

Journal of Chubu University Education

No. 22
2022

【研究論文】

大学との連携による中学校でのSTEAM教育の開発

ーシリーズ授業による探究的学習・発表の指導効果ー 井上徳之・濱田知美

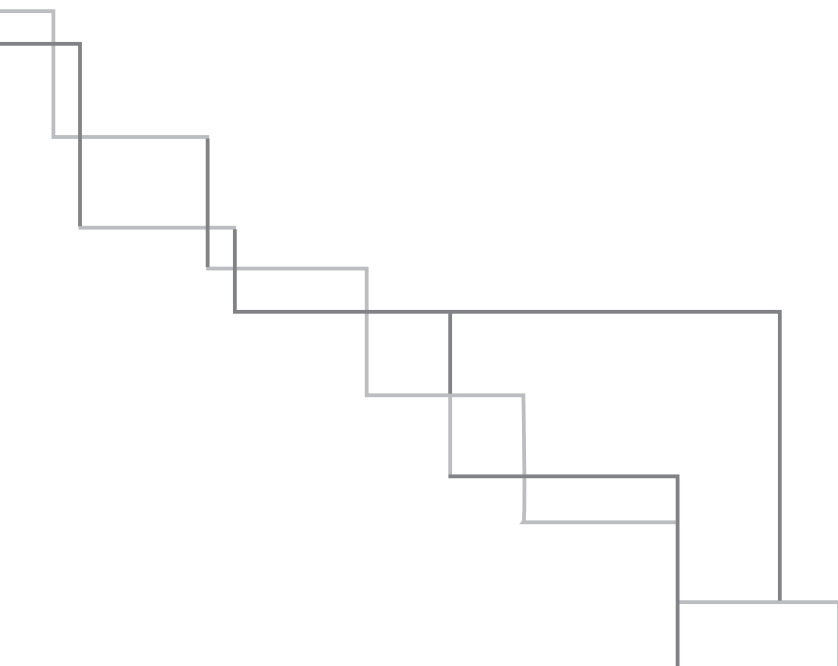
【Article】

Development of STEAM Education in Junior high Schools

in Collaboration with University Researchers:

Effects of exploratory learning and presentations through series lessons

..... INOUE Noriyuki and HAMADA Tomomi



大学との連携による中学校でのSTEAM教育の開発 ーシリーズ授業による探究的学習・発表の指導効果ー

井上 徳之^{*1}・濱田 知美^{*2}

要 旨

Society 5.0 に向けた人材育成の検討でSTEAM教育の重要性が指摘されている。新学習指導要領では、探究的な学びが全教科で重視され、課題研究に取り組む学校も増えている。しかしながら、課題研究の指導法や実施体制はまだ確立していない現状がある。中部大学春日丘中学校では中部大学との「中大連携活動」として、大学教員を講師とした少人数の班活動による多彩なテーマでのシリーズ授業を実施し、発展活動として啓明祭（文化祭）での出展内容を生徒自らが創作して対話的な発表を行った。中学生の指導では、「何を教えたかではなく、何をできるようにしたか」が大学教員にも求められた。この活動は、探究的学習・課題研究の指導法開発やSTEAM教育開発に有用な特徴を有している。そこで本研究では、中大連携活動の終了後に生徒アンケートを実施し、分析結果から活動の効果を考察するとともに、成果をSTEAM教育の開発に活用する可能性について検討した。

キーワード

Society 5.0、STEAM教育、カリキュラム開発、課題研究、科学コミュニケーション

1 研究目的

新しい学習指導要領（2017年改訂）が、2021年に中学校での全面実施を迎えた¹⁾。主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）の視点から「何を学ぶか」だけでなく「どのように学ぶか」を重視して授業が改善される。特に「総合的な学習の時間」は、探究的な見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、よりよく課題を解決し、自己の生き方を考えていくための資質・能力を育成することを目標にしていることから、これからの時代においてますます重要な役割を果たすものとされる。

中部大学春日丘中学校では「総合的な学習の時間」の一部を利用して、中部大学との「中大連携活動」を実施している。この活動は、Society 5.0 に向けた人材育成²⁾で検討されているアクティブラーニング、STEAM教育、文理分断からの脱却の対策としてモデルケースとなる特徴を持つ。特に、STEAM教育の重要性が指摘される中、中学校におけるSTEAM教育開発の視点からこの活動の効果を評価して、今後の展開を考察することは有用と考えられる。

総合科学技術・イノベーション会議の「Society 5.0の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ

ジ」³⁾では、社会で新たな 価値創造を高めていくためには、俯瞰的な視野で物事をとらえ、分野横断的、多様な「知」の集結、「総合知」を必要とし、サイエンスをベースに、異分野への興味関心、多様な知の受容力、社会的文脈や社会的課題への感覚を養うことの重要性に言及している。STEAM教育は、まさにこの課題解決・価値創造に向けたプロセスそのものであり、初等中等教育段階からの分野横断的な学び・STEAM教育の重要性が増しているとしている⁴⁾⁵⁾。日本発のSTEAM教育においては、SDGsといった共通テーマに関連した概念を各教科で学習する多分野的な統合形態と、物質、エネルギー、情報、環境、生物等といった密接に関連した概念を2つ以上の教科等で学習する分野連携的な学習がすでに積極的に実施されているという報告もある⁶⁾。

本研究では、大学との連携により実施された中学校でのシリーズ授業にSociety 5.0に向けた人材育成・STEAM教育推進の観点から有用な特徴があると考え、生徒アンケートの分析結果をもとに中大連携活動の実施の効果を考察する。これをもとに、中等教育における課題研究の指導法、STEAM教育の開発について考え、校外連携を活用した活動の普及展開について検討

*1 超伝導・持続可能エネルギー研究センター 教授

*2 経営情報学部 経営総合学科 講師

する。

2 研究方法

2.1 大学教員とのシリーズ授業の構成

表1に中大連携活動として実施したシリーズ授業の構成を示す。生徒は「縦割り班」として、1年生から3年生までの合同で20名程度の班をつくり、啓明祭（文化祭）に来場する小学生親子や保護者・兄弟姉妹を対象とした出展内容を班ごとに創作し、発表した。大学教員が講師を務める中大連携活動の班の他に、中学教諭のみが指導するグループもある。中大連携活動の対象生徒には生徒に講義テーマを紹介し、生徒の希望をもとに班分けを行った。

