

Society5.0 に向けて必要となる資質・能力を身につけるための タブレット活用

－デジタルとアナログを効果的に織り交ぜた数学科の授業モデルの検討－

守部 丘大¹・小林 博典²

Using Tablets for Acquiring the Skills and Resources Necessary for Society 5.0 : a Study of a Model Mathematics Class That Effectively Interweaves Digital and Analog Elements

Takatomo MORIBE¹ and Hironori KOBAYASHI²

要約

本研究の目的は、数学科における学習場面に応じたタブレットの活用法について授業構想図を作成し、授業実践に利用できるように検討することにある。構想図作成にあたり、タブレットの活用法を教師主体・生徒主体の2つの側面で分類するとともに、協働学習場面においてタブレットの活用が効果的かどうか授業実践を行い、質問紙調査を実施して、その分析を行った。結果、タブレットの活用が内容理解・他者理解に効果を示し、発信・伝達に対する積極性を高めるために有効であることが示唆された。また、タブレットに残された学習履歴を確認することにより、これらを活用して、各生徒の評価を行うことが可能になることが確認された。一方で、個別最適化された学びの導入に向けた具体的な方策についての課題が残った。

1. はじめに

2020年現在、世界ではより高度な社会の実現に向けてAI、5G、IoTといった最先端技術を利用して、さらなる社会の変革が進んでいる。日本では、国が目指すべき未来社会の姿として、「Society5.0」が提唱され、教育の分野においても、個別最適化された学びや協働学習の拡大へ大きな期待が寄せられている¹⁾。

中学校学習指導要領においては、学習の基盤となる資質・能力に情報活用能力の育成を掲げており²⁾、ICTを活用した学習活動を今後さらに充実させる必要がある。また、中学校学習指導要領数学編では、情報手段の活用を①計算機器の活用、②教具としての活用、③情報通信ネットワークの活用に分類し、生徒が数学をよりよく学ぶための道具として活用することを示している³⁾。また、主体的・対話的で深い学びの実現に向けたICT活用の在り方と具体的な授業

¹ 宮崎市立生目中学校

² 宮崎大学教育学部

事例も多く挙げてられている⁴⁾。

宮崎市では、各小中学校に学校規模に応じた数の iPad が配付（本校は 40 台配布）されている。今後は、研修等を通じて、学校全体でタブレット活用の有用性を共有し、積極的な利用を推し進め、児童生徒の情報活用能力を育成していく必要がある。そのためには、各々の教師が ICT を活用した授業実践により、各教科の目標を達成するための効果を実感できるものでなくてはならない。

そこで、本研究では、中学校数学科におけるタブレットを活用した授業実践を行い、新たな環境下におけるデジタルとアナログを効果的に織り交ぜた数学科の授業モデルの検討を行うこととした。

2. 授業モデルの構築に向けて

(1) 活用主体による分類

研究を進めるにあたり、タブレットの活用について分類・整理し、数学科におけるタブレット活用について授業構想図を作成した。作成にあたり、タブレットの活用は教師主体の活用と生徒主体の活用の 2 つの側面があると考え、研究を進めた。

また、生徒主体の活用は、協働学習の場面で学習支援ソフトを利用することが効果的であると考え、問題解決的な検証授業を実施した。その前後に、学習者に対して質問紙調査を行い、その結果から授業モデルについて考察した。

(2) タブレット活用の授業構想図

タブレットの使用環境は、iPad の標準アプリと、学習支援ソフトであるロイロノートであり、それを活用した授業モデルについて提案している。

学びのイノベーション事業実証研究報告書によると、ICT 活用場面を A 一斉学習、B 個別学習、C 協働学習に分類している⁵⁾。教員の ICT 活用指導力チェックリストでは、4 観点で分類し、B の項目では、授業に ICT を活用して指導する能力、C の項目では児童生徒の ICT 活用を指導する能力に分類している⁶⁾。

これらを参考に、タブレットの活用について、数学科における学習場面に応じた教師主体の活用と生徒主体の活用場面に分けることができるのではないかと考えた。前者の場合、タブレットは、内容を効果的に提示する手段として扱われる。後者の場合、タブレットは、活動を生徒に提供する手段

