

理科の問題解決過程における形成的アセスメントの計画性・即時性の関連

教育デザインコース 理科領域

柳沼 優作

世田谷区立船橋小学校

樋口 凡奈

教育学研究科

和田 一郎

1. 問題の所在と研究の目的

平成 29 年告示の学習指導要領において、育成を目指す資質・能力は「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」の3つの柱として整理された(文部科学省, 2018)。これらの資質・能力の育成にあたり「主体的・対話的で深い学び」が授業改善の視点として求められている。また、この視点に立脚した授業実践の実現に向け、「学習の過程や成果を評価し、指導の改善や学習意欲の向上を図り、資質・能力の育成に生かす」といった「指導と評価の一体化」の重要性が指摘されている(文部科学省, 2018)。しかしながら、実現に向けた視点など、その詳細は明らかにされていない。

学習の過程で児童・生徒の実態を把握し、教授・学習の改善へと活かすことを目的とする評価として、形成的アセスメント (formative assessment) が挙げられる。

Sadler (1989) は、形成的アセスメントを「子どもの能力の形成や改善のために用いられる、子どもの表現への質的な判断」と指摘している。また、判断に基づく教授・学習への「フィードバック (feedback)」も形成的アセスメントの重要な要素の1つとして述べられている。さらに、Bell ら (2001) は、教授・学習の修正へと用いられる評価として形成的アセスメントを捉え、教師は子どもの発言の内容やその口調、ジェスチャーなども学習の実態をアセスメントするための情報源として活用していることを明らかにしている。これらの指摘から、「指導と評価の一体化」は、子どもの多様な表現を対象とした形成的アセスメントに基づく指導の改善として捉えることができる。

理科の授業における、形成的アセスメントとそれに基づく指導改善に関する研究は、これまでも多くなされてきた。例えば、渡辺・黒田・森本 (2013) は、ペレナ

ウーの提案を援用し、形成的アセスメントを用いた理科授業デザインを行った。形成的アセスメントが機能することで、教授・学習過程が相互に関連づきながら授業が展開され、科学概念構築が行われることが明らかにされている。また、長沼・森本 (2018) は、即時的な場面において、教師が評価規準を作成するにあたり、フィードバックの機能が重要であることを明らかにしている。さらに、Bell ら (2001) は、形成的アセスメントが情報収集の過程、情報の解釈の過程、情報に基づく行動の過程の3つの過程から成ると指摘した上で、計画性および相互作用性 (即時性) の2側面から成り立つことを明らかにしている。また、この2側面は、目的や目標を通じて関連していることが明らかにされた。

このように、形成的アセスメントの研究は教授・学習との関連性をはじめとして、計画性と即時性の2側面とその関係性の立場から検討がなされてきた。しかし、理科授業の計画された側面と即時的に生じた側面を連続体として捉えた研究は行われておらず、学習評価とそれに基づく指導改善の充実を図る上で更なる検討を要する部分である。

そこで本研究では、「指導と評価の一体化」の具体化に向け、形成的アセスメントの計画性と即時性の関連を明らかにすることを研究の目的とする。

2. 対話による形成的アセスメントとその計画性と即時性

先述した課題の解決に向けて、Ruiz-Primo と Furtak (2007) の指摘を援用することは有益である。彼女らは、教室で行われるアセスメントの機能を有した対話過程を明らかにすると共に、形成的アセスメントをフォーマル/インフォーマルという視点で捉え、計画性と即時性の関連についての指摘も行っているためである。

理科の問題解決過程における形成的アセスメントの計画性・即時性の関連

2.1 アセスメントの機能を有した対話過程

Ruiz-Primo ら (2007) は、アセスメントの機能を有している対話過程の具体として、ESRU サイクルを提唱している (図1)。これは、発問などによる情報の引き出し (Eliciting)、子どもの返答 (Student's Responding)、返答の中から子どもの学習にとって重要な部分の再認識 (Recognizing)、及び子どもの学習を支援するための情報の活用 (Using) の4つから成る循環的な過程である。

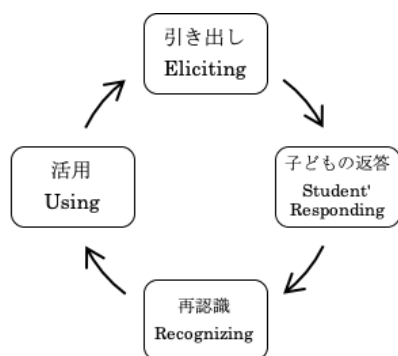


図1. ESRU サイクル (Ruiz-Primo ら, 2007)

授業の中で、ESRU サイクルが駆動することで、教室内で行われる対話が「子どもの理解を理解し、学習の目標へと進めるための機会」として位置づけることが明らかにされている (Ruiz-Primo ら, 2007)。

