

知識創造型授業を目指して：ICT
を活用した算数科単元の実践評価

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2014-04-18 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 西原, 拓伸 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.14945/00007722

知識創造型授業を目指して

—ICT を活用した算数科単元の実践評価—

西原 拓伸

Developing a Knowledge-Creating Classroom:

Designing a Math Unit Using ICT for Knowledge Creation

Hironobu NISHIHARA

1. はじめに

実習における実践的な学びと教職大学院における理論的な学びを通して、自らの授業観が変容し次第に目指す授業像を抱いた。本研究は、目指す授業像「子どもが教材にたのしさをもち、新たな知識を創っていく授業」に向けて授業実践を行うことで、教師としての力量を向上することを目的とした。第3学年算数科の「円と球」を対象に知識創造型授業の実現を目指してデザイン研究に取り組んだ。

研究に取り組む際には以下の四つのことを研究の枠組みとして捉え、留意した。まず「図形領域の指導における注意点」から日常事象の中から図形を見いだすことや図形の性質を活用することを行うことで、学習内容を日常事象と結びつけようとする子どもの姿を目指した。二つ目に「学習科学の見聞」から子ども自身が円や球、それらの構成要素についての言葉を見つけ概念をつくっていく活動を取り入れた。三つ目は「21世紀型スキル」の動向から知識創造型授業への参加過程と捉え単元全体を子どもが他者と関わりながら自分の言葉で知識を創っていく活動を取り入れた。四つ目として「ICTを活用」し、単元「円と球」のポイントとは日常世界にある図形を算数の世界における図形と関係付けるためにタブレット PC で写真を撮ってそこに考えを記入できるようにすることで関連付けの支援を行った。

実践後、抽象的な表現を具体物と関連付けて表現することができる子ども、具体のみの表現をしてしまっている子どもの学習プロセスを分析した。分析では子どもによって様々なプロセスを取ることが分かり、その中でもいくつか典型的なプロセスがあることが分かった。課題として具体の表現だけになってしまった子どものプロセスが挙げられ、これに対する改善ポイントとして「具体物と具体物を統合的に考える場面、具体物と抽象的な言葉を結びつける場面を設けること」「全員が活動できる授業形態を取ること」「抽象的な円やその構成要素を扱う場面を増やすこと」「円の構成要素を意識する支援を行うこと」の四つの点を挙げる事ができた。

表1 本研究の枠組み

算数科の指導における注意点	知識構築の4つの特徴	21世紀型スキル	ICTの活用
・実世界から抽象を見出すこと ・理論や性質を活用すること ・概念変容のプロセスを行うこと	・人は能動的に学ぶ ・人は先行知識の制約の上で学ぶ ・人は他者との関係の中で学ぶ ・人は理解を深める場面を意図的に準備されて深く学ぶ	・「創造力とイノベーション」 ・「批判的思考、問題解決、意思決定」 ・「学びの学習、メタ認知」 ・「コミュニケーション」	・可視化 ・独自性 ・比較・共有 ・時間を越えて

2. 実践研究の背景

本教職大学院での学びを通して「子どもが教材にたのしさをもち、新たな知識を創っていく授業」

を目指す授業としてきた。この授業像は、子どもがたのしさという主体性をもつ授業であり、子どもの思考の流れに沿って、子ども同士の学び合いによって新しい知識を創り続ける授業である。特に、実習において、子どもが自ら働きかけたいと思う教材を教師が提示することによって、子どもが進んで学び合いを行っている姿を観た。そのとき、実際の子どもの姿が、自ら学ぶ力や他者と関わり合いながら学ぶことの大切さを学んだ。

研究対象の単元「円と球」を構想、実践していくに当たり研究の枠組みを考えた（表1）。この枠組みで考えることによって自身の力量形成をねらっていくものとした。枠組みは「算数科の指導における注意点」「知識構築四つの特徴」「21世紀型スキル」「ICTの活用」の四つの視点から考えた。

近年社会の動向として、生涯学び続けていく上で必要となるであろうICTを学校の中でも活用していくという動きが活発になってきている。「フューチャースクール推進事業」（総務省，2011）及び「学びのイノベーション事業」（文部科学省，2010）はそのような動きの一つである。そこでは子ども一人に1台のタブレットPCを用意しICTを活用した協調学習実現に向けての試みが多く行われている。またICTの活用だけではなく、他者と共に世の中にある様々な情報機器を活用しながら新しい知やものを生み出し続けることが求められる生涯学習時代となり、21世紀に生きていくために必要なスキルが求められている。以下には知識創造型授業を考える際に枠組みとして考えてきたことを示す。

