東京学芸大学リポジトリ
Tokyo Gakugei University Repository

概念「関係性」による教科間連携の提案：「安全」は「安心」を作ることができるか

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 東京学芸大学附属国際中等教育学校 公開日: 2024-04-25 キーワード (Ja): ETYP:教育実践, STYP: 中等教育学校, 高2 キーワード (En): 作成者: 伊藤, 穂波, 苅谷, 麻子, 森本, 裕子, 仲沢, 隆, 白波瀬,勇太, 菊地, 英明 メールアドレス: 所属: 東京学芸大学附属中等教育学校, 東京学芸大学附属中等教育学校, 東京学芸大学附属中等教育学校, 東京学芸大学附属中等教育学校, 東京学芸大学附属中等教育学校, 東京学芸大学附属中等教育学校
URL	http://hdl.handle.net/2309/0002000378

国際中等教育研究　第17号　p.37 ～ 49
東京学芸大学附属国際中等教育学校研究紀要

概念「関係性」による教科間連携の提案

―「安全」は「安心」を作ることができるか―

Proposal for Inter-Subject Collaboration Through the Concept of “Relationship”.

－Can “Safety” Create “Security” ?－

「第５学年」グループ
理科（生物）　伊藤　穂波
理科（物理）　苅谷　麻子
理科（化学）　森本　裕子
理科（地学）　仲沢　　隆
保健体育科　白波瀬 勇太
家庭科　菊地　英明

１章　はじめに

５年研究グループは、５年生の授業を担当する理科（物理・化学・生物・地学）の教員に加えて、保健体育科、家庭科の教員で構成される。理科においては、変数やその変数間の関係性について学ぶことは多い。そこで年度当初に、変数やその関係性について各教科でどのように扱っているのかをグループで共有した。生徒が、複雑な関係性の中で主体的に物事を判断できること、関係性という概念の理解を深め、教科の枠組みを超えて関係性を捉えられるようになることを目指した。

２章　校内研究のテーマ「探究の問いが育む概念的理解」との関連

IB によると、概念「関係性」は以下のように示されている。
概念「関係性」は、性質、物、人、考えの間にある結びつきや関連性（人間コミュニティーと自分たちが住む世界との結びつきも含む）とされる。関係の中にどんな変化が起きても結果として現れ、小規模で作用する「関係性」もあれば、人間社会や地球の生態系など大きなネットワークやシステムに広範に影響する「関係性」もある。（MYP：原則から実践へ,2014）

５年研究グループでは今回、概念「関係性」には２種類あると考えた。１つには、他の変数をそぎ落として単純化した変数の「関係性」である。これは例えば物理における力 F と加速度 a と質量 m の「関係性」などである。科学などにおいては、着目する変数以外の条件を単純化してそぎ落として考えることで、「関係性」を明確に表現し、活用することができる。もう１つには、着目する変数以外にも多くの変数があり、複雑に影響しあう「関係性」である。たとえば、遺伝子組み換え食品に対しての「安全」と「安心」の「関係性」は、科学だけでなく環境、経済、倫理、あるいは個人の考え方など多くの変数を考えなければならない。また、その変数の数やそれぞれの重みは人によっても異なると考えられる。

後者の「関係性」について多角的な観点に基づいて判断したり議論したりするために、探究の問い「『安全』は『安心』を作れるか」を設定し、生物を中心に授業実践を行った。またそれ以外の科

目でも、「関係性」についての理解を深めるような単元設計を行い実践して、5年生が年間を通して「関係性」という概念について模索し、教科の枠組みを超えて「関係性」を捉えられるようになることを目指した。

3章　各科目での実践報告

1節　【SS 生物（公開授業）】科学技術の「安全」と「安心」―遺伝子組換えを通して考える―

1－1　はじめに

遺伝子組換え技術は、人口増加に伴う食糧供給、緑化をはじめとする環境改善、そしてエネルギー生産や医療等の問題の解決に大きな役割を果たすものとして期待されている。一方で、社会的受容という観点において課題を残すものとなり、国内の科学コミュニケーションのあり方に疑問を投げかけるものとなった。

今回の授業では、多くの生徒たちにとって比較的当事者意識を持ち易いであろうという理由から遺伝子組換えの食品・作物を中心に扱う。そして、生徒たちが遺伝子組換え技術の原理と社会的受容、その課題の背景について学ぶことを通して、市民として科学技術との向き合い方を考える場としたい。

1－2　校内研究のテーマとの関連

生物では極めて複雑な「関係性」で構成された学問領域である。複雑であるが故に不明な点も多い。そして、科学技術に対する「安心」もまた、より一層複雑な関係性によって構成されている。

