

中学生の遺伝に関する認識を深化させる理科授業に関する研究 — 遺伝子に関する研究成果の活用の授業実践を通して —

Lower Secondary School Science to Foster Students' Recognition on Heredity: A Case Study on Lessons of Application of Gene Research Results

内海 志典*・永井 慎**・鈴木 大介***

UTSUMI Yukinori*, NAGAI Makoto** and SUZUKI Daisuke ***

*岐阜大学教育学部・**岐阜医療科学大学保健科学部・***白川村立白川郷学園

* Faculty of Education, Gifu University

** School of Health Science Department of Medical Technology, Gifu University of Medical Science

*** Shirakawa-gakuen Compulsory School, Shirakawa Village

要約

本研究では、中学校理科の第3学年の単元「遺伝の規則性と遺伝子」において、外部講師が「遺伝子に関する研究成果の活用」に関する講義を行い、講義後の生徒の遺伝に関する認識について明らかにするために、講義に対する感想をテキストマイニングの手法により分析した。その結果、遺伝子に関する研究成果の活用の授業実践の成果として、次の3点が明らかとなった。(1) 生徒は、遺伝子を一般的な生物との関係ではなく、「ヒト」との関係で捉えている。(2) 生徒は、医療分野での遺伝子に関する研究成果の活用について、認識を深化させている。(3) 新型コロナウイルスの感染について、地域のC村との関連で考えている。

以上のことから、外部講師による「遺伝子に関する研究成果の活用」の授業実践を通して、遺伝に関する認識を深化させるとともに、地域との関連で考えたりすることで、理科を学ぶことの意義についても実感できたといえるだろう。

キーワード: 中学校理科, 授業実践, 遺伝に関する認識, 研究成果の活用

Key Words: lower secondary school science, practical study, recognition on heredity, application of gene research results

1. はじめに—問題の所在と研究の目的—

『中学校学習指導要領』の理科では、第2分野において、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察することを通して、持続可能な社会をつくることが重要であることを認識することと、身近な自然環境や地域の自然災害などを調べる観察、実験などを行い、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について、科学的に考察して判断することを求めている(文部科学省, 2018a)。

中学校第3学年の単元「遺伝の規則性と遺伝子」では、遺伝子の本体がDNAという物質であり、遺伝子やDNAに関する研究が進み、医療、食料、環境、産業など日常生活や社会に関わる様々な分野で、その研究成果が利用されるようになってきていることを学習する(文部科学省, 2018b)。それらの研究成果として生じた

遺伝子組み換え食品, 遺伝子治療, クローンといったバイオテクノロジーの科学技術は、人間の生活を豊かにしている一方で、人体への悪影響, 環境や生態系への影響, 遺伝子を操作することに対する倫理的な問題などの問題を生起させている。こういった問題は、科学技術に関連する社会的諸問題(Socioscientific Issues, 以下SSIとする)と称され、わが国においても、SSIに対する児童生徒の意思決定, インフォーマル推論, アーギュメンテーション(議論)といった思考の研究も見られる(例えば, 坂本ら, 2010a; 坂本ら, 2010b)。SSIは、複雑で、オープン・エンドで、多くの場合、論争を引き起こすジレンマを抱えており、明確な答えを有していないため(Sadler, 2004)、SSIは、個人が折り合いをつけることが非常に困難な問題である(Sadler & Zeidler, 2004)。

わが国においても、理科の既習内容を生かし、科学技術の発展と人間生活との関わり方について多面的、総合的に捉えさせ、科学技術の利用の在り方について科学的に考察させ、持続可能な社会をつくっていくことが重要であることを認識させ、科学的な根拠に基づいて意思決定させる場面を設けることが大切である（文部科学省，2018b）。このように、SSI に関して意思決定を行うことの重要性は、認識されている。SSI に関して意思決定を行うためには、科学的な根拠に基づいて意思決定をする必要がある。科学的な根拠を用いるには、生徒が SSI で扱われている諸問題について、科学的に正しく認識をしていることが前提となる。「遺伝子に関する研究成果の活用」については、文献や情報通信ネットワークなどを活用して、理解を深めさせることが考えられる（文部科学省，2018b）。しかしながら、生徒が調べる活動では、生徒が最先端の「遺伝子に関する研究成果の活用」について適切に調べることができるのか、生徒が科学的に正しく「遺伝子に関する研究成果の活用」について認識ができるのかといったことが指導上の課題として考えられる。

本研究では、第3学年の単元「遺伝の規則性と遺伝子」において、遺伝の学習に加えて、外部講師が「遺伝子に関する研究成果の活用」に関する講義を行うことで、授業後の生徒の遺伝に関する認識について明らかにすることを目的とする。

