



TOHOKU
UNIVERSITY

文部科学省博士課程教育リーディングプログラム

**東北大学グローバル安全学
トップリーダー育成プログラム**

学生自主企画活動報告書 2016.3

文部科学省博士課程教育リーディングプログラム

東北大学グローバル安全学
トップリーダー育成プログラム

学生自主企画活動報告書

2016.3



TOHOKU
UNIVERSITY



巻頭言

私ども東北大学グローバル安全学トップリーダー育成プログラムが発足してから4年が経過しようとしています。この間に、1期生から3期生の総勢約70人がプログラムに在籍することになりました。学生たちは、自然科学から人文・社会科学にわたる幅広い専攻からこのプログラムに参加しており、多種多様な面々になっています。

このように様々な背景をもつ学生たちが、相互に切磋琢磨する機会の1つが、「学生自主企画活動」です。この活動は、本プログラムの講義や研究室ローテーションを通じて、学生たち自身が問題意識を養い、それを具体的な課題設定につなげたものです。異分野の学生同士が交流することを重要視し、メンバー構成が「複数の研究科出身者となること」という点は教員サイドが制度化いたしました。しかし、それ以外の企画立案や経費の執行などの具体的な運営は、学生の自主性が極めて高い内容になっています。

今年度（2015年度）の各活動を概観すると、2つの大きな特徴があると考えています。1つ目の特徴は、メンバー構成が「期」をまたいでいることです。1期生、2期生、3期生というように、入学年次が分かれています。各年次だけで閉じるのではなく、年次を超えた交流が増えたことは、学生たちにとってとても意義があることです。このプログラムに入らなければ、基本的には研究室の先輩・後輩というある意味で閉じられた世界で大学院の生活を送ることになります。しかし、分野が違いうえに、異なる学年の学生との交流により、間違いなく彼らの視野が広がっています。もちろん、良いことだけではありません。意思疎通を図るうえでも、専門用語が異なったり、考え方の違いがあったりして、打合せすら紆余曲折を描く、などとい

うこともあるようです。また、物事を進める上での時間的感覚の違いも、学生間で驚きをもってとらえられているようです。理科系の学生と、文科系の学生が同じ企画活動に参加する場合、「いつ、どのタイミングでアウトプットを出すのか」、「アウトプットとは何なのか」、という点について感覚的なずれがあるようです。試行錯誤を繰り返しつつも、比較的短い周期で研究成果を論文化する文化と、「完成品でなければ恥ずかしい」と考えて試行錯誤の過程をあまり表に出そうとしたがらない文化の違いが、学生の間ですら見受けられるようです。しかし、これらの問題も、実社会で彼らが間違いなく直面する性質のもので、学生自主企画活動を通じて、早いうちからコミュニケーション能力を磨いて、対応能力を向上させてくれているものと信じています。

特徴の2つ目は、前年度からの継続的に発展する形で運営が続いている企画があることです。福島県いわき市における活動、減災アクションカードゲームの開発と実践、火山観測装置の開発、科学技術社会論の教育活動、デザインに関する活動、インドネシアの火山における調査は、2013年度や2014年度に活動をした中で、そこからさらに課題を発見し、自分たちなりの解決方法を模索する取組を実施しているものだと考えています。特徴の1つ目と関連しますが、各活動が「前年度継続型」ではあるものの、構成メンバーには変化が見られ、メンバーの属性の多様性が保たれています。

中国の古典である『貞観政要』は、唐の名君とされる太宗の政治に関する言行を記録した書物です。太宗と臣下たちとの政治問答を通して、貞観の治(中国において非常に平和で良く収まった時代)をもたらした政治の要諦が書かれており、現代のリーダーの資質を考えるうえで極めて示唆的な内容です。その中で、リーダーにとっては「草創と守成といずれか難き」という有名な論題があります。この問いを現代の私たちに置き換えると、組織やプロジェクトを立ち上げることと、

組織やプロジェクトを運営したり発展させたりしていくことのどちらがリーダーにとって求められるのか、という議論になると思われます。学生たちが自主企画活動を管理・運営していく中で、この論題について考えながら、将来的に社会を先導する立場の人間となることの意義を常に自問自答して欲しいと思っています。

本年度（2015年度）は、当プログラムにとっては中間評価にあたる年でした。本稿執筆時点では、評価結果はまだわかりません。しかし、学生たちが伸びている、ということを実感しています。むろん、所属研究室における諸活動が中核的な位置づけであり、本プログラムの講義や研究室ローテーションでの学習効果があるでしょう。これらに加えて、学生自主企画活動という場で「揉まれた」ことも、重要な要素であったと考えています。

最後に、これらの活動を受け入れてくださっている学外関係者の皆様への感謝を申し上げたいと思います。東日本大震災の復興の現場で、教育の現場で、開発途上国の現場で、学生たちが活動をするのできるのには、活動を受け入れていただく皆様の御理解があってこそです。プログラムを運営する立場の者として、大学の中だけでは行き届かないことを、学外関係者の皆様が学生に直接的・間接的に御教示してくださり、学生を育てていただいている、ということを感じております。今後とも御支援を賜りますよう、お願い申し上げます。

2016年2月16日

東北大学グローバル安全学トップリーダー育成プログラム
プログラムコーディネーター
東北大学 工学研究科 教授
湯上 浩雄

目 次

巻頭言

第1章 学生自主企画活動とは	2
1. 学生自主企画活動とは	3
2. 活動資金の支援の申請手順	8
第2章 福島県いわき市沿岸部における安全・安心の社会実装への取組	12
1. 企画背景・目的	14
2. 活動記録	17
3. 活動内容	19
4. 結論	50
第3章 小・中学生および留学生を対象とする総合的防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定	56
1. はじめに	58
2. 企画の背景	58
3. 活動内容	61
4. 「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」の開発	63
5. ゲーム実施者の育成	71
6. アンケートによる効果測定	89
第4章 高校における STS 教育を通じた科学技術と社会の新たな関係性の提案	106
1. はじめに	108
2. 活動の概要	120
3. 出前授業の設計とその評価	124

4. アンケート調査の設計とその結果・考察	145
5. まとめと今後の課題	169
第5章 長期運用可能な無人火山観測装置の開発と噴煙観測システムの提案	174
1. はじめに	176
2. 平成27年度の活動内容	181
3. 装置開発	183
4. 噴煙観測システムの提案	213
5. おわりに	222
第6章 デザインを用いた安全行動・心理的安心の誘発	224
1. イントロダクション	226
2. 活動記録	232
3. 活動方法	236
4. 結果・議論	244
5. 議論	250
6. 結論と展望	255
第7章 Morning English Meeting to be a Global Safety Leader	270
1. 活動概要	272
2. Global：英語コミュニケーション能力	273
3. Safety：国際防災を知り、整理する能力	281
4. Leader：リーダーシップ能力	285
5. まとめ	287
第8章 応急仮設住宅における管理・運営体制の多様性の考察と最適体制の提案	290
1. 企画の概要	292
2. 活動概要	294

3. 調査結果	300
4. 考察	305
5. 日本災害復興学会における発表のまとめ	309
6. 広島巡検のまとめ	313
7. まとめ	320

第9章 発展途上国における火山災害に対する建築システムの安全性の検討～インドネシア・ケルート火山を対象とした現地調査～

.....	322
1. 背景と目的	324
2. ケルート火山（インドネシア）における火山活動とその被害	325
3. 調査結果	331
4. 考察	351
5. 学生自主企画横断型討論会の開催	359
6. 1年間の活動を終えての考察	363
7. まとめ	370

第10章 途上国と先進国で発生した巨大災害におけるNGO参与の効果と比較——中国と日本の例

.....	382
1. 企画概要	384
2. 活動概要	386
3. 活動内容（記録）	388
4. まとめ	416

第11章 在日外国人住民の災害意識調査プロジェクト

.....	420
1. 企画概要	422
2. 勉強会の実施報告	424

第12章 高校生の防災に対する意識向上のための教育活動

.....	446
1. はじめに	448
2. 活動実施概要	448

3. 活動詳細	449
4. まとめと今後の活動	452

第13章 あさだ！英語勉強会～英語力を基礎から着実に伸ばす～	454
1. 企画の目的と概要	456
2. 2015年4月の活動報告	457
3. 2015年5月と6月の活動報告	458
4. 2015年7月と8月の活動報告	459
5. 2015年9月と10月の活動報告	460
6. 2015年11月と12月の活動報告	461
7. 2016年1月と2月の活動報告	462
8. 一年を通してのまとめ・所感	465

第14章 2050年をソウゾウする	466
1. 緒言	468
2. 活動目的	468
3. 活動計画	469
4. 活動概要	469
5. 情報収集方法の調査	472
6. アイデア発想方法の調査	473
7. 社会問題発見のための情報収集とその分析	476
8. 結言と今後の展望	477

第1章

学生自主企画活動とは

升谷 五郎⁽¹⁾
海野 徳仁⁽²⁾
松本 行真⁽³⁾
久利 美和⁽⁴⁾
黒田 剛史⁽⁵⁾
松崎 瑠美⁽⁶⁾
小澤 信⁽⁵⁾
杉安 和也⁽⁷⁾
地引 泰人⁽⁷⁾

- (1) 東北大学工学研究科 特任教授(教育)
- (2) 東北大学理学研究科 特任教授(教育)
- (3) 東北大学災害科学国際研究所 准教授
- (4) 東北大学災害科学国際研究所 講師
- (5) 東北大学理学研究科 助教
- (6) 東北大学文学研究科 助教
- (7) 東北大学災害科学国際研究所 助教

1. 学生自主企画活動とは

東北大学グローバル安全学トップリーダー育成プログラムでは、参加学生がグローバル安全学の目的や趣旨に合った課題を自主的に設定し、実践的な取り組みを行うことを推奨している。取り組みの中には、勉強会や研究室紹介のように大学の中で行われるものから、東日本大震災の被災地における活動やアウトリーチなど、学外における企画が含まれる。また、企画の内容によっては予算的措置が必要となることを考慮し、2014年度から必要経費を申請する種類の活動（以下、「経費支援あり」と記述）も導入された。

2015年度には、合計13の活動が実施された。そのうち、10件は「経費支援あり」のもので、3件は経費支援「なし」であった（表1を参照）。過去の2年間と比較すると、「経費支援あり」の活動の比率が高いことが2015年度で顕著である。この点に関連し、経費を使用する活動の実施を誘導的に進めているのではない、ということを明言する。また、経費支援を受ける活動が、経費支援「なし」の活動に比べて優れているという評価をしているわけでもない、ということも強調したい。

前年度までの活動状況を概観する。まず、2013年度及び2014年度には、合計35種類の学生自主企画活動が行われた（2016年2月17日時点での集計）。そのうち、プログラムが実質的に運営され始めた2013年度には、14の活動が行われた（次ページの表2を参照）。

