

# オンライン創発会議に向けたマインドマップ生成に基づく 議論刺激システム

何 一澎<sup>1,a)</sup> 吉田 直人<sup>1,b)</sup> 上野 楓<sup>2,c)</sup> 米澤 朋子<sup>2,d)</sup>

**概要:** 本研究では、オンライン創発会議におけるアイデア生成を支援するため、議論中にマインドマップをユーザに記述させ、その内容に基づき議題のサブトピックを提案することで、議論を促進するシステムを提案する。1) ユーザの議論状態をチェックして、議論が滞った場合に議論刺激システムを起動、2) ユーザに選ばせたマインドマップ内の複数ノードを基に、関連する論文タイトルを提示、3) 再度ユーザの議論が滞った場合に、キーフレーズ抽出に基づくサブトピック候補を提示、4) ユーザに複数のサブトピックを提示し選ばせたサブトピックをキーワードとし再度検索した論文タイトルを提示し、5) 最後に4) で選んだ新規サブトピックを加えマインドマップを更新する。

**キーワード:** オンライン創発会議, アイデア生成, マインドマップ, キーフレーズ抽出

## Discussion Stimulation System Based on Mind-map for Online Creation Meeting

YIPENG HE<sup>1,a)</sup> NAOTO YOSHIDA<sup>1,b)</sup> KAEDE UENO<sup>2,c)</sup> TOMOKO YONEZAWA<sup>2,d)</sup>

**Abstract:** In this research, we propose a discussion promotion system by stimulating the discussion by new sub-topics for the direction of the theme. The system provides a mindmap interface for all users in order to make them edit the mindmap. Corresponding to the currently selected nodes in the mindmap, multiple sub-topics related to the nodes are shown to stimulate new ideas. First, 1) the system checks the discussion status of the user to activate the discussion stimulation system when the discussion seems delayed. Next, 2) the system selects the related paper titles based on the multiple-selected nodes in the mind map selected by the user. When the user's discussion is delayed again, 3) the system shows subtopics based on key phrase extraction, and 4) the system also shows the the paper titles searched by the selected subtopics. Finally, 5) the system updates the mind map by adding the new subtopic selected in 4).

**Keywords:** Online creation meeting, idea generation, mind-map, key-phrase extraction

### 1. はじめに

近年、大学や図書館などにラーニングコモンズという学習環境が設置されるようになった。ラーニングコモンズとは複数の学生が集まって、IT 機器や電子情報、印刷された書籍などを用いて議論を進めていく学習スタイルを可能にする「場」を提供する施設のことである [1]。従来の自習室とは異なり、上記のような様々な教材を用いてグループ学習や討論会を行うことが可能な学習施設である。これを

<sup>1</sup> 関西大学大学院総合情報学研究所  
Graduate School of Informatics, Kansai University, Takatsuki, Osaka 569-1095, Japan

<sup>2</sup> 関西大学総合情報学部  
Faculty of Informatics, Kansai University, Takatsuki, Osaka 569-1095, Japan

a) k829986@kansai-u.ac.jp

b) k463362@kansai-u.ac.jp

c) k479795@kansai-u.ac.jp

d) yone@kansai-u.ac.jp

インターネット上に公開された資料やコミュニケーションツールを用いて、施設や場所などの制約を受けずに共同学習や議論を可能にするのがデジタルラーニング・コモンズである。

デジタルラーニングコモンズにおける知的創発支援のためには、1) 利用者が発想しやすい議論環境と 2) 議論中のブレイクスルーを与える創発ツールが重要だと考える。本研究では、参加者がインターネット上でアイデアを出し合い議論を行うことをオンライン創発会議と定義し、デジタルラーニングコモンズの実現に向け、オンライン創発会議で利用者の発想支援を行うシステムを提案する。

アイデア創発に有効な手法としてマインドマップが挙げられる。マインドマップとは、表現したい概念の中心となるキーワードやイメージを中央に置き、そこから放射状にキーワードやイメージを広げてつなげていく方法で、思考を整理し、発想を豊かにし、記憶力を高めるために、想像 (imagination) と連想 (association) を用いて思考を展開することが可能である [2]。

しかし、マインドマップを用いてお互いの思考を整理し合うだけでは、利用者の固定観念と思考の傾向により議論が膠着してしまう可能性がある。

本提案システムでは、議論に参加しているユーザ全員で作成したマインドマップに基づき、そのノードであるキーワードに関連した論文を自動的に検索する。さらに、検索した論文タイトルからキーワードとなる特徴語を抽出し、それらを議論のサブトピックの候補としてユーザに提供することで、ユーザが想起しなかった関連キーワードが提示されたり新たな関係性の発見による広範的な思考が可能になると考えた。

