

Twitter エクスカーション: Twitter へのアイデア発想機会の埋め込みによる アイデア多様性向上支援

若月 祐樹[†] 山本 祐輔[†]

[†] 静岡大学情報学部 〒 432-8011 静岡県浜松市中区城北 3-5-1

E-mail: [†]wakatsuki@design.inf.shizuoka.ac.jp, ^{††}yamamoto@inf.shizuoka.ac.jp

あらまし 本稿では、Twitter を閲覧中のユーザに対して、閲覧中のツイート情報をヒントとしたアイデア発想を促し、多様なアイデア発想を行う機会を創出するシステムを提案する。Twitter 閲覧時に介入を行うことで、時間を浪費しがちな Twitter の閲覧をカジュアルなアイデア発想の機会として活かすことを狙っている。多様なアイデアの発想を促すため、提案システムはユーザが Twitter を閲覧している時に、既出アイデアとの類似度が低いツイートをアイデア出しのヒントとして提示する。提案システムの有効性を評価するため、実験協力者に提案システムを利用してもらい、アイデア発想機会の創出と発想したアイデアの多様性向上への影響を調査した。実験の結果、提案システムが発想したアイデアの多様性を向上させることは示唆されなかった。しかし、実験協力者の発想するアイデアは、ヒントとして提示したツイートにより誘導されることが明らかとなった。本研究で得られる知見により、Twitter を利用した多様なアイデアの発想を支援する新たな方法の方針を示すことが期待される。

キーワード UI・UX, ユーザ支援, Web 情報システム, beyond accuracy (新規性, 多様性, 意外性, セレンディピティ, 信憑性), 推薦タスク, インタフェース・インタラクション

1 はじめに

定型業務の自動化や効率化が行われるようになり、技術やサービスのコモディティ化が加速している。他方、技術進展や社会環境の変化により、価値観が多様化している。こうした状況の中、企業は技術や製品の差別化のため、イノベーションを求めている [1]。そのため、仕事において創造性を発揮し、様々なアイデアを生み出すことがますます重要になっている。

アイデア発想を行う手法として、ブレインストーミング [2] や MindMap [3] などが用いられてきた。ブレインストーミングは集団でアイデアを出し合い、それらを結合したり改善させたりすることでアイデアを発散させながら、質よりも量を重視したアイデア発想手法である [2]。ブレインストーミングを実施するには複数人が同じ場所、同じ時間に集まる必要があるため、実施にコストがかかる。そのため、日常生活の中で頻繁にブレインストーミングを行う人はそれほど多くない。

日常生活には移動や待ち時間などの暇な時間が存在する。しかしながら、そのような隙間時間を生産的なことに利用する人は少なく、多くの人はソーシャルメディアの閲覧などの非生産的なことに時間を充てている [4]。近年では、このような日常の暇な時間に文章作成のようなマイクロタスクを埋め込み、隙間時間の有効活用を促進する研究も行われている [5] [6]。しかし、アイデア発想のような創造性を伴う作業をマイクロタスクとして隙間時間で実施する取り組みは行われていない。

効果的なアイデア発想とは、有用なアイデアの候補を数多く

出すことである。そのためには、アイデア発想に多様な概念を取り入れることが重要である [7] [8]。ブレインストーミングは、他人のアイデアをアイデア着想のヒントとして共有することで、発想されるアイデアの多様化を図っている。しかし、他者のアイデアがヒントになり得るとはいえ、同一のテーマでブレインストーミングを続けると、時間の経過とともにアイデアが枯渇する。アイデア発想に取り組むテーマにも囚われるようになり、多様なアイデアを発想し続けることは難しくなる [8]。

本稿では、Twitter 閲覧にアイデア発想の機会を埋め込み、独力でのアイデア発想を日常的に行うことを促進するシステム **Twitter エクスカーション** を提案する。Twitter は日本で月間 4500 万人が利用しており、1 日あたりの利用時間は 10 代から 40 代で 20 分以上であり、利用者の 68.9% が利用目的に「暇つぶし・余暇」を挙げている¹。そのため、本研究ではアイデア発想の機会を埋め込む対象として Twitter に着目した。

提案するシステムは Chrome の拡張機能として設計されており、ユーザが事前に設定した複数のテーマに関するアイデア発想を支援する。図 1 はシステムの動作概要を示している。提案システムは、ユーザの Twitter タイムラインを解析し、事前に設定したテーマとそれに関するユーザの既出アイデアとの関連性を分析する。分析の結果、アイデア発想を刺激する可能性のあるツイートを検出したときに、Twitter を閲覧中のユーザに対して閲覧中のツイート情報をヒントとしたアイデア発想を促す。アイデアを想起したユーザは、図 2 に示したようなアイ

1: <https://service.aainc.co.jp/product/echoes/voices/0014#blogSec11>



図1 システムがTwitterにリンクを埋め込んだ例



図2 ブレインストーミングタスクを行うウェブアプリの例

アイデア発想用のサイトに遷移し、アイデア発想結果をサイトに記録する。本システムにより、ユーザはTwitter閲覧中のような日常の暇な時間に、効果的なアイデア発想機会を創出できると期待される。

本稿では、提案システムの有効性を評価するために、7日間のユーザ実験を行い、提案システムがアイデア発想のしやすさとアイデアの多様性へ与える影響を調査した。本研究の貢献は以下の通りである：

- Twitterを利用して、多様なアイデアを発想する機会を創出することを支援するシステムを提案した点
- 提案システムによりヒントとしてツイートを表示することで、ユーザの発想するアイデアを誘導することができると明らかにした点

2 関連研究

2.1 アイデア発想支援

アイデア発想支援の方法論やツールは、認知心理学やヒューマン・コンピュータ・インタラクションの分野において広く研究されてきた [9] [10]. Paulus らは、効果的なアイデア発想を行うには、精神的に安心していることや連想が重要であることを明らかにした [11]. また Wang らは、質の高いアイデア発想を行うには、多様な概念を取り入れることが重要であると述べている [7].

