

アクティブ・ラーニングを促進する 数理的パズル「碁石拾い」を題材とした iPad アプリケーション教材の開発

福井昌則

◎キーワード アクティブ・ラーニング, 数学的活動, 数理的パズル,
オープンエンド的問題, iPad

1 はじめに

2020年度から新学習指導要領の実施にともない、様々な議論がなされている。次期学習指導要領等に関する審議のまとめによれば、学習指導要領改訂に際し、新しい時代に必要となる資質・能力の育成と学習評価の充実を掲げ、「未知の状況にも対応できる思考力・判断力・表現力等の育成」などの3つを重視した内容とすることが述べられている。そして「どのように学ぶか」という方法論の中で、主体的・対話的で深い学び「アクティブ・ラーニング」の視点からの学習過程の改善を掲げており、生きて働く知識・技能の習得など、新しい時代に求められる資質・能力を育成すること、知識の量を削減せず、質の高い理解を図るための学習過程の質的改善を行うことを通して主体的な学び・対話的な学び・深い学びの実現をねらいとしている^[1]。

文部科学省の用語集によれば、アクティブ・ラーニングとは、「教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称」と記載されている^[2]。また次期学習指導要領の論点整理では、次期改訂が目指す育成すべき資質・能力を育むためには、学びの量とともに、質や深まりが重要であると同時に、課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学び、いわゆる「アクティブ・ラーニング」(本稿におけるアクティブ・ラーニングは、この定義を用いる)について、これまでの議論等も踏まえつつ検討を重ねてきたと報告している^[3]。つまり、アクティブ・ラーニングは、これからの時代を生きていく子どもたちが、未知の状況に対応できる力を身につけるための重要な方略の一つである。

ここで、現行の高等学校学習指導要領を見ると、アクティブ・ラーニングへとつながる学習を期待している箇所として、例えば第4節数学第1款目標に「数学的活動を通して、数学における基本的な概念や原理・法則の体

系的な理解を深め、事象を数学的に考察し、表現する能力を高め、創造性の基礎を培うとともに、数学のよさを認識し、それらを積極的に活用して、数学的論拠に基づいて判断する態度を育てる」とある^[4]。また、高等学校学習指導要領解説-数学編-には、課題学習の実施にあたっては数学的活動を一層重視することや、数理的なゲームやパズルなどを通して論理的に考えることのよさを認識すること、ゲームやパズルの構造や戦法などを考えることによって、数学的な思考を楽しみ、知的なよろこびを得ることができる、などと記載されている^[5]。つまり、数学的活動においては、課題学習に掲げられている実生活に関連付けられた課題やオープンエンド的な性質を持つ課題、ゲーム・パズル教材などを積極的に活用することなどによって、従来の数学科の授業で学ぶ内容をさらに掘り下げた学習を通して問題解決を行うことが期待されており、充実したアクティブ・ラーニングを行うために、これらの内容を盛り込むことは重要である。

ゲーム・パズル教材については、例えば啓林館から出版されている数学活用の教科書^[6]に多く記載されており(数独パズルや三目並べ、タングラム、河渡りの問題など多数)、ゲーム・パズル教材を用いた数学を通して、論理的な思考や数学への興味・関心を高めることが期待されている。また、ゲーム・パズル教材は、ゲームやパズルの構造や戦法を考えて解決することによって、生徒に主体的・協働的な活動を行わせることも期待できる。

そこで本稿では、数理的パズル教材である「碁石拾い」を題材とした数学的活動、すなわちアクティブ・ラーニングをさらに充実させるために開発したiPadアプリケーション教材「碁石拾い」について述べる。

2 題材設定

中原は、授業で用いるパズル教材が持つ必要がある要素について、「全員の生徒が遊べるために、生徒の人数分だけ用意できること」、「問題の意味が容易に理解でき、生徒の興味を引き付けること」、「難易度が適当で、

少なくとも数名の生徒が時間内に解けること」などを最低条件とし、さらに「数学、特に今指導している単元と関連があることまでそろえること」で、教材としても良いパズルと言えるのではないかと指摘している^[7]。

中原が述べた内容を考慮した上で、題材を検討することにより、充実したアクティブ・ラーニングを行うことが期待できる。そのような題材として、今回「碁石拾い」というパズルに着目した。碁石拾いとは、碁盤上に配置した碁石を、将棋の飛車の動きをしながら拾っていく、全て碁石を拾うというパズルであり、秋山に詳しく説明されている^[8]。碁石拾いのルールを Table 1 に示す。

