

# 探究先行の教授学習法：教育心理学の研究概観

Exploration before instruction: An overview of educational psychology research

金田 茂裕\*

## Abstract

Educational psychology researchers have historically debated the costs and benefits of learning approaches through exploration. Some researchers have emphasized the benefits of this type of learning, such as through discovery learning, inquiry learning, or problem-based learning, stating that exploration without explicit instruction enables productive and constructive learning. Other researchers have pointed out the costs associated with such approaches, insisting that explicit instruction from teachers is important for acquiring knowledge and skills accurately and effectively. More recently, researchers have started investigating the combination of exploration and instruction, and have studied the merits and demerits of the exploration before instruction approach, where the learner first engages in explorative activities before receiving instruction, compared to the inverse approach, exploration after instruction, where the learner first receives instruction before engaging in explorative activities. This paper briefly reviews historical controversies in the debates on exploration and instruction, and then provides an overview of theoretical, empirical, and practical studies that have been conducted, mainly on the exploration before instruction approach.

キーワード：発見学習、探究学習、直接指導、例題学習

教育心理学では半世紀以上にわたり発見学習、探究学習、問題解決型学習などの「学習者の主体的な活動を重視する教授学習法」がよいか、それとも直接指導、例題学習、プログラム学習などの「教授者が主導する教授学習法」がよいかをめぐる論争が繰り返されてきた。多数の先行研究により、どちらの教授学習法にも多彩なメリットがあると認められること、ただし同時にどちらの教授学習法にも様々なデメリットが存在することがこれまでに指摘されてきている (Alfieri, Brooks, Aldrich, & Tenenbaum, 2011; Tobias & Duffy, 2009)。

2000年代頃から研究関心が高まっているのは、それら「学習者の主体的な活動を重視する教授学習法」と「教授者が主導する教授学習法」の両方を組み合わせるといふ教授学習法である。そこには2つの型があるとされる。1つは「指導先行」型であり、はじめに教授者の指導を受け、そのあとに学習者が主体的な活動を行うという教授学習法である。もう1つは、その逆順の「探究先行」型であり、はじめ

に学習者が主体的な活動を行い、そのあとに教授者の指導を受けるというものである (Lee & Anderson, 2013; Rittle-Johnson, 2017)。

本稿の目的は、上記の2つの型のうち、主に「探究先行」の教授学習法の方に焦点をあて、欧米の学術誌において近年展開されている理論的・実証的・実践的研究を概観することである。その前に、教育心理学の半世紀以上にわたる論争、特に、発見学習 (discovery learning) と直接指導 (direct instruction) の効果をめぐる論争について、金田 (2016, 2017) にまとめた内容もふまえ、概要を簡単に整理しておきたい。

発見学習とは、何らかの問いや経験をもとに学ぼうとする概念を「発見」するよう、学習者を方向付けてゆく教授学習法のことである。なお、探究学習や問題解決型学習は、完全には発見学習と同じものでなく教授者が提供する指導の量などの点で異なるとされるが、学習者の主体性を重視するという共通点を有している (Loyens & Rikers, 2011)。一方、

\* Shigehiro KINDA 関西学院大学教育学部准教授

直接指導とは、学習目標を定め、必要となる知識を振り返り、スモールステップで情報を提示し、明確な説明を行い、練習の機会を与え、必要に応じて説明付きのフィードバックを与えるという教授学習法である (Winne & Nesbit, 2010)。

## 発見学習と直接指導

Piaget (1973) は、著書『To understand is to invent』の中で「理解とは、発見、再構成、再発見することである」と述べており (Rittle-Johnson, 2006)、この主張は教育実践の場でも広く受け入れられている。こうした構成主義の考え方によると、学習者が自己の力で発見、構成した知識は、他者から与えられたり、明示的に教えられたり、説明されたりして獲得した知識より価値があり、応用可能であるとされる (Klahr & Nigam, 2004)。また Bruner (1961) は、発見を重視する教授学習法の利点として、学習者の潜在的な能力や内発的動機を高めるという点をあげている。そして発見学習を通して獲得した知識は、本人のその後の歩みに役立つと論じている。

その一方で、発見学習を疑問視する、次のような論考もある。Ausubel (1961) は、発見学習は適切な時と場所、明確な目的のもとではたしかに有益であるが、教育の役割はむしろ、教授者が学習者の将来を見据え、重要な知識を選定し、有意味かつ効果的に学べるよう、環境を整えることであると述べている。また Mayer (2004) は、構成主義的な学習を実現するという教育目標自体には決して反対しないが、純粋な発見を志向する教授学習法は学習者に過大な自由を与えるものであり、有益な情報を入手することを困難にすると論じている。

さらに、直接指導の方が発見学習より適切であるとする主張もある。Tricot & Sweller (2014) は、学校などの教育機関が扱う知識の大部分は、人類が何世代も経て生得的に獲得するようになった「一次的知識」と異なり、明示的に教えられなければ獲得できない「二次的知識」であると指摘し、直接指導を通し、構造化された本質的情報を学習者に提供する必要があると述べている。解法付き例題 (worked examples) の提示は、その点できわめて有効な教授学習法であるとされる (Kirschner, Sweller, & Clark, 2006)。ただしその直接指導にも、このあと説明するように様々な問題点があることを

