The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	百科通俗講演集
Author(s)	懷徳堂記念會
Citation	
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/90227
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

懷德堂編

百科通俗講演集

第一輯

東京 弘道館發兌

懷德堂講演集發刊ノ辭

懷德堂ハ維新前ニ於ケル浪華唯一ノ公學ニシテ、創學ヨリ廢黌ニ至ルノ間、絃誦ノ聲ヲ絶タザルモノ、幾ンド百五十年、其ノ敎化ヲ裨補シ、文運ニ貢獻スルトコロ、綦ダ大ナルモノアリ。大正二年有志胥謀リ財團法人懷德堂記念會ヲ組織シ、廢レタルヲ興シ絶エタルヲ繼ギ、古今ヲ裁酌シテ以テ先賢ノ遺業ヲ述ブ。其ノ宗旨トスルトコロ、國民道德ノ進步ニ力メ、學術ノ發達ヲ圖リ本邦文化ノ向上ニ資スルニアリ。大正五年、始メテ事業ヲ開始シテヨリ今ニ至ル、已ニ十年ニ

及ベリ。其ノ事業タル、一ハ聖經賢傳ヲ講ジテ、以テ正心存養ト古典研究トニ資シ、一ハ碩學ヲ聘シテ定期ノ講演ヲ開キ、以テ最高ナル學術的智識ヲ普及シ、一ハ有益ナル圖書ヲ刊行シテ、以テ學術ノ發達ヲ圖ルニアリ。今ヤ京都帝國大學教授ヲ招聘シテ講演ヲ行フコト、回ヲ重ヌル三百ノ多キヲ數フ。世已ニ久シク之ガ講演集ノ發刊ヲ望ムコト切ナルモノアリシモ、機運ノ未ダ熟セザルアリ、之ガ實現ヲ見ルニ至ラザリキ。近ロ幸ニ講師ノ賛同ト有志ノ義金トヲ得、尙又弘道館主ノ自ラ進ムデ之ガ出版ニ當ランコトヲ切望スルアリ。是ニ於テカ相約シ、今ヨリシテ後毎年之ヲ印行

シテ汎ク世ニ布キ、身親ク講演ヲ聽カザル人々ニモ均ク智識ノ瓌寶ヲ頒タント欲ス。惟フニ、學術的智識ハ人類進歩ノ原動力ニシテ、又一國文化ノ源泉タリ。今ヤ民衆ノ自覺ハ宛然長夜ノ夢ヨリ覺メタランガ如ク、其ノ智識ヲ欲求スル、飢渴ノ飲食ニ於ケルヨリモ甚シキモノアリ。而シテ最高ノ教育ハ未ダ民衆ニ開放セラルヽニ至ラズ、徒ラニ有爲ノ志ヲ抱キテ修養ノ機會ナキヲ憾ムモノ、天下比々皆然リ。是時ニ方リテ、懷德堂ハ一ノ開放的民衆大學トシテ、斯ノ渴望ヲ醫スルノ使命ヲ果シツツアリ。今又講演集ヲ發刊スルコトヲ得テ、汎ク天下ノ智識ヲ求ムル人々ノ欲求ヲ滿足

セシムルコトヲ得ルハ、吾等同人ノ衷心欣喜ニ堪ヘザルトコロナリ。本會曩キニ　天恩ニ浴シ、畏クモ　御下賜金ヲ拜戴スルノ光榮ヲ辱ウス。講演集ノ發刊ハ本會ガ曾テ企畫セシ擴張事業ノ一ニシテ、今之ヲ實現スルハ、亦以テ　天恩ニ報イ奉ラントノ微志ニ外ナラズ。創刊ニ際シ、茲ニ本會ノ宗旨事業並ニ創刊ノ主旨ヲ敍シテ以テ發刊ノ辭トナス。

大正十四年六月

財團法人　懷德堂記念會同人一同

懷德堂百科通俗講演集　第一輯

目次

懷德堂講演集發刊の辭……一

一、度量衡法改正に伴ふ規格統一に就て……京都帝國大學工學部教授　工學博士　本野亨……一

一、我國に於ける度量衡の現狀　二、度量衡は如何に統一すべきや　三、改正度量衡の要點　四、輸出貿易に及ぼす影響　五、法令規定　六、メートル系實行の順序方法

二、太陽の熱……京都帝國大學理學部教授　理學博士　新城新藏……三一

三、石炭鑛業と坑夫生活……京都帝國大學工學部教授　工學博士　井出健六……七一

四、動物の智慧……京都帝國大學理學部教授　理學士　川村多實二……八五

五、下水の處分……京都帝國大學工學部教授　工學博士　大井　清一……一三一
六、紫外線の話……京都帝國大學理學部教授　理學博士　木村　正路……一四五
一、紫外線を強く放つ光源　二、紫外線の有する主要なる性質　三、紫外に對する物質の透明度
四、紫外線の化學作用　五、紫外線による寫眞
七、飛行船の話……京都帝國大學工學部教授　工學博士　濱部源次郎……一六三
八、有用金屬に就て……京都帝國大學理學部教授　理學博士　近重　眞澄……一八九

懷德堂百科通俗講演集　第一輯

一、度量衡の改正と之に伴ふ規格統一に就て

京都帝國大學教授
工學博士　本野亨

只今御紹介を受けました本野でございます、私の演題は『度量衡の改正と之に伴ふ規格統一』と云ふ事でございますが、今日は規格統一は附けたりで、度量衡法の改正に就て喇か申上げたいと思ひます。

一　我國に於ける度量衡の現狀

現今我國に於て使用して居る所の度量衡の系統、及び其の使用狀態が何う云ふ風になつて居るかと云ふ事が判つて居らなければ、改正の必要が自然判らない事になりますが、我國で使つて居る度量衡の系統は、實は今日まで不統一極つたとこ

ろのものであります、私が申上げるまでもなく、御存じの通り、日常生活には我國固有の系統卽ち尺貫系統を用ゐて居りますが、工業界に於ては、或は英米の碼、封度の系統のもの、それから又獨佛の米瓩系統のものを、我國固有系のものに混用して居る次第であります、其の一二の例を申上げますと、鐵道の軌道の幅員卽ち軌道と軌道との間隔、是は內務省では尺を使ふ、遞信省では呎を使ふと云ふ風で、不統一の狀態である、それから石炭の消費高を現はすには、農商務省ではメートル噸を使ふ、或は斤を使ふ、其の他の所では英國の噸或は斤を使ふと云ふ風に統一を缺いて居ります、最も甚しい例は、八幡の製鐵所にあります、我國の工業界に於て率先して、メートル系を採用した所でありますが、それは方式を獨逸から採つた爲めもありますが、時の長官が是非メートル法にしなければならぬと云ふので、之を採用しました處が、製品の註文者の側から希望が出て參つて、折角自分の方でメートル法を使用して居るに、矢張從來の習慣に從つて英國系で註文が來るから、其の統一を亂され、只今では區々になり、鋼鐵材料の寸法は、英國系に據り、設計とか製圖とかは從來通りメートル法を使つて居る、又鑛石を他から買入れるときには英國の噸を用ゐて居り、自分の方で賣る場合には、メートル噸のこともある、註文の大きいのは、造船所

とか鐵道省でありますが、註文は大抵ヤード封度系を用ひて居る、陸海軍は主としてメートル系を用ひて居るが、海軍は時としてヤード封度を交へる事がある、又建築材料は日本尺の寸尺を以つて遣つて居る、實に區々であります、それで官廳より註文を受くる場合でも、先方の擔當者が違ふと、註文する時の度量衡の種類が違ふ、甚しきに至つては一の材料を註文するに、厚さはミリメートル、幅は吋で、目方は何貫目と云ふ程度に不統一の狀態にあるのであります、斯ふ云ふ例を數へ上げると澤山ありますが、先づ此の一例を以て見ても我國現行の度量衡が如何に亂雜不統一であるかを想像する事が出來るのであります。

此の如く不統一を來した原因は何處に在るか、申すまでもなく我國は數十年來先進國の文明を移入したに過ぎない、で之を同化する暇がなく今日に及んで居る次第でありますからして、自然材料等の外國から這入つて來るものに對しては、矢張外國の度量衡を其の儘採用する事になる、從つてまた內地でこれ等の材料に加工し、或は製作をする場合にも、單に外國の模倣に過ぎない樣な事をして居つたのでありますから、英國系を採用する所は、矢張英國系の度量衡を用ひ、獨佛の流義を採用して居る所は、矢張メートル系を使用する樣になつたものであります。

二　度量衡は如何に統一すべきや

併しながら國民をして、度量衡の觀念を混亂せしめて置くと云ふ事は、製作工業に何の位不便不利益を來して居るか判らぬ、これが爲に日本人が非科學的に無用な能力を費して居る譯である、夫故に何とかして早く度量衡を統一して、世の不便不利益を免かれねばならぬと云ふ事は、誰しも考へて居つた處でありますが、併しながら之を如何にして統一するかと云ふ問題になると、簡單に解決する事は出來ないのであります、農商務省に於て本問題に就て調査考究する事になつて、大正八年の六月に勅令を以て度量衡及び工業品規格統一調査會の官制が發布になり、三十許名りの委員が出來たのでありますが、後に至つて規格統一調査と云ふものを切離して、第二次の調査に移し、度量衡の統一、計量單位の問題だけを先に片附けて了つたのでありますが、其の間に約半年程かゝりました、それで我國の度量衡は如何に統一すべきものであるかと云ふ問題を研究致し、其結果調査會は農商務大臣に對し、我國の度量衡は、メートル系に統一するを可とすと云ふ答申を致して居るのであります、其の理由書として添付してあるのを讀めば、成程度量衡はメートル

法に統一すべきものであることを痛切に感ずるのであります、簡單明瞭に書いてありますから、それを讀む事に致します。

『我國に於ける度量衡は頗る多岐多樣に亘り尺貫斤鯨尺の本邦固有系及ヤード・ポンド系の諸系統を用ひ其單位の數度量衡法並法施行令に規定したるものゝみにて六十餘に及び此外法定以外のもの亦尠からず。之に加ふるに使用範圍は錯雜を極め不統一甚しきが爲各方面の蒙る不利不便多大なるものみならず往々錯誤紛爭を惹起し易し、殊に商工業者は多樣の器具機械又は材料を備へ或は事毎に換算を繰返へす等無益の費用と勞力とを要するを以て速に之を統一するを緊要とす。而して何れの度量衡に統一すべきやを審案するに本邦固有系度量衡は我國民を擧げて日常使用する所なるも各單位の比率錯雜して計算甚不便なり。其使用範圍も全然本邦内に限られ國際關係には沒交渉なり。國内と雖學術、醫療、軍事、貿易、工業には主としてメートル系又はヤード・ポンド系を使用しつゝあるを以て國際上の關係並に我國今後の發展上には決して適當なる系統と認め難し。

ヤード・ポンド系は英米兩國に於ては全國を通じて普く使用されつゝあるは勿論世界各地に於て行はる。而して我國は學術、軍事、工業、土木、運輸等に關しては多

く範を兩國に採りたるを以て此方面には主としてヤード・ポンド系を使用し深き因襲を爲せり。然りと雖各單位の關係複雜にして不便なること本邦固有系よりも甚しく英米兩國の識者中にも十進法に改むるの必要あるを主張する者尠かざるも之を徹底的に十進法に改むることは實行至難なるを以て兩國政府はメートル系を普及するの方策を講じつゝあり。斯の如き事實に徵するもヤード・ポンド系の不完全なるを證するに餘あり。故に我國の度量衡を此の如き不完全なるものに統一するは不得策なり。

本邦固有系並ヤード・ポンド系は上述の如く何れも我國に專用する度量衡として採用するには不適當なるに反しメートル系に在りては確實なる根據に基き啻に正確なるのみならず十進法にして且細密なる寸法容量重量等を表示するに適するを以て前二者に比し諸般の目的に對し遙に使用上の利便多く殊に工業上に於てメートル系を使用するが爲著しく作業能率增進することは實例の證明する所なり。

日、英、米、佛等世界二十六ヶ國はメートル系を國際度量衡と爲さむが爲、メートル條約を締結したるは如上の理由に外ならず。而して佛、獨、伊等三十一ヶ國は法令

を以て之が專用を强制し日英米等十一ヶ國は其國固有の度量衡と之を併用するに至れり。此の如くメートル系は世界を通じて使用の範圍を擴張し漸次國際的度量衡とならむとする趨勢を呈せり。我國に於ても既に理化學、醫療、軍事、製鐵業、電氣工業に使用せられつゝあるのみならず近來益其使用範圍を擴張する傾向を呈し現に海軍に於てはメートル系に統一する方針を以て既に一部メートル法を採用し鐵道省に於ても同一の方針を以て實行容易なる部分より漸次之に改むることに決定するに至れり。

此の答申が土臺になつて、昨年の四月に度量衡法の改正が勅令を以て發布せられました。

三　改正度量衡法の要點

然らば度量衡法改正の要點は、何れにあるかと申しますと、明治二十四年に度量衡法の制定せられて以來、メートル法を認め、日本もメートル條約に加入致しました、其後明治四十二年に改正があつて、其度量衡法が昨年まで使はれて居りましたが、それによりますと、今までは度量は尺を基準とし、衡は貫を基準として居りまし

たのを、此度は、度量はメートル、衡はキログラムを以て基本とする事に改正してあるのであります、元來一メートルの長さは佛蘭西の巴里に原器があつて、其の寫しが日本にも備へてありますが、舊法によればメートル原器の攝氏、〇・一五度に於ける長さの三三分の一〇を以て尺とする、卽ちメートルの原器があつて、夫れと一定の比率を有つた長さのものを一尺と定めてある、それからキログラムは原器の質量の四分の一五を以て貫と定めてある、それを改正して何れも原器其の儘を使ふ樣にしたのであります、そこで是からは、日本の度量の基本は一メートル衡の基本は一キログラムと、なつたのであります。

次に度量衡の名稱名位に就て述べますと、是までの尺貫系の名稱を全部廢して了つてメートル法の名稱を用ひる事になりました、是までの度量衡法にも度にはメートル、衡にはグラムが用ひてある、是れは改正されて居りませぬが、是までは面積にはアールと云ふ單位を用ひて居つたのを、今後は平方メートルを單位にして、アールと云ふのは單に地積を測る時だけに使ふ事に改められました、又容積を量るには、今まではリットルを單位として居りましたのを今後は立方メートルを單位とすることになり、リットルは液體を量る時だけに使ふことになりました、メートル

法は御承知の通りメートルなりキログラムなりの小數位には、デシ、センチ、ミリを冠し、十位は、デカ、百位はヘクト、千位はキロを凡てに附けて居るが、改正された度量衡法では、平素餘り多く實際に使はれない單位は省いてあります、卽ち長さではデカメートル、ヘクトメートルを省き、其の外にミクロンを入れてある、之は長さの一番小さい單位で一ミリメートルの千分の一であります、面積に於ては平方デカメートル、平方ヘクトメートルとい名前を省き、平方デカメートルはアールとし、平方ヘクトメートルはヘクタールとして共に地積を測るに用ひて居る、又容積では立方メートル、立方デシメートル(リットル)、立方センチメートル(十分一センチリットル)三段の單位だけを用ひ、ミリ、デカ、ヘクト、キロは皆除いてしまひました、目方ではデカグラムとヘクトグラムとを削除してあります、譯字も度量衡の舊法によりますと、メートルには米、グラムには瓦を使ひ、其の位取りにより毛厘分、百千等の旁を附ける事は教科書にも辭書にも既に載つて居る、今それを改めて制定するのは面白くないから、矢張在來の當字を使ふことになるであらうと思ひますが、まだ確定致して居りません、今までアールには適當の當字がなかつたので、アールに『安』ヘクタールには『頗』の字を用ふる樣に調査會で話が出た樣であります、又『阿』の字をアールに

して、ヘクタールは『陌』と書くと云ふ意見もある樣であります。

四　計量單位の制定

度量衡以外の計量單位も、度量衡法改正に附隨して新たに制定されて居ります、即ち

一、力　メガダイン若は重量キログラム＝〇・九八メガダイン

二、壓力　バール（壓）若は平方センチメートルに於ける重量キログラム＝〇・九八バール

三、仕事　ジュール若はキログラム・メートル＝九・八ジュール

四、工率　キロワット

五、溫度　度（攝氏度）

而して力は目方を以て單位とする、且つ單位はあまり大き過ぎても小さ過ぎても困るから、一キログラムの目方に近いメガダインを以て、力の單位と定めて居る、壓力の單位、バールは一メガダインの力を一平方センチメートルの面積に受くる壓力をいふのであります、此のバールなる單位を水銀柱の高さで表はした壓力と

比較して見ますと、丁度一バールは七五〇・五五ミリメートルの水銀柱の高さに等しい、然るに從來我々が一氣壓と云つて居つたのは、水銀柱の七六〇ミリメートルの高さに相當するもので之が標準となつて居つたのでありまず、是は海面上の標準であつて、溫度が何れ位、濕度が何れ位ときまつた特別の時期に於ける氣壓であつて、陸上氣壓は是より低いのである、我國で八十二箇所に於て、一月と七月に測定した氣壓の總平均は、七五三・六ミリメートルでこれが日本國中の氣壓の總平均でありまず、そこで是れで見ますと此七五三・六と云ふ數字は、一平方センチメートルに一メガダインと云ふ壓力卽ち一バールに相當する七五〇・五五に寧ろ近い、然るに氣壓は一定不變のものでないから、あながち七六〇ミリメートルを以て一氣壓と定むる必要はないのでありまず、夫故此の一バールを以て一氣壓とする事は少しも差支ないのでありまず、且標準氣壓を一バールときめた所で、從來慣用して來た七六〇ミリメートルとの差は僅に百分の一に過ぎないから工業上には差支ないのである、英國及米國の一部の洲では、既に氣象の公示にはバールを採用することに改めて居る、次に工率卽ちパワーを表はすに、今では何馬力と云つて、馬力なる單位が主として用ひられて居り、これが餘程根柢が深いものである、電氣の機械で

は既にキロワットを使つて居りますが、他の方面では總て馬力を用ひて居ります、夫を今度全部機械的に使ふものまでもキロワットに改むる事になりましたが、併し今まで馬力が隨分永く廣く使はれて居つたのでありますから、急にキロワットに改める事は困難であらうと思はれるのであります。

五　メートル系に統一するが爲め一般に及ぼす影響

此の如く總ての度量衡がメートル系に政正された曉には、何う云ふ影響が一般に在るか、さう云ふ事を前以て考へないで、斯う云ふ風に法律を定めた譯ではないのであります、法律に制定されるまでには、統一の曉は如何なる影響を及ぼすか、又今後如何なる方法によつて、之を實行するかと云ふ事に就ても、十分に攻究してあるのであります、先づメートル系に統一するが爲に、一般に及ぼす影響に就て農商務省に於て調査して居るのを見ますと五箇條に分けてあります。

第一、家庭、農家其の他普通使用の場合

第二、工業、土木、運輸其他の事業に及ぼす影響

第三、材料、工業部分品、機械工具等の需要供給に及ぼす影響
第四、輸出貿易に及ぼす影響
第五、法令の規定、官廳、公署の業務又重なる事業に及ぼす影響

斯樣に細に分けて調査して居るが、普通の家庭、農家などは勿論の事、其他殆ど總ての事業家に於て、メートルを使用して居る場合は、殆どないと云つて宜い位である、私共が學んだ京都帝國大學に於ては、創立以來二十餘年メートル系を採用して、私などはメートル系で學び、現在メートル系で敎へて居りますが、二十年來卒業生として社會に出る人が、學校で學んだメートル系を殆ど用ひて居らない、いくら我々が敎育の力によつて之を普及させやうとしても、唯個々別々にそれを敎へて居る丈けでは到底社會を動かす事は出來ません、度量衡統一を圖る爲の宣傳は、もつと低い所から遣らねばならぬ、高等の敎育だけに於て、それを圖つても到底實行する事は出來なからうと思ひます、低い敎育から敎へたなれば、統一と云ふ事も左程困難ではないと思ひます、此の如く日本では全くメートル系に慣れて居らないが、之をメートル系に改めたなれば、何う云ふ風な影響があるか一の例を擧げて申しますと、昨年の秋諸所の工場に向つて、メートル系にしたなれば、何んな影響があら

うか、と云ふ事を問合せた際に出ました一の答でありまず、是は或る工場が自分の所で何んな苦痛を感ずるかと云ふことを述べて居るのでありますが、第一に圖面などは全部書直さなければならぬ、今までインチのものを全部メートルに書直さなければならぬ、是は大きな不便である、第二には、鑄物の木型を殆ど全部改正しなければならぬ、それから第三には、現在は英國のウィトウォース式、又は米國のセラー式の螺線を使つて居るが、若しもメートル系に改むれば、矢張メートル系によるものに變へなければなりませぬ、それに就ては一般製作機械器具等に一大改革を要する、第四には、製作用の小道具類が、殆ど全部廢品となる、第五には、新しき製品はメートル制に變へられても、既製品の修理には矢張在來の度量衡を使ふ必要があるからして、過渡期に於ける混亂錯雜は作業能率を減損する、第六には、從業員にメートル度量衡の數字的觀念を入れるまでには、作業に澁滯を來す虞れがある、即ち時もかゝれば又自然間違ひも起るでありませう、第七には、工場に於て使用する材料が、メートルの度量衡によつて供給される事に統一されるまでは、兩方の度量衡によるものが供給される事は、今日の狀態と變らない、以上は電氣工場に就ての例でありますが、電氣關係の方は、メートルに改められても他の種の工場に比し餘り大し

て苦痛がない筈でありますが、それですら是れだけの不便があるのでありますからして、現今本邦固有の系統及び英米の系統によつて居る所の鐵道であるとか、或は鑛業とか、或は造船とか、或は建築と云ふ樣な所では、其の影響する所非常なものであらうと思はれます。

六　メートル系實行の順序方法

此の如く廣量衡の統一に對しては誠に大なる困難が伴ふのでありますが、然らば如何なる方法によつて實行すべきか、永年の間の習慣を打破る事は非常に困難な事でありますが、それから移り變りの時代に於ける混亂錯雜は殆ど想像する事の出來ない位であります、此の舊慣を打破る事や、過渡時代の混亂錯雜を考へるからして、今日まで統一の必要と云ふ事は、萬々承知して居りながら斷然是を實行する事が出來なかつたのでありますが、併しながら今は世界大戰の後に際會して、色々の整理を行ふのに最も都合のよい時機になつて居るのでありますが、此の時機に於て政府が度量衡法の改正を斷行すると云ふ事は、誠に時宜を得た事と思ひます、併しながら如何にして統一の實を擧げるか、如何にメートル系を普及せしむべきか、と

云ふ事は容易ならぬ問題であります、それでメートル系の先輩國たる佛蘭西或は獨逸では、一體メートル系を始めて布いた時は何う云ふ樣子であつたか、其時分の工業は今日の如く發達して居りませぬから、工業方面に於ける打擊は、それ程大きくなかつたに違ひはありますまいが、唯一般の家庭一般の需要者に對しての影響でありますが、佛蘭西でメートル系を採用したのは千七百九十一年であります、それまでは佛蘭西の度量衡は、各地方區々で非常に不便でありました、千七百九十年にバイランと云ふ人が、既に佛蘭西には大革命の起つて居つた時でありまして、餘り度量衡と云ふ樣な方面には耳を傾けなかつた時代であるにも拘らず、是非共度量衡は統一すべきものであると云ふ事を盛に主張して、國民議會の注意を喚起する事に努めたのであります、それで同年の五月に度量衡の整理に關する法令が發布されて、學術上の事業として、當時有數の學者から委員若干名を選定して、在來の度量衡の調査新しき單位の制定、其の遷り變りに於ける處置等に關して、愼重に研究を致したのでありますが、其の當時は佛蘭西大革命の際でありますから、委員の中には殺されたものが出たりなどして、實に困難を極めたのでありますが、非常な努力によつて、千七百九十一年の五月二十六日發布の法律を以て新しき單位が始め

て定まりました、それから又色々修正等を加へて、千七百九十五年法律となつて、所謂メートル法度量衡が出來たのでありますから、一メートル三尺三寸では長過ぎて甚だ不便である、又はセンチメートルとか、デシメートルとか長たらしい名前を使ふのは甚だ面倒であると云ふ不平があつて甚だ受けが惡かつたのであります、而已ならず、財政は其の當時窮乏して居つた爲に、折角度量衡法が改正されても、新しき度量衡器を行渡らす事が非常に困難でありました爲、矢張り從來通りのものも用ひられ、結局二つの度量衡が竝び行はれる樣になつて、今までより却て混亂を來すことになりました、夫れで奈翁大帝の時卽ち凡そ其の後十年經つて、千八百十二年に餘り不都合であるから、又法律を出して、學校ではメートル法を敎授するが、常用度量衡は、舊來のものを使つて宜しいと云ふ事に致しました、夫が爲に益々混亂を來し、今までは內所で使つたものを、表向使つて宜いと云ふので、公然二つの度量衡が竝び行はれることになりました、是れは或る一方から言へば、直ぐにメートルに變へないでも、兩方使へば大變樂であると云ふので、適當の處置と見做されて居りましたが、決して滿足の結果を與へず益々混亂を來しました、そこで是では不可ぬと

云ふので、教育の力に依て之を矯めて行くより仕方ないと云ふので、今度は教育の方に力を注ぐ事になりました、其の中に段々と效果が現はれて來て、其の後二十四年の後千八百三十七年頃になりましてからは、メートルが國内到る處に普及する樣になり、最早メートル專用にして少しも差支ない事が判りましたから、其の年二月にメートル法を專用すると云ふ法律を定めて、千八百十二年に奈翁大帝が出した法律を廢止する事になりました、我々が一寸考へると、佛蘭西などは始めからメートルの國である樣に思ふ程メートル法が慣用されて居りますが、矢張メートルを採用した當時は、是れだけの苦痛を嘗め困難を感じたのであります、メートル法制定以來一般に佛蘭西でもメートル系は萬事に都合が宜いとは判つて居るが、何しろ自分の國で之を徹底的に實行するまでに四十年餘を費やして居るのであるから、他の國に勸める事は出來ませんでした、自然に任して置くより仕方ない、所が段々とメートル法の便利な事が判つて來たので、度量衡の不統一であつた歐羅巴の他の國に向つて勸めて行く樣になりました、而して遂に奈翁三世の時に、千八百六十九年に始めて度量衡に關する會議を奈翁三世の名を以て開いたのである、其の時分に各國からして委員が集つて、始めてメートル條約と云ふものを締結し、漸

次メートル法が萬國的のものになつたのでありますから、それ獨逸では萬國會議が開かれる前に、千八百六十八年に自分の國でもメートル法を採用する決議を致し千八百七十二年の一月一日から、前の度量衡は使つて不可ぬと强制的に遣つたのであります、所が丁度其の千八百七十二年に御承知の普佛戰爭が起りまして、メートル法の元祖である佛蘭西と戰爭を始める樣になつたのでありますから、敵國の度量衡を採用する事は餘り面白くないと思ふ人も出來多少障碍は起りましたが、併し戰爭が濟んでから獨逸帝國が設立され、各聯邦の度量衡が不統一なりしを奇貨として强制的に統一を實行する事が出來たのであります、他の白耳義和蘭、西班牙、葡萄牙、希臘、土耳其、露西亞、墺地利匈牙利の諸國は、容易く兩國民に倣ふ樣になりました、一二の國では寧ろ獨逸より前にメートル法を採用した所もあります、所が一番日本に密接の關係ある所の英米の兩國はメートル系には慣れて居らない、殊に英國は保守的の國でありますから、中々舊慣を改める事を敢てしない、それで遲れ馳せに千八百九十七年に初めて英國でもメートル度量衡を使つても宜しいと公認されました、しかし遡つて佛蘭西が始めてメートル系を採用した當時から、十數年の間に英國の學者間に漸次認められるゝ樣になり、又政治家學者間にメート

ル法が興味を以て研究されて居つたのでありまして、それで理論上のみならず實際上から考へても、是非度量衡をメートル系に改めねばならぬと云ふ必要を叫ぶの聲は、日に盛になつたのでありますが、其の爲に漸く千八百九十七年に法律を以て、メートル系度量衡を有效のものと認める樣になつたのでありまして、併し之を實際に行ふ事は到底出來ず、遂に今日に及んで居るのでありますが、却つて殖民地である所の濠洲、新西蘭の如き所では、早くメートル系に統一しなければならぬと云ふ事を主張して居るのでありまして、米國に於ても同樣である、北米合衆國は各國の人が寄つて移住した所でありますから度量衡の不統一は當然である、大統領ワシントンの時代千八百九十年、メートル法が佛蘭西で問題となつて居た頃から、米國に於ても學者仲間ではメートル法が研究されました、單に始まりは學術方面の問題でありましたが、遂に國家的問題となり、在來のものを捨てゝ全然新しき方式を採用する事には、勿論反對もありましたが、兩者の連絡簡單であるから兩方同時に用ゐる事になりました、併し日本とは事情が違つて居ります、日本では在來固有の尺貫系なるものが工業界に於ては殆ど勢力がない、又メートル系のものも用ひられて居るが、殊に英米の方式が最も勢力を占めて居る有樣で、全く不統一を極めて居

ります、英米では家庭に於ても工業界に於ても、又學問上に於ても全國の社會を通じて、凡て嗎、封度系に統一されて居る、それをメートル系に改めようとするから其處に大きな困難がある、斯樣な狀態であるから、英米では中々實際メートル法に改めると云ふ形勢は見えなかつたが、彼の大戰爭に於て歐羅巴大陸の佛蘭西、伊太利、白耳義から軍需品の注文が殺到して來た、それが皆メートル度量衡に換算して、設計もし製作もして居りました、併し段々戰爭が長引くから、さう云ふ事は面倒である、そこでメートル尺を持ち、キログラム秤を使つて製作を始める事になりました、そこで今度は英米の中にも、勿論メートル法の宜いと云ふ事をかね〳〵考へて居る人もありましたから、是は好い機會であるといふので、二三の工場にては全くメートル法を採用して居る所もあります、現に米のボードウイン機關車製造會社も其の一例であります、英國の工場でもメートルを使つて居る所がありますが、それは獨逸系統のものを輸入したものであります、一々英國式に換算して製作しなければならぬ不便を段々と去つて、直接メートル尺を使ふ樣になり、十進法であるが爲め總て物が簡單に行くのでありますから熟練さへすれば、勿論メートル法の宜いと云ふ事を認める

ことが出來ますので、それで英米と雖もぼつ〳〵是を實行する機運に向つて居ることゝ思ひます。

翻つて我國の狀況を見ますと工業界には英米の方式が普及して居る、英米から多くの材料の供給を仰いで居る際に、日本だけそれをメートル式に統一して了ふ事は、甚だ面白くない事でないか、英米のものが日本へ這入らない自給自足の戰爭時代なら兎も角、其の材料を英米から輸入して居る今日、さう云ふ事は餘り早計ではないかと云ふ人があるが、農商務省の調査によつて見ますと、此の材料等に於て今日メートル系に改めた爲に不便不自由を感ずるのは小部分であつて、我國で消費する全額の一二割と云ふ程度に過ぎないのであります、段々さう云ふ事も細に調査して見るとメートル系を採用するも實際に於ても不都合はないのであります。

斯の如く外國に於てメートル系を採用するに至つたまでの事情は、大抵お判りと存じます、此の如く佛蘭西であるとか或は獨逸であるとか云ふ國は、眞先にメートル系を採用して好成績を擧げて居ると思はれますが、それでも猶獨逸の南の方とか、佛蘭西の或る田舍では未だに昔の尺を使つて居る所もある樣に聞いて居り

ます、況んや日本の樣に今日までメートル法と云ふものはどんなものであるか、一向了解して居らない片田舍の地方にまで、メートル法を普及せしむる事は容易な事ではない、そこで大體の方針として當分の中は、勿論メートル式と、在來の固有系とを併用して行く事は之は已むを得ない事でありますが、先づ其の年限を何の位にするか、舊來の尺寸を廢してメートルだけにする事は何年の後にするか、是は大なる問題であると思ひます、それで其等の事も何れ勅令を以て施行細則として發布になる事であうと存じますが、先づ今日まで考へられて居つたのでは、五年の後には、官廳、公署及び敎育上に於ける度量衡、竝に民間に於ける重なる度量衡で、別段の定めのある場合の外は、凡てメートル系を使ふ事にして、それ以外の度量衡を禁止する、それから一般には二十年の間に漸次メートルに改めると云ふ事にしたら宜からうと云ふことであります、勿論或る特殊のもの、例へば造船の如きは、ロイドの規定と云ふ萬國共通の規則があつて、獨逸でも佛蘭西でもそれを用ゐて居る、ロイドの規程は英國で拵へたのであつて、英國系を以て遣つて居るから、日本でも造船の方だけは英國系を使はなければならぬ、獨逸でもロイドの規程を使つて居るが爲にインチ・フイートを悉くメートル式に換算して居る、而して船を造るのでも

丈夫である方は差支ないから、總て換算の結果を切り上げて用ゐて居る、尙成る可く短期間にメートル系普及の實を擧げるには、官廳で先づ之を採用して、官廳が發表する所の公文書或は統計の類は、悉くメートル式で遣る、同時に工業敎育の方面では全部メートルを以て授業をする、又政府の事業を凡てメートルで實施すると云ふ風にして、先づ官廳及び敎育方面から實行を圖る、次には工業方面に及ぼして、其の方面から製產する品物がメートル單位で出て來れば自然一般家庭にも及ぶでありませう、現に一般家庭でも外國から來る反物は一ヤールと云つて不思議に思はないと同じ樣に、製產者の方からメートルを以て出せば、家庭にも這入るでありませう、此の樣な順序を以て遣れば相當早く統一が出來るであらうと思ひます、これで度量衡の統一と云ふ事に就て、私の申上げる事は濟みましたので、是に伴ふ工業品規格の統一と云ふ事を申上げるのでありますが、時間も大分過ぎましたので、極く大體を申上げる事に致します。

