

Refereed Conference paper

集合知を利用した発散的思考支援グループウェア

川路 崇博[†] 國藤 進[†]

[†]北陸先端科学技術大学院大学 知識科学研究科

本論文では、集合知の代表格である Wikipedia の記事内に手動で記述されたリンク文字列を利用し、これを強制連想に利用することにより、アイデアの数・流暢性・独自性・柔軟性の向上を確認し、集合知によって生成された関連語が、強制連想のヒントになることを明らかにした。

Divergent Thinking Supporting Groupware by Using Collective Intelligence

TAKAHIRO KAWAJI[†] and SUSUMU KUNIFUJI[†]

[†]School of Knowledge Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

In this paper, by using the link characters string manually described in the article of Wikipedia which is the representation of collective intelligence, and applying it to forcible association, it was revealed that there were improvements in number of ideas, originality, flexibility and pliability and also associative words derived from collective intelligence become the hint of the forcible association.

1. はじめに

計算機はとくにネットワークやインタフェースの進化に伴い、知的生産性向上の道具となり、従来の科学計算や業務の効率化という利用から、創造的活動の支援へと応用範囲を広げつつあり¹⁾、それを実現する具体的な手段として発想支援ツールまたはグループウェアの研究が盛んにおこなわれている。

たとえば漢字変換機能を利用し、同音異義の熟語を造語しながらアイデアを練るワープロ発想法²⁾の誕生など、発想法を計算機で少なからず支援できる環境になりつつある。また、もともと計算機を用いない発想法であったアイデアマラソン(IMS)³⁾もエアペン⁴⁾を用いた電子化を推奨している。KJ法⁵⁾もD-ABDUCTOR⁷⁾やインスピレーション⁸⁾などで実質的に事務利用できるようになってきた。このように発想法は計算機によって支援されている潮流が見られ、今後も計算機による思考支援環境は増えていくと考えられる。

2. 創造技法

発想法を支援する技法は発想法と呼ばれる⁹⁾。これらは大きく発散的思考を支援する発散技法、収束的思考を支援する収束的技法、態度技法の主要3つと、この3つのいずれかを組み合わせた統合技法に分類できる。

なかでも、発散技法は本論で扱う発散的思考を支援する手法である。発散技法ではよく知られたものにブレインストーミング法あり、グループでの論議を通して刺激することによりアイデアを生成する手法である。

発散技法はさらに、

- ・自由連想法
- ・強制連想法
- ・類比連想法

に分類される。

またブレインストーミングをはじめとした発散技法には4つの基本ルールがある。

- 1) 批判厳禁
- 2) 自由奔放
- 3) 質より量を求む(量は質を生む)

4) 他人のアイデアへの便乗, 改善を歓迎

本研究で開発を行ったグループウェアも発散的思考を支援するものであるため、上記4つのルールが適用される。

3. 研究の目的

川路ら¹⁰⁾¹¹⁾が過去に開発した「発想跳び」、ついで発見された、発想跳びで起こった広く過去のアイデアを参照して連想が起こったインタフェースの存在と連想プロセスから¹²⁾、発想を行うには「連想の種」が必要であることが分かってきた。

これまでもヒントの提示法として、力学的手法や統計的手法が用いられてきた¹³⁾。しかし正確すぎるヒントの提示は、莫大な類義語・対義語などを表示するための時間的制約があり、流暢性の確保が難しいと考えられる。またオントロジーの構築が待たれるが膨大な語の関係性の網羅は難しい。

そこで、集合知を用いて「ゆるやかなヒント」を関連語として親しみやすい関連語を提示し、より活発なグループ発散的思考を支援することを目的とする。

4. 提案システムの概略

4.1 ゆるやかなヒント

本稿では、集合知の代表格である Wikipedia¹⁴⁾の「関連語」を、強制連想のゆるやかなヒントとして利用する。ここでの「関連語」は Wikipedia 内に含まれるリンク文字列を指す。Wikipedia は、Wiki を利用したシステムにも関わらず、他項目へのリンクは編者に委ねられている。編集者は項目について何らかの「関連」を感じリンクを生成することとなる。そこで、本システムでは Wikipedia のリンク文字列を編集者、つまり人の意思が入った関連語ととらえることができることを利用し、強制連想機能を実装する。

