照明工學に於ける光*

正會員 猪狩満和

内 容 梗 概

物理學では一般の輻射エネルギーを光として取扱ふこと稀でないが、照明工學では、光と言へばそれは眼による知覺即ち視知覺、他の言葉で言へば、輻射エネルギーを、視知覺を生ずる能力によつて評價したものを指すものであることを解説し、更に輻射に關する土臺の量に就て提案してゐる。

照明工學とは、天然並びに人工の光の、人類のためのすべての應用に關する理學⁽¹⁾と技術とをいふと定義せられる。然らば光とは何であるかといふに、これは誰も知りきつてゐるやうでありながら一歩突込んで考へてみると非常にあいまいになつて來る。こゝに聊か解説を試みたいと思ふ。

1. Hikari

Hikari とは、もと眼に生ずる一種の主觀的知覺に與へられた名である。吾々が或る物體を見て、明るいとか暗いとか感じ、又赤いとか青いとか感ずるのは、その物體から發せられる物理的の量である輻射エネルギーが吾々の眼に入り、網膜を刺激して、こゝに生理心理的の量として光の知覺を生ずるからである。ところが物理學に於ては、光といふ名は専らこの知覺をひき起し得る物理現象若くはこれと同じ種類に屬してゐると考へられる現象に與へられること、他の熱、音等と同様であり、本來の光といふ意味から聊か食ひ違つてゐるやうである。然しながら、照明工學に於ては、物理學に於けるとその趣を異にし、光とは主觀的知覺であるとして取扱つてゐる⁽²⁾。これ物理學は、自然現象を對象としてその理論と法則とを研究するのをその目的としてゐるのに反し、照明工學は、物理學その他の基礎理學の教へるところを應用して、光の應用を講ずるのをその目的としてゐるからである。即ち物理學でいふ光と照明工學でいふ光とは、その間に自ら違ひがあるのである。

2. 照明工學に於ける Hikari

光の本性に就ては古くから色々な説が行はれたが、現今の物理學の教へるところによれば、光は物質を構成する原子内の電子の變化に伴つて、電磁波として發散せられる輻射エネルギーであると考へられてゐる。而して前にも述べたやうに、吾々が眼で見て明るいとか暗いとか、或は赤いとか青いとかいふ光は、發光體から直接に發せられたか、或は發光體から發せられたものが、他の物體で反射せられ又は透過せられた物理的の量である輻射エネルギーが吾々の眼の網膜を刺激して生ず

* Light in Illuminating Engineering. Mituyosi IGARI, Member.

(1) 理學とは Science の意味である。科學といふと化學と紛れ易いので理學とした。この言葉は世間でも用ゐられてゐることである。

(2) 近頃照明工學に於て本來の光以外のものも取扱ふやうになつて來たが、こゝでは光といふ言葉の意味に就て議論してゐるのであるから、このことは暫らく考へないこととする。

る生理心理的の量である知覺即ち視覺である。輻射エネルギーは、波長の非常に廣い範圍に亘つて知られてゐるのであるが、吾々の眼はその中の極めて狭い範圍即ち凡そ 0.75μ から 0.4μ まで⁽³⁾ の 1 オクターブにも足りない位の輻射エネルギーだけを認めることが出来るのである。換言すれば、この範圍の内にある輻射エネルギーだけが眼の網膜を刺激して光の知覺を生ずるのである。若しこの範圍内の輻射エネルギーを他の部分と區別して言ふならば、これは見える輻射エネルギーである。何れにしても物理學で取扱ふ光は、この波長の廣い範圍の輻射エネルギー、少くとも葦外から赤外に及ぶ領域の輻射エネルギーであつて、これは光といふべきものではないのであるが、假にこれをしも光といふならば、これは輻射エネルギーとしての光であつて、物理的或は客觀的の光ともいふべきものであるが、吾々の眼はたゞひその輻射がエネルギーの波長が見える範圍の内にあつても、波長によつて知覺の程度は非常な相違があり、光として感じた知覺の大きさは、必ずしも輻射エネルギーの大きさに比例せず、光として感じた知覺の大きさを以て輻射エネルギーの大きさを評價する場合には、これは知覺としての光であつて、生理心理的或は主觀的の光ともいふべきものである。故に照明工學としての立場からは、光とは、輻射エネルギーを、それが標準の眼⁽⁴⁾を刺激して生ずる視覺(眼に關する知覺)の大きさで評價したものである、と言はなければならない。

