

理科における文脈を基盤とする学習

－地域企業と理科授業をつなぐ授業モデルの構築－

寺 田 光 宏

Context based learning of science - Construction of teaching model connected with local companies and science class -

TERADA, Mitsuhiro

岐阜聖徳学園大学 教育学部

Gifu Shotoku Gakuen University

Abstract

The purpose of this paper is the following three points. 1) Development of teaching materials for junior high school which learners feel the usefulness and value awareness of the science of learning, enhance the interests and promote the science advancement 2) Study and build the challenges of teaching model to develop this teaching material site of faculty 3) To practice this lesson model, and verify this effectiveness. This is a class model that teachers to develop teaching materials based on the selection and interview the regional companies. As an example, development of the "making of the kidney using a hollow fiber type dialyzer and Functions (Cooperation Enterprises: Nikkiso)" was evaluated. As a result, it has become clear that this class model is that teachers can connect regional companies and science lessons and student's attitude to science learning is possible to transform the course consciousness.

1. はじめに

(1)問題の所在

PISA2006の「30歳時に科学に携わる職業についていることを望む」において、日本の高校1年生は7.8%（OECD 平均25.2%）、TIMSS2007の「将来、自分が望む仕事につくために、理科でよい成績をとる必要がある」において、中学2年生は45%（国際平均72%）で日本は世界を大きく下回っているという現状がある。

この理由の1つに、現在の理科の授業に実社会・実生活との関わりが少なく、理科（科学）の有用性や理科（科学）を学習する価値を理解しにくい状況や理科におけるキャリア教育の不足が推測される。

これらの状況を改善するいくつかの方法が提案されている。まず、近年ヨーロッパ諸国で広がっている context-based approach（文脈を基盤としたアプローチ）がある¹⁾。日本だけでなくヨーロッパの先進国を中心に中等教育以降における理科の中でも物理、化学への興味・関心の低さが問題となっている。そのため、英国の Salters Advanced Chemistry、イスラエルの Industrial

Chemistry, ドイツの Chemie im Kontext, オランダの Chemistry in Practice などのプロジェクトが実施されている。これらにおける context は多様で各国の状況に依存している。この中でも、中等前期、中等後期レベル教科書を開発し、基本的には「化学授業の質の改善」を目的としたドイツの Chemie im Kontext (以下: CHiK) に注目する。これは、教科教育研究者は理論と実践の溝を埋め、学習者はサイエンスリテラシーの獲得、学習意欲の喚起、共同学習による学習をし、教員にとっては化学授業の改善が可能な力量をつけること、サイエンスリテラシーを獲得することを目的とする非常に多様なプロジェクトである²⁾。CHiK における context (以下: 文脈) は、アルコールや香水などのように生徒 (学習者) に関係し、燃料、未来の車や洗剤などのように社会に関係することと、ポリマーや触媒などのように時事的な内容とされている³⁾。我が国ではまだ文脈を明確に意識した実践例が少ない⁴⁾。

また、社会人講師による授業がある。これは、企業の専門性を活かす上で重要であるが、理科の授業として依頼する場合、学習内容や生徒に対しての指導上の問題点があり改善する方法も提案されている⁵⁾。

そこで、生徒の住む地域で、社会的に問題となっている腎臓病の治療を、時事的で最先端の科学である人工透析技術という文脈で、社会と理数教育をつなぐプログラムの開発は、これらの問題を改善する方法の一つである⁶⁾。図1のように、地域の社会においての企業や研究所には、製品、研究、リサイクル、働く人などの要素があり、理数教育の現場、特に中学校理科においては、進路指導 (キャリア教育) や内容・指導法等の要素が含まれる。それをつなぐ主体が課題である。また、これらのカリキュラム開発における成否に対する鍵となる要因は教員であり、教員が文脈に基づいた教育の成否に重要な影響を与える⁷⁾。



図1 社会と理数教育をつなぐ主体

(2)研究の目的

本研究は、理科学習の有用性や価値を感じ興味・関心を高め、理系進学を振興する中学校用教材を、現場の教員が開発する授業モデルの課題を検討・構築し、それを実践し有効性を検証することを目的とする。

2. 地域企業と理科授業をつなぐ授業モデル構築

(1)地域企業と理科授業をつなぐ主体

地域企業と理科授業をつなぐ場合、一般的に企業の関係者が授業を担当する場合が多い (図2)。本授業モデルでは、理科授業としての学習内容や生徒に対しての指導上の問題点を解決するために、理科授業を担当する教員が主体となり、地域企業と理科授業をつなぐ授業モデルを構築する (図3)。