2.2 形成的アセスメントの計画性・即時性とその関連

Ruiz-Primo ら (2007) は、形成的アセスメントを計画された度合いに基づいて区分し、フォーマル/インフォーマルという視点で捉えている。

フォーマルな形成的アセスメントとは「子どもの学習に関する証拠を得るために計画された」ものであり「教師によって事前に計画や選択された活動を子どもが行うことで始まる」 (Ruiz-Primo ら, 2007)。一方で、インフォーマルな形成的アセスメントとは「日々の活動の中で生み出される学習の証拠」であり、想定外の発言や質問によって「あらゆる子どもと教師の相互作用の中で起こりうる」形成的アセスメントである (Ruiz-Primo ら, 2007)。インフォーマルな形成的アセスメントの特徴として、「フォーマルな形成的アセスメントと比べ、情報を解釈し次の行動へと生かすための時間がより即時的である」ことが指摘されている (Ruiz-Primo ら, 2007)。

Ruiz-Primo ら (2018) は、形成的アセスメントは様々

な計画の度合いで、多様な方法で行われることから、フォーマル/インフォーマルな形成的アセスメントは二分化されたものではなく、「連続体 (continuum)」として関連づいていることを指摘している。

以上をまとめると、フォーマルな形成的アセスメントとは計画されて行われる (学習指導要領等で明示されてなくても、教師の想定内で行われるものも含む) アセスメントであり、インフォーマルな形成的アセスメントとは想定外の場面において、より即時的に行われる形成的アセスメントとして捉えられる。また、カリキュラムや授業計画などの、授業に対する教師の想定がある一方で、実際の授業の中で予期せぬ子どもの反応が得られるように、授業の現場において、計画の度合いによって区分されるフォーマル/インフォーマルな形成的アセスメントは連続的に関連づいていることが指摘されている。この指摘から、図1に示した ESRU サイクルについても、フォーマル/インフォーマルが関連付いて駆動することが考えられる。

3. 理科授業における形成的アセスメントの計画性・即時性の関連

子どもは理科の問題解決の過程を通じて、既にもっている自然の事物・現象についての考えを、少しずつ科学的なものに変容させていく。これには、教師が子どもの有する考えを表出させ、実態を把握した上で、その考えをより科学的に妥当なものへと変容させるための支援を行うことが必要であると考えられる。その際、教師の想定していない子どもの考えも出てくるであろう。想定外の子どもの考えを、より妥当な科学概念へと変容させていくために、今後の授業計画またはその時間内の活動を変更することや、その場での支援が行われることが考えられる。つまり、計画性と即時性が関連づいた形成的アセスメントが行われることで、子どもの既有概念がより妥当な科学概念へと変容することを支援できると考えられる。

図1で示した ESRU サイクルとフォーマル/インフォーマルな形成的アセスメントに関する指摘を視点として、理科の問題解決過程における形成的アセスメントを捉えることで、より妥当な科学概念への変容に寄与する形成的アセスメントに関して、その計画性と即時性の関連を明らかにできると考えられる。

理科の問題解決過程における形成的アセスメントの計画性・即時性の関連

4. 小学校理科授業による事例的分析

4.1 調査概要及び授業概要

以上の理論的背景を踏まえ、小学校理科授業における形成的アセスメントの計画性と即時性の関連について、事例的分析を行った。調査時期は、令和元年10月～11月であり、東京都の公立小学校第5学年(36名)を調査対象とした。本授業実践では、小学校理科第5学年「実や種子のでき方」の単元を行った。授業は当初、表1で示す計画であったが、実際の授業内容は表2で示す展開であった。

表1. 授業計画の概要

次	時	授業内容
1	1	発芽し、成長した植物はどのようにして種を作るのか考え、問題を見出す。
	2	アサガオとヘチマの花の観察を通じて、花のつくりについて理解する。
2	3	学校の敷地内に咲いている花から花粉を採集し、顕微鏡を用いて観察するとともに、花粉の機能と受粉について理解する。
	4	
3	5	既習の単元である、「植物の発芽と成長」の学習内容と関連づけ、発芽から結実まで、その連続性を捉え整理する。
	6	

表2. 実際に行われた授業展開の概要

次	時	授業内容
1	1	発芽し、成長した植物はどのようにして種を作るのか考え、問題を見出す。
	2	学校の敷地内に咲いている花から花粉を採集し、顕微鏡を用いて観察するとともに、花粉の機能と受粉について理解する。
2	3	アサガオとヘチマの花の観察を通じて、花のつくりについて理解する。
	4	
3	5	既習の単元である、「植物の発芽と成長」の学習内容と関連づけ、発芽から結実まで、その連続性を捉え整理する。
	6	

