

2 研究の実際

(1) 文献等による研究

ア 次期学習指導要領に向けた動きから

次期学習指導要領に向けた『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）』の中で、「理科においては、『主体的な学び』『対話的な学び』『深い学び』の三つの視点から学習過程を更に質的に改善していくことが必要」⁽¹⁾とした上で、次のように記しています⁽²⁾。

「主体的な学び」や「対話的な学び」の過程でICTを活用することも効果的であり、授業時間の効率的な活用にも資するものである。例えば、観察・実験の際に変化の様子をタブレットPCで録画したものを何度か再生して確認することにより、結果を根拠として自分の考えを深めることができる。

このことから、「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けた授業改善を進める中でICTを活用すれば、学びの質が充実するだけでなく、学びに割く時間も十分に確保できるということが分かります。この2つの大きな利点を得るために、ICTを活用した授業づくりの方法を探りました。

イ ICTを活用した事例及び各学習場面におけるICT活用のポイント

文部科学省『学びのイノベーション事業実証研究報告書』では、「一斉学習」「個別学習」「協働学習」それぞれの学習場面において、ICTを活用した事例及び各学習場面におけるICT活用のポイントについて表1のように示されています。

表1 ICTを活用した事例及び各学習場面におけるICT活用のポイント⁽³⁾

一斉学習	一斉学習では挿絵や写真等を拡大・縮小、画面への書き込み等を活用して分かりやすく説明することにより、子供たちの興味・関心を高めることが可能となる。
A1	教員による教材の提示：電子黒板等を用いた分かりやすい課題の提示
個別学習	個別学習ではデジタル教材などの活用により、自らの疑問について深く調べることや、自分に合った進度で学習することが容易となる。また、一人一人の学習履歴を把握することにより、個々の理解や関心の程度に応じた学びを構築することが可能となる。
B1	個に応じる学習：一人一人の習熟の程度などに応じた学習
B2	調査活動：インターネット等による調査
B3	思考を深める学習：シミュレーション等を用いた考えを深める学習
B4	表現・制作：マルチメディアによる表現・制作
B5	家庭学習：タブレットPC等の持ち帰りによる家庭学習
協働学習	協働学習ではタブレットPCや電子黒板等を活用し、教室内の授業や他地域・海外の学校との交流学習において子供同士による意見交換、発表などお互いを高めあう学びを通じて、思考力、判断力、表現力などを育成することが可能となる。
C1	発表や話し合い：考えや作品を提示・交換しての発表や話し合い
C2	協働での意見整理：複数の意見や考えを議論して整理
C3	協働制作：グループでの分担や協力による作品の制作
C4	学校の壁を越えた学習：遠隔地の学校等との交流

表1の学習場面からは、一方向的な講義形式（一斉学習）での活用だけではICTは十分に生かされず、主体的・対話的な学び（個別学習・協働学習）で活用してこそICTの特性・強みが発揮されることが分かります。つまり、「主体的・対話的で深い学び」が充実した授業づくりを目指していけば、そこにはICTを活用できる場面が自然と生まれてくることとなります。本研究では、特にB5（家庭学習）とC2（協働での意見整理）の活用方法に着目し、その有効性を検証しました。

ウ ピア・インストラクションによる学習の流れ

ピア・インストラクションとは、Eric Mazur によって考案された、大規模講義における生徒の議論を組み込んだアクティブ・ラーニング型の授業方法です。その特徴としては、大人数を対象にして行うことが可能であること、知識の獲得を必要とする理系科目に適用可能であることなどが挙げられます。ピア・インストラクションの実施方法は、次のようにまとめられます。

1. 教師は授業前の予習教材を掲示する
2. 生徒は授業前に予習をする
3. 授業でコンセプテスト（予習で学んだ知識を使って答えを導く多肢選択問題）を実施して生徒が回答する
4. 生徒はそれぞれの選択肢の選択理由について周囲に説明・議論をする
5. 生徒はディスカッション後に再度回答する

（参考：東京大学ファカルティ・ディベロップメント）

ピア・インストラクションの最大の特徴は、コンセプテストを生徒に回答させた後、その正答率に応じて授業の流れが変化するところにあります。コンセプテスト後の授業の流れを、図 1 に示します。

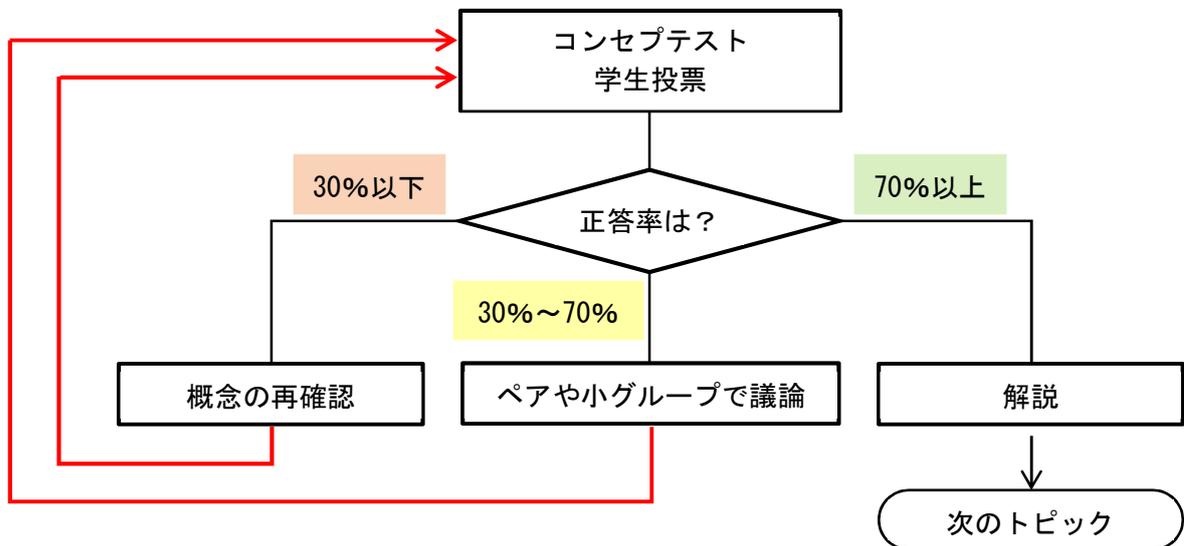


図 1 コンセプテスト後の授業の流れ（参考：東京大学ファカルティ・ディベロップメント）

ピア・インストラクションを行うことで、効果的に協働学習を取り入れることができるようになり、生徒の理解に応じた授業展開が可能になります。本研究では、これらの技法に ICT を取り入れて学習計画を立て、その有効性を検証しました。