図2 地域企業と理科授業のつながり① 企業関係者が主体

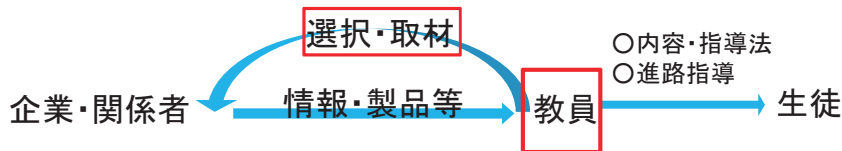


図3 地域企業と理科授業のつながり② 教員が主体

(2)教員がつなぐ地域企業と理科授業モデル

本モデルでは、授業を担当する教員が自ら企業に訪問し、授業の材料となる内容や素材を取材することにより授業をデザインする。そのために、今回は、地域の複数の中堅教員（中学校、高校）に依頼し、著者が仲介、同行、助言するなどのサポート形態をとった。実際に、教員が地域企業の協力を得て教材を開発する場合に生じた主な課題点は、主に次の3点であった⁸⁾。

①求める企業の検索方法

インターネット上に多くの情報があるが地域限定の情報源も存在し、求める企業の情報は、十分に検索可能であることが明らかになった。

②企業へのアプローチ方法

複数の方法で企業へのアプローチを試み、初回交渉における企業側の対応や交渉の契機が交渉への影響があまりないことが明らかになった。

③取材時の問題

多くの企業が最新鋭の技術を保有し、その企業の保有する技術や特許・商標等に関連する事項が教材開発上の制限になった。

上記の項目については、障壁になった部分もあるが、地域企業の特徴として、教員が短時間に訪問ができ、保護者等の関係も活用できるなどの利点がある。また、地域にある企業といっても、現在の日本の企業であるためか最新鋭の製品に関わっている場合が多かった。

3. 地域企業と理科授業をつなぐ授業モデルに基づいた教材開発

(1)対象とした地域の特徴

本研究が対象とした静岡県中部の志太榛原地区は、東海道沿線であつ御前崎港や焼津港があり、最近富士山静岡空港が開港するなど交通の要衝である。また、大井川の伏流水が豊富で、以前は養鰻業が盛んで、最近では多種多様な企業がある。

(2)授業・教材開発の視点

予備調査から得られた「先端科学技術かつ身近」「実社会での使用機器の提示」「生命・医療分野」という文脈で構成した。

(3)開発した教材

特殊ポンプ製造で歴史のある日機装を取材対象とした。日機装は、透析装置、中空糸型透析装

置や透析用剤などの人工透析関係の製品を製造する会社でもある。静岡工場では、透析装置の本体（血流ポンプ）を製造している。ダイアライザー（中空糸透析膜）を製造している金沢工場も取材できた。これらの内容を中学校理科2年生の「からだのつくりとはたらき」における授業での活用を目的として訪問した。

静岡工場では、①人工透析のしくみ②血流ポンプのしくみ③医療現場での利用状況を、金沢工場では、①中空糸透析膜のしくみ②血液回路のしくみ③ダイアライザーを用いたろ過実験④人工臓器の研究を取材できた。この取材を通して、ダイアライザーなどは、医療品のため一般では手に入らないが、御厚意により、血流ポンプ(人工心臓)、ダイアライザー、血液回路を借用および使用することができた。これらを利用して実験を含む教材「ダイアライザーを利用した腎臓のつくりとはたらき」を授業を担当する教員と共に開発した。

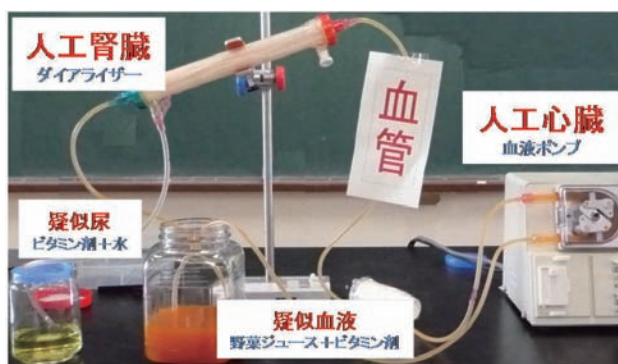


図4 人工腎臓のモデル実験の全体像

4. 地域企業と理科授業をつなぐ授業モデルに基づいた教材の実践・評価方法⁹⁾

(1)本教材の実践：著者と共に取材した教員が在職する中学校2年生（99名）を対象として、開発した教材を実践し、評価した。

(2)授業構想

中学2年の「からだのつくりとはたらき」の「腎臓のつくりとはたらき」の学習において、通常のろ紙ではろ過できない牛乳のろ過実験を導入で行った後、栄養分や不要物の粒子の大きさにふれながら、腎臓のはたらきについて考え、粒子の考え方をういて物質を濾し分ける腎臓の仕組みを考える。再吸収の必要性についても考察する。また、科学技術を利用して多くの人の命が支えられていることに気づくようにする。

