

中学校の技術倫理教育における 安全衛生に関するコンテンツとプログラムの検討

魚住 明生*・宮川 秀俊**

Studies on Contents and Programs for Safety and Health of Technology Ethics Education in Junior High School

Akio UOZUMI and Hidetoshi MIYAKAWA

要 旨

近年、我が国においては市民がどのように科学技術と係わっていけばよいのかが問われている。具体的には、東日本大震災以降、終息の見えない福島第一原子力発電所の事故処理の現状に、市民における科学技術への安全神話が崩壊し、人間は科学技術をコントロールできないのではないかという意識が広がっている。その一方で、社会に影響を及ぼす科学技術の研究開発を推進するかどうかの判断に市民が積極的に参加するべきだとの意見を多く見られる。これらのことを鑑み、これからの社会においては全ての市民を対象として行われる、普通教育での科学技術教育が重要であり、中でも義務教育段階での中学校技術・家庭科技術分野（以下、技術科とする。）における教育はその中核となることが求められている。

このことを受け、現行の学習指導要領では技術科において、技術倫理の素地となる能力と態度を育成することを求めている。技術倫理の中でも安全衛生倫理は、実践的・体験的な活動を通して能力と態度を育成することを重視する本教科において密接に関連している。本研究では、中学校の技術倫理教育に関する研究の一環として、技術科における安全衛生倫理を取り上げ、それに関するコンテンツとプログラムについて検討する。

1. はじめに

東日本大震災での福島第一原子力発電所の事故以降、我が国においては市民がどのように科学技術と係わっていけばよいのかが問われている。このことに関連して、科学技術白書¹⁾では、国民へのアンケート調査の分析から、震災以降、終息の見えない原発の事故処理の現状により市民に科学技術への安全神話が崩壊し、人間は科学技術をコントロールできないという意識が広がり、科学技術に対する不安が高まっているとしている。その一方で、社会に影響を及ぼす大きな科学技術の研究開発を国として推進するかどうかの判断には市民が参加するべきだとの意識も高揚しているとしている。これらのことから、全ての市民を対象として行われる、普通教育での科学技術教育が重要であり、中でも義務教育段階での中学校技術・家庭科技術分野

（以下、技術科とする。）における教育はその中核となることが求められていると考える。このことに関して、「21 世紀の技術教育」²⁾（日本産業技術教育学会刊行）では、全ての市民が生涯を通じて技術的素養を形成していくことが重要であり、中でも技術に関する倫理観の育成は義務教育段階の中学校教育においてその基礎的概念を形成する必要があるとしている。具体的には、技術を公正に評価することができる能力を備えた人格の形成を提唱している。

これらのことを受け、現行の学習指導要領³⁾では技術科の目標を「実践的・体験的な活動を通して、（中略）技術を適切に評価・活用する能力と態度を育成する。」とし、技術倫理の素地となる能力と態度の育成を求めている。この段階での技術倫理の内容は、学習指導要領の分析から大きく環境倫理と生命倫理、安全衛生倫理、情報倫理に分類できる⁴⁾。これらの中でも

* 三重大学教育学部

** 中部大学現代教育学部

安全衛生倫理は、実践的・体験的な活動を通して能力と態度を育成する本教科に最も密接に関連していると考える。本研究では、中学校の技術倫理教育に関する研究の一環として、技術科における安全衛生倫理に取り上げ、それに関するコンテンツとプログラムについて検討する。

2. 技術科における技術倫理の検討

技術科における安全衛生に関するコンテンツとプログラムを検討する前提として、本教科と技術倫理の関連について現行の学習指導要領を基に検討する。

技術科では先に示したように技術を適切に評価・活用する能力と態度（以下、評価・活用力とする。）を育成することを目標としている。そのため、生徒にはその基盤となる技術に関する基礎的・基本的な知識・技術の習得と、それを基に技術を評価し活用していくことが求められる。その際、生徒は技術を評価する基準を検討し、それに従い技術の活用を制御していく必要がある。このような技術の管理において拠り所となるのが技術倫理である。この倫理は技術に関わる行為や判断の規範となるだけでなく、技術の在り方についても継続的・批判的に検討することを求めている。以上のことを図式化したものを、図1に示す。

