

技術科教材の開発を通じた産学連携による関係構築と課題

柏原 寛*・大谷 忠**・俵 聡子*・黄川田 勇太*
金子 嘉宏*・杉森 伸吉**・欽矢 悦朗**・松田 恵示**

学校心理学分野

(2014年9月30日受理)

1. はじめに

2004年の大学法人化を機に、それまで大学の主要な機能であった「教育」「研究」に加えて、「研究成果の社会還元」が位置づけられることになった¹⁾。その中に「産学連携」が位置づけられ、現在の大学は研究機関としての役割を広く社会に還元して行くことが求められている。産学連携事業は、全国の大学で取り組みが広がり、社会に還元できる成果も大きくなっている²⁾。

一方、東京学芸大学では、文部科学省による国立大学改革プラン³⁾をもとに、「有為の教育者」の育成をめざした教員養成及び学校教育の研究に関する拠点として、学校教員の質の向上に貢献するための社会的な役割を明確化した⁴⁾。東京学芸大学の置かれた状況を踏まえ、教員養成大学としての教育の質の向上を目指した新たな産学連携の方向性を検討していくことが重要になるが、教員養成大学における産学連携の研究・事業としてみると、産学連携システムを恒常化させるような連携機関の設置例はほとんど事例がない。

そこで、2005年に設立された特定非営利活動法人東京学芸大こども未来研究所（以下こども未来研究所）では、以上のような状況に対応しながら、東京学芸大学の関連機関として、大学外の企業、地域、行政と連携し、大学の「知」の社会還元を図っている。また、大学が研究、開発したものを企業や行政と継続的に運用するといった、大学には無い連携機能をもっている。

本稿では、教員養成大学における産学連携のモデルケースとして、教材・教具の活用が学習の内容と直結している技術・家庭科技術分野（以下、「技術科」とする）での教材開発を取り上げ、「技術科」を取り巻く独自の教育産業構造を踏まえた、新たな産学連携による教材開発の試みと、その結果と課題について報告する。

2. 「技術科」における教材開発の現状と課題

2. 1 「技術科」における教育活動の特徴

「技術科」では、ものづくり等の学習活動を通して、学習指導要領に定められた教育目標を達成する方法が採用されている⁵⁾。そのため、ものづくり等の学習活動の中に、教育目標にある技術に関わる知識や技能、それに伴う思考力や判断力、表現力、技術を評価・活用する能力や態度等の学力が身に付くような内容を含む教材が求められている。このような教材は、主にテーマとなる単元全体を通して活用できる（製作）題材と題材の各指導単位で指導内容を理解するために用いる教材・教具に分類できる。したがって、「技術科」における教材は、ものづくり等の学習活動に利用する製作品（以下、モノとする）としての教材に加え、その学習活動に含まれる学力の担保としての「学習内容」の2面性を含む教材が本来要求される。「技術科」のように教材・教具を通して授業が行われる教科は、他にも家庭科や図画工作科、理科、ものづくり活動等があるが、教材の選定は特に重要と捉えられている。そのため、学校現場の教員は教材研究などを行いな

* 特定非営利活動法人東京学芸大こども未来研究所（184-8501 小金井市貫井北町 4-1-1）

** 東京学芸大学（184-8501 小金井市貫井北町 4-1-1）

ら、授業を計画するが、教材の選定には広い商品知識と調達の手間がかかる。現在、「技術科」を取り巻く多種多様な教材が商品化されており、100社を超える⁶⁾技術教材の産業が位置づいていることが「技術科」の特徴といえる。また、そのような商品知識と調達等の産業活動が要求されながら、教材会社が主体となった商品開発の過程では、要求される学力の担保は、主に教材会社の見識と教材を使用する学校現場の教員との関わりの中で担保されることになる。現在、中学校技術科教員は、自作による教材に加え、教材会社各社のカタログなどの情報を参照し、要求される学力の内容等を考慮しながら教材を購入し、授業を行なうことがポピュラーな方法となっている。

