

思考ツールとして ICT を活用した算数科授業の研究

高知大学大学院総合人間自然科学研究科教職実践高度化専攻 指導教員 中野 俊幸
宿毛市立山奈学校 教諭 吉本 果矢

【研究の概要】

本研究の目的は、数学的な見方・考え方を働かせた深い学びを実現するための ICT 活用を考察し、その具体的事例の提供とその成果と課題を明らかにすることである。そこで ICT 活用の教材開発と授業デザインを行い、授業実践を通して教育的効果を考察することにした。その際、ICT 活用の有用性を客観的に評価するためのアンケートを作成した。1年目は、教具としての道具的特性から「思考ツール」として ICT を活用する実践的研究を行った。この ICT 活用は、探究活動を協働的にすることを可能にし、さらに道具的特性からも効果的であったことが明らかとなった。2年目は、ICT を活用した「本質的学習場」の構成をめざして、教材開発のストラテジーを適用し教材と授業を開発した。全ての児童を探究的活動に参加させ、授業単元の目標・内容を達成させながら、さらにその水準を超えた意義ある探究課題にも挑戦するような学習を ICT を活用したことで実現することができた。

【キーワード】算数科授業，ICT活用，思考ツール，本質的学習場，教材開発ストラテジー

1. はじめに～思考ツールとしての ICT 活用と研究の変遷について～

文科省が作成した ICT の効果的な活用に関する参考資料の算数・数学科において、「具体的な体験を伴う学習等を通じて、児童に算数の論理を理解させることが大切であり、教師の丁寧な指導のもとで ICT を活用する場面を適切に選択することが必要。」とされている。実際の算数授業では主に次のような場面で ICT の活用がなされている。

- ・教師がデジタル教科書を提示する場面
- ・授業支援ソフトを活用して、児童の考えを一覧で提示しクラス全体で共有させる場面
- ・データの活用において、データや資料を調べて、表やグラフで整理する場面
- ・練習用のアプリを活用し個々に計算練習などをさせる場面
- ・プログラミング学習として活用する場面

これらは、個別最適化と協働的な学びを ICT を活用して実現しようとするものである。しかし、算数授業において数学的な見方・考え方を働かせた深い学びを実現するためには、上記のような活用場面だけでなく、数学的思考を触発するための数学的教具として ICT を活用する場面を研究することが重要であると考えた。そのような数学的教具としての ICT 活用を本研究では、「思考ツール」と呼ぶことにした。そして、その教育的意義を考察し、それに基づいて授業デザインを考案した。また、その授業実践の教育的効果を客観的に評価するためのアンケートを作成した。

実践的研究を進める中で、ICT を活用した学習形態や児童への発問・指示の内容・方法や、児童への働き方や反応に対する対応方法などを考案する前に、その授業で扱う具体的教材によって ICT を活用する数学的活動の場をいかに構成するかが重要であることが明らかになってきた。そこで、2年目は ICT を活用した具体的教材によって「本質的学習場」をいかに構成するかということから研究を進めた。

以下では、まず1年目の思考ツールとしての ICT 活用の授業デザインとその実践の成果と課題を記述し、次に2年目の「本質的学習場」の構成をめざした ICT 活用の教材開発と授業デザイン及びその実践の成果と課題について記述する。

2. 道具的特性からみた ICT 活用の教育的意義

佐伯は、授業における効果的なコンピュータの活用について、道具的特性からその機能を以下の4つに整理し、教育的な可能性と課題を考察している。(佐伯 1997)

- a. 知を代行する機能 (例) 計算，記憶，ワープロ など
- b. 略図の関係構造を内化する機能 (例) 算数タイル，略図，おはじきなどの操作 など

- c. 思考を外化する機能 (例) 文章・ことば, 図式 など
- d. 意味をモデル化する機能 (例) ベン図, マッピング など

算数科授業での「思考ツールとしての ICT 活用」は、このうち b, c, d の機能を発揮させるのに有効である。これらの機能に着目して算数授業のデザインを研究することにした。

