

平成26年度 卒業研究論文

題目 発散的思考力と作問の関係性分析に
関する研究

指導教員 服部 峻

提出者 室蘭工業大学 情報電子工学系学科

氏名 山崎 龍

学籍番号 11024171

提出年月日 平成27年2月13日

目次

第 1 章	序論	1
第 2 章	関連研究	4
第 3 章	仮説	5
3.1	自由連想法	5
3.2	強制連想法	6
3.3	類似法	7
第 4 章	実験用システム	8
第 5 章	評価実験	15
5.1	問題同士の比較	15
5.2	機能使用時の発散データを用いた比較	18
5.3	連想と知識的な情報	26
第 6 章	システム化についての考察	27
第 7 章	今後の課題	28
	謝辞	30
	参考文献	31
付録 A	実験に使用した条文	32

目次

1.1	小中学生の学びに対する実態調査	2
1.2	作問学習支援 SNS イメージ図	3
3.1	自由連想法のイメージ	6
3.2	チェックリスト法のイメージ	6
3.3	形態分析法のイメージ	7
4.1	機能を用いない作問の状態遷移	8
4.2	機能を用いた作問の状態遷移	9
4.3	行動選択画面	9
4.4	自由連想法画面	10
4.5	類似法画面	10
4.6	類似法グループ画面	11
4.7	類似法選択画面	12
4.8	強制連想法画面	12
4.9	作問画面	13
4.10	連想結果表示画面	14
5.1	機能使用時と未使用時の作問と条文の名詞類似度の比較	16
5.2	機能使用時と未使用時の作問と条文の動詞類似度の比較	17
5.3	自由連想法の発散用語と作問および条文と作問の名詞類似度の比較	19
5.4	自由連想法の発散用語と作問および条文と作問の動詞類似度の比較	20
5.5	類似法の発散用語と作問および条文と作問の名詞類似度の比較	22
5.6	類似法の発散用語と作問および条文と作問の動詞類似度の比較	23
5.7	強制連想法の発散用語と作問および条文と作問の名詞類似度の比較	24
5.8	強制連想法の発散用語と作問および条文と作問の動詞類似度の比較	25

表目次

4.1	ログとして取得しているデータ	14
5.1	機能使用時と未使用時の作問に関する統計	17
5.2	機能使用時と未使用時の作問に関する統計	18
5.3	名詞類似度を用いた時の自由連想法に関する統計	19
5.4	動詞類似度を用いた時の自由連想法に関する統計	21
5.5	名詞類似度を用いた時の類似法に関する統計	22
5.6	動詞類似度を用いた時の類似法に関する統計	23
5.7	名詞類似度を用いた時の強制連想法に関する統計	24
5.8	動詞類似度を用いた時の強制連想法に関する統計	26
5.9	全機能の文字数の平均	26

第1章

序論

近年、学習に関する悩みを持つ学習者が多くなってきている。平成26年に行われた小中学生を対象にしたベネッセ総合研究所の「小中学生の学びに対する実態調査（図1.1）」などを見ると多くの悩みがあることが分かる。多くの悩みは学校での学習に関するものではなく、教師がいない時における悩みであると見受けられる。これら個人の学習の悩みを解決するために個人でも学習可能な多くの学習支援システムが開発されてきた。

そこで本研究の最終目標として、ユーザ個別による作問学習ではなく、(不特定)多数のユーザ間で自由に作問し合い、それらを解答、議論、評価などを繰り返しながら学習を進めていく、新しい学習方法を考案し、ソーシャルネットワーキングサービス(SNS)を活用した作問学習支援システムを開発する。このシステムの最も特長的な点として、図1.2のように作問を通して学習者同士で学習を進めていくこと出来ることである。

作問学習には発散的思考力を高める効果があると考えられており、知識の定着と発散的思考力の向上という2つの効果が得られる可能性があると言われていたことから現在注目されている。しかし、どのように作問をすれば、効果的に発散的思考力が向上するのかはまだ明らかにされていないことから、ほとんどの作問支援システムは学習内容に関する効果のみを考えて開発されている。

問題を作る行為(作問行為)は極めて難しい行為とされており、何かしらの補助が必要なのではないかと言われている。このことから、作問をするための支援が出来る作問支援システムが様々な場で開発されている。

しかし作問学習だけではその他の学習方法より学習効果があるとは言えないという報告もされていることから、学習効果だけを期待して、作問学習を行うのは現実的ではないと考えられる。その事からも作問学習と発散的思考力との関係性を分析するのは大きな意味があるのではないかと考えた。

本研究では、最終目標の提案システムを発散的思考力と知識の定着の両方を効率良く上げるものにするため、作問学習においてどのような行為が発散的思考力向上に寄与しているのかを分析した。さらに最終的に考案しているシステムで、どのようなアプローチをしてユーザに作問学習を行わせるのが最適なのかを考察している。

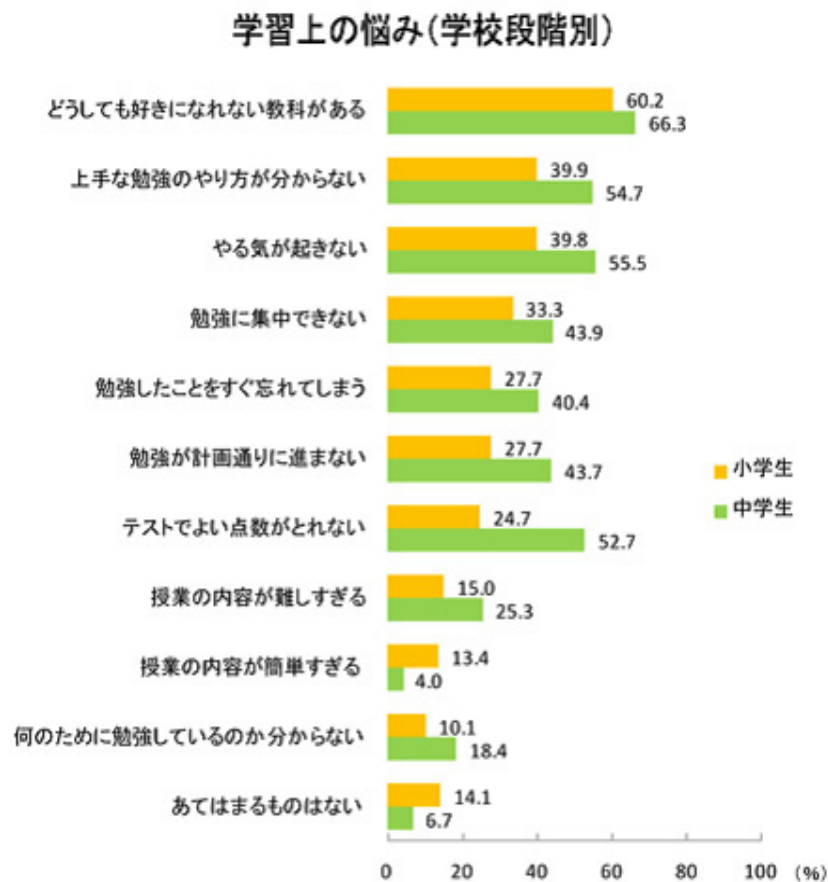
発散的思考力とは

本研究で取り上げている発散的思考力について説明する。

発散的思考力とはアメリカの心理学者ジョイ・ギルフォードが提唱した能力のことであり、多様な答えを作り出す能力のことであると定義されている [1]。

この能力を測定する代表的なテストとしてトーランス式創造性思考テストが挙げられる。生み出された新たなものを流動性（たくさん情報を生み出されたか）、柔軟性（多種類の情報を生み出せたか）、独自性（独創的な情報を生み出せたか）という3つの尺度で測定するというものである。

トーランスは50年以上にわたり、50万人以上の子供を対象にトーランス式創造性思考テストと知能（IQ）テストを行ってきた [2]。その被験者を追跡調査したところ、創造力テストで好成績をあげた被験者は知能指数の高い被験者よりも多くの社会的な業績を残していることが明らかになったなどという研究もあり、現在米国を中心に注目されている。



出典:ベネッセ教育総合研究所「小中学生の学びに関する実態調査」(2014<平成26>年)

