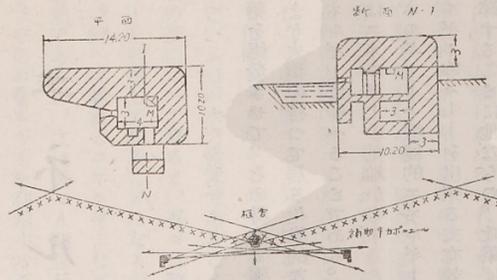


YHAL F08 041

39 城築久永の代現

第八圖 チャケウイツチの補助半カポニエール配置



銃及對戰車砲の爲の容室Ⅱ、此等は總て上階に設けられる。  
二階には機械、電氣炊事、ポンプ等を設置する容室、彈藥糧食等  
の爲の容室、洗面所及便所が在る。  
下階には貯水所及倉庫、彈藥其の他の爲の容室、燃料及脂油庫が  
在る。彈藥其の他を下階から上へ揚げる爲には揚彈機がある。砲門  
には装甲扉を裝し、觀測の爲には觀測所が在る。

斯くして半カポニエ  
ルの火力は人工障礙物に  
沿ひベセケルスキー案に  
於けるが如き背後へでな  
く普通の状態に指向せら  
れる。  
チャケウイツチの框舎  
は内部に總ての必要な設  
備をする。即ち電燈照明  
と通風を有し、三百米の  
距離に地下深く埋めた通  
風管に依り新しい空気を  
供給し汚染したものを排  
出する。框舎は無線設備  
に依り孤立した守兵をし

て指揮官と連絡を保たしめ、又近接戦闘に際し火焰放射の爲特に銃  
眼部迄火焰放射管を導き安全ならしめる。  
框舎の大なる缺陷は敵側の壁體が安全でないことで、敵の爆破に  
依り破壊され易い。之が爲此の壁體の直接防禦が必要である。著者  
は之が爲補助半カポニエールを使用して居る。

第八圖はチャケウイツチの補助半カポニエールである。圖に見る  
如く固定機關銃を備へる普通の中間地用の容室であつて、框舎の前  
方に配置した障礙物を側防して居る。此の框舎は自ら其の火力に依  
り比隣半カポニエールを支援して居る。

チャケウイツチの側防框舎の價格は著者の算定に依れば武装を含  
まず二十五萬留、二箇の補助半カポニエールの價格は十萬留である。  
故にチャケウイツチの組織に於ける全價格は三十五萬留である。

ベセケルスキーとチャケウイツチの形式の防禦營造物の線は云ふ  
までもなく小さな第二次的の意義を持つ部分に於ける國境築城の獨  
立した形式であつて、此等は通常設堡地域或は地帯を構成する一部  
分として現れるものである。

波蘭の築城形式は明かに獨創的のものでなく佛蘭西人の影響を強  
く受け修正を加へたもので、特に此の種の形式に大なる威力を加へ  
る砲塔を缺いて居るのは貧弱である。對戰車防禦の問題に關する注  
目は興味があるが、佛蘭西人は之に對する反映弱く、火焰放射機を  
使用する近接戦闘の問題に關し特に注目して居る。(つゞく)

# エネルギーの源泉

湯川 秀 樹

火薬を爆發させて、その勢ひで彈丸を敵陣へ飛ばす。これはつまり火薬の持つて居る化學的なエネルギーを彈丸の運動のエネルギーに變へることである。斯様な見方をすれば、戦争とはエネルギーの見地からすると色々な物質、色々な種類のエネルギー——機械的エネルギー、熱エネルギー、化學的エネルギー等々——を出来る丈有効に利用して敵陣乃至敵軍を破砕することに他ならぬ。攻撃ばかりではない、防禦、通信等にも種々のエネルギー——光のエネルギー、電波のエネルギーが使用されて居るのである。勿論物質乃至物理的なエネルギーを活用するのは人間であるから、その精神力が大切であることは申すまでもない。唯精神力は空に顯はれるものではなく、物質的な力を媒介として發現されるものである。或人の言葉を借りていへば、國防力とは精神的な力と物質的

