

高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けて
(フェイズ1シンポジウム報告書)

令和2年(2020年)3月

研究代表者: 猿田 祐嗣

国立教育政策研究所 初等中等教育研究部長

はしがき

本報告書は、国立教育政策研究所「高度情報技術の進展に応じた教育革新に関する研究」プロジェクト（令和元～3年度）における論点整理班が令和2年2月3日に開催したフェイズ1シンポジウム「高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けて」の講演録と関連資料をまとめたものである。

本プロジェクトは、進展する高度情報技術を学校教育に積極的に取り入れることにより「教育の革新」を推進するための方策検討に資する知見を提供することを目的としている。研究体制としては、猿田をプロジェクト全体の代表者とし、論点整理班の班長を客員研究員の白水始東京大学教授に委嘱している。プロジェクトの事務局と緊密な連携を取りながら、白水客員研究員が本シンポジウムの企画や本報告書の執筆を行った。

本シンポジウムは、高度情報技術と教育革新というテーマのもとで、令和元年7月のキックオフシンポジウムで見た論点の解決を図り、その解決結果を踏まえて次の論点を同定することを目的とした。

当日は306名の聴衆に参加いただき、シンポジウムの最中からオーディオレスポンスシステム（聴衆がスマートフォンなど手元の機器から質問・コメントを入力できるシステム）を用いて活発な御質問やコメント、そして終了後には書面・対面でたくさんの御感想と今後に向けた御示唆をいただいた。記して感謝する。

その講演録と関連資料をここに記録し共有することで、今後の議論の材料としたい。

なお、報告書は下記のように構成される。

第1章：シンポジウムの企画趣旨

第2章：シンポジウム講演録

第3章：シンポジウムにおける示唆及びアンケート結果の分析

令和2年（2020年）3月

研究代表者：猿田祐嗣

初等中等教育研究部長

目次

第1章 シンポジウムの企画趣旨	1
第1節 プロジェクトの狙いとシンポジウムの企画趣旨	2
第2節 シンポジウムにおける論点	4
第3節 シンポジウムのプログラム概要	13
第2章 シンポジウム講演録	17
第1節 開会挨拶	18
第2節 パネル・ディスカッション1 「高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けた文部科学省の取組」 ..	21
第3節 パネル・ディスカッション2 「教室に高度情報技術を持ち込む前に ～協調学習の原理と高度情報技術の効果～」 ..	38
第4節 事例紹介 「教室に高度情報技術をもちこんで」	57
第5節 パネル・ディスカッション3 「ガイドライン策定に向けて」	74
第6節 閉会挨拶	96
第3章 シンポジウムにおける示唆及びアンケート結果の分析	97
第1節 シンポジウムを振り返って	98
第2節 参加者のアンケート結果から	106
第3節 有識者のコメント	110
第4節 まとめに代えて：次なる論点	114

第1章 シンポジウムの企画趣旨

本章では、本シンポジウムの講演録に入る前に、その企画趣旨と概要を整理する。

第1節 プロジェクトの狙いとシンポジウムの企画趣旨

本シンポジウムは、本研究所における「高度情報技術の進展に応じた教育革新に関する研究」プロジェクト（令和元～3年度）の論点整理班におけるフェイズ1の研究を取りまとめるために令和2年2月3日に行われた。

本プロジェクトの目的は、「進展する高度情報技術を学校教育に積極的に取り入れることにより『教育の革新』を推進するための方策検討に資する知見を提供する。」というものである。そのため、論点整理班と促進条件班、技術開発班という三班体制で研究を推進している。プロジェクトの研究目的を達成するための本論点整理班の目的は、次のとおりである。

進展する高度情報技術の教育への適用それ自体を目的とするのではなく、教育の質を一層高めていくという目的の下、高度情報技術を生かす上で、検討すべき多様な論点を整理する。

ここで「論点を整理する」ということは、学術的研究や技術的開発のための課題を同定するということであり、平易に言えば、「問いを見つける」ということである。したがって、本班の目的は、課題に対する解を提案するところよりも、多様なステークホルダーが共通理解し協働できる問いを整理するところにある。

さて、問いの整理に当たって、一般的に問題というのは、ある問題を解いた後に気づいたり精緻化されたりすることが多い（Graesser & Olde, 2003; Miyake & Norman, 1979）。なぜなら、知識が豊富化し理解が深化することで、何が問うに値する問題なのかを見極めやすくなるからである。それゆえ、問題の解決が次の発見を促すという形で、問題解決と生成は反復的・螺旋的に進んでいく。

そこで本シンポジウムは、令和元年7月に行われたキックオフシンポジウムから浮上してきた論点に対して一定の解決を図ることによって、その問題解決から次にいかなる論点を追求すべきかを見出す機会とした。それと連動して、本報告書も、第1章でキックオフシンポジウムにおける論点、第2章で本シンポジウムの講演録、第3章でその整理と次に探究すべき論点を記す構成とする。

また本プロジェクトでは、課題の提案-解決-次の課題の同定というサイクルを大きく3回にわたって回すため、研究期間を図1のように区切る。その各期間をフェイズ（phase）と呼ぶこととする。

国立教育政策研究所
「高度情報技術の進展に応じた教育革新に関する研究」プロジェクト
(令和元年度～令和3年度)

(研究の概要) AIやビッグデータ等の高度情報技術の進展に応じた教育革新の展望と実現に向けた検討課題を整理し、課題克服の道筋を探るべく、産学官連携による実証的な政策研究を行う。

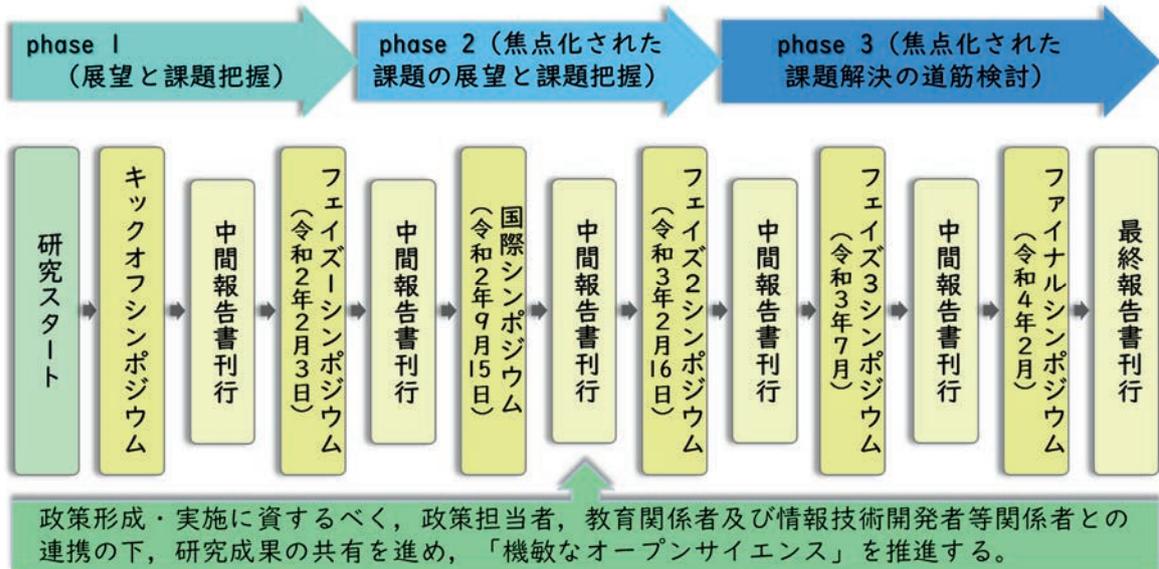


図1 プロジェクトの展開予定

第2節 シンポジウムにおける論点

本節では、前回キックオフシンポジウムからの論点を材料に、なぜ「高度情報技術と教育革新」というテーマが高度に複雑で多様な論点を生み出すかについて検討する。

キックオフシンポジウムの報告書（国立教育政策研究所, 2020, pp.74-75）に記したとおり、前回のシンポジウムからは次の論点が示唆された。

- ① 高度情報技術の進展した未来の社会とそれに向けて求められる教育
- ② 授業やテストにおける高度情報技術の活用可能性
- ③ 高度情報技術を活用するための ICT 環境やデータの標準化などの基盤

論点に加え、報告書には次の留意点が付されている。

- ・ 論点①～③を一体的に論じることが重要である。
- ・ 論点②は、「(①について) 現在求められている教育の本質をいかなるものだと考え、それに基づく現状の課題はどのようなものだと整理するから、高度情報技術をこのように活用したい」という形で論じることが求められる。
- ・ 論点③は、「(論点①②に従って) 求められる高度情報技術の在り方を支える基盤をこのように準備したい」という形で論じることが求められる。

留意点がどういう意味を持つかは具体的に次のとおりである。例えば、論点①を介して論点②を考えるか否かで「求める学びを考えることで初めて高度情報技術の使い方が決まる」と考える立場と「とにかく高度情報技術を活用しさえすればよい」と考える立場が生ずる。あるいは、論点①を介して論点③を考えるか否かで「求める学びを考えることで ICT 環境の指針や収集すべきデータが決まる」と考える立場と「とにかく ICT 環境を整備し、取れるデータを何でも取る」と考える立場が生ずる。

上記の留意点は、この立場のいずれを望ましいと考えるかについて前者の立場の望ましさを示唆したものだと言えるが、本シンポジウムの開催に当たっては、このような論点を巡る主張の相違自体がどこから生まれてくるのかをまず吟味することにする。なぜなら、このような立場の相違は、後述のとおり、コンピュータを教育に導入することを試みた 1980 年代当時から言及されており、技術自体が高度化した現在に至っても、依然解消されていないものだと考えられるからである。そこで以下、上記論点①～③に合わせて、教育と学びの本質、情報技術（以下「テクノロジー」と書く場合がある）の可能性、情報基盤の必要性の三点から相違点の発生因を検討する。

2-1. 教育と学びの本質から

上記の立場の相違がどこから生まれてくるのかについて、まず教育と学びの本質から情報技術を考えてときの観点で検討する。情報技術導入の前に、そもそも教育で何をしたいのかを検討する必要性を論ずる立場は、認知科学や学習科学によくみられる。

例えば、キックオフシンポジウムの報告書（国立教育政策研究所, 2020, p.4）でも引用した三宅

(1985) は、「私にとって、教育におけるコンピュータの役割を考えるとということは、コンピュータを使っていかに効率よく教育するかを考えることではありません。それは、コンピュータというシンボル操作システムを使うと、どのような新しい『教え方』『学び方』ができるのかを考えることでなければならないと思います。」(同書,p.1)と述べている。すなわち、既存の教育の拡張としてのコンピュータ活用ではなく、教育や学習の問い直しを問題にしている。

その上で、「コンピュータは、それを『何のために』『どう使うか』に関して、今まで私たちが知っているどんな道具よりも柔軟性が高いものです。だからこそ、『何のために』『どう使うか』の吟味、それも具体的なレベルでの吟味を十分にし尽くそうとする努力なしには、私たちは、コンピュータの教育への応用の可能性について云々することはできない」(同書, p.3)と主張している。

LOGO というコンピュータ言語を用いたプログラミングにおいて、ある子供が自分のしたいことをはっきり分かっているときと分かっているときとで、バグ(プログラムの間違い)に気づくどうかが変わった例を引きながら、それと同様に「私たちがコンピュータを使って教育という場で何をしたいのか、そのことについてはっきりと自覚的にわかっているなければ、バグ(報告者注:教育上の仮説が機能しない際の実践上の課題)が出てそれが見えないかもしれません。私たち自身のやっていることのバグを見逃さないためにも、今ここで、もう一度、私たちが何をしようとしているのか、自覚的、主体的に考え直して、そこから出発したい」(同書,p.191)と結んでいる。

ほかに、認知科学者佐伯は、「コンピュータと教育」(1986)において、文部省社会教育審議会教育放送分科会から「教育におけるマイクロコンピュータの利用について—中間報告」が発表され、20億円のICT環境整備の補助金が交付された1985年を「教育におけるコンピュータ利用」の幕開けと見なし、以下の主張を行っている。

すなわち、社会でコンピュータが使われ、海外でコンピュータ教育が進んでいるからといって、それが教育現場へのコンピュータ導入の理由となるものではないし、具体的な活用指針を示唆するものでもない。必要なのは、コンピュータを人間の脳の代替物や人間の代わりに考えてくれる機械として扱い、人間自身が思考停止に陥ってしまうことなく、コンピュータを思考の道具や媒体として扱い、子供がわかろうとするときの支援に使うことである。そのために、思考や理解(わかるとは何か)の解明に加え、開発者が現場での質の高い授業を研究し、そこに必要なツールを探り、教師・児童生徒との共同開発を行うといったマルチステークホルダーによる開発の重要性を指摘している。そうでなければ、せっかくの情報技術も、学習を効果的に促進し難いような発想で活用してしまう可能性が高い(一例として囲み1)。

佐伯(1986)の場合は、人間のシンボル(例:文字や記号)使用の歴史から、シンボルに支えられた機械的・手続的思考(例:ことばを要素に分解し組合せることで意味を捉え表現する)や抽象的・形式的思考(例:抽象的な記号の世界で形式を操作し現実世界を表現・コントロールする)の頂点としてコンピュータを位置付け、それが好悪両面の影響をもたらしたと指摘する。好影響は自然や社会のコントロールだが、反面人々がものごとを「考える」ときに実感から遊離した規則や手続に従うことを強いるようになり、それが教育だという誤解を生む可能性を増した。これに対して、人類が活用してきた「絵・略図」的シンボルの重要性を説き、両者を往還する教育を行うことで納得を伴う理解を回復できるのではないかと主張している。

上記の書から10年以上を経た「新・コンピュータと教育」(1997)においても、佐伯は1996年

7月に出された第15期中央教育審議会の第一次答申「21世紀を展望した我が国の教育の在り方について」を子細に検討し、コンピュータ導入の理由として、「適応教育(デジタル社会に適応する)」、「対抗教育(情報化がもたらす人間関係や生活経験の希薄化など負の側面に対抗するためにコンピュータを知る)」、「学校改革(個別指導を徹底して教師の役割を補完する)」という三つを同定している。しかし、そのいずれにおいても、その前提に関して次の問題点を指摘する。

すなわち、「コンピュータ教育を考える際に、『コンピュータの導入で教育はどう変わるか』という議論が多いが、これはそもそもおかしい。これでは、教育というものがテクノロジーに合わせていろいろ変化するということが前提になっている。しかし筆者が提唱したいことは、そもそもテクノロジーに教育を適合させることを考えるべきではなく、教育にテクノロジーを合わせるべきだということである。」(同書,p.24)と述べる。例えば、上記三点目の「学校改革」についても、当時流行していたCAIが塾産業や家庭に導入されることで教育がそれに合わせて私事化が進み、市場原理によって経済格差・教育格差が拡大することを懸念している。

さて、三宅らの最初の指摘から35年が経ち、佐伯の改訂版の書籍から20年以上が経った今、両者が懸念したような「コンピュータが十分な吟味なしに教育の現場になだれこんで」(三宅,1985,p.13)くる事態や高度情報技術による教育の私事化が起きていない反面、思考や理解、学習など、認知過程の根本的な解明を基に、支援技術のあるべき姿が教育現場から提言され、開発者・研究者と教育現場の協働で次々と高度情報技術が開発される事態にもなっていない。わずかに佐伯(1997)で紹介されている「わかち持たれた知能(socially distributed cognition:人間の知は『頭の中』の情報処理だけでなく、他者や人工物とわかち持たれたと見る知能観)」と「学習者中心主義」とを基本指針として、テクノロジーをフル活用する学びのコミュニティー構築の実践研究が各国で進展し、デザイン社会実装研究(Design-Based Implementation Research)と呼ばれる協働的なデザイン研究が中核をなす学習科学へと結実しつつあるが、それも教育現場全体から見れば、十分な規模ではない。

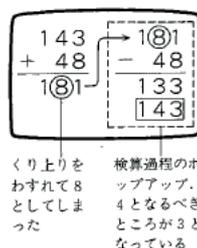
つまり、論点①「高度情報技術の進展した未来の社会とそれに向けて求められる教育」のイメージ自体が難しいということが立場の相違を生み出す一因となっていると考えられる。不足しているのは、未来社会のビジョンと「子供はいかに学ぶのか」「理解を深めるのか」という学びの本質とに基づいて、その教育に欠くべからざるものとしてテクノロジーの使い方を提言し、実際に情報技術を開発し、現場で使って子供の学びが変わっていった例である。こうした基礎研究からシステムデザイン、社会実装までの一貫通貫した実践のイメージが欠けてきた点が、これまでの立場の相違を生んできた一因だとすれば、本シンポジウムで求められるのは、そのイメージの共有とそれを土台とした建設的議論だと思われる。

囲み1: 佐伯(1986)「コンピュータと教育」から Teachable Agent へ

児童生徒の計算学習の支援について、佐伯は次のように述べている(佐伯,1986,p.190)。

「筆算で計算をするときに、一題一題に対してコンピュータが正誤を判定していくというような、よくあるCAI(Computer-Assisted Instruction)システムは、全くのエラー・メッセージ主義である。それに対し、次の図のように加法の問題を解いている最中に、その検算に相当する減法

の問題を『その場でやってくれている』システムを考えてみることができる（減法のときの加法による検算でもいい）。そういうシステムならば、いちいち『正誤』の判定をしなくても、間違えれば計算の途中でも、その場で、どこが間違っただちにわかるのである。」



ここには、学習支援システムの内部で働く同じ計算アルゴリズムでも、それを解答の正誤判定と結果の即時フィードバックに用いるのではなく、子供の犯した間違っただけの計算どおりにシステム（機械）が計算してみて、その結果を子供に返すことによって、子供自身がどこをどう間違えたのかを考えさせ理解させるというアイデアが示されている。

学習科学の実践では、その後、コンピュータに子供が自分のわかったことを教え、教えたとおりに問題を解いてみさせることができる“Teachable Agent”というシステムが実際に開発された（Brophy et al., 1999）。

例えば、「ビリー」というコンピュータ上のエージェントが、先生から「ある町から別の町へ行くのに飛行機で何分かかかるかをいつも正確に速く計算できるようなツールを作りなさい」と言われたが、よくわからないので助けて欲しい、と生徒に頼んでくる。生徒は、問題とその答えの選択肢を使ってビリーに解き方を教える。その途中でビリーから、「グラフの直線の傾きと時速との関係について教えてほしい」などの質問が出るので、教えようと思っていることをことばではっきり表現する必要が生ずる。システムは、教えられた内容からビリーの行動モデルを作ってビリーに問題を解かせる。生徒は、ビリーがうまく学ばなかったと思ったら（実際こうなるケースが多いのだが）、もう一度ビリーを教え直すことができる。

このシステムを授業の中で使ってみると、児童生徒の学力向上につながるだけでなく、学力低位の児童生徒も自分の代わりにシステムが間違ってくれるので自尊心が傷つきにくくなり、システムを好意的に受け止めやすいという（Schwartz & Arena, 2013）。クラスの中で自分の教えたエージェントがどのくらい問題が解けるかを互いに競うコンテストをすることによって、社会的動機付けから学習がさらに進む実践なども紹介されている。

情報技術の進展だけでなく、それを「どう使うか」という工夫によって、新しい学び方の発見や学習効果の向上につながる実践が可能になることが、ここには示唆されている。さらに、実践が蓄積されることで「教えることで学ぶ」というのはどの程度可能であり、実際に効果があるのかや、クラスの中での競争では「一番できるエージェント」が学びの到達点になってしまう問題をどう回避するのかなど、新しい研究課題も生まれてくる。このように情報技術と子供の学習過程の解明は互恵的に進化する可能性を持っている。

2-2 情報技術の可能性から

2-1 の議論の流れとは別に、コンピュータなどの情報技術を現場に導入するだけで教育が変わることを期待する議論も根強く存在する。確かに技術はその出現だけで社会にインパクトを与える場合がある。それゆえ、教育においても、その導入がどのような変化をもたらすかを完全には見通せなくとも、とりあえず情報技術を導入してみるというアプローチが生ずるのはもっともである。これは、工学的な立場から見た技術と社会の関係だと言える。

例えば、ロボット工学者である石黒 (2009) は、「人間がよく分からなくても、人が利用する物を作ることは可能である」(p.21) とし、それは「インターネットや携帯電話など、人間に利用され、社会を変えていく新しい技術は、人間に関する完全な知識なしに、設計され、普及する。その普及によって、人間の新しい性質が発見され、発見された性質は再度製品の設計にフィードバックされる」(同ページ) という関係があるからだと考える。つまり、「製品の改良と人間に対する理解が同時に進行する」(同ページ) という見方を披露している。2-1 の議論に照らせば、人間の思考や理解、学習に関する完全な知識なしにも教育のための情報技術は設計・普及可能であり、それによってこうしたプロセスの新しい性質も発見され得ることになる。

教育に目を転じると、こうした立場は、子供でも操作できるパーソナル・コンピュータ (以下「パソコン」) やプログラミング言語、各種ソフトウェアの開発の系譜によくみられる。

例えば、アラン・ケイは、まだコンピュータが「メインフレーム」と呼ばれ、高価で巨大、複数人で共用するのが当たり前だった時代に、次のように「子供向けのパーソナルな小型コンピュータ」を夢想した (Kay, 1972)。すなわち、「テクノロジーは、受動的なものではなく、能動的なより良い『本』をもたらしてくれる。その本は、テレビが持つような注意を引きつける力を持ちながらも、その力をテレビ局側からではなく、子供自身によって制御できるようなものになるであろう。それはツールであり、おもちゃであり、表現のメディアであり、果てしない喜びの源泉であり……そしてまた、ほかの物と同様に、無知な大人や教師の手にかかればひどい苦役の元にもなるのだ！」ということである。

アラン・ケイの「ダイナブック (動的な本: dynamic な book の短縮)」のコンセプトは、文章や画像、アニメーションなどのオブジェクトを自在に対話的に扱うプログラム (Smalltalk) に基づくパソコン「アルト」に具現化した。これがアップル (Apple) によるパソコンの開発・増産やタブレットパソコン開発に結実し、小型で安価で個人が利用できるデバイスがインターネットにつながることで、小さい頃からデジタル技術に慣れ親しむ世代「デジタルネイティブ」(Prensky, 2006) が生み出されるに至った。情報技術は、子供が小さいときから自分で学び、様々な自由を手に入れるための道具になり得る可能性が示されたわけである。なお、「コンピュータ・リテラシー」という造語も、ケイによるものである。それは、もともと「パソコンで読み書きする能力やインターネットに関する知識」を指すのではなく、「コンピュータがどのようなメディアにもなり得ることを踏まえて、コンピュータを使って課題を解決するだけにとどまらず、課題解決のためのメディアを自ら作り出す能力」を意味していた。

ケイはその後、子供が簡単にプログラミングできる環境「Squeak Etoys」を開発し、学習科学者ミッチェル・レズニックによる「スクラッチ Scratch」の開発に影響を与えた。スクラッチは現在、世界で 5,500 万人以上に使われているといわれる。ケイは、パソコンの持つ直接操作性と「入力すれば応答を返す」という相互作用性を生かし、直感的な操作が可能な環境を用意することで、世

界を理解し、思考し学ぶための道具としてコンピュータを位置付けることに腐心した。

情報技術の可能性は以上に尽きるものではないが、こうした系譜を見直してみると、そこには、情報技術をとにかく社会に投げ込み、子供に使ってもらうことで、その成果を見ようとする特徴があることに気付かされる。それゆえ、教育現場からすると、「何のために情報技術を使うのか」の吟味よりも、まずとにかく情報技術を日常的に使ってみてその使い方や効果、目的を見いだすという流れになりやすい。加えて、アラン・ケイの例に見るように、開発者には開発に際しての理念や思想、教育哲学が存在しているにもかかわらず、ユーザーには開発された結果としての道具しか見えないために、その背後の理念が見えにくいという問題がある。それゆえ、情報技術というある種の「パッケージ」が手渡されたときに、教育現場がそれをどのような目的で使おうとするか、学習環境や教育課程全体の中にどう埋め込むか、実際どういう使い方をするか、いかなる効果を得るか、さらには開発者とどうコミュニケーションするかなどを注意深く見ていく必要があるだろう。特に、あるソフトウェアが提供されたときに、それ単体での学習効果だけでなく、それが残りの教育課程にどのような影響を及ぼすかを見ていくことで、その技術の真の効果や教育現場に認識された目的、理念が見えてくる可能性がある。

情報技術の開発者とユーザーとしての教育者、学習者の関係は、極めて重要な問題である。

例えば、前掲の佐伯（1997, pp.196-197）は、道具の「デザイナー（設計者、メーカー）」と「ユーザー」という二分法的発想を批判し、「デザイナーも『ユーザーの身になって』道具のデザインをすべきだし、ユーザーもまたデザイナーの設計意図やデザイナーが想定している使用の前提条件を読み取って使用すべき」だと訴える。「手続きだけをとりあげてマニュアル化し、一般のユーザーは『操作ができれば、意味はわかる必要がない』とする考え方、つまり『ブラックボックス主義』の考え方」を批判している。これは、深層学習（deep learning）を中心に、開発者にすら、システムの中で何が起きているかを理解しにくくなっている昨今により大きな問題となる。

その上で、佐伯は次のような開発方向を提案する。

私たちがコンピュータを前にして、「これをどう使うべきか」を考えるとき、このような道具というものがいつのまにか作り出してしまうさまざまな二分法、とくにそれが人びとにもたらす差別、すなわち、一方が他方よりも「えらい」存在とされ、より大きな特権が与えられ、他方をいつのまにか抑圧してしまうこと、これには十分注意すべきである。その上で、そのような差別につながる二分法をうまく回避した道具を開発し、その使い方を規定し、そういう使い方を、まず私たち自身が実践し、子どもたちにもそれへの参加をよびかけてゆく—これこそが、「教育（よくなるようとする人びとへの支援）」という立場からの、コンピュータ関連技術の在るべき姿であり、開発方向なのである。（佐伯, 1997, p.198）

ロボット工学者の石黒（2009）は「便利なものとは、本来人が行ってきた作業を肩がわりしてくれるものである。言うなれば、『技術開発を通して人の能力を機械に置き換えている』というのが人間の営みではないか」（pp.24-25）とした後、その営みの意味が「人間はすべての能力を機械に置き換えた後に、何が残るかを見ようとしている」（p.25）ところにあると主張する。それゆえ、「そのような哲学を持たずに、単に便利だからその道具を使うということをするれば、人間は逆に

機械のようになっていくと思う。技術が進歩すればするほど、人間そのものに対する深い興味と洞察が必要になってくる。」(p.212)と述べている。

佐伯の言う二分法的発想のままでは、この「何が残るかを見ようとしている」開発者の理念をユーザー（あるいは後進の開発者）は理解し損なうだろう。「教育現場における情報技術の導入を教師の機械化ではなく、子供や子供の学びに対する『深い興味と洞察』につなげていくために、どうすればよいのか」という問いが、論点①と論点②を結び付けて考える鍵になるのではないか。

論点①を重視する立場も、決して情報技術の可能性やそれが持つ力を否定しているわけではない。問題は、それが学びにどうつながるかを情報技術の開発思想にまで立ち戻って吟味すべきだということである。そうだとすれば、本シンポジウムでも、その結び付けの可能性を現場教師と開発者を巻き込んだ議論の中から見いだしていくことが求められる。

2-3 情報基盤の必要性から

以上のように情報技術の可能性や教育との関係を論じられるのも、全て情報基盤があつてこそだ、という議論も根強い。例えば、インターネットにつながったコンピュータを学校に導入するだけでも、キッキングや OS・ソフトウェアのバージョン管理、ネットワーク整備、障害対応、個人情報保護やセキュリティ対策、システム間の連携など膨大な管理・運用業務が必要となる。自治体や国レベルでも、そのための調達や基幹ネットワーク・システム構築、セキュリティガイドライン策定など、膨大な作業や費用が生ずる。だからこそ、多くのステークホルダーがそこに関わることになる。多大なコストがかかり、ステークホルダーを巻き込むからこそ、児童生徒一人当たりの PC 台数やその稼働率など、機器導入の達成度が成果指標となりやすい。2-2 の立場が「とにかく情報技術を導入してみないことには何も始まらない」と考えるものであるとするならば、この立場は「情報基盤を整備しないことには何も始まらない」と考えるものだということになる。逆に、基盤を整備した上での活用は現場に任せるというスタンスになりやすい。

この立場はその根拠として、これからの社会が日常的に情報機器を活用するデジタル社会となるため、児童生徒もそれに向けた準備が必要だと主張することが多い。言わば、デジタルテクノロジーがこれからの時代の「紙と鉛筆」になると主張するものである。前掲の佐伯（1997）のいう「適応教育」の発想や、プログラミング教育の根拠として挙げられる“computational participation（プログラミングはテクノロジーの批判的思考者、生産者、消費者、そして配布者となることを通じて社会文化的に創造的デジタル社会に参画していくことにつながる）”（Kafai, 2017; Kafai & Burke, 2013）という発想と共通するものだと言える。

加えて、この立場は、情報基盤が可能にする教育データの収集・活用を利点として掲げる場合が多い。その点で大別すれば、情報学・情報科学との親和性が強い。

一人一人の学習者がデジタル化された教科書や教材をどう読んでいったかや、教師の講義スライドをどのような順番でどのくらいの時間を掛けながら閲覧したか、問題をどう解いて、その解答成績や解決時間はどうだったかなどが記録・収集できるようになると、「スタディログ」と呼ばれる学習履歴データが入手できる。スタディログと教師の指導法や学習活動デザインとを突合すれば、指導と学習がセットになったデータも収集できる。さらには、これを全国学力・学習状況調査の成績や各自治体が独自に行う経年学力調査と接合すれば、どのような学校教育が学習者の学習に寄与しているかや、学習指導要領や教科書の改訂効果も分析できる。学習者の社会文化的

バックグラウンド（家庭の経済や文化的状況など）と関連付ければ、どれほどの不利な状況にもかかわらず、特定の学習者や学級、学校が粘り強く努力しているかなども分析できる。これらがビッグデータとして、人工知能（artificial intelligence：以下 AI）の自然言語処理、機械学習、深層学習など各種アルゴリズムで処理されることで、そこから半ば自動的に新しい教育や学習の可能性も見えてくることも期待されている。

実際に 2010 年代には「学習と学習環境の理解と最適化のための、学習者と学習者コンテキスト（背景）についてのデータの測定、収集、分析、レポート（フィードバック）」（古川・山地・緒方・木實・財部, 2020, p.20）を行う「ラーニングアナリティクス（learning analytics）」という研究分野も立ち上がっている。国としても、このようなデータが学校・自治体・民間事業者に蓄積されるようになると、その有効活用のためにデータを標準化する必要にも迫られる。

このような期待の一方で、この立場の底には、学びのイメージの等閑視と各種取組における目的と手段の転倒の可能性という課題が潜む。

「情報基盤を整備してそれで何をするのか」や「データを収集・分析しやすいよう各種標準を作って何に活（い）かすのか」といった指針は、どういう学びを児童生徒に求めるのかというビジョンとその具体的なイメージがあって初めて決まる。学校現場で言えば、具体的に何を購入して、どう運用すれば、各教科の内容理解等に情報技術が役立つのかというイメージがなければ、取組を前に進めることは難しい。イメージを仮置きして進めるという場合は、暗黙のうちに「児童生徒にわかりやすい説明を行って、しっかり理解し覚えさせ、テストで教えたとおりの解き方や内容を再現できることのみを学びと捉えていないか」を吟味する必要がある。データ収集を考えたときに、こうした「教師からの一方向的な知識伝達・注入型」の学びの方がデータを収集・処理しやすいため、無意識に学びが固定化してしまう恐れがあるからである。もちろん、AI を使うということは、こうした学びの定義や仮説抜きに、データドリブンで学習成果からその指導法の効果を見極めるという可能性をひらくということでもある。しかし、AI はデータに深く依存するため、学びのイメージの明確化がなければ、「限られた範囲のデータしか得られていない」ということ自体を見逃す恐れがある（ビッグデータ分析において仮説やモデルを立てることの重要性については Coveney, Dougherty & Highfield, 2016）。児童生徒が教師から伝達された知識をどう活用・吟味するかも含めて、教育課程は編成されている。その多様な学びの総合の中で、高度情報技術を活用した学びを位置付けるべく、学びのイメージを明確化しておくことが必要だろう。

上記の議論は、もう一つの目的と手段の転倒という課題にもつながる。すなわち、データが取りやすいという手段上の制約で AI ドリルや講義ビデオとそのテストというトレーニング主体の授業を行っていたはずが、いつの間にかそれによる成績向上を学力向上の全てだと自明視し、教育のリソース（授業時間や各種学習活動、予算等）をそこに注いでしまうという転倒である。

このように考えると、本シンポジウムでも、ラーニングアナリティクスの専門家自らが、その研究の成果を振り返って、学びの仮説や学習理論の欠如や瑕疵（かし）— 一言わば先述の教育上のバグ— に気付くことがあるかどうかを検討する必要があるだろう。

2-4 まとめ

以上の議論をまとめると、教育と学びの本質、情報技術、情報基盤を重視する立場それぞれの主張に妥当性がある一方で、課題もあり、それが高度情報技術と教育革新というテーマを巡る課

題の複雑さや難しさを生んでいると言える。課題を要約すると、次のようにまとめられる。

- ・ 高度情報技術は教育革新という目的のための手段であるにもかかわらず、未来社会のビジョンと学びの本質に基づく教育への情報技術活用のイメージが欠けているために、情報技術の導入・活用自体が目的化しやすい。
- ・ 高度情報技術は「高度」であるがゆえに、その技術が実現する機能が確かにある反面、それが学習者の学びにどうつながるのかを開発思想に立ち戻って吟味し、学びにどうつなげたいかを教育現場が明確化しないと、単なる機械的適用にとどまってしまう。
- ・ 高度情報技術はその導入や活用に情報基盤を必要とし、基盤整備に多様なステークホルダーの協力や多大なコストを必要とするため、整備だけで十分な目的となりやすい。また、そこから生み出されるデータが多種多様であるため、その特定や標準化が目的となりやすい。

図式化すると、図1のとおり、それぞれの立場から高度情報技術と教育革新というテーマに向けて、点線矢印のような課題が各々残っており、その一体的解決が本シンポジウムでまず図るべきものと言える。

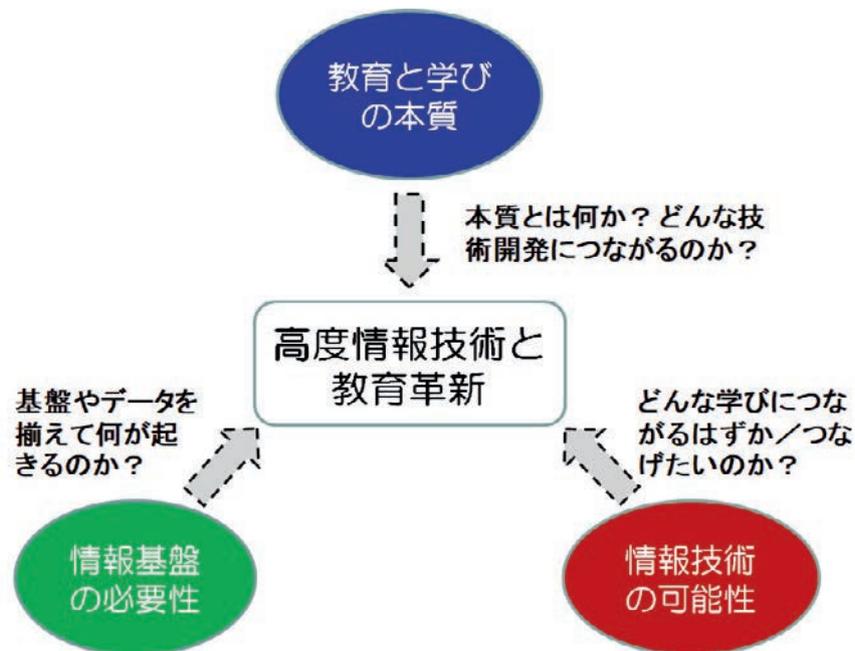


図1 高度情報技術と教育革新を巡る論点と残された課題

そのために本シンポジウムでは、これらの解決に関わる研究や教育政策を遂行している関係者に登壇していただき、参加者との議論を通じて、理解を深めることを狙った。詳細は次節に記す。

なお、第3章ではシンポジウムでの議論を図1の構図にマップしながら検討を進めるが、それは登壇者の発言の是非や不足を論じる目的ではなく、それぞれの主張がどのような立場・役割を担うところから生まれてきているのかという全体像を把握するためである。もしその立場と主張との関係が登壇者自身にも非自覚的・非意図的なものであれば、こうした把握や整理自体がそれぞれの立場を自覚し、その上で多様なステークホルダー間での建設的な相互作用を行っていくことに貢献するであろう。

(白水 始)

第3節 シンポジウムのプログラム概要

フェイズ1シンポジウムは次のような形で行われた。

タイトル：「教育革新」プロジェクト フェイズ1 シンポジウム
 ～高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けて～
 日 時：令和2年2月3日（月曜日） 10時00分～16時00分
 場 所：一橋大学一橋講堂

時 間	内 容 （肩書は全てシンポジウム当時）
10：00	開会挨拶 中川健朗：国立教育政策研究所長
10：10	<p>パネル・ディスカッション1 「高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けた文部科学省の取組」</p> <p>①先端技術を活用した学びの革新に向けて 桐生崇：文部科学省初等中等教育局企画官・学びの先端技術活用推進室長</p> <p>②学校 ICT 環境の整備に向けて 高谷浩樹：文部科学省初等中等教育局情報教育・外国語教育課長</p> <p>③教育課程の改革に向けて 板倉寛：文部科学省初等中等教育局教育課程課教育課程企画室長</p> <p>④デジタル教科書を活用した学びの充実に向けて 中野理美：文部科学省初等中等教育局教科書課長</p> <p>⑤特別支援教育，インクルーシブ教育システムの充実に向けて 俵幸嗣：文部科学省初等中等教育局特別支援教育課長</p> <p>モデレーター 木村直人：文部科学省大臣官房会計課長</p>
11：40	休憩
12：40	<p>パネル・ディスカッション2 「教室に高度情報技術をもちこむ前に～協調学習の原理と高度情報技術の効果」</p> <p>①Jeremy Roschelle：Digital Promise 社 Executive Director；元 SRI 教育研究所</p> <p>②齊藤萌木：東京大学高大接続研究開発センター特任助教</p> <p>聞き手 白水始：東京大学高大接続研究開発センター教授</p>
13：40	休憩
14：00	<p>事例紹介 「教室に高度情報技術をもちこんで」</p> <p>①日本の教室に高度情報技術を持ち込んで（事例紹介1） 戸栗大貴：千代田区立麹町中学校主任教諭 神野元基：株式会社 COMPASS 代表取締役 CEO</p> <p>②Education first, technology second（事例紹介2） Kenn Ross：ミネルバ大学 Managing Director</p>
14：40	休憩

14 : 50	パネル・ディスカッション 3 「ガイドライン策定に向けて」 ①田村恭久：上智大学理工学部教授 ②益川弘如：聖心女子大学現代教養学部教授 ③神野元基：株式会社 COMPASS 代表取締役 CEO ④Kenn Ross：ミネルバ大学 司会 白水始（東京大学高大接続研究開発センター教授）
15 : 55	閉会挨拶 佐藤安紀：国立教育政策研究所次長

本章第 1, 2 節に照らして、シンポジウムの狙いを補足すると、次のとおりとなる。

まず午前中のパネル・ディスカッション 1 は、高度情報技術を用いて狙う教育と学びのイメージ、情報技術の可能性と情報基盤の必要性について幅広く文部科学省教育行政関係者に語ってもらい、狙いを具体的にイメージできることを期待した。

次に、午後のパネル・ディスカッション 2 は、子供が協調的な問題解決場面においていかに理解を深めるのかという学びの本質に基づいて、その教育に欠くべからざるものとしてテクノロジーの使い方を提言し、学習支援システムを開発し、現場で使って子供の学びを変えていった例を学習科学者である Jeremy Roschelle 氏から語ってもらい、その議論を通じて、「基礎研究からシステムデザイン、社会実装まで」の一貫通貫した実践のイメージを共有することを狙った。

続く事例発表では、学校教育への「パッケージ型」の情報技術導入の典型例として、麴町中学校と民間事業者 COMPASS の協働についてお話いただき、教育理念からシステム開発を内製で一貫通貫させているミネルバプロジェクトの試みと比較対照できることを狙った。

最後のパネル・ディスカッション 3 では、事例発表者に再登壇していただき、学習科学者・教育工学者の益川氏、ラーニングアナリティクスを専門とする田村氏とともに事例を位置付け直し、聴衆の疑問にも答えながら、図 1 の論点に関わる課題の解決やステークホルダー間の新しい協働可能性についてヒントを得ることを狙った。

以下、第 2 章でそのシンポジウムの講演録を記す。第 3 章ではシンポジウムの講演や議論内容を整理し、聴衆のシンポジウム中の質問やアンケート結果、さらには講演録に対する佐伯氏も含めた有識者の感想を見ることで、上記の狙いがどの程度達成できたか、論点を解決した先にどのような課題が見えてくるかを検討する。

【引用文献】

Brophy S., Biswas G., Katzlberger T., Bransford J., & Schwartz D. (1999) . Teachable agents: Combining insights from learning theory and computer science. In S. P. Lajoie and M. Vivet (Eds.) , *Artificial Intelligence in Education*, 21-28.

