

複式学級における ICT を活用した授業の研究

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
香南市立吉川小学校 教諭 水口 蒔

【研究の概要】

本研究の目的は、複式学級や小規模学級において他者意識の低さや多様な価値観にふれる機会が少ないという課題を解消し、すべての児童での協働学習が可能であるというよさを活かすための ICT の効果的な活用を提案することである。前者の課題に対し、ICT を活用して他校と遠隔で結んだ協働学習を考案した。後者の課題に対し、ICT を思考ツールとして活用した創作的・探究的授業を考案した。遠隔協働学習は、児童が他校の文化や多様な価値観にふれることを可能にし、児童に多角的な視点から自己の考えを深めさせることができた。また、ICT の思考ツールとしての活用は、自由な創作活動や探究活動、説明活動を可能にし、学年差や学力差を超えた協働的学習を実現できた。これらの授業デザインにおいて、ICT やそのソフトの効果的活用法と限界も判明し、具体物との併用が効果的であることが分かった。また、実践上の課題や ICT 活用を前提とした指導法の改善点も明らかになった。

【キーワード】 ICT活用 複式学級 小規模学級 遠隔授業 異学年協働学習

1. はじめに

複式学級や小規模学級は、異学年が存在することや少人数であるというよさを活かして、すべての児童が協働で探究する学びを実現しやすい学習環境にある。一方で、学校生活の同質性による他者意識の低さや、多様な意見や価値観にふれる機会が少ないため、多様な考えや多角的な見方をもとに自らの考えを深める学びが難しいという課題がある。本研究の目的は、複式学級や小規模学級の課題を解消し、そのよさを活かす学習を実現することをめざして ICT の効果的な活用事例を提案することである。

2. ICT 活用の教育的意義

(1) ICT の効果的な活用としての教材・教具や学習ツールについて

文部科学省は、「子供や学校等の実態に応じ、各教科等の特質や学習過程を踏まえて、教材・教具や学習ツールの一つとして活用」することを ICT 活用の基本的な考え方として提示している。そこで、本研究では、佐伯の論考をもとに、複式学級や小規模学級の実態に応じた教材・教具や学習ツールとしての ICT の効果的な活用を考察し、コミュニケーションツールと思考ツールの 2 つのツールとしての活用に着目した。以下では、ICT を 2 つのツールとして活用する授業の教材開発や授業デザイン及び授業実践を通してその効果と課題を考察する。

(2) コミュニケーションツールとしての ICT 活用について

佐伯は、コミュニケーションによる他者意識の育成について次のように述べている。コミュニケーションとはただ互いの「情報」提供や「データ交換」だけではなく、具体的な事物のうしろにある人や文化の交流でもある。また、そのような交流によって自分とは違う相手の文化や習慣に触れることは、別の存在者を意識することにつながり、これが他者意識の育成につながる。さらに、他者との対話は自分との対話であり、自分を他者の立場から見直すことにもなる（佐伯 1997）。

様式 4

コミュニケーションツールとは、円滑なコミュニケーションを目的とした情報伝達や情報の集約・提示の道具のことを指している。授業では、情報をやり取りする集団として、学級内と学級外の場合が考えられ、それぞれのコミュニケーションツールとして以下のようなものが挙げられる。

- a. 授業クラス内で思考を共有するツール（例）Google Jamboard, ロイロノートなど
- b. 他校や他学級との遠隔の会議システム（例）Google Meet, Zoom など

本研究では、複式学級や小規模学級の課題解決を考慮し、佐伯の主張するコミュニケーションによる他者意識の育成には、ICT を b. として活用した遠隔協働授業が有効と考え、Google Meet を使った授業デザインを考案し、研究授業を行った。

(3) 思考ツールとしての ICT 活用について

佐伯は、授業における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. 略図的關係を内化する機能（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

本研究では、児童の考えを見えるようにし、思考することを助け、考えを深めるためのアプリを思考ツールとしてとらえ、以下のようなアプリの活用法について考えた。

- ・プログラミングで試行するアプリ（例）プログル, Scratch など
- ・シミュレーションのアプリ（例）デジタル教科書, GeoGebra など
- ・思考を整理するアプリ（例）Google Jamboard, ロイロノート（マッピング機能）など

複式学級や小規模学級における協働的学習に有効なのは、道具的特性の b. c. d. の機能に着目した ICT の思考ツールとしての活用であると考え、b. c. d. の機能を発揮する上記のアプリの活用法を開発すると共に、それを使った授業デザインを考案し、研究授業を行った。

3. 開発した ICT 活用の授業実践

ICT を2つのツールとして活用した授業実践とアプリは以下の通りである。

(1) ICT をコミュニケーションツールとしての活用した授業実践〈使用アプリ:Google Meet〉

- a. 第5・6学年外国語科「自己紹介しよう」（令和3年6月11日実施）
- b. 第1・2学年国語科「伝え合おう」（令和3年6月15日, 6月22日, 7月20日実施）
- c. 第3・4学年社会科「お互いの地域について知ろう」（令和3年10月12日, 10月26日実施）
- d. 第1・2学年国語科「伝えよう・知ろう」（令和4年6月7日実施）
- e. 第5学年国語科「問題を解決するために話し合おう」（令和4年9月27日実施）

