

# 特許分類子と概念距離に着目した形態分析法に基づく発想支援に関する研究

## Study for Idea Generation Support Based on Morphological Analysis Method

### Focusing on Patent Classifiers and Concept Distance

○黒石 憩 (大阪大学大学院工学研究科) \*1      野間口 大 (大阪大学大学院工学研究科) \*2  
藤田 喜久雄 (大阪大学大学院工学研究科) \*3

\*1, \*2, \*3 Kei Kuroishi, Yutaka Nomaguchi, Kikuo Fujita, Graduate School of Engineering Osaka University,  
2-1 Yamadaoka, Suita-shi, Osaka 565-0871, Japan

キーワード: 形態分析法, 発想支援, 概念距離, 特許情報, 埋め込み手法

### 1. 緒 言

製品設計では、設計対象をシステムとして捉えながら、その構成要素であるサブシステムの部分解を検討し、部分解を組み合わせてシステム全体の解を発想していくことが基本となる。特に、概念設計においては、発散的に様々な解を発想しつつ、複数の解の比較検討を通じて有望な解を絞り込んでいく。形態分析法<sup>(1)</sup>はサブシステム(次元と呼ぶ)ごとの部分解候補(要素と呼ぶ)を列挙し、部分解を組み合わせることで全体の解候補を列挙して、様々な設計解の発散を系統的に行っていく手法である。しかし、サブシステムである次元や部分解である要素をどのように定めるのか、また、発散した全体の解候補をどのように検討し、絞り込んでいくべきかについては、設計者の判断に大きく依存している。

本研究では、上記の問題を、特許分類子<sup>(2)</sup>、および、深層学習による文埋め込み<sup>(3)</sup>に基づく概念距離評価法<sup>(4)</sup>を利用して解決した発想支援手法を提案する。具体的には、まず、特許を構造的に分類する特許分類子の分類構造に着目し、次元と要素の設定を支援するとともに、様々な製品を構成するサブシステムを参照することで、設定した次元の枠組みの中で要素の発散を刺激する。概念距離に基づいて解候補の評価と選択を定量的に行えるようにする。

### 2. 形態分析法とその課題

形態分析法は設計対象をシステムとして捉えつつ、サブシステムに分解し、サブシステムごとの部分解の候補を列挙して、各候補群から選択した部分解を組み合わせることで、システム全体の解候補を発想していく手法である。形態分析法では、サブシステムである次元(Dimension)、およびサブシステムごとの部分解の候補である要素(Element)が、それぞれ、縦方向と横方向に並べられた、形態分析表(図 1)と呼ばれる二次元のマトリックス形式による情報整理が行われる。形態分析表の各行より要素を選択して組み合わせることで設計対象の解候補を多数発想することができる。例えば次元を n 個、それぞれの要素を m 個想定すれば、潜在的には  $m^n$  個の解候補を発想することができる。これらの解候補には実現可能性が低いものも含まれるが、設計の初期段階において、発散的に様々な解を検討することが目的である。










Scissors 			
	Idea1	Idea2	Idea3
Dim.1 Handle 	Round 	Hook 	Wide 
Dim.2 Blade 	Straight 	Curve 	Comb 
Dim.3 Material	Stainless	Plastic	Steel

Fig.1 Example of Morphological Chart of Scissors

しかしながら、設計対象の次元をどのように設定するのかは、どのような問題を想定するかに依存し、また、次元を設定できたとしても、要素を幅広く列挙できなければ、発散的に全体の解候補を発想することはできない。形態分析法はある程度試行錯誤的に行われ、形態分析表の操作とそれによって表される解候補の検討を繰り返していく必要がある。

さらに、要素の組み合わせは指数関数的に増大するため、膨大な解候補を検討し、選択して行く方法についても、体系的な手法が求められる。そのためには、要素の組み合わせの候補を何らかの形で評価していくことが必要となる。

### 3. 特許分類子と概念距離によるアプローチ

#### 3.1. 特許分類子の分類構造

2章で示したように、形態分析法における次元や要素の設定は設計者の判断によるところが大きい。これに対して、計算機を用いて特許データベースから既存の構造や機能などの情報を抽出し、それらの間に潜む関係を可視化することにより新しいアイデアの発想を支援する手法の研究が多数行われている<sup>(5),(6)</sup>。特許情報は技術的知識が集約されたテキスト情報のデータベースであり、統一された記述形式や、特許物の技術領域によって体系的に分類が行われているなど、計算機による分析に適している。