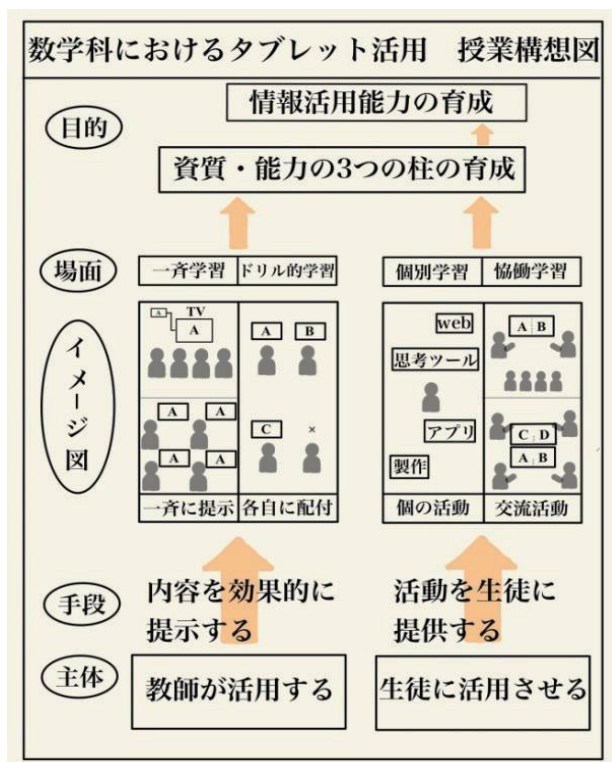


図1 数学科におけるタブレット活用 授業構想図

として扱われる。これらの2つの側面から、数学科におけるタブレット活用について、授業構想図を作成した(図1)。

(3) 教師主体のタブレット活用

内容提示は、一斉に提示する場面と各自に配付する場面に分けられる。前者は、主に一斉学習の場面で、タブレットに準備した内容をTV画面上に提示し、生徒が一斉に見る場面である。表1に、一斉学習場面でのタブレットの活用例を示した。

後者は、主にドリル的学習の場面での活用である。ドリル的学習とは、ドリルや問題集を使った活動に加え、本時の学習課題解決後の適応問題の学習を含めたものと定義づけた。学習開始においては、教師がサーバー上に参考資料を保存し、必要に応じて個別に配付したり、生徒が主体的に保存資料から選択し、個別の学びを進めたりする方法がある。一方、習熟の程度に応じた対応が求められる場合においては、表2のような資料提示を検討しておくなどの必要性も考えられる。

(4) 生徒主体のタブレット活用

教師が生徒の活動を提供する場面は、個別学習と協働学習の場面に分けられる。個別学習は、学びのイノベーション事業実証研究報告書において、表3のような類型化が提示されている⁷⁾。

B1については、AIを活用したドリル学習を推奨している。これは、学習者の解答を自動採点して、学習者に合わせた問題をAIが提供する仕組みである。B3について、数学科におけるICTを活用した思考を深める学習例としては、コンピュータや電卓を用いた情報整理や、表やグラフ作成ソフトを用いた観察・実験等が挙げられる。具体的には、Grapes、GeoGebra、Calculator等があり、タブレット上にダウンロードして利用可能である。それらの活用が深い学びを生むだけでなく、時間的なゆとりを生み、考えたり説明したりする時間の確保にもつながる。

次に、協働学習については、表4のような類型化がなされている。教育の情報化に関する手引き⁷⁾によると、C1、C2における具体的場面が提案されている。C1では、複数の生徒の解答を大型画面で映して、どのような表現がよいかを検討して、自分の考えを広げたり深めたり

表1 一斉学習でのタブレットの活用例

(タブレットでの提示内容)	(ねらい)
画像・音声・動画	効果的な提示
デジタル教科書	興味・関心
デジタルコンテンツ	興味・関心
図・式・表・グラフ	表現する力
生徒の思考	解決過程の考察
教師の説明・解説	知識・技能の獲得
フラッシュ型教材	知識の定着
活動の流れ	学習活動の焦点化
タイマー	学ぶ意欲

表2 習熟の程度に応じた資料配付

下位層	ヒントカード配付
	ルビ表示・音声読み上げ
	解答や解説の配付
中位層	上位層の思考画面の提示
	説明や解説の配付
	ヒントカード配付
上位層	解答・解説の配付【自己採点】
	類似問題・発展問題の配付