©ベネッセ教育情報サイト

図 1.1 小中学生の学びに対する実態調査

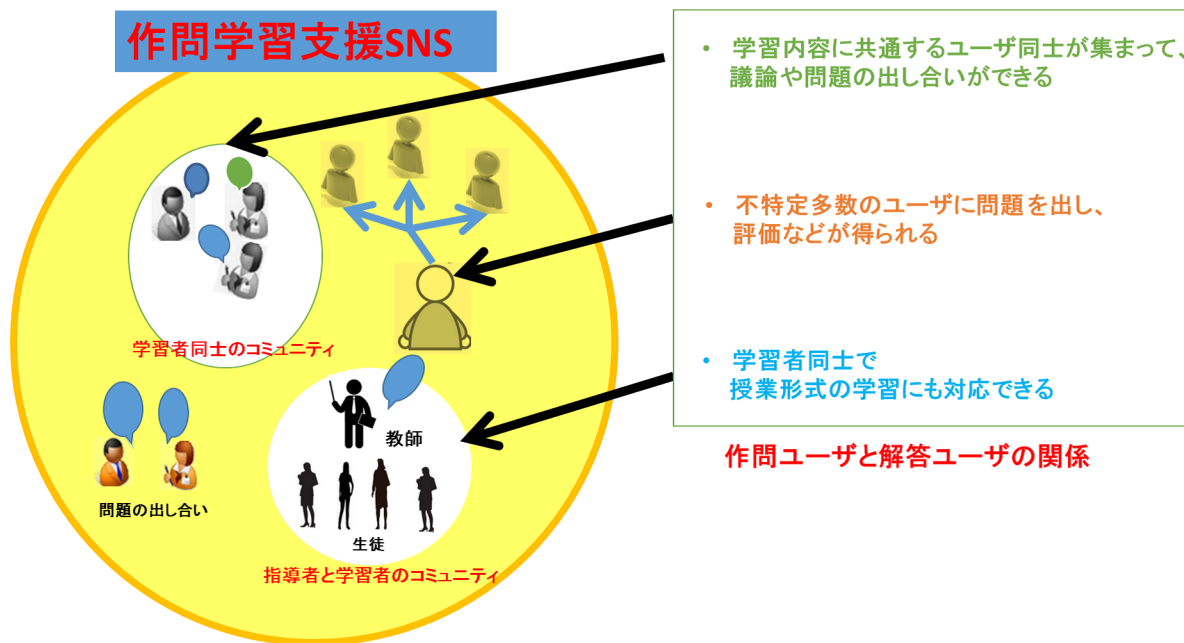


図 1.2 作問学習支援 SNS イメージ図

第2章

関連研究

近年様々な作問学習を支援するアプリケーションが開発されてきた。作問学習には、問題作成、作成された問題に関する議論などから、学習内容に関する理解が深まるとされている。さらに作問学習には、問題解決能力を向上させる、柔軟な発散的思考力を促進する効果があると考えられている。

Edward A. Silver の「On Mathematical Problem Posing [3]」では数学分野での作問を行った時の発散的思考力との関係に関する研究がまとめられている。数学の作問を行い、その問題を発散的思考力を測るためのテスト（トーランス式創造性思考テスト）を用いて分析したところ、発散的思考力は知識の有無に比例して高くなるという結果が得られた。しかし、この結果について、数学の作問の難易度は知識の有無により大きく変化しやすいという問題点が指摘されている。さらに既存のトーランス式創造性思考テストは採点者の主観が入りやすい点なども指摘された。これらの研究から、知識の乏しい人が作問をするのは難しく、何らかの補助が必要であるという指摘がされていて、作問学習を補助する作問学習支援システムが多数開発されている。

小島一晃らの「問題と創造性 [4]」ではシステムで補助し数学の作問をさせることにより、知識の有無による作問の難易度を軽減しようとしている。さらにシステムを用いて一定の方法で作問をすることにより、作問手法を被験者による独自のものにすることなく、作問を行うことが出来る。これらにより発散的思考力と作問との関係性を分析する際に、作問者による作問手法の違いを考慮しなくてもよくなるという利点がある。

本研究では、これらの研究を参考にし、作問と発散的思考力向上の関係性の根本的な原因に対し仮説を立て検証する実験を行った。

第3章

仮説

トランスやエドワード・デボノによると、発散的思考力は、多くの創造技法を伴うもので、訓練によって創造技法の技術は向上していくものであるとされている [5]。すなわち創造技法の技術を向上させることにより、それを用いる発散的思考の能力も向上させられると考えられる。

人は独自の作問をする際にあらゆる作問に関する関連用語を頭の中で集める。例えば織田信長に関連する歴史の問題を作る場合、織田信長に関連した人、事柄、年号などを頭の中で考える必要がある。この行為を発散という。この数に応じて様々な問題を作成できる可能性が上がる。次に作成する問題に必要な関連用語をまとめる必要がある。例えば長篠の戦いを問題の解答とする場合、まとめる項目として武田勝頼、織田信長が挙げられ、延暦寺や楽市楽座などの関連用語は除外することになるかもしれない。このように無数の関連用語を意味のある集合にまとめることを収束と呼ぶ。収束した意味のある集合から問題を作成し作問行為は終わる。

自由な作問をするためには必ず上記のように何かしらの発散（連想行為）を行わなければならない。創造技法はアイデアを出す発散技法とアイデアをまとめる収束技法に分かれている。発散技法は代表的なものとして自由連想法、強制連想法、類似法というものが挙げられる。本研究では作問行為は必ず発散行為を行わなければならないということを根拠として、作問行為において、自由連想法、強制連想法、類似法などの創造技法を使用している可能性、または使用できる可能性があるという点に着目し、それらの行為を行うので発散的思考力向上と関係しているという仮説を導いた。

3.1 自由連想法

自由連想法とはある事柄に対して自由に思いつくままに考えを連想していく方法である。作問ではお題を与えられた時に関連用語を考えていく過程に当たり必ず行われると考えられる。図 3.1 は自由連想法のイメージ図である。



図 3.1 自由連想法のイメージ

3.2 強制連想法

強制連想法とは何らかの視点をヒントにして強制的に連想を行う方法である。作問行為では強制連想法の一つと言われているチェックリスト法という手法を用いると考えられる。

3.2.1 チェックリスト法

チェックリスト法とはあらかじめ決められた質問を考えて、それを自分で答えて強制的に連想させる手法である。作問行為では、関連する人や事柄はあるかなどの質問を自分で考えて、強制的に連想していくことが出来ると考えられる。図 3.2 はチェックリスト法のイメージ図である。



図 3.2 チェックリスト法のイメージ

3.3 類似法

類似法とは本質的に似たものをヒントにして新しい考えなどを連想する方法である。作問行為では類似法の一つと言われている形態分析法という手法を用いると考えられる。

3.3.1 形態分析法

形態分析法とは複数のキーワードやアイデアを類似していそうなグループに分類し、そのグループに入りそうな用語をさらに連想していく手法である。作問行為では関連用語を作成する問題に関連しそうな集合にまとめる行為がこれに当たると考えられる。図 3.3 は形態分析法のイメージ図である。



図 3.3 形態分析法のイメージ

第4章

実験用システム

本研究では仮説で導いた3つの創造技法（自由連想法，強制連想法，類似法）が作問時に使えそうかどうかの判断と作問と発散的思考力の関係を調査するため実験用システムを作成した。今回の実験ではお題として著作権関係の条文を与えている。被験者はお題を見ながら，その内容に関係するような作問をすることを想定している。使用している条文は付録に記載している。実験用システムはお題に関する作問をすぐに作問させる状態遷移図 4.1 と自由連想法，類似法，強制連想法を行わせてから作問をさせる状態遷移図 4.2 を実装している。

