場であつたのであらうか。此等の火山、此等の

河川、此等の山岳、丘陵、平原は、地球創成の古より依然として存在したるものではなく、曾て地球發育の或時代に於て、或一種の力の作用にて成生したものとすれば此の所謂一種の力は、如何にして此等の山川、丘陵、平原等を成生したるものであるか、此の成生の原因如何、此の成生の有樣如何等も、亦地文學により學ぶべき者である。」

我が地球は、又、空氣圈によりて取り卷かれて居ることは、恰も、鷄卵の黄實が白實によりて取り卷かれて居るが如き有樣であるが、偖此の空氣圈にも、吾々人類の生活上より云つて、直接の關係を有し、直接の影響を蒙る所の種々の現象、及び、變化がある、一般に天氣及び氣候と稱するものが是れである。此の天氣の如何、氣候の變化等も、地文學に由らなければ知ることが出來ないのである。

我が日本は海國である、我等日本國民は、海國民たる日本國民は、海に關する諸種の性質を了知すべき義務がある。海に關する諸種の性質を了知するには、地文學に由らねばならぬ。

其の他地球の表面上には、我等人類を初めとし、種々の動植物が存在して居る、熱帶地方には熱帶固有の動植物が繁殖して居る、寒帶地方には寒帶固有の動植物が繁

殖して居る。又同じ熱帶地方でも、南アフリカの動植物と、南アメリカの動植物とは夫れ〳〵に異なる者である。又、オーストラリアの動植物は、世界の何れの地方との其れとも違ひ、全く別天地の觀を呈して居る。此等は地文學によらなければ知ることが出來ぬのである。

て此の如き分布の差違を呈するに至りたるものであるか、又、如何なる有樣に於て相違するものであるか、此等は地文學により自然と人類との關係である。我々人類は固より自然を制御し、自然物を利用して自己の利益を圖り、自己の幸福を增進しつゝあると同時に、又自然の制御を受け、自然の束縛を蒙ることも、決して少なからぬのである。此の一方に於ては自然を利用し、一方に於ては自然より制御せらるゝ、自然と人類との關係を研究するも、亦地文學上の一の仕事である。

之れを要するに、地文學は、地球現在の狀態を探究叙述するの理科學であつて、從つて、天文、地質、氣象、海洋、動植物、人類等の諸學科の補助を受くること、決して少なからぬのである。今より順を逐うて其の大綱を述べよう。

太陽系統の話

恒星及び遊星　晴夜天空に輝く、多くの星辰を注意して觀察するときは、彼等は天空を横ぎり、徐々として運動するが如く見ゆることを發見するのであるが、斯かる觀察を種々の場所に於て遂げたる結果に由れば星辰の大多數は、相共に天空を運行するを、恰も廻轉する所の天に於ける輝きたる點々の如きものであることを確むることが出來たのである。之れによりて見れば、各の星の位置は、相互に關係して常に固定して變化せざるものであるからして、天文學者は彼等を恒星と呼んだのである。之れに反して星及び彗星が、毎夜天空を横ぎりての運動が、他の星の其れと一致せざるものが往々にして之れあるのである。即ち、彼等は毎夜恒星の間をば遊び行くのを見るのであるからして、之を遊星と呼ぶのである。

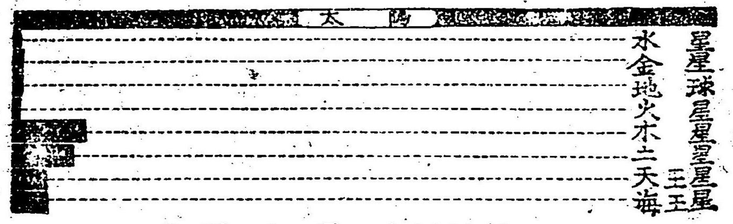
太陽系統　此等諸種の星辰の天空に於ける運動は、天文學者をして、遊星は互に一種奇体なる關係を有するにはあらざるかと疑はしむるに至りしが、其の後の種々の研究は此の疑ひを確めて遊星及び彗星は、共に太陽の周圍を運行するものであるとを證據立てた。即ち、彼等は他の諸天体より離れて別に一區域を作り、何れの

恒星よりも吾々に近く存在するものであることを確めたのである。我々は、此の離れて一區域を形成する一群の星辰をば、特に太陽系統と稱する。想ふに恒星は、夫れ〳〵實際は一の太陽であつて、遊星の中心を占むる者であるらしい。

太陽は太陽系中に於て最も大いなる天体である。而して、又最も要用なる天体である。太陽の形狀は凡ての遊星の其れの如く、球狀であるも、其の遊星と異なる點は、温度の如何である、即ち、太陽の表面は火の最も熱きものよりも、熱きこと數層である。太陽は太陽系統に屬する諸天体に放射勢を供給する、而して、此の放射勢は熱、光、其の他の形となりて現はるるのである。

太陽の直徑は八十六万六千哩以上であつて、其の重さは、凡ての遊星を一所に集めて量りたるものの、殆んど七百六十倍あるのである。

遊星は太陽より遙かに小なる天体であつて、種々の距離に於て太陽の周圍を廻轉し、太陽からして光と熱とを受け取るものである。太陽の周圍を廻轉する遊星の行路を其の軌道と稱する。遊星の夜間光を放ちて輝くのは、其の表面からして太陽の光を反射するからであり、太陽及び恒星の輝くのは自己の光輝に由るのであ



太陽及遊星の直經比較

る。

遊星の數は現今發見せられ居る者が、已に四百以上に達するのであるが、其の中の八個が殊に大なるのである。今、此の大遊星を、太陽を距る距離の順序に從つて排列すれば次ぎの通りである。

水星、金星地球、火星、木星、土星、天王星、海王星。

水星、金星、火星、木星及び土星は著しく大きくあつて、且つ光り輝く星であるが故に、我が地球より屢々之れを見ることが出來るが、天王星は其の距離甚だしく遠きが故に、肉眼にては辛うじて之れを見ることが出來るか出來ぬ位であるが、海王星に至りては望遠鏡の力を籍るに非ざれば、決して之れを見ることが出來ぬのである。他の遊星の多くは甚だ小さくあつて、火星と木星との間に横はつて居り、決して肉眼を以ては見ることが出來ぬのである。彼等は之れを小遊星と稱ふるのである。

衛星　多くの遊星は、衛星と稱する一個或は一個以上の小天体を附隨せしむるのである。衛星は即ち太陰であつて、太陽の光を反射して始めて輝き、其の主たる遊星の周圍をそれぞれに廻轉すること、恰も遊星が太陽の周圍を廻轉するのと同樣である。

彗星も、亦遊星に似たる天体であるけれども、其の太陽の周圍を廻轉する軌道は、普通太陽系統に屬する遊星と、其の趣を異にし、多くは拋物線であつて楕圓であるものは甚だ少ないのである。彗星の質量は、通常甚だ少なるも、一般に甚だ廣く分布せられ、其の容積は數々廣大なるものがある。彗星は重もに太陽の光線を反射して光り輝くも、或彗星は、太陽に甚だ近く近づき、十分に熱せられて、自已の光りによりても、亦光り輝くに至るものもある。

流星　此の外、太陽の周圍を廻轉する數千の物質の小片がある、彼等は恐らくは分解せる彗星の碎片であつて、其の多くは我が地球の空氣圏内に入り、空氣と激しく摩擦して熱を生じ、斯くして生じたる熱の爲めに碎片を燃やし、遂に所謂流星を生

ずるに至つたのである。流星の多くは、全く空中に於て燃焼し盡きるものである
が、時としては、其の燃え殘りか、地球表面に達し、所謂天隕石と稱するものとなるこ
とがある。

星雲説　太陽と凡て之れに屬する遊星とは、全く、同種類の物質より構成せらるる
が如く見ゆるのである。彼等の形は凡て球狀である。彼等は凡て同一である。遊
星は、凡て太陽の周圍を廻轉する。而して其の方向は、凡て同一である。遊
ぞれに其の主たる遊星の周圍を廻轉する。太陽其の物は甚だ高熱の瓦斯體であ
つて、次第に冷却し、從つて、其の容積に於て收縮する者の樣である。此等の事
實は、遂に星雲説を誘出し、以て太陽系統の成生を説明するに至つたのである。此
の説に從へば、凡て太陽を始め太陽系統に屬する諸星を構成する物質は、曾て非常
の高温度の下にあつて、星雲と稱する一個の廣大なる雲樣の物として存在したの
である、而して其の擴布せる區域は、凡て最も遠く離れた遊星の軌道迄跨がり、此の
間の空間をば全く充たしたのである。此の星雲が冷却收縮するに從ひ、一種の廻轉

運動が出來、廻轉運動が出來るに從ひ、續々輪環を擲棄し、斯くして擲棄せられたる
輪環は、夫れぞれに其の最も濃密なる部分を中心として冷却收縮し、遂に母體たる
星雲の周圍を廻轉する所の球狀の遊星の形を成すに至つたのである。此の母體
生じたる種々の遊星は、其の冷却するに從ひ、第二の輪環を擲棄したるものの如く
想はる、此の輪環は、冷却凝固して、今日の所謂衞星即ち太陰となつたのである。
地球　我々が其の上に生活する地球は、太陽系統に屬する八大遊星の一であつて、
大さの點に於て第五次に位し、太陽よりの距離の點に於て第三次に位するもので
ある。地球は第二の遊星たる太陰即ち月に附隨せられ、此の月が地球の周圍を廻
轉すること、恰も地球が太陽の周圍を廻轉するのと同樣である。

地球の形狀　地球は、殆ど丸くあつて、即ち球形を呈するのである。若し、其の形狀
にして精密に丸き者であれば、全くの球であるべき筈なるも、其の二つの反對側に
於て、稍扁平であるからして、其の形狀は一種の楕圓體にある。今人ありて、茫々た
る平原の中央に立つか、或は大洋を航する船上に立ちて、四方を眺むれば、地球の平

坦であつて、凡ての方向に擴がり、雲か山かの所か、或は水天髣髴の間に天空と相接する一線を見るであらう。此の一線を地平線と稱するのである。

地平線によりて抱擁せられたる圓形の地積は、之れを視圈と稱するのであるが、此の視圈は觀察者の位置が海面上を距ること高くなるに從ひて、次第に擴がるのであるが、併し、曾て輕氣球に乘じ上昇したる最高の高さより望みたる時にも、此の視圈の廣さは、地球全體の面積に比すれば、僅に其の一小部分に過ぎないので、其の彎曲の度は、殆んど全く之れを認むることは出來ないのである。

然れども、地球の形狀は平坦でないのである。何となれば航海者が絕えず同方向を取り、進行して止まないときは、再び、遂に元の出發地に歸り來たるのである。是れ、地球の表面が平坦でなく、彎曲して居ることの證據である。又、地球の表面が平坦でなく、彎曲して居ることは、入港し、或は出帆する船舶の隱見によりても、之れを知ることが出來るのである。今、港に出でて出帆する船舶を見るに、始めに地平線下に沒して見えざる樣になるのは船體であつて、次ぎに帆の下の部分が見えなくなり、遂に檣の最高點が全く地平線下に沒して見えなくなるのである。之れに反して入港する船

を見るに、其の隱見の有樣、全く之れと反對であつて、始めに靑一髮の間に見ゆるのが、檣の最高點で、次ぎに帆の下部、終はりに船體を見ることが出來るのである。是等は地球の表面が彎曲でなければ有り得べからざる現象である。地球の彎曲面は、殆ど球體の其れであることは、地球か日蝕の時に於て、恒に月面に映ずる影が圓形であることによりて證することが出來るのである、何となれば、圓形の影より外の影を投ずることが出來ないのは、只だ球體であるからである。而して、唯だ球體許りであるからである。

然れども、地球の形狀を以て球形となすのは、唯だ大體のことであつて、精密に之れを云ふときは、地球の形は、全くの球形でなくて一種の廻轉楕圓體であることは、種々の精密なる測量によつて之れを知ることが出來るのである。

第一は振子の試驗である。今、振子を赤道地方に於て振動せしめ、更に、又之れを兩極附近に於て振動せしむる時は、前者に於ける振動の時間は、後者に於ける振動の時間よりも多少長いことを發見するのである。是れ外ではない、引力（地球と振子との間では地球の重力）は距離の自乘に逆比例するものであることは、物理學の教

ふる所であるが故に、振子の振動に長き時間を要すると云ふことは、取りも直さず、重力の比較的に小なるをを示すをのである。重力の比較的に小であるのは、重力の中心即ち地球の中心を距ることが遠き證據である。赤道地方は兩極附近よりも地球の中心を距ることが遠いとは、取りも直さず、地球の形は完全なる球形でなくして兩極が平らかなる證據である。

第二は緯度一度の長さのことである、緯度とは如何なるものであるかと云ふことは、更に後に於て詳說する筈であるか、偖、此の緯度一度の長さは、若し地球の形が完全なる球形であれば、其の赤道地方なると兩極地方の附近なるとを問はず、同一ならざるべからざるも、實際の測量の結果に由れば、緯度一度の長さは、兩極附近に於て長く赤道地方に於て短いのである、是れは地球の形が兩極に於て扁平に、赤道に於て膨大なる楕圓體である爭ふべからざる證據である。

地球の眞正の形狀は、此くの如く一種の廻轉楕圓體であるけれども、實際は甚だ球形に近いのであつて、即ち、兩極に於て扁平に、赤道に於て膨大すると云ふも、誠に、僅かなものである。即ち、最小直徑即ち兩極の直徑の二百九十九倍が、最大直徑即ち

赤道の直徑の二百九十八倍に均しいのである。言ひ換ふれば、地球扁平の度は、其の最大直徑の凡そ二百九十九分の一であると云うて宜いのである。されば、此の度は誠に僅かなものであつて、普通の地球儀などでは、到底、其の扁平なることを表はすことが出來ぬのである。

地球の大さ　地球の最小直徑、即ち、兩極の直徑は、七千九百哩であつて、最大直徑即ち赤道の直徑は、之れより二十六哩程長いのである。此等の直徑からして地球の最大周圍は殆ど二万五千哩であつて、地球表面の全面積は、殆ど一億九千七百萬平方哩であることが分かる。