このうち、特に c. d. e. について4. で詳説し、成果と課題を考察する。

(2) ICT を思考ツールとして活用した授業実践

- a. 第6学年算数科「正多角形を描こう」（令和3年7月13日実施）〈使用アプリ:プログル〉
- b. 第4学年算数科「計算ピラミッド」（令和3年9月24日実施）〈使用アプリ:GoogleJamboard〉
- c. 第4学年算数科「数の家」（令和3年11月9日実施）〈使用アプリ:Google Slides〉
- d. 第3・4学年国語科「物語を作ろう」（令和3年11月30日実施）〈使用アプリ:GoogleSlides〉
- e. 第1・2学年算数科「アリスモゴン」（令和4年7月12日実施）〈使用アプリ:GeoGebra〉
- f. 第6学年算数科「鏡の本」（令和4年10月28日実施）〈使用アプリ:オクリンク〉

様式 4

- g. 第 6 学年算数科「アリスモゴン」(令和 4 年 11 月 11 日実施)〈使用アプリ:GeoGebra〉
h. 第 1・2 学年算数科「鏡を使った学習」(令和 4 年 11 月 22 日実施)〈使用アプリ:GeoGebra〉
このうち、特に e. g. について 5. で詳説し、成果と課題を考察する。

4. コミュニケーションツールとして ICT を活用した授業づくり

(1) 第 3・4 学年社会科「お互いの地域について知ろう」(令和 3 年 10 月 12 日, 10 月 26 日実施)

① 複式学級における社会科授業の課題と ICT 活用

社会科においては、実社会の人々の話を聞く活動の充実や社会的な見方・考え方を用いた考察・構想・説明・議論等の学習活動が求められている。しかし、複式学級や小規模学級においては、調べ学習で児童が手分けして様々な情報を集めたり、多角的・多面的に議論等で学習を深めたりすることが難しい。そこで、Google Meet を活用した他校との遠隔協働授業が効果的であると考えた。

② コミュニケーションツールとして ICT を活用した第 3・4 学年社会科の授業デザイン

県内 A 小学校と B 小学校の各地域の特産物や伝統・文化について紹介する内容を設定した。まず、事前学習として、それぞれの学校で自分たちの地域についてグループで調べ学習を行い、写真や文章でスライドにまとめ、発表の練習をさせる。遠隔授業では、画面共有でスライドを提示しながらそれぞれの学校の地域についてグループごとに調べたことを発表させる。聞き手には、発表の内容をメモに取らせながら聞くようにさせる。さらに、もう 1 つの電子黒板に紹介したものをイラストや表で提示する。これは、情報を視覚的に捉えさせると同時に、それらの違いについて注目させることをねらいとしている。各グループの発表の後には質問の時間を取る。発表後、地理的(場所)・歴史的(今と昔)・経済や生活的(産業や人々の思い)観点及びその他で分類する表に地域の特産物や伝統・文化を整理させる。この表を使って、社会的見方・考え方で他の地域と自分の地域とを比較することで、相手の地域について知るだけでなく、新たな視点で自分たちの地域について振り返り、身近な生活における課題を再発見し、その解決のために自分たちにできることについて理解させることをねらいとした。

③ 教室環境と学習形態

各教室の ICT 関連機器の設置は図の通りである。各校 2 台の Chromebook を使用している。そのうち 1 台は、電子黒板、マイク・カメラ、スピーカーに接続しており、児童はこれを使って映像を双方向で通信しコミュニケーションを取る。もう 1 つの Chromebook は、イラストや表の提示専用として横に置かれた電子黒板に接続しており、2 校の教員が Google Jamboard で遠隔で同時に編集できるようにしている。

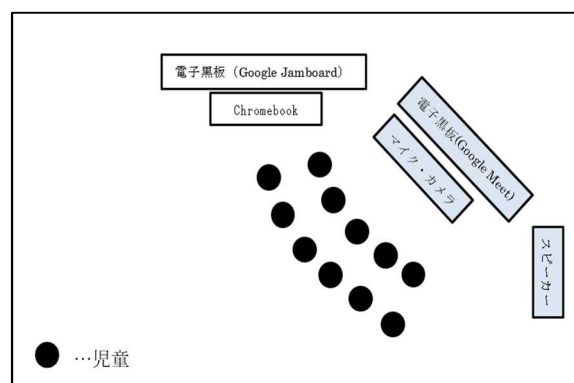


図 1 遠隔協働授業の教室環境

(2) 第 1・2 学年国語科「伝えよう・知ろう」(令和 4 年 6 月 7 日実施)