Coveney, P.V., Dougherty, E.R., & Highfield, R.R. (2016) Big data need big theory too. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 374, Issue 2080, <https://doi.org/10.1098/rsta.2016.0153>

古川雅子・山地一禎・緒方広明・木實新一・財部恵子 (2020) . 学びの羅針盤：ラーニングアナ

リテイクス. 丸善ライブラリー.

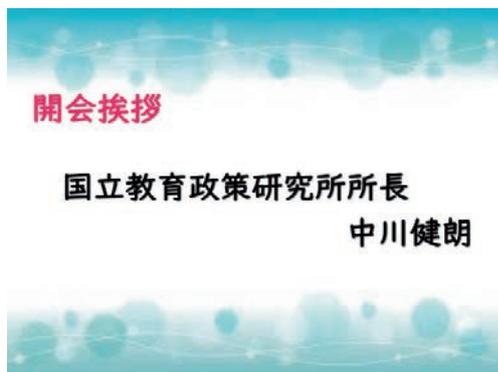
- Graesser, A. C., & Olde, B. A. (2003) . How does one know whether a person understands a device? The quality of the questions the person asks when the device breaks down. *Journal of Educational Psychology*, 95 (3) , 524-536.
- 石黒浩 (2009) . ロボットとは何か： 人の心を映す鏡. 講談社現代新書.
- Kafai Y. (2017) . Computational participation: Teaching kids to create and connect through code. In P. Rich and C. Hodges (Eds.) , *Emerging research, practice, and policy on computational thinking (Educational Communications and Technology: Issues and Innovations)* , 393-405. Springer, Cham.
- Kafai, Y., & Burke, Q. (2013) . Computer programming goes back to the school. *Phi Delta Kappan*, September 2013, 95, 61-65.
- Kay, A. (1972) . A personal computer for children of all ages. *Proceedings of the ACM National Conference*, Boston Aug. 1972.
- 国立教育政策研究所 (2020) . 高度情報技術を活用した教育革新の展望と検討課題 (キックオフシンポジウム報告書) . 国立教育政策研究所.
- 三宅なほみ (1985) . 教室にマイコンをもちこむ前に. 新曜社.
- Miyake, N., & Norman, D. A. (1979) . To ask a question, one must know enough to know what is not known. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 18, 357-364.
- Prensky, M. (2006) . *Don't bother me, Mom: I'm learning!* Paragon House.
- 佐伯胖 (1986) . コンピュータと教育. 岩波新書.
- 佐伯胖 (1997) . 新・コンピュータと教育. 岩波新書.
- Schwartz, D., & Arena, D. (2013) . *Measuring what matters most: Choice-based assessments for the digital age*. Cambridge, MA: MIT Press.

(白水 始)

第2章 シンポジウム講演録

第1節 開会挨拶

(国立教育政策研究所長 中川健朗)



皆様、おはようございます。ただいま紹介いただきました中川です。本日は、この「教育革新」プロジェクトシンポジウムに全国から多数御参加くださり、まことにありがとうございます。また、御多忙な折、国内外からいらしてくださった講演者、パネラーの皆様、心より御礼申し上げます。

国立教育政策研究所「教育革新」プロジェクト フェーズ1 シンポジウム
～高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けて～

「教育革新」プロジェクトの目的 AIやビッグデータ収集解析等の高度情報技術の進展に応じた教育革新の展望と実現に向けた検討課題を整理し、課題克服の道筋を探る（令和元年度～令和3年度）。	「教育革新」プロジェクトの進め方 政策形成・実施に資するべく、政策担当者、教育関係者及び情報技術開発者等関係者との連携の下、研究成果の共有を進め、「機敏なオープンサイエンス」を推進する。
フェーズ1 シンポジウムの趣旨 デジタルトランスフォーメーション（DX）時代の学校像を展望し、高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けた教育施策や、教育関係者及び情報技術開発者等が共通理解すべき高度情報技術の有効な活用の前提、具体的な活用方法や留意点など「ガイドライン」について検討し、更なる研究の推進を図るとともに学びの質の向上に向けた当事者のアクションに繋げる。	
フェーズ1 シンポジウムの内容 ※オーディオレコーディングシステムを使用し、参加者の意見を参照しつつ展開する。	
【午前の部】 ICT環境整備によってこそ可能となる、実現したい学校・授業像。教育関係者及び情報技術開発者等関係者とともに実現していく道筋について、自由にパネルディスカッションを行う。	【午後の部】 高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けた「事例紹介」及び「高度情報技術の有効な活用の前提」、「ガイドライン」についてのパネルディスカッションを行う。

この「教育革新のプロジェクト」は、本年度・令和元年度から3年計画ということで、猿田祐嗣初等中等教育研究部長を研究代表者として、スタートしたものです。その目的は、「AIやビッグデータ収集解析等の高度情報技術の進展に応じた教育革新の展望と実現に向けた検討課題を整理し、課題克服の道筋を探る」という未来志向の研究プロジェクトです。本プロジェクトの進め方ですが、「政策担当者、教育関係者及び情報技術

開発者等関係者との連携の下、研究成果の共有を進め、機敏なオープンサイエンスを推進する」というやり方をとっています。つまり、一定の研究成果が得られてとりまとめた後に成果報告をするというのではなく、どんどん技術は進みますので、その進展や社会の状況を見ながら、関係者をまきこみながら、事業に参加していただく、そして透明性を持ってオープンな形で進めるというものです。半年に一回実施するシンポジウムは、その核となるもので、昨年7月のキックオフシンポジウムに続き、本日が、令和元年度初年度フェーズ1の、2回目のシンポジウムです。

本日のシンポジウムの第一部・午前の部は、「IT環境整備によってこそ可能となる、実現したい学校・授業像、その実現への道筋について、自由にパネル・ディスカッションを行う」というものです。ここに名前が並んでおりますが、初等中等教育行政第一線の担当課室長に未来の姿を自由に語って下さいということでお呼びいたしました。このように高度情報技術と未来の学びの姿について、フランクに行政の責任課長等が議論する、というようなことは余りないことだと思うので、どうぞ御期待ください。恐らく今、国、地方自治体、教育現場では、予算が成立したばかりの補正予算で目指しますGIGA構想の実現、そしてそれがいかに中身が伴ったもののできるかということで、関係者が一丸となって御努力をされておられるかと思えます。恐らくソサイエティ5.0という時代がくる中で、学校現場の方ではソサイエティ4.0、あるいはまだまだ3.8くらいのところもあるかもしれない。これをとにかく5.0まで持っていくというのがGIGA構想だとすると、今日のシンポジウムは、更に頭を柔らかくして、そういったGIGAが実現したソサイエティ5.2くらいの新しい学びを、そしてその時代を生きていく子供たちのために何ができるか、そんなことを、柔らかい頭で考えていければと思っています。パネラーの皆様には、本日は御自身の現在の所掌にとらわれず、未来の姿をのびのびと語って下さい、とお願いしてあります。

パネル・ディスカッション 12:40~13:40

教室に高度情報技術をもちこむ前に
～協調学習の原理と高度情報技術の効果～

➤ Jeremy Roschelle (Digital Promise社Executive Director:元SRI教育研究所)

➤ 齊藤萌木 (東京大学高大接続研究開発センター特任助教)

聞き手: 白水 始 (東京大学高大接続研究開発センター教授)

事例紹介

14:00~14:40

「教室に高度情報技術をもちこんで」

事例紹介① 高度情報技術を教室に持ち込む前と後

— 生徒と教師の変化 —

戸栗大貴 (千代田区立麹町中学校主任教諭)

神野元基 (株式会社COMPASS ファウンダー)

事例紹介② University in the Digital Age :

Education First, Technology Second

Kenn Ross (ミネルバ大学)

パネル・ディスカッション 14:50~15:55

「ガイドライン策定に向けて」

➤ 田村恭久 (上智大学理工学部教授)

➤ 益川弘如 (聖心女子大学現代教養学部教授)

➤ 神野元基 (株式会社COMPASS ファウンダー)

➤ Kenn Ross (ミネルバ大学)

司会: 白水 始 (東京大学高大接続研究開発センター教授)

挨拶」においても、演台はとっばらおう、ということにしました。高度技術の利活用はほとんどなくお見苦しくて恐縮ですが、まあ次はもう少ししかけを考えられないかなと思っています。

また、この後シンポジウムの中では、オーディエンスレスポンスシステムを使用し、会場の皆様と対話しながら進めるというやり方をとります。これは、今日一般に使われるようになっているシステムでございますが、できるだけ双方向のやり取りをするという、このプロジェクトの「機敏なオープンサイエンス」という研究の理念に適したものだと思っておりますので、使わせていただいています。皆さまどうぞ、忌憚(きたん)のない御意見をシンポジウムの最中からどうぞお寄せいただければと思います。

もう一点、この御案内のチラシでお気づきになった方がいらっしゃるかと思いますが、右下の方に「AIによる同時通訳」とありますが、技術の方がまだ追いついておらず、できるところまで、ということで、どこまで何ができているかは、午後の冒頭で、本プロジェクトの客員研究員をおつとめいただいております東京大学の白水先生からお話させていただきます。それでは盛りだくさんな内容でございますので、早速スタートしたいと思います。午後までの長丁場となりますが、会場の皆様とともに、「未来の新しい学びの姿」を「やわらかい頭で」、御一緒に「想像」し、「創造」していく、「イマジジン」し、「クリエート」していくことができる時間となりますことを祈念しまして、私の挨拶とさせていただきます。どうぞよろしく願いいたします。

第2節 パネル・ディスカッション1

「高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けた文部科学省の取組」

①先端技術を活用した学びの革新に向けて

桐生崇（文部科学省初等中等教育局企画官・学びの先端技術活用推進室長）

②学校 ICT 環境の整備に向けて

高谷浩樹（文部科学省初等中等教育局情報教育・外国語教育課長）

③教育課程の改革に向けて

板倉寛（文部科学省初等中等教育局教育課程課教育課程企画室長）

④デジタル教科書を活用した学びの充実に向けて

中野理美（文部科学省初等中等教育局教科書課長）

⑤特別支援教育、インクルーシブ教育システムの充実に向けて

俵幸嗣（文部科学省初等中等教育局特別支援教育課長）

モデレーター 木村直人（文部科学省大臣官房会計課長）

本日のパネルディスカッションのねらい

これまでの優れた日本の学校の取組を継承しつつも、ICT環境整備によってこそ可能になる、これからの学校の延長線上にない、新たな学校のイメージづくり

木村:本日のパネル・ディスカッションの狙いは、「これまでの優れた日本の学校の取組を継承しつつも、ICT環境整備によってこそ可能になる、これからの学校の延長線上にない、新たな学校のイメージづくり」です。これだけの課室長が一堂に会する機会というのは、なかなかありません。先ほど中川所長の挨拶にもありましたが、所掌を超えて、ざっくばらんにディスカッションができればと思っています。

また今回、オーディエンスレスポンスシステムという仕組みを取り入れています。会場からの質問をリアルタイムでお受けして、可能な限り答えていきたいと思っています。そういった双方向の仕組みも取り入れながら進めていきます。最初に、それぞれの課室の取組を5分程度で紹介いただいた上で、ディスカッションという流れとしたいと思います。

新学習指導要領における育成を目指す資質・能力

学習する子供の視点に立ち、育成を目指す資質・能力の要素を三つの柱で整理。



【参考】学校教育法第30条第2項
生涯にわたり学習する基礎が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をほぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない。

板倉：教育課程課教育課程企画室長の板倉でございます。学習指導要領の作成等を所管しております。

今年の4月から施行される新学習指導要領では、学習する子供の視点に立ち、育成を目指す資質・能力を三つの柱で整理しています。一つが、何を理解しているかという、知識及び技能。二つ目に、理解していること、できることをどう使うか、思考力、判断力、表現力等。そして、どのように社会・世界と関わり、よりよい人生を送るか、学びに向かう力、人間性などです。

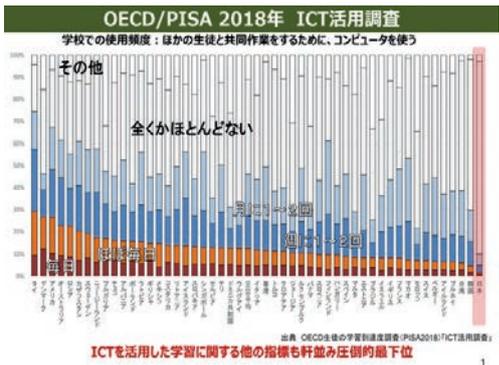
プレゼンをお聞きいただいてからディスカッションに入っていきたいと思います。

それでは続きまして、高谷課長から、準備の方よろしければお願いいたします。オーディエンスストレスシステム、早速動いています。どんどん質問をお寄せいただければと思います。

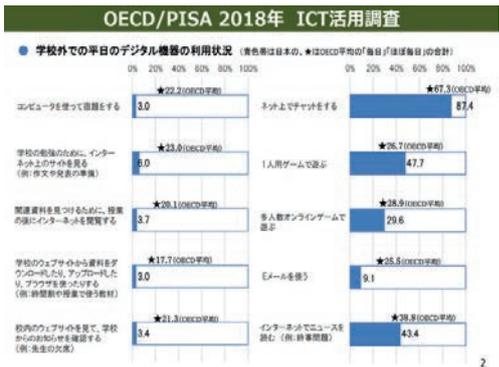


高谷：おはようございます、情報教育・外国語教育課長の高谷でございます。私の課は今皆様御案内の GIGA スクール構想、2318 億円の補正予算執行に向かって走っているのですが、ここで私の意見としてお伝えしたいこととして、ICT は特別なものではない、学校で普通に使うものであると、学校現場を変えていく必要がある、それを是非皆様方にもお願いしたいというところのお話をさせていただければと思います。

今、2318 億円、執行をどうするか、端末をどれだけ、どの学校が入れるか、校内 LAN をどういう学校が幾らぐらいで整備するか、こういうことを今連日のようにやっているわけですが、やはりまだ、なぜ学校現場に ICT を入れる必要があるのか、どんなものを入れればいいのか、何をしたらいいのか、そんな声がまだ強くあります。さすがにここまで来て、経済再生諮問会議などで安倍総理からも一人一台パソコンを国家意志としてやるのだというお言葉を頂戴して、私どもだけではなく、経済産業省、それから総務省、総務省はテレコムの方もそうですし、自治の方もそうです。それから内閣官房が皆一致団結して進めるというところに来ておりますので、自治体さんも今、入れなければという思いは持っておられるように感じます。ところがやはり現場に行けば行くほど、何をするのか、そもそも何なのか、という話がまだございます。今出しております資料は、情報活用能力の育成ということで、ここにいらっしゃる皆様方は当然御案内だと思っておりますが、情報活用能力を言語能力と同様に育成すべきということなのですが、どうもこの 4 月から新しい学習指導要領によって小学校にプログラミング教育が入りますので、ICT 活用はプログラミング教育につながると思っている方がまだおられる。プログラミング教育というのは資料にありますとおり、情報の科学的な理解、情報活用能力の一手段でしかない、どうやって三角形を書けばいいのか、私たちが昔正三角形をコンパスで描いていて、コンパスの使い方等も合わせて理解していたように、プログラミングで三角形を描くことによって、物事にプログラミングをするというのはどういうことかということも理解させる、科学的な理解ということがもちろん主眼ではありますが、合わせて皆さんから見ると右側にある情報モラルということも重要であります。そういう情報化社会に参画する姿勢ですね、今子供が何もわからないまま大人と SNS で結びつく、こういう情報モラルの教育も必要ですし、一番左側、情報活用の実践力、まさに ICT を基本的に使いこなす力というものが重要だということです。すなわち、情報活用能力を育成するためには、ただプログラミングをするのではなくて、常日頃から情報活用の実践力も育んでいかなければいけない。さらにはプログラミング、モラルというものを育んでいかなければいけないということでございます。

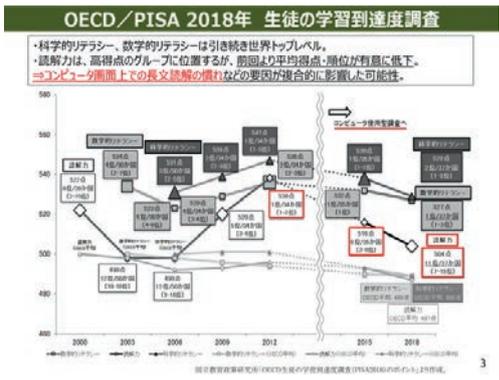


これは私がいろいろなところで紹介しております、PISA の ICT 活用調査の国際比較です。ほかの生徒と共同作業するためにコンピュータを使う、日本はどこか、これはデータの間違いではないのです。「毎日」「ほぼ毎日」使うという順番に出していますが、東アジアの国が下位に来ている中、日本は圧倒的に桁が違くと。下に書いてありますとおり、ICT を活用した学習に関するほかの指標も軒並み圧倒的最下位なのです。



先ほど板倉室長からもありましたとおり、この PISA 調査で何が出てきているか。子供たち、コンピュータを使って宿題をしますか、学校の勉強のためにインターネット上のサイトを見ますか、学校のウェブサイトから宿題や時間割等をダウンロード・アップロードしますか、学校のウェブサイトで、今日は台風で休校だねとか、修学旅行の集合場所はどこかな、といったことを見ますか、（といった問いについて）OECD の平均は 2 割

前後ですが、日本は 3% しかないのです。一方で右側を御覧ください。チャットをする、ゲームで遊ぶ、という項目は平均より大きいのです。日本の子供たちはゲーム機やスマホはたくさん持っています。ところがパソコンを持っていないんです。これは何を表しているか。子供にとって ICT 機器というものが学びに使うものだとは全然思われていない。子供たちは、遊びのものだ、チャットをするものだと思っている。子供たちだけでしょうか。保護者はどうですか。子供がパソコンをしていたら、あなた何しているの、それより勉強しなさいと言いませんか。自治体はなぜ今まで、地方財政措置は講じられているのに整備がこれだけ進んでいなかったか。財政当局が、学校に ICT を入れるとどんないいことがあるのか、その挙証責任が教育委員会に求められていたから、すなわち財務部局・自治体・首長、皆、学校で ICT を使うことが普通のことだという頭がなかった、つまり社会全体がそうであった、社会全体で、学びと ICT というものがこれまで全く連携づいて、紐（ひも）付いていなかった。だから何で ICT を入れるのだ、という世の中になっていたわけです。先ほど中川所長がまだまだ学校は（ソサエティ）4.0 だと言っていました、4.0 は情報化社会なのですけれど、全然学校は情報化していない。そういう意味では学校は 3.0 だと言えらると思います。昔、どうでしょうか皆さん、例えば一集落に小学校がある、中学校がある。子供たちはなぜその学校に行ったか、学校で最先端の情報に触れられる場所だったから、寺子屋だってそうです。江戸時代の寺子屋に行くとまさにそこが最先端の情報を得られる場所だったから、子供たちは心をわくわくさせて通っていたのです。ところが今や逆です。子供たちは家にいるとスマホやゲーム機ですごくいろいろな情報が見られる、ところが学校に行くと相変わらず紙と黒板だけであると。昔に戻る所になぜ子供はわくわくという思いを持って出かけられるのか。



これが同じ PISA 調査です。読解力が落ちていきますということで、既に私どもの審議官の矢野などがメーリングリスト等で紹介をしておりますが、実はこれは何だったかということ、情報活用能力の育成そのものであった、OECD 加盟諸国に対して、モチベーション等を読解力として読むのではなくて、書いてあることをしっかり受け止めて、書いてあるものを理解して、自分が思うことをしっかりとフィードバックする、これが読解力調査、我々が言う情報活用能力そのものであります。

PISA2018における問題の一例

3種類の課題文で構成： ○大学教授のブログ ○書評 ○オンライン科学雑誌の記事

問1

問1 【測定する能力 ①情報を探し出す】
ある大学教授のブログを画面をスクロールして読み進め、教授がファイルドラッグを始めた時期を選択して解答する。

問6

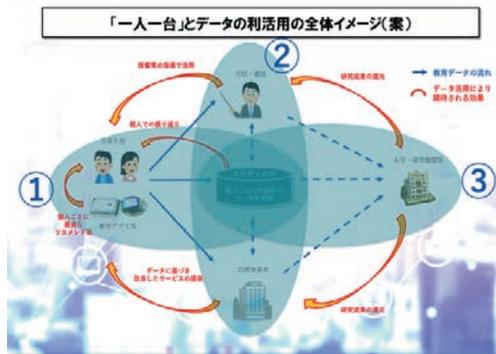
問6 【測定する能力 ②理解する】
2つの図に関する原因と結果を選択肢から選び、ドラッグ＆ドロップ操作によりそれぞれ正しい位置に移動させ、表を完成させる。

これは唯一出ている問題の例ですが、ブログを読んでも正解を回答する、ドラッグアンドドロップする、これが日本の子供たちはどんどん下がっていると。やはり学校において ICT を使うことはすごいことなんだ、ではなく、ICT というものは普通の社会のように学びで使うものなのだ、こういうことを是非進めていっていただきたいと思いますし、今回のテーマで言うと学校現場で ICT をふだん使い、文房具のように、書道道具のように使う、そういう社会に是非なっていただきたいと思っております。

木村：ありがとうございます。どんどん御意見も頂いています。国会開会中にもかかわらずこんなに文科省の課室長が集まって大丈夫なのかといった御心配も頂いております、ありがとうございます。引き続きどんどんお寄せください。
 それでは続いて、桐生さんお願いします。

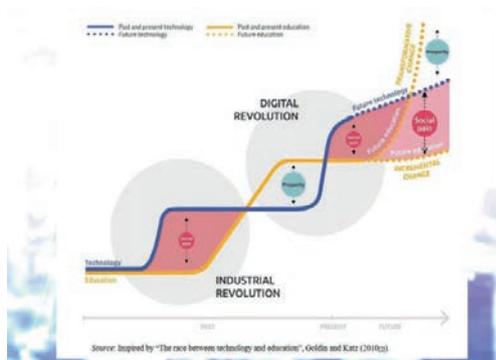


桐生：学びの先端技術活用推進室長の桐生でございます。板倉室長、高谷課長とちょっと話のテイストを変えまして、今現在の課題から少し目を未来に向けまして、一步先の未来がどのような形になるのか、という観点から論点を提出させていただきたいと思っております。今我々のキーワードとして「一人一台学習端末環境」、それから「公正に個別最適な学び」を提示させていただいていますが、一人一台環境が整って、その環境がフルに活かされた場合どのような社会になるのか、どのような学校の姿になるのかということをもっと提示させていただきます。



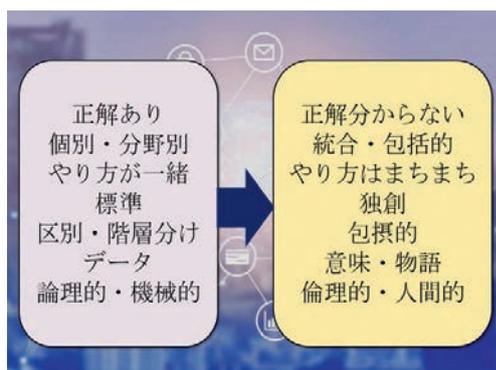
左側に子供の姿があって、真ん中に学習を記録する、ログを保存するところがあり、上に学校の先生、下に民間の事業者、右に大学・研究機関を提示しています。要は、一人一台が整うことで学習環境が整うと、一番多く議論として出てくる、データをどのような形で活用していくかの流れを見てみると、データをストックした上で、子供が自分自身の振り返りのために使うというのが一つ、そのデータを活用して先生が指導する、とい

った使い方が二つ目、それから三点目として、それらを匿名加工した形で多くの情報があれば、例えば医療で今使おうとしていますのは、匿名加工したデータを、例えば A という病気の因子がある人は B という病気の因子があるのではないかと、といった関係が、多くのデータが集まることによってわかるようになるというような形で活用され始めていますが、教育に関してもそういったビッグデータ活用という形で、データを中心とした姿が描いていけるのではないかと考えています。これは当然、実際に行う場合、スタディログといってもどのような形で整備していくのかという技術的な制約もありますし、法制度的な制約、個人情報の保護をどうやって担保していくのか、あるいは情報を共有する際にどのように許諾していくのかといった、技術面・法制度面での制約は当然課題としてあるのですが、こういった姿になっていくのではないかとすることは恐らく、諸外国の動きや民間の事業者さん、いろいろな研究者の方々とお話していく中では割と共有されているのではないかと思います。あとはどのようにハード整備、法整備、学び方の変革を進めていくかが、近未来に想定される課題ではないかと思います。



もう少し目を更に先に向けた論点としてお示します。こちらは最近 OECD で見かける図ですが、教育と技術の歴史的な追いかっこを示しています。かつて、テクノロジーとエデュケーションは同じくらいの状況だったけれども、産業革命が起きて技術の方が先行し、教育が遅れている状況だった。そこから義務教育制度の施行や高等教育の拡大といった量的な拡充をしてきて、教育が技術より先んじて、少し資産を持った状

況で来ておりましたが、現在また科学技術が教育を追い越しています。先ほどの高谷課長の話にもありましたけれども、家の環境・テクノロジーが教室よりも進んでしまっていて、教室の環境が少し遅れてきている。こういった点で今また赤い部分、出遅れの差が大きくなっているという状況ではないかと思います。今私たちは、このままの延長でいき、更に教育と技術の差が広がっていく方向を取るのか、あるいは教育が急上昇、transformative change と書いてありますけれども、質的な転換を何らかの形で行って、転換していくかという、まさに今分岐点にいるのではないかと考えております。



次にスライドでは、「現在の姿」と「今後の姿」ということでよく表現されるキーワードをまとめてみているのですが、これは研究の世界でも言われていますし、教育の世界でももちろんそうですし、社会の中でも、左側の今あるようなこと、正解があったり、やり方が一緒だったり、あるいはそれをうまい形で区分けしてクラス分けしていく、あるいは論理的にやっていくということは、恐らく右側に書いてある人間的で包括的で、意

味や物語が大事だという形になっていくだろうということが想定されています。社会がこういった形が変わっていく中で、教育の形も変わっていかざるをえないと思っております。

少し情緒的なキーワードを含めてなのですが、三点キーワードを挙げさせていただいています。先ほど申し上げました技術と教育のかけっこの中で今後必要となっていくキーワードとしては、一つ目はまず、知識・技能の定義はカギ括弧にしておいていただきたいのですけれども、皆が先ほどのデータを共有して、ここまで習得できるといったことが可能になれば、要は早さの問題だけであって、皆が習得できるようになっていくと、果たしてテストや、どのようにして測定していくかということの意義が問われてくるのではないかと思います。ここをどのように考えていくのか、皆がある達成目標まで確実に、一人一人の個別支援で達成できるようになったとすると、ではどのような形で、今はクラス分けや層別に分ける仕組みになっていますが、それをどのようにやっていけばよいのかということです。現在はデータが大事だという話がありますが、恐らく少し未来になると、データは大事なけれども、データだけでは完結しないという世界になってくると思います。先ほどの右側のところを見ると、データだけでは測れない部分が出てきますので、データで測れるところは全て測った上で、測れないところが教育で大事になってくる部分ではないか、というのが一つです。

二つ目は、学び方自体は恐らくやり方が多様になっていくでしょうし、一人一人が最適な形で学んでいくようになると思います。今のように不登校児や特別支援のタイプなど、様々なグループ分けをした上で支援をしています。恐らくグループ分けという形ではなく、一人一人という形がより適切になっていくだろうと思われます。ただ、そうした中でも、では一人一人遠隔教育で学んで、一番いい先生から学んでいけば、テクノロジーだけで学校は要らないのではないのかという話がよく出てくるのですけれども、先行してやっている国やいろいろな研究を見てもやはりそうはなっておりません。大学においてもなぜ MOOCs の修了率が 5%から 10%なのかということ、やはり人から学ぶ、特に同僚、同じグループの人々同士で学ぶということがより重要な世界になっていくのではないのかということが二点目です。

三点目は、未来社会はどのような形になるのかわからないとなると、わかるところではない部分で自ら方向付けをしていくことが大事になってくるだろう、そのためにリアルな課題の試行錯誤を行っていく必要があることが大事になってくると思います。それから、現在の学校にいるのは 10 代から 20 代に偏っていますけれども、そこが生涯を通じて学んでいくことになり、学習と仕事の期間がはっきり分かれるのではなく、仕事をしつつ学習もする、仕事と学習の配分を、もう少し生涯を通じてフラットにしていくことが、技術等との融合で可能になってくるのではないのか、こういう未来が描けるのではないのかということを、論点として提示したいと思っております。

木村：ありがとうございます。今桐生さんから大事な視点が挙げられました。この先の社会がどうなるかよくわからない中で、ソサエティ 5.0 という概念が提示されているわけですが、そもそもソサエティ 5.0 って、何となくでもよいのでイメージがある方、どのぐらいいらっしゃいますか？さすがこの会場では多いですね。結構そこが大事だと思っており、これから目指すべき社会の姿を皆さんが共有していないと、その中でどういった子供を育てていきたいのかという方向性が打ち出していけないと思うのです。そういう意味では、ちょっと安心しました。

それでは次に、中野さんをお願いします。

中野：教科書課長の中野と申します、どうぞよろしくお話をいたします。私からは、デジタル教科書・デジタル教材をどう考えていくかというお話をいたします。最初に、制度的なことを簡単にお話します。学習者用デジタル教科書は、一昨年の法改正で制度化され、今年度から一定紙の教科書に代えて使うことができるようになっております。ただ、教科書は大体 4 年ごとに改訂されておりますけれども、初年度である今年度が現行の小学校学習指導要領の最後の年ですので、実際には小学校だと来年度、今年の 4 月から新しい学習指導要領に対応した新しい教科書で学ぶということに合わせて、デジタル教科書もより本格的に進んでくるのではないかと考えております。スライドはないのですが少しデータを御紹介しますと、現在小学校の教科書が 319 点ございますが、対応するデジタル教科書を発行している（使われている、ではなく）数が 64 点と、まだ 20% ぐらいしか出ていないという現状がございます。4 月からの令和 2 年度の予定を聞いてみますと、94% になっています。中学・高校は新学習指導要領がまだこれからなので、1, 2 年先になっていくのですが、小学校は来年度から本格的に発行されることとなります。また、発行されても、使うのかどうかというのは市区町村教委や学校で判断いただくことになるのですが、昨年 10 月時点の教育委員会宛ての調査で、域内で 1 校でも学習者用デジタル教科書を導入しているところ、これは速報値なので変わるかもしれませんが、7.8% という数字でした。では、来年度からはどうですかと聞きましても、導入を検討しているという教育委員会が 16.5% ということで、これは 10 月時点で聞いており一人一台という GIGA スクール構想の前になりますので、この数字が、一人一台という国家意志をお示しした後にどう変わるかということは、今後最新のデータを取っていきたいと思っています。

導入の検討が進んでいない原因としてはいろいろ考えられ、デジタル教科書を導入するとどういふふうになるのかがわからないということもありますが、やはり何といても、端末がなければ使えないというのが現状だと思いますので、今回の GIGA スクール構想で一人一台端末となったときに、大きく動いていくのではないかと考えております。といっても、もちろんただデジタル教科書を使えば良いというものではなく、学びを充実するために、デジタルの教材を使うとどうよくなるのか、デジタルは目的ではなく飽くまで手段だというのは先ほど来のお話のとおりだと思っております。また、冒頭中川所長からお話のありました三宅なほみ先生の 85 年のお言葉も全くそのとおりで、デジタル教科書・デジタル教材を使って、どうやったら学びを充実していくことができるのかを考えていくことが大変重要ではないかと考えております。



スライドにはメリットとして少し挙げておまして、学習者用デジタル教科書としては、拡大・縮小ができたり、検索ができたり、スライドにはありませんが、書き込み、紙の教科書と違って、線を引いたり消したり、躊躇(ちゅうちょ)なく試行錯誤ができることもメリットとして挙げられます。また、デジタル教科書自体は紙の教科書をそのままデジタル化したものですが、それをデジタル教材と一体的に使用することで、様々

な動画やドリル・ワーク等を参照できる。ここに挙げている以上にいろいろな可能性があるということ、今後皆さんで研究していくことが大事ではないかと思っています。特別支援教育における活用については、この後特別支援教育課長が控えていますので多くは申し上げませんが、紙の教科書、文字情報での学習が困難な児童生徒については、デジタル教科書で可能性が広がると思いますので、優先的に(という言葉がよいのかわかりませんが)活用いただければと思います。文字の拡大や音声読み上げ、画面や文字の色のカスタマイズなどもできます。加えて、日本語に通じない外国人児童生徒らについても、音声読み上げやルビ機能、分かち書きの機能など、非常に有用ではないかと思っております。

今回、こういったデジタル教材をどのように使っていくのがよいかということを考えていきたい、学校現場だけでなく、教材会社や親御さんも含め、皆で考えていきたいということなのですが、その際に、一人一台の学習者用デジタル教科書ということでお話していますが、デジタル教科書というと、教師が使う指導者用のデジタル教科書が先行しています。指導者用デジタル教科書は平成30年度の調査で5割以上の学校が大型提示装置とともに導入しているということで、教室で先生が電子黒板等で見せるというデジタルの使い方はそれなりに進んできているのではないかと思います。今回、児童一人一人の手元に一台あることによって、更にどんな可能性が広がっていくのかを考えていく必要があります。今回GIGAスクール構想で、文科省としても公正に個別最適化された学びをキーワードとしておりますけれども、「個別最適化された学び」といったときに、皆さんいろいろなイメージを持たれると思います。特別支援についてはイメージが湧きやすいかと思いますが、一方で、AIドリルなどで自分にカスタマイズしてどんどん問題を解いていくというイメージを持たれる方もいるかと思います。そうすると、子供たちが一人ずつ端末(だけ)に向き合って、集団による学びや体験的な学びがおろそかになるのではという御懸念が示されることがありますが、そこは使い方だと思います。



次のスライドでお示ししていますのは、活用のイメージということで、1番は個々の児童生徒が自分の手元でいろいろと思考する、その後グループワークで皆で見せ合いながら試行錯誤して話し合いをし、さらには大型提示装置で自分のスライドを映しながら発表していくというようなことで、決して一人一台=個の学習ということではなく、学び合いをより深めるツールということにもなるのではないかなと思います。

主体的対話的で深い学びと言ったときにも、個別最適化された学びとは矛盾しないものと考え

ています。主体的であるためには子供たちが興味を持つということが、個人的には大事だと思っているのですが、当然のことながら興味関心は一人一人異なりますし、何を課題と考えるか、そして課題に対してどうアプローチしていくかについても多様な考え方があります。それを共有し合うことで更に新たな学びにつながっていくという意味で、うまく使っていくことが大事ではないかと思います。5では先生が特別なソフトを使って、複数の児童生徒の画面を手元で確認できることを示していますが、これにより、面白い視点のお子さんや、なかなか発表しないお子さんについてもクラス内で共有することが可能になるのではないかと考えております。繰り返しになりますが、どのように使っていくのかということの議論は、まだまだこれからだと思いますので、教科を超えて、デジタルのメリットを生かしてどう学びの充実につなげていくかをいろいろなところで考えていければと考えております。

木村：ありがとうございます。デジタル教科書話を含め、非常に本質的な話だったかと思えます。そもそも今までの教室の中で先生が子供たちに教えるための教科書という概念が引きずられたままのデジタル教科書であったならば、今後導入が進んでいかないということもあるでしょうし、これからの新しい教育に対応した新しいデジタル素材というものも、また考えていければと思います。それでは最後、俵さんお願いします。

俵：おはようございます、障害がある子供たちの支援を担当しております俵です。最初に子供たちが描いた絵を見てもらいたいと思います。スイカ、ひまわり、ちょうちょの3枚の絵です。これらの絵には共通点があります。一つは身体の不自由な子供たちが描いてくれた絵であり、美術展で賞を受けた作品であることです。もう一つは今日のテーマからお察しかと思いますが、パソコンやタブレットを使って描かれた絵であることです。

このお子さんは視線入力装置を使って最初のスイカの絵を描きました。次のお子さんは口でペンを使ってひまわりの絵を描きました。3枚目のお子さんは指を使って、ちょっと手指が動かしにくい子なのですが、タブレットを使うとあのような絵が描けます。私も美術展に参加したのですが、こういう使い方で子供たちの可能性を広げることができるのだなと思いました。

こちらは病気療養中の、心臓病や白血病のお子さんたちです。このようなお子さんたちは学校に行けないので、病院と学校をつないで授業をしています。左側が学校の教室になりますが、手を上げたり振り返ったりできるロボットが置かれています。

こちらは、病室で授業を受けていた子が学校に戻るときに、病室と元いた小学校をつないで授業をしています。治療による副作用で髪の毛が抜けたりする場合もあるので、学校の友達たちと事前にコミュニケーションを取っておいた方が学校に戻った後にも打ち解けやすい、というお話を聞きました。

次の写真はロボットなのですが、見たことある方いらっしゃるでしょうか。ロボット相撲と言いまして、自分で作ったプログラムのデータを埋め込んで闘うことができるロボットです。先週の金曜日に全国大会があって、私も参加させてもらいました。この大会は、病気療養で学校に行けなかったり、外に行きづらい子供たちの全国大会で、今年度初めて行われたものです。このロボット相撲の全国大会は、自分で考えたプログラムを提供して、ロボットが会場である横浜で闘います。その様子をインターネットで配信し、子供たちは病室や学校で自分が考えたプログラム

で動くロボットが闘っている様子を観覧する。主催者の方の工夫もあり会場はすごい盛り上がりでした。こういった形であれば病気療養中の子供たちであっても全国大会に出場できるのだなど感心をさせられました。インターネット環境によっては地域の学校との接続が途切れてしまう場合もあったようですが、来年度以降も是非続けてほしいなと感じました。

先ほど中野課長からも紹介がありましたが、発達障害にもいろいろな障害の内容がありまして、読み書きに障害があるお子さんがいらっしゃいます。このように文字がずれて見えたり、曲がって見えたり、していると言われてます。こういった子供たちについても、パソコンやタブレットを使うことでより学びやすい環境が作れるといったことがあります。ここで30秒ほどの動画を見ていただきます。自分が考えていることの表現がうまくできない子がタブレットを使ってノートを取り、この配慮が中学校にも受け継がれて、タブレットで試験を受けたりしています。

最後にもう一つ1分30秒ほどの動画を見ていただきます。見ていてわからなかったと思いますが、この中にも読み書きに障害がある子が含まれています。先ほど桐生室長からもありましたが、今までグループ分けという考え方があったところが、これからはその考え方がなくなっていくのではないかと、いろいろな子たちがごちゃまぜで一緒に授業を受けながら、それぞれの状況に合わせた授業が展開しやすくなるのではないかと、思います。これは障害のある無しに関わらず、それぞれの子供たちの苦手なこと、あるいは得意なことを生かした授業が行われていくのではないかと、思います。

