

ICT を活用した授業づくりの力量を高めるための研修のポイント ——TPACK(技術と関わる教育的内容知識)の議論を手がかりに——

若松 大輔 (京都大学大学院教育学研究科・博士後期課程)

<概要>

コロナ禍でこれまで以上に ICT などのテクノロジーを使いこなすことが教師 1 人ひとりに求められています。このような要請を受けて、より望ましい教員研修のあり方が問われていると言えます。本稿では、テクノロジーを用いた授業づくりの力量の概念である TPACK に関する議論を手がかりにして、この問いに対する 1 つの応答を試みることを目的としています。

TPACK とは、「教育内容の知識」と「教育方法の知識」と「テクノロジーの知識」が不可分に結びついた授業の構想力の源泉となる知識のことです。この TPACK を育てるための研修は、単にテクノロジーそれ自体を伝える講習では不十分で、実践家である教師が、授業づくりという活動の中でテクノロジーの可能性と限界を見極めて、よりよい授業をつくることをサポートするようなものであることが重要です。それは、各教師が、同僚や講師と協働しつつ、テクノロジーを意識して実際の授業の構想と省察を繰り返すような研修です。

1. はじめに

GIGA スクール構想によって、1 人 1 台端末の教室風景が、特別なものではなく何気ないものになろうとしています。この構想は、これまでの教育実践と最先端の ICT を掛け合わせることで、よりよい授業／よりよい学びを目指しています。現段階では、まずは環境整備が進められていますが、環境が整うと次第に、教師 1 人ひとりが ICT を活用した授業づくりを実現できるようにするための教員研修のあり方の議論が盛んになると予想されます。そこで本稿では、教師による教育実践とテクノロジー(たとえば ICT)の知識を高めるための研修の議論を手がかりにして、将来日本で起こりえそうな研修状況を想定しつつ、より望ましい研修のあり方を探ることを目的とします。

2. テクノロジーを用いた教師の専門的知識としての TPACK

本節では、ICT を含むテクノロジーを用いた授業づくりの力量を捉える概念として、TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) に着目します。TPACK とは、後に詳しく見ていくように、「テクノロジーの知識」「教育内容の知識」「教育方法の知識」の 3 つの円が織りなす知識のことです。日本では「技術と関わる教育的内容知識」と訳される場合もありますが、「TPACK」と表記されることが一般的です。

この TPACK は、アメリカの教育学者であるリー・ショーマン(Shulman, L.)が唱えた PCK(Pedagogical Content Knowledge: 「教授学的内容知識」「授業を想定した教育内容／教材の知識」という教師の知識概念を拡張したものです。日本では、教師の専門的知識を「知識／知(knowledge)」という見方で捉える文化がありません。これは、授業づくりの際に働く実践者の知のことであり、「知識」と日本語で表現した時にイメージされる外在的で固定的なものだけを意味するわけではないことに留意する必要があります。本節で

は、まず PCK の考え方を説明し、その後 TPACK について説明を加えていきたいと思います。

(1) PCK とは何か

PCK とは、1985 年にショーマンが提唱した教師の専門的知識です。佐藤(2017)が「最近 30 年間の世界各国の教師教育研究と教師教育改革は、ショーンの提示した新しい専門家像に基づく『反省的(省察的)教師(reflective teacher)』とショーマンの提示した『PCK』(授業に翻案された教科内容の知識)の 2 つの概念によって推進されてきたと言っても過言ではない」(pp.8-9)と述べるように、日本の学校現場では十分に知られていないものの、「省察」概念と並ぶ重要なものです。1985 年の講演でショーマンは、教師を専門職として確立するために、医師や法曹のような知識基盤が必要であると説き、「知識の領域」として、「教材内容知識」「PCK」「カリキュラム知識」があると説明しました(Shulman, 1986)。