① 複式学級における国語科授業の課題と ICT 活用

複式学級では他者意識をもたせることが難しく、国語科の「話すこと・聞くこと」領域の教材において、コミュニケーション活動に必然性をもたせ、話題の共通点や相違点について興味・関心を引き出すことが困難である。そこで、Google Meet を活用し、遠隔で他校とつなぐことにより、相手を意識して、大きな声で話したり丁寧な言葉を使ったりすることに必然性を持たせることができるのではないかと考えた。また、違う地域の学校の児童と実際に交流することは、共通点や相違点

様式 4

について対話したいという意欲を引き出すことに効果的であると考えた。

② コミュニケーションツールとして ICT を活用した第 1・2 学年国語科の授業デザイン

県内 A 小学校と B 小学校の学校生活について互いに紹介する活動を国語科の授業としてデザインした。対応する教科書（東書）の教材は、1 年生「みんなにはなそう」、2 年生「外国の小学校について聞こう」である。活動内容や到達目標は各学年の教材に対応させて次のように設定した。1 年生には学校生活のことをクイズ形式で紹介させ、相手を意識した話し方を身につけさせることをねらいとした。2 年生には学校生活の様子をやや詳しく文章で紹介させ、共通点や相違点を理解させることをねらいとした。紹介する内容に合わせた写真と文字で作ったスライドを画面共有しながら、まずは 2 年生に学校生活について紹介させる。次に、1 年生に学校生活についてクイズ形式で紹介させる。紹介された内容を知った上で、それをもとに興味をもったことや比較してみたいことなどを両方の学校からさらに質問させる。最後に、学校生活の共通点や相違点について写真を使いながら整理して考えさせ、改めて自分たちの学校について振り返られるようにする。

③ 教室環境と学習形態

各教室の ICT 関連機器の設置は図の通りである。各校 1 台の Chromebook を電子黒板、マイク・カメラ、スピーカーに接続しており、Google Meet で相手校の同じように接続されている Chromebook につながっている。児童はこれを使って映像を双方向で通信しコミュニケーションを取る。(1)の社会科での遠隔協働学習とは異なり、電子黒板ではなく黒板を使って、共通の授業の流れや話す時のポイントなどを提示することにした。

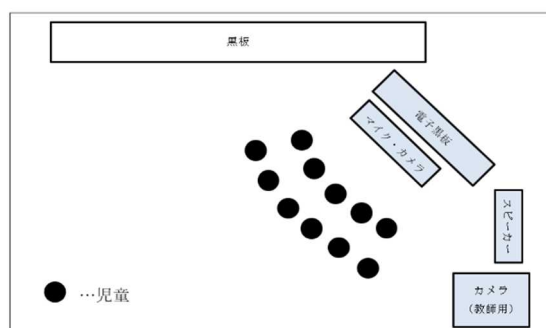


図 2 遠隔協働授業の教室環境

(3) 第 5 学年国語科「問題を解決するために話し合おう」(令和 4 年 9 月 27 日実施)

① 複式学級における国語科授業の課題と ICT 活用

国語科「話すこと・聞くこと」領域における話し合い活動の主要な目標の一つは、他者との対話によって考えを広げることであるが、複式学級や小規模学級では多様な意見に触れる機会が少ないため、この目標を達成することが難しい。この課題を解決するために遠隔協働学習が有効と考え、第 5 学年において ICT をコミュニケーションツールとして活用する授業を考案した。その際、意見交流へのより積極的な参加を促し、自由な意見交流を可能にするために、全員にマイク付きイヤホンを着させ、Google Meet で児童すべての PC をつないで同時に対話に参加できる形態とした。

② コミュニケーションツールとして ICT を活用した第 5 学年国語科の授業デザイン

本授業で対応する教科書（東書）の教材は、第 5 学年国語科「問題を解決するために話し合おう」である。単元目標は、「意図を明確にしながら計画的に話し合い、考えを広げたりまとめたりする」である。この教材を遠隔協働学習で扱うこととし、県内の A 小学校と C 小学校を Google Meet でつなぎ、課題解決に向けて話し合う授業をデザインした。話し合いの議題は、学校で実際に課題となっている「給食の食べ残しの問題」を取り上げ、「給食の食べ残しを減らすためにどのような取組をすればよいか」と設定する。話し合いの流れは「問題を確かめる→問題の原因を考える→解決するために取り組む方法を考える→話し合いをまとめる」という 4 段階で設定し、協働して解決策を練り上げる授業をデザインした。司会・進行役は A 小学校の 1 人の児童が行うことにする。司会の児童が手を挙げている児童を把握しやすくするために、発言の際には Google Meet の挙手機能を使うこととする。意図を明確にしながら計画的に話し合いを進め、他者の意見を取り入れ

様式 4

ながら多角的に原因を捉えさせるため、話し合いの過程での児童の意見が共有できるように、児童の意見を教師が即時に Google Jamboard に記入して電子黒板（提示装置）に表示することとした。その際、原因と解決策や実際の取組を付箋で色分けし、それらの関係を視覚的に捉えやすいようにする。