（1）導入講義・集中講義

7月の「導入講義」と8月下旬の「集中講義」（3回）は、大学教員が講師を務めた。導入講義は、テーマへの生徒のモチベーションを高め、問題意識を持って夏休みを過ごしてもらい機会となる。テーマによっては大学施設において講義が実施され、通常の授業とは異なる環境で、大学での研究とのつながりを感じてもらい工夫も見られた。

「集中講義」では啓明祭（文化祭）での出展の構想につながる体験的な内容を取り入れながら実施された。大学教員の判断で大学生・大学院生のTA（ティーチングアシスタント）の参加があり、準備・実施のサポートや、中学生の活動を「主体的・対話的な深い学び」にするために生徒に寄り添う役割を果たした。

表1 中大連携活動・シリーズ講義の構成

活動	回数	実施内容
導入講義 (大学教員) 7月	1回	テーマへの関心を高める。 集中講義に向けた夏休み課題。 大学施設での実施も。
集中講義 (大学教員) 8月	3回	研究者による連続講義。 チーム活動・体験を重視。 啓明祭発表につながる内容。
出展準備 (中学教諭) 9月	4回	講義をもとに、出展内容を検討。 出展品・出展ブースの制作。 中学教諭が指導。
啓明祭 (文化祭) 9月	1日	対話的・体験的な発表の実施。 コロナ禍は校内(生徒同士)。 ※本来は小学生親子が対象
振り返り (中学教諭) 9月	1回	活動の振り返り・まとめ。 生徒アンケート実施。

（2）出展準備と啓明祭での発表

「出展準備」（4回）は中学教諭の指導が中心となり、大学教員による講義内容を発展させて啓明祭の出展準備と啓明祭での発表を実施した。準備と当日視察への大学教員の参加は、講師の判断に任せた。生徒は集中講義の内容をもとに出展内容を工夫し、展示物を製作するとともに来場者との対話的な発表ができるように準備を工夫した。啓明祭での発表場所として教室が割り当てられ、前日に設営を行い、当日は対話的な発表が行われた。

啓明祭の約1週間後には「振り返り」の時間が設けられ、班ごとに中大連携活動を振り返るとともに、後述の生徒アンケートを実施した。なお、コロナ禍（2020年、2021年）では、導入講義・集中講義から出展準備までに遠隔講義（Zoomミーティング）を活用したり、TAの大学生・大学院生を不参加としたり、啓明祭の来場者を制限したり（小学生不参加、生徒同士の発表）するなど、新型コロナウイルスの感染状況に合わせた対応が取られた。

2.2 大学教員によるテーマ設定

（1）総合大学の幅広いテーマ

表2には中大連携活動のテーマを示す。講師は中部大学の全学部と研究センターからの参加があった。後述のアンケート調査での分類のため、文系・理系に分類して記載している。2021年度は9テーマを設定したが、1テーマは別枠（授業期間中）で実施となり、アンケート調査の対象外とした。講義ごとに、中学生向けのテーマ名を設定した。テーマにより複数の大学教員で担当したり、大学生・大学院生を主体的に担当させたりするケースも見られた。

表2 大学教員によるテーマ（2021年）

分類	人数	講師の所属学科	中学生向けのテーマ名
文系	17	日本語日本文化学科	江戸時代の連句を作ろう
	28	経営総合学科	世界の経済を支える貿易のしくみ
	26	国際GISセンター	家を買うならどこ？ 地理的特性で考える終の棲家
	24	経営総合学科	未来をつくる
	—	(国際学科)	世界のスパイス ※別枠(授業期間中)の実施
理系	22	ロボット理工学科	段ボールロボットアーム制作
	25	現代教育学科 食品栄養科学科	タンパク質(コラーゲン)を学び 色々な飲み物でグミを作ろう
	27	環境生物化学科	線虫学 「動物の寄生虫を見てみる」
	24	スポーツ保健医療学科 保健看護学科	赤ちゃん大人の「もしも」の時の ファーストエイド

2.3 生徒アンケート調査の実施

中大連携活動の実施の効果について、生徒の意識や態度の変化に着目して評価するため、活動終了後に生徒を対象としたアンケート調査を実施した。アンケートは無記名式で、設問数は計32問、全問選択式のマークシート形式とした。調査は、啓明祭での発表から1週間後の「振り返り」授業で実施し、回収した182枚のうち有効アンケート159件について分析した。尺度法を用いた設問では、5点尺度（1＝まったくあてはまらない、5＝大いにあてはまる）を用いた。

3 生徒アンケート調査の結果

3.1 理系・文系の選択テーマへの関心

（1）社会とのつながりや学ぶ価値

大学教員のテーマは、中学の教科書内容にとどまらない社会とのつながりや奥深さが特徴となる。そこで、生徒たちがテーマ学習で、社会とのつながりや意義を感じ、学ぶ価値を感じたかを尋ねた。図1には次の3項目の回答分布を示している。設問（a）では、文系テーマの選択者には「私たちの生活する社会への関心」、理系テーマの選択者には「科学技術への関心」が、本活動を通じて高まったかを尋ねた。文系・理系に関わらず、「関心が高まった」と回答した生徒は約70%を占めた。また、テーマが文系・理系かで統計的な差異が存在するか否かを χ^2 検定したところ、5%水準で有意な差は見られず、テーマの文系・理系に関わらず、生徒が社会や科学技術への関心を高める効果があった。

（2）理解の深まり「奥が深い」

設問（b）では「社会問題や社会の仕組みについての理解が深まった（文系テーマ）／科学技術の社会的な意義や役割について理解が深まった（理系テーマ）」、設問（c）では「想像していたよりもずっと奥が深く、学ぶ価値のあるテーマだと感じた（文理共通）」を尋ねた。両設問とも約70%の生徒が肯定的な回答をしている（図1（b）、（c））。特に、設問（b）は5%水準で文系・理系テーマによる統計的な有意差が見られ、文系テーマに理解が深まったと回答した生徒が多かった。一方、設問（c）では有意差は見られなかった。

