

中学生の技術評価における意思決定の特徴に即して
技術ガバナンス力の育成を図る学習指導方法の検討

2019

兵庫教育大学大学院
連合学校教育研究科
教科教育実践学専攻
(兵庫教育大学)

世 良 啓 太

学 位 論 文 要 旨

氏 名 世良 啓太

題 目 中学生の技術評価における意思決定の特徴に即して技術ガバナンス力の育成
を図る学習指導方法の検討

本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術科)における中学生(以下、生徒)の技術ガバナンス力の育成に向けて、技術評価課題に対する意思決定の特徴を明らかにし、それに基づく授業モデルの提案を行うことである。

本論文は、緒論と結論を含め全 10 章で構成されている。第 1 章では、現代社会における技術の果たす役割と影響、技術ガバナンスの概念や背景に関する先行研究を整理し、技術教育における技術ガバナンス力育成に向けた研究課題を導出した。具体的には、(1)技術ガバナンスに対する生徒の意識と技術科の授業目標との関連を発達的な特徴から把握すること(以下、研究課題 1)、(2)生活や社会を支える技術に対する生徒の技術評価の実態を把握すること(以下、研究課題 2)、(3)技術評価を中心とした技術ガバナンス力育成に向けた授業モデルを構築すること(以下、研究課題 3)、の 3 点を研究課題として設定した。これらの研究課題に対し、本研究では、第 2 章から第 9 章において以下のように対応した。

まず、研究課題 1 に対しては第 2 章において、中学 1～3 年生(有効回答 1898 名)を対象とした質問紙調査を行い、技術ガバナンス意識の実態及びその形成要因を把握した。その結果、技術科の授業目標に対する習得感が技術ガバナンス意識の形成に広範な影響力を示すことが示された。特に、技術を「評価」、「選択・活用」する力の習得感は全ての学年において広範な影響力を示した。しかし、例えば 3 年生では「工夫・創造」の習得感の影響力が強くなるなど、学年間で習得感の及ぼす影響力に差異のあることが示唆された。このことから、技術ガバナンス意識の向上には、学年による形成要因の違いを考慮した題材設定を行う必要のあることが示唆された。

第 3 章では、研究課題 2 に対応するために、技術科 4 内容(A-D)に即した技術評価課題に対する生徒の反応を把握した。上野ら(2015)の先行研究を参考に、社会で賛否の分かれている技術をテーマとし、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」、「原子力発電の今後の在り方」、「SNS の今後の在り方」の 4 課題を設定した。中学 1 年生～3 年生(有効回答計 1730 名)を対象とした調査の結果、肯定的意思決定を下す生徒は「技術目的」や「技術の将来展望」などの技術評価観点に着目しやすく、否定的意思決定を下す生徒は「代替技術」、「資源・材料」、「環境問題との関わり」などの技術評価観点に着目しやすい傾向が示された。これに対して、意思決定時に葛藤した生徒は肯定・否定的意思決定を下す生徒に比べて技術

評価観点に対する着目度が低いことが把握された。このことから、技術評価で葛藤する生徒は、他者からの意見や情報などのバイアスを受けやすい傾向のあることが示唆された。しかし、評価対象技術間及び学年間において意思決定（肯定・否定・葛藤）の割合には差異が認められた。そこで第4章から第7章では、各課題に対する技術評価の反応をより詳細に分析することにした。

第4章では、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」課題に対する意思決定に影響する技術評価観点について判別分析を用いて検討した。その結果、肯定的意思決定に対しては「技術史的な背景や経過」などの歴史的・文化的な視点への着目が、否定的意思決定に対しては「環境問題との関わり」などの現実的課題憂慮の視点への着目がそれぞれ影響し、これらが意思決定時の判断軸となっていることが示唆された。同様に、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」課題では、「生産システムへの影響」などの生産・経済活動の視点及び「消費生活への影響」などの消費・社会的影響の視点(第5章)、「原子力発電の今後の在り方」課題では「技術の将来展望」などのリスク管理・技術発展の視点及び「事故の危険性と事例」などのリスク回避・現状維持の視点(第6章)、「SNSの今後の在り方」課題では、「人間による制御可能性」などの個人・ユーザの視点及び「流通システムへの影響」などの社会・ノンユーザの視点(第7章)がそれぞれ肯定、否定的意思決定に重要な役割を果たしていることが示唆された。

第8章では、研究課題3に対応するために、第2章から第7章で得られた知見を基にしてカリキュラムデザイン及び授業モデルの提案を行った。カリキュラムデザインでは、第3章から第8章の知見を2017年公示学習指導要領の枠組みに当てはめ、中学校3年間における4内容の配列案を提示した。授業モデルでは、第2章の知見に基づく「技術ガバナンス意識を高める段階」(フェーズ1)、第3章から第7章の知見に基づく「技術評価力を高める段階」(フェーズ2)の2段階構成を提案した。提案した授業モデルに基づき第9章では、中学3年生を対象に、内容「B.生物育成の技術」における「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた試行的実践を行った。具体的には、フェーズ1として工夫・創造の余地を取り入れた題材「比較栽培」、フェーズ2として生産・経済活動の視点及び消費・社会的影響の視点に着目させる「バイオテクノロジーに関する学習」を行った。実践の結果、生徒の技術ガバナンス意識において「技術の両面性認識」及び「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」に有意な向上が認められた。また、生産・経済活動の視点及び消費・社会的影響の視点として取り入れた「生産システムへの影響」、「世論」、「ニーズ」、「環境問題との関わり」をはじめ、広範な技術評価観点への着目度が高まった。このことから本実践には、生徒の技術ガバナンス意識の向上と技術評価力の形成に一定の効果のあることが示唆された。

以上の各章で得られた知見に基づき第10章では、教育実践への示唆として、①学年の違いによる技術ガバナンス意識の形成要因を踏まえたカリキュラムデザイン、②評価対象技術による技術評価観点の違いを踏まえた指導の力点、③技術の進展に応じた多様な技術評価課題の教材化の必要性について考察し、今後の技術ガバナンス力育成に向けた学習指導方法の在り方を展望した。

目次

第1章 緒論	1
1. 研究の目的	1
2. 研究の背景	1
2.1 技術革新に伴う科学技術の光と影の多様化	1
2.2 技術革新における市民参画の必要性	2
2.3 科学技術に関わるガバナンスの概念と必要性	4
3. 普通教育における技術ガバナンスの位置づけ	7
3.1 海外の動向	7
3.2 技術教育における技術ガバナンスの位置づけ	7
3.3 我が国の普通教育における技術ガバナンスの位置づけ	9
3.4 我が国の普通教育としての技術教育における科学技術ガバナンス の位置づけ	9
4. 生徒の技術ガバナンス力に関する実態調査	12
5. 技術教育における技術ガバナンス力育成に向けた実践研究	15
5.1 内容「A.材料と加工の技術」	15
5.2 内容「B.生物育成の技術」	16
5.3 内容「C.エネルギー変換の技術」	16
5.4 内容「D.情報の技術」	16
5.5 4内容(A-D)における試行的な実践の総括	17
6. 研究のアプローチと論文の構成	18
第2章 生徒の技術ガバナンスに対する意識の実態とその形成要因に 関する探索的検討	20
1. 目的	20
2. 研究の方法	20

2.1	調査対象.....	20
2.2	調査内容.....	20
2.2.1	調査対象者の状況を把握する項目.....	20
2.2.2	授業習得感を把握する項目.....	21
2.2.3	技術ガバナンス意識を把握する項目.....	22
2.3	調査及び分析の手続き.....	22
3.	結果と考察.....	23
3.1	調査対象者の状況.....	23
3.2	技術ガバナンス意識の実態.....	25
3.3	技術ガバナンス意識の形成要因.....	26
3.4	考察.....	28
4.	まとめ.....	30
第3章	技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴.....	31
1.	目的.....	31
2.	研究の方法.....	31
2.1	調査対象.....	31
2.2	調査内容.....	32
2.2.1	評価対象となる技術に関する概要及び世論の意見を設定した 技術評価課題.....	32
	(1) 内容「A.材料と加工の技術」に関する技術評価課題.....	32
	(2) 内容「B.生物育成の技術」に関する技術評価課題.....	32
	(3) 内容「C.エネルギー変換の技術」に関する技術評価課題.....	33
	(4) 内容「D.情報の技術」に関する技術評価課題.....	33
2.2.2	技術評価課題に対する意思決定を把握する項目.....	33
2.2.3	技術評価観点を把握する項目.....	33
2.3	分析の手続き.....	34

3.	結果と考察.....	34
3.1	意思決定の状況.....	34
3.2	技術評価観点の状況.....	42
3.3	考察.....	44
4.	まとめ.....	46
第4章	「A. 材料と加工の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応.....	47
1.	目的.....	47
2.	研究の方法.....	47
2.1	分析対象.....	47
2.2	分析の手続き.....	47
3.	結果と考察.....	48
3.1	意思決定の状況.....	48
3.2	技術評価観点の単純集計及び学年間の比較.....	48
3.3	「肯定」及び「否定」の意思決定に影響を与える技術評価観点の把握....	50
3.4	意思決定に影響を及ぼす技術評価観点に関する自由記述.....	52
3.5	考察.....	53
4.	まとめ.....	53
第5章	「B. 生物育成の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応.....	55
1.	目的.....	55
2.	研究の方法.....	55
2.1	分析対象.....	55
2.2	分析の手続き.....	55
3.	結果と考察.....	56
3.1	意思決定の状況.....	56
3.2	技術評価観点の単純集計及び学年間の比較.....	56

3.3	「肯定」及び「否定」の意思決定に影響を与える技術評価観点の把握...	57
3.4	意思決定に影響を及ぼす技術評価観点に関する自由記述.....	60
3.5	考察	61
4.	まとめ.....	62
第6章	「C. エネルギー変換の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応 ..	63
1.	目的	63
2.	研究の方法.....	63
2.1	分析対象.....	63
2.2	分析の手続き	63
3.	結果と考察.....	64
3.1	意思決定の状況	64
3.2	技術評価観点の単純集計及び学年間の比較.....	64
3.3	「肯定」及び「否定」の意思決定に影響を与える技術評価観点の把握...	65
3.4	意思決定に影響を及ぼす技術評価観点に関する自由記述.....	68
3.5	考察	68
4.	まとめ.....	69
第7章	「D. 情報の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応	71
1.	目的	71
2.	研究の方法.....	71
2.1	分析対象.....	71
2.2	分析の手続き	71
3.	結果と考察.....	72
3.1	意思決定の状況	72
3.2	技術評価観点の単純集計及び学年間の比較.....	72
3.3	「肯定」及び「否定」の意思決定に影響を与える技術評価観点の把握...	73

3.4	意思決定に影響を及ぼす技術評価観点に関する自由記述.....	76
3.5	考察	77
4.	まとめ.....	78
第8章	技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインと授業モデルの構築	80
1.	目的	80
2.	各章で得られた知見の整理と実践の指針.....	80
2.1	題材設定及び授業展開の指針	80
2.2	技術評価力育成に向けた指導の力点.....	81
2.2.1	「A.材料と加工の技術」における技術評価力育成に向けた 指導の力点.....	81
2.2.2	「B.生物育成の技術」における技術評価力育成に向けた 指導の力点.....	81
2.2.3	「C.エネルギー変換の技術」における技術評価力育成に向けた 指導の力点.....	82
2.2.4	「D.情報の技術」における技術評価力育成に向けた指導の力点.....	83
3.	技術評価力育成に向けた授業モデルの構築	83
3.1	カリキュラムデザイン.....	83
3.1.1	1年時	83
3.1.2	2年時	84
3.1.3	3年時	85
3.2	授業モデルの提案.....	86
4.	まとめ.....	90
第9章	技術評価力育成に向けた授業モデルの試行的実践.....	91
1.	目的	91

2. 研究の方法.....	91
2.1 実践対象.....	91
2.2 実践の概要.....	92
2.2.1 題材の構成.....	92
2.2.2 フェーズ1：工夫・創造を促す題材「トマトの比較栽培」.....	93
2.2.3 フェーズ2：バイオテクノロジーに関する学習.....	94
2.3 実践評価の手続き.....	96
2.3.1 比較栽培の学習に対する反応を把握する質問項目.....	97
2.3.2 バイオテクノロジーに関する学習に対する反応を把握する 質問項目.....	97
2.3.3 技術ガバナンス意識を把握する質問項目.....	97
2.4 分析の手続き.....	98
3. 実践の結果と考察.....	98
3.1 フェーズ1：比較栽培における生徒の学習状況.....	98
3.1.1 第1次.....	98
3.1.2 第2次.....	99
3.1.3 第3次.....	99
3.1.4 第4次.....	99
3.1.5 第5次.....	100
3.1.6 第6次.....	100
3.2 フェーズ2：バイオテクノロジーに関する学習に対する 生徒の学習状況.....	101
3.2.1 第1次.....	101
3.2.2 第2次.....	101
3.2.3 第3次.....	102
3.2.4 第4次.....	102

3.3	実践の評価	103
3.3.1	「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する技術評価の反応	104
3.3.2	比較栽培に対する生徒の反応	105
3.3.3	バイオテクノロジーに関する学習に対する生徒の反応	105
3.4	実践後の技術ガバナンス意識	106
3.5	実前事後間における生徒の反応の比較	106
3.5.1	技術ガバナンス意識の事前事後の比較	107
3.5.2	遺伝子組み換え技術の今後の在り方に対する技術評価観点の 事前事後の比較	107
3.6	考察	108
4.	まとめ	109
第10章	結論及び今後の課題	110
1.	本研究で得られた知見の整理	110
1.1	生徒の技術ガバナンスに対する意識の実態とその形成要因に関する探索的検討	110
1.2	技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴	111
1.3	「A.材料と加工の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応	111
1.4	「B.生物育成の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応	112
1.5	「C.エネルギー変換の技術」における技術評価課題に対する 生徒の反応	112
1.6	「D.情報の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応	113
1.7	技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインと授業モデルの構築	114
1.8	技術評価力育成に向けた授業モデルの試行的実践	115
2.	結論	115
3.	教育実践への示唆	116

4. 今後の課題.....	119
文献.....	121
謝辞.....	128
本研究に関する論文等.....	130

第1章 緒論

1. 研究の目的

本研究の目的は、中学校技術・家庭科技術分野(以下、技術科)における中学生(以下、生徒)の技術ガバナンス力の育成に向けて、技術評価課題に対する意思決定の特徴(何に注目してどのような判断を下すか)を明らかにし、それに基づく授業モデルの提案を行うことである。

2. 研究の背景

2.1 技術革新に伴う科学技術の光と影の多様化

科学技術の著しい進歩が我々の生活に恩恵を施している一方で、近年では、科学技術に関する諸問題がクローズアップされている。原子力発電がこれまで電力需要を大幅に支えた一方で、福島第一原子力発電所事故によって多大な被害をもたらしたことはその顕著な例である。また、無人航空機(ドローン)はその機能性から消防・防災分野での需要の増大が見込まれている一方で、落下事件がメディアで多く報道されており、価格低下や品質向上による急激な普及に対して法的規制が追いついていないことが指摘されている¹⁾。上記以外にもエネルギー問題、環境破壊問題、情報モラル問題のように、現代の社会には容易には解決できない様々な問題が生じており^{2) 3)}、科学技術の進歩によって、技術のメリット(光の面)が広まる一方で、デメリット(影の面)の多様化が進んでいる。言うまでもなく、科学技術は日進月歩で発展しており、持続可能な社会を構築するための重要な役割を果たすものである。同時に、科学技術の社会や人々に対する影響も多様化している中で、研究開発の早い段階から科学技術の影の面について議論するようなアップストリーム・エンゲージメント⁴⁾等が提案されているものの、科学技術に起因する諸問題は起こり続けている。

Weinberg は、科学や技術と社会の相互作用の過程で発生する有害な副作用や社会問題について、科学的に考えることは可能だが科学のみでは答えを出すことができない領域としてトランス・サイエンス(Trance・science)の考え方を提起し、一専門家だけでは多様化する科学技術の問題の対処が困難であることを示している⁵⁾。また、トランス・サイエンスの領域に関わる問題について小林は、問題の解決には各種の専門家だけではなく、多様な市民に発言資格を求めることの重要性を指摘している⁶⁾。このように、科学技術の光と影が多様化する中で、科学者や技術開発者といった個々の専門家だけでは、科学技術が社会に対してどのような光と影をもたらすのかを網羅的に予測したり、全貌を把握して解決したりすることが困難な状況にある。

そのような中、市民が身の回りの科学技術に対して十分な理解をした上で、技術革新に主体的に参画することの重要性が高まっている。

2.2 技術革新における市民参画の必要性

技術革新に伴う科学技術の光と影の多様化に対して、専門家と市民の双方が科学技術の在り方や光と影を適切に見極めるために、テクノロジーアセスメント(以下、TA)が重要視されている。TA という用語は、1966年に米国議会、下院科学宇宙委員会の科学研究開発小委員会の報告書において初めて公式に使われたとされている⁷⁾。我が国においても1970年代より導入が試みられ、科学技術白書(1974)においてTAは「技術の持っている直接効果のみならず、副次的な影響や潜在的な可能性までも含めて技術を総合的に点検、評価し、技術を社会全体にとって望ましい方向に制御しようとするもの」⁸⁾と定義されている。TAの手法やプロセスについては様々なものが提案されているが、TA推進の初期に示された①事実認識、②評価、③コントロールの3つのステップによるプロセスは多くの同意を得ておりTAの基本プロセスとされている⁹⁾。このプロセスを援用して森谷は、技術の未来予測のアセスメントを「技術進展のアセスメント」と呼び、そのプロセスを表I-1のように提唱している。各ステップはTAの基本プロセスと同様であるが、TAを技術に関わる負の影響を中心としたアセスメントではなく、個々の技術を包含した技術進展の全体としてのアセスメントとして捉えている点に特徴がある。

前述した技術の光と影の多様性を背景に、森谷の示す「技術進展のアセスメント」の他にもTAのプロセスについては様々な検討が行われているが、日本では広く定着することがなかった。これに関して吉澤は、我が国におけるTAを隣接的概念及び方法論や政治的背景と絡めてその歴史を整理している¹⁰⁾。その結果、1970年代よりTAは散発的に試みられているものの、TAの概念が産業界・科学技術庁・通商産業省・国会議員などのアクターによって多様な文脈で利用され、政策決定者のニーズや社会からの信頼に十分に応えられていなかったことを指摘している。

表 I-1 「技術進展のアセスメント」

各ステップ	内容
①事実認識(Perception)	過去の技術予測の結果に基づいて、技術の予想された可能性と、生じた現実とのくい違いについて詳細に把握し、なぜ、どのようにくい違いが生じたかを深く広く認識する
②評価(Evaluation)	‘事実確認’の結果に基づいて、可能性あるいは期待と現実とのくい違いが、その時点での社会および人間に対してどのように良いことであったか、悪かったのかを基準に、‘評価’を行う
③コントロール(Control)	‘評価’の結果に基づいて、技術進展のなかで好ましくなかった部分を、将来はよい方向にむけるべく、‘コントロール’する方策を考える

出典：文献9)の「技術進展のアセスメント」に関する記載に基づき筆者が作成

第1章 緒論

一方で、1990年代後半以降から、個々の専門家だけではなく市民を交えた参加型TAの場が多く催されている。具体的には、原子力発電や遺伝子組み換え技術といった世論において賛否の分かれている技術をテーマとして、コンセンサス会議やサイエンスカフェが開催されている^{11) 12)}。このような参加型TAは専門家と市民が交流を深め、市民の科学技術に対する理解を図るだけでなく、時に市民側からの提言によって専門家が意識していなかった視点に気付くことができる機会になったことが報告されている¹³⁾。

上記の活動のように、科学技術の進展について専門家と市民が協働する関係性は1996年のイギリスにおけるBSE危機から急速に注目がされている。BSE危機とは1980年代にBSEが発見された後にイギリス政府が人間に感染する可能性を極めて小さいとしていたが、1996年に発言を撤回したことで、政府や科学に対する市民の不信感が高まった出来事である。BSE危機による市民の不信感の対象は政府や科学的知見であり科学技術そのものではないが、同年代に供給が開始された遺伝子組み換え作物に対する不信感にもその影響が派生したとされている¹⁴⁾。このような時代背景によって政府や科学的知見、科学技術をトップダウンで受け入れることに対する市民の危機感が上記のTAにおける関係性を促進したと考えられる。ただし、参加型TAのような協働的な関係というよりは、むしろ市民側から監視する意味合いが強かったことが推察される。我が国においてもBSE危機と同様のケースが福島第一原子力発電所事故の前後で起きている。具体的には、東日本大震災の翌年に刊行された科学技術白書(2012)において、福島第一原子力発電所事故後、科学者や技術者に対する市民の信頼感が前年度比較で約半数に低下したことが「科学技術と社会に関する世論調査」の結果を基に報告されている¹⁵⁾。このような科学技術に関する大々的な問題が世論で取り沙汰される中で人文・社会系の学問から、理学・工学・医学などの自然系の諸科学にまたがる幅広い専門領域を含むSTS(Science Technology Society:科学技術社会論)の研究領域において科学技術の在り方に対する様々なアプローチが活発的に検討された。その動向は世界各国に影響を与え、我が国においては2001年に科学技術社会論学会が設立されている。なお、その趣意書には、「21世紀を迎え、自然環境に拮抗する人工物環境の拡大によって深刻化する地球環境問題、情報技術や生命技術の発展に伴う伝統的生活スタイルや価値観との相克など、社会的存在としての科学技術によって生じているさまざまな問題が、社会システムや思想上の課題として顕在化してきている。今や、われわれは、過去の経験に学びつつ、科学技術と人間・社会の間に新たな関係を構築することが求められている」¹⁶⁾と示されており、科学技術の進展に対してどのように社会が対応していくべきか警鐘を鳴らしている。また、内閣府より策定された第2期科学技術基本計画では、「人

文・社会科学の専門家は、科学技術に関心をもち、科学技術と社会の関係について研究を行い発言するとともに、社会の側にある意見や要望を科学技術の側に的確に伝えるという双方向のコミュニケーションにおいて重要な役割を担わねばならない。我が国の人文・社会科学は、これまで科学技術と社会の関係の課題に取り組む点で十分とはいえなかった。今後は、「社会のための科学技術，社会の中の科学技術」という観点に立った人文・社会科学的な研究を推進し、その成果を踏まえた媒介的活動が活発に行われるべきである。」¹⁷⁾と示されており、人文・社会科学の専門家の役割についても言及している。

2.3 科学技術に関わるガバナンスの概念と必要性

前節で述べたように、科学技術の進歩による光と影の多様化が進む中で、市民が主体的に技術革新の舵取りに参画することの重要性が高まっており、様々な研究者が今後の科学技術の在り方に対して問題提起や研究推進を行っている。我が国の動向としては、科学技術白書(2004)において「これからの科学技術と社会」というテーマが取り上げられ、科学技術と社会の最適な関係は、政府だけではなく、科学者コミュニティ、産業界、国民が積極的な協力を行うことで実現できるということが示された上で、“科学技術ガバナンス”を確立することの重要性が掲げられた¹⁸⁾。同書では科学技術ガバナンスについて明確な定義付けはされていないが、科学技術と社会との調和に向けて、政府、科学者コミュニティ、企業、地域社会、国民等のそれぞれの主体間の対話と意思疎通を前提に、各主体から能動的に発せられる意思が政策形成等の議論の中に受け入れられることを示している。

そもそも“ガバナンス”という語句は、コーポレートガバナンスやITガバナンス、グローバルガバナンスのように多くの分野で多様な解釈、定義のもと使用されているが、広辞苑には「統治・統制すること。また、その能力。」と示されており¹⁹⁾、英語語源辞典には「govern」の派生語とされている²⁰⁾。なお、「govern」について、英語語義イメージ辞典では原義及びイメージを“舵を取る”とされている²¹⁾。似たニュアンスとして広く知られているのが、同じく「govern」の派生語である“ガバメント”である²¹⁾。基本的に“ガバナンス”と“ガバメント”は双方ともに統治に関わる意味を持つが、その組織形態に違いがあるとされている。城山は“ガバメント”が政府内の上下間のヒエラルキーを基礎とする組織形態であるのに対して“ガバナンス”は専門家や市民による様々な社会の団体・企業等との水平的関係、政府相互間の水平的関係を含む組織形態を指すことを示している²²⁾。また、平川はあえて「統治」ではなく「ガバナンス」という言葉が使い分けされていることについて、「統治」と「ガバナンス」の違いを分けてい

第1章 緒論

るポイントを誰が舵を取るのかとしており、「統治」の舵取りの主体が政府であり、「ガバナンス」は水平的,分散的,協働的な舵取りの仕方を表し,舵取りの主体として,民間企業やNPO,ボランティア個人があると示している²³⁾。

このことを踏まえると,上述したコーポレートガバナンスは「企業等の公正かつ効率的な運営のために法律制度や社会慣習などに基づき,企業等の経営に規律づけを与える仕組みの総称」²⁴⁾とされているが,その様相は企業の在り方を会社役員だけで決定するのではなく,株主や従業員,顧客,地域社会等が共に舵取りをすることがイメージされる。

社会における科学技術の観点からガバナンスを捉えた際,城山は「社会と科学技術との境界に様々な問題や考慮事項が存在する中で,様々な分野の専門家や政府,団体や市民といったアクターが連携・分担,時に対立しつつ,科学技術と社会の境界に存在する諸問題をマネジメント,社会的判断をするための仕組みや具体的制度設計」であることを示している²⁵⁾。また,平川は前述したようにガバナンスにおける舵取りの主体として,民間企業や個人を挙げた上で「科学技術のガバナンス」について「研究や開発の目的を達成し,その成果を社会に普及させるために,さまざまな障害を克服し,科学技術の発展を導くこと」としている²⁶⁾。他にも,立川らはナノテクノロジーを応用した食品関連製品を具体例に,ガバナンスを「研究開発およびその商品化,発売における審査・格付け・表示など,研究開発から製品の製造・流通発売・消費に至る全過程に対して,どのような情報提供,品質・安全管理,統制等を行うかに関するメカニズム」としている²⁷⁾。以上に示すように科学技術ガバナンスの概念については,様々な定義が挙げられているが,いずれからも科学者,技術者,企業,政府等といった技術を提供する側と私たち市民といった技術を提供される側が水平的な関係を持ち科学技術の行く末を協働して舵取りする様相が共通してイメージされる。なお,熊野は国家レベルのガバナンスの中に科学技術ガバナンスは内含され,ガバナンスという言葉を「統治」や「共治」,「協治」等の日本語でまとめることは困難であると述べており,より熟成した民主国家を目指すという観点において,国家を構成している一人一人の国民が主体的に国づくりに参画できる状況を生み出すためのシステムを考える方向に重きが置かれることを指摘している²⁸⁾。

上記のように科学技術ガバナンスの確立を目指し,市民参画の重要性が高まっている中で,前述した STS の研究分野を中心に多くの研究者が科学技術と社会への影響を真摯に捉えた多様なアプローチを試みている。例えば,科学技術に対する不安が市民の専門的知識の欠如によって生じることを前提に,一方向的に市民に知識を伝達し欠如を埋める「欠如(啓蒙)モデル」については,現代では多くの研究者がその脱却を指摘している²⁹⁾。藤垣は専門家が予測のつかない

第1章 緒論

い問題を公共的に解決しなければならない場合には、科学的合理性ではなく社会的合理性を公共の合意として構築することを指摘し、公共空間の重要性を述べている³⁰⁾。そのような具体として、専門家や市民など多くの観点で成り立つ公共空間として前述したコンセンサス会議やサイエンスカフェが活発的に催されている。このように市民が科学技術に関わることのできる方法が先導的に試みられているが、その進捗は必ずしも芳しくない。2017年の内閣府による「科学技術と社会に関する世論調査」では科学技術政策の検討に一般の国民の関わりが必要であると回答した割合が前調査(2010年)に比べて増加傾向であったことが報告されている³¹⁾。また、科学技術に関する関心についてはほぼ変わらず統計的有意性は認められていないことや、科学者や技術者の話に対する関心が下がっていることが報告されており、自ら科学技術について積極的に知ろうとする意識より、科学技術からの恩恵に関する意識が高いことが示唆されている³²⁾。さらに、科学技術・学術政策研究所の早川は国民の科学技術に対する関心と科学技術に関する意識との関連について調査を行っており、①科学技術に対する関心が低い層は、科学技術の持つリスクや不確実性に否定的である、②科学技術に対する関心が低い層は、科学技術への参画意識が低い、③科学技術に対する関心が低い層は、様々な課題の達成に向けた科学技術への期待が低い、④科学技術に対する関心が高い層と比べ低い層は、新聞や本を読まない、⑤小・中学生の頃の理科に関連する経験は、将来の科学技術に対する関心の程度に影響を及ぼすことを報告している³³⁾。

このように、科学技術に対する国民の意識を探索的に把握している研究によると、科学技術に対する国民の意識は決して十分なものではなく、科学技術ガバナンスに参画するための市民としての資質・能力において課題があることが分かる。

以上のことから、社会における科学技術の在り方については世界規模で議論が重ねられ、科学技術ガバナンスの確立が指摘されており、広く市民が科学技術ガバナンスに対して意識を向けて、その必要性や重要性を理解する必要がある。そして、市民が科学技術に対して正しい理解をした上で、主体的に技術革新に参画するためにも、「読み書きそろばん」と表されるリテラシーとして科学技術ガバナンス関わる資質・能力を持つ必要性が高まるが、一方でその資質・能力は十分ではなく、課題がみられる。そのような中、STSのような広いテーマの諸側面を組織的に教授することとして、STS教育の重要性が問われる等³⁴⁾、普通教育における科学技術ガバナンスの取り扱いが見直されてきた。次章では、普通教育における科学技術ガバナンスの位置づけについて、主として技術教育の視点から海外及び日本の事例を参考に先行研究を整理する。

3. 普通教育における技術ガバナンスの位置づけ

3.1 海外の動向

管見の限り、海外では普通教育において科学技術ガバナンスに直訳される術語は取り扱われていなかったが、米国の科学教育改革の内容に科学技術ガバナンスの概念が包含されていることが報告されている。米国のSTEM(Science, Technology, Engineering and Mathematics)教育について現地調査や文献調査を行っている熊野によると、1996年に科学教育のスタンダードとしてNational Research Council(全米研究評議会)より刊行されたNational Science Education Standard(以下、NSES)において、「科学と技術」、「個人的・社会的観点から見た科学」、「科学の歴史と本質」の内容が科学技術ガバナンスに関連していることを指摘している³⁵⁾。また、NSESを受けた全米科学教師連合学会(NSTA)と科学技術論や科学技術社会論といった他領域の専門家によって議論が繰り返され、「科学の本質」に関する声明文や「社会や個人的イシューズという文脈で科学技術を教えることに関するNSTAの声明文」の発表を通して、科学技術ガバナンスのための科学教育のあるべき授業の観点がより明確化されたことを指摘している。具体的には、2013年に刊行されたNGSS(Next Generation Science Standards)の学習内容(中等レベル)において「技術」や「工学」に関する内容が従来に比べ明確に組み込まれことを指摘している。言うまでもなく「技術」や「工学」は技術教育に深く関連する領域である。科学教育中心の内容に技術教育に関する領域が明確に位置づけられたことは大変意義深い。そこで、次節では、技術教育における科学技術ガバナンスの位置づけを本節と同様に米国における技術教育のスタンダードと合わせて整理する。

3.2 技術教育における技術ガバナンスの位置づけ

科学技術ガバナンスに関する学習内容として技術教育では、社会や生活を支えている科学技術に関する仕組みや背景などが広く取り扱われている。そのため科学技術に対する生徒の意識に着目した研究が行われている。代表的な例としては1985年からRaaijmakersとDe Vriesによって遂行された国際的な研究プロジェクトであるPATT(Pupils Attitude Towards Technology)が挙げられる³⁶⁾。RaaijmakersとDe Vriesは10-18歳の生徒の技術に対する態度を測るためのアンケート調査を開発した。開発には生徒の科学技術に対する意識をインタビューや公開アンケートによって収集しながら78項目の予備調査を作成し、オランダ、オーストラリア、ベルギー、カナダ、ハンガリー、ケニア、ナイジェリア、ポーランド、スウェーデン、英国、米国(ジョージア州)等の多くの国々でその妥当性を図っており多くの研究者や調査対象者を巻き込む大々的な

ものであった。科学技術に対する生徒の意識は国によって様々な結果が報告されているが、生徒の意識を技術科のカリキュラムに活かしていくことや PATT を継続して取り組む必要性が説かれている。その後も、Hong Kong Pupils' Attitudes Toward Technology: The Impact of Design and Technology Programs と題して Ken Volk らが香港における生徒の科学技術に対する意識を調査・報告する等 PATT に関連する研究は継続して行われている³⁷⁾。近年では、PATT に関連する情報交換の場が技術教育における世界最大規模の学術組織である ITEEA (International Technology and Engineering Educators Association)の国際会議と併せて催されている³⁸⁾。

このように技術教育では、生徒の科学技術に対する意識に着目した研究が進められながら、科学技術と生徒の意識をどのように関連付けて技術教育で取り扱うべきか模索されていた。そして、現在の技術教育では科学技術ガバナンスに関連する内容がより強固に位置づけられている。この底流には2000年以降の技術教育の世界的な潮流である技術リテラシー(Technological Literacy)の考え方がある。技術リテラシーとは「社会を支える技術を理解し、活用し、管理・運用する能力」と定義されており、1994年に技術教育スタンダードの開発を目的として設立された TfAAP(Technology for All Americans)において全てのアメリカ国民が持つべき素養として掲げられた³⁹⁾。その後、ITEEAの前身である ITEA(International Technology Education Association)が2000年に刊行した Standards for Technological Literacy(以下、STL)において民主主義国家を支える市民が必要なリテラシーとして技術リテラシーを定め、その充実を技術教育の目標として掲げている^{40)・41)}。STLには技術内容スタンダードとして「技術の本質」, 「技術と社会」, 「デザイン(設計)」, 「技術社会で必要な力」, 「デザインされた世界」の計5つの主なカテゴリが挙げられているが、各カテゴリの中で示されている内容に科学技術ガバナンスの考え方が随所に確認できる。具体的には、「技術と社会」において、技術の利用が社会と環境に与える影響について取り上げることや、「技術社会で必要な力」では、製品やシステムを評価することについて取り上げることが示されている^{40)・41)}。STLの刊行後、科学技術ガバナンスに関する研究や実践報告が多数行われており、例えば Council on Technology Teacher Education の刊行する年報では2001年のテーマが「Appropriate Technology for Sustainable Living」(50th Yearbook)、2004年のテーマが「Ethics for Citizenship in a Technological World」(53rd Yearbook)とされている^{42)・43)}。また掲載記事についても、「Future Directions for Appropriate Technology in the Technology Education Curriculum」⁴⁴⁾や「Ethics and the Assessment of Technological Impacts on Society」⁴⁵⁾といった題目からも分

かるように未来に向けた適切な技術の方向性、技術的影響の評価といった科学技術ガバナンスに関連する内容を中心に取り上げられている。

科学技術ガバナンスの概念を含む技術リテラシーの考え方は世界各国の技術教育に影響を与えている。我が国の技術教育も例外ではなく技術リテラシーの影響を受け、科学技術ガバナンスの考え方が学習内容に盛り込まれるようになっている。

3.3 我が国の普通教育における技術ガバナンスの位置づけ

我が国の普通教育に科学技術ガバナンスの考え方の重要性を指摘したきっかけとして科学技術の智プロジェクトが挙げられる。このプロジェクトは、「持続可能な民主的社会」を構築するために万人が共有してほしい科学技術の智(以下、科学技術リテラシー)を検討し数理科学、生命科学、物質科学、情報学、宇宙・地球・環境科学、人間科学・社会科学、技術の7つの専門領域を入口として成文化することを目的に遂行された。その結果 2008 年に総合報告書が刊行されている。報告書の中では、科学技術ガバナンスという術語は扱われていないものの、科学技術リテラシーを広く国民が持つことで、エネルギー問題等の地球規模で直面する緊急の問題に応用することが有効である⁴⁶⁾ことが示されており、科学技術ガバナンスに関わる内容も含まれていることが推察できる。そして、科学技術の智プロジェクトの報告後、科学技術ガバナンスに関する試行的な実践が様々な校種や教科で行われている。特に前述した7つの専門領域に関わる技術や社会、理科といった教科において実践研究が行われている。例えば、遺伝子組換え食品に関する意思決定と合意形成を取り入れた中学校理科教材の開発や⁴⁷⁾、小学校の社会科では、トランス・サイエンス的な問題を取り上げ、防災単元を取り扱った実践が報告されている⁴⁸⁾。さらに、前述した熊野は STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育の観点から科学技術ガバナンスの形成に向けた基礎的研究を行っており、一教科に留まらない教科横断的な内容を含む研究を行っている²⁸⁾。このように我が国においては、科学技術リテラシー育成の観点から科学技術ガバナンスに関わる実践研究が、様々な校種や教科で行われていたことが分かる。一方で、教科内容の範疇を超えていることや、指導できる教員の不足等の問題が指摘されており⁴⁹⁾、各教科で科学技術ガバナンスを取り扱うことが根付いたとは言い難い。

3.4 我が国の普通教育としての技術教育における科学技術ガバナンスの位置づけ

ITEA が技術リテラシーの充実を掲げた後に、我が国では、日本工学アカデミーの刊行した

第1章 緒論

「技術リテラシーと市民教育—学校では技術について何が教えられるべきか—」や日本産業技術教育学会の刊行した「21世紀の技術教育(改訂)」に技術リテラシーの必要性が述べられている。2005年に刊行された「技術リテラシーと市民教育—学校では技術について何が教えられるべきか—」では、当時の日本の教育課程にSTLの内容がほとんど含まれていないことを危惧している。その上で、主権者たる国民が正しく科学を認識し、技術を正当に評価することなくして高度技術社会において健全な民主主義国家の発展を図ることが困難であることを指摘している。そして、STLと日本の技術教育の課程を比較検討し、我が国の初等・中等教育において、総合的な学習の時間を上手く使うことや教材・題材の開発の必要性といった改善案を提案している。また、今後の展望としてより詳細なアプローチの検討について技術教育を専門としている教育関係者や学会が適任であることを示唆している⁵⁰⁾。「21世紀の技術教育(改訂)」では、技術リテラシーを技術的素養と表現し、技術教育固有の対象と内容構成(内容知)として、社会安全性と技術ガバナンスを技術科各4内容(A-D)共通して取り扱うことを示した(表I-2)⁵¹⁾。なお、同学会が2013年に刊行した「新たな価値と未来を創造する技術教育の理解と推進リーフレット」ではガバナンスを「立場の違いや利害関係を有する人たちがお互いに協働し、問題解決のための討議に主体的に参画し、意思決定に関与するシステム」と用語解説しており⁵²⁾、前述した城山や平川らによるガバナンスの概念と大部分が一致している。また、同リーフレットでは、技術リテラシーの醸成からガバナンスへ派生するように矢印が示された図が用いられており、技術教育において、技術リテラシーの育成を通して将来直面する技術的課題を、望ましさや他への影響を比較・判断し、最適に解決する能力を高め、技術を民主的に管理する力の基

表 I-2 技術教育固有の対象と内容構成(内容知)

対象	内容構成		
材料と加工技術	材料の種類・用途, 加工の方法と手段, 設計・製図, 機能と構造, 生産技術と環境保全	発明・知的財産とイノベーション	社会安全と技術ガバナンス
エネルギー変換技術	変換方法, 変換効率, 変換機器, 伝達機構, 利用方法, エネルギー変換技術と環境保全		
情報・システム・制御技術	計測・制御, ハードウェア, ソフトウェア, 情報通信ネットワーク, マルチメディア, 技術的・社会的・環境的意義, 情報倫理		
生物育成技術	栽培・飼育, バイオテクノロジー, 生命倫理, 生物育成技術と環境保全		

出典：日本産業技術教育学会：21世紀の技術教育(改訂)(2012)⁵¹⁾

第1章 緒論

礎を培うことが示されている。上記のように技術科においては、前述してきた科学技術ガバナンスではなく技術ガバナンスという語句を明確に打ち出していることに特徴が見られる。技術ガバナンスについて、森山らは前述した日本産業技術教育学会のガバナンスの定義を踏まえ、「立場の違いや利害関係を有する人たちがお互いに協働し、技術(テクノロジー)に関わる問題解決のための討議に主体的に参画し、意思決定に関与するシステム」と定義している⁵³⁾。管見する限り科学技術ガバナンスではなく技術ガバナンスをあえて使用することについての知見は見当たらなかったが、技術教育においては科学の応用に基づく技術のみならず、匠の技や時には問題解決におけるプロセスを技術と指す場合もあり、より広い範疇で技術という言葉を抑える必要があるために技術ガバナンスと表現しているのではないかと考えられる。そのため本稿では技術ガバナンスの定義を森山らの定義に倣うこととし、その上で、技術科における科学技術ガバナンスの概念は技術ガバナンスと表現され、その概念に包含されていることと解釈することとした。