な力との和ではなく寧ろ積である。どうしても両方が大きくなければならぬ。 偕て物質的な力の研究は自然科学の領分に屬する。特に物理學の如きは物質の本性を明かにし、エネルギーの根源を探求することを、その目標の一つとして居るのであるから、直接間接に國防力の増進に貢獻しつゝあることは申すまでもない。事實物理學の殆んどあらゆる部門が多かれ少かれ軍事に利用されて居る。唯、今日物理學に於て最も盛んに研究されて居る部門、例へば原子核宇宙線等に關する研究は、未だ直接戦争に利用されるには到つて居ない。これは未だ學問として新しい爲めであるが、それ故にこそ、そこに大きなエネルギーの源泉があり、眞の將來性が約束されて居るのではなからうか。この意味に於て新しいエネルギーの源泉の探求とい

ふ立場から、物理學の現狀を一瞥して見たいと思ふ。

今日吾々は様々の形のエネルギーを利用して居る。併しそれらの依つて來る原因に溯つて行くと殆んどすべて太陽のエネルギーに歸着する。石炭や石油を燃やし、その熱を動力に變へる。是はつまり遠い地質時代に於ける植物の同化作用によつて出來た炭素化合物の持つ化學的エネルギーを利用することに他ならぬ。ところがこの同化作用は太陽の光のエネルギーの供給が無ければ行はれなかつた筈である。水力によつて電氣的エネルギーを發生する場合にも、エネルギーの源泉は矢張り太陽にある。海水の表面が太陽によつて熱せられ水蒸氣を發生する。それがやがて雨となつて陸上の高地に降る。これは太陽の熱エネルギーの一部が位置のエネルギーに變つたことを意味する。水が再び元の海中に戻る途中を待ち受けて位置のエネルギーの一部を電氣的エネルギーに利用しようといふのが水力發電であることはいふまでもない。 この様に考へて來ると、吾々は随分色々な形で太陽のエネルギーを利用して居ることになるが、まだ充分とはいへない。例へば颱風のエネルギーなども、元をたゞせば矢張り太陽熱であるが、之は吾々人間生活に色々な災厄を及ぼすばかりでそのエネルギーを利用することは困難である。又地上

のエネルギーの中には直接太陽と關係のないものもある。例へば潮汐のエネルギーの如きものが、主として月の引力によるものであることは云ふまでもない。又地震エネルギーの如きも、その源泉は地球の内部にあるのであつて、太陽とは直接の關係はない。

併しいづれにしても、現に吾々が利用して居るエネルギーの大部分が太陽から發するものであることには間違ひない。而もそれは太陽が地球に供給する全エネルギーから見ると一大部分に過ぎない。そしてそれは更に太陽が絶えず周囲の空間に放散して居るエネルギーの總量から見ると、眞に九牛の一毛に過ぎない。ところが太陽自身はこの様な多量のエネルギーを失ひながら、幾億年もの間その輝きを保つて來たのである。しからばこの太陽自身のエネルギーの源泉はどこにあるのであらうか。それは吾々の住む地球上には見出されぬ様な種類のエネルギーであらうか。それとも又、物理學で既に考へられて居る色々なエネルギーの中のどれかであらうか。これは天文學に取つて永い間解けぬ謎であつた。ところが最近に於ける物理學の進歩によつてこの問題は意外なる解決を見たのである。この間の消息を明かにする爲めには吾々は一應廣大無邊な宇宙から眼を轉じて、却つて反對に吾々の肉眼



には見えぬ微小なる原子の世界の探求へと進んで行かねばならぬのである。

今日吾々はあらゆる物質が無数の原子から出来て居ることを知つて居る。地上に存在する九十二種類の元素が夫々異なる種類の原子から成るものであることもよくわかつて居る。原子が幾つか集つて分子を作る際に、エネルギーが発生する。それは化学結合のエネルギーである。炭素の原子が酸素の二原子と結合して炭酸ガスの分子を作る際に発生するエネルギー、これが木炭や石炭の燃焼のエネルギーの源であることはいふまでもない。往時太陽は燃えて居る火の球であると考へられて居た。燃焼の際に発生する熱は誠に地上に於ける最も有力なエネルギー源の一つである。併し太陽が全部炭であつたとし、その輝きが燃焼によるものとすると、數千年間で燃え盡して了ふことになる。吾々は太陽エネルギーの源を、原子が結合して分子を形成する過程よりも更に奥深くに、即ち個々の原子自身の中に求めねばならないのである。會つて太陽エネルギーの源泉は萬有引力にあると考へられて居たこともある。即ち太陽が星雲の様な稀薄な状態から漸次収縮して行く間に失ふ萬有引力のエネルギーが輻射のエネルギーに變るといふのである。併しこの種のエネルギーも又少くとも

