

現職教師の教材開発過程の事例分析

－素材の教材化過程における教育的内容知識に関する基礎的研究－

益子 典文^{*1}

教職の専門性を議論する上でも、またその能力を育成する意味でも、教師の教材開発過程を分析し、職能発達水準を明確にすることは重要である。本報告では、教師の教材開発活動を「授業設計段階において、教師が素材（教材と「なりうる」素材、材料、静止画や動画など）を選択・加工し、授業設計する活動」と定義し、比較的高い教材開発能力を持つと考えられる中堅教師2名（理科、家庭科）の教材開発過程の事例を分析した。その結果、教育的内容知識（pedagogical content knowledge）の特徴として、素材群の解釈系が存在し、その中核には特定の学習内容に対する豊かな学習者の反応（つまずき）に関する知識が存在することを指摘した。

〈キーワード〉 教材開発, 教師研究, 教師教育, 教職専門性, 科学教育

1. はじめに

「教材」と訳される英語の用語は「subject matters」（教育内容、例えばブルーナー、1963）、「resources」（文法的素材、例えば細谷俊夫ら、1990）、「teaching materials」（物質化した教具、例えば波多野、1962）などが存在し、教育研究上で多様な意味を持っていると考えられる。古村・宮園は「教材」という言葉は時と場合によりしばしば異なった意味に用いられ、その概念は必ずしも明確ではない、と述べさらに、教育学上の用語としての「教材」は教育の素材すなわち教育内容そのものと考えられている、とも述べている（古村・宮園 1978）。一方、教育実践における教師の教材開発活動の立場からは、教材は教育内容そのもの、ないし一部ではなく、目標、方法を内包している概念であり、「教材は、方法（指導過程と学習形態）を内に予定し、方法概念によってカテゴライズされている文化財（学芸）のひとつのありようであってこそはじめて、文字通りの教材というにふさわしいものである」（中内、1978）とされる。この定義では、教授学習過程への位置づけが重要であることが示されており、実際、学校における授業研究会でも教師の「教材研究」は、教育内容の解釈、学習者の実態把握や課題

設定等、目標設定や教育方法と関連した教師の活動を示す用語として用いられている。

このように「教材」は多様な概念であるが、それ故に教師の専門性を考える上で重要な概念であるとも言える。Shulman は教師の知識を整理すると少なくとも、①教育内容の知識（content knowledge）、②汎用の教育方法（general pedagogical knowledge：学級経営や子どもの組織化）、③カリキュラム（curriculum knowledge：教具やプログラムの理解）、④教育的内容知識（pedagogical content knowledge：教育内容と教育方法が合成された教師特有の知識）、⑤学習者に関する知識（knowledge of learners and their characteristics）、⑥教育上の文脈（knowledge of educational contexts：教室のグループ活動から校区の学校予算、文化的特性までを含む）、⑦教育の目的・目標・価値およびそれらの哲学的・歴史的基盤（knowledge of educational ends, purposes, and values, and their philosophical and historical grounds）という7つのカテゴリーに分かれるという（Shulman, 1986）。とりわけ教育的内容知識（以下 PCK）は、教師の専門性にとって重要な知識であり、Shulman はこの知識を「他者が理解可能な教科内容の表現・定式化の方法、ある特定のトピックの学習を何が

^{*1} 岐阜大学総合情報メディアセンター

A Case Analysis of In-service School Teacher's Subject Matter Development Process - A basic research of pedagogical content knowledge in transformation of resources to subject matters -

容易にしたり困難としたりするのかの理解，異なる年齢・背景の学習者が学習に持ち込む概念や前概念など」としている (Shulman 1987)．Shulman の分類に従えば，教師の教材開発の過程は，教師の PCK を中心とした多様な知識が発現する活動であるとも言えるだろう．

ところで教師の PCK の分析は，例えば児童生徒の教科内容理解に関する知識として，算数文章題の難易度や担任している児童の反応予測 (Carpenter et.al. 1988)，学習指導の設計プロセスの分析記述 (Leinhardt et.al. 1991) などが報告されているが，これらの研究は知識構造の記述が主たる目的であり，教師が教材開発を行なっている場面でのダイナミックなパフォーマンスを対象としたものではない．教師が教材開発を行なっている場面でのパフォーマンスおよびその背後にある PCK はどのような状態であるかを分析記述することができれば，教材開発に関する教師の専門性を説明するための手がかりとすることが可能であろう．

そこで本研究では，現職教師の教材開発過程を分析・記述するための基礎的な調査について報告する．

2. 本研究における教材化過程

中内の言うように，教材が方法（教授過程・学習過程）を内包している概念であるとする，教材の定義にあたり，教師が授業設計過程でどのように教材を位置づけているのか考えることは有効である．

益子は，授業設計過程における教材化を，教材と素材の区分を導入し次のように定義している．「素材 (resources)」とは，授業の過程で「教材となりうる可能性のあるもの」のことであり，例えば実験用機具，実習で加工する材料，あるいは静止画や動画など様々な媒体のことである．教師は，年間・単元指導計画，授業の公開時期などを考慮した上で，個々の授業において自ら設定した目標や，設定可能な教育方法に関する知見を駆使し，身の回りの様々な素材から目的に合致する素材を選択し，授業の中で教材として利用すると考えられる．ただし，教材化の過程では，ただ単にその素材を授業に導入するだけでは教材として利用することはできない．ミクロな水準では当該授業の発問や学習者の学習活動の指示，授業の流れなどを考慮し，ある意味で教師が指

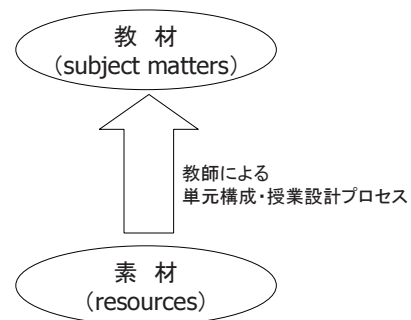


図1 単元・授業設計における素材の教材化(益子, 2005)

導ないし学習の材としてその機能を発揮することができるよう，授業に「位置づける」行為を前提として，素材を選択しているものと思われる (益子 2005)．このように，素材を選択し教材として個々の授業に位置づける過程を，本研究では教材化と定義することにする．

教材化の過程では，目標や方法，学習者の認識のみならず，様々な現実的な条件を考慮する必要がある．例えば，支出可能な教材費と素材の価格，授業の準備にかかる時間，すべての学習者の学習活動の保証などである．この素材選択・授業過程への位置づけ，という設計の過程では，教師の PCK がその機能を発揮しているはずである．

3. 調査1: 素材の教材化過程の事例分析

様々な条件を考慮し，素材を選択し授業過程へと位置づける教材化の過程において，教師がどのように PCK を駆動させているかを調査することにする．

3.1. 調査対象者

調査にあたっては，どのような特性の調査対象者に依頼するかが大きな問題である．図1に示したような教材化の過程で PCK が機能しているとすれば，学校段階や教科によってその内容は異なるはずだからである．

