

修 士 論 文 の 和 文 要 旨

研究科・専攻	大学院 情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻 博士前期課程		
氏 名	山根 一郎	学籍番号	2031155
論 文 題 目	教科「情報」における知識・技能の習得を支援する選択問題システムの提案		
<p>要 旨</p> <p>高等学校学習指導要領によると「知識・技能」の習得と「思考力・判断力・表現力」の育成をバランスよく行うことが重要であるとされている。</p> <p>2018年に学習指導要領が改訂され、教科「情報」は2022年度から必修科目である「情報Ⅰ」と選択科目である「情報Ⅱ」となる。また、2021年に大学入試センターは、2025年度の大学入学共通テストから「情報」を出題科目とすることを公表した。</p> <p>知識・技能の学習においては、教科書等で事柄について学んだ後、問題演習を通して学んだ内容を定着させるという形式が望ましい。教科書での学習は授業を通して行うことができるが、授業時数の問題等から問題演習まで授業内で行うことは難しい。また、「情報Ⅰ」においてはまだ実際に授業が始まっていないこともあり、十分に問題演習が行えるほどの学習教材がそろっていない可能性が高い。このことから、教科「情報」における知識・技能の学習を支援する教材の開発は重要であると考えられる。</p> <p>知識・技能について問題演習を通して学習を行っていく場合、一般に選択問題や一問一答問題、穴埋め問題といった形式の問題を出題することが多い。この中で、一問一答問題と穴埋め問題は解答となる単語を正確に記述する必要があり、知識が定着しきっていない学習段階の生徒にとっては難易度が高い問題形式である。したがって、学習段階の生徒が問題演習を行う場合の問題形式は選択問題が望ましい。</p> <p>したがって、本研究では教科「情報」における知識・技能の習得を支援する学習支援システムを提案する。提案する学習支援システムは選択問題を出題するシステムとし、問題を自動生成することで知識が定着するまで繰り返し学習を続けることができる。また、学習効果を高めるために出題する問題の誤答選択肢は正解の選択肢と関連度が高いものとする。さらに、誤答選択肢の選び出し方が学習効果や問題の難易度にどう影響するか調べるため、誤答選択肢の選び出し方にいくつかのパターンを設け、比較実験を行った。</p>			

令和3年度 修士論文

教科「情報」における知識・技能の習得を
支援する選択問題システムの提案

所属	情報理工学研究科 情報・ネットワーク工学専攻
学籍番号	2031155
氏名	山根 一郎
指導教員	中山 泰一 教授 久野 靖 教授 武石 典史 教授

目次

第1章	はじめに	1
1.1	本研究の背景	1
1.2	本研究の目的	2
1.3	本論文の構成	2
第2章	関連研究および関連資料	3
2.1	教科「情報」について	3
2.1.1	高等学校共通教科情報科の知識体系に関する一考察	3
2.1.2	大学入学共通テスト サンプル問題『情報』および「情報」試作問題(検討用イメージ)	3
2.2	選択問題システムについて	3
2.2.1	Are Two Words Better than One for Intentional Vocabulary Learning?	3
2.2.2	記述式問題の誤回答を用いた誤答選択肢自動生成システムの開発	4
2.2.3	問題解決プロセスを利用した選択問題の誤選択肢及び解説の自動生成	4
第3章	設計	5
3.1	システムの概要	5
3.2	システムで扱う用語	6
3.3	総合領域コード	6
3.4	誤答選択肢の選出	7
第4章	実装	8
4.1	実装の概要	8
4.2	実装内容	8
4.2.1	データベース	8
4.2.2	問題出題	9
4.2.3	問題の解答	11
4.2.4	成績データ	12
4.2.5	テスト問題	13
第5章	評価	15
5.1	評価の方法	15
5.2	結果と考察	15

第6章 おわりに	21
6.1 まとめ	21
6.2 今後の課題	21
謝辞	22
参考文献	22
付録A システムで利用した用語とその用語の総合領域コードについて	25
付録B 実験アンケートについて	32

第1章 はじめに

1.1 本研究の背景

高等学校学習指導要領 [1] によると「知識・技能」の習得と「思考力・判断力・表現力」の育成をバランスよく行うことが重要であるとされている。澤山ら [2] は学習者が知識を「活用」する活動に取り組むためには、前提となる知識を「習得」することが必要不可欠とし、「習得」を支援する研究を行った。他にも、Kasahara [3] は語彙の学習の学習効果を高めるための研究、舟生ら [4] は高校物理の選択問題を生成する学習支援システムの研究、吉田ら [5] は計算問題を対象とした学習支援システムの研究など、「知識・技能」の習得支援を目的とした様々な研究がこれまでに行われている。

2018年に学習指導要領が改訂され、これまでは「社会と情報」と「情報の科学」の選択必修であった教科「情報」は、2022年度から必修科目である「情報I」と選択科目である「情報II」となる。また、2021年に大学入試センターは、2025年度の大学入学共通テストから「情報」を出題科目とすることを公表した。さらに、大学入試センターは、これに関連して「試作問題(検討用イメージ)」および「サンプル問題」を出題内容の検討材料として提供している [6][7]。また、これまで大学入学共通テストおよび大学入試センター試験において「数学2」の枠の中で出題されていた「情報関係基礎」のアーカイブを情報処理学会が公開し、こちらも同様に検討材料とされている [8]。

知識・技能の学習においては、教科書等で事柄について学んだ後、問題演習を通して学んだ内容を定着させるという形式が望ましい。教科書での学習は授業を通して行うことができるが、授業時数の問題等から問題演習まで授業内で行うことは難しい。また、「情報I」においてはまだ実際に授業が始まっていないこともあり、十分に問題演習が行えるほどの学習教材がそろっていない可能性が高い。このことから、教科「情報」における知識・技能の学習を支援する教材の開発は重要であると考えられる。

また、現在では全国的に緩和されているが、新型コロナウイルスの世界的流行に伴い、2020年ごろは対面で授業を行うことが難しく、様々な学校が遠隔授業を実施していた [9]。2022年1月現在もその流行は続いており、流行状況に伴って学級閉鎖を行っている学校も存在する [10]。このように満足に対面での授業が行えないような情勢の中では、個人で学習を進めることのできる教材を開発することは非常に重要であると考えられる。

知識・技能について問題演習を通して学習を行っていく場合、一般に選択問題や一問一答問題、穴埋め問題といった形式の問題を出題することが多い。この中で、一問一答問題と穴埋め問題は解答となる単語を正確に記述する必要があり、知識が定着しきっていない学習段階の生徒にとっては難易度が高い問題形式である。したがって、学習段階の生徒が問題演習を行う場合の問題形式は選択問題が望ましい。

選択問題を出題する際には、問題と正答の他に誤答となる選択肢を複数個用意する必要

がある。Kasahara は意味的に関連がある複数の単語を同時に学ぶことで習得が促進され、記憶に残りやすくなることを示した。このことから、誤答となる選択肢を正答と関連度が高いものとすることによって、誤答の単語と正答の単語を同時に学習できるようになり、さらなる学習効果が期待できる。

1.2 本研究の目的

以上の背景から、本研究では教科「情報」における知識・技能の習得を支援する学習支援システムを提案する。提案する学習支援システムは選択問題を出題するシステムとし、問題を自動生成することで知識が定着するまで繰り返し学習を続けることができる。また、学習効果を高めるために出題する問題の誤答選択肢は正解の選択肢と関連度が高いものとする。さらに、誤答選択肢の選び出し方が学習効果や問題の難易度にどう影響するか調べるため、誤答選択肢の選び出し方にいくつかのパターンを設け、比較実験を行った。

1.3 本論文の構成

本論文は全6章で構成される。

第1章では、知識・技能について学習すること、特に教科「情報」にてその支援を行う重要性について述べた。

第2章では、関連研究を紹介する。

第3章では、本システムの設計について述べる。

第4章では、本システムの実装について述べる。

第5章では、本システムを用いて行った実験の内容および、実験を行って得られた結果とそれを受けての考察を述べる。

第6章では、本研究のまとめと今後の展望について述べる。

第2章 関連研究および関連資料

2.1 教科「情報」について

2.1.1 高等学校共通教科情報科の知識体系に関する一考察

赤澤ら [11] は共通教科情報科の知識体系の策定を目指して、情報Iの教科書用語の考察を行った。情報Iの教科書全12冊の索引から用語を抽出した。教員研修用教材 [12] の学習内容の分類に沿って、抽出した各用語に研修分類コードとして分類コードを割り振った。加えて、学習指導要領解説に記載のある単語については、学習指導要領解説内のどこにその用語が現れるかによって分類コードを割り振り、これを要領分類コードとした。研修分類コードと要領分類コードを合わせて検討したものを総合領域コードとすることで、情報Iの中でその用語がどの分野で使われる単語なのかを明らかにすることができた。