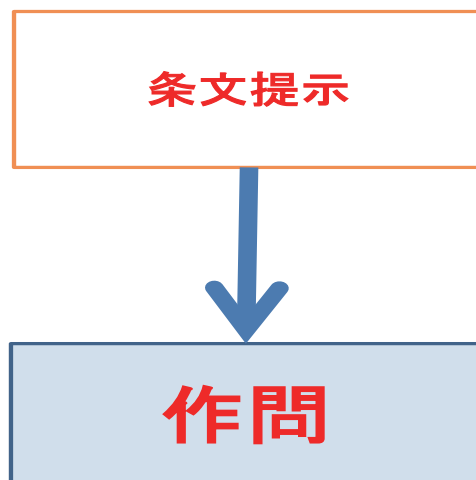


図 4.1 機能を用いない作問の状態遷移

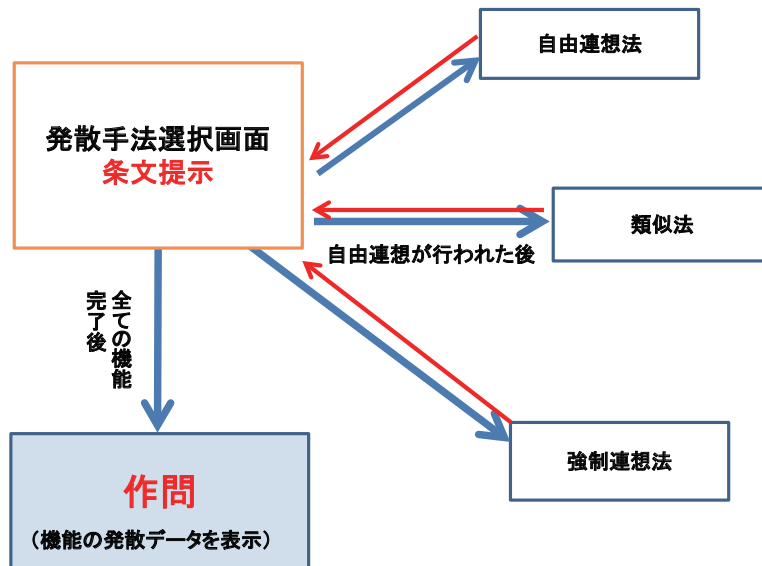


図 4.2 機能を用いた作問の状態遷移

以下に図 4.2 の流れを説明する。まず図 4.3 のようにそれぞれの連想法を選ぶ画面に遷移する。

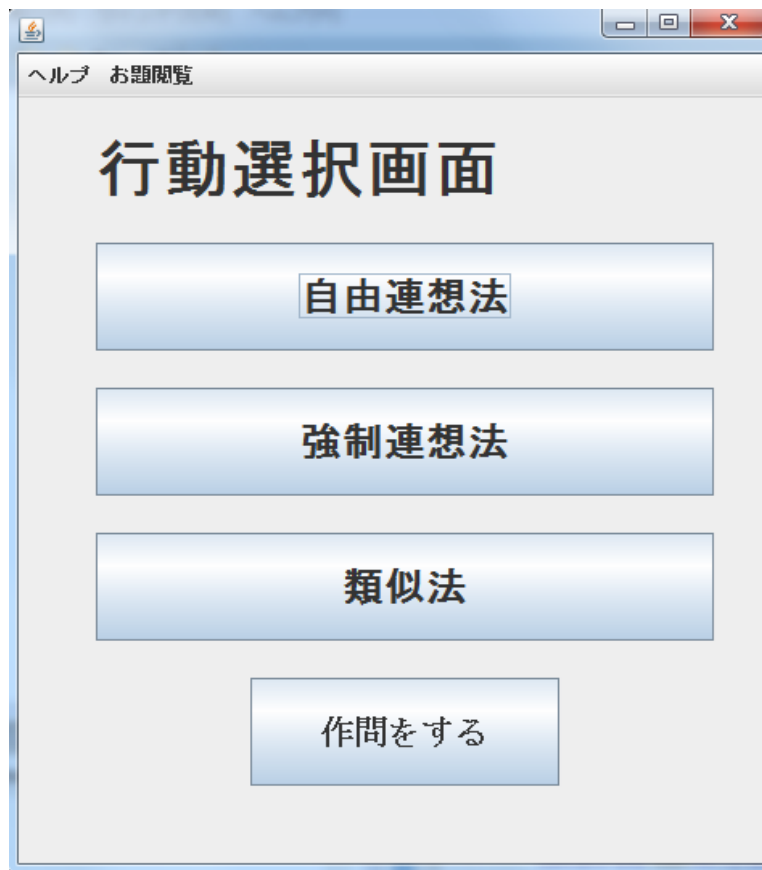


図 4.3 行動選択画面

まず自由連想法について説明する。自由連想法の画面は図 4.4 になっており、右上に補助画面が現れ条文が掲示される。被験者はそれを読み理解したうえで、左のフォームに可能な限り

関連用語を入力していく。この条文は常にどの画面でもメニューのヘルプを選択することによって表示することが出来る。入力を終わると、図 4.3 の画面に戻る。

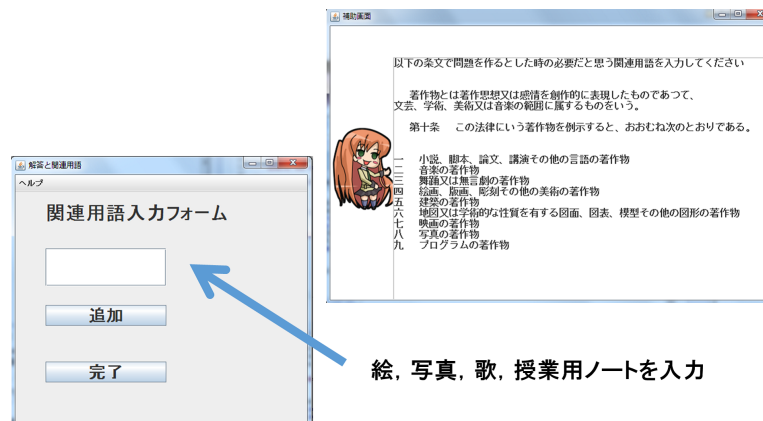


図 4.4 自由連想法画面

次は類似法について説明する。類似法の画面は図 4.5 になっており、自由連想法の画面で入力した関連用語をマウスでドラッグすることにより選択できるようになっている。選択した関連用語のグループ名を画面下部にあるフォームに入力してグループ作成が完了する。

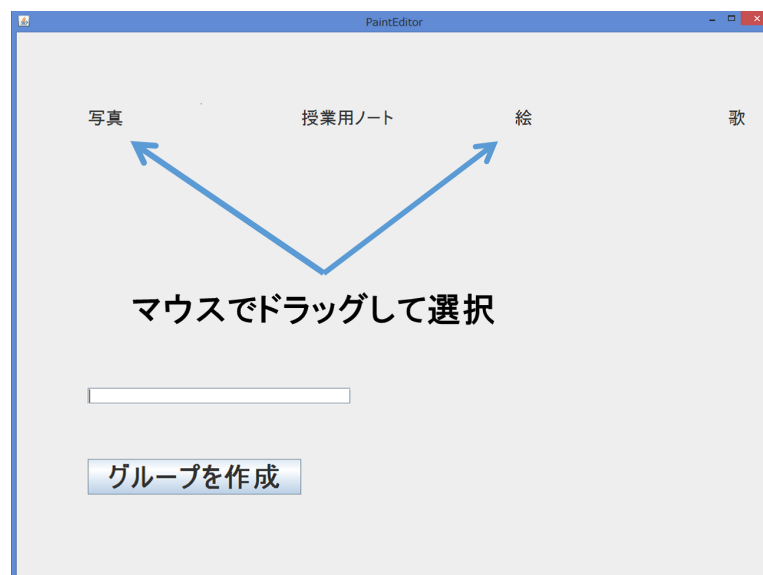


図 4.5 類似法画面

グループ作成が完了すると、図 4.6 のように作成したグループを掲示し、グループに当てはまりそうな関連用語を入力させる。



図 4.6 類似法グループ画面

完了ボタンを押すと、図 4.7 のように、さらにグループ作成を行うか、終了するかを選択できる画面に遷移し、グループ作成ボタンを選択すると図 4.5 に遷移し、終了ボタンを選択すると類似法を終了し、図 4.3 に遷移する。

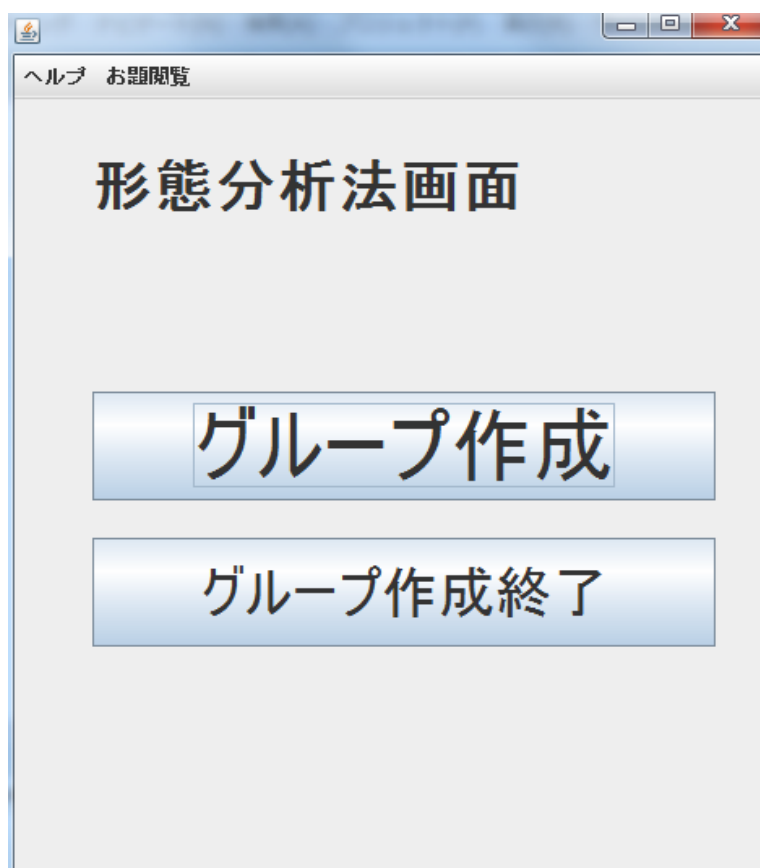


図 4.7 類似法選択画面

次に強制連想法について説明する。強制連想法の画面は図 4.8 になっており、あらかじめ決められた質問を順番に掲示して、その答えをフォームに入力させていく。次の問題へボタンを選択すると次の質問が掲示され、最後の問題を終わることで、強制連想法が終了し、図 4.3 に遷移する。