エ ICAP フレームワークを用いた学びの質の分類

Micheline T. H. Chi and Ruth Wylie は、「The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes」の中で、生徒の学びの状態について次のように述べています⁽⁴⁾。

Students' engagement with learning materials can be operationalized by the overt (or lack of overt) behaviors they undertake while learning. Although far from perfect, overt behaviors are a good proxy to reflect different modes of engagement that teachers can use to ascertain whether a student is in fact engaged in a specific mode for a given activity. Specifically, students' overt behavioral manifestations can be characterized and differentiated into four behavioral modes: *passive*, *active*, *constructive*, and *interactive*.

さらに、Chi and Wylie は、4つの学習モードは passive<active<constructive<interactive の順番で学びの質が高くなり、constructive と interactive であれば「深い学び」ができると述べています。生徒が与えられた教材を基に独自の図や解法を生み出したり、自分の考えを言葉にして説明したり質問したりしている行動が見取れるならば、その生徒は constructive な学習モードであると言えます。同様に、複数の constructive な生徒が集まり、言語を用いた対話的な学びをしている様子が見取れるならば、その生徒たちは interactive な学習モードであると言えます。つまり、一人だけで学習するよりも、複数名で学習する方が、より「深い学び」になりやすいと言えます。

本研究では、Chi and Wylie の仮説に基づき、授業中の生徒の学習モードが interactive 又は constructive となりやすいように机の配置を工夫し、複数名のグループによる協働学習を効果的に取り入れて授業計画を立てました。また、生徒の協働学習の様子から学びに伴う行動を読み取って I C A P フレームワークを作成し、生徒がどのモードで学習できていたのかを検証しました。

(2) 実態調査

ア 生徒の自宅における Wi-Fi 環境及び学習用 P C の管理状況・利用状況について

学習用 P C の家庭学習における活用を構想するに当たって、Wi-Fi 環境及び学習用 P C の利用状況の調査を対象生徒 17 名に対して行いました。Wi-Fi 環境については、17 名全員が自宅で使用することが可能（うち 1 名はスマートフォンからのテザリングを使用）と回答しました。

次に、自宅からでも利用可能な SEI-Net のアンケート機能を利用したことがあるかを調査したところ、「利用したことがある」が 6 名、「利用したことがない」が 11 名となりました。「利用したことがない」と回答した生徒のうち、6 名は「SEI-Net のアンケート機能が自宅から利用できることを知らなかった」と回答しています。SEI-Net のアンケート機能を家庭で利用したことがある生徒の割合が少なかったことから、初回に十分丁寧な指導を行う必要があることが分かりました。

イ 生徒の物理の学習に対する意識調査（事前調査）について

対象生徒 17 名の物理の学習に対する意識調査（平成 29 年 7 月 19 日に集計）を表 2 に示します。この結果より、物理の授業中は意欲的に学習に取り組もうとする姿勢が見られるものの、理解できたと感じている生徒が少ないという実態が分かりました。また、予習・復習が十分に習慣化されていないことも、生徒が授業内容をよく理解できていない原因の一つであると考えられます。この事前調査の結果から、生徒が十分な理解を得るためには、家庭学習を充実させ、予習・復習を行うサポートが必要であると考え、これに I C T を活用する方法を探りました。

表 2 物理の学習に対する意識調査

	よく できている	まあまあ できている	あまり できていない	まったく できていない
1. 物理の授業には積極的に取り組むことができている。	0 名	11 名	6 名	0 名
2. 物理の授業の前には予習をして臨むことができている。	0 名	0 名	13 名	4 名
3. 物理の授業の後には自宅で復習ができている。	0 名	4 名	8 名	5 名
4. 物理の授業は十分によく理解ができている。	0 名	1 名	15 名	1 名