計算機を活用することで、アイデア発想を支援する研究も行われている。Hariharan らはポストイットに書き出した情報を計算機で分析・分類し、リアルタイムに結果を可視化してアイデア発想を支援する AFFINITY LENS を提案している [12]. ア

アイデア発想時に多様な概念を取り入れるため、デザインアイデアの素となる概念を含む多様な画像を推薦する支援なども提案されている [8]. 本研究では自然言語処理により文章を計算可能にし、ユーザの既存のアイデアに対して多様な概念を含むツイートを選択し提示することで、多様な観点からのアイデア発想を支援する。

ブレインストーミングは代表的なアイデア発想手法であり、複数人でアイデアを出すことで効率的に多様なアイデアを出すことを目指している [2]. ブレインストーミング改善のため、情報技術を活用したツールも研究されている。Gallupe らは、オンライン上でブレインストーミングするシステムを提案し、アイデア発想を阻害していた対人コミュニケーション上の課題を解決した [13]. オンラインを活用した方法の発展として、近年ではクラウドソーシングを活用して大人数でアイデア発想を行う方法も研究されている [14]. ブレインストーミングやその改善手法は、人数を集めるコストがかかり、さらに参加者の能力やスキルも様々であるためアイデア発想の質が安定しないことが課題である [15].

2.2 日常の非生産的な時間を有効活用する支援

日常の非生産的な時間を有効活用する研究事例はいくつか存在する。Belakova らの提案した SONAMI は、執筆タスクを先延ばしして休憩している際にマグカップを持ち上げると、執筆中の文章を読み上げることで執筆内容の振り返り機会を創出する [16]. Inie らの提案した AIKI は、時間を浪費しているとされるウェブサイトにアクセスした際に、英単語学習のような簡単な学習タスクが行えるサイトへリダイレクトすることで学習機会を創出する [17]. また、Hahn らは Facebook のタイムラインに文章執筆のマイクロタスクを埋め込み、日常の非生産的な瞬間を活用してより大きな目的を達成する手段を提案した [5].

これらに共通しているのは、日常の認知負荷が低く、活用の余地がある時間を活用して生産的な活動を促している点である。本稿の提案システムはアイデア発想タスクの埋め込み機会として Twitter 閲覧に着目しているが、上記の研究事例と同様に、隙間時間に着目したアプローチと言える。

3 提案システム

本研究では、Twitter 閲覧中のユーザに、閲覧中のツイートをヒントとしたアイデアを促すことで、効果的なアイデア発想機会を創出するシステム **Twitter エクスカーション** を提案する。本システムの目的は2つある。1つ目は、時間を浪費しがちな Twitter 利用時間を活用して、カジュアルなアイデア発想の機会を創出することである。これは、Hahn らのカジュアルマイクロタスクの概念から着想を得たものである [5]. 2つ目は、既出アイデアに囚われない多様なアイデア発想を促すことである。

提案システムは、Twitter にアイデア発想タスクを埋め込む Chrome 拡張機能と、アイデア発想タスクを行うウェブアプリから構成される。ユーザは Chrome 拡張機能に、組み込ま

いテーマを入力する。Chrome 拡張機能は、ユーザが閲覧する Twitter のタイムライン上からヒントになり得るツイートを選択し、テーマおよびウェブアプリへのリンクを埋め込む。ウェブアプリでは、埋め込み対象のツイートをヒントとして提示し、ユーザから入力されたアイデアを記録する。以下、それぞれの機能の詳細とその実装方法について述べる。

3.1 Twitter へのアイデア発想タスクの埋め込み

図 1 は、Chrome 拡張機能が Twitter タイムライン上のツイートにアイデア発想タスクへのリンクを埋め込んだ様子である。薄いオレンジ色のエリアが埋め込む部分である。ここには、ユーザが設定したアイデア発想のテーマ文とアイデア入力用ウェブアプリへ遷移するリンクのボタンが含まれている。ユーザは、アイデアを思いついた際に、「アイデアを入力」ボタンを押してウェブアプリに遷移する。遷移する際に、Chrome 拡張は埋め込み対象となったツイートの ID をウェブアプリに送信する。選択するツイートは、アイデア発想をする際にヒントとして有用なものを選ぶ。ツイートを選択する方法の詳細は、3.2 節にて述べる。ツイートへ埋め込む頻度は、タイムライン最上部から 10 ツイート読み込まれるごとに、その中から最も条件に合うツイート 1 つを選択して埋め込む。