2004 年科学技術学術審議会の「安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会」報告書(文部科学省　2004)によると、「安全とは、人とその共同体への損傷、ならびに人、組織、公共の所有物に損害がないと客観的に判断されることである。」とされており、「安心とは個人の主観的な判断に大きく依存するものである。」とされている。両者は明らかに区別されるものであるが、多くの関連資料において、両者は「安全・安心」として共に語られることが多い。

市民の科学技術の社会的受容のために、科学の理解増進の有意性は一部では認められているものの、それだけでは不十分であるとする考えもある。仮に、科学的視点に基づいた安全性について理解が促された場合、それは情報の受け手に「安心」を醸成するものとなるのだろうか。

本授業で生徒たちに期待することは、「安全」と「安心」の関係性について考えることを通して、複雑な「関係性」を紐解くことの難しさと意義について考えることである。

1－3　単元設計・授業の概要

1)　学習内容

高等学校学習指導要領（文部科学省　2018）

第 2 章，第 5 節，理科

第 7　生物

(2) 生命現象と物質

(ｳ) 遺伝子を扱う技術

2） 目標

本単元における目標は以下の２点である。

１）生徒達は遺伝子を扱う技術の知識をもとに、以下の３つのテーマについて説明できる。(農研機構.2014)

① 流通している遺伝子組換え食品の安全性について

② 生物多様性への影響について

③ 現在の遺伝子組換え食品の表示の適性について

２）１）を踏まえて「遺伝子組換え食品」の安全性と安心の関係性について自らの考えを持ち、議論することができる。

上記の目標達成のために学習評価の３観点の内容と評価方法を以下のように設定する予定である。

観点	内容	評価方法
知識・技能	遺伝子組換え技術の事例を理解し、活用できること。また、GMO 検知実験の原理を理解し、仮説の設定と実験、考察を行うこと。	試験 レポート
思考・判断・表現	日常生活に対する科学と技術の影響について科学的に妥当な根拠を用いて評価できること。	レポート 発表や議論等
主体的に学習に取り組む態度	科学が関わる問題について他者と建設的な議論ができること。	レポート 発表や議論等

3） 単元計画

単元目標に基づき、単元計画を以下のように示す。

時間	内容
1 (2 時間)	バイオテクノロジーについて （遺伝子組換え、PCR 法等の原理について）
2 (2 時間)	「遺伝子組換え」を含む加工食品（家畜飼料など）の イムノクロマト法※による GMO 検知実験と解析 【評価課題】
3 (2 時間)	・「遺伝子組換え」作物、食品の社会的受容について ・テーマ別グループ発表準備
4 (2 時間)	・テーマ別グループ発表（グループ①、②15 分× 2）【評価課題】
5 (１時間) ＊本時	・テーマ別グループ発表（グループ③、15 分）【評価課題】 ・振り返り「安心と安全の関係について」

１－４　GMO 検知実験「イムノクロマト法」について

イムノクロマト法は農林水産省植物防疫所における輸入農作物における遺伝子組換え生物の混入を検査する方法の一つである。あらかじめ標的とするタンパク質の抗体をつくり、検査対象となる試料のタンパク質その抗体と反応するかどうかを定性的に確認するものである。

２節　【SS 物理】実験手法と実験結果の関係性

２－１　はじめに

SS 物理では、実験手法と実験結果の関係性を考える活動を行った。元々物理では、文字式を用いて変数同士の関係性を考察することが多いが、本活動では教科書に掲載されている文字式には表れない、現実世界の様々な要素が結果にどのような影響を与えるかについて、考察することを目的とした。具体的には重力加速度を測定する手法を各班で複数考案し、その後実際に実験を行い、その実験結果からどの手法が最も正確に測定できるかを考察する活動である。

実施時期は単振動の単元を終了した直後に設定し、高校範囲の力学の多くを知っている状態で実施した。重力加速度を測定する手法として、単に自由落下させるだけでなく、様々な観点から様々な手法を考案可能とするためこのような時期に設定をした。

２－２　授業の概要

時	主な活動内容と生徒の様子
1 （1時間）	授業の冒頭で課題の説明を行った。その後、実験方法のアイディア出しを班ごとに行った。活動が早く進んだ班は実際に実験を少し始めた。
2 （3時間）	班ごとに実験を実施した。力学的エネルギー保存の法則、単振り子、ばね振り子、自由落下などを用いる手法に取り組んでいた。
3	2の1週間後に実験レポートの提出【評価課題】