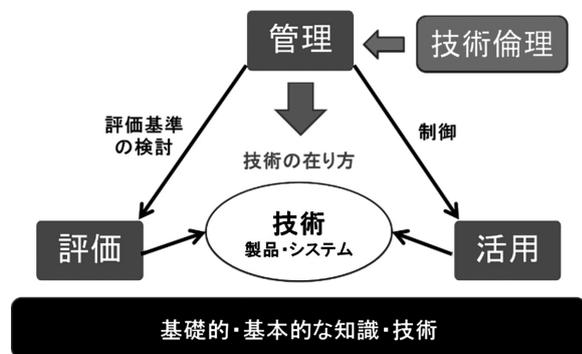


図1 技術科における技術倫理の位置づけ

これらのことから、技術科で技術倫理を身につけていくためには、学校教育などで習得した技術に関する知識・技能を活用（情報の選択・処理）し、その行為を価値判断する規範体系を継続的・批判的に検討して、実際の行為を判断することが重要となる。この考え方を基にして技術科における技術倫理を、表1のように定義する。

表1 技術科における技術倫理の定義

生徒が、学校教育等を通して習得した技術に関する知識・技能を活用して行う、技術に関する行為を価値判断するための規範体系の総体、並びにその体系に対する継続的・批判的な検討、さらにはこの規範体系に基づいて判断する能力。

この技術倫理の定義を構造化したものを、図2に示す。

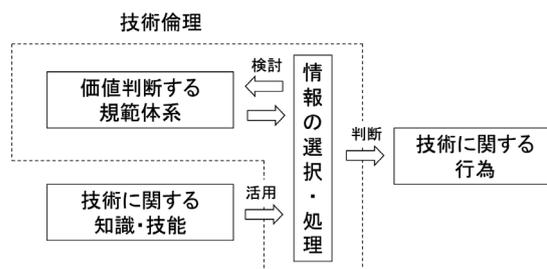


図2 技術科における技術倫理の構造

また、技術倫理の定義と構造を基に技術科における技術倫理の目標を整理したものを、表2に示す。

表2 技術科における技術倫理の目標

技術が人間と社会に与える影響を考慮して、その使用に関して判断する能力及び態度を育成する。

- (1) 技術に関する知識及び技能を習得する。
- (2) 技術に関する行為を価値判断する規範体系を理解する。
- (3) 規範体系に対して継続的・批判的に検討できる。
- (4) 規範体系に基づいて実際に判断することができる。

次に、技術科における技術倫理の対象について検討する。具体的には、国内外における学会の報告書^{3,6)}と、本教科の中学校学習指導要領解説書⁷⁾で示されたものを総合的に検討した結果、技術科における技術倫理は大きく安全衛生倫理と環境・生命倫理、情報倫理に分類できる。これらの具体的内容を、表3に示す。

表3 技術科における技術倫理の対象

- 安全衛生倫理
安全管理, 安全指導, 実習室の使用規定, 機器の使用に関する安全規則, 製造責任, 職業観につながる勤労観
例) 工具・機械の保守・点検, 実習室の整理整頓, 実習後の清掃 等
- 環境・生命倫理
環境保全, 省エネルギー, 省資源, リサイクル, 新素材, 新エネルギー, 栽培と環境
例) 素材の有効利用とリサイクル, 電気機器の有効利用, 農薬の環境への影響の理解 等
- 情報倫理
個人情報保護, 著作権, コンピュータ犯罪, VDT健康問題
例) 情報の活用とプライバシーの保護, 音楽・映像ソフトなどの著作権の尊重と保護, コンピュータ犯罪への対応 等

3. 研究の方法

技術科の安全衛生に関するコンテンツとプログラムを検討するために、本研究ではまず本教科の学習指導要領解説において、安全衛生に関連する記述を抽出する。次に、この記述に関わるコンテンツを技術科における内容項目（技術全般、材料加工技術（木材加工・金属加工）、エネルギー変換技術（電気・機械）、情報技術、生物育成技術）ごとに検討する。

4. 技術科における安全衛生に関するコンテンツの検討

本研究で検討した安全衛生に関するコンテンツの一部抜粋を、表4に示す。

技術科の安全衛生に関するコンテンツを分類すると大きく「技術全般に関わる安全衛生コンテンツ」と「領域独自の安全衛生コンテンツ」、「環境に関わる安全衛生コンテンツ」、「工具・機械や機器の使用に関わる安全衛生コンテンツ」、「情報に関わる安全衛生コンテンツ」に分けることができる。中でも、「工具・機械や機器の使用に関わる安全衛生コンテンツ」が最も多く、「領域独自の安全衛生コンテンツ」、そして「情報に関

