

# 結 核

第 八 卷 第 十 一 號

昭和五年十一月二十四日發行

## 綜 說

### 物質ニ對スル光ノ作用

(第八回日本結核病學會總會特別講演)

京都帝國大學理學部教授

理學博士 木 村 正 路

物質ハ光ノ作用ヲ受ケテ種々ノ現象ヲ呈スモノデアル。即チ、物質ハ光ヲ吸收シテ其ノ溫度ヲ高メ、アル場合ニハ光電效果、螢光現象或ハ化學作用等ヲ起スモノデアル。物質ニ是等ノ作用ヲ起サシムル爲ニハ一定ノ物質ニ對シテハ或ル特定ノ波長ノ光線デ照ス事ガ必要デアル。例ヘバ赤色ノ硝子板ハ赤色ノ光ニ對シテハ透明デアルガ綠、青、紫等ノ色光ヲバヨク吸收スル。無色ノ硝子板ハ可視光線ニハ透明デアルガ紫外線ニハ不透明デアル。黑色ノ物質ハ可視光線ヲヨク吸收シテ其溫度ガ少シク高メラル、事ハ吾々ノヨク知ツテ居ル事柄デアル。又「エオジン」、「フリオレッシン」等ノ色素溶液、又ハ沃度ノ蒸氣ヲ適當ナル波長ノ光デ照ス時ハ、是等ノ光ハ吸收セラレ、更ニ長波長ノ弱キ光ヲ放ツ事ヲ認ムルノデアル。之ヲ螢光ト呼ブ。此現象ニ於テハ螢光物質ハ其物質ニ對シテ特有ノ波長ノ光ヲ吸收シ、物質ノ作用ニヨリテ更ニ長波長ノ光トシテ之ヲ放ツタノデアル。次ニアル物質ヲ其物質ニ對スル特有ノ波長ノ光デ照ス時ニ電子ガ其表面ヨリ射出セラレ、同時ニ物質ハ陽電氣ニテ帶電セラル、様ニナル事ガアル。之ヲ光電效果ト云フ。例ヘバNaハ波長四一九 $\mu$

ノ光デ照サバ強キ光電作用ヲ呈スルモノデアル。

以上ハ物質ガ夫々ニ固有ノ波長ノ光ニテ照サレタル結果或場合ニハ溫度ノ上昇ヲ來シ、或ル場合ニハ螢光ヲ發セシメ、或ル場合ニハ電子ヲ射出シテ自ラ帶電シ得ル事ヲ示シタノデ、物質ニヨリテ吸收セラレタル光ハ別種ノ「エチルギー」トシテ再ビ現レ來ルモノデアルト云フ事實ヲ語ルモノデアル。光ノ示ス化學作用モ亦吸收セラレタル光ノ「エチルギー」ノ他ノ形ニ於ケル現レデアル。此場合ニ光ノ波長ガ如何ナル役目ヲ演ジテ居ルカハ次ノ簡單ナル例ニヨリテ知り得ルノデアル。即、光ノ寫真作用ニ於テハ、普通ノ乾板ハ赤色光ニヨリテハ感光セザルガ、青色紫色等ノ光ニテ感光スルモノデアル。之ヲ赤色光ニテ感光セシメ得ル様ニスル爲ニハ、赤色光ヲヨク吸收シ得ル様ナ特殊ノ色素溶液ニテ染メル（「センチタイズ」スル）ノデアル。又鹽素ト水素トヲ光化學的ニ結合セシムル爲ニハ波長五千四百Aヨリ三千Aニ至ル光ニテ之ヲ照射スル事ガ必要デアル。酸素ヲ酸化シテ「オゾン」ヲ發生セシムルニハ波長一千九百三十A以下ノ線ニテ照サテバナラヌノデアル。即チ物質ハ其物質ニ特有ノ波長ノ光ヲ吸收シテ化學作用ヲ起シ得ルモノデアル。

