

授業でのICT活用において教員に求められる専門知識の研究

－TPACKを活かした学習活動と学習評価の設計を中心に－

A Study on Professional Knowledge Required for Teachers in Using ICT in Class
-Focusing on Designing of Learning Activities and Learning Evaluation Utilizing TPACK-

小柳 和喜雄*

Wakio Oyanagi*

奈良教育大学大学院教育学研究科教職開発講座*

School of Professional Development in Education, Nara University of Education*

1. 本報告の背景と目的

2018年3月末までに、小学校から高等学校まですべての次期学習指導要領が公示された。そこでは、教科等を越えた全ての学習の基盤として育み活用される資質・能力として、「言語能力」「情報活用能力」「問題発見・解決能力」が掲げられた。

一方、このような動きの中、Society 5.0（超スマート社会）に向けた学校 ver.3.0 が提案され、「個別最適化学習」への注目も集まってきている¹⁾。

Society 5.0 とは、サイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する人間中心の社会（Society）のことである。第5期科学技術基本計画（2016.1）において我が国が目指すべき未来社会の姿として初めて提唱された²⁾。

文部科学省は、2017年11月より、Society 5.0 と関わる教育について検討をはじめ（Society 5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会）、2018年6月に、「Society 5.0 に向けた人材育成 ～ 社会が変わる、学びが変わる ～」を明らかにした³⁾。そこでは、人間としての強みである「現実世界を理解し状況に応じて意味付け、倫理観、板挟みや想定外と向き合う力、責任を持って遂行する力など」の発揮が求められる社会を生き抜いていくために、人々には共通して、1) 文章や情報を正確に読み解き対話する力、2) 科学的に思考・吟味し活用する力、3) 価値を見つけ生み出す感性と力、4) 好奇心・探求力、などが求められてくるとされた。

そして「K-12教育」（就学前教育から高校卒業までの教育）から、「K-16プログラム」（就学前から大学で学びの修了までのプログラム）を考えると

う発想の転換を図り、新たな公教育の役割として、個々の子供の学びと授業における協働学習のデザインとプロデュースをすること、「個別最適化された学びのまとめ役」（ラーニング・オーガナイザー）としての学校像をもつことが掲げられている。個人の認知と性向の特性を踏まえた支援を行うために、総合的なエビデンスとして、教育ビッグデータを収集し、分析し、子供の学びの状況を観察し、個々人に応じた学びの実現を支援することの重要性が述べられている。

では、上記のような状況下で求められている力、とくに「情報活用能力」に目を向けてみると、これを指導する教員の指導力それ自体は、どのように問われ、考えられているのだろうか。

それは、文部科学省が、「IT 新改革戦略」（2006年1月IT戦略本部決定）に基づき、「教員のICT活用指導力の基準の具体化・明確化に関する検討会」を設置し、教員のICT活用指導力の基準を策定する中で明らかにされてきた。2007年2月に、「教員のICT活用指導力のチェックリスト」という形で公表され（小学校版と中学校・高等学校版の2種類）、それ以後、平成2007年3月から継続的に現在まで全国調査されてきた。このリストは、学習者個々人の知識技能の習得、思考力・判断力・表現力の育成、情報モラルの指導などにICTを効果的に活用して指導していくことと関わって、自己診断評価できる指標である。

文部科学省は、リストを活用して10年が経過した2017年、技術的また教育的を目指す事柄の変化も視野に入れ（ICT機器の進展やアクティブ・ラーニングの視点からの授業改善等）に対応した調査項目

の見直し)、同年3月に、現行と改訂案の間で生じる差異を把握するため、「ICT活用指導力調査項目の改善に向けた調査研究」を実施した(2017年3月1日～9日の期間に教員対象の「ICT活用指導力調査項目の改善に向けた調査研究」を実施した。小学校・中学校・高等学校・特別支援学校の計176校の教員から4,668件の回答を収集した)。そして2018年3月1日にその調査結果を公表している。これらを通じて文部科学省は、例年実施する「学校における教育の情報化の実態に関する調査」の調査項目の見直しを進めてきた⁴⁾。

現行の「教員のICT活用指導力のチェックリスト」は、子ども個々人の学びに目を向けてきたが、協働的学びなどをデザインできる指導力については触れてこなかった。しかし例えば、改定案B-4「グループで話し合って考えをまとめたり、協働してレポート・資料・作品などを制作したりするなどの学習の際に、コンピュータやソフトウェアなどを効果的に活用させる」、改定案C-4「児童生徒が互いの考えを交換し共有し話し合いなどができるように、コンピュータやソフトウェアなどを活用することを指導する」などを加わえてきている。