２－３　生徒のレポートより

元々本校の理科では、自分たちで実験方法から考える活動を実施している。本実践では複数の実験方法を実施し、その結果を比較することで、実験方法と結果の関係性について考察することを目的に活動を実施した。生徒のレポートからは、実験過程に含まれる様々な要素（何を用いてどのように測るのか、摩擦力の大小など）が実験結果にどのような影響をするのか考察されており、正確なデータ取得のために意識するべきことなどを、自分たちなりに導き出す様子が見られた。

３節　【SS 化学基礎】「安全」と「安心」の関係性

３－１　はじめに

SS 化学基礎では、SS 生物と同じく、「安全」と「安心」の関係性について考える単元設計を行った。身近な物質として、塩基性溶液の性質を活かした、パイプ洗浄液とこんにゃくの凝固剤を取り上げた。パイプ洗浄液における危険を示す表示が、なぜこんにゃくにはないのか、安全の規準と安心の判断はどのような変数によって決められるのかについて、一人一人が考え、自分の意見を持てることを目指した。

３－２　単元設計・授業の概要

化学基礎の単元「酸と塩基」において、以下のような単元設計を行った。（化学基礎は理論と実践の連続性を大切にし、十分に実験に取り組むことができるよう 2 時間連続の授業としている。）

時	主な学習内容
1 (2 時間)	酸と塩基の性質を確かめる 【実験】酸は金属を、塩基はタンパク質を溶かす →パイプ洗浄液には塩基の危険性を示す表示が十分にあるのに、こんにゃくにないのはなぜか、を考える。
2 (2 時間)	中和滴定の原理を見出す 【実験】パイプ洗浄液とこんにゃくの凝固液の濃度を比較するには？ →パイプ洗浄液の濃度は書かれているがこんにゃくの凝固液には表示がない。酸と指示薬を利用して、濃度を比較するにはどうすればよいかを考えて実践する。
3 (2 時間)	中和滴定の操作を身につける 【実験】ビュレットとホールピペットを正しく使って中和滴定操作を行う →前時に見いだした中和滴定の原理を踏まえて、中和滴定に適した器具の特徴を理解し、正しく中和滴定操作を行う
4 (2 時間)	「安心」を揺さぶる変数はどのようなものがあるか 安全と安心についてそれぞれどのように判断しているのか、一人一人考えてグループで議論する。「安心」を判断するために個人が持っている変数を挙げる。 【評価課題】「安心」を判断するために個人が持っている変数に工夫して、安全基準を満たしているが安心を揺さぶる表示ポスターを作成しよう

3－3　「安心」を揺さぶる変数について

評価課題において、生徒から挙がった「安心」を判断する変数としては、情報源の信憑性、実際の危険性の有無、もともと危険なものとの類似性、未知な情報の割合、自分にとっての普通から離れている距離などが挙がった。ポスターを作成する際に変数をどのように工夫したのかについて、生徒の意見を以下に挙げる。「安心」を判断するには科学に直接関わる変数だけでなく、多様な変数との関係性があることや、同じものに対する「安心」の感じ方が人によって異なることを踏まえてポスターを作成することができた。

作成したポスターにおいて、多くの人の「安心」を揺さぶる変数としてひじきとその他の海藻類のヒ素濃度を比較した表を載せた。ひじきだけでなく他の海藻類の数値も載せることによって、その量が危険かどうかは別として「ひじきの中にはヒ素が多く入っている」という印象を与えることができる。また、ポスターの中でもひじきの数値だけ色を変えることによってひじきと他の海藻類をはっきりと区別し比較しやすいように工夫した。比較対象があると、どちらの方が「安心」できるか、できないかの二択でそのものを判断してしまう。今回のひじきを例に挙げると、選択肢が一つしかない場合ではヒ素の量が多いか少ないかの判断をすることは難しいが、他の海藻類の数値と比較することで多いか少ないかの判断を行うことが可能になりそれが結果的に「安心」を揺さぶることになっている。二択の判断が可能になることで、それが良い悪いの判断基準になってしまい漠然とした不安を感じるになっているのだと私は考える。

私が効果的だと思う「安心」を揺さぶる方法は人が元々危険だと思うものに似せることだ。例えば毒を持たず人を襲わないヘビがいたら毒ヘビに似ていたら怖がる人が多いだろう。そのような人の特性を引き出すために、このポスターではスクロースを危険薬物に似せようと工夫して作成した。はじめにスクロースを聞きなれない別名；「サッカロース」に変えた。サッカロースの簡単な説明を

