

光の化學作用と生命

所員 理學博士 堀場 信吉

(通俗講演)

詩聖ゲーテが終焉のまきに残した言葉は“Mehr Light!”であるのここでありま
す。今私共は如何なる意味で盛大なるゲーテが彼の一生を閉する際に「もつと明るく」
と叫んだが明かに知ることは出来ませんが光のある處に始めて生命は存し光の無い所
は死の他にないことは事實である。さすがに詩聖も死に直面しては光を慕つたので無
いかと思はれます。陰鬱な冬から醒めて明るい春が来る時吾人はいつも強い「生」と云
ふ感じを深く味ひます。其は一體何によるのでしやうか？それは實に今も輝いてる
此の暖い太陽の光によるものであります。光—太陽の光！—其は吾が國の様に冬でも
明るい太陽を見る事の出来る國では其の様に懐しいものにも感じませぬが、永い間太
陽の光を見ぬ時はじめて見た太陽の光は實に叫葉を以つて言ひ表はし得ぬ喜を感じる
ものであります。若し極地の人がかの永い夜から覺めて明るい晝を迎へた時太陽の光
を何様に喜び迎へる事のでしやうか。私は極地にあつた經驗はありませぬが嘗てある年
のグルミーな一冬を北歐のある地に過した事があります。毎日毎日ドンヨリと曇つた
日のみ續いて直射の太陽の光と云ふものを全く見た事はありません。二月、三月も過
ぎ日本では花も盛りの四月も全く終るある日私のシメツボイ下宿にふと太陽の光がさ
し込んだ其の時の愉快さは今に忘れぬ記憶であります。O Sonnenschein! と唱つた
心も解りました。詩人が「楽しい五月の來れる時」と詠じた喜びも解りました。これ
は日本の様に常に明い太陽の光を見る事の出来る國で味ひ得ぬ感じであります。實に
光—光のある處に始めて生命があります。光の無い處は死の他にあり得ないものであり
ます。私は此の事實、光と生命と云ふ事に就て只今御話をして見様と思ひます。私の
話は先づ。

光とは何か

と云ふ事から始まります。光は一體どの様のものかと云ふ事は諸君よく御承知の事
と思ふ。然し私は今日光とは何かと云ふ問題を提出されたとすれば之に對してハツキ

り御答する事が出来ません。否もし假りに私の講演が二十年前であつたことすれば光は此の様なものだとハッキリ申し上げたかも知れません。少なくとも今日吾人から解して居ると思つて居るよりよりよく了解して居つたこと考へて居つたこと想像します。然し現代では光と云ふものは其の本性に就て疑義があるのであります。

昔 Newton は光は光を出す物質から光の粒子が飛び出して居るのだと考へて居つたのでありますが之の考が可なり永く續いたので居りました。一方 Huygens は光はある一つの波であること云ふ所謂光の波動を説いて居りまして彼は其の波動説で種々の光學的の現象を説明しました。段々實驗の結果此の波動説が確められ其の波も空中に音が傳はる様の縦波ではなく水面に石を投じた時の様の横波である事が解りました。偕て太陽の光は長い長い空間を経て地球の表面に来るもので地球の表面で空氣のある所は極めて僅かの部分でありますからもし光が波動であることすれば其の長い長い空間を傳はるに何か媒間物が無くてはならぬ。其の媒間物を吾人は假想してこれにエーテルと云ふ名を與へました。而してこのエーテルは宇宙間に限なく充滿して居つて其のエーテルの波が光であること解しました。尙ほ Maxwell は光はエーテルの中に生ずる電磁波であること考へて理論を立てました。而して今日其の理論も實驗的に證明されて現今盛んに實用に供せられて居る無線電信電話も之のエーテルの電磁波であり目に感ずる光も全く同様であつたこと其の波長が異なるに過ぎぬこと云ふ事になつた。目に感ずる光は波長の長い方から赤黄青堇と短い方に移る。其の波長は約 $800\mu\mu$ から約 $400\mu\mu$ の範圍であります。(μ は一ミリの千分の一、 $\mu\mu$ は又其の千分の一) $1\mu\mu=10^{-7}\text{cm}$ であり分子の大きさは 10^{-8}cm の程度のものでありますから分子の大から見れば約千倍の程度の長いものであります。赤の眼に見へぬ尙ほ波長の長い方は赤外線で $1\mu-0.1\text{mm}$ の間は熱線で其の以上長いのは電磁波である。堇の外は堇外線尙ほ短いのは X 線、Radium 等の放射性物質から出る γ 線其の他最近の發見にかゝる宇宙に充ちてゐること云ふ非常に短い波。其等エーテル波の綜合は實に近代科學の一大勝利であつたのであります。此れだけで終れば光の性質は極めてよく解つた様であります。處が問題は其れで終りはしませんでした。

