

学習を目的としたシリアスゲームの
構築法に関する研究

栗飯原萌

要旨

小・中・高校等の教育現場では、効果的な授業の実現を目的としてガニエの9教授事象等に基づいたインストラクショナル・デザイン(ID)の実施や、ジョン・M・ケラー等が提唱するARCS動機付けモデル等に基づく効果的な学習用教材の開発が行われている。これにより、子供たちの学習意欲の向上と持続が実現されている。また、電子教材が教室へ導入され、プレゼンテーション資料作成用ソフトや教材作成用のオーサリングツール等を利用した電子教材も活用がすすんでいる。教室外においても、Moodleに代表される学習管理システム(LMS)の活用が進んでいる。LMSは小テスト作成支援機能を備え、例えばガニエの9教授事象で示されている「フィードバックを与える」要素を、解答内容に応じて異なるコメントを動的に生成する機能等により効果的に活用されている。同様なシステムは社員教育へも適用され、社員のログイン状況に応じた励ましメールの自動送信が、受講者のモチベーション維持に有効であったと報告されている。他にも、LMSが備える学習進捗確認機能を利用する等、経験が豊富でノウハウの蓄積のある教員は、現場における様々な工夫により電子教材利用をすすめ、効果的な授業を実践している。しかし、一般的に、電子教材利用法の指導を教員が受ける機会はあるものの、教員が自ら電子教材を作成するための教育を受ける機会はほとんどないのが現状である。

教育現場における新たな取り組みとして、ゲーム要素を授業の進行に取り入れる試みが効果をあげている例もある。これは、ゲームが持つ自発的かつ継続的に取り組む要素を活用した試みである。この特質が意思決定能力訓練に活かされている例としては、オランダで全市長が利用している“Mayor Game(市長ゲーム)”が代表的であり、危機管理時における意思決定能力向上のため利用されている。このような、社会における様々な問題解決のために用いられるゲームはシリアスゲーム(以下SG)と呼ばれ、教育現場に導入する試みも行われている。今後、様々な教科の副教材としてSGが開発され、教育現場で活用されると考えられる。例えば、中学生から社会人まで幅広い年齢層の参加者が多種類の数学学習を目的にしたゲームを作成し、世界中の人がそのゲームをプレイすることができるグローバルマスが挙げられる。SGは、作られたゲームを利用することにより学習効果を得るだけではなく、開発する過程を通して学習効果を得る要素も持ちあわせている。

SG の効率良い開発を可能にするためのプロセスとして、古市が提唱する構築プロセス SGDP (Serious Game Developing Process)が知られている。SGDP は、ゲームデザイン及びソフトウェア構築に関する知識の保有を前提に、教育機関における教育に限らず医療機関や各組織における訓練・演習等汎用性が考慮されている。しかしながら、学習を目的とした SG 開発に利用する場合、学習に対するモチベーションの持続についての設計指針が示されておらず、設計者が自ら工夫しなければならないという課題が残されていた。

これらの課題を解決するため、本研究では、学習及び教育を目的とした SG の開発者を対象とし、SGDP を基礎に構築法の一部の更なる具体化を実施するとともに、教材開発を行う教員を対象とした教材構築法を提案した。本構築法は SGLM (Serious Game-based Learning Materials development method)と呼び、教材開発に必要となる設計項目を具体的な指針として示したもので、学習用教材を構築する一般教員を対象としたもので、これによって学習意欲の維持に効果がある電子教材の構築を教員自らが可能となる。

本論文は全 7 章で構成されており、それぞれの章の内容を以下に示す。

第 1 章では、研究の背景について述べる。

第 2 章では、本研究の関連研究について「教授法」、「教材設計法・構築法」、「ゲーム設計法・構築法」の三分野において実用例を示し、SG 型学習用教材の構築法を示すために考慮した手法について述べる。また、SGDP とその成果及び、SG 型の教材設計を行う際の課題を示す。

第 3 章では、関連研究の一つとして示すシリアスゲーム構築プロセスである SGDP に基づいた学習用教材の試作を予備実験として実施し、幼児を対象とした言語学習用絵本“MU3 PictureBook”，大学生以上を対象とした英語学習教材“QTOEIC”，高校生を対象とした数学学習用教材“Moe-Math”，社会人を対象としたサイバーセキュリティ対処能力学習用教材“成り上がれ”の試作及び評価結果を示す。

第 4 章では、ARCS 動機付けモデルを教員にも理解しやすいゲーム等で使用される用語及びガニエの 9 教授事象の用語を用いて実現方法の提示を行い、ゲーム設計法・構築法の要素が新たに付け加わった ARCS 改良動機付けモデルを提案する。

第5章では、シリアスゲーム型学習用教材構築法について示す。第3章で示す改良モデルをSGDPに応用し、学習へのモチベーション持続を設計指針化するため、SGLMの要求定義書のフォーマットと画面設計指針を示した。

第6章では、本構築法の評価について述べる。本構築法の中核であるSGLMの要求定義書のフォーマットと画面設計指針の適用性確認を目的として、教員1名を含む67人の実験協力者を対象とし、本構築法に基づく場合と基つかない場合における3つの教材設計実験の結果を示す。

第7章では、全体のまとめと今後の課題について述べる。

以上、本研究で提案するシリアスゲーム型学習用教材構築法により、学習者に対する学習への動機付けを考慮した学習用教材の構築が可能となり、シリアスゲームの構築経験が無く、学習用教材の構築経験が少ない教員が、シリアスゲーム型学習用教材を設計可能であることを示した。

上述した成果により、今後教員がより教育効果の高い講義等を実施する場合において、学習者に対する学習への動機付け及びその向上・維持のための補助となる、シリアスゲーム型学習用教材の構築を容易にするための構築方法が具体化された。

目次

第1章 序論.....	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.....	3
第2章 関連研究.....	5
2.1 序言.....	5
2.2 シリアスゲーム.....	6
2.2.1 シリアスゲーム.....	6
2.2.2 シリアスゲーム構築法.....	9
2.3 教授法.....	10
2.3.1 ガニエの教授法.....	10
2.3.2 Game based Learning.....	12
2.4 教材設計法・構築法.....	12
2.4.1 教材設計法.....	12
2.4.2 ARCS 動機付けモデル.....	13
2.5 ゲーム設計法・構築法.....	15
2.5.1 クリス・クロフォード：ゲームとして備えるべき4要素.....	15
2.5.2 ジェーン・マクゴニガル：ゲームが備える4要素.....	16
2.5.3 サイトウアキヒロ：ゲームニクス.....	17
2.5.4 岸本好弘：ゲーミフィケーション.....	18
2.6 結言.....	20
第3章 シリアスゲーム技術の学習への応用.....	21
3.1 序言.....	21
3.2 言語学習用絵本“MU3 PictureBook”.....	21
3.2.1 研究背景.....	21
3.2.2 提案方式及び試作.....	22
3.2.3 学習意欲向上に対する効果確認.....	24
3.2.4 まとめ.....	27
3.3 英語学習教材“QTOEIC”.....	28
3.3.1 研究背景.....	28
3.3.2 提案方式.....	28
3.3.3 試作システム.....	29
3.3.4 評価実験.....	32

3. 3. 5	まとめ	32
3. 4	高校生を対象とした数学学習用教材“Moe-Math”	33
3. 4. 1	研究背景	33
3. 4. 2	シリアスゲームシステムの提案	33
3. 4. 3	試作システム	34
3. 4. 4	まとめ	35
3. 5	セキュリティ対処学習用教材“成り上がれ”	36
3. 5. 1	背景	36
3. 5. 2	提案方式	36
3. 5. 3	試作システム	37
3. 5. 4	評価実験	41
3. 5. 5	まとめ	43
3. 6	結言	44
第4章	ARCS 改良動機付けモデル	45
4. 1	序言	45
4. 2	目的と方法	45
4. 3	用語抽出及びモデルの実現方法の提示手順	46
4. 4	結言	49
第5章	シリアスゲーム型学習用教材構築法	50
5. 1	序言	50
5. 2	シリアスゲーム型学習用教材構築法の概要	50
5. 3	フェーズ1：要求定義	51
5. 3. 1	設計指針 A'(Attention):興味をひきつける注目要素	53
5. 3. 2	設計指針 R'(Relevance): やりがいを感じる関連性要素	56
5. 3. 3	設計指針 C'(Confidence):自信を感じる要素	58
5. 3. 4	設計指針 S'(Satisfaction):満足感を感じる要素	61
5. 4	フェーズ2：要求分析	63
5. 5	フェーズ3：方式設計	63
5. 6	フェーズ4：外部設計	64
5. 7	結言	64
第6章	評価	65
6. 1	序言	65
6. 2	網羅性の検証	65
6. 2. 1	検証方法	65
6. 2. 1	検証結果	66
6. 3	評価1	68
6. 3. 1	概要	68

6. 3. 2	結果	71
6. 4	評価2	75
6. 4. 1	概要	75
6. 4. 2	結果	75
6. 5	評価3	76
6. 5. 1	実験概要	76
6. 5. 2	結果	77
6. 6	結言	89
第7章	結論	91
7. 1	成果	91
7. 2	今後の課題	92
参考文献		93
付録		97

Study on Development Method of Serious Games for Learning

Megumi Aibara

In the field of education, a variety of trials have been achieved to improve and maintain learner's motivation, and many methods were proposed and they have applied to class rooms by school teachers, and the “ARCS Model of Motivational Design” is one the most used methods for learning or educational materials. However, in order to apply ARCS model for their learning materials, experience and know-how is very important, so it is not always easy to apply for all teachers.

On the other hand, in the field of entertainment, computer games are very popular among not only for children but also for wider generations, and we think that the same techniques used for entertainment games are applicable also for learning materials to improve and keep their motivation.

In this study, we propose the “ARCS Extended Model of Motivational Design” by introducing game design method and techniques to original ARCS model. Then we also have proposed a structured process to develop educational materials based on this extended model, and we call it the “Serious Game Based Learning Material Development Process: SGLM”. We have applied this process in designing two learning materials and showed an applicability of this development process.

As a conclusion, our proposed “ARCS Extended Model of Motivational Design” can be applied to help teachers who have experience in serious games, but not learning materials. Moreover, our proposed “SGLM (Serious Game Based Learning Materials)” can help teachers who develop educational materials without any experiences in developing serious games. Those model and method can help teachers not only in school but also in other institution in developing learning materials.

第1章

序論

1. 1 本研究の背景

社会における様々な問題解決のために用いられるゲームは、シリアスゲーム（以下 SG）[1]と呼ばれている。シリアスゲームは、医療機関や各組織における訓練・演習等において開発及び利用されている。例えば、シニア向けに起立運動を支援する「リハビリウム 起立くん」[2]や、東京工芸大学の岩谷が企画・監修したゲームモードを持つ筋力及び有酸素トレーニングができる「スマートトレーナー」[3]がある。これらは、運動及びトレーニングにコンピュータゲームのデザインを組み合わせることにより、単調な反復行動やトレーニングへのモチベーション維持向上につながる試みである。「リハビリウム 起立くん」の基になっているのは、九州大学によって研究開発された「樹立（きりつ）の森」である。「樹立（きりつ）の森」を高齢者福祉施設において利用した結果、利用者のトレーニングへのモチベーション維持向上につながったと報告されている[4]。

SG を効率良く開発可能にするためのプロセスとして、古市[5]が提唱する構築プロセス SGDP (Serious Game Developing Process)が知られている。SGDP は、ゲームデザイン及びソフトウェア構築に関する知識の保有を前提に、教育機関における教育に限らず医療機関や各組織における訓練・演習等汎用性が考慮されている。しかしながら、学習を目的とした SG 開発に利用する場合、学習に対するモチベーションの持続についての設計指針が示されておらず、設計者が自ら工夫しなければならないという課題が残されていた。

そこで、本研究では、学習及び教育を目的とした SG の開発者を対象とし、SGDP を基礎に構築法の一部を更に具体化する試みを行う。学習に対するモチベーションの持続について小・中・高校等の教育現場では、効果的な授業の実現を目的としてガニエの9教授事象[6]等に基づいたインストラクショナル・デザイン(ID)[7]の実施や、ARCS 動機付けモデル[8][9]等に基づく効果的な学習用教材の開発が行われている。これらにより、子供たちの

学習意欲の向上と持続が実現されている。LMS(学習管理システム：Learning Management System)は小テスト作成支援機能を備え、例えばガニエの9教授事象で示されている「フィードバックを与える」要素を、解答内容に応じて異なるコメントを動的に生成する機能等により効果的に活用されている。他にも、LMSが備える学習進捗確認機能を利用する等、経験が豊富でノウハウの蓄積のある教員は、現場における様々な工夫により電子教材利用をすすめ、効果的な授業を実践している。しかし、一般的に教員が電子教材利用法の指導を受ける機会があるものの、自ら作成するための教育を受ける機会はほとんどないのが現状である。

1. 2 本研究の目的

これらの問題を解決するために、本研究では、学習及び教育を目的としたSGの開発者を対象とし、SGDPを基礎に構築法の一部を更に具体化する試みについて述べる。教材開発に必要な設計項目を具体的な指針として示したSG型学習用教材の構築法(SGLM: Serious Game-based Learning Materials development method)を確立し、マニュアル構築による一般化を行う。本論文で提案する構築法により、学習意欲の維持に効果がある電子教材の構築を教員自らが可能となる。本研究では次に示す3つの目的を設定した。

目的1. シリアスゲーム型学習用教材に適応した動機付けモデルの提案

ARCS動機付けモデル(A: Attention (注意), R: Relevance (関連性), C: Confidence (自信), S: Satisfaction(満足感))をSGとして利用するために、ゲーム設計法・構築法を考慮して改良したARCS改良動機付けモデルを提案する。

目的2. シリアスゲーム型学習用教材の構築法の提案

目的1で提案するARCS改良動機付けモデルをSGDPに取り入れ、シリアスゲーム型学習用教材構築法を提案する。

目的3. 教員自らがシリアスゲーム型学習用教材構築の検証

本目的では、教員にシリアスゲーム型学習用教材構築法を使用して学習用教材を設計してもらい評価を実施し、検証を行う。

1. 3 本論文の構成

本論文は全7章で構成されており、それぞれの章の内容を以下に示す。

第1章では、研究の背景について述べる。第2章では、本研究に関連する「教授法」「教材設計法・構築法」「ゲーム設計法・構築法」について実用例を示し、SG型学習用教材の構築法を示すために考慮した手法について述べる。また、SGDPとその成果及び、SG型の教材設計を行う際の課題を示す。

第3章では、関連研究の一つとして示すシリアスゲーム構築プロセスであるSGDPに基づいた学習用教材の試作を予備実験として実施し、幼児を対象とした言語学習用絵本“MU3 PictureBook”，大学生以上を対象とした英語学習教材“QTOEIC”，高校生を対象とした数学学習用教材“Moe-Math”，社会人を対象としたサイバーセキュリティ対処能力学習用教材“成り上がれ”の試作及び評価結果を示す。

第4章では、ARCS動機付けモデルを教員にも理解しやすいゲーム等で使用される用語及びガニエの9教授事象の用語を用いて実現方法の提示を行い、ゲーム設計法・構築法の要素が新たに付け加わったARCS改良動機付けモデルを提案する。第5章では、シリアスゲーム型学習用教材構築法について示す。第4章で示す改良モデルをSGDPに応用し、学習へのモチベーション持続を設計指針化するため、SGLMの要求定義書のフォーマットと画面設計指針を示した。第6章では、本構築法の評価について述べる。本構築法の中核であるSGLMの要求定義書のフォーマットと画面設計指針の適用性確認を目的として、教員2名を含む13人の実験協力者を対象とし、本構築法に基づく場合と基づかない場合における教材設計実験の結果を示す。

第7章では、全体のまとめと今後の課題について述べる。

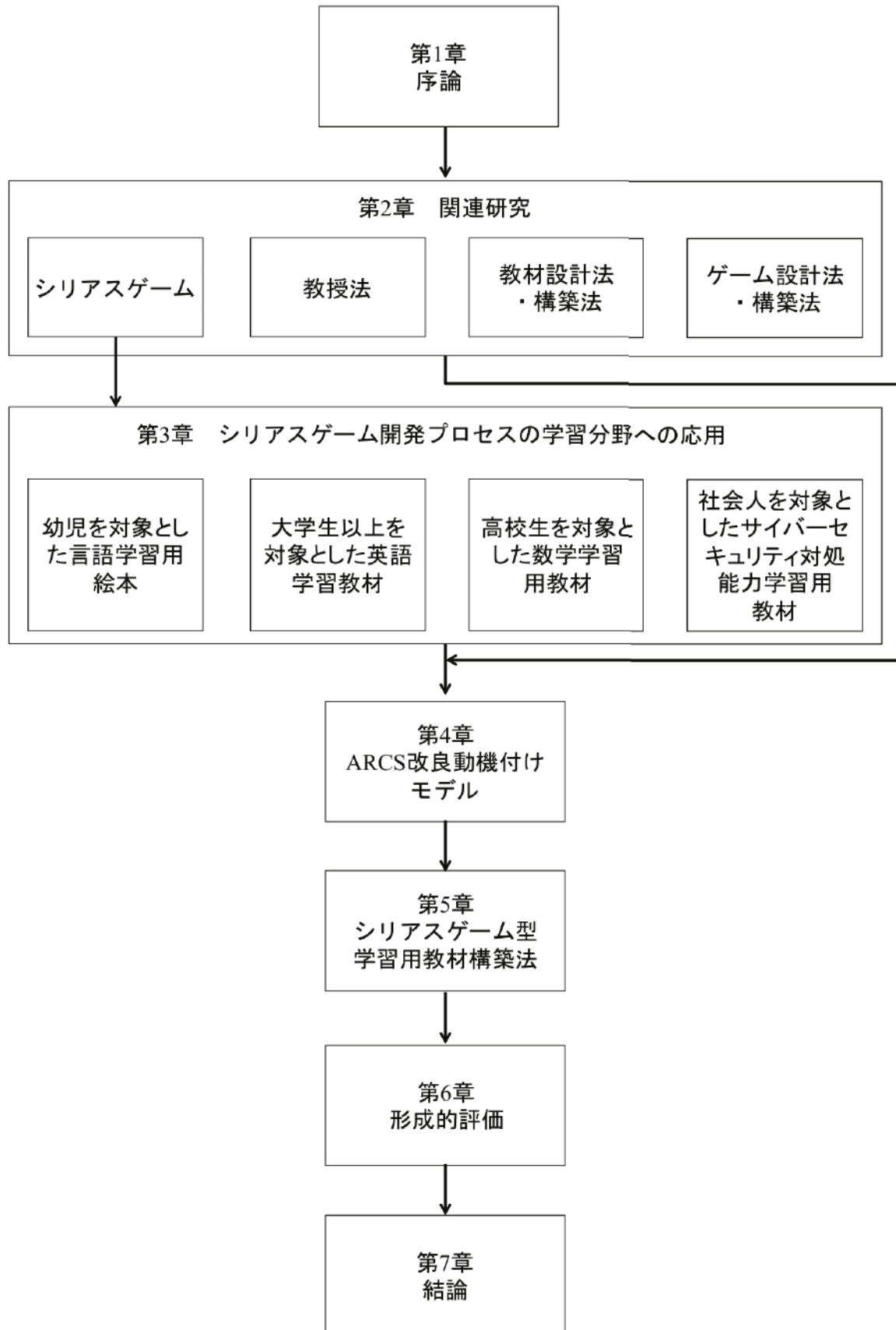


図 1.1 本論文の構成

第2章

関連研究

2.1 序言

本稿では、本稿の関連研究について述べる。まず、本研究テーマのシリアスゲームについて述べる。続いて、教員が授業において利用する教授法について述べた後、教材設計法・構築法について述べる。最後に、ゲーム設計法・構築法について述べる。

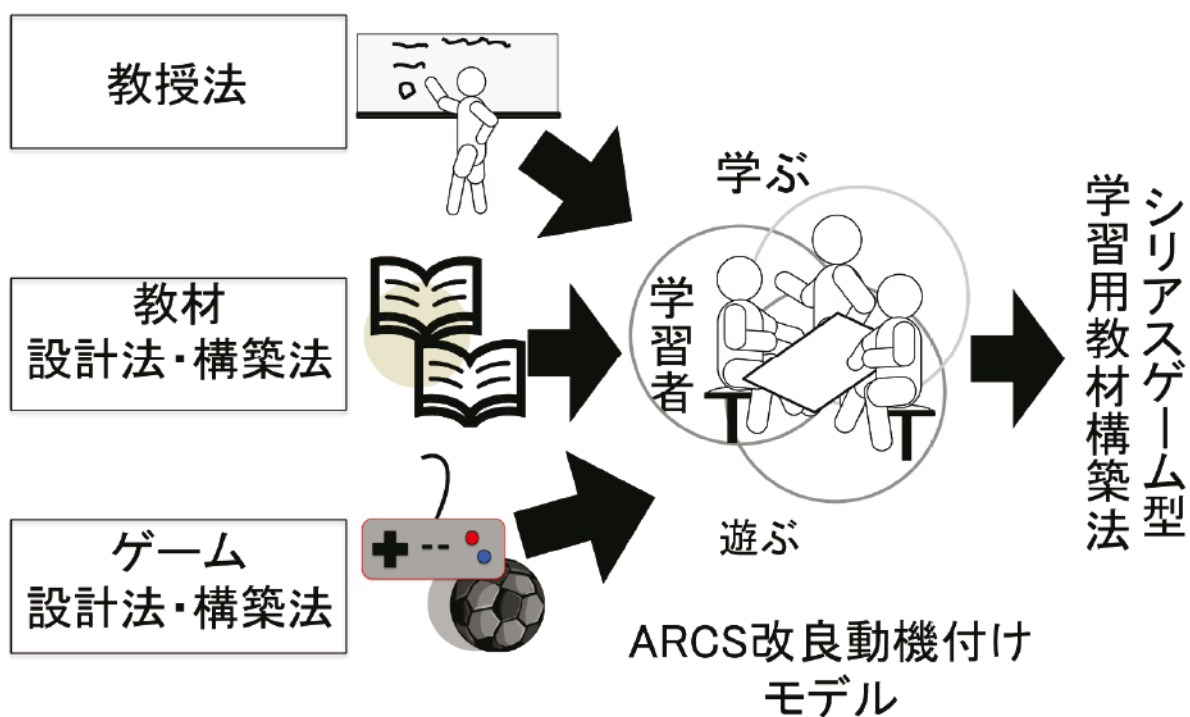


図 2.1 関連研究と点案方式の関係

2. 2 シリアスゲーム

2. 2. 1 シリアスゲーム

シリアスゲーム(Serious Game)はエンタテインメント性のあるゲームと見た目はあまり変わらないが，“教育” “訓練” 等社会の諸領域の問題を解決することを目的として製作，使用されるゲームである。

藤本は著書[1]で，シリアスゲームについて以下の基本的前提が含意されていると述べ，解説している。

1. エンタテインメント以外の用途にデジタルゲームが利用可能で，社会的な問題解決に有効であること。

デジタルゲームの持つ「双方向性」「即時フィードバック」などの特性が，教育内容のメッセージ伝達において効果的である。そのため，デジタルゲーム技術の利用により，従来の教育メディアでは実現できなかった学習環境の提供が可能だと確認される事例[10]を挙げている。

2. 従来の教育用ゲームの枠を超えて，教育以外の用途でのデジタルゲーム利用を視野に入れていること。

教育用ゲームという形では，学校教育ばかりに目が向けられがちである。しかし，シリアスゲームの学習内容を，広告，コミュニケーション，広い意味での学習における問題全般に着目することで，対象領域を広げることにつながる。

3. ゲームソフトウェアの開発だけでなく，その利用方法の開発も同様に重要であること。

既存のエンタテインメントゲームを社会的な目的で利用するというねらいは，ゲーム業界との協力関係の重要性を示す一方で，単にソフトウェア開発だけでなく，その用途開発やカリキュラム開発を考慮する必要があるという認識がある。

ゲームは、アナログゲームとコンピュータゲームのどちらも一方的に入力を行うのではなく、プレイヤーが行った行動や入力に対して反応やフィードバックを変えることが可能である。この点がシリアスゲーム基本前提1の要素であり、紙の教科書や問題集には実現できない点であると考えられる。ゲームの特性については、2.5 ゲーム設計法・構築法にて示す。

また、1に示されている「エンタテインメント以外の用途にデジタルゲームが利用可能」の事例として、Microsoft が商品化した Minecraft: Education Edition[11]や、レゴ社が開発した MINDSTORMS[12]（教育版レゴ® マインドストーム®）等がある。

Minecraft: Education Edition は、Microsoft が携わるプログラム「Minecraft in education」において利用するソフトである。基になっているのは、Notch 氏が開発したサンドボックス型のものづくりゲーム Minecraft である。Minecraft では、ドットテキストのブロックの世界において建物や街、様々なものをプレイヤーが自由に創造することができる[13]。Minecraft: Education Edition は、Minecraft の世界を教育機関で活用できるようデザインされている。教室で最大 30 人の学習者が 1 つの世界に参加可能にし、学習活動を記録する機能やプロジェクトの実施や共同学習機能の利用による課題解決等を行うことができる[14]。

レゴ社が開発したロボット商品セット MINDSTORMS（教育版レゴ® マインドストーム®）[12]は、「ユーザーが独自のレゴ®ロボットを作って指令を出すことができる、プログラム可能なロボット組み立てセット」[15]である。PC やタブレットを使用し、プログラミングを行うことができる。利用者は、その内容を組み立てたロボットに送ることで、動きや反応を与えることができ利用者が考えたプログラムの内容のフィードバックを目に見て確認することができる。

Minecraft: Education Edition[11]や MINDSTORMS[12]（教育版レゴ® マインドストーム®）は、エンタテインメント用の商品を、シリアスゲーム前提条件3 教育において学習教材として利用可能にする工夫がされ発売されている。Minecraft: Education Edition[11]では、学習者利用方法だけでなく、授業で実際に運用する教員に対するサポート用として教員向けの利用方法に関するチュートリアルも用意されている。

2に関しては、実際に国内外で、ゲームをプレイすることによる身体的・認知的な効果や影響の研究が進んでいる。例えば、前述したシニア向けに起立運動を支援する「リハビリウム 起立くん」[2]や、オランダで開発された「Mayor Game(市長ゲーム)」である。

シニア向けに起立運動を支援する「リハビリウム 起立くん」[2]。これは、運動及びトレーニングにコンピュータゲームのデザインを組み合わせることにより、単調な反復行動やトレーニングへのモチベーション維持向上につながる試みである。「リハビリウム 起立くん」の基になっているのは、九州大学により研究開発された「樹立(きりつ)の森」である。「樹立(きりつ)の森」を高齢者福祉施設において利用した結果、利用者のトレーニングへのモチベーション維持向上につながったと報告されている[4]。また、発売元であるメディア出版のHPでは、4つのデイサービスとクリニックで利用されたという報告が掲載されている。これらのことから、ゲームを使った運動支援が可能であることが示されている。

次に、オランダで開発された「Mayor Game(市長ゲーム)」について述べる。Mayor Game(市長ゲーム)シリアスゲームが、現実の問題をゲーム化した例である。

オランダではシリアスゲームをアプライドゲームと呼ぶ。アプライドというのは実践的または実用的であることを強調する言葉である。オランダでは、シリアスゲームが組織的に開発されており、2007～2012年の5年間NWO(オランダ科学研究機構)のファウンドにより実施されたGATE(Game Research for Training and Entertainment)[16][17][18]プロジェクトがある。GATEは、ユトレヒト大学(UU), HKU 及び TNO 等が中心となり、多数のシリアスゲームが開発された。代表的な成果である“Mayor Game(市長ゲーム)”[16]は、オランダ国内の全市長が危機管理のための意思決定訓練として利用している。

Mayor Game では、訓練のためゲーム内で実際に発生する問題やジレンマなどを実現する。これは、ゲームを利用することにより、市長の仕事内容をモデリング&シミュレーションすることでリアリティーや複数の問題を出題していくことを可能にしている。

