

ニッセンケン分室「思いつきラボ」No. 59

カンデラという単位はロウソクの灯りから・・・



思いつきラボの原稿で“蓄光素材”や“再帰性反射素材”を取りあげると cd/m^2 (カンデラ パー 平方メートル) や $\text{cd}/\text{lux}\cdot\text{m}^2$ (カンデラ パー ルクス 平方メートル) という単位が出てきます。光の強さを表す単位なのですが cd (カンデラ) というものに馴染みがありません。聞きなれていないので光の強さをイメージしにくいものになってしまっています。光に関する単位には 輝度 (cd/m^2) 光度 (cd) 光束 (lm) 照度 (lx) などがありますが照度のルクスくらいしかあまり耳にすることはありません。ということで今回のテーマは“カンデラ”という単位についてのお話しとなります。

カンデラとは？

そもそも国際的に使われる単位系は「国際度量衡(どりょうこう)委員会」という機関で定められています。日本国内ではその国際度量衡委員会に従って経済産業省の計量法で規定されています。単位も法律で決められているのですが“カンデラ”の計量法の記述を紹介すると

「カンデラは 圧力 101.325 ニュートン毎平方メートルの下における白金の凝固点にある黒体の 60 万分の 1 平方メートルの平らな表面の垂直方向の光度とする」

となっています。まったくもって明るさがイメージできません。そこで一般的にカンデラの説明をするときには

「ロウソク 1 本の灯りが 1 カンデラ」

という言い方をします。計量法の記述では何のことやらと思っていたのがこれならある程度のイメージができます。

カンデラという単位が使われるようになったのは 1948 年(昭和 23 年)の国際度量衡委員会の決定からとあり それまでは燭(しょく)という単位が使われていました。この燭という単位がどこから来たのかというと 1860 年イギリスで特定のロウソク 1 本の灯りを 1 キャンドルと定めたことに始まります。イギリスがキャンドルという単位を定めることになったのはこの 1860 年に 街路のガス灯整備に都市ガス条例 を作成するために規格化されたとあります。日本はまだ江戸時代・・・どれだけ遅れていたのでしょうか。

その後単位系も国際的に規格化されていくようになりこのキャンドルという単位をベースにカンデラという単位に定められたとあります。キャンドルはロウソクという意味のほかに光の単位でもあったのです。カンデラ(candela)もキャンドル(candle)も元は同じ語源からできているのです。ちょうど明治維新(1868 年)をきっかけに西洋文化が入り込んできたときにこのキャンドルという単位を 燭 又は 燭光(しょっこう)と訳して光の強さの単位として用いていたのです。カンデラが規定されたときに 燭との換算式は

$$1 \text{ 燭} = 1.0067 \text{ カンデラ}(\text{cd})$$



となりました。1 キャンデラは 1 本のろうソクの灯りの明るさと言われる根拠はここにあるのです。輝度や再帰反射係数の数値を見るときにはろうソクの灯りをイメージして光の強さを想像してください。マニアックな原稿になったついでにさらにマニアックな話をしておきますと イギリスで定めた“特定のろうソク”がどのようなものだったかという説明をしておきます。

1860 年 当時の 1 キャンドル (1 燭光) については「1 時間に 120 グレーンの割合で燃焼する 6 分の 1 ポンドの鯨油蠟燭の光度にほぼ等しい光度」とあります。単位がイギリスのヤードポンド法なので現在の質量になおしますと 1 グレーンは 0.06479891 グラムと定められていますので 120 グレーンはほぼ 7.775g となり 6 分の 1 ポンドは 1 ポンド = 0.4535kg で換算すると 0.075583kg = 75.583g となります。つまりのところ

「1 時間に 7.775g 燃える 75.583g のくじら油のろうソクの炎の灯りが 1 キャンドル」

ということになります。馴染みの少ない単位で記載されるとイメージできるまでに手間のかかるものです。筆者は伝統を重んじて 日本は尺貫法でも良いと考えていましたが国際度量衡委員会の必要性が理解できました。(遅い!!)

光の単位はややこしい……

光に関する単位というのはやはり理解しにくいものになっています。冒頭に記載した 光度と輝度はどう違うかというどちらも光源の強さを表す単位で光源の面積を考えるか 考えないかの違いとすると解釈しやすいと思っています。面積を考えたものが“輝度” 考えないものが“光度”です。……やはり解りにくい。

光度(カンデラ)と光束(ルーメン)の違いはというと 1 方向の光源の強さが“光度”で全方向の光源の強さが“光束”とおおざっぱに覚えておけばややこしくはならないと思っています……やっぱりややこしい。

“照度”は光源の強さではなく場所の明るさになりますので光源は同じでも光源との距離で数字が変わってきます。おおざっぱすぎるとお叱りを受けるかも知れませんがこの覚え方でも文章を読むときの理解度は違うと思います。また話がそれてしまいましたが今回の原稿は“カンデラ”のお話がメインです。

原稿担当: 竹中 直(チヨク)