3. Hukusya と Hikari

既に述べたやうに、光の根元となるものは輻射エネルギーであつて、輻射エネルギーは電磁波として傳播せられる。輻射エネルギー傳播の現象のことを通常輻射と呼んでゐる。又輻射エネルギー自身のこととも略して輻射といふこともある。

輻射エネルギーといふべきを略して輻射といふことは、本來から言へば誠に不都合なことに相違ないが、輻射と言へばそれは輻射エネルギーを指してゐるのであると始めから約束して置くならば、一々輻射エネルギーと言はすとも、簡単に輻射と言つてもよいではないかと考へられる。私はこれを主張したいと思つてゐる。さうすると物理的に考へれば Hukusya となり、生理心理的に考へれば Hikari となるのである。而してこの生理心理的にといふことが大切なことである。もう一度繰返すと、輻射のすべてが光として感ぜられるのではなく、光となる輻射は或る範圍の波長のものだけに限られ、而もその範圍の中でも、同じ量の輻射に對して吾々の感ずる光の量は必ずしも同じでないのである。今輻射と光とを夫々適當な單位で測つたとすると、光としての量を表はす數と輻射としての量を表はす數との比が波長によつて違ふのである。これを考へ易くするならば、輻射としての量を表はす數に或る係數を掛けてやれば、それが光としての量を表はす數となるといふことが出来る。この係數は即ち視覺の係數であつて、その値が波長によつて非常に違つてゐるのである。要するに、言葉を略していふならば、輻射に視覺の係數を掛けてやれば光となり、そしてその係數は波長によつて違ふのであるから、色々の波長がまじつてゐる輻射に對しては、各の波長について輻射に係數を掛けて寄せ集めたものが、その輻射に對する總體の光となるのである。

(3) 輻射エネルギーの見える範圍の波長の限界は甚だあいまいなものであるが、こゝには兩端に於て眼の感度が同じ程度である比較的簡單な數となるところをこつた。International Critical Table には $397-760 \text{ m}\mu$ さある。

(4) 國際照明委員會で採用した感度をもつてゐる眼。平均の眼ともいふ。

今波長 λ に於ける Hukusya no Nagare 及び Hikari no Nagare を夫々 f_λ 及び f_λ , 波長の或る範圍に亘つて寄せ集めたものを夫々 F 及び F とし, 波長 λ に於ける視覺の係數を K_λ ⁽⁶⁾ とすれば, 次の關係が書かれる。

$$F = \int f_\lambda a_\lambda, \quad F = \int f_\lambda a_\lambda$$

及び

$$f_\lambda = K_\lambda f_\lambda$$

これ等の式から又次の關係が得られる。

$$F = \int K_\lambda f_\lambda a_\lambda$$

これが輻射と光との關係を式で書き表はしたものである。

4. 輻射及び光に関する土臺の量

輻射に對して光が考へられること前に述べた通りである。このやうに, 輻射と光と相對立させて考へることは, 色々の量の關係を考へるのに非常に便利なばかりでなく, 更に光といふ言葉の意味をはつきりさせるのに役立つのである。今輻射と光とに関する土臺となる色々の量を記してみると第1表のやうになる。

第1表に記した量の中, 光に屬するものは既に世間で取扱はれてゐる量であるが, 輻射に屬するものの中, 輻射度及び輻射照度は世間で取扱はれてゐるかどうかよく知らない。然し定義として大凡その見當がつくやうに, 夫々の量はどのやうなものであるかを示してあり, 且つ光と對照してあ

第1表 輻射及び光に関する土臺の量

	定 義	輻 射	光
(1)		Hukusya	Hikari
(1')		Mieru Hukusya	—
(2)	流れてゐる(1)の時間に對する割合	Hukusya no Nagare	Hikari no Nagare (F)*
(3)	(2)の立體角密度	Hukusyado	Kwôdo (I)*
(4)	發散面に於ける(2)の面積密度	Hukusya-hassando	Hassando (R)*
(5)	發散面に於ける(3)の面積密度 (見る方向に於ける見かけの)†	Hukusya-kido	Kido (B)*
(6)	投射面に於ける(2)の面積密度	Hukusya-syôdo	Syôdo (E)*