地球の表面の廣大なることは次ぎの事實を考へても尙ほ分かるのである。今、一分間一哩走る所の滊車には、地球を一周するとしても、一分一秒も休むことなく晝夜兼行して、其の最大周圍を一周するに十七日を要するのである。

地球內部の熱　地球表面上諸所に溫泉の湧分すること、其の溫泉は數々沸騰せる水を噴出することあること、水蒸氣及び熔岩を噴出する火山の存在すること等は、地球內部は甚だ高溫度であると云ふ事を信ぜしむるに足るのである。其の他、鑛

坑、深井、鑽井等に於ける觀察は、深さの增加すると共に、溫度は、恒に增加することを示し、此の增加の割合は、場所を異にするに從ひ、甚だしく異なるけれども、平均百尺を下る毎に、殆ど攝氏一度の割合である。此の增加の割合にして地下深き所に至る迄變じないものとすれば、三十或は四十哩の深きに達する時には、其の岩石なると金屬なるとを問はず、凡て、我々の知り居る物體は、熔けて液體となるに、十分なのである。

密度　地球の密度の點からして考ふるも、亦、其の內部は甚だ高溫度であると云ふことの信念を大いに强むるの傾向があるのである。種々の計算の結果に由れば、地球の比重は五、五である、言ひ換ふれば、水の同容積の者の重さよりも、五倍半丈け重いのである。今、地球表面即ち我々が近つく事の出來る範圍內にある岩石の比重を測つて見るに、輕きものは二、五位であるが、最も重きものでも三を超ゆることは稀である。偖地球の深所に於て此くの如き岩石が受くべき壓力は、非常に大なるものであるだらう、從つて、地球全體の密度が、到底五、五位には止まらないことは、誰れも考へつくことである。然るに實際計算の結果に由れば、地球全體の密度は、

五、五であるに相違ない。して見れば、地球內部に於て、何か特別に其の壓力に反對する一種の膨脹力がなければならぬのである。此の所謂膨脹力とは我々が知り得る力の內では、「熱」を除きて外にはないのである。

地球內部の狀況　地球の內部は甚だしく高溫度であるべきことと、地質學に於て知られたる多くの事實とを綜合して考ふれば、地球內部は、全く熔融體より成り立つて居るものらしいと云ふものが多くある。即ち、此の熔融體の上に比較的に薄くして、冷却凝固せる皮殼が被覆して居ると云ふものがある。之れに反して、他の現象は、地球は其の外部なると內部なるとを問はず、內外全體を通じて、鋼鐵の如き堅固なる固體であると云ふ者がある。此の說を主張する者は、次ぎの如く考へるのである。即ち、地球內部の高溫度は、若し、普通の地球表面上の壓力であつたならば、十分に、金屬でも岩石でも熔かして仕舞ふのであるが、地球內部は之れを被覆する岩石の重量の壓力が甚だ高大であるが爲めに、膨脹して液體となることが出來なくて、止むを得ず、固體の有樣に於て存在して居るのであると云ふをである。されば、一朝、此の壓力の弱き部分即ち弱點があれば、內部の物質は直ちに膨脹し、液體

となりて表面に流れ出づるのである。是れが即ち火山破裂である。之れを要するに、今日にては地球内部が固体であるか液体であるかと云ふ事を完全に證據立つることは出來ないのである。併し後に述べた說、即ち地球内部の温度は、普通の壓力であれば、岩石を熔かして液体となすに足るのであるが、壓力が甚だ大なる爲めに、止むを得ず、固体の有樣に於て存在して居ると云ふのが實らしい說である。

地文

地殻 Earth's Crust の話

理學博士 横山又次郎

地殻の語源　地面の温度が、夏期は甚だ高く冬期は甚だ低く、即ち春夏秋冬の氣候の變化と共に變化する部分は甚だ淺くあるが、其の下には夏と雖も甚だしく暑からず、冬と雖も甚だしく寒からざる、即ち、氣候に由りて温度の變化を來たさざる一帶がある。此の一帶の地層を恒温層と稱する。即ち恒温層とは、外部太陽熱の影響を受けず、四季常に同一温度を保つ所の一帶である。

此の恒温層より下の部分は、其の深さを增加すると共に、其の温度も亦增加するのである。此の事は地下數十町も深く掘り下げたる井戸及び鑛坑により知ることが出來るのである。併し此の温度が深さと共に增加することは、決して規則正しきものでは無く、處る場所にては左程深かざらざるに割合に温度多く增加し、他の場所にては隨分深きも温度は割合に高からざる樣のことはあるが、之れを平均

すれば三十米を下だる毎に温度は攝氏一度を増加するの割合である。偖又此の三十米を下だる毎に攝氏一度の温度を増加すると云ふ割合が甚だ深き所に至る迄相替はらず保たるゝ所の事實であるとしたならば、數里の深き所に至つたならば、地面に存在するが如き岩石は大概熔けて仕舞ふに違ひない高温度に達するのである。現に、世界の諸地方には此の熔けたる岩石、即ち所謂熔岩 Lava が火山の噴火孔を通じて地球表面に達して居る所が多くあるのである。此の外、地球内部が高温度であることを推測するに足る事實は幾らもあるのである。

地球内部の温度が岩石を熔かすに足る丈け高きものであるとの事が、事實であるならば、地球内部の岩石は果たして實際熔けて居るのであるかどうであらうかと云ふことは次ぎに起こる問題である。比較的薄き所謂地殻と稱するものの内部は流動體であつて、此の流動體の上に、固體である所の地殻と稱する部分が位すると云ふことは、近比迄信ぜられて居つた事であるが、今は、已に地球内部が流動體であるとの事は全く信ずるものがない様になつた。併し乍ら、矢張地球の外部の事を論ずる際には、相替はらず、元來の地殻と云ふ言葉が使用せられて居るのである。

る。即ち地殻と云ふ言葉は、元來地球内部を流動體であるとしての考へより起こつた者である。抑〻地球内部が流動體であると云ふことは、一方は天文學上の事實からして、一方は地質學上の事實からして信ずることが出來ないようになつたのであるが、現今信ぜられて居ることは、地下數里の所に至るときには、其の温度は無論岩石をも熔かすに足る丈け高温度であるに相違ないけれども、地殻と稱する固體が非常の壓力を以て之れを押へ付けて居るからして、地球内部の物質は此の壓力の爲めに流動體となることが出來ず、止むを得ず固體の有様に於て存在して居るのであると云ふをである。地球内部には、此の如く熱と云ふエネルギーをば多量に包有して居るのであるが、此の熱なるエネルギーは絶えず地球の内部より表面に射出し表面から空間に輻射しつゝあるのである。偖、此の間斷なきエネルギーの消失は地球に如何なる結果を來たすかと云へば、其の結果は取りも直さず地球の容積を縮少せしむるに至るのである。然るに、寒冷なる外部は已に十分縮少し盡くして居るが故に其の上に更に縮少することは數の許さぬ所であつて即ち、更に縮少するの餘地がないのであるが、之れに拘はらず内部はエネルギーの

消失からして其の容積は縮少しなければならないからして、寒冷なる外部は、恰も乾固せる林檎の皮が皺を生ずるが如き有様に於て褶曲を生ずるのである。尙ほ、此の地殻の褶曲の事は次ぎの「地殻の運動」の中に稍〻詳かに述ぶる積りである。

地殻の運動　地殻が内部の收縮に伴はない褶曲せざるを得ざる事實からしても地殻は靜止して居るものでなく、常に多少の運動を爲しつゝあるものであることは知ることが出來るが、此の外、地殻が運動しつゝあるものであることは種々の證據によりて知ることが出來る。通常、此の地殻の運動は甚だ徐々であつて、只だ長き歲月を經過したる後でなければ、其の結果は認むることは出來ないのである。が、併し乍ら、時としては急激の變化を認むることが出來るのである。地震に際して地割れを生ずるは、地殻の一の急激の運動である。炎山爆裂して山体を破壞するは地殻の急激なる運動である。其の他、大雨の後抔に生ずる山崩れ Landslip の如きものも、亦地殻の急激の運動にあらざるはなしだ。

地震に際し地殻が運動した例は甚だ多いのである。即ち、地震の爲めに一方は高く隆起し、一方は低く陷沒し、所謂地層の喰ひ違ひを生ずるのは決して珍らしくない事である。此の地層の喰ひ違ひ、即ち所謂斷層と稱するものは、時としては地中深き所に埋もれて地表よりは現實我々が認むることが出來ない事もあるが、時としては此の喰ひ違ひが見事に地表に露はれて、如何にも地殻の運動の激烈なるを思はしむるのである。現に明治廿四年の濃尾の大地震に際しては、美濃國根尾谷に於に垂直的に十八尺、水平的に幾尺と云ふ地殻の喰ひ違ひが起こつたのである。或る家の庭前の柿の木が、地震後隣家の庭前の柿の木と成り居りたるにて人々は大いに驚いたとの事である。

以上は、急激に地殻が運動したると云ふの實例であるが、之れに反して、地殻が徐々に運動すると云ふことに就いても、種々の證據があるが、凡そ、之れを歷史的の證據と地質的の證據の二種類と爲すことが出來るのである。歷史的の證據は固より正確のものに相違ないが、之れを地質上の證據に比すると、遙かに要用の度が劣るのである。

今、地殻が徐々に運動すると云ふことに就き、歷史上の實例を擧げて見ようならば、此の實例も決して乏しくないのである。元祿時代の東京の地圖と現今の其れ

と比較して見れば先づ第一に現今は陸地が甚だしく增加したことに氣が附くのである。計算によれば、東京近傍は八百年間に凡そ五尺の土地の隆起がある割合である。其の他大阪附近にも滄桑の變があり歷史にて有名なる安宅の關は今は海底に沈みて、其の後を止めないと云ふことである。

世界で土地昇降の現象の著しきを以て有名なるのは伊太利ヴェスヴイヤス附近のセラピス殿堂の所在地である。此の殿堂は無論初めは海水面上に建築せられたのであつて、今も現に海水面上に存在するのであるが、曾ては海中に沈沒し海水を以て掩はれた證據があるのである。即ち、此の殿堂中の柱の或る部分には穿孔介海中の岩石及び船底抔に孔を穿ち、其の中に生活する一種の介の接みたる跡がある。されば、此の殿堂は曾ては海中に沈沒し、魚介其の附近に生活し、後再び海上に隆起し以て現今の有樣を呈するに至つたのである。

大森博士の考按に成れる所謂微動計に由れば、地殼は我々が地震も何も感ぜぬ時でも常に一種の運動を爲して居ることを十分に認むることが出來ると云ふことである。兎に角地盤と云ふは堅固至極のものである樣に思はるゝけれども、實

際は決してさうでないのである。常に少しづゝの運動は爲して居るのである。而して、時としては急激の運動を爲し、人命財產に非常の損害を與ふることがあるのである。されば、支那人の所謂泰山と云ひ我が邦人の所謂富岳と云ひ、從來は安定至極のものとして數へ擧げられたのであるが、今は中々にさう云ふことは出來ぬのである。國家を泰山の安きに置くとか富岳の安きに置くとか云ふ如き形容詞は、今は中々に使へなくなつて來たのである。

以上は歷史上に就いて地殼の徐々に運動する證據の一斑を述べたのであるが地質上の證據も又中々に多いのである。彼の化石と云ふものは古代から人の注意を引いたものであつて是れについて色々の牽強附會の說を附けたものも甚だ多いが、偖此の化石と云ふ者は、假令ひ其の實質が石に化して居ると居らぬとを問はず、一般に地質學上古代の動植物の遺骸若くは遺跡を稱するのである。然る處が此の海棲動物の遺骸が化石となつて大陸の內地の岩石中に發見せらるゝことが甚だ多いのである。彼等は單に大陸內部の平原中より發見せらるゝ許りでなく、又彼の丘陵山岳の中より發見せらるゝことも屢々あるのである。此の海棲動

物の所謂化石をば大陸内部の平原丘陵、山岳等の中より發見することは曾て此處が海底であつて其の海底に生活して居つた生物が地層の中に埋もれ一種の地殻の運動によりて現今の場所に發見せらるゝに至つたのである。若し、地殻を以て靜止不動のものとしたならば、決して此の如きことは有り得べからざる事である。豈に啻に化石のみならんやだ。岩石其の物も多くの場合に於て土地隆起の證據となるのである。何となれば、岩石の多くは海底に形成せられたるものであるからである。此の海底に形成せられたる岩石が現今の山岳を形成し現今の丘陵を作爲し或は現今の大陸の地盤を爲すのは全く土地が次第に隆起したからである。土地が隆起しないとしたならば決して此の如きことは有り得べからざることである。

此の外世界の多くの部分の海岸線を觀察するときには汀線其の他海濱の有樣が現今の海水面上より遙かの距離の所に發見せらるゝことは稀でない。之れと同時に又或る樹木の株の疑ひもなく陸上に成長したるものに相違なきものが或る場合に於ては干潮の時に漸く海水面外に露はるゝものがある。前の場合は陸

地が漸次隆起したる時に於て起こる現象であつて、後の場合は陸地が漸次下降したる場合に於て起こる處の現象である。いづれの場合に於ても、陸地は移動しないものと見做さなければならぬのである。

曾ては内地に存在したりしも今は消失したりし湖沼の汀線があるのは、又陸地の運動を示すものである。彼等は元來水平面に沿うて形成せられたるものであるからして、元來は水平の位置に横はるべき筈であるが、或る場合に於ては、此の古代の汀線の、已に水平でなく多少の傾斜を爲し居るものが少なくないのである。此等は孰れも陸地が一定不變のものでなく、絶えず多少移動しつゝあるものであることを證するのである。

此の如く陸地が漸次隆起し或は漸次陷没するが如く見ゆるのは、實際陸地が漸次隆起し若くは漸次陷没するに由るのであるか。或は陸地は靜止不動であるけれども海面の水準面が移動するに由るものであるかと云ふことも、亦一つの問題である。陸地が漸次隆起し若しくは陷没するものとしても、或は海面の水準面が或は上昇し或は下降するとしても其の結果は孰れも同樣であるのである。固よ

り、多くの場合の中には、或は實際海面の水準面が變化したるが如き樣子もあり、又其の理由もあるが、大概は此の海と陸との割合に關する變化は、實際陸地が移動したるに由ることが多いのである。

