

ヘリウム

ドクトル オブ
サイエンス エイ エス ラッセル

氣體元素なるヘリウムは、近頃二三の學者が飛行船R三十八號に起つた出來事に就て如何すれば避け得られたであらうと云ふことを説明しやうと務めるので、世間の注意を惹く様になつて來たが、其ヘリウムに就て珍らしいをして面白い話がある。或二三の元素は科學界に於て此元素よりもつと甚だしく人々を驚かした。而して、如何なる元素も單にそれが存在するといふ事實だけでは、又、或一定の性質は有するが他の物の性質は皆缺乏して居ると云ふことに依て、物質の構成に關する現今の學識上に斯くも重要で且つ効果多い結果を持つて居るものは無かつた。

此元素を記述するに當つて、私はそれを六項に分ちて述べるのが最も便利であると思ふ。

其等各の主要な事柄を下に擧げると

一。ヘリウムは太陽中に發見された。それからずつ

と後になつて、地球上に於て見出された。

二。ヘリウムやアルゴンの發見から引いて一層活動力の無い四つの氣體元素が遊離された。

三。ヘリウム原子は或る目方の重い原子の「内部」に存在するものであることが証明されて居る。

四。ヘリウム原子が多數の化學原子の一成分であり得るといふことは尤もらしいことである。

五。ヘリウムを液化し、又は凝固することに依て、今迄得られた中の最も寒冷な温度に到達した。

六。純然たる科學的の興味を有するヘリウムは、戦時於ける輕氣球にとつて必要なものとなつて來た。それが遊離されて來る源が探求せらるゝに從て、それは輕氣球や飛行船の爲に益々實用的重要なものとなつて來るであらう。

一

ヘリウムが始めて知られたのは西曆千八百六十八年であつて、太陽を圍繞する氣體の輝いて居る零圍氣の中に發見された。皆既日蝕の間、此零圍氣を分光器で試験してD₃線と稱せられる黄色のスペクトル線が觀測された。それは我地球上では未だ認めら

れて居ないものであつた。けれども此の新しいスペクトル線はあまりに獨特のものであつたので、一つの新元素から來たものであらうといふことは疑ふ餘地がなかつた。二十六年間といふものは此新元素に就ては只それが有するスペクトル線及びそれが太陽又は或る星の中に存在すると云ふ事實を除いては何物も知られて居なかつた。所が千八百九十四年の末に當つてサー、ウイリアム、ラムゼイが、決定的にそれは地球上多くない鑽石の中に存在して居ることを示した。此の發見は恰も五年前既に有名な米國の鑽石分析學者ヒルブランド教授に氣付かれずに見逃がされて居たのである。鑽石のピッチブレンド（これからラヂウムが得られる）の見本を作り上げて居る時にヒルブランドは一種の氣體を得た。それを彼は窒素だと思つた。といふのは普通の方法で試験して見ると窒素と同じ様に見れたから。併し乍ら彼の實驗中に起つた一二の不思議な出來事の爲に彼は彼の助手に冗談半分に彼等は多分又新元素と取引をして居るのではあるまいかといつたことがあるが其事は其れ以上追求されなかつた。

千八百九十四年に、氣體元素のアルゴンが大氣中に在ることをロード、レーレイや、サー、ウイリアム、ラムゼイが發見した。而してレーレイは此氣體の新源泉を探求しやうとしてヒルブランドがピッチブレンドから製した所謂「窒素」なるものに彼の注意を呼び起した。このものがアルゴンを含有して居るに違ないと云ふことが暗示された。ラムゼイはヒルブランドの實驗を繰返しや。そしてヒルブランドが爲したと同じ様なことを証明した。即ちそれは少量の窒素を含んで居ることを証した。けれど分光器を用ひて其氣體の大部分は窒素でもなくアルゴンでもなく長い間期待されて居たヘリウムであることが分つた。