複数の研究者が指摘している。

本稿にて概観する、探究先行の教授学習法に関する教育心理学研究は、発見学習などの「学習者の主体的な活動を重視する教授学習法」と、直接指導などの「教授者が主導する教授学習法」のそれぞれの利点を認めるところから出発している。その上で、それらを組み合わせて教育実践の場に取り入れることにより、両方の教授学習法の利点が引き出され、高い学習成果が得られると予測している。次に、そうした観点からの検討を継続的に進めてきている研究グループの知見を概観したい。

## 発明的活動

Schwartz & Bransford (1998) は「教授者の指導を受ける前に学習者の既有知識を活性化させることが高い学習成果を得るためには必要である」と主張し、それを実現する手段が発明的活動 (inventing) であるとしている。なお、ここで発明的活動とは短時間で完了する探求的な活動であり、従来の研究で論争がなされてきた「発見学習」と異なり、専門家が過去に生産した知識の再発見をめざす長時間に及ぶ活動ではない。

その上で Schwartz & Bransford (1998) は、大学生を対象とし、発明的活動の効果を調べる目的で準実験デザインによる実践的研究を行っている。その結果、一定時間の発明的活動を事前に行ってから教授者の指導を受けた学習者の群は、全く発明的活動を行うことなく教授者の指導を受けた学習者の群と比べ、優れた学習成果を得たと報告している。その結果を受け、論文タイトル“A time for telling”が表すとおり「指導の開始には、最適な時期がある」と主張している。さらに Schwartz & Martin (2004) は、高校生を対象とし、1998年の研究と同じ目的で実験を行い、同様の傾向を示唆する結果を得ている。その結果を受け「発明的活動は、未来の学びの準備となる」と述べている。

Schwartz, Chase, Oppezzo, & Chin (2011) は、学校教育実践の場面において一般的に採用される教授学習法は、先に教授者が「概念」や「型」を説明し、そのあとに学習者が「練習問題」に取り組むという順であると指摘し、それを T&P (tell and practice) と呼んでいる。そして T&P と、ICC (Inventing with Contrasting Cases) と呼ばれる、発明的活動と解答案の事例比較の両方を行う探究的

な学習活動を組み合わせることにより、指導先行の T&P 群 (T&P → ICC の順で学ぶ) と、探求先行の ICC 群 (ICC → T&P の順で学ぶ) の学習成果を実験的に比較している。結果は T&P 群 < ICC 群となり、探究先行の教授学習法の方が高い学習成果につながったと述べている。

Schwartz, Chase, & Bransford (2012) は、教育心理学の重要概念のひとつである「学習の転移」に関して、次のように論じている。学習の転移とは、ある状況で獲得した知識や手順を他の状況に適用することである。そこには次の3つの形態があり、そのうち2つは、学習の転移の失敗 (failed transfer) と学習の転移の成功 (positive transfer) であると述べている。学習の転移の失敗とは、学校で獲得した知識を日常に活かさないなど、既習の知識や手続きを類似問題に適用できないことである。それに対し、学習の転移の成功とは、過去に獲得した知識や手続きを利用し、新しい状況の中に見慣れた型 (the old in the new) を見つけ、問題解決に成功することである。

もう1つの形態は、学習の負の転移 (negative transfer) であると Schwartz et al. (2012) は指摘し、それを OZT (overzealous transfer: 熱心な転移) と呼んでいる。OZT とは、過去に獲得した知識や手順をかつての成功体験をもとに新しい状況に対してかなり熱心に適用することである。この OZT の場合、前述の学習の転移の成功の場合と同様に「新しい状況の中に見慣れた型を見つけること」には成功する。しかしその反対に「古い状況の中に新しい型 (the new in the old) を見つけること」には失敗し、その点で、状況に応じて適応的に学ぶということができない。OZT の典型例は「水瓶問題」で有名な Luchins (1959) の研究が示していると述べている。

Schwartz et al. (2012) は、上記の Schwartz et al. (2011) の実験結果を OZT の作用という観点から次のように説明している。T&P 群は、先に教授者の指導を受けるため学習効率がきわめて高いが、その分、OZT につながる可能性も高い。それに対し、ICC 群は、先に発明的活動と解答案の事例比較を行うため学習効率は低い、OZT の可能性も低い。それゆえ T&P 群と比べ ICC 群は「新しい状況の中に見慣れた型を見つけること」と「古い状況の中に新しい型を見つけること」の両方に成功し、優れた

学習成果を得ることができるという説明である。

さらに Schwartz et al. (2012) は、新任の教師がいかにして過去の自己の学習経験をもとに『ハムレット』を教えるかという例をあげ、教授者も OZT に陥る可能性があるとは指摘している。ただし適応的熟達者 (adaptive expert) は、長年の多様な経験の末に OZT を避ける姿勢を発達させていると説明している。例えば「今すぐには仕事の完成に必要でなくても追加情報の収集を続ける」といった姿勢である。論文の結語では「人々がどう正解に到達するか」より「人々がどう学習を継続するか」が今後の重要な研究課題となると論じている。

