

発達障害を持った子どもたちが楽しく効果的に学習できるゲーム

白石大紀^{†1} 松隈浩之^{†2}

特別支援学級では発達障害を持った子どもの学力を向上させるため、様々な教材を用いて学習を行っている。しかし、子どもたちが集中して学習活動に取り組めない課題がある。そこで、ゲームの持つインタラクティブ性とエンターテインメント性を用いて楽しく効果的に勉強することのできるゲームを開発した。本発表では実際の教育現場で使用した際の教員の声についても発表を行う。

Games to Study for Disadvantaged Children

TAIKI SHIRAIISHI^{†1} HIROYUKI MATSUGUMA^{†2}

1. 研究背景

特別支援学級では、通常の授業の他、子どもたちが社会で自律して生活できるようにするための訓練が行われている。具体的には、お金を計算するために必要な基礎的な計算能力、道具を使ったり物を大切に扱ったりするために必要な手先の器用さ、周りに気を取られずにやるべきことを継続してやり続けられる集中力、他人を気遣ったり協力したりするために必要なコミュニケーション能力を鍛えている。

2. 調査と課題

大野城市立平野中学校と大野城市立大野小学校の特別支援学級を対象に、学級での子供たちの様子を調査した。調査を通して、平野中学校では生徒が 100 マス計算を途中でやめていた様子がみられた。これは生徒の計算能力が低いわけではなくフィードバックの無い単純作業を繰り返すことにより集中力が途切れてしまったためであると考えられる。このような状態になると、紙媒体での学習能力の測定が十分にできない。

この問題に対し、ゲームの持つインタラクティブ性とエンターテインメント性を用いて集中力を途切れさせることなく勉強することができるゲームを開発することでこの問題を解決できるのではないかと考えた。

本研究で訪れた平野中学校の特別支援学級では軽度の知的障害、自閉症の症状を持った生徒が多く在籍しており、大野小学校の特別支援学級では情緒不安定の症状を持った児童が在籍していた。

3. ケーサンマッチ

京都市の特別支援学級では[1], 数字と物の数のマッチングを行う「数字博士」という教材を使用していた(図1)。この教材では箱の仕切りより左側に書かれている数字の数だけ行われている物の数と数字のマッチングをベースにゲーム化したものが、ケーサンマッチ(図2)である。



図1 数字博士

Figure 1 Number Master



図2 ケーサンマッチ

Figure2 Arithmetic Match

^{†1} 九州大学
Kyushu University

^{†2} 九州大学
Kyushu University

3.1 ケーサンマッチの概要

ケーサンマッチは、画面左側に表示されている数式の答えドットに当てることで、ドットを反対側に移動させることができる。このゲームでは、体を動かして自分の意思を表現してもらうため、また、物を扱う能力を付けるため、自機の移動は筋電センサーのMYO(図3)を使って腕を動かすことでその方向に移動するようにしている。



図3 筋電センサーMYO
Figure 3 Myoelectric sensor MYO

3.2 制作過程と仕様

初期版では、画面左に表示されている数字の数だけオブジェクトを掴んで左側に移す、元の教材を忠実にデジタルゲーム化しただけのものであった。しかし、この状態で中学生に遊んでもらった時、操作の難易度が高く操作にてこずっていた様子が見られたため、自機を当てることでドットが反対側に移動するようにした。その後、特別支援学級を担当されている先生の助言で画面左に表示するものが数字から数式になり、算数の教科書「日本文教出版 小学算数 1年」の内容を参考に6段階のレベル設定を行った(表1)。本ゲームでは掛け算や割り算を扱っていないが、これはドットのような抽象物の操作によって計算補助をすることが困難なためである。

表1 ケーサンマッチのレベル

Table 1 The Level of Arithmetic Match

レベル	内容
1	くり上がりのない足し算
2	くり上がりのある足し算
3	くり下がりのない引き算
4	くり下がりのある引き算
5	あといくつで10になる
6	3つの数の計算

本ゲームでは、画面左側に表示されている数式の答えの数のドットを画面左に移動させた状態でOKに自機を合わせることで「正解」となる。正解するごとにスコアが加算され、連続正解することで加算されるスコアが大きくなる。

えの数だけ画面の右側にある赤球(以降、ドット)を左側に移動させるゲームである。プレイヤーは白球(以降、自機)を

答えの数以外のドットを左に移動させた状態でOKに自機を合わせると「不正解」となり、連続正解数がリセットされる。また、MYOを動かしている間BGMにパーカッションが追加され、ゲーム中はBGMにメロディラインが追加され、問題を3連続で正解することでBGMのメロディがさらに追加され、5連続で正解することでBGMが変化し、間違えるとBGMがなくなってしまうといったBGM面でのインタラクティブな要素も取り入れている。プレイヤーの問題を解く速度によってもBGMのメロディラインが変化していく。