偖、此の海と陸との割合に關する變化に就いては或は陸地が昇降したと云ひ或は海面の水準面が移動したと云ひ、双方の議論は夫れ〳〵中々八ヶ間敷ことである。之れを詳細に述ぶることは、此の『中等教育』に於て出來べからざることであるからして、今は之れを略することゝし、少なくとも此の海陸の割合の變化の或るものが陸地の移動によると云ふ證據は、海底に沈澱堆積して成生せる層狀岩が、成生の當時は無論殆んど水平に横はりて居つたものであるに拘はらず、現今は或は波狀の褶曲を爲し或は破裂して斷層を爲して、山岳を形成して居るものが多いことによりて知ることが出來るのである。山間の溪谷海岸の絶壁鐵道線路開穿せる新道路等につき、實地に地層の露出を觀察するときには、此等の實例を見出だすことが決して六ヶ敷くないのである。

岩石の障害を受くること。　海底に成生したる水成岩が隆起して大陸の一部を

形成して居るものが、成生の當時と同じく現今尙は殆んど水平の位置を占めつゝある場合は、決して少なからぬであるが此等は一局部のみが隆起若しくは陷沒したと云ふ譯でなく、地層全體として極めて徐々に隆起したるものらしい。山兵丘陵等の地方に於ては之れを構成する所の岩石は水平でなく、甚だ複雜なる傾斜の位置を占むるものが甚だ多いのである。此等の變化は複雜であつても、通常二つの形の一つを爲すものである二つの形とは第一は褶曲 Folding であつて、第二は斷層 Faulting である。

褶曲とは何であるかと云ふと地層を構成する岩石が波狀を爲して屈曲することである。斷會とは地層が收縮せむとする際に破裂して喰ひ違ひを生じたものである。

蓋し岩石には甚だ堅きものがある、又甚だ脆きものがある。此の甚だ堅くて且つ甚だ脆き岩石をば人力を以て屈曲せしめむとするも、中々に出來難きことであるが、自然には見事に波狀の屈曲を爲すものが多くあるのである。是れは岩石をして褶曲をこ起さしむる所の原因は通常甚だ徐々に働くと同時に岩石は上より

非常なる壓力を受け居るを以て、堅くて脆き岩石と雖も破裂することなくして、反つて屈曲するのである。此の甚だ徐々に來たる所の壓力は、何であるかと云ふに地球内部の收縮から來るものに外ならないのである。

褶曲の最も簡單なる場合を單斜と稱し、地層は單に一方にのみ傾斜するのである。又、中央の一點からして左右兩側に向かひ傾斜し、鞍狀或はアーチ形を爲すものを背斜と稱し之れに對して左右兩側から中央に向かひて傾斜する所の地層を向斜と稱するのである。此の背斜及び向斜は僅々數寸の間に於て起こるものもあるが、又た十數里の遠距離の間に起こるものもある。數寸の近距離に起こるものは手頃の標本に於ても之れを見ることが出來るが、十數里の間に一の向斜があるとか、又は一の背斜があるとか云ふことは、實際一定の法則により一定の機械を以て地層の位置をば測定したる上でなければ容易に之れを認定することが出來ぬのである。數尺若しくは數間と云ふが如き短距離の間の背斜向斜は河邊新道路等の地層の露出で之れをを認むることは數々あるのである。武州秩父地方の荒川の砂利の中には直徑五六寸のもので見事に背斜及び向斜を示したるものを

往々にして發見することがあるし、又、其の沿岸野上附近では、一の大なる背斜軸のあることも測定によりて之れを認むることが出來るのである。

時としては、褶曲は甚だ規則正しくあつて向斜若しくは背斜の軸に沿うて之れを二つの對稱的の釣り合ひ善きものに分かつことが出來るのであるが、通常の場合に於ては彼等は甚だ不規則であつて左右甚だ不釣合である。

傾斜せる地層が水平面と交はりて爲す直線の方向を層向 Strike と稱し、其の傾ける度を傾斜 Dip と稱する。而して傾斜の方向は常に層向に直角である。今茲に一軒の平屋根があるとし此の平屋根の一面を以て傾ける地層を表はすとしたらば、屋根の勾配は即ち傾斜であつて、其の背若くは之れに平行せる任意の線は層向であり、雨水の流るゝ方向は傾斜の方向である。

層向を表はすには北何度東とか云ふので、通常 N20°E とか或は S70W と云ふが如き有樣に書き表はすのである。前者は層向が正北の方向より二十度丈け東に偏して居るとの意であつて、後者は正南の方向から七十度丈け西に偏して居ることを示すのである傾斜の方向は常に之れに直角であるが故に詳

かに何度と云ふが如く度數を示すには及ばないのであるが、ただ其の東北とか西北とか云ふこと丈け云へば澤山である。併し、傾斜の度は常に數を以て之れを表はすことが肝要である。されば、通常層向及び傾斜を表はすには N20°E, NW45° と云ふ如き有樣に於て書き表はすのであつて、之れは層向は前の如く北二十度東であつて、傾斜は西北の方に四十五度の角度を以て傾いて居ると云ふことを示して居るし、また N30° E, SE 70° とあれば、層向は北三十度東であつて傾斜は、今度は反對の方即ち東南の方に七十度の角を以て傾いて居ると云ふことである。

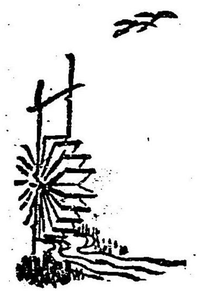
地層の層向及び傾斜を測る器械は測斜器 Clinometer と稱し、一の磁石と角度計とを合して造りたるものである。

或場合に於ては、岩石は褶曲せずして破裂するのである。即ち斷層を起こすのである。而して、又少しも褶曲せずして直ちに斷層を起こすものもあるが、時としては、褶曲が次第に斷層に移り替はる場合もある。斷層は極めて簡單なる場合もあるが通常山岳抔にあるものは甚だ複雜である。茲には單に最も簡單なる場合を述ぶるに止めて置かうと思ふ。岩石に沿うて喰ひ違ひを起こしたる平面を斷層面と稱する。即ち此の斷層面に沿うて地層が喰ひ違ひを生じ、一方は高く上り一方は低く下りたるのである。此の斷層面は時としては殆ど水平である。されば、斷層面は通常大なる角度を以て傾斜して居るのである。此の斷層面は、時としては其の斷層を生ずる際に互に擦れ合うて自ら磨かれ、平滑鏡面の如くなることがある。然るときには、特に之れを滑面 Slicken-side と稱し、俗に「鏡石」と稱するものは是れである。四國山系を構成する角岩には多く滑面があり、又美作國津山の附近なる國分寺鑛山の黄鐵鑛には見事なる滑面がある、武州青梅の石灰岩にも多くの滑面があり、秩父皆野橋附近の紅簾片岩にも滑面を見ることが出來るのである。

地層が喰ひ違ひを生ずる其の度も色々に變化するのであつて、時としては數分位に過ぎないのもあるが、時としては數千尺にも達することがある。房州の西海岸には數寸位喰ひ違ひたる小斷層を多く認むることが出來るし秩父荒川沿岸にも多くの斷層を認むることが出來るのである。此の如く斷層も、亦向斜及び脊斜

と同じく實際之れを海岸新道路等の自然の切斷面に就いて認むることも出來るが實際之れを目擊することが出來ない時分には測斜器により、地層の層向と傾斜とを測り愈茲に斷層があると云ふことを測定することが出來る場合が多くあるのである。

數分若くは數寸の小斷層は一時に出來たものが多いであらうが、數千尺も喰ひ違ひを生じたる大斷層は一時でなく幾度か地辷りを爲した結果である現今でも尙は或る地質構造の薄弱なる所には徐々として斷層を生じ居る所がある。此の徐々として生ずる斷層は人命財産に多くの損害を及ぼすことが少ないが急激に出來る斷層は往々にして大地震を起こし人命財産に非常の損害を與ふることが少なくない。明治二十四年の濃尾大地震の如き、其の一例である。



地文

火山の話

理學博士　横山又次郎

前號「地殻の話」の中に地殻の運動の一般のことに就いて話したが、今話さむとする火山の話、及び、此の後に話さむと思ふ地震の話なども、矢張り一つの地殻の運動に外ならないのであッて、分類の事を八ヶ間敷言ふときには「地殻の運動」と云ふ項目中で話すべきが至當であるが、其れでは餘りに事柄が繁多となり、却ッて學生諸子の了解に苦しまるゝことが多いと考へたから、此の火山の話及び地震の話は實際は地殻の運動たるに相違ないのに拘はらず、更に項目を改めて話すことゝした。諸子には能く此の邊の事情を承知して貰ひたいのである。

さて、火山その物の話を致す前に、一言我が國の火山研究に甚だ都合宜しきことを言はなければならぬ。抑〻學問は其の範圍の種類の學問たるを問はず、孰れも世界的であッて、決して一國とか、一ヶ所とかに限られるものでないことは、今更喋

くするを要しないことである。が偖此の世界的の學問を研究するに、自ら便不便、好都合、好都合でないと云ふことは、地方により、國々により、どうしても免れ得ないことである。亞米利加の中央抔に居る人に向かッて、火山のことを研究せよと云ッても、研究する人は甚だ迷惑を感ずるであらうし、我が國の學者に向かッて、氷河の事を研究せよと云ッても、容易に其の實蹟は擧がらないのである。又、多くの西洋人が横濱に來たりて第一に思ふのは、早く地震と云ふ者に搖られて見たいと云ふことであるそうである。此等の西洋人に向かッて地震學を研究せよと云ふのは、多少無理なをである。よし此等の人々の此等の研究は、到底出來可からざることは斷言するをは出來ないが、其の研究の結果が容易に上がり難いと言ふことは、斷言しても差支ないのである。我が國に於ては氷河の遺蹟抔は容易に見ることが出來ないので（或は到底氷河の遺蹟は我が國に於ては見ることが出來ないかも知れないのである。近頃此の氷河の遺蹟を信濃飛彈の山奥に於て發見したと唱ふるものもあるが、未だ一般斯學者の贊成を得ない樣である。）從ッて氷河學の研究には實に不便極まるのであるが、之れに反して

火山、地震等の現象は至る所に、又常に目擊遭遇することが出來るのである。近比頻りに持てはやされて居る鳥島の破裂のことや、又明治廿一年の磐梯山の破裂、同廿六年の吾妻山の破裂乃至廿四年の濃飛の大地震のことなどは、所謂斯道の學者計りでなく、兒童走卒も能く其の現象を明らかにし、能く其の觀念に富んで居るのである。從ッて火山の話、地震の話抔のことは、平日は餘り學問上のことに注意しない人々に向かッて話して見ても、割合に能く其の要領を會得するのである。のみならず、火山の破裂、地震の大震動抔は單に學問上よりして人々の注意を引く許りでなく、實地の利害問題として人々の注意を引く許りでなく、其の住民が一朝にして慶にされたとの報があれば、八丈島の住民は、又何時同樣の運命に遭遇しはせぬかと氣遣ひ、濃飛地方に大地震があッて、瞬時にして數萬の人蕃を死傷せしめ、巨額の財產を蕩盡したとの事があれば、關東地方の人も何時同樣の災難に遭ひはしないかと心配するのである。されば火山地震抔の事は學問上から許りでなく、實地利害の上からして、我か國の人々の注意を引き居ることかゝ

眞に好都合であッて種々の點に於て種々の便宜を有するのである。或る社會の人の口吻を借りて言へば、火山及び地震の事を研究するは、實に我が國人の天職である。今より火山その物の話に移らう。

火山の分布　火山その物の話を爲すに當たりて先づ、其の分布より始めよう。火山は地球表面上の孰れの所にも存在すると云ふをでなく、火山の存在するのは多少一定の場所に限られて居るのである。即ち地球表面上の殆ど凡ての火山は、大洋中に島嶼を爲して存在するか、或は海を距ること餘り遠からざる海岸に濱して存在するのである。彼等は通常線を爲して排列し、最高の山岳中に在るを普通とする。但し、ヒマラヤ山及びアルプス山は其の列外であッて、此の二つの山には火山の痕跡は認めないのである。火山を伴ふ所の山岳は、又孰れの山岳もと云ふ譯でなく、現今徐々として隆起しつゝあるものに限る樣である。多くの場合に於て彼等は列島を爲し、大陸の海岸近くに排列するのである。現今尚ほ活動しつゝある多くの火山を含む火山線は、南亞米利加からしてアラスカに至り、此れから我が千島列島に來たり、我が本島を經過して東印度諸島に續くのである。是れが地

球上に於ける最も長大なる火山帶である。

火山の大多數は現今太平洋及び其の沿岸地方に見出だすのである。固より太西洋にも全く見出だされないことはないが、太西洋は比較的火山に乏しと云はなければならぬ。中央太西洋に於ては、火山帶の連亙するものがある樣で、二三の火山は現今活動の有樣に於て存在する。アイスランド及びトリスタン、ダ、クンハは此の火山帶の一方に横だはり、アソレス、カナリース及び其の他の諸島も、亦此の帶中に存在する。此の外火山は亦地球の他の部分にも存在し、尚ほ或る場所に於ては彼等は海水面以下に存在するとの證據がある。

我が國に於ては、北方カムチヤッカ半島から千島列島を經て北海道本島に至る千島火山脈。北海道の西部から南方に走り、本邦中央山脈に沿ひ北日本を横斷して信州の淺間山に達する那須火山帶。臺灣の北端から琉球諸島の西に沿ひ薩南諸島となり、霧島山に至る霧島火山帶。肥前の温泉嶽より肥後の阿蘇山に連り、北々東の方向に於て走り、四國の北端を經て三河寶來寺山に至る阿蘇火山帶。以上の諸火山帶と殆ど直角に交はり、太平洋のマリアンナ群島から小笠原島(或は小笠原

