

# 新しい学びの認知科学としての「実践学」構築に向けて From “Practice of Science” to “Science of Practice”

白水 始<sup>†</sup>

Hajime Shirouzu

<sup>†</sup> 東京大学

The University of Tokyo

shirouzu@coref.u-tokyo.ac.jp

## Abstract

Education in the practice needs a new form of educational science, or “science of practice.” This article explains the reason why we need a shift from “practice of science” to “science of practice” with its illustrative cases and further issues. The science of practice assumes that there is no one-size-fits-all theory for every classroom and requires every teacher to design her or his lesson as well as to construct own theory of learning. In two cases, teachers deepened their understanding of student learning through lesson design in constructive interaction with researchers and other teachers.

**Keywords—Science of Practice, Collaborative Learning**

## 1. はじめに

本 OS は、認知科学が「果敢に実践の場に出て、人が生きているフィールドや現場にしかと向き合う」ための「新しい認知科学のあり方」を探そうとするものだと聞く。その企画趣旨に筆者も深く賛同する。蛇足と言えば、「実践の場に出て」という表現には戻る先が想定されているように感じるが、最近の学習科学には戻る先のない(ラボ自体が実践の中にあり、社会に責任を負い続ける)研究者も増えている。「認知科学実験でわかったことを現場で実践する」(Practice of Science)という安易で素朴な方法論を超えて、実践即研究・研究即実践となることを支える強力な方法論が必要である。そこで本稿では、筆者が新しい認知科学に必要だと考える「実践学 (Science of Practice)」の概要と事例、今後の課題について、教育をフィールドとして報告する。

三宅[1]は実践学を「理学と工学の往還により、今の現実社会の発展に資する実践可能な対応をデザインし、その成果を評価してデザインそのものの質を上げ続けていくもの」と定義した。そのうえで実践学構築のために、狙いに応じて限りなく具体的に教育環境をデザイン(工学)すること、そのために理学的視点を用意すること、デザイン成果の評価を行うためにテクノロジーも使って認知過程を観察する「窓」を数多く開けることという三つの要件を整理した。

それではそもそもここでいう「教育:子どもたちの学

びにとつての環境のデザイン」になぜ実践学が必要なのか? それは、学びが本来的に一回性のものだからである。人の認知活動は、内的な認知過程と外界からの無数の刺激との間の複雑なインタラクションの結果として生ずる。その中で人が学んで行く過程は、一人の人のインタラクションの結果として生み出された言動が他の人にとっての刺激になるといった複雑な「インタラクションのインタラクション」として生起する。そう簡単に「こうしたらよい教育ができる」と処方されるような研究対象ではない。だからこそ、現在の学習科学は、常に直前の実践で起きたことの詳細な分析と直感的な把握を頼りに「次にこの特定の人たちに、こう働きかけたらこうなるのではないか」という一回性の予測を持って実際に働きかけ、その結果から得られる次の予測や直感をまた次の実践で確かめていく「実践学」の方向へと変わりつつある[2]。

その変化は当然、研究者が知見の生産者で、教師が消費者であるという関係も変える。教師自身が自ら現場で知見を生成する主体となり、それを研究者が支援・協働する、という関係の変化を伴う。

質的研究における一般化可能性 (generalizability) と転用可能性 (transferability) の議論[3]に照らせば、実践学は転用する主体が知見を自ら使うだけでなく、それを現場に合わせてアレンジして追加・修正・生成することを狙うということである。この二つの概念はそもそも、知見が特定の課題に関する少数グループを対象としたもので、他の属性のグループに一般化できないという意味での一般化可能性が低い場合でも、第三者が実生活に転用する可能性があることを指摘したものである。実践学はこの転用可能性を拡張するわけである。

さらに、多様な現場の個性や特殊性を相互に脱文脈化しあってインターローカルな知見を見出すのが「インターローカリティ」だとすれば、その作業を研究者が職業的に行うのではなく、教師同士が行うこと、さらにその過程を研究者が支えることを実践学は狙う。

以上を実践学の概括として[詳細は1参照]、以下では

それは具体的にどのようなデータをどう集めるものとなるのか、その道具立て（2節）と事例（3節）を述べる。そのうえで、今後の課題（4節）を検討する。

## 2. 実践のフィールドと道具立て

実践のフィールドは、筆者の属する東京大学 CoREF が2010年度より取り組んできた全国の教育委員会や小中高등학교との連携による「知識構成型ジグソー法」という授業法を活用した協調学習の授業づくりの実践研究[4]である。実践の規模としては、現在19都道府県28団体約2千名の教員と連携している。

「知識構成型ジグソー法」とは、一つの課題に対して、1) 個人思考、2) 課題解決のヒントとなる複数の視点のうち一つについて学ぶ（エキスパート活動）、3) 異なる視点について学んできた者同士のグループで協調的に課題解決を行う（ジグソー活動）、4) グループ間で考えを交流（クロストーク）、5) 個人思考という5つのステップを通じて、協調学習を引き起こすことを意図した授業法のことである。この授業法は学習活動だけを制約し、コンテンツを制約しないため、小中高すべての学年の全教科で展開可能である。実際に実践済みの教材2,267件を蓄積している。