光の輻射や吸収の實驗的結果の觀察又原子が出すスペクトル又光が物質に當つて其

から出る電子の早さ等の研究から見れば此等の現象は Planck に源を發した量子論によつて解説せられ古典的の光のエーテルの波動説ではどうしても充分に解く事の出來ぬ事が明かになりました。

量子論を云ふのは今こゝで一言に述べる事は難かしいが極めて簡単に申せばエネルギーにもある定つた單位があるを云ふ事であります。(正確に云へばエネルギーでなくて作用に量子があるのでありますが此處には解りやすい様にエネルギーを申して置きます。)今時間を云ふ事を考へて見ますといくらでも小さい時間一秒の百分の一又その百分の一を段々限りなく小さい時間の想像が出來ます。又長さに就ても同様一ミリの千分の一又其の千分の一を無限に短いものを考へる事が出來ますか其處にある定つた單位時間又は單位長さも云つたものが自然に存在するを云ふ事は考へられません。秒もミリもかは吾人の便宜上撰んだ單位であつて自然に存在して居る單位ではありません。處が電氣には最少の極限のある事が實驗的に解つて居ります。一個の電子の持つ電荷であります。エネルギーに於てはさうである。光のエネルギーの如きは其の振動數に従つてある單位があるを認められるのであります。光の速度は一秒間に 3×10^{10} cm これを今考へて居る光の波長 λ で割れば其の光の一秒時の振動數 ν が出る其の ν にある自然恒數 h をかけたもの $h\nu$ が光のエネルギーの單位であるを云ふのである。夫れで光のエネルギーに單位即ち量子があるを云ふものの其の單位は光の波長又は振動數で異つて居ります。異らぬのは恒數 h の値である。其處で量子説による光の飛んで出たり入つたりするのは皆この光の量子によつてなされるを云ふので之は昔の光の波動説とは大分異つて Newton の光粒子説に一寸似て居るものであります。この光量子説で光に關する現象は極めてよく解釋が出來るが又ある現象は古典波動説にまたねばならぬ事がある。光の波動説と光量子説は眞理の兩面を談つて居るので今の處色々の説はあるにしても其の兩説を完全に融合した光の學説がまだ完成されてない様に思はれる。其で光の本來の面目が解らぬを初めに申したわけであります。

其の問題は兎に角して光は一種のエネルギーである事は事實で他の色々のエネルギー、熱のエネルギー、電氣のエネルギー又は運動のエネルギー等各種のエネルギーに移り變り得るものであります。

緒而今日の御話は光の化學反應と生命と云ふのでありますが其は云ひかへれば光のエネルギーが化學のエネルギーに変化して其處に地上に於て生命と云ふ現象が表はれて來ると云ふ事を申し上げたいのであります。其には

エネルギー相互の變遷

と云ふ事に話を進めねばなりません。

一體エネルギーと云ふのは仕事の出来るもので光も一種のエネルギーの形であつて其が他のエネルギーの形に變り得るものであります。地球上のエネルギーは其の源は太陽の光のエネルギーであります。地熱は別として地球上に色々の變化活動生命のあるのはエネルギーの出現であつて其の源は實に太陽から來る光のエネルギーなのであります。

地上に雨が降る。其は太陽の光のエネルギーが地上にて熱に變りその熱で地上の水は蒸發して後雨となつて再び地上に降るのであつて其の水力はいろいろ利用され或は電氣を起し又は動力に照明に其の他各種に應用されて居る事は説明を要しません。詩人 Goethe は唱つて曰く

Vom Himmel kommt es
Zum Himmel steigt es
Und wieder nieder
Zur Erde muss es
Ewig wechselnd.