「教材内容知識」とは、歴史の事象や科学の法則などのある教科内容そのものの知識のことです。「カリキュラム知識」とは、教材や教具の知識や、他の教科で同時期に何が教えられているのか、またはある教科で今まで何が教えられてきてこれから何が教えられる予定なのかに関する知識のことです。そして、「PCK」とは、「教育内容の知識」と「教育方法の知識」を組み合わせたもので、その教科の内容をどのように教えるのかに関わる知識のことです。ある学問分野(たとえば歴史学や国文学)に精通している人が、必ずしもよい教師であり、うまく教えられるとは限りません。また、PCK にはもう 1 つ重要な含意があります。それは、どの教科を教える際にも通用する一般的な教育方法の知識とは区別されるということです。たとえば、発見学習は、自然科学に関わる教科内容とは相性がよいものの、国語科の「読むこと」や「書くこと」のような領域とは馴染みません。このように、専門職としての教師は、単に汎用的な教育方法のレパートリーを多く知っているだけではなく、ある教科内容に適した教育方法を使いこなすことが求められています。したがって、PCK は、教材を通して教えることを生業とする教師に特有の専門的知識とみなされているのです。

ショーマン自身も PCK がとりわけ重要であると考えられるようになりますが、教師が有する(べき)知識の領域として、PCK のみに着目することは妥当ではありません。実際、何度か改訂されていますが、彼は、知識の領域として PCK 以外に「教材内容知識」「一般的教育方法の知識」「学習者の知識」「教育目的の知識」「教育的文脈の知識」などを指摘していました(PCK やショーマンの知識論全体については、八田(2008)や若松(2020a)を参照)。しかしながら、1985 年の提唱以来、PCK はショーマンのもとを離れて独り歩きしていったことも事実です。この後に説明する TPACK 概念もその 1 つです。

(2) TPACK とは何か

TPACK の概念は、2000 年代に登場した PCK に「テクノロジーの知識」を組み合わせたものです。その背景には、ショーマンが PCK を提唱した 1980 年代には考えられなかったような、コンピュータや電子黒板などの ICT 機器が教室の中にあることが特別なものではなくなったという実態があります。つまり、教師は、授業づくりの専門職として、ICT をも使いこなす必要性ができてきたのです。2005 年に「ICT に関わる PCK (ICT-related PCK)」(Angeli & Valanides, 2005)や「テクノロジー拡張型 PCK (technology-enhanced PCK)」(Niess, 2005)という言葉が登場しましたが、後の研究に最も影響を与えたものは、2006 年のプニア・ミシュラ(Mishra, P)とマシュー・ケーラー(Koehler, M.)による「Technological Pedagogical Content Knowledge」という論文です。TPACK という言葉がそのまま論文名になっています。厳密に言えば、2006 年時点では「TPCK」という略語が用いられていましたが、2007 年に発音のしやすさなどを考慮して「Technology

Pedagogy And Content Knowledge」を略した「TPACK」で統一することが決められました。なお、実践者の内部で各要素が全体として統合されているという「Total PACKage」という含意もあると説明されています (Thompson & Mishra, 2007)。ミシュラらは、その後も TPACK 概念の明確化や研修および評価方法などを継続的に研究してきたため、以下では彼らの議論に即して説明していきます。

TPACK フレームワークは、図 1 で示した関係で捉えることができます。「テクノロジーの知識 (TK)」とは、テクノロジー (教育メディア) そのものに関する知識です。テクノロジーには、黒板や顕微鏡など従来から教具として用いられているものと、新しく登場したタブレットやパソコンなどのハードウェアおよび各種ソフトウェアの双方が含まれています。「テクノロジーと教育内容の知識 (TCK)」は、ある教育内容とテクノロジーが相互に関連し合う方法に関する知識です。たとえば、ミシュラらが例に挙げるのは、「Geometer's Sketchpad」という動的幾何学ソフトを用いることで、どのような数学の教材をつくることができるのかに関する知識です。「テクノロジーと教育方法の知識 (TPK)」は、テクノロジーを用いることによって可能になるディスカッションや評価方法などに関する知識です。TPACK は、3 つの円が重なるところ