更ニ複雑ナル物質ニ對スル作用ハ、生體ニ對スル作用ニシテ殺菌作用、生體ノ皮膚其他ヲ刺戟シテ治療的效果ヲ發生セシムル作用等デアル。是等ノ場合ニ於テモ任意ノ波長ノ光ハ是等ノ作用ヲ起ス能ヲ有セザルモノデアル。殺菌作用ハ波長約三千A以下ノ光ニヨリテ起リ、アル種ノ治療作用ハ二千九百Aヨリ三千百Aニ至ル光ニ限ラレテ居ル事實ハ既ニヨク知ラレテ居ル。

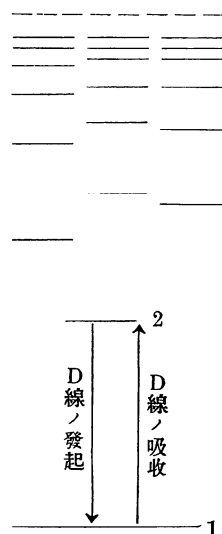
私ガ此席デ述ベタイ事柄ハ物質ニ對シテ斯クノ如キ種々ノ作用ヲ呼起スル光ハ如何ナル機構ニヨリテ吸收セラレ、其ノ「エチルギー」ハ如何ナル經路ヲ經テ物理的又ハ化學的作用トシテ現レルノデアルカト云フ問題デアリマス。之ハ誠ニ重要ナル問題デアルガ、極メテ簡單ナル場合ニ解カレテ居ルノミデアリマス。複雑ナル化學作用、更ニ複雑ナル生物學的作用ニ至テハ未解決ノ問題デアアル。然シ簡單ナル場合ニ對シテノ説明ハ複雑ナル問題ヲ解ク鍵トモナルモノデアルカラ、最モ簡單ナル場合、即原子又ハ二原子分子ガ光ヲ吸收シタル場合ニ起ル現象ヲ物理學ノ立場ヨリ述ベテ見ヨウト思フノデアアル。

先づ第一ニ述ベテバナラス事ハ、光ハ如何ナルモノデアアルカ、原子、分子トハ如何ナルモノデアアルカト云フ問題デア  
ル。次ニ原子又ハ分子ト光トノ相互作用ハ如何ニシテ起ルカト云フ問題デアアル。是等ハ何レモ物理學ニ於ケル基礎的ノ  
問題デアツテ、茲デハ唯必要ナル部分ニ就テ述ブレバ次ノ通デアアル。

原子ハ數個ノ「プロトン」ト數個ノ電子トヨリナリ、分子ハ數個ノ原子ヨリナル。原子及ビ分子ノ状態ハ夫等ノ保有スル  
「エテルギー」ノ量ニヨリテ決定セラレル。是等「エテルギー」保有量ハ連續的ニ變化シ得ナイノデアツテ、各原子、各分  
子ノ保チ得ル量ハ夫々ノ原子又ハ分子ニ就テ不連續的ニ變リ得ル一定ノ數值系ニ屬スル値ノミヲ取り得ルノデアアル。原  
子又ハ分子ガ是等ノ状態ノ一ヨリ他ノ一ニ移ル場合ニハ一般ニ光ノ吸收又ハ發散ガ起ルモノデアツテ、其際ニ吸收又ハ  
發起スル光ノ振動數ハ、變化ノ前後ニ於ケル原子又ハ分子ノ有スル「エテルギー」ノ差ニ比例スルモノデアアル。例ヘバア  
ル原子ガ $E_1$ ナル「エテルギー」ヲ有スル状態ヨリ $E_2$  ( $E_1$ ヨリ小ナル)ナル「エテルギー」ヲ有スル状態ニ移リタルモノトスレ  
バ此際發起スル光ノ振動數 $V$ ハ  $E_1 - E_2 = hV$  ナル式ニヨリテ與ヘラル。  $h$ ハ「プランク」常數ト稱シ其値ハ  $6.54 \times 10^{-27}$   
[erg. sec.]デアアル。即 $V$ ナル振動數ヲ有スル光ノ「エテルギー」ハ $h\nu$ ナル値ヲ有スルモノナレバ、光ノ「エテルギー」ハ振動  
數ニ比例シ、其波長ノ反比例スルモノデアアル。隨テアル状態ニ於ケル原子又ハ分子ハ任意ノ波長ノ光ヲ吸收シ得ナイノ  
デアアル。例ヘバNa原子ノ蒸氣ハ易クD線ノ光ヲ吸收シ得ルガ其以外ノ黄色ノ光ハ勿論其他可視線ハ吸收シ得ナイノデア  
ル。又 $Na_2$  (分子)ノ蒸氣ハ「スペクトル」ニ於ケル黄赤綠及ビ紫外ニ於テ數個ノ帶ニ於テ光ヲ吸收シ得ルカNa原子ノ吸收シ  
得ル光線ハ之ヲ吸收シ得ナイノデアアル。又通常ノ水銀蒸氣ハ水銀燈ノ放ツ可視部ニ於ケル強キ綠線、黃線等ノ光ヲ吸收  
シ得ナイカ、紫外ニ於テ強ク放スル波長二千五百三十六Åノ光ハ強ク吸收シ得ルノデアアル。