(3) 本研究における考え方や取り入れる具体的な手立て

(1) 及び(2)を受けて、ICTによって家庭学習と協働学習が関与し合う生徒主体の学習活動を設定することとしました。

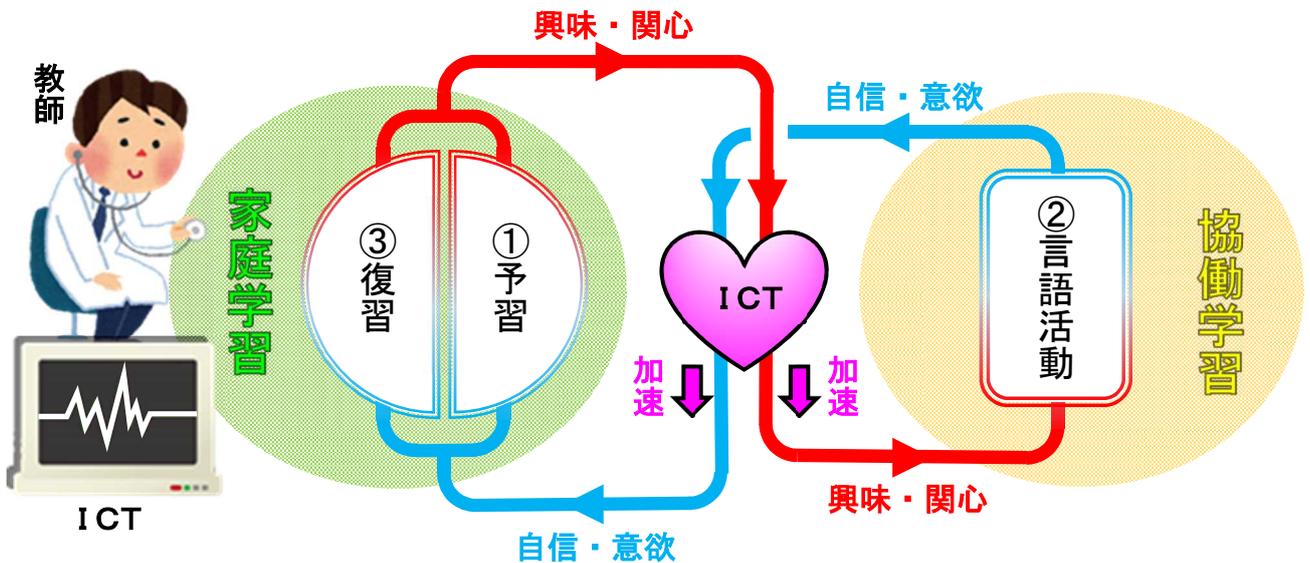


図2 家庭学習と協働学習が関与し合う生徒主体の学習活動

図2は、学習活動の中で深まっていく「興味・関心」及び「自信・意欲」の流れを表しています。家庭学習の中で「①予習」を習慣化して行うことができれば、学習内容に対する自分の意見や考えを持つようになり、興味・関心を持って授業に臨めるようになります。それによって、授業で学習する内容と真剣に向き合おうとする姿勢が生まれ、「②言語活動」などの協働学習を通して主体的・対話的な学習活動が活性化されると期待できます。家庭学習を充実させればさせるほど、授業内容の理解も深まるため、学習への自信・意欲が生まれます。この自信・意欲は、家庭学習における「③復習」を後押しするとともに、次の学習内容の「①予習」にも結び付くと考えられます。この学習の流れを加速させるポンプの役目として、学習用PCや電子黒板などのICT機器を活用できるのではないかと考えました。また、教師がICTを上手く活用することで、家庭学習や協働学習における生徒の学習のリズムや理解の深まりを把握しやすくなるのではないかと予想しました。

ア 予習・復習にSEI-Netのアンケート機能を活用した家庭学習の工夫

SEI-Netのアンケート機能を用いて、事前指導として予習を、事後指導として復習をそれぞれ家庭学習で取り組ませます。その際、語句や法則の意味を説明させる問題や、例題レベルの計算問題を問うようにし、難易度が高くなり過ぎないように留意します。SEI-Netには、小テストを作成する機能もありますが、アンケート機能で予習・復習の問題作成をする理由として、次の5つが挙げられます。

- ・生徒は自宅から回答することができ、教師も自宅からでも回答状況を確認することができる。
- ・教師は、自宅からでも新しい予習・復習問題を作成・編集することができる。その際、Excelファイルで問題を作成し、登録することもできる。
- ・回答方法は、選択式(単一回答)・選択式(複数回答)・記述式・複合式(単一回答)・複合式(複数回答)の中から選ぶことができるので、様々なパターンの問題を作ることができる。
- ・集計の結果は管理画面からリアルタイムで確認でき、電子黒板に簡単に投影できる。
- ・集計結果はExcelファイルとして保存が可能で、用途に応じて3種類の様式の中から選択できる。

イ 理解を更に深めるための協働学習の工夫

授業中に机を動かすことなく、教師や電子黒板に注目したり生徒同士で向き合って言語活動を行ったりできるように、グループの人数と机の配置を工夫します。グループ内で言語活動を行う場合、机が離れた生徒同士は会話が聞こえにくくなるため、グループの人数は3名又は4名とします。図3に実際の検証授業に用いる生徒の机の配置を、図4に学習形態によって切り替わる生徒の様子を示します。

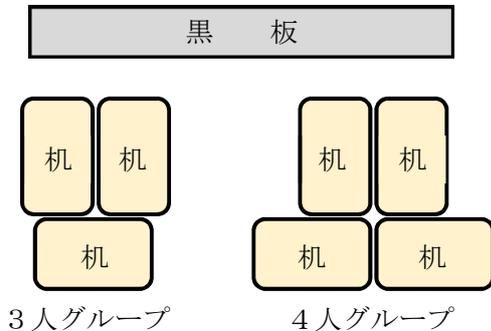


図3 生徒の机の配置

図4 生徒が一斉学習と協働学習を切り替える様子

さらに、効果的に協働学習を取り入れるため、ピア・インストラクションの技法を基に授業を組み立てます。ICTを活用すれば、生徒が家庭学習の中でコンセプテストを回答できるようになり、生徒の理解レベルの把握や授業展開の計画がやりやすくなります。また、時間も確保しやすくなるため、協働学習に充てる時間の確保にもつながります。ICTを組み込んだ授業展開の具体的な手順を、図5にまとめます。