島は此の火山帶に屬しないとの説を唱ふるものもある。）伊豆七島を經て富士山を噴起し、日本海沿岸の妙高山に達する富士火山帶の五火山帶がある。

亞米利加合衆國では、アラスカを除けば現今は一の活火山もない。アラスカ及びメキシコでは活火山があり、國の西北部なるワシントン州では完全なる圓錐形を呈し、睡眠の有樣に於て存在するものがある。其の外尚は山岳及び高臺の上に完全なる圓錐形を呈する新しき火山、その圓錐形の多少破壞せられたるもの、或は漸く其の痕跡を止むるに過ぎない舊き火山が此の國に多く存在する。

世界の他の部分では現今は一も火山と稱すべきものはないけれども過去の地質時代に於ては、火山の活動が中々に激烈であッた所がある。中央佛蘭西のアウヴェルン地方、英吉利諸島、合衆國の東海岸、其の他の場所等が即ち是れである。一方に於ては又、火山は現今少しも存在せざるのみならず、寒武利亞紀地球發育の時代を大別して、太古代、古生代、中生代、新生代の四代となすのであるが、更に古生代を區別して前寒武利亞紀、寒武利亞紀、志留利亞紀、泥盆紀、石炭紀、二疊紀の六つとなすのである。即ち寒武利亞紀とは地球發育史の一時代たる古生代中の一時期であ

る）の初めよりこの方少しも火山の存在しなかッた地方がある。ミスシッピイ溪谷の平原の大部分は即ち此れである。

噴出物　火山から噴出するものは固體、液體、氣體等種々であるが、就中水蒸氣を以て最も要用なる噴出物としなければならぬ。水蒸氣は單に其の噴出せらるゝ分量が多くあるからして要用なる噴出物である計りでなく、水蒸氣は又火山の破裂の原因に就いては常に必要にして缺くべからざる者であるので、火山に取りては實に甚だ必要の物である。固體には二つの要用なる噴出物がある、第一は即ち熔岩 Lava で、即ち地球内部にありて熔融したる岩石が、地球表面に達して冷却凝固したるものである。信州淺間山の北腹に當たりて俗に「鬼押し出し」と稱し、長く延亘せる黒色の岩石は即ち天明三年淺間山の大破裂の時に噴出したものである。第二は熔岩の碎片である。熔出するときに比較的多量の水蒸氣を缺くときには熔岩流として川の流れたるが如く熔岩を流すのであるが、若し熔岩と共に比較的多量の水蒸氣を伴隨するときには、熔岩は種々の大いさの者に粉碎せらるゝのである。此の熔岩の粉碎物は其の大小に從ひて種々の名目がある。火山よ

り噴出せる熔岩及び噴火口内に存在する岩石が塵埃狀に粉碎せられたるものを火山灰 Volcanic ash と稱し、外觀に於ては火鉢及び竈の灰と大差ない樣であるが、實は全く熔岩の粉碎物であッて、實質に於ては、火鉢抔の灰と全く別物なのである。

火山灰の少しく大なるもの即ち粟粒大乃至豌豆大位のものを火山砂 Volcanic sand と稱し。其の豌豆大乃至胡桃大のものを火山礫 Lapilli と稱へ、多くは有孔質であッて鑛山にある金滓の如き外觀を呈するものが多い。又我々の拳の大さ乃至頭の大さ位であッて空中高く飛揚せられ、下降する際に種々に回轉して、或は球狀のものとなり、或は惰圓狀のものとなりまた或は紡錘狀のものとなりたるものを火山彈 Volcanic bombs と稱し、富士山及び伊豆の大島三原山には殊に其の多くを見ることが出來る。因に云ふ、大島には殊に其の彷錘狀を呈する火山彈が多くあッて、學問上殊に趣味多きものであッたが、數年前に何者か營利的大採集を試みたが爲めに本年四月の東京地學協會が修學旅行を同地に執行したる際には、殆ど之れを採ることが出來なかッたとの事である。研究的にならば如何なる大採集を試みても差支ないが營利的に大布呂敷に背負ひ込むとは學者として餘り譽めた話

しではない。其の他熔岩塊の直徑數尺に達するものは、特に之を火山岩塊 Volcanic blocks と稱する。

此の外火山噴出物には彼の浮石 Pumice と稱するものがある。實際は矢張熔岩の一種たるに相違ないが、大小の氣孔を多く含有するが爲めに、甚だ輕くなりて水に浮かぶに至ッたものである。浮石が此の如く多孔質となりたるは、熔岩が地殼の內部に存在して居る際に、其の中に閉ぢ込められたる水蒸氣が膨脹したるが爲めである。伊豆の新島では浮石を建築石材として盛んに使用して居る。此の外水素、鹽素、亞硫酸瓦斯等の如き他の物質を噴出するのである。

水蒸氣の或るものは空氣中に出でても相替らず水蒸氣として存在するのであるが、其の多くは火山附近の地上に落ち下り暴雨を降らし、屢々大洪水を起こすことがある。火山噴出の際に數々雷雨があるが、此の雨の大部分は火山噴出物たる水蒸氣の空中に凝固したるものである。若し又此の雨が火山灰を以て被はれたる地面に降下するときには、灰と雨と相混じ、一種の泥流を爲して山麓に向かひ落下するのである。泥流は此の如く噴孔以外に於ても成生せらるゝものであるが、水

分が噴孔内の灰及び分解せる岩石と泥じ、水蒸氣の張力にて噴孔以外に押し出だされ、泥流となりて落下することもある。 孰れにしても此の泥流は甚だしく人命財産に損害を及ぼすものであッて、遠くは西暦紀元七十九年ポムペイ及びヘルクラネウムの二市街がベスビオ火山噴出物の下に埋沒したるも、近くは明治二十一年磐梯山の破裂の時の災害も全く此の泥流の爲めである。 家屋の上を流れた泥土は、其の空所に容り、間隙を充たし、家屋は固より、其の内の種々の物体の型を作り、數千年の間安全に之れを保存したのである。 されば第十九世紀の初めに於て之れを發掘したる時には千八百年以前に羅馬人が生活したる眞景を眼前に躍如たらしめたことが出來たのである。

熔岩流は熔融せる岩石の塊として地面に達し、山腹に沿うて流れ下だり、數々山麓を越え、其の附近の市街村落に損害を與へるのである。 延暦十九年の富士の熔岩流は北の方に流れ、吉田を經て桂川溪谷に入り、甲州街道の猿橋驛に迄達し、天明三年、淺間山の泥流及び熔岩は吾妻川の溪流に入り遠く上野の前橋城外に流れ來たッたのである。 熔岩の流るゝに當たりては初めは全く熔鑛爐中の熔けた鐵の

如き有樣にて滔々として流るゝのであるが、次ぎには溝さ皮殻を其の上に被ぶり、從ッて其の流動は比較的遲緩となるのである。 終はりには熔岩は厚き皮殻を以て被はれ數尺の内部には相替らずトロトロしたる熔融せる岩石があるに拘らず、人馬が自由に其の上を步行することが出來る樣になるのである。 此の如き熔岩流の表面は甚だしく粗鬆で凸凹參差が甚だしいのである。 是れは流動体の部分は融けたる蠟の如き有樣にて流動する際に、既に凝固せる固体の皮殻の部分は屢々碎片に破碎せらるゝからである。 此くの如き凸凹參差甚だしき表面を有する熔岩流に於ては此の崔嵬峩々たる岩塊上を通過することは到底出來難い程のことがある。

火山破裂の際、火山灰を噴出するときには此の輕粗なる岩石の碎片は屢々空中高く飛揚せられ、或る場合に於ては地面上數哩の高さに達したことがある。 此等の噴出物中で重いものは火山上に落ち、或は其の附近に落下すれども、輕き破片の多くは空中高く飛揚せられ、其の再び地上に落下せざる内に風の爲めに甚だしき遠距離に吹き送らるゝことがある。 西暦紀元千八百八十三年のクラカトア破裂

の時には、火山灰の細微なるものは甚だしく高く空中に揚がり、一二年間は全く地上に落ちなかッたとの事である。或る學者の計算に由れば、此の時の火山灰は、慥に五萬尺の高さに達したとのことである。此の如く空氣の高層に達したる灰は、卓越風に乘じて地球を廻り、歐羅巴及び亞米利加に於ては日沒の天色が如何にも燦爛として照り輝いたとの事である。火山は多く海中にか、或は海岸近き處に存在するからして噴出せる灰の多くは、海面上に落ち、浮石の如き輕きものは水に浮みて海面を浮遊するのである。クラカトア破裂後東印度諸島地方を航海する船舶は、屢〻浮遊せる浮石に出遇ひ、時としては此の浮石の爲に航海を防害せられたをもあッた位であるとの事である。此の浮石の中には海波の爲めに海岸に漂着し岸打つ波浪の爲めに碎けて砂礫となるものもあるが、其の多くは洋底に沈むのである。何となれば浮石は通常の有樣に於てこそ氣孔中に存在する空氣の爲めに輕くなりて水面に浮びもすれ、其の分解するか或は粉末となるときには若しくは一面に水を吸收するときには、水よりも重くなり、遂に洋底に沈むに至るのである。

火山の組織　火山噴出の有樣は火山を異にするに從ッて異なるは固より、同一の火山でも、時を異にするに從ッて異なるのが多いのである。地中海中のリパリ群島中の小火山は殆ど間斷なく噴出作用を續け居るものがあり、此の島の歷史が有ッてから此の方、一も破壞的の大破裂と稱する者がないのであるが。之れに反してクラカトアは前世紀の終はりに近き時に當たりて一の大なる破裂があッて、島嶼の大部分を破壞したのである。或る火山は一時に急激なる破裂を爲し、其の後可なりの破裂を續くるのである。或る火山は水蒸氣を熔岩と共に盛んに噴出する結果として灰砂礫等を盛んに降らすものがあるが、或る火山は熔岩のみを流し、灰、礫等は之れを降らさないものがある。或る火山は時としては熔岩を流すがと思へば、時としては泥流を流し、又時としては泥流を流すがより噴出せる熔岩が冷却凝結して、一塊の山岳を形成するときには、即ち塊狀火山（Massive volcano）となり、泥流、熔岩、灰、砂、礫等が時を異にして噴出するときには、此等の物質は順次層を爲して噴火孔の周圍に堆積し、多少の圓錐形を形成するのである、此れを成層火山（Strato-volcano）と稱する。塊狀火山の噴出孔即ち火孔（Crater）は多く固

結せる岩石で以て全く塞がるゝのを常とするが、層狀火山には必ず其の頂上若しくは頂上附近に火孔を存するのである。而して此の火孔は時としては摺鉢形の凹みであッて四方は絶壁を以て圍まるゝをもあれば、噴出後多少の年月を經過したるものは、埋もれて單に少しの窪地に過ぎないこともある。我が國に於ける塊狀火山の例は三河の寶來寺山、備中の彌高山及び日野山等であり、成層火山の例は富士、淺間、阿蘇、箱根等である。

火山の形狀　火山は必ずしも初めから山岳を爲すのではなく、ただ一條の管があッて、地の內外を連結し、此の管からして灰、砂、熔岩等を噴出せられたるものが管の周圍に堆積し、而して初めて多少の山を形成するに至るのである。而して其の種々の物を噴出するときには、其の多數は管に最も近き處に堆積し、管を距ること遠くなるに從ッて、堆積する噴出物の分量も次第に少なくなるが故に、堆積の結果たる山の形は缺頂圓錐形を爲し、其の中央に噴火孔があるのである。されば噴出作用が餘り激烈でなければ、圓錐形は次第次第に高さに於て高くなり、廣さに於て大きくなる譯である。

若し風化作用及び浸蝕作用なるものが圓錐形を破壞する樣な事がないならば、灰、礫等を噴出する火山に於ては、完全なる圓錐形を形成し、其の傾斜の角度も可なりに大であるべき筈である。此くの如き事情は恐らくは彼の海水面以下に形成さるゝ所謂海中火山に有り得べき事柄である。何となれば海中にては空中に於けるが如き風化作用も無ければ、又浸蝕作用もないからである。陸上では間斷なく圓錐形を形成する物質を移動せむとする傾向があるからして、圓錐形の傾斜の角度は次第々々に風雨の削剝作用の爲めに減却され、又多くの放射狀の溪谷に因りて穿たるゝのである。彼の直立一萬二千有餘尺の白扇を倒に懸けたる富士の高峯が、傾斜の角度は三十度に達し完全美麗なる圓錐形を爲し、心なき外人をしてMonte excelsus et Singularis と絶叫せしめたるは絶えず徐々たる噴出作用を繼續したる結果と云はなければならぬ。メキシコのポヽカタペトルも南米の富士と稱しても差支なき位であッて、矢張同樣の事情の下に生じたものと云はなければならぬ。

此くの如く徐々たる噴出は固より建設的の作用であるが、之れに反して急激な

る破裂は往々にして破壊的の作用を有し、完全なる圓錐形を全く破壊して殆と其の原形を止めざるに至るのである。クラカトアの場合に於ては、山体は二つに割れ、其の一半は空中に抛出せられ、其の跡を止めぬ樣になり、ベスブの場合に於ても同樣にモンゾンマの一部は全く破壊せられ、且つ吹き飛ばされたのである。明治二十一年磐梯山の破裂に於ては、其の全山の三分の一は全く破壊し去られ、容積で云へば殆ど二十一億三千一百萬立方米の山體は山の北方に吹き飛ばされたのである。一般に此くの如き破壊的噴火作用を爆裂（エックスプロージョン Explosion）と稱し、其の人命財産に危害を與ふることは普通の熔岩を流す噴火作用よりも遙かに大である。我が國磐梯山、及び鳥島の災變は固より、ポンペイ市の埋沒、西印度マルチニータの破裂の如きは悉く此の爆裂作用の結果である。

以上は主として成層火山の形狀に就いて述べたることであるが、塊狀火山の形狀は主として熔岩の化學成分の如何に關係するのである。抑〻熔岩には硅酸の分量多き、從ッて鐵、苦土等の分量少なき酸性のものと、硅酸の分量少なき從ッて鐵、苦土等の分量多き所の鹽基性のものと、及び其の中間に位する中性のものとの別が