2. 2. 2 シリアスゲーム構築法

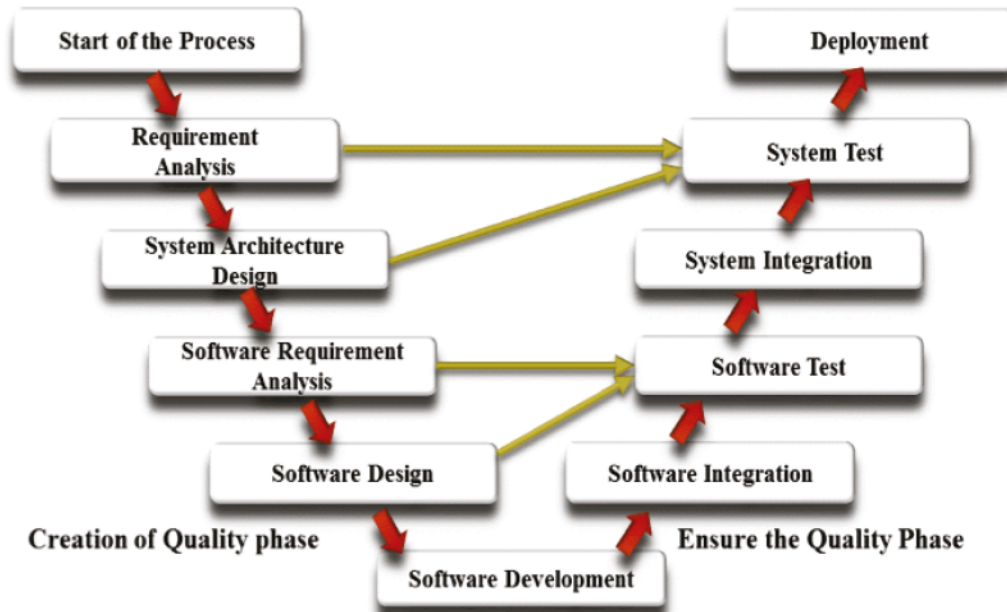
SG を効率良く開発可能にするためのプロセスとして、古市が提唱する構築プロセス Serious Game Developing Process (以下 SGDP)がある。

SGDP のベースとなったのは JIS X0160:2012 SLCP ソフトウェアライフサイクルプロセスで、これに加えてモデリング&シミュレーションのための開発プロセスである IEEE Std 1516.3 FEDEP を融合した9つのフェーズから構成され[5][19][20](表 2.1), ウォーターフォール型(図 2.2)である。例えば, SGDP の要求定義フェーズでは, 開発する SG の目的を明確化するとともに, 効果の検証法を定める。続く要求分析フェーズでは, SG の代表的シナリオを明確化し, 機能を抽出する。このように, SG としての開発手順をプロセスとしてまとめたものが SGDP である。SG 型の学習用教材は, Game Based Learning (GBL)の一環として用いる学習または教育を目的として開発された SG のことである。学習に対するモチベーションの持続等に効果があると考えられる設計指針等は, SGDP には含まれていない。

SGDP を利用して開発したシリアスゲームについては, 第3章シリアスゲーム技術の学習への応用にて述べる。

フェーズ	フェーズ名	概要
1	要求定義	シリアスゲームの目的, もつべき代表的な機能等, ユーザの要求を“～したい”という表現で明確にし, 各要求に対する効果の評価方法とあわせて 要求定義書 にまとめる。
2	プロジェクト計画	ユーザの要求を実現するための開発・管理手法等を検討し, 評価を実施するまでの計画を立案して プロジェクト計画書 にまとめる。
3	要求分析	要求定義の内容を分析し, 評価時における利用イメージを含むシリアスゲームの内容を代表的なシナリオとして記述する。続いて, シナリオを分析してシリアスゲームに対する要求機能, 性能データ等を“～が必要”という表現で明確にし, 要求分析書 にまとめる。
4	方式設計	全シナリオを設計し, シナリオを分析して要求機能を明確にする。続いてそれらの要求機能の実現方式を設計し, ソフトウェアにより実現する部分とそれ以外の部分を明確にして システム方式設計書(外部設計書) にまとめる。
5	ソフトウェア詳細設計	ソフトウェアの詳細設計を行い, ソフトウェア詳細設計書(内部設計書) にまとめる。
6	プログラム作成と単体テスト	プログラムを作成して単体テストを実施し, その結果を 単体テスト結果書 にまとめる。
7	結合テストと適格性確認テスト	結合テストを実施し, その結果をシリアスゲームとして利用可能か否かを示す 適格性確認テスト結果書 にまとめる。
8	効果測定	シリアスゲームとしての効果を確認するための評価を実施し, 有効性確認テスト結果書 にまとめる。
9	ディプロイメント	シリアスゲームをリリースする。仮リリースにより効果測定フェーズと平行する場合もある。

表 2.1 SGDP 各フェーズをその概要



IEEE Std 1516.3 FEDEP

図 2.2 IEEE Std 1516.3 FEDEP

2. 3 教授法

本節では、ガニエの9教授事象[6](1977)及び近年多く取り組まれている Game Based Learning について述べる。

2. 3. 1 ガニエの教授法

ガニエは授業や教材を構築するインストラクショナル・デザイン(ID) [6]の過程を「学びを支援するための外側からのはたらきかけ(外的条件)」として定義し、「導入」、「展開」、「まとめ」の3グループから構成される事象を定義している。

導入では、学習者に教材への注意を喚起し、授業や教材の目標を知らせ、必要な前提条件を想起させる(事象1~3)。展開は情報提示(事象4, 5)と学習活動(事象6, 7)から構成され、新しい事項の提示及び学習の指針を与えてから学習を開始し、練習の機会を設けてフィードバックを与える。まとめでは、点数による成果評価(事象8)に加えて、記憶の定着のために復習の機会を作り、次の学習内容への継続性を考慮し内容の予告を行うことも含まれる(事象9)。以下に、各事象の具体的な内容を示す。

また、近年 e-learning が広く実践されるようになり、効果的・魅力的な教材開発をする上で参考となる様々な ID の動向が示され、そのためのプロセスが実現されている[7].

表 2.2 ガニエのインストラクショナル・デザイン 9つの事象 [6]

導入	1. 学習者の注意を喚起する	学習への準備をさせ、インストラクションの関連性や目的に向けて学習者の注意を方向付ける.
	2. 学習者に目標を知らせる	期待される成果を明らかにする
	3. 前提条件を思い出させる	学習者がすでに知っているものと次に来るものを関連させて、新しい学習の着地点を与える.
展開	4. 新しい事項を提示する	学習すべき新しい情報、手順、プロセスや問題解決のタスクを提示する. 多くの場合、これは講義やプリント教材により実現される. これを既習の知識と結びつけることで、長期記憶への符号化を促す.
	5. 学習の指針を与える	事象 4 にて提示した事項を精緻化する. ここれは、例示、逸話、解説、ディスカッションや事項の記憶をより助ける他の方法がとられるかもしれない. このステップは、豊かな知識構造の符号化や構築を促す.
	6. 練習の機会をつくる	学習者の反応を誘い出す. これは、手がかりが含まれる文脈において、学ばれた内容を検索し引き出すことを意味する. 目的は、評価することではなく、不確かさや誤解を発見することにある.
	7. フィードバックを与える	理解の正確さについて、学習者へ情報を与える.
まとめ	8. 学習の成果を評価する	学習した知識やスキルの(時間が経った場合における)保持をテストする.
	9. 保持と転移を高める	定期的な練習によって学習したことを強化する. 「転移(transdfer)」とは、学んだことを異なる文脈や状況において適用できることを意味する.

2. 3. 2 Game based Learning

ゲームの要素を学習に取り入れることでモチベーションを高める効果がある Game Based Learning (以下 GBL)[21]について述べる。GBL を実施する上で重要なのは、夢中にさせる要素と学習のバランスであるとマーク・プレンスキー[21]は示している。

GBL の中で、数学学習を目的とした代表例はグローバルマス[22]及び中学生向けの教科学習を目的とした得点力学習 DS[23]であり、実際に授業での利用例が報告されている[24]。得点力学習 DS は、元々自己学習を目的としているが、教員が副教材として用いることも可能である。また、藤本[25]はゲームデザインの手法を授業デザインに応用したクエスト型授業を提案し、国内外における実践動向と結果をまとめた。その中で、クエスト型授業では受講者へ課題で得られた点数可視化と、フィードバック効果が示されている。

2. 4 教材設計法・構築法

教材設計法・構築法に関する既存研究としては、教材設計手順を示したものと、教材を e-learning として運用する上で学習者のモチベーションを高めるための工夫について示したものがある。

2. 4. 1 教材設計法

教材設計手順の代表例である鈴木[8](2002)による方法は、3 ステップから構成されている。ステップ 1 では「教材企画書では教材をイメージし、学習目標を明確にして教材計画を立案する」手順が示されている。続いてステップ 2 では「教材パッケージでは教材及び付随する教材を設計して開発する」手順、ステップ 3 では「教材作成報告書では、今後の改善方法検討のためにデータ収集を実施し、改善方法を考える」手順が示されている。この 3 ステップに従い教材を設計することにより、経験の浅い教員でも効果的な教材を設計することが可能になる。

この手法を SG 開発に応用することで、開発者が教材に備えるべき要素の具体化が可能である。

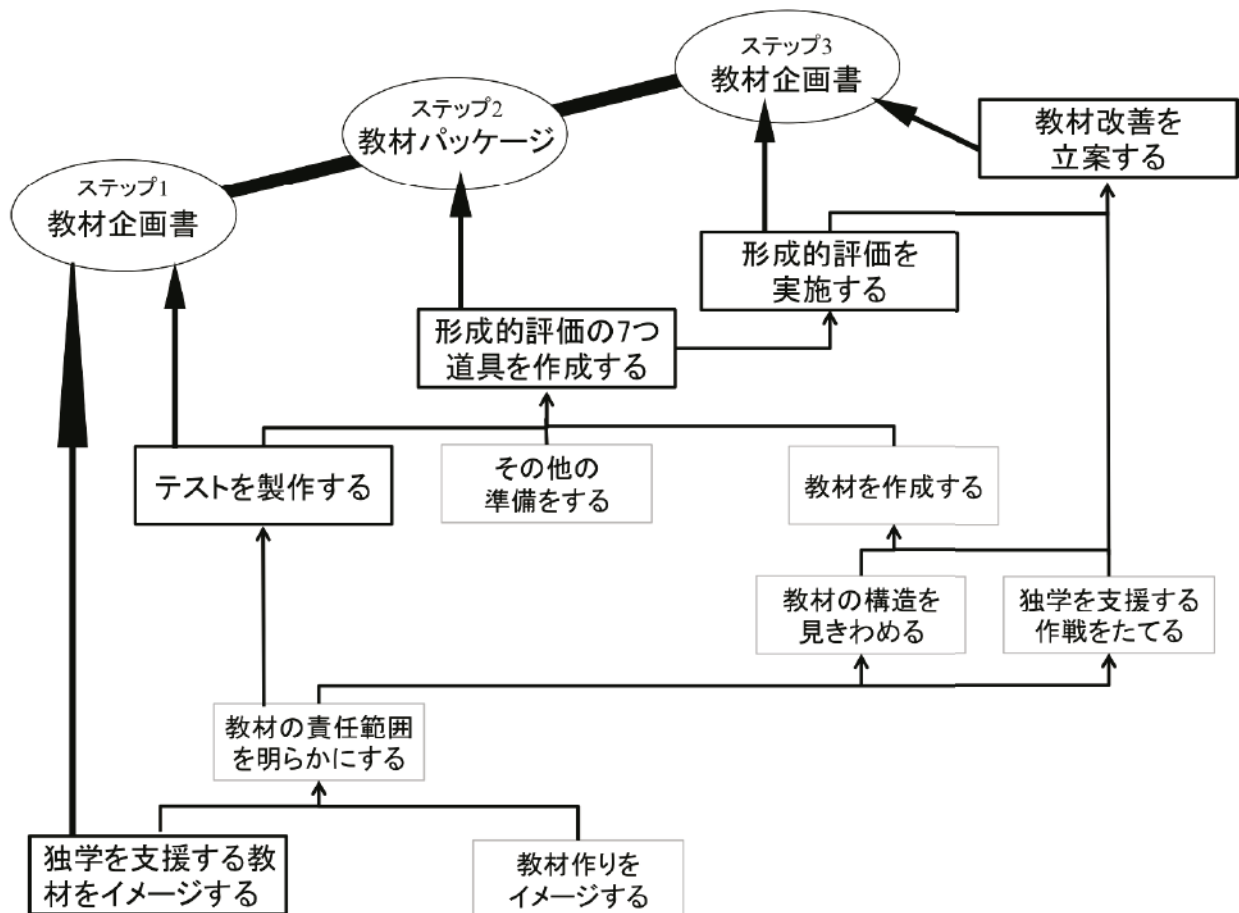


図 2.3 鈴木[8]による方法の課題分析図

2. 4. 2 ARCS 動機付けモデル

教材を魅力あるものにするための枠組みとして多く利用されているのは、ケラーが提唱した ARCS 動機付けモデル(1984)である[9]。本モデルは学習者の学習意欲を高めるための4つの要因を示したもので、注意(Attention)、関連性 (Relevance)、自信 (Confidence)及び満足感 (Satisfaction)から構成される。注意(A)とは“面白そうだ”と学習者が感じる要因、関連性(R)とは“やりがいがありそうだ”、自信(C)とは“やればできそうだ”、満足感(S)とは“やって良かった”と感じる要因であり、教材作成者が作成時に考慮すべき事項として各国の教育現場で利用されている。

本モデルは、SG 開発時の設計指針への応用により、学習に対する動機付けとモチベーションの維持効果向上に適用可能と考えられる。

表 2.3 ARCS 動機付けモデル[9]

A(Attention)注意	学習者の関心を獲得する。学ぶ好奇心を刺激する。	
	A.1. 知覚的喚起	学習者の関心を引くために何ができるのだろうか？
	A.2. 探究心の喚起	どのようにすれば探究的な態度を引き出せるだろうか？
	A.3. 変化性	どのようにすれば学習者の注意を維持できるだろうか？
R(Relevance)関連性	学習者の肯定的な態度に作用する個人的ニーズやゴールを満たす。	
	R.1. 目的指向性	どのようにすれば学習者のニーズにこたえられるだろうか？
	R.2. 動機的一致	いつ、どのように学習者にとって適切な選択肢を与え、責任を持たせ、影響を与えられるだろうか？
	R.3. 親しみやすさ	どのようにすれば学習者の経験とインストラクションを結びつけられるだろうか？
C(Confidence)自信	学習者が成功できること、また、成功は自分たちの工夫次第であることを確信、実感するための助けとする。	
	C.1. 学習要求	どのようにすれば学習者が成功への期待感を持てるように指示できるだろうか？
	C.2. 成功の機会	学習経験はどのように学習者の有能感を指示したり高めたりするだろうか？
	C.3. コントロールの個人化	学習者はどのように成功した結果を自らの努力と有能によるものだと明確に認識できるだろうか？
S(Satisfaction)満足感	内的及び外的報酬によって達成を強化する。	
	S.1. 自然な結果	どのようにすれば学習者が新しく獲得した知識やスキルを活用する意味のある機会を提供できるだろうか？
	S.2. 肯定的な結果	何が学習者の成功を強化できるだろうか？
	S.3. 公平さ	どのようにすれば学習者が自らの成果を肯定的に捉えることを支援できるだろうか？

2. 5 ゲーム設計法・構築法

魅力あるものの代表例であるゲームの分野では、ゲームの魅力が依存症という形で社会問題となる場合もある。しかし、本研究ではこの特徴を学習の分野で効果的に利用可能であると考え、魅力ある学習用教材の構築法に活かす方法を検討する。本節では、GBL 及び教育等現場での適用例の観点から、後述する SGLM の中で設計指針を具体化する際に考慮するゲーム設計法・構築法について挙げる。

GBL の観点からクリス・クロフォード[1]と、ゲームを利用し日常をより良くする方法を提唱したジェーン・マクゴニガル[26]が示すゲームが備える要素を、ゲーム定義の代表例として挙げる。

2. 5. 1 クリス・クロフォード：ゲームとして備えるべき4要素

GBL の観点からクリス・クロフォードが The Art of Computer Game Design(1982)にて提唱している、ゲームとして備えるべき4要素を挙げる[1]。この4要素は、コンピュータゲームの基本としてゲーム設計時に利用されている。

- ・描写：現実世界のある一面を主観的に描写
- ・インタラクション：プレイヤーがシステムの中で行ったことに関して、なんらかのフィードバックがある事
- ・対立：対人、対コンピュータを問わず、勝敗や達成度での競い合い、または障害を乗り越えること。時間制限や難易度なども含まれる
- ・安全性：ゲームの結果が直接現実に影響しないこと

これらの要素は、学習用教材設計法と描写とインタラクションは注意を引く一つの方法になると考えられる。そのため、SGDP に不足していた動機付けモデルを取り入れる際、動機付けモデルを実現するゲームの要素として利用可能だと考える。後述する SG 型学習用教材構築法 SGLM の中でゲームが備えるべき各要素をカバーする上で重要な要素である。

2. 5. 2 ジェーン・マクゴニガル：ゲームが備える4要素

ジェーン・マクゴニガルは、「幸せな未来は「ゲーム」が創る[26]」(2011)にて、“ゴール”，“ルール”，“フィードバックシステム”及び“自発的な参加”がゲームが備える4要素として示している。それぞれは以下のように捕捉されている。

- ・ゴール：プレイヤーが達成すべき具体的な成果のこと。プレイヤーの注意を引きつけ、ゲームへの参加を促し続け、プレイヤーに目的意識を与えるもの。
- ・ルール：プレイヤーがゴールに達する上で制約をもたらす。ゴールに達するために一番わかりやすい方法を奪うか、制限を加えることで、プレイヤーはまだ発見できていない方法を模索せざるを得なくなる。ルールは創造性を解き放ち、戦略的な思考を促す。
- ・フィードバックシステム：プレイヤーがどこまでゴールに近づいているかを示すもの。得点、レベル、合計点、進捗表示バーなどの形で示される。フィードバックが常時示されることで、プレイヤーはゴールに必ず到達できるという気持を保ち、プレイし続ける意欲を得る。
- ・自発的な参加：ゲームをプレイする誰もが以上の要素を理解した上で、進んで受け入れることを意味する。自分の意思で参加または脱退できる自由があることは、ストレスが多くて難しい課題でも安全で楽しめる活動として経験できることを保証する。

更に、マクゴニガルは[23]にて、“ゲームのプレイは困難を自ら乗り越えようとする取り組みである”と述べている。

これらの要素は、学習用教材設計法とフィードバックや目標の提示等の点において共通する部分がある。そのため、SGDPに不足していた動機付けモデルを取り入れる際、動機付けモデルを実現するゲームの要素として利用可能であると考えられる。後述するSG型学習用教材構築法SGLMの中でゲームが備えるべき各要素をカバーする上で重要な要素である。

2. 5. 3 サイトウアキヒロ：ゲームニクス

サイトウアキヒロが提唱したゲームニクス(2007)について示す。

著書[27]において、ゲームはプレイヤーにストレスを与えることが前提のメディアであるが、ゲーム要素以外のストレス(キャラクタの操作性や乗り越える障害が明確的示されない等)を感じさせるべきではないと述べている。これらを実現する為のUIや操作デバイスの技術をゲームニクスと呼ばれている。以下にゲームニクスの2大要素を示す。

①「直観的」「本能的」に操作ができる

- ・すぐに始められる
- ・マニュアル無しでもすぐに遊べる操作性

②複雑な内容を段階的に理解し、思わず夢中になる

- ・常に目標をもって前進している
- ・簡単な使用理解から、複雑な使用法を押し付けではなく理解させる学習効果
- ・もっとやり込んでみたくなる、熱中させるための仕組み

また、ゲームニクスには2大要素の下に5原則がある。

1：直観的で快適なインタフェース

- ・入力デバイスの操作性の合わせた画面デザイン操作の約束ごと
- ・アクセサビリティの良い操作感(画面を見ただけで理解できる構成と演出)

2：マニュアル不要のユーザビリティ

- ・操作を誘導する画面情報の提示
- ・マニュアル名を製品に組み込みストレスなく提示する方法論(必要などに必要な情報を押し付けなく提示する)

3：はまる演出

- ・無意識にはまる効果のゲームテンポとシーンリズムの方法論
- ・発見する喜びや意欲を維持させる方法論

4：段階的な学習効果

- ・意欲も持続させる目標設定
- ・押し付けでない学習効果の導入

5：仮想世界と現実世界のリンク

- ・ 現実(リアル)世界を仮想(バーチャル)世界に取り込むノウハウ
- ・ 仮想的なゲーム世界で現実世界の要素を利用するノウハウ

1と2はアクセサビリティとユーザビリティという快適な操作感についてであり，家電やATM等に応用できる．3と4は思わずはまって，目標をもって集中するという原則で学習や訓練と結びつけることが出来る．また5は，実生活における快適性の拡張を意味している[27]．

これらの要素は，学習用教材設計法と4：段階的な学習効果が共通する要素である．SGDPに不足していた動機付けモデルを取り入れる際，動機付けモデルを実現するゲームの要素として利用可能であり，学習以外の面においてストレスのないインタフェースを開発する際に必要になる設計法/開発法である．以上の点が，シリアスゲームが学習用教材設計法において，考慮すべき技術である．

2. 5. 4 岸本好弘：ゲーミフィケーション

更に，岸本好弘のゲーミフィケーション(2013)は，教育現場において適用され，学習意欲の向上に効果があったと報告されている[28]．

岸本好弘は教育現場へのゲーミフィケーションの応用で知られ，「惹きつけるゲームデザインの6要素」として“能動的参加”，“賞賛演出”，“即時フィードバック”，“自己表現”，“成長の可視化”及び“達成可能な目標設定”が，教育現場においてゲームに惹きつけられる要素であるとしている[28]．以下，各要素について具体的に示す．

- ・ 能動的参加：遊びたい時に遊べる．プレイヤーは，ゲームを行いたい時に電源をONにして開始でき，飽きるなどやめたい時にOFFにすることができる．
- ・ 賞賛演出：ステージクリアで花火が上がる．プレイヤーは，ゲームの中ではファンファーレや花火の打ち上げ，文字によって大きさに褒められる．これらの演出により「嬉しい」や「次のステージに挑戦しよう」「もう一度，褒められたい」という内的意欲が生み出される．
- ・ 即時フィードバック：ボタンを押すとキャラクターがジャンプする．ゲームのプレ

イをする際プレイヤーは、コントローラーのボタンを押すことにより、画面の中の主人公が左右上下に移動する。ストレスのない爽快さは即時のフィードバックにより生まれる。これにより主人公を意のままに操り、自分の指示の正否が即時に表現することも実現する。

- ・自己表現：自由にパーティが組める。RPGの中では、旅の中で出会った人をパーティに加えて旅をすることができるが、加えるか否かの選択はプレイヤーに任される。これにより、同じゲームの他のプレイと異なるルートや戦法になる。制限された世界の中だからこそ自己表現を楽しめる場合もあるという要素である。
- ・成長の可視化：モンスターを倒してレベルアップ。ゲームでは、プレイヤーのレベルアップの過程が画面の数字や主人公の見た目の変化等によって表示される。
- ・達成可能な目標設定：最初に出てくるキャラクタは弱い。ゲームでは、プレイヤーが「少し頑張れば倒せる敵」が現れる。ハードルの高さを徐々に上げていく加減にゲームデザインの妙技がある。

ゲーミフィケーションは、「生活や活動に、ゲームの要素を取り入れる」時に使われる言葉であり、“ゲームの要素を取り入れる”点が“世の中の問題をゲームにより解決する”シリアスゲームとは異なる。

これらの要素は、学習用教材設計法をゲーム内で実現する際にフィードバックする際の演出などで必要な要素であると考えられる。SGDPに不足していた動機付けモデルを取り入れる際、動機付けモデルを実現するゲームの要素として利用可能であり、学習以外の面において学習者が学習用シリアスゲームに惹きつける設計法/開発法となる。以上の点が、シリアスゲームが学習用教材設計法において、考慮すべき技術である。

2. 6 結言

本章では、本稿の関連研究を記述した。まず、シリアスゲームについて述べた。続いて、教員が授業において利用する教授法について述べた後、教材設計法・構築法について述べた。最後に、ゲーム設計法・構築法については、ゲームの定義や、設計法について述べた。

SGDPに不足していた動機付けモデルを取り入れる際、動機付けモデルを実現するゲームの要素として利用可能であることを示した。

第3章

シリアスゲーム技術の学習への応用

3. 1 序言

本章では、シリアスゲーム構築法プロセス (Serious Game Developing Process(SGDP)) に基づいて試作開発を行ったシリアスゲームについて述べる。以下の学習用教材の試作を予備実験として実施した内容及び、評価結果を示す。

- ・ 幼児を対象とした言語学習用絵本 “MU3 PictureBook”
- ・ 大学生以上を対象とした英語学習教材 “QTOEIC”
- ・ 高校生を対象とした数学学習用教材 “Moe-Math”
- ・ 社会人を対象としたサイバーセキュリティ対処能力学習用教材 “成り上がれ”

3. 2 言語学習用絵本 “MU3 PictureBook”

本節では、筆者等が開発を行った SGDP を利用し、幼児の読み聞かせに対する集中力伸長を目指した教材 MU3 PictureBook[29]について述べる。研究背景、提案方式及び試作内容について述べてから、予備実験として行った幼児に対する学習意欲向上に対する効果確認の結果を示す。

3. 2. 1 研究背景

教材 MU3 PictureBook(MU: multi-user, multi-touch panel, multi-modal 略: MU3-PB)の対象ユーザは絵本の読み聞かせに興味を持つ4歳の幼児とした。理由は、絵本への興味やタッ

チテーブルを利用できる年齢であるからである。教材の内容としては、絵本を用いた読み聞かせを行うこととした。これは、一般的に4歳の幼児は母親による絵本の読み聞かせに興味を持つ年代であり、絵本の置き換えとしてコンピュータ上で動作する電子絵本が、学習用教材として適切であると考えからである。

次に、本教材で解決する問題について述べる。一般的に4歳の幼児は同じ行動を持続させるのが不得意であることから、“絵本に対する興味が持続すること”及び“絵本に集中すること”を学習目標とすることを考慮して設計した。以下、教材 MU3 PictureBook の概要を示す。

3. 2. 2 提案方式及び試作

次に、MU3 PictureBook の概要について述べる。絵本の題材としては、総ての幼児が紙の絵本として見た経験があると考えられる昔話の「ももたろう」を用い、表紙を含めて9ページ分のコンテンツ（表 3.1）から構成されるものとした。図 3.1 上の写真は後述する評価実験の様子を示したもので、読み手の母親と複数の幼児が同時に絵本を楽しむコンセプトが実現されている。幼児が操作する AR マーカに対応したキャラクターを前面スクリーンに重畳表示する機能を導入した。操作可能なのは自分が役割を演じるキャラクターだけで、他の AR マーカを操作しても動かすことができない。この仕組みは、パネルをタッチするユーザの指を認識する機能を備えた DiamondTouch を用いて実現した。

幼児はタッチテーブルの前に読み手の母親と着座し、前面に設置されたモニタで電子絵本を見る。母親からの読み聞かせの内容に応じ、幼児はタッチテーブル上に表示される AR マーカ（図 3.1 最下段右）を指で自由に移動させることで、前面のモニタに登場するキャラクターを操作してストーリーにあわせたキャラクターの操作を行う。

MU3-PB は、複数の幼児（最大4人）がテーブル型のタッチパネルの周囲に着座して楽しむ電子絵本であり、図 3.2 に2人での利用イメージを示す。タッチパネル上には絵本の背景及び AR マーカが表示され、幼児は指で AR マーカを操作する。また、幼児の背面に配置されたカメラによりタッチパネル上を撮り、前面に置かれたモニタ上にキャラクターを重畳表示した映像を見て、AR マーカを操作する。