3. ICT 活用の教育的効果を客観的に評価するためのアンケートの作成

算数授業で ICT を活用することが、どんなことに役立ったかという観点から教育的効果を客観的に評価するために、アンケートを作成した。算数科授業では、やり方や解き方を理解すること、法則や性質を発見すること、その解き方や性質などを説明すること、そのような活動を協働的に行うこと、そして新たな課題を見出すことが重要であり、そのための道具として役立ったかを評価することとした。理解、発見、説明、コミュニケーション、課題設定のこれら 5 つの観点から図 1 のように評価項目を作成した。なお、当初は 4 件法で分析をすることにしたが、より等間隔性を保つために 5 件法で分析することに変更した。

最後に、新たに設定した課題の内容について自由に記述させる欄を設けた。もっとやってみたいことの内容を見れば、本時の学習のねらいに迫ることができたかを見とることに繋がると考えたからである。

4. 思考ツールとしての ICT 活用の授業実践

1 年目の思考ツールとして ICT を活用した授業実践とアプリは以下の通りである。

高学年用

振り返りシート
名前()

今日の授業でタブレットがどんなことに、役立ちましたか。

1. タブレットを使って、やり方や解き方がわかったこと。

とても役立った	役立った	どちらでもない	あまり役立たなかった	全く役立たなかった
5	4	3	2	1

2. タブレットを操作することで、きまりが発見できたこと。

とても役立った	役立った	どちらでもない	あまり役立たなかった	全く役立たなかった
5	4	3	2	1

3. タブレットを操作しながら、説明できたこと。

とても役立った	役立った	どちらでもない	あまり役立たなかった	全く役立たなかった
5	4	3	2	1

4. タブレットを使って、友達と話し合いができたこと。

とても役立った	役立った	どちらでもない	あまり役立たなかった	全く役立たなかった
5	4	3	2	1

5. タブレットを使うことで、新しい課題がうまれたこと。

とても役立った	役立った	どちらでもない	あまり役立たなかった	全く役立たなかった
5	4	3	2	1

6. 今日の授業で、もっとやってみたいと思ったことは何ですか。自由に書いてください。

図 1: 作成したアンケート用紙

表 1: 思考ツールとしての ICT 活用の授業実践アンケート

日時	内容	領域	学年
6月28日	【実践1】「正多角形をプログラミングしよう」 〈使用したアプリ：プログル〉	図形	第5学年
7月5日	【実践2】「アリスモゴンをとこう」 〈使用したアプリ：GeoGebra〉	数と計算	第2学年
9月30日	【実践3】「対称な図形」●の数と角度の法則の探究 〈使用したアプリ：SKYMENU〉	図形	第6学年
10月14日	【実践4】「対称な図形」ターゲット図の対称性の探究 〈使用したアプリ：SKYMENU〉	図形	第6学年
11月15日	【実践5】「たこ形の面積の求め方を考えよう」 〈使用したアプリ：SKYMENU・GeoGebra〉	図形	第5学年

5. 思考ツールとして ICT を活用した授業デザイン

本節では、上記の授業実践のうち【実践2】・【実践5】について、その授業デザインを詳説する。

(1) 【実践2】教材開発と授業デザインについて

「アリスモゴン」(計算三角形)とは、Wittmann がドイツの教科書でも採用した教材で、図 2 のように三角形の隣り合う内側の●の個数の和が外側の数になっているものである。提示した本時の課題は、外側の

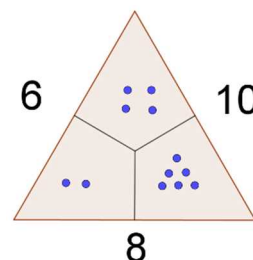


図 2: 「アリスモゴン」(計算三角形)