表3 個別学習の場面の類型化

B1	個に応じる学習	一人一人の習熟の程度に応じた学習
B2	調査活動	インターネットを用いた情報収集・写真や動画等による記録
B3	思考を深める学習	シミュレーションなどのデジタル教材を用いた思考を深める学習
B4	表現・制作	マルチメディアを用いた資料、作品の制作
B5	家庭学習	情報端末の持ち帰りによる家庭学習

することができること、C2の場面では、複雑な数値計算や図・表・グラフ作成にICTを活用して、考えたり説明したりする時間を確保することなどが示されている。また、画面配信機能のついた学習支援ソフトは、従来のホワイトボードやプロジェクターを使った活動に比べ、時間的なゆとりを生み、双方向性が生まれる。そして、生徒がタブレットを活用することは、学習の基盤となる情報活用能力の育成へと繋がる。情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン⁸⁾においては、情報活用能力の体系表例が提示されている。

表4 協働学習の場面の類型化

C1	発表や話し合い	グループや学級全体での話し合い
C2	協働での意見整理	複数の意見・考えを議論して整理
C3	協働制作	グループでの、分類・協働による作品の制作
C4	学校の壁を越えた学習	遠隔地や海外の学校等との交流授業

数学科であれば、情報収集、整理、分析、表現、発信の場面で表計算ソフトやアプリが活用できる。これは、情報活用の理解や情報を効果的に活用する力の育成に繋がる。また、事象について思考ツール等を使うことで、問題を発見・解決し、自分の考えを形成していく力を身に付けることができる。

3. 検証授業

勤務校の中学1年生3クラスを対象に、iPadを1人1台配付し授業を実施した。

(1) 学習内容と授業のねらい

【内容】 文字の式 ～規則性を見つけ、基石の総数を文字で表そう～

【目標】 並んだ基石の総数に関する規則性を見つけ、文字を使った式で説明することができる。

【高めたい情報活用能力】 目的や意図に応じて、複数の表現手段を組み合わせることで表現し、聞き手とのやりとりを含めて効果的に表現する。

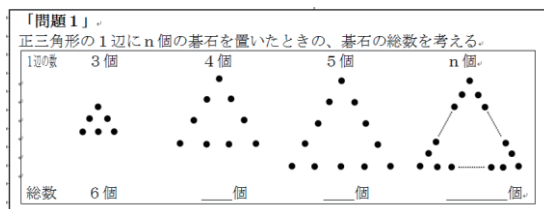
【本時の工夫】 生徒が、自分の考えを写真に撮り、タブレットで書き込みを加えることで、協働学習の時間に自分の考えを伝えやすく、共有しやすいものにする。

教師が、タブレットに示した内容を一斉提示、一斉送信をすることで、時間的な短縮と内容の双方向性を生み、学ぶ意欲を高めさせる。

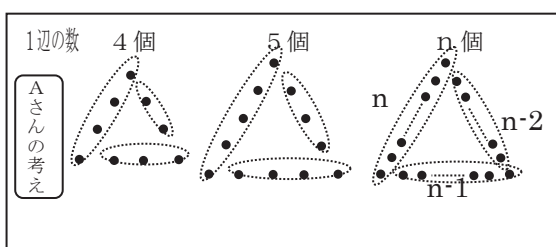
(2) 授業展開 (_____ は生徒のICT活用場面、◎は教師のICT活用場面)

	学習内容及び学習活動	指導上の留意点	資料・準備
導入	1 椅子の数 n を使って、椅子に座っている人の数を表す。 (1) ◎ ◎ ◎…… ◎ ◎ ◎ n 人 (2) ◎ ◎ ◎…… ◎ ◎ × $n-1$ 人 (3) ◎ ◎ ◎…… ◎ × × $n-2$ 人 (4) ◎ ◎ ◎…… ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎…… ◎ ◎ ◎ $2 \times n$ 人	○ 文字式では n を使って表せることを確認させる。	掲示物
展開	2 本時の学習課題を知る。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> 「本時の学習課題」 規則性を見つけ、基石の総数を文字式で表せる。 </div>	○ 「規則性」について学ぶことを確認させる。	