9 ページから構成される絵本の各ページはテーブルトップに背景とマーカが表示され（図 3.1 最下部左）、自分が担当するキャラクターに対応したマーカだけを指で操作可能で

ある。他の幼児と協力しながら各ページを読み進め、第7ページでは全員が協力して鬼ヶ島の鬼と戦い、第8ページで鬼を退治したら第9ページに進み終了する。このように、各自読み聞かせの中で自分の役割を演じながら、皆で一緒に話を進行させることを基本的な操作として設計した。なお、図3.1の中段左側の図は操作画面（説明上のわかりやすさのため背景を非表示）を示し、中段右側は前面モニタに表示される電子絵本の画面を示し、絵本中鬼と戦っている8ページ目の様子を示している。



図 3.1 教材 MU3 PictureBook 画面内容

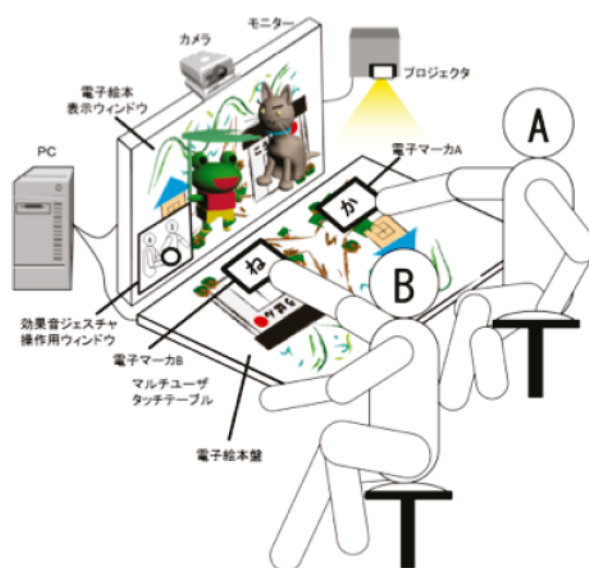


図 3.2 MU3 PictureBook 使用イメージ

表 3.1 「ももたろう」のページ構成

P1	表紙
P2	おばあさんが川で桃を拾う
P3	ももたろう旅立ち
P4	イヌに出会う
P5	サルに出会う
P6	キジに出会う
P7	鬼と対決
P8	鬼を倒す
P9	おわり

3. 2. 3 学習意欲向上に対する効果確認

複数回実施し、本論文ではその中の2012年10月9日に実施した結果を紹介する。実験協力者としては4歳の幼児5人と各母親の協力を得た。測定に際しては、人を対象とした実験における諸規定に基づき実施した。

効果確認にあたっては、先述したMU3-PictureBookとTablet-PictureBookを用い、各教材を使った読み聞かせにおける学習意欲向上を行動観察により確認する方法で実施した。

MU3 PictureBookとの比較対象として、SGMLを用いずに開発した従来型の電子教材例として、電子絵本Tablet-PictureBookを新たに試作した。

Tablet-PictureBookの設計にあたっては、一般的な電子絵本としての基本機能の実現を目的とし、9ページから構成されるももたろうの物語を、母親の読み聞かせにより子供と2人でタブレット型PCを使って操作するものとした。画面上には絵本の各ページが表示され、市販の電子絵本と同様に図柄の拡大縮小機能を備えた他、自分の指または読み聞かせをする母親の操作によりページめくりをする機能を実現した。絵本中で用いる図柄に関してはMU3 PictureBookで用いる背景及びキャラクタ等の絵柄を用い、絵柄の違いによる興味強度の違いが極力生じないよう工夫した。図3.3左は絵本の6ページ目を表示した様子、同右は2ページ目を幼児が指で操作中の様子を示す。

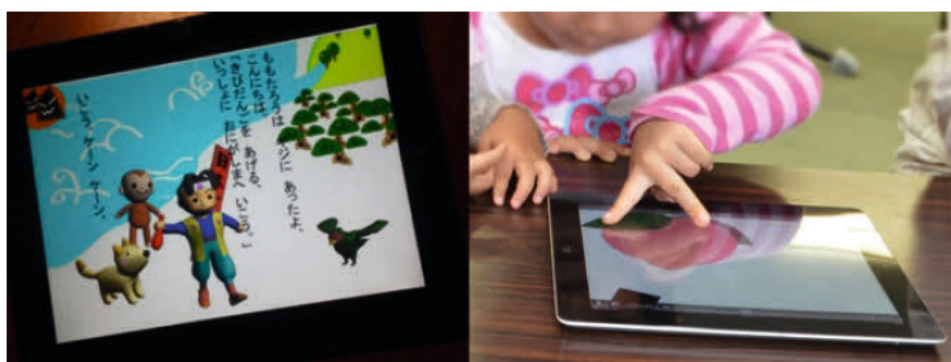


図 3.3 従来型電子教材 Tablet-PictureBook

ここで、幼児による学習意欲の確認方法を示す。一般的に4歳の幼児は同じ行動を持続させるのが不得意である。そこで、“絵本に対する興味を持続すること”及び“絵本に集

中すること”を本実験では幼児の学習意欲とみなし、ビデオを用いた行動観察により時間を計測することとした。具体的には、直接観察及びビデオ観察を併用し、ページをめくって読み始めてから、幼児が教材に注視した状態が継続して次のページへ移るまでの時間を計測し、それをページ毎の興味持続時間とした。

効果確認は以下の手順で実施した。

実験協力者全員(5人)に対して同時に Tablet-PictureBook を用いた母親による絵本の読み聞かせを実施し、行動観察により絵本9ページの各ページに所要した時間を測定。

実験協力者を各2名と3名の2グループに分け、グループ毎に MU3-PictureBook を用いていずれかの幼児の母親による読み聞かせを実施し、行動観察により絵本9ページの各ページに所要した時間を測定。

当日は通常の限られた保育時間を利用して実験を実施し、全員が同じ順番で2つの教材を利用したため、実験結果には順序効果が含まれている。そのため、以後示す実験結果は効果測定結果とは呼ばず、効果確認のための参考データとしての位置付けで述べる。

なお、MU3-PictureBook は4人用として試作したため、不足人数は大学生が操作支援者として加わった。また、実験協力者5人中カメラの設置不備により有効なデータを取得出来なかった1人を除外し、有効なデータを取得できた4人の計測結果を図3.4及び3.5に示す。

図3.4には実験協力者番号1と2の幼児及びこの2名で構成したグループ1の結果を示し、図3.5には実験協力者番号3,4及びこの2名で構成したグループ2の結果を示す。図中縦軸は所要時間(単位は分:秒)を示す。横軸は絵本の各ページを表し、実験参加者のそれぞれの Tablet-PictureBook に対する所要時間に続いて MU3-PictureBook に対する所要時間の順で示す。図中、グループ1,2と記載してあるのが MU3-PictureBook での所要時間、1,2,3,4と記載してあるのが Tablet-PictureBook での所要時間である。

例えば、7ページの桃太郎が鬼と出会うシーンに注目すると、Tablet-PictureBook で興味を示していたのは全員が30秒以下なのに対し、MU3-PictureBook では両グループが2分以

上であった。その他、表紙と最終以外総てのページにおいて、MU3-PictureBookの方が長い時間興味を示したことがわかる。

上述した通り、実験は全員が①、②の順で実施したため、本実験結果には順序効果が含まれていると考えられる。しかし、①を実施することによって幼児が「ももたろう」の物語に飽きてしまった場合には②の方が不利になることが予想され、このような不利な条件下でも②の方が興味を示す時間が長かったことを本結果は示している。ただし、後述する他の教材も併せて、効果測定を実施する際には、実験協力者数の増大と実験順序を考慮する必要がある。

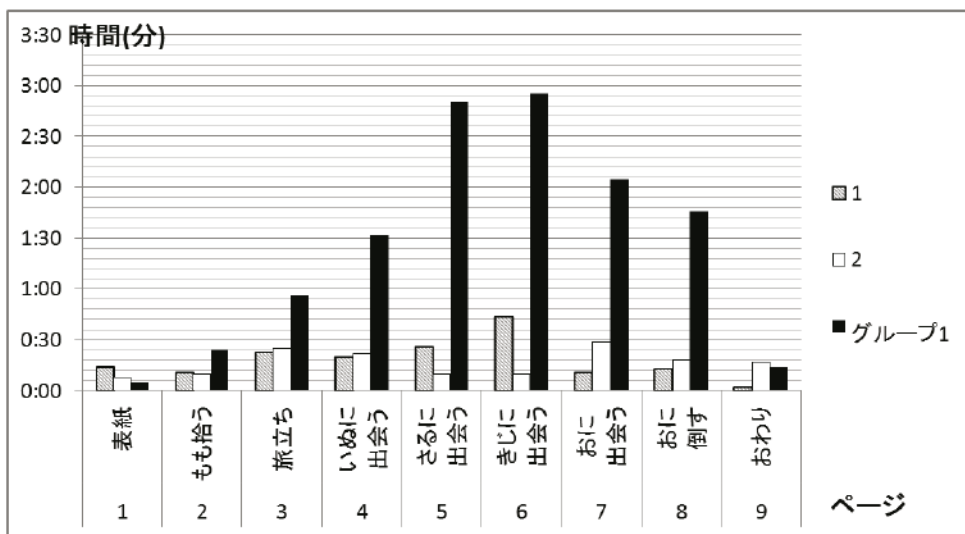


図 3.4 効果測定結果 (グループ 1, 実験協力者 1,2)

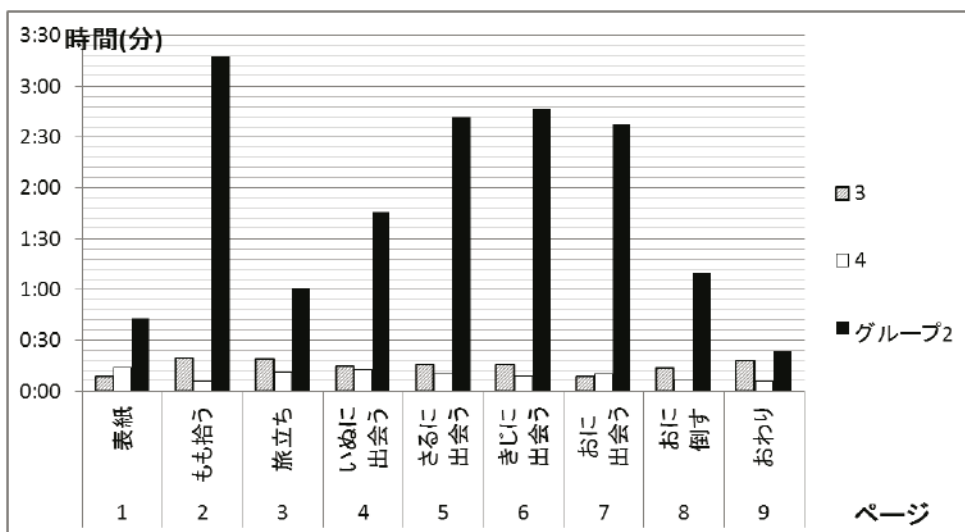


図 3.5 効果測定結果(グループ 2, 実験協力者 3,4)

3. 2. 4 まとめ

本研究では、SGDP を使用して MU3-PictureBook を開発し評価を行った。MU3 PictureBook を用いて 4 歳児 5 人に対して評価実験を実施し、SGLM を用いないで試作した Tablet-PictureBook を用いた場合における絵本のページ毎の興味持続時間を計測した。結果には実験の実施順序による効果が含まれている可能性があるため、参考データではあるが、MU3 PictureBook の方が興味持続時間が長いことを確認できた。

本研究では、子供向けの電子教材を開発したが、一般化及び他分野の電子教材への適用可能性について示されていない。

本研究で対象とした幼児を対象とした電子絵本だけでは、一般的な学習を行う学習者の学習への興味持続時間の伸長することが「複数の学習者」「AR」により出来るとは捉えることができない。また、MU3 PictureBook の設計内容からは、「複数の学習者」と「AR」を利用する設計方法を、一般的な学習教材開発で組み込む方法が示されていない。このような点から、一般化及び他分野への適用性が述べられていない。

以上のことから、モチベーション維持を考慮したシリアスゲームの開発手法の提案が必要である。

3. 3 英語学習教材 “QTOEIC”

本節では、松尾らが研究を行った SGDP(Serious Game Developing Process)を利用し英語学習を題材とした教材である、QTOEIC[30]について提案システムについて述べる。

3. 3. 1 研究背景

学習において重要なのは、学習意欲の向上と継続的な実施であると言われている。一方、コンピュータゲームにおけるプレイヤーの行動モデルは、ゴールを目指して様々な困難を乗り越え、その過程及び結果を楽しむものとして特徴付けられる。更に、ソーシャルゲームにおいてはチームとしての協調行動等が加わる。本研究は、ソーシャルゲームにおけるプレイヤーのこのような行動モデルを、学習における意欲の向上と継続的な実施に活用することを特長とした学習用ソーシャルシリアスゲームの構築法を提案するものである。本学習用ソーシャルシリアスゲームはグループ学習を基本とし、グループ全体及び学習者個人の実施履歴等を総合的にスコア化することにより、学習者同士の協力で学習意欲向上と継続的な実施を実現することを特長とする。また、学習者が新たに問題を作成する機能を有し、作成した問題はグループ及びその他学習者と共有する事により教材自体の発展性及び永続性を備えると共に、問題を相互評価することにより質を保つ点もまた特長である[30]。

3. 3. 2 提案方式

本節では、ソーシャルシリアスゲームを提案する。

本研究では、Facebook 等の SNS(ソーシャル・ネットワーキング・サービス)を利用し、チームを構成し学習を行う行動モデルを取り入れたゲームのことを、学習用ソーシャルシリアスゲームと呼ぶ。ソーシャルシリアスゲームでは、プレイヤーは他プレイヤーとグループを構成し、グループ内で協調することによって満足感を得るとともに、ゲームの継続が自己及びグループの能力開発につながる。

3. 3. 3 試作システム

本節では、プレイヤーの行動モデルと、提案方式の有効性を確認するために試作した Qtoeic について述べる。

Qtoeic のターゲットプラットフォームはスマートフォン等である。Qtoeic は英語学習を目的としたソーシャルシリアスゲームであり、主に TOEIC[31](Test of English for International communication)に代表される英語能力試験のスコア向上を目的とするゲームである。学習範囲は、TOEIC の文法に関する問題である Part5,6 の対策である。また、ソーシャルシリアスゲームの基盤となる SNS の活性化や、プレイヤー同士の協調性の向上も期待される。

次に、Qtoeic の概要を 7 つに分類されるプレイヤーの行動モデルを説明する。

- (1) プレイヤーがゲームを起動し、何もせずに終了する
- (2) プレイヤーが問題を解き、ゲームオーバー後スコアが表示される
- (3) (2)を実施後、出題された問題を評価する
- (4) プレイヤーが SNS 上の友達を選択し、グループを作る
- (5) (4)を実施後、グループのスコアを確認する
- (6) プレイヤーが問題を作成し、投稿する
- (7) (6)を実施後、投稿した問題の評価を確認する

以下に代表的な画面に表示される内容を示す。

図 3.6 に Qtoeic 起動時に表示されるメニュー画面を示す(1)。プレイヤーは次の行動を“問題作成”，“グループ”，“ゲームで学ぶ”，“ランキング”，“オプション”の中から選ぶ。次に、図 3.7 にゲームで学ぶ（問題を解く）際に表示される画面例を示す(2)。ゲームで学ぶ画面では、穴空きの英短文がランダムに吹き出しに表示され、プレイヤーは制限時間内に正しい選択肢を青色の吹き出しから選択する。選択肢が正解であればスコアが加算され、次の問題が出題される。不正解であれば、制限時間が減り、次の問題が出題される。

10回不正解になるとゲームオーバー(図 3.8)となる。プレイヤーは、問題を評価せずにもう一度問題を解く、もしくはメニューに戻ることができる。



図 3.6 メニュー

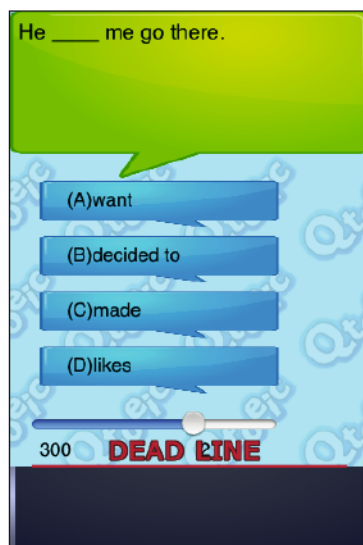


図 3.7 問題を解く



図 3.8 ゲームオーバー

次に図 3.9 に評価する問題を選択する画面を示す(3)。ゲームオーバー画面において、プレイヤーが問題を評価するボタンを押した場合、出題された問題がリストで表示される。プレイヤーはその中から評価したい問題を選択する。

図 3.10 に問題を評価する際の画面を示す(3)。図 3.9 の画面にて評価する問題が選択されると、図 3.10 の画面が表示される。この画面上部の吹き出しには、選択された問題、中段には「良いね」と「良くないね」ボタンが表示される。このボタンをプレイヤーが選択することで、吹き出しに表示される問題を評価する。問題を評価後は、メニューに戻る。次に図 3.11 に問題作成画面を示す(6,7)。プレイヤーはこの画面内でゲームで学ぶページで表示される問題を作成する。入力する内容は“問題”，“解答群”，“正解”とし、内容を確認し投稿する。作成した問題は、他のプレイヤーに評価される。

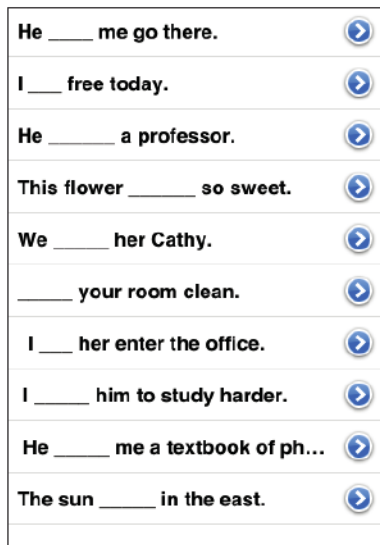


図 3.9 評価する問題を選択



図 3.10 問題を評価



図 3.11 問題作成

図 3.6～図 3.11 までは、Qtoeic におけるスタンドアロン版として機能し、SNS を用いずにプレイヤーが 1 人で学べる部分である。

次に、図 3.12 にグループ作成画面を示す(4)。グループを作成する画面では、プレイヤーの SNS の ID を用いてプレイヤーの友達情報を読み込みリスト形式で表示する。もし友達が Qtoeic を利用していれば、友達を選択し、グループメンバーとして追加できる。次に図 3.13 にグループのスコア表示画面を示す(5)。グループスコア画面では、プレイヤーは、グループの情報を見ることができる。グループメンバーのログイン情報とスコアが表示される。本ゲームのグループスコアの算出方法は、グループメンバーが図 3.6 の“問題を解く”で得られたスコアを平均し、それらを足したものがグループスコアとなる。また、一定期間ログインしない場合平均したスコアが減少するため、プレイヤーはグループスコアを下げないために一定期間ごとにログインせざるを得ない。これがグループメンバーのログイン情報を表示する理由である。従って、グループメンバーがログインしていない場合、他のメンバーが該当するメンバーに SNS を用いて連絡し、ログインするように促すことで、プレイヤー同士の協調性向上と SNS の活性化を図ることができる。

また、グループのスコアや各個人のスコアは、図 3.6 のメニューにあるランキングから確認することができる。



図 3.12 グループを作成

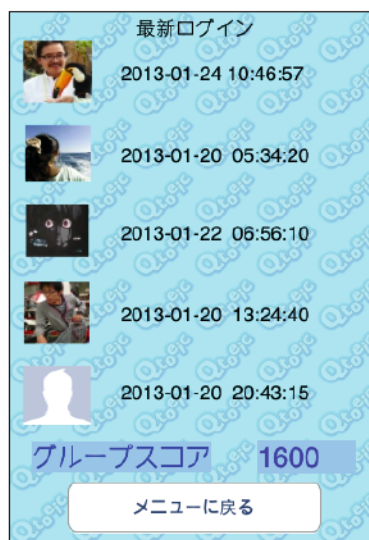


図 3.13 グループスコア

3. 3. 4 評価実験

QTOEI には、グループ機能が未実装部であると同時に、Objective-C で作成されたために iPhone や iPad などの Apple 製品でした動作しないという問題点があった。さらに Facebook にログインしなければならず、Facebook を持っていないユーザがプレイしにくいという問題点があった。これらの問題を解決した大久保らが開発した QTOEI 2 で行った実験について述べる。

本研究における評価実験の指標は、英語の継続性と英語学習の効果を用いる。継続性はログインの回数とログイン時のゲームの起動時間をゲーム中で取得し評価する。英語学習の効果は、実験の前後に学習者に対して TOEIC の模擬試験を実施し評価する。

3. 3. 5 まとめ

本研究では、SGDP を用いて大学生以上を対象とした英語学習教材“QTOEIC”を試作し、評価実験を行った。

SNS を利用することにより，受動的に英語問題を解いていくのではなく，出題者側に立つ要素が考慮されている．ネットワーク上でグループ学習を行うことで，交流やお互いの進捗を可視化することができと考えられる．

3. 4 高校生を対象とした数学学習用教材“Moe-Math”

本節では，成田等が研究を行った SGDP(Serious Game Developing Process)を利用し数学学習用を題材とした教材 Moe-Math[32][33]について研究背景と提案及び試作システムについて述べる．

3. 4. 1 研究背景

近年我が国において，学習者の数学に対する興味関心が低いことが課題となっている．経済協力開発機構（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）による生徒の学習到達度調査（Program for International Student Assessment, PISA）においては，2006 年以降，平均得点は増加傾向にある一方で，興味・関心に関する生徒のアンケート調査においては国際水準と比較しても低い傾向にある．本研究では，この問題を解決するために数学教育を目的としたシリアスゲームを構築し，その評価の方法について提案する．なお，今回提案するシリアスゲームは高校数学の学習分野のうち，三角関数を一例として取り上げた[32]．

3. 4. 2 シリアスゲームシステムの提案

前述した問題点を解決するためのシリアスゲームを提案する．

本ゲームは，学習者に見せる数学的要素を減らし，三角関数の学習をより効果的に行うことを目標としている．多くの対象学習者に親しみやすくするために，横スクロールアクションゲームでキーボードの十字キーを利用する．本シリアスゲームでは，三角関数の性質及びグラフの部分を学習範囲とした(図 3.14)．

3. 4. 3 試作システム

本提案方式により試作したシリアスゲームの概要について、以下に述べる。

本シリアスゲームには、複数のステージを作成した。プレイヤーは、各ステージのゴールを目指してキャラクターを操作する。ゴールに到達すると、1問確認問題が出題され、回答後次のステージに進めることができる。ステージ後の問題の正解数が多いと、次のステージを有利に進めることができる。

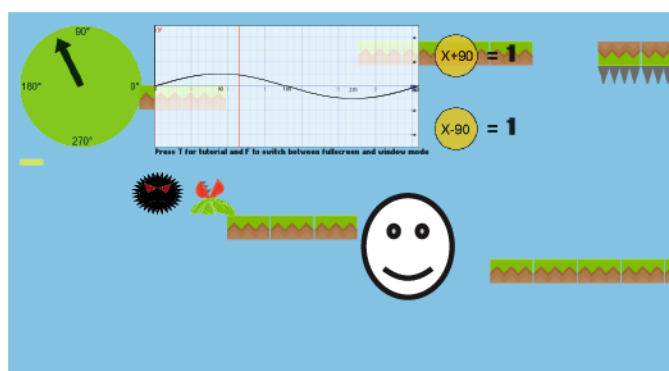


図 3.14 ゲーム画面

次にゲーム画面について説明を行う。

ゲーム画面には、以下の内容が表示される。

- $y=A\sin(\theta)$ のグラフ
- 単位円
- 所持アイテムの個数

キャラクターは、グラフの縦軸の値により使用できる能力が変化する特殊能力を2種類持つ(図 3.15)。

- ① 0 以上の場合キャラクターは自在に飛ぶことができる。
- ② 0 以下の場合は地面に潜って進むことができる。

単位円はゲームの経過時間を示しており、グラフの横軸と連動して動いている。キャラクターの利用できる特殊能力の使用時間は、グラフの振幅が大きいくほど使用時間が長くなる。ステージの中には、特殊能力を使用することで前進できる場所を設け、図 3.12 に示すような特殊能力を変化させるステージもある。図 3.15 アイテム 1 は、プレイヤーが利用したいタイミングで利用できるアイテムで、取得した時にストックされる。アイテム 2, 3 は、キ

キャラクターがアイテムに触れた瞬間に特殊能力が変化する。キャラクターがエネミーに触れると、グラフの振幅の大きさが小さくなる効果がある。ゲームオーバーになるのは、トラップにキャラクターが触れた場合や、グラフの振幅が0になった時にもゲームオーバーとなる。

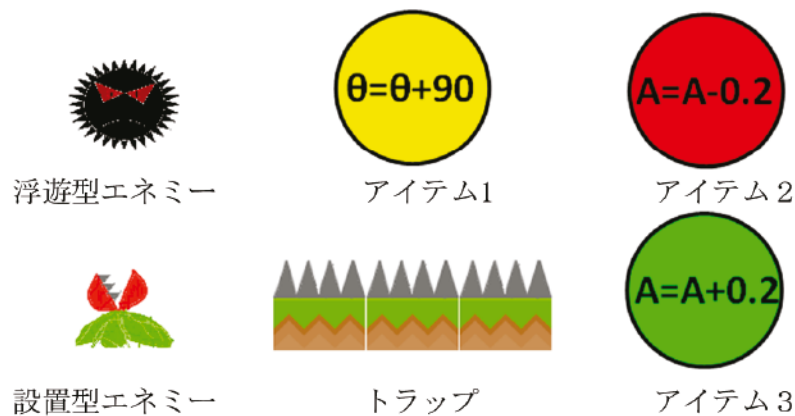


図 3.15 能力変化の要素

3. 4. 4 まとめ

SGDP を利用し数学学習用を題材とした教材 Moe-Math[32]について研究背景と提案及び試作システムについて述べた。

本試作では、「学習者に見せる数学的要素を減らし、三角関数の学習をより効果的に行うことを目標」という提案を満たしたと考えられる。一方で、三角関数を覚えなくても単位円と振幅の関係を覚えることでゲームを進められるという問題点も挙げられる。

3. 5 セキュリティ対処学習用教材 “成り上がれ”

本節では、前川、小林等が開発を行ったSGDP(Serious Game Developing Process)を利用し開発したサイバーセキュリティ対処能力の学習を題材とした教材,成り上がれ[34]について提案システム及び、評価について述べる.

3. 5. 1 背景

内閣官房情報セキュリティセンターの情報セキュリティ政策会議において,我が国の情報セキュリティ従事者は約 26.5 万人いるが,約 8 万人不足していると発表があった[35]. しかし,サイバーセキュリティにおいて,攻撃手法は日々変化しており,講義型の教育やeラーニングでは脅威に対する知識及び対処能力を備えた人材を育てるのは教材の入れ替えなどにより非常に困難であると考え.そこで,本研究ではサイバーセキュリティに関する人材育成にはシリアスゲームによる教育が適していると考えた.先述した問題にも適応しているシリアスゲームの構築法を提案するとともに,本構築法に基づき開発したシリアスゲームの概要を紹介する.

本構築法では,日々の攻撃の変化に対してそれぞれの企業・組織等における研修・教育担当者が内容をそれぞれの実情や攻撃側の変化に応じてコンテンツをカスタマイズできることを特徴としており,ゲーム開発の技術を備えることなくシリアスゲームを構築することができる[34].

3. 5. 2 提案方式

前述した問題点を解決するために,我々は現場においてカスタマイズ可能なシリアスゲーム構築法を提案する(図 3.16).