表1 学生自主企画活動の活動数

年度	経費支援あり	経費支援なし
2013年度	制度なし	14
2014年度	7	14
2015年度	10	3
合計	17	31

表2 2013年度の学生自主企画活動の一覧

年月日	活動名称
2013年6月7日	第一回 学生研究発表会
2013年7月21日	学都「仙台・宮城」サイエンスディへの出展
2013年8月20日	八戸・十和田・六ヶ所村における野外調査実習
2013年8月21日	サイクロトロン・RI センター六ヶ所村分室の見学
2013年8月27日 ～29日	山口豪雨災害調査
2013年9月11日	岩沼市における避難訓練調査
2013年9月26日	山元町における津波避難訓練調査
2013年10月10日	秋田大学リーディングプログラム2013 国際ワークショップ
2013年11月5日	C-Lab A1 (スタンフォード大学サマースクール) の報告会
2013年11月5日	新地町被災地および相馬共同火力発電所(株) 新地発電所の見学
2013年12月6日	みやぎサイエンスフェスタ
2014年1月8日	コミュニケーションにおけるデザインの役割、およびイラストレータデモンストレーション
2014年1月10日 及び11日	博士課程教育リーディングプログラムフォーラム2013
2014年3月14日	定例会

※活動の一覧は2015年2月13日時点での集計である。

表2は平成24-25年度活動報告書ページ35のとおりだが、それ以降のページに記載の各活動は、実施日ではなく報告日になっている。

次に、2014年度では、経費支援「なし」の活動が14個で(次ページの表3を参照)、「経費支援あり」の活動は7個であった。

表3 2014年度の学生自主企画活動<経費支援「なし」>

年月日	活動名称
2014年4月2日	平成26年度リーディング大学院生向け履修相談会
2014年4月16日、18日、23日、25日、5月7日、9日、6月20日	文系レクチャー
2014年4月28日～5月2日	日本地球惑星科学連合大会2014への出展
2014年6月2日 ～9月	ERIS Project (Emotional Recognition, Interaction and Support Project)
2014年6月26日	多賀城高校 オープンキャンパス事前学習会への講師派遣
2014年7月1日	古川黎明高校 校外学習(大学模擬授業)の実施
2014年7月21日	サイエンスデイ2014出展
2014年7月22日	イラストレータ講習①
2014年8月30日	いわき市薄磯地区における津波避難訓練支援
2014年9月27日	やまがた『科学の花咲く』プロジェクトにおける展示「身近なもので化学反応」
2014年11月25日、 12月10日及び16日	デザインに関する勉強会
2014年12月17日	厨川研究室のラボツアー及び機械加工に関する基礎学習
2015年12月20日、 2016年3月2日、20日、30日	英語運用能力向上を目的としたリーダーシップ実践と異分野交流
2015年1月27日	古川黎明高校 SS総合I防災地域科学課題研究発表会への講師派遣

※活動の一覧は2016年2月17日時点での集計である。

2013年度は、プログラム始動直後の4月と5月には活動がなかったが、その後は毎月活動が行われていた。年度末の2月と3月は、修士論文に従事する学生がいたことがあり、活動がなかったものと考えられる。

2014年度は、新年度開始直後から活動が始まっているのが特徴的である。また、「経費支援あり」の活動が、申請採択後に長期間にわたり継続的に活動をしていたことを考えると、年間を通じて学生自主企画活動が非常に活発であったといえる。

○2014年度の学生自主企画活動：「経費支援あり」の一覧

- 震災前後の発電におけるリスクの評価および将来の安全性向上に関する調査研究
- 科学技術をめぐる様々な対立調停に基づく安全・安心な社会形成へ向けて
- 分野横断型の検討に基づく火山噴火時における避難体制の提案－インドネシア・Merapi火山を事例として－
- 発展途上国における自然災害に対する予防策の提案と復興の在り方について－2013年台風30号被害を対象とした現地調査－
- 小・中学生を対象とする参加型防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定
- 地域の協働による「安全・安心」形成に関する調査研究と提案－福島県いわき市沿岸地区を事例として－
- 長期運用可能な無人火山観測装置の開発と噴煙観測システムの提案

2015年度の活動実施状況の特徴は「組織化」と「制度化」であると考えている。「経費支援あり」の活動の申請書の作成が、年度が切り替わった4月から着手された。申請書の作成のためのメンバー募集や、メンバー間の役割分担を検討するなどの、学生相互の組織化が進

んだと思われる。また、2014年度の申請手続きのプロセスを考慮して、企画内容を検討するなど、一連のルールがプログラム内に広まり定着が見られたという意味で、制度化が進んだと考えられる。なお、「経費支援あり」の活動といえども、勉強会などのように経費を必要としない活動については、申請手続きと並行して、実質的に始まっていた。

○2015年度の学生自主企画活動：「経費支援あり」の一覧

- 福島県いわき市沿岸部における安全・安心の社会実装への取組
- 小・中学生および留学生を対象とする総合的防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定
- 高校における STS 教育を通じた科学技術と社会の新たな関係性の提案
- 長期運用可能な無人火山観測装置の開発と噴煙観測システムの提案
- デザインを用いた安全行動・心理的安心の誘発
- Morning English Meeting to be a Global Safety Leader
- 応急仮設住宅における管理・運営体制の多様性の考察と最適体制の提案
- 発展途上国における火山災害に対する建築システムの安全性の検討～インドネシア・ケルト火山を対象とした現地調査～
- 途上国と先進国で発生した巨大災害における NGO 参与の効果と比較——中国と日本の例
- 在日外国人住民の災害意識調査プロジェクト

○2015年度の学生自主企画活動：経費支援「なし」の活動

- 高校生の防災に対する意識向上のための教育活動
- あさだ！英語勉強会～英語力を基礎から着実に伸ばす～
- 2050年をソウゾウする

2. 活動資金の支援の申請手順

2. 1 申請の流れ

本節では、学生自主企画活動の実施にあたり、活動資金の申請手順について説明する。

2015年度は、申請の「ガイドライン」及び「申請書」を、プログラム参加学生に対して2015年5月1日に開示した。申請を希望する学生は、まずガイドラインにもとづき申請書を作成する(図1を参照)。申請書の作成過程で、アドバイザー教員と議論し必要な修正を行ったうえで、申請書を提出する。申請書の提出を受けて、専任教員全員で改善点などを検討し意見を付する。最終的には、本プログラムの拡大運営委員会で採否が決定される。採択後には、経費の執行計画書の提出が求められる。採択結果は、2015年6月12日の定例全体会議において公表された。

2015年度の申請スケジュールは、2014年度に比べて時期的に早く進めることにした。2014年度は、2014年7月11日付で「経費支援あり」に関する周知を行った。そして、9月12日に採択の通知が出された。しかし、このスケジュールの場合、学生たちが夏休みを有効活用しての経費執行ができなくなる。そのため、2015年度では、採択決定の時期をできるだけ早く行うことにした。

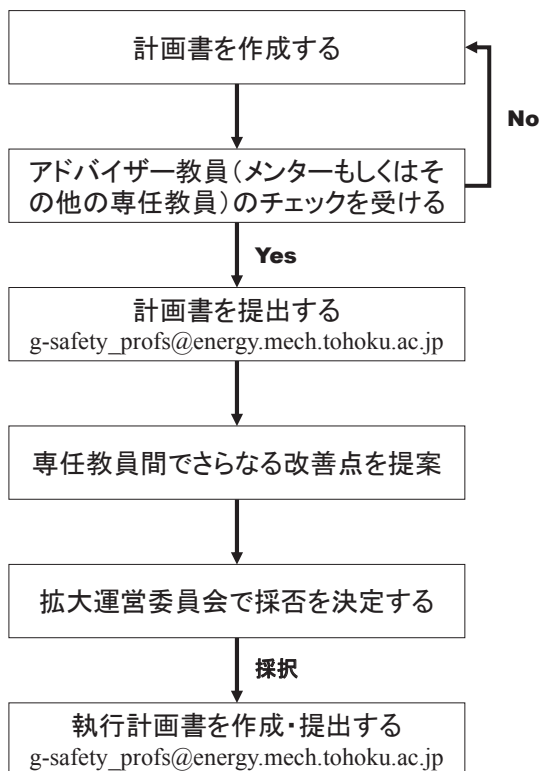


図 1 申請手順の流れ

※補足：「拡大運営委員会」とはプログラム・コーディネーターまたはユニット長が議長となり、運営委員会、教務委員会、専任教員などにより構成される。

2. 2 申請書の項目

まず、申請書作成時の注意点として、以下の 8 つの項目を満たすように学生に周知した。

- ① 学生自主企画活動の内容は、グローバル安全学の目的や趣旨に合ったものとする。

- ② 学生自主企画活動は、複数人で行う。
- ③ 学生自主企画活動のメンバーは、最低 2 つ以上の異なる研究科の学生によって構成する。
- ④ 研究室活動及びリーディング正課活動とのバランスを考慮し、一年間に一人の学生が参加できる学生自主企画活動は 2 件までとする。ただし、経費を必要としない学習会などを、適宜実施するのは妨げない。
- ⑤ 計画書を提出する前に、アドバイザー教員(メンターもしくはその他の専任教員)と計画内容について相談する。
- ⑥ 学生自主企画活動の活動資金の執行については、適宜アドバイザー教員に相談をすること
- ⑦ 地域避難訓練支援やアウトリーチ活動等、教員から提案のあった活動については、必ずしも企画書の提出は必要としないが、報告書の提出を求める。
- ⑧ 年度末の成果報告書の提出は必須とする。

また、ホームページに活動の様子を適宜報告したり、学会などの外部での成果報告を奨励したりした。

次に、申請書の具体的な項目について述べる。項目は以下の 8 つである。

- ① 企画名
- ② アドバイザー教員
- ③ 企画に参加するメンバー及び役割分担
- ④ 企画の目的
 - A. 1000 文字程度で作成
 - B. 作成時の注意点:「企画の背景(本企画を応募するにあたり、着想に至った経緯や問題意識など)」、「企画の目的」、「本企画の特色」、「予想される結果と意義」に分けて、具体的に記述する。

- ⑤ 企画の具体的な実施方法
 - A. 800 文字程度で作成
 - B. 作成時の注意点：フィールド・ワーク等を行う場合の、安全性確保についても明記する。
- ⑥ 企画の実施計画(スケジュール)
 - A. 800 文字程度で作成
 - B. 作成時の注意点：2015 年度内に何をどこまで達成しようとしているのか、具体的に記述する。
- ⑦ 必要予算額の概算
- ⑧ 参加メンバーのエフォート率の確認
 - A. 参加メンバーのそれぞれが別々に以下の欄にエフォート率を記入する。
 - B. 2015 年度の 1 年間のエフォートを 100%とする場合、「研究室の研究・諸活動、リーディング大学院以外の講義」、「リーディング大学院の正課(講義、英語研修、C-Lab など)」、「自主企画活動」、「その他(具体的に：)」について、それぞれのエフォート率を記入する。
 - C. 2014 年度の申請書と比べて、2015 年度には参加学生のエフォート率を各学生の指導教員に確認をしてもらうことを意図して、「指導教員の捺印」を申請書に求めることにした。