具体的なシナリオとして、ユーザが「新人と仲良くなる新しいオリエンテーション」をテーマとしてアイデアを考えているとする。ユーザは本システムに対して、アイデア発想のテーマとして「新人と仲良くなる新しいオリエンテーション」を入力し、図 2 にて思いつく限りアイデアを入力する。その後アイデアが思いつかなくなったとき、ユーザはアイデア発想を中断して Twitter を閲覧する。システムはヒントに適したツイートを選択し、人と犬が散歩している写真のツイートへ、図 1 のようにテーマと「アイデアを入力」ボタンを挿入する。ユーザはこのツイートをヒントにして「自己紹介散歩」というアイデアを思いつき、図 2 のウェブアプリへ遷移して「自己紹介散歩」と入力し、さらに思いつく限りアイデアを入力する。

3.2 タスクを埋め込むツイートの選択方法

本システムは、既出アイデアとの類似性を考慮し、アイデア発想の機会を埋め込むツイートを選択する。

本提案手法は、ユーザが既存のアイデアと異なる方向性のアイデアを出すように促すことで、ユーザの発想するアイデア集合の多様性を向上させることを狙う。そこで、本稿ではエクスカッションに着目する。エクスカッションとは、アイデア発想における観点の多様化とアイデアの発想数増加を狙った方法論である [18] [19]。エクスカッションではテーマと無関係な情報を選択し、そこから連想して新たなアイデアを発想させる。本稿では、ユーザの Twitter タイムライン上のツイートのうち、ユーザが過去に発想したアイデアとの類似度が最も低いツイートを意外なヒントとして提示する。これによりエクスカッションの効果を狙う。

提案システムはツイートと既出アイデア間の類似度を計算するため、候補となるツイート文および既存アイデアを多次元ベ

クトルに変換する。ベクトル化には、事前学習済み Universal Sentence Encoder (以下 USE) を使用する [20]。USE は入力された文章を多次元ベクトル空間に埋め込む手法であり、文脈を考慮して各単語をベクトル化して文章全体のベクトルを得る。また、USE は英語や日本語などの異なる言語であっても同じベクトル空間に埋め込める。ツイート文は文章である場合が多く、文脈を考慮した方が意味上の類似度を正確に計算できること、日本語だけでなく英語のツイートも多いことから USE をベクトル化の手法として採用した。ユーザがアイデアを得たいと思っているテーマの集合を $S = \{s_1, s_2, \dots, s_l\}$ 、ユーザの Twitter タイムライン上のツイートの集合を $T = \{t_1, t_2, \dots, t_m\}$ 、ユーザがテーマ s に対して過去に発想した既出アイデアの集合を $I_s = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ とする。また、 $\text{sim}_{\cos}(v_x, v_y)$ は x と y のベクトル v_x, v_y のコサイン類似度とする。このとき、テーマ s に対してツイート $t \in T$ の意外性を以下の式で定義する。

$$U(t, I_s) = \frac{\sum_{i \in I_s} -\text{sim}_{\cos}(v_t, v_i)}{|I_s|}$$

提案システムは上記式に基づき、テーマ集合 S のすべてのテーマに対して、タイムライン上の各ツイートの意外性を計算する。その後、図 1 に示すように、各テーマに対して最も意外性の高いツイートにアイデア発想の機会 (テーマ) を埋め込む。

3.3 アイデア入力用ウェブアプリ

図 2 のように、提案システムのアイデア発想タスクを行うウェブアプリのユーザインターフェース (以下、提案 UI) は、テーマ、アイデア入力フォーム、ツイート、アイデア一覧から構成される。本ウェブアプリは、Chrome 拡張機能から受け取ったツイート ID を元にツイートを参照し、ユーザに提示する。また、アイデア入力フォームに入力されたアイデアは、「アイデアを入力」ボタンが押された際に保存され、「今までのアイデア一覧」の下に追記されていく。

3.4 仮説

提案システムにより、ユーザの発想するアイデアの数、多様性の向上や、アイデア発想をしやすくと感じる事が期待される。本稿では以下の仮説を検証する。

H1 提案システムの利用は、ユーザの発想するアイデアの数を増加させる。

H2 既出アイデアに対して意外なツイートをヒントとして提示することで、ユーザの発想するアイデアは多様になる。

H3 ツイートをヒントにアイデア発想を促すことで、ユーザはアイデアを発想しやすくと感じる。

4 実験

4.1 実験協力者

実験協力の依頼は、日常的に 1 日に 1 回以上 Twitter を閲覧している人を対象に行った。合計 20 名の大学生を実験協力者として募った。各実験協力者には 7 日間の実験に協力してもらい、実験終了後 2500 円の報酬を支払った。20 名のうち 3 名

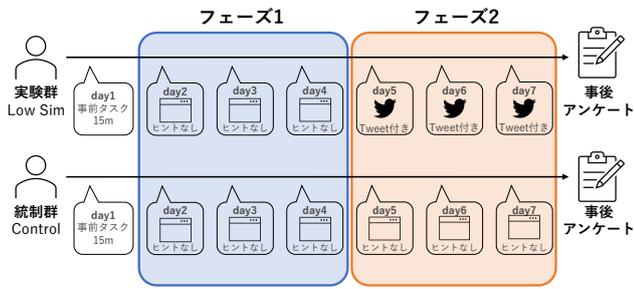


図 3 実験フロー

は、タスクが未完了であったりデータが正しく収集されていなかったため分析の対象外とした。最終的に 17 名の実験協力者のデータを分析に用いた。

4.2 アイデア発想タスク

実験協力者には、初日に対面で集まってもらい実験説明を行った。説明後、指定したテーマに関して、個人で 15 分の制限時間付きアイデア発想タスクを行ってもらった。

実験期間 2 日目からは毎日正午 12 時にメールによる通知を行い、通知内容の指示に従いアイデア発想タスクを行ってもらった。具体的な指示内容については、4.3 節に記す。2 日目以降のタスクでは、図 2 のウェブサイト上で、初日と同じテーマに関して、1 人でできるだけ多くのアイデアを入力してもらった。ユーザには、アイデアを思いつかなくなったら、その日のアイデア発想タスクを終了するよう指示した。