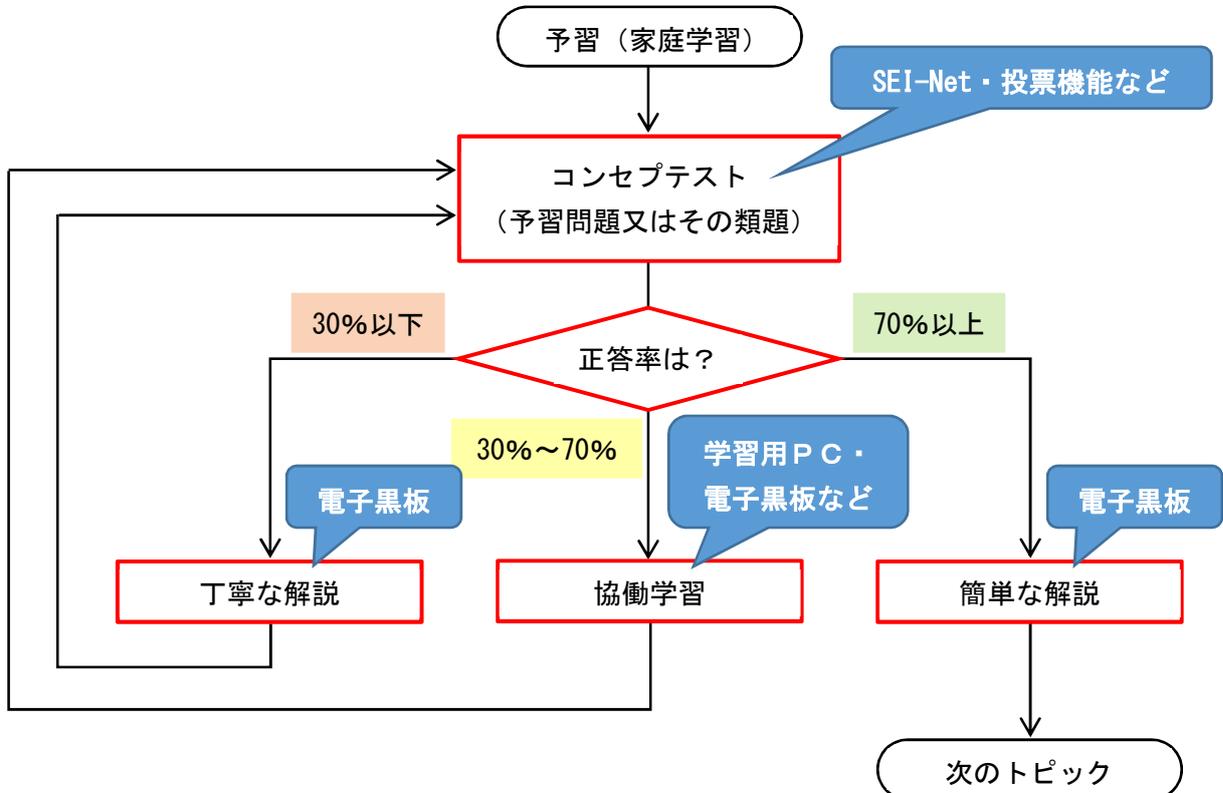


図5 ピア・インストラクションにICT活用を組み込んだ学習活動の手順

(4) 授業実践

ア 単元名

第3編 波 第2章 音（「改訂版 物理基礎」 数研出版）

イ 指導と評価の計画（全4時間）

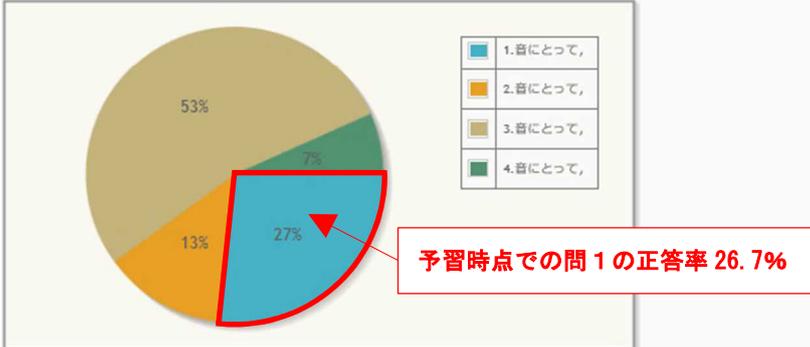
時	学習内容	学習活動	狙い	評価の観点				評価規準	評価方法
				関	思	技	知		
1	音の性質	<ul style="list-style-type: none"> 音の伝わり方を考察する。 音の3要素についての観察、実験を行う。 【生徒実験】 	音速などを中心に音の伝わり方を学び、音の3要素について学習用PCや電子黒板を使った観察、実験を通して関係を見いだす。	○				音の伝わり方や3要素に関心を持ち、意欲的に探究しようとする。	行動観察 ワークシート の記述内容の分析 C B T方式の 確認テスト (後日)
		<ul style="list-style-type: none"> うなり現象の実験を行い、うなりについて理解する。 	振動数がわずかに異なる2つの音波を合成し、うなりの特徴を見いだす。				○	様々な音の波形を観察することによって、音の3要素との関係性を見だし、その結果を的確に記録している。	
2	弦の振動	<ul style="list-style-type: none"> 弦にできる定在波を観察する。 弦楽器の原理を考察する。 	弦の振動による定在波の特徴を考察し、基本音と倍音の関係を見いだすとともに、弦にできる定在波の実験により、弦を伝わる波の速さの規則性を見いだす。				○	弦にできる定在波の特徴を理解し、知識を身に付けている。	行動観察 ワークシート の記述内容の分析 C B T方式の 確認テスト (後日)
					○	弦にできる定在波の性質と、弦を伝わる波の速さの定性的関係より、弦楽器の原理について科学的に判断し、表現している。			
3	気柱の振動	<ul style="list-style-type: none"> 開管、閉管にできる定在波の特徴を考察する。 気柱の共鳴実験を行う。 【生徒実験】 	開管、閉管内の気柱の振動による定在波の特徴を見いだすとともに、気柱の共鳴について実験を通して理解する。				○	開管、閉管それぞれにできる定在波や開口端補正の特徴について理解し、知識を身に付けている。	行動観察 ワークシート 及び実験レポ ートの記述内 容の分析 C B T方式の 確認テスト (後日)
		<ul style="list-style-type: none"> 映像教材を視聴する。 	共鳴による気柱の圧力変化の様子を観察し、その規則性を見いだす。			○	気柱の共鳴に関する実験の方法を身に付け、得られた結果を的確に記録している。		
4	共振・共鳴	<ul style="list-style-type: none"> 共振現象及び共鳴現象を観察する。 映像教材を視聴する。 	共振現象及び共鳴現象に関連する実験や観察を行い、それらの規則性を見いだすとともに、身近な現象と関連付けて考える。	○				共振現象及び共鳴現象に関心を持ち、関連する身近な現象とエネルギーについて主体的に考えようとする。	行動観察 ワークシート の記述内容の 分析