種々検討した結果，本研究では，中堅の中学校理科教師に依頼することとした．その理由は，第一に，理科は授業において学習者自身が班や個人で具体物を利用して学習活動を展開することが多く，抽象的なシンボルとしての素材ではなく，具体的な素材の選択機会が多いと思われるからである．特に中学校教師は，小学校と比較すると，中1から中3までの3年間という相対的に短い

範囲の教育課程の中で、教科専科で複数のクラスを対象に理科授業を行うことが多いため、素材の教材化の経験が多いと思われる。第二に、PCK のパフォーマンスが発揮されるためには、場や状況が影響を与えていることが想定されるからである。特に「百円ショップ」は、安価で多機能・多様な、理科教師が教材化しうる前提条件が満たされた素材が配置されており、理科教師のダイナミックな教材化活動を調べるには適した場所と考えられる。

以上のような条件設定の下、調査対象者は、教職経験 17 年目（小学校 7 年，中学校 10 年）の理科教師に依頼した。この教師は、教職に就いてすぐ小学校 6 年間、次に中学校 10 年間、そして今年度より再度小学校で勤務している。中学校経験 10 年のうち 6 年間は教育実習校（全県下から実践力のある教師が集まり、教育研究を推進すると同時に多数の教育実習生を指導する学校）で理科担当教師として勤務しており、中学校理科教師で組織される地域の研究会では研究の取りまとめ役であった。よって理科授業に関する豊かな PCK を備えていると判断できる。また、事前に聞き取りを行ったところ、百円ショップには空き時間があれば通っており、実際に教材開発を行っていることから、本調査に適した対象者と判断できる。

3.2. 調査方法

3.2.1. 現地調査

一般の百円ショップにおいて許可を得た上で、通常の教材開発用の買い物行動と同様の買い物を実施する。その際、買い物の様子をカメラにて記録するとともに、買い物の最中に素材選択理由の発話を求める。必要に応じ、調査者がその場で質問する。購入活動の最後にカメラ停止のため、3 分ほど収録できなかった。しかしすべての物品は購入した。

3.2.2. 維持調査

現地調査実施 2 ヶ月後に、購入した素材の写真を添付したシートを提示し、個々の素材についてどのような教材開発を目的として購入したのか、具体的な教材の記述を求める。

3.2.3 再生刺激調査

維持調査後、現地調査にて採録したビデオおよび、維持調査で記入されたシートをもとに、素材の選択理由・イメージ、開発予定の教材、素材の汎用性などを尋ねる。発話はすべて IC レコーダーで記録した。

3.2.4 調査日時

現地調査は 2012 年 8 月、維持調査および再生刺激調査は 2012 年 10 月に実施した。

3.3. 結果

買い物前の打ち合わせにより、予算金額は 3,000 円とした。30 人学級の 1 人分の教材費 100 円に相当することによる判断であった。

購入した物品は 23 品目になるが、店内でいったん手にとりながら購入しなかった物品が 6 品目、再生刺激時にのみ言及された物品が 1 品目あった。従って、この教師にとって何らかの手がかりにより教材化の可能性がある素材は 30 品目である。なお、現地調査において買い物に要した時間は約 25 分、再生刺激調査においてインタビューに要した時間は約 120 分であった。カメラ停止のために収録できなかったのは 3 品目であったが、再生刺激調査で補足データを得られた。再生刺激調査のインタビューでは、想記にまったく障害は見られなかった。再生刺激調査の記録はすべて文字起しの上、データとした。

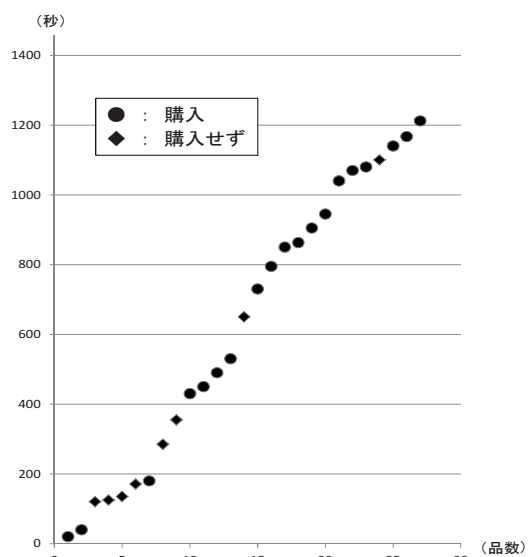


図2 品物を手にとった時間のプロット

3.3.1. 購入行動の特徴

図2に、現地調査において調査対象者が各々の品物を手にとった時間を順にプロットしたグラフを示す。最終3品目はデータから時間が得られなかったため、27品目のデータである。調査対象者は一定の速度で歩きながら移動を続け店舗内をほぼ1周しており、特定のコーナーに偏った購入行動はしていない。

3.3.2. 素材の教材化過程の特徴

再生刺激調査のインタビューでは、選択した素材すべてに対し、誰が利用するための教材かを尋ねたところ、27件26件は、班あるいは学習者が利用するものであり、教師が演示する教材は1件であった。安価な百円ショップで実施したことにも起因するが、教材化の方向性は、多数の学習者が利用することを前提に進められていると言える。

次に、データ例をもとに、素材選択からその教材化の過程にどのような特徴があるのかを示す。1メートル×2メートルの広さのアルミロールシートに関する再生刺激調査のデータである。Mは筆者、Sは調査対象者の発言、「現地」は現地調査でのSの発言を指す。

現地：これは1年生の光合成の学習をする時に、夜間でも蛍光灯を当ててるんですけど、その蛍光灯の光を効率よく当てるために、このアルミのものを使います。

M：これは（維持調査のシートに）書いてある内容と違いますよね。どうして？

S：(1)あれを見た瞬間に光の反射というイメージしかなかったんですよ。で、光の反射を利用した教材という、そういえば中学1年生のすぐの単元で光合成の学習をするんですが、(2)夜間、ずーっと光を当てて次の日に実験をするんですけど、なかなか効率よく光が当たらないので、どうしたらまわりを光を反射するものでおおうかというのがずーっと課題に思っていたんです。それまでは解決方法としてアルミホイルを巻いてたんですけど、一回一回使い捨てで大量のごみを出すと、本当にもったいなかったものですから、これを使いたいなと、その時は思いました。

S：今回（維持調査のシートで）内容が変わったのは、撮影をしていただいたのが夏休みだと思うんですけど、夏休みの期間を使って、小学校のカリキュラムを自分

でもう一回、3年生、4年生、5年生、6年生を勉強し直した時に、(3)そういえば物作りは小学校で大事やっ
て言われていて、ソーラー温水器というのが非常に面
白いというものを見つけたので、これ使えばすぐでき
るなと思ったので。