指定テーマは「新人と仲良くなる新しいオリエンテーション」とした。テーマは初日から最終日まで共通とした。本テーマには正解がなく事前の知識に関係なくアイデアを発想できるため採用した。

4.3 実験設計

本実験は、ヒントの有無を要因とする 1 要因被験者間計画で実施した。ヒント要因は以下の 2 水準を用意した。

- ユーザの既出のアイデアとのコサイン類似度の低いツイートを提示する実験群
- ユーザにツイートを提示しない統制群

実験の流れを図 3 に示す。実験初日は各実験協力者は実験への参加同意確認をした後、制限時間 15 分のアイデア発想を行う事前タスクを実施した。事前タスク終了後、実験協力者を実験群と統制群に割り当てた。群の割り当ては、各群の実験協力者の初日のアイデア発想タスクで回答したアイデアの個数を元に、群間でアイデア発想の個人差ができるだけ少なくなるようにする。手順としては、全実験協力者を初日タスクで入力したアイデアの数の降順に並べ、多い方から実験群と統制群に交互に割り当てる。例えば、8 人の実験協力者が初日のタスクで入力したアイデアの数がそれぞれ 1, 1, 3, 3, 3, 5, 5 の時を考える。この時、3, 3, 3, 3 と 1, 1, 5, 5 のグループに分けた場合、アイデア数の平均値は同じになるが、個人差は発生すると考えられる。そのため、この例の場合は、アイデアの発想個数が 1, 3, 3, 5 と 1, 3, 3, 5 のグループになるように分ける。

初日の説明の翌日から 3 日間はフェーズ 1 とし、全群共通でヒントなしでアイデア発想をしてもらった。フェーズ 1 後の 3 日間はフェーズ 2 とし、実験群と統制群で異なる環境でタスクを実行させた。実験群の実験協力者には提案システムからヒントとなるツイートを表示し、それを踏まえて指定されたテーマのアイデア発想タスクに取り組ませた。統制群の実験協力者には、フェーズ 1 と同じくヒントなしで指定テーマのアイデア発想をさせた。本提案システムは、実験協力者が過去に発想したアイデアに対して類似度の低いツイートをヒントとして提示することで、新たな観点でのアイデア発想を促すことを狙っている。提案システムの効果を検証するためには、実験協力者が自力で思いつく観点でのアイデアを出し切った状態を作り、その上でヒントの有無によるアイデア群の差を調査する必要がある。そのため、フェーズ 1 では両群ともにヒントなしでアイデアを考えさせ続け、アイデアが徐々に思いつかなくなる状態にさせることを狙った設計とした。

実験協力者には、実験最終日に事後アンケートに回答してもらった。それぞれのアンケートは、全群共通の内容と実験群にのみ回答してもらう内容がある。実験最終日に行ったアンケートの内容は表 1 の通りである。全アンケートは、5 段階 (1: 全くそう思わない~5: とてもそう思う) のリッカート尺度で回答するように依頼した。最終日のアンケートは、本提案システム利用時に行うようなアイデア発想のやり方に対する主観的な抵抗感や有効性を調査した。これらのアンケートにより、本提案システムを用いてアイデア発想機会を創出した際に、ユーザがどれだけアイデアを思いつきやすいと感じるかを評価した。

4.4 分析指標

本実験では、アイデア入力アプリに入力されたアイデアの数、アイデア文、アイデア入力時刻、参考にしたツイートのテキストを収集した。また、毎日のタスク後と 7 日のタスク終了後にアンケートを行い、回答データも収集した。

本稿では提案システムの有効性を評価するために、(1) アイデア発想数の増加率、(2) アイデア集合の多様性、(3) アイデア集合の意外性の 3 つの指標を用いる。

アイデア発想数の増加率は、フェーズ 1 と 2 で実験協力者が発想したアイデアの数の比率を表す。1 人の実験協力者がフェーズ 1 で入力したアイデアの集合を $I_1 = \{i_{11}, i_{12}, \dots, i_{1n}\}$ 、フェーズ 2 で入力したアイデアの集合を $I_2 = \{i_{21}, i_{22}, \dots, i_{2n}\}$ としたとき、アイデア発想数の増加率 $G(I_1, I_2)$ を以下の式で定義する。

$$G(I_1, I_2) = \frac{|I_2|}{|I_1|}$$

$G(I_1, I_2)$ の各群の実験協力者の結果を比較することで、提案システムがより多くのアイデアを出すことを支援できたかを検証する。

アイデア集合の多様性 $D(I_2)$ は、フェーズ 2 で入力したアイデア集合の多様性を表す。ヒントとなるツイートの提示により、発想されるアイデアが誘導されるならば、実験群のフェーズ 2 では毎日異なるツイートが表示されるため、実験群のフェーズ