(3)「人工腎臓」を教材にした授業の流れ

①牛乳のろ過実験により、粒子の大きさに着目

ろ過の方法の復習も兼ね、ろ紙を用いて牛乳をろ過させた。ろ液は白く濁ったままであることを確認した。

②腎臓のはたらきについての確認

ろ過腎臓は左右に2つあり血管とつながっていることを確認し、血液から不要物を濾しとり原尿がつくられる所であると説明した。

③人工腎臓（透析器）の紹介

血液ポンプを人工心臓、血液回路を血管、ダイアライザーを腎臓と置き換え紹介した。

④人工腎臓（透析器）による牛乳のろ過実験

牛乳をろ過し、透明な液体が出てくることを確認した。希望者には試飲させ、味の感想を発表させた。

⑤ろ液を調べる実験

ベネジクト液を用いてろ液内に糖分が含まれるかを確認し、赤褐色になったことから糖分があることを明らかにした。これにより、不要物が含まれる捨てられるはずのろ液に養分があることから再吸収が必要であることに気づかせた。

⑥人工腎臓（透析器）による野菜ジュース＋ビタミン剤のろ過実験

赤い液体を血液のモデルとし、人工腎臓を通すと、透明な黄色い液体が得られる。ここでは、水溶性のビタミンBを主に含む薬局で売られているビタミン剤を使用した。野菜ジュースは薄めのものを更に2倍程度に希釈し使用した。

⑦中空糸型透析器のモデルによるろ過の確認、再吸収の必要性の考察

側面に穴をあけた紙筒をテニスボールの入っていた筒にいれ、ビー玉とBB弾を流した。ビー玉が血液中の赤血球や大きな分子、BB弾が糖類や尿素などの不要物と設定した（図5）。必要な養分や、水分が多く出て行く事になるため再吸収の必要があると納得することができた。



図5 人口透析のしくみを理解するためのモデル実験

⑧科学技術が命を支えていることの紹介

実際にこの装置（人工透析器）が医療現場で利用され日本国内でも20万人の人の命が支えられている事を紹介した。科学技術が多くの人命を支えることを伝えた。日機装株式会社紹介DVDを使い、科学技術の重要性を紹介した。

(4)評価方法

1) 調査方法

プログラム（教材）を実践の前後に事前・事後テストを、同様にアンケート（表1）のように4件法で実施した。

2) 調査目的

1 進路について教えてください。

進路希望の変容を①仕事の志向 ②職業の希望 ③職業の内容 ④高校進学後の希望 ⑤高校進学希望を調査することを目的とする。プログラム（教材）を実践前と実践後での「全体的な」および「個人的」変容の度合を明らかにし、本プログラムの有効性を確認する。また、生徒たちの変容が起こる要因を明らかにする。

2 理科や科学について教えてください。

理科や科学に対しての考えの変容を次のように調査することを目的とした。また、生徒たちの変容が起こる要因を明らかにする。

①科学に関する全般的価値

②理科学習に対する動機づけ（有用性）

③理科の応用1

④理科の応用2

⑤PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：科学に関する全般的価値A)

- 「そうだと思う」「全くそうだと思う」の割合 日本：81% OECD平均：93%
 ⑥PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：科学に関する全般的価値E)
 「そうだと思う」「全くそうだと思う」の割合 日本：76% OECD平均：75%
 ⑦PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：科学の楽しさの指標B)
 「そうだと思う」「全くそうだと思う」の割合 日本：46% OECD平均：63%
 ⑧PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：科学の楽しさの指標C)
 「そうだと思う」「全くそうだと思う」の割合 日本：41% OECD平均：50%
 ⑨PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：理科学習に対する道具的な動機づけ指標A)
 「そうだと思う」「全くそうだと思う」の割合 日本：42% OECD平均：67%
 ⑩PISA2006「生徒の科学の対する態度」実施：理科学習に対する道具的な動機づけ指標C)
 「そうだと思う」「全くそうだと思う」の割合 日本：41% OECD平均：62%

表1 アンケート用紙

理科の授業に意欲的に取り組んでいますか？理科の授業の中で、新しい発見をしていますか？授業と進路について、今の自分を見つめてみましょう。このアンケートは、理科の先生方がこれからの指導に生かしていくためのものです。あまり深く考えなくていいですから、素直に答えてみてください。

評価は4, 3, 2, 1の4段階で答えてください。(4の方が良い評価)

4：そう思う 3：まあそう思う 2：あまり思わない 1：まったくそう思わない
 良く当てはまる 少し当てはまる あまり当てはまらない まったく当てはまらない

1 進路について答えてください。

- ①将来、人の役にたつ仕事につきたい。…………… 4 3 2 1
 ②将来、工業や農業、水産、科学や工学、医学等に関係する職業につきたい。
 …………… 4 3 2 1
 ③将来、科学技術の発展に関する仕事につきたい。…………… 4 3 2 1
 ④普通科の高校に進学して、理系の大学に進みたい。…………… 4 3 2 1
 ⑤普通科ではない理系の高校に進学したい。(工業、水産、理数科等) …………… 4 3 2 1