工業品の規格統一

度量衡の系統が我國は斯の如く錯雜して居るのみならず、工業品の規格、卽ち寸

法、形狀、性能、稱呼多種多樣である、或る工業品にしても寸法其の他が、各製造者に於て區々である、さう云ふものを一定する必要が、是亦度量衡の統一と同時に問題になるのであります、歐米各國では規格統一事業が既に二十年前から研究されて居りましたが、戰爭によつて、一層痛切に其の必要を感じて來ましたから、今や官民協力規格統一を講じて居るのであります、それで日本でも是まで全然遣らない譯ではなく、政府でも或る一部分では既に實行して居り、或は學會で遣る、時としては政府と學會と事業者とで相談して遣つて居ります、併しさう云ふ風に區々になつては假令實行するにしても權威も少く、又實行する時に不便もあるので、度量衡及び工業品規格統一調査會と云ふものが出來て、政府の力によつて、それを統一しようと計畫致しましたが、調査會で遣つて見ると、當時の委員の定員三十人や其處等の人で短時日に出來るものではありません、英國の如き十七年間もかゝつて、まだ完成して居らぬ有樣でありますから、兎に角度量衡を先に片附けて、規格統一は徐ろに調査をすると云ふ事になつて、昨年の四月に度量衡改正の後に規格統一調査會と云ふものが出來ました、それに依て我國の工業品の規格を統一しようと云ふ事になつて居るのであります。併し既に以前から規格の統一されて居るものは何

んなものであるかと云ひますと、明治三十八年にポートランドセメントの試驗法を政府で定めたのであります、是は政府で買上げるセメントに對して行つたものであつて、規格統一を目的で遣つたのではありません、併し民間でも政府と同じ樣な試驗法を採用すれば面倒もなくて宜いのであるから、これが模範となつて段々に普及し、セメントの試驗法は遂に統一されて了つたのであります、時はかゝるけれども自然に統一される、決して統一する事が出來ない事はありません、氣長く遣れば出來る事であります、其の後明治四十三年に電氣學會の方で電氣工藝委員會と云ふものが出來、萬國電氣工藝委員會と聯絡を取つて規格統一を圖つて居ります、これが中々進んで居りまして電線、電球、等の規格は今日既に成案となつて出來て居ります、最近には發電機、電動機の規格も大體出來て居ります、是は學會から發表したもので政府から布告したものでなく、お互の申合せに過ぎないのであります、製鐵業調査會が又相當纏つた規格を出して居ります、是は製鐵業の進步發達を目的として大正五年に出來て居る、鋼鐵材料、寸法、形狀、試驗法其の他を定めて居ります、それから又建築材料聯合調査會なるものが出來、そこで建築學會、日本建築士會、大日本山林會、日本建築協會、日本建築業協會、官廳技師會等六つの團體が聯合し

て調査會を設け、それが數十回の會議を重ねて、木材規格、煉瓦規格を定め、木材及び煉瓦の寸法、建具、雜作の標準寸法の統一を謀つて居る、是等は今日既に設けられて居る規格統一事業の一端でありますが農商務省が中心となつて居る工業品規格調査會と云ふのは、昨年十月に第一回が開かれた、七十名許りの委員が寄つて居ります、而してそれ〴〵の專門に分つ爲に四部に分けて居ります、第一部は金屬材料、第二部は金屬以外の材料、第三部は電氣機械器具材料、第四部は一般機械器具で、夫々調査に着手して居ります、第一部は又二つに分かれ、第一、鐵と鋼、第二が鐵鋼以外の金屬材料、鐵鋼の方では前に製鐵業調査會で相當に纒めて居るから、それを原案として居る、鐵鋼以外の金屬材料の方では、或る委員からの提案に基き、各部分れて仕事をする前に、先づ爲さねばならぬ事はないかといふ事を考へました、夫は次の樣な事である、第一材料の試驗に使ふ試驗片の形狀寸法を定めなければならぬ、第二には、それに是迄インチを使つて居るのを今度はメートルに直す時分に、何れ割切れないから小數が出る、其の小數を何れまでゝ止めるか、第三には、針金、薄板バイブなどは、今迄ゲージ番號で現はして居つた、其の番號が現在區々であるのを番號で現はす事を止めたら何うか第四には、各部で術語が統一を缺いで居る、同じ調査

會内でもスクリューを「ねぢ」と書いたり、縲子と書いたりして居る、甚だ不統一である、さう云ふ所を一定しなければならぬ、と云ふ風な議論が出て、本問題に這入らずに先づそれから定めて行かうと云ふ事になつて居ります、それから第二部では、金屬以外の材料は、二つの特別委員會に分れて、第一は木材委員、第二は煉瓦委員といふ事になつて、是は前の金屬材料の調査會で定めた木材規格、煉瓦規格を土臺として協議を進めて居る、第三の電氣機械器具材料は、電線の規格が殆ど定つて居る、現在では何番線と云つて番號で表はして居り然かも米國式の番號と英國式のものとを併用して居りますが、それを先づ統一する爲に其の方の調査をして居ります、第二には電球の承口の「ねぢ」これが現存不統一である之を一定しなければ電球の方の「ねぢ」が定らないから、承ける「ねぢ」を一定しようといふのであります、此の方も相當調査が進行して居ります、第三には、小さい三相誘導電動機、これが世間に大分廣がつて居るから、其の寸法の中で何處か一定しなければ使ふ方で便利ではあるまいか、使ふ方が便利であれば寸法を定めて遣つたら何うか、といふ樣な事を調査して居ります、第四部の一般機械器具の方で大きい問題となつて居るのは「ねぢ」に關する事であります、そして特別委員會を設けてねぢ山、ボート類、牝ねぢ、ねぢ廻し

等の規格に就て調査を始めて居ります、要するに此の工業品規格統一調査會は昨年始まつた許りで、まだあまり進捗して居らず、勿論發表と云ふ所に進んで居る事は些もなく、此の先何年かゝるか判りませぬが、兎に角早く定める事の出來るものから定めて發表して行く方針になつて居りますが、度量衡法の統一は、已に法律を以て制定された以上、出來る限り、短期間に於てこれが實施を圖らねばなりませぬ、實施の日は何れ勅令を以て發布される筈でありますが、一日も早く統一の實を擧げる事に各自努める事を圖らねばならぬと思ひます、併しながら、法律を潛つてまでも惡い事をする樣な世の中に、强制的でなく誘導的に新しい習慣を作る事は中々困難な事にちがひないと思ひます、是は各自が其の心持になつて、早く統一しなければ國家の爲に不經濟であると覺醒しなければならぬと思ひます、徒らに過渡時代を長くして置く事は、混亂時代を長くする事でありますから、國家として頗る不經濟不利益の事でありますから、殊に此の統一事業は、知識階級の人々の努力に俟たなければ成就しない事と思ひますから、諸君に於かれても十分に其の心掛を以て新しき度量衡の普及と云ふ事に努めて戴きたいと思ふのでありますが大阪府に於ては計量博覽會を此の四月から御開催になつて、度量衡統一の宣傳を大に努める

と云ふ事を承りました、誠に喜ばしい事と存じます、及ばずながら、私共も出來ます事なれば、御援助申したいと思つて居ります、度量衡及び之に伴ふ規格の統一は之を部分的に考へれば小さな事でありますが、全體として觀れば國家の盛衰にも關はる大事業でありますから、吾々は協力一致此の事業の完成に向つて、最善の努力を致さむ事を、切望して止まない次第であります。(完)

二、太陽の熱

京都帝國大學教授　理學博士　新城新藏

太陽の熱と云ふ題を出して置きました、實は太陽の熱と云ふ事に就て私は此の大阪でも二三度言つた事があると思ひます、古い問題ではありますが、併しながら何時迄も新しき問題であります、と云ふのはまだ知れないことが澤山ある、まだ解決の出來ない問題であるからであります、一體我が地球上に於ける凡ゆる現象を見ますと云ふと、夫等は殆ど總て太陽の熱に基いて居る事が言はれるのであります、例へば先づ第一に植物は太陽の熱と光とによつて成長して居る事は明かであります、是は葉の綠の所にある葉綠素の媒介によりて太陽の熱が空中にある炭酸瓦斯を分解して、炭素化合物を拵へて、それが植物の成長になるのであります、炭酸を分解して炭素化合物と爲し、其の炭素化合物は更に之を燃やせば何時でも熱を生じて炭酸瓦斯が生ずるものである、斯く化合すれば熱を生じ得る狀態にする源は太陽のエネルギーである、太陽の活力である、卽ち太陽の中にある活力が炭素化合

物の形で植物の中に加はる、斯う云ふ風に觀る事が出來る、次に動物は植物を食物として生きて居るのでありますからして、動物の生きて居ると云ふ事は其の本を尋ねて見れば太陽のエネルギーが本になる、我々人間も動物に外ならぬから、共人間が生きて居る動いて居る原は、米を食ひ、パンを食するは、太陽の熱によつて成長した物を食つて居るから、太陽から受けた動力が本になつて、吾々人間なり動物が活動して居るのであります、人間や動物の活動の外に自然界に於て大いなる現象は何んであるかと言ひますと、是は氣象變化である、雨や、風や、雷や、川の流れや大仕掛の變化は氣象變化であります、此の氣象變化は何うして起るか、是も太陽のエネルギーが本になる、太陽の熱によつて水が蒸發し、高い所に上つて冷えて雲になり、風に吹付けられて陸地の山の方に來ると凝縮して雨になる、さうして川になつて海に流れ水が循環する其本は、太陽から出た動力であります、恰も一の大仕掛の蒸汽機關の如きものでありますが、これを動かす動力は太陽の熱である、是によりて生じたる動力の一部分の川の流れなぞは、或は船を動かすものとなり、更に洪水になれば大なる害を及ぼすものになる、利用すれば水力電氣になる、斯樣に考へて見ますと云ふと、吾々の周圍に於ける人間及び動物の活動、及び自然界の現象は殆

ど皆太陽から受けた動力によつて運轉して居ると謂はなければならぬ、更に近年―近代に至つては人間が自分の活動能力を增大せんが爲に澤山の動力を使用して居ります、例へば汽車や電車のために、又は手細工で拵へる代りに製造工業で多量に製作するために、澤山の動力を用ゐて居りますが、其の源として吾々が用ゐて居るのは或は石炭の火力を用ゐ、或は水力を用ゐて居るのであります、此の石炭なるものは何か、石炭は所謂地質時代と云ふのであつて、年代から言ひますと、幾十萬年幾百萬年の昔に、今日の地層が積重つて行く古い時代に幾百萬年の昔に成長した植物から出來たのであるが、それは木が其のまゝ倒れて押つけられたのでなくして、其の頃發生した樹の花粉が――今日でも澤山春先になると散らばつて、それが又種になつて樹が繁殖して行くのでありますが、其の花粉が古い時代に澤山あつた、今日の如く蟲の媒介が盛んでない場合には、花粉が澤山に散らばつて、其の花粉が水の底、或は湖水の底に沈澱して、それが幾十萬年の間蓄つて、又軈て壓迫されて遂に石炭のやうなものになつたのだらうと云ふ事でありますが、畢竟太陽の熱によつて出來た所の植物が地下に埋沒して出來たものが石炭であります、過去に受けた所の太陽の動力を地下に蓄へて置いて、それを今日更に化合せしめて熱を起

す機關を運轉する、石炭の動力も基く所は太陽の熱であります、又水力は言ふ迄もなく先程申上げた瀧や川の流れの幾分を用ゐて居るから、明かに太陽の熱を用ゐて居るのであります。

世界に於ける現在の動力は、工場、電燈、電車が七千五百萬馬力、汽車が二千百萬馬力、汽船が二千四百萬馬力、合計して一億二千萬馬力であります、是で今日の人が折角發明をした文明の諸機關に汽船、汽車なりを加へて一切のものが一億二千萬馬力運轉して居る、それが運轉の源であります、今日の文明は益々進んで止まない、人は益々文明の機械を發明し、益々自由に吾々の活動の範圍を擴めようとするから、動力が益々將來增加する、長足の割合を以て增加するものと見なければならぬ、此の一億二千萬馬力を如何樣に供給して居るかと言ひますと、石炭の火力が一億五百萬馬力、水力が一千五百萬馬力、石炭の方が七倍も餘計であります、合せて一億二千萬馬力になりますが、併しながら一億二千萬馬力の爲に年々どれ程の石炭を採掘して居るかと言ひますと、十三億噸になります、年々十三億噸を發掘して居る、十三億噸の內約三億噸が動力の事に用ゐずして外の事に用ゐ、約十億噸位が動力に使はれて居る、すれば一體地下にある石炭はどれ位あるかと云ふと、今日の地質學

上から調べて見ると、大抵は地の底、山の下にあるから明確に見えないが、凡その見當は大抵推察出來る、それによりますと、總埋藏量は凡そ七萬四千億となる、十三億の約六千倍であります、年々現在の程度に發掘して居れば今後六千年は宜ささうに見える、そんな先の事は考へる必要はないのでありますが、併しながら十三億噸は今日の狀況である、此の頃の狀態で言ふと十三億噸であるが、是は何時迄も此の割合で以て行けないのは文明の進歩と伴つて、動力の需要を增す從つて石炭の需要も累進的に增して行くものである、今迄戰爭前に增加した割合、及び一般の需要の增加する割合を見込んで、之を年々五分宛增加するものと見込み、之を計算すると、二十年毎に倍になる割合で計算を簡單にすると、二十年目には二十六億噸、四十年目には年々五十二億噸と云ふ具合に、二十年毎に倍增しになる割合で石炭を發掘するものと見れば、此累進的に言へば實に僅かに百二十年分しかない、今日の增加率で二十年に倍になる割合で石炭を掘出して行けば、地下にある總量は今後僅かに百二十年でなくなつて了ふ、こんな事を考へて見ると、吾々は石炭に賴つて安心する事はいかない事になる、これに對しては色々の事を考へられて居る、先づ第一には石炭を成るべく能率を多くする樣に使はなければいかぬ、石炭を煙になさ

ぬ樣に十分能く燃える樣に使はうぢやないか、燃したものから動力に直せば成るべく大きな能率の上るものを拵へ、或は石炭を其まゝ燃して動力に直す代りに、石炭を一旦瓦斯とコークスとに分けて用ふれば能率がずつと大きくなる、斯くして幾らも改良の方法がありませう、併しながら縱しやそれで石炭の能率を二倍にした所が、百二十年が二百四十年に繰延ばす譯にいかぬ、僅かに二十年である、到底そんな方法では此の問題の解決は出來ない、然らば第二には五分宛增すと見込んで計算をしたものを少しく直切つて、或は四分或は三分の增加率に止める樣にするといふのも一案であるが、是は甚だ望ましくない註文である、かゝる考は現に世の中に行はれて居つて、日本に於ても產兒制限と云ふ、人間が餘り多くなつて困るから人間を減さうぢやないかと云ふ說がある、是は甚だ望ましくない、愈切迫詰まれば人間の數を減らす事もいゝか惡いか知らぬが、是ももう少し智慧がありさうなものと思ふのであります、愈切迫詰つて飯が食へなくなれば人口制限も仕方がない、或は外國と戰爭をしてお互に殺戮するのも仕方がない、吾々の人情は生きて居る人間を殺すも、生れる人間を殺すも同じである、併しながらもう少し科學的研究によつて、吾々の智慧を以て之を切拔ける方法がないであらうか、そこで先づ第一

の問題は水力があります、水力は現在は千五百萬馬力であるが、是はもつと増さねばならぬ、現に盛に開發されつゝあるので、山の奥にある急流、或は瀧を利用して、水力を電氣に直すといふ樣に、水力は盛んに開發されつゝあるのでありますが、然し世界全體にどれ位水力が開發すべき見込があるか、大凡調べて見た人がある、水力を開發すれば歐羅巴、亞米利加の内部にどれ位のものがあるか、と云ふ事を計算した人がある、之によつて勘定すると、全世界に於て利用し得べき水力は約七億五千萬馬力と云ふ事であります、勿論其の中には可なり不便な山の中迄も勘定してあつて、總體を開發する事は到底不可能であると思はるゝので、先づ實際に開發し得べき水力の總量は二三億馬力である、今日の十倍或は二十倍と思ふのである、それ位と見込まなければならぬと思ふのであります、それでは今後十年二十年位は差支ないかも知れないが、到底この水力に頼つて居つて百年後の問題は解決出來ないのであります、石炭が次第〳〵に缺乏して來る、石炭の代りに水力で瀧や川の流れや凡ゆるものを入れて水力を開發する事に努めなければならぬのであるが、それだけではまだ〳〵不十分である、今日で一億二千萬馬力であるから、二十年後に二億、四十年後に四億五億になる、次第に増すから七八十年後には石炭の火力と水

力とだけでは到底間に合はぬ、然らば水力も石炭もいかぬならば外に財源がないか、凡ゆるものを考へて見ても實際どれも是も大きなものはないのであります、例へば此頃世間で喧しく言ふ石油の如きも其分量の知れたものであつて、之を熱に直して見ると石炭の百分の三位しかない、到底問題になりませぬ、泥炭も石炭の二百分の一しかないと云ふ事であつて、色々のものを考へて見ましても將來百年後の動力の問題を解決すべきものはない、愈問題が解決出來なければ人口を減らさなければならぬ事になりますが、唯一つ最後に殘して置いたものは太陽の熱を利用することであります、熟々考ふれば石炭も水力も本は太陽の熱に基いて居るものである、石炭は幾百萬年前に太陽の熱を受けて生長したる植物から、出來たものであり、水力は昨年受けたか若くは今年受けた太陽の熱によりて蒸發したる水が、やがて雨になり川に流れ海に流れて來るのを使ふのである、更に又原野の生産物を吾々は食物とし、或は山林の木材を薪にして居る、何れも太陽の熱を利用して居るのであるが、もう少し多量に太陽の熱を利用する事が出來ぬかと云ふ事である、太陽の熱卽ち地球上に吾々が受けて居る所の太陽の熱は、是を計算して見ますと云ふと、驚くべき程大數のものである、計算の土臺になるのは太陽熱常數といふ値

であるが、太陽の熱を直角に受けるとして、太陽の光線を直角に一平方サンチ米の面に受け一分間に於ける熱量が二カロリーである、カロリーといふのは熱量を測る單位で一瓦の水を攝氏一度高めるに要する熱である、太陽から受ける熱量は直角に置いた平面の一平方サンチメートルが一分間に二カロリーの熱を受ける、斯樣に數字で言つたのでは少し頭に這入り難いが、之をもう少し外の語を以て計算すると、此の地球全體を平均して見ますと、卽ち地球上の南北と晝夜を平均して地球全體の熱量を平均して見れば、今假に地球全體を氷で包んだものとすると、其の氷を一晝夜に三寸宛融して行く、晝夜間斷なく一晝夜に三寸宛の割合で融して行くと、一年間に受ける熱量は百十尺の氷を融かすことゝなるのであります、又もう一つ別の數で申すと地球全面を九十尺の深さに水で包んだとして、これを一年間に攝氏の零度から百度迄高める熱である、それ程地球が受けて居るのであります、斯樣に考へて見ると火山の熱溫泉の熱に較べて、如何に太陽の熱が大いか判ります、谷となく山となく總てが太陽の熱を受けて居るのであります、其の太陽の熱を全部動力に直す事が出來たならば——今日は出來ませぬが——全部動力に換算する事が——利用する事が出來るとすれば、一坪毎に一馬力半の割合で動力を受けて居

るのであります、晝夜間斷なく一坪に就て一馬力半の割合で機械を運轉せしむる事が出來る、之を斯う云ふ言葉で言つた人がある、大抵の工場は、單に其敷地の地面に受ける太陽の熱で以て、それを完全に運轉する事が出來ると言つて居る、又もう一つ他の言葉で言へば、地球全面に一週間に受ける熱量は地下に埋藏せる石炭の總量を燃して發生する熱量全體に匹敵する、卽ち一切の石炭を燃して發生する熱量は、僅かに一週間で太陽から取りつゝある、之によつて考へて見ましても百萬年も前から親讓りの財產を食つて行かうと云ふのは非常にケチである、いくら儉約しても百年しか食延ばせない、然るに太陽から日々受けつゝある熱は是は日々の勞働によつて得る所の賃金を謂ふべきものでありますが、日々吾々が得る給料は其一週間分が總ての全財產を補ふに足るものである、唯吾々がそれを利用しないだけである、斯くも多量に太陽から受くる熱の半分程はテンデ地上に達しませぬ、地面に達する前に或は雲などに反射されて了つて、地面に達する前に反射されて了ふから略半分程しか地面に達しない、地面まで來たものゝ中可なりの部分が地面から反射され、其殘りのものゝ中の一部分が氣象變化を起す、水蒸氣を蒸發せしめて雨や風や、雷などの現象を起す、それから殘りの部分が植物の成長を助ける、植

物の成長に依て炭素化合物となつて太陽の熱が貯へられて居ると見てもよい、是は約一萬分の一である、その中農産物となつて人工で以て栽培し、吾々が利用して居るものは太陽から受けた熱の百萬分の一位である、澤山のものは之を高空に反射するのであります、何千萬石と云ふ穀物、或は野菜を收穫するが、其等を熱に換算して全世界の統計して見れば、太陽から受けた百萬分の一を農産物と利用して居るのであります、水力としては前に述べた如く一千五百萬馬力を利用して居るのであるが、是は太陽から受けた熱の千五百萬分の一である、斯樣に申上げて見ますと吾々は太陽から非常に多量の熱を地球に受けて居るが、多量に受けた熱の極々少部分を利用して居るに過ぎないのであります、其の中の水力は千五百萬分の一である、農産物に利用して居るのは僅に百萬分の一に過ぎない、是は今後凡ゆる方法を講じて此の太陽の熱の利用の割合をもう少し大きくする事に吾々が努めなければならぬ、努める事は可能である、出來る事である、人口制限其他の消極的に考へる前に、積極的に太陽の熱を利用せねばならぬ、動力の供給さへ十分なれば、植物を野原で栽培するに限らぬ、製造工業の方法によりて生産する事が出來るでありませう、或は交通を遙に容易して動力を安く買へれば、今よりもつと遙に發達する

事も出來るでありませう、熱帶地方に繁殖したものを人の住んで居る方に持つて來る事も容易く出來る、如何樣にも方法を講じ動力の供給を今より幾百倍する程太陽の熱を利用する事が出來れば總てが豐富になるから、食糧問題や人口問題の如きも容易に解決出來ると思ひます、これは實に大問題であつて私は太陽の熱を今日の幾十倍幾百倍も多く利用する事が出來得べしと云ふ事だけで、其の方法は私も未だ考へない、今後凡ゆる方法を作つて考究すべき問題と思ふのであります。

太陽の熱を利用するのは色んな方法がありませう、何しろ人間世界全體の問題でありますから、凡ての人の智力を絞つて解決しなければならぬ問題である、二三の人の頭では到底出來ない、例へば水力の利用を今より盛んにする、今千五百萬馬力であるものを、もう少し增して一億馬力か二億馬力にする必要が無論ありませう、又必ずしも水だけを利用せずに、地面に落ちる雨の利用も出來さうであります、私の考案があると云ふのでないが、地面に落ちる雨を利用すれば動力に使ふ事が出來るでありませう、又風の力を利用する――今迄あるのは子供の玩具見たやうなものしかない、西洋では出來て居りますが碌なものはない――或は植物を栽培するにしても幾らも改良の方法があると思ふ、所謂農作物の改良や又熱帶地方にある

多量の植物を栽培する事も出來やうが、直接に人が煮て燒いて食べられる植物でなくても、人工的に加工をして食べる所の植物があつていゝ筈である、又もう少し成長の壯んなものを拵へそれを熱にして利用してもよい、是も出來得べき筈である、或は微生物の如きものを太陽の熱によりて盛んに繁殖せしめる、つまり一種の黴菌の如きもの、そんなものを使ふ事も考へ得べき事であります、或は又もつと直接に太陽の光、熱、さう云ふものを利用し得べき事も考へ得べき筈であります、其中で太陽の熱を鏡のやうなものに集めて反射鏡のやうなもので取り、水を熱する機械が考へられて居るが是は簡單な考ではあるが、最もいい方法である、太陽の光や熱を其のまゝ熱にして使ふ事は一體拙い考へである、一切のものを熱にして其熱を取つて軈て動力に直すと云ふ事は不經濟の方法である、熱にする前にそれ〴〵の性能に應じて少しく吟味すれば、もつと效率をよくする方法が幾らもある、熱にして使ふのは其の外に使途のない紙屑のやうなものでも熱になる、だからもう少し有益にそれ〴〵の性質によつて使ふべき筈である、一人〳〵の人間、此の人は斯う云ふ所に才能がある、其の才能に應じて人間を使へば幾らでも使ひ得べきです、愈、仕方なければ立ン坊であるが、潰しに使ふのは損である、同じ事でも熱にして使

ふのは潰値に使ふのと同じ事で、もつと以上に太陽の熱を有效にする、太陽の熱は吾々が太陽から受ける光及び熱の總ては如何なるものであるかと云ふ事を、物理學的に調べて見れば、太陽から受ける熱は木を燃してやつた熱と少し違ふのであり、まして、太陽から地球に受けるのは輻射熱と云ふ形で來るのであつて非常に速い電氣及び磁氣の波で地球に來るのであります、其の度合は無線電信の波とは較べものにならないほど速い震動の波として吾々の所に來るそれが熱を起す、太陽の光及び熱は電磁氣的震動の波である、その性質を利用すれば非常に速い震動的電流に直す事が出來得べき筈であります、非常に速い交流であります、電流の形にすれば、非常に使ひ易い便利なものでありますが、そんな形に直す事が出來る、私共は理論上出來得べきと云ふだけで、今後研究してかゝらねばならぬ事である、或はまだ幾らも方法がありませう、太陽の光を化學的作用、若くは電氣的作用によりて電池のやうに蓄へて置く事が出來得べきであります、何れにしても大仕掛にやらなければならぬから、どれが最も經濟的に成功するか今後の研究に俟ち、是非研究しなければならぬ問題である、斯樣に努力しましたなれば七八十年の間には幾百倍の太陽の熱を利用する事が出來得るでありませう、さうしなければ吾々は退歩

しなければならぬ。

此處迄は太陽の熱は吾々人生に必要であると云ふ事を述べた積りで、今後は吾吾が大に利用しなければならぬ事を申し述べたが、尙一歩進んで太陽の熱は何うして起るか、何うして澤山の熱を起すかと云ふ事を少し考へて見たい。

太陽は諸君が誰しも見て居る太陽であるが、太陽の大きさは直徑に於て地球の百九倍、從つて容積はそれの三乘になるから百三十萬倍ある、目方は三十萬倍であります、地球よりも少し輕いもので出來て居る、四分の一程輕い、比重は一、四であります、水に較べて太陽の比重は一、四になつて居る、地球は水に較べて五、五である、其表面の溫度は六千度と云ふものである、攝氏の度數で六千度である、非常に高い溫度で地球上に於ては未だ曾て達した事のないものであります、人工的に六千度は未だ達した事はない、電燈の白熱電燈が約二千度であります、アーク燈の中の凹んで居る所は約四千度であります、其の他壓力を高めた中でのアークの溫度は高くはなるが、五千度以上の高溫度は曾て地球上に於ては達しないものであります、尙計算によりますと云ふと、太陽の內部に於ては溫度が益〻高くなる、表面は六千度であるが內部に於ては幾百萬度幾千萬度と云ふ溫度でなければならぬ、大體全部が

瓦斯體の如きものから成立つて其の瓦斯體の分子が解離しては居るが、大體瓦斯體狀のものから成立つて居る、物質は如何なるものから成立つて居るか、表面にあるものだけしか現はれないが、其の光を分析して見れば表面には如何なるものがあるか判るが、多くは地球上にあるものと同樣の物質であります、此の太陽は表面は六千度、中は幾百萬度と云ふ高い溫度になつて、地球からは距離にして一億五千萬粁離れて居る、地球上には先に申しましたやうに多量の熱を與へて居るが、太陽自身の所では非常な割合で熱を出して居る、太陽の表面ではどれ程熱を出して居るか容易く勘定が出來る、大きな數を言ふだけでありますが、太陽の表面では一平方米毎に九萬馬力の割合で動力が間斷なく消費され四方に發散されて居る、また此の熱量が太陽が四方に發散する熱量は一年分を斯んな風に換算した人がある、一年間發散する熱量は最上の無煙炭を地球の六十倍、全體の六十倍程の石炭を燃さなければ此の熱は發生しない、一年間に太陽の出す熱量が地球の六十倍の石炭の熱量と匹敵する、斯う云ふとすぐ簡單な勘定になりますが、太陽の目方が三十萬倍、それが若し全部石炭であるとすると、一年分に出す熱量が地球の六十倍、太陽が全部石炭であつたとしてもあれ程の熱量を出せば五千五百年で燃え切つて了ふ、

もう一つの問題は、一體太陽は何時から光つて居つたか、地球上歴史上は四五千年經つて居るが、どれ程今迄光つて居つたか、太陽の過去の壽命はどれ程であるかと云ふ問題である、是にも色んな方面から太陽の過去の壽命をあたりをつけて見る事が出來るのでありますが、是は斯う云ふ事であります、それは地球上に水成岩と云ふ層をなして居る岩石であります、水成岩の地層であります、地球上の表面に層をなして居る所の水成岩が出來たのは何うして出來たかと云ふに、是は川が流れて水が流れる際に、途中に溶ける物は溶して了ふ、溶けないものは泥に流して海迄行けば流れなくなれば、長い間に蓄つて地層になつて、軈て海が高くなれば今見る如き層をなして地層が出來たのであります、でありますから水成岩の出來た事は、川の水が流れ流れる間に太陽の熱を受けて循環を始めたから出來た、今日でもさうであるでありますから水成岩の出來初めた時は矢張太陽は照して居つたのである、水成岩の出來たのは水が循環して蒸發されて上にあがる、それが雨になり川になつて泥を流し、其泥が積つて水成岩になつた——今日もなりつゝあるが——其の割合で水成岩が出來初めたよりもつと前より太陽は光つて居る、それで出來初めた年代を計算するのであるが、是は今日百年經つて泥がどれだけ積る

か、水成岩が是位あるから幾百萬年幾千萬年經つた事が判る、水成岩の厚みが百年間にどれ位出來るか、最も激しく流れる時、緩やかに流れる時によつて差異はあるが、それがどれ位積るかと云ふ事を詳しく勘定をした人があります、それから推算して見れば水成岩の厚みから出來初めた年代を見當つける事が出來る、是は一つの方法であります、もう一つは世界中の川が何本あるか、楊子江、黃河、米國のミスシツピイ河とか、黃河は百年河清を待つが如しと云ふ位で、現に海の水が黃色である、濁つて見えて居る程絶えず泥を持つて來る大きな河がある、又埃土のナイル河も泥を持つて來て居る、今日世界中の大きな河が一年に泥を幾ら持つて來るか、是も計算が出來る、泥の分量凡ゆる世界中の川が一年間にどれ程泥を持つて來るかと云ふ事を見ると、世界中にある水成岩の分量も計算がついて來る、層をなして居る水成岩の總體の分量が地球上にどれ程あるか、一年に泥をどれだけ持つて來るかと云ふ事を考へて行けば、年數がどれ位經つか是も一つの計算である、厚味から行くのと、總體の分量から出す計算と、もう一つは海の鹽の分量であります、川が流れる際に溶けるものは溶して海に持つて行くが、蒸發する時には海の中に殘る、川の流れと海水の蒸發と循環する間に溶けるものは海の中に殘つて段々濃くなる、水

が段々流れて行く間に鹽を溶して行つて鹽が殘ると、幾千萬年の後に鹽の鹹さがあれ程になつたと云ふ事を考へて見ると、川の水の中から鹽分がどれ程あるか、海の中にどれ程あるから海の鹽の濃さになるのは一體幾千萬年かゝるか、と云ふ事を計算する、同じやうな考へでありますが水成岩の厚みの層、又海の鹽の分量、是等の方法から勘定して見ると、何れも大抵似たり寄つたりの數が出來て來る、年代は何れにしても何億と云ふ年代になる、キツチリした年代は判らぬが、何れも十億年と云ふ相場が出て來る、十億年前から照してそんな作用をして居る、もう一つ種類の異つた計算法がある、之が最有力であります、それは水成岩の間に後から火山の噴出の具合で途中で噴出して來た岩石がある、其の中にある礦物、どろ〳〵に溶けて來たものが後に凝つて鑛石になつた、其の礦石の研究、其の中に放射能を有するもの、例へばウラニウムを含んで居れば其ウラニウムの原子が崩れて鉛とヘリウムを出す、卽ちウラニウムを含む礦石を取つて見るとヘリウムがどれ程あるか、鉛がどれだけ含まれて居るか、それ等は礦物が出來た後蓄つたものであるからそれに依て其の礦物の出來た年代が計算できる。極く少量であるが鉛の分量から年代を推定する事も出來る、又礦物から出たヘリウムが逃げて行く際に圓い波紋を

