

スライド中に出典の無いものは個人的な考え、意見の表明です

2021年3月13日(土) 第9回教育関連学会連絡協議会主催シンポジウム
「21世紀の教科教育とその新しい研究 —今、何が求められ、いかに、果たすのか—」
15:25 – 15:40 @ zoom

21世紀の教科教育： 教育心理学系研究の立場から

しろうず

白水 始

国立教育政策研究所 初等中等教育研究部 総括研究官
東京大学 高大接続研究開発センター 客員教授

石井先生の危機感に強く同意

コロナ禍を経て問われる教科教育の存在意義

- 個別最適な学び、修得主義、ICTと教育データ利活用、働き方改革、カリキュラムオーバーロードの解決、これらが機械的・行動主義的学習観と結びつき、スマート化、効率化の文脈で実装されると、教科教育はAIドリルで代替可能な、目標項目の系列をクリアしていく検定試験的カリキュラムに矮小化されかねない。そして、知識の習得と思考力の育成を、情報獲得とスキル形成として二元的に捉える見方を背景に、教科学習は時間短縮の対象とされる。
- 学校の内と外での学力観・学習観のギャップの拡大。教育制度において実装される構成主義的学習観、一方で、機械的で行動主義的なものへと単純化していく市井の学力観・学習観。

- 行動主義的な市井の学力観・学習観に対抗できる「観」はまだ未浸透

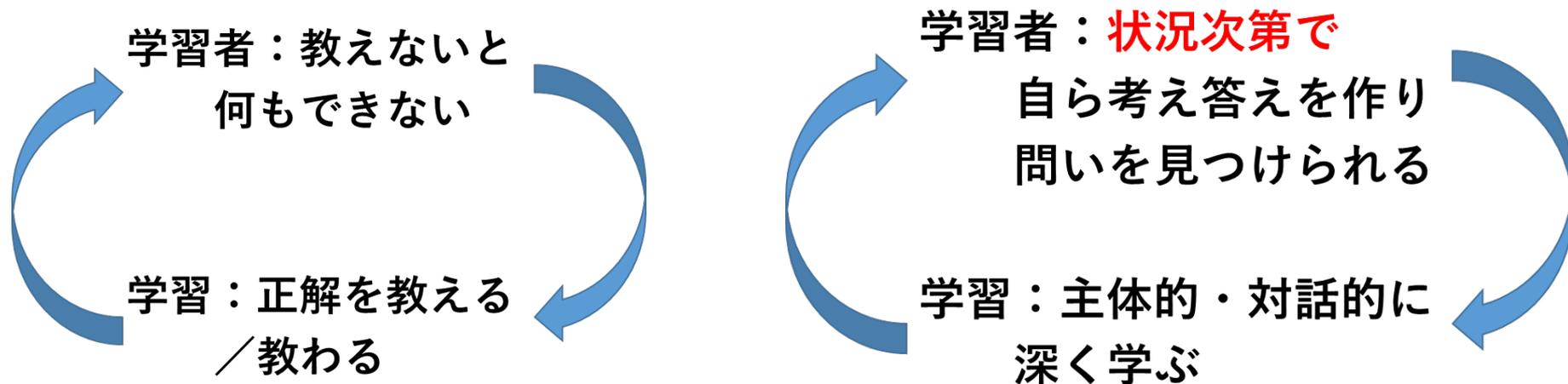
“Online education typically involves the organization of learning objects for widely self-regulated forms of individual learning. Students and teachers alike often miss out on direct, mutual feedback of co-present social interaction.” (ISLS, 2020)

- 学習科学は未だに全く非力

この危機をどう乗り越えるか？

学習者観と学習観のコペルニクスの転回： 学びの天動説から地動説へ

「人はいかに学ぶか」(稲垣・波多野, 1989)の
最終章における提案



転換をいかに実現しようとしてきたか？

教育心理学も学習科学に含んで経緯を追うと (波多野, 2003のスライドから)

第1期の学習科学

J. S. Bruner

ピアジェやヴィゴツキーなど、教室外での子どもの認知的成長についての知見を利用して、子どもの学習と授業の過程に関する示唆を引き出そうとした。

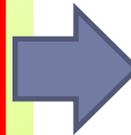
第2期の学習科学

L. B. Resnick他ピッツバーグ学派

教科(とくに言語、数学、科学)における問題解決の認知的分析+小規模な介入の試み;
「認知と授業」という研究分野の確立

第3期の学習科学

- ・ 長期的な介入とデザイン実験による理論的研究と実践的研究の一体化;
- ・ テクノロジーの活用;
- ・ 学習の生成的評価



これ自体もさらに3期に分かれ...