4.2 分析方法

ビデオによる授業記録に基づき作成した発話プロトコル、単元のまとめとして行ったワークシートへの記述から事例的分析を行った。また、授業後に形成的アセスメントが見られた場面について教師にインタビューを行った。このインタビューに基づき、授業の中で行われた形成的アセスメントの過程が計画性の伴ったフォーマルなものであったのか、もしくは想定外であり即時性の伴ったインフォーマルなものであったのか区分した。

授業中に行われた形成的アセスメント過程を分析する際に、図2に示すマトリックスを用いた。フォーマル/インフォーマルの区別に加え、Ruiz-Primoら(2007)の指摘を踏まえ、形成的アセスメントの対象規模を個人・班・クラスの3つに区別した。マトリックス上にESRUサイクルを配置していくことで、対話による形成的アセスメントのフォーマル/インフォーマルの関連を、その対象も含め、より詳細に可視化して捉えることを試みた。

フォーマル			
インフォーマル			
	個人	班	クラス

図2. 分析に用いたマトリックス

5. 結果及び考察

ここでは、「実や種子のでき方」の単元において、形成的アセスメントに基づく指導の改善が見られた4つの場面を取り上げる。

5.1 結実の過程の予想を話し合う場面

まず、全6時間中の1時間目の場面である。ここでは、「実がどのようにしてできるのか」についての予想の話し合いが行われた。授業の中で、クラス全体で行われた話し合いの発話プロトコルの一部を表3で示す。

表3. 結実の過程に関する予想を話し合う場面の発話プロトコル

C1	えっと、単純に理由をまとめて言うと、風や虫が、動物で言うオスの花がメスの花に運んで付いたことで実ができる。
T	実ができる。ちょっともう一回言って。
C1	えっと、動物たちによってオスの花がメスの花につくことできる。
C2	え、逆だよ。花粉がメスにつく。
	(中略)
C1	でも、C2さんが思っているのは種が卵で、僕が思っているのは花粉が卵。
T	今、皆さんの中で受粉するっていう言葉はさっき言ってくれた。花粉がメスの花とオスの花の粉がちょっとどっちだっけってなっているから。(中略)これ(受粉)が今、頭ごちゃごちゃになっている人がいます。じゃあ、受粉について勉強すれば良いかな。

理科の問題解決過程における形成的アセスメントの計画性・即時性の関連

また、表3の場面に関して、どのような情報に基づき学習の方向性の修正を図ったのか教師にインタビューを行ったところ、次の回答を得た。

表4. 表3の場面に関するインタビューへの教師の回答

「C1さんとC2さんの議論が始まり、クラスの他の子どもがぼかんとしている様子だった。話がわからなくなってきていると思った。」

表3で示した発話プロトコルを、分析用のマトリックスと、拡張したESRUサイクルに基づき分析した結果が次の図3である。

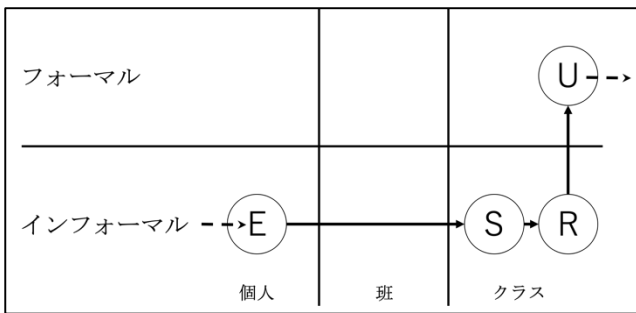


図3. 表3で示した場面の分析結果

この場面では、教師の「ちょっともう一回言って」という発話が情報の引き出し(E)に当たると考えられる。これは、C1の発言を受け、C1に向けて生じた情報の引き出しである。これらから、事前に計画されず、相互作用の中で生じた個人を対象としたインフォーマルな情報の引き出し(E)が行われた場面であったと考えられる。

教師による情報の引き出しを起点として、C1とC2による議論が展開された。教師へのインタビューの回答(表4)から、C1とC2の議論を返答として受け取っていたことが分かる。また、議論を行っている2人のみでなく、その議論を聞いているクラスの様子も考慮していることが分かる。つまり、教師はこの場面において議論を行なっている2人を含めた、クラス全体の様子を返答(S)として受け取っていた。これは相互作用の中で生じた、想定外の返答と考えられるため、インフォーマルなクラスからの返答(S)として捉えられる。

表3における「これ(受粉)が今、頭がごちゃごちゃになっている人がいます」という発言や、表4に示した教師へのインタビューへの回答により、クラスからの返答を受け教師は「話が分からなくなってきている」と判