③ 教室環境と学習形態

各教室の ICT 関連機器の設置は図の通りである。児童が各自の PC を通して直接対話ができるように、児童各自の PC をつなぐ回線と Google Jamboard を共有する回線の 2 回線の Google Meet で 2 校をつなぐこととする。児童は全員マイク付きイヤホンを装着し、Google Meet でつながった自分の PC を通して同時に対話に参加できる形態となっている。電子黒板（提示装置）は Google Jamboard が接続されており、教師が即時に記入した児童の意見が表示され、色分けされた原因と解決策や実際の取組が共有される。

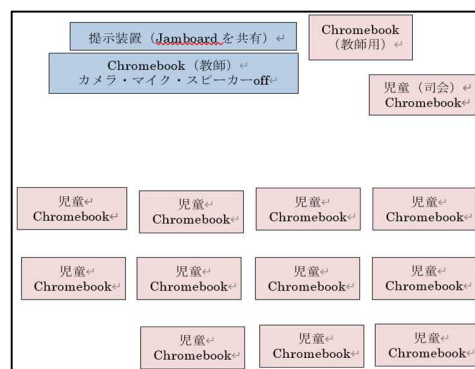


図 3 遠隔協働授業の教室環境

(4) ICT をコミュニケーションツールとして活用した授業実践から得られた成果と課題

① 複式学級における課題の解決に有効であったか

社会科において、ICT を活用した他校との遠隔授業は、実際にその地域に住んでいる児童から特産物や伝統・文化について学ぶことで、自分たちだけで行う調べ学習や教科書のみの学習では実現できないような、実感を伴った学びを実現することができた。また、国語科の授業では、普段は他者の意見を最後まで聞くことが難しい児童が、相手の話をしっかりと聞く姿に変わった様子を見ることもできた。これは、普段接している他者とは違う集団との交流により得られた望ましい効果である。さらに、第 5 学年国語科の授業では、児童の PC 同士を直接つないだことで、他者の意見をいつも集中して聞く環境になり、ほとんどの児童が話し合いに意欲的に参加し、他者の意見をもとに自分の考えを見直す態度を助長するのに効果的であった。このことは、全体で 1 つの端末を接続する交流より優れていた点である。

以上のように、ICT をコミュニケーションツールとして活用した他校との遠隔協働学習は、複式学級や小規模学級でも他者を意識し、積極的にコミュニケーションを取ろうとする態度を引き出した。さらに、異文化にふれることで自らを見直すという佐伯が主張するコミュニケーションによる学びを可能にした。つまり、他者意識の低さや、多様な意見や価値観にふれる機会が少ないため、多様な考えや多角的な見方をもとに自らの考えを深める学びの実現が難しいという課題の解消に有効であったと言える。

本研究での遠隔のコミュニケーション活動は、児童にとっても初めての体験であり、対話の型を教師から与え、事前に練習させる方法を取った。遠隔協働学習では、できるだけ児童の自発的な発言を取り上げるように支援したが、十分に自発的な対話までは至らなかった。今後の課題として、型どおりの対話から自発的な対話へ促すための指導方法についてさらに検討したい。

② 異学年で協働して学ぶよさが活かされたか

第 1・2 学年国語科では、活動内容を学年の到達目標に対応させてそれぞれ設定したことで、1 年生は相手を意識した話し方を身につけること、2 年生は共通点や相違点を理解することというような発達段階に応じた「話すこと・聞くこと」の適切な学びを効果的にさせることができた。一方で、異学年が協働して活動することで、主語や述語が抜けてしまう 1 年生の児童が、2 年生や他の児童の発表を真似して発言したり、質問タイムで 1 年生が 2 年生の表現を真似して質問したりする

様式 4

姿が見られた。つまり、上学年は下学年の模範となろうとし、下学年は上学年を真似して自身の表現方法を改善しようとするという相乗効果が生まれ異学年で協働して学ぶよさが活かされた。

しかし、発表する活動が中心となり、共有して統合したり、振り返ったりする活動に十分な時間が取れなかった。限られた時間の中でこれらの活動も十分に行えるように、児童の実態把握をもとにした発表内容の精選が必要である。また、児童が情報を簡潔に整理したりフィードバックしたりすることができるように指導することも必要であり、これらが今後の課題である。

③ 深い学びを実現することができたか

本研究では、教科や単元の特性に応じた深い学びにつながる活動を設定した。社会科では、社会的な見方・考え方を地理的・歴史的・生活や経済的観点から捉えることとし、地域の特産物や伝統・文化をこれらの観点から捉える活動を設定した。例えば、特産物を表1のように整理し、これを示しながらそれぞれの立場で気づいたことを共有することで、特産物を通して相手の地域、さらには自分たちの地域への理解を深めさせることができた。国語科では、それぞれの学校の共通点や相違点を見つけさせたり、他者の意見を自分の意見と比較させたりすることで、自分のクラスや地域の文化を見直すことを深い学びにつながる活動として設定した。実際の授業では、児童は異文化や多様な価値観にふれ、それを自分の考えや価値観と比較することで、自分のクラスや地域の文化を新たな視点で振り返り、理解を深めることができた。以上のことから、ICTを活用した他校との遠隔授業は、多様な考えや多角的な見方をもとに自らの考えを深める学びを実現できたと言える。