殘して行く、それから計算出來るが、是等は水成岩の間に噴出して來た年代を推定する方法がある、之に依ても同じ位で十億と云ふ數が出て來る、何れの方面から見ても地球上の水成岩が出來てから十億年と云ふ數が出て來るから、太陽は少くもそれ以上前から出來て居つたものである、さうなつて來ると問題が頗る難しくとなつて來て、先程申しました程多量の熱を年々十億年の昔から我が太陽は發散しつつある、併しながら又斯う云ふ問がある、年代は十億年と云ふが、昔は少しゝか熱を出して居らなかつたであらう、今日は多量の熱を出して居るが、十億年前は多量に熱を出さなかつたでないか、それも疑へば疑へるのでありますが、我が太陽の外に星の熱の事は後に申しますが、我が太陽は今日何う云ふ風に進化し來つたか順序を考へて見ると、過去に於ては、寧ろ今日より多くの熱を出したと云はなければならぬ。太陽と同種類の外の星と比較して見ると、我が太陽は幾らか盛りを過ぎた星であるとがわかる。今より昔の方が餘計な熱を出して居つた、少く共今と同じ位の熱量を十億年も續けて出す爲には、我が太陽は何處から熱を持つて來たか、其のエネルギーの源は何處にあるか、エネルギーを供給する源は何處から持つて來たか、昔から極く簡單に考へられたのは、高い溫度のものである、始め

から高溫度に熱せられて居つたものがその持つて居る高熱を四方に發散する、若しそれであるならば發散するに從つてドシ〳〵さめて行く筈である。太陽が單に高溫度にあるといふだけで外に熱源の供給なしにあるものとすれば、太陽の全體の溫度は少くも年に一二度下らなければならぬ、太陽の實質に就ては確かなる事は言へないが、比熱を十分に大きく見ても太陽の溫度は全體を通じて、平均一度半位年々下らなければならぬ、太陽の溫度が下れば地球の表面の溫度も下る、太陽表面の溫度が一年に一度半も下ればそれに應じて我が地球の溫度は百年の間に攝氏の七度下らなければならぬ勘定になる。地球表面の溫度は千年も二千年も前から變らない、勿論太陽は高熱のものであると云ふ事は問題になりませぬ、第二には化合燃燒、色々のものゝ化合である、石炭を燃すのでありますが、先程申しましたやうに假に全體が石炭から成立つて居るとしても漸く五六千年しかもたない、十億と云ふ年代に對しては到底ものになりませぬ、其の次には太陽の表面に四方から澤山のものが落ちて行けば、引力によつて引付けられて落ちて行けば、太陽が熱を出す筈である、是は我が太陽は非常に大きいから物を引付けて太陽の表面に落る速さは非常に速いものになる、非常に遠い所から引付けられて太陽の表面に

唯落ちるだけの速さは、一秒六百粁である、鐵砲丸は六百米であるから鐵砲丸の千倍の速さである、今石炭を假に例に取れば、一塊りを燃して發生する熱量よりもそれが太陽にブツ突かつて發する熱は六千倍も大きい、一塊りをストーブに燃して發する熱よりも太陽の表面に引張られて發生する――落ちて發生する熱量の方が六千倍も大きい、併しそれでもなほ到底說明が出來ないのであつて、何故かと言へば、澤山物が落込んで若し熱を發生するものなれば太陽が段々大きくならなければならぬ、幾らかづゝ大きくならなければならぬ、引力が强くなるから地球の運動も變つて來なければならぬ、著しく變つて行かなければならぬ、それ程多量に物が落込むとは考へられない、是も勘定をした人がありまして、今日發生して居る總ての熱量を全部外から落込んだもので說明しようとすれば、落込んで居るなれば二千年の間に地球の運動が一年の八分の一程先に廻り進まなければならぬ、太陽の引力が强くなるから二千年の間には一年の八分の一位進む事になる、そんな事はない、明かにない、外から落込んだものであればさうなる、其の次に問題になるのは太陽の外からは來ないが、段々自分の引力で表面近くの物が落ちる、自分自身で收縮する、近くの物が落ち込む、自分自身で收縮する、段々小さくなればその密集のた

めに多量の熱を發生する事になる、非常に大きいものであるから多量の熱を出す、そこで是も勘定は容易く出來る、我が太陽は初めは非常に大きかつたものとする、今日太陽の周圍には水星、金星、地球、火星と云ふ風に海王星まで廣がつて居る、それで我が太陽が始めは海王星の邊までの大きな球であつたものが段々收縮して來て今日の狀態にまで收縮したものとする、それが今日の大きさに收縮する迄の間に發生した熱量は何程であるか、是も容易く勘定が出來る、此の熱量は今日發生して居る熱量の二千萬年分である、茲で問題が起る、これは大變むづかしい問題であつて、是より外に熱の財源は何うしてもない、一方は二千萬年分しかない、然るに一方は十億年と云ふから話が合はない、今から三四十年前から問題でありまして、一方に於ては英國で物理學の大家のロールド、ケルビンと云ふ非常な大家であつて、今から十年も前になくなつた物理學者でありますが、熱量の出る路は外にない、二千萬年分しかない、一方十億年と云ふのは間違つて居る、水成岩が出來て以來十億年と云ふのは、地質學者がそんな勘定をしたのが間違つて居る、幾らお前がいゝと言つても仕方がない、無い袖は振れないといふのであります、ケルビンの方が學者としては偉い大家であつて、地質學者が五人や十人束になつても蹴飛ばされて了

ふ程であつたので、不平ながら皆默つて居つた體裁になつて居つたのでありました。所が先程申したやうに十五六年前に地質學者、物理學者の贊成が出て來て、水成岩の事に就て十億年と云ふのは動かない說となつた、無い袖を振つて吳れと云ふ問題になつて如何とも仕方がない場合に立到つて、其處に至つて切迫詰つて無い袖を振ると云ふ事になりましたが、さて考へて見ますと云ふとラヂウム、ウラニウムと云ふものが今日判つて居るが、是は非常に多量の熱を自然的に出す、是は一體何處から來るかと言ひますと、ラヂウム、ウラニウムは其の原子が崩れる、普通の化合の場合には一の物質と他の物質とが化合して双方と異なつた化合物を作るが、原子は其のまゝであつて、原子と原子とが結び合つて新しき分子を形造る、原子は崩れないで結び合ふ際に多量の熱を出すのであるが、ラヂウムやウラニウムの場合は崩れてならぬ原子が獨り手に崩れつゝある、原子の崩れる際に、原子內部のエネルギーを出すのである。原子は眼に見えない小さいにしても一の點の如きものでない、原子は複雜なる構造を有つて居る、今日顯微鏡で見る事が出來ないが、其作用から見ると原子の構造も今日は研究されて居る、研究中の問題である、原子は頗る複雜な構造を有つて居る、それが崩れる際に多量の熱を發する、ラヂウムが

崩れる際にウラニウムの原子が崩れる際に多量の熱を發するのである、然るに原子の崩解の現象は自然的であつて、人工によつて之を左右する事は出來ない、ラヂウムは自分自身で崩れて行く、二千年も經てば三分の一になる位の割で崩れて行く、二千年毎に三分の一になる、ウラニウムは一千萬年で三分の一位に崩れて行く、是は或は溫度を高めるとか、或は低めるとか、又はラヂウムを化合せしめるとか、如何なる方法を用ひても遲くする事も速くする事も出來ない、全く自然である人工的にはどんな事をしても其の割合は變じない、又それをとめる事も速める事も出來ない、さうして見まするとと、太陽は例へば全體ラヂウムの如きものから出來て居つたとした所が、二千年で三分の一になるなら十億年と云ふ年代に對しては問題にならない、それから又はウラニウムから全部出來たとしても二千萬年しかもたない、やはり十億年の壽命を說明することは出來ない。そこで今日の程度に於て最後の逃げ場所は太陽の中は極く高い溫度になつて居るから、其處は吾々がまだ知らない現象で一寸ラヂウム、ウラニウムの如き原子崩解に類した現象が起つてさうして熱を出して居るであらうと云ふ外はない、太陽の內部は少くとも幾百萬度といふ高溫度であれば、吾々の實驗室に於ては崩れない原子も或は崩れるであら

う、一寸吾々の所でラヂウム、ウラニウムを持つて居る如く、他の原子が幾百萬度では同じ事をやつて熱を出して居るであらうと云ふより逃道はない、もう一度後で申上げますが、さう言つて見ますと詰り我が太陽の熱は吾々の考へて居る所によれば、初めの間は密集で以て熱を發する、散漫な狀態のものが、次第〳〵に引力によつて密集によつて多量の熱を出す、四方に發散すると同時に自分自身も幾百萬度の高熱になる、斯くの如き溫度になる爲に更に第二段の働きが起つて、內部に於て原子崩解に類する現象が起つて、單に密集に依て生じた熱に幾十倍幾百倍する程の熱が起つて居ると考へられる、高熱の際に幾百萬度と云ふ物質が如何樣になるであらうか、尙種々の方法で研究して見なければならぬのであります、一寸其の間に一つ挾みまして、太陽の熱は吾々の太陽から與へて居る熱量は多少の變化がないであらうか、時によつて或は大きくなり、或は少くなりはしないか、發する熱量の變化があるかないかと云ふ問題である、之には變化には或は非常に長い間に次第次第に變る變化もありませう、或は少し短い變化もありませう、色んな段階に分けて考へなければならぬが、其の最も明かな變化は――知れて居る變化は、太陽の表面に時々黑點が現れる事である、表面に黑い點々が見えるんであります、此の黑點は

不規則な圓みがゝつたもので、大きなものもあれば、我が地球位のものもある。煙つた硝子を透して見れば肉眼でも見える程の大きなものがある、其の黑點は短いものは一月位、長いものは半年位續く、さうしてなくなつて了ふ、更に又新しき黑點が出來る、此の太陽の表面に時々黑點が現れると云ふことは、西洋では今から三百年前千六百十年、ガリレオが望遠鏡を初めて發明してから發見した、其の以前には知つて居つたか居らないか判りませぬ、然るに支那には遙かに前から知つて居つた、支那では今から二千年前から知つて居る、西洋の紀元前百六十年に前漢の初めの頃淮南子と云ふ本がある、其の淮南子に書いてあることは、日中に烏がある、月の中に兎があると書いてある、是は黑點があるとは書いてないが日中に烏があるといふのは黑點のことに違ひないと思はれます、引續いて少し後になり紀元前百年頃から後になつて見ると、明かに日中に黑子あり、大きさ李の如しなどゝいふ記錄がある。

引續いて色んなことが書いてある、詰り支那では沙漠の方から沙風が吹いて來て、何日も續いて曇ることがある、日本でも澤山黃塵が來つて曇つたことがあるが、そんなことのために日の光りが弱められ肉眼で見ることが出來た、そんなことから

早く氣がついたと思ひます、今から二千年前から兎に角支那では知つて居つた、西洋では漸々三百年前に氣がついたが、間もなく黑點が今年はどれ位、去年はどれ位と、年々黑點の現れた數、或は見える年と見えない年があるから、黑點の多い少い變化が記錄されて居る、それによつて見ると、黑點の多い少いのは十一年目毎に多くなり又少くなるのであります、黑點の多い時には太陽全體から吾々の受ける熱量が少し多くなる熱を計つて見ると、不斷は一・九の平均であるが、多い時は二・〇、少い時には一・八といふ位に、黑點の多い時は熱量が多い、少い時は少い、黑點の部分はそれだけ熱が少いが、黑點の周圍の太陽の外の所の熱は多くなる、詰り黑點がある爲に太陽の中と外とかきまぜる中は幾十萬度で、內と外とをかきまぜれば熱の高いものが表面に現はれて來て全體に發生する熱が多くなる、で斯樣に黑點が多い少いのは十一年目に變る、從つて太陽から受ける熱量が十一年目に變るなれば、其の爲に地上に及ぼす影響は何うか、どんな風に地上に影響するか頻りと調査されて居りますが、可なり複雜な現象でありまして、尙今後十分研究して見ねば判らぬ事が多い、第一に調査するのは溫度は何うなる、十一年目毎に地球が溫かくなり、寒くなりはしないか、黑點の多い年は熱量は多いけれども地球全體として溫度が高ま

るか低まるか判らぬ、不思議なやうだが判らぬ、或る學者は地球全體の平均の溫度は低くなる、或る人は高くなると云ふ、是は平均の取り樣がどれだけの場所を平均に取るか判らぬ、或は少し低くなるのが本當かも知れぬ、詰り溫度は或る場所は黑點の多い年は高まる、或る場所は溫度が低くなる、地球上の場所によつて違ふ、平均の取方によつて違ふ、高くなり低くなるのは是でありますが、もう一つは雨量で、黑點の多い年少い年は雨の量が多くなるか少くなるか、是も地方によつて違ふ、概して雨量が多くなるやうであるがなほ研究を要する。最も著しく疑もなく明かな影響を及ぼして居るのは磁石に及ぼす影響であります、磁石は大體北を指す、此の邊では北より五度位西の方を指して居る、磁石を吊して北から少し西に寄つた所を指すか、針の向きは一晝夜の間に少し宛動く位のものでありますが、日中は少し西に行く、夜になると戻る、磁石の針は大體から云ふと北を向いて居るが、北より西になる分量が一晝夜の間に少し宛變るものであります、此の磁石の針の振れる分量、一晝夜の間に變る分量が黑點の多い年は多く變る、少い年は一晝夜の變化が極く僅である、是は著しき現象であります、日常生活に關係のないやうであるが、磁石の針を見れば最も速く判る、是は三四十年前から知れて居る、十一年目に變る太陽

の黑點の多い年には一晝夜の間の振れ方が違ふ、それから磁石の針には臨時に變ることがある、之を磁石のあらしと云ふ、一晝夜の間に朝晩に變るのは大抵規則正しく變るが、外に可なり不規則に動くことがある、之を磁石のあらしと云ふが、あらしの多いのは更に黑點の多い、時に多い是等も著しく知れて居る、現象である、密接の關係を有つて居る、もう一つ知れて居ることは極光オーロラと云ふものは少し北の方に行けば見える、日本でも今から十四五年も前でしたか、新潟縣から極光の見えたことがあります、果して見えたんだらうと思ふ、其の時は大きな黑點が見えて居つた、今直ぐ後で述べようと思ひます、電信が妨害を受けた、黑點の多い年には極光が能く見える、それから電信が妨害を受ける事が多い、地下を流れて居る電流が能く害を受ける、此頃になつて始まつたことでありますが、火星からの通信が多くなる、無線電信の妨害を受けることが多い、畢竟無線電信が妨害を受けるから外から來たんだらうと言つて、火星から來たんだらうと云ふが、實は太陽の黑點がそれに及ぼしたものである、卽ち黑點の多い年は磁石に及ぼす影響、極光の見えること、地下の電流に及ぼす影響、無線電信に及ぼす影響は、是等は著しく明かに知れて居ることであります、是等のものは直接地球の溫度、雨量に何等の關係がなささうに

見える、又、實は是等の間接の現象の如く見えるが、之が重な現象である、是等の事柄を說明して見ますと云ふと、黑點の多い時には黑點の周圍は溫度が高くなる、普通六千度が六千五百度、或は七千度になる、溫度が高い所からは熱も多量に出すけれども、もつと著しきことは振動の速い光を出す、太陽の光をスペクルにかけると、赤より紫の方が振動が速い、紫外線に至ると、もつと振動が速い、振動の遲い赤い方の光は熱の作用が强いやつである、振動の速い紫は外の方は寫眞の作用をする、或は電氣的作用をする强いやつである、速い光は大氣の上層に觸れて空氣の分子を二つに分ける、電離作用でプラス、マイナスとの二樣に分ける、二樣に分れたものの作用で空氣の上層が電氣を導くから、其の現象で其の爲に地磁氣に及ぼし極光に及ぼし無線電信に關聯し一の現象が處々に認められる樣になる、全く同じ現象である、又空氣の上層の二樣に分れたものが心になつて、今迄將に曇らんとして居る水蒸氣が將に雲にならんとして居るが、それが水珠になつて雲が出來る、水蒸氣が十分泡和しても雲になるのは幾らか遲れる、空氣の上層に於ても雲が出來樣としても何か機會を與へるものがないが爲に雲が出來ない、熱帶地方の蒸發の盛んな所で雲が出來れば低氣壓の中心が出來る、颱風の發生が黑點の發生と密接の關係の

あることは同じ現象である、で黒點の多い時に將に出來樣とするものが急に出來る、刺激を受けるのであるから颱風を發生する、又颱風の道行は南太平洋の方で出來たものが臺灣邊に來る、或は支那に這入るものがある、其の通路道行なぞも又黒點の多い年少いときによつて變るのであらうと思ひます、颱風の道行き發生によつて或る一地方に於ける雨量に多少の差がある。　颱風の來るか來ないかによつて變る、雨量の多い少いのは全く此の黒點の多い少い、曇りの多い少いによる、近頃能く使はれる問題は經濟界の恐慌が十一年目に起るのではないか、或はさうかも知れぬ、經濟界の恐慌は複雜なるもので簡單に言ふことが出來ぬ、農産物の豐年不作の如きも他の現象もありますから簡單に言へないと思ひますが、もう少し研究を經た上でないと十分に言へないと思ひますが、或る地方々々で言へば多少其の影響を受くべきであらうと思ひます、十一年目毎に雨量の多い少いがあると思ふのであります、穀物の豐年不作は他の原因もありませうから統計が難しいが、古い木材の筋を調べて見ても數百年前の木材を伐つて木目を勘定して見ると、其木目の間隔であります、間隔を調べて見れば是は雨量の多い少いに密接の關係があると思ひますが、十一年目毎に現れて是から言へば農産物の影響があると思ひます

が、今日迄明瞭に現れて居らぬ、斯樣に黑點の有無は我が地球上に及ぼす熱量にも密接の關係がありますが、太陽の熱が增した時は、地球上の溫度は或る處は增し或る處は減つて居る、直ぐに氣溫が高まるとは言へぬと云ふのは直接に受ける熱の影響よりは今述べたやうに、雨の分量、颱風の影響が多いから直接に言へない、是は或る處では高まり、或る處は其變化に伴つて溫度が下るものと思ひます、又太陽其のものは根本的にどんな風に出來て居るか、何うして熱を發生するかといふ問題に就ても若し太陽が完全無缺の球體であれば、研究するに一寸手がゝりが無いが、球に瑕と云ふ黑點が見える爲に、太陽が一體どんなものかと云ふことが可なり有力な研究が出來るのである、此の黑點の問題を研究すればこれによりて太陽の問題を解くことが出來るであらうと思ひます。

黑點に就て吾々の今日迄知つて居ることを概略箇條書にして擧げて見ると、第一に黑點は太陽の表面に出來た渦卷である、それが何うして出來るか判らぬ、次に黑點の現れる多い少いは十一年目十一年目である、第三には黑點の多い時は太陽全面からの熱も多い、第四には黑點の多く現れる所は太陽面の赤道の北及び南に二三十度位の邊が一番多く現れる、それより黑點が減るに從つて次第々々に赤道

に近付いて居る、さうして殆ど無くなつて了ふ、更に又多く現れるのは北南の方で現れる、それから黒點が次第に太陽の表面で動くことによつて太陽の回轉が判るが太陽は隨分不自然な回轉をして居る樣に見える、太陽は赤道の邊では二十五日北又は南三四十度の邊では二十七日で回轉する、もつと北へ行くと二十九日三十日を要して、太陽は回轉する、赤道の邊は速く廻る、少し北南は廻り方が遲い、是は圓い一つの凝つたものゝ回轉でなく、赤道は二十五日、三十度邊は二十七日で回轉する、赤道の方が速い、頗る不思議な現象である、所が是と併せて考ふべきことは木星である、太陽を眞中に置いて、水星、金星、木星等八つのものが廻つて居る、太陽の子分の中で最も大きなものは木星である、木星は太陽の千分の一程で太陽系の中の一番目ぼしいのが木星で、それが千分の一である、木星の表面には黒點は判りませぬが、黒い縞が見える、又木星の回轉の速さが赤道の邊は速く、赤道の外の北と南は遲い、恰度太陽と同じことになつて居る、唯黒點が見える代りに縞が見えて居る、回轉の速さは太陽と同じやうである、此の縞が見えて居ることは是から先は私の想像說でありますが、私の察する所によると、黒點と同じ性質のものであらうと思ふ、無數の黒點が連續して見えて居るのでないかと思ふ、赤道の北と南で太陽の黒點が此

の邊に澤山現れる、又眞中が速くて兩方が遲くなる、木星も同じ場合と思ふ、それから他の星に就ても木星の次に大きなのは、土星、天王星であるが、赤道の方向に平行して黑い縞が見える、それは皆同じ現象と思ふのでありまして、是等は兎に角今日迄知れて居るのでありまして、是は何う云ふことを吾々に敎へて居るか、今後十分說明しなければならぬ問題でありますが、唯假に私の說を申上げれば總ての眞中が速くて兩方が遲いのは太陽の表面は今も尙物が澤山に落込んで居るためである、澤山表面を廻つて居る小さなものが、太陽に落込めば落ちた勢で速く廻る、太陽の表面は一秒二キロメートルで廻つて居るが、太陽の周りを離れて廻つて居る流星は一秒四百キロで廻つて居る筈である。太陽の表面は二キロであるのに、離れて廻つて居るものは二百倍も速い、たまに落込めば其刺激で速く廻る、木星の場合も同じことであると思ひます、黑點の發生などもそんなことから說明が出來ると思ひます、なほ十分黑點のことなどが明になれば太陽それ自身も從つて明になるだらうと思ひます、太陽の內部の幾百萬度と云ふ所では原子崩解に類する現象が起るのであらうと言ひましたが、其等も今後研究して見たい、物理學者は實驗室で太陽の中では斯うなるだらうと云ふが幾百萬度と云ふ點に於ては研究實驗室に於

て實驗は出來ない、地上に於ては五千度の溫度しか達することが出來ない、今後太陽の幾百萬度に於て原子が崩れるか試して見ようと云ふことは到底不可能のことであります、地球上に於ては因より不可能であります、幾百萬度に於て原子が崩れるか何うかと云ふことは何時迄も想像に止つて居ると謂はなければならぬ。

此處で私は少し問題の考へ方を改めなければならぬと思ふのであります、我々は凡べて實驗的に物理的化學的の性質を明かにすることを期して居るので適當の設備があつて實驗すればいゝが、地上に於ける實驗室は幾百萬圓の金をかけても幾百萬度の溫度は到底出來ない、そこで一足飛びに飛んで了つて、太陽に類した星は何十億といふ程ある、それを考へて見たらばどうか、空にある十億廿億と云ふ星は皆太陽と同じ種類のものであります、卽ち一つ〳〵に皆太陽である、少し大きな太陽もある、小さなものもある、溫度の低いものも、高いものもある、年寄つた太陽若い太陽もある、少し大法螺を吹くやうでありますが、是等の幾十億の星を實驗室と見たならば、どうであるか、例へば(白墨を指して)之を百度に熱して來る、千度に或は五千度迄熱することが出來る、所が百萬度に熱して來ることは出來ないが、考へ方次第であります、百萬度のあの星を見れば宜しい、十億二十億の星は詰りそれぞ

れ高溫度で熱した大きな坩堝である、こんな小つぽけな實驗室を以て來る代りに大きい所は大きいけれども、考への中で吾々の實驗室が廣まつたと考へればいゝ斯樣に考へて見れば空に於ける澤山の星を研究することは、十億か二十億の星を研究することは我が太陽を研究するに外ならぬ、太陽と同じ種類のものである、百も二百も全く同じであるから、唯それが大きいか或は小さいか、若いか、年寄つたか、過去や將來、若くは太陽の內部が何うして出來たかと云ふことは、總ての星を研究すれば一目明瞭である、誰が見ても空に陳列してある、一の例を取つて見ますと、夏の頃西南の方に見える蝎座の第一號星がある、スコルピオ座の第一號星で若い星であるが、支那では五千年も前に目印にして居つた、此蝎星のアルファ星は進化の程度から云ふと出來たての星である、此の星は非常に遠い、距離も判らねば幾ら大きな望遠鏡を以て見ても少しも大きくならないが、それにも拘らず漸く昨年でありますか、米國のウイルソン天文臺で、見た所の角度がどれ程であるか測定した、從つて大きさも判るようになつて、其直徑に於ては我が太陽の三百倍、(太陽の直徑は地球の直徑の百九倍であります)直徑三百倍だから容積は二千七百萬倍である、表面の溫度は我が太陽は六千度であるが、スコルピオの溫度は三千度であります、表

面の溫度は三千度、高溫度のものゝ出す熱は溫度の四乘に比例します、同じ面積から出す熱は十六分の一しか出さない筈である、同じ面積から出すそれは十六分の一しか熱を出さない上に赤色の星であるから、光の方はズツト弱い同じ熱量を出すにしても三分の一しかない、十六分の一に三分の一を乘けるから五十分の一である、同じ大きさなれば溫度は低いから我が太陽の五十分の一しか光を出さない筈である、然るに此の方では我が太陽の千六百倍の光を出して居る、さうすると大きさは50×1.600、面積が是程大きいから半徑は平方根に開いた約三百倍になります、我が太陽に較べて直徑は三百倍も大きな星であります。そこで一體太陽なり星なりはどんな風に進化して行くものかと言ひますと、極く大體のことを言ひますと、初めは非常に散漫な尨大の容積を占めて居つたものが、引力の爲に密集すると同時に多量の熱を發生して自分にも溫度が高くなつて、此の邊は赤色で溫度の低い方である、次第に溫度が高くなつて黃色星になると溫度が六千度位、それからなほ密集が進んで白色星になると一萬度から一萬五千度位になる、溫度が高まつて行くと同時に容積が小さくなるから、小さくなつたと同時に出す光全體としては大抵同じである、こちらの方を巨星と云ふ、なほ密集を續け段々小さくなつて行

き、さうして最高溫度を過ぎて尙密集して行けば、發散する熱量は多くなり、密集の爲に生じた熱量は出す熱を補ふに足らずして溫度が次第に低下する、次第に小さくなると同時に溫度も下るので、白色から黃色、赤色になる、もつと行くと見えなくなるこちらは矮星と云ふ、多くの星を調べて見ると我が太陽は此黃色の矮星である、此邊に當つて居る、最高溫度の時代を過ぎたものである、十分に圓熟したものになつて居る、盛りを過ぎて下り坂になつて居る、と云へば先が見えて心持が惡いやうに思はれるが、是はさう考へるのでなくして、此の段階を過ぎて此の邊になつたればこそ、其の周圍に我が地球の如きものが出來、生物が出來ることになつて、アミーバの如きものから今日の吾々人類の如きものまで高等なる動物が發達する、是迄には幾千萬年幾億年の年代を要するのである、初めは無機物であつたが、それが有機物になり、細胞が出來、細胞の極く簡單なものからアミーバの如きものが出來、それが高等になり、それから吾々人間に進化する迄には短日月では到底出來ない。六千年や一萬年では、到底いけない、何うしても幾千萬年、何億年と云ふ年代を經て吾々人間の如き高等動物が出來た、それ程までの年代が此の間に必要である、冷えて來た爲に地球は固まるが、太陽は現在の如き熱を出して居るのであります、大體

多くの星は皆我が太陽の如くに物質の密集の爲に次第々々に密集して行く、恰度今の團體の如くなつて元の原動力は密集であるが、密集した爲に軈て非常に高い溫度になつて、其の爲に更に第二段の內部の原子崩解、內部のエネルギーが出て來たことになつて居るのであります、大分時間を費しましたから是位で止めて置きます。

三、石炭鑛業と坑夫生活

京都帝國大學教授工學博士　井出健六

此の頃は大分氣候も暖くなり殆んど室内などで火を焚く必要もない樣でありますが、尙天氣の具合で寒い時になりますと石炭を焚いて、部屋を暖めなければならぬ、又南の方は九州或は臺灣、北の方は北海道、乃至千島邊りから、汽船とか、或は汽車の便によりまして、極く短時日の間に、此の大阪に來る事が出來ます、其の汽船、或は、汽車の動力となるものは、何でありますか、尙大阪に於きましては大勢の人の從事して居ります紡績、造船、或は鐵工所、さういふ樣な澤山の工場に於ける原動力、乃至は此の部屋の電燈、さういふものまで、その源を尋ねますと云ふと、一部分は水力電氣などの力もありますが、其の全部、或は大部分は、皆石炭の力によつて居るのであります、我々は、餘り考へずに汽車に乘り、或は汽船に乘る、又は工場に於て仕事をし、若しくは、此の明るい室に居りますが、其の蔭に隱れて最も我々に努めて呉れるものは、黑い石炭の塊であります。而して此の石炭といふものは、普通水とか或は

空氣などの如く、無盡藏といふのでありませぬ、卽ち如何程掘つても、何日まで掘つても、盡きないものでなくて、是は段々我々が知らずに使つて居る間に、追々なくなつて行くものであります、尙石炭のある所を探し、見出した石炭を採掘し、而して之を運搬して大阪の樣な使ふ場所に供給するまでには、非常な努力と、尙多大の犧牲が拂はれて居るのであります、大阪の如き大都會に住む人々に對して、九州、或は北海道の樣な邊鄙な所に於て、而も地の下數百乃至數千尺の深さに埋沒されて居る石炭を掘り出して、此の所まで持來たすといふ事柄は多少新しい、且つ特殊な問題であらうと思ひまして、此處に立つて石炭を採掘する石炭鑛業、其の鑛業に從事して居る石炭坑の坑夫の生活の概略を御紹介したいと思ひます、是は大部分幻燈によつて申上げますが、時間の都合上、餘り詳しい所まで申上げる譯には行かず、極く概略に過ぎませんが、此のお話が多少の導きになつて、而して斯ういふ問題に對して皆樣の御專門の智識を藉る事が出來れば、幸の事であります、先づお話の順序としまして、第一に石炭の出來方、石炭の存在狀態といふ事に就て、概略申し上げます。

石炭の出來た事に關しては、我々人間が此の世に出まする前、數百萬年の古き地質時代に遡りて研究を要するから、十分明瞭に又正確に申上げ兼ねますが、今日一

般に了解せられて居ります事柄は、石炭は其の種類の如何を問はず、極く古い時代の植物が、甚だ細かいバクテリヤの働きによつて變質し且つ壓力及び熱の爲め變化し、或は變化しつつあるものである、而して其等の植物の出來た時代は、必ずしも同じ時代でなく、例へば北米合衆國の東の方にあります石炭や歐羅巴の西北の方にあります英國とか、或は獨逸とかに產出する石炭の地質時代を申上げますと、古世代の石炭期といふ時に出來たものであります、それから東洋の印度とか支那あたりにあります、石炭の大部分は、これよりも少し若い新しい時代に出來たものと言はれて居ります、更に又もう少し新しい時代なる中世代に出來た石炭は、北亞米利加、或は亞細亞の內部の方に存在して居るのであります、尙新しい所謂新世代の第三期時代の石炭は、太平洋の兩岸、卽ち米國の西海岸や日本などに產出するものであると言はれて居ります。

さて此の古い時代の植物が、石炭になる出來方を簡單に申上げますと、植物から水分を取りますと、其の大部分は纖維組織となりますが、其纖維組織が普通石炭の根源であると考へられて居ります、植物が水邊とか或は淺い水の中に堆積し、而して丁度今日地球の兩極に近い所に於て、水氣のある所に草が成長し、それが段々と

埋もれて水分を失ひ、纖維組織が多くなつて來るといふのと同じ樣な順序になつて居ります、石炭の出來初めのものが泥炭でありますが、其泥炭が出來るも、亦泥炭から石炭になるのも、同じ樣な順序になつて來るが、其最初は極く細かい微生物バクテリヤの働きで、植物の中から沼氣炭酸瓦斯或は水といふ樣なものをなくして了ふ、而して尙地の中に埋沒し、先程申上げた壓力、熱の爲めに一層其の作用が進んで泥炭から褐炭、有煙炭、更に進んで無煙炭、になるのであります、石炭の出來ます頃は我々の地球もまだ餘り堅くない時代で土地の表面が上り下りする事が頻繁に起つたものと思はれます、尙石炭になる植物が成長するのは、五年十年といふ短時日でなく、千年萬年或はより以上の長い間でありますが、その間に土地が上つたり下つたり、度々繰り返され、隨て地表の植物が下つて水の所に堆積し石炭になる、其の上に砂が掩ひ被さつて、陸地となり之に又植物が繁茂する、それを何遍も繰返す結果澤山の石炭層となります卽ち普通炭層のある所には何枚も石炭層が重なり合つて居るのであります、我が國北海道の夕張などを見ると、三枚の炭層があります、それから又九州の筑前、豐前の邊に於ては石炭層と名の附くものが、二十何枚もありますが、其內厚さが三尺以上もあつて、我々の採掘し得る程度の石炭は、五枚、六

枚といふ程度である、尙獨逸のある地方では八十枚も重なり合つて居る所もあります。而して一枚の炭層の厚さは、一寸二寸といふ樣な極く薄いものもあるが、厚いものになると、數十尺乃至百尺以上になつて居るものもあります、前にも申しました通り、植物から石炭となる時は、一面に於ては其の成分の大部分である水とか瓦斯とかいふ樣なものを失ひ又他面に於ては、壓力の爲に壓縮される結果、今日石炭となつて殘つて居る部分は、元の植物が成長して、倒された儘のものに比較して見ると、其の目方は僅に二割乃至、二割八分しか殘つて居ず、又容積は始めの十分の一位になつて了ふ、それ故或る人の調べた所によると、歐羅巴の北の方では、此の頃では約百年の間に一尺餘の厚さの泥炭が出來る、其の泥炭と云ふものは、殆んど植物から一寸變つた位で、其の變化は極く僅かであるから、元の植物と同じ位の容積と考へて宜からう、それに對して石炭は、其の十分の一の容積になつて了ふ、斯う云ふ譯でありますから、その勘定で申しますと、一尺の石炭層は千年位の植物の堆積から出來十尺の石炭層になりますには、約一萬年位の植物が堆積してなるのである、從つて先程申しました通り、隨分長い年月のかかつた事がお判りにならうと思ひます、但し植物は必ずしも、その成長した場所で倒れて、そこで石炭になるとは限