2. 研究の方法

2.1 調査方法

調査方法は、中学校理科第3学年の単元「遺伝の規則性と遺伝子」の授業において、通常の授業に加えて、単元の最後の授業で外部講師として講義を行い、授業実践後、講義に対する感想を自由記述形式で回答させたものをテキストマイニングの手法により、生徒の遺伝に関する認識について分析を行った。

テキストマイニングは、形計量テキスト分析を K.H.Coder²⁾を用いて、生徒の感想の自由記述について、まず、頻出語 120 語を抽出し、その後、共起ネットワークによる分析を行った。

2.1 調査対象・調査時期

調査対象は、B 県 C 村の公立中学校の第3学年の 15 名であった。第3学年の単元「遺伝の規則性と遺伝子」について、2020 年 6 月下旬に、7 時間の授業実践を行

った。分析の対象は、外部講師による講義に出席し、講義に対する感想に回答した 13 名の生徒である。なお、回答の所要時間は 15 分程度であった。

2.3 授業の概要

第3学年の単元「遺伝の規則性と遺伝子」における授業の概要と学習する主な科学的概念等を表 1 に示す。

授業実践については、第1時から第5時は、教科書の内容に沿った授業展開を行い、第6・7時の「遺伝子に関する研究成果の活用」に関する授業では、遺伝子検査を専門とする大学教員が外部講師として講義を行った。

3. 結果と考察

3.1 頻出語 120 語の分析

13 名の生徒の講義に対する感想は、371 の文であり、総抽出語数は 8,581 語、異なり語数は 1,299 であった。

講義に対する感想の自由記述における頻出語 120 語を、表 1 に示す。上位には、「人 (85 回)」、「がん (70 回)」、「遺伝子 (61 回)」、「ウイルス (46 回)」、「考える (44 回)」、「治療 (39 回)」、「言う (36 回)」、「医療 (33 回)」、「感染 (31 回)」が確認された。

「人 (85 回)」と「遺伝子 (61 回)」では、「遺伝子に関する研究成果の活用」の講義において、遺伝子検査やがんゲノム医療といった主に「ヒト」の遺伝子に関する研究成果の活用が取り扱われたため、生徒は遺伝子を一般的な生物との関係ではなく、「ヒト」との関係で捉えていると考えられる。また、「がん (70 回)」、「治療 (39 回)」、「医療 (33 回)」では、がんゲノム医療において、「ウイルス (46 回)」と「感染 (31 回)」では、新型コロナウイルス感染症の遺伝子検査 (PCR 検査) において、生徒は、特に医療分野での遺伝子に関する研究成果の活用についての認識を深化させていると考えられる。「言う (36 回)」では、生徒は、医学的な内容に関して、「……と言われている。」という形式で認識している。加えて、「考える (44 回)」では、今回の「遺伝子に関する研究成果の活用」の講義が、遺伝子とその研究成果の活用について、「考える」機会を生徒に提供することができたのではないかと考えられ、その具体については、3.2 節の共起ネットワークにより分析を試みる。

3.2 共起ネットワークによる分析

講義に対する感想の文章の中での話題のまとまりを

表1 単元「遺伝の規則性と遺伝子」における授業の概要と学習する主な科学的概念等 (筆者作成)