（3）好きな科目と選択テーマ

高等学校では進路により文系クラス・理系クラスに分かれる場合がある。中学校では文系・理系の分類がないため、中学生の理系・文系の指標として「1番好きな科目」（設問（d））を調査し、選択テーマの文系・理系にどのように影響しているか調査した（図2）。「1番好きな科目」の回答では、理系科目（算数または理科）が60名、文系科目（英語、社会、国語）が52

名、その他科目（音楽、体育、技術・家庭、その他）が47名であった。

中大連携で実施した8つのテーマを尋ねた上で（設問（e））、それを文系と理系に分け（表2）、好きな科目（文系・理系）とその生徒の選択したテーマの文理のクロス集計をグラフ化したものを図2に示す。好きな科目の文系・理系による、選択テーマの文系・理系への影響を χ^2 検定で確認したところ、1%水準で有意な差は見られなかった。生徒は好きな科目に捉われずに文系テーマ、理系テーマに分かれており、文理横断的に学びを広げる傾向が見られた。

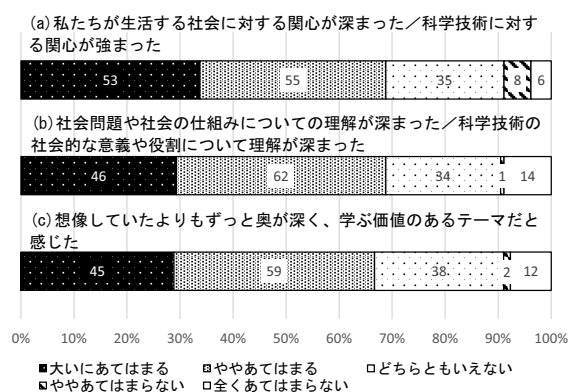


図1 テーマの社会とのつながりや学ぶ価値

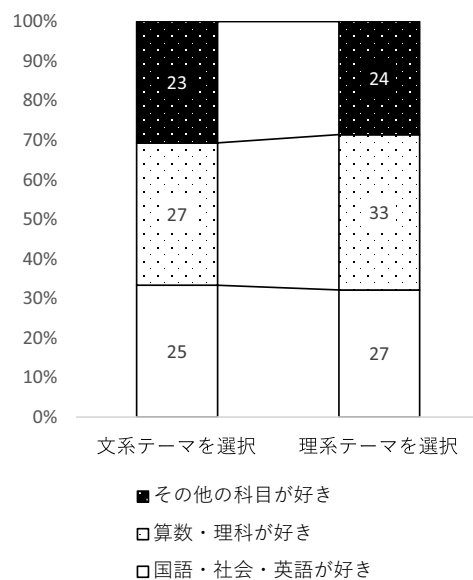


図2 好きな科目と選択テーマ（文系・理系）

3.2 興味や主体性の変化

（1）意欲・熱意を持って取り組めたか

中大連携活動にあたり、生徒が活動前・活動中に意欲的であったかを調べた。設問は、「活動前から、情熱を持って一生懸命取り組もうと思っていたか」（f）、「情熱を持って取り組めたか」（g）、「テーマについて

学ぶ中で、分からないことがあれば自分で調べた」(h)で、これら3つの設問の回答分布を図3に示す。活動前の意欲(f)と、活動中の意欲(g)を比較すると、活動中に肯定的な回答をしている生徒が増加し、消極的または中庸な回答をしている生徒は3項目とも減少した。もともと情熱を持っていなかった生徒を含めて、大学教員の講義(体験的な活動)を通してテーマへの情熱を引き出す内容となっていた。

設問(h)では「テーマについて学ぶ中で、分からないことがあれば自分で調べたか」を尋ねた。60%を超える生徒が肯定的に回答しており、本活動に授業外の生徒の自主学習を促す効果があったと評価できる。

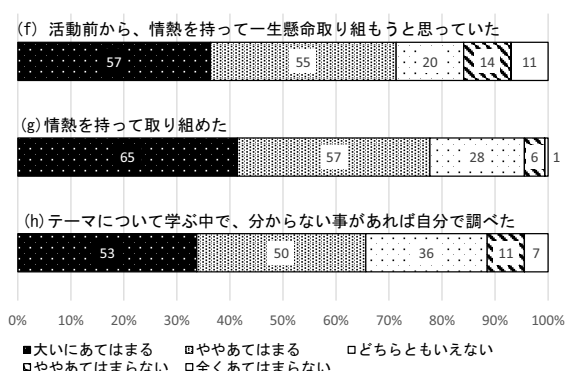


図3 意欲・主体性に関する回答分布

(2) テーマへの理解・新しい発見

次に、大学教員のテーマについての理解や発見、さらに学びたいかを調べた(図4)。「テーマの内容はよく理解できていたと思う」(i)という設問では、60%を超える生徒が内容を理解できたと感じていた。「学ぶ中で新しい発見や知識が得られたか」(j)では、関連質問項目の中では最も肯定的な回答をした生徒が多く、80%を超えた。

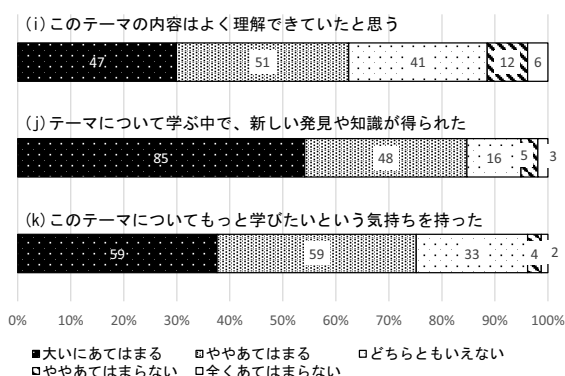


図4 テーマ内容への理解・興味に関する回答分布

ほとんどの大学教員の講義により、新しい発見や知識に触れることができ、刺激になったと感じていた。

「もっと学びたいという気持ちを持ったか」(k)という設問では、70%以上の生徒が肯定的な回答をした。大学教員の体験型の講義は、生徒が理解した実感を持ちながら取り組んでおり、新たな発見や知識を得ながら、もっと学びたいという意欲を引き出していた。