3 問題1の内容をつかむ。



4 Aさんの考え方を考える。
・ 図を囲むことで理解する。



- ・ Aさんの考えを理解し、友達に説明する。
- ・ 考えが理解できたら、ワークシートに記入する。

5 1辺がn個のときの表し方が他にないか考える。

- ・ 図を囲むことで考える。
- ・ nを使った文字式に表す。
 - ・ $3(n-1)$ $3(n-2)+3$
 - ・ $n \times 3 - 3$ $3n - 3$
- ・ 自分の考えを写真に撮る。
- ・ タブレットで考えを整理する。
- ・ 班で意見を交換する。
式が正しいか検討する。
- ・ 班で検討した考えを教師機へ送信する。
式が正しいか検討する。
- ・ 学級全体の多様な考え方をグループ分けする。
- ・ 式の正誤を確認する。
- ・ 解法を理解する。

6 それぞれの考え方についてワークシートにまとめる。

- できた文字式が全て同じ式にまとめられることを確認する。
- 1辺n個の正三角形の基石の総数は $3n-3$ である。

◎ 問題1を大型TV画面に提示する。

○ 4個、5個、6個のときは予想できるが、数が増えると難しくなることに気づかせる。また、文字nを使った式で表すとよいことを伝える。

○ 囲み方に規則性がないか考えさせる。

○ 机間指導を行い、囲み方のヒントを与える。

○ 表した式の計算はしないでよいことに注意させる。

◎ 学習資料を送信する。

○ 分からない生徒には、ヒントカードを与える。

○ 1つだけでなく、別の考え方を探させる。

◎ 学習者の考え方を教師機で受け取る。

◎ グループ分けした考え方を学習者へ送信する。

○ 理解が不十分な考え方については、全体で確認する。

○ ワークシートに記入し、考えを再度整理させる。

○ nがどのような自然数の場合にでもできる(一般化できた)ことを確認させる。

タブレット
TV
ワークシート
掲示物

タブレット
ヒントカード

展開

ま と め	<p>7 1辺の基石の数が10個の正三角形、1辺の基石の数が50個の正三角形の基石の総数について求める。 基石の総数が237個のとき、正三角形の1辺の基石の数について求める。 $3n-3$ の n に10を代入 …27個 $3n-3$ の n に50を代入 …147個 $3n-3=237$ を解く …80個</p> <p>8 自己評価をして振り返る。</p>	<p>○ 式の値を確認するとともに、方程式を使って求められることに気づかせる。</p> <p>○ 式が求められたか、相手が分かるように説明ができたか、友達の意見が理解できたかを振り返らせる。</p>	自己評価表
-------------	---	---	-------

(3) 授業の様子

タブレットの使用場面は、カメラ撮影、書き込み、教師機との送受信、考え方の共有（閲覧）であった。ほとんどの生徒が、自身の力で端末を操作することができた。

本実践においては、タブレットの活用を協働学習の場面に焦点化し、話し合い活動をより活性化させるようにした。そこで、協働学習の前に、自分の考えを写真に撮り、自分の考えを整理する時間をとった。生徒たちは、書き込み機能を使って、色をつけて囲んだり、式や文章を加えたり、拡大機能を効果的に使用したりしながら、グループで説明し合った（図2）。



図2 思考の整理と協働学習の様子

(左:色をつけて書き込む, 右:班での説明)

班の考えを教師機へ送信し、比較・検討を行った。その後、各自のタブレットへ配信した。各自が、気になる考えを選択・拡大し、ワークシートにまとめる様子が見られた（図3）。