一方、教員養成大学では、研究者の教材会社への開発協力や、教育現場への関わりも一部に限定されたものにとどまっている。教材開発に関する学会への論文投稿も行われているが、組織的な商品の開発や調達の難しさから、実際に教材となって流通しているものは多くないようである。したがって、現在の「技術科」においては、図1に示すように教材会社と中学校技術科教員の間が濃いことに対し、大学（主に「技術科」の教員を養成する教員養成大学における教員を指す）における教材会社と中学校技術科教員との関係は薄いものとなっていることが教育活動の特徴といえる。

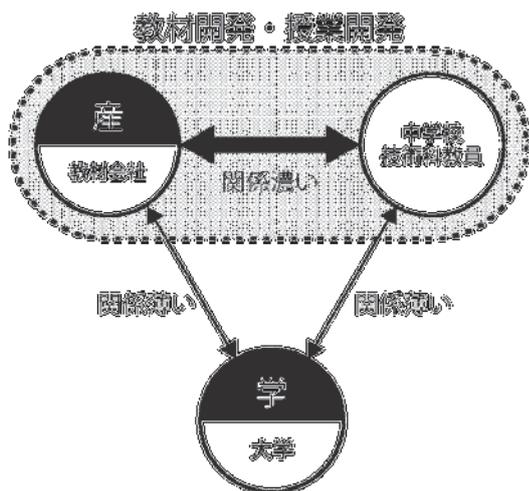


図1 「技術科」における教育活動の特徴

2. 2 「技術科」に関わる教材会社の特徴

2. 2. 1 教材会社（販売）の特徴

図2に教材会社と中学校技術科教員との一般的な関係モデルを示す。このモデルでは、教材会社が、教材となる商品を他社から仕入れ、中学校へ納品するケースをモデル化したものである。

図2における①～⑥に示すように、この関係モデルの一連の流れを以下に示す。

- ①教材会社の営業担当者が中学校を巡回し、情報提供を行なう。
- ②中学校技術科教員が授業内容に基づき、必要があれば教材会社に相談する。
- ③技術科教員が授業内容に基づき、必要な教材/材料を注文する。
- ④教材会社は、注文を取りまとめ、他社から商品を仕入れる。
- ⑤教材会社が仕入れた商品を学校に販売/納品する。
- ⑥技術科教員が教材を用いて授業を実施する。

以上の関係モデル1は、教材会社が主に現場教員に対する教材の流通・販売のみを提供するものであり、主に地域に密着した現場教員との連携の中で構築されている教材会社のモデルと捉えることができる。

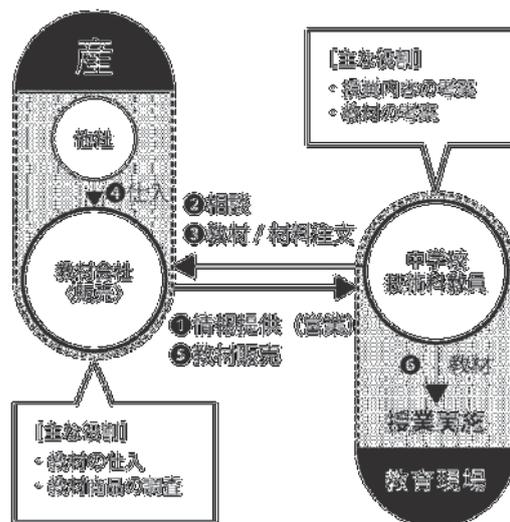


図2 教材会社（販売）と教育現場の関係モデル1

図2の関係モデル2では、教材会社は豊富な商品知識を提供する役割をもっており、同時に中学校技術科教員の教材を調達する負担を支援する役割をもつ。このモデルにおいて、学習内容は、中学校技術科教員が主体となって計画されることが多いようである。

2. 2. 2 教材会社（開発+販売）の特徴

図3は、関係モデル1とは異なる関わりとして、教材会社（販売+開発）と教育現場との関係モデル2を示す。図3における①～⑦の内容に示すように、以下にこのモデルの一連の流れを示す。