## 生産的失敗

Kapur (2016) は、短期的には妨害効果を有する教授学習法であっても、長期的には促進効果を有する場合があると指摘している。その上で、過去の複数の研究 (Kapur, 2008, 2010, 2014; Kapur & Bielaczyc, 2012) の知見に基づき、教育実践の場における教授学習法のあり方を、次の4つの概念に分類している。

- ・非生産的失敗 (unproductive failure)
- ・生産的失敗 (productive failure)
- ・生産的成功 (productive success)
- ・非生産的成功 (unproductive success)

第1の非生産的失敗とは、教授者の指導を全く受けることなく学習を進める教授学習法のことである。その代表例として Kapur (2016) があげているのは「純粋な発見学習」であるが、それが成功しないことは教授重視、構成重視のどちらの研究者の間でも今では共通理解となっていると指摘している。しかし過去の研究 (Klahr & Nigam, 2004) の結果を参照すると「直接指導の直前に短時間の発見的な活動がなされた結果、高い学習成果が得られた例がある」と述べ、教育実践の場において発見的な活動の意義を全く認めないのは正しいことでない論じている。

第2の生産的失敗は、問題解決 (problem-solving) と指導 (instruction) の2段階からなる探求先行の教授学習法である。問題解決の段階では、学習者が自己の力で問題解決を行い、様々な解答案を考える。指導の段階では、教授者の指導を受け、自己の解答案と提示された正解を比較しながら学ぶ。この生産的失敗に関して、Kapur (2016) は次



のような学習メカニズムを想定している。問題解決の段階では、学習者の既有知識が活性化される。そして、そのことが既有知識の限界と非一貫性を認識する契機となり、学習者の学習意欲が向上する。指導の段階では、既有知識と新情報のそれぞれの特徴の把握がなされ、両者の関連付けと組織化が行われる。上記の学習メカニズムにより、先行する問題解決は、たとえ「失敗」でも「生産的」であると論じている。

第3の生産的成功は、教授者の指導を受けながら学習者が問題解決を行う教授学習法のことである。その代表的な例は、PBL (Project Based Learning) であると Kapur (2016) は論じている。第2の「生産的失敗」の場合、先行する問題解決の目的は「学習者の既有知識を活性化し、指導を受ける準備を整えること」にあり、その問題解決自体に成功する必要はない。それに対し、この「生産的成功」の場合、その目標は「学習者が問題解決を行い、かつ、それに成功すること」にあり、その達成のために高程度の指導が提供される。この点は、第1の「非生産的失敗」との大きな違いでもある。

第4の非生産的成功は「ドリル学習」や「丸暗記」に代表される教授学習法であると Kapur (2016) は述べている。さらに教育実践の場で一般的に行われる「直接指導」もこの非生産的成功に近いと指摘し、次のように論じている。たしかに直接指導は、第1の「非生産的失敗」の例（純粋な発見学習）と比較すると、第3の「生産的成功」に近いように見える。しかし直接指導には、学習者の探求心を抑制する面や、課題の奥の深さに気づく機会を失わせる面がある。それゆえ直接指導は、第2の「生産的失敗」の例（問題解決と指導の2段階からなる教授学習法）や第3の「生産的成功」の例（PBL など）と比較すると、やはり非生産的成功に近いと述べている。

Kapur (2016) は、教育心理学の分野では長年にわたり構成重視と指導重視の研究者の間で発見学習の効果をめぐる論争がなされてきたことにも言及している。そして、構成重視、指導重視という2つの立場の違いは「発見学習の効果を認めるかどうか」という従来よく指摘された点にあるのではなく、むしろ「既有知識の活性化を重視するかどうか」という点にあると論じている。構成重視の教授学習法の場合、何らかの課題を学習者に与え、学習者の既有知

識を十分に活性化した上で指導を提供することが多い。これは足場がけ (scaffolding) と呼ばれる教授学習法でもある。一方、指導重視の教授学習法の場合、既有知識の活性化をそれほど行わず、最初から高程度の指導を提供することが多い。

ただし実際には、構成重視、指導重視という2つの教授学習法は二者択一のものでなく、それら両方を利用することにより多彩な教授学習デザインを設計できると Kapur (2016) は述べている。その有望なデザインの 하나가、問題解決と指導を組み合わせた、上記の「生産的失敗」の教授学習法であるとしている。結論として、4つの教授学習法（非生産的失敗、生産的失敗、生産的成功、非生産的成功）のうち、特に優れた学習成果をもたらすのは、第2の「生産的失敗」と第3の「生産的成功」であると論じている。今後の研究課題は、それら2つの教授学習法の優劣を比較することであるとしている。

