

情報端末を活用した算数教材開発：
対話的な学びを意図して

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-29 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 風間, 喜美江, 馬淵, 俊秀, 森下, 拓也 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10098/10448

情報端末を活用した算数教材開発 — 対話的な学びを意図して —

福井大学教育学部 風 間 喜美江
福井大学大学院教育学研究科 馬 淵 俊 秀
福井大学大学院教育学研究科 森 下 拓 也

平成29年告示の学習指導要領に示された「主体的・対話的で深い学び」の質を、生涯にわたる学習姿勢の育成と捉え授業改善を目指すこととした。特に、算数における「対話的な学び」に焦点をあて、その学びを意図した情報端末を活用した算数教材開発の提案を行う。

キーワード：算数教材開発, 情報端末, 対話的な学び

1. はじめに

平成29年3月新学習指導要領が告示された。そこでは、算数・数学に限らず子どもたちの「主体的・対話的で深い学び」が強調されている。その学びの質を、

子供たちが、主体的に学ぶことの意味と自分の人生や社会の在り方を結びつけたり、多様な人との対話で考えを広げたり、各教科等で身に付けた資質・能力を様々な課題の解決に生かせるよう学びを深めたりすることによって高まる（文部科学省，2016）

と考えることでその意図が説明されている。こうした「主体的・対話的な深い学び」の意図やそれを実現するための授業改善は、今に始まったことではない。多かれ少なかれ、長い教育の歴史の中で行われてきたものである。例えば、平成元年告示学習指導要領では、学習の「補充・深化」が取り上げられ、数学では「課題学習」の指導研究が行われてきた。平成10年告示学習指導要領では、「伝え合う力」が取り上げられている。「主体的・対話的で深い学び」を意図した授業改善は、これまでの延長として不断の授業研究と考えることができよう。

この経過を踏まえ、本稿では、特に「対話的な学び」を取り上げ授業改善のための教材開発について論じることとする。「対話」は、形式的には見えやすく、「主体」と共に子どもの活動として捉えやすいが、どちらも深い学びに結びつくことが重要である。単なる雑談で終わるものではない。それは生涯にわたる学びの在り方にも結びつく学習姿勢の育成をも意図している。一方、子どもたちを含む多くの人の生活に大きな変化をもたらしているのがICTである。考えていること、伝えたいことを表現すること、自身も含め他者と話の展開の考察などに効果をもたらすこととして推奨されている。

そこで本研究は、小学校算数の授業改善のための対話的な学びを意図したICTを活用した算数教材開発を行うことをねらいとする。

2. 算数・数学を学ぶ意味と指導改善

1で触れた学びの質は、生涯にわたる学習姿勢の育成に繋がるものであると考えている。では、子どもたちは、実際に算数・数学の学びの意味をどう捉えているのだろうか。筆者らは、小・中・高の学習が修了した国立大学・私立大学計102名の大学生にアンケート調査を実施し、表1のような「算数・数学を学ぶ意味」を問うた。複数回答可とするこのアンケートは、1～13の選択肢があり、13はその他として自由記述であった（佐竹郁夫・風間喜美江他2名，2014）。

その顕著な傾向を示す。

表1. アンケート質問肢例

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">2. 現象を抽象化してとらえ、考えることができる。5. 関係や法則など使って生活の中の問題解決ができる。6. いろいろな条件の中で、基本となる条件や原則を見いだそうとする心が養われる。10. 受験に役に立つ。11. 計算の力がつく。12. 社会生活の中で、前提をはっきりさせ問題を正しくとらえる力がつく。 |
|---|

質問2(17%)、質問5(37%)、質問6(25%)、質問12(9%)の反応で、あてはまると答えた回答が少なかった。これらは、数学を通じて身につく、人生全体に必要な「生きる力」であると筆者らは考えている。質問10(60%)や質問11(74%)のような一時しのぎの力より重要であると考えているが、学生はむしろ、算数・数学を質問10や11の力をつけるものであるという認識であるようである。2, 5, 6, 12の力が重要であり、数学がその力をつけるものであるという認識と、そのための授業改善を重視したい。さらにそれが、目先の大学受験