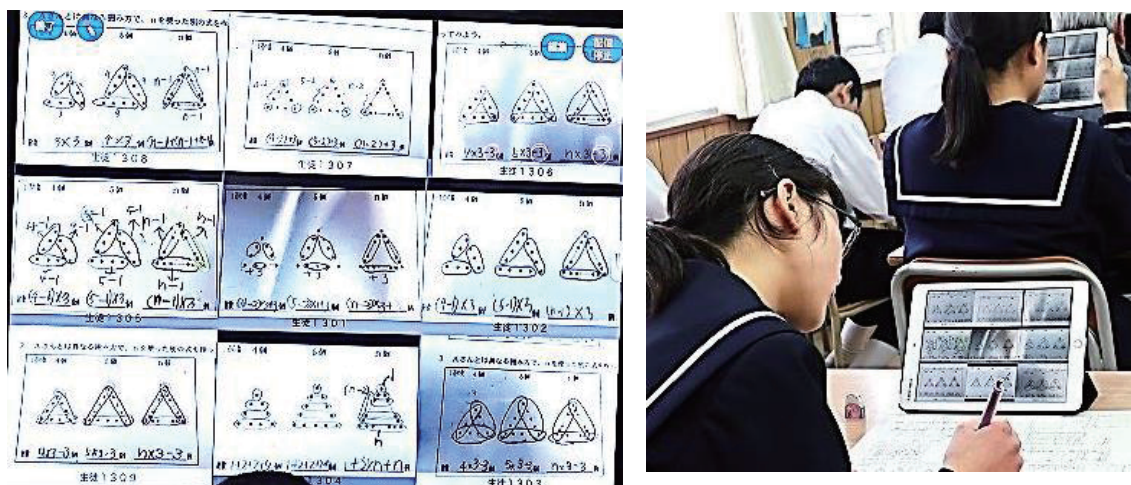


図3 考えの比較と個人での検討の様子
(左:TV画面での比較, 右:個人でのまとめ)

4. アンケート調査

生徒に対して事前アンケート（8項目）と事後アンケート（9項目）を実施した。調査は、4件法とし、4『はい』、3どちらかといえば『はい』、2どちらかといえば『いいえ』、1『いいえ』の肯定・否定選択形式とした。アンケートの内容は、国立教育政策研究所（2018）OECD生徒の学習到達度調査（PISA）や⁹⁾、文部科学省の教員のICT活用指導力チェックリスト⁶⁾を参考にした。

5. 結果と考察

(1) アンケート調査の結果と考察

表5は、実施した事前・事後アンケート調査の結果について、中央値（2.5）との差異を t 検定で分析した結果である。事前アンケートでは、問2の「数学が得意ですか」や、問3の「自分の考えを発信していますか」について有意差は認めることができなかったものの、その他の項目では有意差が認められ、平均値も高かった。

事後アンケートでは、全ての項目で有意に高い結果となっており、問10、17（問10: $t(95) = -23.81, p < .001$ 、問17: $t(95) = -31.41, p < .001$ ）から、タブレットの活用により、生徒の学習への興味・関心が向上することが示唆された。また、問13、16（問13: $t(95) = -26.96, p < .001$ 、問16: $t(95) = -29.71, p < .001$ ）から、タブレットを使った協働学習は、学習内容の理解や、他人の意見を理解することに効果が示された。さらに、事前アンケートでは有意差が認められなかった「発信すること」について、問14（ $t(95) = -16.89, p < .001$ ）で有意に効果が認められた。このことから、タブレットを用いた協働学習の中に、自分の考えをもたせ、伝え合う場面を意図的に設定することにより、発信・伝達が積極的になることが明らかになった。

表5 事前・事後アンケート調査の結果

分類	項目	平均値 (n =96)	標準 偏差	中央値 (2.5)との 有意差	
事前	事前アンケート (数学)	1. 数学は好きですか	2.99	0.95	***
		2. 数学は得意ですか	2.59	1.01	n. s.
		3. 数学の授業で、自分の考えをよく発信しますか	2.38	0.93	n. s.
		4. 数学の授業で、積極的に問題を解いていますか	3.35	0.70	***
		5. 数学の授業で、他の生徒の考えがよく分かりますか	3.38	0.67	***
		6. 数学の学習内容が理解できていますか	3.01	0.88	***
	事前アンケート (ICT 活用)	7. TVや実物投影机、パソコンを使った授業は、黒板だけの授業に比べて分かりやすいですか	3.78	0.44	***
		8. タブレットを用いた学習に興味がありますか	3.90	0.40	***
事後	事後アンケート (数学)	9. 学習課題について、文字を使った式で表すことができましたか	3.76	0.50	***
		10. 積極的に問題を解くことができましたか	3.78	0.53	***
		11. 他の生徒の考え方がよく分かりましたか	3.84	0.42	***
	事後アンケート (タブレット活用)	12. タブレットの操作は簡単でしたか	3.77	0.49	***
		13. タブレットは学習内容の理解に役立ちましたか	3.84	0.49	***
		14. タブレットにまとめたことを積極的に他の人に伝えられましたか	3.65	0.67	***
		15. タブレットは自分の考えや解き方をまとめるのに役に立ちましたか	3.78	0.53	***
	16. タブレットは他人の意見を理解するために役に立ちましたか	3.86	0.45	***	
	17. タブレットを使った学習は好きですか	3.89	0.43	***	