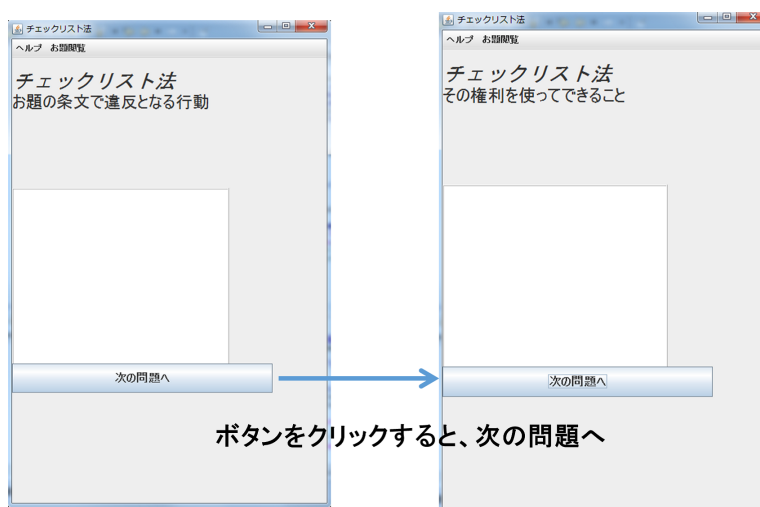


図 4.8 強制連想法画面

最後に作問について説明する。作問を行う画面は図 4.9 になっており、メニューに表示され

ている発散結果を見るという項目をクリックすることによって、図 4.10 のように、それぞれの連想法を使用して発散した関連用語を見ることが出来る。被験者はこれらの関連用語と条文を見ながら作問が出来る。

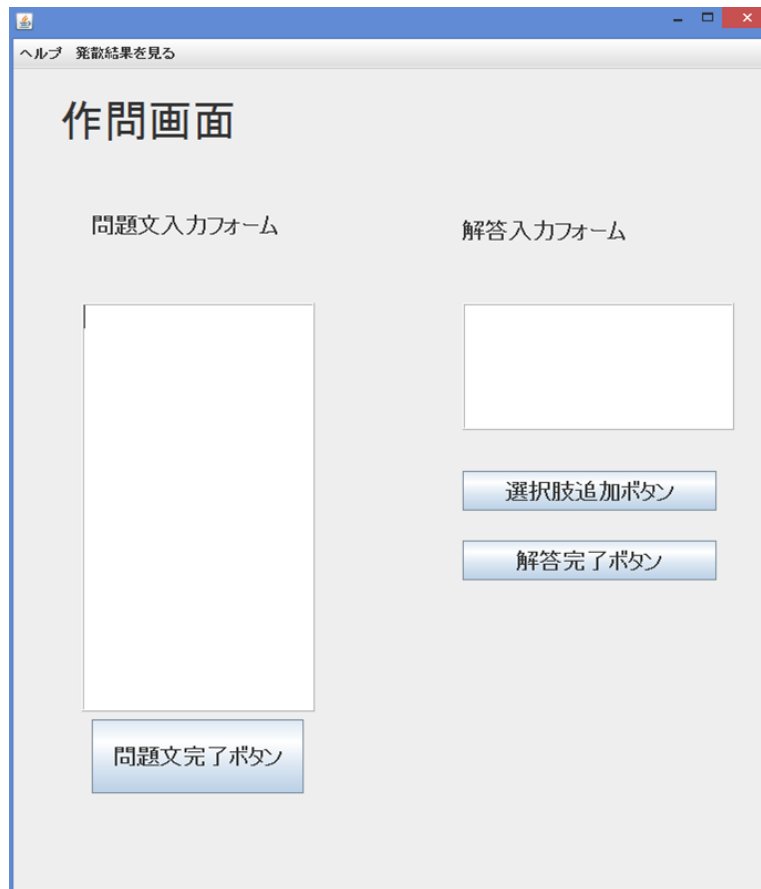


図 4.9 作問画面

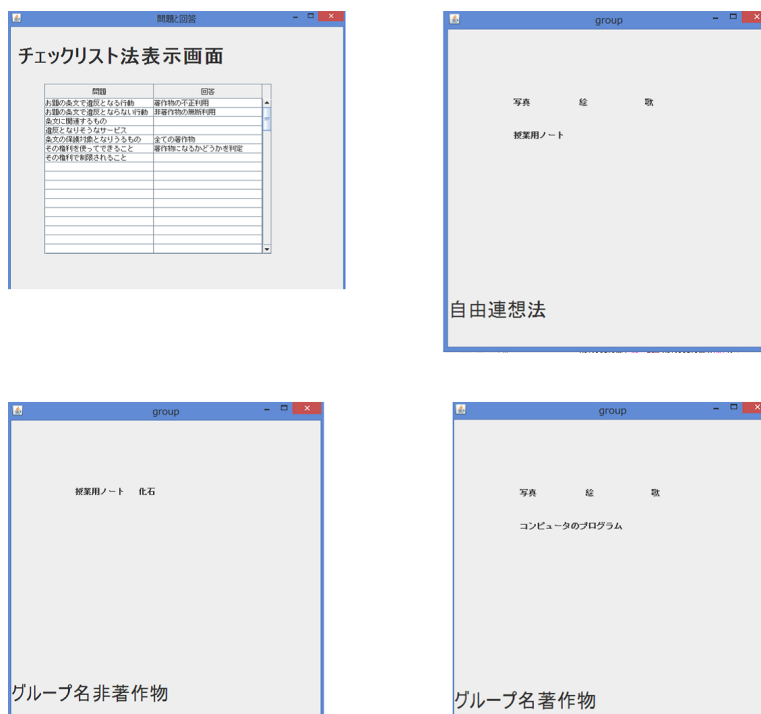


図 4.10 連想結果表示画面

その結果として、機能による連想結果や作問結果をログ情報として表 4.1 のように取得している。

表 4.1 ログとして取得しているデータ

	機能を用いた作問	機能を用いていない作問
自由連想法の連想結果	✓	
強制連想法の連想結果	✓	
類似法の連想結果	✓	
作成された問題のデータ	✓	✓
使用された条文のデータ	✓	✓

第 5 章

評価実験

本研究では大学生 6 名の被験者に開発した実験用の作問支援システムを使用させ、著作権関係の条文（著作権法）を見せて、それらの情報だけで問題を作成させた。

今回は被験者に対して機能未使用の時と機能使用の時とでそれぞれ 5 問ずつ作問を行わせた。問題作成方法として条文を一つ掲示し、実験用システム図 4.1 と図 4.2 の流れで作問を 2 回行わせるものとなっており、それらを条文 5 問分行わせる。導入した機能が作問に役立っているか発散的思考力とどのように関わっているかということを評価するために、ログ情報として取得している作成された問題や機能の発散データを比較する。以下にそれぞれの評価方法と実験結果を記述する。

5.1 問題同士の比較

まず機能未使用の状態で作成された問題と条文との単語類似度を名詞と動詞でそれぞれ測定する。この際、それぞれの単語類似度（以後は名詞・動詞類似度とする）は作成された問題と条文を形態素解析により、名詞と動詞に分割し、コサイン類似度（式 5.1）で測定した。次に機能使用の状態で作成された問題と条文との名詞・動詞類似度を測定する。そして、これら 2 種類の類似度を比較する。機能使用時の類似度が機能未使用時の類似度より低ければ条文に縛られずに独自性のある問題が出来ていると証明するための比較である。具体的な比較の手法として T 検定などで分析していく。

$$\cos(D_q, D_i) = \frac{\sum_{n=0}^k w_{q,n} w_{i,n}}{\sqrt{\sum_{n=0}^k w_{q,n}^2} \sqrt{\sum_{n=0}^k w_{i,n}^2}} \quad (5.1)$$

$w_{q,n}$: 機能未使用時に作成された問題 D_q の単語（名詞か動詞）ベクトルの n 番目要素

$w_{i,n}$: 機能使用時に作成された問題 D_i の単語（名詞か動詞）ベクトルの n 番目要素

5.1.1 名詞類似度を用いての分析

今回は被験者6名に機能未使用時、機能使用時でそれぞれ5問ずつ作問を行わせたので30組(2種類)の名詞類似度が得られた。その結果、30組それぞれの名詞類似度の散布図を描くと図5.1になる。さらにそれらに対しT検定などを行った結果を表5.1に表す。

これらの結果を見ると、全体的に機能未使用時の方が、お題の条文との類似度が高くなっていることが見て取れる。さらにこの2種類の類似度を片側検定でT検定すると、有意確率0.05%で機能使用時の類似度が有意に低いという結果が得られた。これらの結果から行った考察を以下に示す。

T検定の結果からも分かるように機能使用時の方が問題作成時に与えた条文とは異なる作問が出来ていることが分かる。今回の実験では作問の補助として条文しか与えていないので、作られた問題が条文と異なっているということは独自性のある問題が作られているということになる。

さらに問題と条文の名詞類似度が0.0の問題数を見ると、機能未使用時は全ての問題が条文と少なからず類似しているのに対し、機能使用時には30問中7問が名詞類似度0.0になっている。つまり条文とはまったく類似していないということになる。これは何かしらの機能の効果によって被験者が作問時に条文中の名詞を使わなくなった可能性がある。