木村：ありがとうございました。全員のプレゼンテーションが終わりましたので、ディスカッションに入っていきたいと、思います。

非常にたくさんの質問を頂いております。基本的なところからディスカッションしていきます。今回の狙いはやはり、未来の学校の姿はどうかということ、それを皆さんにイメージしていただきたいと、思います。先ほどのプレゼンテーションの中でも、これからの学校、教室の在り方ってどうか、教科書の在り方はどうかだろう、という話がありました。結局、今の先生が今のICT機器を今の教室の中で使うイメージで考えていると、いろいろな障害が出てくるのだと思うのです。それを変えていくことによって、これから未来に出ていく子供たちにとって最適な学びの場を提供することが学校の役割になっていくのかなと個人的には思っています。教科書にしても、これからの学びの中で、今までの教科書の捉え方でいいのか、一方通行的な媒体でいいのか、恐らくそうではないと、思います。教科書自体の考え方が変わっていくということもあるでしょうし、ICTや最新技術をうまく活用することで障害のあるお子さんたちも、いわゆる健常者と同じ環境に近い形で日常生活や学習ができる、それ以上に自分の持っているものを生かしていくことができる。これから新学習指導要領が本格的に実施される中で、深い学びということが進んでいくと、そもそも教室の中で一緒に集まって学ぶだけなのか、学級概念ももしかしたら変わっていくのではないかと、いった議論もあると、思います。そういったことも含めて、未来の教室づくりについて、パネラーの皆さんにそれぞれのイメージがあれば伺いたいと、思います。どんなからでも結構です。

板倉：新学習指導要領とGIGAスクールの後の姿と、一定程度、お互いを意識しながら話をしなければいけないのだろうと、思っております。まず、今回頂いている御質問の中で、上の質問は

教員が ICT を理解できていないという視点で書かれていて、3 番目の質問は、現場をどうサポートしてくかということで、立場が違うところから出ていると思います。この点について、まず、強調しておきたいと思いましたが先ほど申し上げました、資質・能力の育成、になります。そのために ICT を使うのだということを、現場の先生にも外の方にもまず御理解いただきたいと思います。現場の先生方にとって資質・能力の育成が具体的にどういうイメージかという点、先ほどの特別支援教育のビデオなどは非常によくできているなどと思います。ICT を効果的に活用することで、しない場合と比べて明らかに子供たちの学びが変わっていくということです。そこは非常に重要だろうと思っています。まず学校の先生方の御理解を頂くためには、子供たちの変容する姿、成長する姿をどうやって見せるかということが大事かと思っております、なぜ必要かという部分を、コミュニケーションを取って伝えていかなければいけないと思っております。もう一つは、今回の話の大前提になっているのですが、学校の外の方々にも学校の先生の今までやってきたこともきちんと見ていただきたいと思います。学校と実際の社会が違うということだけを強調すると、歩み寄りが取れないのだと思うのです。それをどうやって埋めていくかというのが、差し当たって大きな話なのかと思っています。そして、資質・能力の育成という点が、学校の外にいる方と中にいる方を結び付ける接点になっていくのではないかと思います。その上で、先の話になっていくと、個人的な考え方を申し上げますが、先ほどから何度か出ていたカテゴリがなくなっていくなど、今学習指導要領の方向性もそうってきていますが、指導と評価の一体化ということもありますし、学習もそれに乗ってきています。それぞれの人の違いが、昔はカテゴリ分けが一定程度取れば合理的な教育につながっていくと考えられていたのですが、それがより複雑化して、カテゴリ化するよりは、違いがあって当たり前で、違う人たちとどう共存していくか、どう一緒に学んでいくかが大事になっていく時代になってきていると思います。そしてそれは結局、人と人との違いを認識した上で、それぞれの良さをしっかり理解していく、そういう学びが、技術を使ってより進んでいくということが望ましいと考えています。

木村：ありがとうございます。本当に多様な人たちがこれから生きていく社会、共に生きていかなければいけない社会が到来することは明らかで、そこにコミュニケーションの大事さ、対話の大事さがあります。

質問にも挙がっていますが、なぜ人から学ぶのか、ICT 環境が整備され、更に技術革新が起こっていく中でも人から学ぶが大切だということで、桐生さんにリクエストが来ています。お願いします。

桐生：ありがとうございます。なぜ人から学ぶことが大事かというのは、私の最後のスライドの中でこの言葉を掲げましたが、データや先端技術を使っていくと、直接人から学ばなくてもよいのではないかと、という声も伺っており、未来はどうなっていくのか、いろいろな方とお話させていただいたのですが、その中から出てきた方向性としては、直接人から学ぶことが希少価値になっていくのではないかと、ということがあります。データや情報があふれているので、どんな授業もネットで聴けるし、どんな情報も得られるわけです。コンテンツは取り放題で、自分でよいように組合せることも可能になりますが、正解は一つではない、未来の社会がどうなっていくかわからないので、答えがない世界の中で考えるというのは、情報を処理することではなく、生き

ている人の振る舞いや考え方に影響したりされたりしてやっていく部分が、最後の最後で人がやることとして出てくるのだと思うのです。それが先生なのか、同僚であるグループなのかわかりませんが、今のままの学校という形が残るかどうかはともかく、人はある程度怠け者ですし、自分だけでやっていける人は全人口の中でごく少数なわけである程度のグループの中で学ぶことが必要となるのではないのでしょうか。学び続けて、解のないところを考えていこうとするときには、やはり人から学ぶことが大事になってくるのではないかということです。また皆様からの御意見を伺えればと思います。

なぜ学校で学ぶのかという問いも、学校で何を学ぶのかということなのです。答えのある問いを学ぶというのであれば、情報の処理として、もしかしたら、個別最適化されたものであれば、動画やよいコンテンツで自分に合うものであれば、直接人から学ばなくてもできることはどんどん増えていくと思うのです。それを学校の学びと定義すればもしかするとそれは可能かもしれませんが、恐らく将来において必要なのは答えのある問いではない学びになってくると思うのです。そうすると、誰も答えを持っていないし、どうやって学んでよいかもわからないし、結局のところ、悩みながら考えていく「人」がどうしても必要になってくると思うので、それが先生なのか同僚なのかはともかく、一緒に学んでいくという場が恐らく学校となる。学校以外の場でも、学びはそういうものになっていくのではないかと思います。

木村：ありがとうございます。先ほどから強い視線が送られているようなので、中野さん。

中野：桐生さんのお話、そうだなと思いながら聞いていました。木村さんからありましたように、多様性の中で生きていかなければいけない中で、解のないところで、(解はAIに任せてということなのかかもしれませんが、)納得解を見いだしていかなければならないわけです。最近自分の職場でも気になるのは、内輪でしか通じない話をしてしまう人が多いなと思っておりまして、多様な人と学ぶということは本当にベースとして、これからも、未来の教室でも必要になってくるのではないかと個人的には思います。ツールとしてICTを使いつつも、そこは大切にしていかなければならないのではないかと思います。

また、先生方が使い方を導くというのが重要だと思います。以前見学に行った学校では紙の教科書とデジタル教科書を併用していたのですが、先生が「これからデジタル教科書だよ」と言ったときに、小学校3年生の子供たちが、「やったー未来の教科書だ」というような言い方をしている、先生がうまくガイドすることで、意欲が増しているということもありました。そういう意味でも、一人で学ぶのではなく、皆で学ぶことが必要ではないかと思います。

木村：ありがとうございます。先生の役割についてのお話もありました。ティーチャーとして教えるというよりも、コミュニケーター、ファシリテーターの役割が増えていくのではないかと思います。

将来が予測のつかない未来の中、何をよすがに生きていくのかという点で、自分軸をしっかり持っていることが大事な視点かと思っています。その中で出てきたのが個別最適化という話だと思います。最適化、そこから導かれたものに対して、誰がどうやってその人を最適な方向に導いていけるのか。学校もそうですし、自治体も国もそうですし、それぞれがそれぞれの目標をもって、一貫性は必要なのかもしれませんが、結果としてはマクロの視点ではエビデンスベースでの政策

づくりにも結びついていくと思います。それを今後どうやって進めていけばいいのか、そういう分野の政策を作るに当たって、エビデンスに基づいた政策づくり、学校現場での個別最適化について、具体的にどうやっていけばよいかについて、何かイメージがあればお願いします。では俵さん。

俵：会場からの御意見でも頂きましたが、うまく板書が取れないお子さんは、障害の有無に関わらない、ということだと思います。障害の有無に関わらず、子供たちが一緒に学びやすくしていけるということかと思います。先ほどごちゃませという言葉を使いましたが、余り適切ではないのではないかという御指摘も頂きましたので、注意したいと思います。

今の話にも関わりますが、一緒に学ぶと考えたときに、それぞれの障害の状況や学びの状況を皆でデータ化して共有しなければいけないのではないかという御意見もありました。学校では校務支援システムを使って、できるだけ子供たちの学習状況などをデータ化して活用しようという動きがあります。障害のある子供たちについては、まだうまくデータ化されていない状況があるようです。支援計画や指導計画を作ってはいますがまだ紙ベースでの作成が多いようです。本来は、子供たちの状況については、学校だけでなく、家庭や福祉サービスの事業者も含めて共有できるとよいのですが、現状では、個人情報の問題もあって、大事にしまわれていて、逆に活用できないという面もあるとのこと。子供たちの学習状況や、障害なども含めた日頃の状況など、GIGA スクール構想を機にデータ化を進められたらいいのではないかと思います。

木村：ありがとうございます。板倉さん。

板倉：先ほどの、なぜ人から学ぶかについて、個人的な見解を申し上げますと、人というのは恐らくいろいろなところに居場所がある、その一つが学校だと思います。学校には学習集団という意味合いもありますが、それ以外にも生活集団の学校という意味合いもあります。人は生きていく上でいろいろなところで情報収集をしながら生きていくわけで、デジタルでより個別化し、コンピュータで知識や技能が定着できるとしても、人と人とのつながりというのは、実際に触れ合うことで初めて理解できる。教員というのは、学者ではないプロフェッショナルとして教育に関わることができるという意味で、大きなセーフティネットになっているのではないかと思います。そして集団としてみれば、ほかの子がいることで自分も頑張れる、という面があるかと思います。人から学ぶというのは教師から学ぶこともありますし、ほかの生徒から学ぶことも多いのではないかと思います。そして個別最適の話、イメージとしてどのように捉えればよいかというところで、私の個人的なアイデアですが、例えば10人子供たちがいたとしますと、真ん中の8人ぐらいが授業も理解して、それなりに満足していたとする。一方で一番勉強ができていない子、一番勉強ができていない子にとっては、学校の授業の時間が必ずしも適切になっていない可能性がある。技術革新によって、言い方は難しいですけれども、そういった子供たちに対して手当をしていくというのが、個別最適化の中で誰一人取り残さないという意味なのだろうと捉えています。その中で技術としてどういったものが使えるのか、その技術にはどういったメリット・デメリットがあるのかをしっかりと吟味しながらも、まずは試行錯誤が大事ですから、まずはやってみるということが大事なのかなと思っています。

木村：はい、高谷さんは大丈夫ですか。何かもやもやとしていますか。

高谷：個別最適化のお題がありました。基本的に個別最適化という要請は今の板倉室長のとおりなのですけれども、こういう議論をしていて思うのは、教師と ICT が相対するものと皆さん捉えられていて、教師は要るのか要らないのかという話になってしまうのですが、そうではないですよ。先生がいて、世の中 ICT をふだん使いしているのだから先生もふだん使いしてください。個別最適化に際しても、子供たちが個々に学んでいく、それを先生がどうファシリテートしていくか、どう進めていくか、そういうことでしょう。どれをどうベストプラクティスを出して進めていくかというのはまだまだ課題がありますから、我々がまさにこのような場で話して、メッセージを出していくということだと思います。それはなぜないかという、これまで学校現場で ICT が使われていなかったからということに尽きるのですが、先生にふだん使いしてもらいたい。質問の中にも、どうやって先生に使ってもらおうのかという質問がありましたが、入れるのは大変なことではない。教科書課の中野課長からもありました、デジタル教科書もありますが、普通の紙の教科書にも既に QR コードはたくさん載っているわけです。それを見ることからして、先生方には ICT を使うことをやっていただく。我々はこのようなフォーラムの場で、その先の教育というものを、見える形にしていく。そしてそれぞれが走っていくというところかなと思っております。

木村：恐らくそこに一番大きな壁があるのだと思うのですが、なぜ使ってくれないのか、なぜ使いたくないのか。そのあたりの分析や、乗り越えるためには具体的に何をすればいいのか、そんなアイデアのようなものがありますでしょうか。

高谷：ありがとうございます。そこは幾つか推測はあるのですが、個人的に考えているのは、社会がそう見ていないから。先生方は真面目でとても頑張る方々なので、これまでの教科書や授業のやり方で、何年も何十年も頑張ってきていただいて、そこに ICT という新しいものを入れるインセンティブは、確かに余り湧かないと思われます。なのでずっと（入れずに）きてしまった。それでもずっとうまくこられていたと思っていたら、いつの間にか世の中から取り残されてしまったということだと思います。

今ここで、それを切り替える大変さはもちろんありますが、このままいくというのは望まれることではない。そこを何とかしていきたいと思っています。

木村：ありがとうございました。160 を超える質問を頂いているのですが、時間も迫ってきており、なかなか全ての質問にお答えすることはできないのですが、このパネルのそもそもの目標が、今の教育の良さも大事にしながら未来の教育のイメージがどう変わっていくのか、ICT をどう使っていくのか、そして子供たちがどう変わっていくのかというイメージを作っていただく、ということですね。

御存知の方もいらっしゃると思いますが、バックキャストのやり方で、あるべき未来を思い描いて、では現実をどう変えていったらいいのか、現状の延長線上ではなくて、未来のあるべき姿を少しでも皆さんと共有させていただきたいという思いから、やや抽象的な議論になってしまったと思われる方もいらっしゃると思いますが、そういう事情によるものですので、そこは

御容赦いただければと思います。

残された時間が 7, 8 分になります。いろいろな論点があると思いますが、パネラーの皆さん、これだけは伝えたいということがあればお願いします。

板倉：私は教育課程課に属しております、これから各教科等の学習指導要領の実施にかかっていくところです。そうするとやはり、教科等の授業でどのように ICT を使っていけるかという絵姿をまずは共有していくことが大事だと思っております。そのための準備を全力でやっているところです。先生方に、どの教科でどんな使い方をしていくかを具体的に示していければと思っております。例えば、現在いろいろな教科担当の先生方と話をしているところなのですが、イメージとしてお話しすると、地理という科目で、一人一人が白地図で、ある地域のあるものをいろいろな観点で調べるとした場合、今までは手書きで書いたものを OHP に重ねて時間をかけてやっていたものが、皆がそれぞれ調べたいことを調べて、それをどのような重ね合わせ方をすればどのような地域の特徴が見えるか、といったことができる、といったことも ICT で可能になったりします。また、数学の二次関数も、普通でいくと抽象的で終わってしまうのですが、自分で数字を入れるとグラフがどのように変わるのか、といったこともできます。かなり教科の学びが進化する可能性は秘めていると思います。共同編集もしやすくなりますし、メモを取りながらのディスカッションをしやすくなるということもあります。今ある技術でできることもかなりあります。今できることを皆様と共有しながら議論を重ねて、しっかり普及させていければと思います。

高谷：先ほど申し上げたとおりなのですが、今日のテーマがかなり先の像の話だったので（あえて説明省きましたが）、今まさに GIGA スクール構想が進んで、一人一台にどう対応していくかといったところは、別途私どもでこまめに情報発信をしていきたいと思っています。私どもも、何とかふだん使いしていただけるようにということでやっていますし、今回かなり大きな動きですので、産業界にとっても極めて大きなインパクトがあります。その意味で、産業界の皆様との協力も、強く進めていきたいと思っています。まずこの ICT を使わないという壁を乗り越えていきたいと思っておりますので、是非よろしく願いいたします。

桐生：未来の教育を論じるときに、これまでとは違って今の延長線上にはなくて、海外にも同じような例や答えはどこにもない、というだと考えます。我々も政策化するに当たっては様々なエビデンスを積みますが、恐らく我々にぴったりの答えや未来像はどこを探してもないのです。どこにもない中で、皆で最大限合意をしていける場所は何なのかということを追っていくことになるかと思えます。

今日のような議論の方法は我々にとっても面白いなと思っていますので、また御意見も頂きながら、どんな像を描いていけばよいのかという議論をさせていただければと思います。

中野：ありがとうございました。会場からの御質問を見ると、デジタル教科書については費用負担についての御質問が結構あります。今日は未来の教育をどうするかという話だったこともあり、今日の趣旨ではないということであえて木村会計課長からの降りもなかったのだと思うので、言い過ぎだったら止めていただきたいのですが、少しだけお話しします。仮にデジタル教科書が無償で給与するとなったときに、紙に置き換えるのか、紙に加えてなのかなど、いろいろパ

ターンは考えられますが、デジタルありきではありませんし、実際の活用はまだまだこれからです。税金を投入することについてどうやって理解を得ていくのか、デジタル教科書はこんなに素晴らしいのだ、という議論が熟してこない、行政的には、とにかく無償で、というわけにもいかないと考えています。また、財源の話になってしまいますが、デジタルを生かすことで不要になるものもある、例えば地図の話もありましたが、これまでの大きな紙の掛け図の地図は要らなくなるのではないかと（そうとは限らないですが）、など、そのあたりもセットで考えていかなければならないと考えています。

木村：お金の話は我々会計課のmatterなのであえて振りませんでしたが。では最後、俵さんお願いします。

俵：先ほど木村課長から、障害のある子供たちの得意な部分を伸ばす、生かすこともできるのではないかという話がありました。例えば、あるチョークを作っている会社では、従業員の7割ぐらいが知的な障害がある方です。自閉症の方は、コミュニケーションは苦手だけれども、何かを黙々とこなすことは得意と言われていました。むしろそうした得意なことに着目をして、積極的に雇用して、一緒に働く場を作っています。また、ICT でいえば、これから恐らく在宅での就労が、広がっていくと思います。障害によって通勤が難しい方にも勤務の可能性が広がるものと思います。そういうことを考えても、ICT を学校現場で活用することができていけば、子供たちの力や興味関心の可能性を引き出していけるのではないかと考えました。

木村：長時間お付き合いいただき、ありがとうございました。本日のテーマ、これから非常に重要なテーマだと思います。本当に答えがない世界が控えているからこそ、我々自身も最適解を見つけていくための対話ということで、午前中のパネル・ディスカッションさせていただきました。これからのものこのような取組は大事だと思っていますので、是非またやらせていただければと思います。頂いた御質問にそれぞれ答えることは難しいですけれども、それぞれの課室長さんに持ち帰っていただいて、これからの議論に生かしていただければと思います。ありがとうございました。

第3節 パネル・ディスカッション2

「教室に高度情報技術を持ち込む前に ～協調学習の原理と高度情報技術の効果～」

Jeremy Roschelle (Digital Promise 社 Executive Director : 元 SRI 教育研究所)

齊藤萌木 (東京大学高大接続研究開発センター特任助教)

聞き手 白水始 (東京大学高大接続研究開発センター教授)

Panel Discussion “What we should think about before introducing technology into classrooms”

教室に高度情報技術をもちこむ前に
～協調学習の原理と高度情報技術の効果～

Jeremy Roschelle (Digital Promise)
Moegi Saito (CoREF, The University of Tokyo)
Hajime Shirouzu (CoREF, The University of Tokyo)

白水：日本の方は齊藤先生と白水，サンフランシスコからロッシュ先生というメンバーで，テレビ会議システムを使った形でパネル・ディスカッションを行っていきたくと思います。便利な時代になりました。

所長が紹介していた，三宅なほみ先生が ICT を使っていた 30 年前頃には，海の向こうで書いたコンピュータ上の文字が 1 文字 1 文字変換されるのを見られるぐらいにゆっくりとしか情報が共有できなかったのが，今は

こういう形で，動画も音声も即時に共有できるようになりました。ではそれで私たちの仕事が楽になったかというところ、どうも何だか忙しくなるばかり。的外れな情報がたくさん入ってきて、そこから取捨選択していろいろ考えなければならぬと考えると、昔の方がよかったかもしれない。だからこそ、今日は少し立ち止まって、教室に高度情報技術を持ち込む前に、私たちが考えておきたいことを、じっくり立ち止まって吟味したいと思います。午前中のパネルからいらっしゃった方々は、いろいろな質問を出していただき、質問を共有されたかと思えます。その中の一つに、「なぜ人は人から学ばなければいけないのか」という大事な質問がありました。私の結論を一言で言えば、それによって人は自分の考えを変えていくこと、それができるからです。昨日作った答えを見直して、疑って、話し合っ、今日の答えを良くしていく、そのために対話が必要。だとすれば対話というのは、同じ考えや似た考えの人とやるのではなくて、なるべく多様な考えの人とやれるといい。そう考えると、学校という場合は、将来社会に出たときに、対話の場につく準備がちゃんとできているようにするためにあるだろうと思えます。いずれ子供たちが減り、学校という場がいつもあるようなものになってきたときに、私たちがこの対話の場をどうやってデザインしていくか。そのための原理、そしてそれが実際にできるための ICT の在り方について、私たちの研究史を元に、共有していきたいと考えております。

サブスクリーンを御覧いただきますと、こちらで話した日本語が即時に認識されまして、それを遠隔にいる方も手伝っておかしいところは直していくという形で起こされています。その意味で、機械が同時通訳まではやっていますが、同時通訳さんがやった通訳を日本語のまま残していく。まだまだ不十分なレベルですけれども、AI を活用してこういう振り返りと見直しの支援ができる例と考えております。

Reconsidering “GIGA school (Global and Innovation Gateway for All)” initiative

- 2020-2023 “Giga school” initiative: One-to-one tablet/PC on broadband infrastructure for all students from G1 to G9 (230 billions)
- Government & BOE wants to implement!
- Some teachers worry, “How can/should we use them?”
- ... Most of us overlook “learning” and “quality education.”

- Main theme: How can we change our question into “How do students learn? How can we support them? If we try to achieve this new quality education, we need these technologies. Why don’t we have them right now?”

我々の問いを「子どもはどう学ぶ？ だったら、どうサポートできる？ その良質な教育を実現するにはこのテクノロジーが変わるが、それがなぜ手元ない？！」にどうやって変えていけるか？

では、今日の話に入っていきます。GIGA スクール構想で、2020 年から 2023 年まで、一人一台のコンピュータを使うようにしていく、というときに、政府あるいは教育行政としてはそれを実行していくのが当然となる。けれど先生としては、どういうふうに関わればいいか、どういうふうに使えるのか、そんな声も聞かれます。そのときに私たちが見落とししていけないことというのはやはり、何のための ICT なのかということだろうと思

います。学びや（クオリティエデュケーションと言われますけれども）質の高い教育ということを考えながらやっていきたい。だから、このパネルを通して、あるいは今日の午後全体を通して、我々の問いというのを、「子供ってこう学ぶんだ、ここまで学び得るのだ、だったらそれを先生はどうサポートできるのか、だったらその良質な教育を実現するためにはこういうテクノロジーが要るのだけれど、それが今手元にないのはなぜなのか」というふうに変えていけるかどうかというのが大事になってくる、そんなふう考えております。これが非常に大事なポイントで、皆さんもたくさん意見を持っていると思うのですけれども、そこがやはり全ての学校の先生、子供たち、保護者、社会全体に伝わっていく必要がある。

The Learning Sciences (学習科学の歴史から学ぼう)

A disciplinary that reconsiders “How people learn” from the learner-centered perspective (学習者中心の視点から学びを見直す) in order to answer questions like

- What kind of competencies do we have by nature? (我々が生まれ持つ自ら学ぶ力はどんなもので)
- How can we change our rules of thumb into scientific concepts (conceptual change)? (どうやって経験則を科学的な考え-ことばに変えられて)
- From what learning experiences can we change concepts as well as nurture competencies? (どんな経験から「考え」と「力」の両方を一緒に伸ばしていくことができるのか?)

そう考えたときに、テクノロジーと教育の接点でたくさん研究してきた「学習科学」というのが参考になるのではない。たくさんの失敗をしてきただけに、その失敗の中から私たちはこんなことを大事だと思っているという話をベースに、どうやって ICT を使うかという話に入っていきたいと思います。学習科学とは、簡単に言えば、学習者を中心に据えて、そこから学びを見直しているという分野です。そのときに、資質・能力という

のは子供に全くない「ゼロ」のところからペタペタつけ加えていくようなものではなくて、子供はある程度学ぶ力を持っているんじゃないか、それをフルに引き出してあげよう、と考えます。ではフルに引き出して、やりたいことは何かというと、やはり科学的な知、先端知、大人が大事にしている知というものに子供自身の考えを変えていってほしい。経験則を科学的な概念へと変えていく—これを概念変化と言いますけれども—これを一つの鍵としてやってきております。加えて、これを片や力を伸ばして、片や考えを変えてとバラバラにやるのではなくて、一つの学習経験、その学習経験の積み重ねから両方一緒に伸ばしていくということが大事だし、それができるんじゃないかということを探求してきております。

Today’s Structure

- (1) Foundations (テクノロジーを用いた学びの基礎理論)
- (2) Applications (システム開発と応用)
- (3) Improvement (学校における社会実装)

Jeremy opens the discussion, Hajime proposes an alternative (for sometimes challenges), and Moegi consolidates.

今日の話の展開です。3 部構成でいきます。まず、ファウンデーションズというふうに Jeremy が名付けましたけれども、テクノロジーを用いた学びの基礎理論はどういうものか。2 はアプリケーション、実際どういうシステムを作るか、3 はインプラメント、実際に学校に持っていけるか。この3段階でいきます。それぞれについて、まず Jeremy が議論の口火を切ります。その後に

私が異論を申し上げるといふか、若干けんかをします。けんかをする、後から齊藤先生が「けんかはよしなさい、こういう見方をすれば二つがマージするじゃないか」と取り成す。そんな展開でいきたいと思ひます。それでは皆様に Jeremy Roschelle さんを紹介したいと思ひます。

Improving learning with technology: A learning sciences perspective

Jeremy Roschelle
Executive Director, Learning Science Research, Digital Promise

About me

- 30 years of research on learning math and science with technology
- About 18,000 citations (引用) to my research
- Fellow of the International Society of the Learning Sciences
- Associate Editor, Journal of the Learning Sciences



Speaking to national policy

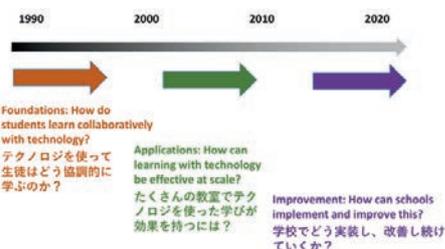


Jeremy : 皆様こんにちは。皆様と時間を過ごせて非常にうれしく思ひます。私はサンフランシスコにおります。スーパーボールで勝てなかつたことは非常に残念です(笑)。けれども、そのおかげで学習と科学に集中して話をできると思ひます。私のキャリアの中で、協調学習についての学びを皆様と共有したいと思ひます。

まず自己紹介をいたします。私は 30 年来この領域で研究をしています。テクノロジーを駆使して、理数科目の学習をどのようにできるかということに着目してきました。

これまでに私の研究は 1 万 8000 件の引用がありました。非常にうれしく思ひます。また国際学習科学会の理事を務めておまして、Journal of the Learning Sciences という学術雑誌の副編集長も務めています。またアメリカにおける政策立案者とともに、私どものナショナルプランに意見を述べることもできております。ホワイトハウスでプレゼンテーションもしました。

Three steps on my journey



時系列的にお話をしたいと思ひます。まず Foundations, これは 1990 年ごろに私が行った研究であります。その研究に基づいてたくさんの先生、たくさんの生徒さんにサポートしていく取組を進めてきたこと、そして今現在どのように学校のお手伝いをしながらその考え方を実装し、そして継続的に改善し続けていくかを課題としています。

(1) Foundations: Convergent conceptual change (Roschelle, 1992)



- Collaboration: Carol and Dana
- Technology: "Envisioning Machine" (For physics understanding of velocity and acceleration)
- Task: Adjust vectors (ベクトル) in the Newtonian World (ニュートン空間) to match motion in the Observable World (現実空間)
- Analysis: Collaborative Learning and Conceptual Change

の空間の中を動いているのです。そしてその上のニュートン空間は、仮説的なベクトルを解析しながら、ボールの行動をモデリングすることができているのです。多くの子供たちがこういった科学を検証し、コラボレーションしながら理解を深めていくという学習プロセスを分析しました。

Convergent conceptual change

Convergent conceptual change is achieved by

- **Noticing phenomena** in the display
- **Using metaphors** to make sense of it
- **Sharing explanations** in conversation
- **Applying high standards** over time

現象に気づく+メタファーを使って理解+
説明を共有+より高次な水準で理解をチェック
→収束的な概念変化

私が執筆した、最も多く引用されている論文があります。生徒がお互いにどのように助け合いながら、完全に完璧なアイデアを一人が持っているわけではないときでも、お互いのアイデアを構築していくのか。それが非常に重要な学習プロセスなのです。

一人一人のアイデアを積み重ねて概念を拡大していくというのはとても大事です。第一にコンピュータの画面を見て正しい動きが見られなかったときに、最初のステップとして「何か違う」ということ、その変化に気付かなければいけない。正しいアイデアを持っていないのだけれども、自分たちでそのアイデアを作らなければいけない。それはつまり、メタファーを扱って意味のあるものにしなければいけない。そしてその対話で説明を共有し、非常に大枠ではありますが、その考え方が固まっていった持続的にその説明に求める基準が改善されていくのです。それによってそのコンセプトの学習でよりよく理解を深めることになるという段取りであります。



Carol and Dana at Episode 1

1. D: But what I don't understand is how the lengthening, the positioning of the arrow...
2. C: Ooh, you know what I think it is? ... Fat arrow (acceleration) is the line of where it pulls that (tip of the initial velocity line) down... It (acceleration) pulls it (velocity)
1. D: 私がわからないのは、長さが、矢印の位置が（どうなるかってこと）
2. C: わからない？つまり、太い矢印（加速度）がこれ（初期速度）を引っ張って下げてる...えと、これ（加速度ベクトル）がこれ（速度ベクトル）を引っ張るってこと

引っ張って下げている。これがこれを引っ張っている」と。加速度だとか初期速度ですとか加速度ベクトルなどそういった言葉を発しているわけではない。この図に示されているのは、皆さんわかりやすいように書いてあります。ここで二人はメタファーを使っています。日々の生活によく使われているなじみのある言葉を使っています。「一つの矢印がもう一つ引っ張って長くしている」と。

Carol and Dana at Episode 4

36. D: No 'cause that wouldn't make this (velocity) tip swing around to that (acceleration) tip and make that angle?
- 37-39. C: What angle? [Aborts setting acceleration]...I bet if I leave it (acceleration) like that [releases acceleration] it's going to make this [resultant] angle
40. D: Right that's what I'm saying.
36. D: いや、だって、この（速度の）端っこがぐるっと回ってその（加速度の）端っこまで行ってその角度にならないでしょう？
- 37-39. C: 角度って？ きっとね、これ難すどこういう角度になるよ。
40. D: そうだね。私もそう言ってるの。

私が執筆した、最も多く引用されている論文があります。生徒がお互いにどのように助け合いながら、完全に完璧なアイデアを一人が持っているわけではないときでも、お互いのアイデアを構築していくのか。それが非常に重要な学習プロセスなのです。

一人一人のアイデアを積み重ねて概念を拡大していくというのはとても大事です。第一にコンピュータの画面を見て正しい動きが見られなかったときに、最初の

この二人の女子、最初にこういう話合いをしています。お気づきかもしれませんが、これは物理学の教授の話ではありません。

一人はダナさん。「これはわからない」と。この長さがどんどん長くなっているベクトルを見ているんですけども、その長いベクトルの方がわからないと。キャロルさんはアイデアを持っている。でも全然その説明を理解できない。つまり「太い矢印がこれ、これを

それをまた後ほどもう少し深堀して二人は考えられます。アイデアとしてどういうふうなことが起こっているのか、36行目のところですけども、「いや、だって、この（速度の）端っこがぐるっと回ってその端っこまで行ってその角度にならないでしょう」と。

そうすると、キャロルの方から修正が入ります。「そうね、私はそれを言っているんだ。角度的にこういう角度になるのよねと、想定をね、私もそういうふうに言っているの」ということで、このような形で考えが修正（repair）されていっています。

Interpretation

- They advanced from less scientific and mutual understandings towards normative and convergent understandings.

"..... Carol demonstrated her way of scientifically correct understanding following Dana, who immediately identified Carol's demonstration of what she was trying to say....."

非科学的でバラバラな理解から、より科学的（規範的）で共通の理解に進んだ。

私がこの状況を解釈した内容というのは、出発点が科学的ではないですけれども日常的な理解として、双方が異なる考えを持っているということです。しかし、時間の経過に応じて、話し合いを通じて、徐々に、科学的な理解が進んでいく。そしてより科学に近くなっていく、また互いの理解も近くなっていくというプロセスです。

Impact of his research

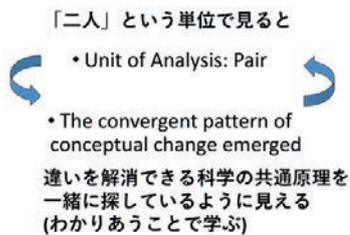
- Proposing a mechanism of collaborative learning (協調学習には原理がある)
- Interactions between not only humans but also humans and technology (人・人・モノのインタラクション)
- Full analyses of dialogue (対話の記録と質的分析)
⇒Permits an alternative analysis (再分析できる!)

みると、協調学習には原理があるのだということが見えてきた。それが、彼の研究のインパクトの大きなところだったなと思います。もう一つの特徴としては、人と人との間のインタラクションだけではなくて、テクノロジーを使いますので、人と人と物の間のインタラクションを分析してみせたことのインパクトも大きかったです。

同時に、こんなふうに対話を全部起こして、今日は一部だけ紹介してもらいましたけれども、記録を残して、質的に分析するというをやっていたら、私たちがこの会ったこともない高校生の学びを再分析することも可能になってきます。

白水：今、Jeremy さんに説明してもらったように、ずっと昔、アップルコンピューターのグラフィックの能力が低かったときでも、球が動くときにベクトル空間でどういう力かけるとこれと同じような動きにできるかとやっていくことによって、速度に加速度ベクトルを足すところという動きをするのだというようなことをわかっていくことができた。そのプロセスを詳しく分析して

Roschelle's theory:収束説



その実例として、私の違った見方というのを紹介していきたいと思います。Roschelle のセオリー—収束説と言いますが、二人という単位で見ると、確かに子供たちお互いの違いを解消しようとして、違いを解消できる科学の共通原理というのを一緒に探しているように見えます。簡単に言えば人はわかり合うことによって学んでいくのだなというようにも見えるのです。

一人ひとりが使っていた「ことば」で見ると

Carol and Dana at Episode 1

1. D: But what I don't understand is how the lengthening, the positioning of the arrow...
2. C: Ooh, you know what I think it is? ...Fat arrow (acceleration) is the line of where it pulls that (tip of the initial velocity line) down... It (acceleration) pulls it (velocity)

けれども、もう少し細かく、一人一人が使っていた言葉に注目してみると、ダナの方は全部「長くする (lengthen)」という言葉を使っているのに対して、キャロルは、Jeremy が言ったように「引っ張る (pull)」という言葉多用しているのが見えてきます。Roschelle の主張は、この違った二つのメタファーから、最終的には

Travel along という pull でも lengthen でもない、旅して線に沿って最後の収束速度が変わっているという新しい表現ができるようになったので、コンバージョント、収束したという考え方でした。

Usage of particular words : 使う頻度に差がある
(Shirouzu & Miyake, 2002; Miyake, 2008)

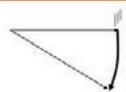
	Carol	Dana
Episode 1	pull 3times	pull just one time lengthen 1
Episode 2	pull 1	
Episode 3	pull 2	add 1 lengthen 3
Episode 4		
Episode 5	travel 2	

ところが、一人一人が使った言葉を細かくもう少し見てみますと、エピソードが全部で五つあるのですが、キャロルとダナで使っている言葉に違いがある。キャロルはやはり pull という言葉を何回も使っていて、ダナも 1 回 pull を使ってみるのですが、それ以外は使わずに、キャロルは pull を最後まで言い続けています。Travel along という表現もキャロルからしか出てきません。ところが

Carol's model (キャロルの理解モデル)

太い矢印 (主語) が細い矢印 (目的語) を引っ張る

A fat arrow (Subject) pulls a thin arrow (Object)



Dynamic, but unstable
ダイナミックだけど不安定

キャロルの場合は加速度を示す太い矢印が主語にきて、(太い矢印が) 初期速度を示す細い矢印を引っ張るという表現をしています。結構ダイナミックで不安定、というモデルを持っている。

Dana's model (ダナの理解モデル)

私たち (主語) が太い矢印 (目的語) を足すと
細い矢印 (主語) が長くなる

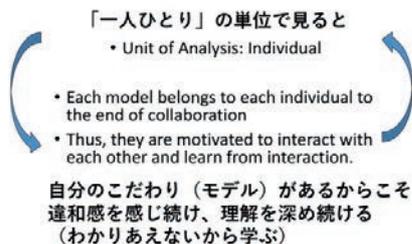
When we (Subject) add a fat arrow (Object),
a thin arrow (Subject) gets lengthened.



Static, mathematically
controllable
(静的で数学的に
制御可能なモデル)

それに対して、ダナは「私たちが太い矢印をここに加えると、細い矢印がこれだけ伸びる」という非常に数学でコントロールできるような、静的なモデルを持っていることが見えてきます。

Shirouzu & Miyake's claim: Theory of Constructive Interaction (Divergence theory) 建設的相互作用説



二人の言葉の使い方をしっかり見てみると、建設的相互作用と言いますけれども、一人一人やはり自分のこだわりを持ってそのこだわりをぶつけ合いながら自分の考えをよくしていくプロセスが起きていることが見えてきます。教室の中で子供たちが同じようにマル (○) をもらっていても、その背後には一人一人の理解の枠組みというのがあるのと同じように一人一人は違います。だからこそ、相手が言うことにちょっと違和感が残るの

で、自分も何か言う。それを遠くから見ると、Shared understanding ができているように見えるのですが、頭の中に入っている理解はそれぞれ違って、活発な子が意見を言うと、聞き手に回る子がまた少し抽象的なことを言い合いながら、お互い自分の理解に欠けているところを探して学び続けるのではないかな。そう考えると、人というのはわかり合えないから学ぶ、こんなふうにも見られるのかなと思います。ですけれども、これをもう少し違う見方もできるのではないかなという事で、齊藤先生に御説明を頂こうと思います。同じデータがどのように見えますでしょうか。

Are the two views mutually exclusive?
(二つの考え方は相いれないもの?)