特許には、特許を体系的に分類して、データベースに含まれる情報の検索を効率化することを目的とした特許分類子<sup>(2)</sup>がつけられている。特に、特許申請の審査に際しては、請求された技術が既存の技術に対して新規性、進歩性を有し

テーマ 3C065 はさみ・ニッサ				
観点	Fターム			
AA	AA12	AA15	AA17	...
柄の形状・材質	・切断体がU状に結合された工具の柄	・指当部の構成に特徴のあるもの	・刃体を間接操作する工具の柄	...
BA	BA06	BA13	BA14	...
刃(体)の形状	・刃線の湾曲形状を特徴とするもの	・刃体にかみ部を設けたもの	・刃に被切断物を押さえる機構のあるもの	...
DA	DA02	DA04	DA06	...
開閉機構	・弾性体のねじれを利用したもの	・弾性体の曲げを利用したもの	・開閉調整機構を持つもの	...

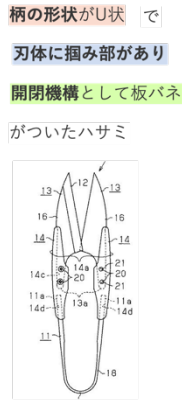


Fig.2 File Forming Term List

ているのかを判断するために関連する技術分野を精査する必要がある。日本においては、日本独自の F ターム (File Forming Term) と呼ばれる機械検索に適した分類構造が構築されている。

日本では特許の技術領域を、43 のテーマグループに属する約 2600 のテーマに分類している。そのうち、約 1900 のテーマが F タームと呼ばれる分類構造によって細分化されている。テーマは基本的に製品種に対応している。F タームの構造は図 2 に示す F タームリストで表され、対象とするテーマにおける種々の技術的観点と、観点ごとに細分化した F タームによって構成されている。特許には観点毎に複数の F タームが割り当てられる。例えば図 2 に示すはさみの特許は、『柄の形状・材質』という観点の「切断体が U 上に結合された工具の柄」という F タームと、『刃(体)の形状』という観点の「刃体に掴み部を設けたもの」という F タームと、『開閉機構』という観点の「弾性体の曲げを利用したもの」という 3 つの F タームの組み合わせによって、「柄の形状が U 状で刃体に掴み部があり、開閉機構として板バネが付いたハサミ」という特許を分類している。

上記のようにテーマにおける F タームの分類構造は、設計対象の形態分析法による表現方法と類似していると考えられる。そこで本研究では、形態分析法の次元と要素の拡張にあたって F タームの分類構造を活用することを考える。

### 3.2. 概念距離と埋め込み手法による新規性評価

一般設計学<sup>(7)</sup>に基づく、人は様々な製品に共通する特徴を概念として類別し、また、そのような概念の集合によって製品を捉えていると考えられる。一方で、革新的な製品はこれまで関連性が見られなかった概念を組み合わせることで生まれる可能性が高い。また、概念同士には関連性に基づく距離が存在するとされている。著者らのグループでは、2 つの概念の組み合わせに対し、それを構成する概念間の距離に基づき、発想され得る製品の新規性を評価する、新規性ポテンシャル<sup>(4)</sup>という指標を提唱している。

新規性ポテンシャルの計算には、概念の距離を計測する必要がある。概念の表現としては、これまで自然言語による表現が行われており、近年、深層学習の発展により自然言語の意味の類似度を計測する技術が発展し、概念間の距離を計測するために利用する研究が行われている<sup>(8)</sup>。その技術の基本原則である分散表現は、意味が類似する単語はその周辺に存在する単語も類似し、単語の意味はその周辺の単語の分布によって定められるという分布仮説と呼ばれる考え方に基

いて、単語を数百次元のベクトルで表現したものである。この原理に基づき、大量のコーパスを用いて出現単語の位置関係を学習し、多次元空間におけるベクトルとして表現する手法を埋め込み手法と呼ぶ<sup>(9)</sup>。概念を表す自然言語間の意味類似度を式(1)で定義されるベクトル間のコサイン距離として定義することで、概念間の距離の数値化が可能となる。

$$\cos(u, v) = \frac{u \cdot v}{\|u\| \|v\|} \quad (1)$$

なお、 $u, v$  はそれぞれ分散表現によるベクトルである。

### 3.3. 形態分析法の課題解決に向けた本研究のアプローチ

本研究では、2 章で述べた形態分析法の課題に対して、3.1 節および 3.2 節での考察を踏まえて、次のようなアプローチで解決を試みる。形態分析法における次元や要素の設定に対し、F タームによって細分化されているテーマの中から設計対象に対応するものを選択し、対象とする製品の観点と F タームの分類構造を、設計者が形態分析表の設定事例として活用することができるようにする。