M：（維持シートに）書く時、全然迷いはなかった？

S：(4)これや！って思いました。

S：100円なのに、すごく面積が・・2メートル×1メートルっていう大きさなので、子どもには、ペットボトルでソーラー温水器作るんですけど、ペットボトル500ミリリットルを包む大きさとしたら、多分、これ1個でクラス30人分くらいまかなえるので、100円で30人分まかなえる教材というのはかなりお得だと思います。

M：他の単元でも使えそう？

S：そうだと思います。(5)光を集めるという単元では使えると思います。ひなたとひかげ、とか。小学校は太陽との関係を学ぶ単元が多いものですから。光の反射もありますし。

M：光の反射でひっかかった？

S：今言われて思ったのは、(6)これ表面がアルミが吹き付けてある状態なので、例えば3年生の電気の学習で、これは金属かというような単元の導入でも使えると思います。裏側はビニールなので電気を通さないのですが、表側は多分通すので、素材の違いという着眼点でも使えると思います。

M：これを選択したときは光合成？

S：(7)それしかなかったです。

素材を選択する手がかりは、下線(1)(7)に見られるように、目に飛び込んできた何らかのイメージ（おそらくスキーマのような柔軟で抽象的な知識だと思われる）が手がかりとなり、次に下線(2)に示されている過去の実践経験が想起され、実践の改善を目的として購入に至っていることが示されている。素材選択にあたっては、イメージや、過去の実践経験の改善が手がかりとなっていると考えられる。次に、下線(3)(6)に見られるように、購入した素材に対し、代案が容易に浮上することが示されている。特に、下線(3)(6)は下線(1)(5)のように、イメージによって導出されているが、下線(3)(6)の代案は、新たに学習した小学校の理科カリキュラムの内容が手がかりとなっており、素材初見時の機能イメージとは独立に導出

されている点が特徴的である。つまり、素材選択の手がかりは、素材の機能イメージのみではないと考えられる。

そこで、素材選択の目的と、代案の存在について分析することにする。

3.3.3 素材選択の目的

データから、素材選択の目的は次の3種類に分類された。

i. 改善

インタビューデータ例1で示したように、過去の実践経験の改善が購入の目的となる場合である。27品目中5品目であった。

ii. 新教材

過去に実践経験はあるが、改善ではなく新しく教材開発することが目的の場合である。次にその例を示す。ビニールのクッションマットの気泡を教材化する例である。

【例2】

現地：ぼつぼつ（気泡）がありますから、密度の学習の時などに面白い教材になるかなと。生徒に1つずつ与えまして、この中にどの程度の体積が入っているかという密度を求めさせます。で、ビーカーの中にこれを沈めたときに、どれだけ体積が増えていくかやったり・・・。(1) 1個だとちょっと難しいので、2個にするか3個にするかは予備実験をしてみないとわからないんですけど、効果的な使い方ができるかなと思います。

M：新しいものなんだ。

S：はい。

(中略)

M：この時は何となく思っていたということ？そうすると。

S：はい。(2) この単元のこの時間に使えそうかな、というイメージはあったんですけど、どう使うかまでは、具体的に持ててなかったと思います。

下線(1)は、クッションマットの一つひとつの気泡を2個ないし3個ずつに小分けし、学習者に配布した上で実験する、という意味である。下線(2)では、「使えそう」という漠然としたアイデアで購入し、その後予備実験で詳細を検討する予定で購入していることが示されている。このタイプの教材化は、27品目中1品目であった。

iii. ストック

一つの教材のために多数の素材が必要となる場合、教材として利用すると壊れやすい・消耗が激しいなどの特徴がある素材であるため、理科授業のために常備しておくことを目的に購入される場合である。次に竹串の例を示す。

【例3】

S：竹串、爪楊枝も、消耗品として、何っていうことは無いんですけど使いますね。

現地：発展学習の時に、砂糖を溶かしてべっこう飴を作るんですけど、そのときに竹串はよく使います。

S：これは（教材として利用するのは）個人です。細胞の採取も個人です。消耗品なので常備です。

3.3.4. 代案の存在

現地調査時・インタビュー時の発話から、現地で素材を選択した際の教材案とは異なる教材の代案は、27品目中24品目で見られた。代案は、特定の学習内容に依存して代案が複数考えられるもの（11品目、ex.例1では「光を集める単元」では利用できると述べている）、学習内容とは無関係に多数考えられるもの（7品目、例3）、そして代案が1つのもの（2品目）に分類できる。代案がない素材は7品目であった。

代案が1つの物品は「園芸用の棒」と「クッションマット」である。「園芸用の棒」は、現地調査では思いつかないと発言していたが、再生刺激調査の段階で映像を視聴しながら、天秤ばかりの棒としての利用を代案として述べたものである。また、「クッションマット」は購入時のアイデア（ビーカーに沈めて体積の変化を調べる学習）が、後に成立しないことが判明し（ビーカーに沈めることが困難）、維持調査の段階で代案を考案したものである（注射器の中に気泡を入れ減圧／加圧）。

3.3.5. イメージ

イメージは例1に示した「光の反射」のように、素材そのものが内包する機能がイメージとなっている場合（素材特性）、授業における学習者の具体的な学習活動がイメージとなっている場合（学習活動）、そして消耗品として多様に利用することがイメージとなっている

場合（消耗品）、の3つに分類された。

3.3.6. 教材化できない時のパフォーマンス

現地での素材の教材化にあたり、教材化可能な素材をすぐに同定できない時の発話例を次に示す。

【例4】

S：この棚、ずっとかご系のものが続いているんですけど、かごを使った実験はないよなーと思ってずっと見てました。で、ないよね、とつぶやいています。

M：プラスチックのね。で、購入してない。

現地：今は、一つひとつの品物を見て、中学3年分の教材と照らし合わせながら、どれかにヒットするものはないか。ずーっと見えています。

M：この時は具体的に中学3年分の何を考えてる？

S：あのあたりはずっとファイルのコーナーがあって、全然使えないかと思ってました。中学3年分は大体350時間くらいの授業時間があるんですけど、ずーっと思い出しています。4月から何やって、何やって、何やって。授業の流れをずーっと思い浮かべています。

第1時の理科授業から始まって、2時間目、3時間目って、どんなことしたかなって。グルグルグルーって、その時に使った実験の器具を思い出しながら、どれかにあてはまるものはないかなと考えています。

類似した発話は、買い物の最後に、他に購入すべきものはないかを考える場面でも現れている。現地で観察できる素材（ここではかご）に過去の理科授業の経験を次々に適合させていく活動である。

3.3.7. 素材の教材化過程の特徴

ここまでの機能イメージ、目的、代案の存在についての議論の結果を反映し、ビデオに採録された27品目の素材の分類を行なった結果を表1に示す。次に、百円ショップでの教師の教材開発行動の特徴を述べる。