From Roschelle's view: Dana and Carol collaboratively learned towards scientific and convergent understandings. (収束か)
From Shirouzu & Miyake's View: Dana and Carol individually sophisticated their original models. (独自のモデルの精緻化か)

"Individual learning is virtually always mediated by the collective approach towards convergence." (Hatano, 1994: 一人ひとりの学びは収束に向かおうとする集団のアプローチを介して起きる)

→The results proposed by two views may show complementary aspects of "collaborative conceptual change" which induced by intentional educational for conceptual change. (相補的な関係)

齊藤：ありがとうございます。今お二人が、高校生二人が力について学ぶプロセスを異なる側面から分析することによって、協調的な概念変化、やりとりを通して一人一人が理解を深めていく、そうした営みのプロセスの異なる側面を浮かび上がらせてくださったかなと思います。キャロルとダナという同じ子供の学びなんですけれども、ロシェル先生の分析からは二人の間で知識の

共有と収束が起こっている様子が見えて、白水先生と三宅先生の分析からは個人が自分のこだわりに沿ってモデルを良くしていくような姿が見えるわけですね。これって一見ちょっと矛盾することのような感じもすることはないでしょうか。学び合いを通して理解を深めていくということが考えを一つにまとめていくプロセスだというふうに考えられるのか。いやいやこだわりに沿って違いがあるから、それぞれ前に進んでいくプロセスだというふうに考えた方がいいのか。この二つの考え方は相入れないものなのかなというの、ここでちょっと考えてみたいことです。やはりそれは恐らく違って、このスライドの真ん中あたりには日本の認知科学の柱のお一人だった波多野先生の言葉を引用させていただきましたけれども、やりとりを通して、人が理解を深めるプロセスというのは、個人的な、個人の頭の中・心の中で起こる学びのプロセスでもあるし、その個人のインタラクションを通じた社会的なプロセスでもある。協調的な概念変化のプロセスというのは結局両義的なものである、とみなすことで2つの分析の矛盾は解釈することができるようになると思います。恐らくICTで教室の学習や評価を支援しようというときに、より有効にICTを活用するには、学びの理論に即した取り入れ方が必要ということが前提になる。今日のこのパネルのテーマだと思いますが、だとすればこの両義的なプロセスを引き出し、伸ばし、見取ることが大事なのだという事は強く意識しておく必要があるのではないのでしょうか。



もう少し詳しく説明させていただきますと、協調的な概念変化のプロセスというのは大体こんなものだと整理できるのではないかなと考えています。人と人とのやりとり、やりとりというのは考えを外に出して、中に入れて、この繰り返しですけれども、それを通して一人一人の理解が深まっているとかいくというのが協調的概念変化であると考えれば、その出発点となるのが、自分の考えがまだまだ不十分だとか、相手の考えと自分の

考えは違うな、ということへの気づきですね、そこに気付いてやりとり、探究が始まっていくわけですけど、探究が進んでいくと考えがそれぞれ良くなっていきますので、またより高いレベルでの、「それはそういうことね、じゃあこれはどうなの？」という、次の違いが自覚されて、次の探究が始まる。そういうふうにしてサイクルが回っていくものです。そうして人の理解というのは深まっていくと。

このプロセスにおいて個人に着目してみると、各自がそれまでの理解で不十分なところを自分なりに自覚して、ああだこうだと話し合ったりしているうちに理解が深まってくるので、違いの細かいところがより鮮明になってきて、より考えの細部だったり詳細なところでの議論が進む、モデルがそれによって精緻（せいち）化していくというプロセスになっている。これが白水先生

の説明だったと考えられます。

対して、Jeremy 先生の分析は、ペアとか、例えば教室全体で話し合っている場合はクラスとか、その学び合っている集団というのを単位にしたプロセスを浮かび上がらせてくださったわけです。そうするとまた別の側面が見えてくる。それは、一緒に学ぶ人たちが、気付いた違いをお互いに解消しようとして、納得する共有点を探していくようなプロセスですね。そしてだんだん、集団に共有されている知識が増えてくれば、これを Jeremy 先生は「収束」とみていますが、集団としてより難しい問題にチャレンジできるようになると。そういった意味で、協調的な理解深化のプロセスには二つの説明がありうるのではないかと、ということなんですよ。だとすると、教室でこれを起こしたかったら、この両面、つまり、個人の内的なプロセスと、集団のプロセスの両方に着目して、働きかけを行う必要があるということになります。

教室での学び合いというのは何らかの教育的意図があって仕組むわけですから、教科の観点から見て望ましい方向へ向けて考え方の変化が起こってほしい。クラス単位では一つの方向に収束してほしいわけです。でも、各自の考えの違いというのが実は目指す収束のためのやりとりの引き金になっている。だとすると、収束してほしいからといって、例えば先生が考えを修正させてまとめさせようとして、「これでいいね。わかりましたね。」とすると無理があるということになるかもしれない。狙う方向へ理解を深めてほしいからこそ、子供が主体となって自分の考えの不十分さや、他者との違いに気付いて、「自分の考えとほかの人の考えは違うかもしれない」、「これではまだ駄目かもしれない」という自覚を持って前に進もうとできる。そこをどう支援するかが肝ということになると言ってもいいでしょうか。違いや不十分さの自覚。これが狙うゴールへ収束するための学びのリソースと考えられます。

Hypothesis-Experiment-Instruction (仮説実験授業: Itakura, 1964)

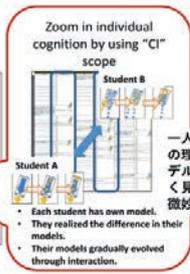


1. Choose one alternative. (their responses are tabulated).
2. Explain and discuss their choices.
3. Choose again.
4. Test their predictions by observing an experiment.

実際、Jeremy 先生が対象としたような高校生でなくて、小学生でも同様な理解を深める対話というのが起きます。ここでは「仮説実験授業」という、日本の伝統的な対話型の授業の事例で少しエビデンスを御紹介したいと思います。午前中も、これまでの蓄積のもとというお話ありましたけれども、「仮説実験授業」はまさにその蓄積の一例として、協調的概念変化を、ICT のなかった世界で起こそうとする試みの一つでありました。

この授業では、子供たちに問題が出されます。スライドで提示しているのは「ジュースの入った缶に二つの小さい穴を開けて逆さまにしたらどうことが起きるか」という問題です。で、問題が出されたら子供たち一人一人が結果を予想する。「やったことあるけど、こういうふうになるんじゃないかな?」、「やはり穴を開けたら出てくるよ」とか、「いやちっちゃい穴じゃ無理だろ」とか。その理由を話し合っって討論して、選択をし直して、そして実際に実験で確かめる、そういうプロセスで問題を解決していきます。

Differences are resource for learning (Saito, 2014, 2016)



一人ひとりの理解のモデルを詳しく見ると、微妙に違う

- Each student has own model.
- They realized the difference in their models.
- Their models gradually evolved through interaction.

また、もう一つの大きな特徴は、仮説実験授業の場合、こういうことを繰り返しやっていくことをとおしてだんだんと子供たちの理解がやりとりを通して深まっていくように、一つの主題に対して様々な観点から吟味された問題配列を用意してあるということです。こういう戦略で、協調的な概念変化を教育に効果的に活用した実践として海外からも定評を得ています。実際に、『空気と水』という教材について、準備された問題を繰り返して

10 時間ぐらいの授業をやったプロセスというのを分析してみました。まずクラス全体を Jeremy 先生の視点で見たものが左のグラフです。棒グラフは討論中の発言の数と内容です。棒全体がその問題での発言数を示していて、グレーの部分が高レベルの発言、そのほかはそうでない発言です。この教材では、空気と水の出入りを対象にして、目に見えない空気の働き、空気が物体と同じように場所を占めることができるのか、そういったことを考えていくので、そうした理解に近づいている発言がグレーになっています。そうするとだんだんグレーの発言が増えていきまして、折れ線グラフは正答率なのですが、授業の後半で正答率が一気に増えて、発言内容も高いレベルへ収束してきている様子というのが見えます。しかし一方で、その対話、何を考えながらこうした変化が起きていたのかなということを一一人の視点で、これは今度白水先生の視点ですね、詳しく見てみますと、そこにやはり子供たちの空気についての捉え方の違いがあって、違いが理解深化のきっかけになっている様子が見えます。児童 A の方は「空気は必ず上に行くものだ」みたいなモデルで考えています。対して児童 B の方は「空気と水というのは相互作用し合って動くものだ」というモデルで考えています。そうした細かい差異というのがトリガーとなって、お互いに「どういうこと？あなたは どう考えているの？」ということを探るやりとりが生まれ、ちょっとずつモデルが見直されていく。その過程を全体として見ると、左のようなクラスでの収束が起こっているということです。

以上、日本の小学校の教室でのエビデンスをざっと御紹介しました。学び合いを通じた理解深化の過程というものは、たった二つの視点で見ただけでも、これだけ生きた複雑な活動で、私たちは、実はその実態をそれほど知っているわけではないかもしれないということが実感していただけたのではないのでしょうか。だから、学びを支援する上では、学びとはどういうものかを根っこから問い直すことが非常に大事になると思っています。特に、ICT で教室の環境が大きく変わろうとしている今こそ、「とにかくいろいろな考えを出し合ったら、理解は深まるだろう」とか、「優秀な子が優れた考えを出して、先生がうまくまとめたら、みんな一つの正解へいきつくだろう」とかの素朴な学習観で「こんなツールもあったらいいね」ということを考えると、あらぬ方向へ行ってしまうこともあるかもしれない。いろいろ複雑なことが起こっているのだという前提で、その肝は何か？ということ改めて見直してみることが、子供の学びの質向上の出発点ではないかということ、今日お伝えしたかったということです。

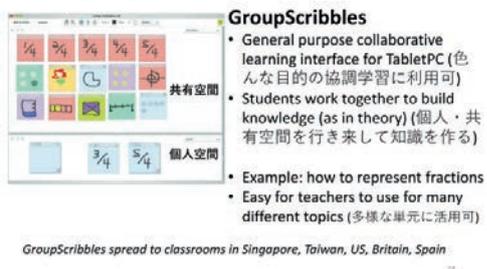
白水：同じ対話でも、ちょっと研究者として見方を変えると違うことが見えてくる。そのベースに、日本の「概念的理解を深める」と言われている授業の伝統があって、先ほどの仮説実験授業のように、子供たちの対話を詳しく分析してみると私たちの学べるものがたくさんある。その

学んだことについて研究者間でも議論をすると、またその対話で見方が変わって、学びがもっとよく見えてくる。よく見えてくると次の一手を打ちたくなる、支援をしたくなる。このようにして、ツールの開発につながってきたのかなと思います。

Jeremy さん、聞こえてますでしょうか。では今のお話を受けて、彼の理論に従ってどういうシステムを作っていたかを話していただきたいと思います。お願いします。

Jeremy : ありがとうございます。ちょっとここで強調したいのですがけれども、こちらにお集まりの皆様がた、日本の重要な学者の波多野先生、三宅先生は非常に影響力のある先生がたでした。私は多くの影響を受けました。協調学習の考え方は、多国間で国際的な考え方であるということが言えましょう。

(2) Application:
Theory to practice in the lots of classrooms

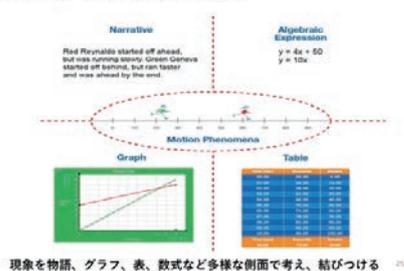


さて、どのようにアプリケーションを作ったかについてお話しします。私の同僚と世界中で協働したのが GroupScribble の開発です。付箋紙という非常に単純なメタファーを使いました。映像の付箋紙にメモを書いて、責任を持ってクラスメートと共有できる仕組みを作りました。教師が上のところに「4分の1」「4分の3」などと提案して、児童たちにこれをどうやって表現する絵を描けますか、といった授業をします。なので、下にい

ろいろいろな面白い絵を描いた様子が御覧いただけます。

これを題材に、児童と一緒に課題に取り組んでいます。例えば4分の3を見ると、全然違う絵が描かれています。逆に4分の5を見るとまた全然違う絵が描かれていて、これが共有されるのです。でも一人一人が責任を持って表現をすることで、お互いから学びながら正しい表現をだんだん学んでいくのです。つまり教師からだけではなく、児童が共に連携をしながら一緒に学んでいく。非常に多くの研究がこの GroupScribble について行われました。シンガポールで実装され、台湾、米国でも、そして英国やスペインでも実装しました。

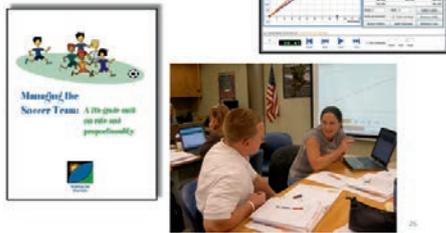
SimCalc: Simulations for conceptual learning of mathematics



あともう一つ、数学に関するリサーチをしました。これはアメリカの生徒の苦勞なのですからけれども、数式の概念を理解するのがなかなか苦勞なのです。式にはいろいろな要素が書かれますけれども、それがどういう意味なのかという理解に苦しむのです。そこで SimCalc というものを作りました。そして数学の表現を紐(ひも)付けたのです。アニメーションをコンピュータ上で作って動画にし、キャラクターが走っている様子を示しました。

「グラフ」がキャラクターの挙動を示しました。そして時系的にどういう場所にいるのかということ「表」にあらわしながら、子供たちは「物語」を作りました。例えば、グリーンが後から追ってきたけれども、加速し、そして最終的に赤を追い越して、そしてレースに勝ったのだという物語です。

Technology integrated with paper math books and teacher PD
(紙の教科書や教員研修と結びつける)



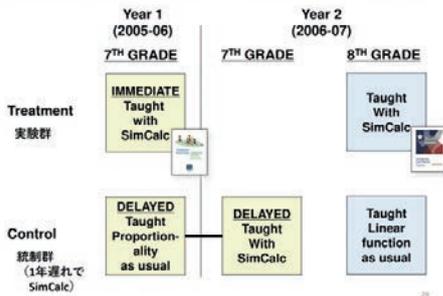
これはソフトウェア単体ではなく、教師だけではなく、それを組合せなければいけないという結論に至りました。右上の方に表現されているのですけれども、ブックレットも作りました。サッカーチームのマネージメントの題材です。また教師の研修なども行いました。最も新しい効果的な教え方を学んだのです。

Tested in Texas – A Highly Diverse State
テキサス(多様な児童生徒・先生がいる学校を含む州)で検証



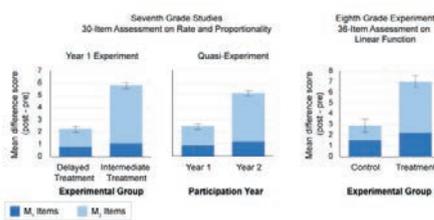
その上で、テキサス州で実験をしました。テキストは、非常に面積が広く多様性に富んだ州であります。国境はメキシコにも接しています。そして多くの子供たちはスペイン語を話します。また西部は、ほとんどが農業がメインとなっているところであります。

Randomized Experiment – hundreds of teachers



テストの方法について詳しくは申しませんが、非常に慎重に実験を行いました。無作為で抽出しました。Immediate, それから Delay という言葉が二つキーワードです。この新しいアプローチをすぐに採用した生徒たち (Immediate) もいましたし、次の年になるまで採用しない子供たち (Delayed) もいました。

Main Effects: Students Learned More

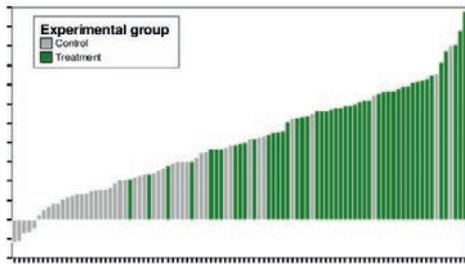


The student-level effect sizes were .63, .50, .56

では結果についてです。最大規模の実験は 90 名の教師、ほぼ 100 名近い教師がいて、これはテキサス全土の地域です。

コンピュータとワークブック、そして教員研修を組合せる形で大きな学習効果が出ております。そしてそれぞれのブルーのところ、T 又は I のところですけども、こちらは信頼区間となっております。よって非常に信頼性の高い結果が出ております。この手法をとることによって、生徒の数学の理解が高まったと自信を持って言えます。

Texas Results by Teacher (先生ごとの結果)



こちらのグラフでは、棒が高いとより学習効果があったということです。それぞれの縦線が一人の教師を示しております。左から右、右から左でもいいんですけども、95名の教員です。全ての緑のバーは、新しい SimCalc のアプローチをとった教員です。グレーのバーはもともとの手法を用いた教員です。御覧になっていただければおわかりになるかと思います。ほぼ全ての教員で、高いスコアを得た教員は新しい手法を用いています。4名の教員は新しいアプローチでも結果がかんばしくありませんでした。そして、右側、グレーの教師がいますけれども、こちらはテクノロジーがなくてもできるような、効果を生むことができるような教員であったということです。しかし、ほとんどの教員ではこのような複合的なアプローチで良い結果が出ております。

SimCalc spread

- To Florida
- To England
- To Hong Kong

And influenced US National Ed Tech Plan, many publishers, assessment and more

2008年にこれを導入しまして、フロリダ州でも同じ結果が出ております。英国イングランドでも行いました。18名の教員で行いました。ここでも機能しました。現在は私が直接関わっているわけではありませんが、かつての同僚が手がけており、同じような実践が行われております。全く同じことをやっているわけではありませんが、アメリカでも教科書などにもなっているということで、研究結果が公刊されております。

Results so far

- **Foundations in Learning Sciences**
Deep understanding of technology-enhanced learning (テクノロジーが促進する学びの理解)
- **Applications of Learning Sciences**
Designing materials for wide use by teachers and students (先生・子どもが広く使えるように)
Establishing effectiveness (効果をはっきりさせ)
Influencing policy and practice (政策や実践に影響)

これまでにお話した内容のまとめです。ファウンデーションは、テクノロジーを用いてどのように子供が学ぶのかということについて、また学習の概念について理解をするということです。そしてその理解に基づいて教材など「活用できるもの」を設計するというので、効果をはっきりさせ、そしてそれを実証することによって、実践にインパクトを与えることができるということです。大変すばらしい研究を行うことができました。

What's else do we need to do?

Oops! Research does not implement itself in schools (研究は勝手に実装されない@学校)

In fact, US school use of technology in math and science is more like "eating junk food" than "enjoying healthy meal"



しかし、リサーチ自体、研究自体は勝手に実装されるわけではありません。アメリカでの、数学や科学における ICT 活用では、まるでジャンクフードを食べているようなものです。健康的な食事をするのではなく、アメリカの学校の数学や科学でテクノロジーを用いているところはジャンクフードを食べているようなものになっています。私からは以上です。

白水：今の彼の事例は理論に従って展開されていました。例えば GroupScribble というのは、人が個人と協働の両方の活動で理解を深めていくのだとしたら、下に個人スペース、上に共有スペースを作っておいて、この間をシームレスに子供たちが自分たちの考えを行き来させるようにしたらいいのではないかと、このように開発されています。理論がシステムに具現化されている。

エンビョンマシンという、古いアップルのコンピュータでやっていた、物理現象をベクトル空間でどうやって再現するかという「結び付け」をやりたいのであれば、例えば数学的な現象を真ん中に置いて、それを数式でもグラフでも表でも表現できるかどうかやってみる。それによって単に答えを出すのではなくて、理解を深めていく、それが大事なのだというのが SimCalc でした。

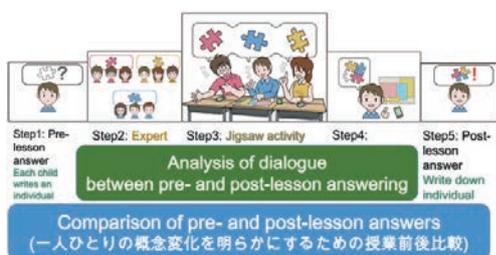
Impact of his research

- Translating the theory into applications for wider use (理論と直結したシステムを作り、かつ「作って終わり」にしない)
- Scaling-up for the inclusive innovation (どんな学校、どんな児童生徒も相手にする)
- Nice mixture of constrained formats (application) and freedom of teacher design (ツール/型の制約と先生の裁量の融合)

理論と直結したシステムを作って、かつ作って終わりにしない。テキサスというすごく大変なセッティングを選んで実践し、どんな学校のどんな児童生徒でも学べるのだと示しています。そのときに彼がうまいなと思うのは、次のような点です。こういう改革を進めるときに、ビジョンだけを提示して後は任せたというビジョン提示アプローチと、コンテンツまで全部作り込んでしまっ

て、これをやれば大丈夫だというパッケージを渡すパッケージ化アプローチという二つのアプローチがあります。彼の場合はちょうどその真ん中で、「個人空間と共有空間を行き来するシステム」は提供するけれども、それを使ってどういう授業をやるかということは先生に任せた。でも任せるときにサポートが要るよね、ということで教員研修をやる、という展開をするわけです。そういう意味では「ツールの制約」と「先生の裁量」とを融合していく、非常に理にかなったやり方になっています。

(2) Our Application: Knowledge Constructive Jigsaw (KCJ: 知識構成型ジグソー法; Miyake, 2008)



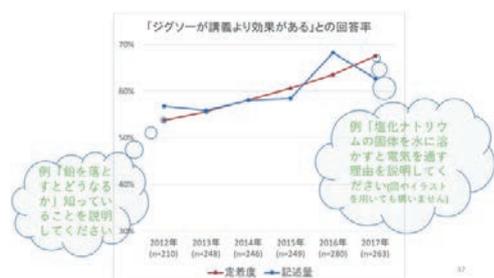
それを私たちならどう展開できるか？ こちらの理論としては、協調というのは一人一人が理解を深めるためにある、それは他人と話し合うことによって、それぞれがちょっとずつ違う視点を共有できるからだ、という立場だとどんなものを開発するかということで、三宅先生の名前とともに知識構成型ジグソー法を紹介します。

まず、生徒が興味を持つためには、一人一人の自分の興味関心よりも、みんなで解きたいと思う問いを共有す

るとよいです。そこから一人一人が僕はこう考えるというのが見えてくる。例えば、雲というのはどうやってできるんだろう、と考えてみると、一人一人の雲モデルが何となく立ち上がる。そこで、「こんな資料を読んでみるとちょっとずつヒントが手に入るかもしれない」という三つぐらい違う資料を渡す。わざわざ違う視点を持っているよね、という状態を作り出します。ダナのモデルとキャロルのモデルが違うように、「私は雲についてこういうふう考える」という視点を与えて、それを読み込んでみると、違う見方ができてきます。それを一緒にしてみると、ジグソーパズルのピースが組み合わさるように、「なるほど、こういうことか」と答えが見えてくる。その答えというのをクラスで発表すると、それぞれまたその答えが違うので、もう1回個に戻ったときに、自分の考えが変わっているという体験を、50分、1時間の授業でできる。それによって一人一人の答えが最初から最後にどう変わったか、という授業前後の解答比較という一まきに

アナログなツールですけれどもツールを通して、一人一人の概念変化が捉えられます。その上で、その最中にどういう話をしていたのか、対話を分析してみると、途中でどんなふうにならざるが考えを変えていったかが見えるような枠組みです。

Even initial teachers design lessons which generate better understanding than lectures (生徒の学びの手応えと初任者の見とり方の変化) and students love this method a lot.



だけれども、この枠組みに中身（コンテンツ）を入れるのは先生です。例えば先生の研修を埼玉県さんと一緒にやらせていただいて、全ての学校の全ての初任者の方に、毎年400～500人を相手に研修を積み重ねていくと、先生自身が1年間やってみて、ジグソーの授業でやったときと普通の講義でやったときに、その問題を1か月後ぐらいに聞いたときに、どちらがしっかり書けたか、といったことを見てみると、この赤いグラフですけれども、年度を経てだんだんだんだんジグソーで効果を出せる

ような授業を、どんな先生もできるようになってくる。レクチャーでもちゃんと学んでほしいので、ジグソーとレクチャーのどっちが勝つかより、大事なものは、先生方の生徒に問う問題の質が変わってくるということです。最初の年には例えば「鉛を落とすとどうなるか、知っていることを説明して」というような問題で評価をしていたのが、最後の方には「ナトリウムの固体を水に溶かすと電気を通す理由、なぜかを説明してください」というようなものになっていく。そこがすごく大事なのではないかと思います。

Enhanced by ICT



これはアナログでもできるメソッドですけれども、最近ではICTを使わせてもらうことによって、こういうやり方も随分、進化させていくことができます。例えば問題に、最初の答え、考えを出してというときに、やはり実際に現象を見た方がよいのではないかとすることであれば、NHK for Schoolの動画を使える。大人でもこれってどうしてこうなっているのか不思議に思うような実験があります（動画再生：線香の煙と水滴を入れたフ

ラスコを密封して注射器とつなぎ、ピストンを引く／押すと、中にくもりができたり／消えたりする)。というようなビデオで授業のメインの問題を共有した後で、飽和水蒸気量と断熱膨張と凝結核といった仕組みに関するヒントを読み込んでみる。このエキスパート活動時に、資料をタブレットで読めるとすごく役に立ちます。ICTは最初の問題提示やエキスパートの資料提示にもものすごく強い。なぜかという、子供たちは1回動画を見たり1回読んだりしてすぐわかるというものではないので、繰り返しが役立つのです。ではこの三つの資料をまとめて答えを出そうというときに、モデルを描くところはアナログがやはり強いです。当初ここにもICTを入れようとしたのですが、子供たちの描画力が追いつかない場合は、なかなか良い絵が描けない。それがアナログで描いたものを、このように考えているんだけど、というのを電子黒板で共有してみる（午前中の発表にもありましたけれども）と、なるほど同じ問題だったのにいろいろな考えがあるんだ、ということが見えてきます。それで、最後にもう1回手書きで答えを書いてみる。それを、文字認識してテキスト化してくれると、先生の評価だけでなく、子供たちの学びがもっと広がっていくんじゃないかと期待できます。先ほどの例ですと、子供たちが1時間で、雲のでき方、先

ほどの情報から収集したピースで答えが出せたその先に、その仕組みはわかったのだけれど、空の上でピストンを引いている人がいないじゃないか。その手を引いている人は誰なんだ、といった次の疑問が出てきて、ICTを使った探求につながっていくのではないか。このようにICTを使った教育というのは、今までやってきたベースがあると非常に広がりがあるように思います。齊藤さん、今までのところで何かコメントがあればお願いします。

齊藤：お二人の話から、学びの理論で見てきた子供の学びプロセスを支えるところに高度情報技術というのをどういうふうに組み込んでいくのかなと思ったときに、「授業をデザインする、子供たちの学びを引き出すということが、同時に子供たちの頭や心の中で動いている考えを可視化して記録する働きかけでもある」ということを意識しておくことが重要な問題になってくるのではないかと改めて思いました。結局、学びの理論からシステムを作っても、一人一人の学習者に注目するとやはり、一人一人の考え方やその変化のプロセスは違うので、先生方が子供の頭や心の中をどう見とるか、見とりをいかに支えられるかがポイントになりそうですね。

白水：先生方にICTを使って授業を作ってもらうのであれば、「作った授業が本当にうまくいったのか」ということを先生方が判断できるようにする必要があります。そのときにICTというのは記録が取れるので振り返る。では振り返った先に本当に質が高いICTの使い方を、全国あるいは全世界に展開していくにはどうしたらいいか、というところで、Jeremyさん。ジャーニー（研究の旅）の最後のパートをお話しただければと思います。

(3) Implementation and Improvement



Jeremy：非常にうまく説明くださいました。とても良い事例を挙げてくださいました。今日だけでもこの研究成果を拝見しながら学びました。私たちは、多くのこういう取組をしてきているわけですが、これをまとめなければいけない。一つの研究あるいは一人の教員、又は一つのソフトウェアが何か大きな変革をもたらすということではなく、やはりそれを一堂に集めなければ

いけない。それで私はナショナル・サイエンス・ファウンデーション・ネットワークを推進しております。ここでその学習科学とコンピューターサイエンスの科学を一堂に集めているのです。その模様につきましてはここで御覧ください。私たちの所見は、各国あるいは世界でインパクトをもたらすためには必要なのです。

Digital Promise: 100 people in a nonprofit that is working at the Intersections



デジタルプロミス社は100名ぐらい在籍していて、非営利団体です。私たちはいろいろな分野をまたいでこの工程に取り組んでいます。教育者、研究者そして開発者との間でやりとりをしながら、ぐるぐると連携をしているのです。とても大事な取組でありまして、この接点を更に深堀し、向上していくことが重要です。特にテクノロジーをうまく駆使することも課題です。

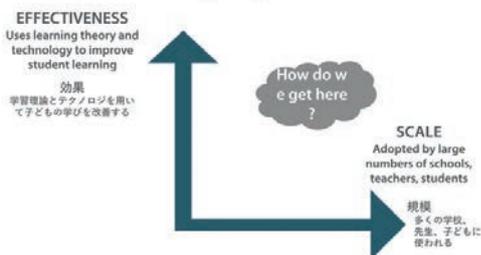


そこで 114 の学区—大体一つの学区には 8 校から 13 校ぐらい (対象校が) 存在するんですけども—が米国全土にありまして、彼ら (対象校) にリーダー的な立場を取ってもらいながら、率先して 114 学区で有効にこれを促すことができるのであれば、どこでもこのモデルは通用するという考えです。そこで 300 万人以上の生徒さんに影響を及ぼしているのです。



やはり私たちの研究戦略というのは変わってきているのです。一つのコンセプトを単独で成長させるのではなく、実践者等とともに教育者、研究者と連携をしながら一つのコミュニティを形成し、ネットワークを活用し、協働でデザインをするのです。そしてインクルーシブな協働はイノベーションを推進するのです。一堂に会してイノベーションは初めて推進できるのです。やはり特定の一人が着火点になるのではなく、それが集まって初めて、教師教員ですとか、教育研究者、ソフトウェア開発者がそれぞれ、そのイノベーションの種を共有してくれるのです。

Where are we going?



ここでまとめに入りたいと思います。私たちの目標は二つあるかと思うのです。やはりテクノロジーを駆使するに当たっては、それは効果を発揮しなければいけない。つまりこのグラフの垂直型で向上しなければいけない。ただ規模も拡大していかなければいけない。水平展開しなければいけない。つまり多くの学校、多くの教員に使ってもらわなければいけない。非常にその小さい規模、10 人 20 人の生徒で効果を発揮するのは簡単かもしれ

ませんが、それがその 10 万人の生徒になれば、それほど楽ではありません。一方でワールド・ワイド・ウェブ、インターネットなどを駆使し、200 万人の教員が伝えられるようなシステムというのも可能なのではないかと思うのですが、それは果たして効果を発揮するものなのかどうかということも考えなければいけません。

Things for you to think about

- **Policy makers:** How can you guide educators, developers and researchers to BOTH effectiveness and scale? (質と規模の両立に向け、教育者・開発者・研究者をどうガイドするか?)
- **Developers:** Partnership with researchers to translate the best approaches to learning in the heart of your product (研究者と組んで製品の核に学びを最大限引き出すアプローチを組み込む)
- **Educators:** Exciting stories from individual teachers and students is easy; really improving things for your students with technology requires deep change (テクノロジーを使って本当に子ども学びをよくするには「深い変化」が必要)

Making student learning better at scale with technology is a journey that educators, developers, and researchers must commit to taking together

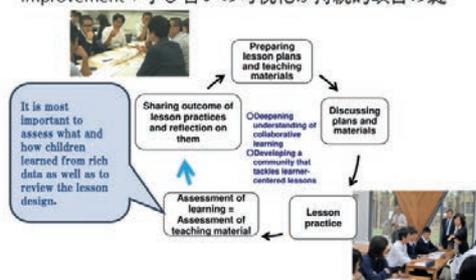
そういうところで最後のまとめとして、効果も大事ですけれども、スケール、規模も非常に大事であります。いろいろな人たちがやはり一堂に会さなければいけない。政策立案者、それは政府内あるいは政府とともに連携しながらやっていますけれども、こういったガイダンスを私たちから提供できるのか。そしてその効果とスケール (規模) を実現するためにはどうしたらいいのか。単体では不可能だけれども、連携すれば可能である。そ

のパートナーシップはどうやってできるのか。やはりその最良なレッスンをその研究成果から顕在化させていくことが求められていて、それは本を読むだけで得られるものではありません。連携が必要です。テクノロジーが学校で駆使されるときには、非常に心躍るような経験が実現されます。生徒あるいは教員の間でそういうことがあるんですけども、その規模を拡大するためには大きな変革、deep change が求められると思います。その改革へのコミットメントが大事なのです。やはりこれは一つの旅路であります。教育者、開発者、研究者がコミットしながらこのジャンルを共に歩かなければいけないと考えます。

白水：ありがとうございます。個人的には3番目のメッセージが非常に沁（し）みるなと思います。面白い話、面白い example は作れます。けれどもその先に本当に大きな変化というのを持続的に起こしていくためには、「ディープチェンジ」が必要なんだ、そのためには対話というものが必ずいるのだと。そのときに彼のユニークさというのは、研究者だったら「効果」、エフェクティブネス、原理に従ってちゃんとした研究をまずやらないと、というタイプもいるのですけれども、スケールが先にあってもいいんじゃないかと言ってしまえるところです。日本の今の状態、GIGA スクールがそのまま動けばスケールはします（大規模にはなります）。たくさんの数のツールが日本全国に配られる、その後で質を考えるというアプローチでもいい。けれども、この両方のベクトルというものを常に考えていく必要があるという視点が、非常に大きなポイントだったかなと思います。

それでは齊藤先生から見て、彼のジャーニーも踏まえて、今後 ICT 教育活用していくときにどういうことが大事になってくるか、コメントいただければと思います。

High quality learning analysis to conduct formative assessment matters most to turn a PDCA cycle of lesson improvement : 学び合いの可視化が持続的改善の鍵



齊藤: 今日私がさせていただいたお話や Jeremy 先生のジャーニーを伺いまして、今日のパネルには「教室に高度情報技術をもちこむ前に」というタイトルがついておりましたけど、「結局このパネルが、もちこむ前に何をしよう、という提案をしたかったのか」ということを考えますと、それはやはり「学びの質を支えるための質の高い実践研究をみんなでやっていこう」ということなのではないかなと思いました。Jeremy 先生の最後の提案として、

「教育者、開発者、研究者、教育行政関係者がチームで同じテーブルについて」というのもありましたし、前半お示したように、私たちがまだ学びの質の支え方について知らないことはいろいろあるということも考え合わせますと、その学びの質の支え方について高度情報技術が提供してくれるデータも活用して、エビデンスベースで確かな知見を、教育に携わる関係者がいかに共有していくか、まずはそここのところに高度情報技術を使いたいということなのではないかなと考えています。

具体的にどんなふうに研究を進めていけるのかなというのがこちらの図に図式化しているものでございますけれども、Jeremy 先生もおっしゃっていたように、まずは私たちが子供たちの学びを引き出すための質の高い環境をデザインをしませんと、子供たちの秘めている学びの力というのを見せてくれないので、結局学びの実践研究というのは、これまで日本が授業研究（レッス

ンスタディー) という形で進めてきたような、授業を作って実践して、そして見えてきたことを見取って、次につなぐ、この Plan-Do-Check-Act のサイクルをしっかりと回していくことがますます大事だろうと思います。そのとき、この水色のところですね、「見とり (Check)」の充実、高度情報技術の強みを非常に生かせる部分だと思います。子供たちが何をどんなふうに学んでいるのか、たくさんの豊かなデータから、できる限り私たちが丁寧に見取って、それに今日の用意した授業デザイン、授業という環境が、その一要素として情報技術も含まれるわけですが、どう効いているかを把握して、次の授業作り、環境デザインに生かすと。Jeremy 先生の言葉を借りれば、「学びの質」に拘 (こだわ) って PDCA を回しながら、学校・市町とかの「スケール」で、着実に「効果」を実現する、こうしたサイクルをコミュニティで回し、知見を蓄積していくことが、実は大きな改革だということになるのではないのでしょうか。

白水：ありがとうございました。学びの支援だけではなく、記録をとっていくという ICT の効果によって、この図で言う「授業プラン」を実際に「プラクティス (実践)」にしたときの「アセスメント」というところに ICT が使える。それによって私たちは学びを漸進的によくしていく。そのサイクルをそれぞれの先生や、学習環境をデザインする人に手渡していく必要があるのではないか、そんなコメントと受け止めました。

また齊藤先生のコメントには「学びの質」という言葉も出てきました。Jeremy のベクトルや速度の理解、あるいは一次関数の理解、あるいはこちらでお話した雲のでき方の理解など、いろいろな教科での理解など、それら全てが「答えを出せるようにする」という話にとどまっていまませんでした。キャロルのモデルよりはダナのモデルが数学的に正しいのでそっちに寄せようという話ではなくて、一人一人が自分で答えを出す「裏に」こんなふうに私は考えているのだ、という枠組み、モデルをしっかり作っていく。その経験というのが、目の前の問題を解くだけではなくて、自分の理解を作り、学ぶことが楽しくて、この先にここが疑問だということが見つかってくる経験になるのではないか。それが、クリエイティビティみたいなことにもつながっていくのではないか、その学びに向けて ICT を使っていく。もちろん基礎的な体験を繰り返して部品知識を手に入れることも必要なのですけれども、全体をまとめて、対話を通して社会を変えていきたいんだとすると、今のような「人が人から学ぶ」というデザインも大事になってくるのではないか。

Where are we going?

Toward building the community of “doing learning sciences* or doing science of learning” to integrate technology, curriculum and professional & societal development.

