

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

伊藤 淳子^{1,a)} 東 孝行¹ 宗森 純^{1,b)}

受付日 2014年10月1日, 採録日 2015年3月4日

概要: 本研究では, 発想のテーマに関する知識が乏しいユーザを対象とし, アイデア出しが停滞した際, テーマに関連した単語を提示して新たな連想のきっかけを与え, 柔軟性と流暢性を向上させる発想支援システムを提案する. 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に分類する. システムは,ブレインストーミング中のユーザが入力したアイデアに含まれる単語がどのクラスタに含まれるかを検索し, 共起度の低いクラスタから単語を選択し, ヒントとして提示する. 就職活動に関するテーマを与えヒント提示機能のないシステムとの比較実験を行った結果, 提案システムにおいてアイデアの数が1.28倍に増加した. また, 実験で得られたアイデアを就職活動の進捗段階に基づき9項目に分類したところ, ヒント提示機能を利用した場合は7.7項目, 利用しない場合は6.4項目においてアイデアが得られた. このことから, 提案システムに多様な発想を促す可能性があることが確かめられた.

キーワード: ブレインストーミング, 発想支援, 共起度, クラスタ分析

Proposal and Application of Idea Generation Support System Providing Words of Low Co-occurrence Degree

JUNKO ITOU^{1,a)} TAKAYUKI HIGASHI¹ JUN MUNEMORI^{1,b)}

Received: October 1, 2014, Accepted: March 4, 2015

Abstract: In this research, we aim to develop an idea generation support system. In brainstorming carried out in users who have poor knowledge about the theme, sometimes they cannot continue divergent thinking because of the lack of knowledge. The proposed system provides hint words associated with a theme so that the hint words encourage idea generation. The system previously collects web texts related to the theme and classifies words into some clusters based on the degree of word co-occurrence. Users request the system to provide hint words, then the system searches through the clusters by words included in the entered ideas and presents hint words from the cluster of the low degree of co-occurrence. From the result of the experiments, we presented that the number of idea increased by 128% and the proposed system may promote a variety of ideas.

Keywords: brainstorming, idea generation support, degree of word co-occurrence, cluster analysis

1. はじめに

企業における商品開発や研究活動だけでなく, 学生生活

においても, 研究課題のテーマ設定, コンテストへの応募作品立案, 講義の課題や部活による企画の立案などのように, 創造的アイデアを生み出す様々な機会が増加している. これにともない, 創造的問題解決を支援するための方法やシステムも多数提案されている.

創造的な作業を行っている際の思考は, 多様なデータから唯一の答えを導き出す収束的思考と多数の答えを考え出

¹ 和歌山大学システム工学部
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University,
Wakayama 640-8510, Japan

a) itou@sys.wakayama-u.ac.jp

b) munemori@sys.wakayama-u.ac.jp

す発散的思考に大別される [1]. 収束的思考を支援する方法には, DEMATEL 法や ISM 法などがあげられる. また, 発散的思考を支援する方法には, マンダラート [2], マインドマップ [3], ブレインストーミング [4] などがある. さらに國藤は, 収束的思考と発散的思考に加え, アイディア結晶化, 評価検証までを人間の創造的問題解決プロセスとしている [5]. アイディア結晶化までの支援としては, 川喜田二郎による KJ 法 [6] が代表的な手法としてあげられる.

これらを電子化し [7], ネットワークを介して発想法を行うためのシステムも開発されている [8], [9]. このように, 発想を行うための場や枠組みが電子化されている一方, システムの側から働きかけ, 新たな発想を生み出す手法についても検討されている. これらの手法によって生み出されたアイディアを評価する指標として, 高橋 [10] は流暢性, 柔軟性, 独自性の 3 基準をあげている. 流暢性はアイディア数の多さ, 柔軟性はアイディアの多様さ, 独自性はアイディアのユニークさの指標である. 収束的思考過程で新たな発想を得るためには, 発散的思考過程で可能な限り思考の幅を広げ, 意外な情報や知識を獲得しておくことが重要である [11]. したがって, 発散的思考過程においては, 流暢性だけでなく柔軟性や独自性に対する支援が必要である.

本研究では, アイディア評価の大きな部分を占める流暢性と柔軟性に着目する. 使用対象者をテーマに関する知識の乏しいユーザと位置づけ, ウェブから事前に収集した発想を行うテーマに関連したテキスト情報に対して階層的クラスタ分析を適用した結果を利用し, 入力されたアイディアと比較的関連の低い単語をヒントとして提示する発想支援システムを提案する. 多数の発散型発想法の中でも, 特に必要な道具や機器がなく, ルールが簡単であることから, ブレインストーミングに着目する. ブレインストーミングでは, アイディアの数に比例してアイディアの質が高まるといわれており, アイディアを多く生み出すことが求められている [12], [13]. 知識量の少ないユーザであっても発散的なアイディアを出すことが可能になるよう, システム側から新たな連想のきっかけを与えて柔軟性を向上させ, かつ, 流暢性をも向上させることを目指す.

本論文では, 2 章において外的手がかりを利用して発想法を支援する既存システムについて述べ, 3 章において, テキストマイニングとクラスタ分析を利用した発想支援システムを提案する. 提案システムの評価実験と, その結果に対する流暢性, 柔軟性の評価を 4 章で検証し考察する. 最後に 5 章において本論文をまとめる.

2. 関連研究

2.1 検討対象とする既存研究

発散的思考を支援するシステムは, システムを電子的なノートや記憶場所として使用するレベル, ユーザが考えをまとめる際に適切な枠組みを選び提供するレベル, ユーザ

が入力した単語をもとに新たなアイディアを生成して提供するレベルという 3 つのレベルのうち, 1 つないし複数の要素を持つとされている [14]. 本章では, 2 つ目あるいは 3 つ目のレベルにあたるシステムのうち, ユーザの入力に対してシステムがユーザに何らかの手がかりを与えて発想を支援する既存研究について述べる.

2.2 外的手がかりとアイディアの柔軟性との関連

アイディアの評価方法の 1 つに, 流暢性, 柔軟性, 独自性の 3 基準を使用する方法がある [10]. 流暢性は発想されたアイディア数の合計, 柔軟性はアイディアの広さや観点の多さを調べて判定する. 独自性は, アイディアの独創性を評価する尺度であり, 柔軟性の観点に入れなかった 1% 以下のアイディアを対象とする. 本研究では, アイディア評価の大きな部分を占める流暢性と柔軟性に着目する.

清河ら [15] は, 創造的なアイディア生成を促進するためには, 個人の注目している点や関心などの内的手がかりだけではなく, 他者やシステムなどから与えられる外的手がかりによって利用可能な知識の範囲を広げることが重要としている. 外的手がかりとして他者が生成したアイディアを提示する方法を検討した結果, 多様なアイディアを提示された方が, より多様なアイディアを生成でき, この効果は与えられる情報が多様であるほど大きいと述べている. 一方で, 集団がブレインストーミングの結果に及ぼす影響について調査した研究では, 他者からアイディアを呈示されると型にはまりやすくなってしまい, 個人で発想する場合に比べ長く同じ思考を追ってしまいやすいことも報告されている [16]. したがって, 上記の方法では, ユーザが直近に出したアイディアと関連の強いアイディアが生まれやすく, 他のカテゴリに属するアイディアが生成されづらくなるおそれがある. このため, 単に多様な情報を与えるだけでは柔軟性を高める上で十分ではないといえる.