第3期の学習科学の発展経緯

(白水・三宅・益川, 2014)

● 3. 1期: 「誰でも使えるカリキュラム」開発

1980-90年代: 学習課題や活動のパッケージを研究者がデザイン⇒教師が実践⇒子どもの見方を変える

画像削除

● 3. 2期: 「教師のカリキュラム開発」支援

1990-2000年代: 教師と研究者が協働で「よい」教材を開発⇒webにアップ・共有

Jasper Project

● 3. 3期: 「教師のカリキュラム開発を支援できる社会システム」づくり

現在: 子どもの学びを引き出す教師の学びを支える
教育行政関係者・研究者の学びを組織的に支える
「**デザイン社会実装研究** (Design-Based Implementation Research)」

画像削除

WISE Project

学習科学の実践例から

1. 学習評価(見とり)には仮説(教科教育)が要る

- 学習者中心の学びの見とり(評価)は教育心理系の強み。しかし、それは学習環境のデザイナーが学習者に何を学び取ってほしいのかという(教科の本質に根差した)仮説(期待)があってこそ(想定外も含めた学びが見えてくる)。

2. 学びの質を問う協働的な授業研究が教師一人ひとりの教科教育研究に繋がり得る

- 子どもの学び(学習論)を「何を学び取ったか」(内容論)と絡めて行う授業研究(授業論)が最小単位の教科教育研究の出発点になる(その積み重ねから「カリキュラム論」深化を狙う)。
- 教師を研究主体にするコミュニティ創り(デザイン社会実装研究)は可能。

CoREFの実践 研究枠組 (白水, 2020)

実現したい学び
一人ひとりが資質・能力を使って伸ばす協調学習

Consortium for Renovating Education of the Future
「知識構成型ジグソー法」
エキスパート ⇒ ジグソー
3つの部品を統合的に活用して課題にアプローチ

20150520 5

引き起こしたい
学びのデザイン
を支える手法
(授業の一つの型)

振り返りを基に
次のデザインの
質を上げる気づ
きを蓄積

**授業研究の
サイクルを協調的
に回すことで、授業
デザインと評価の
力量形成**

先生方が(協働で)
授業で何が起
こっていたか、
事実を見とり、デ
ザインを振り返る

生徒の学習の評価 (授業前・後)

【1】授業前の「課題に対して出ている問い」が授業中の「授業前と授業後」の問いと比べて変化しているか、授業前後の問いを比べて下さい。

① 光合成に使われる光の波長 (緑色の光)
② 光の反射と視覚の関係についての情報

【2】3名の生徒を取りあげて、【1】で挙げた観点に基づいて、授業前と授業後の問いに対する解答がどのように変化しているかを書いて下さい。

生徒	授業前	授業後
1	葉緑体のせい → どの光の波長も必要とされている	葉、葉の光が当たる部分は葉脈があり、葉脈にはクロロフィル(アノキア)の色素として、光を吸収するから、葉は緑色に見える(葉脈は葉脈の色、葉脈は葉脈の色に反応する)
2	葉緑体があるから → どの光の波長も必要とされている	エンゲルマンの実験によって、葉、葉の光が当たる部分に酸素があることがわかった。よって葉は、葉脈の色には関係ないから必要な光、葉の光は反応する。よって葉の色は葉脈の色に見える。
3	葉緑体が緑色なので → 光合成に緑色の光が必要とされている → どの光も必要とされている	光合成には緑色の光が必要なので、反応してしまっているから反応するから、葉は緑色に見える。 クロロフィルの色素は、光を吸収するから、葉は緑色に見える。 → 授業前はどの光も必要とされているが、授業後の知識では葉脈の色を必要としないことがわかったが、授業後の知識では葉脈の色を必要としないことがわかった。