屢々新元素が發見されると——如何に最初の瞬間に見出すのが困難であらうと——直ぐに殆ど到る處にさしたる困難も感せずに見出されると云ふことは奇なことである、説明は簡單であつて斯うである。鋭敏な頭腦を所有して居る人が何物か或新しいものを探求することを聞かされ且それを認識するに必要な智識を與へられて居る時には、それは總じて見出

さうと務める彼等の充分の努力如何に因るのである。ヘリウムは其後常に小量ではあるが大氣の成分であり、岩石のある種類の成分であり、多くの鑛泉の成分であり、海水の成分であり、又地中から、主に米國の地中から發出する自然瓦斯の一分成分であることが解つた。ヘリウムは又高熱を有する星又は礫石の中にも見出される。だからヘリウムは可なり廣く分布されて居る。

二

化學に於ける大なる理論的興味的發展が此等二つの氣體アルゴンとヘリウムの發見に因て起つて來た。此等の氣體は何等の化學性を有して居ないことが解つた。即ち彼等は他元素と最も都合の好い條件の下に於てさへ化合しやうとしなかつた。此れは珍らしく且つ此迄にない作用であつた。而して之が爲に多くの學者が考へ始めた。そしてこの化合を拒む理由は次の二つの中何れか一つから來て居るのであらう。(一)其理由は此等元素は全く活動力無く他元素との親和力に乏しきこと。又は(二)其理由は彼等はあまりに強く活動的であるから各氣體が全部それ自身を

結合することに專である。從て他元素と結合する機會も「慾望」も持たないのである。と。此等の見解の第一の方が採用された。而してそれは面白い結果を有したから、第一の理由は重要なことである。何故なれば、若しアルゴンやヘリウムが緩漫な無精な元素であるならば彼等は單獨のものである。即彼等は彼等自身に依て一群を作る筈である。所が分類法の週期律に於ては、斯如き群は他の群の様にするならば六個の部員を有する。從て若し新元素の一群が存在して而して又若し彼等が二個が既に分離されて居るとすれば残り四個の元素が見出されねばならない。此見解の眞理なることは實驗研究から生れた。其の四個の中の三個——ネオン、クリプトン及クセノン——はラムゼイと九十位の彼の共同研究者とに依つて大氣中から分離された。而して第四番目即ちラヂウムエマネーション(又はニトン)がラヂウム發生裝置から放射されるのを發見した。

三

千八百九十四年始めて地球上で分離された一つの元素——それが直ぐ其後數年の間に残りの四つの元

素の發見を直接に導いた——は彼等が云ふ如く確に或程度の名聲を以て初見參をなした。併し千八百九十四年彼自身の發見に於て吃驚したラムゼイでさへも千九百三年にソツデイが彼と協力してルサフオードがヘリウムは絶えず元素のラヂウムから生ずることと疑を抱いて居たのを決定的に證明した時には更に一層驚かされた。ラムゼイ及ソツデイの研究に依つて、放射能ある元素ラヂウムは分解に際してエマネーション及ヘリウムの二元素に分裂することを證明した。

ラヂウム——エマネーション 十 ヘリウム

固體

氣體

氣體

原子量、二二六

原子量、二二二

原子量、四

之れはラヂウム發生装置をエマネーションとヘリウムの兩方から自由に放置することによつて完全に證せられた。而してヘリウムが時間と共に發生機に蓄積されて居ることを分光器で試験して證明した。此の研究は其時代の科學者間に平穩な感覺を起さしめた。何故なれば放射能研究者が一つの元素が二つの元素に分解し得ると云ふことを試験的に主張し始

めたことが明に證せられたから。此等の事實に就て暗示れさたる解説は次の様である。

ヘリウム原子は、本源はラヂウム原子の内部に在らねばならない。それが何等かの理由に因て大なる速度で發出される。全ての發出されたヘリウム原子はヘリウム瓦斯を形成する。ヘリウム原子を發出した所の全ての破碎された原子はラヂウムエマネーション瓦斯を形成する。ラヂウム、エマネーション及ヘリウムの原子量は個々別々の實驗に依て夫々二二六、二二二及四なることが知られて居る。其故ラヂウムの分解は

$$226 = 222 + 4$$

に依て數字上からは正しいことである。

更に放射能の研究が進むにつれてラヂウムからヘリウムの放出は他のものに縁のない孤立せる現象では無いことが證せられた。他の諸元素から此氣體の原子が放出されて居る。吾人は今や斯ういふことを知つて居る。ウラニウム元素（此は商業上顏料の製造に用ひられる）が少くとも此等ヘリウム原子の八つを其自身の原子の内部に持つて居る。又トリウム

