

連載



情報の授業をしよう！＝

本コーナー「情報の授業をしよう！」は、小学校や中学校で情報活用能力を育む内容を授業で教えている先生、高校で情報科を教えている先生や、大学初年次で情報科目を教えている先生が、「自分はこの内容はこういう風に教えている」というノウハウを紹介するものです。情報のさまざまな

内容について、他人にどうやって分かってもらうか、という工夫やアイディアは、読者の皆様にもきっと役立つことと思います。そして「自分も教え方の工夫を紹介したい」と思われた場合は、こちらにご連絡ください。

(E-mail : editj@ipsj.or.jp)



中学におけるタブレット端末を活用した、 学習における思考プロセスの可視化 —産官学連携 京都 ICT 教育構築プロジェクトに おける取り組みから—

久保泰雄 | 京都市立朱雀中学校

思考プロセスの可視化に向けて

思考プロセスの可視化への準備

昨今、急速なグローバル化や人工知能（AI）の飛躍的な進化など、社会の加速度的な変化や絶え間ない ICT の革新により、将来の予測が困難な時代を迎えている。

こうした中、2017 年 3 月に小学校・中学校の新たな学習指導要領が告示され、総則において、「情報教育・ICT 活用教育関係」について、次の 2 つのポイントが掲げられている。1 つ目に、情報活用能力を、言語能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けている。2 つ目は、学校の ICT 環境整備と ICT を活用した学習活動の充実に配慮するとある。これは、情報活用能力の育成を図るた

め、各学校において、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を活用するために必要な環境を整え、これらを適切に活用した学習活動の充実を図ることとなっている。

この新学習指導要領のもととなる、「情報教育・ICT 活用教育」に関する取り組みでは、2010 年度より実施された総務省の「フューチャースクール推進事業」や文部科学省の「学びのイノベーション事業」などにより、全国の学校で、電子黒板（インタラクティブ ホワイトボード：IWB）や、各教室に無線 LAN の環境が整えられ、生徒 1 人 1 台のタブレット端末を活用して、さまざまな授業や取り組みが行われた。

これらの「情報教育・ICT 活用教育」に関する取り組みをさらに深めるために、京都市立西京高等学校附属中学校、京都大学、京都外国語大学、京都市教



育委員会、日本マイクロソフト（株）・NEC（株）・大日本印刷（DNP）（株）、ゼッターリンクス（株）・Sky（株）・（株）オプティムの産官学が連携して、学校教育活動における生徒1人1台のタブレット端末の活用に向けた実践を開始した。

思考プロセスの可視化のねらい

生徒1人1台のタブレット端末の活用の目的を「ICTを利用した教育モデルを構築し、情報社会を生き抜く上での必須の知識、スキルの習得を目指す。さらに、学習履歴等のデータを通じて、ICT利活用の効果を分析する」と設定した。さまざまな教育活動において、ICTを活用した教育実践を行い、さらに、多様な学習ログの分析方法を検討し、その分析結果を学習支援に活用する。

また、2017年告示の新学習指導要領の「情報教育・ICT活用教育関係」のもととなる、先進的な実践に取り組むことについて、今後のICTの革新そのものが「人工知能（AI）、ビッグデータ、IoT（Internet of Things）等の先進技術が高度化して、あらゆる産業や社会生活に取り入れられ、社会の在り方そのものが『非連続的』といえるほど劇的に変わる」と捉え、「ねらい」を設定することとした。

ところで、2014年度の文部科学省「学びのイノベーション事業実証研究報告書」では、今後の推進方策として、「児童生徒1人1台のタブレットPCを活用することにより、児童生徒の学習履歴を蓄積・活用したきめ細かな指導や、個々の興味・関心や学習の習熟の程度、学習ペース等に応じた学習が可能となる。このようなICTの有する機能を生かし、一人一人の能力や可能性を伸ばすための効果的な指導方法等について、研究開発に取り組むことが期待される」とある。

そこで、生徒1人に1台のタブレット端末の環境において、授業や総合的な学習の時間、テスト・家庭学習など、さまざまな学校教育活動にて活用し、「先進的な活用方法」と「データの蓄積」を融合し、タブレッ

