

教科横断型授業の実践

— 気象観測機器を題材にした理科と技術科の接続 —

教育学研究科 教育実践創成専攻 教科領域実践開発コース 中等教科教育分野 池田大誠

1. 緒言

平成 29 年に改訂された学習指導要領では、カリキュラムマネジメントによる教科同士をつなぐ学習の重要性が示されている。中央教育審議会の教育課程企画特別部会から示された「論点整理」では、教科横断的な視点を持つ学習に関して「これからの時代に求められる資質・能力を育むためには、各教科等の学習とともに、教科横断的な視点で学習を成り立たせていくことが課題となる。そのため、各教科における学習の充実はもとより、教科等間のつながりを捉えた学習を進める観点から、教科等間の内容事項について、相互の関連付けや横断を図る手立てや体制を整える必要がある。」と述べられている。しかし、中学校においては高等学校教育の「理数探求基礎」や「理数探求」の導入など具体的かつ先進的な方策は取られていない。したがって、複数教科を関連づけた授業づくりの検討は喫緊の課題と言える。

松原・高阪（2017）は「実世界の課題を解決する力を身につけるため、各教科の学習で獲得する体系的なスキルだけでなく、教科を横断する知識や概念及び汎用的なスキルが重要」と示している。近年では、中央教育審議会の答申（2021）などで STEAM 教育に関する言及がなされており、理学や工学、芸術、人文・社会科学などを横断した学習を求める風潮が強まっている。特に、科学（Science）教育の主たる教科である理科と技術（Technology）教育および工学（Engineering）は、密接な関係を有していると考えられる。

新学習指導要領【技術・家庭編】（2017）では、技術と理科の指導内容において、「材料と加工の技術」と「植物の体のつくりと働き」およ

び「原子・分子等の物質の成り立ち」や「生物育成の技術」と「植物の体のつくりと働き」、「情報の技術」と「電気や光、音の性質」などで連携が図れるよう考慮することが記述されている。

大谷・渡津（2015）は、理科と技術科の教科書の内容には、以前から関係する指導内容が含まれており、理科では指導内容の増加に伴い、技術科と関連する指導内容も増していたのと同時に、技術科では指導内容自体は以前に比べて少なくなっているにも関わらず、理科と関連する指導内容が増えていると述べている。

以上のことから、理科と技術科の教科書の指導内容を関連させた教科横断型授業は成立し得ると考えられるが、その実践例は極めて少ない。そこで本研究は、技術科の指導内容を取り入れた理科授業（以下、教科横断型授業）の開発および実践を試みるとともに、教科横断型授業が生徒の教科のつながりに対する意識にどのような影響を与えるか明らかにすることを目的とした。

2. 研究の概要

(1) 対象者

山梨県内の公立中学校第 2 学年（61 名）

(2) 実践・調査期間

令和 4 年 10 月 19 日～令和 4 年 10 月 21 日

(3) 実践・調査内容

- ① 理科「気象の観測」と技術科「アナログとデジタル」の教科横断型授業の開発・実施
- ② 学習感想の分析
- ③ 教科のつながりに関する事前・事後アンケート調査

3. 教科横断型授業の開発・実践

3. 1. 気象観測機器について

本時で扱う「気象の観測」を含めた、地球を柱とした領域では特徴的な見方として、「時間的・空間的」が挙げられる。「気象の観測」における「時間的な見方」には「時間的な条件によって気象要素が変化しているか注目すること」、「空間的な見方」には「場所的な条件によって気象要素が異なるか注目すること」が考えられる。教科書(東京書籍「探究する新しい科学2」)で指示される気象観測機器は、温度計や湿度計、アネロイド気圧計、風向風力計である。これらを用いる場合、気象観測を行う時間帯が日中に限られ、一日を通した気象要素の変化を確認することはできないため「時間的な見方」に基づいた観察が難しいと予想される。そこで、山梨大学生命環境学部から総合気象観測装置 Vantage Pro 2 (Davis, 6152C) (図1)を借り、校内の気象の継続観測を行うことにした。

