

【研究論文】

自律性を育む理科授業デザインに関する研究

—フィードバック機能の自覚的な駆動を促す足場はずし—

長沼 武志(東京学芸大学連合大学院)

森本 信也(横浜国立大学)

1. 問題の所在

従来の学力観では、学習の成果として静的な学力である知識や技能の習得に力点が置かれていた。一方、新しい学力観は、学習のプロセスにおける関心・意欲や、思考・表現等、子どもの動的な学びに着目している。梶田は、この静的な学力と動的な学力について、次のように主張した。

「一人ひとりの内面にあるその子の固有の実感・納得・本音の世界を大事にし、その形成・深化をはかり、そうした基盤の上に「知識・理解・技能」といった見える形での学力をも形成していこう」(梶田,1994:73-74)。つまり、知識や技能といった静的な学力と、関心・意欲や思考・表現等の動的な学びの相互連関により、学力形成が図られると指摘したのである。

表1に示す学校教育法に規定された三つの学力要素は、上記の学力形成を意図したものの捉えることができる(学校教育法, 第30条第2項, 第49条, 第62条)。

表1 三つの学力要素

- | |
|--|
| 1. 基礎的・基本的な知識及び技能の習得 |
| 2. 知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力等 |
| 3. 主体的に学習に取り組む態度 |

基礎的・基本的な知識及び技能とは、静的な学力であり、思考力・判断力・表現力や学習意欲は、動的な学力である。つまり、知識や技能の習得に対して、思考力・判断力・表現力等の能力を育成するとともに、主体的に学習に取り組む態度を育むことが求められているのである。

しかしながら、近年行われている学力調査により、動的な学びに対する課題が明らかになってきた。たとえば、平成24年度全国学力・学習状況調査では、観察、実験の結果を整理し考察することや、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすることに対して課題が指摘された(国立教育政策研究所, 2012:1)。また、平成27年度全国学力・学習状況調査では、観察、実験の結果を示したグラフを基に定量的に捉えて考察することや、予想が一致した場合に得られる結果を見通して実験を構想したり、実験結果を基に自分の考えを改善したりすることに対しての課題が指摘された(国立教育政策研究所, 2016:3)。これらの課題を総括すると、学習者である子どもが自ら問題を見出し、その問題に対しての予想や仮説を立て、それを検証するための観察、実験を計画すること、その結果を分析・解釈しながら問題解決を図る能力の育成が急務の課題があると換言できる。

そこで、本研究では、動的な学力として、フィードバック機能の自覚的な駆動による自律的な学びを仮定し、理科授業における自律性を育む理科授業デザインについて検討する。

2. 動的な学力としてのフィードバック機能

Hattie, J. と Timperley, H. は、学習におけるフィードバック機能について、「現在の理解や成績と望ましい目標との間のギャップを減らすもの」と述べ、表2に示すようにタスクレベル、プロセスレベル、自己調整レベル、自己レベルの四つのレベルを措定した (Hattie, J. & Timperley, H., 2007:174-183)。

表2 フィードバックが機能する四つのレベル

タスクレベル	問題を明確にすることに対して機能する。
プロセスレベル	問題を遂行するプロセスに対して機能する。
自己調整レベル	モニタリングを通じた自己調整に対して機能する。
自己レベル	学習の動機づけに対して機能する。

長沼、森本は、これら四つのフィードバック機能を視点として、教師が足場づくりを行うと、子どもが、自己調整的に科学概念を構築していくことを明らかにした (長沼、森本, 2015:33-45)。すなわち、子どもは、科学概念構築のプロセスにおいて、問題を明確にする、問題解決の見通しをもつ、観察、実験の結果について自らの考えを評価・改善しながら意味構築を図る等、動的な学力としてのフィードバック機能の駆動させたのである。

また、長沼、森本は、教師がフィードバック機能を視点とした足場づくりを行うと、子どもがその機能を視点に他者の言葉を自分の思考・表現として取り入れるアプロプリエーションを行い、科学概念の構築を図ることを明らかにした (長沼、森本, 2016:23-34)。たとえば、子どもは、タスクレベルのフィードバック機能を視点に、教師や仲間の思考・表現をアプロプリエーションして学習問題を明確にする。同様に、プロセスレベルとして、結果とその要因の関係性を見出して、問題解決の見通しをもつ。さらに、自己調整レベルとして、自らの考えをモニタリングし、評価・改善を図って一貫性を見出したりする機能を視点に、他者の言葉を取り入れて、科学概念の構築を図る。同時に自ら学習に対する動機づけを高める。このように、子どもは、学習状況に応じて四つのレベルのフィードバック機能を視点に思考・判断しながら、アプロプリエーションしていくのである。

これらのことから明らかなように、子どもがフィードバック機能をアプロプリエーションし、駆動できるようになることは、動的な学力形成が図られることと同義である。

3. 学習における自律性と動機づけ

デシ (Deci, E.L.) とフラスト (Flaste, R.) は、学習における自律性と動機づけを関連づけて捉え、自律について次のように述べた。「自律ということばは、もともと自治を意味している。自律的であることは、自己と一致した行動をすることを意味する。言い換えれば、自由に自発的に行動することである」(デシ, E.L. & フラスト, R., 1999:3)。

