

算数科・数学科におけるICT活用

～「主体的・対話的で深い学び」を実現していくための指導方法の改善及び教材開発～

企画研究部	研究主事兼指導主事	大崎 康央
	研究員	蔭山 拓人
研修・支援部	研究主事兼指導主事	植田 博樹
	研究主事兼指導主事	田村 知史
	研究員	堀川 泰雅

要約

本研究では、小学校と中学校のそれぞれで、同一単元においてICT機器を使った授業と使わなかった授業の両方を考え、内容を比較することで、ICTの効果的な活用の在り方を検討した。その中で、ICT機器を使うことが目的ではなく、教科の学習目標を意識し、児童生徒の資質・能力を高めることが目的であり、「主体的・対話的で深い学び」に寄与するものでなければならないことを明らかにした。

キーワード：算数・数学、ICT活用、主体的・対話的で深い学び

1 はじめに

令和2年度以降、学習指導要領の改訂に伴い、各学校では「主体的・対話的で深い学び」を実現すべく授業改善が行われている。算数科・数学科においても、児童生徒の思考を揺さぶり、数学的な見方・考え方を働かせることで「主体的・対話的で深い学び」の実現を目指している。また、学習指導要領の改訂と時期を同じくして一人一台のGIGA端末が小・中学校に導入されてから、早くも2年が過ぎようとしている。高等学校においても、BYOD¹による一人一台端末の活用が進んでおり、校種を問わず、授業におけるICT活用が定着してきている。

しかし、具体的な活用事例を見てみると、ICT機器を使うこと自体が目的化している授業や、ICT機器を使ってはいけるものの、児童生徒の資質・能力向上に繋がっているとは言えない使い方をしている授業があるのではないかと懸念される。SAMRモデル（Ruben R. Puentedura、2010）では、ICT活用の目指す姿として、Substitution（代替）やAugmentation（拡大）だけではなく、Modification（変更）やRedefinition（再定義）の充実を挙げている。ICT機器の導入から一定の時間が経過していることを考えると、授業者や学習者が「まずは使ってみる」段階から、「どのように使えば効果的か」を考える段階にきている。すなわち、使うことから活用することへの移行期に入っていると考える。このような課題意識に基づき、表題のテーマを設定して研究に取り組んできた。

研究一年目の本年度は、ICT活用について府内の実態把握に努めるとともに、算数科・数学科に

¹ BYOD（Bring Your Own Device） 「個人端末持ち込み方式」のこと。

おける効果的なICT活用の在り方について検討してきた。その中で、授業におけるICT活用は必須条件ではなく、児童生徒の資質・能力の育成に資するかどうかという視点で考えなければならず、大切なのは授業の目標との関係であることを確認した。どれだけ児童生徒がICT機器や専門的なアプリを使っていたとしても、授業の目標を達成していないのであれば、算数科・数学科の授業としては不十分である。

以上を踏まえ、今年度は研究初年度として、ICT機器を使った授業と使わない授業を例示し、比較することで、資質・能力育成に資するICT活用の在り方について検討してきた。その際に重視したのは、ICT機器を使った授業が常に優れているわけではなく、従来の授業にも資質・能力を高めるための様々な工夫があり、二者択一ではないという点である。ICT機器を使わない授業においても一定の資質・能力が高まるような授業案を考え、ICT機器を使う授業では、より資質・能力を高めるための手段として有効な使い方を考えることに重点を置いた。

なお、これらの授業は動画にまとめ、当センターのホームページにて公開する予定である。

2 小学校算数科における学びを深めるためのICT活用

(1) 授業の概要

小学校の算数科では、4年生「角とその大きさ」の単元の授業を例に、ICT機器を使う授業と使わない授業を構想し、比較・検討した。なお、どちらの授業も「小学校学習指導要領（平成29年告示）」に示された下記の指導事項を身に付けることを目標としている。

(5) 角の大きさに関わる数学的活動を通して、次の事項を身に付けることができるよう指導する。

ア 次のような知識及び技能を身に付けること。

(ア) 角の大きさを回転の大きさとして捉えること。

(イ) 角の大きさの単位（度（°））について知り、角の大きさを測定すること。

イ 次のような思考力、判断力、表現力等を身に付けること。

(ア) 図形の角の大きさに着目し、角の大きさを柔軟に表現したり、図形の考察に生かしたりすること。

「小学校学習指導要領（平成29年告示）」p.80

ここでは、授業場面として、同じ角度で左右反転した2つの角ア、イの大きさの比較を行う活動を取り扱う（図1）。実際に分度器で計測すると等しい角度だが、学習者の角の大きさの見方によって、ズレが生じる。例えば、アの角の大きさは30度であるが、150度であると捉える児童が出てくる可能性がある。このズレを自らの『問い』として認知し、学習していく場面を想定した授業を構想するにあたり、ICT機器を使う授業と使わない授業では、学習者が『問い』をもつ経緯に違いが出るのではないかと考えた。