Vantage pro 2は気温や湿度、気圧、風向、風速、雨量を断続的に記録する機能を持つ。設置場所は、校舎の壁が近く、一日を通して陽が当たる場所を選んだ。また、山梨大学S号館屋上に設置されている同機器からも観測データを得ることができるため、「空間的な見方」に基づいた2地点での比較も可能となる。



図1. 気象観測装置 Vantage pro2

3. 2. 技術科との接続

気象の観測を行う際、気温や湿度など自然界のアナログ(切れ目なく連続した量)の情報をデジタル(一定の時間で区切られ、段階的な値で示される量)の情報へと変換するデジタル化の作業が行われており、得られたデータを処理してグラフなどで示すことができる。このよう

な手順を理解することは、観察手順を理解することにつながる。したがって、デジタルとアナログについての学習は技術科の指導内容に含まれるものであるが、気象観測の学習の理解を深める一助となるものである。そこで「気象観測機器」を架け橋とし、理科の「気象の観測」に技術科の「アナログとデジタル」の学習を接続した教科横断型授業を起案した。

教科横断型授業の開発に当たって、Vasquezら(2013)、松原・高阪(2017)を参考とし、STEM教育を足掛かりとして授業設計を行った。STEM教育の教科の学習の統合の度合いは低いものから Disciplinary, Thematic, Interdisciplinary, Transdisciplinary の4つに大別されている。特に Interdisciplinary アプローチとは、知識やスキルを深めるために2つ以上の教科に関して深く結びついた概念とスキルを学習するアプローチであり、これは本研究の教科横断型授業と方針が同じであると考えられた。すなわち、理科の「気象の観測」と技術科の「アナログとデジタル」に関して深く結びついた概念が「気象観測機器」と考えると、このアプローチと合致する(図2)。

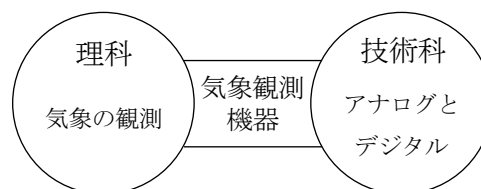


図2. 教科横断型授業の Interdisciplinary アプローチ

3. 3. 授業の流れ

中学校第2学年「気象の観測」は、第1時で気象要素の学習や乾湿計を用いた湿度の測り方など、気象の観測に向かうための基礎的な知識を身に付ける学習(局面1)、第2時で気象観測の条件設定や気象観測機器の確認(局面2)とアナログ・デジタルの学習(局面3)、第3時で観測結果の確認・考察(局面4)の流れで授業を行った(図3)。