【特徴1】教材化のパフォーマンスとPCK

まず、図1で示したモデルでは、素材を選択し、その後教材化の作業が進行する。しかし、

実際のパフォーマンスはまったく逆であり、素材が瞬時に選択された後に、教材の説明がなされていた。実際、現地調査で素材を最初に手に取ってから購入を決定するまでの時間の総和は23品目で合計12秒（最大5秒が2品目：クッションマットとキッチンペーパー）であり、ほとんどの品物は瞬時に購入されている。この事実は、先に教材開発に関するPCKが何らかの形で常に機能している状態（例えて言えばアイドリング状態にある）のまま、店舗に陳列されている素材をブラウジング（検索ではなく「ざっと見る」）により選択していることを示している。すなわち、図1の矢印の向きは、教師が教材開発を行うその場面では、実際には逆方向であると考えられる。

次に、例4に示したパフォーマンスは、アイドリング状態とは異なり、より積極的にPCKを機能させている状態と言える。この状態は「あてはまるものがない」時に現れるが、ブラウジングというよりもサーチ（検索）に近い状態である。しかし、サーチ状態が常に続いているわけではなく、ほとんどの時間はアイドリング状態で

表1 選択素材の分類

	機能イメージ	購入	購入物品	目的	代案
素材特性	光の反射	○	アルミロールシート	改善	学習内容
	気体の可視化	○	風船	ストック	学習内容
		○	シャボン液	ストック	学習内容
	等質量・可変形	○	紙粘土	ストック	学習内容
	生き物の動きを止める	○	ジッパーケース	ストック	学習内容
	液体を霧状に変化	○	霧吹き	ストック	学習内容
	誤飲の可能性	○	紙コップ	ストック	学習内容
		○	タレ瓶	ストック	学習内容
	身の回りの日常物質	○	紙コップ	ストック	学習内容
		○	タレ瓶	ストック	学習内容
		○	木炭	ストック	0
	密閉可能	○	フリーザーバック	ストック	学習内容
	代替品	○	キッチンペーパー	ストック	多様
	微妙な変化に反応	×	園芸用の棒	改善	1
	使えそうか	○	クッションマット	新教材	1
学習活動	特定教材(電池)	×	備長炭シート	ストック	0
	変化をじっくり観察	○	透明ケース	改善	0
	黒板で結果共有	×	ホワイトボード	改善	0
	班で1つ	×	ビニールボール	改善	0
	波の観察	○	スプリング	ストック	0
	金網で4つ同時加熱	×	焼き肉のタレ皿	ストック	学習内容
		○	アルミ皿	ストック	学習内容
	個人で1つ	○	ストロー	ストック	0
	理科室に常備(消耗品)	○	ポリラップ	ストック	多様
		○	竹串	ストック	多様
		○	岩塩	ストック	多様
		○	マッチ	ストック	多様
		○	線香	ストック	多様
		○	ローソク	ストック	多様

素材を選択している。

【特徴 2】素材特性＞学習活動・消耗品

機能イメージは「素材特性」が 13 件、「学習活動」が 7 件、「消耗品」が 6 件であり、素材特性に関するイメージが最も多い。同時に、それぞれの「代案」の多様性（代案の件数）を見ると、最も多様性が高いのは、すべての素材が多様に使われうる「消耗品」、最も多様性が低いのは具体的な学習活動場面を述べている「学習活動」である。「素材特性」のイメージの多くは、特定の学習内容（太陽の光を扱う単元、など）に依存して代案が生み出されるものであり、中程度の抽象度を持つイメージであると考えられる。一方「学習活動」のイメージは、代案が少数であることから、固定的な知識（おそらく過去の実践経験における改善点）に依存して代案が生み出されていると考えられる。

また、多くの「目的」が「ストック」であることから、今回の調査の文脈において機能する PCK に、経験を通じて蓄積され構造化された学習内容と学習活動が存在しており、素材が目に入るとすぐに学習内容・学習活動が引き出される状態となっていると思われる。

【特徴 3】異質な「新教材」の機能イメージ

機能イメージの中で「新教材」に分類される機能イメージは「使えそうか」というものであり、機能イメージとは異質である。また、代案も 1 であり（しかもこの代案は、購入後にうまく行かないことが判明したため考えたものである）、素材選択にあたり、特定の狭い学習内容を対象として、PCK には蓄積されていない「新しい教材のアイデア」が生まれ、そのアイデアを検証することが手がかりになっていると思われる。

【特徴 4】目的「改善」の代案が 0 または 1

「改善」は、「素材特性」に 2 件、「学習活動」に 3 件観察されており、偏りは見られない。「改善」を目的とした素材選択は、5 件中 4 件の代案が 0 または 1 である。唯一、機能イメージ「光の反射」と述べているアルミロールシートも、例 1 の最後に示したように「光合成しかなかった」と述べていることから、現地調査の折には考案されていなかったと思われる。一方「改善」の場合、インタビュー例 1・下線(2)に示したように、選択理由として過去の実践経験が極めて具体的に説明されている点を考慮すると、過去の実践経験に含まれる学習活動の

課題、または利用教材に含まれる素材の課題と、目の「素材特性」が結びつき、素材が選択されているものと思われる。

【特徴 5】複数の機能イメージを持つ素材

「紙コップ」と「タレ瓶」は、2 つの機能イメージを持つ素材である。一つは素材に液体等を入れて配布する際に、学習者に「身の回りの日常物質」であることをメッセージとして伝える、というものである。もう一つは、理科の実験で利用する際に「誤飲の可能性」があるので、生徒には十分に注意する、というものである。「誤飲の可能性」がある理由は、紙コップやタレ瓶が、日用品であるが故であるが、日用品だからこそ、「身の回りの日常物質」を扱うという面もあり、この 2 点は相補的な機能であると考えられる。

3.4. 考察

調査の結果導き出された百円ショップにおける教材開発活動の特徴をもとに考えると、素材を選択し教材化する過程の構造は図 3 のように想定することができる。

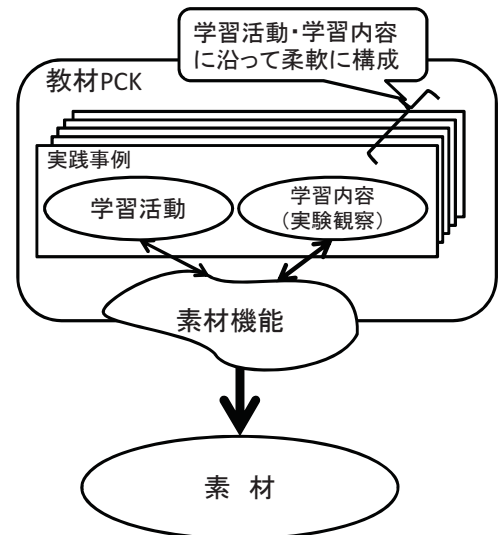


図 3 素材の教材化の仮説的モデル

図 1 との大きな違いは、教材 PCK が常にアイドリングの状態素材を次々に評価する活動が観察されたため、素材認知の方向が逆向きになっている点である。さらに、次々と現れる素材群に対するイメージは「素材特性」の頻度が多く、しかも中程度の抽象度を持っていたことから、素材の特徴と教材に関する PCK を結びつけ

