ラマン散乱分光法と PCA を用いた生体組織判別と判別根拠の推定

Raman spectroscopy and PCA for discrimination of biological tissues and identification of the basis for discrimination

○(M1) 忠政飛太 [1], 南川丈夫 [2], 寺尾圭貴 [3], 堀広志郎 [1], 安井武史 [2]

[1] 徳島大院創成, [2] 徳島大 pLED [3] 徳島大院先端

Hayata Tadamasa[1], Takeo Minamikawa[2], Yoshiki Terao[1], Koshirou Hori[1], and Takeshi Yasui[2]

E-mail: tadamasa@femto.me.tokushima-u.ac.jp http://femto.me.tokushima-u.ac.jp/

がんなどの治療の際に, 患者が機能不全を起こす事なく術後快適に過ごすために神経温存手術が行われる. しかし末梢神経には色, 形が非神経組織と類似するものが存在する為, 判別が困難である. また従来の判別としては医師の経験に基づく目視判断や, 蛍光色素を用いた染色等が提案されている. しかし, 医師による目視判断では誤って神経を傷付ける可能性がある. また, 蛍光色素による染色は侵襲的である為, 生体中に適用することは困難である. そこでラマン散乱分光法を用いることで非侵襲的かつ分子情報に基づいた特定が可能である[1]. 更に, この手法に機械学習を組み合わせる事でより詳細なスペクトル解析が可能になる. しかし, 機械学習により判別された結果はその判別根拠がブラックボックスになるといった問題点がある. そこで, 本研究ではラマン散乱分光法と機械学習を組み合わせることで高速かつ高精度な組織の判別及び, 判別根拠の特定を行なった.

本研究で用いる解析手法として主成分分析（PCA）を用いた. PCA は多次元データをその特徴を維持しながら低次元に圧縮し, ラマンスペクトルを主成分スコア (PC スコア) とそれに対応したローディングスペクトルに分解する手法である. Fig. 1 に PC スコアに対応する累積寄与率を示す. 上位 20 個の主成分 (PC1～PC20) までで 97% の累積寄与率を達成した. Table1 に PC20 までの主成分スコアを用いて, 組織判別を行なった結果を示す. PC20 までのスコアを用いることで, すべての組織を 89%以上という高い精度で判別を行うことが可能であった. また特定の主成分を削除することで各組織の判別精度が下がることが確認された. 更に複数の主成分を削除することで, 判別に重要な主成分の組み合わせを見つけた. その主成分に対応するローディングスペクトルから特徴的なラマンバンドを抜き出し, 生体組織判別の根拠を推定した.

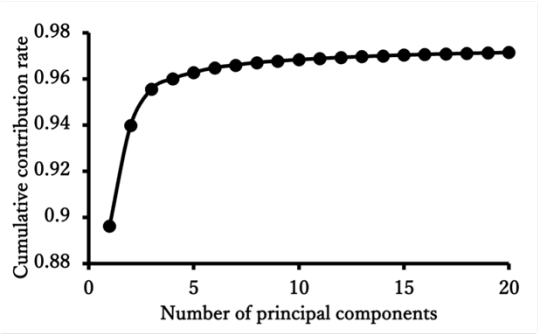

Fig.1 Cumulative contribution ratio of principal component scores.

Table.1 Change in discrimination accuracy with the selected number of PCs.

Number of PCs		adipose	muscle	myel	tendon	unmyel
PC1	Sensitivity%	84.9	31.4	68.8	92.8	42.7
PC1-PC5	Sensitivity%	100	85.1	96.9	92.8	83.5
PC1-PC10	Sensitivity%	100	97.4	98.9	93.4	88.8
PC1-PC20	Sensitivity%	100	100	100	95.9	89.3

[1]T. Minamikawa, Y. Harada, and T. Taka-matsu, “Ex vivo peripheral nerve detection of rats by spontaneous Raman spectrosco-py, ” Scientific Reports, 5, 17165, (2015).

© 2022年 応用物理学会