3.3 将来に関わる影響

(1) 進路選択への影響

図5は、選択テーマを通して中学生が将来の進路選択に及ぼした影響についての回答分布を示している。ここでは、文系・理系の選択(1)、大学の学部・学科の選択(m)、職業の選択(n)について調査した。文理選択(1)では、消極的と中庸が70%以上を占めた。中高一貫校での文理選択が高校2年なので、中学生では文理選択に対する意識はまだ薄いようである。大学の学部選択(m)、職業選択(n)についてはさらに先の話であり、積極的な回答の割合は少なかった。一方、文系テーマと理系テーマの比較について、「選択したテーマについてより深く勉強できる学部に入りたいと感じた」という設問(m)では、理系テーマの方が肯定的な回答をした生徒が多く、統計的な有意差が確認された。

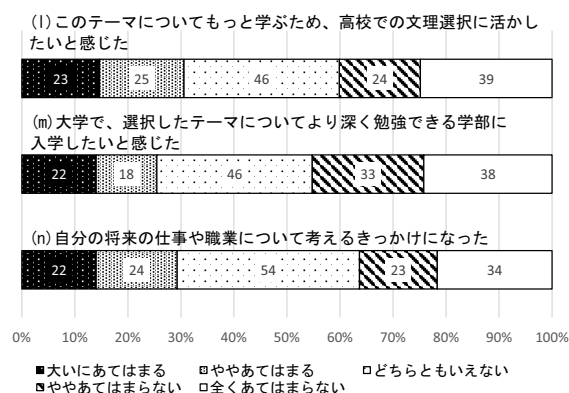


図5 将来の進路決定に及ぼす影響

(2) 総合評価・体験型授業の面白さ

図6に中大連携活動への生徒の「総合的な評価」に関する質問の結果を示す。中学校での通常授業に対して、加えられた中大連携活動を面白いと感じられたかを調査した。60%を超える生徒が、中大連携活動いつもの座学の授業よりも面白かったと回答している(o)。

また、80%強の生徒が、この中大連携の時間をもっと増やしてほしいと考えていた(p)。大学教員・中学教諭の努力で実現している中大連携活動であるが、生徒に望まれる活動として受け入れられていることが示された。

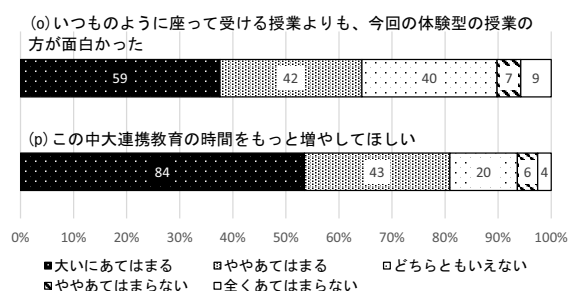


図6 中大連携活動の総合評価

(3) 大学教員に対する印象

中大連携では「大学教員が中学生に講義を行うこと」が特徴となるため、今回は中学生の大学教員に対する印象を調査した(図7)。「大学教員の話は面白かった」と感じた生徒は約50%程度となった(q)。また、「大学教員の話聞く機会がもっとあれば良い」と思う生徒は60%程度であった(r)。さらに、「中部大学の他の先生の授業も聞いてみたい」という質問には、70%を超える生徒が肯定的な回答をした(s)。

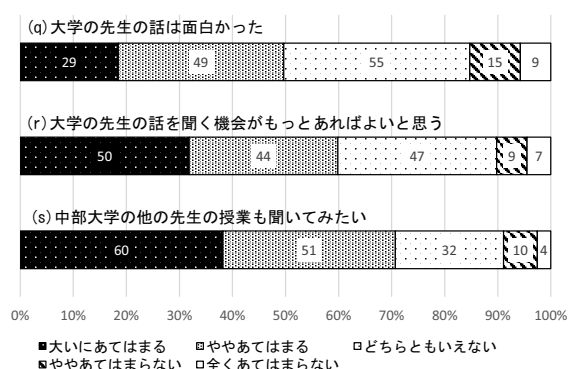


図7 大学教員の印象に関する回答分布

4 生徒アンケート結果の考察

生徒アンケートの調査結果を、主体的・対話的な深い学び(アクティブラーニング)や課題研究の指導法、及びSTEAM教育の開発の観点から考察する。

4.1 理系・文系の選択テーマへの関心

(1) 社会とのつながりや学ぶ価値

現代の複雑に事象が絡み合う社会課題の解決にあたり、人間社会との調和的な科学技術の社会実装が重要となる。サイエンスをベースに、異分野への興味関心、多様な知の受容力、社会的文脈や社会的課題への感覚を養う取り組みは、初等中等教育の段階からその重要性を増している^{7), 8)}。

この中大連携活動に参加した大半の生徒が、文系テーマであれば社会問題や社会、理系テーマであれば科学技術の役割や意義に対する関心及び理解を深めたこと

は、この活動がSTEAM教育の入口として大いに貢献したといえる。第一線の研究者である大学教員の講義は、生徒の予想を超えて、学問の面白さや奥深さを伝えることができ、また生徒のより深くその分野を学びたいという態度に結び付いていることが評価できた。本活動を、活動後の生徒のより深みのある学習に繋げられる可能性があるといえる(図8)。