図1の例は Wikipedia の「北陸先端科学技術大学院大学」という項目の編集画面において、「いしかわサイエンスパーク」に、リンクタグである「[[(リンク文字列)]]を用いてリンクが生成されている様子である。一般に、「いしかわサイエンスパーク」にリンクを設定することは、「北陸先端科学技術大学院大学」に詳しくなければ不可能である。

また、通常の構文解析によれば、「大学院大学」は、「大学」と「院」「大学院」に分ち書きされるが、手動でのリンク生成を行っているため「大学院大学」でのリンクが指定され、「北陸先端科学技術大学院大学」の特徴がうまく捉えられている。

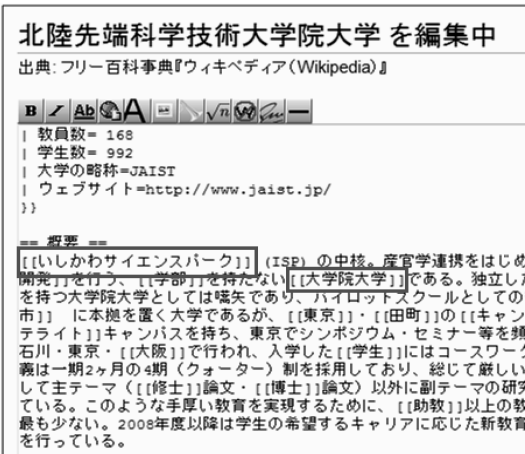


図1 Wikipediaにおける、北陸先端科学技術大学院大学の編集画面

4.2 実験システムの構成

上述の目的を元に構築したシステムを下記に示す。ヒントの種類により、ツールは3種を比較する。

- ・ 強制的なヒント表示機能がないもの (ツールA)
- ・ 強制的なヒントが、ユーザの入力したアイデアとは関係なく表示されるもの (ツールB)
- ・ 強制的なヒントが、ユーザの入力したアイデアによって Wikipedia のリンク文字列を表示するものであるも

(ツールC)

前後するが、まず本研究で重要な位置を占めるツールCについて述べ、のちにツールAとツールBとの違いを述べる。

全ユーザがシステムにログインし、メイン画面が開いたら、協調作業に入る。ユーザから入力されたアイデアは、即時にサーバに送信される。サーバに送信されたアイデアは、他のユーザのアイデア共有スペースにて共有されると同時に、形態素解析エンジン MeCab¹⁵⁾のJava移植版である Sen¹⁶⁾にて形態素解析を行い、Wikipediaから抽出したページ項目名群に対して検索を実行する。ヒットしたページ項目名に紐付いている関連語は、すべてのユーザの画面に送信、表示され、強制連想用のヒントとして表示される。

ツールAについては、強制連想用ヒントの表示がなされないもので、ツールBについては、強制連想用のヒントが表示されるもの、ツールCと異なり、ユーザから入力されたアイデアとは無関係なヒントが表示される。なおヒントは、Wikipediaの項目名がランダムに表示される。

4.3 画面構成

■ 強制連想ヒントストリーム部分

この部分に Wikipedia から抽出された強制連想用ヒントが表示される。表示は右から左に順次流ながらわれる。

■ アイデア共有スペース

この部分は、他人のアイデアが入力されるとリアルタイムにそのアイデアが表示される部分である。

■ アイデアラベル入力・配置スペース

このスペースで右クリックを押下すると、アイデア入力テキストエリアが表示され、アイデアが入力できる。なおアイデアは任意の場所にドラッグ&ドロップが可能である。

■ 他のユーザのラベル入力スペース覗き見タブ

タブを選択することによって、他のユーザのアイデア配置を覗き見できる。



図2 ユーザ画面とその機能

4.4 Wikipedia からの関連語抽出方法

Wikipedia の記事内容は編集後、すぐに WEB ページに反映される。しかし、不定期ながらアーカイブが存在し、一般向けにダウンロードできる状態になっている。むしろ Wikipedia サイトに対してクローラを用いて、コンテンツをダウンロードすることは推奨されておらず、本研究でも Wikipedia サイトで提供されているアーカイブを利用することとした。

