

理科

ICTを活用して協働的に落下運動を表現する

提案者 宮村 連理 宮口真木子 大西 啄也 村上 潤

【キーワード】メタ認知 自己調整学習 形成的アセスメント 発達の最近接領域(ZPD) 拡張学習
ICT

1. はじめに

20世紀当初、スペインの哲学者オルテガはその著書「大衆の反逆」¹⁾で、大衆を「自分が《みんなと同じ》だと感ずることに、いっこうに苦痛を覚え、他人と自分が同一であると感じてかえっていい気持ちになる、そのような人々全部である」と表現した。同書を取り上げた2019年2月放送のNHK番組、100分de名著「オルテガ」の放送回²⁾でも「農村部や分散して生活していた人々が都市に集まり、同じことに安心感を持ち、それこそが正義の源となったことが現代の社会問題に通じる」と指摘している。さらに都市部に流入し形成された「大衆」は「《平均人》」である。それゆえ、たんに量的だったもの-群衆-が、質的な特性を持ったもの-に変わる。すなわち、それは、質を共通にするものであり、社会の無宿者であり、他人から自分を区別するのではなく、共通の型を自ら繰り返す人間である」とした。これも同番組の解説によれば、近代化における労働者教育の必要性とも一致する。工場労働者に必要なものは、規律や行動、指示と実行、基本的な知識の習得である。これはまさに日本の明治以降の近代化にもそのまま当てはまる。本校を含めた現在の学校教育の基礎となった思想である。同じ顔をし、同じ行動をすることを美德とし、はみ出すことを認めない、例えば、朝礼で校長先生の話聞くのはその話に興味があるのではなく、その姿勢を保持することができる子どもを育てることに意味があるのである、と解説している。そう考えれば、多くの社会問題化している校則の問題、制服や規律、相手の顔を見ていない一方的な教授型の授業スタイルの問題までもオルテガは指摘していたのである。それに対し、PI-SAなどの調査結果から読み取れるこの国の教育へのあり方に対する変革の要求、学習指導要領で求められている力、主体的・対話的で深い学び、21世紀型能力をはたらかせ育成させる生きる力、STEM/STEAM教育の必要性、総務省の唱えるSociety5.0、これらの問題の根底は同じである。「大衆の反逆」で指摘された問題がまだ解決していないのである。本研究協議会も含む一連の研究はこれらの問題に、実際の中学校教育課程における理科を通して解決する方法を検討するものである。

2. 「研究主題」設定の理由

本校理科部ではこれまでの研究において、教科の本質に迫る「深い学び」を「獲得した概念や法則を自らのものとし、問題解決の過程を楽しみながら取り組み、新たな「科学の目」を持って自然を見渡し、はたらきかけることにより、新たな問いや追究が生まれる学び」と捉えることとした。3年間を通した理科の目標(育てたい生徒像)を次のように設定している。

- ・自然に豊かにふれ、意欲をもって自然現象を追求しようとする事ができる。
- ・ものごとを科学的にとらえ、論理的に実証的に社会的に理解することができる。

このように私たちは、「科学的にとらえる」ということを、「論理的に」「実証的に」「社会的に」という3つの観点をあげている。これらを実現する方策として、本研究協議会の授業テーマを決定した。

3. 「拡張的な学習」と「真正の学び」、その評価

平成29年告示の中学校学習指導要領では『「観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること」などの資質・能力に課題が見られる」とされた。さらに中学校の理科における「見方・考え方」を、「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的

