

Title	分散環境における創造活動のモチベーションを維持するための発散的思考支援システムに関する研究
Author(s)	古川, 洋章
Citation	
Issue Date	2018-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/10119/15313
Rights	
Description	Supervisor: 由井 蘭 隆也, 知識科学研究科, 博士

博士論文

分散環境における創造活動のモチベーションを
維持するための発散的思考支援システム
に関する研究

古川 洋章

主指導教員 由井 蘭 隆也

北陸先端科学技術大学院大学

知識科学研究科

平成 30 年 3 月

目次

第1章	序論	1
1.1.	研究の背景	2
1.2.	研究の目的	3
1.3.	研究の構成	4
第2章	関連研究	6
2.1.	緒言	7
2.2.	創造的問題解決のモデルに関する研究	7
2.3.	創造技法に関する研究	8
2.4.	発想支援ツールに関する研究	10
2.5.	創造活動における心的要因に関する研究	15
2.6.	創造活動におけるモチベーションに関する研究	17
2.7.	結言	20
第3章	フィードバック視覚化機能を用いた創造活動支援ツールの試作と評価	21
3.1.	緒言	22
3.2.	研究の目的	22
3.3.	ツールの設計と開発	22
3.4.	実験と評価	29
3.5.	考察	54
3.6.	まとめ	57
3.7.	結言	57
第4章	あいづちに着目した創造活動支援ツールの試作と評価	58
4.1.	緒言	59
4.2.	研究の目的	59
4.3.	ツールの設計と開発	60
4.4.	実験と評価	68
4.5.	考察	79
4.6.	まとめ	80
4.7.	結言	80
第5章	ゲーミフィケーション要素を用いた継続的創造活動支援ツールの試作と評価	81
5.1.	緒言	82
5.2.	研究の目的	82
5.3.	ツールの設計と開発	82

5.4.	評価実験.....	105
5.5.	実験結果.....	109
5.6.	考察.....	117
5.7.	まとめ.....	118
5.8.	結言.....	118
第6章	考察.....	119
6.1.	緒言.....	120
6.2.	本論文における研究の関係性.....	120
6.3.	先行研究との位置付け.....	124
6.4.	知識科学への貢献.....	127
6.5.	今後の展望.....	127
6.6.	結言.....	128
第7章	結論.....	129
7.1.	本論文のまとめ.....	130
7.2.	今後の課題.....	131
	謝辞.....	132
	参考文献.....	133
	本研究に関する発表論文.....	146

目次

図 1-1 本論文の構成	5
図 2-1 ブレインストーミング支援ツールの 4 象限.....	12
図 2-2 創造性の 3 要素 [Amabile 1998]	16
図 3-1 ユーザ画面とその機能.....	24
図 3-2 アイデアの表示グラフィックの遷移.....	25
図 3-3 ツール構成.....	27
図 3-4 処理の流れ.....	27
図 3-5 テーマ：新しい商品名を考える（課題 1）	30
図 3-6 テーマ：新しい商品名を考える（課題 2）	30
図 3-7 創出したアイデアの例（課題 1）	35
図 3-8 アイデアの量の結果	35
図 3-9 アイデアの柔軟性の結果.....	36
図 3-10 アイデアの独自性の結果.....	36
図 3-11 5 分毎に創出したアイデアの流暢性評価結果（先実施）	41
図 3-12 5 分毎に創出したアイデアの独自評価結果（先実施）	45
図 4-1 ツールの構成	63
図 4-2 Idea Planter の画面構成.....	64
図 4-3 アイデアの投稿.....	65
図 4-4 あいづちの選択.....	66
図 4-5 質問および回答の入力.....	67
図 4-6 創出したアイデアの例(新しい冷蔵庫の機能とデザイン)	72
図 4-7 アイデアの量の結果グラフ	72
図 4-8 アイデアの流暢性の結果グラフ	73
図 4-9 アイデアの柔軟性の結果グラフ	74
図 4-10 アイデアの独自性の結果グラフ	74
図 4-11 アイデアの実現可能性の結果グラフ	75
図 4-12 アイデアの流暢性割合結果グラフ	76
図 4-13 アイデアの実現可能性割合結果グラフ	76
図 5-1 アイデア投稿機能.....	85
図 5-2 アバターカード生成機能.....	89
図 5-3 アバターカード変更機能.....	93
図 5-4 ランキング機能.....	97

図 5-5 図鑑閲覧機能	100
図 5-6 ツールの構成	103
図 5-7 処理の流れ	103
図 5-8 GE 無ツールの画面	106
図 5-9 アンケート項目	108
図 5-10 創出したアイデアの例（究極の防災システム）	109
図 5-11 継続実験結果	110
図 5-12 性能実験のアンケート結果	112
図 5-13 継続実験のアンケート結果	114
図 6-1 本論文における研究の関係性	121
図 6-2 ゲーミフィケーションを用いた発散的思考支援ツールのモデル	123

表目次

表 3-1 フィードバック視覚化機能の要件との対応表	26
表 3-2 開発環境一覧	28
表 3-3 創出されたアイデアの量の分散分析表	37
表 3-4 創出されたアイデアの柔軟性の分散分析表	38
表 3-5 創出されたアイデアの独自性の分散分析表	38
表 3-6 5分毎に創出したアイデアの量の分散分析表（その1）	39
表 3-7 5分毎に創出したアイデアの流暢性評価の分散分析表（その1）	43
表 3-8 5分毎に創出したアイデアの独自性評価の分散分析表（その1）	47
表 3-9 フィードバック信号送信数の分散分析表	49
表 3-10 アイデア参照数の分散分析表	49
表 3-11 アイデアの量とツール機能の相関係数	50
表 3-12 アンケート結果の分散分析表（その1）	52
表 4-1 アイデアの観点表	71
表 4-2 アイデアの量の結果	73
表 4-3 アイデアの流暢性および実現可能性の結果	75
表 4-4 アイデアの流暢性割合および実現可能性割合の結果	77
表 4-5 創出されたアイデアとあいづちとの相関係数	77
表 4-6 アンケート結果	78
表 5-1 提案機能とゲーミフィケーション要素との対応表	84
表 5-2 動作環境一覧	104
表 5-3 創出したアイデアの評価結果	110
表 5-4 GE 有を継続的に用いた場合の創出されたアイデアの結果	111
表 6-1 各研究で用いたインタフェースの比較	121
表 6-2 先行研究と本論文における発散的思考支援インタフェースの比較	126

第1章

序論

1.1. 研究の背景

近年、人工知能（AI）や Internet of Things（IoT）と呼ばれる様々な物のインターネット化の技術や研究が急速に発展している。これらの技術によるイノベーションは、社会に大きな利益を与えられると考えられる一方で、いろいろな人間の仕事や活動を代替していくと予想されている[Frey 2017]。しかしながら、新しい発想や価値を生む等の創造性を発揮する創造活動は人間にしかできない内容と考えられている。従って、人間の創造活動を支援する研究がますます重要となっている。その中で、計算機の小型化・高性能化やネットワークの高速化を背景として、スマートフォンやタブレット等のスマートデバイスが急速に普及している[Gartner 2013]。それに伴い、分散環境におけるグループウェアや創造活動支援ツールの研究が進んでいる[Böhmer 2013]、[Lucero 2010]、[Kim 2012]、[垂水 2000]。

創造活動における発散的思考を支援する方法として、従来の知識創造支援システム研究では、思考プロセスやアイデア共有のインタフェース等、創造活動を行う環境の改善や提案にまつわる研究がなされてきた[Hilliges 2007]、[Clayphan 2014]。本研究では、従来の研究を踏まえた上で、創造活動のための発散的思考を支援する手段として、創造活動参加者のモチベーションに着目した。創造性には、専門知識、創造的思考、モチベーションの3つが必要とされる[Amabile 1996]。そのうち、モチベーションが創造活動をおこなうための重要な要素であるとされている。従来の創造活動支援システムの研究では、専門知識や創造的思考におけるスタイルを支援する研究が多かったが、本研究では創造活動参加者のモチベーションに注目して研究を行う。

モチベーションとは、「行動を発動させ、方向づける条件」であり、人々が行動するための動機として定義される[内田 2010]。本研究では、モチベーションを「刺激や気付きを利用し、物事を行おうとする気持ちを出させるもの」として定義する。

分散環境での創造活動におけるモチベーションの向上を目的とした研究では、創造活動を促進する効果があるとされ、分散環境における創造活動を支援する手段として有益であると考えられる[堀江 2009]、[Schumann 2012]。

1.2. 研究の目的

本研究の目的は、分散環境での創造活動における発散的思考を支援するシステムの設計法を明らかにするものである。本研究で対象とする創造活動とは、創造技法であるブレインストーミングを用いて、アイデア創出活動をおこなうことと定義する。

本研究は、情報通信技術を用いて創造活動を支援する方法を明らかにすることで、知識科学へ貢献するものである。そこで本研究では、創造活動参加者のアイデア創出のモチベーションに着目し、ポジティブなフィードバック提供によりアイデア創出のモチベーションに寄与する手段を提案する。ポジティブなフィードバックとは、賛同や称賛といった相手に対して肯定的な要素であり、異論や嘲罵といった相手に対して否定的な要素を含まないフィードバックを指す。

本研究は 3 つの提案から構成される。はじめに、創出したアイデアに対するフィードバックの視覚化を行う機能（以下、フィードバック視覚化機能）について検討する。フィードバック視覚化機能は、創出されたアイデアに対するフィードバックの回数に応じてアイデアの表示グラフィックが変化する機能であり、フィードバックを受けた回数が多いほどグラフィックは華美なものとなる。これは、エンタテインメント性を取り入れることによって、モチベーションへの効果が期待できるためである[倉本 2006]。そして、フィードバック視覚化機能における、参加者のアイデア創出におけるモチベーションへの有効性を確認するため、「フィードバック受信時にフィードバック視覚化機能によりアイデア表示グラフィックを変化させるツール」と「フィードバック受信時にアイデア表示グラフィックを変化させないツール」を用意し、ツールを使用した順序による影響を明らかにする。

次に、意図を明示したフィードバックとして、創出されたアイデアに対するあいづちを行う機能（以下、あいづち機能）について検討する。あいづち機能は、創出されたアイデアに対して、あらかじめ用意された 3 種類のあいづちの中から 1 つを選択し、あいづちを打つことができる機能であり、シンプルな操作で送信者の意図をフィードバックとして送信することを可能とする。そして、あいづちによるフィードバックが創造活動参加者の分散環境下における創造活動でのアイデアの生成に与える影響を明らかにする。

最後に、フィードバックによる継続的な創造活動を支援する手法として、ゲーミフィケーション要素を用いたアイデア創出機能（以下、ゲーミフィケーション機能）について検討する。ゲーミフィケーション機能では、アイデアを投

稿する度に獲得できるポイントを利用し、カードの獲得や他の参加者とのランキング等、ゲーミフィケーション要素を創造活動の支援に用いることで、参加者のアイデア創出におけるモチベーションの向上を図ることを目的としている。そこで、「ゲーミフィケーション機能ありツール」と「ゲーミフィケーション機能なしツール」を用意し、ゲーミフィケーション要素がアイデア創出に与える影響を明らかにする。さらに、「ゲーミフィケーション機能ありツール」を9日間利用し、継続的な創造活動におけるアイデア創出における影響を明らかにする。

1.3. 研究の構成

本論文では、創造活動参加者のアイデア創出におけるモチベーションに注目した創造活動のためのモチベーションを維持するための発散的思考支援システムについて明らかにする。アイデア創出のモチベーションを向上するためのアプローチとして、ポジティブなフィードバックの提供を提案し、フィードバックの視覚化、あいづちによる意図を明示したフィードバック、ゲーミフィケーションを用いたゲーム性のあるフィードバックの3つの提案手法を検討する。本論文は本章を含め、7つの章で構成される。

2章では関連研究について紹介し、これまでにおこなわれてきた研究についてまとめる。3章では、フィードバック視覚化機能を用いた創造活動支援ツールについて述べ、フィードバックを視覚化することによる有効性と提案機能を使用する順序効果について明らかにする。4章では、あいづちに着目した創造活動支援ツールについて述べ、創出されたアイデアに対する意図を明示したフィードバックがアイデア創出へ与える影響について明らかにする。5章では、ゲーミフィケーション要素を用いた継続的創造活動支援ツールについて述べ、継続的な創造活動支援に対するゲーム性をもつフィードバックの有効性について述べる。6章では、3章、4章、5章にて得られた知見をまとめた成果を示す。具体的には、ゲーミフィケーションを用いた発散的思考支援ツールのモデルの提案と先行研究との位置付けについて示し、知識科学への貢献についてまとめる。最後に7章にてモチベーションを維持するための発散的思考支援ツールについて総括し、今後の課題を述べ、本論文を結ぶ。

本論文の構成を図 1-1 に示す。

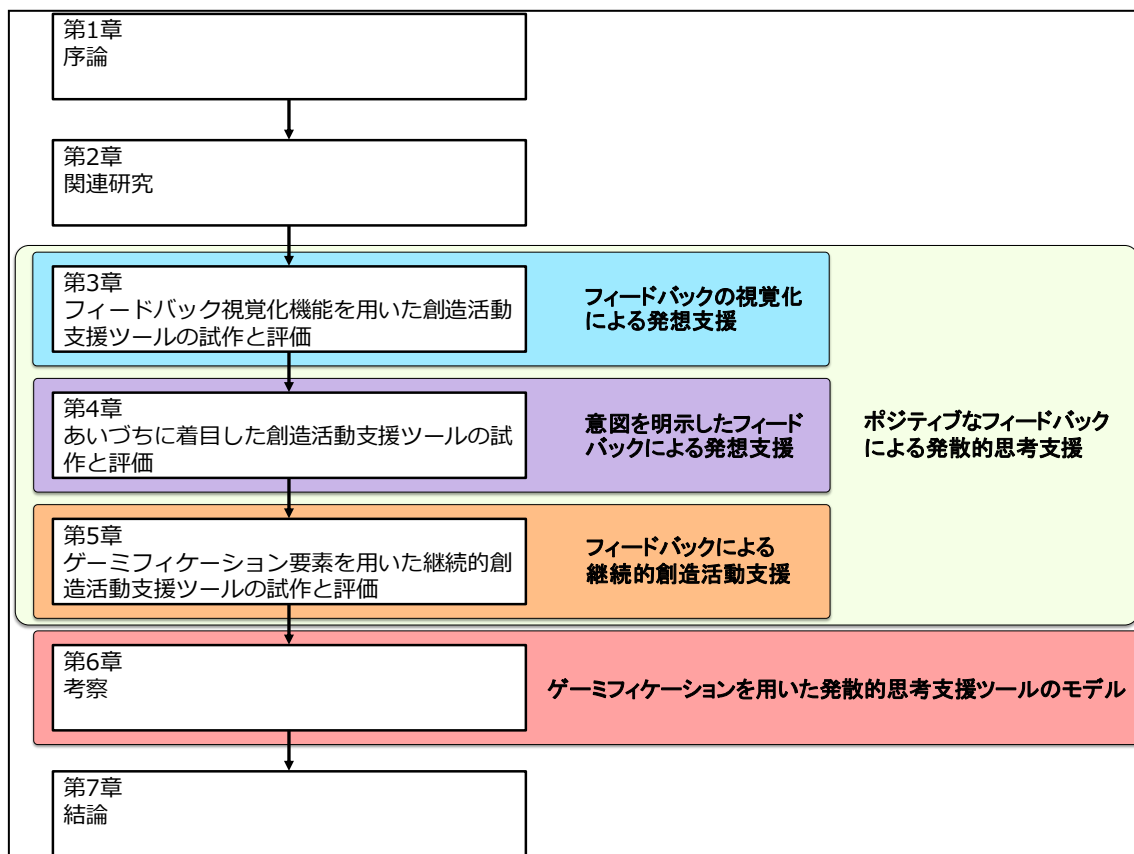


図 1-1 本論文の構成

第2章

関連研究

2.1. 諸言

本章では、創造的解決モデルに関する研究、創造技法に関する研究、発想支援ツールに関する研究、創造活動におけるモチベーションに関する研究、および創造活動における心的要因に関する研究について紹介する。

2.2. 創造的問題解決のモデルに関する研究

本節では、発想プロセスがどのようにおこなわれるかについて踏まえ、アイデアの創出が起きる過程についてまとめる。はじめに、Wallas の研究では、創造のプロセスを以下の 4 段階に分類した[Wallas 1926]。

- **準備期(preparation)**
創造活動を行うため、関連する知識や情報の収集、技術の習得を行い、経験を積む段階。
- **孵化期(incubation)**
準備期に集めた知識や情報、経験同士が結合し、ネットワークの形成が行われる。無意識下での知的活動により、アイデアの発酵が進んでいる段階。
- **啓示期(illumination)**
何かの拍子に、突然アイデアが発想される段階。
- **検証期(verification)**
啓示期に得られたアイデアを課題に当てはめ妥当性を検証し、修正することで問題の解決が行われる。

次に、Young のモデルについて述べる。Young は、アイデアとは既存の要素の新しい組み合わせから生ずると捉えた。そしてアイデアを創出するための段階として、以下の 5 つを定義した[Young 1972]。

- **資料の収集**
問題解決に直接関係する特殊資料と、問題解決に直接関係はないが様々な分野における知識である一般資料の 2 つの知識を集める。
- **咀嚼と融合**
資料の収集にて得た知識を理解し、組み合わせを行い新たな関連性を模索する。
- **孵化**
一度課題から離れ、潜在意識の中でアイデアが創出するのを待つ。

- **誕生**
何気ない瞬間に突然アイデアが創出される。
- **検証と展開**
創出したアイデアを課題に当てはめ、実用性を検証し具体的に展開する。

最後に、國藤のモデルについて述べる。國藤は、創造的問題解決のプロセスとして、以下の4段階に分類できるとした[國藤 1993]。

- **発散的思考(Divergent Thinking)**
発散的思考の問題解決プロセスでは、「問題提起・現状把握」が行われる。このプロセスでは、提起された問題に対し、そもそもの問題とは何かを明らかにし、関連情報を収集し現状の分析を行う。
- **収束的思考(Convergent Thinking)**
収束的思考の問題解決プロセスでは、「本質追求」が行われる。このプロセスでは、発散的思考プロセスを通じて得られた関連情報の奥に隠された問題の本質を追求し、知識として抽出する。
- **アイデア結晶化(Idea Crystallization)**
アイデア結晶化の問題解決プロセスでは、「仮説の評価・判断」が行われる。問題の本質を評価し、問題解決に最も有効と判断される仮説を評価・採択する。
- **評価・検証(Idea Verification)**
評価・検証の問題解決プロセスでは、「構想計画・具体策・手順の計画・実施・検証・総括・味わい」が行われる。アイデア結晶化プロセスで採択した仮説を、実現可能な手順に展開し、仮説が正しかったかどうかを結果より判断する。

2.3. 創造技法に関する研究

Guilford による分類では、問題解決のための案を出すための思考は、発散的思考と収束的思考の2つに種別される[Guilford 1959]。

- **発散的思考(Divergent thinking)**
発散的思考とは、様々な方向へ思考を働かせることにより、発想を得ようとする思考である。論理性を求めず、関連性のある情報や知識から、可能な限り広範囲に大量のアイデアを想起する。
- **収束的思考(Convergent thinking)**
収束的思考とは、発散的思考により想起されたアイデアを、論理的に正し

いかを判断し、実現性や有用性のある解を導き出す思考である。

これらの分類を基準として、高橋は創造技法を発散技法、収束技法、統合技法、態度技法の4つのタイプに分類した[高橋 1998]。

2.3.1. 発散技法

発散技法は、Guilford の発散的思考を利用し、アイデアを大量に創出するための技法である。発散技法はさらに3つに分類され、自由連想法、強制連想法、類比連想法に種別される。

- **自由連想法**
あるテーマに対して、思いつくまま次々とアイデアを創出させる技法
- **強制連想法**
あるテーマに対して、考えるべき方向を示してアイデアを創出させる技法
- **比類連想法**
あるテーマに対して、テーマの中身と基本的に同質なヒントを利用してアイデアを創出させる技法

2.3.2. 収束技法

収束技法は、発散技法にて創出したアイデアに対し、Guilford の収束的思考と評価を用いてアイデアをまとめる技法である。収束技法は空間型と系列型の2通りに大別され、さらに空間型は演繹法と帰納法に、系列型は因果法と時系列法にそれぞれ分類される。

- **空間型**
アイデアを内容の同一性を基準に集める方法
 - － **演繹法**
原則から特定の事実を推し量る方法
 - － **帰納法**
具体的事実から原則を導き出す方法
- **系列型**
アイデアをフローに沿って整理する方法
 - － **因果法**
原因と結果の関係よりアイデアを整理する方法
 - － **時系列法**
時系列の流れに沿ってアイデアを整理する方法

2.3.3.統合技法

発散技法と収束技法の双方の技法を含んでおり、かつ両技法の比重が同程度で、いずれか一方に分類できない技法を統合技法として分類する。

2.3.4.態度技法

態度技法は、問題解決において創造的な態度や姿勢を用いる技法である。態度技法は瞑想型、交流型、演劇型の3つに分類される。

- **瞑想型**
心を安静にすることにより精神統一を図り、問題解決の心構えやイメージ発想に用いられる方法
- **交流型**
問題解決のためにカウンセリングを行い、自己洞察を目指す方法
- **演劇型**
集団を対象としたカウンセリング技法を用い、グループの中で問題に気づかせる方法

2.4.発想支援ツールに関する研究

2.4.1.デバイスに注目した発想支援ツール

デバイスに着目した発想支援ツールとして、三浦ら、大橋ら、由井薫ら、Luceroら、爰川らの研究がある。三浦らは、透過調光ガラスを用いたテーブルトップによる、KJ法のラベルワーク支援ツールである AwareTable を試作した[三浦2007]。KJ法は、創造技法うち収束技法に分類される。KJ法における紙のラベルを用いた、ラベルワークの拡張を目的として、本ツールでは作業状態の記録・再現と紙ラベルに関連する情報の提示を行った。本ツールの特徴として、透過調光ガラスを天板としたテーブルを用いた点である。透過調光ガラスは、液晶フィルムへの電圧を変化させることにより、透明状態と不透明状態を瞬時に切り替えることができる板ガラスである。透過調光ガラスを天板としたテーブルの中に、2次元バーコードを読み取るカメラとテーブル上に付加情報を掲示するプロジェクタを設置し、そこに2次元バーコード付きの紙ラベルを配置することで、ラベル内容と位置関係を記録する。本ツールは紙ラベルを再度並べる際における配置の再現や、遠隔地にラベル内容および配置情報を伝達する用途で利用できるとした。

大橋らは、異なる方向を向いた作業者が同一方向の画面を共有できる、方向依存ディスプレイを用いた KJ法支援システムの開発と評価をおこなった[大橋

2008]。本システムの特徴として、同一画面を共有しながら作業者の見る方向に応じて文字や画像の向きを回転することで作業者間の視認性の平等を保持する、Lumisight-Table を用いた点である。実験の結果、Lumisight-Table を用いた KJ 法では、作業時間の短縮とコミュニケーションの活性化に効果があったとした。

由井菌らは、複数の画面を並べた大規模共同作業空間を持つ発想支援グループウェア KUSANAGI を用いた KJ 法支援システムの開発と評価をおこなった [由井菌 2008]。本システムの特徴として、自由に複数行複数列に計算機を配置した共同作業空間の構築機能と、ネットワークを介して複数の作業者が同時に操作できるマルチカーソル機能を用いた点である。実験の結果、200 枚規模の意見を用いた KJ 法における島作成の評価において、時間効率の向上と丁寧な島作成がおこなえるとした。

Lucero らは、スマートフォンのタッチスクリーンを利用した、対面環境下におけるアイデアの空間配置図である Mind-Map を視覚的に作成するツールの開発と評価を行った [Lucero 2010]。本ツールの特徴として、スマートフォンを並べることで、ツールの作業領域を拡張することが可能となる点である。実験の結果、本ツールは参加者のチームワーク形成に有効に働き、Mind-Map の創出を容易にした。またスマートフォンのタッチスクリーンは、ツールに対するエンタテイメント性の付与の効果があり、参加者間のチームワーク形成への有効性を示した。

爰川らは、Web ベースの発想支援システムを拡張し、複数台のタブレット端末を結合・分離することで作業空間を柔軟に拡張するシステムの構築と評価をおこなった [爰川 2013]。本システムの特徴として、ワンタッチで画面の結合・分離を切り替えて利用できる機能を実装し、場所や人数によらずシームレスに作業空間を拡張できる点である。実験の結果、画面結合による作業空間の拡大により操作性が有意に改善されるとした。

2.4.2.ブレインストーミング支援ツール

ブレインストーミングは、発散技法における自由連想法の手法の一つであり、BBDO 社の創設メンバである Osborn が 1938 年に組織的なアイデアの出し方として採用した手法である [Osborn 1982]。ブレインストーミングは、次の 2 原則のもと行われる。

- **判断を先にのばす**
アイデアを創出する段階では評価は行わず、アイデアの創出に専念する。
- **量を求める**
良いアイデアを創出することよりも、より多くのアイデアを創出することを

心がける。

以上の 2 原則から、ブレインストーミング実施時における次の 4 つの基本ルールが存在する。

- 批判厳禁
- 自由奔放
- 量を求める
- 結合と改善（他人のアイデアへの便乗、改善を歓迎）

本論文では、ブレインストーミングを支援するツールの研究について、「空間」と「支援方法」の 2 軸を観点とした、4 つの象限に分類した。図 2-1 に分類の 4 象限について示す。

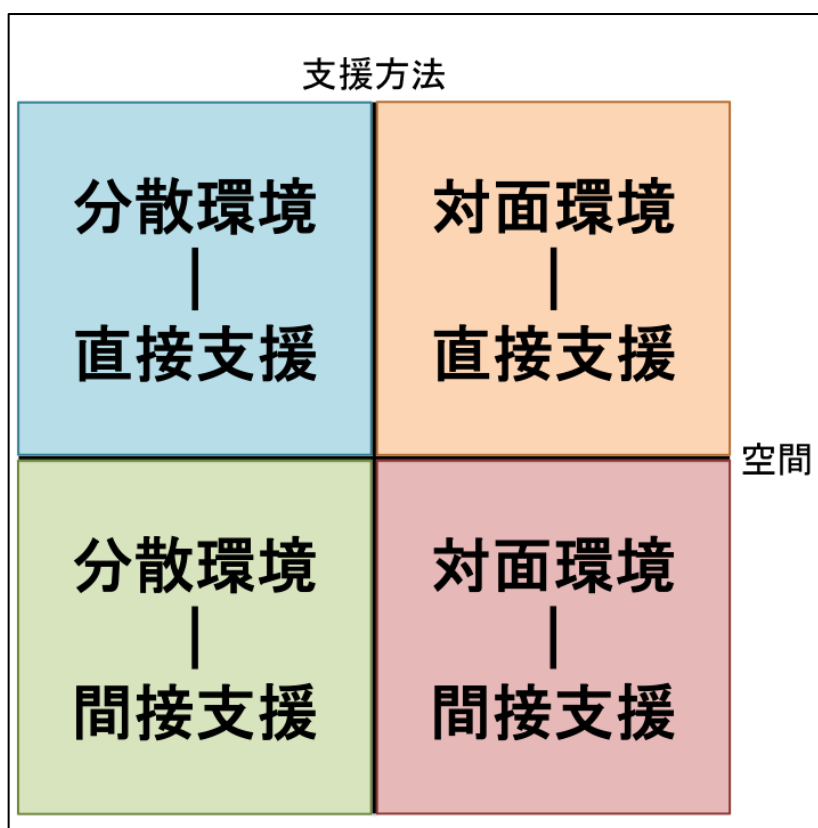


図 2-1 ブレインストーミング支援ツールの 4 象限

「空間」とは、他の参加者との物理的な距離を示し、「対面環境」と「分散環境」に分類される。「支援方法」とは、ブレインストーミングの支援方法を示し、「直接支援」と「間接支援」に分類される。「直接支援」とは、実装環境やブレ

インストーミングのデザインなど、ブレインストーミングの構成に影響を与える支援である。「間接支援」とは、創出されたアイデアへのフィードバックやアイデア創出時のファシリテート等、ブレインストーミングにおけるモチベーションの維持による支援である。

第一象限：対面環境-直接支援

Clayphan らは、ブレインストーミングにおけるテーブルトップの効果に注目し、テーブルトップ型ブレインストーミング支援ツール：「ScriptStorm」を実装した[Clayphan 2014]。「ScriptStorm」の特徴として、ブレインストーミングの主要な活動を Script として定義し、参加者の協調性や学習活動を誘発するような Script を構築した点が挙げられる。Clayphan らは「ScriptStorm」を、有用性、有効性、ブレインストーミングの学習のしやすさ、Script による制御性の4つを基準とし、評価を行った。その結果、全ての基準において「ScriptStorm」は効果的であったとした。

Hilliges らは、ブレインストーミングのインタラクティブ環境に着目し、テーブルトップ型とウォールディスプレイ型の2種類のツールを実装した[Hilliges 2007]。この研究の目的は、計算機を用いたブレインストーミング支援と対面環境における社会的関係の融合であるとした。Hilliges らは実装したツールによるブレインストーミングと従来型の紙ベースによるブレインストーミングと比較し、アイデアの質と量において同様の結果が得られ、今後の社会的共同システムの技術として有用であるとした。

第二象限：分散環境-直接支援

Wang らは、異なる2つの手法を用いてブレインストーミング支援ツールの研究を行った。はじめに Wang らは、分散環境におけるビデオ付きチャットツールを用いたブレインストーミング支援ツールを実装した[Wang 2010]。この研究の特徴として、多文化・多人数が参加するコラボレーションにおいて、メディア環境の違いがコミュニケーションが形成されるプロセスに与える影響を調査した点が挙げられる。実験方法として、中国人が多数を占めるグループとアメリカ人が多数を占めるグループの2種類のグループに対し、テキストのみのチャットツールとビデオ付きチャットツールの2種類のツールを用いて比較し、多文化グループにおけるコミュニケーションにどのような影響を及ぼすのか調査した。実験の結果、ビデオ付きチャットツールを用いた際に、分散環境下における多文化グループにおいても会話に親近性がみられ、ブレインストーミングにおける参加者間のコミュニケーション支援に有用であるとした。

次に、計算機による対話に関係性のある画像を提示するブレインストーミング支援ツールを実装した[Wang 2011]。この研究の特徴として、多文化グループ内の文化的差異をアイデアの多様性として捉えることで、ブレインストーミングを支援するアプローチとしての効果を測定した点が挙げられる。実験方法として、ブレインストーミング中の文章の中から単語を抽出し、該当する画像を表示する。これにより、異なる文化圏のメンバー間によるブレインストーミングにおいてもアイデアのイメージを共有することが可能となる。実験の結果、計算機による関係性のある画像の提示は、ブレインストーミングの生産性とアイデアの多様性において有用であるとした。

第三象限：分散環境-間接支援

Chan らは、クラウド上でのブレインストーミングにおいて、ファシリテータによるアイデアへのフィードバックや観念化などにより発想を支援するツール：「IdeaGens」を実装した[Chan 2016]。この研究の特徴として、対面型のブレインストーミングの成功戦略はファシリテータによるアイデアへのフィードバックにあるとし、ファシリテータが存在するブレインストーミングを行った場合に創出されたアイデアの流暢性と新規性を用いてツールを評価した点が挙げられる。実験の結果、初心者またはベテランなどのファシリテータの質が、アイデアの量や質に影響を与えるとした。

第四象限：対面環境-間接支援

Tausch らは、ブレインストーミングにおけるフィードバックは創造的なプロセスを改善できるとし、対面環境下のブレインストーミングをフィードバックにより支援するツール：「Groupgarden」を実装した[Tausch 2014]。この研究の特徴として、ブレインストーミングの参加者やグループにおける状態を花や木といったメタファーにより視覚化し、ブレインストーミングセッション中にフィードバックすることで、アイデアに与える影響を調査した点が挙げられる。実験の結果、ブレインストーミングの状態をフィードバックすることは、アイデアの量に有用であったとした。

2.4.3.ブレインストーミングを応用した創造性支援ツール

ブレインストーミングを応用した創造性支援ツールとして、Nishimoto ら、菊谷ら、川路ら、生田らが挙げられる。Nishimoto らは、発散的思考プロセスを支援するための手段として、ブレインストーミングセッションにおける第三者視点による関連情報を抽出するための情報検索モデル：Outsider model を提

唱し、試作システムにより結果を分析した[Nishimoto 1996]。Outsider model とは、抽出したキーワードの組み合わせを基に、連想辞書を参照して得られた連想語に共通した語をデータベースとして保存し、関連性の高いテキストを抽出する情報モデルである。本研究の特徴として、Outsider model を人工知能の知識構造として用いた点である。実験の結果、Outsider model はユーザとの関係性が隠れた情報を抽出することが確認され、発想における無邪気な思考が創造性を刺激する上で不可欠な役割を果たすとした。

菊谷らは、音声による支援に着目したブレインストーミングの研究を行った[菊谷 2008]。菊谷によると、ブレインストーミング実施時のコミュニケーションを廃止した場合、アイデア創出を阻害する幾つかの阻害要因を排除することが可能になるとした。その一方で、実現可能なアイデアは個人がもつ様々な観点からのコミュニケーションおよびコンフリクトが存在して初めて創出できるとし、参加者全員が平等な発言の機会を与える必要があるとした。そこで音声に着目し、音声によるブレインストーミングの支援を行った。その結果、他人との無秩序なコミュニケーションは、アイデアの創出を妨げることが明らかになったとした。

川路らは、計算機による連想を促すためのヒント表示機能を用いて、強制連想法による発散的思考支援ツールの開発と、発散的思考におけるアイデアの質の評価を行った[川路 2010]。本ツールの特徴は、従来のヒント提示手法として利用されてきたシソーラス辞書ではなく、Wikipedia におけるリンク文字列からの関連語抽出による関連語テーブルを用いた点である。実験の結果、計算機によるヒント表示は、アイデアの数、アイデアの流暢性、アイデアの柔軟性、アイデアの独自性に効果があるとした。

生田らは、ブレインストーミングにおける4つの基本的ルールである「批判厳禁」に着目し、電子ブレインストーミングシステムに創出されたアイデアに対する批判を行うことのできる機能を実装した[生田 2017]。本研究の特徴として、アイデアに対する批判的な発言を活用し、アイデアの量を確保しつつアイデアの質の改善につなげることを目的とした点である。実験の結果、ブレインストーミングにおける批判は8つに分類されることが確認され、アイデアに対する批判を効果的に活用する方法について示唆を得ることが出来たとした。

2.5. 創造活動における心的要因に関する研究

Amabile は、人々が創造性を発揮するための要素として、図 2-2 の3つの要素を挙げた[Amabile 1996]。

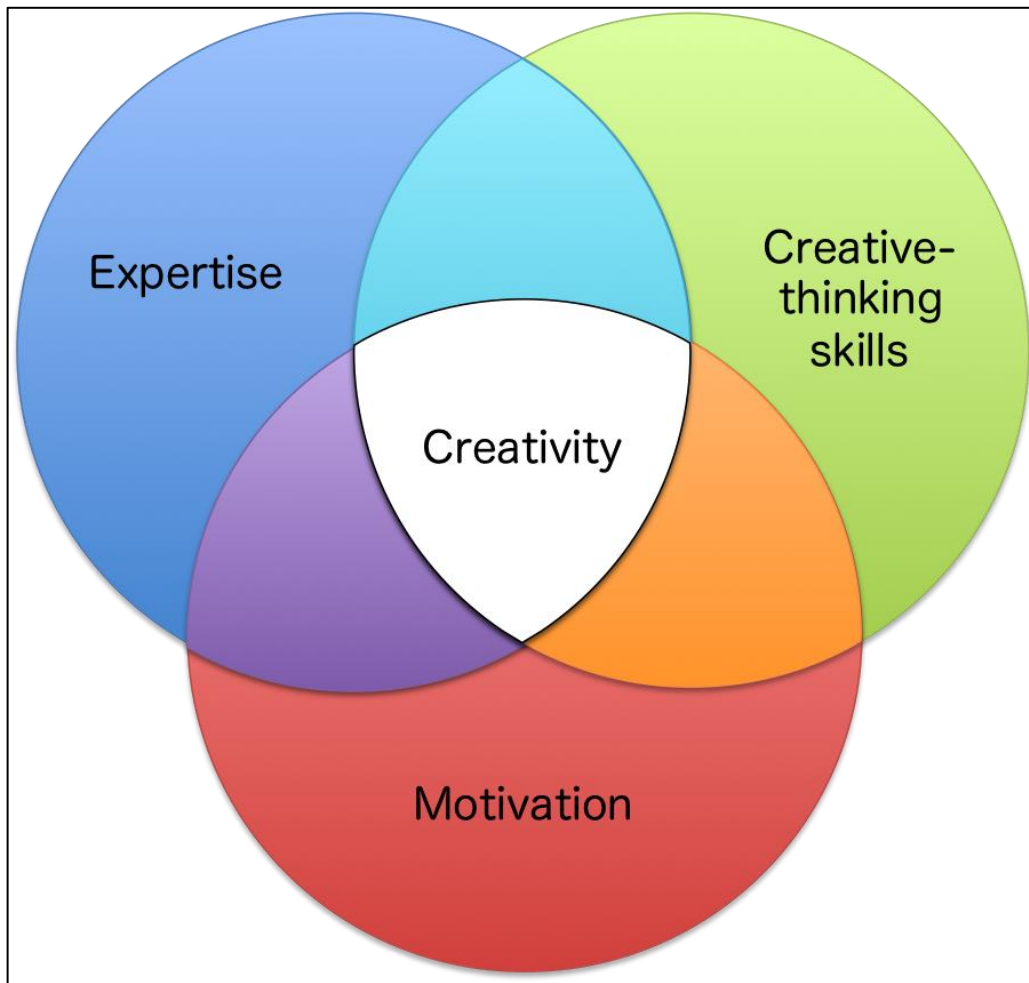


図 2-2 創造性の 3 要素 [Amabile 1998]