以上の点で作成された問題に対して創造技法に基づく機能が名詞に関して独自性を与えたと考えられる。

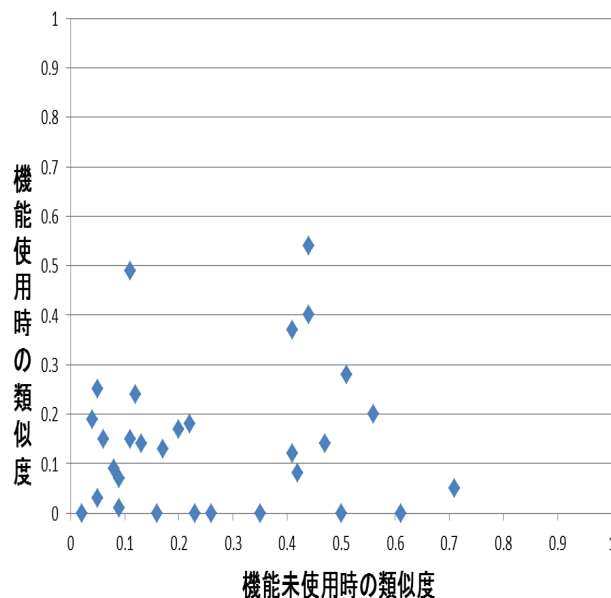


図 5.1 機能使用時と未使用時の作問と条文の名詞類似度の比較

表 5.1 機能使用時と未使用時の作問に関する統計

機能使用時の作問と条文との平均類似度	0.15
機能未使用時の作問と条文との平均類似度	0.27
2つの類似度の差の T 検定の片側有意確率	0.05%
機能使用時の作問と条文の類似度が 0.0 の問題数	7/30 問
機能未使用時の作問と条文の類似度が 0.0 の問題数	0/30 問

5.1.2 動詞類似度を用いての分析

同様に被験者 6 名に機能未使用時、機能使用時でそれぞれ 5 問ずつ作問を行わせたので 30 組（2 種類）の動詞類似度が得られた。その結果、30 組それぞれの動詞類似度の散布図を描くと図 5.2 になる。さらにそれらに対し T 検定などを行った結果を表 5.2 に表す。

機能未使用時と使用時の類似度の差を片側検定で T 検定すると、有意確率 42% で特に 2 つの動詞類似度間で有意な差が無いと考えられた。これらの結果から行った考察を以下に示す。

T 検定の結果からも分かるように機能使用時と未使用時では明確な差が出ていないことが分かった。これは作問時に条文には含まれていない新たな動詞を含ませることが出来なかったことを表している。

以上の点で作成された問題に対して創造技法に基づく機能が動詞に関して特に影響を与えていないことが分かる。

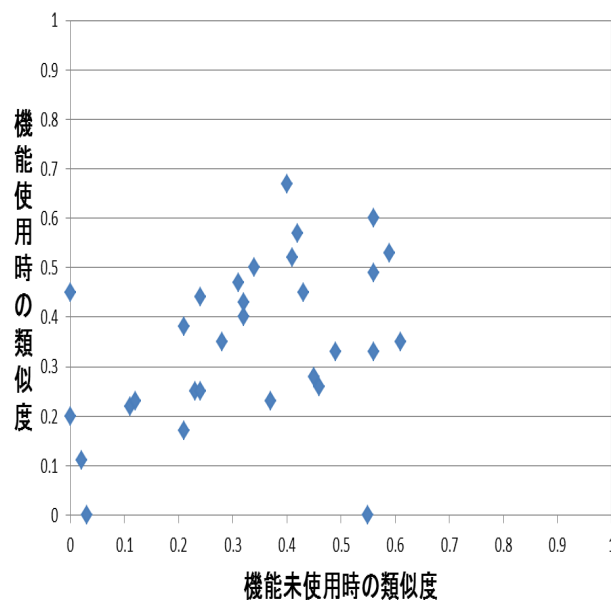


図 5.2 機能使用時と未使用時の作問と条文の動詞類似度の比較

表 5.2 機能使用時と未使用時の作問に関する統計

機能使用時の作問と条文との平均類似度	0.34
機能未使用時の作問と条文との平均類似度	0.31
2つの類似度の差の T 検定の片側有意確率	42%
機能使用時の作問と条文の類似度が 0.0 の問題数	2/30 問
機能未使用時の作問と条文の類似度が 0.0 の問題数	2/30 問

5.2 機能使用時の発散データを用いた比較

機能を使用して発散した関連用語とその時に作成された問題との名詞・動詞類似度（式 5.2）を測定する。この類似度をそれぞれの機能使用時の問題と条文の類似度との T 検定などで分析している。作成された問題が条文よりも、機能使用時の発散データに類似していることを期待するためのものである。これらが正しいことにより、最初に与えられた条文よりも、機能の発散データがある程度作問に役立っていることを証明するためである。さらに3つの連想法のどの機能が作問に多大な影響を与えているかも分析できると考えている。名詞類似度を用いた時と動詞類似度を用いた時の自由連想法、類似法、強制連想法の3つの機能に対する結果と考察を以下に示す。

$$\cos(D_q, D_i) = \frac{\sum_{n=0}^k w_{q,n} w_{i,n}}{\sqrt{\sum_{n=0}^k w_{q,n}^2} \sqrt{\sum_{n=0}^k w_{i,n}^2}} \quad (5.2)$$

$w_{q,n}$: 連想法を用いて発散した関連用語 D_q の単語（名詞か動詞）ベクトルの n 番目要素

$w_{i,n}$: 機能使用時に作成された問題 D_i の単語（名詞か動詞）ベクトルの n 番目要素

5.2.1 自由連想法の発散データを用いた手法（名詞類似度）

図 5.3 は自由連想法で発散した関連用語（名詞）と作成された問題の名詞類似度と、条文と機能使用時に作成された問題の名詞類似度の散布図である。さらにそれに対して、T 検定や相関などを求めた結果を表 5.3 に載せている。

条文との名詞類似度が 0.14 となっているので、ある程度条文と類似していることも見て取れる。しかし、散布図の2種類の名詞類似度の相関は 0.29 で弱い正の相関があるが無相関に近く、条文に含まれる名詞と自由連想法で発散した同一の関連用語（名詞）で、作成された問題に含まれる名詞はほぼ無いと考えられる。

散布図の2種類の名詞類似度で片側検定で T 検定も行った結果、有意確率 0.3% で有意差が

見られた。これは機能を用いて作られた問題中に自由連想法の発散用語に含まれる名詞の方が条文に含まれる名詞より多く含まれていて、それが偶然の範囲内とは言い難いことを表している。さらに散布図を見てみると、条文と問題の名詞類似度が0.2周辺の際に名詞類似度が0.4から0.7などの高い類似点が多い。これは一部分ではあるが、条文とは異なる独自性のある連想が出来ていることや独自性のある問題が作成できたことを表している。

よって自由連想法の発散用語はある程度は類似しているが問題作成時には条文より明らかに被験者にとって使いやすかったことになる。さらに独自性のある問題を作成するために、自由連想法を行うことは有効であるということも言える。

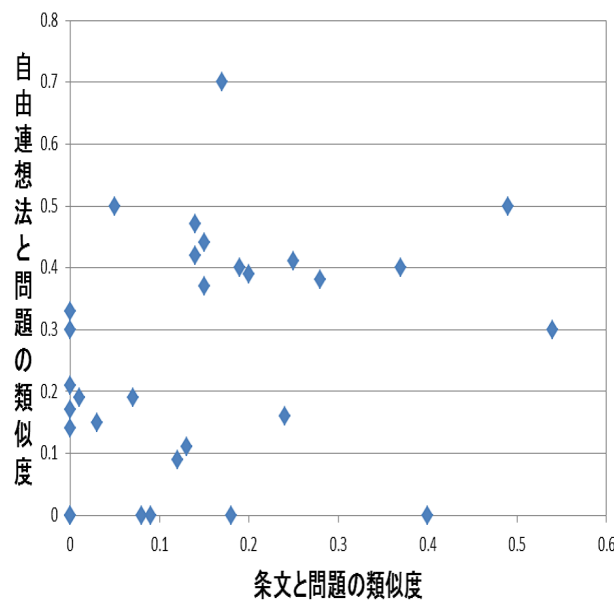


図 5.3 自由連想法の発散用語と作問および条文と作問の名詞類似度の比較

表 5.3 名詞類似度を用いた時の自由連想法に関する統計

図 5.3 の相関	0.29
自由連想法と条文との平均類似度	0.14
機能使用時の作問と条文との平均類似度	0.15
自由連想法と作問との平均類似度	0.27
2つの類似度の差の T 検定の片側有意確率	0.3%
自由連想法と作問の類似度が 0.0 の問題数	6/30 問