図中左側に示すのが従来型のシリアスゲーム構築法で,ゲーム部とコンテンツ部が一体化されているのが特徴である.右側に示すのが本提案に基づくシリアスゲーム構築法であり,本ゲームはゲーム部と基盤部に分かれ,コンテンツ部が独立的に構成されている点が異なる.基盤部では,このような構成とすることにより,コンテンツ部はテキストエディ

タ等を用いて現場の教師や研修担当者が改変または新規作成可能となる。ただ、新規でコンテンツを追加する場合はパスや選択肢を新たに配置する必要があるのでプログラミング能力が必要である[34]。

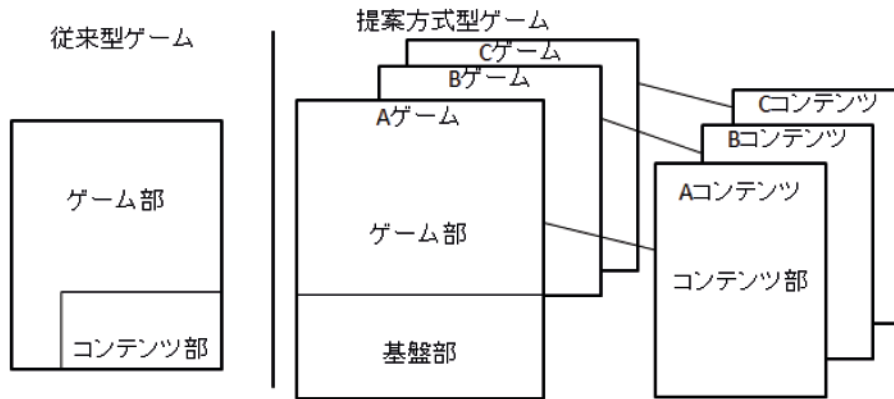


図 3.16 提案方式

3. 5. 3 試作システム

前章で提案した構築法の有効性を確認する為に、シリアスゲーム“The マルチタスク ～成り上がれ！～”を試作した。

本ゲームは以下の特徴を持つ。

- ・ 電子メールを主体とする会社の業務をコンピュータ上で再現機能
- ・ 標的型攻撃メールの対処機能
- ・ メールによる会議開催通知に基づいた定刻の会議出席機能
- ・ セキュリティに関する知識の学習をプレイ機能

また、メール及び学習による結果から勤務評定が増減し、評定値が一定基準を超えた時に昇進試験の受験が可能となる。昇進試験を繰り返し行い、部長昇進を目指すのが本ゲームのゴールである。図 3.17 中に試作したゲームの概要を示し、画面ごとに内容を示す。

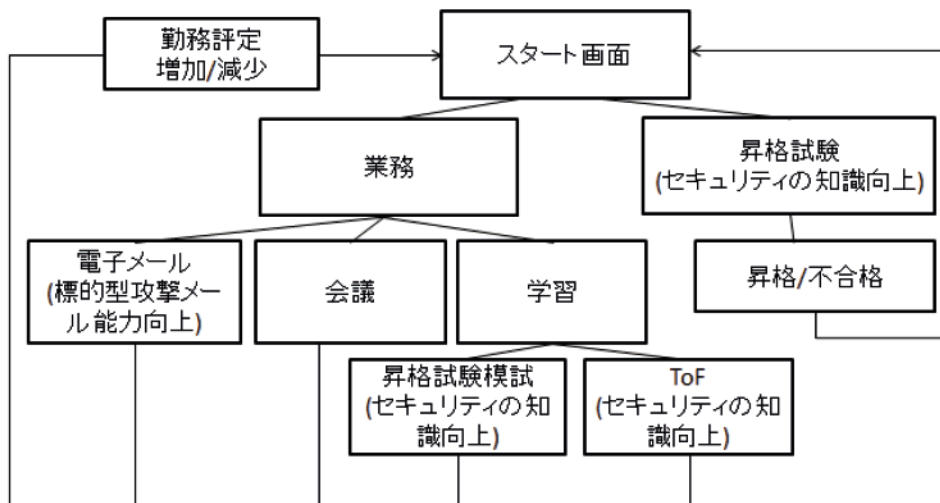


図 3.17 試作システムの遷移図

スタート画面部

図 3.18 は、スタート画面である。プレイヤーの学習度を示すキャラクタの社員書、勤務評定、ゲーム内時間が示されている。

プレイヤーは勤務評定を 60 にし、昇進試験を受験することを小目標としてゲームを行う。勤務評定を上げるためには、業務部の電子メール部や会議部、学習部にて問題正答数を増やさなければならない。また、ゲーム内時間において 1 日の業務時間は、10 時から 17 時までとなっており、定時を過ぎても勤務評定が 60 を満たしていない場合はゲームオーバーとなる。

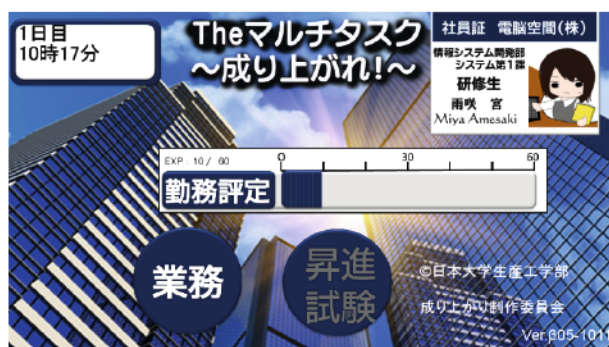


図 3.18 スタート画面

業務部

図 3.19 は業務部のゲーム画面である。業務部は以下を選択する画面である。

- ・ 電子メール部
- ・ 会議部
- ・ 学習部



図 3.19 業務部の選択画面

電子メール部(図 3.20)では、プレイヤーは業務メールと標的攻撃型メールを振り分ける。この正解数が勤務評定につながる。メールデータの内容は、csv ファイルで管理しているため、容易に件名、送信者、本文を変更することができる。

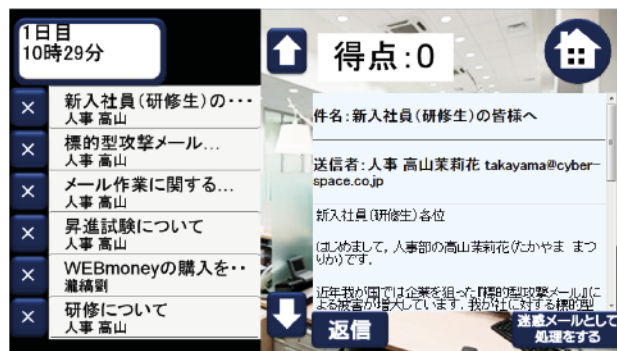


図 3.20 電子メールの処理画面

会議ボタンは、会議開始時刻に押すことで会議出席となり勤務評定が上がる。電子メールによる会議出席依頼を確認することができる。また、攻撃メールなどの誤ったメールを元に時間を間違えて会議ボタンを押すと勤務評定が減点される。

学習部には、二つのコンテンツを用意してある。

- ・ 昇進試験と同様の形式で出される昇進試験の模擬試験(図 3.21)

・ カルタと○×形式を組み合わせたシリアスゲームの ToF(True or False) (図 3.22)
 どちらも基本情報技術者試験及び IT パスポートのセキュリティに関する過去の問題から
 出題される。

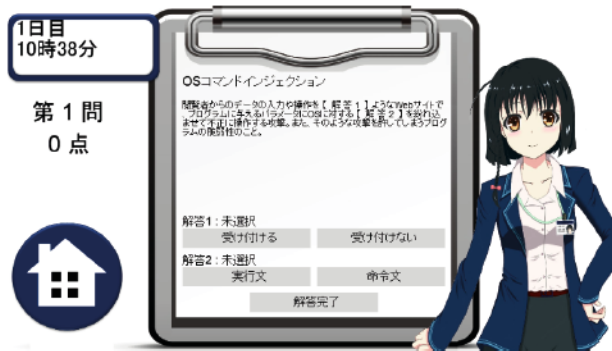


図 3.21 昇進試験の模擬試験のゲーム画面



図 3.22 ToF のゲーム画面

昇進試験部

勤務評定が 60 を超えると昇進試験を受けることが可能となる。昇進することにより、
 巧妙な標的型攻撃メールや難しいセキュリティの知識が学習できる。2 回昇格するとゲー
 ムクリアとなっている。

3. 5. 4 評価実験

学習効果を評価するにあたっては、3本を個別に評価するのではなく、いずれかまたは複数(約1週間(1回20分以上、最低4日間以上))プレイした場合における事前と事後の確認テストの成績により行った。実験協力者は3つの大学の総計152名の大学生で、専攻は文系と理系の学生が混在している。この152名を、図5に示すように評価群(Test group)と対照群(Control groups)の4群に分け、Take #1, 2, 3の3回に分けて実施した。

Take #1の目的は、SGを用いて学習をした場合(EG1-A)と、ホームページ上の教材により学習した場合(EG1-B, 以後教材群と呼ぶ)と、e-learning ツール[18]を用いて学習した場合(EG1-C)と学習しなかった場合(EG1-D)の比較である。表1には事前テストと事後テストの間で成績(偏差値)が向上した学生の割合を示す。表が示すように、学習しなかった群(EG1-D)は成績が向上した学生が24.32%であったのと比較して、SGを用いて学習したEG1-Aは71.43%であり、SGは学習効果があった事を示している。

Take#2とTake#3は、更に多くの学生を対象としてSGによる学習効果があったか否かを確認するための評価である。Take#2の場合は23人の学生のうち56.52%の13人の成績が向上した事を示し、Take#3の場合は66人のうち45.59%の31人が向上した事を示す。これらを総合すると、各群に対する学習効果の大小関係は次式によって示される。

SGを実施した群 > e-learning 群 > 教材群 > 非学習群

よって、SGJ2で開発したSGは、その他の学習手段等と比較すると学習効果があったことが示された。

次に学習用シリアスゲームとしての問題点について述べる。

成り上がれを使った学習を行った実験参加者のアンケートでは、

- ・ 難しすぎる
- ・ 初めの説明がもっとほしい
- ・ ゲーム要素が少ない

という意見が挙げられた。

難しすぎるという意見は、「ゲームシステムの理解の難しさ」「出題問題の難易度が高い」の2つを挙げることができる。ゲームシステムの理解の難しさは「初めの説明がもっと欲しい」という意見への改善方法と共通し、設計者の利用方法とゲームニクスを代表とするゲーム要素以外のストレスを軽減する工夫を行うことにより解決できると考えらる。問題出題の難易度が高いという問題点には、学習者の学習ニーズを分析することで解決できると考える。学習ニーズをゲームに反映することで、学習者に自らの学習者の目標と教材としてのシリアスゲームの内容が一致させ、学習者の学習動機を持たせることができる。ゲーム要素は、ゲーム設計法・構築法で述べたように、複数の定義が存在する。本アンケート結果のゲーム要素は「競争要素がない」「面白くない」「夢中になる要素がない」等複数考えることができる。シリアスゲーム作成者のゲームの導入方法や、ゲームバランスについての設計をむ直すことが必要だと考えられる。



Examinees (152 students of three universities, aged freshman to senior, various majors)

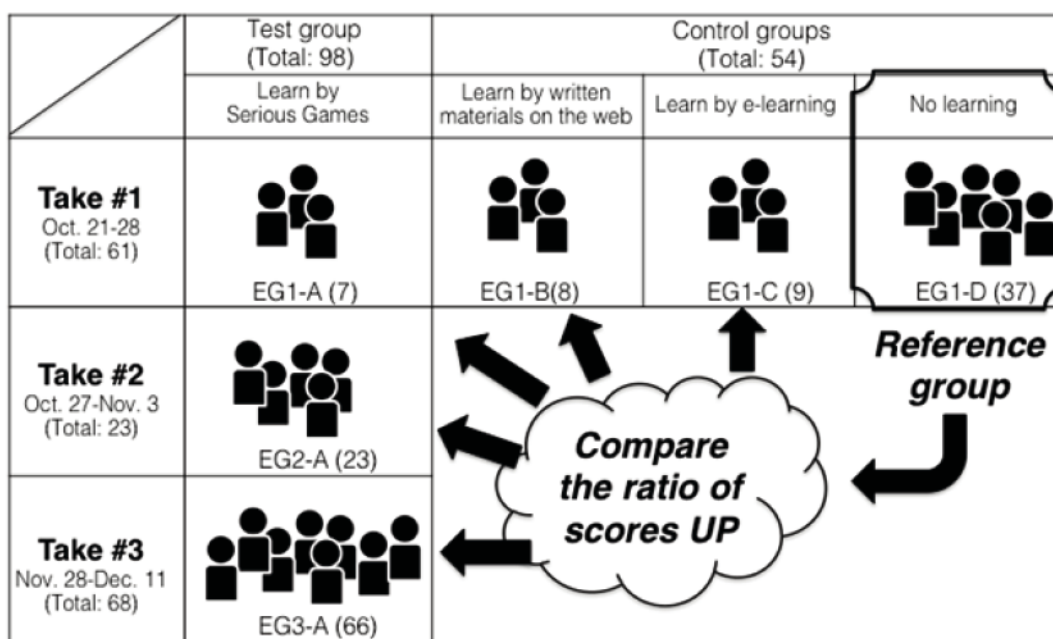


図 3.23 評価群と対照群の分け方

表 3.2 事前・事後で偏差値が向上した学生の割合

Number of persons and ratio deviation score UP(>0)	Test group	Control groups		
	A	B	C	D
Take#1 EG1	5 71.43%	3 37.50%	4 44.44%	9 24.32%
Take#2 EG2	13 56.52%	/		
Take#3 EG3	31 45.59%			
Total	49 50.00%	3 37.50%	4 44.44%	9 24.32%

3. 5. 5 まとめ

GDP を利用しサイバーセキュリティ対処能力の学習を題材とした教材，成りあがれ[34] について提案システム及び，評価について述べた。

本システムは，複数の同様の背景を持つシリアスゲームと同時に評価を行っている．その際には，約 1 週間(1 回 20 分以上，最低 4 日間以上)プレイした場合における事前と事後の確認テストの成績により行った．実験協力者は 3 つの大学の総計 152 名の大学生で，専攻は文系と理系の学生が混在している．この 152 名を，SG を実施した群以外に，e-learning 群，教材群，非学習群と比較を行った．その結果，「SG を実施した群 > e-learning 群 > 教材群 > 非学習群」が示され，シリアスゲームによる学習が効果がありそうだとことが示されている．[36]

3. 6 結言

本章では，シリアスゲーム構築法プロセス（SGDP）に基づいて試作開発を行ったシリアスゲームについて述べた。

前章で示した通り，SGDPにより学習用教材としてのSGを構築可能であることを示した。以上のようなシリアスゲームの他に，軽運動を行いながら英単語の学習を行うシリアスゲームの作成などを行ってきた[37]。SGDPを利用したシリアスゲームの設計を行うことにより，「作りたいもの」を設計していくのではなく「必要とされているシステム」を構築していくことができる。これは，SGDPのフェーズ1においてユーザニーズを調査することから始まり，ゲームが利用されるシナリオからゲーム内のシナリオを設計するためだと考えられる。

一方で，設計結果及びゲームを利用してもらおうと共通して以下の問題点があることがわかった。

問題点① 学習者が繰り返しにゲームを利用されない

問題点② ゲームとしての面白さを備えたシリアスゲームが開発されない

問題点①は，実際に複数期間を決めた利用において，「実験参加者に複数日利用してもらえない」という意見が開発者からの出たというものである。問題点②は，開発された教材は，教材としての教授方法及びゲームの要素が考慮していないため，ゲームとしても教材としても学習者が利用しにくいものが開発されている。

以上の2点の問題点から，以下の提案が必要であることが明らかになった。

- ・ モチベーション維持を考慮したシリアスゲームの開発手法の提案
- ・ 教材の設計方法及びゲームの特徴を生かしたシリアスゲームの構築法の提案
- ・ 誰でも教材としてのシリアスゲームを構築できる手法の提案

第4章

ARCS 改良動機付けモデル

4. 1 序言

本章では、ARCS 改良動機付けモデルについて述べる(ARCS:注意(Attention), 関連性(Relevance), 自信 (Confidence)及び満足感 (Satisfaction)).

前章で示した通り, SGDP(Serious Game Developing Process)により学習用教材としてのSGを構築可能である. しかし, 学習を目的としたSG 開発に利用する場合, 学習に対するモチベーションの持続についての設計指針が示されておらず, 設計者が自ら工夫しなければならないという課題が残されていた. そこで, 経験の浅い教員でも魅力ある教材開発を可能とするため, 教員に馴染みがある ARCS 動機付けモデルに着目し, SGDP には含まれていない設計指針として加えることを試みることにした.

4. 2 目的と方法

本研究では ARCS 動機付けモデルを基礎とし, ゲーム設計法・構築法を考慮して改良した ARCS 改良動機付けモデルを提案する. 改良にあたっては, まず ARCS 動機付けモデル, ゲーム設計/構築法及びガニエの9 授事象の中で用いられている用語を抽出し, 意味に応じて分類した. ARCS 動機づけモデルでは各項目が質問形式で設定されており, 質問に回答するために用いる単語を“ターム”, タームに換えて利用可能な単語を“サブターム”として整理した. 最後に, タームまたはサブタームを用いて, ARCS 改良動機付けモデルとして質問に対する回答形式で各項目に対する実現方法を提示した. これによって, ゲーム開発の各手法と, ARCS 動機付けモデルの双方が考慮された教材の設計が可能となると考えられる. [38][39].

4. 3 用語抽出及びモデルの実現方法の提示手順

ここで、図1を用いて用語の抽出とモデルの実現方法の提示手順を述べる。まず、前章で述べたARCS動機付けモデル、ガニエの9教授法(GA)及びゲーム構築法(CL, GN, M, GF)から用語を抽出し(図1ステップI)、続いて行うステップII及びIIIの手順を示す。

【ステップI：用語の抽出】

例1：クロフォードの第3項

“対立 (Conflict) ”→“対立”

例2：サイトウアキヒロの第2項

“マニュアル不要のユーザビリティ”→“マニュアル不要” “ユーザビリティ”

例3：ガニエの第4項

“段階的な学習効果”→“段階”“効果”

【ステップII：用語の分類と置き換え】

- ① 抽出した用語を意味により分類。
- ② 各分類を代表する単語または置き換え可能な単語をタームと呼ぶ。
- ③ 文脈に合わせてタームに換えて利用可能な単語をサブタームと呼ぶ。

【ステップIII：ARCS動機付けモデルの実現方法の提示】

ステップIIでは抽出したターム及びサブタームを用いてARCS動機付けモデルの実現方法を提示し、ARCS改良動機付けモデルを導出した(図1最下部)。

例1：A.3. 変化性

導出前：“どのようにすれば学習者の注意を維持できるだろうか？”

導出後：“制約の範囲内でゴールに向かってチャレンジできるようにし、学習者の注意を維持する”

例2：R.1. 目的指向性

導出前：“どのようにすれば学習者のニーズにこたえられるだろうか？”

導出後：“学習者の目的と，教材の目的が一致する”

例3：C.2. 成功の機会

導出前：“学習経験は，どのように学習者の有能感を指示したり高めたりするだろうか？”

導出後：“学習者は自発的にチャレンジし，学習の習熟度向上による自らの能力を感じる”

	A(Attention)注意	R(Relevance)関連性	C(Confidence)自信	S(Satisfaction)満足感
ケラーのARCS動機付けモデル	学習者の関心を獲得する。学ぶ好奇心を刺激する。 A.1. 知覚的喚起:学習者の関心を引くために何が出来るのだろうか? A.2. 探究心の喚起:どのようにすれば探究的な態度を引き出せるだろうか? A.3. 変化性:どのようにすれば学習者の注意を維持出来るだろうか?	学習者の肯定的な態度に作用する個人的ニーズやゴールを満たす。 R.1. 目的指向性:どのようにすれば学習者のニーズにこたえられるだろうか? R.2. 動機的一致:いつ、どのように学習者にとって適切な選択肢を与え、責任を持たせ、影響を与えられるだろうか? R.3. 親しみやすさ:どのようにすれば学習者の経験とインストラクションを結びつけられるだろうか?	学習者が成功できること、また、成功は自分たちの工夫次第であることを確信、実感するための助けとする。 C.1. 学習要求:どのようにすれば学習者が成功への期待感を持てるように指示出来るだろうか? C.2. 成功の機会:学習経験はどのように学習者の有能感を指示したり高めたり出来るだろうか? C.3. コントロールの個人化:学習者はどのように成功した結果を自らの努力と有能によるものだと明確に認識出来るだろうか?	内的及び外的報酬によって達成を強化する。 S.1. 自然な結果:どのようにすれば学習者が新しく獲得した知識やスキルを活用する意味のある機会を提供出来るだろうか? S.2. 肯定的な結果:何が学習者の成功を強化出来るだろうか? S.3. 公平さ:どのようにすれば学習者が自らの成果を肯定的に捉えることを支援出来るだろうか?

クリス・クロフォードのゲームの持つ4つの共通要素(CL)	1.描写 (Representation) 2.インタラクション(Interaction) 3.対立(Conflict) 4.安全性(Safety)	マクゴニガルのゲーム固有の4つの特徴(M)	1.ゴール 2.ルール 3.フィードバックシステム 4.自発的な参加	ガニエの9教授法 (GA)	1.学習者の注意を喚起する 2.学習者に目標を知らせる 3.前提条件を思い出させる 4.新しい項目を提示する 5.学習の指針を与える 6.練習の機会を作る 7.フィードバックを与える 8.学習の成果を評価する 9.保持と転移を高める
サイトウアキヒロのゲームニクス (GN)	1.直観的で快適なインターフェース 2.マニュアル不要のユーザビリティ 3.はまる演出 4.段階的な学習効果 5.仮想世界と現実のリンク	岸本好弘のゲーミフィケーション (GF)	1.能動的参加 2.称賛演出 3.即時フィードバック 4.自己表現 5.成長の可視化 6.達成可能な目標設定		

ステップ I

用語を抽出

ターム (18個)	サブターム (22個)
注意	探究的態度
維持	
喚起	与える, 提示, 引き出す
ゴール	目的
期待	
レベル	習熟度, 成果, 能力, 結果
興味	
チャレンジ	対立, 他人と競う, 自分と競う, 選択肢
実世界での応用	
向上	成長, 段階
成功/達成/失敗	近づく
直観的	即時
自発的	自ら
フィードバック	称賛, 可視化
ルール	制約
学習者	プレイヤー

ステップ II

- ①分類
- ②ターム選出
- ③サブターム選出

CL, GN, M, GF, GAから抽出した単語	ARCS動機付けモデルから抽出した単語
注意, はまる, 描写	注意, 関心, 探究的態度, 好奇心
保持	維持
喚起, 与える, 提示	与える, 引き出す, 影響, 結びつける
思い出させる, インタラクション	提供, 捉える, 引く, 外的
ゴール, 目的, 目標	ゴール, ニーズ
期待, 肯定的	期待, 肯定的
成果, 可能, 項目, 効果, 前提条件	成果, 結果, 有能, 経験, スキル, 知識
	態度
対立, 参加, 練習, 機会	選択肢, 機会, 工夫, 活用, 責任, 努力
現実, 移転	
成長, 段階	
達成	成功, 達成, 達成感, 近づく, 強化 高め, 実感, 確信
直観的, マニュアル不要, 即時	
自発的, 自己, 能動的,	自ら
フィードバック, 称賛	確認, 支援, 報酬
可視化, 演出, 評価	
ルール, 指針, 表現	指示, インタラクション
学習者	学習者, 個人, 自分, 内的

ステップ III

ターム及びサブタームを用いケラーのARCS動機付けモデルを再定義

	A(Attention)注意	R(Relevance)関連性	C(Confidence)自信	S(Satisfaction)満足感
ARCS改良動機付けモデル	学習者の注意を喚起する。 A.1. 知覚的喚起 A.1. 学習者の注意を喚起する。 A.2. 探究心の喚起 A.2. 学習者の注意を喚起する。 A.2. 学習者の探究的な態度を引き出す。 A.3. 変化性 A.3. ルールの範囲内でゴールに向かってチャレンジさせ、学習者の注意を維持する。	学習者の学習目的/ゴールを満たす。 R.1. 目的指向性 R.1. 学習者の目的と、教材の目的が一致する。 R.2. 動機的一致 R.2. 学習者の習熟度に応じた教材の選択肢が与えられる。 R.3. 親しみやすさ R.3. 学習者の習熟度が考慮された、段階的に達成可能なレベルを提示する。 R.3. 学習者の興味を満たす。	学習者が自らチャレンジして目的/ゴールに達すること。 C.1. 学習要求 C.1. 学習者が学習目的に対する成功への期待を持つ。 C.1. 学習者の失敗に対して再チャレンジが出来る。 C.2. 成功の機会 C.2. 学習者は自発的にチャレンジし、学習の習熟度向上による自らの能力を感じる。 C.3. コントロールの個人化 C.3. 学習者は自らのチャレンジにより習熟度を知る。	学習者にゴールへ近づいたことをフィードバックする。 S.1. 自然な結果 S.1. 学習者に習熟度を直観的な表現でフィードバックされる。 S.2. 肯定的な結果 S.2. 学習者の習熟度がチャレンジした結果であることをフィードバックする。 S.3. 公平さ S.3. 学習者に成果をフィードバックし、習熟度(成果)を維持するとともに成果を実世界に応用出来ることを伝える。

図 4.1 ARCS 改良動機付けモデルの検討ステップ

4. 4 結言

本章では、ARCS 改良動機付けモデルについて述べた。

前章で示した通り、SGDP の設計者が自ら工夫しなければならないという課題が解決し、経験の浅い教員でも魅力ある教材開発を可能とするため、教員に馴染みがある ARCS 動機付けモデルに着目した。ARCS 動機づけモデルは、項目ごとの質問形式となっているため、実現方法を提示することで ARCS 改良動機付けモデルとして提案した。教授法及びゲーム設計法・構築法を考慮して改良するために、ARCS 動機付けモデル、ゲーム設計/構築法及びガニエの 9 教授事象の中で用いられている用語を抽出し、意味に応じて分類しその用語を利用した。

第5章

シリアスゲーム型学習用教材構築法

5. 1 序言

本章では、シリアスゲーム型学習用教材構築法(SGLM: Serious Game-based Learning Materials development method)について述べる。

SGDP(Serious Game Developing Process)の「学習に対するモチベーションの持続についての設計指針が示されていない」課題を解決するため、前章で提案した ARCS 改良動機付けモデルを、SGDP で示したプロセスに加えて「学習に対するモチベーション」を持続する要素を設計指針と示す SGLM を提案する。フェーズは9つあるが、本論文ではフェーズ 1：要求定義で行う設計の指針を示し、フェーズ2からフェーズ4までの設計方法について示す。

5. 2 シリアスゲーム型学習用教材構築法の概要

SGLM は、教材設計手順の代表例である鈴木[3]による教材設計マニュアルとの間で「教材を設計し、その際に学習内容確認テストをイメージする」及び「開発し評価を行う」との点において方向性が一致している。異なる部分としては、ゲームの持つ魅力を教材に取り込む部分を含む点である。

SGLM は、教材開発をソフトウェアの開発プロセスと同じと捉えている点で、開発の各フェーズ及び各フェーズに必要な設計書等の成果物とその形式を定めたものである。表1に示すのが SGLM の開発プロセスであり、先述した SGDP[14,20]を基本とするウォーターフォール型モデルで示されたフェーズにより構成される。各フェーズを示し、概要部分に記載した実施内容は、SGLM 用に設計作業内容を具体化してある。

教材を開発する教員が設計するのはフェーズ1~4であり、フェーズ5以降はソフトウェア開発の専門家が行うことを想定している。以下、フェーズ1~4の詳細を、関連研究との関係も含めて詳述する[40][41]。