## 認知負荷理論

Kalyuga & Singh (2016) は、教育心理学の重要理論の一つである認知負荷理論 (cognitive load theory) について、再考が必要な時期に来ていると指摘している。認知負荷理論とは、発見学習より直接指導の方が優れた学習成果をもたらすと主張し、発見学習のように認知負荷の高い自由探索を学習者に行わせるのではなく、直接指導を通して十分に構造化された知識を提供することが、学習者の知識獲得を促進するためには重要であると説く理論である (Sweller, 1988, Sweller, Van Merriënboer, & Paas, 1998)。しかし近年、その認知負荷理論の主張と整合しない知見が複数の研究者により示されるようになってきた。すなわち学習者の発見的活動や問題解決から開始する方が、教授者の指導から学習を開始するより優れた学習成果をもたらすとする知見である。認知負荷理論が今後も発展を続けるためには、そうした近年の知見を取り入れる必要があると述べている。また、認知負荷理論のもう一つの問題点として、領域固有知識 (学校の教科の基礎知識など) の獲得のみを重点的に扱いながら発展してきた点をあげている。そもそも領域固有知識は、教授者主導の教授学習法により獲得しやすいという性質を有していると指摘している。

Kapur (2016) も認知負荷理論に対して批判的検討を加えている。認知負荷理論は「学習者の認知負

荷を低減すること」の重要性を主張しているが、それが常に正しいとは限らない。むしろ「高い認知負荷」の方が、学習者の既有知識が活性化され、指導効果を高める場合があると述べている。また、認知負荷理論は「学習とは、知識の獲得である」と定義しているが、他にも多彩な要素が学習の過程には含まれると論じている。例えば、探求・発見・問題解決・議論・推論・メタ認知・自己調整・適応・協同・知識構築・学習法の修得などであり、さらに社会面（協力・論争・説明）や文化面（規範・価値）も考慮する必要があると指摘している。

一方、Sweller & Paas (2017) は、次のように述べている。認知負荷理論は、この30年間、厳密に統制された実験の結果に基づき、理論の修正を行いながら発展してきた。それに対し、発見的活動や探求的活動の効果の研究する分野では、適切に設計された実験デザインとは言えない、複数の関連変数を同時に変化させる実験や、統制群が存在しない実験が多くなされてきたのが現状である。それゆえ発見的活動や探求的活動の効果の有無に関して、どの要因が影響するかが不明な状態のまま議論が進められていると指摘している。

ただし2010年代には、適切に設計された実験デザインの研究も様々な観点から複数をされており、次にそれらを概観したい。

## 探究先行と指導先行

DeCaro & Rittle-Johnson (2012) は、探究的活動と明示的指導のそれぞれの利点は明らかだが両者をどう組み合わせるとよいかは未解明であると指摘している。その上で、探究的活動のあとに明示的指導を受ける順序の方が、逆の順序より高い学習成果を得ると仮説を立て、その根拠に関して次のように論じている。たしかに学校教育実践の場では「明示的指導→探究的活動」の順が多く採用されており、そこには複数の利点があると認められる。しかし逆順の「探究的活動→明示的指導」と比較すると、新情報を探す活動の抑制、試行錯誤する活動の抑制、誤信念の残存、自己の理解度の過大評価などの問題が起りやすい。

DeCaro & Rittle-Johnson (2012) は、算数の問題で右辺と左辺の同等性を問う課題（例： $3 + 5 = 4 + x$ ）を用い、2～4年の子どもを対象とする個別実験を行っている。実験デザインは、探究的活動

と明示的指導の内容は変えず、それらの順序のみを入れ替え、探究先行（探究→指導）と指導先行（指導→探求）の2条件を設定、比較するものである。探求的活動の段階では、実験者が課題を提示し、子どもがそれに解答し、どう解いたかを報告する。その後、実験者が解答の正誤を伝え、正解を提示する。明示的指導の段階では、実験者が具体例（ $4 + 4 = 3 + 5$  など）をあげ、課題の問題構造を説明し、左辺、右辺、等号の意味を解説する。

DeCaro & Rittle-Johnson (2012) は、実験の結果は仮説のとおり、探求先行>指導先行の学習成果であったと報告し、次のように論じている。探求先行の教授学習法の場合、先に行う探求的活動は、一時的には苦勞を伴う経験となるが、明示的指導を受けるための準備ともなる。そして結果的に、問題構造の深い理解と問題解決方略の多彩さ、自己の理解度の正しい認識をもたらす。それに対し、指導先行の教授学習法の場合、先に明示的指導を受けるため大きな苦勞を経験することはないが、その分、課題を表面的に処理するようになる。結果的に、探求先行の場合と比べ、問題構造の深い理解や問題解決方略の多彩さ、自己の理解度の正しい認識につながりにくくなると述べている。

Fyfe, DeCaro, & Rittle-Johnson (2014) は、近年の研究は「明示的指導の開始時期を遅らせ、先に探求的活動を行う」ことの有効性を主張しているが、どのような場合にもそれがあてはまる訳ではないと指摘し、次のように論じている。たしかに探求先行は、一つ一つの作業を順に実行する場合に必要な手続き的知識（procedural knowledge）を学ぶ際には有効であり、それにより学習者は手続きの丸暗記を避けることができる。しかし、ある領域の原理や概念を理解する場合に必要な概念的知識（conceptual knowledge）を学ぶ際には、認知負荷を低減することが重要であり、指導先行の方が有効であると述べている。

