

光ファイバ線量計を用いた包括的被曝線量管理システムの開発

石川 正純 [北海道大学／教授]
作原 祐介 [北海道大学／助教]
中川 啓治 [株式会社イーエスイー／技術主任]
古畑 優 [アクロバイオ株式会社／代表取締役]

背景・目的

現在、血管内治療等で用いられる IVR では、長時間におよぶ X 線透視が必要な場合も多く、患者の皮膚障害が懸念されている。これまで、積算型の線量モニタとして、フィルム等を用いた線量測定法が開発されてきたが、フィルムの色変化を視覚的に読み取るなど正確な評価が困難であった。そこで、光ファイバ線量計を用いることにより、近年問題となっている IVR 施行時における患者の皮膚線量および術者の被曝防護のためのリアルタイム線量測定を可能とし、包括的な被曝線量管理が可能であると考えた。

内容・方法

これまでに開発してきた体内での線量測定用に開発された直径1mmの光ファイバに極微小のシンチレータ

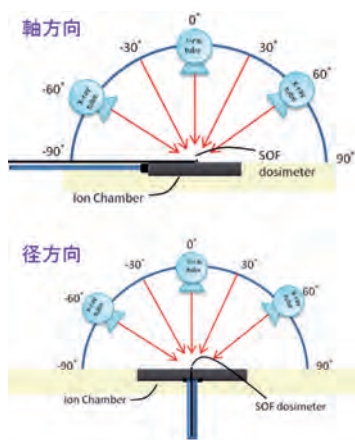


図1 方向依存性評価のための実験体系

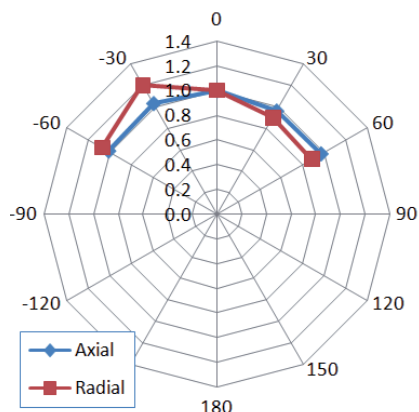


図2 方向依存性の評価

を取り付けた光ファイバ線量計を用いて、IVR 施行時における患者の皮膚線量および術者の被曝防護のためのリアルタイム線量測定を目的として、線量計の基礎特性評価の内、未評価であった温度依存性と方向依存性の評価を行った。

一方、術者の被曝線量測定においては、術者の手技を極力妨げないように配慮する必要があるが、現在の光ファイバ線量計システムでは、光ファイバ線量計プローブ、計測装置、線量計算用 PC で構成されているため、術者は光ファイバまたはケーブルによって動きが制限されてしまう。そこで、これまでに開発した光ファイバ線量計システムの知見を元に、計測装置・線量計算用 PC を一体化したスタンドアロンで動作する小型軽量かつ術者に装着可能な携帯型光ファイバ線量計システムを開発する。

結果・成果

まず、方向依存性について、図1および図2に実験体系と評価結果を示す。軸方向での感度変化は3%以下であり、一般的な電離箱線量計と比較して非常に小さな値となった。径方向の感度変化では最大で約20%の感度変化が見られたが、構造上径方向での感度変化が起こりにくいことから、プローブの設置誤差によるものと考えられる。

また、温度依存性評価の結果を図3に示す。温度依存性においては、 $-10\sim 50^{\circ}\text{C}$ の範囲において、 20°C を基準にした場合の感度変化が最大で4%程度であり、温度変化係数は管電圧40, 80, 110 kVにおいて、それぞれ0.0798、0.0631、0.0709[%/ $^{\circ}\text{C}$]となった。したがって、通常の使用条件(使用中の温度変化 10°C 未満)では温度による感度変化は1%未満であると推測される。

次に、製作した携帯型 SOF 線量計の外観を図4に示す。携帯型 SOF 線量計の開発では、これまでの知見を元にして新たな回路設計を行い、現場で必要とされる機能について検討した。その結果として、プロトタイプ機では、本体の液晶部分にリアルタイムでの線量率、積算線量を表示し、所定の積算線量に達した場合にピープ音にて警

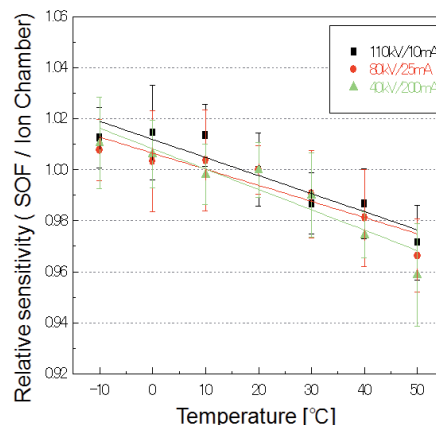


図3 温度依存性の評価

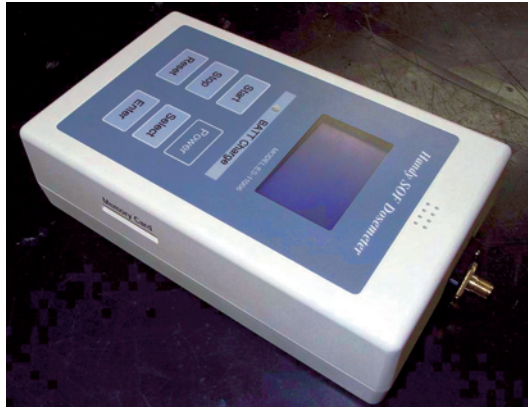


図4 製作した携帯型光ファイバ線量計の外観

告する仕様とした。また、術者が腰などに設置された液晶表示部を目視で確認することが難しい場合を想定し、Bluetooth 通信にて外部機器に同じ情報をリアルタイムで転送できる機能を加えた。このことにより、例えば携帯型通信端末にリアルタイムで現在の線量率および積算線量を表示することが可能となるため、携帯端末を室内に設置することにより、目視での確認が容易になる。また、リアルタイム計測データを SD カードに保存する機能を追加しており、計測データを後から解析することも可能とした。

今後の展望

今年度の開発では、研究期間が6ヶ月間と短かったこともあり、装置開発までしか完了することができなかった。今後の方針としては、完成した携帯型 SOF 線量計の特性を調べるための基礎実験を実施し、線量測定精度および測定限界などを評価した上で、実際の臨床現場での運用を試みる。また、患者に対する線量計測に対する課題として、生体への親和性や安全性を考慮した上で、適切なプローブの開発を行っていく予定である。さらに、術者と患者では被曝線量が4桁近く異なることから、それぞれに適したプローブの開発を行う。