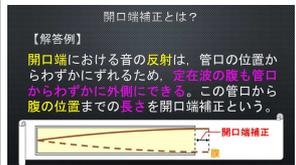
ウ 学習例（全 4 時間中の 3 時間目）

(7) 目標

- ・開管、閉管それぞれにできる定在波や開口端補正の特徴について理解し、知識を身に付けている。【知識・理解】
- ・気柱の共鳴に関する実験の方法を身に付け、得られた結果を的確に記録している。【観察・実験の技能】

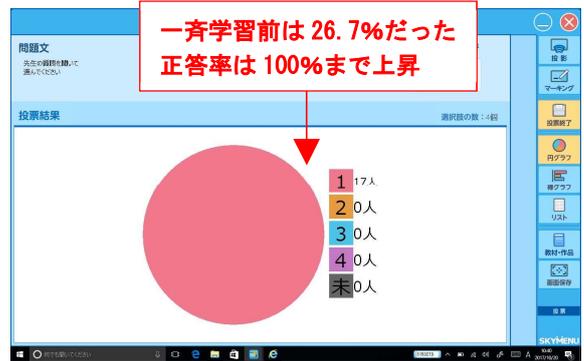
(イ) 展開

	学習活動	教師の指導・支援の実際								
導入 5分	・本時の学習内容を確認する。	・ワークシートを配付し、本時の流れを確認させた。								
展開① 20分	<ul style="list-style-type: none"> ・予習した内容が正しく理解できていたのかを確認する。 ・正答率に応じて、解説を聞いたり、3～4人のグループで言語活動を行ったりする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・SEI-Net のアンケート管理画面を電子黒板に映し、集計した結果を表示しながらそれぞれ問題のポイントを解説した。 								
		<p>【解説する際の留意点】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 正答率が 70%以上 だった場合、その問題については簡単な解説のみを行う。 ・ 正答率が 30%～70% だった場合、3～4人のグループを組ませ、言語活動を通して再考させる。その後、同様の問題を再び出題し、SKYMENU の投票機能で正答率の変化を見る。 ・ 正答率が 30%以下 だった場合、一斉学習で概念の再確認を行う。その後、同様の問題を再度出題し、SKYMENU の投票機能で正答率の変化を見る。 								
	<p>1. 【基本】気柱が固有振動するときの定在波の様子について述べた文章として正しいものを、一つ選びなさい。</p> <table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>音にとって、開口端は自由端、閉口端は固定端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に腹が、閉口端の位置に節がある定在波ができる。</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>音にとって、開口端は自由端、閉口端は固定端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に節が、閉口端の位置に腹がある定在波ができる。</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>音にとって、開口端は固定端、閉口端は自由端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に腹が、閉口端の位置に節がある定在波ができる。</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>音にとって、開口端は固定端、閉口端は自由端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に節が、閉口端の位置に腹がある定在波ができる。</td> </tr> </table>		1	音にとって、開口端は自由端、閉口端は固定端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に腹が、閉口端の位置に節がある定在波ができる。	2	音にとって、開口端は自由端、閉口端は固定端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に節が、閉口端の位置に腹がある定在波ができる。	3	音にとって、開口端は固定端、閉口端は自由端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に腹が、閉口端の位置に節がある定在波ができる。	4	音にとって、開口端は固定端、閉口端は自由端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に節が、閉口端の位置に腹がある定在波ができる。
1	音にとって、開口端は自由端、閉口端は固定端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に腹が、閉口端の位置に節がある定在波ができる。									
2	音にとって、開口端は自由端、閉口端は固定端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に節が、閉口端の位置に腹がある定在波ができる。									
3	音にとって、開口端は固定端、閉口端は自由端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に腹が、閉口端の位置に節がある定在波ができる。									
4	音にとって、開口端は固定端、閉口端は自由端となる。そのため、気柱内には、開口端の位置に節が、閉口端の位置に腹がある定在波ができる。									
										

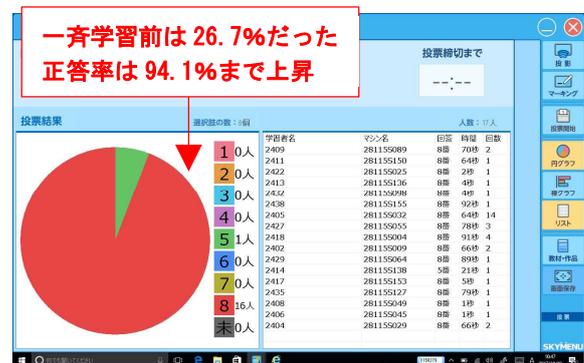


・問 1 の問題に対し、予習時点での正答率は 26.7% であった。正答率が 30% 以下であったため、「開口端・閉口端における音波の反射」及び「自由端・固定端における波の反射と定在波のようす」について電子黒板を用いて再確認を行った。

・一斉学習で概念の再確認を行った後、SKYMENU の投票機能を用いて生徒たちの理解の変化を確認したところ、正答率は 100% まで上昇した。



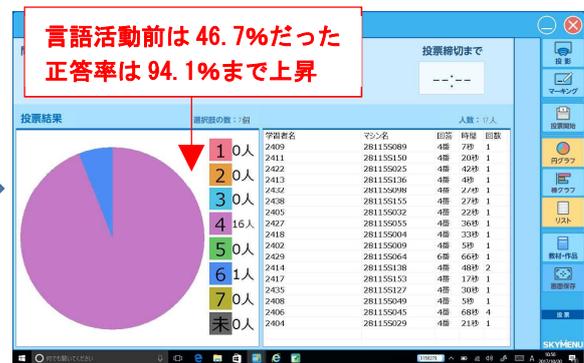
・問 2 についても、予習時点での正答率が 30% 以下であったため、問 1 と同様に学習活動を行った。26.7% だった正答率は、学習活動後は 94.1% まで上昇した。全員正解ではなかったため、追加で補足の説明を行った。