時 間	学習形態	授 業 の 概 要	科学的概念等
第1時	講 義	・ 遺伝についての説明をする。	遺伝
	話し合い	・ ゴールデンハムスターの毛色の遺伝の規則性について考え、話し合う。	
第2時	講 義	・ エンドウを使った遺伝の実験について説明する。	遺伝の規則性純系 対立形質
	話し合い	・ メンデルの実験において、子で現れなかったしわ形が、孫で再び現れたのはなぜか考える。 ・ <課題>「親の形質は、どのようにして子や孫に受けつがれるのだろうか」について考える。	
	講 義	・ 分離の法則について説明をする。	
	話し合い	・ メンデルの実験1 (子はすべて丸形) について、遺伝子を用いて考察し、遺伝子が親から子へ、どのように伝えられるか考える。	分離の法則
	講 義	・ メンデルの実験における遺伝のしくみについて説明する。	
	話し合い	・ メンデルの実験2 (子は丸形としわ形の両方) について、表を用いて考察し、遺伝子が子から孫へどのように伝えられるか考える。	
	講 義	・ メンデルの実験2における遺伝のしくみについて説明する。	
話し合い	・ ゴールデンハムスターの毛色の遺伝のしくみを考える。	優性形質 劣性形質	
第3時	実 習	・ <実習>「遺伝子カードを用いた遺伝子の組み合わせ」の実習 ³⁾ を行う。 ・ 各グループの結果をクラス全体で集計し、表にまとめる。	分離の法則
	話し合い	・ 丸形としわ形が現れる回数の比について考える。	
第4時	活 動	・ <実習>のレポートを作成する。	個体数比 (3 : 1)
	講 義	・ 孫に現れる形質の個体比について説明する。	
	話し合い	・ 「調べよう」Aa と aa の交配でできる種子の個体数の比について考える。	
講 義	・ 「歴史大陸 ⁴⁾ 」を読み、メンデルの実験について説明する。		
第5時	講 義	・ 遺伝子の変化と本体について説明する。 ・ DNA の二重らせん構造について説明する。 ・ 遺伝子やDNA に関する研究成果の活用に関して、植物の品種改良について説明する。	遺伝子 DNA 突然変異
第6・7時	講 義	・ 遺伝子の存在場所、遺伝子の役割、一塩基置換、突然変異といった遺伝子の概要について説明する。 ・ 俊足筋と長距離走タイプ筋の遺伝子検査やがんゲノム医療について説明する。 ・ コロナウイルス、感染とその予防、ウイルス検査の仕方について説明する。 ・ 講義に対する感想を自由記述形式で回答する。	遺伝子 DNA 研究の成果 遺伝子検査 がんゲノム コロナウイルス検査

注) 網掛けは、遺伝子検査学を専門とする大学教員による授業である。

見るために、共起ネットワークによる分析を行った。共起ネットワーク・サブグラフ検出 (modularity) の図を、図1に示す。なお、共起ネットワーク図の作成にあたって、集計単位を文として、出現数による語の取捨選択は最小出現数を9、描画する共起関係の絞り込みは描画を60と設定した。

①では、「がん」は、「人」、「遺伝子」との共起性が強く、「遺伝子研究の活用とは、がんの人の遺伝子を調べその人に合った治療薬を提供すると言うユニークで成功率も極めて高い治療法だ。」など、ヒトのがんの治療に役立てるといった医療分野での遺伝子研究の活用の話題が見られた。

②では、「医療」は、「がんゲノム」、「治療」との共起性が強く、「がんゲノム 医療という新しいがんの治療法が確立されつつある。」など、がんゲノムを解析し、がんの治療に役立てるといった医療分野での遺伝子研究の活用の話題が見られた。

③では、「新型コロナ」は、「感染」、「ウイルス」との共起性が強く、「新型コロナ ウイルスに感染する。」や「新型コロナ ウイルスというのは、例えば、(中略) マスクをせずしゃべると約3時間空气中に滞在する。」といった新型コロナウイルス感染症への感染についての話題が見られた。

④では、「村民」は、「C (村名)」、「基礎疾患」との

表2 講義に対する感想の自由記述における頻出語 120 語

抽出語	出現回数	抽出語	出現回数	抽出語	出現回数	抽出語	出現回数	抽出語	出現回数
人	85	検査	13	治す	8	技術	6	見る	5
がん	70	持つ	13	少し	8	喫煙	6	個性	5
遺伝子	61	受ける	13	少ない	8	月	6	合う	5
ウイルス	46	DNA	12	地域	8	治る	6	国	5
考える	44	ワクチン	12	年	8	女性	6	時間	5
治療	39	患者	12	病気	8	症状	6	主	5
言う	36	原因	12	方法	8	上がる	6	手洗	5
医療	33	生活	12	薬	8	情報	6	出る	5
感染	31	村民	12	マスク	7	増える	6	世界	5
今	29	遺伝	11	運動	7	村	6	生存	5
新型コロナ	27	違う	10	活用	7	脱毛	6	精神	5
調べる	25	自分	10	現在	7	男性	6	全て	5
がんゲノム	23	重症	10	使う	7	変化	6	多く	5
細胞	21	出来る	10	子供	7	お金	5	体質	5
思う	19	体	10	場合	7	スポーツ	5	大人	5
コロナ	19	日本	10	他	7	異常	5	低い	5
多い	18	免疫	10	発症	7	一番	5	文化	5
C ^⑤	16	感じる	9	NK細胞	6	可能	5	変わる	5
行う	16	高い	9	インフルエンザ	6	科学	5	亡くなる	5
基礎疾患	15	手術	9	ゲノム	6	開発	5	PCR	4
ストレス	14	組み換え	9	リスト	6	環境	5	1つ	4
研究	14	知る	9	影響	6	危険	5	安全	4
日本人	14	たくさん	8	塩基	6	苦しむ	5	飲む	4
分かる	14	作る	8	確率	6	結	5	何故	4