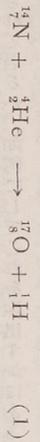
太陽の現在の輝きを保持するべく餘りに小さいのである。しからば原子の内部には如何なるエネルギーが蓄へられて居るであらうか。原子は今日では最早不可分なるものとは考へられない。更に數個の電子と一個の原子核とに分解される。その中で、殆んど凡ゆる物理的化學的現象に於て、重要な役割を演じて居るのはいつも電子である。併し九十二種の元素の種別を決定する根源は却つて原子核にある。原子が元素によつて異なるといふことは結局原子核が異なるといふことに他ならぬ。原子核のどこが違ふかといへば、先づ第一にその持つて居る電氣の量が違ふのである。電子はすべて同一の大きさの負の電氣を帯びて居り、それ等が幾つか原子核のまはりにあつて、全體として中性の原子が出来るのである。従つて原子自身は正の電氣——特に電子の持つ電氣量の數倍の電氣——を持つて居る筈である。この整數が所謂原子番號であつて、これによつて元素の種類が決つて来る。次に電子は非常に軽いから、原子の目方の殆んど全部が原子核に集中して居る。ところが同じ電氣量を持つた原子核で、目方の違ふものがある。それ等の原子核を含む原子の原子番號は同じであるから、通常の物理乃至化學的變化によつては分離されず同一の元素として混合して了つて居るのである。併し原子乃至

原子核の目方によつて元素を分けるといふ特別の手續き——例へば質量分析器などによる精密な分析——を行へば、それ等は同位元素として分離し得るのである。通常の酸素原子の目方を十六とすると、他の凡ての原子の目方は皆整數に近い値を持つて居る。この整數を質量數と稱する。例へば酸素には質量數が十六といふもの他に、十七といふのと、十八といふのが、微量に含まれて居る。つまり三種類の同位元素の混合物である。この様にして原子核の種類は化學でいふ元素の種類よりははずと多いことになる。それ等は原子番號と質量數とによつて分類される。原子核を表はす記號としては、元素記號の左下に原子番號、左上に質量數を附したものを使ふのが普通である。例へば通常の酸素核は $^{16}_8\text{O}$ と書く。併しこんな風に原子核の事を詳しく述べて行つては切りがない。吾々の當面の問題は、これ等の原子核の中に如何なるエネルギーが蓄へられて居るか、如何にしてこれを取出すかにある。放射能といふ現象がある。之はラヂウムなどの放射性元素を構成して居る原子核が不安定で、色々な放射線を出して他の種類の原子核に變つて行く現象である。この場合に出て来る放射線の一つ一つ——例へばアルファ線の一つ一つはアルファ粒子と呼ばれて居るが、それはヘリウムの原子核に他

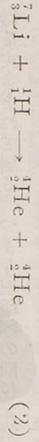
ならぬ。前の記號を使へばHeである——が數百萬ヴォルトといふ程度のエネルギーを持つて居る。通常の機械的なエネルギーを表はす單位と較べて見ると、百萬ヴォルトは、百萬分の一・六エルクに過ぎないから、それ自身として見ると大變小さなものである。併し原子核といふ極めて微細な物の中にこれだけのエネルギーが蓄へられて居るといふことは、仲々馬鹿にならないことなのである。例へば一瓦のラヂウムが完全に鉛に變つて了ふまでに放出するエネルギーは、五百瓦の石炭を燃した場合に得られる熱量に等しい。併して原子の内部にはこの様に莫大なエネルギーが、潜んで居るらしいのであるが、問題はどうかしてこれを取出すかにある。放射性物質などは、こちらから手を下さずともひとりでにエネルギーを放射して呉れるのであるが、残念ながらその分量が餘りにも少い。ラヂウムを何百瓦も集めるといふ様なことは到底不可能である。どうしても吾々の周圍に澤山ある物質の中にある原子核を相手とせねばならぬ。それは安定なもの、どんな化學變化に遭つても變化しないものである。併し吾々はこれを無理矢理にでも破壊してその中に潜んで居るエネルギーを解放せねばならぬ。化學的に安定な原子核の破壊、それは元素の轉換を意味す