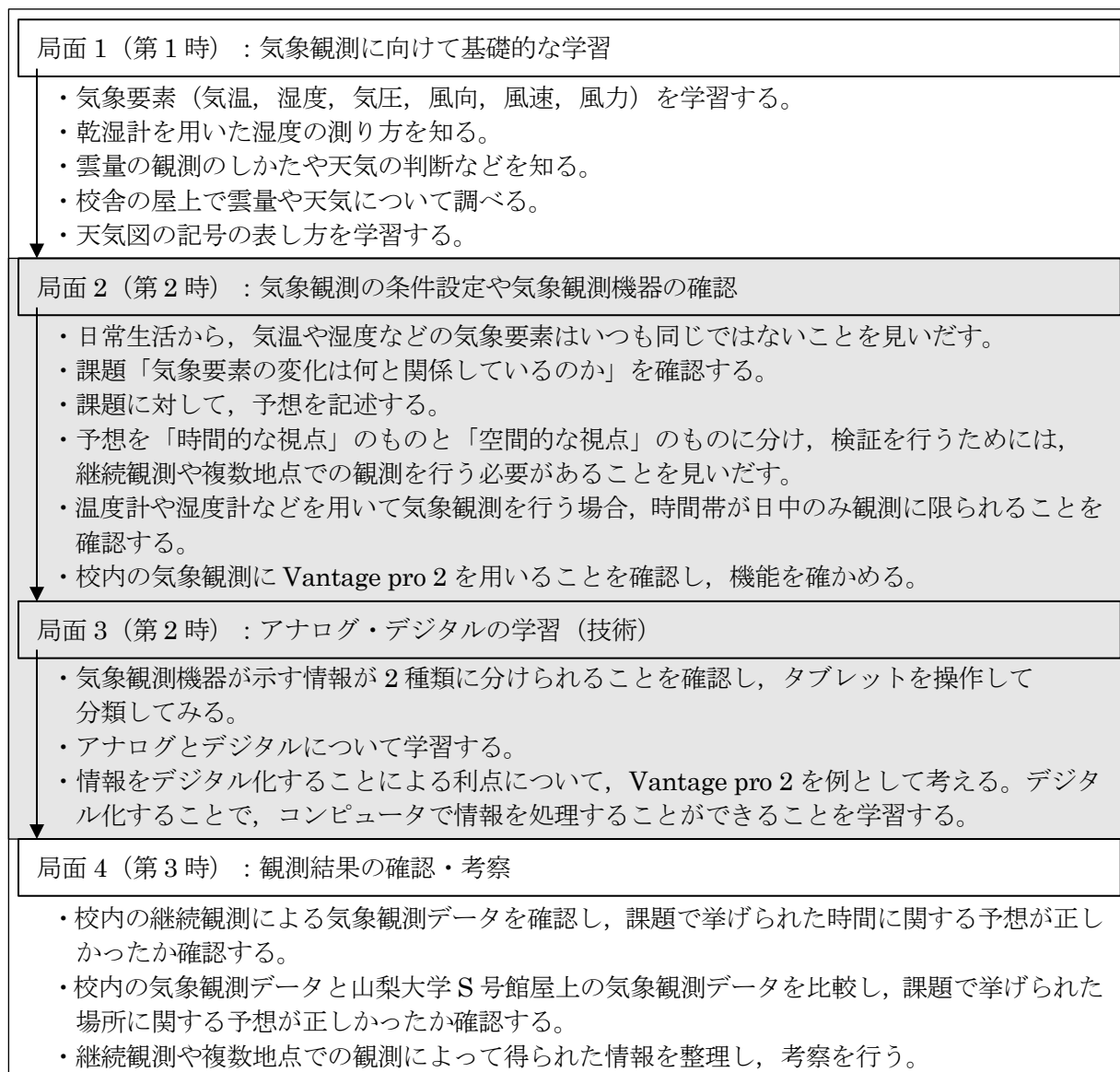


図3. 授業の流れ (灰色部の2時は教科横断型授業)

4. 学習感想の分析

4. 1. 単語出現回数

教科横断型授業の後に学習感想の記入を求めた。記述内容における名詞や動詞, 形容詞ごとの単語頻出回数を表1に示す。

名詞について, 「技術」が最も多く, 次いで「理科」が多かった。「技術」と「理科」を文中に同時に記述する生徒が多く, 「つながり」も上位であることから, 両教科のつながりを見出した記述が多かったと推測される。また, 「デジタル」や「アナログ」が3, 4番目と上位であり, 理科の授業の中で技術科の学習が現れるという教科横断型授業の特徴から, デジタルやアナロ

グという言葉が印象深く残ったことが示唆される。

動詞について, 「知る(知れる)」や「できる」, 「わかる(分かる)」が2, 3, 4番目と上位であることから, 通常の授業とは異なる教科横断型授業の学習形態であっても, 生徒の学習活動自体は滞りなく行われていたと推測された。