断した(R)ことが分かる。これは、今後の授業計画やカリキュラムに基づいて受け取った情報を再認識したのではなく、「予想を話し合う」という活動の中で子ども達の実態を再認識したことで行われた判断であったと考えられる。したがって、この場面における再認識はインフォーマルでありクラスを対象としたものであると考えられる。

これまで述べてきた、教師による情報の引き出し、子どもの返答、再認識の過程を経て、「受粉の仕組みについて勉強すれば良いかな」と言うように、話し合いの中で混乱が生じた「受粉」というキーワードを今後の学習の焦点として取り上げた。ここから、今後の授業計画の修正へと情報が活用された(U)と考えられる。この情報の活用により、教師の計画していた、花のつくりを先に扱うという授業計画が変更された。クラス全体の学習の方向性を対象として、授業計画の変更へと情報を活用する、クラスを対象としたフォーマルな情報の活用(U)が行われた場面であると考えられる。

以上より、この場面では図3で示したようにESRUサイクルが駆動し、その中で授業計画の修正が図られたと考えられる。インフォーマルな場面において、進行しているクラス全体の学習の実態を受け取り、その活動の目的と照らし合わせて再認識が行われたことで、教師の有する授業計画を対象としたフォーマルな指導の改善へとつながったと考えられる。

5. 2 花粉の観察を決定した場面

次に、5. 1で示した場面続く2時間目の冒頭場面を取り上げる。ここでは、受粉が学習の焦点として取り上げられた上で、受粉に迫る具体的な方略として、花粉の観察を行うことが決定された場面である。授業の中で、クラス全体で行われた話し合いの一部の発話プロトコルを表5に示す。

表5. 花粉の観察を決定した場面の発話プロトコル

C3	次の時間、花粉を見るのはどうかなって。
C1	あー、面白そう。面白そう。
	(中略)
T	C4さんがさっきの授業中「顕微鏡で見たい」って言ったから、「何のこと？」って聞いたら「花粉を顕微鏡で見たら面白いかも」って言ってきてたんですね。(中略)じゃあみんなに言ってみたらって言って、言ってもらいました。 じゃあ、花粉のことはみんなで見るとして。

理科の問題解決過程における形成的アセスメントの計画性・即時性の関連

また、表5で示した場面に関して、どのように思考していたのかをインタビューを行い、表6の回答を得た。

表6. 表5の場面に関するインタビューへの教師の回答

「本来やりたかったのは花のつくりについてだったが、花粉を見たいという意見がでた。前時に受粉について学習をしようと方向付け、その(受粉について学習する)ためなら花粉が最初でも良いかなと思って、この時間で花粉の観察を行うことを決めた。」

表5に示した授業場面の発話プロトコルと、表6で示したインタビューへの回答を踏まえた、この場面の分析結果が以下の図4である。

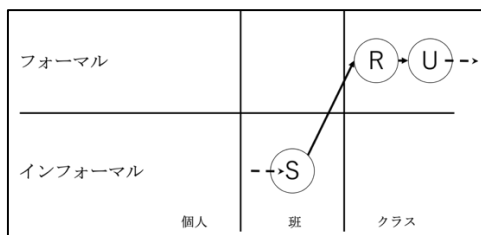


図4. 表5で示した場面の分析結果

この場面は、C3による「花粉を見るのはどうかなって」という提案によって始まった。発話プロトコルから、教師は、C4の「花粉を顕微鏡で見たい」という考えも受け取っていたことがわかる。したがって、子どもが有する考えを表出する過程である子どもの返答(S)の過程から始まった場面であると解釈できる。また、ここの場面で、C3およびC4から表出された意見は、前時において受粉を学習の焦点化した結果生じたものと考えられ、計画段階では想定されていない、インフォーマルな小グループからの返答(S)であると考えられる。

表6のインタビューの回答より、本来の計画では花のつくりについて扱うことを想定していたことがわかる。つまり、子どもの意見を踏まえ、授業計画とクラスの学習の実態とを対応づけ再認識した上で、授業計画を変更し、花粉の観察を先に行うことを決定したと考えられる。以上を踏まえ、授業計画と照らし合わせ再認識したうえで、計画の修正のためへと情報の活用を行うという、クラスを対象とし、計画性の伴ったフォーマルな再認識(R)及び情報の活用(U)であったと考えられる。

この場面は、子どもの考えの表出によって得た情報に対し、授業計画とクラスの実態を参照し再認識した上で、

計画の修正へと情報を活用した場面であった。C3, C4からのインフォーマルな返答を起点として、授業計画と対応づけるフォーマルな再認識が行われた際に、その対象をクラスへと拡張することで、クラス全体の実態を把握し、授業計画の変更であるフォーマルな情報の活用が行われたと考えられる。