(1) 図形領域の指導における注意点

平成18年7月に国立教育政策研究所の「特定の課題に関する調査（算数・数学）調査結果（小学校・中学校）」では、「数学的に考える力」に関する調査結果の分析として「日常事象の中から図形を見いだしたり、図形の性質を活用したりすることが十分でない」ことが指摘されている。また同調査の「分析結果からみた主な課題と指導上の改善」として「学習内容を日常事象と結びつけようとする関心・意欲・態度を育成すること」が挙げられている。以上のことから本領域の指導においては、日常事象の中から図形を見いだすことや図形の性質を活用することを行うことで、学習内容を日常事象と結びつけようとする子どもの姿を目指していきたいと考えた。

(2) 学習科学における知識構築の特徴

本研究を進める上で基盤となる知識構築過程の特徴がBransford et al. (1999)によって整理されている。そこでは学習研究で明らかになった人の知識構築の過程を四つにまとめている。「知識とは、基本的に人が個人によって能動的に構成していくもので、受動的に獲得されるものではないという点」（稲垣・波多野，1987）「知識構築は各自の先行知識の制約の上に構成される点」「人の理解活動は社会的対人的な文脈に依存した形で行われるという点」「一度構築した知識をさらに深めたり修正するような、深い概念的理解や適応的熟達につながる再構築活動は、自然には起こしにくい」（清水・中山・向後，2012）の四点である。本研究ではこれらの特徴をもとに子どもが円やその構成要素にあたる言葉を創っていく活動を行った。

(3) 21世紀型スキル

21世紀に入り、世の中は加速度的に変化している。他者と共に世の中にある様々な情報機器を活用しながら新しい価値を生み出し続けることが求められている。このような21世紀の社会に生きていくために必要なスキルとして国際団体「21世紀型スキルの評価と教育プロジェクト(ATC21s; <http://atc21s.org/>)」は、世界の教育学者や政府、国際機関として連携して4領域10項目からなる「21世紀型スキル」を定義した（益川，2012）。本研究では特に「想像力とイノベーション」「批判的思考、問題解決、意思決定」「学びの学習、メタ認知」「コミュニケーション」を意識的に子どもに経験させたいスキルとして取り上げた。

(4) 本研究におけるICTの活用

実習校の取り組みを踏まえ学校に提供されているタブレットPCを活用する形で授業を実践することにした。右の五つを利点とし実践に取り組んだ（表2）。特に本研究では「独自性」は日常的な概念と算数的な概念を関連付けるための利点として考えた。またタブレットPCにはいくつかの教育用アプリケーションがインストールされている。今回はその中でネットワーク上に随時書き込み内容を記録しノートを他者と

共有できるアプリケーション「コラボノート」

を用いることによって両概念の関係付けを図るだけではなく、他者との交流を円滑に行うために用いた。

4. 研究の目的と方法

本研究はデザイン研究を通して教師としての力量を高めていくことを目指した。算数科の単元を研究の対象とし、この単元を知識創造型の授業としてデザインし、その中で授業力量の向上を図りたいと考えた。

デザイン研究とは「学習研究成果をもとに革新的な授業や学習環境を『デザイン』して実証的に検証することで『全ての人々が持っている学習可能性を引き出すことができるか』に焦点を当てた研究方法」(益川, 2012)である。今回は実習先の教員、同僚院生、学習科学や算数の研究者と共に、知識創造型授業に相応しい授業や単元を構想して、実践をした。そして、それを分析・評価することで実現性・実効性のある授業に修正し教師となった後に更なる実践を積み重ねていきたい。このようなサイクルの最初のステップと位置づけた。

5. 実践内容

実際の単元における各時の様子は右表である。第1時から第4時においては円やその構成要素にあたる言葉子どもから引き出したことによって子どもが円についての概念を形成していった。第5時から第6時は円やその構成要素を定義し、コンパスで円をかくという活動を行った。第1時から第4時においてタブレットPCの不具合などによる時間の超過があった。ここではその超過を修正しつつ単元を進めていった。第7時から第9時では日常事象における円を再び取り上げ前時までの学習をふり返るとともに日常的な知識

と算数的な知識を結びつける授業を行った。第10時では各グループで考えた「円のかたちだから便利なもの」を交流することによって更に両者の知識を結びつける活動を行った。