形容詞について, 「いい(良い)」や「わかりやすい」, 「すごい」, 「おもしろい」などの肯定的な単語の出現頻度が上位を占めていたことから, 教科横断型授業を肯定的に捉える記述が多かったことが分かった。一方で, 「難しい」という記述も少ないながら存在しており, 一部の

生徒にとって、教科横断型授業が困難さを伴うものであることを示唆していた。

表 1. 学習感想における単語出現回数

名詞	動詞		形容詞		
技術	54	思う	53	いい	18
理科	46	知る(知れる)	32	わかりやすい	9
デジタル	38	できる	29	すごい	8
アナログ	33	わかる	27	おもしろい	6
つながり	27	覚える	8	楽しい	5
教科(科)	27	感じる	7	深い	4
授業	15	つながる	6	多い	4
気象	14	関わる	5	くわしい	4
学習	14	考える	5	覚えやすい	2
違い	14	しくむ	4	難しい	2

4. 2. 学習感想の分類

学習感想の記述内容を分類したものを表 2 に示す。理科や技術科の学習に対する単なる感想だけでなく、教科横断に関する記述も比較的多く記述されていたことが分かった。

教科横断に関する記述の中でも、「① つながり・共通点の発見」が最上位であり、「② 学習の深まり・分かりやすさ」や「③ 学習効率の向上」がそれに及ばなかったことから、理科と技術科のつながりに関心が高まっていたが、その良さや価値を認識した生徒は一部であったことが明らかになった。また、「④ 困難さを示唆」がみられたことから、一部の生徒にとって理科と技術科を同時に扱うことが負荷になっていたと推測された。

表 2. 学習感想の分類

教科横断	① つながり・共通点の発見	36
	② 学習の深まり・分かりやすさ	13
	③ 学習効率の向上	5
	④ 困難さを示唆	4
理科	⑤ 理科の学習内容に関する感想	10
技術	⑥ 技術の学習内容に関する感想	17
その他	⑦ その他の記述	17

4. 3. 代表的な記述

生徒 38 の記述を表 3 に示す。教科横断型授

業を通して、理科と技術科の教科同士のつながりだけでなく、教科の学習と日常生活とのつながりまで視野を拡げていたことが読み取れた。技術科をはじめとした他の教科を通して、理科の自然現象に関する学習を日常生活と結び付け、生きた知識として活用させるような教科横断の姿が期待されているのではないかと考えられた。

表 3. 生徒 38 の学習感想

学んだ知識を理科だけじゃなくて他の教科とのつながりを考えたのが面白かったです。つながりを知ることによってふだんの生活ではどこにつながっているのかを知りたいと思いました。

生徒 18 の記述を表 4 に示す。この生徒の有していた技術科への苦手意識が表出し、教科横断型授業の学習の困難さにつながっていたことが読みとれた。教科横断的な視点を取り入れた学習には、生徒の持つ教科への得意、不得意の意識と密接に関係している可能性が示唆された。

表 4. 生徒 18 の学習感想

科目は違うけど、その科目どうしにつながりがあるから、いっきにたくさんのことを学習できた。関連づけると言葉の意味とかをおぼえやすくてできるかもって思いました。でも技術がそんなにできないから途中からすごく難しく感じました。

5. 事前・事後アンケート

5. 1. 質問 1: 理科と他教科のつながり

教科横断型授業の前後にアンケート(図 4)を実施し、生徒の理科と他教科のつながりに関する意識調査を行った。

質問 1 の回答結果を図 5 に示す。授業前の時点で「とてもそう思う」、「そう思う」と回答した生徒が約 96% と非常に多かった。よって、生徒の多くは教科のつながりをもともと意識しており、教科横断型授業を受け入れる素地を有していたと考えられた。