元素（此化合物は白熱瓦斯マントルを製するのに用ひられる）は少くも六つを、又ラヂウム元素は五つのヘリウム原子を有して居る。此等は物理學者が疑を懐かない實驗上の事項である。それでヘリウムは甚だ重い元素の一成成分である様に見える。化合物を作つて居る原子の様な散漫なる方法で結合されて居るのではなくて、もつと根本的な方法で結合して居る、即ち如何なる化學上の結合とも全然趣を異にして居る。

若しヘリウムが實驗室内で重い原子を分裂することに依て生ずることが證明さるゝならば其時には明白に比較的大量の氣體が此等の重い物體を含む岩石の中に在る筈である——何千年も人が觸れて居ない岩の中に。實驗によつて此れは眞であることが證明された。而して此等の岩石の年代を推定する其一つの方法（之はあまり良法ではないが）は此等の重い元素の一定質量から生ずるヘリウムの量を正確に測定するといふことである。大氣中や鑛泉等に於て見出されるヘリウムの量は最も重い元素を含む岩石の崩壊によつて出來したものであると信せられて居る。

此等の岩石は實際此等から生ずるヘリウムと同様に甚だ疎に地球表面上に分布されて居る——彼等の名稱がウラニウム、プロタクチニウム、トリウム、イオニウムなどの新奇なものである様に——そして此等全てに對して只専門家のみがその存在を證言して居る。

四

二つの重要な推測的觀念が實驗上の事實によつて暗示された——ヘリウムは最も重い元素の成分であるといふ事實から——即ち

(一)ヘリウムは全ての元素の成分である、或は少くとも最も重い元素以外の多數の元素の成分である
(二)ヘリウムより軽い唯一の既知元素である水素も亦多くの元素の成分であることが出来る。

此等の考の中第一の方のみ私の話さうとする問題に割切して居る。それを今考へよう。ヘリウムは或重い元素の内部にある。ヘリウムが大抵の元素の成分なることの可能性を推定することは當然であらう。此の當推量が見事に一枚の紙上に働いて來るであらう。多數の元素の原子量は殆ど正確に整数であつて

ヘリウム原子量なる四で割れる。例を挙げると炭素(12)、酸素(16)、ネオン(20)、硫黄(32)、タタニウム(48)、クロム(52)、鐵(56)、タングステン(184)タリウム(204)、トリウム(232)。當推量する時には此等の元素が他のものを排してヘリウムから構成されてゐる即ち炭素は甚だ根本的方法で結合されて居る三つのヘリウム原子であり酸素は四原子鐵は十四原子でトリウムは五十八原子であるといふことを假定するよりも易い方法が他にあらうか。

此種類の簡單な推測は只原子量として四で割れる整数を有する其等の元素を包含するのみである、併し吾人が若し二三の證明された實驗上の事實を考に入れるならば、吾人は此の考を更に大多數の元素に迄擴張することが出来る。此等の事實は

(一) 全ての原子量といふものは恐らく整数である
(二) 目方一なる水素原子は或原子の中に存在する
(硼素、窒素、弗素、ナトリウム、燐等)。

楮而悉くの整数は四で割ると其剩餘として〇、一、斯の如くに二又は三が残る。第一の場合には假想に依れば全部ヘリウムより成る。第二の場合にはヘリウム

と水素一原子とより成る。第三の場合にはヘリウムと水素二原子とより成る。第四の場合にはヘリウムと水素三原子又は何か他のものより成る。併し乍ら勿論此等の假想は暗示的ではあるが而も只實驗のみが個々の元素の實際の構成を語ることが出来るのである。既に假想が明に正しいと思はれる一、二の例に於いても實驗の結果はそれは正しくないと證して居る。堂々たる學識や見識を備へた文藝評論家が時としては内部表現に關する匿名の人の仕事の著作業を或他の人に歸することがある。而して其後本統の著者の名が現れた時に彼等の著述業に關する説は——假令賢明なるものとしても——全く誤つて居たことに氣が付く。之は文學界にとつた類推法である。