実践を展開するための道具（装置：instrumentation）の一つがこの授業法であるとすれば、そこに埋め込まれた「建設的相互作用理論」[5]とその理論に基づいた教員同士のコラボレーションを支える事業・研修一式が残りの道具立てである。

建設的相互作用理論とは、共通の課題を巡る考え方の違いが各個人の理解を深めるとする考え方であり、その過程で話し手や解決を担う「課題遂行者」とそれを見守る「モニター」の間の役割分担と交代が自然に生じ、それが理解深化の動因として働くとするものである。先の授業法に照らせば、ステップ1)で課題を共有し、2)で「違い」が作り出されることで、3)で自然に役割分担と交代が生じ、4)でグループ間でも役割を交代することで、5)に至るまで各学習者が自らの理解を深め続ける形になっている。

東京大学 CoREF は、この原理を教室における子ども同士の学び合いに適用するだけでなく、教員や指導主事など大人同士の関わり合いにも適用してきた。下記がその趣旨をよく表している[6]。

「ねらい」の本質は、連携先と CoREF とが理想として「五分と五分」の関係を保つこと、言い換えれば双方がこうした

という期待を持っていて、それらを同じテーブルの上に乗せて検討しながらより良い形を求めて少しずつ前進して行くことだった。授業改革が共通目的である以上、授業は実践だから、連携先のどちらかが正解を差し出さずもう一方がそれを学んで終わりににはできない。まずはほとんどの研修に参加する受講者の方が正解を求めているのがこれまでの慣例であったとしたら、それを変え、自律する組織と自律する CoREF が協働作業をする体制作りがねらいだった。この正解のない前向きな連携を追い求めて行くうちにはっきりして来た「実態」の本質は、連携するメンバー一人ひとりが、自分に最も納得の行く表現で、「人はいかに学び、その学びを質量ともに最大限に引出すために私は何が出来るか」を語れるようになるための活動を双方で作りに上げて行くことだった。

「授業改革」という共通課題に向けて、自律する組織同士が協働して各自の答えを求めていくのが建設的相互作用である。さらにそこで獲得される「語り」が1節に述べた実践者自身の「知見」であり、その語り が授業に直結するという意味で研究即実践を支えるものとなる。それを可能にしていくために、CoREF[6]は次の課題を掲げている。

こう考えて来ると、この先に見えて来る方向としては少なくとも次の三つがあるだろう。一つは、「五分と五分」の関係を CoREF とのスポーク状のつながりのスポークの数を増やして行くだけではなく連携先同士のつながりを紡いでいくこと、二つ目は連携するメンバーを社会一般に拓いていくこと、三つ目はネットワークの中に学びの主体である児童生徒を加えていく努力である。これらの取組み総体をつないだものが私たちの考える Network of Networks でもある。

ここで掲げた概念「Network of Networks」がどのような形で実現されているのか、「研究者である CoREF がスポークの中心にいるだけではないあり方」にネットワークが変わっているのか、実際その中で教員の語り がどう変わってきているのかが、本報告の主題である。それは、これからの実践学を考えていく材料になるだろう。なお、分析の道具立てにもまた、建設的相互作用理論を用いる（その是非については4節で論ずる）。

上記の目的のために「授業研究」、すなわち（1）各教師が自身のねらいや想定を基に授業をデザインし、（2）他の教師や研究者が参加するメーリングリスト（以下 ML）上で授業デザインの検討を行い、（3）実践し（可能なら研究者も実践を観察し）、（4）子どもの学びの事実を基に授業デザインを振り返る、というサイクルを対象として、以下にケースを二つ挙げる。

なお、データは、授業研究の過程で複数回作成された授業案、教材、ML 上での授業検討のコメント、授業後の協議での授業者及び研究者の発言、授業者が作成した授業後の振り返りシートなどからなる。

### 3. 実践からの学びの事例

#### 3.1. ケース 1

最初の事例は、教師 T が 2016 年 11 月中学校 1 年生 19 名対象に行った数学「反比例の利用」の授業である。

教師 T が授業をめぐる課題遂行者を担い、研究者や授業後協議の参加者がモニターを務めたことになる。

最終的な「知識構成型ジグソー法」授業のメイン課題を記す。

「先生がお弁当をレンジで温めようと思ったら、1000w の時間が書かれている部分が破けていて時間が気になった。しかも、これから使おうと思うレンジは 1000w, 600w と 200w の切り替えしかできないから、時間がわからない。温めるのに適した時間を求める方法を見つけ、先生を助けよう。でも納得できる説明がないと、不安だよ。」

ワークシートにはリアルな弁当の写真が付いており、弁当のシールに「500w 2 分 00 秒 1500w 0 分 40 秒 1000w XX 秒（破れて読めない） 2000w 0 分 30 秒」と表示されている（したがって正解は 60 秒である）。

#### (1) 事前の ML 上での検討

授業案は授業者 T によって 10 月下旬に ML に投稿され、研究者 S とのやり取りが計 3 回なされ、教材が 3 回改訂された。投稿の趣旨は次の通りである。