期待する
解答の要素

先生方が(協働で)
本時実現したい
学びの具体をデ
ザイン

実現したい学びのイメージ： 人と話し合いながら学ぶ理解の社会的構成モデル

レベル3：科学者集団の合意

学校で教える 原理原則を活用する

レベル1：ひとりで作れる「理論」

経験から固めた「経験則」、素朴理論

経験のたびに確認して強化される／してしまう

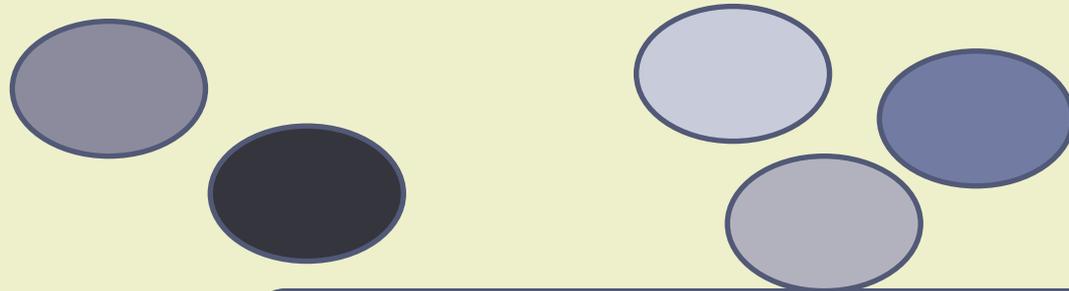
より適用範囲の広い、
抽象度の高い知識

(Clement, 2008; 三宅, 2011)

先生の「わかりやすい説明」が生む バルーン化された知識

レベル3

学校で教える 原理原則、科学的概念



わかりやすい
説明が生む
バルーン型理解

レベル2

先生の教えてくれたことは分かるけど、
私が普段使っている考えとは結びつかない

レベル1

経験から固めた「経験則」、素朴理論

より適用範囲の広い、
抽象度の高い知識

実現したい学びのイメージ： 人と話し合いながら学ぶ理解の社会的構成モデル

レベル3：科学者集団の合意

学校で教える 原理原則を活用する

レベル2：社会的に構成される知識

他人に説明しながら考えをはっきりさせ、
他人の考えを聞いて理解して参考にして、
いろいろな考えを統合して納得する

レベル1：ひとりで作れる「理論」

経験から固めた「経験則」、素朴理論

経験のたびに確認して強化される／してしまう

より適用範囲の広い、
抽象度の高い知識

11年に亘る連携プロジェクトの変遷から

(飯窪, 2016; 白水, 2020)

	2010-2011年: 創成期	2012-2016年: 展開期	2017-2019年: 再創成期
課題	教材開発による普及	スケールアップに直面しながら 学習観・理論を協調的に改訂	生徒の深い学びを引き起こすための 各学校の自走
授業の型	授業づくりのための 「知識構成型ジグソー法」	学びを見とる（学習評価の）ための 「知識構成型ジグソー法」	授業研究のための 「知識構成型ジグソー法」
ツール	授業案・授業デザインシート (2010-)	振り返りシート (2012-) 授業案の改訂 (2012-)	シミュレーションシート (2017-) 見とりの観点シート (2018-)
事業・研修	中核事業 (2010-)	初任者研修 (2012-) 管理職研修 (2013-) 本郷学習科学セミナー (2014-)	---
システムの 特徴	特定のベテラン教員 CoREFや教委主導の展開	初任者も含めた大規模なスケール 重層的なサポート体制の構築	NNsの形成 学校・教員主導の体制へ

「こんな授業の型, どの教科/授業でやれるの?」から, 「そこで一人
児童生徒は何をどう学ぶの?」, さらに「そもそも私は単元の中の, こ
の1時間で何を学んでほしかったの? どんな生徒を育てたいの?」へ

振り返りシート

【実践後の振り返り】

1. 生徒の学習の評価（授業前後の変化）

(1) 3名の生徒を取りあげて、同じ生徒の授業前と授業後の課題に対する解答がどのように変化を見たか、具体的な記述を引用しながら示して下さい。実技教科等で生徒の直接の解答が取れない場合は、近似的な書き出しを引用して下さい。