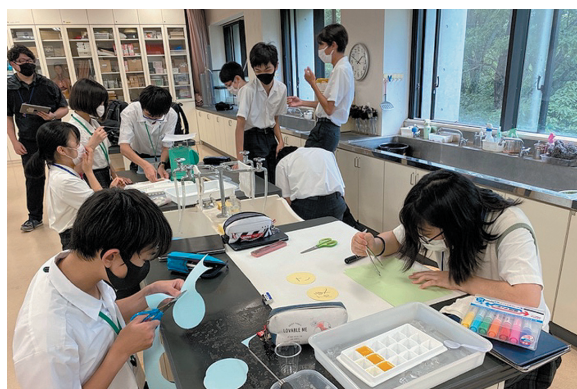
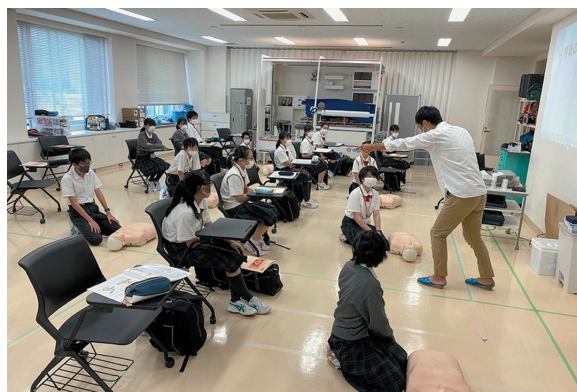


図8 大学教員による体験型講義(大学の実習室)

(2) 選択テーマと理解の深まり

次に、文系と理系のテーマを選択することによる生徒の意識の違いの発露について検討する。テーマの内容の「理解」については、活動終了後に「理解が深まった」という回答は、理系テーマよりも文系テーマの方が、統計的に有意に値が高かった。これは、文系テーマで扱う人文・社会科学分野よりも、理系で扱う自然科学分野の方が、中学生にとって理解がより困難であるということを示しているといえる。

この要因の1つとして、人文科学や社会科学で扱うテーマは、生徒の生活との共通点があるものが多いので、中学生にも論理や因果関係が想像しやすかったというものが考えられる。一方、科学についての研究テーマには、生徒が日常生活では体験しない実験や実習があり、メカニズムを理解するよりも未解決の問題があることに興味を持たせるねらいもあったようである。このような要因により、生徒の理解度に文系・理系の差が生じたと考えられる。一方、このことは「想像し

ていたよりもずっと奥が深く、学ぶ価値のあるテーマだと感じた」の回答に文系・理系の統計的な有意差が見られたことの原因であるとも考えられる。

4.2 興味や主体性の変化

(1) 意欲・熱意を持って取り組めたか

教育現場では「学ぶ意欲」が課題とされる。今回の中大連携活動における大学教員による講義では、第一線の研究者である講師により「本物との出会い」が工夫されていた。本物に出会うことは、驚きと感動、そして迫力を感じる機会となる。

受講前後で生徒の意識がどう変わったか検討したところ、活動前よりも活動中・後のほうが、生徒の活動に対する情熱が向上しているという結果が出た。これは、元々テーマや学習内容について情熱を持っていた生徒の意識をより高めるだけではなく、元々情熱を持っていない生徒に対して、テーマに対する情熱を引き出すことができたということを意味している。その理由として、第一線の研究者である大学講師が、生徒に魅力的なテーマ活動とともに、講師が直接に生徒と語り合う対話型の講義を通して、生徒に身近な存在として理解と興味を深めさせる効果があったと考えられる。生徒の想像以上に、各分野において学問の奥深さを啓発することができたといえよう。

(2) テーマへの理解・新しい発見

中等教育（中学校・高等学校）で「課題研究」が実施されるようになった。研究は未解決の問題に解を与える取り組みで、まだ答えが解らない課題が対象となる場合がある。それは「答えを覚えるよりも、考えるプロセスが最も重要である」という科学的な態度を学ぶ機会を生む。大学教員のテーマは、自らが第一線の研究者として取り組む課題につながり、未解決の課題に触れ、考えるプロセスを学ぶ機会となる。この特徴は、STEAM教育でも重視される。生徒を対象としたアンケートの調査結果で「学ぶ中で新しい発見や知識が得られた」という設問に肯定的な回答が多く（80%超）、「もっと学びたいという気持ちを持った」という設問にも肯定的な回答が多かった（70%超）のは、上述の効果と考えられる。

4.3 将来に関わる影響

(1) 進路選択への影響

中学生の進路決定の意識に及ぼす影響は限定的であった。この高校進学後の文理選択の意思決定に及ぼす影響について、調査対象生徒の所属校は中高一貫校で文理選択は高校2年時であるため、中学生の段階では文理選択に対する意識がまだ薄いことが原因であると考え

えられる。大学の学部選択や職業選択については高校進学後であるので、中学生の段階では積極的な回答の割合が少なかった。

本プログラムはもともとキャリア教育に位置付けた活動ではなく、文系と理系の両方に興味を持つことを大切にしている。後述の教員ネットワークでは、文理融合の交流会や文理融合研究も推進されている。Society 5.0に向けた人材育成では、「文理分断からの脱却」として、より高度な内容を学びたい生徒の条件整備等を行い、文理両方を学ぶ人材を育成することを高大接続改革に示している²⁾。

中学生にとっては、文系・理系の選択がまだ先の話であり、文系・理系の進路を具体化して自分を位置付けるのではなく、興味・関心の対象を広げることを大切にしているようだ。今回の中大連携活動では、自らの視野を広げるにあたり、研究者と「深さ」を感じる体験ができたことに意味があったと考えられる。

「大学で選択したテーマについて、より深く勉強できる学部に入りたいと感じたか」という設問は、統計的に有意に理系テーマの方が肯定的な回答をした。多くの生徒が消極的な回答をしている中で、一部の少数の生徒に対して大学進学を意識を持たせるほどのインパクトは、文系テーマに比べて理系テーマの方が大きかったといえる。

(2) 総合評価・体験型授業の面白さ

今回の中大連携活動の特徴は、大学教員が講師を務めることだが、体験的な講義内容を工夫していることとともに、単発の出前授業ではなく「シリーズ講義」によりテーマへの理解が深められることがある。生徒は講義内容をもとに、啓明祭での体験的・対話的な出展内容を創作して発表していた（図9）。