した後化学的には正しいが「安心」を揺さぶることを書いた。例えば「一度摂取すると繰り返し摂取する生活を送る人がほとんど」は単純に砂糖は日常的に食べる物に含まれ、避けるのが難しいだけだがこの言い方だと中毒性があるように捉えられる。DHMO パロディーやこのポスターなどから誤った知識をつけないようにはメディアリテラシーが重要だと思う。複数の情報源を見たり情報の古さなどを確認するなどを身につけることで DHMO パロディーのような物に騙されることは少なくなるだろう。

今回の「安心」を揺さぶるというテーマを耳にした際に、保健の学習にて学んだ「集団同調性バイアス」がまず浮かんだ。そこで私は多くの人々の「安心」を揺さぶる変数として、「読み手にとって普通ではない・身近ではない」という事を用いることにした。これは、どのように判断・行動すればよいか迷った時に、集団と同じ行動を取ってしまう心理傾向を逆に用いている。私の作成したポスターにおいては、まず「あなたのそのレンズ」と書くことにより集団の中でも読み手にだけに起きている話だとし、読み手は集団の中に位置していないものだとすることができる。さらに、その後に「通常値の２０倍の放射能」とすることで、実際にはあくまで微量の放射能で人体には影響がないとされるが、読み手が普通ではないと感じさせることができる。今回実際にこの変数を用いてポスターを作成を通し、自分自身も「身近でない・普通でない」ものと遭遇したり、そのようなものが存在すると伝えられたりすると驚き、「安心」を揺さぶられるなと感じ、効果的であると考えた。

４節　【SS 地学基礎】気象分野と天文分野の関係性を $e=mc^2$ で見出す

４－１　はじめに

５年 SS 地学基礎では、気象分野と天文分野の関係性について単元設計を行った。地学には大きく分けて岩石鉱物分野、地質古生物分野、地球物理分野（地震、気象、海洋など）、天文分野の４分野があるが、教科書を見るだけではそれらの分野の関係性はなかなか見えてこない。そこで、今年度の１学期の授業では、気象で学ぶことと天文で学ぶことには密接な関係性があるという例を紹介して、生徒たちに考察させた。

４－２　単元設計・授業の概要

地学基礎の単元「大気と海洋」において太陽定数を学習したときに、単元「太陽系と宇宙」とからめて、以下のような単元設計を行った。

時	主な学習内容
1	太陽定数を用いて、地球が１秒間に受ける太陽放射エネルギーの総量を求める方法を考える。次に太陽が水素原子核融合反応によってエネルギーを生み出していることを理解し、太陽定数を用いて太陽が１秒間に放射するエネルギーの総量 E を求める。
2	$e=mc^2$ を紹介し、1kg の水素が核融合反応したときに生み出すエネルギー量 e を求める。E を e で割ることにより、太陽の中心部で１秒間に消費されている水素の量を求め、さらに太陽の寿命や太陽が燃え尽きるまでに消費する水素の量などを推定する。

４－３　有機的な理解に結びつける

本校で使用している教科書（数研出版　高等学校地学基礎）では、「大気と海洋」の単元で太陽定数（地球の大気圏外において太陽放射に直交する１m^2 の平面が１秒間に受ける太陽放射エネルギー

量）が紹介されているページにおいて、地球が受ける太陽放射エネルギーの総量を求める方法が示されている。すなわち、太陽定数を I とし、地球を半径 R の球と仮定すると、$\pi R^2 I$ で求められるということである。

一方、単元「太陽系と宇宙」で太陽のエネルギー源について紹介しているページに、太陽が水素原子核融合反応によって１秒間に放射する全エネルギー量（3.85×10^{26} J）や太陽の中心部で１秒間に消費されている水素の量（6.0×10^{11} kg）などが紹介されているが、それらがどのようにして求められたものなのかには触れられていない。

そこで生徒たちに、エネルギーと質量の等価性 $e=mc^2$ を紹介し、これらの数値をどのようにして求められるのかを考察させる。数値があまりにも大きいので最初は戸惑っていた生徒たちも、では「これを石油ストーブと灯油に置き換えたらどうか？」などの思考過程を経ることにより、比較的簡単に求められることに気づくようになった。そして、関係性がなさそうな内容にも、実は深い関係性があるということに気づき、有機的な理解に結びつけることができた。