にとっても役立つという認識が社会全体のコンセンサスとなつてほしい。

アンケート調査からわかるように、算数・数学を学ぶ意味が感得できるよう授業改善の視点も重要である。授業改善には教材吟味、教材開発、指導方法の研究が必須である。本稿では、以下、教材開発を中心に論じることとする。

3. 対話的な学びに繋がる情報端末の活用

(1) 情報端末を活用した授業

情報端末を活用し、ホームページ上で動かせるアプリの開発者、飯島康之氏（愛知教育大学）はこのアプリについて、次のように述べている。

長年の研究を経て、無線 LAN やネットブックの高性能化・低価格化により、従来コンピュータ室で行っていた探究的な学習を、普通教室の中で行えるようにまで高め、html 5 と JavaScript を利用した GC/html 5 を開発してきたものである。この GC/html 5 の開発と実践は二つの意味で教育研究上の特徴がある。一つは教育用ソフトの開発方法論である。どのような機器 (PC, iPad, Android など) でも使える上、オンライン環境では web アプリケーションとして使える他、オフライン環境でも使える。しかもインストール等の作業はいらぬ。もう一つはそれが実現する授業である。「4人1組での授業」は iPad 等を使った協働学習について臨床的に研究する上でも興味深い内容を含んでいる。

実際、飯島氏他の複数の研究授業が学びの共同体に関する研究グループの授業分析の対象として取り上げられるなど、テクノロジー利用とは別の研究グループからも注目されている。筆者らも、「4人1組での授業」は授業実践を行う中で、情報端末を介した活発な話し合いを目の当たりにしてきた。



図1. 4人1組の活動の授業風景

このアプリを活用した図形授業は、全国的に広まりつつあり、指導事例も多々見られるようになってきた。

(2) 問題の素材を動的にとらえ、事象に潜む関係が意識できる算数教材開発

対話的な学びを意図した授業は、答えを求めるだけじゃねらいではない。

- ・問題を見つける
- ・解決の方法を、互いに模索し、議論する
- ・表現の違いからより簡潔・明解な表現を模索する

などを視点として、授業構想、それに適した教材選択・教材開発が行われなければならない。

(1)の飯島氏のアプリは、web アプリケーションとして、アプリの作成、作成したアプリの実験、修正が容易にできるものである。つまり、

- ・教師が授業のねらいに合わせ教材を作成することができる
- ・ときに教師のねらいを超えた、想像以上の多様な見方で表すことができ、子どもの算数・数学の気付きを誘発する力もある

のである。

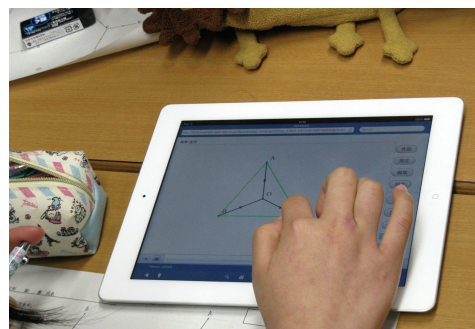


図2. 手軽に動かせる情報端末

この特徴を捉え、次の展開を意図とした教材開発研究を行った。

- ① 教科書教材との比較
- ② アプリの動点の数
- ③ 作った図が正しいことの理由の明確化
- ④ 発展
- ⑤ 対話的活動例

以下、①～⑤について具体的に示す。

4. 情報端末活用の開発教材例

(1) [例1] 平行の定義とその性質の教材開発

① 教科書教材との比較

「平行」を1つの図だけで定義するのではなく、様々な傾きの二直線で定義することが、その概念を理解するのに大切だと考えた。

図3は実際に小4の教科書で扱われている問題（清水静海他，2012）である。平行の定義を導入するために、平行ではない二直線と平行である二直線のそれぞれの場合で、直線をのばすと交わるか否かや、平行である二直線の場合にのみ、どちらの直線にも垂直な直線が存在することを検討する問題である。