ITEA によって技術教育で技術リテラシーの充実をすることの重要性が掲げられた後に、初めての告示となった 2008 年告示の学習指導要領(以下、現行学習指導要領)では技術科の目標は「ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換、生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し活用する能力と態度を育てる」⁵⁴⁾とされ、「技術を適切に評価し活用する能力と態度」という文言が新たに示された。この現行学習指導要領には技術ガバナンスという直接的な術語は使用されていないものの、森山らは、技術分野の内容構成及び学習活動の特徴から学習指導要領の定める教育課程が「21 世紀の技術教育」の影響を強く受けていること、「技術を適切に評価し活用する能力と態度」との文言に明らかに技術ガバナンスに関わる資質・能力の概念が含まれていることを指摘している⁵⁵⁾。また、この改訂の背景には、平成 18 年に改正された教育基本法の第 2 条第 3 項に新たに示された「主体的に社会の形成に参画し、その発展に寄与する態度を養う」という視点から、技術分野としてはごくむべき「国家・社会の形成者として必要な資質」についての検討が行われている。具体的には、専門部会等(中央審議会 2005-2007)で、「生活者としての技術を教えることはあっても、科学技術のガバナンスを教えることはなされていないなど、主権者としての国民を育てるという観点の教育がなされていない」といった批判や、「科学が発達し様々な技術が活用される社会において、科学技術と社会とのかかわりについて、安全、リスク等の問題も含めて理解させること、ものづくりなどを通して技術を適切に評価し、管理できる力を育てることが重

要である」との指摘が報告されている⁵⁶⁾。その後、2017年には新たな学習指導要領(以下、新学習指導要領)が公示された。技術科の学習内容は継続して「A.材料と加工の技術」、「B.生物育成の技術」、「C.エネルギー変換の技術」、「D.情報の技術」で整理された一方で、各内容(A-D)の(3)イ(情報は(4)イ)において「技術を評価し、適切な選択と管理・運用の在り方や、新たな発想に基づく改良と応用について考えること」が新たに示され⁵⁷⁾、表I-2に示した内容構成と同様にA-Dの内容において技術ガバナンスの概念が共通事項として示されたと推察できる。また、学習過程を3つの要素で構成することが新たに示された⁵⁸⁾。具体的には、「生活や社会を支える技術」では、知識及び技能の習得を通して技術の見方・考え方に気付くこと、「技術による問題の解決」では、気付いた技術の見方・考え方を働かせて技術による問題の解決を行うこと、そして「社会の発展と技術」では、上記2要素の学習を踏まえてよりよい生活や持続可能な社会の構築に向けて、技術を評価し、適切に選択、管理・運用したり、新たな発想に基づいて改良、応用したりする力と、社会の発展に向けて技術を工夫し創造しようとする態度を育成することが示されている。この学習過程の整理における「社会の発展と技術」の要素ではまさしく技術ガバナンスに関わる資質・能力が示されたであろうことは容易に想像できる。

以上のことから、我が国の技術教育における科学技術ガバナンスの位置づけは、技術ガバナンスと表現され、ITEAの掲げた技術リテラシーの考え方から派生しており、現行学習指導要領で初めて示され、新学習指導要領ではより精緻化されて示されていることが示唆された。

新学習指導要領の改訂には、現行学習指導要領下における中学生の実態調査等を含めた様々な研究者によって明らかにされた成果や課題が礎の一部となっている。次章からは、技術ガバナンスに関する先行研究を整理しこれまでの研究成果及び問題の所在を明らかにする。

4. 生徒の技術ガバナンス力に関する実態調査

国立教育政策研究所の上野を研究代表とした「中学生の技術に関わるガバナンス能力の調査とそれに基づいたカリキュラムの開発・検証」(課題番号:23300294)は、技術教育に関わる多くの研究者や技術科担当教員が共同研究をしており、我が国において生徒の技術ガバナンス力の実態を体系的に捉えた初めての調査という意味で意義深いものである。そのため、技術ガバナンスに関わる研究が推進されていく上での羅針盤的な役割を果たしている。上野らは技術に関わるガバナンス能力(本稿では技術ガバナンス力とする)と称しその能力育成の在り方について2011年から~2014年にかけて様々な調査や研究を行いその報告書を2015年に刊行した⁵⁹⁾。同報告書では、技術ガバナンス力を「科学技術革新の成果が広く深く社会と生活に浸透し

第1章 緒論

た21世紀において、国民が自ら技術の光と影に対して理解し、判断・発言・行動できる能力」と定義し、その構成要素を定めている⁶⁰⁾。以下に各要素の詳細を示す。

- 1) 【選択】：生み出された技術に対して、その技術を利用することが考えられる場面において、目的と条件を踏まえ、技術を適切に導入できる能力
- 2) 【管理・運用】：技術が生み出された後、その技術を利用する上で、効果とリスクを踏まえ、技術を適切に管理・運用できる能力
- 3) 【評価】：新しい技術を生み出す場面において、既存のシステムや環境に対して、技術の効果やリスクを判断できる能力
- 4) 【設計】：ある「条件」下で「目的」を達成するための設計(計画)が行われ、その状況の中で「目的」や「条件」が大きく変化した場合、目的と条件を踏まえて、新たな技術を生み出せる(設計できる)能力

なお、本稿では上記の1)~4)の要素に関わる技術ガバナンス力の下位能力をそれぞれ技術選択力、技術管理・運用力、技術評価力、技術設計力と称することとする。これらの下位能力は前節に述べた新学習指導要領における「社会の発展と技術」での記載と合致しており、新学習指導要領の改訂の礎となっていることが分かる。

上野らは技術ガバナンス力の定義及び構成要素を設定した上で、技術科4内容(A-D)それぞれのアチーブメントテストを作成し、中学3年生の技術ガバナンス力の現状を調査している。各内容におけるアチーブメントテストの内訳を表I-3に示す。

各内容における調査結果については担当した研究者がより詳細に分析し日本産業技術教育学会やエネルギー環境教育研究に論文として刊行している^{61) 62)}が、報告書では各アチーブメントテストの結果を俯瞰した上で、中学3年生の技術ガバナンス力の構成能力のうち、技術選

表 I-3 各内容のアチーブメントテストの内訳

	内容「A.材料と加工の技術」	内容「B.生物育成の技術」	内容「C.エネルギー変換の技術」	内容「D.情報の技術」
評価	森林資源・木材の伐採・利用の是非について	遺伝子組み換え技術の是非について	原子力発電の是非について	Twitterの是非について
選択	鉄パイプの適切な加工法の選択について	適切な肥料の与え方について	枕元で使用する電球の選択について	発信する情報に合わせたインターネットの技術の選択について
管理・運用	橋を長く安全に使うための管理方法について	科学農業の散布方法について	自転車の整備について	ファイルデータの適切な管理・運用方法について
設計	形状記憶合金を利用したアイデアについて	作物を自由に設計できる技術を利用したアイデアについて	圧電素子を利用したアイデアについて	ICタグを利用したアイデアについて

出典：文献59)のアチーブメントテストに関する記載に基づき筆者が作成

第1章 緒論

択力及び技術管理・運用力については、現行学習指導要領下における一定の成果があったことを報告している。一方で、技術評価力と技術設計力に課題があることが報告された⁶⁰。技術評価力の把握について上野らは技術科4内容に即した光と影が混在している技術(「森林資源・木材の伐採・利用」, 「原子力発電」, 「遺伝子組み換え技術」, 「twitter」)に対して、中学3年生に肯定・否定といった意思決定をさせ、どのような視点に着目して考えたか分析を行っている。なお、着目する視点として、社会、環境、経済、その他の観点を与え選択式としている。その結果、安全性に偏って技術評価を行うなど幅広い視野を持って技術評価を行えていなかったことが報告されている。また、技術設計力については形状記憶合金やICタグ等を利用したアイデアを書かせる調査が行われたが、空欄回答が多くありイノベーション社会の基盤を築くような創造的な発信が十分でなかったとされている。これらの結果を受け、同報告書では、評価や設計に関する内容をより一層充実・発展させ既存のカリキュラムにおける内容の段階的規定に応じた技術ガバナンス力育成の枠組みを検討する必要性を指摘している。

しかし、上野らの調査には、以下の点に課題が考えられる。第一にアチーブメントテストの対象が中学3年生のみであったため、学年間による比較は行われていないことである。第二に、技術ガバナンス力の背後にある生徒の意識については十分な検討が加えられておらず、技術ガバナンス力に関して把握された実態が技術科の授業目標や内容とどのように関連しているかが明確ではないことである。これは、同調査が、各内容に即したアチーブメントテストの形式で技術ガバナンス力を捉えたため、①全ての内容を履修済みの3年生でしか調査が実施できなかったこと、②思考力・判断力・表現力の育成状況を主に把握したため、技術ガバナンスの重要性やその前提となる技術の両面性に対する生徒の捉え方などの意識、技術科の授業での学習経験との関連性については取り上げられていないためである。

新学習指導要領において、育成すべき資質・能力として整理された「知識・技能」, 「思考力・判断力・表現力等」, 「学びに向かう力, 人間性等」の考え方に基づけば、思考力・判断力・表現力としての技術ガバナンス力の育成とともに、「学びに向かう力, 人間性等」に関わる要素として、技術ガバナンス力を方向付ける意識を適切に形成させることが重要である。また、技術科の教育課程では、学習指導要領において各内容(A-D)に関してのカリキュラムの設定、すなわち、どの学年でどの内容を指導するかについての制限がない。そのような中で、技術ガバナンス力の育成に着目した授業モデルを構築するためには、学年に応じた題材設定や学習指導方法の工夫が必要ではないかと考えられる。そのためには、各学年における技術ガバナンスに対する意識(以下、技術ガバナンス意識)の実態と形成要因を生徒の発達段階に即して把

握し、その傾向性を踏まえた適切な指導の力点の置き方を明らかにする必要があると考えられる。これらの課題から、技術ガバナンス力育成に向けた体系的なカリキュラムや枠組みを構築するための根拠に検討の余地が残されていることが考えられる。

一方で、多くの研究者や技術科担当教員によって技術ガバナンス力育成に関連する実践や研究が試行的に取り組まれている。そこで次節では技術ガバナンス力育成に関連する先行研究及び実践報告を俯瞰的に整理し、これまでの成果と問題の所在を明らかにすることで今後の技術ガバナンス力育成に向けた研究課題を展望することとする。

5. 技術教育における技術ガバナンス力育成に向けた実践研究

前述したように技術科では現行学習指導要領において技術ガバナンスの概念が位置づけられている。現行学習指導要領の技術科の目標として示された「技術を適切に評価し活用すること」に関連して、生徒の製作・制作・育成における成果物を評価させる実践研究が報告されている⁶³⁾。技術ガバナンス力育成の観点を踏まえるならば、評価対象を生徒の成果物にとどめるのではなく、新学習指導要領で示された学習過程の「社会の発展と技術」に即して社会や生活を支えている技術と関連付けた題材が求められよう。そこで、技術ガバナンスの概念を取り入れたであろう試行的な実践・研究を各内容(A-D)に分けて整理する。

5.1 内容「A. 材料と加工の技術」

大谷らは技術を評価・活用する力は、基礎的・基本的な知識及び技能が下地にあることで初めて成り立つことを指摘し、児童・生徒の発達段階や認識過程等を踏まえ段階的に技術ガバナンス力を獲得する方法を提案している。そして、日本産業技術教育学会の提唱する技術教育における方法論⁶⁴⁾に照らし合わせ、内容 A の学習を通じた技術ガバナンス力の育成に向けた授業実践案を提案している⁶⁵⁾。

また、渡邊は、ガバナンス力の各下位能力を意図的、系統的に育成する指導計画の構造化の必要性を述べており、「生活を工夫し創造する能力」と対応させた問題解決的な学習を推進している。具体的には、ガバナンス力育成を図るはたらきかけを意図的に題材に配列することを基本方針として、1枚板からの自由製作型の実践を行っている。その結果、技術評価力及び技術設計力が育成されたことを報告しており、身近な技術から社会や産業の技術に視野を広げさせることや、作業体験を重視した問題解決的な学習の有効性を報告している⁶⁶⁾。

5.2 内容「B. 生物育成の技術」

内容「B.生物育成の技術」において、藤井らは多面的な視点から生物育成に関する技術を適切に判断することのできる能力の育成に向けて授業実践及び検討を行っている。具体的には、TPPに日本が参加することを想定し、海外から入ってくる農作物に対抗できるような日本の農作物と植物工場や農業ロボット等の技術を組み合わせた作戦をグループで考えさせている。その後、グループ間において経済面や環境に対する影響、安全性等から多面的に技術評価を行わせている。その結果、実践を受けた生徒は実践を受けていない生徒に比べて、幅広い視野を持って技術評価を行うことができたことを報告している⁶⁷⁾。

また、谷田らは技術評価力の育成に向けて、遺伝子組み換え作物をテーマに取り上げ、生徒が自己決定、他者との交流、最終的な意思決定を行う過程を設定した上で、意見交流が円滑に行われるようにカード型の教具を作成し活用している。その結果、生徒は一方方向性ではない多面的な観点によって技術評価を行うことができたことを示唆している⁶⁸⁾。

5.3 内容「C. エネルギー変換の技術」

内容「C.エネルギー変換の技術」において、藤本らは、身近な家電製品や技術を題材として選定し、多様な視点から「社会における技術の在り方」を問うような内容を考える重要性を述べ、実践を行っている。その結果、設計力に有意な向上が認められたものの、技術評価力では、有意な差が認められなかったことを報告している⁶⁹⁾。

また、三浦らは生徒の思考を深める氷山モデルカード⁷⁰⁾を用いて、防災ライト用の電源を乾電池、充電電池、光電池から検討させる評価・活用場面の授業を実践している⁷¹⁾。その結果、生徒の評価・活用の能力育成の効果がみられただけでなく、初任者や免許外担当教員による活用の可能性が見いだせたことを報告している。

5.4 内容「D. 情報の技術」

大西は技術を評価し活用できる能力の育成を目指し、自立型ロボット(ROBOLAB)を活用した問題解決的な学習活動を踏まえて、コンピュータを利用した先端技術についての認識を深めるための実践を行っている⁷²⁾。

また、内田らは前述した氷山モデルカードとシステム思考ヒントカードを用いて計測・制御における評価・活用能力の育成を目的とした授業実践を行っている⁷³⁾。具体的には、自動ドアの動きが遅いことに対して使用者や運営者、コスト、安全性などの観点からプラス面やマイナ

面を考えさせ、改善策を思考させている。その結果、生徒の視野が広がり評価・活用の能力育成の効果が示唆されたことを報告している。

5.5 4 内容(A-D)における試行的な実践の総括

これらの試行的な実践のように、技術ガバナンス力育成に向けた実践研究は、各内容において先導的に試みられ、その成果として少なからず技術ガバナンス力の育成が認められたことが報告されており、今後の技術科の発展的な実践の礎となることが期待される。また、実践研究だけではなく、技術ガバナンス力育成に向けた授業展開において生徒の技術評価の視点や思考がどのように変容するかといった実態調査や⁷⁴⁾、「技術を評価・活用する能力と態度」の到達レベルの設定⁷⁵⁾が行われる等、技術ガバナンスに関する実践や研究は徐々に増えつつあることが窺える。特に、生徒の実態として課題が挙げられた技術評価力の育成に関しては現行学習指導要領の技術科の目標において「評価」の文言が位置づけられていることもあり、多くの実践研究で触れられている。一方で、各研究者や教員のアプローチについては、教材や教具の作成、発達段階の特徴、指導計画、システム思考、意見交換等が挙げられるなど非常に多様であり、授業モデルの骨格は一様ではない。前述した技術ガバナンス力の実態調査の課題に挙げたように、各学年の特徴や技術ガバナンス力の背後にある生徒の意識について詳細に検討し授業モデルに活かす必要があるだろう。

具体的な授業モデルとして、前述した森谷が提唱している「技術進展のアセスメント」を採用すること考えられる。その上で、技術科 4 内容(A-D)にそれぞれ関連する技術を評価対象とする技術評価の学習を体系的に行うことで、技術評価力の育成を図ることが期待される。一方で、森谷も指摘しているように、②評価は最も重要であるものの困難な作業であるため、技術科の評価の学習において、教員がどのように生徒に技術評価させるのか支援方略の工夫が重要であろう。しかし、先行研究では生徒の技術評価の捉え方が社会、環境、経済といった限られた観点からの検討が多く、技術評価の観点が詳細に検討されていないため、どのような観点を取り上げるべきなのか定かではない。生徒の技術評価の捉え方をより詳細に検討するためには、検討すべき技術の多面性を考慮する必要がある。技術の多面性について森山、Moriyama et al は、技術発達史的視点から STS 教育的構成概念を用いて技術の多面性を捉える枠組みを提案し、「科学的な原理」、「技術史的な背景や経過」、「事故の危険性と事例」など計 18 項目の技術評価観点を作成している^{76) 77)}。

これらの先行研究を踏まえた上で、生徒の技術評価の実態についてより詳細に検討し、技術

評価力育成に向けたカリキュラムのデザインや授業モデルの構築を行う必要がある。

6. 研究のアプローチと論文の構成

以上のように第1章では、現代における科学技術の光と影の多様性を述べた上で、科学技術ガバナンスの概念や背景を STS や海外の動向を基に整理し、最終的には技術教育における技術ガバナンス力育成に向けた研究課題を検討した。その結果、①技術ガバナンス力の背後にある生徒の意識が技術科の授業目標や内容とどのように関連しているのか発達的な特徴から検討すること(以下、研究課題1)、②技術の多面性を考慮した上で、生活や社会を支える技術に対する生徒の技術評価の実態を検討すること(以下、研究課題2)、③生徒の発達段階に即した特徴及び技術評価の実態に即した技術評価力を中心とした技術ガバナンス力育成に向けた授業モデルを構築すること(以下、研究課題3)の3点に取り組んでいく必要があることを指摘した。そこで本研究では研究課題1に対する取り組みとして、生徒の技術ガバナンス意識の実態及びその形成要因を技術科の授業目標と照らし合わせ、生徒の内実との関連性を探索的に把握する。その上で、各学年における特徴を検討し、学年に応じた題材設定や学習指導方法の指針を得る。つぎに、研究課題2に対する取り組みとして、技術科4内容(A-D)に即した技術評価課題を設定し、生徒の技術評価時の反応を技術の多面性に基づき検討する。その上で、研究課題3に対する取り組みとして、上記で得られた知見を整理し、技術評価力育成を中心とした技術ガバナンスに関する授業モデルの提案及び試行的実践を行うこととする。

本論文の構成は以下の通りである。

第1章では、本研究の目的を踏まえ、技術ガバナンス力の位置づけ、技術ガバナンス力と技術評価力に関する先行研究の整理を通して問題の所在、研究のアプローチを策定した。第2章では、生徒の技術ガバナンスに対する意識の実態及びその形成に関連する要因を探索的に把握し、技術ガバナンスに関する学習指導や題材の構成について検討する。第3章では、技術科の4内容に即して具体的な技術評価課題を設定し、生徒の反応について学年間及び性別、意思決定(肯定・葛藤・否定)における特徴を分析する。技術評価課題は、技術ガバナンス力実態調査の技術評価について用いられたアチーブメントテストを参考にし、内容「A.材料と加工の技術」に即して「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を、内容「B.生物育成の技術」に即して「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を、内容「C.エネルギー変換の技術」に即して「原子力発電の今後の在り方」を、内容「D.情報の技術」に即して「SNSの今後の在り方」をそれぞれ取り上げ、これらの技術の今後の在り方に対する生徒の反応を分析する。第4～7章では、

第1章 緒論

第3章で得られた知見を各評価課題に分けて詳細に検討することとした。第4章では「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を、第5章では「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を、第6章では「原子力発電の今後の在り方」を、第7章では「SNSの今後の在り方」について検討を行う。

第8章では、第2～7章で得られた知見に基づき、技術評価を中心に技術ガバナンス力の育成を図るカリキュラムデザイン及び授業モデルの提案を行う。

第9章では、前章において提案した授業モデルに即して試行的な実践及びその評価を行う。

第10章では、各章で得られた知見に基づき、技術ガバナンス力の育成に向けた今後の在り方を教育実践的な視点から考察する。

第2章 生徒の技術ガバナンスに対する意識の実態とその形成要因に関する探索的検討

1. 目的

本章の目的は、第1章で述べた研究課題1に対処するため、生徒の技術ガバナンス意識の実態及びその形成要因を探索的に検討し、技術ガバナンス力育成に向けた題材や指導方法の指針を得ることである。

具体的には、①技術ガバナンス意識として、「技術の両面性認識」、「現在の生活のための技術の選択・活用の重要性認識」、「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」を設定し、その実態把握を行うこと、②技術ガバナンス意識の形成要因として、技術科の学習経験がどのように影響しているのか検討すること、③各学年における調査結果を比較し、生徒の発達段階における特徴や傾向性を明らかにすること、の3点について検討を試みる。

2. 研究の方法

2.1 調査対象

H県内の公立中学校3校の1～3年生男子1011名、女子927名、計1938名(1年生613名、2年生693名、3年生632名)を対象に、対象校の技術科を担当する教員(計4名)に依頼し、技術科の授業において2015年4月に実施した。有効回答数は1898名、有効回答率は97.9%であった。なお、本章では上記の対象者を1年生入学時、2年生進級時、3年生進級時と呼ぶことにする。

2.2 調査内容

2.2.1 調査対象者の状況を把握する項目

回答者の基本情報を得るために、調査対象者の学年・性別の他、質問項目①「ものづくりをすることが好きですか、嫌いですか?」(以下、好嫌意識)、②「ものづくりをすることが得意ですか、不得意ですか?」(以下、得意・不得意意識)、③「身の回りの製品やシステムにどのような技術が使われているか興味がありますか?」(以下、技術への興味・関心)の3つの質問項目を設定した。回答形式は、①では「4:とても好き」～「1:とても嫌い」、②では「4:とても得意」～「1:とても苦手」、③では「4:とても興味がある」～「1:まったく興味がない」の4件法とした。

2.2.2 授業習得感を把握する項目

回答者の技術科の授業における習得感を把握する項目を、現行学習指導要領の技術・家庭科の教科目標、及び技術科の分野目標⁵⁴⁾より、以下の通り設定した。

まず、教科目標の前半で述べられている「生活と技術とのかかわりについて理解を深め」(p.85)について、技術科の分野目標では、「技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め」と表現されている。このことについて解説技術・家庭編では、①技術を適切に活用して生活を改善・発展させること(p.12)、②自らの生活の改善に必要な情報や技術を適切に選択し取り入れようとする態度を育成すること(p.12)の重要性を述べている。このことから技術科の授業における習得感を把握する項目として、「技術の選択・活用」項目を設定した。

つぎに、教科目標の後半に述べられている「進んで生活を工夫し創造する実践的な能力と態度」(p.85)について、解説技術・家庭編では、「技術を適切に評価し、工夫・創造して活用する能力と態度」を育成することの重要性を述べている(p.12)。この文言は、①「技術を適切に評価」する能力と態度、②「工夫・創造」する能力と態度、③「活用」する能力と態度に分けることができる。このうち、③「活用」する能力と態度は、前述した「技術の選択・活用」項目に含まれるものと考えられるため、残る2つの能力と態度に即して、「技術の評価」項目、「工夫・創造」項目の2項目を技術科の授業における習得感として設定した。

一方、教科目標には明示されていないが、技術科の分野目標に示されている文言として、「材料と加工、エネルギー変換、生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得する」ことが挙げられる(p.85)。ここでいう「知識」とは、解説技術・家庭編によると、「ものの性質や仕組み、もしくはそれらの理論である」と述べられている(p.14)。このことから技術科の授業における習得感として、「技術の仕組み理解」の項目を設定した。

以上に設定した4項目を回答者にわかりやすい表現にすると共に、回答しやすさに配慮して順序を入れ替え、調査票を作成した。具体的には、①「何かものをつくる時、設計・製作(制作・育成)などで自分なりに工夫・創造することができる(以下、「工夫・創造」習得感)、②「生活や社会の中で利用されている技術の仕組みが自分なりに分かる」(以下、「仕組み理解」習得感)、③「生活や社会の中で利用されている技術の良し悪しを自分なりに評価することができる」(以下、「評価」習得感)、④「生活や社会の中で利用されている技術の中から、自分なりに適切だと思う技術を選択し、活用することができる」(以下、「選択・活用」習得感)である。回答形式は、いずれの項目も「4：とてもそう思う」～「1：まったく思わない」の4件法とした。

2.2.3 技術ガバナンス意識を把握する項目

技術ガバナンス意識を把握する項目として、上野らの定義した技術ガバナンス力の構成要素である技術の「評価」、「選択」、「管理・運用」、「設計」に関する下位能力を基に、それらの背後にある意識として、「技術の両面性認識」、「現在の生活のための技術の選択・活用の重要性認識」、「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」の3つの質問項目を設定した。具体的な質問項目の作成手順は次の通りである。

まず、技術を「評価」し、適切な技術を「選択」するためには、技術のメリットだけではなく、デメリットにも目を向けていることが重要である。そこで、①「技術の発展にはプラスの面だけでなく、マイナスの面もあると思う」（「技術の両面性認識」）の項目を設定した。

つぎに、技術を「評価」し、適切な技術を「選択」した上で、「管理・運用」することは、現在の自分の生活をよりよくするために技術を適切に活用しようとする意識が基盤にあると考えられる。このような技術の活用に向けた意識は、現行学習指導要領における技術科の分野目標としてその育成が標榜されている「技術を適切に評価し、活用する能力と態度」を生活の中で発揮させ、方向付けるものとして重要である。そこで、②「現在の自分の生活をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選択し、活用することが大切だと思う」（「技術の選択・活用の重要性(現在)」）の項目を設定した。

さらに、技術ガバナンスにおける「設計」には、現在の自分の生活だけではなく、未来の社会をよりよくするために新たな技術を提案しようとする意識があると考えられる。そこで③「未来の社会をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選択し、活用することが大切だと思う」（「技術の選択・活用の重要性(未来)」）の項目を設定した。回答形式は、いずれの項目も「4：とてもそう思う」～「1：まったく思わない」の4件法とした。調査に用いた質問紙を図Ⅱ-1に示す。

2.3 調査及び分析の手続き

調査は対象校の技術科を担当する教員に依頼し、技術科の授業において2015年4月に実施した。調査後、回答に欠落があるもの、回答に規則性のあるものについては有効回答から除いた。分析の手順は次の通りである。まず、質問項目それぞれの全体における単純集計を行った。その後、学年間の特徴を把握するために、学年別の平均値を求め、その差異について一元配置分散分析⁷⁸⁾を行った。次に、授業習得感4項目「工夫・創造」、「仕組み理解」、「評価」、「選択・活用」を説明変数、技術ガバナンス意識3項目「技術の両面性認識」、「技術の選択・

技術科アンケート	
____年 ____組 ____番 氏名	____ 男・女
※このアンケートは成績には関係しませんので、思った通りに答えて下さい。	
【I】各質問を読んで、自分の気持ちに一番当てはまるものにチェックをして下さい。	
1. あなたは普段、「ものづくり」をすることが、好きですか、嫌いですか。	<input type="checkbox"/> とても好き <input type="checkbox"/> 少し好き <input type="checkbox"/> 少し嫌い <input type="checkbox"/> とても嫌い
2. あなたは普段、「ものづくり」をすることが、得意ですか、苦手ですか。	<input type="checkbox"/> とても得意 <input type="checkbox"/> 少し得意 <input type="checkbox"/> 少し苦手 <input type="checkbox"/> とても苦手
3. あなたは普段、身の回りの製品やシステムにどのような技術が使われているか興味がありますか。	<input type="checkbox"/> とても興味がある <input type="checkbox"/> 少し興味がある <input type="checkbox"/> あまり興味がない <input type="checkbox"/> まったく興味がない
【II】技術に関する以下の質問について、あなた自身のこととして最も当てはまるものに○を1つ付けて下さい。	
【4：とてもそう思う 3：少し思う 2：あまり思わない 1：まったく思わない】	
1. 何かものをつくる時、設計・製作（制作・育成）などで自分なりに工夫・創造 することができる	4・3・2・1
2. 生活や社会の中で利用されている技術の仕組みが自分なりに分かる	4・3・2・1
3. 生活や社会の中で利用されている技術の良し悪しが自分なりに評価することができる	4・3・2・1
4. 生活や社会の中で利用されている技術の中から、自分なりに適切だと思う技術 を選択し、活用することができる	4・3・2・1
【III】技術と私たちの生活との関わりについて、今のあなたの考えとして次の質問に答えて下さい。	
技術に関する各質問について、4段階であなたの考えに最も当てはまるものに○を1つ付けて下さい。	
1. 技術の発展にはプラスの面だけではなく、マイナスの面もあると思う	4・3・2・1
2. 現在の自分の生活をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選 択し、活用することが大切だと思う	4・3・2・1
3. 未来の社会をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選 択し、活用することが大切だと思う	4・3・2・1

図Ⅱ-1 質問紙

活用の重要性(現在)」、「技術の選択・活用の重要性(未来)」を目的変数とする重回帰分析(全変数法)⁷⁹⁾を行い、技術ガバナンス意識に対する授業習得感の影響を検討した。

3. 結果と考察

3.1 調査対象者の状況

調査対象者のものづくり、身の回りの技術に対する意識の平均値を集計した。その結果、①好嫌意識の平均値は3.24と高かった。しかし、③興味・関心意識の平均値は2.75、②得意・不得意意識の平均値は2.49と中位点2.50付近であり、必ずしも肯定的ではなかった。これらの項目において、学年間の平均値の差について一元配置分散分析を行った。その結果を表Ⅱ-1～表Ⅱ-3に示す。表より、「好嫌意識」においては学年間に有意な差は見られなかったが、「得意・不得意意識」、「興味・関心意識」においては学年間に有意な差が見られた。Tukey法を

表Ⅱ-1 学年間における「好嫌意識」の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	3.26	0.80	$F_{(2, 1897)}=6.73$ ns 1年生=2年生=3年生
2年生入学時	685	3.26	0.75	
3年生入学時	612	3.21	0.71	

多重比較はTukey法による

表Ⅱ-2 学年間における「得意・不得意意識」の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	2.63	0.80	$F_{(2, 1897)}=14.13$ ** 1年生>2年生=3年生
2年生入学時	685	2.41	0.81	
3年生入学時	612	2.44	0.83	

** $p<.01$

多重比較はTukey法による

表Ⅱ-3 学年間における「興味・関心意識」の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	2.92	0.82	$F_{(2, 1897)}=23.59$ ** 1年生>2年生>3年生
2年生入学時	685	2.74	0.83	
3年生入学時	612	2.59	0.83	

** $p<.01$

多重比較はTukey法による

用いた多重比較を行ったところ、「得意・不得意意識」の平均値には、1年生入学時>2年生進級時=3年生進級時の順序性が見られた。「興味・関心意識」の平均値には1年生入学時>2年生進級時>3年生進級時の順序性が見られた。

つぎに、全体における授業習得感を集計した結果を表Ⅱ-4に示す。表より、いずれの項目の平均値も中位点2.50付近であり、授業における習得感は決して高いとは言えなかった。学年間による授業習得感の差異を把握するため、学年別の平均値について一元配置分散分析を行った。その結果を表Ⅱ-5～表Ⅱ-8に示す。表より、学年間においては「仕組み理解」習得感でのみ、群間に有意な差が見られた。Tukey法を用いた多重比較を行ったところ、「仕組み理解」習得

表Ⅱ-4 全体における授業習得感

調査項目	平均	SD
1.何かものをつくる時、設計・製作(制作・育成)などで自分なりに工夫・創造することができる	2.67	0.75
2.生活や社会の中で利用されている技術の仕組みが自分なりに分かる	2.37	0.76
3.生活や社会の中で利用されている技術の良し悪しを自分なりに評価することができる	2.63	0.83
4.生活や社会の中で利用されている技術の中から、自分なりに適切だと思う技術を選択し、活用することができる	2.58	0.80

表Ⅱ-5 学年間における「仕組み理解」習得感の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	2.47	0.75	$F_{(2, 1897)}=6.97^{**}$ 1年生>2年生=3年生
2年生入学時	685	2.33	0.73	
3年生入学時	612	2.33	0.79	

** $p<.01$
多重比較はTukey法による

表Ⅱ-6 学年間における「工夫・創造」習得感の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	2.72	0.76	$F_{(2, 1897)}=2.20$ ns 1年生=2年生=3年生
2年生入学時	685	2.65	0.75	
3年生入学時	612	2.63	0.75	

多重比較はTukey法による

表Ⅱ-7 学年間における「評価」習得感の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	2.67	0.87	$F_{(1897)}=2.60$ ns 1年生=2年生=3年生
2年生入学時	685	2.65	0.82	
3年生入学時	612	2.57	0.81	

多重比較はTukey法による

表Ⅱ-8 学年間における「選択・活用」習得感の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	2.62	0.82	$F_{(2, 1897)}=1.51$ ns 1年生=2年生=3年生
2年生入学時	685	2.54	0.78	
3年生入学時	612	2.58	0.81	

多重比較はTukey法による

感の平均値には、1年生入学時>2年生進級時=3年生進級時の順序性が見られた。

これらの結果から本調査対象者は、ものづくりに対する意識が、学年が上がるにつれて比較的、否定的な意識に変容する傾向が見られた。また、授業習得感では、学年間の差異は限定的であることが示唆された。

このような傾向を持つ調査対象者の反応として、次の分析を進めた。

3.2 技術ガバナンス意識の実態

全体における技術ガバナンス意識を集計した結果を表Ⅱ-9に示す。その結果、いずれの項目の平均値も3.30以上と非常に高かった。学年間による技術ガバナンス意識の差異を把握するため、各学年の平均値の差について一元配置分散分析を行った。その結果を表Ⅱ-10～表Ⅱ-12に示す。

表Ⅱ-9 全体における技術ガバナンス意識

調査項目	平均	SD
1.技術の発展にはプラスの面だけではなく、マイナスの面もあると思う	3.38	0.74
2.現在の自分の生活をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選択し、活用することが大切だと思う	3.38	0.71
3.未来の社会をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選択し、活用することが大切だと思う	3.43	0.71

表Ⅱ-10 学年間における「技術の両面性認識」の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	3.50	0.67	$F_{(2, 1897)}=12.93$ ** 1年生>2年生=3年生
2年生入学時	685	3.34	0.78	
3年生入学時	612	3.30	0.75	

** $p<.01$
多重比較はTukey法による

表Ⅱ-11 学年間における「技術の選択・活用の重要性(現在)」の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	3.41	0.71	$F_{(2, 1897)}=4.96$ ** 1年生=2年生>3年生
2年生入学時	685	3.41	0.70	
3年生入学時	612	3.30	0.71	

** $p<.01$
多重比較はTukey法による

表Ⅱ-12 学年間における「技術の選択・活用の重要性(未来)」の群間の差

学年	n	平均	SD	一元配置分散分析及び多重比較
1年生入学時	601	3.46	0.68	$F_{(2, 1897)}=1.93$ ns 1年生=2年生=3年生
2年生入学時	685	3.44	0.71	
3年生入学時	612	3.38	0.73	

多重比較はTukey法による

表より、「技術の選択・活用の重要性(未来)」では有意な差は見られなかったが、「技術の両面性認識」、「技術の選択・活用の重要性(現在)」において学年間の有意な差が見られた。Tukey法を用いた多重比較を行ったところ、「技術の両面性認識」の平均値には1年生入学時>2年生進級時=3年生進級時の順序性が見られた。また、「技術の選択・活用の重要性(現在)」の平均値には1年生入学時=2年生進級時>3年生進級時の順序性が見られた。これらの結果から、生徒の技術ガバナンス意識は、1年生入学時が最も高く、学年の進行に応じて意識の低下が生じている傾向が示唆された。この理由として、学年の進行に伴ってメタ認知能力の発達が進むこと、自己評価の視点が異なることが影響していると推察される。

3.3 技術ガバナンス意識の形成要因

生徒の技術ガバナンス意識の形成要因を検討するために、全体、学年別に授業習得感項目を

第2章 生徒の技術ガバナンスに対する意識の実態とその形成要因に関する探索的検討

説明変数, 技術ガバナンス意識項目を目的変数とする重回帰分析(全変数法)を行った。そして, 線形回帰モデルが妥当な場合, 有意で 0.10 以上の標準偏回帰係数を用いたパス図を作成した。重回帰分析の結果を図 II-2~図 II-5 に示す。

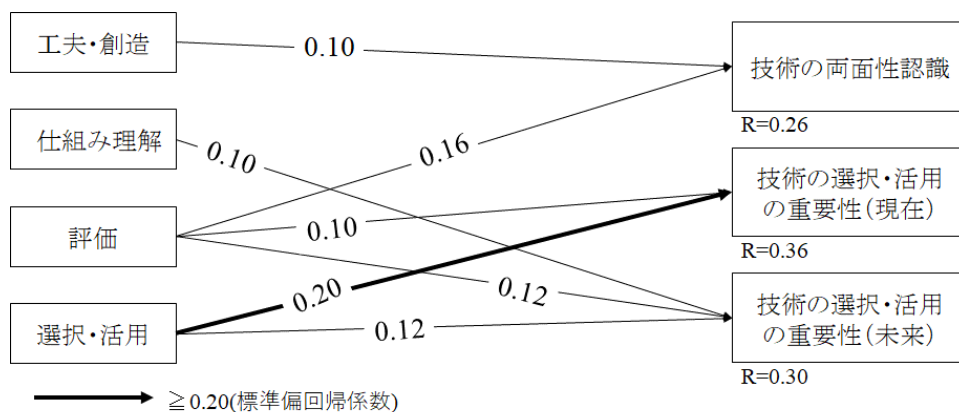


図 II-2 技術ガバナンス意識に対する授業習得感が及ぼす影響

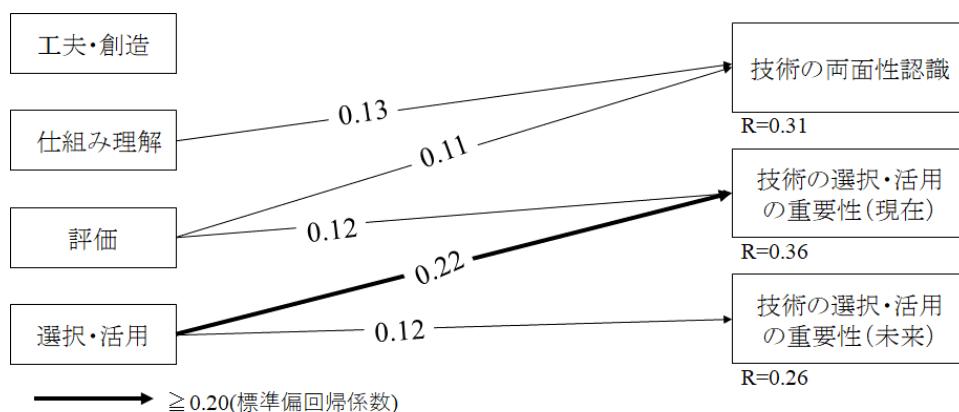


図 II-3 1年生入学時における技術ガバナンス意識に対する授業習得感が及ぼす影響

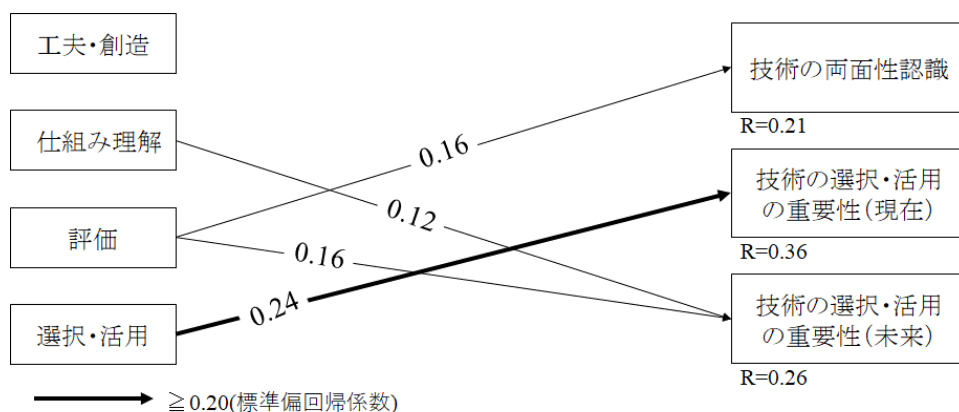


図 II-4 2年生入学時における技術ガバナンス意識に対する授業習得感が及ぼす影響

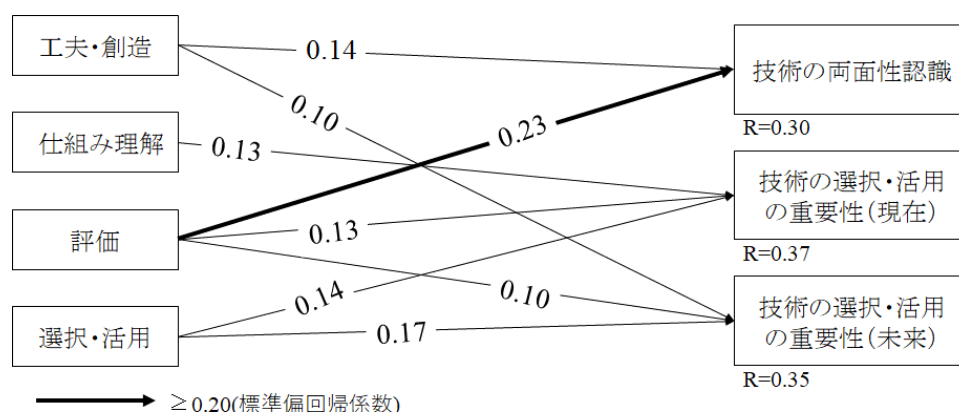


図 II-5 3年生入学時における技術ガバナンス意識に対する授業習得感が及ぼす影響

その結果、全体では、弱いながらも授業習得感が技術ガバナンス意識の形成に有意な影響を示すことが把握された($R=0.26\sim0.36$)。

具体的には、「技術の両面性認識」の形成には、全学年において「評価」の習得感が有意な影響力を示した($\beta =0.11\sim0.23$)。加えて、1年生入学時では「仕組み理解」の習得感が($\beta =0.13$)、3年生進級時では「工夫・創造」の習得感($\beta =0.14$)がそれぞれ有意な影響力を示した。