ト端末に手書きした情報をもとに「思考のプロセスを可視化する」ことを、実践の「ねらい」と設定した。

「思考プロセスの可視化」について

これまでの教科書・ノートでの学習やペーパーテストでは、知ることができなかった、生徒が思考する際のプロセスについて、「直接タブレット端末に手書きしたデータ」を、「データを蓄積して解析すること」や「手書きしたデータを、その場で瞬時に再生すること」によって可視化できると考える。「どのような手順で考えたのか」、「どのような迷いがあったのか」、「どのような間違いに気づいたのか」、「どのような場面つまづきがあるのか」等、思考のプロセスを可視化することで、生徒の学びの質がどのように向上するかを検討する。

思考プロセスの可視化のための普通教室のICT環境

2014年度の文部科学省「学びのイノベーション事業実証研究報告書」では、ICT活用の事業として、「生徒1人1台の情報端末や電子黒板、無線LAN等が整備された環境において、デジタル教科書・教材を活用した教育の効果・影響の検証、指導方法の開発、モデルコンテンツの開発等を行う実証研究を行う」とされている。

思考プロセスの可視化のためのICT環境についても、生徒1人1台のタブレット端末（NEC製Microsoft Windows 8.1）や電子黒板（60インチ）、無線LAN等の環境を整備し、京都市立西京高等学校附属中学校第3学年119人を対象に数学科を中心としたさまざまな教科や教育活動において実践を行った（図-1）。

「思考プロセスの可視化」についての保護者・生徒への周知

生徒1人に1台のタブレット端末を導入するにあたり、生徒・保護者への周知を次のように行った。

【生徒】生徒への連絡は、3年生に対して学年集会

を行い、1人1台のタブレット端末が全員に貸与されることについての説明を行った(図-2)。

さらに、「思考プロセスの可視化」の内容および注意事項の連絡を行った。

【保護者】保護者への連絡については、学年保護者会を行い、1人1台のタブレット端末を貸与することと、「思考プロセスの可視化」の内容についての説明を行った。しかし、全員の保護者が参加していないため、書

面にて連絡も行った。

ほかにも、手書きした情報(ペンストロック)やタブレット端末の操作に関する情報(ログ)について、京都大学において解析するためにデータを提供することに関する承諾を得るため、同意書を配布し提出をお願いした。