2.3 外的手がかりにより発想を支援する既存研究

表 1 に外的手がかりを利用した既存の発想支援システムについてまとめる. Keyword Associator [17] は, 一定のカテゴリに分類されたテキスト情報をもとに連想辞書を作成し, ユーザが入力した単語と関連の高いキーワードを提示して発散段階の発想を支援する. 金子 [18] は, ユーザが発想に行き詰まった際にヒントを提示する発想支援システムを開発した. テーマに関係した文章が記載されたウェブページから, テキストマイニングによりヒントとなる単語を集めたキーワードデータベースを作成する. 発想が行き詰まると, 既出のアイディアの中からユーザが指定した単語と似通った単語をキーワードデータベースから選択して提示する. 単語の類似度の判定には, 単語間の距離を用いて作成したルールを用いる.

Wang らはブレインストーミング中の会話内容に基づい

表 1 既存システムの比較
Table 1 Comparison among related systems.

システム	提示される 手がかり	手がかりを 決定する要素	手がかりの 選択基準	期待する効果
Keyword Associator [17]	キーワード	連想辞書と ユーザの入力	共起関係の高い単語	発散段階における 個人の発想を支援
テキストマイニングを活用した 発想支援システム [18]	キーワード	ウェブ上のテキスト とユーザの入力	ユーザの入力と 相関のある語	ラベルの生成数と 採用率の向上
IdeaExpander [19]	キーワードに 関連した画像	会話内の単語と 画像のタグ	会話内容との 近さ	流暢性と 独自性の向上
IdeaExpander (random pictures) [21]	画像	ランダム	ランダム	流暢性の向上 (効果は見られなかった)
情報フィルタリングを持つ 発散的思考支援環境 [20]	キーワード	テキスト情報と ユーザの入力	ユーザが認識していない 既出情報との関連語	思考の幅を広げる・ 意外な知識の獲得
グループ発想支援システム [22]	コメント・評価	ユーザが決定	他者のアイデアに 直接回答を入力	流暢性や 意思疎通の向上
あいづち機能を用いた 分散 BS 支援システム [24]	あいづち	ユーザが決定	状況に応じ 3 種の あいづちを入力	流暢性の向上
自律的情報提供 エージェント [25]	キーワード	連想辞書と ユーザの入力	直接・連想検索と 話題中心からの距離	有効な異質性の 抽出と提示
提案システム	キーワード	ウェブ上のテキスト とユーザの入力	入力と異なる カテゴリの単語	柔軟性と 流暢性の向上

てウェブから動的に画像を取得してユーザに提示する発想支援システム Idea Expander を開発した [19]。ブレインストーミングが進むにつれ思考が収束し、新しいアイデアを出しにくい状況を生み出しているという仮説に対し、画像を提示することによる視覚的刺激が発想に及ぼす影響を検証している。提示する画像データベースは Flickr *1 に投稿された画像 60 枚を用いて作成しており、それぞれの画像に付与されているタグを参考に、いくつかのカテゴリに画像を分類している。この分類をもとに、直近に議論されていたアイデアと関連する画像を提示する。

森ら [20] のシステムで使用されている連想度や上昇度は、通常よく用いられる語や複数のキーワードに注目したことにより浮かび上がってくる語を指しており、入力内容と同じグループもしくは関連の高いグループの語が提示される。

これらのシステムにおいては、直近に出たアイデアと関連の強いアイデアがでるようにサポートされている。この方法では、アイデア数を増加させることができる一方、前節で述べたように、提示されたヒントの影響を強く受け、結果的に特定のカテゴリに集中した発想になる恐れがある。

Wang らは Idea Expander における画像の提示方法についても言及している [21]。すでに出たアイデアとの関係を考慮せず、画像をランダムに選択しユーザに提示した場合、ブレインストーミングを支援する効果は得られなかつ

たと述べている。したがって、既出のアイデアとの関係をまったく考慮しないヒントの提示は発想の支援に有用であるとはいいがたい。

IdeaExpander [19] や金子 [18]、森ら [20]、南野ら [22] のシステムはユーザの入力に対して関連度の高いキーワードや画像を発想のヒントとして提示するが、提示された内容の影響を受けて議論が発散しない可能性がある。一方で、入力内容と関連度が低くランダムにヒントが提示される場合も効果が望めない [21]。また、テーマに対する知識量が影響することも明らかになっている [23]。古川ら [24] らのシステムではあいづち機能を用いることにより議論を促進しているが、具体的なアイデアを導くものではない。

これらの問題を解決するため、本研究では事前に収集した、テーマと関連のある文章の中に出現する単語の共起度を計算してヒントデータベースを作成し、ユーザが入力したアイデア内の単語に対して共起度の低い単語をヒントとして提示するシステムを提案する。

西本ら [25] は、文章から抽出した名詞の出現頻度や共起関係に基づいて話題空間を構築し、入力文に含まれる単語をもとに、関連度の強さが異なるキーワードを提示してアイデア生成に与える影響を議論している。関連の強い単語、あるいは弱い単語をキーワードとして、直接提示する方法、連想検索を行った結果を提示する方法を比較した結果、共起度の低い単語の提示が発散的思考の支援に有効であるという結論が得られており、本研究における提示単語を選出するための基本的なアイデアと一致する。これに対し、本研究では、連想辞書ではなく、事前にウェブから取

*1 Yahoo! Inc.: Flickr, available from (http://www.flickr.com/) (accessed 2013.08.30)

集した、発想を行うテーマに特に関連が強いテキスト情報に対して階層的クラスタ分析を適用し、ヒントデータベースを作成する。ヒントデータベース上の情報は、テーマに関して豊富な知識を持つ者にとっては想定内の内容であると考えられるが、本研究で対象とする知識の乏しいユーザにとっては、認識していない関係性が含まれる可能性がある。この認識していない関係性に基づくキーワードを優先して提示するために、階層的クラスタ分析の結果を利用して、入力されたアイデアと比較的関連の低い単語をヒントとして提示する。ヒントデータベース作成の時点で使用する情報のドメインを絞り、単語の共起度に基づき様々なカテゴリのキーワードを提示して、新たな連想のきっかけを提供する。

3. 共起度の低い単語を提示する発想支援システムの構築

3.1 設計方針

本研究では、既出のアイデアとの関連度の強さを考慮したヒントの提示によりアイデアの連想を促し、柔軟性と流暢性の向上を目指す。そのために、以下のようにシステムを設計する。

アイデア出しを行っているユーザが、何らかの外的働きかけがなければこれ以上のアイデアを出せないと感じた際に、システムにヒントの提示を求めることによって、システムはテーマに関連した単語を提示する。この際、既存研究とは異なり、多人数が投稿したテーマに関連のある文書データの中からユーザが入力したアイデアとは関連度の低い単語を選択するという、一定の関連性はあるが共起度は高くない単語を提示する仕組みを導入する。

(1) 流暢性の向上

まず、発想を行うテーマに関連したウェブ上のテキスト情報をあらかじめ収集する。収集したテキスト情報に対してテキストマイニングとクラスタ分析を適用し、共起度の高さにより単語をいくつかのクラスタに分類してヒントデータベースを作成する。ブレインストーミングの最中に、システムからの補助がなければさらなるアイデアを出すことが難しいとユーザが判断した場合、ユーザがシステムにヒント提示を求めることにより、ヒントデータベースとユーザが入力したアイデアに含まれる単語をもとに、システムがヒントを提示する。

(2) 柔軟性の向上

1章および2章で述べたように、提示されるキーワードによっては、結果的に出されるアイデアの柔軟性が低くなる恐れがある。そのため、ヒント提示の際に、ユーザがすでに入力したアイデアに含まれる単語がどのクラスタに属するかを検索し、単語出現率が最も低いクラスタから単語を提示する。この方法により、新たな連想のきっかけを提供し柔軟性を向上させることを目指す。



図 1 アイデア入力画面と入力されたアイデア一覧
Fig. 1 Form to register ideas and a list of registered ideas.