表 1 事後アンケート項目

対象	質問
Q_{post1} 実験群	空き時間にツイッターを見ているときに、今回のようなアイデア出しタスクを割り込まれることについて、抵抗感があると思いますか？
Q_{post2} 実験群	空き時間にツイッターを見ているときに、今回のようなアイデア出しタスクを割り込まれることは有効だと思いますか？
Q_{post3} 共通	適当なタイミングで今回のようなアイデア出しを強制的にさせられることについて、どの程度抵抗感があると思いますか？
Q_{post4} 共通	適当なタイミングで今回のようなアイデア出しタスクを割り込まれることは有効だと思いますか？

2 のアイデア集合 I_2 は統制群に比べて多様となっていることが期待される。これを評価するために、 $D(I_2)$ を以下の式で定義する。

$$D(I_2) = \frac{-\sum_{x,y \in I_2} \text{sim}(v_x, v_y)}{|I_2|C_2}$$

ここで、 v_x はアイデア x のベクトル、 $\text{sim}(v_x, v_y)$ はアイデア x と y のベクトルのコサイン類似度を意味する。上式のとおり、 $D(I_2)$ はフェーズ 2 に含まれるアイデアのすべての組み合わせの平均類似度として計算する。

アイデア集合の意外性は、フェーズ 1 とフェーズ 2 のアイデア集合の非類似性を表す。これは、提案手法によってヒントが提示されたことによって、フェーズ 1 で出せなかったアイデアをフェーズ 2 でどの程度発想できたかを評価する指標である。今、ある実験協力者が初日およびフェーズ 1 で発想したアイデア集合を I_{0+1} 、フェーズ 2 で発想したアイデアの集合を I_2 とする。このとき、アイデア集合の意外性 $U(I_{0+1}, I_2)$ を以下の式で定義する。

$$U(I_{0+1}, I_2) = \frac{-\sum_{y \in I_2} \max_{x \in I_{0+1}} (\text{sim}(v_x, v_y))}{|I_2|}$$

上式のとおり、 $U(I_{0+1}, I_2)$ はフェーズ 2 で出た各アイデアから見て最も類似するフェーズ 1 のアイデアの類似度の平均値に注目しているため、この指標が大きいほどフェーズ 2 ではフェーズ 1 で出なかったアイデアが発想できることを意味する。 $U(I_{0+1}, I_2)$ の各群の実験協力者の結果を比較することで、提案システムが発想するアイデアの意外性を向上させるか否かを検証する。

5 結果

17 名の実験協力者から、544 件のアイデアデータを収集した。それらのデータを解析し、提案システムが実験協力者の発想するアイデア群の多様性に与える影響について分析した。また、アンケート結果の分析を通じて、提案システムが実験協力者のアイデア発想機会の創出に寄与するか分析を行った。なお、収集したデータについては正規性が確認できなかったため、ノンパラメトリックなマンホイットニーの U 検定を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。検定には、SciPy 統計分析パッケージ²を用いた。

表 2 アイデア発想にかかる分析指標の基本統計量。

	統制群		実験群		p-value
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
$G(I_1, I_2)$	0.88	0.34	0.80	0.40	0.63
$D(I_2)$	-0.21	0.10	-0.21	0.12	0.96
$U(I_{0+1}, I_2)$	-0.47	0.12	-0.43	0.08	0.47

5.1 アイデア数の変化

H1 を検証するため、フェーズ 1 とフェーズ 2 でそれぞれ発想したアイデア数の比率 $G(I_1, I_2)$ について分析を行った。本実験では 7 日間同じテーマでアイデアを出し続ける設計であるため、フェーズ 1 ではある程度アイデアを出し尽くした状態になることを期待していた。実験協力者は、アイデアをある程度出し尽くした状態でフェーズ 2 に進み、既出のアイデアと異なる意味を持つツイートをヒントとして提示される。ヒントとして提示するツイートは、実験協力者にとって新たな観点を提供することになり、ヒントがない統制群に比べて実験群の $G(I_1, I_2)$ が増加すると予想していた。しかし、表 2 が示しているように、統制群の $G(I_1, I_2)$ の方がやや平均値が高いものの、実験群と統制群において統計的有意差は見られなかった（統制群 0.88、実験群 0.80、 $p = 0.63$ ）。

5.2 アイデアの多様性と意外性

H2 の検証をするため、実験協力者がフェーズ 2 で発案したアイデア群の多様性 $D(I_2)$ と、フェーズ 2 のアイデアの意外性 $U(I_{0+1}, I_2)$ について分析を行った。本実験は、同じテーマでアイデア発想し続けていくことで、既出のアイデアに囚われて新たなアイデアが出づらくなるよう設計した。実験群ではフェーズ 2 で毎日異なるツイートをヒントとして提示しているため、ツイートによりアイデアが誘導されるならば、フェーズ 2 で発案されるアイデア間の多様性が統制群より高くなると予想していた。しかし、表 2 が示しているように、実験群と統制群の間で $D(I_2)$ に統計的有意差は見られなかった（統制群-0.21、実験群-0.21、 $p = 0.96$ ）。

実験群ではアイデアが出づらくなったフェーズ 2 においてヒントとなるツイートを提示するため、フェーズ 1 に出てこなかったアイデアがフェーズ 2 で発想されることを期待していた。つまり、実験群の方が統制群に比べ、フェーズ 2 のアイデアの意外性 $U(I_{0+1}, I_2)$ が高くなると予想していた。しかし、結果は表 2 が示しているように、実験群と統制群の間で $U(I_{0+1}, I_2)$

²: <https://scipy.org/>

表 3 事後アンケートの結果.