- 専門知識 (Expertise)
- 創造的思考能力 (Creative-thinking skills)
- モチベーション (Motivation)

上記のうち、モチベーションが創造活動をおこなうための重要な要素であると述べた。

Schumann らは参加者間の信頼関係を心的要因と捉え、分散環境でのブレインストーミングにおいて、共通の専門知識や趣味等を事前に入力しておき、アイデアの創出過程で維持することで参加者間の信頼関係を形成し、アイデアの生産性と質に与える影響を評価した[Schumann 2012]。実験の結果、ブレインストーミング中に他の参加者の情報を与えることにより、参加者間の信頼関係が強化され、アイデアの生産性および質に好影響を及ぼし、さらにブレインストーミングの満足度が向上することを示した。

2.6. 創造活動におけるモチベーションに関する研究

本節では、関連研究としてあいづちによる創造活動支援とゲーミフィケーションに関する研究について述べる。

2.6.1. あいづちに関する研究

あいづちと創造活動の関係を示した研究は、大森らと三宮の研究が挙げられる。はじめに大森らは、あいづちを統制対象とした実験をおこなった。実験応報として、聞き手側のあいづちが多い場合と少ない場合に、話し手側のアイデアの量に与える影響の調査をおこなった[大森 2000]。実験の結果、聞き手のあいづちが多い場合に、アイデアの量が多くなる傾向が示され、あいづちが発想を促す要因であると述べた。

次に三宮は、対面環境において話し手の発想に聞き手のあいづちが及ぼす影響について、予想問題と解決問題の 2 種類の課題パターンを用いて検討した[三宮 2004]。実験の結果、いずれの課題の場合においても、あいづちの頻度が多いほうがあいづちの頻度が少ないほうと比較し、アイデアの量が多い傾向にあり、特に予想問題において顕著な違いがみられたと述べた。

2.6.2. ゲーミフィケーションに関する研究

ゲーミフィケーション (Gameification) という用語が初めて用いられたのは、2008 年の Bret Terill によるブログの投稿である[Terill 2008]。Terill によると、ゲーミフィケーションとは、「ゲームの仕組みを取り入れ、他の web 要素にあてはめること」と述べている。そして 2010 年頃にかけて、より多様な産業において広く用いられるようになった[Deterding 2011]、[Jung 2005]。

ゲーミフィケーションの定義

ゲーミフィケーションの定義は、Deterding らおよび Huotari らによって示されている。はじめに Deterding らは、「“ゲーミフィケーション”とは、ゲームにおける相互作用やインタラクション、デザインなどの一連の要素を、ゲーム以外の状況に用いることである」と述べている[Deterding 2012]。次に Huotari らは、Deterding らのアプローチにはユーザのスキルや経験に起因するいくつかの問題点があると述べ、ゲーミフィケーションを「ゲーム的な体験によるパフォーマンスを用いた、ユーザの価値創造を支援するためのプロセスである」と定義した[Huotari 2012]。

ゲーミフィケーションにおけるモチベーションの要素

Kumar らは、ゲーミフィケーションにおけるモチベーションにつながる要素として、以下の7つの要素を挙げた[Kumar 2013]。

● 収集

「収集」とは、何かを収集したいという欲求を利用する技術である。収集対象の価値は2つの種類があり、金銭的価値を伴うもの（例：トレーディングカード）と社会的なステータスを示すもの（例：Facebook における友達の数）に大別される。そして「レアリティ¹」や「セット²」のある収集対象を集め始めると、より高い「レアリティ」の収集や、「セット」を全て集めたいという衝動に駆られるようになる。また収集対象が無数に存在する場合、収集時に感じられる喜びを得るために、収集を継続したいという欲求が生まれる。場合によっては、自身の収集成果を他者と比較することで、さらに収集したいという衝動に駆られることになる。

● 関係

「関係」とは、コミュニティの中で友人と繋がってほしいという欲求を利用する技術である。人はより大きなコミュニティの一部であることを望む。これはコミュニティの一部として他者と繋がりたいと思うことを意味しており、特に自身の趣味や興味など共通点を持つコミュニティの中において顕著である。コミュニティにおける友人と経験を共にすることで、自身の存在を再確認しより楽しい人生を実感する。

● 達成

「達成」とは、何かを達成することで満足感を得たいという欲求を利用する技術である。人は課題に挑戦する際、成功を達成するために努力しようというモチベーションにつながる。そして課題を達成したとき、達成感がポジティブな心理的フィードバックとして得られる。そして次に、更なる達成感を得たいという欲求が生まれる。一方で、課題があまりにも難しい、または簡単すぎると、達成したいというモチベーションにつながらない。したがって、課題の適切な難易度が重要となる。

¹ レアリティとは「希少価値の分類」を示し、レアリティが高いほど入手が困難であり、希少性が高いとされる。

² セットとは「種別の組み合わせ」を示し、同種の組み合わせを全て集めることで、新たな価値が生じるとされる。

- **フィードバック**

「フィードバック」とは、自身の行動に対するフィードバックを受け取りたいという欲求を利用する技術である。人は他者と話す際に相手を観察し、その反応に応じて会話を続けようとする。言い換えると、相手の反応が会話を続けるモチベーションにつながる。フィードバックがなければ、何かを継続しようとするモチベーションの低下につながる。特に相手の顔が見えない分散環境においては、フィードバックがさらに必要となる。

- **自己表現**

「自己表現」とは、自分自身を相手に対して誇示したいという欲求を利用する技術である。人は他者よりも自身をより良く見られたいと望む。例えば、オンラインゲームのプレイヤーは、自身のアバターの髪型や目の色、肌の色や貴重な装飾品などを用いて、見た目をカスタマイズすることに時間を費やす。これにより、プレイヤーは他者より優れた外見を手に入れるため、さらに努力しようというモチベーションにつながる。

- **導入³**

「導入」とは、きっかけを与えることにより物事を導入しやすくさせる技術である。人は無料サンプルなど、きっかけを与えられると物事を導入する障壁が下がり、受け入れ易くなる。つまり、きっかけを提供することで行動するためのモチベーションにつなげることが出来る。

- **成功体験**

「成功体験」とは、Csikszentmihalyi の「フロー」に基づいた技術である。Csikszentmihalyi の「フロー」の概念は、活動の過程において成功体験に完全に没頭している精神的な状態を指す[Csikszentmihalyi 1990]。例えば、テレビゲームプレイヤーは、ゲームの難易度が自身の技能に適したレベルである場合、「フロー」を体験する。ゲームは、プレイヤーの技能が向上するにつれ、より高度な難易度を提供する。これにより、プレイヤーは自己実現のために自身の技能を高めようとするモチベーションにつながる。

以上の要素のうち、「収集」、「関係」、「フィードバック」、「自己表現」は集団活動に関連があり、「達成」、「導入」、「成功体験」は、自身の活動に関連がある。

³参考文献における要素名は「Reciprocity」であるが、文献中の要素の説明と要素名が乖離しているため、本研究では「導入」を用いている。

ゲーミフィケーションにおけるモチベーションへの効果

Huotari らはゲーミフィケーションの定義から、ゲーミフィケーションの効果を一層明らかにするためのフレームワークを提案し、モチベーションにおけるアフォーダンスについて議論した[Huotari 2014]。その方法として、モチベーションにおけるアフォーダンスを独立変数に、ゲーミフィケーションにおける心理的・行動的結果を従属変数に設定し、既存研究を調査した。その結果、ゲーミフィケーションはポジティブなモチベーションを与えることを明らかにした。

ゲーミフィケーションを用いたブレインストーミング支援ツール

ゲーミフィケーションをブレインストーミング支援に用いた研究として、Yuizono らの研究が挙げられる。Yuizono らは、ブレインストーミング活動を促すゲーミフィケーションのデザインとして、4 つの Fun に注目した[Yuizono 2014]。4 つの Fun とは、好奇心をくすぐる行為：「Easy Fun」、難しい課題を達成することに喜びを感じる行為：「Hard Fun」、行為の意義に結びついている楽しさ：「Serious Fun」、他人との協力行動による喜び：「People Fun」を表す。実験の方法として、ブレインストーミング支援ツールにおけるゲーミフィケーションの要素である、「レベルアップ」および「バッジ」による達成感（=Hard Fun）、「スコア」によるブレインストーミング活動への関心を持たせる（=Easy Fun）、「リーダーボード」によるスコアの順位付けを用いた競争行動の喚起（=People Fun）、「ギフト」による高スコア取得者への報酬を用いたアイデア発想行為への意義（=Serious Fun）を採用したブレインストーミング支援ツールを実装した。実験の結果、参加者間の競争や協力といった行為が、アイデア創出のモチベーションを向上させ、アイデアの量に好影響を与えることを示した。

2.7. 結言

本章では、創造的解決モデルに関する研究、創造技法に関する研究、発想支援ツールに関する研究、創造活動におけるモチベーションに関する研究、および創造活動における心的要因に関する研究について紹介した。

第3章

フィードバック視覚化機能を用いた創造 活動支援ツールの試作と評価

3.1. 緒言

本章では、フィードバック視覚化機能を用いた分散ブレインストーミング支援ツールの順序効果について説明する。3.2 節にて研究の目的を、3.3 節にてフィードバック視覚化機能の要件および実装とツールの使用方法を、3.4 節にて実験概要および評価方法を、3.5 節にて実験結果に対する考察を、3.6 節にて本章のまとめについて述べる。

3.2. 研究の目的

本章では、分散環境における創造活動のモチベーションを維持するための発散的思考を支援する方法を検討する。その方法として、創出されたアイデアに対するチームメンバーからのフィードバックを視覚化する機能（フィードバック視覚化機能）をスマートデバイス上で実現する。そして分散ブレインストーミングをアイデア創出のモチベーションの観点から支援するツールを構築・評価する。またフィードバックを送信する機能の有無ではなく、アイデア表示グラフィックの変化の有無、つまりフィードバック視覚化機能を使用した順序について焦点を当てる。その理由として、フィードバック視覚化機能が、分散ブレインストーミングのモチベーションを維持するならば、先にフィードバック視覚化機能を使用した場合と後にフィードバック視覚化機能を使用した場合とで、結果に変化が表れると考えられるためである。

実験内容として、フィードバック視覚化機能ありのツール（FV 有）と、フィードバック受信時にアイデア表示グラフィックを変化させない、フィードバック視覚化機能なしのツール（FV 無）、の 2 つのツールについて、各ツールを使用した順序がアイデアの創出に与えた影響を調査する。

3.3. ツールの設計と開発

3.3.1. フィードバック視覚化機能の要件および実装

分散ブレインストーミング支援ツールにおけるフィードバック視覚化機能の要件として、以下の項目について検討した。

要件 1. ポジティブなフィードバックがあること

グループメンバーのアイデアに対し賛同や称賛の意思を視覚化することで、ポジティブなフィードバックとして用いる。

要件 2. ブレインストーミング活動を阻害しないこと

フィードバックの入力や確認が煩雑または困難である場合、操作に時間を費やしブレインストーミング活動を阻害することが考えられる。そこで、フィードバックの入力はスマートデバイスのタッチスクリーンを利用し、画面をタッチすることで実現する。また、フィードバックの確認は、画面に表示されるアイデアの表示を変化させることで可能とする。

要件 3. エンタテイメント性があること

継続的なモチベーション向上の方法として、画像表示などのエンタテイメント性を取り入れたツールが効果的であるとされている[倉本 2006]。そこで、フィードバックの回数に応じてアイデアの表示を変化させることで、エンタテイメント性を付与する。

要件 4. 満足感／達成感が得られること

分散環境でのブレインストーミング中に共通の情報を共有することで、参加者間の信頼関係が強化され、アイデアの創出やブレインストーミングの満足感への好影響が期待できる。また、グループメンバと競い合うことは達成感を満たし、モチベーションの向上に効果があるといわれている[倉本 2006]、[狩野 2013]。そこで、アイデアへのフィードバックを参加者全員で共有し、グループメンバとの競争意識による達成感を用いることで、モチベーション向上への効果を狙う。

以上の要件より、本研究で実現したツールの画面を以下に示す。

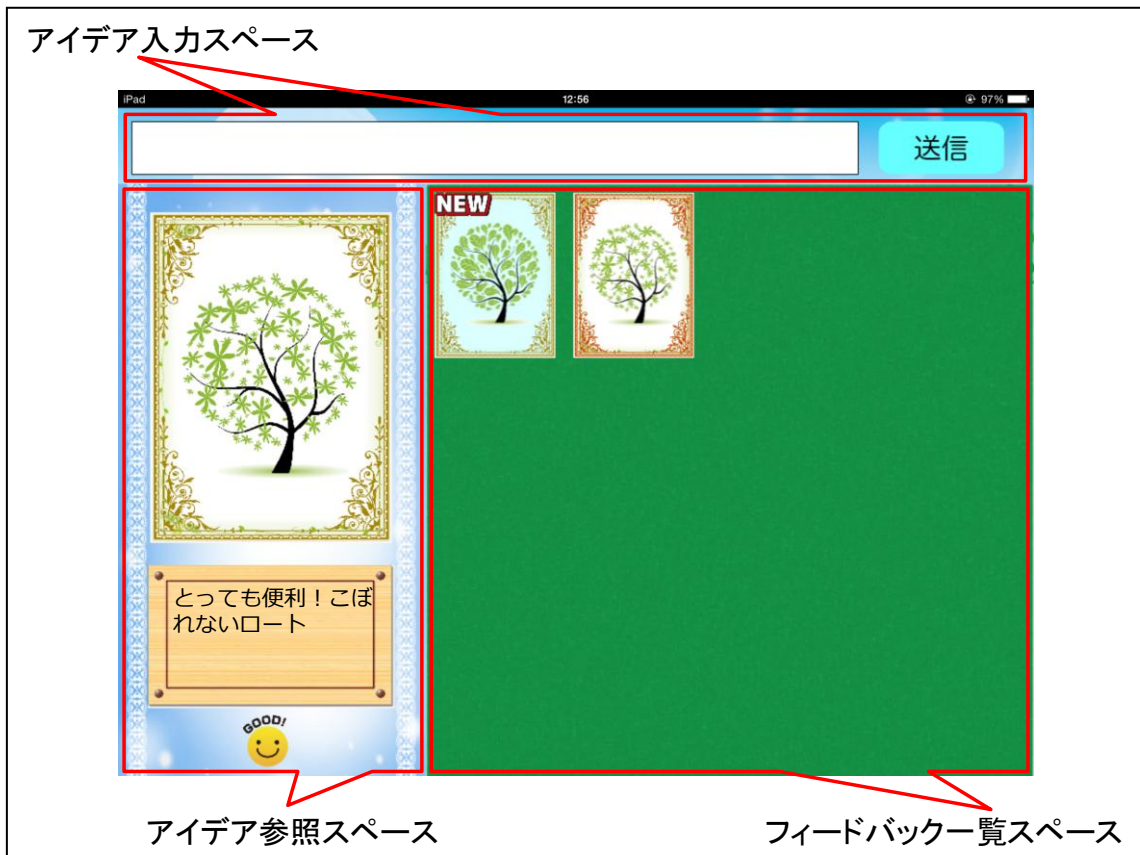


図 3-1 ユーザ画面とその機能

アイデア入力スペース (図 3-1 上部)

アイデア入力スペースにテキストデータでアイデアを入力し、"送信"ボタンをタップすると、サーバにアイデアが送信される。

フィードバック一覧スペース (図 3-1 右部)

アイデアが入力されると、フィードバック一覧スペースにカード形式の図柄が表示される。表示されたカードをタップすると、アイデア参照スペースにアイデアの内容が表示される。自ら創出したアイデアは赤い枠が表示され、フィードバック一覧スペースの中から自分のアイデアを識別できる。またカードの表示は、ブレインストーミング参加メンバーからの「GOOD!」ボタンを押したときに送信されるフィードバック信号の発生回数に応じて表示グラフィックが変化する（これをフィードバック視覚化機能と呼ぶ）。図 3-2 にフィードバック発生回数に応じたグラフィックの遷移を示す。新しいアイデアまたは新たにフィードバックが送信されたアイデアは、「NEW」ラベルが付与され、フィードバック一覧

スペースの先頭に表示される（図 3-1 参照）。これはクライアント側の画面制約を考慮したものである。「NEW」ラベルは該当のアイデアがタップされると表示されなくなる。またアイデア表示グラフィックは、すべての参加者のフィードバック一覧スペースに表示される形で共有される。



図 3-2 アイデアの表示グラフィックの遷移

アイデア参照スペース（図 3-1 左部）

アイデア参照スペースでは、フィードバック一覧スペースに表示されたアイデアの内容が表示される。本スペースに表示されるカードの表示グラフィックはフィードバック一覧スペースと同一である。アイデアの内容はアイデア参照スペースの中央にラベル形式にて表示される。

「GOOD!」ボタンをタップすると、表示されているアイデアに対してフィードバック信号が送信される。また、フィードバック信号は自身が創出したアイデアに対しては送信することはできない。

フィードバック視覚化機能の要件と、機能との対応を表 3-1 に示す。

表 3-1 フィードバック視覚化機能の要件との対応表

項目	機能概要
要件 1: ポジティブなフィード バックであること	アイデア参照スペース <ul style="list-style-type: none"> ● "GOOD!"ボタンによるフィードバック信号送信機能
要件 2: ブレインストーミング 活動を阻害しないこと	フィードバック一覧スペース <ul style="list-style-type: none"> ● カード形式を用いたフィードバック信号回数閲覧機能 ● 最新アイデアへの"NEW"ラベル付与機能 ● 最新アイデアのフィードバック一覧スペース先頭表示機能 アイデア参照スペース <ul style="list-style-type: none"> ● タップイベントによるフィードバック信号送信機能
要件 3: エンタテインメント性が あること	フィードバック一覧スペース <ul style="list-style-type: none"> ● フィードバック信号回数による表示グラフィック変化機能
要件 4: 満足感／達成感が 得られること	フィードバック一覧スペース <ul style="list-style-type: none"> ● フィードバック信号回数による表示グラフィック変化機能 ● 参加者間での表示グラフィック共有機能

3.3.2. ツールの使用方法

提案ツールの構成を図 3-3 に、処理の流れを図 3-4 に示す。

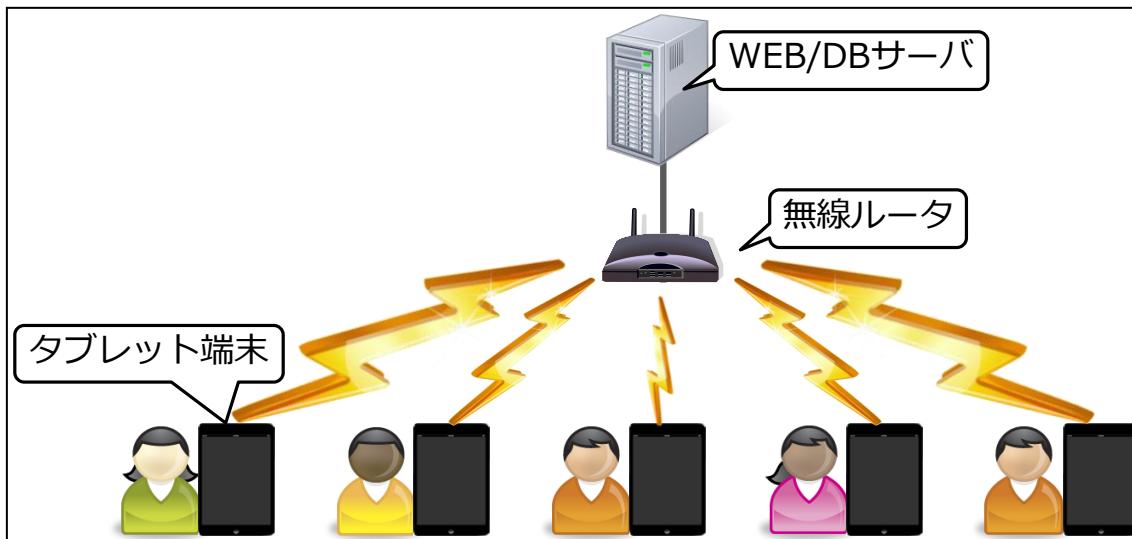


図 3-3 ツール構成

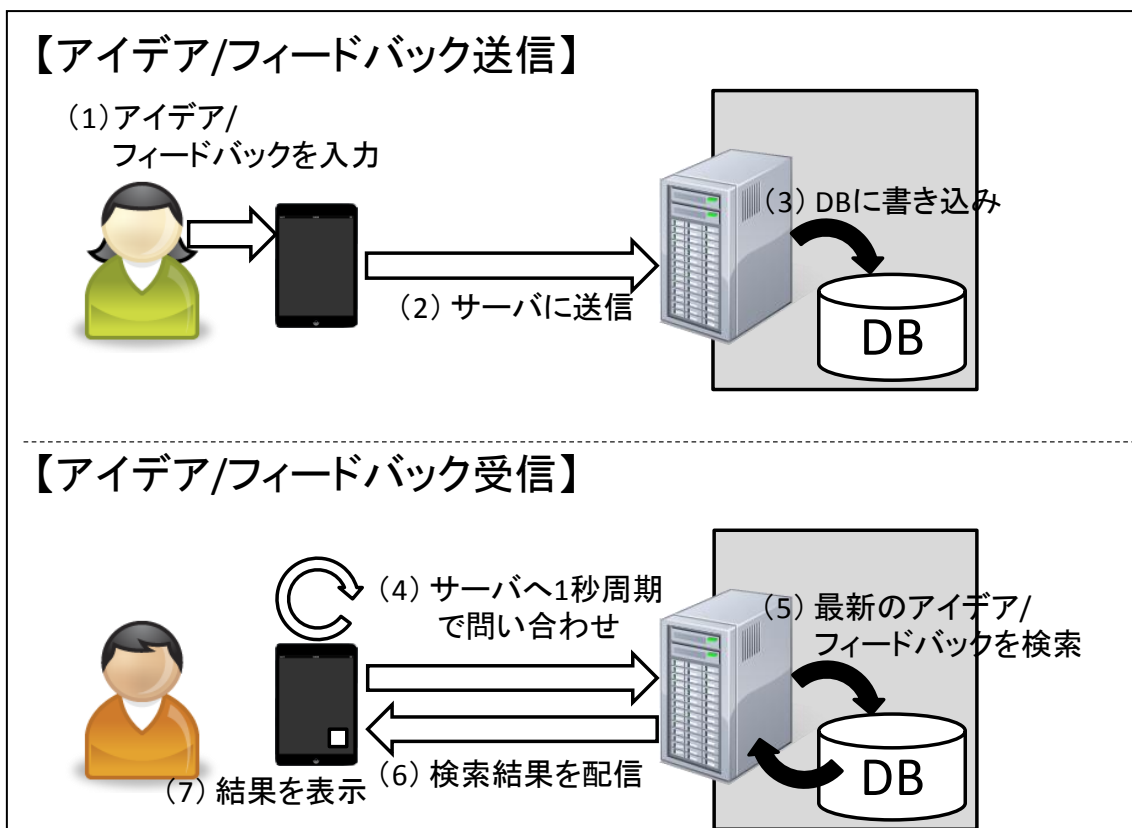


図 3-4 処理の流れ

- アイデア／フィードバックの送信
 - (1) ユーザはスマートデバイスにテキストデータでアイデアを入力するか、または「GOOD!」ボタンを押してフィードバック信号を入力する。
 - (2) 入力されたアイデアテキストデータ／フィードバック信号は HTTP のリクエストとしてサーバに送信される。
 - (3) 送信されたアイデアテキストデータ／フィードバック信号はデータベース (DB) へ記録される。その際、サーバが受信した順番を受信番号として記録する。

- アイデア／フィードバックの受信
 - (4) スマートデバイスからサーバへ1秒周期で問い合わせを行う。この際に、スマートデバイス側にて取得済の最新アイデアテキストデータ／フィードバック信号の受信番号を合わせて送信する。
 - (5) スマートデバイスから受信した、アイデアテキストデータ／フィードバック信号の受信番号を基に DB の検索を実施する。
 - (6) DB を検索し、スマートデバイスから受信した受信番号より大きい (新しい) アイデアテキストデータ／フィードバック信号が存在する場合、検索結果を HTTP のリクエストとしてスマートデバイスへ配信する。大きい受信番号が存在しない場合は、何もしない。
 - (7) サーバから配信されたアイデアテキストデータ／フィードバック信号はスマートデバイス上で図 3-1 のように表示される。

また、開発環境を表 3-2 に示す。

表 3-2 開発環境一覧

項目	開発環境
OS	Mac OS X Mountain Lion
言語	クライアント AIR3.4 for iOS、ActionScript 3.0 サーバ PHP5.5.3
RDBMS	MySQL 14.14 Distrib 5.5.37
WEB サーバ	Apache2.4.6

3.4. 実験と評価

3.4.1. 実験条件

実験は、フィードバック視覚化機能(**Feedback Visualization Function**)を使用した順序がブレインストーミング参加者のアイデアの創出に影響があったかを確認するため、以下の2つのツールを用いて行った。今回の実験では、全員 iPad を使用した。

1) フィードバック視覚化機能あり (FV 有)

2) フィードバック視覚化機能なし (FV 無)

FV 有と FV 無の差分は、フィードバックによるアイデア表示グラフィックが変化する機能 (図 3-2 参照) の有無である。つまり、FV 無においてフィードバックは送信できるが、アイデア表示グラフィックは変化しない。一方、自身のアイデアを識別するための赤い枠の表示機能や、「NEW」ラベルの付与機能は、フィードバック視覚化機能の有無にかかわらず動作する。

本研究では、FV 無と FV 有の使用順序の効果を比較する際に、ブレインストーミングを繰り返すことによるアイデアの生産性への影響は無いと判断した。その理由として、高橋の実験結果が挙げられる[高橋 1998]。高橋の実験 3 では、異なるテーマのブレインストーミングを 2 回実施し、2 回目のブレインストーミングにおいて 1 回目の結果よりアイデアの生産性向上 (学習効果) が生じるかを評価した。その結果、前後のブレインストーミングにおいて、アイデアの量および質への影響は認められず、学習効果は見られないとした。そこで、同日にそれぞれのツールを用いて実験を行った。つまり、FV 有ツールを先に使用したグループは、後の実験にて FV 無ツールを使用してブレインストーミングを実施し、先に FV 無ツールを使用したグループは、後の実験にて FV 有ツールを使用してブレインストーミングを実施した。先および後に FV 無ツールの組み合わせと、先および後に FV 有ツールの組み合わせについて実験を行わなかった理由として、フィードバック視覚化機能を使用したブレインストーミングの順序が、フィードバック視覚化機能を使用しなかったブレインストーミングに与える影響を確認するためである。

3.4.2. 実験方法

実験は、5 名を 1 組として 8 グループ、計 40 名に対し実施した。実験参加者は短期大学生 (1 年生~2 年生) であった。実験は 1 組に対し 2 回実施した。はじめに 15 分間の操作説明をおこない、その後 5 分間課題の説明およびブレインストーミングのルールを説明した。説明の後、FV 無または FV 有を用いて 30

分間のブレインストーミングを実施してもらい、15分間のアンケートを実施した。アンケート回収後、再度同様の手順で、前回の実験と異なるツールおよび課題を用いて実験を行った。実験はグループ全員が同室にて行われたが対面環境ではなく、ツールを操作すると事実上画面しか見えていないように観察された。また会話等のコミュニケーションを実験中に行うことはなかった。

課題は、課題1を図3-5、課題2を図3-6の新しい商品名を考えてアイデアを出すこととした。



図 3-5 テーマ：新しい商品名を考える（課題1）



図 3-6 テーマ：新しい商品名を考える（課題2）

以上の実験を、2 課題×2 ツールの 4 パターンに分類し、2 グループずつに実施した。

3.4.3. 実験ルール

実験参加者に対し、以下の内容を実験前に説明した。

● ブレインストーミングのルール

– 判断延期

創出されたアイデアへの批判はしない。

– 自由奔放

どのようなアイデアでも自由に出す。

– 質より量

良いアイデアを出そうと考えるより、より多くのアイデアを出すように心掛ける。

– 結合改善

他人のアイデアへの便乗、改善を歓迎。

● 実験のルール

– 実験端末以外の電子機器は使用しない。

実験に使用している機器以外が、アイデア創出に影響を与えないようにする。

– 他の参加者と会話をしない。

分散環境におけるブレインストーミングを想定しているため、参加者間での会話は行わない。

– 指示されたツール以外のアプリケーションは起動しない。

指示されたツール以外が、アイデア創出に影響を与えないようにする。

– ツールをアイデアの入力以外の用途で使用しない。

創出されたアイデアが課題に対して不適切とならないようにする。

3.4.4. 評価方法

フィードバック視覚化機能および順序の評価は、次の 4 項目について実施し、提案した機能要件を満たしているかを判断する。1) アイデアの量の評価では、実験中に創出されたアイデアの総量进行评估する。2) アイデアの質の評価では、高橋 [高橋 1998] や Neupane [Neupane 2006] らが利用した観点である、アイデアの流暢性・柔軟性・独自性を評価基準として用いる。3) アイデア創出のプロセスの評価では、5 分毎に創出されたアイデアの量、アイデアの流暢性、アイデアの独

自性を評価基準とする。4)アンケートの評価では、各ツール使用後に実施したアンケート結果を評価する。

アイデアの質の評価方法

評価者としては、社会人経験が5年以上の社会人6名（男性4名、女性2名、平均年齢28.8歳）に行ってもらった。アイデアの質の評価としてのアイデアの流暢性・柔軟性・独自性の評価方法の詳細は、以下の通りである。

(1) アイデアの流暢性

アイデアの流暢性の評価は、課題に対して適切なアイデアの出しやすさを評価する。創出されたアイデアには、重複した内容や課題に対して不適切なアイデアが含まれる場合があるため、それらのアイデアを除外したアイデアの量を評価値とする。評価方法として、実験に参加していない複数の評価者によって、アイデア毎に適切かどうかを判定してもらい、不適切と評価した評価者の人数の割合からアイデアの流暢性の評価値を算出し、その合計値を評価する。その結果、サンプル値として1実験あたり20の評価値が算出される。不適切なアイデアとは、操作ミスにより入力途中で送信されてしまったものや、以前に出たアイデアと同一の文言のものを指す。

あるアイデア*i*について、評価者の総数を*N*、不適切と評価した評価者の人数を*T_{imp}*とした場合、*i*の流暢性評価値*F_i*は、以下の式で求める。

$$F_i = \left(1 - \frac{T_{imp}}{N}\right)$$

例として、評価者総数6人のうち3人の評価者が不適切と評価した場合の、あるアイデア*i*の流暢性評価値*F_i*を求めると、

$$F_i = \left(1 - \frac{3}{6}\right) = 0.5$$

となる。

Neupane らによる流暢性評価では、3人の評価者のうち過半数が適切と判断したアイデアの数の合計を評価値としている。本研究では、評価者全員の判断が評価値に反映されるよう、本方式を採用した。

(2) アイデアの柔軟性

アイデアの柔軟性の評価では、アイデアの広さ、つまり思考観点の多様さを評価する。評価方法として、各課題に関する観点表を Neupane らの研究を参考に作成し、実験に参加していない複数の評価者に各アイデアを観点表へ割り当

ててもらおう。割り当てられた結果、1つでも割り当てられた「観点内容」の項目数を集計する。アイデアの観点として「その他」と分類されたものについては、「その他」の数を、項目数に合算する。評価者毎に算出された項目数を、アイデアの柔軟性の評価値として用いる。その結果、サンプル値として1実験あたり6人の評価者×4グループ=24の評価値が算出される。今回は、実験に参加していない短期大学生20名に、各課題についてブレインストーミングを実施してもらい、評価者がアイデアを表Aの観点内容として分類し観点表として用いた。

(3) アイデアの独自性

アイデアの独自性では、アイデアのユニークさや独自性を評価する。評価方法として、実験に参加していない複数の評価者に、他のアイデアと類似していないアイデアを独自と判断してもらおう。そして1名の評価者が独自と判断したアイデアには1点、2名ならば2点、という方法でアイデアの重み付けを行い、その合計値を評価の対象とする。その結果、サンプル値として1実験あたり20の評価値が算出される。

Neupane らによる独自性評価では、3人の評価者が独自と判断したアイデアの数の合計を評価値としている。独自性評価においても流暢性評価と同様に、評価者全員の判断が評価値に反映されるよう、本方式を採用した。

アンケート内容

アンケートは5段階のリッカート尺度を用いて作成し、5が最も高評価となり、1が最も低評価となる。また、各項目の質問の後に、その理由を記述式で回答してもらった。アンケートの項目を以下に示す。

Q1. 使用したツールの操作感は、いかがでしたか？

- 1.非常に操作しにくい
- 2.操作しにくい
- 3.操作しやすい
- 4.かなり操作しやすい
- 5.非常に操作しやすい

Q2. 使用したツールのインタフェース（外観, 操作性）の、アイデア生成に対する有用性はいかがでしたか？

- 1.役に立たなかった
- 2.あまり役に立たなかった
- 3.役に立った
- 4.かなり役に立った
- 5.非常に役に立った

Q3. 使用したツールのインタフェース（外観, 操作性）は、アイデア生成に対するやる気に変化を与えましたか？

- 1.とてもやる気が下がった
- 2.やる気が下がった
- 3.変化はなかった
- 4.やる気が上がった
- 5.非常にやる気が上がった

Q4. 使用したツールの"Good!"送信機能^(*)の、アイデア生成に対する有用性はいかがでしたか？

- 1.役に立たなかった
- 2.あまり役に立たなかった
- 3.役に立った
- 4.かなり役に立った
- 5.非常に役に立った

Q5. 使用したツールの"Good!"送信機能は、アイデア生成に対するやる気にどのような変化を与えましたか？

- 1.とてもやる気が下がった
- 2.やる気が下がった
- 3.変化はなかった
- 4.やる気が上がった
- 5.非常にやる気が上がった

^(*) 実験参加者には、フィードバックの送信を"Good!"の送信と説明している。

3.4.5.実験結果

創出されたアイデアの結果

創出されたアイデアの結果について、フィードバック視覚化機能と実験順序を2要因とした二元配置分散分析を行った。有意水準(p)は0.05と設定した。なお、分散分析は頑健性が知られているため、正規性および等分散性の検定について本研究では行わなかった。創出されたアイデアの例を図3-7に、アイデアの量および質の評価の結果を、図3-8、図3-9、図3-10、表3-3、表3-4、表3-5に示す。

流暢性評価の高いアイデア例	流暢性評価の低いアイデア例
<ul style="list-style-type: none"> スモールbutストロング、スモーング! 取り付け簡単、かけるくん お風呂やお部屋に強力フック 	<ul style="list-style-type: none"> 食べると痩せます ならば仕方がない 春日のここ空いてますよ
独自性評価の高いアイデア例	独自性評価の低いアイデア例
<ul style="list-style-type: none"> スモールbutストロング、スモーング! 持てないものは、水と気体 吸い吸い壁ぴと 	<ul style="list-style-type: none"> フック船長 壁かける 吸盤

図 3-7 創出したアイデアの例 (課題 1)