つまり、学習における自律性を志向するとき、学習者である子どもは、学習に対して自ら動機づけを高めて、自発的に問題解決に取り組んでいるのである。

また、Ryan, R.M. と Deci, E.L. は、図1に示すように、有機統合理論 (organismic integration theory) の中で、外発的動機づけを4つの段階に捉え、自律性との関係性を自己決定連続体モデル (The Self-Determination Continuum) として、模式化した (Ryan, R.M. & Deci, E.L., 2002:14-20)。

動機づけ (Type of Motivation)	無動機づけ (Amotivation)	外発的動機づけ (Extrinsic Motivation)			内発的動機づけ (Intrinsic Motivation)	
自己調整 (Type of Regulation)	なし (Non-regulation)	外的調整 (External regulation)	取り入れによる調整 (Introjected regulation)	同一化による調整 (Identified regulation)	統合による調整 (Integrated regulation)	内発的調整 (Intrinsic regulation)
行動 (Quality of Behavior)	非自己決定的 (他律的) (Nonself-determined)			自己決定的 (自律的) (Self-determined)		

図1 自己決定連続体モデル

外的調整の段階は、叱られるなどの外発的な要因から仕方なく勉強をするような場合である。取り入れによる調整の段階は、「不安だからやる」など、積極的ではないが、自我が関与し、同一化による調整の段階では、「将来のために必要である」など、行動に価値を見出しながら行動を調整するようになる。統合による調整の段階になると、「学ぶことで、自分が成長できる」など、学ぶことを自らの価値観と統合させながら、自己調整的に行動するようになる。

櫻井は、有機統合理論に基づき、自律的に受験勉強に従事している中学生を事例に挙げて、動機づけと自律性を関連づけながら、同一化による調整の段階から、自律性が認められることを指摘した(櫻井,2009:103)。このように、子どもは、外発的動機づけを自己と統合させて内面化しながら、自己調整的に学習するようになるのである。

4. フィードバック機能の自覚的な駆動による自律的な学びの構想

4.1 フィードバック機能の内面化を促す足場づくり

フィードバック機能を子どもが自覚的に駆動できるようなるためには、その機能を自己と統合させて内面化していくことが不可欠である。

この内面化に関して、図1に示した自己決定連続体モデルは有用である。教師から与えられたフィードバック機能を外発的な動機づけとして捉えるならば、子どもは、「教師から言われたから」など、フィードバック機能を取り入れによる調整の段階から、「フィードバック機能は、問題解決に必要である」と考えて、同一化による調整の段階を経て、やがて、「フィードバック機能を駆動させると、自分自身の考え方が明確になる」など、統合による調整の段階に達することにより、自覚的な駆動が可能になる。

これは、先に述べたアプロプリエーションと軌を一にするものである。バフチン(Bakhtin,M.M.)の指摘した、「言葉の中の言葉は、なかば他者の言葉である」(バフチン,M.M.,1979:67-68)に従えば、子どもは、教師から与えられたフィードバック機能を自らの思考の文脈に従って解釈し、その言葉を内面化していく。これにより、自分の言葉として駆動させていくのである。

リーブ(Reeve,R)らは、内面化について、「生徒が行動や調整を評価し、同一化するとともに、自分自身のものとして受け入れるようになること」と述べ、自律性支援的指導行動を事例に挙げて、内面化を促すことによる自律性サポートの重要性を指摘した(リーブJ.&デシ,L.E.&ライアン,M.R.&ジャン,H.,2009:190-194)。理科授業におけるフィードバック機能の内面化を促す足場づくりにおいても、自律性支援的指導行動に基づいた足場づくりは有用であると考えられる。具体例を表3に示す。

表3 フィードバック機能の内面化を促す自律性支援的指導行動

聞くこと	四つのレベルのフィードバック機能を視点に、子どもの学習状況を把握する。
子どもの欲求を尋ねること	
個別活動の時間を取ること	四つのレベルのフィードバック機能を視点に、子どもが問題解決に取り組む時間や、対話を通じた問題解決の時間を確保する。
子どもの話し合いの促進	
理由（根拠）を与えること	子どもの学習状況に応じて、タスクレベル、プロセスレベル、自己調整レベルのフィードバックを行い、問題解決のヒントを与えるとともに、それぞれの機能の必要性についての理由を与える。また、子どもが、フィードバック機能を駆動させるパフォーマンスを価値づけたり、承認したり、励ましたりしながら、自己レベルとしての動機づけを促す。
情動的フィードバックとしてほめること	
励ますこと	
ヒントを与えること	
応答的であること	
視点を捉える言葉	

フィードバック機能の内面化を促すために、教師は、形成的アセスメントにより子どもの学習状況を把握する。そして、その状況に応じて、タスクレベル、プロセスレベル、自己調整レベルのフィードバックを行い、問題解決のヒントを与える。同時に、フィードバック機能を駆動させる子どものパフォーマンスに対して、価値づけたり、承認したり、励ましたりする。

足場づくりを受けた子どもは、問題を明確にしたり、問題解決の見通しをもったり、自らの考えを評価・改善することができるようになるとともに、自己レベルとしての動機づけを高めていく。このとき、個別活動の時間や話し合いを促進させて、自己対話や他者との対話の中で、フィードバック機能を駆動させる場を設けて、さらに内面化を促す。