授業前に最も多かった「そう思う」が減少し、授業後に「とてもそう思う」が増加した。した

1. 理科の学習内容は他の教科とつながりがあると思いますか。一つ選んで○をつけてください。

1. とてもそう思う 2. そう思う 3. どちらでもない 4. そう思わない 5. 全くそう思わない

※ [3. どちらでもない] [4. そう思わない] [5. 全くそう思わない] を選んだ方は4へ進んでください。

2. 理科とつながりがあると思う教科を全て選び、□の中にチェックしてください。

国語 社会 数学 保健体育 技術 家庭 英語 道徳 音楽 美術 総合

3. 質問2で選んだ教科について、どのようなところが理科とつながっていると思いますか。特につながりが強いと思う教科を一つ選んで、どのようなつながりがあるか書いてください。もし、質問4も記入して、時間があったら2つ目以降も書いてください。

選んだ教科	
選んだ教科	
選んだ教科	
選んだ教科	

4. 理科の授業でその他の教科の学習を扱うことによって、理科やその他の教科の学びが深まると思いますか。一つ選んで○をつけてください。また、その番号を選んだ理由について述べてください。

1. とてもそう思う 2. そう思う 3. どちらでもない 4. そう思わない 5. 全くそう思わない

図4. 教科のつながりについてのアンケートの内容

がって、教科横断型授業を通して、教科のつながりをより強く感じるようになった生徒がえたことが明らかになった。

かった。よって、今回の教科横断型授業は、生徒の理科とその他の教科のつながりに関する意識と合致しており、技術科以外の教科をつな

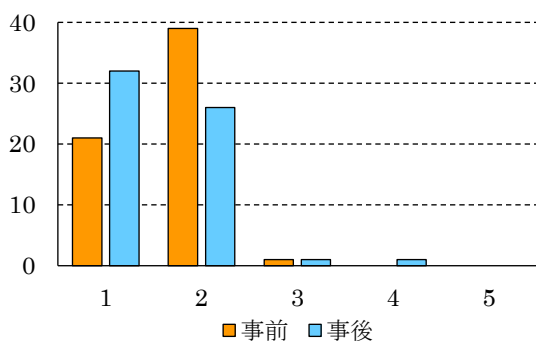


図5. 質問1の回答結果

5. 2. 質問2：つながりがあると思う教科

質問2の回答結果を図6に示す。技術科の選択率は授業前の時点で約85%であり非常に高

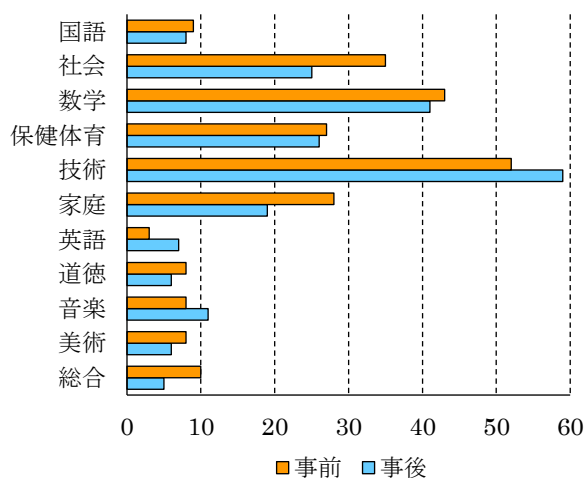


図6. 質問2の回答結果

げた授業よりも受け入れやすかったことが推測された。

また、授業後の技術科の選択率は約96%であり、授業前から大きく増加していた一方で、英語と音楽を除き、その他の教科は減少していた。

5. 3. 質問3：特につながりが強いと思う教科

5. 3. 1. 選択された教科の回答結果の分析

質問3で選択した教科について、1つ目の枠に記入された教科を図7、2つ目の教科を図8、3つ目の教科を図9、4つ目の教科を図10に示す。1つ目の枠に記入した教科について、授業前と授業後と比較すると、技術のみが増加し、