る柔軟性を備えた解釈系が存在すると思われる。PCK と素材との関係がこのような形になっている理由の一つは、教師の教材開発活動が、身の回りの情報を受け身で解釈するのではなく、積極的に意味づける（sense making : Shoenfeld 1992）活動であるためと考えることができる。

次に教材に関する PCK の実体は、学習活動および学習内容から構成される大量の実践事例と考えられるが、今回の調査では、容易に代案が構成されることが特徴的であった。PCK としての実践事例は、「改善」「新教材」「ストック」など購入目的の判断のために、学習活動・学習内容に沿って柔軟に再構成が可能であり、複数の実践事例から抽出された何らかのスキーマがまとめる形で構造化されていると考えられる。

4. 調査 2: 新教材開発過程の事例分析

調査 1 の結果、経験を積んだ教師は教材開発過程において、(1)実践事例を思い浮かべながらアイドリング状態で素材をざっと見ている（図 1 の→が逆向き）、(2)素材がどのような機能特性かを主に見ている（ex.アルミロールシートを光を反射させる素材として見る）、(3)「新教材」の機能イメージ：「使えそうか」という異質な機能イメージ（ex.クッションマットの気泡を密度の学習に利用する→経験がないのでうまく行くかどうかわからない）、(4)目的「改善」の対案は 0 または 1 のみ（過去の実践経験の課題が具体的に想記される）、(5)複数の機能イメージを持つ素材がある（身近←→危険）、という 5 点の特徴が示された。しかし調査対象の教師の教材開発活動は、分析対象の 27 品目中 1 品目のみにとどまり、調査 1 の百円ショップにおける教師の教材開発活動は主に「教材改善」活動であったと言える。

既に授業で利用したことのある教材の改善活動も教師の重要な活動の一つである。一方、新しい教材を開発する教師の活動は教材改善活動と比較すると、経験知をフルに活用した創造的な活動である。この活動を問題解決活動と見なせば、新教材開発活動は、深い知識を必要とする、非ルーチンかつ高次の問題解決活動であると言えるだろう。従って、新教材開発過程を詳細に検討することは、教師の教材開発能力の記述・モデル化にあつ

て重要な課題であると言える。

そこで次に、新教材開発過程を詳細に検討することを目的として、新たな事例分析を行う。調査 1 では、新教材開発に限定せずに教材開発活動を分析する方法を採用したが、調査 2 では、新教材開発過程に限定して調査を行うことにする。

4.1. 調査対象者

教職経験 19 年目（小学校 10 年，中学校 9 年）の小学校教師。教科では家庭科を専門としている。教育実習校である小学校，中学校 2 校を経験しており，さらに一般校の教務主任経験があることから，豊かな PCK を持つ教師と考えてよい。

4.2. 調査方法

2013 年 7 月，筆者がインタビュアーとなり，対面式インタビューを行った。

調査 1 の目的，研究方法，結果（素材事例を含む）を掲載した資料（A4 版 2 ページ）を用いて，本研究の教材開発能力の定義ならびに新教材開発過程の意味を説明する。その後，「あなたが教材開発を行なう場や素材はどのようなものでしょうか。新しい教材を開発する際の具体的な活動を教えてください。」との教示を与えた。なお，調査 1 の結果得られた 5 つの特徴については，適宜説明に利用するように依頼した。インタビュー内容はすべて IC レコーダーに記録された。

4.3. 結果

インタビューの時間は 64 分であった。IC レコーダーに記録されたインタビューの発話内容をすべて文字起こした上でデータとし分析を行った。

4.3.1 素材選択過程の特徴

データ例をもとに，素材選択からその教材化の過程にどのような特徴があるのかを示す。自分自身の最近の教材開発経験を述べている部分であり，M は筆者，S は調査対象者の発言を指す。

【例 5】

S:洋服屋さんに行くと，ボタンしか見つからないので。

ボタンは頭にあるんだけど、授業でやるから。敢えて違う場所に行きますね。

(中略)

S:違うものを見るとボタンにつながると思っていくんだけど。ほしいものがあるときに、ほしいものがあるところへ行くと、それしか見つからない。わかりきったことしか分からないじゃないですか。

M:うん。

S:なので、敢えて広いところを見に行くと、こういう使い方もできるかな、とか、発見が違ってくるので。わざわざトータル的なところ、ニトリもそうなんだけど、そういうところへ行ったらヒントを得ることをするんですね。

(中略)

S:今回開発しようとしたのは、上から見えるようにするには、どういうのを作るといいかな、とか。そういうものを教材開発しようと思ったので、別の場所へ行ったら、透明なもので見やすいものはないかな、とか、ボタンにはかかわらないけど、ヒントをもらいに行ったらんですよ。いろいろと。

勤務校の研究発表会において公開した家庭科のボタン付けの教材開発経験をもとに述べている部分である。「ボタン付け」の新教材開発において重要なのは、ボタンに関連した素材の販売店に行くことではなく、ボタンとは直接関わりのない、より広い製品を販売している店舗であるという。例えば、ボタンそのものから離れ、糸を巻く際にその操作が確認できるよう「透明なもので見やすい」素材を探すことが目的となる。このような素材の検索活動を行うためには、「ボタン付け」の動作過程の、どの下位過程の何に着目して工夫するか、開発すべき新教材が持つべき特性と、素材が持つ特性を同定した上で、どのような素材候補を見つけることができるか、教材化のヒントを得る作業が重要である。

また別の素材選択方法を述べている部分を例6に示す。

【例6】

S:教材開発するのって、開発しようと思って行くと、なかなか見つからない。テレビ見てたり、何か別のことをしている時の刺激の方が、あ、これ使える、って思うことの方が多くって。自分から見に行ったら見つけよ

うとすると、あんまり見つからない。

M:うーん。作ろうと思っていない、っていうことかな。

S:そう。

M:だけど引かかる状態っていうことだね。

S:そうそうそう。作ろうとは思っていないんだけど、見たものと結びつけると、ああ、使えそうだな、っていうのがピンと来る。

研究発表会の公開授業など、特定のテーマに沿って教材を作る意図はなく、目的なしに素材を探しに行くことがあるという。教材として使えそうなものが、教材開発以外の活動をしている時や、教材を作ろうとは思っていない時に、ピンとくるという。そのような教材開発の例として、次の例7のような発話が見られた。

