

平成30年6月20日現在

機関番号：17301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26285201

研究課題名(和文) リスクから考える電源インフラの評価に関するカリキュラム開発と技術教育への展開

研究課題名(英文) Development of a curriculum for evaluation of electronic power infrastructure considering risk and evolvement into technology education

研究代表者

藤本 登 (FUJIMOTO, Noboru)

長崎大学・教育学部・教授

研究者番号：60274510

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 8,600,000円

研究成果の概要(和文)：より良い未来の電源構成の選択ができる人材育成を行うために、中学校技術分野で、JIS9700等のリスクアセスメント及びリスク低減プロセスの中で、リスク認知・評価及びその低減を考える授業実践を行った。その結果、中学生等は、リスクについて被害の程度は認識しているが発生確率は意識しておらず、便益を感じていないリスクを避ける傾向が見られた。リスクアセスメントを考慮した授業では、リスクの意味や低減方法の考え方を理解した生徒が増加した。例えば2030年の電源構成を検討させる授業では、リスク情報を提示した場合、国が予想する原子力発電の導入割合との差が縮小し、2050年では低GHG排出電源の導入割合が増加した。

研究成果の概要(英文)：In order to foster personnel capable of choosing a better future power supply configuration, in the junior high school technology education, in the risk assessment and risk reduction process of JIS 9700 etc., class practices that introduced risk recognition and evaluation and its reduction method has been conducted. As a result, junior high school students and others recognized the extent of damage with regard to risk, but were not conscious of the occurrence probability and tended to avoid the risk if they feel there's no benefit. In classes that considered risk assessment, the number of students who understood the meaning and measures for reduction of risk has been increased. For example, in the classes to review the power supply composition in 2030, when risk information is presented, the difference from the introduction rate of nuclear power generation expected by the country is reduced, and the introduction ratio of low GHG emission power source increased in 2050.

研究分野：技術教育

キーワード：技術教育 リスク 評価・活用 電源構成 リスクマネジメント

1. 研究開始当初の背景

福島第一原子力発電所の事故が、原子力行政や電力会社に対する国民の不信感を増大させた結果、民意が電力需給計画の策定に大きな影響を与えるようになった。これは民主主義としてよりよい方向に見えるが、その大前提である国民の電力需給システムやエネルギー・資源の需給構造への理解は十分とは言えず、不確実な情報や考えに基づいて判断されていることが多い。一方で、福島第一原子力発電所事故後に行われた中学生を対象にした将来の電源選択調査では、論理的回答を行った生徒の割合が全国平均に比べて福島県の生徒の方が約5倍高いことが分かっている。これは、2040年までに県内電力消費量を再生可能エネルギーで賄うことを目標と掲げる福島県では、原子力や再生可能エネルギー、高効率石炭火力発電であるIGCC等の電源インフラに関する情報が豊富で、原子力災害に伴う放射線への理解と防災教育の推進によりリスクを考える機会が多く存在しているためだと考えられる。即ち、効果的なエネルギー関連情報の提供とリスク認知と同時にリスクマネジメントを行うことができれば、より良い未来の電源構成の選択ができるものと考えられる。これを行うためには、技術に関する学習機会が保証され、これらの内容が学習内容に含まれている中学校技術分野での学習展開の構築が必要不可欠である。

2. 研究の目的

本研究では中学校技術分野において生徒にリスク概念の構築をさせ、電源インフラを中心とした技術・製品の評価を可能にさせるカリキュラムの開発を通して、技術の評価活用力を高めることを目的とする。

3. 研究の方法

各分野におけるリスクの取扱いや教育方法を調査し、生徒・学生に対する教育実践時の情報認識・収集・選択を視点追尾装置や連想・アンケートで調べる。そして、リスク概念の形成過程や技術の評価活用状況をアンケート調査や脳血流計・視線追尾システム等を用いて分析し、活用型学力の習得状況を明らかにすることで、中学校技術分野におけるリスク教育のカリキュラム開発を行う。

4. 研究成果

(1) 技術教育等におけるリスク教育の取扱いの変遷や内容及び実践例に関する調査

技術教育におけるリスクの取扱いの変遷・内容及び実施例に関する調査を行った結果、職業科の創設期から主に機械工作などの工具や機械を扱う場面でリスクが扱われてきたが、現行の学習指導要領からは情報モラルや電気製品の保守点検の内容で扱われるようになっている。しかし、中学校技術分野ではリスクの概念化を図る実践的な授業は殆ど見当たらず、選択数学でのリスクを確率論的視点