な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と示している。

和田ら¹³⁾の考えより、科学的な思考とは「理科の見方・考え方を働かせながら、表象の変換を通じて、知識構造を構成し、表象ネットワークを精緻化・体制化させる心的活動」とした。そのために後述するような共同研究を進め、またその中で、協働作業を通じた科学的な思考の育成に関わるタブレット端末+電子黒板等のICT機器の重要な役割を見出してきた。さらに昨年度より、STEM/STEAM教育の視点を取り入れ、実験計画そのものを生徒が協同的に創り出す視点も取り入れ研究を進め、北澤¹⁴⁾との発表も行った。これは、これまでのメタ認知を効かせることによる主体的で深い学びを行うことへつながる研究^{15)~16)}、対話的な学習を進める上でその核となる考えである自己調整学習を進める視点¹⁷⁾をベースに、ICTを活用しながらこれらの協働が進み、さらに実験計画も生徒自身が生み出していくという研究について昨年度取り組んだ。これはエンゲストロームがヴィゴツキーの活動の三角形を拡張した¹⁸⁾ものを根拠に、対話的協働的な活動が新たな「道具」を生み出していることを実証した(図1)。今年度は本校全体の目標とも関連し、これらの取り組みがニューマンの「真正の学び」¹⁹⁾のスタンダード(表1)からどのように評価できるか検討する。同時に、このような学びの深まりが生徒に起こっているかを評価し、観点別評価にどのように活用できるかについても検討を行う。

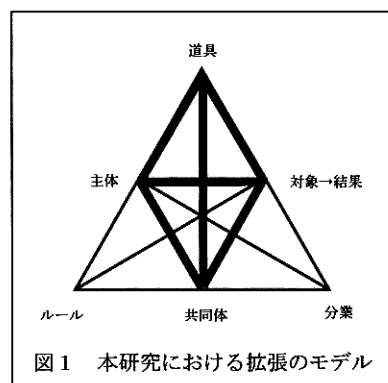


図1 本研究における拡張のモデル

知識の構築	鍛錬された研究		学校の外での価値
スタンダード1 高次な思考	スタンダード2 深い知識	スタンダード3 内容のある会話	スタンダード4 教室を越えた世界との結びつき
指導法は、子どもたちが情報や考え方をまとめたり、一般化したり、説明したり、仮説を立てたりして、それに新しい意味づけや理解を生み出すような結論にたどり着くことで、そうした情報や考え方を卓越させることに携わらせている。	指導法が、トピックや学問についての中心となる考え方(central idea)に対して、結びつきや関係を探求したり、比較的複雑な理解を生み出すことができるだけの十分な徹底さを伴った取り組みをしている。	子どもたちは、教師や仲間たちと、教科内容について広く会話的な意見交換を行い、考え方やトピックについて改善され共有された理解を生み出すことに携わっている。	内容のある知識と公的な問題または個人的経験とを子どもたちが結びつけている。

表1 「真正の教授法」向けスタンダード-指導法-

これらの一連の研究に根ざしている授業群では、学びの過程を生徒に具体的に支持することを行っていない。問題解決学習(PBL)をベースに、單元ごとに課題が示され、その課題を解決する過程で、メタ認知が利き、協働学習の中から自己調整が進み、自らの考えとしてまとめられる。そのため、教師は明確な道筋や、解決方法を明示しない。しかし、改正的アセスメントの視点を常に持ち、個人、実験班(4人1組)、クラスごとに、その都度、必要なコメントを、考えるための「ヒント」、「キーワード」、「特に留意しておきたい点」などという形で提示し、生徒らはそれらを他者との意見や議論と同レベルで比較しながら、思考が進みように授業をデザインしている。これらのトレースは残念ながら現時点では紙ベースのワークシートで行っている。この点については今年度より、本学北澤研究室、ハイラブル

株式会社との共同研究でHylable DAS（ネットワーク接続型ICレコーダーとその音声分析評価）^[3]に取り組んでいる。これは実験班ごとに設置された卵型の全方位マイクにより、着座位置を認識させることで班のメンバー内にどのように議論が進んだかを分析するシステムである。これにより、タブレット端末によりどのように議論が活性化しているかなどについても検討を行っている。タブレット端末は、1班2台、つまり二人で1台の配置である。基本的なアプリケーションは、Metamoji製Classroomを使用し、班ごとに設定されたIDにより、同じ実験班は違う端末から同じ画面に同時に書き込むことで議論が進む仕組みを実現している。さらに、これらの画面を全員に表示する機能を活用し、発表時には正面スクリーンの内容と手元合計20台が同じ画面となり、より円滑な発表内容の共有を実現している。さらに今年度はカシオ計算機との共同実証研究により貸し出しされている超短焦点プロジェクタ^[4]とそれに付随するアプリケーション（C-Connection、MirrorOp Presenter）を活用し、発表時にポイントとなった班のデータを最大4つまで同時にスクリーンに表示する機能も活用する。例えばこれは、発達の最近接領域（ZPD）の視点から、教師がどのように「足場かけ」をしているかを観察、検討することができる。これも生徒自身が自らの思考で、答えとなるものを表現させていく方法論である。

