

偏光情報を考慮したニューラルネット法による石綿の同定

○佐藤星河 井上義雄 近藤明 (大阪大学 大学院工学研究科)

1. はじめに

前報¹⁾では、ニューラルネットワーク(N-N)法を用いた浮遊石綿の自動計数システムのための消光角測定法について述べた。本報では、既報^{2,3)}におけるN-N法の入力(幾何学的・光学的特徴)に消光角等の偏光特性を付加した場合と付加しなかった場合のシステムの判別精度を比較し、その有効性を検討したので報告する。ただし、測定対象は角閃石系のアモサイト(JAEW231)と非石綿繊維とした。

2. 自動計数システムの機器構成

位相差・偏光顕微鏡(ニコン製 ECLIPSE80i に位相差装置と自作の偏光装置を付加)と CCD カメラ(SONY 製 XCD-SX910)により、幾何学的と光学的特徴量の計測に用いるオープンニコル状態の画像と消光角および偏光板回転角度に対する輝度差に対する偏光の特徴量の計測に用いるクロスニコル状態の画像を撮影した。XYZ 方向のステージ移動および偏光板の回転は PC により自動制御を行った。

3. 特徴および特徴量

各対象物に対し、それを特徴付ける以下の量を計測した。幾何学的特徴として平均曲率・曲率の分散・分岐点数・長さ・幅・幅の分散・アスペクト比を、光学的特徴として、閾値と平均輝度の差(正負の区別あり)・輝度の分散、の合計 10 特徴を採用した。また、今回は偏光に関する特徴として消光角と偏光板回転角度に対する輝度差の 2 つを追加採用した。前者は消光時の偏光板角度と長軸角の差の絶対値であり、後者は偏光板回転角に対する輝度分布の最大値と最小値の差とした。ただし、消光角を求める際の長軸角は細線構成点座標から求める方法に変更した(詳細は別報)。

4. N-N 法

N-N は神経細胞の信号伝達系を応用した情報処理モデルであり、既知である教師信号(t)と呼ばれる理想的な出力を外部から繰り返し与えることにより各層間の結合荷重(W)を決定し、未知の入力(x)に対して教師の判断を模倣した出力(O)を得られるようにしたものである。(図 1 に N-N モデルの概略を示す)

本報では 3 階層型モデルを用い、各層のユニット(ニューロン)数は、入力層に 10 個(偏光特性を加えた場合は 12 個)、中間層に 7 個、出力層に 2 個用いた。入力層には各種特徴量を入れ、出力層には学習時に教師信号として石綿か否かの肉眼による判断を入れ、誤差逆伝搬法により学習させた(図 2 に学習構造

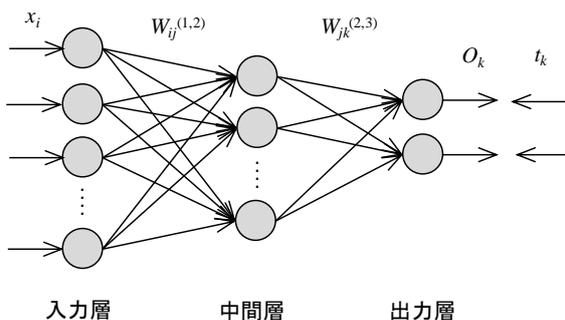


図 1 N-N モデルの概略

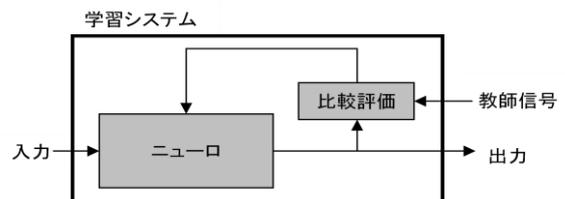


図 2 学習構造

を示す)。なお、動作関数にはシグモイド関数を用いた。図2に示す行程を繰り返す事により、学習を行う。本研究では、20万回学習を行い、判定モデルを作成した。教師信号として、アモサイト123個、非石綿繊維144個の計267個。判定試験にはアモサイト114個、非石綿繊維99個の213個を使用した。非石綿繊維は、従来のシステムでは見分けにくかった、石綿と幾何形状の似ている断熱材等を非石綿繊維として利用した。

5. 結果と考察

図3、図4に判定試験の結果を示す。ここで、正答とは石綿を石綿と判定した場合と非石綿を非石綿と判定した場合をいい、誤答とはそれ以外の場合をいう。また、正答率とは、例えば石綿の正答率は石綿を石綿と判定した場合数を石綿数で除し、百分率で表したものをいい、石綿と非石綿の正答率を加重平均したものを総合正答率とした。

偏光特性を導入した場合と導入しない場合の総合正答率に有意な差は見られなかったが、導入した場合は導入しなかった場合に比べて、石綿と非石綿の正答率のバランスが良くなった。これは判定の信頼性が向上したといえ、偏光情報が判定材料として有効である事を示している。一方、偏光情報を導入しなかった場合は、石綿の正答率が高いものの幾何学的形状が似かよった非石綿も石綿と判定され正答率は低くなっており、判定の信頼性は劣る。

判定精度のさらなる向上には、消光角計測の改善が必要である。また、太さが $1.5\mu\text{m}$ 以下の細い石綿は光量が少ない為、消光角の測定が困難なものが多くあった。これらの石綿に対しては、適切な特徴を考慮する必要がある。

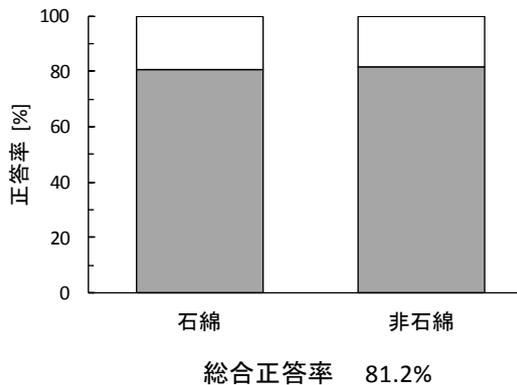


図3 偏光情報ありの場合

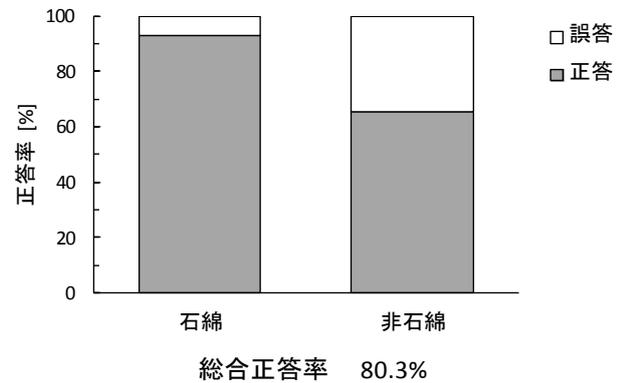


図4 偏光情報なしの場合

【謝辞】本研究は科研費補助金基盤研究(C)(22560585, 研究代表者:井上義雄)の助成による。

[参考文献]

- 1)井上義雄他：大気環境学会講演要旨集,Vol.51,409
- 2)井上義雄他：大気環境学会講演要旨集,Vol.49,350
- 3)井上義雄他：日本労働衛生工学会抄録集,Vol.48,42-43

井上義雄

大阪大学 大学院工学研究科

〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 S4-223

06-6879-7669