５節　【保健体育】

５－１　はじめに

保健体育科においては、９月～10 月にかけての女子の陸上競技の授業において、「関係性」の概念を意識した授業を行った。上述の「関係性」の中でも、主に前者の「他の変数をそぎ落として単純化した変数の『関係性』」に着目した授業を設計した。ただし、人間が運動をするときの動きには、たとえばその時の気象条件やグラウンド状況、その時の体調や個人の身体的な特徴などによって左右される側面もあり、単純に物理学的な要素だけで捉えきれない「関係性」を有している。本単元では、そのような「関係性」にも単元の後半で迫れるように、仲間と協力しながら工夫して自己の記録を伸ばせるような学習指導を心がけた。

５－２　単元計画と「関係性」への着目

時	主な学習内容
１～３	○400m走とジャベリックスローの特性を理解して、練習に取り組もう。 【400m 走】 ・100ｍごとのラップタイムと記録の関係 ・カーブでの体の傾け方と記録の関係 【ジャベリックスロー】 ・助走の歩数や距離と記録の関係 ・投げる角度と記録の関係 ・持つ位置と記録の関係
４～６	○走り幅跳びの特性を理解して、練習に取り組もう。 ・助走の歩数や距離と記録の関係 ・助走のスピードと記録の関係 ・空中動作の種類と記録の関係
７～８	○三種の中から自分の課題に応じた練習を行い、三種競技の記録会をしよう。 ・自己の課題に応じた練習方法を考えて取り組む。 ・「自分の身長を考えると、この跳び方が適切かな」「私の筋力を考えると、これくらいの助走距離が適切かな」など

5－3　授業の実際

生徒たちは何度も記録をとるうちに、例えば助走、踏切、着地などのどこに着目して工夫して練習すればよいのかを考え、活動に取り組む姿が見られた。教育実習生が担当した授業も単元の中盤にはあったが、生徒自身が練習を工夫して取り組めるような時間を確保したことで、例えば助走距離を変えて記録の伸びを比較するなど、高校生なりに自分たちが工夫をして変えた部分と記録との関係に着目することができていた。単元の後半では、自分の身体的な特徴や当日のコンディションにも着目して工夫して練習する姿が見られた。正確な投擲の角度や助走の距離を計測して記録と比較したわけではないが、「関係性」に着目して主体的に学習に取り組む様子が全体として見られた。

6節　【SS 家庭基礎】

6－1　はじめに

SS 家庭基礎では、身近な生活の中の諸現象を科学的に捉えることを重要視している。

「科学的に捉える」ということを考える時に家庭科の学習内容では、本稿（5 年研究グループ）冒頭に述べた 2 種類の関係性（「他の変数をそぎ落として単純化した変数の『関係性』」と「着目する変数以外にも多くの変数があり、複雑に影響しあう『関係性』」）のどちらとも密接に関係しあっている。

6－2　単元設計・授業の概要

家庭科の学習内容それぞれについて「関係性」について関連しているもの例として以下のようなものがある。

	単純化した変数の関係性	複雑に影響し合う関係性
食物	食品中の栄養素の消化吸収	自分の生活スタイルに合う食生活とはどのようなものだろうか。
被服	洗剤（界面活性剤）の仕組みと働き	自分にとって「快適な衣生活」とはどのようなものだろうか。
住居	気候に合わせた住まい方	将来どのような家を選ぶのがよいだろうか。
家族と家庭生活	子どもの成長を支援する施設	どのような場所に幼稚園・保育所をつくるのがよいだろうか。
消費生活と環境	家計の収支	食品ロス・衣服ロスはどのように発生するのか。どうすれば減らせるのか。

6－3　授業の実際

ここでは特に「衣服ロスはどのように発生するのか。どうすれば減らせるのか。」について述べる。

世の中の現状について知った後、生徒から「エシカルなものを購入すればよい」「必要な分だけ購入すればよい」「企業もシーズンごとに新しいデザインのものを発表するのをやめればいい」「リユース品を着る」「リメイクして着る」などの意見が出る。しかし、それを実際に自分ができるのか、と問うと「新しいものを見るとつい買ってしまう」「エシカルかどうかではなくデザインで決めてしまう」「自分の服はリサイクル・リユースに出すけど、自分がそれを着るのは嫌」「リメイクは面倒」など「こうすればいい」と考えたことと「実際の自分の行動」が矛盾していることに気づく。

「なぜ自分の考えたことと行動が矛盾してしまうのか」という問いに簡潔に答えられる生徒は少ない。家庭科では学習の範囲を時間軸や空間軸で捉えることがあるが、空間軸では小学校から高等学校に向け、「自分→家族→地域→社会全体」と広がっていく。社会全体の問題を考える時に自己の矛盾をどのように解決していくのかを考えることも必要不可欠であることを理解させたい。