教師 T (1 通目) :

1 年生の比例・反比例の利用で添付してある課題「レンジのワット数と時間の関係」を行おうと考えているのですが、エキスパート資料についてアイデアがまったく思い浮かびません。（注：この後「A：比例の特徴」「B：反比例の特徴」「C：実測値の処理」の資料が 2 通目として投稿された）  
ゴールは「反比例の考え方を使って時間とその求め方を説明できる」といいかな、と。学力的には低めの生徒が多く、協調学習の経験もほとんどないクラスなので、まったく予想もつかないです。

研究者 S (3 通目) :

（正答例の想定を踏まえ）だとすれば子どもたちの学習のプロセスとしては「1.レンジの W が大きくなるほど、温める時間は短くなることに経験やシールから気づいて、2.『反比例』の考え方が使えることを認識、3.反比例の基本形を思いだし、4.対応表をつくったりしながら定数を求めて立式する」という 4 つのステップを行きつ戻りつする感じになるかなと想像します。

課題とゴールだけ定めて、生徒実態が予想できないという教師 T に対して、研究者 S は「課題を實際解いてみるとどうなるか」という推定（以後「シミュレーション」と呼ぶ場合がある）をやってみせ、エキスパートに必要そうな知識の部品を共に探る。課題解決に必要な

なのは「反比例」関係のみだが、教師 T は生徒に「考えさせる」ために正比例関係も含めており、研究者 S はこの時点ではその案に異論を唱えていない。

続くやり取りが以下である。

教師 T (4 通目) :

早い返信とアドバイスありがとうございます。勇気が湧いてきました。

実施クラスは 7 月に協調学習「英語」をしたクラスです。生徒実態から考えると、「時間とワット数が関数関係であり、その 2 つが変数であること（把握）ができない」「変数を文字で表せない」の 2 点が気がかりでもあります。

研究者 S (5 通目) :

メールを拝見して少しイメージが変わってきました。

前置詞の授業を受けたクラスなのですね。…だとすると、彼らに「自分で考えて、考えを出し合おうと、納得できる」という経験をしてもらえるには、ねらいを思い切って絞ってあげて、小さな違いやこだわりの向き合いやすいようなデザインにすることが大事かもしれません。

比例・反比例・実測値の 3 つをエキスパートにする案は、「比例と反比例の考え方を比べながら身近な問題での関数の使い方を検討する」ことをねらったものでしたが、「反比例の考え方を見直して、腑に落とす」にねらいを絞ってみるのも一案かもしれません。

当初生徒実態が予想できないと語っていた教師 T も、研究者 S のシミュレーションに触れて、そもそも何を変数とみなすか、その間の関係に気づけるかという根本的な前提を問題視し始める。研究者 S は、授業対象のクラスを実際に見学したことがあり、生徒たちをイメージしながら、教師 T の懸念に呼応して資料を焦点化する方向性を示す。すなわち、反比例の問題に正比例の資料を渡して揺さぶるよりも、既習であるはずの反比例の考え方を再度見直し納得する方向性である。

最後のやり取りが以下である。

授業者 T (6 通目) :

アドバイスありがとうございます。

エキスパート資料を 2 種類作ってみました。

いろいろなことが想定され、どんどん深みにはまっているように感じています。

研究者 S (7 通目) :

悩まれるところですが、結局、本時に期待するのは、「2 つの関連ある数があったとき、 $<$  1 つの数が 2 倍、3 倍になると、もう 1 つが  $1/2$ 、 $1/3$  になる  $>$ 」ということ。それなら、 $y = \bigcirc / x$  の式を使って、わからないほうの数を求められるんだよね」ということを子どもたちの言葉で説明できるようになってもらうことですよ。

そのためには「上が倍だと下が逆になるから…」「 $x$  が大きくなるほうが  $y$  は小さくなる」など、資料や式から読み取ったこと、経験や感覚など、多様な手がかりをもとに生徒たちが「反比例とは何か」を自分なりに言葉にするチャンスをたくさんつくってあげることがポイントかと思います。

授業者 T は資料 A を比例について考えるものから反比例について考えるものへと変更し、「どんなときに y は x に反比例すると言えるか」を資料 A は「表から」、B は「式から」解決するものとした。資料 C は当初バネの伸びと重さの関係を関数で表す課題だったが、より直接的にレンジを例に W や時間を変数で表せることを確認するものに変更した。

研究者 S はこうした変更を受け止めながら、最後にこの授業で生徒に期待する認知過程や発話例を平易な言葉でまとめている。

**(2) 授業での子どもの学び**

以下、実際の授業での子どもの様子を要約する。

授業の最初に答えまで書いていた生徒は二人だった。そのうち、一人は「4分」と書いていて、エキスパート活動に席替えしたとたん、他の女子生徒から「1000ワットの方があったかいで、500ワットより長くしたら（弁当箱が）溶けるやろう？」と指摘され、「これ(W)って温度のことなん？」「知らんけど」と会話していた。