また、形態分析法における要素間に式(1)に基づく距離を導入し、要素の組から発想され得る製品の新規性ポテンシャルの計測法を新たに構築することによって、形態分析法における解候補の評価を試みる。2 つの概念の組み合わせでは概念間の距離に基づいて評価していたが、複数の要素の組である形態分析法の解では要素群の分散を新たに新規性ポテンシャルとして定義する。本手法では、Universal Sentence Encoder (USE)<sup>(3)</sup>を用いた埋め込み手法によって、要素の関連性をベクトル空間で表現する。USE では単語だけでなく、文章の意味をベクトルとして表現することが可能である。形態分析法における要素をその名称によってベクトル空間に埋め込むことで、要素間の距離をコサイン距離として数値化することができる。

さらに、名称の関連性を埋め込み手法によって数値化することで、F タームによって観点毎に分解されている設計対象以外の製品に存在する類似したサブシステムや、その解候補を検索し、参照することが可能となる。ただし、F タームは分類を目的とした構造のため、同じテーマの観点同士であっても、電源スイッチの方式から製品自体の目的まで、その粒度は様々であり、設計者が想定している粒度と必ずしも一致しない。また、それぞれのテーマの分類に特化しているため、他の製品の観点では内容が類似していても、その分類基準や粒度が異なっており、形態分析表に直接利用することは難しい場合がある。しかしながら、過去の様々な製品の特徴を体系的に幅広く参照することによって、異なる視点で刺激を受けることが期待できる。

## 4. 提案手法

提案手法の概要を図 3 に示す。本手法では、形態分析法に基づき、形態分析表の作成とそれによって表される解候補の評価を繰り返しながら、製品の発想を行う。F タームリストを活用する関係上、テーマに存在する製品のみを対象とする。該当する製品としては、ハサミ、ペンといった文具や、剪断機、工作機械といった生産機械、プリンター、ヘッドホンといった電気機器、ピストン、バネといった工業用部品などが存在する。