表 5.1 シリアスゲーム型学習用教材(SGLM)の開発プロセス

フェーズ	フェーズ名	概要
1	要求定義	シリアスゲーム型学習用教材の学習内容、開発目的及び完成イメージを明確にし、評価(テスト)方法と合わせて要求定義書にまとめる。
2	要求分析	要求定義の内容を分析し、評価(テスト)時におけるテストイメージを含む学習用教材の内容を代表的なシナリオとして記述する。続いて、シナリオを分析して学習用教材に対する要求機能、学習方法を“?が必要”という表現で明確にし、要求分析書にまとめる。
3	方式設計	全シナリオを設計し、シナリオを分析して学習用教材の要求機能を明確にする。続いて要求機能より学習の動機づけ要求機能を設計し、学習内容部分と動機づけ部分を明確にした学習方式設計書にまとめる。
4	外部設計(ゲームデザイン)	方式設計書を元にゲームデザインの詳細設計を行い、外部設計書(ゲームデザイン詳細書)にまとめる。
5	内部設計	ソフトウェアの詳細設計を行い、ソフトウェア詳細設計書(内部設計書)にまとめる。
6	プログラム作成と単体テスト	プログラムを作成して単体テストを実施し、その結果を単体テスト結果書にまとめる。
7	結合テストと適格性確認テスト	結合テストを実施し、その結果をシリアスゲームとして利用可能か否かを示す適格性確認テスト結果書にまとめる。
8	効果測定	シリアスゲームとしての効果を確認するための評価を実施し、有効性確認テスト結果書にまとめる。
9	ディプロイメント	シリアスゲームをリリースする。仮リリースにより効果測定のフェーズと平行する場合もある。

5. 3 フェーズ1：要求定義

要求定義フェーズの目的は、これから開発する教材の学習内容と、教材としての完成イメージを明確に定義し、要求定義書(図5.1)に記載することである。SGLMでは、記載する項目を要求定義書のフォーマットとして規定するとともに、教材設計指針を示した。教材設計指針を示すにあたっては、教員が容易に教材を設計できるよう、ARCS改良動機付けモデルを基礎に、教材中にどのような機能を持たせ、学習者がどのような体験をし、満足感を持ってもらうかを、画面単位で設計する形式で指針として示した。

図 5.1 に要求定義書のフォーマットを示す。教材を開発する意図を明確にするために、「開発目的の明確化」項目を具体的に示す。完成イメージの欄には、一目で「教材の特徴」と開発目的の明確化の項目に示した内容がわかる絵を描く。これにより、教材全体のイメージを直感的に表現する。

図 5.1 中、右側の“コンセプト”欄が、ARCS 改良動機付けモデルで示す A', R', C', S' の 4 つの要素に対応して教員が設計し記載する欄である。教員は、以下示される設計方針に基づき本欄に画面の設計を行い、要求定義書には図 5.1 のフォーマットに続いて各画面に対する要求定義内容である画面設計が続くこととなる。

“画面を設計する”とは、教材の画面上に文章，図，またはインタラクティブな操作によって遷移する複数の画面構成を設計することである。各画面設計には、「学習者にどのように見え，何を体験させてどのような仕組みで教えるか」，「学習結果や途中経過等をどのようにフィードバックしたいのか」等を具体的に示す。

作成:		シリアゲーム型学習用教材開発企画書(要求定義書)	学生番号	作成者
【企画名】		【開発コード名】		
開発目的の明確化 ■ ユーザニーズ 1. 対象ユーザ 2. 学習内容 3. 開発目的		コンセプト ■ 概要 設計指針A' (Attention) : 興味をひきつける注目要素 項目A'.1.:教材のタイトル画面? 項目A'.2.:チュートリアル画面? 項目A'.3.:教材のカスタマイズ画面? 設計指針R' (Relevance) : やりがいを感じる関連性要素 項目R'.1.:目的/ゴールの提示画面 ・学習教材のカバーする分野, 単元? ・教材の達成目標? ・学習教材の利用方法, ルール? 項目R'.2.:学習のステップアップ画面? 項目R'.3.:小単元導入画面, ・学習教材のカバーする分野, 単元? ・教材の達成目標? ・学習教材の利用方法, ルール? 設計指針C' (Confidence) : 自信を感じる要素 項目C'.1.:チャレンジ画面? 項目C'.2.:習熟度表示画面? 項目C'.3.:努力表示画面? 設計指針S' (Satisfaction) : 満足感を感じる要素 項目S'.1.:全体における習熟度表示画面? 項目S'.2.:ポジティブ部分の表示? 項目S'.3.:実世界との関係表示画面?		
完成イメージ <div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>				
評価(テスト)方法 <div style="border: 1px solid black; height: 20px;"></div>				

図 5.1 要求定義書のフォーマット

次に、各設計指針と各項目について述べ、設計内容と三角関数を学習内容とした画面設計例により具体的に示す。

5. 3. 1 設計指針 A'(Attention):興味をひきつける注目要素

学習者の興味をひきつける要素を実現するために最も重要なのは、「学習者の注意を喚起する」“魅力的なタイトル画面”である。また、学習者に少し試してもらい「探究心を引き出す」ための“チュートリアル画面”，学習者が「ルールの範囲内でチャレンジする」要素として自分の好みを教材に反映させるための“カスタマイズ画面”が必要である。これら3つの画面項目 A'.1.: 教材のタイトル画面, 項目 A'.2.: チュートリアル画面, 項目 A'.3.: 教材のカスタマイズ画面に関する設計指針 A'を以下に示す。また、設計指針を具体的に示すため、画面設計例と設計内容について解説を述べる。

項目 A'.1.: 教材のタイトル画面

学習者の注意を喚起し、取り組んでみたいと感じる魅力的なタイトル画面を設計する。そのためには、教材の中身をイメージするタイトル及びその表示方法や、学習内容をイメージできる画面をデザインすることである。他にも、学習者の操作に対する教材側のフィードバック等のインタラクションがあるタイトル画面にすることで興味をひきつけるきっかけとなる。

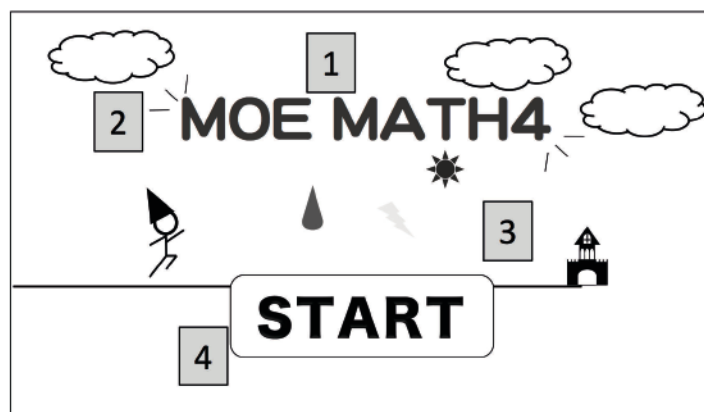


図 5.1 項目 A'.1.: 教材のタイトル画面例

1:教材の中身をイメージするタイトルを設計する

→数学の教材をイメージするタイトル名として、かわいいを連想する萌え (MOE) と Math(数学), Version4 を示す 4 を合わせた題とした。

2:タイトルの表示方法を設計する

→文字が規則的に点滅させることで学習者にタイトルに注目を向ける。

3:学習の中身をイメージできる絵図等を設計する

→数学をイメージするタイトルを設計する. キャラクターが進む先に, ゴールの城があることを示すことで, ゲームとしてのゲームはお城にあることを示す. また, ゲームに出てくるアイテムをタイトル画面にも表示し, キャラクターと関係がある図ということを暗示する意味がある.

4:インタラクションの要素を設計する

→学習者の意思で学習をスタートできるスタートボタンを設置することにより, 学習者が自らの意思でゲームを開始できると示す意味がある.

項目 A'.2.: チュートリアル画面

学習者の探究的な態度を引き出すためのチュートリアル画面を設計する. SG 型学習用教材としては, 一般的な教材のような文章による教材説明に加え, 学習者に教材に登場するインタラクティブな操作等の学習方法を体験させることが必要である.

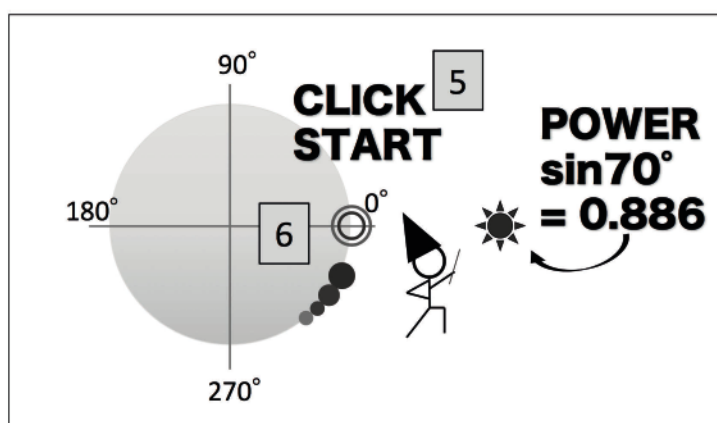


図 5.3 項目 A'.2.: チュートリアル画面例

5:文章による教材説明を設計する

→クリックすることにより, 学習者が自らの意思によりステージを開始することができることを示す. また, ゲームの始める方法を誘導によって教える.

6:学習者に教材に登場するインタラクティブな操作を設計する

→チュートリアルで教える内容を示す. まず, 丸をドラッグにより移動させることができることを示している. また, 丸点を動かすことにより, 右側の $\text{POWER } \sin \theta$ の値を変更できることを教える.

項目 A'.3.: 教材のカスタマイズ画面

学習目的を達成するというゴールに向けて、教材の制約範囲内(ルール)で様々なチャレンジを試み、学習に対する興味と注意を維持する。本項目でのチャレンジとは、ゲーミフィケーションで示された「自己表現」に関連した設計項目である。そのため、教材中での自分の名前入力、キャラクタや背景等の選択をするためのカスタマイズ画面を設計する。

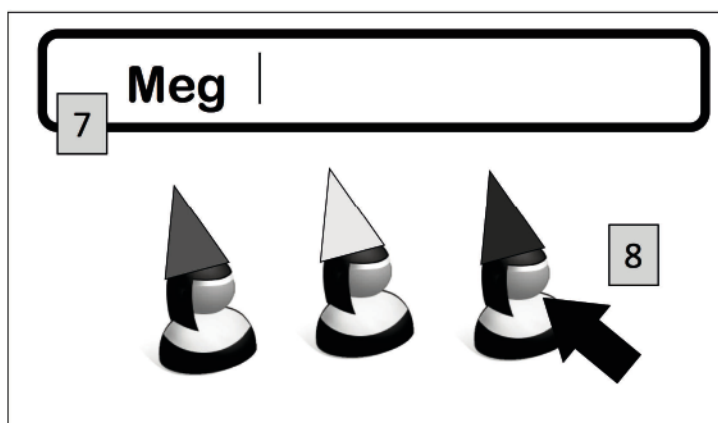


図 5.4 項目 A'.3.: 教材のカスタマイズ画面例

7:教材に名前を入力する要素を設計する

→「自己表現」の一つとして、プレイヤーが教材内での名前を決められるように名前入力を選択したため、本エリアを設計した。

8:キャラクタや背景等の選択するカスタマイズ要素を設計する

→プレイヤーが好きな色を身につけているキャラクタを登場させることにより、プレイヤーを教材の中に没入させることができると考え、キャラクタの帽子の色をを選択するエリアを設計した。

5. 3. 2 設計指針R'(Relevance): やりがいを感じる関連性要素

学習者がやりがいを感じるためには、「学習者の学習目的及びゴールを満たしている」ことを示す必要がある。そのため、設計する教材によって学べる内容と、自らの学習目的の目的とがマッチしていることを、学習者が感じる事が重要であり、そのために必要な3つの画面項目 R'.1. : 教材の目的/ゴールの提示画面, 項目 R'.2. : 学習のステップアップ画面, 項目 R'.3. : 小単元毎の目的/ゴールの提示画面に関する設計指針 R'を以下に示す。また、前節と同様に設計指針を具体的に示すため、画面設計例と設計内容について解説を述べる。

項目 R'.1. : 教材の目的/ゴールの提示画面

学習者の目的と教材の目的が一致していることを示すため、教材の目的またはゴールを提示する画面を設計し、その中には次の内容を含むものとする。

- ・ 学習教材がカバーする学習分野, 単元
- ・ 教材によって学習者が達成可能なゴール
- ・ 学習教材の利用方法, ルール

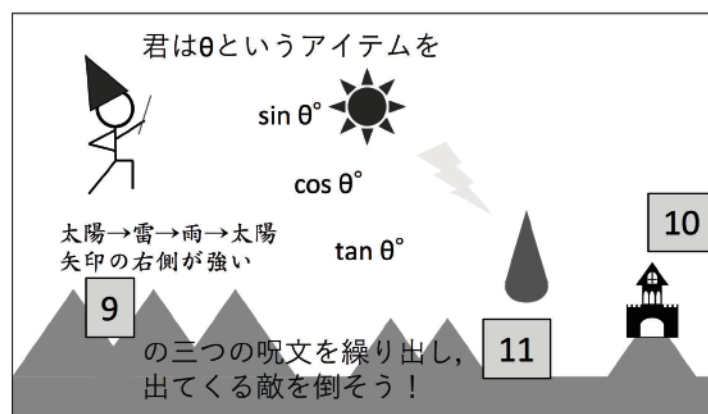


図 5.5 教材の目的/ゴールの提示画面

9: 学習教材がカバーする学習分野, 単元を示す設計をする

→数学の三角関数の中で $\sin \theta$, $\cos \theta$, $\tan \theta$ を学べることを示す。これにより、学習教材が学習者学習範囲及び内容を知ることができる。

10: 教材によって学習者が達成可能なゴールを設計する

→教材内のゲームの目的を示している。学習者に、出てくる敵を倒すことと、城がゴールであることを示す。

11: 学習教材の利用方法, ルールを設計する

→教材ないのゲームの面として $\sin \theta$, $\cos \theta$, $\tan \theta$ に関係性があることを提示している。

項目 R'.2.: 学習のステップアップ画面

学習者の習熟度(レベル)に応じて, 学習を段階的に進められることを示す画面を設計する。その一つとして, 教材の途中から開始可能とする等, 学習者に合わせた選択肢が教材で用意されることである。

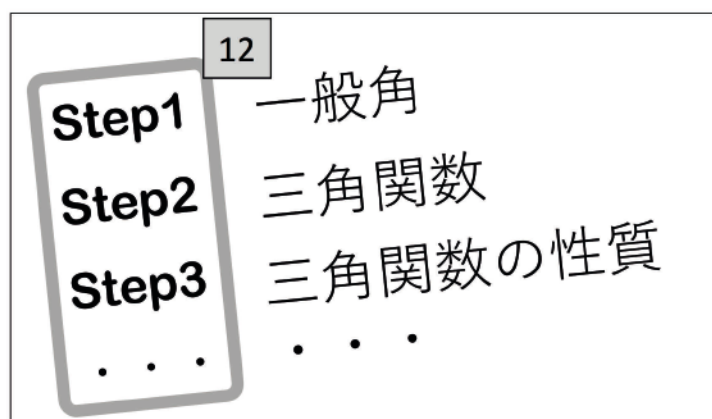


図 5.6 項目 R'.2.: 学習のステップアップ画面例

12: 学習を段階的に進められることを示すことを設計する

→教材内にステップがあることを示す。各ステップに三角関数のどの単元が学習できるかを示す。

項目 R'.3.: 小単元毎の目的/ゴールの提示画面

教材がカバーする学習分野について, 単元を構成する小単元レベルで項目 R'1.に示した目的/ゴールを提示する画面を設計する。本項目は, 項目 R'.2.の学習者の習熟度(レベル)に応じた, 段階的な学習内容を具体的に設計する。

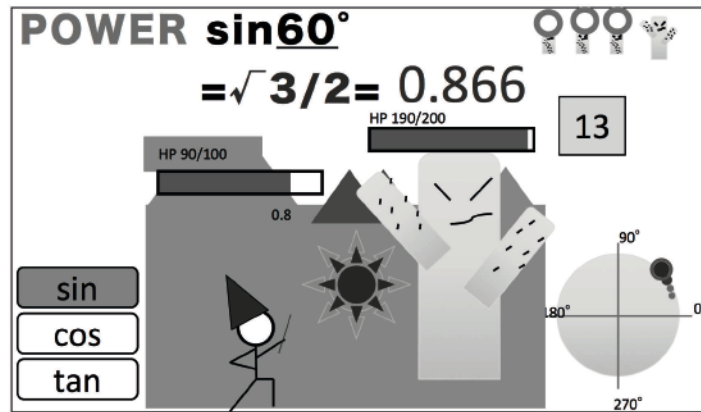


図 5.7 項目 R' .2 : 学習のステップアップ画面例

13: 学習内容を具体的に設計する

→項目 R' .1.で示した内容よりも、ゲームとして敵とバトルする画面を設計している。右下の単位円と左下の $\sin \theta$, $\cos \theta$, $\tan \theta$ ボタンを操作して敵ごとに適切な値を出すことで攻撃を行うというシステムである。

5. 3. 3 設計指針 C'(Confidence): 自信を感じる要素

学習者が自信を感じるためには、自らの意思でチャレンジし、その結果「学習目標またはゴールに達する」ことを実感できるようにすることが効果的と考えられ、そのために必要な 3 つの画面項目 C' .1. : チャレンジ画面, 項目 C' .2. : 習熟度表示画面, 項目 C' .3. : 努力表示画面に関する設計指針 C' を以下に示す。また、前節と同様に設計指針を具体的に示すため、画面設計例と設計内容について解説を述べる。

項目 C'.1. : チャレンジ画面

教材中に学習成果を確認するチャレンジ画面を設け、学習者が練習問題等に取り組むことができるようにする。例え失敗しても、正解へのアドバイスと共に再チャレンジできることがわかる画面を設計する。

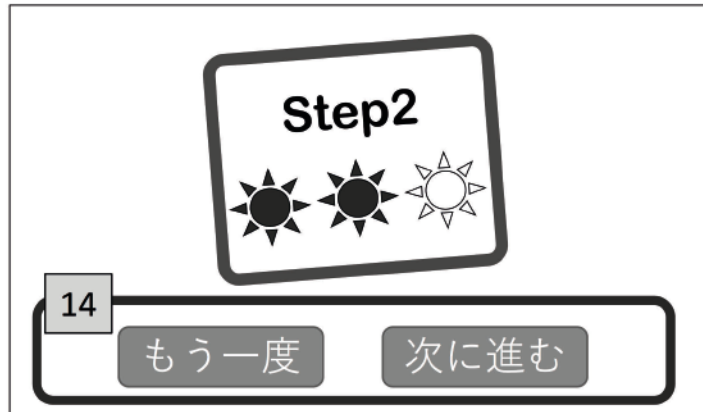


図 5.8 項目 C' .1. : チャレンジ画面例

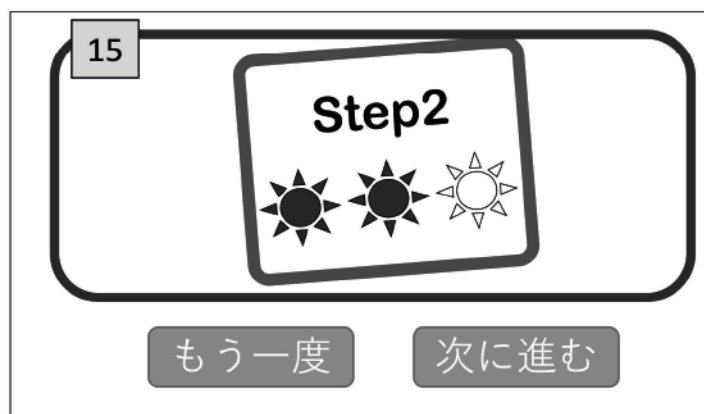
14: 再チャレンジできることを示す設計をする

→学習者が同じ単元の学習か、次の単元の学習をするかを選択することができるよう、もう一度ボタンと次に進むボタンを設計した。

項目 C'.2. : 習熟度表示画面

本項目では、学習者に習熟度を指標とした学習成果を示す画面を設計する。習熟度の向上による自らの有能感は、学習に取り組みはじめてから現在に至る習熟度の変化や習得レベル等が直観的に伝わるよう、グラフ、ポイント、アイテム、バッジ等を効果的に用いる。

図 5.9 項目 C' .2. : 習熟度表示画面



15:現在に至る習熟度の変化や習得レベル等が直観的に伝わるよう設計する

→バッジにより学習した結果を示すことを目的として設計している。

項目 C'.3. : 努力表示画面

本項目では、学習者の学習に取り組んだ努力の積み重ねを、学習内容等のログやチャレンジの繰り返し結果及び、設計者が定める学習時間との比較等により表示する画面を設計する。習熟度の変化はC'.2.により学習者にフィードバックされるが、現在の状態に至るまでの学習及びチャレンジの繰り返しは習熟度の変化には表現されない。

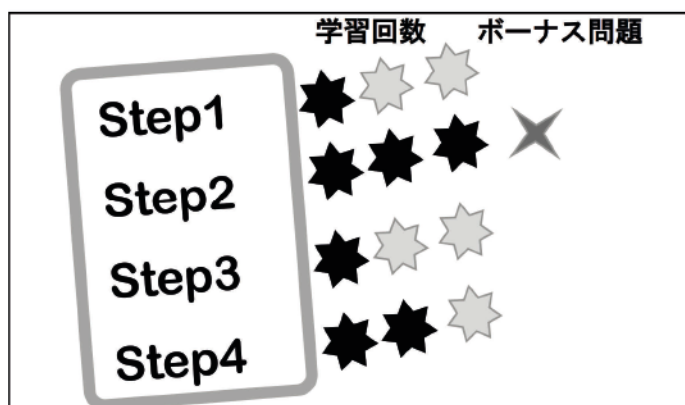


図 5.10 項目 C'.3. : 努力表示画面

16: 学習内容等のログやチャレンジの繰り返し結果及び、設計者が定める学習時間との比較等により表示する画面を設計する。

→各単元 (Step) 毎の学習回数を表示し、一度の学習だけではなく繰り返し学習者が取り組んでいることを示す設計である。また、一定の学習数を行うとボーナス特典のもらえる問題が出現する設計とした。

5. 3. 4 設計指針 S'(Satisfaction):満足感を感じる要素

学習者が満足感を感じるためには、自らが目標として設定したゴールに対して、自らが近づいたことを直感的に実感する要素や、実世界で応用できることを実感できるようにする要素も効果的と考えられる。更に、同じ教材を利用する他の学習者と比べて自らの位置付けを確認できるようにする要素も効果的であると考えられ、これらのために必要な3つの画面に関する設計指針 S'を以下に示す。

項目 S'.1. : 全体における習熟度表示画面

学習者の習熟度とゴールまでの道のりだけでなく、他学習者の情報を重畳表示することにより、自らがゴールに近づいていることと全体における位置付けを表示する画面を設計する。



図 5.11 項目 S'.1. : 全体における習熟度表示画面

17: 学習者の習熟度とゴールまでの道のり、全体における位置付けを示す設計を行う

→ゴールまでの距離を示し、ゲーム内の進捗状況が一目でわかる図を示す

18: 他学習者の情報を重畳表示する設計を行う

→他学習者の進捗情報を一覧として示す。

項目 S'.2. : ポジティブ部分の表示

S'.1.で表示される他学習者の情報と学習者自身の情報との重畳表示では、自らが他の学習者と比べて習熟度の面等において劣っていることが可視化される場合もある。そのような場合においても、例えば小単元毎ではの学習者の方が習熟度が優れている等、他学習者より自らが優れている点を強調して表示すると称賛となる。このように、ポジティブ部分を表示する画面を設計する。



図 5.12 項目 S'.2. : ポジティブ部分の表示

19: 学習者の優れている部分を表示する

→進捗が進んでいる順に名前を表示する場合でも、学習者の学習したステップを記述することや、理解度が高いステップの評価について表示する。

項目 S'.3. : 実世界との関係表示画面

学習した成果が実世界で生きることを実感する機会は比較的少ないが、教材中にそのような機会を体験できるようにすることにより、学習者の満足感は更に高まる。学習した内容が実世界で「いかにして応用されているのか」や「利用することができるか」を示す画面を設計する。

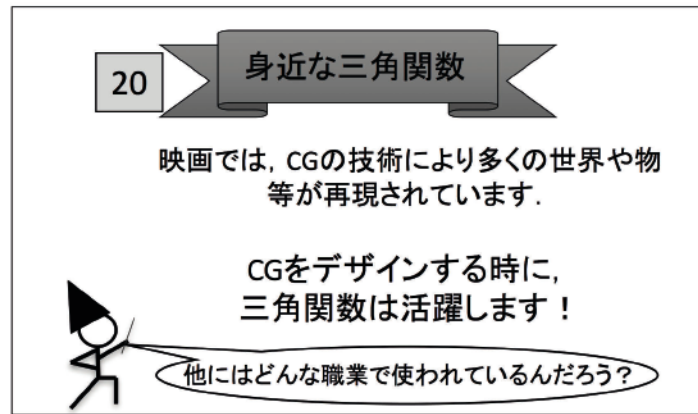


図 5.13 項目 S' .3. : 実世界との関係表示画面

20: 学習した成果が実世界で生きることを実感する機会の設計

→三角関数が学習者の身近にあることが伝わる知識などをこの画面に表示する.