*** p < .001

事前アンケートで有意差が認められなかった、問2（数学は得意ですか）、問3（数学の授業で、自分の考えをよく発信しますか）においては、ネガティブな意見が半数近くにのぼり（問2: 46% 問3: 54%）、日常の数学の授業に対して苦手意識を持つ生徒が多数存在すること、発表に対して消極的であることが明らかになった（図4）。これまで、発表を躊躇する姿を度々確認しており、これらの課題解決が改めて必要であることが実感されたので、引き続き協働学習の場面を増やしながらか克服したい。

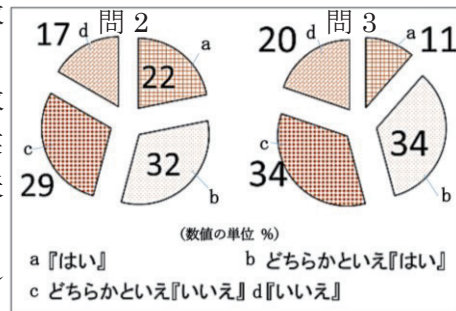


図4 問2(左)と問3(右)の結果

表6は、生徒の感想（自由記述）について、まとめたものである。肯定的な意見は、興味・関心に関するもの、タブレットの特性・操作に関するもの、学習内容や他人の考えの理解に関するもの、発信に関するものが挙げられた。否定的な意見には、タブレットの操作に関するもの、学習内容や授業展開に関するものがあつた。

表6 生徒の感想(自由記述)

否定的な意見として挙げられた、タブレットの操作に関する問題点を解決する方法は大きく2つに分けられると考える。1つは、生徒自身が情報技術を適切に扱える知識・技能（活動スキル）を高めることである。個人の活動スキルを高めるためには、発達段階に合わせて、継続的にICTを活用したり、情報を扱う能力を測るスキルテストを行ったりするなど、情報活用能力を総合的に向上させる学習活動を

項目	感想(人数)
肯定的な意見	興味・関心の高まりに関する記述(40) タブレットの特性・操作の利点に関する記述(33) 学習内容や他人の考えの理解の高まりに関する記述(46) 自身の意見の発信の容易性に関する記述(13)
否定的な意見	タブレットの操作 操作に慣れずとまどった(4) 写真を撮るときに影ができてしまう 送信後に修正ができない
	学習内容や授業展開 問題が難しかった(2) 普通の学習スタイルがよい

カリキュラムに位置付けていかなければならないと考える。もう1つの解決方法は、授業構想力を高め、ICTのトラブルがあった際には、教師が即座に対応ができるように、授業展開に柔軟性をもつことである。授業においては、目的ではなく手段としてICTを活用している。ICT活用を手段の1つと考えた授業構想をしていれば、別の手法に置き換えることは可能であろう。授業構想力を高め、さまざまな手段をもって授業を実践していくことが教師には必要であると考えられる。

生徒が学習内容を難しいと感じることは、ICTの使用・不使用に関わらず存在することであり、生徒の実態に合わせた授業を構想していくことが大切である。ただし、そこにICTの操作活動が加わると、生徒の負担感が増え、学習課題の達成に集中できなくなる可能性がある。したがって、タブレットを用いた授業を構想する際には、タブレットを用いた活動は意図的で限定的なものとし、学習課題の達成に役立ったと生徒が実感できる機会を増やしていくことが大切であると考えられる。そのため、生徒が情報機器を操作する活動への負担感を軽減するための手立てが求められる。

(2) 検証授業前後の学習者の変容

ロイロノートの個人サーバーには、それぞれの学習活動履歴が残っており、その記録を教師機にまとめ、生徒の思考について事後検証することができる。事後検証した内容は、表7に挙げた3点である。その3点について、ロイロノートの学習履歴で確認し、考察した。

まず、個別学習終了時に個人がワーク

シートを撮影した時点での学習履歴を調べた。対象クラス内の32名の学習者のうち、個別学習の時間における履歴をみると、31名が時間内に考えの整理ができていた(図5)。生徒の考え方を整理すると、図6のようにA～Dの4つのパターンに分類された(図6)。