このレベルからスタートして、授業最後のクロストークでは、6班全員が答えとその理由の説明にたどり着いた。この授業が興味深かったのはここからである。

先に発表した5班すべてが「対応表」を使って上段にワット数、下段に時間を書き、左から「500Wの3倍→1500W」「500Wの4倍→2000W」、時間は「(500Wの場合の)120秒の1/3倍→(1500Wは)40秒」「120秒の1/4倍→(2000Wは)30秒」と反比例関係を見抜いて「1分」という答えを導いた(図1)。

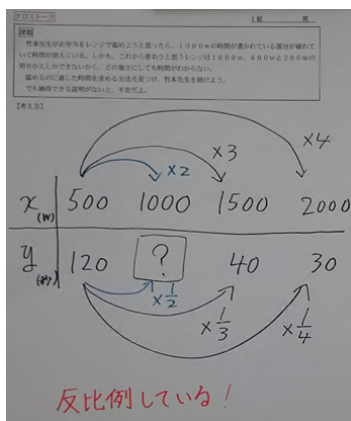


図1 クロストーク時の生徒の発表図

その後、立ち上がった最後の班が同じく対応表で説明したのだが、なぜか、右から「2000Wの1/4倍→500W」

「2000Wの1/2倍→1000W」、時間は「(2000Wの)30秒の4倍→(500Wは)120秒」「30秒の2倍→(1000Wは)？秒」と書いて答えを出した。

この考えと表現の多様性に触れて、複数の生徒が授業後に「逆からもできることにびっくりした」「逆からも反比例になる！」など書いた。

読者諸兄は「関数だから一般的に成り立つのは当たり前」と思われるかもしれないが、「決まったやり方で決まった形の問題を解くこと」に慣れてきた子どもたちにとっては、その慣れた世界の外でも自分たちの知っているやり方や規則が成り立つのは驚きなのだと推察できる。そうやって自分なりの「変形」を世界に加え、多様なバリエーションを生成・比較吟味して構築された理解は、次の疑問を支える。この授業でもクロストークの後に「比例定数って120？」と騒ぎ出す班があったように対応表以外の違う解き方が気になり始めるわけである。

**(3) 授業後協議**

授業後の質疑応答では、授業を見学した他校の教員から次の二つの質問がなされた。どちらも本時の生徒たちの解決が対応表のみでなされたことを指摘するものである。教師 B はそれを具体的に対応表の縦(図1参照)に関係づける(掛け合わせるなど)ことで気づかせるものである。教師 B の指摘は「知識構成型ジグソー法」授業のような学習者中心の授業では、教員が「指導」を入れないと想定しつつ、それでも「自分の教えたいことを教え込むとすれば」という観点から指摘したものだと言える。

教師 A : 今日6班はすべて式が出なかったが、やはり今日は式を出させるべきではなかったか？ それは出ないと予想していた？

教師 B : 表を横に見ていたけど、縦に見るなどの支援を入れてはいけないの？

しかし、生徒は「式」が本当に使えないのか、逆に使えれば理解していると言ってよいのか—これらについてエキスパート活動時の生徒の振る舞いが示唆深い。

エキスパート資料 B は次の囲いの構成であった。生徒の解き方を観察していると、①の問題にほぼすべての生徒が即座に「 $y = 2000/x$ 」という式を書いた。しかし、②に進むと停滞した。つまり、問題に合わせて立式

は機械的にできるが、だからといってそれが反比例であることを理解しているわけではないと推察される。

山口さんは、家から学校まで 2000m の道のりを分速  $x$  m で歩いた。学校に着くまでにかかる時間を  $y$  分間とすると、 $x$  と  $y$  の関係を表す式を作って調べ、次のア～ウの中から選びなさい。

①式の作り方

②式からわかること

ア  $y$  は  $x$  に比例する。

イ  $y$  は  $x$  に反比例する。

ウ どちらでもない。

この実態、そして当日の対話や記述から見てとれる生徒のわかり方からすると、「表を縦に見て式にする」ことの支援は「形式」にフォーカスしたもので、彼らの理解とギャップがありそうに思われる。むしろそうした「形にすること」を繰り返し急ぐから、彼らの理解から意味が落ちていく面すらあるだろう。

筆者は当日この授業後協議の教室にいたが、あくまで上記の筆者に見えた学びの事実と、そこから考えて「式にできなくはないが、式にすることが必ずしも理解を保証するわけではない」可能性を指摘することとどめ、そこから先の議論の展開は場に委ねた。

すると最後に研究者 S が次の趣旨の発言を行った。

研究者 S :

(式が出なかった) 今日の授業だって子供たちは学んでいる。その学びをつなげたい先生の狙いはどこにあるか、が大事。先生の大切にしたいこととの絡みで、では生徒が理解を掘り下げるところはどこにあったか? 今日は「反比例とは何か」を自分の言葉でまとめなおす、たとえ先生がもうすでに説明していることであっても『2倍、3倍で2分の1倍、3分の1倍』と言えるようになったこと。その先に「比例定数って120?」と騒いでいたグループがあったように、「今日作ったこの表」から、次にわかっていないことを求められる、式も作れるかもしれない。「次その先に行くよ」と自覚したい。