斯クノ如クシテ、アル原子ノ發起スル光及ビ吸收スル光ノ「スペクトル」ノ研究ヨリ、其原子ノ取り得ル「エテルギー」状  
態ヲ知り得ルノデアアル。Na原子ノ取り得ル「エテルギー」状態ヲ知り得ルノデアアル。Na原子ノ取り得ル「エテルギー」状態  
ヲ圖示セバ第一圖ノ様ニナル。「ノルマル」ノ状態ニ於ケルNa原子ノ有スル「エテルギー」ヲ1ニテ表セバD線ニ相當スル  
「エテルギー」ヲ吸收シテNa原子ハ2ナル線ニテ表サレタル高「エテルギー」状態ニ移ル。1ト2トノ高サノ差ハ吸收シタ

第一圖 Na 原子「エネルギー」階段

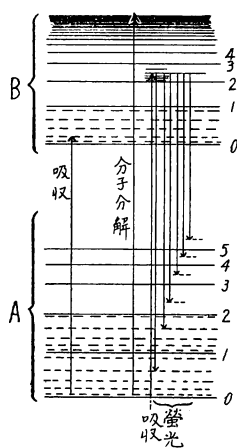


ル「エネルギー」ノ値ニ相當シテ居ルモノデアル。若シNa原子ガ2ナル状態ヨリ再ビ1ノ状態ニ移ル場合ニハ12ニ線ノ高サノ差ニ相當スル「エネルギー」ヲ失ヒ、之ヲ光トシテ放ツモノデアルカラ原子状態ノコノ變化ニヨリテD線ノ光ガ放タレルモノデアル。圖ニ於テ矢↑ハ吸收ニ於ケル状態ノ變化ノ方

向ヲ表シ、矢↓ハ光ノ發散ノ際起ル原子状態ノ變化ヲ示スモノデアル。或ル場合ニハ2ニ於ケルガ如ク、光ノ吸收ニヨリテ多クノ「エネルギー」ヲ保有スル状態ノ原子ハ他ノ原子ト衝突シテ其ノ「エネルギー」ヲ他ニ與へ、自ラハ光ヲ放タズシテ元ノ状態ニ歸ル事モアル。

次ニ二原子ヨリナル分子ガアル波長ノ光ヲ吸收シタル場合ヲ考フ。吸收セラレタル光ハ分子内ニ於テ如何ナル分部ニ分配セラル、カ。量子論ニヨレバ分子ガ可視線又ハ紫外線ヲ吸收セバ、分子内電子ハ刺戟セラレ、原子同士ハ互ニ振動ヲ起シ、且分子ハ其ノ主軸ノ周リニ廻轉運動ヲ起スモノト考ヘラレテ居ルノデアル。電子ヲ刺戟スルニハ最モ大ナル「エネルギー」ヲ要シ、原子振動ヲ起スニハ小ナル「エネルギー」ヲ要シ、廻轉運動ヲ起スニハ極メテ少量ノ「エネルギー」ニテ足ルモノデアル。故ニ分子ガ赤外線ヲ吸收シタル場合ニハ廻轉運動ノミガ起ルカ或ハ振動ト廻轉トガ同時ニ起ルニ止