らぬ、或るものは、倒れて後水に流されて他所に運ばれて一個所に堆積し、其所で石炭に變ると云ふ事もあり得るから總て厚い炭層は長い年月を要して出來たとも云へませぬが、其の場所で成長したものとすれば、さう云ふ長い年月がかゝると思はれます、次に石炭になる植物が埋沒して石炭になります間に、初め堆積する時は恐らく水平になつて居つたのでありませうが其の後或は地球の收縮によつて地層が曲り、若しくは、土地に割れ目が出來て、一部分が陷落し又は隆起する等色々の變動がありました結果元は水平に近い石炭層でありながら現在は多く多少の傾斜を有つて地中に存在して居ります、此處に幻燈に就て御說明申上げます。

（右にて石炭紀の植物、石炭成生、炭層狀態等に關し十數個の幻燈に就て說明あり）

次に石炭の稱類及び世界に於る石炭の量といふ事に就て概略を申上げたいと思ひます。さて石炭と申しましても其の種類は中々多くあります、尙又石炭を分類するに色々の仕方もありますが、我々が普通分けて居るのは泥炭、褐炭、瀝青炭（或はそれを普通の石炭と申します）それから無煙炭此の四つであります、此の四つは硬さとか或は色が段々黑くなつて來る、硬さ色といふ事は、外見的に判斷する事が出來ますが、尙正確には其の石炭の中に含有されて居ります、礦物質の物や水等の

外に植物質になつてゐる酸素、水素といふものが段々殖えて來る卽ち泥炭から無煙炭になる間に、炭素の量が次第に增加して來るから其分量に據りて重な區別が出來ます。それで色々の石炭が何ういふ所にあるかと申しますと、之を我が國の例に就て申しますれば、泥炭は秋田縣或は北海道、若しくば樺太といふやうな、北の寒い所に現に相當あります、併しそれは餘り利用されて居りませぬ、泥炭の次の種類の褐炭といふのは、岐阜縣、愛知縣、或は三重縣といふ地方に於て之が、利用されて居ります、それから尙東京附近の常磐炭と云ふ磐城、常陸產の石炭や、山口縣の小野田附近の本山から出る炭、等は分析上矢張り褐炭の部に屬するのが多いやうであります、その次は普通の石炭で、日本の大部分は普通この石炭である、是も喧ましくいふと、色々に分けるが、大きな分類からいふと、普通石炭である、此の中に、含有されて居る揮發分、或は其の石炭を燃やす時にそれが粘つて固まりますが、其の固まる性質の多少、焰の大小等によつて或は船や家庭に使ふ石炭、若しくは、瓦斯に使ふ石炭、或はコークスを造るに適當する石炭といふ風に、色々の石炭の種類、性質によつて用ゆる所を分けて居ります。無煙炭の方は、我が國では、山口縣、或は京都府、若しくは其外和歌山縣と云ふ樣な所に少しありますけれども、其量は多くありませぬ、無

煙炭は世界では亞米利加合衆國、支那それから英國といふ樣な所に多少產出して居ります、是等の種類の事は、詳しく申上げる事を省きますが、次に斯ういふ樣な石炭が、世界に何の位埋沒されて居るかと云ふ事に就て戰爭の始まる前年、西曆千九百十三年卽ち、大正二年に、北米の加奈陀に萬國の地質學者が集つて數年前から調べた石炭の埋藏量を發表して居ます、其の埋藏量は先程申しました通り、石炭はある事は判つて居つても地下六千尺以上の深所にあつては差當り採收の見込みなき故埋藏量の中に勘定しない、又一寸や二寸の厚さの石炭はあつても取ることは出來ない、さういふ樣なものを入れないで、一尺乃至一尺五寸以上、深さから言ふと地表から三千尺或は五千尺以內(其所によつて範圍を違へてゐる)、又厚さは一尺乃至、一尺五寸を最低限度となし、さういふ範圍の中で採り得る石炭の粍量を合計すると、約七兆四千億粍と云ふ大きな數になります、其の年の世界の石炭產額十三億二千萬粍に對して、約六千倍に當ります、故に若し石炭の產額が少しも變らないで、其の儘續き且つ埋藏されて居るものを、全部採り得るものとせば六千年持續し、假に半分しか採れないとしても、三千年位續く事になる併しながら是は石炭が同じだけづゝ使はれる假定の下であるが、事實は年々產額が增えて色々の用に使つて

居るから、是れより遙に少ない年代に於て石炭が無くなる譯であります、此の七兆四千億の總量の中を種類別にすると、普通石炭が五割三分、それから褐炭が四割四分、而して無煙炭は僅かに七分で百分の七といふ割合になつて居ります、又是を五大洲の地理によつて分けると、全體の炭量の六割九分は亞米利加洲に在る、一割七分は亞細亞、一割强は歐羅巴、濠洲は、二分强亞弗利加は百分の一といふ樣な少量である、尙國別にすると、亞米利加合衆國が全體の炭量の百分の五十二、加奈陀が百分の十六、支那が百分の十三といふ割合になつて居る、而して六百億粍の埋藏量を有つて居る露西亞が全體の量から云ふと千分の八であり、日本の石炭の埋藏量は八十億粍と勘定され、世界中の埋藏量の千分の一である、而して此石炭を各何が國ういふ風に產出して居るかと申しますと、最近の世界戰爭の後は、多少その國々によつて、盛衰あり其石炭產額にも多少の變化がありましたが、極く大體を申しますと、一年の產額は十三億粍、而して亞米利加合衆國は約六億粍を出し獨逸と英國は二億五千萬粍で、合衆國と獨逸英國の三箇國を合せると、世界全體の八割五分の石炭を出す、それから後はずつと下つて墺太利匈牙利、露西亞、日本、佛蘭西、白耳義、斯う云ふ國は、三千五百萬粍乃至、二千五百萬粍の一年の產額である、我が國では三千萬噸、

の石炭を出してゐるが、是は世界全體の產額から云ふと千分の二、三位に當つて居ります、日本の埋藏して居る量は、約千分の一であり、現に出しつゝある量は、千分の二、三で世界の平均から言ふと有る量よりも餘計出して居る事になつて居ります。世界各國に於て石炭を使ふ割合を以つて其の國の工業の盛衰を判斷する事が出來ますが、六千萬以上の人口を有つた我が日本は人口の割合から言ふと、石炭は餘計使はれなければならぬが今までは多い方ではありません、併し段々多く使はれる樣になつてきてあります、石炭を餘計使ふ事は、甚だ宜い事でありますが、一面に於ては、餘り多くの埋藏量を有つて居らぬ我が國では澤山使ふといふと、他の國より早く石炭が缺乏するだらう、斯う云ふ懸念もないではありませぬ、石炭の種類及び產額はそれ位にしまして、その次に石炭の採掘法に移ります。

是は大部分幻燈に就て御說明を致しますが、先程も、幻燈でお目にかけた樣に、石炭層の一部分が、地表に現はれて居りまして、我々が之を露頭と云ひます、石炭層の或るものは地表に露出して居る所もあるが、大部分は地表以下相當の深さの所に存在して居る、我々は石炭採掘の仕事を始める前に、先づ石炭層のある所を探さなければならぬ、尙其の次にはある所は判つても、それは何れ位あるだらうといふ量、

或は存在する狀態を知らなければならぬ、是は地質の調べをしますと、或る程度までは判りますけれども、併しながら實際は、何百萬圓の資本を投じて遣る前に、モウ少し確かな證據を握つて、始めなければならぬ、地質學者の調べによつて多分あるだらうと判つても、尙我々が着手する前に、モウ一層調べて、結局地表以下何れ位の深さで、何れ位の厚味のものが、何ういふ狀態に存在して居るかを調べなければならぬ、此の調べは普通井戸を掘つて調査します、此井戸は人間が這入つて掘り、或は機械を使つて掘る事もありますが、人間が這入つて掘る範圍は深い所で千尺以内でありますが機械を使ふと今日では五六千尺の孔を掘る事が出來、それによつて炭層の有無を確める事が出來ます、此の井戸を掘つて確める事及坑内の仕事の有樣に就ては、大部分幻燈でお目にかけます。

（再び幻燈にて試錐開坑及採炭作業等の説明あり）

尙其の他の仕事としては採つた石炭を運搬する事、或は船に積み、又市場に出す等色々の作事もありますが、是は大概陸上の事でありまして餘り皆さんに珍らしい事でありませぬから略します、又坑夫の生活は他の工場の職工と衣食住に於ては相違なく仕事は幻燈の通りであります、（之は又幻燈にて説明あり）尙坑夫の使役

法とか或は坑夫の保護とか、其の他色々の勞働問題といふ事がありますが、その事は時間がありませぬから全部省いて置きます、尙石炭工業に就て、私の考へを少し許り申し上げて置きたいと思ひますが、是まで申した通り我が國には、一年に約三千萬噸の石炭が產出し、世界の總額に比ぶれば、餘り多い譯ではないが、其價を一噸十圓とすれば、三億圓になる、三億といふ產物は、日本では米、及生絲の外には是れ程の價格のものが原料としては、ないのであります。丁度米、繭、其の次に石炭と云ふ樣に日本としては、可なり多額のものであります、石炭の一噸十圓といふ事は、日本の石炭であつて、比較的安く得らるゝ現狀の事でありまして、若し石炭が不足であれば、外國から輸入し一層高いものを買はねばならぬ、殊に此の度の戰爭に就て考へて見ると、石炭の缺乏して居る伊太利、及び戰爭外ではありますが、瑞典と云ふ處は、石炭がない爲めに、非常な苦みを經驗して居ります、さう云ふ事に就て考へて見ると、我が國でも、今日は石炭は必要だけはありますが、併し無盡藏ではない、他の强國に比べて埋藏量は寧ろ少ないから他の國より早く石炭の不足を感ずる樣に思ひますさういふ將來の事を考へて、我々取るべき大方針或は國策とでも云ふべきものは先づ石炭の探鑛に努めなければなりません、卽ち石炭は今判つて居る處よ

り外にはないかと云ふに、必ずしもさうでない、モウ一層進んで石炭のある所を調査し尙多くの石炭を發見する事を努める、モウ一つは今も幻燈でお目にかけましたが採炭には今尙多く人力に依りて比較的骨の折れる能率の悪い仕方を爲て居りますが、之れを成るべく機械を使ひ、無駄をしない樣に採掘法を改良する、詰り安く掘つて石炭を成るべく捨てない樣に地層の中に殘さない樣に、掘ると云ふ事が第二の問題であります、第三の問題としては、斯う云ふ風にして骨を折つて採ります石炭は、之を運搬し或は需要者に送る場合に、成るべく輕便にし安く供給してやる樣に努める、もう一つ四番目としては、需要者の方では餘り注意して使つて居りませぬが、隨分大切なものであるから、成るべく無駄にしない樣に石炭の完全なる利用を企てると云ふ事が必要であります、それでも尙將來日本の石炭が不足すれば外國から輸入する、若くは石炭の代用品を考へると云ふ事になるだらうと思ひます、茲で私は石炭礦業の一斑と云ふ事を附けたりに坑夫の生活を申上げましたが是は決して石炭鑛業者に限らるべき問題でない、日本殊に大阪では澤山の石炭を消費して居り直接間接に緣のある方々も少くないから各々御專門の立場から此の石炭鑛業及石炭問題に就て十分御研究をして戴きたいと思ひます。

纏らない事を長々申上げて、清聽を煩はした事を感謝致します。（完）

四、動物の智慧

京都帝國大學教授理學士　川村多實二

私が今御紹介されました川村であります。動物學を專攻として居りますので、何か來て話をするようにと云ふ事でありましたが、何がいゝか分りませぬので、「動物の慧智」と云ふ題を出して置きましたが、詰り人間以外の動物はどの位賢いものであるか、どの位は記憶力があるのであるか、さう云つたやうな事を申上げようと思ふのであります。

一體心の中を推測すると云ふ事は隨分難かしい事でありまして、人間同志の間でも他人が何を思つて居るかと云ふ事はよくは分らないのであります。極く親しい間柄で平生氣心の分つた人ならば、十中八九分迄は分るでありませうが、少し無口な人でありますと云ふと、それも仲々分らないのであります。まして下等動物になると云ふと、どの位物が解つて居るのか、どの位賢いのだか判定する手がかりが無いのであります。人間のでありますと、それは言葉なり擧動に依つて判

斷する。あの男は言ふ事がなつて居らぬ、する事がまづいと云ふ事から判斷するのでありますが、下等の動物になるとものを言ひませぬ。又致します擧動が人間と餘程違つて居ります。從つて人間の考へから想像して決める事が出來ませぬ。それで動物の賢愚が非常に困難な問題となるのであります。

今少しく詳しく說明致しますと、第一に斯う云ふ事が分らないのです。動物が色色な事をする時に、それを自分で承知して居るか何うか。之を心理學の方では「意識」と申しますが、吾々が何か一つものをしますと云ふと、した事はチャンと知つて居る。御飯を食べましても、道を歩きましても、一々承知の上でして居りますが、之と同じやうに、總ての動物が意識しつゝして居るかどうかと申しますと云ふと、之が仲々困難な問題であります。人間でもひどく寢呆ける男になると、道の一丁位歩いて何處かへ這入つて寢てしまふ。朝になつてどう考へても覺えて居らぬと云ふ事もありますし、又馬から落ちた人なんかの暫く意識が回復しない間、人がものを言ふと返事をします。食事をすゝめるとムシャ〳〵食べます。然し後で覺めて何を云つたか、何をしたか少しも知らぬ。詰り吾々人間でも無意識の狀態で居ります場合がありますから、下等の動物では强ち自分で意識してなくても、色

色な事が出來やうとも考へられるのであります。

蛙の腦髓を切り取つてしまつて下顎の邊に鈎に引かけて宙ぶらりに吊下げて置いて、其の一方の脚を一寸刺激する。例へば稀い硫酸を皮膚の一點に塗ります。さうすると蛙は自分でこの刺激物を取り除かうとしていろ〳〵と脚を動かします。此の場合蛙には腦髓がありませんから、此の擧動は全く脊髓だけで起る反射運動であります。此の反射運動が仲々難かしい事を致します。腦髓を取つてしまつた蛙を飼つて置きまして、二三日經つて傷の治つた時に、蠅を傍へ持つて行くと採つて食ひます。腦髓はないのでありますからして、この動作は蠅が前を飛ぶのが目に見えたからして反射的に口に入れる。口に這入つたから反射的に呑み込む。卽ち腦髓を使はなくとも反射運動の連續で以て蛙が蠅を取つて食ふと云ふ事になります。もう一つ同じやうな例を取つて見ますと、蛇や鰻の頭を取つてしまつて、其の胴を手で握ると氣味の惡い程强く手に卷付きますが、是も反射であります。人間に胴を握られたからして、これでは困ると考へた末に退けようとしてするのでなくして、胴の處に、物につかまれたらばかうして逃げようと云ふ性質が既に備はつてあるのであります。

右申しましたやうな反射運動がいろ〳〵の運動にありますことから、下等動物は何事も意識して居るのではない、自分は何も知らないで唯反射運動でして居るのではないかと云ふ議論もありますので、昔の心理學者の中には、人間以外には意識がない。恰度自働的機械のやうなものである。時計のやうなものである、何事もすべて反射を續けさまに行つて居るのだと、斯う云ふ風に動物無意識論を唱へた人もありますが、然し人間だけを特別取扱にして、他の動物は猿を始め犬猫以下全部無意識だとす可き理由は少しもありません。解剖學上腦髓の構造なんかを調べても決してさうは言はれないのでありまして、若し最下等の動物のアミーバを無意識動物と認めるならば、最上等の人類は有意識動物であるから、動物界の或る所を境として、之以下は意識がない、之以上は意識があると斯う言はなければならぬのでありますが、さてその境が決定し難い。又同一種の動物で申しても、平常して居ることが何處から何處迄が有意識動作で、何處から何處迄が無意識動作であるかと云ふ此の區別が、仲々つかないのであります。

心理學者で斯う云ふ事を云つた人があります。「經驗によつて物を覺えるものには意識がある。」成程無意識に爲たことを覺える筈はありません。覺えると云

ふ事は聯想でありまして、觀念の聯想とも申しますか、先づ物を覺え得る動物なれば意識があると考へて宜ささうでありますが、是も逆に言ふ事は言へない。物を敎へて覺えなければ無意識だとは言へない。何故ならば、例へば、人間は指先を針で一寸刺されても痛いと感じます。自分の指先に針が立つたと意識して知りますが、非常に健忘性の人で一遍刺されて痛かつたことを直ぐ忘れてしまふと假定します。此の場合幾度刺されても針の痛いと云ふ事は少しも覺えませんが、然し刺される時は痛いと意識するに違ひない。物を覺えると云ふことは記憶でありますが、感覺といふ一層簡單な斷片的な意識作用もあることですから、物を覺えないからとて總ての意識作用がないと言はれません。詰り此の問題は何んとも判斷の仕樣がない。從つて考へやうによつて說が如何樣にも立てられます。先刻申しましたやうに大抵の動物は反射の連續で總ての行動をやつて居ると云ふ說もありますと同時に、一方には極く下等なアミーバと云ふやうな動物でもチヤンと意識して總ての動作をして居るのだ、自分の恐ろしい敵が今自分の所へ來たとか、其處に食物があるから追ひ駈けようとかの心卽ち意識を有つて居るとか、直ぐ前に自分のした動作を覺えて居て、其の次には別の動作をするとか、さう云ふ極端

な說を有つて居る學者さへもあります。結局無意識に行動して居るか、チャンと意識を以てして居るか、確かなことは分らないのでありますが、大體に於て下等なる動物になる程無意識の動作の割合が增し、又意識そのものも次第に不明瞭なボンヤリしたものになると考へて置くのが穩當でありましやう。

心の有無に關する議論は此の位にして置きまして、次には物を覺える事の出來る。卽ち智能を有つて居る動物に就て、智能の程度卽ち賢愚の差を考へて見ましやう。之を見分けるには凡そ二つの標準があります。第一は推理力であります。推理力と云ふのは直ぐ眼の前に起つた事柄のもう一つ先の事を考へる事であります。云ひ換へれば物を考へる事が出來るか出來ないかと斯う云ふ事であります。今から十數年前でありましたが、獨逸でハンスと云ふ大變賢い馬が現はれました。此の馬は加減乘除の算術をする。馬の立つて居る前の黑板に3×3＝？と書くと馬が之を讀んで右前足で地面を九つ打つ、12＋3＝？と云ふと四つ打つて止める。十桁の數字は左前足で打つ。斯う云ふ大變賢い馬が出たのであります。それが世間は勿論專門學者間の大問題となりまして、中には馬は此の通り賢い動物だと是認する學者もありましたが、或る學者が立會つて嚴重な試驗をしまして、

其の要點を見附け出しました。それは馬の側に立つて居る馬の持主が甘く答へて呉れゝばよいがと心配して立つて居りまして、馬が適當な數だけ打つた時に安心して一寸覺えず首を動かすのを馬の方で見て取つて打つのを止めるのでありました。之でハンスは實際に算術の能力はないことが解つたのですが、然し其の後今度は誰も傍に居らずとも正しい答の出來る馬が出ました。此度は幾ら嚴重な立會試驗をやつても確かに計算をするのだと思はれますが、然し他の獸類一般を見渡して考へますと、それでは馬が餘り賢こ過ぎますので、又何か一寸氣のつかない方法で馬が答を感ずるのであらうと信ずる人が多う御座います。

イソップ物語のやうな書物を見ると、狐や鶴なんかゞお互に話をしたり欺し合つたりしたと云ふ事が書いてありますが、あれは昔の御伽話でありますが、今日でも世間では動物がいろ〳〵と智慧を廻らすと考へて居ります。アメリカの山荒と云ふ獸は體に針の樣な硬い毛が生えて居りますが、この動物が枯葉を集めて巣を造ります處から、どうして枯葉を集めるかと云ふと、少し坂になつた處へ體中の針を立てゝ轉がり、落葉を針の先きに突刺して集めるのだといふ說があります。然し之は人間の考へた方法で實際には無いことであります。私共の子供の時に

讀みました本に、蛇が雀の卵を取りに來るので、雀が土塀の上に瀨戸物の破片を植ゑて置いた。それで翌朝蛇が腹を割いて死んだと云ふ事が書いてありましたが。之もお話でありましやう。又曾て中學校の英語の教科書としてナショナルリーダーと云ふ本を讀んだ時に、熱帶の森林に棲む猿の群が、川があつてこつちの木か向ふの木へ渡れない時には、梯子の樣に十何匹かの猿がつながり、ブランコのやうに振つて、一番下の猿が向ふの枝を摑へて橋をかけ、さうして殘らずの猿が向ふへ渡つて仕舞ふと、此方の端の猿が手を離して向ふへ移ると云ふ話を讀んだ事を私は記憶して居りますが、是等も實際は無いことで、唯書物の上のお話であると云ふ事が近頃の研究で分りました。旅行者や探險家が諸地方で聞いて來る動物の話には、兎角かういふ風の間違ひがありますが、之には成る可く面白い人を感動させる樣な話を聞かせやうと望む吾々人間の天性が土臺となつて居ります。

右のやうな間違ひを避けて本當に動物の賢愚を確める方法としまして、近頃動物園や水族館にある動物を材料として、實驗的に色々調べて見ることが始まつて居ります。猩々だとか、黑猩々だとか云ふ人に能く似て居る、吾々の方で類人猿と總稱します猿があります。英語でゴリラとか、チンパンジーとか、オランウータン

とか云つて居ります類ですが、此の類人猿だけは少し高い程度の智慧卽ち推理力があります。例へば手の屆かぬ所に餌があると踏臺を用ひて背を高くしたり、棒をもつて搔寄せるだけの智慧があります。或る時に黑猩々の檻の外から釘を打つた人がある。所が釘が長くて檻の中へ何分か出た事があります。それを此の猿が氣にして餌を貰ふ皿で打つて外へ打返したと云ふ事があります。人間でも斯う云ふ道具を用ゐると云ふ智慧は、極く赤ン坊の時にはない。それは赤ン坊の時にはまだ推理力がないからであります。次に普通の猿の類になりますと云ふと、類人猿程の智慧はなくて、直ぐ目の前のものしか分らないので考へてものをするとか、外のものを道具に利用するとか云ふ力はないのであります。永年の間動物園で色々と經驗した結果を發表した人がありますが、よく脚に傷なんかをして繃帶をしてやりますけれども、それが自分の爲だと解つて繃帶を嚙み切らずに置く動物は殆どないさうであります。自分の飼主であるから、彼の人のして呉れる事だから安心だと信用するやうな動物は殆どないのであります。賢い飼犬のやうなものは別でありますけれども。詰り、猿以下の動物には推理力がないといふことになります。それで先程申しました馬の計算能力なるものが、どうも信用出

來ぬ、何かの間違ひではないかといふのであります。

今一つは物を覺えることの速さが智能の程度を鑑定するために用ひられます。聯想によつて物を覺えるか覺えないかと云ふ事、之に依つて賢いか馬鹿かゞ分るのであります。是は隨分下等の動物にあるのでありまして、殊に快不快感卽ち自分に快い事と、不快な事とを其の問題にくつゝけて覺える事が能くあります。犬に藝をさす時にうまく藝をするとお菓子をやる。犬はお菓子を食べると愉快であるから、此の快感と藝をすると云ふ事とくつゝけて覺えるのであります。魚なんかもさうでありまして、池の鯉なんかに平生手を敲いてから餌をやる癖をつけると手を敲くと出て來る。貰ふ食物と振動とが聯合して來るのであります。脊椎動物では蛙が馬鹿だといふこになつて居ります。蠑螈は一層蛙よりも馬鹿だといふ人もあります。動物學上魚よりは蛙の方が進化の度が高いのでありますけれども、智慧から云ふと魚より馬鹿であります。之を研究した方法は色々ありますが、例へば蛙に二叉の路を選ばせる樣にし、右に行けば無事に水のある所へ出られ、左の板をはめてある所へ行きますと云ふと電氣がかゝつてビックリするやうにして置く。高等な鼠のやうなものになりますと、一二遍觸るともう觸らぬや

うになりますが、蛙のやうなものは幾度も幾度も突きあたるのであります。之か知能が少い證據であります。

無脊椎動物になりますと知能が著るしく貧弱となる樣であります。色々研究した人がありますが、中には少し物を覺える者があると云ふ事であります。二三の實例を申上げましやう。或る人が蟹を飼つて置きまして、例の二叉の路を選んで自分の室に歸る試驗をやらせました處、仕舞ひには少しも迷はずに一直線に歸るやうになつたさうであります。併し中には(蟹の種類にも依るけれども)蟹は馬鹿で、物を覺えないと云ふ實驗の結果もあります。それは例へば蟹にある物を與へて挾ませます。挾むと直ぐに人間が掴むで無理に放させます。又挾ませては掴むで放させる。何時まで繰返しても懲りずに挾むといふのであります。兎も角も蟹はあまり賢い動物ではないやうです。貝類には少し物を覺える力があるやうであります。殊に貝類の中の烏賊、蛸の類が割合に賢いやうであります。御承知の蟹に近いヤドカリといふ動物を蛸が好んで食ふのでありますが、ヤドカリとイソギンチャクと共棲して居る事がありまして、イソギンチャクがヤドカリを敵に對して防禦することになる。それに蛸が刺される。處が蛸は一二回刺され

ると、もう覺えて仕舞つて、決して此のヤドカリを襲はず、傍を通るにもよけて泳ぐと云ふやうになつたと云ふ事であります。それからアカエヒの類に電氣を出す魚がありまして、日本近海ではシビレエヒと云ふのでありますが、それに蛸が觸つて電氣に感じビックリしますが、間もなく觸らないやうになると云ふ事であります。

それから昆蟲の類になりますと可なり賢いやうであります。水の中にゲンゴロウと云ふ蟲が居りますが、それを飼つて見た人があります。初めは水の中で食物を與へて居つたのを、次第に水面でやる。遂には水から離れた所でやるやうに慣らしました所、終にノコ〳〵水の外に出て來て食べるやうになつたさうであります。蜜蜂や蟻は非常に賢い者のやうに世間で考へられて居りますが、世間の人の感心して居る動作の大部分は實際は後に說明致します本能でありまして智能ではありません。然し蜂も蟻も多少智能はありまして、巢の近傍の地形を直ぐ覺えたり、純粹な食物と毒を混ぜた食物とを其の色どりに關聯して覺えたりする事は事實であります。一體蜜蜂は色が見えるのか見えないのかと云ふ事が問題になつて居ります。昔ダーウインが動物進化論を出しました時に、植物の花が何う

してこんなに美しくなつたかと云ふ事を説明するために、昆蟲が來て花粉を媒介するのに美しい花の方が何うしても澤山の昆蟲が寄つて來る。從つて受精の機會が多い。之に反し美しくない花は實を結ぶ機會が少いから、生存競爭の結果花の美しい植物が生き殘り、次第に花が美しくなつたと、かういふのです。之は大變面白い有名な説でありまして、能く進化論に出て來る話でありますが、其の後昆蟲の眼の組織や生理を調べて、昆蟲の眼には光の明るさを見る神經があるが、色の區別を見る神經が缺けて居る、と云ふ事を云ひ出した學者があります。是は人間でも明るさを見るものと赤とか紫とかの色を見る者とは視神經の細胞が別になつて居ります。御承知の色盲と云ふのは明るい暗いは普通に解るが、色の區別が解らない。それは一方の視神經細胞に故障があるからです。さて右の下等動物色盲説によりますと、魚類もさうでありまして、魚はどんな色を見せても、どんな美しい色を見せても白黑又は薄墨色に見て居るので、赤も青も區別はないのだらうと云ふ事であります。そこで若し此の説が正しければダーウインの進化論が大分困ることになる。昆蟲が來るので花が美しくなつたと云はれない事になります。夫故之がなか〳〵大變な問題になつて色々と議論をする事になつたのでありま

すが、最近に獨逸で蜜蜂を用ひて矢張り色の區別も出來ると云ふ事を證據立てた實驗がありますから、序に申上げます。それは白から黑迄の色々な程度卽ち薄墨色の濃いのから薄いの迄の紙札を竝べて置きまして、其の中に一つだけ青い色を混ぜて置く、何故こんな事をするかといへば、これだけ濃淡種々の程度がありますから、若し蜜蜂が色盲で此の青色が薄墨色に見えるならば此の青と紛らはしい札が外にある筈だといふわけです。次に總ての札の上に硝子の小皿を載せて青札外のには唯の水が這入つて居るけれども、青札の上のだけ砂糖水を入れて置く、蜜蜂が來て探しまして、之に砂糖水がありますからして之にとまるのです。其の中に皆んな一直線に青札の上ばかりに飛んで來て外へは來なくなりました。卽ち青札の上に砂糖水があると云ふ事を蜜蜂が覺えましたから、今度は小皿を一切なくして仕舞つて此の青い札をあつちやこつちへと、位置を替へますと、蜜蜂はいつも飛んで來て眞直に青い札の上に止りました。そして之と間違へて蜜蜂が集つた薄墨色の札が一つもなかつたのでこんなに濃淡種々あるにも拘らず必ず青札の方へ來ると云ふ事は青色がやつぱり別の色として見えてゐるのであると、斯う云ふ結論に達したのであります。是は色盲に關する議論で一寸別の問題であり

ますが、然し同時に蜜蜂は聯想で物を覺える力は十分にある事を示して居ります。

斯樣に魚や鳥のやうなものは勿論、蟹、蛸、烏賊或は昆蟲の類は經驗によつて物を覺える事が出來るのでありますが、それ以下の動物になりますと、此の力が非常に弱くなりまして、何度同じ事を繰返しても覺える能力がない。卽ち智能を持ち得る動物は脊椎動物の外は、貝類、昆蟲類、此の位を考へなければならぬ。尤も學者によつては極端な考へを抱いて居る人がありまして、前に申しました通りアミーバでも經驗によつて物を覺えると主張しますが、それは別と致しまして、大體下等動物は幾度同じ事を繰返してもそれを覺える能力がないと考へて宜しいと存じます。さうすると夫等の動物が毎日やつて居る動作は、吾々のする事と違ひまして總てありのままの、先天的に與へられて持つて居る性質卽ち親から遺傳して來て居る通りであつて、決して生れてから後に習つたり變更したりしたものではないのであります。之を昔から本能と申して居ります。尤も吾々人間にも本能があります。生れたら直ぐに乳を吸ふ、氣に入らねば泣く、手に觸つたものは握ると云ふやうな本能があるのであります。是は一度斯うであつたから、此の次からは斯うすれば宜いと云ふ經驗でする智能でもないのでありまして、一々意識して居る

か、無意識でして居るかは解りませぬが、兎に角生れ付きであります。所が此の本能、親讓りの鑄型にはまつた行動の中にもなか〳〵馬鹿にならぬのがあります。之で智力で迚も及ばぬ事を澤山な動物がするのであります。之から數箇の例を擧げて見ます。

巧妙なる本能として第一に例に惹かれますのは動物が子を育てる方法であります。鳥や蟲には巣を造るのに非常に上手なのがありますが、中には木の葉を集め蔓の上を縫合す鳥があります。日本にも雪加（せつか）と云ふ鳥が木の葉を草の纖維で縫つたりなんかして居ります。ホトトギスは反對に自分で巣を造らずに鶯などの巣に卵を一つづつ配つて育てゝ貰ひます。それから蜂の類に色々巧妙な事をするのがあります。一例を取つて見ますと、芋蟲の體へ卵を生みつける蜂がありますが、その前に芋蟲の腹側を通つて居ります神經の球の所を毒針で刺しまして、神經を殺して仕舞ふ。それですからして芋蟲は知覺も運動もなくなりますが、直ぐには死なゝいで尚何週間か生きてゐる。此の神經を殺して半殺しにして置いた芋蟲の體へ卵を生みつけるのであります。さうすると卵が孵つても直ぐ側に滋養物がありますからして少しも困らぬ。丁度芋蟲の肉を喰ひ潰して皮ばかり

殘つた頃に羽が生へて飛び出すわけであります。

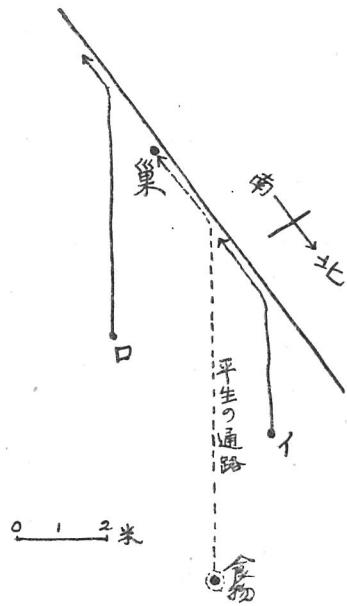
昆蟲の內には又社會生活をして居るものがあります。是は御承知の如く蜜蜂であるとか、蟻、白蟻とか云ふやうな動物でありますが、上に女王がありまして、女王の下に數匹の雄があり、又澤山の働く蜂や蟻があります。中には戰爭するために兵士に當るものも澤山ありますが、詰り一個の巢の中の蟲が夫々分業をしまして相扶け、さうして社會生活をして居ります。此の社會生活をして居ります動物がなか〳〵巧妙な事を致します。例へば斯う云ふ風に澤山の者が一所に塊つて生活して居る場合には、當然、食糧問題が起りまして、なか〳〵難問題であります。吾々人間でも田舍に散らばつて居ればさうでもないですが、東京とか、大阪とかの樣に一箇所に人が澤山に集つて居りますと、どこからか食物を持つて來なければならぬのでありますが、昆蟲もこの食物供給の爲に色々な事をして居る。例へば蟻の中には巢の中で麴を作つて居るのがあります。それは木の葉なんかを澤山引込んで來まして、巢の中の廣間(幾らも斯う云ふ部屋がありますが)この部屋の所へ木の葉を小さく刻んで詰め込んで置きまして黴を植ゑます。さうして麴を造る。そして食物の少い時にそれを食つて生活して居る。この蟻の巢が大きくなつて

