

石綿繊維判定のためのニューラルネットワーク荷重の検討

Discussing Neural Network Weights for Asbestos Fibers Judgment

(大阪大学) ○西澤麻衣子*、井上義雄*、加賀昭和*、近藤明*

Abstract —— Airborne asbestos monitoring is indispensable in demolition / removal spot. An automatic counting system for the airborne asbestos (amosite and chrysotile) using a neural network was constructed and a skillful measurement person's know-how was included in this system. The neural network is a network model adapting the structure of man's nerve cell. The information on the digital image obtained from a phase contrast microscope is extracted as digital data using image processing, and the data is inputted into the neural network. The samples of amosite, chrysotile, and non-asbestos were used in this study. Each result of this system for amosite and chrysotile with the correct answer ratio of 80% would show that the system has been constructed well.

1. はじめに

石綿は安価で優れた耐熱性等の特性を持つが、体内に吸引された石綿繊維は肺ガンや中皮腫を引き起こす確率が高く世界的に禁止の傾向にある。解体・除去の過程において石綿の漏洩を完全に防ぐのは不可能で、モニタリングが必要不可欠である。

本研究では、現在、一般的に用いられている位相差顕微鏡法の長所を活かし短所を補うべく、石綿繊維のサンプルに化学的な前処理を加えず、位相差顕微鏡、CCD カメラによってデジタル画像に変換された石綿繊維の像に対して、画像処理の手法を用いて特徴量の計測を行い、神経回路網を応用したニューラルネットワーク（以下、N-N）・アルゴリズムを用いることで自動計数システムを構築することを目的とした¹⁾。

これまでに、アモサイト・クリソタイルを個々に分類するシステム、アモサイト・クリソタイルを同時に分類するシステムを構築した²⁾。本報では、それらのシステムにおける、ニューラルネットワーク荷重の検討について報告する。

2. 自動計数システムの概要

自動計数システムの流れは、以下の通りである。

1) 画像の取り込み

CCD カメラ経由で位相差顕微鏡像をパーソナルコンピュータ（以下、PC）にデジタル画像として取り込む。

2) 石綿繊維画像の前処理

二値化処理、二値化補正処理、細線化、ひげ除去の順に、PC上で対象物の特徴量を円滑に計測できるようにするための画像処理を行う。

3) 対象物の特徴量計測

各対象物について、それらを特徴付ける量（特徴量）を計測する。例えば、曲率・分岐点個数・長さ・幅・輝度分布などが挙げられる。

4) 分類・計数

あらかじめ各ユニット間結合強度を学習させてあるN-Nに各対象物の特徴量を入れて計算させ、自動的に石綿か非石綿であるかを判別させ計数する。

3. N-N・アルゴリズムを用いた石綿繊維判定

3.1 N-N・アルゴリズム

N-Nは、シナプスの結合によりネットワークを形成した人工ニューロンが、学習によってシナプスの結合強度を変化させ、定式化の困難なものに対してもヒトの判断に類似した判断機能を持たせることができる神経回路網モデルである。今回は、教師信号として外部から入力信号に対する理想出力を与える教師付き学習のうち、バックプロパゲーション（BP: Back Propagation）法を用いた。

3.2 N-N・モデルの構築

本研究では三層階層型モデルを用い、入力層のユニット数を10個とし、入力データには、特徴量計測で求めた平均曲率・曲率の分散・分岐点の個数・長さ・太さ・太さの分散・アスペクト比・しきい値と平均輝度との差（正負の区別を行う）・輝度の分散の計10項目を用いた。入力データの値は0~1の間でないと学習が困難になることが知られている³⁾ので、画像の最大幅や最大輝度値といった取り得る値の最大値を選択し、適宜0~1に基準化した。

モデル[A]は、アモサイト/非アモサイトを分類する中間層20個、出力層2個のシステム、モデル[B]は、クリソタイル/非クリソタイルを分類する中間層20個、出力層2個のシステム、モデル[C]はアモサイト/クリソタイル/非石綿を分類する中間層20個、出力層3個のシステムである。また、中間層のユニット数の違いを考察するため、アモサイトを分類するモデル[A]を元に、中間層10個に変更したモデル[A2]、中間層5個に変更したモデル[A3]も構築した。

3.3 学習過程

各モデルにおいて、教師データを判別するようそれぞれ学習を行い、結合荷重を作成した。教師信号には、アモサイト標準試料、クリソタイル標準試料、石綿を含まない一般粉塵（事務所、家屋、工場）試料を用いた。

作成した結合荷重の例として、モデル[A2]のそれをFig.1に示す。特徴量の影響の大きさは結合荷重

*Maiko NISHIZAWA, Yoshio INOUE, Akikazu KAGA, Akira KONDO: Graduate School of Engineering, Osaka University, 2-1, Yamada-oka, Suita, Osaka 565-0871, Japan

のそれぞれの幅に現れ、影響の小さいものは省略してある。また、特徴量の間中層への影響力をモデルごとに比較したものを Fig. 2~3 に示す。Fig. 2 では対象物が異なるモデル[A][B][C]の比較を、Fig. 3 では中間層のユニット数が異なるモデル[A][A2][A3]の比較を行っている。

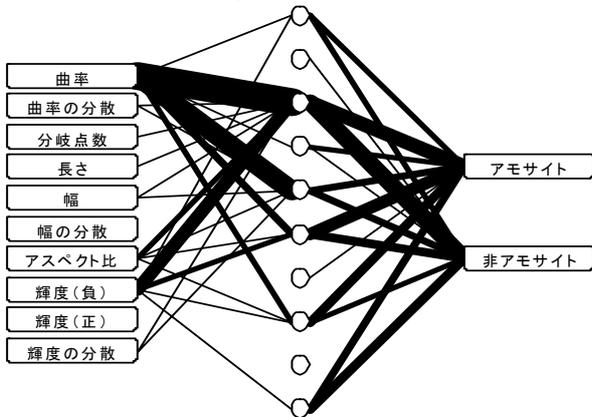


Fig. 1 The N-N weights of a model [A2].

