

テーマとキーワードからアイデアの発想を支援するシステム

深津春文^{†1} 伊藤毅志^{†1}

概要: アイデアを発想するには「キーワード」が重要な役割を担っている。キーワードを用いた発想支援の研究の発想支援手法では、テーマやキーワードを直接発想支援となる入力として用いてしまうので、それらの要素に固執するあまりアイデアの発想が広がらない可能性があることが指摘されている。そこで本研究では、キーワードの共起関係を用いてキーワードに関連する語（関連語）を取り出し、この関連語を用いて関連性はあるが共起度が自然と低くなる要素を抽出し発想のヒントとして提示する。これによって発想の幅を広げる発想支援システムを提案する。

キーワード: 発想支援, キーワード, 印象, 共起

Creative Thinking Support Systems Using Keywords and Theme

HARUFUMI FUKATSU^{†1} TAKESHI ITO^{†2}

Abstract: When creating idea, it is important to use "keywords". In past creative thinking support researches using keywords, it is indicated that using theme and keywords directly as input of creative thinking support way can cause persisted thinking. Therefore, in this research, we suggest creative thinking support system that pick up relational words for keywords using word co-occurrence and get naturally low relational hints for thinking theme using them.

Keywords: Creative Thinking Support, Keyword, Impression, Co-occurrence

1. はじめに

人間にとって創造的思考は、社会を生き抜くために今後ますます重要な能力となることが予想される。例えば、近年、人工知能研究の隆盛と急速な実用化を背景とし、将来の社会構造の変革を予測する試みが多くなされている。その中の一つでは、2030年には日本に現存する職業のうち49%が人工知能やロボットに置き換わる一方で、「創造性、協調性が必要な業務、非定型な業務」は依然として人間が必要とされるとしている[1]。このように人間にとって創造的思考の重要性が高まる一方で、どのように創造的思考を行うかという点で困難を感じる人は多い。

このため、創造的思考力やアイデアの発想を支援する方法の検討は学術研究レベルから個人の経験的手法に至るまで幅広く報告されており、特に簡易で汎用性が高い「キーワード」に着目する手法が多く提案されている。例えばその一つに、生涯で1001編ものショートショート作品を世に出した星新一の発想法がある。星氏は創作活動で行き詰まった際、思いついた言葉や文章、見聞きして興味を持った単語などが書かれた紙切れがたくさん入った袋から無作為にその紙片を取り出し、そこに書かれていたキーワードや文章からアイデアの発想を行っていたとされる[2]。すなわち、星氏はランダムに取り出された「キーワード」を手がかりに多くのアイデアを創出する「発散的思考」を行っ

ていたと考えることができる。

このように、キーワードを用いた発想支援方法は有用であると考えられる一方で、具体的にどのような性質のキーワードが発想支援に有効なのかについて考える必要がある。この点について西本らは、アイデアを発想する際には発想するテーマに対し関連性の低い要素に目を向けることで固定観念や別の視点に気付くことができ、アイデアの発想の偏りを改善できると主張した[3]。先に挙げた星氏の発想方法でも、ランダムにキーワードを抽出する過程は、このようなメリットを経験的に取り入れていたと考えられる。

しかし同時に、星氏は辞書などからランダムに単語を持って来たのではなく、自身の興味の「方向性」に合致する単語群や文章群から抽出してキーワードとして使用している点に注目したい。すなわち、キーワードによる発想支援には、単にテーマと関連度が低いことだけが必要なのではなく、発想のテーマに与えたい「方向性」を示す必要があることが考えられる。

そこで本研究では、この「方向性」について印象語（楽しい、怖いなど）に着目し、「印象語を用いて抽出されたヒントを出力するシステム」と関連度が低いヒントがアイデアの発想に有効であるという知見を利用して印象語の関連語をヒントの検索に用いた「印象語の関連語を用いて抽出されたヒントを出力するシステム」を作成し、それぞれのシステムにどのような特徴があるかを評価実験にて検証す

^{†1} 電気通信大学
The University of Electro-Communications

ることを目的とする。

2. 関連研究

2.1 発想支援システム

2.1.1 発想支援システムの分類

発想支援システムが、ユーザの発想プロセスにおいて何をどのように支援するかは、これまでに多様なアプローチが試みられてきた。そのため、これまで研究されてきたアイデア発想支援システムが、具体的に、アイデア発想プロセスのどの段階を支援するか、あるいは何の作業の支援レベルについてなのかも分析が行われている[4]。折原の取り上げた Young による作業を支援するかの3分類では、ワードプロセッサのように編集作業の肩代わりによって支援する「秘書」レベル、アウトラインプロセッサのように情報の整理や編集を支援する「枠組みパラダイム」レベル、そしてユーザの入力した単語から新たな概念を提示する「生成」レベルに分類している[5]。

