

氏名(本籍・生年月日) 大倉 力(東京都 昭和18年12月25日)
学位の種類 博士(工学)
学位記番号 乙 第 233 号
学位授与の日付 平成27年3月20日
学位授与の要件 信州大学学位規程 第5条第2項該当
学位論文題目 回折格子分光器による分光計測
- 分光放射計と近赤外分光計
論文審査委員 主査 教授 石澤広明 教授 斉藤保典
准教授 橋本昌己 准教授 小林一樹
教授 橋本篤(三重大学)

論文内容の要旨

1. 背景と目的

回折格子分光器による分光放射計と近赤外分光計を対象とし、「回折格子分光器性能がスペクトル測定波形に与える影響」を研究した。

分光計測はスペクトル波形の観測だけではなく、スペクトル波形に対し作用関数、検量線との演算、特定波長範囲での積分により評価値を得ることが多い。こうして得られる評価値に対して分光装置の雑音、波長分解能、波長精度、測定波長間隔が与える影響について解析を実施した。

分光器から得られる評価値に対する分光器性能の影響はこれまで、あまり研究されず、装置の開発・製作において問題を発生する場面が多かった。本研究はそのような問題を解決することを目的とし、研究成果は今後の分光装置の設計とその発展に貢献すると考えられる。

2. 回折格子と回折格子分光器

回折格子分光器の光学技術を示した上で、輝度不変の法則に基づき、光源と回折格子分光の組合せから得られる光量の算出法を求めた。ここに示す技術により適切な分光装置の設計が可能となる。

3. 分光放射計

・測色分野

照明光源の測色のための分光放射測定において分光器の波長分解能と波長精度が色度座標に与える影響を解析し、下記の結果を得た。

- 分光器極限分解能 5 nm で、xy色度座標変化は0.001以下である
- 波長ずれ ± 0.5 nm 以下で、xy色度座標の変化は0.001以下である

- スリット波長幅 5 nm とすることにより測定精度が保たれる

上記研究成果は、JIS Z 8724 の改正において重要な情報となった。

・太陽電池評価分野

太陽電池評価には、照射光の分光放射照度と太陽電池分光感度の内積値を使用する。この内積値の精度を保つための分光放射計測定条件を解析し、

- 分光放射計波長分解能 5nm / 分光感度測定装置波長分解能 20nm

とすれば、十分な精度が得られることを明確にした。

4. 近赤外分光

・近赤外分光技術

近赤外スペクトルから、試料の成分量を推定する技術は、1970年代以降に発展した。測定対象の近赤外スペクトルの成分量による変化はほんのわずかであり、装置雑音の低減が重要な要素である。近赤外分光で雑音の影響とその低減方法を明確にした。

・機差

近赤外分光では、検量線により成分量を推定する。1台の装置により確立された検量線を他の装置に利用すると推定値のずれ-機差-が生じる。統計手法による機差低減対策は数多く発表されているが、機差の原因が解析された例は無い。本研究において機差の原因を研究し、それを明確にした。機差が小さくなる条件を示した。

- 試料の反射率スペクトルの変化が小さい場合
- 分光器の波長感度の波長変化が小さい場合
- 分光器の波長分解能が高い場合

将来的には、この機差発生原因に基づいた機差補正法の実現を期待している。

・近赤外分光装置の開発

近赤外分光計に必要な装置性能は、対象試料により大きく異なる。事前に必要性能を明確にすれば、目的とする装置を短期間で開発できる。この手法により、豚肉脂質測定装置、エコフィード測定装置、挽肉測定装置、牛血液測定装置、木材品質オンライン評価装置を開発した。

5. 今後の展望と課題

●分光放射計は、いまだに測定誤差、装置間差が大きい。今後、測定値の精度向上が必要で、測定技術の確立が待たれる。

●近赤外分光の研究は、現状では検量線の作成に偏っている。今後、ハードウェアの改善、新しい測定方法の開発に重点を置く必要がある。機差については本研究で明確にされた内容に基づいた補正方法の開発が望まれる。

●近赤外分光では、雑音を低減することによりわずかのスペクトル波形の違いから、情報を取り出している。ラマン、赤外吸収その他の分光法においても、このような方法により、更なる発展が始まる可能性は大きい。