その他の教科は変化なし、または減少していた。したがって、教科横断型授業を実施したことで、理科とつながりが強いと思う教科の意識が技術に偏るようになったと考えられる。また、数学は授業前と授業後で変化がなく、いずれにおいても技術に次いで多く選ばれていた。また、2つ目以降の枠に記入した教科について、特徴的な傾向はみられなかった。以上のことから、教科横断型授業を通して、技術や数学以外の教科のつながりへの意識が希薄になっており、技術や数学とのつながりを見出す方へ意識が向いたと考えられる。

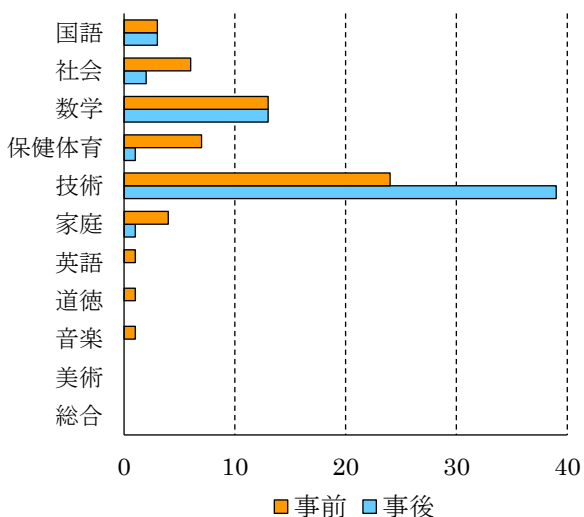


図7. 質問3の教科の回答結果（1つ目の枠）

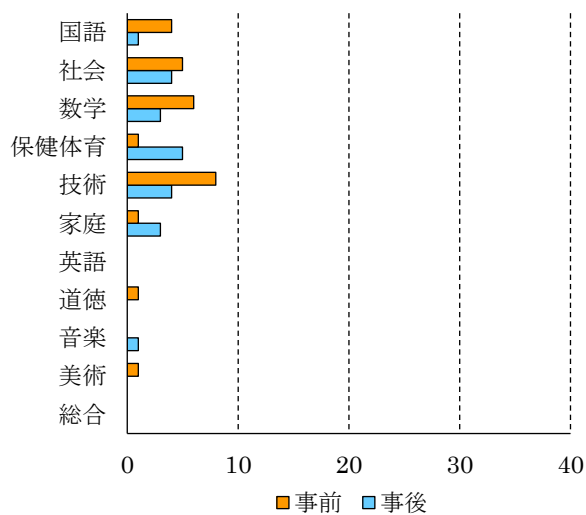


図9. 質問3の教科の回答結果（3つ目の枠）

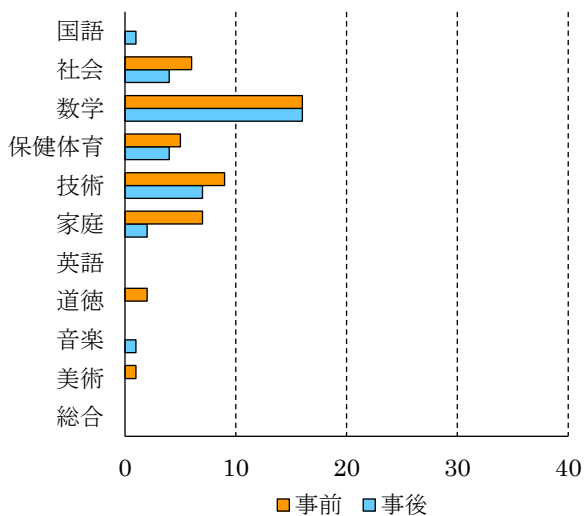


図8. 質問3の教科の回答結果（2つ目の枠）

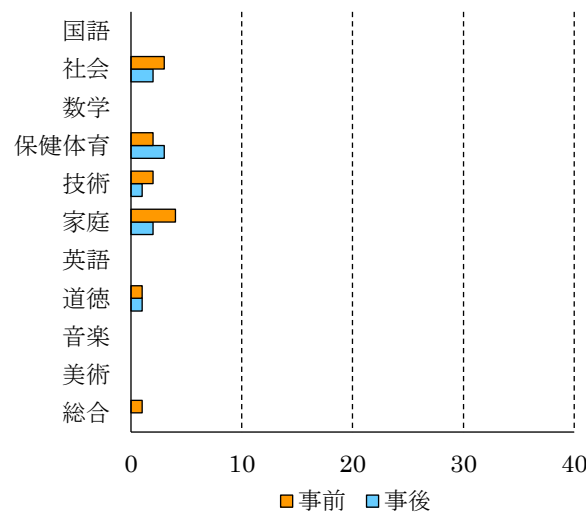


図10. 質問3の教科の回答結果（4つ目の枠）

5. 3. 2. 記述内容の分析

つながりが強い教科として多く選ばれた上位5教科である技術、数学、保健体育、家庭、社会について、それぞれの記述内容と理科のエネルギー、粒子、生命、地球を柱とした領域のいずれと関係した記述であるか表したものを表5に示す。なお、2つ目以降のつながりが強いと思う教科の記述も合わせた数で示している(該当記述数88、複数の領域にまたがる記述有り)。技術は「発電」、「電気」、「回路」などのエネルギーと関わる記述が多くみられ、「化学変化」、「カイロ」などの粒子と関わる記述もみられた。数学は「質量パーセント濃度」、「ニュートン」などの計算における関連を感じるという旨の記述がみられた。