方針 (1), (2) に示したように、使用する情報のドメインをテーマに関連する内容に絞り、単語の共起度に基づいて適切なデータセットを作ったうえで、様々なクラスタに分類された単語をヒントとして利用して柔軟性の向上の支援を行う。さらに、ヒントの提示により流暢性をも向上させる。また、ユーザが入力したアイデアに出現した単語をもとに、システムが自動的に提示する単語を選択することによって、ユーザにヒント提示に関わる負担をかけないように設計する。

3.2 システム構成

本システム的前提として、ユーザであるブレインストーミングの参加者は1名以上であり、そのうち少なくとも1名は提案システムが起動している計算機上で、当人を含めたブレインストーミング参加者から出されたアイデアを入力するものとする。

アイデア入力者はクライアントとなる計算機上でアイデア入力を行う。図 1 はアイデアを入力する際に表示される画面である。上部のテキストボックスにアイデアを入力した後に送信ボタンもしくは Enter キーが押下されると、アイデアは MeCab [26] により単語に切り分けられる。これらの単語は、あらかじめ作成されたヒントデータベースの単語と照合される。

ヒントデータベースは、発想を行うテーマに関連したテキストデータを事前にウェブ上から収集して作成する。テキストデータを形態素解析により単語に切り分け、1つの文章中に出現する単語の組合せを抽出し、関連が強い単語の組合せを推測する。この結果、1つの文章中に出現することが多かった単語が同一のクラスタに分類される。ヒントデータベースの作成、操作には MySQL を使用している。ヒントデータベースはブレインストーミングを始める前に作成し、サーバ上で動作する。システム起動中は更新されない。

アイデア入力画面には、アイデアを入力するためのテキストボックスの横に「ヒント提示ボタン」が設けられている。ユーザがシステムの補助なしにこれ以上のアイ

表 2 就職活動に関するテキストデータの内訳
Table 2 Detail of text data on job hunting.

内容	数
総抽出語数	111,649 語
文	6,461 文
アンケート回答者数	1,663 人
アンケート項目数	3 項目

ディアが出せないと判断した際には、ヒント提示ボタンの押下により、システムにヒント提示を求めることができる。ユーザがヒント提示ボタンを押すと、クライアントシステムはサーバにヒント提示を要求する。サーバはヒントデータベースの中から、ユーザが入力したアイデアに含まれる単語に対して最も共起度の低いクラスタからヒントとなる単語を選択し、提示する。

3.3 ヒントデータベースの構築

3.3.1 使用するウェブページ

本システムでは、提示するヒントを集めたヒントデータベースの作成にウェブページ上のテキスト情報を使用する。テーマに一定の関連がある単語群を得たうえで、テーマに対する知識が乏しいユーザが関係性を把握していない可能性のある範囲の単語を優先して提示するため、すでに入力されたアイデアに含まれる単語に対して共起度の低い単語をヒントとして選択する。まず、テーマと関連したウェブページのテキスト情報を集め、テキスト形式で保存する。本論文では、著者らの所属する大学の就職活動支援室が管理するウェブページに投稿されたテキストデータを用いて、就職活動に関するヒントデータベースを作成する。このウェブページ内の内定者報告に寄せられた意見のうち「自分の勝因について」「反省点について」「後輩へのアドバイス」の3項目を利用した。集めたテキスト情報の解析にはKH Coder*2を使用した。収集した就職活動に関するテキストデータの内訳を表2に示す。ウェブページには、延べ1,663名が投稿し、句点により区切られた文の総数は6,461文であった。KH coderにおいて階層的クラスタ分析の対象とした単語は名詞のみで111,649語であった。

収集したテキスト情報はアンケートへの回答であるため、造語や口語的な表現が含まれる。「就職活動」を略した「就活」や「コミュニケーション能力」を略した「コミュ力」がその一例である。これらはすべて同じ言葉として取り扱う。表3は同じ言葉として取り扱った造語および略語の例である。対象となった単語は17語であった。

3.3.2 使用する単語領域

本システムで提示するヒントには、名詞のみを使用する。文献[11]では、1つの記事に現れる単語を、強関連語、弱関連語、無意味語の3種類に分類している。このうち無意

*2 樋口耕一：KH Coder, 入手先 (<http://khc.sourceforge.net/>)

表 3 同じ言葉として取り扱った造語および略語の一例
Table 3 Examples of coined words and abbreviations treated as the same words.

1つの単語とした言葉	造語および略語の内容
コミュニケーション能力	コミュニケーション+能力 or コミュ力
就職活動	就活
エントリーシート	エントリー+シート or ES
システムエンジニア	システム+エンジニア or SE

味語とは実質的に意味のない単語を指しており、英文における the や be 動詞などにあたる。本研究においても出現率に着目して単語を分類する。

まず、収集したテキストデータのうち、出現回数が10回未満の単語をテーマと特に関連が低い単語と判断し取り除く。この中には、漢字変換誤り、特定の業種に強く関連した「基板、製図、スケッチ、塾、造園、六法全書」などの単語や「ハイム、ガス、コーポレーション」のような細分化された企業名の一部、部活名、固有名詞などが主に含まれる。

次に、残りの単語を出現頻度に基づきおおよそ3分の1ずつに分類する。このうち、出現回数の多い単語群には、テーマに対する関連度が特に強く、ユーザにとってすでに関係性把握できている単語や無意味語が多く含まれると考えられる。また、出現回数の少ない単語群は、テーマとの関連が特に弱く、次項で述べるクラスタ分析を行う際に、要素数が2つや3つと少ないクラスタを多数生じる原因にもなる。このため、出現回数が中程度の単語群をヒントデータベース作成に使用する。前述の就職活動に関するテキストデータでは、出現回数が10回以上20回未満の単語は全体の35%、20回以上40回以下の単語は29%、41回以上出現する単語は36%であった。本テーマでは、中央30%にあたる出現回数20回以上40回以下の単語、98語を使用する。

3.3.3 階層的クラスタ分析

抽出語の間に存在する関連性を解析する方法として、本研究では階層的クラスタ分析を利用する。階層的クラスタ分析により、出現パターンの似通った単語の組合せを抽出する。出現パターンの判定には単語共起度を用いる。1つの文章中出现することが多かった単語が同じクラスタに分類される。クラスタ分析は、Web上に投稿された多数の文章を解析するための手法の1つとして、テキストマイニングやデータマイニングの分野において用いられることがある[27],[28]。本研究では、後述するヒント提示手法において、一定のクラスタ数と要素数が必要であるため、クラスタの分割数を設定可能なクラスタ分析を使用する。

図2に3.3.1項で述べたウェブテキスト全文に対して、KH Coderにより3.3.2項で示した単語についてクラスタ分析をした結果を示す。この樹状図では、左側のバーの長

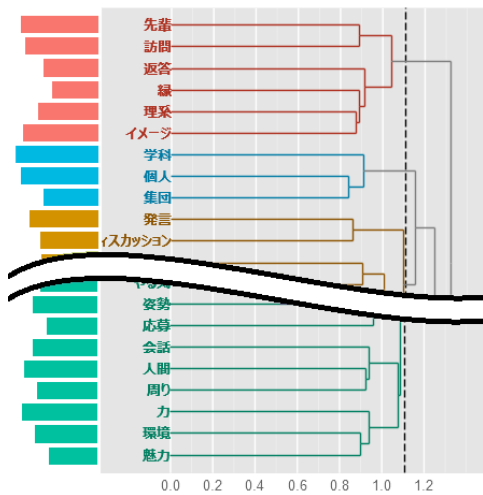


図 2 就職内定者報告全文に対するクラスタ分析結果

Fig. 2 Result of cluster analysis for the full text of the reports by prospective employees.