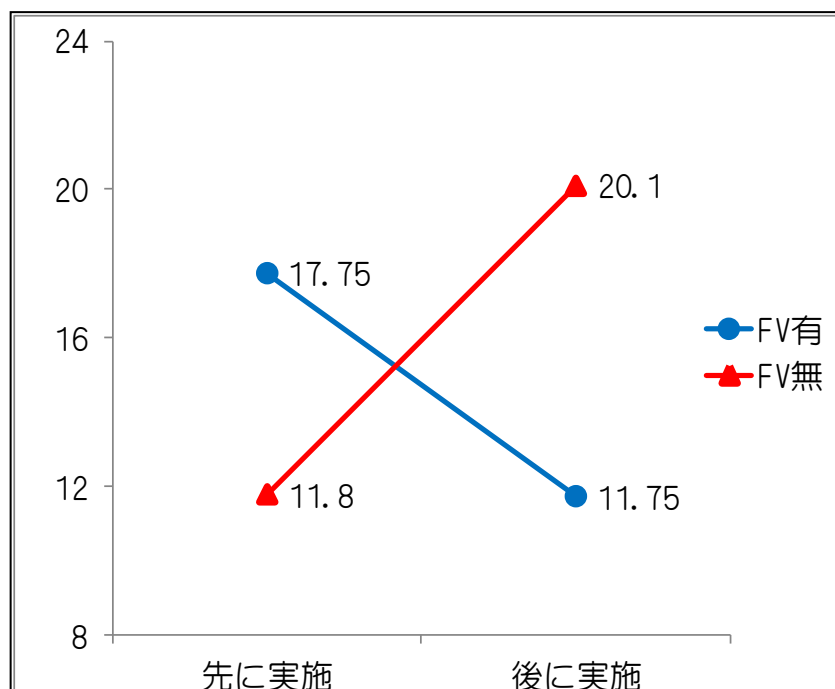


図 3-8 アイデアの量の結果

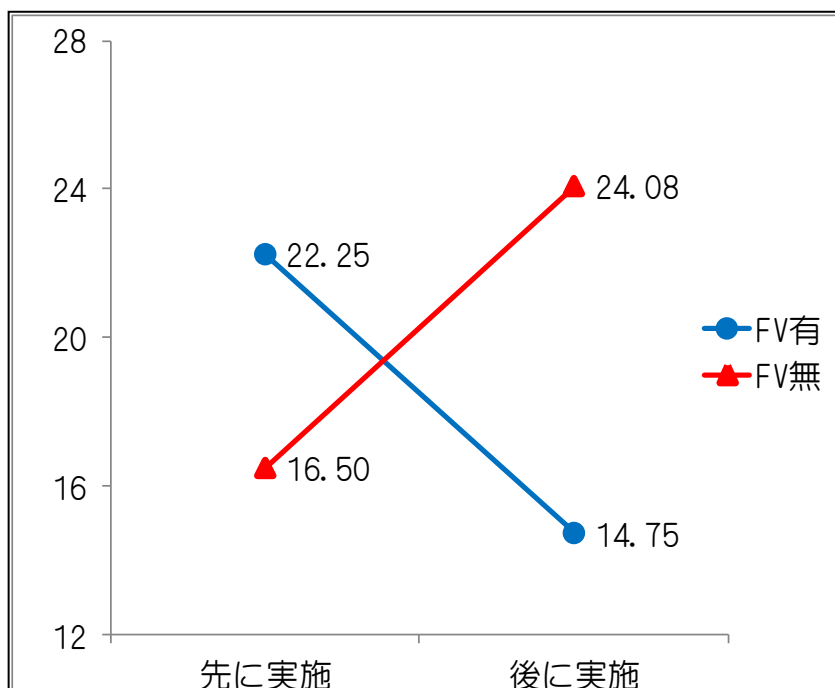


図 3-9 アイデアの柔軟性の結果

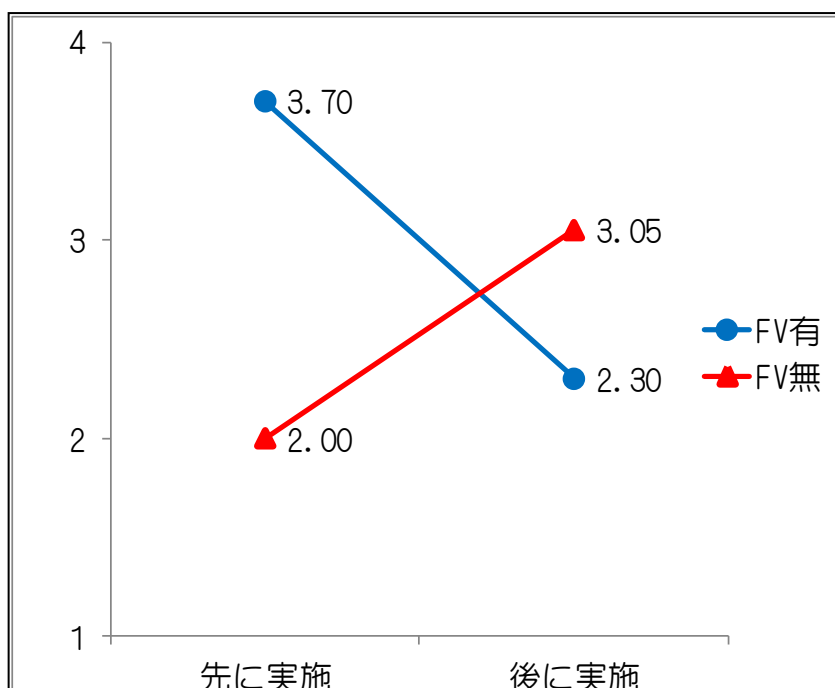


図 3-10 アイデアの独自性の結果

はじめに、アイデアの量の結果において交互作用が認められたため($F=8.27$, $p<.01$)、単純主効果検定を行った。アイデアの量における単純主効果検定の結果、後に実施した際のツール種別($F=5.64$, $p<.05$)と、FV 無を用いた際の実験順序

($F=5.57, p<.05$)にて有意差がみられ、いずれも FV 無を後に実施した結果においてアイデアの量が多かった。次に、アイデアの柔軟性の結果において交互作用が認められたため($F=6.36, p<.05$)、単純主効果検定を行った。アイデアの柔軟性における単純主効果検定の結果、FV 無を用いた際の実験順序($F=4.87, p<.05$)にて有意差がみられ、FV 無を後に実施した結果においてアイデアの柔軟性の評価が高かった。最後に、アイデアの独自性の結果において交互作用が認められたため($F=4.38, p<.05$)、単純主効果検定を行った。アイデアの独自性における単純主効果検定の結果、FV 有を用いた際の実験順序($F=4.21, p<.05$)にて有意差がみられ、FV 有を先に実施した結果においてアイデアの独自性が高い評価となった。

表 3-3 創出されたアイデアの量の分散分析表

ツール種別	実験順序	平均	標準偏差	度数
FV 有	先実施	17.75	11.94	20
	後実施	11.75	6.53	20
FV 無	先実施	11.80	4.81	20
	後実施	20.10	16.92	20

ソース	平方和	df	平均平方	F
ツール種別	28.80	1	28.80	0.23
実験順序	26.45	1	26.45	0.21
ツール種別 * 実験順序	1022.45	1	1022.45	8.27**
エラー	9396.50	76	123.64	
修正総和	10474.20	79		

ツール種別	先実施	後実施	FV 有	FV 無
平方和	354.03	697.23	360.00	688.90
df	1	1	1	1
平均平方	354.03	697.23	360.00	688.90
F	2.86+	5.64*	2.91+	5.57*

+ $p<.1$ * $p<.05$ ** $p<.01$

表 3-4 創出されたアイデアの柔軟性の分散分析表

ツール種別	実験順序	平均	標準偏差	度数	
FV 有	先実施	22.25	19.43	24	
	後実施	16.50	6.49	24	
FV 無	先実施	14.75	4.47	24	
	後実施	24.08	20.47	24	
ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		0.04	1	0.04	0.00
実験順序		77.04	1	77.04	0.36
ツール種別 * 実験順序		1365.04	1	1365.04	6.36*
エラー		19752.83	92	214.71	
修正総和		21194.96	95		
ツール種別	先実施	675.00	1	675.00	3.14+
	後実施	690.08	1	690.08	3.21+
実験順序	FV 有	396.75	1	396.75	1.85
	FV 無	1045.33	1	1045.33	4.87*

+p<.1 *p<.05 **p<.01

表 3-5 創出されたアイデアの独自性の分散分析表

ツール種別	実験順序	平均	標準偏差	度数	
FV 有	先実施	3.70	3.74	20	
	後実施	2.00	1.56	20	
FV 無	先実施	2.30	2.00	20	
	後実施	3.05	2.65	20	
ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		0.61	1	0.61	0.89
実験順序		4.51	1	4.51	0.66
ツール種別 * 実験順序		30.01	1	30.01	4.38*
エラー		521.35	76	6.86	
修正総和		556.49	79		
ツール種別	先実施	19.60	1	19.60	2.86+
	後実施	11.03	1	11.03	1.67
実験順序	FV 有	28.90	1	28.90	4.21*
	FV 無	5.63	1	5.63	0.82

+p<.1 *p<.05 **p<.01

創出されたアイデアのプロセスの結果

アイデア創出のプロセスについて、フィードバック視覚化機能と実験順序および時間区分を3要因とした三元配置分散分析を行った。有意水準(p)は0.05と設定した。はじめに、5分毎に創出したアイデアの量の評価の結果を表3-6に示す。

表 3-6 5分毎に創出したアイデアの量の分散分析表 (その1)

ツール種別	実験順序	時間区分	平均	標準偏差	度数		
FV 有	先実施	0-5 分	3.80	2.42	20		
		5-10 分	2.60	1.76	20		
		10-15 分	2.80	2.67	20		
		15-20 分	2.50	2.09	20		
		20-25 分	2.90	1.89	20		
		25-30 分	3.15	2.46	20		
	後実施	0-5 分	2.75	1.80	20		
		5-10 分	2.45	1.23	20		
		10-15 分	2.00	1.95	20		
		15-20 分	1.40	1.14	20		
		20-25 分	1.70	1.22	20		
		25-30 分	1.55	1.23	20		
		FV 無	先実施	0-5 分	2.70	2.03	20
				5-10 分	1.80	1.15	20
10-15 分	2.20			1.20	20		
15-20 分	1.65			1.04	20		
20-25 分	1.90			0.91	20		
25-30 分	1.55			0.76	20		
後実施	0-5 分		4.05	2.61	20		
	5-10 分		3.45	3.00	20		
	10-15 分		3.35	3.42	20		
	15-20 分		2.90	3.29	20		
		20-25 分	3.45	3.22	20		
		25-30 分	2.90	2.69	20		

表 3-6 5分毎に創出したアイデアの量の分散分析表（その2）

ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		4.41	1	4.41	0.98
実験順序		4.80	1	4.80	1.07
時間区分		69.28	5	13.86	3.07*
ツール種別 * 実験順序		168.03	1	168.03	37.27**
ツール種別 * 時間区分		4.04	5	0.81	0.18
実験順序 * 時間区分		8.55	5	1.71	0.38
ツール種別 * 実験順序 * 時間区分		4.92	5	0.98	0.22
エラー		2056.10	456	4.51	
修正総和		5472.00	479		
ツール種別	先実施	59.00	1	459.00	13.09**
	後実施	113.44	1	113.44	25.16**
実験順序	FV 有	58.02	1	58.02	12.87**
	FV 無	114.82	1	114.82	25.46**
多重比較：時間区分		平均の差	標準偏差	有意確率	
0-5分	5-10分	0.75	0.34	0.22	
	10-15分	0.74	0.34	0.24	
	15-20分	1.21**	0.34	0.00	
	20-25分	0.84	0.34	0.13	
	25-30分	1.04*	0.34	0.03	
5-10分	10-15分	-0.01	0.34	1.00	
	15-20分	0.46	0.34	0.74	
	20-25分	0.09	0.34	1.00	
	25-30分	0.29	0.34	0.96	
10-15分	15-20分	0.48	0.34	0.72	
	20-25分	0.10	0.34	1.00	
	25-30分	0.30	0.34	0.95	
15-20分	20-25分	-0.38	0.34	0.87	
	25-30分	-0.18	0.34	1.00	
20-25分	25-30分	0.20	0.34	0.99	

+p<.1 *p<.05 **p<.01

分散分析の結果、時間区分に有意差が認められたため、Tukey の HSD 法による

多重比較を実施した。多重比較の結果、0-5分と15-20分、0-5分と25-30分において、0-5分に創出したアイデアの量が有意に多かった。またツール種別と実験順序の結果にて交互作用が認められたため($F=37.27, p<.01$)、単純主効果検定を行った。5分毎に創出したアイデアの量における単純主効果検定の結果、先に実施したツール種別($F=13.09, p<.01$)、後に実施したツール種別($F=25.16, p<.01$)、FV有における実験順序($F=12.87, p<.01$)、FV無における実験順序($F=25.46, p<.01$)に有意差がみられた。その結果、先に実施した実験を比較するとFV有が、後に実施した実験を比較するとFV無が、それぞれアイデアの量が有意に多かった。

次に5分毎に創出したアイデアの流暢性評価の結果を図3-11、表3-7に示す。

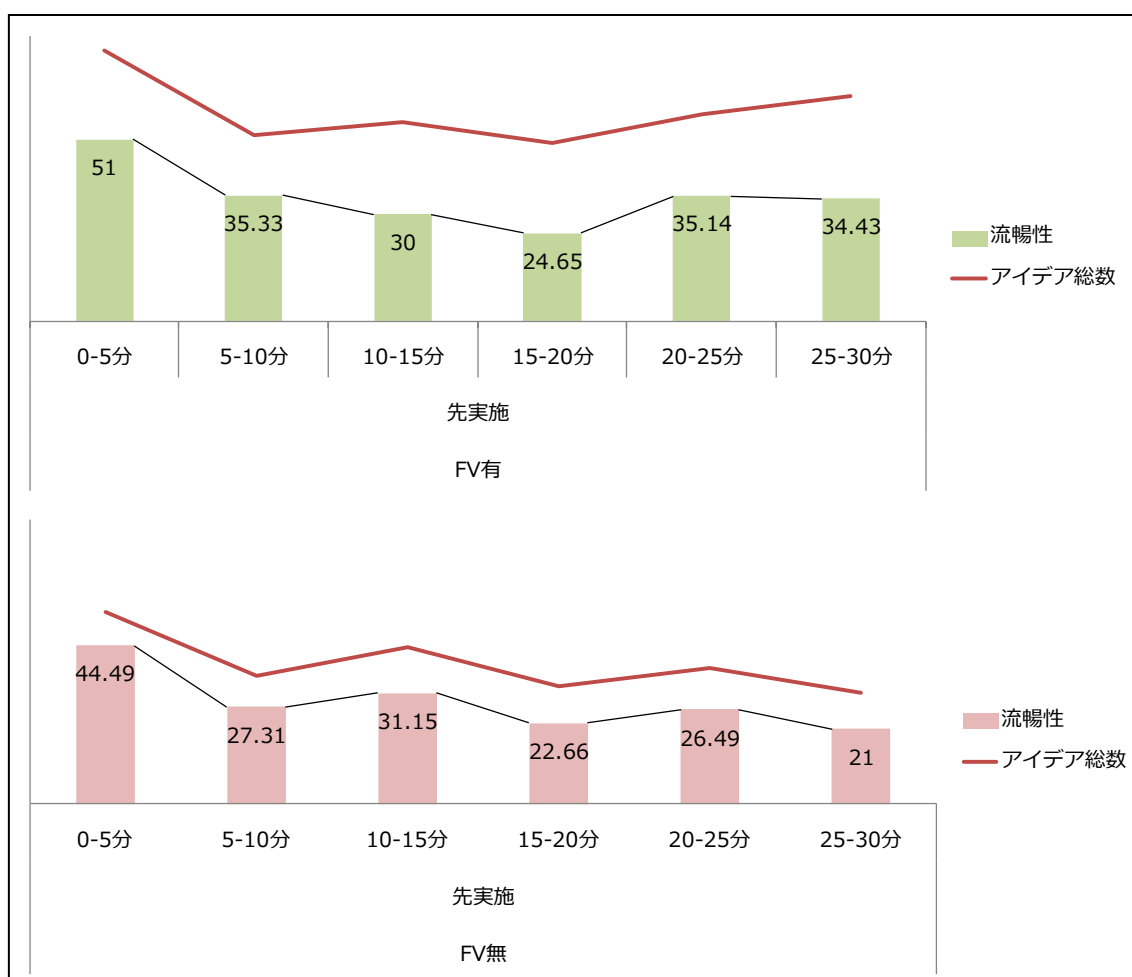


図 3-11 5分毎に創出したアイデアの流暢性評価結果 (先実施)

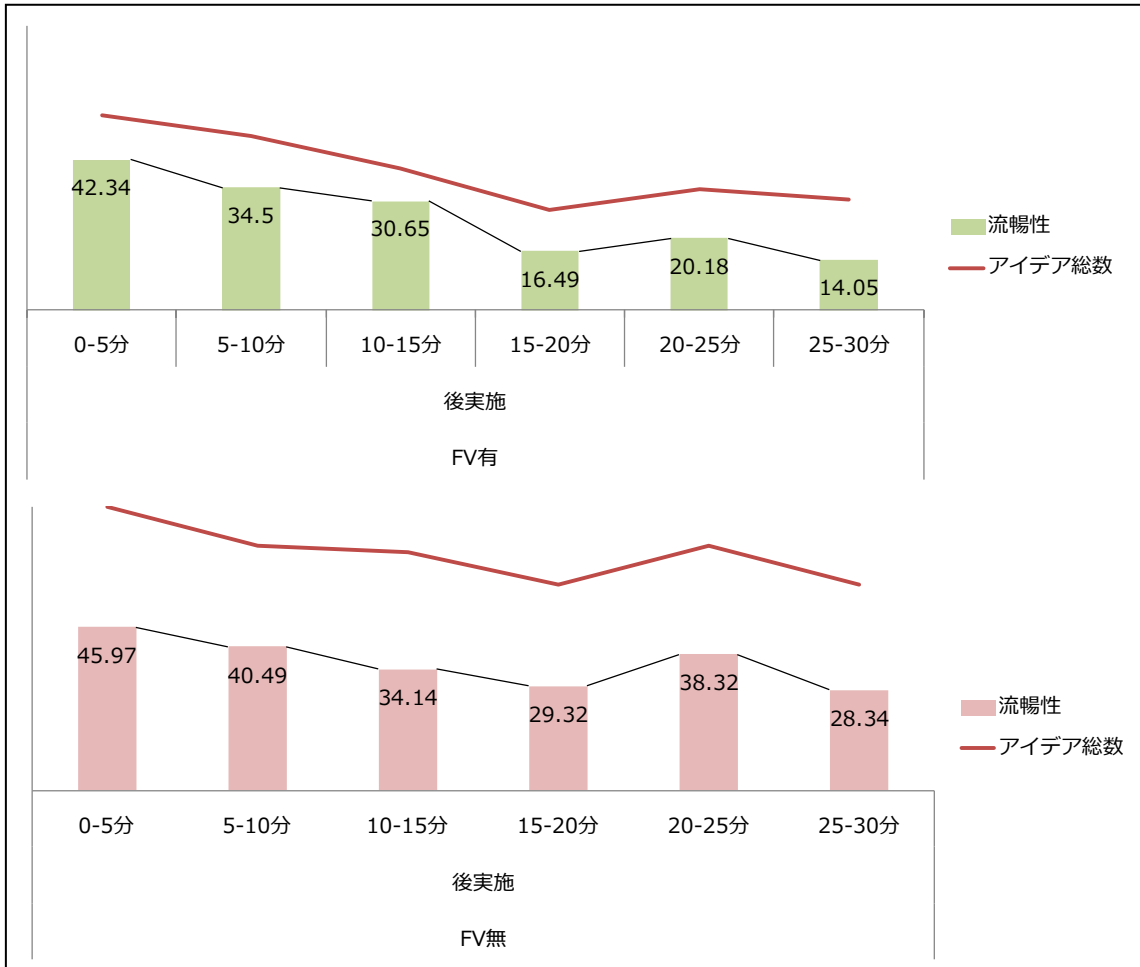


図 3-11 5分毎に創出したアイデアの流畅性評価結果（後実施）

表 3-7 5分毎に創出したアイデアの流暢性評価の分散分析表（その1）

ツール種別	実験順序	時間区分	平均	標準偏差	度数
FV 有	先実施	0-5 分	2.55	1.55	20
		5-10 分	1.77	1.35	20
		10-15 分	1.50	1.32	20
		15-20 分	1.23	1.15	20
		20-25 分	1.76	1.15	20
		25-30 分	1.72	1.34	20
	後実施	0-5 分	2.12	1.58	20
		5-10 分	1.73	1.00	20
		10-15 分	1.53	1.57	20
		15-20 分	0.82	0.73	20
		20-25 分	1.01	0.90	20
		25-30 分	0.70	0.65	20
FV 無	先実施	0-5 分	2.22	1.78	20
		5-10 分	1.37	0.91	20
		10-15 分	1.56	1.21	20
		15-20 分	1.13	0.83	20
		20-25 分	1.32	0.94	20
		25-30 分	1.05	0.62	20
	後実施	0-5 分	2.30	1.49	20
		5-10 分	2.02	2.04	20
		10-15 分	1.71	1.47	20
		15-20 分	1.47	1.64	20
		20-25 分	1.92	1.79	20
		25-30 分	1.42	1.34	20

表 3-75 分毎に創出したアイデアの流暢性評価の分散分析表（その2）

ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		0.912	1	0.912	0.524
実験順序		0.16	1	0.16	0.09
時間区分		67.31	5	13.46	7.73**
ツール種別 * 実験順序		19.13	1	19.13	10.99**
ツール種別 * 時間区分		2.12	5	0.42	0.24
実験順序 * 時間区分		4.83	5	0.97	0.55
ツール種別 * 実験順序 * 時間区分		6.00	5	1.20	0.69
エラー		793.88	456	1.74	
修正総和		894.34	479		
ツール種別	先実施	5.84	1	5.84	3.36+
	後実施	14.20	1	14.20	8.15**
実験順序	FV 有	11.41	1	11.41	6.56*
	FV 無	7.88	1	7.88	4.52*
多重比較：時間区分		平均の差	標準偏差	有意確率	
0-5 分	5-10 分	0.58+	0.21	0.06	
	10-15 分	0.72*	0.21	0.01	
	15-20 分	1.13**	0.21	0.00	
	20-25 分	0.80**	0.21	0.00	
	25-30 分	1.07**	0.21	0.00	
5-10 分	10-15 分	0.15	0.21	0.98	
	15-20 分	0.56+	0.21	0.08	
	20-25 分	0.22	0.21	0.90	
	25-30 分	0.50	0.21	0.16	
10-15 分	15-20 分	0.41	0.21	0.36	
	20-25 分	0.07	0.21	1.00	
	25-30 分	0.35	0.21	0.54	
15-20 分	20-25 分	-0.34	0.21	0.59	
	25-30 分	-0.06	0.21	1.00	
20-25 分	25-30 分	0.28	0.21	0.76	

+p<.1 *p<.05 **p<.01

分散分析の結果、時間区分に有意差が認められたため、Tukey の HSD 法による

多重比較を実施した。多重比較の結果、0-5分と10-15分、15-20分、0-5分と25-30分において、0-5分に創出したアイデアの流暢性が有意に多かった。またツール種別と実験順序の結果にて交互作用が認められたため($F=10.99, p<.01$)、単純主効果検定を行った。5分毎に創出したアイデアの流暢性評価における単純主効果検定の結果、後に実施したツール種別($F=8.15, p<.01$)、FV有における実験順序($F=6.56, p<.05$)、FV無における実験順序($F=7.88, p<.05$)に有意差がみられた。その結果、先に実施した実験を比較するとFV有が、後に実施した実験を比較するとFV無が、それぞれアイデアの流暢性評価が有意に高かった。

最後に5分毎に創出したアイデアの独自性評価の結果を図3-12、表3-8に示す。

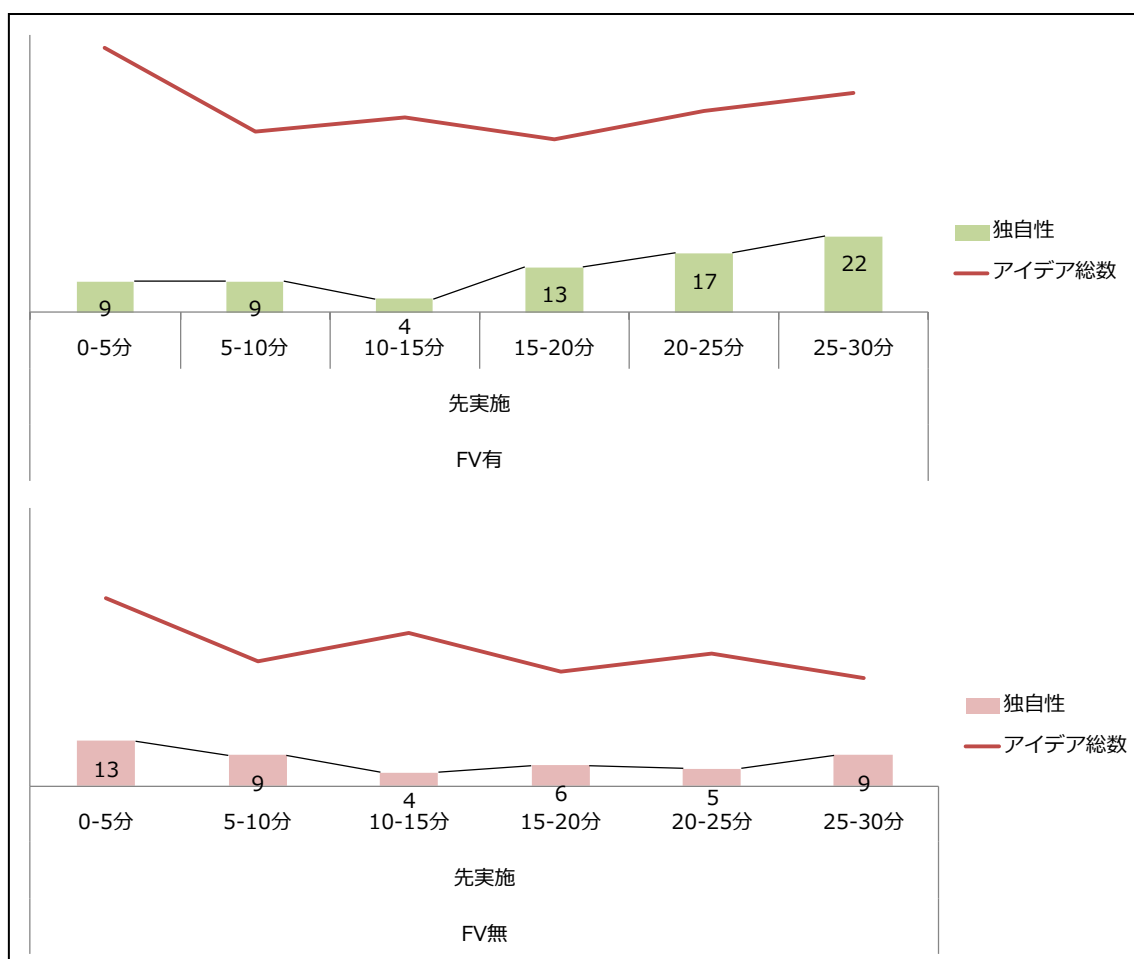


図 3-12 5分毎に創出したアイデアの独自評価結果 (先実施)

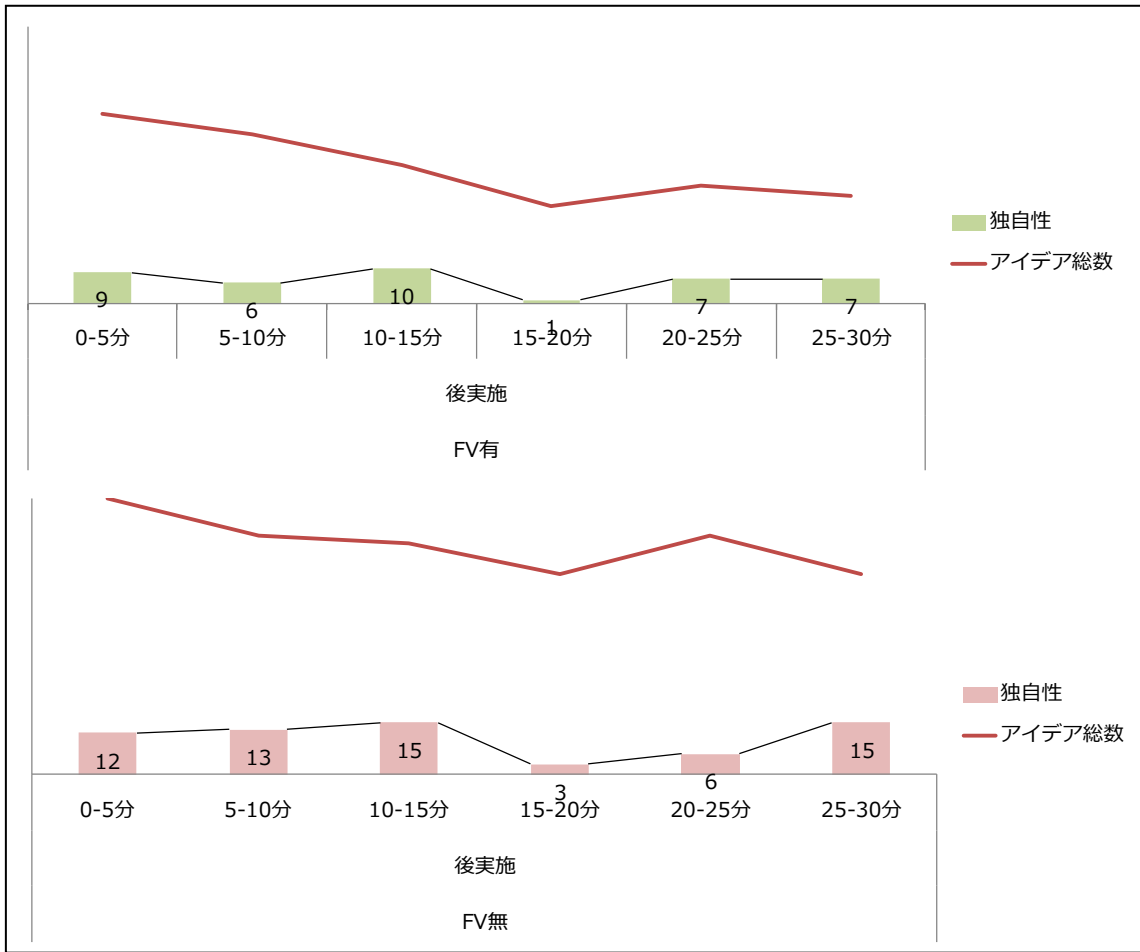


図 3-12 5分毎に創出したアイデアの独自評価結果（後実施）

表 3-8 5分毎に創出したアイデアの独自性評価の分散分析表（その1）

ツール種別	実験順序	時間区分	平均	標準偏差	度数
FV 有	先実施	0-5 分	0.45	0.89	20
		5-10 分	0.45	1.05	20
		10-15 分	0.20	0.52	20
		15-20 分	0.85	0.99	20
		20-25 分	0.65	1.14	20
		25-30 分	0.85	0.99	20
	後実施	0-5 分	0.45	0.76	20
		5-10 分	0.30	0.57	20
		10-15 分	0.50	0.83	20
		15-20 分	0.05	0.22	20
		20-25 分	0.35	0.59	20
		25-30 分	0.35	0.49	20
FV 無	先実施	0-5 分	0.65	1.04	20
		5-10 分	0.45	0.76	20
		10-15 分	0.20	0.41	20
		15-20 分	0.30	0.66	20
		20-25 分	0.25	0.44	20
		25-30 分	0.45	0.76	20
	後実施	0-5 分	0.60	0.75	20
		5-10 分	0.65	1.14	20
		10-15 分	0.75	1.33	20
		15-20 分	0.15	0.37	20
		20-25 分	0.30	0.57	20
		25-30 分	0.75	0.72	20

表 3-8 5分毎に創出したアイデアの独自性評価の分散分析表 (その2)

ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		0.00	1	0.00	0.00
実験順序		0.25	1	0.25	0.40
時間区分		3.84	5	0.77	1.21
ツール種別 * 実験順序		4.60	1	4.60	7.23*
ツール種別 * 時間区分		3.56	5	0.71	1.12
実験順序 * 時間区分		8.41	5	1.68	2.64*
ツール種別 * 実験順序 * 時間区分		2.26	5	0.45	0.71
エラー		290.15	456	0.64	
修正総和		313.08	479		
ツール種別	先実施	2.20+	1	2.20	3.46
	後実施	2.40+	1	2.40	3.77
実験順序	FV 有	3.50*	1	3.50	5.51
	FV 無	1.35	1	1.35	2.12
実験順序	0-5 分	0.01	1	0.01	0.02
	5-10 分	0.01	1	0.01	0.02
	10-15 分	3.61*	1	3.61	5.68
	15-20 分	4.51**	1	4.51	7.09
	20-25 分	0.31	1	0.31	0.49
	25-30 分	0.20	1	0.20	0.31
時間区分	先実施	4.92	5	0.98	1.55
	後実施	7.33*	5	1.47	2.31

+p<.1 *p<.05 **p<.01

分散分析の結果、ツール種別と実験順序の結果(F=7.23, p<.05)および実験順序と時間区分の結果(F=2.64 p<.05)にて交互作用が認められたため、単純主効果検定を行った。5分毎に創出したアイデアの独自性評価における単純主効果検定の結果、FV 有における実験順序(F=5.51, p<.05)、10-15分における実験順序(F=5.68, p<.05)、15-20分における実験順序(F=7.09, p<.01)に有意差がみられた。その結果、FV 有では先に実施した実験が、10-15分においては後に実施した実験が、15-20分においては先に実施した実験が、それぞれアイデアの独自性評価が有意に高かった。

ツール機能の使用頻度

アイデアへフィードバック信号を送信した数およびアイデアを参照した数について、FV 機能と実験順序を 2 要因とした二元配置分散分析を行った。有意水準(p)は 0.05 に設定した。ツール機能使用頻度の評価の結果を表 3-9、表 3-10 に示す。分散分析の結果、アイデアへフィードバック信号を送信した数およびアイデアを参照した数について、有意差はみられなかった。

表 3-9 フィードバック信号送信数の分散分析表

ツール種別	実験順序	平均	標準偏差	度数	
FV 有	先実施	4.70	6.27	20	
	後実施	6.25	2.84	20	
FV 無	先実施	5.90	3.49	20	
	後実施	4.05	6.24	20	
ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		5.00	1	5.00	0.19
実験順序		0.45	1	0.45	0.02
ツール種別 * 実験順序		57.80	1	57.80	2.23
エラー		1970.70	76	25.93	
修正総和		2033.95	79		

+p<.1 *p<.05 **p<.01

表 3-10 アイデア参照数の分散分析表

ツール種別	実験順序	平均	標準偏差	度数	
FV 有	先実施	301.10	162.99	20	
	後実施	267.45	104.54	20	
FV 無	先実施	283.30	110.90	20	
	後実施	266.05	119.16	20	
ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		1843.20	1	5.00	0.11
実験順序		12954.05	1	0.45	0.77
ツール種別 * 実験順序		1344.80	1	57.80	0.06
エラー		1279821.90	76	25.93	
修正総和		1295963.95	79		

+p<.1 *p<.05 **p<.01

アイデアの量とツール機能の関係

創出したアイデアの量とフィードバック送信数、フィードバック受信数およびアイデア参照数の相関を表 3-11 に示す。2 変数間における相関の分析方法として、他のツール機能の影響を除いた偏相関分析を用いた。有意水準(p)は 0.05 に設定した。

検定の結果、アイデアの量とフィードバック受信数において、先に実施した FV 有、先に実施した FV 無、後に実施した FV 無において相関がみられ、相関係数はそれぞれ 0.76、0.69、0.59 となった。一方、アイデアの量とフィードバック送信数およびアイデア参照数に相関はなかった。

表 3-11 アイデアの量とツール機能の相関係数

		フィードバック送信数	フィードバック受信数	アイデア参照数
FV 有	先に実施	0.15	0.76**	0.39
	後に実施	-0.01	0.33	0.21
FV 無	先に実施	0.25	0.69**	0.17
	後に実施	-0.16	0.59*	0.39

*p<.05, **p<.01

アンケート結果

アンケート結果の検定手法として、順序尺度データを間隔尺度とみなしフィードバック送信機能と実験順序を 2 要因とした二元配置分散分析を行った。有意水準(p)は 0.05 に設定した。アンケートの評価の結果を表 3-12 に示す。なお、Q4 および Q5 において、データの欠損があったため、サンプル数が減っている。

はじめに、Q2 : 「使用したツールのインタフェース (外観, 操作性) の、アイデア生成に対する有用性はいかがでしたか?」の分散分析の結果において、ツール種別の主効果が認められ (F=7.78, p<.01)、FV 有の結果の方が好評価であった。