それに対し、情報端末活用の本教材は図4である。2つの直線が平行である定義のほか、二直線が平行であれば

それらを動かしても、常に二直線の幅が一定であることを学んでもらうことがねらいである。

2つの教材の主な相違点と共通点は以下である。

〈相違点〉

- ・図3では、平行ではない二直線と平行である二直線の2つの図があるが、図4では、1つの図しかない。
- ・図3の図形は紙面上で動かすことができず、傾きが定まっているが、図4の図形は情報端末の画面上で動かすことができ、様々な傾きにすることができる。

〈共通点〉

- ・二直線が平行である定義を学ぶために使うことができる。
- ・二直線の比較である。

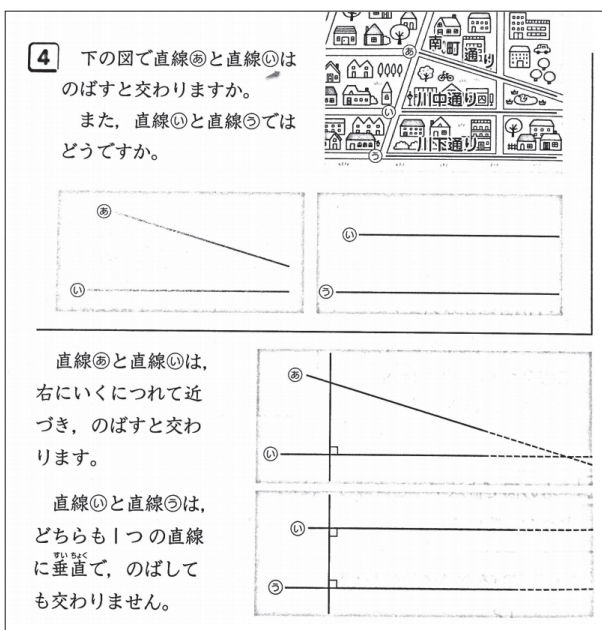


図3. 平行線の性質 教科書例

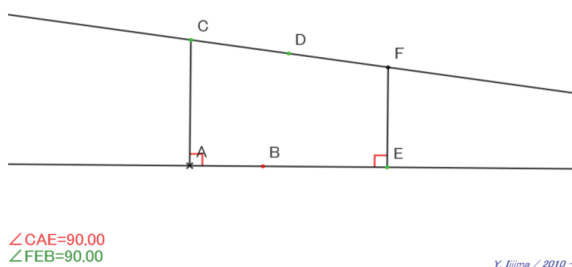


図4. 平行線の性質 情報端末画面例

② アプリの動点の数

本教材では動点をB, C, D, Eの4つ設定している。点B, Dはそれぞれ直線AE上, 直線CF上にあり、点B, Dを動かすことにより、二直線の傾きをそれぞれ変えることができるようになっている(図5)。