5.2.2 自由連想法の発散データを用いた手法（動詞類似度）

図 5.4 は自由連想法で発散した関連用語（動詞）と作成された問題の動詞類似度と、条文と機能使用時に作成された問題の動詞類似度の散布図である。さらにそれに対して、T 検定や相

関などを求めた結果を表 5.4 に載せている。

散布図の 2 種類の類似度で片側検定で T 検定も行った結果、有意確率 1% で有意差が見られた。これは機能を用いて作られた問題中に条文に含まれる動詞の方が自由連想法の発散用語に含まれる動詞より多く含まれていて、それが偶然の範囲内とは言い難いことを表している。さらに自由連想法と作問の動詞類似度が 0.0 の問題数を見ると、50% の問題に関して自由連想法で発散した関連用語（動詞）がまったく使用されていないことが分かる。2 種類の動詞類似度の相関を見てみると 0.47 と正の相関があることが分かった。これは作問に使用されている動詞に条文と自由連想法で同一のものがかなりある可能性が高く、自由連想法で発散した動詞が独自のものではない可能性があるということである。しかし、散布図の個々のデータを見てみると、条文と問題の類似度が低いときに、自由連想法と問題の動詞類似度が高いものが少数あることが分かる。

これらのことを総合的に分析すると、自由連想法は動詞に関して明確に作問に影響することはないと考えられる。しかし条文よりもかなり自由連想法の発散データに類似している問題もあることから、一概に使用できないとは言い難いことから何らかの工夫が出来ることも示唆できる。

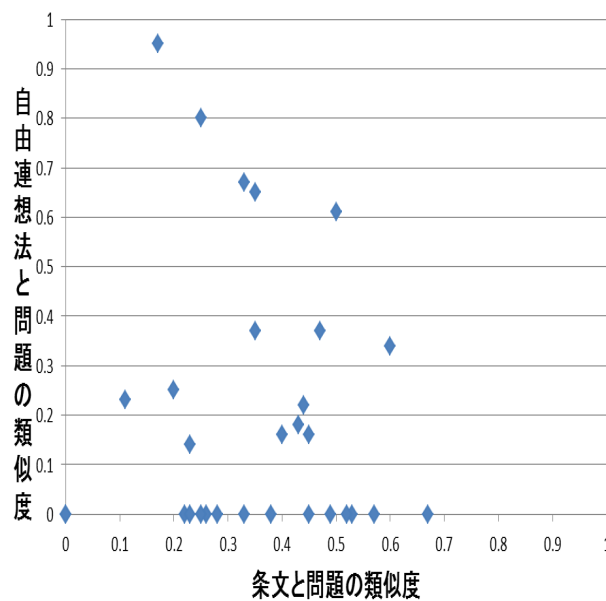


図 5.4 自由連想法の発散用語と作問および条文と作問の動詞類似度の比較

表 5.4 動詞類似度を用いた時の自由連想法に関する統計

図 5.4 の相関	0.47
自由連想法と条文との平均類似度	0.10
機能使用時の作問と条文との平均類似度	0.34
自由連想法と作問との平均類似度	0.21
2つの類似度の差の T 検定の片側有意確率	1%
自由連想法と作問の類似度が 0.0 の問題数	15/30 問

5.2.3 類似法の発散データを用いた手法（名詞類似度）

図 5.5 は類似法で発散した関連用語（名詞）と作成された問題の名詞類似度と、条文と機能使用時に作成された問題の類似度の散布図である。さらにそれらに対し T 検定や相関などを求めた結果を表 5.5 に載せている。条文と名詞類似度が 0.17 となっているので、ある程度条文と類似していることも見て取れる。しかし、散布図の 2 種類の名詞類似度の相関は 0.01 で無相関なので、条文と類似法の発散用語の同一名詞で、作成された問題に含まれる名詞はほぼ無いと考えられる。

散布図の 2 種類の名詞類似度で片側検定で T 検定も行った結果、有意確率 13% で有意差が見られなかった。これは機能を用いて作られた問題中に類似法の発散用語に含まれる名詞の方が条文に含まれる名詞より多く含まれていて、それが偶然の範囲内とは言い難いことを表している。しかし散布図を見てみると、類似法の発散用語と問題の名詞類似度が 0.4 から 0.6 まであるものが多々あり、被験者が問題作成時に使用した可能性が高いものもあると考えられることから、一概に作問時に使用できないとは言いづらい。今回は自由連想法の発散用語をグループ化して、そのグループをヒントにしてさらに発散させる形態分析法という手法を採っているが、自由連想法の発散用語の情報量が少ないと形態分析法が使いづらいので、その点に対して影響があった可能性がある。

今後は自由連想法の発散用語と類似法の発散用語を詳しく分析して、自由連想法をより多く発散させられる改善をしていく。それらの結果から、類似法自体を使用できるかどうかの判断をしていく。

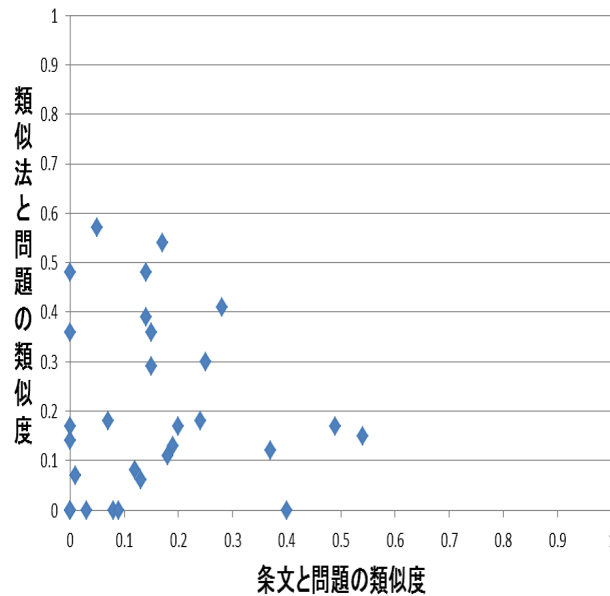


図 5.5 類似法の発散用語と作問および条文と作問の名詞類似度の比較

表 5.5 名詞類似度を用いた時の類似法に関する統計

図 5.5 の相関	0.01
類似法と条文との平均類似度	0.17
機能使用時の作問と条文との平均類似度	0.15
類似法と作問との平均類似度	0.20
2つの類似度の差の T 検定の片側有意確率	13%
類似法と作問の類似度が 0.0 の問題数	6/30 問

5.2.4 類似法の発散データを用いた手法（動詞類似度）

図 5.6 は類似法で発散した関連用語（動詞）と作成された問題の動詞類似度と、条文と機能使用時に作成された問題の動詞類似度の散布図である。さらにそれらに対し T 検定や相関などを求めた結果を表 5.6 に載せている。

散布図の 2 種類の動詞類似度で片側検定で T 検定も行った結果、有意確率 0.5% で有意差が見られた。これは機能を用いて作られた問題中に条文に含まれる動詞の方が類似法の発散用語に含まれる動詞より多く含まれていて、それが偶然の範囲内とは言い難いことを表している。さらに類似法と作問の動詞類似度が 0.0 の問題数を見ると、46% の問題に関して自由連想法で発散した関連用語（動詞）が使用されていないことが分かる。しかし、散布図の個々のデータを見てみると、条文と問題の動詞類似度が低いときに、類似法と問題の動詞類似度が高いものが少数あることが分かる。

これらのことを総合的に分析すると、類似法は動詞に関して明確に作問に影響することはないと考えられる。しかし条文よりも類似している問題もあることや、一概に使用できないとは言い難いことから何らかの工夫が出来ることも示唆できる。

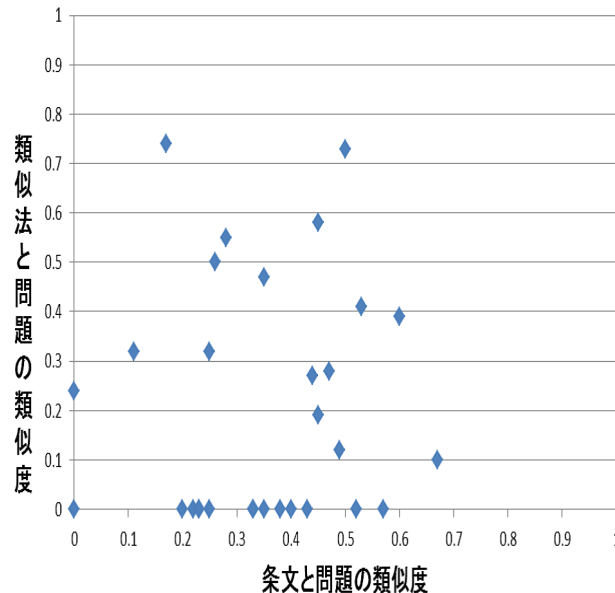


図 5.6 類似法の発散用語と作問および条文と作問の動詞類似度の比較

表 5.6 動詞類似度を用いた時の類似法に関する統計

図 5.6 の相関	0.05
類似法と条文との平均類似度	0.11
機能使用時の作問と条文との平均類似度	0.34
類似法と作問との平均類似度	0.20
2つの類似度の差の T 検定の片側有意確率	0.5%
類似法と作問の類似度が 0.0 の問題数	14/30 問