秘書、枠組み、生成の3つのレベルの支援は、後半のほど支援が高度化しており、発想プロセスとより深く関わる支援を想定している。発想プロセスとの関係を順に述べると、秘書レベルでは、認知負荷のかかる雑務を軽減することが目的であり、発想プロセスとは独立している。その一方で枠組みレベルでは、情報の分類を支援するためにKJ法のような既存の発想支援法やその拡張か、新しい発想支援法の枠組みを実装する必要はあるが、ユーザが発想しようとしているテーマについては考慮する必要が無い。ところが生成レベルでは、ユーザの入力に応じて発想を促すキーワードを適切に出力しなければならず、入力されたテーマを意味的に処理するという課題に加え、発想を促すキーワードを提示するという創造性の領域固有の課題が存在している。近年では、キーワードが発想に与える効果の詳細な検討や、テキストマイニングによって意味的情報を統計的に扱うことが可能になったことを背景として、キーワードを生成するレベルでの発想支援も試みられている。

2.1.2 発想支援システムの評価方法

発想支援の対象や方法が多様であることに対応して、発想支援システムの評価方法にも多様な指標が存在している。ここでいう評価とは、発想支援システムを利用したことでユーザが発想できたアイデアが、システムを利用しないユーザの発想と比べてどのように良くなったかを数値的に比較するということである。システムを利用することで促進したい発想の方向性や望ましい性質の違いから、発想できたアイデアの数だけでは無く、様々な指標が採用されている。

アイデア発想者の創造性の構成要素については創造性研究の初期から分類が行われており、この因子はしばしば発

想支援システムの評価に利用されている。Guilford は煉瓦の変わった使用法を一定時間内にできるだけ多く考えさせるテストを行い、その結果に対して行った因子分析より、感受性、流暢性、柔軟性、独創性、綿密性、再定義といった能力に分類している[6]。この中の流暢性、柔軟性、独創性に加えて、実用性や実現可能性といった指標がアイデアの評価にしばしば利用されている。例えば、高橋はブレインストーミングを構成する「発想ルール」の有効性を評価する実験において、アイデアの数から流暢性を、アイデアの観点の多さから柔軟性を、アイデア全体における出現頻度から独自性を評価している[7]。また、ヒントとアイデアの質の関係の分析を行った清河らの実験では、独自性・新規性・妥当性・有用性・面白さ・一貫性について、課題に習熟した専門家4名に評価させている。

これらの例で示したように、創造性の評価においては、アイデアの総数などの客観的な得点づけだけではなく、単独あるいは複数人の判定者による主観的な得点づけが行われている。このように頻度のみでなく主観評価を導入することで、何人かに発想された同一の独創的なアイデアを過小評価することを防ぐことができる。一方で、判定者のこれまでの経験や選好が評価に影響を与える懸念も当然有り得る。これに対して①発想するテーマの専門家を判定者とすることで領域における独創性を十分に評価でき、②テーマ自体が領域複合的であるなど専門性が保証されない場合にも、評定者内で同一の評定基準を一貫して適用させることで、判定者間の信頼性が保証され恣意的でない評定が得られることが分かっている[8]。本研究においてもこの独創性の評価に着目し、システムの評価に取り入れる。

2.2 アイデア発想と概念合成

アイデア発想の促進にどのようなキーワードが有効かについて、アイデア発想プロセスを明らかにしようとする研究で議論が行われている。Finke らによる創造的認知アプローチは、これまでの「どのような人々や性格傾向が創造的なアイデアを発想できるか」ではなく、「創造的なアイデアを生成する認知過程はどうなっているのか」を実験によって明らかにしようとするアプローチである[8][9]。創造的認知アプローチでは、実験参加者に与えるヒントや発想上の制約を操作する実験が行われ、アイデア発想までの時間や成果物のカテゴリに手掛かりが与える影響が分析されている。

発想のプロセスにおいて、2つ以上のテーマやキーワード、物体を心の内部で合成する過程を概念合成と呼び、この過程が斬新性、曖昧性、創発性の3つの創造的発見に役立つことが分かっている。具体的には、合成されるイメージの構成要素が風変わりであれば斬新なものとなり、2つ以上のイメージを合成することで曖昧性が生じるほか、合成によって意図されていなかった特徴が創発することが指摘

されている[8].

概念合成の有効性が示されている一方で、どのような概念の組み合わせが発想をより促進するかについても検討されている。Estesらは2つの単語の持つ概念を組み合わせさせて新しい概念を生成させる課題を用いて、創造的な概念の創発を促すような単語の組み合わせの検討を行った[10]。実験の結果、典型的な単語の組み合わせよりも、典型的でない単語の組み合わせのときに創造的な概念の創発が起こりやすくなることが示されている。また、清河らは発想を促すキーワードの多様性に着目し、提供する情報の多様性がアイデア生成に及ぼす影響を実験から検討している[11]。この実験の結果から、ユーザがもともと持っている内的な手掛かりだけでなく、システムによって与えられる外的な手掛かりの影響を受けることや、情報同士の意味的な関連性があるよりも低い場合には、アイデアの質を低下させてしまうことが示されている。これらの研究成果は、適度に関連性のある多様なキーワードとテーマ間の概念合成により、アイデア発想が促進されることを示唆している。