Fyfe et al. (2014) は、上記の原則に反し、先行研究（DeCaro & Rittle-Johnson, 2012）の実験結果は概念的知識を学ぶ場合であっても「探求先行」の方が優れることを示していると述べている。しかし次の変更を実験状況に加えると「指導先行」の方が優れた学習成果をもたらすと予測し、2～4年の子どもを対象とする個別実験を行っている。その変更とは「探求的活動の段階の中で、自己の解答の概念

の合理性に関して子どもに自己説明を促す」という点である。例えば「 $3 + 5 = 4 + x$ 」の課題に対し、子どもが「4」と解答していれば、なぜ「4」が正解になるかを説明するよう、本人に求める。

Fyfe et al. (2014) は、実験の結果は予測どおり、探求先行<指導先行の学習成果となったと報告し、次のように論じている。指導先行の教授学習法の場合、明示的指導の「後」に探求的活動を行うため、その中での自己説明の活動を通し「既有知識」と「新しい知識」の両方を活性化し、概念的理解を深めることができる。それに対し、探求先行の教授学習法の場合、探求的活動を明示的指導の「先」に行うため、その中での自己説明の活動により活性化できるのは「既有知識」のみである。結論として、DeCaro & Rittle-Johnson (2012) と Fyfe et al. (2014) の実験結果の違いが示唆するように、探求先行と指導先行の優劣は一概に言えるものでなく、指導する内容（手続き的知識・概念的知識）や、学習活動のあり方（自己説明の有無）が関与すると指摘している。

Loehr, Fyfe, & Rittle-Johnson (2014) は、上記2つと同じ研究グループの論文である。個別実験でなく集団実験の方法を採用し、学校の教室の中で2年生を対象とし、探求先行と指導先行の教授学習法の学習成果を準実験デザインにより比較している。実験1の結果は、探求先行<指導先行となったと報告している。実験2では、最後に「確認」の段階を加え、探求先行（探究→指導→確認）と指導先行（指導→探究→確認）の学習成果を比較している。なお、確認の段階では、自己の解答（探求の段階で考えたもの）の正誤を確認する作業を、学習者に各自で行うよう指示している。実験2の結果は、実験1と逆に、探求先行>指導先行となった。これらの結果を受け、探求先行の教授学習法は有効であるが、その成功には条件があると論じている。

上記の他にも、複数の研究者が多彩な実験デザインのもとで課題内容や対象年齢を変え、探究先行と指導先行の教授学習法の効果を比較している。また、複数の研究者が様々な観点から探求的活動や明示的指導のそれ自体（または、それらに類する活動や指導）の効果を検討している。次に、そうした研究の一部を取りあげたい。

## 比較実験

Glogger-Frey, Fleischer, Grüny, Kappich, & Renkl (2015) は、発明的活動と例題学習を比較すると前者は「既有知識」と「新しい知識」の間にどの程度の隔りがあるか（knowledge gap）という点についての認識を高め、結果として高い興味関心と高い学習成果をもたらすと予測し、比較実験を行っている。研究1は、教職志望の学生が学習方略の評価法を学ぶという実験である。研究2は、中学生の物理の学習の実験である。研究1と2の結果は、予測の部分的支持にとどまり「知識間の隔りの認識」と「興味関心」の点では発明的活動>例題学習であったが、その一方で「学習成果」の点では発明的活動<例題学習であったと報告している。

Glogger-Frey, Gaus, & Renkl (2017) は、指導に先行する「発明的活動」の効果の有無に関して、従来の研究では一貫した結果が示されてきていないと指摘している。その上で、発明的活動は「一定量の練習がある場合に、はじめて効果生まれる」と仮説を立て、中学生の数学の学習の実験を行っている。実験デザインは「練習」の分を含め、発明的活動を2回行ってから指導を受ける群（発明→発明→指導）と、例題学習を2回行ってから指導を受ける群（例題→例題→指導）の比較である。実験の結果、仮説は支持され、前者の群の方が高い学習成果を得たと報告している。ただし自己報告による認知負荷の評価値は、後者の群の方が小さかったという点も報告している。

Van Gog, Kester, & Paas (2011) は、例題を利用する学習が自己の力で解法を探究する問題解決型の学習と比べ、高い学習成果を得ることは明らかだと述べている。しかし両者の最適な組み合わせのあり方は未解明であるとし、中学生の理科の学習の実験を行っている。実験デザインは、A：例題学習のあとに例題学習を再び行う、B：例題学習のあとに問題解決を行う、C：問題解決のあとに例題学習を行う、D：問題解決のあとに問題解決を再び行う、の4群の比較である。実験の結果、学習成果はA≒B>C≒Dであったと報告し、例題学習を先行させる教授学習法の方が優れていると論じている。

Leppink, Paas, Van Gog, van Der Vleuten, & Van Merriënboer (2014) は、大学生の統計学の学習においても上記の研究（Van Gog et al., 2011）と同じ