「技術の選択・活用の重要性(現在)」の形成には、全学年において「選択・活用」の習得感が有意な影響力を示した($\beta =0.14\sim0.24$)。加えて、1年生入学時では「評価」の習得感($\beta =0.12$)が、3年生進級時では「仕組み理解」の習得感($\beta =0.13$)と「評価」の習得感($\beta =0.13$)がそれぞれ有意な影響力を示した。

「技術の選択・活用の重要性(未来)」の形成には、1年生入学時では「選択・活用」の習得感($\beta =0.12$)が、2年生進級時では「仕組み理解」の習得感($\beta =0.12$)がそれぞれ有意な影響力を示した。3年生進級時では「仕組み理解」の影響力は有意ではなかったが、「工夫・創造」の習得感($\beta =0.10$)、「評価」の習得感($\beta =0.10$)、「選択・活用」の習得感($\beta =0.17$)がそれぞれ有意な影響力を示した。

3.4 考察

重回帰分析の結果に基づき、各学年における技術ガバナンス意識の形成要因を表 II-13 にまとめた。表 II-13 より、生徒の技術ガバナンス意識の形成には、技術科の授業において「工夫・創造」、「仕組み理解」、「評価」、「選択・活用」の習得感を高めることの重要性が示唆された。特に、「評価」、「選択・活用」の習得感は全学年において技術ガバナンス意識に広く影響を持つことが示唆された。

一方で、「工夫・創造」や「仕組み理解」の習得感では、その影響力が学年間で異なってい

表Ⅱ-13 各学年における技術ガバナンス意識に対する授業習得感の影響の差異

学年	技術の両面性認識	技術の選択・活用の重要性(現在)	技術の選択・活用の重要性(未来)
1年生 入学時	「評価」 「仕組み理解」	「評価」 「選択・活用」	「選択・活用」
2年生 入学時	「評価」	「選択・活用」	「評価」 「仕組み理解」
3年生 入学時	「評価」 「工夫・創造」	「評価」 「選択・活用」 「仕組み理解」	「評価」 「選択・活用」 「工夫・創造」

た。具体的には、技術の「仕組み理解」の習得感は1年生入学時では「技術の両面性認識」に、2年生進級時では「技術の選択・活用の重要性(未来)」に、3年生進級時では「技術の選択・活用の重要性(現在)」に影響すること、「工夫・創造」の習得感は3年生進級時においてのみ「技術の両面性認識」、「技術の選択・活用の重要性(未来)」に影響することが示唆された。

本研究では、中学校各学年の4月に調査を実施している。そのため、本調査で把握された各学年の実態は、それぞれ前年度までの学習経験や生活経験によって形成されたものである。逆に言えば、本調査で把握された実態は、それぞれの学年の授業前のレディネスを示すものであり、レディネスを踏まえた技術科の授業を各学年において展開していくことが重要と考えられる。このような観点から本調査の結果を見ると、それぞれの学年で認められた影響力の組み合わせは、技術科の授業前に生徒が関連付けやすい意識の組み合わせであると解釈できる。言い換えれば、それぞれの学年の授業では、これらの意識の関連性を活かした手立てが有効ではないかと考えられる。例えば、「仕組み理解」を1年時では「技術の両面性認識」、2年時では「技術の選択・活用の重要性(未来)」、3年時では「技術の選択・活用の重要性(現在)」と関連付けて生徒のレディネスを踏まえた指導を行うことが考えられる。また、3年時の学習においては、題材の中に少なからず工夫・創造の要素を盛り込んだ題材設定を行い、「技術の両面性認識」や「技術の選択・活用の重要性(未来)」と関連付けた指導を展開することが考えられる。

以上のように、技術科の授業を通して生徒の技術ガバナンス意識を適切に育成するためには、3年間のカリキュラムの中で、各学年当初の生徒の意識をレディネスとして捉え、それに応じて指導の力点を適切に設定していくことが重要ではないかと考えられる。しかし、本研究で把握した生徒のレディネスは、あくまで生徒がどのように思っているかという意識のレベルに留まっており、技術ガバナンス力について検討したわけではない。したがって、今後は、本研究で把握したレディネスとしての生徒の意識と、その後の学習によって形成される技術ガバナンス力との関連性を詳細に検討していくことが重要であると考えられる。

4. まとめ

第2章では生徒の技術ガバナンス意識の実態及びその形成要因について検討した。その結果、本調査の条件下で以下の知見が得られた。

- 1) 1年生入学時の技術ガバナンス意識は高かったものの、「技術の両面性認識」や「技術の選択・活用の重要性(現在)」は、学年の進行に応じて意識が低下する傾向がみられた。
- 2) 技術ガバナンス意識と授業習得感との関連性を重回帰分析で検討した結果、全体において弱いながらも授業習得感が技術ガバナンス意識に広範な影響力を示すことが示唆された。
- 3) 学年間において技術ガバナンス意識に対する授業習得感の影響を比較したところ、「評価」、「選択・活用」の習得感は全ての学年において広範な影響力を示した。また、技術の「仕組み理解」の習得感は1年生入学時では「技術の両面性認識」に、2年生進級時では「技術の選択・活用の重要性(未来)」に、3年生進級時では「技術の選択・活用の重要性(現在)」に影響すること、「工夫・創造」の習得感は3年生進級時においてのみ「技術の両面性認識」、「技術の選択・活用の重要性(未来)」に影響することが示唆された。

これらの結果から、技術ガバナンス力育成に向けて学年に応じた題材や指導の力点を検討することができた。一方、研究課題2で述べたように、技術ガバナンスの中核となる技術評価力の育成に向けて、生徒の技術評価時の実態を技術の多面性にに基づき詳細に検討する必要がある。そこで、第3章以降では、研究課題2への対処として、技術科の4内容に即した生活や社会を支える技術に関する技術評価課題を設定し、生徒の技術評価の実態の検討を行うこととする。そして、本章で得られた知見と第3章以降での知見に基づき技術評価力育成に向けた授業モデルの構築に向けた指針の検討を行う。

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

1. 目的

第2章では、研究課題1への対処として、生徒の技術ガバナンス意識の実態及びその形成要因を学年別に把握することで、技術ガバナンス力育成に向けた題材の指針を把握した。その結果、学年間によって技術ガバナンス意識と関連するレディネスが異なっており、対象学年に応じた教材や題材、指導の力点の指針を得ることができた。

一方、第1章で述べた通り技術ガバナンスにおいて中核となる技術評価力についてはその育成を図る授業実践は試みられているものの、技術評価時の生徒の実態について詳細な研究の蓄積が少なく、技術評価力育成に向けた授業モデルの骨格が定まっていない(研究課題2)。そこで、本章では研究課題2への対処として、技術科4内容(A-D)にそれぞれ関連した社会で賛否の分かれている技術の今後の在り方に対する中学1～3年生の技術評価時の反応を技術の多面性を踏まえて捉えることとする。その上で、学年間及び性別間、意思決定間における技術評価の傾向の違いについて検討することとした。

2. 研究の方法

2.1 調査対象

H県内の公立中学校3校の1～3年生計1893名を対象に、質問紙調査を行った。調査方法は、対象校の技術科を担当する教員(計4名)に依頼し、技術科の授業において4月に実施した。有効回答数は1730名、有効回答率は91.4%であった。内容別の調査対象者数、有効回答数を表Ⅲ-1に示す。なお、調査対象者に対する倫理的配慮として、教員より生徒に対して調査の自身が成績に含まれるものでなく、自由な意思に基づいて参加すること、いかなる回答であっても個人が特定されないよう配慮することを説明してもらった。

表Ⅲ-1 調査対象者の内訳

	1年生	2年生	3年生	合計	有効回答数
材料と加工の技術	172	169	135	476	421
生物育成の技術	132	174	175	481	436
エネルギー変換の技術	171	173	144	488	460
情報の技術	136	174	138	448	413
	611	690	592	1893	1730

2.2 調査内容

調査内容は、技術科4内容(A-D)のそれぞれの学習内容に関連する社会で賛否の分かれている技術の評価対象とし、①評価対象となる技術に関する概要及び世論の意見を設定した技術評価課題、②技術評価課題に対する意思決定を把握する項目、③技術評価観点を把握する項目とした。具体的な調査内容について以下に示す。

2.2.1 評価対象となる技術に関する概要及び世論の意見を設定した技術評価課題

技術ガバナンスの実態調査として先駆的に行われた上野ら(2015)の先行研究「中学生の技術に関わるガバナンス能力の調査とそれに基づいたカリキュラムの開発・検証」(課題番号:23300294)において作成された「森林資源の是非」、「遺伝子組み換え技術の是非」、「原子力発電の是非」、「Twitterの是非」などのアチーブメントテスト⁵⁹⁾を参考に、評価対象となる技術を設定した。しかし、上野らの研究では、アチーブメントテストの調査対象者が3年生のみであったこと、意思決定の参考となる肯定的、否定的な考え方や視点が示されていないこと等の点に課題がある。そこで本研究では、上野らのテーマを援用しつつ、1年生や2年生でも理解しやすいように概要について具体例などを加えた上で、参考となるような世論の意見を設定した。各課題の内容は、以下の通りである。

(1) 内容「A. 材料と加工の技術」に関する技術評価課題

課題として、上野らの「森林資源の是非」を参考に、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を設定した。これは、森林資源が身の回りの製品に古くから利用されながら、木材を活用する技術を進歩してきたことに際して、技術評価を求めるものである。肯定的な側面として、木材の利用の幅が広がり積極的に利用されていることを取り上げた。これに対して、否定的な側面として、自然破壊が起きている現状について取り上げた。参考にする具体的な世論の意見として、肯定的意見には、木材を製品として使用するメリットや再利用の技術が進歩していることを示した。否定的意見には、プラスチックのような代替技術のメリットや森林資源を確保する時間が長期間に及ぶことを示した。

(2) 内容「B. 生物育成の技術」に関する技術評価課題

課題として、上野らの「遺伝子組み換え技術の是非」を参考に、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を設定した。これは、技術の進歩によって遺伝子組み換え作物が増えつつある中で、技術評価を求めるものである。肯定的な側面として、短期間で新たな品種を生み出すことができること、否定的な側面として食品として確かな安全性が担保されていないことを取り上げた。参考にする具体的な世論の意見として、肯定的意見には、遺伝子組み換え技術によって

虫や除草剤に強い作物が生み出されているメリットを示した。否定的意見には、長期間摂取した際の危険性や遺伝子組み換え作物の毒素に対応して害虫も遺伝的に変異することを示した。

(3) 内容「C. エネルギー変換の技術」に関する技術評価課題

課題として、上野らの「原子力発電の是非」を参考に、「原子力発電の今後の在り方」を設定した。これは、震災を経て日本における原発の稼働が停止していることに際して技術評価を求めるものである。肯定的な側面として、日本のエネルギー自給率が低い中で原発の存在意義があることを取り上げた。これに対して、否定的な側面として、事故の危険性などについて取り上げた。参考にする具体的な世論の意見として、肯定的意見には、活断層の安全確認など安全性の向上が進められていること、発電量が大きいこと、ウランの埋蔵量が多いことを示した。否定的意見には、放射性物質の廃棄、再生可能エネルギーの技術進歩が著しいことを示した。

(4) 内容「D. 情報の技術」に関する技術評価課題

課題として、上野らの「Twitter の是非」を参考に、「SNS の今後の在り方」を設定した。これは、コミュニケーションツールとして SNS の利用が増加している中で、技術評価を求めるものである。肯定的な側面として、多くの人とインターネット上でつながることができることや、災害時に利便性が高かったこと、否定的な側面として、匿名性からネット詐欺などの問題も生じていることを取り上げた。参考にする具体的な世論の意見として、肯定的意見には、使い方によって信頼のおける人とだけでやり取りすることが可能であり、新しい情報の入手が簡単で災害時にも役立つことを示した。否定的意見には、情報の真偽が正確でないこと、インターネットの特性で信頼性が低いこと、発信した情報を消すことが困難であることを示した。

2.2.2 技術評価課題に対する意思決定を把握する項目

上記の技術評価課題に対する意思決定項目として、「1:~今すぐやめるべきである」(以下、「強否定」)、「2:~今すぐやめるべきだとは思わないが、少しずつ減らした方がいいと思う」(以下、「弱否定」)、「3:~どんどん利用すべきだとは思わないが、少しずつ増やした方がいいと思う」(以下、「弱肯定」)、「4:~どんどん利用し、発展させていくべきである」(以下、「強肯定」)、「5:賛成、反対の考えが両方とも納得できるものなので、自分の意見を決めることができない」(以下、「葛藤」)、「6:何について考えればよいのかがわからない」(以下、「不明」)を設定し、選択した理由や考えたことを自由記述回答させた。

2.2.3 技術評価観点を把握する項目

上記の意思決定の際に着目していたことを技術の多面性から把握するために、森山(1994)、Moriyama et al.(2004)の作成した技術評価観点を準備した。具体的には、①しくみや科学的な

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

原理, ②科学史的な背景や経過, ③技術目的, ④運用上の制限, ⑤代替技術, ⑥技術史的な背景や経過, ⑦技術の将来展望, ⑧人間による制御可能性, ⑨資源・材料, ⑩事故の危険性と事例, ⑪ニーズ, ⑫世論, ⑬産業における経済的な効果, ⑭法的規制とガイドライン, ⑮環境問題との関わり, ⑯生産システムへの影響, ⑰流通システムへの影響, ⑱消費生活への影響の計18項目である。例えば, ①しくみや科学的な原理では, 「①この技術の「しくみ」や「科学的な原理」について考えた」のように質問項目を設定した。なお, SNSでは同項目を「①このシステムの「しくみ」や「科学的な原理」について考えた」とするなど, 理解がしやすいように技術をシステムに置き換えた。

各質問項目に対して, 「4:とても考えた」～「1:まったく考えなかった」の4件法で回答させた。使用した質問紙を図Ⅲ-1～Ⅲ-6に示す。

2.3 分析の手続き

全調査後に4つの調査結果を整理し, 回答に欠落があるもの, 全ての選択肢が同じなど回答に規則性のあるものを除く1730名を有効回答(有効回答率91.4%)とした。まず, 意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」, 「不明群」)の割合を単純集計した後に, 各学年及び男女の性別間における割合の差異について χ^2 検定を行った。つぎに, 着目している技術評価観点の平均値を求め, 学年間, 意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」), 男女の性別間における差異について分散分析を用いて検討した。

3. 結果と考察

3.1 意思決定の状況

各課題の意思決定の割合を単純集計し, 評価対象技術間で χ^2 検定を行った。それぞれの意思決定の状況を表Ⅲ-2に示す。 χ^2 検定の結果, $\chi^2_{(9)}=338.18$, $p<.01$ となり評価対象となる技術が異なることで意思決定の割合について有意な違いが認められた。

つぎに, 学年間による意思決定の状況を比較するために, 4つの課題における「肯定群」・「否定群」・「葛藤群」・「不明群」を合算し集計した。その結果を表Ⅲ-3に示す。

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

木材を加工する技術について考えよう

年 組 番 氏名

男・女

木材などの森林資源は、我々の身のまわりにある住宅や家具等の様々な製品に利用されています。古くから、人類は森林資源・木材を住居・家具・紙などの材料として利用しています。時代が進むと共に、世界規模での森林資源の流通が行われ、木材を加工する技術も大きく進歩してきました。その結果、より大きな建造物や新しいデザインの製品を作ることが可能になりました。最近では、木材の温かさを利用した座り心地のよい椅子等が開発され、九州新幹線にも木製の椅子が積極的に利用されています。一方、森林資源を取り巻く問題に関しては、熱帯地域の森林伐採等による自然破壊が叫ばれています。世界では1年に日本の面積の半分ほどの森林が破壊され、このままでは世界最大の森アマゾンも50年で砂漠になり、世界中の森がこの先100年で無くなってしまふとも言われています。そして、森林が大気中のCO₂を吸収するはたらきを持っていることから、CO₂の温室効果による地球温暖化を促進しているとも考えられています。

木材を加工する技術の発展により、森林資源を利用した様々な製品を作ることが可能となっています。しかし、これからの森林資源・木材の伐採や利用については多くの議論がされています。その際の賛成・反対意見を参考にしてこれからの木材を加工する技術について考えてみて下さい。

- <賛成> 森林だけではなく、木材を利用した製品もCO₂を蓄えることが出来る。製品の材料として木材を利用し、伐採した土地にまた新たに木材を植えていくという循環がCO₂の削減に効果的である。
- <反対> 大きな木材ほど沢山のCO₂を吸収する。伐採後、新たに木材を植えたとしても以前と同等の大きさに育てるには時間がかかる。消費が育成のスピードを上回れば、森林破壊が進んでいくことになる。
- <賛成> 1300年前に建てられた木造建築物である法隆寺が現存しているように、製品に木材を利用すると、長い間使用することが出来るので、結果として省資源化が図れる。
- <反対> 木材を加工するには手間がかかりその分コストも上がる。一方、プラスチックを使用すると大量生産が可能になるため、低コストに抑えることができる。
- <賛成> バイオマス発電など木材のリサイクルは企業等が行っており、木材の再利用の技術が少しずつ進歩している。
- <反対> 木材のリサイクルは生活に密着したものが少ない一方で、不要になったプラスチックは日頃からリサイクルできる環境が整っているため、資源の再利用が容易である。

◆これからの森林資源・木材の利用について、自分の考えに最も近いものを次の選択肢から1つ選び答えて下さい

- ①材料として木材の利用はやめるべきである
- ②材料として木材の利用は今すぐやめるべきだとは思わないが、少しずつ減らした方が良いと思う
- ③材料として木材はどんどん利用すべきだとは思わないが、少しずつ増やした方が良いと思う
- ④材料として木材をどんどん利用し、木材の利用に関する技術を発展させていくべきである
- ⑤賛成、反対の考えが両方とも納得できるものなので、自分の意見を決めることができない
- ⑥何について考えればよいか分からない

番

上記を選択した理由や考えたこと

図Ⅲ-1 「森林資源を活用する技術の今後の在り方」

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

今後の遺伝子組み換え技術について考えよう

年 組 番 氏名 _____ 男・女 _____

技術の進歩は機械やエネルギー関係だけの話ではありません。私たちの食べる物も昔に比べ大きく変わっています。その1つとして近年、世界では遺伝子組み換え作物が増えてきていることが挙げられます。遺伝子組み換え作物の利点としては、これまで容易には生み出すことのできなかった特性をもった品種を短期間に生み出すことができる点があります。一方、自然界には存在しないものを生み出すことから、遺伝子組み換え作物の食品としての安全性や生態系に対する影響について心配する意見もあります。そのような議論の賛成・反対意見を参考にして、これからの遺伝子組み換え作物の利用について、考えて下さい。

- <賛成> 普通の作物と遺伝子の組み換えの作物とが、姿、形、主成分、性質などで比較して、ほぼ同等とみなせることと、遺伝子操作によって作物の中に新しく作られる物質の安全性の確認をした場合、安全性は元の作物と同等であると考えられる。
- <反対> 遺伝子組み換え食品を、長時間食べ続けても安全かどうかはわからない。
- <賛成> 現在の遺伝子組み換えの作物の大半は、除草剤耐性作物である。普通の大豆、ナタネの除草剤散布回数は3回程度であるが、遺伝子組み換えをすると、強力な除草剤が使えるようになるので1回ですむ。労働力の負担が減り、環境にもやさしい。
- <反対> 農薬の散布回数は減るかもしれないが、強力な除草剤は生産者に健康面で害を与える可能性もある。
- <賛成> 蛾や蝶の幼虫の消化管に穴をあけて殺す作用を持つ毒素を作ることの出来る遺伝子がある。この毒素を作る遺伝子を作物に入れると、根から葉の先に至るまですべての細胞に毒素ができ、殺虫作用を持つ。その結果、害虫はこの作物を避けるようになる。農薬散布のいらぬ、環境にやさしい作物となる。
- <反対> 毒素に対して、虫が耐性を持つようになる。遺伝子組み換え綿を安心して栽培していた農家が、毒素耐性を持つ虫により綿の全滅にあったことがある。

◆これからの遺伝子組み換え技術の利用について、自分の考えに最も近いものを次の選択肢から1つ選び答えて下さい

- ①遺伝子組み換え技術の利用はやめるべきである
- ②原遺伝子組み換え技術の利用は今すぐやめるべきだとは思わないが、少しずつ減らした方が良いと思う
- ③遺伝子組み換え技術の利用はどんどん利用すべきだとは思わないが、少しずつ増やした方が良いと思う
- ④遺伝子組み換え技術の利用はどんどん利用し、発展させていくべきである
- ⑤賛成、反対の考えが両方とも納得できるものなので、自分の意見を決めることができない
- ⑥何について考えればよいのかが分からない

番

上記を選択した理由や考えたこと

図Ⅲ-2 「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」

今後の原子力発電について考えよう

年 組 番 氏名 _____ 男・女 _____

私たちは豊かな生活を送るために多くのエネルギーを消費していますが、日本のエネルギーの自給率は4%です。特に、私たちに一番身近なエネルギーである電気について、福島第一原子力発電所の事故をきっかけとして原子力発電の賛否が問われるようになり、震災前（平成22年）と震災後（平成26年12月）では、下の表のように発電方法の割合が変化しました。現在、各地の原子力発電所が地震の影響等に耐えられるか等の安全確認が行われ、一時的に原子力発電量が0%です。安全性が確認された後に原子力発電の再稼働を行うかについての議論が多くされています。その際の賛成・反対意見と下の表を参考にして（今後5年後）の原子力発電の利用について、考えて下さい。

発電方法	発電率 ^{※1} （目安）		特徴
	震災前	震災後	
風力，地熱 太陽光	0.3未満	1	エネルギー源が必要由来のため不安定である。発電時にCO ₂ を排出しない。発電単価が高いが、売電できる。
水力	8	7	発電量は安定しているが、ダムなどの建設が必要で、流域に配慮がある。発電時にCO ₂ を排出しない。発電単価 ^{※2} が比較的高い。
火力	60	92	ほとんどの燃料は海外から輸入。発電時にCO ₂ を排出する。電力消費量に応じた発電ができる。発電単価が比較的安い。
原子力	31	0 (議論中)	ほとんどの燃料は海外から輸入。発電時にCO ₂ を排出しないが、放射性物質・廃棄物を発生する。発電単価が比較的安い。

※1 資源エネルギー庁電力調査統計・統計表一覧 H22年度及びH26年度12月データから作成
 ※2 発電単価：建設費，運転費，廃棄物処理費の合計を1kWh当たりで計算したもの

<反対> もしも事故が起きた際、放射能を大量に浴びた土地は、人が住むことができなくなってしまう。
 <賛成> 福島第一原子力発電所の事故を繰り返さない為に、活断層（地震の被害を大きく受ける場所）の以前よりも厳しい安全確認がされているので、認可された原子力発電所の安全性は高くなると考えられる
 <反対> 放射性物質・廃棄物の処分は、長期間地層に埋める等である。その間、土地の使用は制限される。
 <賛成> 放射能物質・廃棄物の処分技術についての研究は進められており、処分期間の短縮が期待されている。
 <反対> 太陽光発電などの環境に優しい、再生可能エネルギーの利用による発電がこれから益々増えていくと考えられる。
 <賛成> 原子力発電は少ない燃料で大電力の発電が可能である。一方、太陽光発電や風力発電では、得られるエネルギーが小さく、大きな土地が必要になるので大電力の供給には不向きである。
 <反対> 火力発電で大電力を発電し続ける間に、再生可能エネルギーを利用した発電技術の研究が進めば良い
 <賛成> 火力発電の燃料である化石燃料の埋蔵量（世界に存在する残りの量）の枯渇が危ぶまれている。それに比べ、原子力発電の燃料であるウランの埋蔵量は多いと考えられている。

◆5年後の原子力発電の利用について、自分の考えに最も近いものを次の選択肢から1つ選び答えて下さい

①原子力発電の利用は5年後も継続してやめるべきである。
 ②原子力発電の利用は今すぐやめるべきだとは思わないが、5年後は震災前よりも減らした方が良いと思う
 ③原子力発電の利用をどんどん利用すべきだとは思わないが、5年後は震災前と同じくらいが良いと思う
 ④原子力発電はこれからどんどん利用し、5年後は震災前よりも増やした方が良いと思う
 ⑤賛成，反対の考えが両方とも納得できるものなので、自分の意見を決めることができない
 ⑥何について考えればよいのかが分からない

番

上記を選択した理由や考えたこと

図Ⅲ-3 「原子力発電の今後の在り方」

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

<h4 style="margin: 0;">今後の SNS の在り方について考えよう</h4> <p style="margin: 0; text-align: center;">年 組 番 氏名 _____ 男 ・ 女 _____</p>	
<p>近年インターネットや情報通信端末の進歩により、コミュニケーションの方法が多様化してきました。その1つとして SNS が挙げられます。SNS とは、インターネット上の交流を通して社会的ネットワークを構築するサービスのことであり、"Twitter", "Facebook", "LINE"等があります。具体的には、今考えていることなど利用者が自由に日記やつぶやきなどで投稿し、友人や知人・共通の趣味を持つ人達とインターネット上でつながることができます。また、Twitter を例に挙げると、フォロー^{※1}しあうことで、いろんな話題で楽しむことができたり、公開、非公開、ダイレクトメッセージ^{※2}、リツイート^{※3}ができたりと用途に応じて使い分けられるため、災害時や緊急時の連絡などにも利用され、その利便性が話題となりました。一方で、匿名性や即時性を利用したネットいじめ、誤報や虚偽の情報、ネット詐欺が問題となり社会的な混乱を招くことも話題となりました。</p> <p>このように、便利な一方で問題につながる可能性のある SNS の今後のあり方について、以下の賛成と反対の考えを参考にして考えて下さい。</p> <p>※1 他の人が投稿した内容を自分のホームページに表示させるようにすること。ある人の投稿をフォローした人のことは「フォロワー」と呼ぶ ※2 ダイレクトメッセージ：特定の人に直接メッセージを送ること ※3 他の人が投稿した内容を、そのまま自分のフォロワーに紹介すること</p> <p><反対> SNS 上では誰でも簡単に情報を発信することができるので、デマや不確かな情報もあり、全ての情報が必ずしも信じられるとは言えない。 <賛成> SNS では、自分の信頼のおける人の投稿だけを見ることが可能である。また、情報を誰もが簡単に発信できることにより、それぞれの人が主体性を持ち、情報の発信者となることができる。 <反対> SNS でつながった相手が知らない人の場合、もし、その人が自分に悪意を持って接してきたとしてもインターネット上では判断がしづらく、トラブルに巻き込まれてしまう危険性がある。 <賛成> 様々な国籍や年代の人など、普段接する機会の少ない人々とも SNS では簡単にコミュニケーションを取ることができる。 <反対> SNS に以前に自分が投稿した情報を後で消去しようとしても誰かがその情報を拡散してしまっているとそれを完全に消去することはできない。 <賛成> 災害時や緊急時には多くの被害や救助の状況に関する情報が SNS 上に投稿され、最新かつ具体的な情報の収集を簡単に行うことができ、救助や避難に役立った。</p> <p>◆これからの SNS のあり方について、自分の考えに最も近いものを次の選択肢から1つ選び答えて下さい</p> <p>①今後、SNS は無くなるべきである。 ②SNS の利用者が今すぐ減っていくべきだとは思わないが、少しずつ減っていった方が良いと思う ③SNS の利用者がどんどん増えていくべきだとは思わないが、少しずつ増えていった方が良いと思う ④SNS の利用者がどんどん増加をして、より発展していくべきである ⑤賛成、反対の考えが両方とも納得できるものなので、自分の意見を定めることができない ⑥何について考えればよいか分からない</p> <div style="border: 1px solid black; width: 80px; height: 60px; margin-left: auto; margin-right: 0; text-align: center; vertical-align: middle;">番</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">上記を選択した理由や考えたこと</div>	

図Ⅲ-4 「SNS の今後の在り方」

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

<p>【1】あなたは先ほど取り組んだ課題の中で、自分の意見を選ぶ時、「考えたこと」として当てはまりの程度を4段階で一つ○を付けて下さい</p> <p>【A：とても考えた B：少し考えた C：あまり考えなかった D：まったく考えなかった】</p>	
1. この技術の「しくみ」や「科学的な原理」について考えた	A・B・C・D
2. この技術の「科学的な原理」が発見されるまでの歴史や経過について考えた	A・B・C・D
3. この技術が何のために、どのような目的で利用されるものであるかを考えた	A・B・C・D
4. この技術を利用する際、どのような制限や注意点があるかについて考えた	A・B・C・D
5. この技術と同じ目的を持つ「代替りの技術」があるかないかについて考えた	A・B・C・D
6. この技術が開発されるまでの歴史や経過について考えた	A・B・C・D
7. この技術の利用が今後どのように展開していくかについて考えた	A・B・C・D
8. この技術を人類がどの程度使いこなすことができるかについて考えた	A・B・C・D
9. この技術を利用するためにどのような資源やエネルギー、材料が必要かについて考えた	A・B・C・D
10. この技術の利用が原因でどのような事故が発生しうるかについて考えた	A・B・C・D
11. この技術の利用が誰（あるいは、どのような立場の人々）の必要性にこたえるものであるかについて考えた	A・B・C・D
12. この技術の開発や利用に関連してどのような意見や考え方（あるいは世論）があるかについて考えた	A・B・C・D
13. この技術の利用によって産業や経済にどのような効果や影響を与えるかについて考えた	A・B・C・D
14. この技術の利用に関連してどのような法律や条約、政策があるかについて考えた	A・B・C・D
15. この技術の利用によってどのような地球環境問題が生じるかについて考えた	A・B・C・D
16. 製造や生産に関わる産業に対して、この技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた	A・B・C・D
17. 物流や流通に関わる産業に対して、この技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた	A・B・C・D
18. 一般の人々の消費生活に対して、この技術がどのような影響や効果を与えるかについて考えた	A・B・C・D

図Ⅲ-5 技術評価観点(図Ⅲ-1～Ⅲ-3の質問紙裏面)

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

【I】あなたは先ほど取り組んだ課題の中で、自分の意見を選ぶ時、「考えたこと」として当てはまりの程度を4段階で一つ○を付けて下さい

【A：とても考えた B：少し考えた C：あまり考えなかった D：まったく考えなかった】

1. このシステムの「しくみ」や「科学的な原理」について考えた	A・B・C・D
2. このシステムの「科学的な原理」が発見されるまでの歴史や経過について考えた	A・B・C・D
3. このシステムが何のために、どのような目的で利用されるものであるかを考えた	A・B・C・D
4. このシステムを利用する際、どのような制限や注意点があるかについて考えた	A・B・C・D
5. このシステムと同じ目的を持つ「代わりの技術」があるかないかについて考えた	A・B・C・D
6. このシステムが開発されるまでの歴史や経過について考えた	A・B・C・D
7. このシステムの利用が今後どのように展開していくかについて考えた	A・B・C・D
8. このシステムを人類がどの程度使いこなすことができるかについて考えた	A・B・C・D
9. このシステムを利用するためにどのような資源やエネルギー、材料が必要かについて考えた	A・B・C・D
10. このシステムの利用が原因でどのような事故が発生しうるかについて考えた	A・B・C・D
11. このシステムの利用が誰（あるいは、どのような立場の人々）の必要性にこたえるものであるかについて考えた	A・B・C・D
12. このシステムの開発や利用に関連してどのような意見や考え方（あるいは世論）があるかについて考えた	A・B・C・D
13. このシステムの利用によって産業や経済にどのような効果や影響を与えるかについて考えた	A・B・C・D
14. このシステムの利用に関連してどのような法律や条約、政策があるかについて考えた	A・B・C・D
15. このシステムの利用によってどのような地球環境問題が生じるかについて考えた	A・B・C・D
16. 製造や生産に関わる産業に対して、このシステムがどのような影響や効果を与えるかについて考えた	A・B・C・D
17. 物流や流通に関わる産業に対して、このシステムがどのような影響や効果を与えるかについて考えた	A・B・C・D
18. 一般の人々の消費生活に対して、このシステムがどのような影響や効果を与えるかについて考えた	A・B・C・D

図Ⅲ-6 技術評価観点(図Ⅲ-4の質問紙裏面)

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

表Ⅲ-2 意思決定の状況

		森林資源を活用する技術(n=421)		遺伝子組み換え技術(n=436)		原子力発電(n=460)		SNS(n=413)	
		回答者数	比率	回答者数	比率	回答者数	比率	回答者数	比率
否定群	強否定	13	3.1%	47	10.8%	71	15.4%	11	2.7%
	弱否定	319	75.8%	165	37.8%	241	52.4%	99	24.0%
肯定群	弱肯定	29	6.9%	104	23.9%	65	14.1%	73	17.7%
	強肯定	11	2.6%	31	7.1%	11	2.4%	39	9.4%
葛藤群	葛藤	46	10.9%	77	17.7%	56	12.2%	185	44.8%
不明群	不明	3	0.7%	12	2.8%	16	3.5%	6	1.5%

表Ⅲ-3 各学年における意思決定の状況

		1年生		2年生		3年生		全体	
		回答者数	比率	回答者数	比率	回答者数	比率	回答者数	比率
否定群	強否定	47	8.6%	53	8.2%	42	7.9%	142	8.2%
	弱否定	310	56.5%	287	44.3%	227	42.6%	824	47.6%
肯定群	弱肯定	67	12.2%	98	15.1%	106	19.9%	271	15.7%
	強肯定	22	4.0%	41	6.3%	29	5.4%	92	5.3%
葛藤群	葛藤	91	16.6%	156	24.1%	117	22.0%	364	21.0%
不明群	不明	12	2.2%	13	2.0%	12	2.3%	37	2.1%

全体における意思決定の割合では、「弱否定」が47.6%と最も多く、次に「葛藤」が21.0%、「弱肯定」が15.7%、「強否定」が8.2%、「強肯定」が5.3%、「不明」が2.1%となった。また、「強否定」と「弱否定」を合わせて「否定群」、「強肯定」と「弱肯定」を合わせて「肯定群」とした場合の「否定群」、「肯定群」、「葛藤群」、「不明群」の4群の比率について学年間の差異を確認するために χ^2 検定を行った。その結果、 $\chi^2_{(6)}=31.53$ 、 $p<.01$ となり、学年間によって意思決定の割合に有意な差が認められた。残差分析の結果、1年生は2年生及び3年生に比べて「否定群」の割合が高かった。また、3年生は1年生に比べて「肯定群」の割合が高く、2年生は1年生に比べて「葛藤群」の割合が高かった。

同様に、男女の性別間の意思決定の割合について χ^2 検定を行った。性別間における意思決定の割合表Ⅲ-4に示す。 $\chi^2_{(3)}=42.45$ 、 $p<.01$ となり、男女間によって意思決定の割合に有意な差が認められた。残差分析の結果、「否定群」においては有意な差は認めら

表Ⅲ-4 性別間における意思決定の状況

		男子(n=891)		女子(n=839)	
		回答者数	比率	回答者数	比率
否定群	強否定	89	10.0%	53	6.3%
	弱否定	406	45.6%	418	49.8%
肯定群	弱肯定	165	18.5%	106	12.6%
	強肯定	68	7.6%	24	2.9%
葛藤群	葛藤	149	16.7%	215	25.6%
不明群	不明	14	1.6%	23	2.7%

れなかったが、「肯定群」において男子(233人, 26.2%)>女子(130人, 15.5%), 「葛藤群」において女子(215人, 25.6%)>男子(149人, 16.7%)となった。

これらのことから、評価対象となる技術によって意思決定に違いが認められるものの、生徒の約半数が社会で賛否の分かれている技術の今後の在り方に対して否定的な傾向を持っていることが示唆された。また、学年間において、低学年の方が否定的な意思決定を、高学年の方が肯定的な意思決定を下している傾向が、性別間においては、男子の方が肯定的であり、女子の方が葛藤しやすい傾向が示唆された。

3.2 技術評価観点の状況

技術評価の際に着目している技術評価観点を把握するために、技術評価観点の平均値及びSDを単純集計した。また、学年間(1年生, 2年生, 3年生)及び意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」), 性別間(男, 女)について群間における平均値の違いを検討した。学年間及び意思決定間については、一元配置分散分析及びTukey法による多重比較, 性別間においてはt検定を行った。学年間及び全体について整理したものを表III-5, 意思決定間について整理したものを表III-6, 性別間について整理したものを表III-7に示す。

表III-5より、全体において、平均値の上位3項目は「運用上の制限」が3.26で最も高く、「技術目的」が3.24, 「事故の危険性と事例」が3.18であった。また、下位3項目については「技術史的な背景と経過」, 「科学史的な背景と経過」が2.07と最も低く, 「法的規制とガ

表III-5 各学年における技術評価観点の状況

技術評価観点	1年生(n=549)		2年生(n=648)		3年生(n=553)		全体(N=1730)		一元配置分散分析	多重比較	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD			
しくみや科学的な原理	2.70	0.83	2.66	0.89	2.57	0.88	2.64	0.87	$F_{(2, 1727)}=3.36$	*	1年>3年
科学史的な背景や経過	2.18	0.83	2.06	0.87	1.97	0.84	2.07	0.85	$F_{(2, 1727)}=8.57$	**	1年>2年≒3年
技術目的	3.22	0.78	3.30	0.79	3.21	0.81	3.24	0.79	$F_{(2, 1727)}=2.27$	ns	
運用上の制限	3.22	0.84	3.30	0.84	3.24	0.81	3.26	0.83	$F_{(2, 1727)}=1.57$	ns	
代替技術	2.65	0.96	2.50	1.03	2.45	1.01	2.53	1.00	$F_{(2, 1727)}=6.19$	**	1年>2年≒3年
技術史的な背景や経過	2.14	0.88	2.04	0.90	2.02	0.86	2.07	0.88	$F_{(2, 1727)}=3.07$	*	有意差なし
技術の将来展望	3.05	0.86	3.08	0.89	3.05	0.87	3.06	0.87	$F_{(2, 1727)}=0.24$	ns	
人間による制御可能性	2.66	0.93	2.60	0.95	2.76	0.96	2.67	0.95	$F_{(2, 1727)}=4.42$	*	3年>2年
資源・材料	2.68	1.00	2.54	1.05	2.51	1.00	2.58	1.02	$F_{(2, 1727)}=4.44$	*	1年>2年≒3年
事故の危険性と事例	3.20	0.95	3.21	0.91	3.11	0.95	3.18	0.93	$F_{(2, 1727)}=1.82$	ns	
ニーズ	2.67	0.93	2.73	0.94	2.72	0.94	2.71	0.94	$F_{(2, 1727)}=0.69$	ns	
世論	2.73	0.93	2.77	0.98	2.78	0.98	2.76	0.96	$F_{(2, 1727)}=0.48$	ns	
産業における経済的な効果	2.75	0.97	2.64	1.01	2.62	1.01	2.67	1.00	$F_{(2, 1727)}=2.85$	ns	
法的規制とガイドライン	2.23	0.96	2.12	0.96	2.11	0.97	2.15	0.97	$F_{(2, 1727)}=2.89$	ns	
環境問題との関わり	3.07	1.02	2.98	1.04	2.91	1.08	2.98	1.05	$F_{(2, 1727)}=3.02$	*	1年>3年
生産システムへの影響	2.66	0.97	2.58	1.00	2.52	0.98	2.59	0.98	$F_{(2, 1727)}=2.74$	ns	
流通システムへの影響	2.36	0.96	2.21	0.92	2.22	1.02	2.26	0.97	$F_{(2, 1727)}=4.59$	*	1年>2年≒3年
消費生活への影響	2.99	0.94	2.99	0.97	3.01	0.90	3.00	0.94	$F_{(2, 1727)}=0.10$	ns	