本研究協議会の授業では、3年生の運動をテーマにした。昨年同様、落下運動をテーマとした。「質量が異なる体積が同じ物体を同時に自由落下させるとなぜ同時に着地するのだろうか」を課題に設定した。昨年度の取り組みでは、様々な議論、実験を通して、落下物体とかかる力の関係表（も生徒が自身で導き出した）から質量MにはMgの力がかかり、2Mには2Mgの力がかかるため、落下速度は変わらない、と結論づけたが、今年度はまた違うアプローチが考えられる。教師が考えた授業計画、思考のステップを生徒がなぞるわけではない、真に生徒が主体的に思考している姿、その時々を生徒の思考を大切にしながら、彼らがどのように議論し、思考を協同的にまとめ、発表するかをご覧いただく予定である。

引用文献

- [1] Jos'e Ortega y Gasset、大衆の反逆（中公クラシックス）、中央公論新社、2002
- [2] NHK教育テレビジョン、「100分de名著」第1回、20019年2月4日初回放送、
https://www.nhk.or.jp/meicho/famousbook/84_ortega/index.html、番組紹介Webページには2019年11月1日アクセス
- [3] 黒田篤志・森本信也編『深い理解を生み出す理科授業とその評価』第5章「ICTによる思考・表現を促進する理科授業のデザイン」、学校図書、2018
- [4] 北澤武・宮村連理、「児童生徒の情報活用能力に着目したSTEM/STEAM教育の試み」、日本科学教育学会年会論文集43、pp.89-90、2019
- [5] 和田一郎・宮村連理・澤田 大明・森本信也、「理科学習におけるメタ視覚化の概念とその社会的相互作用を通じた 変容過程の分析 —中学校理科「物質の成り立ち」の単元を事例として—」、理科教育学研究 Vol.56 No.1、2015
- [6] 猪口達也・和田一郎・宮村連理、「主体的・対話的で深い学びの具現化を目指す理科授業デザイン（1）メタ認知機能の高度化」、日本理科教育学会全国大会発表要旨集、2017
- [7] 鈴木速斗・宮村連理・和田一郎、「物理的領域における科学概念構築を促す教授学習モデルに関する研究」、臨床教科教育学会誌 16(1)、29-40、2016
- [8] 佐野菜実・和田一郎・宮村連理、「認知モデルを基軸とした能動的学習を促す理科授業デザインに関する研究」、臨床教科教育学会誌 17(1)、55-62、2017
- [9] 小川葵巴・宮村連理・和田一郎、「メタ認知と内省の関連性を高める他者の影響に関する研究」、日本理科教育学会全国大会発表要旨集、2018

- [10] 林直希・和田一郎・宮村連理、「理科授業におけるICTを活用した内省の促進に関する研究」、日本理科教育学会全国大会発表要旨集、2019
- [11] ユーリアエンゲストローム、「拡張による学習—活動理論からのアプローチ」、新曜社、1999
- [12] フレッド・M・ニューマン、「真正の学び/学力質の高い知をめぐる学校再建」、春風社、2017
- [13] ハイラブル株式会社、<https://www.hylable.com/>、2019年11月1日アクセス
- [14] カシオ計算機Educational Solutions、https://casio.jp/projector/educational_solutions/、2019年11月1日アクセス

4. 公開授業から

本研究では、昨年度と同様に3年生の「運動とエネルギー」の2章「物体の運動」をテーマとした。そのうち、公開授業(平成31年11月15日)を宮村が行い、授業の目標を自由落下する物体の落下速度と質量とが無関係であることを説明できるようになる、とした。公開授業には、横浜国立大学和田一郎教授、本学北澤武准教授が参加され、授業への講評をいただいた。また、授業の様子、単元評価規準、単元指導計画、公開授業で使用したプリントを示した。

