

## 光センサーの応答非直線性の高精度計測

### 光デバイスの信頼性を支える計測技術



田辺 稔

たなべ みのる  
tanabe.m@aist.go.jp

計測標準研究部門  
光放射計測科  
レーザー標準研究室  
研究員  
(つくばセンター)

レーザーパワー標準や光電型光センサーの応答非直線性校正システムの維持・供給や開発を担当しています。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、レーザー関連の校正や技術開発をもとにして、レーザーや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標準や技術研究開発に取り組みたいと考えています。

#### 光センサーの応答非直線性と波長広帯域化の必要性

光通信、医療、加工などの分野で、レーザーはさまざまな波長帯域やパワー領域で利用されています。レーザー光を制御するには、光減衰器や光フィルターなどの光デバイスが使用されます。これら光デバイスの減衰量や反射損失などレーザー波長に依存する特性を高精度に評価することは、レーザーパワーを必要最小限に抑え(省エネ化)、安全性・信頼性を向上させることにつながります。しかし、光デバイスの性能評価に使用される光センサーの応答性は、測定光の強度や波長により変化するため、測定値に有意な誤差が含まれる場合があります。この誤差は、光センサーの応答非直線性と呼ばれ、光デバイスの性能評価結果に大きな影響を与えるため、定量的に評価する技術が求められています。

#### 応答非直線性評価システムと高精度計測

これを解決するため、光センサーの広波長帯域応答非直線性評価システムを構築しました(図1)。このシステムは、外部共振器型波長可変レーザー(可視光～近赤外)と光パワー重ね合わせ法に基づく測定光学系から構成されています。重ね合わせ法は、レーザー光を二つのパスに分けて等しいパワーになるように調整し、光センサーに二つの光を同時に入射させて測定した場合と個々に測定した場合の出力和の比を測定します。

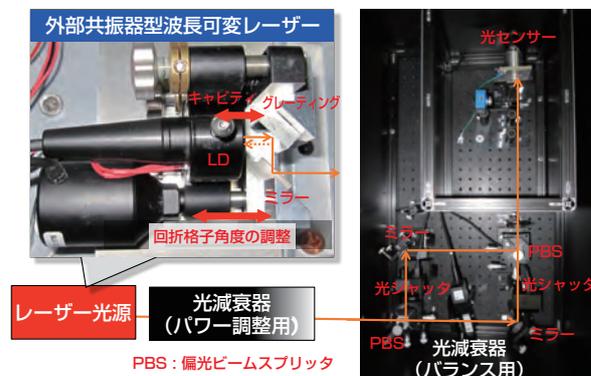


図1 光センサーの応答非直線性評価システム

レーザー光源である外部共振器型波長可変レーザーは、レーザーダイオード(LD)とグレーティングからなる光キャビティで、特定の波長のみを共振させる構造となっている。

この比をnWからmW超領域の光に対して測定することで応答非直線性を導出します。以上のシステムにより、これまで対応可能だった光ファイバー系のみならず新たに空間ビームでの応答非直線性の校正サービスを、拡張不確かさ0.039～0.18%の範囲で開始しました。

図2に、波長760 nm、850 nm、1030 nmに対するシリコンフォトダイオードの応答非直線性の一例を示します。このフォトダイオードには数%の応答非直線性が存在することや、その値が光の波長によって異なっていることがわかります。応答非直線性の違いは、光センサー内の光電流生成に関する重要な知見を与えるため、非直線性の発生原因をモデル化した理論との比較検討も進めています。

#### 今後の展開

光波長多重通信やレーザーディスプレイなどをはじめ、広範な波長かつ強度の光を発するデバイスの性能指数を高精度に計測・評価する要望が高まっており、それらに応えるため光センサーの応答非直線性校正の広帯域化に取り組んでいく予定です。また、光センサーの応答非直線性の原因を定量的に解明し、理論的に予測する手法や抑制する研究を進め、光センサーの性能向上にむけた技術開発を行う予定です。

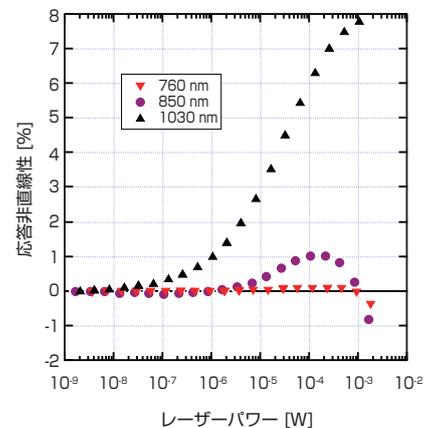


図2 シリコンフォトダイオードの応答非直線性の一例

応答非直線性は、光センサーへの入力と出力の比のずれ、つまり、応答の比例関係がどれだけ崩れているかを示している。