第2章

福島県いわき市沿岸部における 安全・安心の社会実装への取組

平田萌々子⁽¹⁾

伊藤 大樹⁽¹⁾

長谷川 翔⁽²⁾

石澤 堯史⁽³⁾

松岡 祐也⁽⁴⁾

佐々木隼相⁽⁵⁾

昆 周作⁽³⁾

磯崎 匡⁽⁶⁾

(1) 東北大学理学研究科 博士課程後期1年

(2) 東北大学工学研究科 博士課程前期2年

(3) 東北大学理学研究科 博士課程前期2年

(4) 東北大学文学研究科 博士課程後期1年

(5) 東北大学文学研究科 博士課程前期1年

(6) 東北大学文学研究科 博士課程前期2年

要約

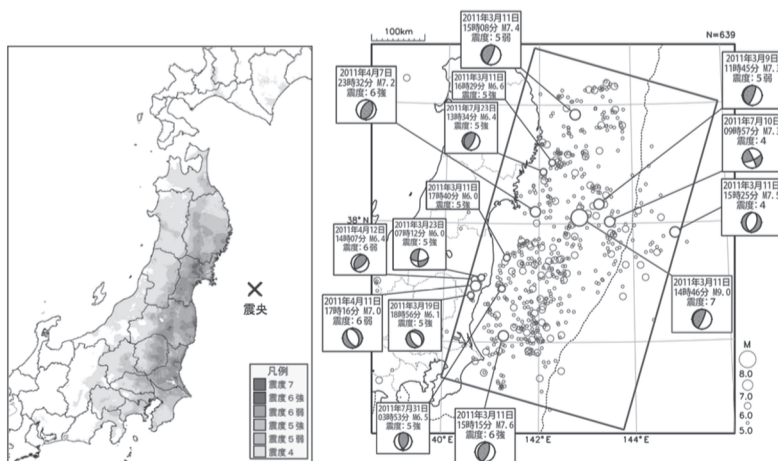
2011年に発生した東日本大震災では東北3県（岩手・宮城・福島）を中心に広範囲で甚大な被害がもたらされた。福島県いわき市沿岸部も例外ではなく、特に薄磯地区では人口に対する犠牲者数が突出していた。また、人口流出も深刻な問題である。現在、いわき市沿岸部では、防波堤の建設や高台移転といったハード面での復興は急速に進められている。しかしながら、地域住民を呼び戻し、また新たな住民を迎えるためにはソフト面での対策が必要不可欠であり、ソフト面での対策を行うことでより効果的に安全・安心な社会が実現できると考える。そこで、本企画では、地域の安全・安心を社会的に実装することを目的とし下記の活動を実施した：(1) 科学的知見に基づく地質調査；(2) 史料による地域災害史の解明；(3) 地質調査及び史料調査を活用した防災・理科教育；(4) 避難訓練の提案・実施。本報告書では本年度におけるこれらの活動の実施経過を記す。

本年度に実施した地質調査及び史料調査より、本自主企画の対象地域であるいわき市沿岸部において、過去の巨大地震及び津波被害の存在が示唆された。さらに、本年度は学校現場で防災・理科教育を実施したり、地域での避難訓練に参加したりした。しかし、本年度は各活動の「計画」「実施」が中心であり、それらの結果を十分議論することができなかった。今後はそうした議論を十分に行った上で、各活動の改善・評価を目指す。また、3.3.3(3)節で述べるが、本自主企画活動を通して各人の能力が向上したように思われる。特に「俯瞰力」の向上が著しい。これは、専門の異なる学生同士の議論だけでなく、児童や地域住民の方々とは接する機会によって養われたと考えられる。

今後の重要な問題として我々の活動を「地域にどう根付かせるか」「どう還元するか」といった点が挙げられる。長期的な視野を忘れることなく、いわき市沿岸部における地域の安全・安心の社会実装に向けて、こうした問題の解決を目指したい。

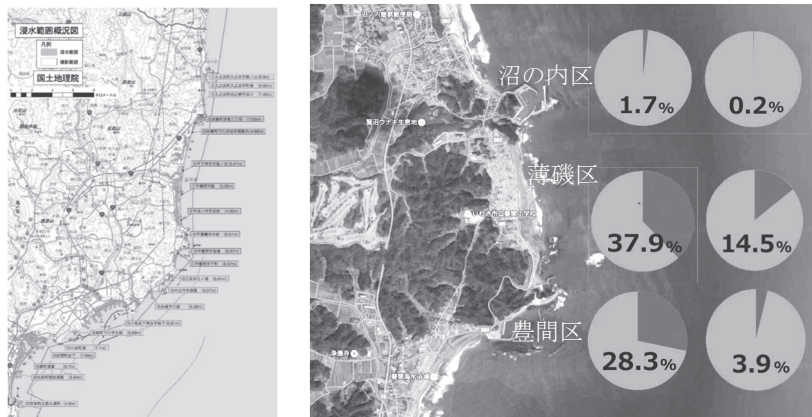
1. 企画背景・目的

先述の通り、2011（平成23年）年3月11日14時46分に東北地方太平洋沖地震、及びそれに起因する巨大津波が発生した。この巨大地震は、三陸沖（北緯38度06.21分、東経142度51.66分）深さ24kmを震源とするM9.0（モーメントマグニチュード）の逆断層型地震で、震源域は長さ約450km、幅約200kmと推定された（気象庁、2012）。宮城県栗原市で観測された震度7を筆頭に東北地方全域で強い揺れを観測した（図-1；気象庁（2012）より）。東北地方太平洋沖地震に伴う余震活動は非常に広域（長さ約500km）に及び活発であった（図-2；気象庁（2012）より）。福島県内における代表的な余震活動としては3月23日、4月11・12日に発生したM6.0、7.0、7.4の正断層型の地震が挙げられる。さらに本震に伴う巨大津波は、太平洋沿岸及び日本海沿岸をはじめ全国各地で観測された。



（左）図-1 東北地方太平洋沖地震（本震）の推計震度分布
（右）図-2 本震とそれに伴う余震（2011年3月～2012年2月）

この地震及び津波による被害は、2016年1月8日時点で、死者15,894名、行方不明者2,563名、住家全壊121,783戸と甚大であった（警察庁緊急災害警備本部，2016）。福島県いわき市における犠牲者は2016年1月6日時点で461名（直接死293名、関連死131名）であった（いわき市災害対策本部，2016）。いわき市で観測された津波の高さ（図-3；いわき市（2013）より）は、豊間区・薄磯区で突出していた。ここで沿岸部に位置する3区（沼の内・薄磯・豊間区）の被害状況を表-1及び図-4に示す。これらより、薄磯区での死亡者数と、人口に対する犠牲者の割合が最も高く、次いで豊間区での被害が深刻であった。沼の内地区では、中央を流れる弁天川を津波が遡上したものの、津波の直接的な被害はなかった。すなわち富神崎を境に、南側（薄磯区）と北側（沼の内区）では被害の様相が全く異なる。また、いわき市の人口は震災前（2011年3月1日）341,463名であったのに対し、震災後（2015年5月1日）は324,831名であった（福島県，2011；2015）。このように被災地での人口流出も深刻な問題として挙げられる。



（左）図-3 いわき市沿岸部の津波の高さ

（右）図-4 沿岸3区の被害状況（左列：市全体の犠牲者数に対する犠牲者の割合、右列：各区の人口に対する犠牲者の割合）

表-1 沿岸3区の被害状況及び津波高

		沼の内区	薄磯区	豊間区
人口（人）		2,082	766	2,147
死亡者数（人）	直接死	5	111	83
	関連死	4	4	6
市全体の犠牲者数に対する犠牲者の割合（%）	直接死	1.7	37.9	28.3
	関連死	3.1	3.1	4.6
各区の人口に対する犠牲者の割合（%）	直接死	0.2	14.5	3.9
	関連死	0.2	0.5	0.3
津波高（m）		4.92	8.51	8.57

総務省統計局（2010）及びいわき市（2013）、いわき市災害対策本部（2016）を基に作成

また、東北地方太平洋沖では、M 7.0以上の地震が繰り返し発生すると考えられてきた（気象庁，2012）。代表的な地震としては、貞観地震（869年）や明治三陸沖地震（1896年）、昭和三陸地震（1933年）、福島県東方沖地震（1938年）、宮城県沖地震（1978年）などが挙げられる。つまり、今後も同地域で地震が発生することが予想される。また東北地方太平洋沖地震に伴う最大余震の発生も懸念される。

こうした背景を踏まえ、我々は防潮堤の建設や高台移転などのハード面での対策だけでは地域の安全・安心を社会実装するには不十分であり、地域特性を考慮した上でソフト面での対策を行うことでより効果的に安全・安心な地域社会が形成されると考えた。そこで、福島県いわき市沿岸部を対象に、地域の安全・安心を社会的に実装（具体化・具現化）することを目的とし、下記の活動に取り組んだ：(1) 科学的知見に基づく地質調査；(2) 史料による地域災害史の解明；(3) 地質調査及び史料調査を活用した防災・理科教育；(4) 避難訓練の提案・実施。

2. 活動記録

本年度の活動を表-2 に示す。本年度は毎月 1 回を目安に打ち合わせを実施し、定期的に互いの進捗状況を確認した。また必要に応じて臨時的に打ち合わせの場を設けた。打ち合わせを始め、各活動はすべて議事録・活動報告書に記載し、情報の共有・活動の可視化に励んだ。

表-2 本年度の活動記録

日時	内容	参加者
4. 2	打ち合わせ	石澤・昆・長谷川・平田
4. 8	地質調査（高久地区）	昆・石澤・長谷川・平田
4. 10	打ち合わせ	伊藤・長谷川・昆・石澤 磯崎・平田
4. 16, 21, 23	標本作成	伊藤・石澤 長谷川・平田
4. 22	打ち合わせ	伊藤・昆・磯崎 長谷川・平田
4. 25-26	エクスカージョン	伊藤・昆・長谷川 石澤・磯崎
5. 8	活動報告	平田
5. 15	打ち合わせ	石澤・昆・磯崎・平田
5. 20	教育指導案作成	伊藤・長谷川・平田
6. 9-10	防災・理科教育 （豊間小学校）	山田 ¹ ・伊藤 長谷川・平田
6. 12, 17	打ち合わせ	全員
6. 19	打ち合わせ	伊藤・石澤・松岡