結果が得られるかを、同じ実験デザインで追試的に検討している。実験の結果、学習成果は  $A \equiv B > C \equiv D$  (文字と記号の意味：前記のとおり) となり、上記の研究結果は追試的に確認されたと報告している。総合考察では、例題学習と問題解決型の学習のどちらを「先」に行うかが学習成果に影響すること、一方、例題学習と問題解決型の学習のどちらを「後」で行うかは学習成果に影響しないことを指摘している。

## 例題効果と生成効果

Chen, Kalyuga, & Sweller (2016) は、例題効果 (worked example effect) と生成効果 (generation effect) は互いに矛盾すると指摘している。例題効果とは「例題を利用しながら十分な指導を受けて行う学習」は「指導をほとんど受けない問題解決型の学習」より優れることを説明する、認知負荷理論の重要概念の一つである。一方、生成効果とは「ある情報から新しい情報を生成すること」は「新しい情報の提示を単に受けること」より学習面で優れることを説明する概念である。例えば、ある単語 (熱い) から反対語 (冷たい) を生成する方が、対義語のリスト (熱い-冷たい) の提示を単に受けるより学習者の記憶に残りやすいことが知られる。

Chen et al. (2016) は、これら例題効果と生成効果の背後のメカニズムを探ることを目的とし、中学生の数学の学習の実験を行っている。実験は、指導の量：多・少、課題の難易度：高・低、学習者の熟達度：初心者・熟達者、の3要因が学習成果 (直後・遅延テスト) にどう影響するかを検討するものである。実験の結果、高い学習成果が得られたのは、直後テストでは「初心者-多い指導量」や「熟達者-少ない指導量」、「高い難易度-多い指導量」、「低い難易度-少ない指導量」などの組み合わせときであった。遅延テストでは、3要因の交互作用が認められ「初心者-低い難易度-少ない指導量」や「熟達者-低い難易度-少ない指導量」、「熟達者-高い難易度-少ない指導量」などの組み合わせのとき、高い学習成果が得られたと報告している。

Chen et al. (2016) は、上記の結果を受け、例題効果は「高い難易度-多い指導量」の組み合わせのとき、生成効果は「低い難易度-少ない指導」の組み合わせのときに生じやすいと指摘している。さらに例題効果と生成効果の生起には、熟達化反転効

果 (expertise reversal effect) が関わりと論じている。熟達化反転効果とは「学習者が初心者から熟達者になるにつれ、課題の難易度が相対的に低下してゆき例題効果が消失する」といった事象を説明する概念である。その熟達化反転効果の観点から「例題効果が消失するにつれ、生成効果が生起するようになる」とメカニズムを説明している。

Zamary & Rawson (2018) は、人々が宣言的概念 (declarative concept) を学ぶにあたり高い効果をもつ教授学習法は何かを検討する目的で、大学生を対象とする実験を行っている。一般的に、宣言的概念の学習は「定義」と「事例」を通してなされる。例えば、社会心理学の「後知恵バイアス」という宣言的概念は、その定義である「ある事象の発生を知った後に、それは予測可能であったと考える傾向」と、その事例である「選挙結果を知った人は、当選した候補者の勝利をある程度事前に予測していたと考えがちである」などを通して学ぶことが多い。

Zamary & Rawson (2018) は、事例の提示 (provided examples) を受けるか、事例の生成を行う (generated examples) か、それともそれら両方か、いずれが宣言的概念の学習にあたり効果的かを検討している。社会心理学の宣言的概念10個を実験用の学習課題とし、a：1用語につき2事例の提示を受ける群、b：1用語につき2事例を生成する群、c：1用語につき1事例の提示を受けたあと1事例を生成する群、の学習成果を2日後に比較している。実験の結果、学習成果は  $a > b \equiv c$  となり、2事例の提示を受けるa群が最も優れていたと報告している。その原因に関して、a群は高い品質の事例の提示を受けて学ぶことができたためと論じている。それに対し、b群やc群は必ずしも高い品質の事例を生成したとは限らず、それゆえ相対的に低い学習成果となったと説明している。

## 探究的活動

Bonawitz, Shafto, Gweon, Goodman, Spelke, & Schulz (2011) は、学習には「他者から学ぶ」という面と「自己の能動的活動を通して学ぶ」という面があると指摘している。その上で、教授者の教授行為 (teaching) は学習者の探究的活動とトレード・オフの関係にあると仮説を立てている。すなわち教授者の教授行為は学習者に「自分で情報を探索する

必要はない。必要があれば教授者が情報を提供してくれる」と思わせ、結果として探究的活動を抑制するという仮説である。

Bonawitz et al. (2011) は、4～6歳の幼児を対象とし、実験用に開発した「遊び方の不明な玩具」を使用して実験を行っている。実験1では、次の4条件を比較している。I：実験者が教授行為を行い、玩具の遊び方を2回実演する。II：実験者が教授行為を行うが、途中で「用事を思い出した」と言い、実演を中断する。III：実験者が「偶然、玩具を見つけ、試しに2回遊ぶ」という演技をする。IV：実験者が玩具を机の上に置き、実験対象の子どもに「これを見たことがあるか」と単に尋ねる。実験の結果、条件Iでは他の条件と比べ、探究活動の抑制が見られ、子どもが「実演された遊び方」のみに関心を向ける傾向が示されたと報告している。