この関連研究には共著者という形で著者も関わっており、本研究ではこの関連研究で得られたデータを基にシステムのデータベースの作成等を行った。

2.1.2 大学入学共通テスト サンプル問題『情報』および「情報」試作問題 (検討用イメージ)

サンプル問題『情報』では、全3問中の第1問において知識を問うような問題が出題されている。用語をそのまま答えさせる問題はないが、用語の意味を正しく把握していないと解けない問題が多く、用語についての学習を行う必要性は高い。

「情報」試作問題では、全8問中の第1問において用語の穴埋め問題が出題されている。語群からあてはまるものを選ぶ形ではあるが、似通った選択肢が多く、こちらも正しく用語と用語の意味を把握している必要がある。

このように、どちらの問題においても大問1つ分は知識を問うような問題が出題されていることが分かる。したがって、情報の入試対策を行うにあたって、用語や用語の意味を覚えるといった、知識の学習が必要不可欠となってくる。

2.2 選択問題システムについて

2.2.1 Are Two Words Better than One for Intentional Vocabulary Learning?

Kasahara は単語の意味的関係性に着目した語彙学習の学習効果について研究した。高校生を対象に新出英単語について学習してもらった実験を行った。20語の新出語のうち、10

語はそのまま学習を行い、残りの10語については各単語と意味的に関係が深い既知語を選びだし、新出語と既知語の2つを組み合わせて2語でひとまとまりとして学習を行う。

実験の結果、ひとつの単語としてそのまま学習した際に比べて、意味的に関係が深い既知語と組み合わせて学習することで、単語の意味の習得が促進されたとともに、記憶に残りやすくなることが明らかになった。

2.2.2 記述式問題の誤回答を用いた誤答選択肢自動生成システムの開発

菅原ら [13] は、選択問題作問時の負担を軽減することを目的として、誤答選択肢自動生成システムを開発した。事前に収集した一問一答形式の問題の解答データから、誤解答を抜き出して整理を行い、選択問題の誤答選択肢として利用した。

2.2.3 問題解決プロセスを利用した選択問題の誤選択肢及び解説の自動生成

舟生らは、問題解決プロセスを利用して選択問題の誤答選択肢および解説を自動生成する研究を行った。物理の問題において、問題を解く際の手順を問題解決プロセスとして保存し、そのうちの一部の手順を置き換えてわざと誤った解答を導くことで誤答選択肢を生成する。生成の過程で、どの手順を誤るとどういった誤答になるかが分かるため、学習者が誤答した際に選んだ誤答選択肢から、誤答した原因を特定することができる。これを用いて、学習者の誤答内容に則した解説を提示することができる。

第3章 設計

3.1 システムの概要

本章では、システムの設計について述べる。本研究では教科「情報」の知識・技能の習得を支援するためのシステムを開発した。システムの概要図を図3.1に示す。開発したシステムは問題文と対応する選択肢を表示し、利用者が問題に取り組むことのできる、多肢選択問題自動生成システムとなる。学習する語句とその語句の解説および総合領域コードをセットとしてデータベースに格納する。問題は語句の解説が問題文として表示され、選択肢は正解の単語の他に誤答選択肢として他の単語を選出して表示される。また、出題の形式によっては総合領域コードを利用して関連度の高い単語を誤答選択肢として選出する。本システムは、問題演習を通して学習した内容の記憶の定着を目標とする。したがって、授業等で学習したのちに復習する用途で本システムが利用されることを想定している。

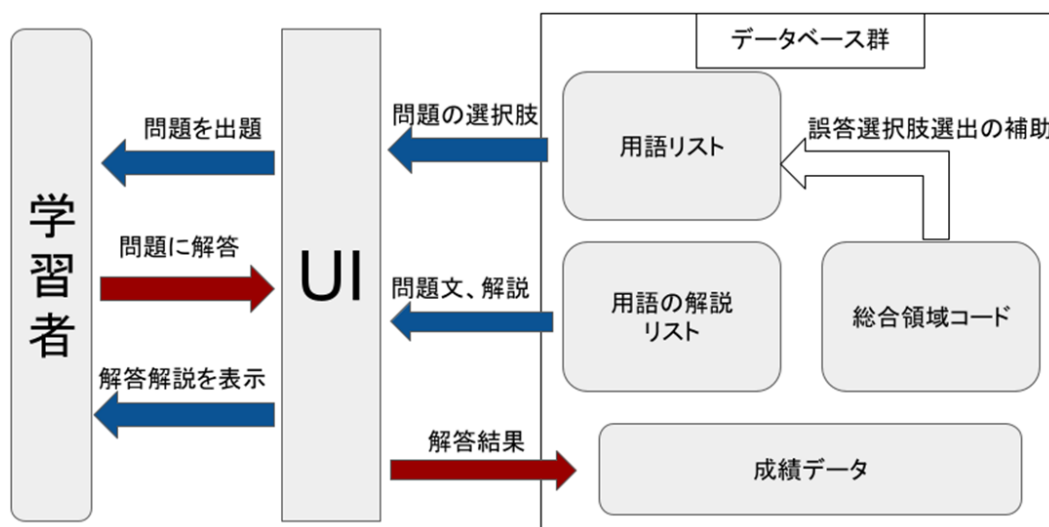


図 3.1: システムの概要図

本システムは、情報Iの教科書で扱われる専門用語を出題する問題として採用することで、教科「情報」の学習が行えるようにした。また、より学習効果を高めるために誤答選択肢として表示される単語群は正答の選択肢と関連度が高いものが選ばれるようにした。どのような基準を用いてシステムで扱う語句を選定するか、関連度が高い語句はどのように選ぶか、について以下で述べる。

3.2 システムで扱う用語

3.1の項で述べた通り、教科「情報」の学習を行うため、本システムでは情報Iの教科書で扱われる索引の用語を取り扱う。情報Iの教科書を取り扱う会社は2022年1月現在で6社あり、合計で12冊の教科書が存在している。各教科書の索引に記載されている用語は重複したものを除くと計1911語存在する。6社1911語の用語のうち、過半数の会社、つまり4社以上で記載が見られる用語は252語あった。また252語の単語のうち、状況に応じて様々な意味合いを持ってしまう「多義性」の単語4語は本研究には不適と判断し、対象から取り除いた。したがって、本研究では248語の単語を取り扱うこととした。

3.3 総合領域コード

2.1.1の研究では情報Iの単語を分類するため、総合領域コードというものを各単語に付けて分類した。これは2.1.1の項で述べた通り、教員研修用教材に沿って分類した研修分類コードと学習指導要領解説に沿って分類した要領分類コードを統合したものである。総合領域コードは表3.1に示すように1~4からなる大分類とそれぞれにア~ウからなる小分類が連なっている。今回扱う248語の用語にはそれぞれにこの総合領域コードが割り当てられている。ただし、複数の領域にまたがる用語は複数の総合領域コードが割り当てられた。本研究で使用した用語とその用語の総合領域コードの組み合わせのリストを付録にて示す。本研究では、各用語に割り当てられた総合領域コードを基に誤答選択肢の選出する。

表 3.1: 総合領域コードの分類

1	情報社会の問題解決
ア	問題を発見・解決する能力
イ	情報社会における個人の果たす役割と責任
ウ	情報技術が果たす役割と望ましい情報社会の構築
2	コミュニケーションと情報デザイン
ア	メディアの特性とコミュニケーション手段
イ	情報デザイン
ウ	効果的なコミュニケーション
3	コンピュータとプログラミング
ア	コンピュータの仕組み
イ	アルゴリズムとプログラミング
ウ	モデル化とシミュレーション
4	情報通信ネットワークとデータの活用
ア	情報通信ネットワークの仕組みと役割
イ	情報システムとデータの管理
ウ	データの収集・整理・分析