数が与えられているとき、内側のどこに●が何個入っているかを問うものである。最初は、外側の数を $8 \cdot 8 \cdot 8$ とし、内側に●が何個入るのかを、数学教育アプリ GeoGebra で作成した●をドラッグできるタブレット上の図を操作しながら試行させる。そして、図3のように外側の左右の数を1ずつ増減させていき、操作活動を通して、外側の下の数や内側の上の●の数が変わらないことに気づかせる。この関数的関係性に気づかせて問題を解決する方法を発見させる。また、内側の左の●を右へ移動させる事で、どの問題も解決する事に気づかせていく。さらに、外側の数を10や12の場合を考えさせて、様々な関数的関係を気づかせ説明させる。

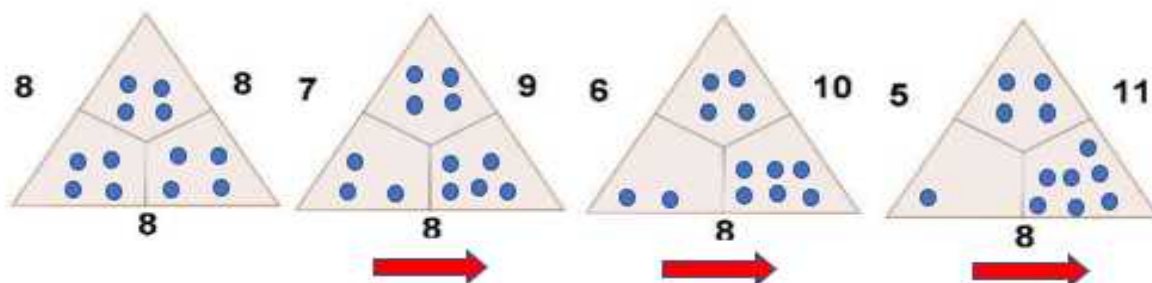


図3:関数的に並べた「アリスモゴン」

(2) 【実践2】の学習指導過程

①【実践2】「アリスモゴンをとこう」1時間（7月5日）

(導入) 外側の数を全て8にして内側に●が入っていない図を提示し内側の●の数を求める課題を考えさせる。

ICTを活用して試行錯誤させながら4個ずつであることを確認する。

(展開1) 外側の左の数を7, 右側の数を9, 下側の数を8にした図を並べ, このアリスモゴンの内側の●を1つだけ動かしてつくる課題を考えさせる。

このとき, 導入で示した外側の数を全て8にした問題と比較させ, どこが変化したのか, どこが変化していないのかということについて気づかせ確認する。

(展開2) 外側の左右の数を8, 下側の数を10にした図を提示して, 内側の●の数を求める課題を考えさせる。アリスモゴンを順序よく並べて関数的変化の法則を発見させる。

(発展) 外側の左の数は6, 右の数は10にして下側の数を12にしたアリスモゴンの図を提示して, 関数的変化の法則からこのアリスモゴンがどこに置くかを考えさせる。

(まとめ) 関数的変化の法則から, どのアリスモゴンの問題も解けたことをまとめる。

(3) 【実践5】の教材開発と授業デザインについて

ひし形の面積は, 囲まれる長方形の半分で, (ひし形の面積) = (一方の対角線) × (もう一方の対角線) ÷ 2 で求まることは既習とする。本時は, 数学教育アプリ GeoGebra を使って「2つの対角線をそれぞれ長さは変えずに連続的に動かして見せ, その四角形の形や面積がどのようになるか」を考えさせることをねらいとする。図4のように凧形や槍形, さらに三角形などに形が変わっても面積は変わらないことや, ひし形と同じ公式で求まることを発見させる。また, その理由も等積変形などで説明させることにした。