総合的な満足度と評価は総じて高かった。大学教員が来校して、学年横断的に活動するという非日常的な活動に刺激を受けたことも相まっていると考えられる。また、過半数の生徒が、今後も本プログラム時間の増加を希望している。大学との連携講義により、生徒たちが学問の入門的講義に触れる機会を持たせることは、座学で得られる知識や教養だけではなく、続く高校や大学での教育に対する意識やモチベーションを向上させるため効果があり、生徒もこのような活動に価値を感じて「もっと参加したい」と考えていた。



図9 啓明祭（文化祭）での発表

（3）大学教員に対する印象

講義に対して、話が面白かった、もっと聞きたいという生徒が多かったことは、大学教員が中学生に対しても魅力ある授業が実施できた指標となる。中大連携活動の講師には、研究以外に社会貢献活動に取り組んでいる大学教員が多く、中高大連携による教育の重要性にも理解の深い研究者の協力を得られている。

一方、中学教諭が「中学生教育のプロ」として責任を持って生徒指導をする立場であるので、大学教員の役割は中学教諭のサポートとも考えられる。そのため、大学教員と中学教諭とのコミュニケーションを重視して、中大連携活動の担当テーマについて、企画・準備から生徒指導を含めた実施や学内外との調整に至るまで、中学教諭の全面的な参画を得られている。中大連携活動や大学教員への印象について、生徒から肯定的な回答が得られた陰には、多忙とされる中学校業務に加えて、意欲的に連携活動に協力してくださった中学教諭の役割が大きいことは見逃せない。

5 STEAM教育

5.1 Society 5.0に向けた人材育成

（1）STEAM教育

新しい時代（Society 5.0）の社会像として、定型型業務や数値的に表現可能な業務がAI技術により代替が可能となり、産業の変化や、働き方の変化が起こるとされる²⁾。この社会での「人間の強み」として、現実世界を理解し意味づける感性・倫理観、板挟みや想定外と向き合い調整する力、責任を持って遂行する力が挙げられる。中等教育については、リーディングプロジェクトの「文理両方を学ぶ高大接続改革」の中で、高校における文理分断の改善、社会のニーズ及び国際トレンド等を背景に、今後多くの学生が必要とするSTEAMやデザイン思考などの教育が十分に提供できるよう、大学による教育プログラムの見直しを促進するとしている。中大連携活動は、この流れを先取りするプログラム開発と位置付けられる。

STEAM教育は、STEM（Science, Technology, Engineering and Mathematics）にA（Art/Arts）が加えられたものである。Aの定義について、総合科学技術・イノベーション会議は、「STEMに加え、問いを立て、デザインする力を軸にした、芸術、文化、生活、経済、法律、政治、倫理観等を含めた広い範囲として“A”を定義」とし、各教科等での学習を実社会での問題発見・解決に活かしていくための教科等横断的な学習の推進が必要としている³⁾。一方、現在日本で行われているSTEAM教育の報告を見ると、初等教育においてはものづくりの活動と結びつけた取り組みが中心となり、中等教育においては、理科や数学の学びと結びつけた取り組みが中心となる等偏りがみられるようである⁹⁾。

（2）新学習指導要領の「総合的な学習の時間」

新しい学習指導要領（2017年改訂）では、主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）を重視し、特に、総合的な学習の時間は、探究的な見方・考え方を働かせ、横断的・総合的な学習を行うことを通して、よりよく課題を解決し、自己の生き方を考えていくための資質・能力を育成することを目標にしている。

探究的な学びは、全ての教科で取り組むこととされており、総合的な学習の時間ではその集大成となる教科間連携が期待される。多様な課題が生じている今日においては、これまでの文系・理系といった枠にとらわれずに、各教科等の学びを基盤としつつ、様々な情報を活用しながらそれを統合し、課題の発見・解決や社会的な価値の創造に結びつけていく資質・能力の育成が求められるとしている。今後、「総合的な学習の

時間」において教科等横断的な学習や探究的な学習の充実が図られ、これがSTEAM教育の推進にもつながることが期待される。特に、この特徴を踏まえた課題研究の実施は重要である。

(3) STEAM教育の実施機会

このように、探究的な学びが全ての教科で推進されることは、全ての教科をSTEAM教育の実施機会として捉えることができる。一方、全教科の集大成に位置付けられる「総合的な学習の時間」は、STEAM教育の実施機会としてマッチすると考えられる。具体的には、生徒が「課題研究」を実施するための環境と指導法を開発することが重要となるであろう。次節では、STEAM教育の実施機会として、「総合的な学習の時間」での「課題研究」の実施について検討する。

5.2 カリキュラム化の可能性

(1) 課題研究の指導現場

課題研究のカリキュラム化について筆者の一人は、高等学校の「総合的な探求の時間」や、文部科学省「スーパーサイエンスハイスクール」での授業開発に携わった経験がある¹⁰⁾。それらの経験の中で、課題研究では、研究テーマを考えさせる指導に悩んでいる教員が少なくないことが明らかになった。その原因として、生徒ごとに多様なテーマを持たせると、個々の指導に手が回らず、グループ活動をさせると意欲的な生徒同士の対立にも対応できなくてはならないというものがある。これを解決するための対策として、教科間連携や地域との共同があり、協力者との調整を負担にしなければ有効な方法となる。今回の中大連携活動が、大学との連携により実施されていることは、地域との協働に取り組む学校の参考となると考えられる¹¹⁾。

今回の中大連携活動では、テーマを担当する大学教員・中学教員の間に「コーディネータ」を置いた。コーディネータは、企画の大枠を調整し、テーマと担当者が具体化したところで、中大連携の「顔見せ」のミーティングを行い、テーマごとの中大間の連絡を共有して、テーマごとに、大学教員と中学教諭の準備調整に問題がないか確認し、きめ細かく相談に乗った。高校等においてこのようなプログラムを普及展開する場合にも、コーディネータの存在は重要になると考えられる。