・問 3 は文章を書かせる問題だったため、解答例を示した上で、電子黒板を用いて解説を行った。

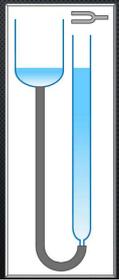
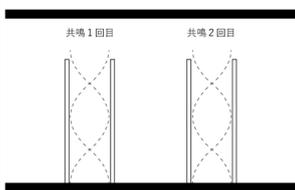
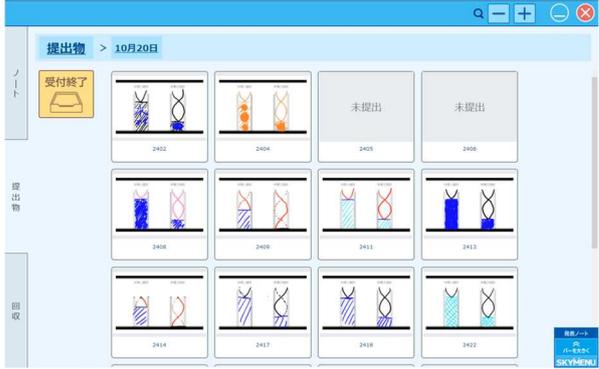
・文章問題はメモをとる文字数が多いため、解説に使用した PowerPoint の画面は SKYMENU のノート機能を用いて生徒たちの学習用 PC に転送した。

・問 4 の問題に対し、予習時点での正答率は 46.7% であった。正答率が 30% ~ 70% であったため、3 ~ 4 人のグループで言語活動を行わせた。



・グループで言語活動を行わせた後、SKYMENU の投票機能を用いて生徒たちの理解の変化を確認したところ、正答率は 94.1% まで上昇した。全員正解ではなかったため、追加で補足の説明を行った。

・時間的な余裕があれば演習問題を行う予定であったが、今回は解説に要した時間が多かったために演習問題は行わなかった。

展開② 15分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3～4人のグループに分かれて生徒実験を行う。 ・ 3～4人のグループに分け、「おんさの振動数の測定実験」を行わせた。
	<p>次は「おんさの振動数の測定実験」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 水の入ったガラス管と、おんさを受け取る。 ・ プラスチックの容器を上下に動かすことで、ガラス管内の水面も上下することを確認する。 ・ ガラス管内の水面を管口付近まで上昇させた後、おんさの音を鳴らしながら水面をゆっくり下げる。 ・ 共鳴した時の水面の位置を記録する。  
まとめ 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実験の結果を踏まえて、共鳴1回目と共鳴2回目の固有振動の状態を推測し、SKYMENUのノート機能を用いて回答する。 ・ 共鳴音が聞こえたときの水面の位置を記録させ、その結果を踏まえてそれぞれの固有振動の状態を推測させた。その際、気柱の開口端の位置には定在波の腹が、閉口端の位置には定在波の節ができていることを強調した。  
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本時の内容を振り返る。 ・ 次回の授業までに予習してくる内容と予習の方法について確認する。 ・ 次回の学習内容は「気柱の圧力（密度）の変化」及び「共振・共鳴」であることを確認させた。また、予習内容は授業当日の朝までにSEI-Netのアンケート機能を用いて入力しておくように伝えた。

(5) 授業実践における手立ての有効性についての考察

ア ICTを活用した家庭での学習活動で「主体的・対話的で深い学び」が実現できていたか

検証授業を4回行い、それぞれの授業に対する予習及び復習をSEI-Netのアンケート機能を用いて行いました。それぞれ、30分～1時間程度で対応できる問題量とするために、教科書を読めば解答できる問題（4題）及び意識調査（1題）で統一しました。また、復習問題は予習問題と同等レベルの問題とし、計算問題の場合のみ数値を変えて出題しました。それぞれの正答率の比較は図6の通りです。