から扱った授業などに限られている。一方で原子力学会等では、一般を対象としたリスクコミュニケーションの事例報告が多く、義務教育段階での有用な情報は殆ど見られなかった。一方で、ISO12100やJIS9700等のリスクアセスメント及びリスク低減の反復プロセスは、医療や産業で導入されており、その手法を技術分野の教育に導入することが有用と考えられる。その手法では、リスク認知と評価及びその低減方法の検討が重要である。また、誤使用の明確化やハザードの特定といったリスク認知のベースになる学習とリスク評価やその低減に向けた考察といった技術の評価・活用に関する部分を授業では繰り返す扱おうことが必要と考えられる。

以上のことから、中学生にリスク概念を構築するためには、中学校数学での確率の学習状況(学習指導要領の第2学年D「資料の活用」で扱う)を考慮して、リスクの定義を

$$\text{リスク} = \text{被害の大きさ} \times \text{発生件数}$$

のように定義することが望ましいと考えられる。ここで「被害の大きさ」は、製品事故によって人が受けた被害の大きさを表しており、「発生件数」は、その製品の一定期間内の事故件数である。本来、確率というファクターを考慮することが必要であるが、中学生にリスクを理解させる最初の段階として、確率的要素を排除し、単純にリスクが生じた件数とその影響度に焦点を当てさせた。また、「被害の大きさ」は無次元数であり、「発生件数」の単位は[件/年]である。ここでは、ISO12100の「発生確率」となっていた部分を「発生件数」に置き換えた形になっている。なお、ここでは、リスクには純粹リスク(人的、財産、賠償責任等)と投機的リスク(経済・政治・技術等の情勢変化)があるが、内容と扱う資料の分かりやすさによって、授業で扱うリスクを決めなければならない。電力需給システムのように高度なIT技術が導入され、電力自由化によって、既存の電力会社のみならず、小中の自家発電事業者や太陽光発電を設置した家庭もが発電事業者となった現在において、全ての国民が技術を学ぶ唯一の科目である中学校技術分野の評価活用や次期学習指導要領で示された技術イノベーションの問題解決学習で、このリスクマネジメントの概念を取り込むことは意義深いと言える。

技術分野でリスクを扱う方法を検討するために、技術担当教員や学生のリスク認知の状況とその教員が考えるリスクに関する授業を調査した結果、学生・教員にかかわらず、既に便益を受けているX線検査等の技術の利用は肯定的であるが、原子力発電所近郊での生活、新型インフルエンザや中国産食品は否定的であった。また、小学校教員と中学校の技術教員を比較すると、中学校技術分野で学習するコンピュータウイルス対策と取扱説明書の利用と手入れされた工具の使用について、肯定的なグループと否定的なグループで統計的に有意な差が見られる傾向や有意な差

が見られた。技術担当教員は、生徒に技術の光と影を伝え、適切な技術の活用の方法を考えさせる手段として、リスク学習の必要性を感じていることが分かった。

(2) 電源選択を題材にリスク概念の構築と技術の評価活用を意識したカリキュラムの提案とそれに必要な関連情報のデータベース化

中学校技術分野のエネルギー変換に関する技術について、生徒にリスク概念の構築をさせ、技術の評価活用に生かせるようなカリキュラムを開発するために、「エネルギー変換に関する技術」で扱われている身近な電気製品や電力システム技術の評価に関する学習指導案や学習プリントを作成した。そして、この学習で必要となる関連情報を関連書籍や文献から調査抽出し 28 件の基礎データをデータベース化した。なお、これらの基礎資料は、パワーポイント形式と PDF 形式で、<http://tech.edu.nagasaki-u.ac.jp/tech/energy/home/generat.html> で公開している。