6. 子どもたちの学習過程分析

第9時まで、子どもは今まで学習してきた内容をもとに成果物をタブレットPCで静止画または動画を

表2 本研究におけるICTの利点

可視化	・タッチペンで考えを記入したり、画面上に画像を掲載したりすることでみやすい説明資料を作ることができる。
独自性	・カメラ機能を使うことで動画や静止画に自分なりの見方や考え方で撮影することでイメージの共有ができる。 ・静止画にタッチペンで記入することで、自分なりの見方や考え方を伝えやすくなることができる。
比較・共有	・画面上のワークシートに自分の考えを載せることで、複数の考えを短時間に比較したり共有したりすることができる。
時間を越えて	・サーバー上にデータが保存されるため、いつでも取り出して活用することができる。

表3 実践の概要

	概要
第1~4時	第1時は身の回りにある「まるいかたち」を探す活動を通して「まるいかたち」に興味・関心をもつことができることを狙った。その結果「本当のまる」という円をあらわす言葉や、見方によって「まるいかたち」のものとは違うものがあるということが子どもから出された。 第2時は、第1時で子どもから挙げられた「まるいかたち」を子どもが各自「似ているもの」の集合をつくり、それぞれの集合に名前をつける活動を行った。そして「本当のまる」はどの仲間に入るのか考えることによって「本当のまる」に対する考えを言葉であらわすことを狙った。本時はタブレットPCを使うことによって「まるいかたち」の分類を行ったが、タブレットPCの不具合やネットワークの環境が良くないことから、授業を円滑に進行することができなかった。 しかし、以上のように「円」を「本当のまる」というように捉えている子どもに第3時では「本当のまる」をかく活動に取り組みながら「円」の定義に迫ることができた。 第4時は円の大きさを比べる活動を通して、円の構成要素にあたる言葉子どもから引き出していくことを狙った。子どもから円の構成要素にあたる言葉が出るような議論を意図的に取り入れた。そこで「円」の定義を知った子どもは「円」という言葉を使いながら、円の構成要素にあたる言葉であらわすことができていた。
第5~6時	第5時は円の定義を確認し、その構成要素の用語を説明した。説明する中で「半径」はいくつ存在するのか、「直径」と「直線」の違いは何なのかということについても話し合うことができた。話し合いの中で子どもは「半径は本当の長さの半分だから」という発言のように相手を説得させるような表現をしていた。 第6時では、コンパスで「円」をかく活動について行った。円の構成要素を言葉として用いながら全ての子どもがコンパスで「円」をかくことができていた。
第7~9時	第7時は今まで抽象的に進んでいた学習内容を具体的に戻すため身の回りの「円のかたちだから便利なもの」を取り上げた。再び身の回りのかたちについて取り上げたことによって、子どもの挙げる「円のかたちだから便利なもの」は精選されていた。 第8時では「円のかたちだから便利なもの」を説明するためのシートを作る旨を子どもに説明し、資料を集める活動を行った。資料となる静止画や動画をタブレットPCのカメラ機能をつかって撮影した。 第9時は「円のかたちだから便利なもの」の理由を説明したシートを作成した。子どもは各グループで活動し、時には相談しながらシートを個人で作成した。シートを作成する際には、前時で撮影した動画や静止画を使って説明することができるようにした。
第10時	第10時はワークショップ型授業を取り入れ、各個人が説明したい相手や説明を聞きたい相手を選んでお互いに「円のかたちだから便利なもの」についてシートを使って説明し合う活動を行った。そして多様な考えから共通していたことを「なぜ円を使っているのか」という問いで引き出した。

撮影し、他者に「円のかたちだから便利なもの」の理由が説明できるシートを作成した。第10時では互いに紹介し合い他者の多様な考えを取り入れることによって理由を深化することができた。ここではその理由を創り上げるまでに子どもがどのようなプロセスを辿っていったのか、子どもの表現を追っていくことによって傾向を探るものとする。特に第1, 4, 5, 9, 10時の五授業における子どものあわれを、具体的な表現をしているものと抽象的な言葉を含む表現をしているものに分類した。表4はそれぞれの時間における抽象を含む表現をした子どもと具体の表現をした子どもの人数を示したものである。

表4 抽象を含む・具体の表現の人数

	第1時	第4時	第5時	第9時	第10時
抽象を含む表現をした子どもの人数(人)	7	18	11	14	16
具体の表現をした子どもの人数(人)	19	8	4	12	10