また、直線AEと線分AC, EFは常に垂直であり、点Cを動かすことにより、直線CFの傾きを変えることができる。点Eは直線AB上にあり、点Eを動かすこと

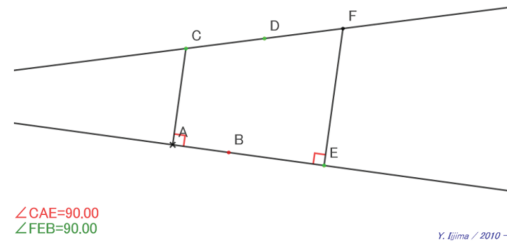


図5. 点B, Dを動かしたときの図

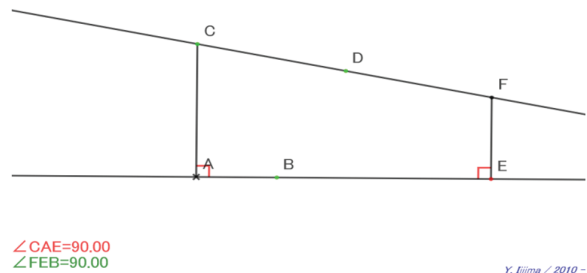


図6. 直線CDの傾きを変えた図

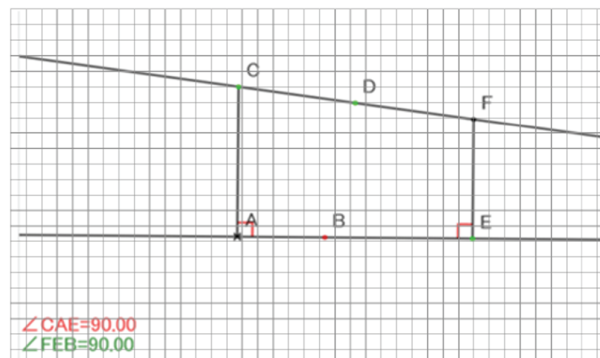


図7. 図4に座標をかぶせた画面例

により、線分EFが線分ACと平行を保ちながら移動させることができる(図6)。

③ 作った図が正しいことの理由の明確化

本教材で平行な二直線を作ったとき、その確かめ方は2通りある。

まず、1つ目は見た目から判断することである。縮小機能を使って二直線のをぼし、二直線が交わっているかどうかを確認することができる。

2つ目は実際に測ってみることが大切である。 $\angle ACD$ の大きさが 90° であることや、線分AC, EFの長さを定規を用いて測定することで、直線ABと直線CDが平行であるかどうかを確かめることができる。この作業を通して平行な二直線はどちらもある直線に垂直であることや、平行な二直線は常にその幅が一定であることに気づくことができる。

④ 発展

アプリには座標機能があり、これを用いることにより、傾きを導入することができ、斜めの直線でも傾きが同じであれば、平行であることを学ぶことができる(図7)。

また、本教材から二つの平行な直線をつくったとき、それは長方形にもなるので、長方形の性質と平行線を結びつけて考えることもできる。

⑤ 対話的活動例

まず、児童3人組に分かれてもらい、この教材を提示し、図の説明を行う ($AB \perp AC$, $AB \perp EF$, 動点の確認)。そして、3人のうち誰が点B, C, Dのどの点を動かすかを決めてもらう。

次に、先生が「直線ABと直線CDがいくらのばしても交わらないように、点B, C, Dを3人同時に動かしてみましょう」と指示する。児童がある程度できたら、図を縮小させ、二直線が交わっていないかを確認させる。そこで、先生が「二直線が交わらないとき、線分AC, EFの長さや $\angle ACD$ の大きさにはどのような特徴がありますか」と発問する。

ここで、点を3人同時に動かしたり、線分AC, EFの長さや $\angle ACD$ の大きさについて探ったりする際に、児童同士の対話が生まれ、対話的な活動が活発になると考えられる。

(2) [例2] 三角形の等積変形教材開発

① 教科書教材との比較

三角形の等積変形においては、2本の平行線の間隔は常に等しい(小学校における、ある直線に対する異なる2本の垂線は平行であるという定義による)ことを使い、底辺が共通で高さが等しくなるので、面積が同じであるという説明を行う。

例えば、小5の教科書で実際に扱われている問題(赤攝也他, 2012)は図8である。

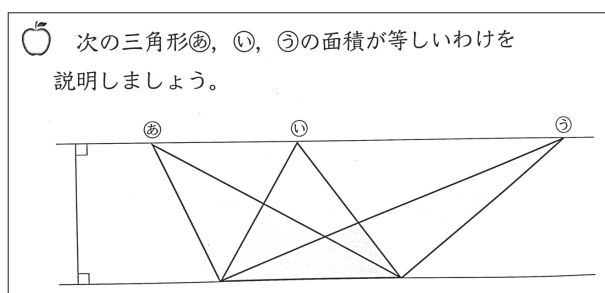


図8. 底辺が共通の三角形の面積 教科書例

この「底辺が共通で高さが等しいので三角形の面積が等しくなる」ということを底辺が共通という仮定の下で、面積が等しければ、その頂点(底辺を作る以外の点)から底辺(を延長した直線)との距離は常に等しくなるということを児童に気付かせることが大切だと考えた。