Step1 で対応するテーマの F タームリストを参考に、設計

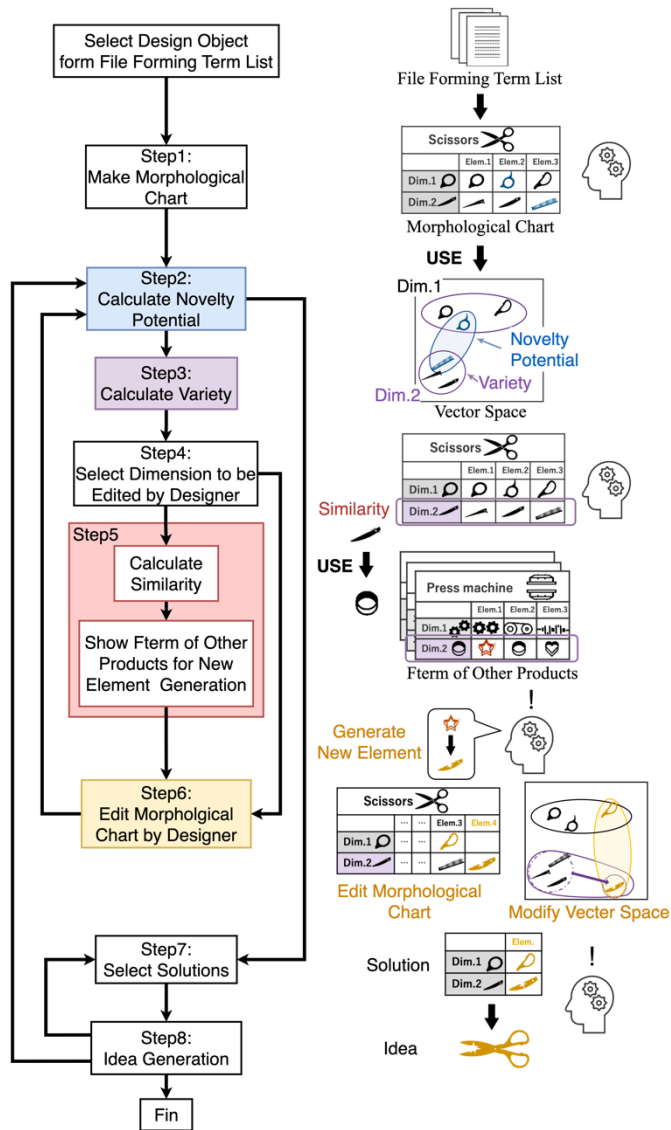


Fig.3 Overview of The Proposed Method

者が形態分析表を作成する。Step2ではUSEを用いて要素をベクトル空間に埋め込み、形態分析表で表現される解候補群の新規性ポテンシャルを評価する。設計者が新規性ポテンシャルの高い解候補を十分に得られたと判断した場合はStep7へ、そうでなければStep3に進む。Step3~6では解候補群を操作するため、設計者による柔軟な変更を容認しつつ、新規性ポテンシャルとFタームを活用した手法で形態分析表を編集し、Step2へ戻る。具体的には、Step3では要素を追加することで、新規性ポテンシャルの高い解が生まれる可能性を次元の多様性として評価する。Step4では、次元の多様性をふまえ、設計者の判断により要素の追加を試みる次元を選択する。Step5では他製品のFタームリストから、次元と類似する観点を検索し、そこに含まれるFタームを元に新たな要素の追加を検討する。Step6ではStep3~5をふまえ、設計者の判断によって形態分析表の編集を行う。Step7では新規性ポテンシャルに基づく解候補の評価から、製品の発想を行う解を選択する。Step8では実際に製品の発想を行い、満足のいく製品を発想できなかった場合、Step2またはStep7にもどる。

#### 4.1. Step1: 形態分析表の作成

対象のテーマにおける観点とFタームリストの構造を参考に、Fタームリストの「観点」を形態分析表の「次元」に、「Fターム」を形態分析表の「要素」に対応させて形態分析表を作成する。この際、対象の表現が不十分と判断した場合は、Step3以降の操作を行い形態分析表を編集する。Fタームリストには数多くの観点と下位のFタームが存在するが、自身の想定する範囲と粒度に一致する観点とFタームを取捨選択していく。ところで、Fタームリストの目的は特許を分類することであるため、特許の特徴を明示的に表すFタームが多数定義されている。一方で、特定のテーマの特許に共通して現れる特徴に対応するFタームは明示的に定義されていない可能性がある。そのため、形態分析表を構成するにあたってFタームが不足している場合は設計者が適宜、補うこととする。

#### 4.2. Step2: 新規性ポテンシャルによる解の評価

作成した形態分析表の要素を、USEを用いてベクトル空間に埋め込む。形態分析表が表す解候補群を、USEを用いて距離に基づく解の新規性ポテンシャルによって評価する。設計者は評価を確認し、十分と判断した場合はStep7に進み、解候補群から解の選択を行う。十分でないとして判断した場合、Step3に進み形態分析表を編集することで、解候補群の操作を行う。

解候補群の新規性ポテンシャルの評価について示す。ある解は、分析表の各次元から1つずつ選択した要素の組である。分析表が $k$ 次元であるとき、ある解 $z$ は $k$ 個の要素の組であり、解 $z$ の $i$ 番目の次元の要素の分散表現によるベクトルを、 $a_i^{(z)}$ とする。解 $z$ は $\prod_{j=1}^k p_j$ 個存在する。USEを用いて各要素の分散表現を獲得し、512次元のベクトル空間に埋め込む。解 $z$ の新規性ポテンシャルを、埋め込んだベクトル空間における要素のベクトル分布の大きさとして定義する。 $n_z$ を、以下の式(2)で定義する。

$$n_z = \sum_{i=1}^k \cos^2(\bar{a}^{(z)}, a_i^{(z)})/k \quad (2)$$

ここで、式(2)に含まれる $\bar{a}^{(z)}$ は解 $z$ を構成する $k$ 個の要素のベクトルの平均ベクトルである。全 $\prod_{j=1}^k p_j$ 個の解候補群の新規性を計算し、設計者はその分布をもとに解候補群の評価を行う。

#### 4.3. Step3: 多様性に基づく次元の評価

解候補群の新規性ポテンシャルを向上させるため、形態分析表の編集を行う。Step3では要素の編集によって新規性ポテンシャルの高い解が生まれることを期待して、各次元を評価する。