授業の様子



右側写真で発表を行う生徒(図7、図8のワークシートを記述した生徒)

単元の評価規準

ア 関心・意欲・態度	イ 思考・判断・表現	ウ 技能	エ 知識・理解
①力が働いている物体の運動に関心をもち、それを意欲的に調べようとしている。 ②自由落下と質量との関係を考えようとしている。 ③班での話し合いに積極的に参加し、意見をまとめようとしている。	①記録テープやスローモーション動画から運動の様子を考察することができる。 ②力がはたらいているとき、いないときの運動の様子を考察することができる。 ③速度と質量の関係を説明するための実験を計画できる。 ④他者の意見と自分の意見を比較し、自分の意見としてまとめ、表現することができる。	①記録タイマーやタブレット端末を使い、運動の様子を記録できる。 ②実験結果を表などにまとめ、グラフとして表現できる。 ③様々な実験機材を組み合わせて目的のデータを得ることができる。	①速さについて理解する。 ②力と運動の関係について理解する。 ③落下運動では速度が同じ割合で増えることを理解する。

単元（題材）の指導計画と評価計画（11時間扱い）

時	目標	学習内容・学習活動	評価規準
第1時	導入	質量の異なる球はどちらが先に落下するかタブレットを使い撮影し科学的事実について確認する	アー①、② イー①
第2時	落下運動を説明するのに必要な概念、要素について考える	撮影したデータをもとに班ごとに考えたことを発表する	イー① ウー①、②
第3時	力学台車の運動について記録テープを使い記録する	等速直線運動、斜面の運動を記録テープから処理して、グラフなどでまとめる	アー③ ウー②
第4時	台車の運動の特徴をまとめる	平面、緩斜面、急斜面でどのような運動をしているかまとめる	エー①、②、③
第5時	課題解決のための実験計画を作る	個人作業で実験計画を作る（定期試験の返却を含む）	アー② イー③
第6時	実験計画を班でまとめる	実際に実験機材に触りながら、課題解決のための実験計画を班で作る	アー③ ウー③
第7時	班ごとの実験計画を発表する	班ごとの実験計画を発表する	イー③、④
第8時	発表から参考になる情報を取り入れて実験計画を修正する	他の班の発表から参考になった意見を取り入れ、自分の班の実験計画を修正する	イー③、④
第9時 （本時）	修正した実験計画を発表し、具体的な準備を行う	修正した実験計画を発表する	アー② イー③、④
第10時	計画した実験の実施	似たような機材ごとに実験班を再編し、データを集める	ウー①、②、③
第11時	実験結果のまとめ、発表	質量と加速度がどのように関連するかに意識させながら結果をまとめて発表する	イー④

公開授業までの授業において、質量が異なっても同時に着地することを説明する方法として、いずれも速さが等しい、という点から一歩進んで、加速度が等しい、そして加速度が等しくなるのは、質量が大きいものと小さいものではかかっている力が異なるのではないか、という仮説を導いていた。記述の仕方は生徒により異なるが、この点までは共通理解として、この課題を解決するにはどのような実験方法がよいか、議論し、班ごとに発表する授業について公開授業を行った。例えば、この時点で既に、質量と力のバランスや比について言及している生徒もいる一方で、いまだに斜面の変えることにどのような意味を持たせているのか整理できていない生徒などもおり、この発表を通して、その部分についても整理できる、ということも目的となっていた。

公開授業で使用したワークシート

運動とエネルギー No.3 落下運動の実験を設定する

前回までの実験で分かったこと

この結果も踏まえながら、() ことを明らかにするために、どんな実験をすればいいだろうか。

【個人活動】前回の実験結果から新たに思いついた方法

【班活動】実験を行う方法		
実験方法	予想される結果	この実験が必要なる理由
班で考えた方法		
物販から取り入れた方法		

3年()組()班()番 氏名()

運動とエネルギー No.4 落下運動の実験を設定する その2

質量が異なっても同時に落下するのはなぜか

【個人活動】予想

からではないか。

【個人活動】

を明らかにする実験をする。

発表を聞いてのメモ

【発表後の班活動】

実験方法 (必要なもの・より正確なデータを得る工夫・実験をまとめる表なども)