本報告は、1)学習指導要領の改訂と関わって、学習の基盤として情報活用能力が明確に位置づけられてきたこと、2)ICTを教具として活用することから学習の道具としての活用へ、さらにスタディ・ログを取るといった評価の道具としての活用へ、期待されている利用の範囲が拡大してきていることへ目を向けている。そのため、その動きに鑑み、改訂され利用される我が国の今後の「教員のICT活用指導力のチェックリスト」を有効活用していくために必要と考えられることを明らかにすることを目的とする。手続きとしては、一旦国際的な動きに目を向け、このような教員のICT活用指導力がどのように世界の国々の研究でも考えられてきたのか、また現在考えられようとしているかを文献から読み解く。その際、力(能力)というよりもより絞って、授業でのICT活用において教員に求められる専門知識に焦点化して、今後のチェックリストの尋ね方、用い方について必要と考えられること(文献調査から明らかになったこと)を述べていく。

2. ICT活用において教員に求められる専門知識がどのように世界の国々の研究で考えられてきたのか

2.1. 教員に求められる専門知識の議論

1980年代の後半より、教員に求められる専門的能力の基盤となる教育(教職)に関する知識と教科内容に関する知識への関心が高まってきた。Shulmanは、この時代、学習者によりよい結果を導くために、統合された教員の知識が重要であること

に関心を向けた。そのために1870年代にさかのぼり、1875年以降の教員採用の試験を振り返り、その当時からの大学の教育の歴史を調べた。結果、教科内容に関する知識には注意を払われてきたが、教育方法の知識等に関する教職に関する専門知識は無視されていたことを明らかにした(Shulman 1986,p.6)。これが教科に関する教職の専門知識(Pedagogical Content Knowledge : PCK)に、人々の目を向けていくきっかけになったと言われている(Shulman 1987,p.8)。一方Grossman(1989,1990)は、ダイナミックな知識の構造特性に目を向け、PCKを教員が身につけて付けていくための4つの構成要素(①ある教科のトピックを教えることが何を意味しているかについての概念的見通し、②個々の内容領域における生徒の理解、思考、学習に関する知識、③個々の内容に関するトピックについて生徒の理解を導く知識、④個々の内容に関するカリキュラムと関連する教材の知識)、及びその関係を明らかにした。これは、さらに状況的な関係の中で、上記のような知識は築かれていくという考えを導くに到った。Cochran-Smith and Lytle(1999, pp.257-280)は、①実践のための知識(knowledge-for-practice)、②実践の中での知識(knowledge-in-practice)、③実践の知識(knowledge-of-practice)として、3つの知識の見方を示し、それらの知識は状況(文脈)的な関係の中で築かれて行くことを述べている。特に3つ目の点は、その経験、先行知識、文化、言葉などが入り交じる中で、同僚の中でそして生徒と共に築いていく社会的に構成される専門知識が、学校というあるコミュニティに参画していく中で、省察を通して築かれていくという見方・考え方へ人々の関心を向けさせた。言い換えると、実践が何を意味しているかをとらえていく教員の専門知識に関して、変容的、拡張的な見方を与えることになった。

2.2. ICT活用において教員に求められる専門知識の議論の勃興

1990年代に入ると、教室におけるコンピュータ利用の論文の中でも、内容と方法に関する教師の専門知識の関係が意識されるようになった(小柳2016)。

例えば、Marcinkiewicz(1993)やVoogt(1993)は、授業におけるコンピュータ利用の教員の態度は、テクノロジーがそこにどのように統合されるかにかかっている点を論じた。しかし、1990年代から2000年代に至る関連研究の関心を調べると、その力点は、教育活動におけるコンピュータの利用に目を向けていた。つまり技術とShulmanほかの指摘した教員の専門知識の関係を問う視点は、その時点

では、あまり注目されていたとはいえない状況であった。

そのような中、Pierson (2001) は、内容に詳しい技術の利用者であった現職教員を対象に調査を行った。そしてその結果から、内容への技術の統合に関して限定されたスキルしか持ち合わせていなかったことを明らかにし、教室への技術の統合を考えた場合、Shulman の PCK と技術の統合の必要性やその意義を述べるに到った。

この後、「教育」「内容」「技術」の統合に目を向け、関連の研究の中で必ず引用される、2つの論文が現れた。1つはNiess (2005) の論文であり、もう1つはKoehler and Mishra (2005) の論文であった。