形態分析法においては各次元から1つずつ要素を選択するため、解候補群の新規性ポテンシャルを高めるためには、各次元の要素がベクトル空間上で幅広く分布していればよいと考えられる。そこで、 $i$ 番目の次元の要素の分布の大きさを次元の多様性 $v_i$ として以下の式(3)で定義する。

$$v_i = \sum_{j=1}^{p_i} \cos^2(\bar{d}_i, a_{ij})/p_i \quad (3)$$

ここで、各次元の要素が $p_i$ 個存在するとき、 $i$ 番目の次元に存在する $j$ 番目の要素を $a_{ij}$ とする。 $\bar{d}_i$ は $i$ 番目の次元に存在するすべての要素の平均ベクトルである。多様性 $v$ の値が低い次元に対して設計者が要素を編集することで、当該次元の多様性が向上し、解の新規性ポテンシャルの向上につながる。



ることが期待できる。

#### 4.4. Step4:要素の編集を行う次元の選択

Step3の結果をふまえ、設計者の判断によって要素の編集を行う次元を選択する。要素を追加する場合はStep5に、そうでない場合はStep6に進む。

#### 4.5. Step5:他の製品の要素の追加

特定の次元に属する要素を新たに発想する上では、様々な製品の類似した構造からの刺激が重要である。本手法ではStep4で選択した次元に対し、USEを用いて次元の名称と様々なテーマの観点名の類似度sを以下の式(4)で定義する。

$$s = \cos(d, p) \tag{4}$$

dは次元の名称、pは他のテーマの観点名の分散表現によるベクトルである。

設計者は類似度を元に他のテーマの観点とFタームを参照し、選択した次元に追加する要素を得る

#### 4.6. Step6:設計者による形態分析表の編集

Step3~5をふまえ、設計者が形態分析表の編集を行う。設計者の判断に基づいて次元の再設定、要素の追加、削除を設計対象の解候補を適切に検討するために行う。

#### 4.7. Step7:新規性ポテンシャルに基づく解の選択

Step2による解候補群の新規性ポテンシャル評価に基づき、解を選択する。

#### 4.8. Step8:製品の発想

Step7で選択した解を用いて、製品の発想を行う。製品を発想することはできるが不十分であると判断した場合、Step7にて解の再選択を行うかStep2に戻って、形態分析表を作り直す。十分な製品を発想できた場合は、手法を終了する。

### 5. ケーススタディ

本稿では、上記の提案手法を文房具である「はさみ」を題材に実施し、その有効性を検討した。はさみはその構造が理解しやすく、多くの人にとってなじみ深い製品であり、その新規性や実用性などの判断が容易である。また、はさみは【はさみ、ニッパ】としてテーマに存在することから題材として適していると判断した。

#### 5.1. Step1:形態分析表の作成

分類コード3C065【はさみ、ニッパ】のFタームリストを特許情報プラットフォームJ-Plat Pat<sup>(9)</sup>より入手した。その一部を表1に示す。入手したFタームリストには、観点が9つ、Fタームが188個存在するが、形態分析表として用いる際に、『用途』、『補助具、補助機能』の観点は、抽象度が非常に広く、また、はさみ自体の発想に繋がりにくい観点であるため削除した。その他、Fタームの粒度を揃えるため、「刃(体)の横断面の形状」や「コイルバネを用いるもの」といったFタームを削除し、『開閉機構』に「軸での回転運動によるもの」といった要素を追加するなどを行い、7つの次元と40の要素からなる形態分析表を作成した。

Table 1 File Forming Term List of Theme 【Scissors, Nippers】 (A Part)

観点(Aspect)	Fターム(File Forming Term)		
柄の形状、材質	柄の形状	切断体がX状に結合された 工具の柄	...
刃(体)の形状	せん断刃(はさみ)	刃(体)の断面形状を特徴と するもの	...
刃(体)の材質	金属	鉄系	...
柄と刃体の結合	溶接、溶着、接着	機械的な結合	...
切断体の接合部	接合軸に特徴のあるもの	ねじ手段を用いるもの	...
開閉機構	柄に弾性体を付加した したもの	弾性体の引張、圧縮を利用 したもの	...
動力、駆動機構、制御	動力源	電動	...
用途	特定用途	理髪	...
補助具、補助機能	補助具との結合	文具	...