予想される結果 (どうなれば 何が明らかとなり、予想が正しいと見えるのか)

3年()組()班()番 氏名()

実際の発表において生徒が班ごとにiPadに入力したデータを順に示す。例えば図2の1班は台車の数(質量)とかかる力を斜面や定力装置で変えているが、数的な関係が曖昧で、どのような予想をし、どのような結果が得られるかがまとも切っていない。このような班が他の班の発表を聞いて、どのように実験方法を変更していくか、という部分にメタ認知と自己調整学習が生きてくる。ワークシートでは、発表のメモの部分に書き、まとめ直す際に参考にする、という構成となっている。

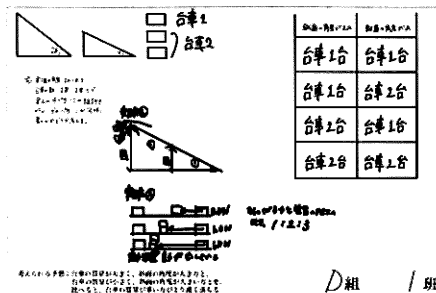


図2 1班のデータ

次に4班の発表データが図3である。この班は垂直落下するおもりを滑車を使って水平方向に引き、おもりと台車の条件を変え、加速度を調べるというものである。台車が1台、2台、3台とおもりを1つ、2つ、3つで組み合わせたときに、1台と1つ、2台と2つが同じ加速度になると予想している。「質量が大きい、重たいものほど加速されにくく強い重力がかかる」という言葉にも表現されているが、水色と緑色の解釈がまだ詰めきれず、実験をしてみないと確信が持てない、反比例という表現にもまだ詰めきれない様子が読み取れる。しかしながら、2つの組み合わせを変えれば課題に答えられる、ということは理解している班である。

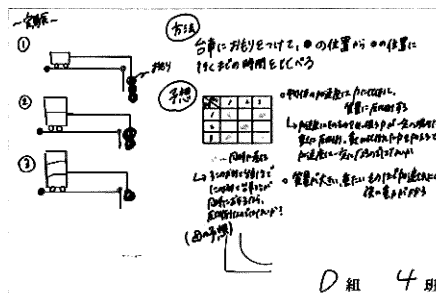


図3 4班のデータ

図4の3班はさらにその考えが充実しており、同じ色の部分が同じ加速度になる、どんな組み合わせによって加速度が決まるか、ということが表現できている。「物体の質量と引く力の比が等しい」という比という概念も表現されている。この比が何を意味していて、比が等しいことと、同時に着地すること(加速度)の概念が繋がれば、なぜ同時に着地できるのか、

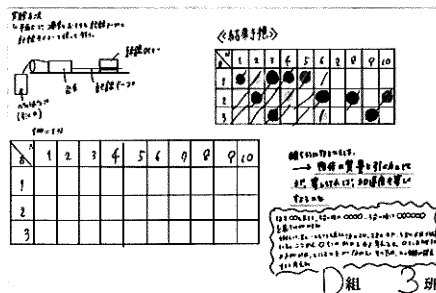


図4 3班のデータ

ということが説明できる班である。

10班はこの比について、1g（質量）あたりにかかるN（力）が一定だから同時に着地する、同時に着地するという部分に落とし込むために、一定になるものは何か、ということに言及している、 $F=ma$ に通じる考えであると言える。

ここまで記述した班は実際に公開樹水で発表した順になっている。また班ごとにどこまで整理できているか、どんな視点が足りないか、ということ教師が把握し、思考がまとまっていく方向に話していくこと発表後に教師がコメント入れるという形をとり、形成的アセスメントとして取り組んでいる。