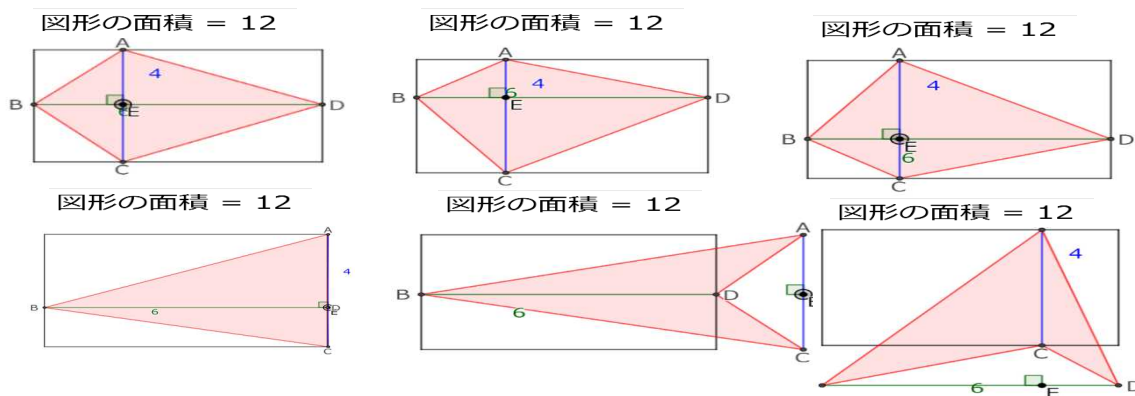


図4:対角線の長さは変えずに動的に形を変えた図形 (数学教育アプリ GeoGebra)

(4) 【実践5】の学習指導過程

① 【実践5】「たこ形の面積の求め方を考えよう」1時間(11月15日)

- (導入) ひし形の内積は、2つの対角線の長さの積の1/2で求められることを確認し、縦の対角線を移動するとたこ形になるが、その面積はどうなるかという課題を与える。
- (展開) たこ形の面積も、同じ長方形の半分になるので、(一方の対角線)×(もう一方の対角線)÷2で求まることを確認する。
- (発展) GeoGebraを使って「2つの対角線をそれぞれ長さは変えずに連続的に動かして、たこ形や檜形、さらに三角形などいろいろな図形をつくり、その面積が同じ公式で求められるかを考えさせる。形が変わっても面積は変わらないことやひし形と同じ公式で求められることを発見させ、その理由も等積変形などで説明させる。
- (まとめ) 対角線が垂直な図形の内積は、(一方の対角線)×(もう一方の対角線)÷2で求めることができることをまとめる。

6. 思考ツールとしてICTを活用した算数科授業の成果と課題

(1) ICT活用の教育的効果を客観的に評価するためのアンケートからの考察

アンケートの各項目についての平均点は下記の通りである。なお、【実践1】【実践2】は、1～4の4件法で、【実践3】【実践4】【実践5】は、1～5の5件法で点数化している。

表3:思考ツールとしてのICT活用の教育的効果

	(1)の項目	(2)の項目	(3)の項目	(4)の項目	(5)の項目	回答形式
【実践1】	3.0	3.0	2.9	2.9		4件法
【実践2】	3.0	2.9	3.0	2.8		4件法
【実践3】	4.2	4.7	4.0	4.1	4.2	5件法
【実践4】	4.6	4.7	4.5	4.5	4.4	5件法
【実践5】	4.6	4.5	4.2	4.5	4.2	5件法

(1)のやり方や解き方を理解することの項目と(2)の法則や性質を発見することの項目で、評価が高かった。このことから、思考ツールとしてのICT活用は、児童の数学的性質・法則の理解や発見に役立ったことが明らかとなった。このことは「いろいろなひみつが分かって楽しかった。」という児童の自由記述にも表れている。これは答えを出すという思考から、性質や規則を発見することに重きをおくという思考態度の変容だといえる。さらに、「もっと難しい問題に挑戦したい。」という記述からは、ICTを思考ツールとして活用することで探究的活動が促され、難しい問題を解決したいという児童の挑戦的態度を養うことに繋がったことが示されている。

(2) 実践から得られた成果と課題

以下では、佐伯が示す道具的特性 ①略図的關係を内化する機能 ②思考を外化する機能 ③意味をモデル化する機能 の3つの観点から、【実践2】【実践5】について成果と課題を考察する。