このように、内面化を促す足場づくりによって、子どもは、問題解決プロセスの中で、フィードバック機能を内面化し、徐々にその機能を自覚的に駆動させながら、目的に合わせて自己調整できるようになる。すなわち、アプロプリエーションしたフィードバック機能の自覚的な駆動による自律的な学びが具現化するのである。

4.2 足場はずしによるフィードバック機能の自覚的な駆動

足場はずしは、教師による形成的アセスメントを通して、子どもに足場づくりが必要ないと判断したときに行われる。これは、自律性支援を受けた子どもが、徐々に自律的に学びを遂行していると判断して、教師が、学びの主体を子どもに譲渡するものである。

図2は、自己決定の連続体モデルを援用して、足場づくりと足場はずしの関連性を模式化したものである。同一化による調整の段階から、自律的動機づけが認められることから、この段階から足場はずしが実行されると捉えた。

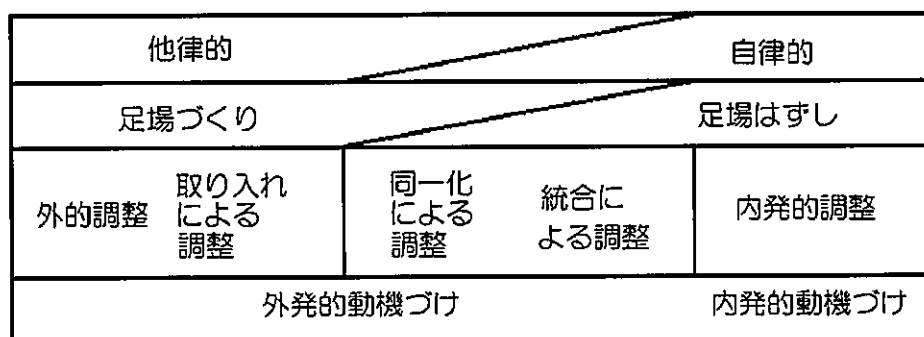


図2 足場づくりと足場はずしの関係性

たとえば、取り入れによる調整の段階において子どもは、指示された通りにフィードバック機能を受け入れて問題解決を図る。しかし、同一化による調整や統合による調整の段階になると、子どもは、アプロプリエーションしたフィードバック機能を自覚的に駆動しはじめる。最終的には、フィードバック機能を駆動させて学ぶことの価値を見出し、自己との統合を図る。教師は、さらに足場はずしを実施して、自律的な学びの具現化を図るのである。

以上の論考から、図3に示す自律性を育む理科授業デザインを構想する。これは、形成的アセスメントを主軸とした足場づくりと足場はずしから構成される。

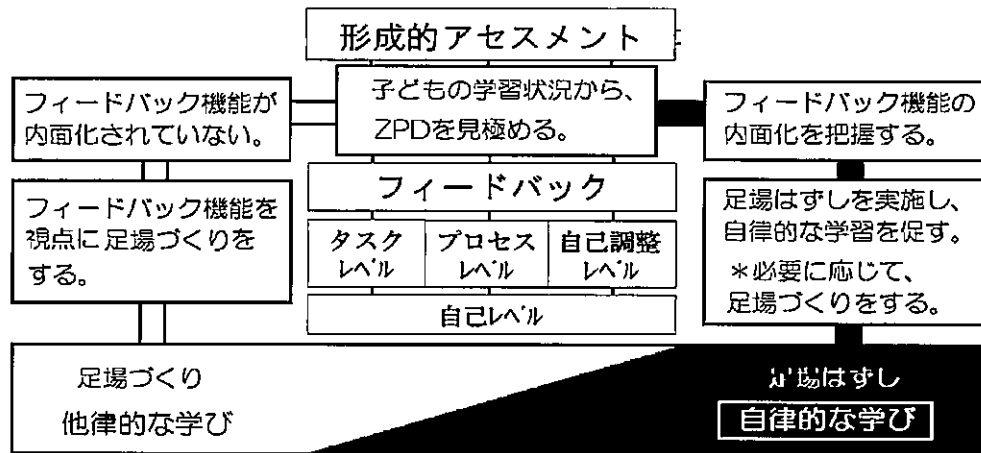


図3 自律性を促す理科授業デザイン

教師は、形成的アセスメントに基づいて、子どもの学習状況からフィードバック機能を視点に、その機能の内面化の程度を把握し足場づくりを実施する。子どもは、足場づくりを受けて問題解決を行い、そのプロセスにおいて、自らのパフォーマンスを教師に価値づけられたり、承認されたりしながら、フィードバック機能を内面化する。やがて、自ら考えを評価・改善しながら、フィードバック機能と自己との統合を図り、自己調整的に意味構築を図るようになる。教師は、その状況に合わせて、足場はずしを実施する。こうして、自律的な学びが具現化するのである。

5. 本研究の目的

本研究の目的は、フィードバック機能の自覚的な駆動による自律的な学びを通じた動的な学力形成を図る理科授業デザインを構想して、その有用性について検証するものである。そこで、図3に示したように、フィードバック機能の内面化による自覚的な駆動に着目し、形成的アセスメントを主軸とした足場づくりと足場はずしに基づいて授業実践を行い、その有用性を検証する。