#### (4) リフレクション

以上の過程は実践学にどのような材料を提供するだろうか。その過程をリフレクションすると、第一に「反比例の意味理解」という大人から見れば単純に思える内容が、子どもの一時間の学びという単位で考えると、深め甲斐のある学習対象であることが見えてくる。「対応表を作って横の関係から答えを出す」「反比例の関係を  $X$  倍すれば  $1/x$  倍とことばにする」「対応表の右から

でも左からでも反比例関係が成り立つことに気づく」などは、どれも数学的なゴールから見れば、不完全で中間的な抽象度の理解を示すもの (staying at the middle level of abstraction) に過ぎない。しかし、その不完全さが次の学びを駆動し、生徒の身の丈にあった確かな理解が次の理解の足場となる。授業の限られた時間の中で、子どもがこの準抽象度のゴールを目指せるようにデザインできるかが、授業づくりの難しさである。

第二に、その授業デザインとポイントの振り返りを、教師 T と研究者 S の間の建設的相互作用が可能にしていたと言える。教師 T が第一案の教材のまま授業をしていたら、おそらく生徒は問題解決も理解も儘ならなかっただろう。教師 T の「授業としてやりたいこと」が生徒の立場から見たときにどう具現化できるかを、研究者 S がモニターとしてシミュレーションすることで初めて、生徒の「手につく」解決可能な教材が生まれしてきた。二人の間の相互作用は、教科のねらいという教師 T の視点と生徒の認知過程という研究者 S の視点の間の建設的な相互作用だったとも言える。

第三に、授業者と研究者との相互作用のあり方而言えば、研究者が作った教材を授業者が実践するような関係でないことは当然である。ただし、それでも、認知過程を踏まえた授業のポイントは、研究者から授業者に提供していたと見ざるを得ない。授業者自身がこのポイントを自らのものとして他の教師と語り合う (例えば最後の協議会で自ら質問に答えるなど) 関係ではない。果たしてそんなことは可能なのか。

### 3.2. ケース 2

次の事例は、教師 H が中学校 2 年生対象に 2014 年と 2016 年に行った理科「運動の仕組み」授業を巡るインタラクションである。加えて、教師 H が 2017 年に別の授業者 (教師 M) への授業案「地震」へのコメントを行い、最終的には自分でもアレンジ案を作成、実践したため、それも対象とする。

つまり、教師 H は自らの授業のデザイン・実践者としての課題遂行者から他の教師の授業のモニター、そして再度授業のアレンジ・実践者としての課題遂行者へと役割を交代したことになる。

運動の仕組みの授業デザインは 2 年度とも課題を除いてほぼ共通であった (詳細は飯窪ら[7])。1 年目の課題は「ボールを打つ動きのストーリーを語ろう。～運動のしくみをわかりやすく説明してみよう～」(2014)ということで、ジグソー活動時にジグソーグループを各生

徒の運動部で作ることで、例えば野球部の生徒なら打撃時のストーリーを作ることを求めたものである。ところが、2年目は教科書にも記載されている例を使った「落ちてくる定規を指先でキャッチ～自分のからだの中で起きていることを細かく、わかりやすく説明してみよう～」(2016)という課題に変更し、部活等にかかわらず共通の課題についてクラスで議論するものとした。

### (1) 事前の ML 上での検討

1年目の授業案は授業者 H によって 2014 年 6 月下旬に ML に投稿され、研究者 I および他の教師 R を含め、計 10 回の投稿があり、教材が 2 回改訂された。投稿の趣旨は次の通りである。

教師 H (1 通目) :

7月4日(金)に行なう授業の案がやっとできました。とはいえ、資料と WN はまだです。授業の中で生徒の運動の様子をビデオで見せようと考えていますが、ビデオではなく写真(2~3枚)の方が考えやすいのかと迷っています。

研究者 I (2 通目) :

具体的に答えてみるとすると、「ボールが外角低めに来たとする、目から受け取った視覚情報としての刺激が、脳で『外角低めにきたボールを打て』という命令になって、その命令を受けて(1)腕の筋肉が緩んで腕の関節は伸びていく(2)腰の筋肉がねじれて、腰の間接は回転する(3)ひざの筋肉が収縮して、ひざの関節が曲がる、といった関節や筋肉の動きが同時に起こり、インパクトした瞬間にボールを捉えた手の皮膚からの刺激を受けて脳が『振りぬく』ことを命令して、その命令を受けて～」みたいなことを書くイメージでしょうか。…個人的にはかつてなく答えの例を作るのが難しく感じますが、どのぐらいの解答を想定されていらっしゃるのですか？

教師 R (3 通目) :

部活は勉強よりも生徒の興味関心が高く、運動のしくみの学習内容は地味な単元ですが生徒が一生懸命考えそうです。写真かビデオかは、ビデオが良いと思うのですが、何度もグループ単位で動画を繰り返し見ることのできるようにする必要がありますように思えます。すると、自分でその動きを再現しながら、「あ、ラケット振るとき、今ココの筋肉がキュッてなった」とか、気づきが生まれそうです。