ある。

多く砥石に用ゐらるゝ流紋岩（リゆうもんがん Rhyolito）或は石英粗面岩（リオライト Liparite）は酸性の熔岩であつて、玄武洞を形成する玄武岩は鹽基性の熔岩であり、我が國の火山を多く構成する安山岩は中性の熔岩である。此等の熔岩は其の化學成分に於て異なると同時に、其の流動の度（フルイヂテー Fluidity）に於ても亦異なるのである。酸性の熔岩は流動の度小に、容易に流れず、鹽基性の熔岩は流動の度大に、恰も水の流動するが如く流動するのである。中性の熔岩は其の流動の度も亦其の中間に位するのである。塊狀火山の形狀は鐘狀（しようじようえんちようじようえんすいじようとうじようえんすいじようとうじよう）圓頂狀、鋭鈍の圓錐狀等であッて、此等の形は固より火山生成以後の削剝作用の多少にも關係するのであるが、又之れを構成する熔岩の化學成分の如何にも關係することが甚だ大なるのである。流紋岩の如き酸性の熔岩から形成せらるゝ火山は、流紋岩の流動性弱きが故に、釣り鐘を伏せたる如き傾斜急なる形の山を爲し、玄武岩の如き鹽基性の熔岩から形成せらるゝ火山は、玄武岩の流動性強きが故に、皿を伏せたる如き平扁なる形の山を爲す。安山岩から成り立ッて居る火山は、其傾斜の緩いも亦流紋岩の山及び玄武岩の山の中間に位するのが常であ

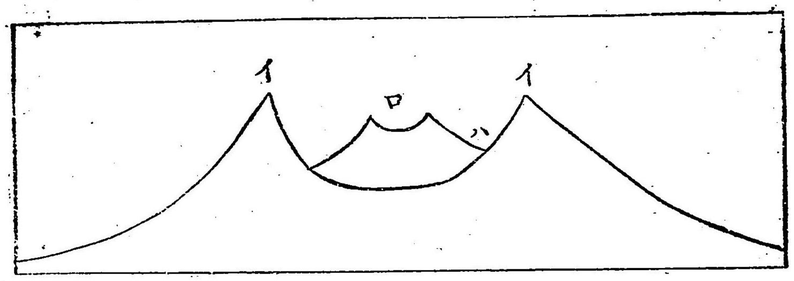
る。三河の寶來寺山は流紋岩から成り立ちて居る火山であッて、其傾斜甚だ急であり、出雲中海の中に在る大根島は全体玄武岩から成り立ちて居る火山であッて其の傾斜甚だ緩であり、一見したる所では一の平原の様であつて山の如くは見えないのである。此くの如く火山の形狀と云ふものは決して偶然でないのであッて、其の間には其れ相應に夫れ夫れの理由があるのである。序で乍ら一言して置くが、通常地文の考へなき人は山の傾斜を甚だしく急に考へ過ごす傾きが多くあるのである。市中に多く掲げある煙草、酒等の看板に多く富士の山を畫きたるものがあるが。其の傾斜は實際の富士の山の其れより餘程急に成り過ぎて居るのが多いのである。上野公園の美術展覽會抔で見る所謂美術家の畫きたる富士の山も同様に其の傾斜が甚だしく急に失してるのが多いのである。是等は其の目的が學術的でないから山の形抔は如何様でも差支ないと云へば其れ迄の事であるが、苟くも富士の山を畫くとすれば其の目的の如何に拘らず、成るべく實際に近き富士の山を畫きたいものである。況んや、學生諸子が修學旅行の際抔に山を寫生する様な場合では、能く此等の點に注意することは殊に必要であると思ふ。

地文

火山の話

理學博士　横山又次郎

○複火山　火山の噴出は極めて規則正しきものもあり、又極めて不規則のものもある。其の極めて規則正しき中にも、間斷なく常に小噴出を永續すること彼の南アメリカのストロムボリ(Stromboli)の様なものもあれば、或は一時活動するかと思へば又其の活動を中止し、活動を中止するかと思へば更に一定の時を隔てゝ活動を初めると云ふが如き間歇的(Paraximal)のものもある。極めて不規則のものゝ内にも、一時は盛んに活動しつゝあつたものが忽ちにして活動を中止し、茲にて全く此の火山の活動力は死滅したかと思ふ際に偶然大爆發を爲すと云ふ様なものもある。實に彼の伊太利のヴエズブ山が西暦紀元七十九年に大破裂を爲しポムペイ及びヘルキユラニウムの二市が其の熱灰の下に埋沒した以前は久しく活動を中止して居つたので、誰れもヴエスブ山が火山であると云ふことすら知らなかつたのである。又我が國明治二十一年に破裂した磐梯山及び本年破裂して大いに人の耳

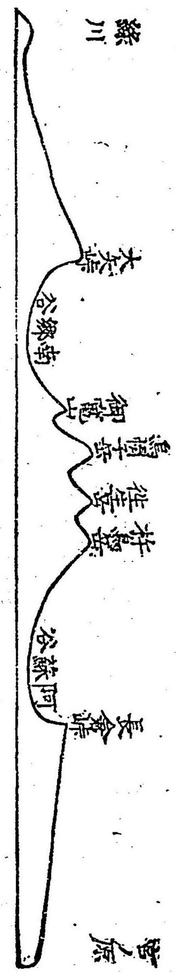


ハ、火口原　イ、外輪山
ロ、中央火孔丘

目を聳動せしめた鳥島の如きも、暫くの間活動を中止して居つたので、誰れも急に此等の山が破裂しようと云ふ樣なことは餘り考の中に入れて居らなかつたのである。此くの如く、火山の活動力は時に盛衰があるものが多いので、彼のストロムボリの如く間斷なく小噴出を續け居ると云ふ樣な火山は、反つて稀なのである。

火山の活動力は此くの如く、不規則で、殊に時に因りて盛衰があるものが多いのであるが。今茲に一の大火山があつて、大槽の如き深くて廣き火口からして盛んに灰砂を降らし、熔岩を流したのが、一時其の活動力も中止し、若干の年月を經過したる後、更に此の舊噴火孔内に割合に小なる噴孔を生じ、此の噴孔からして、又もや熔岩を流し、灰砂を降らしたものとするときは割合に大なる舊噴火孔の中に割合に小なる新火山が生ずると云ふことに

なるのである。此の中央の噴火孔内に生じたる新なる火山を、中央火孔丘 Central Cone と稱し、此の中央火口丘を取り卷いて居る舊火孔壁を外輪山 Somma と稱し、外輪山と中央火孔丘との間の平地を火口原 Atrio と稱する。火口原内に溜まりたる雨水が外輪山の一部の軟弱なる部分を打ち破り外に流れ出づる」ときは、此の流



(圖原士學木伊)圖面斷切像想山火蘇阿

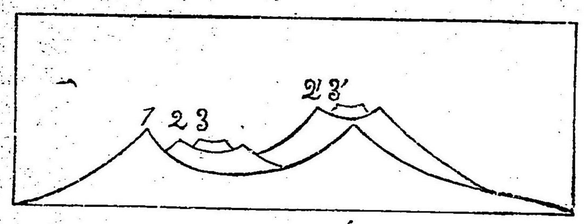
出部の深き谷を火口瀬 Barranco と稱する。

一般に此の如く舊時の噴火孔内に新しき火孔丘を生じたるものを複火山或は二重式火山 Compound Volcano と稱し、我が國には其の例甚だ多いのである。即ち

箱根、阿蘇、榛名、赤城等は、孰れも二重式火山であつて、箱根にあつては明星山、金時山、乙女峠、長尾峠、潮尻峠、要害山等は外輪山であつて、神山、駒ケ岳、二子山等は中央火口丘で、宮城野、仙石原、芦湖は火口原、早川及び須雲川は火口瀬であり、阿蘇にあつては大矢峠、長倉峠二重峠等は外輪山であり、五岳は中央火口丘、阿蘇谷南郷谷は火口原である。

外輪山は常に中央火口孔を屏風の如く取り巻いて居るのであるが、其の特性と云ふべきは、外側に向かつては傾斜甚だ緩であつて、内側に向かつては傾斜甚だ急であると云ふことである。是れ外側は灰、砂、礫、熔岩等が火口より噴出せられ、地球中心の重力に引き附けられて自然の堆積を爲したのであるが、内側は舊火口の側壁であるからして元は殆ど絶壁を爲して居つたのであるが、其の後側壁の上部は風化作用の爲めに崩壊して、岩石の塊片が下部に堆積して所謂 Talus slope を形成したが爲めに、多少は其の傾斜緩となり居るもの多いが、其れとても外側の傾斜と比較する時には、甚だ急であると云はなければならない。昔時函嶺を越ゆる所の旅客が其の西の麓なる三島驛を發して漸次箱根峠に達するときには、傾斜左

程急とも思はないが、峠を超ゆれば俄に急峻なる坂路を降りて箱根驛に達するは、初めは外輪山の外側を上ぼるのであり、後は外輪山の内側を降るのであるからである。



岩手山略圖（山崎學士による）

中央火口孔は榛名火山の如く、單に一個に過ぎないこともあるし、箱根、阿蘇の如く數個のこともある。而して其の中央火口孔は一の成層火山であることもあるし、又一の塊狀火山であることもある。又、其の中央火口孔の中に更に一の中央火口孔を生じ二重式が三重式となる樣なこともある。磐城の岩手山は實に此の三重式火山である（挿圖に於て1が第一の外輪山、2が第二の外輪山の中央火口孔であり、3が第二の外火口原は火口と同樣に其の面積甚だ廣く、湖水茲に湛へ數萬の人畜茲に棲息することもあれば、又、其の面積甚だ狹く、たい僅かに環狀の峽谷を爲すに過ぎないのもある。阿蘇の火口原には數萬の人口茲に棲

息し、數十方里の田園茲に耕されて居り、榛名火山及び箱根火山の火口原には明媚なる湖水を湛へ、牛羊亦澤々として此の平原に眠つて居る。之れに反して越後の妙高山の如きは其の火口原は平原と云ふよりも單に峽谷に過ぎないのである。

火口内に水を湛へて生じたる湖水を火口湖 Crater lake と稱する樣に、火口原内に水を湛へ湖水を生じたるものを火口原湖 Atrio lake と稱する。吾妻山の五色沼、赤城山の小沼藏王山の御釜の如きは孰れも火口湖であるが、箱根の蘆の湖、榛名の伊香保沼、赤城の大沼の如きは、孰れも火口原湖である。

火口瀦は外輪山の一部が、此の火口原湖の水、或は火口原内に集まれる溪流の爲めに破られたる所であるからして、通常其の谷は極めて深くて、且つ其の兩岸は斷崖絶壁で、其の斷崖には砂層礫層、灰層、熔岩層と云ふが如く、各種の噴出物の累層を露はして居るので、火山山体の内部の構造を調査するには極めて適當の場所である。

以上は一つの比較的大なる火口の中に比較的小なる火口の生した場合であるが此の比較的大なる火口は通常之れからして水蒸氣、熔岩、灰、砂、礫等を噴出する許

りの火口としては、餘りに大に過ぎるものがあるが、此等は其の一部は火山が多少其の形を成した後に陷落した爲めであることが實らしくある。伊木理學士によれば、阿蘇火山は曾て現今より高き形體を有したものであつたのが、其の後多量の熔岩を地上に噴出したるの結果、地下に大空隙を生じ、規則正しく陷沒して出來上がつたのが、現今の火口と見做すべきものであるとの事である。又平林學士に從へば、元來火口は熔岩を流出する毎に其の幾分を塡充し、爲めに其の大いさを減ずるのが普通であるのに箱根火山の如き大火口(平林學士の計算によれば箱根の舊火口は卵形であつて、南北の大徑金時山から鞍掛山に至る迄の距離が十二キロメートルで、東西の小徑三國山から鷹巢山に至る距離が六、五キロメートルと云ふことである)は獨り浸蝕消磨作用許積は大約二百四十五平方キロメートルと云ふことである)は獨り浸蝕消磨作用許りの結果でなくして、火口の周邊には龜裂が出來、其の際火口内に周邊部が陷沒し去りたものであると云ふことである。

たる火口を陷沒火口 Depression-crater と稱するのである。

集副火山 以上は複火山に就いて重に述べたのであるが、此の外又集副山 Com-

須山北方ヨリ富士山東南麓

plex Volcano とも稱すべきものがある。

之れは火山の山體が激甚なる活動作用の爲めに、割目を生じ、地中の岩漿 Magma (一般に地球内部にありて岩石の熔融せるものを岩漿と云ふのである。岩漿が地球表面に流れ出でたのを熔岩と稱するのである)が此の割れ目に沿うて噴出すれば、山の中腹或は其の麓に比較的小なる火山を形成するのである。此等の小火山は或は元來の大火山に寄生して居る如き有樣であるから、此等の小火山を稱して寄生火山 Parasitic Cone と云ふのである。或は之れを側火山とも云ふのである。地中海中のシシリイ島にあ

ノ側火山ヲ芝ム圖(平林氏原圖)

るエトナ火山は寄生火山の數二百四十五に達すると云ふことであるし、我が富士山にも三十九の寄生火山がある。富士は古より八朶の芙蓉峯とも云はれ白扇倒まに懸かるとも形容せられ一見した所では秀麗なる無疵の圓錐形の山の如く思はるれども、中腹に於ける寶永の爆裂火口は固より、其の麓に多くの寄生火山が有るのである。東南麓には二塚あり、赤塚あり、高山あり平塚あり、西黒塚あり、東黒塚あり、鐘子山あり、猿山あり、西北麓には片蓋山あり、丸山あり、野頭山あり、弓射塚あり、天神山がある。寶永山は一寸人が寄生火山の樣に思ふけれども、

是れは即ち一つの爆裂火口であつて、寶永年間に起こりたる爆裂作用の爲め、山體の一部破壞せられ、其の結果として相接近せる、破壞せられない部分が高く見ゆるのである。其の他伊豆の天城山にも多くの寄生火山があるし、信濃の淺間山にも寄生火山(小淺間)がある。

寄生火山は全體熔岩から成り立つときには之れを熔岩丘 Lava-cone と稱し、火山礫から成り立つときには之れを礫丘 Cinder-cone と稱する。熔岩丘の熔岩が多少酸性のものであつて、從つて遠く流動せず、恰も一の瘤の附着したるが如きものは、特に之れを乳房山 Mamelone と稱する。又熔岩丘と礫丘とを問はず、相幷んで生ずるときには之を雙子火山 Twin-volcano と稱する。