次に、Q3 : 「使用したツールのインタフェース (外観, 操作性) は、アイデア生成に対するやる気に変化を与えましたか?」の分散分析の結果において、ツール種別の主効果が認められ (F=11.24, p<.01)、FV 有の結果の方が好評価であった。また FV 機能と実験順序の間で交互作用が認められたため (F=7.53, p<.01)、単純主効果検定を行った。Q3 における単純主効果検定の結果、後に実施した際におけるツール種別 (F=18.58, p<.01) と、FV 無を用いた際における実験順序 (F=5.62, p<.05) にて有意差がみられ、後に実施した際は FV 有の結果の方が好評

価であり、FV 無を用いた際は先に実施した結果の方が好評価であった。

続けて、Q4：「使用したツールの"Good!"送信機能の、アイデア生成に対する有用性はいかがでしたか？」の分散分析の結果において、ツールの種別($F=33.21$, $p<.01$)および実験順序($F=4.72$, $p<.05$)の主効果が認められ、ツールの種別ではFV 有の結果の方が好評価であり、実験順序では先に実施した結果の方が好評価だった。また FV 機能と実験順序の間で交互作用が認められたため($F=14.12$, $p<.01$)、単純主効果検定を行った。Q4 における単純主効果検定の結果、後に実施した際におけるツール種別($F=45.32$, $p<.01$)と、FV 無を用いた際における実験順序($F=14.78$, $p<.01$)にて有意差がみられ、後に実施した際は FV 有の結果の方が好評価であり、FV 無を用いた際は先に実施した結果の方が好評価であった。

最後に、Q5：「使用したツールの"Good!"送信機能は、アイデア生成に対するやる気にどのような変化を与えましたか？」の分散分析の結果において、ツール種別の主効果が認められ ($F=12.56$, $p<.01$)、FV 有の結果の方が好評価であった。また FV 機能と実験順序の間で交互作用が認められたため($F=8.28$, $p<.01$)、単純主効果検定を行った。Q5 における単純主効果検定の結果、後に実施した際におけるツール種別($F=20.62$, $p<.01$)と、FV 無を用いた際における実験順序($F=7.03$, $p<.05$)にて有意差がみられ、後に実施した際は FV 有の結果の方が好評価であり、FV 無を用いた際は先に実施した結果の方が好評価であった。

表 3-12 アンケート結果の分散分析表（その1）

設問	ツール 種別	実験 順序	平均	標準 偏差	中央値	最頻値	最小値	最大値	度数
Q1	FV 有	先実施	3.95	0.86	4.0	4.0	2.0	5.0	20
		後実施	3.90	1.04	4.0	5.0	1.0	5.0	20
	FV 無	先実施	3.70	1.01	4.0	3.0	1.0	5.0	20
		後実施	3.70	0.95	4.0	3.0	2.0	5.0	20
Q2	FV 有	先実施	4.10	0.77	4.0	4.0	2.0	5.0	20
		後実施	4.10	0.83	4.0	4.0	2.0	5.0	20
	FV 無	先実施	3.65	0.85	4.0	4.0	2.0	5.0	20
		後実施	3.45	0.97	3.5	4.0	2.0	5.0	20
Q3	FV 有	先実施	4.00	0.63	4.0	4.0	3.0	5.0	20
		後実施	4.35	0.65	4.0	5.0	3.0	5.0	20
	FV 無	先実施	3.90	0.44	4.0	4.0	3.0	5.0	20
		後実施	3.35	1.01	3.0	3.0	1.0	5.0	20
Q4	FV 有	先実施	4.00	0.95	4.0	5.0	2.0	5.0	20
		後実施	4.33	0.75	4.5	5.0	3.0	5.0	18
	FV 無	先実施	3.58	0.94	4.0	4.0	2.0	5.0	19
		後実施	2.33	0.88	2.0	2.0	1.0	4.0	18
Q5	FV 有	先実施	4.25	0.62	4.0	4.0	3.0	5.0	20
		後実施	4.55	0.59	5.0	5.0	3.0	5.0	20
	FV 無	先実施	4.15	0.65	4.0	4.0	3.0	5.0	20
		後実施	3.59	0.69	3.0	3.0	3.0	4.0	17

表 3-12 アンケート結果の分散分析表 (その 2)

Q2 : ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		6.05	1	6.05	7.78 **
実験順序		0.20	1	0.20	0.26
ツール種別 * 実験順序		0.20	1	0.20	0.26
エラー		59.10	76	0.78	
修正総和		65.55	79		
Q3 : ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		6.05	1	6.05	11.24**
実験順序		0.20	1	0.20	0.37
ツール種別 * 実験順序		4.05	1	4.05	7.53 **
エラー		40.90	76	0.54	
修正総和		51.20	79		
ツール種別	後実施	10.00	1	10.00	18.58**
実験順序	FV 無	3.03	1	3.03	5.62 *
Q4 : ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		27.42	1	27.42	33.21**
実験順序		3.89	1	3.89	4.72*
ツール種別 * 実験順序		11.66	1	11.66	14.12**
エラー		58.63	71	0.83	
修正総和		101.61	74		
ツール種別	後実施	37.43	1	37.43	45.32**
実験順序	FV 無	14.52	1	14.52	17.58**
Q5 : ソース		平方和	df	平均平方	F
ツール種別		5.40	1	5.40	12.56**
実験順序		0.33	1	0.33	0.76
ツール種別 * 実験順序		3.56	1	3.56	8.28**
エラー		31.37	73	0.43	
修正総和		40.65	76		
ツール種別	後実施	8.86	1	8.86	20.62**
実験順序	FV 無	3.02	1	3.02	7.03*

+p<.1 *p<.05 **p<.01

3.5. 考察

3.5.1. アイデアの量と質

はじめに、アイデアの量の評価では、FV 有を先に使用した場合は、後から実施した実験の結果においてアイデアの量が多かった。また 5 分毎に創出したアイデアの量を比較すると、実験序盤の 0-5 分と実験中盤の 15-20 分、および実験終盤の 25-30 分の間において、0-5 分に創出されたアイデアの量の方が多かった。これらの結果から、ブレインストーミングにおけるアイデアの創出は、時間経過と共に減少する周期がみられ、開始から 15-20 分と 25-30 分に大きく減少する傾向が確認できた。つまり、上記の時間帯においてアイデア創出のモチベーションを支援することにより、持続的なアイデア創出を実施できる可能性が示唆された。今回の実験では、実験を先に実施した場合の 25-30 分において、FV 有を用いた場合のアイデアの創出量が多い結果となり、フィードバック視覚化機能がアイデア創出のモチベーションに作用し、アイデアの創出が持続したと考えられる。さらに FV 無を用いた場合の実験順序を比較すると、0-5 分、5-10 分、20-25 分、25-30 分の間で後に実施した実験においてアイデアの創出量が多い結果となった。これは、実験開始時のアイデア創出のモチベーションの高さに違いがあり、後に実施した実験においてより高い状態であったと推察される。そして、時間経過に伴うアイデア創出のモチベーションの低下においても、後に実施した実験においてモチベーションが低下する幅が少なかったためと推察される。このことから、フィードバック視覚化機能によるアイデア創出のモチベーション支援の効果が、後に実施した実験のブレインストーミングにおいても持続したと考えられる。フィードバック視覚化機能がモチベーションに作用した理由として、アンケートの自由記述より、「フィードバック視覚化機能による画面の変化（フィードバック視覚化機能）は、アイデアの生成を応援されているように感じる」、との回答が得られた。つまり、要件 1 の「ポジティブなフィードバックがあること」が、分散ブレインストーミング支援ツールに適切であったと推察される。一方、FV 有を用いた場合の実験順序を比較すると、25-30 分の間で先に実施した実験においてアイデアの創出量が多い結果となった。これは、先にフィードバック視覚化機能のないツールを用いると、アイデア創出のモチベーションが低下し、実験後半におけるアイデアの創出が維持できなくなったためと推察される。

次に、アイデアの質の評価において、アイデアの流暢性の評価では 5 分毎に創出した時間区分において有意差がみられ、0-5 分における流暢性評価が、10-15 分、15-20 分、20-25 分、25-30 分の結果と比較し高い結果であった。このこと

から、実験開始 10 分を過ぎた時間から、アイデアの流暢性が維持できなくなったと考えられる。さらに FV 有を用いた場合の実験順序では、先に FV 有を用いた実験の評価が高く、FV 無を用いた場合の実験順序では、後に FV 無を用いた実験の評価が高かった。同様にアイデアの柔軟性の評価においても、後に実施した FV 無を用いた結果の評価が高かった。またアイデアの独自性の評価では、5 分毎に創出したアイデアの独自性の評価において、ツール種別と実験順序の間において有意差がみられ、先に実施した FV 有を用いた結果の評価が高かった。これは、FV 有では他の参加者のフィードバック信号を受信したアイデアほど自身のアイデアのグラフィックが遷移するため、より多くのフィードバック信号を受信するために独創的なアイデアを創出しようとするモチベーションが働いたと考えられる。実際に、先に実施した FV 有におけるアンケートの自由記述では、「自身のアイデアのグラフィックをより豪華にしたいため、より良いアイデアを出そうと思った」、との回答が得られた。また、実験順序と時間区分の間においては、10-15 分の間では後に実施した実験の評価が、15-20 分の間では先に実施した実験の結果が有意に高かった。このことから、独自性の高いアイデアは、ブレインストーミング後半に創出される傾向があり、アイデア創出のモチベーションが高い状態ほど、独自性の高いアイデアが出やすい傾向があると推察される。

以上から、フィードバック視覚化機能は参加者のアイデア創出に良い影響を与えており、アイデア創出のモチベーションを向上させたと推察される。

3.5.2. ツール機能の使用頻度

ツール機能の使用頻度について、有意差はみられなかった。これらから、創出したアイデアの量では FV 有にて有意差があるが、フィードバック信号を送信した数には有意差がないため、フィードバック視覚化機能による「グラフィックの変化」がアイデアの創出数の増加につながったのではないかと考えられる。つまり、要件 3 の「エンタテイメント性があること」が適切であったと推察される。

3.5.3. アイデアの量とツール機能の相関

アイデアの量とフィードバック受信数の相関において、先に実施した FV 有で強い相関が、先に実施した FV 無と後に実施した FV 無では相関がみられた。これらの結果から、フィードバック送信機能がアイデアの量に影響を与える可能性が示唆された。その理由として、アイデアへのフィードバックがアイデア創出のモチベーションに寄与したためだと考えられる。実際に、アンケートの自

由記述より、「他の参加者からフィードバックを受け取ると、アイデアをより多く出そうというモチベーションにつながった」、との回答が得られた。とりわけ、強い相関がみられた、先に実施した FV 有におけるアンケートの自由記述では、「他人のアイデアが変化すると、自身も負けたくないと思い、よりアイデアを生み出すモチベーションにつながった」、との回答が得られた。つまり、要件 4 の「満足感／達成感が得られること」が適切であったと推察される。

一方、後に実施した FV 有の結果において、アイデアの量とフィードバック受信数の相関がみられなかった。その理由として、FV 無を先に実施した場合は、フィードバック信号送信機能を使用するモチベーションが低下したためだと考えられる。実際に、先に FV 無を用いた実験参加者から「画面の変化（フィードバック視覚化機能によるグラフィックの遷移）が少ないと、（フィードバック信号送信）機能の使用に飽きてしまった」との回答が得られている。つまり、後にフィードバック視覚化機能を有したツールを用いても、フィードバックの送信に繋がらなかったため、アイデアの創出に寄与しなかつたものと考えられる。

3.5.4. アンケート結果

アンケートの結果において、Q1：「使用したツールの操作感は、いかがでしたか？」の項目では、いずれの結果において有意差はみられなかった。これは実験に使用したツールの間で操作方法に差異はないため、有意差はみられなかったと考えられる。またいずれの結果においても平均以上であり、アンケートの自由記述では、「スマートデバイスの操作は普段から使い慣れており、アイデアの入力や参照、フィードバックの送信方法がシンプルで使いやすかった」、との回答を得られた。以上から、スマートデバイスは要件 2 の「ブレインストーミング活動を阻害しないこと」を満たしていたと推察される。

次に、Q2：「使用したツールのインタフェース（外観，操作性）の、アイデア生成に対する有用性はいかがでしたか？」の項目において、FV 有を用いた際の結果が好評価だった。この理由として、FV 有を用いた際のアンケートの自由記述から、「色や形の変化により楽しみながらアイデアの創出を行うことができた」、との回答を得られた。つまり、画像の変化は参加者のアイデアを創出するモチベーションに作用する可能性が示唆された。

最後に Q3：「使用したツールのインタフェース（外観，操作性）は、アイデア生成に対するやる気に変化を与えましたか？」、Q4：「使用したツールの"Good!"送信機能の、アイデア生成に対する有用性はいかがでしたか？」、Q5：「使用したツールの"Good!"送信機能は、アイデア生成に対するやる気にどのような変化を与えましたか？」の項目において交互作用が認められ、後に実施した際

におけるツール種別と、FV 無を用いた際における実験順序にて有意差がみられ、後に実施した際は FV 有のアンケート結果がいずれの結果においても好評価だった。また FV 無を用いた際は先に実施したアンケート結果がいずれの結果においても好評価だった。これらの理由として、後に実施した FV 無のアンケートの自由記述より、「初回（先）に実施したフィードバック視覚化機能ありに比べ見た目に変化がなく、アイデアを創出するモチベーションが低下した」、との回答を得られた。つまり、先に実施したツールを基準として評価を行ったため、後に実施した FV 無の評価が低くなってしまったと考えられる。しかしながら、実際には後に実施した FV 無では、先に実施した FV 無と比較しアイデアの量は出ているため、後に実施した FV 無におけるアイデアを創出するモチベーションは維持できていたと考えられる。

3.6. まとめ

本研究では、分散ブレインストーミングを参加者のモチベーションを支援する方法として、創出されたアイデアに対するチームメンバーからのフィードバックを視覚化する機能（フィードバック視覚化機能）を提案し、スマートデバイス上に実装した。そして、フィードバック視覚化機能における参加者のモチベーションへの有効性を確認するため、「フィードバック視覚化機能を持つツール（FV 機能あり）」と「フィードバック信号受信時にアイデア表示グラフィックを変化させないツール（FV 機能なし）」を用意し、ツールを使用した順序による影響を調べる実験を行った。

実験の結果、FV 機能ありを先に実施すると、後に実施した FV 機能なしの場合においてもアイデアの量および質が維持され続けることが確認できた。また FV 機能ありの結果において、アイデアの量とフィードバックの受信数の間に強い相関がみられ、グループメンバーの賛同・称賛のフィードバックを視覚化する機能は、参加者のアイデア創出のモチベーションに作用する可能性が示唆された。

3.7. 結言

本章では、フィードバック視覚化機能を用いた分散ブレインストーミング支援ツールの順序効果について説明した。3.2 節にて研究の目的を、3.3 節にてフィードバック視覚化機能の要件および実装とツールの使用方法を、3.4 節にて実験概要および評価方法を、3.5 節にて実験結果に対する考察を、3.6 節にて本章のまとめについて述べた。

第4章

あいづちに着目した創造活動支援ツールの 試作と評価

4.1. 緒言

本章では、あいづち機能を用いた分散ブレインストーミング支援ツールに関する研究について説明する。4.2 節にて研究の目的を、4.3 節にてあいづち要件の検討とツールの機能詳細を、4.4 節にて実験概要および評価方法を、4.5 節にて実験結果に対する考察を、4.6 節にて本章のまとめについて述べる。

4.2. 研究の目的

本章では、分散環境における創造活動のモチベーションを維持するための発散的思考を支援するアプローチのうち、意図を明示したフィードバックにより分散ブレインストーミングをモチベーションの観点から支援するツールを開発・検証する。その方法として、創出されたアイデアに対するポジティブなフィードバックとしてあいづちに着目した。あいづちによるポジティブなフィードバックは、他の参加者からのフィードバックの意図を的確に把握することでアイデア創出のモチベーションに貢献し、アイデア創出に寄与する効果が期待できる。

しかしその一方で、分散環境下では非対面であり、対面環境と比較してあいづちの手段に制約がある。また自由なあいづちはアイデアに対する批判につながる可能性があり、参加者のモチベーションを低下させグループ全体のアイデア創出への影響が懸念される。

そこで本研究では、創出されたアイデアに対し予め用意し、その中から選択しあいづちを行う機能：あいづち機能を実現し、分散ブレインストーミングを支援するツールを構築・評価する。

実験内容として、あいづち機能ありのツール（あいづち有）とあいづち機能なしのツール（あいづち無）の 2 つのツールによって、あいづち機能がアイデアの創出に与えた影響を明らかにする。

4.3. ツールの設計と開発

4.3.1. あいづちの要件および検討

分散環境下でのブレインストーミングにおけるあいづちの要件として、以下の3つが挙げられる。

- アイデアへの批判・疑問・反論を含まない
- 曖昧な表現を含まない
- アイデアの創出を妨げない

はじめに、「アイデアへの批判・疑問・反論を含まない」の要件では、自分で出したアイデアに批判や疑問・反論が出されると、アイデアを創出するモチベーションが低下し、アイデアの創出が阻害されることが考えられる。よって、アイデアに対して否定的な要素を含まないあいづちが必要となる。

次に、「曖昧な表現を含まない」の要件では、分散環境では相手の顔が見えないため、発信者は肯定の意味であいづちを打った場合でも、受信者は発信者の意図通りのあいづちとして、正確に捉えられない可能性がある。よって、アイデアに対して、あいづちを発信した者の考えを的確に伝えられる必要がある。

最後に、「アイデアの創出を妨げない」の要件では、あいづちを打つために複雑な動作を伴う場合、アイデアを創出する時間を無駄に消費する懸念が生じる。そこで、ボタンのクリック等の単純な操作で打てるあいづちを、予めツール側にて実装する必要がある。

本研究では、アイデアの創出に寄与するあいづちを検討するために、Guilfordによって示された創造性の因子を用いた。Guilfordが1950年頃から始めた知的能力のモデルにおける研究は、創造性の測定に大きな影響を与えた[高橋 2002]。その後 Guilford は 50 種以上のテストを実施し、各テスト間の相関を求め、因子分析をおこなった。その結果として、創造性の因子 (Traits of creativity) を抽出した[Guilford 1959]、[高橋 2002]。

Guilford の創造性の因子より、本研究では以下の3つの因子を基に、あいづちを検討した。

- 問題に対する感受性 (問題点の発見力)
- 独自性 (ユニークな答えを出す力)
- 綿密性 (具体的に完成・工夫する力)

そして、各々の因子に対応するあいづちとして、以下の 3 つのあいづちを定めた。

- 「するどい!!」：問題に対する感受性
- 「それはなかった!!」：独自性
- 「実現できそう!!」：綿密性

4.3.2. ツールの機能

本研究において、計算機で拡張する機能は以下の 4 つとした。

- **参加者全員のアイデアを閲覧する機能**

ブレインストーミング法では、創出したアイデアは参加者全員が閲覧できることが要求される。これを実現するために、自分のアイデアはもとより、他人のアイデアを含む全ての創出したアイデアを、ラベル形式として一覧表示する。チャットのように自由な会話形式の場合、ブレインストーミング法で禁止されているアイデアの批判がおきることが考えられたため、入力されたアイデアはラベルの形式をとるものとする。また、一画面中に表示しきれない場合はスクロールバーを使用し、表示画面を拡張することにより対応する。なお、「自分のアイデア」および「他人のアイデア」が明確にわかるよう、ラベルの文字色を区別し表示する。

- **創出されたアイデアに対するあいづちを打つ機能**

アイデア一覧に表示されているアイデアに対し、あいづちを打つ機能を提供する。本機能で提供するあいづちは、あらかじめ用意された 3 つのあいづちである、「するどい!!」、「それはなかった!!」、「実現できそう!!」の中から 1 つを選択する形式をとる。参加者全員のアイデアを閲覧する機能により、アイデアは既にラベル形式として表示されている。ここでアイデアのラベルをクリックすることにより、あいづちを選択するウィンドウを表示する。表示されたウィンドウは半透明であり、ウィンドウ下のアイデアを再度確認することが可能である。なお、「自分のアイデアに対するあいづちは打てない」、「一度あいづちを打ったアイデアに対して再度あいづちを打つことは出来ない」という機能を実装する。これは、あいづち機能は分散ブレインストーミングを支援するための機能であり、あいづちを打つことそのものが目的となることを防ぐためである。

- **打たれたあいづちを参照する機能**

創出されたアイデアに対するあいづちを打つ機能にて、打たれたあいづちを確認する機能を提供する。あいづちはラベル形式で表示されたアイデアの上に表示され、同種のあいづちが打たれた回数に応じて画像が変化する。同種のあいづちが打たれた回数について、1回の場合は双葉が、2回の場合は蕾が、3回以上の場合には花がそれぞれ表示される。また、あいづちの種類により画像が表示される位置が固定されており、どの種類のあいづちが打たれたのかが瞬時に判断できる。

- **アイデアについて質問する機能**

従来のブレインストーミングでは、自分がわからないアイデアに対し、アイデアを創出した人に質問できることが要求される。これは質問をすることにより、アイデアに対する理解を深め、新たなアイデアの創出につなげようとするものである。これを実現するために、本研究ではアイデアを質問するチャット機能を提供する。一方で、チャット機能では自由にコミュニケーションをとれることから、利用する際はアイデアへの質問のみに限定するというルールを決める必要がある。

本ツールはクライアント・サーバ方式を採用する。またクライアントとサーバ間の通信はXML(Extensible Markup Language)形式で行われる。図 4-1 にツールの構成を示す。

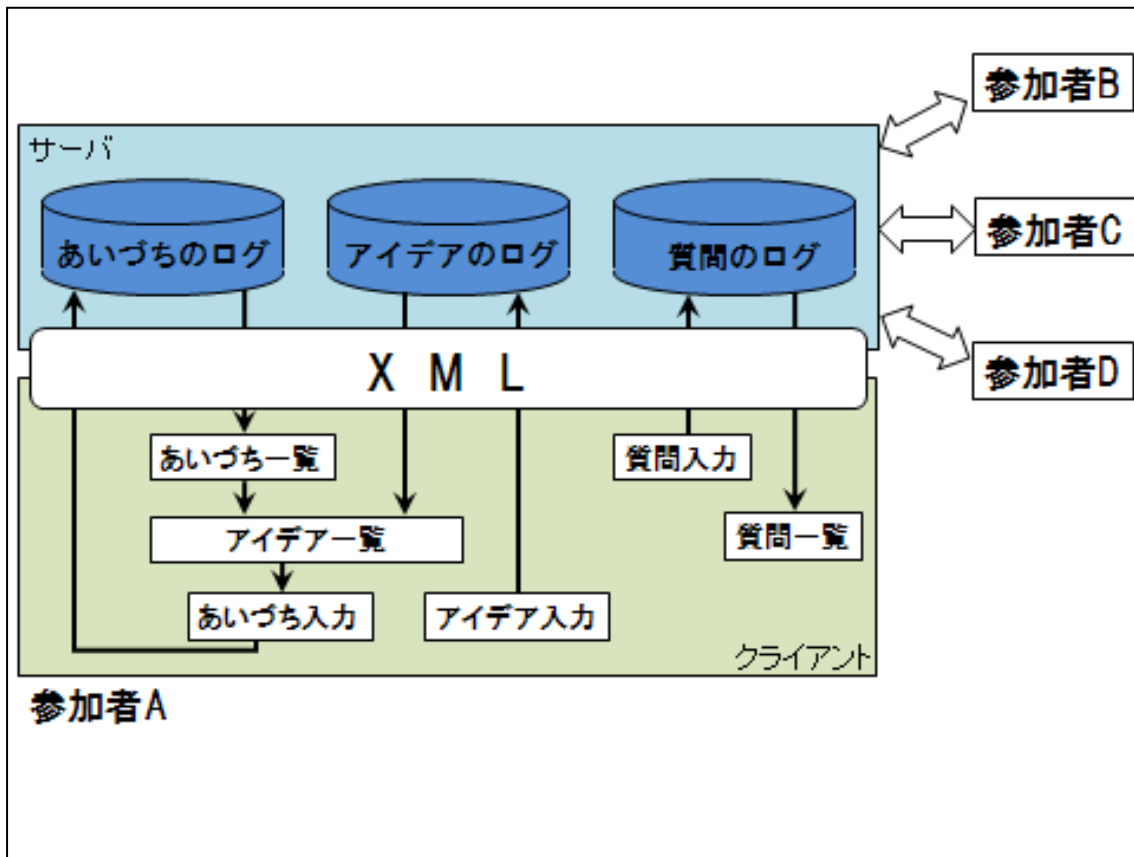


図 4-1 ツールの構成

はじめにアイデアの入力および表示のフローについて述べる。クライアント側から入力されたアイデアは、サーバ側に送信される。サーバ側にてアイデアの内容および送信時間のログを取得した後、各クライアント側へ送信され、アイデア一覧にラベル形式で表示される。

次にあいづちの入力および表示のフローについて述べる。クライアント側のアイデア一覧に表示されたラベル形式のアイデアをクリックすると、そのアイデアに対するあいづち選択ウィンドウが表示される。この際に、あいづち選択ウィンドウは他人のアイデアにのみ表示され、自分のアイデアをクリックしてもウィンドウが表示されることはない。あいづち選択ウィンドウに表示されている3種のあいづちの内、1種を選択しあいづちボタンをクリックする。あいづちボタンがクリックされると、サーバ側へあいづちを打ったアイデア、あいづちの種類が送信される。サーバ側にて、アイデアに対するあいづちの回数が加算され、ログを取得した後に各クライアント側へ送信される。クライアント側で受信したあいづちの情報より、ラベル形式で表示されているアイデアの上にあいづちの種類および回数に応じた画像が表示される。そして自分が既にあい

づちを打ったアイデアは、ラベルの文字色が黒から白へと変化し、クリックしてもあいづちウィンドウが表示されないようになる。

最後にアイデアに対して質問する機能のフローを述べる。クライアント側から入力された質問は、サーバ側へ送信される。サーバ側にて質問内容および送信時間のログを取得した後、各クライアント側へ送信され、質問一覧にテキストが表示される。

以上のツール構成にて、「Idea Planter」を実装した。開発環境は Microsoft Windows XP Professional x64 Edition Version 2003 Service Pack2 で、言語は C#、コンパイラには Microsoft Visual C#を用いた。またサービスを提供する Web サーバとして、 IIS6.0(Internet Information Service)を用いた。「Idea Planter」の画面構成を図 3-2 に示す。

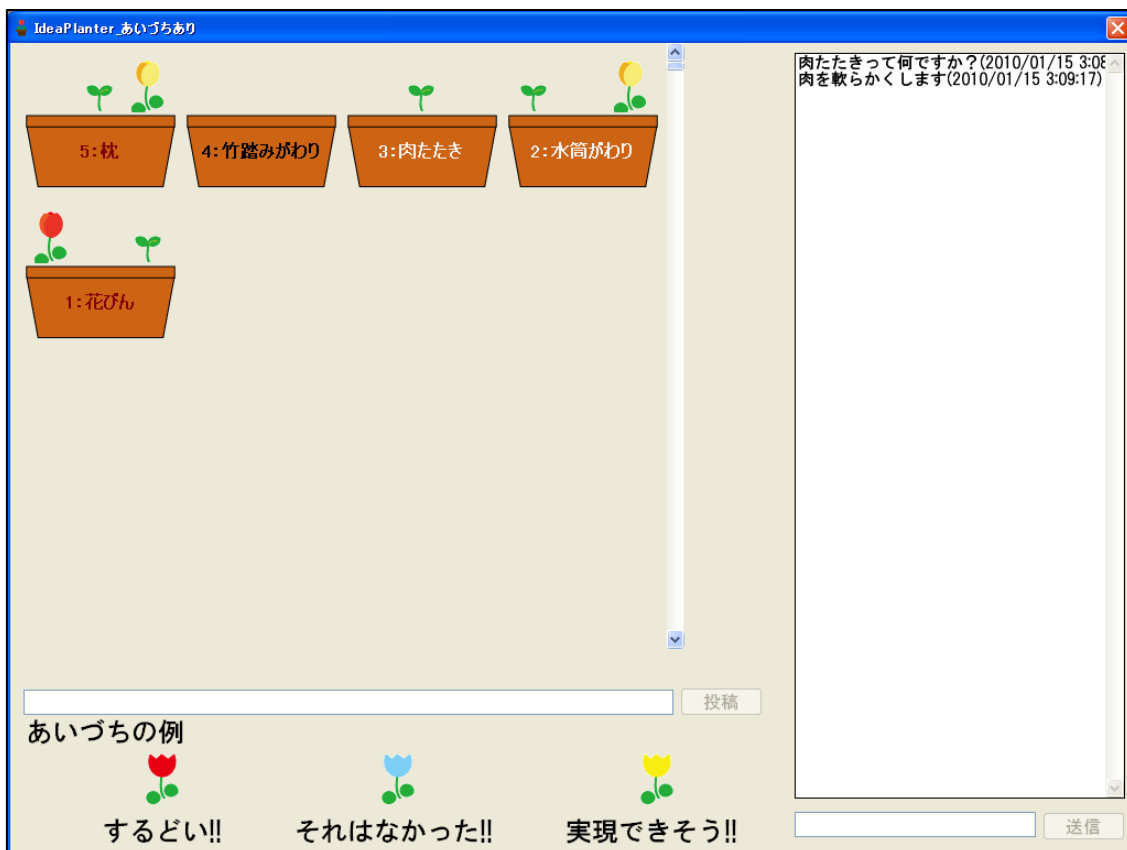


図 4-2 Idea Planter の画面構成

ツールの利用方法について説明する。

1. はじめにサーバアプリケーションを起動する。サーバアプリケーションは、IIS6.0 が動作している端末上で動作する。

2. 参加者はクライアントアプリケーションを起動し、サーバアプリケーションとの接続確認が実施された後に利用可能となる。
3. アイデアを投稿するには、アイデア一覧画面下のテキストボックスにアイデアを入力した後（図 4-3 の①）、投稿ボタンをクリックする（図 4-3 の②）。投稿したアイデアはサーバを通じ、参加者全員のアイデア一覧にプランター型のラベルとして表示される（図 4-3 の③）。

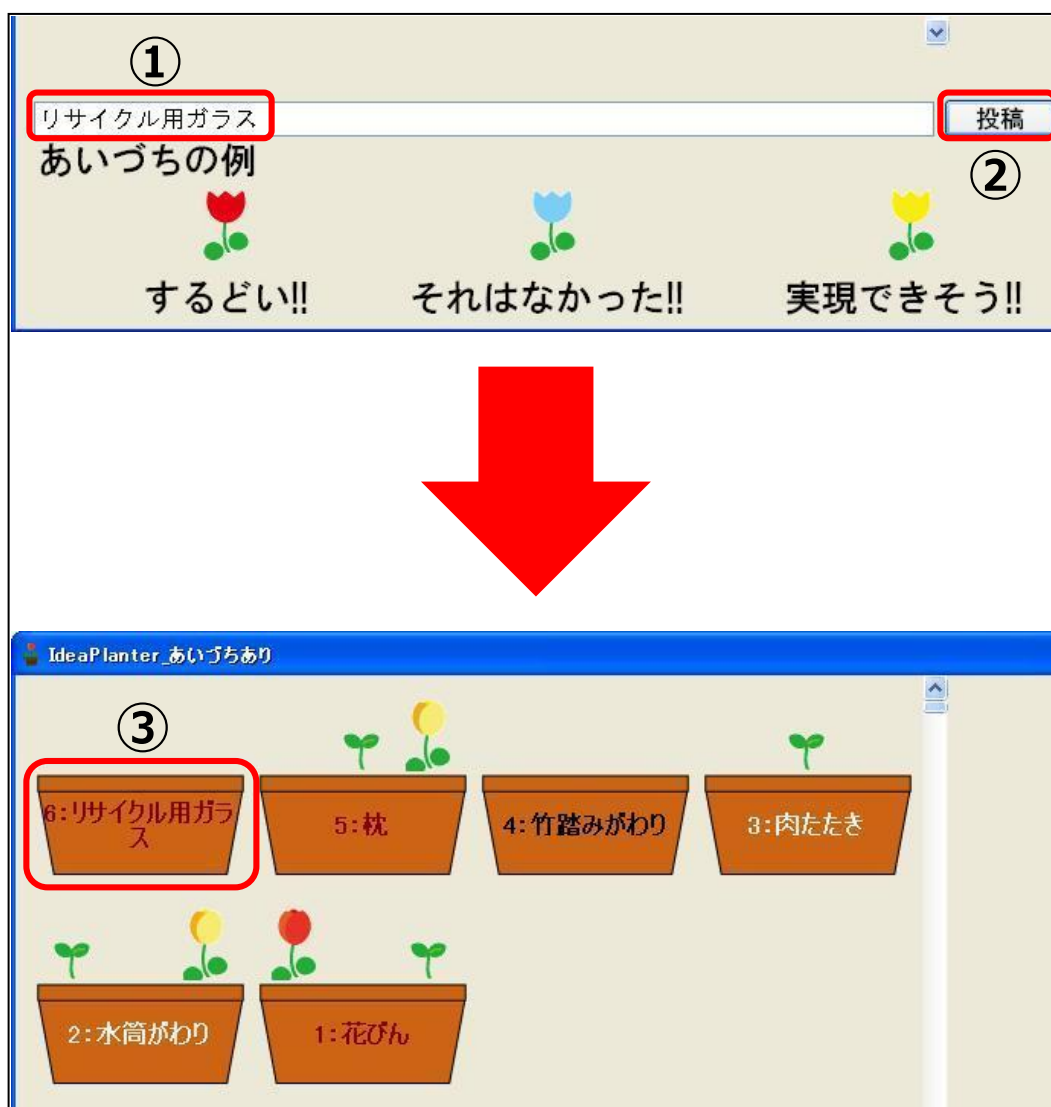


図 4-3 アイデアの投稿

4. あいづちを打つには、対象となるアイデアのラベルをクリックすると、あいづち選択ウィンドウが表示される（図 4-4 の①）。あいづち選択ウィンドウは、上段にクリックしたアイデアの内容、下段に 3 種類のあいづちボタンか

ら構成される（図 4-4 の②）。何れかのあいづちを選択しボタンをクリックすると（図 4-4 の③）、サーバを通じ該当するアイデアのラベルの上にあいづちが画像として参加者全員に表示される（図 4-4 の④）。あいづちの種類により蕾および花の色が異なり、「するどい!!」の場合は青色、「それはなかった!!」の場合は桃色、「実現できそう!!」の場合は赤色が表示される。



図 4-4 あいづちの選択

5. アイデアへの質問および質問に対する回答をするには、画面右側のチャット機能を使用する。質問一覧画面下のテキストボックスに質問または回答を入力した後（図 4-5 の①）、送信ボタンをクリックする（図 4-5 の②）。送信した質問および回答はサーバを通じ、参加者全員の質問一覧にテキストとして表示される（図 4-5 の③）。