2.3 キーワードを生成・提示する発想支援システム

キーワードを用いた発想支援システムの研究では、いかに入力したテーマに近い関連語を出力するかが当初の課題であった。テーマに関係したウェブページからテキストマイニングによってキーワードデータベースを生成する金子らの発想支援システム、ユーザの関心/観点に基づく情報を提示する情報フィルタリングシステム機能を持つ発散的思考支援環境は、ユーザが入力したテーマに関連するキーワードを関連辞書から生成している[4][12][13]。ランダムにヒントキーワードを提示するダミーシステムと比べて約3倍のアイデア採用率を達成した金子らのシステムを始め、これらの発想支援システムは一定の成果を収めている。しかしながら、これらの手法ではテーマに関連するキーワードを生成するために、あらかじめテーマと関係性の高いテキストを基にしたデータベースを構築している。これは予め用意したテーマにしか利用できないという汎用性の欠如だけでなく、テーマと関連性の高いキーワードが多く出力されることで発想に偏りが生じる可能性が考えられる。

発想支援システムが生成するキーワードの偏りがアイデア発想に与える影響について、キーワードを操作する実験によって検討が行われている[3]。西本らの実験では、文章から抽出した名詞の出現頻度や共起関係から話題空間を構築するシステムを用いて、関連が強い単語と弱い単語を提示した際のアイデア生成の促進度を比較している。その結果、共起度の低い単語の提示が発散的思考を促す発想支援に有効であると示され、発想支援システムは関連度が低い単語も提示することで、よりアイデア発想を促進することが確認された。

西本らの方針に則った発想支援システムとして、共起度

の低い単語を提示する発想支援システムが提案されている[14]。このシステムは、発想のテーマに関する知識が乏しいユーザを対象として、アイデア出しが停滞した際にユーザが入力したアイデアと共起度の低い単語を提示することで、新たな連想のきっかけを提供する。実験では、就職活動に関するテーマについて伊藤らのシステムとヒント提示機能のないシステムとの比較実験を行い、伊藤らのシステムのアイデア数が1.28倍に増加している。このシステムでは連想辞書ではなく、発想のテーマに関連したテキスト情報をウェブ上から事前に収集し、共起度をもとに単語をクラスターに分類してヒントデータベースを作成している。この情報はテーマについて豊富な知識を持つ者にとっては想定内であるが、その中でも入力されたアイデアと共起度の低い単語を利用することで、知識の乏しいユーザに対して連想のきっかけを提供できる。

しかしながら、伊藤らの方法には、事前準備とその活用方法において課題がある。まず、伊藤らのシステムでは、発想を支援したいテーマについて、前もってテーマに関連する文書の取得と解析を行い、ヒントデータベースの作成が必要となる。そのため前述のシステムと同様に、用意したテーマにしか利用できないという問題点が残っている。また、ユーザはテーマから発想したアイデアを入力する必要があるため、一つもアイデアが無い状態での足掛りとしてシステムを利用することが出来ない点や、名詞以外の品詞や身体や数字などの不要語をヒントから削除している点も留意する必要がある。さらに、提示されるヒントキーワードは、テーマに関する既存のテキストの文脈的なクラスターの中から、ユーザが未発想のクラスターの単語が選ばれることになる。このようなキーワード生成の性質から、伊藤らが実験で設定したような「就職(内定)するには」といった、就活というテーマについて分析的・収束的な思考を要する課題において、ユーザが見落としている文脈のキーワードを提示するような発想支援としては十分に有効だと考えられる。一方で、「鉛筆の楽しい使い方を考えよ」といった、本来の鉛筆の用途から離れようとするような創造的な仕事における発散的思考の支援においては、鉛筆の意味的な側面を列挙していくだけでは、鉛筆から離れた多様性のある情報を提供することはできず、不十分である。発散的な発想支援システムの実現を目標とするならば、キーワードとアイデア発想に関する創造的認知アプローチ研究に基づき、概念合成による発想を促せるよう、ヒントキーワードの量や多様性を増大させることが課題となる。

3. 提案システム

3.1 システムの設計方針

前節の伊藤らの発想支援システムで挙げられた、以下の4つの問題の解決を目標とする。

- ① ヒントデータベースの前準備が必要で、コーパスの生成元のデータによっては、ヒントが偏る可能性がある
- ② キーワードがテーマの文脈を列挙するもので、発散的思考による創造性を促さない
- ③ 提示されるキーワードが名詞のみである
- ④ 体の部位・数字の単語をキーワードから恣意的に削除している。

①について提案システムでは、コーパスとして Sketch Engine[15]の JpTenTen11 を用いている。こちらは約 5 万ページの日本語ウェブページを無作為に抽出して作成されたコーパスで比較的汎用性があると考えられる。また、テーマの説明文をインターネット経由で取得し、日本語係り受け解析器 CaboCha[16]によって解析したものをヒントの元のデータとして使う。