る。それは中世紀の錬金術の近代的な再現である。これに眞に成功したのは今から二十五年前である。放射性物質から出るアルファ粒子が窒素の原子核に衝突して、これを破壊し、質量数十七なる酸素の原子核に變へて了つたことが確認されたのである。この過程を記號的に書けば



となる。但しHは通常の水素の核——即ち陽子——を表はす。更に進んでこの様な天然の放射性物質から出て来るアルファ粒子などを使はず、純粹に人工的な方法で元素を轉換するのに成功したのは、今から丁度十年前である。その場合高電圧をかけて高速度にされた水素の核、即ち陽子が使用せられた。そして最初に破壊せられたのはヘリウムに次いで軽い元素、リシウムであつた。それは



なる反應によつて、二つのアルファ粒子に分裂して了つたのである。しかもこの反應は數萬ヴォルトといふ比較的の低い電壓で既に起るのである。この成功に刺戟せられて、元素轉換に關する各種の實驗が盛んに行はれ出した。多くの目新しい結果が得られると共に、様々な實驗装置が考案せられた。その中で今日最も有力なのがサイクロトロンであることはよく知られて居る通りである。

併しは用

く知られて居る通りである。併してこの様にして、吾々は元素の轉換に成功したのであるが、それは同時に原子核に蓄へられたエネルギーの少くとも一部を解放し得たことをも意味する。例へば前述の如く、陽子の衝突によつてリシウムが分裂する際には  $2.8 \times 10^{-10}$  エルグといふ大きなエネルギーが發生する——つまり二つのアルファ粒子は夫々この半分の運動のエネルギーを持つて反對方向に走り出すのである。従つて、若しも一瓦のリシウムが全部ヘリウムに變へられたとすると、總計  $2.8 \times 10^6$  エルグといふ莫大なエネルギーが得られる筈である。之は炭素約十噸を燃し盡すことによつて得られるエネルギーに匹敵する。

併しこのエネルギーを實驗にすることは、現在の吾々に取つては殆んど不可能である。何故かといふと電壓をかけて高速にした陽子の中でうまくリシウム核に衝突してこれを破壊するのは極く僅かである。他の殆んど全部は無駄にエネルギーを失つて了ふのである。従つてどんなに澤山の陽子を加速して見ても、一瓦は疎か、一萬分の一瓦のリシウムを破壊することさへ難しいのである。吾々は原子核内には確かに大きなエネルギーが潜んで居ることを知つた。そしてこれを取り出すことにも學理的には確かに成功して居るのである。併しこ

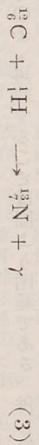
れを實用化するまでには未だ幾つもの大きな難關が横たつて居るのである。

ところが大空に輝く無数の恒星——太陽もその一員であることは勿論である——の内部に於ては元素の轉換が大規模にそして絶えず行はれて居るのである。太陽の表面の温度は約六千度である。これでも大變な高温である。併し内部へ入つて行けば温度はもつと高くなる。太陽の中心は約二千萬度であると推定されて居る。この様な高温に於ては物質はすべてイオン化して居る。言ひ換へればすべての原子は原子核と電子とに分解して了つて居る。そして其等の帶電粒子が非常に高速度で飛びまはつて居るのである。ところで太陽は相當に多量の水素を保有して居る。従つて多數の水素核——即ち陽子——が速く走り廻つて居る譯である。此等が軽い原子核に衝突してこれを破壊することが稀にはあるであらう。例へば太陽の中心附近にリシウムが相當量存在して居るならば、(1)といふ反應によつて、ヘリウム核二個に變化する場合が起るのであらう。その際發生するエネルギーが太陽の光と熱の源泉となり得るのであらう。

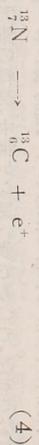
この想像は決して見當外れではない。事實太陽以外の特殊の恒星——所謂赤色巨星——に對してはこの考へが妥當であ