6. 自律的な学びを志向した授業実践の分析

6.1 時期 2015年1月中旬

6.2 対象と単元 県内小学校第6学年「電気の利用とはたらき」

6.3 指導計画

本単元では、生活に見られる電気の利用について観察、実験し、電気の性質や働きについて推論する能力を育むことがねらいとされている。たとえば、電気は、作りだしたり蓄えたりすることができることや、熱等に変えることができること、電熱線の発熱は、その太さによって変わること等を学習する。そこで、表4に示す単元構想を立て、授業実践に取り組んだ。

表4 単元構想

第1～2時	電池の数と電熱線の発熱について調べよう
第3～6時	電熱線の太さと発熱について調べよう
第7～9時	電気を作って、蓄えてみたり使ってみたりしよう
第10時	学習を振り返ろう

6.4 授業の分析方法

本研究では、形成的アセスメントを主軸とした足場づくりと足場はずしについて検討するために、分析対象として、第1時と、第6時の学習場面を選択した。

第1時は、電池の数と電熱線の発熱の関係についての学習問題を明確にして、観察、実験を計画した学習場面である。その中で、教師は、積極的に足場づくりを行い、フィードバック機能の内面化を促した。第6時では、電熱線の太さと発熱について、観察、実験の結果を基に考察した学習場面である。ここで教師は、徐々に足場はずしを行い、自律的な学びを支援した。

授業の分析は、これらの学習場面における、教師の発話に注目するとともに、子どもの発話や描画表現、ノートの記事などのパフォーマンスを対象とし、フィードバック機能の自覚的な駆動による自律的な学びの内実を分析する。そして、学習における自律性を育む視点から、形成的アセスメントを主軸とした足場づくりと足場はずしの有用性について検討した。

6.5 結果

6.5.1 足場づくりによるフィードバック機能の内面化

表5は、第1時の授業における導入時のプロトコルである。この学習場面で教師は、電池の数と発熱の関係について、学習問題の明確化を視点とした形成的アセスメントに基づいて授業を展開した。

表5 第1時の授業プロトコルと形成的アセスメントに基づく足場づくり①

	プロトコル	形成的アセスメントに基づく足場づくり
T1	もう一回やります。	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 形成的アセスメント 予想外の結果から、学習問題を見出す学習状況を把握する。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> タスクレベル 学習問題を明確にするフィードバックを行う。 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 自己レベル 問題を明確にしようとする子どものパフォーマンスを価値づける。 </div>
C1	切れない。	
C2	電池を多くすればいいんだ。	
T2	電池一個では、切れないんだ。	
C3	電池を多くすれば・・・。	
T3	もう一回言って？ ←	
C4	電池を多くすれば、熱くなるのか。	
C5	電池の量を変えれば熱くなるのか。	
T4	電池を増やすと、 ←	
C6	熱くなるのか？	
T5	電熱線という言葉覚えてね。	
C7	電熱線が熱くなるのか？	
T6	問題提起は、これいいですね。 ←	

T1は、導入時に、電源装置と電熱線でショート回路を作り、発泡スチロールのブロックを切断する観察、実験を行った。しかし、電気を流しても、発泡スチロールは、切れなかった。C1は、ショート回路が発熱し、発泡スチロールが切断されると予想していたため、「切れない」と、つぶやいた。C3は、「電池を多くすれば・・・」と、条件に目を向けた発言をした。教師は、その発言から、子どもが電池の数に目を向けていることを把握して、「もう一回言って?」「電池を増やすと」と、学習問題を明確にするために疑問を投げかけて共有化を図った。

すると、C7が、「電熱線が熱くなるのか?」と、科学的用語を使用した学習問題を提案した。T6は、問題を見出した子どものパフォーマンスに应答し、「問題提起は、これいいですね」と、価値づけてタスクレベルのフィードバック機能の内面化を促した。

表6は、電熱線が熱くなるかについての予想を話し合った学習場面である。この場面で教師は、プロセスレベルとして電池の数と電熱線の発熱の関係性を視点に形成的アセスメントを実施した。

表6 第1時の授業プロトコルと形成的アセスメントに基づく足場づくり②

	プロトコル	形成的アセスメントに基づく足場づくり
T7	みんなの予想は?	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">形成的アセスメント</div> <div>電池の数と電熱線の発熱の関係性を捉える学習状況を把握する。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">プロセスレベル</div> <div>問題解決の見通しをもたせるフィードバックを行う。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">自己レベル</div> <div>学習問題の見通しに対する子どものパフォーマンスを価値づける。</div> </div>
C8	熱くなる。	
T8	どうして? ←	
C9	流れる電気の量が多くなる。	
T9	こんなのをを使って予想するといいですよね。	
C10	電池の数が多いほど、電磁石の力は強くなる。 ←	
T10	想像できますね。でもやってみた方が面白いでしょう。	
T11	制御する条件のは? ←	
C11	電池の数。	
T12	そうですね。問題提起にありますね。 ←	