②について本研究では、テーマのみからキーワードを生成せずに、テーマに与えたい印象語をシステムに入力する。テーマと印象語との共起関係を用いることで適度に関連性のある多様なキーワードを生成し、概念合成による発想を促す、テーマと印象語による発想支援システム(以後 TDI (Theme-Direct Impression) システム)を作成する。また、与えられた印象語と共起する形容詞 8 つを関連語と定義し、より多様なキーワードを生成する、テーマと関連語による発想支援システム(以後 TRI (Theme-Relational Impression) システム)を作成する。

③については、本システムのヒントの提示には名詞と形容詞を用いている。本システムで動詞や副詞をヒントとして用いなかった理由として、動詞は動作を限定するため発想を固執させる、あるいはそれ自体に意味のないものが含まれる(「する」など)ためであり、副詞はそれ自体に意味がなく、組み合わせる場合でも修飾先の情報を強調するのみで発想のヒントにはなりにくいと考えられたためである。

④については、本研究では共起頻度において外れ値検定を行い、外れ値であるものを機械的に削除したのみで、恣意的な削除は行わなかった。

以上のように、本研究ではアイデアの発想のテーマと印象語を利用し、共起関係を用いて印象語の関連語を取り出し、関連性はあるが共起度が自然と低くなる要素を発想のヒントとして提示することで発想の幅を広げる発想支援システムを提案する。

3.2 システム概要

本研究のシステムは「テーマ」と「印象語」を入力として受け取り、発想のヒントとなるキーワードを出力する。このキーワードは、テーマの説明文に含まれる語の中から、印象語、あるいは印象語の関連語と共起する要素」をヒントとして出力する。例えば、「楽しい鉛筆の使い方についてアイデアを発想したい」と考えたとき、テーマとして「鉛

筆」、印象語として「楽しい」を入力する。上述のように、システムは TDI システムと TRI システムの二つを作成するが、これはテーマの説明文との共起に利用する単語を、「印象語」にするか「印象語の関連語」にするかの違いである。TRI システムでは、複数の関連語を利用することによりキーワードの多様性が増大することが見込まれる。

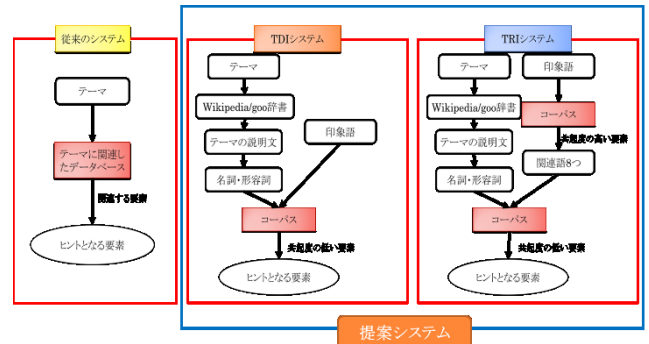


図1 従来のシステムと提案システムの違い

3.3 システムの詳細

3.3.1 提案システムの処理範囲と全体像

提案システムでは、構文解析モジュールや、コーパスや共起辞書の WebAPI といった外部のツールに一部の処理を委譲している。

TRI システムと外部ツールの関係を図 2 に示す (TDI システムは TRI システムの処理から関連語の処理を除いたもの)。まず、水色の直方体オブジェクトが外部のツールを示している。また、水色の点線矢印と水色の四角により、外部ツールとのやりとりや内部での処理の進行におけるデータの流れを示している。

システムの全体像を入力部、二つの入力解析部、キーワードの生成部、出力部に分けて説明する。平行四辺形が入出力を表し、上部にテーマと印象語の入力が、下部にキーワードの出力がある。システムの処理は実線の矢印によって入力から出力に向かって進む。入力されたテーマと印象語は、改行文字など下処理ののち、緑の角丸四角でそれぞれ処理される。これらが出力したテーマの要素と関連語の共起によってヒントが生成される。

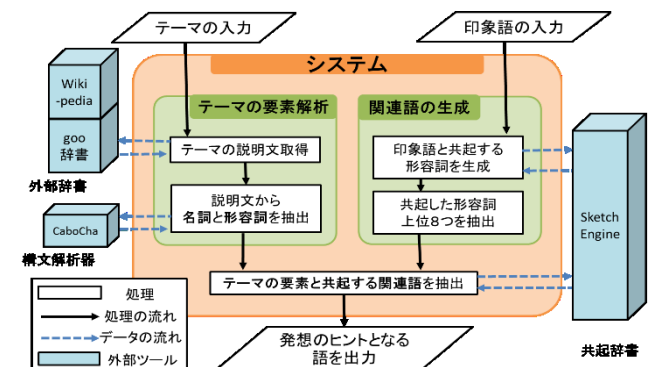


図2 TRI システムの処理内容と外部ツールの関係

3.3.2 ヒントとなる要素の抽出と出力

TRI システムと TDI システムの出力の違いについて、テーマに「鉛筆」、印象語に「楽しい」を入力した際の出力例を図3に示す。TRI システムによって得られた印象語の関連語（「羨ましい」「ださい」「悲しい」「苦しい」「明るい」「切ない」「心地良い」「辛い」）を用いて得られた出力が【出力1】、テーマと印象語のみの共起関係から得られた出力は【出力2】である。