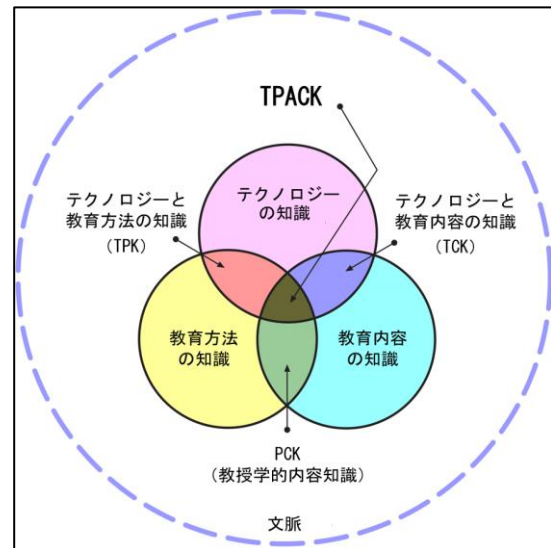


図 1. TPACK フレームワーク

(出典: Koehler & Mishra (2009) から翻訳)

で、特定の教育内容と教育方法とテクノロジーの相互作用を意識した授業づくりを行う時の源泉として想定されうる知識です。このような 3 つの総体として TPACK を概念規定していることは、単にテクノロジーについて詳しく知っている人が、優れた教師であるというわけではなく、深く多様な教科内容と教育方法の理解をベースにテクノロジーと掛け合わせて授業を構想できることが重要であることを意味しています。イメージしてもらいやすいように、ミシュラらが調査に用いた具体例を表 1 として記載しました。

TPACK の概念は、PCK があらゆる教育内容に通用する最もよいただ 1 つの教え方はないという前提に立っていたのと同様に、唯一の最適なテクノロジーもないということを含意しています。このことについてミシュラらは、「テクノロジーを理解するために最も重要なことの 1 つは、特定のテクノロジーが特定のアフォーダンス [環境から促されること] と制約を有しているということである。テクノロジーは中立でもバイアスがないわけでもない。むしろ、特定のテクノロジーは、他のタスクよりもあるタスクにより適合するという、それ自体の傾向やバイアスや特性を有している」(Koehler & Mishra, 2008, p.5) と述べています。ある ICT 機器の使用は、これまでに不可能であったような学びを生み出すことができると同時に、他の ICT 機器ではできないことができない、あるいは旧来のアナログなテクノロジーではできていたことができなくなっているということ意識しておくことが重要です。

また、TPACK フレームワークは、ミシュラらも述べているように、どのような内容をどのようなテクノロジーを用いてどのような教育方法で教えるべきかという特定の方向を示してはなりません (Mishra, Koehler & Henriksen, 2011)。つまり、これはテクノロジーを用いた授業づくりの力量を捉える参照枠組みであり、何らかの「こうすべき」という規範的な枠組みではないのです。このことは、仮にテクノロジーの知識あるいは TPACK が数量として表現できたとして (実際に TPACK の実証研究の多くは知識を数量に変換し

ています)、その数量を多く有しているからよい授業であるとは限らないということを意味しています。したがって、よい学びを創出する授業をつくるためには、目の前の子どもの実態を把握し、適切な教育目標を設定して、それに向かって構想するという、これまでの授業づくりで大切にされていたことが、変わらず重要だと言えます。このようなプロセスで授業を構想する時に、従来は十分に意識されてこなかったかもしれないような、あるテクノロジーの可能性と限界に目を配ることが求められているのです。