** $p<.01$, * $p<.05$
多重比較はTukey法による

Ⅲ-6 各意思決定における技術評価観点の状況

技術評価観点	肯定群(n=363)		否定群(n=966)		葛藤群(n=364)		一元配置分散分析	多重比較
	平均	SD	平均	SD	平均	SD		
しくみや科学的な原理	2.76	0.88	2.66	0.85	2.54	0.89	$F_{(2,1690)}=5.54$ **	肯定>葛藤
科学史的な背景や経過	2.17	0.91	2.10	0.85	1.92	0.80	$F_{(2,1690)}=8.65$ **	肯定≒否定>葛藤
技術目的	3.38	0.78	3.19	0.79	3.30	0.78	$F_{(2,1690)}=8.44$ **	肯定>否定
運用上の制限	3.29	0.86	3.26	0.82	3.30	0.78	$F_{(2,1690)}=0.49$ ns	
代替技術	2.37	0.96	2.67	1.01	2.39	0.97	$F_{(2,1690)}=17.80$ **	否定>肯定≒葛藤
技術史的な背景や経過	2.15	0.97	2.08	0.87	1.96	0.82	$F_{(2,1690)}=4.41$ *	肯定>葛藤
技術の将来展望	3.23	0.87	3.05	0.87	2.98	0.85	$F_{(2,1690)}=8.93$ **	肯定>否定≒葛藤
人間による制御可能性	2.73	1.02	2.68	0.94	2.60	0.90	$F_{(2,1690)}=1.58$ ns	
資源・材料	2.43	1.02	2.73	1.00	2.30	1.01	$F_{(2,1690)}=29.6$ **	否定>肯定≒葛藤
事故の危険性と事例	3.19	0.91	3.16	0.94	3.27	0.92	$F_{(2,1690)}=1.62$ ns	
ニーズ	2.82	0.93	2.67	0.93	2.73	0.97	$F_{(2,1690)}=3.05$ *	肯定>否定
世論	2.75	0.99	2.76	0.98	2.84	0.90	$F_{(2,1690)}=1.10$ ns	
産業における経済的な効果	2.70	1.07	2.72	0.97	2.54	0.99	$F_{(2,1690)}=4.47$ *	否定>葛藤
法的規制とガイドライン	2.20	1.04	2.13	0.94	2.16	0.96	$F_{(2,1690)}=0.83$ ns	
環境問題との関わり	2.78	1.13	3.22	0.94	2.61	1.08	$F_{(2,1690)}=59.37$ **	否定>肯定≒葛藤
生産システムへの影響	2.56	1.03	2.65	0.98	2.47	0.95	$F_{(2,1690)}=4.82$ **	否定>葛藤
流通システムへの影響	2.28	0.97	2.29	0.94	2.19	1.02	$F_{(2,1690)}=1.41$ ns	
消費生活への影響	3.04	0.94	3.03	0.93	2.93	0.95	$F_{(2,1690)}=1.17$ ns	

** $p<.01$, * $p<.05$
 多重比較はTukey法による

表Ⅲ-7 性別間における技術評価観点の状況

技術評価観点	男(n=891)		女(n=839)		t検定
	平均	SD	平均	SD	
しくみや科学的な原理	2.73	0.87	2.55	0.85	$t_{(1728)}=0.99$ **
科学史的な背景や経過	2.14	0.86	1.99	0.84	$t_{(1728)}=3.61$ **
技術目的	3.29	0.79	3.20	0.80	$t_{(1728)}=2.47$ *
運用上の制限	3.25	0.85	3.26	0.82	$t_{(1728)}=0.30$ ns
代替技術	2.57	1.01	2.49	1.00	$t_{(1728)}=1.80$ ns
技術史的な背景や経過	2.12	0.91	2.02	0.85	$t_{(1728)}=2.33$ *
技術の将来展望	3.07	0.89	3.05	0.86	$t_{(1728)}=0.33$ ns
人間による制御可能性	2.70	0.96	2.63	0.94	$t_{(1728)}=1.51$ ns
資源・材料	2.59	1.05	2.56	0.99	$t_{(1728)}=0.52$ ns
事故の危険性と事例	3.17	0.96	3.19	0.91	$t_{(1728)}=0.32$ ns
ニーズ	2.73	0.94	2.69	0.94	$t_{(1728)}=1.03$ ns
世論	2.69	0.99	2.83	0.93	$t_{(1728)}=3.01$ **
産業における経済的な効果	2.74	1.00	2.59	0.99	$t_{(1728)}=3.27$ **
法的規制とガイドライン	2.16	0.98	2.13	0.96	$t_{(1728)}=0.65$ ns
環境問題との関わり	2.96	1.06	3.01	1.03	$t_{(1728)}=1.15$ ns
生産システムへの影響	2.61	1.01	2.57	0.96	$t_{(1728)}=0.87$ ns
流通システムへの影響	2.28	0.95	2.24	0.98	$t_{(1728)}=0.99$ ns
消費生活への影響	2.97	0.95	3.03	0.93	$t_{(1728)}=1.23$ ns

** $p<.01$, * $p<.05$

イドライン」が2.15であった。また、学年間において差異が認められた項目は「しくみや科学的な原理」, 「科学史的な背景や経過」, 「代替技術」, 「人間による制御可能性」, 「資源・材料」, 「環境問題との関わり」, 「流通システムへの影響」となり18項目中7項目であつ

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

た。「人間による制御可能性」では3年生は2年生と比べて有意に平均値が高いことが認められ、それ以外の6項目においては、1年生の方が他学年と比べて有意に平均値が高かった。また、表Ⅲ-6より意思決定間において差異が認められた項目は「しくみや科学的な原理」、「科学史的な背景や経過」、「技術目的」、「代替技術」、「技術史的な背景や経過」、「技術の将来展望」、「資源・材料」、「ニーズ」、「産業における経済的な効果」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」となり18項目中11項目であった。「肯定群」及び「否定群」については他と比べて平均値が有意に高い項目がそれぞれ認められたが、「葛藤群」については他と比べて平均値が有意に高い項目は認められなかった。

そして、表Ⅲ-7より男女の性別間において有意な差が認められた項目は「しくみや科学的な原理」、「科学史的な背景や経過」、「技術目的」、「技術史的な背景や経過」、「世論」、「産業における経済的な効果」となり18項目中6項目であった。「世論」では女子の方が男子に比べて平均値が有意に高く、それ以外の5項目においては、男子の方が女子に比べて有意に平均値が高かった。

3.3 考察

本章では、世の中において賛否の分かれている技術に対する中学生の技術評価の実態について調査を行い、学年間や意思決定間、性別間における特徴について検討した。技術評価の平均値に有意な差が認められた項目について整理したものを、学年間は表Ⅲ-8、意思決定間は表Ⅲ-9、性別間は表Ⅲ-10に示す。

表Ⅲ-8 学年間において平均値に有意な差が認められた技術評価観点

1年生が他に比べて高い	2年生が他に比べて高い	3年生が他に比べて高い
「しくみや科学的な原理」、「代替技術」 「科学史的な背景や経過」、「資源・材料」 「環境問題との関わり」、「流通システムへの影響」		「人間による制御可能性」

表Ⅲ-9 意思決定間において平均値に有意な差が認められた技術評価観点

肯定群が他に比べて高い	葛藤群が他に比べて高い	否定群が他に比べて高い
「しくみや科学的な原理」、「技術目的」 「科学史的な背景や経過」、「ニーズ」 「技術の将来展望」、「技術史的な背景や経過」		「代替技術」、「科学史的な背景や経過」 「資源・材料」、「産業における経済的な効果」 「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」

表Ⅲ-10 性別間において平均値に有意な差が認められた技術評価観点

男子が女子に比べて高い	女子が男子に比べて高い
「しくみや科学的な原理」、「技術目的」 「科学史的な背景や経過」、「ニーズ」 「産業における経済的な効果」 「技術史的な背景や経過」	「世論」

第3章 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

表より、いずれの群間においても「しくみや科学的な原理」、「科学史的な背景や経過」について平均値に有意な差が認められるなど、技術評価観点 18 項目のうち、学年間では 7 項目、意思決定間では 11 項目、性別間では 6 項目について有意に平均値の違いが認められた。

表Ⅲ-8 より、学年間では「人間による制御可能性」を除く 6 項目について 1 年生の方が他学年より高い結果となった。このような意識調査では一般的に学年の進行に伴い平均値が減少する傾向がある。このことを踏まえると、1 年生の方が他学年に比べて技術評価力が高いという解釈ではなく、これら 6 項目に着目しやすい傾向を持つと考えることができる。また、全体において平均値が 3.0 以上の上位 5 項目であった「運用上の制限」、「技術目的」、「事故の危険性と事例」、「技術の将来展望」、「消費生活への影響」については、学年間における差異は認められていないことから、発達段階に関わらず技術評価の際に着目されやすい技術評価観点であることが推察される。

表Ⅲ-9 より、意思決定間では「肯定群」及び「否定群」には他群と比べて着目度の高い項目が認められたが、「葛藤群」については他と比べて有意に高い項目がなかった。この理由としては、「賛成も反対も納得できたから」や「賛成も反対も正しいことをいっているのでどっちが違うとかは自分で決められない」のような意見が挙げられており、技術評価観点間のプライオリティを決めきれず、肯定と否定の間で判断に確信が持てなかったことが技術評価観点への着目度の低さに起因したのではないかと考えられる。

表Ⅲ-10 より、性別間においては、6 項目中 5 項目について男子の方が女子に比べて着目度が高かった。その要因としては、意思決定の割合の違いが考えられる。男子は女子に比べて肯定群の割合が有意に多かったため、肯定的意思決定において着目度が強かった「技術目的」、「技術の将来展望」、「技術史的な背景や経過」などの項目において性別間の差が生じたのではないかと推察される。

これらの結果を俯瞰すると、技術評価力育成に向けた授業では、生徒の実態に応じて着目させる技術評価観点の与え方や学習形態などを工夫する必要性が考えられる。例えば、技術評価の学習場面において、導入段階では、発達段階に関わらず着目度の高かった技術評価観点を位置づけることや、グループ学習を行う際には男女の人数に偏りがないように留意することなどが考えられる。また、「葛藤群」は技術評価観点へ着目度の低いことから、教員の指導や学習内容によってバイアスがかかりやすく、意思決定が肯定にも否定にもなびきやすい状況と考えられる。生徒に幅広い視野を持って技術評価を行わせるためには、教員による指導がバイアスを引き起こすのではなく、生徒が互いの考えについても意識できるような指導が必要であろう。

そのためには、肯定及び否定の意思決定に影響する技術評価観点を満遍なく取り扱うための、教師の指導の力点の置き方について検討していく必要性が考えられる。

4. まとめ

以上、本章では、社会において賛否の分かれる技術の今後の在り方に対して生徒に技術評価を行わせ、その意思決定や技術評価観点の実態を学年別、意思決定別、性別等に着目して把握を試みた。その結果、本調査の条件内で以下の知見が得られた。

- 1) 森林資源を活用する技術、遺伝子組み換え技術、原子力発電、SNSの今後の在り方など、評価対象となる技術によって意思決定の割合に違いが認められたものの、全体的な傾向としては、半数以上の生徒が否定的であった。また、1年生は他学年に比べて「否定群」の割合が有意に高く、「肯定群」では、3年生>1年生、「葛藤群」では、2年生>1年生となり、学年間によって意思決定に違いがあることが示唆された。
- 2) 技術評価観点のうち着目度の高い項目は「運用上の制限」、「技術目的」、「事故の危険性と事例」などであった。一方、着目度の低い項目は「技術史的な背景と経過」、「科学史的な背景と経過」、「法的規制とガイドライン」などであった。
- 3) 学年間及び意思決定間、性別間において技術評価観点の平均値を比較した結果、学年間では7項目、意思決定間では11項目、性別間では6項目について有意な差が認められ、生徒の実態の違いに応じて授業展開や指導の力点を変化させる必要性が示唆された。

上記より、先行研究では明らかとされていなかった学年間や意思決定間(葛藤を含む)において技術評価の傾向が明らかとなり、生徒の実態に応じて、授業モデルを構築する必要性が示唆された。一方で、評価対象として取り上げた4つの技術に対する意思決定の割合に違いがあることから、それぞれの技術に対する技術評価観点の傾向にも違いがあることが推察される。しかし、本章では技術評価観点の傾向について全体的な特徴を探索的に把握したため、評価対象とした4つの技術ごとに技術評価観点の傾向を詳細には検討できていない。

そこで次章からは、本章で得られた知見を基に、4つの評価対象の技術ごとに本調査の結果を詳細に分析し、肯定及び否定的意思決定に影響を与えた技術評価観点の傾向を把握することを試みる。具体的には第4章では「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する生徒の反応を、第5章では「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する生徒の反応を、第6章では「原子力発電の今後の在り方」に対する生徒の反応を、第7章では「SNSの今後の在り方」に対する生徒の反応をそれぞれ分析することとする。

第4章 「A.材料と加工の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

1. 目的

第3章では研究課題2への対処として、生徒の技術評価の傾向を技術の多面性を踏まえた上で探索的に把握した。その結果、学年間及び意思決定間、性別間の各群間において技術評価観点の平均値に有意な差が認められた。このことから、技術評価力の向上を図るためには、生徒の実態に応じた授業展開や教員の指導方法を提案する必要性が示唆された。

一方、第3章で述べた通り、評価対象技術の違いと技術評価の傾向との関連性については検討の余地が残されている。また、意思決定に影響力を及ぼす具体的な技術評価観点についてより詳細な検討が必要である。そこで、第4章以降では引き続き研究課題2への対処を行う。具体的には、第3章で収集したデータを用いて、内容ごとに中学1～3年生の技術評価時の反応を詳細に検討することとした。内容別に意思決定の割合及び技術評価観点の整理をするとともに、肯定及び否定的意思決定に影響を示す技術評価観点の視点を明らかにする。

このうち、本章では、内容「A.材料と加工の技術」における技術評価課題である「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する生徒の反応について詳細を検討する。

2. 研究の方法

2.1 分析対象

第3章で実施した調査のうち、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」について回答した1～3年生計476名の有効回答者421名(有効回答率88.4%)のデータを分析対象とした。各学年の人数及び各学年における「A.材料と加工の技術」の履修者の人数を表IV-1に示す。

表IV-1 分析対象者の内訳

	1年生	2年生	3年生	合計
履修前	172	74	0	246
履修済み	0	95	135	230
合計	172	169	135	476

2.2 分析の手続き

本章で分析対象とする「A.材料と加工の技術」における技術評価課題は、森林資源の活用が進む一方で森林伐採による生態系や環境に関わる問題が取り沙汰されている現状を踏まえて、

森林資源を活用する技術の今後の在り方について問うものである。この課題に対して意思決定する際に着目した技術評価観点の平均値を求め、学年間、意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」)における差異について分散分析を用いて検討した。その後、意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」, 「不明群」)の割合を単純集計した後に各学年の割合の差異について χ^2 検定を行った。また、肯定的意思決定と否定的意思決定に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するために、「肯定群」, 「否定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする、判別分析を行った。

3. 結果と考察

3.1 意思決定の状況

第3章で示した通り、全体における「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する意思決定の割合は、「否定群」が78.9%と最も多く、次いで「葛藤群」が10.9%、「肯定群」が9.5%、「不明群」が0.7%であった。本章では、これを学年別に集計した。その結果、各学年の「否定群」, 「肯定群」, 「葛藤群」, 「不明群」の4群の割合の比率は表IV-2のようになった。比率の差について χ^2 検定を行った結果、4群の割合について学年間($\chi^2(6)=4.81$, ns)に有意なばらつきは見られなかった。

表IV-2 各学年における意思決定別の人数と割合

	肯定群	否定群	葛藤	不明
1年生 (n=150)	12(8.0%)	125(83.3%)	12(8.0%)	1(0.7%)
2年生 (n=151)	15(9.9%)	116(76.8%)	18(11.9%)	2(1.3%)
3年生 (n=120)	13(10.8%)	91(75.8%)	16(13.3%)	0(0.0%)

3.2 技術評価観点の単純集計及び学年間の比較

第3章において4つの評価対象技術を合算した場合の技術評価観点の集計を行っているため、本章では、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する技術評価時の各学年及び全体における技術評価観点の平均値及びSDを抽出して単純集計した。整理したものを表IV-3に示す。全体における平均値の上位3項目は、「環境問題との関わり」が最も高く3.47、「技術目的」が3.11、「運用上の制限」が3.07であった。平均値の下位3項目は、「法的規制とガイドライン」が最も低く2.01、「科学史的な背景や経過」が2.07、「技術史的な背景や経過」が2.15となった。

表IV-3 各学年及び全体における技術評価観点の平均値及びSD

	1年		2年		3年		全体	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
環境問題との関わり	3.51	0.70	3.50	0.77	3.46	0.68	3.47	0.74
技術目的	3.13	0.72	3.17	0.84	3.18	0.75	3.11	0.77
運用上の制限	3.12	0.80	3.05	0.99	3.17	0.79	3.07	0.88
技術の将来展望	3.01	0.84	2.99	0.90	3.03	0.83	2.98	0.87
消費生活への影響	2.98	0.92	2.91	0.95	2.79	0.88	2.85	0.93
資源・材料	2.96	0.92	2.85	0.96	2.79	0.96	2.84	0.95
代替技術	2.77	0.92	2.77	1.02	2.64	0.99	2.72	0.97
事故の危険性と事例	2.92	1.00	2.73	1.02	2.49	1.02	2.70	1.03
人間による制御可能性	2.70	0.86	2.54	0.95	2.78	0.95	2.64	0.93
世論	2.66	0.94	2.60	0.93	2.66	1.03	2.61	0.98
生産システムへの影響	2.81	0.81	2.38	1.00	2.60	0.93	2.54	0.92
産業における経済的な効果	2.77	0.94	2.44	1.00	2.58	1.03	2.53	0.99
科学的な原理	2.61	0.83	2.50	0.87	2.53	0.91	2.48	0.86
ニーズ	2.55	0.95	2.50	0.97	2.52	0.96	2.45	0.94
流通システムへの影響	2.43	0.85	2.05	0.91	2.21	0.90	2.18	0.89
技術史的な背景や経過	2.24	0.92	2.22	0.93	2.14	0.84	2.15	0.89
科学史的な背景や経過	2.24	0.91	2.13	0.89	2.06	0.86	2.07	0.85
法的規制とガイドライン	2.28	1.02	1.93	0.90	2.05	1.01	2.01	0.97

※全体における平均値降順

つぎに、学年間及び意思決定間(「否定群」, 「肯定群」, 「葛藤群」)における各技術評価観点の平均値の比較を行うために分散分析を行った。平均値に有意な差が認められた項目は、学年間では「事故の危険性と事例」において、1年生(平均値:2.92, SD:1.00)>3年生(2.49, 1.02) ($F_{(2, 418)}=5.96, p<.01$), 「法的規制とガイドライン」において、1年生(2.28, 1.02)>2年生(1.93, 0.90) ($F_{(2, 418)}=5.07, p<.01$), 「生産システムへの影響」において、1年生(2.81, 0.81)>2年生(2.38, 1.00) ($F_{(2, 418)}=8.29, p<.01$)の平均値に有意な差が認められ、学年間における平均値の差異は18項目中3項目であった。また、意思決定間では、「科学史的な背景や経過」において、「肯定群」(2.53, 0.94)>「否定群」(2.15, 0.89) ≡ 「葛藤群」(1.85, 0.70) ($F_{(2, 415)}=6.36, p<.01$), 「技術史的な背景や経過」において、「肯定群」(2.55, 0.75)>「否定群」(2.18, 0.90) ($F_{(2, 415)}=3.27, p<.05$)の平均値に有意な差が認められ、意思決定間における平均値の差異は18項目中2項目であった。次節では、否定的意思決定と肯定的意思決定

の差異に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するための判別分析を行う。

3.3 「肯定」及び「否定」の意思決定に影響を与える技術評価観点の把握

意思決定(「肯定」・「否定」)に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するために「否定群」, 「肯定群」の意思決定を目的変数, 技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。説明変数である技術評価観点 18 項目から判別に有効でない技術評価観点を除去するために除去基準 p 値を 0.20 に設定し変数減少を繰り返し行い⁸⁰⁾, 有意な判別関数($p < .01$)が得られた。判別関数に含まれた技術評価観点の中で, $p < .10$ 水準の有意傾向もしくは $p < .05$ 水準の有意であった項目の標準化判別係数の値を両端に「否定群」, 「肯定群」の重心を位置づけた。

全体における判別分析の結果のうち, 判別関数の有意性を表IV-4, 技術評価観点の標準化判別係数を表IV-5, 肯定・否定群の重心と的中率を表IV-6 に示す。

有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は, 「科学史的な背景や経過」(0.53), 「資源・材料」(-0.74)であった。また, 軸上で「肯定群」の重心はプラス側に, 「否定群」の重心はマイナス側に位置づけられた。このことから, 全体における肯定的意思決定に対しては, 「科学史的な背景や経過」への着目度が影響すること, 否定的意思決定に対しては「資源・材料」への着目度が影響することがそれぞれ示された。

表IV-4 全体における判別関数の有意性

	Wilksの λ	χ^2 検定	p 値
判別関数の有意性	0.96	$\chi^2_{(4)}=16.26$	0.0010

表IV-5 全体における技術評価観点の標準化判別係数

技術評価観点	標準化判別係数	Wilksの λ	F 値	判定
科学史的な背景や経過	0.53	0.99	$F_{(1, 368)}=2.99$	†
技術史的な背景や経過	0.47	0.99	$F_{(1, 368)}=2.36$	
資源・材料	-0.74	0.98	$F_{(1, 368)}=8.34$	**

** $p < .01$, † $p < .10$

表IV-6 全体における肯定・否定群の重心と的中率

	重心	判別的中率
肯定派	0.61	64.46%
否定派	-0.07	65.00%
全体		64.52%

第4章 「A.材料と加工の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

同様の判別分析を各学年別に行った。各学年の判別関数の有意性を表IV-7に、技術評価観点の標準化判別係数を表IV-8に、肯定・否定群の重心及び的中率を表IV-9に示す。

表より、1年生における、有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「消費生活への影響」(0.88)、「ニーズ」(-0.77)、「技術史的な背景や経過」(-0.47)であった。

2年生における有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「科学的な背景

表IV-7 各学年における判別関数の有意性

学年	Wilksのλ	χ^2 検定	p値
1年生	0.84	$\chi^2_{(4)}=22.90$	0.0001
2年生	0.84	$\chi^2_{(5)}=22.10$	0.0005
3年生	0.91	$\chi^2_{(3)}=9.32$	0.0253

表IV-8 各学年における技術評価観点の標準化判別係数

学年	技術評価観点	標準化判別係数	Wilksのλ	F値	判定
1年生	技術史的な背景や経過	-0.47	0.99	$F_{(1,132)}=3.92$	*
肯定群 (n=12) 否定群 (n=125)	事故の危険性と事例	0.32	0.99	$F_{(1,132)}=1.68$	
	ニーズ	-0.77	0.98	$F_{(1,132)}=9.13$	**
	消費生活への影響	0.88	0.92	$F_{(1,132)}=11.96$	**
2年生	科学的な背景や経過	0.56	0.95	$F_{(1,125)}=6.20$	*
肯定群 (n=15) 否定群 (n=116)	技術目的	0.70	0.94	$F_{(1,125)}=7.41$	**
	資源・材料	-0.69	0.94	$F_{(1,125)}=8.16$	**
	事故の危険性と事例	0.30	0.99	$F_{(1,125)}=1.74$	
	環境問題との関わり	-0.58	0.96	$F_{(1,125)}=5.20$	*
3年生	科学的な背景や経過	0.73	0.96	$F_{(1,100)}=4.12$	*
肯定群 (n=13) 否定群 (n=91)	人間による制御可能性	0.50	0.98	$F_{(1,100)}=1.83$	
	資源・材料	-1.06	0.93	$F_{(1,100)}=7.82$	**

** $p < .01$, * $p < .05$

表IV-9 各学年における「肯定群」「否定群」の重心と的中率

学年	否定群の重心 (判別的中率)	肯定群の重心 (判別的中率)	全体の 判別的中率
1年生	0.13 (74.40%)	-1.39 (83.33%)	75.18%
2年生	-0.16 (75.00%)	1.21 (80.00%)	75.00%
3年生	-0.12 (63.74%)	0.82 (61.54%)	63.46%

や経過」(0.56), 「技術目的」(0.70), 「資源・材料」(-0.69), 「環境問題との関わり」(-0.58)であった。3年生における有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は, 「科学史的な背景や経過」(0.73), 「資源・材料」(-1.06)であった。

これらの判別分析の結果より, 各学年において肯定的意思決定, 否定的意思決定へ影響を及ぼしていた技術評価観点を整理して表IV-10に示す。

表IV-10 各学年の意思決定に影響を及ぼす技術評価観点

学年	否定群	肯定群
1年生	「消費生活への影響」	「技術史的な背景や経過」 「ニーズ」
2年生	「資源・材料」 「環境問題との関わり」	「科学史的な背景や経過」 「技術目的」
3年生	「資源・材料」	「科学史的な背景や経過」

3.4 意思決定に影響を及ぼす技術評価観点に関する自由記述

表IV-10より, 肯定的意思決定と否定的意思決定ではそれぞれに影響力の大きい技術評価観点が異なることが把握された。具体的にそれぞれの意思決定を行った生徒の自由記述を以下に示す。肯定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点である「技術史的な背景や経過」, 「科学史的な背景や経過」に関連した自由記述として『建築物は何百年も前に建てられたものであり, 木材を使うことによって長持ちするので何回もつくらなくて済むから』, 『日本は昔から木材に関する技術が優れているし, 山地が多く木の育成もしやすいと思うから』などが挙げられていた。また, 「技術目的」, 「ニーズ」に関連した自由記述として, 『木材は何十年も長持ちして無駄遣いなどがないし, とても便利だから』, 『木材を使用したものが今すぐなくなると困るから』などの意見が挙げられた。

これに対して否定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点については「消費生活への影響」に関する自由記述として『木材の利用をやめることは, 私たちの生活がもっと厳しくなるのでゆっくりなれていくように利用を減らしていく』, 『すぐ利用をやめたら生活が困難になってしまう』などの意見が挙げられた。また, 「環境問題との関わり」, 「資源・材料」に関連して『どんなに技術が進んでも, 材料がなければ意味がありません。環境問題をもっと訴え, 少しずつでもいいから木材を使うのを減らしていく』, 『木材は温かみもあるし, すぐれた資源だと思うが, 多く使ってしまうと, 消費が育成などのスピードを上回ってしまい, 森林破壊されてしまうと思う』などの意見が挙げられた。

3.5 考察

以上の結果から、肯定的意思決定では、1年生は「技術史的な背景や経過」、「ニーズ」、2年生は「科学史的な背景や経過」、「技術目的」、3年生は「科学史的な背景や経過」の影響が把握された。いずれの学年においても技術史もしくは科学史的な背景や経過を踏まえている様相が確認される。このことについて関連する自由記述を検討したところ、森林資源を活用する技術が過去から現代へ長年培われていることや、森林資源を活用した建築物などの文化材について示されていることが確認された。これらのことから、肯定的意思決定を行う生徒は、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対して歴史的・文化的な視点から技術評価を行っていたことが推察される。

一方、否定的意思決定では、1年生は「消費生活への影響」、2年生は「資源・材料」、「環境問題との関わり」、3年生は「資源・材料」の影響が把握された。これらの様相は、1年生では身の回りの生活に対する影響などを中心に消費者の立場を踏まえる傾向があるが、2年生及び3年生では技術の利用による森林資源や環境といったより広い社会に対する影響を踏まえる傾向が否定的意思決定に影響を与えていることが推察される。このことについて関連する自由記述を検討したところ、身の回りの製品がなくなるといった日常生活への影響や、環境問題の引き金となることなどが示されていることが確認された。肯定的意思決定を行う生徒に比べると、時系列を踏まえた視点に比べて現実社会を見据えた問題に対する見方をしていると捉えることができる。このことから、否定的意思決定を行う生徒は、発達段階に応じて、現実的課題憂慮の視点から技術評価を行っていたことが推察される。

以上のように、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対して生徒に技術評価をさせた場合、歴史的・文化的な視点と現実的課題憂慮の視点という二つの反応が生じることが示唆された。

4. まとめ

以上、本章では「A.材料と加工の技術」の学習における技術評価課題「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する中学生の反応を詳細に分析した。その結果、以下の知見が得られた。

- 1) 「森林資源を活用する技術の今後の利用」に対する意思決定の比率は、「否定群」78.9%、「葛藤群」10.9%、「肯定群」9.5%、「不明群」0.7%となり、各学年における意思決定の割合に有意な差は認められなかった。

- 2) 「否定群」, 「肯定群」の意思決定を目的変数, 技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。その結果, 肯定的意思決定では, 1年生では「技術史的な背景や経過」と「ニーズ」, 2年生では「科学史的な背景や経過」と「技術目的」, 3年生では「科学史的な背景」の着目が把握された。いずれの学年においても技術史もしくは科学史的な背景に着目する傾向が認められ, 歴史的・文化的な視点が意思決定に重要な役割を果たしていることが示唆された。
- 3) これに対して否定的意思決定では, 1年生では「消費生活への影響」, 2年生では「環境問題との関わり」と「資源・材料」, 3年生では「資源・材料」の着目が把握された。1年生では身の回りの生活の影響といった一消費者として技術評価を行う傾向が, 2年生及び3年生では森林資源や環境といったより広い社会に対する影響に着目する傾向が認められ, 現実的課題憂慮の視点が意思決定に重要な役割を果たしていることが示唆された。

これらの結果から, 「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を取り上げて技術評価課題を実践する場合には, 歴史的・文化的な視点と現実的課題憂慮の視点の両視点を偏りなく着目させる必要性が示唆された。一方で, これらの反応は, 双方ともに視点が限定的であり, 森林資源を活用する技術の光と影の両面性を適切に見極めるといふ点では十分ではない。2年生の肯定的意思決定において「技術目的」への着目度の影響が認められているものの, 総じて時系列や現実的問題といった観点の影響が強く, 技術の仕組みや代替技術といった技術的な観点についての着目度が弱いことは, 技術教育で技術評価に関する授業モデルにおいて取り組むべき課題として考えられる。これらを踏まえると, 少なくとも森林資源を活用する技術を取り上げた技術評価の学習を行う場合には, 教師の提供する情報が歴史的・文化的な視点, 現実的課題憂慮の視点のいずれかに偏ることのないように留意すること, 実践的・体験的な活動を通して生徒が技術的な観点到に気づき, 技術評価の際にその観点到を働かせられるような題材の流れが求められよう。

本章の知見は「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する生徒の技術評価時の反応を把握したものであり, 内容「A.材料と加工の技術」における技術評価力育成に向けた指針と捉えることができる。引き続き次章では, 内容「B.生物育成の技術」を対象とした分析を進める。

第5章 「B. 生物育成の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

1. 目的

第4章に続き本章では、内容「B.生物育成の技術」における技術評価課題である「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する生徒の反応について詳細を検討する。

2. 研究の方法

2.1 分析対象

第3章で実施した調査のうち、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」について回答した1～3年生計481名の有効回答者436名(有効回答率90.6%)のデータを分析対象とした。各学年の人数及び各学年における「B.生物育成の技術」の履修者の人数を表V-1に示す。

表V-1 調査対象者の内訳

	1年生	2年生	3年生	合計
履修前	132	101	26	259
履修済み	0	73	149	222
合計	132	174	175	481

2.2 分析の手続き

本章で分析対象とする「B.生物育成の技術」における技術評価課題は、遺伝子組み換え作物の流通が増加する一方で、生体系や人体に対する危険性に関わる問題が取り沙汰されている現状を踏まえて遺伝子組み換え技術の今後の在り方について問うものである。前章と同様に、この課題に対して意思決定する際に着目した技術評価観点の平均値を求め、学年間、意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」)における差異について分散分析を用いて検討した。その後、意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」, 「不明群」)の割合を単純集計した後に各学年の割合の差異について χ^2 検定を行った。また、肯定的意思決定と否定的意思決定に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するために、「肯定群」, 「否定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする、判別分析を行った。

3. 結果と考察

3.1 意思決定の状況

第3章で示した通り、全体における「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する意思決定の割合は、「否定群」が48.6%と最も多く、次いで「肯定群」が31.0%、「葛藤群」が17.7%、「不明群」が2.8%であった。本章では、これを学年別に集計した。その結果、各学年の「否定群」, 「肯定群」, 「葛藤群」, 「不明群」の4群の割合の比率は表V-2のようになった。比率の差について χ^2 検定を行った結果、4群の割合について学年間($\chi^2_{(6)}=5.77$, ns)に有意なばらつきは見られなかった。

表V-2 各学年における意思決定別の人数と割合

	肯定群	否定群	葛藤	不明
1年生 (n=119)	32(26.9%)	64(53.8%)	19(16.0%)	4(3.4%)
2年生 (n=159)	44(27.7%)	80(50.3%)	31(19.5%)	4(2.5%)
3年生 (n=158)	59(37.3%)	68(43.0%)	27(17.1%)	4(2.5%)

3.2 技術評価観点の単純集計及び学年間の比較

「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する技術評価時の各学年及び全体における各技術評価観点の平均値及びSDを抽出して単純集計した。整理したものを表V-3に示す。全体における平均値の上位3項目は、「運用上の制限」が最も高く3.26, 「技術目的」が3.25, 「消費生活への影響」が3.17であった。平均値の下位3項目は、「法的規制とガイドライン」が最も低く2.03, 「技術史的な背景や経過」が2.06, 「科学史的な背景や経過」が2.07となった。

つぎに、学年間及び意思決定間(「否定群」, 「肯定群」, 「葛藤群」)における各技術評価観点の平均値の比較を行うために分散分析を行った。平均値に有意な差が認められた項目は、学年間では「科学史的な背景や経過」において、1年生(平均値:2.22, SD:0.87)>3年生(1.92, 0.84) ($F_{(2, 433)}=4.54$, $p<.05$), 「運用上の制限」において2年生(3.40, 0.74)>3年生(3.13, 0.92) ($F_{(2, 433)}=4.03$, $p<.05$)の平均値に有意な差が認められ、学年間における平均値の差異は18項目中2項目であった。また、意思決定間では、「技術の将来展望」において「肯定群」(3.26, 0.86)>「葛藤群」(2.92, 0.89) ($F_{(2, 421)}=3.95$, $p<.05$)に平均値に有意な差が認められ、意思決定間における平均値の差異は18項目中1項目であった。次節では、否定的意思決定と肯定的意思決定の差異に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するための判別分析を行う。

表V-3 全体及び各学年における技術評価観点の平均値及びSD

	1年		2年		3年		全体	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
運用上の制限	3.23	0.92	3.40	0.74	3.13	0.92	3.26	0.86
技術目的	3.17	0.85	3.36	0.81	3.19	0.84	3.25	0.83
消費生活への影響	3.08	0.98	3.21	0.92	3.18	0.90	3.17	0.93
事故の危険性と事例	3.09	1.03	3.23	0.91	3.09	0.89	3.14	0.94
技術の将来展望	3.09	0.88	3.16	0.87	3.00	0.90	3.08	0.89
環境問題との関わり	3.01	1.01	3.13	0.91	3.00	1.01	3.05	0.97
生産システムへの影響	2.91	1.01	3.00	0.91	2.80	0.97	2.90	0.96
ニーズ	2.74	1.00	2.96	0.90	2.80	1.00	2.84	0.96
産業における経済的な効果	2.92	1.03	2.88	0.91	2.72	1.00	2.83	0.98
科学的な原理	2.79	0.79	2.89	0.82	2.67	0.83	2.78	0.82
人間による制御可能性	2.76	0.96	2.72	0.96	2.80	0.94	2.76	0.95
世論	2.77	0.95	2.78	0.97	2.72	0.94	2.75	0.95
資源・材料	2.37	1.02	2.41	1.03	2.39	0.95	2.39	0.99
流通システムへの影響	2.42	0.99	2.26	0.92	2.27	0.94	2.31	0.94
代替技術	2.44	0.93	2.17	0.96	2.25	0.96	2.27	0.95
科学的な背景や経過	2.22	0.87	2.11	0.86	1.92	0.84	2.07	0.86
技術史的な背景や経過	2.13	0.94	2.04	0.92	2.01	0.86	2.06	0.90
法的規制とガイドライン	1.97	0.93	2.11	0.99	1.98	0.93	2.03	0.95

※全体における平均値降順

3.3 「肯定」及び「否定」の意思決定に影響を与える技術評価観点の把握

前章と同様に、意思決定の質的な差異に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するために「否定群」, 「肯定群」の意思決定を目的変数, 技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。説明変数である技術評価観点 18 項目から判別に有効でない技術評価観点を除去するために除去基準 p 値を 0.20 に設定し変数減少を繰り返し行い, 有意な判別関数($p < .01$)が得られた。判別関数に含まれた技術評価観点の中で, $p < .10$ 水準の有意傾向もしくは $p < .05$ 水準の有意であった項目の標準化判別係数の値を両端に「否定群」, 「肯定群」の重心を位置づけた。

全体における判別分析の結果のうち, 判別関数の有意性を表V-4, 技術評価観点の標準化判別係数を表V-5, 肯定・否定群の重心と的中率を表V-6に示す。

有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は, 「技術目的」(0.75), 「技術の将来展望」(0.59), 「運用上の制限」(-0.77)であった。また, 軸上で「肯定群」の重心はプラス側に, 「否定群」の重心はマイナス側に位置づけられた。このことから, 肯定的意思決定に対

表V-4 全体における判別関数の有意性

	Wilksの λ	χ^2 検定	p値
判別関数の有意性	0.96	$\chi^2_{(4)}=15.40$	0.0039

表V-5 全体における技術評価観点の標準化判別係数

技術評価観点	標準化判別係数	Wilksの λ	F値	判定
技術目的	0.75	0.98	$F_{(1,342)}=5.73$	*
運用上の制限	-0.77	0.98	$F_{(1,342)}=6.53$	*
技術の将来展望	0.59	0.99	$F_{(1,342)}=3.85$	†
世論	-0.42	0.99	$F_{(1,342)}=2.09$	

* $p < .05$, † $p < .10$

表V-6 全体における肯定・否定群の重心と的中率

	重心	判別的中率
肯定派	0.27	63.70%
否定派	-0.17	54.72%
全体		58.21%

しては、「技術目的」と「技術の将来展望」への着目度が影響すること、否定的意思決定に対しては「運用上の制限」への着目度が影響することがそれぞれ示された。つぎに、同様の判別分析を各学年別に行った。各学年の判別関数の有意性を表V-7に、技術評価観点の標準化判別係数を表V-8に、「肯定群」及び「否定群」の重心及び的中率を表V-9に示す。表より、1年生における、有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「運用上の制限」(0.64)、「消費生活への影響」(0.56)、「技術目的」(-0.55)、「流通システムへの影響」(-0.57)であった。

2年生における有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「ニーズ」(0.52)、「技術の将来展望」(0.57)、「法的規制とガイドライン」(-0.66)、「運用上の制限」(-0.60)であった。

3年生における有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「世論」(0.64)、「環境問題との関わり」(0.58)、「ニーズ」(0.56)、「生産システムへの影響」(-0.77)であった。これらの判別分析の結果より、各学年において肯定的意思決定、否定的意思決定へ影響を及ぼしていた技術評価観点を整理して表V-10に示す。

表V-7 各学年における判別関数の有意性

学年	Wilksの λ	χ^2 検定	p値
1年生	0.81	$\chi^2_{(6)}=19.67$	0.0032
2年生	0.89	$\chi^2_{(6)}=14.02$	0.0294
3年生	0.90	$\chi^2_{(6)}=13.23$	0.0396

表V-8 各学年における技術評価観点の標準化判別係数

学年	技術評価観点	標準化判別係数	Wilksの λ	F値	判定
1年生 肯定群 (n=32) 否定群 (n=64)	技術目的	-0.55	0.96	$F_{(1, 89)}=3.88$	†
	運用上の制限	0.64	0.95	$F_{(1, 89)}=4.75$	*
	ニーズ	-0.36	0.98	$F_{(1, 89)}=1.80$	
	生産システムへの影響	0.40	0.98	$F_{(1, 89)}=2.03$	
	流通システムへの影響	-0.57	0.96	$F_{(1, 89)}=4.04$	*
	消費生活への影響	0.56	0.96	$F_{(1, 89)}=3.57$	†
2年生 肯定群 (n=44) 否定群 (n=80)	科学的な原理	0.47	0.98	$F_{(1, 117)}=2.34$	
	運用上の制限	-0.60	0.97	$F_{(1, 117)}=3.43$	†
	技術史的な背景や経過	0.43	0.98	$F_{(1, 117)}=2.17$	
	技術の将来展望	0.57	0.97	$F_{(1, 117)}=3.51$	†
	ニーズ	0.52	0.97	$F_{(1, 117)}=3.12$	†
	法的規制とガイドライン	-0.66	0.96	$F_{(1, 117)}=4.83$	*
3年生 肯定群 (n=59) 否定群 (n=68)	技術目的	-0.47	0.98	$F_{(1, 120)}=2.17$	
	資源・材料	-0.45	0.98	$F_{(1, 120)}=2.08$	
	ニーズ	0.56	0.98	$F_{(1, 120)}=3.02$	†
	世論	0.64	0.97	$F_{(1, 120)}=3.13$	†
	環境問題との関わり	0.58	0.97	$F_{(1, 120)}=3.38$	†
	生産システムへの影響	-0.77	0.96	$F_{(1, 120)}=4.37$	*

* $p<.05$, † $p<.10$

表V-9 全体における「肯定群」「否定群」の重心と的中率

学年	否定群の重心 (判別的中率)	肯定群の重心 (判別的中率)	全体の 判別的中率
1年生	0.34 (65.63%)	-0.69(75.00%)	68.75%
2年生	-0.26 (65.00%)	0.47(61.36%)	63.71%
3年生	0.31(66.18%)	-0.36(62.71%)	64.57%

表V-10 各学年の意思決定に影響を及ぼす技術評価観点

学年	否定群	肯定群
1年生	「消費生活への影響」	「流通システムへの影響」
	「運用上の制限」	「技術目的」
2年生	「運用上の制限」	「ニーズ」
	「法的規制とガイドライン」	「技術の将来展望」
3年生	「世論」, 「ニーズ」	「生産システムへの影響」
	「環境問題との関わり」	

表V-10 より、肯定及び否定的意思決定に影響を示す技術評価観点はそれぞれ異なっていることが認められた。また、肯定及び否定の意思決定に影響を示す技術評価観点について学年間を比較すると、否定的意思決定で1年生と2年生に「運用上の制限」が同様に把握されたが、それ以外が異なっており、同じ意思決定を下す場合においても学年が異なることによって影響を示す技術評価観点到に違いがあることが示唆された。