岩脈　地下の岩漿が山體の割目に沿うて表面に達するときは前述の側火山を生ずるのであるが、表面に達しない地中に於ては、即ち岩脈 Dyke を爲すのである。されば、岩脈は山の表面に於ては容易に之れを認むることが出來ないが、火口を中心として輻射狀に生ずる溪谷及び火口瀨若しくは表面の水蝕を受けたる部分には、能く其の貫入の有樣を窺ひることが出來るのである。平林學士に從へば箱根火

山には總べて九十一個の岩脈があつて、其の中舊火口壁に十七、早川火口瀨に二十一、須雲川火口瀨に三十二、谷入澤に八、足柄第三紀層に十、其の他に三との事である。是等は概ね火口を中心として四方に輻射するの傾向がある。是れは外でもない、要するに火口は宛も大砲の身の如きものであつて、屢々發射を行ふときには抵抗力を失つて放射狀の割目を生ずることは實際に有り勝のことである。火山も亦之れと同樣であつて、處々猛烈なる破裂を爲すときには、多少輻射狀の裂目を生ずるので、此の裂目に沿うて岩漿が噴出し、遂に岩脈を爲したのである。

熔岩隧道　富士山の裾野には前に述べたる樣な側火山が多くあると同樣に、俗に云ふ所の風穴、人穴或は胎内潛りと稱する洞窟が二十個程あるので、六根清淨を唱ふる白衣の道者は固より、肩に革袋を掛け、腰にハムマーを提ぐる學術的探檢家と雖も、多くは之れを見舞ふのである。此等洞窟の長さは、短きは數十メートル長きは、數百メートルに達し、稀には一キロメートルに達するものもある。殊に多くあるは、大宮附近の字萬野であつて、萬野の風穴と云へば大宮附近では有名で誰れも知らないものはない程である。此等の洞窟は如何にして出來たかと云ふとは、

曾て種々の議論があつたので、或は此はヱスが逃出したる跡だとの説を立てたものもあつたが、漸々此れは火山學上熔岩隧道 Lava-tunnel と稱するものであると云ふことが分かり、火山國を以て有名なるハワヰ抔に多くあるものと同樣であると云ふことが分かつた。偖此の熔岩と云ふものは甚だしき熱の不導體であつて、從つて其の已に表面に流れ出でゝ、外皮のみ冷却凝固するや、内部は幾久敷相替らず赤熱の有樣に於て存在し、或は尚ほ液體の有樣に於て存在するのである。此の如く外皮は已に凝固し、内部のみ液體の有樣である所の熔岩の一體が多少の傾斜を有する坂路に横たはるときには、外皮の凝固せる部分は何等の異動を呈せざるべきも内部の液體の部分は一部は自己の重量により、一部は更に流れ來たりたる熔岩の壓力により、外皮を破りて拔け出でゝ跡に熔岩の管を殘すのである。是れが即ち熔岩隧道の出來方である。されば熔岩隧道の天井及び側壁の上部は、多少規則正しく熔岩鐘乳 Lava-stalactite を垂下するものである（萬野の大日穴と稱するものゝ如き最も完全なる熔岩鐘乳なり）、或は洞窟の長軸の方向に數多の凸凹線を生ずるものもあるし、（萬野の觀音穴の如きは最初十五メートル間は並行せる多くの

凸凹線あり、茲にて西々南の方向から南に彎曲し、彎曲したる後には熔岩鐘乳の多きを垂下す、或は熔岩鐘乳を爲すに至らないで、單に鱗狀或は波紋狀を爲すものもある。下底は多く泥濘であつて、或は水を蓄へて膝を沒するに至るのもあつて、其の構造も明らかにすることが出來ないのもあるが、多くは多少鑛滓狀を爲し、時としては其の表面、普通の金滓に於て見るが如き、或は普通の熔岩流に於て見る如き介殼狀の波紋がある。

熔岩鐘乳石は稍〻規則正しき圓筒形のものもあれば、或は犬齒狀のものもあり、又細長き蠕蟲狀のものもある。長さは短きは四センチメートル位が多いが、中には一尺餘りに達するのもないでない。此くの如く熔岩隧道の探究も中々に興味深きものである。今探檢者の便を計りて其の熔岩隧道の俗稱と其の所在地とを示せば次の通りである。

俗稱	所在地
駒門新田風穴	駒門新田村南端
大野風穴	須山から駒門新田に至る路傍

十里木氷穴　十里木村の北十餘町の所
觀音穴　大宮町の北萬野村の田畝中　全上
大日穴　全上
檜穴　全上
穴畑　全上
人穴　人穴村北端
姥穴　全上
新穴　全上
鶉塲　全上
三ッ池穴　全上
青木原御穴　青木原森林中
龍宮　青木原
精進氷穴　全上
鳴澤氷穴　全上

此の四つを總稱して萬野の風穴と云ふ。

長尾氷穴　長尾村西北
小御嶽風穴　小御嶽西北
御釜　吉田釜山道二合
上胎内　劍丸尾
下胎内　全上
鐘子山雷穴　鐘子山南の中腹

我が國は屢々述べた通り火山に富んで居るが、熔岩熕道の從來能く知れ居るのは富士許りであつたのが、近比出雲國中海の中の大根島にも同樣の熔岩熕道があるとの事が分かつたのである。

噴氣孔　火山地方には能く噴氣孔と稱するものがある。噴氣孔に三種の別がある。第一は硫質噴氣孔 Solfatara で主として亞硫酸瓦斯若しくは硫化水素瓦斯を吐き、活動力稍衰ふれば、硫化水素瓦斯を吐くに至る樣な傾きがある。第二は蒸氣孔 Fumarole と稱するので、硫質噴氣孔の硫質が次第に減少ずるに從つて、次第に水蒸氣を增加し、遂には全く水蒸氣のみを噴出するに至つたのである。第三は炭酸孔 Mofette と稱するので、水蒸氣も多く噴出せず單に炭酸瓦斯而已を噴出する

ものである。箱根の大地獄、早雲地獄、湯の花澤の如きは硫質噴氣孔で、箱根の小地獄、阿蘇の湯の谷信濃澁温泉附近は其の例である。炭酸孔は有馬の鳥の地獄、三瓶山の鳥の地獄等が其の例である。

以上硫質噴氣孔、蒸氣孔、炭酸孔は多少自ら變遷するの傾斜があるので、火山活動力の最も盛んなるときは即ち硫質噴氣孔であるし、活動力稍衰ふれば蒸氣孔となり、遂に炭酸孔となるのである。されば、炭酸孔は活動力の最も衰へた時であつて、實に火山の氣息奄々とも云ふ樣になつたと云つても宜しいのである。

噴氣孔は盛んに岩石を腐蝕分解せしむるの力あるものである。箱根大地獄に至り見ると、堅硬なる安山岩が、硫氣の爲めに分解せられて白色泥土狀となり、或は岩石の大塊は恰も葱の皮の如く層々分解したるものが剝脫するのを見ることが出來るのである。されば、今現には此等の噴氣孔がなくても、此等の分解土が存在すれば、曾て此處には噴氣孔が其の勢を逞うし居つたと云ふことを推測することが出來るのである。又現今硫黄を採掘し居る所は多くは硫質噴氣孔か或は硫質噴氣孔が存在して居つた所であるので、噴氣孔と云ふものは地文上實業上種々の關係を有して居るものである。

地文

地震の話

理學博士　横山又次郎

地震に關する吾々の智識が、系統的の科學らしきものとなつたのは實に近來のことであつて、今から三十年以前の地震學の智識は、二千年以前の其れと甚だしき差異がなかつたのである。斯くの如く、地震學の智識の進歩が、緩々遲々であつて牛の歩みも啻ならなかつたのは、必ずしも研究の材料の不足にのみ關係すると云ふことは出來ない。

地震の現象は甚だ複雜であつて、容易に其の眞相を會得することが出來ないのみならず、其の源因が常に地中深き所に存在するので、吾々が直接に之れを觀察考究することが出來ないのが重なる源因であると云はなければならぬ。殊に、又其の源因の重なるものとしては、地震の際には凡て人が驚愕を以て心を奪はるゝが常であつて科學的に落ち着いて觀察考究すると云ふ餘裕に乏しいのが多くあると云

ふことも擧げなければならぬ。

過去の永々しき歴史は暫く之れを措き、近來地震學長足の進歩を爲したのは實に我が日本であると云はなければならぬ。されば地震學研究の目的を以て歐羅巴に留學したる文部省の留學生は、彼の國の地震學の劃合に幼稚なるに驚き、歐羅巴及び亞米利加の學者社會では日本は地震學研究の率先者と稱せらるゝに至つたのである。其れは明治十三年に内外の學者が協力して日本地震學會が出來て或は火山の事地震の事抔を研究し、或は新に地震計を發明して地震動の有樣を觀察し、有益なる報告書も多く出版せられたのである。此の日本地震學會は明治二十五年に都合ありて解散したけれども、中央氣象臺及び地方の測候所では早くに地震計を据ゑ附けて地震の觀測を爲し、帝國大學内には地震研究所の設立があり。又彼の有名なる濃尾の大地震の翌年即ち明治二十五年には帝國議會の協賛を經て文部省内に震災豫防調査會の設立があつて、種々有益なる研究調査に從事し、其の報告書は、和文英文相合して四十餘冊の多きに達したのである。此等の報告書の中には震災を輕減するの方法地震の源のこと、地震の原因のこと、地震動の性質

のこと、俗に搖り戻し即ち餘震のこと抔が書いてあつて、是等は孰れも歐米の學術社會に持ち出して決して恥づかしからぬものであるのみならず、中には大いに彼等の耳目を聳動したる新事實、新發明も少なくないのである。此等は明治二十二年の熊本地震、同二十四年の濃尾地震、同二十七年の庄内地震、同二十九年の秋田地震の如き大地震があつて、地震研究の好機會を與へたからであることは事實であるが又我が國の學者が危險をも恐れず、困難をも厭はず、鋭意之れが研究に從事したるの結果たらずんばあらずである。

偖此の所謂地震とは何ぞやと云へば地震の科學的定義を與ふることは甚だ容易ならざることであるが、先づ大体を述べて見れば次ぎの通りである。曰はく地殻中の弱點に或變動が起こり、此の變動の爲めに地殻が波狀の震動を爲すを地震と云ふのである。此の所謂或變動とは地が或は裂けることもあれば、或は折れることもあり、或は曲ることもあれば、或は陷落することもあるのである。此等を一般に變動と稱するのである。

地震類繁の度は毎日官報を見れば日本の何處に地震があつたとの報告がある

が、若し精密に調査したならば毎日でなく、毎時世界上の何處にか地震があるべきである。固より或る場所には甚だしく頻繁に地震が發生し、他の場處には甚だ稀に地震を感ずると云ふ樣の差違はあるだらうが、絶えて全く地震のない所は恐らくはないらしい。

山岳地方、殊に最も高く天に聳ゆる所の山岳地方、最も新らしく成生せられ、浸蝕作用最も活潑に行はるゝ山岳地方に於て、又土砂の沈積作用最も盛んなる大陸の沿岸に沿うたる海底に於ては地震は最も頻繁である。大陸の太平洋に面する沿岸で世界最高にして且つ最新の山岳聳ゆる方面には地震最も頻繁である。南アメリカ、北アメリカ、ロシア、シベリア及びオーストラリアの中部及び大陸を距る所の遠き海底に於ては地震は比較的に稀である。

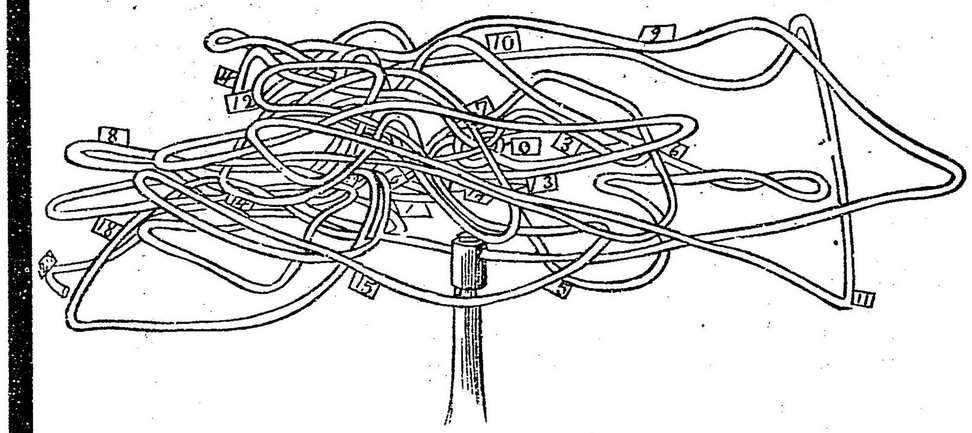
尙は世界一般に就いて之れを言つて見れば、西暦紀元千八百五十年以前に六千八百三十回の地震があつて、其の内三千二百四十回即ち其の殆と半分は最近の五十年間に起こつたとのことがマレット (Mallet 氏の地震目錄に書いてある。是れは必ずしも地震頻繁の度が最近五十年間に增加したと云ふのではなく、其の記錄

が一層完全になつたが爲めであらう。又アレキシス、ペルリー (Alexis Perry) の更に完全なる記錄に由れば、西暦紀元一千八百四十三年から同一千八百七十二年に至る迄に十七万二千四百九十四回の地震があつたのである。即ち一年間に平均五百七十五回の地震がある割合である。飜つて我が日本は如何であるかと云ふと明治十八年から同三十年迄即ち十三年間に一万七千、百五十四回であつて、即ち一年平均千三百六十五回である。但し之れは普通の人が地震と云ふことを感じたるもの、或は感じの鈍い地震計で以て各測候所で觀測したる結果であれば、鋭敏なる地震計を用ゐて觀測したならば、實際地震のあつた數は前の幾倍に相當するか計られないのである。單に東京許りに就いて言つて見ても、一ケ年間に五百回位は觀測するをが出來るのである。又人畜の死傷を來たし、土地龜裂し、或は陷沒し、或は家屋を倒したる大地震のあつたのは日本の記錄で最も古きは允恭天皇の御代で、西暦紀元四百十六年である。之れから今日に至る迄臺灣を除きたる日本全國の大地震の數は二百二十三回で尙は此の他に記錄漏れの分も多くあるに違ひないのである。我が國