Niess (2005) は、教育(教職)に関する知識と技術に関する知識の間につながりを持たせることの重要性を指摘し、「教育」「内容」「技術」がどのように統合されるべきかを述べた。一方、Koehler & Mishra (2005) は、Shulman の考えを引用し、授業に統合される技術の要素の重要性をモデルとして描き、Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) という考えを出した。

Niess (2005) は、一連のデジタル環境に目を向けて技術に関して述べていたが、Koehler & Mishra (2005) は、学習を支援するすべてのもの(鉛筆、黒板、一連のデジタル環境など)に目を向けて技術を論じていた。両者には、この点の違いはあったが、この2つの論文が、授業の道具として、教育方法の一貫としてコンピュータなどの技術を単に用いようとする当時の風潮に対して、教員の専門知識と関連付けて、技術を位置づけようとする道を開いた(その後の関連の研究に影響を与えた)。

その後、Mishra と Koehler は、Shulman の考え方やテクノロジーの関係をより詳細に述べた論文を出すに至った。それがTPCKに関わって出発点としてよく引用される Mishra & Koehler (2006) であった。

そこでは、①教育(教職)に関する知識(Pedagogical Knowledge: PK)と②内容に関する知識(Content Knowledge: CK)、そして③技術に関する知識(Technological Knowledge: TK)を基本とする知識の関係を示した考え方が説明された。

3つの基本知識の各重なりにあたる知識として、1つは、個々の内容を教えることに応用できる教育に関する知識である④教育的 content 知識(Pedagogical Content Knowledge: PCK) があげられた。次に、本、チョーク、黒板、そしてインターネットやデジタルビデオなど、より高度な ICT 技術を含む標準的な技術に関する知識や操作スキルを意味する⑤技術と関わる教育的知識(Technological Pedagogical

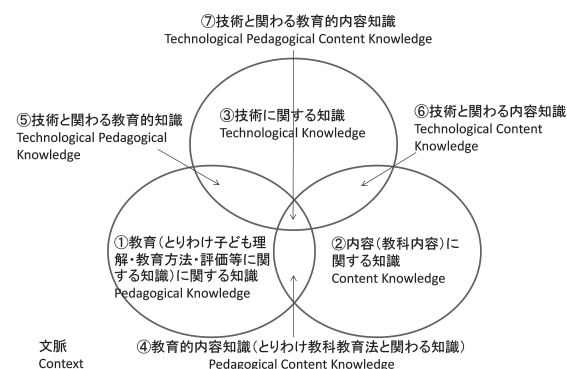


図1 技術と関わる教育的 content 知識の枠組みとその知識の構成要素 (Koehler & Mishra (2008) の図を筆者が翻訳)

Knowledge; TPK) があげられた(テクノロジーの利用一般に関する知識)。また技術と内容が互恵的に関係づけられる方法についての知識(内容と関わるテクノロジーの選択・運用・開発等に関する知識)である⑥技術と関わる content 知識(Technological Content Knowledge: TCK) があげられた。最後に、3つのすべての構成要素(内容、教育、技術)がテクノロジーを用いて実際に教えるときに(学習環境デザインとして)生かされ反映される⑦技術と関わる教育的 content 知識(Technological Pedagogical Content Knowledge: TPCK) があげられた。

しかしThompson & Mishra (2007-2008) は、TPCKを論議する教育サミットの後、文脈(contexts; 技術が用いられる生徒の学年、クラス、学校等)によってその用い方は変わってくることなどの議論を受け、それを加味したモデル、そしてTotal PACKageの考え方を強調するために、TPCKをTPACKと略称変更することを明らかにした(図1)。Koehler and Mishra (2009) によれば、教員は、教室の、そこでの固有な文脈で、技術の何をどのように活用するかを知る必要がある。「内容」「教育」「技術」の3つの要素によって定義される空間を柔軟に導ける力を磨くべきであり、固有な文脈におけるこれらの要素の複合的な相互作用を柔軟に導ける力を磨くべきであることを論じている。それらをより強く表現していくために、名称変更が進められたとしている。

その後、TPACKの考え方の理論的定義に詳細に貢献しようとする研究が多く現れることになる。

例えば、Cox & Graham (2009) は、これら7つの知識のうち、①教育に関する知識(PK)と④教育的 content 知識(PCK)の関係、⑤技術と関わる教育的知識(TPK)と⑥技術と関わる content 知識(TCK)の区別等が、実践の中での教員の知識を見た場合、判別は難しく、入り交じっていることに言及し、TPACKの考え方の理論的定義の詳細に貢献しよう