		長谷川・佐々木・平田
7.7	打ち合わせ	伊藤・松岡・石澤 長谷川・佐々木・平田
8月	活動報告	平田
9.11	打ち合わせ	伊藤・長谷川・昆・松岡 佐々木・平田
9.11, 14, 16, 17, 23	教育事前準備	伊藤・長谷川・昆 磯崎・平田
9.23-24	防災・理科教育 (高久小学校)	伊藤・長谷川・昆 磯崎・平田
10.9	打ち合わせ	全員
10.24-25	活動報告	平田
11.3	打ち合わせ	長谷川・松岡 石澤・昆・平田・佐々 木
11.17, 20, 21	地質予備調査	昆
11.30- 12.2	史料調査(明治大学)	松岡・佐々木
12.8	打ち合わせ	伊藤・長谷川・昆・松岡 石澤・佐々木・平田
12.11	シンポジウム運営補助	長谷川・佐々木
12.12-14	地質調査	石澤・昆・伊藤・長谷 川磯崎・松岡・佐々木
1.15	打ち合わせ	石澤・昆・伊藤・磯崎 松岡・平田
1月	活動報告	佐々木
1.16	避難訓練・ シンポジウム	佐々木 ² ・伊藤・磯崎 松岡・昆・平田

¹ 自主企画「小・中学生および留学生を対象とする総合的防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定」より参加

² C-1ab「C-5 津波避難・防災計画策定ラボ」より参加

3. 活動内容

本章では、本企画を構成する 4 つの活動について活動内容をそれぞれ記す。

3. 1 科学的知見に基づく地質調査

3. 1. 1 背景・目的

2004 年インド洋大津波や 2011 年東北地方太平洋沖地震とそれに伴う巨大津波、2013 年の台風 30 号によるフィリピン・レイテ島で発生した高潮など、人類は近年の自然災害の脅威を目の当たりにし、防災に対する期待が世界中で高まっている。我が国においては、2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う巨大津波を教訓に自然災害に強いまちづくりを目指し、被災地の復興が着実に進んでいる。高台への住宅地の集団移転や、津波で被災した沿岸部の嵩上げ工事がその例である。このようにハード面では着実に自然災害に強いまちづくりが行われる中、ソフトの面でも対策が急がれる。こうした中、過去に起きた災害を知ること、今後起こりうる災害の予測が可能だと考えられる。過去にどのような災害が発生したかを把握し、それについて社会が対策することで安全・安心な社会が構築される。よって災害史を解明することは、安全・安心な社会構築の第一歩と言える。

869 年に発生した貞観地震は、2011 年の東北地方太平洋沖地震とほぼ同じ震源で発生し、巨大な津波が東北地方の沿岸部の広域を襲ったとされている。仙台平野においては、貞観津波により推定される浸水域が東日本大震災の浸水域とほとんど同じであったということが地質学的な調査から分かっている（ただし、当時の海岸線は今よりも内

陸側であった)。しかしながら福島県においては、南相馬市など県北の一部の地域でしか貞観津波が襲来した証拠(津波堆積物)を確認できていないことから、貞観津波の規模は未だ解明されていない。

我々は貞観津波が福島県最南に位置するいわき市を襲ったか否かを、地質学的手法を用いて2013年度から調査を行ってきた。この貞観津波がいわき市内を襲ったかどうかの不確定事項を解明することは、貞観地震そのものの解明に関連するため、福島県浜通り沿岸部において防災対策を実施する上で極めて重要な情報になる。また、この調査から得られる結果は、いわき市内の小学校で実施する防災・理科教育(3.3節参照)をはじめとした、我々の活動の土台になる。

また本年度から、史料に記された古地震と古津波の調査を開始した(3.2節参照)。史料に記された歴史記録と地質調査の融合は、イベント堆積物の同定に極めて有効である。よって本年度から、史料が存在する17世紀以降の古津波(慶長、延宝津波など)の地質調査にも着手した。

ここでは本年度の地質調査の結果と、これまでの調査結果から解明したことをまとめて報告する。

3. 1. 2 調査地点

これまでの調査地を図-5に示す。これらの地点は、いわき市沿岸部のほぼ中央に位置し、他の地域と比べ広い平野部が広がる点の特徴である。これらの地域における地下の地質に関しては、「シームレス地質図」(産業技術総合研究所)にまとめられている。この平野部の大部分は水田として使われており、その平野部に点在する小高い砂丘地に住宅が建っている。我々はこの平野部の水田において、水田として使用されていない時期に古津波の調査を実施した。

昨年度から調査を実施している高久地区においては、イベント堆積物がどのように分布しているかを解明するため、東西に側線を引き調査を実施した(図-5)。



図-5 路頭観察・ボーリング調査地点（2014年以降）

北から下大越地区・藤間地区・高久地区・下高久地区である。東に太平洋、東西方向に平野が位置しており、その多くが水田として利用されている。藤間地区・高久地区・下高久地区における側線は、東西方向に堆積物の変化を追うために引いた。

本年度から着手した下高久地区、藤間地区は他の調査地よりも海岸線に近く、また標高が低く、2011年の津波の浸水域である。これらの地区周辺には先行研究があり、「津波堆積物データベース」（産業技術総合研究所）にまとめられている。これらの地区は高久地区と比べ海岸線に近いことから、このデータベースに報告されているイベント堆積物は、近代において貞観津波よりも小規模な津波の可能性が否定できないと考えた。そこで両地区においても東西に側線を引き、近代の津波の痕跡の調査を実施した。

下大越地区では、大規模な土地改良の工事を施工していた現場に立ち会うことができ、巨大なトレンチ調査を実施することができた。

3. 1. 3 手法

2011年東北地方太平洋沖津波により堆積した津波堆積物の場合、その層厚は30 cm以下が主であるため、多くの場合はスコップで掘

り、面を出し調査を行う。一方、過去の津波堆積物は、地中に堆積しているため、スコップでトレンチを掘るには多くの労力を必要とする。この労力の軽減のため、我々は1 m のハンディジオスライサーを用いて調査を行ってきた。ハンディジオスライサーを用いた津波堆積物の調査は非常にシンプルで簡単に実施できるという利点がある。まず、調査地点にハンディジオスライサーを大鎚で地面に打ち込み、その後、専用の抜き取り機でハンディジオスライサーを地中から抜く。この一連の作業はおおよそ 5-10 分程度である。抜き取ったハンディジオスライサーは地中の堆積物を綺麗に抜き取るため、堆積物の観察も容易である。またそれに加えて本年度は、より機動性の高いピートサンプラーを用いた(図-6)。ピートサンプラーは半径 3 cm ほどの円筒状の掘削機材である。これを地面に押し込むことで地下数 m の堆積物を抜き取り、観察することができる。



図-6 ピートサンプラーを用いた地質調査の様子

3. 1. 4 結果・考察

3. 1. 4 (1) 高久地区

2014 年度に引き続き、本年度高久地区の 9 地点において、ジオスライサーを用いた地質調査を田植え前の 4 月に実施した(図-7)。高久地区が開田したのは江戸時代後期の安政時代(西暦 1854 年～)であるので、耕作土より下部層は安政時代より古い層である。

T4 から T9 において、約 50 cm から下部層はすべて砂層である (図-7)。この砂層は産総研のシームレス地質図に示されている「後期更新世 (18,000 年前) - 完新世 (現在) の砂丘堆積物」と考えられる。この砂層の上部には砂泥層が 10 cm 前後で堆積しており、最上位は泥層である。この泥層は沼や湿地帯の腐植土の堆積層と考えられる。それより上位は耕作土であり、開田以降は何度もこの泥層も擾乱されていることが考えられるため、この泥層の層厚を見積もることはできない。しかし、T4 から T9 において得られた地質情報から以下のシナリオが考えられる；後期更新世以降、これらの地点は砂丘であったが、しばらくして縄文海進 (約 6,000 年前) や陸水の流入などが原因で湿地帯となり、安政時代の開田まで土地利用はされてこなかった (図-7)。

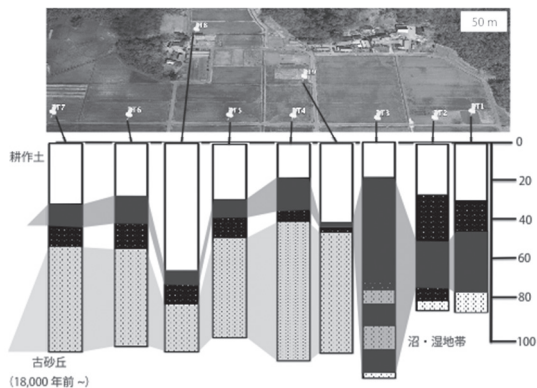


図-7 高久地区におけるジオスライサーを用いた地質調査の結果

黒色は泥層、黒色に点々があるのは砂泥層、白色の点々は砂層を示している。多くの地点で、耕作土の下位は腐植土から成る泥層であり、かつては沼のような湿地帯だったと思われる。T4 から西側では、その泥層より下位は砂層であった。これは産総研のシームレス地質図で示された古砂丘堆積物と思われる。一方、T3 においては泥層が 80 cm 以上続くため、局所的な湿地帯だったと思われる。

さらにこの地点では、唯一イベント堆積物が泥層に挟まれて堆積していることを確認した。T3のイベント堆積物は少なくとも2層あり、地上から75-83 cm及び94-106 cm下方地点で確認した。イベント堆積物を挟むT3の泥層の層厚は他地点の泥層と比べて厚いため、堆積速度が他の地点よりも速かったと推定される。我々は、この地点を局所的な沼地であったと考える。そのため沼の腐植土が堆積していたこの地点のみ、水害のイベント時に砂が運搬され堆積する一連の過程を保存したのだらうと我々は考えている。T4からT9でイベント堆積物が見つからなかった理由としては、イベント堆積物が約50 cm下方の古砂丘堆積物の層に埋もれて堆積しており、古砂丘堆積物と砂で構成されているイベント堆積物の識別ができなかった、もしくはT4より西側の地点には水害によって砂が運搬されなかった、ということが考えられる。

現時点では2014年度に実施した調査で見つけたイベント堆積物（T7より200 m西の地点において深さ70 cm、厚さ3 cmのイベント堆積物）とT3で見つかったイベント堆積物が、同じイベントで堆積したかは不明である。この不明瞭さを検証する方法として、(1) このイベント堆積物の分布を調べる、(2) 放射性炭素年代測定でイベント堆積物の年代を算出することが考えられる。こうした手法に基づく科学的検証の実施が高久地区における今後の課題である。

