

測光標準

次世代光源の評価技術につながる空間照明を測る基準

測光とは

現在用いられている光度(明るさ)の単位カンデラ(cd)は、国際単位系(SI)の中で唯一の感覚量に基づく基本単位である。人間が生活上必要とする情報のかなりの部分は目から得ており、その情報は実生活に密接にかかわってきた。そのため、生活に不可欠な高密度の情報を昼夜にかかわらず取り込む必要から、人工照明が発展した。しかし、目が感じる明るさは感覚量である。照明環境を再現良く正確に評価するために導入されたのが、測光標準であり、測光単位である。

光度の定義と実現方法

古来の測光の単位に使われていた「燭」は、ろうそくに由来する。その後、白金点黒体標準器の時代まで、光を発する原器による光度の定義が用いられた。

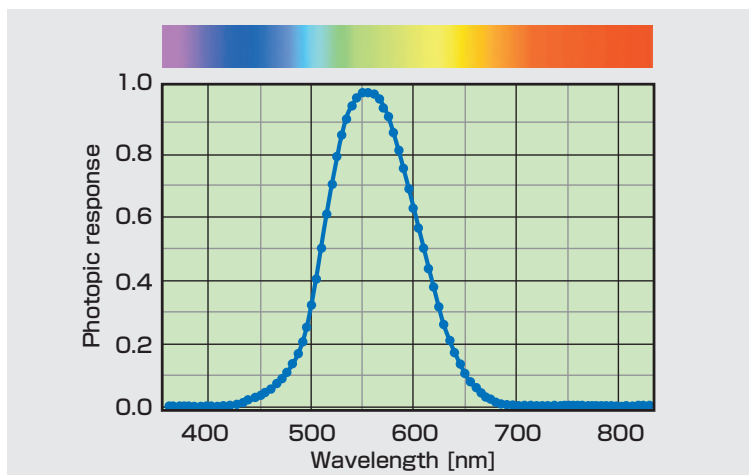


図1 分光視感効率 $V(\lambda)$
国際度量衡委員会 (CGPM) で採択された人間の目の感度に近似した各波長での値。

現在の光度の定義は「カンデラは、周波数 540×10^{12} Hz (人間の目の感度が最大となる波長: 約 550 nm) の単色放射を放出し、所定の方向におけるその放射強度が 1/683 ワット毎ステラジアン (683 lm/W) である光源の、その方向における光度である」であり、

1979年の第16回国際度量衡総会で採択され、他のSI単位から導かれた物理量(電気量)により厳密な計測が行えるようになった。これは、光源から放出されるエネルギーを光の波長ごとに電気量(W)に置換え、これに分光視感効率 $V(\lambda)$ (図1) という人間の目の感度に相当するフィルタをかけ、得られた量を国際的に定めたカンデラという名前と呼ぶという約束事である。

光度の単位の実現は、液体ヘリウム温度で動作する電力置換型極低温放射計(写真)により光のエネルギーを電気量(W)に変えて測定し、光度の定義に基づいて $V(\lambda)$ 近似標準測光器の照度に対する出力電流(照度応答度: A/lx) を求めて光度標準電球の光度値を校正することにより実現する(図2)。一般照明用光源の明るさを表す量として、全空間 (4π Sr) に放出されるすべての光の総量を表す全光束: ルーメン(lm) が用いられ、配光測定装置により光度を基準として実現する。測光標準のトレーサビリティ体系を図3に示す。

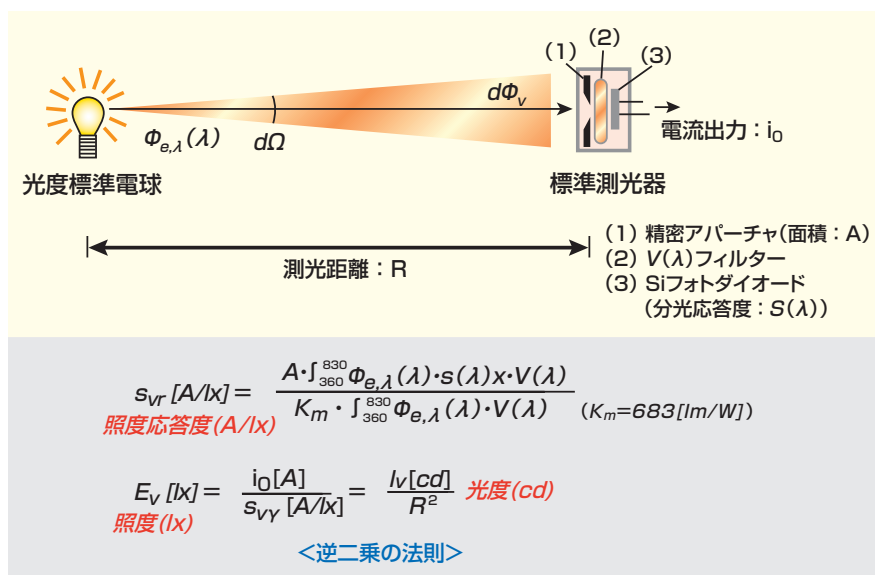


図2 $V(\lambda)$ 近似標準測光器による光度測定

人間の目の感度に相当する $V(\lambda)$ フィルタをかけた標準測光器の各波長で得られた応答度: A/W を用い、光度の定義から照度応答度: A/lx を求め光度標準電球から距離 R での照度: lx を測定する。距離の逆二乗の法則から光度: cd を求める。