而し詳細は現今不完全であるがヘリウムが大抵の化學元素の成分であるといふ一般の觀念は概して正しいものであると考へられて居る。此の見解は次の天文學上の事實から勵まされて居る。即ち最高熱の星は軽い元素の水素とヘリウムを含む。而して星が冷却するに従つてより大なる原子量を有する元素は段々と現れて來る。而して地球の様な冷却せる遊星

となつて終に彼等多數の種類となつて存在する。此のことは重い元素や複雑な元素がヘリウムを主成分とする軽い簡単な元素から成ることを暗示するものである。

五

ヘリウムを液化し且つ凝固して、今迄に得られたよりも更に冷たい温度に到達することが出来た。此元素は絶対零度の上四度二分の一に於て初めて液化し二度二分の一に於て初めて固體となる。千九百八年迄はヘリウムは液化に反抗する唯一の氣體であつた。其の主なる困難は氣體を壓力と膨脹とを利用する普通の方法に依て充分に低温度を得る迄温度を下げるといふことであつた。此方法に依て瓦斯は漸々其液化點迄冷却せられる、面して皆く液化し始める。諸學者が此の問題を和蘭の實驗家カンメリング・オンネスに一任したのであるが其後彼は成功したのである。ヘリウムは絶対零度上四度二分一(攝氏)以下に於て沸騰することが解つた。オンネスは此液體を迅速に蒸發せしむることに依てこのもの、固體物質を得ることに成功した——それは驚嘆すべき偉勳

であつた。人間が宇宙間に存在し得る非常に冷たい最低温度から今二度といふ所迄近着いて居る温度を得たことを考へると實に驚くべきことである!

六

ヘリウムを實用に供したのは歐洲大戰であつた。大體に於てこれは輕氣球や飛行船に填充するに最も好い瓦斯である。水素——それは今迄此目的に用ひられて居たのであるが——は二つの意味に於て明に優れて有利である、即ち水素は既知の瓦斯では最も輕いもので従て最も浮力に富で居る、次に水素は廉價で且其量を容易に製することが出来る。併して安全といふ方面から云ふと水素はヘリウムと同日の論ではない。多くの重大なる出来事が輕氣球や飛行船に起る——戰時に於ては銃丸、平時に於ては不時の火災から水素は火事を惹き起すものである。此點に關してヘリウムはそれが純粹であれば全く安全であるそれは火をとらない。又爆發もしない。實際飛行船のエンヂンはヘリウムを容れて居る袋の中に置かねばならない。これはヘリウムの密度が水素に比して大なることが主な原因ではない——勿論最初は之が

主な原因であると思はれたけれど。ヘリウムは既知の瓦斯中第二に軽いものである。而して其の密度は水素の密度の二倍である。偕而輕氣球又は飛行船の昇騰力は袋の中の瓦斯の密度と其瓦斯と同容積の空氣の密度との差に比例する。大略の計算として空氣ヘリウム及水素の密度は夫々14.2及1である。斯如くヘリウムの昇騰力は $\frac{1}{13}$ 即ち $\frac{1}{13}$ に比例し水素のそれは $\frac{1}{12}$ に比例する。其故彼等の昇騰力は12と13との比になる。換言すればヘリウムの昇騰力は水素の昇騰力の九十二パーセントである。之は勿論大なる差ではない。此差はヘリウムを電氣的に熱することに依て輕減することが出来る。其結果その密度を減じ從て其浮力を増加する。