表4 技術科の安全衛生倫理に関するコンテンツ（一部抜粋）

学習指導要領解説		分 野	
項目番号	記 述	技術全般	加工技術 木材加工
A(1)ア	技術が人間の生活を向上させ、我が国における産業の継承と発展に影響を与えていることに気付かせ、技術が果たしている役割について関心をもたせる。	科学技術の進展と私たちの生活の向上や、我が国の産業の継承・発展の関係について気づき、科学技術が果たす役割と影響について自分なりの考えを言える。	
A(1)イ	技術が環境問題の原因と解決に深くかかわっていることに気付かせ、技術の進展と環境との関係について関心をもたせる。	科学技術が環境問題の原因と解決に深くかかわっていることに気づき、科学技術の進展と環境との関係について自分なりの考えを言える。	
A(2)ア	社会で利用されている主な材料の特徴とそれらを生かした利用方法について知る。		
A(2)イ	工具や機器を安全かつ適切に使用するためには正しい使用方法とともに、姿勢、目の位置、工具などの持ち方、力配分など、作業動作の要素も関連することに気づく。		材料を加工する際に、以下のことを確認できる。 1) 材料に適した工具が選択されているか。 2) 作業場所は作業を妨げない広さであるか。 3) 材料はしっかりと固定されているか。 4) 十分な明るさが確保されているか（作業箇所につながる影を含む）。 5) 必要に応じてジグが用いられているか。 6) 正しい持ち方や姿勢で行えるような作業配置であるか。 8) 作業中の視野は十分に確保されているか。 9) 作業に適した服装であるか。 10) 作業に応じた防具（保護眼鏡、マスク、イヤーマフ等）を用意しているか。 11) 廃棄物を処理するためのゴミ箱等は用意されているか。
A(2)イ	工具や機器の手入れや調整の必要性を知り、安全に使用できる。		1) のこぎりやかんなでは、刃こぼれがないか作業前に確認する。 2) 使用後は工具についたくずや水分をよく取り除き、油を差すなどしてから、カバーに入れ、専用の場所に片付ける。 3) 工具の欠損、ゴミやさびの付着が作業効率や精度を低下させることを言える。

わる安全衛生コンテンツ」、「環境に関わる安全衛生コンテンツ」、「技術全般に関わる安全衛生コンテンツ」の順で示された。「工具・機械や機器の使用に関わる安全衛生倫理コンテンツ」が多い要因として、本教科が実践的・体験的な活動を通して目標を達成していることが考えられる。

5. 具体的な安全衛生に関するプログラムの検討

具体的な安全衛生に関するプログラムを検討する際にその前提となる、技術科において技術倫理を育成する学習過程を図3に、その詳細を表5に示す。

この学習過程は、技術者倫理で示された技術の実践者として自分自身の行為を設計するという考え方⁸⁾と、日本産業技術教育学会が示した技術教育における方法知⁹⁾を基に構築したもので、スパイラル構造となっており、実践的・体験的な問題解決学習を繰り返すこと

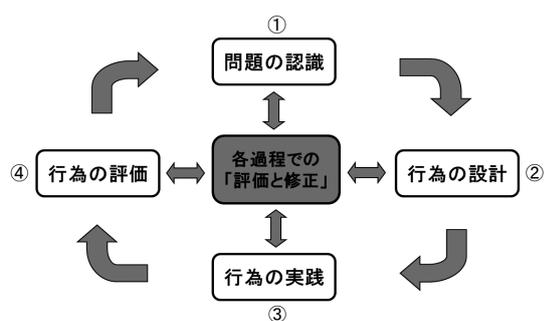


図3 技術科における技術倫理を育成する学習過程

表5 技術科において技術倫理育を育成する学習過程

① 問題の認識
技術に関する行為を実践する際に派生する問題を詳細に分析し、検討して、客観的に把握できるようにする。
② 行為の設計
明確に把握した問題を解決するために、これまでに習得した技術に関する知識・技能とその行為を価値判断する規範体系を基にして、最も適切であると考えられる行為を検討して構想し、その詳細について明確にする。
③ 行為の実践
明確にされた行為の設計に基づいて実際に技術に関する行為を行う。
④ 行為の評価
実践した行為を振り返り、設計段階での行為と比較・検討して、実際に適切であったかどうかを評価する。さらに、そこで得られたフィードバック情報を基にして、問題の再検討や設計の見直し、規範体系の検討、行為の修正を行う。なお、各過程においても、その都度評価を行う。