この表を図式化して傾向を見えるようにしたのが図1である。特に大きな子どものあわれの動きとして、第1時から第4時にかけて表現が具体的なものから抽象を含むものになっていることが分かる。これは第4時が円の構成要素を議論する活動を意図的に取り入れたからだと考える。しかし、第4時や第5時から第9時にかけて抽象を含む表現から具体の表現に人数が推移していることが分かる。これは「円のかたちだから便利なもの」という具体的なものを取り上げたためであると考えられる。

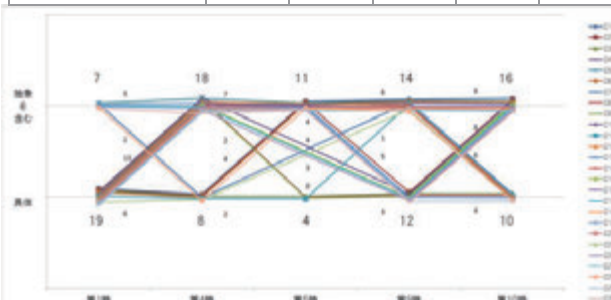


図1 「抽象を含む」と「具体」の推移

第10時に抽象を含む表現をした子ども(16人)は大きく二つの傾向をとっていた(図2上)。一つ目は典型パスA(4人)である。このパスは抽象を含む表現をすることが得意な子どものあわれである。このような子どもは抽象的なもので考えることをもとにして、具体的なものを考えることが得意であると考えた。また、さらに日常事象の図形に触れさせたいと考えた。もう一つは典型パスB(4人)である。これは、「具体」の表現と「抽象を含む」表現を行き来しながらも、最終的には「抽象を含む」表現をすることができた子どものあわれである。このような子どもは抽象を含む表現をすることができる環境を整えたり、具体的なものについて考えさせたりすること、つまり抽象と具体の行き来が必要であると考えた。

典型パスA, Bの代表例としてC16とC4のあわれを示した。C16は第1時で様々なまるいかたちがあることが分かってから、第4時では円、第5時では半径という言葉を使うことができ、そして第10時では円の構成要素を使って「円のかたちだから便利なもの」の理由を説明することができている。図形そのものを具体的に捉えることよりも抽象的に捉えていることが分かる。C4はこれに対してどちらかというとも具体的に図形を捉えることが得意な子どもであることが第1時や第4時の表記から分かる。第9時には円の性質よりも他の図形と比較しているが、第10時における交流において理由が深化していることが分かる。

次に具体の表現をした子ども(10人)の傾向も大きく二つに分けられる(図2下)。一つ目の典型パスC(2人)は、抽象を含む表現をすることができる子どものあわれである。自分のグループで考えた「円のかたちだから便利なもの」については「抽象を含む」表現で説明することができるが、他のグループの考えた「円のかたちだから便利なもの」については、まだ理解することができていないと考える。このような子どもは典型パスAに似ているが、まだ円やその構成要素について理解しきれていない為、それぞれのかたちについて統合的に考える環境を設ける必要があると考えた。二つ目の典型パスD(2人)は、具体で考えることを得意とする子どもである。このような子どもには、第9時までの間に円やその構成要素を

意識づけるような支援が必要である。また、そのことによって第10時までの間に自分の考える「円のかたちだから便利なもの」のどの部分が円の構成要素に当てはまるのか分かる必要があると考えた。

典型パス C, D をとった子どもの例として C25 と C14 のあらわれを示した。どちらの子どもも図形を具体的に考える傾向があることが第1時の表記から分かる。第9時において C25 は「円じゃない」という表記をしている。円という具体的なものに対して円の構成要素を表記できずにいる。それに対して C14 は「円だと動きが早い」と表記しながらも円の構成要素を見出すことができている。C25 は第10時において交流やグループでの「円は～が～だから～」という話し合いを通して「円の半径はたくさんある」と表記し、C14 は「中心がないと半径直径がないとわからない」と表記している。具体的に考える傾向に円やその構成要素を含めて考えることができるようになってきている。