入出力例									
【入力】									
テーマ：鉛筆 キーワード：楽しい									
【出力1】									
通り	程度	青色	場合	表示	距離	説明	困難	間	
対応	理由	関係	面	評価	素材	会	年	最後	
安全	赤色	世界	者	日本	正しい	腹	弱い	古い	
軟らかい	周囲	小型	普通	早い	最初	使用	事故	細い	
前	青	赤	高い	方向	可能	必要	後	柔らか	
透明	体	滑らか	選択	愛	時代	柔らかい	少ない	激しい	
材料	別	近い	意味	部分	月	作業	軽い	結果	
星	強い	逆	日	中	今	広い	性	美しい	
状態	方	長い	目	自分	多い	時間	時期	内	
感じ	生活	人	色						
【出力2】									
英語	時代	式	多い	年	感じ	変化	様々	カメラ	
大学	多く	他	時	便利	方	指導	本	セット	
普通	事	作業	物	安全	時間	人	利用	間	
通り	時期	日	世界	学習	向け	活用	発見	家	
会	自体	所	今	学校	生活	終了	雑貨	ユニーク	

図3 TRI システム（出力1）と TDI システム（出力2）

3.3.3 提案システムの出力検証

提案システムの出力の検証を行うため、「鉛筆の今までにない楽しい使い方をできるだけ多く書き出す」（課題1）と「今までにない怖いキャラクターの設定案をできるだけ多く書き出す」（課題2）を用意した。課題1では【テーマ：鉛筆 印象語：楽しい】、課題2では【テーマ：キャラクター 印象語：怖い】を入力として、それぞれ TDI システムと TRI システムに入力し、ヒントを出力させた。出力されたヒント数とヒントの平均共起頻度の結果を表1に示す。表1から、いずれの課題でも出力されたヒントは TDI システムより TRI システムの方が数は多く、平均共起頻度は低かった。

表1 課題毎のヒント数と共起度

	課題1		課題2	
	TDIシステム	TRIシステム	TDIシステム	TRIシステム
ヒントの数	45	85	14	29
ヒントの平均共起頻度	3994.4	1232.8	3601.5	751.3

4. 評価実験

4.1 実験の目的

本実験では、提案システムで作成された2種類のシステム（TDI システム、TRI システム）を実際に実験参加者に

使用させた場合、それぞれのシステムが発散的思考にどの程度寄与しているのか、またそれぞれのシステムを用いて作成されたアイデアにどのような特徴があるのかを評価することを目的とする。

4.2 実験参加者

本実験には電気通信大学の学生 18~26 歳の男女 21 名（男性 14 名、女性 7 名、mean=20.4 歳、SD=1.96 歳）が参加した。なお、本研究は、電気通信大学倫理委員会による倫理審査の承認を得て実施した。また被験者には本学規定の謝金の支払を行った。

4.3 使用課題

4.3.1 課題内容

本実験では、3章の課題1・2を利用し、それぞれの課題に対するヒントについても3章の結果を利用した。

4.3.2 課題の特徴

2つの課題には、発散的思考が必要な課題であるという共通の特徴が存在する。すなわち、実験参加者はこの課題を思考する際、テーマの表面的な意味、つまり鉛筆なら通常の用途、キャラクターなら容姿の重要性といった側面を思考するだけでは、課題で要求する独創的なアイデアを生み出すことが出来ない。そして、このような課題を用いることにより、提案システムで、そもそも発散的思考の支援が可能になっているかどうかについて評価が可能にしている。

一方で、2つの課題には、実験参加者の持つ「テーマ」についての表象の抽象度が異なるという違いが存在する。例えば、課題1のテーマ「鉛筆」は一般的な具象物であり、通常の日本人大学生が鉛筆についての表象に大きな差が存在するとは考えにくい。他方、課題2のテーマ「キャラクター」は抽象概念であり、また、近年の日本におけるキャラクターブームから鑑みられるように、実験参加者が個々に抱く表象は多様であると考えられる。このように性質の異なる2つの「テーマ」についての課題を用いることで、2つのシステムの特徴について議論が出来るように課題を設定した。

4.4 実験手法

4.4.1 手順

実験は以下の順序で実施した。

- 1) 説明フェーズ
実験についての説明及び同意書の記入（10分程度）
- 2) 課題教示フェーズ
実験課題（アイデア発想課題）と実験全体の流れについての説明を行う（5分程度）
- 3) 課題フェーズ1（1問目）