第二圖 分子「エネルギー」階段



マリ、電子ヲ刺戟シ得ナイノデアル。若シ分子ガ可視線又ハ紫外線ヲ吸收セバ電子ハ刺戟セラレ、原子ハ振動ヲ始め、更ニ分子ハ主軸ノ周リニ廻轉運動ヲ起スモノデアル。即分子ニヨリテ吸收セラレタル光ノ「エネルギー」ハ斯クノ如ク三部分ニ分レルカ、何レノ部分ニ於テモ其「エネルギー」保有量ハ連續的ニ變リ得ズシテ、量子化セラレテ不連續的ニ定マレル値ヲ取ルモノデアル。故ニ是等ノ分子「エネルギー」状態ヲ圖示セバ第二圖ノ様ニナル。

Aハ分子ニ於ケル電子ガ未ダ刺戟セラレザル状態ニ於テ量子化セラレタル振動「エネルギー」及ビ廻轉「エネルギー」ヲ表スモノデアル。0123等ノ線ハ分子ガ唯振動ニ於テ保チ得ル量子化セラレタル「エネルギー」ヲ表シ、0ヨリ123等ノ線ニ至ル高サハ是等ノ振動状態ヲ取ル爲ニ分子ガ新シク吸収スベキ「エネルギー」ニ相當ス。又是等ノ線ノ一ツ(例ヘバ1)ヨリ始マリ上方ニ引カレタル點線ハ夫等ノ振動ノ外ニ、更ニ廻轉ノ「エネルギー」トシテ分子ガ吸収シ得ル「エネルギー」状態ヲ表スモノニテ、各點線ノ(例ヘバ1ヨリノ)高サハ量子化セラレタル廻轉「エネルギー」ヲ表ス。同様ニシテBニ屬スル諸線ハ分子内電子ガ刺戟セラレタル状態ニ於ケル振動ト廻轉トノ「エネルギー」ノ量子化セラレタル値ヲ示スモノデアル。アル分子ニ於テハ電子ガ更ニ刺戟セラレC D等ノ状態ヲ取り得ル場合モアル。

今アル分子ガAニ屬スルアル線ニ相當スル状態即チ、アル振動トアル廻轉トヲナス状態ニ於テ、アル波長ノ可視線又ハ紫外線ヲ吸収セバ、電子ハ刺戟セラレ、同時ニ振動及ビ廻轉ノ「エネルギー」ニ變化ヲ來シ、其結果分子ノ状態ハAヨリB又ハC D等ニヨリテ表サレタル高「エネルギー」状態ニ移リ、之ニ屬スルアル線ニ相當スル値ヲ取ルモノデアル。斯クノ如ク分子ガ光ノ吸収ニヨリテA状態ヨリB状態ニ移リタル場合ニ、吸収光線ノ波長ガ適當ナル値ヲ取ラバ原子間ノ振動ハ烈シクナル。故ニアル一定ノ波長ヨリ短キ波長ノ光ヲ吸収セバ、原子振動ガ烈シクナリ、原子核ノ結合ハ離レ分子ノ分解ヲ起ス事トナル。即、分子ハアル適當ナル波長ノ光ヲ吸収セバ、是ニヨリテ分解ヲ起スモノデアル。例ヘバ沃度ノ蒸氣ハ波長五千Aヨリ少シク短波長ノ光ニテ照サバ之ヲ吸収シテ分解ス。若シ沃度蒸氣ヲ照ス光ノ波長ガ分解ヲ起スモノヨリ長キ時ハ分子ハ此ノ光ヲ吸収シテAヨリBニ屬スルアル状態ニ移ル。茲ニ於テ分子ノ状態ガ再ビAノアル状態ニ歸ル時ハ、前後ニ於テ有セシ「エネルギー」ノ差丈ケテ單色光トシテ放射スル事トナル。此變化ニ於テ沃度分子ハ、アル法則ニ從テAニ屬スル種々ノ状態ニ復歸シ得ルモノデアルカラ、復歸ノ際放ツ光ハ多數ノ單色光ヨリナル。此光ヲ沃度ノ放ツ螢光ト云フ。