共起性が強く、「C 村民は、他の地域よりも基礎疾患持ちが多い。」など、新型コロナ感染症と居住するC村との関連に関する話題が見られた。

以上のことから、共起ネットワークによる分析により、講義に対する感想の文章の中での話題は、「がんの治療への遺伝子研究の活用」(①)や「がんゲノム医療」という遺伝子に関する研究成果(②)、新型コロナウイルス感染症への感染(③)、新型コロナウイルス感染症に対するC村の村民としての考え(④)であった。

これらの結果は、生徒が、講義を通して、がん治療における医療分野での遺伝子に関する研究成果について認識を深めていたことを示すものである。

この授業実践が行われた2020年は、全国的に新型コロナウイルスの感染が拡大し、4月7日から5月6日までの1か月間、緊急事態宣言が発令されていたことから、新型コロナウイルスの遺伝子の特定な部分を検査する「PCR検査」が講義で話題として取り扱われた。そのため、生徒は、新型コロナウイルス感染の検査についても遺伝子に関する研究成果としても認識していた。

加えて、新型コロナウイルス感染について、生徒が居住するC村の現状を踏まえて考えており、単元「遺伝の

規則性と遺伝子」の教育実践を通して、新型コロナウイルスの感染について、地元のC村のことについて考えている。このことから、学習したことを自分の生活に生かすといった理科を学ぶことの意義についても実感できたといえるだろう。

5. 本実践の成果

遺伝子に関する研究成果の活用の授業実践の成果として、次の3点が明らかとなった。

- (1) 生徒は、遺伝子を一般的な生物との関係ではなく、「ヒト」との関係で捉えている。
- (2) 生徒は、医療分野での遺伝子に関する研究成果の活用について、認識を深化させている。
- (3) 新型コロナウイルスの感染について、地元のC村との関連で考えている。

以上のことから、外部講師による「遺伝子に関する研究成果の活用」の授業実践を通して、遺伝に関する認識を深化させるとともに、地域との関連で考えたりすることで、理科を学ぶことの意義についても実感できたといえるだろう。

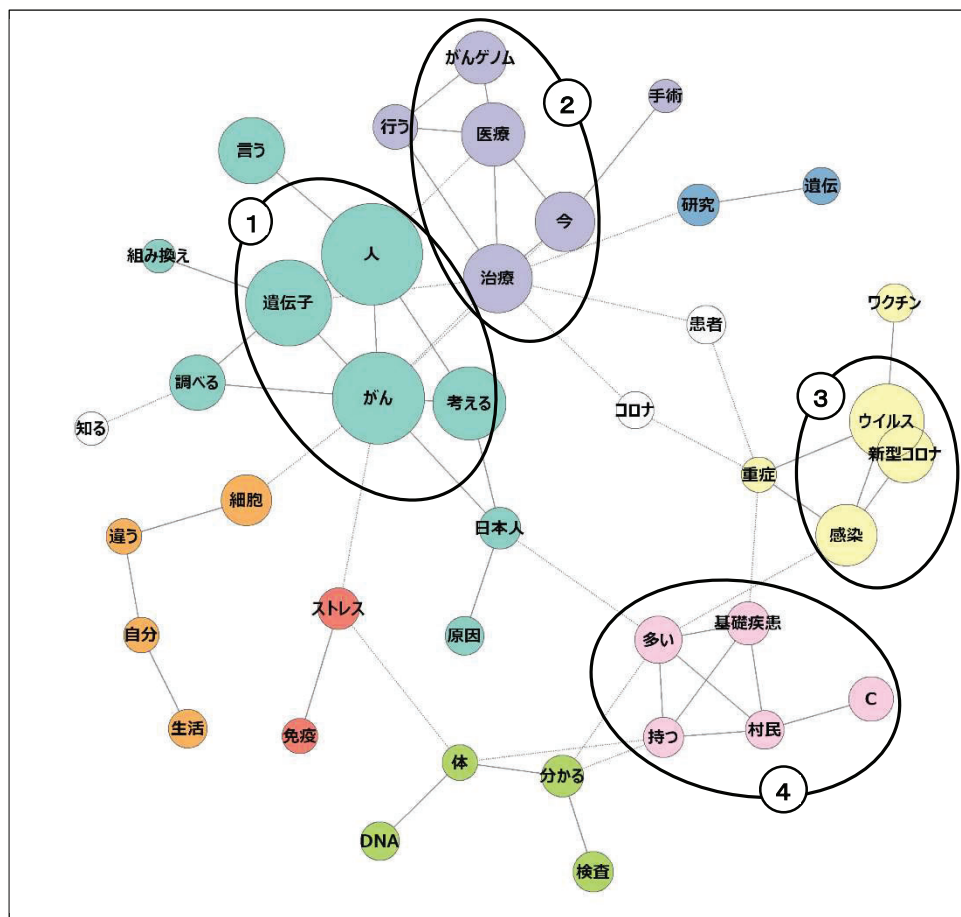


図1 共起ネットワーク・サブグラフ検出 (modularity)