3. 1. 4 (2) 下高久・藤間地区

下高久地区と藤間地区の調査は、稲刈りが終わった2015年12月に実施した。両地区も高久地区と同様、開田したのは安政時代なので、耕作土より下位層は19世紀以前の層である。この地区における調査は、海岸線に近い防災林から西に向けてピートサンプラーを用いたボーリング調査を行い、江戸時代以前に襲来した津波の痕跡の有無を検討した。下高久地区で7地点、藤間地区では18地点ボーリング調査を行い、その結果を図-8及び図-9に示す。

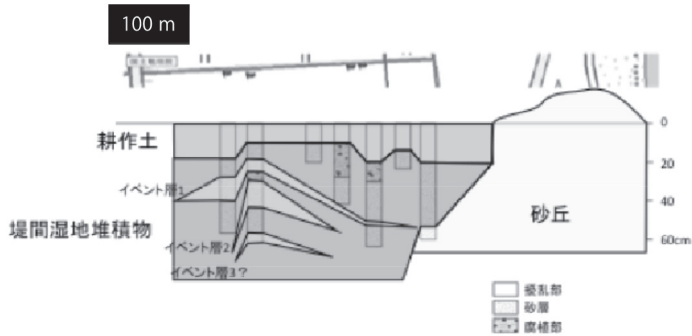


図-8 下高久地区の調査結果とその解釈

古砂丘堆積物及び複数のイベント堆積物を確認した。

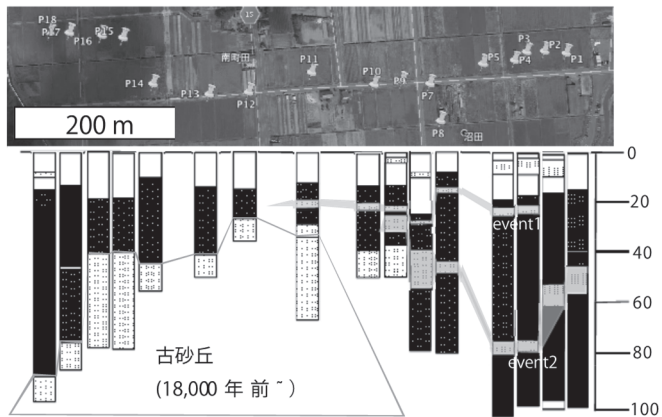


図-9 藤間地区におけるボーリング調査の結果

図中右のスケールは20 cm 刻みである。耕作土下位層（地上から20 cm 下方）においてイベント層を確認した。このイベント層は耕作土から近いため、擾乱によって失われてしまった地点があるかもしれない。それより下位の event 2 の層は海岸線に近い層から内陸側方向への堆積を確認した。いずれの層も県道 15 号線付近で確認できなくな

った。これより西側においては古砂丘の砂層を確認した。

産総研のシームレス地質図によると、両地区の調査地点は、後期更新世（18,000年前～）以降の古砂丘の砂層に囲まれており、この古砂丘に挟まれたエリアは堤間湿地帯だったと考えられる。我々の調査結果からも、下高久地区では海岸線に近い東側の地点で、藤間地区では県道15号線周辺から西側で、古砂丘と思われる砂層が確認できた。

一方、堤間湿地と考えられる地点からは、泥層もしくは砂泥層に挟まれた2層のイベント堆積物が両地区で確認できた。特に藤間地区では、2層のイベント堆積物が複数の地点で広く分布しているのを確認した。上位のイベント層に関しては、耕作土付近に堆積しているため、地点によっては擾乱されている可能性がある。しかし、2層のイベント堆積物は、古砂丘が堆積している県道15号線より西側では確認できなかった。この理由としては、高久地区と同様、古砂丘と砂で構成しているイベント堆積物の識別ができなかった、もしくは県道15号線より西側の地点には砂が運搬されなかった、ということが考えられる。

フィールド調査よりこれらのイベント堆積物からは以下のような特徴を確認した。

- (1) 上方細粒化
- (2) 侵食箇所礫が堆積
- (3) 砂の淘汰が悪い
- (4) 最大1 cmの泥の偽礫 (rip-up clast)

(1) 「上方細粒化」は文字の通り、層の下部から上部に従い粒度が細かくなっていくことである。堆積物が水によって侵食され運搬する際に、水の流速の減少に従って粒度が大きい（重い）砂から順に堆積が始まり、粒度が細かい堆積物は上部に堆積することからこのような堆積構造が起こる；(2) 「侵食箇所礫が堆積」は、高密度の乱流によって地表面が侵食され、その箇所は局所的に流速が落ちたため礫が堆積したことが考えられ、このような堆積構造は東日本大震災の津波で堆積した津波堆積物からも複数確認されている；(3) 「砂の淘汰が悪

い」とは、砂の粒度にばらつきがあることであり、渦のような乱流によって堆積物が運搬・堆積した結果得られる堆積構造である；(4)「泥の偽礫 (rip-up clast)」とは、泥で覆われた地表面を侵食するような乱流によって泥の塊が運搬・堆積したものである。これら4つの特徴は全て津波堆積物で見られる特徴であるため、今回観察したイベント堆積物は津波堆積物である可能性を見出した。

3. 1. 4 (3) 下大越地区

下大越地区では、地震の痕跡である噴砂の堆積物(液状化の跡)と、その上位に砂層を確認した。この噴砂は礫で構成する箇所が広く見られることから、巨大地震(激震)であったことが考えられる。一方、噴砂の上位に堆積している砂層は、淘汰が悪く泥の偽礫も観察できた。以上のことから、この地層構造より激震後に津波が襲来したことが示唆された。詳しい露頭の写真、柱状図、噴砂の年代(地震発生の年代)および堆積物の粒度などの情報は国際誌への投稿を目指し、現在まとめている。

3. 1. 5 まとめ・今後の課題

本年度、下大越地区における噴砂及び津波堆積物の発見から、住民の間で伝聞されてきた「これまでいわき市には津波はなかった」という事項は間違いであったことが明らかとなった。しかし津波がいつの時代に起きたかは現時点では依然として不明である。史料によると近代では江戸時代に延宝津波が襲来していたという記述がある。また貞観津波が襲来していた可能性も否定できない。よって、今後はイベント堆積物の年代測定が重要だと考える。

高久、下高久、藤間地区で見つかったイベント堆積物が津波堆積物か否かの判定は、下大越地区の津波堆積物との整合性で解明されると思われる。高久地区の多くの地点は古砂丘堆積物であるため、砂層のイベント堆積物の識別と整合は困難であるが、T3のような湿地がどのように広がっていたのかは非常に興味深い。なぜならこの湿地は、

古砂丘を越えてやってきた巨大津波の痕跡を保存している可能性があるからである。また、各年代においてこれらの地域の海岸線を考慮することも、古津波の挙動を解明する上で重要となる。

3. 2 史料による地域災害史の解明

3. 2. 1 背景・目的

東北地方太平洋沿岸は、これまで多くの津波被害をうけてきたことが、史料上から確認されている。その被害の多くは岩手県を中心とした三陸沿岸に集中しているため、それ以外の地域での津波被害はそれほど注目されてきたわけではない。しかしそのような地域でも、三陸沿岸に比べれば少ないものの、津波によって大きな被害をうけた歴史を持つことが分かってきている。それは、いわき市沿岸においても同様である。

いわき市沿岸を襲った歴史津波に関する研究は、少ないながらも存在する。しかし、それらは津波による被害状況に注目したものであり、また史料の検討に不十分な点が見られることから、再検討の必要があるように思われる。当然ながら、被害にのみ注目していることから、津波が社会に与えた影響や復興過程などの検討も、ほぼ手つかずのまま残されている。これら人々が災害とどのように向き合ってきたのかを知ることは、重要な検討課題であると考えられる。

今回、我々はいわき市における歴史津波の様相を探ることを目指した。それは、これまでの歴史津波の研究同様に被害状況の確認が中心となるが、これに加えて津波襲来後、行政（今回は江戸時代の藩）がどのような動きをしたのかなど、社会の動向を検討することを試みた。

3. 2. 2 結果

3. 2. 2 (1) いわきを襲った歴史津波

我々はいわき市における歴史津波を検討するために、いつ津波がいわき市沿岸に被害を与えた（と考えられる）のかを探ることから始めた。はっきりと被害が出ていることが分かる歴史津波はそれほど数が

ないものの、例えば貞観地震津波（869年）のように、記録上いわき市のことは書かれていないが被害が出ていることが想定できる津波もいくつか存在する。また、津波による被害は出ていないが小津波を観測した関東大震災（1923年）のような例もある。

先行研究より、いわき市沿岸に被害を与えた（と考えられる）津波は16件を確認することができた（表-3）。古い時期の津波では、いわき市の被害に関する史料は存在しない。これは他地域でも同様であり、いわき市が特殊であるわけではない。

表-3 福島県沿岸を襲った歴史津波

No	和暦年月日	西暦年月日	概要	被害
1	貞観 11. 5. 26	869. 7. 13	貞観地震。多賀城下に海水至り、溺死者 1,000。	
2	応永 27. 7. 20	1420. 8. 29	茨城県日立市沿岸（河原子・相賀）で潮の干満あり。日立市十王地区で砂層が2層発見され、1000～1400年頃の範囲内と推定されている。	
3	享徳 3. 11. 23	1454. 12. 12	奥州（陸奥国）に津波が押し寄せ、広い範囲に（波が）入り、人が多く海水に飲み込まれ死んだ、との記録あり。	
4	慶長 16. 10. 28	1611. 12. 2	慶長三陸地震。津波による被害大。北海道から福島県までの被害記録あり。相馬中村海岸に被害。	

5	延宝 5. 3. 12	1677. 4. 13	延宝三陸地震。地震後約 1 時間で津波来る。岩手 県沿岸で被害大。小名浜 で通常よりも大きな潮 の干満が確認される。	○
6	延宝 5. 10. 9	1677. 11. 4	延宝房総地震。福島県か ら千葉県にかけて津波 襲来。磐城平藩で家 550 (or 487) 軒流倒、死者・ 行方不明者 130 余 (or 189)。	○
7	元禄 12. 12. 9	1700. 1. 27	アメリカ・カスケード海 溝の地震による遠地津 波。三陸～紀伊半島にか けて津波襲来。日本での 最大波高は和歌山県田 辺の 5. 4m。	
8	元禄 16. 11. 23	1703. 12. 31	元禄地震。津波は千葉県 犬吠埼から静岡県下田 に襲来、被害を与える。 小名浜にも津波襲来、大 宝切通しが崩れる。	○
9	寛政 5. 1. 7	1793. 2. 17	寛政三陸地震。岩手県・ 宮城県の三陸沿岸での 津波波高大。いわきでの 津波は引きから始まり、 死者 3 人。	○
10	明治 10. 5. 10	1877. 5. 10	チリ (イクイク Iquique 沖) の地震による遠地津	