本教材は図9であり、教科書の問題との主な相違点と共通点は以下の通りである。

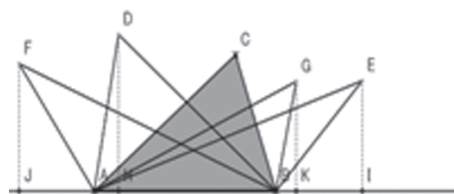


図9. 底辺が共通な三角形の面積 情報端末画面例

〈相違点〉

- ・図8は面積が等しいことを説明するが、図9は面積が等しい時を児童が探すようになっている(はじめから平行線が与えられていない)。
- ・図8は三角形がすべて底辺を含む直線の上側にあるのに対し、図9は下側にも三角形を作ることができる。

〈共通点〉

- ・平行線に着目している。
- ・三角形の等積に着目し、底辺は共通である。

また、本教材(図9)は高さを示すための垂線を点線で表しているため、頂点の位置の変化によって、高さが表される位置がどう変化するかということも確かめることができる。

② アプリの動点の数

本教材では、動点が4つである。

すべての点が底辺を含む直線の上側にある場合、すべての点が同じ直線上にくることを確かめるとき、5つ位あれば児童もそのことを納得するだろうと考えた。

また、上と下の両方に面積が等しい三角形を作るときは、3点と2点に分けて、それぞれ高さが常に等しいことを確かめることができる。

③ 作った図が正しいことの理由の明確化

面積が等しいことは、底辺や高さを測ることで具体的に求めることもできるが、座標軸を設定することで、具体的な値を、方眼を読み取ることによって正確に出すことができる。これにより、底辺と平行線の間隔が等しいということも確かめることができる(図10)。

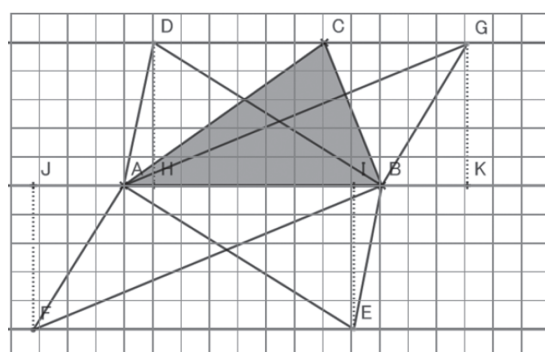


図10. 座標をかぶせた図

また、面積が同じとき、点と同じ直線上に集まるということは、2点を通る直線を作図することによって確かめることができる(図10)。

これらから、平行線間の長さは常に等しく、高さを移すことに児童は気付くことができる。これは、中学校2年生の作図による等積変形にもつながると考えられる。

④ 発展

点A, B以外の点をCに重ねて三角形の数を減らすことで、高さが変化するときの面積の変化を調べることができる(図11)。辺AC上並びにその延長線上に点を移動させ(辺BC上で統一することも可)、いくつかの三角形を並べれば、より面積の変化の仕方が見えやすく、比例の学習につなげていくことも可能であると考えられる。

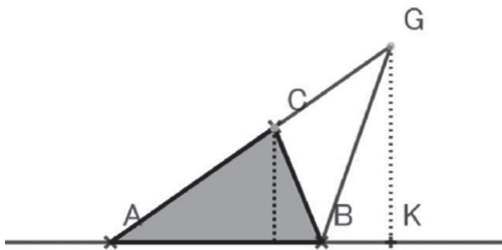


図11. 高さが変化する三角形

⑤ 対話的活動例

次のような授業が考えられる。

情報端末を児童4人で囲い、1人1つの動点をもつ。そして、 $\triangle ABC$ と面積が同じ三角形を作らせる(ただし、それぞれに合同な三角形は作らせない)。

それぞれ何を根拠に $\triangle ABC$ と面積が等しいと判断したのかを話し合わせ、平行線と高さの関係に気付かせる。

このとき、間違っている児童がいた場合は、なぜ違うのかを他の児童が説明し、間違っていた児童が納得できるようにすることが大切である。

(3) [例3] 対称な図形教材開発

① 教科書教材との比較

対称な図形の概念を形成するには、ひとつのパターンに対してひとつ答えられるようになるだけでなく、様々なパターンを経験することで感覚をつかめるようになることが大切だと考えた。