さで単語の出現頻度を、右側の線で単語間の関連の強さを表している。図 2 からは、上から 1 語目から 6 語目までに配置されている「先輩、訪問、返答、縁、理系、イメージ」の 6 つの単語が 1 つの文章内で同時に使われることが多く、その中でも特に先輩、訪問の出現数が多い、また関連が強いことなどを読み取ることができる。

3.3.4 不用語の削除

階層的クラスタ分析を適用してクラスタ分けされた単語において、それ単体では本来のアイデアの意図から離れてしまうものを不用語として削除した。慣用表現で使われやすい、腕、頭、目、口などの身体の一部や数字が不要語にあたる。不要語の判断はヒントデータベース作成者が樹状図に記載された単語を見て手動で行う。削除した不要語は全体で 6 語であった。不用語と、本文中の使用例を表 4 に示す。たとえば頭という単語は、本来の器官としての頭の意味ではなく、頭がいっぱいになる、頭が真っ白になるなどの慣用表現で使用されていた。

以上の手順により、ヒントデータベースを作成する。就職活動に関するテキストデータは、最終的に KH Coder により 10 個のクラスタに分類された。ヒントデータベースに使用された単語は図 2 内の姿勢、応募、会話、人間、周りなどの単語のほか、資格、エピソード、紹介、先生、相談、論文、事業、受け答えなどが含まれていた。

3.4 提示するヒントの自動選択

3.4.1 ユーザが入力したアイデアの記録

ユーザが入力したアイデアは、MeCab により形態素解析を行い単語に切り分ける。次に、切り分けられた単語がヒントデータベース内に存在するか検索する。ヒントデータベース内に同じ単語が存在した場合、すでに出現した単語としてデータベースに記録する。これにより、すでに出

表 4 不用語とその使用例

Table 4 Examples of unnecessary words.

不用語	使用例
頭	頭が良い、頭が真っ白、頭がいっぱい
身	研究で身につけた、知識を身につけた
目	目つき、目を合わせる
場	面接の場、アピールの場、働く場、展示場
1 つ	1 つ 1 つ、1 つの長所、1 つの職種
4	4 月、4 年間、4 回の面接

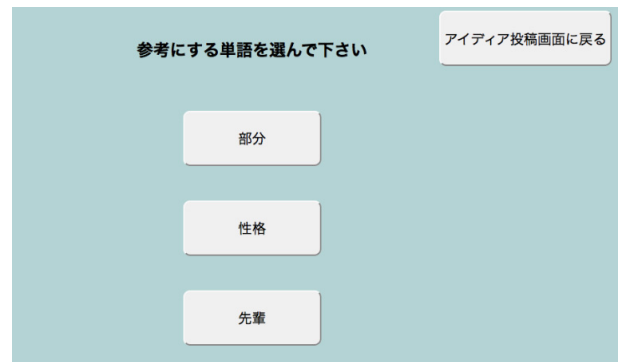


図 3 ヒント提示画面

Fig. 3 Screen providing three hints.

現したアイデアを単語で記録する。

ユーザが入力したアイデアは、ユーザ自身もアイデア投稿画面でつねに参照することができる。アイデアを入力する画面である図 1 の下部には、ユーザが入力したアイデアがリストとして表示されている。入力済みのアイデアのリストには、アイデア本文のほか、送信ボタンを押した時刻が組となって上から順に表示される。

3.4.2 提示するヒントの自動選択

ヒントの提示にあたり、まずどのクラスタに属する単語を提示するかを決定する。ヒントデータベースには、すでにユーザが入力したアイデアの中に出現した単語が記録されているため、クラスタごとに記録済み単語の出現率を計算する。たとえば、5 個の単語からなるクラスタにおいて、2 個が既出の単語であれば、出現率は 0.4 となる。本システムでは、設計方針 (2) に示したとおり、直近に出たアイデアと関連のある単語をヒントとして提示した場合、結果的に特定のカテゴリに収束してしまうという問題を解決するため、単語出現率の最も低いクラスタより単語をヒントとして提示する。また、すでに入力アイデア内に出現した単語はヒントとして提示しない。画面上にヒントが提示されている様子を図 3 に示す。ユーザが提示されている 3 つのヒントのうちの 1 つを選択すると、図 1 に示した画面に戻る。システムは提示されたヒントを記録し、アイデア中に出現した単語と同様に記録済み単語の出現率に利用する。また、選択されたヒントが属するクラスタを記録し、連続して同じクラスタの単語を表示しないよう、次

回のヒント提示においては直近のヒント提示で選択されたクラスタからは候補を提示しない。ヒントを選択せずに、右上のボタンを押してアイデアを入力する画面に戻ることも可能である。

4. 適用実験と考察

4.1 適用実験の目的

提案システムの有効性を検証するために、以下の2つの仮説を立て実験を実施した。

仮説1：提案システムはアイデア数を増加させる

仮説2：提案システムは多様なアイデアを出す手助けをする

仮説1, 仮説2によって、それぞれ設計方針(1) 流暢性の向上, 設計方針(2) 柔軟性の向上に従ってシステムが構築されているかを検証する。

4.2 適用実験の概要

大学生および大学院生 20 名を対象に実験を実施した。被験者らは数回の発想法の経験を持つが、議論をリードできる程度には習熟していない。実験の手順は以下のとおりである。学生個人に対し「就職(内定)するには」というテーマで30分間アイデア出しを行うよう依頼した。実験は2回行い、ヒント提示機能を利用したアイデア出しと、ヒント提示機能を利用しないアイデア出しをそれぞれ1回ずつ行った。ヒント提示機能を利用したアイデア出しは提案システムを使用して行い、被験者は随時ヒント提示ボタンを押すことができる。ヒント提示機能を利用しないアイデア出しでは、提案システムのアイデア入力画面からヒント提示ボタンを取り除き、ヒントを提示できないようにしたシステムを使用する。各実験の終了後、アンケートによってヒント提示機能、システムの使いやすさ、また生成されたアイデアについての評価を行った。

被験者のテーマに関する知識量の差を考慮し、内定取得経験あり群、就職活動中で内定取得経験なし群、就職活動経験なし群の3群に分けた。1回目のアイデア出しが2回目のアイデア出しに影響する可能性を考慮し、1回目の実験より3日以上経過してから2回目の実験を行った。加えて、順序効果を考慮して1回目にヒント提示機能を利用する被験者と、ヒント提示機能を利用しない被験者のカウンターバランスをとった。

ヒントデータベースの作成には、被験者らが所属する大学の就職活動支援室が管理するウェブページのうち、工学系学部学生向けに作成された内定者報告フォームに寄せられた意見を利用した。ヒント提示機能ありのシステムを使用した実験において、一度に提示される単語の数は3つである。被験者にはシステム利用後、システムに関するアンケートへの回答を依頼した。

表 5 被験者が出したアイデア数

Table 5 Number of ideas.

被験者 ID	就職活動経験	ヒント提示		ヒント由来
		なし	あり	
1	なし	32	31	10
2	内定取得経験あり	43	55	10
3	内定取得経験あり	39	64	28
4	なし	54	72	13
5	なし	16	34	22
6	内定取得経験あり	50	39	10
7	就職活動中	33	39	13
8	就職活動中	36	50	9
9	就職活動中	53	58	11
10	内定取得経験あり	31	52	16
11	内定取得経験あり	45	73	13
12	内定取得経験あり	25	22	9
13	内定取得経験あり	19	22	13
14	なし	47	49	16
15	内定取得経験あり	25	56	23
16	なし	69	91	21
17	就職活動中	21	43	22
18	なし	47	51	7
19	就職活動中	37	43	16
20	就職活動中	61	56	20
平均		39.2	50.0	15.1
標準偏差		14.0	16.7	5.65

・右3列の数字はアイデア数であり、単位は(個)である。

表 6 一度に表示してほしいヒントの数

Table 6 Number of hint displayed at a time.

