

学習の融合型ゲーム手法の提案とその実践例

梅津孝信 平嶋宗 竹内章

九州工業大学情報工学研究所

umetsu@minnie.ai.kyutech.ac.jp

概要

現在、学習への動機付けを高める手法として、「学習のゲーム化」が注目されている。ゲーム化の手法は、(1) 結合型、(2) 融合型、(3) 単純模擬型に分類できると考えている。その中で、ゲームの持つ動機付けへの効果を最も保持すると同時に、最も困難であると思われる融合型ゲーム化を取り上げ、ゲーム化の指針について述べる。さらに、融合型ゲーム化の事例として、作問学習ゲームの設計・実現と使用事例について報告する。

Fusion Method for Designing Computer-Based Learning Game

Takanobu Umetsu Tsukasa Hirashima Akira Takeuchi

Department of Artificial Intelligence, Kyushu Institute of Technology

Abstract

Learning games are promising to realize highly motivated learning. We categorize the methods to design computer-based learning game in the following three: (1) Combination Method, (2) Fusion Method, and (3) Simple Simulation Method. Fusion Method is a method to design the learning game that the learning skills of this game are regarded as learning activity. We have developed a learning game with this method targeting learning by problem posing of arithmetical word problems. In this paper, we explain Fusion Method as a design method of computer-based learning game. Then, the learning game of problem posing of arithmetical word problems is introduced as a design example of Fusion Method. The use cases of the game at elementary school are also reported.

1 はじめに

学習への動機付けを高める手法として、「学習のゲーム化」により、ゲーム的な要素を含んだ学習（以下、学習ゲームと呼ぶ）を作成するといった手法が注目されている。これまでも、数々の学習ゲームが作成されており、また、その分類に関しても、いくつかの提案が行われている[1,2]。しかしながら現在、学習の観点からみたゲームとは何かについての議論が十分行われているとはいえない。また、学習をゲーム化するプロセスについてもほとんど論じられていない。筆者らは、学習におけるゲームの意味を明らかにし、学習のゲーム化手法を確立することを旨とした研究を進めている。

本稿では、まず学習のゲーム化とは何かについて論じた上で、ゲーム化の手法を(1)結合型、(2)融合型、(3)単純模擬型に分類する。さらに、ゲームの持つ動機付けへの効果を最も保持すると同時に、最も困難であると思われる融合型ゲーム化を取り上げ、その指針について述べる。さらに、融合型ゲーム化の事例として、作問学習ゲームの設計・実現と、使用事例について報告する。

2 学習のゲーム化

学習のゲーム化は、単純に考えると「学習の中にゲームを取り入れる」ということになる。このゲーム化をさらに考えていくためには、(1)学習およびゲームとはなにかを明らかにすること、および(2)取り入れ方、の2点が焦点となる。

2.1 キー活動

まず、学習とゲームであるが、この両者の活動の一般的な区分を明確にすることは困難であると思われる。しかしながら、典型的に学習と思われる活動、および典型的にゲームと思われる活動は存在する。それらの活動の中で、主要となる活動、つまり、その活動であるための必要条件の一つを、キー活動と

定義する。例えば、計算ドリルでの学習のキー活動は「計算式を数多く解く」であり、クイズゲームのキー活動は、「問題に答えて競う」といったものである。

このように考えると、学習ゲームとは、学習のキー活動とゲームのキー活動と認められるものが含まれているのもであるということが出来る。

2.2 活動とルール

学習を主目的とした活動、およびゲームを主目的とした活動には、それらを生起させるものとして、学習者が従って行動すべき「ルール」が存在すると考える。そこで、ここでは、学習とは学習を主目的としたルールに従った活動であり、ゲームとはゲームを主目的としたルールに従った活動であると考え

る。このように考えると、学習のゲーム化とは、学習のためのルールとゲームのためのルールの組み合わせにより、学習とゲーム、両者のキー活動を持った活動を作成する、ということになる。そして、ゲームの取り入れ方とは、この組み合わせ方のことと考えることができる。筆者らは、この組み合わせとして、(1)結合型、(2)融合型、(3)単純模擬型の三つに分類できると考えている。

