

2P044

## 次元圧縮型イメージファイバーを用いた 携帯型ラマンイメージング装置の遠隔測定装置への改良

(埼玉大院理工<sup>1</sup>, 青山学院大理工<sup>2</sup>, (株)エス・ティ・ジャパン<sup>3</sup>)○五十嵐 千尋<sup>1</sup>,  
坂本 章<sup>2</sup>, 増谷 浩二<sup>3</sup>, 落合 周吉<sup>3</sup>, 東山 尚光<sup>3</sup>

### Improvement of portable Raman imaging spectrometer using dimension-compressed imaging fiber for remote measurements

(Graduate School of Science and Engineering, Saitama University<sup>1</sup>, College of  
Science and Engineering, Aoyama Gakuin University<sup>2</sup>, S. T. Japan Inc.<sup>3</sup>) ○Chihiro  
Igarashi<sup>1</sup>, Akira Sakamoto<sup>2</sup>, Koji Masutani<sup>3</sup>, Shukichi Ochiai<sup>3</sup>, and Hisamitsu  
Higashiyama<sup>3</sup>

【序】我々のグループは、文化財を測定対象とした携帯型ラマンイメージング装置を共同開発してきた[1, 2]. 試料の採取が困難であり、試料に損傷を与えることが許されない文化財の構成物質を同定する場合、非接触・非破壊で測定可能なラマン分光法は有用な手法となる. 生体試料も文化財と同様に、厳密に非破壊での分析が要求される. 本研究では、医学的な診断などへの将来的な応用を目標として、これまでに開発したラマンイメージング装置の遠隔測定装置への改良を行っている.

【装置】我々のグループが開発した次元圧縮型イメージファイバーを用いたラマンイメージング装置の測定原理を図1に示す[2]. この装置では、ラマン励起レーザー光(波長 785 nm)を集光せず面で照射することにより試料の損傷リスクを減らすことができる. 試料からの180°散乱光を集め、次元圧縮型イメージファイバーの試料側に入力する. 次元圧縮型イメージファイバーは、試料側(入力端)で16×16の2次元配列をとっていた256本のファイバー素線を分光器側(出力端)で1×256の1次元配列に並べ替えたものであり、2次元データを1次元データに圧縮することができる. この1次元配列の各ファイバー素線からの光を専用設計の分散型小型分光器で分光しCCD検出器で検出すると、縦軸がファイバー素線の位置に、横軸がラマンシフトにそれぞれ対応したデータとして検出される. これにより、測定領域面(2 mm×2 mm)の256点からのラマンスペクトルを同時に得ることが可能となる.

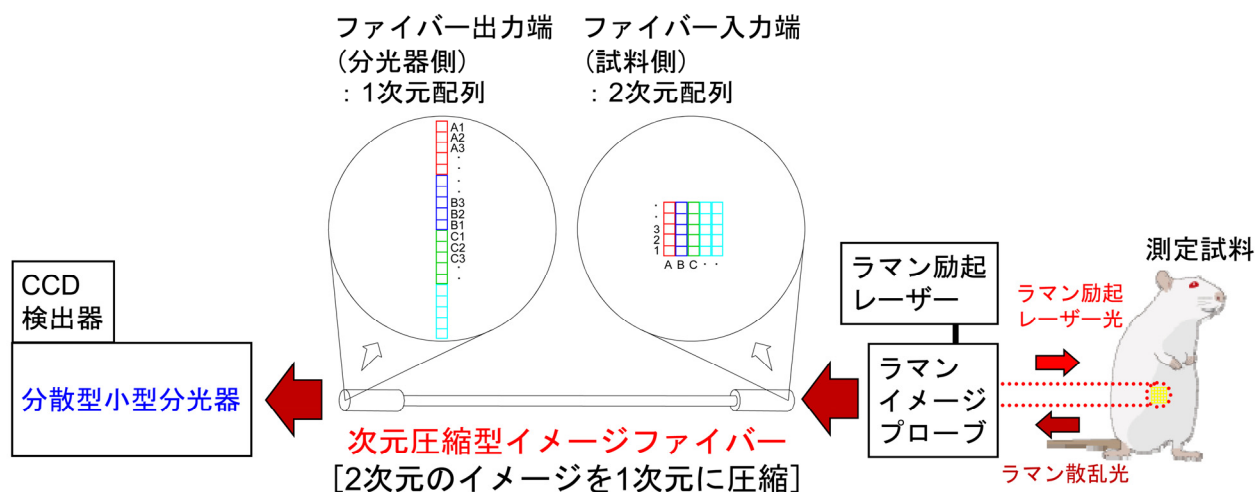


図1 次元圧縮型イメージファイバーを用いたラマンイメージング装置の測定の原理

【遠隔測定装置への改良】図2は、これまでのラマンイメージング装置に、ラマン励起光の照射とラマン散乱光の集光が同時に行える専用プローブヘッドを組み合わせた遠隔測定システムの概略である。半導体レーザーからのラマン励起レーザー光は光ファイバーによりプローブヘッドへ導かれる。このラマン励起レーザー光をプローブヘッドを介して試料に面で照射し、 $180^\circ$ 散乱光を再びプローブヘッドで集めて、光イメージファイバー（32000(160×200)本の光ファイバー（素線径  $25\ \mu\text{m}$ ）のバンドル、 $4\ \text{mm} \times 5\ \text{mm}$ ）の入力端面に結像させる。結像されたラマンイメージデータは、光イメージファイバーにより2次元情報を保ったまま伝送されるため、光イメージファイバーの出力端面をこれまでのラマンイメージング装置の試料面に設置して測定を行えば、遠隔測定が可能となる。