5. 4 フェーズ 2 : 要求分析

要求分析とは、要求定義によって定めた教材の画面に対する要求事項に対して、教材としてどのような機能または内容を備えれば良いかを分析・抽出し、成果物(要求分析書)にまとめる作業である。要求分析の手法の一例として、SGDPでも採用したオブジェクト指向設計で多く用いられている代表的なユースケースをシナリオで書き下ろして機能を抽出する方法も考えられる。この方式では、まず学習者が教材を利用する代表的なユースケースを想定し、学習者の操作と教材側の反応等を時系列で書き下ろし、その中から教材側が備えるべき要求事項を抽出して項目として列挙する作業を繰り返すことにより、要求分析フェーズを実施する。

5. 5 フェーズ 3 : 方式設計

方式設計とは、要求分析で実施した代表的なシナリオに加えて、教材の使われ方の総てについて個別にシナリオを書き下ろし、必要な機能を抽出することである。教材の単元や内容により教え方が変わると考えられるため、それら全シナリオから要求事項を抽出し、システムが必要とする全要求機能及び性能を明確にすることであり、結果は方式設計書にまとめる。

5. 6 フェーズ4：外部設計

外部設計フェーズでは，方式設計で定めた全機能をどのように教材へ盛り込むかを定める．教材としての機能及び性能に関する設計を行い，実現方法等を明確化し，外部設計書に成果物としてまとめる．

5. 7 結言

本章では，SGLM について4つのフェーズで行う設計について提案を行った．

SGDP の「学習に対するモチベーションの持続についての設計指針が示されていない」課題を解決するため，前章で提案した ARCS 改良動機付けモデルを SGLM フェーズ1：要求定義において具体的な設計指針として示した．これにより，SG 型学習用教材のコンセプトを明確にするフェーズにおいて，学習内容とゲームの要素を設計する指針が示された．

第6章

評価

6. 1 序言

本章では、網羅性についての検証及びシリアスゲーム型学習用教材構築法(SGLM)のフェーズ1：要求定義に関して評価を実施し、有効な部分及び、今後の課題を把握した。

評価実験は教材コンテンツの内容を変えて2回実施した。実験1では、本提案方式を利用する群と利用しない群に分け、教える教科内容を指定してSG型学習用教材を設計してもらう。実験2では、大学の教員1名に大学で担当している講義内容についてSG型学習用教材を設計してもらった。実験3は、5章で提案したARCS改良動機付けモデルの適用性確認と改善点の把握を目的に学生57人を対象としている。実験参加者には、要求定義の画面設計を記述してもらい、ノベルゲームの開発まで実施してもらった。以下各実験結果を示す。

6. 2 網羅性の検証

6. 2. 1 検証方法

シリアスゲーム型学習用教材構築法(SGLM)要求定義フェーズにおける画面設計指針の妥当性について確認する。

前章の要求定義フェーズにて示した12項の画面設計指針は、ARCS改良動機付けモデルを利用することによりARCS動機付けモデルを反映していることを示した。加えて、ゲーム開発等で用いられる4つのゲーム設計/構築法の要素及びSGDPにおいても、12項の画

面設計指針に反映されている。表 2 にどの設計指針がゲーム設計/構築法の項目が満たされているのか○印で示す。

6. 2. 1 検証結果

各ゲーム設計/構築法の項目には一つ以上○印がついていることがわかる。例えば、マクゴニガルのゲーム固有の 4 つの特徴(GL)のフィードバックシステムは、学習者が学習のゴールまでどのくらい進んだのかを示す項目であるため、R'.2., 項目 C'.2 に印がついている。SGDP の特徴は「教材の学習内容を明確」にしたゲームという点であるため、項目 A'.1., 項目 A'.2., 項目 R'.1. 及び項目 R'.3. が該当する。以上により、本稿で提案する SGLM 要求定義フェーズにおける画面設計指針は、ゲーム設計/構築法及び SGDP を満たしているため、妥当だと示す。

以下上記の図の略語を示す。

シリアスゲーム型学習用教材構築法(SGLM)

設計指針 A'(Attention):興味をひきつける注目要素

- 項目 A'.1. : 教材のタイトル画面
- 項目 A'.2. : チュートリアル画面
- 項目 A'.3. : 教材のカスタマイズ画面

設計指針 R'(Relevance): やりがいを感じる関連性要素

- 項目 R'.1. : 教材の目的/ゴールの提示画面
- 項目 R'.2. : 学習のステップアップ画面
- 項目 R'.3. : 小単元毎の目的/ゴールの提示画面

設計指針 C'(Confidence):自信を感じる要素

- 項目 C'.1. : チャレンジ画面
- 項目 C'.2. : 習熟度表示画面
- 項目 C'.3. : 努力表示画面

設計指針 S'(Satisfaction):満足感を感じる要素

項目 S'.1. : 全体における習熟度表示画面

項目 S'.2. : ポジティブ部分の表示

項目 S'.3. : 実世界との関係表示画面

CL:クリス・クロフォード：ゲームとして備えるべき 4 要素

GN:ジェーン・マクゴニガル：ゲームが備える 4 要素

M:サイトウアキヒロ：ゲームニクス

GF:岸本好弘：ゲーミフィケーション

表 6.1 SGLM と各ゲーム設計/構築法との比較

		シリアスゲーム型学習教材構築法(SGLM)											
		項目 A'. 1.	項目 A'. 2.	項目 A'. 3.	項目 R'. 1.	項目 R'. 2.	項目 R'. 3.	項目 C'. 1.	項目 C'. 2.	項目 C'. 3.	項目 S'. 1.	項目 S'. 2.	項目 S'. 3.
CL	描写	○	○					○	○	○	○	○	○
	インタラクション	○	○					○					
	対立							○					
	安全性					○						○	
M	自発的な参加	○	○					○					
	フィードバックシステム					○			○				
	ルール			○	○		○	○					
	ゴール						○	○					
GN	直感的で快適なインターフェース		○										
	マニュアル不用のユーザビリティ	○	○										
	はまる演出		○					○					
	段階的な学習効果					○	○						
	仮想世界と現実世界のリンク												○
GF	能動的参加	○	○					○					
	称賛演出							○	○	○	○	○	
	即時フィードバック							○					
	自己表現			○									
	成長の可視化								○	○	○	○	
	達成可能な目標設定					○	○						
SGDP	教材の学習内容の明確化	○	○		○		○						

6. 3 評価 1

6. 3. 1 概要

評価 1 の目的は、SGLM の要求定義書のフォーマット、画面設計指針の適用性確認と改善点の把握である。実験協力者としては、シリアスゲームについて知識のある学生 11 名を対象とし、5 名 ずつの 2 群に分けて SG 型学習用教材の要求定義を設計してもらい、設計結果に各項目が反映されているか否かを採点する形式で実施した。ここで、本提案方式を利用する実験群を以下 A 群と呼び、利用しない対照群を以下 B 群と呼ぶ。評価 1 では、SG 型学習用教材の教科内容を「一次関数」と指定した。

A 群の実験協力者には、上述した要求定義の設計指針、学習内容を「三角関数」を例とした SGLM 用の要求定義書記述例(図 6.1)、画面設計指針を基にした画面設計例(図 5.2-図 5.13)及び設計書の記入例を記載した冊子を配布した。また、A 群に記入してもらう設計用紙は、SGLM 用の要求定義書、SGLM 用画面設計及びその説明文を記述する用紙(図 6.2)である。

一方、B 群の実験協力者(教員 1 名を含む)には、SGLM の設計指針を記載していない要求定義書例(図 6.3)及び設計書の記入例を配布した。また、B 群に記入してもらう設計用紙は、要求定義書及び画面設計及びその説明文を記述する用紙(図 6.4)である。設計時間は 2 時間(説明時間を除く)とし、その後アンケートを実施した。

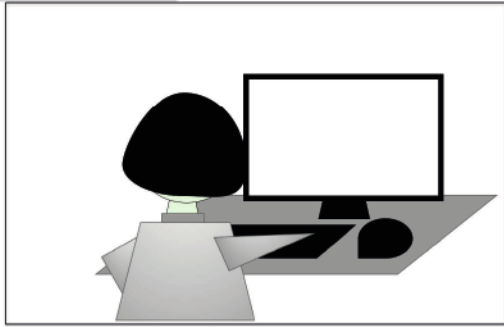
作成:		シリアスゲーム型学習用教材開発企画書(要求定義書)		学生番号	作成者
【企画名】		【開発コード名】			
開発目的の明確化 1. 対象ユーザ 中学生 2. 学習内容 数学 一次関数 3. 開発目的 興味を深めるため		コンセプト ■概要 設計指針A' (Attention) : 興味をひきつける注目要素 項目A'.1.: 教材のタイトル画面→ 項目A'.2.: チュートリアル画面→ 項目A'.3.: 教材のカスタマイズ画面→ 設計指針R' (Relevance) : やりがいを感じる関連性要素 項目R'.1.: 目的/ゴールの提示画面 ・学習教材のカバーする分野, 単元→ ・教材の達成目標→ ・学習教材の利用方法, ルール→ 項目R'.2.: 学習のステップアップ画面→ 項目R'.3.: 小単元導入画面 ・学習教材のカバーする分野, 単元→ ・教材の達成目標→ ・学習教材の利用方法, ルール→ 設計指針C' (Confidence) : 自信を感じる要素 項目C'.1.: チャレンジ画面→ 項目C'.2.: 習熟度表示画面→ 項目C'.3.: 努力表示画面→ 設計指針S' (Satisfaction) : 満足感を感じる要素 項目S'.1.: 全体における習熟度表示画面→ 項目S'.2.: ポジティブ部分の表示→ 項目S'.3.: 実世界との関係表示画面→			
完成イメージ 					
評価(テスト)方法 					

図 6.1 A 群が使用した要求定義書

作成:		シリアスゲーム型学習用教材開発企画書(要求定義書)		学生番号	作成者
【企画名】		【開発コード名】			
開発目的の明確化 1. 対象ユーザ 中学生 2. 学習内容 数学 一次関数 3. 開発目的 興味を深めるため		コンセプト ■概要			
完成イメージ 					
評価(テスト)方法 					

図 6.3 B 群が使用した要求定義書

設計指針 RY(Relevance): 足りがらゝを感じゝる関係性要素

項目 R1.1. 教材の目的ゴールの提示画面

項目 R2.2. 学習のステップアップ画面

項目 R3.3. 小單元毎の目的/ゴールの提示画面

図 6.2 A 群が使用した画面設計記述用紙

名前 _____

図 6.4 B 群が使用した画面設計記述用紙

6. 3. 2 結果

画面設計完了後、回収した要求定義書及び画面設計用紙にどの項目が記述されているかを確認し(図 6.5)項目数をカウントした結果を図 6.6 図 6.7 に示す。

図 6.6(A 群)図 6.7(B 群)からわかるように、A、B 両群で設計時に考慮された項目の分布が異なる。A 群は、6 名全員が 12 項目全て画面設計を記述していた。B 群は、6 名の画面設計数は 3~13 画面が設計され、1 人あたりの画面設計数は平均 7.66 画面である。考慮された画面設計指針内、1 人あたりの平均にすると A 群が 12.8, B 群が 7 である。設計した画面数の違いはあるが、画面設計指針が示された A 群の方が B 群よりも設計時に考慮した項目数が多いことがわかる。特に、画面設計指針 A'C'S'の項目について A 群が多く考慮している。B 群を見てみると、項目 R'.3.に該当する、一次関数内の小単元を学習するゲームを複数種類考え、画面設計していることがわかる。一方で、それ以外の項目に該当する画面設計が行われていないことも見て取れる。これにより、設計指針を与えることで、小単元レベルのゲーム(画面設計指針 R')だけでなく、タイトル画面、習熟度の表示、学習者に自らが学習ゴールまでの残りの過程を提示する等の画面設計が行われたと考えられる。

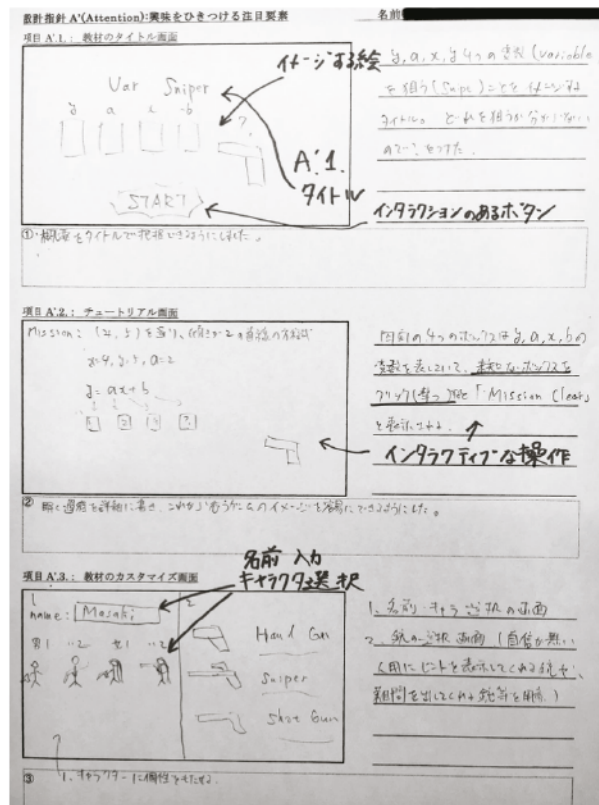


図 6.5 画面設計記述例

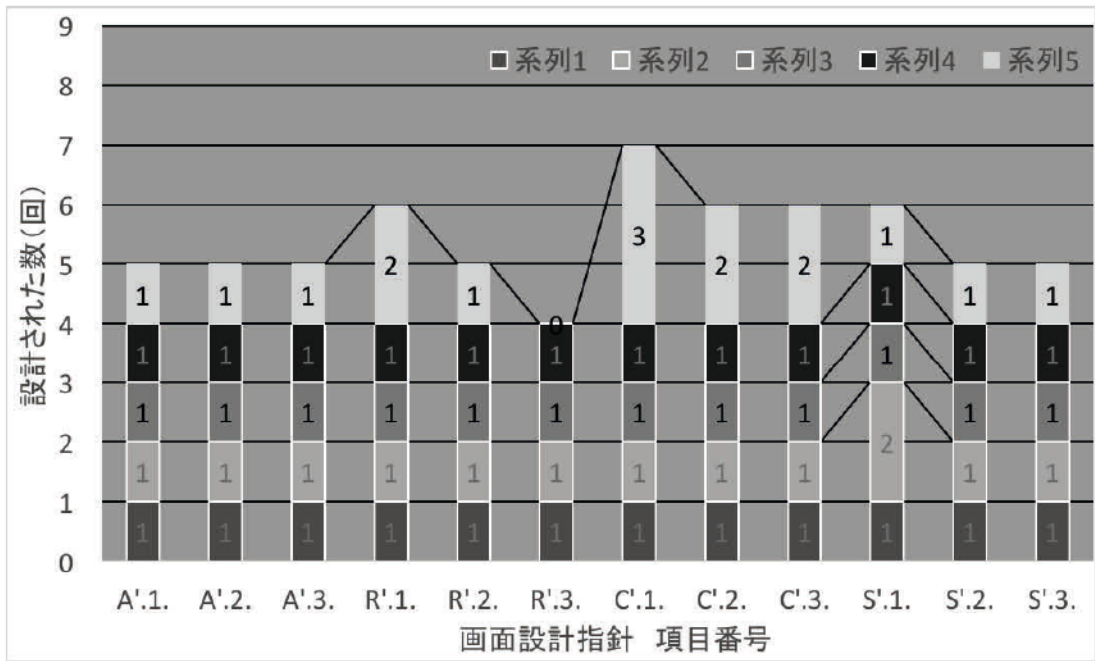


図 6.6 A 群の画面設計に考慮した項目数を表したグラフ

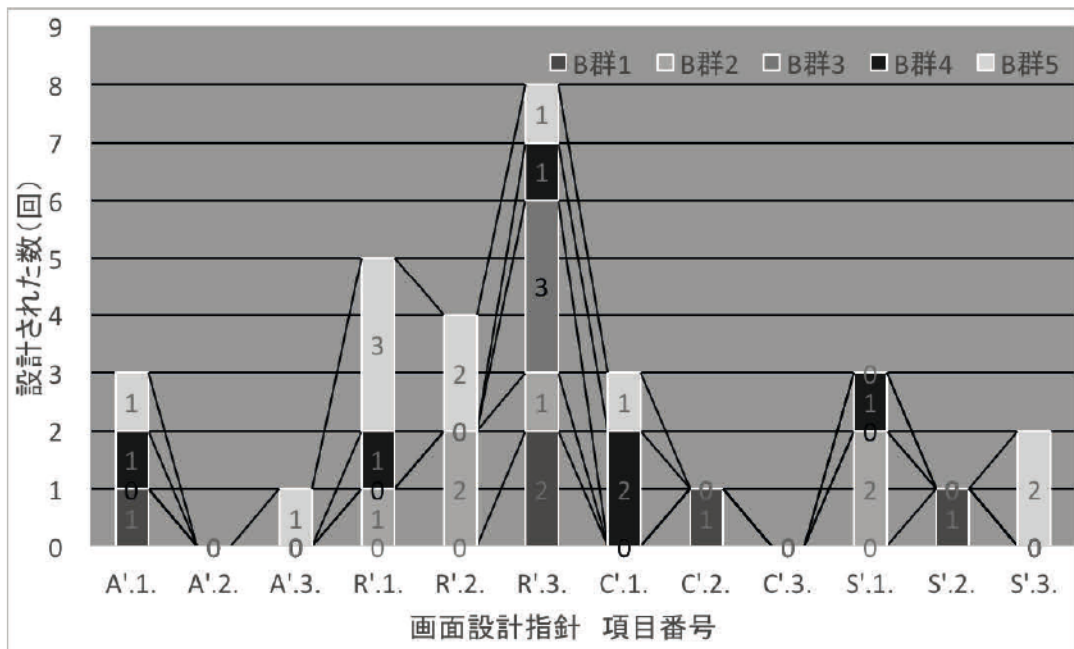


図 6.7 B 群の画面設計に考慮した項目数を表したグラフ

表 6.1 アンケート結果

質問項目		評価1		評価2
		A群	B群	
①今回体験したような方法で、シリアスゲーム型教材を作成できると思いますか？	とても思う 4 ↑ 思う ↓ 思わない ↓ 全く思わない 1	○ 3.2	2.2	○ 3.0
②今後シリアスゲーム型教材を設計する上で、手順書等があったら良いと思いますか？	とても思う 4 ↑ 思う ↓ 思わない ↓ 全く思わない 1	○ 3.7	○ 3.7	○ 4.0
③あなたの作品は、興味をひきつける注目要素について設計できていましたか？	とても思う 4 ↑ 思う ↓ 思わない ↓ 全く思わない 1	○ 3.3	2.2	2.0
④あなたの作品は、やりがいを感じる関連性要素について設計できていましたか？	とても思う 4 ↑ 思う ↓ 思わない ↓ 全く思わない 1	○ 3.2	2.5	○ 3.0
⑤あなたの作品は、自信を感じる要素について設計できていましたか？	とても思う 4 ↑ 思う ↓ 思わない ↓ 全く思わない 1	2.3	2.5	2.0
⑥あなたの作品は、満足感を感じる要素について設計できていましたか？	とても思う 4 ↑ 思う ↓ 思わない ↓ 全く思わない 1	2.8	2.3	○ 3.0

また、実験終了後アンケートを実施した結果を以下示す。B群にはA群に渡した冊子を配り内容を説明した上でアンケートに回答してもらった。表 6.1 に示すアンケート結果から、両群ともに「手順書等があった方が良い」という意見が 3.7 ポイントと高く、画面設計指針も学習用シリアスゲームの設計者に求められていることがわかる。アンケートの記述欄から上述した項目に関連する部分を抜粋する。

- A,R'は理解しやすく、ゲーム案が決まってからすぐに手が動いた。(A群)
- 設計終了後、大まかではあるがゲームの流れを整理するのにとても良いと思った。(A群)
- A'2 のチュートリアルを考える際にある程度ゲーム画面を考えておく必要があり、そのために先頭で完成イメージを描けたのは良かった。(A群)
- シリアスゲームを作るにあたり、どういったことを念頭に置きながら考えないとい

けないのか、そういった資料がないとゲームデザインは困難だった。(B群)

一方、今回評価実験で用いた SGLM の画面設計指針に対し下に示すような改良が必要な項目も示された。

両群共にゲームとしてのゴールを示すが、教材としてのゴールを記述されていない。

A群において、画面設計指針 C'及び S'の各項目の記述内容が、画面設計例と類似しているものが多い。アンケートの結果からも、C'は 2.3 ポイント、S'は 2.8 ポイントであることから、画面設計を行ったがその内容について自身を感じる要素及び満足感を感じる要素を満たす設計が出来たと「思わない」人が多いことがわかる。

- A群は、要求定義書にストーリーは記述していたが、コンセプトの部分が一部未記入の人が多い。これは、画面設計用紙に設計を書いたことで記入しなかったと考えられる。

改良が必要な項目に関するアンケートの記述内容は次の通りである。

- C'.2.項目の「習熟度表示画面」と、C'.3.項目の「努力表示画面」の違いが分かりにくかった。(A群)
- 設計指針の R'.1.が少し抽象的で分かりにくかった。(A群)
- C',S'は、プレイヤーによって画面の好き嫌いが分かれるように感じた。(A群)
- コンセプトの概要が、ゲームの概要かゲームシステムの概要か分かりにくかった。(B群)
- C',S'の違いについて、もう少しわかりやすく説明できると良いと思う。(B群)

6. 4 評価 2

6. 4. 1 概要

次に評価 2 について述べる。評価 2 の目的は、SGLM 教材構築法が、ゲームデザインの経験がない教員に適用可能であるか否かを確認し、設計途中で発生した質問や問題点を挙げてもらうことである。実験協力者は実際に大学で講義を行う教員である。教材内容について指定せず、実験協力者自らが講義で教えているフーリエ変換に関するシリアスゲームを設計すると決めた。実験の手順及び渡した書類は評価 1 の A 群と同様である。

6. 4. 2 結果

表 6.2 に、画面設計用紙の記述内容を画面設計指針の項目と対比した結果を示す。表から全要素が考慮されたことがわかる。特徴的なのが設計指針 R' で、R'.1 と R'.3 が SGLM の画面設計指針とは異なる場所で設計されていることがわかる。これは今後設計指針を改善する上で参考になると考えられる。次に、アンケート及び評価実験後インタビューして得られた結果の一部を示す。

- 当初は授業の中身を表現することをイメージしていたが、授業内容に興味を持ってもらうための導入的な教材をゲームとして設計するのは有効だと思った。
- R' は SG 型学習用教材を設計する際に最も重要であり、イメージし易かった。全体的に教える目的と小单元というところが、自分の書きたいところに当てはまった。
- C' 及び S' の設計部分について、ゲームとして必要な要素だと分るが設計指針で示されなければ、おそらく画面設計に考慮しなかった。また、ゲームを設計するのは初めてだったので、あまり案が浮かばなかった。情報がもう少し欲しい。
- カスタマイズ画面という表現がわかりにくかった。

表 6.2 各設計項目の要素との比較表

		設計指針											
		A'.1.	A'.2.	A'.3.	R'.1.	R'.2.	R'.3.	C'.1.	C'.2.	C'.3.	S'.1.	S'.2.	S'.3.
設計画面	A'.1.	○											
	A'.2.		○										
	A'.3.			○									
	R'.1.						○						
	R'.2.					○							
	R'.3.				○								
	C'.1.							○					
	C'.2.								○				
	C'.3.									○			
	S'.1.										○		
	S'.2.											○	
	S'.3.												○

6. 5 評価3

6. 5. 1 実験概要

56 人の実験参加者に設計から開発までを実施してもらった実験 3 について述べる。実験 3 の目的は、5 章で提案した ARCS 改良動機付けモデルの適用性確認と改善点の把握である。実験は、「5 章で提案した ARCS 改良動機付けモデルを利用する群」と「ケラーが提唱する ARCS 動機付けモデルを利用する群」に分かれてに利用した画面設計及び開発してもらった。実験参加者は、大学 3 年生でゲームデザインの授業を受けている学生で、「5 章で提案した ARCS 改良動機付けモデルを利用する群」を C 群、「ケラーの ARCS 動機付けモデルを利用する群」を D 群とした。

実験 3 では、以下のような条件で両群ともに設計及び開発を行う。画面設計用紙は、C 群は実験 1 の A 群と同じ用紙(図 6.2), D 群は実験 1 の B 群と同じ用紙(図 6.4)を利用した。本実験では、実験参加者は、要求定義書を記入していない。

表 6.3 実験概要表

対象ユーザ	新しくなる衣料品の「取扱い表示」を知らない人
学習内容	新しくなる衣料品の「取扱い表示」[42]について
開発目的	理解を深める
利用環境	PC (ブラウザーゲーム)
開発環境	ノベルゲーム開発ツール ティラノビルダー(スタンダード版)[43]

6. 5. 2 結果

表 6.4 に評価 3 の実験参加者の人数を画面設計数のそれぞれの要素について示す. A 群には, 教職課程を取っている実験参加者が一名振り分けられた. 表 6.4 により設計指針を渡すか否かにより, 設計画面数に大きな差は現れないことを示していると考えられる.

表 6.4 A 群と B 群実験参加者と記述内容の概要表

	C 群	D 群
人数 (人)	29(※ 1)	27
設計画面数平均数 (枚)	9.55	9.82
設計画面数最大数 (枚)	14	15
設計画面数最小数 (枚)	3	5

※教職課程の実験参加者

実験 3 の結果は, 以下の 3 点から評価を行う. これら 3 つの評価実験から, 本論文で提案した ARCS 改良動機付けモデルが自由記述の D 群と比べに比べ改善が必要な点を明らかにする.

- ① 画面設計の内容の比較
- ② ゲームの試遊による相互評価

画面設計の内容の比較では, 実験参加者が記述した画面設計用紙を分析し, C 群と D 群の特徴を比較する. まず, クラスタ分析を行い, 設計内容が違いものをグループ分

けた。次に、C群、D群毎に画面設計全体の総合評価を行うために主成分分析を実施した。

ゲームの試遊に夜相互評価では、実験参加者が開発したゲームの相互プレーを実施した結果について示す。本評価では、Moodle上で提出されたゲームをプレーできるようにし、「よかったゲーム」「良くなかったゲーム」をあげてもらい、その中で順位をつける形式をとった。

① 画面設計の内容の比較

解析方法

最初に評価3で実験参加者が画面設計した用紙の内容を、筆者が手作業で確認した。これは、評価実験1で実施した、図6.4に示した確認法と同様であり、A' 1からS' 3の画面設計指針の有無及び、参加者独自の設計項目等ある。確認できた項目は

“OP画面タイトルのみ、OP画面タイトルとボタン有り、ED、ストーリー、問題出題方法、何かしらの問題を出題、教える、答え表示、選択肢、プロログ、成績表示、キャラクター選択、名前入力、具体的な章内容、学習内容、学習目的、現実世界、他プレイヤー表示、褒める、進捗、レベル、システムの設計、ゴール、ルール”

の25項目である。この項目を、設計内容の相違点や特徴点を示すため、統計解析ツールRを利用したクラスター分析と各群の主成分分析を実施した。以下に分析結果に就て述べていく[44][45][46][47][48]。

クラスター分析

上記に示した25個の設計項目を基に、クラスター分析を行い両群合わせた設計内容の特徴を明確にする。最初に、階層的クラスタ分析を実施した内容について述べる。この分析では、設計書間の距離をユークリッド距離を用いて求め、クラスター作成法にはウォード法を採用した。分析結果を図6.8に示す。図6.8が示すように、3つのクラスターに分かれた。クラスターの内容を確認したところ左側から「参加者独自の設計書」「画面設計が少ない設計書」「画面設計指針に基づく設計書」と名付けられる。

クラスター1

本クラスターは、D 群の設計書が占めている。クラスター1 に属する D 群の設計書は、D 群の平均画面設計枚数よりも多いことがわかった。このことから、「参加者独自の設計書」と名付けた。

クラスター2

本クラスターは、C 群 8 個と D 群 13 個の設計書が属しているクラスターである。クラスター2 に属する設計書は、画面設計枚数が両群共に平均画面設計枚数が以下である。この特徴から、このクラスターは「画面設計が少ない設計書」と名付けられる。

クラスター3

クラスター3 は、C 群の設計書だけで占められ、平均画面設計数以上のものが属している。従って、「画面設計指針に基づく設計書」と名付けることができる。

本クラスターには実験者が示した設計指針も含まれている。しかし、図 6.8 からは、その設計指針と C 群の実験者が記入した画面設計指針の内容とは距離があることが読み取ることができる。

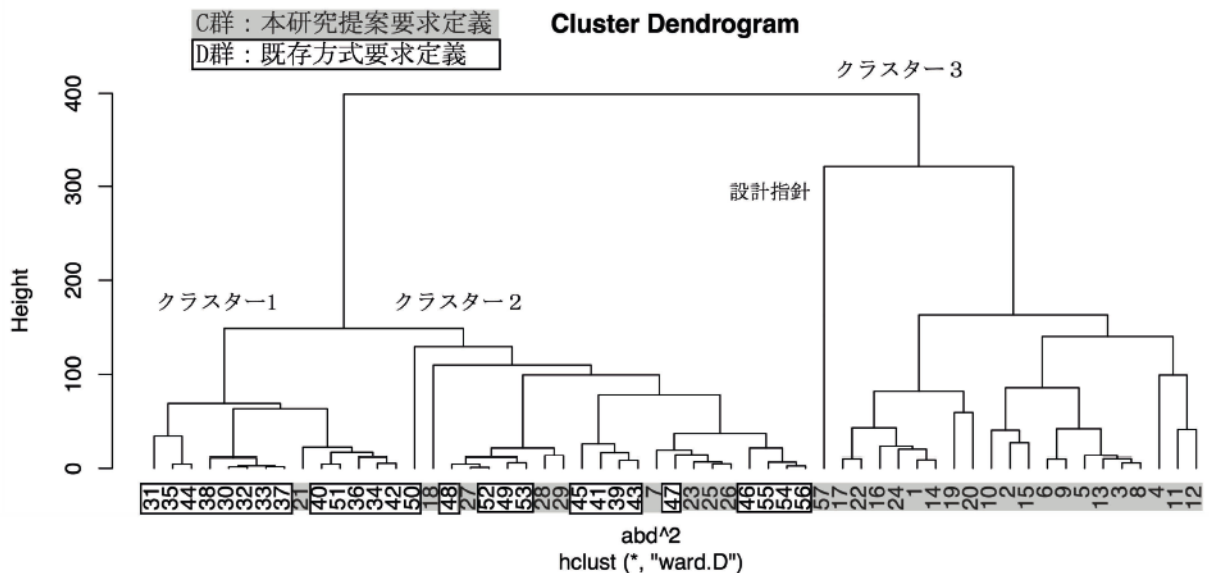


図 6.8 階層的クラスター分析結果

次に、非階層的クラスター分析を実施した分析内容を述べる。この分析では、K-means 法を採用し、計算結果をプロットした結果を図 6.9 に示し、表 6.5 には主成分の結果を示す。

