

光源色の精密評価のためのアレイ式分光放射計の応答非直線性評価技術



田辺 稔

たなべのり

Email: tanabe-m@aist.go.jp

産業技術総合研究所

計量標準総合センター

物理計測標準研究部門

光放射標準研究グループ

主任研究員

2010年大阪大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年4月産業技術総合研究所入所。レーザーパワーの絶対値評価や光センサーの応答非直線性の精密評価を実施しております。特に、光センサーの性能向上を目指し、その応答非直線性の波長依存性の解明研究に力をいれています。今後、このような技術開発をもとにして、レーザーを用いた計測器の普及、省エネ化、低価格化に貢献できるような精密計測や技術研究開発に取り組みたいと考えています。

共同研究者

神門 賢二（産総研）、
部 洋司（産総研）

LED やレーザーを用いた光源の色を正確に評価するためには、アレイ式分光放射計の広範囲な入射光パワーに対する出力の比（直線性）評価が重要です。本研究では、高安定なレーザー光源と光パワー重ね合わせ法を組み合わせたアレイ式分光放射計の応答非直線性評価システムを開発し、これまで困難であった低い光パワー領域の応答非直線性を評価可能としました。この技術を用いることで、LED やレーザーを用いたディスプレイ等で、広い光パワー領域での出力補正ができ、これらの製品の精密な光源色評価に貢献できます。

はじめに

CCD アレイセンサーなどを検出器としたアレイ式分光放射計は、光源の分光分布を短時間で測定できるため、測光・放射測定の分野で広く使用されています。近年では、LED や赤・緑・青のレーザーダイオードをベースにした光源の分光分布の精密評価や、それら光源の放射量や測光量の校正、色度の精密評価などにも用いられています。

アレイ式分光放射計を用いて、精密に光源の色評価を行うためには、アレイ式分光放射計の動作の安定性、波長精度、波長分解能、分光感度等が重要な評価要素になりますが、特に重要な要素として、広範囲な入射光パワーに対する出力の比が一定である「直線性」が挙げられます。光源色の測定では、測定対象光源の相対分光分布を正しく求めることが重要であるため、アレイ式分光放射計の応答非直線性の評価が不可欠です。ほとんどのアレイ式分光放射計は、その応答が入射する光パワーに依存して非直線性を示すため、広範囲な光パワーレベルに対して補正を行う必要があります。応答非直線性の補正方法としては、JIS 規格[1]に記載されている、測光ベンチを利用して光源と受光器の距離を変動させる方法や、複数の光源や複数の開口を切り替える方法がありますが、これらの方法では、広範囲な光パワーでの測定や、低いパワーレベルでの応答非直線性測定が困難という問題があります。

本稿では、上記の技術的課題を解決するための、広範囲な光パワーレベルに対して、再現性の良い高精度な応答非直線性の評価方法の開発[2]について紹介します。さらに、その応答非直線性が、LED やレーザーダイオードで構成される光源の色度に与える影響について定量的に評価した結果についても紹介します。

アレイ式分光放射計の応答非直線性評価システムの開発

図1に、開発した光パワー重ね合わせ法に基づくアレイ式分光放射計の応答非直

線性測定システムを示します。このシステムでは、単一波長測定が可能なこと、4桁超の光パワーを確保できること、測定における迷光の影響を抑制できるメリットを考慮し、CW 半導体レーザーを光源として選択しました。高精度評価を実現するため、使用したレーザーは、温度調整機能を取り付け、光パワーの安定性を0.03%/時間を達成しています。また、レーザーの偏光や空間的な可干渉性の影響を抑制するため拡散板とスペckルリデュースャを使用しました。

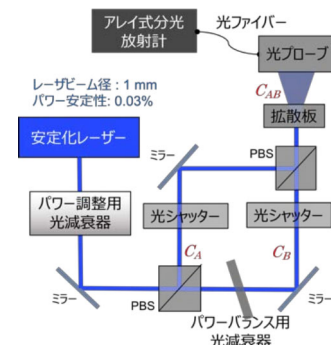


図1 アレイ式分光放射計の応答非直線性評価システム

応答非直線性の測定と評価の手順は以下の通りです。レーザーパワーを光減衰器にて任意のパワーに設定します。偏光ビームスプリッター(PBS)で C_A と C_B の2経路に分岐させ、それぞれの経路で光パワーが同じになるように光減衰器で調整します。このような光学配置で、二つの光路に配置している光シャッターを開き、アレイ式分光放射計の出力値 R_{AB} を取得します。それぞれの光シャッターを開閉して、各光路における出力値 R_A と R_B を取得します。この取得した出力から、 R_{AB} の直線性係数を以下の式で導出します。

$$LF(1) = R_{AB} / (R_A + R_B)$$

上記の式から LF が1になった時、その測定パワーにおいて応答の直線性があると言えます。次に、アレイ式分光放射計の出