生徒	授業前	授業後
1	薬緑体のせい ⇒①②どちらのポイントも言及されていない	赤、青、紫の光が当たった部分は薬素があり、光合成をする（クロストークのメモとして、リンゴに光が反射する絵と「光合成（赤、青、紫）、緑色は使われにくい」の記述あり） ⇒授業前は①②どちらのポイントも言及されていなかった。ジグソー活動のワークシートには自分のエキスパートについての言及しかなかったが、クロストーク後の段階では①②が「葉が緑色に見える仕組み」に関係があることに気づくことができた。
2	葉緑体があるから ⇒①②どちらのポイントも言及されていない	エンゲルマンの実験によって、赤、青、紫の部分に酸素があることがわかった。よって緑色、黄色は光合成には必要ない、だから必要ない緑、黄の光は反射する。よって人の目は葉は緑色に見える。 ⇒授業前は①②どちらのポイントも言及されていなかったが、ジグソー後の記述では①②をおさえた統合的な説明をすることができている
3	薬緑体が緑色なので ・光合成に緑色光が必要でないの ⇒①の点に言及できている。	光合成には緑色光は必要ないので反射してしまっ！たがって反射された緑色光が目に見える。 (クロストークのメモに「クロロフィルが緑色光を反射するから」の記述あり) ⇒授業前は②の点への言及がなかったが、ジグソー後の記述では①②をおさえた統合的な説明をすることができている。

①②の点に言及できている。授業前と授業後の解答を比べて、事前の想定と比べていかがでしたか。

授業前には予想どおり「薬緑体の存在」を理由としてあげる生徒が多かった。ただ、光の反射と視覚に関する既習事項（私たちが見えている色は、物体が反射した波長の光である）をふまえた答えを授業前に出せた生徒は1名にとどまっていた。既習事項を生徒自身の言葉で振り返る機会をもうけたいと定着のぞめないのかもしれない。

授業後には26名中21名が期待する解答の要素2つをふまえた説明を書いており、思いのほか高い成果だった。資料の記述の難易度は比較的高めに設定したつもりだったが、課題がはっきりしていたので、ポイントを絞って読み取ることができたのかもしれない。

2. 生徒の学習の評価（学習の様子）

生徒の学習の様子はいかがでしたか。事前の想定と比べて、気がついたこと、気になったことをあげてください。

授業を実践する前、エキスパートで資料の内容を理解できないままジグソーに移る生徒が出てしまうと、ジグソー活動が成り立たないのではないかと懸念があった。しかし、〇を担当した生徒の理解が不十分だったあるグループでは、他の生徒が資料を見直し、「緑の光で光合成しないのに、葉が緑ってどうしたこと？」という疑問を出したことがきっかけとなって活発な議論が起こり、よい解答ができていった。理解の不十分さが検調学習を引き出すこともあるというの的印象的だった。

3. 授業の改善点

生徒の学習の成果や学習の様子を踏まえ、次の3点について授業の改善点を挙げて下さい。

- (1) 授業デザイン（課題の設定、エキスパートの設定、ゴールの設定、既知知識の見直しなど）
- (2) 課題や資料の提示（発問、資料の内容、ワークシートの形式など）
- (3) その他（授業中の支援、授業の進め方など）

(1) 授業前後の生徒の解答を見ると、課題やエキスパート、期待する解答の設定は生徒たちにとって適当だったのではないかと考える。授業前に光の反射と視覚に関する問題との関連に気づいた生徒が少なかつたのは予想外だったが、エキスパートAにその内容を加えておいたことで、既習事項を振り返りながら期待する解答に近づいていけたように思う。当初、光の反射と視覚に関する内容をエキスパートに含める必要はない（生徒が気づくだろう）と考えていたが、検討の過程で資料に含めることにした。もしそのまま資料を作っていたら期待する解答にたどりつけなかったかもしれない。

(2) 資料の難易度は高めに設定したが、多くの生徒が各資料のポイントをジグソーで伝えることができていた。ポイントを自分の言葉でまとめるための問いをつけたのが効果的だった野ではないかと考えられる。

解答を文章でまとめることに苦労したグループ、最終的に1人の生徒が文章を書いたグループなどが出てしまった。ジグソー活動時に、最初から文章で説明をつくらせるのではなく、葉の図に重要な情報や矢印等を書き込んで図でまとめる活動を行わせると、情報統合の支援になるとともに、図のほうで理解しやすい生徒（クロストークのメモで図を描いた生徒もいた）の活躍を促せたかもしれない。