Table 1 碁石拾いのルール

①	どこから拾い始めてもよい。
②	碁盤の線に沿ってのみ拾うことができ、斜行はできない。
③	同一直線上であればいくつでも、離れていても拾える。
④	進路の途中にある石は必ず拾わなければならない。
⑤	石のある場所なら直角に方向転換ができる。
⑥	進路をすぐ後戻り(折り返し)できない。

(出所：秋山久義、『ボードパズル読本』新紀元社、2009、pp.190-191)

碁石拾いは、以下の特徴を有する。

- ・ルールが単純で、ほとんどの生徒にとって理解でき、生徒の興味・関心を高めることが期待できる。
- ・碁石の配置を工夫することで難易度が調節可能である。時間内に解けるように設定することや、全ての碁石を拾うことができるパターン数が増えるように設定することも可能である。(配置次第では、今までに誰も取り組んだことがない問題となることから、オープンエンド的、オープンプロセス的な要素も有している。)

碁石拾いは、Table 1 の②「斜行はできない」以外は、ほぼ「一筆書き」と同様であり、一筆書きで行える実践の多くを援用することができる。例えば高谷は、課題学習として、スマートフォンのパターンロックを題材とした「場合の数」の学習を実践^[9]しており、その問題を碁石拾いの問題に援用することも可能である。

ここで、いくつかの活用例を示す。

(活用例 1)

教員が生徒に碁石拾いを紹介し、課題を提示する。生徒は課題をまず個人で解き、次に数人で構成されたグループの中でそれを報告し合う。グループ内でよりよい解き方について話し合い活動を行い、その結果を全体に対して報告する。また、グループごとに別の課題を出し、その結果を報告し合う活動も可能である。

(活用例 2)

教員が生徒に課題を提示、もしくは生徒が問題を考え、その拾い方に一定の法則がないか主体的・協働的に調べる。あれば、その拾い方の法則について座標などを活用して一般化し、結果についてまとめる。(この活用例については、筆者らによる実践報告がある^[10]。)

構成している生徒の学年などによって、教員が生徒に出題する碁石の配置を変えて出題することで、問題の難易度を変えることや、問題自体を生徒に考えさせることも可能であり、様々な活動が展開可能であることから、多くの校種で碁石拾いをを用いた実践が期待できる。碁石の配置例については、秋山のテキスト^[8]に紹介されており、そちらを参考にすることもできる。よって、数理的パズル教材である碁石拾いをを用いて、数学的な思考を楽しみ、知的なよろこびを得ることが期待でき、課題の発見・解決に向けた主体的・協働的な学びの充実化、つまり充実したアクティブ・ラーニングを行うことが可能である。しかし、この活動を紙と鉛筆などで行うとき、例えば以下に示すような問題が生じる。

- ・拾えないはずの碁石を拾ってしまうことがあり、そのミスにも気づきにくい。
- ・拾った碁石と拾っていない碁石の区別がわかりづらいことがある。
- ・拾った順がわからなくなってしまうことがある。
- ・拾った順を修正しづらい、最初からやり直しづらい。

つまり、実際の活動の中で、拾い間違いに最後まで気づかない、一手戻す、もしくはやり直すのに消しゴムで消す必要がある、どこまで拾ったかわからなくなり最初からやり直し、などといった問題が生じることによって、碁石拾いを授業で利用しづらくなってしまいう場合が想定される。この問題を解決し、充実したアクティブ・ラーニングを行うために、iPad 上で動くアプリケーションを開発した。その内容について、次章で述べる。

3 アプリケーションの開発

前章で、碁石拾いがパズル教材の題材として有用である一方で、実践時に生じる問題があることについて述べたが、それらの問題を解決し、碁石拾いの有する特徴を活かして、より充実したアクティブ・ラーニングを行うために、iPad アプリケーション教材を開発した(以下、本アプリケーションを「碁石拾いアプリ」と記載する)。開発にあたっては Xcode 6 と Objective-C を使い、UI はできるだけシンプルになるように心がけた。

碁石拾いアプリは、iOS7.1 以降がインストールされた iPad 上で動かすことができる。現在 App Store から

無料でダウンロードすることができ、「Masanori Fukui」もしくは「碁石拾い」などのキーワードで検索、もしくは <https://itunes.apple.com/jp/app/goishi-hiroi-qi-shi-shii/id1060073844?l=en&mt=8> にアクセスすると表示される。碁石拾いアプリは、以下の機能を実装している。