實に永久の循環は實に太陽の光のエネルギーの吸収によつて行はれるに他ならぬのであります。

之は光のエネルギーが熱に変化したる結果の他でないが尙ほ重要な事は太陽の光のエネルギーが化學エネルギーとして地上に貯へられる事である。これは地上の植物の緑の葉の作用であつて植物の成長は實に太陽の光のエネルギーを化學エネルギーとして貯蓄するものであつてその植物を食用して動物が生活し地上に生命が保持される事から實に地上の生命の源が太陽の光のエネルギーである事が明かである。此の點に就ては後にさらに述べる事として今このエネルギーが變遷の場合の方則に就て一言し

たいと思ひます。

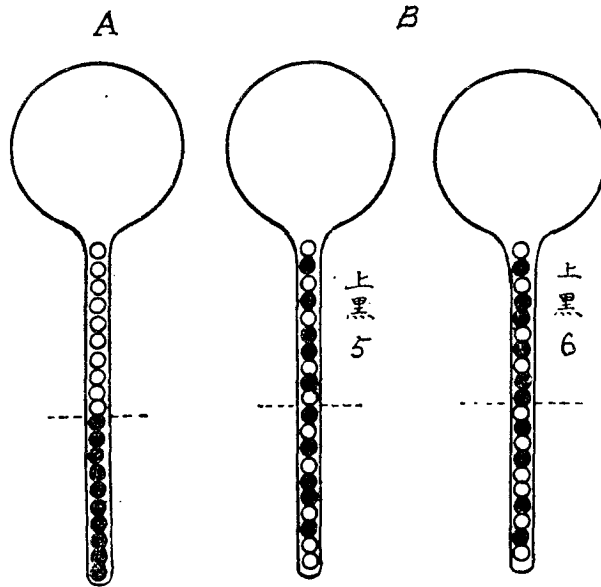
今日の自然科学は世の中の森羅萬象を出来るだけ一般化した法則の下に纏めて行かふこと云ふのであるが世の中に行はれる變化の中吾人が經驗上得た二大法則があります其は第一はエネルギー不滅の法則であり第二はエネルギーの移り變り方の法則或はエントロピーの法則であります。第一の法則は誰れにでも解りやすい事であつて世の中のエネルギーの總量は不變であること云ふ事でエネルギーは無より生ぜず又有るエネルギーが消失する事は絶対に無いこと云ふのであります。エネルギーの種類はすでに前にも述べた如く光、電氣、熱、運動、化學等各種ありますが其がお互に移り變つても其の總量に變化が無いこと云ふ事である。これは誰れにも考へやすい事で吾人が經驗的に得た法則であります。

第二の法則は考へ方が第一のものより困難である。然し其の大體の意義を明かにするは餘り困難の事ではない。其は宇宙に行はれる色々の變化に於てエネルギーは色々に移り變るが其の變化には一つの定つた方向があること云ふ事であります。宇宙に自然に行はれる變化は何の様の方向にでも自由に行はれるものでなく一つの定つた方向へのみ變化が進行して行くこと云ふ事であります。例へばこゝに湯と水がある兩者を接觸せしめること湯の熱のエネルギーが水の方に流れて行く而して湯の温度が降り水の温度が昇り一樣になつて熱の出入が無くなります。決して吾人は水の熱のエネルギーが湯の方に流れ水の温度が降下して湯の温度が上昇した様の事を認めた事はありません。然し水の熱のエネルギーが湯の方に移る事があつてもそれはエネルギー不滅の第一法則には矛盾を生じないのであります。然しか様な事が吾人の經驗上決して無いこと云ふことすればそこに一つの法則が無くてはならぬ。即ち熱のエネルギーは温度の高い處から低い處に自然に流れる決して低い温度の處から高い處に自然に流れて行かぬこと云ふ法則がなくではなりません。之が即ち第二法則であります。蒸氣機關は熱を仕事にかへるものでありますが熱を仕事にかへる爲め、ある處にある熱のエネルギーが出て行かぬばなりません熱が出るには今申した様に温度の高い處から低い方に向つてでなくては自然に出て行きません。大洋の中には無限の大きい熱のエネルギーが存在して居ります。然しそのエネルギーを利用して船を動かすこと云ふ様の事が出来ぬのは其處に温