表1. 教師の授業とテクノロジーの知識の具体例

テクノロジーの知識 (TK)
<ul style="list-style-type: none"> ・多くの異なるテクノロジーについて知っている ・テクノロジーを使うために必要な技術的なスキルを有している ・重要な新しいテクノロジーをおさえている ・自身の技術的問題を解決する方法を知っている
教育内容の知識 (CK)
<ul style="list-style-type: none"> ・思考の歴史的方法を使うことができる ・自身の科学の理解を発展させる様々な方法やストラテジーを有している ・リテラシーに関する十分な知識を有している ・数学を現実世界に適用する方法の様々な具体例について知っている
教育方法の知識 (PK)
<ul style="list-style-type: none"> ・教室環境における(共同学習や直接指導、探究学習、PBLなどの)幅広い授業アプローチを用いることができる ・自身の授業スタイルを異なる学習者に採用することができる ・教室での生徒のパフォーマンスを評価する方法を知っている ・よくある生徒の理解や誤解に精通している ・学級経営を組織・維持する方法を知っている
PCK
<ul style="list-style-type: none"> ・科学における生徒の思考や学びを導くための効果的な授業アプローチを選ぶ方法を知っている ・社会科における生徒の思考や学びを導くための効果的な授業アプローチを選ぶ方法を知っている
テクノロジーと教育内容の知識 (TCK)
<ul style="list-style-type: none"> ・数学を理解することや数学することのために用いることができるテクノロジーについて知っている ・科学を理解することや科学することのために用いることができるテクノロジーについて知っている
テクノロジーと教育方法の知識 (TPK)
<ul style="list-style-type: none"> ・授業で適切なテクノロジーを使うために必要な技術的スキルを有している ・教室でテクノロジーを用いる方法について批判的に考えている ・授業で適切なテクノロジーを使うために必要な学級経営のスキルを有している ・授業にとって生徒の学びを高めるテクノロジーを選ぶことができる
TPACK
<ul style="list-style-type: none"> ・数学とテクノロジーと授業アプローチを適切に組み合わせる授業をすることができる ・教える内容や教え方や生徒の学ぶ内容を高めるのに教室で用いるべきテクノロジーを選ぶことができる

(出典:Shin, Koehler, Mishra, Schmidt, Baran & Thompson (2009)から抜粋および翻訳)

以上見てきたような TPACK フレームワークに関わる特徴、つまり唯一最適なテクノロジーは存在しないということと、ただテクノロジーを多く使えばよいのではなく、授業づくり全体の中で目標に照らしてテクノロジーを選択して柔軟に使いこなすことが重要であるということは、次に見ていく教員研修のあり方に関わってきます。

3. 来たるべき教員研修に向けて

本節では、ショーマンおよびミシュラらによる教師の力量形成の方法に着目して、ICT などのテクノロジーを用いた授業づくりの力量を高める教員研修のあり方を模索していきます。最後に、それらを踏まえて、日本の教員研修に対する具体的な示唆を提示します。

(1) ショーマンが描いた力量形成論

教師の知識を豊かにするためにショーマンが描いていた力量形成のあり方は、若松(2020a)が指摘しているように、授業の構想と省察による学びと、実践事例を用いたケース・メソッドという 2 つの方法がありました。第 1 の授業の構想と省察による学びは、「教授学的推論と教授学的行為」という日々の授業づくりのモデルとして定式化されています。それは「理解」「翻案」「指導」「教育評価」「省察」「新しい理解」を繰り返す継続的なサイクルです(Shulman, 1987)。つまり、教材研究を通じた教育内容や学問の「理解」、理解した内容を具体的な教材づくりなどの形で授業の構想に落とし込む「翻案」、実際に構想した授業を行う「指導」、授業を通して子どもたちが学んだことの見とりである「教育評価」、見とった実態を手がかりに自身の授業づくりをふりかえる「省察」、これら 1 セットの授業の構想と省察による「新しい理解」を経て、次の授業づくりに向かうのです。このサイクルは、教師たちによる普段の授業づくりを文節化して言語化したものにすぎませんが、この各節目でしっかりと思考することで、教師の知識がより豊かになっていくと想定されています。ポイントは、ただ「行為」するだけではなく、「推論」すなわち思考することが重要だということです。