小6の教科書で実際に扱われている問題(清水静海他, 2012)は図12である。対称の軸が与えられ児童にとっても見慣れている星形をかくような問題である。

それに対して本教材は図13である。教科書の問題との主な相違点と共通点は以下の通りである。

(相違点)

- ・ 図12は対称の軸を中心に片方しか図が与えられていないが、図13は両方に図が与えられている。
- ・ 図12の図形は動かすことができないが、図13の図は点A, B以外の点を自由に動かすことができる。

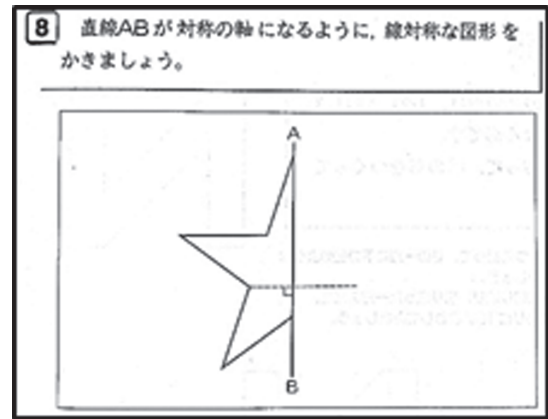


図12. 対称な図形 教科書例

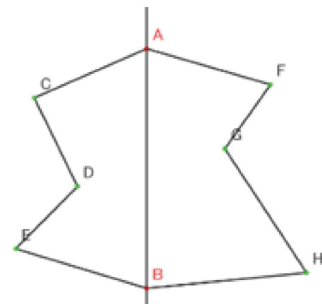


図13. 対称な図形 情報端末画面例

(共通点)

- ・ 線対称に注目させるような図形である。
- ・ 対称の軸ABが与えられており、点A, Bは固定されている。

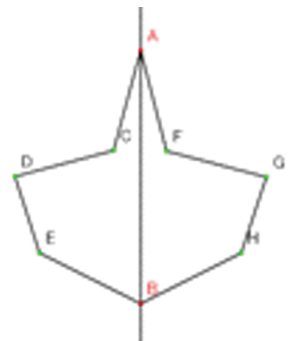


図14. 図13を動かした画面例

② アプリの動点の数

本教材では、動点(自由に動く点)を6つ設けている。星形を作成するためには動点が8つ必要であるが、自由な点を多くしすぎると、児童同士で活動する際に複雑になりすぎると考えた。

ある程度面白い形が作れ、動かす量もあまり多くなりすぎない数を考えた結果、動点を6つとした。

また、本教材は点と点を重ねることができるので、児童の習熟度等に応じて、動点を減らすことも可能である。

③ 作った図が正しいことの理由の明確化

児童が本教材を用いて作図した後、その作図でなぜよいのかということ判断しなければならない。児童の見方としては、見た目判断するという手があるが、それでは正確に、対称かどうかを理解することができない。

そこで、見た目の判断の次には実際に測定することで対称性を知る必要がある。定規を用いて測定することも可能であるが、この教材には作図の下に座標を表示させる機能がある。それを用い児童が作成した線対称な図形が本当に線対称かどうかを確認することができる(図15)。この作業を通じて、対称軸と点との距離が等しいことの重要性に気付くことができ、また、その条件に達していない図は条件を意識して修正することができる。

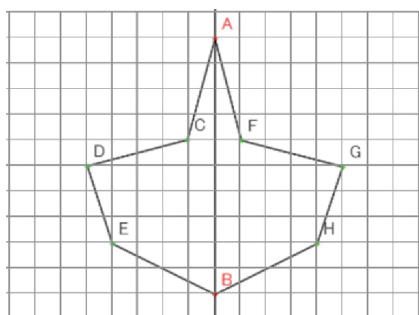


図15. 図14に座標をかぶせた画面例

④ 発展

本教材では、線対称な図形だけでなく点対称な図形も作図することができる。よって「この図形は点対称ですか、線対称ですか」という発問がこの教材1つでできる。

そして線対称と点対称が両方作れることにより、それぞれがどちらかを確認するとともに、定義を確認することもできる。座標軸を設定することによる図形の確かめも可能であるが、点対称な図形については対応する点を結ぶ直線を図形の中に追加することができ、点対称の中心がどこにくるのかも確認することができる(図16)。