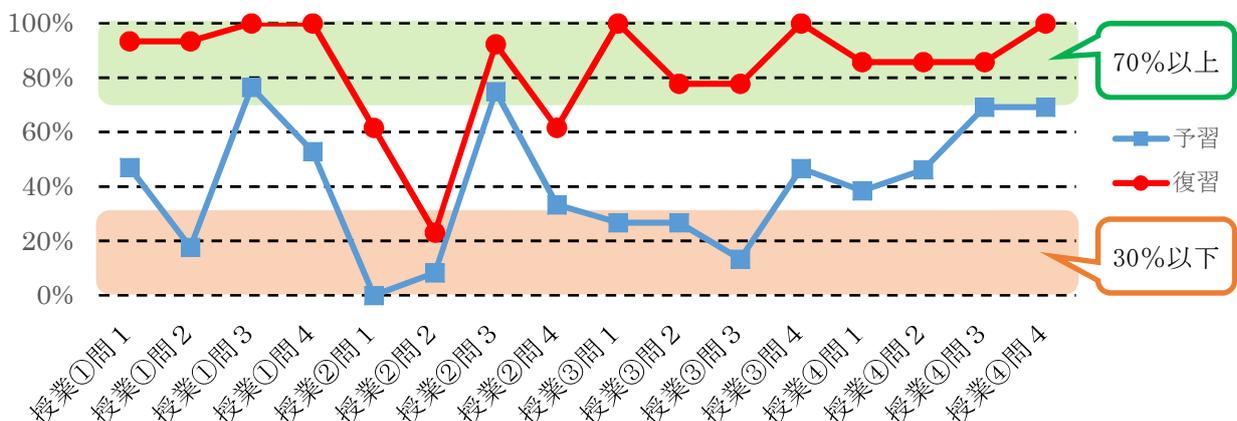


図6 検証授業（授業①～授業④）のために予習・復習で出題した問題（問1～問4）の正答率

前頁図 6 からは、同等レベルの問題であっても予習時に比べて復習時の正答率が明らかに上昇していることが分かり、生徒たちの学習が「深い学び」であったことが読み取れます。予習の時点での正答率が想定していたよりも低くなってしまいましたが、生徒たちは授業中の解説や言語活動を通して理解を深め、復習の時点ではほとんどの問題で正答率 70%以上を達成できるほど知識を定着させていたことがわかります。ここでは、復習問題であるにも関わらず正答率 70%を下回ってしまった 3 つの問題について考察しました。

- (ア) 授業②の 1 (指定された言葉を用いて物理現象について文章で記述する問題) について
- ・正しい文法で文章が書けていない生徒が多かった。
 - ・多くの生徒が、指定された 3 つの言葉がどのように関連するかを把握できていない可能性が高い。
- (イ) 授業②の 2 (基本的な計算問題の解を選択肢の中から選ぶ問題) について
- ・予習時の選択肢と同じものを選んでいく生徒が多かった。
 - ・正しく理解できていない生徒が、よく考えずに予習問題の答えと同じものを選んだ可能性が高い。
- (ウ) 授業②の 4 (基本的な計算問題の解を選択肢の中から選ぶ問題) について
- ・与えられた「900Hz」という数値に対して「 $\div 3$ 」で答えを出すべきところを、「 $\div 2$ 」で答えを出した(予習問題と同じ解き方で計算した)生徒が多かった。
 - ・予習問題の「波長を 2 倍にする」と復習問題の「波長を 3 倍にする」の違いによって、解法がどのように変化するのが理解できていない可能性が高い。

このように、授業で学習した内容が定着していないと考えられる場合には、その傾向から生徒がどこでつまづいたのかを予測することができるため、事後指導や個別指導に役立てることができます。また、生徒一人一人の正答率に注目することで、家庭学習の質や改善すべき課題が見えてきます。予習問題と復習問題に対してそれぞれ正答率の平均を比較し、特徴的な生徒 2 名について考察しました。

(生徒 A) 予習問題の正答率：平均 16.7% → 復習問題の正答率：平均 87.5%

学力が高い方ではないが、真面目でコツコツ努力を積み重ねることができる生徒である。部活動が忙しいため予習が雑になっているが、授業の後にはきちんと復習ができていると考えられる。予習を充実させることの大切さを伝え、学力の改善につながるような指導が必要である。

(生徒 B) 予習問題の正答率：平均 58.3% → 復習問題の正答率：平均 68.8%

科学的思考力はあるが、試験の点数が伸びない生徒である。興味・関心が高く、意欲的に予習に取り組んでいるものの、復習をおろそかにして同じような間違いを繰り返していると考えられる。予習の質が素晴らしいことを褒めながら、復習にも力を入れるよう指導していくことが必要である。

また、今回の予習・復習の問題の最後には、意識調査として「興味・関心のあること」や「疑問に思ったこと」を記述式で回答してもらいました。その中には次のようなものがありました。

- ・大きな音は風のように感じることもあるのか？
- ・音の速さが変化するのなぜなのか？
- ・物体を固有振動で壊すことができるように、生物や人間の体も破裂させることができるのか？

これらの回答からは、生徒たちの科学的な好奇心の高まりが感じられ、生徒の「主体的な学び」の実現に一定の効果があつたと推測できます。また、授業中や休み時間ではなかなか話題にしにくいことでも、ICTを利活用することで気軽にメッセージを送受信することができるため、会話が苦手な

生徒であっても「対話的な学び」を行う環境を確保できることとなります。これらのメッセージ内容を基に協働学習を展開できれば、生徒たちの興味・関心は更に高まり、「主体的・対話的で深い学び」の好循環が生み出されるのではないかと考えています。

以上より、予習・復習に SEI-Net のアンケート機能を活用した家庭学習の工夫は「主体的・対話的で深い学び」の実現に対して有効であったと言えます。

イ ICTを活用した授業中の学習活動で「主体的・対話的で深い学び」が実現できていたか

研究の実際-5 の図 3、図 4 及び図 5 にまとめた手立ての有効性について考察しました。

- ・ 授業前の休み時間のうちに机の並びを図 4 のようにしておくこと、授業をスムーズに進めやすい。
- ・ 生徒同士が互いに向き合っているため、自然と相談したり教え合ったりしやすい雰囲気ができる。
- ・ ICT を利活用することで、理解できている生徒を事前に把握できるので、言語活動が円滑に進みそうなグループとそうでないグループを予想することができ、対策を講じやすい。
- ・ 投票機能をタイマー代わりに用いれば、言語活動が漫然と長引くことを防ぐことができる。
- ・ 数値計算や作図の問題であってもピア・インストラクションの手法は有効である。
- ・ コンセプトテストとなる問題の設定と生徒の予習の質で授業の成功が左右されるが、ピア・インストラクションを効果的に行えば説明時間の短縮や演習時間の確保ができる。

次に、生徒たちの学びの質を検証するために、Chi and Wylie に倣って協働学習における ICAP フレームワークを表 3 のように作成し、生徒がどのモードで学習していたのかを授業中の様子から分析しました。さらに、検証授業における生徒の学習モードの割合を図 7 にまとめました。