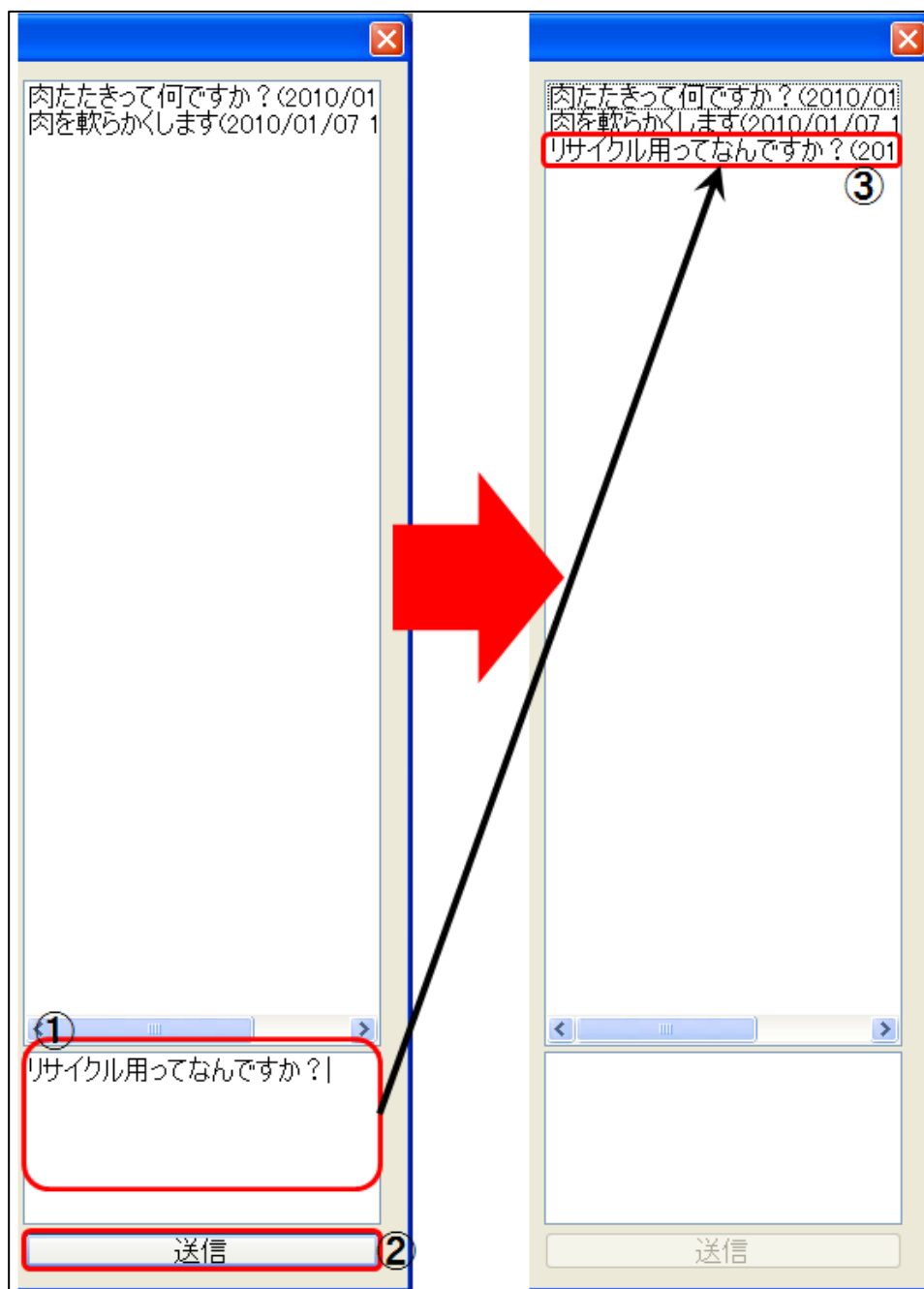


図 4-5 質問および回答の入力

4.4. 実験と評価

実験はあいづちによるフィードバックが、分散環境下におけるブレインストーミングでのアイデアの生成に与えた影響を明らかにするため、あいづち機能ありのツール(以下、あいづち有)とあいづち機能なしのツール(以下、あいづち無)を用いて比較実験を行った。あいづち有とあいづち無の違いは、「創出されたアイデアに対するあいづちを打つ機能」、「打たれたあいづちを参照する機能」の有無の差であり、「参加者全員のアイデアを閲覧する機能」および「アイデアについて質問する機能」については何れのツールにおいても使用可能である。

4.4.1. 実験条件

あいづち有とあいづち無の2条件での比較を、それぞれ2つの課題について実験を行った。なお実験のパラメータとして、実験1回につき4名1グループ、実験時間60分として行うと設定した。

本実験で用いる課題は、以下の2種類である。

課題1. 新しい洗濯機の機能とデザイン

課題2. 新しい冷蔵庫の機能とデザイン

4.4.2. 実験環境

評価実験における環境条件について述べる。実験は同室にて行われるが、参加者にはパーティションで区切られた個人ブースを各々に割り当てており、お互いの表情または声が伝わらないようにすることで、同期分散環境として実施する。また計算機そのもののスペックによる使用感の差異を避けるため、なるべく統一を図った。計算機のスペックを以下に示す。

(サーバ側)

OS : Windows XP Professional x64 Edition

web サーバ : IIS6.0 (Internet Information Service)

(クライアント側)

OS : Windows XP Professional ServicePack3 または Windows Vista Business Service Pack2

なおクライアント側のアプリケーションは実行ファイル形式(.exe)で実行される。

4.4.3.実験の手順

実験は大学院生 8 名を募り、4 名 1 グループとし同期分散環境にて計 2 グループを作成した。各実験を始める前に参加者一同を集めて、同室にてブレインストーミングのルール、実験中における注意点およびツールの使い方について説明を行った。ブレインストーミングのルールについて以下に示す。

- **批判厳禁**
創出されたアイデアへの批判はしない。
- **自由奔放**
どのようなアイデアでも自由に出す。
- **量を求める**
良いアイデアを出そうと考えるより、より多くのアイデアを出すように心がける。
- **結合と改善**
他人のアイデアへの便乗、改善を歓迎。

次に、実験中における注意点を以下に示す。

- あいづちは、好きな時に打ってよい。
- チャット機能はアイデアへの質問および回答にのみ使用する。
- 実験時間が終了した場合には、ツールの利用を速やかに終了する。
- 実験中はインターネットの使用および携帯電話/スマートフォンの操作を行わない。

実験参加者が十分にツールの使い方を理解した後に、実験を開始した。実験は、あいづち有が先/あいづち無を後に行うグループ(以下、グループ 1)と、あいづち無が先/あいづち有を後に行うグループ(以下、グループ 2)に分かれ行われた。

4.4.4.評価方法

あいづち機能の評価は、創出したアイデアの量および質、アンケート調査の 3 項目について行った。アイデアの量の評価では、実験中に創出されたアイデアの総量を評価する。アイデアの質の評価では、高橋[高橋 1998]や Neupane ら [Neupane 2006]が利用した観点である、アイデアの流暢性、アイデアの柔軟性、アイデアの独自性の 3 つの評価基準のほか、実際に実現できるアイデアであるかを評価する基準である、アイデアの実現可能性を加え、次の 4 つの評価基準を用いた。

- **アイデアの流暢性**

アイデアの流暢性の評価は、課題に対して適切なアイデアの出しやすさを評価する。創出されたアイデアには、重複した内容や課題に対して不適切なアイデアが含まれる場合があるため、それらのアイデアを除外したアイデアの数を評価値とする。本研究では実験に参加しない 3 人の評価者によって各アイデアを判定してもらい、3 名のうち 2 名が不適切と判断したアイデアを除外し、残ったアイデアの数を評価対象とする。

- **アイデアの柔軟性**

アイデアの柔軟性の評価では、アイデアの広さ、つまり思考観点の多様性を評価する。本研究では、TRIZ 法を用いて観点表を作成し、グループ内で創出されたすべてのアイデアを観点表に割り当てた[Altshuller 1984]。その結果、観点表の中の割り当てられた観点の数を評価値とする。表 3-1 に観点表を示す。TRIZ 法は旧ソビエト連邦海軍の特許技術者であった Altshuller によって考案された技法であり、技術開発の理論の一種である。

- **アイデアの独自性**

アイデアの独自性の評価では、アイデアのユニークさ、つまりアイデアの創造性を評価する。本研究ではネウパネらの研究による評価方法を用いる。具体的には、実験に参加しない 3 人の評価者によって、すべてのアイデアから他に類似したものがないアイデアを抽出してもらい。選出されたアイデアの数を評価対象とする。

- **アイデアの実現可能性**

アイデアの実現可能性では、アイデアが実際に実現できるかどうかを評価する。本研究では、実験に参加しない 3 人の評価者によって各アイデアを判定してもらい、3 名全員が実現できると判断したアイデアの数を評価対象とする。

表 4-1 アイデアの観点表

番号	内容	出されたアイデアのNo
1	分けよ	
2	離せ	
3	一部を変えよ	
4	バランスをくずさせよ	
5	2つをあわせよ	
6	他にも使えるようにせよ	
7	内部に入り込ませよ	
8	バランスを作り出せ	
9	反動を先につけよ	
10	予測し仕掛けておけ	
11	重要なところに保護を施せ	
12	同じ高さを利用せよ	
13	逆にせよ	
14	回転の動きを作り出せ	
15	環境に合わせて変えられるようにせよ	
16	大雑把に解決せよ	
17	活用している方向の垂直方向を利用せよ	
18	振動を加えよ	
19	繰返しを取り入れよ	
20	よい状況を続けさせよ	
21	短時間で終えよ	
22	良くない状況から何かを引き出し利用せよ	
23	状況を入りに知らしめよ	
24	接する所に強いものを使え	
25	自ら行うように仕向けよ	
26	同じものを作れ	
27	すぐ駄目になるものを大量に使え	
28	触らずに動かせ	
29	水と空気の圧を利用せよ	
30	望む形にできる強い覆いを使え	
31	吸いつく素材を加えよ	
32	色を変えよ	
33	質をあわせよ	
34	出なくなるか出たものを戻させよ	
35	温度や柔軟性を変えよ	
36	個体を気体・液体に変えよ	
37	熱で膨らませよ	
38	そこを満たしているもののずっと濃いものを使え	
39	反応の起きにくいものでそこを満たせ	
40	組み合わせたものを使え	
X	その他(具体的)	
Y	不適切回答(抽象的・テーマ外)	

観点数 < >

- ※ ①アイデアが出された欄の数を観点数とする
 ②その他(具体的)は、その欄の中で観点が分かれたら、その観点数もカウントする
 ③不適切回答(抽象的なもの、テーマに合わないもの)の欄はカウントしない

4.4.5.実験結果

創出されたアイデアの結果

創出されたアイデアの例を図 4-6 に示す。なお実験を実施した 2010 年 1 月の時点での実施結果となる。

流暢性評価の高いアイデア例	流暢性評価の低いアイデア例
<ul style="list-style-type: none"> • コーヒーメーカー搭載 • 浄水機能付き • フリーズドライ機能 	<ul style="list-style-type: none"> • もはや冷やすことのないただの箱 • 実は仏壇だった • 腐ったものの数だけ怨念
実現可能性評価の高いアイデア例	実現可能性評価の低いアイデア例
<ul style="list-style-type: none"> • レシピ検索機能 • タッチセンサーで自動開閉 • 真空パック作成機能 	<ul style="list-style-type: none"> • 牛乳パックを洗って乾かして開いてくれる • 電子レンジと合体、そして変形 • 地球を冷やしてくれる

図 4-6 創出したアイデアの例(新しい冷蔵庫の機能とデザイン)

創出されたアイデアの量を図 4-7、表 4-2 に示す。創出されたアイデアの量の結果について、有意水準(p)を 0.05 と設定し Mann-Whitney の U 検定を行った。検定の結果、創出されたアイデアの量の結果において、有意差はみられなかった(p > 0.75)。

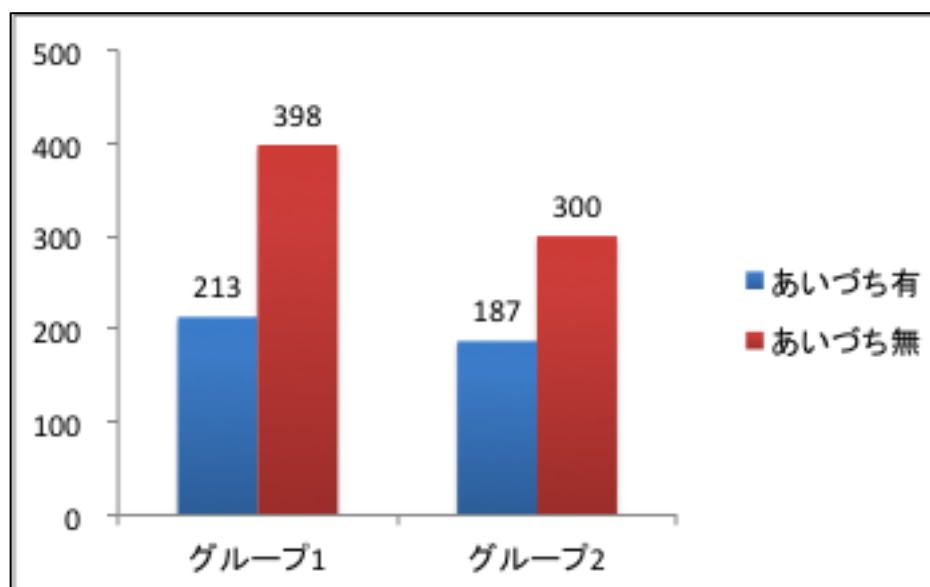


図 4-7 アイデアの量の結果グラフ

表 4-2 アイデアの量の結果

	合計	平均	最大値	最小値	中央値	分散
あいづち有	400	50.00	114	17	40.5	386.69
あいづち無	698	87.25	239	38	60.5	4305.96

+p<.1 *p<.05 **p<.01

次にアイデアの質の結果について、流暢性アイデア数、柔軟性アイデア数、独自性アイデア数および実現可能性アイデア数の結果を、図 4-8、図 4-9、図 4-10、図 4-11、表 4-3 に示す。なお柔軟性アイデア数および独自性アイデア数の結果は、各グループにおける評価であり、個別に評価することは困難なため、流暢性アイデア数および実現可能性アイデア数についてのみ評価を行った。アイデアの流暢性および実現可能性の結果について、有意水準(p)を 0.05 と設定し Mann-Whitney の U 検定を行った。検定の結果、流暢性アイデア数および実現可能性アイデア数の結果において、有意差はみられなかった(p >.05)。

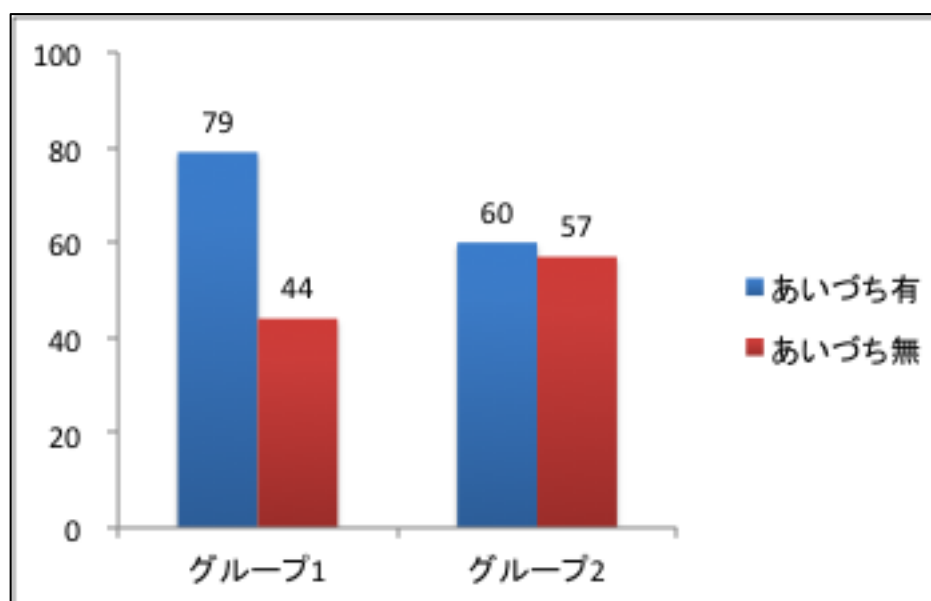


図 4-8 アイデアの流暢性の結果グラフ

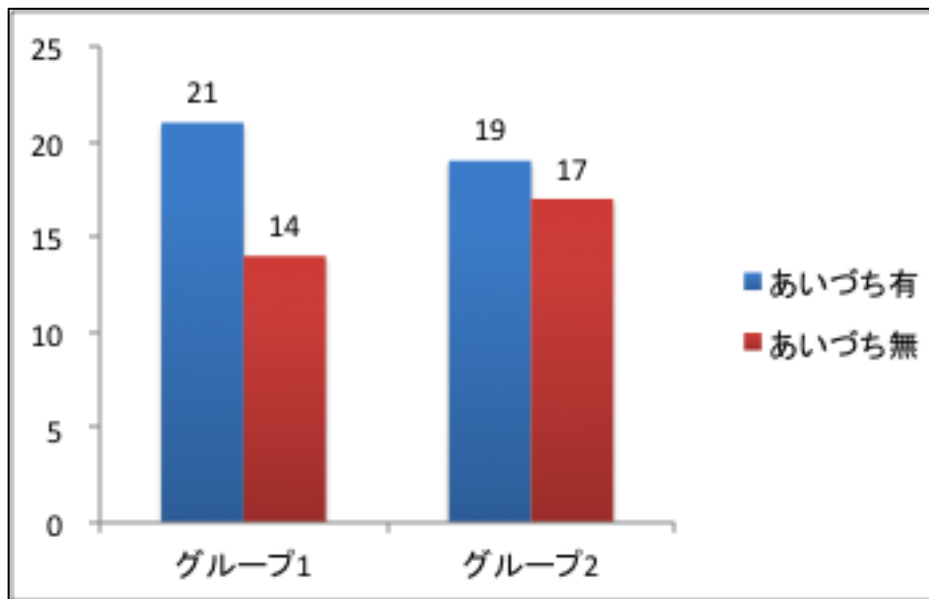


図 4-9 アイデアの柔軟性の結果グラフ

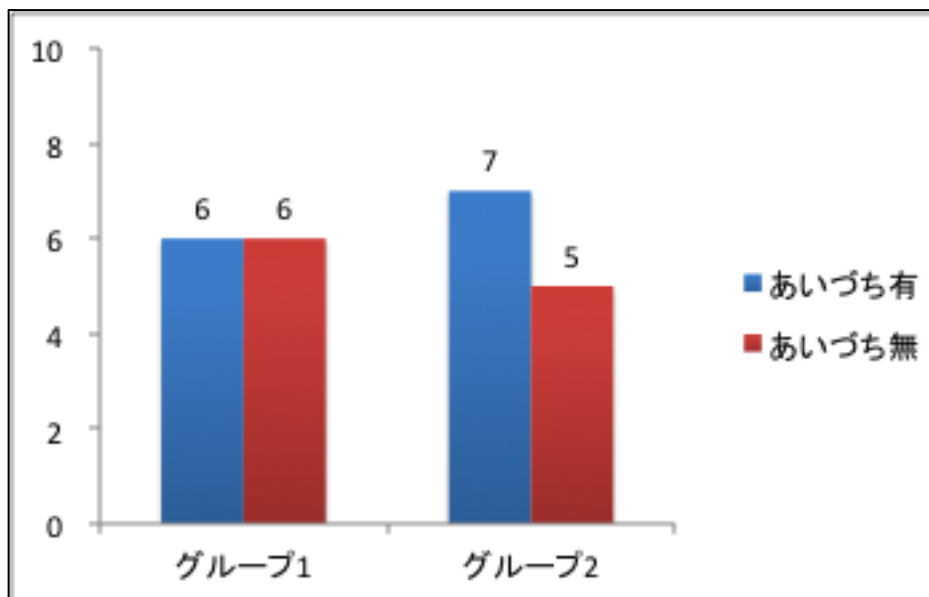


図 4-10 アイデアの独自性の結果グラフ

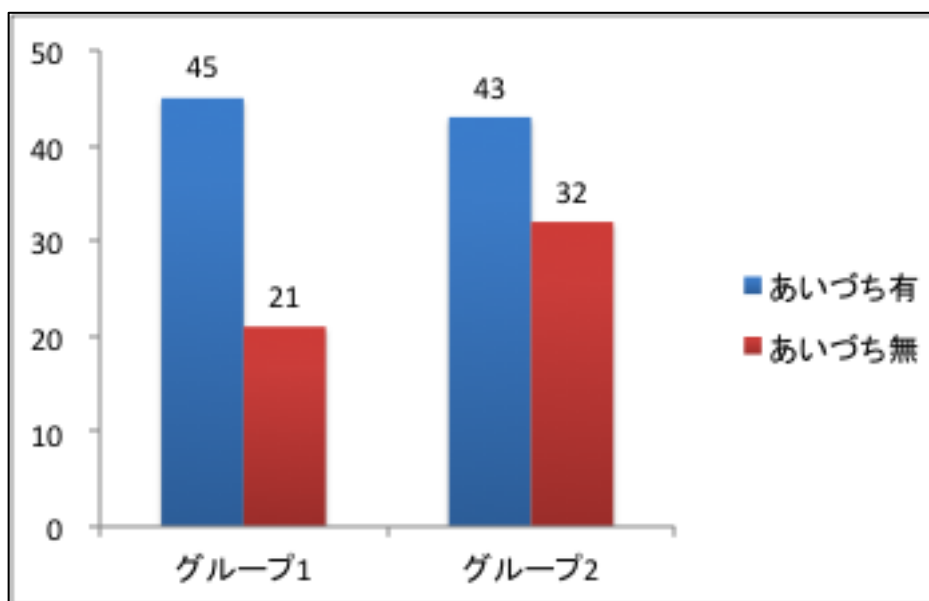


図 4-11 アイデアの実現可能性の結果グラフ

表 4-3 アイデアの流暢性および実現可能性の結果

		合計	平均	最大値	最小値	中央値	分散
流暢性	あいづち有	139	17.38	38	3	12.5	95.67
	あいづち無	101	12.63	30	4	9.0	34.98
実現可能性	あいづち有	88	11.00	25	3	8.5	50.00
	あいづち無	53	6.63	17	2	5.5	4.98

+p<.1 *p<.05 **p<.01

最後に創出されたアイデアの量に占める流暢性アイデア数および実現可能性アイデア数の割合の結果を示す。これは、課題に対して適切なアイデアおよび実現可能なアイデアの出しやすさを比較する。アイデアの流暢性割合および実現可能性割合の結果を、図 4-12、図 4-13、表 4-4 に示す。

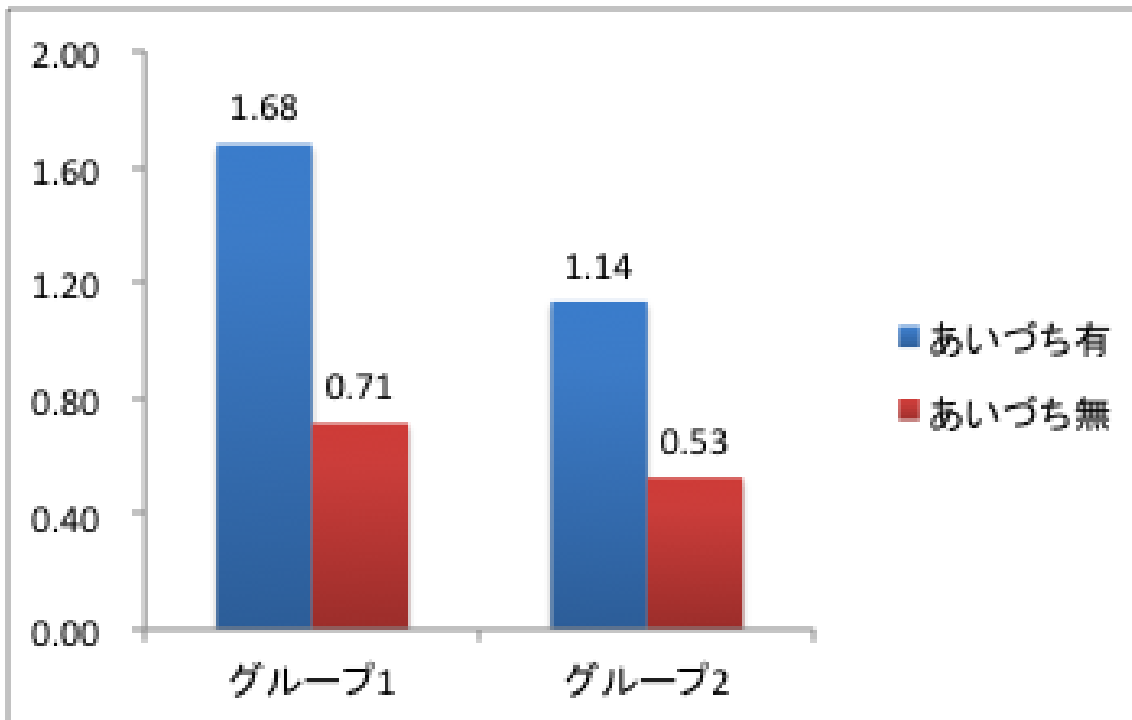


図 4-12 アイデアの流暢性割合結果グラフ

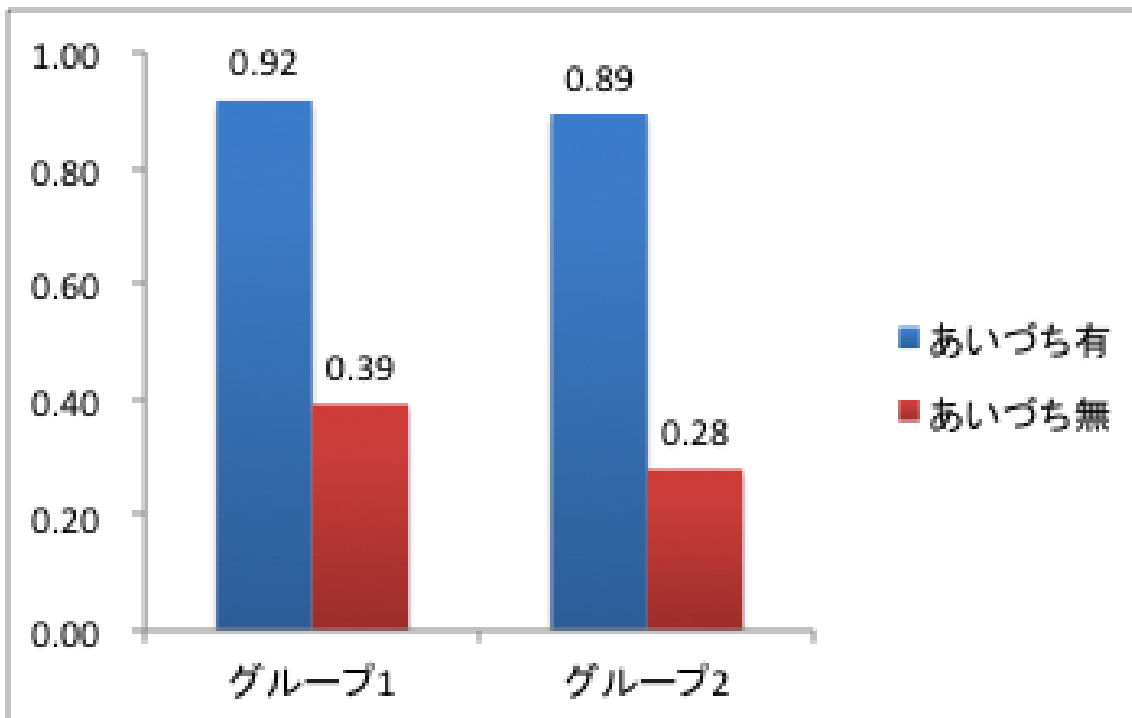


図 4-13 アイデアの実現可能性割合結果グラフ

表 4-4 アイデアの流暢性割合および実現可能性割合の結果

		合計	平均	最大値	最小値	中央値	分散
流暢性	あいづち有	2.81	0.35**	0.62	0.15	0.35	0.03
割合	あいづち無	1.24	0.15	0.24	0.06	0.14	0.00
実現可能性	あいづち有	1.81	0.23*	0.36	0.06	0.26	0.01
割合	あいづち無	0.67	0.08	0.13	0.03	0.09	0.00

+p<.1 *p<.05 **p<.01

アイデアの流暢性割合および実現可能性割合の結果について、有意水準(p)を0.05 と設定し Mann-Whitney の U 検定を行った。検定の結果、流暢性割合(p<.01)、実現可能性割合(p<.05)のいずれの結果においても有意差がみられ、あいづち有を用いた際のアイデアに占める割合が、あいづち無を用いた際より多かった。

創出されたアイデアとあいづちとの関係

創出されたアイデアとあいづちとの関係について、表 4-5 に示す。創出したアイデアとあいづちとの関係については、有意水準(p)を 0.05 と設定し Spearman の順位相関係数を用いた。検定の結果、「するどい!!」と「実現できそう!!」を受信した際におけるアイデアの流暢性評価(p<.05)と実現可能性評価(p<0.1)に高い相関が認められた。

表 4-5 創出されたアイデアとあいづちとの相関係数

	あいづちの種類	アイデアの量	アイデアの流暢性評価	アイデアの実現可能性評価
送信時	するどい!!	-0.17	-0.05	-0.12
	それはなかった!!	-0.04	0.22	0.13
	実現できそう!	-0.12	-0.05	0.01
受信時	するどい!!	0.61	0.80*	0.77*
	それはなかった!!	0.67+	0.50	0.37
	実現できそう!!	0.69+	0.91**	0.91**

+p<.1 *p<.05 **p<.01

アンケートの結果

アンケートの結果を表 4-6 に示す。アンケート結果について、有意水準(p)を 0.05 と設定し Mann-Whitney の U 検定を行った。検定の結果、アンケート結果について有意差がみられ、あいづち有があいづち無より好結果であった (p<.05)。

設問 1-1： ツールはアイデアの創出に役立ちましたか？

表 4-6 アンケート結果

	全く 役に立たない	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
あいづち有	0	0	0	7	1	0
あいづち無	0	0	4	4	0	0

設問 1-2： 上記の理由についてお書きください(自由記述)

- あいづち有
 - どのアイデアがうけるのかがわかりやすかった
 - 他の人のアイデアに目が行きやすくなり、他の人のアイデアを有効に使えた
 - テーマに不適切なアイデアが減る
 - あいづちに気を取られてアイデア出しがおろそかになることがたまにあった
 - 場の空気が醸成され、アイデアの生成に役立った
- あいづち無
 - 新しいアイデアを生む手助けにならなかった
 - 同様なアイデアばかりが大量にでるので新しいアイデアにつながらない
 - あいづち有とあいづち無に差はない
 - アイデアを出すことに集中できた

設問 2： あなたは、どのようにあいづち機能を使いましたか？（複数回答）

- 興味のあるアイデアや面白いと思ったアイデアが出たとき
- それぞれの観点に合うアイデアが出てきた場合にのみ
- 自分がアイデアを思いつかなくなったとき
- 他人のアイデアに対する自分の意思表示
- 他人のアイデアを読んでイメージし、言語化する動機として

4.5. 考察

はじめに、アイデアの量の評価では、あいづち有とあいづち無の間にて有意差はみられなかった。また、流暢性アイデア数および実現可能性アイデア数においても有意差はみられなかった。これは、ツールの操作ログから、あいづち有ではあいづち無と比較し、あいづち機能の操作をおこなう分、アイデアを創出する時間が減っていた。つまり、アイデアに対する意図を選ぶことに集中したため、思考した時間の分だけ実験時間を消費していたためだと考えられる。このことから、あいづち機能は実験時間によりアイデアの創出に影響した可能性が推察される。

次に、創出されたアイデアに対する流暢性アイデアの割合と、実現可能性アイデアの割合の評価では有意差がみられ、あいづち有の方があいづち無より創出されたアイデアに占める割合が多かった。このことから、あいづち機能によりテーマに不適切なアイデアや重複した内容が減少したと考えられる。さらに、創出されたアイデアとあいづちとの関係では、受信したあいづちと創出されたアイデアの流暢性評価と実現可能性評価の間で相関関係がみられ、「するどい!!」と「実現できそう!!」の受信数との間で相関が高かった。これは、アイデアの内容を理解し、適切なあいづちを送信した結果と考えられる。以上から、あいづち機能を用いることで、あいづちを打つために他者のアイデアを確認するプロセスが入ることで他の参加者のアイデアに目が行きやすくなった結果、他のアイデアを有効に使えた可能性がアンケート結果より示唆された。このことから、あいづちによるフィードバックはアイデアの流暢性と実現可能性に効果的であり、あいづち機能が分散ブレインストーミング支援ツールとして適切であったと考えられる。

最後に、アンケートの評価では、あいづち有とあいづち無の間にて有意差がみられ、あいづち有の方があいづち無しより好印象であった。またアンケートの自由記述より、「場の空気が醸成され、アイデアの創出に役立った」との回答が得られた。このことから、あいづち機能は分散環境下でのブレインストーミングにおいて場の醸成を促し、アイデア創出のモチベーションに作用した可能性が示唆された。

以上から、あいづち機能は分散ブレインストーミングにおけるアイデア創出のモチベーションを支援する手段として、有効に働いたと考えられる。

4.6. まとめ

本研究では、分散ブレインストーミングの支援方法として、意図を明示したフィードバックにより分散ブレインストーミングをアイデア創出のモチベーションの観点から支援することを目的とした。その手段として、ブレインストーミングにて創出されたアイデアに対するあいづちを用いた、分散ブレインストーミング支援ツール「Idea Planter」を実装し、評価を行った。

あいづち機能がアイデア創出に与えた影響を評価するため、あいづち機能があるツール（あいづち有）と、あいづち機能がないツール（あいづち無）を比較する実験をおこなった。

実験の結果、あいづち有では創出されたアイデアのうち、流暢性の高いアイデアと実現可能性の高いアイデアの比率が高くなる傾向がみられた。このことより、分散ブレインストーミングを支援するフィードバックとして、あいづち機能が有効に働いた可能性が示唆された。またアンケート結果より、あいづち機能により分散ブレインストーミングにおける場の醸成を促した可能性が示唆された。

4.7. 結言

本章では、あいづち機能を用いた分散ブレインストーミング支援ツールに関する研究について説明した。4.2 節にて研究の目的を、4.3 節にてあいづち要件の検討とツールの機能詳細を、4.4 節にて実験概要および評価方法を、4.5 節にて実験結果に対する考察を、4.6 節にて本章のまとめについて述べた。

第5章

ゲーミフィケーション要素を用いた継続 的創造活動支援ツールの試作と評価

5.1. 緒言

本章では、ゲーミフィケーション要素を用いた分散ブレインストーミング支援ツールについて説明する。5.2 節にて研究の目的を、5.3 節にてゲーミフィケーション要素の検討およびツールの概要を、5.4 節にて実験概要および評価方法を、5.5 節にて実験結果を、5.6 節にて実験結果に対する考察を、5.7 節にて本章のまとめについて述べる。

5.2. 研究の目的

本章では、フィードバックによる分散環境における継続的な創造活動を支援する手法としてゲーミフィケーションに着目し、アイデアを創出したという行為に対するポジティブなフィードバックにゲーム性を持たせることにより、創造活動参加者におけるアイデア創出のモチベーションに作用する、発散的思考支援ツールについて提案する。ゲーミフィケーションとは、テレビゲームに代表されるゲームの特徴的なノウハウを現実世界の問題解決に応用する技術であり、ゲーミフィケーションを用いることで創造活動参加者のモチベーションを向上し、継続的な創造活動の実現が期待できる。本研究では、ゲーミフィケーション要素を用いた分散ブレインストーミング支援ツールを設計・評価し、継続的な創造活動支援の方法について検討する。

実験内容として、はじめに、提案機能の性能を確認するため、「ゲーミフィケーション要素ありツール (GE 有)」と「ゲーミフィケーション要素なしツール (GE 無)」を用意し、性能実験を行う。次に継続実験として、GE 有を用いて、9 日間の継続的なブレインストーミングを実施し、モチベーションがアイデア創出に与える影響を調査する。

5.3. ツールの設計と開発

5.3.1. ゲーミフィケーション要素の検討

提案するツールの目的は、ゲーミフィケーション要素を用いることでアイデア創出のモチベーションを向上し、継続的な分散ブレインストーミングを支援することにある。そこで本研究では、分散ブレインストーミング支援ツールにおけるゲーミフィケーションの要素として、Kumar によるゲーミフィケーションの要素 (2.6.2 参照) の中から 4 つ選択した [Kumar 2013]。以下の要素は集団行動に関係があり、ブレインストーミングのような集団で実施する創造活動

において、特に関係性が強い要素と考えられる。

要素 1. 収集

「収集」の要素は、対象物を収集した際に得られる満足感を用いてモチベーションを向上する技術である。本研究では、アイデアを創出した際に得られるカード交換ポイント（要素 3.フィードバック参照）を消費することでランダムにカードを獲得できるようにする。

またカードの希少性を「レアリティ」として定義し、より高いレアリティの対象物を収集したいという欲求に作用することで、アイデア創出におけるモチベーションへの効果が期待できる。

要素 2. 関係

「関係」の要素は、コミュニティの中で他者と繋がっていることにより得られる満足感を用いてモチベーションを向上する技術である。本研究では、コミュニティの中で他のユーザと競い合うことで実現する。その方法として、カードを獲得した際に得点が得られるようにし、その合計を他のユーザと競えるようにする。そしてその結果をランキング形式で表示することで、他のユーザより高い順位になりたいという欲求に作用し、さらに多くの得点を得るためにアイデアを創出するというモチベーションへの効果が期待できる。

要素 3. フィードバック

「フィードバック」の要素は、自身の行動に対するフィードバックを受け取ることにより得られる満足感を用いてモチベーションを向上する技術である。本研究では、アイデアを創出する度にレベルが上昇し、カード交換ポイントが獲得できるようにする。これにより、アイデアを創出したという行為に対するフィードバックを可視化することが可能になり、さらに高いレベルへの挑戦、および多くのカード交換ポイントを獲得するためにアイデアを創出するというモチベーションへの効果が期待できる。