るかも知れない。併し太陽の場合には、二千萬度といふ高温の爲めにこの反應は寧ろ餘り激しく起り過ぎるのである。その爲めに太陽全體が一瞬にして爆發して了ふのである。實際に太陽が無事に光り輝いて居る所から見ると吾々は逆にその中にはリシウムの様に軽い元素は極く少ししか含まれて居ないと推定せねばならぬ。

そんなら二千萬度といふ温度で反應が丁度よい——太陽の光と熱を保つのに丁度よい——速さで起る爲めには、それは如何なる種類の反應であるべきだらうか。今日の元素轉換に關する豊富なる實驗的乃至理論的な知識を動員した結果として、次の如き反應が殆んど唯一の可能な場合として撰び出されたのである。今太陽の中に炭素が相當あつたとすると、これが陽子と衝突すると



なる反應によつて、先づ質量数十三といふ窒素核が出来るであらう。その際餘分のエネルギーはガンマ線( $\gamma$ )の形で放出せられる。ところがNといふ核は不安定でひとりでに



なる壞れ方をして炭素の同位元素( ${}^{13}\text{C}$ )に變化し、その際陽電



るが、鑛石が粘土質の關係上處理が非常に面倒で、未だ工業化の域に達した方法は無い。筆者は製鐵製鋼の途中に極めて簡単に副産物としてコバルトを回収する方法を完成することが出来た。之によるニッケルを殆んど含まず、コバルトを一より三%含有した中間物が得られ、これからは濕式法によつて容易にコバルトが抽出せられる。

現在コバルト鑛として採掘せられて居る鑛石の品位が○・五乃至一・五%であるから、特別の設備及手数を要せずして優良コバルト鑛を副産物として得らるゝこととなる。従つて今後内地及南洋方面に於ける含ニッケル・クロム鐵鑛利用増大につれて本方法の採用によればコバルトも増産せらるゝこととなり、又コバルトの値が極めて高價である關係上、此の種鑛石による製鐵を著しく有利ならしむることが出来たことは熔鑛爐に不適當なる理由で異端者扱ひをされた本鑛石利用に拍車を掛けることとなるであらう。

我が國內及南洋に無蓋藏に埋藏せらるゝ含ニッケル・クロム鐵鑛利用は、今後の我が製鐵界に課せられた大きな問題で、鐵鋼自給自足の永遠の道は本鑛石利用によつて始めて解決されるものである。(阪大教授、工學博士)

(四六頁のつぎ)

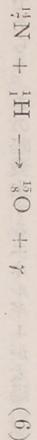
これは元素轉換に伴ふエネルギーに比しても或は又他の色々な種類のと比較して見ても實に莫大なるものである。例へば地震といふやうなものは、随分大きな破壊力を持つて居るから、それに伴ふエネルギーも大變なものと考えられる。ところが今までに起つた一番大きな地震の持つて居たエネルギーでも10<sup>25</sup>エルグを越えることはないのである。坪井博士によると、これは厚さが五十軒で百五十軒四方の地層中に貯へ得る最大の彈性エネルギーに相當する。ところがこれは精々十軒の物質の固有エネルギーにしか匹敵し得ない。換言すれば十軒の物質を全部エネルギーに變へると大地震程のエネルギーが得られることになる。併し殘念ながら現在吾々はどうしたら物質の質量を全部エネルギーに變へられるかに就いては何も知らない。元素轉換の實驗といへどもこの問題には未だ一指も觸れて居ないのである。

(理學博士、京大教授)

子( $^{12}\text{C}^{+}$ )を放出する。この炭素に陽子が衝突すると



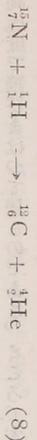
なる反応が起り、かくして出来た窒素核は更に



なる反応によつて酸素の同位元素( $^{16}\text{O}$ )を生ずる。この酸素核が又不安定で



といふ壊れ方をする。最後に出来た窒素に再び陽子が衝突す



となり、初めにあつた炭素核( $^{12}\text{C}$ )が再生せられる。この様に(3)から(8)までの反応を一回する間に結局水素がヘリウムに變化し、それに伴つて多量のエネルギーがガンマ線や陽電子の形で放出せられる。これが太陽エネルギーの源泉であると考へると、實際とよく一致するのである。