- アイデア発想課題を行わせる（制限時間：20分．うち前半10分間はヒント提示なし，後半10分間はヒント提示ありで課題を行わせる．）
- 4) アンケートフェーズ1（1問目）
課題やヒントに関するアンケートに回答させる（10分程度）
- 5) 休憩フェーズ
被験者が求める適当な休憩時間置く（5分程度）
- 6) 課題フェーズ2（2問目）
アイデア発想課題を行わせる（制限時間：20分．うち前半10分間はヒント提示なし，後半10分間はヒント提示ありで課題を行わせる）
- 7) アンケートフェーズ2（2問目）
課題やヒントに関するアンケートに回答させる（10分程度）
- 8) 書類記入フェーズ
謝金関係書類の記入をさせる（10分程度）

4.4.2 課題とヒントの順序

実験参加者には1回の「課題フェーズ」で1個の課題，実験全体で2個の課題に取り組ませた．21名の実験参加者は2種類の課題・使用システムの組み合わせに対し，どちらか一方の組み合わせで課題に回答させた．具体的には，10名に対しては「課題1+TDIシステムによるキーワード」「課題2+TRIシステムによるキーワード」の組み合わせで実験を行った．また残りの11名に対しては「課題1+TRIシステムによるキーワード」「課題2+TDIシステムによるキーワード」の組み合わせであった．なお実施にあたっては順序効果が出ないように，実施順をランダムに前後しカウンターバランスをとった．

4.5 実験結果

本節では，発想された具体的なアイデア，客観的なシステムの評価指標としてアイデアの数，ヒントの性質の評価としてヒントの共起度，アイデアの質の評価としてアイデアの独創性の評価，アンケートの結果について記載する．

4.5.1 発想されたアイデア

各課題における各システムのヒントによって発想されたアイデアの一部を以下に記載する．

（課題1）

・ TRIシステムのヒントを用いて発想されたアイデア

1年中鉛筆を立てて，湿気を木の湿り具合ではかる
利用ヒント：時期，柔らかい

・ TDIシステムのヒントを用いて発想されたアイデア

人によって使い終わる長さの違いについて調べてみる
利用ヒント：人，終了

（課題2）

・ TRIシステムのヒントを用いて発想されたアイデア

体的一部分がところどころ人間が持つ腕や脳に見える

利用ヒント：人間

・ TDIシステムのヒントを用いて発想されたアイデア

映画を見た人を画面の中に引きずり込む

利用ヒント：映画，人

4.5.2 アイデアの数

ヒントによって発想されたアイデアの数は，課題1ではTRIシステムで55，TDIシステムで48，課題2ではTRIシステムで50，TDIシステムで43であった．いずれの課題においてもTRIシステムの方が発想されたアイデア数は多かったが，2つのシステム間に有意な差は見られなかった．

4.5.3 アイデアの独創性の評価

アイデアの独創性を評価するため，評価実験で得られたアイデアに対し独創性で評価を行う評価者3名（男性2名，女性1名，mean=28.7歳，SD=3.86歳．いずれの課題に対しても同一の評定基準を一貫して適用させることができると考えられる者．）を評価実験の実験参加者とは別にとり，アイデアに対する独創性の評価を行った．独創性の評価は評価者に各アイデアに対し5件法（5で独創性が高い，1で独創性が低い）で行われた．最終的な独創性の評価には，評価者3名の評価データを平均したものを利用した．

独創性の評価で，独創性評価値の平均値が3以上のアイデアを独創性の高いアイデア，それ以外を独創性の低いアイデアとしてそれぞれのアイデア数をシステム間で比較した．課題全体でTDIシステムのヒントによって出されたアイデアで独創性評価値の平均値が3以上のアイデアの割合は4.1%，TRIシステムで10.5%であった．TRIシステムとTDIシステムでどちらが多く独創性の高いアイデアを出せたかについてカイ2乗検定を行ったところ有意差が認められたため，TDIシステムよりTRIシステムでより多くの高い独創的なアイデアを出すことができたことが分かった．

4.5.4 形容詞のヒント

従来のシステムでは出力されるヒントは名詞のみであったのに対し，本研究では名刺に加えて形容詞を取り入れた．各課題で利用されたヒントの名詞と形容詞の利用割合を表2に示す．表2から，形容詞のヒントで，アイデアの発想に使われたヒントの割合はいずれの課題でも1倍を超えていた．このことから，アイデア発想のヒントとして形容詞を用いることは有用であると考えられる．

表2 利用されたヒントの名詞と形容詞の利用割合

	課題1				課題2			
	TDIシステム		TRIシステム		TDIシステム		TRIシステム	
	名詞	形容詞	名詞	形容詞	名詞	形容詞	名詞	形容詞
ヒント数	43	2	67	18	12	2	27	2
累計利用ヒント数	57	2	48	24	51	8	61	6
利用数/ヒント数	1.33	1.00	0.72	1.33	4.25	4.00	2.26	3.00