保健体育は、「体のしくみ」、「体のづくり」などの人体にすることが生命と関連していると示す記述がみられた。家庭は、「栄養」など生命に関する記述が多くみられ、「料理に使う食べ物の変化」などの粒子に関する記述もみられた。特に「栄養」に関する記述については、本研究の単元の直前に「消化と吸収」の学習の中で、理科の学習との関連を言及したことが影響している可能性が考えられる。社会は「水の流れ」、「天気」などの地球に関する記述が多くみられ、「発電」などのエネルギーに関する記述もみられた。理科と他教科とのつながりを感じていても、その教科によって関連する理科の領域は異なっていることが分かった。また、関連する理科の領域は教科によって1個または2個と限られていることが明らかになった。

表5. 質問3における上位5教科と、エネルギー、粒子、生命、地球を柱とした領域との関係(授業前)

	エネルギー	粒子	生命	地球
技術	33	4		
数学	4	6		
保健体育			16	
家庭		3	12	
社会	3			7

5. 4. 質問4:教科横断における学びの深まり

5. 4. 1. 選択の回答結果の分析

質問4の選択の回答結果を図11に示す。授業前に最も多かった「そう思う」が減少し、授業後に「とてもそう思う」が増加した。したがって、教科横断型授業を通して、教科のつながりをより強く感じるようになった生徒が増えたことが明らかになった。

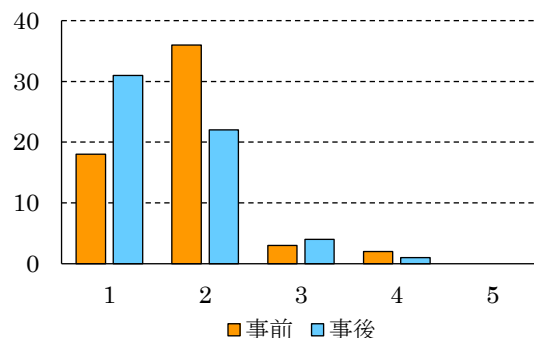


図11. 質問4の回答結果

5. 4. 2. 代表的な記述

授業前に「そう思わない」、授業後に「とてもそう思う」と回答した生徒2の記述を表6に示す。この生徒は、教科のつながりについて、教科横断型授業を通して、教科のつながりを否定的なものから肯定的なものとして捉えるようになったと考えられる。特に授業後の記述について、「暗記効果2倍くらいになる」と教科のつながりに対する価値を学習効率の観点から見出していた。