不確かさと標準供給

国際度量衡委員会 (CIPM) 測光放射測定諮問委員会 (CCPR) 主催による光度 (CCPR-K3a)、全光束 (CCPR-K4) の基幹国際比較に参加した。

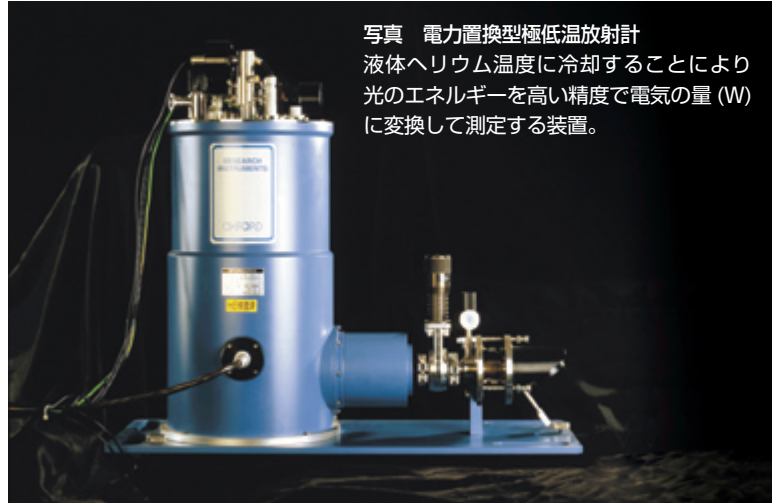
不確かさで重み付けした各国の平均値に対して光度が -0.09% 、全光束が $+0.18\%$ の差で一致した。拡張不確かさは、光度：カンデラが 0.54% ($k=2$)、全光束：ルーメンが 0.68% ($k=2$) である。

国内の標準供給は、計量法トレーサ

ビリティ制度 (JCSS) に基づき産総研の特定標準器を国家標準として、7機関の認定事業者より一般ユーザに供給される。

今後、省エネルギー化ならびに CO_2

写真 電力置換型極低温放射計
液体ヘリウム温度に冷却することにより光のエネルギーを高い精度で電気の量 (W) に変換して測定する装置。



削減を目指すLED等の次世代光源の評価に必要な標準への対応を図るとともに、分光放射測定技術による新たな光度の単位の実現を試み不確かさの向上を目指す。

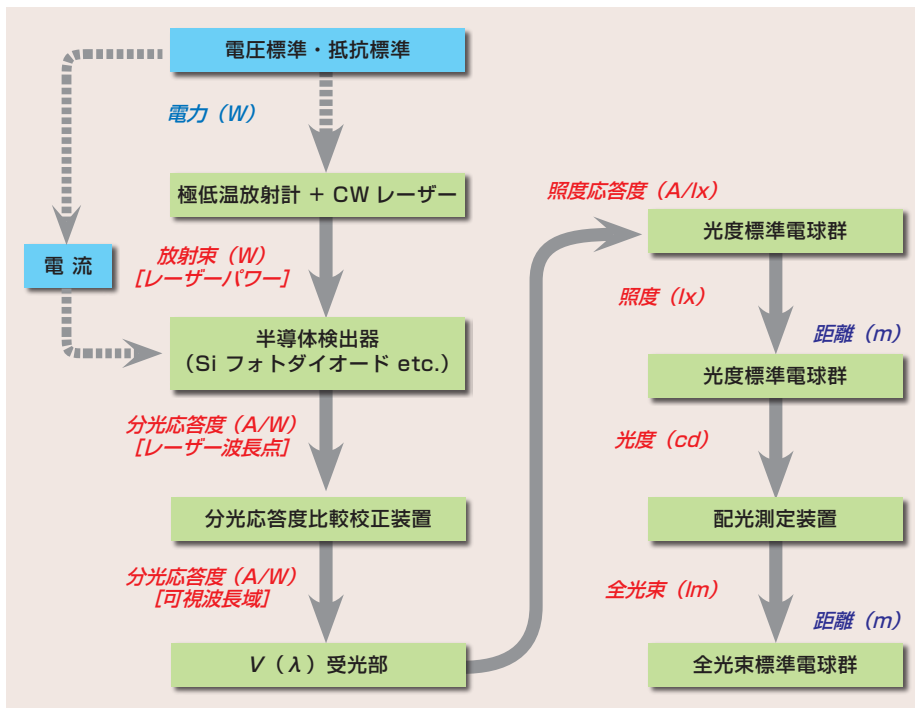


図3 測光標準のトレーサビリティ
極低温放射計に始まり、分光応答度: A/W の標準を経て光度: cd の標準を実現し、さらにはすべての空間に出てくる電球の光を測る配光測定装置を経て全光束: lm の標準を実現する標準の流れ。

計測標準研究部門 齊藤 一朗

e-Mail: ichiro-saito@aist.go.jp
<http://www.nmij.jp/opt-rad/index.htm>

- LED 開発初期段階における LED 光度・全光束・輝度・放射束の測定方法開発。
- 測光・放射測定へのパーソナルコンピュータの利用。
- 受光器 (シリコンフォトダイオード) による実用測光標準の設定に関する研究。
- 分光測光法に基づく蛍光灯、放電ランプの全光束測定法の確立などの測光・放射標準計測技術の開発。

現在は、測光標準全般を担当しながら、分光測定法による高精度な測光・放射標準の設定を目指した研究を継続中。