2 理科や科学について答えてください。

- ①理科は、人々がよりよく生きていく上で必要な教科と思う。…………… 4 3 2 1
 ②理科という教科は、自分を成長させてくれていると思う。…………… 4 3 2 1
 ③理科の授業の中で、社会における最新の科学技術について追求したい。…………… 4 3 2 1
 ④理科の授業の中で、先人や自然に対する感謝の気持ちを持つことがある。…………… 4 3 2 1
 ⑤科学は、私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である。…………… 4 3 2 1

 ⑥科学技術の進歩は、一般的に社会に利益をもたらす。…………… 4 3 2 1
 ⑦科学の話題について学んでいるときは、たいてい楽しい。…………… 4 3 2 1
 ⑧科学について学ぶことに興味がある。…………… 4 3 2 1
 ⑨私は自分の役に立つと分かっているので、理科の勉強をしている。…………… 4 3 2 1
 ⑩理科を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、…………… 4 3 2 1
 私にとって、やりがいがある。

(5)調査結果

表 2. 1 授業実施前後の進路に対する意識の「全体的」変容度合 (N=99)

(4:そう思う, 3:まあそう思うの合計人数の割合(%))	プレテスト	ポストテスト	増加%
将来、人の役にたつ仕事につきたい。	92	95	2
将来、工業や農業、水産、科学や工学、医学等に関する職業につきたい。	35	51	16
将来、科学技術の発展に関する仕事につきたい。	23	41	18
普通科の高校に進学して、理系の大学に進みたい。	25	42	17
普通科ではない理系の高校に進学したい。 (工業、水産、理数科等)	23	29	6

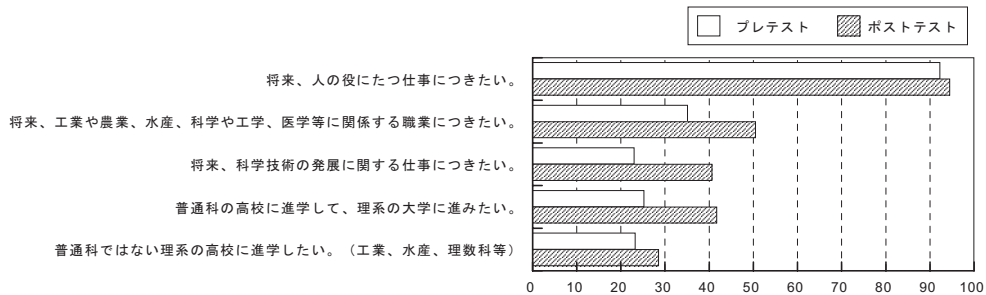


図 6 授業実施前後の進路に対する意識の「全体的」変容度合い (%)

表 2. 2 授業実施前後の進路に対する意識の「個人的」変容度合 (N=99)

同意：同一生徒が授業実施前後で同意方向に移動した人数の割合 (%)
 否定：同一生徒が授業実施前後で否定方向に移動した人数の割合 (%)
 変容無：同一生徒が授業実施前後で意識が変化しなかった人数の割合 (%)

* 直接確率法 $p < 0.05$ (両側検定)

	変容人数の割合 (%)			
	同意	否定	変容無	有意差
将来、人の役にたつ仕事につきたい。	21	7	72	*
将来、工業や農業、水産、科学や工学、医学等に関する職業につきたい。	37	7	56	*
将来、科学技術の発展に関する仕事につきたい。	39	4	57	*
普通科の高校に進学して、理系の大学に進みたい。	31	3	66	*
普通科ではない理系の高校に進学したい。 (工業、水産、理数科等)	27	3	70	*

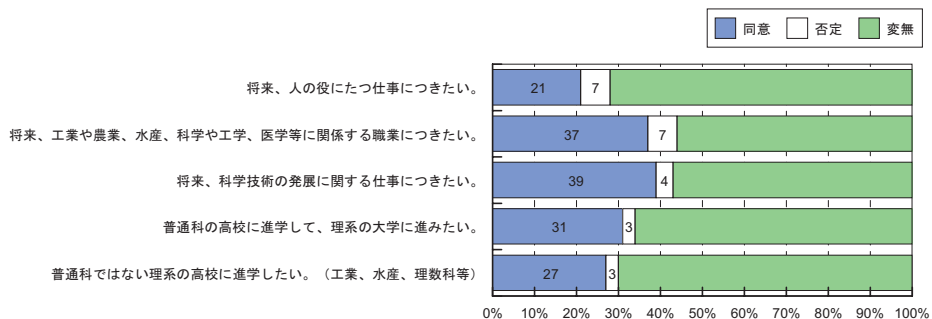


図 7 授業実施前後の進路に対する意識の「個人的」変容度合い (%)