5. 3 観察の前に映像教材を用いた場面

5. 2で取り上げた場面にて、受粉について迫る手立として花粉の観察が決定された。しかしながら、同じ2時間目にて、教師は花粉の観察を行う前に、前時の話し合いで混乱が見られた受粉についての話題を再度取り上げた。受粉についての話し合いを通して、クラス全体がおしべやめしべについて躓いている様子进行评估した。その上で、トウモロコシとオオイヌノフグリの花のつくりと受粉の様子が簡単に紹介されている映像教材を用いることを決定した。この場面において、クラス全体で行われた話し合いの一部の発話プロトコルを以下の表7に示す。

表7. 花粉の観察の前に映像教材を用いた場面の発話プロトコル

T	じゃあ、花粉のことはみんなで見るにして。えっと今出てきた受粉というのを、えっと、たくさん出てきたね。受粉(板書に丸を付け)。だったんだけど、もう一回確認良いですか？ お花にもオスとメスがあるの？じゃあ？
C2	おしべとめしべ。
C5	ないでしょ。
C6	おばなめばな。
(中略)	
T	ちょっとモヤっとね。おばななの、おしべなのってね。アサガオの場合はこうだよなどなどありましたので、ちょっと一回整理しましょう。 ちょっと見て。
(映像教材を再生)	
T	トウモロコシの場合は、おばなめばながあって、オオイヌノフグリはどうだった？
C7	おしべとめしべが両方あった。

表7で示した場面において、なぜ話題を受粉に戻したのか、また、どのように考え映像教材の使用を決定したのかをインタビューしたところ、表8の回答を得た。

表8. 表7の場面に関するインタビューへの教師の回答

「花粉の観察を行う上で必要なおしべめしべ等の知識が押さえられていないと思って話題を戻した。花粉の観察をただの活動にしないために、映像教材をこの場面で用いた。」

理科の問題解決過程における形成的アセスメントの計画性・即時性の関連

表7に示した発話プロトコル、及び教師へのインタビューに対する回答を踏まえた、この場面の分析結果が次の図5である。

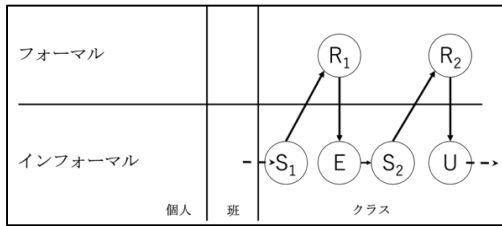


図5. 表7で示した場面の分析結果

この場面は、教師による「花にもオスとメスがあるの」という発問により、話題が受粉に関連したものへと展開された。教師へのインタビューより、花粉の観察に必要な知識を押さえられていないため、話題を戻したことがわかる。つまり、表3や表5で示した場面を通して、花のつくりについて理解できていないが、花粉の観察に意欲を見せているクラスの様子を見取っていた (S₁) ことが、この発問の背景にあると考えられる。また、見取った情報を本単元の学習目標と照らし合わせ、観察を行うために必要な知識が不足していることを再認識した (R₁) と考えられる。したがって、相互作用の中で生じた想定外の子どもの様子 (S₁) に対し、単元計画に内包される学習目標を参照したフォーマルな再認識 (R₁) を行った上で、話題を戻すことを狙い「花にもオスとメスがあるの」という即時性の伴うインフォーマルな引き出し (E) が行われたと考えられる。

この即時的な情報の引き出しに対して、表7におけるC2, C5, C6の発言に代表される、受粉を捉えるにあたり必要な知識が不足している様子が返答 (S₂) として得られた。これは相互作用の中で生じた子どもの様子であり、インフォーマルなクラスからの返答 (S₂) として考えられる。

インタビューの回答から、上記の様子を返答として受け取った教師は、花粉の観察が「ただの活動になる」と感じていたことがわかる。これは、受粉について迫る手段として位置ついた花粉の観察が、カリキュラムで求められている科学概念の育成に機能する活動とならないと再認識 (R₂) していたと解釈できる。つまり、R₁で示したものと同様に単元計画に内包される学習目標を参照して再認識を行う、クラスを対象としたフォーマルな再

認識 (R₂) であったと考えられる。

再認識した情報をもとに、この場面で教師は映像教材を用いる (U) ことを決定した。この映像教材により花のつくりや受粉を簡単に押さえた上で花粉の観察を行った。その時間内の活動を充実させるために、本時の内容に即時的に修正を加えるといった、クラスを対象としたインフォーマルな情報の活用 (U) であったと考えられる。