とする研究を発表した。また Schmidt, Bara, Thompson, Mishra & Koehler (2009) は、TPACK に関して養成課程にある学生が、それらをどのように知覚できるかに関心を向け、講義や演習、セミナー後に質問紙調査を通じて、どの知識を認識できるか、事前事後でどのような変化が生じるかに関して実証研究を行った。そしてその結果によって、既存の7つの知識の枠組みについて、その詳細を考える研究を行ってきた。

その後、TPACK を教員が磨き、うまく機能させていくには、それを運用していくステップ（方法）に目を向ける必要があることを指摘した興味深い研究も現れた（Niess et al.2011, 表3参照）。

表3 教員のTPACK発展ステージ
(Niess et al. (2011) の図を筆者が翻訳した)

	ステージ	内容説明
1	認識（知識）	教員は技術を用いることができる。技術と数学の内容の関係づけを認識している。しかし理科や数学の授業に技術を活かしているわけではない。
2	承認（説得）	教員は、理科や数学の授業に技術を用いることに、それが好ましいとする態度やそうでないとする態度を示している。
3	適応（意思決定）	教員は、理科や数学の授業に適切な技術を用いるか、そうでないかを選択する活動に従事している。
4	探究（実行）	教員は、理科や数学の授業に適切な技術を積極的に用いている。
5	発展（確認）	教員は、理科や数学の授業に適切な技術を積極的に用いた後、その意思決定の結果が正しかったかどうかを評価している。

これらの一連の研究は、実際に養成や現職研修の取り組みの中で、教師を目指す学生や教員が7つの知識をどのように身につけているかを振り返る道具として、またそれを考えるきっかけを与えてくれた。しかし、7つの知識を意識したプログラムを作成し、TPACK を意識した取り組みを進めても、教員志望者や教員にとって、その知識の獲得は容易ではないこと。TPACK によって意識化される知識が、さらにいえば、何を専門知識として獲得する必要があるかだけでなく、なぜそれを学ぶ必要があるのか、どのように学ぶことが意味を持つのか等、をより教師教育者が詳細に考えて行くこと。それらが、重要であることを明らかにするに到った。

これらの議論とそこから得られてきた知見は、今後の我が国の「教員のICT活用指導力チェックリスト」の尋ね方、用い方について必要と考えられることを明らかにしてくれている。

例えば、議論の中で、教員がICT活用指導力を発揮していく上で、必要となる専門知識の内容を明らかにすることは必要である。その意味でTPACKは、その専門知識を考える枠組みを提供してくれている（関係を見るモデル、要素統合モデル；評価指標としての活用もできる）。しかしながら、養成や研修後、その知識の習得を受講者に単に尋ねただけでは、質問事項について「できる、できない」を視覚化できても、成長の過程の姿、意識や態度の変容を視覚化し、教員にどのような学びの過程に今いるのか、次は何かあるのか成長過程を示唆することは難しいことが指摘されていた。

それらの知見を生かすなら、現在、ICT活用指導力チェックリストは、「できる」「ややできる」「あまりできない」「ほとんどできない」の4つから当てはまるものを1つだけ回答の形を取っている。しかしこの尋ね方では、その成長過程、プロセスを視覚化し、教員に各項目に向かうための次への一步を示唆することは難しい。そのため、TPACK の研究知見から見いだされた「知っているか（認識）」「納得しているか（承認）」「用いているか（適応）」「改善しているか（探究）」「その取組の結果を評価しているか（評価）」などの回答を用い、その成長や変容を見る尋ね方の検討等も今後求められてくると考えられる。

つまりチェックリストを、統合モデル（評価指標としての活用）的発想だけでなく、変容モデル（成長を見るモデル）的発想からもとらえ、その活用の意味・意義をとらえていくことが重要となる。

3. ICT活用において教員に求められる専門知識が現在どのように世界の国々で進められてきているのか

3. 1. 学習活動のタイプのタクソノミ

TPACK など、授業でのICT活用において教員に求められる専門知識に関する研究関心は、養成や研修で培ったその専門知識が、「認識」や「承認」で留まらない（知っているが教員の授業内での行為行動の変容へはつながらない）、あるいは誤った統合（目的や内容と外れたICT活用）に向かわないように、何が必要かということへ関心を向けている。そこでは、効果的な実用へつながりやすくしていくために、目的や内容に応じて定型化された活動を認識し、状況に応じて、それを選ぶ（意思決定）経験を保証していく取り組みに、技術統合の定型化された活動を関係づける試みが行われている。目的と内容に基づいた学習活動のタイプのタクソノミ（活動型分類法）と技術的に支援された学習活動の型を、教員が、状況に応じて（あるクラスの授業の事前計画や授業の中での行動選択）組み合わせることを前提とする

