

光ファイバパワー標準の開発

その精密計測と国際比較

光通信の普及に伴い、その性能試験や安全性確認のための精密な光ファイバパワーの計測の重要性はますます高まっている。そこで光パワーメータを校正するための標準器として光ファイバカロリメータを開発し、このほど依頼試験の校正サービスを開始した。また、光電検出器の直線性を校正するシステムと組み合わせると、 $1\mu\text{W}$ の低光パワーまで精密な計測が可能となり、この方式を用いて国際比較実験にも参加し、計測の信頼性向上をめざしている。

光ユビキタス社会の安全・安心

近年、光通信のインフラは急速に整いつつある。総務省の「情報通信白書」によると、2005年度末現在、国内におけるFTTH（Fiber to the home）回線の契約数は546万件を上回っており、将来は3000万回線にも及ぶものと予想されている。これら光通信網など、ブロードバンド回線の大容量を活かした各種の情報配信サービスの展開により、国内のインターネットトラフィックは2005年11月には160Gbpsに達しており、その増加の割合はムーアの法則（=1年半で2倍）のスピードを上回る勢いである。

このように多くの情報のやり取りが情報通信ネットワークにゆだねられるようになり、必然的に通信性能には高度な信頼性が求められる。また、長距離光通信には大出力の光源や中継

増幅装置が用いられ、その末端が一般家庭の日常的に触れる場所に届くことを考えると、安全・安心のための対策もきわめて重要となってくる。

こうした光通信網の性能試験や安全性確認のための計測技術は欠くことのできないものであり、その計測技術や計測装置に関しても高い精度と信頼性が要求されることはいうまでもない。中でも最も基本的で重要な計測器は光パワーメータで、各国においてそのトレーサビリティ体系の構築が進んでいる。

光ファイバパワーの標準器

光ファイバパワーの国家標準器には、光ファイバの端から放射される光パワーを漏れなく捕らえ、その絶対値を計測できる性能が求められる。熱型検出器の1つであるカロリメータは、

雨宮 邦招 あめみや くにあき
k.amemiya@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)

レーザーの標準に関連する業務のうち、特に光ファイバパワー標準や光減衰量標準の開発・供給・維持に携わる。また、極端紫外線（EUV）～殺菌紫外線（UVC）を用いて50 nm以下の極微細パターンを露光する技術の開発といった、光のナノ特性に関する研究も経験するなど、光分野全般での計測標準の開発・供給にも強い関心を持っており、光技術を広く産業界に応用していきたいと考えている。

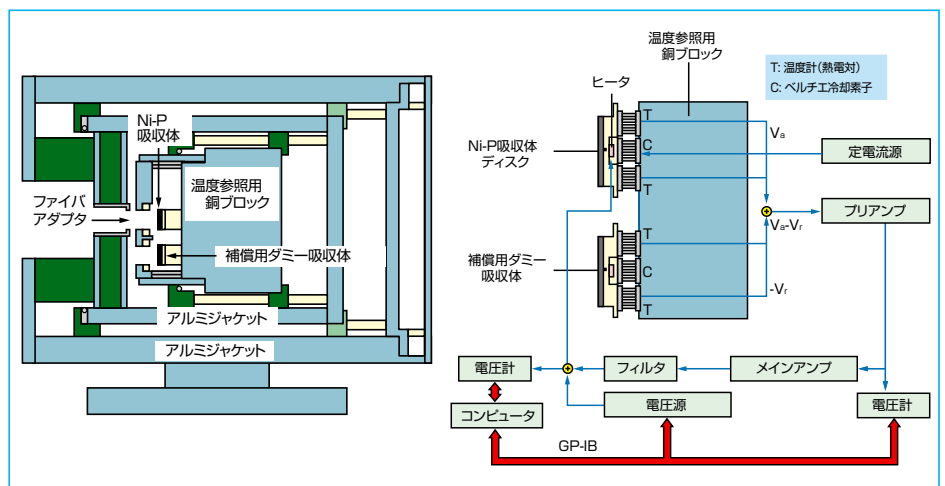
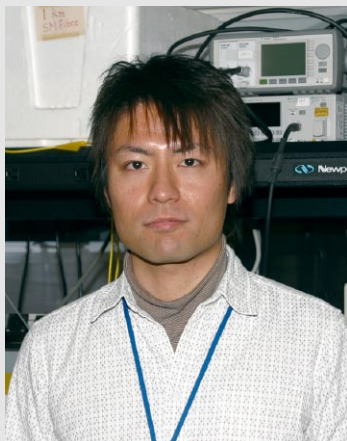