表 3 協働学習における ICAP フレームワーク

passive	active	constructive	interactive
同じグループの生徒からの説明を聞くが、他に何もしない。	教科書を開き、下線を引いたり強調したりする。投票の際は、同じグループの生徒が押した番号を真似て、同じ番号を押す。	同じグループの生徒に説明できる意見を持つ。声に出して質問をする。投票の際は、自分の考えを基に選んだ番号を押す。	理解できたことや疑問点を尋ねたり答えたりし合う。自分の考えの根拠について同じグループの生徒と議論し、全員が一つの見解に辿り着く。投票の際は、グループ協議の結果を基に選んだ番号を押す。

図 7 は、4 回行った検証授業の協働学習において、生徒 17 名がどの学習モードであったと考えられるかを分析し、その割合を円グラフにしたものです。constructive と interactive を合計した割合は全体の 91% に達しており、9 割以上の生徒が「深い学び」による学習ができていたことがわかります。これは、研究の実際-5 の図 3 及び図 4 の机の並びによって生徒間の言葉のやり取りが自然と増え、ほとんどの生徒が constructive になったことが大きな要因であると考えられます。さらに、ICT を活用したピア・インストラクションによって自分の考えを伝えたり議論したりする機会が増えたことで、interactive な学習に発展していったと考えられます。

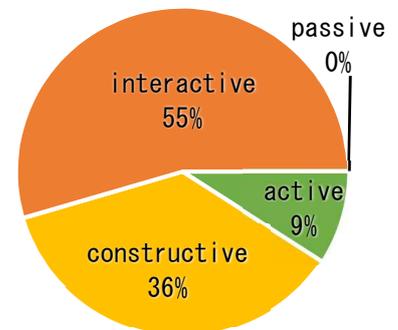


図 7 学習モードの割合

以上より、理解を更に深めるための協働学習の工夫は「主体的・対話的で深い学び」の実現に対して有効であったと言えます。

(6) 実態調査の結果を基にした手立ての有効性についての考察

図 8 は、4つの項目について検証授業の前後に実態調査を行い、比較したものです。SEI-Net のアンケート機能を活用して家庭学習を充実させたことで、予習及び復習に対する取組が大幅に改善されただけでなく、授業への取組及び授業内容の理解も大きく改善できていることが分かります。これは、家庭学習と協働学習がうまくかみ合い、**研究の実際-4** の図 2 のような学習の流れが促進されたからではないかと考えられます。また、授業中に協働学習の時間が増えたことで学習に対して受け身な生徒が減少したことも、これらの改善につながった要因ではないかと考えられます。したがって、本研究を通して検証してきた ICT の活用方法は、授業中の学習活動及び家庭での学習活動における学びの質を高める上で十分効果的であったと言えます。

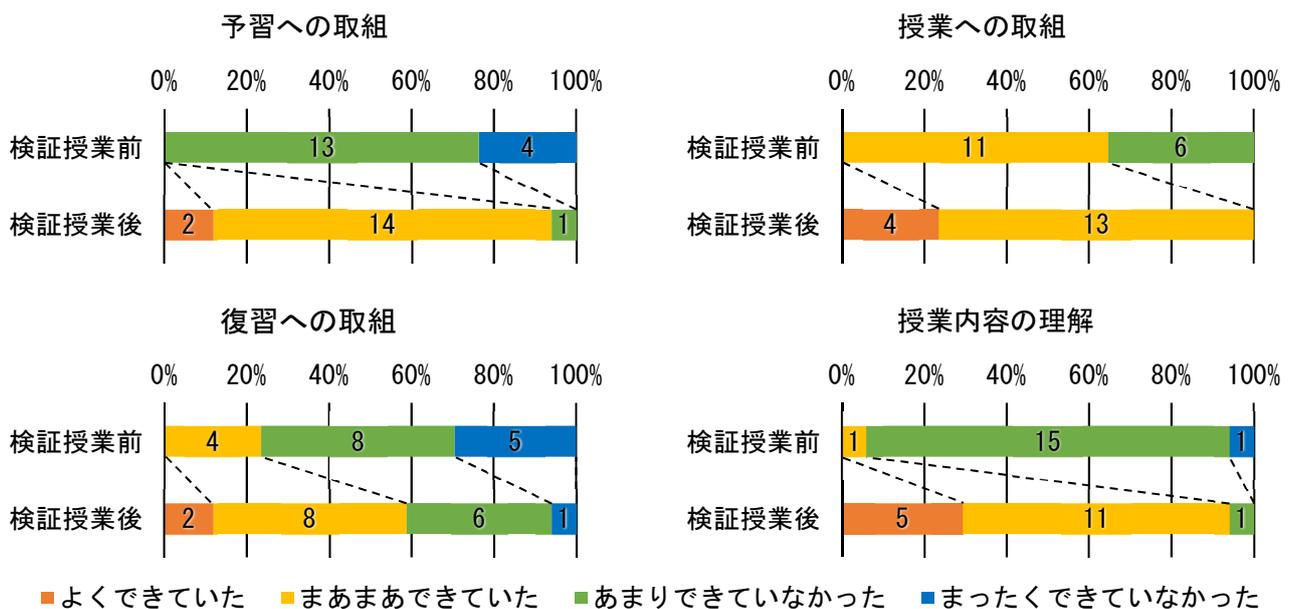


図 8 実態調査の項目ごとの比較 (n=17 名)

《引用文献》

- (1)(2) 中央教育審議会 『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)』 平成 28 年 12 月 p. 149、p. 149
- (3) 文部科学省 『学びのイノベーション事業実証研究報告書』第 4 章 平成 26 年 4 月 p. 101
- (4) Michelene T. H. Chi and Ruth Wylie
「The ICAP Framework: Linking Cognitive Engagement to Active Learning Outcomes」 2014 年 10 月 p. 2

《参考文献》

- ・東京大学ファカルティ・ディベロップメント (ピア・インストラクション)
<https://www.utokyofd.com/mooc> (<https://www.utokyofd.com/?mov=kn-12>)
- ・教育の情報化支援サイト
<http://nicer-db.jp/>
- ・理科ねっとわーく
<http://rika-net.com>