最後に7班を紹介する。この班は、これまでのいくつかの班と同様に定力装置で引く力と台車の数を組み合わせた実験を計画した。丸1の実験から同じ力で引くと台車1台の方が加速度が大きいこと、そして丸2の実験からここが1：1、2：2であれば、加速度は等しいと予想している。さらにこの実験が何のたとえであるか表現されており、これをどのように外挿すれば答えにたどり着けるか考えている。水色の吹き出しとして表現されている部分をみると、質量が大きい水色は大きい力がかかっている、2の実験でいう2：2である。このことから、実験を90度回転させればまさに自由落下と同じことになる、そもそもこの「質量が異なっても同時に着地するのはなぜか」という課題に対して、この自分たちで考えた実験で何を明らかにできるか説明できている。つまり、自由落下だと質量とかかる力の組み合わせは変えられない、しかし、水平方向にして行うこの実験では、そこを変えられるので、そのうち1：1、2：2の時が加速度が等しいと説明できるという発表であった。

ここまでの発表を終え、iPad上で全班の発表を互いに見れるように設定した。ここで自分たちの班でどのように考えてきたかを振り返り、また他の班から参考にできる考え、実験の設定条件などを自分の考えに取り込む時間とした。その際、自分で取り込む考えを選択する際、全ての10班から比較することもできるが、今回は教師の側から「キー」になるものを4班選び、エプソン製ES機能とMirrorOPを使い、同時に表示させた。このことから10班から自由に考えを取り込む機会を作るだけでなく、キーとなるもの提示することで、他の班からの考えを取り込みやすくしている。この作業から、ここで列挙したような班ごとの特徴を自分にあった形で取り込むことができるようになり、その作業を踏まえた上で、班ごとに具体的な実験方法について再検討する時間とし、班で相談する時間としたところまでで公開授業を終えた。

5. 研究協議会の記録から

このような授業展開により、課題に対して、個人の考え、班の考え、クラス全体での考えとを通して、より小さい範囲での課題解決のための方法を考えさせるという活動を通して科学的な思考を深まる過程について検討を行っている。今回の協議会では、ニューマンの「真正の学び」において、知識の構築として、「スタンダード1：高次な思考」、鍛錬された研究として、「スタンダード2：深い知識」、「スタンダード3：内容のある会話」、学校の外での価値として「スタンダード4：教室を越えた世界との結びつき」についてが研究、検討対象として設定されていた。協議会での講師の先生からのやり取りから、