(2) シリーズ活動のユニット化

高大連携で大学教員を講師に招く場合、学校への訪問は1回をみの単発講義が多いようである。持続的に活動を行うことは、探究活動と創造活動の往還を繰り返

返し探究活動の深化と創造活動の拡大につながる¹²⁾。しかし、単発講義では時間的制約が多く、講師が生徒と探究的な対話をするなど、課題研究のアドバイスまでは困難である。このため課題研究に関わる連携では、生徒が深く考えられる状況をつくり、探究的な対話を導くために「シリーズ授業」として実施することで効果が見られる。中大連携活動においても、シリーズ授業としての実施効果が見られており、これを普及展開する手法として「ユニット化」を検討している。

高大連携での実施例であるが、大学教員が1度しか訪問できない場合にも、4回の授業を用いて「ユニット」として実施した事例がある(表3)。「事前学習」は、訪問講義の前にテーマ関連事項をディスカッションさせるなど、生徒の問題意識を高めて大学教員を迎える役割を果たす。「事後学習」は訪問講義の後に、講義の振り返りや、発展的なディスカッションをさせる班別の活動が考えられる。班ごとにまとめと発表をさせることで、1回の訪問講義を4回程度の授業による「ユニット」として形成できる。

上述は、訪問講義のユニット化の例であるが、教科関連系で教諭が外部講師と同様の役割を果たしたり、地域との協働として講師を見つけたりする発展が見られている。

表3 シリーズ授業(4回)を「ユニット化」する例

授業	講師	内容
第1回	中学教諭	事前学習 外部講師と内容を相談
第2回	外部講師	訪問講義 実験・体験や対話型の講義
第3回	中学教諭	講義を振り返り、新たな疑問や自分の考えを語り合い、まとめ
第4回	中学教諭	まとめの発表と討論 ※外部講師の遠隔参加も

(3) 年間カリキュラム化

学校の探究的学習・課題研究に際するSTEAM教育の適応において、大学の研究者の持つ研究のノウハウを中学・高校の探求的な学習・課題研究の指導法に活用し、カリキュラム化の手法を開発することは将来必要となる学校教育の改善に貢献するので重要である。

表4に示すように、課題研究のカリキュラム化では、4回程度のシリーズ授業を「ユニット」として規格化し、ユニットの組み合わせで通年の活動を組み立てる手法が考えられる。中大連携活動はシリーズ授業のモデルケースとして、ユニット化への発展も考えられる。4回程度の授業として「ユニット」を規格化しておくことで、ユニットの組み合わせによる年間カリキュラム化も可能となる。高校での実施例では、「総合的な

探求の時間」で課題研究を行ったものだが、年間を6ユニット（1学期に2ユニット、2学期に3ユニット、3学期に1ユニット）で構成した。中大連携活動では、事前学習1回、集中講義3回、発表準備4回、発表会1日、振り返り1回で構成した。科学プレゼンテーション用の書籍¹³⁾も教材としての使用が定着している。本研究では、カリキュラム開発と普及展開の視点からも、ユニット化の開発に有用な分析と考察ができたと考えている。

「総合的な学習の時間」（3単位）のカリキュラム開発では、1年目に多様な体験を積むことで興味関心を高め、まとめと発表の経験を積み、年度末までに2年生の課題研究テーマを考えて、研究計画を発表した。テーマと内容の指導に苦労していたので、大学・研究機関等の研究者との連携は有用と考えられる¹⁴⁾。

表4 ユニットを用いた年間カリキュラム（高1）の例

学期	ユニット	内容
1学期	①導入	課題研究への導入・プレゼンテーション講座
	②体験1	体験・調査の実施・発表 夏休みの課題検討
2学期	③中間発表	夏休みの活動まとめ 中間報告
	④体験2	体験・調査の実施・発表 2年次テーマへの発展
	⑤研究計画	2年次テーマの調査 研究計画の検討
3学期	⑥発表会	まとめと発表会

※ユニットは4～6回の授業で構成する。ユニットごとに、ワークシートを用いたまとめを行う。

5.3 大学教育への影響

（1）大学でのアクティブラーニング促進

大学の役割に、教育・研究・社会貢献があるが、中大連携活動は、社会貢献としてのボランティア活動ではなく、大学教育にも有用な活動と捉えることができる。大学では、「何を教えたかだけでなく、何をできるようにさせたか」を重視している。中大連携活動では、中学生に教えるだけでなく、体験を通して知識を定着させ、生徒が主体的に啓明祭での出展内容を創作し、来場者との積極的な対話ができるようにした。生徒の状態や変化を中学教諭と共有し、何をできるようにさせたか、が啓明祭の発表で如実に現れる。このプロセスで得られた知見は、大学教育に活用できるものと考えられる。

（2）大学でのアクティブラーニング促進

研究者は、自らの研究内容を社会にわかりやすく説

明することが求められるようになった。競争的資金の申請でも研究アウトリーチの実績を記載するようになった。一般に研究者が一般向けと考えて説明しているのに、内容が難しいと評価される場合がある。一般向けの科学雑誌では、一般向けは高卒・中卒のレベルでなく、中学生向けにわかるように制作しているという。中大連携活動で、中学生向けの講義を実施し、その工夫した内容が生徒アンケートで「理解できた」と評価されていることは、講師を務めた大学教員の研究アウトリーチ能力の高さを示すものであり、その活動はアウトリーチの促進のためにも有用な調査対象にできる。

5.4 ウイズコロナ・ポストコロナの展開

2020年度の新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言下では、中大連携活動にも大きな制約ができた。対面授業をzoomミーティングにしたり、大学生・大学院生のTAを不参加にしたり、体験的な活動計画を大幅に変更したり、啓明祭の来場者となる小学生親子の参加を見送り、在校生同士の発表とするなどの対応が見られた。このことは、全国の高校への訪問講義についても同様の制約があり、多くの高大連携・出前講義が中止になった。

一方、Zoomミーティングなどのリモート会議が日常的に利用されるようになり、遠隔での講義や、きめ細かい事前打合せができるようになった。講義後に生徒からの相談を受けることや、発表会での講評にも出張なしでリモート参加できるようになる等、リモート会議の普及は大学教員の負担を大幅に軽減している。一方、実験指導や対面での活動も重要であるので、今後は、リモート講義・実験を効果的に併用したプログラム開発が進展するものと考えている。