4.5.5 アンケートの結果

課題終了後にとったアンケートの結果を記す。アンケートにはマーク回答（5段階、5で強く同意する、1で強く同意しない。）と記述回答があり、マーク回答は各課題終了時に、記述回答は全課題終了時に書かせた。マーク回答の結果は図4に示す。なお、アンケートの項目番号と内容の関係を表3のようにになっている。また、記述回答は「アイデアを出すために「あれば便利である」と思うものがあれば自由に記述してください。」と「ヒントの提示に関して、良い点・悪い点、改善方法などあれば自由に記述してください。」と「調べてみたいテーマと印象語3つ挙げてください。」の3項目を設定した。

表3 アンケートの項目番号と内容の関係

アンケート項目番号	1	2	3	4	
内容	テーマについて与えられた印象でアイデアが出た。	独創的なアイデアを出した。	幅広いアイデアを出した。	アイデアを出すのは簡単だった。	
アンケート項目番号	5	6	7	8	9
内容	ヒントの提示はアイデアの発想に役立った。	ヒントの提示は独創的なアイデアを出すことに役立った。	ヒントの提示はアイデアを出すことに役立った。	ヒントの提示によってアイデアが出しやすくなった。	ヒントの提示は見やすかった。

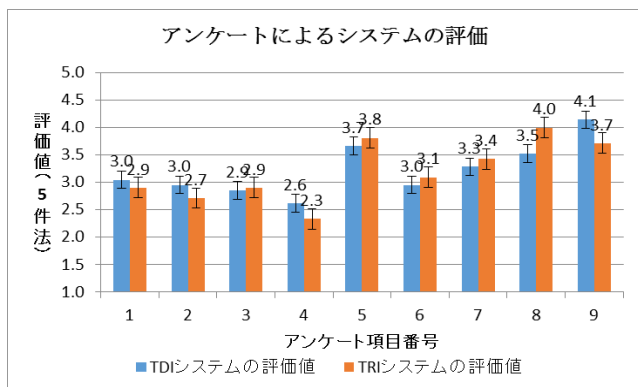


図4 アンケートによるシステムの評価

5. 考察

結果より、TRIシステムがTDIシステムより多くヒントを出力し、そのヒントは比較的共起頻度が低かった。また、TRIシステムは独創性の高いアイデアの発想を促す特徴があると考えられる。

5.1 TDIシステムとTRIシステムの比較

TRIシステムで多くのヒントが得られた理由として、単純にヒントの検索に利用する語が印象語のみのTDIシステムと比較して、印象語の関連語の8語に増えた点が考えられる。しかし、TDIシステムの方がTRIシステムの出力ヒント数を上回る場合がある。これは関連語が印象語のみに強く共起し、他の語とあまり共起しないような語である場合に生じる。例えば「印象語：美しい」の関連語「神々しい」は他の語と共起しにくい。

出力されるヒントが関連性の低いものが多かった理由

としては、印諸語の関連語を用いることによって実際に印象語のみでは得られなかった関連性の薄いヒントが取得できたと考えられる。具体的には、課題1のTRIシステムのヒントである「距離」は共起頻度が低く、TDIシステムでは出なかったヒントである。更に、この「距離」というヒントは全実験参加者で6回使用されており、これは課題1においては2番目に多い利用回数であったことから、TRIシステムの手法が有用なヒントが抽出する手がかりとなっている可能性が考えられる。

5.2 利用ヒントと独創性の関係

独創性の評価について、独創性評価値が3以上のアイデアの平均共起頻度と独創性評価値が3未満であるアイデアの平均共起頻度を比較したところ、優位な差は見られなかった。しかし、いずれの課題でも比較的共起頻度の低いヒントが使われていることから、共起頻度の低いヒントを出力するTRIシステムがより多くの独創性の高いアイデアの発想を促したことが示唆される。

形容詞の出力に関して、独創性の高いアイデアで利用された形容詞のヒントは累計4つであった。さらに、「美しい」というヒントはアイデアの発想に累計7回も使われており、これは課題1で最も多い回数であった。このことから形容詞をヒントとして出力することは有用であると考えられる。加えて、アンケートの記述回答でも「形容詞のヒントの数が増えるともっと発想が広がるかもしれない」といった回答があった。また、「副詞があると良いかもしれない」という意見がある一方で「動詞があると良い」という意見は見られなかった。今回はシステムの出力に動詞や副詞を加えなかった理由として、形容詞のヒントが有用であるかを単純な条件で検証しなかったこと、動詞のヒントは具体的な動作を指す場合があり、強い方向性が与えられるためにそれによる発想が固執しやすくなる可能性があること、副詞は修飾詞であるためそれ自体に意味がなく、方向性を与えることが出来ないことが考えられたためである。しかし、動詞や副詞のヒントに関して検証を行っていないため、この点に関しては今後の検討課題としたい。

5.3 アンケートに関する考察

アンケートの結果について、図4の「(5)ヒントの提示はアイデアの発想に役立った。」「(8)ヒントの提示によってアイデアが出しやすくなった。」の結果から、(5)はTDIシステムで3.6、TRIシステムで3.8、(8)はTDIシステムで3.5、TRIシステムで4.0であった。このことから、主観評価においてもシステムのヒントは発想に役立ったと考えられる。記述の回答結果について「(10)アイデアを出すために『あれば便利である』と思うものがあれば自由に記述してください。」の結果では「実物」「画像」「具体例」が多く挙げられ、発想対象を具体的にイメージできるものが求められている