第1主成分(図6.9PC1)に関しては、正の方向の成分に“OP画面タイトルのみ、エンディング、ストーリー、問題出題方法、教える、答えを表示”とSGLM画面設計指針には含まれていない項目である。負の方向は“OP画面タイトルとボタン有り、何かしらの問題を出題、選択肢、プロログ、成績表示等”のSGLM設計指針の項目である。このことから、負の絶対値が大きい場合、SGLM設計指針充足度が大きくなる。正の値が大きい場合は、SGLM設計充足度が低く、設計自由度が高いと言える。

第2主成分(図6.9PC2)は、正の成分にR'(Rerevance,関連性)C'(confidence,自信)の要素が中心に含まれている。負の成分にはA'(attention,注意)S'(Satisfaction,満足感)の要素が中心構成されている。従って、第2主成分は正の方向に値が大きい場合R'とC'の要素が含まれ、負に絶対値が0より離れるにつれて、A'S'の要素が強くと設計されていると見ることができる。0の値はARCS改良動機付けモデルの要素をバランス良く設計していると言える。

考察

以上のクラスター分析の結果から2つの群について考察を行う。

本研究で提案した要求定義内の画面設計指針を利用して設計したC群は、主成分1の軸で確認すると0の値の左側に多く分布していることがわかる。これにより、C群はSGLM設計指針の充足度が高い傾向があると言える。既存の設計手法で設計したD群は、主成分1軸全体に不規則に分布している。多くの設計書は主成分1軸の0から正の方向に大きい値に分布しており、これらはSGLM設計指針の充足度が低いものと言え自由設計度が高いと言え自由記述の特徴である。以上の2つの群の比較から、本研究で提案する設計書を示してシリアスゲーム型学習用教材の要求定義を実施すると、設計指針の充足度が高い設計書を記述できることが明らかである。

次にARCS改良動機付けモデルの充足度を示していると前述した第2主成分縦軸のC群の分布に注目してみると、0の値を中心に分布し正の値方向の値が多い。0の値から近いのは設計指針が考慮しているARCS改良動機付けモデルをバランス良く設計していると言える。C群の1から8の設計書は、画面設計指針の枠以外の自由記述枠にも設計を記述されている設計書である。図6.9は、これらの設計書がR'とC'の項目について自ら考えて記述した事を示していると考えられる。既存の設計手法で設計したD群は第2主成分

の縦軸でも、不規則に分布している事が確認できる。D群は自由記述であるため、設計者毎に必要なだと考える画面設計内容が異なることを示していると考えられる。

これらの2つの群の考察から、ARCS改良動機付けモデルを基にした設計指針を示すことにより設計者にモチベーション維持を考慮したシリアスゲームの設計が可能であることが明らかになった。

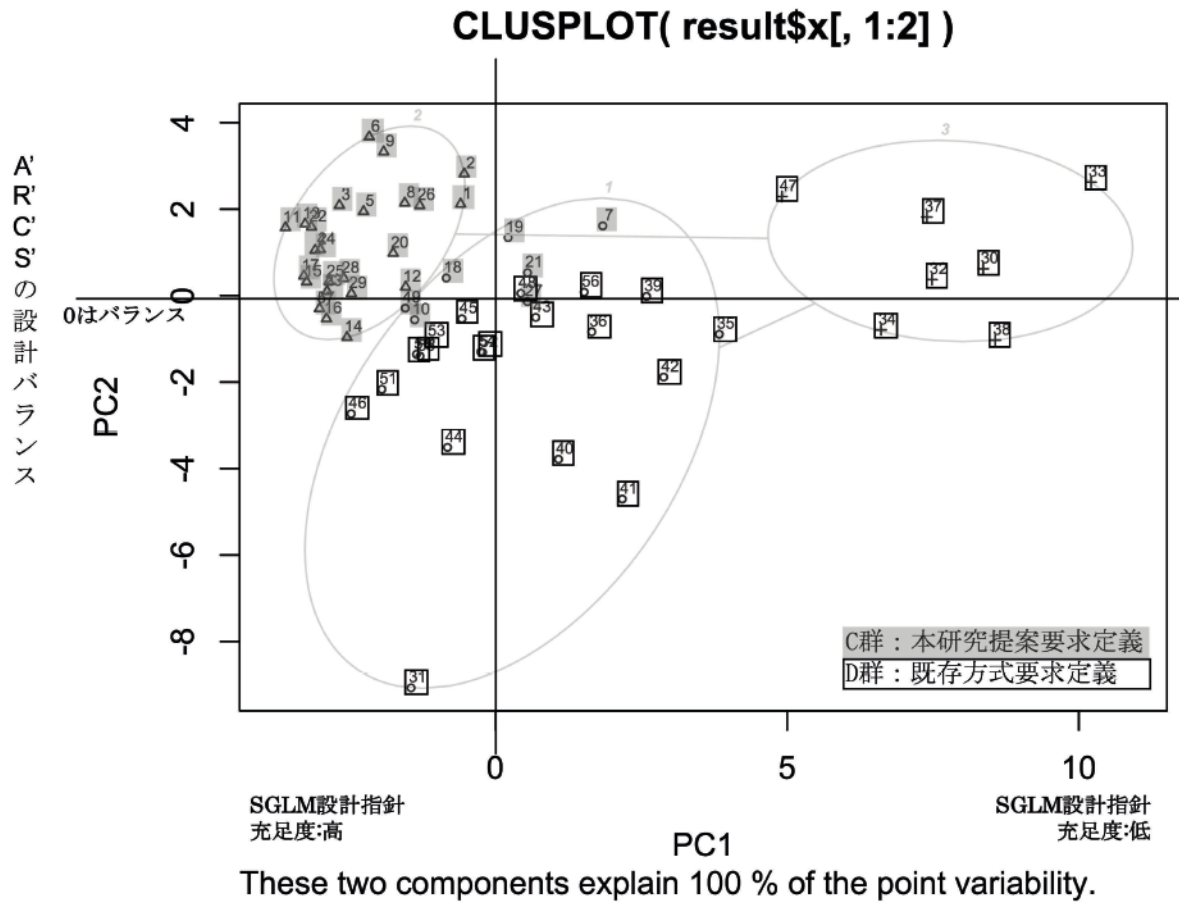


図 6.9 非階層的クラスター分析結果

表 6.5 非クラスター分析の主成分

	第 1 主成分	第 2 主成分
名前入力	-0.656781	0.105073659
現実世界	-0.654539163	0.123370325
他プレイヤー表示	-0.647045509	-0.507567851
褒める	-0.639753422	-0.313902961
ゴール	-0.607621702	-0.612890398
ルール	-0.607621702	-0.612890398
成績表示	-0.601731141	0.516763641
具体的な章の内容	-0.593562418	0.425397182
学習内容	-0.551518706	-0.188398066
キャラクター選択	-0.48670523	-0.136071044
学習目的	-0.421888161	-0.023375261
プロローグ	-0.401870453	0.361976497
OP 画面タイトルとボタン有り	-0.371311249	-0.148037243
レベル	-0.235732024	0.011555487
選択肢	-0.208397412	0.369762366
何かしらの問題を出題	-0.178102567	0.30405023
進捗	-0.044397067	0.320317371
システムの設計	0.064806998	-0.070926093
OP 画面タイトルのみ	0.12877533	0.310990188
答え表示	0.130049087	-0.260439221
教える	0.283595135	-0.178468663
問題出題方法	0.324051015	-0.443952737
エンディング	0.400375166	-0.459440814
ストーリー	0.478716086	-0.261810068

主成分分析

まず、5章で提案した ARCS 改良動機付けモデルを利用した C 群の画面設計内容に対する分析結果について述べる。主成分分析の結果について表 6.6 に示し、第 1 主成分と第 2 主成分を座標軸として C 群の主成分値の分布をプロットしたものを示す。プロット番号が No.1 の人が 14 枚と最も多く画面設計を実施しており No.29 は最も設計枚数が少ない 3 枚で、番号が小さくなるにつれて設計枚数が多いことを示している。

第1主成分に関しては、ARCS改良動機付けモデルで設計する要素(設計指針 A' (Attention) : OP画面タイトルとボタン有り, 名前入力, キャラクター選択, プロローグ 設計指針 R' (Relevance) : 学習内容, レベル 設計指針 C' (Confidence) : 褒める, 成績表示 設計指針 S' (Satisfaction) : 他プレイヤー表示, 現実世界)が含まれているため, ARCS改良動機付けモデルの成分であることがわかる. また, 第1主成分には, 設計指針には含まれていない3つの要素(答え表示, 教える, ED)が含まれており, 答え表示と教えるは, 学習内容の要素を掘り下げて具体的に設計している要素, エンディングはオープニング画面の設計に対して設計されている. 従って第1主成分は, 3つの要素はARCS改良動機付けモデルに関連していることがわかるを成分である.

第2主成分には, 問題の出題についての要素(問題出題方法, 何かしらの問題を出題, 選択肢), 教材で学習できる内容を示す要素(具体的な章内容, 学習目的, 進捗), OP画面タイトルのみ, ストーリーの要素が含まれている. 従って, 第2主成分には, 学習に必要な教材の設定に関連していると考えられる.

以上の各主成分の成分分析から横軸は, ARCS改良動機付けモデルの設計度について示しており, 正軸は設計度が高く, 負軸では設計度が低いことを示している. また, 縦軸は, 学習に必要な教材の設定についての設計度を示しているため, 正軸は設計が多くされていることを示し, 負軸があまり設計されていないことを示していると考えられる(図6.10).

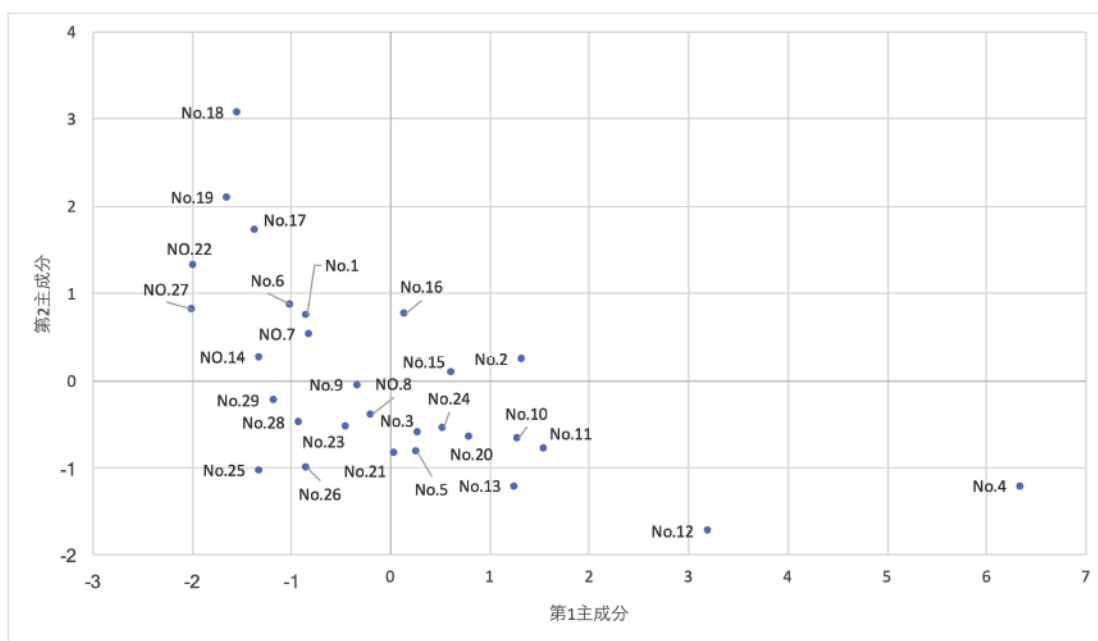


図 6.10 C 群の画面設計結果の主成分分析

表 6.6 C 群の画面設計結果の主成分分析

	第 1 主成分係数	第 2 主成分数
褒める	0.432228207	0
他プレイヤー表示	0.410529726	0
エンディング	0.328475127	0
名前入力	0.30756139	0
OP 画面タイトルとボタン有り	0.305848232	0
現実世界	0.286116584	0
答え表示	0.285929416	0
プロローグ	0.266911279	0
レベル	0.215122309	0
学習内容	0.163627428	0
キャラクター選択	0.155925764	0
教える	0.12759462	0
成績表示	0.01054304	0
OP 画面タイトルのみ	0	0.633831942
ストーリー	0	0.292344341
問題出題方法	0	0.292344341
何かしらの問題を出題	0	0.292344341
選択肢	0	0.292344341
具体的な章内容	0	0.292344341
学習目的	0	0.292344341
進捗	0	0.292344341
寄与率	14%	6%

次に、ケラーの ARCS 動機付けモデルを利用する群を D 群の画面設計内容に対する分析結果について述べる。主成分分析の結果は表 6.6 に示し、第 1 主成分を横軸に第 2 主成分を縦軸として座標軸を設け、D 群の主成分値の分布を示すものである。C 群と同様に、プ

ロット番号が番号が小さくなるにつれて設計枚数が多いことを示している.No.1の人が15枚と最も多く画面設計を実施しており、No.28は5枚と設計枚数が少ない。

第1主成分には、OP画面タイトルとボタン有り、エンディング、プロローグ、問題出題方法、成績表示が含まれている。これらの要素は、シリアスゲームを開発する際に考慮する基本構成の要素であるため、本主成分はシリアスゲームの基本構成度を示すと考えられる。

第2主成分は、正の値と負の値が算出された。負の値に注目してみるとOP画面タイトルとボタン有り、エンディング、ストーリーの3つの要素である。これらは、教材の流れを示せる要素であるため、教材内の起承転結を表す成分であると考えられる。次に、正の値には、学習を支援する要素（教える、問題出題方法、答え表示、成績表示、具体的な章内容）、OP画面タイトルのみ、プロローグ、キャラクター選択、名前入力、選択肢が含まれている。このことからこの複数の要素には、学習の細かい設定やゲーム内の各設定を含んでいると考えられる。

以上の各主成分の成分分析から、横軸はシリアスゲームの基本構成度を示すと考えられ、正の値が大きくなるにつれて構成度が高くなり、負の値が高い場合は低なると考察することができる。横軸は、正の値が大きいほど学習の細かい設定やゲーム内の各設定を画面設計用紙に記述していることがわかると言える。また負の値が大きい場合は、教材内の起承転結を表す成分を設計用紙に記述していると考えられる。

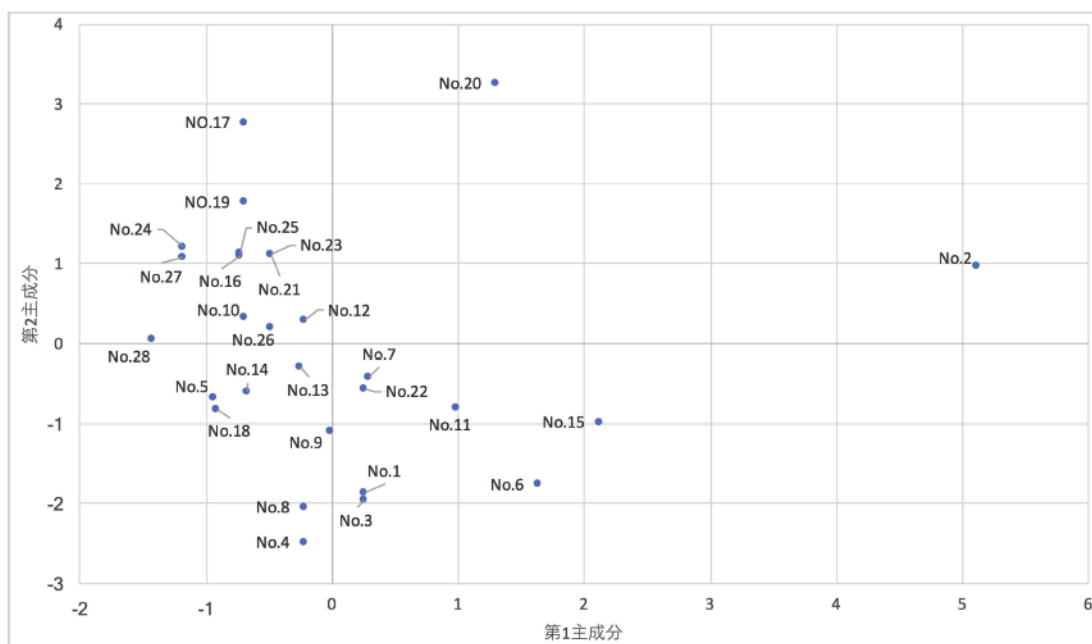


図 6.8 C 群の画面設計結果の主成分分析

表 6.5 C 群の画面設計結果の主成分分析

	重み係数 1	重み係数 2
エンディング	0.540147986	-0.138835167
問題出題方法	0.538657933	0.131088207
プロローグ	0.524015628	0.325228635
OP 画面タイトルとボタン有り	0.378632187	-0.446122816
成績表示	0.011592563	0.247693577
OP 画面タイトルのみ	0	0.368865032
ストーリー	0	-0.528425917
教える	0	0.041487506
答え表示	0	0.009934688
選択肢	0	0.279824683
キャラクター選択	0	0.152979848
名前入力	0	0.260875217
具体的な章内容	0	0.102543357
寄与率	13%	16%

② ゲームの試遊による相互評価

次に、実験参加者に設計書を元に開発したゲームを、参加者同士でプレーを行い相互に評価をつける方法で評価を行った。相互に試遊を行うため、実験参加者は開発したゲームを Web 上で動作するデータを実験者に提出してもらい、実験者が Moodle 上に全作品を閲覧可能な状態にするという環境で実施した。実験参加者には、試遊したゲームのうち「面白かったゲーム」と「面白くなかったゲーム」をそれぞれ最大 10 ゲーム記入し、ゲーム番号、順位、面白いと感じた要素または面白くないと感じた要素を箇条書きにして記述してもらった。本評価では、C 群と D 群は区別することなく試遊を実施した。提出されたゲームの本数は 51 本である。試遊の結果を表 6.6 表 6.7 に示す。

相互評価では、「よかったゲーム」として評価されたのは、図 6.8 で第 1 主成分及び第 2 主成分の 0 から負の対方向に分布している SG 型学習用教材でストーリー、OP、ED が設計しよから十分に考えられたものが面白いと評価された。その中で、A 群の TOP10 に選ばれた作品は ARCS 改良動機付けモデルの設計度が高い分類に入っている。このことから、動機付けの設計を行うことで面白いと感じさせることができると考えられる。そして、ストーリーを記述する設計指針についても検討を行う必要があることが示された。

表 6.6 ゲームの試遊による面白かったゲームの順位表

順位	群	番号	点数
1	b	9	179
2	b	26	81
3	b	4	78
4	b	7	65
5	a	3	59
6	b	10	56
7	b	13	48
8	a	21	41
9	a	2	40
10	a	3	32

表 6.7 ゲームの試遊による面白くなかったゲームの順位表

順位	群	番号	点数
1	a	22	66
2	a	17	53
3	b	1	50
4	a	5	40
5	a	10	39
6	a	21	30
7	b	19	30
8	a	4	26
9	a	1	25
10	a	19	25

表 6.8 各群の選ばれた数とランクイン数

	面白いゲームとして選ばれたゲーム数	面白いゲーム TOP10 ランクイン数	面白くなかったゲームとして選ばれたゲーム数	面白くなかったゲーム TOP10 ランクイン数
a	20	4	22	8
b	19	6	23	2

表 6.9 アクセス数の順位

順位	総合アクセス数順位			面白いゲーム アクセス数順位			面白くなかったゲー ムアクセス数順位		
	群	番号	点数	群	番号	点数	群	番号	点 数
1	b	9	48	b	9	46	b	17	20
2	a	21	37	a	21	25	a	9	18
3	b	10	26	b	10	24	a	17	16
4	b	7	23	b	7	22	a	10	14
5	b	17	22	a	20	18	a	11	12
6	b	13	20	b	13	15	a	1	9
7	a	2	20	a	13	15	a	4	9
8	a	20	19	a	2	12	a	5	9
9	a	9	18	b	24	11	b	18	8
10	a	17	16	a	14	9	b	2	8

6. 6 結言

本章では、シリアスゲーム型学習用教材構築法(SGLM)のフェーズ1：要求定義に関して有効な部分及び、今後の課題を把握するために2つの評価を実施した。

以上3つの評価実験から、本提案によるSGLMのフェーズ1：要求定義に関し、次に示す改善の検討が必要であると考えられる。

3つの評価実験から、画面設計指針R'の説明文では、複数の点から実験者の提案意図が設計者に伝わらない部分と判断できる。1つ目は、両群ともにゲームとしてのゴールだけで、教材としてのゴールの設計がされていないことである。本問題は具体的な要素を各欄を設けることで解決できると考える。2つ目は、実験2で示されたように、3項目の関係や

意図が伝わりにくい点である。この改善は、関係を示す図等を作成することにより解決できると考える。

アンケート結果から、C'及びS'の違いを明確に示す方法の検討が必要である。初めてゲームを設計する人向けに、複数の画面設計案やゲーム例を提示する。

要求定義書のコンセプト部分の記入の仕方についても検討が必要である。

有効な部分としては、ARCS 改良動機付けモデルを基にした設計指針を示すことにより、ゲームとしての流れをイメージさせることや、実験2の意見に挙げられたC'とS'の要素の必要性について理解し設計してもらえることである。改善点としては、設計指針の言葉での表現や、設計指針ごとのつながりがSG用学習用教材を設計する人が簡単に理解できるようにすることなどが挙げられた。このように、改善点はあるがSG型学習用教材を開発するにあたり要求定義フェーズの有効な部分を指摘していただいたのが本評価実験の成果である。

第7章

結論

7. 1 成果

本節では、第1章で述べた本研究の三つの目的に対し絵得られた成果を明らかにする。

目的1. シリアスゲーム型学習用教材に適応した動機付けモデルの提案

ARCS 動機付けモデルを SG として利用するために、ゲーム設計法・構築法を考慮して改良した ARCS 改良動機付けモデルを提案する。

ARCS 動機づけモデルは、項目ごとの質問形式となっているため、実現方法を提示することで ARCS 改良動機付けモデルとして提案した。教授法及びゲーム設計法・構築法を考慮して改良するために、ARCS 動機付けモデル、ゲーム設計/構築法及びガニエの9教授事象の中で用いられている用語を抽出し、意味に応じて分類しその用語を利用した。

上記の通り、シリアスゲーム型学習用教材に適応した動機付けモデルの提案を行うことができた。

目的2. シリアスゲーム型学習用教材の構築法の提案

目的1で提案する ARCS 改良動機付けモデルを SGDP に取り入れ、シリアスゲーム型学習用教材構築法を提案した。教材開発経験の浅い教員がこのモデルに基づいた教材開発容易に可能となるよう、ARCS 改良動機付けモデルを応用したシリアスゲーム型学習用教材構築法 SGLM を提案した。SGLM の特長は、モチベーションの維持に効果がある魅力的な教材設計のために必要な画面設計指針が、要求定義フェーズでの実施事項として示されている点である。

上記の通り、シリアスゲーム型学習用教材の構築法の提案を行うことができた。

目的3. 教員自らがシリアスゲーム型学習用教材構築の検証

本目的では、教員にシリアスゲーム型学習用教材構築法を使用して学習用教材を設計してもらい評価を実施し、検証を行った。本構築法の適用性および改善点確認のため、学生及び教員13名の実験協力者を対象としてフェーズ1の要求定義を実施してもらい、以下の有用性を示す点を挙げる事ができた。実験1では、SGLM教材構築法の要求定義において画面設計指針を示すことにより、小単元のゲーム設計だけではなく、タイトル画面や習熟度を示す画面の設計を促すことが確認された。実験2に実験協力者の教員から、画面設計指針を示すことで学習者にプレイしてもらい以外の部分の必要な要素を把握できる、という意見をいただいた。一方、評価の最後に述べたように、画面設計指針について利用者に伝わり難い部分があることも明確になりこれらを改善していく必要がある。

上記の通り、教員自らがシリアスゲーム型学習用教材構築の検証を行い、有効な点と改善点を把握することができた。

7. 2 今後の課題

本稿では、ARCS動機付けモデルを基礎にゲーム設計法・構築法を考慮して改良したARCS改良動機付けモデルを提案した。

今後の課題としては、SGLMに基づいて開発した教材と、従来のSGDPに基づいて開発した教材の有効性比較し評価することである。様々な教科の教材開発にSGLMを適用し、構築法としての有用性と問題点を確認し、その成果をフィードバックして継続的に改良することが、実用化に向けての重要であると考えられる。開発した教材を評価し、その結果に基づく改善を容易にするため、迅速開発の一例としてアジャイル型開発プロセスがあり、これの採用も検討項目に上がっている。

また、本研究は現時点では教員が、教材を設計するまでを想定している。しかし、将来的にはプレゼンテーション用のシステムや教材開発のためのオーサリングツールと同様に、SGLMで示した設計指針をテンプレートで提供する等、誰でもシリアスゲーム型学習用教材開発まで可能なシステム化が可能であると考えられる。このようなシステム化のための検討も今後の課題である。

参考文献

- [1] 藤本徹(2007). シリアスゲーム—教育・社会に役立つデジタルゲーム, 東京電機大学出版局, 東京.
- [2] リハビリウム起立くん<<http://www2.medica.co.jp/topcontents/kirithu/>> (参照: 22.11.2016).
- [3] 竹井機器工業株式会社 | 健康増進 | 有酸素エクササイズ<<http://www.takei-si.co.jp/productinfo/detail/255.html>> (参照: 2017.7.27).
- [4] 松隈浩之, 東浩子, 梶原治朗, 服部文忠(2012). 超高齢化社会におけるリハビリ用シリアスゲームの意義(<特集>サービスとしてのゲーム), 情報の科学と技術, vol.62 No.12, pp. 520–526.
- [5] 古市 昌一(2014). コミュニケーション能力の向上を目的としたシリアスゲームの開発 (特集 人を活性化させる技術),” 自動車技術, Vol.68 No.5, pp. 63–69.
- [6] ロバート・M ガニエ, キャサリン・C ゴラス, ジョン・M ケラー, ウォルター・W ウェイジャー(2007). インストラクショナルデザインの原理, 北大路書房.
- [7] 鈴木克明(2006). E-Learning実践のためのインストラクショナル・デザイン(<特集>実践段階のeラーニング,” 日本教育工学会論文誌, Vol.29 No.3, pp. 197–205.
- [8] 鈴木克明(2002). 教材設計マニュアル—独学を支援するために, 北大路書房.
- [9] J. M. Keller,(1987).Development and Use of the ARCS Model of Instructional Design, Journal of Instructional Development, Vol.10 No.3, p. 2-10.
- [10] Leemkuil, H., T. de Jong, S. Ootes, .Review of Educational Use of Games and Simulations< <http://nexus.hs-bremerhaven.de/Library.nsf/379c5720a6c5f567c12572c00053ee13/72e6ef0d8e01a88ac125736e00578c19?OpenDocument>. (参照: 2017.7.27).
- [11] Minecraft: Education Edition,< <https://education.minecraft.net/>> (参照: 2016.11.22)..
- [12] ホーム - レゴ®マインドストーム LEGO.com<<https://www.lego.com/ja-jp/mindstorms>> (参照: 2017.7.27).
- [13] Minecraft Japan Wiki - Minecraft トップページ<<https://www26.atwiki.jp/minecraft/pages/1061.html>> (参照: 2017.7.27).
- [14] Japan Corporate Blog Japan Corporate Blog 日本マイクロソフト株式会社 26, The Official Microsoft Japan Blog <https://blogs.technet.microsoft.com/microsoft_japan_corporate_blog/2016/06/10/160610-minecraft-education-edition-2/> (参照: 2017.7.27).
- [15] サポート - レゴ®マインドストーム LEGO.com<<https://www.lego.com/ja-jp/mindstorms/support>> (参照: 2017.7.27).
- [16] Ruggiero, D.(2001). Cases on the Societal Effects of Persuasive Games, IGI Global.