①略図的關係を内化する機能について

【実践2】では、ICTの画面上の●を操作していた児童が、そのうち操作をしなくてもいいと言うようになった。これは、略図的關係構造を内化するICTの道具的機能を上手く働かせることができたことを示唆している。

【実践5】では、ICTを活用して、対角線の長さと垂直であることを変えずに図を動的に動かすことによって、できる形はひし形、たこ形、檜形、三角形など形は違うが、その面積は垂直な対角線の積を1/2にすると求めることができるという点から、統合的に同じであるとみることができた。この統合化は、図を動的に動かして認知できる略図的關係構造が内化して達成されたことを意味し、ICTがその機能を果たすことができたと言える。

②思考を外化する機能について

【実践2】では、外側の数を1ずつ増減するという思考を、おはじきの操作によって外化できた。このことが、全ての児童をこの思考活動に参加させることに繋がった。

【実践5】では、檜形の図形の面積を考えることは難しかったが、ICTを活用して図を動的に動かすことによって面積が不変であることを表現し外化することができた。さらに、なぜ面積が変わらないかということについてICTで図を動かしながら説明することができた。

③意味をモデル化する機能

【実践2】では、実際のおはじきだと、数多くのおはじきが必要であり、配布したり、配布したおはじきを使って課題の状態のアリスモゴンを児童一人ひとりの机の上につくったりすることに時間がかかる。また、児童の小さな机の上が煩雑になり、思わず動いたり落したりしてしまい、探究活動に集中できないことも考えられる。ICTの画面上の●の操作をすることでそのような課題を解消することができた。このことにより、関数的関係の意味をモデル化することができたとと言える。

【実践5】では、「対角線の長さや垂直であることを変えないで動かす」とはどういうことなのかを実際に動的な図として見せることができた。これは、意味をモデル化する機能を果たしたと言える。

7. 本質的学習場とその構成方法について

(1) ICTを活用する「学習場」の構成について

算数科授業における数学的活動の実現を考えるとき、まず教育的に価値ある「学習場」を児童に提供することが必要であり(平林 1975)、「学習場」を構成する最も基礎的な要素は具体的教材である。なぜなら、具体的教材は、その授業によって獲得されるべき知識・技能であるだけでなく、児童の数学的見方・考え方を触発する源泉であるからである。

「学習場」について本研究では、ドイツのWittmann E. Ch. が提唱している「本質的学習場」に注目した。Wittmannは、本質的学習場の構成をめざして具体的教材(教授単元)を開発し、その教材による小学校算数教科書“Das ZahlenBuch”を作成・出版しているが、その教科書及びそれを使った実践は世界的に高く評価されている。そこで、本研究ではICTを活用する「本質的学習場」の構成をめざしてWittmannの教材を参考にして教材を開発し、授業をデザインすることにした。

(2) 本質的学習場について

Wittmannは、次の4つの条件を満たすような教授単元を「本質的学習場(Substantial Learning Environments)」と規定している。

- a. ある水準での数学教育の主要な目標、内容、原理を表象していること
- b. この水準を超えた意義のある数学的な内容、過程、方法と結びついており、それは数学的活動の豊かな源泉になっていること
- c. 柔軟性をもち、個々の学級の実態に合わせることができること
- d. 数学教育についての数学・心理学・教授学的観点を統合し、実践的研究の豊かな場を形成できること

(3) 中野の教材開発の7つのストラテジーについて

本質的学習場の構成をめざして教材を開発し、授業をデザインするためには、まず教師自ら教材を開発することが有効である。その際、教材開発に効果的なストラテジーを活用することが得策と考えた。本研究では、以下の中野俊幸の教材開発の7つのストラテジー(中野 2017)を適用して教材を開発し、教材の持つ数学的な価値や発展性と教授可能性を解明し、ICTを活用する授業をデザインした。

- ①ある変数を一定的に変化させ順序よく並べる…逐次的変化と共変性・不変性への着目
- ②ある条件・性質を否定して変更する …What-If-Not ストラテジー
- ③問いと答えを逆転させる …逆・裏の命題、十分性を考える
- ④セッティングを変える …表現方法は思考の場である
- ⑤図を動かす …図形の連続的变化と共変性・不変性への着目
- ⑥範囲の制限をはずす …物理的・時間的制約を超える
- ⑦次元を変える …平面から空間に、変数を増やす