	統制群		実験群		p-value
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
Q_{post1}	-	-	3.44	1.30	-
Q_{post2}	-	-	3.00	1.41	-
Q_{post3}	3.50	1.20	2.88	1.05	0.29
Q_{post4}	2.87	0.99	3.33	1.12	0.56

に統計的有意差は見られなかった (統制群-0.47, 実験群-0.43, $p = 0.47$).

5.3 事後アンケート

H3 の検証をするため, Twitter タイムラインへのアイデア発想機会の埋め込みに関する抵抗感や有効性についてのアンケート回答を分析した. 表 3 の Q_{post1} と Q_{post2} は, Twitter タイムラインにアイデア発想機会を埋め込むことへの抵抗感, およびアイデア発想への有効性についての主観評価値を示している. Q_{post1} の回答は 1~5 で 1,2 は抵抗感を感じず, 3 はどちらでもなく, 4, 5 は抵抗感を感じたことを示すため, 平均値が 3 を下回ることを期待していた. しかし, 結果は平均値が 3 を下回らなかった. Q_{post2} の回答は 1~5 で 1,2 は有効と感じず, 3 はどちらでもなく, 4, 5 は有効と感じたことを示すため, 平均値が 3 を上回ることを期待していた. しかし, 結果は平均値が 3 を上回らなかった.

表 3 の Q_{post3} と Q_{post4} は, 本実験のように適当なタイミングでアイデア出しタスクを強制されることに対する抵抗感, およびアイデア発想への有効性についての主観評価値を示している. Q_{post3} については, 平均値は実験群のほうが低い結果となったが, 統計的な有意差は見られなかった (統制群 3.50, 実験群 2.88). Q_{post4} については, 平均値は実験群のほうが高い結果となったが, 統計的な有意差は見られなかった (統制群 2.87, 実験群 3.33).

6 考察

6.1 仮説の検証

本節では, ユーザ実験の結果をふまえて 3.5 節で設定した **H1**, **H2**, **H3** について議論を行う. **H1** を検証するために, フェーズ 1 とフェーズ 2 におけるアイデア数の割合 $G(I_1, I_2)$ を統制群と実験群で比較した. アイデアを思いつきにくくなるフェーズ 2 で既出のアイデアと異なる意味を持つヒントを提示することで, アイデアをより多く生み出せると予想していた. しかし, 実験結果を分析したところ, 提案システムの利用がアイデア数の割合 $G(I_1, I_2)$ に影響するという事は認められず, 仮説 **H1** を支持する結果は得られなかった (節 5.1).

H2 を検証するために, フェーズ 2 のアイデア群の多様性 $D(I_2)$ と $U(I_{0+1}, I_2)$ を統制群と実験群で比較した. 既出のアイデアと異なる意味を持つヒントを提示することで, ヒントを参考に発想されるアイデア群が多様になり, フェーズ 1 のアイデア群から見て意外なアイデアが増えると予想していた. 実験結果を分析したところ, 実験群と統制群のフェーズ 2 の $D(I_2)$

表 4 ツイート t_a とアイデア群 I_b の組み合わせによる類似度 S_{ab} . この表の $a = b$ となる S と $a \neq b$ となる S を比較する

$t_a \setminus I_b$	I_5	I_6	I_7
t_5	S_{55}	S_{56}	S_{57}
t_6	S_{65}	S_{66}	S_{67}
t_7	S_{75}	S_{76}	S_{77}

と $U(I_{0+1}, I_2)$ の平均値に統計的有意差は認められなかった. そのため, 実験結果からは仮説 **H2** を支持する結果は得られなかった (節 5.2).

H3 を検証するために, 全タスク終了後の事後アンケートの結果を分析した. 事後アンケートのデータから, 今回のアイデア出しの手法に対する抵抗感や有効性に関する主観的な評価について分析を行った. 分析の結果, Twitter を閲覧している際にアイデア出しタスクを割り込まれることに関して, 実験協力者は抵抗感がなく, 有効だと感じると言える結果は得られなかった. また, 今回のようなアイデア出しに対する抵抗感と有効性について, 実験群と統制群の回答に統計的有意差は認められなかった. そのため, 実験からは提案手法の利用により, ユーザはアイデアを発想しやすいと感じるという仮説 **H3** を支持する結果は得られなかった (節 5.3).

6.2 提示したヒントの影響

本稿で提案したシステムによって提示したヒントによって, 発想されるアイデアの数を増加させることや, アイデア群の多様性や意外性を向上させることを示す有意な結果は得られなかった. しかし, ヒントとして提示したツイートを参考にしている事で, 発想されるアイデアに影響を与えている可能性はある. そこで, 実験群のフェーズ 2 のアイデア群において, ある日に発想されたアイデアがその日にヒントとして提示されたツイートに影響を受けているかを確認するため,

- ある日に発想されたアイデアとその日にヒントとして提示されたツイートの類似度
- ある日に発想されたアイデアとその日以外にヒントとして提示されたツイートとの類似度を計算し, その違いを分析した.