4章　授業研究会での授業実践と協議会の報告

1節　【SS 生物（公開授業実践報告）】科学技術の「安全」と「安心」
―遺伝子組換えを通して考える―

1－1　「本時」までの流れ

表1　テーマ別グループ発表のための説明書

目標 Goal	【研究者】あなたのゴールは、国の研究機関の職員として、「ゴールデンライス」作付け推進について P 村の生産者に説明を行い、ゴールデンライスの生産に「安心」して協力してもらうために「安全」について十分な説明を行うことです。 【生産者】 あなたは P 村の生産者の代表者チームです。GMO に対して関心はありますが、様々な理由から「不安」を抱えています。GMO 作付けをこの村で実施すべきかどうかを判断する必要があります。
条件 Role	・あなたは A 国の　【研究者】【生産者】のいずれかの立場に立って主張を行います。 ・【研究者】は主に推進の立場です。【生産者】は推進も含みますが、反対やその他が多いです。 ・【生産者】は消費者でもあります。 ・主張の時間は 20 分ずつです。
対象 Audience	研究者、および生産者
あなたの状況 Situation	・A 国は安定的な食料確保のために GMO 開発に積極的です。 ・GMO 商業栽培実績としてトウモロコシの栽培があり、その他にもウイルス耐性パパイヤ、Bt ナス等があります。 ・国民の多くは日本と比べて GMO への関心が少ない傾向にあります。 ・生産者の中には高収益の農業技術に高い関心をもつ人たちもいます。
作成するものと手順 Product	・【研究者】6 名×2 チーム（A、B とする）、【生産者】6 名×2 チーム（A、B とする） ・流れ ①【研究者】プレゼン 20 分（質疑含む） ②【生産者】プレゼン 20 分（質疑含む） ③振り返り…「安心」と「安全」の関係について 10 分 ・場所は物理実験室 ・プレゼンに必要なもの（PC,プロジェクター、接続端子、その他） ・プレゼン方法は PC によるもの以外も可（要相談）

生徒たちは表 1 に基づき、発表と振り返りを実施した。本時の目的は、振り返りにおいて GMO の社会的受容に関する課題について、当事者意識を持って率直に意見を交換し、気づきや課題を共有することである。ここでは、仮想国 A がゴールデンライスを作付けするということについて、作付けを推進する側を研究者チーム、作付け候補地として説明を受ける生産者チームを設定した。なお、それぞれの設定内容について実際の複数の国の情報をもとに作成したものである。また、発表に必要な知識として、遺伝子組換えの原理、遺伝子組換え作物の例、日本における遺伝子組換え作物利用の実際、安全性評価とリスク論、すでに世界的に普及している Bt トウモロコシの紹介、そしてゴールデンライスに関する資料の共有を行った。

発表後の振り返りにおいては、より多くの生徒たちに率直な意見の交換ができるよう、表 2 のような表を用い、生徒たちが自身の意見を付箋に記述して貼っていき、会話と記述を繰り返しながら「研究者」と「農村代表者」双方の考え方のギャップについて気づくことを促す仕組みとして使用した。なお、この表はコルト・ハーヘンが、著書（2010）において学生の授業実践の省察を促すためのツールとして紹介した「8 つの窓」を参考にしたものである。

表 2　コルトハーヘンの「8 つの窓」

「リフレクション　8 つの窓」

	教師	子ども
Want	教師が何を望んでいたか	学習者が何を望んでいたか
Do	教師が何を行ったか	学習者が何を行ったか
Think	教師が何を考えていたか	学習者が何を考えていたか
Feel	教師が何を感じていたか	学習者が何を感じていたか

表 3　「8 つの窓」を参考に作成した振り返り用テンプレート（実践では、A0 サイズに拡大印刷した。）

	研究者	農村代表者
Want	何を望んでいたか	何を望んでいたか
Do	何を行ったか（発言、動作）	何を行ったか（発言、動作）
Think	何を考えていたか	何を考えていたか
Feel	何を感じたか	何を感じたか

1 － 2「本時」における発表と振り返りについて

以下、上記の振り返りをもとに生徒たちが作成したレポートから抜粋した内容をもとに、生徒たちがどのように考えて発表を実践し、振り返りを経てどのような気づきを得たか紹介する。

なお、研究者チーム、生産者チームはそれぞれ 12 人ずつで構成され、さらにそこから 6 人ずつの小チームに分けて発表をし合う形式とした。これは、授業者の経験から、振り返りの際、効果的に意見を発信しやすい最適人数と考えたためである。