ヒント数(個)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
回答者数(人)	2	2	6	4	4	0	1	0	0	1

4.3 実験結果と考察

4.3.1 流暢性に関する考察

本実験における被験者の就職活動経験についての情報、ヒント提示機能を利用した実験の種別、実際に出たアイデア数、アイデア数の平均と標準偏差を表5に示す。右端の数字は、ヒント提示ありの際に、提示されたヒントから発想されたアイデアの数である。この数字は、実験終了後に被験者が入力したアイデアの一覧を見せ、提示されたヒントから発想されたアイデアに印をつけるよう依頼して算出した。表6は一度に提示してほしいヒントの数に関するアンケート結果である。本実験では一度に提示するヒント数は3としたが、アンケートにおいては自由に数を記入するよう求めた。表中の数字は、その数を回答した被験者数である。

流暢性に関する仮説1「提案システムはアイデア数を増加させる」について考察を行う。表7に、実験後に被験者に依頼した5段階評価のリッカートスケールによる評価結果を示す。評価尺度は、1が強く同意しない、5が強く

表 7 ヒント提示機能に関するアンケート結果

Table 7 Result of questionnaire survey on hint providing function.

質問項目	評価値					中央値	最頻値
	1	2	3	4	5		
(1) ヒントの提示はアイデアの連想に役に立った	0	0	1	9	14	5	5
(2) 忘れていた項目を思い出させてくれた	0	0	0	9	11	5	5
(3) ヒントなしでは思いつかなかったようなアイデアが出せた	0	2	7	6	5	4	3
(4) テーマに対して幅広くアイデアを出せた	0	0	4	10	6	4	4
(5) ヒントの表示操作は負担に感じなかった	0	1	3	8	8	4	4, 5
(6) アイデア登録は簡単だった	0	0	1	3	16	5	5

・評価 1 から評価 5 までの単位は (人) である。

・評価尺度は、1: 強く同意しない, 2: 同意しない, 3: どちらでもない, 4: 同意する, 5: 強く同意する である。

同意するである。

表 7(1)「ヒントの提示はアイデアの連想に役に立った」の項目および表 7(2)「忘れていた項目を思い出させてくれた」の項目に対して「強く同意する」から「強く同意しない」の 5 段階から選択してもらったところ、両項目において中央値 5、最頻値 5 を得た。これに対し、表 7(3) および (4) においては、表 7(1), (2) と比較して高い値は得られなかった。この結果から、ヒント提示機能は奇抜なアイデアを促すものではなく、発想テーマについて詳しい者が何らかの意見を出せば連想できたと考えられるアイデアを出すことができたと思われていることが分かる。アイデアを登録する作業やヒントを表示する作業がアイデア出しに与えた影響については、表 7(5), (6) に示すとおり、負担を感じなかったと回答する被験者が多かった。就職活動経験なし、活動中、内定取得の 3 群に対して、表 7(1) から (4) までの各評価ごとに Steel-Dwass の方法による検定を行った結果、すべての質問項目について $p > .05$ となり、群の間での有意差は認められなかった。この結果から、就職活動の経験によらず同様の回答をしていることが確かめられた。

実際に得られたアイデアの数については、表 5 に示すように、ヒント提示機能ありの場合において、なしの場合に比べ 10.8 個増加した。増加率は 1.28 倍である。就職活動経験別に見ても、経験なし、活動中、内定取得の 3 群すべてで平均アイデア数が増加していた。また、ヒント提示機能あり、なしの 2 群について t 検定を行ったところ、 $p < .01$ という検定結果が得られ、有意差が認められた。したがって、提案システムの利用によりアイデアの数を増やすことができたと考えられる。

流暢性の向上に関して既存システムとの比較を行う。IdeaExpander [19] では、14 分間の実験の結果、画像のヒント提示によりアイデア数が被験者平均 12.0 個から 14.3 個に増加した。IdeaExpander と同様に、画像を使用した発想支援システム GUNGEN-PHOTO [29] では、テキストのみの場合と比較して画像使用時には平均 23.7 個から 42.0 個に増加した。それぞれの増加率は、1.19 倍および

1.77 倍である。これに対し、提案システムの増加率は 1.28 倍であった。IdeaExpander や提案システムが、システム使用時に入力された文章に対して関連する画像や単語をウェブ上の関連する情報から提示するシステムである一方、GUNGEN-PHOTO は事前に被験者らが「施設内で改善して欲しいところ」などのテーマに沿って実際に撮影してきた写真を共有してヒントとして利用するシステムであることを考慮すると、厳密な意味において増加率を比較することはできないが、提案システムの流暢性の向上の度合いは、他のシステムと同程度の数値であることが確認された。

次に、西本ら [25] の提案した自律的情報提供エージェントを比較対象として、流暢性の評価を行う。西本らは 1 回の実験あたりの作業時間、被験者数、被験者が 1 つのアイデアを思いつきそれを記述するまでに要する時間などをもとに、システムによる支援が行われなかった場合に対するアイデア断片生成促進能力の比を算出している。本論文において実験により得られたヒント提示ありの場合のアイデア数と、ヒント提示なしの場合のアイデア数を使用して、文献 [25] における計算式によりアイデア断片生成促進能力の比を算出したところ、1.290 という値が得られた。この数値は西本らが最も影響が高かったとする空白直接検索を用いた情報提供における 1.235 という値に近く、話題直接検索など他の検索方法における数値と比較して高い。ヒント提示機能を使うために要する時間を考慮しても、先行研究と同程度の効果が得られたことが確かめられた。

4.3.2 柔軟性に関する考察

ヒント提示機能を用いた既存の発想支援システムでは、発想するテーマと関連がある文章からヒントデータベースを作成し、ユーザがすでに出したアイデアと関連の強いヒントを提示する。これにより、結果的に柔軟性の低い発想になる可能性がある点を問題としてあげた。本システムではアイデアの柔軟性を向上させるために、ヒントデータベースからユーザがすでに出したアイデアと比較的関連の低い単語をヒントとして提示した。実験の結果から、仮説 2「提案システムは多様なアイデアを出す手助けを

表 8 アイディアの分類に使用した項目
Table 8 Items used to categorize ideas.

項目	リクナビ 2014	マイナビ 2013	日経就職 ナビ 2013	学情ナビ 2013	合計
インターンシップ	○				1
自己分析	○	○	○	○	4
業界研究	○	○	○	○	4
企業研究	○	○	○	○	4
合同説明会	○				1
会社説明会	○	○	○		3
OB・OG 訪問	○		○		2
エントリー	○	○	○		3
ES, 履歴書	○	○	○	○	4
筆記試験	○		○		2
面接 (個人, 集団)	○	○	○	○	4
グループディスカッション		○			1

・○は就職活動のスケジュールを示したウェブページ内に記載のあった項目である。
・右端の数字は、各項目について記載があった就職活動ポータルサイトの数である。

する」について考察を行う。

発想するテーマは「就職 (内定) するには」であり、就職活動における主な段階別に項目を設け、実験結果のアイデアを分類して柔軟性を調べる。就職活動における主な段階の分類には、就職活動支援を目的にしたウェブページに記載されている就職活動スケジュールを用いた。

就職活動支援ウェブページは、代表的な就職活動ポータルサイトのうち、リクナビ 2014^{*3}、マイナビ 2013^{*4}、日経就職ナビ 2013^{*5}、学情ナビ 2013^{*6}の4種を対象とした。これらのポータルサイト内には就職支援、就職対策の特集ページがあり、自己分析、エントリーシートの記入など、段階ごとに対策コンテンツを掲載している。これらの特集ページのうち、2種以上のウェブページで掲載されている項目を就職活動スケジュールにおける主な項目とした。