			波。房総半島で死傷者多く、函館で波高 2m。	
11	昭和 8. 3. 3	1933. 3. 3	昭和三陸地震。北海道から三陸沿岸にかけて、津波による大きな被害が出る。小名浜で 1m 余の津波を観測。	○
12	昭和 13. 5. 23	1938. 5. 23	福島県内各所で地震被害。小名浜で小規模な津波が観測される。	○
13	昭和 13. 11. 5	1938. 11. 5	福島県東方沖地震。地震により福島県で死者 1 名、全壊家屋 4 軒出る。小名浜で最大 1m 余の津波を観測。	○
14	昭和 35. 5. 23	1960. 5. 23	チリ地震（遠地津波）。地震の翌日に日本各地に津波襲来、被害を与える。小名浜では 2.4m の津波を観測。	○
15	平成 22. 2. 27	2010. 2. 27	チリ中部沖の地震による遠地津波。小名浜で 50cm、四倉で 2m 未満の津波。	○
16	平成 23. 3. 11	2011. 3. 11	東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）。	○

「被害」はいわきでの被害の有無について記載

宇佐美ほか（2013）、行谷・矢田（2014）を参考に作成

3. 2. 2 (2) 延宝房総地震津波による被害

今回我々は、延宝房総地震津波（表-3 の No. 6）に注目し検討することとした。延宝房総地震津波は宇佐美ほか（2013）によると、震源は東経 142.0 度・北緯 35.5 度、推定マグニチュード 8.0 であり、この津波はいわき市沿岸に大きな被害を与えているという。この津波の発生した当時、いわき市の大部分は磐城平藩・内藤家の領地であった。内藤家は元和 8 年（1622）から延享 4 年（1747）まで磐城平藩を治めた大名家であった。

明治大学博物館は、この内藤家が所蔵していた史料群（内藤家文書）を保管しているのだが、ここには延宝房総地震津波に関する史料も含まれている。本年度は 2015 年 11 月 30 日から 12 月 2 日までの日程で、それらの史料に加え、延宝年間（1673-1681）を中心とした時期の史料の調査を行った。

延宝房総地震津波に関する記載のある史料は『万覚書』『江戸状案紙』『岩城御領内大風雨大波洪水之節覚書』の 3 点である。これらはすべて『新収日本地震史料 第 2 巻』に収録されている。今回の史料調査は、その原本調査である。このうち『岩城御領内大風雨大波洪水之節覚書』（以下『覚書』）には具体的な被害内容が書かれている。しかし、調査では虫損を理由に閲覧することはできなかった。そのため、『覚書』だけは史料集掲載のもので検討することとなった。

地震直後の藩庁の動きは『万覚書』に詳しく書かれていた。10 月 10 日条には次のように書かれている（以下、史料記述はすべて読み下しにしている）。

昨夜亥の下刻、御領内浜々へつなみ（御座）候由、注進これあり。

これは、「昨夜（9 日夜）23 時に、藩内の沿岸部に津波が襲来したと、報告があった」という意味である。これは被害報告ではなく、被災したことを伝える速報であった。当時は災害によって被害を受けると、その情報を江戸幕府に報告する必要があった。そのため、藩とし

ては具体的な被害の実態を知る必要があった。

津波の翌日である 10 日には、さっそく現地での被害調査が行われた。『万覚書』は次のように書かれていた。

辻与一右衛門、浜々大破の様子仰せ上げられ候ため、十三日に江戸へ遣さるべき由仰せ出され候、それに付き、今夜通し四倉より浜方段々様子見届け、小名まで見分いたし参るべく候

これは「辻与一右衛門を、沿岸部の被害の様子を報告するため、13日に江戸へ遣わすようにとのことである。そのため、今夜四倉から沿岸の村の様子を見て、小名浜まで調査するように」という意味である。被害状況について 13 日に使者を江戸の磐城平藩の屋敷へ派遣する予定であったことから、すぐに四倉から小名浜までの実況見分が行われたことが分かる。また『万覚書』には、実況見分とは別に郡代官所からは具体的な被害状況の報告書が藩庁へ提出されることになっていたことが書かれている。

なお『江戸状案紙』には、江戸の磐城平藩の屋敷へこれらの動向について伝えた書状案が収録されている。

磐城平藩の被害状況は江戸幕府に報告されている。それは『覚書』に、江戸幕府の大老・老中など宛てで 10 月 12 日付の被害報告書の写しが掲載されていることから分かる。

ここに挙げられている磐城平藩内の被災村は、小名浜・永崎・中ノ作・薄磯・四倉・江之網（田之網村内の小村）であり、被害内容は次の通りである。

- ・流倒家数 330 軒、破損家数多
 - ・家財米穀刈稲は大分流失
 - ・塩竈 10 基破損
 - ・猟船・荷船 97 艘破損、11 艘行方不明
- ※このうち 3 艘は米俵を積んでおり、560 俵を海に捨てている
- ・溺死者 75 人（男 46 人、女 29 人）、怪我人数多

- ・牛馬 30 疋流死

また、磐城平藩には湯長谷藩という支藩（磐城平藩を本家とする、分家の藩）があり、磐城平藩とは別に被害がまとめられ、別途幕府へ報告されている。湯長谷藩の被災村として挙げられているのは江名・豊間で、被害内容は以下の通りである。

- ・流倒家数 218 軒、破損家数多
- ・家財米穀刈稲は大分流失
- ・猟船・荷船 31 艘破損、2 艘行方不明
- ・溺死者 44 人（男 24 人、女 20 人）、怪我人数多
- ・馬 5 疋流死

このように、『覚書』からは 8 か村の被害の様子が分かる。

3. 2. 2 (3) 地震前後の生産力の比較

この地震・津波によって被害を受けた 8 か村は、その生産力も影響を受けたのか。この点を確認するために明治大学博物館所蔵『陸奥国之内菊田高野石川磐ヶ崎磐城檜葉標葉行方宇多郡高辻帳』（『正保郷帳』とも呼ばれる、正保 4 年）および『陸奥国磐城領郷帳』（『元禄郷帳』とも呼ばれる、元禄 10 年）から、磐城平藩内 5 か村の石高を比較してみた。その結果は、表-4 のとおりである。『正保郷帳』『元禄郷帳』はそれぞれ延宝房総地震津波の前後 20～30 年隔てており、地震・津波による影響を正確に示しているわけではないが、この当時の被災村の生産力を知るためには、ある程度参考になると思われる。

このほか、延宝房総地震津波当時の生産力を知るための史料として、延宝 6 年の『陸奥国棚倉岩城相馬領郷帳』というものがある。この史料には村ごとの田畑の面積がまとめられている。ただし、この史料にはすべての村の記載がなく、被災 8 か村の中では薄磯村の状況しか分からない。延宝 6 年の薄磯村の田畑面積は、本田畑 20 町 17 歩・新田畑 12 町 4 反 1 畝 22 歩であった。

表-4 延宝房総地震津波による被災村の正保郷帳・元禄郷帳の比較

		正保郷帳		元禄郷帳
磐前郡	小名浜	416石8斗 5升	田方72石7斗7升 8合	1468石8斗 0升7合
			畑方344石7升2合	
	永崎村	354石7斗 9升	田方246石8斗6升 7合	434石4斗 8升5合
			畑方107石9斗2升 3合	
	中之作村	36石2斗 5升5合	田方4石8斗2升	44石2斗 9升4合
			畑方31石4斗3升 5合	
	薄磯村	120石6斗 5升4合	田方57石9升	196石5斗 7升4合
			畑方63石5斗6升 4合	
	江名村	291石	田方127石8斗5升	515石余
畑方163石1石5升				
豊間村	582石6斗 8升	田方331石2斗5升 1合	1009石余	
		畑方251石4斗2升 9合		
沼之内村	282石1斗 3升1合	田方190石5斗6升	397石9斗 1升8合	
		畑方91石5斗7升 1合		
藤間村	186石7斗 8升5合	田方109石1斗2升 3合	247石2斗 1升9合	
		畑方77石6斗6升 2合		

	上高久村	874 石 3 斗 4 升 2 合	田方 732 石 4 斗 1 升 7 合	790 石 7 斗 1 升 2 合
			畑方 141 石 9 斗 2 升 5 合	
	下高久村	818 石 2 斗 7 升 1 合	田方 588 石 4 斗 2 升 4 合	1207 石 9 斗 3 升 5 合
			畑方 229 石 8 斗 4 升 7 合	
磐 城 郡	四倉村	933 石 7 斗 4 升 7 合	田方 762 石 1 斗 3 升 4 合	952 石 5 斗 4 升 6 合
			畑方 171 石 6 斗 1 升 3 合	

明治大学博物館所蔵『陸奥国之内菊田高野石川磐ヶ崎磐城檜葉標葉
行方宇多郡高辻帳』『陸奥国磐城領郷帳』により作成

※被災村である江之網村は両郷帳に記載がないため、ここには挙げていない。

※江名村・豊間村は別藩であるため『陸奥国磐城領郷帳』には記載がなかった。そのため、ここでは『福島県の地名』にある値を引用した。

※沼之内村から下高久村は被災村に近いことから、参考として挙げている。

3. 2. 3 考察

今回の史料調査から、磐城平藩が地震直後に現地での被害調査を行っていること、また郡代官所からも藩庁へ被害が報告されていることが分かった。当時は、いち早く幕府へ被害を届け出る必要性があったことがここから分かるが、このように災害を受けた場合の情報収集や伝達の方法がすでに定まっていた点は、注目されるだろう。

現いわき市内の被害だが、ここでは津波被害の調査結果であったこ

とから「流失」や「溺死」といった文言が用いられている。怪我人については実数が書かれていないものの、かなりの数にのぼったと考えられる。また『万覚書』10月17日条には、中之作村で怪我をした者のうち2人が死亡したとあり、怪我人の救護がうまくいっていなかった状況を読み取ることができる。

一方で、地震被害は史料に記載されていない。これは現存する史料から被害情報が漏れている可能性もありうるが、ここではむしろ地震自体による被害はなかったと考えるのが妥当であろう。仮に地震による被害もあったならば、それについても幕府へ報告しているはずであり、『覚書』に記載がなければならぬ。しかしその形跡がない以上、この地震自体による被害はなく、ここでは考慮する必要はないと判断できる。

表-4 に挙げた被災村および近隣4か村の石高の変化を見ると、約50年で上高久村以外のすべての村で石高が増えていることが分かる。これは、この間に農業技術の向上と新田開発が行われたことを示している。地震の翌年（延宝6年）に作成された『陸奥国棚倉岩城相馬領郷帳』には、薄磯村で本田畑とは別に新田畑の項目があることから、新田開発が進められたことが証明される。恐らく、他の被災村でも同様に新田開発が行われていたのだろう。被害報告には田畑が被災したとの記載はないが、一方で米穀・刈稻が流失したとあることから、地震・津波は稲の刈り入れが終わった後に起きたことが分かる。あるいは、田畑の被害報告がないのは、このような側面があったのかもしれない。

