

マイクロリアクタを用いた小型尿素センサ

理学部応用物理学科 中川益生、尾崎眞啓、 協和ファインテック(株)
 医用科学教育センター 浅原佳江

Keywords: 尿素、センサ、マイクロリアクタ、血液透析、化学発光

1. 開発目的

腎不全の患者さんの血液透析治療において、透析効率はその余命に影響するため、適切な指標に基づく精確な診断と透析条件の設定が必要である。尿素はその指標物質であり、透析治療中に透析排液中の尿素濃度を連続的に測定して尿素除去量を算出することが望まれる。我々は、これまで化学発光に基づく尿素モニタの研究開発を行ってきたが、新しい構造のマイクロリアクタを設計し、よりコンパクトな尿素センサを試作した。これは、透析装置への組込に適する。

2. 尿素センサの構造と動作原理

尿素センサの模式図を Fig. 1 に示す。試料溶液として、尿素を含む透析液を用いた。0.5 M の NaBrO と 0.2 M の NaOH を含む水溶液を試薬とし、試料と試薬を各々 15 ml/min の流量で圧電ユニモルフポンプを用いて送液した。この試薬と尿素との化学発光反応速度が非常に速く（約 100 ms）、生成された窒素の気泡が障害となるため、通常の流通式反応器では安定した化学発光が得られない。そのため、7 個の円筒形マイクロセル（直径 3 mm 深さ 3 mm）をオリフィス（内径 1 mm）で接続したアクリル製マイクロリアクタを設計した。オリフィスから放出される噴流の流速が 60 cm/s 以上の条件ではマイクロセル内の溶液は乱流により激しく攪拌され、生じた気体はマイクロバブルとなって液中に分散されるため、安定した化学発光が生じる。その化学発光強度は 0.5~15 mM の範囲で透析液中の尿素濃度に比例している（Fig2）。図中のエラーバーは測定値の標準偏差を表している。

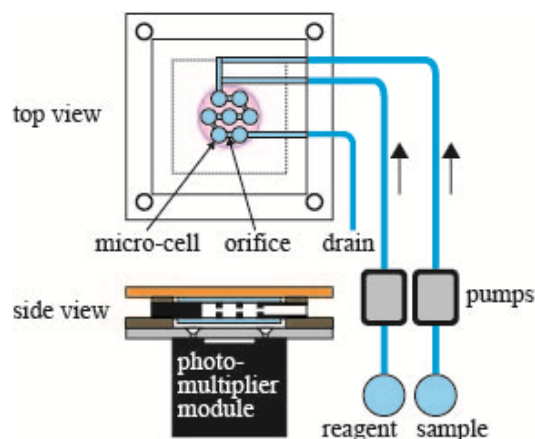


Fig.1 尿素センサの模式図

3. 応用の可能性

透析治療中の患者さんの血中尿素濃度を従来の酵素比色法で測定した値と透析排液中の尿素濃度をこの尿素センサで測定した値は良い相関を示し、臨床測定に応用できることが判明した。機械的な混合システムを必要としないこの装置は、長期間安定に使用できると共に構造が簡単で安価なため、実用化が容易と考えている。

特許出願 「試料溶液濃度測定方法及び試料溶液濃度測定装置」

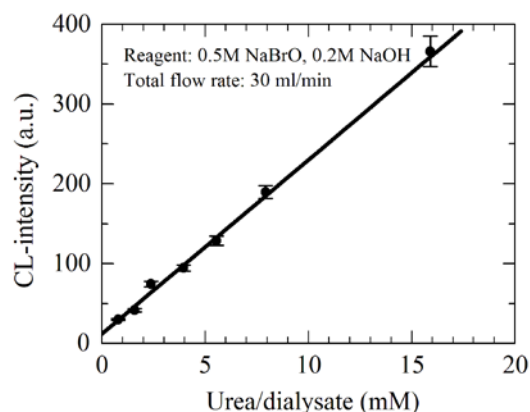


Fig.2 化学発光強度の尿素濃度依存