6. おわりに

本研究の成果として、外部講師による「遺伝子に関する研究成果の活用」の授業実践を通して、遺伝に関する認識を深化させることができたといえるであろう。単元「遺伝の規則性と遺伝子」では、遺伝子組換え作物や遺伝子治療といった SSI で扱われる諸問題に関連する遺伝子に関する研究成果の活用に関する内容について学習する。SSI に関して意思決定を行うためには、科学的な根拠に基づいて意思決定をする必要があるが、その際、SSI で扱われている諸問題について、科学的に正しく認識をしていることが重要となる。「遺伝子に関する研究成果の活用」の授業では、文献や情報通信ネットワークなどを活用して調べる学習が行われることが多いと考えられるが、それらの内容が最先端の科学技術であるため、生徒が「遺伝子に関する研究成果の活用」について適切に調べて、科学的に正しく理解することは、内容によっては困難であることも考えられる。本研究の教育実践のように、通常の遺伝の学習に加えて、専

門的な知識を有する大学教員が外部講師として、「遺伝子に関する研究成果の活用」に関する授業を行うことで、生徒が最先端の科学技術について科学的に正しく理解し、認識を深めさせることができることが期待される。その際、生徒を取り巻く状況を踏まえた最新の話題、例えば、今回の教育実践では新型コロナウイルスの話題を含めた講義が有効であるといえるだろう。

謝辞

本研究を行うにあたり、ご協力をいただきました生徒の皆さんに、心より深く感謝申し上げます。

註

- 1) SSI に対する思考については、研究によって、意思決定やインフォーマル推論、アーギュメンテーション（議論）などの別々な用語で表現される（坂本ら，2016）。
- 2) K.H.Coder は、計量テキスト分析・テキストマイニ

- ングを行うためのソフトウェアである。次の Web ページより入手が可能である。
<http://khcoder.net/> (accessed 2020. 11. 19)
- 3) <実習> 「遺伝子カードを用いた遺伝子の組み合わせ」の実習は、既習内容であるメンデルの実験を確認する実習である。種子の形について、丸形(優性形質)をA、しわ形(劣性形質)をaとして、それぞれ遺伝子カードに記入する。2名が遺伝子カードをふくろにそれぞれ入れ、ふくろの中を見ないようにして、同時に遺伝子カードを1枚ずつ取り出して遺伝子の組み合わせをつくり、表にまとめる(岡村ら, 2016)。
- 4) 「歴史大陸」は、メンデルが分離の法則をどのように発見したかについて、マンガを用いて説明がされている科学史のコラムである(岡村ら, 2016)。
- 5) Cは、学校の所在地の村名である。
- 引用文献**
- 文部科学省 (2018a) 『中学校学習指導要領(平成29年告示)』, 東山書房.
- 文部科学省 (2018b) 『中学校学習指導要領(平成29年告示) 解説 理科編』, 学校図書.
- 岡村定矩・藤嶋昭ほか (2016) 『新しい科学 3年』, 東京書籍.
- Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5), 513-536.
- Sadler, T.D., & Zeidler, D.L. (2004). The significance of content knowledge for informal reasoning regarding socioscientific issues: applying genetics knowledge to genetic engineering issues. *Science Education*, 89 (1), 71-93.
- 坂本美紀・山口悦司・稲垣成哲・大島純・大島律子・村山功・中山迅・竹中真希子・山本智一・藤本雅司・橘早苗 (2010a) 「知識構築型アーギュメントの獲得—小学生を対象とした科学技術問題に関するカリキュラムの開発と改善を通して—」『教育心理学研究』第58巻, 第1号, 95-107.
- 坂本美紀・山口悦司・西垣順子・益川弘如・稲垣成哲 (2016) 「科学技術の社会問題に関する学習者の思考の評価フレームワークの研究動向」『科学教育研究』第40巻, 第4号, 353-362.
- 坂本美紀・山本智一・山口悦司・稲垣成哲・大島純・大島律子・中山迅・竹中真希子・村山功 (2010b) 「科学技術問題の解決を目指した協調学習のデザイン研究—電力問題を取り上げた単元における『問題を定義すること』の学習—」『科学教育研究』第34巻, 第2号, 145-153.