#### 5.2. Step2:新規性の計算

作成した形態分析表をUSEを用いてベクトル空間に埋め込み、解候補群に対して式(2)で定義される新規性ポテンシャルnを計算した。解候補の総数は108000個であった。

#### 5.3. Step3:多様性に基づく次元の評価

解候補群の操作のため、Step3に進む。各次元の多様性vを式(3)によって計算し、結果を表2に示す。

Table 2 Variety v of Each Dimension

Dimension	Variety v
柄の形状、材質	0.51668277
刃(体)の形状	0.51257334
刃(体)の材質	0.61806282
柄と刃体の結合	0.76046091
切断体の接合部	0.64541738
開閉機構	0.70056233
動力、駆動機構、制御	0.61144043

#### 5.4. Step4:要素の編集を行う次元の選択

表2より、本ケーススタディでは、多様性が最も小さい、『刃(体)の形状』の次元を選択し、要素を追加してその多様性を増加させることとした。

#### 5.5. Step5:他の製品からの連想による発想の刺激

J-Plat Patより【はさみ、ニッパ】と同一のテーマグループから、他の製品のFタームリストを合計47個入手した。本テーマグループには剪断機や歯車加工、ナイフ、鋸引きといった加工、生産機械が分類されている。上記の47個のFタームリストに存在する628個の観点名と、選択した次元である『刃(体)の形状』との類似度sを式(4)より計算した。その結果の一部を図4に示す。

順位 (Rank)	テーマ (Theme)	観点 (Aspect)	類似度s (Similarity)	Fターム (File Term Index)
18	穴あけ、型抜、切断刃以外の手段による切断	工具の形状、構造	0.58992	円板状 端部を有する曲線 素材の軸に直角以外の面で 異形材の剪断するもの
19	剪断機	成形素材の剪断	0.58812	軸方向応力を付与するもの カムによるもの
20	剪断機	刃物の駆動手段	0.57179	クランク又は偏心輪によるもの 爆薬又は爆発性ガスを用いるもの 気体式

Fig.4 Similarity s with “Blade Shape” and Other Aspects, and File Forming Terms Belonging to It (A Part)

5.6. Step6: 設計者による形態分析表の編集

テーマ【剪断機】に存在する、類似度が19番目の観点『成形素材の剪断』のFタームである「金型によるもの」が参考になると考え、選択した次元である『刃(体)の形状』の新たな要素として「型抜きのような刃」を追加した。

5.7. Step2: 新規性の計算

Step6の操作により、次元『刃(体)の形状』に要素「型抜きのような刃」が追加されたことで、多様性vは0.51257334から0.52192199に変化し、確かに多様性vを向上することができた。Step6の操作による解候補群の変化を表3に示す。表3より、要素を追加したことによって最大値、平均値ともに元の解候補群のものより高く、新規性ポテンシャルが向上していることがわかる。

Table 3 Novelty Distribution of Each Set of Solutions

	Added solutions by Step6	Set of Solutions before Step6	Set of Solutions after Step6
Number of solutions	9000	108000	117000
Novelty potential n: max	0.8497	0.8459	0.8497
Novelty potential n: min	0.6496	0.6288	0.6288
Novelty potential n: average	0.7716	0.7668	0.7672

5.8. Step7: 新規性ポテンシャルに基づく解の選択

形態分析表に対する操作が十分と判断し、解の選択に進む。117000個の解候補の中で最も新規性ポテンシャルの高い解α(表4)を参照したところ、その要素全てを組み合わせた製品を発想することはできなかった。発想できなかった理由は、次元『動力、駆動機構、制御』における要素「電動」となっているからである。電動であることは文房具のはさみとしては斬新であるが、次元『刃(体)の形状』における要素「型抜きのような刃」から連想される使用場面では、電動による動力の補助が必要な状況は適切でないと判断した。そこで、次元『動力、駆動機構、制御』における要素「電動」を「指の動きによるもの」に変更した解βの新規性ポテンシャルを調べたところ、0.8367であり117000個中853番目と上位約1%であったことから、十分に新規性の高い解として解βを選択した。選択した解αとβを表4に示す。

Table 4 Solution α and β

Solution	α	β
Novelty potential n	0.8497 (1位/117000)	0.8367 (853位/117000)
Dimension	Element	Element
柄の形状、材質	把持部に指当て用の湾曲部を持たないもの	把持部に指当て用の湾曲部を持たないもの
刃(体)の形状	型抜きのような刃	型抜きのような刃
刃(体)の材質	金属	金属
柄と刃体の結合	機械的な結合	機械的な結合
切断体の接合部	軸による接合	軸による接合
開閉機構	ロック機構を持つもの	ロック機構を持つもの
動力、駆動機構、制御	電動	指の動きによるもの