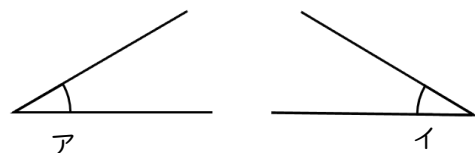


図1 同じ角度で左右反転した2つの角

(2) ICT活用の利点

ICT機器を使わない授業の場合、児童の角の大きさの捉えのズレを、授業者が把握することが重要になる。児童の中にどんな考えが存在しているかを丁寧に見取することで、児童の誤答の論理に

気付くと考えられる。30度を150度と考えた児童の論理を共有すると、角の大きさに対する見方が誤っていることに気付いていくはずである。そうすると、「150度って考えたAさんの気持ちは〇〇だと思う。でもね…」という風に話したくなる。つまり、正答に気付いている児童は「どうすれば誤って捉えている友達に、考え方の違いを分かりやすく説明できるだろう？」という『問い』が芽生える。一方、誤答の児童は「分度器の読み方が違うってどういうこと？」「分度器を左から読むってなぜ？」「辺から辺の大きさが違うってどういうこと？」など、自分が着目していなかった言葉や概念が出た瞬間、『問い』が芽生える。つまり、ICT機器を使わない授業では、自分とは異なる考えに着目するために、教師が個の学習状況を見取り、共有させるという過程を経なければ、それぞれの児童が『問い』をもつという流れにはならない(図2)。

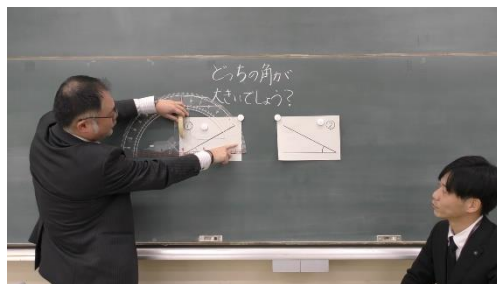


図2 見取りから共有へ
(授業動画より)

一方、ICT機器を使う授業では、角の大きさの測り方の説明を、児童自らが動画に撮るという活動を設定した。ここでは、他者の動画を見ることが重要になる。自分の説明が完成した児童は、他者の動画を見てみたいという思いに駆られるはずである。その思いが、児童の主体的な学習へと繋がる考える。

そして、そこで自分の考え方や説明の仕方との違いに着目することになる。もし、その説明が自分の説明と違っていたら、「なんで〇〇と言っているのだろうか？」「私の考えが合ってる？あの子の考えが合ってる？」と疑問を持つことになるはずである。この授業場面では、「僕と違う。教えてあげよう。」と心が動き出し、友達の話聞いて、「なるほど。」と納得する場面を想定した(図3)。つまり、他者の話を聞く中で、自分の考えの誤りに気付



図3 ICT活用で自然発生する対話
(授業動画より)

き、新たな考えを構築していく場面である。ここには教師の積極的な介入はなく、児童自らが「自分の考えはおかしいな。」と自身の考えを振り返りながら、他者の考えを聞くことで新たな考えを抱き、「主体的・対話的で深い学び」に繋がっている。教師は、このような仕掛けを施すことで、児童たちを自ら考え『問い』をもつ学習者になるよう、授業をデザインしているのである。

ICT機器を使う授業と使わない授業のそれぞれによさがある。どちらの授業でも大切にしなければならないのは、児童を中心にして授業をデザインすることである。児童たちが自ら『問い』を抱き、対話する中で考えを構築していく授業にすることが最も大切だと、2つの授業を比べることで実感できるはずである。ICTの活用が、そのような児童中心の授業を行うことに新たな方略を生むことは間違いない。

3 中学校数学科における学びを深めるためのICT活用

(1) 授業の概要

中学校の数学科では、3年生「三平方の定理」の単元の授業を例に、効果的なICT活用の在り方について検討した。

本授業は、三平方の定理を用いて2点間の距離を求める学習を終えた後の2時間構成とし、「中学校学習指導要領（平成29年告示）」に示されている数学科の目標(3)「問題解決の過程を振り返って検討しようとする態度」の涵養を目標としている。

(3) 数学的活動の楽しさや数学のよさに気付いて粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度、問題解決の過程を振り返って検討しようとする態度、多面的に捉え考えようとする態度を養う。