度の差異を利用して熱を取り出す事が出来ぬからであります。たゞへエネルギーがあつてもエネルギーの移り行く方向に従はねば其のエネルギーを利用する事が出来ぬ。之を第二種の永久運動不可能の定律と云ひます。第一種の永久運動不可能はエネルギーの無い處からエネルギーを作り出そうと云ふ事。第二種の永久運動はエネルギーがあつても使用し得るエネルギーでない處のものを使用せんとする事を申します。例へば水が高い處から降る。その力で水車を動かす其の水車の力で水をもこの高さにあけて永久に水車を動かす。此の如き永久運動は出来ないと云ふのであります。其は水車が動けば一部のエネルギーは熱となり其の熱のエネルギーは脱れて行きます。其の脱れた熱のエネルギーは温度の差が無ければ再び利用が出来ず失はれてしまひます其の様にしてエネルギーは吾人の考へてゐる系から脱れて出るので今考へた永久運動は出来ません。今この法則を云ひ換へれば自然に行はれる變化に於ては系の自由エネルギー(使用し得るエネルギー)が最少になる方向に進み行くと云ふ事になります。こゝに同一温度の二つの瓦斯を考へます。其の二つの瓦斯は相互に化學變化をしないと考へます。其の二つを合せますと自然に相互に擴散して混合してしまひます。最初から二つの瓦斯の温度が等しければ而して此の二つの瓦斯が何等化學變化を行はぬ時混合の前後に於て其の全體のエネルギーの差異はありませぬ。然し混合以前と以後とに於て其の自由エネルギーが異り混合の後の自由エネルギーは以前に比して小さくなつて居ります。此はやはり第二法則に従ひ自然に行はるゝ變化の方に進んだのであります。

何故に斯様に自然に行はるゝ變化に定つた方向があるかと云ふ事は一寸解し難い事の様には思はれますが其は次の様に考へるとよく解ります。それは世の中の事はなるべく自然な状態になる様に進んでゐるのであります。二つの瓦斯が一つの容器に入れられた時それが混らずに存在する事は不自然で混つて存在する方が自然なのであります其には次の様なモデルを考へると直に解ります。

圖の A に示す様にフラスコの長さ頭に白玉と黒玉と各十個が入つて居る。之を一度逆にして再び B 圖の様に玉を管内におさめる時その白黒の排列は色々なる、ある時は圖に示す様上部に黑白各五個づゝ來る時もあれば黒六個白四個と云ふ様の場合も



出来る其の各種の場合の起り得るプロバビリチイを調べて見るこ下の表の如くなる。

上白	上黒	フロバビリチー
10	0	0.0000054
9	1	0.00054
8	2	0.01097
7	3	0.0780
6	4	0.2388
5	5	0.3438
4	6	0.2388
3	7	0.0780
2	8	0.01097
1	9	0.00054
0	10	0.0000054
		1.0000000

即ち白黒が上部又は下部に各々五個づゝ来るプロバビリチーが最も大で白黒が上と下に別れるプロバビリチーは最少である。一分間に一回此のフラスコ逆にして晝夜間断なく二年間續行して白黒が別々に分かれる場合は約百回である。今これを瓦斯の分子と比較するに瓦斯の分子の数は一モルの中に 6×10^{23} と云ふ様な多数である。之