るから, 一々こまごまと説明しなくともわかることと思ふ。唯その名前のつけ方について一言述べて置きたい。その土臺となる方針は輻射と光と, 同じ種類に屬するものは同じ型の言葉としたいといふことである。光の方で既に光度といふのがあれば, これに對する輻射に關するものは輻射度としたやうなことである。然しすべての言葉にそのやうなやり方が行はれにくいので, 既に光の方で輝度といふのがあれば, それに對し輻射の方では輻射輝度といふやうな名前をつけ, この場合の輝度といふのは, 單に量の種類を指し示すに用ゐたもので, 從來の輝度といふ意味はもつてゐないの

(6) f_λ, f_λ 及び K_λ の言ひ表はとは正しいものではないが, 簡単にするたこのやうに記した。

* 國際照明委員會で採用した記號

† 言葉が十分でないが, 意味は察せられるだらう。

である。その他の發散度及び照度も全く同じわけ合ひである。

こゝに輻射照度とか、輻射度とかを設けたのは、單に表をきれいにするためばかりのざれごとではなく、近頃照明工學は單に光だけを取扱はずに輻射一般に亘り、殊に莖外輻射に就ての議論が盛になつて來たために、輻射の源の性質を論じ、相互の優劣を比較する量として、これ等の量が既に用ゐられて居り、又用ゐられるだらうと考へられたので、敢て試に名前を設けてみたのである。

重ねて注意するが、こゝに輻射といふのは輻射エネルギーの略であつて、唯簡單に言ひ表はしたために、Hukusya としたのに過ぎない。否 Hikari といふ言葉に對して對をなすやうにしたといふ、餘り芳ばしくない考が潜んでゐるかも知れない。

それはそれとして、とにかく、このやうに輻射と光とを對照して書いてみると、光といふものが、死んでゐる物理的のものでなく、何かなしに、その死んでゐる物理的のあるものの中から、生れ出て來る、生き生きとした非常に尊いものであり、而も非常に暖みがあり、且つ親しみのあるもののやうに感ぜられ、光は輻射に對してどのやうな地位を占めてゐるものであるかがはつきりして來るのを覺える。

5. 量を表はす記號について

これは附たりのことであるが、量を表はす記號のことについて一言して置きたい。色々の量を式に表はす時、記號が必要であることはいふまでもない。光に關するものに就ては、既に國際照明委員會に於ても夫々記號を定めてゐる。第1表に併せ記したものがそれである。若し日本だけに就て考へるならば、日本語の頭字をとつて、例へば輝度はK、照度はSといふのが最もよいと思ふが、學問には國境がないから、國際間で同じ記號を用ゐるのが穩當であり、既に國際會議で定まつたものはそれを使ふのが穩かである。然るに輻射の方ではまだ名前さへ附いてゐないものもある位で記號も定められてゐない。私はこれを光に對して相當する量と同じ文字で表はし、その字體を變へるのがよいと思ふ。ベルギー照明委員會の案によれば、*énergétique* といふ意味だらうと思ふが、文字の右肩にeと添へたものもあるが、一々eと添へるのは煩はしいから、字體で區別すれば、文字によつてその量の種類が直ちにうなづかれ、字體によつて輻射か光かが明かとなる。字體を變へるに、唯今私は2つの方法を考へてゐる。1つは光の方には普通の字體を用ゐ、輻射の方をゴシックとするのである。例へば F, B 等に對して **F**, **B** 等といふやうにするのである。然し同じ文字を使つて字の細いのと太いのとで區別をつけるのは、印刷にはともかくとして、筆記には不便である。この不便を除くには、宛もベクトルの量を表はすにドイツ文字を使ふやうに、輻射の方にはドイツ文字を使ふのも一つの方法であるが、これも似寄りの文字があり筆記には適しない。この書き物でゴシックを使つたのは、筆記に於てはどちらも不便があるならば、ゴシックを使つた方が印刷に便利であらうと考へたからである。さて、各波長に就ての量の記號としては、從來單に λ といふ添字を加へて、例へば F_{λ} といふやうに使はれてゐたが、ベルギーの案を見て小文字を使ふのが面白いと思ふ。少し理窟つばいやうだが、デメンションが違ふことが表はれてゐるやうに感ぜられ、非常に氣に入つた。こゝでもこれに従つて式を書いた。(昭和9, IX, 6)