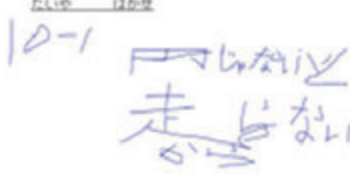


	典型パス	人数	例	第1時 分かったこと	第4時 分かったこと	第5時 発言	第9時 「円のかたちだから便利なもの」理由のワークシート	第10時 なぜ円なのか
A		4/16人	C16	丸は、丸でも、長細い丸や、ふにゆとした、丸もあって丸は、いろいろなる丸があるんだな、と思いましたが、自分がいつも見ている中に、丸があるかもしれないので、よくみてみたいと思いました。	円は、まん中ではかんないと大きさがかわってしまふ。どこでもいいわけではない。	半径はたくさんないところから見ても円にはならない。		まるい形だと、たまごがたままるので、円はまわりやすく、本当のまるで、円は、半径、直径、中心がないとえんではないとゆうことが分かりました。
B		4/16人	C4	わたしはがびょうは○ではないと思います。わけは、お友だちのおうちにあそびにいったとき、おんぶがたのがびょううがあつたのでがびょうはちがうと思います。	本当の丸は中央とよこの長さたでの長さはどこでもいいわけではない。			まるいかたちはたまぼがたどかがあつて円は半径が同じ長さでたまごがたは半径の長さがちがう。
C		2/10人	C25	時計は○の形のもあるし□の時計もある。	どこでも線をひいては本当の長さははかれない。	円の中心を通っていないから(直径ではない)直線では…ない。		円の半径はたくさんある。
D		2/10人	C14	どけいは二十丸になります。	どこでもせんをひいていいわけわかない	中央じゃなくて中心。プリントには半径が二つ以上書いてあるから、半径はたくさんあると思う。		中心がないと半径直径がわからないだから中心半径直径円それがないとダメ。

図2 典型パスと子どものあらわれ

7. 本研究の考察及び成果と課題

本研究は知識構築の4つの特徴と21世紀型スキル（特に「創造力とイノベーション」「批判的思考、問題解決、意思決定」「学びの学習、メタ認知（認知プロセスに関する知識）」「コミュニケーション」）、図形領域の指導における注意点という枠組みを軸として研究を行ってきた。この枠組みは目指す授業像の実現を目指す教師としての力量向上を上で重要な枠組みとなった。本研究において、この枠組みを獲得したことは非常に大切なものであると考えている。本研究においてこの枠組みを獲得することができ、教師としての力量を向上させることができた。

また本研究はデザイン研究におけるサイクルの一部として実践した。つまりデザイン研究における小サイクルを行ったこととなる。デザイン研究の中では、様々な分野の研究者や学校現場にいる教員、実習校の担当教員、大学院の現職院生と一緒に単元を構想し、授業実践をしていく中で修正を繰り返しながら単元の学習を行うことができた。このような環境の中で単元を構想し、授業実践をしていくことによって、自らの学びとして「単元の流れ」を考えることを捉えた。それは「単元を通した活動」を行うことと「具体的な目指す子ども像」を持つということである。この二つのことを意識することによって「単元の流れ」を作り出すことができた。

実践結果と分析から分かったことの特徴的なものとして「人は様々な学習プロセスを取る」ということであった。この子ども各個人によって異なる「様々な学習プロセス」を保障するために以下のような手立てを考えた。

- ・具体物と具体物を統合的に考える場面、具体物と抽象的な言葉を結びつける場面を設けること。
- ・全員が活動できる授業形態を取ること。
- ・抽象的な円やその構成要素を扱う場面を増やすということ。
- ・円の構成要素を意識する支援を行うこと。

来年度から教育現場で活動することになる。その際には本研究で培ってきたことをもとに、周りの教員と共に研修を深めていくだけではなく、大学の研究者とともに未来を担う子どものために教育や学びというものを考えていきたい。

参考文献

稲垣佳世子・波多野誼余夫(1989)『人はいかに学ぶかー日常認知の世界』中公新書。

国立教育政策研究所(2006)『特定の課題に関する調査(算数・数学) 調査結果 (小学校・中学校)』。

<http://www.nier.go.jp/kaihatsu/tokutei/04002030200004000.pdf>

益川弘如(2012)「質の高い学びを引き起こす協働学習とICT活用の原則」学習情報研究 2012年11月号

グリフィン, P. & ケア, E., マクゴー, B., 編著, 三宅なほみ 監訳・益川弘如・望月俊男 編訳(2014)

『21世紀型スキル: 学びと評価の新たなかたち』北大路書房。

文部科学省(2010)『学びのイノベーション事業』。

<http://jukugi.mext.go.jp/archive/491.pdf>

総務省(2013)『教育分野におけるICT利活用推進のための情報通信技術面に関するガイドライン(手引書)

2013 小学校版 ～実証事業3年間の成果をふまえて～』。

http://www.soumu.go.jp/main_content/000218505.pdf