取得した全ページのファイルは、XML でサイト全体が 1 ファイルで記述されている形式であったため補助ツールとして、ページ項目名とページに存在するリンク文字列をパースングするアプリケーションを開発した。表 1 は抽出した情報をテーブルにデータの流し込みを行った状態の例である。

表 1 リンク文字列 (関連語) 格納テーブル内の例

ページ項目名	リンク文字列
北陸先端科学技術大学院大学	いしかわサイエンスパーク
北陸先端科学技術大学院大学	科学技術
北陸先端科学技術大学院大学	大学院大学
北陸先端科学技術大学院大学	田町
人工知能	ダートマス会議
人工知能	ジョン・マッカーシー
人工知能	プログラミング言語 LISP
人工知能	サポートベクターマシン
オントロジー	文書検索
オントロジー	メタデータ
オントロジー	セマンティックウェブ
オントロジー	バイオインフォマティクス

4. 評価実験

4.1 評価方針

本論では単純なアイデアの数に加えて、前述のツール A、ツール B、ツール C の比較を、下記 3 項目についてもネウバネら¹⁷⁾と同様の方法で行う。

(1) 流暢性

アイデアの流暢性の評価では、設定課題に対して適切なアイデアの出しやすさを調査する。創出されたアイデアには重複した内容や、実現不可能な内容が含まれる場合がある。このようなアイデアは課題について不適切であるため、アイデアの流暢性の評価では実験に参加しない複数人の評価者によって、各アイデアに対して重複した内容や実現不可能な内容を判定してもらい、過半数が不適切と判断した以外のアイデア数を評価値とする。

(2) 柔軟性

アイデアの柔軟性の評価では、アイデアの広さ、思考視点の多様さを調査する。アイデアの柔軟性を評価する手段として、まず各設定課題に関する観点表を作成し、各アイデアを観点表の項目に割り当てる。その結果同じ設定課題で実施されたすべてのアイデアを収集し、それらアイデアを同一内容ごとにとまとめ、高い頻度のアイデア集合を柔軟性の 1 つ観点とする。

(3) 独自性

アイデアの独自性では、アイデアのユニークさや独創性を調査する。そのためアイデアの独自性の評価では複数人の評価者によって、各アイデアに対して類似した内容が含まれないアイデアを独自と判断してもらい、過半数によって独自と判定されたアイデア数を評価値とする。

4.2 実験方法

実験は、5 人 1 組で 5 グループに対して行った (25 名)。以下は、被験者グループとツール・課題の組み合わせである。なお、課題は以下の通りである。

課題 X：世界に通じる日本の国民食、新しいカレーを考えてください

課題 Y：世界に通じる日本の国民食、新しいラーメンを考えてください

課題 Z：世界に通じる日本の国民食、新しい寿司を考えてください

表 2 被験者グループとツール・課題の組み合わせ

グループ	ツール C (課題 Z)	ツール A (課題 X)	ツール B (課題 Y)
グループあ	ツール B (課題 Y)	ツール C (課題 Z)	ツール A (課題 X)
グループい	ツール B (課題 Z)	ツール C (課題 Y)	ツール A (課題 X)
グループう	ツール A (課題 X)	ツール B (課題 Y)	ツール C (課題 Z)
グループえ	ツール B (課題 Y)	ツール C (課題 Z)	ツール A (課題 X)
グループお	ツール A (課題 X)	ツール B (課題 Y)	ツール C (課題 Z)

課題設定については創造性に関する研究において、課題が妥当なかのどうかという議論がしばしば持ち上がる¹⁷⁾、もともと問題解決に対してモチベーションの高いグループ、またはモチベーションを維持できる課題であれば、被験者もあまらず力発揮するはずである (生活がかかるとなのおさらのことである)。

そこで今回は被験者がすべて日本人、かつ課題となる対象 (カレー・ラーメン・寿司：いわゆる「国民食」と呼ばれるメニュー) を知っていることを利用し、課題設定を行った。また、被験者は社会人経験 8 年以上のチームリーダークラスの社会人とした。さらに被験者の社内でのリーダーとしての経験も加味し、新商品の開発を課題とした。

なお、実験においては、事前に、

- ・ システムの操作方法と操作練習 (15 分程度)
 - ・ 創造的問題解決の思考モデル (特に発散的思考について)
 - ・ 発散的思考の 4 つの基本ルール
 - ・ 質疑応答
- について、被験者に説明を行った。