(3) 時間配分などはおおむねよかったように思う。一通り説明したのだが、活動の流れや各活動の目的がわかっていない様子の生徒もいた。初めての「知識構成型ジグソー法」による授業だったので、活動の流れと目標は板書しておいて常に意識できるようにしてもよかったかもしれない。

クロストークの際、生徒が熱心にメモをとっていたので、各組の解答を大きな紙にまとめて提示するなどすれば表現の比較検討により役立ったのではないかと考えられる。

(1) 本時の課題に対して、同じ生徒が「授業前に答えた解答」と「授業の最後に答えた解答」から学習プロセスを想定

(2) (1)のデータに基づいて、本時のデザインがどう機能したかを検証、次の授業のデザインへの示唆を得る

11年に亘る連携プロジェクトの変遷から

(飯窪, 2016; 白水, 2020)

	2010-2011年: 創成期	2012-2016年: 展開期	2017-2019年: 再創成期
課題	教材開発による普及	スケールアップに直面しながら 学習観・理論を協調的に改訂	生徒の深い学びを引き起こすための 各学校の自走
授業の型	授業づくりのための 「知識構成型ジグソー法」	学びを見とる（学習評価の）ための 「知識構成型ジグソー法」	授業研究のための 「知識構成型ジグソー法」
ツール	授業案・授業デザインシート (2010-)	振り返りシート (2012-) 授業案の改訂 (2012-)	シミュレーションシート (2017-) 見とりの観点シート (2018-)
事業・研修	中核事業 (2010-)	初任者研修 (2012-) 管理職研修 (2013-) 本郷学習科学セミナー (2014-)	---
システムの 特徴	特定のベテラン教員 CoREFや教委主導の展開	初任者も含めた大規模なスケール 重層的なサポート体制の構築	NNsの形成 学校・教員主導の体制へ

「こんな授業の型, どの教科/授業でやれるの?」から, 「そこで一人児童生徒は何をどう学ぶの?」, さらに「そもそも私は単元の中の, この1時間で何を学んでほしかったの? どんな生徒を育てたいの?」へ

実現したいのは、 学びの質を支える授業研究

この授業デザインのこんなよさ／反省点は次に生かせよう

教材づくり

つきたい力はこういうものだから、こんな課題で

実践結果の共有と検討

「子どもたちがどう学ぶか」「だから、学びをどう支援すればよさそうか」について、私たち自身の考えがよくなる

教材案検討

こんなところで予想外につまづいていた／ねらいからするとこんな発言があったのはよかった

学習評価＝
教材評価

実践

それだと子どもは具体的にこんな答えを出しそう

実現したいのは、

学びの質を支える授業研究

実際の姿との違いに基づいて「学びの想定」を見直し、次の授業デザインの仮説を得る

こいよは次に生かせそう

授業のねらい

つけたい力は
こんな
な問題で

実践結果の共有と検討

「子どもたちがどう学ぶか」「だから、学びをどう支援するか」
さそうか
私
考えが

こんな授業デザインなら、この子達はこう学んでくれるはずという「学びの想定」

想定と比較して子どもの学びはどうだったか

学習評価 = 教材評価

こんなとこ
で予
ま
す
発言があったのはよかった

実践

子どもの学びの実態

どと子ども

具体的に
こんな答えを
出しそう

学習科学の実践例から

1. 学習評価(見とり)には仮説(教科教育)が要る

- 学習者中心の学びの見とり(評価)は教育心理系の強み。しかし、それは学習環境のデザイナーが学習者に何を学び取ってほしいのかという(教科の本質に根差した)仮説(期待)があってこそ(想定外も含めた学びが見えてくる)。

2. 学びの質を問う協働的な授業研究が教師一人ひとりの教科教育研究に繋がり得る

- 子どもの学び(学習論)を「何を学び取ったか」(内容論)と絡めて行う授業研究(授業論)が最小単位の教科教育研究の出発点になる(その積み重ねから「カリキュラム論」深化を狙う)。
- 教師を研究主体にするコミュニティ創り(デザイン社会実装研究)は可能。

小学校4年生の授業を例に： 若手教員の成長

(東京大学CoREF, 2021)