3.4 誤答選択肢の選出

本研究では以下の3つのパターンで誤答選択肢の選出する。

パターン A 総合領域コードを利用して正解の単語に関連のある単語を選出する。

パターン B 完全ランダムで単語を選出する。

パターン C 総合領域コードを利用して関連のある単語を選出するが、誤答選択肢の1つのみランダムで選出する。

パターン A は総合領域コードを利用して正解の単語に関連のある単語を選出する。はじめに、正解となる単語を選出し、データベース内の他の単語が持つ総合領域コードを順に参照する。正解の単語が持つ総合領域コードのみで構成される単語を誤答選択肢の候補とし、最終的に候補となった単語の中からランダムで誤答選択肢を選出する。このパターンでは誤答選択肢と正答の選択肢の関連度が高くなるため、誤答選択肢も併せて学習できるようにすることで、2.2.1で示したように学習効果を高めることができると考えられる。また、意味が近い単語が選出されることで、問題自体の難易度が上がるのではないかと考える。

パターン B は単純にランダムで誤答選択肢を選出するものである。誤答選択肢には関連度が高いものから低いものまで多種多様なため、誤答選択肢の選ばれ方によって難易度変動していくと考えられる。また、誤答選択肢と正答の選択肢の関連度は平均して低くなるので、誤答した際にパターン A よりも利用者が苦手とする項目や覚えることができている項目がわかるようになると考えられる。

パターン C では原則誤答選択肢はパターン A と同様の方法で正解と関連度の高い単語を選出するが、1つの選択肢のみパターン B と同様にランダムで選出される。基本はパターン A 同様意味が近い単語が出るため、難易度が高く学習効果も高くなることが予想される。また、ランダムで選ばれた誤答選択肢を選択して誤答した際には、最も関連度が低い単語を選んだことになるので、その単語が利用者の苦手分野の単語である可能性が高くなる。したがって誤答した問題を確認することで利用者の苦手特定に役立つと考えられる。パターン A と同等の学習効果と、パターン B と同様に誤答した際に苦手分野を特定しやすくなる効果の両方を同時に発揮できることを期待して設定した。

評価の章では、各パターンにおいて期待していた効果が得られたかどうかについて評価を行う。

第4章 実装

4.1 実装の概要

本章では、システムの実装について述べる。本システムはオフラインで動作する Java アプリケーションとなっている。アプリケーションの実行ファイルと同じ階層に、テキストファイルが4つ格納されており、それぞれ用語一覧、用語の解説、用語の総合領域コード、利用者の成績が保存されている。システムを実行すると、図のような画面が表示され、3つのパターンから出題形式を選んで問題を解くことができるほか、評価のために実装した事前テスト、確認テストにも取り組むことができるようになっている。



図 4.1: タイトル画面

4.2 実装内容

4.2.1 データベース

データベースは3つのテキストファイルからなり、用語の一覧、用語の解説、用語の総合領域コードが格納されている。各ファイルは行単位で対応しており、用語の一覧の1行目の用語について、解説や総合領域コードを確認したい際は、各ファイルの1行目を参照すればよい。また、用語の解説についてはIT用語辞典 e-Words[14]に記載されている各用語の定義の説明を運営元の株式会社インセプトに許諾を取ったうえで利用している。

4.2.2 問題出題

タイトル画面に3つ存在する「問題を解く」ボタンのどれかを押すと、押したボタンに対応するパターンで問題を出題する。問題出題画面を図4.2に示す。画面上部の白い四角が問題文を出力する部分になっており、問題として選ばれた用語の解説を問題文として表示している。問題は6択の選択問題になっており、5つの誤答選択肢がパターンによって決められた方法で設定される。選択肢が記載されたボタンをクリックすることによって、問題に解答することができる。解答すると正誤判定を行った後、後述の解説画面に遷移する。



図 4.2: 問題出題画面

全パターン共通で、出題する問題はランダムで選ばれる。その後の5つの誤答選択肢の決め方はパターンごとによって以下ようになる。

パターン A では、用語リストを順に探索し、その用語の総合領域コードと正解の用語の総合領域コードを比較する。その用語の総合領域コードが正解の用語の総合領域コードに完全に含まれている場合は誤答選択肢の候補として選出される。すべての用語についてこれを行って誤答選択肢の候補を確定させた後は、誤答選択肢の候補からランダムに5つ選び出す。ここで選び出された5つの用語が問題の誤答選択肢としてシステムに出力される。パターン A における出題例を図4.3に示す。この例では正解の選択肢が「AD変換」となっており、これの総合領域コードは「2ア; 3イ」である。誤答選択肢として選ばれた用語は「デジタル」、「解像度」、「非可逆圧縮」、「Cc」、「引数」となっており、これらの総合領域コードはそれぞれ、「2ア」、「2ア」、「2ア」、「2ア」、「3イ」となっている。誤答選択肢として選ばれた単語の総合領域コードが正解の総合領域コードに含まれていることが分かる。

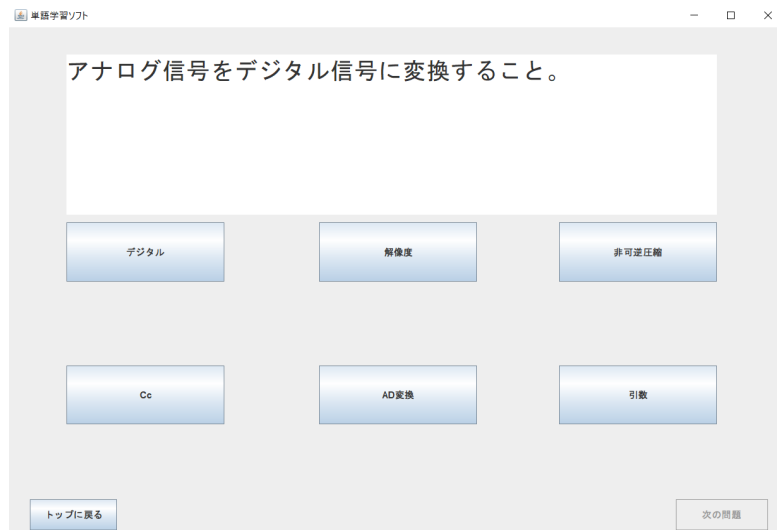


図 4.3: パターン A の出題例

パターン B では、5つの誤答選択肢すべてをランダムで選出する。パターン B における出題例を図 4.4 に示す。この例では正解の選択肢が「フレームレート」で、総合領域コードは「2ア」となっている。誤答選択肢として選ばれた用語は「欠損値」、「インターネット」、「モデリング、モデル化」、「AND回路、論理積ゲート」、「プログラミング言語」となっており、総合領域コードはそれぞれ「4ウ」、「1; 4ア」、「3ウ」、「3ア」、「3イ」である。このように特に法則なくランダムに選択肢が選ばれていることが分かる。

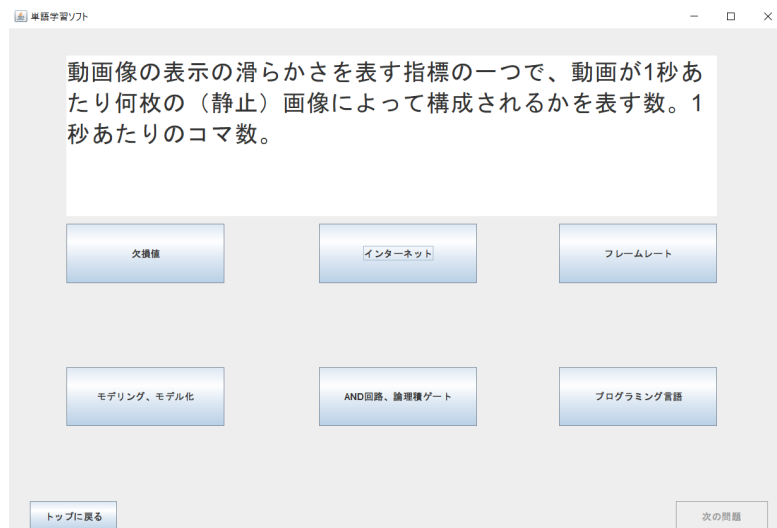


図 4.4: パターン B の出題例

パターン C では、5つ中4つの誤答選択肢についてはパターン A と同様の方法で選出するが、残り1つの選択肢はパターン B と同様ランダムで選出を行う。パターン C における出題例を図 4.5 に示す。この例では正解の選択肢が「フローチャート」で、総合領域コードは「3イ」となっている。誤答選択肢として選ばれた用語は「Python」、「線形探