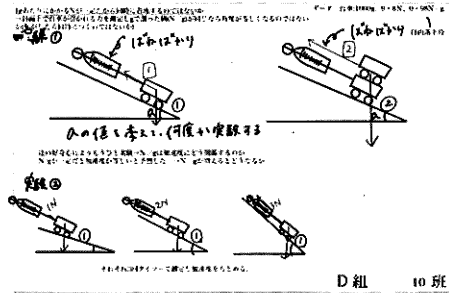


図5 10班のデータ

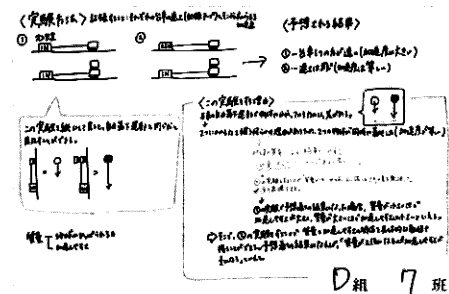


図6 7班のデータ

今回の公開授業がこのスタンダードに対応していたか検討するものとする。かつこ内は協議会における和田先生のコメントを書き出したものである。

スタンダード1の高次の思考、という点については和田先生からはアーギュメントという概念を通して解説をいただいた。アーギュメントとは「根拠を持って論を立てる、論立てをするっていうような意味」と開設されていた。課題を解決するために実験を計画する上で「検証可能な予想という意味で、仮説というふうにここでは書かせていただきますけども、子どもたちなりに仮説を持っていて、それを検証するためにこの方法をとりますという、そういった説明ができていたと思うんですね。明確に、どうして、同時に落下するのかっていうことに対して、こうだからじゃないかという仮説を、子どもたちなりに立てている。で、これを自分の言葉でちゃんと説明できているっていう姿があったんじゃないかなと思います。その上で、それを立証するための方法を計画する、という場面が、今日のところだったと思う」という視点を持って生徒が取り組んでいた、また、具体的には、質量と引く力の条件を変えていくことから、比という概念、その比が等しい時、加速度が等しい、そして、課題である同時に着地する、という流れを作っていた。そしてそのパターンも班ごとに考えられており、大きく3つのストーリーがあったと指摘があった。「それぞれの実験方法は、彼らが立てている仮説に対してそれを検証するための方法になっていますので、自分たちが立てた仮説と、他者が立てている仮説っていうものが、どういうところに一致性があって、どういうところを確かめたいのか。それを確かめる際の方法として、他班が考えている方法と、自分たちが考えている方法は、同一の部分もあるし、違う部分もある。違う部分っていうのは、何が確かめられるのか、といったようなところが、子どもたちの中でも意識されてたんじゃないかなと思います。その辺りはたぶん、今日のワークシートの中にも表れてきているとは思いますが、後ほど、まだ私も詳細に見れていないんですけど、分析できたらなと思います。そして、最後に解釈という資質・能力ですけども、これはもう、今日の子どもたちの中でも、既にこういった表の中で、データを捉えていくと、この部分で同じ値が出てくるはずだ、とか、もうそういったことを既に予想していました。結果の予想ができていて、見通しが立っている状態です。これを、そういった予想が、結果の予想が立てられていることをどういった形で表現していけばいいのかという表現形態までも今日示されていたということになってたかなと思います。そういったところの見通しが彼らの中で立っていますので、仮説を立証するときの証拠となるエビデンス、というものが、どれがエビデンスになるかまでおそらく彼らの中では捉えられている中で、その証拠に基づきながら、こうであるということ言うぞ、っていう意気込みの中で、この後実験をいよいよしていくというような状態になっていたんじゃないかなと思います。今日の授業の場面の中でもこのような3つの資質・能力が、大きく育まれていっている、そんな姿が見られた」。

スタンダード2の深い知識、については新学習指導要領でも示されている、求められる資質・能力として、「解釈」という概念があるが、それと関連されて解説がされた。「解釈という資質・能力ですけども、これはもう、今日の子どもたちの中でも、既にこういった表の中で、データを捉えていくと、この部分で同じ値が出てくるはずだ、とか、もうそういったことを既に予想していました。結果の予想ができていて、見通しが立っている状態です。これを、そういった予想が、結果の予想が立てられていることをどういった形で表現していけばいいのかという表現形態までも今日示されていたということになってたかなと思います。そういったところの見通しが彼らの中で立っていますので、仮説を立証するときの証拠となるエビデンス、というものが、どれがエビデンスになるかまでおそらく彼らの中では捉えられている中で、その証拠に基づきながら、こうであるということ言うぞ、っていう意気込みの中で、この後実験をいよいよしていくというような状態になっていたんじゃないかなと思います。今日の授業の場面の中でもこのような3つの資質・能力が、大きく育まれていっている、そんな姿が見られたんじゃないかなと思います。」まさに、台車の数（質量）とおもり（引く力）などを組み合わせ、その結

果どのような実験結果（結論）を導き出そうとしているか、それを自分なりの言葉、図、表などで表そうとしている姿にスタンダード2が読み取れる。

スタンダード3、内容のある会話については、これまでの研究報告でも報告してきたが、協同学習の中にその姿が読み取れる。「他者からの知識や技能、考え方というものを、自分の中に有益なものとして取り込んで、自分のものにする、っていう姿です。そういった学びっていうものが、真正性がある。そして、もうちょっと言い換えますと、子どもたちが、真に望んで築き上げたいものっていうものを共有して、互いに、だからこそいろんな情報を取り入れて、自分のものにして協働的に新しい考え方を作っていく。こんな姿を作っていくのが真正な学びということで、やはり先程の活動理論との対応というのは、当然のごとく、とられてくる世界だと思う」、この考え、視点に基づくことで、昨年度の研究テーマであった拡張学習と真正の学びが根底で共通のものを持っている、と説明することができる。