- ①教材会社が新商品（製品（モノ）+学習内容）を企画・開発し、他社工場に材料を発注する。

- ②他社工場で生産された材料をもとに新商品を在庫する。
- ③新商品のカタログや営業担当者の説明により, 中学校技術科教員へ情報提供を行なう。
- ④技術科教員は, 提供された情報, 授業内容に基づき, 必要があれば教材会社へ相談する。
- ⑤技術科教員が教材を発注する。
- ⑥教材会社が学校に対して教材(学習内容を含む場合もある)を販売する。
- ⑦技術科教員が教材会社から提供される教材(学習内容を含む場合もある)をもとに, 授業を実施する。

以上の関係モデルでは, 教材会社が「技術科」の学習内容に合わせて独自に教材開発を行うことが特徴である。ここでの教材は, 教材会社主体で開発され, モノとしての教材だけでなく, 学習内容も含む場合もあり, 現場教員は, モノだけでなく, 学習内容についても支援を受けるモデルとして捉えることができる。

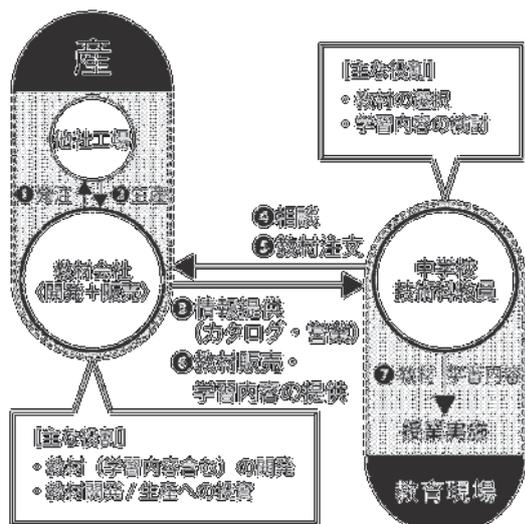


図3 教材会社（開発+販売）と教育現場との関わりモデル2

2. 3 技術科における教材開発の課題

上述したように、「技術科」では教育現場に密接に関与している教材会社の存在は大きく, 重要な役割を担っている。一方, そのような状況の中では, 大学の役割が希薄であり, その結果, 「技術科」の学習内容に関する専門的な知識を有する大学教員が, 教育現場で使われている教材に関して, 研究の成果や学術的な知見を十分に活かさきれていないといった関係となってしまっている。また, 教材会社と教育現場との密接な関係の背景として, 「技術科」には産業として位置づいている教材があり, そこには企業論理との関係が強く働いていることが指摘できる。

そのような独特な産業構造を踏まえた教材開発を行わなければ, 広く実際の学校教育に活用される教材とはなりにくいといった現状が浮かび上がってくる。

このような大学と「技術科」の教材産業との関係の希薄化は, 学習内容の質の担保の側面において課題を有する。

3. 産学連携の方法

3. 1 産学連携のコンセプト

本研究開発においては, 上述した「技術科」に関する教材の特徴と課題を踏まえ, 大学(学)が教材における学習内容の質の担保が行なえるような関係モデルを構築することが開発のコンセプトとなる。

しかし, 「技術科」における教材に関しては, 大学教員が個別で教材開発を進めていくことでは, 教材の開発・流通・販売の特徴から難しいことが挙げられる。

そこで, 本研究開発では「技術科」に関わる教材会社(産)と教員養成大学(学)における両者の利点をつなぐ役割を果たす組織として, 大学にある産学連携機関を位置づけるモデルが提案できる。その産学連携機関を中核とした枠組みモデルを図4に示す。