索」、「API」、「電子マネー」、「関数」で、総合領域コードはそれぞれ「3イ」、「3イ」、「3イ」、「1ウ」、「3イ」である。今回の例では「電子マネー」がランダムに選ばれた選択肢になっており、他の選択肢と総合領域コードが一致せず、関連度の低い単語になっていることが分かる。

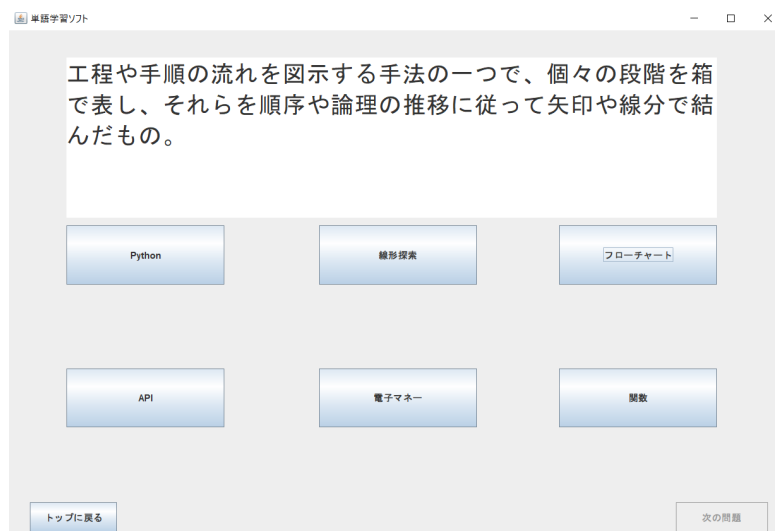


図 4.5: パターン C の出題例

4.2.3 問題の解答

問題に解答すると、解答内容に応じて正誤判定を行う。正解時の画面を図、不正解時の画面を図に示す。解答した選択肢の右上に正解していれば「○」、間違っていれば「×」が描画される。また、正誤判定を行うと同時に各選択肢の下に解説も表示される。これは、各選択肢の用語の意味を表示したものである。このようにして解答と同時に各選択肢の語句の説明を行うことで、6個の選択肢の用語を同時に学習することが可能になる。これは、2.2.1の研究と同様に単語同士を関連付けて学習することにつながるため、より高い学習効果が期待できる。さらに、パターン A や C であれば単語間の関連度が高まるため、より効果があらわれると考えられる。

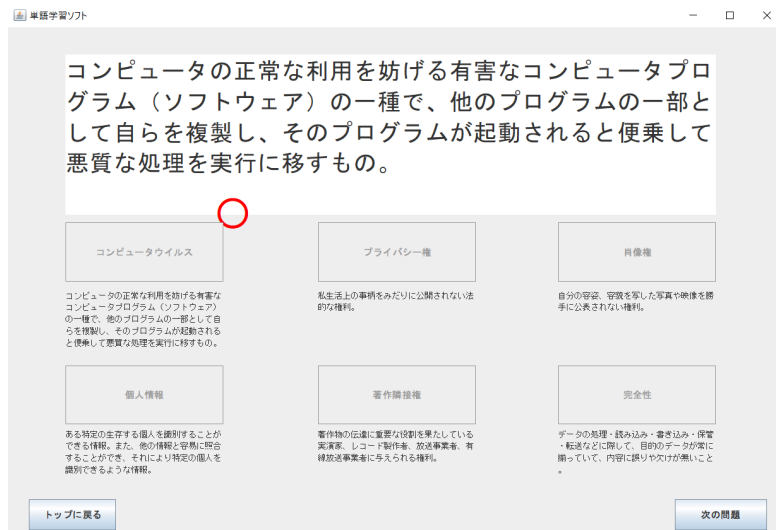


図 4.6: 正解時の画面

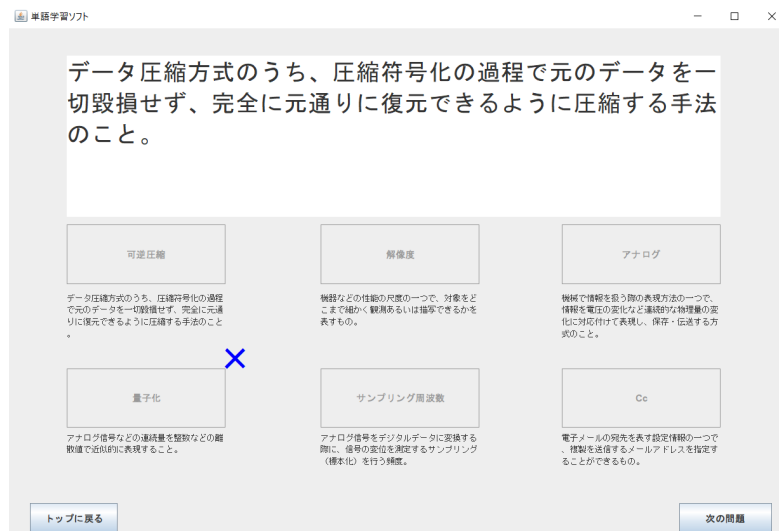


図 4.7: 不正解時の画面

解答後は次の問題をクリックすることで新しく問題を生成し、利用者に提示する。この際、誤答選択肢の選び方はタイトル画面で選択したパターンが維持される。

4.2.4 成績データ

問題に解答すると正誤判定と解説表示の裏で、どのような問題が出てどのように解答したのかを記録するため、成績用のデータベースに記録を書き込む。成績データの例を表 4.1 に示す。成績データは 1 行が 1 問の成績を表しており、各要素をカンマで区切っている。各要素は、左から、正解の用語、正解を含む出題された選択肢 6 つ、選んだ選択肢と

その正誤、出題のパターン、となっている。選んだ選択肢とその正誤については選択肢に対応した6つの欄を用意し、解答されなかった選択肢は空欄のまま、解答された選択肢に正解であれば○、不正解であれば×を記入する。出題のパターンについては、パターンによって0から4までの番号が振られており、0 2はそれぞれ上述したパターン A、B、C に対応している。3と4については後述する事前テストと確認テストに対応している。

表 4.1: 成績データの例

加法混色, 文字化け, JPEG, 解像度, 加法混色, デジタル化, 画素,,,,, ×, 0
CUI, フレーム, POP, 肖像権, CUI, 文字化け, 引用,,,,, ○,,, 1
フローチャート, Python, 線形探索, フローチャート, API, 電子マネー, 関数,,,,, ○,,,,, 2

4.2.5 テスト問題

本システムでは評価実験を行うために事前テストと確認テストの2つの機能を実装した。それぞれ、タイトル画面に表示されているボタンをクリックすることで取り組むことができる。

事前テストは実験に取り組む前に行ってもらうためのもので、通常と同じ形式のものを解いてもらうことにより、学習者の実験前の成績を測ることを目的としている。問題数は10問となっており、問題の生成の仕方はパターン A と同様の形式となっている。また、10問解いた状態で次の問題をクリックすると自動的にタイトル画面に戻るようになっている。なお、テストのため、問題解答後は各語句の解説は表示せず、正誤判定のみを表示するようにしている。事前テスト解答後の画面を図 4.8 に示す。また、問題解答時には上述の成績データベースに3番の番号を付与して記録される。

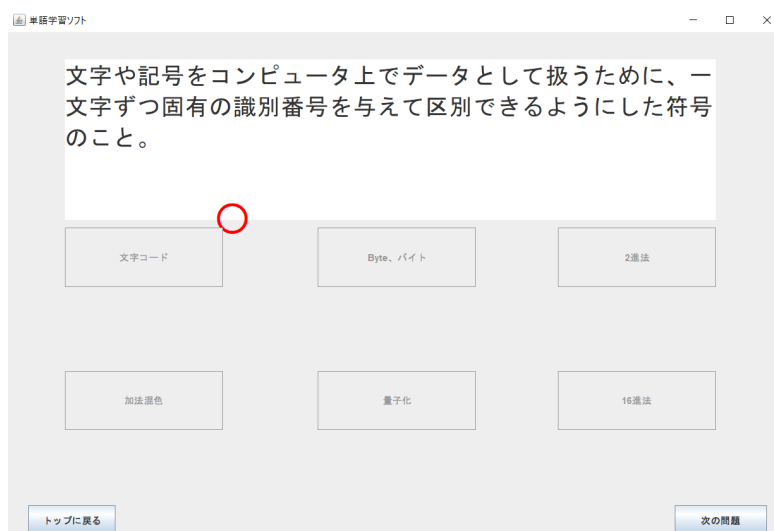


図 4.8: 事前テストの解答後の画面

確認テストでは、実験後にシステムで触れた用語について学習できているかを確認するためのテストを行う。出題する用語および誤答選択肢はこれまでにパターン A~C で学習