まず、T7は、「みんなの予想は?」と、発問した。すると、C8が、「熱くなる」と答えた。ここで教師は、子どもが電池の数と発熱の関係性に目を向けていると把握し、「どうして?」と、問い返した。すると、C9は、「流れる電気の量が多くなる」と、発言した。電池の数と流れる電気の量は、第4学年の「電池のつなぎ方」や第5学年「電磁石のはたらき」などで、学習した既習事項である。そこで、T8は、電磁石の学習に触れながら、電池の数が多いほど、電磁石が強くなることを確認し、問題解決プロセスに対する見通しについての足場づくりを行った。

さらに、T11は、「制御する条件は?」と、発問した。電池の数と電熱線の発熱について調べることを確認しながら、問題解決の見通しを明確にしようとした。すると、C11は、「電池の数」と、反応した。T12は、プロセスレベルのフィードバック機能を駆動させたパフォーマンスに应答し、「問題提起にありますね」と、価値づけて内面化を促した。

6.5.2 足場はずしによる自律的な学びの促進

表7は、第6時の授業における導入時のプロトコルである。この学習場面の中で、子どもは、電熱線の太さと発熱の関係について、自ら学習問題を明確するなど、タスクレベルやプロセスレベルのフィードバック機能を自覚的に駆動させた。

表7 第6時の授業プロトコルと形成的アセスメントに基づく足場はずし①

	プロトコル	フィードバック機能の自覚的駆動
T13	大丈夫そうですか?始めましょうか。	<div style="display: flex; flex-direction: column; gap: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">タスクレベル</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">自己レベル</div> </div> <div>→学習問題を電熱線の太さと発熱の関係について考察すると明確にして、タスクレベルのフィードバック機能を自覚的に駆動した。</div> </div>
C12	えっと、僕は、今日はみんなで考察を話し合えばいいと思います。この前の実験で、電池の量を増やすと電熱線がより熱くなることを結論で出しました。それで僕たちは、今度は、	
T14	こっちの話ですね。この実験ね。結論が?	

C13	電池の量が多いほど電熱線が熱くなるという結論を出して、その次に、電熱線の太さにも疑問をもって、太い方と細い方で実験して、太い電熱線の方がより熱くなりました。電熱線が、なぜ熱くなったのか考察で話せばいいと思います。	プロセスレベル 自己レベル 電熱線の太さと発熱を関係づけて、電熱線が太いほど、発熱すると捉えて、問題解決の見通しをもち、プロセスレベルのフィードバック機能を自覚的に駆動させた。
T15	付け足しがあれば、反応をしてあげようよ。ボールが飛んで来たんだから	

T13 が、「始めましょうか」と、授業の開始を告げると、C12 が、「考察を話し合えばいい」と、自ら問題を明確にした。また、C13 は、「電熱線の太さにも疑問をもって」と、問題を見出したきっかけに触れながら、「太い電熱線の方がより熱くなりました」と、結果を確認した。そして、「なぜ熱くなったのかを考察で話せばいい」と、学習の見通しを明確にした。教師は、この状況を把握して、子どもが、タスクレベルやプロセスレベルを自覚的に駆動させていると把握し、子どもの自立的な学習を促すために足場はずしを実施するとともに、「反応してあげようよ」など、子どものパフォーマンスに応答した。

表8は、太い電熱線の方が発熱した理由について、話し合った学習場面のプロトコルである。この場面では、子どもが自己調整レベルのフィードバック機能を自覚的に駆動させた。

表8 第6時の授業プロトコルと形成的アセスメントに基づく足場はずし②

	プロトコル	フィードバック機能の自覚的駆動
C14	(図4を提示しながら)わたしたちの班は、電熱線の水が通るホースとして考えました。	自己調整レベル 自己レベル 電熱線の太さと電気の流れをホースにたとえて説明し、自己調整レベルのフィードバック機能を自覚的に駆動した。
C15	0.2mmの方は、ホースが細くて、水の流れる量も少ないけれど、0.4mmになると、ホースが太くなって、水が流れやすくなると考えました。	
C16	その水を電気の量とすると、電気の量も太い方がたくさん流れるので、たくさん発熱すると思いました。	
T16	なるほど、一貫しているのが、分かります？この班のイメージは、熱までたとえています。	

C14 は、図4を示し、電熱線の太さと電気の流れの関係をホースと水にたとえて説明した。続けて、C15 は、「0.4mmになると、ホースが太くなって、水が流れやすくなる」と、付け足した。C16 は、「その水を電気の量とすると、電気の量も太い方がたくさん流れるので、たくさん発熱する」と、電気の流れる量と発熱の関係性を確認した。このように、子どもは、自分の考えを評価・改善しながら、電熱線の太さと発熱の関係づけたのである。

教師は、子どもが、自己調整レベルのフィードバック機能を自覚的に駆動させている学習状況を把握し、学習の主体を子どもに譲渡するために、何も言わないことで足場はずしを実施した。同時に、説明が終わった時点で、「一貫している」と、子どものパフォーマンスに応答的に承認しながら、「熱までたとえています」と、価値づけた。