生徒のメディアリテラシー教育

生徒1人1台のタブレット端末を導入することに

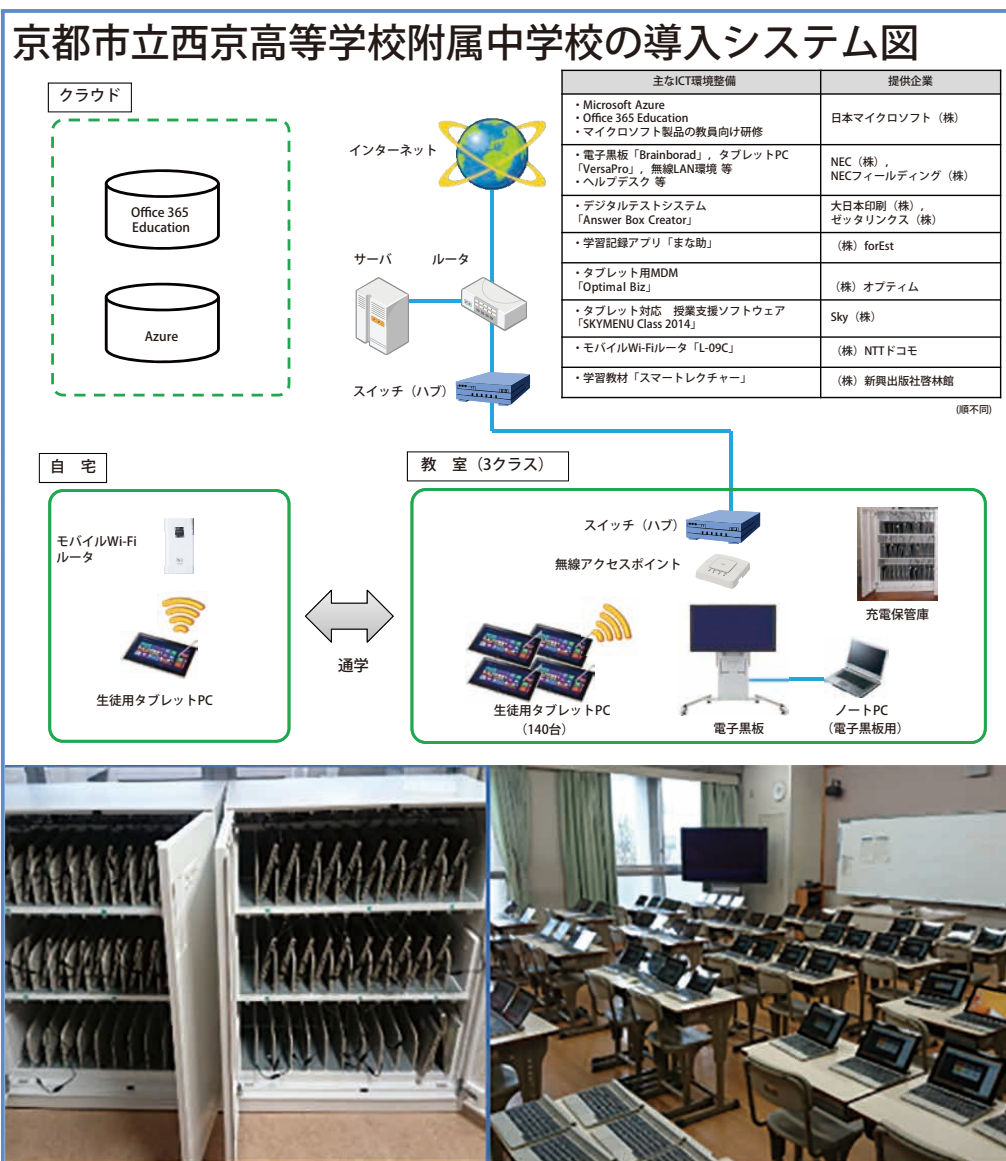


図-1 導入システムおよび教室環境

より、授業などの教育活動において、これまで以上に ICT 機器を利用する機会が増えることになる。そこで、学校教育活動に限らず、あらゆる場面を想定して、メディアリテラシー教育の、充実を図る取組みを行った。具体的には、国語や技術等の授業において、メディアリテラシーに関する授業を行った。さらに、メディアリテラシー教育の充実を図るため、外部講師として産官学連携における組織の1つである、京都外国語大学の村上正行教授を招き、メディアリテラシーに関する特別講義を行った (図-3)。

教員のタブレット端末活用研修

生徒1人1台のタブレット端末を用いた授業を行うにあたり、教員の ICT 活用指導力を向上させる取組みを行う必要がある。初めてタブレット端末に触れる教員も多く、教員研修は、次の3つのステップに分けて研修のカリキュラムを組む必要があった (図-4)。

【Step1】日本マイクロソフトによる教員研修

まず初めに、導入されたタブレット端末は、OS が Windows 8.1 ということもあり、基本的な操作方法が、これまでの Windows とは大きく異なっていた。そのため、不慣れな教員は戸惑っている様子で、OS の基本的な操作方法の研修に多くの時間を要することになった。

【Step2】Sky (株) による教員研修

次に、教室で授業を行う際に活用できる、授業支援システムの「SKYMENU」の研修を行った。コンピュータ教室には、従来から「SKYMENU」が導入されている。しかし、コンピュータ教室で授業を行う教員は少なく、この教員研修で初めて操作する教員も多かったため、ここでも多くの時間を要した。

【Step3】

最後に、タブレット端末において、学習計画の作成を行うソフト「まな助」や、手書き入力を行うソフト「Answer Box Creator」と「Open Note」の



図-2 中学3年生の学年集会の様子



図-3 京都外国語大学 村上教授による特別講義



図-4 「思考プロセスの可視化」に向けて、教員研修の様子

研修を行った。しかし、時間が足りなかったため、基本的な操作のみを研修し、それ以上の部分については教員のスキルに応じて、その都度研修を行うことにした。

思考プロセスの可視化の取組み

実践のための導入ソフトウェア

導入ソフトウェア1

【デジタルテストシステム：Answer Box Creator (ABC), 大日本印刷・ゼッターリンクス】

生徒の学習履歴を蓄積・活用するために、デジタルテストシステム「Answer Box Creator (ABC)」を導入した。このデジタルテストシステム「ABC」は、タブレット端末に配布されたデジタルテストに、スタイラスペンで直接手書きすることができ、デジタルテストデータとして保存・提出することができ