この場面は、クラスの実態について、育成を目指す科学概念と照らし合わせて再認識を行い、その時間内の活動の調整へと情報が活用された場面であった。子どもの学習の実態を踏まえ、授業計画を変更してきた中で、展開されている子どもの学習に対し、単元目標と対応づけて再認識することで、資質・能力の育成に向けた活動へと修正するために情報が活用されたと考えられる。インフォーマルな場面に対して、カリキュラムに基づくフォーマルな再認識を行ったことで、即時性を伴うインフォーマルな指導が決定されたと考えられる。

5. 4 アサガオの花の観察を行っている場面

最後に、第2次第3時に行われたアサガオの花の観察を行っている場面を取り上げる。第1次で、花粉の観察などを通じて受粉について捉えた上で、「花粉がめしべについたあとどうなるのか」という問題が作られた。この問題に迫る手立てとして、花のつくりを観察し、花のどの部分が実になるのかを、まず捉えることを目的として行われた活動である。この場面におけるクラス全体に向けた教師の指示及び、教師と3班の子どもとの間で行われた話し合いの一部の発話プロトコルを表9に示す。C4の発話から始まる太枠で囲まれた部分が、机間巡視中の教師と3班の子どもとの間で行われた話し合いの一部の発話プロトコルである。

表9. アサガオの花の観察を行っている場面の発話プロトコル

T	今日のところはめしべおしべが描ければ良いと思うので、花びらはそんなに凝らなくて良いよ。おしべとめしべがどうなっているかな。
C4	先生、ちょっと花びら切りたいです。
T	良いよ。
C8	良いの？
T	だって何見るの？
C4	おしべとめしべ。
T	そのために切りたいんだよね。
T	この班(3班)の人たちが、めしべおしべをよく見て

理科の問題解決過程における形成的アセスメントの計画性・即時性の関連

ねって言ったら、「花びらを切りたいんですけど」って。そしたら下の方まで（見える）。上からずっと見ているので、中の方が見えなかったの、ここは切ってあります。（中略）なので、よく見たかったらそういう（花びらをきる）こともして良いと思います。

表9の発話プロトコルより、教師は3班から出た花びらを切りたいという意見を許可した上で、クラス全体に観察方法の1つとして共有したことがわかる。

この場面について、教師にどのような考えのもと観察方法の共有を行ったのかをインタビューしたところ、表10の回答が得られた。

表10. 表9の場面に関するインタビューへの教師の回答

「花びらを切りたいというのは出てくると思った。おしべ・めしべをよく観察して欲しかったが、花びらを上からしか見ていない班が多かったので、クラスに伝えた。」

表9で示した発話プロトコルと、インタビューへの回答を踏まえた、この場面の分析結果が次の図6である。

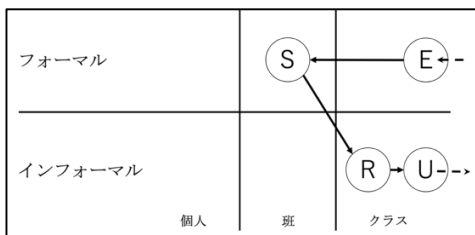


図6. 表9に示した場面の分析結果

この場面は、教師によるクラス全体への観察の指示から始まっている。「めしべおしべが描ければ良いと思うので」や「めしべおしべがどうなっているかな」と言った観察の視点を与える指示や発問が行われており、これは授業計画段階で計画されていた発問であると考えられる。したがって、クラスに向けたフォーマルな情報の引き出し (E) であったと考えられる。

事前に想定された、観察の視点を与える発話を受け、机間巡視中の教師に「アサガオの花びらを切りたい」という考えが3班から伝えられている。インタビューより、この返答は教師の想定内であったことがわかる。つまり、この場面では、3班からのフォーマルな返答 (S) を得たと考えられる。

3班からの返答を受けたのち、教師はクラスの観察状況と照らし合わせていたことがインタビューの回答から

わかる。3班からの返答を起点として、クラスへと対象を広げることで、多くの班は適した方法で観察を行っていない状況を再認識 (R) したと考えられる。つまり、クラスを対象とし、展開されていた子どもの実態を即時的に再認識する、インフォーマルな再認識 (R) であったと考えられる。

次に、「よく見たかったらそういうこともして良いと思います。」という発話から、花びらを切るという観察方法をクラス全体に共有したことがわかる。また、インタビューの回答から、クラスの観察方法を修正することを意図して行ったと解釈できる。つまり、再認識した情報を、展開されていた活動の修正を意図した即時的な指導へと活用 (U) した場面であると考えられる。したがって、クラスを対象とした、インフォーマルな情報の活用 (U) であったと考えられる。