次節では上記の結果を踏まえ「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する生徒の反応を考察するための自由記述を示す。

3.4 意思決定に影響を及ぼす技術評価観点に関する自由記述

表V-10 より、肯定的意思決定と否定的意思決定それぞれに影響力の大きい技術評価観点が異なる傾向が示唆された。具体的にそれぞれの意思決定を行った生徒の自由記述を以下に示す。肯定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点である「技術目的」、「技術の将来展望」として『今はない新しい野菜をつくることができる』、『発展させていくうちに新しい物質や新しい発見が見つかるかもしれない。それに対して虫の生態もわかっていくかもしれない』などが挙げられていた。また、「流通システムへの影響」、「生産システムへの影響」、「ニーズ」として『農家の数、日本の食料自給率が減っている分効率的で生産量が多く、農家の人たちの負担が少ない作物が必要とされているから』、『環境によく日本に食料を効率よくいっばいつくることによって運ぶ人売る人色々な経済に効果があると思う。』などが挙げられていた。これに対して否定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点については「運用上の制限」、「消費生活への影響」、「ニーズ」として『危険な可能性があるかもしれないので食べたくないし、食べたくない人がたくさんいると思うから』、『はっきりと安全かどうかわからないし、消費者の健康が一番大切だから』などが挙げられていた。また、「法的規制とガイドライン」、「世論」、「環境問題との関わり」については『人間が自然界にないものを生み出すことは自然の生態系その

ものを壊してしまうと思います』、『多くの商品に「こちらの商品は遺伝子組み換えではありません」と書いていてあまり良いものではないと思うから』などが挙げられていた。

3.5 考察

以上の結果、肯定的意思決定では、1年生は「流通システムへの影響」と「技術目的」、2年生は「ニーズ」と「技術の将来展望」、3年生は「生産システムへの影響」の影響が把握された。これらの様相は、1年生では、新しいものが生み出されることや流通する量について考えていたものが、2年生では遺伝子組み換え技術の必要性や将来について目を向けて、3年生では農家の負担軽減といった生産者側の立場を踏まえて技術評価を行っていたことが推察される。このことについて関連する自由記述を検討したところ、遺伝子組み換え技術の利用による遺伝子組み換え作物の流通量が増加することや生産者の立場を踏まえたメリット、経済的な効果について示されていることが確認された。これらのことから、肯定的意思決定を行う生徒は、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対して生産・経済活動の視点から技術評価を行っていたことが推察される。

一方、否定的意思決定では、1年生は「消費生活への影響」と「運用上の制限」に、2年生は「運用上の制限」と「法的規制とガイドライン」に、3年生は「世論」、「ニーズ」、「環境問題との関わり」の影響が把握された。これらの様相は、1年生では、一消費者の立場で考えていたものが、2年生では世の中の決まりに目を向け、3年生では世の中の意見や環境問題などより広い視野で技術評価を行っていたことが推察される。このことについて関連する自由記述を検討したところ、遺伝子組み換え技術の利用によって、遺伝子組み換え作物の危険性や消費者の安全性とともに、生態系や世論の意見を参照していることが示されていた。肯定的意思決定を行う生徒に比べると生産や流通といった遺伝子組み換え技術を扱う側の視点は弱く、遺伝子組み換え技術の活用によって、消費者のニーズが満たされないことや社会に与える影響を一市民として着目していると捉えることができる。このことから、否定的意思決定を行う生徒は、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対して消費・社会的影響の視点から技術評価を行っていたことが推察される。

以上のように、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対して生徒に技術評価をさせた場合、生産・経済活動の視点と消費・社会的影響の視点という二つの反応が生じることが示唆された。

4. まとめ

以上、本章では「B.生物育成の技術」の学習における技術評価課題「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する中学生の反応を詳細に分析した。その結果、以下の知見が得られた。

- 1) 「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する意思決定の比率は、「否定群」(48.6%)、「肯定群」(31.0%)、「葛藤群」(17.7%)、「不明群」(2.8%)となり学年間に顕著な差は認められなかった。
- 2) 「否定群」, 「肯定群」の意思決定を目的変数, 技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。その結果, 肯定的意思決定では, 1年生では「流通システムへの影響」と「技術目的」, 2年生では「ニーズ」と「技術の将来展望」, 3年生では「生産システムへの影響」の着目が把握された。1年生では生産量の増加といった流通に目を向けていたが, 2年生では, 技術の目的や将来のことを踏まえ, 3年生では生産者の立場を踏まえ技術評価を行う傾向が認められ, 生産・経済活動の視点が意思決定に重要な役割を果たしていることが示唆された。
- 3) これに対して否定的意思決定では, 1年生では「消費生活への影響」と「運用上の制限」, 2年生では「運用上の制限」と「法的規制とガイドライン」, 3年生では「ニーズ」, 「世論」, 「環境問題との関わり」の着目が把握された。1年生では一消費者として技術評価を行う傾向, 2年生では制限や注意点, ガイドラインといった社会での在り方に目を向け, 3年生では世論や環境といったより広い社会への着目する傾向が認められ, 消費・社会的影響の視点が意思決定に重要な役割を果たしていることが示唆された。

これらの結果から、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げて技術評価課題を実践する場合には、生産・経済活動の視点と消費・社会的影響の視点の両視点を偏りなく着目させる必要性が示唆された。また、肯定及び否定的意思決定ともに学年間で技術評価時における着目している技術評価観点が異なることが示唆された。このことから生産・経済活動の視点と消費・社会的影響の視点を踏まえた上で、教員は対象学年に応じて指導の力点を変容する必要性が考えられる。次章では、内容「C.エネルギー変換の技術」を対象とする。

第6章 「C. エネルギー変換の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

1. 目的

第4章、第5章に続き、本章では内容「C.エネルギー変換の技術」における技術評価課題である「原子力発電の今後の在り方」に対する生徒の反応について詳細を検討する。

2. 研究の方法

2.1 分析対象

第3章で実施した調査のうち、「原子力発電の今後の在り方」について回答した1～3年生計488名の有効回答者460名(有効回答率94.3%)のデータを分析対象とした。各学年の人数及び各学年における「C.エネルギー変換の技術」の履修者の人数を表VI-1に示す。

表VI-1 調査対象者の内訳

	1年生	2年生	3年生	合計
履修前	171	173	77	421
履修済み	0	0	67	67
合計	171	173	144	488

2.2 分析の手続き

本章で分析対象とする「C.エネルギー変換の技術」における技術評価課題は、国内の電力供給における発電方法が東日本大震災を経て大きく変容したことを取り上げ、原子力発電の今後の在り方について問うものである。前章と同様に、この課題に対して意思決定する際に着目した技術評価観点の平均値を求め、学年間、意思決定間(「肯定群」,「否定群」,「葛藤群」)における差異について分散分析を用いて検討した。その後、意思決定間(「肯定群」,「否定群」,「葛藤群」,「不明群」)の割合を単純集計した後に各学年の割合の差異について χ^2 検定を行った。また、肯定的意思決定と否定的意思決定に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するために、「肯定群」,「否定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする、判別分析を行った。

3. 結果と考察

3.1 意思決定の状況

第3章で示した通り、全体における「原子力発電の今後の在り方」に対する意思決定の割合は、「否定群」が67.8%と最も多く、次いで「肯定群」が16.5%、「葛藤群」が12.2%、「不明群」が3.5%であった。本章では、これを学年別に集計した。その結果、各学年の「否定群」, 「肯定群」, 「葛藤群」, 「不明群」の4群の割合の比率は表VI-2のようになった。比率の差について χ^2 検定を行った結果、4群の割合について学年間($\chi^2_{(6)}=10.42$, ns)に有意なばらつきは見られなかった。

表VI-2 各学年における意思決定別の人数と割合

	肯定群	否定群	葛藤	不明
1年生 (n=158)	22(13.9%)	119(75.3%)	13(8.2%)	4(2.5%)
2年生 (n=170)	34(20.0%)	102(60.0%)	28(16.5%)	6(3.5%)
3年生 (n=132)	20(15.2%)	91(68.9%)	15(11.4%)	6(3.5%)

3.2 技術評価観点の単純集計及び学年間の比較

各学年及び全体における技術評価観点の平均値及びSDを単純集計した。整理したものを表VI-3に示す。全体における平均値の上位3項目は、「事故の危険性と事例」が最も高く3.33, 「環境問題との関わり」が3.31, 「運用上の制限」が3.30であった。平均値の下位3項目は、「技術史的な背景や経過」が最も低く2.06, 「科学的な背景や経過」が2.13, 「法的規制とガイドライン」が2.20となった。

つぎに、学年間及び意思決定間(「否定群」, 「肯定群」, 「葛藤群」)における各技術評価観点の平均値の比較を行うために分散分析を行った。平均値に有意な差が認められた項目は、学年間では「技術目的」において、2年生(平均値: 3.26, SD: 0.79) > 3年生(3.02, 0.84) ($F_{2, 457}=3.83$, $p<.05$), 「生産システムへの影響」において、2年生(2.82, 0.93) > 3年生(2.52, 0.98) ($F_{2, 457}=3.58$, $p<.05$)の平均値に有意な差が認められ、学年間における平均値の差異は18項目中2項目であった。また、意思決定間では、「代替技術」において、「否定群」(2.96, 0.97) > 「肯定群」(2.65, 0.91) ($F_{2, 441}=3.61$, $p<.05$)の平均値に有意な差が認められ、意思決定間における平均値の差異は18項目中1項目であった。次節では、否定的意思決定と肯定的意思決定の差異に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するための判別分析を行う。

表VI-3 全体及び各学年における技術評価観点の平均値及びSD

	1年		2年		3年		全体	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
事故の危険性と事例	3.34	0.87	3.36	0.80	3.27	0.84	3.33	0.83
環境問題との関わり	3.34	0.89	3.28	0.89	3.30	0.88	3.31	0.89
運用上の制限	3.27	0.78	3.32	0.84	3.33	0.76	3.30	0.79
技術目的	3.23	0.78	3.26	0.79	3.02	0.84	3.18	0.81
技術の将来展望	3.06	0.89	3.19	0.81	3.08	0.80	3.12	0.84
消費生活への影響	3.06	0.91	3.11	0.88	3.17	0.80	3.11	0.87
資源・材料	3.03	0.90	3.01	0.92	2.86	0.97	2.97	0.93
世論	2.78	0.93	3.04	0.95	2.86	1.04	2.90	0.97
代替技術	2.89	0.94	2.84	0.98	2.80	1.03	2.84	0.98
産業における経済的な効果	2.80	0.92	2.84	1.02	2.83	0.95	2.82	1.67
科学的な原理	2.79	0.81	2.79	0.89	2.69	0.87	2.76	0.86
生産システムへの影響	2.70	0.94	2.82	0.93	2.52	0.98	2.69	0.96
人間による制御可能性	2.57	0.91	2.64	0.90	2.83	0.95	2.67	0.92
ニーズ	2.59	0.86	2.65	0.94	2.67	0.82	2.64	0.88
流通システムへの影響	2.35	0.97	2.42	0.89	2.35	1.26	2.38	1.04
法的規制とガイドライン	2.27	0.89	2.16	0.97	2.15	0.89	2.20	0.92
科学史的な背景や経過	2.16	0.71	2.14	0.90	2.09	0.87	2.13	0.83
技術史的な背景や経過	2.05	0.78	2.08	0.91	2.04	0.89	2.06	0.86

※全体における平均値降順

3.3 「肯定」及び「否定」の意思決定に影響を与える技術評価観点の把握

前章と同様に、意思決定(「肯定」・「否定」)に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するために「否定群」, 「肯定群」の意思決定を目的変数, 技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。説明変数である技術評価観点 18 項目から判別に有効でない技術評価観点を除去するために除去基準 p 値を 0.20 に設定し変数減少を繰り返し行い, 有意な判別関数($p < .01$)が得られた。判別関数に含まれた技術評価観点の中で, $p < .10$ 水準の有意傾向もしくは $p < .05$ 水準の有意であった項目の標準化判別係数の値を両端に「否定群」, 「肯定群」の重心を位置づけた。

全体における判別分析の結果のうち, 判別関数の有意性を表VI-4, 技術評価観点の標準化判別係数を表VI-5, 肯定・否定群の重心と的中率を表VI-6 に示す。有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は, 「技術目的」(-0.71), 「代替技術」(0.77)であった。また, 軸上

表VI-4 全体における判別関数の有意性

	Wilksの λ	χ^2 検定	p 値
判別関数の有意性	0.95	$\chi^2_{(4)}=21.62$	0.0002

表VI-5 全体における技術評価観点の標準化判別係数

技術評価観点	標準化判別係数	Wilksの λ	F 値	判定
技術目的	-0.71	0.98	$F_{(1,383)}=8.49$	**
代替技術	0.77	0.97	$F_{(1,383)}=10.80$	**

** $p < .01$

表VI-6 全体における肯定・否定群の重心と的中率

	重心	判別的中率
肯定派	-0.49	56.58%
否定派	0.12	66.99%
全体		64.95%

で「肯定群」の重心はマイナス側に、「否定群」の重心はプラス側に位置づけられた。このことから、全体における肯定的意思決定に対しては、「技術目的」への着目度が影響すること、否定的意思決定に対しては「代替技術」への着目度が影響することがそれぞれ示された。

同様の判別分析を各学年別に行った。各学年の判別関数の有意性を表VI-7に、技術評価観点の標準化判別係数を表VI-8に、肯定・否定群の重心及び的中率を表VI-9に示す。表より、1年生における、有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「代替技術」(-0.55)、「資源・材料」(-0.65)であった。2年生における有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「しくみや科学的な原理」(0.59)、「技術の将来展望」(0.48)、「人間による制御可能性」(-0.65)、「世論」(-0.78)、「流通システムへの影響」(0.67)であった。3年生における有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「技術目的」(0.54)、「代替技術」(-0.62)、「事故の危険性と事例」(-0.82)、「法的規制とガイドライン」(0.49)、「消費生活への影響」(0.55)であった。これらの判別分析の結果より、各学年において肯定的意思決定、否定的意思決定へ影響を及ぼしていた技術評価観点を整理して表VI-10に示す。

表VI-7 各学年における判別関数の有意性

学年	Wilksの λ	χ^2 検定	p 値
1年生	0.89	$\chi^2_{(5)}=15.40$	0.0088
2年生	0.81	$\chi^2_{(5)}=27.38$	0.0000
3年生	0.86	$\chi^2_{(5)}=16.28$	0.0061

表VI-8 各学年における技術評価観点の標準化判別係数

学年	技術評価観点	標準化判別係数	Wilksのλ	F値	判定
1年生	しくみや科学的な原理	0.47	0.98	$F_{(1,135)}=2.36$	
	技術目的	0.48	0.98	$F_{(1,135)}=2.60$	
肯定群 (n=22)	代替技術	-0.55	0.97	$F_{(1,135)}=3.87$	†
否定群 (n=119)	人間による制御可能性	0.37	0.99	$F_{(1,135)}=1.84$	
	資源・材料	-0.65	0.96	$F_{(1,135)}=5.01$	*
2年生	しくみや科学的な原理	0.59	0.95	$F_{(1,129)}=6.13$	*
	技術の将来展望	0.48	0.96	$F_{(1,129)}=5.00$	*
肯定群 (n=34)	人間による制御可能性	-0.65	0.93	$F_{(1,129)}=9.10$	**
否定群 (n=101)	世論	-0.78	0.92	$F_{(1,129)}=10.64$	**
	流通システムへの影響	0.67	0.92	$F_{(1,129)}=9.77$	**
3年生	技術目的	0.54	0.97	$F_{(1,105)}=3.64$	†
	代替技術	-0.62	0.96	$F_{(1,105)}=4.04$	*
肯定群 (n=20)	事故の危険性と事例	-0.82	0.93	$F_{(1,105)}=7.31$	**
否定群 (n=91)	法的規制とガイドライン	0.49	0.97	$F_{(1,105)}=3.15$	†
	消費生活への影響	0.55	0.97	$F_{(1,105)}=3.60$	†

** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$

表VI-9 全体における「肯定群」「否定群」の重心と的中率

学年	否定群の重心 (判別的中率)	肯定群の重心 (判別的中率)	全体の 判別的中率
1年生	-0.15 (68.07%)	0.80 (63.64%)	67.38%
2年生	-0.28 (79.21%)	0.83 (70.60%)	77.04%
3年生	-0.19 (73.63%)	0.86 (65.00%)	72.07%

表VI-10 各学年の意思決定に影響を及ぼす技術評価観点

学年	否定群	肯定群
1年生	「代替技術」 「資源・材料」	なし
2年生	「人間による制御可能性」 「世論」	「しくみや科学的な原理」 「技術の将来展望」 「流通システムへの影響」
3年生	「代替技術」 「事故の危険性と事例」	「技術目的」, 「消費生活への影響」 「法的規制とガイドライン」

3.4 意思決定に影響を及ぼす技術評価観点に関する自由記述

表VI-10 より、肯定的意思決定と否定的意思決定ではそれぞれに影響力の大きい技術評価観点が異なることが把握された。具体的にそれぞれの意思決定を行った生徒の自由記述を以下に示す。肯定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点である「しくみや科学的な原理」, 「技術目的」, 「消費生活への影響」, 「流通システムへの影響」に関連した自由記述として『火力発電に比べて安く電気ができるから』, 『少ない燃料で大電力の発電が可能でこれからの生活であった方がいいと思うので少々リスクはあると思うが仕方ない』などの意見が挙げられた。また、「法的規制とガイドライン」, 「技術の将来展望」では『厳しい安全確認が行われて安全な活断層の場所にこれから増やしていけばいい』などの意見が挙げられた。

これに対しては、否定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点については、「代替技術」, 「資源・材料」に関連した自由記述では『放射性物質の発生はとても危険性があると思うし自然に優しい太陽光発電もあるから』などの意見が挙げられていた。また、「事故の危険性と事例」, 「人間による制御可能性」, 「世論」として『安全性が高くなったと言ってるけど、次どんな地震、津波とかが来るかもわからないのに(最近だと南海トラフ)とか再稼働をすると東日本みたいな事になって、それからやめても手遅れだと思う』, 『リスクがあるし人が住めなくなってしまう可能性があるので減らした方がいいと思ったから』などの意見が挙げられていた。

3.5 考察

以上の結果、肯定的意思決定では、1年生では影響を示す技術評価観点は把握されず、2年生では「しくみや科学的な原理」, 「技術の将来展望」, 3年生では「技術目的」, 「法的規制とガイドライン」, 「消費生活への影響」の影響が把握された。これらの様相は、1年生については原子力発電に対する知識が少なくレディネスとして捉えられる特徴がなかったことが推察される。2年生、3年生では仕組みや目的、将来的な発展を踏まえて技術評価を行っていたことが推察される。このことについて関連する自由記述を検討したところ、他発電と比べた将来を見据えたメリットや、リスク管理に対する期待について示されていることが確認された。これらのことから、肯定的意思決定を行う生徒は、「原子力発電の今後の在り方」に対してリスク管理・技術発展の視点から技術評価を行っていたことが推察される。

一方、否定的意思決定では、1年生は「代替技術」, 「資源・材料」, 2年生では「人間による制御可能性」, 「世論」, 3年生では「代替技術」, 「事故の危険性と事例」の影響が把握された。

第6章 「C.エネルギー変換の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

学年間によって着目している技術評価観点に違いが認められるものの、人間による管理が行き届かなかったことや他発電方法、世論などに着目していることから、その背景には福島第一原発事故のような過去の事故事例を参照としていることが推察される。このことについて関連する自由記述を検討したところ、東日本大震災による原発事故の事例や放射性物質の危険性に着目するとともに、今後の安全性に対して疑問視していることが同時に示されていた。肯定的意思決定を行う生徒に比べると、リスク管理や技術の発展といった視点は弱く、過去の事故事例や予期せぬトラブルによる危険性を想定しながらリスクを最小限に抑えるようなリスク回避・現状維持の視点から技術評価を行っていたことが推察される。

以上のように、「原子力発電の今後の在り方」に対して生徒に技術評価をさせた場合、リスク管理・技術発展の視点とリスク回避・現状維持の視点という二つの反応が生じることが示唆された。

4. まとめ

以上、本章では「C.エネルギー変換の技術」の学習における技術評価課題「原子力発電の今後の在り方」に対する生徒の反応を把握した。その結果、本調査の条件下で、以下の知見が得られた。

- 1) 「原子力発電の今後の在り方」に対する意思決定の比率は、「否定群」67.8%、「肯定群」16.5%、「葛藤群」12.2%、「不明群」3.5%となり、学年間における意思決定の割合に有意な差は認められなかった。
- 2) 「否定群」、「肯定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。その結果、肯定的意思決定では、1年生では有意な判別係数を示す項目はなかったが、2年生では「しくみや科学的な原理」と「技術の将来展望」、「流通システムへの影響」、3年生では「技術目的」と「法的規制とガイドライン」、「消費生活への影響」の着目が把握された。1年生については原子力発電に対する知識が少なくレディネスとして捉えられる特徴が認められなかったが、他学年の傾向からリスク管理・技術発展の視点が意思決定に重要な役割を果たしていることが示唆された。
- 3) 否定的意思決定では、1年生では「代替技術」と「資源・材料」、2年生では「人間による制御可能性」と「世論」、3年生では「代替技術」と「事故の危険性と事例」に着目しており、過去の事故事例や予期せぬトラブルによる危険性を想定しながらリスクを最小限に抑えるようなリスク回避・現状維持の視点が意思決定に重要な役割を果たしていること

第6章 「C.エネルギー変換の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

が示唆された。

これらの結果から、「原子力発電の今後の在り方」を取り上げて技術評価課題を実践する場合には、リスク管理・経済発展の視点とリスク回避・現状維持の視点の両視点を偏りなく着目させる必要性が示唆された。「C.エネルギー変換の技術」において技術評価にかかわる学習を取り扱う場合には多くの場合原子力発電が題材に取り上げられることが予測される。両意思決定ともにリスクに対する着目の影響が大きいですが、リスクについて取り上げるだけでは、生徒の否定的な意識を著しく形成してしまう可能性がある。「原子力発電の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習において、生徒が幅広い視野を持って技術評価を行うためには、リスクを取り上げることはもちろんのこと、過去の事例を教訓とした政策やガイドライン、将来的な技術の発展について取り上げることが有効的ではないかと考えられる。

次章では、引き続き内容「D.情報の技術」を対象とした検討を進める。

第7章 「D.情報の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

1. 目的

第4章～6章に続き、本章では内容「D.情報の技術」における技術評価課題である「SNSの今後の在り方」に対する生徒の反応について詳細を検討する。

2. 研究の方法

2.1 分析対象

第3章で実施した調査のうち、「SNSの今後の在り方」について回答した1～3年生計448名の有効回答者413名(有効回答率92.2%)のデータを分析対象とした。各学年の人数及び各学年における「D.情報の技術」の履修者の人数を表VII-1に示す。

表VII-1 調査対象者の内訳

	1年生	2年生	3年生	合計
履修前	136	174	113	423
履修済み	0	0	25	25
合計	136	174	138	448

2.2 分析の手続き

本章で分析対象とする「D.情報の技術」における技術評価課題は、コミュニティツールとしてSNSの利用が増加する一方で、情報流通やネットいじめに関わる問題が取り沙汰されている現状を踏まえてSNSの今後の在り方について問うものである。前章と同様に、この課題に対して意思決定する際に着目した技術評価観点の平均値を求め、学年間、意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」)における差異について分散分析を用いて検討した。その後、意思決定間(「肯定群」, 「否定群」, 「葛藤群」, 「不明群」)の割合を単純集計した後に各学年の割合の差異について χ^2 検定を行った。また、肯定的意思決定と否定的意思決定に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するために、「肯定群」, 「否定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする、判別分析を行った。

3. 結果と考察

3.1 意思決定の状況

第3章で示した通り、全体における「SNSの今後の在り方」に対する意思決定の割合は、「葛藤群」が44.8%と最も多く、次いで「肯定群」が27.1%、「否定群」が26.6%、「不明群」が1.5%であった。本章では、これを学年別に集計した。その結果、各学年の「否定群」, 「肯定群」, 「葛藤群」, 「不明群」の4群の割合の比率は表VII-2のようになった。比率の差について χ^2 検定を行った結果、4群の割合について学年間($\chi^2_{(6)}=23.46, p<.01$)に有意なばらつきが認められた。残差分析の結果、1年生に比べて3年生は「否定群」の割合が有意に低く「肯定群」の割合が有意に高かった。

表VII-2 各学年における意思決定別の人数と割合

	肯定群	否定群	葛藤	不明
1年生 (n=122)	23(18.9%)	49(40.2%)	47(38.5%)	3(2.5%)
2年生 (n=168)	46(27.4%)	42(25.0%)	79(47.0%)	1(0.6%)
3年生 (n=123)	43(35.0%)	19(15.4%)	59(48.0%)	2(1.6%)

3.2 技術評価観点の単純集計及び学年間の比較

「SNSの今後の在り方」に対する技術評価時の各学年及び全体における各技術評価観点の平均値及びSDを抽出して単純集計した。整理したものを表VII-3に示す。全体における平均値の上位3項目は、「事故の危険性と事例」が最も高く3.51, 「技術目的」が3.40, 「運用上の制限」が3.28であった。平均値の下位3項目は, 「科学史的な背景や経過」が最も低く1.92, 「技術史的な背景や経過」が1.95, 「資源・材料」が2.03となった。

つぎに, 学年間及び意思決定間(「否定群」, 「肯定群」, 「葛藤群」)における各技術評価観点の平均値の比較を行うために分散分析を行った。平均値に有意な差が認められた項目は, 学年間では「科学史的な背景や経過」において, 1年生(平均値:2.11, SD:0.82)>2年生(1.86, 0.82)≒3年生(1.92, 0.84) ($F_{(2, 410)}=4.56, p<.05$), 「技術史的な背景や経過」において, 1年生(2.16, 0.91)>2年生(1.84, 0.80) ($F_{(2, 410)}=5.19, p<.01$), 「資源・材料」において, 1年生(2.20, 0.93)>2年生(1.92, 0.91) ($F_{(2, 410)}=3.24, p<.05$), 「世論」において3年生(2.91, 0.90)>2年生(2.63, 1.01) ($F_{(2, 410)}=3.26, p<.05$), 「環境問題との関わり」において, 1年生(2.21, 1.00)>3年生(1.85, 0.92) ($F_{(2, 410)}=3.26, p<.05$)の平均値に有意な差が認められ, 学年間にお

ける平均値の差異は18項目中5項目であった。また、意思決定間では、「技術の将来展望」において、「肯定群」(3.23, 0.94) > 「葛藤群」(2.90, 0.88) ≙ 「否定群」(2.90, 0.92) ($F_{(2, 404)}=4.96, p<.05$), 「世論」において、「葛藤群」(2.85, 1.01) > 「否定群」(2.56, 0.96) ($F_{(2, 404)}=3.24, p<.05$)の平均値に有意な差が認められ、意思決定間における平均値の差異は18項目中2項目であった。次節では、否定的意思決定と肯定的意思決定の差異に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するための判別分析を行う。

表VII-3 全体及び各学年における技術評価観点の平均値及びSD

	1年		2年		3年		全体	
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	平均	SD
事故の危険性と事例	3.49	0.76	3.47	0.75	3.58	0.70	3.51	0.74
技術目的	3.35	0.77	3.38	0.72	3.46	0.74	3.40	0.74
運用上の制限	3.41	0.74	3.37	0.73	3.36	0.78	3.28	0.87
技術の将来展望	3.02	0.83	2.96	0.95	3.09	0.94	3.02	0.91
ニーズ	2.86	0.92	2.82	0.91	2.88	0.95	2.85	0.92
消費生活への影響	2.84	0.96	2.72	1.04	2.85	0.96	2.79	0.99
世論	2.69	0.91	2.63	1.01	2.91	0.90	2.73	0.95
人間による制御可能性	2.66	1.03	2.49	0.98	2.62	0.98	2.58	0.99
しくみや科学的な原理	2.61	0.89	2.45	0.89	2.34	0.89	2.46	0.89
産業における経済的な効果	2.49	0.97	2.38	1.01	2.30	1.02	2.39	1.00
法的規制とガイドライン	2.37	0.96	2.25	0.97	2.27	1.06	2.29	0.99
代替技術	2.41	0.99	2.21	0.97	2.15	0.93	2.25	0.97
生産システムへの影響	2.18	1.00	2.14	0.92	2.07	0.88	2.13	0.93
流通システムへの影響	2.24	1.02	2.09	0.94	2.02	0.92	2.11	0.96
環境問題との関わり	2.21	1.00	2.06	0.95	1.85	0.91	2.04	0.96
資源・材料	2.20	0.93	1.92	0.91	2.02	0.94	2.03	0.93
技術史的な背景や経過	2.16	0.91	1.84	0.80	1.91	0.84	1.95	0.85
科学史的な背景や経過	2.11	0.82	1.86	0.82	1.82	0.79	1.92	0.82

※全体における平均値降順

3.3 「肯定」及び「否定」の意思決定に影響を与える技術評価観 points の把握

これまでと同様に、意思決定(「肯定」・「否定」)に影響を及ぼしうる技術評価観点を把握するために「否定群」, 「肯定群」の意思決定を目的変数, 技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。説明変数である技術評価観点18項目から判別に有効でない技術評価観点を

除去するために除去基準 p 値を 0.20 に設定し変数減少を繰り返し行い、有意な判別関数($p < .01$)が得られた。判別関数に含まれた技術評価観点の中で、 $p < .10$ 水準の有意傾向もしくは $p < .05$ 水準の有意であった項目の標準化判別係数の値を両端に「否定群」, 「肯定群」の重心を位置づけた。

全体における判別分析の結果のうち、判別関数の有意性を表VII-4、技術評価観点の標準化判別係数を表VII-5、肯定・否定群の重心と的中率を表VII-6に示す。

表VII-4 全体における判別関数の有意性

	Wilksの λ	χ^2 検定	p 値
判別関数の有意性	0.88	$\chi^2_{(7)}=28.70$	0.0002

表VII-5 全体における技術評価観点の標準化判別係数

技術評価観点	標準化判別係数	Wilksの λ	F 値	判定
運用上の制限	0.36	0.99	$F_{(1,213)}=2.68$	
代替技術	-0.41	0.98	$F_{(1,213)}=3.89$	*
技術の将来展望	0.59	0.97	$F_{(1,213)}=7.70$	**
事故の危険性と事例	-0.66	0.96	$F_{(1,213)}=8.76$	**
法的規制とガイドライン	0.27	0.99	$F_{(1,213)}=1.75$	
流通システムへの影響	-0.52	0.97	$F_{(1,383)}=5.47$	*
消費生活への影響	0.39	0.99	$F_{(1,383)}=3.30$	†

** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .1$

表VII-6 全体における肯定・否定群の重心と的中率

	重心	判別的中率
肯定派	0.37	60.36%
否定派	-0.38	60.36%
全体		63.35%

有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「代替技術」(-0.41), 「技術の将来展望」(0.59), 「事故の危険性と事例」(-0.66), 「流通システムへの影響」(-0.52), 「消費生活への影響」(0.39)であった。また、軸上で「肯定群」の重心はプラス側に、「否定群」の重心はマイナス側に位置づけられた。このことから、全体における肯定的意思決定に対しては、「技術の将来展望」と「消費生活への影響」への着目度が影響すること、否定的意思決定に対しては「代替技術」, 「事故の危険性と事例」, 「流通システムへの影響」への着目度が影響することがそれぞれ示された。

第7章 「D.情報の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

同様の判別分析を各学年別に行った。各学年の判別関数の有意性を表VII-7に、技術評価観点の標準化判別係数を表VII-8に、肯定・否定群の重心及び的中率を表VII-9に示す。

表VII-7 各学年における判別関数の有意性

学年	Wilksのλ	χ^2 検定	p値
1年生	0.79	$\chi^2_{(4)}=16.14$	0.0028
2年生	0.74	$\chi^2_{(7)}=24.43$	0.0010
3年生	0.74	$\chi^2_{(7)}=16.84$	0.0185

表VII-8 各学年における技術評価観点の標準化判別係数

学年	技術評価観点	標準化判別係数	Wilksのλ	F値	判定
1年生	代替技術	-0.39	0.97	$F_{(1,67)}=1.95$	
肯定群 (n=23)	技術の将来展望	0.83	0.87	$F_{(1,67)}=10.17$	**
否定群 (n=49)	事故の危険性と事例	-0.53	0.96	$F_{(1,67)}=3.13$	
	消費生活への影響	0.57	0.94	$F_{(1,67)}=4.13$	*
	しくみや科学的な原理	-0.58	0.93	$F_{(1,80)}=5.84$	*
2年生	代替技術	0.32	0.98	$F_{(1,80)}=1.79$	
肯定群 (n=46)	人間による制御可能性	-0.49	0.96	$F_{(1,60)}=3.63$	†
否定群 (n=42)	資源・材料	0.33	0.98	$F_{(1,60)}=1.84$	
	事故の危険性と事例	0.44	0.96	$F_{(1,60)}=3.71$	†
	法的規制とガイドライン	-0.31	0.98	$F_{(1,60)}=1.69$	
	流通システムへの影響	0.65	0.92	$F_{(1,60)}=6.73$	*
	しくみや科学的な原理	0.60	0.94	$F_{(1,54)}=3.54$	†
3年生	科学史的な背景や経過	-1.32	0.81	$F_{(1,54)}=12.3$	**
肯定群 (n=43)	ニーズ	0.69	0.93	$F_{(1,54)}=3.98$	†
否定群 (n=19)	環境問題との関わり	0.73	0.92	$F_{(1,54)}=4.44$	*
	生産システムへの影響	1.28	0.85	$F_{(1,54)}=9.30$	**
	流通システムへの影響	-0.78	0.93	$F_{(1,54)}=4.12$	*
	消費生活への影響	-0.70	0.93	$F_{(1,54)}=4.02$	*

** $p < .01$, * $p < .05$, † $p < .10$

表VII-9 全体における「肯定群」「否定群」の重心と的中率

学年	否定群の重心 (判別的中率)	肯定群の重心 (判別的中率)	全体の 判別的中率
1年生	-0.35(71.43%)	0.74(71.43%)	70.83%
2年生	0.61(76.19%)	-0.55(65.22%)	70.45%
3年生	0.87(73.68%)	-0.39(72.09%)	72.58%

第7章 「D.情報の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

表より、1年生における、有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「技術の将来展望」(0.83)、「消費生活への影響」(0.57)であった。2年生における有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「しくみや科学的な原理」(-0.58)、「人間による制御可能性」(-0.49)、「事故の危険性と事例」(0.44)、「流通システムへの影響」(0.65)であった。3年生における有意な判別関数に含まれる項目とその標準化判別係数は、「しくみや科学的な原理」(0.60)、「科学史的な背景や経過」(-1.32)、「ニーズ」(0.69)、「環境問題との関わり」(0.73)、「生産システムへの影響」(1.28)、「流通システムへの影響」(-0.78)、「消費生活への影響」(-0.70)であった。

これらの判別分析の結果より、各学年において肯定的意思決定、否定的意思決定へ影響を及ぼしていた技術評価観点を整理して表VII-10に示す。

表VII-10 各学年の意思決定に影響を及ぼす技術評価観点

学年	否定群	肯定群
1年生	なし	「技術の将来展望」 「消費生活への影響」
2年生	「事故の危険性と事例」 「流通システムへの影響」	「しくみや科学的な原理」 「人間による制御可能性」
3年生	「しくみや科学的な理解」 「ニーズ」、「環境問題との関わり」 「生産システムへの影響」	「科学史的な背景や経過」 「流通システムへの影響」 「消費生活への影響」

3.4 意思決定に影響を及ぼす技術評価観点に関する自由記述

表VII-10より、肯定的意思決定と否定的意思決定ではそれぞれに影響力の大きい技術評価観点が異なることが把握された。具体的にそれぞれの意思決定を行った生徒の自由記述を以下に示す。肯定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点である「技術の将来展望」, 「しくみや科学史的な原理」, 「流通システムへの影響」, 「科学史的な背景や経過」に関連した自由記述として、『新たな科学者などが問題を起こさせないようなプログラムを作り出す』, 『機能をロックすればリアルな友達だけでもできる』, 『増やしていけばいろいろな意見とかがたくさんあるので困ったときにとても良い』, 『たくさんの人が利用していくことで何が駄目で何がよいか判断できる』などが挙げられていた。また、同様に肯定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点である「消費生活への影響」, 「人間による制御可能性」に関連した自由記述では、『日常生活において便利なことが多い』, 『自分が嬉しかったことや悲しかった事などを SNS に書いたりしたらはげましあえるから良い』, 『勉強をする時は通知音を無くす

など、くふうをすれば、こわいようなこともないと思いました』などの意見が挙げられた。

これに対して否定的意思決定において影響を及ぼす技術評価観点については、1年生において有意な判別係数を示す項目はなかったが、2年生では「事故の危険性と事例」と「流通システムへの影響」に、3年生では「しくみや科学的な原理」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」、「ニーズ」に着目する様相がそれぞれ把握された。「事故の危険性と事例」に関する自由記述では『SNSを利用してから、明日大会という日も夜2時や3時までしてしまうという子がいた』、『本当かどうかわからないトラブルに巻き込まれる危険性がある』などの意見が挙げられた。また、「流通システムへの影響」、「しくみや科学的な原理」、「生産システムへの影響」、「環境問題との関わり」に関連して『一度投稿してしまった情報を消去したくてもできなかつたりデマ情報が流されているんな人がそれを信じてしまったら大変』、『災害が起こったときには、特定のサービスにアクセスが集中する』などの意見が挙げられた。また、「ニーズ」に関しては『自分から自分をわざわざ発信する必要性がない』などの意見が挙げられた。

3.5 考察

以上の結果、肯定的意思決定では、1年生は「技術の将来展望」と「消費生活への影響」、2年生では「しくみや科学的な原理」、「人間による制御可能性」、3年生では「科学史的な背景や経過」、「流通システムへの影響」、「消費生活への影響」の影響が把握された。

これらの様相は、1年生では、将来展望や消費生活への影響について考えていたものが、2年生ではその仕組みやコントロール、3年生ではこれまでの背景や情報の流通、消費生活への影響を踏まえて技術評価を行っていたことが推察される。このことについて関連する自由記述を検討したところ、SNSの活用による日常生活上のメリットやその具体的事例、機能性について示されていることが確認された。これらのことから、肯定的意思決定を行う生徒は、「SNSの今後の在り方」に対して個人・ユーザの視点から技術評価を行っていたことが推察される。

一方、否定的意思決定では、1年生は影響を示す技術評価観点は把握されず、2年生では「事故の危険性と事例」と「流通システムへの影響」、3年生では「しくみや科学的な理解」、「ニーズ」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」の影響が把握された。これらの様相は、1年生についてはSNSに対する知識が少なくレディネスとして捉えられる特徴がなかったことが推察される。2年生、3年生ではSNSによる情報拡散の危険性などの社会的な見方とともに、使用に伴うネットトラブルや情報の流通、個人にとっての不必要さが同時に示されている

ことが確認された。肯定的意思決定を行う生徒に比べると、SNSを活用するユーザの視点は弱く、少し引いて社会的な見方をしていると捉えることができる。このことから、否定的意思決定を行う生徒は、SNSの普及による社会の変容を踏まえた社会・ノンユーザの観点から技術評価を行っていたことが推察される。

以上のように、「SNSの今後の在り方」に対して生徒に技術評価をさせた場合、個人・ユーザの視点と社会・ノンユーザの視点という二つの反応が生じることが示唆された。

4. まとめ

以上、本章では「D.情報の技術」の学習における技術評価課題「SNSの今後の在り方」に対する生徒の反応を把握した。その結果、本調査の条件下で、以下の知見が得られた。

- 1) 「SNSの今後の在り方」に対する意思決定の比率は、否定群 26.6%、肯定群 27.1%、葛藤群 44.8%、不明 1.5%となり、1年生に比べて3年生では「否定群」の割合が有意に低く「肯定群」の割合が有意に高かった。
- 2) 「否定群」、 「肯定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。その結果、肯定的意思決定では、1年生において「技術の将来展望」と「消費生活への影響」に着目していたものが、2年生では「しくみや科学的な原理」と「人間による制御可能性」に、3年生では「科学史的な背景や経過」と「流通システムへの影響」、 「消費生活への影響」に着目しており、SNSを活用する個人・ユーザの視点が意思決定に重要な役割を果たしていることが示唆された。
- 3) 否定的意思決定では、1年生において有意な判別係数を示す項目はなかったが、2年生では「事故の危険性と事例」と「流通システムへの影響」、3年生では「しくみや科学的な原理」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」、「ニーズ」に着目しており、SNSの普及に伴う社会の変容を踏まえた社会・ノンユーザの視点が意思決定に重要な役割を果たしていることが示唆された。

これらの結果から、「SNSの今後の在り方」を取り上げて技術評価課題を実践する場合には、個人・ユーザの視点と社会・ノンユーザの視点を偏りなく着目させた上で、意思決定させるように展開することが重要であると考えられた。若年層のスマートフォン所持率は年々上昇傾向であり⁸¹⁾、SNSを実際に利用している生徒は少なくはないことが予測される。そのような中で、SNSの利用経験で培われた知識やメリットだけで肯定的意思決定を下すことは、適切な技術評価とは言い難い。全ての生徒が、情報技術に対して科学的な理解をした上で、両視点を持