5.9. Step8: 製品の発想

選択した解より発想した製品を図5に示す。型抜きのような刃を持ち、分厚い皮のような被切断物に使用する際に、位置がずれないように固定機能を持ったはさみを発想することが出来た。

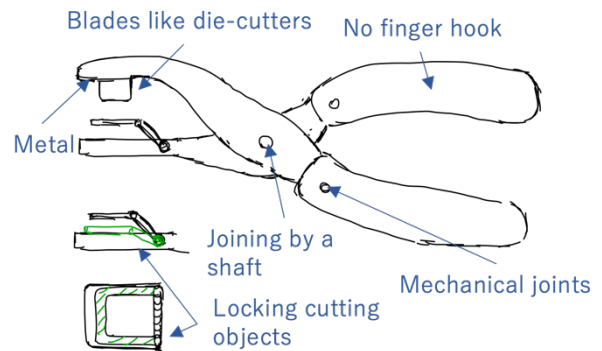


Fig.5 An Idea Generated from Solution β

6. 考察

5章で示したケーススタディの結果は、本研究で提案した手法により従来の形態分析法の課題を解決できることを示している。

解候補群の分布を分析するため、Step6による解候補の新規性ポテンシャルの分布を図6に示す。図6より、Step6以

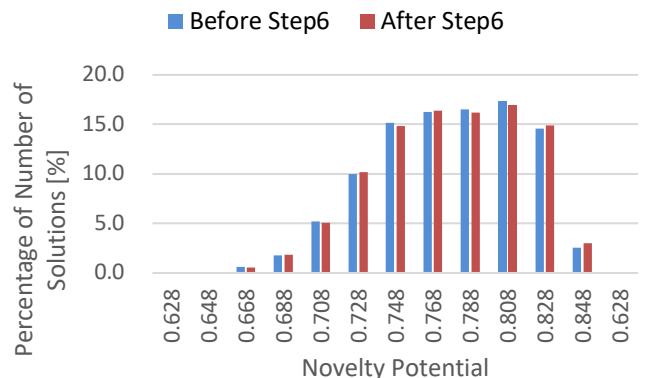


Fig.6 Novelty Potential Distribution of Set of Solutions

降により新規性ポテンシャル0.828以上の解候補の割合が増えており、確かに新規性ポテンシャルの高い解を生み出している。また、Step6以前より分布は山なりを示しているが、山の右

側の勾配が急となっており、新規性ポテンシャルが高くなるほど、解の個数は急激に減少している。Step6 以前の形態分析表は特許データベースを分類する F タームリストを元に作成しているため、新規性ポテンシャルの高い解は、【はさみ、ニッパ】の F タームリストにも少ないと言える。しかし、F タームリストをそのまま用いたわけではないので、設計者の判断によって削除した F タームを考慮した場合、結果が異なる可能性もある。

提案手法の有効性をより詳細に確認するため、5.2 節の時点での解候補群より解を選択し、発想される製品との比較に基づいて考察する。5.2 節の時点での解候補群から新規性ポテンシャルの最も高い解  $\gamma$  (表 5) を選択したところ、5.5 節で新規性の最も高い解であった  $\alpha$  と比較して、要素の追加を行った次元『刃(体)の形状』の要素以外が共通していた。5.5 節と同様に、次元『動力、駆動機構、制御』における要素「電動」は、次元『刃(体)の形状』における要素「刃の角度に特徴、数値的な限定があるもの」から発想された、「持ち手と刃体の角度に特徴があり、卓上の物体の切断に適した刃体形状」で使用される場面には適していないと判断したため、解  $\gamma$  から製品を発想することができなかつた。そこで、同様に次元『動力、駆動機構、制御』における要素「電動」を「指の動きによるもの」に変更した解  $\delta$  の新規性を調べたところ、0.8329 であり 108000 個中 1197 番目と上位約 1% であったことから、解  $\delta$  を選択した。  $\gamma$  と  $\delta$  の解を表 5 に示し、発想した製品を図 7 に示す。

発想された製品を比較すると、『刃(体)の形状』の要素の違いにより、用途が大きく異なっており、それに従って「ロック機構」の使い方が異なっている。つまり、同じ要素を選択したとしても、他の要素の関係によって発想される構造が異なっている。このような判断は設計者に依存しており、その支援が今後の課題である。