テクノロジーとカリキュラム、教職開発と社会の成長を統合するための「学習を科学するコミュニティ」を創る

*likubo, personal communication

ここまでの話を私なりにまとめます。Where are we going? という問いを頂きましたけれども、やりたいのは Doing Learning Sciences です。Doing Science of Learning と言ってもいいですが、とにかく、「学びを科学するようなコミュニティ」を作っていきたい。それが何よりも、テクノロジーとカリキュラム、そして教員の職能開発 (Professional Development)、もう一步踏み込んで保護者も含めた社会の成長というものと一緒に成し遂げてい

くことにつながっていくのではないかと考えております。

先ほどのシステム越しに Jeremy に質問できるとよかったです、今日はちょっと時間がないので、今の話を含めて、どうしても日本のオーディエンスに伝えておきたいことを Jeremy にお聞きして、終わりにしたいと思います。

Jeremy : 皆さんにお話しする機会を頂きましてどうもありがとうございます。GIGA イニシアチブなどについて、大変に素晴らしい機会であると思っております。正しい方向性を示すことができているというふうに思いますし、これからの御健闘を、また素晴らしい展開を願っております。

白水 : 思ったよりも紋切り型の挨拶でした (笑い)。

例えば Jeremy さん、すごく簡単な話で、今日本でクリエイティビティが大事というので Making や FabLab みたいなモノ作りというものがすごく盛んになっている一方で、そういう時間を生み出すために AI ドリルで基礎を学べばよいのではないかという基礎訓練と PBL の二つのカップリングのような単純すぎるモデルが結構出てきています。

アメリカの先行例でこういうものがあつたとか、その失敗例を踏まえて先生方が前に進んでいくためにはどうしたらいいか、日本にこれから起きそうなことの先に、どんなことを考えておけばよいかということ、一言いただけますでしょうか。

Jeremy : AI ドリルについてですけれども、有用な方法というのは幾つもあると思います。ただ将来的には、その社会がより生産性 (productivity) を持つためにはドリルの内容がいいという話だけでは済まないと思うのです。児童生徒がより深い理解を持ち、創造性を持つということ、メディア (様々な表現方法) を活用して実現していくことで、我々は問題を解決することもできるというふうに思いますので、ただ単にドリルを使うということではなく、児童生徒たちに将来にどのように備えるのかということを考えさせること、また将来を思い描くことを推奨することが必要なのではないのでしょうか。これはどの社会にとっても課題であります。子供たちが未来に備えるということは難しいことではありますから。

白水 : どういうふうに大人がプロダクティビティ (productivity) というものを考えておくか、「生産的である」というのはどういうことか、賢い大人ってどういうものか、そのビジョンがあつて初めて、AI ドリルの位置付けが決まってくる、学びのトータルデザインが決まってくる。その意味では、イノベーション、クリエイティビティのようなことを大人自身がどう考えて自ら賢くなっていくか、ということが、ICT 活用ということも考えたときにも非常に大事になってくるかなと思いました。

残念ながら 1 時間があつという間に過ぎて、午前中で先生方や皆様が出された質問にうまく答えられるパネルになったかどうかは不安ですけれども、これで終わりにしたいと思います。Jeremy さんも本当にありがとうございました。皆さまありがとうございました。

第4節 事例紹介 「教室に高度情報技術をもちこんで」

事例紹介① 日本の教室に高度情報技術を持ち込んで

戸栗大貴（千代田区立麴町中学校主任教諭）

神野元基（株式会社 COMPASS ファウンダー）

戸栗：麴町中学校の戸栗と申します。よろしくお願いします。

神野：株式会社 COMPASS の神野です。

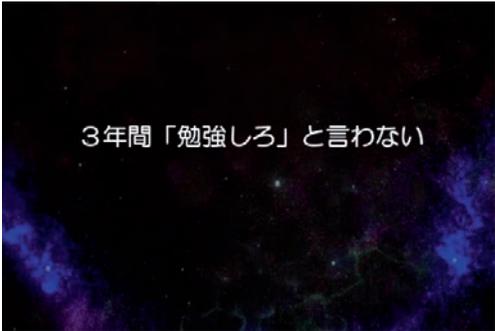
高度情報技術を教室に持ち込む前と後

— 生徒と教師の変化 —



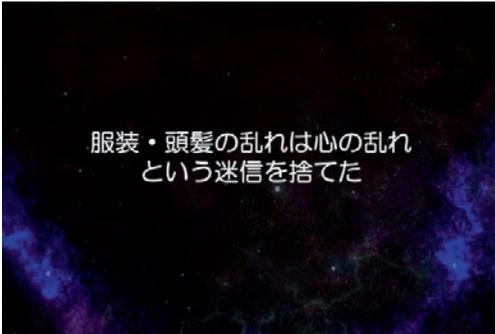
千代田区立麴町中学校
Kojimachi junior high school

戸栗：私の方からは、生徒と教師の変化についてお話をさせていただきたいと思います。その前に、まず本校の紹介を簡単にさせていただきます。本校は千代田区立の、公立の中学校です。ちょうどこの皇居の反対側に学校があり、今日はそこから来ました。



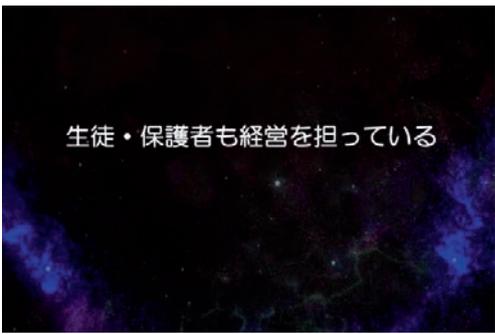
3年間「勉強しろ」と言わない

本校は、3年間勉強しろとは言いません。



服装・頭髪の乱れは心の乱れ
という迷信を捨てた

本校職員は服装や頭髪について指導することは一切ないです。その概念がないですね。



生徒・保護者も経営を担っている

また生徒や保護者も学校経営を担っています。学校運営協議会という、地域の方と一緒に学校をよりよくする会議に生徒が参加をし、本校の職員の年度末反省に、保護者に募集をかけたところ、20名ほどの保護者が会議に参加しました。

【最近話題になった取組み】

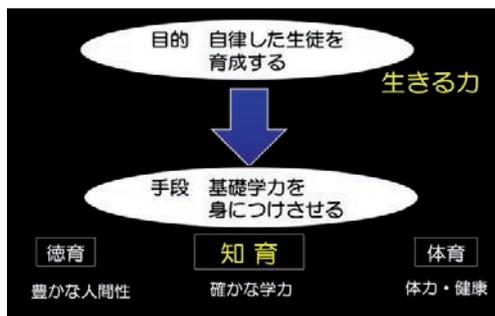
- 定期考査・宿題の廃止
→ 単元テスト・実力テスト
再テスト制
- 固定担任制の廃止
→ 全員担任制（チーム教育）
- 服装・頭髪指導の廃止
生徒会主催私服登校期間設定
PTA主催制服リニューアルコンペ
- AI(人工知能)による数学指導

そのほかに最近話題になった取組としては、次の4点が大きいと思います。定期考査・宿題の廃止，固定担任制を廃止して全員担任制，服装頭髪指導の廃止，そしてAI，人工知能による数学の指導です。

【最近話題になった取組み】

- AI(人工知能)による数学指導

本日はこのAIによる数学指導についてお話をします。



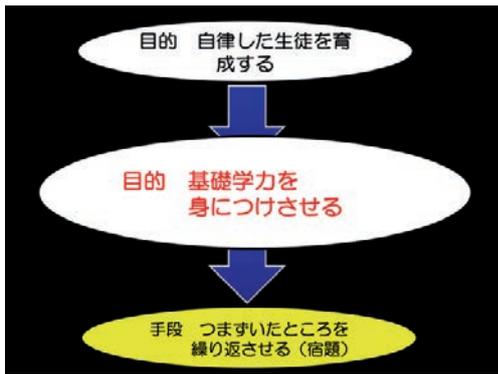
もともと本校では、自律した生徒の育成を目標に、教職員全員で取り組んでいます。この自律した生徒を育成するための一つとして基礎学力を身に付けさせることがあります。



ただこのことだけに注目しすぎると、



つまずいたところを繰り返させる宿題というのを与えるようになります。私自身も以前までそうでした。自律，基礎学力，宿題を与える，を縦に並べると皆さんわかるかもしれないのですが，自律した生徒を育成するにもかかわらず，つまずいたところを繰り返させる多くの宿題を出してしまう。すると自律した生徒ではなくなってしまいます。



基礎学力を身につけさせるというのは飽くまでも手段です。しかしここが目的化されてしまう。



この部分に注目をして、

宿題は自律を失わせる！

本校は、宿題は自律を失わせるということで廃止しました。

そもそも学習は「×」が大事！

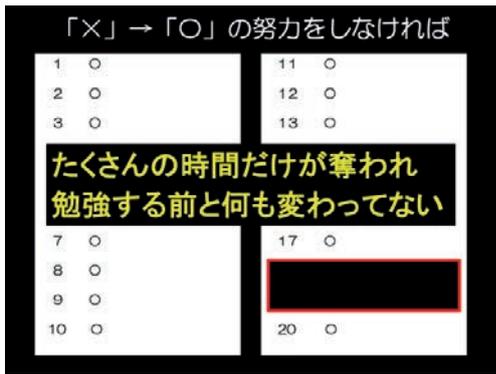
1	○	11	○
2	○	12	○
3	○	13	○
4	○	14	○
5	○	15	○
6	○	16	○
7	○	17	○
8	○	18	× → ○
9	○	19	× → ○
10	○	20	○

そもそも学習は×の部分的大事ですね。

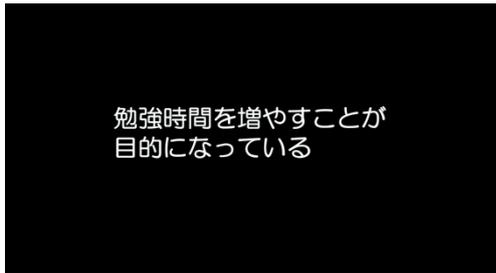
「×」→「○」の努力をしなければ

1	○	11	○
2	○	12	○
3	○	13	○
4	○	14	○
5	○	15	○
6	○	16	○
7	○	17	○
8	○		
9	○		
10	○	20	○

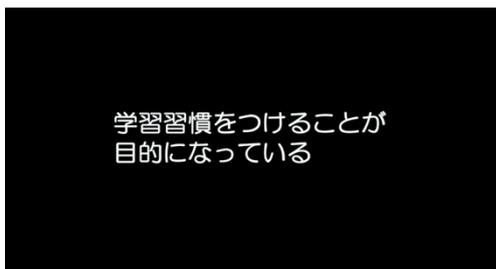
×の部分、どう○にするかというところに職員は意識を向けています。



この×を○にする努力をしないと、ただただ多くの時間が浪費してしまい、勉強する前と後で何も変わらなくなってしまうということが起きてしまう。



私自身も前回そうでしたが、「勉強時間を増やさない」若しくは「学習習慣をつけなさい」そんな声かけをし、生徒自身も勉強時間や学習習慣が目的になってしまいました。



授業内容は理解しているのに、なぜ宿題を出さなければいけないのか、ということで、この藤井聡太7段は、高校の先生に問いかけたことがあるそうです。この藤井聡太7段は学習の本質的な部分をわかっているように思います。



本校がそれらを元にして、Qubena という ICT、タブレットソフトを用いてどういうふうに展開をしていったか説明していきます。

数学が苦手な人
間違えた問題をわかるまで
さかのぼる 繰り返す

もともと先ほどの理念を元に、数学科の教員は、数学が苦手な生徒に対して、間違えた問題をできるだけ、わかるまでさかのぼってあげたり、繰り返すという機会を与えたいと思っていました。

数学が苦手な人
間違えた問題をわかるまで
さかのぼる 繰り返す

**個々に合わせたプリント
→時間と労力がかかる**

しかし現実には、個々に合わせたプリントを用意したりするのは大変時間と労力がかかる。本当に一人一人のために準備するとなると、これはもうほぼ不可能でした。やりたいけれどやれないという思いがありました。

数学が苦手な人
間違えた問題をわかるまで
さかのぼる 繰り返す

AI搭載のタブレット

しかし現実には、個々に合わせたプリントを用意したりするのは大変時間と労力がかかる。本当に一人一人のために準備するとなると、これはもうほぼ不可能でした。やりたいけれどやれないという思いがありました。

神野：もしかしたら御存知の方もいらっしゃるかもしれませんが、Qubenaがどういうものかということを少し御紹介させていただければと思います。



Qubenaの特徴

人工知能によるアダプティブラーニング

人工知能が間違いの原因を解析し、その生徒の原因解決に必要な問題へと誘導します。一人ひとりに合った問題が自動で出されるため、数学が得意な生徒には先駆の学習、苦手な生徒にはつまづき箇所をていねいに補完します。

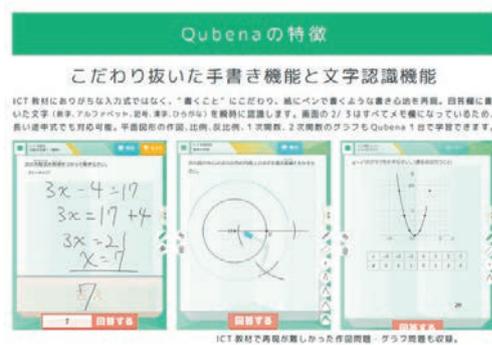
人工知能はここも見ています！

- 回答時間、解説、ヒントの閲覧時間、回数
- 回答内容
- 回答プロセス
- 学習履歴、過去の習熟度

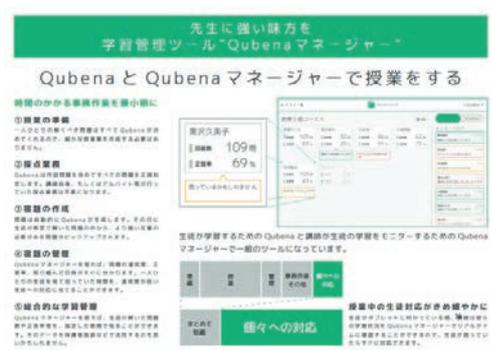
ムービーに現れているように、手書きで進めることができる教材です。これはすごく大事なことで、動画を見るだけのものではなく、子供たちが学校で取っている教育の動作をコンピュータ上で全てできるように徹底的にこだわりました。



算数・数学で言えば、コンパスで作図をする、グラフを書くなどといったところまで、自動で全て○つけができるようにしています。一人一人、初学者でもわかるようなアニメーションやスライドで勉強していくので、もちろんわからない瞬間に先生に聞いたり、子供たち同士で教え合ったりするのですが、何かを学ぶということはこの上だけでできるようにしています。



最大の特徴は、その子が今何がわかっていないのかを割り出して、間違えたのであればピンポイントに戻してあげたり、十分理解していると判定されればどんどん難易度を挙げて、その子に対して最適な問題を出す、というところが個別最適化と呼んでいるところです。



今画面に映っているのは、そういう教育をしていると様々なデータが取れるので、そういったデータを先生側に見やすく見てもらうためのキュビナマネージャーというシステムです。例えば、クラス内で誰がどれくらい宿題をやっているか、何時何分にどんな勉強をしたか、一問あたりを解くスピードは何秒ぐらいか、そういうものを先生に見てもらうことによって、声かけのタイミングやモチベーション、あるいはもしかしたら何か心に抱えているのかもしれない、といったことをアラートとして使っていただけるようなシステムとして、この二つを提供しています。



人工知能による、と言っている部分は、まさに子供たち一人一人が、今どのような習熟度で各単元各スキルをやっているかということを自動判別し、その子に対して最適な問題を出す。その部分がまさにこの個別最適化、

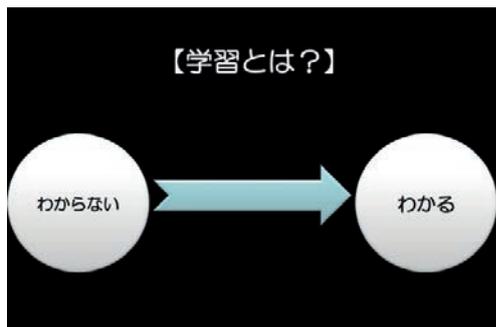
アダプティブラーニングと言っているところです。この回答のところを手書きにしたりすることによって、やはりすごく細かいデータが取れるので、その細かいデータを見てもらうためのキュビナマネージャーを提供していますし、またこの Qubena は小学校・中学校・高校をカバーしており、学習指導要領の単元の範囲を全てカバーしている教材です。ではこの教材を使って、麹町中学校でどのような授業をやらせていただいたかをまとめた動画を御覧ください。AI型のドリルみたいなものを投入したら、画一的で、授業自体がシンとしていて、皆がただ黙々とやっているのではないかと思われる方もいるかもしれませんが、実際に導入してみると全然そんなことはなく、むしろかなりクラスは騒々しくなりました。というのも、今もそうだと思うのですが、私がこう

して一方通行で話している最中に、早口で何を言っているかわからない、と思っても、手を上げて聞き直すのははばかれると思います。子供たちはまさにそうで、先生が一方通行で話しているときにわからないことがあったとしても、先生に質問はできないし、周りの子供たちに聞くこともできないわけです。けれど、AI型の授業では、その子がわからないと思って先生でわかりませんとっても、先生の手も空いているし、その発言によって周りの子に迷惑はかかりません。

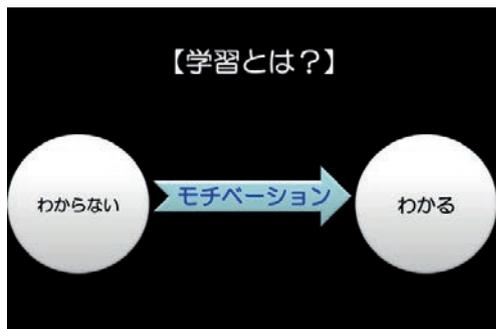
結果、子供たちはわからない瞬間にどんどん先生のことを捕まえるようになりました。なおかつ、友達に対しても、これわからないんだけど、君どうやってやったの？ということ聞き、対話が生まれていって、すごく騒々しくなりました。



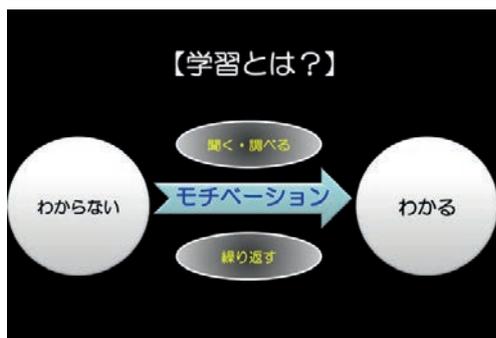
最初は、これでいいのかと思ったこともありました。なんというか、学級崩壊しているんじゃないかというぐらいのさかだったので、これで本当に授業が成り立っていると見えるのかわからない、ということがあったのですが、やはりそれが1か月2か月経ったときに、学習の進捗や定着度を測ってみると、やはりすばらしい結果が出てきて、こんな形になるんだというところを、自分たちも実感できた。そのような実証をさせていただいたのが今回の麹町中学校の現場だったと思っております。



戸栗：ありがとうございます。先ほど挙げたとおり、学習とは、「わからない」を「わかる」に変える作業だというお話をさせていただきました。



私はじめ数学科の教員で、「わかる」に変えようとするときにはもともとモチベーションが生徒一人一人にあったらと話していました。



そのモチベーションのもと、何かわからなかったら友達に聞いたり質問すると思いますが、

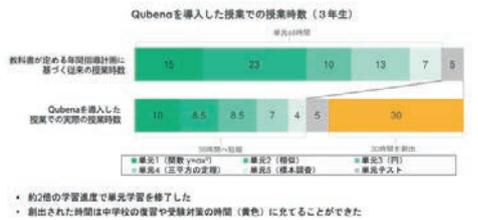
Qubenaによる学習効率化

2年生においても、教科書では63時間分あったものが31時間へ。32時間分の余剰。



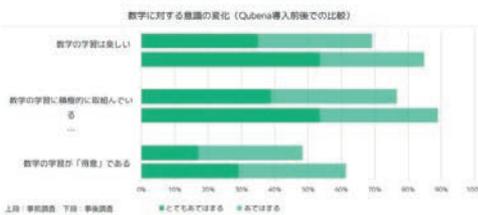
Qubenaによる学習効率化

3年生も、68時間分が38時間へ。どの学年もほぼ半分になった、ということがあります。



Qubena導入前後アンケート

数値だけではなく、生徒にもアンケートをとったところ、上のグラフが導入前、下のグラフは導入後です。数学を楽しんでいる生徒が多くなったり、積極的に取り組んだ、得意であるという変化も現れたということがあります。



先生方との協同による授業改善

Qubenaを授業に導入するにあたり、運用や授業計画の作成と改善を数学科の先生と協力して行った

- 8月 導入前準備: 試行授業の実施と導入の計画
 - 生徒から希望書を取り、サマースクールでQubenaを使った授業を協力的に実施
 - 導入における課題を洗い出し、運用・授業計画を作成
- 9月 導入初期: Qubenaによる授業開始
 - 週1回数学科の先生との授業改善ミーティングを実施
 - 授業中の課題や気づきを洗い出し、運用を改善
 - ミーティングによる課題の共有やノウハウのため、授業中の声かけ改善
- 10月～12月 導入中期: スタディログを活かした授業改善
 - 生徒の学習進度をしながら授業計画を見直し、授業時間を短縮、テスト実施を前倒し
 - 単元学習の成績とQubenaのスタディログの相関関係を分析し、生徒の指導に活かす
 - 学習進度が遅れている生徒にはサポートをしやすい単元配属などの建議づくり
- 1月～2月 導入後期: 対話的で主体的な授業づくり
 - 理解の進んでいる生徒が自発的にわからない生徒に教える「リトルティーチャー」の育成

教員はというと、これを導入するに当たって、最初からうまくいったわけではありませんでした。どうしても生徒の中にはタブレットに入っている違うアプリを開いてしまったり、集中できず全く違う単元をやっていたり、去年の8月からのいろいろなことがありました。ただその中で、教員同士、それからCOMPASSの社員の方と、「どうすればいいのか」「じゃあ次はこれをやってみよう」「これがうまくいったから続けよう」という、

トライアンドエラーが本当にうまくできたなど、今思えば感じています。最初からはうまくいかないよという思いを、数学科みんなで持って、では次どうするかと、皆の意思でCOMPASSの方と協力していきました。



- Qubenaでの授業によって授業の流れを止めずに遠慮無く教師に質問をするという習慣が出来た。特にこれまで成績が悪かった生徒が質問してくるようになった
- 授業中なにもできずにいる生徒がいなくなった
- 受け身だった生徒が、能動的になったように感じる
- 基礎的な内容を個々のペースで行える点よかった
- 学習状況に応じた学習ができていると思う
- 一層アダプティブな授業を行うにあたってはQubenaのような形でタブレットを利用したCBIを行えると良いと考えています
- 学習の指導やスタイルの見直しに私自身大きく役立った
- 一緒に授業案を検討して下さい、教員のレベルが上がりました

これが実際に取ってもらった本校職員5名のアンケートで、「受け身だった生徒が能動的になった」という意見が本当に多いですね。生徒の変化だけではなく、自分自身の学習指導のスタイルを見直し、「こういう声かけをすればいいのか」「このように生徒と接すればいいのか」と考えていったところは大きく変わりました。

今後の学校のあるべき姿は

今後の学校のあるべき姿についてです。

〈これまでは**教師**の立場から見てきた〉

1. 何を教えて（カリキュラム）
2. どう教えるか（教え方）

午前中のお話でもありましたが、今までは教師の立場から見てきた「何を、どう教えるか」という部分でしたが、それだけでは学習者に対して与えてしまうので、どうしても生徒は受け身になってしまいます。

小・中学校・高等学校・大学で常に受け身の状態で一方的に情報を受け取るだけの授業を続けては

自律などできない
コミュニケーション能力もつかない
その上、非効率でもある

本校では、生徒に与え続けると、それに慣れてしまつて、与える側のせいにする。つまり人のせいですね、自律を失った人になってしまうと言っています。このように「何を、どう教えるか」では、生徒は自律できなかったり、与えられるだけなのでコミュニケーション能力もつかない。先ほどの藤井7段のように、非効率な部分も感じる生徒が出てくるかもしれません。

〈これからは**学習者**主体で〉

1. 何を学んで（カリキュラム）
2. どう学ぶか（学び方）

ですからこれからは、学習者主体で、「何を学んでどう学ぶのか」。

〈これからは学習者主体で〉

1. 何を学んで (カリキュラム)
ICTテクノロジー
2. どう学ぶか (学び方)

そしてそこには今挙げたようにICTテクノロジーは本
当に必要なようになってくる。

麴町中学校数学科教員の言葉かけ

どうした？	現状
どうしたい？	未来
何をすればいい？	支援

本校数学科教員は、全部で今は5名いるのですが、そ
こでの言葉かけは、この三つにしようと決めてありま
す。これは授業中の言葉かけです。

「どうした？」「どうしたい？」「何をすればいい？」
この三つです。生徒が現状何を困っているのかを把握さ
せ、それをどうしたいのか。例えば「わかるようになり
たい」「できるようになりたい」。それに対して教員が
どのような支援をすればいいか。「私たちは何ができ
る？」というような話を生徒に問いかけます。このよう
なことを繰り返していくと、生徒は先ほどのように自分
から質問をしたり、学ぶようになっていく。

麴町中学校数学科教員の言葉かけ

どうした？	現状
どうしたい？	未来
何をすればいい？	支援

**教師は
指導者でなく支援者**

数学科職員ではこれから教師は、「指導者」ではなく
「支援者」になるんじゃないか、という話が持ち上がっ
ています。私自身もそれは今強く感じていて、何かを教
えるというよりは、どうサポートをするかの方に意識を
向けて生徒と接しています。

高度情報技術を教室に持ち込む前と後
— 生徒と教師の変化 —



千代田区立麴町中学校
Kojimachi junior high school

最後に、一年生の男の子の例を挙げさせてもらいま
す。一人はたまにコツコツやり、二人はいつも喋（しゃ
べ）っていて一人は突っ伏して寝ている、という四人組
のグループがいるのですが、勉強しろと私たちは言わな
いように、そのまま我慢して見えています。4月から12月
まで9か月間、ずっと突っ伏している子がいたのですが、
ふと顔を上げた瞬間がありました。1年生の数学科の教
員はそれを見逃さずに、「今ここで二人は話していたけ

ど、一人（数学を）やっている子いるから教えてもらいなよ」という話をしたら、そのままムク
ッと起き上がってやり始めたのです。その子は、一切やらなかったところから、45分授業なんで
すが、そこで100問を解くようになりました。それを今でも続けていると聞いています。つまり、

顔を上げたときというのは、「ちょっとやってみようかな」と、本人の中で心が動いたときだったのです。そこにすかさず教員が声をかけられる。今まで全体の一斉指導だと、数学が得意な子が時間を持て余してしまったり、真ん中ぐらいの子もどうしても少しサポートが必要だったりするのですが、この Qubena で一人一人やっていると、得意な子はどんどん進み、真ん中ぐらいの子たちは少しずつヒントを元に自分で進んでいくので、教員は本当に数学が苦手な子だけをしっかりと見て、その子に対して支援ができるというのがあります。本当に数学が苦しい、でもできるようになりたいという子を助けられるのは、このシステムがあったからだなと思いました。先ほどの1年生が良い例だなと思いました。ムクッと起き上がった瞬間に声をかけられる。その時間を作ってくれるというのは、教師としても非常に有り難い。そう思った次第です。私からの話は以上です。

神野：時間も残り少ないので、少しだけ戸栗先生にもお聞きしたいのが、まさにこういうシステムが現場に入っていこうとしたときに、結構最初とても大変だったと思うし、私たちも一緒になって、どうやったらいいでしょう、ということをやらせてもらったと思うのですが、このシステムを使って授業を作っていくとしたときに、どういうことが一番大変で、逆にどうして成し遂げられたと思われませんか。

戸栗：やはり今までにないものを入れるということで、教員の不安感は少しありました。ただ、何よりも不安だったのはきっと生徒だと思うのです。先ほど言ったように、ICT が急に入ってきて、どう使おうか、全部自由にするとやはり好きに遊んでしまう子がいる。それを、実際にやってみて、「こういうトラブルが起きたからこう改善しよう」というように、本当に一つ一つやってきたのは大きいなと思います。これは私だけかもしれないのですが、どうしても、教育は失敗してはいけないという思いが出てしまうことがあります。しかしやはり先生だって失敗するし、そこでトライアンドエラーを繰り返して、最終的に生徒の力になればいいなあと思っているのです。とりあえずやってみようという数学科の教員と、コンパスの社員の方と協力できたのは、今でも続けられる、より良くなった理由の一つかなと思います。

神野：一つ思うのは、先ほどの例で言えば、その中学校1年生の子が顔を上げたときに、確かにその瞬間を見逃さなかったその先生の力ということがすごく大きいなと思っていて。それは僕も感動したことです。もう一つは、その子が4月から12月まで突っ伏していたのだとすると、集団指導だったらもう2学期末の授業をやっているわけなので、1学期初めから突っ伏していた子は絶対ついていけないはずなんです。やはり個別最適化が重要なのはそういうところで、やる気を出した瞬間に、その子自体がちゃんとわかるところから始められる、一人一人の進捗に合わせてできるということがすごく大事なことだと思っていて。もちろんICTが何もかも万能なものではないと思っていますが、いかにそういう子たちを救っていくのかということも同時に議論の中に託していくということなのかなと思っています。

事例紹介②Education first, technology second

Kenn Ross (ミネルバ大学 Managing Director)



こんにちは。今日は大学についてお話をしたいと思います。これまでは K12 教育についての話でしたが、主に高等教育に絞ってお話します。現在の状況に照らして、教育を第一に考え、テクノロジーをサポートに使うということで学習成果を出すというものです。



3 点お伝えしたいことがあります。まず一つ、皆さんに変革の必要性についてリマインドしたいと思います。リマインドは必要ないかもしれませんが。そして次に、高等教育が直面している課題について、とりわけ、解決策についても触れたいと考えております。我々の解決策です。現在進行中のものを御紹介いたします。

白水先生の方から「学習科学を行う」というお話がありました。私どももまさにそのようなことを行っております。学習科学を実践しています。ただ単に学習科学を語っているだけではありません。学習科学を実践することが、非常に効果があり、そして拡張性があり、現在拡大を続けています。そしてもう一つの点は、コスト・パフォーマンスもよいということです。コストが見合うということでもあります。



最初に、チャールズ・ダーウィンの言葉を御紹介したいと思います。

生き残る人は最も強いものではない。最も知的なものでもない。それは変化に最もよく適応したものである。



生き残るためには、教育も変化に適応するものでなければなりません。現在の世界の技術の変化について語られます。



グローバル化のペースの速さも過去数十年間経験してきました。これらは今後も継続をしていきますし、更に加速していきます。ですが、変わっていないものもあります。



これは恐らく 14~15 世紀ぐらいの授業の様式ですが、後ろの列に座っている人が居眠りをしています。今日は居眠りをされている方はいらっしゃらないかと思いますが。



20 世紀の教室も大して変わりません。21 世紀は、コンパスの方もおっしゃっていましたが、これは学習の非常によくない形です。私が言ったことを全て思い出すということは、一方的な講義形式では難しいでしょう。なぜならば、アクティブ・ラーニングではないからです。受動的な形態であるからです。



私たちは、何をどこでどう学ぶのかを考え直す必要があります。



具体的に何を、どう、どこで学ぶかの観点で考えてみましょう。何が一番大事なことでしょうか？まず何を、を考えてみます。お話しできることはたくさんありますが、コンテンツ、つまり自然科学だの経営学だのという話をしている暇はありません。

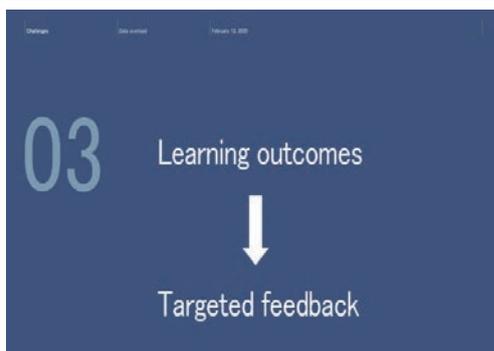


私が話したいのは、認知的に巧みである（Cognitive Dexterity）ためのスキルです。これは学ぶときにも働くときにも必要なスキルです。というのも、人生では常に状況が変わり続けるからです。認知科学や脳科学の知見からわかるように、まずあなたは認知的に巧みであるためのセットスキルを定義する必要があります。私たちはそれを思考習慣“Habits of Mind”（注：ここでの Mind は感情等を含めた心というより、西洋的な Mind の使い方

を指すと考えられるため、「思考習慣」と訳す）と呼びました。あなたも好きな名前をつければよいでしょう。コンテンツについて語るときも、私はスキル、特に転移可能性に注目して語ります。なぜかという、あなたは学んだことを学んだ場から違う場へと「転移」しなければいけないからです。例えば政府や、教育分野、ビジネス産業界などどこで働いている場合でも、それぞれの分野においてあなたはこうしたスキルセットを見つけ、同定する必要があります。その上で、教育制度は、生徒に複数の学術領域・分野（教科）で「（転移の）練習」ができるよう、何度も強いていく必要があります。なぜならば、脳は自分に転移を課す、なるべく遠いものに知識を強制的に使ってみる（far transfer）ということに余り向いていないからです。例えばコンピュータ科学の中でそのスキルを学んだとする。そうすると、そのスキルを生物学、教養学、社会、人文科学などに適用していくためには、それぞれの文脈に応じた形で転移ができるように練習していく必要があります。これは脳がそのような訓練を必要としているからです。カリキュラムがそれを可能にするものでなければなりません。ということ、まさに私どもは行っております。

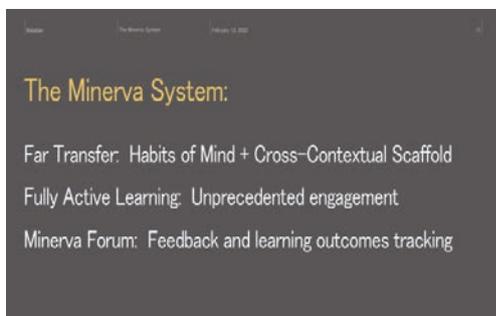


2 点目、これはアクティブかパッシブかということ。恐らく皆さんは今退屈されていると思います。受動的にお聞きになっているからです。しかし、たとえ大人数のグループであったとしても、皆さんに関わっていただくという方法をとることもできます。全ての学生、教室にいる学生たちが、完全に、可能な限り 100%に近い時間でアクティブ・ラーニングに従事することで、より効果的に生徒たちは学習をすることができます。このペダゴジーツールというものを既に持っています。ミネルバでは使えるものは何でも使って、それを実現しています。



3 点目は、学習成果をどうやって最適化するかということです。どうやって学習成果に関する情報を集めるか。どうやって焦点の定まったフィードバックを学生にかえしていくか。私は総括的評価のフィードバックのことを申し上げているではありません。この会場にいらっしゃる大人の皆さんはほとんど、これまでにいろいろなテストを受けてきたと思います。学校で、又は自動車免許を獲得するために、またそれ以外の資格を得るため

に。しかし、それを最近いつ受けたか覚えていますか？ほとんどないのではないですか？日常生活の中での評価の形態としてテストというのは極めて特殊ですから。そこで、私たちは、評価のために、継続的に日常的に評価を行い続けるということを推奨しています。まずは学生が **Habits of mind** を手に入れたら、それを転移し、習得 (master) するという過程があります。

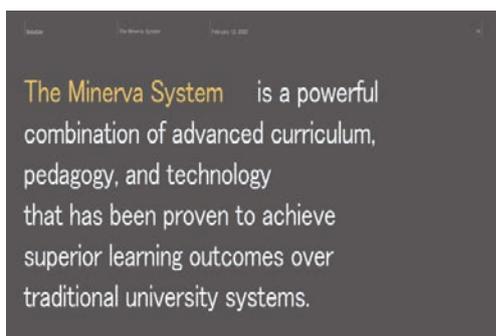


これがミネルバシステムです。ミネルバスクール、またそのほかの大学でも活用されています。皆さんにも多く関連性があるところです。私どもの学校だけではなくほかの学術機関においても適用することができる、取り入れて適用することができるシステムです。

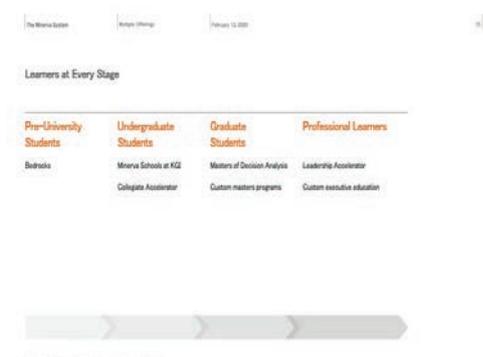
その中核にあるものは三つあります。カリキュラム。これは遠転移を可能にするものであります。そして、こ

の転移が可能にできるようなものの定義、そしてこれを学際的な形で行うということ。これが物事をマスターするということにつながります。どのようなことを人生で行うにしても、また何回も人生で取り組む内容を変えたとしても必要となる、コアなスキルであります。そして2点目に、これを完全に、アクティブ・ラーニングによってのみ行う。ミネルバ大学においては、一方的な講義形式の授業は一つもありません。生徒は参加しなければなりません。

そして最後にテクノロジーに関係するところになりますが、テクノロジーは、これらの教育原則や目標をサポートするために用いられるということです。ミネルバフォーラムと呼ばれる取組があります。我々の教室においては、非常に親密な教室のセッションを、15名であっても、又は100名であったとしても、完全アクティブ・ラーニングの形式で行っています。また、各個人の学生の進捗についても追跡をします。そして、これまでになかったレベルでの、パーソナライズされたフィードバックを各学生に対して行っています。フィードバック、とりわけ、どのようなスキルを獲得しているのかということです。



ミネルバシステムというのはカリキュラム、ペタゴジー、テクノロジーの強力な組合せとなっており、伝統的な大学制度よりも優れた学習効果の実現が実証されています。どのような形で行われているのかということをも具体的にデータでもお示しできるものであります。



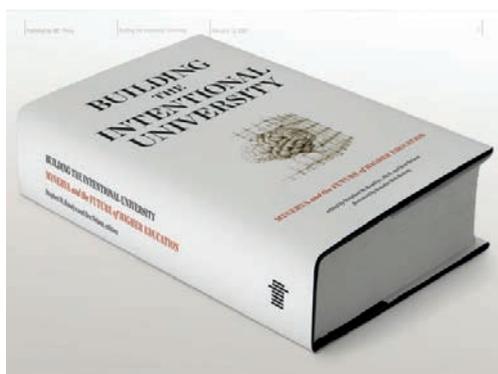
もともとは学部生又は大学院生を対象としていました。ですが、ときに、高校生やマスコミ、2週間前に、御覧になられたかたもいらっしゃるかもしれませんが、報道で比較的新しいパートナーとしてリクルートとの提携を発表しました。日本の企業です。リクルートがミネルバシステムを活用するというので、これは社会人が活用するという形態であります。非常に興味深い内容となっておりますので、検索いただければと思います。

既に申し上げましたが、ミネルバは単なるミネルバという枠にはとどまりません。我々が社会に対して、この実装を通じて示していく。私たちが持っているモデル、また、ソリューションが、効果が高いということを示していくものであります。またほかの機関との連携も図っております。ほかの大学、学校、時には企業、政府とも連携しています。そしてこの制度を実装しています。



一つ目の事例は、2018年に始まりました。香港科学技術大学との間での提携です。アジアトップ3に入る大学です。しばしば、新設の大学としては世界の25年未満の大学とて、トップの1、2を争うような大学です。この大学ではミネルバシステムを採用しています。カリキュラムに取り入れ、また完全アクティブ・ラーニングのペダゴジー、それからフォーラムも実証しています。ほぼ2年前に始まりましたが、1年目からこのシステムを採用

している、ミネルバスクールに近い内容を受けています。来年以降、また今年の後半以降になりますけれども、香港では全ての学部生に対してこのプログラムを採用する予定となっています。アジアでもほかの大学、アメリカ、欧州でも既に声がかかっておりまして、この実践が始まる予定となっています。



もし、より詳しい内容について、関心を寄せていただけるということでありましたら、15分や18分で網羅しきれぬ内容ではございませんので、こちらも御参照いただければと思います。幾つかミネルバの紹介をしている日本語の文献がありますけれども、オフィシャルな本というのは1冊しかありません。こちらです。MIT Press出版会が出しております。確か2年前の出版だったと思います。日本語版についてもこの数か月のうちに出る予定

となっています。これが、我々の活動内容について網羅しているものであります。もし今、自らの学校でミネルバシステムを、一部であっても全てであっても、是非実践してみたいということであれば、この本をお読みください。全ての要素が詰まっています。ありがとうございました。

第5節 パネル・ディスカッション3 「ガイドライン策定に向けて」

- ①田村恭久（上智大学理工学部教授）
 - ②益川弘如（聖心女子大学現代教養学部教授）
 - ③神野元基（株式会社 COMPASS ファウンダー）
 - ④Kenn Ross（ミネルバ大学）
- 司会 白水始（東京大学高大接続研究開発センター教授）

白水：ここからは、国立教育政策研究所として、文部科学省が昨年まとめた「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策のまとめ」の中で触れられた「ガイドライン」というものをどんなふうにして作っていくか、そのための基礎資料として何を提出していけばよいかを考えていきたいと思ひます。

その意味では、午前中に皆様からの御質問にあったような「条件とコスト」という論点に直接触れるものではありません。条件とコストという問題も、例えば私たちが教育への情報技術活用という問題を自分ごととしてどのように解決していくか、その視点に立つと条件とコストについてもどんなアイデアが出せるか、そのための後押しになるようなガイドラインとはどういうものか、どのような要素が含まれるべきか、というように考えていきたいと思ひます。そのために今日は、益川先生、田村先生に学習科学とラーニングアナリティクスの研究者としての立場。そして先ほど事例を紹介していただいた、神野様とロス様に、事業開発者兼実践者のお立場から自由に意見を交換してもらって、指針を見いだしていきたいと思ひております。

2020年2月9日「教育革新」プロジェクト フェーズ1シンポジウムパネルディスカッション
「ガイドライン策定に向けて」



文部科学省 (2019) 「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策 (最終まとめ)」より

こちらのスライドでは、「最終まとめの中の基本的な考え方を元として、学校現場における先端技術利用ガイドラインを策定する」と書かれているのですが、それ以外にも、せっかく今日のいろいろなお話もありませんでしたので、そのお話や、それ以外の広い考えをベースにしながら、どういった考えでガイドラインを作っていけばいいか、そこを突き詰めていこうと思ひます。こちらのまとめでは、三点で政策一番上の層に先端技術、真ん中に

教育ビッグデータ、そして両者が相互作用するために、下の方に学校 ICT 環境という政策を進めていくとなっています。この一番上のところに、先端技術を学校現場で使うとすると、先生方、あるいは、事業開発者の方にガイドラインを出していく必要があるのでは、という位置付けになっております。

子供の力を最大限引き出して学習指導要領の求める資質・能力を育成するために

1. 学習者を主体とする#のびのび自由に学ばせる
2. デザインされた学びの場（学習環境）が要る
3. 学びの原理（に基づくデザイン）が必須
4. だからこそ、Education first, technology secondであるべき

⇒それによってRoschelle氏の問いに答えていきたい

“Policy makers: How can you guide educators, developers and researchers to BOTH effectiveness and scale?”