実験は、筆者宅または被験者宅にて行った。実験中の操作を動画キャプチャリングツールである CamStudio2.0t¹⁸⁾ を利用し、実験後に発想と連想の調査に利用した。さらにアイデアログから発想と連想の経路の書き取り調査と、聞き取り調査を行い、アンケート調査もあわせて行った。なお、各ツールの操作時間は 30 分に設定した。

また流暢性・柔軟性・独自性の判定は、被験者と同じく社会人経験 8 年以上のチームリーダークラスの社会人 (被験者とは別人) とし、3 名で作業を行った。

4.3 実験結果

4.3.1 定量的評価

検定には有意水準 (p) を 0.05 と設定し、Kruskal-Wallis 検定を用いた。

アイデアの数の比較

表 3 アイデアの数

	ツール A	ツール B	ツール C
総アイデア数	1139	1157	1939
グループ平均値	227.8	231.4	387.8

アイデアの数の比較において、有意差 (p=0.0176) が認められたので、Dunn の手法を用いて多重比較検定を行った。

表 4 多重比較検定の結果

比較	平均の比較	多重比較検定結果
ツール A とツール B	-	$p > 0.5$
ツール A とツール C	ツール A < ツール C	$0.05 > p > 0.02$
ツール B とツール C	-	$0.1 > p > 0.05$

アイデアの流暢性比較

表 5 アイデアの流暢性

	ツール A	ツール B	ツール C
総アイデア数	567	612	1228
グループ平均値	113.4	122.4	245.6

アイデアの流暢性の比較において、有意差($p=0.0132$)が認められたので、Dunn の手法を用いて多重比較検定を行った。

表 6 多重比較検定の結果

比較	平均の比較	多重比較検定結果
ツール A とツール B	-	$p > 0.5$
ツール A とツール C	ツール A < ツール C	$0.05 > p > 0.02$
ツール B とツール C	ツール B < ツール C	$0.05 > p > 0.02$

アイデアの柔軟性比較

表 7 アイデアの柔軟性

	ツール A	ツール B	ツール C
平均値	9.8	11.0	15.0

アイデアの柔軟性の比較において、有意差($p=0.045$)が認められたので、Dunn の手法を用いて多重比較検定を行った。

表 8 多重比較検定の結果

比較	平均の比較	多重比較検定結果
ツール A とツール B	-	$p > 0.5$
ツール A とツール C	ツール A < ツール C	$0.005 > p > 0.002$
ツール B とツール C	-	$0.1 > p > 0.05$

アイデアの独自性比較

表 9 アイデアの独自性

	ツール A	ツール B	ツール C
平均値	6.33	5.00	11.00

アイデアの独自性の比較において、有意差($p=0.0118$)が認められたので、Dunn の手法を用いて多重比較検定を行った。

表 10 多重比較検定の結果

比較	平均の比較	多重比較検定結果
ツール A とツール B	-	$p > 0.5$
ツール A とツール C	ツール A < ツール C	$0.05 > p > 0.02$
ツール B とツール C	ツール B < ツール C	$0.05 > p > 0.02$

4.3.2 定性的評価

定量的評価のほかに、アンケート調査による定性的調査も行った。【Q1】から【Q3】までは、自由筆記可能な選択式で、【Q4】から【Q5】は 5 段階による評価、【Q6】以降は自由筆記のアンケートとした。