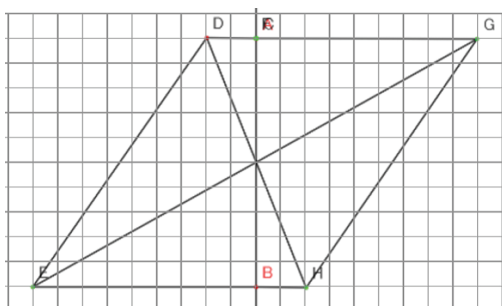


図16. 点対称な図形を作る情報端末画面例

⑤ 対話的活動例

次のような授業例が考えられる。

児童2人組になって初期状態の図形を提示する。直線ABを境に右と左それぞれどちらかが担当する。

じゃんけんをし、勝った方が先攻で1点を動かす、そ

の点と線対称になるように後攻のもう一人が1点を動かす。これを変数分だけ(本題材の場合は3回)動かす、どれだけ正確な線対称な図形が作れるかを競う。

作った図形が線対称かどうかを吟味する際に、児童同士の対話が生まれる。図16のように座標を表示させ、線対称な図形が本当にできているか、根拠に基づいて児童に説明させることができる。

5. 成果と今後の課題

本稿では、小学校算数の授業改善のために対話的な学びに焦点をあて、情報端末を活用した算数教材開発を行い具体例を示した。この教材例のよさは主に次である。

- ① 情報端末の画面の倍率を変えることで、紙面では容易に得られない様々な図が得られる。それにより、与えられた条件についてのイメージが得られやすい。
- ② 与えられた条件に合う動点を自由に動かすことにより、変化する関係、変化しない関係を意識することができ、学習内容の本質が掴みやすい。
- ③ 情報端末上で動かすことができる図は、対話のきっかけとなる。そして、試行錯誤、意見交換、さらにその対話的な活動をもとに、(容易にできる活動として)図を動かしたり修正したりすることにより、具体的な学習の焦点化が行い易くなる。
- ④ 情報端末は、児童の生活の中に入り込んできている。興味・関心を持たせられると共に、学習場面を通して、情報端末の活用よさと正しい活用の知識・理解を与える機会とすることができる。今後の課題として次のことがあげられる。
 - ・作成した対話的な学びを意図した情報端末活用の指導案を作成する。
 - ・作成した指導案をもとに授業実践をし、児童の反応を分析し、教材開発の妥当性を実証的に検討する。

[註]

愛知教育大学飯島研究室の次の Web 上で動かすアプリを活用し教材を開発した。

<http://www.auemath.aichi-edu.ac.jp/teacher/ijjima/ijjima.htm>

本稿で紹介した教材開発として作成したアプリは次の手順、番号で見ること、動かすことができる。

飯島研究室→GC/html 5オンライン保存→

[公開・共有版]→単一ファイル一覧→番号 00241,

00243, 00254, 00255, 00256, 00257

引用文献

文部科学省(2016), 中央教育審議会初等中等教育分科会, 次期学習指導要領に向けたこれまでの審議のまとめ, p.23

佐竹郁夫・風間喜美江・豊田稔・杉本紘野(2014), 高等学校数学「課題学習」の教材開発について, 香川大学教育実践総合研究第 28 号, pp.46-47
清水静海他 50 名 (2012), わくわく算数4下, 啓林館, p24

赤攝也他 23 名(2012), 新版 たのしい算数5, 大日本図書, p.180
清水静海他 50 名 (2012), わくわく算数6上, 啓林館, p.11

**Development of Elementary Mathematics Teaching Materials by Using Information Terminal Devices
—Intending for Intercommunicative Learning—**

Kimie KAZAMA, Toshihide MABUCHI and Takuya MORISHITA

Keywords : development of elementary mathematics, information terminal devices, intercommunicative learning