【例7】

S:目的が無いときは、ぶら一つと見に行ったら。衣食住があるもんですから。例えば以前は、たたみ屋さんの前を通りかかった時、たたみをやってて、あ、たたみをやってる作業は、手縫いに近いんじゃないかな、と思って、見たものとくっつけて教材化しようかなと。

(中略)

S:さっきの畳の例も、確かに感動したんですね。見に行ったら。ちょうど歩いていたら、畳屋さんがあって、すごい、いいにおいがしてきて、ああ、この匂いって、日本の家屋のにおいだなあって思って。畳って住居の領域なんですけど、でも、ああ、いいよな一つって思って。ちょっと入って訪ねた時に、これは教材として使えるかなあ、って思って入ったんですよ。でお願いをして。畳の作り方って思って入っていったんだけど、縫っている姿を見ると、あ、そうなんだけど、畳を住居として使うんじゃないって、縫い方の。大ききの針があるとか、この縫いの姿の方が自分の感動が伝わるかなと思って教材にしたんですよ。

新教材開発過程での素材選択は、例5で示したように、ある特定の意図・目的を持って教材化のアイデア・ヒントを探究する場合と、例6・例7で示したように意図・目的がなく、「見たもの（たまたま目に入ったもの）」が即材に教材と結びつくという、複数の異なる方法が存在

すると考えられる。

4.3.2 素材選択を可能にする知識

上記のような素材選択を可能にするには、どのような知識が必要かを述べた部分を例 8 に示す。

【例 8】

S:子どもって、引っかかるところあるじゃないですか。つまずきが。だから、そのつまずきを教材化するんです。基本は。

M:うんうん。

S:見せて、わーっと興味や関心をひくために教材化するんじゃない。それなら、いくつもできると思うんだけど。つまずくところを、教材として作りたいんですよ。家庭科で言うよ。

M:ふーん。

S:だから、つまずきを補うための教材を探すんですよ。自分なら。初めてやる人は、さっきのボタンで言うと、ボタンの縫い方を上手に教えるために、大きなボタンがあればいいとか、そういうイメージしか多分、持てないと思うんですよ。

この部分の発話は、2 種類の教材化を対比する形で説明されている。一つは、調査対象者が述べているように、新教材の開発は、学習者の「つまずき」の解消を目的としているという説明である。実践を通して教師は様々な「つまずき」を知り、経験知として蓄積しており、教材開発にあたっては、PCK 内の多様な「つまずき」の知識ベースを手掛かりとしているという説明である。

対比的に説明に用いられているのが、学習者のつまずきの視点がない教材化の説明である。そのような教材は「見せて、わーっと興味や関心をひく」、「ボタンの縫い方を上手に教えるために、大きなボタンがあればいい」などの特徴があり、教授側の論理で開発された教材であることを示唆している。また、そのような「つまずき」の経験知について、次の例 9 に示すように、授業を実践した経験から得られるものであり、新教材開発の動機となることを述べている。

【例 9】

M:例えば、学部生にそういう力（つまずきの解消を目的とした教材開発）をつける、ということはかなり難しい？

S:それは難しいですよ。1 回授業やってないと、分からへんもん。

(中略)

S:(最初に教材開発にと取組む時は) 大きいボタンを用意して、大きな針を用意して、それを教材ってすると思うんですよ。それはいいんだけど、そうじゃなくて、どこでつまずくか、って言うのが、子どもと一緒にやると分かるじゃないですか。大きさじゃなくて、ここからここに入れるのが難しいんだ、っていうのが、つまずきが自分に分かるじゃないですか。だから、そのつまずきを解消する教材を作りたいと思うんですよ。

前項で述べた、特定の学習内容の新教材開発のために「ヒントをもらう」素材選択、意図・目的なしに「たまたま目に入る」ことを期待する素材選択は、学習者の多様なつまずきに関する豊かな知識ベースの存在が前提となっており、いわば「学ぶ教材」の開発における素材選択と言える。一方、学習者のつまずきの視点がない状態での素材選択は、教える側の論理で素材を選択する「教える教材」の開発における素材選択とすることができらう。

4.3.3 教材化の論理

調査 1 では、図 1 に示した流れとは逆、すなわち教材に関する PCK から素材を選択する方向が示された。一方、次のように、図 1 に示した方向の流れもあると言う。

【例 10】

S:先生が言ったこっち。素材から教材、もやってますよ。もちろん。やってるんだけど、この素材っていうものが、どんな素材かによってなんだけど、私が言っていたのは、いろいろ可塑性がある、みたいな。いろんな用途に使えそうな素材を教材化してく、っていう方向が今、主流で。実際に探しに行くときは、学習内容が分かかって、素材を見て、(図 1 とは) 逆の方向かな。矢印の向きが反対。

M:選ぶ時ね。

S:選ぶ時は。

M:ああ、そうか。選んだ後は、逆向きになるのか。

S:そうなるっていうこと。もう一回こうなる(図1の方向)んですよ。だから、見に行った時は、学習内容が分かっているもので、何となくピンと来たものを買ったりすることもあるんですけど、実際に買ったものっていうのは、ある程度いろんな用途があるものを買ったりします。で、その買ったものをもとに、教材化する時は、あ、この素材はこういうふうにも使えるし、こういうふうにも使える、っていうふうに、こっちへの操作があるっていうか。だから、両方の流れがあって教材化していく感じかなあ。

M:面白いね。

S:確かに、こっちからこっちへ行く時は、下から上へ行く時は(図1の方向)、授業の効果を期待しますけどね。素材があるから、効果を考えて教材化するんだけど。最初選ぶ時は、効果までは考えない。

調査1で見出された素材認知の特性(教材→素材)とは異なり、図1の素材から教材への流れも確かにあるという。しかしそれは、多様な可能性のある素材を選択した後、授業での学習効果を考えながら教材化するプロセスである。つまり、素材を選択する時点では、授業でどのような効果が見られるか、厳密に検討しておらず、様々な可塑性のある素材を選択しておき、選択後に、発問や学習活動を想定した設計活動を行うことである。この段階で初めて、授業でどのような効果が発揮されるかが明確になる。この過程についての説明を例11に示す。

【例11】

S:そうですね。ここは具体的に授業を作っていく時の効果を狙うんで、やっぱり。同じ素材を選んできても、大きさであるとか、見せ方であるとか、効果が変わってくるもので。授業の中のどの位置で出すかとか。どの発問と一緒に出すかとか。何を比較して検討させるのかとか。そういういくつかの要素がからむので、学習者の反応を予測して教材にするっていうか。ここはかなり細かい作業っていうか。選んできた素材で、ここは邪魔になるとか。選んできた素材で足りないものがあることもありますよね。足りないから、また目的によって、出かけるっていう。足りないものがはつきりすれば、次回また同じものを見つけないに行く時に、よ