- ① 自分で好きな位置に碁石を配置できる。
- ② 拾える碁石がわかるようにする。
- ③ 碁石を拾った順を表示する。
- ④ 最初から拾い直すことや、一手戻すことができる。
- ⑤ 拾った順に結んだ線を表示する。

これらの機能は、不正な拾い方を防止し、簡単にやり直すことができることから、前章で述べた碁石拾いの有する特徴を活かした活動をより充実させることができる。つまり、碁石拾いをういたアクティブ・ラーニングをより充実させることが期待できる。

類似するアプリケーションとして、web ブラウザ上で行える、「碁石拾い SUPER」(<http://ksg.que.jp/etc/003/>) や、「碁石ひろいエディタ-ぱずぶん v3」(<http://pzv.jp/p.html?goishi>) などがあるが、これらはパズル愛好家向けに作成されており、次に拾える碁石の候補表示やクリアしたか否かなどといった表示はされない。碁石拾いアプリは、これらのサイトとの相違点として、上述した機能の②と⑤、およびスタンドアローン環境での活用を行うことができ、多くの生徒にとってわかりやすく、実践しやすい点を有している。

碁石拾いアプリは、2つの画面から構成されており、1つ目の画面は碁石を配置する操作を行う画面、2つ目の画面は碁石を拾っていく操作を行う画面である。碁石拾いアプリを立ち上げたときに表示される1つ目の画面では、碁盤上の線が交わっている箇所をタップすると、石を自由に配置することができる。Fig. 1 に碁石を配置した様子を示す。碁盤上に碁石を配置すると、右下の「始め!!」と「消」がタップ可能となる。「始め!!」をタップすると次の画面に遷移する。「消」をタップすると、

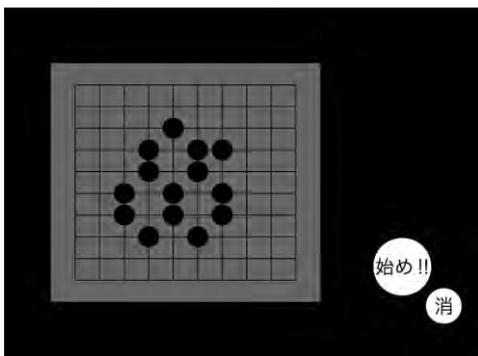


Fig. 1 碁石を配置した画面例

配置した碁石が全て削除され、最初から配置しなおすことができる。

2つ目の画面では、1つ目の画面で配置した碁石が表示され、碁石をタップすると碁石を拾うことができる。そして拾った順に番号がふられ、次に拾うことができる碁石がオレンジ色で表示される。Fig. 2 に、次に拾うことができる碁石に色がふられている様子を示す。