でより高次の倫理へと高まっていく。なお、ここでの行為とは、「問題解決を目的として意識的に行われる意志的動作。」のことである。以下に、この学習過程を基にした具体的なプログラムを示す。

5.1 「工具・機械や機器の使用に関わる安全衛生コンテンツ」でのプログラム

技術科の安全衛生倫理に関するコンテンツの分析において最も多く示された「工具・機械や機器の使用に関わる安全衛生コンテンツ」のプログラムについて検討する。ここでは、具体的なプログラムとしてKYTを用いたものを示す。KYTとは、「作業の状況のなかにひそむ危険要因とそれが引き起こす現象を作業状況の画像やイラストなどを使って、小グループで話し合い、考え合い、分かり合って、危険のポイントを確認して、行動する前に解決する訓練。」¹⁰⁾のことで、労働現場において広く用いられている手法である。具体的には図4のような画像やイラストなどを用い、作業前に危険予知トレーニングを行う。授業での活用例としては、実習の前に教師は各グループで写真を見て、危険だと思うところに赤ペンで×を付けるように指示する。その後、全体に気づいたこと発表し合い、本授業での実習における安全な作業について確認する。

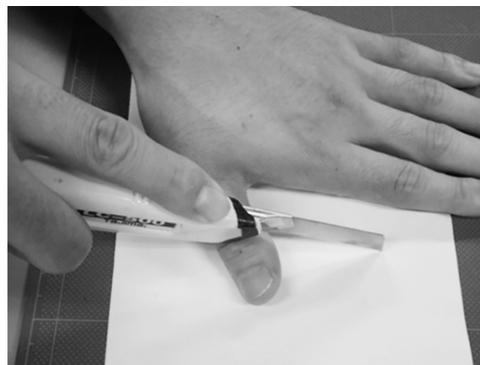


図4 KYTで用いられる画像の一例

5.2 「技術全般に関わる安全衛生コンテンツ」でのプログラム

現行の技術科の学習指導要領には、小学校での学習を踏まえたガイダンス的な内容の学習が位置づけられている。この学習では、技術が生活の向上や産業の継承や発展に果たしている役割と、技術の進展と環境との関係について関心をもたせることをねらいとしている。ここでは、このガイダンスの内容の学習における、「技術全般に関わる安全衛生コンテンツ」のプログラムについて以下に示す。

題材名は「タワーコンテストー地震に強いタワーを作ろうー」である。我が国においては近い将来、東海地震や東南海地震、南海地震が高い確率で起こる

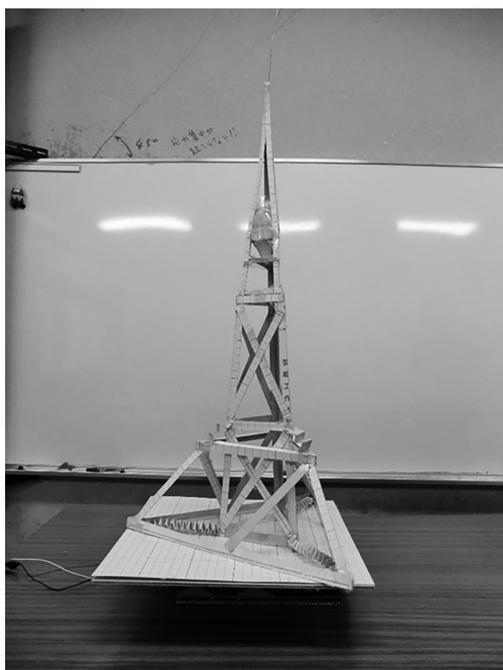


図5 タワーコンテストでの製作品の一例

ことが専門家によって指摘されている。このことを踏まえ、自然災害から安全・安心な社会の構築するための技術について関心を高めることをねらいとしている。この題材での製作品の一例を、図5に示す。