要素 4. 自己表現

「自己表現」の要素は、自身を装飾し他者に対して誇示することで得られる満足感を用いて、モチベーションを向上する技術である。本研究では、「収集」の要素で得られるカードを、自身を表わすアイコンとして他のユーザに公開できるようにする。カードはレアリティにより装飾が変わり、高いレアリティの対象物ほど豪華な装飾が施されている。そのため、より高いレアリティの対象物を他のユーザに公開したいという欲求に作用し、より高いレアリティの対象物を収集するためにアイデアを創出するというモチベーションへの効果が期待できる。

5.3.2.実現機能

分散ブレインストーミング支援ツールにおけるゲーミフィケーションの要素と、本節の機能への対応を表 5-1 に示す。また各機能の概要および使用方法について以下に示す。なお本研究では、アイデア投稿機能が分散ブレインストーミング支援ツールの基本機能となる。

表 5-1 提案機能とゲーミフィケーション要素との対応表

提案機能	ゲーミフィケーション要素	ゲーミフィケーション要素の概要
アイデア投稿機能	フィードバック	自身の行動に対するフィードバックを受けらることで得られる満足感を用いる
アバターカード生成機能	収集	対象物を収集する際に得られる満足感を用いる
アバターカード変更機能	自己表現	自身を装飾し他者に対して誇示することで得られる満足感を用いる
ランキング機能	関係	コミュニティ内の他のユーザと競い合うことで得られる満足感を用いる
図鑑閲覧機能	収集	対象物を収集する際に得られる満足感を用いる

アイデア投稿機能

アイデア投稿機能は、ゲーミフィケーション要素の「フィードバック」を支援し、アイデアの投稿およびアイデアの閲覧、他のユーザへの共有を行う機能である。本機能の使い方を図 5-1 に示す。

はじめにユーザは、アイデア一覧画面の自身のアイコンをタップする（図 5-1(a)）。アイコンをタップすると、投稿フォームが表示される（図 5-1(b)）。アイデアを入力し、投稿ボタンをタップすると、入力したアイデアが全ユーザの画面に表示される（図 5-1(c)）。



(a) アイデア一覧画面

図 5-1 アイデア投稿機能



(b)投稿フォーム画面

図 5-1 アイデア投稿機能 (つづき)



(c) アイデア投稿結果

図 5-1 アイデア投稿機能 (つづき)

画面に表示される内容は、「ユーザがアイデア投稿時に表示しているアバターカード」、「ユーザ名」、「アイデアの内容」、「アイデアを投稿した日時」で構成される。またアイデアを投稿する度にレベルが 1 つ上昇し、カード交換ポイント

が1つ獲得できる。現在のレベルは画面上部の「level」ラベルの横に表示され、カード交換ポイントは右側に示された値によって現在の所持数を確認できる（図 5-1(c)）。アイデアの投稿によって入手したカード交換ポイントを消費することで、後述の「アバターカード生成機能」により新たなアバターカードを入手することができる。

なお、ユーザのアバターカードは、後述の「アバターカード変更機能」により、所持しているアバターカードの中から選択することができる。

アバターカード生成機能

「アバターカード生成機能」は、ゲーミフィケーション要素の「収集」を支援し、「アイデア投稿機能」においてユーザがアイデアを投稿した際に得られるカード交換ポイントを消費することにより、新しいアバターカードを入手する機能である。なお、本研究におけるカードのイラストは、株式会社ブリリアントサービスのフリーコンテンツである、ジュエルセイバー **FREE** (<http://www.jewel-s.jp/>)を利用した。本機能の使い方を図 5-2 に示す。

アバターカードを生成したいユーザは、画面下側のメニューから「アバター創生」ボタンをタップすると、アバターカード生成画面へ遷移する（図 5-2(a)）。アバターカード生成画面では、ユーザが獲得したカード交換ポイント1つにつき、新たなアバターカードを1枚獲得することができる。ユーザがアバターカードを生成できる数は、アバターカード生成画面上部に表示される（図 5-2(b)）。アバターカード生成画面中央のガードをタップすると、ランダムでアバターカードが生成される（図 5-2(c)）。生成されたアバターカードはレアリティと、キャラクターポイント（=CP）が設定されており、アバターカードのCPの合計値がアイデア一覧画面に表示されている「score」の値となる。

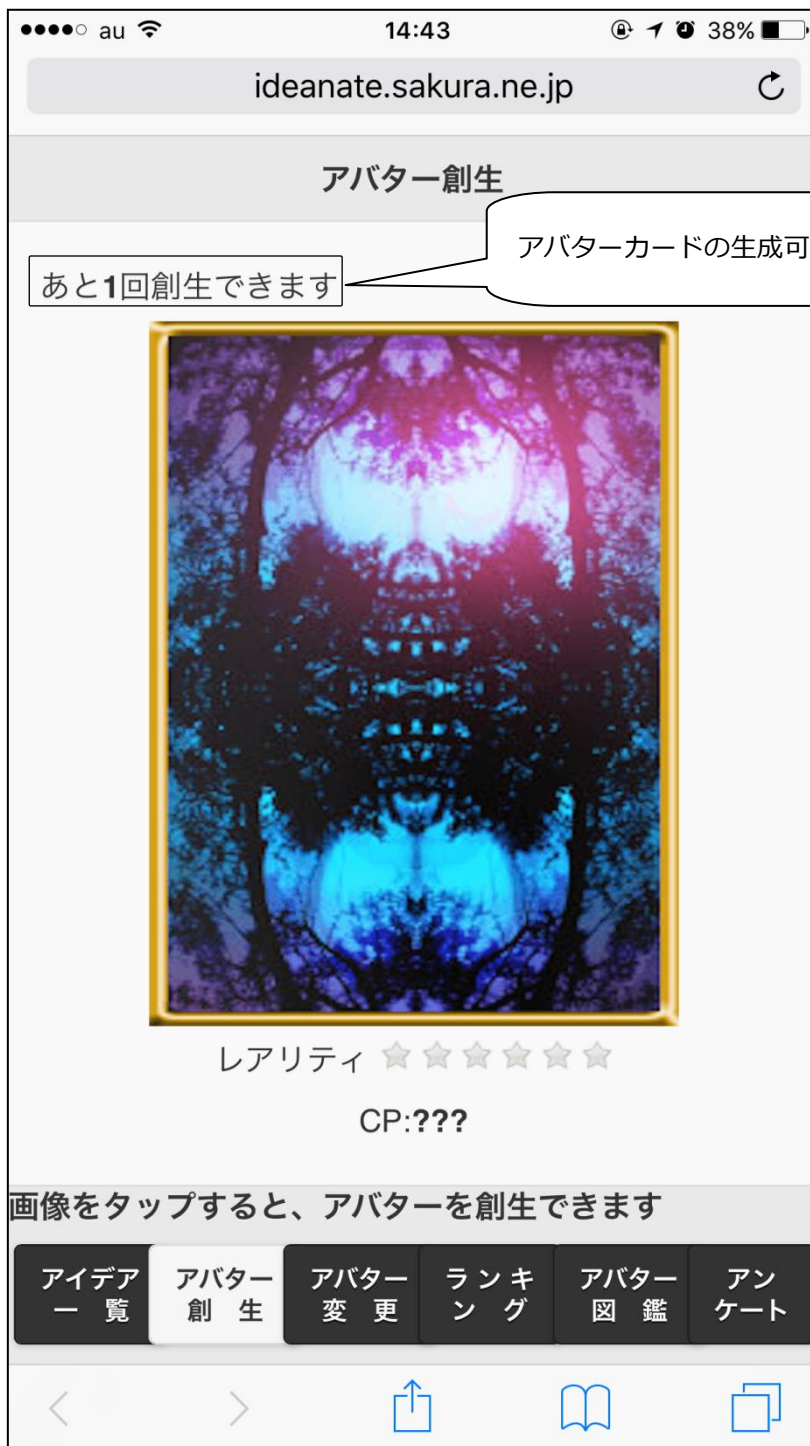
「score」の値は、後述する「ランキング機能」において他のユーザとの順位を比較する情報として利用される。またレアリティは全6カテゴリ存在し、高いレアリティのアバターカードほど生成時に得られるCPが高くなる確率が上がる。なお、プレイヤーのレベルが高い=アイデア投稿数が多いほど、より高いレアリティのアバターカードが出現しやすくなる。

本機能により入手したアバターカードは、後述の「アバターカード変更機能」により、「アイデア投稿機能」で表示されるユーザのアイコン画像として選択できる。



(a)アバター創成ボタン

図 5-2 アバターカード生成機能



(b)アバターカード生成画面

図 5-2 アバターカード生成機能 (つづき)



(c)アイデア投稿結果

図 5-2 アバターカード生成機能 (つづき)

アバターカード変更機能

「アバターカード変更機能」は、ゲーミフィケーション要素の「自己表現」を支援し、「アイデア投稿機能」における自身のアイコンの表示およびアイデア投稿時に表示されるアバターカード、後述する「ランキング機能」にて他のユーザーに表示されるアバターカードを、「アバターカード生成機能」にて入手したアバターカードに変更する機能である。本機能の使い方を図 5-3 に示す。

ユーザーがアバターカードを変更したい際は、画面下側のメニューから「アバター変更」ボタンをタップすると、アバターカード変更画面へ遷移する（図 5-3(a)）。アバターカード変更画面では、「アバターカード生成機能」により入手したアバターカードがリストとして表示される（図 5-3(b)）。入手したアバターカードはレアリティと CP が表示されており、同一のイラストのアバターカードにおいても個別に表示される。ユーザーは変更したいアバターカードをリストの中から選択しタップすると、アバターカードが変更され「アイデア投稿機能」の画面へ遷移する（図 5-3(c)）。「アイデア投稿機能」の画面では、新たに選択したアバターカードにて表示される。

なお、過去に投稿したアイデアのアバターカードは変更されず、投稿した段階で表示されていたアバターカードのままとなる。



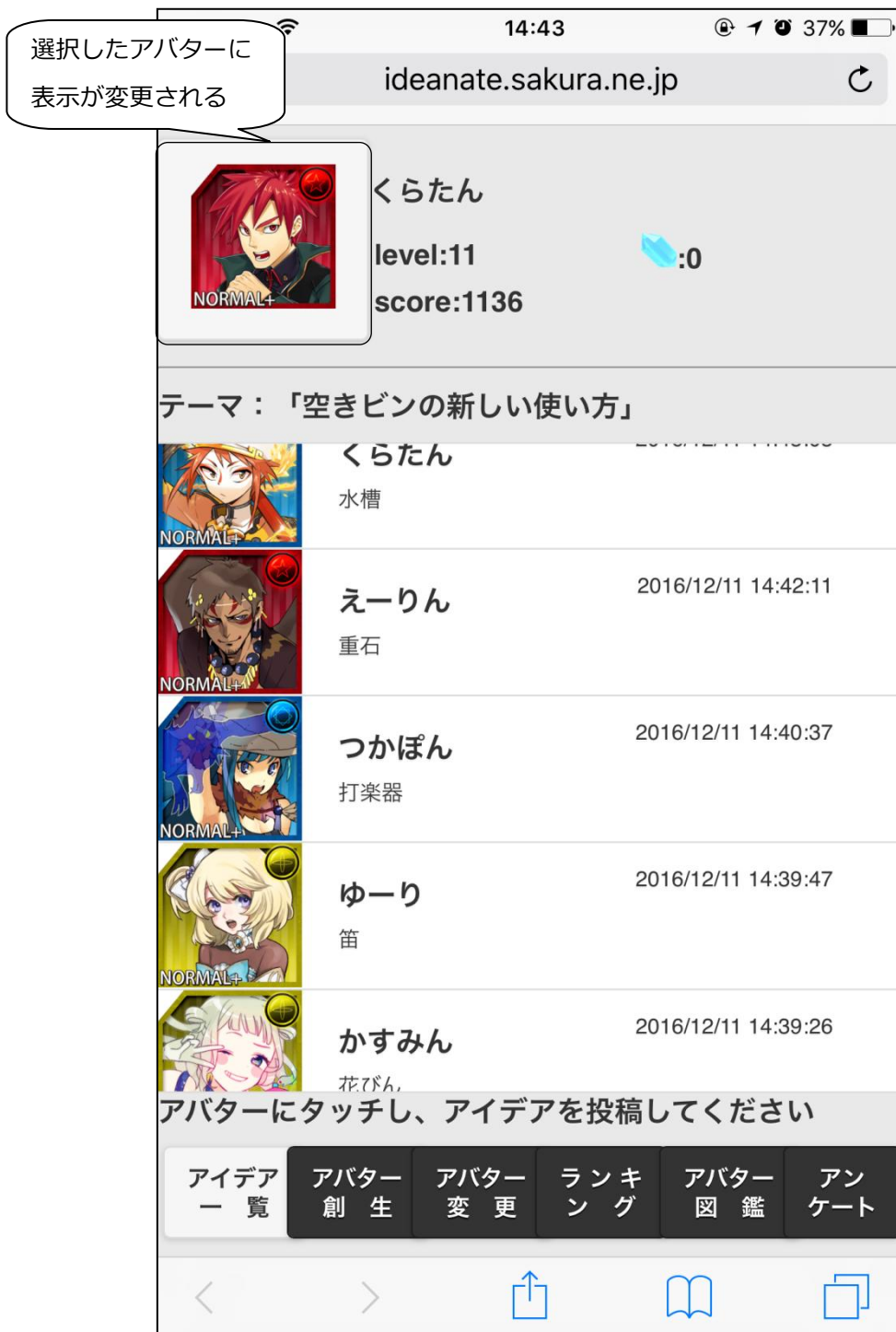
(a)アバター変更ボタン

図 5-3 アバターカード変更機能



(b)アバターカード変更画面

図 5-3 アバターカード変更機能 (つづき)



(c)アバターカード変更結果

図 5-3 アバターカード変更機能 (つづき)

ランキング機能

「ランキング機能」では、ゲーミフィケーション要素の「関係」を支援し、「アバターカード生成機能」にてアバターカード生成時に獲得した CP の合計値をユーザの「score」として、他のユーザとの順位を競う機能である。本機能の使い方を図 5-4 に示す。

ユーザは「アバターカード生成機能」にてアバターカードを生成すると、CP を獲得できる。獲得できる CP の値はランダムとなっているが、ユーザのレベルおよびアバターカードのレアリティが高いほど、獲得できる CP の上限値が高くなる。獲得した CP の合計値をユーザの「score」として表示される (図 5-4(a))。ユーザは「score」の値を基に、他のユーザとの順位を競う「ランキング」を確認することができる。

ユーザがランキングを確認したい際は、画面下側のメニューから「ランキング」ボタンをタップすると、ランキング画面へ遷移する (図 5-4(b))。ランキング画面では、「score」の値が高い順に上からユーザ情報が表示される。ユーザ情報として表示される内容は、「ユーザ名」、「level」、「score」、現在選択しているアバターカード情報 (アバターカードのイラスト、レアリティ、アバターカード獲得時の CP) である



(a) ランキングボタン

図 5-4 ランキング機能



(b)ランキング画面

図 5-4 ランキング機能 (つづき)

図鑑閲覧機能

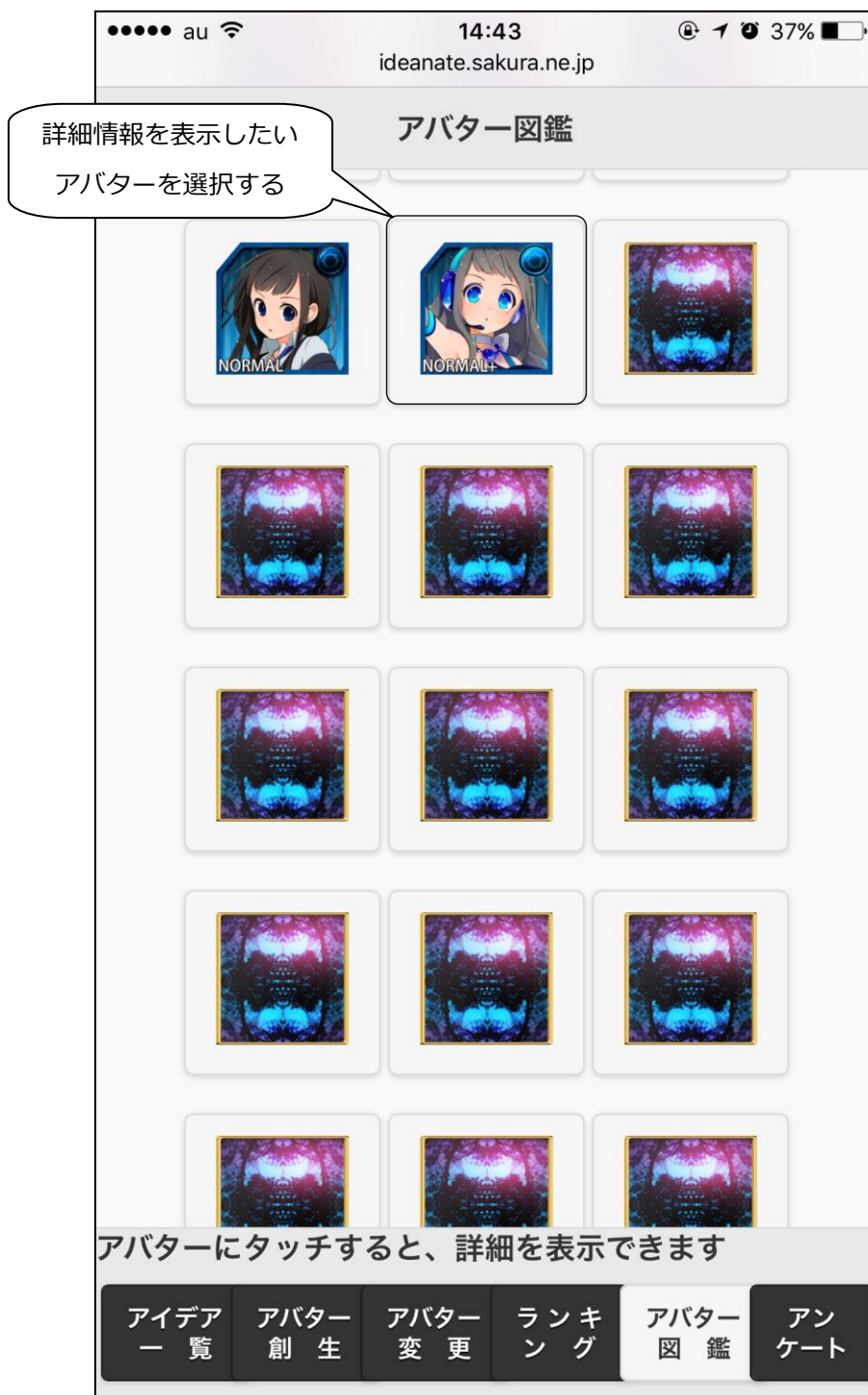
「図鑑閲覧機能」では、ゲーミフィケーション要素の「収集」を支援し、「アバターカード生成機能」にて獲得したアバターカードの図鑑を閲覧する機能である。本機能の使い方を図 5-5 に示す。

ユーザが「アバターカード生成機能」にて新しい種類のアバターカードを取得した際に、図鑑に登録される。図鑑に登録されたアバターカードの一覧を確認したい際は、画面下側のメニューから「アバター図鑑」ボタンをタップすると、アバターカード図鑑画面へ遷移する（図 5-5(a)）。アバターカード図鑑画面では、これまでに入手した種類のアバターカードは表面が、未入手の種類のアバターカードは裏面がそれぞれ表示される（図 5-5(b)）。そして詳細なアバターカードの情報を閲覧したい際は、該当するアバターカードをタップすると詳細画面が表示される（図 5-5(c)）。



(a) アバターカード図鑑ボタン

図 5-5 図鑑閲覧機能



(b) アバターカード図鑑画面

図 5-5 図鑑閲覧機能 (つづき)



(c)詳細画面

図 5-5 図鑑閲覧機能 (つづき)

5.3.3.実装方法

提案ツールの構成を図 5-6 に、処理の流れを図 5-7 に示す。

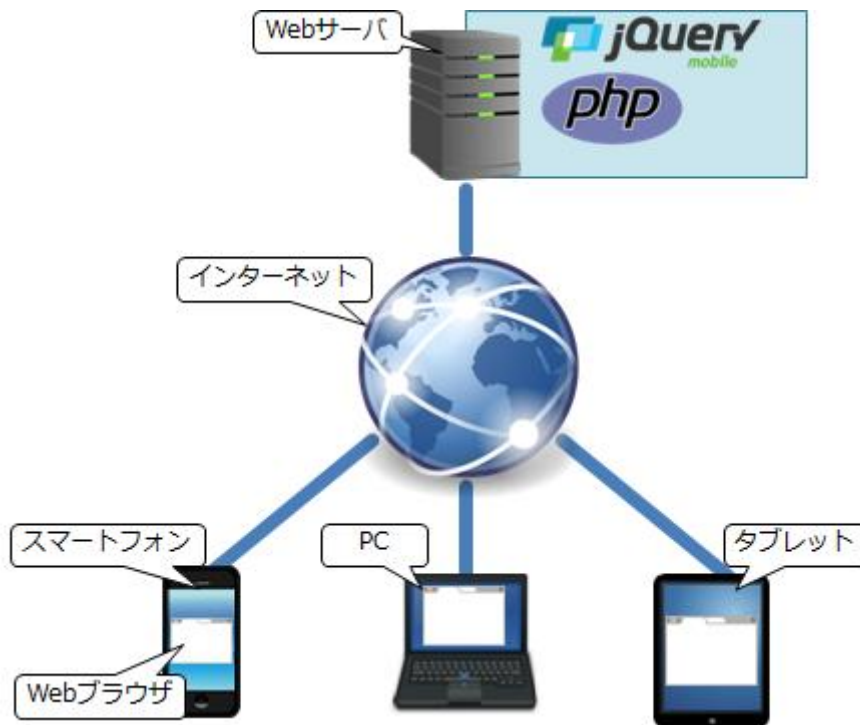


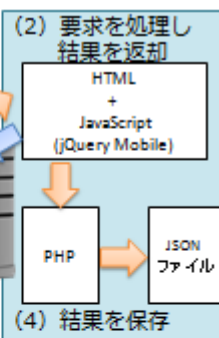
図 5-6 ツールの構成

【アイデア投稿/アバター生成・変更/ランキング表示/図鑑表示】

(1) ユーザは要求を入力し、サーバに送信



(3) 結果を画面へ表示



【アイデア表示】

(5) サーバに周期的に問い合わせ



(7) アイデアを画面へ表示

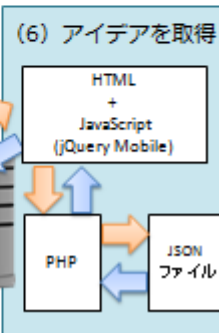


図 5-7 処理の流れ

- アイデア投稿／アバター生成・変更／ランキング表示／図鑑表示
 - (1) ユーザはインターネットにつながる環境にてブラウザを起動し、アイデアの投稿やアバターの生成など、各要求をブラウザに入力し、サーバへ HTTP のリクエストとして送信する。
 - (2) 入力された要求は、内容に応じサーバで処理され、ユーザに結果を HTTP のレスポンスとして返却する。この際、必要に応じ以前の処理結果を保存した JSON 形式のファイルから情報を取得する。
 - (3) HTTP のレスポンスを受信し、サーバの処理結果をユーザのブラウザへ表示する。
 - (4) 処理結果はユーザに返却されると同時に、サーバへ JSON 形式のファイルとして保存される。
- アイデア表示
 - (5) ユーザのブラウザは、1 秒周期でサーバに HTTP のリクエストとして問い合わせを行う。
 - (6) サーバは問い合わせに応じ、JSON 形式のファイルからアイデア情報を取得する。取得した情報は HTTP のレスポンスとして返却する。
 - (7) HTTP のレスポンスを受信し、アイデアをユーザのブラウザへ表示する。

また、ツールの動作環境を表 5-2 に示す。なおクライアントの OS およびブラウザの条件については、HTML5 および Java Script が動作することのみとし、他の制限を設けない。なお、本ツールは実装に HTML5 を使用しているため、html ファイルの差し替えにより、容易に多言語化を行うことが可能である。

表 5-2 動作環境一覧

項目	開発環境
サーバ OS	FreeBSD 9.1-RELEASE-p24 amd64
言語	クライアント HTML5、Java Script、jQuery Mobile /1.4.5
サーバ	PHP/5.6.30
WWW サーバ	Apache/2.2.31

5.4. 評価実験

5.4.1. 実験条件

実験は、以下の2種類を行う。

性能実験：ゲーミフィケーション要素ありツールがブレインストーミングに与える影響と効果

継続実験：ゲーミフィケーション要素ありツールを継続利用した場合における影響の確認

性能実験では、ゲーミフィケーション要素を用いた分散ブレインストーミング支援ツールが、ブレインストーミング参加者のアイデア創出に与える影響とその効果を確認する。その方法として、ゲーミフィケーション要素 (**G**amification **E**lements) ありとゲーミフィケーション要素なしの2つのツールを用いて実験を行った。

ゲーミフィケーション要素ありツール (以下、**GE 有**) とゲーミフィケーション要素なしツール (以下、**GE 無**) では、基本機能として、アイデアの投稿・閲覧および投稿数の表示機能を有する。**GE 有**と**GE 無**の違いとして、**GE 無**では1) アバターカードの表示、2) アバターカードの生成、3) アバターカードの変更、4) ランキングの表示、5) 図鑑の表示、といったゲーミフィケーション要素が利用できない。**GE 無**の画面を図5-8に示す。



図 5-8 GE 無ツールの画面

継続実験では、継続的なブレインストーミングを実施した際の、GE 有がブレインストーミング参加者のアイデア創出に与える影響を確認する。その方法として、ブレインストーミング参加者に 9 日間、同一のテーマについて GE 有を利用してブレインストーミングを実施する実験を行った。継続実験の期間設定として、1 週間以上の実験となるよう参加者の生活サイクルを考慮し設定した。

5.4.2. 実験方法

実験は、システム工学部の同じ研究室に在籍する 18 名の大学生および大学院生（3 年生～修士 2 年生）に対し、指導教員を通じ実験への参加の依頼を実施した。そのうち、GE 有では 16 名、GE 無では 8 名の学生が依頼に応じ実験に参加した。なお、両ツール共に実験に参加したのは 7 名であった。

はじめに、GE 有および GE 無のそれぞれのツールを用いた分散ブレインストーミングを実施する前に、ツールの手順書をメールにて送付し、ツールの操作方法について説明した。次に、GE 有を使用し 9 日間の分散ブレインストーミングを実施してもらった。そして、実験時のアンケート調査を、初日、5 日目、最終日の実施後に計 3 回行った。最後に、GE 無を用いた実験を 1 日実施してもらった。GE 無の実験は、GE 有の実験の 3 週間後に実施した。そして、実験終了後にアンケート調査を行った。なお 1 日の定義は、GE 有と GE 無共に共通であり、学生你的生活スタイルに併せ、午前 6 時から翌日の午前 5 時 59 分までとした。

課題は、実験参加者が普段から親しみがあり、ブレインストーミングに注力しやすく、かつ具体性のあるテーマが重要であると考えられる[Osborn 1982]。そこで、情報システムに関するテーマとして、GE 有では「究極の防災システム」、GE 無では「究極の観光支援システム」と設定した。

5.4.3. 評価方法

本研究における提案ツールの評価は、アイデアの量およびアイデアの質、アンケート結果の 3 つをもとに行う。はじめに、アイデアの量の評価では、ツールを用いて創出されたアイデアの量を評価基準とする。次に、アイデアの質の評価では、Dean らによる分類および高橋や Nagai の研究で用いられている、アイデアの流暢性、独自性、実現可能性について評価した[Dean 2006]、[高橋 1998]、[Nagai 2009]。Dean らは、創造性とアイデア創出に関する 90 件の研究において、アイデアの評価方法について分類した。その結果、アイデアの質の評価として、流暢性、新規性、実現可能性が用いられることを明らかにした。アイデアの質の評価方法として、実験に参加していない社会人経験 6 年以上の 3 名（男性 1 名、女性 2 名、平均年齢 30.7 歳）に評価を行ってもらった。評価方法の詳細は以下の通りである。

(1) アイデアの流暢性

アイデアの流暢性の評価では、課題に対して適切なアイデアの出しやすさを評価する。ツールを用いて創出したアイデアには、課題に対して適当ではない内容や重複した内容、ツールの誤操作により入力途中で送信されてしまった

内容のアイデアが含まれる。そのため、全てのアイデアの量から、これらの不適切なアイデアの数を除外した数をアイデアの流暢性の評価とする。評価方法として、評価者にアイデア毎に適切かどうか判断してもらう。そして適切と評価したアイデアの数を評価者の総数で割った値を評価に用いる。

(2) アイデアの独自性

アイデアの独自性の評価では、アイデアのユニークさを評価する。評価方法として、評価者にアイデア毎に他のアイデアと類似していないアイデアを独自と判断してもらう。そして独自と評価したアイデアの数を評価者の総数で割った値を評価に用いる。

(3) アイデアの実現可能性

アイデアの実現可能性の評価では、アイデアが実際に実現可能かどうかを判断する。評価方法として、評価者にアイデア毎に現在の技術で実現できるアイデアを実現可能と判断してもらう。そして実現可能と評価したアイデアの数を評価者の総数で割った値を評価に用いる。

最後に、アンケートによる評価では、Q1 から Q3 の項目では 5 段階のリッカート尺度を用いた単一回答式、Q4 の項目は自由記述式、Q5 および Q6 の項目では複数回答式とした。また、多肢選択質問の項目では、質問の後にその項目を選択した理由について、自由記述式で回答してもらった。なお、Q5 および Q6 の項目については、GE 有のみアンケートを実施した。アンケートの項目を図 5-9 に示す。

<p>Q1. ツールの使いやすさはいかがでしたか？</p> <p><input type="checkbox"/> とても使いやすい <input type="checkbox"/> 使いやすい <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> 使いにくい <input type="checkbox"/> とても使いにくい</p>
<p>Q2. ツールのゲーム性はいかがでしたか？</p> <p><input type="checkbox"/> とても楽しかった <input type="checkbox"/> 楽しかった <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> つまらなかった <input type="checkbox"/> とてもつまらなかった</p>
<p>Q3. ツールとアイデア生成のやる気との関係はいかがでしたか？</p> <p><input type="checkbox"/> とてもやる気が上がった <input type="checkbox"/> やる気が上がった <input type="checkbox"/> どちらともいえない <input type="checkbox"/> やる気が下がった <input type="checkbox"/> とてもやる気が下がった</p>
<p>Q4. あなたはツールを、いつ・どのような場所で利用しましたか？(利用シーン)</p>
<p>Q5. ツールでよかったと思う機能はなんですか？(複数回答可)</p> <p><input type="checkbox"/> アバター創成 <input type="checkbox"/> アバター選択 <input type="checkbox"/> ランキング <input type="checkbox"/> 図鑑 <input type="checkbox"/> とくに無し</p>
<p>Q6. ツールで不要と思う機能はなんですか？(複数回答可)</p> <p><input type="checkbox"/> アバター創成 <input type="checkbox"/> アバター選択 <input type="checkbox"/> ランキング <input type="checkbox"/> 図鑑 <input type="checkbox"/> とくに無し</p>

図 5-9 アンケート項目

5.5. 実験結果

5.5.1. 創出されたアイデアの結果

本研究において創出されたアイデアの例を図 5-10 に示す。

流暢性評価の高いアイデア例	流暢性評価の低いアイデア例
<ul style="list-style-type: none"> ・ 周囲環境を把握して次取るべき行動を示してくれる ・ 汚染物質が見られた場合、直ちに周囲に知らせてくれるシステム ・ 気絶していても救助隊が近くに來たら救助隊を呼んでくれるシステム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 肉体から解放される ・ 1人につき星ひとつ ・ 運命を受け入れる覚悟をする
独自性評価の高いアイデア例	独自性評価の低いアイデア例
<ul style="list-style-type: none"> ・ 食べられる野草を判別できるアプリ ・ どれだけ入れても負荷の少ない大容量リュック ・ 気絶していても救助隊が近くに來たら救助隊を呼んでくれるシステム 	<ul style="list-style-type: none"> ・ あたたかい非常食 ・ ホットな非常食 ・ 冷凍非常食
実現可能性評価の高いアイデア例	実現可能性評価の低いアイデア例
<ul style="list-style-type: none"> ・ 食べられる野草を判別できるアプリ ・ 太陽光発電できるスマホ ・ 被災地への必要支援物資を計算してくれる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 災害を打ち消す ・ テレキネシス ・ 運を味方につける

図 5-10 創出したアイデアの例（究極の防災システム）

性能実験結果

はじめに、GE 有と GE 無における、アイデアの量、アイデアの流暢性、アイデアの独自性、アイデアの実現可能性について示す。なお、表記に「共通」とあるものは、GE 有および GE 無の両ツールの実験に参加した参加者の結果である。検定手法として、GE 有と GE 無の比較では、対応のない 2 群の比較検定として Mann-Whitney's U test を用いた。Mann-Whitney's U test はノンパラメトリックな検定手法であり、順序データに基づいた検定のため外れ値に強いとされている。そのため GE 有と GE 無のグループ間におけるアイデア創出能力の個人差を考慮しなくてよいと考えられる。また GE 有：共通と GE 無：共通の比較では、対応のある 2 群の比較検定として Wilcoxon signed-rank test を用いた。なお、有意水準(p)を 0.05 と設定した。創出したアイデアの比較結果を表 5-3 に示す。

表 5-3 創出したアイデアの評価結果

	Mean (SD)			
	アイデアの量	流暢性	独自性	実現可能性
GE 有 (N=16)	24.69*(33.41)	7.63**(9.70)	5.71** (7.86)	6.48 (9.58)
GE 無 (N=8)	2.13 (0.64)	1.25 (0.75)	0.88 (0.62)	1.42 (0.73)
GE 有 : 共通 (N=7)	27.00*(28.96)	8.33**(7.94)	6.62** (6.62)	5.95 (7.13)
GE 無 : 共通 (N=7)	2.14 (0.69)	1.24 (0.81)	0.86 (0.66)	1.43 (0.79)

*p<.05, **p<.01

検定の結果、アイデアの量およびアイデアの流暢性・独自性の評価において有意差がみられ、GE 有および GE 有 : 共通の評価が高かった。

継続実験結果

次に、GE 有を用いた継続実験における、アイデアの量、アイデアの流暢性、アイデアの独自性、アイデアの実現可能性について、2 日目以降の評価結果を図 5-11、表 5-4 に示す。比較の手法として、Tukey-Kramer method を用いて多重比較検定をおこなった。なお、有意水準(p)を 0.05 と設定した。

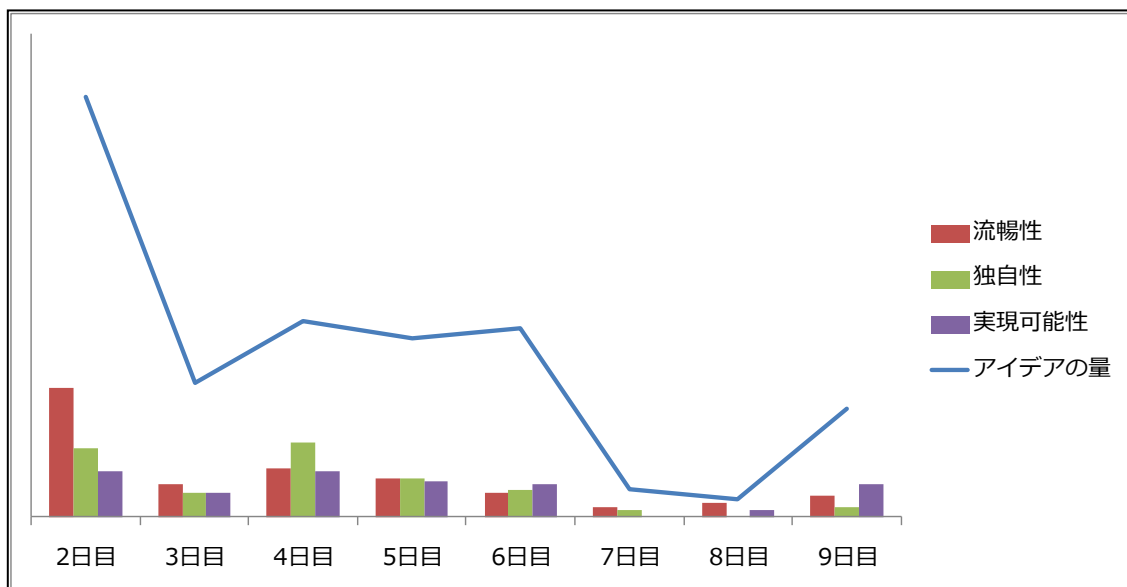


図 5-11 継続実験結果

表 5-4 GE 有を継続的に用いた場合の創出されたアイデアの結果

N=18	アイデアの量		流暢性		独自性		実現可能性	
	Mean (SD)	結果	Mean (SD)	結果	Mean (SD)	結果	Mean (SD)	結果
2日目	2.61 (3.87)		0.80 (1.27)		0.43 (0.73)		0.28 (0.49)	
3日目	0.83 (2.11)		0.20 (0.39)		0.15 (0.46)		0.15 (0.36)	
4日目	1.22 (2.62)		0.30 (0.63)	2日目>6日目*	0.46 (1.10)		0.28 (0.70)	
5日目	1.11 (2.64)	2日目>7日目*	0.24 (0.54)	2日目>7日目*	0.24 (0.51)		0.22 (0.46)	
6日目	1.17 (2.48)	2日目>8日目*	0.15 (0.40)	2日目>8日目*	0.17 (0.41)	—	0.20 (0.42)	—
7日目	0.17 (0.69)		0.06 (0.23)	2日目>9日目*	0.04 (0.15)		0.00 (0.00)	
8日目	0.11 (0.31)		0.09 (0.24)		0.00 (0.00)		0.04 (0.10)	
9日目	0.67 (1.20)		0.13 (0.28)		0.06 (0.17)		0.20 (0.39)	