なお被害報告には塩竈破損とあるが、これは小名浜沿岸での製塩業の被害を示すもので、全村の沿岸で同じような環境が広がっていたわけではない。

3. 2. 4 今後の課題

今回は、延宝房総地震による被害状況の確認と藩の動向、石高に見える生産力の変化に注目したが、被災村に対する藩の働きや復興過程

を確認するまでは至らなかった。また、被害数は把握できたものの、それがどれほどの規模の被害だったのかを見ることはできていない。もちろん、史料の残存状況による制約はあるものの、これらの点は今後検討すべき課題であると考えている。

津波被害に関する史料調査のほか、我々は洪水被害に関する史料の調査も行った。こちらには、田畑の被害に関する記載もあるが、藩内での被害の総数をまとめたものであるため、各村での具体的な被害は分からない。また年未詳の史料であるため、この洪水がいつ発生したものかの把握も必要である。しかし、さらに調査を進めれば地震・津波被害との比較もできる可能性がある。この調査も、今後の課題としたい。

3. 3 地質調査及び史料調査を活用した防災・理科教育

3. 3. 1 背景

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、地震・津波による人的・物理的被害を広範囲にもたらした。阪神大震災以後、建築基準の厳格化を一例とするハード面の防災対策が注目され、防波堤や耐震構造の建築物が整備された。これにより、東日本大震災では地震の揺れによる家屋倒壊の被害は最小限に抑えられたといえる。しかしながら、建設・維持のコストや景観・居住環境などの問題を考えると、ハード面の対策で防げる被害には限界がある。また、多くの災害の原因となる自然現象には不定性があり、過去の記録から定められた基準や想定規模を超える可能性が十分にある。実際、震災以前の経験や伝承から、「この土地には津波はこない」、「津波警報が出ても命が脅かされることはない」といった誤った先入観が周知され、正確な知識が欠如していたことで、震災時には東北地方をはじめとした多くの地域で津波による甚大な被害がもたらされた。このような問題に対処するためには、従来のハード面に重点をおいた対策だけでは不十分であり、地域特性に合わせた防災教育や自然現象そのものの興味・関心を高めるような効果的な理科教育（本報告書では、これら2つの教育

を統合し、防災・理科教育と呼ぶ) が不可欠であると我々は考える。

昨年度、本企画ではいわき市の沿岸地域である薄磯地区において理科教育に関する活動を行った。各地域の置かれる環境に合わせた、地域に根付いた教育を実現するためには、対象地域における継続的な活動が重要となるため、本年度も引き続き同地域において活動を実施した。

3. 3. 2 目的

本企画では、防災・理科教育を通して地域の安全・安心を社会的に実装することを目的とした。自然災害のなかでも地震災害及び津波や洪水などの水害に重点を置き、いわき市沿岸部の高久地区において行った地質調査で採取した地層標本を活用した災害史や災害の原因となる自然現象、災害が起こった際の減災行動についての教育を通して、防災意識の向上や科学的知見に基づく正確な知識の習得をねらう。

3. 3. 3 防災・理科教育の実施

本年度は、昨年度に引き続きいわき市の沿岸地域を対象として、6月10日にいわき市立豊間小学校、9月24日にいわき市立高久小学校において防災・理科教育に関する活動を実施した。本節では、2度の活動に向けた事前準備と実施内容、成果について記述する。

3. 3. 3 (1) 指導案の作成

地質標本を活用した防災・理科教育のための指導案を作成するため、5月20日(10時～11時半)に打合せを行った。さまざまな災害があるなかでも特に水害に着目し、水害に特徴的な堆積層がみられる地質標本の観察を通して身近な地域における過去の水害と今後の自然災害の可能性とその対策について考えてもらうことを授業の主目的とした。画像や文献などの記録が残っていない時期の災害についても、地層を観察することでその推定が可能であることを、本企画で実施した地質調査により採取した標本を活用することで効果的に伝えるこ

とを目指した。また、特徴的な堆積層をつくる要因となる水の堆積作用について実験を行うことで、現象そのものの理解や自然への興味・関心を深められるような授業内容を構成した。理科の授業で取り上げられているような土の粒度と堆積の関係を観察する水槽実験を行い、それが天然で観察される一例として地質標本を位置づけることにより理科と災害史を関連させるようにした。作成した指導案は付録-1に示す。

3. 3. 3 (2) 豊間小学校における活動 (6月10日)

子どもたちの防災意識を高めるとともに、地震や津波に対して正しい知識を習得してもらうことを目的として、自主企画「小・中学生および留学生を対象とする総合的防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定」との連携・合同で減災アクションカードゲームを行った。午前9時15分～12時10分の2～4校時にわたり、1・2年、3・4年、5・6年と1校時あたり2学年を対象として全校児童(計90名)に減災アクションカードゲームを体験してもらった。参加児童からは「災害発生後の行動について知らないことを新たに知ることができた」、「もっと色々な知識を知りたい」、「またカードゲームをやりたい」等の感想が多くきかれ、本活動のねらいである地震や津波に対する防災意識の向上や発災時に適切な減災行動を咄嗟に判断する能力、地震・津波に対する正しい知識の習得につながったと考えられる。

また、豊間中学校の鈴木隆教頭に本企画で考案する防災・理科教育について作成した指導案(付録-1)を提示し、理科授業への来年度の組み込みについて前向きな返答を受けた。地域に根ざした防災・理科教育を実現していくにあたり貴重な機会となった。

3. 3. 3 (3) 高久小学校における活動 (9月24日)

9時15分～11時15分の2・3校時にわたり、6年生28名を対象に防災・理科に関する授業および減災アクションカードゲームを1校時ごとに行った。以下、2校時実施の防災・理科に関する授業の内容と

実験の概要、事前準備、授業の成果について記述する。

【実施内容】

防災・理科に関する授業および減災アクションカードゲームの時間配分はそれぞれ以下の通りである。

- ・ 防災・理科に関する授業「水のはたらきと水害の歴史」
 - 0-5分：導入「水の色と自然災害」
 - 5-25分：実験1「侵食・運搬実験」
(説明・実験・観察と記入・発表・まとめ)
 - 25-45分：実験2「堆積実験」
(説明・実験・観察と記入・まとめ)
- ・ 減災アクションカードゲーム
 - 0-5分：導入
 - 0-40分：練習問題+3問
 - 40-45分：認定式

実験1は児童を6つの班に分けて班ごとに行い、実験2は教卓上で演示実験として行った。なお、カードゲームも同様に6つの班に分かれて実施した。

【実験概要】

実験1では、水の侵食・運搬作用について調べた。まず、バットに土(市販試料であるJオイル球根の肥料)を斜面ができるように入れ、洗浄ビンを使って斜面の上からゆっくりと水を流した。同様に、斜面の上から勢いよく流した。2つの結果を比較し、水の流量による流れた跡の形や運ばれる土の量の違いについて観察、考察を行った。天然で観察される例としては、台風や大雨などに伴う水害で地形が大きく変わることを挙げた。

実験2では、堆積の仕組みについて調べた。まず、水を張った水槽内へとつながるようにアクリル板で斜面をつくり、斜面上に礫、砂、泥のように粒度の異なる粒が混じった土を乗せた。水を流して土を水槽に流し込み、しばらく置いて土の堆積の仕方を観察し、粒の積み重

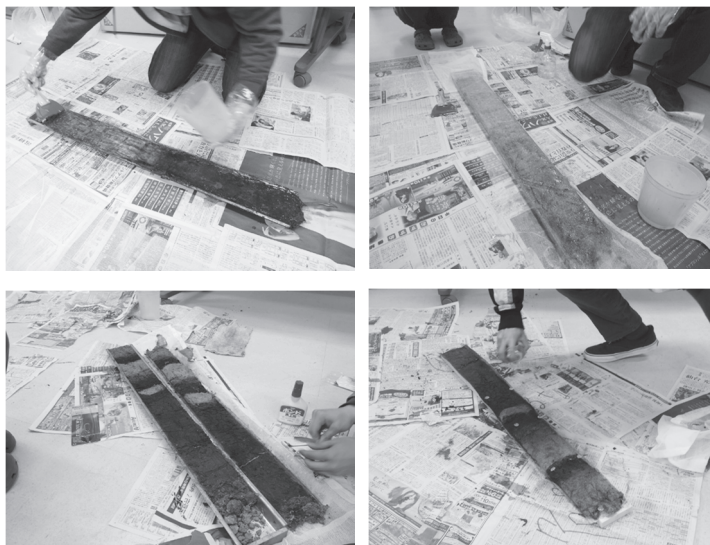
なり方のまとめや地質調査で得られた地層標本との比較を行った。堆積の観察時には作成した粒度表（後述）を活用した。地質調査により堆積の特徴を調べることで、過去に起こった水害の歴史についての知見が得られることを説明した。

なお、実験1に関しては高久小学校側の河川の浸食や運搬作用のような水のはたらきに関する実験を行って欲しいという要望を受けて、事前に提示した指導案（付録-1）に追加して実施した。

【事前準備】

4月8日にいわき市の高久地区において採取した試料を、授業に利用できるように4月21日（13時～14時）・23日（18時～19時）に標本化した。21日に樹脂を用いた試料の固定、23日に固定した試料の剥ぎ取りと標本表面の加工、土台とする板への貼付を行った（図-10）。

図-10 地質調査により採取した試料の標本化の様子



（上）4月21日の試料固定

（下）4月23日の切断・表面加工の様子（撮影：伊藤）

授業内容および実験についての事前準備は9月11日(15時～17時)、14日(17時～19時)、16日(15時半～20時半)、17日(9時～10時)、23日(13時～13時半)の5回(約10時間半)行った。実験1、2については使用する器具の準備と検討や予備実験、実験の撮影、粒度表の作成等を行った。特に、実験のポイントとなる土の検討は東北大学大学院工学研究科総合研究棟周辺の試料や市販試料(Jオイル球根の肥料)などを用いて繰り返し行った。粒度表は実験2で粒度と堆積の順番の関係を観察する際に用いるために、全児童28名に配布できるように約30枚程度作成した。総合棟前の試料を3種類のふるいを用いて礫(粒径 $>2\text{ mm}$)、砂(粒径 $2-1/16\text{ mm}$)、泥(粒径 $<1/16\text{ mm}$)に分け台紙に貼付した後、ラミネート加工を施してカードとした。授業に使用するスライド(付録-2)は分担で作成し、授業の流れに合わせて構築・編集して印刷し、授業プリントとした。

【成果】

授業については予定通りに進行し、実験内容・資料を含めて児童・教員からの評価も良かった。児童からも活発に意見が得られ、授業への積極的な参加が見られた(図-11)。カードゲームに関して、約9割の児童が楽しかった、やってよかったなどのコメントをしていた。