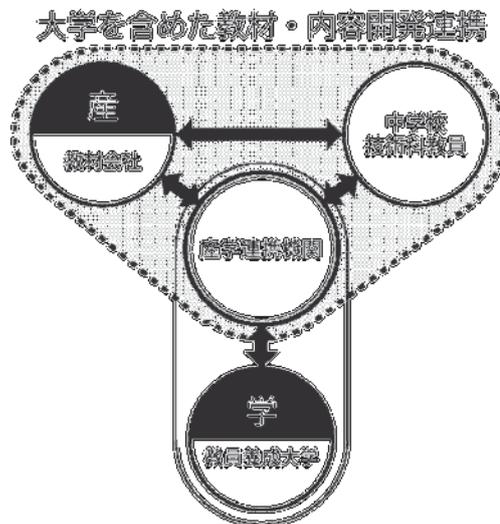


図4 提案する産学連携の枠組みモデル

3. 2 産学連携を通じた教材開発の方法

本研究開発における産学連携のコンセプトに従い, 実際に教材開発を進める上での具体的な連携の方法を図5に示す。本研究開発では, 既存の関係モデル1(図2)における教材会社(産)に加え, 教材(モノ)を生産する企業, 教材(モノ)を輸入する企業を連携させ, 「産」の枠組みを構築する方法とした。これら

の枠組みを構築するためのコーディネートする機能として、こども未来研究所を産学連携機関として位置づけることとした。

また、教材開発における学習内容の担保に関しては、教員養成大学に所属する教員が担う形とするため、産学連携による全体の枠組みとしては関係モデル 1 (図 2) の教材会社を連携先とした。

教材開発は「技術科」の内容に含まれる「エネルギー変換に関する技術」を取り上げ、その内容に関する教材開発を進めることとした。

教材開発の内容は、「技術科」では学術的な技術教育の方向性として、技術に関わるイノベーションの教育の重要性が提案されている⁷⁾。そこで、本研究開発では「技術科」におけるイノベーション教育の推進として、設計型教材の開発を目的として、産学連携による教材開発を行うこととした。

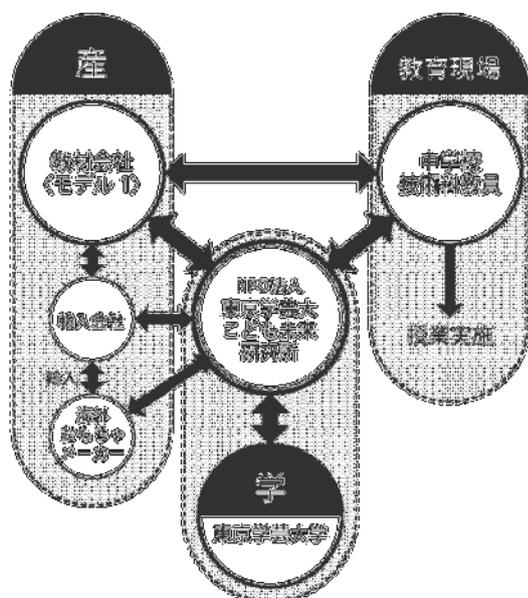


図 5 本研究開発の具体的な連携の枠組み

4. 産学連携による教材開発とその枠組み

4. 1 製作品 (モノ) に関わる教材開発

4. 1. 1 既存ブロックを用いた製作品 (モノ) の選定

教材開発では、まず「技術科」の学習活動に利用する生徒の製作品 (モノ) の構成内容を検討した。

検討に際しては、図 5 におけるこども未来研究所、東京学芸大学、教材会社 (モデル 1)、海外おもちゃメーカー、輸入会社が連携することにより、製作品 (モノ) を決定した。製作品 (モノ) の構成は、既存のブロックを利用することで、生産や流通の課題が軽

減できることを期待し、台湾のブロックおもちゃ会社 (GIGO 社) との連携を図り、「技術科」の学習活動に対応できる教材の構成内容 (モノ) にした。図 6 は開発した製作品 (モノ) の構成例を示す。

「技術科」で利用されている既存のブロック型教材の代表的なものとして、LEGO 社の「Mind Storm (マインドストーム)」などの教材がある。本教材の選定では、GIGO 社のブロックを採用した主な理由として、対象年齢が比較的低い (台湾での同等商品の対象年齢は 8 歳から) 点での安全性、ブロックの凹凸が LEGO 社のものに比べて大きく作業性が高い点、エネルギー変換の学習において生徒が行う設計・製作活動に適しているパーツ群という点から選定された。