さらに Bonawitz et al. (2011) は、次の4条件を実験2で比較している。i：上記の条件Iと同じ。ii：実験者が「実験対象でない子ども」に向けて玩具の遊び方を2回実演する様子を、実験対象の子どもに間接的に見せる。iii：実験者が「実験対象でない子どもの親」に向けて玩具の遊び方を2回実演する様子を、実験対象の子どもに間接的に見せる。iv：実験者が玩具で2回遊んでいる様子を、2メートル離れた場所にいる実験対象の子どもに見えるようにする。実験2の結果、実験1と同様の傾向が示され、条件iでは他の条件と比べ、探究活動の抑制が見られたと報告している。

Bonawitz et al. (2011) は、教授者が教授行為を行うという状況において、子どもに玩具の遊び方(A)を教えないことは、すなわち(A)は存在しないと示唆することであると指摘している。それと同時に、直接指導と発見学習のバランスをどうとるかという問いに対する、一般的で十分な回答はないと論じている。なぜなら直接指導と発見学習のバランスのとり方には、課題の領域・内容や、教師が有する知識の量、ターゲットとなる情報の発見のしやすさなどが関わるためである。論文の結語では、教育者の仕事は先の世代が何をしたかを教えつつ、学習者の「新しいことを学ぶ力」を育てることであると述べている。

Kapur (2015) は、問題解決 (problem solving) と問題生成 (problem posing) のどちらが学習者の準備的な学習活動として優れた学習成果をもたらす

かを、数学の学習の場面で実験的に比較している。問題解決群の学習者は、資料(サッカー選手の試合成績表)を参照し、様々な観点からどの選手が優れるかを計算、解答する。一方、問題生成群の学習者は、同じ資料を参照し、様々な観点から数学の問題を作成、それに自分で解答(ただし実験2は、問題作成のみで解答の必要なし)する。その結果、問題解決の群と比べ問題生成の群は、学習の転移の点で優れた学習成果を得たと報告し、その理由に関して次のように論じている。問題生成という活動には自由度・柔軟性が高いという利点と、認知負荷が低いという利点がある。それゆえ学習者の課題関与の増大、既知知識の活性化、学習意欲の向上を期待することができる。

本稿では、発見学習と直接指導の効果をめぐる論争を整理した上で、主に「探究先行」の教授学習法に焦点をあて、欧米の学術誌の教育心理学の研究知見を概観してきた。これまでの研究結果は、探究的活動と明示的指導の組み合わせは高い学習効果を生む場合があることを示している。本稿の不十分な点は、先行研究の実験内容に関して「探究先行-指導先行」という学習順序以外の要因について詳しく説明していない点である。先行研究の実験内容は、全体として数学領域の課題を扱うものが多い(Loibl, Roll, & Rummel, 2017)が、詳しく見ると課題の具体的内容や、学習活動の質と量、学習成果の指標、学習者の熟達度などの点で多彩である。そうした点も併せ、検討を進める必要がある。

## 引用文献

- Alfieri, L., Brooks, P. J., Aldrich, N. J., & Tenenbaum, H. R. (2011). Does discovery-based instruction enhance learning? *Journal of Educational Psychology, 103*, 1-18.
- Ausubel, D. P. (1961). Learning by discovery: Rationale and mystique. *Bulletin of the National Association of Secondary School Principals, 45*, 18-58.
- Bonawitz, E., Shafto, P., Gweon, H., Goodman, N. D., Spelke, E., & Schulz, L. (2011). The double-edged sword of pedagogy: Instruction limits spontaneous exploration and discovery. *Cognition, 120*, 322-330.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review, 31*, 21-32.
- Chen, O., Kalyuga, S., & Sweller, J. (2016). Relations between the worked example and generation effects on immediate and delayed tests. *Learning and Instruction, 45*, 20-30.
- DeCaro, M. S., & Rittle-Johnson, B. (2012). Exploring