【Q1】3 つのシステムを試していただきましたが、どのシステムが一番自分アイデア生成に寄与したとおもいましたか？

表 11 システムがアイデア生成に寄与した評価

ツール A	ツール B	ツール C	特になし
2	4	16	4

【Q2】逆にシステムはアイデア生成には向かないと思うツ

ルをあげてください。

表 12 システムがアイデア生成に寄与していない評価

ツール A	ツール B	ツール C	特になし
6	7	4	7

【Q3】発想のためのヒント表示を行いました、どちらのヒントが有用だと思いましたか？ ※複数選択あり

表 13 システムのヒントの評価

ツール B	ツール C	なくていい
3	21	2

【Q4】ヒントの役立ち度を 5 段階評価すると、どの位置にあてはまりますか？

表 14 システムのヒント役立ち度の評価

	全く役に立たない	あまり役に立たない	役に立つ	かなり役に立つ	非常に役に立つ
ツール B	5	8	7	4	1
ツール C	2	5	6	9	3

【Q5】他人のアイデアを見られる機能は役に立ちましたか？

■ 他人のスペース覗き見タブの場合

表 15 他人のスペース覗き見タブ機能の評価

全く役に立たない	あまり役に立たない	役に立つ	かなり役に立つ	非常に役に立つ
11	6	4	2	2

■ アイデア共有スペースの場合

表 16 アイデア共有スペース機能の評価

全く役に立たない	あまり役に立たない	役に立つ	かなり役に立つ	非常に役に立つ
1	1	3	6	14

【Q6】他人のスペース覗き見タブでのアイデア閲覧はどのような時におこないましたか？

- ・ 未使用 (他 12 名)
- ・ アイデアに詰まったとき (他 4 名)
- ・ 参考にならなかった
- ・ 特定の他人の発現だけを見るとき

【Q7】他人のスペース覗き見タブでのアイデア閲覧は想の役に立ちましたか？ またそれはどのようなときですか？

- ・ 未使用 (他 5 名)
- ・ アイデアに行き詰ったとき (他 1 名)
- ・ 役に立たなかった (他 2 名)
- ・ 気分転換になったアイデアが枯渇した時に、新発想を得るための支援になった
- ・ 自分のアイデアが少ないと思ったとき

【Q8】アイデア共有スペースでのアイデア閲覧は発想の役に立ちましたか？ またそれはどのようなときですか？

- ・ アイデアに詰まった時 (他 15 名)
- ・ 手持無沙汰な時
- ・ 発想のきっかけを求めて
- ・ 過去の発言を閲覧したいとき
- ・ チャット感覚で楽しく参加できた
- ・ 過去に入力されたアイデアと重複していないか確認するとき
- ・ 課題に対して関連性のあるワードが出た時に発想が促進された
- ・ 他人のアイデアを参考にするのに役立った

- ・ 他人のアイデアに相乗りしやすい
- ・ 他人のアイデアをちょっと変えることによって新しいアイデアを生む際に役に立った
- ・ 非常に役に立った。特にアイデアが止まってしまったとき次の発想のきっかけになった
- ・ 連想のネタになった
- ・ 「見る」と「書く」が同時にできるのがよかった

5. 考察

5.1 定量的考察

アイデアの数において、ヒントがないツール A よりも、その内容に関わらずヒント表示されるツール B と、ツール C が優位である。つまり、なんらかの「刺激」(=ヒント)があると、ユーザは連想を深めてアイデアの数を稼ぐことができると考えられる。

流暢性の比較では、ツール B とツール C がその確保に有効であった。ツール B よりもツール C の方が流暢性の確保ができていた点は、ヒントでアイデアの数は稼ぐことはできても、重複した内容のアイデアや現実可能性が低いアイデアがツール B では生まれやすいことを示している。つまり、提案している「ゆるやかなヒント」が有効であったと考えられる。

柔軟性の比較では、ツール C がその確保に有効であった。ヒントがない分ツール A においてはアイデアの幅とも言える柔軟性の確保が難しいことは予想できた。しかし、ヒントがあるツール B においても柔軟性の確保が難しかった点は、無意味なヒントはアイデアの幅を広げるには至らないことを示していると考えられる。

独自性の比較では、ツール C がその確保に有効であった。独自性はいかにユニークなアイデアを出せるか、という発散的思考段階では評価してはならない部分であるが、アイデアの選者らが、(彼らの独断であるが) きらりと光るアイデアを見つけるたびに声をあげている様子が観察された。「ゆるやかなヒント」は「ゆるやかに関連があるヒント」とも言える。これらのヒントと、ユーザの発想の組み合わせが、独自性を確保していたと考えられる。