計画された活動の中、子どもの返答をきっかけとして即時的に学習の実態を評価し、指導へと情報を活用する姿が見られた。3班からの返答は想定内であったものの、対象をクラスへと拡張して再認識を行うことで、展開されている活動の中の修正点を捉えることができた。想定内であるフォーマルな返答を起点として、対象を広げることで、インフォーマルな学習の様子を捉え、その実態の修正へと情報を活用することができたと考えられる。

5. 5 即時性・計画性の関連

ここでは、これまで述べてきた場面を踏まえ、形成的アセスメントの計画性・即時性の関連について考察する。

これまで取り上げてきた各場面における、マトリックスを用いた分析の結果をまとめたものが図7である。図7より、単元を通して、フォーマル/インフォーマルが関連づいて、形成的アセスメントが行われていたことがわかる。また、その中で、子どもの返答の過程から再認識の過程 (S→R) もしくは、再認識の過程から情報の活用の過程 (R→U) といったように、再認識の過程を中継して、フォーマル/インフォーマルが移り変わることがわかる。即時的な再認識に基づく授業計画の変更や教師の有する授業計画を参照した再認識に基づく即時的な支援の決定など、教師の再認識によって計画性と即時性が関連づく。これにより、カリキュラムに裏打ちされた授業計画と、実際に進行している子どもの学習とが接合した理科授業が展開されると考えられる。

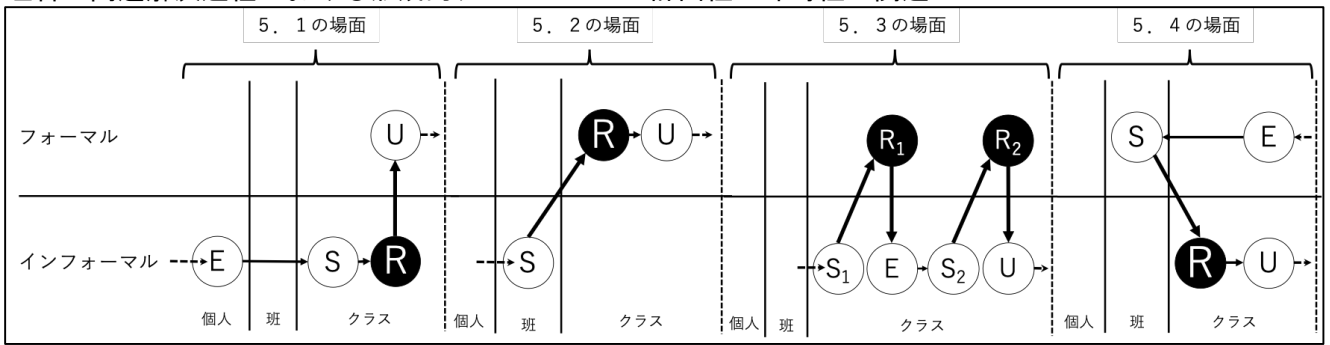


図7. 各場面におけるマトリックスのまとめ

5. 6 評価に基づく指導の成果

ここまで、本單元におけるアセスメント評価に基づく指導の改善が見られた場面を取り上げてきた。その指導の成果として児童 A のワークシートの記述 (図8) と、筆記テスト (光文書院「4. 実や種子のでき方」から各

場面の内容に関する問いを抜粋) におけるクラスの正答率 (図9) を取り上げる。

なお、学習指導要領により、本單元では、「花にはおしべやめしべなどがあり、花粉がめしべの先に付くとめしべのもとが実になり、実の中に種子ができること」を理解することが目標とされている (文部科学省 2018)。

図8に示したワークシートへの記述より、児童 A はアサガオの花の構造を断面図で捉えていたことがわかる。

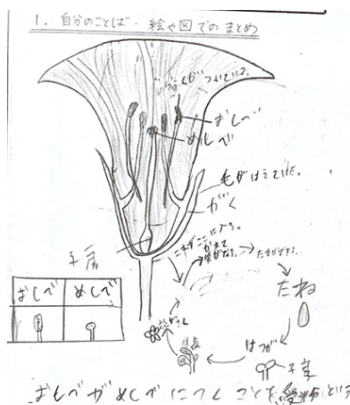


図8. 児童 A のワークシートの記述

また、児童 A は5時間目において、花粉と花のつくりの観察を踏まえて受粉から結実について考える際に、表11に示すように発言した。この発言から、児童 A はアサガオの花弁を切って観察を行うことで得た、おしべとめしべの高さに差があるという気づきに対し、種子を作る

ために行われる受粉に着目した上で、映像教材で説明されていたトウモロコシの受粉の様子を関連づけ妥当な考察を行なったと考えられる。

表 11. 5時間目における児童 A の発言

児童 A	予想なんですけど、(アサガオの花は) たぶんトウモロコシみたいに花粉が落ちるようにおしべの方が高いんじゃないかな。
------	---

児童 A のワークシートに見られた記述と同様の記述はクラスの7割の子どものワークシートから見られた。これは、児童の実態を評価し、授業計画の変更や映像教材の活用、また観察方法の共有といった指導の改善が行われた成果であると考えられる。

次に、本分析で取り上げた場面に関する筆記テストの問題とその正当、及び子どもの正答率を図9に示す。

Figure 9 shows test questions and correct answers regarding flower structure. It includes two photographs of flowers, a diagram of a flower cross-section with numbered parts (1-5), and a list of questions with their correct answers and percentages.