第 2 に、若松(2020b)に基づき、ケース・メソッドについて説明します。ケース・メソッドは、他者の実践事例を読むことや、自身の実践経験を書くことを通じた教師の学びです。これをショーマンは「〈分析—構築—コメント—コミュニティ〉サイクル」と呼びました。各パートで想定されていることを簡潔にまとめると次のようになります。「分析」パートとは、他者の事例を読むことで実践に関わる知識やよい実践のイメージを身につける活動です。ただし、「分析」と表現されているように、それまでの自身の実践経験から得た枠組みや学術書から得られる理論的な枠組みに基づいて、他者の事例を読むことが重要です。もちろん 1 人で事例を読み学ぶことも可能ですが、同僚たちと分析した内容を議論することで、自身の読み方を相対化して複眼的な視点を手に入れることができると言えます。「構築」パートは、自身の実践経験をふりかえって分析し、事例を書く活動です。上で説明したような日々の授業づくりの中で、たまに 1 度立ち止まって、ゆつくりと考え、文章として表現することは、教師の学びにとって有効です。次の「コメント」パートでは、各自が書いた実践事例を同僚たちと相互に助言や批評などのコメントをつけ合います。そして、同僚からもらったコメントを参照して、再び自身の授業づくりについて考え、事例を練り上げていきます。最後に「コミュニティ」パートでは、小さなコミュニティ(たとえば学校)内を越えて、より大きなコミュニティに自身の実践を問うことを意味しています(事例によるコミュニティ形成機能に関しては若松(2021)を参照)。たとえば、学校の報告書や研究紀要に載せることや、大学や教育委員会が催している研究会や実践交流会で発表することなどが考えられます。

いずれの方法も、単に断片的な知識をインプットするだけではなく、自身の授業づくりに引きつけた学びが想定されています。つまり、生きて働く知識となるためには、授業づくりという活動全体の中で各知識を用いて

思考しなければならないのです。この点は、次節で見るように、ミシュラも自覚的であるところです。

(2) TPACK を身につけていく方法

ミシュラらは、一般的なソフトウェアなどの使い方を伝える 1 回限りの研修や、知らなければならない項目をリストアップしたチェックリストを用いた研修のあり方を批判します (Mishra & Koehler, 2006)。その理由として、TPACK における教育内容と教育方法とテクノロジーの知識の総体という性格に照らして、次のように言います。まずソフトウェアなどは、変化が急速な上に、本来は授業で使うことを前提としていないものも多くあります。そのため、ある特定のソフトウェアについて知るだけでは不十分で、テクノロジーを授業づくりに用いる仕方を学ぶ必要があるということです。また、子どもたちの学びは状況に左右されるため、ある特定のソフトウェアを用いばどの教室でもうまくいくというものではなく、各文脈における教師の個性的な授業づくりが求められているのです。この文脈というのは、目の前の子どもの実態だけではなく、ある特定の教育内容や教育方法に紐づけられているということも意味しています。したがって、特定のソフトウェアそれ自体の使い方を伝える講習や汎用的なチェックリストに基づく研修に対する批判の要点は、そのような研修では、各教師が置かれた文脈の中で教育内容と教育方法とテクノロジーを総動員する必要がある個性的な授業づくりのための力量形成にはつながらないということだとまとめることができます。