この場合初めにあつた炭素(或は途中にある窒素)は反応が一循した後回収される譯でもつとも減らない。減るのは水素である。この意味で太陽は云はゞ水素を燃料とし、炭素(又は窒素)を觸媒として、二千萬度といふ高温で運轉する一種の熱機関であると考へられる。

この様に考へて來ると、この地上に於ては大變珍しい現象

である元素の轉換、中世から長い夢であつて、近年になつて漸く實現された錬金術、それは星の世界では日常茶飯事であつたのである。それどころか、吾々が毎日恩恵を受けて居る太陽の光と熱の源泉、それは實に原子内のエネルギーであつたのである。太陽の中心は非常に高温の状態にある。これを地上でそのまま再現することは固より困難である。併し何等かの工夫によつて、原子内に蓄へられた莫大なエネルギーを解放することは、最早決して不可能事とはいへないのである。例へば吾々はウランの分裂の現象の如きもの、中にこの問題の解決への一つの糸口を見出すのである。それは併し本當に糸口であつて、多くの物理學者の今後長年月に亘る研究によつて初めて解決さるべき問題なのである。

最後に述べて置きたいことは、上述の如く元素の轉換に伴つて發生するエネルギーは莫大なものではあるが、それが決して物質の持つて居るエネルギーの全部ではない事である。寧ろそれは物質に内在するエネルギーの一小部分に過ぎない。何故かといふと、相対性理論によると、物質は必ずその質量に比例する固有エネルギーを持つて居る。例へば一瓦の物質の固有エネルギーは $9 \times 10^{13}$  エルグである。(五二頁へ續く)

	ニッケル	コバルト	クロム	鐵	燐	硫黄
大江山	0.7	0.15	1.4	1.0	0.015	0.11
若狭大島	0.2	0.15	1.1	1.0	0.015	0.11
宮川	1.1	0.15	0.2	1.0	0.015	0.11

大江山の鑛石は七尾セメントに送り、セメント用廻轉爐によつて含ニッケル・クロム・ルツベを造り、日本火工で電氣爐によつて精鍊し特殊鋼としてゐる。目下廻轉爐による大規模の製鐵工場を建設中である。大江山鑛石によるルツベの分析は第五表に示す。若狭大島は目下假索道により試驗用として鑛石を山から船着場迄降して居るが、將來は現地に於て同じく廻轉爐により製鐵を行ふ計畫がある。宮川は假索道により搬出中で現在日曹、昭和電工、日本電化等數工場の電氣爐によつて低燐ニッケル・クロム銑が製造せられつゝある。

第五表 大江山鑛石による含ニッケル・クロム・ルツベ分析表

成分(%)	ニッケル	コバルト	鐵	炭素	珪素	滿佈	燐	硫黄
	1.1	0.15	1.0	0.015	0.015	0.015	0.015	0.11

本鑛石を使用して鐵を造つたのも筆者が初めてで、直接製鋼爐で五回計一廻六百疋の粗鋼を造り、電氣爐により精鍊し

てニッケル・クロム規格鋼を得た。

第六表 宮川鑛石によるニッケル・クロム規格鋼分析表

成分(%)	炭素	珪素	滿佈	燐	硫黄	ニッケル	コバルト
	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	1.1	0.15

第六表はその分析を示す。直接法によつて造られた鋼であるから所謂處女鋼としての特性を持ち、抗張力、延伸率、衝撃値等の機械的性質が極めて優秀である。

含ニッケル・クロム鐵鑛は熔鑛爐法に不適當なために今迄顧みられなかつたのであるが、筆者等の努力により最近漸く認識せられたことは誠に喜ばしいことで、熔鑛爐に適した鐵鑛と特殊な石炭には限りがあり、將來の我が製鐵界は無盡蔵に有り、且製鐵には熔鑛爐に於ける如き優良炭を必要としな本鑛石に依存の時は必ず來るものと考へられる故に唯今より本鑛石に最適當した製鐵方法を考究して置く必要がある。

本種鑛石には何れも0.5より0.4%のコバルトを含有し、その抽出に就て今迄幾多の研究がある。何れも硫酸或は鹽酸を用ひコバルトとニッケルを溶解せしむる濕式法であ