5.2 定性的考察

アンケート調査によると、当然、システム上に表示されるヒントの内容や生成法は明かしていないにも関わらず、アイデアの生成に寄与したシステムはツール C であると回答したユーザが多数を占めた。予想ではヒントがないツール A がアイデアの生成にあまり寄与しないと考えていたが、実際にはツール B の方が寄与しないとの回答を得た。これは、単に Wikipedia の項目名を意味もなく表示するよりも、他人のアイデアを優先して閲覧することにより、アイデアを創出していったためと思われる。ヒントの役立ち度については、評価にばらつきがある。これはおそらく個人の発想スタイルがあり、それに依存しているためだと思う。

他人のアイデアを見る方法は「他人のスペース覗き見タブ」と「アイデア共有スペース」の 2 機能を実装した。タブによる覗き見では、他人のアイデアとともに、アイデアラベルの配置も見ることができ、アイデア創発のきっかけになることを期待していたが、2 名を除いては役に立たないと回答している。これは余計な動作である「ワンクリック」が障害になっている可能性がある。また空間配置型の発想支援システムへの熟練度が低い可能性もある。一方アイデア共有スペースは、役に立つ機能であると回答するユーザが多数みられた。自分のアイデアの一覧性に加えて、ユーザ全員のアイデアの一覧性は、発想支援システムには欠かせない機能であるためと考えられる。

6. 関連研究

これまでにも、ヒントの提示法として力学的手法や統計的手法が用いられてきた¹³⁾ことは前述した。

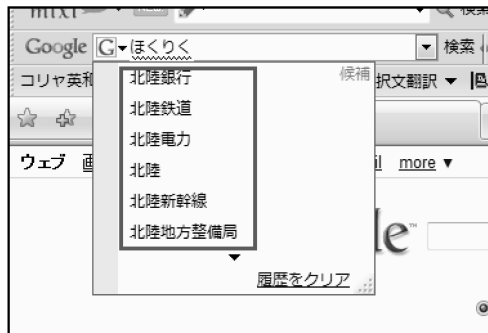


図 3 Google ツールバーの「候補」の表示

うろ覚えの語に対するヒント表示はすでに実用化されている。たとえば Google での検索に用いる、Web ブラウザのアドインである Google ツールバー²⁰⁾の「候補」機能である(図 3)。世界中の検索記録から前方一致で「候補」を表示して、インクリメンタル検索によりなるべく間違いのない検索語をプッシュしようとする試みである。よって、検索時にはすでに「目的語」がほぼ決定していると思われる、これらのヒントは創造的な活動のためのヒントというよりも、人間の手を煩わせないための仕組みと考えた方がよい。

また集合知を使用したヒントの例として、Google では「Google ソースコード検索」²¹⁾というサービスを実験しており、同様にソースコード検索を行うシステムとして GONZUI²²⁾、Koders²³⁾、CodeFetch²⁴⁾、krugle²⁵⁾、byteMyCode²⁶⁾、など多数のソースコード検索サービスがある。多数のソースコード検索サービスの運用が開始されてきた背景には、オープンソース開発者の増加と過熱、ソースコードの品質の維持が開発者に求められてきたのが理由であると考えられる。

Google ソースコード検索をはじめとした各種ソースコード検索サービスは、ソースコードを記述する際の API を調査したり、サンプルソースを探したりするためのものである。つまりこれまでリファレンス本・解説 Web ページなどに頼ってきたが、世の中に広く存在する莫大なソースコード群から再利用・再活用・ソフトウェアの品質の維持または向上させようとするのが目的である。これまでのソースコードを検索対象に特化していない検索サービスでは、目的外ページ(いわゆるゴミページ)が数多く含まれる。しかし、開発者が求めているのは「困った時にどのようにコードを書けばいいのか」という課題に最短時間でたどり着くことであり、これも Google ツールバーと同じく、人間の手を煩わせないための仕組みと考えた方がよい。

次に連想に関する研究である。ユーザの自由な趣味趣向から分身エージェントを利用し、ネットサーフィンのように連想語やコミュニティ内を渡り歩くことにより、人間関係支援も視野に入れた研究がある²⁷⁾。連想を用いることにより、コミュニティの活性化に成功している。この研究は連想を用いてコミュニティを活性化することが目的であり、創造的な活動を支援するものではなく、本研究とは異なる。

また人間が関知する類義語から関連語を生成する試みもおこなわれている。この研究では、コーパスに国語辞典を利用し、既存方法よりも精度の高い類義語を抽出することに成功している²⁸⁾。精度の高い類義語の抽出には成功しているが、これを創造的活動のヒントに生かす際の研究は行われておらず、本研究とは異なる。