の混合せる二つの瓦斯の分子が別々に分れるプロバビリティーは吾人の生涯中はおろか人類の生存する様な短い期間には殆んど起り得ないだらう。それで第二法則を云ふは世の中の事は起りやすい方にすゝむと云ふ之と同様であつて別に困難なる思考を要する事なしに了解の出来る事であります。

諸私が今何故この第二法則の事を格段に此處で説いたか云へば其は化學變化も此の第二法則に従ふからである。化學變化を云つても宇宙に自然に行はれる變化である従つてこの第二法則に従ふのが自然である若し地球を一つの閉ぢられた系を考へたら地上に生ずる變化凡てが最も起りやすい状態の方に進み行かねばならぬ。而して凡ての變化がかく一方の方向に進めば結局は變化の起り得ぬ状態に歸するであらう。全く變化の無い處勿論化學變化もあり得ませぬ。地上の萬物が全く靜止の状態なり化學變化も絶えてしまつた處には何があるでしやう。其處に吾人の所謂生命を云ふものがあり得様はなく全くの寂滅即ち死の世界の他ならぬのであります。實に第二法則は死の豫告であります。其が動かし得ぬ眞理にしても餘りに悲しい法則であります。幸な事には地球は閉ぢられた系ではない。即ち太陽の光其のエネルギーは地上に傳つて地上變化を復活せしめます。即ちそのエネルギーは第二法則を反對の方向に變化を行はしめます。而して其處に Goethe の所謂 *Ewig wechselnd* を行はしめるのであります。冬枯れの日が來ても又再び春が廻り來ます。而して地上に生命の喜びが続いて行きます。勿論太陽をも加へた一つの閉ぢた系の生命はやはり第二法則に従つて死の方向に進み行きつゝあると云ひ得るでしやう。然し此の問題を考へるには吾人の人類の生命は餘りに短い。足は地上にあつて天の星の事のみを考へて溝に落ち込まぬ様吾等の思索を此の邊に止めて先づ太陽の光が地上に生命の復活を與へる事について考へて見ましやう。一體

生命とは何か

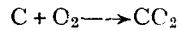
と云ふ問題が生じます。私は生物學者でも無く又哲學者でも無いので生命の起源か生命の哲學的解釋をこゝに下さふ事は思ひませぬ。たゞ化學者として生命を云ふものは一つの化學的現象であると思ふ。生命を云ふ現象は實に複雑の現象で神秘的處がありたゞちの一つの化學的現象であるを云へば議論になります。化學的反應の無い

處に生命のあり得ないこと云ふ事は確かであります。吾々が生命の現象として見做すものは物質の代謝エネルギーの轉換や形態の變更等皆實に化學的變化が伴はれて居ります。よつて化學的變化の絶無の處には生命の現象があり得ぬ事は確かであります。然らば地球上に於ける

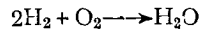
光の化學的作用と生命

とは何の様な關係にあるか云ふ問題に進み度いと思ふ。

化學反應も前に述べた様に宇宙に生ずる一つの變化であつて其が自然に行はるゝ時即ち外界からエネルギーを與ふる事のない場合には第二法則の示す方向に進まねばならぬ。

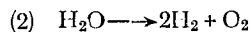
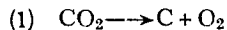


は自然に進む反應の一つである。(物理化學的に正しく云へばある一定の温度で一定の平衡の状態まで自然にすすむべきであるが上述の反應の如きは實際上不可逆にCO₂の側に進むを見て差し問へがない)



の様なのも室温では自然に右の方にすすむべきであるが。たゞその反應の速度が遅いので普通酸素と水素を混じても直に水にならぬのであります。適當の觸媒を用ゐるべき其の反應は早く進行します。

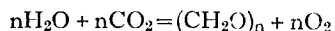
上述の反應の逆反應即ち



は第二法則の示す方向とは逆の方向である。其れを實行するには自然には出来ません。外から仕事を併給してやらねば出来ないのであります。(2)の反應は水の電解即ち電氣のエネルギーを與へる事で出来ませんが(1)の反應は光のエネルギーを吸収して行はれます。