第7章 「D.情報の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

って技術評価を行えるような授業展開や指導方法のアプローチが有効的ではないかと考えられる。

第4章から本章にかけて、技術科4内容にそれぞれ関連する技術に対する生徒の技術評価の反応について実態把握を試みた。その結果、いずれの技術を評価対象とした場合でも、否定的意思決定と肯定的意思決定にそれぞれ影響を及ぼす技術評価観点は異なっていることが把握され、実践アプローチの指針を得ることができた。また、評価対象となる技術によって、技術評価の傾向が着目している視点によって異なることが示唆されており、学年間において特徴が異なるケースも把握された。

次章では、これらの結果を俯瞰した上で授業モデルの構築に向けた検討を行うとともに、試行的な実践及び実践の評価を行うこととする。

第 8 章 技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインと授業モデルの構築

1. 目的

第 3 章～第 7 章では、研究課題 2 への対処として、技術評価に対する生徒の反応を詳細に分析した。本章では、研究課題 3 への対処として、第 2 章において得られた技術ガバナンス力育成に向けた題材設定の指針及び、第 3 章～第 7 章で得られた技術評価に対する生徒の反応を整理することで、実践アプローチの指針を設定し、具体的なカリキュラムデザインと授業モデルの検討を行う。

2. 各章で得られた知見の整理と実践の指針

2.1 題材設定及び授業展開の指針

第 2 章では、中学生の技術ガバナンス意識の実態及びその形成要因について調査を実施し、技術ガバナンス力育成に向けた題材及び学習指導方法の指針を検討した。その結果、学年間によって技術ガバナンス意識の形成要因となる授業の習得感に違いが認められ、技術ガバナンス意識を高める授業を展開するためには、技術ガバナンス意識とその形成要因となる学習前のレディネスを関連付けた題材設定や授業展開の重要性が示唆された。特に、「評価」の習得感が技術ガバナンス意識に広く影響を示しており、題材設定において、技術評価の学習を設定した上で、技術ガバナンス意識と関連付けた授業展開が考えられる。

また、「仕組み理解」の習得感の影響が、学年間によって異なることが把握された。「仕組み理解」とは、生活や社会の中で利用されている技術の仕組みや原理について理解することであり、従来から技術科では重要視されている。第 2 章の結果を踏まえると、単に生徒に世の中の技術の仕組みを理解させるのではなく、対象学年に応じて技術ガバナンス意識と関連付けた授業展開の必要性が考えられる。例えば、1 年時では「技術の両面性認識」と、2 年時では「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」を「仕組み理解」を関連付けた題材設定や授業展開を行うことが技術ガバナンス意識の向上に有効ではないかと考えられる。

加えて、「工夫・創造」の習得感が 3 年生のみで技術ガバナンス意識に影響を示すことが認められた。工夫・創造力の育成はいずれの学年においても重要であることは至極当然であるが、広く学校現場で取り扱われている教材キットは、学習指導要領の改訂による授業時数の減少や生徒のものづくり経験の減衰が考慮されており、工夫・創造の余地が少ない。技術ガバナンス力の育成の図るためには、3 年時の学習において、題材の中に少なからず工夫・創造の要素を

盛り込んだ題材設定を行う必要がある。

2.2 技術評価力育成に向けた指導の力点

第3章では、技術科4内容に関する世の中で賛否の分かれている技術の今後の在り方に対する生徒の技術評価の反応について探索的検討を行い、技術評価力育成に向けた授業モデルの指針を検討した。その結果、先行研究では明らかとされていなかった学年間や意思決定間において技術評価の傾向が異なることが把握された。特に、葛藤的意思決定を下す生徒は肯定及び否定的意思決定を下す生徒に比べて技術評価観点への着目度が低く、肯定にも否定にも技術評価がなびきやすい状況であることを考慮する必要性が示唆された。このことから技術評価の学習において、教員の取り上げる指導内容は肯定及び否定的意思決定に影響を及ぼしている技術評価観点を万遍なく取り扱った上で、両者の考えが相互に交流するように学習を展開していくことが有効ではないかと考えられる。そこで、本研究では、肯定及び否定的意思決定に影響を及ぼしている技術評価観点を技術評価力育成に向けた指導の力点として、授業モデルに活かすこととした。具体的な技術評価力育成に向けた指導の力点を以下に示す。

2.2.1 「A. 材料と加工の技術」における技術評価力育成に向けた指導の力点

第4章では、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する生徒の技術評価の反応について詳細に分析を行った。その結果、学年間において技術評価の傾向に大きな違いはなく、肯定的意思決定では歴史的・文化的な視点、否定的意思決定では現実的課題憂慮の視点で技術評価を行っていることが示唆された。このことから、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を技術評価の学習において取り上げる際には、両視点を万遍なく取り上げる必要性が考えられる。例えば、歴史的・文化的な視点として法隆寺などの文化財を取り上げ、古くから木材が有効活用されていることや、木材の材料としての利用価値について取り上げることが考えられる。また、現実的課題憂慮の視点として森林伐採が進むことによる環境問題や生態系への影響について取り上げることが考えられる。

また、いずれの学年においても歴史や環境といった観点に着目する傾向があり、技術的な視点への着目が十分ではないことが示唆された。そのため、題材を通して生徒自身が技術的な視点に気付くことができるような授業展開が重要であろう。

2.2.2 「B. 生物育成の技術」における技術評価力育成に向けた指導の力点

第5章では、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する生徒の技術評価の反応について詳細に分析を行った。その結果、肯定的意思決定では生産・経済活動の視点、否定的意思決

定では消費・社会的影響の視点で技術評価を行っていることが把握された。このことから、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を技術評価の学習において取り上げる際には、両視点を万遍なく取り上げる必要性が考えられる。例えば、生産・経済活動の視点として、生産者や流通の立場から考えられるメリットなどを取り上げることが考えられる。また、消費・社会的影響の視点として消費者の身体に対する安全性や、運用上の注意点や制限などについて取り上げることが考えられる。

また、高学年の方が低学年に比べて、より広い視野で技術評価を行う傾向が把握された。具体的には、1年生では、「消費生活への影響」や「流通システムへの影響」といった技術評価観点が把握されたことから、身の回りの生活と関連付けながら技術評価の学習を展開していくことが有効ではないかと考えられる。一方で、3年生では「環境問題との関わり」や「生産システムへの影響」といった技術評価観点が把握されており、遺伝子組み換え技術が影響を及ぼす範疇を、社会や生産者といった身の回りの生活よりも広い視野で捉えさせながら技術評価の学習を展開していくことが重要であろう。

2.2.3 「C. エネルギー変換の技術」における技術評価力育成に向けた指導の力点

第6章では、「原子力発電の今後の在り方」に対する生徒の技術評価の反応について詳細に分析を行った。その結果、肯定的意思決定ではリスク管理・技術発展の視点、否定的意思決定ではリスク回避・現状維持の視点で技術評価を行っていることが示唆された。このことから、「原子力発電の今後の在り方」を技術評価の学習において取り上げる際には、両視点を万遍なく取り上げる必要性が考えられる。また、双方ともにリスクについての意識が際立つものの、肯定的意思決定ではリスク管理を見通した上での技術の発展へ期待する様相が把握されており、単にリスクについて取り上げるだけでは、生徒の否定的な意識を著しく形成してしまうことが危惧される。そのため、リスクを取り上げることは勿論のこと、リスク管理・技術発展の視点として、過去の事例を教訓としたリスク管理に関する政策やガイドライン、技術の発展などについて取り上げることが考えられる。一方、リスク回避・現状の視点としては、火力発電などの代替技術によって原発の稼働数を少なくさせるなどのリスク軽減について取り上げることが有効ではないかと考えられる。

また、1年生において否定的意思決定に影響を示す技術評価観点が把握されていないことから、「原子力発電の今後の在り方」に対して1年生は明確な判断基準を持って技術評価を行うことが困難であったことが推察される。そのため、「原子力発電の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習は2年生以降を対象にすることが望ましいと考えられる。

2.2.4 「D. 情報の技術」における技術評価力育成に向けた指導の力点

第 7 章では、「SNS の今後の在り方」に対する生徒の技術評価の反応について詳細に分析を行った。その結果、肯定的意思決定では個人・ユーザの視点、否定的意思決定では社会・ノンユーザの視点で技術評価を行っていることが示唆された。このことから、「SNS の今後の在り方」を技術評価の学習において取り上げる際には、両視点を万遍なく取り上げる必要性が考えられる。例えば、個人・ユーザの視点として、SNS の個人的な利用経験に基づくメリットのみで技術評価を行うことは適切な技術評価でないことを取り上げるなどが考えられる。一方、社会・ノンユーザの視点として、コミュニケーションツールの使用体験をさせてメリットを実感させるなど情報技術に対する科学的な理解を図るなどが考えられる。

また、1 年生において肯定的意思決定に影響を示す技術評価観点が把握されていないことから、「SNS 今後の在り方」に対して 1 年生は明確な判断基準を持って技術評価を行うことが困難であったことが推察される。加えて、1 年生は 3 年生に比べて否定的な割合が多く、3 年生は 1 年生に比べて肯定的な割合が多いことが把握されており、「SNS の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習は意思決定の割合が極端に分かれていない 2 年生を対象にすることが望ましいと考えられる。

次節では、上記に示した実践の指針を基にして授業モデルの構築を行うこととする。

3. 技術評価力育成に向けた授業モデルの構築

3.1 カリキュラムデザイン

まず、各学年の特徴を踏まえた上で中学 3 年間における 4 内容の配列について検討することとした。その際、前提条件として 2017 年 3 月告示の新学習指導要領の枠組みで考えること、理科や社会科といった他教科の指導時期との関連性を踏まえることとして、カリキュラムデザインを行った。

3.1.1 1 年時

前述した 1 年生の技術評価の特徴を俯瞰すると、1 年生では「原子力発電の今後の在り方」及び「SNS の今後の在り方」に対する技術評価では、肯定もしくは否定的意思決定に影響を示す技術評価観点が把握されておらず、これら技術に対する技術評価が困難であった可能性を考慮する必要がある。そのため、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」もしくは「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を技術評価の学習で取り上げることが望ましい。また、他教科との関連性については、理科において「遺伝の規則性と遺伝子」の内容が 3 年生に位置づけら

れていること⁸²⁾、社会において 6 年生(小学校)で伝統や文化の学習が⁸³⁾、1 年生で歴史的分野の学習が位置づけられていることから⁸⁴⁾、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を 1 年生で取り上げることが適切ではないかと考えられる。その際に、技術的な視点が弱いことを考慮し、技術的な視点に対する気付きを促すような題材や支援方略が重要である。

授業モデルとして考慮すべき点として、1 年生では、「仕組み理解」と「技術の両面性認識」を関連付けた題材設定や学習展開が求められること、技術評価力指導の力点として、「消費生活への影響」、「技術史的な背景や経過」、「ニーズ」を取り上げることが挙げられる。例えば、五重塔などの文化遺産に込められた技術や木材を材料として扱うメリットを取り上げた上で、スカイツリーのような現代の建造物との比較を行い、共通技術である「心柱制振」の良さに気付かせることや、材料の違いとしてカーボンファイバーなど新素材の技術を取り上げて、木材の問題点を解決していることなど、技術の仕組みや原理と技術の両面性が関連付くように授業を展開していくことが考えられる。

3.1.2 2 年時

前述したように「SNS の今後の在り方」に対して、1 年生と 3 年生では意思決定の割合が有意に異なることが把握されている。これは、学年が上がるにつれて SNS の利用経験が増加していることやそのメリットをユーザとして捉えやすくなっていることが考えられる。そこで、各意思決定の割合が他学年と比べて比較的均等である 2 年生において「SNS の今後の在り方」を取り上げることが望ましいと考えられる。

授業モデルとして考慮すべき点として、2 年生では「仕組み理解」と「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」を関連付けた題材や授業展開が求められること、技術評価力指導の力点として、「事故の危険性と事例」、「流通システムへの影響」、「しくみや科学的な原理」、「人間による制御可能性」を取り上げることが挙げられる。例えば、SNS の事故の危険性について一面的に過去の事例を紹介するだけではなく、SNS の特性として拡散性や情報発信が容易なこと、発信した情報を簡単に消去することが困難なことなどを理解させた上で、利用に際してどのような危険が起こりうるか予測するなどが考えられる。起こりうる危険を考えさせた上で、適切な使い方をすることで、コミュニケーションの幅が広がることやリアルタイムな情報収集が容易であることなどを取り上げることが考えられる。

また、SNS に関する過去の事故事例や将来の危険性についての学習経験を活かして、引き続き 2 年生では「原子力発電の今後の在り方」を取り上げることが効果的ではないかと考えられる。これは、リスク管理・技術発展の視点が将来的な危険性を踏まえていること、リスク回避・

現状維持の視点が過去の事故事例を踏まえていることを考慮したためである。

授業モデルとして考慮すべき点として、「仕組み理解」と「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」を関連付けた題材や授業展開が求められること、技術評価力指導の力点として、「人間による制御可能性」, 「世論」, 「しくみや科学的な原理」, 「技術の将来展望」を取り上げることが挙げられる。例えば、原子力発電に関して、人間による制御が不十分であったことが事故を引き起こした要因の 1 つであることを世論の意見として取り上げた上で、事故を教訓として厳格な安全確認がされた活断層において原子力発電が稼働されるような政策が進められていることなどを取り上げることが考えられる。加えて、他発電方法と比べて発電が効率的であることや、資源の枯渇の影響を受けづらいといった原子力発電の特性を示した上で、長期的な将来を見据えた上でのメリットや技術の発展について取り上げることが考えられる。

3.1.3 3 年時

3 年時では、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げることとする。他評価対象の技術と比べて学年が上がるにつれて技術評価の視野の広がりや把握されていることから、前述した技術評価の学習経験が最も活かされるのではないかと考えられる。また、前述したように、3 年生では理科において「遺伝の規則性と遺伝子」の内容が位置づけられているため、教科横断的に関連付けた指導ができるのではないかと考えられる。

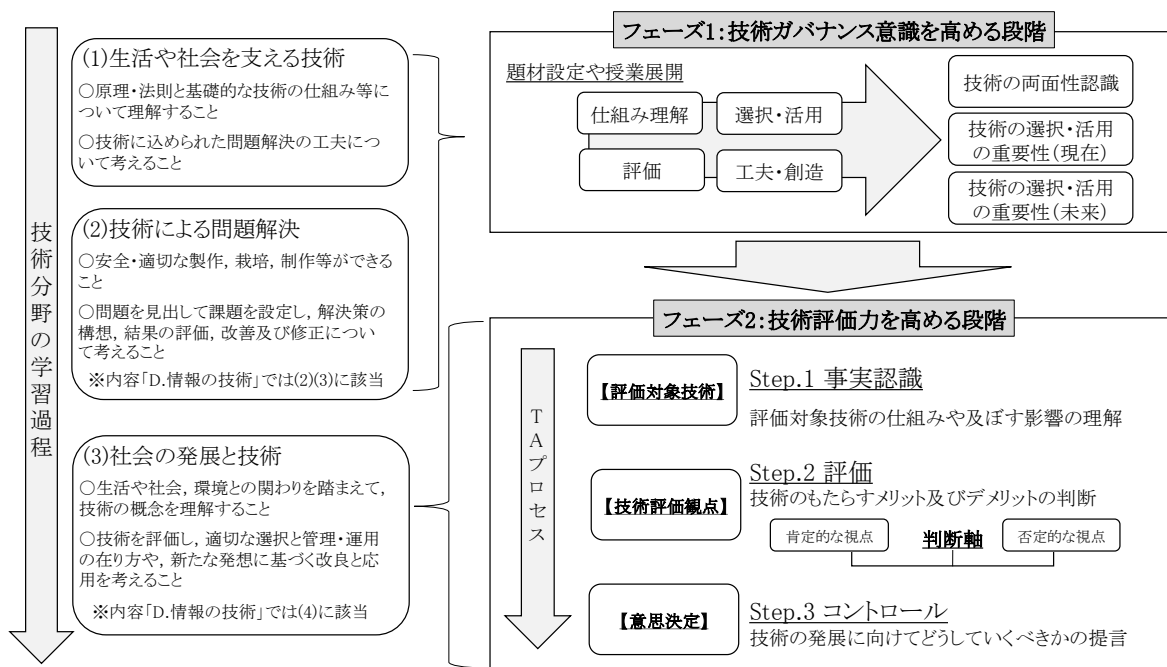
授業モデルとして考慮すべき点として、3 年生では題材設定において少なからず工夫・創造の余地を含むことが重要視されていること、技術評価力指導の力点として、「世論」, 「ニーズ」, 「環境問題との関わり」, 「生産システムへの影響」を取り上げることが挙げられる。例えば、作物の栽培計画を目的に合わせて立案することを題材として取り上げた上で、生産者や売り手を含む世の中の意見や、環境や社会に対する影響について取り上げた上で「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習を展開していくことが考えられる。加えて、3 年生では 4 内容の統合的な問題解決が求められているため、例えば計測制御を絡めた統合的な問題解決として、遠隔地から計測・制御できる植物工場のプロトタイプ制作などを行い、AI による効率化を図ること等を題材に取り上げる。その上で、現実社会では明確なメリットやデメリットが判断しづらい AI などに対する技術評価を取り上げることが考えられる。

ここまで、カリキュラムデザインとして各学年における 4 内容の技術評価の学習の配列を提案した。具体的には、1 年生では「森林資源を活用する技術の今後の在り方」、2 年生では、「原子力発電の今後の在り方」及び「SNS の今後の在り方」、3 年生では「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」の順序で体系的に技術評価の学習を行っていくことを提案した。

次節では、提案したカリキュラムデザインに即して、題材設定及び授業展開を活かした授業モデルの提案を行う。

3.2 授業モデルの提案

前節では、生徒の技術評価の実態を踏まえて技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインを行い、各技術評価課題を技術評価の学習で取り上げる際の、望ましい対象学年を検討した。本節では、提案したカリキュラムデザインに即した上で、具体的な授業モデルの構築を行う。構築した授業モデルの概要を図VIII-1 に示す。



図VIII-1 技術評価力育成に向けた授業モデル

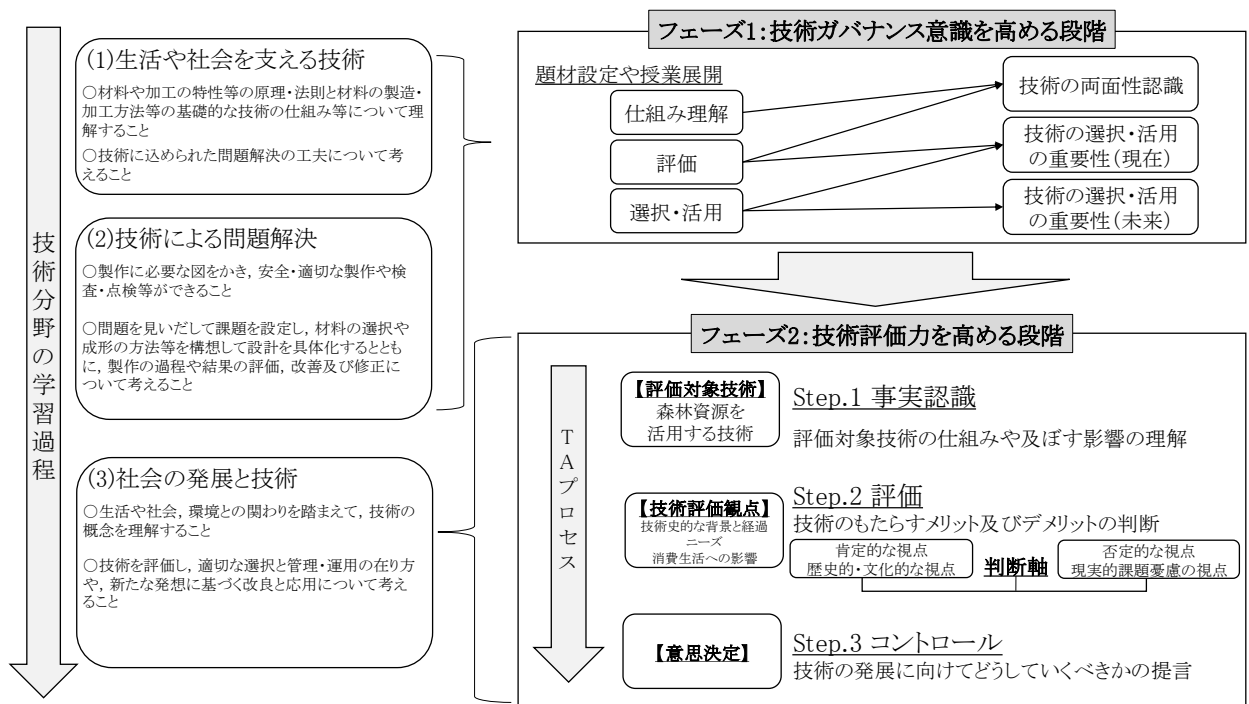
まず、2.1 題材設定及び授業展開の指針で示した知見を基に、「フェーズ 1:技術ガバナンス意識を高める段階」を設定した。ここでは、技術科の学習内容を構成する(1)生活や社会を支える技術及び(2)技術による問題の解決において、技術ガバナンス意識に影響を及ぼすレディネスを題材設定や授業展開に活かすことを目的としている。その際に、学年によってレディネスである形成要因が異なることを考慮する。

つぎに、2.2 技術評価力育成に向けた指導の力点で示した知見と森谷の提唱している「技術進展のアセスメント」のプロセスを基に、「フェーズ 2:技術評価力を高める段階」を設定した。ここでは、技術科の学習内容を構成する(3)社会の発展と技術において、Step.1 事実認識、Step.2

第8章 技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインと授業モデルの構築

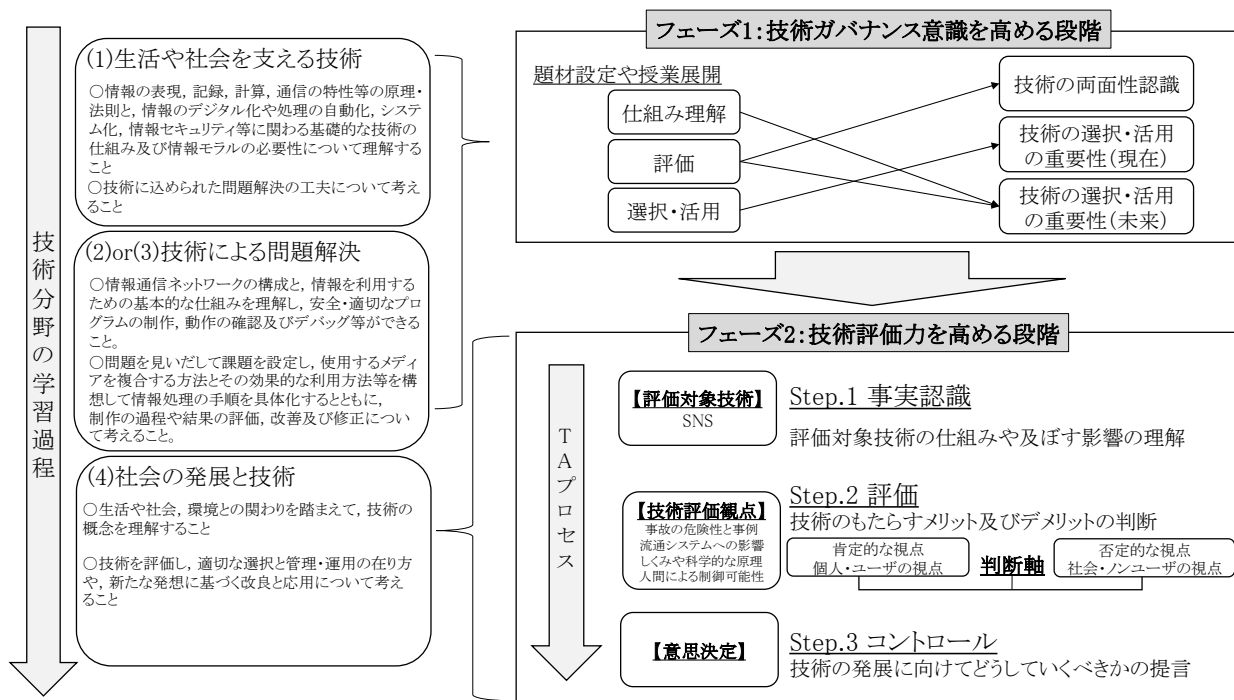
評価, Step3.コントロールから構成される TA プロセスを技術評価の学習で取り組ませることとする。その際に, 技術評価力指導の力点として把握された技術評価観点や視点を評価対象となる技術や対象となる学年に応じて変容させることとしている。

この授業モデルを上述したカリキュラムデザインに当てはめると, 各内容に応じて図VIII-2～図VIII-5のように授業モデルを示すことができる。

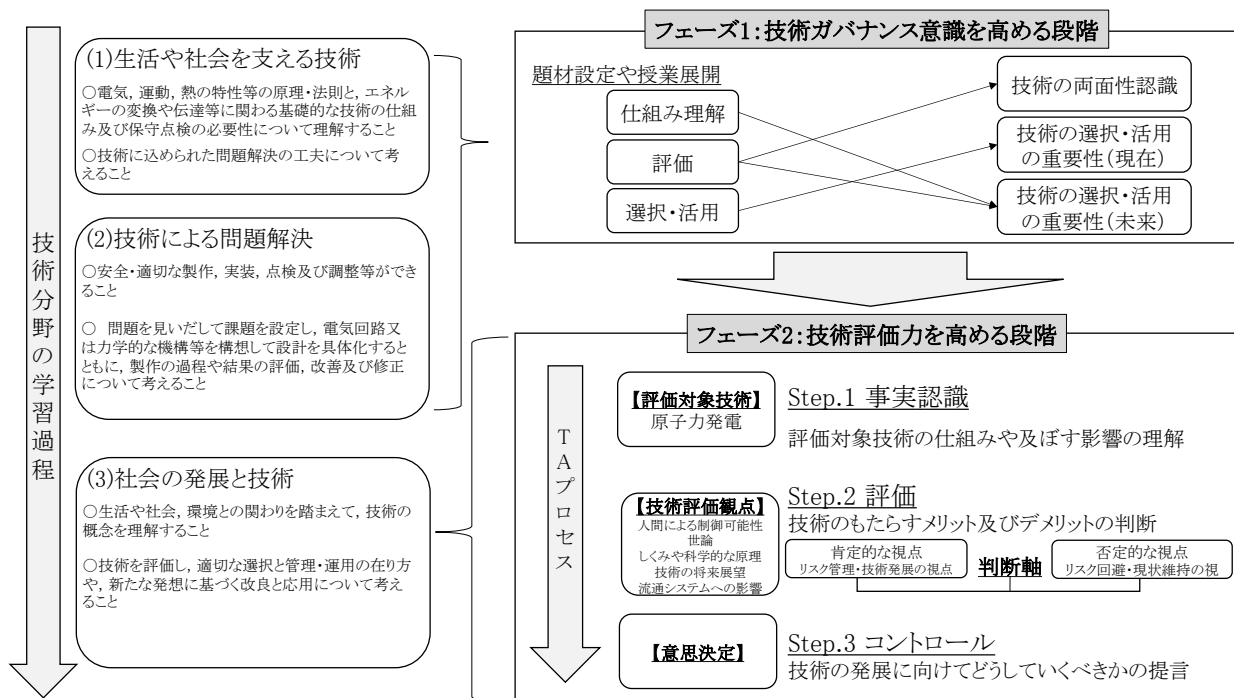


図VIII-2 1年生を対象とする「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を取り上げた授業モデル

第 8 章 技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインと授業モデルの構築

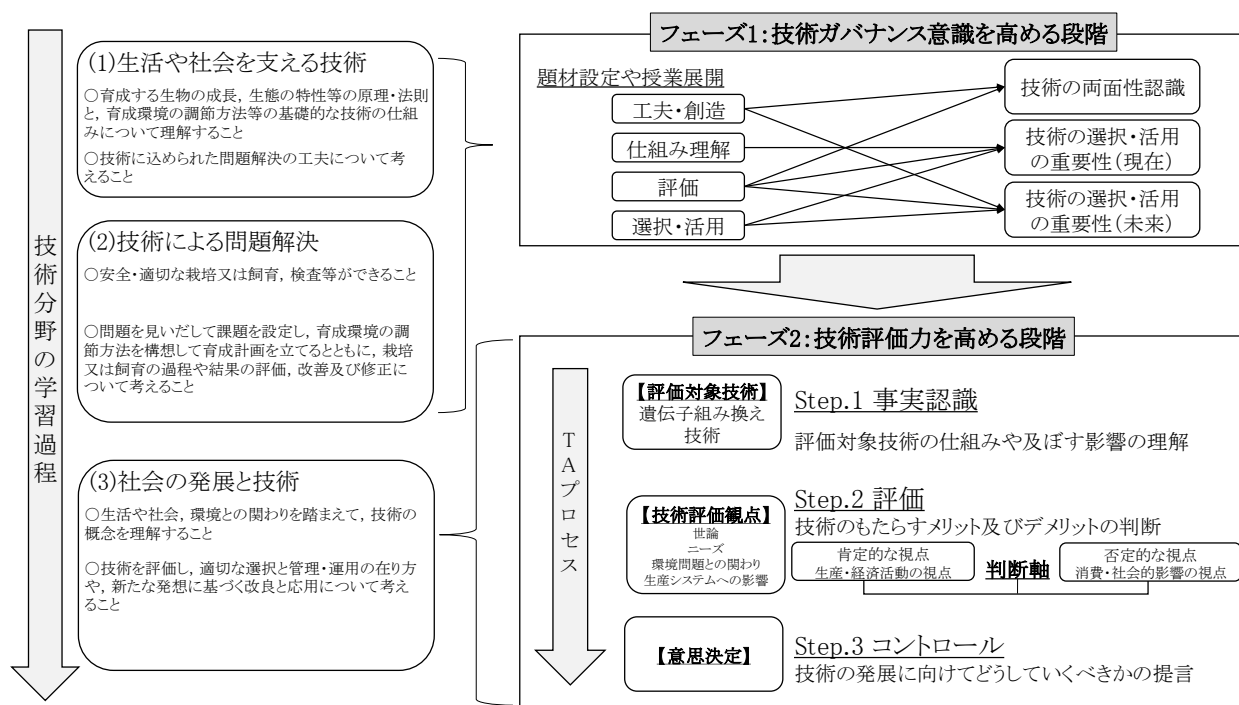


図Ⅷ-3 2年生を対象とする「SNSの今後の在り方」を取り上げた授業モデル



図Ⅷ-4 2年生を対象とする「原子力発電の今後の在り方」を取り上げた授業モデル

第8章 技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインと授業モデルの構築



図VIII-5 3年生を対象とする「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた授業モデル

例えば図VIII-2は、1年生を対象とする技術評価力育成に向けた授業モデルを示したものである。フェーズ1では、技術ガバナンス意識を高めるために、「仕組み理解」、「選択・活用」、「評価」の習得感と影響を示す技術ガバナンス意識とを関連付けた題材設定や授業展開を行う必要性を挙げている。また、フェーズ2では、技術評価の学習において「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を取り上げることを想定している。ここでは、肯定的な視点として歴史的・文化的な視点、否定的な視点として現実的課題憂慮の視点を技術評価力の指導の力点として取り上げる必要がある。同様に、図VIII-3は、2年生を対象として「SNSの今後の在り方」を取り上げた授業モデル、図VIII-4は2年生を対象として「原子力発電の今後の在り方」を取り上げた授業モデル、図VIII-5は3年生を対象として「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた授業モデルである。これら授業モデルに即して、フェーズ1及びフェーズ2から構成される授業を展開していくことが、技術評価力の育成に向けて効果的ではないかと考えられる。次章では、この授業モデルに即して技術評価力育成に向けた実践を試みるとともに実践の評価を行うこととした。

4. まとめ

第8章では前章までに得られた知見に基づき技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインを行い、技術ガバナンス意識を高める段階(フェーズ1)、技術評価力を高める段階(フェーズ2)から構成される授業モデルを提案した。その結果、本調査の条件下で以下の4点を指摘した。

- 1) 1年生では、内容「A.材料と加工の技術」の学習を位置づけ、フェーズ1で、「仕組み理解」と「技術の両面性認識」を関連付けた題材設定や授業展開を行い、フェーズ2で、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習を歴史的・文化的な視点と現実的課題憂慮の視点を相互に交流させた上で展開することが望ましいことを指摘した。
- 2) 2年生では、内容「D.情報の技術」の学習を位置づけ、フェーズ1で、「仕組み理解」と「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」を関連付けた題材設定や授業展開を行い、フェーズ2で、「SNSの今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習を個人・ユーザの視点と社会・ノンユーザの視点を交流させた上で展開することが望ましいことを指摘した。
- 3) 引き続き、2年生では内容「C.エネルギー変換の技術」の学習を位置づけ、フェーズ1で、「仕組み理解」と「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」を関連付けた題材設定や学習展開を行い、フェーズ2で、「原子力発電の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習をリスク管理・技術発展の視点とリスク回避・現状維持の視点を交流させた上で展開することが望ましいことを指摘した。
- 4) 3年生では内容「B.生物育成の技術」の学習を位置づけ、フェーズ1で、「工夫・創造」を取り入れた題材設定や学習展開を行い、フェーズ2で、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習を生産・経済的活動の視点と消費・社会的影響の視点を交流させた上で展開することが望ましいことを指摘した。

これらの結果から、3年間の体系的な技術評価力育成に向けた授業モデルの提案を行うことができた。次章では本章で検討した授業モデルに即して試行的実践を行い、その評価を行うこととする。

第9章 技術評価力育成に向けた授業モデルの試行的実践

1. 目的

本章の目的は、研究課題3に対処するために、第8章で検討した技術評価力育成を図る授業モデルを基にして、試行的な実践及びその評価を行うことである。

第8章では、学年による生徒の実態を考慮した学年別の題材設定の指針、評価対象技術の内容別に生徒の実態を考慮した指導の力点の置き方について整理した。その上で、少なくとも本研究で取り上げた技術評価課題を使用する場合は、1年生に「森林資源を活用する技術の今後の在り方」、2年生に「SNSの今後の在り方」、「原子力発電の今後の在り方」、3年生に「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を配置することが望ましいことを指摘した。

これらの知見を踏まえ本章では、対象学年を3年生とし、「B.生物育成の技術」の中で「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げる実践を試みることにした。

具体的には、第2章で得られた知見(技術ガバナンス力育成に向けた題材の指針)から、生徒が工夫・創造できるような題材を取り上げる。その後、第5章で得られた知見(「生物育成の技術」における技術評価力育成に向けた指導の力点)から、「ニーズ」、「世論」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」の観点に着目させた上で、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」をテーマとする技術評価の学習を行うこととする。実践終了後に、生徒の技術ガバナンス意識及び技術評価の反応等について調査を行い、本研究で提案した授業モデルの有効性を検討する。

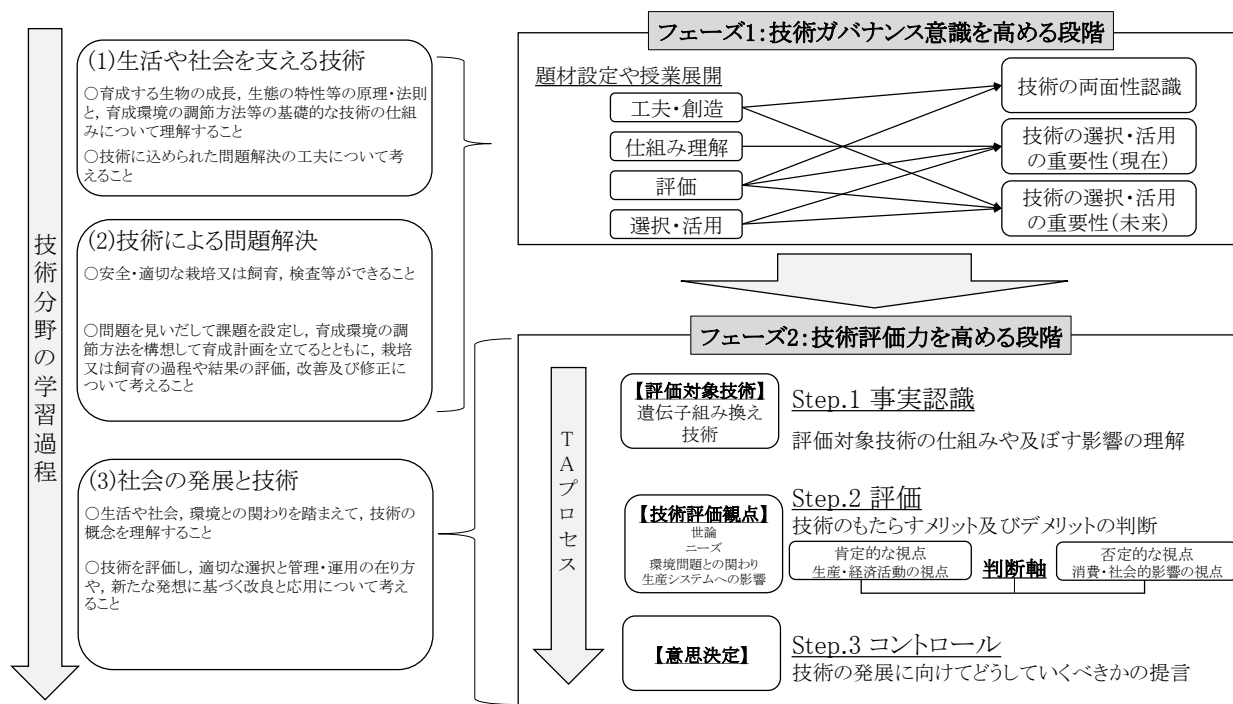
2. 研究の方法

2.1 実践対象

実践は、H県の国立大学附属A中学校の3年生男子57名、女子47名計104名を対象とした。なお、A中学校は第3章の質問紙調査の対象校であり、3年生の技術の授業は2週間に1度行われている。また、本実践対象者は、実践段階で、「A.材料と加工の技術」、「C.エネルギー変換の技術」、「D.情報の技術」の内容については履修済であった。実践は2015年4月～2015年10月に行った。

2.2 実践の概要

本実践は、前章で提案した授業モデル(図IX-1)に基づき「B.生物育成の技術」における授業を構築した。フェーズ1及びフェーズ2から構成した題材の概要を以下に示す。



図IX-1 3年生を対象とする「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた授業モデル

2.2.1 題材の構成

フェーズ1では、学年間における技術ガバナンス意識の形成要因の差異から、学年に適した指導の力点を踏まえることとした。本実践の対象である3年生は他学年と比べて「工夫・創造」の習得感が技術ガバナンス意識の形成に顕著に影響を与えることが把握されており、フェーズ1において「工夫・創造」の習得感を高める必要性がある。そこで、フェーズ1では生徒の「工夫・創造」の習得感を促すことを目的とする題材を設定し、フェーズ2に向けて技術ガバナンス意識を高めることとした。

フェーズ2では、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する否定及び肯定的意思決定を下した生徒の着目している観点を技術評価力指導の力点として取り扱うこととした。具体的には、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対して3年生は否定的意思決定に「世論」、「ニーズ」、「環境問題との関わり」の着目が影響しており、肯定的意思決定には、「生産システムへの影響」の着目が影響しており、低学年に比べて広い視野を持って技術評価を行うことが示唆されている。そこで、フェーズ2では、フェーズ1で設定した題材

を踏まえて、上記4観点に着目させるような技術評価の学習を行い、意思決定に関わらず幅広い視野や考え方から技術評価を行えるように指導することとした。フェーズ1及びフェーズ2の具体的な実践内容について以下に示す。

2.2.2 フェーズ1：工夫・創造を促す題材「トマトの比較栽培」

「B.生物育成の技術」において生徒が工夫・創造できる題材として「トマトの比較栽培」を設定した。この題材では、同品種のトマトを2つ同時に栽培させる。その際、1つは教員の指示通りに栽培させ(以下、ベーシック栽培)、もう一方は生徒が工夫・創造して考えた栽培計画に基づき栽培(以下、オリジナル栽培)させる。そして、ベーシック栽培とオリジナル栽培の成長過程や成果を比較する学習(以下、比較栽培)を行わせることとした。なお、指導内容はT社教科書に基づくこととした⁸⁵⁾。比較栽培の各授業の学習内容及び栽培実習の内訳と時間数を表IX-1に示す。本実践では、管理が容易であること、収穫量や糖度といった比較対象とする変数が分かりやすいことを踏まえてフルーツトマトのデルモンテ・フルーツイエローを栽培する品種に選定した。

表IX-1 フェーズ1：「比較栽培」の概要

時数	栽培実習	指導内容	指導時数
第1次	なし	生物を育てる技術について	1
第2次	苗の観察, 定植	植物の成長に適した土	1
第3次	誘引, 摘芽	花芽形成に対する光・温度の影響	1
第4次	観察	水耕栽培・工場栽培の特徴	1
第5次	追肥	トマトの健康状態について	1
第6次	収穫	トマトコンテスト	1

第1次の目標は、生物の育成に様々な環境条件が影響すること、生物を育てる技術として、環境を整える技術、成長を管理する技術、特徴を管理する技術があることを理解することとする。内容としては、植物や動物の育成事例などを交えながらガイダンス的に学習を展開する。また、栽培実習として比較栽培を行うことを示して、糖度や収穫量の向上といった目的に向けてどのような栽培が行われているか調べ学習を行わせる。