■図-5 デジタルテストシステム「ABC」で直接タブレットに書き込んでいる様子

| PDF | 生徒情報 | テスト実施 | 合計点 | 合計得点率 | 1-1 | 2-1 | 3-1 | 4-1 | 5-1 | 6-1 | 7-1 | 8-1 | 9-1 | 10-1 | 11-1 | 12-1 | 13-1 | 14-1 | 15-1 | 16-1 |
|-----|------|-------|-----|---------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 1 | 01 | 0 | 5.5555% | 100 | 100% | 10 | 10 | 0 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 2 | 1 | 02 | 0 | 2.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 3 | 1 | 03 | 0 | 6.5555% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 4 | 1 | 04 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 5 | 1 | 05 | 0 | 2.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 6 | 1 | 06 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 7 | 1 | 07 | 0 | 2.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 8 | 1 | 08 | 0 | 0.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 9 | 1 | 09 | 0 | 2.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 10 | 1 | 10 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 11 | 1 | 11 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 12 | 1 | 12 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 13 | 1 | 13 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 14 | 1 | 14 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 15 | 1 | 15 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| 16 | 1 | 16 | 0 | 1.5544% | 100 | 100% | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |

■図-6 デジタルテストシステム「ABC」の選択式問題の解答結果一覧

る。このデジタルテストデータは、単に答えだけではなく、筆跡の順番や経過した時間に加え、消去した内容まで記録することができる (図-5)。

ほかにも、選択肢式の問題では、回収したデータを瞬時に採点・集計することができ、正答率や解答に至るまでの経過時間等のデータ分析を行うことができる。また、記述式の問題では、同一の問題の解答欄を一覧で表示することができるため、スムーズに採点することが可能である (図-6)。

導入ソフトウェア2

【デジタルペンシステム：Open Note, 大日本印刷】

タブレット端末に直接スタイラスペンで手書き入力することは、授業者の手元のタブレット端末とリアルタイムに情報が共有できるなどのメリットがあり、また、紙と鉛筆に近い感覚でスムーズに入力できるため、授業の進行に支障なく活用することができる。しかし、スタイラスペンを利用しての手書き入力にも限界があり、細かい計算や図形・グラフの作業には向いていない。また、デジタルテストシステム「ABC」の画面は小さく、入力できる範囲も限られているため、1問ごとに画面を切り替える必要がある。このことを解消するため【Open Note】を導入した。このシステムでは、PDFデータを専用ソフトウェア「Open Note」で印刷すると、プリントの全面に細かなドット (点) が印刷される。デジタルペン (先端に画像読み取り装置のついたボールペン) で書き込みを行

うと、このドットが読み取られ、そのドットパターンから、プリントのどの位置で書き込みが行われたのかを取得することができる。これにより、用紙にデジタルペンで記入した内容が、瞬時にタブレット端末に読み込まれる。また、指導者のタブレット端末でも手書きした内容を確認することができるため、授業内においてプリントに記入した内容を全体で共有することができる (図-7)。

「思考プロセスの可視化」の考察

デジタルテストによる個人内可視化

「思考プロセスの可視化」の活用事例の1つ目は、デジタルテストの解答に至るまでに手書きした文字の活用である。デジタルテストシステム「ABC」は、タブレット端末で、解答に至るまでに手書きした文字を、デジタルデータとして保存できる。このデータを活用することで思考プロセスを可視化することができる。通常授業においては、既習事項の確認のための小テストを行うことがある。通常のペーパーテストの場合、テスト終了後に採点するため、返却までに時間を要する。これを、デジタルテストシステム「ABC」で行った場合、テスト終了直後に自己採点（デジタルデータであるため、テスト終了後の修正は不可）ができるため、自分自身の学習の振り返りができ、効果は大きいと考える。また、選択肢式の問題に関しては、テスト終了後に瞬時に採点が終了する。そのため、各授業内において、個別の問題の正答率が分かるため、苦手な問題などはその場で振り返りを行うことができることも効果は大きいと考える（図-8）。

デジタルテストによる授業内可視化

「思考プロセスの可視化」の活用事例の2つ目は、解答した手書きのデータを動画として再生できることの活用である。デジタルテストシステム「ABC」を解答している際の手書き文字について、手書きした順番・時間・消去した内容等をデータとして蓄積することができる。授業において、生徒の手書きデータを再生することにより、「どのように考えたのか」や「つまずき」等の「思考のプロセス」を、クラス全体で共有することが可能となる。解答に至った経緯を、クラスの代表の生徒のデータを動画で再生することにより示すことは、あらかじめ用意されたものではなく、テスト中の思考そのものをクラス全体で共有することができるため、効果は絶大であると考ええる。なお、実際の実践では、大型の電子黒板やス