このコンテストは、工作用紙1枚で、決められた広さの施工地に、できるだけ高く、地震に強い、美しいタワーを製作するもので、さらにできるだけ高い位置に展望室を設置するものである。設計条件などを以下に示す。

【設計条件】

- 使用できる材料：工作用紙1枚
- 施工面積：300mm×300mmの正方形
- 耐震強度：最大震度6強
- 展望室重量：200g重（紙粘土）
- 接合材：のり、セロハンテープ
- 工具：はさみ、カッターナイフ、カッターマット、ものさし

【コンテストの観点】

- 全高+展望室までの高さ
 - 耐震強度
 - 機能美
- ※それぞれの観点で評価する。

なお、耐震強度の測定には、名古屋大学環境学研究所の福和らが開発した耐震化の必要性を伝える適切な啓発用教材“ぶるる”¹¹⁾を基に、簡易耐震試験装置(図6)を製作し、使用する。

この題材での指導計画(全4時間)を、表6に示す。本指導計画の第4時には図7に示すスライドを基に

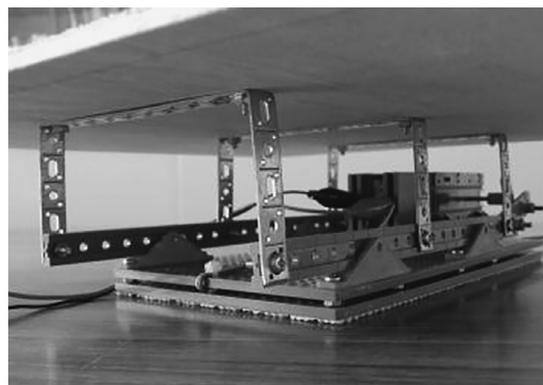


図6 簡易耐震試験装置の外観

表6 題材「タワーコンテストー地震に強いタワーを作ろうー」での指導計画(全4時間)

時	学習活動
第1時	コンテストの説明を聞いて理解した後、各自、新聞紙(1枚)を用いて各自タワーを製作する。
第2・3時	グループごとに分かれ、工作用紙(1枚)を用いて設計条件をにあったタワーを構想し製作する。
第4時	簡易耐震試験装置を用いてタワーコンテストを行った後、安心・安全な社会の構築と技術に関わりについて考える。

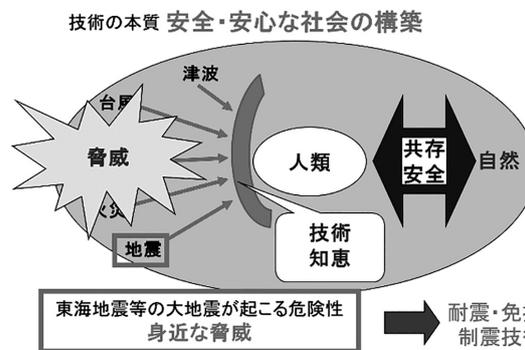


図7 題材「タワーコンテストー地震に強いタワーを作ろうー」でのスライド(第4時)

安心・安全な社会の構築と技術に関わりについて生徒に考えさせる。

5.3 「環境に関わる安全衛生コンテンツ」でのプログラム

最後に、「環境に関わる安全衛生コンテンツ」におけるプログラムの一例として、生物育成技術におけるものを示す。生物育成技術は他の内容と異なり、生命を対象とすることから環境倫理とも密接に関連している。ここでは、身近な地域における環境と安全衛生について栽培実験を基に学習するプログラムを以下に示す。

このプログラムでは、四大公害病の中から「イタイイタイ病」を取り上げ、その発生源となった神通川の水質検査とその水を用いた栽培実験を通して安全衛生について考える。なお、イタイイタイ病とは、神岡鉱山から流出したカドミウムに汚染された河川の水で栽培された作物を摂取した地域住民に発症した病気で、骨がもろくなり大変な苦痛を伴うことから命名された公害病である

このプログラムで実施する栽培実験はスプラウトを用いたものである。スプラウトとは植物の新芽の総称で、発芽野菜のことである。栽培実験でのスプラウトの外観を図8に示すとともに、この作物を用いた栽培の主な特徴を以下に示す。