6. 結 論

発散的思考支援には「連想の種」の存在が必要であることを踏まえ、強制連想ヒント表示機能付きの発散的思考支援ツールの研究開発を行った。本論では「人手によって作られた関連語」を強制連想用ヒントにする仕組みを提案した。具体的には集合知の代表格である Wikipedia からの関連語抽出をおこなった。

アイデアの数・流暢性・柔軟性・独自性のすべての項目において、開発したシステムでの効果が確かめられ、集合知から生成した「ゆるやかなヒント」での強制連想効果を確認した。とくに独自性の増加は著しい。

謝 辞

本研究の一部は、北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科國藤研究室と、(株)コクヨの共同研究によるものです。

参 考 文 献

- 1) 西垣 通：組織とグループウェア，NTT 出版(1992)。
- 2) 星野 匡：発想法入門，日本経済新聞社(1989)。
- 3) 樋口 健夫：「金のアイデア」を生む方法－“ひらめき”体質が変わる本(2007)。
- 4) べんてる株式会社：アイデアマラソンスターターキット for airpen, <http://www.airpen.jp/collabo/b.html>
- 5) 川喜田 二郎：発想法，中公新書(1967)。
- 6) 川喜田 二郎：続・発想法，中公新書(1970)。
- 7) Sugiyama,K and Misue,K: Good Graphic Interfaces for good idea or-ganizer, Proc. 3rd IFIP Int.Conf. on Human-Computer interaction(INTERACT '90), Aug.27-31, Cambridge, pp.521-526(1990)。
- 8) Inspiration software. INC, Inspiration : <http://www.inspiration.com/>
- 9) 高橋 誠 編著：新創造力辞典，日本科学技術連盟(2002)。
- 10) 川路 崇博，國藤 進：グループ発想支援ツール「発想跳び」の試作と評価，日本創造学会誌，Vol.4, pp.18-35(2000)。
- 11) 川路 崇博：ブレインライティング法を用いたグループ発想支援ツールの研究，北陸先端科学技術大学院大学知識科学研究科修士論文(2000)。
- 12) 川路 崇博，西本 一志，國藤 進：発散的思考支援ツールの機能による連想プロセスへの影響，日本創造学会誌，Vol.11, pp.115-132(2007)。
- 13) 知を再編する 81 のキーワード ナレッジサイエンス 改訂増補版，杉山 公造ら編著，西本 一志，発散的思考支援システム，pp.202-295(2008)。
- 14) Wikipedia : <http://ja.wikipedia.org/>
- 15) MeCab : <http://mecab.sourceforge.net/>
- 16) Sen : <https://sen.dev.java.net/>
- 17) ネウパネ ウェブウェア，三浦 元喜，羽山 徹彩，國藤 進：分散型ブレインライティング支援のための環境とそれにおける評価，日本創造学会誌，Vol.10, pp.74-86(2006)。
- 18) 三末 和男，杉山 公造：思考支援システムの評価法および D-ABUDACTOR の評価実験について，計測自動制御学会 第 3 回『発想支援ツール』シンポジウム講演論文集，pp.61-68(1996)。
- 19) CamStudio2.0t : <http://cowscorpion.com/MultimediaTools/CamStudio.html>。
- 20) Google ツールバー : <http://toolbar.google.com/>。
- 21) Google ソ ー ス コ ー ド 検 索 : <http://www.google.com/codesearch>。
- 22) GONZUI : <http://gonzui.sourceforge.net/index.html>。

- 23) Koders : <http://www.koders.com/>
- 24) CodeFetch : <http://www.codefetch.com/>
- 25) Krugle : <http://www.krugle.com/>
- 26) byteMyCode : <http://www.bytemycode.com/>
- 27) 平田 高志，村上 晴美，西田 豊明：連想表現と分身エージェントを用いたコミュニティにおける知識共有支援，人工知能学会論文誌 16 巻 2 号 1, pp.225-233(2001)。
- 28) 笠原 要，稲子 希望，加藤 恒昭：テキストデータを用いた類義語の自動生成，人工知能学会論文誌 18 巻 4 号 G, pp.221-232(2003)。