授業実践を通して、深い学びの実現には教科や単元の特性に応じた活動の設定が重要であることが分かった。今後も各教科の単元の教材研究を通して、特性に応じた深い学びを設定して授業をデザインしていきたい。

表1 2校の特産物のまとめ

	うなぎ	しらす	にら・らっきょう	あめご	鹿	ゆず玉
場所	池（育てられている）、川	海の上の方	らっきょうは砂地にら畑	山の川 流れが強い川 きれいな川	山の木がいっぱいあるところ 学校の近くの山	山のしゃも面 ゆず畑
今と昔	育てる所が減った 数が少なくなった	昔は手作業 今は機械	60年前からハウスで作りはじめた（一年中とれるようになった） 中国から伝わった 作る数が増えた	（数がへった...?）	数が増えたりょうしがへった 鹿を食べるようになった	GIとうろく（昔からの作り方で高い品質）
生活	えさ一ヶ月280万	近所の市場で売られている 漁港でおじいちゃんがつとっている よく食べている 学校の近くでおじゃこをつくっている	生産量全国一位 お店やスーパーで売っている 自分の家で作っている 学校でも作っている	3月～8月はつりをしている よい 9月～2月は産卵期で釣りができない ふるさと市	給食に鹿バーガーが出ている 木の皮を食べる（あみをはってふせいでいる） りょうしがつぼうでとっている	スーパーでも売っている 学校の近くに工場がある 出荷量807t
その他	魚粉がえさ 育てているのは全部オス	干し方は天日干し 茹でるときは100℃で7～8分 おじゃこはイワシの赤ちゃん 旬は春と秋	種類がいっぱいある ニラとスイセンが似ている ニラとらっきょうの花の色が違う	赤いツブツブ模様 白身魚 塩焼きで500円で売られている 近くの温泉のところにもある	カロリーが低いのでダイエットをしている人におすすめ	日本一の産地 ゆずジュースもある

5. 思考ツールとして ICT を活用した授業づくり

(1) 複式学級における算数科授業の課題と ICT 活用

複式学級や小規模学級のよさは、児童一人ひとりの授業への取組を十分に見取ることができ、すべての児童が主体的に活躍できる協働学習を実現できる点にある。しかし、特に算数は系統的で累積性の高い教科であるため、基礎的な知識や技能の学年差や習熟度の違いを超えて、すべての児童

様式 4

を同じ探究活動に参加させることは難しい。この課題を解消するために、●をタブレット画面上で自由に動かせるグラフィックを動的数学ソフト GeoGebra を活用して作成し、暗算や記号操作が苦手な児童でも●を操作することで課題を探究できる思考ツールを開発した。また、全体で話し合う際には、この思考ツールの操作画面を電子黒板に提示することで、言葉や記号による説明が苦手な児童でも●の操作による説明で話し合い活動への主体的な参加を可能にした。

(2) 教材「アリスモゴン」を用いた授業づくり

① 教材「アリスモゴン」とは

「アリスモゴン (Arithmogons)」とは 1975 年にイギリスの数学教育学術誌に初めて McIntosh と Quadling によって紹介された数学的教材であり、ドイツの数学教育学者 Wittmann は図 4 のような児童が操作できる形に変えて、ドイツの算数教科書 *Das Zahlenbuch* の重要な教材として採用しているものである。これは、三角形の内側の 2 つの部分の和が外側の□の中の数になるという規則で作られている。

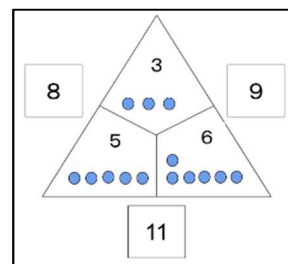


図 4 アリスモゴン

アリスモゴンの小学校算数科への位置づけは、「数と計算」領域における加法・減法の意味を理解したり、その計算に習熟したりする計算問題になる。しかし、*Das Zahlenbuch* では、図 5 のような問題構成がなされており、ただの計算問題で終わらせていない。

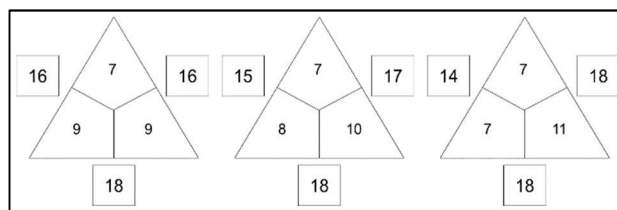


図 5 *Das Zahlenbuch* のアリスモゴン例

3 つのアリスモゴンを左から連続して見たとき、内側の 7 や外側の 18 が変化していないことや、外側と内側の左の数は 1 ずつ減り、右の数は 1 ずつ増えている構成になっている。このように、単に加法・減法の計算練習をさせるだけでなく、数の変化に着目させ、パターンや構造の美しさを体験できる仕組みが施されている。Wittmann は、このような構造化した練習を「生産的練習 (productive practice)」と呼んでいる。この一連のアリスモゴンに着想を得て、数を 1 ずつ変化させて、他の数がどのように変化するかを探究させることで、不変性や共変性などの関数的法則に気づかせようと考えた。このようなアリスモゴンを活用した問題解決に取り組ませることで、「数と計算」領域だけではなく、「変化と関係」領域における関数的考え方の涵養もねらいとした授業をデザインできると考えた。