第2次の目標は、植物の成長に適した土について理解することとする。内容としては、授業の進行度合いと定植のタイミングを考慮し、畝づくりやマルチングといった畑づくりは事前に教員と有志の生徒で授業外に行い、作業の様子を写真を交えながら学習を展開することとする。また、団粒構造と短粒構造の土では排水性に違いがあることを理解させる

ために実験を設定する。なお、本次から、栽培実習を開始させる。4~5人を1グループとして、1グループに2つのフルーツトマトの苗を配布し、「草丈」、「花の数」、「実の数」、「枝の数」について観察させる。それらの項目について1人1項目の担当制として、今後観察することを指示する。あわせて、トマトの管理について水やりのタイミングや回数、摘芽を行うことなどを伝える。なお、定植に際して、オリジナル栽培とベーシック栽培の区別ができるように、名前を書いたプレートを準備する。

第3次の目標は、花芽形成に対する光と温度の影響について理解することとする。内容としては、主として植物の成長に関わる光と温度の影響や、栽培・管理方法として誘引と摘芽の方法について学習を行う。光の影響については、短日植物、長日植物などの光周性を取り上げる。温度の影響については、温度を利用した促成栽培や抑制栽培などの技術を取り上げる。また、グループでオリジナル栽培の実施を具体的に取り組ませることとする。

第4次の目標は、水耕栽培や工場栽培といった露地栽培以外の栽培方法について理解することとする。内容としては、具体事例を参照しながら衛生面が優れていることや除草の手間が軽減するなどの水耕栽培のメリットを取り上げる。同様に、工場栽培では日照条件や温度、水の管理などが管理され効率的に植物を収穫することができるなどのメリットを取り上げる。

第5次の目標は、植物の成長に合わせた管理技術についての知識を身に付け、管理作業を行うことができることとする。内容としては、トマトの健康状態の例を参照しながら肥料の3要素、害虫対策、摘芽や摘芯などの管理技術について取り上げる。また、栽培実習では追肥を行う。

第6次の目標は、これまでの学習と比較栽培の結果を基にして、よりよい栽培計画について仮説を立てることができることとする。内容としては、オリジナルトマトとベーシックトマトの収穫をさせ、糖度や実の直径の計測を行わせる。その後、これまでの成長過程についてまとめさせ、グループごとにまとめたことを発表、交流させ、比較栽培の振り返りとしてトマト比較栽培報告書を一人ひとりにまとめさせる。

2.2.3 フェーズ2：バイオテクノロジーに関する学習

フェーズ2では「ニーズ」、「世論」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」の観点に着目させた上で、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」をテーマとする技術評価の学習を行うこととする。学習内容及び時間数を表IX-2に示す。

表IX-2 フェーズ2：バイオテクノロジーに関する学習の概要

	学習内容	時数
第1次	品種改良の技術について	1
第2次	遺伝子組み換えトマトを考えよう	1
第3次	遺伝子組み換え技術の現状について	1
第4次	遺伝子組み換え技術の今後の在り方	1

第1次の目標は、生物の特徴を改良する技術として品種改良の技術についての基礎的な知識を身に付けることとする。内容としては、接ぎ木によって改良された植物などを導入として、品種改良の技術が良い性質を交雑するなどして長い年月をかけて行われていることなどを取り上げる。

第2次の目標は、フェーズ1の学習を踏まえて、ニーズに合わせた遺伝子組み換えトマト(以下、GM トマト)を構想できることとする。内容としては、まず、前次で学習した品種改良に比べて短期間でできることや品種の違いに関わらず遺伝子を組み換えることができるといった遺伝子組み換え技術の特徴を説明する。その上で工夫・創造してトマトを栽培した学習経験を活かして、「生産者」、「売り手」、「消費者」のそれぞれの立場を踏まえてそれぞれのニーズに合ったGM トマトを考えるグループ活動を取り入れることとする。

第3次の目標は、遺伝子組み換え技術のメリットやデメリット、社会に及ぼす影響について理解することとする。内容としては、前次に考えられたGM トマトを引き合いに出して、現状として除草剤耐性や殺虫性を持つ遺伝子組み換え作物しか流通していないことを取り上げ、遺伝子組み換え技術の歴史が浅いことや、人間だけでなく、生態系などへの影響も含めた厳重な安全確認が行われていること、まだまだ発展途上な技術であることを説明する。

第4次の目標は、遺伝子組み換え技術の発展に向けてどうしていくべきか主体的に考えることができることとする。内容としては、技術評価課題として「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を設定し、「ニーズ」、「世論」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」の観点を設定したワークシートを用いて技術評価を行わせることとする。技術評価を各々で行わせた後に、意見の異なる生徒が混じるように4～5人で1グループを設定し、遺伝子組み換え技術の今後の在り方について提言をまとめさせることとする。

第9章 技術評価力育成に向けた授業モデルの試行的実践

2.3 実践評価の手続き

フェーズ2終了後に、「比較栽培」、「バイオテクノロジーに関する学習」に対する実践対象者の反応を把握するための事後調査を行った。質問紙の構成として3つの大問を設定した。具体的な項目を以下に示す。また、使用した質問紙を図IX-2に示す。

技術科「生物育成に関する技術」についてのアンケート	
年 組 番 名前	性別 男・女
※このアンケートは成績には関係しませんので、思った通りに答えてください	
【Ⅰ】1学期に行ったトマトの比較栽培について各質問を読み、当てはまるものに○をして下さい。	
[4:とても当てはまる 3:少し当てはまる 2:あまり当てはまらない 1:まったく当てはまらない]	
1. 比較栽培の学習の中で、自分なりに工夫創造することができた	4・3・2・1
2. 比較栽培の学習を通して、作物の栽培方法について自分なりに理解することができた	4・3・2・1
3. 比較栽培の学習を通して、社会の中で行われている様々な栽培方法の良し悪しを自分なりに評価することができた	4・3・2・1
4. 比較栽培の学習を通して、社会の中で行われている様々な栽培方法の中から、自分なりに適切だと思うものを選択し、活用することができた	4・3・2・1
5. 比較栽培にて行ったオリジナルの工夫は、社会における農業技術の開発研究（農学）と同じ考えであることがわかった	4・3・2・1
6. もう一度、比較栽培ができる機会があったら、今回とは違う新たなオリジナルの工夫に挑戦してみたいと思う	4・3・2・1
【Ⅱ】2学期に行った品種改良・遺伝子組み換え技術に関する学習について各質問を読み、当てはまるものに○をして下さい。	
(1)品種改良・遺伝子組み換え技術に関する技術の授業について	
1. 品種改良・遺伝子組み換え技術に関する授業は楽しかった	4・3・2・1
2. 品種改良・遺伝子組み換え技術に関する授業は難しかった	4・3・2・1
3. 品種改良・遺伝子組み換え技術に関する授業は自分の生活に役立つと感じた	4・3・2・1
4. 品種改良・遺伝子組み換え技術について自分なりに理解することができた	4・3・2・1
5. 品種改良・遺伝子組み換え技術について自分なりの考えを持つことができた	4・3・2・1
(2)遺伝子組み換え作物を自分で考えてみて	
1. 生産者の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた	4・3・2・1
2. 売り手の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた	4・3・2・1
3. 消費者の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた	4・3・2・1
【Ⅲ】技術と私たちの生活との関わりについて、今のあなたの考えとして当てはまるものに○をして下さい。	
1. 技術の発展にはプラスの面だけではなく、マイナスの面もあると思う	4・3・2・1
2. 現在の自分の生活をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選択し、活用することが大切だと思う	4・3・2・1
3. 未来の社会をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選択し、活用することが大切だと思う	4・3・2・1

図IX-2 事後調査に用いた質問紙

2.3.1 比較栽培の学習に対する反応を把握する質問項目

比較栽培の学習に対する生徒の反応を把握するための質問項目として、①比較栽培の学習の中で、自分なりに工夫・創造することができた、②比較栽培の学習を通して、作物の栽培方法について自分なりに理解することができた、③比較栽培の学習を通して、社会の中で行われている様々な栽培方法の良し悪しを自分なりに評価することができた、④比較栽培の学習を通して、社会の中で行われている様々な栽培方法の中から、自分なりに適切だと思えるものを選択し、活用することができた、⑤比較栽培にて行ったオリジナルの工夫は、社会における農業技術の開発研究(農学)と同じ考えであることがわかった、⑥もう一度、比較栽培ができる機会があったら、今回とは違う新たなオリジナルの工夫に挑戦してみたいと思う、以上計6項目を設定した。回答はいずれの項目も「4:とても当てはまる」～「1:まったく当てはまらない」までの4件法で回答させた。

2.3.2 バイオテクノロジーに関する学習に対する反応を把握する質問項目

バイオテクノロジーに関する学習に対する生徒の反応を把握するための質問項目として、①品種改良・遺伝子組み換えに関する授業は楽しかった、②品種改良・遺伝子組み換えに関する授業は難しかった、③品種改良・遺伝子組み換えに関する授業は自分の生活に役立つと感じた、④品種改良・遺伝子組み換えに関する技術について自分なりに理解することができた、⑤品種改良・遺伝子組み換えに関する技術について自分なりの考えを持つことができた、以上計5項目を設定した。また、GMトマトを考える学習活動において「生産者」、「売り手」、「消費者」のそれぞれの立場でどの程度考えることができたのかを把握するために、①生産者の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた、②売り手の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた、③消費者の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた、以上計3項目を設定した。なお、回答はいずれの項目も「4:とても当てはまる」～「1:まったく当てはまらない」までの4件法で回答させた。

2.3.3 技術ガバナンス意識を把握する質問項目

実践後の生徒の技術ガバナンス意識を把握するために、第3章で作成した技術ガバナンス意識を把握するための質問項目を設定した。第2章同様に①技術の両面性認識、②技術の選択・活用の重要性(現在)③技術の選択・活用の重要性(未来)の3項目である。回答はいずれの項目も「4:とても当てはまる」～「1:まったく当てはまらない」までの4件法で回答させた。

2.4 分析の手続き

まず、フェーズ 2：バイオテクノロジーに関する学習で実施した「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する技術評価の反応について単純集計を行った。つぎに、事後調査における全体における各項目の単純集計を行い、「比較栽培」、「バイオテクノロジーに関する学習」に対する生徒の反応を把握した。そして、事後調査を実施した 104 名のうち、第 2 章において技術ガバナンス意識に関する調査を受けており、なおかつ、第 3 章において「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に関する調査を受けている計 26 名を分析対象として事前事後の比較・検討を行うこととした。

3. 実践の結果と考察

3.1 フェーズ 1：比較栽培における生徒の学習状況

3.1.1 第 1 次

第 1 次では、内容「B.生物育成の技術」の学習における導入として植物や動物を育てる技術の紹介や説明、比較栽培についての説明などを行った。比較栽培の説明として、オリジナル栽培ではグループで糖度の上昇や、収穫量の増加などの目的を持って栽培計画を立案することを伝えた上で、オリジナルトマトに向けた調べ学習を行わせた。調べ学習で作成されたレポートを図 IX-3 に示す。

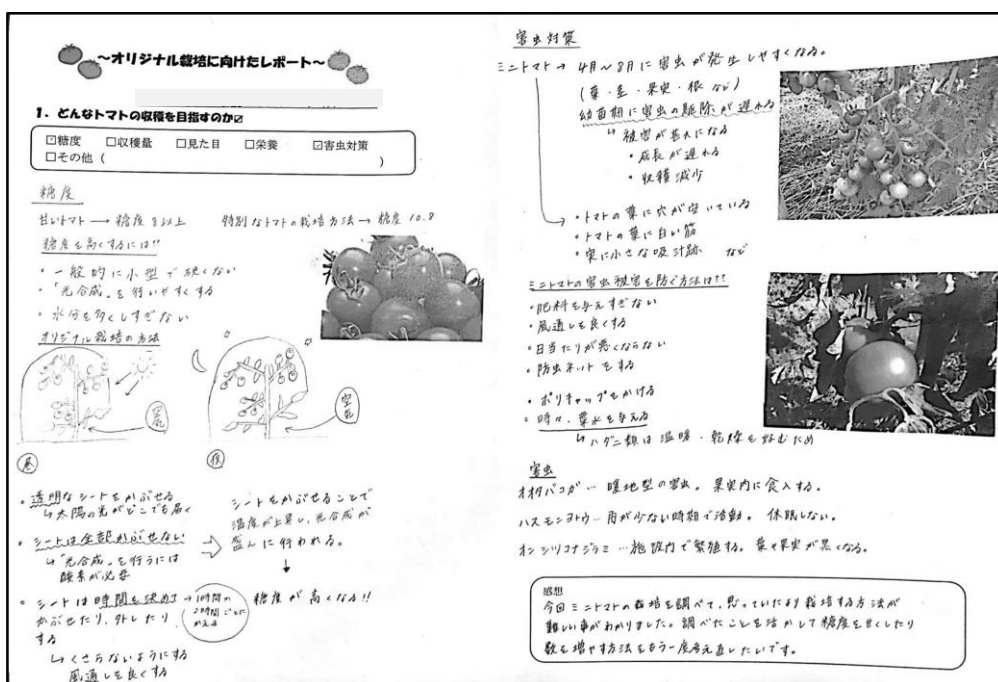


図 IX-3 ワークシートの記述例

3.1.2 第2次

第2次では、主として植物の成長に適した土に関する学習を行った。また、1グループに2つのフルーツトマトの苗を配布し、「草丈」、「花の数」、「実の数」、「枝の数」について観察させた。なお、定植に際して、オリジナル栽培とベーシック栽培の区別ができるように、名前を書いたプレートを用意した。観察の様子と定植されたトマトを図IX-4、IX-5に示す。



図IX-4 観察の様子



図IX-5 定植されたトマト

3.1.3 第3次

第3次では、主として植物の生長に関わる光と温度の影響や、栽培・管理方法として誘引と摘芽の方法について学習を行った。また、第1次で作成したレポートを基にグループでオリジナル栽培の実施に取り掛からせた。実際に行われたオリジナル栽培を図IX-6～IX-9に示す。図IX-6は、トマトの原産地が高原産地の乾燥した場所だったことを知ったグループが、できるだけ水を与えずに、なおかつ酸性雨からトマトを守るために支柱に傘を立てる工夫をした様子である。また、図IX-7は、作物の生長に光が重要であることを知ったグループが、トマトに当たる光を増やすために鏡をまわりに置き光を反射する工夫をした様子である。図IX-8は、害虫や台風からトマトを守るために、新たに支柱を立て防護する工夫された様子である。図IX-9は、四角いスイカを真似て実の形を変えようとする工夫である。その他にも、摘芽を最大限行い、1つのトマトに栄養を集中させようとする工夫や、あえて摘芽を行わずジャングル化させて収穫量を増加させる工夫などがあった。

3.1.4 第4次

第4次では、土壌栽培以外の栽培方法として水を使用した水耕栽培や工場栽培の説明を行った。



図IX-6 水を与えない工夫



図IX-7 鏡を利用して反射光を当てる工夫



図IX-8 害虫対策の工夫



図IX-9 果実の形状を変える工夫

3.1.5 第5次

第5次では、いくつかのトマトが病原菌に侵されていたため、トマトの健康状態について学習を行った。その際に、肥料に関する学習を行い、追肥を行わせた。この学習を機にオリジナル栽培において、液肥を活用するグループも見られた。

3.1.6 第6次

ベーシックトマトとオリジナルトマトの収穫を行い、収穫された実の直径や糖度の計測を行わせ、各グループでこれまでの成長過程及び成果を発表するトマトコンテストを行った。授業後に比較栽培学習を通じた考察をまとめた「トマト比較栽培報告書」を提出させた。栽培したフルーツトマトの糖度は概ね5~8程度であり、ベーシック栽培のトマトは

もとより、オリジナル栽培のトマトの多くがこの範囲に収まった。この原因として、本実践で行われたオリジナル栽培の多くが、生徒が独自に考えたものであり、科学的な実証を基にして考えられていなかったことが考えられる。しかし、いくつかの班では授業外で農家の親戚に聞くなどしてオリジナル栽培を考えたグループもあり、糖度 11 以上を計測するものもあった。「トマト比較栽培報告書」の考察では、「トマトの原産地域の環境に似せるためになるべく水を与えず、雨も当たらないようにした。ベーシックと比較すると実が大きくて、甘かった。作物に適した育て方をすることが大切だと思った」、「トマトを大量に収穫するために、摘芽をせずにジャングル化させた。目的通り大量のトマトが収穫できたが、糖度が低い、脇芽が重さに耐えられずに折れてしまうことがあった。摘芽はした方が良い。」などが挙げられた。

3.2 フェーズ2：バイオテクノロジーに関する学習に対する生徒の学習状況

比較栽培を終えた後に、第5章の知見を踏まえ「バイオテクノロジーに関する学習」を行った。具体的には、第1次、第2次において品種改良や遺伝子組み換え技術の方法や違いについて取り上げながら、それらの特徴などについて学習し、実際に育てた経験を活かしてGMトマトを考える学習などを行った。そして第3次、第4次では、上記の経験を踏まえながら、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」について考えることを主として行った。

3.2.1 第1次

バイオテクノロジーに対して生徒が難しいイメージを持っていることを考慮し、導入として接ぎ木など育種に関する授業を行った。また、育種に関連させた品種改良の技術に関する授業を行った。

3.2.2 第2次

前時に学習した品種改良の技術を踏まえ、遺伝子組み換え技術に関する授業を行った。具体的な違いとして、品種が大きく異なることや動物と植物の遺伝子でも交雑できること、品種改良に比べて短期間で効率的にできることを取り上げた。

その後、生産者、売り手、消費者の立場であったらいいなと思うGMトマトをグループで考えさせた。考えた内容はホワイトボードでまとめさせた。グループ活動の様子を図IX-10、まとめられたホワイトボードの例を図IX-11に示す。フェーズ1で実際に工夫してトマトを育てた経験や、生活経験や他教科で得た知識を基にして様々なGMトマトを考えることができた。具体的には、理科で学習した細胞分裂を行うプラナリアの遺伝子や、家庭



図IX-10 グループ活動の様子

3年生	水やりがめんどくさい。実が落ちる 連作障害 シングル化 傷 植まかれないといかない。 雑草がまきさる 多い。	どこからでも生える。 連作障害が起きづらい。 (まきおとすたいなトマト)。
売	傷がつきやすい。 色があせてしまう。 賞味期限	皮が強い。 質が落ちない。 自分で修復できる(再生)
消	中身がぐちゃぐちゃとなる。 子供でも食べれる。 つぶれづらい。	子供でも食べれる(ハート形) 実がしまっている。 形がきれいな。

図IX-11 まとめられたホワイトボード

科で学習した赤色の着色料の原料となるエンジムシの遺伝子，皮を剥きやすいミカンの遺伝子などを交雑して，収穫量が無限に増える GM トマトや赤色の発色が良い GM トマト，トマトソースが作りやすい GM トマトなどが挙げられた。

3.2.3 第3次

前時にて，多くの GM トマトが考えられたことを振り返り，いくつかのグループに発表させた。その後，実際に世の中で売られている遺伝子組み換え作物は除草剤耐性もしくは，殺虫性を持つものしかないことを取り上げ，遺伝子組み換え技術の歴史が浅いことや，人間だけでなく，生態系などへの影響も含めた厳重な安全確認が行われていること，改善の余地が多々残されている発展途上な技術であることを説明した。

3.2.4 第4次

これまでの学習を振り返り，「ニーズ」，「世論」，「環境問題との関わり」，「生産システムへの影響」の観点に着目させるためにワークシートを準備した。ワークシートの枠組みの設定として，「ニーズ」に着目させるために「だれのため，なんのために遺伝子組み換え技術はあるのだろうか？」，「世論」に着目させるために「世論の賛成派，反対派の意見」，「環境問題との関わり」，「生産者」に着目させるために「環境に対するメリット，デメリット」，「生産者のメリット，デメリット」合わせて，「消費者のメリット，デメリット」の枠組みを設定した。ワークシートを用いて生徒に自分自身の考えをまとめさせた。生徒が実際にまとめたワークシートを図IX-12に示す。

ワークシートをまとめさせた後に，第3章で使用した「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に関する技術評価課題について考えさせ，意思決定を行わせた。いずれの意思決定(肯定・否定・葛藤)が含まれるようにグループ編成を行い，今後の在り方に対して議論を行わせた。討論は15分程度として，グループで最終的な提言をまとめさせた。討論の結果，

・ 外部からの遺伝子を組み込んで、自然にない形質を持たせる技術 → 遺伝子組み換え技術

3 名前

1. これからの遺伝子組み換え技術の利用について、異なる立場から考えてみよう (思いつかないところは空欄)

ニーズ・目的	品種改良にくらべて効率的・価値のあるものを生産することが可能・生産者、売り手、消費者それぞれにメリットがある	
生産者	メリット・除草剤耐性や殺虫性のある遺伝子を組み込むと生産が楽になる。	デメリット・耐性を持った害虫が出てきてしまったら今までと変わらない。 ・畜産もつ遺伝子危険性あり
消費者	メリット・日持ち性が向上する遺伝子を組み込むと長い間の保存が可能になる。	デメリット・遺伝子組み換えによる作物を長年食べ続けたという事例がないので、危険性を伴う。
環境	メリット・除草剤耐性の遺伝子をくみ込むならば、農薬や除草剤を散布することがなくなり、環境にとって良い。	デメリット・今までにない耐性をもった作物を作ること、その耐性に耐えることのできる動物ができてきたら、生態系が破壊される原因になる。
世論	賛成派の意見・遺伝子組み換えされると効率よく育てることができ、安いコストで生産し、安価で提供できる。 ・人間に有用な品種をつくることができる。 ・虫が作物を食べ続けると売れるものが少なくなる。	反対派の意見・長年食べ続けた人がいないので、自身の子や孫に悪影響をもたらす可能性がある。 ・自然界に今までにない遺伝子をくみ込むことで、生態系の破壊につながる。

2. これまで様々な栽培に関する学習をしてきましたが、遺伝子組み換え技術に対するあなたの最終的な考えを書きましょう

・生態系は複雑なのである作物に除草剤耐性のある遺伝子を組み込むことで、それを食べる動物に悪影響を与えたり逆に耐性をもたせたり、生態系が破壊されていく可能性がある。遺伝子組み換え技術は、なるべく使わないようにした方がよい。

3. 「比較栽培～遺伝子組み換え技術」の授業の全体を振り返った感想を書きましょう

・本日を覚悟を持って育てることによる生産者にとってのメリット・デメリットや、いかに安全かということなどが色々と分かった。遺伝子組み換え技術は、実際に長年食べ続けた人はいないので、危険かもしれない、安心かもしれない、だからもっと慎重に実験をくり返し、安心かどうかを確かめなければ、生態系などによくないと思う。青色のパウなどの色素の遺伝子組み換え技術は、人間にとって有用なので、進めるべきであると感じた。

図X-11 ワークシートの記述例

グループによる提言として、肯定もしくは否定の意見に偏るグループ、中立の意見をとるグループ、互いに納得できずまとまらないグループが見られた。中立の意見として、遺伝子組み換え作物を育てる場所を研究所などに制限する、遺伝子組み換え技術は人体に入らない(食べない)ものだけに利用する、品種改良の技術を中心に研究を進めるなどが挙げられた。討論を終えた生徒の意見として、「遺伝子組み換え技術は良い面も悪い面もあり、人それぞれが自分の意見を持つことが大事であり、そのためには技術についてしっかりと調べたり考えたりする必要がある。」「安全性を確かめるためにも、遺伝子組み換え技術を発展させていく必要があると感じた。食べる食べない買う買わないは個人が自分自身で決めなければならないと思った。」「30人強のクラスでも意見が割れるのに世の中はもっと割れると思った。これから先社会がこのような問題をもっと活発に取り上げ、たくさんの人が興味を持つべきだと思った。」などの意見が挙げられた。

3.3 実践の評価

分析では、回答に欠落がある者(1名)、全ての選択肢が同じなど回答に規則性のある者(3名)計4名を除く100名を有効回答(有効回答率96.2%)とした。事後調査では、回答に欠落

があるもの(4名)、全ての選択肢が同じなど回答に規則性のあるもの(6名)計10名を除く94名を有効回答(有効回答率90.4%)とした。

3.3.1 「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する技術評価の反応

意思決定の割合は「肯定群」44.0%、「否定群」37.0%、「葛藤群」19.0%、「不明群」0%となり、不明と回答した生徒はおらず全員が意思決定を行うことができた。技術評価観点の平均値及びSDを表IX-3に示す。表より、技術評価観点18項目のうち、指導の力点とした「ニーズ」、「世論」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」の観点を含む14項目が平均値3.00以上であった。このことから、本実践によって生徒らは広く技術評価観点に着目して「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対して意思決定を行っていたこと、及び指導の力点として構築したワークシートの有効性が認められたと推察される。

次節では、事後調査による「比較栽培」及び「バイオテクノロジーに関する学習」に対する生徒の反応について述べる。

表IX-3 技術評価観点の平均値及びSD

技術評価観点	平均値	SD
技術目的	3.68	0.62
運用上の制限	3.62	0.72
消費生活への影響	3.58	0.68
技術の将来展望	3.49	0.72
事故の危険性と事例	3.49	0.80
生産システムへの影響	3.39	0.80
環境問題との関わり	3.38	0.85
世論	3.37	0.80
ニーズ	3.34	0.84
産業における経済的な効果	3.25	0.89
しくみや科学的な原理	3.23	0.79
人間による制御可能性	3.19	0.84
流通システムへの影響	3.18	0.85
資源・材料	3.04	0.91
技術史的な背景や経過	2.88	0.89
科学史的な背景や経過	2.87	0.84
代替技術	2.82	0.89
法的規制とガイドライン	2.73	0.94

※平均値降順

3.3.2 比較栽培に対する生徒の反応

比較栽培の学習に対する生徒の反応について質問項目①～⑥の平均値及びSDを整理したものを表IX-4に示す。いずれの項目も平均値が3.00以上と高かったことから、比較栽培に対する生徒の反応は肯定的であったことが推察される。また、①工夫・創造の習得感について、工夫することがとてもできた、少しできたと答えた生徒の割合は全体の90.4%であり、多くの生徒が比較栽培において自分なりに工夫・創造をすることができたことと推察される。

表IX-4 比較栽培に対する生徒の反応

質問項目	平均値	SD
比較栽培の学習の中で、自分なりに工夫・創造することができた	3.36	0.75
比較栽培の学習を通して、作物の栽培方法について自分なりに理解することができた	3.48	0.65
比較栽培の学習を通して、社会の中で行われている様々な栽培方法の良し悪しを自分なりに評価することができた	3.53	0.65
比較栽培の学習を通して、社会の中で行われている様々な栽培方法の中から、自分なりに適切だと思うものを選択し、活用することができた	3.35	0.67
比較栽培にて行ったオリジナルの工夫は、社会における農業技術の開発研究(農学)と同じ考えであることがわかった	3.11	0.78
もう一度、比較栽培ができる機会があったら、今回とは違う新たなオリジナルの工夫に挑戦してみたいと思う	3.48	0.76

3.3.3 バイオテクノロジーに関する学習に対する生徒の反応

バイオテクノロジーに関する学習に対する生徒の反応について質問項目①～⑤の平均値及びSDを整理したものを表IX-5に示す。授業の難しさを問う項目を除く、いずれの項目も平均値が3.38以上と高く、比較栽培と同様に、生徒の反応は肯定的であったことが示唆される。また、授業の難しさについては平均値が3.15となっており、生徒はバイオテクノロジーに関する学習に対して、難しさを感じつつも楽しさや役立ち感を抱いていたことが推察される。また、GMトマトを考える学習活動において「生産者」、「売り手」、「消費者」のそれぞれの立場でどの程度考えることができたのかに対する平均値及びSDを表IX-6に示す。いずれの項目も平均値は3.48以上と高く、生産者、売り手、消費者それぞれの立場で考えることができていたことが示唆される。

第9章 技術評価力育成に向けた授業モデルの試行的実践

表IX-5 バイオテクノロジーに関する学習に対する生徒の反応

質問項目	平均値	SD
品種改良・遺伝子組み換え技術に関する授業は楽しかった	3.69	0.57
品種改良・遺伝子組み換え技術に関する授業は難しかった	3.20	0.81
品種改良・遺伝子組み換え技術に関する授業は自分の生活に役立つと感じた	3.41	0.71
品種改良・遺伝子組み換え技術について自分なりに理解することができた	3.49	0.67
品種改良・遺伝子組み換え技術について自分なりの考えを持つことができた	3.61	0.55

表IX-6 GM トマトを考える活動に対する生徒の反応

質問項目	平均値	SD
生産者の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた	3.57	0.65
売り手の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた	3.51	0.65
消費者の立場で困難なことを考え、遺伝子組み換え作物を自分なりに考えることができた	3.64	0.62

3.4 実践後の技術ガバナンス意識

実践後の生徒の技術ガバナンス意識を集計した。平均値及びSDを表IX-7に示す。いずれの項目も平均値は3.60以上であり、本実践終了後の生徒の技術ガバナンス意識は高かった。特に技術の両面性については、平均値が3.72と最も高く技術のメリットだけでなくデメリットについても着目していたことが推察される。

表IX-7 実践後の生徒の技術ガバナンス意識

質問項目	平均値	SD
技術の発展にはプラスの面だけではなくマイナスの面もある	3.76	0.52
現在の自分の生活をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選択し、活用することが大切だと思う	3.69	0.57
未来の社会をよりよくするためには、様々な技術の中から適切な技術を選択し、活用することが大切だと思う	3.72	0.56

3.5 事前事後間における生徒の反応の比較

本実践対象者104名のうち、事前に、第3章において技術ガバナンス意識の把握ができていて、なおかつ、第5章において「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する技術評価の反応が把握できている生徒26名を対象に事前事後における意識の違いについて検討した。なお、26名のうち、事後調査において欠席者が1名いたため25名を分析の対象

とした。また、回答が1ヶ所のみ欠落した生徒が事前調査で2名いたが、有効回答者の減少を考慮し、該当項目の平均値を代入することとした。

3.5.1 技術ガバナンス意識の事前事後の比較

分析対象者25名の技術ガバナンス意識の事前事後の比較を行うために、 t 検定を行った。その結果を表IX-8に示す。

表IX-8 本実践の事前事後における技術ガバナンス意識の違い

技術ガバナンス意識		事前	事後	対応のある t 検定
技術の両面性認識	平均	3.16	3.88	$t_{(24)}=4.04$ **
	SD	0.75	0.44	
技術の選択・活用の重要性(現在)	平均	3.52	3.76	$t_{(24)}=1.54$ ns
	SD	0.51	0.52	
技術の選択・活用の重要性(未来)	平均	3.64	3.92	$t_{(24)}=3.92$ *
	SD	0.49	0.28	

* $p<.05$ ** $p<.01$

表より、「技術の両面性認識」及び「技術の選択・活用の重要性(未来)」の意識に有意な向上が認められた。第2章の知見において、3年生の「工夫・創造」の習得感が上記2項目の意識の形成が示唆されていたこととこの結果は一致しており、本研究の条件下では有効性が示唆された。

3.5.2 遺伝子組み換え技術の今後の在り方に対する技術評価観点の事前事後の比較

分析対象者25名の技術評価の際の着目した技術評価観点について事前事後の比較を行うために、 t 検定を行った。その結果を表IX-9に示す。表より、有意もしくは有意傾向で平均値の向上が認められた技術評価観点は、「しくみや科学的な原理」、「科学史的な背景」、「技術目的」、「運用上の制限」、「代替技術」、「技術史的な背景」、「技術の将来展望」、「資源・材料」、「事故の危険性と事例」、「ニーズ」、「世論」、「環境問題との関わり」、「生産システムへの影響」、「流通システムへの影響」、「消費生活への影響」となり、18項目のうち15項目であった。指導の力点とした4項目については上記15項目に含まれており、本実践を行う前と比べて、生徒は多くの技術評価観点に着目して技術評価を行っていることが示唆された。

表IX-9 本実践の事前事後における技術評価観点の変化

技術評価観点		事前	事後	対応のあるt検定	
しくみや科学的な原理	平均	2.96	3.36	$t_{(24)}=1.92$	†
	SD	0.93	0.64		
科学史的な背景や経過	平均	2.44	2.88	$t_{(24)}=2.11$	*
	SD	0.92	0.78		
技術目的	平均	3.25	3.72	$t_{(24)}=3.07$	**
	SD	0.83	0.46		
運用上の制限	平均	3.28	3.76	$t_{(24)}=3.36$	**
	SD	0.79	0.52		
代替技術	平均	2.54	2.96	$t_{(24)}=1.82$	†
	SD	0.87	0.79		
技術史的な背景や経過	平均	2.32	2.68	$t_{(24)}=1.74$	†
	SD	0.80	0.85		
技術の将来展望	平均	2.92	3.56	$t_{(24)}=3.95$	**
	SD	0.86	0.71		
人間による制御可能性	平均	3.00	3.20	$t_{(24)}=1.04$	ns
	SD	0.82	0.82		
資源・材料	平均	2.56	3.20	$t_{(24)}=2.78$	**
	SD	0.96	0.82		
事故の危険性と事例	平均	3.20	3.64	$t_{(24)}=2.68$	*
	SD	0.76	0.57		
ニーズ	平均	3.04	3.72	$t_{(24)}=4.54$	**
	SD	0.89	0.54		
世論	平均	3.04	3.56	$t_{(24)}=2.70$	*
	SD	0.79	0.71		
産業における経済的な効果	平均	3.12	3.48	$t_{(24)}=1.56$	ns
	SD	1.01	0.77		
法的規制とガイドライン	平均	2.52	2.84	$t_{(24)}=1.44$	ns
	SD	1.00	0.94		
環境問題との関わり	平均	2.96	3.56	$t_{(24)}=3.46$	**
	SD	1.06	0.58		
生産システムへの影響	平均	2.76	3.44	$t_{(24)}=3.18$	**
	SD	1.01	0.77		
流通システムへの影響	平均	2.56	3.20	$t_{(24)}=2.43$	*
	SD	1.00	0.82		
消費生活への影響	平均	2.96	3.64	$t_{(24)}=3.78$	**
	SD	0.89	0.57		

† $p < .10$ * $p < .05$ ** $p < .01$

3.6 考察

授業モデルとして構築した「比較栽培」及び「バイオテクノロジーに関する学習」について上記の結果を基に実践評価を考察する。まず、事後調査の結果より、「比較栽培」において「工夫・創造」の習得感を肯定的に捉えた生徒が全体の90.4%だったことから、「比較栽培」は構築した授業モデルのフェーズ1としての有効性が示唆される。また、「バイ

「バイオテクノロジーに関する学習」について、実践終了後の生徒の反応は非常に肯定的であった。また、分析対象を一部の生徒にしたものではあるが、本実践は技術ガバナンス意識の向上及び技術評価観点を深めることに有効性が示唆された。生徒の自由記述では、40人に満たないクラスの中でも遺伝子組み換え技術に対する考え方が様々であることや、技術に関わる問題に対して自分自身の考え方を持つことの重要性を認識することができたためではないかと考えられる。

4. まとめ

以上、本章では、第8章の授業モデルに基づき、技術ガバナンス力の向上に向けて技術評価力育成を図るための実践とその評価を行った。その結果、本実践の条件下で以下の知見が得られた。

- 1) 「比較栽培」によって多くの生徒が「工夫・創造」の習得感を得ることができた。また、もう一度オリジナル栽培の工夫をしてみたいや技術の良し悪しについても非常に肯定的な反応がみとめられ、構築した授業モデルの題材として有効性の高い題材であったことが示唆された。
- 2) 「バイオテクノロジーに関する学習」では、品種改良や遺伝子組み換え技術に関する学習を踏まえて、生産者、売り手、消費者といった異なる立場でGMトマトを考えることができた。また、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対してよく考えることができていた。
- 3) 本実践を通して、技術ガバナンス意識のうち「技術の両面性」及び「技術の選択・活用の重要性(未来)」の意識の向上が認められた。また、技術評価観点 18 項目のうち 15 項目において平均値に有意な向上が認められ、技術評価の深まりが示唆された。

以上、本章では研究課題3に対処するために、第8章で構築した授業モデルを基に中学3年生を対象に内容「B.生物育成の技術」において試行的な実践及びその評価を行った。これらの知見は、技術科における技術ガバナンス力育成に向けて技術評価力の向上を図る授業実践を提供しうるものであると考えられる。次章においては、これらの知見を整理し、本研究のまとめとして、今後の技術ガバナンス力育成に向けた技術教育の在り方について考察する。

第 10 章 結論及び今後の課題

1. 本研究で得られた知見の整理

本研究の目的は、技術科における生徒の技術ガバナンス力の育成に向けて、技術評価課題に対する意思決定の特徴(何に着目してどのような判断を下すか)を明らかにし、それに基づく授業モデルの提案を行うことであった。この目的に対し、第 1 章では先行研究を整理し、研究のアプローチを策定した。第 2 章では、技術ガバナンス意識に対する生徒の実態把握とその形成に関連する要因を探索し、技術ガバナンス意識の向上に向けた題材設定の指針を検討した。第 3 章では、技術科の 4 内容に即して具体的な技術評価課題を設定し、生徒の反応について学年間及び性別、意思決定(肯定・葛藤・否定)における特徴を把握した。続く第 4 章から第 7 章では、各技術評価課題に分けて生徒の反応を詳細に分析し、内容別に指導の力点をそれぞれ検討した。第 8 章では、第 2 章から第 7 章で得られた知見に基づき、技術評価力育成に向けたカリキュラムデザイン及び授業モデルを提案した。第 9 章では、第 8 章で提案したカリキュラムデザイン及び授業モデルに基づき授業実践を試み、その効果を評価した。各章で得られた知見を以下に整理する。

1.1 生徒の技術ガバナンスに対する意識の実態とその形成要因に関する探索的検討

第 2 章では、生徒の技術ガバナンス意識の実態及びその形成要因を探索的に把握した。その結果、中学 1 年生入学時の技術ガバナンス意識は高かったものの、「技術の両面性認識」や「現在の生活のための技術の選択・活用の重要性認識」は、学年の進行に応じて意識が低下する傾向がみられた。技術ガバナンス意識と授業習得感との関連性を重回帰分析で検討した結果、全体において弱いながらも授業習得感が技術ガバナンス意識に広範な影響力を示すことが示唆された。学年間において技術ガバナンス意識に対する授業習得感の影響を比較したところ、「評価」、「選択・活用」の習得感は全ての学年において広範な影響力を示した。また、技術の「仕組み理解」の習得感は 1 年では「技術の両面性認識」に、2 年では「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」に、3 年生では「現在の生活のための技術の選択・活用の重要性認識」に影響しており学年間において差異が認められた。また、「工夫・創造」の習得感は 3 年生進級時においてのみ「技術の両面性認識」、「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」に影響することが示唆された。これらのことから、技術ガバナンス意識を高めるためには、学年間における形成要因の違いを考慮した題材設定を行う必

要があるのではないかと推察された。

1.2 技術評価課題に対する生徒の意思決定と着目観点の特徴

第 3 章では、社会において賛否の分かれる技術として、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」、「原子力発電の今後の在り方」、「SNS の今後の在り方」の 4 課題を設定し、生徒に技術評価を行わせ、意思決定の状況や着目した技術評価観点を学年別、意思決定別、性別等に着目して把握を試みた。その結果、全体における意思決定の状況としては、半数以上の生徒が否定的であり、評価対象技術によって意思決定の割合に違いが認められた。また、低学年は高学年に比べて「否定群」の割合が有意に高く、「肯定群」では、3 年生>1 年生、「葛藤群」では、2 年生>1 年生となり、学年間によって意思決定の割合に違いがあることが示唆された。技術評価観点のうち着目度の高い項目は「運用上の制限」、「技術目的」、「事故の危険性と事例」などであった。一方、着目度の低い項目は「技術史的な背景と経過」、「科学史的な背景と経過」、「法的規制とガイドライン」などであった。学年間及び意思決定間、性別間において技術評価観点の平均値を比較した結果、学年間では 7 項目、意思決定間では 11 項目、性別間では 6 項目について有意な差が認められた。このことから、技術評価の学習を展開する際には、取り上げる評価対象技術や生徒の実態に応じて指導の力点を変容させる必要性が示唆された。しかし、評価対象技術間および学年間において意思決定（肯定・否定・葛藤・不明）の割合には差異が認められたため、第 4 章から第 7 章では、各課題に対する技術評価の反応をより詳細に分析することにした。

1.3 「A. 材料と加工の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

第 4 章では、「A.材料と加工の技術」における技術評価課題である「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する生徒の反応について詳細を分析した。その結果、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」に対する意思決定の比率は、「否定群」78.9%、「葛藤群」10.9%、「肯定群」9.5%、「不明群」0.7%となり、各学年における意思決定の割合に有意な差は認められなかった。「否定群」、「肯定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。その結果、肯定的意思決定では、1 年生では「技術史的な背景や経過」と「ニーズ」、2 年生では「科学史的な背景や経過」と「技術目的」、3 年生では「科学史的な背景や経過」の着目の影響が把握された。いずれの学年においても法隆寺などの文化遺産等を取り上げた技術史もしくは科学史的な背景や経過に着目する様相等が把握され