フェーズ 2 に含まれる実験 a 日目にある実験協力者に提示されたツイートを t_a とする. フェーズ 2 に含まれる実験 b 日目にある実験協力者が発想したアイデア集合を $I_b = \{i_1, i_2, \dots, i_n\}$ とする. このとき, ツイートとアイデア集合の類似度を $S(t_a, I_b)$ を以下で定義する.

$$S_{a,b} = \frac{\sum_{x \in I_b} \text{sim}(v_{t_a}, v_x)}{|I_b|}$$

ここで, v_x は 3.2 節で述べた USE によって得られたテキスト x のベクトル, $\text{sim}(v_x, v_y)$ をテキスト x および y の類似度とする.

フェーズ 2 は実験 5, 6, 7 日目に相当するため, $S(t_a, I_b)$ の計算対象としては, 表 4 のような組み合わせが得られる. 表 4 において $a = b$ となる S_{ab} の集合を $X = \{S_{ab} | a = b\}$, $a \neq b$

表 5 S_{ab} が $a = b$ となる時の集合 X と $a \neq b$ となる時の集合 Y の統計

	$X(a = b)$		$Y(a \neq b)$		p-value
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	
実験群の S_{ab}	0.043	0.036	0.006	0.026	0.004

となる S_{ab} の集合を $Y = \{S_{ab} | a \neq b\}$ とする。 X はフェーズ 2 において提示されたツイートと、そのツイートをヒントにしたアイデア群の類似度の集合を意味する。また、 Y はフェーズ 2 において提示されたツイートとそのツイートをヒントにしていないアイデア群の類似度の集合を意味する。もし、ある日に発想されたアイデアがその日にヒントとして提示されたツイートに影響を受けているならば、 X の平均値は Y のそれよりも高くなると予想される。

表 5 は X と Y の平均値を実験協力者ごとに計算し、それらと比較した表である。分析の結果、 X は Y よりも平均値が高く、統計的に有意な差が確認された ($X = 0.043$, $Y = 0.006$, $p < 0.01$)。この結果は、実験協力者のアイデア発想の内容は提示したツイートに影響を受け、誘導された可能性を示唆している。

事後アンケートの自由記述を確認したところ、以下のように回答があった。

ツイッターによるヒントは、自分にはない発想の手助けになる反面、ヒントに縛られてしまったような気がする。

この回答から、提案手法によるヒントによって新たな観点のアイデアの発想を促すこともあるが、そのヒントの観点にしばられて自由なアイデア発想が阻害されたと感じる実験協力者がいたことがわかる。

6.3 アイデア発想のしやすさ

事後に行った主観評価アンケートからは、提案手法によってアイデア発想機会の創出した際に、ユーザがアイデアを発想しやすくなるという結果は示唆されなかった。一方、Twitter タイムラインにアイデア発想機会を埋め込むことについて、抵抗をあまり感じず、有効性が高いと回答した実験協力者は、事後アンケートのシステム利用に関する自由記述で以下のような回答をしていた。

毎日連続でやることは大変だが、すきま時間に実施するのであればとても面白く、Twitter を見ている時間が有効活用されると思った。

この回答者は、フェーズ 1 のアイデア数に対するフェーズ 2 のアイデアの割合である $G(I_1, I_2)$ が 1.67 であり、全実験協力者の中で最高値であった。このように、本提案システムによってアイデア数が増加し、本システムの利用に好印象な実験協力者も少なからず存在した。

6.4 今後の課題

実験の結果、提案システムの有効性は確認できなかった。し

かし、6.2 節で述べたように、実験協力者はツイートを参考にアイデア発想を行う傾向にあることから、提案システムを利用することで実験協力者の発想するアイデアを誘導できる可能性がある。このことは、アイデアを出し切り、それ以上思いつかない状態であれば、既出のアイデアと類似性が低いツイートを提示することは新たなアイデア発想に寄与すると考えられる。

上記可能性を検証するためには、実験設計を改善する必要がある。本実験は、フェーズ 1 で実験協力者をアイデアを出し切った状態にすることを狙ったが、十分にアイデアを出し切らせることができなかったと考えられる。実験協力者がフェーズ 1 で出したアイデアを調べたところ、ある観点でアイデアを出し尽くしてから、別の観点でのアイデア発想に移るといった傾向は見られなかった。また、アイデア数も日数が進むにつれて減少することもなかった。つまり、フェーズ 1 の終了時点においても、実験協力者は新しいアイデアを発想する余力が十分にあったと言える。そのため、フェーズ 2 に入ってから以降も、実験群と統制群でアイデアの質や量に差が出なかったと考えられる。

また、タスク開始前（初日）に質よりも量を重視したアイデア発想を行うように説明していたが、細かいアイデアの出し方の説明を行わなかったことが提案システムを有効に機能しなかった理由の 1 つとして考えられる。実験協力者にブレインストーミングの経験について調査した結果、17 人中で 1 度も行ったことがないのが 9 人、5 回以下が 6 人であった。ブレインストーミングでは、他のアイデアを連結させたり一部を変化させることで新たなアイデアを生み出すことが推奨されている。ブレインストーミング経験が少ない実験協力者が多かったことは、提案システムを有効に機能しなかった原因として考えられる。以上のことから、今後実験を行う際には、アイデア発想の経験がある程度ある実験協力者を集めるなどの改善や、より長期の介入実験を行うことで、提案システムの有効性を検証する必要がある。