- [17] Remco Veltkamp(2012). Rehabilitation Through Game Play: Project DREAM,Results From the GATE Research Project, pp. 34–35.
- [18] Remco Veltkamp(2012). Newtonian Physics at Full Speed, Results From the GATE Research Project, pp. 32–33.
- [19] 古市昌一(2015). IEEE Std 1516.3 FEDEPのシリアスゲーム構築法への応用,日本デジタルゲーム学会 2015年 夏季研究大会, pp. 14–17.
- [20] Masakazu FURUICHI, Megumi Aibara, Kazuki YANAGISAWA(2014) .Design and Implementation of Serious Games for Training and Education,2014 UKACC International Conference on Control (CONTROL), pp. 691–695.
- [21] プレンスキー マーク(2009). デジタルゲーム学習—シリアスゲーム導入・実践ガイド, 東京電機大学出版局.
- [22] Global Math - グローバルマス<http://www.globalmath.info/globalmath_pfweb/> (参照: 2017.7.27).
- [23] 得点力学習DS(2008). ベネッセコーポレーション.
- [24] 大森雅之, 古野了大, 片岡宏隆,木谷紀子(2012). 教育サービスにおけるメディア・ゲームの活用研究事例<<http://gakkai.univcoop.or.jp/pcc/2012/papers/pdf/pcc133.pdf>> (参照: 2017.7.27).
- [25] 藤本徹(2015). ゲーム要素を取り入れた授業デザイン枠組の開発と実践(教育実践研究論文), 日本教育工学会論文誌, vol.38 No.4, pp. 351–361.
- [26] ジェイン・マクゴニガル, 妹尾堅一郎, 武山政直(2011). 幸せな未来は「ゲーム」が創る, 早川書房.
- [27] サイトウ・アキヒロ, 嶋原盛之(2013). ビジネスを変える「ゲームニクス」, 日経BP社.
- [28] 岸本好弘(2014). ゲーミフィケーション教育の可能性 (特集 人を活性化させる技術),自動車技術, vol. 68 No.5, pp. 70–76.
- [29] 栗飯原萌, 菅原祐人, 武田智裕,古市昌一(2012), 子供向け電子絵本における集中力持続のためのインタフェースの開発と初期評価(インタフェース技術と学習支援システム/一般), 電子情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学, vol.112 No.66, pp. 35–38.
- [30] 健太郎 松尾, 鈴木雄大, 倉本健介, 栗飯原萌,古市昌一(2014), 学習を目的としたソーシャルシリアスゲームの構築法提案と英語学習への応用, 日本デジタルゲーム学会 2013年 年次大会, pp. 86–90.
- [31] TOEIC | コミュニケーション英語能力を測る世界共通のテスト <<http://www.toEIC.or.jp/>>(参照: 2017.7.27).

- [32] 成田一也, 小林優太, 宮島香里, ステーブンバンダベフト, 粟飯原萌, 古市昌一(2014), 数学教育を目的としたシリアスゲームの開発と初期評価, 第76回全国大会講演論文集, pp. 647–649.
- [33] Steven VAN DER VEGT, Kaori MIYAJIMA, Kazuya NARITA, Yuta KOBAYASHI, Megumi AIBARA, and Masakazu FURUICHI, “Design and Implementation of Math Educational Serious Game and Its Preliminary Evaluation,” 日本デジタルゲーム学会2013年度年次大会, p. 2013.
- [34] 前川 歩, 上中 天博, 瀧島 悠, 岡 亜由美, 大久保 友博, 竹多 政裕, 小林 優太, 北野 剛士, 粟飯原 萌, 古市 昌一(2015). 標的型攻撃メール対処能力向上を目的とした 現場でのカスタマイズ可能なシリアスゲーム構築法, 日本デジタルゲーム学会 2014年 年次大会 予稿集, pp. 91–94.
- [35] NISC, 情報セキュリティ政策会議第 38 会合 資料 3-1 [情報セキュリティ人材育成 プログラム]の改訂の方向性について.” <<http://www.nisc.go.jp/conference/seisaku/dai40/pdf/40shiryoku0301.pdf>>(参照: 2017.7.27).
- [36] 古市昌一, 粟飯原萌, 岸本好弘, 三上浩司, 井出達央(2015). 第2回シリアスゲームジャムを通して学んだこと, 日本デジタルゲーム学会 2014年 年次大会, pp. 73–76.
- [37] 鈴木雄次郎, 江袋天亮, 小林篤史, 粟飯原萌, 古市昌一(2016), 軽運動の導入による暗記型学習支援シリアスゲームの試作と初期評価, 情報処理学会第78回全国大会, pp. 739–740.
- [38] Megumi AIBARA, Masakazu FURUICHI(2016), “Our Activities to Increase the Public Acceptance of Games for Society in Japan,” Replaying Japan 2016.
- [39] 粟飯原萌, 古市昌一(2016) “ARCS改良モデルのシリアスゲームジャム実施方法 への応用,” 日本デジタルゲーム学会2016年夏季研究発表大会, pp. 108–111.
- [40] 粟飯原 萌, 大久保 友博, 小林 優太, 岡 亜由美, 古市 昌一(2015). シリアスゲーム型学習用教材構築法の提案及び開発の取り組み, 日本デジタルゲーム学会夏季研究大会 2015, pp. 117–120.
- [41] 粟飯原萌, 大久保友博, 小林優太, 杉沼浩司, 古市昌一(2016), “シリアスゲーム型学習用教材構築プロセスSGLMの利用法,” 日本デジタルゲーム学会 2015年度年次大会, pp. 55–58.
- [42] 洗濯表示 (平成 28年12月1日以降) | 消費者庁<http://www.caa.go.jp/policies/policy/representation/household_goods/guide/wash_01.html>. (参照: 2017.7.27)..
- [43] ティラノビルダー | ノベルゲーム開発ソフト<<http://b.tyrano.jp/>>.(参照: 2017.7.27).
- [44] 青木繁伸(2009). Rによる統計解析, オーム社.
- [45] 外山信夫, 辻谷将明(2015), 実践 R 統計分析, オーム社.

- [46] 柳井晴夫, 繁樹算男, 岩崎学, 岡太彬訓, 高木広文(2002). 多変量解析実例ハンドブック, 朝倉書店.
- [47] 兼子毅(2011). Rで学ぶ多変量解析, 日科技連出版社.
- [48] 菅民郎(1993). 多変量解析の実践—初心者がらくらく読める〈下〉, 現代数学社.

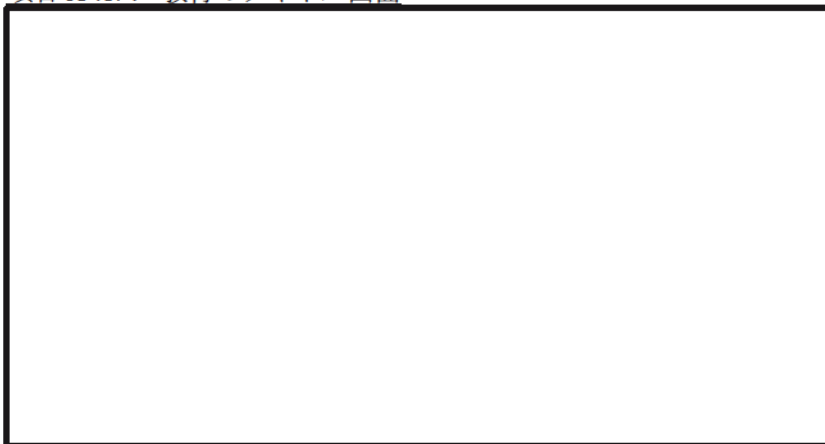
付録

付録には、シリアスゲーム型学習用教材構築法を構成する各フォーマット及びマニュアルを収録する。

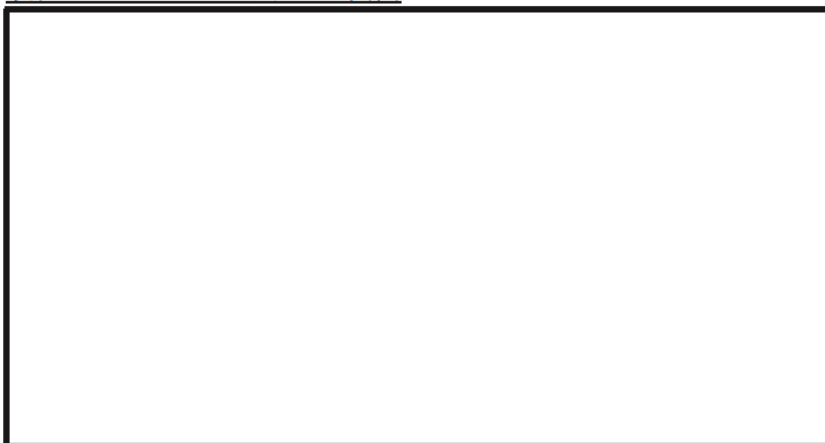
1. シリアスゲーム型学習用教材 要求定義書フォーマット pp.98
2. シリアスゲーム型学習用教材 画面設計書フォーマット pp.99-103
3. シリアスゲーム型学習用教材 画面設計マニュアル pp.104-107

作成:	シリアスゲーム型学習用教材開発企画書(要求定義書)	学生番号	作成者
【企画名】			
開発目的の明確化	ユーザーズ		
1. 対象ユーザー			
2. 学習内容			
3. 開発目的			
完成イメージ			
【開発コード名】			
コンセプト			
■概要			
設計指針A' (Attention) : 興味をひきつける注目要素 項目A'.1.: 教材のタイトル画面→ 項目A'.2.: チュートリアル画面→ 項目A'.3.: 教材のカスタマイズ画面→			
設計指針R' (Relevance) : やりがいを感じる関連性要素 項目R'.1.: 目的/ゴールの提示画面 ・学習教材のカバーする分野, 単元→ ・教材の達成目標→ ・学習教材の利用方法, ルール→ 項目R'.2.: 学習のステップアップ画面→ 項目R'.3.: 小単元導入画面・学習教材のカバーする分野, 単元→ ・教材の達成目標→ ・学習教材の利用方法, ルール→			
設計指針C' (Confidence) : 自信を感じる要素 項目C.1.: チャレンジ画面→ 項目C.2.: 習熟度表示画面→ 項目C.3.: 努力表示画面→			
設計指針S' (Satisfaction) : 満足感を感じる要素 項目S.1.: 全体における習熟度表示画面→ 項目S.2.: ポジティブ部分の表示→ 項目S.3.: 実世界との関係表示画面→			
評価(テスト)方法			

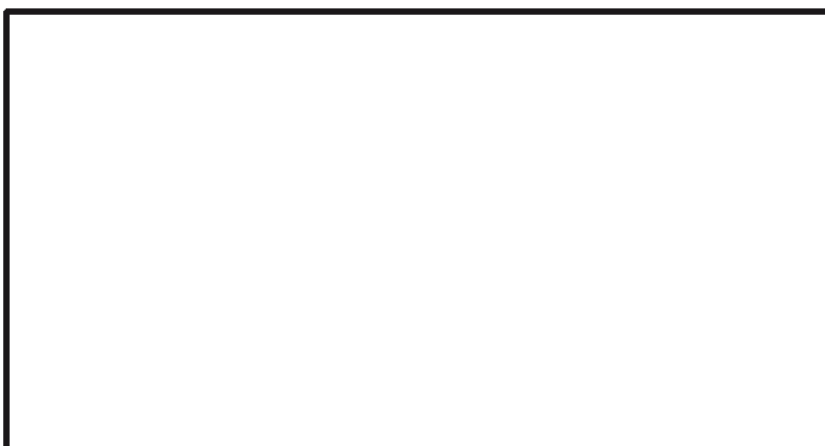
項目 A'.1.: 教材のタイトル画面



項目 A'.2.: チュートリアル画面

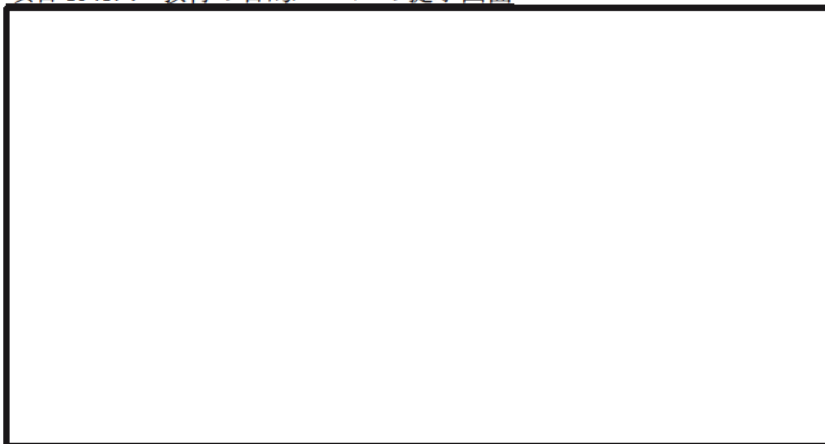


項目 A'.3.: 教材のカスタマイズ画面

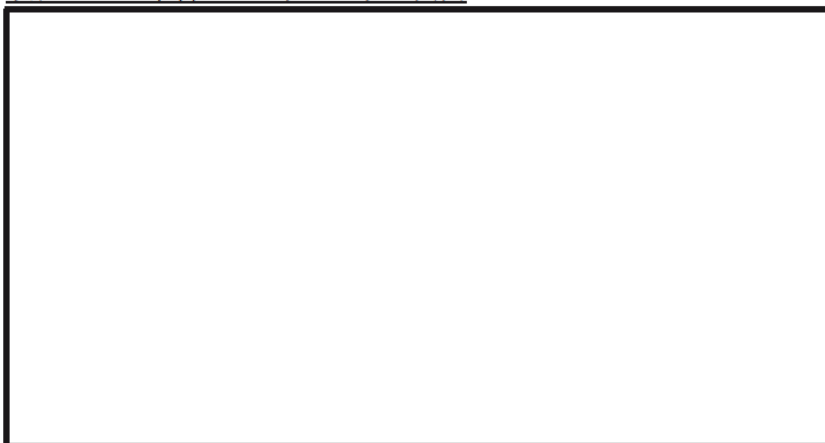


設計指針 R'(Relevance): やりがいを感じる関連性要素

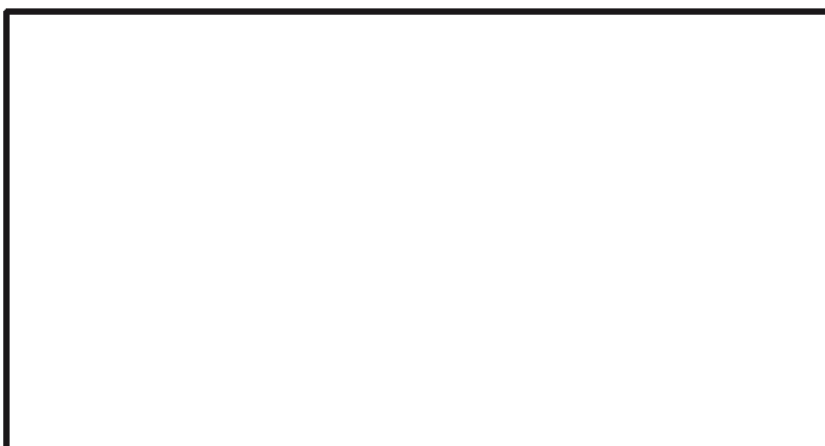
項目 R'.1.: 教材の目的/ゴールの提示画面



項目 R'.2.: 学習のステップアップ画面




項目 R'.3.: 小単元毎の目的/ゴールの提示画面



設計指針 C'(Confidence):自信を感じる要素


項目 C'.1.: チャレンジ画面



項目 C'.2.: 習熟度表示画面



項目 C'.3.: 努力表示画面



設計指針 S'(Satisfaction):満足感を感じる要素

項目 S'.1. : 全体における習熟度表示画面



項目 S'.2. : ポジティブ部分の表示



項目 S'.3. : 実世界との関係表示画面





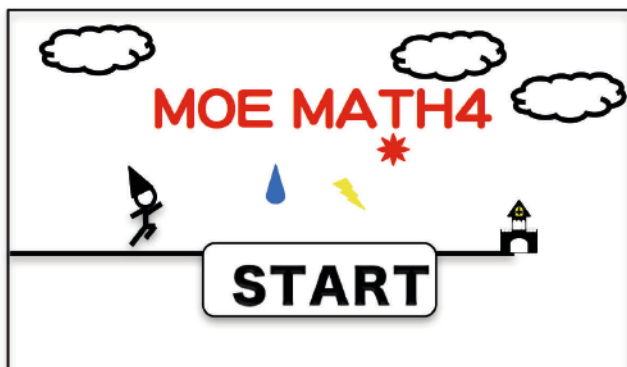




設計指針A'(Attention):興味をひきつける注目要素

学習者の興味をひきつける要素を実現するために最も重要なのは、「学習者の注意を喚起する」ことであるが、学習者が何に興味を持つかは個人によって異なる。しかし、共通するのは学習者全員が必ず“教材のタイトル画面”を目にすることであり、この部分に魅力すなわち“ひきつける要素”がなければ、A'は設計時に考慮されてないことになる。

項目A'.1.: 教材のタイトル画面例

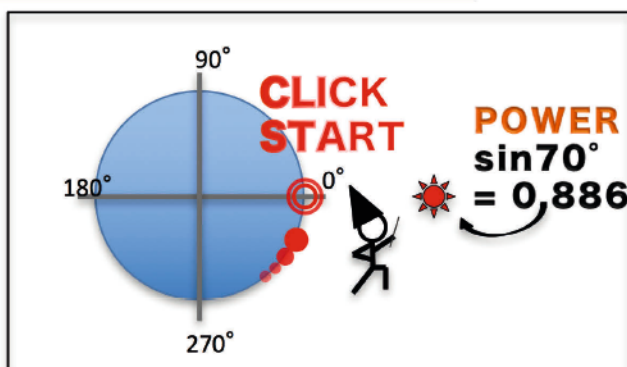


学習者の注意を喚起し、取り組んでみたいと感じる“ひきつける要素”を備えたタイトル画面を設計する。学習者の嗜好や感じ方はそれぞれ異なるため、画面の設計にあたっては、それらの多様性を考慮する必要がある。その上で、以下を設計する。

- ・教材の中身をイメージするタイトル、その表示方法を設計
- ・学習内容をイメージできる絵図等を設計

他にも、教材の内容に応じて学習者の操作に対する教材側のフィードバック等のインタラクションがあるタイトル画面にすることで興味をひきつけるきっかけとなる場合もある。

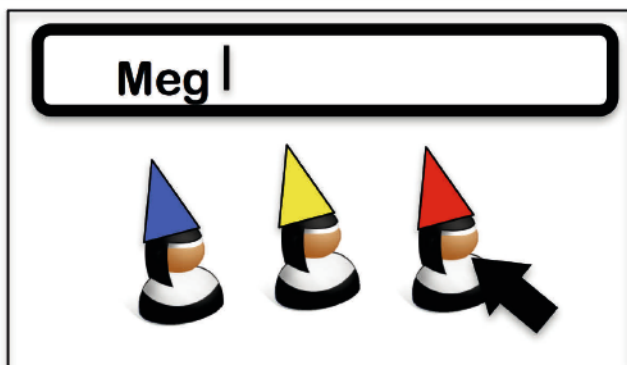
項目A'.2.: チュートリアル画面例



学習者の探究的な態度を引き出すことは、“ひきつける要素”に加えて“夢中になる要素”につながるもので、そのためのチュートリアル画面を設計する。SG型学習用教材としては、以下を設計する

- ・一般的な教材のような文章による教材説明に
- ・学習者に教材に登場するインタラクティブな操作等の学習方法を体験させること

項目A'.3.: 教材のカスタマイズ画面例



学習目的を達成するというゴールに向けて、教材の制約範囲内(ルール)で様々なチャレンジを試み、学習に対する興味を持つ(“ひきつける要素”)と共に、注意を維持する(“夢中になる要素”)。

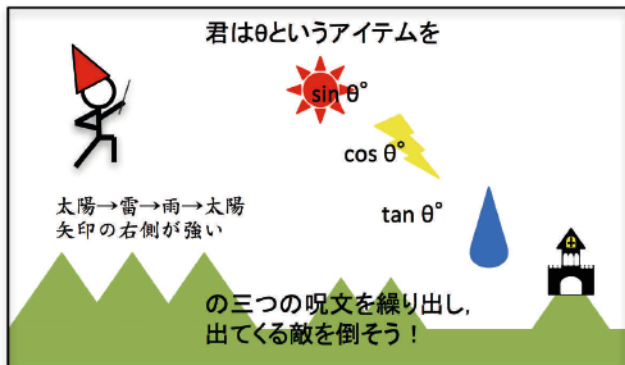
本項目におけるチャレンジとは、ゲーミフィケーションで示された「自己表現」に関連した設計項目である。以下を選択し組み合わせ設計する。

- ・教材中に登場する自分のアバターへの名前の付与
- ・成果を競い合う友人の設定
- ・背景の選択等の機能を備えた画面 など

設計指針R'(Relevance): やりがいを感じる関連性要素

学習者がやりがいを感じるためには、「学習者の学習目的及びゴールを満たしている」ことを示す必要がある。学習者はそれぞれ学習の目的やゴールが異なるため、教材としての学習達成目標をわかりやすく設計者が学習者に示すことによって、教材によって学べる内容と最終取得内容を学習者が自ら理解できるように示すことが重要である。設計指針R'を以下に示す。

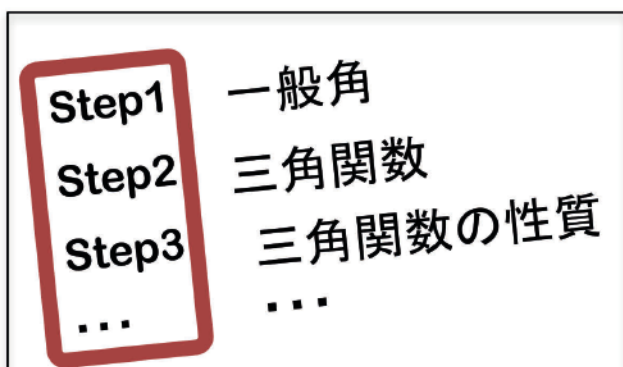
項目R'.1.: 教材の目的/ゴールの提示画面例



学習者の目的と教材の目的が一致していることを示すため、教材の目的またはゴールを提示する画面を設計し、その中には次の内容を含むものとする。

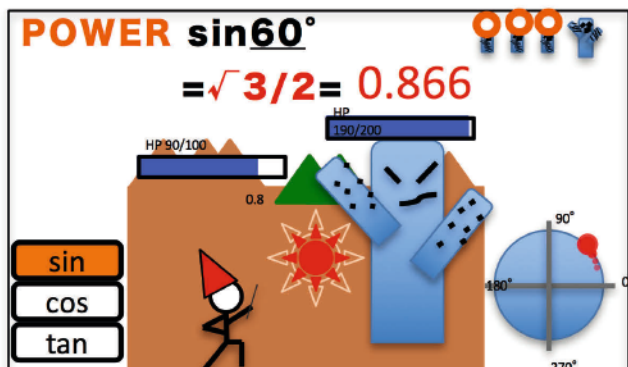
- ・学習教材がカバーする学習分野，単元
- ・教材によって学習者が達成可能なゴール
- ・学習教材の利用方法，ルール

項目R'.2.: 学習のステップアップ画面例



学習者の習熟度(レベル)に応じて、学習を段階的に進められることを示す画面を設計する。その一つとして、教材の途中から開始可能とする等、学習者に合わせた選択肢が教材で用意されることである。

項目R'.3.: 小単元毎の目的/ゴールの提示画面例



教材がカバーする学習分野について、単元を構成する小単元レベルで項目R'.1.に示した目的/ゴールを提示する画面の一例を設計する。

- ・学習画面
- ・問題出題画面
- ・回答表示画面

本項目は、項目R'.2.の学習者の習熟度(レベル)に応じた、段階的な学習内容を具体的に設計する。

設計指針C'(Confidence):自信を感じる要素

学習者が自信を感じるためには、自らの意思でチャレンジし、その結果「学習目標またはゴールに達する」ことを実感できるようにすることが効果的と考えられ、そのために必要な3つの画面に関する設計指針C'を以下に示す。

項目C'.1.:チャレンジ画面例



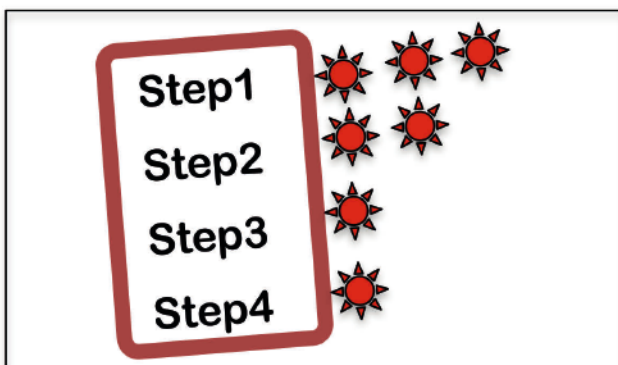
教材中に学習成果を確認するチャレンジ画面を設け、学習者が練習問題等に取り組むことができるようにする。例え失敗しても、正解へのアドバイスと共に再チャレンジできることがわかる画面を設計する。

項目C'.2.:習熟度表示画面例



本項目では、学習者に習熟度を指標とした学習成果を示す画面を設計する。習熟度向上による自らの有能感は、学習に取り組みはじめてから現在に至る習熟度の変化や習得レベル等が直観的に伝わるよう、グラフ、ポイント、アイテム、バッジ等を用いることを示す。

項目C'.3.:努力表示画面例



本項目では、学習者の学習に取り組んだチャレンジの積み重ねを表示する画面を設計する。設計には、学習内容等のログ、チャレンジの繰り返し結果及び、設計者が定める学習時間との比較等を記述する。また、設計者が基準を設け秀でた学習者に有能なことを表示する。習熟度の変化はC'.2.により学習者にフィードバックされるが、現在の状態に至るまでの学習及びチャレンジの繰り返しは習熟度の変化には表現されない。

設計指針S'(Satisfaction):満足感を感じる要素

学習者が満足感を感じるためには、自らが目標として設定したゴールに対して、自らが近づいたことを直感的に実感する要素や、実世界で応用できることを実感できるようにする要素も効果的と考えられる。更に、同じ教材を利用する他の学習者と比べて自らの位置付けを確認できるようにする要素も効果的であると考えられ、これらのために必要な3つの画面に関する設計指針S'を以下に示す。

項目S'.1.:全体における習熟度表示画面例

進捗度

フレンドの進捗状況

フレンド1	: Step5
フレンド2	: Step4
Meg	: Step3
フレンド4	: Step1



学習者の習熟度とゴールまでの道のりだけでなく、他学習者の情報を重畳表示することにより、自らがゴールに近づいていることと全体における位置付けを表示する画面を設計する。

項目S'.2.:ポジティブ部分の表示例

進捗度

フレンドの進捗状況

フレンド1	: Step5
フレンド2	: Step4
Meg	: Step3
フレンド4	: Step1




S'.1.で表示される他学習者の情報と学習者自身の情報との重畳表示では、自らが他の学習者と比べて習熟度の面等において劣っていることが可視化される場合もある。そのような場合においても、ポジティブ部分を表示する画面を設計する。例えば小単元毎ではその学習者の習熟度が優れている等、他学習者より自らが優れている点を強調して表示すると称賛となる。

項目S'.3.:実世界との関係表示画面例

身近な三角関数

3DCGをデザインする時に利用するね！



他にはどんな職業で使われているんだろう？

学習した成果が実世界で生きることを実感する機会は比較的少ないが、教材中にそのような機会を体験できるようにすることにより、学習者の満足感は更に高まる。学習した内容が実世界で「いかにして応用されているのか」や「利用することができるか」を示す画面を設計する。