また並行してICTの活用についても北澤先生、和田先生からも次のように解説があった。「このMetaMoji Classroomというアプリケーションですね、北澤先生にインストールして使われているというアプリケーションなんですけども、非常に協働性を高めるアプリケーションがそこに適用されているということだと思います。ですので、こういったアプリケーションを入れれば協働的な学習ができるということではなくて、やはり今まで説明させていただいたような、バックボーンがあったうえで、テクノロジー活用がないと、本日のような授業というものは成り立ってこない」、ICTありきで進むのではなく、今、学びを深めようとするときにどのような機能が必要であって、そのために必要な機材は何であるか、ただ機材を揃えて自己満足するような取り組みではなく、バックボーンが重要であるという指摘があった。さらにこの協働的な活動について生徒同士どのような相互関係、相互作用を見とれるか、という方法について北澤先生より、ハイラブルという仕組みについて説明があった。これは卵の形をしている指向性のあるマイクが内蔵されている装置で、班に1つずつ配置されている。生徒座席を記録し、誰と誰がどのようにやりとりしているか、が可視化できるもので、このレコーダー1台1台がネットワーク接続されており、そのデータがクラウド上で分析される仕組みとなっている。（ハイラブルの画面）

このICT機器についても、機器ありきでなく、「生徒同士の協働がどのように進んでいるかを分析する」という考えのもと配置されている。

スタンダード4については、これまで本校の研究会でも話題になってきたが、どの授業においても検討は難しいということであった。ニューマンによれば、例として、例えば生徒のベンチ作りについて、スタンダード3までは学校で行われ、スタンダード4についてはどこかの地域でベンチを必要とされている施設などで実際にニーズに合わせて作っていく、またはそのコミュニケーションが必要であるということである。今回のような協議会では検討できなかったが、協議会後のやりとりでこのようなやりとりがあったので紹介する。今回のように生徒個人で課題を検討する、その考えをiPadを通して班ごとにまとめる作業がある。さらにその考えを班ごとに発表し、クラス内で共有する。発表後はデータを班ごとに書き込むモードから全員で比較閲覧できるモードに変更し、さらに個人で検討する、というプロセスをふんでいる。そこで、この考えはネットワークを通して共有することができることから、他の学校とつなぐことで、さらに考えを比較、検討することができる、というものである。原理的には十分可能である。そのような取り組みでは、スタンダード4の教室を超えて、学びを深める、ということにつながるのではないかと、という議論であり、機会があればぜひ挑戦してみたいテーマである。

最後に、生徒のワークシートの変容を交えながら、今回の研究授業について、成果と課題についてまとめた。図7、図8が同一生徒の研究協議会前後での記述の変化である。この生徒も他のせいと同様、仮説の設定からその検証、個々人の表現としてワークシートにまとめていく活動を通して、どのような根拠を持って説明できるのか、というアージェントスキルについて視点をおきつつ、これまで実証し

てきた、メタ認知、自己調整学習、さらにその活動を形成的アセスメントにより活性化される様子が読み取れる。これらの活動は、エンゲストロームの拡張学習における、活動理論において説明でき、かつ、全体の研究テーマでもある真正の学びのスタンダードも満たしていることが協議会を通して確認することができた。さらにそれらの活動は、ICT機器と表裏一体の関係にあることも解説いただいた。また、課題として、現在の活用方法である2人で1台から1人1台となった場合の違い、また、アカウントをさらに細かく設定することで個人作業は自宅でできるようになる、などの取り組みも可能である。この図7、図8のワークシートをデータ化し、個人ごとに記入させることも原理的にはすでに可能である。さらにスタンダード4として指摘があった他校との協働も興味深いテーマである。

【班活動】 実際に行う方法			
	実験方法	予想される結果	この実験が必要な理由
班で考えた方法			

図7 ある生徒の研究協議会前時での記述

実験結果 [図や表を用いて分かりやすく、他班により良いデータがあるならば取り入れても良いが、取り入れた理由を書くこと。]	

図8 図7と同じ生徒の研究協議会後の記述

他の視点として、協議会でも和田先生から話題があった生徒自身が自分たちの活動に「誇り」のようなものを持っていないか、今後、他校との協働作業が進んだ時に国立大学附属学校としての役割を果たしうるものであるのか、なども興味深いテーマである。さらに、このキーワードは「自己肯定感」や「自己有用感」とも説明される概念である。自己肯定感については、特に自然体験などの分野では取り組まれているテーマでもあり、自然科学を扱う教科である理科と、実際に野外での活動を通して得られる自己肯定感との関係についても取り組むテーマとして考えられる。