水素の代りにヘリウムを用ふることの大なる困難はヘリウムを適當に供給することの面倒なること、費用の高價なることに存する。飛行船R三十八號は約二百七十五立方呎を容るゝに足る瓦斯袋を持つて居た。然るにヘリウムは明に多分廣く分布されて居るけれど常に小量しか無いといはるゝ稀有元素である。例へば只だ地球に近い大氣の中に空氣の十八萬

五千容積に對してヘリウムの一容積があるのみ、併しもつと高く昇ると其の量は大きくなると計算されて居る。又六十哩昇ると殆ど二百容に對して一容になると云はれて居る。他の理論家は此の高さにある大氣は殆ど全部ヘリウムから成ると主張して居る併し諸君は如何してそれを地球上に持來たさむとするか)重ねて言ふ、鑛泉から出る瓦斯の中にヘリウムの量は稀に一パーセント程ある。佛蘭西の或る鑛泉には五パーセント以上も含むものがあるけれどこれは極く稀である。百方率約一、五が自然瓦斯中に見出された最高量である。

此等の結果により源が甚だ豊富でなければ、そして又分離の方法が廉價で行はれないとヘリウムは高價な物質でなければならぬとが解る。英帝國を通じてヘリウムの源泉探求及それを分離する最善の方法が千九百十五年に始まつた。加奈陀の自然瓦斯(而して後になつて北米合衆國の自然瓦斯)は最も善い源泉であることが解つた。分離の最良方法は分溜法なることが知れた。千立方呎に付き二十磅の費用を要するヘリウムを一日に五萬立方呎の割合で産出す

る機械装置が設けられた。偕而鳶風船の袋は約二萬五千立方呎の容量を有して居る。故に一つの機械装置で一日に此等の風船二つを各五百磅宛の費用を拂つて填充することが出来る。二百七十五萬立方呎の容量を有するR三十八號の様な飛行船は五十五日間の産出高が必要である。而して填充する瓦斯の費用は殆ど五萬五千磅になるだらう！。此等の數字は大層悲觀的に見ゆるがそれでも彼等は實際大なる進歩を示して居る。大戰迄ヘリウムは只だ科學上趣味あるものとしての外認められなかつた。而して輕氣球にそれを充たすといふ考は磯邊に金剛石を敷きつめることゝ全く同じ夢想的のもの——斯様に今迄言はれて居る——として考へられたであらう。

實行家は多くの研究を積んで始めてヘリウムが安價に得らるゝ様になるだらうといふことを知つて居るが併し吾人は何の心配もなく斯ういふ人々を信頼して好い——彼等の計畫が將來に於て以上の研究を功果あらしむる方向に向けられて居る様な人々を。必要だ!!!必要だ!!!いふことがなければ何も進歩しない必要に迫られて……。ヘリウムは科學上輕氣球や飛行船にとつては最も安全な氣體である。其故吾人はそれを我物としなくてはならない。それを得なければならぬ。(一九三二、一、三一、長澤 徹譯す)

三 一 つ 星 高松孝治

国防の國の一角に、今日でも、まだ、汽車汽船は勿論、人力車さへ通ることの出来ない不便極まる一小村があります。村の人々は天文と云ふ言葉も聞いた事はありません。然し、瓦斯燈や電燈などの火の爲に、星の光を遮られてゐる都會の人々よりは、遙に星に親しんでをります。そして小供らはその寢物語りにも星の話を聞かされるのであります。無論星の學術名などは少しも知らず、たゞ無學な人々の目に強い印象を與へる星に自分勝手な名を附けます。それで、非常に接近して見ゆる同光度の二つの星があればそれを蝶の目と呼んだり、オリオン星座のデルタ、エプシロン、ゼタの様に三つが一直線上に同じ間隔を保つて同じやうに光つてをればこれを三つ星と稱します。この三つ星と蕎麥の根の赤いのとを結びつけた傳説があります。

ある所に父母と小供四人の一家がありました。父が旅に出て居た留守中のある夜、母は末の赤ん坊が寢た時、他の三人の小供等に留守番をさせ、誰れが