② 第 1・2 学年における授業デザイン (令和 4 月 7 月 12 日実施)

最初に、図 6 のような 3 つの領域に入る数を見つける課題を提示する。この課題は加減では直ちに求められない。そこで、次のような方法を提案する。まず、内側の青に 1 を仮に入れて、外側の左右の数から減法を用いて赤と黄色の数を求め、赤と黄色の数の和が 6 になるかどうかを検討させる。青の数が 1 のときは赤と黄色の数の和が 6 にならず 16 になることから青の数は 1 ではないことを確認する。次に、青の数を 1 増やし、2 を仮に入れて赤と黄色の数を求め、その和が 6 になるかどうかを検討させる。以下同様に青の数を 1 ずつ増やしていき、赤と黄色の数の和が 6 になるときを見つけさせるのである。その際、GeoGebra で作った ICT 教具

(図 6) を使い、実際に●を操作させることで、数字だけの計算が苦手な児童や 10 以上の計算ができない児童も取り組むことができると考えた。一連の操作を通して、青の●を 1 個増やすと元あった赤と黄色の●を 1 個ずつ取ることになることから、青の数を 1 増やすと赤と黄色の数は 1 ずつ減るといった数の共変性を理解させる。またその結果、赤と黄色の●を合わせて 2 個取ることになり、その和は

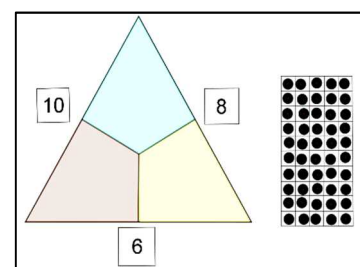


図 6 アリスモゴンの操作画面

様式 4

2 ずつ減っていることに気づかせたいと考えた。ICT 教具を使って青の●を 1 個ずつ増やしていく一連の操作を各自で取り組ませ、その結果を数字で記録したアリスモゴンの図（下の□には赤と黄色の和を記入する）を黒板に並べて示し（図 7）、連続的に見ることで以下の法則を発見させる。

- a. 青の数が 1 ずつ増えると、赤と黄色の数は 1 ずつ減る
- b. 青の数が 1 ずつ増えると、外側の下の数は 2 ずつ減る

見つけた法則を全体で確認・共有し、その法則を使ってさらに提示した問題を解決させる授業過程にした。この問題解決活動を通して、整数の加減や補数の活用力だけでなく、低学年から関数的な見方・考え方を育成することも本実践のねらいとした。

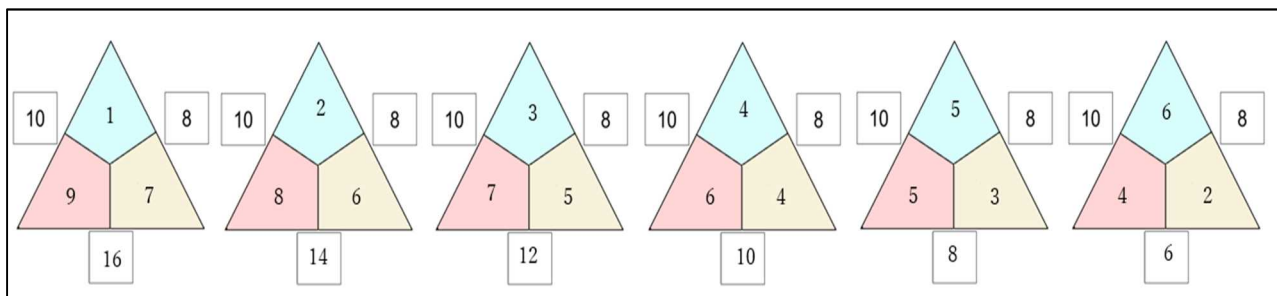


図 7 黒板に並べたアリスモゴン

③ 第 6 学年における授業デザイン（令和 4 年 11 月 11 日実施）

まず、図 8 のアリスモゴンの内側の数を求める問題の解決を最終目標として与える。次に解決の糸口を考えるため、外側の数 $73 \cdot 64 \cdot 29$ を小さい数にした $6 \cdot 10 \cdot 14$ のアリスモゴンの解決を提案する。この問題を解くために、外側の数をすべて 10 にしたアリスモゴン（図 9）を黒板の左端に提示し、「始まりのアリスモゴン」と呼ぶことにする。この場合、内側の数は 10 の半分の 5 になることを直感的に見つけることができる。この「始まりのアリスモゴン」から外側の下の数は 10 のまま、外側の左の数を 1 減らし 9、右の数を 1 増やし 11 にしたときの、