研究者 I が授業のねらいやメイン課題、エキスパートの内容等が書かれた「授業案」をもとにシミュレーションを行い、ゴールイメージの確認(及び懸念の表明)を行ったのに対し、別の理科教師 R は教師 H のねらいに共感を示し、ビデオを使って実現可能だと補足した。

その後教師 H からのリプライが次のようであり、答えの例を作るのが難しいのは「ショック」だが、生徒にはその後の部活や体育につながるということで「自分

なり」の答えを求めたいとしている。以降具体的な教材に対する意見のやり取りがあり、授業実施に至った。

教師 H (4 通目) :

(個人的にはかつてなく答えの例を作るのが難しく感じる…というのは、ショックでした。)正解を厳密に求めるのではなく、生徒一人ひとりが信号の伝達経路を意識して、筋肉を動かして運動していることに目を向け、自分なりに表現できればいいのではないかと考えています。

### (2) 授業とその後の振り返り

授業は 2014 年 7 月に実施されたが、どの生徒グループも満足いく解答に至らず、授業最初の記述解答からの伸びも授業最後に認めにくい内容となった。

授業後の協議会で教師 H は、「課題がピンときてなかったもので、子どもに自分の身体の中で起こっていることを意識するんだという認識を持たせたかった」「子どもが(単語や箇条書きでなく)図で表現していたのに驚いた」などと振り返りを行った。これに対して授業・協議に同席した研究者 I は「(子どもの議論が)足は、手は、肩はどうしようといった筋肉の話に一生懸命いつてしまう。掘り下げてしまえばそうなる内容なので、ある意味仕方がない。課題がやはりとても複雑だった」とコメントした。これは事前の ML 上での懸念がある面実現してしまったことを指摘したもののだが、授業直後のやり取りでは、その視点が即座に教師 H に取り入れられることはなかった。むしろ、一か月の時間をおいて、下記の「振り返りシート(授業での生徒の答えを 3 名分取り上げてプロセスも含めて考察を行うもの)」記述時に次のように自らのことばで課題の曖昧さを指摘するに至った。

教師 R の授業振り返り :

- ・ 私自身、問いに対する答えを明確に持たず、あいまいなまま答えを求めていた。そのため、生徒が課題をあいまいにとらえてしまい、ゴールも明確にできなかった
- ・ いきなり部活動の動きは複雑すぎた。もっと絞った問い(例「ランプが光ったら、右手を上げる。この運動を刺激から反応まで、説明してみよう」)にすべきだった

ここでの振り返りは、2年後の 2016 年度の再実践に生かされ、「落ちるモノをつかむ」という単純なだけに子どもが自分たちなりに咀嚼でき、かつ授業者の意図とマッチした課題が準備された。実践前の想定(授業デザインの仮説生成)から振り返り(仮説検証)までのプロセスを教師 H が研究者の関わりなく一貫して行った。行われた実践では、確かに生徒たちが「落ちる定規をつかむ」という課題に即して運動の仕組みを概括的に理解するという成果を得た。

### (3) 他者の授業へのコメントと自身のアレンジ実践

1年後に同じML上で「地震」の授業案が教師Mから投稿された際、教師Hが上記で掴んだ視点（「もっと絞った問い」）が別の教師Mの授業案へのコメントに活用された、

教師M（1通目）：

「どのような揺れを感じると津波が発生するのか」で授業を試みたい。

ゴールは「遠方で地震が発生するため初期微動が長く、震源域が広いことから主要動が非常に長い地震が来たとき津波が来る危険がある」こと。

研究者S（2通目）：

何を考えたらよいか若干曖昧かも。課題・エキスパート部品・期待する解答の要素の対応をもう少し明確に絞って、探究の焦点をはっきりさせたい。

教師H（3通目）：

もっと課題を絞って、「南海地震が発生した時、湯浅町ではどのような揺れになるでしょう？」であれば、語ってほしい解答の要素も満たせそう。

上記の通り、研究者Sの構造的な指摘に続いて、教師Hが課題を絞るという具体的な提案を行っている。これを受けて教師Mは課題を変更して実践を行った。

他方、興味深いことに、その後Mの実践をアレンジして行ったH自身の実践では、「ねらいや問いを吟味していないため、ぼやとした授業になり」と「ゴールの設定があいまいで、中途半端な授業になった」反省を繰り返す結果となった。

### (4) リフレクション

運動の仕組みを巡る授業づくりでは、課題の変更にトータル約2.5年が掛かっており、研究者の視点を教師が即座に受容するわけではない一方、授業における学びの事実や振り返りなどの多様な機会を経て徐々に視点が変化する過程が示唆された。

他方、地震を巡る授業づくりでは、教師Hはモニターとして「ことばで語る」通りには、課題遂行者としては「実践できない」という複雑な教師の学びのリアリティが垣間見えた。建設的相互作用では、モニターがその場の状況をやや客観的に眺めることができる利点があるが、その特徴が働いたと考えられる。