## 2. 関連研究

### 2.1 マインドマップの利点

会議が失敗する原因として、「議題の脱線、議題の混乱」が挙げられる [3]。本来創発的会議では議題の自由度を持たせながらブレインストーミング [4] のように可能性を広げていくフェーズがあるが、目的を見失って関係のない雑談へ走り戻ってこない事態については防ぐ必要がある。オンライン会議でユーザが議論しながらマインドマップを更新する時、マインドマップはただの発想ツールとしての役割だけでなく、議論の効率を向上させる効果もある。マインドマップを作って、セントラルノードからノードを発散する形で議論の経緯を記録し、中心議題との関連性を確認しながら議論を進めれば、議題の脱線を避けながら、自由な展開や関連付けなどの新しい方向性やノードの発見など創造的議論が得られると考えられる。そこで本研究では、オンライン創発会議におけるマインドマップ生成システムの可能性に着目した。

### 2.2 マインドマップを利用した会議システム

松村 [3] は、チャットによるコミュニケーションの内容をリアルタイムで解析し、マインドマップを利用して創造的な議論を支援するマインドマップ型チャットシステム Pythagoras を提案した。しかしながら、資料などの外的な知的情報を得ずにコミュニティのメンバー同士のコミュニケーションのみで議論を進めると、時に議題に対する思考の盲点に気付かなかつたり、固定観念などによる議論の行き詰まりが発生する可能性がある。

本研究では、主観的な発想や議論に加え、外的資料から客観的な知識および既存の手法や議論について知るための手法として、ユーザがマインドマップに記述したワードをシステムが自動でオンライン検索し、関連する論文情報を提示することでユーザの議論に客観的かつ広がりのあるリソースを補填することを狙う。これにより、思考の盲点や固定観念における問題が解消できると考えた。

### 2.3 議論創発に関する研究

金久保ら [5] は逆インプット・アウトプット法という発散的思考と収束的思考を双対とし、発散的思考段階に関わる形態分析法に基づき提示された独立変数の要素としてのキーワードを見比べながら、アイデアになりそうな組み合わせを探る創造技法を考案し、実装と評価を行った。システム上で実現を求める命題を設定し、システムを使用して発想した結果をキーワードの種類によって分類し、発想ヒントとして言葉リストの形でユーザに提示する。そのシステムを利用して発想を行った結果、「意外なキーワードを得て当初の考えとは異なる領域のアイデアを出すことができた」などの評価を得た。

本研究においては、発想のヒントとして現在作成中のマインドマップから選択された複数ワードの組み合わせをもとにインターネット上の論文を検索し、その中に含まれる特徴的な語句 (キーフレーズ) [7] を抽出してユーザに提示することで、新たな発想を刺激する効果を期待する。また、提示された語句の中から議題としてユーザが選択した言葉とマインドマップのセントラルノードや他のノードに対する関連性もユーザに視覚的に捉えさせ思考させることで、アイデアの結晶化が期待できる。

長谷部ら [6] はブレインストーミング結果を用いて思考の盲点を発見し発散的思考を補助する技法を考案した。あらかじめ対象を設定した上でブレインストーミングを行い、その結果を対象の全体像に重ね合わせることでアイデアが不足している領域を思考の盲点として洗い出すことが可能であるとし、盲点リストを思考者に提示して2回目のブレインストーミングを行うことで、思考者の固定観念の外側にある情報の活用促進が可能となることを示した。しかし、この手法で盲点を発見するためには、あらかじめブレインストーミング対象の全体像が明らかである必要があ

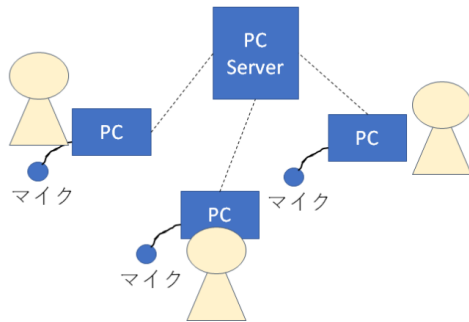


図 1 システム構成図

り、概念や物の考え方など対象の全体像がはっきりしない場合には活用が難しい。

本研究においては、インターネット上の情報からユーザーの思考から出されたキーワードと関連するキーワードを複数提示することで、その中からユーザーの思考の盲点にあたる情報を提示し、それに基づいてさらに検索や議論を行うことで固定観念にとらわれない発想支援を行う。