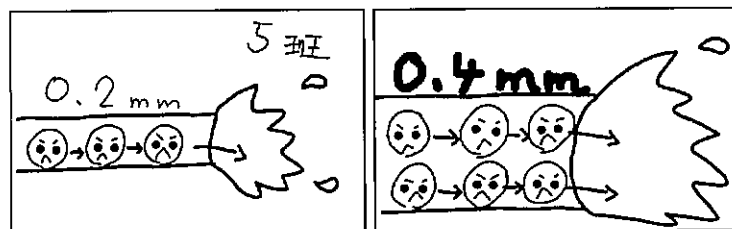


図4 ホースのとえのイメージ

表9は、子どもが新たな考え方を提案した学習場面のプロトコルである。この場面でも、子どもは、自己調整レベルのフィードバック機能を自覚的に駆動させていた。

表9 第6時の授業プロトコルと形成的アセスメントに基づく足場はずし③

	プロトコル	フィードバック機能の自覚的駆動
C17	(図5を提示しながら)私たちの班は、条件統一したのは、電池の量と電熱線の長さで、条件制御したのは、太さだから、電気の数と同じにして考えました。	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">自己調整レベル</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin-left: 10px;">自己レベル</div> 電池の数を条件統一したから、電熱線を通る電気の量は同じと考えて、自己調整レベルのフィードバック機能を自覚的に駆動した。
C18	太い方だと通りやすくなるので、電熱線が細くなると狭くなるので、あまり、電気が発熱する量が少なくなります。	
C19	電気の量が同じか違いかを調べるんだったら、電流計で測って調べたらいいんじゃないかなって思うんですけど、どうですか。	

この場面では、C17が、図5を提示しながら、「条件統一したのは、電池の量」であることに注目して、「電池の数を同じにして考えました」と、説明した。また、C18は、「電熱線が細くなると狭くなるので、あまり電気が発熱する量が少なくなります」と、発言した。つまり、電熱線の太さに対して電気の数と同じでも、1つの電気の発熱量が違うから、太い方が発熱したと考え、これまでの意見に対して反論したのである。

教師は、C17とC18が、電気の量と発熱の関係性ではなく、電気の通りやすさと発熱の関係性に注目して、学習を調整していると把握した。

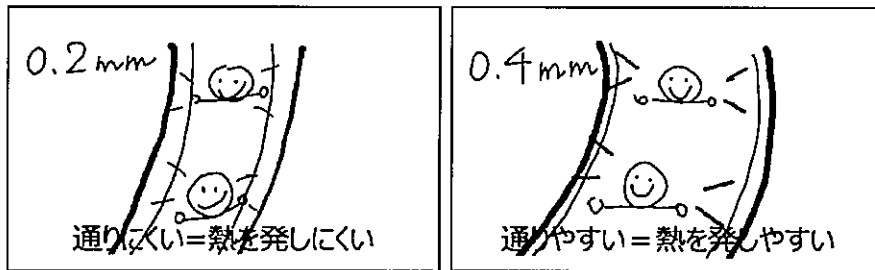


図5 電熱線の太さと電気の流れ方による発熱の違いのイメージ

その後、C19は、「検流計で測って調べたらいい」と、電熱線を通る電気の量を測定することで、問題解決を図ることを提案した。既習事項である検流計を用いることで、流れる電気の量を確かめることができると考えたのである。

教師は、C19が、新たな学習問題を提起して、その解決方法の見通しを提案しながら、学習を調整していると把握して足場はずしを実施し、自律的な学びを促した。

その後、子どもは、検流計を使った観察、実験に取り組み、太い電熱線に多くの電気が流れることを確認した。その結果として、太い電熱線の方に電気が多く流れて発熱することを理解するに至った。

7. 足場づくりから足場はずしへの移行に伴う自律的な学びの内実

授業実践の中で教師は、第1時において、フィードバック機能の内面化を促すとともに、その機能の駆動を促進させた。一方、第6時では、足場はずしを行い自律的な学習を積極的に促した。

図6は、授業実践における足場づくりと足場はずしによる自律性支援について模式化したものである。第1時において、教師は、科学的な事象を提示するとともに、形成的アセスメントにより、子どもの学習状況を把握した。そして、子どもの興味・関心を引きつけ関心を引きつけたり、学習問題を明確にさせるために発問したり

して、学習問題を明確にさせる足場づくりを行った。また、問題解決の見通しをもたせるために、条件に目を向けるように発問して、電池の量と発熱の関係づけを図った。このように、子どもの欲求を聞き、学習状況を把握しながら、フィードバック機能を視点に、問題解決のヒントを与える足場づくりを行ったのである。

また、「電池を増やすと、電熱線は熱くなるのか?」と、発言した子どものパフォーマンスに対して、「いいですね」と、応答的に受け止めて承認したり、「電池の数」と、制御する条件について発言を価値づけたりして、フィードバック機能の内面化を促した。さらに、フィードバック機能を駆動させて問題解決取り組めるような個別活動の時間や話し合いの場を設けた。その中で子どもは、フィードバック機能を視点に他者の言葉をアプロプリエーションし、同一化による調整や統合による調整を図りながら、電池の数と発熱についての科学概念を構築したのである。

一方、第6時において教師は、形成的アセスメントにより、子どもがフィードバック機能を自覚的に駆動する実態を把握した。たとえば、子どもは、「今日はみんなで考察を話し合えばいいと思います」「なぜ熱くなったか考察で話せばいいと思います」など、学習問題を自ら発言し、電熱線を通る電気をホースと水にたとえて、「電気の量も太い方がたくさん流れる」など、自己調整的に問題解決を図ったりした。