吾々人類の食物は炭水化物、蛋白質、脂肪等の炭素の化合物である。之が體內に入つて呼吸から來る空氣の酸素と化合し燃焼して其の際に生じたエネルギーを用ひて活動して居るのであります。私が今かくの如く御話しまして居るのも食物の酸化作用か

ら來るエネルギーによるのであります。エネルギーから見れば人間も一種のエンジンであつて蒸氣機關に石炭をチャージして而して酸素を與へ其の機關が運轉すると同様であります。たゞ人間は複雑な機關でありますから炭を食ふて生て行く事は出來ぬだけの差異であります。即ち動物は自然に生ずる化學反應に従ひ、言ひ換るに自由エネルギーの減少の方に進む反應に従つて生活現象が行はれて居るのであります。もし地上動物のみであるならば今申した様自由エネルギーが段々減少して行つて遂には化學反應の生ぜぬ靜止の状態になるわけであります。其れでは勿論動物が生活を營む事が出來ませぬ。處が自然の攝理の妙はこゝに植物があります。動物が第二法則に従ふ化學反應で生活して居るに反して植物は第二法則と反對の方向に進む化學反應で生成して參ります。即ち $\text{CO}_2 \rightarrow \text{C} + \text{O}_2$ の作用を行ひ自ら炭素を取り一方酸素を回収するのであります。即ち植物の緑の葉は葉綠素(クロ、フェル)の助けにより太陽の光のエネルギーを吸収して空中にある CO_2 を取り

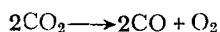
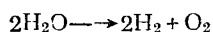


の様で植物の生成を行つて O_2 を出します。而して光のエネルギーは複雑な有機化合物の形になつて化學エネルギーとして貯へられ其を動物が食料として其の化學エネルギーを使用する事は前に述べた様であります。丁度水が高きに昇り又再び降り Goethe の所謂 Ewig weckselnd をする如く化學作用も實に光のエネルギーの吸収によつて Ewig weckselnd を行つて居るのであります。之を見れば光による化學反應がいかんにか人生の重大なる意義があるかゞ解ります。現代の文明は石炭の利用から始まつたこと云へます。其の石炭は古くからの太陽の光のエネルギーを化學エネルギーとして貯へたものゝ他ではありません。地球上生物が呼吸する酸素又人類が燃焼等に用ゐる酸素の量は實に莫大なるもので誰かの計算に一日四十億キログラムと云つて居ります。兎に角この澤山の酸素から生じた炭酸瓦斯から再び酸素を回収し様と思へば實に驚くべき費用が入用であります。これを植物の葉が行つて行きます。地球の表面の中陸地はその四分の一にも足りませぬ。其の陸地の上、緑の葉を以つて居る植物で蔽はれて居る處は僅であります。其の僅の植物の葉が此の大きな働きを致します。此の植物の葉によつて太陽の光のエネルギーを地上に止め而して生命の泉をつくるのであります。此

の如くにして利用せられて居る太陽の光のエネルギーは地球上に輻射される總エネルギーの極めて僅かなる部分である事を思ふと、いかに光化學反應は人類の將來に重大なる意義が有るか云ふ事を想像するのに難く無いと思ひます。かくの如く非常に必要なる、

光化學作用の秘密

は現時に於ては尙ほ充分に闡明されてありませぬ。光化學的現象は随分古くから認められ又研究もせられてあつたのでありますが、其れが理論的系統を立て、研究される様になつたのは實に最近の事でありませぬ。かの光の光量子説の出來てから以後の事でありませぬ。現在の光化學の知識は尙ほ搖籃の時代である云つても差し間へがない程で、天然に植物などが行つてゐる光化學反應を人工的に模倣する云ふ事は尙ほ出來ませぬ。紫外光線的作用によつて