教材削除：

のばす前30cm、のばした後60cmの包帯A

のばす前15cm、のばした後45cmの包帯B

の写真と共に「どちらがよくのびるといえるか」

を問う課題が掲載されたページ

検討のポイント①

本時のねらいは？

- 同じメイン課題に
- 二つのパタンの教材
 - 案① A:図で B:表で C:式で
 - 案② A:引き算で B:もとを合わせて C:倍を使って
- どちらが本時やってほしいことか？
 - 倍の見方でどうやって問題を解決するかを考える
(方法を学び、問題がとける)
 - どういうときに「倍の見方」を使って問題を解決するかを判断する(方策の検討と判断ができるようになる)

検討のポイント①

本時のねらいは？

- 同じメイン課題に

- 二つのパタンの教材

- 案① A:図で B:表で C:式で

- 案② A:引き算で B:もとを合わせて C:倍を使っ

- どちら

- 倍の

(方法を字し

こける)

《次の懸念》

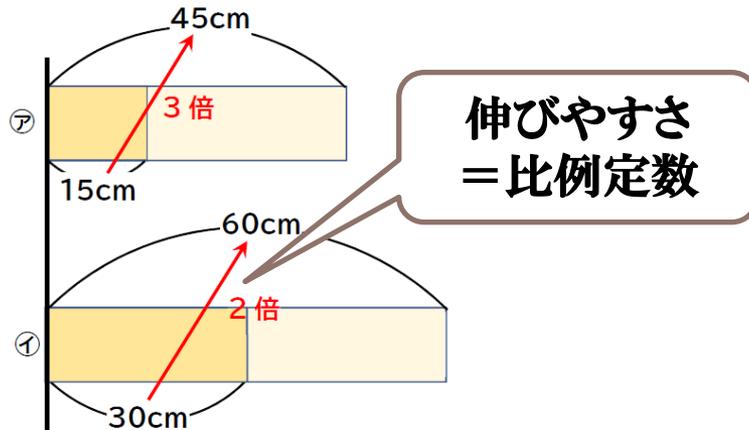
このメインの課題を倍の見方で考えることは子供達にとって自然ではなく、基にする大きさを合わせて考えた方が自然でいいのではないかと思っています。(NM先生No.1)

- どういうときに「倍の見方」を使って問題を解決するかを判断する(方策の検討と判断ができるようになる)

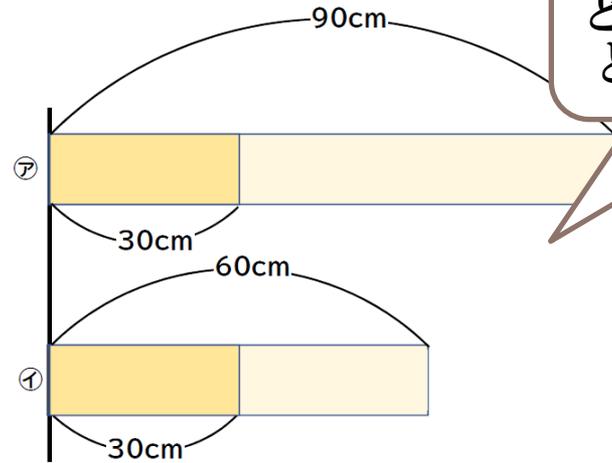
検討のポイント②

「差でみる場面」「割合でみる場面」の違いは？

● ベテラン先生 (No.6,12)



㊦ののびは3倍で㊩ののびは2倍なので㊦の方がよくのびる。



もとになる量を揃えると、引き算でも解けるということですね。

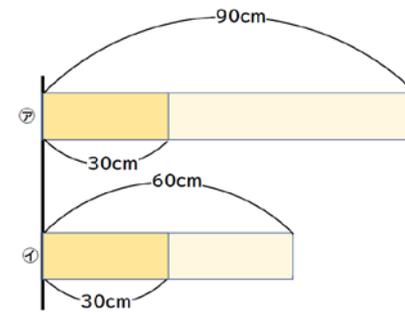
㊦もとの長さを2倍して㊩と同じ30cmにそろえると、㊦ののびは90cmになる。これを㊩と比べると、 $90 - 60 = 30\text{cm}$ 多くのびることがわかる。だから㊦の方がよくのびるといえる。

● NM先生 (No.14)

自分自身、本時のメインの課題を解く際に、倍の見方の必要性を感じていませんでしたが、(中略)