まず、研究者チームの生徒たちは、安全性と生産のメリットの 2 点について着目する傾向がみられた。安全性については、ゴールデンライスについて、遺伝子組換えの原理、特に授業で紹介したアグロバクテリウム法の原理について説明しようと試みていた。

ここで研究者チームの生徒 A の感想を紹介する。まず、プレゼンの準備について下記のように述べていた。

“私が今回自分の立場として準備をしたのはゴールデンライスの遺伝子組み換えに用いられている技術であるアグロバクテリウム法は安全である根拠だ。そのために用いられているアグロバクテ

リウムはどのような生物なのか、どんな病気を引き起こすのか、なぜアグロバクテリウム法は植物に害を与えないのか、アグロバクテリウム法の他の遺伝子組み換え技術と比べたときのメリットとは何なのかなどを調べた。これを相手に伝える上で大切にしたのは相手にとってわかりやすい表現やとっつきやすい例えである。人は得体のしれないものには恐怖感を抱きやすい。化学の授業で水の性質を DHMO という物質の性質として説明されると恐怖を掻き立てられた経験からそのことは学んだ。そのため、あまり科学に詳しくない人でもわかるように工夫を行った。アグロバクテリウムが自身の仲間や栄養を植物細胞の遺伝子を組み替えることによって作らせるのを工場やお菓子で表現したり、制限酵素をはさみのように表現したりすることで分かりやすさを生み、病気のもととなっている遺伝子は取り払われていることを強調することで安全性をアピールした。”

文中でも述べているように、この生徒は「未知」を明らかにすることで社会的受容を促進するという前提を明記していた。次に、発表後の表 2 を用いた振り返りから以下のような考えを述べた。

“～略～私たちは食品としての安全性や環境流出への安全性、栄養面でのメリットなどの化学的な側面しか伝えることが出来ていなかった。しかし、生産者側の指摘は食品としての安全性の不安や効果への懐疑心だけでなく作ったとして売ることが出来るのか、環境への流出対策によって耕作地が減って収入が減少しないのか、風評被害はどうなのか等の社会的な側面での不安があったのだ。今回のプレゼンでは自分が相手の立場に立って不安に思うことは何なのかについて考えることが足りなかったことに気が付いた。～略～”

上記から、生徒 A は、生産者が持つ不安感は科学的側面以外の部分もあり、それらの緩和や解消について「研究者」が対応することの難しさを示した。これは「研究者」の当事者意識に注力した結果であるとも言える。一方で、他の生徒たちには、人体、経済、環境など想定される「不安」を幅広く想定し、網羅的に対応するべく準備する傾向が多く見られた。また、遺伝子組換え作物の作付けの利点についてあえて協調するといった意見も見られた。

次に、生産者チームの生徒 B の発表に向けた考えを以下に示す。

“生産代表者は、「反対している」というよりかは「懸念している」だけであるということを心に留めながら調査をした。絶対導入したくないわけではなく、議論の余地はあると思っているということをいかにどう伝えて、その導入を可能にするために私たちが求めていることというのをはっきり伝えられるようにするためにプレゼンの流れを作った。また、その際に、前提としてあった「少し関心をもっている」という設定を認識してもらうため、「ゴールデンライスの特徴や利点は理解しているし良いと思っている。 しかし...」というように、その特徴や利点における懸念点を中心に説明していった。研究者側が、発展途上国の人々の現状やゴールデンライスの安全性、機能性について説得していくのはわかっていたので、 実際はそれだけが私たちが懸念している問題ではないということを伝えるため、環境、安全、経済の三つの観点から懸念点を説明することにした。”

生徒 B もまた、自身の生産者としての意見を「反対ではなく懸念」と記述しつつ、作付けについて自分たちが何を求めているかを明らかにするために事前調査を行っていたようにも捉えられた。生産者側の難しさは、一般化された遺伝子組換え作物の問題点を個人の意識に戻す作業であるとも

言える。さらに、発表後のBの意見を示す。

“私は、生産代表者で特に環境の懸念点について説明した。ゴールデンライスの利点とされている「除草剤耐性」と「病害虫耐性」について、「それが本当に安全につながるのか？」という視点から懸念点を伝えた。その結果、研究者側の人たちは「そういう風な問題点も出てきてしまうんだ」と言っていたり、本当に「農村側」からの視点として説明されていてわかりやすかったなどがコメントシートに書かれてあった。研究者側からのコメントを見ていると、やはり人体への影響を主に考えていたことがわかり、環境面での問題点があまり調査されていなかったことがわかった。確かに人体へ被害がないことが消費者的観点から見たら重要かもしれないが、生産者側からみると自分の畑やその周りの環境が崩れていってしまうことが一番自分の収入などに影響が出て、日常生活に最も支障をきたしやすいのであるということを理解してほしいなと思った。”