表 2. 3 授業実施前後の理科学習に対する意識の「全体的」変容割合 (N=99)

(4:そう思う, 3:まあそう思うの合計人数の割合(%))	プレテスト	ポストテスト	増加%
①理科は、人々がよりよく生きていく上で必要な教科と思う。	85	95	10
②理科という教科は、自分を成長させてくれていると思う。	65	81	16
③理科の授業の中で、社会における最新の科学技術について追求したい。	41	70	29
④理科の授業の中で、先人や自然に対する感謝の気持ちを持つことがある。	80	84	4
⑤科学は、私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である。	84	88	4
⑥科学技術の進歩は、一般的に社会に利益をもたらす。	86	90	4
⑦科学の話題について学んでいるときは、たいてい楽しい。	69	81	12
⑧科学について学ぶことに興味がある。	58	82	24
⑨私は自分の役に立つと分かっているので、理科の勉強をしている。	41	56	15
⑩理科を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、私にとって、やりがいがある。	51	68	17

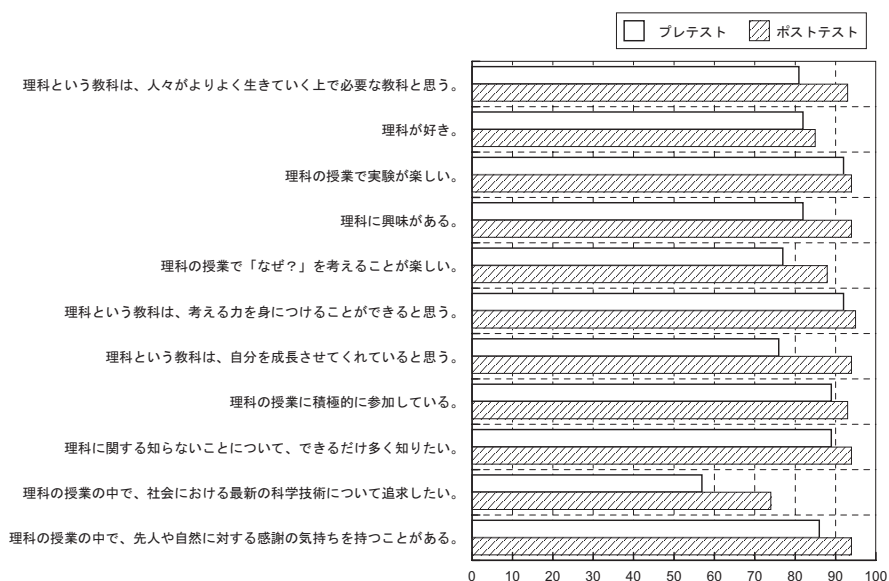


図 8 授業実施前後の理科学習に対する意識の「全体的」変容割合 (%)

表 2. 4 授業実施前後の理科学習に対する意識の「個人的」変容割合 (N = 99)

同意：同一生徒が授業実施前後で同意方向に移動した人数の割合 (%)
 否定：同一生徒が授業実施前後で否定方向に移動した人数の割合 (%)
 変容無：同一生徒が授業実施前後で意識が変化しなかった人数の割合 (%)

	変化人数の割合 (%)			
	同意	否定	変容無	有意差
①理科は、人々がよりよく生きていく上で必要な教科と思う。	51	3	46	*
②理科という教科は、自分を成長させてくれていると思う。	39	10	51	*
③理科の授業の中で、社会における最新の科学技術について追求したい。	38	6	56	*
④理科の授業の中で、先人や自然に対する感謝の気持ちを持つことがある。	33	12	55	*
⑤科学は、私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である。	28	10	62	*
⑥科学技術の進歩は、一般的に社会に利益をもたらす。	38	5	57	*
⑦科学の話題について学んでいるときは、たいてい楽しい。	25	8	67	*
⑧科学について学ぶことに興味がある。	34	8	58	*
⑨私は自分の役に立つと分かっているので、理科の勉強をしている。	29	7	64	*
⑩理科を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、私にとって、やりがいがある。	34	8	58	*

* 直接確率法 $p < 0.05$ (両側検定)