割合で見れば、その包帯の長さがどう変わっても、よく伸びるかは変わらずわかるということに納得し、感動しています。

検討のポイント③「基準量をそろえる」やり方はいけない？



• SK先生(No.18)

仮に「基準量をそろえる」という見方が多く見られたとしても、基準量をそろえる⇒複数個、上のように並べて書き出す(ひとつひとつが何倍になっているか)⇒つまり、〇〇は□倍！という流れにすれば、倍の見方につながるのだなと思いました。

• NM先生(No.19)

ある2つの数量の関係と別の数量の関係をくらべる場合だから、もとにする大きさが同じでないといけないんですね！(中略) **数量関係の比較だから、もとにする大きさが同じときに、差になる**んですね。この納得感をもとに、資料の形もやっとならしました。

• SK先生(No.22)

児童が「基準量をそろえる」という考え方で解いた場合でも、その考え方を否定することなく、むしろその考え方を生かして「倍の見方」で解く方法にもっていくことができるのではないかと考えました。具体的には、クロストークの際にファシリテートをする先生が心の内にこのことを持っておけば、焦ることなく児童の意見をつなぐことができるのかな、と思います。

学びの「深さ」で言えば...

レベル3：科学者集団の合意

伸縮率など性質はわり算（帰一法：倍の見方）

包帯A $60 \div 30 = 2$ 倍

包帯B $45 \div 15 = 3$ 倍

レベル2：社会的に構成される知識

レベル1：ひとりで作れる「理論」

「どちらがよく」と言われれば引き算でしょ

包帯A $60 - 30 = 30$

包帯B $45 - 15 = 30$, あれ一緒？

学びの「深さ」で言えば...

レベル3：科学者集団の合意

伸縮率など性質はわり算（帰一法：倍の見方）

包帯A $60 \div 30 = 2$ 倍

包帯B $45 \div 15 = 3$ 倍

レベル2：社会的に構成される知識

「Bが伸びやすいよね」「引いたら一緒でも」「こっちと比べたら」

「こっちって?」「もとの長さ」「もとを合わせる?」

包帯A $15 : 30 = \underline{30} : 60$

包帯B $\underline{15} : 45 = 30 : 90$ 「確かに！」（比の考え）

レベル1：ひとりで作れる「理論」

「どちらがよく」と言われれば引き算でしょ

包帯A $60 - 30 = 30$

包帯B $45 - 15 = 30$, あれ一緒?

学びの「深さ」で言えば...