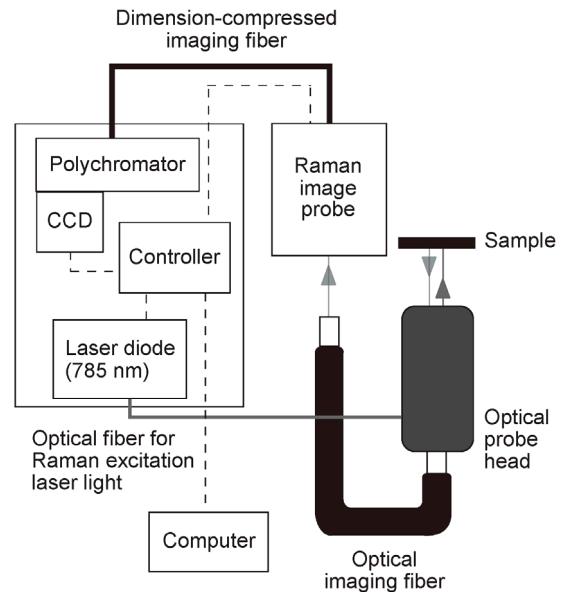


図2 専用プローブヘッドを用いた遠隔ラマンイメージング測定システムの概略

【測定と結果】図3に、文字の書かれたプラスチックカードの測定結果を示す。可視像(図3(a))の赤枠部から得たラマンスペクトルを図3(b)に示す。これは主にポリエチレンテレフタレート(PET)のスペクトルである。図3(b)の  $1624\ \text{cm}^{-1}$  のラマンバンド強度を用いてラマンイメージを作成したところ、図3(c)のようになり、可視像(図3(a))と良く一致した。このことから、専用プローブヘッドで結像した2次元のラマンイメージデータは光イメージファイバーを用いて伝送しても情報が保持され、遠隔測定が可能であることが分かった。遠隔測定における課題として、測定効率の向上が挙げられる。現在の遠隔測定システムの測定効率は、これまでのラマンイメージング装置の測定効率と比較すると約  $1/15 \sim 1/17$  である。測定効率の低下をもたらす原因として、測定領域に照射するラマン励起レーザー光の拡がり大きいこと、つまりラマン励起レーザー光の出力密度の減少が考えられる。今後は遠隔測定での測定効率向上のため、プローブヘッド内の光学系の改良を行う予定である。

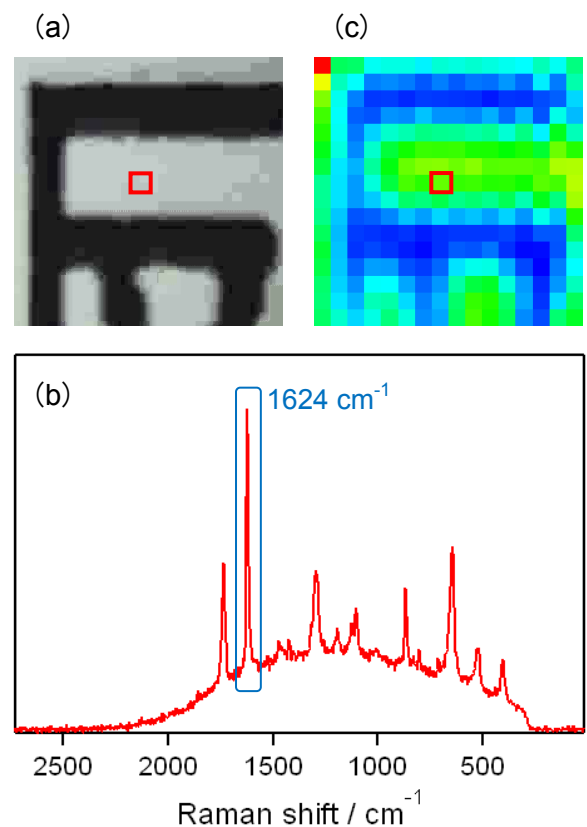


図3 遠隔測定システムによるプラスチックカード(文字部)の(a)可視像, (b) (a)の赤枠部からのラマンスペクトル, (c)  $1624\ \text{cm}^{-1}$  バンドによるラマンイメージ

【参考文献】[1] A. Sakamoto, S. Ochiai, H. Higashiyama, K. Masutani, J. Kimura, E. Koseto-Horyu, M. Tasumi, *J. Raman Spectrosc.* **43**, 787 (2012). [2] A. Sakamoto, S. Ochiai, H. Higashiyama, K. Masutani, J. Kimura, E. Koseto-Horyu, M. Tasumi, *AIP Conf. Proc.* **1267**, 311 (2010).