では、このようなガイドラインを作っていくときに何が大事かを、今日の話も踏まえながら考えてみると、「子供の力を最大限引き出したい」というのが学習指導要領改訂の思いであれば、その求める資質・能力を引き出して育成するためにはどうしたら良いのかがまず中心に来るべきだということになりましょう。それが今、私たちが考えつく、子供たちの未来の社会に向けた

準備になるのだとすると、その支援をどうするかとい

う観点から考える必要があります。その一番目に「学習者を主体にしていく」ことが必要なのだろうと。それはイコール、のびのび自由に学ばせておけばいいということではないということが、今日いろいろなところでメッセージとして出されました。デザインされた学びの場、学習環境が要る。それもできれば学びの原理に基づいている必要がある。だからこそ、テクノロジーを入れる前に、エデュケーションで何をしたいかということをしっかり考えていく。それが Jeremy 先生という言葉にありましたけれども、ポリシーメーカーとしてどのようにエデュケーター、デベロッパー、リサーチャーをガイドして、エフェクティブネスとスケールを両立していくか—この問いに答えを出していくことになるのではないかと思います。

情報技術は、今の学校教育をどうしていくかということだけにとどまらないインパクトを持っています。午前中にあった、例えばタイプ分け、カテゴリ分けの話为例にすると、子供たちが、学年とか教科とか学校とかのタイプ、カテゴリにこだわらない世界で、ミックスしながら学べる世界が来るんじゃないか。そんな夢がありました。その一方で、こうしたタイプ分け、カテゴリ分けがなくなった個別化の社会には恐ろしい側面もあります。例えば（教育を離れて）「差別」ということを考えてみたときに、昔の差別というのは人種や国、文化で差別されることが通常でした。つまり、タイプ・カテゴリーごとに差別されていました。そう考えると、差別された場合でも例えば「同じアジア人」という同胞と一緒に立ち上がるということが可能になる。ところがデータがAIによって管理され、一人一人がパーソナライズドなアダプテーションを、教育でも、メディアでも、マーケティングでも、企業の採用でも受け始めると、「私の状況は私だけ」という世界が来ます。私が個別に差別されていて、そのアルゴリズムがわからないという世界の中で、どうやって戦っていくか。それを考えたときに、人と人が繋（つな）がり合うというのが非常に大事になってくる。そういう分岐点的な時代に私たちがいるとすると、子供たちが公教育の中で一体どういうことを学んでおけばいいか。今後の社会を考えると、大きな問題になってきます。

海外の同様なガイドライン例

- 米国 連邦政府（教育省の教育技術局が主）
- 全体指針：National Education Technology Plan
- 教育現場向け：Building Technology Infrastructure for Learning
- 事業者向け：Ed Tech Developer's Guide
- 教員養成機関向け：Advancing Educational Technology in Teacher Preparation



では、そんな時代の公教育に向けて、海外ではどんなガイドラインを設けて、教育現場でのICT活用を促したり支えたりしようとしているのでしょうか。簡単に紹介します。米国の場合、この件については連邦政府が主導して、EdTech Developer's Guide というものがその一つとして出されました。全体構造としては、全体指針をナショナル・テクノロジー・プランとして出しまして、その上で教育現場向けに、ビルディング・テクノロジー・

インフラストラクチャーという分冊が出て、そして事業者向けには EdTech デベロッパーズ・ガイドというものが出来て、そして教員養成向け—これがやはり鍵になります—もちろんとガイドブッ

クを出している。この4冊セットです。中を読んでみると興味深いことに、教育現場向けのビルディング・テクノロジー・インフラストラクチャーという本の中では、有線と無線の区別から説明してあるという、情報基盤の基礎が説明されていて、逆に EdTech デベロッパーズ・ガイドの方は、事業者向けに教育のことを一生懸命語っている。要するに専門ではない方をサポートするようなガイドラインになっています。

海外の同様なガイドライン例

・米国 連邦政府 (教育省の教育技術局が主)
全体指針: National Education Technology Plan
 教育現場向けは「EdTech Developer's Guide」

活用原則として「最良の機会を選択する」

- 機会1: 学習スキルの獲得を改善する
- 機会2: 生涯学習を促進するスキルを伸ばす
- 機会3: 家族の関与を増やす
- 機会4: 将来の教育機会のための計画を立てる
- 機会5: 教育的価値をデザインする
- 機会6: 教育者の専門的能力開発を改善する
- 機会7: 教育者の生産性を改善する
- 機会8: 全ての生徒が学習にアクセスできるようにする
- 機会9: 機会格差を埋める
- 機会10: 学習到達度の格差を埋める



<https://tech.ed.gov/developers-guide/>

EdTech デベロッパーズ ガイドの中を見ると、活用の原則の順番にまとめられています。ICTを使うときには最良の機会を選択しなければいけない、そんなことは当たり前でしょうという話なのですが、ではその機会にはどのようなものがあるか、各種スキルの獲得を改善したり、生涯学習を促進するスキルを伸ばしたり、家族のエンゲージメントを増やしたり、将来の教育機会のための計画を立てる、しかもポートフォリオになっているよう

な使い方や、評価、専門的能力開発、生産性の改善、働き方改革ですね。全ての生徒の学習へのアクセス、機会格差や学習到達度の格差を埋めることへの利用、というような機会が10個に整理されています。その意味では、一つ一つのケース、パッケージよりも、原則をしっかり整理しているというのが特徴かなと思います。

一連のガイドの土台に NSF fundedのCyberlearning center



We run an NSF-funded network to bring all the learning sciences and computer science researchers together

すべての研究者、大同団結を See circlcenter.org

For impact, need to connect and synthesize what individual researchers are finding, work collectively

Roschelle, J.のスライドから

この一連のガイドの土台に NSF がファンドしたサイバーラーニングセンターがあって、これはロッシュェル先生のスライドですけれども、全ての研究者が団結しているいろいろなラーニングのガイドラインを作ると同時に、そのガイドラインを作ること自体にもネットワーキングが必要なのではないかと。まさに皆様の力を借りながら、こういうガイドラインを作っていく必要があるのではないかとこのようにまとめられています。

一連のガイドの土台に NSF fundedのCyberlearning center



サイバー学習が生きるジャンル (デザインしどころ)

Community	コミュニティ学習にモバイルを使う
Manufacturing	製造ツールでアイデアを外化・共有する
Distance Education	デジタル空間の中で探検する
Digital Performance	バーチャルな仲間やコーチと学ぶ
Virtual Peers and Coaches	遠隔の本物の科学者の助けも借りて学ぶ
Remote Scientific Labs	タッチインターフェイスで協調学習する
Collaborative Learning with Touch Interfaces	

有効な研究手法

Methodological analysis	マルチモーダルアナリシス
Analysis for Assessment	評価のためのアナリティクス
User and Community Centered Design	ユーザやコミュニティ中心のデザイン

中身を簡単に紹介しますと、先ほどのデザイン原則みたいなものをもっともっと昇華させていくと、サイバー学習と呼ばれる ICT を使った学習が生きる「ジャンル」、デザインのしどころが見えてくるのではないかとこのことを、膨大なエビデンスを元にまとめています。例えばコミュニティについての地理的な学習をするときにモバイルを使うとよいのではないかと、創造的なツールでアイデアを出すとよいのではないかと、デジタル空間

の中で探求するとよいのではないかと、バーチャルな仲間やコーチの手を借りて学ぶ、あるいは遠隔の本物の科学者とコネクテッドラーニングする、タッチインターフェイスで協調学習する、このあたりに強みははっきり出てくるから。ただそれだけではなく、テーマ、研究手法として、今日、田村先生も御紹介されるようなマルチモーダルアナリティクスが有望であるとか、評価のためのラーニングアナリティクスというのが大事なのではないかと、でもそれらを使っ

日本でもAドリルコンテスト??

	A社製ドリル	B社製ドリル	C社製ドリル
1組	四則演算	比率	図形
2組	比率	図形	四則演算
3組	図形	四則演算	比率

- 分野×ドリルをランダム（ランダム法など）に配置し実施
- 効果検証
 - 当該領域に関する事前事後成績の差分
 - 数週間～数か月後の定着（portability）
 - 別領域への応用・活用問題の解決（dependability）
 - 内容への疑問、持続的学習の傾向（sustainability）

ドリル単体で検証しても、その効果が子どもの学びにどうつながるかはわからない

考えられますけれども、やはり皆さんもお気付きのとおり、ドリル単体で検証しても、その効果が子供の学び全体にどうつながるかはわからない、ということをお聞きしたいです。コンパスと麴町中での実践で教えていただいたかなと思います。

そう考えると、私たち国研としてやるべきこととしては、このたくさん事例を元に、もっと教育の原理から考えたときにICTとどんなふうにつきあっていくとい

いか、という根本原理だろうと。それを元に、例えばこうしたコンテストを民間でやるときに、どういう御支援をしていけばいいかを考えた方が、筋道としては良いかなと思います。

そうした「根本原理」を考えていくために、まず益川先生の方から、今日の話をお聞きして、それを学習科学の文脈で見るとどう見えるかというコメントを頂きまして、それに対して神野様、それからロス様にお答えいただき、今日の事例をもう1回咀嚼（そしゃく）しましょう。その後、田村先生から御自分の専門についてお話ししていただき、一体ガイドラインに何が含まれるとよいかを、順に考えていくようにしたいと思います。

それでは益川先生、今日お聞きになった麴町中の実践について何かコメント等あればお願いいたします。

ガイドライン策定に関する視点

- AI (Artificial Intelligence: 人工知能)よりも
- IA (Intelligence Amplifier: 知能増幅器)の視点で
 - 「テクノロジーによる判断」の活用よりも
 - 「教師による判断」の支援を

益川：始めに、今回のパネル・ディスカッションのテーマは、ガイドライン策定という話になっていますが、このような支援が必要かなと思っておりま

す。と、このIAという視点、文字をひっくり返して、知能増幅器という訳になるのですが、AIではなくIAの視点の研究の重要性も、人工知能の研究が始まった頃から実

は言われております。AI、人間の知性を機械に置き換えるのか、そうではなく、IA、人間の知性を増幅させるための機械であるのか。例えば、本日午前中の事例紹介で取り上げられていた、特別支援でのICTの活用というのは、まさにこのIAでの活用の仕方なのではないかなと思います。IAという視点を入れて、子供たちの学びの活動を支えていくことが、ガイドライン策定に向けた大事な視点だと思います。AIの視点で活用が進んでいくと、テクノロジーが子供たちの学びの結果を自動的に判断していくことになってしま

麹町中実践へのコメント

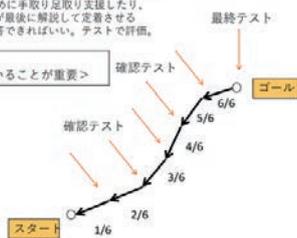
- 学習理論（建設的相互作用 theory of constructive interaction）より
 - わからない→わかる ではなく、理解を深める過程は
 - わかる→わからない→わかる の繰り返し
- 麹町の実践では「わからない」はテクノロジーから降ってくる
- 子ども一人ひとりが、わかった次に「わからない（さらなる問い）」を生み出す支援が大事では？

る、そうしながら理解を深めていく、繰り返しの話があります。では、このわからない状態というのは誰が作っていくのか、という点がポイントです。麹町中の実践では、ドリルによって支えられている範囲での中わからないというのは、テクノロジーによって判断されて外から降ってきています。そうではなく、大事なのは、子供自身一人一人が主体となって、いろいろわかってきたら次はこれがわからない、というような、更に問いを引き出す支援をいかに考えていくのかの視点が、必要なのではないのでしょうか。

後向きアプローチ(知識・技能の習得中心) Backward looking approach

- 学習目標を定め、学習者の欠損を埋めるための授業を計画
- 差が埋まればOK。そのために手取り足取り実践したり、教え合いさせたり、教師が最後に解説して定着させる
- 目標内容を直接問うて回答できればいい。テストで評価。

全員同じルートを目指す
＜同じことを知っていることが重要＞



授業の設計には2種類のアプローチがあると言われていいます。一つ目が後向きアプローチという方法です。例えば小単元で6時間あったときに、学習目標に向かって、先生から見て子供たちは何を知らないか、わからないか、というふうに見ていき、その欠損を埋めるためにどう、わかるを積み上げるか授業を計画していきます。そうすると、その知らない事柄を知ってもらうため、わかるとの間の差を小刻みに埋めていくことが大事になるので、そのためにその部分を手とり足とり支援したり、教え合いさせたり、先生が最後に解説して定着させたりします。ただこの形ですと、その範囲の知識技能というのは習得できるのですが、そこでとどまってしまう。

学んだことの価値は、それをどう使うかというより大きな文脈で決まる

●AIドリルも使おう⇔どう使うかの見通しが鍵



一方、資質・能力の育成につながる逆のアプローチが、前向きアプローチと呼ばれています。学習目標もちろん定めますけれど、子供たちが今どういう状態なのか把握し、そこからスタートしてその先に伸びていくことを単元全体を通して支えていく授業設計です。一人一人のわからない、わかる、わからない、のサイクルを大事にするような、一人一人の学びの多様性を生かしながら問いに対する答えを深めていく、主体的で対話的な学びを進めていくアプローチです。このような視点が、自ら学びを深めて知識を生み出していくような、これからの子供たちの資質・能力を育てていく。一つ対比的に話をさせていただいたのですが、テクノロジーの活用において大事な視点になってくるのかなと思っております。麹町中の話を聞きながらそういうことを思いました。

神野：まさに今益川先生おっしゃったことがしくて、私たちもこの AI ドリルを開発しています。どういう意味かという、AI ドリルで無数のゴールを設定できると言いたいわけではなく、むしろ AI ドリルができることというのは、今まで決められた時間の中で達成しなければならないとされていたところを圧倒的な（短）時間で終わらせる、だからこそ先生と生徒の間にもっとも対話が生まれて、無数のゴールというのをお互い見つけていくための、その時間ができる。それを作らなくてはいけないという気持ちで、私はプロダクトの開発をさせてもらいました。

もともと私がこれを作るきっかけというのも、2010 年 11 年ぐらいにシリコンバレーでシンギュラリティや AI や何かを目の当たりにして、そのときに未来を生き抜く力みたいなものを子供たちに勉強してもらいたいと思いつきながら、教育の現場、学習塾の現場で普通に授業を始めたのですが、現実には子供たちにそんな未来の教育なんてするヒマはなく、全部今の授業でいっぱいだったわけです。としたときに、何とかして子供たちに時間を作ってあげないと、そういう何か本当に本質的に大切な力ということをみんなに伝えられないと思って、このようなプロダクトを作ったという経緯があります。ですので、実は私たちのプロダクトは本当の意味で、受験とかそういうものを最短で終わらせるとか、何かそういう力があればいいなどとは全くもって思っておらず、だからこそ時間に結構こだわってたりします。

もう一つ、僕たちのプロダクトで言いたいことというのは、先ほどの AI ドリルを比較検証していくというお話に少しかぶせて言いますと、やはりどういうデータをどういう見せ方で先生たちに見ていただくかということもすごく大事だと思っていて、一口に AI ドリルと言っても、私たちのように全部手書きで取ると、子供たちの答え方はある種無限にとれるわけです。一方で 4 択問題の AI ドリルとしたら、その子たち一人一人の答え方は 4 択でしか取れないのです。それを同じ AI ドリルと呼ぶのか、それともそれは違うのか、そういうことも議論に加えた上で、どういうデータを取り、どういうデータを見ながら、先生がどういう授業を作るのかということもすごく大事なポイントなのではないかと思っています。

白水：早速いろいろな質問が来ている中に、「AI ドリルで浮いた時間で何をやっているか知りたい」というのがあります。そこでやっていることと一緒に、全体として「前向きデザイン」になっている、という話になると思うので、簡単に紹介をお願いします。

神野：麴町中でやらせていただいたのは、数学の時間を短くしたので数学に絡めて授業をしよう、今まさに習った知識を、社会においてその知識がどう生きているのかということをもっと最先端テクノロジーを絡めて子供たちに体験してもらおう、という授業をやりました、例えばドローンを使って、編隊飛行するドローンの動きを図形の性質を使ってプログラミングするのです。ちょうど今習った知識がこのような形で世の中に生きていて、かつ、ドローンというのはこんなにすばらしい精度で動くのだとすれば、アマゾンのロジだろうとクロネコヤマトなどの輸送だろうと、全部テクノロジーでできるよねと。テクノロジー的には、ただし、それがなぜ今この現代社会においてそうになってないかという、それは法整備の問題で、法整備の議論が終わってないのだ。というところまで全部伝えた上で、最先端テクノロジーの現場で自分の数学的知識が生きているけれども、まだ社会実装されていない、だとすると何年後にその議論はあるのか、というところまで伝えることで、未来予測というところまで行かせる。そのような授業を私たちは今回、麴町中でやらせていただいていたいました。

白水：そうなってくると、AIドリルで学んだことが本当に今想定されたようなデザインどおりに「生きて」いるか、あるいは子供たちが知識を使ってこちらの想定を超えていくような学びが起きているかを、データを取りながら見直していく、そんなサイクルになっていくとよいのではないかと思いました。ありがとうございました。それでは益川先生、ケン・ロスさんのミネルバ大学のプロジェクトは、どのあたりに特徴があると考えますか。

ミネルバ大学へのコメント

- ・「前向きアプローチ」の取り組み
 - ・未知の未来で力が引き出されるよう
 - ・すべてアクティブ・ラーニング
 - ・伸びを見ていく
- ・テクノロジーで支援している2つのレベル
 - ・毎回の授業レベル
 - ・カリキュラムのレベル

伸びを見ていく、3点が非常に面白いなと思いました。特に今回テクノロジーという視点で見えてきますと、システムによる支援には大きく二つのレベルがあると思いました。一つは毎回の授業でのレベルでの支援、それから、カリキュラムレベルでの支援です。

ミネルバ大学へのコメント

- ・毎回の授業レベル

Active Learning Forum



- ・仮説実験授業 (Hypothesis-Experiment-Instruction) と展開が類似
- ・「システムから提示された発話量を見て調整」から「学生の考えを比較して次の発言につなげる支援 (同様の発言を可視化できるとか...)」へ?!

例えば授業レベルではこちら、ウェブサイトから引っ張ってきたものなのですが、アクティブラーニングフォーラムというものを使いながら、まさに顔と顔を合わせながら、最初に、あなただったらどの解答を選択するか、答えを言わせて、その後議論に持ち込むといった取組をしています。このような展開は、午後の初めのセッションで齊藤先生の話されていた、日本の仮説実験授業で子供たちが教室で対面でやっているものをネットで展開したという感じで、すごく類似しているなと思って見っていました。システムには幾つか機能があるそうですが、僕がもっと知りたいところがあります。この画面では発話量がカラーで可視化されて、それによって学生自身が話し方を調整したり、先生が評価をして次のアシストをするとのことでした。このように、いろいろなツールがあるそうですが、例えばそういう量的なデータだけではなくて、質的な部分を評価できるような、例えば学生がどのような考えを持っているのかの中身、コンテンツについても何か、教師が把握しやすくなり支援するような機能があたりするのでしょうか。又は今後、何かそういう内容レベルでの支援の在り方について検討されているのか、そういうことを知りたいなと思いました。

ミネルバ大学へのコメント

・カリキュラムのレベル

- ・中京大学での取り組み（白水・三宅, 2009）「スーパーカリキュラム」（1, 2年の4セメスター）と類似
 - ・「概念変化を手厚く支援するカリキュラムが、少量経験に基づいて専門的な解説を与えるカリキュラムに比して知識の portability を高める」という仮説を基に実践
- ・ミネルバ大学で狙う Far Transfer にむけて、どのようにカリキュラム段階が用意されているのか？

	レベル	説明（例：天体概念の例）
他人の意見も 統合した知識	4. 形式理論原則	科学的と認められる説明の構築：球体の地球が自転し、速度が生ずる
	3. 説明モデル	他人の意見も統合できるモデルの構築：地球は中空または厚膜体である
個人でできる 経験	2. 適切なラテン記述	球体の厚さに関しによる経験的化、高度が山や海の高さ以上に比喩と俚である
	1. 観察記録	自分の一時的な体験の言語化：太陽が山の向こうに沈んでいった

もう一つが、カリキュラムのレベル、世界各地を移動しながらいろいろな授業を受けてプロジェクトも進めていくという中身になっています。私は大学時代中京大学だったのですが、そこで三宅なほみ先生と白水先生が取り組んでいたスーパーカリキュラム、このときは学部1年生から2年生という2年間で人の知識、特にスキーマに対する理解を深め、将来活用可能な知識にしていくというカリキュラムを組んでいました。ファートランス

ファーを狙っているという点で、類似しているかなと思いました。例えばこの研究、カリキュラムデザインに明確な仮説を立てて進めています。将来活用な知識にしていくためには、今日午後の頭のセッションでも一つキーワードになっていた概念変化、深い理解が重要で、その過程を手厚く支援するカリキュラム構成が大事なのだと。それは、単にいろいろな事実を学んでいくときに最初ちょっと体験してみて、あとは先生から高度な解説を受ける、という構成よりも、様々な実体験を積み重ね、自らの経験から理論を構築した上で、自分たちで学生同士が対話しながら、これってこういうものなんじゃないか、と、説明モデルを洗練させていくことだ大事ではないかと。単に説明を与えられるのではなくて、自分たちで作っていく、その活動をカリキュラムで保証するような実践でした。

ミネルバ大学で、もう一つ質問ですが、ファートランスファーの力を身につけさせるために、何年間かのカリキュラムデザインをいかに工夫しているのか、そしてそのようなデザインとした仮説みたいところを伺いたいと思いました。

Kenn：御質問ありがとうございます。同じような取組をなさっている皆様が世界中からいろいろな視点を表現されているのは、素晴らしいことだと思います。

まずミネルバシステムについて、カリキュラムレベルでお答えしたいと思います。一つ覚えておかなければいけないのは、どこの学校システムや大学システムであっても、既存のカリキュラムがあるとなかなか新しいものを導入するのが難しいと思います。私たちがやった取組については、まずカリキュラムをゼロから作るという非常に贅沢（ぜいたく）な取組ができました。ゼロから構築するとき、第一の原則として学習科学、そして認知科学に基づいて構築しました。

これは文脈横断的な仕組みとして作りました。その文脈横断型の考え方を取り入れながら作りました。つまり、思考が転移できるスキルですとか、思考や習慣を促す取組に従事することができるという信念です。

多くの教育者がやりたいと思う手法だと思うのですが、全ての領域において実践すべきものを埋め込むんです、カリキュラムの中に。そうするとカリキュラム全体にこうした足場（scaffold）ができてくるわけです。そこで ICT が寄与すると、オフラインであってはなかなか実現できないような仕組みが可能になります。もし、こういった文脈横断的な足場を社会科学、コンピュータ科学あるいは教養の領域で構築しても、オフラインであれば、それを個人レベルに落とし込むことは非常に難しいことでした。しかし、一つ一つの教室のセッションが録音されていたとしたらどうでしょう？あるいは学生と教授全員がカメラを持って録画できて、その場の指導者・講師が個人個人を評価することができ、先生と学生双方の評価が可能になるとどうでしょう

う？そうすれば、ルーブリックを使いながら、思考習慣を分析した上で、それをカリキュラム全体で見えていくことができます。例えばコンピュータ科学においても、その仕組みを用いて学生を分析することによって、学習成果を思考習慣の観点で見ることができるのです。

そうすることによって、そのフィードバックを個人個人に、しかも時系的にできるのであります。先ほどもお話ししましたとおり、我々の脳の仕組みのために、そういった文脈横断型のフィードバックがないと、これらのその習慣を具現化することができないと考えます。

最後に申し上げたいこととしては、政策立案者の皆さんに、行動を呼びかけたいということです。一部の人たちは実際に実践を行っています。様々な学術分野において。アメリカでは、K12のレベル、またより高等教育のレベルにおいて、取組を全米レベルで行っていくということが難しくなっています。なぜならば一元化をされていない、断片化されているからです。良い面も悪い面もあります。

日本の場合には、より一元化されていますので、政策立案者の方から、機能することがわかっている実践を、規模感を持って行うこともできる。都道府県レベルではなく全国レベルで行うことができる。是非真剣にこのような点について考えていただきたいと思います。もし何がしかお手伝いができるようでしたらさせていただきたいと思います。

白水：ミネルバ大学が「クロス・コンテクスチャル・スキャフォード」を掲げているのは、一つは戦略的な意味で、大学教育の1年生のファーストセメスターで、各先生がお好きな内容を教えている場合でも、学び方について学ぶという機会を入れておくことが強力な武器になるからなのでしょう。ミネルバプロジェクトとしては各大学の学生の学び方をしっかり支えていくことによって、他大学とのコラボレーションがやりやすくなる、というのが戦略としてあるのかなと思います。それはビジネス上の話ですが、もう一つは、やはり高等教育の1年生のときに、それぞれ生物学とか地学とか、あるいは専門教科の基礎内容を、ただひたすらレクチャーを聞いて学ぶよりも、それぞれの教科を超えて、「Habits of mind」のような学び方があるということを学んでおくことによって、2学期、3学期、4学期の学習につながるファーストファートランスファーを引き起こす。ミネルバ大学としては各都市を回っていくので、文化の中に沈み込んで生活しながら学ぶことによって、イノベーションの芽というのも状況の中で見つけ出す。そのときに1学期にやった学び方（Habits of mind）が使えるのではないか。こういう構造になっているのかなと思います。

その意味では彼らも、その枠組みを作って、それで終わり、と言っているわけではなくて、その枠組みの中で本当に学生たちが学んでいるかどうかをモニタリングしながら、前に進もうとしている。その点も非常に印象的かなと思いました。

質問でもAIドリルのことに関する質問が多くなっていますので、Qubenaのシステムというわけではないのですが、AIドリルの効果、価値ということを私なりに整理したいと思います。

AIドリルを再考する

- ナノステップで
- 正誤を即時確認して

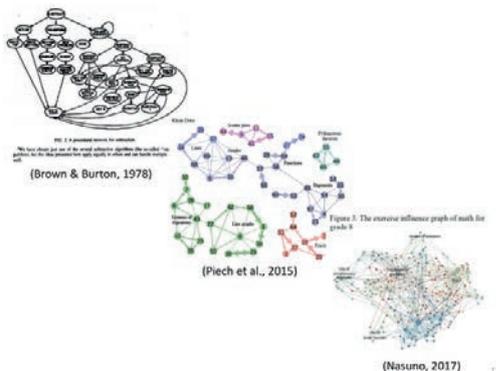
「記録」の効果

- わかりやすい解説を付けて
- できたらほめて
- 学力低位層を救う

記録から見えること：子どもはどうつま
ずくか、そこからどう回復するかを基にした
知識表象図（知識ベース）の生成

AIドリルを再考すると書いてありますが、いろいろなドリルをまとめて戯画化したスライドです。ナノステップで子供に問題を解いてもらって、正誤を即時確認して、わかりやすい解説をつけて、この4番目はQubenaはやっていませんが、できたらシステムが花丸を出して褒めてくれて、学力低位層を救う。これが一般的なAIドリルの概要かなと思います。このとき、実は非常に大きなところとして、「記録」と「支援」という

二つの効果が整理できるのです。記録については子供たちがどういう問題をどういうふうに間違っているかが個人単位で記録されることによって、子供がどうやってつまずくか、そこからどう回復するかを含む、ある種の知識ベースができていくというところに大きな役割があります。



今からもう40年ぐらい前の1978年ですと、子供たちは引き算の繰り下がり間違えるとき、実は（間違っただけでも）それなりに理にかなった間違い方のルールを10個以上持っています。そのときの頭の中の知識表象はどうなっているかを可視化したのが左上の図です。それが2015年にどうなったかが真ん中。2017年にはどうなったかが右下。今のAIドリルの裏にある知識表象というのはこれだけ精緻（せいち）化しています。そのこと自体は非常に大きな資産ではないかと思えます。

AIドリルの次の課題

- ナノステップで
- 正誤を即時確認して

「支援」の側面

- わかりやすい解説を付けて
- できたらほめて
- 学力低位層を救う

次の課題：子どものつまずきを本当にこの「教え方」で救えるか—この教え方がよいかどうかは、あくまで「仮説」

その一方で、ではそれを使って、「わかりやすい解説をつけて、できたら褒めて」というのは、本当に支援のやり方としてよいのかどうかは再考の余地があまりありません。子供のつまずきを本当にこの教え方で救っているのか。ほかのプロジェクト学習と合体することで何とかなるのか。それらは実は仮説でしかないのです。それらの仮説が当たっているかどうかを調べるために、またICTが使えます。そうするとデータを基に先生が仕掛けたことが本当に良かったかどうかというのを見直していけます。

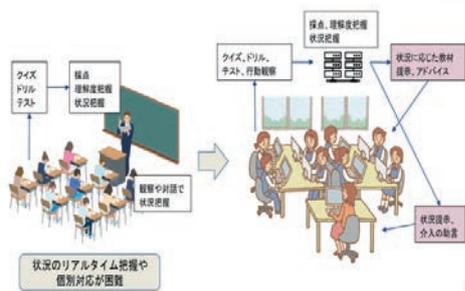
先生が仕掛けたことが本当に良かったかどうかというのを見直していけます。

田村先生、以上のようにまとめると、テクノロジーの隠れた働きとして、学びを支援するだけではなく、記録をとって振り返るという面があるように思います。ラーニングアナリティクスの御専門として、今どんな研究が進んできていて、それを振り返ると次にどういうポイントが大事になりそうか、お話しくださいなと思います。

Learning Analyticsの観点から

上智大学 田村恭久
「教育革新」プロジェクトシンポジウム2020-
2-3 一橋大学一橋講堂

LA利用による学びの変化



田村：ありがとうございます。教育の情報化とは、生徒学生の皆さんがパソコンやタブレットを持ってそれを何に使うかということです。先ほど白水先生から、例えばマルチメディアの教材を見せると、非常に体験が豊かになるという例がありました。そういったいわゆるメディア型の教材を見せるということも、もちろんパソコンを使うときのメリットとしてあるのですが、スライドに書いてありますように、あるいは今御紹介いただきましたように、生徒がどういうふうな間違い方をしたのか、それがどういうふうに修正されていったのかということ、（もちろん先生がトレースすることもできるのですが）コンピュータで見守っていくこともできるのではないかというのが、基本的にこのラーニングアナリティクス、あるいは学習履歴分析と呼ばれているものです。研究としては、2011年ぐらいから大きな国際会議が立ち上がって、今ではいろいろな学会でも研究発表がなされているという状況です。研究全体を見ますと、いろいろなデータをターゲットにしているケースがあります。

LAの対象情報の分類

粒度	粗粒度 Coarse Grained		細粒度 Fine Grained		
分類	第三者参照情報 Certified	LMS履歴	文字情報 Text	挙動情報 Action/Motion	生理情報 Physiological
対象の例	成績、ポートフォリオ	LMSに記録された履歴	レポート、会話の内容	姿勢、動作、表情、視線	脈拍、血圧、発汗、脳波
取得方法	—	LMSログ	LMS、SNS等のログ	カメラ等	顕微計等
参考文献	Ocheja (2018)	主査	Handbook of LA, Chap.7/9	Handbook of LA, Chap.11	Handbook of LA, Chap.10

← Discourse LA
Multimodal LA
→ Emotional LA

Patrick Ocheja, Brendan Flanagan and Hiroaki Ogata (2018), Connecting Decentralized Learning Records: A Blockchain Based Learning Analytics Platform, International Conference on Learning Analytics and Knowledge 2018, pp.265-268.
Charles Ling, George Siemens, Alyssa Wise, Dragan Galicic (Ed.), 2017, Handbook of learning analytics (First Edition)

一番左側の非常に粒度の粗いものと、例えば成績やポートフォリオやバッジといったものを扱います。これによって例えば、学習成果のサーティフィケーションなどを対象にするという研究もあります。次の LMS の履歴期情報は、これから小中高でもデジタル化に伴ってどんどん導入されると思います。ここでは自動的に、例えばいつ何を閲覧したとか、どういうふうに答えたというものの履歴がたまるので、これを分析して、では

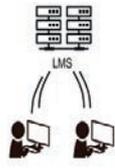
君、次はこれをやってみたら？といったフィードバックをかけるというようなこともある。この LMS については、もう研究というよりは実用化に非常に近いレベルになっています。

一方で、例えば先ほど Qubena さんが、手書きのものをどう扱うかという非常にチャレンジングなことを紹介されました。それから益川先生も、先ほど伺ったところ、例えばテキスト、文字情報をどういうふうに処理し、そこから何を理解しているのかということ抽出する試みをなさっておられます。これらは現状では、まだチャレンジングなエリアなのです。そういった文字情報や、これから御紹介する、生徒振る舞いや姿勢といった挙動の情報を扱う研究もあります。それから、一番右側は、血圧などの生理情報を測って知見を得る研究もある。実は様々なターゲットがあります。

Multimodal Learning Analytics (MMLA)

● 主流のLA

- LMSに蓄積したログを使用
- ログイン履歴、教材アクセス履歴、クイズ回答...



● MMLA

- 学習者PCや近傍のセンサーが収集したデータを使用
- 姿勢、動作、表情、ジェスチャー、PC動作、視線、脈拍...



これは我々の研究ですが、例えばなかなか最後まで課題を出さない人がいる。先延ばしをする人がいる。それって本当に自分の自己認識と合っているのでしょうか、という実験をやってみました。いつ提出したかという情報は全て LMS で取れます。一方で、例えばアンケートで自己認識を答えさせる。これらを比較すると、実はアンケートつまり自己認識と実際の行動が逆だったという、とんでもない結果が出たのです。

LMS履歴を用いた研究例

<仮説>
「先延ばし傾向に対する自己認識」と実際の「課題の取り組み方」には差異があるのでは？

<検証方法> 質問票と学習履歴の両方を用いて測定



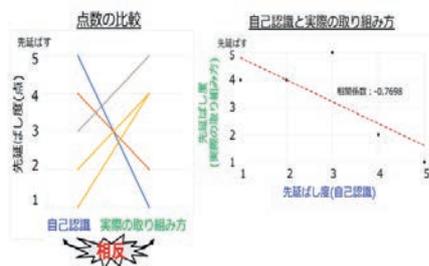
石井、梶藤、田村、学習における「先延ばし傾向に対する自己認識」と実際の「課題への取り組み方」の比較、学習分析学会第1回研究会、2019-5-11.

つまり、「いや俺って大丈夫だよ、すぐ提出できるから」と言う人ほど最後まで後回しにしているという結果も出ている。これは LMS の履歴を使った一つの例です。

白水：田村先生、これは生徒にフィードバックすると行動が改善していくでしょうか。個人的には先延ばしの話題は身につまされる話で、言われても変えようがないとも感じますが。

田村：まだきちんとした結果は出ていないのですが、2回連続で、すなわちビフォーアフターでアンケートをとってみると、割と自己認識と結果が一致する方向に動くという予備結果も出ています。ですからフィードバックすることによって、俺は大丈夫だと言っていたけれども出せなかったという結果を自分で認知することで、自己認識と合ってくるという改善例はあります。

LMS履歴を用いた研究例：結果



LMS の履歴だけを使うとデータのバリエーションが少ないのですが、生徒学生の側にいろいろなデバイスが置けるとすると、より多くの情報が取れる。これを利用できないかというのがマルチモーダルラーニングアナリティクスと呼ばれているものです。これは何かすごく特殊なデバイスだけではなくて、例えばタブレットのカメラやマイクなども利用可能です。

MMLA研究例

- 授業中のグループディスカッションの活動を取得・分析
 - Multimodal data acquisition during group discussion
- 通常教室、パソコン室、アクティブ・ラーニング教室を比較
 - Comparison: traditional room, PC room, active learning classroom
- 取得情報
 - 体の移動 Body movement: ディスカッション中の動きを分析
 - 音声 Utterance: ディスカッション中の発話を分析

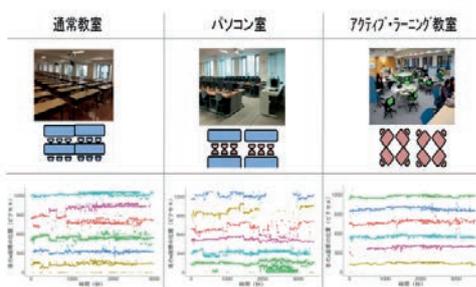
我々の研究例として、これはちょうど先週結果が出たばかりですが、アクティブ・ラーニング教室という、自由に席を移動できる部屋がありますね。アクティブ・ラーニング教室と普通の教室とパソコン室で、グループディスカッションをやらせるとどのような違いがあるかということ进行分析してみました。

データ処理・分析手順



対象は体の移動と、発言頻度の違いです。360度カメラで撮って、実際の体の動き、骨格座標がこの細い線で示されていますが、これを機械学習で推定して、どれぐらい動いたかを測定しました。

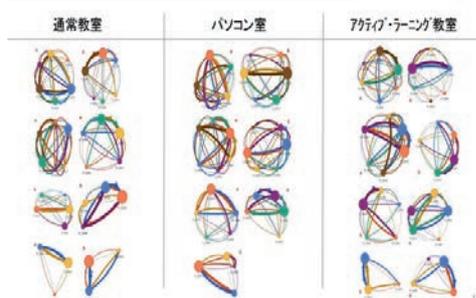
3教室における移動(水平方向)の比較



アクティブ・ラーニング教室は動きやすいという仮説を持っている方がいらっしゃいますが、実はアクティブ・ラーニング教室のディスカッションというのは余り学生が動かないということがわかった。これは考えてみたら当たり前で、非常に快適な環境でディスカッションができるわけです。わざわざいろいろな方向を振り向いたりしなくてもいい。それに対してやはり、一番左側の通常教室ですと、固定された机をわざわざ避けながら後ろを向いたりしなければならぬので、余計な動作が入りやすい、といった結果も出ています。

それから音声、これはハイラブルという会社のマイクアレイを使って分析してみたのですが、例えば、これはまだきちんと定量的な分析ができていないのですが、こういう発言の遷移が可視化できます。

3教室の発言の比較



この大きい丸が一人一人の学生です。四人の学生がこのような感じで発言をお互いにやりとりしている。これを大雑把（おおざっぱ）に見ると、やはりアクティブ・ラーニング教室の方が落ち着いて会話ができるケースがある。通常教室では、もちろんよい対話もあるのですが、偏ったメンバーしかしゃべっていないケースもあり得る。このようなデータが実際に取れるという一つの例です。

LA研究の課題

- Background Theory や仮説がない研究も
 - 「このデータを取れるから」から出発する場合も
 - 教育学、認知科学の先行研究利用はこれから
- データの種類や分析手法が一律でない
 - 統計、時系列分析、Deep Learning による分類...
- 教育現場への導入メリットの訴求が不十分
 - 研究者による Low-hanging Fruit のアピールが必要
- 従来の科目・単元設計との接続が不十分

私はデータサイエンスの科目を担当しているのですが、ここで扱ういろいろな手法を駆使しないと分析がなかなかできないという、非常に面倒な話があります。

定性的指標と定量的指標の接続



また、実際の教室に導入しようとしたときに、こんな分析をして何が面白いのか、実際の教室にどう役に立つのか、そこを研究自体では訴求できてないケースもあります。こういったものをこれから一生懸命やっつけていかなければいけないと考えています。

白水：最後のスライドが非常に印象的だったのですが、研究者としては「たくさんのデータが取れるとよいよね」という前提で研究を進めてきたのが、果たしてそれでよかったか、というのを振り返って反省なさっている。これがすごく大事だと思います。

発話量を取って皆活発であればよいという前提で進めてきた研究も、本当に発話量が学びの何を表すのかと考えたときに、スライドの一番上にあるような、どういう理論で「話せば話すほど人は学ぶ」と思ってしまったのだろう、といったことを見直す。そのことがすごく大事ではないかと思えます。

そのときにもまた ICT が使えます。先端技術のガイドラインについて考えていくときにも、データを取ると同時に、各現場が「このデータって本当に意味があるのかな」と振り返りながら、日々の授業に生かせるかどうかを検証していく必要があるのではないかと。そのためのインフラが必要なのではないか。

皆さんの質問を見ていると、そうやって検証しつつ使わないと、昔の行動主義に戻ってしまうのではないかとこの恐れがあるように感じました。ネズミをケージに閉じ込めて、どう学習するかというデータを取って理論を組み立てていった B. F. スキナーという研究者がいるのですが、そのスキナーの研究室では全くネズミ自体を見ない。隣の部屋に出力されるデータだけを見て理論を作っていた。そんな世界に近くなる難しさ、怖さを感じられているのではないかと。

そう考えると、日々の子供たちの学びがどちらの方向に向かっていくとよいと考えるのか、それをどうやって後押しするか、それらの視点から先端技術の話と教育ビッグデータ、学校 ICT 環境をセットで考えて事業を進めていかなければいけないかなと思えます。

田村先生にお聞きしたいのは、ガイドラインを考えていくときに、これら 3 層のポイントがど

う組み合わせさつてくると、取りたいデータが簡単に取れて、それを現場が使って役に立てられて、だったらこうしたデータをもっと取っていこう、それで子供たちの学習を支援していこうというサイクルが生まれてくるか。整理をお願いします。

実用化への課題

- 異なる種類の履歴のAggregation
 - 異なる教科=異なるデジタル教科書プラットフォーム
 - 公教育と私教育
 - 単一の研究では、異種の履歴の組み合わせの議論はあまりない
- 学校ID, 学習内容ID, 学習者IDなどによる「名寄せ」
 - 学習内容ID: 単元ID (文科省), 学習要素リスト (JAPET等)
- 個人情報の保護
 - 個人情報保護のポリシーが自治体によって異なる
 - 匿名化/連結匿名化

田村：先ほど研究の話をしました。先ほどのネズミの例ではないですが、研究であれば一つの実験室の中で完結します。これを全国の小中高に広げていく、あるいは学校だけではなく、例えば私教育とコラボレーションするなど、様々な展開が考えられるわけです。そうした場合、デジタル教科書にも実はいろいろ課題があって、A会社のもの、B会社のもの、全部ログの形式が違

たりするわけです。それから私教育で取れるいろいろなログも全部違う。こういったデータをまとめていく、アグリゲーションしていくことが、多分これから必要になってくるでしょう。

このために例えば、学校 ID や、また学習内容 ID と私が勝手に呼んでいますが、文科省が今まとめておられる単元 ID を使うと、何を習ったときにこの子はこういう反応をしている、といったことが、串刺しで例えば検索できる。あるいは学習者 ID という、学校でつけている ID と私教育でつけている ID とを対応しなければいけないわけです。

こういったことをやっていかないと、多分これはうまく横展開ができていかないだろうと考えています。

それから、最後に個人情報の問題があります。いま、文科省と総務省で実証事業をやっていますけれども、実証地域でもすごく苦しんでいます。各地域で個人情報保護の条例などの項目が全部違うのです。各々に合わせなければいけないということで、大変苦しまれていると聞いています。研究レベルではなく、実施のレベルとして。

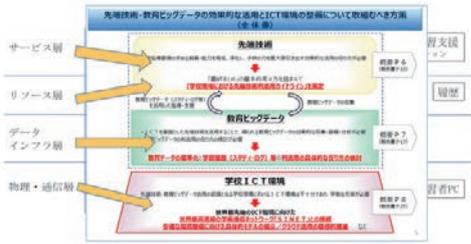
実用化を踏まえたLAのエンティティ階層



田村, ラーニングアナリティクスとモデリング, 人工知能学会誌 (to be published)

これを考えてみると、今は例えばこの図の右下の、学習者 PC を一生懸命入れましょうという話がありますが、その上二つに、例えば実際にデジタル教科書があり、デジタルのドリルやテストがあり、というところはわりと注目されているわけです。ところがその間の、この枠で困ったところがうまく機能してないと、一番上のサービスのところまで実は飛び上がっていけない。これは研究ではなく、LAなどを現場に展開するときのボトルネックになるのではないかと思います。

田村先生の整理と最終まとめを対応づけると...