## 2.4 インターネットから情報抽出に関する研究

西本ら [8] は、ある情報に対しての関連性と異質性を併せ持つ情報が発散的思考支援に重要であるとし、会議中のユーザーの発言をもとにデータベースから両方の特徴を持つ単語を抽出する方法について検討した。これにより、関連性の認識を阻害する異質性に対する固定観念を取り払う効果が示唆された。本研究ではマインドマップによってユーザー自身が連想した関連性のある単語とインターネットから取得した論文検索とキーワード抽出に基づく異質性を含む情報をユーザーに提示することで発想支援を提供できると考える。

## 3. 提案システム

### 3.1 システム概要

本システムは、オンライン創発会議において、ユーザーが作成したマインドマップに基づく新たなサブトピック候補と論文を提示することで、発想を支援し議論の促進を狙うシステムである。まず、各ユーザーが議論内容に基づくマインドマップを作成しながら議論に参加する。この際、ユーザーの対話音声とマインドマップの更新状況から議論状態を判別し、議論が滞った場合にユーザーが入力したマインドマップのテキスト情報からサブトピックを選択することで、関連情報をユーザーに提示し、議論を促進する。

### 3.2 システム構成

システム構成を図 1 に示す。遠隔地にいる各ユーザーが利用する PC にはマイクがそれぞれ繋がっており、ネット

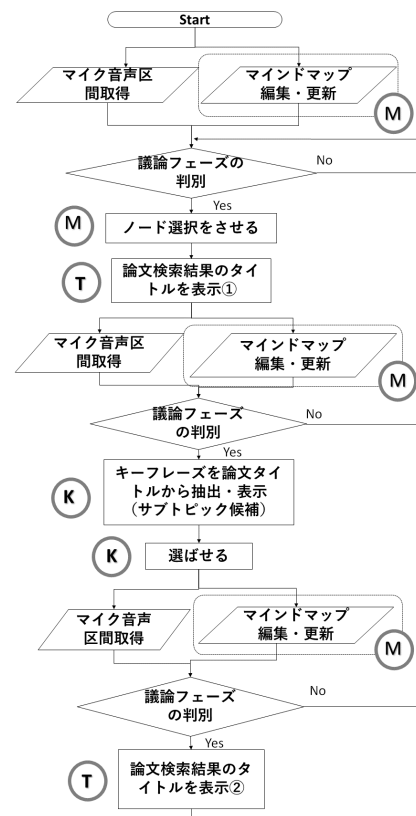


図 2 システムフロー図

ワークに接続されている。通信はサーバを介して行われる。本システムはインタフェース部と内部処理部の 2 つの部分から構成される。以下に各部の概要を述べる。

**インタフェース部** マインドマップの作成、検索の基となるノードの選択、論文タイトルの検索結果表示、キーフレーズ抽出に基づくサブトピック候補表示、および次に議論するサブトピックの選択をするためのユーザーインタフェースを提供する。また、次の議題に決定したサブトピックをマインドマップに反映させることが可能である。

**内部処理部** マインドマップの更新状況と音声に基づき、ユーザーの議論状態を判別したり、ユーザーが選択したサブノードの言葉を基に論文検索を行い、タイトル抽出、キーフレーズ抽出、得点化などの処理を通してサブトピック候補を生成する。

### 3.3 システムフロー

システムフローを図 2 に示す。ユーザーにマインドマップを編集させながら議論させ、議論ができていないことがわかったら、まず、1) ユーザーにマインドマップ中のノードを選ばせ、システムはユーザーが選択したノードの単語で論文検索をし、ヒットした論文のタイトルをユーザーに表示する。次に、その後に議論状態が再び滞った場合に、2) 上記で



図 3 インタフェース

ヒットしていた論文のタイトルに対しキーフレーズを抽出し、サブトピック候補としてユーザに提示する。さらにここで議論状態が滞った場合に、3) ユーザは提示された複数のサブトピック候補の中から複数のサブトピックを選ぶ。選出されたサブトピックにより再び論文タイトル検索を行い、ヒットした論文をユーザに表示する。1) から 3) のいずれかのステップで、再び議論が活発になれば議論刺激システムは一時的に停止する。