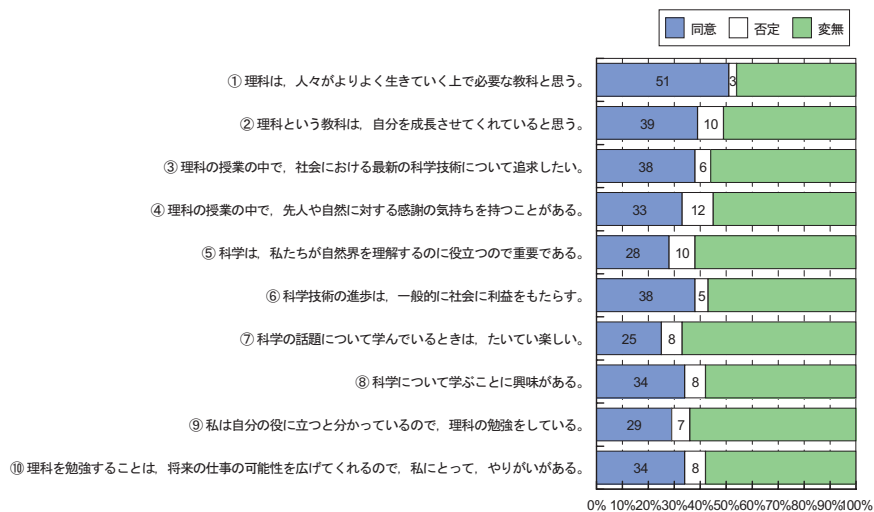


図 9 授業実施前後の理科学習に対する意識の「個人的」変容割合 (%)

(6) プログラム評価

1 進路について (表 2. 1, 表 2. 2, 図 6, 図 7)

① 仕事の志向「将来、人の役にたつ仕事につきたい。」

授業実施前から 9 割強の生徒が同意しており、天井効果のため、実施後 2 % しか増加していないように見える。しかし、個人的にみると、21%の生徒が同意方向に直接確率法 $p < 0.05$ (両側検定) で有意に差があり、この項目に変容があったことが分かる。科学が人間生活に役に立っていることが分かるような授業をすることがこの様な結果になると考えられる。

② 職業の希望「将来、工業や農業、水産、科学や工学、医学等に関係する職業につきたい。」

授業実施前後で 16% 増加している。また、個人的にみると同意方向に移動した生徒が 35% で有意に変化した。これは、予備調査と異なり生徒たちの興味・関心がより高い生命の分野

で授業を実施したためと考えられる。これから、生物や生命に関しての科学技術を理科で扱うことは生徒の進路に大きな影響を与えることが明らかになった。

③職業の内容「将来、科学技術の発展に関する仕事につきたい。」

授業前後で同意が18%増加した。また、個人的に見ても39%もの生徒が同意方向に移動し、有意に変容した。授業内容が科学技術の新しい内容を扱い、生徒を驚かせた結果だと考えられる。普段は、このような科学と自分を含めた人間との関係を理科で学ぶ機会が少ないためか、予備調査と同様に、このような授業は効果をはっきりと見える。科学技術の発展についてもっと理科の授業で取り入れることはさら重要であることが明らかになった。

④高校進学後の希望「普通科の高校に進学して、理系の大学に進みたい。」

授業前後で同意が17%増加した。また、個人的に見ても31%もの生徒が同意方向に移動し、有意に変容した。このような授業内容が、理系の大学への進路希望を高めることが明らかになった。しかし、元々この様な希望が25%であり、授業後も42%である。文理半分くらいにはなって欲しい気がする。

⑤高校進学希望「普通科ではない理系の高校に進学したい。(工業、水産、理数科等)」

授業実施前後で6%しか変化していない。しかし、個人的に見てみると27%の生徒が同意方向に変容していた。予備調査でも同様な傾向が見られた。この場合の変化は、本授業だけではなく学力や通学しやすさなどの様々な現実的な条件があるので、志望高校までは影響があまり出ないのかもしれない。

以上より、進路希望についてプログラム（教材）を実践前と実践後での「全体的な」および「個人的」変容の度合を明らかにし、本プログラムの有効性を確認できた。

また、生徒たちの変容を起こす要因としては、項目②の考察にもあるように、生物や生命に関しての科学技術に興味関心が高く、変容の要因と考えられる。予備調査で扱ったプラスチックは自分や周りの人間との関連性がよくわからなかったのに対して、生物や生命に関しては、自分を含む周囲の人たちとの関連も高いのがその理由の一つと考えられる。今後、生物や生命以外の分野の扱い方の検討が必要である。

2 理科や科学について答えてください。（表2. 3, 表2. 4, 図8, 図9）

①科学に関する全般的価値「理科は、人々がよりよく生きていく上で必要な教科と思う。」

「そうだと思う」「まあ思う」の同意の割合は、予備調査の調査の結果（プレテスト：81% ポストテスト：93%）とほぼ同様な結果がでた。ただ、大きく異なるのが授業実施前後の同意への変化が51%であり、半分以上の生徒が同意方向に移動したことである。これは、予備調査と比べて、よりよく生きることと授業内容が直接的に関係しており、生徒の生活との関係性が強かったためである。生命に関する科学技術は生徒と関連性や生徒の興味の強い分野であることが明らかになった。

②理科学習に対する動機づけ（有用性）「理科という教科は、自分を成長させてくれていると思う。」

同意の割合は、予備調査の調査の結果（プレテスト：76% ポストテスト：94% 変化18%）と比べて、変化の割合は16%でほぼ同じである。それに対して、個人的に見ると39%の生徒が同意方向に有意に移動した。これも項目①と同様な結果と考えられる。