教師は、子どもが自ら学習に対して動機づけを高め、フィードバック機能を駆動させていると把握し、足場はずしを実施した。また、必要に応じて、「一貫しているの、分かります?」など、子どものパフォーマンスにに対し、価値づけながら、内面化を促す足場づくりを行った。

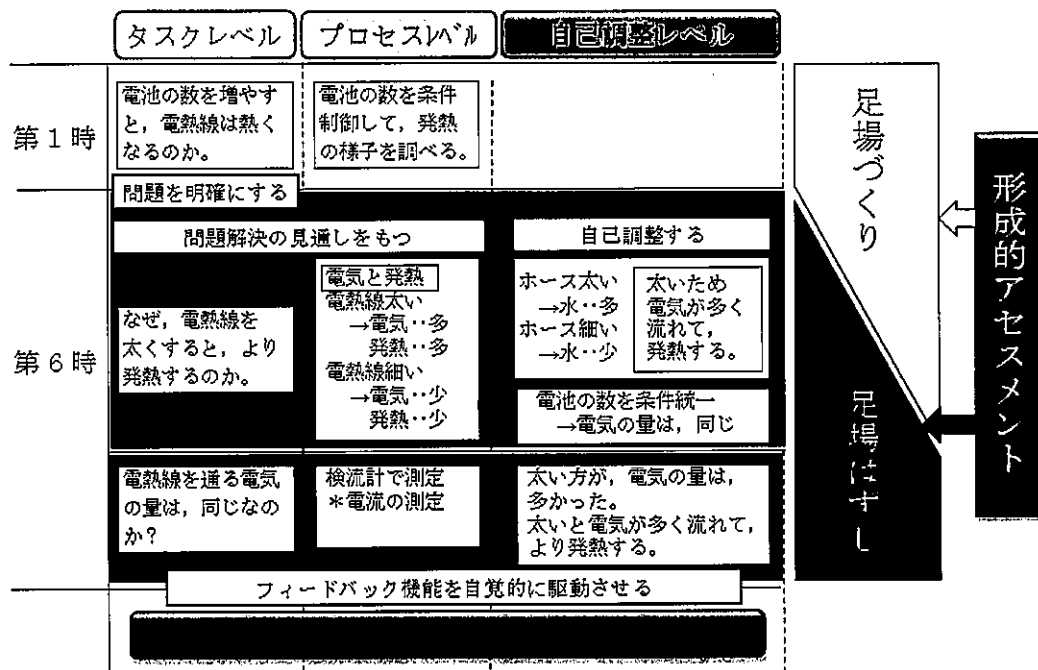


図6 足場づくりと足場はずしによる自律性支援

このように、教師は、足場づくりによって、フィードバック機能の内面化を促すとともに、足場はずしを実施して、学びの主体を子どもに譲渡しながら、自律的な学びを促したのである。一方、子どもは、自発的に行動しながら問題解決に取り組み、自己調整的に科学概念を構築した。すなわち、学習における自律性が育まれ、理科学習を通して自己との統合を図り、動的な学力形成を図ったのである。

8. 自律的な学びにおける動的な学力形成の実際

図7は、第10時に取り組んだ、C17の振り返りである。C17は、「電熱線の太さを太くすると、より発熱するのか？」と、学習問題を明確にしながら、問題解決プロセスにそって、学習のまとめを記述した。電熱線の太さによる電気の量の関係については、検流計を使った観察、実験や、並列つなぎをもとに「分かった」と、記述した。「電気の数が同じ」という考えを改善して、電気の量と発熱の関係性を捉え直し、「納得できてよかった」など、自己調整的な学びを振り返った。このように、C17は、フィードバック機能を駆動させながら、電熱線の発熱に関する科学概念を構築したことが明らかとなった。

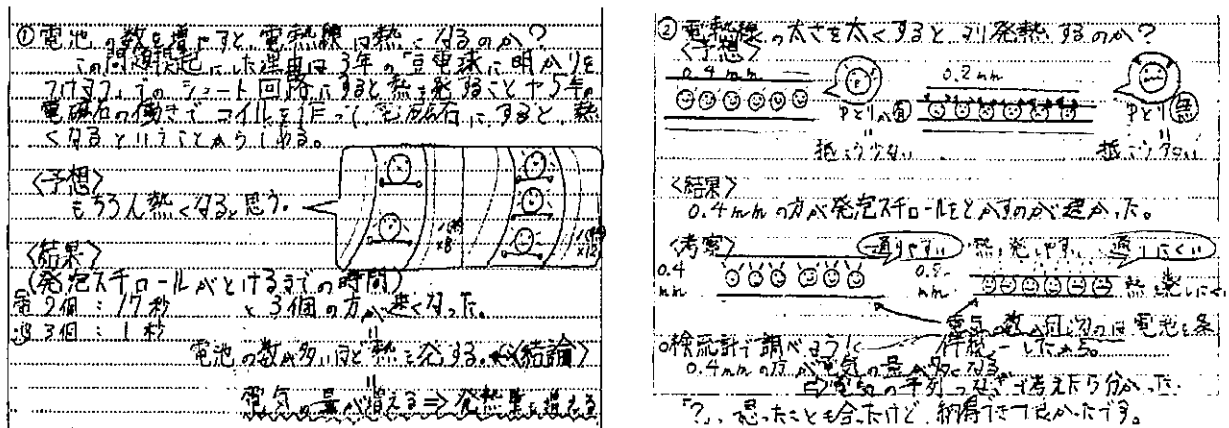


図7 C17の振り返り

表9は、子どもの振り返りを分析した結果である。静的な学力として捉えられる電気と発熱に関する記述を分析するとともに、動的な学力としてのフィードバック機能を駆動させた記述について分析した。