りクリアなものを見つけないに行く、っていうか・・・ということになるもので。最初に見つける時とは、また違いますよね。

4.3.4 学習者のつまずき事例の蓄積

教材開発が、学習者のつまずきに関する経験知が手掛かりとなっていることは既に述べた。学習者のつまずきに関する経験知が、どのように蓄積されるかについて述べている部分を例12に示す。

【例12】

S:こうやって教えたい、って思って教材を作ろうとするんだけど、出した教材を使うと、子どもが違う学びをすることは、いっぱいあるんですよね。

M:大人の視点で作ると、っていうことね。

S:そう、作ると。違う視点で考えていないもので、大人は。教えたいものが決まってるもので。でも、実際にその教材を使うと、違うことを言うてくるんですよ。子どもが。そうすると、そこで分かるのかな。ああ、こういう場面でこういう教材を使うと、こうなってまったり、失敗したり。こういうことが生み出されたりする、って、いろんな学びが分かるじゃないですか。次に教材を探しに行くときに、あ、これを出したら多分、前は1対1くらいしか思いつかないんだけど、次にこれを買っていたら、こういうことも言うかもしれない、こういうことを言うかもしれない、って予想がつくじゃないですか。

(中略)

S:自分の中でももちろん、意味づけて教材化するんだけど、教材が、授業でやっぱり役に立ったときに意味づくっていうか。いろんな反応があるじゃないですか。教材を使うと。授業の中で。で、その時に、こういう意味で値打ちがあったんだ、こういう意味で値打ちがなかったんだ、ここが足りなかったんだな、っていう意味づけができる、という意味であって、この教材がいいか悪いかの判断だけじゃなくって、こういうところで意味があった、っていう、検証としての意味づけ。

素材選択、学習活動を経て開発された教材は、実際の授業で利用すると、必ずしも教師が授業前の設計段階で仮定した通りの反応を引出すとは限らない。従って、新

教材を実際の授業で利用することは、自らの経験知を検証することに相当する。また、この経験知による教材効果の検証活動を繰り返すことにより、PCK に学習者の多様な反応が蓄積され、教材や素材に対する学習者の反応をより豊かに予測することができるようになる。いわば、新教材開発は仮説検証型の研究活動に相当し、この活動を繰り返すことによって学習内容・学習者の反応に関する経験知が増加する、すなわち PCK に学習者の豊かな反応が蓄積されると考えることができるだろう。

4.4. 考察

調査 2 から得られた知見を次にまとめる。また、図式化したものを図 4 に示す。

【知見 1】素材選択の手がかり

特定の新教材開発は、素材選択から開始される。その手がかりは、明確な教材開発の目的・時間的制約がある授業公開等の場合「場にヒントをもらいにいく」能動的な選択活動と、目的や制約のない状態でテレビ視聴中などに「ピンとくる」受動的な選択活動が存在する。両者ともに「子どもって、引っかかるところあるじゃないですか。つまずきが。だから、そのつまずきを教材化するんです。」（学生にできるか、という質問に）それは難しいですよ。」という発言に見られるように、授業経験を基盤とする知識ベースに基づいていると考えられる。この知識ベースは、Shulman(1987)の知識カテゴリーの PCK に相当すると考えることができ、特定教科の特定内

容に対し、学習者がどのようなつまずきを示すかに関する豊かな知識である。一方「ボタンの縫い方を上手に教えるために、大きなボタンがあればいいとか、そういうイメージしか多分、持てないと思うんですよ。」との発言に見られるように、学習者の反応に関する知識ベースとは深い関わりのない状態で教授活動をスムーズに展開するための教材もあり得る。この教材化も、教授過程が想定されていることから PCK に基づくと考えられる。学習者のつまずきに基づいて開発される新教材は「学ぶ教材」、学習者のつまずきに関係なく、教える側の論理で開発される新教材を「教える教材」とすれば、PCK に基づく素材選択は 3 種類示されたことになる。

【知見 2】教材開発活動の方向性（教材 \leftrightarrow 素材）

調査 1 の結果とは異なり、教材開発過程は、教材 \rightarrow 素材、素材 \rightarrow 教材、両方向の方向性を持つ活動が独立に存在することが示された。

教材 \rightarrow 素材の過程は「素材選択過程」、素材 \rightarrow 教材の過程は、授業の効果・流れ・学習者の反応を知識ベースに基づき素材を調整する「学習活動設計過程」と考えられる。素材選択過程では、知見 1 で述べた 2 種類の選択方法に基づき、様々な可能性を考慮してルーズに複数の素材を選択収集している。

学習活動設計過程ではルーズに選択した複数の素材を対象に授業の効果を想定した上で素材を絞り込み・加工し教材を完成させる。この過程では、授業実践において、学習者が具体的にどのような活動を展開し、どのような

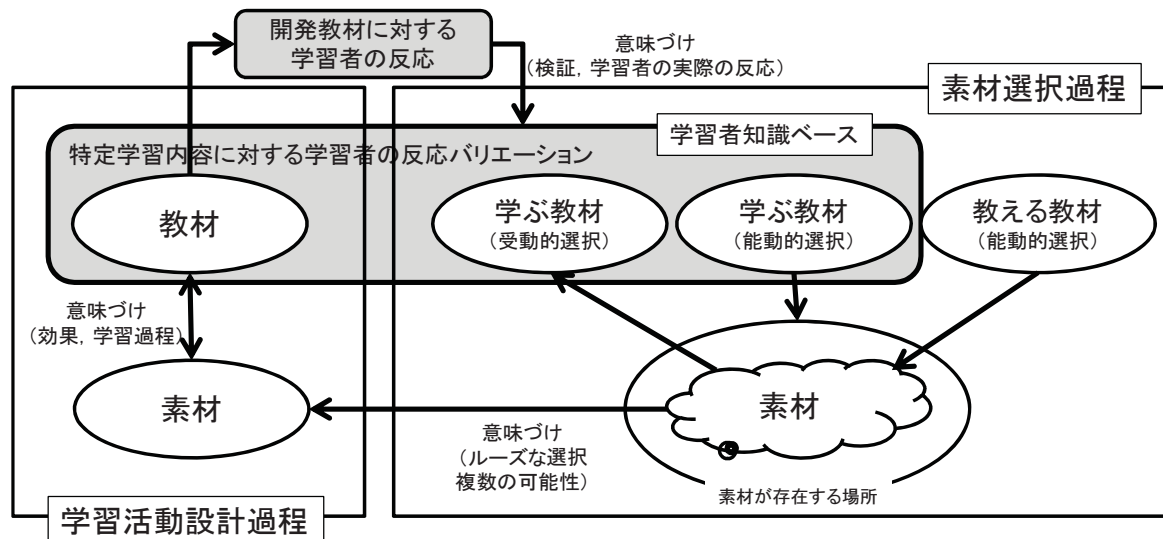


図 4 新教材開発のプロセスモデル

効果が見込まれるかまで詳細に教材化される。それ故、学習活動設計過程では、事前に想定していた素材の意味を改め、事前には想定していなかった教材（ex. 畳を縫う職人の技術の素材が、被服の教材となる）が開発されることもあり得る。