を行った際に表示された選択肢の中からランダムに選択される。これにより、問題として取り組んだ用語に加えて、その誤答選択肢についても学習ができているかを確認することができる。こちらも事前テストと同様に問題数は10問となっており、解き終わるとタイトル画面に戻るようになっている。表4.1のような成績が存在するときに確認テストを実施した際の例を図4.9に示し、解答後の画面を図4.10に示す。選択肢の用語がすべて成績データ内の用語から選ばれていることが分かる。また、事前テストと同様に解答後は解説を表示せず、正誤判定のみを表示する。

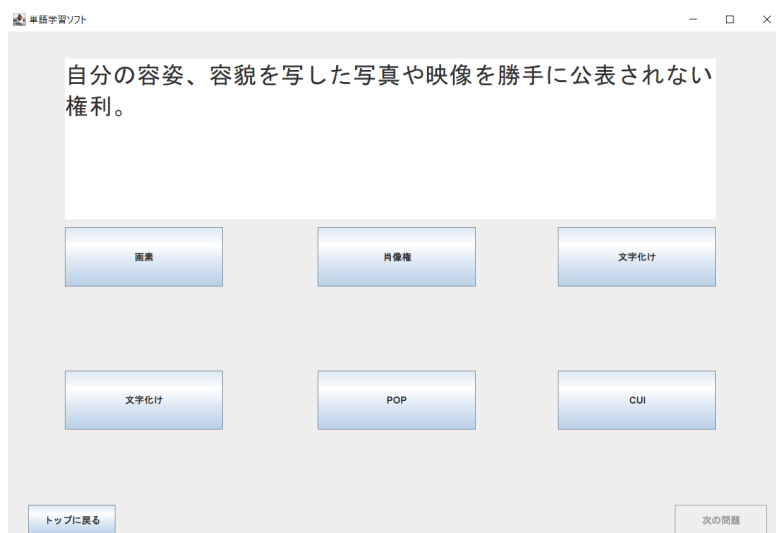


図 4.9: 確認テストの問題画面



図 4.10: 確認テストの解答後の画面

第5章 評価

5.1 評価の方法

本システムの評価を行うため、大学生2名と大学院生4名の計6名に本システムを実際に利用してもらって評価実験を行った。本実験を通して、以下の点について評価を行う。

- 本システムを利用することで教科「情報」の用語について学習することができたか
- 本システムの利用時に誤答選択肢も併せて学習できているか
- 出題パターンによって学習効果や難易度に差は生まれるか
- パターンCのランダムで選ばれる誤答選択肢は苦手発見に役立つか
- その他、システムの課題点について

したがって、本実験は以下のような手順で実施した。

1. 事前テストを実施する。
2. 被験者をA、B、Cの3グループに分け、それぞれパターンA、B、Cで20問の問題を解いてもらう。
3. 確認テストを実施する。
4. 手順2の実施の際に実施しなかったパターン2つについてそれぞれ10問ずつ問題を解いてもらう。
5. 実験アンケートに解答してもらう。

なお、実施した実験アンケートの内容については付録に記載する。

5.2 結果と考察

本システムを利用することで教科「情報」の用語について学習することができたか

被験者6名の事前テストと確認テストの結果を表5.1に示す。事前テストの平均点が約9.2点、確認テストの平均点が10点であった。平均点は0.8点増加しており、確認テストの点数は全被験者が満点である。両テストで満点を取っている被験者がいることを差し引

いたとしても、本システムを通して情報の用語について学習することはできるものと考えられる。

表 5.1: 事前テストと確認テストの点数

	事前テスト/点	確認テスト/点
被験者 1	10	10
被験者 2	10	10
被験者 3	9	10
被験者 4	9	10
被験者 5	9	10
被験者 6	8	10
平均	9.166...	10

また、実験アンケートにおいて、「情報 I の学習や情報の入試対策にこのシステムは役立つと感じましたか。」という質問の結果を図 5.1 に示す。質問は 5 段階評価で、5 に近づくほど高評価となる。被験者全員が情報の学習や入試対策に役に立つ、もしくはとても役に立つと感じていることが分かる。この結果からも本システムを通して情報の用語について学習できるといえる。

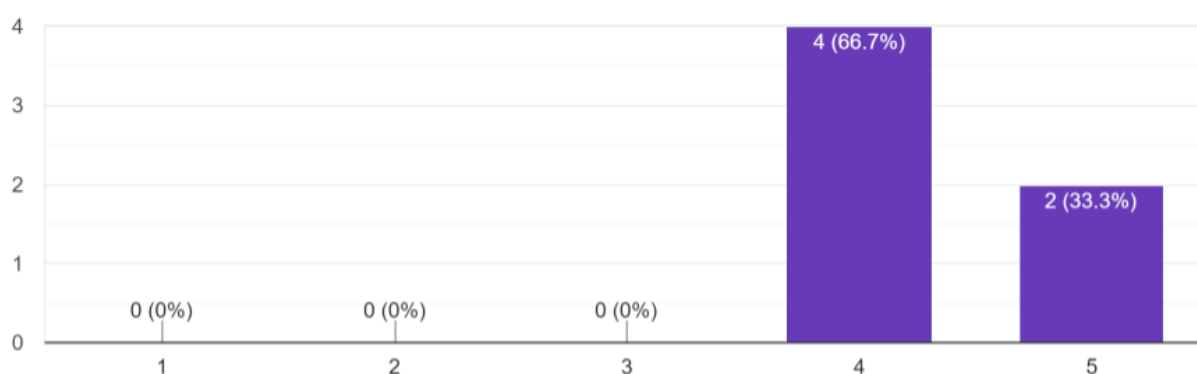


図 5.1: 情報 I の学習や情報の入試対策にこのシステムは役立つと感じましたか。

上記の確認テスト、および実験アンケートの結果から本システムは教科「情報」の用語の学習に役立つものであるといえる。

本システムの利用時に誤答選択肢も併せて学習できているか

4.2.5 の項で述べたように、確認テストでは過去に出題された問題だけでなく、誤答選択肢として選出された用語についても出題の候補として選ばれるようになっている。したがって、演習の際に誤答選択肢として選出された用語について確認テストで出題された数とその正答率について調べることで、誤答選択肢も併せて学習できているのかを確かめる一助になると考えた。ここで、確認テスト前に実施したパターン A、B、C の学習におい

て、誤答選択肢として選ばれた用語が確認テストにて問題として出題された数とそのうち何問正解しているかを表にまとめたものを表 5.2 に示す。なお、誤答選択肢として選ばれたが、別の問題でその用語を問う問題が出題されていた場合は、その用語については除外している。

表 5.2 を見ると、確認テストのうち 7 割程度が元々誤答選択肢の用語が問題として出題されていたことが分かる。そして、これは表 5.1 を見てもわかることではあるが、確認テストの正答率は 100 % であり、問題としては出題されていなかった単語であっても被験者は正解できていたことが分かる。このことから、本システムの利用時に誤答選択肢も併せて学習できている可能性が示唆された。

表 5.2: 誤答選択肢が確認テストの問題として選ばれた数とその正解数

	誤答選択肢の 問題数/問	正解数/問
被験者 1	8	8
被験者 2	7	7
被験者 3	7	7
被験者 4	6	6
被験者 5	6	6
被験者 6	8	8
合計	42	42

ここで、実験アンケートの「実験中、解答後に各選択肢の下に表示される各語句の解説は見ましたか。」という質問の結果を図 5.1 に示す。これによると、半数以上の被験者が間違えたときのみ一部もしくは全部の解説を見た、と回答していることが分かる。したがって、問題演習時に誤答した問題について、それらの問題の誤答選択肢が確認テストに出題されていた場合、解答後の解説によって誤答選択肢も併せて学習できる可能性が示唆される。