中学生に対する「地域の電力消費量を賅う発電方法の選択」を題材とした授業では、電源の経済・環境・社会性に注目・議論させる授業の方が原子力発電を選ぶ傾向が見られた。これに対して、2030 年の電源構成を考えさせる授業では、日本政府が示した電源構成を示した生徒は 1 割以下と低く、ほとんどが再生可能エネルギーや火力発電に過度に依存していた。このような生徒は、放射線の負の側面を重視しており、原子力発電を敬遠する傾向が見られたが、過半数以上の生徒は「インターネットの情報」には懐疑的で、前年度の大学生の結果と同じであった。さらに、大学生に対する高レベル放射性廃棄物処理問題や再生可能エネルギーのみの電源社会を考える授業では、放射線と地震を含めた防災工学の知識、社会制度や電力システム技術に対する知識が不足しているため、根拠が薄い回答を導き出していた。これらの結果は、発電方法の選択を考える場合、個々の技術の特徴のみならず、社会制度や電力システム技術全体を捉えたうえで、経済、環境、社会(人)へのリスクを考えさせる授業の構築が必要であることを再認識させる結果であった。

(3) 視線追尾システムや連想・アンケート調査による受講者の学習状況の分析

生徒はリスクに関するインターネットの情報に不安を抱えながらも、そこから情報を取捨選択していることから、情報に関する技術でのリスクの取り扱いを考えるために、スマートフォンのリスク依存度を眼球運動測定装置と脳血流計により測定した。その結果、依存リスクが高い学生ほど、視点や脳血流の変化が大きく、集中力を阻害するなどのリスク資料が得られた。情報セキュリティのウイルス感染リスクや電源に関するリスク情報の提示が脳血流や視

点の動きに与える影響を分析した。その結果、大学生を対象とした情報に関する技術として、情報セキュリティのウイルス感染リスクを扱った実験では、リスク認知の変化や脳血流量の変化からコンピューターのウイルス感染疑似体験のような視覚的に影響が大きいようなリスク情報を提示すると、リスク概念が発達する可能性が示され、事後アンケートからリスク対策に関する意識変化が見られた。また、エネルギー変換に関する技術として、電源の二酸化炭素排出原単位、年間死亡率、発電コストといった情報を文章と図・グラフで提示した場合の将来の電源構成を考えさせる実験を行った。その結果、脳血流量や視点の動きやアンケート調査から文章による説明よりも、図・グラフによる情報提示の方が有意に技術評価をしやすいことが示された。

(4) 受講者が評価・選択した電力システムの分析と概念化の状況に関する調査

原子力ワークショップを中心とした未来の電源構成を考える授業を行った結果、地球温暖化への危機感が高く、再生可能エネルギーへの過度な期待があり、石油に対する理解は不十分(利便性期待大、コスト意識低)であった。また、福島第一原子力発電所事故の影響が大きく、そのため安全性への懸念が大きかった。そして、省エネルギーへの期待は大きいですが、具体的な解決策は考えられていなかった。更に、国の想定電源構成比と 20%以内の整合度を考えた生徒は 7%程度しかおらず、リスク情報を提示しなければ、国の想定と比較して、再生可能エネルギーの利用割合より平均 16% 高く、石炭・原子力の利用割合より平均 22.5% 低く見積もっていた。自由記述の評価の視点や事後アンケートの意識の変化から、原子力発電を肯定的にとらえる生徒が有意に増加したが、経済性や安定性の評価の視点の意識が低く、繰り返しリスク概念や情報を提示することが必要である。一方で、リスク情報を提示した場合、原子力発電の国の想定との差が低下したことから、リスク認知が進んだと考えられるが、温暖化対策として火力発電の抑制意識や水力発電に対する過度の期待が見られたことから、事故リスクのみならず、管理リスクや自然災害リスクなどの他のリスクを抽出・比較させる等の取り組みが必要であることが分かった。なお、我が国の原子力発電で大きな問題となっている高レベル廃棄物の処分地先生問題に関する学生のワークショップの結果では、放射線と地震を含めた防災工学の知識、即ち科学的な知見がなく、判断に影響を与えていることが分かったが、この様な問題の議論の場の必要性と与えた知識や情報が検討の判断材料になることが示された。