各ウェブページで記載されている就職活動の主な項目を表 8 に示す。表中の○の箇所は掲載があった項目、印がない箇所は掲載がなかった項目である。合計 2 種以上の就職活動支援ウェブページに掲載があった項目は、自己分析、業界研究、企業研究、会社説明会、OB・OG 訪問、エントリー、ES・履歴書、筆記試験、面接の 9 項目であり、実験で出たアイデアをこの 9 つの項目に分類した。図 4 に各被験者が出したアイデアの項目数を、表 9 に平均と標準偏差を示す。図の横軸は被験者 ID であり、表 5 と対応する。また、図 4 の縦軸および表 9 中の数字は項目数であ

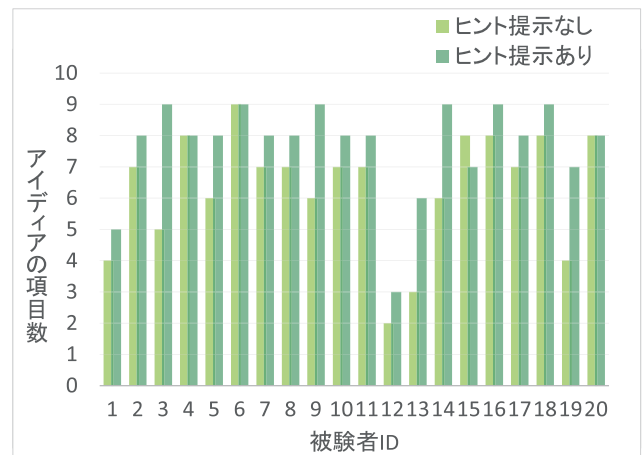


図 4 各被験者が出したアイデア項目数の比較

Fig. 4 Comparison of number of idea item for each subject.

表 9 アイディア項目数の平均と標準偏差

Table 9 The mean and standard deviation of idea item.

	ヒント提示	
	なし	あり
平均	6.4	7.7
標準偏差	1.8	1.5

・単位は (項目) である。

り、最大 9 項目である。各項目に関するアイデアを出した被験者の人数を、ヒント提示機能なしの実験とありの実験ごとに表 10 にまとめる。

図 4 に示すように、アイデア項目数に関して、ヒント提示機能なしの条件においてヒント提示機能ありの条件を上回った被験者は ID:15 の 1 名のみであった。

全 9 項目のうちヒント提示機能なしの場合では、1 人あたり平均 6.4 項目についてアイデアが出た。これに対し、ヒント提示機能ありの場合では 1 人あたり平均 7.7 項目についてアイデアが出されている。t 検定の結果は $p < .01$

*3 株式会社リクルートキャリア：入手先 (http://job.rikunabi.com/2014/contents/article/edit_schedule_index/u/?isc=r1rm00001485) (参照 2013-02-11)

*4 株式会社マイナビ：入手先 (<http://job13.mynavi.jp/conts/2013/schedule/?1359672941887>) (参照 2013-02-11)

*5 株式会社日経 HR：入手先 (<https://job.nikkei.co.jp/2013/open/process/flow/03.html>) (参照 2013-02-11)

*6 株式会社学情：入手先 (http://www.gakujo.ne.jp/2013/howto/hwt_index.aspx) (参照 2013-02-11)

表 10 各項目のアイデアを出した人数
Table 10 Number of subjects for each item.

項目	ヒント提示	
	なし	あり
自己分析	17	20
業界研究	11	15
企業研究	18	17
会社説明会	16	16
OB・OG 訪問	6	16
エントリー	9	15
ES, 履歴書	17	18
筆記試験	15	18
面接	18	19
平均	14.1	17.1
標準偏差	4.1	1.7

・単位は (人) である。

であり、有意差があることが確認された。この結果から、ヒント提示機能を利用することで、ヒント提示機能を利用しない場合と比べ、1項目以上多くアイデア出しを行うことができ、柔軟性を向上させることができたと考えられる。

次に、表 10 に示す各項目のアイデアを出した人数について考察する。まず、業界研究の項目に着目する。ヒント提示機能を利用しない場合では、被験者の約半数にあたる 11 名がこの項目についてアイデアを出していた。しかし、ヒント提示機能を利用した場合では、15 名がこの項目についてアイデアを出すことができた。同様に OB・OG 訪問の項目に着目すると、ヒント提示機能を利用することにより、アイデアを出すことができた被験者数が 6 名から 16 名に増加した。このように、ヒント提示ありの場合において、各項目に対してアイデアを出している被験者の人数が全体的に増加している。ヒント提示ありとなしの場合に対し、分散について検定を行った。F 検定の結果、棄却域を 1% としたときの F 値は 6.14 であり、F 境界値 $F(8, 8; 0.01) = 6.03$ を上回った。したがって、この 2 群の分散の間には差があることが確認された。標準偏差はヒント提示なしの場合が大きく、ばらつきが大きいことが示されている。また、平均値はヒント提示ありの場合が上回っている。これらの結果から、ヒントが提示されたことによって、なしの場合と比較して各項目に対して偏りなくアイデアが出されていることが確認された。

以上の結果から、提案システムはアイデアそのものの数を増加させるとともに、同じような内容のアイデアだけでなく、多様な項目にわたりアイデアを出すための補助として効果があったと考えられる。

4.3.3 アイデアの類似性に関する考察

本論文で実施した実験では、1 回目のアイデア出しから 3 日以上期間をおいて 2 回目のアイデア出しを行った。この 3 日間という期間に対し、1 回目の実験が 2 回目

の実験に影響を及ぼす可能性があることを考慮し、就職活動経験の有無や実験実施の順序により生じる影響について議論する。

分析は、就職活動経験の有無、ヒント提示機能使用実験の順序の別によるアイデアの内容の変化に着目して行う。2 度のアイデア出しにおいて重複、類似していたアイデアには「友人と情報共有する」「OB 訪問する」「ポートフォリオ (作品集) を作る」などがあつた。一方、「身だしなみのチェックを怠らない」というアイデアは、服装のほか、髪型や化粧、爪の状態、姿勢につねに注意を払うという意味であると考えられ「清潔感を出す」というアイデアと類似はしているが、重複はしていない。どのアイデアが他のアイデアと、どのような観点においてどの程度類似していると感じるかはについては、単純に重複の有無、類似度により比較することが困難である。このため、八木下の文章評価手法 [30] を参考に、独自性、便利さ、個人的魅力、一般的魅力、具体性、実現可能性、応用可能性の 7 項目に対してアイデアの質に関する評価を行った。

被験者は大学生 6 名であり、就職活動経験ありが 2 名、就職活動中が 2 名、就職活動経験なしが 2 名である。評価対象は 4.2 節で述べたアイデア出し実験において得られたアイデアである。本実験の被験者には、アイデア出し実験の被験者 n が 1 回目のアイデア出しと 2 回目のアイデア出しで記録したアイデアを一覧として別の紙に印刷して提示し、まず内容を把握するよう伝えた。どちらがヒント提示機能を使用して行われたアイデア出しで得られたアイデアかは伝えない。次に質問紙を渡し、上記の 7 項目に対して評価の記入を依頼した。評価値は、5 を「どちらともいえない」とし、1 および 9 が「絶対的に A/B にある」、2 および 8 が「かなり A/B にある」、3 および 7 が「A/B にある」、4 および 6 が「やや A/B にある」である。被験者らは、それぞれ 2 名分のアイデアに対して評価を行った。提示したアイデアは合計 12 名分である。12 名の内訳は、ヒント提示機能を先に使用した被験者が 6 名、後に使用した被験者が 6 名である。また、内定取得経験ありが 5 名、就職活動中および就職活動経験なしが 7 名である。

表 11 に評価結果を示す。被験者により、A, B は適宜入れ替えたが、結果はすべて A をヒント提示機能を使用せずに行った実験データ、B をヒント提示機能を使用して行った実験データと変換した。表中の先、後は、ヒント提示機能の利用の順序を指す。実験の結果、7 項目すべてにおいて、ヒント提示機能を使用した条件において出されたアイデアに対してより高い評価が得られた。また、被験者の記述回答において、ヒント提示機能なしのアイデアに対しては「ありきたりなアイデアが多い」「自分でもすぐに思いつくものが多い」、ヒント提示機能ありのアイデアに対しては「具体的なものが多い」などの意見が得られた。

表 11 アイディアの質に関するアンケート結果

Table 11 Result of questionnaire survey on quality of ideas.