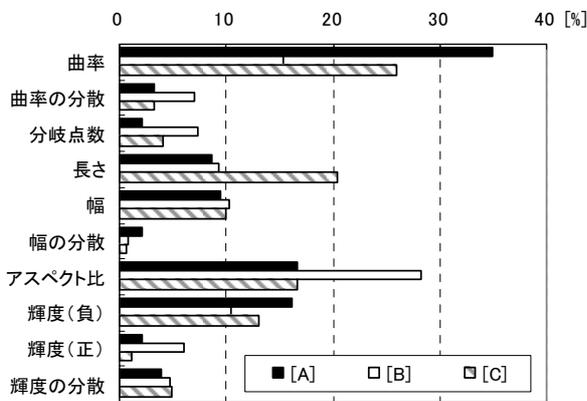


Fig. 2 Comparison of the influence of the amount of the features in a model [A], [B], and [C].

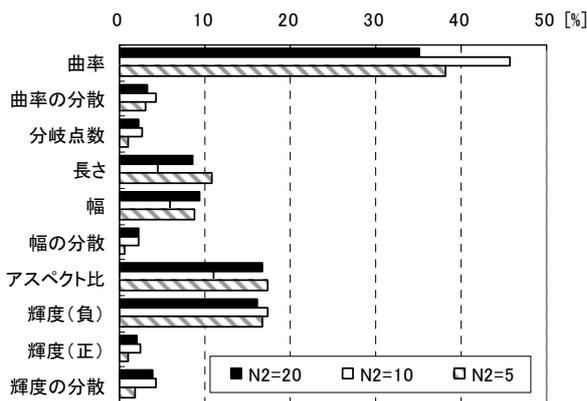


Fig. 3 Comparison of the influence of the amount of the features in a model [A], [A2], and [A3].

3.4 判定結果

Table 1 にモデル[A][B][C]の判定結果を、Table 2 にモデル[A][A2][A3]の判定結果を示す。ただし、正答とは、アモサイトをアモサイト、クリソタイルをクリソタイル、非石綿を非石綿として判定した場合を指し、誤答とはそれ以外の判定を指す。判定には教師信号の画像と同様に、アモサイト標準試料、ク

リソタイル標準試料、石綿を含まない一般粉塵（事務所、家屋、工場）試料の画像を用いた。

Table 1 Profile of counting accuracy in a model [A], [B], and [C].

	Total of "Teacher"	Total of "Test"	Result of "Teacher"	Result of "Test"			
				Total	Amo	Chry	Non
[A]	211	437	91.9%	79.0%	80.4%	---	78.5%
[B]	311	311	71.1%	82.3%	---	78.6%	82.7%
[C]	419	564	60.4%	70.6%	54.6%	67.9%	74.3%

Table 2 Profile of counting accuracy in a model [A], [A2], and [A3].

	inner layer's number of units	Total of "Teacher"	Total of "Test"	Result of "Teacher"	Result of "Test"		
					Total	Amo	Non
[A]	20	211	437	91.9%	79.0%	80.4%	78.5%
[A2]	10	211	437	88.6%	76.2%	88.7%	72.7%
[A3]	5	211	437	87.2%	78.5%	77.3%	78.8%

4. 考察・結論

Fig. 1 と同様に他のモデルの結合荷重を図示し、Fig. 2~3 と Table 1~2 と併せて比較すると、[A][B][C]の 3 つでは影響力の大きさが異なり、[A][B][C]の順で結合荷重が複雑になっていることより、N-N では比較的アモサイトが分類しやすく、クリソタイルや 3 つの分類は比較的難しいことが分かった。同じ石綿であっても、対象物によって影響力の大きさが変わり、影響力は曲率・アスペクト比・輝度（負）が特に大きい。Table 1 の判定結果は同程度に良好であると言える。

[A][A2][A3]の 3 つでは影響力の大きさはほぼ同じで、影響を余り受けていない中間層の数がユニット数の減少と同時に減っていくことより、今回比較した中では、中間層のユニット数によって結合荷重や判定結果はほとんど変化がないことが分かった。

また、[A][A2][A3]においてそれぞれ共通して誤答となった対象物には、~~な共通点が~~~
N3=3 の話は~~~

謝辞: 本研究は平成 18 年度環境技術開発等推進費(アスベスト飛散抑制対策に資する技術開発)の一環として行った。

References:

- 1) Y. Inoue et al. (2007) : AEROSOL SCIENCE & TECHNOLOGY, Vol.24, 17-18
- 2) M.Nishizawa et al. (2008) : AEROSOL SCIENCE & TECHNOLOGY, Vol.24, 17-18
- 3) H. Ichikawa (1993) : Hierarchy Neural Network, KYORITSU SYUPPAN, 28-31