その中で教師Hの授業づくりの視点は、子どもに確かな学びを引き起こしやすくするという点で進化した。

なお、教師Rが教師Hの授業案にコメントをしていた点では、CoREFが教師に一对一でやり取りするより、

Network of Networksが広がったように見えるが、その内容に注意したい。なぜなら、(1) 節教師R（3通目）のコメントは、「子どもの探究を支えるには、日常生活に即した、興味関心を持てる問いの設定が大事だ」というのは、多くの教師が抱きがちな学びの想定に沿ったものだからである。他方、子どもの学びの過程を丁寧に観察してみると、「日常生活に即した、興味関心を持てる問い」が必ずしもよりよく探究を支えるわけではなく、子どもたちが課題を自分たちなりに咀嚼できているかどうか、それが授業者の意図とマッチしているかどうか探究に影響するというケースも多々ある。教師Rのコメントはその点で、教師Hの実現の難しい授業プランを強化する方向に働く可能性もあった。

これは教師Rのコメントの価値を否定するものではなく、各自が子どもの学びの事実に即して授業デザインの質を上げていくために、単にML上の投稿者を時系列順にネットワークで表すような数量分析を超えて、内容に注目する必要があるということである。

## 4. 考察と今後の課題

以上二例でしかないが、授業づくりを巡って子どもの学びという認知過程についての考察（認知科学）を教師自身が主体的に深める可能性が示唆できたと考える。

研究者が理論に基づいて授業を開発して教師が実践するという関係ではなく、教師が現場のニーズに合わせて授業案を提案し、それを巡って研究者や他の教師がモニターとしてコメントし、授業者が主体的によいと思うものは取捨選択するという関係で授業が作られる。周囲のコメントが直ちに取入れられるわけではないという点で有用性がないように見えるかもしれないが、それが実は授業で「どのような学びが起きるか」を見る「仮説の明確化」につながる。その授業観察から各自の学びが起き、次の授業づくりにつながっていく。

実際、CoREFの研究者も10年間のML上のコメントの返し方について、初期は「授業や教材をどう変えるか」という視点が主だったのに対し、徐々に「自分が解いてみるとどうなったか」や「授業で子どもに何が起きそうか」を指摘するものになってきたという。それは授業者が教材を変更せずに授業を行った際も、授業の見方を少し変えることに貢献するだろう。

以上のように研究者が授業で起きる子どもの学びをコントロールすることに理論を活用するのではないとすると、どこに理論は生きているのか？ 授業づくり

を巡る教師たちのやり取りのデザインに、である。

ML もその仕組みの一つである。そこで起きた相互作用を振り返ってみると、図 2 のように課題遂行者として授業を提案するときには、やや非現実的な高度なゴールと自由度の高い課題、広い知識空間の教材で「望む学びが起きるはずだ」という想定しがちであること、それに対してモニターはその想定を共有できないからこそ、生徒の視点に近い、授業案や教材を客観的に眺めたコメントをしがちながながと見て取れる（当然 ML 上の

やり取りには教師や授業に応じて、より多様なパターンがある）。その分担された役割間の相互作用を繰り返すことで、より児童生徒の実態にあった授業がデザインできるようになる。

さらに、図 2 に矢印で示したような、各自の「役割交代」を通して、主体が「自分の授業」で得た知見を他の授業に適用することが、その知見を自ら理論化していくこと、子どもの学びの事実に基づいた自らの「語り」を作っていくことにつながる可能性がある。

	ケース 1：反比例	ケース 2：運動の仕組み	ケース 2：地震	ケース 2：アレンジ
課題遂行者	<b>教師 T</b> ・ゴールはあるが実態は不明 ・反比例の問題に比例の資料	<b>教師 H</b> ・日常的な部活を題材に ・運動の仕組みを自分の体で	<b>教師 M</b> ・ゴールに対して、狙いをそのまま課題にした一般的な問い	<b>教師 H</b> ・資料を基に狙いや問いを頭の中だけでなく文字で吟味すべきだった
モニター	<b>研究者 S</b> ・シミュレーションする ・資料も思い切って絞って	<b>研究者 I</b> ・シミュレーションが難しい ・課題の焦点化を	<b>教師 H</b> ・生徒の生活する町を題材に ・もっと課題を絞って	—

図 2 授業づくりを巡る教師・研究者らのインタラクション

今後の課題の一つは、図 2 に示したような役割分担と交代を通じた Network の形態変化とその増殖をモニタリングすることである。コミュニティに属する約 2 千名の教員一人ひとりが他者との関わりを通して何をどう学び、どう語りを変えているのかを把握したい。その基礎として、ML 上の記録をデータベースに蓄積し、分析ツールも埋め込んだシステムを構築している[8]。