(5) リスク概念を導入した活用型学力のカリキュラムの開発

材料と加工に関する技術について、リスクの授業のめあてを「事故を予測すること」と「事故の原因である製品上の原因の特定をすること」及び「リスクを低減するための改善案を考えること」とし、授業展開を考案し、実践研究を行った。「導入」では、リスクのイメージを持たせるため壊れかけの椅子を用いて危険を予測させ、「知識・理解」では、リスクの考え方の理解を促すために、生徒に身近なお風呂場での乳幼児の転倒事故と二段ベッドの事故の予測・原因特定・改善案の検討を行わせた。そして「改良と応用」では、生活から社会に意識を向けるため、遊具で最も事故発生件数が多い「滑り台」にリスクの考え方を当てはめ、材料表及び制約条件を踏まえて、事故の予測・原因特定・改善案を検討させた。最後に「まとめ」では、社会で、リスクの考え方の活用方法を知ることとした。その結果、リスクへの興味・関心に関する記述は見られず、「滑り台」の製品上の原因による事故を予測した記述数が少なかった。一方で、リスクの言葉の意味を、またリスクを低減方法の考え方を理解している生徒が多く見られた。また、未来の電源構成を考える授業では電源のデメリットを技術的に改善させるグループディスカッションが効果的であること、適切な教材があれば、大学教員や大学院生に比較して学校教員の方が生徒の理解が高いこと示された。この「材料と加工に関する技術」と「エネルギー変換に関する技術」の授業展開と研究成果を参考にして、「生物育成に関する技術」では、トマト栽培をする農業経営者を題材とした農業経営シミュレーションを提案した。また「情報に関する技術」では、災害時を想定した通信技術の選択と技術的課題発見の授業を提案した。

以上のように、エネルギー変換の電力需給システムを中心に、生徒のリスク概念の構築から技術的思考の醸成を試みた。その中で、原子力発電に対する人的リスクに対する認知の向上や、未来の電源構成の予想が人的被害や環境緩和によるリスク低減に繋がるといった生徒の思考が示されたが、経済性等の他のリスク要因を踏まえられていないことも明らかになった。今回の研究で整備されたリスク情報を活用し、3年間を見通した継続的・反復的な授業実践による効果検証を行うことで、リスクマネジメントによる技術教育の展開の確立をさらに進めたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計4件)

1. 吉村天心, 藤本登, 技術教育におけるリスク関連情報の収集 - スマートフォンが集中力に与える影響の検討 -, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, (査読有), 24, 45-50, (2017).
2. 藤本登, 永谷伸二, 下條雅子, 高原健吾,

正尾敏, 中学生のリスク認知とエネルギー・放射線教育の実践, 長崎大学, 長崎大学教育学部附属教育実践センター紀要, (査読無), 15, 219-224, (2016).

3. 藤本登, 神崎悠輔, 技術教育における安全性に視点をのいた授業実践の試み, 長崎大学, 長崎大学教育学部附属教育実践センター紀要, (査読無), 15, 73-78, (2016).
4. 藤本登, 技術科におけるリスク概念の構築に向けた検討 - 技術科教員や学生のリスク認知の状況調査 -, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, (査読有), 22, 9-13, (2015).

〔学会発表〕(計17件)

1. 藤本登, 高倉健太郎, 未来の電源構成の予測から見る生徒の評価活用能力, 日本産業技術教育学会第61回全国大会講演要旨集, SP239(発表申込番号), (2018. 8).
2. 倉元賢一, 吉村建耶, 藤本登, 木村彰孝, 「材料と加工に関する技術」におけるリスクの視点を取り入れた授業の検討, 日本産業技術教育学会第61回全国大会講演要旨集, SP285(発表申込番号), (2018. 8).
3. 藤本登, 中尾志帆, 木村彰孝, エネルギー変換及び情報に関する技術における提示情報が技術評価に与える影響, 日本産業技術教育学会第30回九州支部大会講演要旨集, 21-22, (2017. 10).
4. 藤本登, 中尾志帆, 木村彰孝, リスク情報の提示が技術評価に与える影響, 日本産業技術教育学会第60回全国大会講演要旨集, 90, (2017. 8).
5. 藤本登, 高倉健太郎, 技術科における未来の電源構成を選択させる授業実践の検討, 日本エネルギー環境教育学会第12回全国大会論文集, 130 -131, (2017. 8).
6. 掛布智久, 藤本登, 学校現場における継続した放射線教育の実現に向けて - ケーススタディを題材に -, 日本エネルギー環境教育学会第12回全国大会論文集, 24 -25, (2017. 8).
7. 藤本登, 尾崎哲, 掛布智久, 学校における放射線教育の現状-主として中学校や教員研修で利用されている教材を通して課題を考える-, 日本放射線安全管理学会第15回学術大会講演要旨集, 25, (2016. 12).
8. 吉村天心, 藤本登, 技術教育におけるリスク関連情報の収集 - スマートフォンが集中力に与える影響の検討 -, 日本産業技術教育学会第29回九州支部大会講演要旨集, 75-76, (2016. 10).
9. 藤本登, 教員養成と教員研修の現状と課題 - 中学校技術分野を中心として -, 日本原子力学会「2016年秋の大会」予稿集,