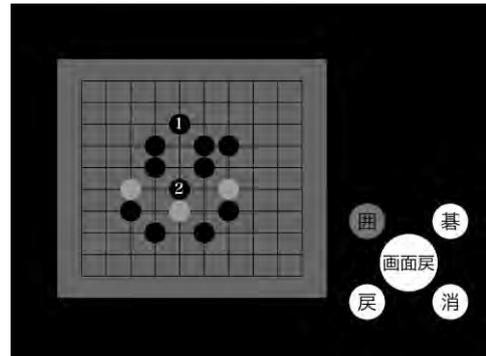


Fig. 2 碁石を拾っている画面例

全て拾うことができたら、右側に「上がり」を示す「上」という文字が表示される。その例を Fig. 3 に示す。

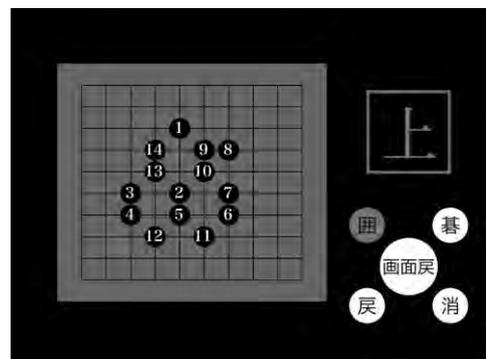


Fig. 3 全て拾ったときの画面例

次に拾える碁石がなくなり、かつ全て拾うことができなかった場合は、右側に「詰み」を表す「詰」という文字が表示される。その例を Fig. 4 に示す。

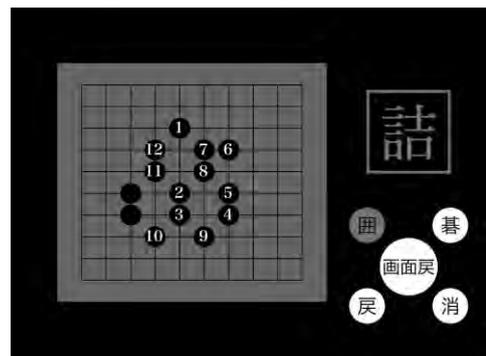


Fig. 4 碁石が全て拾えなかったときの画面例

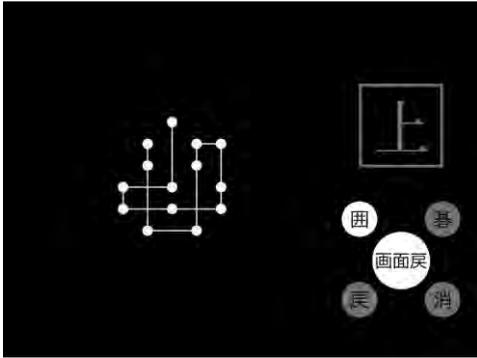


Fig. 5 拾った順に線を結んだグラフを表示している画面

この画面の右下には5つのボタンがあり、それぞれの機能は次の通りである。

- ・「戻」をタップすると、一手前に戻る。
- ・「消」をタップすると、拾った順がクリアされ同じ碁石の配置で最初から拾い直すことができる。
- ・「画面戻」をタップすると、碁石を配置する画面に戻る。
- ・「碁」をタップすると、拾った順に線を結んだグラフが表示され(例えば Fig. 5), 「囲」をタップすると、グラフの表示画面から碁石を拾う画面に戻る。

以上に述べた碁石拾いアプリを活用することで、前章で述べた紙と鉛筆などのみで行なった場合に生じる、拾い間違いなどといった問題を回避でき、生徒同士で協動的に碁石の拾い方について考える活動や、生徒にどのように拾ったかについて説明させる活動などに注力させることができる。つまり、充実したアクティブ・ラーニングを行うことが期待できる。なお、この碁石拾いアプリは、ゲーム学会主催のゲームコンペで優秀賞を受賞しており、作品としても評価されている^[11]。

4 まとめと今後の展望

今後、碁石拾いアプリを活用した授業実践をさらに行

い、授業モデルの検討および、アプリのさらなる改良を行う必要があるだろう。

参考文献

- [1] 文部科学省 中央教育審議会 教育課程部会. 「次期学習指導要領等に関するこれまでの審議のまとめ 補足資料」. 2016. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/siryu/_icsFiles/afieldfile/2016/08/29/1376580_2_4_1.pdf (2017.02.01 参照)
- [2] 文部科学省. 「用語集」. 2012. http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2012/10/04/1325048_3.pdf (2017.02.01 参照)
- [3] 文部科学省 教育課程企画特別部会. 「論点整理」. 2016. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/gijiroku/_icsFiles/afieldfile/2015/09/29/1362371_2_1_1.pdf (2017.02.01 参照)
- [4] 文部科学省. 『高等学校学習指導要領』. 東山書房. 2009.
- [5] 文部科学省. 『高等学校学習指導要領解説 数学編』. 2009. http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2012/06/06/1282000_5.pdf (2017.02.01 参照)
- [6] 根上 生也, 他 5 名. 『数学活用』. 啓林館. 2012.
- [7] 中原 克芳. 「中学高校の授業でパズルをどのように活用するか」. 大阪商業大学アミューズメント産業研究所紀要. 第 16 号. 2014. pp.329-339.
- [8] 秋山 久義. 『ボードパズル読本』. 新紀元社. 2009. pp.189-192.
- [9] 高谷 喜彦. 「数学を活用する力の育成をめざした「課題学習」の指導」. 福島県教育センター 長期研究員個人研究報告書. 2015.
- [10] 宮寺 良平, 福井 昌則. 「数学的ゲームを活用した高校生による数学研究」. ゲーム学会論文誌, vol.10, No.1. accepted.
- [11] 福井 昌則, 他 6 名. 「生徒・学生の独創性を活かした新しい数学的ゲーム (4 作品)」. 第 13 回ゲーム作品コンペ 2015 (ゲーム学会主催) 優秀賞. 2016. http://www.gameamusementociety.org/article.php?story=Compe13_award (2017.02.01 参照)

2017.2.9 受理 2017.3.21 掲載決定

著者略歴

福井昌則 (ふくい まさのり)

◎現在の所属：兵庫教育大学大学院 (院生)

◎専門分野：プログラミング教育, テクノロジーを用いた数学教育, 組み合わせゲーム理論