

機械学習によるアスベストの自動計測手法の開発

○瀧本充輝¹⁾, 松尾智仁²⁾, 前川鈴世¹⁾, 中坪良平^{1) 3)}, 嶋寺光²⁾, 近藤明²⁾

¹⁾ 兵庫県環境研究センター, ²⁾ 大阪大学, ³⁾ 兵庫県環境整備課

【はじめに】アスベストとは繊維状ケイ酸塩鉱物のことである。かつては建材等に広く使われてきたが、肺線維症や悪性中皮腫の原因となることが知られたため、1975年以降段階的に使用が禁止された。禁止以前に建造された建物には吹付けアスベスト等のアスベスト含有建材が残っていることがあり、除去作業の際には漏えい監視のため周辺大気のスAMPLING分析が行われる。これらの建物の解体工事件数は今後も増加を続けると予測されているため分析需要の増大が見込まれるが、アスベストの計数は顕微鏡画像を技術者が目視で確認することで行われるため、将来の分析需要に対応するには、技術者の養成、あるいはその代替技術が必要になる。そこで本研究では、顕微鏡画像中にアスベスト繊維が含まれるかどうかを判定する畳み込みニューラルネットワーク (CNN) モデルの開発を行った。

【方法】モデルの学習および精度評価に用いる顕微鏡画像は、アスベストモニタリングマニュアルに準じて、アスベストが使用されていた建物の解体等工事現場周辺 (アスベスト除去作業を行う隔離養生の外部) で採取された試料を位相差顕微鏡を用いて撮影することで収集した。顕微鏡画像のうち、アスベスト繊維等の粒子が存在する部分を 200×200 ピクセルで切り出し、学習/評価用画像とした。それらの画像については、技術者が予め目視によりアスベスト繊維の有無を判定し、ラベルとした。位相差顕微鏡法によるアスベスト繊維の検出基準は形状のみであるため、処理の効率化と特徴の強調を目的として、作成した画像のグレースケール化と輝度の基準化を行った。変換後の画像を図 1 に例示する。

アスベストには数種類あるが、本研究では多数のデータが収集できたアモサイトを対象とした。作成した 517 のデータをランダムに 8 対 2 に分け、8 を学習用データ、2 を評価用データとした。学習用データは回転を加えることで 4 倍にデータ増強を行った。CNN モデルのパラメータは推定精度の高くなるものを試行錯誤的に求めた。求めたパラメータを表 1 に示す。学習用データを用いて CNN モデルの学習を行い、評価用データでモデルの性能を評価した。学習・評価は 5 回ずつ行い、平均値と標準偏差を求めた。

【結果】モデルの評価結果を図 2 に示す。エポックと呼ばれる学習の繰り返し回数が大きくなるほど精度が向上し損失が減少する傾向が見られ、学習は順調に進んだと言える。学習用データに対する精度に比べて、評価用データに対する精度はややバラつきが大きい。30 エポックではわずかに評価用データに対する精度、損失の方が学習用データに対するそれらより悪くなる傾向が見られるが、これは若干の過学習が発生している可能性を示唆する。最終的な推定精度は 8 割程度となり、CNN によるアスベスト計数の適用可能性が示されたと言える。

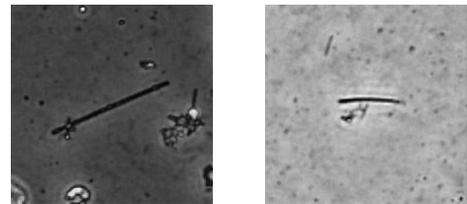


図 1 学習/評価用画像
(a) アスベスト (b) 非アスベスト

表 1 採用した CNN モデルのハイパーパラメータ

層の構成	I-C-P-C-P-C-P-D-O ※
畳み込み層	
チャンネル数	10, 15, 20, 30
カーネルサイズ	5, 3, 3, 3
全結合層	
チャンネル数	8
活性化関数	leaky ReLU
プーリング層	
カーネルサイズ	3, 2, 2, 2

※I:入力層, C:畳み込み層, P:プーリング層, D:全結合層, O:出力層

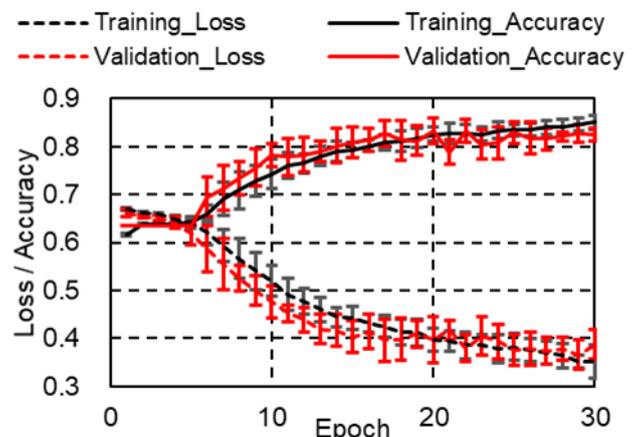


図 2 CNN モデルの精度 (平均値と標準偏差)

【謝辞】本研究は JSPS 科研費 19182017 の助成を受けたものです。