最後に、今回のケーススタディでは新規性ポテンシャルの最も高い解である  $\alpha$  や  $\gamma$  に対応する製品を発想することができなかつた。これは、3 章でも述べた新規性ポテンシャルと同様に、新規性が高い解は発想が難しくなる傾向と一致している。しかしながら、形態分析法に基づき、複数の要素の組み合わせを解としたため、解の一部を変更することで、新規性の高さを保ちつつ、製品の発想を可能にすることができた。

Table 5 Solution  $\gamma$  and  $\delta$

Solution	$\gamma$	$\delta$
<b>Novelty potential <math>n</math></b>	0.8459 (1 位/108000)	0.8329 (1197 位/108000)
<b>Dimension</b>	<b>Element</b>	<b>Element</b>
柄の形状、材質	把持部に指当て用の湾曲部を持たないもの	把持部に指当て用の湾曲部を持たないもの
刃(体)の形状	刃の角度に特徴、数値的な限定があるもの	刃の角度に特徴、数値的な限定があるもの
刃(体)の材質	金属	金属
柄と刃体の結合	機械的な結合	機械的な結合
切断体の接合部	軸による接合	軸による接合
開閉機構	ロック機構を持つもの	ロック機構を持つもの
動力、駆動機構、制御	電動	指の動きによるもの

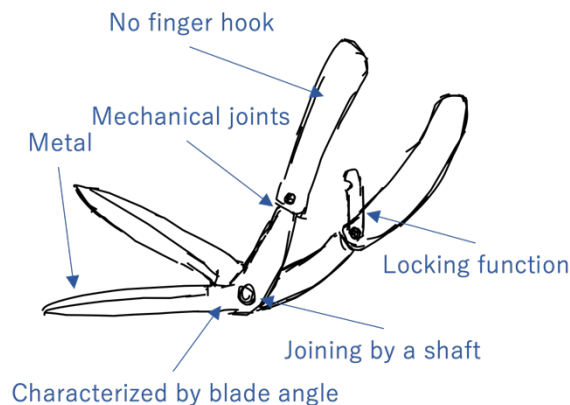


Fig.7 An Idea Generated from Solution  $\delta$

## 7. 結 言

本論では、形態分析法に基づきながら、特許分類子の分類構造と概念距離による解の新規性を用いることで、次元と要素の設定や、解の選択指標の作成といった課題に対して、設計者の判断を支援して、新規性の高い製品のアイデアを体系的に生成できる発想支援手法を提案した。また、はさみを対象にケーススタディを行い、その効果を検証した。

## 文 献

- (1) Fritz Zwicky: Discovery, invention, research through the morphological approach, 1969, Macmillan
- (2) 角田 朗: 特許分類について, 情報の科学と技術, Vol. 66, No. 6, 266-271, 2016.
- (3) Daniel Cer, Yinfei Yang, Sheng-yi Kong, Nan Hua, Nicole Limtiaco, Rhomni St. Jhon, Noah Constant, Mario Guajardo-Cespedes, Steve Yuan, Chris Tar, Yun-Hsuan Sung, Brian Strope and Ray Kurzweil: Universal Sentence Encoder, arXiv, 1803.11175v1, 2018
- (4) 野間口大, 河原貴大, 正田浩暉, 藤田喜久雄: 設計概念生成のための新規性ポテンシャルの考え方と単語類似度計測によるその評価法の提案, 日本機械学会論文集, Vol. 86, No. 890, 20-00006, 2020.
- (5) 橋 智也, 正田浩暉, 野間口大, 藤田喜久雄: 新規性ポテンシャルと単語分散表現モデルに基づく特許情報からの設計概念生成, 日本機械学会論文集, Vol. 88, No. 905, 21-00222, 2022.
- (6) Zechuan Huang, Xin Guo, Ying Liu, Wu Zhao, Kai Zhang: A smart conflict resolution model using multi-layer knowledge graph for conceptual design, Advanced Engineering Informatics, Vol. 55, 101887, 2023.
- (7) 吉川弘之: 一般設計学序説, 精密機械, Vol. 45, No. 536, 906-912, 1979.
- (8) Thomas Mikolov, Kai Chen, Greg Corrado and Jeffrey Dean: Efficient Estimation of Word Representations in Vector Space, Proceedings of the International Conference on Learning Representations (ICLR 2013), 1-12, 2013.
- (9) 特許情報プラットフォーム: J-PlatPat: <https://www.j-platpat.inpit.go.jp/> (参照日 2023 年 9 月 5 日)