90秒の制限時間が0になることで、ゲーム終了となる。終了時にはスコアと評価、ランキング(図4)が表示される。



図4 スコアと評価(左)とランキング(右)
Figure 4 Score and Feedback (Left), Ranking (Right)

3.3 実践でのフィードバック

平野中学校に持って行った際、計算の苦手な生徒が指を折りながら攻略していた様子が見られた。また、紙媒体では計算の出来ない生徒がゲームでは問題を解くことができた様子も見られた。

複数人で問題の答えを教え合いながら攻略したり、スコアや評価を競い合ったりするコミュニケーションが発生した。

大野小学校に持って行った際、多動性の症状を持った児童がゲームに集中して取り組む様子が見られた。また、実践終了後に「楽しかった、またやりたい」と言った児童もいた。

以上のことより、ケーサンマッチが特別支援学級において実践可能なゲームであることが分かった。



図5 実践の様子(左:平野中学校, 右:大野小学校)

Figure 5 Practice(Left : Hirano JS Right : Ohno ES)

4. Shall We ナンジ

ケーサンマッチ制作後，平野中学校の特別支援学級を担当されている先生から「時計の読みや時間の計算などの特殊な概念の勉強ができるゲームが欲しい」という声を頂いた。そこで制作したのが Shall We ナンジ (図6) である。

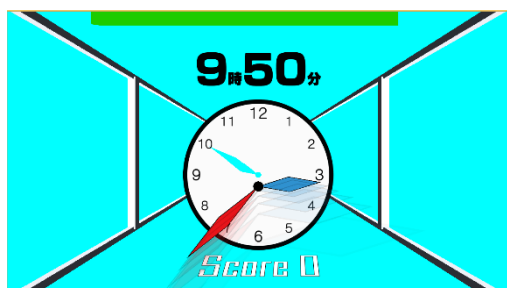


図6 Shall We ナンジ

Figure 6 Shall We NANJI(Means : What time is it?)

4.1 Shall We ナンジの概要

Shall We ナンジは，画面奥から迫ってくる時計にぶつかる前に画面上に表示されている針の形を作り，時計をくぐり抜けるゲームである。このゲームでは MYO を 2 台使って操作する。片方で長い針を操作して，もう片方で短い針を操作する。腕が時計の針になったつもりで時間のポーズをとる事で操作する(図7)。場合によっては手をクロスしたり，体を曲げる必要のあるポーズを取らなければならないこともある。



図7 操作とゲーム画面の対応

Figure 7 How to Play the Game

4.2 制作過程

初期版では，画面の左側に問題が表示され，右側の時計を操作するクイズゲームのような形式だった(図8)。しかし，このバージョンを平野中学校の生徒に遊んでもらったところ，「つまらない」というフィードバックを貰った。

初期版では，1 問あたり制限時間のある問題が 5 問出題されるようになっており，正解の時間のポーズを 3 秒キープすると正解となった。また，レベルは 4 段階に設定して

おり，レベル 1 は何時何分，レベル 2 は何時何分の何時間前/後，レベル 3 は何時何分の何分間前/後，レベル 4 は何時何分の何時間何分前/後であった。また，初正解するまで答えの位置に黄色い針の影が登場しており，この位置に針を合わせたら正解となる，としていた。

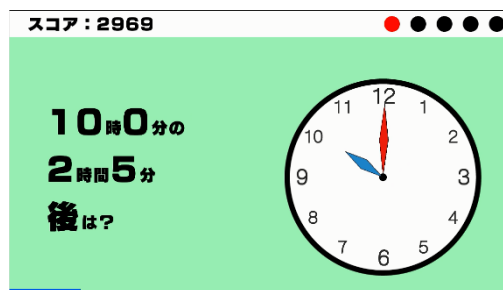


図8 初期版の Shall We ナンジ

Figure8 Shall We NANJI ver 0.01

これらの仕様がつまらないと言われた要因を考察した時，レベルが一定で簡単な問題を解き続けるだけになる，あるいは難しい問題が連続で出題されやる気をなくしてしまう，早くできる子はすぐに終わってしまう，そもそも何時間何分前/後といった計算をポーズを取りながら行うのが難しい，操作するだけで面白い要素が薄いといった問題が見つかった。

この考察と特別支援学級を担当されている先生の助言の元，画面奥から時計が迫ってくるアクションゲーム形式にし，問題の正解/不正解でレベルが変わるようにし，ケーサンマッチ同様の 90 秒の制限時間制にし，問題を何時何分の針の形といったアナログ時計の針とデジタル表記の対応付けのみにフォーカスし，針からは常に手前に残像が飛び出るようにし，BGM と効果音の音量を調節し針を操作した時の効果音が聴こえやすいようにした。