3 ゲーム化の3つの分類

本項では、(1)結合型、(2)融合型、(3)単純模擬型の三つについてそれぞれ説明する。

3.1 結合型ゲーム化

結合型ゲーム化とは、学習活動のルールとゲーム活動のルールを組み合わせることにより、学習とゲームを交互に行うといった活動を作成するものである。キー活動に注目していえば、学習とゲームのキー活動を交互に行うというもので、両者の関係は薄い。この方式は、ゲーム化の際に対象の学習活動について考慮する必要がなく、より簡単で一般性のある方法と思われる。しかし同時に、学習活動とゲー

ム活動を交互に行う形態となるので、ゲームの活動が行われている部分は学習が進まず、学習が行われている部分では動機付けの効用が低いという問題がある。

3. 2 融合型ゲーム化

融合型ゲーム化とは、結合型と違い、ゲームルールの中に学習に有用なものを盛り込み、学習でありゲームである活動を作成するといったゲーム化である。キー活動に注目して言うならば、学習とゲームのキー活動を近似することにより、一つの活動により両者のキー活動を同時に行うことができるといった学習ゲームを作成する、というものである。融合型のゲーム化では、学習とゲームの両者のキー活動を近似するという作業が必要となるため、その一般性は必ずしも高くはないが、学習活動自体はゲームに内在したものとなるため、学習効率、動機付けの効用は高いと考えることができる。

本研究では、ゲーム化の高い効用が期待できるものの、そのゲーム化が比較的難しい融合型ゲーム化に注目している。第4章では、融合型ゲーム化の際に従うべき指針について概説する。

3. 3 単純模擬型ゲーム化

前記の2つのゲーム化は、学習活動自体にゲーム活動としての性質を含んでいないものを対象としている。このため、ゲーム活動との結合あるいは融合によるゲーム化が必要となった。これに対して、ある種の学習活動はそれ自体ですでにゲーム活動を含んでいる、もしくは、ゲーム活動自体の向上を学習目標としていることがある。この場合は学習のシミュレーション環境を用意するだけで動機付けの高いものを作成することが出来る。このような場合を単純模擬型ゲーム化と呼んでいる。

4 融合型ゲーム化手法

ゲーム化とは、学習活動の要素とゲーム活動の要素を取り出し、それらを組み合わせることによって、新たな活動を作り出すものである。その際、学習とゲームのキー活動を保存し、かつ両者を近似することにより、ゲームの持つ動機付けへの効果を持ち、かつ学習を主目的とした活動を作成することができる。これが融合型ゲーム化である。

このゲーム化は高い効用が期待できるものの、その作業は比較的難しいと思われる。そこで、対象を「知識と思考力を身につけるための学習」と限定し、その際の作業の手順と指針として、以下を提案している。

手順1 学習とゲームの選定

- ・知識と思考力を身につけるための学習を選ぶ
- ・知識・思考を競う競技ゲームを選ぶ

手順2 キー活動を探す

- ・ゲームのキー活動として、意志決定の3要素が存在し、平等に競争できるように設定されている要素を取り出す

手順3 学習とゲームのルール分解

手順4 キー活動を考慮しルールを組み合わせる

- ・学習とゲームの部分目標を一致させる
- ・十分に理解できていない学習目標を与える
- ・戦略を用いるには学習に必要な作業が必要とする
- ・行動の是非を明確に通知する

手順5 近似しきれない部分の処理を行う

- ・負荷に注意しルールを取捨追加する

以降、これらの指針の一部を概説する。

4. 1 学習とゲームの選定

まず、融合する学習とゲームを定める。先ほど述べた通り、学習は、「知識と思考力を身につけるための学習」の中から選択する。これは、現在教育現場で行われている学習と同じであり、その一般性は高いと思われる。

次に、ゲームであるが、「知識と思考を競う競技ゲーム」の中から選択する。これは、Roger Cailloisが著書「遊びと人間」[3]にて提案する「競技の遊び」の一つであり、平等な条件による知識と思考の競争がおこなえ、かつ、プレイヤーの行動時に、意志決定の3要素である(1)葛藤、(2)結果に対する責任、(3)アカウントビリティが発生するといったゲームである。この意志決定の3要素は、それぞれ次のようなものである。