5.2.5 強制連想法の発散データを用いた手法（名詞類似度）

図 5.7 は強制連想法で発散した関連用語（名詞）と作成された問題の名詞類似度と、条文と機能使用時に作成された問題の名詞類似度の散布図である。さらにそれらに対し T 検定や相関などを求めた結果をを表 5.7 に載せている。条文との名詞類似度が 0.24 となっているので、他の機能より名詞に関して条文と類似していることも見て取れるが、本実験で使用しているチェックリスト法は発散用語が文章になってしまうケースが多かったので他の機能より条文に類似しやすいと考えられる。さらに散布図の 2 種類の名詞類似度の相関は 0.05 で無相関なので、条文と強制連想法の発散用語の同一名詞で、作成された問題に含まれる名詞はほぼ無いと

考えられる。

散布図の2種類の名詞類似度で片側検定で T 検定も行った結果、有意確率 0.02% で有意差が見られた。これは機能を用いて作られた問題に強制連想法の発散用語に含まれる名詞の方が条文より多く、それが偶然の範囲内とは言いづらいことを表している。

さらに散布図を見てみると、強制連想法と問題の名詞類似度は 0.5 を超えるものが多々あることが分かる。これは強制連想法の発散用語と問題が大きく類似していることを表している。しかし、その時に条文と問題の名詞類似度が高いものが多い。しかし正の相関が見られないことや T 検定の有意確率などから明らかに強制連想法の方が条文より問題に類似していることは明白である。しかし条文と異なる部分でどの程度問題に類似しているかは特定できていない。今後はその部分を分析しつつ、改善していこうと考えている。

以上の点を踏まえて、強制連想法の発散用語はある程度は条文と類似しているが、問題作成時には条文より明らかに被験者にとって使いやすかったことになる。

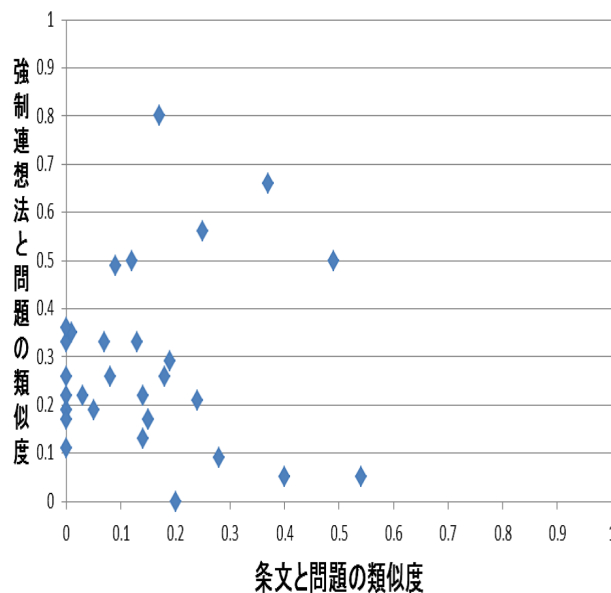


図 5.7 強制連想法の発散用語と作問および条文と作問の名詞類似度の比較

表 5.7 名詞類似度を用いた時の強制連想法に関する統計

図 5.7 の相関	0.05
強制連想法と条文との平均類似度	0.24
機能使用時の作問と条文との平均類似度	0.15
強制連想法と作問との平均類似度	0.28
2つの類似度の差の T 検定の片側有意確率	0.02%
強制連想法と作問の類似度が 0.0 の問題数	7/30 問

5.2.6 強制連想法の発散データを用いた手法（動詞類似度）

図 5.8 は強制連想法で発散した関連用語（動詞）と作成された問題の動詞類似度と、条文と機能使用時に作成された問題の動詞類似度の散布図である。さらにそれらに対し T 検定や相関などを求めた結果をを表 5.8 に載せている。

散布図の 2 種類の動詞類似度で片側検定で T 検定も行った結果、有意確率 34% で有意差が見られなかった。これは機能を用いて作られた問題に条文と強制連想法の動詞が同様に使用されていたことを表している。2 種類の動詞類似度の相関を見ても 0.09 とほぼ無相関で、作問に条文の動詞とは別の強制連想法の発散した関連用語（動詞）が含まれていることが分かる。さらに、散布図の個々のデータを見てみると、条文と問題の動詞類似度が低いときに、強制連想法と問題の動詞類似度が高いものが少数あることが分かる。

これらのことを総合的に分析すると、強制連想法は動詞に関して条文と同様に作問に影響を与えた可能性があると考えられる。これらの理由として、自由連想法と類似法は発散した関連用語が単語なのに対して、強制連想法はあらかじめ決めた質問に答えさせ強制的に連想させる（チェックリスト法）を採用しているため、発散した関連用語が文章になりやすく動詞が含みやすい傾向があるからであると考えられる。

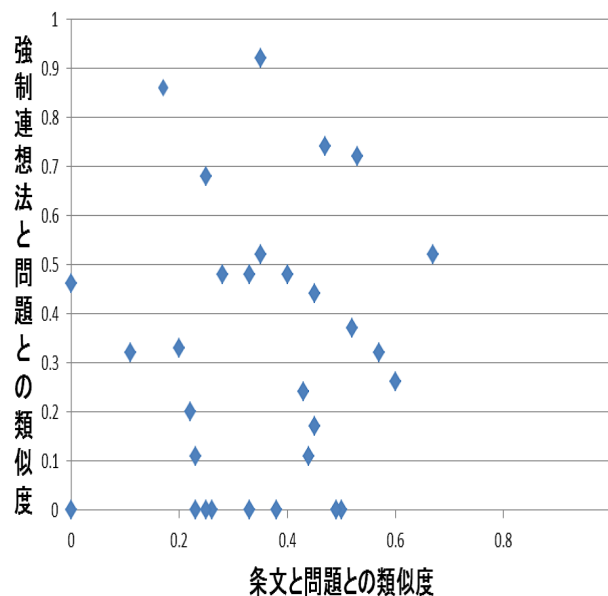


図 5.8 強制連想法の発散用語と作問および条文と作問の動詞類似度の比較

表 5.8 動詞類似度を用いた時の強制連想法に関する統計

図 5.8 の相関	0.09
強制連想法と条文との平均類似度	0.23
機能使用時の作問と条文との平均類似度	0.34
強制連想法と作問との平均類似度	0.32
2つの類似度の差の T 検定の片側有意確率	34%
強制連想法と作問の類似度が 0.0 の問題数	8/30 問

表 5.9 全機能の文字数の平均

条文	1 問目	2 問目	3 問目	4 問目	5 問目
平均	129 文字	141 文字	209 文字	182 文字	210 文字

5.3 連想と知識的な情報

本実験では著作権の条文をお題として連想法を行わせ作問をさせた。連想法を用いて作問をする際には最初に何かしらの知識的な情報（今回は条文）が必要となる。作問をする際にお題の種類によっても、独創的な問題を作れるかどうかに影響していると言われている [6]。それと関連して、本実験の結果から知識的な情報をヒントとして与える場合、その内容によっても連想法の連想結果に多大に影響してくると考えられた。

全機能使用時に入力された文字数の平均を 5 問の問題それぞれに対して分析した結果が表 5.9 である。この表を見ると、3・4・5 問目が明らかに 1・2 問目に比べて高い数値が出ている。これは機能を使ってより多くの連想がなされたということである。これらの平均の差はどの問題も同じ機能を使用しているのであるから、具体的な違いとしては連想慣れしたということと、与えた条文の内容よる違いとの 2 通りの可能性が考えられる。

前者は被験者のログ情報から判断して、問題ごとにかなり期間が空いて作問されているものが多々あったので、連想慣れということは考えづらい。さらに 2 問目から 3 問目に関しての平均がかなり上がっているので、徐々に慣れてきたという感じでもないと考えられる。後者についてであるが、1・2 問目は放送業者に関わる著作権の条文と著作者本人に関わる著作権の条文で大学生の被験者には関係が薄そうなものになっていた。一方、3・4・5 問目は家庭間での著作物の複製についての条文と著作物に関する研究などでの引用についての条文、教育関係の条文になっており、大学生の被験者に大いに関係がありそうなものになっていた。

以上の点で、条文が被験者にとって身近なものであったため多くの連想が出来たと考えられる。連想法を行うことによって、発散的思考力が向上するという仮説が正しいとすると、より多くの連想をさせるということは重要なことと考えられる。よって、作問時にお題として与える内容も、発散的思考力向上を目的とした作問では考慮しなければならないと考えられる。