で記錄の比較的完全である所の德川時代以後の平均を取れば、二年と九ケ月毎に大地震がある割合である。之れは固より琉球と臺灣とを除きたる計算である。

地震動の性質　地震は地殼の波動であることは已に述べたる所であるが、さて此の所謂波動と云ふことにも種々の區別があるのである。抑〻波と云ふものは觀察の點が色々異なるに從ひ、種々に之れを分類することが出來るのである。波の傳播の力の點からしては、之れを重力的の波 Waves of gravity 及び彈性的の波 Waves of elasticity の二種と爲すことも出來るし、震動の方向の點からしては之れを橫震動の波及び縱震動の波となすことも出來るし、波の形狀の點からしては之れを圓形の波及び球形の波と爲すことも出來るのである。例へば今石を水中に投入するとせば波は其の投入の點から四方に擴がり、段々と遠くなるに從ひ、第に其の高さを減じ遂に殆ど見る可らざるに至るのである。之れは單に重力の爲めに傳播する橫震動の圓形の波であつて、水の表面に添ひ、震動の方向は上下であつて即ち傳播の方向に直角である。是故に水の波は重力的の橫波であつて若し一點から傳播するとしたならば圓形を爲し

て進むのである。之れに反して若し空中或は地球の內部の如き所に於て爆裂の如き或衝動が起こつたとしたならば、四方に向かつて作用する衝動は、すべて其の周圍を球狀を爲して層々相包圍する所の物質を壓迫し、衝動の起點は稀薄の有樣を呈するに違ひない。斯くして壓迫せられたる或層は其の彈性によりて膨脹し、て次ぎの層を壓迫し、元來の層は稀薄の有樣となるに違ひない。斯くして更に其の次ぎの層を壓迫し、第二の層は稀薄となるだらう。第三の層は更に其の壓迫を第四の層に傳ふると同時に自らは稀薄となると云ふ風に、順次に壓迫の波と稀薄の波と相伴うて進行するに違ひない。言ひ換ふれば初めにたゞ一つの波が形成せらるゝとしたならば、此の點を中心として球形を爲せる壓迫の層が次第に外に向かつて進行し、同樣の稀薄の層とが常に交互に形成せられ、此の交互の壓迫及衝動の際には壓迫の層と稀薄の層とが次ぎ及び後に進行せしむるに違ひない。此の前後の震動は波の傳播の方向と平行であつて、即ち縱震動である。音響の波の樣に凡て一點から四方に向かつて傳播する所の波は悉く縱震動を爲す彈性的球狀の波で



ある。即ち波には全く二つの種類があるのである。一つは重力的の圓形を爲せる波であつて、今一つは彈性的の球形を爲せる波である。果たして水の波の如く圓形を爲せる重力的の波であるか。或は音響の波の如く球形を爲せる彈性的の波であるかと云ふに、一般に地震動は甚だ複雜のものであつて、單に水の波の如き重力的の波であるとか、或は音響の波の如く彈性的の波であるとか言ふ樣に簡單に言ひ盡くし難き樣に思はるゝのである。圖に示すものは明治三十年一月十五日東北地方に起こつた

地震動の性質を示す雛形であるが、其の縱橫無盡に震動したるの有樣は之れを見ても直ちに明らかである。地震動は此くの如く一般に甚だ複雜であるから、此れは水の波の如く重力的の波であるとか一言にて言ひ盡くされない樣である。波動であつて時としては其の間に重力的の波を混ずるかと云へば、地盤の非常に堅固緻密なる所では主として彈性的の波動から成り立ち之れに反して地盤の非常に柔軟粗鬆なる所即ち例へば出來てから未だ久しく立たない所の土地、田甫埋立地等に於ては多少の重力的の波即ち水の波の如きものを混ずるのである樣である。

空氣抔が彈性的波動を爲すと云ふことは誰れも直ちに承知することであるが偖此の岩石の構成せらるゝ地殼が彈性的波動を爲すとは一寸考へ難い事であるが、實際は其れに違ひないのである。殆んど凡ての岩石は其の他多くの固體の如く短小なる範圍内に於ては甚だ彈性に富むのである。言ひ換ふれば彼等は容易

に大壓力に屈從し、此の大壓力が除かるゝや否や直ちに舊位置に復するの性あるものである。例へば象牙の玉或は玻璃球を一の堅き平板上に落とせば球は再三跳ね躍るのは全く此の性質があるからである。岩石は一般に此くの如く彈性に富むものであるからして、今地中に或る變動が起こりて、多少の衝動を岩石分子に與ふれば、此の岩石分子は同樣に震動して其の震動を次ぎの岩石分子に傳ふるのである。次ぎの岩石分子は更に之れを其の次ぎの岩石分子に傳ふるのである。遂に此くの如くして漸々と震動は傳はり廣がるのである。

地震の原因　されば此の所謂衝動を岩石に與ふる所の原因は何であるかと云ふに、地震は其の原因により之れを三つに區別することが出來るのである。第一は火山地震 Volcanic earth-quake 第二は陷落地震 Depression earth-quake で第三は地辷地震 Dislocation earth-quake である。

地震が殊に火山地方に頻繁であるとの事實は早とに火山と地震との間に密接の關係あることを一般の人に思はしめたのである。のみならず凡て地震は火山の破裂が原因であるとの事を信じて居つた時代があるのである。今日でも我が國に於ては尙ほ火山破裂を以て地震の唯一の原

因と做す半可通の學者があるので大地震がおれば直ちに火山の破裂を聯想するのである。然り火山の破裂は慥に地震の一つの原因たるには相違ないのであるが、凡て地震の原因を以て悉く火山に歸するは所謂其の一を知つて其の二を知らざるの議論たるを免れないのである。地震は火山破裂の外に地層の陷落により又地辷り即ち斷層によりて起こるものもある。今一々之れを說明しようが、先づ火山地震から始めよう。

地球內部が悉く液體であるとの說は容易に信ずることの出來ないことである、其の一部分には慥かに熱の爲めに熔けて液體となり居る岩石が存在する事は爭ふ可らざる事實の樣である。此の地球內部にありて熱の爲めに熔け居る岩石を一般に若漿 Magma と稱するのである。岩漿の地球表面上に流れ出でたるものは即ち熔岩である。此の地中の岩漿が熔岩として地殼の割れ目即ち火口を通じて地上に噴出するに際しては、地盤に震動を與へて多少の地震を感ずるのである。又地中には水蒸氣を初め、其の他種々の瓦斯が鬱結伏在するのは疑ふ可らざるの事實であるが、此の地中に鬱結伏在するの瓦斯が或る割れ目を通じて地上に逃出

する際には多少の地震を感ずるのである。或は又地中に浸透せる水が赫々たる岩漿に觸れ水蒸氣に變じ爆發すれば地殻に衝動を與へて地震を起こすのである。此等の地震は數々火山の破裂を伴ふことがあるが、併し此の類の地震は通常甚だ微弱であつて火口開けて熔岩流出するに至れば即ち止むのである。是の故にアレキサンデル、フォン、フンボルトは火山を以て地球の安全管と做したるのである。火山が地球の安全管であるや否やと云ふことは容易に斷定の出來ないことであるが、此の火山的の地震は火山破裂し終はれば則ち止むことは事實である。

火山地震は其の結果は甚だ恐るべきものであるけれども、其の地震を感ずる範圍は比較的狹小である。明治二十六年吾妻山破裂の際に感じたる地震も僅かに吾妻山附近に過ぎなかつたのである。

陷落地震とは地盤が石膏、岩鹽、石灰岩の如き水に熔解し易き岩石から成り立つ時に當たり、此等の岩石が水に溶け、地中に空洞を生ずることがある。然るときに空洞上部の地層が自己の重量の爲めに陷落し以て地面には地震を生ずるのである。空洞が地下餘り深からざる所にあるときは陷落地震を感ずる區域は甚だ狹

小であるだらうが震動の度は甚だ大である。此の點に於ては陷落地震は前に述べた火山地震に能く似て居るのである。

火山地震よりも又陷落地震よりも頻繁の度が甚だ大であつて、且つ其の強さも亦數層大であるのは地辷地震である。彼等は今日尚は成生しつゝある斷層によりて生ずるものであつて、即ち山脈の成生と密接の關係あるものである。山脈が成生するときには、地殻に斷層が出來て、地殻の一部が他の一部に對して上の方に蹶上がるか、或は下の方に陷沒するか、或は橫に辷るのである。であるから此の地震のことを或は斷層地震とも稱するのである。凡て彼の地盤が落ち込んだり、山が出來たりする所の大地震は此の類の地震に屬するのである。蓋し地震が地殻の大弱點に沿うて最も屢起こるものであるといふことは、現今地質學者の衆斗たるジユースSuessが初めて言ひ出だしたことであつて、即ち彼のアルプスの東部ウキーンの盆地に沿うて存在する地皮の弱點に於ては古來より屢地震があることは有名なる事實である。

地震の起こる斷層線が其の地方の山脈の方向と或る角度を爲して交はるとき

は此の地震を横震と云ひ、山脈の方向と平行するときは此の地震を縦震と云ふ。

彼の明治二十四年の濃尾の大地震は一つの横震であつて、西暦紀元一千八百七十年ギリシアのフオシスに起こつた有名なる地震も亦た横震である。又一千八百七十三年イタリーのベルノーに起こつたのも横震である。縦震は比較的稀であつて一千八百十七年の魯領中央アジアのウエルノーデの大地震及び瑞西侏羅山の東南麓の地震の如きは即ち其の二三の例である。

地震は地質構造と甚だ密接の關係がある。大陸の内地にある平原で比較的新時代の地層から成り立ち、多くの障害を受け居らざる地方では地震は比較的稀である。同時に古代の山岳例へばフランスの北部、獨逸の北部、イギリス、スカンディナヴキア、ロシア及びシベリア、ブラジル、アフリカの中部及び南部も亦さうである。之れに反して比較的新らしき褶曲山脈地方及び其の麓に横はる平原地方には地震甚だ多い。されば地中海沿岸、アルプス地方、コーカサス地方、アルメニア地方、ペルシア地方、ヒマラヤ地方、アンデス地方及び我が日本等は地震殊に多い。殊に中央アメリカは世界中地震最も多い場所である。就中我が日本に就いて之れを云

へば、根室近傍の海中、津輕の海、信濃川溪谷、三陸地方の海中、房總半島の東部海中、東京灣、濃尾地方、大阪灣、四國と紀伊との間の海峽、鹿兒島灣、熊本の平地等が最も地震多き地方である。

地震に際し、地辷り即ち斷層を實地目擊し得る場合は甚だ稀であつて、通常斷層は地中深き所に隱れて、之れを見ることが出來ないのである。たゞ僅の場合に於いて確に地震の原因であつて、其の結果でない地層の喰ひ違ひを認むることが出來るのである。即ち明治二十四年の濃尾地震に於ては、斷層の長さ西北の方向に百十二キロメートルに達し、水平的に横に辷りたること一乃至六メートルに及び、或る家では我が家の庭園にあつた柿の木が此の横辷りの爲めに突然隣家の庭園に移動したのに百驚を喫したといふ面白き話がある。又一千八百九十二年十二月二十日のベルヂスタンの地震には二十キロメートルの斷層はコヅチアツク山に平行に走つたのである。

此くの如く地層が上下に斷層を生じたと云ふも、或は水平的に横辷りをしたと云ふも、單に地層が相對的移動を爲したるを認めたる迄のことであつて、或は其の

一方が陷落し、一方が靜止したのであるか、或は一方が靜止し、他の一方が隆起したのであるが、之れを確むることが出來ないのである。たゞ斷層が海岸地方に迄達したる場合に於ては之れを確むることが出來ることがある。西曆紀元一千八百五十五年の一月二十三日ニユージーランドの北島に於ける地震に當たりては、百四十五キロメートルの斷層線が出來、北方の一部が絕對的に二・七メートル丈け隆起したのであるが、斷層線は恰もクック海峽を橫ぎつたのであるから、海岸の部分は隆起して陸地となつた所があつたのである。斯樣の場合には何れの方が靜止したのであるか、何れの方が隆起したのであるか、或は又何れの方が陷沒したのであるか容易に知ることが出來るのである。

地震の速度　地震は其の起こり始めは大抵微動であつて、暫くして少しく大となり幾許時の後再び微なる震動となるのが通常であるが、震動の速度は此の微動と重なる震動とによりて違ふのである。此の微なる震動は速度大であつて一秒間に凡そ十三キロメートルであつて、主要なる震動の速度は一秒間三・二キロメートルである。

餘震　俗に「搖り返し」と稱し、大きな地震のあつた後には必ず數回の小地震があるのが、通常であつて、地震學上之れを餘震 After-shock と名附くるのである。家屋は倒れる、人畜は死傷する、人心一般に競々として深淵に臨めるが如き思ひあるときに餘震なる小地震は遠慮なく幾回も遣つて來るのであるから、左なきだに地震に懲り〳〵したる人々は更にモウ一度大地震が來はせぬかと大變心配するのである。然れども此の餘震なるものは決して心配するに及ばざるもののみならず餘震のないこそ却つて甚だ氣遣はしい次第である。何となれば大地震があれば地殼の內に無理な所が出來、不平均の箇所が尙は殘つて居るのであるから、此の無理な所不平均の箇所が餘震の爲めに段々減少し、平均を得る樣になるのである。即ち餘震がある爲めに地殼は次第々々に固まり丈夫になるのであつて餘震のないのは、却つて危險なのである。

餘震と時とは甚だ規則正しい關係を有するのである。大地震の翌日には餘震の回數が甚だ多く次日は幾許か減じ、次きの日は又更に幾許か減ずると云ふ風に

時の立つに從ひ次第に減ずるのであるが、其の減じ方が始めは急激であるが後には非常に緩慢となるのである。今縦線を以て餘震の回數を表はし、横線を以て時を表はし、此の回數と時との諸點を結び付けると云ふと一種の曲線を得るが、此の曲線は大體双曲線となるのである。されば此の双曲線の方程式からして餘震が凡そ幾年間繼續すべきものであると云ふことも分かるし、又其の幾年間後の餘震の回數も計算することが出來るのである。餘震の如きは一寸考へて見ると何等の規律もなく甚た不規則極まる者の樣であるが、能く調べて見ると中々に規則正しいのである。