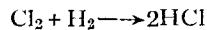
は人工で出來ます。かくて出來た CO と H₂ から



の如き有機化合物の合成が出來ますから光のエネルギーを實驗的には化學エネルギーには變じ得ますが、之は形の上からだけで之を有利的に實行する云ふ様の事は中々急に行へる事ではありませぬ。尙ほ植物の同化作用はクロロフィルの作用で可視光線で行はれてゐます。これを模倣する爲めに Baly は炭酸瓦斯を含める水に觸媒として色々な色素、マラカイトグリーン、メチルオレンジ等を用ひて光の作用でフォルムアルデハイド又は砂糖類の生成を報告してゐます。然しこれを工業化する事は前途遼遠云はねばなりません。光と營養に關する問題も近時の面白い研究の問題の一つでありませぬ。動物例へば鼠を光を全く遮斷して養ひますと尙ほ病にかゝります。これに紫外線をあてると回復します。又紫外線をあてた食物を與へても回復します。これは抗尙ほ病を癒やすビタミンDが出來たからであります。人工的にはコレステリンに紫外線をあててビタミンDを作る事が出來ます。極めて最近にビタミンDの素はコレステリン自身でなくコレステリンの中にある極めて微量のエルゴステリンなる事が光の吸

の收方面の研究から解りました。

實驗室内に於て行はれる光の化學反應では光のエネルギーが化學エネルギーとして貯へらるゝ即ち第二法則の反對の方向に進む化學反應よりむしろ第二法則に従ふ自然に起り得る反應が光の爲めに速度を増進するものが多くあります。最も普通の例の一つは



の光りによる反應であります。現在では此の如き反應も色々理論的に考察せらるゝ様になりました。(物理化學の進歩第二輯堀場市川論文参照)又光が膠質粒子に對する作用に就ては實に不思議な現象があります。其の一部はワイゲルト効果の研究として私の研究室から發表しました(物理化學の進歩第二輯堀場今堂論文参照)兎に角光と物質との間の作用に就ては今後いろいろ研究されるべき問題が尙ほ澤山残されて居る様であります。今迄人類の知識の進歩發展のあこを尋ねて見ますと一足飛びには進歩はしてませぬ。知識と云ふものは一朝一夕で出來あがるものではありません。多數の人の永い間の努力の結晶で出來あがるものであります。たまへ一大天才が出て學問が非常に進歩したと云ふもその天才は時代によつて生れて出るので決して偶然に出るものでないと思ひます。光化學の研究は前にも述べた様に今尙ほ搖籃の時代である一足飛びに

太陽の光の利用

と云ふ問題には進み得ませぬ。然し此が全く不可能の事でしょうか。又單なる空想でしょうか。唯今人類の使用してゐる燃料の石炭や石油は何れ盡る時が参ります人類がもし燃料を失つた時今迄の様な活動を續け得るでしょうか之は全く不可能事であり其の時は人類の滅亡の時が來たと云はなければなりません。唯之に打ち勝つ途は一つの太陽のエネルギーの利用の他にありません。この意味に於ても光化學の研究は人類の存亡上是非やらなければならぬ問題であります。而して多數の人の努力の結晶で將來は現に空想と考へらるゝ太陽のエネルギーの利用が實現さるゝ日の來ると云ふ事はあり得る事と思はれます。今飛行機が飛ぶ、ラヂオが聽へる。之等は私共の小兒の時水滸傳や西遊記を讀んで子供心の空想をはしらせてゐた事の實現であります。誰か太陽の

エネルギーの利用を單の空想のみ云ひ得るでしやう。太陽の光を植物の行つて居る様の方法で人工的に利用する事は近い將來或は困難かも知れません。然し光のエネルギーを光化學的作用を経て電氣エネルギーに變へて之をさらへる事は或は可能性が最も多いかも知れません。兎に角日本の如く食料問題や燃料問題に今から苦んで居る國而して常に明るい太陽の光に恵まれて居る國に一日も早くこの光の利用が成功する日が來らん事を希ふのであります。