葛藤：行動時に選択肢が複数あり、その選択に迷う状態。選択肢がないものは競争するゲームになり得ない。また、選択肢が複数あったとしても、最良の選択肢がプレイヤーに自明であるのであれば、その選択決定を使って競う意味はない。

結果に対する責任：行動の結果が自分に対して意味のあるかたちで返ってくる状態。たとえ葛藤の条件を満たす選択決定であろうと、その選択の結果が自分にとって利益も不利益も生み出さないのであれば、その選択決定は自分にとって無意味であり、競技とはならない。

アカウントビリティ：自分がどんな理由でそのような行動を行ったのか意識した上で選択肢の決定ができる状態。自分の能力（ここでは知識と思考能力）以外のものに頼って選択決定を行ったとしても、競技を行っていることにはならない。

この知識と思考を競う競技ゲームのキー活動は、学習のキー活動と近く、近似しやすい性質を持っている。そこで、融合するゲームとして、この種類のゲームを選択する。

4. 2 キー活動の融合

ルール分割の後、それぞれをキー活動を近似させながら組み合わせる作業を行う。ゲームのキー活動として、「平等な条件による知識と思考の競争がおこなえ、かつ、プレイヤーの行動時に、意志決定の3要素が発生する」ルールが取り出されているはずである。そこで、これらのルールを学習のキー活動と融合させるための指針を以下に述べる。

4. 2. 1 平等に知識と思考を競う

「平等に知識と思考を競う」、このルールを学習のキー活動に融合する手段として、目標とする学習と、作成する学習ゲームの部分目標を一致させるという手段をとる（ここでいう部分目標とは、達成すべき最終的な目標を、それよりは解決しやすい目標に分割した結果のものである。）。学習の目標に対する部分目標のいずれか、そして、学習ゲームの目標に対する部分目標のいずれか、この2つが完全に一致するようにルールを組み合わせ、学習ゲームを設計する。このことにより、学習ゲームの目標を達成するためには学習を深めるなんらかの行動を伴う必要がある、といったゲームが作成される。

4. 2. 2 意志決定の融合

意志決定の3要素、葛藤、結果に対する責任、アカウントビリティ、それぞれのルールを学習のキー活動と融合する。

葛藤の融合：プレイヤーにとって適度に難しい難易度をもたせるために、プレイヤーが理解・習得できていない学習目標の知識を必要とする選択を用意する。

結果に対する責任の融合：どの選択決定がどのような影響をもたらしたのか、行動と結果が対応できるようにルールを作成する。選択決定時にアカウントビリティが確かに存在しているのであれば、アカウントビリティとして用いられた判断が正しかったのかどうか、評価がなされることになる。この評価により、アカウントビリティの内容を学習することができる。

アカウントビリティの融合：プレイヤーが行動理由として用いることが出来る要素、つまり戦略を用いるには、学習すべき知識や思考力を必要とするようにルールを作成する。アカウントビリティの発生は学習すべき知識の使用を促し、前項の結果に対する責任の融合で述べた、評価によるアカウントビリティの学習はそのまま、学習すべき知識や思考力の学習となる。

4. 2. 3 近似しきれない部分の処理

どのようにルールを組み合わせても、キー活動を近似しきれない部分というのは存在してしまう。その部分では、学習者に、学習に関係のない負担がかからないようにするべきである。学習と関係のない負担がかからないように、たとえば、必要となる技能は学習目標の知識・思考力のみとなるように学習ゲームを設計するべきである。もしそれでも負担がかかってしまう場合、時間的に短く、思考的にも楽に、回数を少なくして、できるだけ学習と関係しない負担を減らす方向で学習ゲームを設計する。

5 融合型ゲーム化の実践

本章では、作問学習を対象として融合型ゲーム化を実践する。作問学習とは、文章問題を解かせることでなく作らせることにより、数量的な概念に習熟させる学習活動である。この学習活動形態は教授者側の負担が大きく、その支援としてシステムを作成した。

この学習のキー活動として、「多数の作問作業を行なう」といったものを挙げることができる。このキー活動と、知識・思考を競う競技ゲームのキー活動を融合し、ゲーム化を行なった。以降、作成したゲームのルールと特徴を概説する。