4.3 仕様

時計がぶつかるタイミングで指定された時間の正しい針の形が作れていた場合，「正解」となり，作れていなかった場合時計にぶつかってしまい「不正解」となる。この時，正しい針の形は実際のアナログ時計に準拠しており，10 時 55 分を作らないといけない問題では短針は 11 に近い位置にしなければ正解とならない。正解した時，次に出題される問題のレベルが問題を解くまでにかかった時間に応じて上がり，不正解となった時，次に出題される問題のレベルが下がる(表2)。レベルが上がると問題の制限時間が短くなったり，時計上に表示されている答えの位置の針のヒントや時計自体が表示されなくなったりする。また，連続で正解することでコンボが発生し，正解時に獲得できるスコアが大きくなる。

問題は 5 分刻みで出題されるため，10 時 33 分といった中途半端な時間は出題されない。正誤判定では長針短針の

どちらも正しい針の位置±15°の範囲にある必要がある。

初期版の3秒正解のポーズをキープすると正解になる仕様は、正解のポーズが出来ている間は時計が進む速度が3倍になる仕様が変わった。この仕様により、問題を早く解くことにより問題を多く解くことができるようになり、スコアが上昇する仕組みとなっている。一方、正解が出来ていない状態で時計が最接近しているとき、時計が進む速度が1/3になる。針の残像もゆっくりになるため、急いで正解を作らなければならないという緊張感を与えるとともに、アクション感が増す演出となっている。

表2 Shall We ナンジのレベル
Table 2 The Level of Shall We NANJI

レベル	問題形式	問題時間(秒)
1	時計表示:有	
2	ヒント表示:有	
3		
4	時計表示:有	
5	ヒント表示:途中から	
6		
7	時計表示:有	
8	ヒント表示:無	
9		
10	時計表示:途中から	
11	ヒント表示:有	
12		

今後はプレイヤーの学習到達度に応じてレベル上限が設定される機能を実装したいと考えている。

4.4 実践でのフィードバック

前項でも示した通り、初期版を平野中学校に持って行った際生徒から「つまらない」と言われたが、ゲームデザインを変更した現行版は「楽しい」と言う声も多く、おおむね好評であった。腕を針のようにする操作方法に個人差が多くみられたので、個人差をなくす工夫が必要であると感じた。個人差の一つであり操作とゲーム上での動作の不一致につながる手首の回転について、個人差を少なくするために大野小学校ではMYOを装着した2本のペットボトルを持ってもらうようにした。以前はどちらのMYOでどちらの針を操作できるかわからなかったが、ペットボトルの長さを変えることで視覚的にどちらの針に対応しているかわかるようにした。こうしたことにより、手に装着して行った実践よりペットボトルに装着して行った実践の方がスコアが高いことが確認されている。また、MYOを1台ずつ分け合うことで、2人で協力して遊ぶことができること

がわかった。生徒同士で交流したり、生徒と教師で交流したりする遊び方が見られた(図10)。一人で遊ぶ際は答えが分かっても二つの針を同時に動かすのが難しく、間違えてしまうといったケースもあったが、片方の針のことしか考えなくてよくなるので、多くのプレイヤーにおいて1人で遊ぶときに比べて大幅にスコアの伸びが確認された。また、片方のプレイヤーがもう片方のプレイヤーに「もっと上」といった助言を送りながら遊ぶ姿も見られ、協力プレイがコミュニケーション能力を鍛える機会にもなっていることが確認された。



図9 実践の様子(左:平野中学校, 右:大野小学校)
Figure 9 Practice(Left : Hirano JS Right : Ohno ES)



図10 協力プレイの様子
Figure 10 Multi Play Practice

5. 今後の予定

本研究では、実践や調査でのフィードバックを元にゲームに改良を加えている。情緒不安定の児童が通う大野小学校特別支援学級の現状調査と実践の結果、ゲームが提供する最初の目標が一部の児童にとって大きすぎたため、問題が提示された時に躊躇してしまう場合がある問題があることが分かった。そこで、レベルが自動で選ばれる Shall We ナンジでは出題されるレベル上限を児童ごとに調節できる機能の実装を考えている。また、Shall We ナンジにおいて体を大きく動かす操作を推奨しているが、体の動きが小さく、プレイヤーの操作がうまく反映されない場合があるという問題があるため、誰でも無意識に大きく動かせるようにする導線設計の実装も考えている。

ビジュアル面において、Shall We ナンジの背景や時計以外のオブジェクトが素朴で殺風景なため、子どもの興味関心を引くものに変えていきたいと考えている。また、操作に使うペットボトルもゲームのデザインに合った、MYOがしっかり装着できる棒を制作し、そちらを使用したいと考えている。

実践の結果、どちらのゲームの実用可能性は検証でき、紙媒体で学習できない子どもがゲームだと取り組めた様子が確認できたが、実際に学習効果があったことのエビデンスが得られていないので、学習効果の検証を行いたいと考えている。その際、発達障害を持った子どものみではなく、発達障害のない子どもも対象とし、ゲームの一般有効性についても検証したいと考えている。

参考文献

1) 特別支援教育 教材ページ

<http://www.edu.city.kyoto.jp/school/kyouzai/ikusei/kenkyu/index.html>