地震計　地震計のことは比較的高尚なる物理學或は器械工學の智識が無ければ十分に之れを述ぶることが出來ないから、茲では之れを詳かに述ぶることは止めたい、其の大體を述ぶるに止めて置かう。

地震計は地震を豫知するの器械ではないが、地震のあつた上で其の震動の性質震動の有樣等を知る爲めのものである。地震計に二通りあるが一つは普通の地震を測るもの、今一つは非常に微細なる若しくは非常に緩慢なる地殻の震動を

測る爲めの者である。普通の地震計は地震に際して地面は如何樣に震動するかと云ふことを自記する樣な仕掛けになつて居るのである。此の器械の原理は先づ器械中の一點を不動にするのである。即ち地面は上下なり水平なり、種々複雜に震動しても、器械中の此の一點は常に不動の位置に置いてあるのです。此の不動の點を基礎として地面が如何なる有樣に於て震動したかを測るのである。今一つの器械は地面に非常に微細なる震動或は非常に緩慢なる傾斜があるのを絶えず測るのを目的として製造したる器械である。地面は靜かである不動である。とは、大なる間違であつて、絶えず種々の震動を爲して居るのである。此の震動は我々人類にこそ多くは感じもせざれ鋭敏なる器械の裝置によれば、十分に之れを測ることの出來るのである、恰も肉眼にて見ることが出來ない者も、顯微鏡の力を籍れば十分に覩ることが出來るのと同樣な理窟である。此の器械は如何程でも鋭敏にすることが出來るので、例へば廣さ二間四方もあり厚さ三尺もある花崗岩の上に吾々が乘り掛りても何等の感じも爲ささうに思はるゝが、此の器械によると著るしく此の岩石の歪みが見ゆるのである。又此の器械に由れば歐羅巴或は

亞米利加等にある遠方の地震も能く觀測することが出來るのである。

地文

「山」の話

理學博士　横山又次郎

山は地球の光榮である。地球表面上に於て風景絶佳の所である。其の高く平地より突起して天を摩せむとするの所であつて從つて凡ての地理上の螢力が最大活劇を演ずるの舞臺であるからして山の研究は單に心を山水の風致に樂しましむる文人墨客に取りて面白い許りでなく地理學者地文學者に取りては此の上なく興味あることである。

此の地球の光榮であり風景絶佳の所であり地理上の螢力が最大活劇を演ずるの舞臺である所の「山」なる言葉の用ゐ方は通常甚だ亂暴であつて科學的でないことが多いのである。所謂「山」と云ふ者の中には全く其の大いさ其の高さに於て甚だしく相異なり其の形狀に於て甚だしく相異なり其の構造其の組織に於て甚だしく相異なり而して其の出來方其の原因に於て甚だしく相異なる種々雜多のものの

を其の中に含有するのである。「山」と云ふ言葉は此くの如く其の出來方の如何を問はず、其の構造組織の如何に拘らず苟も平地から著しく多少隆起する部分があれば則ち此の部分を稱して「山」と云ふのである。通常山勝ちの地方では「山」と云ふものは場合により甚だしく變化するのである。然るに他の地方では同樣の言葉が甚だ高き地面の突起に限りて用ゐられ、殊に平原地方では「山」と云ふ言葉の用ゐ方は實に亂暴極まるのである。我が關東平野に於て海拔三百メートル位の突起點に過ぎない所をば或は「山」と呼ぶ或は更に「峰」と呼ぶ或は「嶽」と云ひ或は「臺地」たるに過ぎない所をば或は「道鏡山」と云ひ或は「愛宕山」と云ひ或は「山」と云ふ言葉の用ゐ方も亂暴の極と云はねばならぬ。

「山」と云ふ言葉の用ゐ方が甚だ亂暴であると同時に「山脈」と云ひ「山系」と云ふ言葉の用ゐ方も亦甚だ亂暴であると云はなければならぬ。試みに我が國に於て目下數科書なり參考書なりに用ゐられて居る地理若くは地文に關する書を繙いて見れば思ひ半ばに過ぐるもの多くあることを發見するのであらう。彼等の中には

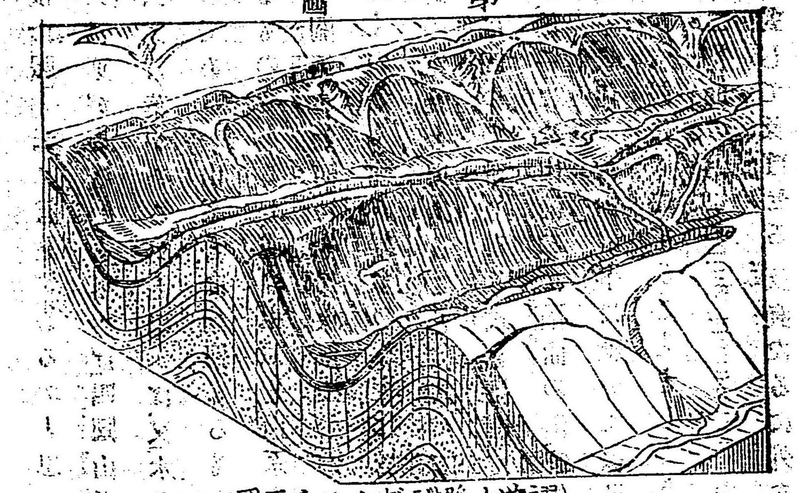
「箱根山脈」と云ふ言葉があるかと思へば「飛彈山脈」と云ふ言葉がある。「筑波山系」と云ふ言葉があるかと思へば「四國山系」「赤石山系」等の言葉がある。其の他「木曾山系」と云ふ言葉があるか「山脈」と「山系」とは如何なるものであるか山系とは如何なるものであるか。山脈と山系とは全く同一の意味を有するものであるか或は山脈と山系とは異なる意味を有するものであるか。山脈とは如何なるものであるか。山脈と山系とは全く同一の意味を有するものであるが此等の關係が如何にも曖昧至極である。

此くの如く種々雜多の意味に於て使用せられ居る言葉に向かつて精密なる科學的の定義を與ふることは甚だ困難のことであるが通常「山」と言はれ居るものの內には四つの重もなる式を見出だすことが出來るのである。四つの重もなる式とは、第一に火山、第二に褶曲の山、第三に斷層の山、第四に浸蝕の山である。

第一火山。火山の事に就いては已に前々回に於て此の大略を述べ盡くしたと思ふから茲には略することとしよう。

第二褶曲の山。Folding Mountains. 山の一般の原因は地球內部の熱が冷却せる外部に對して及ぼせる反動たるに外ならぬのであるが、殊に彼の多くの場合に於て

第一圖



（褶曲山脈（デヴイス氏原圖）

山脈を爲す所の此の褶曲の山は地球の徐々たる冷却に從つて其の徐々たる收縮に歸因するものであつて、地球内部に於ける收縮の度が、外部に於ける其れより大であるからして地殼は褶皺を生ずること恰も彼の橙子が乾くに從つて其の皮に褶皺を生ずるに至ると同樣の理由である。更に之れを詳言すれば内部が甚だしく收縮するの結果として、外部の地殼は非常なる横壓力 Lateral pressure を受け、一定の方向に沿うて上に押し上げられ、此の際に地層は多少複雜なる褶曲を呈するに至つたのである。斯くして上に押し上げられ褶曲したる地層の軸となつた方向は即ち山脈 Mountain

range である。此の山脈は其の後風雨の削剝作用 Degudation によりて種々に彫剝せられ、遂に今日の如く色々の形狀を呈するに至つたのである。

山系 Mountain system とは即ち山脈の集まりでありて、地球表面の大高臺から成り立ちて其の廣さ數百里に達し、其の長さ千里の遠きに及ぶことがあるのである。此くの如く高大なる山系は通常幾條かの大縱谷により山脈の方向と谷の方向とが平行するものを一般に縱谷 Longitudinal Valley と云ひ、山脈の方向と谷の方向と直角を爲すものを一般に横谷 Transversal valley と稱するのである。多少明らかに平行する所の幾條かの山脈に分かたれ、此の山脈は又數小なる縱谷によりて更に幾條かの山嶺 Ridges に分かたれ、此の山嶺は又幾許かの横谷の爲めに切斷せられ幾許かの山峯 Peaks に分かたるゝのである。されば山嶺は幾許かの山峯の集まりから成り立ち、山脈は又幾許かの山嶺の集まりから成り立ち、山系は又幾許かの山脈の集まりから成り立つて居るのである。而して又幾許かの山系相集まつて一つの大山系 Cordillera を形成するのである。

山峰は山嶺中の殊に突起したる部分であつて、此くの如く山嶺中の一部が特に

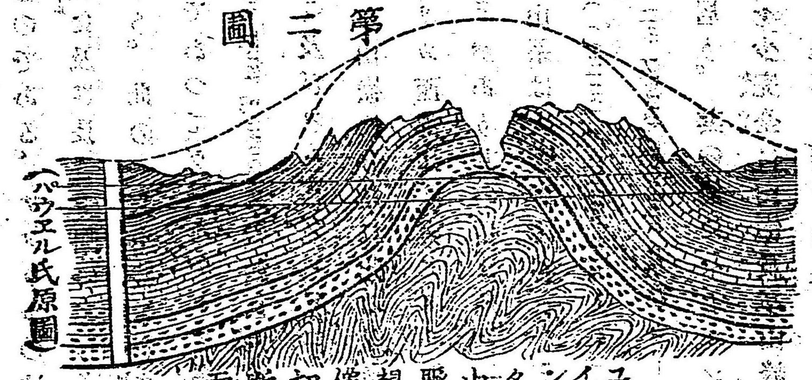
突起する所以は多くの場合に於て其の一部分に限り風化削剝の作用に多く抵抗する堅硬なる岩石の存在することである。抑山と云ふものは其の何種類の山であるに拘らず、其の恰も形成せられたる後に當たり又其の已に形成せられたる後に當たり風雨の削剝作用を受け漸次削り去らるゝのであつて其の削剝作用を受くる程度こそ地方に由つて多少の違ひもあるが、山が出來た儘であつて少しの削剝作用をも受けぬと云ふものは一つもないと云つて宜しいのである。斯くして硬度高き岩石は硬度低き岩石より取り殘され高く突起するに至るのである。此の高く取り殘されたる部分が即ち山峯である。世界中の著名なる山峯と稱するものは、多くの場合に於て削剝作用に低抗する岩石から成り立つて居るのを見出だすのである。アメリカ合衆國のパイクス、ピーク Pike's Peak と稱する峯は花崗岩から成り立つて居り、アルプス山脈のマッターホルンと稱する峯は同樣の堅硬なる結晶岩から成り立つて居るのである。

以上の山系と云ひ山脈と云ふ實例は遺憾乍ら島國たる我が國に於て之れを列擧することは出來ないがアメリカ大陸に於ては多く此の適例を發見することが

出來るのである。アメリカの地圖を繙いて之れを見れば其の東海岸に當たりて廣さ百哩に及び長さ千哩に達し高さ三千呎に及ぶ一大山系の蜿蜒たるを發見するであらう。此の一大山系こそ音に名高きアパラキャン山系 Appalachian Mountain System であつて、ヴアルデニア溪谷 Valley of East Tennessee の如き大縱谷によりブリユー山脈 the Blue Allegheny 及びカムバランド the Cumberland の三山脈に分かたれ、此の諸山脈は更に平行せる山嶺に分たれ此の山嶺は又更に數多の山峯に分かたれて居るのである。

アメリカ西部には南アメリカ及び北アメリカの全體を通じて走れる一大山系 Cordilleras があり、其の長さ殆と一萬哩に達し、廣さ五百哩乃至千哩に及ぶのである。此の大山系は大鹽湖溪谷 the Great Salt Lake Valley 及び中央カリフオルニア溪谷 the Valley of Central California によりてロツキー山系 Rocky Mountain System、シーラ、ネヴアダ山系 the Sierra Nevada 及びコースト、レンヂ山系 the Coast Ranges の三山系に分かたれて居り。其の他にベースン、レンヂエス山 the Basin Ranges がある。此等の山脈は各、多少完全に山嶺及び山峰に分かたれて居る。

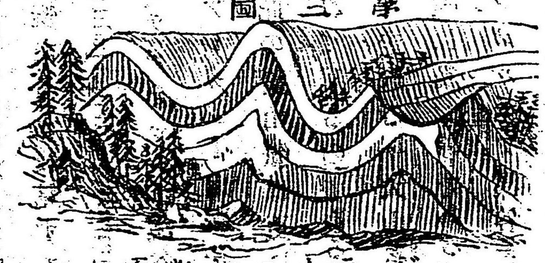
第二圖



ユインタ山脈想像切断面

褶曲山脈の最も簡單なる場合は、厚い地層が單に一つの褶曲を爲すのである。此くの如き單一の褶曲より成る山脈の想像切断面は第二圖に示す通りであつて、此れはアメリカのユインタ山 Uintah Mountains である。然れども更に普通なる場合では山脈は數多の褶曲から成り立つて居るのである。而して此の褶曲は時としては第三圖に示すジュラ山に於けるが如く打ち開いて居ることもあるが又數一所に押し

第三圖



ジュラ山の切断面

第四圖

コーストレンヂ山脈切断面

第五圖

アパラチア山系切断面

付けられて居る場合が多くあるのである。第四圖に示すカリフォルニアのコーストレンヂの切断面及び第五圖に示すアパラチアの切断面は即ち之れである。此等の切断面を能く觀るときは如何にして山脈が形成せられたるか、即ち山脈成生の有樣が能く分かるのである。

然れども多くの大山脈は第六圖に示す通りに地球内部から噴出した所の花崗岩(g)を軸とし、其の兩側にaaなる通常甚だ厚き傾斜せる地層を緣附けるのである。

第六圖

第三斷層山脈　地層は又褶曲する代はりに破裂して斷層を生ずることがある。此の地層の斷層が地震の原因であることは已に地震の話の時に之れを