「中学校学習指導要領（平成29年告示）」p.65

授業の概要は、表1のとおりである。

＜本時の目標＞		＜前時の復習・本時の目標＞	
1 時 間 目	→目標提示・確認	2 時 間 目	→提示した課題・本時の目標の確認
	① 4点を最短で結ぶ方法を考える		③ 現実の世界の事象を知る
	(1) 個人ワーク		→シャボン玉による実験から予備知識を習得する
	→個人の考えをまとめる		④ 考えた結び方とシャボン玉によってできる結び方の長さを比べる
	(2) グループワークⅠ（小集団3～6人）		(1) グループワークⅢ（小集団3～6人）
	→他者の答えを共有・比較する		→他者と協働して答えを導く
	② 考えた結び方のうち、一番短いものを考える		⑤ 5点や6点の場合を考える
	(1) グループワークⅠ（小集団3～6人）		(1) 個人ワーク
	→他者と協働して答えを求める		→個人で学びを深める
	(2) グループワークⅡ（大集団30人程度）		(2) グループワークⅣ（大集団30人程度）
	→他集団の答えから学びを深める		→他者の答えから学びを深める
＜本時のまとめ＞		＜本時のまとめ＞	
→本時を振り返り、次の課題を確認する		→2時間の学びを振り返る	

表1 授業の概要

この授業では、表1で示した「①4点を最短で結ぶ方法を考える」、「②考えた結び方のうち、一番短いものを考える」、「③現実の世界の事象（シャボン玉による実験）を知る」、「④考えた結び方とシャボン玉によってできる点の結び方の長さを比べる」、「⑤5点や6点の場合を考える」の5つのステップを準備した（図4）。

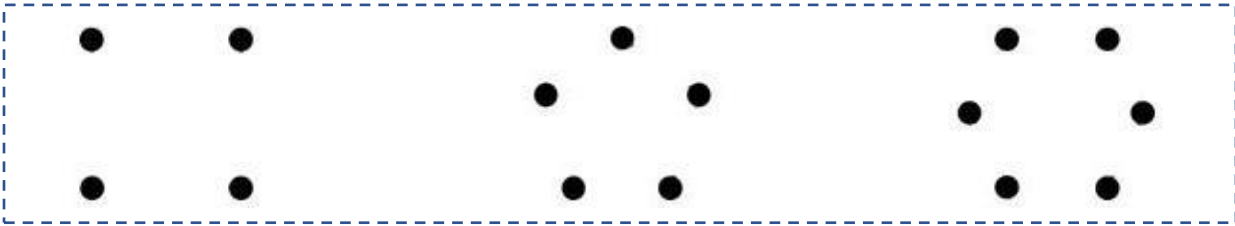


図4 3種類の点（4点、5点、6点）

(2) ICT活用の利点

この授業では、ICT活用の利点を「人数の規模にかかわらず、思考過程の共有が瞬時にできること」とし、表1の2つの場面①、②においてICT機器を使う授業と使わない授業を構想し、比較・検討した。

2つの場面では、「生徒が他者と自分の考えを比較したり」、「他者の考えをもとにさらに自分の考えを深めたり」、「問題解決に向けた対話が生まれたり」するためにICTを活用し、「各グループの思考過程の『見える化』」を図った。

①の場面において、ICT機器を使わない授業では、授業者が各グループの考えた点の結び方の

種類を確認しているが、各グループの考えた結び方について、生徒同士は共有していない。これだと、小集団では思考過程の共有は可能であるが、大集団において思考過程を共有することの困難さが課題となることが予想できる。この流れでは、「他者と自分の考えを比較したり」、「他者の考えをもとにさらに考えを深めたり」、「問題解決に向けた対話が生まれたり」する活動には繋がりにくい。そこで、ICTの共同編集機能を活用し、図5のように、各グループが考えた結び方を集約し『見える化』することで、学級全体で確認できるように改善した。このようにすることで、生徒が他者と自分の考えを比較しやすくなる。

②の場面において、ICT機器を使わない授業では、授業者が最も短い結び方のみを黒板に貼るように指示し、貼り出された結び方をもとに、生徒の考えをさらに深めようと試みている。しかし、どのグループも同じ結び方（図6）に行き着き、困惑している。このような状況では、生徒が考えを深めることが困難であり、①の場面のICT機器を使わない授業における課題と同じ課題に直面している。

生徒の考えをさらに深めるには、考え方を「比較」し、「共通点や異なる点を整理する」などの思考過程が必要である。ここで、ICT機器を使った授業では、①の場面で、共同編集機能を活用し、各グループが考えた結び方を『見える化』したことが生きる。考えを『見える化』することで、生徒が自然と「比較」や「整理」の視点で考え、対話・協働する場ができる。

さらに、共同編集機能では、スライドの順番を入れ替えるなどの編集が容易であるため、生徒の考えを瞬時に反映することもできる。このことは、対話により随時変化していく生徒の思考の過程を『見える化』でき、学級全体で話題（情報）を共有しながら学びを深めることができる。