図1 光ファイバカロリメータの構造（左）および主要部のブロック図（右）

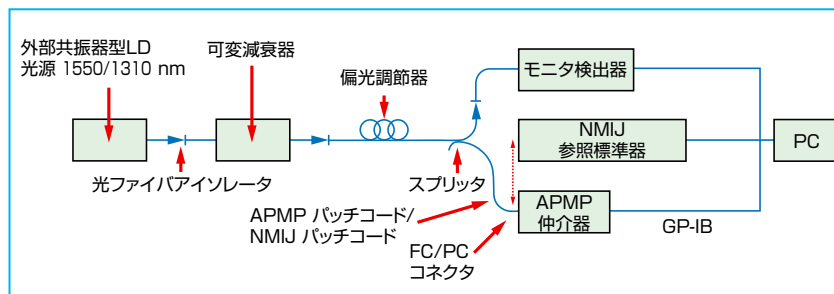
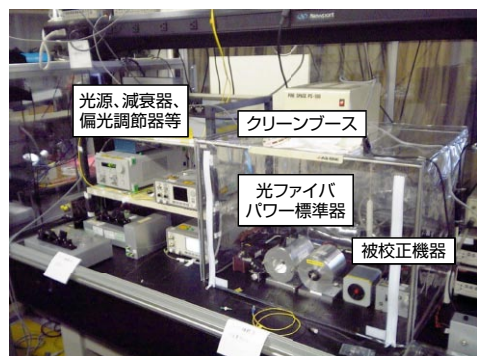


図2 APMP 国際比較時に使用した校正システムの写真およびブロック図

光パワーを受光部に吸収させて熱に変換し、その温度変化をパワーとして測定するもので、標準器としてよく用いられている。

受光部は吸収体で覆われた金属板で、低反射率であること、吸収率の波長依存性が小さいこと、熱容量が小さく熱伝導性が良いことなどが必要とされる。光ファイバカロリメータは対象波長が近赤外領域のため、吸収体としてNi-P合金の酸化膜（反射率<0.2%）を用いた。吸収体の温度上昇の計測にはBi-Te熱電対を用いている。吸収体の裏にはヒータ抵抗を設け、光パワーの入射時の温度上昇と等価となるようにヒータ抵抗に直流電力を印加し、その電力を計測するという方式をとっている。測定値は電圧や電流などの一次標準に結び付けられ、SIトレーサブルな計測が可能となる。

光ファイバカロリメータの構造とブロック図を図1に示す。光ファイバから放出される拡散光を漏れなく導入できるように、光ファイバの端面を受光体の近くに設置するための専用アダプタを設けた。さらに、吸収体の温度上昇に伴う放射ロスを防ぐため、温度センサで検出された温度差をヒータにフィードバックして吸収体の温度を常に一定（室温）に保つように制御する機構をもっている。このときのヒータへの印加パワーの差が求める光パワーと

なる。また、このカロリメータにはダミー吸収体を設けて室温の変動に伴うノイズをキャンセルする仕組みにしてあり、さらに高精度な計測ができる。

この方式では50 μ W以上の光パワーを計測でき、このとき信頼度95%における計測不確かさは0.37%を達成した。この標準器を用いて被校正器に値付けするには、ファイバコネクタの付け替えを伴うが、ファイバ端面の塵などによる汚染を防ぐため、校正システムはクリーンな環境で動作させるように構築した。また、50 μ Wより低いパワー領域については、検出器の直線性を校正するシステム^[2]と組み合わせて対応している。

国際比較への参加

国家標準は、原理的な考察や独自の実験解析に基づくだけでなく、他国の国家標準機関と互いに計測結果を比較して整合性を確かめたうえで、国

際的にも認められたものとなる。光ファイバパワーの標準も例外ではなく、2005年には産総研の計測標準研究部門（NMIJ）と米国国立標準技術研究所（NIST）、スイス連邦・計量認定局（METAS）の3つの国の国家標準機関の間で比較実験が行なわれた。また、2006～2007年にはアジア太平洋計量計画（APMP）の加盟国を中心に8カ国が参加する国際比較が、韓国を幹事国として進行中である。測定はいずれも1.3/1.55 μ mの通信波長帯で行なわれ、パワー範囲は1 μ W～100 μ Wである。前者の3カ国の比較の結果は文献^[3]にまとめられている。

今後、これらの結果をもとに、国際度量衡局（BIPM）への校正測定能力（CMC）の登録申請を行ない、われわれの標準の国際的な同等性を主張するとともに、校正サービスを通して広く産業界に貢献していきたいと考えている。

関連情報：

● 共同研究者

向井誠二、福田大治、木村真次、遠藤道幸（計測標準研究部門 光放射計測科 レーザ標準研究室）

● 参考文献

[1] M. Endo, AIST Today Vol. 4, No. 9, p.27 (2004).

[2] S. Mukai, AIST Today Vol. 4, No. 8, p.16 (2004).

[3] I. Vayshenker, J. H. Lehman, D. J. Livigni, X. Li, K. Amemiya, D. Fukuda, S. Mukai, S. Kimura, M. Endo, J. Morel, and A. Gambon, "Trilateral optical powermeter comparison between NIST, NMIJ_AIST, and METAS" Applied Optics Vol. 46, No. 5, pp.643-647 (2007).