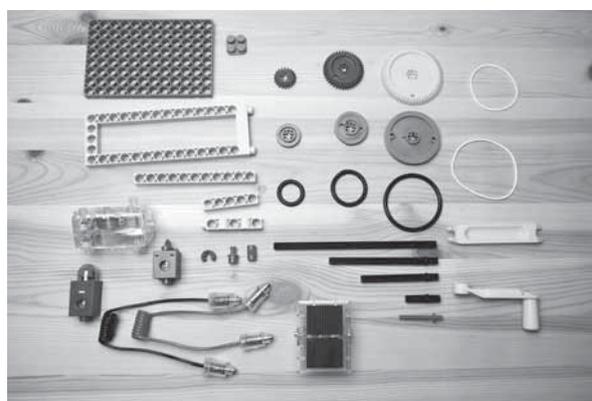


図 6 開発した製作品 (モノ) の構成例

4. 1. 2 製作品 (モノ) の教材開発過程における産学連携の枠組みと内容

製作品 (モノ) の開発過程における具体的な産学連携の枠組みと内容を図 7 に示す。製作品 (モノ) の開発は、上述したように、こども未来研究所が連携の核となり、図 7 に示すような①～⑥の連携により枠組みを構築した。以下に製作品 (モノ) の開発過程で検討された①～⑥の内容を示す。

① 製作品のパーツの選定

主にこども未来研究所と大学との間の連携では、「技術科」の「エネルギー変換の技術」の学習で求められている学習内容の情報を東京学芸大学から収集し、製作品のパーツの選定を行った。

② コストの検討

こども未来研究所は、東京学芸大学との間で選定した製作品 (モノ) のパーツに関するコストの検討を輸入会社との間で調整した。輸入会社は、パーツの在庫状況、アセンブルの必要期間、輸送手段などをもとに、部品コストを算

出し、教材の卸値設定を行った。

③ 輸入量の検討

輸入会社は、製作品（モノ）のパーツの構成に関して海外おもちゃメーカーとの間で調整し、輸入量とコストの交渉を行った。

④ 新パーツの開発

こども未来研究所は、海外おもちゃメーカーに対して、個々のパーツの仕様の変更依頼や改善点の指摘、新規パーツの開発打診などを行った。

海外おもちゃメーカーは、新商品の提案、試作品製作の協力、パーツの組み合わせ方などの情報提供を行った。

⑤ 営業方法の検討

教材会社〈モデル1〉は、既存の営業ネットワークの中で、新しい教材の強みや弱みをヒアリングし、現場の声をフィードバックする役割を担った。

その中から、教材の実践先を紹介し、授業実践への足がかりをつくとともに、実践協力の教員へのサポートを行なった。

こども未来研究所は、教材会社と教材の販売価格を定め、教材の卸値設定を交渉した。その際に、既存の同等教材価格、販売見込数を検討するとともに、営業活動のサポートを行なった。

⑥ 受発注

教材会社は、中学校技術科教員より注文を受け、輸入会社に教材の発注を行なった。輸入会社は、おもちゃメーカーに製作品（モノ）のパーツを発注し、その発注に応じて、教材会社を通して、学校現場の教員に教材の発送を行なった。

以上のように、製作品（モノ）の開発ではモデル1における教材会社を通して、教育現場におけるニーズを情報収集することができた。また、大学教員から「技術科」の学術的な情報を収集することによって、教材会社および大学からの情報を統合し、これらの両者のコーディネートをこども未来研究所が行うことによって、製作品（モノ）の開発を進めることができた。

その中では、教材会社の扱う商品としての収益性を確保しなければ、産業としての活力が失われてしまうため、教材を構成する製作品（モノ）の内容と価格のバランスを考慮する必要があった。この点において連携の難しさがあり、産学連携の枠組みを構築する上での重要な要素として抽出することができる。