PL3N02, (2016.9).

10. 藤本登, エネルギー変換技術におけるリスクを意識させる授業の提案, 日本産業技術教育学会第 59 回全国大会講演要旨集, 30, (2016.8).
11. 藤本登, 再生可能エネルギーを題材とした技術教育における課題, 日本エネルギー環境教育学会第 11 回全国大会論文集, 166 -167, (2016.8).
12. 藤本登, 大学生を対象にしたリスク認知調査, 日本産業技術教育学会第 58 回全国大会講演要旨集, 144, (2015.8).
13. 藤本登, 高レベル放射性廃棄物処分を題材に組み入れたエネルギー環境教育の検討, 日本エネルギー環境教育学会第 10 回全国大会論文集, 162 -163, (2015.8).
14. 藤本登, 中学生のリスクイメージと日常生活のリスク認知調査, 日本エネルギー環境教育学会第 10 回全国大会論文集, 50 -51, (2015.8).
15. 藤本登, 環境と社会生活のつながりをエネルギーから考える - 中学校技術科から見た場合 -, 日本エネルギー環境教育学会第 10 回国大会論文集, 18 -19, (2015.8).
16. 藤本登, 技術科におけるリスク概念の構築に向けた検討, 日本産業技術教育学会第 27 回九州支部大会講演要旨集, 7-8, (2014.8).
17. 藤本登, リスクから考える電源インフラの評価に向けた検討, 日本エネルギー環境教育学会第 9 回全国大会論文集, 138-139, (2014.8).

〔図書〕(計 2 件)

1. 東之弘, 藤本登, 他 11 名, 日本エネルギー環境教育学会編, 6.3 技術・家庭科(技術分野)での実践報告および教科を横断した実践の必要性と具体案, はじめてのエネルギー環境教育, (株)エネルギーフォーラム, 123-135, (2016).
2. 田口浩継, 藤木卓, 藤本登, 他 38 名, 日本産業技術教育学会・技術教育分科会編, 4.3.1 エネルギー変換, 技術科教育概論, 九州大学出版会, 123-135, (2018/3).

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
出願年月日 :
国内外の別 :

取得状況(計 0 件)

名称 :
発明者 :
権利者 :
種類 :
番号 :
取得年月日 :
国内外の別 :

〔その他〕
ホームページ等
http://tech.edu.nagasaki-u.ac.jp/tech/energy/home/study_cyu.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤本 登 (FUJIMOTO, Noboru)
長崎大学・教育学部・教授
研究者番号 : 60274510

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

藤木 卓 (FUJIKI, Takashi)
長崎大学・教育学部・教授
研究者番号 : 00218992

武藤 浩二 (MUTO, Cosy)

長崎大学・教育学部・教授
研究者番号 : 30311096

鎌田 英一郎 (Kamata, Eiichiro)

長崎大学・教育学部・准教授
研究者番号 : 00780735

木村 彰孝 (KIMURA, Akitaka)

広島大学・教育学研究科・准教授
研究者番号 : 50508348

平尾 健二 (HIRAO, Kenji)

福岡教育大学・教育学部・教授
研究者番号 : 70301348

東 之弘 (HIGASHI, Yukihiro)

九州大学・カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所・教授
研究者番号 : 90183095

(4) 研究協力者

高倉 健太郎 (TAKAKURA, Kentaro)
中間市立中間南中学校・教諭
小八重 智史 (KOBAE, Satoshi)
長崎大学教育学部附属中学校・教諭
森田 祥吾 (MORITA, Syogo)

五島市立岐宿中学校・教諭
野方 健治 (NOGATA, Kenji)
佐世保市立日宇中学校・教諭