① 先をさわるとねばねばしているのは、おしべとめしべのどちらですか。 (めしべ (81%))

② 花粉が出てくるのは、おしべとめしべのどちらの先ですか。 (おしべ (81%))

③ 花粉がめしべの先につくことを (受粉 (90%)) 何といいますか。

④ アサガオの②④の部分の名前を書きましょう。 (めしべ (84%) おしべ (84%))

⑤ アサガオの花には、おぼなめしべがありますか。 (ない (71%))

図9. 筆記テストの問題とその正当及び正答率 (N=32)

図9で示した①～⑤の問題は、めしべ・おしべの機能やアサガオの花のつくり、受粉についての知識を問う問題である。これらの問題は、上述した学習指導要領における学習目標への到達度を評価する問題であると解釈できる。本單元における、知識・技能についての評価基準を表12に示す。

表 12. 知識・技能の評価基準

A：十分満足	B：おおむね満足	努力を要する
花にはおしべやめしべなどがあり，花粉がめしべの先に付くとめしべのものが実になり，実の中に種子ができることを，既習内容や日常生活と関連づけて理解している。	花にはおしべやめしべなどがあり，花粉がめしべの先に付くとめしべのものが実になり，実の中に種子ができることを理解している。	花にはおしべやめしべなどがあり，花粉がめしべの先に付くとめしべのものが実になり，実の中に種子ができることを理解するために支援を要する。

対象クラスにおける各問題の正答率は 71～90 %であった。このことから，本実践において大部分の子どもは，表 12 の評価基準「B：おおむね満足」以上に到達し学習目標を達成できたと考えられる。以上より，単元の中で行われた，アセスメントに基づく指導改善は子どもの学習に寄与したと考えられる。

6. まとめ

本研究では，「指導と評価の一体化」を形成的アセスメントに基づく指導改善と捉え，その計画性と即時性の関連について，Ruiz-Primo らの理論を援用して事例的分析を行った。

図 1 に示した ESRU サイクルの各過程を Ruiz-Primo らの視点に基づきフォーマル／インフォーマルに区分した上で，図 2 で示したマトリックス上に配置していくことで，理科授業における，形成的アセスメントの計画性・即時性の関連を捉えることを試みた。

小学校第 5 学年「実や種子のでき方」の単元を通じて分析を行い，理科授業における対話の形態をとる形成的アセスメントの過程を可視化して捉えることができた。可視化された形成的アセスメントの過程を分析することで，ESRU サイクルにおける，再認識 (Recognizing) の過程を介して，計画性と即時性が関連付いていることが明らかとなった。また，教師が子どもの返答を再認識し，指導の改善へと情報を活用する中で，計画性と即時性が関連づくことで，カリキュラムや授業計画と子どもの学習の実態とが接合されながら，理科の教授・学習が進行していくことが示唆された。

引用・参考文献

Bell. B., Cowie. B., (2001), *Formative Assessment and Science Education*, Springer Netherlands.

文部科学省：『小学校学習指導要領解説（平成 29 年度告示）理科編』，東洋館出版。

長沼武志・森本信也 (2018)：「フィードバック機能に基づく評価と指導を主軸とした理科授業デザインに関する事例的研究」，『理科教育学研究』，Vol. 58, No. 8.

Ruiz-Primo. M. A., (2011), *Informal Formative Assessment: The Role of Instructional Dialogues in Assessing Student's Learning*, *Studies in Educational Evaluation*, Vol. 37. No. 1.

Ruiz-Primo. M. A., Brookhart. S. M., (2018) , *Using Feedback to Improve Learning (Student Assessment for Learning)*, Routledge.

Ruiz-Primo. M. A., Furtak. E. M., (2007) , *Exploring Teacher's Informal Formative Assessment Practices and Student's Understanding in the Context of Scientific Inquiry*, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 44 , NO. 1.

Sadler, D. R., (1989) *Formative Assessment and the Design of Instructional Systems*, *Instructional Science*, Vol. 18.

渡辺理文・黒田篤志・森本信也 (2013) 「子どもの科学概念構築を促す「形成的アセスメント」の機能に関する研究」，『日本理科教育学会誌』，Vol. 36, No. 3.