上記①、②の場面のように、ICTを活用し、ステップごとに思考を『見える化』しながら、自分と他者の考えを比較することを通して、生徒一人一人が自身の問題解決の思考過程を振り返り、検討できるようにしている。このことが、2時間目の最後の問い「5点や6点を最短で結ぶにはどうすればよいか。」に対して、教師が促さずとも、生徒自ら「問題解決の過程を振り返って検討する」ことに繋がると期待する。

4 さいごに

令和3年1月26日に中央教育審議会が答申した「令和の日本型学校教育」には、「ICTを日常的に活用できる環境を整え、児童生徒が「文房具」として活用できるようにし、『主体的・対話的で深い学び』の実現に向けた授業改善に生かしていくことが重要である」と記されている。

今回の研究内容を、文部科学省が示す「教員のICT活用指導力チェックリスト」に照らして考えると、小学校4年生の例は、「B-1 児童生徒の興味・関心を高めたり、課題を明確につかませたり、学習内容を的確にまとめさせたりするために、コンピュータや提示装置などを活用して資料など



図5 共同編集機能の活用
(授業動画より)

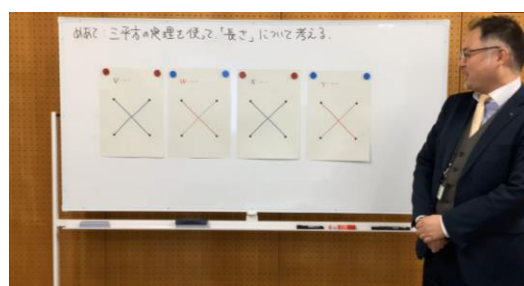


図6 各グループから出てきた結び方
(授業動画より)

を効果的に提示する。」に、中学校3年生の例は「B-2 児童生徒に互いの意見・考え方・作品などを共有させたり、比較検討させたりするために、コンピュータや提示装置などを活用して児童生徒の意見などを効果的に提示する。」に該当すると考えられる。

本研究における2つの授業は、それぞれ「ICT機器を使わない授業」と「ICT機器を使った授業」の構成で考えた。ここで伝えたいことは、2つある。1つ目は、「ICTを活用する上で、これまでと全く異なる指導方法を導入しなければならないのではない。」ということである。2つ目は、「教科の学習目標を明確にし、これまでの実践とICTの活用を適切に組み合わせることで、数学的活動が充実し、児童生徒の主体的・対話的で深い学びに繋がる」ということである。これは、「これまでの実践とICTとの最適な組合せを実現」し、「(デジタル or アナログの)『二項対立』の陥穽に陥らない」と答申で示されている内容とも合致する。これらは、全ての児童生徒の可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現に向けて重要な方向性でもある。

また、学習指導要領には、数学的活動の取組における配慮事項として、「(5) 友達と考えを伝え合うことで学び合ったり、学習の過程と成果を振り返り、よりよく問題解決できたことを実感したりする機会を設けること。」(小学校)、「(4) 数学的活動の過程を振り返り、レポートにまとめ発表することなどを通して、その成果を共有する機会を設けること。」(中学校)と記されている。思考過程をレポート等にまとめ、発表することにおいても、ICTを効果的に活用できると考えられる。

これらの数学的活動の取組において、人工知能がどれだけ進化し思考できるようになったとしても、その思考の目的や出発点を見いだしたり、目的や思考過程のよさ・正しさ・美しさを判断したりできるのは、人間の最も大きな強みであるということを私たちは再認識しなければならない。

最後に、研究を進める中で、児童生徒が各自の端末に記録した考えを一覧表示し、全体で確認することは、それぞれの考えを確かめ合ったり、比較・検討したりする際の有効な手段であると考えることができた。同時に、それを行うこと自体が目的化しないよう留意し、数学的活動の充実をどのようにして図るか、という視点でICTを活用し、授業改善に繋げなければならないことや、児童生徒が、これからの時代に求められる資質・能力を身に付け、生涯にわたって能動的に学び続けられるようにすることが大切であると考えることができた。2年目以降は、出前講座や研修等を通して、各校の実践を基にICT活用の在り方を評価・改善し、周知していきたいと考える。

【参考文献】

- ・中央教育審議会(2021)『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～(答申)』
- ・水谷尚人(2021)「1人1台端末等の効果的な活用に向けて(数学)」、『中等教育資料7月号』、学事出版
- ・文部科学省(2018)『教員のICT活用指導力チェックリスト』
- ・文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター(2020)『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料(小学校)』【算数】
- ・文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター(2020)『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料(中学校)』【数学】
- ・文部科学省(2017)『小学校学習指導要領(平成29年告示)』
- ・文部科学省(2017)『中学校学習指導要領(平成29年告示)』