レベル3：科学者集団の合意

伸縮率など性質はわり算（帰一法：倍の見方）

包帯A $60 \div 30 = 2$ 倍

包帯B $45 \div 15 = 3$ 倍

レベル2：社会的に構成される知識

「Bが伸びやすいよね」「引いた

「こっちって?」「もとの長さ」

包帯A $15 : 30 = \underline{30} : 60$

包帯B $\underline{15} : 45 = 30 : 90$ 「確かに！」（比の考え）

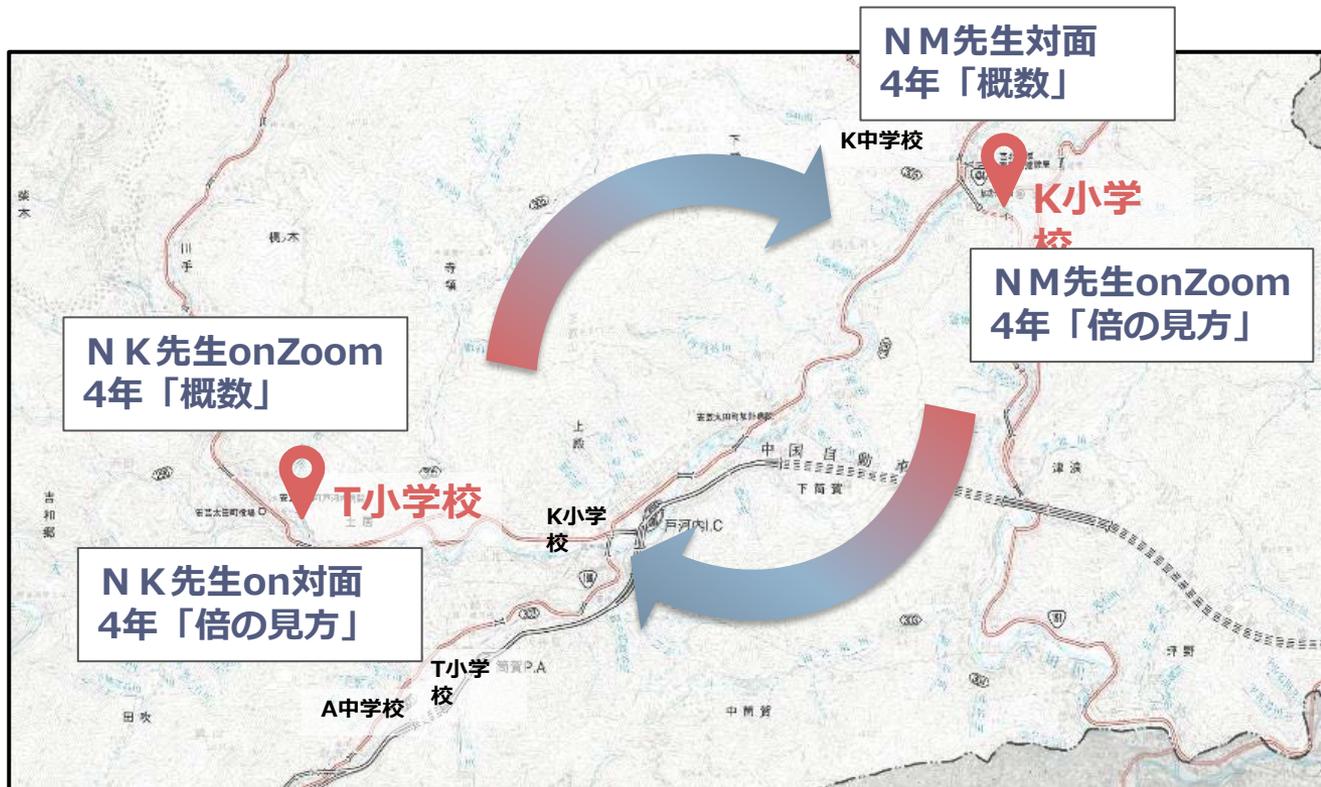
教科書に書かれて
いない、自分たち
なりの納得

レベル1：ひとりで作れる「理論」

「どちらがよく」と言われれば引き算でしょ

包帯A $60 - 30 = 30$

包帯B $45 - 15 = 30$, あれ一緒?



実践者と参観者が役割交代しながら、取り組むことで、
コミュニティ全体で学びを見つめ直し、発見をみんなで共有

教科教育への期待

1. 学習論の「仮説」としての教科教育

—生活と科学の往還としての「納得」の具体

—納得とその先の疑問の連鎖としての

カリキュラム・リデザイン

2. 学びの質を問う協働的な授業研究を通して

教師一人ひとりの教科教育研究を支援する

—ここに教科教育の専門家はどう貢献可能か

引用文献

- Clement, J. (2008). “The role of explanatory models in teaching for conceptual change.” In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change*, New York: Routledge, 479-506.
- 波多野誼余夫 (2013). 「これからの課題」 三宅なほみ・白水始『学習科学とテクノロジー』第15回放送教材所収
- 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. <https://www.doi.org/10.11225/jcss.23.270>
- 稲垣佳世子・波多野誼余夫 (1989) 「人はいかに学ぶか」 中公新書
- ISLS (2020) “Call for contributions to: CSCL in a time of crisis” <https://www.isls.org/news/extension-cscl-in-a-time-of-crisis/>
- 三宅なほみ 2011 概念変化のための協調過程 —教室で学習者同士が話し合うことの意味—. 心理学評論, 54 (3) , 328-341.
- 白水始 (2020) 「対話力：仲間との対話から学ぶ授業をデザインする!」 東洋館出版社
- 白水始・三宅なほみ・益川弘如 (2014). 学習科学の新展開—学びの科学を実践学へ 認知科学, 21(2), 254-267. <https://www.doi.org/10.11225/jcss.21.254>
- 東京大学CoREF (2021) 『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 (令和2年度報告書) 協調が生む学びの多様性第11集-学習科学とテクノロジーが支える新しい学びの未来-』 東京大学CoREF