カリキュラムベースの技術統合へのアプローチである。これは、教員が学習活動を選択する（内容のもつ意味やねらい、児童生徒の既知、経験、ニーズや好み、そして教育的／文脈的現実を一致させる）ときに、ICTなどの技術に関係づけると、その教育計画や授業のプロセスに統合する際に、付随的にそして確実に、その意味や意義を感じ取ることができる判断から来ている（Hofer, Bell, & Bull 2015）。

教員のICT活用指導力チェックリストには、現在のもの、また改定案ともに「A- 1 教育効果を上げるために、コンピュータやインターネットなどの利用場面を計画して活用する」がある。これは、「B 授業にICTを活用して指導する能力」「C 児童生徒のICT活用を指導する能力」に直接関わっていく項目である。教員のICT活用指導力を各教科の学習を越えて、俯瞰的にチェックしていく意図もあり、「利用場面」という言葉で、意味づけていると考えられる。しかし、上記の国際的な研究の動きや教育職員免許法・同施行規則の改正（2019年4月1日から施行）により、「各教科の指導法」に次の括弧付けが加わることになった（情報機器及び教材の活用を含む）事も考えると、一般的な場面という表現だけでなく、今後、学習内容がより強く反映される「学習活動」という表現も追記していくことが重要となると考えられる。

3. 2. 学習活動の評価

またもう1つTPACKなど、授業でのICT活用において教員に求められる専門知識に関する研究関心では、その養成や研修の成果（学生や教員の実践は変わったのか）をどのように評価するか、取組自体（養成や研修プログラム）をどのように評価するが問われている。実際に養成や研修でTPACKを学んだ教員の実践が、どのように変容しているか、意識調査だけでなく、学習指導案、授業研究、ポートフォリオやルーブリックを用いたパフォーマンス評価を用いて評価すること、その評価方法や評価によって何がもたらされるか（成果を上げている取組自体についての評価）が問われている。

現在のチェックリストの「A- 4 評価を充実させるために、コンピュータやデジタルカメラなどを活用して児童の作品・学習状況・成績などを管理し集計する」。改定案「A- 4 学習状況を把握するために児童生徒の作品・レポート・ワークシートなどをコンピュータなどを活用して記録・整理し、評価に活用する」。これらの項目は、ICTなどを、児童生徒の学習評価（アセスメント）に用いることができるかを問っている。しかし、そこでは「学習の評価」におけるICT活用については問っているが、「学習のための評価」つまりその学習成果をもたらし取

組の評価については関心が向けられていない。

評価に関する教員のICT活用指導力を問うのであれば、先のTPACKの最近の研究で議論されているように、以下の範囲までも視野に入れた、評価力について問うていくことが求められる。つまり、1）パフォーマンスの姿を視覚化して評価するために利用する、2）自己評価を可能にするために利用する、3）質の高い情報を即時に提供するために利用する、4）学習者相互の対話や教師間の対話を促すために利用する、5）学習者の動機付けと自尊感情を高めるために利用する、6）現在の姿と目指す姿のギャップを少なくしていくことを支援していくために利用する、7）授業改善を支援するために利用する、といったICTを用いた「取組の評価、つまり学習のための評価（Assessment for Learning）」や学習者自身そして教員自身が評価力をつけていくためにICTを用いる「学習としての評価」（Assessment as Learning）を進めることである（Perrotta and Whitelock 2017）。

それには、チェックリスト項目として、例えば「A- 1 教育効果をあげるには、どの場面にどのようにしてコンピュータやインターネットなどを利用すればよいかを計画し、その取組を評価する。」など下線力所を追記していくことが求められる。