6 結論

Society 5.0に向けた人材育成で重視されるSTEAM教育開発の観点から、中学で実施された大学教員のシリーズ授業に注目し、生徒アンケートの調査結果をもとに効果を考察した。

中大連携活動にはSTEAM教育で重視する特徴が見られ、生徒アンケートの調査結果からも、社会とのつながりや学ぶ価値、意欲や熱意の向上などに効果が見られた。一方、文系・理系の進路選択への効果は小さかったが、このことは文理分断からの脱却の視点からは望ましいともいえる。

中大連携活動は、大学教員によるシリーズ講義、体験的な内容とアクティブラーニング、啓明祭での出展内容の創作と発表などの特徴がある。この活動の特徴をもとに、STEAM教育開発の観点から「総合的な学習の時間」での課題研究の指導方法の開発について、

ユニット化によるカリキュラム化を提案し、高校を含めた普及展開の可能性を検討した。今後、中大連携活動をSTEAM教育の観点から継続発展させるとともに、今後、Society 5.0に向けた人材育成で求められる「人間の強み」を発揮する活動として、価値を見つけて生み出す感性と力、好奇心・探究力を持った人材育成にSTEAM教育が大きな役割を果たすと考えられる。

謝辞

中大連携活動を実施いただいた中部大学春日丘中学校の関係各位、並びにテーマ担当の大学教員として講師を担当いただいた中部大学の岡本聡先生、川村真也先生、杉田暁先生、伊藤佳世先生、高丸尚教先生、橋本美彦先生、味岡ゆい先生、長谷川浩一先生、大場裕一先生、香西はな先生、北辻耕司先生、横手直美先生、伊藤正晃先生に心より感謝いたします。また、本活動をサポートいただいた学校法人中部大学「学園連携フォーラム実行委員会」の山田公夫委員長（当時）をはじめとする関係各位に厚く御礼申し上げます。

本研究の一部は、JSPS科研費（JP21K02956）及び中部大学特別研究費（20L10A1）の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 文部科学省, 「平成29・30・31年改訂学習指導要領」, 文部科学省ホームページ, (https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm)
- 2) 文部科学省, 「Society 5.0に向けた人材育成に係る大臣懇談会」, 文部科学省ホームページ, (https://www.mext.go.jp/a_menu/society/index.htm)
- 3) 総合科学技術・イノベーション会議, 「Society 5.0の実現に向けた教育・人材育成に関する政策パッケージ」, 内閣府ホームページ, (https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kyouikujinzai/saishu_print.pdf)

- 4) 松原憲治, 高阪将人, 「資質・能力の育成を重視する教科横断的な学習としての STEM 教育と問い」, 科学教育研究, 41, 2, (2017)150-160.
- 5) 松原憲治, 「資質・能力の育成を重視する教科等横断的な学びとSTEM/STEAM教育」, 日本科学教育学会年会論文集, 44 (2020) 9-12.
- 6) 山崎貞登, 「STEM, STEAM, エンジニアリング教育概念の比較教育からの論点整理」, 日本産業技術教育学会誌, 第62巻第3号 (2020) 197-207.
- 7) 井上徳之, 「科学技術を身近な文化にしよう」, 児童心理, No.808 (2004) 112-118.
- 8) 井上徳之, 「児童の『個を伸ばす』ための環境づくり」, 児童心理, No.811 (2004) 106-112.
- 9) 丸山雅貴, 森田裕介, 「科学教育の研究における STEM/STEAM教育を指向した取り組みの動向に関する整理」, 日本科学教育学会年会論文集, 44 (2020) 289-292.
- 10) 井上徳之, 毛利衛, 「スーパーサイエンススクール」, 数研出版 (2003), ISBN4-410-13808-1.
- 11) 柗澤まどか, 小栗和也, 鈴木恒則, 西義武, 長田純佳, 井上徳之, 「日本科学未来館と大学との連携による中学生のSEM観察プログラム」, 日本金属学会誌, 第70巻第2号 (2006) 169-172.
- 12) 森田裕介, 「STEM/STEAM 教育カリキュラム構築を目指した実践デザインの一考察」, 日本科学教育学会年会論文集, 45 (2021) 71-72.
- 13) 毛利衛(監修), 井上徳之(編集コーディネーター), 「未来をひらく最先端科学技術」(全6巻), 岩崎書店, (2004), ISBN4-265-0491-3.
- 14) 井上徳之, 「研究者のかかわる科学技術教育の展開」, 日本磁気学会誌, Vol.4, No.12 (2009) 581-587.

掲載写真などについては個人に承諾を得ています。

Development of STEAM Education in Junior high Schools in Collaboration with University Researchers : Effects of exploratory learning and presentations through series lessons

INOUE Noriyuki^{*1} and HAMADA Tomomi^{*2}

*1 Professor, Center of Applied Superconductivity and Sustainable Energy Research, Chubu University

*2 Senior Lecturer, College of Business Administration and Information Science, Chubu University

Abstract

The importance of STEAM education has been pointed out in the discussions on human resource development for Society 5.0. The new curriculum guidelines for secondary education also propose research programs. However, teaching methods using STEAM education have not yet been established in schools. The Chubu University Haruhigaoka Junior High School implemented various collaborations between the Junior High School and Chubu University. The program involved university faculty members teaching their respective subjects of specialization to a small number of students (about 20) over a series of classes. Based on the content of the lectures, the students themselves created, produced, and presented their own exhibits at the cultural festival that followed the classes. In teaching junior high school students, what is significant is not what the teacher taught, but what they enabled the students to do. The teaching method for this collaboration was devised from a "STEAM education" perspective that can be used to guide the research program for students. Therefore, an after-program questionnaire was administered to the students and the results of the analysis were used to discuss the effectiveness of the program. Based on the results, we discuss the instructional methods of the research program and the development of STEAM education.

Key words

Society 5.0, STEAM, Curriculum Development, themed research for students, Science Communication