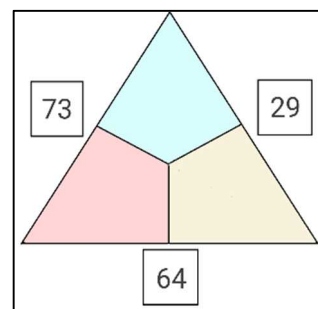


図 8 最終目標のアリスモゴン

内側の数を考えさせる。その際、ICT 教具（図 9）を使って、内側の青・赤・黄色の●の個数の総和は変えずに「●を 1 個だけ動かせばできる」というヒントを与え、赤から黄色に 1 個移動すればよいことに気づかせる。以下同様に、外側の下の数は変えずに外側の左の数を 1 ずつ減らし、右の数を 1 ずつ増やしたアリスモゴンの内側の数をタブレット上の●を操作しながら求めていき、外側の数が $6 \cdot 10 \cdot 14$ のアリスモゴンを解決させる。一連のアリスモゴンを横に並べて観察させ、関数的法則を探究させる。このとき児童に発見させたい法則は、以下の 4 つである。

〈下の数は変えずに、外側の左の数を 1 減らし、右の数を 1 増やしたとき〉

- a. 内側の青の数は変わらない
 - b. 内側の赤の数は 1 減り、黄色の数は 1 増える
 - c. 外側の左右の数の和は変わらない（この法則から「始まりのアリスモゴン」の外側の左右の数は同列のアリスモゴンの「外側の左右の数の和 $\div 2$ 」で求められる）
 - d. 「始まりのアリスモゴン」の内側の赤と黄色の数は外側の下の数の半分になる
- c. の法則に気づきやすくするために、ICT 教具（図 9）

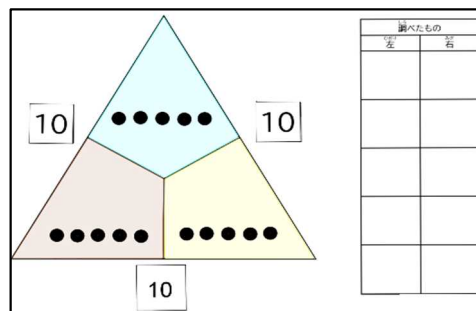


図 9 タブレット上のアリスモゴン

は、外側の左右の数のカードを動かすと下から新たなカードが出現するようにし、調べ終わったカ

様式 4

ードを右表に入れて整理できるような仕掛けにした。法則を発見させた後、その一般性を意識させると共に、解決したいアリスモゴンに対応する「始まりのアリスモゴン」の外側の数は c. の法則によって求められることを理解させるために $9 \cdot 10 \cdot 17$ のアリスモゴンに取り組みさせる。最後に、c. の法則をもとに最終目標の $73 \cdot 64 \cdot 29$ のアリスモゴンに対応する「始まりのアリスモゴン」の外側の数 $51 \cdot 64 \cdot 51$ を見つけ、d. の法則から内側の数を求め、a. の法則により問題を解決する。

このように最終目標のアリスモゴンを解決するだけでなく、その解法の一般性を意識させるという授業をデザインした。低学年では、関数的法則を見つけて解決することはできても、その解法の一般性を意識させることは難しい。しかし、高学年では解決過程を数式で表現し記号化を図ることによって可能であると考えた。さらに発展として外側の左右の数の和が奇数になる $7 \cdot 6 \cdot 2$ のアリスモゴンを与え、一般的解法が適用できるかを考えさせ、自然数の範囲では解がない場合を意識することで数の拡張の必要性に気づかせたいと考えた。

また、このような問題解決活動を通して、難しい問題も簡単な数に置き換えて法則を見つければ解決することができるという問題解決ストラテジーの有用性と面白さを感じさせることもねらいとした。

(3) ICT を思考ツールとして活用した授業実践から得られた成果と課題

① 複式学級における課題の解決に有効であったか

本実践で数を 1 ずつ変化させたときの全体の変化を考察する際、思考ツールの●を操作させたことは、児童が積極的に関数的法則を発見しようとする態度を促すことに大変効果的であり、学年に関係なく、児童が数の変化の関係を理解することを促した。特に第 6 学年では、児童自らが法則を発見するだけでなく、その法則を適用して最終目標のアリスモゴンを解くことができた。「アリスモゴンの外側の数の和が内側の数の和の 2 倍になる」といったデザイン段階で期待していた以上の法則まで発見した。算数が苦手な児童も●の操作を通して法則に気づくことができ、児童自身が発見した法則を使って挑戦的問題を解くという数学的問題解決活動を実現することができた。このように、思考ツールを活用したアリスモゴンの授業は、「数と計算」領域における“数の加減法”の理解や活用だけでなく、「変化と関係」領域における“変化や対応の規則性に着目して問題を解決する”という関数的考え方の涵養に大変有効であった。また、ICT 教具を開発し半具体物として●を扱うことで、記号による足し算の暗算が苦手な児童も探究活動や話し合い活動に参加することができた。以上のことから、アリスモゴンの思考ツールを活用することにより、異なる学年や様々な児童の実態に合った探究活動や話し合い活動を実現でき、すべての児童を同じ探究活動に参加させることができることが分かった。しかし、そのためには対象クラスの既習内容や実態の十分な把握が重要であり、これらを考慮した教材開発や指導方法の改善が今後の課題である。