ミシュラらが提案する TPACK を有機的に高めるための研修は「デザインによる学び (learning by design)」という方法です (Koehler & Mishra, 2005; Koehler, Mishra & Yahya, 2007)。これは、プロジェクト・ベースで実際にテクノロジーを用いた授業づくりを行う中で、学んでいくというものです。たとえば、ミシュラらは、高等教育の教師や大学院生が、協働して調査や研究および設計を行い、最終的には具体的な成果物を作成するデザイン・セミナーを開催しています。このセミナーのポイントは 4 つあります。第 1 に、現実の状況の中で活動するため、複雑で文脈依存的な学びが求められるということです。そのため、安易な単一の解決策は存在せず、試行錯誤していくこととなります。第 2 に、テクノロジーそれ自体の知識などは、活動の中で必要に応じて学んでいくということです。必要性に迫られる中で知識を獲得しようとするため、それは深い理解を促すと考えられます。第 3 に、文脈依存的であるということは、活動に参加する中で、テクノロジーの一般的な理解を越えて、特定の教育内容や教育方法と結びついた形でテクノロジーの知識を得ることができるということです。このことの重要性は、上述した TPACK の含意を考えれば明らかでしょう。第 4 に、指導助言者の役割は、コンテンツの専門家ではなく、ファシリテーターであり、問題解決の専門家であるということです。つまり、知識を一方向的に伝えるのではなく、学習者である教師の能動的な学びを支えることが、指導助言者に求められているのです。

以上のように、ショーマンおよびミシュラらは、PCK や TPACK の領域固有性を重視して、いかに生きて働く知識を豊かにするかということを探索していました。その応答は、具体的には、「教授学的推論と教授学的行為」モデルに基づく授業の構想と省察や、ケース・メソッド、またはデザインによる学び(デザイン・セミナー)など多様な形をしていますが、教師を学習の主体として捉え、授業づくりという活動全体の中で知識の獲得や省察による知識の再構成を目指している点は共通しています。では、これまで見てきたことを踏まえると、日本の教員研修に対してどのような示唆を得られるのでしょうか。

(3) 日本の教員研修への示唆

コロナ禍における学校を取り巻く緊急事態は、ICT 機器が学校現場に急速に導入される契機となりました。

本来であれば、学校や各学年団の中に情報機器に関心が高い教師が確保されている状況で、1人1台端末が実現されていくべきでしたが、そのように悠長に待ってはられない事態になってしまいました。そのため、ハードウェアやソフトウェアをどのように使えばいいのか、という不安の声が様々な学校現場から聞かれます。この不安を解消するために、外部講師を校内に呼び、ICT 機器の使い方それ自体を教えてもらうという研修のあり方が考えられます。しかしながら、本稿で見てきたように、特定のソフトウェア等の使い方を伝達する講習が必ずしも望ましいとは言えません。なぜならば、教師にとって、テクノロジーを知っていることが重要なのではなく、テクノロジーを用いたよりよい授業づくりを実現できるようになることが重要だからです。そのためには、授業づくりという活動全体の中で、特定のテクノロジーの可能性と限界や、オルタナティブを知って使いこなすことができるような研修が求められています。ただし、各テクノロジーそれ自体の知識が不要だというわけではなく、研修としては、使い方の講習よりも各人の授業づくりをサポートすることが望ましいということを強調しておきたいです(なお、テクノロジーの知識は、外部講師を呼ばなくても、関連書籍やウェブ検索をすれば容易にアクセスすることができます)。

では、テクノロジーを用いた授業づくりをサポートする研修の望ましい形とはどのようなものなのでしょうか。それは、同僚たちと先行事例を分析しディスカッションすることや、それを踏まえて自身の学校や学年の授業づくりを構想することが考えられます。校内研修をする場合の外部講師や、教育委員会や大学が主催する研究会の講師は、単なる情報提供者ではなく、それぞれの実践家が置かれている状況に寄り添ったアドバイスをするコメンテーターやファシリテーターの役割を担うことが望ましいでしょう。各教師が構想した授業案や実践後の報告を聞き、実践家が抱えている悩みへの応答や他の可能性を提示することは、テクノロジーに精通した専門家でないと難しいことです。これこそが講師に求められていることであると言えます。