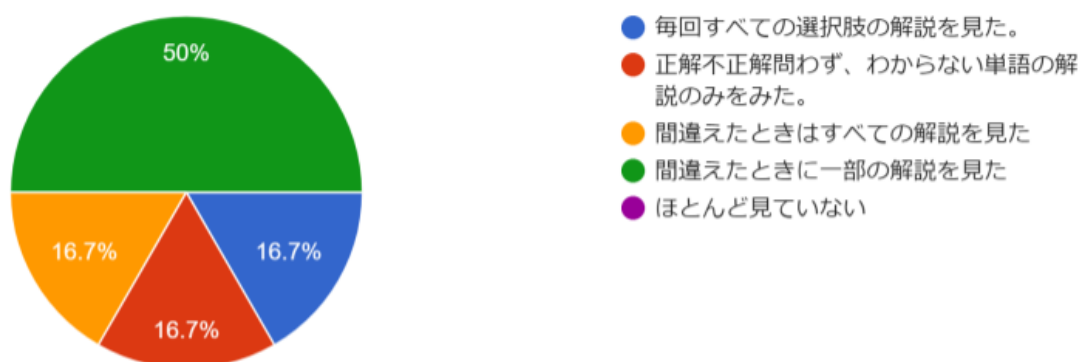


図 5.2: 実験中、解答後に各選択肢の下に表示される各語句の解説は見ましたか。

被験者が誤答した問題について確認し、誤答した際の誤答選択肢が何問確認テストの問題として出題されたかを表 5.3 に示した。結果を見ると、誤答した問題の 5 割で誤答選

択肢が確認テストに出題されたことが分かる。誤答した問題の母数が少ないこともあり、これだけを見て解答後の解説が誤答選択肢の学習に寄与したとは言い切れない。正しく評価するためには被験者を増やしたり取り組む問題数を増やしたりすることで母数を増やす必要があると考える。

表 5.3: 誤答した際の誤答選択肢が確認テストの問題として出題された数

	誤答した 問題数/問	出題された 問題数/問
被験者 1	1	1
被験者 2	2	0
被験者 3	0	0
被験者 4	1	0
被験者 5	2	1
被験者 6	2	2
合計	8	4

以上から、本システムを利用する過程で誤答選択肢として現れた用語についても併せて学習できているという結果が示唆された。しかし、解答後の用語の解説がこの結果に寄与しているかどうかは今後追加の実験を行う必要があることが分かった。

出題パターンによって学習効果や難易度に差は生まれるか

3つの出題パターンの学習効果について考察する。実験では確認テストの前に実施する出題パターンを指定し、そのパターンのみでシステムを利用し、確認テストを行ってもらった。被験者は6名だったため、パターンごとに2名ずつ実験を行った。各パターンごとの事前テストと確認テストの点数についてまとめたものを表 5.4 に示す。なお表の点数は2名の被験者の合計点である。結果からわかる通り、すべてのパターンで確認テストの点数は満点であるものの、パターン A は事前テストの時点で満点であり、正しく学習効果について比較することは難しい。テストの問題数を増やし点数に幅を持たせることで、各パターンの差が明確になると考える。次回以降の実験では、テスト部分の改修を行い、学習効果についての比較を行いたい。

表 5.4: 各パターンでの事前テストと確認テストの点数

	事前テスト/点	確認テスト/点
パターン A	20	20
パターン B	18	20
パターン C	17	20

ここで、実験アンケートの「実施したパターンの中で一番学習効果を感じたのはどれですか。」という質問の結果を図 5.3 に示す。被験者の体感ではパターン A が最も学習効果を感じるパターンであることが分かる。

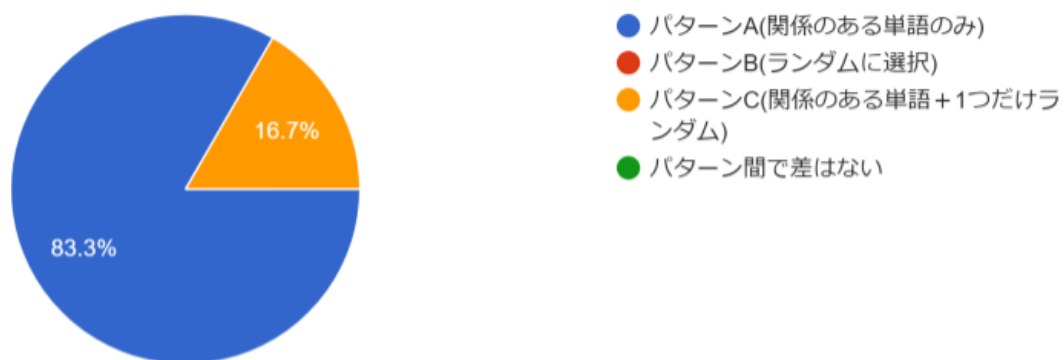


図 5.3: 実施したパターンの中で一番学習効果を感じたのはどれですか。

次に難易度についての考察を行う。実験において、各被験者には確認テストの前に行ったパターン以外のパターンについてそれぞれ10問ずつ取り組んでもらっている。確認テストの前には20問取り組んでもらっているので、合計すると各パターン80問ずつの解答履歴が得られた。ここから、各パターンにおける正答率を計算することで難易度の評価を行う。被験者ごとの各パターンでの解いた数と正答数、その合計についてまとめたものを表5.5に示す。それぞれのパターンにおける正答率はパターンAが約88.8%、パターンBが約96.3%、パターンCが約88.8%となる。この結果から、パターンAとパターンCの間には難易度差はほとんどなく、パターンBはAやCと比べて難易度が低くなっているということがわかる。

表 5.5: 各パターンの正答数

	パターン A/問		パターン B/問		パターン C/問	
	解いた数	正答数	解いた数	正答数	解いた数	正答数
被験者 1	20	19	10	10	10	9
被験者 2	20	18	10	10	10	8
被験者 3	10	10	20	19	10	10
被験者 4	10	8	20	19	10	8
被験者 5	10	8	10	10	20	18
被験者 6	10	8	10	9	20	18
合計	80	71	80	77	80	71

上記の結果から、被験者は概ねパターンAに学習効果を感じているものの、テストの結果からは判断ができなかったため、学習効果の比較については今後の課題としたい。また、難易度についてはパターンAとCが同程度で、パターンBの少し難易度が低いということが分かった。

パターンCのランダムで選ばれる誤答選択肢は苦手発見に役立つか

パターンCはランダムで選ばれる選択肢を1つだけ設けることで、その選択肢が選ばれた際に苦手分野の発見につなげることができるという考えのもと設計した。この考えが

正しいか確認するために、実験においてパターンCでランダムに選ばれた誤答選択肢を選択した解答を調べるとともに、その被験者の他の誤答についても調査する。ここで、誤答した単語の総合領域コードを確認することで、その被験者の苦手が特定できているかを確認する。実際に、パターンCにおいてランダムに選ばれた誤答選択肢を選択した問題は1件のみだった。その問題の成績データを表5.6に示す。この問題の正答は「情報セキュリティ」で総合領域コードは「1イ; 4ア」、選ばれた選択肢は「アクセシビリティ」で総合領域コードは「1ウ; 2イ」となっており、選ばれた選択肢と正答の間の関連はほとんどないことが分かる。

表 5.6: パターンCにおいてランダムに選ばれた誤答選択肢を選択した問題

情報セキュリティ, 情報セキュリティ, 情報通信ネットワーク, 平文, プライバシー権, アクセシビリティ, 信憑性,,,,, ×,,2
--

ここで、この被験者がこの問題以外で誤答した問題について調査した。その結果を表5.7に示す。誤答した問題はそれぞれ、「DNS」、「プロトコル」、「尺度」、「シミュレーション」となっており、これらの総合領域コードはそれぞれ、「4ア」、「4ア」、「4ウ」、「3ウ」である。この結果から、4問中2問において先ほど示した「情報セキュリティ」の総合領域コードと重なっていることが分かる。したがって、この被験者は「4ア 情報通信ネットワークの仕組みと役割」の領域について苦手を抱えていることが推測できる。