第6章

システム化についての考察

本研究の最終目標として、SNS を活用した知識の定着と発散的思考力向上という2つの効果を持つ新しい作問学習支援システムを開発しようとしている。作問行為には必ず問題を作るためのお題が必要である。本実験でお題は問題を作る人が詳しいことや身近なことに繋がっていると連想がしやすいことが分かってきた。その点でも身近な人や不特定多数の人とコミュニケーションが出来る SNS を活用すれば、共通の事柄を学ぶユーザ同士が集まってお題提供などが行いやすいのではないかと考えられる。さらに知識の定着を図りたいユーザと発散的思考力を向上したいユーザがそれぞれ作問を行い、問題を解き合えばお互いの目的が満たし合えるのではないかと考えられる。これらの点で作問学習支援システムに SNS を活用することが望ましいと考えられる。

現時点では連想法を用いた作問がある程度、問題に独自性を持たせる効果があり、作問時に使用できることも分かった。しかし、連想法自体が一般的ではないので、システム利用者に分かりやすく連想法を利用させる工夫も必要になってくる。さらに最終的な作問学習支援システムでは問題を解くユーザには知識の定着、作問をするユーザには知識の定着や発散的思考力向上を効率良くさせなくてはならない。これらを実現するためには連想法を行うことによって発散的思考力を向上できるかどうかを測る実験を行わなければならない。

第7章

今後の課題

本研究ではまず、自由連想法、類似法、強制連想法という3種類の連想法を著作権関係の問題を作成する際に行った作問と、何も行っていない時の作問ではどう違うのか名詞類似度を用いて分析した。これらのT検定や散布図などの考察から、自由連想法と強制連想法については明らかに何も行っていない時の作問より、問題に名詞に関しては独自性が表れているという結論に至った。このことから問題に独自性を与えるという面では連想法を導入した作問は有効であるという結論に至った。さらに独自性という点で発散的思考力を測定するテスト（トランス式創造性思考テスト）の評価基準と同等の結果が得られた。このことから独自性という観点で発散的思考力向上に役立つ可能性も示唆できた。さらに条文よりも、3種類の連想法の方が、名詞類似度の観点で作問より使用されていることが分かり、連想法自体が作問に支障なく使用できることも分かった。

しかし、同様に動詞類似度を用いての分析を行ったが、3種類の連想法を行って総合的に見ても、作問において動詞に関して独自性が表れているという結果は得られなかった。さらに3種類の連想法全てが与えている条文よりも使用されていないことが分かった。このことから、連想法を行った作問では動詞に関しては作問に影響しないと考えられる。動詞という品詞は性質上、名詞と比べて有限である。名詞は日々新しいものが生まれているが、同様の速さで動詞に関して新しいものが生まれることはない。この理由から動詞を様々に連想するのは名詞より難易度が高いと考えられる。しかし強制連想法だけはほぼ条文と変わらず作問に使用されていたことも分かった。強制連想法は他の2種類の連想法と異なり、独自の質問によって得られた連想結果が文章になりやすいという傾向があった。文章は動詞を含みやすく、単語で連想させるより、動詞を含みやすい傾向がある。このことから、動詞を連想させたい場合、強制連想法により答えが文章になりやすい質問をすることが有効であると考えられる。

さらに与えるお題の内容によって連想法を行いやすいものに行いづらいものがあることをそれぞれの問題に対する機能ごとの平均文字数から分析し、連想法を多く行わせるためには最終的な作問学習支援システムではお題をどう与えるべきかを検討しなければならないことが分かった。

今後の課題として、自由連想法、類似法、強制連想法を行うことによって発散的思考力が向上するかどうかの実験を行う。具体的な手法としては、自由連想法、類似法、強制連想法を行

わせる実験用システムを用いて、一定の回数それらの連想法を行わせて発散的思考力を測定するテスト（トーランス式創造性思考テスト）を行わせる。その点数などの評価から T 検定などを行い、連想法が行われた回数に応じた発散的思考力向上の関係を明らかにしていく。さらに同様の手法で連想法を行う際に費やした時間などからも発散的思考力向上との関係を明らかにしていく。しかしトーランス式創造性思考テストは発散的思考力を測定するテストで現在最も使用されているが、採点者の主観が入りやすいテストと言われている。今後は出来るだけ主観が入り難いトーランス式創造性思考テストの行い方を考え、発散的思考力を向上させるための分析を行いたいと考えている。

さらに本実験も引き続き被験者を増やして分析結果をより確実なものとする。最終的に連想法を用いた作問学習支援システムを開発し、発散的思考力向上と知識の定着の両方を行える新しい学習方法の実現を目指していく。

謝辞

本研究に際して、様々なご指導を頂きました服部峻助教に厚く御礼申し上げます。また、日常の議論を通じて多くの知識や示唆を頂いた研究室の皆様には深く感謝の意を表します。そして、実験の際に被験者を快く引き受けてくださり、また多くのご指摘を下さいました情報電子工学系学科の皆様には深く感謝いたします。

参考文献

- [1] J. P. Guilford: The Structure of Intellect (1956)
- [2] Mark A. Runco, et al: Torrance Tests of Creative Thinking as Predictors of Personal and Public achievement: A Fifty-Year Follow-Up, Creativity Research Journal, vol.22, no.4, pp.361–368 (2010)
- [3] Edward A. Silver: On Mathematical Problem Posing, For the Learning of Mathematics, vol.14, no.1, pp.19–28 (1994)
- [4] 小島一晃, 三輪和久, 松居辰則: 問題と創造性 (2009)
- [5] ウランチチゲ, 弓野憲一: 世界の創造性教育を概観する –創造性を育成する授業についての一考察– (2010)
- [6] 小島一晃, 三輪和久, 松居辰則: 産出課題としての作問の多様性に関する実験的調査 (2010)

付録 A

実験に使用した条文

今回の実験で使用した条文 5 問を以下に記述する。

第九条の一, 第九条の二

第九条

放送は、次の各号のいずれかに該当するものに限り、この法律による保護を受ける。

- 一 日本国民である放送事業者の放送
- 二 国内にある放送設備から行なわれる放送
- 三 前二号に掲げるもののほか、次のいずれかに掲げる放送
 - イ 実演家等保護条約の締約国の国民である放送事業者の放送
 - ロ 実演家等保護条約の締約国にある放送設備から行われる放送
- 四 前三号に掲げるもののほか、次のいずれかに掲げる放送
 - イ 世界貿易機関の加盟国の国民である放送事業者の放送
 - ロ 世界貿易機関の加盟国にある放送設備から行われる放送

第九条の二

有線放送は、次の各号のいずれかに該当するものに限り、この法律による保護を受ける。

- 一 日本国民である有線放送事業者の有線放送（放送を受信して行うものを除く。次号において同じ。）
- 二 国内にある有線放送設備から行われる有線放送

第二十一条, 第二十二條の一, 第二十二條の二

第二十一条

著作権者は、その著作物を複製する権利を専有する。

第二十二條

著作権者は、その著作物を、公衆に直接見せ又は聞かせることを目的として（以下「公に」という。）上演し、又は演奏する権利を専有する。

第二十二條の二

著作権者は、その著作物を公に上映する権利を専有する。

第三十條

第三十條

著作権の目的となつている著作物は、個人的に又は家庭内その他これに準ずる限られた範囲内において使用することを目的とするときは、次に掲げる場合を除き、その使用する者が複製することができる。

一 公衆の使用に供することを目的として設置されている自動複製機器を用いて複製する場合

三 著作権を侵害する自動公衆送信を受信して行うデジタル方式の録音又は録画を、その事実を知りながら行う場合

第三十二條

第三十二條

公表された著作物は、引用して利用することができる。

この場合において、その引用は、公正な慣行に合致するものであり、

かつ、報道、批評、研究その他の引用の目的上正当な範囲内で行なわれるものでなければならない。

国若しくは地方公共団体の機関、独立行政法人又は地方独立行政法人が一般に周知させることを目的として作成し、

その著作の名義の下に公表する広報資料、調査統計資料、報告書その他これらに類する著作物は、

説明の材料として新聞紙、雑誌その他の刊行物に転載することができる。ただし、これを禁止する旨の表示がある場合は、この限りでない。

第三十五条

第三十五条

1 学校その他の教育機関（営利を目的として設置されているものを除く。）において教育を担任する者及び授業を受ける者は、

その授業の過程における使用に供することを目的とする場合には、必要と認められる限度において、公表された著作物を複製することができる。

ただし、当該著作物の種類及び用途並びにその複製の部数及び態様に照らし著作権者の利益を不当に害することとなる場合は、この限りでない。

2 公表された著作物については、前項の教育機関における授業の過程において、

当該授業を直接受ける者に対して当該著作物をその原作品若しくは複製物を提供し、

若しくは提示して利用する場合又は当該著作物を第三十八条第一項の規定により上演し、演奏し、上映し、若しくは口述して利用する場合には、

当該授業が行われる場所以外の場所において当該授業を同時に受ける者に対して公衆送信（自動公衆送信の場合にあつては、送信可能化を含む。）を行うことができる。

ただし、当該著作物の種類及び用途並びに当該公衆送信の態様に照らし著作権者の利益を不当に害することとなる場合は、この限りでない。