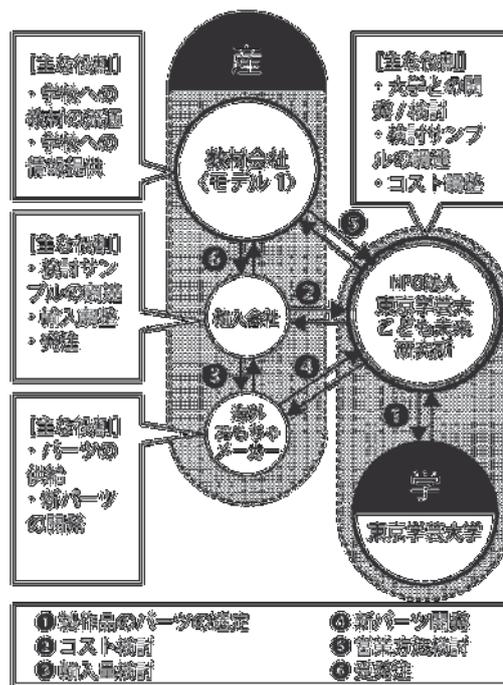


図7 教材（モノ）の開発を通して構築した産学連携の枠組みと内容

4. 2 学習内容に関わる教材開発

4. 2. 1 学習ワークシートの開発

製作品（モノ）としての教材に加え、学習活動に含まれる学力の担保は重要な開発の要素となる。そこで、学習内容の開発には、大学教員から提供される専門的な教科の内容に基づき、教育現場の教員の意見を加えながら、実際の教育現場でよく用いられる学習ワークシートを提供する方法を採用した。新しい教材の導入での生徒の不安の解消などに注意を払い、確実に「技術科」の学習で求められる基礎・基本が学習できるようにワークシートを設計した。

図8は実際に設計したワークシートの例を示す。

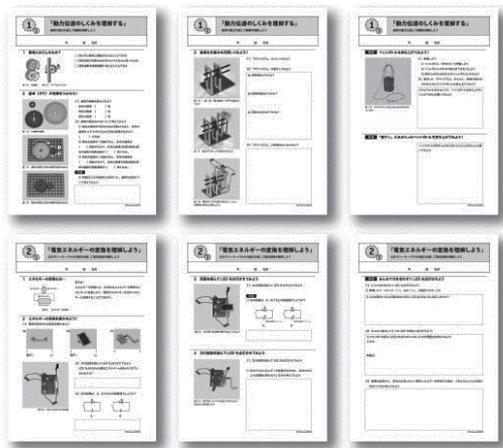


図8 開発したワークシートの例

ワークシートの設計においては、東京学芸大学教員から提供されるエネルギー変換の技術に関する専門的な教科の内容に基づいて、中学校技術科教員の意見を加えながら、ワークシート教材を開発した。

4. 2. 2 ワークシート (学習内容) の教材開発過程における産学連携の枠組みと内容

ワークシート (学習内容) の開発過程における具体的な産学連携の枠組みと内容を図9に示す。ワークシートの開発は、製作品 (モノ) の開発と同様、こども未来研究所が連携の核となり、図9に示すような①～⑤の連携により枠組みを構築した。以下にワークシートの開発過程で検討された①～⑤の内容を示す。

① ワークシートの基本形の開発

こども未来研究所と東京学芸大学との間で、ワークシート開発会議を行ない、製作品 (モノ) のパーツの選定に対応させながら、定期的に学習内容を検討し、学校現場の教員が授業で使用するワークシートの基本形を作成した。

② 情報の提供

こども未来研究所は、東京学芸大学との連携により開発したワークシートを、中学校技術科教員にWEBサイトを通じて配布するシステムを構築した。また、こども未来研究所は学校現場の教員の授業を参観し、生徒たちの授業を記録し、ワークシート利用、ブロック教材への生徒の関わり方を情報収集した。