表 5.7: 被験者が誤答した問題

DNS,TCP/IP,DNS, プロバイダ, 情報セキュリティポリシー,IPv6, ルータ, ×,,,,,3
プロトコル, 暗号化,HTTP, パケット, 鍵, プロトコル, 分散,, ×,,,,,2
尺度, 順序尺度, 尺度, 最頻値, 相関関係, 名義尺度, 量的データ,,,,, ×,0
シミュレーション, モデリング, モデル化, モデル, シミュレーション, 情報, 乱数, データ, ×,,,,,0

以上の結果から、パターンCにおいてランダムで選出された誤答選択肢を選択されることによって、利用者の苦手分野の推測ができることが分かった。しかし、今回の実験では1件だけしかサンプルが得られず、必ずしも毎回このようになるとは限らない。今後より母数を増やした実験を行って分析していく必要がある。

その他、システムの課題点について

実験アンケートの自由記述で回答してもらったものの一部を紹介する。

- テスト以外のモードでも出題数を設定し、既定の問題数を解いたらタイトルに戻るようにしてほしい。
- テストで得点分かるようにしてほしい。また、成績を振り返れるようにしてほしい。
- 描画が崩れたり文字が切れたりしているところがあった。
- 何問解いたかを示すカウンターが欲しい。

第6章 おわりに

6.1 まとめ

本研究では、教科「情報」における知識・技能の支援を目的とした選択問題システムを開発した。本システムは、情報Iの教科書用語について、どの分野に当てはまるかを定めた総合領域コードを利用し、問題の誤答選択肢を正答と関連のある用語になるようにした。加えて、全てランダムで決定するパターンと関連のある用語の中にひとつだけランダムで選出するパターンという2つの生成パターンを追加で実装した。実験を通して、システム自体の学習効果に加え、パターン間での学習効果や難易度の違いについても評価を行った。システム自体に一定の学習効果は見られたが、パターン間での学習効果の差は見られなかった。しかし、難易度においては、関連のある単語を誤答選択肢として選出するパターンにすることで、難易度が上がるという結果が得られたほか、関連のある単語の中に関係のない単語を混ぜることで、利用者の苦手の発見に寄与できる可能性が示唆された。

6.2 今後の課題

成績機能や問題数の表示機能などのシステム全般の改修を行う。さらに、テスト機能における問題数等の見直しを行い、再度評価実験を行う。それにより、各パターンの学習効果の違いについて評価を行う。また、来年度以降「情報I」が始まった際には、実際に「情報I」を学ぶ高校生に対して評価実験を行うことによって、本研究の更なる発展が見込まれる。

謝辞

本論文の執筆にあたり、多くの方々にご指導ご鞭撻を頂きました。

本研究を進めるにあたって、指導教員である電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・ネットワーク工学専攻の中山泰一教授には大変的確なご指導、アドバイスを頂きました。厚く感謝を申し上げます。

また、副指導教員である電気通信大学情報理工学域共通教育部の久野靖教授、電気通信大学大学院情報理工学研究科共通教育部の武石典史教授には関連研究の調査等で大変的確なご助言をいただきました。心より感謝いたします。

さらに、電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・通信工学専攻の角田博保元准教授、電気通信大学大学院情報理工学研究科情報・ネットワーク工学専攻の赤池英夫助教授、電気通信大学情報理工学域共通教育部の赤澤紀子特任准教授には本研究で使用したデータベースや本システムへのご助言など、様々なご指導をいただきました。感謝の念に堪えません。

最後に、電気通信大学中山研究室の皆様にはゼミでのご助言や実験への協力など、多大なるご協力をいただきました。本当にありがとうございました。

参考文献

- [1] 文部科学省：高等学校学習指導要領(平成30年告示), 〈https://www.mext.go.jp/content/1384661_6_1_3.pdf〉, (参照 2022-01-20).
- [2] 澤山 郁夫, 寺澤 孝文：一問一答式 e ラーニングにおける学習者同士の繋がる仕組みが学習者の学習量推移に与える効果, 日本教育工学会論文誌, Vol. 38, No. 1, pp. 1-18, (2014).
- [3] Kasahara, K.:Are Two Words Better than One for Intentional Vocabulary Learning?, *ARELE*, Vol.21, pp.91-100, (2010).
- [4] 舟生 日出男, 穂山 雅史, 平嶋 宗：問題解決プロセスを利用した選択問題の誤選択肢及び解説の自動生成, 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J93-D, No. 3, pp. 292-302, (2010).
- [5] 吉田 裕之, 津森 伸一, 今川 和幸, 川口 雄一, 石橋 和子, 石川 俊哉：計算問題を対象とした教育支援システムの試作と評価, 全国大会講演論文集, 第47回, 情報科学一般, pp. 7-8, (1993).
- [6] 大学入試センター：平成30年告示高等学校学習指導要領に対応した令和7年度大学入学共通テストからの出題教科・科目について, 〈https://www.dnc.ac.jp/kyotsu/shiken_jouhou/r7ikou.html〉, (参照 2022-01-21).
- [7] 情報処理学会：大学入学共通テストへの「情報」の出題について, 〈<https://www.ipsj.or.jp/education/edu202012.html>〉, (参照 2022-01-21).
- [8] 情報処理学会：情報関係基礎 アーカイブ, 〈<https://sites.google.com/a/ipsj.or.jp/ipsjrn/resources/JHK>〉, (参照 2022-01-27).
- [9] 山根 一郎, 赤澤 紀子：遠隔授業教務補佐員の実施内容と今後の遠隔授業について, 情報処理学会 情報教育シンポジウム論文集, Vol. 2020, pp. 120-124, (2020).
- [10] 調布市：市立小・中学校の臨時休業, 〈<https://www.city.chofu.tokyo.jp/www/contents/1327286821383/index.html>〉, (参照 2022-01-27).
- [11] 赤澤 紀子, 赤池 英夫, 柴田 雄登, 山根 一郎, 角田 博保, 中山 泰一：高等学校共通教科情報科の知識体系に関する一考察, 情報処理学会 情報教育シンポジウム論文集, pp. 261-268, (2021).

- [12] 文部科学省：高等学校情報科「情報 I」教員研修用教材(本編), (https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1416756.htm), (参照 2022-01-23)
- [13] 菅原 遼介, 高木 正則:記述式問題の誤回答を用いた誤答選択肢自動生成システムの開発, 情報教育シンポジウム 2013 論文集, Vol. 2013, No. 2, pp. 177-181, (2013).
- [14] 株式会社インセプト：IT用語辞典 e-Words, (<https://e-words.jp/>), (参照 2022-01-25)

付録A システムで利用した用語とその用語の総合領域コードについて

本システムで利用した用語とその用語の総合領域コードについて以下の表 A.1 に示す。なお、1つの用語が複数の総合領域コードを持つ場合は、各総合領域コードをセミコロンで区切って表記している。また、例えばある用語の総合領域コードが1ア、1イ、1ウであるような、1つの大領域のすべての要素を持っている場合は小領域を省略して大領域のみを表記することとする。さらに4つの大領域ですべての要素を持っているような用語については「全領域」と表記する。

表 A.1: 用語とその用語の総合領域コード

用語	総合領域コード
10進法	2ア
16進法	2ア
2進法	2ア
AD変換	2ア; 3イ
AI、人工知能	1ウ
AND回路、論理積ゲート	3ア
API	3イ
AR、拡張現実	1ウ; 2イ; 2ウ
ARPANET	4ア
Bcc	2ア
bit、ビット	2ア; 3ア
bps	2ア; 4ア
Byte、バイト	2ア
Cc	2ア
CPU、中央演算処理装置	3ア
CSS	2ウ
CUI	2ウ
DA変換	2ア
DBMS、データベース管理システム	4イ
DNS	4ア
dpi	2ア
Eメール、電子メール	2ア; 4ア
fps	2ア