白水：田村先生の整理と最終まとめを対応させると、サービス層とリソース層が先端技術に関わる場所、データインフラ層が教育ビッグデータとリソースを結び付ける、それを物理・通信層が支えているという整理ができるかと思えます。今回のシンポジウムが一番上のサービス層だけにフォーカスしましたが、国研のプロジェクトは文科省と一緒に教育ビッグデータについても調査研究を進めておりますので、それはまた別のシンポジウムで扱いたいと思えます。



大事なのは、データを使って先端技術でこれをやればいいはず、と走り出したら、本当にそれで良かったのかということを検証していくことでしょう。その一例として、最終まとめのスライドに基づいて、こういう活用場面、先端技術の機能に応じた効果的な活用の在り方というのが提言されています。益川先生、これを見たときに学習科学者としてはどういう感想をお持ちになるかを聞かせていただけますでしょうか。

先端技術活用促進方策に対して

- ・学習のゴールとイメージをはっきりとさせる
 - ・教師が確認テストを実施し点数がある程度取れば学習できた（知っている）として次の内容に進むではなく、今の状態からさらに深める（概念変化を起こさせる）ための活用へ
- ・学習理論に支えられて要素技術をどこでどう使うとよいかが見通せること
 - ・例えば、問いを共有することが大事、考えの違いの可視化が大事、考えた過程の履歴が見えるといい

益川：これが登場したときに思ったことが、いろいろな技術要素は並べていますけれど、これらの活用が下手をするとより良い使い方だったりそうでない使い方になったり、いろいろになってしまう。これらをいかに使っていくべきか、大事な点が二つあると思えます。一つは、学習、子供たちの学びのゴールやイメージをはっきりさせることが必要かなと思えます。例えば教師は子

供たちについて、どうなったら子供たちが学んだ状態だと想定するのか。とにかく教科書の文言を再生できればいいのか、そうではなく、ちゃんと学んだことがどこかの場所で役立つということまで意識しているのか、そのような前提条件によって、先端技術をどう活用していくかということも変わってくるのかなと思えます。

もう一つは、ちゃんと学習理論というものに支えられて、要素技術をどこでどう使えばよさそうか、こういうことを見通しながらシステムを構築したり、活用したりしていくことが大事なかなと思えます。例えば学習科学の視点で考えますと、今日もいろいろなシステムのツールの紹介もあったと思うのですが、例えば、学習者が問いを共有することがその先に学び深めていくときに大事だとか、お互いの考えの違いを可視化できるかとか、そして一人一人の考えた過程の履歴が見えるかとか、そういうような理論に支えられた支援のありようを考慮し組み込んでいく。そういう観点が大事になってくるかなと思えます。

白水：ここから先生方に、ガイドラインに何が入るといいか、といったことを聞いていこうと思っていたのですが、質問がたくさん集まってきてまして、それに対するお答えも皆さん知り

たいだろうと思いますので、何個か取り上げて質問に回答していただきたいと思います。

神野様への質問で、「AIドリルも結局ドリルを組み替えただけで、結局はICTが入ってもやることは一緒。Qubenaも一斉に学習するだけ、プリントがICTになっただけで、あんまり革新的ではないのではないか」と。あるいは、「ICTの使い方について、AIドリルのように時間の短縮だけに使用するのではなくて、探究的な学びの中にどのように組み込んでいくのが大切なように思います。基礎的な知識技能の習得、探究的な学びを両立させていくところにICTの機能が活用されていくことができないでしょうか」という御質問がありますので、応答をお願いします。

神野：プリントがアプリになるだけじゃないかという方もきっとその前の方も、とにかくアクティブ・ラーニング、アクティブラーナーがどうなっていくんだという話がされたいのかなと思っているのですが、まずプリントとの違いで言えば、例えばプリントって丸付けをしなければならぬし、子供たち一人一人に対して適切なプリントを作るというのはすごく大変だったり、やはり先生に対する負荷がものすごくかかってくるものを、ICTにすることによって、それはもしかしたら質問者がおっしゃるとおり、一斉授業と変わらない。きっとその方は、アクティブ・ラーニングになっていないよねと言いたいのだと思うのですが、おっしゃるとおりそれはなっていない側面が大きいかなと思います。

私がAIドリルで成し遂げたいことは、やはりアクティブ・ラーニングってともすると先生の実力がすごくかかってきてしまって、知識技能の定着というところになかなか担保がとれないというような事態も招いてしまうところが諸刃（もろは）の剣かと思っていて、そこを担保するためにもこのドリルを入れるべきなのではないかというのが一つ思うことです。

ですので、AIドリルがアクティブ・ラーニングになるというよりは、AIドリルによって知識技能の最低限やらなければいけないところをこれだけのスピードで終わらせます、それで得た知識というものをどう活用しながら、探究的な学びにつなげていくかというところに人々はフォーカスしていく。そのような授業設計がこの後取れるといいのではないかと考えています。

白水：ありがとうございます。私の感想を言わせていただくと、やはりこういうAIドリルを1回入れてみていただくことによって、会場からこれだけの異論反論・反応が来るとするのは、逆に言うと、私たちの教育哲学というのが、テクノロジーを導入することによって、本当にそれでいいのかと問い直されるという側面があるのだと思いました。AIドリルを使うかどうか、自分たちの文脈の中でどう使うか。それがペダゴジーにも哲学についても見直しを迫る議論を引き起こす。そんな効果があるのではないかと思います。

益川先生、先ほどおっしゃっていた前向きな学びの話と絡めて、「麹町で行ったドローンに関する学習と、益川先生が指摘していた次につながる問いはかなり距離があるのでは？」という御質問への御回答をお願いします。

益川：次につながる問いをどう捉えるかというところなのですが、例えばドローンに関する学習も、そういう問いが降ってくると、その範囲の中で、知りたいことっていっぱいあると思うのです。そういうタイプの問いもあると思うのですが、もっと本質的に大事にしていきたいのは、子供たちが日々教育課程を通して、いろいろな教科、いろいろな事柄を学んでいく中で、授業の

中で様々なことを考え、対話を通して知識を作り上げるたびに、その先知りたいことが生まれていく、というような、そういう日々の授業を通して問いを作っては深めていく、そういう経験をどれだけ積んでいくかということところが、最終的なクリエイティビティや、様々な能力の育成や、いろいろな学びの理解を、知識領域の知識の深さと同時に育んでいくことにつながるのではないか。そういう視点で、長いスパンでどう深まっていくか、テクノロジーを活用して支援したり見ていくことが大事なのかなと思っております。

白水：今のポイントにつなげて、いろいろな教科で、例えばケンさんは Habits of mind というものを異なる教科間で入れていくようなカリキュラムを組んでいく。理論的にはわかっている、それができればすごく良い話に聞こえるけれども、実態としては難しいのではないか。それが本当にできるのかどうかということと、そこでファートランスファーと言っていいのかどうかという質問について、いかがでしょう。

Kenn：難しいことはありません。簡単です。ただ設計して実践するだけです。真っ白の紙から始めればやりやすいです。ただ秘訣（ひけつ）があります。我々がミネルバでやっていることは、何か初めてのことを（invent）したわけではなく、これまでの実践を改善しているということなのです。基本的にはほかの人が作ったものの上で、系統だった形で行っていくことです。

これまでに議論がなされてきた点について差し支えなければ、少し、直截（ちよくせつ）的なアメリカ人として申し上げたいことがあります。いいですか、テクノロジーのことは忘れましょう。もう 1 回言います。テクノロジーについては忘れましょう。デジタルでも紙でも関係なく、オンラインでもオフラインでも関係なく、どのように学習効果を最適化していくのかということです。学習効果を最適化するために、一番必要なことは、グローバル社会において成功するため、そして転移を起こし続けるために何が最適なのかということです。オンライン、オフライン、デジタルペーパー、ICT、非 ICT ということも含めて、最適な組合せは何か。果たして AI ドリルなのか。もしそれが最適化されるような学習効果をもたらすということであれば活用すればよいでしょう。

私どもにとって一番大事なことは、生徒たちが参画型の緊密なクラス、教室環境を作り上げるということです。もしそれが最適だというふうに考えるのであれば活用するということになります。まず教育が第一、テクノロジーは第二と申し上げました。教育効果をもたらすために必要なことこそが、我々が行うべきことです。

白水：とても大事な、今日のテーマに迫るメッセージでした。テクノロジーをどうしても先に考えてしまうのですが、そうではなく、本当のところ何がしたいのか、そこに欠くべからざるツールは何か、そんなものとしてテクノロジーを入れていくべきだ、このように考えていくとよいのではないか、というメッセージでした。

田村先生には、「例えば子供自身が自分でデータを使って自分の学習分析をする学習も開発されているのでしょうか。現場の中に子供、学習者自身が含まれてない気がします。自己省察が深い学びの中心ではないのでしょうか」という御質問を頂いています。「自己省察が深い学びの中心ではないのでしょうか」というのも一つの仮説ですよ。その仮説に対してイエスかノーか、ではそれ

に対して、ラーニングアナリティクスが使えるか、という順でお答えくださいますか。

田村：その仮説に対しては完全に賛成で、そのとおりだと思います。またそのために、いろいろなものが利用できると思うのです。一つの例として、LAの研究のアウトプットとして、ダッシュボードというものがあります。君は一週間の間、こういうふうな感じで時間を使ってきたよね、というようなことを単にビジュアライズするだけなのです。実はそれをやるだけで効率が上がったりする、というような検証結果もあります。

では何をフィードバックして、何をビジュアライズするのか。これはもう研究の中では細かく分かれているので、トータルで何が役立つかということは言えないのですけれども。ただ先生が何かを見て、先生から生徒に何か口頭で言うということだけではなく、生徒自身が自分を振り返る材料を、機械が、コンピュータが与える、ということは、いろいろなところで実は有効性があるので、私はそれだけでもいいのかなと思います。逆にそこを隠してしまって、次はこれやりなさいといったレコメンデーションだけ出てくるというものもありはありなのですが、その手前として、まず君の状況はこうだよと示すということも、非常に大切かなと思っています。お答えになっていますでしょうか。



白水：先ほどのスライドに戻って、自己省察も含めて、こういう使い方もいい、ああいう使い方もいいということで、この絵にたくさん付け足していく、そんな形でのガイドラインも考えられます。

まとめると...

1. 「児童生徒に何をどう学んでほしいから、こんな風に高度情報技術を使いたい」という学習の「ゴール」と「仮説」をはっきりさせる。
2. その際「人はいかに学ぶものか」という学習理論を参考にする。
3. 実践したら、結果を振り返り、検証し—**高度情報技術も使って**—、1と2をさらに良質なものにする。

テクノロジーの**学習支援**と**記録の同時活用**

したから、必ずうまくいきます、という話ではなく、結果を振り返って検証する。そこに ICT が使えることによって、私たちのゴール・仮説・学習理論が持続的に良質なものになっていく。そのための学習支援と記録の両方の面がテクノロジーにはあるのだと思います。

けれど、今日話を踏まえると、ガイドラインに入れるべきことの一つのポイントとしては、児童生徒に何をどう学んでほしいから、こんなふうに高度情報技術を使いたい、ということ。つまり、エデュケーションファーストでテクノロジーがセカンドに来るように、学習のゴールと仮説をはっきりさせる。その際、人はいかに学ぶのかという学習理論を参考にする。では、理論を参考に



そう考えると、私たち研究者としてほしい、かつ国研として集めたいデータというのは、これらの使い方のどれが○でどれが×かという話ではなく、



これを三次元のように倒したときに、例えばこの使い方というのはどういう学習理論に基づいて提案されていて、それを実際の現場で使ってみたらどんな役に立ったかという検証をしていくような、大きなフレームワークの中で、集まってくる仮説検証型のデータではないか。そのデータを実践現場から頂きながら検証し続けていく。それが例えば、全国学力・学習状況調査のような悉皆(しっかい)のデータと紐づいていくことによって、効果をより幅広い見地で見えていくことができるとよいのではないかと。そう思います。

白水：それでは最後に、お一人 30 秒程度でコメントをいただければと思います。

益川：子供たちの頭の中ってどんなふうを考えてどんなふうに進んでいるということが、これまで本当に全部見えてきているわけではありませんでした。そういう意味ではこれからテクノロジーの力、IA によって、ようやく見えるようになってきた子供たちの思考過程を見ていきながら、子供の学びのモデルをみんなで作り上げ、より効果的な先端技術の活用についてみんなで考えていく。そういうコミュニティーができていくといいのかなと思いました。

神野：私は今本当に、1 月も計 40~50 ぐらいの実際の方々とお話しながら今この話をしています。まず、今日 AI ドリルという話を聞いたときに、これだけ質問が出たり、意見が出るというところも踏まえて、まずこれはやはり直接この国全体に伝えていかないと、その上でどのような議論が巻き起こるのか、ということをやっていかなければならないというのは、今すごく感じていることです。一つ例を挙げると、イギリスなどは結構 EdTech の導入が教育の現場でも進んでいますが、そのイギリスの学校長ですら、どうやって選ぶのかと聞いたら、3 年ぐらい学校の導入実績があるようなプロダクトを選ぶ、といった言い方をします。結局教育プロダクトとは、教育委員会の方々、さらには教育現場の校長先生なども、ぱっと見た瞬間にそれで子供たちに何が起るのかというのは本気で判断しづらいのです。だからこそそういう実績などに頼って導入せざるを得ないという側面があると思うのですが、今日私は AI ドリルという立場でいろいろしゃべらせていただきましたが、恐らく今年来年にかけて、有象無象こういうプロダクトが出てくると思います。そのときに、どの AI ドリルで自分たちのコンセプトがかなえられるかを本気で考えな

ればいけなくて、ミネルバ大学がすばらしいのは、コンセプトも自分たちで作っている、テクノロジーも自分たちで作っている。だからオールインワンで完璧な教育ができるという話になるのですが、公教育の現場はそうではないわけです。コンセプトは作ることができたとしても、恐らくテクノロジーを作るといのは一校一校では絶対不可能だと思います。そうしたときに、やはり我々だけでなく皆さんや文部科学省も含めて、まずこの AI ドリルというものは何なのかということ、地方自治体に対して一緒になって伝えに行くというのは一つですし、またガイドラインの中に少し実証例、AI ドリルで何ができるのかということに関しては、コンセプトや言葉では駄目なんです。コンセプトや言葉というのは学校が使うものであって、そのコンセプトに対して我々は何ができるのかということ、数値も含めてきちんと出していく。そのために、そのこと自体はガイドラインに盛り込んでいくということが大事なのではないかと思っています。

Kenn：もう既に多くのことを語ったと思いますので、余り多くは語らないとしましょう。こういった開発過程にあって、あるいは政策立案者の皆様がたにミネルバがお力添えできるようなところがあれば、是非お声掛けいただきたいと思います。

田村：私から申し上げたいのは、まず教育現場の方は、コンピュータ屋さんを怖がらないでいただきたいということです。一方でコンピュータ屋さんやベンダーさんは、教育屋さんをまるめこまないでいただきたい。お互いが、例えば今日もお話があったような、こういう教育に向かっていきましょう、という姿をお互いが共有することによって、初めて成り立つ世界だと思うのです。そこをお互いにリスペクトしながら進んでいくところがとても大切かなと思います。

白水：EdTech Developer's ガイドの最初の方のページに、「デベロッパーさん、学校に入っても自分の製品の紹介から始めるな」という趣旨の記述があります。「コーヒーを配って先生と仲良くなって、初めて学校の問題が見えてくる。学校の問題が見えてきても、まだ商品を入れるな。どうやって学校の問題をテクノロジーが改善するか、勝算があるか、先生方に見えてきて、初めて商品を紹介できる、そういう形で商品を紹介していく必要がある」というのです。情報技術活用のど真ん中には学校が、教師が来るべきだろうということでしょう。

まとめると...

そのための学びのトータルデザインとステークホルダー間の協働が重要：子どもの対話から学ぶ大人の対話の重要性

こんな簡単なシステムでも現場は嬉しい。

「例えば研究授業の際に子ども達の音声をその場でマイクが拾い、参観者の耳元のレーザーに届けたり、子どもの書いているものが参観者の手元で確認できたりするような参観者の機能拡張システム」(CoREF, 2020)

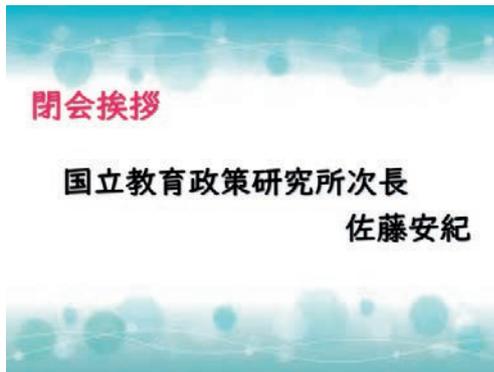


その意味では、Jeremy の構図では、Educator (教育者) と Researcher (研究者) と Policy maker (教育行政関係者) の真ん中にデジタルプロミスがありましたが、その代わり、それぞれの真ん中にそれぞれの学校が位置づくようなネットワークを作っていくことが今後、非常に大事なところかなと思います。

大分発散的なものになったかもしれませんが、これでパネル・ディスカッションを終わりたいと思います。登壇者のみなさま、ありがとうございました。

第6節 閉会挨拶

(国立教育政策研究所次長 佐藤安紀)



本日はこのように大勢の皆様到最后まで御聴講いただきましてありがとうございました。本シンポジウムは昨年7月にキックオフシンポジウムを開催いたしましたので、この半年間だけを見ましても、情報技術の進展もございますし、政策的にもGIGAスクール構想の発表ということで、大変大きく物事が進んでおります。

次のシンポジウムは、今年の9月15日に、国際シンポジウムという形でまた皆様とお目にかかることができればと思っております。

そして今日はAIによる翻訳ということで御案内申し上げておりましたが、Artificial Intelligenceであるとはどこにも書いておりません、実は「愛といたわり」の翻訳システムでございました。システムの向こうでは多くの方々が翻訳に携わっていただいている、とてもヒューマンなAIではないかと思っております。

また皆様とお目にかかりたいと思います。本日はありがとうございました。



第3章 シンポジウムにおける示唆及びアンケート結果の分析

以上が、「高度情報技術の進展に応じた教育革新に関する研究プロジェクト」(令和元～3年度)の論点整理班におけるフェイズ1シンポジウム「高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けて」の概要と講演録である。以下、本シンポジウムの振り返り、シンポジウム参加者のアンケート結果、有識者のコメント、今後に向けた展望を記す。なお、以下の分析・記述は、文部科学省・国立教育政策研究の組織としての見解を示すものではなく、客員研究員としての分析・記述であることに留意されたい。以下、所属はシンポジウム当時のものである。

第1節 シンポジウムを振り返って

以下、シンポジウムの構成に従って、その発言や議論について、第1章(特に図1)の内容に照らしながら要約・抄録を行う。なお、発言を引用した部分は鍵括弧で示す。オーディオレスポンスシステムを介した会場からの質問もその中に適宜含まれる。

1-1 所長挨拶及びパネル・ディスカッション1

本研究所中川所長(以下、所属は全て登壇時)の開会挨拶では、本研究の目的—高度情報技術の適用それ自体が目的ではなく、教育の質を高めること—の再確認が、三宅(1985)も引用してなされた。そのために「未来の新しい学びの姿」を「やわらかい頭」で、想像(imagine)し創造(create)する重要性が指摘された。

午前中のパネル・ディスカッション1では、文部科学省に属する教育行政関係者が登壇し、その立場や見解の違いによってそれぞれ多様な意見が表明された。

教育課程課教育課程企画室 板倉室長は、学習環境を良くしていく多々ある要素の大きな一つに高度情報技術(ICT)を位置付け、教員も含めた人が「人としての強みに、より集中できるような高度情報技術の在り方」を重視した。特に2020年度から順次実施される学習指導要領とICTとの関係において、ICTを用いた活動さえすればよいということではなく、「目的は飽くまでも主体的・対話的で深い学びを実現し、資質・能力を育成するためのICTの使い方」を見つけていくことだと訴えた。

第1章で整理した立場としては、所長同様に、教育と学びの本質から高度情報技術と教育革新のテーマに迫るものだと言える。

これに対して、情報教育・外国語教育課 高谷課長は、社会でICTが日常的に使われているにもかかわらず、学校での学習や連絡・情報収集には使われていないという実態、その反面、チャットやゲームにばかり使われているという実態を示唆する調査結果を基に、学びとICTを連携付け、それを「文房具のように、書道道具のように使う」ことを提案した。そこで培われる「情報活用能力」が、PISAの読解力調査で求められているような、これからの時代に生きるリテラシーに該当すると主張した。

第1章の整理に照らせば、情報基盤の必要性からテーマにアプローチする立場・論理だと言える。

学びの先端技術活用推進室 桐生室長は、未来に目を向け「一人一台環境が整って、その環境がフルに生かされた場合どのような社会になるのか、どのような学校の姿になるのか」に関して、「ビッグデータ活用」という「データを中心とした姿」を例示し、それが学習者・教員・民間・研

究者に提供する利点を論じた。その一方で、教育や社会全般において、「正解があったり、やり方が一緒だったり、あるいはそれをうまい形で分けけて……論理的にやっていく」だけの世界から、「人間的で包括的で、意味や物語が大事」だという世界へと変化していくことを前提とした上で、「データで測れるところは全て測った上で、測れないところが教育で大事になってくる部分ではないか」と主張した。この主張に基づき、学校不要論などの意見に対しては「人から学ぶ」ということがより重要になり、そのために学校が依然必要ではないかと帰結した。

第1章に照らすと、未来の社会の姿を押さえ、情報技術と情報基盤に支えられたデータ活用の可能性を認めた上で、それでも捕捉しきれないところに教育の本質を見出そうとするものだと言える。第1章の石黒(2009)の主張をも想起させる内容である。

教科書課 中野課長は、GIGA スクール構想で一人一台端末が整備された際に大きな動きが起きるものとしてデジタル教科書を位置付けた。ただし、「デジタルは目的ではなく飽くまで手段だ」とした上で、「AIドリルなどで自分にカスタマイズしてどんどん問題を解いていくというイメージ」や「一人ずつ端末(だけ)に向き合って、集団による学びや体験的な学びがおろそかになる」という懸念は、使い方次第なのだ論じた。違うイメージの使い方として、「個々の児童生徒が自分の手元でいろいろと思考」した上で、グループワークで思考結果を「見せ合いながら試行錯誤して話し合いをし、さらには大型提示装置で自分のスライドを映しながら発表していく」例を紹介し、主体的・対話的で深い学びと個別最適化された学びとは矛盾しないと主張した。その根拠として、「興味関心は一人一人異なり……何を課題と考えるか、そして課題に対してどうアプローチしていくかについても多様な考え方があり……それを共有し合うことで更に新たな学びにつながっていく」可能性を挙げた。

これは、第1章の整理に照らせば、子供はいかに学ぶかという学びの本質に基づき、デジタル教科書やそれと連動した各種機器といった情報技術の使い方を考える立場である。問題は、上記のような形で実際に学びが展開していくかである。例えば、クラスで共有した課題を皆で解く協調問題解決の場になっていなければ、「共有」が一人一人にとっての仲間との情報交換の機会が終わってしまい、新たな学びにつながらない場合もある。それでもなお、こうした具体的な学びのイメージを描くことが、情報技術(例:デジタル教科書の活用履歴記録機能)を使った検証(学習評価)につながっていくことは確かである。

特別支援教育課 俵課長は、障がいのある子供たちが視線入力装置や口によるペン入力で描いた絵を見せながら、「子供たちの可能性を広げることができる」ものとして先端技術を位置付けた。病室で授業を受けていた児童生徒が教室に戻る前にその容姿の変化に関わらず、皆が打ち解けやすくなるようにネットワークを介して遠隔授業する例や、病気で行動制限された児童生徒が自分で作ったプログラムを埋め込んで闘う「ロボット相撲」の例にも、その位置付けは共通していた。

第1章の整理に照らすと、「可能性を広げる」というニーズが強く存在する特別支援教育をフィールドとして、三つの立場、特に学びの本質と情報技術の可能性を緊密に結び付けようとする立場だと言える。明確なニーズや目的のあるフィールドに先端技術が導入されることで、児童生徒の知力や物理的にできることを拡張するツール—Engelbart(1962)の言う Intelligence Amplifier (IA)—としてテクノロジーが役立つことが説得的に示されている。

モデレーターの木村会計課長は、以上を踏まえて、「未来に出ていく子供たちにとって最適な学びの場を提供することが学校の役割」と定めた上で、未来の学校の姿はどんなものになるかを後

半のディスカッションの基本的な論題とした。

これに対して、板倉室長は、フロアからの質問も踏まえながら、「資質・能力の育成」のために ICT を効果的に活用することを核として、学校内の教師と外部の社会一般とのコミュニケーションを図ることを訴えた。教師にとっては ICT を活用した学びによって「子供たちの変容する姿、成長する姿」を見ることがその活用を促進し、「資質・能力の育成という点が、学校の外にいる方と中にいる方を結び付ける接点になっていく」と述べた。すなわち、学校の中で特定の内容を学ぶことを超えて、それを通じて何かをできるようになることが学校外の生活や職業につながるとのことである。さらに、従来「合理的な教育につながっていくと考えられていた」カテゴリ分け（学校段階や学齢集団、学級など）が複雑化、あるいは無くなっていくと、「違いがあって当たり前」で、その「違いを認識した上で、それぞれの良さをしっかり理解していく、そういう学びが、技術を使ってより進んでいくということが望ましい」と主張した。

桐生室長は、「なぜ人から学ぶことが大事か」というフロアからの質問を取り上げ、将来、答えがない世界の中で考えることが主になると、「誰も答えを持っていない」際に、単に情報を処理するだけではなく、「悩みながら考えていく『人』がどうしても必要になってくる」ため、その準備として「一緒に学んでいくという場が恐らく学校となる」と述べた。

中野課長も同様に、「内輪でしか通じない話をしてしまう」のではなく、「多様な人と学ぶ」ベースとして未来の学校を位置付けた。

俵課長は、この同じ問いに、「グループ分けという考え方がなくなっていくことを踏まえて、「それぞれの障害の状況や学びの状況を皆でデータ化して共有」しながらみなで一緒に学ぶことを提言した。

板倉室長は同じ問いに対して、学校には学習集団という意味合いだけでなく、生活集団という意味合いがあり、知識や技能がデジタルに個別化された形で定着できるとしても、「人と人とのつながりというのは、実際に触れ合うことで初めて理解できる」ものであり、教師はその教育のための「大きなセーフティネット」になるのではないかと主張した。

これに対して、高谷課長は、「教師と ICT が相対するもの」という議論や、そこから「教師は要るのか要らないのか」という議論がなされがちだが、そうではなく、社会と同様に ICT を「ふだん使い」してほしいとの要請を再度行った。そのためにも、ICT を活用した「その先の教育というものを見える形にしていく」ことの重要性を指摘した。

板倉室長も「教科等の授業でどのように ICT を使っていけるかという絵姿をまずは共有していくことが大事」と述べ、地理において、各自が ICT で調べたことを重ね合わせて地域の特徴を見出す例や、数学の二次関数において自分で数字を入れてグラフの変化を可視化する例を挙げた。

続いて、中野課長も、「デジタル教科書はこんなにすばらしいのだ」という議論が熟し、かつデジタル化で不要になるものがあるというコスト面でのメリットによって、無償化に向けて前進できると示唆した。

俵課長は、ICT の進展で在宅での就労が広がることで、障がい通勤が難しかった方にも勤務の可能性が広がるために、そうした可能性を見据えて学校現場で ICT を活用できるとよいのではないかと述べた。

桐生室長は、こうした教育の未来像を論じるときに、それが「今の延長線上」や海外にあるわけではなく、我々に「ぴったりの答え」がどこにもない中で、皆で最大限合意をしていけるとこ

ろは何なのかを考えていきたいと結んだ。

以上より、それぞれの立場や考えの微妙な違いに応じて、第1章に整理したような違いが見られた反面、その対話からは、高度情報技術を使うと子供のどういう姿を実現できるのかを具体的に共有することの重要性と期待感とが共通に指摘された。また、その姿の焦点として、単に ICT を活用するだけでなく、「ICT も用いて対話から学ぶ」姿の重要性が指摘される共通点があった。そこに、高度情報技術によるパーソナライゼーションが進んで、学年やクラスといった、これまでの学校教育を基礎付けてきたカテゴリー化が再吟味の対象となりつつある意識も共通に垣間見えた。

1-2. パネル・ディスカッション2「教室に高度情報技術をもちこむ前に」

続いて、午後のパネル・ディスカッション2では、下記の三要素を一気通貫に展開している教育革新例から学ぶことを狙った。

- ・ 基礎理論 (foundations) : 児童生徒が学びを深めるプロセスの実態解明
- ・ 応用としての技術開発 (applications) : 上記の学びを引き出すテクノロジーの開発
- ・ 教育改善実践研究 (improvement) : 多様な関係者を巻き込んだ社会実装

そこで、米国 EdTech プラン策定にも関わっている学習科学者のジェレミー・ロッシェル氏に30年超にわたる自身の研究史をテレビ会議システム経由で語ってもらい、そこに東京大学高大接続研究開発センター高大連携推進部門 CoREF ユニット（以下「東京大学 CoREF」）の齊藤特任助教や白水が自身たちの実践例も絡めながら、上記の三段階で議論を進めた。

ロッシェル氏は、高校生がコンピュータゲームを操作しながら力学基礎を学ぶ対話の詳細な分析から、物理現象とそのメカニズムを結び付ける協調的な説明活動に理解を深める力があることを見とった。これが上記の foundations としての理論作りに当たる。

現象と教科内容との結び付けを SimCalc (シムカルク) という学習支援システムに内蔵し、数学の現象を物語や動的なグラフ、表、公式へと結び付ける活動を、多様な家庭背景を持つテキサス州の3千名超の生徒対象にデザインして学習効果を上げた。効果をあげるためには、170名の先生がその授業をデザインできるよう、教員研修も一緒に行った。これが上記の applications としての技術開発とその効果検証に当たる。

その後、「一つの研究あるいは一人の教員、又は一つのソフトウェアが何か大きな変革をもたらすということではなく、やはりそれを一堂に集めなければいけない」という信念の元、National Science Foundation Network を推進し、学習科学とコンピューターサイエンスを一堂に集めた。さらには SRI から NPO の研究機関 Digital Promise に移って、研究者・教師・教育行政関係者・開発者のパートナーシップでシステムを開発し、全米で活用や効果検証を行っている。ロッシェル氏いわく、「一つのコンセプトを単独で成長させるのではなく、実践者等とともに教育者、研究者と連携をしながら一つのコミュニティーを形成し、ネットワークを活用し、協働でデザインをする」という実践である。これが上記の improvement としての社会実装研究に当たる。

以上の経験を踏まえ、ロッシェル氏は「effectiveness (学びの質向上に対するテクノロジーの効果)」と「scale (テクノロジーが使われる規模)」の二軸でテクノロジーを考える重要性を指摘している。すなわち、ある現場で非常に効果的な技術開発・活用を行っても、そこに規模の視点が欠けていれば、全ての子供の学びの質向上にはつながらない。その一方で、ある技術を大規模に展開しても、

それがどのような学びの深まりに貢献しているかを問う視点がなければ、持続的に使われることはないということである。必ずしも effectiveness を先行させなければならないとせず、質と規模のどちらの視点から実践を開始したとしても、もう一方の視点を忘れずに往還することの重要性を視野広く訴える点に特徴がある。GIGA スクール構想の実現で規模だけが先行しかねない日本においても、その学びの質の吟味を問うために活用することができよう。

さて、このパネルの題目が「教室に高度情報技術をもちこむ前に」であることに照らして補足をすると、ロッシェル氏の足跡の出発点に学習理論があることがこの題目の含意（「教室に高度情報技術をもちこむ前に、人はいかに学ぶかの学習理論を作っておくことが必要である」という主張）である。しかも、学習や理解に関する全てが明らかになっていなくとも、ある程度の詳細さで学習過程を分析して、そこでわかってきたことを基に情報技術を開発・活用して、実際に学習成果が上がるかどうかを確かめながら研究を進めていくという螺旋的な実践研究のスタイルが採られている点も特徴的である。

ロッシェル氏が考え方の違いを超えてわかり合おうとすることが理解深化につながると主張した高校生二名の同じ発話データを、白水が一人一人に固有な表現を詳しく追うことで、むしろ二人がわかり合えないことから理解を深めていると主張し、齊藤氏が両者の主張を「協調的な概念変化のプロセスというのは結局両義的なもの」であり、「個人の頭の中・心の中で起こる学びのプロセスでもあるし、その個人のインタラクションを通じた社会的なプロセスでもある」と調停・融合したように、同じデータも見方（専門的に言えば「分析単位」）によって違った理論化が可能になる。それゆえ、重要なことは、一つのデータから見えることは学びについての「仮説」でしかないと自覚し、その仮説の是非だけで議論を閉じることなく、その仮説に従って、実践を行い、そこで何が起きるかを相互に吟味しながら、仮説を精緻化していくことであろう。

相互吟味するためには、齊藤氏が言うように「ICT で教室の学習や評価を支援しようというときに、より有効に ICT を活用するには、学びの理論に即した取り入れ方が必要」ということになる。なぜなら、何を狙って、どういう学びを引き起こしたいから ICT を活用するという前提がなければ、その成否についての判断もできないからである。逆に、もしそうした学びの理論や仮説に従った実践を行っていけば、齊藤氏が言うように「『授業をデザインする』『子供たちの学びを引き出す』ということが、同時に子供たちの頭や心の中で動いている考えを可視化して記録する働きかけ」にもなることになる。そうすると、高度情報技術の学習支援としての側面だけでなく、学習プロセスを記録し解釈するための側面が有効に活用できるようになる。

もう一点、ロッシェル氏の技術開発・活用に関して指摘しておきたいのは、支援対象としている学びが何も「特別な学び」ではなく、教科内容の深い理解という、どのような教育現場でも求められる学びである点である。「アメリカの生徒の苦勞なのですからけれども、数式の概念を理解するのがなかなか苦勞なのです。式にはいろいろな要素が書かれますけれども、それがどういう意味なのかという理解に苦しむ」と氏は言う。そこで、「比例」や「割合」「一次関数」を対象に、キャラクターが走っている動画に対して、キャラクターの挙動を表す「グラフ」や、時系列的に場所の遷移を示す「表」を基に生徒が「物語」を作り、「数式」と結び付ける学びが展開される。こうした学びを通して、例えば生徒たちが「 $y = ax + b$ 」という式の理解を深めることを狙うのである。「学びの質」を明確に示した一例である。

ロッシェル氏との議論は、AI ドリルに関する示唆的な対話で終わった。すなわち、その有用性

はドリル単体では決まらなると氏は述べた。大事なことは、社会がより生産性 (productivity) を持つために、児童生徒がより深い理解や創造性を糧にして将来にどう備えるか、将来をどう思い描くことを推奨することだと訴えた。高度情報技術について考えることは、社会の在り方について考えることや、大人自身が生産性や創造性をどう考えておくか (例：単に問題を正確に早く解けるようになることかなど) と、切っても切り離せない関係にあるということだろう。

1-3. 事例紹介

事例紹介は、麴町中学校とミネルバ大学による二件の事例を対象とした。

麴町中学校戸栗主任教諭と同校が導入した AI ドリル「Qubena」開発者の株式会社 COMPASS 神野 CEO による事例紹介は、学ぶとは「× (わからない) を○ (わかる) にすること」という明快な定義から始まった。そのために AI ドリルには、児童生徒の「わかっていない」ところを同定し、わかるまでさかのぼって説明や最適な問題を提供してできるまで繰り返すという個別最適化機能を内蔵する。コンパスで作図するなどの学習活動はコンピュータ上で全てできるようになっている。これを授業に活用することで、生徒はほかの生徒や教師に自発的に質問し、対話が生まれるようになったと報告された。戸栗教諭によると、「受け身だった生徒が能動的になった」という意見がほかの教師からも聞かれ、生徒の変化を介して、教師が「自分自身の学習指導のスタイルを見直し契機にもなった」という。

この取組に対して、教育学的・教科教育学的な批判というのは数多可能である。例えば、高度情報技術の活用が既存の学びの見方やカリキュラムに変更を迫ることのない「付加的变化 (additive change)」(Scardamalia et al., 2012) にとどまるという点や、コンパスなどの教具をそれが数学的な意味を持つ場合にすら活用する可能性を無くしてしまう点などである。

しかし、それでも、学校現場の教師と開発者の協働から、ふだんの授業が生徒にとってどのような学習環境だったのかなどが見えてくることの意義は大きい。例えば、AI ドリルを導入することで生徒が気兼ねなく質問ができるようになったことから、逆に授業という場がこれまで「(質問して授業を止めると) 人に迷惑をかけてしまうから、自分がわからなくてもついついそのままにってしまう」場であったことが見えてくる。本来、一斉授業であっても、一人一人の「私の理解」が大切にされ、何かわからないことがあればいつでも聞いてよいという認識が共有されていれば、この問題は生じないはずである。AI ドリルの導入を契機に、こうした授業の実態が見えてくる。

第 1 章の整理に照らすと、情報技術の可能性を信じて導入することが、逆に学びの本質の見直しにもつながるということがここには示唆されている。ロッシェル氏の整理によれば、まず、scale (どのような教育機関でも容易に導入できる取組) を先行させた後に、いかに effectiveness (学びの効果) 向上につなげていくかが、次の課題となるだろう。

ケン・ロス氏によるミネルバ大学の事例紹介は、「教育を第一に考え、テクノロジーをサポートに使うということで学習成果を出す」という狙いが明確であり、そのために「単に学習科学を語っているだけ」ではなく、「学習科学を実践する」という戦略もまた明確であった。具体的には、思考習慣の獲得とその転移をカリキュラムで支え、高度情報技術を用いたアクティブ・ラーニングを行うことで、不断の形成的評価の機能を授業の中に埋め込んでいた。