5. 1 ゲーム概要

このゲームは、人対人、もしくは人対CPUの対戦型となっている。プレイヤーはそれぞれ4枚の手札を持っており、その手札には文章問題を構成するための単語が書いてある。自分の手番に、手札から任意のカード1枚を中央の場（図1で作成問題文と示されている部分）に置いていく。このとき、ゲーム画面の中央にある文章が、文章問題になるようにしなければならない。手札を置くことに成功した場合点数が入る。図1にゲーム画面とその説明を示す。

5. 2 戦略

ゲーム中学習者は、4枚の手札と、置くべき場所の選択により、非常に多彩な行動をとることができる。それらをだまかに分類すると以下ようになる。

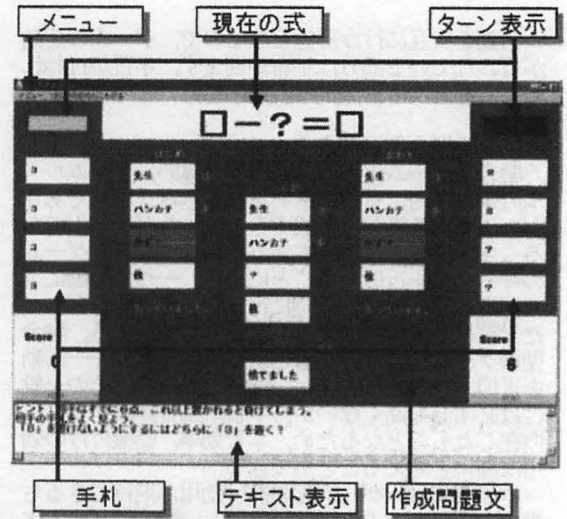


図1. ゲーム画面

A. 手札の言葉を使って文章問題を作る

B. 手札の言葉を使って文章問題を書き換える

C. パスする、ミスをする

また、特殊な状況時には以下のような行動もとることができる。

D. 欲しい言葉を選ぶ

E. 相手の手札を奪う

これらの行動の組み合わせによって、以下の3つの戦略が生まれる。

(1) 高い点数を取れる行動を選ぶ

前述のABCの3つの行動には、それぞれ5・3・0点の点数がつけられている。学習者には、自分ととれる多彩な行動に対して、それぞれどれだけの点数が取れるのか判断し、可能な限り高い点を取ることが要求される。

(2) 高い点数を取れる状況を作る

(1)のように、高い点数を取ることが重要だが、それだけでなく、今後も高い点数を取ることができるように行動する必要がある。その為には、自分の手札、相手の手札、場の状況全てを考慮し先を読む必要がある。

(3) 相手の取れる点数を減らす

自分の取れる点数が高くなる状況を作り出すのと同様に、相手の取ることができる点数を下げないように行動する必要がある。この行動の為には、特に相手の手札を考慮に入れた行動選択が必要となる。

これらの戦略、特に2や3の戦略をとるためには、自分の手札、相手の手札、場の状況より派生する多様な状況を推論する必要がある。この行動は、言い換えれば、多数の素材より可能な文章題を作問する作業である。つまり、この学習ゲームのキー活動である意志決定が存在するルール部分は、学習のキー活動である多数の作問作業を行なうという作業と近似の関係にあるということが出来る。

5. 3 ゲーム進行例

このゲームの進行例として、ゲーム中に起こりうる状況の一例を以下に示す。

現在の状況は図1で示した状況と同一である。現在手番は左側のプレイヤーである。

<進行例1>

1. 左プレイヤーは、手札から「3」を選択、3文目である『おわり』の『かず?』に置くことにした。5点の得点が入り、手番が交代する。
2. 右プレイヤーは「8」を『はじめ』の『かず?』に置く。5点の得点が入り、ゲーム終了。総合点で右プレイヤーが勝利した。

<進行例2>

1. 左プレイヤーは、相手の手札を観察し、「8」と「?」しかもっていないことを確認した。いろいろ考えた結果、手札から「3」を選択、3文目である『はじめ』の『かず?』に置くことにした。5点の得点が入り、手番が交代する。
2. 右プレイヤーは「8」を『おわり』の『かず?』には置くことができなくなってしまった(3?+8はありえない)。何か別の方法を考えなければならない。