又アル場合ニハ光ノ吸収ニヨリテ分子(又ハ原子)ノ得タル「エネルギー」ハ、他ノ分子(又ハ原子)トノ衝突ニヨリテ、其分子(又ハ原子)ニ移リ、自ラ光ヲ放タズシテ始状態(Aニ屬スル何レカノ)ニ歸ル事モアル。此場合衝突ニヨリテ第二ノ

分子ガ得タル「エチルギー」ハ此分子ヲ分解セシムルニ足ル場合ニハ、衝突ニヨリテ分子分解ヲ起シ、第一ノ分子ハ光ヲ吸收スル以前ノ状態ニ復歸スル。即上記ノ「プロセス」ニ於テ第二分子ヲ分解セシムルニハ第一分子ノ存在ト其ノ吸收ス可キ波長ノ光ノ照射トガ必要ニシテ、其結果ハ光ハ吸收セラレ、第二分子ハ分解セラレ、第一分子ハ變化ヲ受ケザリシガ如キ觀ヲ呈ス。此變化ハ幾回モ繰合シ得可キモノナレバ第一分子ハ第二分子ノ光化學的分解作用ニ關シテ一種ノ接觸作用ヲナシタル様ニモ考ヘラル。例ヘバ酸素、水素及ビ水銀蒸氣ノ混合物ヲ水銀燈ノ放ツ光二千五百三十六Åノ光ニテ照セバ、酸素ト水素トハ化合シテ水ヲ生ズ。此反應ノ起ル爲ニハ水銀蒸氣ノ存在ガ必要デアル。之ハ次ノ様ニ説明セラレテキル。即、水銀原子ハ二千五百三十六Åノ光ヲ自ラ吸收シ、其電子ハ刺戟セラレテ高「エチルギー」状態ニ移リ、次デ水素分子ト衝突シ、吸收シタル「エチルギー」ヲ水素分子ニ與ヘ、之ヲ分解セシメ、次デ酸素ト化合ヲ起シテ水ヲ生ジ、水銀原子ハ自ラ元ノ状態ニ歸ル。故ニ此反應ノ前後ニ於テハ水銀原子ノ状態ハ同一ニシテ只其運動ノ「エチルギー」ニ多少ノ變化ヲ受ケタルノミデアル。即チ水銀原子ハ此光化學的變化ニ於テ一種ノ光化學的接觸作用ヲナシタモノト觀ル事ガ出來ル。

光ノ示ス諸種ノ生物學的作用例ヘバ刺戟作用、治療作用、殺菌作用等ハアル種ノ電離作用又ハ化學作用ノ結果ニ外ナラナイト考ヘラレル。光ノ化學作用ハ分子ガ光ヲ吸收シテ沃度ノ例ニ於ケルガ如ク、直接分解ノ結果ニヨルモノデアルカ、又ハ水銀水素及ビ酸素ノ混合物ニ於ケルガ如クアル種ノ光化學的接觸作用ニヨル間接ノ結果ニヨルトモ考ヘラレルノデアル。是等ノ例ニ於テ、分子ハ任意ノ波長ノ光ヲ吸收シテ斯カル作用ヲ起シタノデハナク、一定ノ分子ハ一定ノ波長ヲ吸收シテ、斯カル作用ヲ起シタノデアル。又光電效果ニ於テモ此現象ヲ發起セシムルニハ夫々ノ物質ニツキ一定波長ノ光ニテ照射セテバナラヌノデアル。故ニ光ノ示ス生物學的作用ガ上述ノ如キ作用ノ結果ニヨルモノナラバ、斯カル作用ヲ起ス爲ニハ或ル特種ノ波長ノ光ニヨリテ照射セテバナラヌ筈デアル。生物學的作用ヲ示ス線ハ波長二千九百Åヨリ三千百Åニ至ルモノデアルト云フ事實ハ何ヲ語ツテ居ルノデアルカ。之ハ生體內ニ於ケルアル物質ガ斯カル波長ノ光ヲ吸收シテ光化學的又ハ光電效果的變化ヲ受ケタル結果ニヨルモノト考ヘラレルノデアル。如何ナル物質ガ斯カル波長