表6. 生徒2の学習感想

授業前	いろいろな情報がごちゃ混ぜになって理解しにくくなると思います。
授業後	1回で2つの教科の共通点を学べるなんて最高じゃないですか。そして、一緒におぼえることで、暗記効果2倍くらいになると思うからとてもいいと思う。

授業前に「そう思う」、授業後に「そう思わない」と回答した生徒8の記述を表7に示す。この生徒は、理科と他教科の関連は理解している

が、学習の深まりを見いだすには至らなかったと考えられる。

表 7. 生徒 8 の学習感想

授業前	理科って普通に計算するし深まると思う。
授業後	他の教科もでてくるとは思うけど深まるまではいけないと思う。

6. 課題

今回の教科横断型授業では、理科と技術科の学習の橋渡しを行う重要な教材として気象観測機器を取り扱ったが、アナログとデジタルの違いを気象観測機器に即して思考する活動が不足していたという指摘があった。アナログの温度計や乾湿計を用いる場合、読み取りの際はそれらの示す情報に一定の区切りを付け、自然と情報を断片化していることに注目させるべきであった。さらに、記録とは生徒自身を媒体としたデジタル化を行うことであるため、日中での観測に限られ、「継続観測」には不適であるという気付きを授業内で導くべきであったと考えられる。このような学習のプロセスを経ることで、アナログとデジタルの学習に対する価値が見いだしやすかったのではないかと感じた。今後、教科横断型授業を実施する際は、理科に接続する教科の学習を導入する価値について、生徒の目線に立って考え、吟味していきたい。

授業感想の分析において、困難さを示唆する記述がみられたことから、一部の生徒にとって理科と技術科を同時に扱うことが負荷になっていたことと推察された。これは、今後も教科横断的な視点を取り入れた学習を実施していくのに当たって解決すべき課題であると考えられる。これを解決するためには、どのような理由で困難さが現われたのかを明確にするとともに、その生徒の実態を明らかにすることで、原因の究明が求められる。別の機会で、教科横断的な視点を取り入れた学習の機会が得られた際には、困難さを示す生徒に着目し、多面的な分析から授業改善の糸口を探っていきたい。

アンケートの質問 3 の回答結果から、教科横断型授業を実施したことで、理科とつながりが強いと思う教科の意識が技術科に偏るようになったという知見が得られた。このことから、技術科だけではなく、他の教科との教科横断型授業を行うことで、理科とつながりが強いと思う教科が増加するのではないかと考えられる。技術科に限らず、様々な教科と理科との教科横断型授業の実践を目指していくことを、今後の自身の課題としたい。

7. 謝辞

Vantage pro 2 の貸し出しにお力添えいただいたとともに、山梨大学 S 号館屋上の気象観測データを提供して下さった山梨大学生命環境学部環境科学科の小林拓准教授に厚く御礼申し上げます。

8. 参考・引用文献

- 大谷忠, 渡津光司 (2015) 科学技術リテラシーを育成するための教育課程編成に関わる課題—技術科と理科における指導内容の比較を通して—. 科学教育研究 39(2) : pp. 186-194
- 中央教育審議会 (2021) 令和の日本型学校教育の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～ (答申). pp. 56-58
- 松原憲治, 高阪将人 (2017) 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) : pp. 150-160
- 文部科学省 (2017) 中学校学習指導要領解説 理科編. pp. 29-39
- 文部科学省 (2017) 中学校学習指導要領解説 技術・家庭編. pp. 35-52
- 文部科学省 (2021) STEAM 教育等の教科等横断的な学習の推進について. pp. 9-16
- Vasquez, J., Sneider, C., & Comer, M (2013) STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics, Heinemann.