これは、プレイヤーが5.2節での(3)の戦略をとった場合とそうでない場合の進行例である。この戦略をとった後者の例では、プレイヤーは相手の手札の「8」を使ってどういった文章題が作れるかを考え、相手の取れる点数を減らしたのである。この場合、通常の自分の手札による作問に加え、相手の手札をも素材とした作問を行うこととなった。このゲームに勝つためにはより多くの素材から可能な限りの多様な作問作業を行わなければならないという一例である。

6 評価実験

今回作成したシステムの有用性を調べるため、実際の教育現場である小学校、および大学の教育学部にてシステムの使用実験を行った。

6.1 実験概要

被験者は小学校6年生の2クラス58名とその担任教師の2名、さらに大学の教育学部3年生19名である。実験に使用した時間は135分間、うちゲームに用いた時間は70分である。実験の流れは以下の通りとした。

- [1]ゲームルールの一部分の説明
- [2]一部分のルールで可能な範囲でのシステム使用
- [3]残りのルールの説明
- [4]コンピュータとの対戦
- [5]友人との対戦
- [6]ゲームについてのアンケート

なお、アンケートについては、小学生のものと、教師・大学生のものとは別のものを用意した。

6.2 実験結果

以下に、アンケート結果の一部を載せ、それらについて考察する。

小学生のアンケート結果

小学生が算数と作問学習ゲームそれぞれに対してどのように思っているか調査した。その結果を表1に示す。

表1 算数と作問ゲームへの好感度

	はい	いいえ	どちらでもない
算数が好き	18	25	15
楽しかった	48	1	9

教師のアンケート結果

教師のアンケートから、今回作成した学習ゲームは作問学習といえるのか、通常授業とどちらが効果的と思うか、そして、カリキュラムの教材として使

たいかどうかについて調査した結果をそれぞれ表2, 3, 4に示す。

表2 このゲームは作問学習といえますか?

富える	ほぼ富える	不完全	別物	わからない
0	2	0	0	0

表3 授業とどちらが効果的だと思いますか?

良い	多少良い	同じ	多少悪い	悪い	わからない
1	0	0	0	0	1

表4 カリキュラム教材として使いたいですか?

良い	多少良い	同じ	多少悪い	悪い	わからない
0	2	0	0	0	0

教育学部生アンケート結果

教育学部生のアンケートから、今回作成したゲームは作問学習といえるのか、そして、通常授業とどちらが効果的と思うかについて調査した結果をそれぞれ表5, 6に示す。

表5 このゲームは作問学習といえますか?

富える	ほぼ富える	不完全	別物	わからない
8	8	2	1	0

表6 授業とどちらが効果的だと思いますか?

良い	多少良い	同じ	多少悪い	悪い	わからない
6	7	4	1	1	0

以上の結果を考察する。小学生のアンケート結果からは、算数が嫌いであっても楽しくゲームを行なったという結果をみてとることができる。教師・教育学部生は、この学習ゲームは確かに作問学習であり、かつ通常授業よりも効果的ではないかと感じたようだ。これらより、今回作成した学習ゲームは、面白かつ効果的なものであったと考えることができる。

7 おわりに

今回は、融合型ゲーム化の指針として数点紹介しただけにとどまり、容易に融合型ゲーム化を行なえる状態までには至っていない。今後の課題として、融合型ゲーム化の指針をさらに洗練し、ゲーム化の手法としても一般的なものとできるよう拡張する予定である。また、今回作成したシステムの評価実験は、主観的なデータしか扱っていない。今後、定量的評価より詳細なデータを収集し、システムの効果を明らかにしていきたい。

参考文献

- [1]Malone, T. W., "Toward a the Theory of Intrinsically motivating instruction", Cognitive Science, Vol.5, pp130-145 (1981)
- [2]Hayashi, T., Hayashida, Y and Yano, Y., "Embedding game's attractiveness into Call system", Proc. Of ED-MEDIA'96, pp.294-299 (1996)
- [3] Roger Cailliois, "Les jeux et les homes", 1958. (多田道太郎, 塚崎幹夫訳, "遊びと人間", 講談社, 1990.)