### 3.4 インタフェース

#### 3.4.1 マインドマップ作成およびノード選択インタフェース

HTML5 と Canvas を利用し Javascript で作られたマインドマップ jsmind \*1 を用いて図 2 の M におけるマインドマップ作成およびノード選択インタフェースを準備した。図 3 左上のマインドマップ表示・編集のエリアに利用画面を示す。ここでは、サブノードの添削、ドラッグ、カラー変更などが行える。マインドマップの中からユーザが取り上げたいノードをクリックすることで、論文タイトル検索を動作させる。

#### 3.4.2 論文表示インタフェース

ここではフェーズに応じて、ユーザが選択したマインドマップのノード、または、選択されたサブトピック候補を元とする論文タイトル検索を行い、論文タイトルリストを図 3 の論文タイトル表示部分に表示する。論文タイトルのテキストにリンクをつけることで、ユーザが論文の本文にアクセスすることが可能である。

#### 3.4.3 サブトピック候補表示と選択インタフェース

図 2 の K にサブトピック候補表示を、図 3 右側に選択用画面を示す。論文タイトルリストをもとにキーフレーズを抽出し、キーフレーズの重要度の点数順に並べ、サブトピック候補として表示する。また、これをクリックすることでサブトピックを選択でき、再度論文タイトル検索を行うことができる。

\*1 <https://hizzgdev.github.io/jsmind/developer.html>

表 1 議論状態

	状態 1	状態 2	状態 3	状態 4
1 分内マインドマップの更新	あり	あり	なし	なし
10 秒内議論音声の有無	あり	なし	あり	なし
議論状態の判断	◎	○	○	×

### 3.5 内部処理

#### 3.5.1 議論状態判別

本システムでは、会議メンバー間の議論状態を常に検出している。判断する要素にはマインドマップの更新状況とメンバーの議論音声 2 つがある。判断基準として、1) ある時点で過去 10 秒内音声対話の有無、2) 過去 1 分間マインドマップの更新有無によって判断する。上記の二つの判断基準から表 1 のような 4 つの状態が想定できる。

音声検出は web speech api の音声認識 API \*2 を使い、javascript ベースで動かして、閾値を設定し、発話区間を検出するで音声判別機能を実現する。動作は Google Chrome (バージョン 55.0.2883.95) 上で行った。

マインドマップの更新状況判別は、マインドマップ更新の際にタイムスタンプを記録し、過去 1 分間の更新回数を調べることでマインドマップの更新を検出する。

#### 3.5.2 論文タイトル検索

図 2 の T において論文タイトルを提示するためのオンライン検索手法を述べる。

プログラム内にあらかじめ用意した CiNii(Citation Information by NII)\*3 の検索 URL にユーザが選択したノード情報を取り組み、検索結果の論文タイトルにリンクをつけ、引用件数の多い順に並べてユーザに提示する。論文のキーワードを抽出するのではなく CiNii で検索した結果から論文のタイトルを検索する方式を採用した理由として、1) キーワードを公開していない論文もある、2) 論文のタイトル全体を提示することで、直接的な関連性の高いキーワードと共に、異質性と関連性を併せ持つ語句も示すことができる可能性がある、という 2 点がある。

本システムで用いる検索エンジンは無料だが、収録されている論文には無料(オープンアクセス)のものと同様のものがある。また、一部に論文の内容を参照できないものも含まれる。

#### 3.5.3 キーフレーズ抽出

論文タイトルを検索した後、さらに論文タイトルリストからキーフレーズを抽出する(図 2 の K)。本システムでは文章を特徴づける重要な部分(キーフレーズ)を抽出し、言葉の出現頻度と文脈によって関連語句に得点をつけるために、Yahoo!JAPAN のキーフレーズ抽出 API\*4 により、取得したキーフレーズ情報を新しいウィンドウ上(図 3 右側)

\*2 [https://developer.mozilla.org/ja/docs/Web/API/Web\\_Speech\\_API](https://developer.mozilla.org/ja/docs/Web/API/Web_Speech_API)

\*3 <http://ci.nii.ac.jp/>

\*4 <http://developer.yahoo.co.jp/webapi/jlp/keyphrase/v1/extract.html>

に表示する。

#### 4. 予備的評価

大学生及び大学院生の3名(被験者A, B, C)に提案システムを使用させ、使用した感想および意見についてインタビューを行った。インタビュー1では被験者Aに個人でシステムを使用させ、インタビュー2では被験者BとCにグループで使用させた。この予備検討においては、発想支援システムの側面に絞って評価したため、議論状態判別機能は使用しなかった。以下の4ステップに分けて被験者にシステムを体験させ、実験担当者が議論やマインドマップの作成状態を見ながらそれに応じた発想支援システムの使用を指示し、聞き取りを行った。