8. ICT を活用した「本質的学習場」の構成をめざした授業実践

2年目の ICT を活用した「本質的学習場」の構成をめざした授業実践と活用したアプリは以下の通りである。

表 4: ICT を活用した「本質的学習場」の構成をめざした授業実践

日時	内容	領域	学年
5月23日	【実践6】「二組の平行線のできる四角形」 〈使用したアプリ：SKYMENU・GeoGebra〉	図形	第5学年
6月23日	【実践7】「数の家」 〈使用したアプリ：SKYMENU・GeoGebra〉	数と計算	第5学年
11月16日	【実践8】「どんな立体ができるかな①」 〈使用したアプリ：Algeomath〉	図形	第3, 4学年
11月30日	【実践9】「どんな立体ができるかな②」 〈使用したアプリ：Algeomath〉	図形	第3, 4学年

9. ICT を活用した「本質的学習場」の構成をめざした教材開発と授業デザイン

本節では、上記の授業実践のうち【実践8】・【実践9】は、同じ教材を使ったものであり、まず、その教材開発と授業デザインを詳説する。特に、中野の教材開発のストラテジーをどのように適用したかを説明する。そして、それぞれの学習指導過程について述べる。

(1) 【実践8】【実践9】の教材開発と授業デザインについて

投影図は、中学校の教材で、かつては小学校の正式な教材であったが、現在は小学校6年生の教科書の最後にチャレンジ問題「どのように見える？」として扱われている。そこでは、与えられた立体やある建物の立面図・平面図あるいは、正面図・側面図を考える設定になっている。これに対し、ストラテジー③を適用し、まず図5のような立体の正面図と側面図を与え、3×3のマスの目の上に小さな立方体を積み上げてその立体をつくる活動を設定した。答えとなる立方体を積み上げる方法と個数は、いくつかできる場合がある。そこで、ストラテジー①を適用し、個数によって順序よく並べることで、最大個数の場合や最小個数の場合を考える活動を設定した。

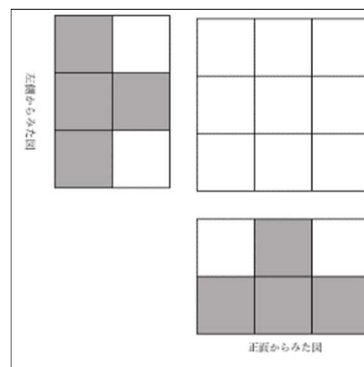


図 5: 立体の正面図・側面図と 3×3 のマス目

ここでは、図6のような Wittmann の「設計図」を使うことにした。これは、小学校4年生の「空間にある点の位置の表し方」に係するものである。これを使うことにより立体の積み方が二次元で表現できることから、ストラテジー④を適用し、物理的な立体や見取り図で考えていたことを略図的な「設計図」で思考する活動を設定した。

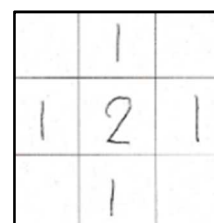


図 6: 「設計図」

思考ツールとして活用したアプリは、韓国科学創意財団によって開発された図7のような算数教育のフリーソフト「Algeomath」である。タブレット上に、立方体をマス目の上に積み上げてできる立体を見取り図として表示できる。見る方向は、四方や上下に連続的に変化させることができ、正面図と側面図もすぐに確認できる。木製の立方体とマス目のかかれた用紙を与えて、実際に木製の立方体を積んで立体を観察することと並行して、この ICT ツールを活用して積んだ見取り図をクラス全員に提示しその正面図と側面図が正しいかどうかを確認することにした。