〈スプラウト栽培の特徴〉

- ①栽培期間が2週間と短く、栽培が容易で、農薬や化学肥料等を必要としない。
- ②室内での容器栽培に適している。
- ③栽培環境の設定が容易で、実験に適している。
- ④身近な作物であり、利用価値が高く、家庭分野と関連させた学習が可能である

また、このプログラムにおいて河川水の水質検査に用いたパケット¹²⁾の外観を図9に示すとともに、この特徴を以下に示す。

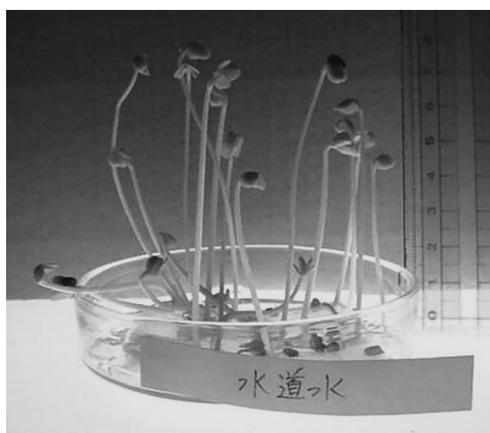


図8 スプラウトを用いた栽培実験の様子



図9 水質検査試薬：パケット

〈パケットの特徴〉

- ・ポリエチレンチューブの中に調査された試薬が1回分封入されている。
- ・分析の原理は、JISの試験方法や上水試験方法などに準拠し、化学的に確立された分析方法である。
- ・安全にしかも容易に測定でき、その場で結果を知ることができる。

このような特徴を有するパケットは、小・中学校の環境教育における水質検査の試薬として広く使われている。ここでは、COD値（化学的酸素消費量）と硝酸イオン値について測定する。このCOD値とは、水中にある物質（主に有機物）が酸化剤によって酸化や分解される時に消費される酸素量のこと、この数値が高いと河川の場合はすぐ近くに生活排水や汚水が流れ込んでいる可能性がある。また、硝酸イオン値の数値が高いことは、以前、生活排水などが多かった可能性があることを示している。本プログラムにおいて河川水を採取した場所とそこでの水質検査の結果を、表7に示す。

表7 パケットによる河川水の水質検査の結果

測定項目 試料	ph	COD値 (mg/l)	硝酸イオン値 (mg/l)
水道水	7.0	2	1以下
神通川上流	7.7	6	1以下
神通川中流	7.0	5	1以下
神通川下流	7.5	10	4

水質検査の結果から、河川の水については、神通川下流でのCOD値が10mg/l、硝酸イオン値が4mg/lであり、他の3種類の水と比べて顕著な差が示されている。このことから、神通川下流の水は、生活排水が入り込み、他の3種類の水と比べて汚れていることが分かる。また、神通川上流と中流においてCOD値が比較的大きいのは、生活排水などの流れ込まない山中のきれいな川でも、樹木や水草の分解などでCOD値が1~5mg/l程度を示すことがあることが要因であると考えられる。

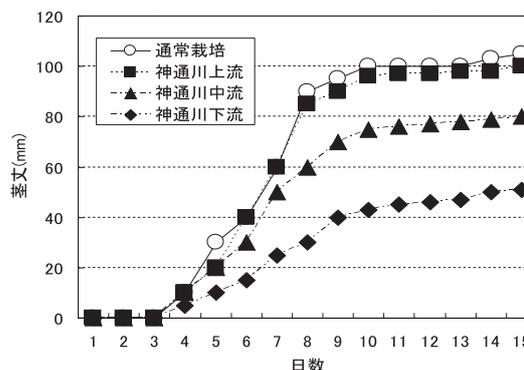


図10 河川水を用いた栽培実験の結果（茎丈伸長）

表 8 スプラウトを用いた栽培実験での指導計画 (10時間)