**step1:** センtralイメージを設定してマインドマップを作成させ、作成したマインドマップから気になるノードを選ばせる。

**step2:** 選ばれたノードに応じた論文タイトル検索結果を見せる。

**step3:** 検索結果によって出力したサブトピック候補リストを見せて、有用なノードを選ばせる。

**step4:** 選ばれたノードをベースとしてもう一度システムが検索した論文タイトルリストを見せる。

##### インタビュー1：被験者A(個人)

インタビュー1では被験者A1名にシステムを使用させ、発想支援機能の動作確認とシステムの評価を行った。まず、博士研究計画に関するマインドマップを作成させ、次に、作成したマインドマップからより深く議論したいノードを選択して検索し、研究計画に関するマインドマップを広げていくことにした。

step1では、被験者が作成したマインドマップから発想支援機能のためのノードをどのように選んだらよいか難しいという感想が得られた。

step2では、提示された論文に対し、「複数のノードを組み合わせて検索した時、検索の結果提示された論文件数が少なく困った」という意見が得られた。一方、一つのノードで検索した場合には「興味のある論文がいくつかあったが、既に読んだことのあるものが多くて、研究にはあまり役に立たない」という意見であった。

step3では、抽出されたサブトピック候補リストに対し、「点数順に並んでいる候補の中から意外と自分の研究に役立つ可能性があるサブトピックが出てきた」というポジティブなコメントが得られ、被験者は候補の中から1つのノードを選択した。

step4では、被験者がstep3で選んだノードに基づき論文を検索した結果を見て「提示された論文に関してはあまり読みたいものがない」というコメントを得た。このように、問題は散見されるが提示されたサブトピックに刺激が与えられたことが分かった。博士研究計画という調査レベ

ルのユーザであったため、既知の論文タイトルでは刺激が与えられなかったが、有用な論文タイトルがリストアップされた点も評価できる。

##### インタビュー2：被験者BとC(グループ)

インタビュー2は被験者Bと被験者Cの2名のグループで、システムを使用しながら被験者Cの卒業研究について議論を行った。まず、被験者2名で話し合いながら被験者Cのこれまでの研究マインドマップを作成し、被験者Bのコメントを元にある程度マインドマップを更新した。このマインドマップをベースとして発想支援システムを開始した。

step1では、2名で議論を行いながら気になったノードを選択してきたため、特にネガティブな意見は得られなかった。

step2においては、インタビュー1と同様に「複数ノードを組み合わせて検索した時の結果が少ない」という意見を得た。提示された論文タイトルリストに関しては、被験者らが興味のある論文がいくつか含まれたが、タイトルがほぼ同一の論文が繰り返し表示される場合も見られた。

step3では、サブトピック候補の提示に対し、「いくつか意味がわからないワードがあった」、「ワードの意味の説明があれば良かった」という改善意見があった。また、被験者Bは候補リストのなかに「面白くて不思議なサブトピック候補が出てきた」というポジティブなコメントがあり、このサブトピック候補で論文を検索した。

step4では、サブトピック候補で論文検索を行い、出力された論文を見て「読みたい論文がたくさん出た」と評価され、マインドマップに新規サブトピックとして追加した。このように、システムを利用して発想支援を行い、2者が協力しながら話し合う様子が見られた。

#### 5. 考察

個人の発想支援としてシステムを利用させたインタビュー1においては、step1で被験者がノードを選ぶことが困難であった。一方で、インタビュー2において行ったグループでの使用においては、ノードの選択に対して困惑する様子はなかった。この原因として、1人の場合には自分の研究分野に対しては十分に知識があるという固定観念が、より深く追求したり新たな議論を開始することを阻害している可能性が考えられる。グループでノードの選択を行った際には、互いにコミュニケーションを行うことで、既に作成したノードに対する疑問や興味が喚起され、積極的にノードの選択が行われた可能性がある。この点で、本システムにおいて2人以上のグループで議論を行いながらノードを選択していくことの重要性が示唆された。

インタビュー1, 2両方のstep2で得られたコメントより、複数ノードの組み合わせによる検索機能を改善する必要がある。例えば複数ノードの選択で結果がない場合は

ノードを一つずつ検索し、結果のタイトルの中から選出して提示することが有効である可能性も考えられる。

step3 のサブトピック候補リストに対しては、2つのインタビューのいずれの被験者からも「意外」、「不思議」などのコメントを得た。step3 のサブトピック候補リストは、step2 で提示された論文タイトルから抽出しているにも関わらず、step2 で提示された論文のタイトルリストではこのような意見は得られなかった。