ミネルバ大学のカリキュラム、ペダゴジー、テクノロジーを一体化して高等教育をデザイン・再デザインする発想は、第 1 章の整理に基付けば、情報基盤・教育と学びの本質・情報技術の三者

を結び付ける好例である。問題は、他機関がこのような取組から何を学ぶことができるかである。ロッシェル氏の整理によれば、小規模な effectiveness 重視の取組の scale をどう上げていくことができるかが、次の課題となるだろう。

1-4. パネル・ディスカッション 3

パネル・ディスカッション 3 は、事例紹介の発表者である神野氏、ロス氏に加え、聖心女子大学の益川教授、上智大学の田村教授が登壇し、白水の司会で進行した。

ディスカッションのテーマは、「新時代の学びを支える先端技術活用推進方策のまとめ」（文部科学省, 2019）で言及された「ガイドライン」をどう作っていくか、特に作る際の「考え方」であった。議論の前提として、子供の資質・能力を最大限引き出し育成するためにどうすればよいのかという目的に向けて、学習者が主体となって学ぶための学習理論に基づく学習環境のデザインが重要であり、だからこそ情報技術導入の際も“Education first, technology second”という方針で考える重要性を確認した。

白水による各国のガイドラインの紹介後、益川氏が麹町中学校の実践に関して、「後向きアプローチ」と「前向きアプローチ」を対比しながら、わからないところからわかるようになるだけが学びか、むしろ次のわからないことや学びのゴールが見えてくることも学びではないかという指摘を行った。これに対して、神野氏は、先生と生徒の間に対話を生み、無数のゴールを見つけていく時間を生み出すために、AIドリルで「達成しなければならぬとされていたところを圧倒的な（短）時間で終わらせる」という狙いを披露した。

さらに、「AIドリルで浮いた時間で何をやっているか知りたい」というオーディエンスからの質問に対して、神野氏は「社会において（今まさに習った）知識がどう生きているのかということ、最先端テクノロジーを絡めて子供たちに体験してもらおう」という授業を紹介した。図形の性質を使ったドローンの動作のプログラミングを通して、ドローンが高精度で動く一方で、それで輸送が可能になっていない障害として法整備の問題が残っていることなどを伝えたという。

この授業例に対してはさらに「ICTの使い方について、AIドリルのように時間の短縮だけに使用するのではなくて、探究的な学びの中にどのように組み込んでいくのが大切なように思います。基礎的な知識技能の習得、探究的な学びを両立させていくところにICTの機能が活用されていくことができないでしょうか」という質問がなされた。神野氏は、Qubenaがこのような使い方になっていないことを認めた上で、アクティブ・ラーニングが教員の力量に大きく依存し、知識・技能の定着を担保しない危惧があるという考えに基づき、AIドリルを導入し、そこで得た知識・技能をどう活用して、探究的な学びにつなげていくかというところに焦点化した授業デザインをできるとよいのではないかと回答した。

一連の発言に対し、白水は、それらの考えがまさに仮説であり、その仮説のように、教員が授業をデザインし、そのデザインのおかげで子供たちがAIドリルで学んだことを使って想定を超えていくような学びが起きるかを検証していくことが有益ではないかと指摘した。

益川氏とロス氏の間でなされたディスカッションは、学習環境のデザインとその効果検証について、テクノロジーを活用する有効性を示唆するものであった。授業レベルでもカリキュラムレベルでも、学習者の学習データを収集し、学習過程や成果をモニタリングしながらデザインを検証していくというサイクルが、ミネルバ大学の一つの特徴と言えるだろう。

以上を踏まえ、テクノロジーを学習データの収集・分析に使う学問分野としての「ラーニングアナリティクス (Learning Analytics)」を田村氏が紹介した。学習者の課題提出時期の自己認識と実態との間のギャップや、通常教室とパソコン室、アクティブ・ラーニング教室における体の動きや発言遷移などラーニングアナリティクスの実例を紹介しつつも、『これが良い学びである』という仮説なしに、このデータが取れるからよいではないか、というような研究も結構多い」と当該分野の今後の発展に向けて警鐘を鳴らした。

ガイドライン策定の方針に関する協議からは、日々子供の学びの向かうべき先を議論し、それをいかに後押しするかという視点から「先端技術と教育ビッグデータ、学校 ICT 環境をセットで考えて事業を進めて」いく重要性や「子供たちの学びのゴールやイメージをはっきりさせ」、学習理論に基づいて「要素技術をどこでどう使えばよさそうか」を見通しながらシステムを構築・活用していくことの重要性が指摘された。そのためには、ステークホルダー間の対話が必要であり、対話のためのネットワークの結節点として、ロッシェル氏の図式では Educator (教育者) と Researcher (研究者) と Policy maker (教育行政関係者) の真ん中にデジタルプロミス社が位置付けられていたが、その代わりに各学校を位置付ける方向性も提案された。

第2節 参加者のアンケート結果から

本シンポジウム終了後に参加者にウェブアンケートを行った。紙面の都合上、アンケートの詳細は割愛し、主要な結果のみ取り上げる。

参加者のアンケート回答は210件、欠席者の資料請求者は35件であった。

参加者の内訳は図2aのとおり、多様な構成となっている。属性として最も多かったのは教育関連事業者(24.3%)、次いで小・中・高・特別支援学校等教職員(18.1%)、大学教職員・研究者(15.7%)の順であった。

参考までに前回令和元年7月のキックオフシンポジウムの参加者の構成を図2bに付した。それと比べると、民間企業・教育関連事業者が減り、初等中等教育の教員の参加が増えてきている。

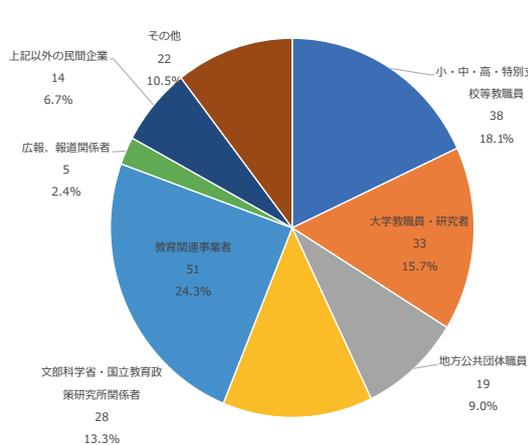


図2a 本シンポジウム参加者の所属

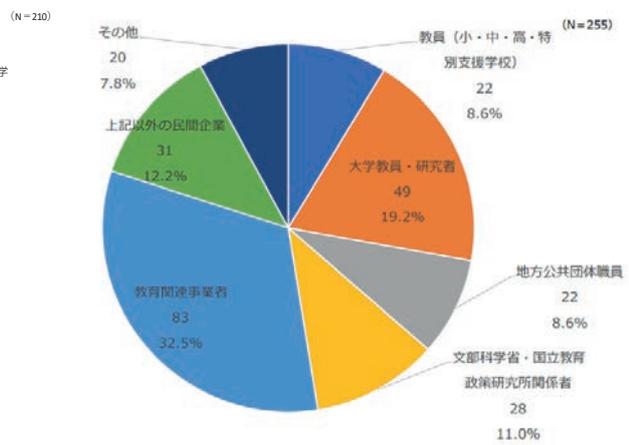


図2b 前回シンポジウム参加者の所属

シンポジウム全体の満足度は、「大変よかった」と「よかった」とを合わせて94.3%となった。前は両者を合わせて91.8%であったため、それよりさらに高まった。個別にみると、事例紹介に関して「大変参考になった」が56.7%を占め、好評であった。

「今後期待するイベント企画や情報提供」に関する自由記述は、次のようなものがあった。これを見ると、1のようなグランドデザインに従って、2の評価や3のデータ利活用などのテーマについて、4、5のような事例や事例研究の提供ができるとよいと考えられる。

1. 将来の社会を想像し、初等から大学までの学びの在り方を大局的に捉えたグランドデザインを語る有識者によるパネル・ディスカッション
2. 評価に関することを詳しく聞きたいと思います。ICT等はイメージがつき始めていますが、評価のところはまだイメージついていません。
3. スタディログ取得、蓄積に関するID管理、個人情報保護等、データインフラ層のボトルネックになると想定される課題について解決策、提言に向けた議論。
4. 教育現場の不安を払しょくさせるためには、事例の積み上げをし、イベントでの紹介がたくさん出ると、AI教材導入推進の後押しになると思います。企業に頼るだけでなく（まだ企画が不十分なので）、学術側のケーススタディがあるとよいと思いました。

5. 海外の取組を、その歴史的・制度的背景を踏まえて紹介し、日本の教育の文脈に沿って整理して発信していただくこと。

「本プロジェクトや今後の研究テーマに関する要望等」の自由記述では、下記に列挙したように教育・教授法の具体例とそれらの評価に関わる要望があった。

- ・ アクティブ・ラーニング実践
- ・ プログラミング教育
- ・ Qubena のようなそのほかの事例
- ・ 個別最適化された学習の評価
- ・ スタディログの集め方やデータ分析の方法
- ・ 主体的・対話的で深い学びができているかどうかなどに関する指標開発

さらには、ICT 活用の促進条件など今後の研究の方向性に関する要望もあった。

- ・ ICT 活用学習の先進国と日本との違い、なぜ進んでいるのか、日本での推進へのヒントなど
- ・ ICT 活用のフェイズ整理（ICT を活用して授業を効率化させ授業時間を短縮できている、ICT を活用して新規の指導方法を実践できている、など）
- ・ 情報技術が埋め込まれつつある教室において子供たちは本当に何を体験し感じているのか（ストレスも含め）についての子供目線の研究
- ・ これからの教育について（授業の在り方、教室環境、働き方）と人材育成（教員の資質・能力の向上）

以上、学習評価に対する要望もあわせて考えると、どのような教授法を取るにせよ、その過程や成果について学習評価を通じて確かめ、持続的に改善していく試みが求められており、それが教育と人材育成の一体化にも資すると考えられた。

最後に多数いただいた「シンポジウム全体に関する御感想・意見」の中から示唆的なものを取り上げる。なお、いずれも記述そのままではなく、適宜編集を加えた。

まずは肯定的な意見を記す。下記に見るとおり、GIGA スクール構想など直近の教育政策の背後の意図や考えに触れられたこと、具体的には高度情報技術の導入それ自体が目的なのではなく、学びのための導入であることが確認できたことがうかがえる。

- ・ GIGA スクール構想が動き始めたこともあり、より具体的な処方的方策を期待する会場の声も多かったと思うが、今回のシンポジウムは、現場がそれぞれの立場で、自分の頭で方策を考えてゆく良い指針となったと感じる。
- ・ シンポジウムでは文科省の各課の課長の考えがよくわかり参考になりました。新しい施策が次々現場に降りてきますが、理念を理解しないと実践への手立てがでてきません。文書では理解しがたい部分をこのようなパネル・ディスカッションや講演で分かりやすく説明して下さるとありがたいと思いました。

- ・ パネル・ディスカッション中のオンライン上の質問として「教員の役割はこれからどうなっていくてしまうのか？何をしたら良いのか？」という、恐らく現役教員からの不安が多くみられましたが、それに対し文部科学省から「ICT は教員の代替となる存在ではなく、教員の負担を軽減し、子どもたちの資質・能力を伸ばすためのツールだ」という明確なメッセージが伝えられたのは、とても大きな意味があると感じました。この概念が伝達されないまま ICT だけ導入されても、教育委員会・学校長・教員は怖がりが必要な対象である ICT を上手く使いこなせず、形骸化する恐れがあると思っていたからです。
- ・ 高度情報技術の活用がテーマでありながら、話の中心は「学びの原理」。エデュケーションファーストということが、大きな気付きでした。
- ・ これまでの日本の教育実績への Society5.0 にむけての高度情報ツールの融和の方法、すべての子どもたちの教育環境の向上、LMS (language management system) の進化形の ICT 教育の存在の必要性とその効果など、大変興味深いシンポジウムでした。
- ・ 学習理論から ICT 活用を考えるべきというご意見に強く納得させられました。
- ・ オンライン上の質問や意見の中に否定的、懐疑的なものが多いことに驚き、このような場を足運んだ人でさえ、保守的で革新を好まない人が多いことが分かりました。目先の利害にとらわれず遠い先を見据えたときに必要なことは何かを見失わずに、常に挑戦し続けたい。

次に、シンポジウムへの批判や今後の課題についての示唆を得たものを記す。

まず、下記のようにテーマの拡散性、及び全体の構成に関する批判が多く、より論点の間を関連付け、登壇者間の相互作用を促すことが求められた。

- ・ それぞれのテーマが扱う領域が広く、収束していない感を受けた。
- ・ 海外の方の時差対応もあるのでやむを得ないとも思うが、午後の事例紹介を先にやった方がよかった。
- ・ 時間もなく、難しいテーマなので、登壇者の課題が浮き彫りにならず、いま一つクロスしなかったように感じます。神野さんとロスさんの方向の違いを曖昧にせず、クリアにしてほしかったと思います。聞いていると、AI 教材が時間の効率化に貢献している点ばかりが浮き彫りになり、指導面の検証がいま一つ物足りなかったようにも感じます。
- ・ シンポジウム全体において、理論と実践と実証の連動が調和的にオーガナイズされており、とても有意義でした。発話者間の相互行為による「創発特性」が増加すれば、よりユニークで発見に満ちたシンポジウムになるのだらうと思いました。

期待する内容として、理念やコンセプトのレベルだけでなく、いかに今後の取組につなげていくかという具体化への期待が大きかった。

- ・ 理論的なお話はわかりましたが、具体的な今後の取り組み方針等聞ければさらに良かった。
- ・ 「あるべき姿」の話はでるが、どうやって政策実行にうつすのかという打ち手が見えなかった。旗を振って終わりにならないように、どうやって進めていくのかが聞きたかった。
- ・ 学習科学の分析の面では研究者の立場でのお話はよく理解できたのですが、現場レベルで何

ができるか、何をすべきかが疑問点として残りました。

今後の取組として、学びの本質を踏まえたガイドラインと各種教育条件の整備などが具体的に要望された。

- ・ 「質の向上」と表題にあるため、「質」の定義を具体的に示し、その成果に少しでも踏み込んでもらいたかった。多くの人や団体が「質」を取り上げるものの、具体化あるいは要素に分解し遂行する提案がまったくと言って無いは、「運動」としては良いものの、「研究」としては、前に進めることが疑問視されると、強く考えている。
- ・ 「DX時代の学校は、従来の延長線上で語ることはできない」との話がありましたが、高度情報技術の活用については、現時点では、だいぶ不透明だと感じました。新学習指導要領の次がGIGAで、その次に位置しているのがDX時代の学校と言うことでしょうか。ラーニングアナリティクスの話も、技術的に実現できることが現場の授業改善にどう生かせるのかまでいっておらず、模索中なのだと理解しました。「デジタルの判断の活用より、教師による判断の支援」というお話が、学校現場にいる者としては、共感できました。ガイドライン策定に向けては、現場でできること、現場の教師として長年積み重ねてきて得ている実感なども吸い上げていただきながら、作成していただけたらと思います。
- ・ 今ある各種ガイドラインは整備よりの気がするので、今日のような本質的なことが議論できるといいと思いました。どうしても技術活用になると手段が目的化しがちなので。
- ・ 麹町中学校のような学校だけでなく、すべての公立校に同様な取組みを実施するとなると、教員だけでなく、保護者や社会全体の意識改革が必要であると感じました。
- ・ 財政面や人材の配置などまだ課題が多いのかと感じました。

最後に、シンポジウムの実施方法に関する意見を示す。本シンポジウムでは終日、オーディオレスポンスシステムといわれるインターネット経由で質問を投稿できるシステムを使った。質問はその人気に応じてランキングが変わり、回答時に参照できる。

また登壇者が英語話者であるときには、それを人間が日本語に同時通訳するだけでなく、英語を機械で音声認識し、その文字表示を遠隔にいる作業者がクラウド経由で随時修正し、スクリーンに表示した。日本語も同様に行った。なお、人手での同時通訳が途中で中断し、その点については多数の指摘・批判を得た。今後はこれらのシステムの頑健性を高めたい。

- ・ 同時通訳やウェブでの質問募集など、シンポジウムの実施自体に新たな取り組みがいろいろとあり、刺激的だった。
- ・ オーディオレスポンスは多くの意見を知ることができ、画期的であった。
- ・ 質問集約は良かったが、午後の会であまり取り上げる時間がなかった。
- ・ 機械による一部同時通訳はとてもよかったです。私はバイリンガルで翻訳を必要としませんが、日本語話者でも、時折聞き漏らしてしまう発言があるので、確認することができました。

第3節 有識者のコメント

以上のシンポジウムの内容について、堀田龍也氏、美馬のゆり氏、佐伯胖氏という3名の有識者からコメントを得た。堀田氏・美馬氏には、本プロジェクトの前のシンポジウムに登壇していただいたが、今回は参加できなかったため、コメントをお願いした。第2章の講演録を送付し、感想を記してもらった。以下、その感想を原文のまま掲載する。佐伯氏には、第1章で記したようにコンピュータと教育の関係を草分け時のときから考察・発信していた第一人者の一人としてコメントをお願いした。報告者（白水）がシンポの概要を配布資料と共に説明し、その後インタビューを行った。発言を要約して記す。3名のご協力に感謝したい。

【堀田龍也氏から】

令和の時代の学習を真に支える高度情報技術の活用に向けて

東北大学大学院情報科学研究科
教授 堀田龍也

1. 「教育革新のプロジェクト」の今日的意義

国立教育政策研究所は、令和元年度から3年計画で「高度情報技術の進展に応じた教育革新に関する研究」をスタートした。本シンポジウムは、そのフェイズ1のまとめとして開催されたものである。

この報告書の中には、中川所長の開会挨拶から、パネル・ディスカッションや事例報告などを経て、佐藤次長の閉会挨拶まで、一貫した考え方が読み取れる。それは、文部科学省のすぐそばで政策研究を行う立場の国立教育政策研究所が、学術研究者や学校現場、民間事業者等と協力し、オープンマインドで透明性を持った研究推進をして、より良い教育政策に役立てていこうということである。

この手法は、ソフトウェアの新しい開発手法の「アジャイル開発」に似ている。かつては詳細まで徹底的に検討し盤石な政策立案をしてから実行に移していたが、変化の速い今の時代は、まずできることをやってみて、短いサイクルでフィードバックを得て、必要なプレイヤーを巻き込みながら、段階的にゴールを目指して行こうというものである。いわば「走りながら考える」時代の政策研究の在り方なのだと思う。

2. なぜ高度情報技術の活用なのか

シンポジウムの記録の中に何度か、進展する高度情報技術の活用そのものは目的ではなく、目的はこれからの時代に適した学習・教育を実現していくことだという話が登場する。

この考え方は正しい。一方、課題もある。

まず、進展する高度情報技術を活用してみないことには、どのように目的に合わせて活用すればよいのかが不明のままだという点である。したがって、黎明期の研究開発を担当する学校や教師を組織し情報を集約する必要がある。

次に、目的であるところの「これからの時代に適した学習・教育」が多様であり、その全てを対象にした教育研究は不可能であることから、いずれかに限定する必要がある。限定した研究範

困は、常に全体との対応で検討することが望まれるが、次第に現行制度や人的リソースに対して最適化される傾向があり、結果として現状に近づく慣性が働く。優れた事例が見いだせても、その原理がモデル化され、普及可能な形まで提示されなければ、全ての学校への水平展開が難しい。つまり全体を常に視野に入れた継続が重要である。

3. フェイズ2への期待

次なる期待はいくつかある。

一つは、アジャイルで進む以上、途中から参入するプレイヤーが多くなることから、デジタルで教科書や教材を格納する形式、学習ログの形式、これらを匿名化してビッグデータにする方式など、様々なデータ形式の標準化と制度変更が必要である。これによって、新しい教材提供の手法、学習状況の把握やフィードバックの手法などが影響されるからである。教育システムのデジタル・トランスフォーメーションだと考えるべきである。

もう一つは、学校の存在意義の再定義である。高度情報技術が在宅学習まで支援できそうなこの時代に、なぜ学校に来て友だちや教師から学ぶのか。今回も議論されたが、このことを政策的に見直し、諸制度を積極的に変更していく必要がある。そして、新しい時代の教育システムを動かす教員を育てるための教員養成や教員研修につなげていく必要がある。

(堀田龍也)

【美馬のゆり氏から】

シンポジウム第二弾へのコメント

公立はこだて未来大学システム情報科学部
教授 美馬のゆり

新しいテクノロジーが登場するといつも、それをどう使って教育を効果的に、効率よく行うのかという問題に陥りがちです。近年の EduTech ばかり、big data ばかり。しかしその前に、子供たちがこれから 20 年後の世界で、どのように活躍しているのか、活躍して欲しいのかを思い描き、共有し、そのために、どのような教育、学習環境をこれから実現すべきかという問題を議論することも必要です。

残念ながら今回のシンポジウムのなかでもいまだに、従来の教育の考え方、すなわち、どこかに正解があって、それをすでに教師は知っていて、生徒たちはその正解にたどり着く、そのプロセスをテクノロジーや新しい学習・教育方法で効率化していく、というところから逃れられていないと見受けられるものがありました。

その原因の一つは、今回の研究プロジェクトの前提が明確になっていないからかも知れません。

その前提とはたとえば、

- ・教科は従来のものから変更せず、そこに教科を統合するような科目を追加することを考える
- ・これまでの教育方法に加え、PBL やジグソーという新たな学習方法を取り入れることを考える
- ・教科の枠組み、学年の仕切り、6・3・3 制、教員免許制度などの変更まで視野に入れて考えるなどです。

またテクノロジーに関しては、例えば今から 10 年後には

- ・生徒一人ひとりが、端末を持っていることはもちろん、学習履歴に関する個人情報もデジタル化され、共有されている
 - ・家庭環境や社会環境では、個人情報はシームレスにつながっている
 - ・リアルな学校は存在している、そこに教師も存在している
- などです。

まずは前提条件を明確にした上で、起こりうるいくつかのシナリオに分けて考え、議論していく必要があるのではないのでしょうか。そこでは単なる想像ではなく、こうありたい学校像や教師像という、望ましい、あるべき姿を考えることも重要です。理想像だけでなく、その際自分はそこにどう関わっているのかという、主体性、当事者意識を持って考えることです。

急速に変化する自然環境、社会環境の中では、20年後の未来を予測することはとても難しい問題です。そのような状況の中、子供たちに持って欲しい「魔法の杖」は、必要な時に必要なことを学んでいくことのできる、学ぶ力であると考えます。それを身につけるにはどうしたらよいか。本シンポジウムの登壇者である Roschelle 氏や Ross 氏に共通していたのは、認知科学や学習科学の研究知見を土台にしていることでした。それらの知見をふまえ、世界の潮流を意識しつつ、日本の歴史や文化に合わせた学習環境をデザインしていくことが望まれます。

この「教育革新のプロジェクト」の目的は、「AI やビッグデータ収集解析等の高度情報技術の進展に応じた教育革新の展望と実現に向けた検討課題を整理し、課題克服の道筋を探る」とあります。これは、今ある問題を認識し、改善していくというフォアキャストの考え方です。これに対し私が提案したいのは、バックキャストの考え方を取り入れることです。望ましい20年後の未来を想像し、そこに向けて今の状態からどう移行していくかを考える。その移行プロセスにおいて、テクノロジーの利用や学校制度改革の話も出てくるはずですが。

日本が少子高齢、経済の低迷という危機的な状況にある今、教育・人材育成において、20年後の将来ビジョン、進むべきグランドビジョンを描いて共有しつつ、その方向に向かってみんなで進もうとすることが重要だと考えます。それは OECD の Learning Compass 2030 の中で出てくる well-being 社会のための agency という考え方と共通しています。生徒の agency だけでなく、何がよいかを考え、柔軟にカリキュラム等を組み変えていく教師の agency、そして、そこに関わる全ての大人たちにこそ、世の中に変化を起こす力を持った主体であることが求められています。それはまた、個々人としてだけでなく、Co-Agency、一人ではなく「共に」ということも重要です。

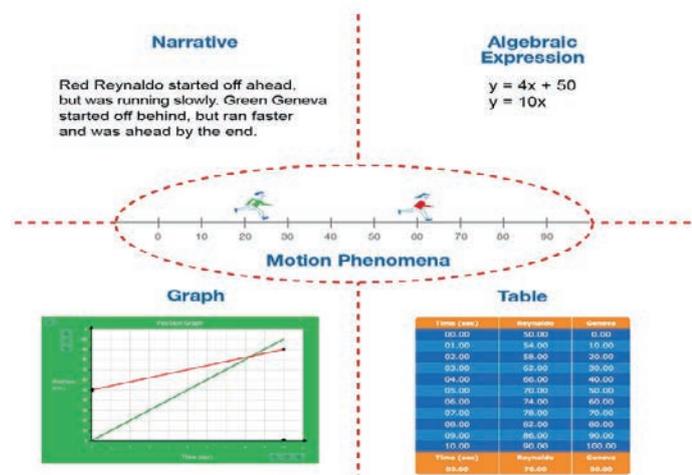
今後日本の教育がどのような方向に向かっていくべきか。その萌芽を今回の Roschelle 氏の学習科学者と教師のネットワーク活動や、Ross 氏のミネルバ大学の挑戦に見ることができます。社会経済環境がきわめて予測困難な状況に直面している現在、教育環境においても多様なあり方を保証していく必要があるでしょう。今回のシンポジウムでの報告に加え、日本の地域活動など、学校制度の外で起きている学びについても視野を広げ、注意深く見ていくことで、地域に根差した新たな教育の方向が見えてくる可能性があります。それらの要諦を明らかにしつつ、自分たちの問題として、地域の問題として、多様な背景を持つ人々が関わり、議論し、実践していく。学習科学者である Sawyer の著作のタイトルである『凡人の集団は孤高の天才に勝る』（原題は Group Genius）という言葉は、私たちにそのやり方、希望を提供してくれます。

(美馬のゆり)

【佐伯胖氏から】

- 今回のシンポジウムでは、このスライド（図3）が一番大事だと思った。算数・数学でもことがらを論理や数式で考えるだけではなくて、ブルーナーのいうような、できごとの的にナラティブ（物語）として理解するという側面があるでしょう。「一生懸命走って途中で逆転してゴールできた」といったナラティブで考えることで、情感も伴ってことがらが理解できる。「わかる」ということは、そうやって現象をどんなナラティブで理解できるかということだし、ジレンマを感じる現象なら、また違うナラティブを持ってきて話を組み替えてどういうことかなと了解しようとするのだ。
- そうやって、動的にドラマティックに現象を味わいたい。このグラフと絵が動くのなら、語りながらグラフを見ることができわけだし、グラフを動かしながら説明できるわけだ。つまり、この左側（図3の左）は物語やグラフで現象を動的に理解できるようになっている。右側は静的というわけではなく、こっちはこっちで、表や式にすることで数学的なダイナミズムで考えられるようになっている。

SimCalc: Simulations for conceptual learning of mathematics



現象を物語、グラフ、表、数式など多様な側面で考え、結びつける

図3 SimCalc（ロッシェル氏の講演スライドから再掲）

- 子供の気持ちから考えると、理解には、受け身ではなくて、自分からわかっていこうとする側面が必要。わかろうとするときは、現象の中で変化やドラマを味わって、身体も使って、略図にわかったことを描こうとする。略図は本人にとって「こういうこと？」って言いながら、本質を表していく道具だから。
- 教育は「学ばせ技術論」競争になってはだめだから、子供のわかろうとするときの外界とのインタラクションや仲間とのインタラクションを進めるのに、テクノロジーが役立つとよい。技術が新しくなっても、発想が古いままだともったいないしね。

（佐伯胖）

第4節 まとめに代えて：次なる論点

本報告書第1章の整理に照らして、第2章の講演録や、第3章第1節のまとめ、第2節のアンケート結果、第3節の有識者コメントを振り返ると、第1章（特に図1）の構図のとおり、どのような立場から高度情報技術と教育革新について考えるかによって、その主張も変わってくるということが示唆されていると言える。

例えば、堀田氏と美馬氏の有識者コメントは、両氏ともデジタル・トランスフォーメーションを問題にしながら（国立教育政策研究所, 2020 参照）、堀田氏は「進展する高度情報技術を活用してみないことには、どのように目的に合わせて活用すればよいのかが不明のまま」からこそ、とにかく情報技術を使ってみることを推奨する一方で、美馬氏は「その前に、子供たちがこれから20年後の世界で、どのように活躍しているのか、活躍して欲しいのかを思い描き、共有し、そのために、どのような教育、学習環境をこれから実現すべきかという問題を議論することも必要」と論ずる。これは、第1章の整理で言えば、情報技術の可能性（そしてそれに伴う情報基盤の必要性）を重視するか、未来の社会における教育と学びの本質を重視するかの違いを表しているとみなすことができる。本報告書の成果の一つは、高度情報技術と教育革新をめぐる多様な言説の背後の立場を整理する構図を提供したことであろう。

その一方で、立場の違いにもかかわらず、共通に価値ある実践と認められる事例があることも示唆された。例えば、学習理論と技術開発、社会実装を一気通貫に体系的に行ったロッシェル氏やミネルバ大学の取組は、美馬氏が述べるように「認知科学や学習科学の研究知見を土台に」「必要な時に必要なことを学んでいくことのできる、学ぶ力」を身につけることを狙ったものと価値付けられている。同じく有識者の佐伯氏も、ロッシェル氏の学習支援システム（SimCalc）を取り上げながら、算数・数学の概念理解に及ぼす、情報技術を用いた主体的・対話的で深い学びの有効性・有用性を指摘していた。これは、教科内容の学習であって、学ぶ力の獲得とは別に感じられるかもしれないが、ロッシェル氏が講演中に「創造を支える理解」の重要性を指摘したように、児童生徒が変化の激しい社会において、変化を捉え、学び続ける基盤を整えたものと理解できる。ミネルバ大学で学生が学ぶコンテンツも、特にこれまでの高等教育と大幅に違うわけではない。違うのは、その学び方である。たとえ普通の教科内容の学習に見えても、美馬氏の言う「どこかに正解があって、それをすでに教師は知っていて、生徒たちはその正解にたどり着く」のではない学び方があり、その学び方の問い直しによって、児童生徒に身につく力が変わってくるという可能性が示唆されていると言える。

以上を第1章の構図に照らすと、教育と学びの本質に照らして、情報基盤を整え、その上で情報技術を目的に合わせて開発・活用するという一体的な取組が、学びの質—ロッシェル氏の言う“effectiveness”—を上げることが示唆されている。これは、今回のように国外の事例を出さずとも実感できる場所であろう。

以上の成果を踏まえ、今後の研究の方向性として、質向上を目指したモデルケースをスケールアップ（規模拡張）していくという道筋を考えることができる。国立の研究所であるという特徴を踏まえると、研究所自体が特定の教授法や技術を推奨・実践するのは難しいが、そのようなモデル機関のネットワーク形成のハブとなることはできる可能性がある。その先の論点は、堀田氏が「優れた事例が見いだせても、その原理がモデル化され、普及可能な形まで提示されなければ、

全ての学校への水平展開が難しい」と指摘するように、普及を見すえた研究展開をどう行っていくか、である。優良な実践の「パッケージ化」は、学校現場や教員の力量向上につながりにくいことはこれまでの教育実践でも度々指摘されているところである（佐藤, 1997; 白水・三宅・益川, 2014）。これが、今後の研究の第一の論点である。

もう一つの道は、規模から質への道である。本シンポジウムで言えば、Qubena のような AI ドリルは廉価に提供されれば教育機関に大規模に取り入れられやすいシステムだと考えられる。その事例に対して、パネル・ディスカッションで投げかけられたコメントやオーディエンスからの質問は、その先にどういう質向上が可能かを問い直すものだった。学校などの教育機関が批判的・創造的思考など 21 世紀型スキルといわれる要素を教育に導入して改革を行おうとする際、付加的変化、融合的变化 (assimilative change)、一体的変化 (systemic change) という三つのタイプの変化が想定されている (Scardamalia et al., 2012)。付加的変化とは、既存の教育目標や教育課程は変えずにその時間を短縮することで、新しい要素を導入するものである。これに対して、融合的变化とは、新しい要素を重視してそれを軸としたものに教育課程や教育方法を修正するものである。一体的変化とは、学校自体が導入したい要素を身につけたものになろうとするものである。例えば、子供に批判的思考を育成したいのであれば、学校や教員自身がどれほど批判的思考を発揮しているかを自問してから、児童生徒対象の教育目標や教育課程を考えるということである。このタイプに照らせば、規模から質へのルートは、単に付加的変化ではなく、融合的变化、できれば一体的変化を引き起こしていくことだと考えられる。それがロッシェル氏の言う“deep change”に当たる。それがいかに可能か。その検討のためには、日本の公教育・私教育の「全体」を捉えた実態把握の調査方法を編み出し、各教育現場で規模から質へと転換しようとしている取組やその成立条件をボトムアップに捉えていく枠組みが必要であろう。加えて、その研究は前者のモデルベースのトップダウンな研究と相互作用することで、より洗練された枠組みを構築できる可能性がある。この調査枠組を有意義な形でどう作っていくかが、第二の論点である。

本シンポジウムでは、以上のどちらの道を取るにせよ、子供が社会でどのように活躍してほしいのか、学びの場においてどのような姿を求めたいのかを明確にし—美馬氏の推奨する「バックキャスト」を行い—、そのためにどのような学習支援をデザインするのか、なぜそれが効果を持つと考えるのかという仮説を自覚・共有して、実践を繰り返すことが重要であることが一貫して指摘された。学びに関する目的と仮説がなければ、支援の効果も判断できないからである。授業など学びの場をデザインし、その過程や効果を検証するという意味で、この営みは「学習評価」そのものだと言えるだろう。それゆえ、高度情報技術と教育革新というテーマをめぐる、それを全ての児童生徒の学びの充実につなげていくために学習評価をどう行っていくか、というのは、大きな第三の論点となり得る。

これを図 1 に照らして構造化すると、図 4 のように描けるだろう。中心には、学習評価の充実による教育革新という焦点化されたテーマが位置づく。教育と学びの本質に関わる立場からは、学習評価によって学びの本質を明らかにできるのか、そのためにどのような情報技術や情報基盤が必要なのか、情報技術の可能性に関わる立場からは、現在あるいはこれからの情報技術が学習評価に寄与する学習過程や成果の可視化をどの程度行えるのか、情報基盤の必要性に関わる立場からは、上記の学習評価の目的や情報技術の可能性を踏まえ、いかなるデータやその利活用基盤が必要かという課題にそれぞれ取り組むことになる。その総体が学習評価の充実と、それを通し

た日々の教育革新につながるかがテーマである。それを通して、本シンポジウムのパネル・ディスカッション中の発言にあったような「取りたいデータが簡単に取れて、それを現場が使って役に立てられて、だったらこうしたデータをもっと取っていこう、それで子供たちの学習を支援していこうというサイクルが生まれてくるための手立てはどういうものか」という極めて単純でありながら根源的な問いへの答えも見えてくるだろう。

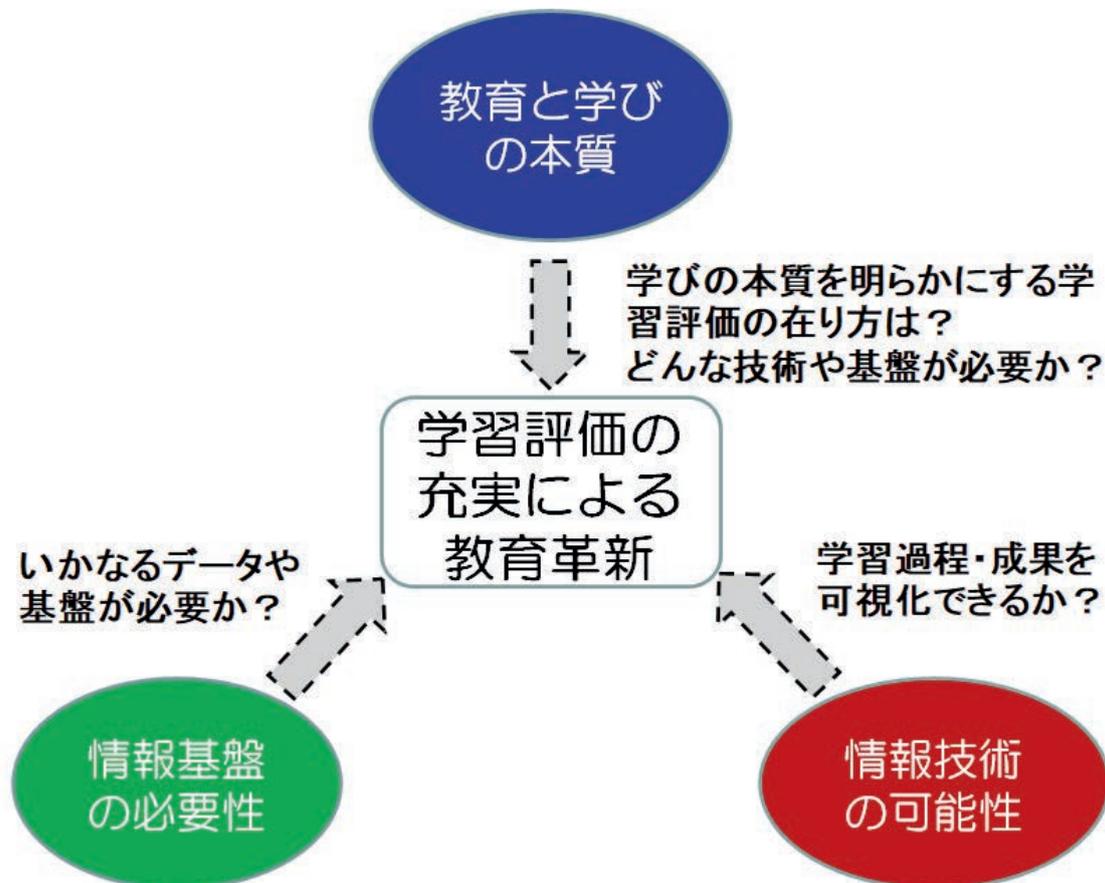


図4 学習評価の充実による教育改革に向けた論点

【引用・参考文献】

Bruner, J. (1986) . Possible worlds, actual minds. Cambridge, MA : Harvard University Press (ブルーナー, J. (1998). 田中一彦 (訳) 『可能世界の心理』みすず書房.)
 Engelbart, D. C. (1962) . Augmenting Human Intellect: A Conceptual Framework. SRI Summary Report AFOSR-3223.
 石黒浩 (2009) . ロボットとは何か: 人の心を映す鏡. 講談社現代新書.
 国立教育政策研究所 (2020) . 高度情報技術を活用した教育改革の展望と検討課題 (キックオフシンポジウム報告書) . 国立教育政策研究所.
 三宅なほみ (1985) . 教室にマイコンをもちこむ前に. 新曜社.
 佐藤学 (1997) . 『教師というアポリアー反省的实践へ』 . 神奈川: 世織書房.
 Sawyer, R. K. (2007) . Group genius: The creative power of collaboration. New York: Basic Books. (K・ソーヤー (著) 金子宣子 (訳) (2009) . 『凡才の集団は孤高の天才に勝る: 「グループ・ジーニアス」が生み出すものすごいアイデア』 . 東京: ダイヤモンド社.)
 Scardamalia, M., Bransford, J., Kozma, R. & Quellmalz, E. (2012) . “New assessments and environments for knowledge building.” In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.) , Assessment and Teaching of 21st

Century Skills, Springer, 231-300. (河崎美保・齊藤萌木・大浦弘樹・館野泰一 (訳) (2014) .
「知識構築のための新たな評価と学習環境」. 三宅なほみ (監訳) 『21世紀型スキル: 新たな
学びと評価』. 京都: 北大路書房, 77-158.)
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.

(白水 始)

高度情報技術を活用した全ての子供の学びの質の向上に向けて
(フェイズ1シンポジウム報告書)

(プロジェクト研究「高度情報技術の進展に応じた教育革新に関する研究」)

令和2年(2020年)3月

発行所 国立教育政策研究所
住 所 〒100-8951
東京都千代田区霞が関3丁目2番2号
印 刷 株式会社 総北海