時間	学習項目と学習内容	主な学習活動
0.5 2.5	○ 栽培の学習について知ろう 1. 作物が育つ環境を調べよう (1) 作物の生育環境(仮説) (2) 栽培実験の準備 (3) 栽培実験 (4) 作物の生育環境(検証)	・栽培学習のねらいと概要について知る。 ・作物が生育する条件を考え(仮説), 栽培実験で検証する。
3	2. 作物の生育と家庭生活の関わりについて調べよう (1) 作物の栽培と水環境 (2) 生活排水の作物への影響	・家庭から出される生活排水の影響について、栽培実験を基にして検証し、その影響について知る。
3	3. 作物の生育と身近な環境の関わりについて調べよう (1) 作物の栽培と水環境 (2) 水質調査 (3) 水質汚染の作物への影響	・身近な地域の水環境を調査し、水質汚染の影響を栽培実験を基にして検証し、その影響について知る。
1	4. 栽培と私たちの環境の関わりについて考えよう	・地球環境の現状について知り、これからの栽培と環境の関わりについて考える。

栽培実験における河川の水を使用したスプラウトの茎丈伸長を通常栽培のものと併せて図 10 に示す。

スプラウトの茎丈は、観察日数が経過するにつれて、神通川上流、中流、下流において顕著な較差が示された。特に、観察 8 日目において、上流と下流では茎丈の差が 55 mm に拡大し、その差は有意であった ($t(19) = 5.87, p < .01$)。これらのことから、河川の水質汚染がスプラウトの茎丈の生育に悪影響を与えることが分かった。以上の水質検査と栽培実験を基にして構築した技術科の生物育成技術における指導計画 (10 時間) を、表 8 に示す。

この指導計画では、本報告で示した栽培実験以外にも「1. 作物が育つ環境を調べよう」と「2. 作物の生育と家庭生活の関わりについて調べよう」の 2 つの栽培実験を取り入れた小単元を位置づけている。具体的には、「1. 作物が育つ環境を調べよう」では様々な条件下での栽培実験を通して作物の生育条件を学習する。「2. 作物の生育と家庭生活の関わりについて調べよう」では家庭での生活排水を用いた栽培実験を通して、家庭での安全衛生について学習する。

6. おわりに

本研究では、中学校における技術倫理教育を検討する一環として、技術科における安全衛生に関するコンテンツとプログラムを検討した。その結果、本教科におけるコンテンツを明らかにし、それを基にいくつかの具体的なプログラム (教材並びに学習過程等) を提案した。今後は、さらに各コンテンツに適したプロ

グラムを開発するとともに、これらを用いた授業実践を行い、その有効性を検証していく。

付記

本稿は平成 25～28 年度科学研究費補助金による基盤研究 (B) 「科学・ものづくり教育における安全衛生プログラムとコンテンツの開発」 (研究代表者 宮川秀俊、研究課題番号 JSPS 4330244) の成果の一部である。

引用文献

- 1) 平成 24 年度版科学技術白書: http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa_201201/1310970.htm (参照 2015-12-8)
- 2) 日本産業技術教育学会: 21 世紀の技術教育, 日本産業技術教育学会誌, 第 41 巻第 3 号別冊 (1999)
- 3) 文部科学省: 中学校学習指導要領, 東山書房 (2008)
- 4) 魚住明生・大場真由美・宮川秀俊: 技術科教育における技術倫理に関する研究 — その理念と構造 —, 技術科教育の研究講演論文集, 第 12 巻, pp.15-21 (2007)
- 5) 前掲 2)
- 6) Technology for All Americans Project: 万人のための技術 — 技術学習のための理論的根拠と構造 —, 日本産業技術教育学会 (1997)
- 7) 文部科学省: 中学校学習指導要領解説技術・家庭編, 教育図書 (2008)
- 8) 札野 順: 技術者倫理, 財団法人放送大学教育振興会 (2004)
- 9) 前掲 2)

10) 中央労働災害防止協会, 危険予知訓練とは :

<http://www.jisha.or.jp/zerosai/kyt/index.html>

(参照 2015-07-21)

11) ふるる君の自己紹介 : [http://www.sharaku.nuac.nagoya-](http://www.sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp/data/laboFT/bururu/index.htm)

[u.ac.jp/data/laboFT/bururu/index.htm](http://www.sharaku.nuac.nagoya-u.ac.jp/data/laboFT/bururu/index.htm) (参照 2015-12-8)

12) パックテスト (共立理化学研究所) : [http://www.kyoritsu-](http://www.kyoritsu-lab.co.jp/seihin/list/packtest/)

[lab.co.jp/seihin/list/packtest/](http://www.kyoritsu-lab.co.jp/seihin/list/packtest/) (2015-12-8)