ようであった。画像の提示に関しては直近のアイデアに関連する画像を提示する Wang らの Idea Expander[17]があり、アイデアの発想数や独自性に効果があったとされている。このことから、TRI システムのヒントを使って画像の提示も行えるようにすることでよりアイデアの発想の支援に繋がる可能性がある。「(11)ヒントの提示に関して、良い点・悪い点、改善方法などあれば自由に記述してください。」の結果では、前述の通り「ヒントが分類されていると良かった」という意見が多かった。「複数のヒントを参考に1つのアイデアを出す」といったことが今回の評価実験であまり見られなかったが、ヒントの分類がされていなかったことが原因の1つと考えられる。ヒントを何らかの基準で分類することによってヒント同士の結びつきなどを発見しやすくなり、発想の支援となると考えられる。この点に関しては伊藤らの研究でも行っているようにクラスタリングによってヒントを分類する方法が考えられる。

6. おわりに

本研究では、ヒントの出力に印象語を用いる TDI システムと印象語の関連語を用いる TRI システムを提案した。結果として、TDI システムと比較して TRI システムは出力ヒントの数が多く、共起頻度が低く、発想されるアイデアの独創性は比較的高いという特徴を持っていることが分かった。今後は TRI システムのヒントによって独創性の高いアイデアが多く出された理由について、追加実験によって検証していきたい。また、ヒントの出力として動詞を加えた場合、副詞を加えた場合などについても検証していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 野村総合研究所; “日本の労働人口の49%が人工知能やロボット等で代替可能に~601種の職業ごとに、コンピューター技術による代替確率を試算~”, (2015.12.2)
https://www.nri.com/jp/news/2015/151202_1.aspx
- [2] 編集会議.com 1001のアイデアを形にした星新一の発想法とは?(2015.12.2 アクセス)
http://www.henshukaigi.com/cat85/post_186.html
- [3] 西本 一志, 間瀬 健二, 中津 良平; “グループによる発散的思考における自律的情報提供エージェントの影響”, 人工知能学会誌, vol.14, No.1, pp.58-70 (1999)
- [4] 折原 良平; “発想支援システムの動向”, 情報処理, Vol.34, No.1, pp.81-87 (1993)
- [5] Young, Lawrence F.; "The metaphor machine: a database method for creativity support", Decision Support Systems archive, Volume 3 Issue 4, pp.309-317, (1987)
- [6] 市川伸一編; “認知心理学4 思考”, 東京大学出版会, pp.181-203 (第8章) (1996)

- [7] 高橋 誠; “新編創造力事典”, 日科技連, (2002)
- [8] Finke, R.A., Ward, T.B., Smith, S.M.; “Creative cognition: Theory, research, and applications”, MIT Press, 1992, (小橋康章 (訳); 創造的認知, 森北出版, 1999)
- [9] 三輪 和久, 石井 成郎; “創造的活動への認知的アプローチ”, 人工知能学会誌, Vol.19, No.2, pp.196-204 (2004)
- [10] Zachary Estes, Thomas B. Ward; “The Emergence of Novel Attributes in Concept Modification”, Creativity Research Journal, Vol. 14, Iss. 2 (2002)
- [11] 清河 幸子, 鷲田 祐一, 植田 一博, PENG Eileen; “情報の多様性がアイデア生成に及ぼす影響の検討”, 認知科学, Vol.17, No.3, pp.635-649 (2010)
- [12] 金子 修三; “テキストマイニング技法を活用した発想支援システムの構築”, JAIST 学術研究成果リポジトリ(2001)
- [13] 森 康真, 國藤 進; “情報フィルタリング機能をもつ発散的思考支援環境の試作”, 情報処理学会研究報告マルチメディア通信と分散処理, pp.133-140 (1994).
- [14] 伊藤淳子, 東孝行, 宗森純; “単語共起度の低い単語を提示する発想支援システムの提案と適用”, 情報処理学会論文誌, Vol.56, No.6, pp.1528-1540 (2015)
- [15] Kilgariff, Adam, et al.; “The Sketch Engine: ten years on. In Lexicography (2014): 1-30.” (2016.1.3 アクセス)
<https://www.sketchengine.co.uk/>
- [16] “CaboCha/南瓜: Yet Another Japanese Dependency Structure Analyzer”, (2016.1.2 アクセス)
<http://chasen.naist.jp/chaki/t/2005-08-29/doc/CaboCha%20Yet%20Another%20Japanese%20Dependency%20Structure%20Analyzer.htm>
- [17] Hao-Chuan Wang, Dan Cosley, Susan R. Fussell; “Idea Expander: Supporting Group Brainstorming with Conversationally Triggered Visual Thinking Stimuli”, Proceedings of ACM CSCW (2010)