用語	総合領域コード
GPS、全地球測位システム	4イ
GUI	2ウ
HTML	2イ; 2ウ
HTTP	4ア
HTTPS	4ア
IMAP	4ア
IoT, モノのインターネット	1ウ; 3イ
IPv4	4ア
IPv6	4ア
IP アドレス	4ア
ISP	4ア
JavaScript	3イ
JPEG	2ア
KJ 法	1ア; 2イ
LAN, ローカルエリアネットワーク	4ア
NOT 回路, 否定ゲート	3ア
OR 回路, 論理和ゲート	3ア
OS, オペレーティングシステム	3ア
PDCA サイクル	1ア
POP	4ア
POS システム, 販売時点情報管理システム	4イ
Python	3イ
リレーショナルデータベース, 関係データベース	4イ
SMTP	4ア
SNS	1ウ; 2ア
SSL/TLS	4ア
TCP/IP	4ア
Unicode	2ア
URL	4ア
WAN, 広域ネットワーク	4ア
Web ページ	2ウ
Wi-Fi	4ア
WWW, ワールドワイドウェブ	2ア; 4ア
アイコン	2イ
アクセシビリティ	1ウ; 2イ
アクセスポイント	4ア
アクティビティ図	3イ
アナログ	2ア
アプリケーションソフトウェア, 応用ソフトウェア	3イ
アルゴリズム	3イ
アンケート	1; 4

用語	総合領域コード
インターネット	1; 4ア
インフォグラフィック	2イ; 2ウ
ウイルス対策ソフトウェア	1イ; 4ア
オープンデータ	4イ; 4ウ
ガントチャート	1ア; 2イ; 4ウ
クライアント	4ア
クリエイティブ・コモンズ	1イ
クロス集計	4ウ
コミュニケーション	2
コンピュータ	3
コンピュータウイルス	1イ
サーバ	4ア
サイバー犯罪	1イ; 1ウ
サンプリング周波数	2ア
シグニファイア	2イ; 2ウ
シミュレーション	3ウ
ストーリーミング	2ア; 4ア
セキュリティホール	1イ; 4ア
ソーシャルエンジニアリング	1イ
ソーシャルメディア	2ア
ソースコード	3ア; 3イ
ソフトウェア	3ア; 3イ
タグ	2ウ
データ	全領域
データベース	4イ
データモデル	4イ
テキストマイニング	4ウ
テクノストレス	1ウ
デジタル	2ア
デジタルデバイド, 情報格差	1ウ
デジタル化	2ア
デジタル署名	1イ; 4ア
ドメイン名	4ア
トロイの木馬	1イ; 4ア
ドローソフトウェア	2ア; 2ウ
ネットワーク	4ア
ハードウェア	3ア
ハイパーリンク	2イ
パケット	4ア
パケット交換方式	4ア
パスワード	1イ

用語	総合領域コード
バックアップ	1イ; 4イ
ハブ	4ア
パブリシティ権	1イ
ピクセル	2ア
ピクトグラム	2イ
ヒストグラム	2イ; 4ウ
ビッグデータ	1ウ; 4ウ
ファイアウォール	1イ; 4ア
ファイル	2ア; 4イ; 4ウ
フィッシング	1イ
フォルダ	3ア; 4イ
フォント	2ア; 2イ
プライバシー権	1イ
フレーム	2ア
フレームレート	2ア
ブレインストーミング	1ア
プレゼンテーション	2イ; 2ウ
プレゼンテーションソフトウェア	2
フローチャート	3イ
プログラミング	3イ
プログラミング言語	3イ
プログラム	3ア; 3イ
プロトコル	4ア
プロバイダ	4ア
ペイントソフトウェア	2ア; 2ウ
マスメディア	1ア; 2ア
マルウェア	1イ; 1ウ
メインメモリ, 主記憶装置	3ア
メールサーバ	4ア
メディア	1ア; 2ア
メディアリテラシー	1ア
メモリ	3ア
モデリング, モデル化	3ウ
モデル	3ウ
ユーザID	1イ
ユーザインタフェース	2ウ
ユーザビリティ	1ウ; 2イ
ユニバーサルデザイン	1ウ; 2イ
ランレングス圧縮, ランレングス法	2ア
ルータ	4ア
ワンクリック詐欺	1イ; 1ウ

用語	総合領域コード
圧縮	2ア
暗号化	4ア
意匠権	1イ
引数	3イ
引用	1イ
演算子	3ア; 3イ
演算装置	3ア
炎上	1ウ
加法混色	2ア
可逆圧縮	2ア
可用性	1イ
画素	2ア
解像度	2ア
階調	2ア
外れ値	4ウ
完全性	1イ
間隔尺度	4ウ
関数	3イ
基本ソフトウェア	3ア; 3イ
機密性	1イ
共通鍵暗号方式	4ア
欠損値	4ウ
鍵	4ア
減法混色	2ア
個人情報	1イ
個人情報の保護に関する法律, 個人情報保護法	1イ
誤差	3ア
光の三原色	2ア
公開鍵暗号方式	4ア
降順	3イ; 4イ
最頻値	4ウ
散布図	4ウ
産業財産権	1イ
質的データ	4ウ
実用新案権	1イ
射影, 射影演算	4イ
尺度	4ウ
出力装置	3ア
順次構造	3イ
順序尺度	4ウ
商標権	1イ

用語	総合領域コード
昇順	3イ; 4イ
肖像権	1イ
情報	全領域
情報システム	4イ
情報セキュリティ	1イ; 4ア
情報セキュリティポリシー	4ア
情報デザイン	2イ; 2ウ
情報モラル	1イ
情報社会	1
情報通信ネットワーク	4ア
色の三原色	2ア
信憑性	1イ
制御装置	3ア
生体認証	1イ; 4ア
線形探索	3イ
全数調査	2ウ; 4ウ
相関	4ウ
相関関係	4ウ
待ち行列	3ウ
知的財産	1イ
知的財産権	1イ
中央値	4ウ
著作権	1イ
著作権法	1イ
著作者人格権	1イ
著作物	1イ
著作隣接権	1イ
電子マネー	1ウ
匿名性	1イ; 1ウ; 2ア
特許権	1イ
入力装置	3ア
認証	1イ; 4ア
配列	3イ
半加算器, 半加算回路	3ア
反復構造, 繰り返し構造	3イ
比例尺度	4ウ
非可逆圧縮	2ア
標準偏差	3イ; 4ウ
標本化	2ア
標本調査	4ウ
表計算ソフトウェア	4ウ

用語	総合領域コード
不正アクセス	1 イ
不正アクセス禁止法	1 イ
符号化	2 ア
復号	4 ア
分岐構造, 選択構造	3 イ
分散	3 イ; 4 ウ
文字コード	2 ア
文字化け	2 ア
平均値	3 イ; 4 ウ
平文	4 ア
変数	3 イ; 4 ウ
補助記憶装置	3 ア
無線 LAN	4 ア
名義尺度	4 ウ
問題解決	1 ア
乱数	3 イ; 3 ウ
量子化	2 ア
量子化ビット数	2 ア
量的データ	4 ウ
論理回路	3 ア

付録B 実験アンケートについて

本項では実験の際に実施したアンケート内容について記載する。実験ではGoogleフォームを用いてアンケートを行った。実際に行ったアンケート内容を以下に記す。

1. 確認テストを行う前に実施したパターンは何ですか。
 - パターン A(関係のある単語のみ)
 - パターン B(ランダムに選択)
 - パターン C(関係のある単語+1つだけランダム)
2. 今回の実験で実施したパターンをすべて教えてください。(複数回答)
 - パターン A(関係のある単語のみ)
 - パターン B(ランダムに選択)
 - パターン C(関係のある単語+1つだけランダム)
3. 実施したパターンの中で一番難しいと感じたのはどれですか。
 - パターン A(関係のある単語のみ)
 - パターン B(ランダムに選択)
 - パターン C(関係のある単語+1つだけランダム)
 - 難易度に差はない
4. 実施したパターンの中で一番学習効果を感じたのはどれですか。
 - パターン A(関係のある単語のみ)
 - パターン B(ランダムに選択)
 - パターン C(関係のある単語+1つだけランダム)
 - パターン間で差はない
5. (パターン A,C を実施した人のみ) 正解以外の選択肢は正解の選択肢と関連する単語が選ばれていたと感じましたか。(5段階評価)
6. 実験中、解答後に各選択肢の下に表示される各語句の解説は見ましたか。
 - 毎回すべての選択肢の解説を見た。
 - 正解不正解問わず、わからない単語の解説のみをみた。

- 間違えたときはすべての解説を見た
- 間違えたときに一部の解説を見た
- ほとんど見ていない

7. 解答後の解説は学習に役立つと感じましたか。(5段階評価)

8. 情報Iの学習や情報の入試対策にこのシステムは役立つと感じましたか。(5段階評価)

9. その他、システムに対する意見等がありましたら教えてください。(自由記述)