

論文審査の要旨および担当者

愛知学院大学

報告番号	甲 ② 第 号	論文提出者名	植松康明
論文審査 委員氏名	主査 前田 初彦 副査 三谷 章雄 尾澤 昌悟 河合 達志		
論文題名	コサイン類似度プログラムによる歯科材料 の新規同定法		

インターネットの利用による公表用

口腔内に使用される材料の同定は、法歯学的な探索などにおいて、重要な技術となる。分析には、波長分散型 X 線分光法などの半定量的な方法が用いられるが、試料の状態によって分析結果に影響を及ぼし、アーティファクトの中にデータが埋もれてしまう場合も少なくない。このため、結果の判断には経験と分析機器の分析理論に熟知していることが求められ、定量的な客観的数値として原材料の特定を行うことは成されていなかった。

一方、急速な進化を遂げている人工知能、特に自然言語学習において、多次元行列データに変換された単語の類似度を算出する処理にコサイン類似度が用いられる。本研究では、複雑なデータの集合から特徴量を抽出する手法として、このコサイン類似度を用い、元素プロファイルの処理に応用することで、材料の種類識別を数値化する可能性を検討している。

3種類の金属材料(歯科鑄造用金銀パラジウム合金、歯科鑄造用金合金および歯科鑄造用銀合金)および1種類の硬組織材料(牛歯)を分析対象材料とし、比較対照材料として金属焼付用陶材およびジルコニアを選択している。公示値には、公式製品データによる元素組成、および牛歯にはハイドロキシアパタイトから各元素の重量比を算出したものを使用している。

合金の元素分析はインゴットで行い、牛歯は分析機器の高真空維持のため700°Cで1時間加熱処理し、完全に脱水したものを用いている。合金は微量分析での検証を加えるため、3種類の歯科用研削ポイント(ホワイトポイント、茶色および青色のシリコーンポイント)を用い、40,000 rpmで、20

秒間手動で研削している。

合金、牛歯、ポイント表面の成分分析は、電界放出型電子線マイクロアナライザーを用いて波長分散型 X 線分光法で行い、その分析結果と公示値との類似度を、新規開発プログラムを用いて算出している。すなわち、各元素の数値を多次元ベクトル（分析結果のベクトル \vec{OA} と公示値のベクトル \vec{OB} ）として置き換え、その二つのベクトルの成す角度 θ を想定し、コサイン類似度を算出している。プログラムは Python で記述され、以下の組み合わせの類似度を求めている。

- (1) 合金の分析結果と原材料ならびに対照歯科材料の公示値との類似度
- (2) 牛歯の分析結果と原材料ならびに対照歯科材料の公示値との類似度
- (3) ポイント表面の分析結果と研削された合金の公示値との類似度

合金および牛歯の元素分析結果においては、主たる構成元素が検出されたものの、いずれの元素もデータの変動が大きい結果となった。ポイント表面の元素分析結果は、合金の分析結果で得られた元素数と比較して、著しく多くの他元素の検出が認められた。

上記の分析結果と、各原材料の公示値および他材料の各公示値とのコサイン類似度を算出した結果、合金と原材料の公示値との類似度は、3種類すべてにおいて 98%以上の高い値を示した。また、他の公示値との比較では全ての組み合わせにおいて有意に低値を示し、他の合金との類似度も明確に低い値として示された。牛歯の元素分析結果と原材料の公示値との類似度

は、93%以上を示した。比較対照材料として用いた無機材料との一致度は明らかに低く算出され、金属の公示値との一致は全くなかった。

ポイント表面の分析結果と原材料の公示値との類似度は、全て80%以上を示し、特にホワイトポイントは有意に高い値を示し、平均値は99.8%であった。

本研究により、材料の分析結果と種々の公示値の類似度を1つの数値で示すことが可能となり、その値から材料の特定を客観的に行う手法が確立された。複雑かつ夾雑なデータが混入する元素分析データからでも、コサイン類似度の算出により材料の特定に応用できる可能性が示唆された。合金ならびに牛歯の分析結果のみならず、研削粉の分析結果からも、原材料の公示値と高い一致度を示し、微量サンプルからの材料の同定に寄与するものと考えられる。

今後、類似度のアルゴリズムの検討あるいは人工知能そのものの導入により、さらに高度な分析手法が展開できるものと期待される。

本研究で構築された新規同定法は、元素分析結果から一致度の算出により原材料の同定を行う新しいアプローチであり、今後の展開が期待できる重要な知見を有している。よって、本研究は歯科理工学、口腔病理学、歯科保存学、歯科補綴学ならびに関連学に寄与するところが大きく、博士(歯学)の学位授与に値するものと判定した。