この理由として、1) 論文タイトルではなくキーワードの形で情報を浮き彫りになるよう提示している、2) 関連性に依りてキーワードに点数が付けている、の2つが影響した可能性が考えられる。それぞれの有効性に関しては、今後詳細な検証が必要である。

step4 では2つのインタビューによって異なるコメントが見られた。原因として、議題や参加人数、被験者の議題に対する知識や議論への参加態度など、複数の参加者の相互作用による様々な要因が考えられるため、参加人数や議題を変えて検証する必要がある。

## 6. おわりに

本稿では、オンライン創発会議における議論の活性化とユーザのアイデア創発を支援するために、マインドマップ生成をベースとした、1) サブトピック候補提示機能、2) 論文提示機能、および3) 議論状態判別機能を有する、議論促進システムを提案した。今後の改善点を明確にするため、提案システムの発想支援システム部分について大学生及び大学院生3名に体験させ、インタビューした。

その結果、本稿で提案する発想支援システムを用いて、被験者が議論中マインドマップを作成できること、関連性と異質性を併せ持つ論文タイトル提示やサブトピック候補の提示から主観的な思考や議論に刺激を与えられること、これらを繰り返しマインドマップを更新しつつ発散的思考と議論を刺激できること、がそれぞれの被験者から述べられた。さらに、以下の二つの点が問題点として挙げられた:

**問題点 1:** 複数のノードを組み合わせた検索の結果で提示された論文数が少ないため、検索条件の変更が必要だと思われる。今後は複数のノードを組み合わせて検索し、結果が少ない場合には一つずつのノードを検索し出力結果のタイトルリストを選出してユーザに提示することが必要だと考えられる。

**問題点 2:** 論文のタイトルから抽出したサブトピック候補リストに、体験者の知らないサブトピック候補があり、議論を刺激する前に混乱が生ずる可能性がある。よって、珍しい専門用語や論文タイトルの中にある外国語などに対応できるように、サブトピック候補リストを提示する画面上でそれぞれのサブトピック候補の定義や解釈機能をつけることで、このような事態を防ぐことができる。

今後は、想定する参加人数や議題内容によって創発会議へ与える影響について、システム各部分の有効性の詳細な検証を行う。

## 謝辞

本研究は科研費 25700021 および科研費 15H01698 の助成の一部を受け実施したものである。

## 参考文献

- [1] 文部科学省：大学図書館の整備について（審議のまとめ）—変革する大学にあって求められる大学図書館像—用語解説用語解説（2011）.  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/attach/1301655.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/attach/1301655.htm).
- [2] Buzan, T. and Buzan, B.: ザ・マインドマップ, ダイアモンド社 (2005). 神田 昌典 訳.
- [3] 松村真宏：Pythagoras: マインドマップ型チャットシステム, 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol. 2006, No. 4, pp. 201–202 (2006).
- [4] Osborn, A. F.: *Applied Imagination; Principles and Procedures of Creative Problem-solving: Principles and Procedures of Creative Problem-solving*, Scribner (1963).
- [5] Masaaki, K. and Masafumi, H.: Creativity Support System Combining Morphological Analysis Method and Modified Input-Output Method, *Transactions of Information Processing Society of Japan*, Vol. 44, No. 5, pp. 1413–1423 (online), available from (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110002711736/en/>) (2003).
- [6] 長谷部礼, 西本一志: A Divergent Thinking Method to Find and to Exploit a Creator's Blind Spots, 情報処理学会研究報告, Vol. 2015, No. 8, pp. 1–7 (online), available from (<http://ci.nii.ac.jp/naid/120005624448/en/>) (2015).
- [7] Shigeaki, S. and Akihiro, S.: A Textual Data Analysis Method based on Key Phrases, *Journal of Japan Society for Fuzzy Theory and Intelligent Informatics*, Vol. 17, No. 1, pp. 52–59 (online), available from (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110002696368/en/>) (2005).
- [8] Kazushi, N., Shinji, A., Tsutomu, M. and Fumio, K.: A Method to Retrieve Information Having Different Relevance for Supporting Human Divergent Thinking, *Journal of Japanese Society for Artificial Intelligence*, Vol. 11, No. 6, pp. 896–904 (online), available from (<http://ci.nii.ac.jp/naid/110002807990/en/>) (1996).