*p<.05, **p<.01

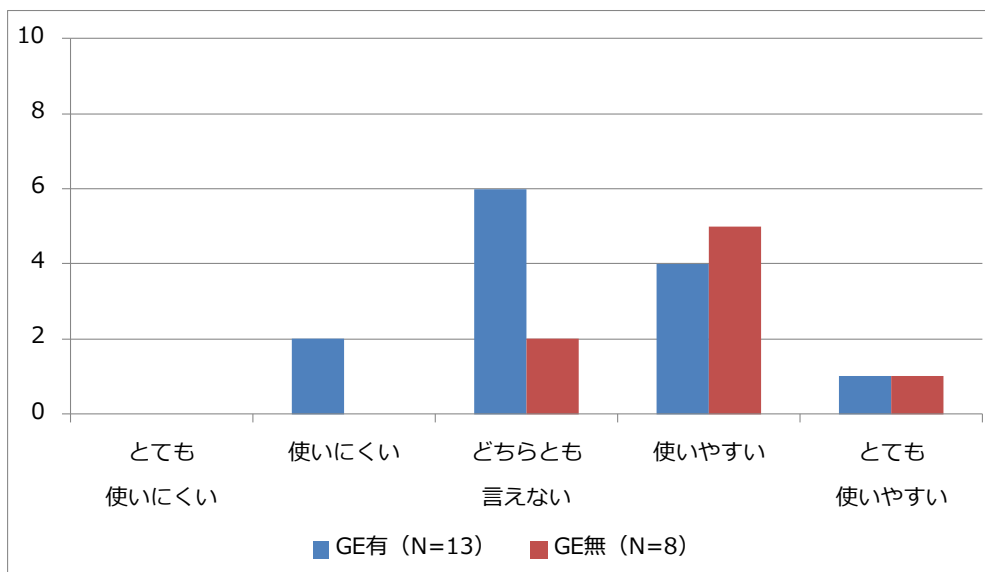
検定の結果、有意差がみられ、アイデアの量では、2日目から6日目までは継続的にアイデア創出が行われるが、7日目以降ではアイデアの創出頻度が減少する傾向がみられた。また、アイデアの流暢性では2日目から5日目までは変化がないものの、6日目以降に評価が低くなる傾向がみられた。

5.5.2. アンケート結果

性能実験結果

アンケートの有効回答数はGE有では13名、GE無では8名であった。アンケート結果の検定手法として、GE有とGE無の比較では、対応のない2群の比較検定としてMann-Whitney's U testを用いた。なお、有意水準(p)を0.05と設定した。アンケート結果を図5-12に示す。検定の結果、Q2.ツールのゲーム性とQ3.モチベーションへの寄与の結果について有意差がみられ(p<.01)、いずれもGE有のほうが好結果であった。

Q1. ツールの使いやすさはいかがでしたか？



Q2. ツールのゲーム性はいかがでしたか？

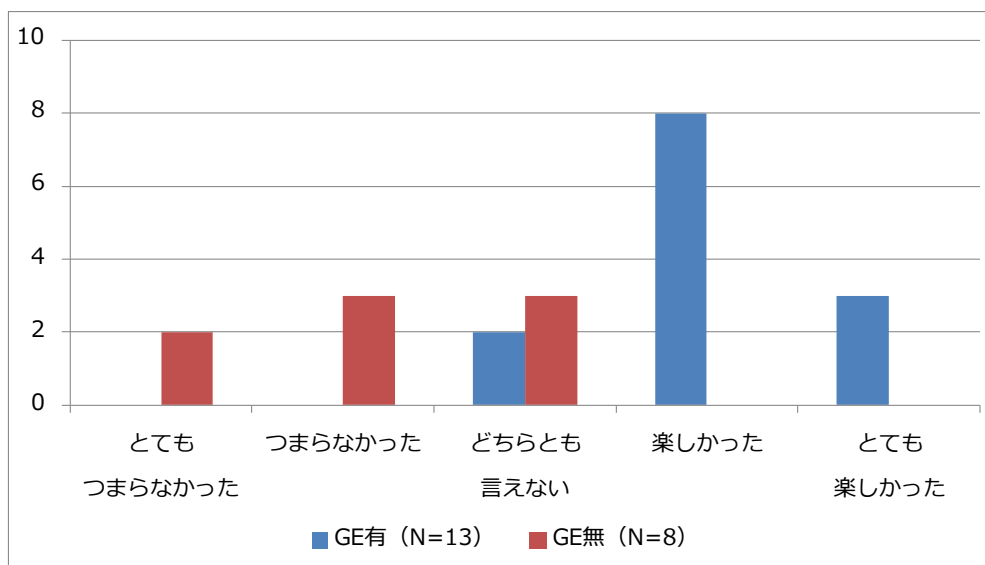
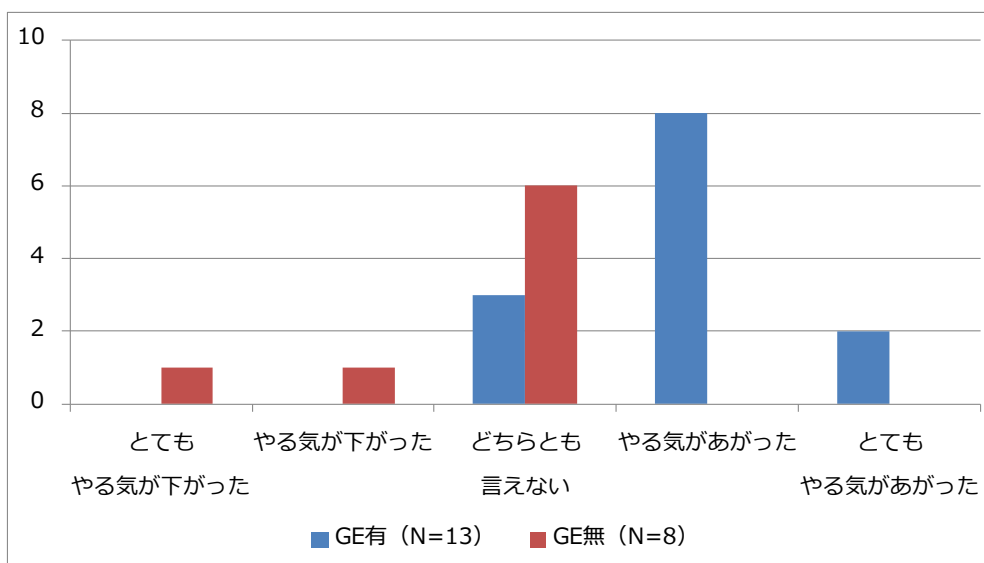


図 5-12 性能実験のアンケート結果

Q3. ツールとアイデア生成のやる気との関係はいかがでしたか？



Q5. (GE 有のみ) ツールでよかったと思う機能はなんですか? (複数回答可)

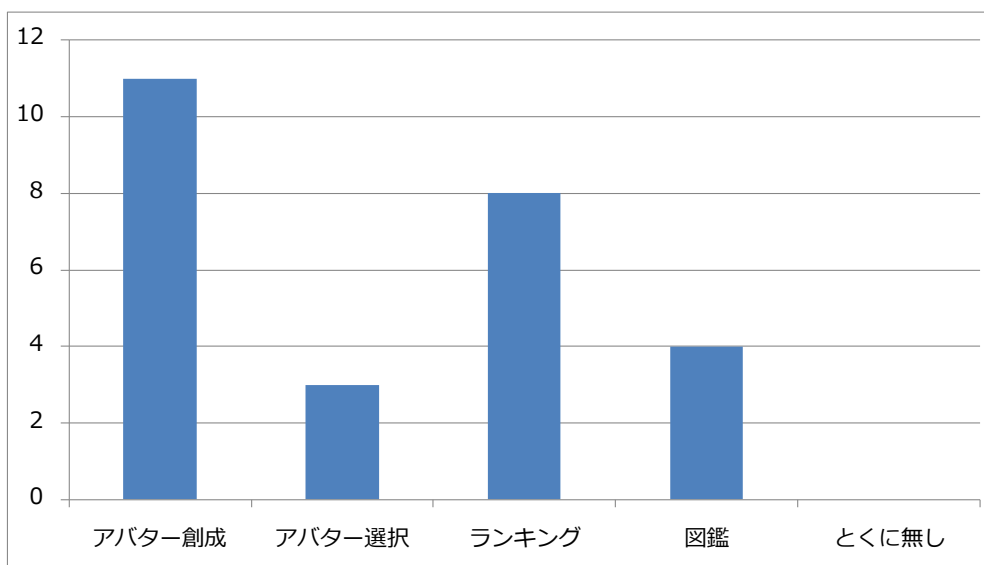


図 5-12 性能実験のアンケート結果 (つづき)

Q6. (GE 有のみ) ツールで悪かったと思う機能はなんですか? (複数回答可)

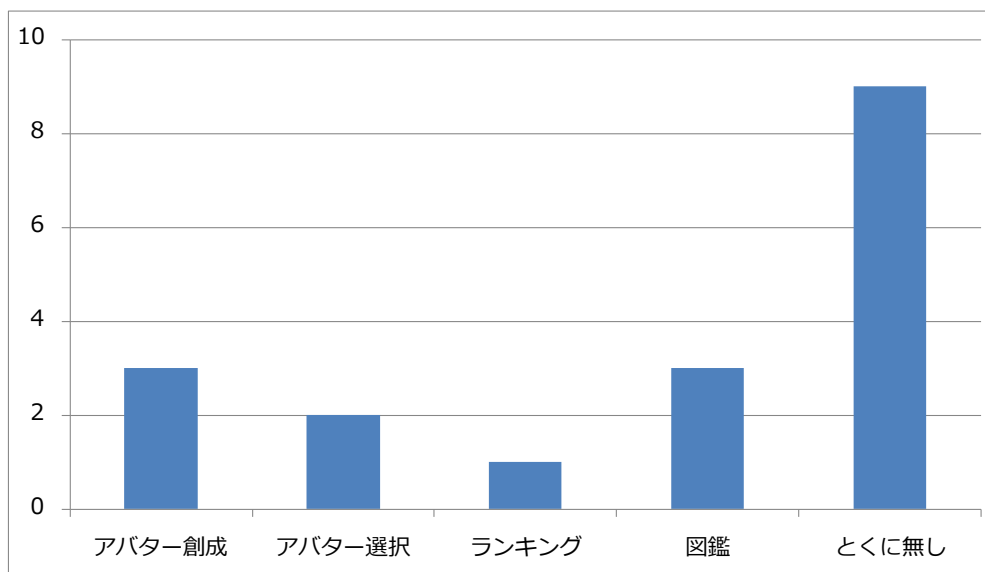


図 5-12 性能実験のアンケート結果 (つづき)

継続実験結果

次に、GE 有を用いた継続実験における、アンケート結果の遷移を図 5-13 に示す。アンケートの結果の比較する方法として、Tukey-Kramer method を用いて多重比較検定をおこなった。なお、有意水準(p)を 0.05 と設定した。検定の結果、いずれの項目においても有意差はみられなかった。

Q1.ツールの使いやすさはいかがでしたか?

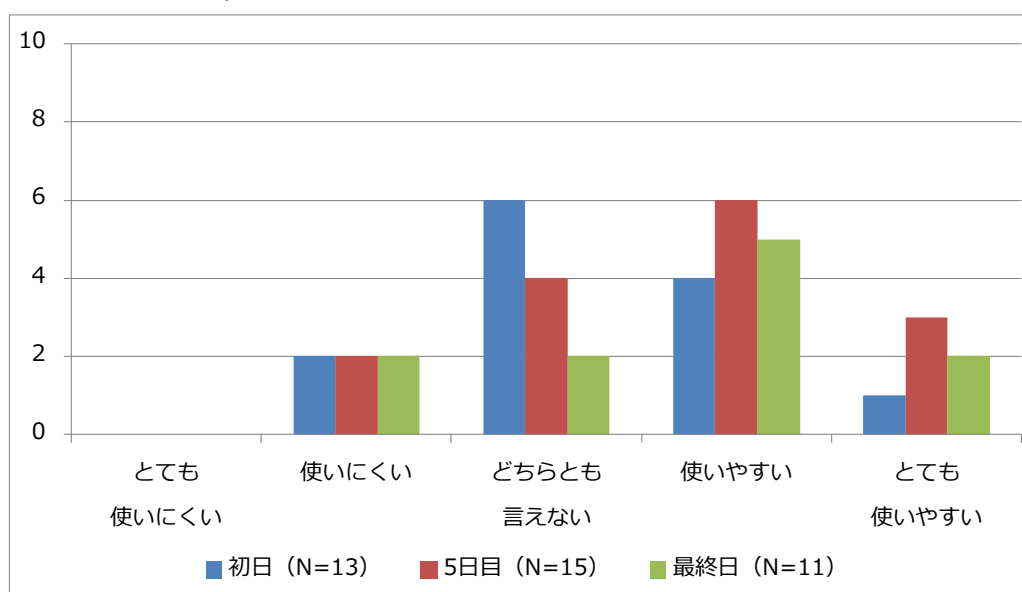
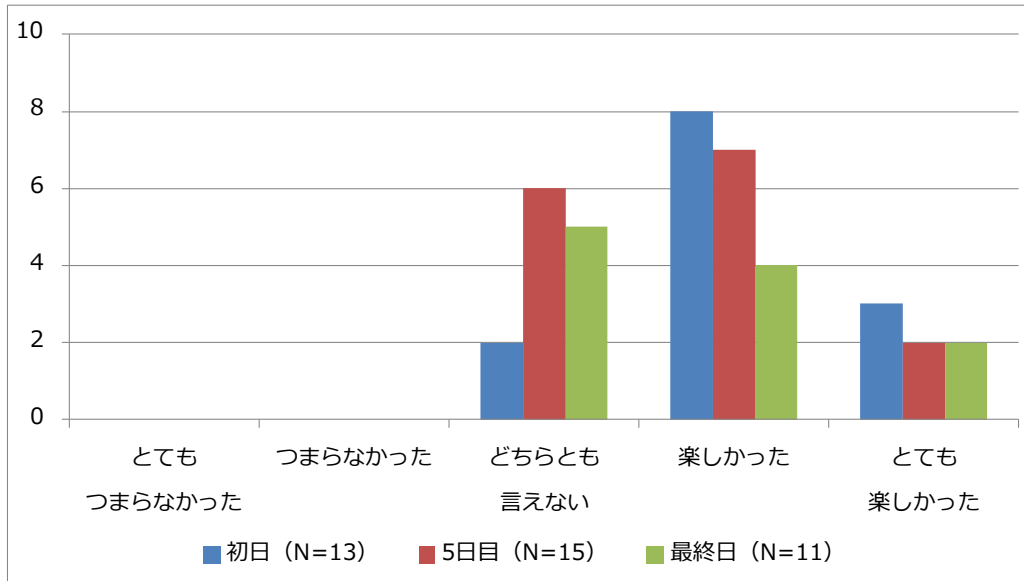


図 5-13 継続実験のアンケート結果

Q2. ツールのゲーム性はいかがでしたか？



Q3. ツールとアイデア生成のやる気との関係はいかがでしたか？

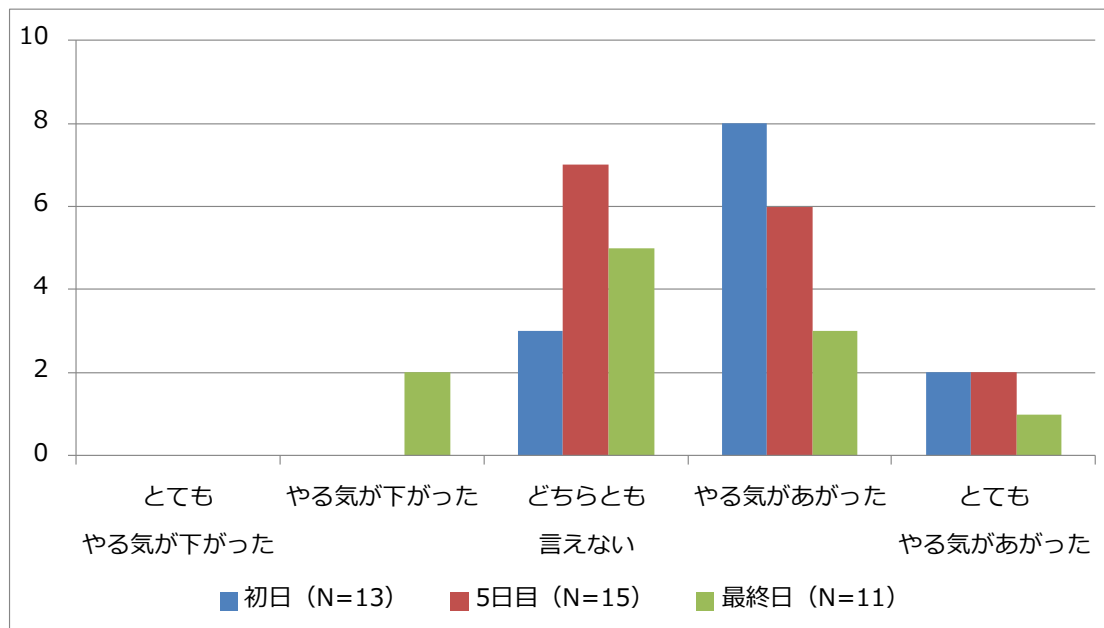
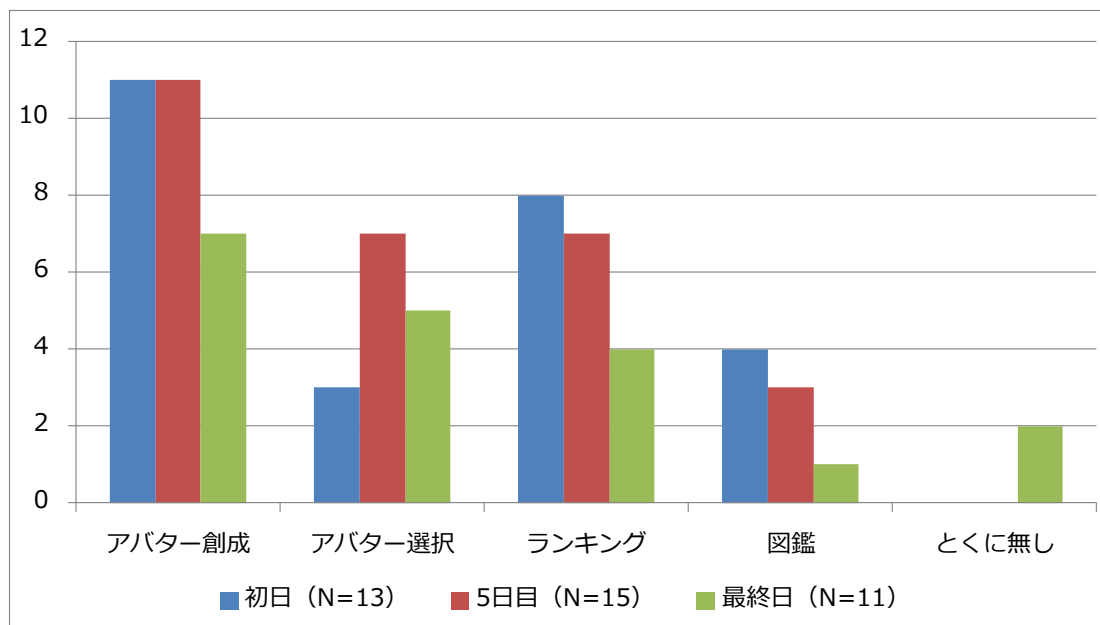


図 5-13 継続実験のアンケート結果 (つづき)

Q5. ツールでよかったと思う機能はなんですか? (複数回答可)



Q6. ツールで悪かったと思う機能はなんですか? (複数回答可)

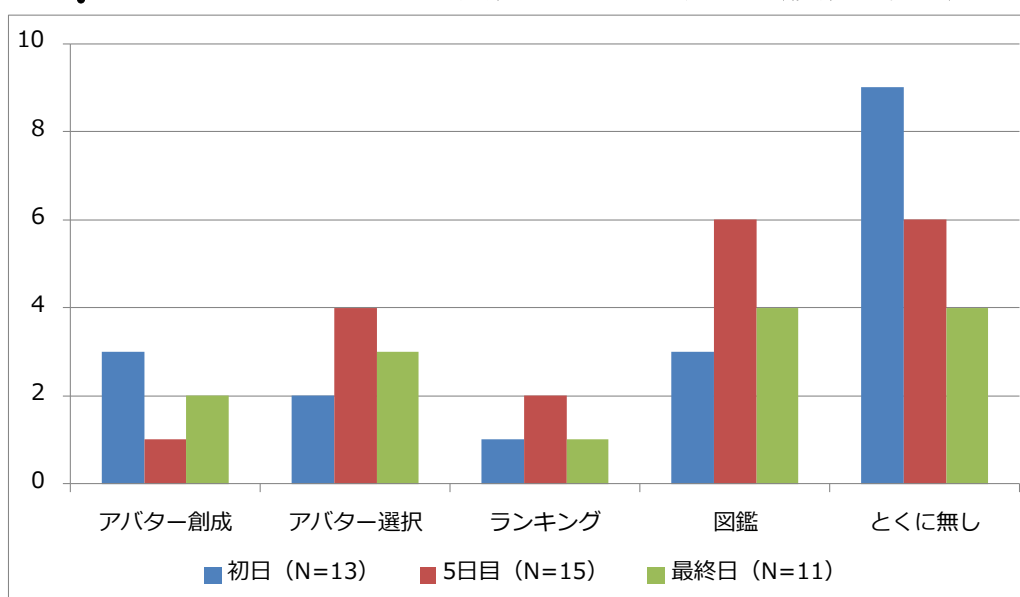


図 5-13 継続実験のアンケート結果 (つづき)

5.6. 考察

はじめに、性能実験の結果では、アイデアの量、アイデアの流暢性および独自性の評価において有意差がみられ、GE 有の結果の方が高かった。その理由として、アンケートの自由記述より、「新しいアバターを入手したい (8 人)」や「ランキングにて上位にはいたい (3 人)」という回答が得られた。この結果は、ユーザが自身の欲求を満たすため、より多くのアイデアを創出するという、アイデア創出のモデルが形成されたと考えられる。つまり、ゲーミフィケーションが、分散ブレインストーミング支援ツールに適切であったと推察される。

次に、GE 有を用いた継続実験の結果について、創出されたアイデアの結果では、アイデアの流暢性において有意差がみられ、5 日目までアイデアが創出される傾向がみられた。また 2 日目より減少傾向にあったアイデアの創出が 4 日目に増加に転じている。これは 5 日目にアンケートを実施することを意識した結果、アイデアの創出につながったものと推察される。つまり気づきがアイデア創出のモチベーションに影響を与えたものと考えられる。このことから、継続的な創造活動を支援する方法として、毎日ツール側からユーザへの刺激や気づきを与える仕組みが効果的であると考えられる。一方、アンケート結果では、初日から最終日までいずれの項目においても有意差はみられず好評価のままであった。このことから、ゲーミフィケーション要素により、アイデアを創出するモチベーションを維持できたものと推察される。この結果から、ゲーミフィケーションは、アイデア創出のモチベーションに寄与したと考えられる。

アンケート結果の評価では、「Q1. ツールの使いやすさはいかがでしたか？」の項目では、GE 有と GE 無において有意差はみられなかった。このことから、ツールの使い勝手に差はなく、アイデア創出への影響はなかったと考えられる。一方で、GE 有の結果において、使いにくいという回答が得られた。この理由として、アンケートの自由記述より、「Android 端末では、不具合が少々みられた (2 人)」との記述があり、使いにくさの原因はツールの不具合によるものであった。次に、「Q2. ツールのゲーム性はいかがでしたか？」および「Q3. ツールとアイデア生成のやる気との関係はいかがでしたか？」の項目では、GE 有の方が好評価であった。また「Q5. (GE 有のみ) ツールでよかったと思う機能はなんですか？」の項目では、「アバター創成」および「ランキング」の得票数が多い結果となった。以上から、アイデア創出のモチベーションにおいて、ゲーミフィケーション要素である、「収集」および「関係」が特に効果的に作用する可能性が示唆された。

5.7. まとめ

本研究では、分散ブレインストーミングにおける創造活動の支援において、フィードバックによる継続的な創造活動の支援に着目し、ゲーミフィケーション要素を用いた分散ブレインストーミング支援ツールを実装した。はじめに、「ゲーミフィケーション要素ありツール (GE 有)」と「ゲーミフィケーション要素なしツール (GE 無)」の 2 種類のツールを用意し、ゲーミフィケーション要素がアイデア創出に与える影響と効果を確認する実験を行った。次に、GE 有を用いて 9 日間の継続実験を実施し、ゲーミフィケーション要素によるアイデア創出のモチベーションにおける変化とアイデアに与える影響を調べた。

実験の結果、はじめに GE 有と GE 無の比較において有意差がみられ、GE 有がアイデアの量、アイデアの流暢性および独自性において評価が高かった。またアンケートの結果においても、GE 有のほうが好評価であり、ゲーミフィケーション要素がアイデア創出のモチベーションに作用する可能性が示唆された。次に GE 有を用いた継続的なブレインストーミングでは、2 日目以降では 5 日目までは同一テーマにてアイデアの流暢性の評価が維持されており、ゲーミフィケーション要素により、アイデア創出のモチベーションが維持できたものと推察された。

5.8. 結言

本章では、ゲーミフィケーション要素を用いた分散ブレインストーミング支援ツールについて説明した。5.2 節にて研究の目的を、5.3 節にてゲーミフィケーション要素の検討およびツールの概要を、5.4 節にて実験概要および評価方法を、5.5 節にて実験結果を、5.6 節にて実験結果に対する考察を、5.7 節にて本章のまとめについて述べた。

第6章

考察

6.1. 緒言

本章では、これまでに述べた 3 つの研究成果をもとに、全体的に考察する。6.2 節では、本論文における研究の関係性を、6.3 節では、先行研究との位置付けを、6.4 節では、本論文が知識科学において果たした貢献を、6.5 節では今後の展望について述べる。

6.2. 本論文における研究の関係性

本論文では、分散環境におけるアイデア創出のモチベーションを向上するための、発散的思考支援ツールについて検討した。その方法として、創造活動参加者に対するポジティブなフィードバックに着目し、3 つの手法について提案した。3 章では創出されたアイデアに対するフィードバックを視覚化する手法として、フィードバック視覚化機能を用いた分散ブレインストーミング支援ツールについて検討をおこなった。その結果、フィードバック視覚化機能は創造活動参加者のアイデア創出へのモチベーションに作用する可能性が示唆された。4 章では意図を明示したフィードバックを送信する手法として、あいづち機能を用いた分散ブレインストーミング支援ツールについて検討をおこなった。その結果、あいづち機能は分散ブレインストーミングにおける場の醸成を促し、アイデア創出のモチベーションに作用する可能性が示唆された。5 章では分散環境における継続的創造活動を支援する手法としてゲーミフィケーションに着目し、ゲーミフィケーション要素を用いた分散ブレインストーミング支援ツールについて検討を行った。その結果、ゲーミフィケーション要素はアイデア創出のモチベーションに作用し、5 日目までアイデア創出が持続することが示唆された。

以上より、本論文における各研究にて得られた成果の関係性を、図 6-1 に示す。図 6-1 は、本研究における研究と研究成果の関係性を視覚化したものである。ここで、各領域における研究成果に注目すると、5 章のゲーミフィケーションによる手法の研究成果は、3 章のフィードバック視覚化による手法の研究成果と 4 章の意図を明示したフィードバックによる手法の研究成果の両方の成果が表れていると考えられる。その理由として、ゲーミフィケーションによる手法には、フィードバック視覚化と意図を明示したフィードバックの両方のインタフェースの特徴が取り入れられているためと推察される。各章の研究におけるインタフェースの比較について、表 6-1 に示す。

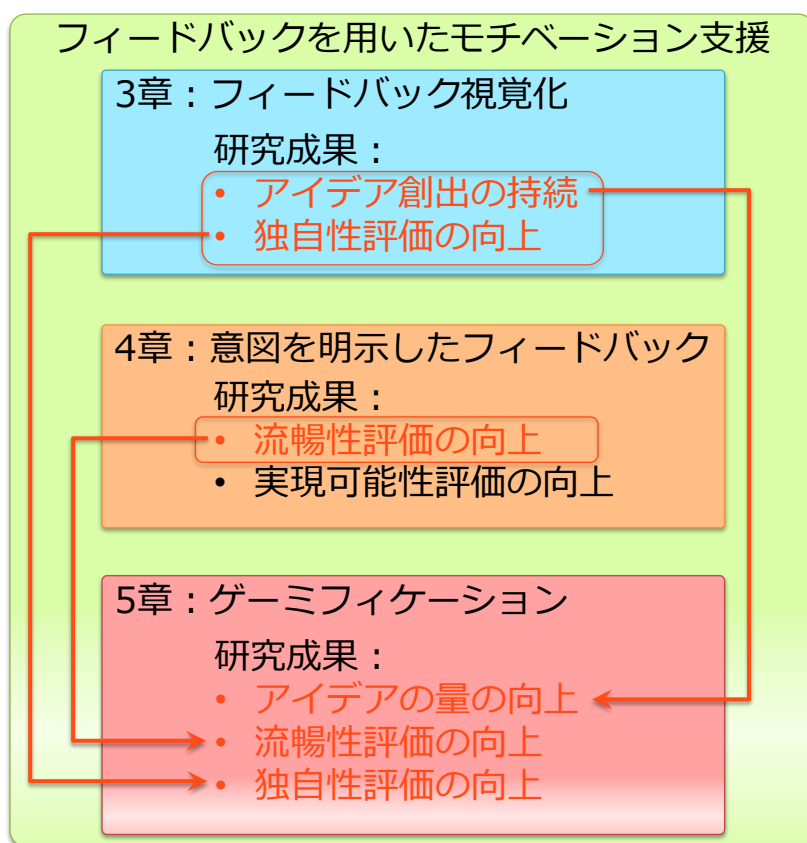


図 6-1 本論文における研究の関係性

表 6-1 各研究で用いたインタフェースの比較

判定項目		3章	4章	5章
フィードバック機能	フィードバックによる表示グラフィックの変化	○	○	○
	意図を明示したフィードバック	×	○	×
	フィードバックの二次利用	×	×	○
	アイデア投稿回数の表示	×	×	○
	投稿したアイデアに対するフィードバック	○	○	×
	アイデアを投稿した行動に対するフィードバック	×	×	○
アイデア一覧機能	自身のアイデアの判別	○	○	○
	アイデア内容を並べて閲覧	×	○	○
	アイデア投稿日時の表示	×	×	○
	投稿者名の表示	×	×	○
	アイデアに対する質問	×	○	×
アイデア投稿機能	テーマの確認	×	×	○
プラットフォーム	スマートデバイス上で動作可能	○	×	○

3章におけるインタフェースでは、創出したアイデアに対するフィードバック回数に応じアイデアの表示グラフィックを変化させる機能（＝フィードバック視覚化機能）を実装した。フィードバック視覚化機能は創造活動参加者のアイデア創出のモチベーションに作用し、アイデアの量および独自性評価が向上することが示唆された。一方、3章のインタフェースでは、アイデア一覧画面において他のアイデアの内容を並べて閲覧することが出来ないため、ブレインストーミングの基本ルールである「結合と改善（他人のアイデアへの便乗、改善を歓迎）」を阻害する懸念が示唆された。

4章におけるインタフェースでは、意図を明示したフィードバックを視覚化する機能（＝あいづち機能）に加え、アイデア一覧表示にて他のアイデアの内容を並べて表示する機能を有している。これにより、ブレインストーミングの基本ルールである「結合と改善（他人のアイデアへの便乗、改善を歓迎）」を促し、創出されたアイデアに対するアイデアの流暢性評価と実現可能性評価の割合が向上することが示唆された。一方で、創出されたアイデアに対する意図を明示したフィードバックは、意図を選ぶことに集中するため実験時間を消費し、アイデア創出に用いる時間が低下する懸念が示唆された。

5章におけるインタフェースでは、創出されたアイデアに対するフィードバックではなく、アイデアを創出する行為に対しフィードバックを行い、視覚化する機能を実装した。またアイデア一覧表示にて他のアイデアの内容を並べて表示する機能を有している。以上の機能に加え、フィードバックを二次利用する機能を実装した。これは、フィードバックの結果により得られたポイントを用いてカードを獲得し、得られたカードの結果を基に自身の装飾やランキングを行う機能である。アイデアを創出した結果に対するフィードバック機能とフィードバックを二次利用する機能を組み合わせたものがゲーミフィケーション機能である。

以上より、5章におけるインタフェースは、3章におけるフィードバック視覚化の機能と、4章におけるアイデア一覧表示にて他のアイデアの内容を並べて表示する機能の両方を合わせ持った結果、3章の研究成果と4章の研究成果の両方の成果が表れた可能性が推察される。よって、5章のゲーミフィケーションを用いた発散的思考支援ツールは、分散環境における継続的創造活動のための発散的思考支援インタフェースとして適していることが示唆された。

以上より導き出された、ゲーミフィケーションを用いた発散的思考支援ツールのモデルを図 6-2 に示す。



図 6-2 ゲーミフィケーションを用いた発散的思考支援ツールのモデル

はじめに、「欲求の段階」とは、ユーザの欲求を刺激し、行動を起こすためのモチベーションに働きかける段階を指す。ここでは、発散的思考支援ツールとしてゲーミフィケーションの要素である、「収集」、「関係」、「フィードバック」、「自己表現」の 4 つの要素を提供する。要素を達成した際に得られる満足感を欲求として設定することで、ユーザのアイデア創出のモチベーションを向上する。次に、「行動の段階」とは、「欲求の段階」で向上されたモチベーションにより、ユーザが行動に移す段階を指す。ここでは、発散的思考支援ツールとして、アイデアを入力し他のユーザに共有する機能である、「アイデアの投稿」を提供する。「アイデアの投稿」を用いることで、ユーザはアイデアの創出をおこなう。最後に、「結果の段階」とは、ユーザが「行動の段階」でおこなった行動より、ユーザが結果を獲得する段階を指す。この段階では、行動した結果としてレベルの上昇や収集物の獲得、自身を装飾し他のユーザへの公開やランキング表示を行うことが可能となる。これらの機能により、ユーザは満足感を獲得

する一方でさらに新たな欲求が生み出され、次の欲求の段階に進む。

以上の 3 つの段階のサイクルが循環することで、アイデアが創出され続けることが期待できる。

6.3. 先行研究との位置付け

本論文における研究と先行研究の発散的思考支援インタフェースとしての比較を表 6-2 に示す。はじめに対面環境における研究として、Clayphan ら、Hilliges ら、Tausch らの研究がある。第一に Clayphan らの研究では、対面型テーブルトップを用いた発散的思考支援インタフェースを実装した。第二に Hilliges らの研究では、従来のブレインストーミングで用いていた紙のポストイットにペンでアイデアを記入するという手法を、計算機におけるブレインストーミングに取り入れ、ポストイット型のラベルに電子ペンにてアイデアを手書き入力し対面型テーブルトップや壁面に表示するインタフェースを実装した。Clayphan らや Hilliges らのインタフェースの特色として、アイデア一覧を画面全体に表示し、指で移動／グループ化を行える点である。これは、ツールを利用する環境として対面環境での利用を想定しており、対面型テーブルトップや壁面を用いていることから、アイデアを表示する画面の大きさへの制約がないためである。一方、本論文の研究では、分散環境における利用を想定しており、画面の大きさによる制約を考慮したアイデア表示インタフェースとした点で異なる。第三に Tausch らの研究では、ブレインストーミング中のセッション状態をメタファーとして表示する発散的思考支援インタフェースを実装した。Tausch らのインタフェースではアイデアの投稿／一覧表示機能を持たないため、アイデアの創出については支援の対象としていない。一方、本論文の研究では、アイデアの投稿／一覧表示を含めた発散的思考支援を目的としている点で異なる。