質問項目	ヒント 提示	評価値									中央値	最頻値
		1	2	3	4	5	6	7	8	9		
独自性	先	0	0	0	1	0	2	3	0	0	6.5	7
	後	0	0	0	1	1	2	1	1	0	6.0	6
便利さ	先	0	0	0	0	0	2	3	1	0	7.0	7
	後	0	0	2	0	0	2	1	1	0	6.0	6
個人的魅力	先	0	0	0	1	0	3	1	0	1	6.0	6
	後	0	1	0	0	0	2	2	1	1	6.5	6
一般的魅力	先	0	0	0	0	1	3	1	1	0	6.0	6
	後	0	0	0	1	1	2	2	0	0	6.0	6, 7
具体性	先	0	0	0	0	1	1	2	1	1	7.0	7
	後	0	0	1	1	1	0	3	1	0	6.0	6
実現可能性	先	0	0	0	0	3	3	0	0	0	5.5	5, 6
	後	0	0	0	2	4	0	0	0	0	5.0	5
応用可能性	先	0	0	0	1	0	3	1	1	0	6.0	6
	後	0	0	0	1	1	4	0	0	0	6.0	6

- ・評価 1 から評価 9 までの単位は (人) である。
- ・評価尺度は、5: どちらともいえない, 1, 9: 絶対的に A/B にある, 2, 8: かなり A/B にある, 3, 7: A/B にある, 4, 6: やや A/B にある である。
- ・表中の「先」はヒント提示機能利用実験を 1 回目に行った被験者の出したアイディアに対する評価である。同様に「後」は 2 回目にヒント提示機能を利用した被験者らによるアイディアに対する評価である。

実施順による影響が残っており類似度の高いアイディアが多く含まれている場合、評価値が5の付近になる、あるいは、記述回答において大きな差はないという意見が得られると考えられる。しかしながら、ヒント提示機能の使用順序によらず、被験者からはヒント提示機能を使用して得られたアイディアに対してより高い評価が得られた。また、使用順序の異なる両群に対し、Wilcoxon の順位和検定を行った結果、いずれの項目においても有意差は見られなかった。同様に、内定取得経験の有無が異なる両群に対して Wilcoxon の順位和検定を行ったところ、すべての項目において有意差が見られなかった。以上の結果より、3日間という間隔をあけて実施した 4.2 節の実験においては、実施順序や就職活動経験による影響は少ないと考えられる。

4.3.4 時間経過に関する考察

入力単語とヒントとの関連度の上昇と、時間経過が及ぼす影響に関して分析する。提案システムは、最初に提示されるヒントが最も共起度が低く、ヒント提示回数が増えるにつれ、共起度が高くなる。このため、関連度が強まるにつれ、アイディアが出づらくなる可能性が考えられる。

分析に際して、各クラスタに割り振られた単語数に差があること、すでに出されたアイディアに含まれる単語の傾向が被験者により異なることから、単純にクラスタの参照回数、提示順、ヒント由来のアイディア数のみで比較することは困難である。また、複数のクラスタに属する単語を組み合わせて発想されているアイディアもあるため、各被験者が出したアイディア全体に対し、ヒント由来のアイディアが入力された時刻に着目して分析を行った。

実験開始後、被験者がヒント提示ボタンを押し、初めてヒント由来のアイディアが出された時刻は、実験開始から平均 468 秒後であった。標準偏差は 299 秒であり、全体のヒント参照数とヒント提示開始時刻に相関関係は見られなかった。また、1つ前のアイディアが入力された後、ヒント提示ボタンが使用され新たなアイディアが入力されるまでの経過時間に関しても 9 秒から 211 秒と幅があった。

初めてヒント提示ボタンを押下した時刻について、平均値の前後で大きな差が見られたため、456 秒以前に押下された A 群と、598 秒後以降に押下された B 群に分割した。A 群には 13 名含まれており、平均 282 秒、標準偏差は 118 秒である。B 群には 7 名が含まれており、平均は 815 秒、標準偏差は 212 秒であった。ヒント提示ボタン押下の時刻が遅い B 群に属する被験者に対しては、実験終了間際になってもヒント由来のアイディアが連続して入力される傾向が見られた。一方、押下する時刻が早かった A 群の被験者は、終了時刻が近づくにつれヒント由来のアイディアの割合が減る傾向が見られた。この傾向は、早い段階でヒント提示を求めていた被験者は、時間がたつにつれ共起度が高いヒントが提示されるようになり、一方、遅い段階でヒント提示を求めた被験者には実験終了まで有効なヒントが提示されていたことが原因の 1 つとして考えられる。本論文において想定している 30 分程度の時間で行うアイディア出しであれば、ヒント由来のアイディアがなくなるわけではないため問題は少ないと考えられるが、他の要因が関連している可能性も存在するため、今後、原因を切り分けられるような実験デザインによる比較実験を行ったうえ

で、詳細に分析を行う必要がある。

4.3.5 インタフェースに関する考察

テーマに関する知識の乏しいユーザを対象ユーザとする提案システムにおいて、提示される単語が1つである場合、その単語から発想を広げられない可能性があるため、複数のヒントを提示するインタフェースとした。実験後に実施したアンケートにおいて、ヒントの提示は1つだけでよいと回答した被験者は表6に示すとおり2名のみであり、10名の被験者が実験で提示した3個よりも多い、4個以上の提示を求めている。

一方、被験者らは提示されたヒントのうちの1つだけを参考にしてはいるのではなく、画面に提示された複数の単語を記憶して参考にしてきた可能性がある。また、過去に一度参考にした単語に、新たに提示された複数の単語を組み合わせる新たなアイデアを生成している例も見られた。この点をふまえ、一度提示した単語はつねに画面上に表示しておくなど、単語の影響力を一定にしたインタフェースを作成し、影響を検討する必要があることが明らかになった。

5. おわりに

本研究では、発想テーマに関する知識を十分に持たない者のみで行われるブレインストーミングにおいて、アイデア出しが停滞した際、新たな連想のきっかけを与える発想支援システムを提案した。本システムは、事前に収集した、発想を行うテーマに関連したテキスト情報をもとに、共起度に基づき単語をいくつかのクラスタに分類する。発想法を行う段階において、ユーザが入力したアイデアの中に含まれる単語が、どのクラスタに含まれるかを検索し、共起度の低いクラスタから単語を自動的に選択して提示する。このシステムの利用により、アイデアの連想を促してアイデアの柔軟性を向上させるとともに、アイデア数を増加させることを目指した。提案システムを実装し、ヒント提示機能がないシステムとの比較実験を行った結果、以下のことが確認できた。