③理科の応用「理科の授業の中で、社会における最新の科学技術について追求したい。」

同意の割合は、予備調査の調査の結果（プレテスト：57% ポストテスト：74% 変化17%）と比べ、今回は変化が29%とさらに大きくなった。個人的に見ても予備調査の42%とほぼ同様の38%の生徒が同意方向に移動した。これにより、進路についての項目③と同様に最新の科学技術に関して興味関心が高いことが明らかになった。これは、理科授業でもっと最新の科学技術との関連を扱うことにより生徒の理科に対しての興味関心を高める要因であることが明らかになった。

④「理科の授業の中で、先人や自然に対する感謝の気持ちを持つことがある。」

同意の割合は、予備調査の調査の結果（前回 プレテスト：86% ポストテスト：94%）と比べて、変化が少なかった。この理由は、明らかでないので今後解明する必要がある。

⑤PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：科学に関する全般的価値A）「科学は、私たちが自然界を理解するのに役立つので重要である。」

同意の割合（日本：81% OECD 平均：93%）と比べて、授業後においても88%でOECD平均に満たない。しかし、個人的な変化をみると28%の生徒が有意に同意方向に移動している。今後、この様な「科学が自然を理解する」という視点での指導がさらに必要となる。

⑥PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：科学に関する全般的価値E）「科学技術の進歩は、一般的に社会に利益をもたらす。」

同意の割合（日本：76% OECD 平均：75%）と比べてみると、授業実施前より86%と高く、授業後には90%となり高い数値を示した。また、個人的な変化も38%と大きく変化した。これは、プログラム②で実施した人工臓器関係の授業は科学技術に関したものであったからだと考えられる。

⑦PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：科学の楽しさの指標B）「科学の話題について学んでいるときは、たいてい楽しい。」

同意の割合（日本：46% OECD 平均：63%）と比べて、授業実施前が69%と元々高く、授業実施後には90%になり、個人的な変化も同意に25%移動した。今回実施した内容はたいへん科学の楽しさを高揚させるものとなった。

⑧PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：科学の楽しさの指標C）「科学について学ぶことに興味がある。」

項目⑦と同様に、同意の割合（日本：41% OECD 平均：50%）と比べ、授業実施前が58%と元々高く、授業実施後には82%になり、個人的な変化も同意に34%移動した。今回実施した内容はたいへん科学の楽しさを高揚させるものとなった。

⑨PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：理科学習に対する道具的な動機づけ指標A）「私は自分の役に立つと分かっているので、理科の勉強をしている。」

同意の割合（日本：42% OECD 平均：67%）と比べ、授業実施前が41%と日本の値と同じで、授業実施後には56%となったが、OECD 平均には満たなかった。個人的な変化は同意に29%移動したことから大きく改善されているが今後の対策が必要な項目である。

⑩PISA2006「生徒の科学に対する態度」実施：理科学習に対する道具的な動機づけ指標C）「理科を勉強することは、将来の仕事の可能性を広げてくれるので、私にとって、やりがいがある。」

同意の割合（日本：41% OECD 平均：62%）と比べ、授業実施前が51%と日本の値と

比べ少し高く、授業実施後には68%となったが、OECD 平均とあまり変わらなかった。個人的な変化は同意に34%移動したことから大きく改善されているが項目⑨と同様に今後の対策が必要な項目である。

理科や科学について、プログラム（教材）を実践前と実践後での「全体的な」および「個人的」変容の度合を明らかにし、本プログラムの有効性が確認できた。

また、生徒たちの変容を起こす要因としては、進路についての項目②の考察にもあるように、生物や生命に関する科学技術に興味関心が高く、変容の要因と考えられる。予備調査で扱ったプラスチックは自分や周りの人間との関連性がよくわからなかったのに対して、生物や生命に関しては、自分を含む周囲の人たちとの関連も高いのがその理由の一つと考えられる。今後、生物や生命以外の分野の扱い方の検討が必要である。

5. おわりに

(1)教材の評価

文脈として「先端科学技術かつ身近」「実社会での使用機器の提示」「生命・医療分野」を利用した授業実践の結果、同意の平均は事前－事後テストにおいてすべてにおいて大幅に増加した。PISA との比較においては、道具的動機づけとされる⑨⑩は事前調査が日本平均と同じくらいで、事後調査でも OECD の平均レベル程度まで上がった。また、個人内の事前－事後テストの変化はすべての項目で有意に同意方向に変化した。科学⑦⑧は PISA の「科学の楽しさの指標」の調査項目で、一時的な結果が出やすい可能性がある。このように、理科や科学について、授業の実践前と実践後での「全体的」および「個人的」変容の度合いを明らかにし、本プログラムの有効性が確認できた。また、生徒たちの変容を起こす要因としては、生物や生命に関する科学技術に興味関心が高く、変容の要因と考えられる。