次に分散環境における研究として、Chan ら、Wang ら、Yuizono ら、生田らの研究がある。第一に Chan らの研究では、分散ブレインストーミングにおいてファシリテータを用いて発散的思考を支援するインタフェースを実装した。Chan らのインタフェースの特徴として、ファシリテータがアイデアのヒントを投稿し、参加者はヒントを参照してアイデアを投稿する機能と、投稿されたアイデアに対しフィードバックを送信する機能が挙げられる。投稿されたアイデアへのフィードバックを送信する機能を持つ点で、本論文の 3 章および 4 章の研究と共通しているが、ファシリテータのみがフィードバックを実施する点や、フィードバック結果に応じたアイデア表示の変化がない点において、本論文における研究と異なる。第二に Wang らの一つめの研究として、テキストチャット

トによる分散ブレインストーミングに映像配信機能を用いて発散的思考を支援するインタフェースを実装した。Wang らのインタフェースの特徴として、映像配信を用いることで対面環境と同様のコミュニケーションを分散ブレインストーミング中に実施することを可能にした点であり、分散環境をより対面環境へと近づけることを目的としている。一方、アイデアの投稿および一覧表示においては、テキストチャットを用いた一般的なインタフェースであり、アイデアに対するフィードバック機能を持たない点において本論文の研究と異なる。第三に Wang ら 2 つめの研究として、創出したアイデアの文章の中から計算機により単語を抽出し、関連する画像を表示させるインタフェースを実装した。Wang らのインタフェースの特徴として、創出したアイデアに関連する画像を表示することで、アイデアのイメージを参加者間で共有することを可能にした点である。Wang らのインタフェースは、投稿したアイデアに対するフィードバック機能としての側面を持つと考えられるが、計算機による自動的なフィードバックであり、参加者の意思が介在していないという点において、本論文における研究と異なる。第四に Yuizono らの研究として、ゲーミフィケーションを用いた発散的思考支援インタフェースを実装した。Yuizono らのインタフェースの特徴として、アイデア投稿によるスコア獲得、獲得したスコアに応じたランクおよびランキング表示、行動結果に応じたバッジの獲得など、ブレインストーミングにゲーム要素を取り入れた点である。Yuizono らのインタフェースは、ゲーミフィケーションを用いる点において、本論文の 5 章の研究と共通している。一方で、Yuizono らのインタフェースでは、バッジやランク等の自身の行動結果を他のユーザに対し共有する機能を持たず、自分自身を相手に対して誇示したいという欲求を利用していないという点において、本論文の 5 章の研究と異なる。第五に生田らの研究として、創出したアイデアに対する批判を否定的なフィードバックとして投稿し一覧表示するインタフェースを実装した。生田らのインタフェースの特徴として、同一画面内にアイデアとアイデアに対する批判を表示し、批判的な発言をアイデアの改善につなげることを目的とした点である。一方、本論文ではアイデアに対するフィードバックとして、肯定的なフィードバックを採用しており、フィードバックの性質という点において異なる。

以上より、本論文における研究はフィードバックの視覚化およびフィードバック結果を他の参加者と共有する機能を用いた点で新規性があり、ゲーミフィケーションを用いた発散的思考支援インタフェースは分散環境における継続的な創造活動に効果的であると考えられる。

表 6-2 先行研究と本論文における発散的思考支援インタフェースの比較

		[Clayphan 2014]	[Hilliges 2007]	[Tausch 2014]	[Chan 2016]	[Wang 2010]	
動作環境	WWW との連携	×	×	×	○	○	
BS	アイデアの投稿	○	○	×	○	○	
支援機能	アイデアの閲覧	○	○	×	○	○	
	視覚化	×	×	×	×	×	
フィード	意図の明示	×	×	×	×	×	
バック	ゲーム要素	×	×	×	×	×	
	結果の共有	×	×	×	○	×	
プラット	PC	×	×	×	○	○	
フォーム	タブレット	×	×	×	×	×	
	スマートフォン	×	×	×	×	×	
	アイデアの量	○	○	○	×	×	
	流暢性	×	×	×	○	×	
評価状況	独自性	×	○	×	○	×	
	実現可能性	×	×	×	○	×	
	継続性	×	×	×	×	×	
		[Wang 2011]	[Yuzono 2014]	[生田 2017]	3章	4章	5章
動作環境	WWW との連携	○	○	○	○	×	○
BS	アイデアの投稿	○	○	○	○	○	○
支援機能	アイデアの閲覧	○	○	○	○	○	○
	視覚化	×	×	×	○	○	○
フィード	意図の明示	×	×	×	×	○	×
バック	ゲーム要素	×	○	×	×	×	○
	結果の共有	×	×	×	○	○	○
プラット	PC	○	○	○	×	○	○
フォーム	タブレット	×	×	×	○	×	○
	スマートフォン	×	×	×	×	×	○
	アイデアの量	○	○	○	○	○	○
	流暢性	×	○	×	○	○	○
評価状況	独自性	×	○	×	○	○	○
	実現可能性	×	○	×	×	○	○
	継続性	×	×	×	×	×	○

6.4. 知識科学への貢献

知識科学は、人間の認知・知能・創造性を知識創造技法・知識システム等の技術をもって、知識の創られる過程を探求する学問分野である。創造性は、問題を発見・解決し新たな技術や組織、社会イノベーションを構築・実現するための根底となる重要な要素であり、創造性を発揮するための創造活動について探究することは意義がある。本論文では、創造活動参加者のモチベーションに注目し、情報通信技術を用いて創造活動を支援する方法を明らかにすることで知識科学へ貢献する。

本論文の知識科学への貢献として、1) アイデア創造のモチベーションに作用することで、自主的な創造活動を継続的に促すインタフェースの設計法を明らかにした、2) 分散環境下におけるアイデア創出のモチベーションが、問題解決プロセスの解決策の立案に与える影響を明らかにした、の2点が挙げられる。

はじめに1) では、視覚的なフィードバックやゲーミフィケーション要素をインタフェースの設計に用いることにより、アイデア創造のモチベーションに作用し、参加者自ら継続的な創造活動を促すことが示唆された。このインタフェースを用いることにより、創造活動だけでなく他の分野の活動においても、自主的な行動を継続的に実施することが可能になると推察される。

次に2) では、分散環境下での創造活動において、アイデア創造のモチベーションが高い状態の場合ほど、アイデアの量および質が向上することが示唆された。このことから、モチベーションが問題解決プロセスにおける解決策の立案に好影響を与えると推察される。

最後に、本研究が与える社会的への影響として、発散的思考をより楽しく継続的に実施できるインタフェースを提供することにより、アイデア創出活動の効率を向上させ創造活動の生産性を向上させることが期待できる。またアイデア創出活動をゲームの一種とする手法を用いることにより、創造活動に馴染みがないような学生等への導入を容易にし、発散的思考をより多くの人々が実施しやすい環境を提供することで、社会に貢献できると考える。

6.5. 今後の展望

本論文では、ゲーミフィケーションは発散的思考を支援する手段として効果的であることについて述べた。今後の展望として、収束的思考を支援する手段としてゲーミフィケーションを用い、アイデアの実現性や有用性に与える影響について明らかにしていきたい。また、発散的思考と収束的思考を同時に支援

する手段としてゲーミフィケーションを用い、問題解決支援ツールとして継続的な創造活動を支援する手法について研究を続けたい。

6.6. 結言

本章では、本論文における3研究の考察について記述した。6.2節では、本論文における研究の関係性を、6.3節では、先行研究との位置付けを、6.4節では、本論文が知識科学において果たした貢献を、6.5節では今後の展望について述べた。

第7章

結論

7.1. 本論文のまとめ

本論文では、アイデア創出のモチベーションに注目し、分散環境における継続的創造活動のための発散的思考支援インタフェースに関する研究について述べた。これまでに述べた3つの研究にて得られた成果は以下の通りである。

はじめに3章では、創出されたアイデアに対するチームメンバからのフィードバックを視覚化する機能（フィードバック視覚化機能）を提案し、「フィードバック視覚化機能を持つツール（FV 機能あり）」と「フィードバック信号受信時にアイデア表示グラフィックを変化させないツール（FV 機能なし）」を用いてツールを使用した順序が参加者のモチベーションに与える影響を調査した。実験の結果、FV 機能ありを先に実施すると、後に実施した FV 機能なしの場合においてもアイデアが創出され続けることが確認できた。また先に FV 機能なしを実施した場合と比較し、アイデアの柔軟性と独自性の評価が高くなる傾向にあった。他方、FV 機能ありの結果において、アイデアの量とフィードバックの受信数の間に強い相関がみられ、フィードバック視覚化機能は、参加者のアイデア創出のモチベーションに作用する可能性が示唆された。

次に4章では、創出したアイデアに対し意図を明示したフィードバックする機能として、あいづち機能を用いた分散ブレインストーミング支援ツール「Idea Planter」を研究開発した。実験の結果、あいづち機能を用いた場合は、あいづち機能を用いなかった場合と比較し、流暢性の高いアイデアと実現可能性の高いアイデアの比率が高くなる傾向がみられた。

最後に5章では、ゲーミフィケーション要素を用いた分散ブレインストーミング支援ツールを研究開発し、継続的な創造活動の支援においてゲーミフィケーション要素が参加者のアイデア創出のモチベーションに有効に作用するかを確認した。実験の結果、ゲーミフィケーション要素ありツール（GE 有）」と「ゲーミフィケーション要素なしツール（GE 無）」を比較し、GE 有がアイデアの量、アイデアの流暢性および独自性において評価が高かった。またアンケートの結果においても、GE 有のほうが好評価であり、ゲーミフィケーション要素がアイデア創出のモチベーションに作用する可能性が示唆された。継続的な創造活動においては、2日目以降では5日目までは同一テーマにてアイデアの流暢性の評価が維持されたことが確認できた。このことから、ゲーミフィケーション要素はアイデア創出のモチベーションに貢献し、継続的な創造活動の支援に効果的であると推察された。

以上より、分散環境における創造活動の支援として、参加者のアイデア創出のモチベーション向上を目的とした創造活動支援ツールの有効性が確認できた。

最後に、本論文における 3 つの提案手法より得られた研究成果から、ゲーミフィケーションを用いた発散的思考支援ツールのモデルを提案し、継続的な創造活動のための発散的思考を支援するインタフェースの設計法について示した。

7.2. 今後の課題

今後の課題として、本論文ではゲーミフィケーション要素の機能要件である、「収集」、「関係」、「フィードバック」、「自己表現」において、個別の機能要件ごとに継続的な創造活動に与えた影響については、定量的な評価を実施していない。そのため、引き続き今後の研究で明らかにしていきたい。また、ゲーミフィケーション要素を用いず、継続したブレインストーミング（例：毎日 15 分ずつ必ずゲーミフィケーション要素のないブレインストーミングを繰り返す等）を実施した場合におけるモチベーションの変化と、アイデア創出に与える影響についても、引き続き研究していきたい。

今後の展望として、収束的思考を支援する手段としてゲーミフィケーションを用い、アイデアの実現性や有用性に与える影響について明らかにしていきたい。また、発散的思考と収束的思考を同時に支援する手段としてゲーミフィケーションを用い、問題解決支援ツールとして継続的な創造活動を支援する手法について研究を続けたい。

謝辞

本研究を進めるにあたって、多くの方々に多大なご支援をいただきました。この場をお借りして感謝の意を示します。

指導教員である由井菌隆也准教授には、研究に関して様々なご指導、ご鞭撻を賜りました。東京キャンパスでの直接指導だけではなく、電話会議にて熱心な指導をいただき、社会人学生として研究に打ち込める環境をご提供いただいたことに深く感謝いたします。

博士後期課程の副テーマ研究において久留米大学の川路崇博准教授ならびに副テーマ指導教員の神田陽治教授には、テーマ指導だけでなく実験や分析の手法など、幅広い観点でご指導いただきました。深謝いたします。

副指導教員の永井由佳里教授には、諸手続や書類の申請等、非常にお忙しい中ご尽力いただきました。深謝いたします。

4章の研究を進めるにあたって学部時代の指導教官であった熊本学園大学の境章教授には、研究のご助言をしていただきました。深謝いたします。

5章の研究を進めるにあたって和歌山大学の宗森純教授には、非常にお忙しい中、実験環境のご提供ならびに実験の実施準備をしていただきました。深謝いたします。

学位審査にあたっては、外部審査員として和歌山大学の宗森純教授、内部審査員として、永井由佳里教授、西本一志教授、姜理恵准教授には、非常にお忙しいところ貴重なお時間を割いていただき、研究に関して様々で懇切なるご指導、ご助言を賜りましたことを、心より感謝いたします。

また博士前期課程における指導教官である國藤進名誉教授、前職のNTTアドバンステクノロジー株式会社の皆様、株式会社インターネットイニシアティブの皆様には大変お世話をいただきましたことを感謝いたします。

最後に私事で恐縮ですが、長い学生生活を支え続けてくれた父・清和、母・まり子、義父母、そして社会人と学生との生活を理解し、常に献身的に支え続けてくれた妻・絢と、一緒に遊びたい年頃にもかかわらず、我慢をさせてしまった娘の結理に、心より感謝の意を表わさせていただきます。ありがとうございました。

参考文献

[Adachi 2016] H. Adachi, S. Myojin, and N. Shimada, A Co-located Meeting Support System by Scoring Group Activity using Mobile Devices, In Proceedings of the 7th Augmented Human International Conference 2016 (AH '16), Article No. 44, pp1-2 (2016).

[Agarwal 2014] B. Agarwal, V. Goel, S. Ali, N. Talukdar, and K. Sorathia: CaptuRing: A Tangible Imaging Tool for Brainstorming, In Proceedings of the India HCI 2014 Conference on Human Computer Interaction (IndiaHCI '14), 132, pp.132-135 (2014).

[Altshuller 1984] G. S. Altshuller: Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems. Gordon and Breach Science Publishers (1984).

[Amabile 1996] T. M. Amabile: Creativity in Context, Westview Press (1996).

[Amabile 1998] T. M. Amabile: How to kill creativity, Harvard Business Review 76, no. 5 (September–October 1998), pp.76-87 (1998).

[Amir 2014] B. Amir and P. Ralph: Proposing a theory of gamification effectiveness, In Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering (ICSE Companion 2014), pp.626-627 (2014).

[Aparicio 2012] A. F. Aparicio, F. L. G. Vela, J. L. G. Sánchez, and J. L. I. Montes: Analysis and application of gamification, In Proceedings of the 13th International Conference on Interacción Persona-Ordenador (INTERACCION '12), Article No. 17 (2012).

[Bao 2010] P. Bao, E. Gerber, D. Gergle, and D. Hoffman: Momentum: getting and staying on topic during a brainstorm, In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '10), pp.1233-1236 (2010).

[Barata 2013] G. Barata, S. Gama, M. J. Fonseca, and D. Gonçalves: Improving student creativity with gamification and virtual worlds, In Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications (Gamification '13), pp.95-98 (2013).

[Barata 2014] G. Barata, S. Gama, J. A.P. Jorge, and D. J.V. Gonçalves: Relating gaming habits with student performance in a gamified learning experience, In Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play (CHI PLAY '14), pp.17-25 (2014).

[Böhmer 2013] M. Böhmer, T. S. Saponas and J. Teevan: Smartphone Use Does Not Have to Be Rude: Making Phones a Collaborative Presence in Meetings, MobileHCI '13 Proceedings of the 15th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services, pp.342-351 (2013).

[Cavusoglu 2015] H. Cavusoglu, Z. Li, and K. W. Huang: Can Gamification Motivate Voluntary Contributions?: The Case of StackOverflow Q&A Community, In Proceedings of the 18th ACM Conference Companion on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing (CSCW'15 Companion), pp.171-174 (2015).

[Chan 2016] J. Chan, S. Dang and S. P. Dow: IdeaGens: Enabling Expert Facilitation of Crowd Brainstorming, In Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing Companion (CSCW '16 Companion), pp.13-16 (2016).

[Chan 2016] J. Chan, S. Dang and S. P. Dow: Improving Crowd Innovation with Expert Facilitation, CSCW '16 Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing, pp.1223-1235 (2016).

[Clayphan 2011] A. Clayphan, A. Collins, C. Ackad, B. Kummerfeld, and J. Kay, Firestorm: a brainstorming application for collaborative group work at tabletops, In Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces (ITS '11), pp.162-171 (2011).

[Clayphan 2014] A. Clayphan, J. Kay and A. Weinberger: ScriptStorm: scripting to enhance tabletop brainstorming, Personal and Ubiquitous Computing, Volume 18, Issue 6, pp.1433-1453 (2014).

[Codish 2014] D. Codish and G. Ravid: Adaptive Approach for Gamification Optimization, In Proceedings of the 2014 IEEE/ACM 7th International Conference on Utility and Cloud Computing (UCC '14), pp.609-610 (2014).

[Connolly 1990] T. Connolly, L. M. Jessup, and J. S. Valacich: Effects of anonymity and evaluative tone on idea generation in computer-mediated groups, Journal Management Science, Volume 36, Issue 6, pp.689-703 (1990).

[Csikszentmihalyi 1990] M. Csikszentmihalyi: Flow: The Psychology of Optimal Experience, New York Harper and Row (1990).

[Dean 2006] D.L. Dean, J.M. Hender, T.L. Rodgers, and E. Santanen: Identifying good ideas: constructs and scales for idea evaluation, Journal of Association for Information Systems, 7:10, pp. 646-699 (2006).

[Deterding 2011] S. Deterding, D. Dixon, R. Khaled and L. Nacke, From Game Design Elements to Gamefulness:Defining “Gamification”, MindTrek '11 Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments, pp.9-15 (2011).

[Deterding 2011] S. Deterding, M. Sicart, L. Nacke, K. O'Hara, and D. Dixon: Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts: In CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '11), pp.2425-2428 (2011).

[Deterding 2012] S. Deterding: Gamification: Designing for Motivation, interactions, Volume 19, Issue 4, pp.14-17 (2012).

[Dodero 2014] G. Dodero, R. Gennari, A. Melonio, and S. Torello: gamified co-design with cooperative learning, In CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '14), pp.707-718 (2014).

[Frey 2017] C. B. Frey and M. A. Osborne: The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?, Technological Forecasting and Social Change, Volume 114, pp.254-280 (2017).

[Gartner 2013] Gartner: Gartner Says Smartphone Sales Grew 46.5 Percent in Second Quarter of 2013 and Exceeded Feature Phone Sales for First Time, Gartner(Online), <http://www.gartner.com/newsroom/id/2573415> (2013).

[Gerber 2009] E. Gerber: Using improvisation to enhance the effectiveness of brainstorming, In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09), pp.97-104 (2009).

[Goddard 2014] W. Goddard, R. Byrne, and F. F. Mueller: Playful Game Jams: Guidelines for Designed Outcomes, In Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment (IE2014), pp.1-10 (2014).

[Guilford 1959] J.P Guilford : Traits of Creativity. In: Anderson, H.H., Ed., Creativity and Its Cultivation, Harper & Row, New York, pp.142-161 (1959).

[Hilliges 2007] O. Hilliges, L. Terrenghi, S. Boring, D. Kim, H. Richter and A. Butz: Designing for Collaborative Creative Problem Solving, C&C '07 Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition, pp.137-146(2007).

[Holmquist 2008] L. E. Holmquist: Bootlegging: multidisciplinary brainstorming with cut-ups, In Proceedings of the Tenth Anniversary Conference on Participatory Design 2008 (PDC '08), pp.158-161 (2008).

[Huotari 2012] K. Huotari and J. Hamari: Defining Gamification - A Service Marketing Perspective, MindTrek '12 Proceeding of the 16th International Academic MindTrek Conference, pp.17-22 (2012).

[Huotari 2014] K. Huotari, J. Koivisto and H. Sarsa, Does Gamification Work? A Literature Review of Empirical Studies on Gamification, HICSS '14 Proceedings of the 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences, pp.3025-3034 (2014).

[Jayagopi 2010] D. B. Jayagopi, T. Kim, A.S. Pentland, and D. Gatica-Perez: Recognizing conversational context in group interaction using privacy-sensitive mobile sensors, In Proceedings of the 9th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM '10), Article No. 8, pp.1-4 (2010).

[Jung 2005] J. J. H. Jung, C. Schneider and J. S. Valacich, The Influence of Real-Time Identifiability and Evaluability Performance Feedback on Group Electronic Brainstorming Performance, HICSS '05 Proceedings of the Proceedings of the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'05) - Track 1 - Volume 01, pp.30.1 (2005).

[Kaiser 2015] C. Kaiser and M. Schmitz: PaperFlow: A Gamified Multitouch Application to Increase Motivation and Participation in Scientific Research, In Proceedings of the 4th International Symposium on Pervasive Displays (PerDis '15), pp.265-266 (2015).

[Khaleel 2015] F. L. Khaleel, N. S. Ashaari, T. S. Meriam, T. Wook, and A. Ismail: The study of gamification application architecture for programming language course, In Proceedings of the 9th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (IMCOM '15), Article No. 17, pp. 1-5 (2015).

[Kim 2010] H. Kim, K. Kwak, J. Jung, I. Myung, and M. Hahn: Tablaction: collaborative brainstorming system with stylus-fingertip interactions on tablet PCs, In Proceedings of the 9th ACM SIGGRAPH Conference on Virtual-Reality Continuum and its Applications in Industry (VRCAI '10), pp.81-84 (2010).

[Kim 2012] M. Kim, M. Lee, S. Kwon, S. Kim and K. Cho: Data Exchange Method for Web-based Collaboration System between Smart Devices, Computing and Convergence Technology (ICCCT) 2012 7th International Conference on Date of Conference, pp.160-163 (2012).

[Knaving 2013] K. Knaving and S. Björk: Designing for fun and play: exploring possibilities in design for gamification, In Proceedings of the First International Conference on Gameful Design, Research, and Applications (Gamification '13), pp.131-134 (2013).

[Koulouris 2014] P. Koulouris and E. V. Dimaraki: Digital Gaming for Co-Creativity in Learning: Theory-Framed Co-Design with School Communities, In Proceedings of the 18th Panhellenic Conference on Informatics (PCI '14), pp1-6 (2014).

[Kultima 2008] A. Kultima, J. Niemelä, J. Paavilainen, and H. Saarenpää: Designing game idea generation games, In Proceedings of the 2008 Conference on Future Play: Research, Play, Share (Future Play '08), pp.137-144 (2008).

[Kumar 2013] J. Kumar and M. Herger: Gamification at Work: Designing Engaging Business Software, The Interaction Design Foundation (2013).

[Lazzaro 2004] N. Lazzaro : Why We Play Games:Four Keys to More Emotion Without Story (Online),
http://www.xeodesign.com/xeodesign_whyweplaygames.pdf (2004).

[Leenders 2003] R. T.A.J. Leenders, J. M.L. van Engelen, and J. Kratzer: Virtuality, communication, and new product team creativity: a social network perspective, *Journal of Engineering and Technology Management*, 20, 1-2, pp. 69-92 (2003).

[Lucero 2010] A. Lucero, J. Keränen and H. Korhonen: Collaborative Use of Mobile Phones for Brainstorming, *MobileHCI '10 Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, pp.337-340 (2010).

[Mekler 2013] E. D. Mekler, F. Brühlmann, K. Opwis, and A. N. Tuch: Disassembling gamification: the effects of points and meaning on user motivation and performance, In *CHI '13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '13)*, pp.1137-1142 (2013).

[Moradian 2014] A. Moradian, M. Nasir, K. Lyons, R. Leung, and S. E. Sim: Gamification of collaborative idea generation and convergence, In *CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '14)*, pp.1459-1464 (2014).

[Muller 2012] M. Muller and S. Chua: Brainstorming for Japan: rapid distributed global collaboration for disaster response, in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '12)*, pp.2727-2730 (2012).

[Nagai 2009] Y. Nagai, T. Taura, and F. Muraki : Concept blending and dissimilarity : factors for creative concept generation process, *Design Studies*, Volume 30, Issue 6, pp.648-675(2009).

[Neupane 2006] U. Neupane, M. Miura, T. Hayama and S. Kunifuji : Qualitative, Quantitative Evaluation of Ideas in Brain Writing Groupware, *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, Volume E90-D, No.10, pp.1493-1500 (2007).

[Nishimoto 1996] K. Nishimoto, Y. Sumi, and K. Mase: Toward an outsider agent for supporting a brainstorming session — an information retrieval method from a different viewpoint, *Know.-Based Syst*, Volume 9, Issue 6, pp.377-384 (1996).

[O'Donovan 2013] S. O'Donovan, J. Gain, and P. Marais: A case study in the gamification of a university-level games development course, In *Proceedings of the South African Institute for Computer Scientists and Information Technologists Conference (SAICSIT '13)*, pp.242-251 (2013).

[Ohira 2015] S. Ohira, S. Sugiura, and K. Nagao: Proposed framework for gamifying research activities, In *Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '15)*, pp.245-250 (2015).

[Osborn 1982] A. F. Osborn(著), 上野一郎(訳): 独創力を伸ばせ, ダイヤモンド社 (1982).

[Papanikolaou 2013] D. Papanikolaou: Cloudcommuting: games, interaction, and learning, In *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children (IDC '13)*, pp.459-462 (2013).

[Pissarra 2012] J. Pissarra, C. J. Costa, and M. Aparicio: Brainstorming reconsidered in computer-mediated communication and group support system context, In *Proceedings of the Workshop on Information Systems and Design of Communication (ISDOC '12)*, pp.45-50 (2012).

[Preist 2015] C. Preist and R. Jones: The Use of Games as Extrinsic Motivation in Education, In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15)*, pp.3735-3738 (2015).

[Richards 2014] C. Richards, C. W. Thompson, and N. Graham: Beyond designing for motivation: the importance of context in gamification, In Proceedings of the first ACM SIGCHI annual symposium on Computer-human interaction in play (CHI PLAY '14), pp.217-226 (2014).

[Robson 2015] K. Robson, K. Plangger, J. H. Kietzmann, I. McCarthy, and L. Pitt: Is it all a game? Understanding the principles of gamification, Business Horizons, Volume 58, Issue 4, pp.411-420 (2015).

[Schumann 2012] J. Schumann, P. C. Shih, D. F. Redmiles and G. Horton: Supporting Initial Trust in Distributed Idea Generation and Idea Evaluation, GROUP '12 Proceedings of the 17th ACM International Conference on Supporting Group Work, pp.199-208 (2012).

[Shih 2009] P. C. Shih, D. H. Nguyen, S. H. Hirano, D. F. Redmiles, and G. R. Hayes: GroupMind: supporting idea generation through a collaborative mind-mapping tool, In Proceedings of the ACM 2009 international conference on Supporting group work (GROUP '09), pp.139-148 (2009).

[Songer 2014] R. W. Songer and K. Miyata: A playful affordances model for gameful learning, In Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM '14), pp.205-213 (2014).

[Sturdee 2015] M. Sturdee, J. Hardy, N. Dunn, and J. Alexander: A Public Ideation of Shape-Changing Applications, In Proceedings of the 2015 International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces (ITS '15), pp.219-228 (2015).

[Tausch 2014] S. Tausch, D. Hausen, I. Kosan, A. Raltchev and H. Hussmann: Groupgarden: Supporting Brainstorming through a Metaphorical Group Mirror on Table or Wall, NordiCHI '14 Proceedings of the 8th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Fun, Fast, Foundational, pp.514-550 (2014).

[Terrill 2008] B. Terrill: My Coverage of Lobby of the Social Gaming Summit, (Online),

<http://www.bretterrill.com/2008/06/my-coverage-of-lobby-of-social-gaming.html> (2008).

[Villanueva 2009] O. A. Villanueva, X. N. Chacón, O. B. Artazcoz, M. L. S. de Acedo Lizarraga, and M. T. S. de Acedo Baquedano: Ideation2.0 project: web2.0 tools to support brainstorming networks and innovation teams, In Proceedings of the seventh ACM conference on Creativity and cognition (C&C '09), pp.349-350 (2009).

[Wallas 1926] G. Wallas: The art of Thought, New York, Harcourt, Brace and Company (1926).

[Wang 2009] H. C. Wang, S. F. Fussell, and L. D. Setlock: Cultural difference and adaptation of communication styles in computer-mediated group brainstorming, In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '09), pp.669-678 (2009).

[Wang 2010] H. C. Wang ,D. Cosley, and S. R. Fussell: Idea expander: supporting group brainstorming with conversationally triggered visual thinking stimuli, In Proceedings of the 2010 ACM conference on Computer supported cooperative work (CSCW '10), pp.103-106 (2010).

[Wang 2010] H. C. Wang and S. R. Fussell: Groups in Groups: Conversational Similarity in Online Multicultural Multiparty Brainstorming, CSCW '10 Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, pp.351-360 (2010).

[Wang 2011] H. C. Wang, S. R. Fussell and D. Cosley: From Diversity to Creativity: Stimulating Group Brainstorming with Cultural Differences and Conversationally-Retrieved Pictures, CSCW '11 Proceedings of the ACM 2011 Conference on Computer Supported Cooperative Work, pp.265-274 (2011).

[Wang 2011] H. C. Wang: Using language-retrieved pictures to support intercultural brainstorming, In CHI '11 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '11), pp.1073-1076 (2011).

[Wang 2014] H. C. Wang and C. T. Lai: Kinect-taped Communication: Using Motion Sensing to Study Gesture Use and Similarity in Face-to-Face and Computer-Mediated Brainstorming, CHI '14 Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.3205-3214 (2014).

[Widjaja 2014] W. Widjaja and M. Sawamura: Bring your own device: ubiquitous approach to digital affinity diagram collaboration, In Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct Publication (UbiComp '14 Adjunct), pp.287-290 (2014).

[Yankelovich 2004] N. Yankelovich, W. Wolker, P. Roberts, M. Wessler, J. Kaplan and J. Provino: Meeting central : making distribute meetings more effective, Computer Supported Cooperative Work, pp. 419-428 (2004).

[Young 1972] J. W. Young: A technique for producing ideas, Crain Communications; 4th edition (1972).

[Yuizono 2014] T. Yuizono, Q. Xing and H. Furukawa: Effects of Gamification on Electronic Brainstorming Systems, Collaboration Technologies and Social Computing 7th International Conference, CollabTech 2014, pp.54-61 (2014).

[Zhang 2009] Q. Zhang, W. Qu, and K. Zhang: Do strangers trust in video-mediated communication?, In Proceedings of the 2009 international workshop on Intercultural collaboration (IWIC '09), pp.325-328 (2009).

[生田 2017] 生田泰章, 神田陽治, 西本一志: アイデア発想におけるツッコミの効用: 電子ブレインストーミングにおける批判的発言の活用に関する基礎検討, 情報処理学会 DICO2017 シンポジウム予稿集, pp.17-24 (2017).

[内田 2010] E. E. Smith, S. N. Hoeksema, B. L. Fredrickson, G. R. Loftus, 内田 一成 (訳) : ヒルガードの心理学, おうふう (2010).

[大橋 2008] 大橋 誠, 伊藤淳子, 宗森 純, 松下光範, 松田昌史: テーブルトップインタフェースを用いた発想支援システムの開発と適用, 情報処理学会論文誌, Vol.49, 1, pp.105-115 (2008).

[大森 2000] 大森 晃, 土井晃一: あいづちが発想数に与える影響: その実験と分析, 認知科学, Vol.7, 4, pp.292-302 (2000).

[狩野 2013] 狩野 翔, 福島 拓, 吉野 孝: 競争相手に見せかけたエージェントによるモチベーション維持支援, 情報処理学会研究報告 GN[グループウェアとネットワークサービス], 2013-GN-86(33), pp.1-8 (2013).

[川路 2010] 川路 崇博, 國藤 進: ゆるやかなヒントを用いた強制連想を喚起する発散的思考支援グループウェアの開発と評価, 日本創造学会論文誌, Vol.4, pp.22-38 (2010).

[菊谷 2008] 菊谷 和義: 話題の分離に注目した音声ブレインストーミング支援, 北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科 (2008).

[國藤 1993] 國藤 進: 発想支援システムの研究開発動向とその課題, 人工知能学会論文誌, Vol.8, No.5, pp.552-559 (1993).

[倉本 2006] 倉本 到, 柏木 一将, 植村 友美, 渋谷 雄, 辻野 嘉宏: Weekend Battle : エンタテインメント性の作業環境への提供により作業意欲を維持向上させるシステム, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.8 (3) , pp.331-342 (2006).

[爰川 2013] 爰川知宏, 前田裕二, 郷 葉月, 伊藤淳子, 宗森純: Web ベース発想支援システム GUNGEN-II の複数タブレット端末による拡張, 情報処理学会論文誌, Vol.54, 2, pp.639-646 (2013).

[三宮 2004] 三宮 真智子: コプレズンス状況における発想支援方略としてのあ
いづちの効果-思考課題との関連性, 人間環境学研究, Vol.2, 1, pp23-30 (2004).

[高橋 1998] 高橋誠: ブレーンストーミングの研究 (1): 「発想ルール」の有効
性, 日本創造学会論文誌.Vol.2, pp.94-122 (1998).

[高橋 2002] 高橋 誠: 新編創造力辞典, 日科技連 (2002).

[垂水 2000] 垂水 浩幸: グループウェアとその応用, 共立出版 (2000).

[樋口 2012] 樋口 健夫, 由井蘭 隆也 宮田 一乗: TTCT 創造性テストによるア
イデアマラソン研修の創造性開発効果の分析, 日本創造学会論文誌, Vol.16,
pp.190-203 (2012).

[堀江 2009] 堀江 常稔, 犬塚 篤, 井川 康夫: 内発的モチベーションの知識創
造活動への効果, 技術と経済, Vol.504, pp.66-71 (2009).

[三浦 2007] 三浦 元喜, 國藤 進: AwareTable:透過調光ガラスを用いたテーブ
ルトップシステムの試作, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータイン
タラクション (HCI) , 68(HCI-124), pp.43-48 (2007).

[由井蘭 2008] 由井蘭隆也, 宗森純, 重信智宏: 大画面共同作業インタフェース
を持つ発想支援グループウェア KUSANAGI が数百データのグループ化作業に
及ぼす効果, 情報処理学会論文誌, Vol.49, 7, pp. 2574-2588 (2008).

本研究に関する発表論文

学術論文誌

- [1] 古川洋章, 羽山徹彩, 國藤進: あいづちを用いた分散ブレインストーミング支援システム, 日本創造学会論文誌, Vol.14, pp.39-51 (2010).
- [2] 古川洋章, 川路崇博, 由井蘭隆也: 分散ブレインストーミングにおけるフィードバック視覚化機能の順序効果, 日本創造学会論文誌, Vol.19, pp.43-63 (2015).
- [3] 古川洋章, 由井蘭隆也: ゲーミフィケーション要素を用いた継続的分散ブレインストーミング支援ツール, 日本創造学会論文誌, Vol.21, pp.1-21 (2018).

査読付き国際会議

- [1] H. Furukawa, T. Yuizono, and S. Kunifuji: Idea Planter: A Backchannel Function for Fostering Ideas in a Distributed Brainstorming Support System, KICSS'2013, pp.92-103(2013).
- [2] H. Furukawa, T. Yuizono, and A. Sakai: A Design of Distributed Brainstorming Support Tool with Gamification Elements, KICSS'2016, pp.1-6 (2016).

査読付き国内会議

- [1] 古川洋章, 川路崇博, 由井蘭隆也: モチベーション維持に着目したフィードバック視覚化機能をもつ分散ブレインストーミング支援ツールの開発と評価, 情報処理学会, グループウェアとネットワークサービスワークショップ 2014, pp.1-8 (2014).

国内発表

- [1] 古川洋章, 川路崇博, 由井菌隆也: モチベーション維持に着目したフィードバック視覚化機能をもつ分散ブレインストーミング支援システムの提案, 日本創造学会第36回全国大会, pp.35-38 (2014).

表彰

- [1] 日本創造学会発表賞

古川洋章, 川路崇博, 由井菌隆也: モチベーション維持に着目したフィードバック視覚化機能をもつ分散ブレインストーミング支援システムの提案, 日本創造学会第36回全国大会, pp.35-38 (2014).

- [2] 日本創造学会論文賞

古川洋章, 川路崇博, 由井菌隆也: 分散ブレインストーミングにおけるフィードバック視覚化機能の順序効果, 日本創造学会論文誌, Vol.19, pp.43-63 (2015).