- mathematics problems prepares children to learn from instruction. *Journal of Experimental Child Psychology*, *113*, 552-568.
- Fyfe, E. R., DeCaro, M. S., & Rittle-Johnson, B. (2014). An alternative time for telling: When conceptual instruction prior to problem solving improves mathematical knowledge. *British Journal of Educational Psychology*, *84*, 502-519.
- Glogger-Frey, I., Fleischer, C., Grüny, L., Kappich, J., & Renkl, A. (2015). Inventing a solution and studying a worked solution prepare differently for learning from direct instruction. *Learning and Instruction*, *39*, 72-87.
- Glogger-Frey, I., Gaus, K., & Renkl, A. (2017). Learning from direct instruction: Best prepared by several self-regulated or guided invention activities? *Learning and Instruction*, *51*, 26-35.
- Kalyuga, S., & Singh, A. M. (2016). Rethinking the boundaries of cognitive load theory in complex learning. *Educational Psychology Review*, *28*, 831-852.
- Kapur, M. (2008). Productive failure. *Cognition and Instruction*, *26*, 379-424.
- Kapur, M. (2010). Productive failure in mathematical problem solving. *Instructional Science*, *38*, 523-550.
- Kapur, M. (2014). Comparing learning from productive failure and vicarious failure. *Journal of the Learning Sciences*, *23*, 651-677.
- Kapur, M. (2015). The preparatory effects of problem solving versus problem posing on learning from instruction. *Learning and Instruction*, *39*, 23-31.
- Kapur, M. (2016). Examining productive failure, productive success, unproductive failure, and unproductive success in learning. *Educational Psychologist*, *51*, 289-299.
- Kapur, M., & Bielaczyc, K. (2012). Designing for productive failure. *Journal of the Learning Sciences*, *21*, 45-83.
- 金田茂裕 (2016). 教授法と学習効果 子安増生・楠見孝・齊藤智・野村理朗 (編著) 教育認知心理学の展望 (pp. 209-221) ナカニシヤ出版
- 金田茂裕 (2017). 教授者の探究期待バイアス 教育心理学研究, *65*, 388-400.
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, *41*, 75-86.
- Klahr, D., & Nigam, M. (2004). The equivalence of learning paths in early science instruction: Effects of direct instruction and discovery learning. *Psychological Science*, *15*, 661-667.
- Lee, H. S. & Anderson, J. R. (2013). Student learning: What has instruction got to do with it? *Annual Review of Psychology*, *64*, 445-469.
- Leppink, J., Paas, F., Van Gog, T., van Der Vleuten, C. P., & Van Merriënboer, J. J. (2014). Effects of pairs of problems and examples on task performance and different types of cognitive load. *Learning and Instruction*, *30*, 32-42.
- Loehr, A. M., Fyfe, E. R., & Rittle-Johnson, B. (2014). Wait for it... Delaying instruction improves mathematics problem solving: A classroom study. *The Journal of Problem Solving*, *7*, 36-49.
- Loibl, K., Roll, I., & Rummel, N. (2017). Towards a theory of when and how problem solving followed by instruction supports learning. *Educational Psychology Review*, *29*, 693-715.
- Loyens, S. M. M. & Rikers, R. M. J. P. (2011). Instruction Based on Inquiry. In R. E. Mayer & P. A. Alexander (Eds.), *Handbook of research on learning and instruction* (pp. 361-381). New York: Routledge Press.
- Luchins, A. S., & Luchins, E. H. (1959). *Rigidity of behavior*. Eugene: University of Oregon Press.
- Mayer, R. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*, *59*, 14-19.
- Piaget, J. (1973). *To understand is to invent*. New York: Grossman Publishers.
- Rittle-Johnson, B. (2006). Promoting transfer: Effects of self-explanation and direct instruction. *Child Development*, *77*, 1-15.
- Rittle-Johnson, B. (2017). Developing mathematics knowledge. *Child Development Perspectives*, *11*, 184-190.
- Schwartz, D. L., & Bransford, J. D. (1998). A time for telling. *Cognition and Instruction*, *16*, 475-5223.
- Schwartz, D. L., Chase, C. C., & Bransford, J. D. (2012). Resisting overzealous transfer: Coordinating previously successful routines with needs for new learning. *Educational Psychologist*, *47*, 204-214.
- Schwartz, D. L., Chase, C. C., Oppezzo, M. A., & Chin, D. B. (2011). Practicing versus inventing with contrasting cases: The effects of telling first on learning and transfer. *Journal of Educational Psychology*, *103*, 759.
- Schwartz, D. L., & Martin, T. (2004). Inventing to prepare for future learning: The hidden efficiency of encouraging original student production in statistics instruction. *Cognition and Instruction*, *22*, 129-184.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, *12*, 257-285.
- Sweller, J., & Paas, F. (2017). Should self-regulated learning be integrated with cognitive load theory? A commentary. *Learning and Instruction*, *51*, 85-89.
- Sweller, J., Van Merriënboer, J. J., & Paas, F. G. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, *10*, 251-296.
- Tobias, S., & Duffy, T. M. (Eds.). (2009). *Constructivist theory applied to instruction: Success or failure?* New York, NY: Taylor & Francis.
- Tricot, A., & Sweller, J. (2014). Domain-specific knowledge and why teaching generic skills does not work. *Educational Psychology Review*, *26*, 265-283.
- Van Gog, T., Kester, L., & Paas, F. (2011). Effects of worked examples, example-problem, and problem-example pairs on novices' learning. *Contemporary Educational Psychology*, *36*, 212-218.

- Winne, P. H., & Nesbit, J. C. (2010). The psychology of academic achievement. *Annual Review of Psychology*, *61*, 653-678.
- Zamary, A., & Rawson, K. A. (2018). Which technique is most effective for learning declarative concepts: Provided examples, generated examples, or both? *Educational Psychology Review*, *30*, 275-301.