中学校技術科教員は、ワークシートの基本形をもとにして、自身の授業に合った形でワークシートを加工し、実際の授業に展開できるようにした。また、こども未来研究所は教育現場でのワークシートの受け入れられ方を検証し、実際の授業でどのように授業が進行されているか情報を収集し、ワークシートの学習内容を東京学芸大学と連携して再調整した。

③ 実践サポート

教材会社は、中学校技術科教員に対して、製作品 (モノ) に対応したワークシートの使用に関する事前の説明やサポートを行った。

④ フィードバック

教材会社は、ワークシートを活用して授業実践が行われた場合の進捗の報告や、技術科教員からの意見などを集約し、フィードバックを行った。

⑤ 実践の検証

中学校技術科教員は、製作品 (モノ) とワークシートに基づいて、生徒に対して授業を実施し

た。

ワークシートを用いた授業では、グループ学習や個別学習を通して実践した場合の学習内容の展開に関する検証がこども未来研究所、中学校技術科教員、東京学芸大学の3者で行われた。

ワークシートの設計に関しては、こども未来研究所が教育現場における教員のワークシート作成方法を参考にして、学習内容に関する専門的な情報を大学教員から収集し、両者の情報を調整しながら、ワークシートの設計を行った。

なお一方で、学習内容の構成に関しては教育現場 (中学校技術科教員) が要望する生徒の興味関心に関する側面も十分考慮し、また技術科教員が教材導入に関して費用もかさまないような配慮が求められた。さらに、2.3でも取り上げたように、「技術科」で求められる学力の担保を確実に確保することが重要であり、これらの調整が本研究開発における産学連携の枠組みを構築する上での重要な要素として抽出することができる。

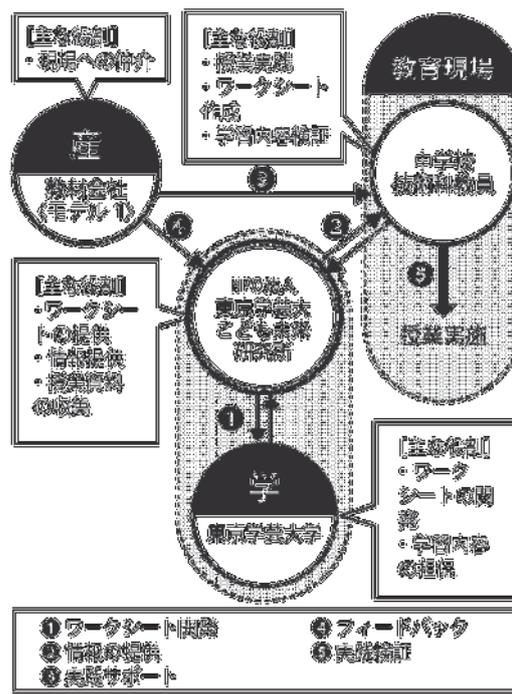


図9 ワークシート (学習内容) の開発を通して構築した産学連携の枠組みと内容

5. まとめと今後の課題

本研究では教員養成大学における産学連携のモデルケースとして、「技術科」の教材開発を試みた。今回の教材開発を通して、得られた主な結果を以下に示す。

- (1) 「技術科」の教材に関しては、教材会社が販売のみを行うモデルと販売および開発を行うモデルによって特徴付けることができ、これらのモデルには大学の関与が少なく、学習内容の質の担保の側面において課題を有することがわかった。
- (2) 「技術科」における教材の課題を踏まえ、課題の解決のために教員養成大学における産学連携のモデルとして、大学内に連携機関を位置づける新たな枠組みモデルを提案した。
- (3) 提案した(2)のモデルに基づいて、東京学芸大こども未来研究所が連携の核となり、「技術科」における教材会社(産)、東京学芸大学(学)、学校現場の教員が連携できる実践モデルを構築することができた。
- (4) 製作品(モノ)の開発過程において、従来課題とされてきた教材会社と大学、学校現場における関係をこども未来研究所が取り持ち、産学連携を通して、新たに教材開発を進めることができた。
- (5) ワークシートの開発過程においては、従来課題とされてきた「技術科」の授業における学習の質をこども未来研究所が産学連携を通して担保するシステムを実践することができた。