本稿で紹介したケース・メソッドやデザイン・セミナーは、一見するとかなりハードルが高いように受け取られるかもしれませんが、授業研究の文化が根づいている日本の学校では、むしろ相性がよいと考えられます。形式としてはこれまでの授業研究のように、しかしながら、目的としては、教師1人ひとりが多様なテクノロジーによって可能になる学びを深く認識し、各人の文脈にとって最良の授業をつくる力量を身につけることを目指すのです。そのためには、1人でできること(たとえば、各テクノロジーの使い方を知ること)と、同僚たちや講師と協働しなければならないこと/協働することが望ましいこと(たとえば、ある授業で用いるテクノロジーの可能性と限界を検討すること)を区別して、研修の内容を考えることが求められていると言えるでしょう。

<参考文献>

- ・佐藤学(2017)「教職の専門職性と専門性」日本教師教育学会編『教師教育研究ハンドブック』学文社、pp.6-9。
- ・八田幸恵(2008)「リー・ショーマンの PCK 概念に関する一考察——『教育学的推論と活動モデル』に依拠した改革プロジェクトの展開を通して——」『京都大学大学院教育学研究科紀要』第 54 号、pp.180-192。
- ・若松大輔(2020a)「リー・ショーマンによる教師の知識論に関する再検討——理論構築の過程に着目して——」『京都大学大学院教育学研究科紀要』第 66 号、pp.43-56。
- ・若松大輔(2020b)「リー・ショーマンによる教師の力量形成論の意義と課題——ケース・メソッドに焦点を合わせて——」『教育方法学研究』第 45 巻、pp.1-11。
- ・若松大輔(2020c)「テクノロジーを用いた授業づくりの力量に関する一考察——PCK から TPACK への展開に着目して——」『教育方法の探究』第 23 号、pp.21-28。

- ・若松大輔 (2021) 「コミュニティにおける教師の学びに関する考察——リー・ショーマンの理論的構想に着目して——」『日本教師教育学会年報』第 30 号、pp.124-134。
- ・Angeli, C. & Valanides, N. (2005). Preservice Elementary Teachers as Information and Communication Technology Designers: An Instructional Systems Design Model Based on an Expanded View of Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, pp.292-302.
- ・Koehler, M. & Mishra, P. (2005). What Happens When Teachers Design Educational Technology? The Development of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), pp.131-152.
- ・Koehler, M. & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. In the AACTE Committee on Innovation and Technology (ed.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators*, Routledge, pp.3-29.
- ・Koehler, M. & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge?, *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), pp.60-70.
- ・Koehler, M., Mishra, P. & Yahya, K. (2007). Tracing the Development of Teacher Knowledge in a Design Seminar: Integrating Content, Pedagogy and Technology, *Computers and Education*, 49, pp.740-762.
- ・Mishra, P. & Koehler, M. (2006). Technological Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), pp.1017-1054.
- ・Mishra, P., Koehler, M. & Henriksen, D. (2011). The Seven Trans-Disciplinary Habits of Mind: Extending the TPACK Framework Towards 21st Century Learning. *Educational Technology*, 51(2), pp.22-28.
- ・Niess, M. (2005). Preparing Teachers to Teach Science and Mathematics with Technology: Developing a Technology Pedagogical Content Knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21, pp.509-523.
- ・Shin, T., Koehler, M., Mishra, P., Schmidt, D., Baran, E. & Thompson, A. (2009). Changing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) through Course Experiences. Paper presented at the 2009 International Conference of the Society for the Information and Technology & Teacher Education, March 2-6, Charleston, SC., pp.4152-4159.
- ・Shulman, L. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp.4-14.
- ・Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), pp.1-23.
- ・Thompson, A. & Mishra, P. (2007). Breaking News: TPCK Becomes TPACK!. *Journal of Computing in Teacher Education*, 24(2), p.38+64.

(2021 年 11 月 4 日入稿)