学習場面ごとの正解数と考え方を分類すると表8の通りであった。個別学習後は、正解者が31名中24名おり、考え方の分類ではAが最も多かった。その後の班学習においては、式を誤っていた班はCとDの考え方が1班ずつおり、いずれも立式ができていなかった。授業後の類題による評価テストでは、30名が正解し、2名が不正解であった。上述の(1)「各々の生徒が、どの場面で正解を導き出すことができたのか」については、授業が進むにつれて理解した生徒が増えていったことが分かった。個別学習直後の正解者は24名であったが、評価問題で30名正解したことから、協働学習を通して学習内容について理解を深められたことがわかった。また、(2)「学習者の解法は何通り存在していたのか」については、解法例は4通りが挙げられた。班活動や一斉提示を通して、多様な解き方にふれることができたと考える。(3)「正解を求めることはできなかったが、解き方としては正しいもので、次時に紹介できるものはなかったのか」については、Dの考え方であったことが分かった。ただ、Dの考え方の3名は、授業内で正しい立式までたどり着けないままであったので、補足説明を行うなどの対応が必要であった。

表7 事後検証した内容

(1)	各々の生徒が、学習活動のどの場面で正解を導き出すことができたのか
(2)	学習者の解法は何通り存在していたのか
(3)	正解を求めることはできなかったが、解き方としては正しいもので、次時に紹介できるものはなかったのか



図5 個別学習における学習履歴

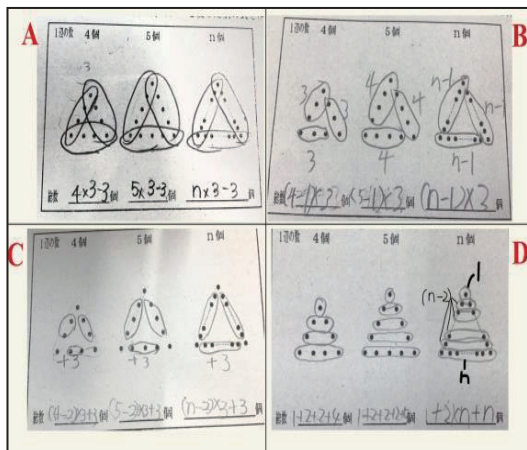


図6 考え方の分類

表8 学習場面ごとの正解数と考え方の分類内容

		個別学習後(31人)		班学習後(9班)	
		正解	不正解	正解	不正解
考え方の分類	A	15	0	3	0
	B	8	1	3	0
	C	1	3	1	1
	D	0	3	0	1

今回は、生徒の使用したタブレットの学習履歴を活用することで事後検証を行ったが、これまでは生徒が使用しているノートを回収して行っていた。この場合、途中経過が見えないという点や生徒が復習をするために早く返却しなければならないという点が課題であった。一方、タブレットの履歴から検証・評価を行うと、個別学習で理解したのか、協働学習後に理解したのかといった、途中経過が把握でき、授業内で扱いきれなかった生徒の思考を次時の学習で紹介したり、他のクラスでとりあげたりすることが容易にできることが示された。

6. おわりに

本研究で、協働学習場面でのタブレットの活用が、興味・関心を高め、他者の考えを理解する手段として効果を示すことが確認できた。また、発信・伝達に対する苦手意識を解消し、積極的に自分の意見を示す手段としても有効であることが示唆された。また、残された学習履歴については、その後の評価や授業改善に活かせることについて確認できた。

今回作成した、数学科におけるタブレット活用の授業構想図を参考にして、その他の学習活動についても実践を行い、研究を深化させたい。特に、個別最適化された学びや、情報活用能力を高めるための数学科ならではの授業方法についてさらに研究を重ねていきたい。

引用・参考文献

- 1) 文部科学省 (2018) Society 5.0 に向けた人材育成
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/__icsFiles/afieldfile/2018/06/06/1405844_001.pdf
(参照日 2020.02.05)
- 2) 中学校学習指導要領 (2017) 第3章2の2 (1)
- 3) 中学校学習指導要領数学編 (2017) 第4章2 (2)
- 4) 文部科学省 (2019) 主体的・対話的で深い学びの実現に向けた ICT 活用の在り方と授業事例
- 5) 文部科学省 (2014) 学びのイノベーション事業実証研究報告書
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shougai/030/toushin/1346504.htm (参照日 2020.02.26)
- 6) 文部科学省 (2018) 教員の ICT 活用指導力チェックリスト
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/__icsFiles/afieldfile/2019/05/17/1416800_001.pdf
(参照日 2020.02.28)
- 7) 文部科学省 (2019) 教育の情報化に関する手引き 第4章2の2 (3)
- 8) 文部科学省 (2019) 情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン
- 9) 国立教育政策研究所 (2018) OECD 生徒の学習到達度調査 (PISA)