

[別紙2]

審査の結果の要旨

論文提出者 前川 立行

光ファイバーセンシング技術は、近年ファイバークレーティング方式を中心に、温度、圧力等の計測に利用され始めているが、原子力分野、特に原子力プラントの放射線計測分野への利用は進んでいないところである。本論文では、蛍光変換型の波長シフトファイバーを中心として、放射線計測分野、特に原子力プラントにおける放射線モニタリング全体のニーズに基づいて、開発した結果をまとめたものであり、論文自身は7章より構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景と目的についてまとめている。特に原子力プラントでは、稼働率向上のために定期検査期間短縮の要請があり、放射線モニタリングもタイムリーなデータの提供が要請されていること、また、この4月より ICRP の90年勧告を国内法令に取り入れられ、有効な測定ツールが必要であることから、新しい測定法が必要とのニーズが高まっており、これに対応したものとして開発してきたのであるとの認識を示している。

第2章は、光学式放射線計測の背景技術として光ファイバを利用した放射線測定技術の全体をレビューしており、伝達路型と機能型に分類している。ライトガイドや医療用のイメージング型プローブや先端にシンチレータ等の放射線計測機器を付けたファイバー検出器は、伝達路型の例としている。また OTDR 法 (Optical Time Domain Refractometry) やシンチレーティング光ファイバー、或いは干渉を利用したX線検出器は機能型の例になっている。特に放射線モニタリングのニーズを詳しく検討し、プロセス放射線モニター、エリア放射線モニター、ダストモニター、汚染・排出モニター、人によるサーベイをピックアップしてこれらに対応できるセンサー開発をしようとしている。

第3章から6章までは、個別技術の開発について述べており、4章では、多点測定型 γ 線モニターの開発を、蛍光変換光ファイバーにより実現した例を示している。光導波型シンチレータと称しており、センサ部にはシンチレータをおき、伝達用光ファイバー内に波長シフトファイバーをおいてシンチレータの光をファイバー内で再発光させるものである。これにより長さ 200m 程の間に 5-6 個のシンチレーションセンサー部を有し、感度 $1 \mu \text{ Sv/h} - 10 \text{ mSv/h}$ を実現している。なお、位置決めについては T.O.F 法 (飛行時間法) を併用している。

第4章は 100°C までもつ耐熱型 γ 線モニターの開発であり、化学除染後の容器内サンプリング測定などを対象としている。恒温槽で実験したところ、バンドルファイバー面に滲み

出してきた2液混合型の接着剤の汚れにより、初期劣化がみられたが、これを除いた後は、順調に目標仕様をクリアできたとしている。

第5章は、波長シフト型 β 線センサの開発についてであり、大きさ30cm角で、厚み5cm以下のプラスチックシンチレータの端面に波長シフト型光ファイバーをつけて、プラスチック中の蛍光を集めて計数するものである。これはゲートモニターや天井、床、壁等の汚染検査用の放射線モニターに利用している。このように光ファイバーを伝達型に用いたときは、光電子増位管を直接装着したときに比べ、約半分程の効率であった。

第6章は波長弁別型 α/β センサーでZnSとプラスチックシンチを重ね合わせたフォスフィン検出器で α 線と β 線を出力波形の立上り時間を利用して弁別計数しようというものである。またカラーCRT用のRGB蛍光体を用いてSCF500の赤フィルターで α 線を、またBFL900の青フィルタで β 線を計数して成功している。

第7章はまとめであり、蛍光変換型により波長シフト型ファイバーの利用が本論文のキポイントであり、今後は更に光ファイバーの利用により他の温度、圧力センシングとの統合が望まれるとまとめている。本論文は波長シフト技術を巧妙に使いこなしている点に特徴があり、またそれにより個別ニーズに答え、光ファイバセンシングの可能性を示したものであり、システム量子工学への寄与は少なくないと思われる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。