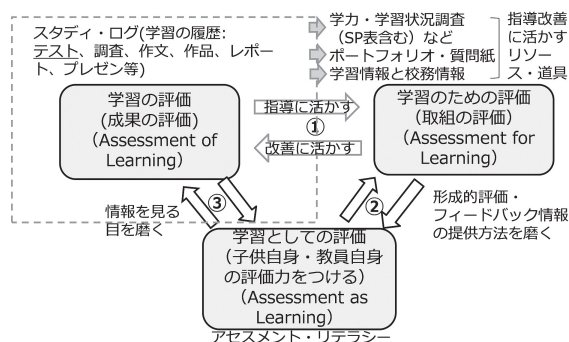


図2 3つのアセスメントとその関係

5. おわりに

日本でも教員の資質能力に関わって色々と考える動きが活発化してきている。その動きの1つとして、都道府県自治体を中心となって進められてきた教員の資質向上に資する指標の開発があげられる。開発されてから既に10年を経たICT活用指導力チェックリスト内容変更とともに、これらが教員の資質向上に資する指標とどのように関わるのか、慎重に見ていく必要がある。

また最初に述べたが、このたびの学習指導要領の改訂で、情報活用能力は、学習の基盤として明示された。学習の基盤という意味は、あらゆる教科の学びを支援し、豊かにしていく汎用的な知識・スキル

として考えられていると読み取れる。しかし一方で、このたびの3つの資質・能力の枠組みで再整理された情報活用能力を見ると、汎用的な知識・スキルだけでなく、プログラミング思考に見られるようにそれ自体の独自性、特殊性も読み取れる。このような多層な性格を持つ能力（基盤と専門）である情報活用能力を子どもたちに培って行くために、教員に求められる資質能力を本報告で述べたように、国際的な動きも加味しながら、さらに吟味、検討していくことが重要となる。

注

- 1) http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/002/siryo/___icsFiles/afiefieldfile/2018/06/20/1406021_17.pdf ()
- 2) http://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/index.html
- 3) http://www.mext.go.jp/component/a_menu/other/detail/___icsFiles/afiefieldfile/2018/06/06/1405844_002.pdf
- 4) http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1401939.htm

参考文献

- Cochran-Smith, M., & Lytle, S. L. (1999). Relationships of knowledge and practice : Teacher learning in communities. *Review of Research in Education*, 24:249-305.
- Cox, S., & Graham, C. R. (2009). Diagramming TPACK in practice: Using an elaborated model of the TPACK framework to analyze and depict teacher knowledge. *TechTrends: Linking Research & Practice to Improve Learning*, 53 (5) : 60-69.
- Grossman, P. L. (1989). A Study in contrast : Sources of pedagogical content knowledge for secondary English. *Journal of Teacher Education*, 40 (5) :24-31.
- Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher : Teacher knowledge and teacher education*. New York : Teachers College Press.
- Hofer, M., Bell, L. & Bull, G. (ed.) (2015). *Practitioner's guide to technology pedagogy and content knowledge (TPACK)*. Rich media cases of teacher knowledge. Waynesville, NC : AACE.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*.32 (2) :131-152.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. in AACTE Committee on Innovation and Technology (ed.) (2008) *Handbook of Technological Content Knowledge (TPCK) for Educators*. New York and London: Routledge.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9 (1) : 60-70.
- Marcinkiewicz, H. R. (1993). Computers and Teachers: Factor Influencing Computer Use in the Classroom. *Journal of Research on Computing in Education*, 26 (2) :220-237.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6) : 1017-1054.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21 (5) :509-523.
- Niess, M. L., van Zee, E. H., Gillow-Wiles, H.. (2011) Knowledge Growth in Teaching Mathematics/Science with Spreadsheets: Moving PCK to TPACK through Online Professional Development. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*.27 (2) :42-52.
- 小柳和喜雄 (2016) 教員養成及び現職研修における「技術と関わる教育的・内容知識 (TPACK)」の育成プログラムに関する予備的研究. *教育メディア研究* 23 (1) , 15-31.
- Perrotta, C. & Whitelock, D. (2017) Assessment for Learning. In E. Duval et al. (eds.) *Technology Enhanced Learning*. Cham, Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Pierson, M. E. (2001) Technology integration practice as a function of pedagogical expertise. *Journal of Research on Computing in Education*, 33 (4) :413-430.
- Schmidt, D. A., Bara, N. E. Thompson, A. D. Mishra, P. & Koehler, M. J. (2009) *Technological Pedagogical Content*

- Knowledge (TPCK) : The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42 (2) :123-149.
- Shulman, L.S. (1986) Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2) :4-14.
- Shulman, L.S. (1987) Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1) :1-22.
- Thompson, A.D. & Mishra, P. (2007-2008) . Breaking News: TPCK Becomes TPACK! *Journal of Computing in Teacher Education*. 24 (2) :38-39.
- Voogt, J. (1993) Courseware for an inquiry-based science curriculum. An implementation perspective. Enschede: University of Twente, Faculty of Educational Science and Technology.