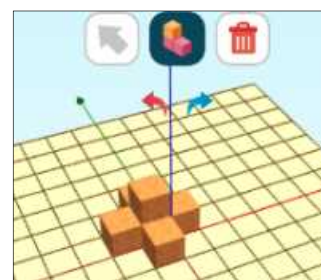


図 7: 「Algeomath」

(2) 【実践8】【実践9】の学習指導過程

① 【実践8】「どんな立体ができるかな①」1時間（11月16日）

（導入）正面図と左側図を見て、3×3のマスの目の上に、立方体を2段まで積み立体をつくらせる。

（展開）立体を「設計図」で表現させる。次に、他の班がつくった立体をみて、「設計図」をつくらせる。

- (発展) 正面図と左側図から立体をつくる問題を作成させ、問題と設計図を提出させる。
- (まとめ) 立方体の置き方は、1通りではないことや、「設計図」を使うことで置き方や個数が簡単に分かることをまとめる。

②【実践9】「どんな立体ができるかな②」1時間(11月30日)

- (導入) 前時に班で作成した正面図と左側図から立体をつくる問題を提示する。
- (展開) 答えが1つしかない問題を解かせる。
- (発展1) 答えが複数ある問題について考えさせる。立体の積み方の条件を、ICTを活用して確認し、並行して「設計図」で考える。立方体の個数が同じであってもいろいろな立体ができることを確認する。さらに、最大個数の場合、最小個数の場合を考えさせる。
- (発展2) 答えが複数ある別の問題について考えさせ、展開2で発見した積み方の条件が適用できることを筋道立てて説明させながら確認する。また最大個数の場合は1つであり、最小個数の場合は1つでない場合もあることを確認する。
- (まとめ) 「設計図」のよさや立体と平面図との関係についてまとめる。

10. ICTを活用した「本質的学習場」の構成をめざした算数科授業の成果と課題

(1) ICT活用の教育的効果を客観的に評価するためのアンケートからの考察

表4: ICTを活用した「本質的学習場」の構成をめざした授業の教育的効果

	(1)の項目	(2)の項目	(3)の項目	(4)の項目	(5)の項目	回答形式
【実践6】	4.3	4.2	4.1	4.1	4.4	5件法
【実践7】	4.5	4.4	4.3	4.1	4.6	5件法
【実践8】	4.8	4.5	4.4	5.0	4.6	5件法
【実践9】	4.7	4.5	4.7	4.7	4.6	5件法

1年目の【実践1】から【実践5】では、(1)のやり方や解き方を理解することの項目と(2)の法則や性質を発見することの項目で、評価が高かったが、上記の2年目の実践では(5)新たな課題を見出すことの項目の評価が高くなっている。これは、ICTを活用した「本質的学習場」の構成をめざして教材と授業のデザインを開発したことによって、解き方や性質を発見するだけでなく、発見した解き方や性質を超えた意義のある数学的な内容、過程、方法と結びつく新たな課題を見出すことが実現できたからだと言える。

実際、児童の自由記述にも、「3段や10段になるとどうなるかやってみよう」という数学的に価値ある新たな課題が記されていた。また、「設計図」を使ってもっとやってみよう」という記述も見られ、具体的に立方体を操作しなくても「設計図」の略図的表現を見るだけで、どのように置いたらいいのかが分かり、「設計図」を使うことのよさや面白さが理解できたことが表れていた。

(2) 実践から得られた成果と課題

以下では、思考ツールとしてICTを活用した「本質的学習場」を構成することができたかについて、a, b, c, dの4つの条件から【実践8】【実践9】について成果と課題を考察する。

①「本質的学習場」の条件a, bについて

ストラテジー③を適用し、正面図と側面図を与えて立方体をどのように積み上げるかを考える問題を設定したことにより、答えが1つに留まらず、いろいろな立体を考えるようなオープンな問題解決活動を実現できた。答えを整理する段階で、ストラテジー①を適用し、個数によって順序よく並べたことで、最大個数の場合や最小個数の場合に焦点化させることができた。その際、実際に木製の立方体をどう積むかをICTを活用して積んでみせ、見取り図とその正面図・側面図を表示してクラス全員で確認することができた。またICTを活用したことが、実際の積み方と「設計図」との対応を明確に意識させることに繋がった。そして、積み方の条件を「設計図」の記号化した表現で探究するというストラテジー④を適用した活動をさせることができた。その際、その条件を「設計図」を示しながら背理法で説明する児童も現れた。その説明を、ICTを活用して見取り図とその正面図・側面図を見せて視覚的に確認したことで多くの児童を納得させることができた。