7 まとめ

本論文では、Twitter を閲覧中のユーザに対して、閲覧中のツイート情報をヒントとしたアイデア発想を促し、多様なアイデア発想を行う機会を創出するシステムを提案した。提案システムの目的は 2 つあり、時間を浪費しがちな Twitter をアイデア発想の機会へ有効活用することと、既出のアイデアにとらわれない多様なアイデア発想を促すことである。提案システムは、ユーザの発案したアイデア群をベクトル化し、それらと類似度の低い Tweet をユーザのタイムラインからヒントとして選択する。これにより、既出アイデア群に対して多様となるヒントが得られ、ユーザの発案するアイデアの多様性向上を促す。本稿の実験では、提案システムが Twitter をアイデア発想の機会へ有効活用することや、多様なアイデア発想を促すことを示す有意な結果は得られなかった。今後は、より制御された実験環境を再設計し、研究室実験を行う予定である。

謝 辞

本研究はJSPS 科研費 JP18H03244, 21H03554, 21H03775, 22H03905 の助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

文 献

- [1] Clayton Christensen and Michael Raynor. *The innovator's solution: Creating and sustaining successful growth*. Harvard Business Review Press, 2013.
- [2] Vicky L Putman and Paul B Paulus. Brainstorming, brainstorming rules and decision making. *The Journal of creative behavior*, Vol. 43, No. 1, pp. 29–40, 2009.
- [3] Tony Buzan. *The Mind Map Book: How to Use Radiant Thinking to Maximize Your Brain's Untapped Potential*. Plume, 1996.
- [4] Gloria Mark, Shamsi T Iqbal, Mary Czerwinski, and Paul Johns. Bored Mondays and focused afternoons: the rhythm of attention and online activity in the workplace. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 3025–3034, 2014.
- [5] Nathan Hahn, Shamsi T. Iqbal, and Jaime Teevan. Casual microtasking: Embedding microtasks in facebook. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '19, p. 1–9, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.
- [6] Justin Cheng, Jaime Teevan, Shamsi T. Iqbal, and Michael S. Bernstein. Break it down: A comparison of macro- and microtasks. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '15, p. 4061–4064, New York, NY, USA, 2015. Association for Computing Machinery.
- [7] Hao-Chuan Wang, Susan R Fussell, and Dan Cosley. From diversity to creativity: Stimulating group brainstorming with cultural differences and conversationally-retrieved pictures. In *Proceedings of the ACM 2011 conference on Computer supported cooperative work*, pp. 265–274, 2011.
- [8] Savvas Petridis, Hijung Valentina Shin, and Lydia B Chilton. Symbolfinder: Brainstorming diverse symbols using local semantic networks. In *The 34th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '21, p. 385–399, New York, NY, USA, 2021. Association for Computing Machinery.
- [9] Jonas Frich, Lindsay MacDonald Vermeulen, Christian Remy, Michael Mose Biskjaer, and Peter Dalsgaard. Mapping the landscape of creativity support tools in hci. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 1–18, 2019.
- [10] Jonas Frich, Michael Mose Biskjaer, and Peter Dalsgaard. Twenty years of creativity research in human-computer interaction: Current state and future directions. In *Proceedings of the 2018 Designing Interactive Systems Conference*, DIS '18, p. 1235–1257, New York, NY, USA, 2018. Association for Computing Machinery.
- [11] Paul B Paulus and Vincent R Brown. Toward more creative and innovative group idea generation: A cognitive-social-motivational perspective of brainstorming. *Social and Personality Psychology Compass*, Vol. 1, No. 1, pp. 248–265, 2007.
- [12] Hariharan Subramonyam, Steven M. Drucker, and Eytan Adar. Affinity lens: Data-assisted affinity diagramming with augmented reality. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '19, p. 1–13, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.
- [13] R Brent Gallupe and William H Cooper. Brainstorming electronically. *MIT Sloan Management Review*, Vol. 35, No. 1, p. 27, 1993.
- [14] Pao Siangliulue, Joel Chan, Steven P. Dow, and Krzysztof Z. Gajos. Ideahound: Improving large-scale collaborative ideation with crowd-powered real-time semantic modeling. In *Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '16, p. 609–624, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.
- [15] Samuel Rhys Cox, Yunlong Wang, Ashraf Abdul, Christian von der Weth, and Brian Y. Lim. Directed diversity: Leveraging language embedding distances for collective creativity in crowd ideation. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '21, New York, NY, USA, 2021. Association for Computing Machinery.
- [16] Jekaterina Belakova and Wendy E. Mackay. Sonami: A tangible creativity support tool for productive procrastination. In *Creativity and Cognition*, CC '21, New York, NY, USA, 2021. Association for Computing Machinery.
- [17] Nanna Inie and Mircea F Lungu. Aiki - turning online procrastination into microlearning. In *Proceedings of the 2021 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '21, New York, NY, USA, 2021. Association for Computing Machinery.
- [18] James M. Higgins. *Creative Problem Solving Techniques: The Handbook of New Ideas for Business*. New Management Pub Co, 2005.
- [19] Henri Barki and Alain Pinsonneault. Small group brainstorming and idea quality: Is electronic brainstorming the most effective approach? *Small Group Research*, Vol. 32, No. 2, pp. 158–205, 2001.
- [20] Daniel Cer, Yinfei Yang, Sheng-yi Kong, Nan Hua, Nicole Limtiaco, Rhomni St John, Noah Constant, Mario Guajardo-Cespedes, Steve Yuan, Chris Tar, et al. Universal sentence encoder for english. In *Proceedings of the 2018 conference on empirical methods in natural language processing: system demonstrations*, pp. 169–174, 2018.