(2)教員を主体とした地域企業と理科授業をつなぐ理科授業モデルについての考察

中学校教員が教材化したい会社を訪問・取材し教材を作ることができるようになった。受講した生徒の進路意識、科学・理科学習に対する意識が期待する方向にほぼ変容し、有効であることも明らかになった。これにより、本授業モデルの有効性が示された。

(3)授業モデルの表現形態

本授業モデルをどのように整理・まとめることにより、より多くの現場の教員に利用しやすくなるかが今後の課題である。この授業モデルのまとめにあたりドイツで開発された Chemie im Kontext I¹⁰⁾ がブックレット形態で数種類出版された。この形態の特徴は Chemie im Kontext II や Salters Advanced Chemistry のようにストーリーと理論が分離しているものとは異なり、テーマごととまとまっている点にある。本授業モデルはこの形態を活用し教材をまとめていく。

(4)本教材の現状

ダイアライザー及び血液回路は医療品のため一般では入手困難であった。また、これらを理科実験用に使用するチューブポンプも存在していなかった。そこで、日機装株式会社静岡製作所及び金沢製作所の元所長である千葉敏昭氏の絶大なる協力により、理科教材用のチューブポンプ、ダイアライザー、血液回路（日機装エイコー）を開発していただき、（株）ヤガミから発売することができた。

付記

本稿は、文部科学省の科学技術関係人材総合プランの一環として独立行政法人科学技術振興機構が実施している「社会とつなぐ理数教育プログラムの開発」における「身近な会社の未知な製品とあなたの理科学習との関係（研究代表：岐阜聖徳学園大学教育学部理科専修 寺田光宏）」の支援を受けたものである。

謝辞

本プログラムの運営上、連携機関の担当である吉田町教育委員会吉田町立小さな理科館長の大石尚夫先生には多大なご協力をいただいた。また、共同研究員の静岡県立島田工業高等学校の青野信行先生、藤枝市立大洲中学校の成瀬英明先生、静岡県総合教育センターの飯田寛志先生、静岡県立焼津水産高等学校の村松岳詩先生、静岡大学教育学部附属島田中学校の西本保宏先生には、それぞれの立場で本プログラムを進める上でさまざまなご協力をいただき本当に感謝しております。

本プログラムの核である「理科教材用のチューブポンプ、ダイアライザー、血液回路」は、日機装株式会社（静岡製作所所長、金沢製作所所長）日機装技術研究所元社長の千葉敏昭氏により社会貢献の一環として利益を無視し、新規設計していただき、数年間にわたる粘り強いご対応により実現されました。この場を借りて感謝いたします。

引用文献

- 1) Bennett, J. (2003) Context-based Approaches to the Teaching of Science, Teaching and Learning Science: A Guide to Recent Research and its Applications, London: Continuum, 99-122.
- 2) Demuth, R., Gräsel, C., Parchmann, I., Ralle, B. (Hrsg.) (2008) Chemie im Kontext Von der Innovation zur nachhaltigen Verbreitung eines Unterrichtskonzepts, Wazmann.
- 3) Parchmann, I., Demuth, R., Ralle, B. (2000) Chemie im Kontext : Eine Konzeption zum Aufbau und zur Aktivierung fachsystematischer Strukturen in lebensweltorientierten Fragestellungen. Der Mathematisch - Naturwissenschaftliche Unterricht [MNU], 53 (3), 132-137.
- 4) 内海志典ら (2011) 高等学校化学における「実社会・実生活」との関連を重視した指導に関する研究：「文脈に基づいたアプローチ」を導入した教材とその効果，科学教育研究 35 (3), 234-244.
- 5) 水越千博(2008) 中学校理科授業におけるキャリア教育の実践と評価－社会人講師（職業人）との実践を通して－，上越教育大学修士論文.
- 6) 寺田光宏ら (2010) 社会とつなぐ理科教育プログラムの開発 ー地域企業 de 理科授業ー，日本理科教育学会全国大会発表論文集第8号，174.
- 7) Pilot, A. and Bulte, A. M. W. (2006) The Use of "Contexts" as a Challenge for the Chemistry Curriculum: Its Successes and the Need for Further Development and Understanding, International Journal of Science Education, 28 (9), 1087-1112.
- 8) 飯田寛志，寺田光宏 (2010) 社会とつなぐ理科教育プログラムの開発 (1) ー地域企業と学校教育をつなぐ問題点ー，日本理科教育学会第56回東海支部大会発表論文集，67.
- 9) 成瀬英明，寺田光宏 (2010) 社会とつなぐ理科教育プログラムの開発 (2) ー中空糸型透析器を利用した理科授業実践ー，日本理科教育学会第56回東海支部大会発表論文集，68.
- 10) Chemie im Kontext I は，ドイツ Cornelsen Verlag GmbH 社から現在9種類発行されて現在も発行が続けられている。