第二に、私たちが教師同士の協調を建設的相互作用理論に依拠してデザイン・分析する際、どういう工学的な工夫を行っているのかをまとめて振り返り、それを理論化したい。言わば、私たちの実践学の理学的視点を得たい。建設的相互作用理論自体はミシンの縫い目がどう縫えるかや折り紙をどう折るか等、優れて実験室的な知見から出発している。その点で、私たちも「認知科学実験でわかったことを現場で実践している」という批判を免れないかもしれない。しかし、その適用対象（課題や参加者、環境など）は大幅に出発点から変わっている。それだけ、私たちは複雑な状況に応じて、教師を支援する研修やワークショップ、事業、ツールを構築・修正してきた。それでは、それらはどんなデザイン原理に基づいて行っているのだろうか。

例えば、私たちは実践の中で「人は知見や他者から言われたことを自ら使って、結果をことばにして納得して初めて受け入れる」ことや「そうやって一旦受け入れた知見は長く信じられ使われる」ことを痛感している。それだけ教師や関係者の主体性を実感し、対話的にも

のごとを進めようとする、逆説的に、私たちは各時点で私たちがベストだと考える知見を出し惜しみせずに伝えるようになってきている。本稿に紹介したやり取りをご覧になった読者諸兄は、CoREF の研究者が「正解」だと考えることを遠慮なく表明しているように、言わば「教授主義的」に感じたかもしれない。実際私たちはその時点で考えること、言わば、対話の出発点となる「初期仮説」を惜しみなく開陳するようになってきた。それが次の異論や反論、違和感の表明を呼び、対話のレベルを上げ、各自の固有な理解の深まりを可能にすると考えているからである。

ワークショップのデザインを例に挙げれば、自由で多様な意見を受け入れてどこにもゴールを設けない無責任なワークショップでも、一見多様な意見を受け入れるように見えてゴール（対話の終着点）は強引に一点に収斂させるワークショップでもなく、課題を明確に設定しそれに対する私たちの解は明確に理解できる材料を提供したうえでその先の創発を狙うワークショップをデザインするように心がけている。こうしたデザインを支える理学的視点は何か—それをはっきりさせることが次の課題である。

第三に、こうした私たちの研究の方法論や内実を認知科学会員など他の研究者にうまくコミュニケーションする方法を開拓したい。本 OS の企画趣旨が触れている「IT、ビッグデータ分析、AI などコンピュータ技術革新の凄まじい進展」は教育の世界に必ずしも好影響を



もたらししていない。一つは学習データを取って効果があつた学習法を backward に調べればうまくいくはずだという data-driven approach が席捲していること、および学習効果をデータにするために「測れるもの」(ドリル問題の解答や解決時間)にフォーカスしがちで、一挙に「学び」が矮小化 (shrink) し始めていることである。

これに対して、認知科学理論に基づき深く学べるはずという学習法を開発してその効果を検証するという model-based approach や、問題の正誤を超えた意味理解などは、どちらも「わかりにくい」話である。

そのわかりにくさを理解するためには、Bruner[9]の言う因果的「説明」だけでなく、物語的「解釈」が必要だろう。解釈には当然解釈主体の価値観がある。「どういふ学びを社会に求めたいか」という価値観込みでしか解釈が成立しない点では、(脳科学も含めた) 中立的な因果的説明に比べていかにも非科学的・非力に見える。その非力さを引き受けて、社会の合意を漸進的に得ながら、学びのイメージの変革とその実装をどう可能にしていけるか—そんな問いをみなさまと考える機会に OS がなれば幸いである。

## 謝辞

本セッションは科研費 17H06107, JST「ジュニアドクター育成塾」、東京大学運営費交付金(機能強化分)の助成を受けた。記して感謝する。

## 文献

- [1] 三宅なほみ(2016). “実践学としての教育工学へ” 大島純・益川弘如編著『教育工学選書 学びのデザイン・学習科学』, 210-218. 京都府:ミネルヴァ書房.
- [2] 三宅芳雄・三宅なほみ (2014). 『教育心理学概論』. 東京: 放送大学教育振興会.
- [3] Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). “Naturalistic inquiry.” California: Sage Publications.
- [4] 飯窪真也 (2016). “教師の前向きな学びを支えるデザイン研究—「知識構成型ジグソー法」を媒介にした東京大学 CoREF の研究連携—” 『認知科学』, 23(3) , 270-284.
- [5] Miyake, N. (1986) “Constructive interaction and the iterative process of understanding.” *Cognitive Science*, 10, pp.151-177.
- [6] CoREF (東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構)(2014). 『自治体との連携による協調学習の授業づくりプロジェクト (平成 26 年度活動報告書) 協調が生む学びの多様性 第 5 集—学び続ける授業者へ—』. 東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構. (<http://coref.u-tokyo.ac.jp/>)
- [7] 飯窪真也・齊藤萌木・白水始・堀公彦 (準備中). “授業研究における教師と研究者の相互作用のリアリティ.” 『認知科学』, 投稿中.
- [8] 白水始・伴峰生・辻真吾・飯窪真也・齊藤萌木 (2019). “協調学習の授業づくり支援のための「学譜システム」開発.” 『情報処理学会論文誌』, 60(5), 1201-1211.
- [9] Bruner, J. (1996). *The culture of education*. MA: Harvard University Press. (岡本夏木・池上貴美子・岡本佳子訳 (2004). 『教育という文化』. 東京: 岩波書店.)