分家をする時、卽ち新しい女王が出來て分家をします時に、新女王は舊女王からこの黴の菌絲を少し貰つて行きまして口の內に含んで居り、さうして必要なときにそれを植ゑつけるのであります。次に又社會組織では食物の平等分配といふ事が必要でありますが、昆蟲はチヤンとそれをやつて居ります。蟻の中には自分を犧牲にして食物の貯藏倉庫か樽の樣な役目をするのがあります。それは腹が非常に大きく球の樣に膨れて居りまして、頭と胸とがその一端にクツ附いて居る。液體の食物を仲間の職蟻が吸ふて來ては口移にし此の蟻に與へますとそれを大きな腹に貯へます。入れられるだけ入れて仕舞ふと、通り路の邪魔にならぬやう巢の天井に上つてブラ下つて仕舞ひます。冬になつて食物が不自由となる頃に下りて來て巢の中の一同に口移しに分配してやると、斯う云ふ譯です。最後に今一つ、吾々人類社會でも食糧品が澤山ありまして生活に困らない間は問題にならないんでありますが、食物不足で非常に生活が苦しくなると云ふと人口を制限すると云ふ事になります。之は產兒制限といつて近頃世間で喧しくなつて居ますが、蟻や蜂は疾くに產兒制限をやつて居ります。卽ち女王が要るだけ產んで、もういゝだらうと云ふ處で止める。本能で成立つた社會生活でも立派にかういつた

大問題を解決して居ります。

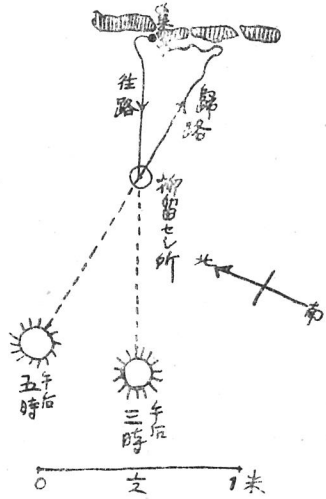
次には動物が自分の巣に歸る本能、歸家本能のお話をしましやう。是は動物心理學上面白い問題でありまして、之を研究する爲めには動物はどんな能力で歸るか、道を智能で覺えるのか、或は香か何かで見當つけるのか、所謂「本能の分析」をして見なければならぬ。此の本能分析の實例といふ意味を兼ねまして、お話したいと思ふのであります。今蟻のお話をしましたからして蟻の場合を初めに申上げます。卽ち蟻が巣へ歸つて來るには何を目印しにして歸つて來るかと云ふお話であります。申す迄もなく吾々人間が何處かへ行きまして自分の家へ歸つて來るのには、彼處に松の木があつたとか、石橋があつたと云ふ眼で見た風景の記憶で歸つて來るのでありますが、蟻もさう云ふ事で歸つて來るか何うかと云ふ問題であります。之に就ては昔から風景を覺えて歸つて來るのだと云ふ說が有力でありましたが、其の後例へば蟻が歩いて行きました途中の石を摘んで置き變へたり、攪き廻したりなど致しまして、人間が少し景色をいぢくつて見ましても大抵迷はずに歸つて來ると云ふ實驗から、全く方向を能く覺えて居るのであつて、人間が歸路を覺えて居るやうに風景を覺えて居るやうではないといふ說に傾いて來たので

あります。併し中には多少風景を參考にするらしい事もあります。これは郊外にでもお出でになつた時隙潰しにやつて御覽になるものも宜からうかと思ひますが、例へば此處に敷石があつて巣が此處にあるとして、(第一圖參照)此の邊で食物となるものを見つけまして、此のやうな途を取つて食物と巣との間を往復して居ると致します。試みに蟻を右側(イ)へ移して見ますと、何う云ふ方法で方向を知つたのか解りませぬが、兎も角も前と平行した途を進み、敷石に突當つたらこつちへ廻つたのです。次に反對の側の(ロ)此の邊へ持つて來たら又こつちへ行きまして敷石に突當つたら、巣は右にあるにも拘はらず左に曲りました。詰り敷石に突當つたら、左へ曲ると云ふ事を蟻が覺えて居るらしい。斯う云ふ事から考へると多少風景を覺えて居ると居ふ說がありますが、併し多くの場合眼で見た風景を覺えて居るのではないらしい。それでありますからして行くときに歸る路を覺え



第一圖　蟻の歸巣本能實驗

て置くと云ふ說は極く薄弱であります。次に或る人は太陽の方向を見覺えにして居ると云ふ事を云つた人があります。それは何うして、證明したかと云ふと、此處に蟻の道がありまして、此處に太陽があつた。(第二圖參照)丁度午後三時に蟻がこちら向いて歩いて居つた時に、鍼力の罐で蓋をして仕舞つた。さうして二時間留め置きました。其の中に太陽が此處へ來たのです。午後五時で行掛けに太陽の方向で行つたものだから歸りには其の反對に行つた。それで太陽の方向を目印しにして居ると云ふのでありますが、これは單に或る特殊の場合でありまして、一般的としては通用しません。例へば曇つた時の說明に困るのであります。それから今度は斯う云ふ研究をした人があります。或る所を歩いて居る蟻がありますとしますと、(圖省略)其處へ豫め紙を布いて、置きまして、蟻がその



第二圖

蟻の歸巣本能實驗

す。其の時に此の罐を取りまして蟻を放して見ましたらば急いで巣の方に歸つて行くのに、元來た道を通らないでこつちへ行つたのです。詰り

上に載つた時に、之を少しづらして此の邊まで持つて來た。さうするといつものやうに此處まで來て曲らないで此の邊で曲つた。だからどういふ路を通つたらば其の後何分位で曲るといふやうに癖がついて居る。詰り一つの筋肉感覺であらう、と云ふ人があります。卽ち或る筋肉の使ひ方を或る距離の間だけすれば、次は筋肉の感覺が自ら調節して別の使ひ方をする。一つの筋の働きを或る程度まで行つて歩いたら、次の筋の働きによつて曲ると、斯う云ふ理窟であります。音樂家がピアノを彈く時に初めは譜を見てやつて居りますが慣れて來ると無心でやつて間違はない。間違へば直ぐ氣がつく。又間違はない時には滯りなくやつて居りますが、一度引かかると云ふと、直ぐ其處から續けるよりも、少し前に遡つて始める方が始めよい。之が筋肉感覺の例でありますが、蟻の場合も丁度其の通りだと云ふ說であります。併し是だけでは總ての場合の解決はつかないのであります。最後にもう一つの說を申しますと、昆蟲は非常に臭の感覺が鋭敏でありますから、蟻は到る處自分の歩いた道に自分の臭を殘して行く、丁度犬が小便して歩いたやうに途々に殘した其の臭を嗅いで歸るのだと、斯う云ふ說であります。その證明としては臭の紛れさうな物を途中に振蒔いて置くとか、臭が滅茶苦茶になる

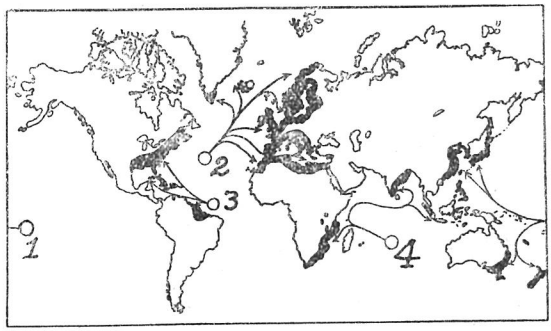
やうに地上を引つ掻き廻してやると非常に蟻が迷ふ事實があるのであります。能く研究して見ると、行掛けに殘して置く臭と歸りに殘して置く臭は違ふらしい。と云つた人があります。所が豫め蟻の通り道に紙を敷いて置きまして、蟻の通つた後に其の紙を百八十度に廻轉する。元こつちがイであつたのを今度はこつちをイにしてこつちをロにする。恰度百八十度廻したのですが、行きがけの臭の殘つて居る事は同じ事であります。併し蟻が此處迄行つた時には非常に躊躇するのであります。夫故蟻が一箇所の臭と次の場所の臭とを嗅き分けて居るやうにも思はれます。斯う云ふ風にして蟻が巣に歸るには一體どうして歸るかと云ふ事は未だよくは解りませんが、斯ふ云ふ風にして本能に關係する感覺や、精神的能力を調べるのが「本能の分析」であります。

今臭の事を申しましたから序に嗅覺の事に就ても少し申上げますが、人間は感覺器の中では眼が一番能く利くのです。鼻は大變人によつて利く人と利かぬ人とあります。人種にもよりまして、黒ン坊は大變よく鼻が利くのです。嘗て亞米利加人の或るホテルの入口に使はれた黒ン坊にお各の帽子を受取つて預る男がありまして、それが合札も何んにも渡さず唯受取つて懸けて置くのであります。

然かも歸る時には、一々間違ひなくそれを渡す。それは鼻が非常に能く利くから何百人のお客を嗅ぎ分けて、其の嗅のする帽子を選んで渡すと云ふのであります。文明人は概して嗅覺が退化して居ります。智慧が發達し頭腦が發達すると、どつちかと云ふと五官が利かないやうになるのであります。それですから吾々程度の五官から人間以外の動物の感覺を推論して判斷をするのには甚だ誤り易い事を注意せねばなりません。さて昆蟲では觸角が嗅覺器として用ひられると云ふのですが、之が吾々の考へるよりは著るしく鋭いのであります。さつき蟻が臭を嗅ぐと云ふ事を申しましたが、二階の疊の上に砂糖が溢れて居るのを蟻が取りに行くなどは皆嗅覺であります。或る人が研究した結果では一匹獨特の臭、其の種特有の臭、其の巣通有の臭の區別がありまして、其の感覺の位置を能く調べて見ますと、個體の節は觸角の第十番目の節で嗅ぎ、自分と同じ種類の臭は第十二番目の節で嗅ぎ、巣を同じくする仲間を嗅ぎ分けるのは第十三番目の節にあると云ふ事を發見して居りますが、之には異論がないではありません。感覺の位置は兎も角、蟻が敵味方を區別したり同種類を見分けるには臭でやつて居ることは確かであります。外の蟻が交つた時には臭で區別して敵だと喰ひ殺して仕舞ひますが、人

爲的に臭を紛らはしくすれば欺されます。又人間では嗅覺では嗅氣が何方から來たといふ方角は能く判りませぬけれども、蜂だの蟻だのでは角を動かして之を知ります。前後左右に動かして居る時に此方の方が少し臭が強いとか弱いとかで、どつちから來たと云ふ事が判るのであります。尤も之も鋭いからこそ出來ることであります。又吾々がよく見ることですが、一匹の蟻が食物を見つけて歸つたとき、間もなく他の蟻が後から續々ついて出て行きます。一寸考へると蟻に言葉があつて皆來い來いと言つて誘ふやうに思はれますが、之は人間からの推論に過ぎないので、多分實は一匹の蟻が歸つて來ると、體に食物の臭がプンプンして居る。それで自然に他の蟻が近づく、何も彼奴の行く所には食物があるから行かうと智慧によつて判斷せずとも、反射的に引寄せられて蟻がゾロ〳〵行くことになるのであります。別に智慧として說明せぬでも嗅覺による反射として說明し得るのであります。序にもう一つ蝶々の嗅覺のお話をしますと云ふと、蝶々や蛾の類も臭を嗅ぐ力は非常に鋭敏なのであります。曾て或る學者が亞米利加の市俄古でやつた實驗があります。先づ市俄古附近に一匹も居らないことが判つて居る蛾の卵を、遠方から運んで來て孵しました。さうして蛾が親になりました時に、

その中の雌を庭先に懸けて置いて、雄だけを一哩半ばかりの所へ持つて行つて夕方に放したのです。さうすると翌朝雄がチヤンと雌の所へ來て居つたのであります。又佛蘭西の或る學者も蛾で實驗したことがありますが、二十年來研究して居つたけれども、未だ其の邊で見つからないと云ふ蛾の生きた雌を、遠方の友人から貰つて來て置きました所、僅か二三時間の内にそれと同じ種類の雄が何處からとなく六十、七十匹も附近の各地から駈付けて來たのであります。それですからして昆蟲とか蜘蛛とか、或は其の他の下等動物になりますと云ふと、どうも人間の知らない鋭敏な感覺が幾らもあるらしい。之から昆蟲以外の例で以て歸巣本能を申上げて見ましやう。先づ手近い例を申しますと、蒲燒にするあの鰻の話であります。此處に世界の地圖を書いて見ます。（第三圖參照）さて日本に居る



第三圖
移動のなう經路

鰻は南太平洋の中、(圖の1.)丁度濠洲大陸の東北方で產卵します。幼魚はこゝで孵化しまして、さうして四年以上の年月海中を泳ぎ泳いで、フィリッピン、臺灣の沖を通り、航程一萬數千哩を經て日本に來るのであります。歐羅巴に行きます鰻は大西洋の眞中の斯う云ふ所(圖の2.)に育ちまして、さうして幾らか潮流にものりますけれども、歐羅巴沿岸から地中海へ這入つて行き、一部は英吉利へも行き、さうしてその國々の川へ上つて行きます。亞米利加へ行く鰻も同じく大西洋ですが少し南の此の邊(圖の3.)で育つて、さうして南北亞米利加の川へ上つて行きます。尤も川で取れる鰻は皆雌でありまして、雄は海か川口迄しか來ませぬが、產卵は川でも川口でもなく、遠く大洋の中心に於てするのです。淀川流域の鰻でありますと多分紀淡海峽を通つて外へ出るでしやう。さうしてズット二萬哩も隔たつた南太平洋へ行つて卵を產みます。孵化した小さな鰻は無色扁平な、親とはまるで違つた形の魚ですが、この長さ僅か五分か、一寸位の幼い鰻が二萬哩も海中を泳い川でへ來るのでありますが、歐羅巴へ行く種類の鰻は何時も歐羅巴へ行き、亞米利加へ行きます種類の鰻は何時も亞米利加へ行きますので、決して間違つて他の大陸へ行く事はない。僅かに、一寸にも足らぬやうな幼魚が風波を凌いで一萬何千哩も

ある所を行きますのは實に驚くべき事であり、而して夫々の大陸を見分けて間違なく行くのはどんな感覺に依つて行くか、それが分らないのであります。吾々はそれは本能であると云つて居りますが、それ以上分らぬから唯本能と云つて置くまでゞあります。人間であるならば智慧を働かし、頻りと航海術を應用し、太陽の高さを計るとか、船の航程を計るとかして、辿り辿つて行く譯でありますが、そんな智慧は彼等にはありません。鰻以外にも移動の本能をもつ魚類はあります。能く北海道あたりの鮭を人工孵化しまして川へ流しますと海に下つて大きくなつて再び元の川へ上ります。流す時に鰭の端を切つて印をして流して置きますと、同じ鮭鱒が復元の川へ上つて來たことが分ります。どうして元の川を覺えて居るか、何が目印しで同じ海岸へ近づいて來るか分らないのであります。

それから鳥類に澤山の例があります。軒に巣をする燕が秋に歸つて行く時に脚へ針金か何かで印をつけて置きますれば、同じ燕が翌年歸つて來ることが證明出來ます。さうして日本へ來る燕でありますと云ふと、印度、比列賓、南洋の方へ行つて冬を送つて來るのであります。かういふ移動を鳥の渡りと謂つて居りますが、之がなか〳〵面白い習性であります。日本の千鳥の或る種類は、千島やカムチ

ヤツカの邊で育つて、さうして別に誰に敎へられる事もなしに、日本を通つて印度を通つて或る者はオーストリヤ迄行く。此の大旅行をば春秋毎年二回鳴や千鳥の類が行つて居ります。尤も中には日本から千島迄の往復で距離の短いのもあります。現今渡りの經路は亞米利加で最も能く知られて居りますが、千鳥の類には斯う云ふ徑路があります。卽ち北氷洋に面した岸の此の邊で育ちまして、さうして先づ東南に向ひます。そして此處で木の實を澤山に食べまして大變肥り、身體に脂が澤山出來ます。この脂肪が飛行機で云へばガソリン見たいなものでして、それを消費し、其の力でもつて飛んで行くのであります。此の脂肪の準備が出來ますと云ふと、眞南に向つて大西洋を二千二百哩縱斷します。其に要する時間が二晝夜ばかり。鳴や千鳥は水鳥でございませぬから、飛出したら水面に泛んで休息することは出來ませんから、一旦飛びかけたら最後風が吹かうが雨が降らうが眞直に飛んで行きます。昔コロンブスが亞米利加を發見しました最初の航海にこの渡り鳥の徑路に行き當つて、鳥が行く方角の方へ行くと島があるに違ひないと言つて、船の方向を變へた爲めに早く亞米利加を發見したのだと云はれて居ります。さう云ふ風に鳥は海上を飛んで行くにも殆と一定した徑路を取るので

あります。これが實に不思議で、どちらを向いても波ばかりの大洋上で何うして方向を知るか、甚だ六ヶ敷い問題であります。其の事は又後で申しませう。

この鳥の家に歸る本能を吾々が實用に使ふ事があります。それは御承知の傳書鳩の場合であります。一應訓諫の出來た鳩なれば、隨分遠方からでも歸つて來ます。之は吾々が郵便を出す樣に何處其處へ行けと言つたつて行つて來る譯じやありませぬが、人間が運んで行けば、歸り路はサッサと自分で歸る。近頃京阪間でも傳書鳩を飼ふ事が非常に流行して居ります。陸海軍の方でも民間に向つて鳩を飼ふ事を奬勵して居る樣ですが、傳書鳩の訓練は申すまでもなく、初めの間は短距離でやつて、半丁、一丁、三丁と云つた樣に次第に遠くして、歸ることを覺えさすのでありますが、然し之はかうしてスッカリ路を覺えさせやうといふのではありません。鳩は自分の巣の附近は覺えて居るのでありますが、途中をすべて覺えるわけではない。陸軍などは鳩を入れて居る小屋に車がついて居りまして、鳩の留守の間に此の車を動かして本隊が移動することがあれば、鳩は元車の置いてあつた地面へ歸つて來ます。之は幾分其の附近の地形を目印しにして居るからかも知れません。併し夜行列車で外を見せずに東京へ連れて行つて放しても歸つて

來る。たとへ晝の汽車で運んだとて、汽車の窓からでは空中から見下すやうな地形が迚も覺えられるものではありません。それですから、遠距離間の方位判定、卽ち例へば東京から大阪迄飛んで歸る感覺は何ういふものであるか判らない。或る人は磁力の感覺で歸るんだと言つて居りますが、そんなものは動物界にあるといふ證據がありませんから、單に空論で少しも信ずるに足らないと思ひます。兎も角も吾々の一寸考へ得られる感覺ではないと思はれます。其の證據は色々ありますが、一例を取つて見ますと、戰爭前に佛蘭西は傳書鳩の練習を非常に盛にやつて居つた時のことです。今日は飛行機がありますから、昔程は傳書鳩を使つて居りませぬが、然し中止したのではありません。さて當時の佛蘭西の傳書鳩の研究所長で陸軍大佐の人が、オルレアンと云ふ町からエベレと云ふ町まで八十餘哩の間を傳書鳩をクロ、ホルムで麻醉さして連れて行つた。向ふへ着いて麻醉から覺めるを待つて放しました。所が立派にオルレアンへ歸つて來ました。それですから吾々が麻醉したときに失ふやうな種類の感覺でないことは確かであります。之に就て鳩以外の鳥を使つてやつた大仕掛の研究が亞米利加にありますから茲で序に申上げて置きます。北亞米利加合衆國のフロリダ州に水鳥の類の

鯨刺が大變集る無人島がありますが、動物心理學者のワトソンといふ人が自ら其の島へ行きまして、二種の鯨刺が巣を造つて雛を孵して居る附近にテント生活をして、三ヶ月ばかり其處で寢起きして、どの鳥に近づいて觸つても驚かないやうになつた時に、此の鳥を捕へて汽船に託していろ〳〵の方角へ運びました。遠い所は八百哩千哩程の所までも持つて行つたのですが、皆島へ歸りました。殊に島より北の方角へは今まで先祖代々一度も行つたことのない鳥でありますが、それでも確實に歸る。唯或る時途中で非常な暴風雨がちりましたときに一回だけ歸らなかつたことがありました。さうして鳥に目かくしをして連れて行かうが、どんなことをして連れて行かうが、少しも變りなく元の島へ歸ると云ふ事が明かになつたのであります。この研究の前にワトソンは、他の水鳥の類で嗅覺で家の方許を感ずるのか知らと思つて、鼻の利かぬやうにして放したこともありますが、其の時にも歸つて來て居りました、それから昔或る人々は眼で數百里も先まで見るんだとか、山脈の方向や海岸線の方向を見て之を辿るのであらうと云つたこともありますが、霧の非常に深いときでも歸つて來ますし、暗夜でも歸つて來ますからして眼で見るのでもないらしい。結局今日は何の感覺で歸つて來るか未だ手が

かりがないのであります。それで鼻でも眼でも其の他のどの感覺器官にも據らぬ方向感とか千里眼とか云ふやうな名をつけて說明した方がよろしいか知もれませんが、方向感とか千里眼とか云ふやうな神秘的な力を借りて來るのはまだ早いとワトソンは言つて居ります。何分人間以外の事ですからまだもつと詳しく研究して調べて見ないと判りませぬ。或は鳥の口中の粘膜であるとか、眼瞼であるとか、耳の皮膚とかに空氣の壓力の僅かの差や、濕氣溫度の僅かの差や、まあさう云つた微細な變化を感じて居るか知れない。さう云ふことも有り得るのでありますから、能く能く調べた上でないと、降參して方向感とか、千里眼とか云ふ逃口上を持出すことはまだ早いと云つて居ります。科學者としてはさういふ風に何處迄も研究して行かないと科學者の恥であります。そんな微細な空氣の壓力が感ぜられるかと云ふ非難があるか知れませぬが、そこが先にも申しました通り、人間並に他の動物を解釋してはいけません。人間に出來ないと云つても鳥には出來るかも知れません。例へば蝙蝠の如きは針金を室內に澤山引張つて置いて飛ばしましても、チットも針金に觸らないで自由自在に飛びます。之は針金のある處は氣流が違ふのを皮膚に感じて避けて飛ぶから體に觸らないのであります。吾

々の皮膚では迚も小さな氣流は判りませんが、蝙蝠などに於ては判るのでありますからして、鳥の類に於て何うか、强ち否定することは出來ますまい。それですから、今日不明なる本能も、將來分析的に色々と研究して見ましたならば判る時があるだらうと思ひます。

其の外動物の各部類に就て不思議な本能を申上げますと尙色々ありますがこんな事をして居るのは智能でして居るのではないので、持つて生れた性質であります。處でこんな不思議な本能的能力のお話を致しますと、他の動物が羨ましいと考へる方があるかも知れません。生れながらにして生活に必要な總ての性質が備はつて居り、百里二百里の遠方からでも我家へ易々と歸れる。千里眼のやうに見透しが利く、成程大變便利でありませう。然し本能には生れてから後に改良せられることが無い。それですから周圍の事情が違へばすぐ不便な性質となります。嵐があつても命が危くても海を越えなければならぬと云ふ風に、融通の利かぬのが本能であります。之では進歩の仕やうがありません。智能なれば臨機應變の處置も出來、改良も出來ます。それですから人間が本能を貰はずに智能を貰つて居ることは、一見自然の繼子扱ひの樣でありますが其の實矢張り特別の恩

籠にあづかつて居ると謂つてよいのであります。

さてお話が元に戻りまして、人間と他の動物との間には感覺必ずしも同一でないといふ問題を續けて申上げます。吾々人間は眼だけを以て物を見て居りまして、盲目となれば全く光を見分けることが出來ませんが、他の動物には眼がなくても光を見て居るのもあります。一例をとつて見ますと、蚯蚓の類は體に眼といふ可きものは何處にもありませんが、夜蚯蚓が地面から頭を出して居る時に懷中電燈をパッと照すと驚いて引込む。或は蚯蚓を一方に窓のある室に置けば、明るい所よりも暗い方へ暗い方へ逃げて行きます。もう一つは蝸牛、あれは角の先に眼がありますが此の眼はあちこち這つて行く間に白いものがあるとか、黑いものがあるとかを見分けるのに使つて居ります。然し角を鋏で剪つて仕舞つて眼のない蝸牛を暗い所を這はして置いて、急に明るい光をあてると蝸牛は驚いて收縮する。之は溫度を感ずるだらうと云ふ人もありますが、溫度でない證據には硝子の入れものに水を入れてあてる光線を濾しますと溫度の線は皆水に吸收されて仕舞ますからして、蝸牛に達するのは光線だけですが、さう云ふ時でも光の强さを變じますれば判る。卽ち光の强さだけは眼がなくなつても蝸牛は判つて居る。之

は一寸考へると大變不思議なことのやうですが、然し吾々は熱いか冷いかの溫度の差は皮膚で判ります。物理學を學ばれた人は御承知でありませうが、溫線も光線も同じ性質の波でありまして、唯長さが違ふ。即ち同じ性質のものながら蝸牛の皮膚は波長のもつと短いものを感ずるので、吾々には波長の長いものを感ずるだけの差であります。して見れば眼のなき蝸牛が光を感ずるのも大して不思議ではないのです。人間では紫外線は感じないが、外の動物は之を感覺するものがあるのもヒドク驚くには當らないのです。

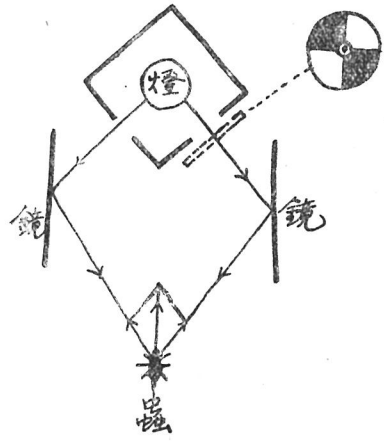
本能の分析のお話をもう少し續けて申し上げますが、所謂「本能」を分析すると、さう云ふやうな或る特有な感覺器官によつて周圍の狀況を感じて、これによつて行動を起して居るといふことになるのでありますが、此の「感覺器官」と云ふものは、外から來る所の刺激を感受することは間違ひありませんが、果して感覺として自ら認識して居るかどうかは一概に云へません。吾々の「感覺」なるものは大腦の感覺中樞といふ處で始めて起るのですから大腦がなければ感じて居ても「感覺」即ち自覺することはありません。それですから下等動物の光の刺激、音響の刺激、熱の刺激等に對する反應は單に反射的、無意識の生理的現象であるかも知れません。こ

の事は今日最初に申述べましたことです。それ故に本能と反射運動とは引續きのものでありまして、二つを明かに區別することは出來ません。或る人は本能とは反射の連鎖、卽ち鎖の樣につながつた反射の一列だと申した位です。動物が或る一種の刺激を受けたとすると、刺激の來る方向に近寄るか、平氣で居るか、逃げるか、此の三つよりないのであります。例へば光が此處からあたるとしますれば、動物は光の方へ近付くか、逃げるか、或は無關係として此處に居るかよりないのであります。此の刺激の方へ近付くか、逃げるかと云ふ反應は、好き嫌ひ利害得失を考へることの出來ぬ下等動物でも常にやるもので、嚮動と云ふ字を當嵌めて居ります。或は指向とか趨向とか云ふ字を當嵌めて居る人もありますが、プラス、マイナスで以て之を表はします。例へば植物の根はプラスで、地球の重力の方へ向ふ向地性、莖が上を向くと云ふことは地球の力に反對する、卽ち地球の重力に對してマイナスの向地性嚮動を有つて居る。兎も角も之が動物の擧動の最も簡單なるもので之が複雜となれば本能になります。所が大きな動物で全體は靜止して動かぬが、或る方法でその一部分を刺激するとその部分だけで反應する。それが卽ち反射であります。それですから嚮動は反射運動の一種で、或る人は體が全體働く時

が響動で、一部分が働けば反射と云つて居ります。尤も近づくとか逃げるとかいふ中には、智能の交つた樣な高等な作用の時もありませうが、それは別として、此の響動なり反射なりの單位に達するまでは本能と云ふものが分析され得る譯であります。それで本能を分析して響動や反射に分解した二三の實例を申上げて置きます。

今茲に夜になると水面へ浮んで、晝になると深い所へ沈む魚があつたとしますと、それは何う云ふ性質であるかと、申しますと云ふと、是には二つの響動がある。地球の重力に對して反對に動かうと云ふマイナス向地性、（或る人は背地性と云つて居りますが）、卽ち成るべく上へ出たいと云ふ性質、もう一つは光に背かうと云ふマイナスの向地性、卽ち成るべく暗い所へ這入りたいと云ふ性質である。是はどちらも響動の一つでありますが、その中で强弱の差がありまして、上へは行きたいが日中は明るいから暗くなつたら行かうといふ樣に、背地性よりも背光性が少しく强いと云ふと、結局夜は浮んで晝間は中へ這入ることになるのです。皆さん御承知の如く、夏になると電燈の所へ蟲が大變飛んで來ます。之を皆さん方は何う云ふ風にお考へになつて居りますか。灯が好きで取りに來るといふ俗說があ

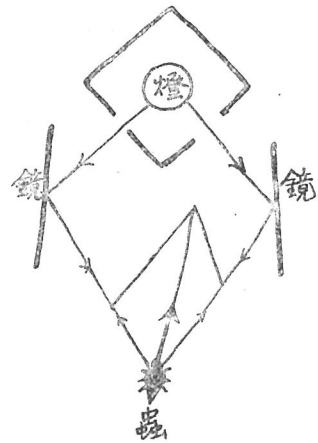
りますが學者の中でも斯う云ふことを言つた人があります。お月さんは見て居るが燈は餘り見たことがないから好奇心に驅られて來る。然しこの好きだとか、好奇心だとかいふことが昆蟲の腦髓にあるかどうか疑問です。學者の方では曖昧な事は禁物であります。曾て灯が好きだから飛んで來るのだと考へた人が、恰度暗闇の野原の中で途に迷つた人が、向ふの方に灯が見えたとき、その方へ行くのと同一だと言つたのでありますが、さうでないことの證據には、同じ強さの電燈を二箇はせずにどつちかへ行く筈であります。次にはこんな裝置を使ひます。先づ此處へ電燈を置きまして、(第四圖參照)さうして箱を斯う云ふ風に此處の所に窓孔をあける。此の右側の窓の面積が左側の窓の倍になるのです。さうして箱の兩側



第四圖
昆蟲向光性の實驗(一)

*所に置きまして、その手前に蟲を置きますと、何處へ行くかと云ふと、此の二つの點を貫いた線に直角に、卽ち二つの燈の中央に向つて行きます。若し旅人が二つの灯を見たらこんなこと

の此處の所に鏡を置いて二つの窓からの光を受けます。さうすると此の光が斯う反射して、此の光は斯う反射します。そこで此處の所へ蟲を置きますと云ふと、こつちの方は倍の光の强さがありますから、一邊が他邊の二倍なる平行四邊形を描きまして、蟲は此の對角線の方向に進みます。若し同じ大きさの窓をあけて置きますと、前に述べた通り眞直に中央に進みます。今度は(第五圖參照)窓に大小ある時に、大きな窓の方へ斯う云ふシャッターを置く。活動寫眞を映す機械を御覽になつた方は御承知でせうが、斯う云ふ圓を四つに割つて半分は透かし、半分は窓なしで之を箱の窓の前でクルクル廻す。さうすると、此處は光が倍ではありますが、シャッターがあるため一分間の中三十秒は影になつて居りますからして、實際光の當つて居る時間は半分でありますから、こつちへ來る光は半分に弱められます。即ち双方で强さが半分となりますから、恰度二等邊三角形の垂線方向或は等邊並行四邊形の對角線の方向に蟲は進む樣になる。今度は燈も



第五圖
(二)驗實の性光向昆蟲

二つとも同強じさとて置いて、蟲の眼を一方を半分塗り潰して實驗してもよろしい。詰り飛んで火に入る夏の蟲は、決して灯が好きで行くものでないので、兩方の眼に同じ樣に光が這入れば眞直に行くが、どちらかの眼に少く這入れば、その爲めに強い光の方に進む。若し一つの光なれば蟲が一寸でも脇へ向きますとこつちの眼に餘計光が這入つて、こつちの眼に少ししか這入らないから方向を直すことになる。さうしてバタバタやつてる中に自然と光源に近付いて來ることになります。卽ち好んで灯に行くのぢやない、自然に行けるんです。要するに灯に近付くことは反射運動として利害如何に拘はらず灯の方へ近づくのであります。毛蟲が櫻の枝へついたのを御覽になつた方がありませうが、一本の枝の葉を綺麗に食べて仕舞ふと、今度は次の枝へ行きます。之は腹が減つて居ると云ふと、チツトして居られないといふ性質に起因して居ります。尤も色々光に對する關係もありますから、兎に腹が膨れるまでは食物を索めて歩くのであります。斯う云つた譯でありますから、動物の行動は何もかにも承知の上で推理力や智能を働かさんでも、單に反射や響動によつても、かなり複雜なことが出來るのであります。