電気と発熱の関係についての記述は100%、電熱線の太さと電気の流れについては88%だった。フィードバック機能の自覚的な駆動に関しては、タスクレベルについては97%、プロセスレベルについては100%、自己調整レベルについては76%であった。これらのことから、子どもは、フィードバック機能を駆動させながら、電気と発熱に関する科学概念を構築したことが明らかとなった。

表9 単元のふりかえりの分析 (N=33)

電気が流れると発熱することに関する記述	33人	100%
太い電熱線の方に多く電気が流れることに関する記述	29人	88%
電気が多く流れるほど発熱することに関する記述	31人	93%
学習問題を明確にすることに関する記述	32人	97%
問題解決のプロセスに関する記述	33人	100%
自己調整的な学びに関する記述	25人	76%

9. 本研究のまとめ

本研究では、自律性を育む授業デザインを構想し、その有用性を検証してきた。その結果、学習における自律性を育むための視点として、以下の3点が明らかとなった。

- (1) 教授・学習方略として、四つのレベルを視点とした形成的アセスメントに基づき、学習の状況に応じて、問題を明確にしたり、見通しをもって観察、実験を計画させたり、自らの考えの評価・改善を促したりする足場づくりを行うとともに、子どものパフォーマンスを応対的に受け止め、承認し、価値づけることにより、フィードバック機能の内面化が促される。
- (2) 子どもが四つのレベルのフィードバック機能を自覚的に駆動させていることを把握したとき、徐々に足場はずしを実施することによって、学びの主体が子どもに譲渡され、自発的な行動が促される。
- (3) 形成的アセスメントを主軸とした足場づくりと足場はずしにより、自己レベルとしての子どもの学習に対する自律性動機づけを高め、タスクレベルやプロセスレベル、自己調整レベルのフィードバック機能の自覚的な駆動を促し、自律的な学びが具現化する。

つまり、教師の足場づくりによって、子どもは、フィードバック機能の意味や駆動のさせ方を知り、実際に駆動させたパフォーマンスを承認されたり、価値づけされたりしながら、内面化していくのである。やがて、フィードバック機能についての内面化が深まると、フィードバック機能を自己とを統合させながら、学習状況に応じて、自らその機能を自覚的に駆動させることができるようになる。そのとき、学習の状況に応じて、教師が足場はずしを実施することにより、子どもに学びの主体が譲渡され、子どもの学習における自律性は育まれるのである。

このように、形成的アセスメントに基づく足場づくりと足場はずしによる理科授業デザインは、フィードバック機能の自覚的な駆動を子どもに促し、学習における自律性を育むことに寄与することが明らかとなった。しかしながら、内面化のプロセスにおける同一化による調整や統合による調整などについての詳細な分析については、課題が残った。

引用・参考文献

- バフテン, M.M. (伊東一郎訳) (1979) 『小説の言葉』, 新時代社
- エドワード, L. デシ & リチャード, フラスト (桜井茂男訳) (1999) 『人を伸ばす力』, 新曜社学校教育方第 30 条第 2 項, 第 49 条, 第 62 条 (2007)
- Hattie, J. and Timperley, H. (2007) "The Power of feedback", *EDUCATIONAL ASSESSMENT AND EVALUATION, Current Issues in Formative Assessment, Teaching and Learning*, Vol. IV.
- 梶田徹一 (1994) 『教育における評価の理論 I 学力観・評価観の転換』, 金子書房
- 国立教育政策研究所 (2012) 「平成 24 年度全国学力・学習状況調査の結果について (概要)」 Retrieved from http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/01gaiyou/24_chousanokekka_nitsuite.pdf
- 国立教育政策研究所 (2015) 「平成 27 年度全国学力・学習状況調査の結果について (概要)」 Retrieved from <http://www.nier.go.jp/15chousakekkahoukoku/summary.pdf>
- 長沼武志, 森本信也 (2015) 「自己調整的な理科学習を進めるためのフィードバック機能に関する研究—フィードバックが機能する四つのレベルを意識した授業デザイン—」『理科教育学研究』, 第 56 巻, 第 1 号
- 長沼武志, 森本信也 (2016) 「理科授業における対話を通じた科学概念の社会的構築に関する研究—アプロプリエーションを促すフィードバック機能の分化—」『横浜国立大学教育学会研究論集』第 3 号, 横浜国立大学教育学会
- リープ, J. & デシ, L.E. & ライアン, M.R. & ジャン, H. (2009) 「自律的自己調整の理解と促進—自己決定理論の観点から—」『自己調整学習と動機づけ』, 北王路書房
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2002) "Overview of self-determination theory: An organismic dialectical perspective", *Handbook of self-determination research, University of Rochester Press*
- 桜井茂男 (2009) 『自ら学ぶ意欲の心理学』, 有斐閣