② ICT の道具的的特性の機能を発揮できたか

本実践では、GeoGebra を使ってタブレット画面上に●を自由に動かせるアリスモゴンの図を作図し、ICT を思考ツールとして活用した。それにより児童は、タブレット上で教師が配布したリンクを開くだけで、課題状況をタブレットの画面上に用意することができ、机の上の環境を気にすることなく探究活動に集中することができた。また「●をどう動かせばよいか」を問うことによって、変化の規則性の探究を、具体的操作を通してさせることができた。数の変化の意味を●の操作として説明させ、数の変化を具体的操作と関係づけたことは、関数的法則の発見と理解の共有を促した。さらに、左から右へ●を 1 つ動かすという操作を何度か繰り返した後は、ほとんどの児童が「もう●を動かさなくても数はわかる」と言うようになった。このことから、タブレット画面上で●の操作を繰り返すことは、操作をしなくても数の変化を理解することにつながり、ICT の思考ツ

様式 4

ールが、佐伯が主張する「略図的關係を内化する機能」として効果的に活用できたと言える。以上のように、ICT を思考ツールとして活用することは、学習環境を整えて具体的操作による探究活動や説明活動を可能にし、略図的關係の内化を促すことに有効であった。

しかし、ICT 操作の説明や実際の操作に時間がかかってしまい、探究活動に十分時間を与えられなかったため、ICT 操作の習熟が実践上のカギとなることを実感させられた。今後の課題として、実態に合わせた授業展開の時間設定や ICT と具体物とを併用した授業デザインの改善、学年差に応じた手立て・支援が挙げられる。

③ 深い学びを実現することができたか

低学年では、加減計算の単純な応用を超えて関数的考え方を働かせた問題解決ができ、第 6 学年では、●の変化や法則を数式によって記号化することで、見つけた法則から一般的解法を導き出す数学化の活動が実現できた。さらに、一般的解法の解が自然数の範囲にない場合を問題化し「左右の数の和が奇数の場合はどうなるのか」という新たな問題を自ら見つけ、教師に質問する児童まで現れた。また、「アリスモゴンを解く」という当初の目的が「法則を見つける」「法則を応用する」へと変容し、数学的探究活動の深化が実現できた。以上のことから、ICT を思考ツールとして活用したアリスモゴンの授業は、数学的な見方・考え方を働かせ、児童自らが新たな課題を持ち、探究を続ける豊かな数学的活動を実現できたと考えられる。

しかし、児童・生徒の数学的に価値ある発想をいかに問題解決の道具として取り上げるか、あるいは時間的制約やその内容の教授可能性などから取り上げないかは、授業デザインでさらに検討すべき課題といえる。

6. おわりに

本研究では、コミュニケーションツールと思考ツールの 2 つのツールとして ICT を活用した授業をデザインし、その教育的効果と ICT 活用の有用性を考察した。ICT をコミュニケーションツールとして活用することは、異文化や多様な価値観に触れ、自分のクラスの文化や価値観を再発見するという複式学級や小規模校では難しい経験を実現することに有効であった。ICT を思考ツールとして活用することは、具体的操作による探究活動や説明活動を可能にし、学年を超えた領域の学習指導の目標・内容・方法を具現化する授業を構成することができ、学年差や学力差を超えて、子どもの実態に合わせた協働的探究活動を実現できることが明らかになった。今後は、遠隔に関わる事前準備や ICT 環境の設定、学習形態についての十分な検討を行い、授業実践を通して、実践上の課題を解決すると共に、多様な児童の実態に対応したソフトの開発を進めていきたい。

<引用参考文献>

- ・佐伯胖(1997)『新・コンピュータと教育』岩波新書
- ・Wittmann, E. C. & Müller, G. N. (2004), Das Zahlenbuch, Klett.
- ・文部科学省(2020)「各教科等の指導における ICT の効果的な活用について【概要】」
- ・嶋村明日華, 水口露, 中野俊幸, 古市直樹(2022)「ICT を活用した複式学級における遠隔授業の開発—小学校低学年国語科の伝え合う活動への活用—」高知大学学校教育第 4 号, pp. 81-88.
- ・佐々祐之(2006)「複式学級における算数科授業デザインに関する研究～合同学習形態による算数科学習指導デザインに関する一考察～」第 39 回数学教育論文発表会論文集(日本数学教育学会) pp. 49-54.
- ・中西大(2020)「複式学級で学び合いを活性化させる同時間接指導：異学年共通テーマと学び方」和歌山大学教育学部附属小学校紀要第 43 号, pp. 120-125.