被験者20名が出した平均アイデア数は、ヒント提示機能なしでは39.2個、ヒント提示機能ありでは50.0個であり、本システムの利用によってアイデアの数を1.28倍に増やすことができた。また、就職活動の項目として設定した全9項目のうち、ヒント提示機能なしの場合では1人あたり平均6.4項目についてアイデアが出たのに対し、提案システムでは7.7項目についてアイデアが出された。以上の流暢性、柔軟性に関する結果から、提案システムのヒント提示機能は、多様な項目のアイデアを出す効果があるとともに、アイデアの数を増やす効果があることが確かめられた。

今後は、提示するヒント数をユーザ自身が自由に変えられるなど、アイデア入力画面に関するインタフェース面

の改善を行い、よりユーザの負担を軽減することが必要である。また、ヒントデータベース作成段階における単語の分類方法の妥当性の検証も課題の1つである。本論文では被験者を学生、テーマを就職活動として実験を実施したが、実験に利用しなかったテーマの1つに「理想の結婚相手」がある。ウェブ上で公開されている婚活ポータルサイトへの書き込みを収集してヒントデータベースを作成した。今後、これらのヒントデータベースを利用して、就職活動以外のテーマについても同様の結果を得られるか検証するとともに、アイデアの質に関する調査を行うことが課題としてあげられる。さらに、単語分類方法の検討だけではなく、ヒントデータベース作成に使用する文書の執筆者の、テーマへの理解度の違いについても検討を行う必要がある。学生の就職活動報告をもとに構築したヒントデータベースとは異なり、企業の就職担当者のようなテーマに対して非常に詳しい執筆者らにより作成された文章の使用が、ヒントデータベース構築や単語の提示に与える影響に関して分析を行うことが今後必要である。

参考文献

- [1] Guilford, J.P.: Three faces of intellect, *American Psychologist*, Vol.14, No.8, pp.469-479 (1959).
- [2] 加藤昌治: 考具, 阪急コミュニケーションズ (2003).
- [3] トニー・ブザン, バリー・ブザン, 神田昌典 (訳): ザ・マインドマップ, ダイアモンド社 (2005).
- [4] Osborn, A.F.: *Applied imagination*, New York, Scribners (1953).
- [5] 國藤 進: 発想支援システムの研究開発動向とその課題, 人工知能学会誌, Vol.8, No.5, pp.552-559 (1993).
- [6] 川喜田二郎: 発想法, 中公新書 136 (1967).
- [7] 小山雅庸, 河合和久, 大岩 元: カード操作ツール KJ エディタの実現と評価, コンピュータソフトウェア, Vol.9, No.5, pp.416-431 (1992).
- [8] XMind Ltd.: XMind, available from (<http://jp.xmind.net>) (accessed 2014-08-05).
- [9] 菅原正剛, 牧野光則: Microsoft PixelSense を用いたブレインストーミング法支援システム, 映像情報メディア学会技術報告, Vol.37, No.17, pp.19-22 (2013).
- [10] 高橋 誠: 新編創造力事典, 日科技連出版社 (2002).
- [11] 西本一志, 望月研二, 岸野文郎: 発想支援システムに関する一考察, 情報処理学会第46回全国大会講演論文集, Vol.46, No.6, pp.283-284 (1993).
- [12] 宗森 純, 由井蘭隆也, 井上智雄: アイデア発想法と共同作業支援, 共立出版, p.25 (2014).
- [13] 佐々井良岳, 池田晃一, 本江正茂: ブレインストーミングにおけるアイデアの質と量に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, E-1 分冊, pp.931-932 (2010).
- [14] 折原良平: 発散的思考支援ツールの研究開発動向, 人工知能学会誌, Vol.8, No.5, pp.560-567 (1993).
- [15] 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).
- [16] ロバート・W・ワイスバーク, 大浜幾久子 (訳): 創造性の研究, メディアファクトリー (1991).
- [17] 渡部 勇: 発散的思考支援システム Keyword Associator, 計測自動制御学会合同シンポジウム論文集, pp.411-418 (1991).

- [18] 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，北陸先端科学技術大学院大学（オンライン），入手先 (<http://hdl.handle.net/10119/734>)（参照 2013-08-30）。
- [19] Wang, H.C., Cosley, D. and Fussell, S.R.: Idea Expander: Supporting Group Brainstorming with Conversationally Triggered Visual Thinking Stimuli, *Proc. 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2010)*, pp.103-106, ACM (2010).
- [20] 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，DPS1994-12, pp.133-140 (1994).
- [21] Wang, H.C., Fussell, S.R. and Cosley, D.: From diversity to creativity: Stimulating group brainstorming with cultural differences and conversationally-retrieved pictures, *Proc. 2011 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work (CSCW 2011)*, pp.265-274, ACM (2011).
- [22] 南野謙一, 照井孝幸, 木下哲男：創造的な課題解決を支援するグループ発想支援システム，電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J91-D, No.2, pp.166-177 (2008).
- [23] 森田悠斗：個人用発散的思考支援システムにおける関連語の提示と知識量との関係性に関する研究，北陸先端科学技術大学院大学（オンライン），入手先 (<http://hdl.handle.net/10119/10487>)（参照 2013-08-30）。
- [24] 古川洋章, 羽山徹彩, 國藤 進：あいづち機能を用いた分散ブレインストーミング支援システム，情報処理学会研究報告，GN2010-75, pp.1-8 (2010).
- [25] 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).
- [26] 京都大学情報学研究科—日本電信電話株式会社コミュニケーション科学基礎研究所共同研究ユニットプロジェクト：MeCab（オンライン），入手先 (<https://code.google.com/p/mecab/>)（参照 2013-08-30）。
- [27] 石川 博, 新美礼彦, 白石 陽, 横山昌平：データマイニングと集合知—基礎から Web, ソーシャルメディアまで，共立出版 (2012).
- [28] 安藤俊幸：テキストマイニングと統計解析言語 R による特許情報の可視化，情報管理，Vol.52, No.1, pp.20-31 (2009).
- [29] Kokogawa, T., Maeda, Y., Matsui, T., Itou, J. and Munemori, J.: The Effect of Using Photographs in Idea Generation Support System, *Journal of Information Processing*, Vol.21, No.3, pp.580-587 (2013).
- [30] 八木下和代, 宗森 純, 首藤 勝：内容と構造を対象とした KJ 法 B 型文章評価方法の提案と適用，情報処理学会論文誌，Vol.39, No.7, pp.2029-2042 (1998).



伊藤 淳子（正会員）

2001 年大阪大学大学院基礎工学研究科情報数理系専攻博士前期課程修了。2005 年京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻博士課程単位取得退学。同年和歌山大学システム工学部助手。2007 年より同大学助教。修士（工学）。2006 年度本会第 63 回 GN 研究会優秀発表賞受賞。対人コミュニケーション，対話における非言語情報とその表現，モバイルグループウェアに関する研究に従事。ヒューマンインタフェース学会会員。



東 孝行

2013 年和歌山大学システム工学部デザイン情報学科卒業。同年株式会社日本総合研究所入社。現在に至る。在学中は発想支援システムに関する研究に従事。



宗森 純（フェロー）

1979 年名古屋工業大学電気工学科卒業。1981 年名古屋工業大学大学院工学研究科修士課程修了。1984 年東北大学大学院工学研究科電気及通信工学専攻博士課程修了。工学博士。同年三菱電機（株）入社。鹿児島大学工学部助教授，大阪大学基礎工学部助教授，和歌山大学システム情報学センター教授を経て，2002 年同大学システム工学部デザイン情報学科教授。現在，評議員を兼務。1997 年度本会山下記念研究賞，1998 年度本会論文賞，2005 年 KES '05 Best Paper Award をそれぞれ受賞。本会グループウェアとネットワークサービス研究会主査，本会理事等を歴任。グループウェア，形式的記述技法，神経生理学等の研究に従事。IEEE，ACM，電子情報通信学会各会員。