今一つ反射運動の例を申上げてお仕舞ひに致します。螢狩に行つた方は御承

知でありませうが、草に停つて居る螢を取らうとするとパラリと地に落ちることがあります。又蜘蛛を取らうとして觸ると死んだ眞似をして轉がります。其の他の昆蟲にも直ぐに死ぬ眞似をすると云ふ性質があります。是を狐狸やなんかゞ敵に攻められてかなはぬ樣になつたときに死んだ眞似をして、敵の油斷をして居る時に逃げますのと同じやうに、敵の目を欺くためにやると云ふのが一般に考へらるゝ説明でありますが、それは死んだ眞似でなく單なる反射運動なのであります。第一に既にチャールス、ダーウィンが注意して居りますが、實際に死んだ時と少し姿勢が違ひます。一寸不注意に見ると死んで居るやうに見えますが、能く見ると全體を縮めて肢を出來るだけ屈めて居るので、死んだ形とは全く違ふのであります。次に敵を見乍らやつて居るのでないと云ふ證據には、この「死眞似」をして居る蟲を机の上に置いて、人間が其の室を出ても、側に立つて居ても起き上るまでの時間は同じことであります。人間が其處に居つても居らぬでも、一旦起つた上は同じことであります。又死ぬ眞似をする時を注意して見ると、人間が手を出す時にゆつくり出すよりも急に出した方がよく死眞似をします。若し敵の來襲を目で見るのならゆつくり出した方が能く判る筈です。或る高さの所から蟲を

落して堅い所へ落ちて死眞似をするものが、柔かい所へ落ちたのではしないことがある。能く調べて見ますと、事實は體の内に急所のやうな所がありまして、其處へ強く觸ると云ふと體の筋肉が急に收縮して動かぬやうになるので、或るものでは此の急所に空氣の震動が來ても此の狀態に陷ります。急に手を近くにやると風が行きますから空氣の振動で落ちる。かういふ譯であります。色々の動物を材料として動物學者が能く研究しました所、或る動物は翼の根元に急所がある。或る動物は肢の先にあるといふやうに種類によつて位置が一定して居る普通の蜘蛛は前方の足の先へ觸るとコロッと往る。中には腹の皮にあるのがある。或は同時に二ヶ所觸らなければ起らぬと云ふものもあります。さうして一分間か二分間か放つて置けば自然にも醒めますが、然し面白いことに、今度は醒す急所もある。例へば翼の根元へ觸つてコロッと往つた昆蟲が、尾の方へ觸ると、醒めて起き上るものがあります。蜘蛛なんかはお尻の方へ物を當てますと起きます。要するに死眞似でも何でもないので、體中のある急所へパッと觸ると云ふと、その瞬間にすつかり無感覺になつてコロリと往る。切られても折られても知らぬ。次に外の急所へ觸るとケロリと醒めて直ぐに起きる。詰り一種の反射運動であり

ます。下等動物の催眠術といふのは皆同じことであります。死ぬ眞似をして居るものならば切つても知らない筈がありません。且つ此の性質は決して動物に取つて防禦の利益はない。昆蟲でありますからブーンと飛んで逃げれば譯ないものを、コロリと往つて仕舞ふやうな弱點は決して動物の利益ぢやない。動物の體とても色々調べて見れば隨分不便な性質もありまして、斯う云ふ風に動物に取つては弱點なる方面もあります。

一體吾々は他の動物の智力を買ひ被つて居ります。昆蟲をはじめ多くの下等動物をば人間並に取扱つて皆吾々同樣に思慮分別のある生活をして居るかの如くに信じて居りますが、之は大間違ひでありまして、隨分巧妙なる性質、殊に本能などでも能く能く調べて見ると云ふと、そんな高等な精神作用ではなくして、唯反射的、生理的に起つて居ると云ふことが判るのであります。之は吾々動物學者が近頃色々と研究して、なる可く正當に解釋して說明しようと努力して居る方面であります。

もう少し何か面白いお話をと思つて考へて居つたのでありましたが、元々やつて居ることが下等動物相手でありまして適當な材料を持ちませんでした。然し

動物習性の調査といふことは、非常に樂しみになることであります。御當地なぞはお忙しい仕事に從事して居る方が多いのでありまして、さう云ふ事に興味を有せらるゝ方は餘りありますまいが、隱居でもしてつまらぬ骨董なぞをいぢくる暇があるならば、庭先に出て、研究的態度を以て蟲一匹、魚一匹の習性を御覽になると云ふと非常に面白い。本職に費す閑が惜しいと云ふ程も色々と興味ある問題が出て來て、却つてこちらばかり研究したくなるだらうと思ひます。素人の方に進んでさう云ふ事をして戴くならば、專門の學者が閑がなくて出來ない樣な持續的の研究も出來ませうし、吾々動物學者に取つても非常に利益になる事だらうと思ひます。問題が問題でありまして大變お聽き苦しかつた事だらうと思ひます。是で壇を降ります。

（終）

五、下水の處分

京都帝國大學教授　工學博士　大井清一述

私は此處に御由緒の深い懷德堂に於きまして、下水に關する一場の講演をなし得る事を光榮とし又欣幸に存じます。

さて私共が人間として誰しも望む所は何であるかと云ふと、申すまでもなく相互の健康であります、この健康を維持するには何が必要かといへば、須らく之を衛生に俟たなければならぬ、衛生に個人衛生と社會衛生の區別があるのは、已に御承知の通りであります、此の公衆衛生の中に於て、社會一般の健康を增進し、且つ色々の惡疫の蔓延を防ぐと云ふことに對し、我々の技術上から見て必要なる工事と申しますと、つまりは上水工事と下水工事との二つに歸するのであります、即ち良い水を潤澤に供給致しますと共に、一面に於て土地の排水を全うし、又下水の排除並に其の處分が宜しきを得ますれば、これに依て能く所期の效果を擧げ得る事は、幾多の事實が證明して間違ひない事であります、先づ人間なり動物なりの排泄物、露

骨に申せば大小便や、臺所の廢り物又は汚水とか其の他工場から出ます所の廢り水、斯う云ふものは最早其の用途を終へたもので而も之を捨つて置きますと、隨分腐敗を起します、又都市の體面としても不體裁である、從つて其等のものは腐敗などを起さない前に、成るべく速に我々の住んで居る所から他所に排除致して、而も其の先に於て、衛生上に危險のない樣な狀態に始末をしなければならぬ、之に於てか、卽ち都市としての下水工事の必要も起り、又下水處分と云ふ重要なる問題が起つて來るのであります、それでは昔は何うして居つたかと申しますれば、汚水を河や海に流し放しにして居つた、之は如何にも金もかゝらず簡單である、現に今日に於ても下水の先は、河や海に流すのが當然であると考へて居る人がある處が段々と文化が進んで參り人口も殖え又幾多の工業が勃興するに及びまして、昔ながらに河なり海なりに流し放しにして置きますれば、段々と河の水が汚なくなりて困る、故に此問題に就ては外國の、各都市に於ても非常に苦み來つたものであります、何とか是は下水の流れ込む所の河なり海なりに害を及ぼさない樣に工夫をしなければならぬ、と云ふ事から色々の研究が行はれた、殊に英國に於きましては、御承知の通り人口が稠密で而も大きな河川が割合少ない、爲に一層此の問題に苦みて、

幾多の調査委員會が出來、又種々の研究が遂げられました、從つて此の問題の研究に就ては英國に於て世界に冠絶した進歩を遂げたのであります。

今是より簡單に今日迄行はれ來つて居りまする所の下水處分法の大要を掻摘んで御話し申す、尙其の實況の具合は、後程幻燈で以て說明を申述べ樣と存じます。

下水の處分方法として其の種類を擧げますれば、第一の方法は、下水を河なり海なりに流す方法であります、第二の方法は、下水を畑にかけて始末する方法、第三の方法は下水を濾しまする方法、第四の方法は藥品を下水に入れて下水を澄ませる方法である、第五の方法は藥品を加へる事によりて、下水の中に在る幾多の細菌を滅殺して了ふ方法である、第六の方法は細菌的淸淨法と申しまして、細菌の互の間の働きを利用して下水を淨化する方法、で下水處分法の種類は先づ此の六つであります、最初に此の河に放流する事から申ます。

是は先刻も一言致しました樣に、一番簡單な金のかゝらぬ方法である、これとても必ずしも惡い方法とは斷言出來ない、下水を放流する河が相當大きな川でありますれば差支ない、唯問題は流し込まれる下水が、十分に薄められるか否かと云ふ問題で、此の程度問題としては、色々の學說がありますが、之を一々茲に御紹介する

譯に行きませぬから省いて置きます、其の一としてペッテンコーファ氏の說に、下水が先づ十五倍から廿倍に薄めらるれば、其の儘流し込んで差支へなからうと云ふて居ります、此の薄める程度如何と云ふ事は其の都市々々に就ての實地問題の事でございまして、此處に概括的に一定する事は何うしても出來ません、兎に角下水が河に流し込まれて詰りは何うなるかと申しますと、或る距離の間段々河が流れて居ります間に、自然に淨化作用が起る、昔から河に小便しても一町行けば飲めると云ふが、あれは河に於ける自然の淨化作用を云ふたのであります、そこで外國にもさう云ふ樣な放流を遣つて居る所があるかと云ふと相當あるのであります、則ちハンブルヒのエルベ河に於ける、またウキンやブタペストがドナウ河に於ける、それからケルンがライン河に下水を放流せる如き、何れも川が大きいから餘り差支へなしに行はれて居る、それから下水を湖水に流す場合もあります、これは川とは聊か趣を異にする譯でございまして、湖水に於ては川に於ける如く、一定の流れがある譯でなく、風の具合等によつて、隨分違つた流が起るものであります、それから次に下水を海に流す場合、是は海水の方が比較的重い、それに向つて輕い下水が流れ込む事になる、其の結果下水と海水とが何うも能く混らないのみならず海

水でありますと、流れ込みました下水の汚物が、河の場合なれば分解し易いのが、海の場合に於ては河の場合程能く分解しない、從つて流れ込んで來た下水の汚物が其のまゝ浮流して居る傾が多い、さう云ふ汚いものが海岸を洗ひますと其處に沈澱物の汚ないものが出來て惡臭を發し、隨分困つた事が起る、それから次に潮のさしひきします河に下水を流し込む場合これは下水が一旦流れ込んでも滿潮に際して復押上げられる、其の結果下水は思ふた樣にサッサと海に出て行かない、其の著しき例としては、紐育の今日の下水狀態がそれである、一旦流し込まれた所の下水が、干潮に際しては下流に流れて行くが、滿潮にまた押上げられて來て、紐育の隨分目貫の所を洗ふ、さうすると汚ない感じを與へますから、人が其の邊に住むのを好まない樣になる、人が好まない樣な土地は、自然に地價が下る事になる、又さう云ふ下水の流れ込んだ河で泳いだりすると、病氣にかゝる虞がある、又今まで澤山の蠣の出來た所も、今までの樣に蠣が取れなくなる、出來ましても出來た蠣が幾らか臭ひがする、それを餘り食べると病氣になる事がある、斯う云ふ樣な誠に危險な不安な狀態に今日の紐育はあるのであります、それで先年來下水調査會を設け下水の改良問題に就て盛に宣傳も致し、又立派な調査報告をも出して居ります。

それから次の畑にかけまする方法――是は重に英國に於て行はれ來つた方法でありますが、其の當時英國の當路者が此の方法が宜い方法であると云ふ事を以て諸方面に推奬致しましたので英國の各都會では何れも揃つて一時之を實行しました、此の方法を行ふ都會で今日世界的に名高いのは伯林の下水と巴里の下水であります、伯林や巴里に行く人は、私の如き專門の者は當然でありますが、別に關係のない方でも誰でも、伯林や巴里の下水を見に行かれる、それ程有名な下水畑がある、而し此の下水畑も今日に於て之を嚴肅に批評して見ますと、以前の樣に推奬の眼を以て見ると云ふ事は遠ざかりつゝあるのでありまして、何方かと云ふと非難の方に傾いて居る、夫れと云ふのは下水畑に莫大の地面が要るので不經濟であると云ふ論があり現に今日伯林に用ゐられて居る廣い畑も遠からぬ内に、やがて宅地となつて了ふであらうと云ふ說が行はれて居る、又巴里の下水畑に就ても、同樣非難せられて居る有樣である、結局此方法は餘り經濟的の方法ではないと云ふ樣な形勢になつて來て居るのであります、併しながら日本の樣な下水を田畑にかけて、肥料に利用して畑を作る事の廣く行はれて居る所では今後相當考へて見る價値があると想はれます、此方法にて畑に下水をかけますと、其の下水によりて野菜

が養はれる、又かけられた下水は、地面を通して濾されて行つて、綺麗な水になつて出て來る、それで此方法では下水を濾す關係から、自然土地は砂地の多い樣な處が宜い、粘土の所は宜しくない、又土地全體が幾分の傾斜になつて居ないと旨く行かない、それで此方法で何程の畑が要るかと云ふ計算であります、これも所によつて色々違ひがありますが、先づ普通一人に割當てますと、十坪乃至十五坪の畑が要ります、所で都會の街の中で、人の住んで居る所を調べて見ると一人に就て十二坪乃至十五六坪宛の計算になつて居ります、して見ると大まかに申しまして、假に大阪の下水を下水畑によつて處分すると思へば、大阪の面積と殆ど匹敵する面積の畑が要る、之は隨分莫大なものであつて、假に人一人に就て十坪と計算して見れば、人口百五十萬人の大阪として、實に千五百萬坪則ち約五千町歩の畑が要る、巴里の畑は五千三百町歩、伯林は一萬七千五百五十町歩ある、所で畑で濾されて來る水を調べて見ると、是は細菌の方から申しましても、又其の他の檢査の方から申しても、中々綺麗なものになつて出て來る、巴里に於て試驗した或報告を見ますと、濾されて來つた水の中には其の當時の飲料水よりも細菌の數が少なくなつて居つたと云ふ報告すらある、現に伯林や巴里の畑に行つて見ると何時も案内して呉れる人が

濾された水をコップに取つて見せて呉れる、夫れが如何にも綺麗で飲んでも差支ない程になつて居り、實に見違へる樣な水になつて來ます、それから下水畑では野菜が出來ますから此の野菜を賣る事によつて相當の收益が上り、日常の畑の費用位は償ふて餘ある位であります。

それから次に第三の方法は下水を濾す方法でありますが、是は水道で濾過池なるものを設けて水を濾しますのと同じ樣な理窟であつて、一向野菜と云ふ樣なものは念頭にない、則ち兎に角下水を濾して綺麗にしようと云ふ事を主眼として遣る方法であります。此方法にては前の畑で遣るよりズッと面積が少くて濟む、大抵人一人に就て一坪位の濾過面積で足るのである、故に下水畑を用ゐるのから見ると殆んど十分の一の面積で濟む、而かも濾された水を調べて見ると、中々好い結果が現はれて居る、して此の方法は歐羅巴では餘り用ゐて居りませぬが、米國の方には用ゐられて居るのがあります。

第四の方法は下水に藥を混ぜて沈澱させる方法である、是も下水を唯池に入れた儘で澄むのを待つと云ふのでは沈澱が遂けられるのに相當時日がかゝり其間に下水が腐敗を始める、又相當時を經ても細かい物は、容易に沈澱し盡して呉れぬ、

そこで之に向つて、何等かの藥品を加へて、速に沈澱する樣に之を助長して遣るのである、此の藥品には色々のものが今日まで用ゐられて居ります、之に就て英國に於ては五百幾つのパテントがあつたと云ふ盛況を呈した事があります、そして其のパテントに於ては唯藥品を混ぜて下水を澄ます事だけに止まらず、沈澱した沈澱物から利用すべき肥料分を取出して、之によつて藥品の費用を償ひ、尙其の上に出來るならば、幾分の收益を見たいと云ふ考の下に、隨分色々の試驗が行はれました、併し是は何うも今日まで旨く行かない、成程肥料の利用すべきものを取出す事は出來るが、それを行ふ爲に要する費用が小ならずしてどうも算盤に合はないと云ふ狀態になつて居ります此沈澱法は倫敦の下水で行つたので、それが手本になつて、英國では彼方此方で行はれて居るのがあります、然らば此の藥物としてどんなものを用ゐるかと云ひますと、是には石灰或は硫酸礬土等を用ゐます、或は綠礬―明礬に似た樣なものを下水へ入れますと、水の中で粘り氣のあるドロ〳〵した沈澱し易いものが出來る、それが沈んで行く時に、下水に在る浮いたものをも相抱擁して沈澱する、而して此の方法で誠に厄介な問題の伴ひますのは、下に沈澱した此沈澱物の始末であつてこれが中々の厄介である、之を果して如何に始末するか、

と云ひますと是れ亦各國に於て今日まで遺つて來た色々の方法があります、先づ第一には下水の沈澱物であるから、畑に利用したら宜からうと考へられる、是は一應道理な考であるが、肥料になります窒素分は二パーセント乃至三パーセント位しかないので、餘り肥料として價値あるものと言へない、それから低い地面の所へ沈澱物を埋めて了ふ、是も一の方法に違ひない、それから海へ持て行つて捨てます、是は現に今日倫敦で遺つて居る遺方でありますが、如何に倫敦の下水が大袈裟であるかと云ふ事をお話申して見ますと、一箇月に出來ます沈澱物が、七千百噸と云ふ大した量であります、之を一年に積つて見ると二百六十萬噸に達します、而して之を捨てる爲には此の目的のみの爲に、特別に造られました千噸の船が六艘ありまして、それが毎日々々沈澱物を船に積んで、倫敦から五十七哩程川下の處にあるバーロウ・デイープと云ふ深海へ運び行き其所で大抵五哩乃至十哩の範圍に捨てて居る、斯う云ふ事はグラスゴー、マンチエスター、又ダブリンでも行つて居る、其他沈澱物を地面の上に擴げ、深さを淺くして置きて、天日で乾かす、是も一の方法であります、是は日本の樣に雨の折々降ります所では六かしい、外國の樣に四十日も五十日も傘一本なしに旅行出來る如き、雨の少ない所では相當旨く乾く、又一つは沈

澱物を壓搾濾過機にかけて、水分と固形分とに分ちます、此の壓搾濾過機で搾られて、後に殘つた固形分は隨分低い土地の埋立に使ふ事もあります、又中には之を乾燥機にかけて乾かし粉末の肥料を造つて居る所もあります、又沈澱をさせます時に泥炭の粉末を加へて沈澱させ夫れから、壓搾して凝まつた固形物は隨分煉瓦の樣な形に押し固めて燃料として利用して居るのがあります、則ち家庭で暖爐に石炭を投込むと共に、之を投込みて燃して居るのがある。

それから第五の藥物消毒であります、是は詰り下水の中にあります所の細菌を殺菌して了はうと云ふのが趣意であります、此の目的の爲に石灰、鹽化カルシユーム、或は昇汞硫酸銅とか色々の藥物が用ゐられる、其の中で昔は多く石灰を使つたものでありますが、今日に於ては鹽化カルシユームが一番具合が宜いとして多く用ゐられて居ります、之は値段は石灰より高いが、其の代り殺菌力が强いので詰り此の方が經濟的である、外國の病院を見ると、病院の下水は其の儘は流して居らぬ、大抵は鹽化カルシユームで殺菌を行ひ、安全なる狀態になして下水に流し込むで居ります、それから下水に電氣をかけて電氣分解を起しますとそれから鹽素と酸素が遊離して生じます之が猛烈な酸化作用を有しますから夫を下水の淨化に用

ゐて居る所もあります、それから中には下水を熱して、熱氣消毒を遣つて居る所もあります、是は中々大袈裟な事を要する次第でありまして、極く壓力の强い蒸氣を造つて置いて、之を下水に吹込み、其の熱によつて下水の各部分を熱して殺菌を行ふ、此方法は餘り大仕掛では難かしい樣であります。

終に細菌的淸淨法――是は元來下水の淨化せられる事は、以前は化學的の酸化作用によつて行はれると解釋して居つたが、今日に於ては是は化學的作用よりか細菌双互の働きによつて淨化されるものと解釋して居ります、それは細菌に二種ありまして、空氣のある所を嫌ふものと、空氣のある所を好む細菌とある、一は嫌氣性細菌、一は好氣性細菌と申して居る、斯う云ふ性格の違つた二種類の細菌を巧に働かすのであります、則ち始に一方を旨く働かす、次に他の方を働かすが、先づ嫌氣性細菌の働く樣な方法を講ずる、言葉が科學的で難かしく聞えますが之を平たく申すと下水を捨つて置けば、分解を起して腐敗するものである、そして腐敗する事が何うしても免かれないものなれば、我々の方から進んで腐敗を速かならしめ、結局埒を早く明けようと云ふのであります、有機物である動物とか植物とか是等のものゝ腐敗作用が充分に行はれると、結局は瓦斯體と液體とに變つて了ふのであり

ます、則ち一部分は水分に化し一部分は瓦斯體に成行くのであります、其の邊の泥溝に行つて見ると、誰も惡戯をしないのに、下から泡が出て來る、あれは泥溝の下で有機物が分解して、瓦斯が發生するのであつてあれと同じ樣な働きになる、斯う云ふ樣な嫌氣性細菌を發育させて詰りは、下水を腐敗させる、次に今度は反對に好氣性細菌の方を旨く發育する樣に仕向けて遣る、これによつて所謂發酵作用が起りまして、それによつて所謂有機物なるものは、充分に分解し盡されて、つまりはモウ害のない無機物に化して了ふ、以上此の二段の作用を遂げしむる事によつて下水が能く淨化される、これが所謂細菌的清淨法であります、初めに嫌氣性細菌を發育させる爲には、セプチック、タンクを用ゐます、好氣性細菌を働かせるには、コンタクトベッド或はスプリンクリング、フイルターを用ゐる、日本に於て、下水の處分の行はれて居る工事は、漸く近頃東京で三河島に出來たもの位である、成程下水工事の行はれたのは廣島、大阪、名古屋にもあるが、下水の處分と云ふ事に手を下し、今日實行の時機に入つて居るのは、此の三河島の處分丈である之は一箇月半程前から運轉して居ります、其處で遣つて居ります方法は只今申しまする所謂細菌的清淨法であります、これが先づ私共の目から見て進步した良い方法であらうと認められるの

であります、是等は何れ大阪に於ても研究の中心問題になるのでありませうし、また私は近く再度歐米に參る事になつて居ますが、私の住んで居る京都市の下水の事に就きては、餘程考へて見なければならぬと思ひます、之は大阪の皆さんに對しては、京都として大なる責任を有つて居る京都の方で遠慮會釋なしに汚水を淀川に流したならば詰りは柴島に於ける大阪の水道の水源を穢す譯である、此の苦情の出ない樣に何等かの良い方策を考へて見なければならぬのであります。

以上先づ六通りの處分方法を御話致しましたが、尙此の外にも專門的に申しますと、アクチベーテッド、スラッジ、プロセスと申して昨今英國竝に米國に於て唱へられて居る方法があります、已に之を實際の下水に應用して居る所もあります、然し今日まだ何方かと云ひますれば、研究に屬する方法を申した方が、妥當でありまして、まだ日本に於て深い研究はせられて居りませぬ、近く東京の下水調査會に於て此の研究を始めようと云ふ事になつて居ります、斯う云ふ次第であつて以上簡單ではありますが、一應現代に至るまで又現代に於て行はれつゝある幾多の下水處分法を大略申上げたのであります、是より幻燈畫を以て只今お話申した種々の方法を御覽に入れようと思ひます。(完)

六、紫外線の話

京都帝國大學教授　理學博士　木村正路

光は波長の短い電磁波であります、無線電信電話に用ゐらるゝ電波は極めて波長の長い電磁波であります。電力及び磁力が正しき波狀をなして四方に傳播する時は之を電磁波と申しまして、其波長とは波の山と山との距離を申します。光波に於ては此波長は一粍の一萬分の四より一萬分の七に至るもので、之が吾々の眼に光の感じを與へるのであります。無線電信、電話に用ゐらるゝ電波は波長が五六百米より一粁以上に至るものであります。電波と光波との間の波長を有する電磁波は之を熱波と申しまして、今日知られて居る熱波の内で最も波長の長きものは約十分の三粍位のものであります。可視光線の内で赤色光は波長最も長く、紫色光は最も短きものであります。吾々の肉眼は波長約0.56μ(μはミクロンと讀みまして一粍の一千分の一を一ミクロンと申します)の黄綠色光線に向て最大の感度をもつて居るものでありまして、之より長き波長及び短き波長の光線に向

ては感度が減じるのであります。眼の感じ得る最短波長の光線は波長約0.4μのものでありまして之より短きものは眼に光の感を與へないのであります。太陽、電燈其他の光源は可視光線の外斯かる短波長の光を放つて居るものでありまして斯くの如き短波長の光線を紫外線と申します。硝子板は可視光線に對して相當に透明でありますが紫外線に對しては不透明で、普通の硝子板は約0.35μ以下の紫外線をば全く吸收するのであります。水晶板は紫外線に對して透明でありまして0.2μに至る線をも通過せしむるのであります。通常紫外線と申しますものは此の領域にあるもの卽0.4μより0.2μに至るものを申します。波長0.2μよりも更に短き線は夫々重なる研究者の名を冠しましてシュウマン線、ライマン線などと申します。此等の諸線よりも更に波長の短き電磁波はX線及びγ線であります。斯くの如く電磁波は夫々波長の長短によりて其性質を異にしまして、無線電信電話に用ゐらるゝ電波より熱波光波を經てX線γ線に至るまでのものは何れも電磁の波であります。今日私が御話申します紫外線は電磁波の一部分である光波の內の又一部分であります。

斯くの如き紫外線は如何にして發見せられたかと申しますと今より約百二十

年程以前にリッターと申す人が其當時既に知られて居つた鹽化銀が光に照されると變色する事柄を更に研究致しまして、光のスペクトルに於て紫より外に位する場所に、可視光線の作用の如く鹽化銀を變色せしむる線が存在する事を見出したのであります、之れが今日申す所の紫外線發見の端緒であります。其後約十年程經てヤングと申す人がニュウトン環を鹽化銀の上にあて、紫外の所にも環を現す樣な線卽紫外線のある事を確めたのであります。紫外線は斯くの如く肉眼には全く光の感を與へませんが其化學作用は可視光線に比して强く從て此作用を利用して其存在を易く知る事が出來るのであります。

强き紫外線を放つ光源

一般に可視光線を强く放つ光源は熱線をも伴つて居ります(螢の光は其例外であります)樣に紫外線をも共に放つて居るのであります。電燈は眞空內に封入せられたるタングステン線又は炭素線に電流を通じ、之を高溫度に熱して可視光線を放たしむるものであります。斯くの如く物體を高溫度に熱して發光せしめたる光を溫度輻射による光と申しまして、發光體の溫度が高ければ高き程短波長の

紫外線を多く且強く放つものであります、太陽の溫度は電弧の陽極の溫度に比して遙に高くありますから日光は電極の放つ光に比して更に短波長の光線に富まなければならぬ理でありますが、日光は地面に到る迄に空氣の層を通過せねばなりません。此の爲に短波長の紫外線は吸收せられ約 0.3μ 以下の線は地上に到着しないのであります。

溫度輻射以外の方法で强き紫外線を易く發起する光源は電氣火花及び電弧であります。此等の內で最も便利なる紫外線の光源は水晶水銀燈でありまして、之は兩電極を供へた水晶管に水銀を容れ然る後排氣して封したるものであります。今此兩極に相當の電壓を與へ適當なる電流を通して點燈せば綠色光線に富む光を放つのであります、之を水晶分光器にて分光寫眞を撮影せば其スペクトルは紫外部に於て多數の線を示して居ります。水晶水銀燈は斯くの如く强き紫外線に富む人工的光源として最も便利なる裝置であります。金屬電極間の電氣火花又は電弧も亦紫外線を放つ光源として有力なものであります。プリューゲルの研究によりますと諸金屬間の電氣火花のスペクトルに於てエネルギー分布の割合は次の表に示される通であります。

金屬	赤外線ヨリ 0.580μニ至ル 部分	0.580μヨリ 0.280μニ至ル 部分	0.280μヨリ 0.180μニ至ル 部分
Al	11.4%	26.6%	62.0%
Cd	9.7	24.3	66.0
Zn	10.0	20.8	68.2
Fe	3.6	16.4	80.0
Co	5.0	14.5	80.0
Ni	7.0	17.7	75.3
Ag	15.0	2.85	56.5
Cu	13.1	21.3	65.6
Au	21.2	39.3	39.5
Sn	18.7	37.3	44.0
Pb	26,5	31.3	42.2
Pd	16.0	28.0	56.0
Ir	17.1	27.4	55.5
		0.580—0.330μ	0.330—0.180μ
Mg	12.3%	20.6%	67.0%

即此等金屬電極間の電氣火花に於てはエネルギーの大部分は紫外線によりて放

たれ、鐵の場合には八十パセント以上のエネルギーを紫外線がもつて居る事を知り得るのであります。

斯の如く光源の多くは何れも可視光線と共に紫外線をも同時に放つものでありますが、ある種の研究には可視光線を伴はない紫外線の必要な場合が有ります。此の爲に可視線を全部遮斷して紫外線丈けを自由に通過せしめ得る樣な性質を有する濾光板があらば、之を强き紫外線を放つ光源と共に使用し、之によりて强き紫外線丈けを得る事が出來る理であります。斯かる性質を持つ物質は多くないのでありまして、其の一二を申しますと（一）パラニトロソディメチールアニリンと申す色素のある濃度の溶液と硫酸銅の適當なる濃度の溶液とを、別々に青色ユビオール硝子の容器に入れ、この二つ液を通して光源を見れば可視光線は吸收せられ紫外線は約0.3μに至るものまで通過するのであります（青色ユビオール硝子の容器が得られぬ場合にはコバルト硝子で溶器を作りて之を代用せしむる事も出來ます）（二）酸化ニッケルで着色せる黑色硝子は可視光線に於て僅に深紅色の光と紫色の光とを通過せしむるのみなれば之を硫酸銅の溶液と共に使用せば0.4μ—0.3μに至る紫外線のみを通過せしめ得る便利なる濾光裝置となるのであります。

(三)銀の薄き層は波長0.316μ附近の紫外線に對してのみ非常に透明であります、故に銀の此の性質を利用して水晶レンズの一面をば適當の厚さに渡銀すれば、簡單なる紫外線集光器を得らるゝものであります。(一)、(二)の裝置によりて得たる紫外線を集光するには水晶レンズを使はねばなりません。

紫外線の有する螢光作用

茲に持て參りました硝子は黃色を帶た綠色を呈して居ります、此硝子を通過光線で見れば黃色く見えますが、日光をレンズ(硝子製にて宜し)にて集光し其焦點附近に此硝子を置て見れば、光の通路は綠色を帶て見えるのであります。此の硝子はウラニウム硝子又はカナリー硝子と申しまして、酸化ウラニウムにて着色した硝子であります。通過光線で見ゆる色は、硝子の體色(吸收による色)でありまして光の通路が輝きて見ゆるは、此硝子の放つ螢光によるのであります。斯くの如く强き光によりて照されたる時に、螢光を放つ物質をば螢光物質と申します。一般に螢光物質に螢光を發起せしむる爲には、螢光の波長よりも短き波長の光で照す事が必要であります。例へばウラニウム硝子は紫外線にて照さば强き螢光を

放ちますが、赤色の光で照せば螢光を放たないのであります。此の關係卽「螢光の波長は之を發起せしむる光の波長より長し」と云ふ事柄をストークスの法則と申しまして、多くの場合に適合する事實であります。從て一般に紫外線は諸種の螢光物質に强き螢光を發起せしむる作用を持て居ります。

紫外線による螢光は其物質に固有なる性質でありまして、肉眼的に一寸區別し難き二つの物質も、(實際は異なる物質)其の放つ螢光の差異によりまして、之等を易く區別し得る場合があります。例へば眞正のルビーと硝子製の模造品とが肉眼で一見區別し難き場合には之を紫外線で照せば眞正のルビーは强き深紅色の螢光を放ちますが、模造品は斯かる螢光を發しません、故に此の性質によりて直に其の眞僞を區別し得るのであります。天然眞珠は其模造品及び養殖眞珠より此方法で區別する事が出來るであります。其他色彩の非常によく似たる印刷物も亦、之を紫外線に照せば其等の放つ螢光の差異によりて之を區別し得る場合があります。此等の性質は之を實際問題に利用せば相當の效果を擧げ得る事と思はれるのであります。

紫外線に照されて發する螢光(又は燐光物體を照す光を遮つても後少時間照さ

れたる場所より光を放つ場合に其の光を螢光と區別して燐光と申します)は、之を放つ物質の純度によりて其光度が非常に異る場合があります。一般に化學的に純粹なる物質よりも、或種の物質の極微量を不純物として混し居る方が強き螢光(或は燐光)を放つものであります。例へば化學的に純粹なる苛性加里は紫外線の作用によりて螢光を放たないのでありますが市場に販賣せる二等品は其内に橙色に輝く塊を含で居る事があります。故に此性質を利用せば或る場合に藥品の純度を簡單に檢査する事も出來るのであります。