これらの数学的な見方・考え方は、授業単元の目標・内容を超えたものであり、数学的に豊かな「本質的学習場」が設定できたとと言える。

②「本質的学習場」の条件cについて

木製の立方体の具体的操作や思考ツールとしてのICTの活用や「設計図」での探究をさせたことで、全ての児童を問題解決に意欲的に取り組ませることができた。立体をつくることに夢中になっていた児童が、上記の活動を通して、つくり方の条件や法則を見つけようとする姿勢に変わり、さらにその法則を演繹的に適用しようとする姿に変容させる学習場を設定できた。

③「本質的学習場」の条件dについて

思考ツールとしてICTを活用した本教材を開発するにあたり、大学の研究者や校種を超えた現場の教員と共に、教材研究を行うことができた。このことは、実践的研究の豊かな場を形成できたとと言える。

11. おわりに

本研究では、1年目は、数学的な見方・考え方を働かせた深い学びを実現するための数学的教具としてICTを活用することを研究テーマとした。その活用を「思考ツールとしてのICT活用」とし、佐伯の道具的特性をもとに、授業をデザインし実践した。思考ツールとしてのICT活用は、探究活動を協働的にすることを可能にただけでなく、道具的特性からみて思考道具として有効に機能したことが明らかになった。研究を進める中で、深い学びを実現するためには数学的に豊かな「学習場」を構成することが重要であることを認識するようになり、2年目は、ICTを活用した「本質的学習場」の構成をめざして教材と授業デザインを開発し実践した。全ての児童を探究的活動に参加させ、授業単元の目標、内容を達成させながら、さらにその水準を超えた意義ある探究課題にも挑戦するような学習をICTを活用することで実現することができた。

今後の課題として、本研究で開発したICTを活用する教材について、他学年での算数科授業でも教材化できないかということについて研究を進めていきたい。また、本研究で培ったICT活用の手法を他教科におけるICT活用に適用できないということについても研究を進めていきたい。

〈引用・参考文献〉

- 中野俊幸(2014)：「数学をつくる活動をめざした算数の教材開発と学習指導について」、『第96回全国算数・数学教育研究（鳥取）大会講習会（兼教員免許状更新講習）テキスト』、日本数学教育学会、pp.15-20
- 平林一榮(1975)：『算数・数学教育のシチュエーション』、広島学出版研究会
- 平林一榮(1973)：「数学的教具と遊びの精神」、日本数学教育学会誌、第55巻、第4号、pp.2-5.
- 佐伯胖(1997)：「新・コンピュータと教育」、岩波新書
- 鈴江暢朗、水口露、吉本果矢、中野俊幸(2023)：「アリスモゴンを活用した本質的学習場の構成について —ICTを活用した算数の授業デザイン—」、高知大学学校教育研究、第5号、pp.107-117.
- Wittmann, E. Ch. (1995): "Mathematics education as a 'design science'", Educational Studies in Mathematics, 29, 4, pp.355-374.
- Wittmann, E.Ch. & Muller, G.N. (2004): Das ZahlenBuch, Klett
- McIntosh, A.&Quadling, D. (1975): Arithmogons, Mathematics Teaching, 70, 18-23.
- 文部科学省(2017)：『小学校学習指導要領(平成29年告示)解説 算数編』、日本文教出版。

〈使用した数学教育ソフト〉

GeoGebra : <https://www.geogebra.org/>
Algeomath : <https://www.algeomath.kr/>

〈使用した授業支援システム〉

SKYMENU Cloud , (株)Sky