たことから、肯定的意思決定では歴史的・文化的な視点が重要な役割を果たしていることが示唆された。これに対して否定的意思決定では、1 年生では「消費生活への影響」、2 年生では「環境問題との関わり」と「資源・材料」、3 年生では「資源・材料」の着目が把握された。1 年生では身の回りの生活の影響といった一消費者として技術評価を行う傾向が、2 年生及び 3 年生では森林資源や環境といったより広い社会に対する影響に着目する様相等が把握されたことから、否定的意思決定では現実的課題憂慮の視点が重要な役割を果たしていることが示唆された。

1.4 「B. 生物育成の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

第 5 章では、「B. 生物育成の技術」における技術評価課題である「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する生徒の反応について詳細を分析した。その結果、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対する意思決定の比率は、「否定群」48.6%、「肯定群」31.0%、「葛藤群」17.7%、「不明群」2.8%となり、各学年における意思決定の割合に有意な差は認められなかった。「否定群」、「肯定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。その結果、肯定的意思決定では、1 年生では「流通システムへの影響」と「技術目的」、2 年生では「ニーズ」と「技術の将来展望」、3 年生では「生産システムへの影響」の着目の影響が把握された。1 年生では生産量の増加といった流通に目を向けていたが、2 年生では、技術の目的や将来のことを踏まえ、3 年生では生産者の立場を踏まえ技術評価を行う傾向が把握されたことから、肯定的意思決定では生産・経済活動の視点が重要な役割を果たしていることが示唆された。これに対して否定的意思決定では、1 年生では「消費生活の影響」と「運用上の制限」、2 年生では「運用上の制限」と「法的規制とガイドライン」、3 年生では「ニーズ」、「世論」、「環境問題との関わり」の着目の影響が把握された。1 年生では一消費者として技術評価を行う傾向、2 年生では制限や注意点、ガイドラインといった社会での在り方に目を向け、3 年生では世論や環境といったより広い社会への着目する傾向が把握されたことから、否定的意思決定では消費・社会的影響の視点が重要な役割を果たしていることが示唆された。

1.5 「C. エネルギー変換の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

第 6 章では、「C. エネルギー変換の技術」における技術評価課題である「原子力発電の今後の在り方」に対する生徒の反応について詳細を分析した。その結果、「原子力発電の今後

の在り方」に対する意思決定の比率は、「否定群」67.8%、「肯定群」16.5%、「葛藤群」12.2%、「不明群」3.5%となり、各学年における意思決定の割合に有意な差は認められなかった。「否定群」、「肯定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。その結果、肯定的意思決定では、1年生では有意な判別係数を示す項目はなかったが、2年生では「しくみや科学的な原理」と「技術の将来展望」、「流通システムへの影響」、3年生では「技術目的」と「法的規制とガイドライン」、「消費生活への影響」の着目の影響が把握された。1年生では原子力発電に対する知識が少なくレディネスとして捉えられる特徴がなかったことが推察された。他学年では、リスクを理解しながらも上手に管理しながら将来の技術発展に着目する傾向が把握されたことから、肯定的意思決定ではリスク管理・技術発展の視点が重要な役割を果たしていることが示唆された。これに対して否定的意思決定では、1年生では「代替技術」と「資源・材料」、2年生では「人間による制御可能性」と「世論」、3年生では「代替技術」と「事故の危険性」に着目の影響が把握された。いずれの学年においても過去の事故事例や予期せぬトラブルといった危険を想定しながらリスクを最小限に抑えるような様相が把握されたことから、否定的意思決定ではリスク回避・現状維持の視点が重要な役割を果たしていることが示唆された。

1.6 「D. 情報の技術」における技術評価課題に対する生徒の反応

第7章では、「D.情報の技術」における技術評価課題である「SNSの今後の在り方」に対する生徒の反応について詳細を分析した。その結果、「SNSの今後の在り方」に対する意思決定の比率は、「葛藤群」44.8%、「肯定群」27.1%、「否定群」26.6%、「不明群」1.5%となり、1年生に比べて3年生では「否定群」の割合が有意に低く「肯定群」の割合が有意に高かった。「否定群」、「肯定群」の意思決定を目的変数、技術評価観点を説明変数とする判別分析を行った。その結果、肯定的意思決定では、1年生において「技術の将来展望」と「消費生活への影響」に着目していたものが、2年生では「しくみや科学的な原理」と「人間による制御可能性」に、3年生では「科学史的な背景・経過」と「流通システムへの影響」、「消費生活への影響」に着目の影響が把握された。SNSの活用による日常生活上のメリットやその具体的事例、機能性に着目する様相が把握されたことから肯定的意思決定では個人・ユーザの視点が重要な役割を果たしていることが示唆された。これに対して否定的意思決定では、1年生において有意な判別係数を示す項目はなかったが、2年生では「事故の危険性と事例」と「流通システムへの影響」、3年生では「しくみや科学的な原理」、「環境問

題との関わり」,「生産システムへの影響」,「ニーズ」に着目の影響が把握された。原子力発電と同様に,1年生では SNS に対する知識が少なくレディネスとして捉えられる特徴がなかったことが推察された。他学年では, SNS による情報拡散の危険性などの社会的な見方とともに,使用に伴うネットトラブルや情報の流通,個人にとっての不必要さに着目する様相が把握されたことから,否定的意思決定では社会・ノンユーザの視点が重要な役割を果たしていることが示唆された。

1.7 技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインと授業モデルの構築

第 8 章では,前章までに得られた知見に基づき技術評価力育成に向けたカリキュラムデザインを行い,授業モデルを提案した。カリキュラムデザインでは 2017 年公示学習指導要領の枠組み,他教科の指導時期を前提条件としてこれまでの知見を基にした。その結果,技術ガバナンス意識を高める段階(フェーズ 1),技術評価力を高める段階(フェーズ 2)から構成される授業モデルを提案した。具体的には,1年生では内容「A.材料と加工の技術」においてフェーズ 1 において,「仕組み理解」と「技術の両面性認識」を関連付けた題材設定や授業展開を行い,フェーズ 2 において「森林資源を活用する技術の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習を歴史的・文化的な視点と現実的課題憂慮の視点を相互に交流させた上で展開することが望ましいことを指摘した。2年生では「D.情報の技術」においてフェーズ 1 において,「仕組み理解」と「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」を関連付けた題材設定や授業展開を行い,フェーズ 2 において「SNS の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習を個人・ユーザの視点と社会・ノンユーザの視点を交流させた上で展開することが望ましいことを指摘した。また,内容「C.エネルギー変換の技術」においてはフェーズ 1 において,「仕組み理解」と「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」を関連付けた題材設定や学習展開を行い,フェーズ 2 において「原子力発電の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習をリスク管理・技術発展の視点とリスク回避・現状維持の視点を交流させた上で展開することが望ましいことが示唆された。3年生では内容「B.生物育成の技術」においてフェーズ 1 において,「工夫・創造」を取り入れた題材設定や学習展開を行い,フェーズ 2 において「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた技術評価の学習を生産・経済活動の視点と消費・社会的影響の視点を交流させた上で展開することが望ましいことを指摘した。

1.8 技術評価力育成に向けた授業モデルの試行的実践

第 8 章で提案した授業モデルに基づき第 9 章では、中学 3 年生を対象に、内容「B.生物育成の技術」における「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた試行的実践および実践の評価を行った。具体的には、フェーズ 1 では工夫・創造の余地を取り入れた「比較栽培」、フェーズ 2 では生産・経済活動の視点と消費・社会的影響の視点として「生産システムへの影響」、「ニーズ」、「世論」、「環境問題との関わり」の観点に着目させる「バイオテクノロジーに関する学習」を行った。その結果、「比較栽培」によって多くの生徒が「工夫・創造」の習得感を得ることができ、構築した授業モデルの題材として適切な反応が確認された。「バイオテクノロジーに関する学習」では、品種改良や遺伝子組み換え技術に関する学習を踏まえて、生産者、売り手、消費者といった異なる立場で GM トマトを考えることができた。また、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」に対しては全生徒が、多様な観点に着目しつつ、個人の意思決定を下すことができた。事前事後の調査では、本実践を通して「技術の両面性認識」及び「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」などの技術ガバナンス意識の向上が認められた。また、生産・経済活動の視点及び消費・社会的影響の視点として取り入れた「生産システムへの影響」、「世論」、「ニーズ」、「環境問題との関わり」をはじめ、広範な技術評価観点への着目度が高まった。このことから本実践には、生徒の技術ガバナンス意識の向上と技術評価力の形成に一定の効果のあることが示唆された。

2. 結論

以上、本研究の範囲内において得られた知見より、以下を本研究の結論とする。

生徒の技術ガバナンス意識の形成には、技術科の授業における技術評価力の習得感が重要な役割を果たしていることから、技術評価を中核に技術ガバナンス力の育成を図るカリキュラムデザイン、授業モデルが必要である。しかし、技術の「仕組み理解」や「工夫・創造」の習得感の影響力には学年間による差異が生じているため、これらの関連性を踏まえた学年ごとの指導の力点を踏まえることが重要である。加えて、技術評価時の生徒の反応は、評価対象となる技術や意思決定間(肯定及び否定)によって評価の傾向が異なっていた。具体的には、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」では、歴史的・文化的な視点と現実的課題憂慮の視点が、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」では、生産・経済活動の視点と消費・社会的影響の視点が、「原子力発電の今後の在り方」では、リスク管理・技術発展の視点とリスク回避・現状維持の視点が、「SNS の今後の在り方」では個人・ユーザの視点と

社会・ノンユーザの視点がそれぞれ意思決定の判断軸になっていることが明らかとなった。このことから授業において技術評価課題を扱う場合、教師は、上記の各判断軸に即して技術評価に必要な情報を万遍なく取り扱いながら、生徒が幅広い意見を踏まえて意思決定を行えるように支援することが重要である。

3. 教育実践への示唆

本節では、本研究で得られた知見及び結論に基づく教育実践への示唆として、次の 3 点を考察する。

第一に、授業の習得感が持つ技術ガバナンス意識への影響が各学年において異なることに配慮したカリキュラムデザインの必要性である。技術ガバナンス力の育成に向けてこれまでに様々な実践が試みられているものの、それぞれの実践アプローチは一律ではなく、カリキュラムデザインに向けたフレームワークは定かではなかった。そのため、教員は個人の考えや経験則に従って、カリキュラムデザインを行ってきている。しかし、このような教員個人の考えや経験則に基づくカリキュラムデザインでは、技術ガバナンス力に対する生徒の内実的な意識や発達段階に即しているとは必ずしも言えない。これに対して本研究では、生徒の技術ガバナンスに対する内実的な意識を捉えることに着目し、各学年の技術ガバナンス意識の実態とその形成に因果する要因を把握することができた。具体的には、生徒の技術ガバナンス意識の形成には、技術科の授業において「工夫・創造」、「仕組み理解」、「評価」、「選択・活用」の習得感を高めることの重要性を述べた。また、「工夫・創造」や「仕組み理解」の習得感の影響力が学年間で異なっていること等を踏まえて、各学年に応じた技術ガバナンス力育成に向けた題材設定の指針を明らかとした。本研究では、中学校各学年の 4 月に調査を実施しているため、本調査で把握された各学年の実態は、それぞれ前年度までの学習経験や生活経験によって形成されたものである。逆に言えば、本調査で把握された実態は、それぞれの学年の授業前のレディネスを示すものであり、このようなレディネスを踏まえた技術科の授業を各学年において展開していくことが重要と考えられる。このような観点から本調査の結果を見ると、それぞれの学年で認められた影響力の組み合わせは、技術科の授業前に生徒が関連付けやすい意識の組み合わせであると解釈できる。言い換えれば、それぞれの学年の授業では、これらの意識の関連性を活かした手立てが有効ではないかと考えられる。その中でも特に、3 年生において「工夫・創造」の習得感が技術ガバナンス意識に影響を示すことを留意する必要がある。3 年生の授業時数は 17.5 時間とされており、他学

年の半分であることから、学校現場では画一的な製作物をつくる題材が広く普及しており生徒が工夫・創造を発揮する余地が少ない現状がある。そのため、試作やプロトタイプの開発といった授業時数をなるべく圧迫しないながらも、「工夫・創造」の習得感を高められるような題材設定を行い、「技術の両面性認識」や「未来に向けた技術の選択・活用の重要性認識」と関連付けた指導を展開することが考えられる。

第二に、技術評価力の向上に向けて、評価対象技術や意思決定による技術評価の傾向を踏まえて教員が指導の力点を変化させる必要性である。世の中で賛否の結論が出ていない技術をテーマとする実践は技術科のみならず、理科や社会科といった他教科においても試みられている。しかし、技術の仕組みや将来展望などを含む技術の多面性に基づいた実践のアプローチは管見する限り他教科では行われていない。換言するならば、技術的側面を踏まえて技術進展に向けた技術評価を行わせることは、普通教育では技術科のみで取り扱う学習活動であることを教員自身が十分に意識することが重要である。一方で、賛否の分かれている技術に対して半数以上の生徒が否定的であったことから、メディアでの取り上げられ方などによって技術に対して否定的な見解を持つ生徒が多くいることが推察される。そのため、教員が評価対象となる技術のメリットやデメリットを単に理解させるだけでは、技術評価の学習における指導として十分ではない。これに対して本研究では、生徒の技術評価の傾向を技術の多面性に基づき把握することができた。具体的には、「歴史的・文化的な視点 対 現実的課題憂慮の視点」、「生産・経済活動の視点 対 消費・社会的影響の視点」、「リスク管理・技術発展の視点 対 リスク回避・現状維持の視点」、「個人・ユーザの視点 対 社会・ノンユーザの視点」などの判断軸の存在を明らかにすることができた。これによって、4内容それぞれの技術評価の学習において取り扱うべき指導の力点が明らかとなった。本研究で示した指導の力点を授業展開に取り入れることで、生徒が肯定及び否定的な意思決定に影響を及ぼす技術評価観点を入口としながら、幅広い立場の意見に目を向けることができると期待される。その上で、意思決定の異なる生徒に相互に意見を交流させるなどして、技術進展に向けてどのように世の中や個人が今後の技術の在り方をコントロールしていくのか生徒自身に考えさせることが重要である。

第三に、技術進展に応じた多様な技術評価課題の教材化の必要性である。本研究では、上野ら(2015)の先行研究に基づき、技術科の4内容に即した「森林資源を活用する技術の今後の在り方」、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」、「原子力発電の今後の在り方」、「SNSの今後の在り方」の4課題を設定した。しかし、社会において賛否の分かれている技術として

は他にも、AI や 3D プリンタ、ビッグデータやバイオマスエネルギー等多種多様な技術が存在している。また、技術の進歩は日進月歩であるため、現段階では予想できない光と影の影響を持つ技術が今後新しく開発されることは必然である。このような新しい技術についても継続的に技術評価課題として扱えるように教材研究を進めていくことが肝要である。その際、本研究で示した 4 種類の判断軸が、新しい技術評価課題に対しても適用しうるものであるかを検討する必要がある。本研究で明らかにした判断軸を表 X-1 に示す。これらを俯瞰すると、肯定的意思決定では、これまでの歴史や将来に向けた技術発展のように過去や未来といった長期的な時間軸を持ちながら、個人や生産に対する技術的なメリットを踏まえて技術評価を行っていることが推察される。一方で否定的意思決定では、過去や未来という時間軸という視点は弱く、現在を重要視しながら、社会に対するデメリットを踏まえて技術評価を行っていることが推察される。このような時間軸や技術的かつ社会的な側面に対する視点は、評価対象となる技術が異なっていたとしても技術評価力育成に向けた指導の力点における 1 つの指針として提案できるのではないかと考えられる。

表 X-1 評価対象技術における肯定及び否定的意思決定に影響を及ぼす視点

	森林資源を活用する技術	遺伝子組み換え技術	原子力発電	SNS
肯定的意思決定	歴史的・文化的な視点	生産・経済活動の視点	リスク管理・技術発展の視点	個人・ユーザの視点
否定的意思決定	現実的課題憂慮の視点	消費・社会的影響の視点	リスク回避・現状維持の視点	社会・ノンユーザの視点

また、同じ技術評価観点への着目であっても影響が異なることが認められた。例えば、「消費生活に対する影響」に対する着目は、「森林資源を活用する技術の今後の在り方」、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」における 1 年生の否定的意思決定に影響を及ぼすことが把握された。また、「原子力発電の今後の在り方」、「SNS の今後の在り方」における 3 年生の肯定的意思決定に影響を及ぼすことが把握された。「森林資源を活用する技術の今後の在り方」、「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」のように 1 年生でも消費生活に及ぼす影響を理解しやすい技術については一消費者の立場を踏まえて否定的な傾向を持っていることが推察される。一方で「原子力発電の今後の在り方」、「SNS の今後の在り方」は 1 年生において判別分析で有意な判別係数をもつ技術評価観点が把握されていないため、理解が難しい技術と解釈することができる。このような技術に対しては、3 年生において一消費者の立場を踏まえて肯定的な傾向を持つことが推察される。これは、発達段階に即して技術の果たす役割を適切に自身の生活経験と関連付けながら技術評価を行えるようになっている

のではないかと推察される。このことから、身近な生活と関連付けやすい技術と関連付けにくい技術を分別しながら、技術評価課題の教材化を進めていく必要がある。

技術進展に応じた多様な技術評価課題の教材化には、上記に示した時間軸や技術的かつ社会的な側面、身近な生活と関連付けやすい技術と関連付けにくい技術等を考慮することが求められよう。また、3年生における統合的な問題解決を踏まえて新たな技術を評価対象とする技術評価の学習においても上記内容は一つの指針となるのではないかと推察される。

以上のように本研究では、技術ガバナンス力の育成に向けて、技術ガバナンス意識及び技術評価力に着目し、実態把握から実践アプローチの検討を行い、今後の教育実践への示唆を提供した。また、技術評価力育成に向けた授業モデルの提案をすることができた。これは新学習指導要領における(3)社会の発展と技術における具体的な授業に向けた的確な支援方略を構築するための根拠になりうるものと考えられる。本研究で得られた知見を基にして、中学校3年間という限られた期間の中で、4内容に即した技術に対する技術評価の学習を体系的に位置づけていくことが求められよう。また、他教科と円滑に学習内容を共有しながらも、技術科が各教科のハブとなって技術の進展を主体的に支えられる市民の育成に努めていく必要がある。

4. 今後の課題

本研究には次のような課題が残されている。第一に、本研究で把握したレディネスとしての生徒の意識と、その後の学習によって形成される技術ガバナンス力との関連性を詳細に検討する必要性である。本研究では、質問紙調査を用いて生徒の技術ガバナンス意識を探索的に把握したため、技術ガバナンス力のアチーブメントについて検討したわけではない。今後は、本研究で提示したカリキュラムデザインに則して、技術ガバナンス力が形成されていく様相を多様な実践の事例として蓄積していくことが必要である。

第二に、本研究で提案した技術評価力育成に向けた授業モデルのさらなる精緻化である。本研究では、3年生を対象に、「B.生物育成の技術」における「遺伝子組み換え技術の今後の在り方」を取り上げた実践を試み、提案した授業モデルの有効性を確認することができた。しかし、残る3内容については、授業モデルを提案したものの、具体的な実践を試みることができていない。今後は他学年及び他内容においても授業モデルに即した実践的な検証を行い、それら結果に基づいて授業モデルのさらなる精緻化を行っていく必要がある。

第三に、今後の技術進展に応じて、新たな技術評価課題を開発し実践を展開していくこと

第 10 章 結論及び今後の課題

の必要性である。本研究では、先行研究を参考に 4 つの技術を評価対象として取り上げたが、生活や社会を支えている技術の光と影は今後より一層、多様化が進み現在では予測できない新たな技術が開発されることが考えられる。そのような未知との技術との出会いを想定し、未来に向けて今後の技術進展の在り方を生徒に考えさせる学習活動のデザインについては、検討する必要がある。例えば、本研究で得られた知見を生徒の技術評価を深めるための礎としつつ、技術進展に向けた過去のガバナンス事例や国レベルの政策決定プロセスの批判的なレビューなどを取り上げて技術をコントロールする視点を身につけさせることや、評価対象となる技術に係わる開発者や専門家をゲストティーチャーとして招いてコンセンサス会議を模擬体験するなどの支援方略を構築していく必要がある。

本研究で得られた知見の追試と共に、これらについてはいずれも今後の課題とする。

文献

- 1) 消防庁：消防防災分野における無人航空機の活用の手引き，(2018) http://www.fdma.go.jp/concern/law/tuchi3001/pdf/300130_sy013.pdf (最終アクセス日：2019.1.5)
- 2) 戟忠希・平松新：技術融合で「人に役立つ技術」を仕事にする！ 「人を不幸にする技術」から脱却しよう，日刊工業新聞社，pp.12-15 (2012)
- 3) 警視庁・文部科学省：「夏休みを迎える君たちへ～ネットには危険もいっぱい～」，(2017) http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/detail/_icsFiles/afieldfile/2017/06/27/1386963_1_1.pdf (最終アクセス日：2019.1.5)
- 4) 三上直之・杉山滋郎・高橋祐一郎・山口富子・立川雅司：「ナノテクノロジーの食品への応用」をめぐる三つの対話：アップストリーム・エンゲージメントのための手法の比較検討，科学技術コミュニケーション 第6号，pp.50-66 (2009)
- 5) ALVIN M. WEINBERG：Science and Trans-Science, *Minerva* 10(2), pp.209-222 (1972)
- 6) 小林傳司：トランス・サイエンスの時代：科学技術と社会をつなぐ，NTT 出版，pp.135-137 (2007)
- 7) 寺川仁・木場隆夫・平野千博・木村良：1970年代における科学技術庁を中心としたテクノロジー・アセスメント施策の分析，科学技術政策研究所 第2 調査研究グループ，p.1 (2000)
- 8) 文部科学省：昭和 49 年版科学技術白書，(1974) http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa197401/index.html (最終アクセス日：2019.1.5)
- 9) 森谷正規：技術進展のアセスメント，朝倉書店，pp.28-30 (1991)
- 10) 吉澤剛：日本におけるテクノロジーアセスメントー概念と歴史の再構築，社会技術研究論文集，Vol.6，pp.42-57 (2009)
- 11) 小林傳司：誰が科学技術について考えるのか コンセンサス会議という実験，名古屋大学出版会 (2004)
- 12) 東北大学サイエンスカフェリベラルアーツ，<http://cafe.tohoku.ac.jp/> (最終アクセス日 2019.1.5)
- 13) 木場隆夫：コンセンサス会議における市民の意見に関する考察，調査資料 70，科学技術庁 科学技術政策研究所 第2 調査研究グループ (2009)

- 14) 平川秀幸：科学は誰のものか社会の側から問い直す，NHK 出版生活人新書 328，pp. 62-64 (2010)
- 15) 文部科学省：平成 24 年版科学技術白書，第 2 節 科学技術政策に問われているもの，(2012) http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa201201/detail/1322773.htm (最終アクセス日 2019.1.5)
- 16) 小林傳司：科学技術社会論学会 設立議定書，<http://jssts.jp/content/view/15/27/>(最終アクセス日 2019.1.5)
- 17) 内閣府：第 2 期科学技術基本計画 本文，4.科学技術と社会の新しい関係の構築 (2001) <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/honbun.html> (最終アクセス日 2019.1.5)
- 18) 文部科学省：平成 16 年版科学技術白書，(2004) http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200401/index.html (最終アクセス日 2019.1.5)
- 19) 新村出編：広辞苑第七版，岩波書店，p.596 (2018)
- 20) 編集主幹 寺澤芳雄：英語語源辞典，株式会社研究社，p.586 (1997)
- 21) 政村秀實：英語語義辞典イメージ辞典，株式会社大修館書店，p.201 (2002)
- 22) 城山英明：科学技術ガバナンス，東信堂，p.vi, p.44 (2007)
- 23) 前掲 14) pp.45-47
- 24) 谷口武俊：リスク意思決定論，大阪大学出版会，p.108 (2008)
- 25) 前掲 22) p.44
- 26) 前掲 14) p.45
- 27) 立川雅司・三上直之：萌芽的科学技術と市民 フードナノテクからの問い，日本経済評論社，p.1 (2013)
- 28) 研究代表者 熊野善介：科学技術ガバナンスの形成のための科学教育論の構築に関する基礎的研究(研究課題番号 23300283)平成 23 年度～平成 25 年度科学研究費補助金(基盤研究 B)，平成 25 年度最終報告書，p.3 (2013)
- 29) 標葉隆馬：政策的議論の経緯から見る科学コミュニケーションのこれまでとその課題，コミュニケーション紀要，Vol.27，pp.13-29 (2016)
- 30) 藤垣裕子：科学技術と公共性，科学技術社会論研究，第 1 号，pp.44-50 (2002)
- 31) 内閣府：「科学技術と社会に関する世論調査」の概要，(2017) <https://survey.gov-online.go.jp/h29/h29-kagaku/gairyaku.pdf> (最終アクセス日 2019.1.5)

- 32) 細坪護拳・加納圭・岡村麻子第1調査研究グループ：科学技術と社会に関する世論調査に関する分析，科学技術・学術政策研究所，調査資料 269 (2017)
- 33) 早川雄司：国民の科学技術に対する関心と 科学技術に関する意識との関連，科学技術・学術政策研究所，DISCUSSION PAPER;108 (2014)
- 34) ジョン・ザイマン(竹内敬人・中島秀人訳)：Teaching and learning about science and society 科学と社会を結ぶ教育とは，産業図書 (1988)
- 35) 前掲 28) pp.8-11
- 36) Falco de Klerk Wolters：THE ATTITUDE OF PUPILS TOWARDS TECHNOLOGY, Eindhoven：Eindhoven University of Technology (1989)
- 37) Ken Volk・Wai Ming Yip・Ting Kau Lo：Hong Kong Pupils' Attitudes Toward Technology：The Impact of Design and Technology Programs, Journal of Technology Education, Vol. 15, No. 1, pp.48-63 (2003)
- 38) PATT INTERNATIONAL CONFERENCE：ITEEA, <https://www.iteea.org/Activities/Conference/PATT/PATTConferences.aspx> (最終アクセス日 2019.1.5)
- 39) 安孫子啓・安東茂樹・魚住明生・宮川秀俊：新 技術科教育総論，技術教育分科会編集 日本産業技術教育学会，p.178 (2009)
- 40) International Technology Education Association：Standards for Technological Literacy, <https://www.iteea.org/File.aspx?id=67767> (最終アクセス日 2019.1.5)
- 41) 国際技術教育学会 [著]・宮川秀俊・桜井宏・都築千絵：国際競争力を高めるアメリカの教育戦略，教育開発研究所 (2003)
- 42) Robert C. Wicklin：APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR SUSTAINABLE LIVING, 50th Yearbook, Council on Technology Teacher Education (2001)
- 43) Roger B. Hill：ETHICS FOR CITIZENSHIP IN A TECHNOLOGICAL WORLD, 53rd Year book, Council on Technology Teacher Education (2004)
- 44) Anthony F.Gilberti：Chapter11：Future Directions for Appropriate Technology in the Technology Education Curriculum, pp.223-235 (2001)
- 45) Robert C. Wicklin：Chapter4：Ethics and the Assessment of Technological Impacts on Society, pp.123-143 (2004)
- 46) 科学技術の智プロジェクト：21 世紀の科学技術リテラシー像-豊かに生きるための智プロジェクト総合報告書 (2008)

- 47) 福井智紀・岩本大樹：遺伝子組換え食品に関する意思決定と合意形成を取り入れた中学校理科教材の開発，日本科学教育学会研究会研究報告，Vol.30，No.5，pp.19-24 (2016)
- 48) 吉川修史：科学技術社会論の成果を踏まえた小学校社会科授業の開発研究-トランス・サイエンスな問題を取り上げる防災単元の教育的意義-，全国社会科教育学会，『社会科研究』，第 85 号，pp.37-48 (2016)
- 49) 内田隆・鶴岡義彦：日本における STS 教育研究・実践の傾向と課題，千葉大学教育学部研究紀要 第 62 巻，pp.31-49 (2014)
- 50) 社団法人日本工学アカデミーTHE ENGINEERING ACADEMY OF JAPAN：技術リテラシーと市民教育—学校では技術について何が教えられるべきか— 技術リテラシー・タスク・フォース報告書，EAJ Information No.122，(2005) <https://www.eaj.or.jp/app-def/S-102/eaj/wp-content/uploads/2017/01/symposium050620.pdf> (最終アクセス日 2019.1.5)
- 51) 日本産業技術教育学会：21 世紀の技術教育(改訂)，日本産業技術教育学会誌，第 54 巻，第 4 号別冊，pp.1-8 (2012)
- 52) 日本産業技術教育学会：新たな価値と未来を創造する技術教育の理解と推進，(2013) <http://www.jste.jp/main/data/leaflet.pdf> (最終アクセス日 2019.1.5)
- 53) 森山潤・菊池彰・山崎貞登：イノベーション力を育成する技術・情報教育の展望，ジアース教育新社，p.276 (2016)
- 54) 文部科学省：中学校学習指導要領，東山書房，p.85 (2008)
- 55) 森山潤・菊池章・山崎貞登：子どもが小さなエンジニアになる教室 イノベーション力育成を図る中学校技術科の授業デザイン，ジアース教育新社，p.20 (2016)
- 56) 上野耕史：改訂された学習指導要領 に見る技術リテラシー，科学教育研究 Vol.32 No.4 (2008)，p.283
- 57) 文部科学省：中学校学習指導要領，p.132，(2017)，http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1384661_5_4.pdf (最終アクセス日 2019.1.5)
- 58) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭編，pp.22-23，(2017) http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2017/07/26/1387018_9_1.pdf (最終アクセス日 2019.1.5)

- 59) 研究代表者 上野耕史：中学生の技術に関わるガバナンス能力の調査とそれに基づいたカリキュラムの開発・検証(課題研究番号：23300294)平成23年度～26年度科学研究費補助金(基盤研究(B))最終年次研究成果報告書 (2015)
- 60) 前掲 59) pp.8-9
- 61) 川島芳昭・森山潤・上野耕史：中学生の「情報に関する技術」に関わる技術ガバナンス能力の実態把握，日本産業技術教育学会誌，第59巻，第2号，pp.71-78 (2017)
- 62) 藤本登・藤木卓・上野耕史：技術ガバナンスから見た原子力に対する中学生の意識調査，エネルギー環境教育研究，11(1)，pp.53-58 (2017)
- 63) 松下幸司・氏家徹也：中学生の「ものづくり」と技術に対する評価観の形成に関する質的研究-技術科教育における質的研究法を用いた研究視点抽出と実践研究の試み-，日本産業技術教育学会誌，第51巻，第2号，pp.129-135 (2009)
- 64) 前掲 52) p.6
- 65) 大谷忠・谷田親彦：「材料と加工に関する技術」の学習を通じたガバナンス能力の育成について，「ガバナンス能力」等の技術に関する能力の現状と今後のゆくえ，pp.21-24 (2014)
- 66) 渡邊茂一：「材料と加工に関する技術」の学習を通じたガバナンス能力を育成する指導計画の開発，「ガバナンス能力」等の技術に関する能力の現状と今後のゆくえ，pp.25-30 (2014)
- 67) 藤井道彦・西ヶ谷浩史：「生物育成に関する技術」の学習を通じたガバナンス能力の育成に向けた授業実践の試み，国立政策研究所科学研究費助成事業シンポジウム(上野耕史代表)，pp.18-22 (2015)
- 68) 谷田親彦・出口寛・山田卓・大谷忠・上野耕史：技術ガバナンス能力の評価に関する能力を育成する実践的指導方法の研究，日本産業技術教育学会誌，第57巻，第2号，pp.85-92 (2015)
- 69) 藤本登・野方健治・藤木卓：「エネルギー変換に関する技術」の学習を通じたガバナンス能力の育成カリキュラム，「ガバナンス能力」等の技術に関する能力の現状と今後のゆくえ，pp.7-14 (2014)
- 70) 内田有亮・西本彰文・田口浩継：「材料と加工に関する技術」におけるシステム思考の導入について，日本産業技術教育学会技術教育分科会論文集 技術科教育の研究，第19巻，pp.1-10 (2014)

- 71) 三浦寿史・西本彰文・田口浩継：初任者および免許外教員への対応に着目した評価・活用場面における冰山モデルカードを用いた授業実践，日本産業技術教育学会技術教育分科会論文集 技術科教育の研究，第 21 巻，pp.25-29 (2016)
- 72) 大西有：「技術」を評価し活用できる能力の育成，日本産業技術教育学会誌，第 49 巻，第 3 号，pp.237-244 (2007)
- 73) 内田有亮・西本彰文・田口浩継：計測・制御学習における評価・活用能力の育成を目的としたシステム思考教材の教育的効果の比較，日本産業技術教育学会九州支部論文集，第 23 巻，pp.105-112 (2015)
- 74) 谷田親彦・堤健人・菊谷和哉：技術ガバナンス能力の評価に関する授業における学習過程の分析，学校教育実践学研究，第 24 巻，広島大学大学院教育学研究科附属教育実践総合センター，pp.75-82 (2018)
- 75) 尾崎誠・中村祐治・上野耕史：「技術を評価・活用する能力と態度」の到達レベルの設定とそれに基づく授業実践例の分析，日本産業技術教育学会誌，第 55 巻，第 1 号，pp.43-52 (2013)
- 76) 森山潤：技術科教育における技術の多面性に基づく学習内容のカテゴリー分析，京都教育大学教育実践研究年報第 12 号，pp.91-102 (1996)
- 77) Jun Moriyama・Kentaro Shiratani・Masashi Matsuura：Students' Interests Decision-Making in the Learning of "Social Impact of Technology," PATT-14 : Proceedings of the 14th International Conference of Pupils Attitude Toward Technology, pp.97-104 (2004)
- 78) 石村貞夫・石村光資郎：入門はじめての分散分析と多重比較，東京図書，pp.34-64 (2008)
- 79) 渡部洋：心理・教育のための多変量解析法入門基礎編，福村出版，pp.97-119 (2011)
- 80) BellCurve 統計 Web 判別分析(2 群)—エクセル統計による解析事例，<https://bellcurve.jp/statistics/blog/12180.html> (最終アクセス日：2019.1.5)
- 81) 内閣府：平成 29 年度 青少年のインターネット利用環境実態調査調査結果(速報)，(2018) <http://www8.cao.go.jp/youth/youth-harm/chousa/h29/net-jittai/pdf/sokuhou.pdf> (最終アクセス日：2019.1.5)
- 82) 前掲 57) pp.94-95
- 83) 文部科学省：小学校学習指導要領(平成 29 年告示)，p.57-62，(2017) <http://www.>

mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2018/09/05/1384661_4_3_2.pdf (最終アクセス日 : 2019.1.5)

84) 前掲 57) p.63

85) 田口浩継・佐藤文子・金子佳代子・他 62 名 : 新編新しい技術・家庭技術分野 未来を創る Technology, 東京書籍株式会社, pp.148-191 (2015)

謝辞

本論文の執筆及び研究の遂行にあたり、多くの方々からご指導、ご支援を賜りました。特に、主指導教員の兵庫教育大学大学院教授 森山 潤先生には、私が 2014 年に修士課程において研究を始めたときから本論文の遂行に至るまで長きに渡り、日々懇切丁寧なご指導を賜りました。思い返すと、福岡教育大学 4 年生時に、未踏の地であった加東市を訪れ技術・情報教育研究室の扉を叩きました。どこの馬の骨とも分からない私の研究者を志す雑多な思いを、お忙しい中遅くまで真摯に聞いていただいたことを昨日のように思い出します。森山先生の技術教育に対する情熱や物事の考え方、学校現場をよりよくしたいという想いを 5 年間間近で感じ取ることができたことは私にとって貴重な財産となりました。研究に対するご指導、ご鞭撻はもちろんのこと、中学校教員として勤務していた際にいつも相談に乗っていただけたこと、時に諸事情で自宅まで私を探しに来てくださったこと、披露宴でお心のこもったご祝辞をくださったことなど公私にわたり大変お世話になりました。森山先生との出会いがあって、現在の私があるといっても過言ではありません。在学中に学んだことを胸に、この先も研究者として前進できるよう、また社会に貢献できるよう精進していきたいと思えます。ここに感謝の意を表すとともに、心より厚くお礼申し上げます。

副指導教員の上越教育大学大学院教授 山崎貞登先生、兵庫教育大学大学院准教授 掛川淳一先生にも多くのご指導、ご鞭撻を賜りました。山崎貞登先生には幅広い分野で蓄積された知見に触れる機会を与えていただき、論文の内容に関わる有益なご助言をいただきました。また、掛川淳一先生には修士課程より長きに渡り研究内容に対して多角的多面的な視点からたくさんのご指導、ご助言をいただきました。ここに深く謝意を表します。

論文審査委員をお引き受けいただいた鳴門教育大学大学院教授 菊地 章先生、兵庫教育大学大学院教授 小山英樹先生、同教授 永田智子先生には専門的な視点からの貴重なご意見と本研究に対する発展的なご指導をたくさんいただきました。ご指導、ご鞭撻いただいたことを胸に、これからも研究内容と真摯に向き合っていきたいと思えます。ここに改めて心よりお礼申し上げます。

授業実践のデザインに際しましてご指導を賜りました福岡教育大学教授 平尾健二先生、私が兵庫教育大学大学院に進学するきっかけを作ってくくださった同教授 白石正人先生をはじめとする母校である福岡教育大学の先生方には、学会等でお会いする度にたくさんの

ご助言、励ましをいただきました。学部時代よりご指導いただいた先生方から常々様子を気にかけていただき、継続してご指導、ご鞭撻をいただけたことが若輩者の私にとって非常に心強かったです。心より感謝申し上げます。

また、本論文の執筆及び研究の遂行におきましては、多くの生徒の皆さんと、各中学校現場の先生方に調査・研究のご協力をいただきました。特に国立教育政策研究所教科調査官 上野耕史先生、北海道教育大学准教授 勝本敦洋先生、宝塚市立長尾中学校主幹教諭 末吉克行先生方におかれましては、本研究の目的を踏まえ調査や議論等、幅広い積極的なご協力をいただきました。また、大分大学准教授 中原久志先生、鳴門教育大学 情報基盤センター研究員 阪東哲也先生には論文の推敲や評価など、多くの場面でお力添えをいただきました。このような多くの方々に支えられ、本論文をまとめることができました。心より感謝いたします。前勤務先である兵庫教育大学附属中学校の先生方には、教育現場での生徒に対する指導や支援、関わり方など多岐に渡りフォローしていただきました。研究者の1歩を踏み出すにあたり離任する際に送り出して下さった先生方のお言葉が現在の活力となっています。本研究の知見が教育現場に少しでも寄与できれば幸いです。現勤務先である奈良教育大学教育技術教育講座特任教授 谷口義昭先生、同教授 藪 哲郎先生、同准教授 箕作和彦先生、元特任准教授 河添久美先生には、日々の仕事の上でお世話になるばかりではなく、本研究の遂行にあたりたくさんの励ましとご助言をいただきました。ここに改めて心よりお礼申し上げます。本当にありがとうございました。

そして、兵庫教育大学大学院技術・情報教育研究室のみならず大学院生活を共に過ごしてくださった、たくさんの先輩、同級生、後輩にも本研究の遂行にご協力いただきました。夜な夜な研究内容に関して何度も議論したことや、口頭発表の練習を互いに聞き合うなど切磋琢磨して本当に充実した大学院生活を送ることができました。研究以外にも様々な催し事やプロジェクトを共に過ごしたことで得ることができた思いや考えは今の私の礎となっています。本当にありがとうございました。

書面では書ききれぬ多くの方々に、私の研究生活は支えられてきました。ここに記すことができない失礼をお詫びするとともに、感謝の意を記します。

最後に、修士課程と博士課程へ進学することを温かく見守り、多大な支援してくれた家族に感謝の意を表し、謝辞とさせていただきます。

2019年2月24日 世良啓太

本研究に関する論文等

第1章

世良啓太, 森山潤: 中学校技術科における中学生の技術ガバナンス力育成に向けた研究課題の展望, 兵庫教育大学学校教育学研究, 第31巻, pp.223-233, 2018

第2章

世良啓太, 森山潤, 勝本敦洋, 末吉克行, 上野耕史: 中学生の技術ガバナンスに対する意識の実態とその形成要因に関する探索的検討, 日本産業技術教育学会誌, 第58巻, 第3号, pp.151-158, 2016

第3章

Keita SERA, Atsuhiko KATSUMOTO, Jun MORIYAMA: An analysis of students' point of view and criteria for evaluation of social impact of technology, TENZICTE-2017-proceedings(New Zealand), pp.294-302, 2017

第4章

Keita SERA, Jun MORIYAMA: Students' Viewpoints of Technological Assessment and Decision-makings on Perspectives of Material Related Technologies that Utilizing Wood Resources, The 13th International Conference on Technology Education in the Asia Pacific Region, pp71-72, 2019

第5章

世良啓太・森山潤・末吉克行・勝本敦洋・上野耕史: 遺伝子組み換え技術の今後の在り方に対する中学生の意思決定と技術評価観点, 日本産業技術教育学会誌, 第60巻, 第3号, pp.127-133, 2018

第7章

世良啓太, 森山潤: SNS の今後の利用に対する中学生の技術評価と意思決定技術科, 日本教育情報学会誌「教育情報研究」, 第34巻, 第2号, pp.3-12, 2018

第9章

世良啓太，森山潤：イノベーション力育成を図る中学校技術科の授業デザイン～子どもが小さなエンジニアになる教室～，第6章第1節 育成条件の比較を通して探求的に取り組む栽培学習，pp.154-160，2016