このように、生産者や研究者の当事者意識に立とうとするほど、議論する点を焦点化しようとすることになることがわかる。今回は研究者側、生産者側の意見交換の初回ということもあり、どのような問題に焦点化すべきか戸惑う声もあった。こうした議論を複数回重ねていくことで、お互いの問題意識をより明確化し、「安全」と「安心」という抽象化した議論へと深めることができるのではないかと考えられる。一方で、抽象化した内容であればこそ、時間をかけることと他教科との連携が必要であると考えられる。

1－3　協議会より

協議会では、大きく、生物の実践に関する質疑や指摘、教科間連携に関する話題が上がった。

まず、生物の実践に関する質疑や指摘としては、「誰のための安心、安全かが曖昧。人によって立ち位置が違ったので、話し合いがかみ合っていなかった。ここを明確にするとよりよかったのでは。」という意見があった。この点については、生徒たち自身に考えてほしい点でもあるため、十分な議論や準備の時間が必要であった。また、課題提示の段階で示すことも必要であると考えられる。一方で、同じ「安全」と「安心」の関係性というテーマを化学基礎で実践していたことで、生徒たちの思考の下地ができていたことは本授業の実践の大きな支えとなっていたことも事実である。

また、「主観的にもとづくもの（安心）を理科から除いて考えていた。気づければよいと思う。」といった意見もあり、「安心」を理科で扱うことの難しさと意義について触れられた。

そして、生徒たちが振り返りの時間に活発な議論をしていた様子から、以下のような質問があった。「探究が指導要領でも重視されている。そこまでまだ取り組めていない。学習の進度を気にしてしまってグループワークなどの十分に時間をとれない状況。高校3年生のどの時期に終わっているのか。グループワークをどのぐらい取り入れているのか。」これについては、理科単独ではなく、外国語をはじめとした学校全体で対話や発表を行う授業が多いことにより、培われたスキルや文化によるところが大きい。

次に「教科横断を意識したいと思っている。意図的に導くにはどうしたらよいか。連携の仕方・手立てを知りたい。」といった質問が挙げられた。

これについて本校からは、本校の研究グループ制度、あるいは個人レベルでは年間のカリキュラムマップを用いて他教科の教員と相談するといった意見があった。

最後に、同席いただいた赤羽教授（東京学芸大学教職大学院）より、低次の概念とは、経験値の中

で理解するもの。高次の概念とは、関係性を自分なりにメタ認知することであり、1 年間の授業の中で完結するのではなく、もっと大きな時間軸でとらえ「概念獲得に向けて種をまいている、と捉えるとよい。」というアドバイスをいただいた。

概念という大きな対象を理解するためには、単一の教科におけるカリキュラムでは時間も内容も不十分であるからこそ、複数の教科と効果的に連携することが重要であることが改めてわかった。

参考文献

文部科学省（2018），高等学校学習指導要領（平成 30 年公示）

文部科学省（2004），安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会 安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会報告書，https://www.mext.go.jp/a_menu/kagaku/anzen/houkoku/04042302.htm，（参照日: 2023.8.30）

農研機構（2014），食のコミュニケーション円卓会議　みんなで考えよう―遺伝子組換え農作物・食品―，農業生物資源研究所

F. コルトハーヘン(2010) 編著，武田信子 監訳，今泉友里 鈴木悠太 山辺恵理子，教師教育学: 理論と実践をつなぐリアリスティック・アプローチ，学文社

Proposal for inter-Subject Collaboration Through the Concept of “Relationship”.

－Can “Safety” Create “Security” ?－

Abstract

The 5th Year Study Group will consist of teachers of science (physics, chemistry, biology, and geology) who teach 5th grade classes, as well as teachers of health and physical education and home economics. In science, there is much to learn about variables and the relationships among them. Therefore, at the beginning of the school year, we shared with the group how variables and their relationships are handled in each subject area. The goal was for students to be able to independently judge things in the context of complex relationships, to deepen their understanding of the concept of relationships, and to be able to perceive relationships beyond the framework of their subject areas. Through practice and consultation, the group reaffirmed the importance of effective collaboration with multiple subjects, as the curriculum in a single subject is insufficient in terms of time and content to understand the large subject of concepts.