紫外線によりて照されたる物質が放つ螢光が可視光線なれば、此方法によりて紫外線卽見えぬ光を見ゆる光に變じ得たのであります。此性質は紫外線による秘密通信法に應用せられて居るのであります。卽發信者は、前に述べたるが如き濾光板によりて、可視光線を混ぜざる紫外線のみを發送し、受信者は紫外線によりて強く螢光を放つシアン化白金ベリアム等の如き螢光板によりて之を受け其の放つ螢光によりて其の受信を認め得るのであります。

紫外線に對する物質の透明度

可視光線に對して透明なる物質は必しも紫外線に對して透明なりと云ふ事は出來ないのであります。通常の硝子板は可視光線に對して相當に透明でありますが紫外線に對しては不透明であります。同じく硝子でありましてもボロシリケートクラウン硝子はフリント硝子よりは紫外線に對せる透明度が少しく良いのであります。之に反して無色の水晶板は可視光線に對して非常に透明なるが如く紫外線に對しても約0.2μに至るまでは可なり透明であります。無色の螢石は紫外線に對して最も透明なる物質の一つでありまして厚さ一糎の板は0.18μの紫外線を僅に二十パセント吸收する位であります、故に水晶及び螢石は紫外線の研究には缺く事の出來ぬ材料であります。純粹の水は紫外線に對して最も透明なる液體でありまして、其層一糎の吸收する割合は別表の示す通りであります。

波長 μ單位	吸收の割合
0.300	2.59
0.260	4.2
0.240	5.2
0.220	9.2
0.200	14.0
0.193	24.5
0.186	68.9

可視光線に對して不透明なる物質は、必しも紫外線に對して不透明であるとは

限らないのであります。銀の薄層は可視光線には不透明でありますが波長0.316μの光をは九十六パセントも通過せしむるのであります。其他酸化ニッケルにて着色せる硝子は、赤色と紫色の光線以外の可視線には不透明でありますが、波長0.4μより0.3μに至る紫外線に對しては可なり透明であります。

水銀燈、又は金屬電極間の電孤或は電氣火花等の如き强烈なる紫外線を放つ光源を直視する事は、肉眼に有害なる結果を生じますから避けねばなりません。若し已を得ない場合には可視光線を通過し紫外線を遮る樣な特別なる性質を有する眼鏡をかけて眼を保護せねばなりません。ノビウエルド硝子、クルックス硝子等の眼鏡は此目的の爲に造られたものであります。

紫外線は强き化學作用を呈するものでありますから、繪畫染物等は日光の作用を受けて變色する事があります。直射の日光が强き作用を生する事は勿論でありますが、散光も亦相當に强き作用を及ぼすものであります。故に此等の作用を防ぐ爲に斯かる物質を陳列するに棚の窓硝子は出來るならば斯かる有害なる線を通過せしめない樣な性質をもつて居る事が望ましい次第であります。

以上述べました通り紫外線を特に强く通過せしむる硝子及び紫外線を全部吸

收し同時に可視光線を自由に通過せしむる樣な性質を有する硝子の製造法を研究する事は非常に大切な事と存じます。

紫外線の化學作用等

種々の物質が紫外線の作用を受けて化學變化を起す事はよく知られて居る事であります。此性質によりて紫外線をは化學線とも申します。銀の鹽類が此作用を受けて變化する事は應用せられて寫眞術となり水晶水銀燈の近傍に於て空氣中の酸素が酸化せられてオゾーンを發生する事、及び染物の色が日光の作用で變色する事、などはよく知られて居る例であります。通常の寫眞板が波長0.22μ以下の線に感光しないのは、斯かる短波長の線が寫眞作用を持たないのではなく乾板に於けるゼラチン層が此の線を吸收するからであります。シュウマン乾板は此點を改良したるものでありまして、此乾板を使用せば0.22μ以下の線によりて感光せしめ得るのであります。

紫外線は又強き殺菌作用を持て居るものであります、眞下博士等の研究によりますと、多くの菌(病毒菌でない)に對し紫外線の殺菌作用は0.295μ附近より非常に

強くなり、0.275μ 附近で最大の效果を呈し更に波長が減ずる時は其作用も亦減少すると云ふ事であります。日光には 0.295μ より短き波長の紫外線は存在して居ないのであります、然るに紫外線の殺菌作用が同じく 0.295μ より短くなるに從つ急に強くなると云ふ事柄は甚だ意味のある事であります。水晶水銀燈は 0.3μ 以て下の波長の線強く放つものでありまして從て強き殺菌力をもつて居りますから此性質を利用したる用水殺菌器が考案せられ既に市場に販賣せられて居るのであります。

紫外線は又植物の發育上大切なものである事は次の一例によりて知る事が出來ます。卽砂糖黍を攝氏二十二度の溫度にて暗室に於て一ヶ月間培養したる後之を取出し其一半は直射の日光に他の一半は水晶水銀燈の光に、照したのであります。二時間半の後に於て日光に照されたる方の葉は只其色が黃色に變じたるのみであつたのに水銀燈に照されたる方の葉は既に綠色に變つたと云ふ事であります。又砂糖黍成長の途中に於て毎日一定時間水銀燈の光に照せば砂糖の收獲量が增加し、パイナップル、バナナなどの果實は其成熟期を早め且果實は大くして其味も亦良しいと云ふ事であります。

紫外線の光電効果及び電離作用

電氣的に絶縁せられたる金屬面を紫外線にて照せば金屬は陽電氣を帶び來り其周圍に電子を放つのであります。此現象を光電效果と申します。之れは金屬元素の原子が紫外線の作用によりて電子を失ふ現象であります。或る一定の元素に對して斯かる作用を起すには紫外線の波長が一定の波長より短い事が必要であります。此の波長はカルシウムにては0.37μマグネシウムにては0.33μポッタシユムにては0.44μ(青色の光)ルビディウムにては0.51μ(綠色の光)と云ふ事であります。斯くの如くして紫外線の照射によりて金屬面より放出せらるゝ電子の數は一定の光源に向つては光の强さに比例するものであります。故に此性質を利用せば一定の波長を有する紫外線の光度を數量的に比較する事が出來る理であります。光電池は此目的に使用するに便利なる裝置であります。

紫外線は又氣體を電離する性質をもつて居るのであります。卽、ある氣體につきて、一定の波長より短き波長の紫外線にてこれを照せば氣體中に陰陽イオンを發生し、氣體は電氣を導く性質を帶びて來るのであります。太陽の溫度は約六千

度でありますから、電弧の放つ光よりも更に短き紫外線を放たなければならぬ理であります。然るに地上に達する日光には約0.295μ以下の波長を有する紫外線を缺て居る事實より考ふれば此等の短波長の紫外線は何れも空氣の上層を通過する途中にて吸收せられたるものと考へねばなりません。從て其結果、上層の空氣は電離せられて居るものと考へられるのであります。斯くの如くして生じたる空氣の電離層は日沒と共に消失するのでありして、此事柄は無線電信の通信距離が夜間に於ては晝間に於ける距離の約二倍乃至二倍半に及ぶと云ふ事實と密接なる關係があるのであります。

紫外線による寫眞

吾等の有する物理學的知識の大部分は肉眼を通して得られたるものであります、森羅萬象の變化に富みたる美き景色は、不幸なる、盲人には到底想像の出來ない事であります。百聞一見にしかずと申します通り、吾々は肉眼に負ふ事が非常に多いのであります。眼は斯の如く大切なる機關でありますが不完全なる點が無いではありません。例へば遠方の物體はよく見えない上に、近くにある物體でも

極く微細なるものは見分ける事が困難であります。此等の缺點は望遠鏡や顯微鏡を使用致しますと相當に補ふ事が出來まして吾人の眼界をある程度まで擴張し得るのであります。次に光の色につきまして吾人の眼は波長0.56μ附近の黃綠色の光に對して最も鋭敏でありますが、光の波長が之れより長く又は短くなるに從て其感度を減じ、スペクトルの赤端及び紫端に至りて光に對する感度を全く失ふものであります。然るに日光には可視光線の外紫外線をも伴なつて居るものでありますから、若し假りに吾々の眼が可視光線以外に紫外線をも感ずるものならば、萬物は色調に於て更に變化に富む筈であります。然るに不幸にして吾々の肉眼は紫外線に對しては全く盲であります。幸なる哉寫眞は紫外線に對して感光致しますから、物體をば紫外線のみによりて寫眞すれば、之れによりて紫外線による景色を想像する事が出來る理であります。斯かる寫眞を撮影せんとせば寫眞機のレンズは紫外線を易く通過せしめ得る水晶レンズを用ひ、且可視光線を通過せしめずして所要の紫外線のみを通過せしむる特種の濾光板を用ひなければなりません。銀の薄層は前に述たるが如く波長0.316μ附近の線丈を通過せしむる性質をもつて居りますから、渡銀せる水晶レンズを寫眞レンズに使用せば乾板

に達する光は只波長0.316μ附近の紫外線のみであります。附圖の寫眞は白紙におしろいにてオシロイと書きたるものを上述の方法で撮したものであります。白紙上に書かれたる文字は白色でありますから、實物を一見しても其文字を認むる事が困難でありますが、寫眞上では白字のオシロイは黑く現れて居るのであります。故におしろいにて化粧したる美人も斯かる紫外線のみを見得る眼には墨でも塗て居る樣に見ゆるのであります。此現象は斯樣に見れば其れ丈でありますが事柄は次の通りであります。卽肉眼にて區別し能はざるものが紫外線寫眞で易く之を區別し得ると云ふ事であり す。斯樣な例は此外にも多くありまして此等の性質は之を或る方面に應用せば非常に役立つ事と思はれるのであります、斯樣にして撮た寫眞を數葉茲に御覽に入れて此講演を終らうと存じます。

七、飛行船の話

京都帝國大學教授工學博士　濱部源次郎

私が只今御紹介を受けました濱部です、九月十七日と云へば大分涼しいと思つて居りましたら大分まだ暑い樣です、餘り暑苦しくない樣に御饒舌致します。

私の題は飛行船として置きました、皆さん御承知の通りに航空機は二種類あります、一つは空氣より重いものであつて、それが空中に止まり得るには必ず前進速度を必要とし、其の推進によつて起る所の浮揚力によりて空中に飛上がる、若くは飛行する事が出來る、卽ち飛行機、今一つは空氣より輕いものであつて空氣よりも輕い瓦斯體を氣密の囊の中に充して、其の浮揚力に依つて空中に浮ぶ、卽ち以前には輕氣球と申して居つたのであります。

飛行機に就て見れば之は餘程發達して參りました、此頃では頻々として事故が起つて來ます、其の事故の起るのを甚だ痛嘆して居る人もある樣ですが、是は尤も進んで居らないと云ふ事も無論大きな原因ではありますが、又一面其の事故の多

いのは航空界の發達で飛行の盛んであると云ふことを證し幾らか喜んで宜からうと思ひます、何れの國でも通つて行く道程であります、此の飛行機に就ては皆さん餘程能く御承知だらうと思ひます、所が飛行船の方に就ては日本の現在では一つもない、實に憐れな狀態である、從つて皆んなの智識も薄い、それで今日は飛行船と云ふ題を採りまして、それに關聯して現在の飛行船の話を幾らかお話して見樣と思ふのでありますが、構造に就ては圖面とか幻燈を要しまして暑苦しくなりますからそれは止めまして、極く判り易い點だけを掻摘んでお話して見樣と思ひます。

所謂輕氣球、フリーバルーン、それに或る特別な推進裝置をくつつけて風の力によらず自由に自力によつて、任意の高さに昇り、風の有無に拘らず目指す方向に高空を翔る樣に出來て居るのを之をデリヂブルバルーンと稱して最大なる發達を遂げて居るのであり現在飛行船として知られて居るのであります、少し歷史的にお話して見ますと、歐洲戰爭の以前佛蘭西では飛行機の發達と云ふ事に非常に力を注いだのであります、千九百十一年頃から二三年頃の其の當時から佛蘭西で出來る飛行機の數量は目覺しいものであつた、所が歷史的に佛蘭西と國交の爭ひの

解げない獨逸では、自分の航空機が劣つて居るので大なる脅威を感じたのであるが、唯徒に佛蘭西の後を追ひ寫倣を爲すのみでは到底佛蘭西に對抗し、充分空中に覇を爭ふ事が出來ない事を覺り、そこへ注目して獨逸ではバーセバルとか、チエッペリンなどに非常に潤澤な補助を與へ、又直接間接に之を激勵し刺激して、其の發達を促したのである、之が爲めに獨逸では餘程多くの物質上及び人命の犧牲を拂つて居るのであります、それで漸次發達して來て愈々飛行船が實用に供する事が出來ると云ふ事が確められたからして、獨逸では一大飛行船隊の建造をなし、之によつて空中の覇を占め樣と計畫したのである、千九百十四年の夏歐洲戰爭の幕が切つて落された、最初の間、恰も聯合側の軍隊を羊を狩るが如くに白耳義及び佛蘭西の野を蹂躙し、西南に向つて潮の如く席捲して來た獨逸の軍隊は、常に空中に恐ろしい魔の樣な飛行船に導かれたのである、其の飛行船は敵の軍事行動を視、或は後方軍需隊の脈絡を見出し、それを手に取る樣に報告する、又或る場合には敵の戰線深く這入つて來て爆彈を投下し敵の脈系を亂すのであります、所が英佛軍ではそれではたまらぬと云ふので、漸次射空砲の發達に力を盡し、飛行機も漸次攻擊力が發達して來、又數量も漸次殖して來る、さうして畢生の努力を以て此の飛行船の

破壞と云ふ事に力を盡したのであります、それから漸次チエツペリンも餘り暴威を振ふ事が出來なくなつたのであります、けれ共尙夜間航空を利用して戰線を突破して佛蘭西の巴里の上空に出て、巴里若くは其の他の工業地を破壞せんとして遠征を企てたのであります、又其の後千九百十五年夏に至りましては、遠く英國迄も遠征を試みて倫敦、マンチエスター、其の他主要都市を破壞し、夜間は燈光を減ずる等大變な騷ぎを演じたものであつて、一時に佛蘭西人、英國人の心膽を寒からしめたのであります、併しながら是も漸次英佛の航空隊が勢力を增し、完備して來る樣になつてから、さう易々と侵入を許さない、遂に此の擧は失敗に終り、飛行船の軍事上の價値さへも疑はるゝ樣になつて來たのでありますが、併し聯合側に於ては戰爭を通じて軍事用陸軍海軍兩方共飛行船を餘程有效に利用して居るのであります、殊に最も有效に使用されたのは、艦隊及び輸送船の護衞の任務であります、飛行船によつて護衞されて居る艦隊若くは輸送船は潛航艇を以て殆ど攻擊する事が出來なかつたのであります、潛航艇が輸送船若くは艦隊に向つて、攻擊の態度を執つて水雷を發射する以前に之を見出すと云ふ事は難しいが、一度攻擊の態度に出て水雷を發射するならば、飛行船は直に其の位置を見出す事が出來る、見出す事

が出來たならば直に之を近傍の艦隊に無線電信で報告する、若くは自身で爆彈を投下し之を脅す、假令潛航艇に命中しなくても海水の極く深い所に爆發すると、海水の激震により潛航艇に大破損を與へる樣な仕掛になつて居る、デイープボンブと呼ばるゝ一種の爆彈を以て攻擊する事が出來るのであります、斯の如き任務は矢張り飛行機によつても仕遂げられ得る樣に考へらるゝのであるが、飛行船は遙かに優つた點を有つのであります、飛行船は速度を任意に變へる事が出來る、飛行機の樣に或る一定の限度以下に速度を落したならば、最早空中に止まる事が出來ないと云ふのとは違つて、飛行船は幾らでも落す事が出來る、從つて燃料の節約が出來、從つて空中に長く止まる事が出來る、又一定の場所に止まる事が出來るから命中率が高い、又飛行機と違つて危險を冒さずに陸上海上に接近する事が出來るそれから又もう一つは夜間及び霧の中を航空するに支障を感ずる事が至つて少い、斯う云ふ色々な利益の點を有つて居りますからして、前申しました樣な護衛の任務に對しては效力が非常に違ふのである、其の他敵の艦隊の偵察、或は防備の偵察とかには飛行船は最も有效に利用出來るのであります、それから又敵の陣地、敵の港灣なぞを寫眞にとるのに飛行機よりも餘程とり易いし、又仕事が仕よい、それ

から又多く此の戰爭中に利用されたのは、敵の敷設して居る浮溜水雷及び沈降水雷を見出して、それを擊破し若くはそれを自分の方の艦隊に報告すると云ふ事が大變に都合よく出來る、それから又前申しました樣に速度を任意に低める事が出來るからして、砲の命中の觀測に適するので、戰爭中餘程有能に使はれたのであります。

所が飛行機に比較しまして飛行船の發達は餘程遲れて居る、其の大きな原因は火災を起し易く躰が非常に大きいので繫留が困難な事である、是等は科學の進歩と共に大に改良されつゝありますが、もう一つの原因は製作費が非常にかゝる事である、併しながら各國共に軍用上飛行船の威力の大なる及び是非必要なものであると云ふ事は何れも認めて居るのであるからして、今の平和の時代にあつても有事の時の用意として商業用の輸送に適用せんとし、各國政府は餘程力を入れて奬勵し、又補助も與へて居るのであります、其の一例を擧げて見ますと云ふと、獨逸なぞではずつと以前から政府の補助を以て飛行船による空中輸送をやつて居つたのでありますが、此の頃英國にて計畫して居るインペリヤル、エヤーライント云ふ航空路は餘程大きなもので、英本國と其の屬領地卽ち印度、オーストラリヤ及び

遠く支那の方面迄も飛行船で以て聯絡して、旅客荷物及び郵便物の輸送をやらうと計畫して居るのであります、其の談の基と云ふは、英國にて飛行船隊を廢止し樣と云ふ議が起つた、所がそれを唯棄てゝ仕舞ふのは大變勿體ないものである、之を何か商業上に利用したいものであると云ふので、英本國と屬領地間の輸送旅客船とする計畫をなしたのである、資本金を四千萬圓として、其の內の千八百萬圓を株で募集して、殘りの二千二百萬圓を社債で募集する事になつて居りまして、御承知のビツカース會社及びセルオイル、コンパニーなぞは百萬圓の株を申込んで居るのであります、英政府が飛行船を造るストツクとして持つて居つた、材料を全部無代で與へ、それから英國內に在る所の飛行船の繫留場を會社に提供して無代で使用せしめる、また無線電信を無料で使用せしめる事を許可する、斯う云ふ樣な特權を與へて、尙或る金額を補助する樣になつて居るのであります、それで會社は政府から貰ふ所の飛行船は練習用とか、若くは極く近い近距離の飛行に使つて、是から後其のインペリアル、エヤーラインに使ふのは百人の旅客と荷物は九噸乃至三十噸を積み得るやうな飛行船で速力は一時間に六十哩位のものを新造する事になつて居りまして、此の位の程度の飛行船であつたならば、印度に往くのにたゞ一回

の着陸で宜いのでありますオーストラリアへ往くのにも三回のストップで宜しいのでありますそれで英本國が一番これから利益を得ると云ふので、金の補助は九拾壹萬圓オーストラリア及び印度は各七拾萬圓の補助を毎年與へる、斯う云ふ事になつて居ります、收支相償ふに至つて其の補助を廢すると云ふ事になつて居ります、之をやりますと云ふと英本國から孟買迄往きますのに、從來十七日間を費したのが五日半で往かれます、蘭貢が二十一日乃至二十二日程かゝつて居りますが、それが七日半で往かれます、それから又香港へは四週間費したのが、八日半で往かれる、オーストラリアには矢張四週間費したのが十一日半で往かれる事になつて居ります、それでプログラムとしては、第一期には印度迄毎週一往復、第二期に這入ると云ふと隔日印度へ一往復する、尙それを延ばして一週間毎にオーストラリアへ往く事になつて居ります、是は餘程大きな計畫であるからして調査をして居ります、先づ燃料も御承知の通りにガソリンが非常に高いので、カープレッターを改造して重い油を使ふ、さうするとそれによつて燃料も大變な節約が出來る、又浮揚力も四十パーセント增す事が出來ると稱して居るのであります、それから發動機の使用時間も從來は百五十時間位であつたのが、現在では四百時間乃至五百時

間使ふ事が出來る、それから多量に要する水素瓦斯、以前には一千立方呎が二十シルリングであつたのが、現在では四シルリングで出來る、それから飛行船の一隻の價が百二十五萬圓乃至百五十萬圓位で出來る、それであるから會社としては一年間船の補充と云ふ事に對しては、僅かに四十萬圓の積立をしたら宜しい、斯う云ふ調査が行屆いて經濟が持てる、獨立の經營が出來ると云ふ目算がついたらしい、それで何れは成立するだらうと思うのであります。

それから今一つはスペインと南米のアルゼンチンとを聯絡して、旅客及び郵便物の輸送に利用する事業であります、獨逸は平和條約として休戰後七隻の海軍用の飛行船を破壞してしまつた後でなかつたならば、商用飛行船を使用する事が出來ない事になつたのであります、それでスペイン若くはアルゼンチンで自分の國の技師の監督の下に飛行船の建造をせんとして居るのであります、尙それを運轉する者はフリードリッヒスハーフエンのチエッペリン工場から選んでやる、それから飛行船の建造の材料は全部獨逸から送ると云ふ事になつて居ります、此の製作及び經營に對しスペインのシンヂゲートは九千萬ペセタス約日本の三千六百萬圓の資本を集めてをります、既に其の内の五千萬ペセタスはスペインの銀行業

者及び實業家が引受ける事になつて居りまして、スペインの政府は之に年五朱の配當を保證する事になつて居るさうであります、それで先づ最初に三つの飛行船を建造する事になつて、それに壹千四百萬圓、それから兩終點に於ける繫留場に千六百萬圓を費すのであります、計畫さるゝ飛行船は大變大きなものでありまして、六百三十萬立方呎の容積を持ち長さが八百貳拾五呎、一番太い所の直徑が百二十八呎、速力が一時間に九十哩で、現に英國の計畫して居るのとは餘程大きな又速力も速いのであります、それで六十の旅客と三十萬の小包及び郵便物を輸送する事が出來ます、其の兩方の終點卽ちスペインのガデヒと亞米利加のベノスアイレス此の間が七千哩ありますが、九時間で往ける、併し何う云ふ航路を採るかまだ發表して居りせぬから判りませぬが、スペインより航路を西南に採り伯剌西爾を經てベノスアイレスに往くのが近いのであります、或はモロツコのカサブランカを通つて佛領の海岸に沿ひ大西洋を横切つて南米に往きますと、海上が約二千哩ありますからそれも宜からうと思ひます、それから歐羅巴の終點ではスペインのガデヒと、セビラと云ふ間に繫留場を置く、又一方ベノスアイレスには二つの繫留場を置くと云ふ事であるが、その設備には二年位の年月を要すると云ふ事であります、

之が若し成立するとしたならば、既に佛蘭西ではマルセーユから地中海を渡つて亞弗利加のアルギールス迄往く航空路を開拓して居るのでありますから、それを結び付けて聯絡を取る樣になつたならば、空中路として都合の好いものとなつて來ます、行く〳〵はそれを巴里迄延長する、尙獨逸の方と聯絡が出來る、さうすると最も利益を得るのは佛蘭西でありますそれで佛蘭西は獨逸の技術を使用する事を好まないのであるけれども之も看過し同意するだらうと思ひます、又獨逸は今の所佛蘭西を疎外して飛行船の建造が出來ないのでありますからして、之に參加する事を慫慂するであらうと思ひます。

所で飛行船は前に申しました通りに空氣より輕い瓦斯體に依つて飛揚する、飛揚瓦斯としは目下專ら水素瓦斯を使つて居ります、所が御承知の通り水素瓦斯は極めて燃燒し易いものであります、若し之が酸素と言はず空氣と混じつたならば恐ろしい爆發性のものになつて來るのであります、所で飛行船は色々な場所又は色々な事情によつて常に幾らか宛の水素瓦斯が漏れて出るのであります、さうするとそれが風に吹き寄せられて飛行船體の腹の方に淀んで居る事がある、其の近くには發動機があるのでありますからして、それに火がうつつて爆發すると云ふ

事が過去に澤山あつたのでありまず、伊太利で建造され米國所有の世界最大飛行船ローマ號が火を發し譯山の人命を損した事はまだ新しい事でありまず、又日本では日本唯一の飛行船であつた英國ヴイツカース會社の製造になるエスエス型の飛行船が格納庫中に火を發し烏有に歸したのは皆さんの新らしく記憶されて居る事と思ひまず、尙それより以前に於てはウエルフエルト飛行船、或はチエッペリンの三號、十號同じくエル二號、エルチット四號、六號ＡＢ十號是等は皆同じ原因により爆破の悲慘事を見たのでありまず、此の火災と云ひ、或は爆破と云ふ事に對しては、飛行船にては發動機室が氣球に密接して存在する事が最も險呑なのでありまず、此の點よりしては籃が氣球に密接するを欲しない、然るにチエッペリンでは腹にくつついて居るので、火災はチエッペリン型に一番多い、所が籃若しくは小艇を氣球に密着せしめる事は、飛行船設計上最も必要な條件でありそれによつて空氣の抵抗を少しく高速度を得、且つ操縱を輕快にする、それで何うしても輕快なものを造らうと思へば是非共密接しなければならぬであるから飛行船に取つては水素瓦斯の爆發なる事は、其の發達上一大難關であり一大障害であつて、爆發を防衛する設備は有ゆる注意と工夫を以て完成に勉め、各國相競つて研究して居る

のでありますが、未だ安全の域に達しない、然のみならず軍用飛行船にては火災を自分自身から發しないまでも射空砲彈に見舞をされたり、飛行機と戰ひ一度發火彈の命中あれば忽ちに火を取り火災を起す、又射墮されるとか何かの事情で故障を起して船の平衡を失ふ時直ちに火災を起す事が多い、火災さへ起さなければ人命は助かるのであります、で若し水素瓦斯に代つて不燃性の火災の虞のない浮揚瓦斯が得られたならば大變便利であり飛行船に一大革命あるを思はしめ、此の事は早く以前から注目されて居つたのであります、所で御承知の通りヘリユームと云ふ瓦斯は極めて稀有の瓦斯であり、空中にでも酸素窒素の外にアルゴン等と共に極く微量を有つて居るのでありますが、是は不燃瓦斯であり長く氣球中に置いても危險の虞のないものである、さうして水素に次いで輕い瓦斯であります、水素を滿したものに比較しヘリユームを滿したものは、約九十二パーセントの浮力を有つのでありますから、水素でも少し不純になつて來たならばぢきに其の位な程度に落ちて來るのであつて、飛行船用浮揚瓦斯として最適のものとして早くより着目されてありましたが、千九百十八年の四月頃迄は極く少しか得られなかつたので、一立方呎の生産に約三千四百圓から四千圓も要つたのであります、それであ

るから漸く實驗室内の研究の材料に使はれる位の程度のものであります、所が英國は此の戰爭中何か新しい武器を發見しなかつたならば、此の戰爭を早く始末する事は出來ない、卽ち戰爭を早く終末に近づくるには何か新らしいものを工夫しなければならないと連りに焦慮し其問題中飛行船用浮揚瓦斯としてヘリユームの工業的大量製產の成功と云ふ事が大なる一つであつたのであります、それで千九百十七年米國が參戰してから同國陸海當局へ英國の提出した諸問題中、ヘリユームの調査事項が含まれてあつた、それで米國は學者を各方面に派し調査及び研究に沒頭し、テキサス、カンサス、オハイオ等の地方で產出する天然瓦斯に約一パーセント近くのヘリユームを含んで居ると云ふ事を確めたのであります、一パーセントと云ふと大變多いのでありますけれども、一パーセントのヘリユームを拔き出すと云ふ事が最も困難であるが同國は問題を鑛山局の手に移し、同局は段々研究して遂に所謂ノルトン製造所を建設し製產に望みのある事を確めたので天然瓦斯からしてヘリユームを製造すると云ふ事業に着手する計畫を樹てたのであります、米國陸海軍省は獨り此の製造所の規模に滿足せず、從來液體空氣を取扱つて居つた二會社に委囑し、大資本を提供してその工場を擴張せしめ、專ら此の事業

に當らしめる事になつたのであります、一つはリンデエーアプロダクト會社、他はエーアレダクション會社でありまして、所でリンデの方は千九百十八年の三月に裝置を整へ六月には滿足なる試驗の結果を得大規模の工場を設くる基礎を建てたのであります、後者も同年五月に運轉出來る樣になつたのであります、爾後此の計畫の設計運轉共に主として此の二會社の手にあつたが、現時の成功は主にリンデ會社の盡力に依ると云はれてあります、千九百十八年の七月に製造の大計畫を樹て同年八月に豫算が通過して、リンデ會社は其設計の任に當り、テキサス州、ホートウオースと云ふ所に第一號の工場を造る事になり、實に此の工場の建設費に九十萬弗を費し、天然瓦斯の發生する所からして、工場に瓦斯を引くに十八吋管九十八哩を敷設し、其れに百萬弗を費したと云ふ事であります、續いて同地に第二號の工場を設け尙ほ第三號の工場をペトロリアと云ふ所に建設し、行く〳〵飛行船體を造つても、差支ないと云ふ事にせんと勉めつゝあります、此の位になつたから値段が何の位であるかと云ふと純粹度九十二パーセントのものゝ製造費が一立方呎で三十九仙であつたのでありますが、此の頃では大量製產に近づき來り九十四五パーセントのものが千立方呎に對して百五十弗、卽ち一立方呎十五仙に迄進んだ

のでありますが、まだ水素瓦斯に較べたら餘程高いのであります、此の製造所としては天然瓦斯と水の豐富な場所を選ばねばならないのであるが、天然瓦斯よりヘリユームを採取した後は一層純粹となり、點燈用として損失はありません、製造方法は先づ天然瓦斯を苛性曹達中に通じ炭酸瓦斯を除去し、次に之を液化してヘリユームと共に窒素瓦斯を引出し、是を更に壓縮し冷凍して窒素瓦斯を液化分離し、段段と進んで遂に純粹なヘリユームにするのでありますが、斯樣にしてヘリユームを取つてから、其瓦斯を壓縮して貯へ若しくは輸送に便するのは、酸素瓦斯の取扱ひと異りはありません、製造方法としてはさう云ふ風になつて居りますが、斯の如き不燃性の爆發する虞れのないヘリユームを藏して居る所の飛行船は實に未來に於ける戰鬪艦であります、發火彈の命中する事があつても爆破する恐れのない不燃のチエツペリン飛行船は遠距離の偵察遠征、其の他の用途に於て最も優秀なる武器となるのであります、と云ふのは飛行船は浮揚力が豐であるからして、小口徑若くは大口徑の大砲を据付け得る充分の場所と浮力の餘裕を有す、是等砲の据はる砲座は甚だ安定で命中率が高い、對抗する飛行機の機關銃位を以てしては到底此の恐る可き砲火に戰を挑む事は出來ないのであります、故に以て飛行機は

其の快速力と快昇登力を利用して爆彈を以て應戰する他術がない、是も餘程危險な藝であつて、チエッペリンの如き胴の下から腹を通して頂部に達する通路があつて、其の頂天に砲が据つてあつて、上空に向つても發射出來る樣になつて居りますから、油斷はならない、然るに飛行船に對し攻擊の最好位置を占めて投下する爆彈の命中率は高速度である丈極めて低いものである、一度命中を失敗して仕舞つたならば、更に繰返して有利な地位を占めると云ふ事は蓋し難事である、其間に砲火をあびなきやならぬ、斯う云ふ樣に火災の憂を除かれたるヘリユーム飛行船は防禦が容易となり、大なる强味をもつから軍事上有力になつて來るのであります、飛行船の浮揚瓦斯としてヘリユームを使ふ樣になつて來たならば非常に高價のものであるから之を失はない樣にしなければならぬ、所で解決を要する重要な問題は、瓦斯が熱度及氣壓の關係上膨脹し其結果自働弇の作用により瓦斯を排出し、內壓力の調節をなす、其際失はるゝヘリユームの損失と云ふ事であります、氣球の構造は充分輕きを要するから、其の質も甚だ强くない依つて其の堪へ得る內壓に自ら制限があります、依つて自働排氣弇が在つて自然に此の調節を司り、內壓を制限し氣囊の破裂を防ぐのであります、故を以て飛行船が上昇しても尙ほ瓦斯を失

はない爲には、地上にある時氣囊に瓦斯を充滿せしめず、一部分餘裕を存して置かなければならぬ、さもなければ排氣弇を通して高價なる瓦斯を失ふを免るゝ事は出來ないのであります、そこで軟式の飛行船でありますと、氣球の內部に何等骨組を有たず內部の瓦斯の壓力によつて其の形を維持して居るのであるから、地上に在る時と雖も壓力を決して弛うする事は出來ない、寧ろ球の承くる脹力は常に一定にするを要する、所が地上を離れて段々上に昇つて行くに從つて空氣が稀薄になれば、氣球內の瓦斯は膨脹せんとし、力は段々强くなつて來て破裂する虞れがある、其の時に自働弇の調節により瓦斯を排出してしまつたならば、下降して外壓の增加する時、球は脹力の不足より歪み出すであらう、其處で軟質の飛行船の腹の中には恰も魚が浮袋を有つて居る樣に、バロネットと稱へる一つの空氣囊を有つて居るのであります、此のバロネットは寧ろ沈み囊となつて居るのであつて、其の內の空氣は空氣ポンプの作用によつて任意に送り込まるゝのであります、地上に居る時に氣壓は高いから內部の壓力が不足してある、其の間は、バロネットに充分に空氣を吸込んで脹らして、氣球に不足の脹力を補つて居る、所が段々上に行くに從つて外壓が弱くなつて來て、內部瓦斯の脹力が勝つて來る時、バロネットの空氣を