ノ光ヲ吸收シ、次デ如何ナル變化ヲ受ケテ、斯カル作用ヲ呈シタノデアアルカト云フ問題ハ吾等ノ知ラントスル重要ナル問題デアアル。

次ニ吾等ノ考ヘタキハ生物學的作用ヲモット云ハレテ居ル二千九百ヨリ三千百Aニ至ル領域ニ於テ強キ紫外線ヲ發スル光源ハ如何ト云フ問題デアアル。日光ハ強キ紫外線ノ光源ナルガ、其「スペクトル」ニ於ケル短波長ハ地上觀測點ノ緯度ト太陽ノ高度トニヨリテ、少シク支配セラル、ノミナラズ、一定ノ場所ニ於テ一定ノ時ニ於テモ空氣ノ狀態ニヨリテ同ジクナイノデアアル。コルニユーノ測定ニヨレバ(北緯四十八度二分十二秒ノ場所ニテ)太陽「スペクトル」ニ於ケル最短波長限ハ時間ニヨリテ次ノ様ニ變化シテ居ル。

10時30分	0時02分	1時18分	1時50分	3時09分	4時40分	4時17分	4時38分
2955A	2950	2955	2970	2990	3020	3045	3070

又土地ノ高低ニヨリ日光「スペクトル」ニ於ケル最短波長限ハ、海上四軒以内ニ於テハ殆ド變化シナイ事ハ實驗上知ラレテ居ル事實デアアル。然シ空中ニ浮游スル塵埃等ハ地上ニ達スル紫外線ノ量ヲ減ズル故ニ高山ハ平地ヨリモ強キ紫外線ヲ受ケル事ハ明デアアル

直射ノ日光ノミナラズ靑空ヨリ來ル光モ亦非常ニ紫外線ニ富ンデ居ル。之ハ日光中ノ短波長ノ線ガ特ニ上空ヲ通過スル際、酸素、窒素、水蒸氣等ニヨリテ亂射セラレタルニヨルノデアアル。靑空ヨリ來ル光ハ高度ノ低イ太陽ヨリ直射スル光ヨリ、遙ニ紫外線ニ富ンデ居ルノデアアル。即チ太陽ガ天頂ニアル時ニ於テモ直射光ヨリ來ル全紫外線ハ靑空ノ全體ヨリ來ルモノ、約九十%ニ過ギナイノト云フ事デアアル。隨テ日光ニ於ケル生物學的作用ヲ起ス紫外線ハ夏期ニ於テ最モ強ク、一日中ニ於テハ午前十一時ヨリ午後二時ニ至ル時間ニ於テ最モ著シイ事ハ申スマデモナイ事デアアル。

人工光源トシテ最モ便利ナルモノハ水晶水銀燈デアアルガ二千九百Aヨリ三千百Aニ至ル間ノ線ガ生理的效果ヲ現スモノトセバ、水銀燈ノ光ハ主トシテ其放ツ二千九百六十七Aノ線ニヨルモノデアアル。又弧光燈ニ於テ特ニ此領域ニ於テ強ク光ヲ放タシメントセバ如何ナル物質ヲ電極ニ使用スベキカ、分光學ニヨレバ此領域附近ニ於テ強キ線ヲ電弧ニ於テ放ツ

普通ノ元素及ビ其線ハ次ノ通りデアル。

Hg	3132, 3126, 3028, 3024, 3022, 2967, 2923, 2894
Mg	3097, 3093, 3091, 2852, 2803, 2796
Zn	3076, 3072, 3036, 3019
Cd	3133, 2981, 2881, 2837
Al	3093, 3032
Tl	2922, 2918
Sn	3034, 3033, 3009, 2914, 2863, 2851, 2840, 2814
Bi	3077, 3068, 2993, 2989, 2938, 2898, 2864
Pb	2873, 2833, 2823, 2802

其他 Ni, Fe, Mn, 等

故ニ是等ノアルモノヲ水銀ト共ニ「アマルガム」トシテ水晶管中ニ封入セバ所要ノ領域ニ於テ普通ノ水銀燈ヨリモ更ニ強キ紫外線トシテ用キ得ル次第デアル。