クリーンであっても、解答に至るまでの手書きデータは文字が小さく見にくいいため、それぞれのタブレット端末にも再生画面を送信した。この活用事例では、つまずきや悩みを学級全体で共有するだけではなく、秀逸な考え方や俊敏に解答に至っている過程なども、テスト終了後に瞬時に再生し学級全体で共有することができる。さらに、テスト中の解答が、テスト後に再生されることを意識するため、生徒たちのテストに対する取組み方や意識も大きく変化した（図-9）。

デジタルペンによる授業内可視化

「思考プロセスの可視化」の活用事例の3つ目は、デジタルペンで記入した内容を学級全体で共有することである。共有すること自体はデジタルテストシステム「ABC」と同様ではあるが、紙にペンで書くことができるため、通常のテストやノートに記入することと同様に行うことができる。そのため、小さく書かれた内容についても情報を共有することが



■図-7 デジタルペンで専用用紙に記入している様子



■図-8 デジタルテストシステム「ABC」に、スタイラスペンで直接書き込んでいる様子

できる。ただし、デジタルテストシステム「ABC」のように時間や消去した内容の情報がなく、書かれた内容が1筆ごとに均等な時間で再生されるだけであるため、つまりいた部分を推定することができない。このことから、思考プロセスの可視化を行う際には、内容や状況に応じてデジタルテストシステム「ABC」と使い分けることで活用の幅が広がると考えられる(図-10)。

思考プロセスの可視化の取組みを終えて

生徒の学びへの変容

取組みを開始した当初は、生徒たちは、テスト中に考え、タブレットに書き込んだ内容がその後に再生されること、つまり「思考プロセス」がリアルタイムに再現されることについて、驚きから始まり、そのうちに「間違った場合どうしよう」という気持

ちから恥ずかしそうにする場面も見受けられた。そのため、「思考プロセスの可視化」は、内容や状況に応じて使うことが必要であり、そのことで活用の幅が広がると考える。ただ、生徒たちは次第に、正解した内容に関心を持ったり、自分とは別の考えがあることの発見につながったりすることによって変わった。正解を再生した場合、間違った考え方をしていた生徒は正解への過程を理解することができる。また、正解した生徒は、再生した考え方と別の考え方をしていた場合に、ほかの考え方があることに気づくことができる。さらに、さまざまな考え方を再生することで、全体で共有することができる。また、間違った解答の場合は、間違った個所の再生画面で、クラスの生徒からの指摘の声やつぶやきが聞こえ、ときには、再生している生徒本人が再生中に自分の間違いに気づくこともある。正答だけではなく間違えることを共有することも、生徒にとっては理解を深めることにつながり、効果は大きいと考える。

今後の課題

この「思考のプロセスの可視化」を通して、課題となったのは、1人1台のタブレット端末の環境を整備しても、教員の端末操作スキルやICT活用スキルに大きな差があり、すべての教科で実践することができなかったことである。

また、「思考のプロセスを可視化」する際のソフトウェアが途中で止まったり、端末そのもののトラブルなどが生じたりすることがあり、授業がスムーズに進まない場面があった。今後は、これらの課題が少しずつ解消され、端末やソフトウェアの操作性も向上し、誰もが簡単に活用できる環境を整える必要があると考える。

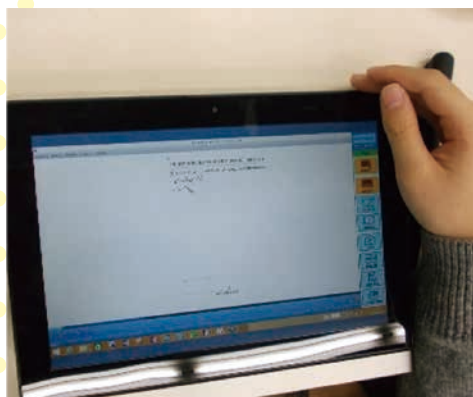
参考文献

- 1) 文部科学省：学びのイノベーション事業実証研究報告書(2014)。

(2019年7月18日受付)

久保泰雄 y-kubo@edu.city.kyoto.jp

2000年数学科教諭として京都市に採用、2010年～数学科教育研究指導員(シニアマイスター)、2011年教育実践功労者表彰、2012年～京都市立西京高等学校附属中学校、2019年～京都市立朱雀中学校。



■図-9 ほかの生徒の解答のプロセスの動画を、タブレット端末で視聴している様子



■図-10 デジタルペンで用紙に記入した内容が教員のタブレット端末に転送されている様子