以上の結果を踏まえ、教員養成大学における産学連携機関を設けることで、「技術科」における教材の課題を抽出し、新たな教材開発を行うことができた。開発した教材の成果や今後の維持・発展に関しては、次報において報告したい。また、教員養成大学における産学連携の試みに関しては、今後の多くの実践を踏まえて、連携機関の構築がなされることを望みたい。

参考文献

- 1) 「研究成果社会につなぐ－イノベーション創出のために－」, 文部科学省研究振興局研究環境・産業連携課(2007)
- 2) 産学官連携データ集2013～2014, 独立行政法人科学技術振興機構(2014)
- 3) 「国立大学改革プラン(平成25年11月)」, 文部科学省(2013)
- 4) 「ミッションの再定義(教員養成大学)」, 文部科学省(2013)
- 5) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説技術・家庭編, 教育図書, p.14-15(2008)
- 6) 公益社団法人全産協(パンフレット), 全国中学校産業教育教材振興協会(2013)
- 7) 日本産業技術教育学会: 21世紀の技術教育(改訂) p.2(2012)

技術科教材の開発を通じた産学連携による関係構築と課題

Issues and Building Relationships with Industry-academia Collaboration through the Development of Teaching Materials in Pedagogical Field of Technology

柏原 寛*・大谷 忠**・俵 聡子*・黄川田 勇太*
金子 嘉宏*・杉森 伸吉**・鉄矢 悦朗**・松田 恵示**

KASHIHARA Hiroshi, OHTANI Tadashi, TAWARA Satoko, KIKAWADA Yuta,
KANEKO Yoshihiro, SUGIMORI Shinkichi, TETSUYA Etsuro and MATSUDA Keiji

学校心理学分野

Abstract

A mission pursued in the university includes "the social return of results of research" in addition to "education" and "a study". A society also demanded to the teacher training university to cooperate with them diversely. As an associated organization taking the part of the university-industry research collaboration of Tokyo Gakugei University, a specified nonprofit corporation "Tokyo Gakugei University children institute for the future" is trying for social return of "the intellect of the university" cooperating with companies, local public governments, or other organizations. From 2012, Tokyo Gakugei University children institute for the future has tried to develop teaching materials in cooperation with the department of technology and information sciences of our university, considering structure of teaching materials industry peculiar to the department. As a result, Tokyo Gakugei University children institute for the future let Tokyo Gakugei University cooperate with a teaching materials company and allied industry led by oneself. Through the construction of relationships, we considered in this report, the new problem in the university-industry research collaboration that the teacher training university has. In this report, we report this construction of relationships as a model case of the university-industry research collaboration of the teacher training university.

Keywords: Industry-academia cooperation, Development of teaching materials

Department of School Psychology, Tokyo Gakugei University, 4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo 184-8501, Japan

要旨: 大学が求められる使命として「教育」「研究」に加えて「研究成果の社会還元」が位置づけられ、教員養成大学においても社会との多様な連携が求められている。東京学芸大学の産学連携機能の一翼を担う関連機関として、特定非営利活動法人東京学芸大こども未来研究所では、大学外の企業や行政、団体等と連携し「知」

* Non-profit organization Tokyogakugei Univ. Children Institute for the Future

** Tokyo Gakugei University (4-1-1 Nukuikita-machi, Koganei-shi, Tokyo, 184-8501, Japan)

の社会還元を図っている。

本稿では、教員養成大学における新しい産学連携のモデルケースとして、技術科独自の教材産業の構造を考慮した教材開発を例にし、こども未来研究所を核として、教材会社やそれに関わる産業と東京学芸大学による産学連携関係の構築、さらに、構築を通して見えてきた課題について報告する。

キーワード: 産学連携, 教材開発, 技術科, 教員養成