漸次吐いて氣球内脹力の加減をして行くのであります、尙それが或る一定の高度よりももつと高く昇つて行く時に、空氣を皆吐出しても未だ追つつかない、斯樣の場合には自働弇が開き水素の一部分を棄てゝ仕舞ふのであります、硬式のチエッペリン型は極く輕い合金で造つた所の枠組に成る骨格を有ち且つ同じく枠組により内部が十數個の室に仕切られ、其の各室に太鼓形の瓦斯囊が藏されてあります、瓦斯囊はゴールドビータースキンと申しまして、牛の大腸膜より作られ極めて輕いものでありまして、水素瓦斯を浸透する事の最も少いものであります、此囊は質が弱いので大なる壓力を許す事が出來ないが、枠組の骨格の外は更に風雨に堪へ得るゴム引き布に蔽はれ、夫で葉卷形の船形を保つのであるから瓦斯囊は内壓で以て何時でも脹れて居る必要はない、地上に在る時にはたるみをもち、脹るる迄充分の餘裕を存して瓦斯を充たすのであります、併し乍ら若し高空に昇登し充分に脹れ切つた時には囊の質が弱いので破裂する恐れがあるから一層鋭敏なる自働排氣弇を設ける必要がある、それによつて水素瓦斯の失はるゝ量が甚だ多い、水素瓦斯が大變減つて來たと思へばパイプで下より送り補充する事が出來るのであります、所がヘリユームであつたならば、非常に高價のものであるから無闇にへ

リユームが漏れて失はるゝ樣では困る、之を失はないで壓力の調節を行ひ得る工風を要するのであります、米國海軍ではC型飛行船にヘリユームを充し實驗を行ひ、又陸軍の方でも其の爲に特に設計した飛行船の完成と共にヘリユームを減ずるのを防ぐ研究を行ふと云ふ事であります。

水素瓦斯の失はれると云ふのは獨り排氣弇の開くときに限らないで、始終浸透作用により外部に漏れ出すのであります、浸透作用は囊の性にもより又瓦斯體によつて相違のあるものであつて、水素瓦斯の漏れて失はれ、又外より空氣の漏れ込み瓦斯の不純となり浮揚力を失ふ程度は、敢て恐るゝ程の事もありませんが、空氣を構成する瓦斯體の内、不幸窒素よりも酸素の浸透作用は餘程多いのであります、酸素の漏れ込み混有する量が或る程度迄行くと云ふと、瓦斯は爆發性を帶び非常に險呑なものとなります、依つて其の程度迄達した瓦斯は最早飛行船の浮揚瓦斯として使用する事が出來ないのであります、さうすると全部棄て去り更に新しい水素瓦斯を以て充さねばならぬのであります、ヘリユームは一回入れるにも莫大の費用を要する。それが一月とか二月の間に癈棄されて仕舞ふと云ふと大變でありますが、幸にヘリユームは浸透作用が少く且つ酸素が混つても爆發性になつ

て來る樣な事は決してない、若し不純となり浮揚力がなくなつて來ると、再製して不純物を除き純粹なるヘリユームとなし再び使用する事が出來る、是に對し米國では二つの再製裝置を建設しつゝある、一つは華盛頓に於て造りつゝある鐵道上の再製裝置で、他はラングンー飛行場に建設しつゝある定設の再製工場であります、前者は目下完成に近づきつゝあり、二つの荷車より成り鐵道の上を走るものであつて、其の內の一荷車は再製設備を備へ他は夫を運轉するための動力を發生する車になつて居ります、此の裝置は冷凍作用により不純物主として空氣を除去する方法に成るものであつて、米國鐵道の標準軌條上全州何處へでも持つて行く事が出來、其の能力は約一時間に二千立方呎のヘリユームを再製する力を有するのであります、目的とするところは永久的の定設再製工場を置く事の出來ない孤立した飛行場では、不純となりしヘリユームを貯藏し、每年一回か若くは二回此の再製移動荷車の巡回して來るのを待ち、其に依つてヘリユームの供給を充すのであります、バーヂニア州ハンプトンのラングンー飛行場に定設する工場は一時間に二千立方呎の再製能力を有つて居ります。

それで先づヘリユームの貯藏が出來、使用に堪へると云ふ見込みがついたので、

ヘリユームを以て充せる飛行船の實驗を行ふと云ふ事になり、是をバーデニヤ州ハンプトンロードニ於ける海軍飛行場でC型の七號飛行船により實現したのでありまず、此シクラスと云ふ飛行船は發動機二臺を備へ特に防備に護衛任務に服する樣設計された軟式のやつでありまず、實驗用に大きな飛行船を使ふと云ふ事は、經費の上から云つて始め堪へられないので、餘程少さいのでありまず、長さが百十九呎、一番太い所の直徑が四十一呎九吋、最大の高さが六十呎で、最大の幅が五十三呎でありまず、氣球の容積が十八萬一千立方呎あり、飛行準備を整へた時の固定重量が七千九百四十封度ありまず、之にヘリームを充す時、浮揚力が一萬一千六百五十六封度ある、其の中から七千九百四十封度の固定重量を差引いて三千七百十六封度と云ふ浮揚力の餘裕を殘し利用する事が出來るのでありまず、此の浮揚力は乘組員、燃料油、航空に使用する色々な機械設備品、無線電信設備、食糧品、飲料水、バラスト竝びに爆彈とか銃砲彈藥等の積載に使はれるのでありまず、百二十五馬力の發動機が二臺据はつて全速力一時間に五十五哩出るのでありますが、巡洋速力四十五哩で走れば二千百八十哩を續航する事が出來まず、バラストは八千六百呎の高さに達する事を得る容量を有つのでありまず、尙軍事行動をなす時には凡て

不必要なる積載物を皆バラストに代へるから、是より一層高く昇る事が出來ます、設備のガソリン及び水等でも危急止むを得ざる場合にはバラストとして捨て去るのであります、飛行船が少さいので乘組員も少いのでありますが、操縦者が二人あり、一人は方向を定めるので前座席に乘り、方向舵を縱るのであります、他の一人は高度を定める所謂アルチチユードパイロットであつて、同じ籃の第二の座席に座し瓦斯弇及び空氣弇並びに發動機の調節に任ずる、最後部の座席に一人の機械師と一人の無線電信係が居ります、長い航空には更代を必要とするから、三人の操縱者一人の機械師と一人の無線電信係と計五人位の程度で乘組むのであります、此のC七號の飛行船を以て試驗飛行を行つたのであるが、ハムプトンの飛行場を朝六時三十分に出發しアナコスチアに到り其の町を横切つて飛行場に着陸したのが、同じく十時二十分でありました、それから午後十二時三分再び其處を出發してハムプトンに無事歸り着いたのは四時三十分であります、此の長距離航空をなす前に準備飛行として四十五分間滿足の飛行を遂げ、次に十五分間の飛行をなし遂に此の長距離の飛行を遂行したのでありますが、三回の飛揚を通じ開弇によつてのヘリユームの消失は全くなかつたのであります、初めて行つた實驗として浮

揚力の試驗弇の扱方、瓦斯體の氣球を漏れて出る浸透の調査、及びヘリユームの使用に關する事項を調べたのでありますが、世界に於ける第一番目の此の實驗に於ける結果に就ては知る事が出來ません、現在の所ではヘリユームが浮揚瓦斯として存在し使用されて居るのは米國だけであります、尤も加奈陀に於てもヘリユーム採取の實驗に着手し望みがないではありませぬが、まだ成功の域に達せず、現在では米國の外ないのであります、さうするとヘリユーム飛行船と云ふ有力な武器は、目下世界で持つて居るのは米國のみであると云ふ事が出來る、是は實に有力なる武器でありまして、若し戰爭でもありました時には實に大なる威力を發揮するものでありまして、ヘリユームがあると云ふだけでも餘程强い脅しとなる、今米國にてのヘリユーム生產量は過去に比し有望なる進境を示しつゝあり、將來ヘリユーム飛行船隊を形作る充分の望みがあると云ふ事で、何處までも天惠國たるを失はないのでありますが、獨逸が科學の力を以て世界を征服せんと企て、戰爭中石油の輸入を塞がれた場合に於ても、代用燃料を以て自動車を運轉し、敢て屈しなかつた元氣を見れば、飛行船に對しても何とか工夫のある事と思ふのであります、彼のZR二號飛行船が最近に火災を起した、其後航空局長のバン、ノストランド氏が新

聞記者に話して居るのを見ると、災害調査の結果に徴するに、最も恐ろしいのは水素瓦斯でない、寧ろ發動機及び其の燃料たるガソリンである、此のZR二號の場合に於ても前の部分が爆破して居るにも拘らず、後の方は爆破して居なかつたと云ふ事は、水素瓦斯を使用しても安全を保たしむる事を得る一つの證據であると述べで居る、然らば我々が水素瓦斯を使用して居るからと云ふて決して恐れ込むに及ばない、ガソリンの代りにもつと火のつき難い燃料を使用する事を工風し、燃料タンクを餘程防火的にするとか、或は氣嚢から漏れて來る水素瓦斯が空氣と混じたるものを近くに長く淀ませず、直ちに吹き去る樣にする等種々工風を要する事項がありましよう。

日本では此の少さい本土であつて而も石油にも餘程苦しんで居る、今後液體燃料には恐ろしく缺乏して來る事と思ふ、天然瓦斯は最も少い、九州地方臺灣等に天然瓦斯の調査をなしてゐないではありませんが、先づ日本ではヘリユームを多量に得る望みは到底得られないと見ねばならぬ、それで燃料の方で引火防止を研究するとか、其の他安全設備の完成に努力する他はあるまいと思ふのであります。

八、有用金屬に就いて

京都帝國大學教授理學博士　近重眞澄

本日罷出ましたのは、本年春の頃在京都の同僚の一人が、この懷德堂に於て理科學に關した通俗講演を遣る企てがあるに付き、小生も何か遣つたら好からうと云ふ話でありましたが、丁度其の頃小生は歐羅巴の方へ視察に行く事に成つて居りましたから、それは歸つてから致して見ようといふ事に約束をしました結果であります。

偖て愈、歸つて參りまして、直に約束の履行を迫られる。塵事多端ではある。困却しましたが、何でも宜いから遣れといふ事で、曲みなりに講材を纏めて見ました。併しどうも私の專門とする事柄をお話致しまする事は、皆樣に果して何れだけ興味があるか。非常に懸念を致す所であります。

但し、今日掲げた題目の事項は其の必要であるといふ點には疑ひはない。而して斯かる題目は海外に於ける實情を申せば非常に珍重がられて居る。かゝる知

識は已に一般人に遍く利用されて居る。即ち金屬に關係する技術者でなくとも、例へば商賣人でも、其の販賣する商品中に「アルミニウム」の器物があれば、必ず之に關する一通りの知識を持たうとする。かゝる次第で日本に於けるよりも此種の問題は興味がらるゝ樣である。所で日本では未だ其れ程には進んで居ない。商賣人は只算盤さへ取れば宜い。品物の本質が何んであるかは問題外とする風があるではあるまいか。從つて今日お話する事はお聽きになつても左程面白いと思はれないかも知らぬ。夫れでは日本の發展に資せぬ。日本が今後大に發展すれば、例へば五十年なり、百年の後になれば、かゝる題目にも一般人が注意する時が來るに相違ない。故に小生は事項が有益であるといふ點から今日の講演を致します。興味を引くと否とは他日を期せねばならぬと思つて居ます。併し退屈せぬ樣なるべく短かく切り上げます。

總て金屬と名の付くものは皆化學的元素である。元素の數は今日大略八十內外ある。その八十內外の元素の中で五十は金屬である。故に金屬といふものは中々廣大なる關係を有つて居るものなる事がわかる。

然るに此五十內外の金屬の中で、三十四五の金屬は僅かに百年以來の發見にか

かり、未だ大に利用さるゝに至らないものが多い。從つて我々は其等の三十四五の金屬の中で、單に學術的興味を感ずる許りであると云はねばならぬものを除き、稍實際に用ひられて居るものを强ゐて數へて見ると十四ばかりになる。其の名はお判りになり難いと思ひますから、此處に書いて置きましたが、「アルミニウム」「マグネシウム」「珪素」「セリウム」「ヴナヂウム」「タングステン」「モリブデン」「滿俺」「タンタルム」「オスミウム」「クロミウム」「セレン」「チタニウム」「硼素」等。それから此の百年以前より溯り歷史の存する限り、卽ち數千年の間に發見されたものが八つ。卽ち「亞鉛」「蒼鉛」「アンチモニー」「ニッケル」「コバルト」「白金」「イリジウム」「カドミウム」是である。それから歷史以前から知られて居た金屬が七つ。卽ち鐵・銅・錫・金・銀・水銀及び鉛である。是が今日でも最も有用視せられて居る。して見ると我々人間の知識は、現代日進月步を自慢するが幾らも增して居らない。有史以前の時代に知られたものは、今日でも尙最も必要なものであつて、其の以後の發見にかゝるもので有用なものは極く僅かしかない。

古い物を賞翫するのは、懷德堂の御趣意にもある溫故知新で惡くはないが、多少心細くある樣である。尤も斯く云つても人間の努力を全然輕蔑することは出來

ぬ。實際此の數千年の間に少し宛增して居る事は確である。所謂故を溫ねる中に新しきを知つたので、少し宛進んで來てゐる。現に百年以來の產物の一たる「アルミニウム」の如きものは、已に鐵と肩を比する程にまで成つて來た。そこで一應考へて見たいことは學術の進步せざりし以前、卽ち有史以前の人間が、如何にして鐵・銅・錫其他の有用金屬を知り、後世では却て發見の程度が低い樣に見ゆるかである。顧ふに是は先刻申し上げた通り、金屬は總て化學的原素であるが其中にも非常に化學的反應性の强いものと弱いものとがある。化學的反應性の强いものは元素其の儘で自然界に現はれ得ない。然るに反應性が著しく鈍い元素になると、元素の儘裸で殘存し得る。元素の中にはさういふものが澤山ある。

金屬以外の例から申せば、例へば空氣＝空氣は酸素及び窒素の混合から出來て居る所が窒素の如きは或る條件の下には反應性が非常に强くなるが、普通の條件下では反應しない。だから元素の儘に殘つて空氣として存在して居る。

それと同じく金屬の中にも、反應性の强いものと弱いものとある。原始時代に見出された金屬は何れも皆後者に屬し、凡て反應性の鈍いものであつた。是が金屬としては鏽びない、美性あるものなので後世まで殘され、苦心して發見された新

金屬よりは常に優勢となるのも已むを得ぬ次第である。

此意味に於て金が最も不變質で早く發見されたであらう。銅はそれに次いで居る。又水銀もさうで中々能く元素の狀態を保つて居る。よしや一度化合したものでも容易く元素の狀態に復する。故に是も能く原始人が知り得た筈である。錫・鉛或は鐵等になると稍反應性は大きいが、其化合物から元素を取り出すに左程困難でなかつた。故に此等も原始人に用ひられた。斯等の理由から原始人は最も有用なる金屬を早く知つた。斯の如く最も得易い金屬が知られて仕舞つた後にどういふものが殘るかと云ふと曰ふ迄もなく、非常に反應性の强い、還元され惡いものが殘る。是から金屬を取り出すには、餘程人間の知識を磨いて研究しないといかぬ。然し原始人の見付けた樣なものは產額が少い。到る處に轉つて居らぬ次第に人里を離れた深山へ入るか、或は遠方に行つて探さなければならぬ。そこで原始金屬以外のものを代用せねばならぬことになる。反應性は可也大きくても尙ほ割合に人間が容易く取る事が出來るものから見付けられた。此れが數十年間に八つ數へられた。最後に僅々百年の間に三十以上の物が見つかつた。是は一に科學の進步の賜である。

非常に還元の困難なものでも兎に角分離して金屬にした。金屬には爲たが量の少いものもあり、又餘り反應性に富みて有用でないものもある要するに斯の如き經路を經て今日五十内外の金屬が見つかる樣になつたが、其等の金屬の中でも最も有用な金屬は何であるかと言へば、何んとしても鐵と銅と「アルミニウム」の上を行くものはない。此の三つを擧ぐれば宜い。石器時代の石から、銅器時代の銅になり鐵になり、其の鐵が鋼になり、以て今日に及んだ。併し是から「アルミニウム」時代が來らねばならぬ。

偖て此の如く銅・鐵・「アルミニウム」此れが、金屬が人間社會に利用さるゝに至つた順序で、此れは決して偶然ではない。皆然るべき理由ありて此の如くなつたものである。故に新しいものが必ずしも好いといふ譯ではない。第一は產量、第二は製作法の難易によりて移り變つたのである。それに尙後世では研究が加はつて質の良くないものでも之を良く爲る手段が講ぜられたのである。そこで銅器でも中々精巧な物が出來て居る。例へば干將莫邪の劍でも恐らくは銅劍であつたらう。今日殘存する銅劍は銅に錫を混じたもので、正宗の名劍とは何うか知らぬが、相應に切れるものである。而して鐵劍よりは遙に作り易い。もう一つは拵

へて見ると永く錆びないで、保存さへすれば、何時までも銹びない。斯ういふ美點がある。今日でも銅器は銹びにくいと云ふ美點に於て鐵の上に立つて居る。鐵製品は錆びるが銅器はさういふ美點がある。さういふものを有つて居つた原始人が、何うして銅を捨てゝ鐵に移つたかは、卽ち前に云つた產額の問題、量の問題からである。

人間の數が增して來る。金屬を要する時代が多くなつて來る。非常に人間の數が少い場合には、銅を使つても間に合つたが、兎に角足りない。そこで鐵を使つて見ると鐵でも相應間に合ふ。其鐵になると、世界の產額が多い。大きな需要に應ずる。地球の內部の方は分らぬが、地殼から分析すると、全體を百分として、平均して五分五厘だけは鐵である。勿論其の分布は均一でない。或る場合は殆ど鐵がない。併し多い所になると其の七割二分は鐵である。卽ち鐵鑛石である。故に分布は、必ずしも五分五厘といふ均一のものではないが、併しながら量は銅に較べて非常に多い。其の豐富な點に於て、又之を作る方法が進步して稍、容易に出來て價も非常に安く出來る爲に、遂に銅を驅逐した。所謂鐵時代が出來て來た。而して其鐵で何うしても銅に及ばぬ處のみには銅を用ひる。今日は更に其鐵を鋼

にして一層質の美を圖つた。但し段々文明が進み人口が增して行くにつれ、益、鐵の需要が多くなる。總て今日の文明的器具に鐵を使はないものはないが、左樣になると復々原料が足りなくなりかけた。そこで之に代るものは、鐵の如き美性を有ち、而して產量の多いもので無ければならぬ。此の目的には「アルミニウム」の外はない。

「アルミニウム」の地球上に於ける分布は、七割五分位であつて、鐵より遙に多い。我々の踏んで居る大地、岩、山、滿目總て皆「アルミニウム」の化合物である。殆どこれの無い處はない。非常に豐富であつて其處等邊に轉つて居る。畑の土でも何んでも之を採る方法さへ出來れば、人生の幸福、文明の進步は、期して待つべきものである。而して其方法も稍、出來て來たのである。是に於て「アルミニウム」の勢力の時代が將に來らんとする。是は故きを溫ねて、新しきを知つて、益、人智の蘊奧を究めるに至つた結果、出來かけた所の產物である。原始人はとても及び到らぬ所である。吾人は「アルミニウム」の時代が遠からずして全盛になることを期望して止まぬものである。

其處で銅も已に述ぶる如く合金として用ふ。錫や亞鉛の合金が多い。卽ち唐

銅、眞鍮である。鐵も矢張元素の儘では稀にしか使用せぬ。普通は炭素鋼とする。最後に出た「アルミニウム」も同樣で、最も良好な材料としては其合金を取るのである。是れから順序としては先づ眞鍮及び鋼について詳しく述べ、次に「アルミニウム」及び其の合金の事に移るべきであるが、何分時間は多く無い事であるし、又餘り緻密な話ばかりしても倦怠を生ずると思ひますから鋼や眞鍮などの事は略して、これから直に「アルミニウム」について詳しく述べて見ませう。

先づ「アルミニウム」の發見の歷史を述べて見たい。一番初めに「アルミニウム」を見出した人は、今から百十四年前、卽ち西曆千八百八年に、英人デーヴィである。此の人は明礬に關係ある酸化「アルミニウム」と云ふものを原料にして、纖弱なる電力を用ゐて電解して「アルミニウム」を少し得た。さうして其のものに「アルミニウム」と云ふ名を附けた。其の名の本は明礬の原名「アラム」から來てゐる。明礬の中の固有成分の金屬であるから、之を「アルミウム」としたのである。それが後に「アルミニウム」に變ぜられた。故に日本でも「アルミニウム」と云ふ代りに礬素と云へば當るのである。

「デーヴィ」の發見があつてから更に多くの學者が研究しました。竟に三十年許

り經つて千八百五十四年に佛人「ヅヴィユ」が更に研究した。此時が丁度奈翁三世の時代で非常に學問を奬勵する意味で、政府からの一切の費用を出し、何等の心配なく安心して研究に從事したと「ヅヴィユ」は云つて居る。彼の方法は、化學式を書いて御覽に入れると、鹽化「アルミニウム」$AlCl_3$これを「ナトリウム」Naを以て還元するのである。然らばAlが現はれる。併し此の工業の死命を制するものは、何んと云つても製品が安く得らるゝか否かと云ふ事である。そこで種々研究を積んで居る内「カストナー」式の方法で「ナトリウム」が低廉に得らるゝ樣になつた。之を利用して前述の反應を行ひ「アルミニウム」一封度が千圓もした時代から「ヅヴィユ」の時には、一封度價格僅に十圓内外に下つた。併しその當時は「アルミニウム」の品質がまだ純粹でない。而して十圓ではまだ工業用としては高過ぎる。從つて「アルミニウム」工業は未だ大に發展するに至らなかつた。處が文明の進歩は決して止まるものではない。其の中に「ダイナモ」を廻して電氣が出來る樣になつた。かくて電力が安く得らるゝ爲めに「ヅヴィユ」式の化學法が廢せられ、再び前の「デヴィ」式に歸り、原料として「アルミニウム」を電解することに變じて來た。

千八百八十年、即ち今から四十年ばかり前に「ヅヴィユ」式は全然止んだ。而してその電氣を用ひて遣る方のみとなつた。そこで電解法にも種々の考案が出たが、茲には其の最も簡單なる式を述ぶると、一の桝に上から炭素棒が二本這入る。此の間に酸化「アルミニウム」を入れる。併し此だけで通電しても熔解溫度が高過ぎて都合が惡い。固つて弗化「アルミニウム」を加へて通電すれば容易に熔けて液になる。さうして其熔液に電流が流れて酸化「アルミニウム」を分解して「アルミニウム」金屬を生ずる。尤も此仕事の初期には餘り熱が高い爲め「アルミニウム」が揮發して逃げて行くので損失が多かつたから、或は鐵を混ぜ又は銅を混ぜ、製品はそれ等の合金であつたが、結局純粹のものが必要とせらるゝ時期に達し、今日では最早其純粹なる「アルミニウム」を得る事が出來る樣になつた。

そこで問題は原料の問題であるが、前に述べた通り「アルミニウム」化合物は非常に多い。併し今日の製法では酸化「アルミニウム」に限られて居る。此以外の「アルミニウム」化合物はまだ利用する方法がない。然るに戰爭中に文明の武器を要することと大で、從つて「アルミニウム」の需要が著しく增し、又之に應じて產出年額も今二十萬噸になつた。是は目方であるが、比重が小さいから容積で云ふと、同じ目方

の鐵の三倍位である。而して價格も噸八百圓位だから餘程安い。將來益〻製造方法が改良されればもつと安くなるであらう。又もつと良い品が出來るに違ひない。但し原料の制限がとれぬと窮屈である。將來何とかして地球の表面に現はれて居る凡ての「アルミニウム」化合物の何れからも取れる樣にならねばならぬ。

そこで今日知らるゝ「アルミニウム」の化合物は何々であるか、試みに分類して見ると、次の四つになる。第一は酸化物、第二は水酸化物、第三は珪酸鹽、第四は弗化物、此の四つに分ける事が出來る。酸化物は鑛物名を「コランダム」と云ふ。併し此形のものには種々の變態があつて、其純粹なるものは無色透明にして、非常によく光る。少し混り物が入つてゐると、或は赤い色、或は黃色、或は青い色が現はれる。而して總て皆硬い。かく硬くてよく光り、又美しき色があるので、所謂寶石の一と成つて居ります。併し此成分のものにも其れ程純粹でないものもある。此は寶石の用をなさない。併し總じて硬い。だから此を以て他の硬いものを磨く爲めに使用せらる。所謂他山の石である。

要するに鑛物として產出する酸化「アルミニウム」は、其儘で已に全用せられ得るので、之を潰して「アルミニウム」製造の原料にするのは惜しい。故に「アルミニウム」

製造の目的に向つては、もつと安い形のものを見付けて使はなければならぬ。是れが卽ち現今使用さるゝ「ボークサイト」といふのである。泥の樣なもので、成分は寶石にも硏磨劑にも成らぬ水酸化物である。是は天然に出來る。量も場所により相應にある。最初に「フランス」の「ボー」(Bawx)で見付かつた爲め「ボークサイト」と云ふ名を得たのであるが、歐羅巴には先づ到る處にあると云へる。唯不幸にして日本にはない兎も角今日では「ボークサイト」が主要原料とせらるゝ。

偖て次には珪酸「アルミニウム」。此は卽ち「カオリン」(Kaolin)で、高嶺と云ふ支那語から出來た名だと申します。是は陶土である。これなら日本にもある。所がその「カオリン」から「アルミニウム」を造る方法は、今日未だ發見されて居らぬ。勿論出來ぬ事はない。出來るが非常に純粹なものを造らうと思ふと高く付く。粗製品であると珪素が這入る。珪素が混ると「アルミニウム」が脆い。故に非常に遺憾な事ではあるが、今日では未だ無用物である。併し若し將來かゝる陶土を以て造る方法が出來れば、「アルミニウム」の原料は一層豐富になり、此金屬工業が益發達するであらう。故に「カオリン」を以て、珪素の這入らぬ所の「アルミニウム」を拵へる方法ありやといふことは、今日科學界の大問題である。誰か世界の大天才が出て來

て、此の方法を見つければ好いと、久旱に雨を望むの情態にあるのである。

第四の弗化物も天然に産出する。但し此は今日の處、水酸化「アルミニウム」を熔かして、電解して「アルミニウム」を造る爲めに加へるばかりで、直接の原料としては使はない。さうして斯く熔媒として使用するに當り、以前は一に天産のもののみ用ゐたが、今日は人工でもつと純粹のものを作つて使用する樣になつた。

要するに以上四つの礦石中、今日は第二の(Bauxite)の時代であると云はねばならぬ。

偖て次の問題は、「アルミニウム」を我々が使用するに如何なる形式を以てするか。是から此問題に移ります。

第一に純粹の「アルミニウム」の儘で使ふ場合がある。其の外に合金として使ふ。合金に二種類がある。他の金屬を「アルミニウム」より、より多く混じて作つた合金は重味が大になる。之を重合金と名附ける。是が一つ。もう一つは「アルミニウム」が大多量で、混ぜ物の方が少い。其處に出來るものは「アルミニウム」と同樣に非常に輕いから輕合金と謂ひます。否、一般には輕金屬といふてゐます。

さういふ二類の合金がある。重合金の方は銅が九割這入つて、「アルミニウム」

が一割位這入つたもので「アルミニウム、ブロンズ」と云ふ「アルミ」金といふのも此一種であります。是は綺麗なのみならず、又相應に牽引力が強い。引張つも切れない。平方吋で四十噸位の牽引力を有つて居る故に、機械用に使ふことも出來る。

次には輕金屬である。輕金屬の用ひ方が、二つになる。一つは鑄物用、一つは機械的用途である。鑄物の事に就いて一寸申しますと、「アルミニウム」の純粹なものを鑄物にすることは非常に困難である。それは鑄ると孔が明く、鬆が這入つて脆くなる。故に純粹のものを鑄物には爲ないで合金である所の輕金屬を用ゐる。鑄物用合金としては亞鉛か銅を混じた合金を可とする。三割以下の亞鉛を入れたものは、有用な性質を有つて居る。もう少し丈夫なものにするには、其外に更に銅を二、三割入れる。併し用途により非常に壓力がかゝり、其外に歪の絶えず來るものがある。例へは飛行機や自働車の構材である。斯るときの目的には一割の銅を入れた合金を可とす。若し更に二分以下の滿俺を入るれば一層性質が良くなる。

今日も新聞に出て居つた通り東京から飛行機が來ましたが、彼んな大きな物を作る爲めには、以上の合金の外更に「デュラルミン」と云ふ合金が用ゐられる。此れ

は94.4% Al, 4.5% Cu, 0.95% Mg, 0.76% Mn, と云ふ分析數だが、併し是には製造が秘密であるらしく、此通り混ぜて拵へても、外國の市場に賣つて居る樣な物は出來ぬ。性質がまるで異り、弱くして比較にならぬ。此合金は一度燒鈍し加工し、而して五六日放置すると、其れが再び硬化して丈夫になる。誠に面白い合金である。

兩三年前に英國の國立物理試驗所に於て發明せられた合金は77.70% Al, 20.70% Zn, 3% Cu, これが非常に良い合金であるさうな。但し此を作るには非常に純な「アルミニウム」が入用であるが、今日の一般製品では未だ充分良くない。他日最純品が安く出來る樣になれば此の比の物が大に重要になるであらうと申します。

偖て、そこで凡て斯の如き材料を用ひ、如何なる風にして之を機械的用途に充つるかと云ふと、此合金には中々都合好い性質がある。第一辨當箱に見る樣に壓し曲げて拵へる事が出來る。もう一つは自分で燒繼が出來る加熱した二枚の合金を重ねて鎚擊すると、自分自身で癒着する。又鐵附けも出來る。是は稍困難であるといふのは、「アルミニウム」が熱の爲め酸化して「オキシド」となり、夫が邪魔していけない。然るに鐵を以て其酸化物を除けると、かなり能く鐵がきく。つまり斯の如くして今の材料を以て、種々のものを拵へ得るのである。

然らば出來る品物は何んであるかといふに、從來吾々が銅或は眞鍮を以て造つて來た品物は、全部「アルミニウム」又は其合金で置換へる事が出來る。但し少々の取除は有る。例へば從來洗濯釜に使つて居るのは銅鍋である。此は曹達を入れて穢れた衣類を洗ふのであるが、「アルミニウム」鍋は曹達を煮るに適しない。何故適しないかと云ふと、曹達を使ふと「アルミニウム」は「アルカリ」に弱い爲めに曹達にとける。故に二三何うしても「アルミニウム」では出來ぬこともある。けれども又、銅器で以て到底出來ないものが、「アルミニウム」で造れる事がある。

例へば「ツエツペリン」の樣な輕くて丈夫でなければならぬものに使ふ場合では、「アルミニウム」に及ぶものはない。此航空船程に大きなものでなくとも細かい鍋であるとか、釜であるとか、凡ての食器類では從來銅であると綠青が噴く爲困らせられた。姑息にも鐵を塗布して使つたものであるが、「アルミニウム」であればちつとも毒がないから、直に使用しても心配なし、又長く錆びないから何時までも美しい。從つて臺所用具として氣持能く使ふ事が出來る。されば一方に一二の取除けがあつても、「アルミニウム」の優つた點は甚だ多いとせねばならぬ。斯の外に又近頃考へられた「アルミニウム」の偉大なる用途は、送電用の針金とすることで

ある。此れも從來は銅線の一手販賣といふ狀態なりしが、此處までも「アルミニウム」が侵入して來たのである。

鐵と銅の事は有用金屬ではあるが今回は言及せぬ。只曾て私共の研究室で、鉬鋼卽ち「ニッケル」と鋼とで作つた合金を以て鍛へた刀がある。之を毎日新聞の本山社長に贈呈して有りましたが、本日態々來聽せられ其上其刀までも御持參下されたといふことであります。此鉬鋼を用ゐたといふ譯は前人未發の事であり、錆は生じにくい。而して折れにくいでもあらうと信じて居ります。講後に御高覽を仰ぎ度いと思ひます。

（終り）

大正拾四年五月廿八日印刷
大正拾四年五月卅一日發行

百科通俗講演集第一輯奥付

正價金壹圓五十錢

著作者　懷德堂記念會
代表者　松山直藏

發行者　辻本卯藏
東京市神田區北神保町十一番地

印刷者　渡邊八太郎
東京市牛込區榎町七番地

印刷所　日清印刷株式會社
東京市牛込區榎町七番地

發行所　弘道館
東京市神田區北神保町十一番地
振替東京八一五番

大賣捌所　大阪寶文館
大阪市西區阿波堀通四丁目
株式會社

文科學術講演集內容

第一輯　定價金二圓

日本文化の過程　文學博士　原勝郎

現代教育思潮批判　同　小西重直

支那史上の偉人　同　桑原隲藏

易　同　高瀨武次郎

竹山先生の經濟思想　經濟學博士　本庄榮治郎

儒家の修養法につきて　文學博士　宇野哲人

弘道館發行