【知見 3】意味づけ (sense-making)

新教材の開発における素材選択過程・学習活動設計過程では主に、学習者の反応に関する知識ベースが参照され、素材への意味づけが行われていると考えられる。素材選択過程では素材に対する教材としての詳細な意味づけはなされず、教材となりうる候補としてルーズかつ複数の可能性のある教材候補としての意味づけである。一方、学習活動設計過程では、仮説としての教材を構成するが、学習者の学習活動、発問など授業過程の中に明確に位置づけ、どのような効果が想定されるかまで詳細に教材化される。さらに教材を授業で利用した後は、「いろんな反応があるじゃないですか。教材を使うと。授業の中で。で、その時に、こういう意味で値打ちがあったんだ、こういう意味で値打ちがなかったんだ、ここが足りなかったんだな、っていう意味づけができる。」という発言に見られるように、開発した新教材に対する学習者の反応が、仮説の検証結果として意味づけられ、新たな PCK として蓄積される。この教材開発－検証活動における 3 種類の意味づけは、教師自らの PCK を豊かに

する活動にも相当すると思われる。すなわち、先に述べた 3 種類の、どのような素材選択過程を経たとしても、新教材開発に取り組む教師は、素材選択過程・学習活動設計過程を経て、特定の学習内容に対する学習者の反応や、素材の意味づけに関する経験知を新たに蓄積することができると考えられる。

5. 総合討論

Shulman(1987)では、教師の知識カテゴリーの提案とともに、教育的な推論・行為のモデル (a model of pedagogical reasoning and action) が示されている。このモデルは、教師が自らの知識を利用する循環的な過程、すなわち具体的な授業を設計・実施・評価する活動を反復する過程を表現しているものと考えられる (表 2)。

今回分析した新教材開発過程をこのモデルに当てはめれば、素材選択過程の意味づけが「翻案」に、学習活動設計過程の意味づけが「指導」に、そして実践の結果得られる検証結果の意味づけ（学習者の反応に関する知識の蓄積）が、評価・リフレクションに相当すると思われる。その一方で、調査 2 の対象者が、素材選択の段階で教材の候補となる素材をルーズに選択し、学習活動設計過程で異なる教材化を行ったり、学習者の反応（つまり）が、表 2 の各過程で参照されたりしている事実を

表 2 教育的な推論・行為のモデル (Shulman, 1987, p.15)

理解 (Comprehension)	
目的、教科内容の構造、当該学問領域内外のアイデアを理解すること	
翻案 (Transdormation)	
準備 (Preparation)	教科書、教える内容の構造化と分節化、提供可能なカリキュラム、目的の明確化について批判的解釈・分析をすること
表現 (Representation)	類推、メタファー、事例、演示、説明など提供可能な表現を利用すること
セレクション (Selection)	指導法、体制化の方法、経営方法、配置方法について、提供可能な教授方法の中から選択すること
学習者特性の適用と仕立て (Adaptation and Tailoring to Student Characteristics)	学習者の概念、前概念、誤概念、困難度、言語、文化、動機、社会性、ジェンダー、年齢、能力、適性、興味、自己概念、注意などを考慮すること
指導 (Instruction)	
学級経営、情報提示、相互作用、グループワーク、学問領域、ユーモア、発問、そして能動的教授法、発見・探究教授法、さらに観察可能な教授について	
評価 (Evaluation)	
相互作用による教授活動の最中に、学習者の理解をチェックすること	
授業や単元の終了時に学習者の理解を検証すること	
自分自身のパフォーマンスを評価し、経験のために調整すること	
リフレクション (Reflection)	
自分自身と教室のパフォーマンスを振り返り、再構成し、再実践することにより批判的に分析し、エビデンスとして根拠を説明すること	
新しい理解 (New Comprehensions)	
目的、教科内容、学習者、教授活動、そして自分について、新しい理解を得ること	
これらの新しい理解を整理し、経験から学ぶこと	

考慮すれば、教師の新教材開発活動においては、Shulman のモデルは段階的に展開される順序構造ではなく、相互に関連した各下位過程を、基盤となる経験知（本研究では学習者の反応に関する PCK）が支えることにより、新教材開発活動が展開されていると考えられる。ところで、学習者のつまづきの解消に向けて、新たな教材を開発し実践で効果を検証する活動を日常的に反復することは容易ではない。この活動を持続的に展開できる教師は、PCK のみならず、他の教師の教材開発事例の知識や自らの教師としての専門性に対する認識も一定の水準に達しており、学習者に質の高い学習機会を提供するための教材の探究自体に内発的な動機を持つ必要があるだろう。それ故、Shulman のモデルを自らの PCK を豊かにする過程として反復することができるものと思われる。

本研究では、力量のある中堅教師を対象とした調査を行なったが、例えば教師が教科内容そのものの理解を深めることにより新たな教材を開発することも可能である。教科内容からの教材開発能力の育成については、本研究とは異なるアプローチが必要であろう。

また今回は事例研究として、理科、家庭科を専門とする教師を対象として分析したが、いずれの教科も素材と教材の区分が比較的明確な教科であった。他の教科でも同様の傾向が見られるか、さらに検証が必要である。

参考文献

ブルーナー, J.S.(1963)教育の過程, 鈴木祥蔵・佐藤三郎訳, 岩波書店, 東京
Carpenter,T.P., Fennema,E., Peterson,P.L.,

Carey,D.(1988) Teachers'pedagogical content knowledge of students' problem solving in mathematics, *Journal for Research in Mathematics Education*, 19, pp.385-401

波多野完治(1964)教材研究の科学 I, 授業の科学第三巻, 国土社, 東京

細谷俊夫・河村重男・奥田 真丈・今野喜清 (編集)(1990)新教育学大事典, 第一法規, 東京

古村澄一・宮園三善(1978)新しい教材基準—その解説と運用—, ぎょうせい, 東京

Leinhardt,G., Putnum,T.R., Stein,M.K.,

Baxter,J.(1991) Where subject knowledge matters. In J. Brophy(Ed.), *Advances in Research on Teaching* Vol.2, 87-113, JAI Press, London

益子典文(2005)授業設計プロセスにおける教師のリソース・マネジメントに関する一考察. 岐阜大学教育学部研究報告(教育実践研究), 7, pp.293-301

中内敏夫(1978)教材と教具の理論. 有斐閣, 東京

Shoenfeld,A.H.(1992)Learning to Think Mathematically: Problem Solving, Metacognition, and Sense Making in Mathematics. In Grouws(ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, Macmillan, New York, pp.334-370

Shulman,L.S.(1986) Those Who Understand : Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), pp.4-14

Shulman,L.S.(1987) Knowledge and Teaching : Foundations of the New Reform, *Harvard Educational Review*, Vol.57, No.1,pp.1-22