図-11 授業時の児童の様子 (9月24日 撮影：磯崎)

また、この授業の事前準備・実施の全体を通して向上した能力をグローバル安全学トップリーダー育成プログラムが目指す「金平糖型人材」に示される6つの項目のうち、「俯瞰力」、「リーダーシップ」、「コミュニケーション能力」、「問題設定力」の4つに則り、以下にまとめる。

・俯瞰力：

相手の背景知識や経験、能力などを考慮し、こちらの意図が伝えられる効果的な授業が検討できた。また、授業実施時は相手の積極性などの性格を考慮し、相手の立場に立って話を展開する力が養えた。

・リーダーシップ：

授業の実施を通して、教えたい内容をわかりやすく構築し伝えるという「ものを教える」という能力や、実験結果の考察を促し、その発表や議論を進行し助長するという「話をまとめる」能力が身についた。

・コミュニケーション能力：

非専門家である相手に専門知識をわかりやすく伝えられるように、年齢や知識量を考慮した話し方や議論の進め方、表現方法、伝達手段などが検討できた。

・問題設定力（問題の設定と解決）：

専門知識や標本を活用した授業展開の考案を問題として、その授業案を学校の理科の授業として実施するために、考案した授業内容と学校の授業内容との整合性や先方の希望を考慮しつつ、流れに無理のない授業構築・実施ができた。

一方で、授業では事前に学習済みの内容と重複するものが多く、受け入れ側とのより密な打合せが必要であったと考えられる。取り上げ

た内容が多く時間に余裕が無かったこともあり、児童の意見や感想を聴く時間を設けることができなかつたのも反省点である。そして、学校の授業ではできないような独自性や地域色をだした授業展開が今後の大きな課題である。

3. 3. 4 課題と展開

本年度の活動から、主に以下の3つの課題が浮彫りとなった。

1つ目は、学校で行われる「理科」教育との練引き・差別化である。児童たちの暮らす地域における地質調査から得られた地層標本を最大限に活用し、自然現象とそれに伴う災害を身近なものとして認識してもらえるような授業を行う必要がある。地質調査や防災教育等、複数の視点から安全・安心の社会実装の支援を図る本企画だからこそ実施可能な展開について再検討し、授業・実験内容の再構築をしていきたい。

2つ目は、実施内容の評価方法についてである。2度の活動では、児童の授業中の様子や感想発表、学校教員のコメントなどから授業やカードゲームの効果を把握してきたが、児童個人の人より詳細な意見や内容理解度、興味関心の評価には至っていないのが現状である。防災・理科教育の目標である防災意識の向上や科学的知見に基づく正確な知識の習得を適切に評価するために、今後はアンケートやクイズなどの実施を考えている。来年度の活動に向け、関心や意識の向上、知識の定着度を評価するためのアンケートやクイズの内容を検討することが課題となる。

3つ目は、長期目標である地域の安全・安心形成にどう結び付けていくかということである。防災・理科教育を継続的に行うことが中期の目標といえるが、長期的には地域による独自の教育展開が望まれる。今後は、いわき市沿岸地域における本企画の活動報告や小・中学校等での教育活動を継続して授業や知識を浸透させていくとともに、大人も対象とした公民館等での授業の実施や地層標本及び資料・教育パッケージの公共施設（学校、図書館など）への提供等も視野に入れ、地域に根付いた地域独自の防災・理科教育の実現を目指したい。

3. 4 避難訓練の提案・実施

3. 4. 1 背景

本節で報告する活動は、2016年1月16日、いわき市において実施された避難訓練に参加し、本企画のテーマである「安全・安心の社会実装」の観点に基づき、そこで得られた知見を地域へ還元することを目的として行われた。

とくに本節は前年度から継続して行われているため、以下の順番で記述を行う。「安全・安心の社会実装」を行ううえで避難訓練活動が占める位置の確認、上記日程で行われたいわき市の避難訓練についての概要、避難訓練のため参加した地域について説明、避難訓練の実際の状況の報告とそれを踏まえた避難行動の改善のための提案、本節のまとめ、以上の項目で構成されている。

3. 4. 2 「安全・安心」の社会実装における避難訓練の位置

本項は「安全・安心」の社会実装における避難訓練の占める位置を確認することを目的とする。

本企画においては、避難訓練の提案と実施というテーマは前年度から継続して取り組まれていたものである。前年度の自主企画報告書において、この避難訓練の占める役割について理論的に検討しているため、これを再度紹介することで本項の目的を果たしたい。

社会（ないし、地域）における「安全・安心」は〈上から〉与えられるものではなく、〈下から〉すなわち社会（ないし、地域）によって評価されるものであることはいままでもない。なぜなら行政主体の「安全・安心」だけでは十分ではないからである。こう考えると、行政が主体となる防災・災害対策＝「公助」の限界を理解したうえで地域防災力＝「自助」「共助」を育くむことが必要となる。

この「自助」「共助」を中心とした防災力の強化は、裏返せば、それ自体が新たな共同体を形成する契機となっている。ベック(1998)に従えば「不安による連帯」と呼ぶこともできる。本企画ではいわき市沿岸部において復興しまちづくりをしていく過程を「自助」「共助」

の発現の場と見るため、そこで重要な要素として考えられている「津波避難の体制づくり」は〈下から〉「安全・安心」を獲得していく実践として位置づけられる。上記のように「安心・安全」の社会実装における避難訓練の役割を位置づける。

3. 4. 3 避難訓練の概要

本項の記述はいわき市 HP 中の「平成 27 年度いわき市津波避難訓練の実施について」を参照している。訓練は 2016 年 1 月 16 日（土）午前 10 時から実施され、いわき市沿岸部 5 地域（平、小名浜、勿来、四倉、久之浜・大久）及び市役所本庁舎と沿岸各支所が会場とされた。想定された被害としては、「午前 10 時、宮城沖を震源とする地震が発生し、市内で「震度 6 強」を観測するとともに、沿岸部に「大津波警報」が発表された。また、市全域で、津波の河川遡上による洪水被害、土砂災害、建物倒壊、火災等が発生した」（市 HP より引用）が通知されていた。市が設定した訓練の基本方針は「住民主導による避難体制への構築に向けた地域防災力の充実強化」である。この方針の下、「地域防災コミュニティの構築」と「大規模災害発生時における初動体制の強化」、「防災関係機関との連携強化」の三つが達成すべき課題として挙げられていた。

避難訓練参加者は、午前 10 時に防災行政無線のサイレンなどによって地震の発生を知り（訓練開始の合図を受け）、あらかじめ定められた避難場所に避難する。ついで、二次避難場所が定められている場合はそこまで移動し、防災講話や炊き出し訓練などに取り組むことが想定されている。今回の津波避難訓練は 4 度目の実施であるが、新しく「自動車における避難」と「福祉避難所における要配慮者の受け入れ」が行われた。

3. 4. 4 対象地域について

避難訓練が実施された地域のうち、平沼ノ内区および薄磯区の訓練に参加した。本企画からは昆、磯崎、平田、伊藤、松岡、佐々木の 6

名が参加した。とくに沼ノ内区では、一時避難場所である沼ノ内公園と沼ノ内公民館、また沼ノ内弁財天に1名ずつ（それぞれ伊藤、佐々木、平田）が待機し避難行動の観察・録画を行った。市HPによれば、一時避難場所への避難完了想定時刻は10時30分とされている。また、磯崎は海岸から二次避難場所として定められている健登師記念会館（神谷作公民館）まで実際に徒歩で避難し、到着後、記念会館で実施された防災講話の観察・記録を行った。二次避難場所への避難完了時刻は11時を想定されていた。

薄磯区に関しては、昆及び松岡が訓練に参加した。昆は塩野崎灯台近くの観光会社である「山六観光」の避難訓練の様子を観察・録画した。また松岡は避難場所である金倉稲荷神社前に待機して、避難してくる住民の様子を観察・録画した。それぞれ調査を行った箇所については図-12のハザードマップ上で確認されたい。

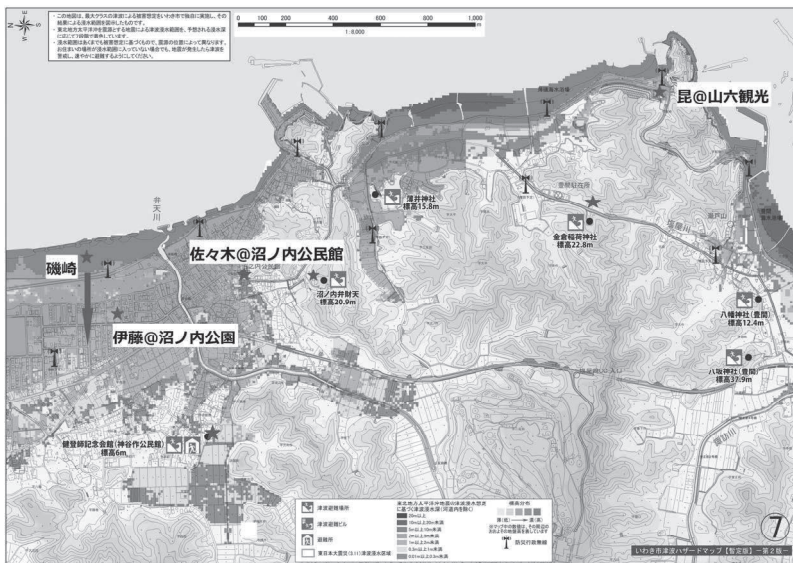


図-12 いわき市ハザードマップ
星印が待機場所、矢印が移動を表す。

3. 4. 5 当日の実施状況

本項では避難訓練の当日の実施状況を記述する。16日(土)、17日(日)の2日間をかけてセンター試験が行われていた。いわき市ではいわき明星大学がセンター試験の会場となっていたこともあり、当初いわき市の広報で告知されていた午前10時の「緊急速報メール(エリアメール配信)」は、試験の障害となるために行われなかった。

ここでは調査に入った平・沼ノ内区の一時的避難場所である沼ノ内公民館の避難訓練の様子と、薄磯区の二次避難場所である薄磯復興団地集会所で行われた防災講話を紹介する。

沼ノ内公民館では、訓練終了後国大協シンポジウム・東北大学災害科学国際研究所サイエンス・防災安全ディ「地域の安全・安心を考えるー住民同士の「絆」が身を助けるー」というシンポジウムが開催される予定もあって、訓練開始前から5名ほどの区役員が公民館に集まっていた。午前10時に防災行政無線のサイレンにより地震の発生と大津波警報の発令が伝えられたのち、10分以内に先ほどの区役員も含めた18名ほどの参加者が公民館前に集合した。そののち、午前10時15分には二次避難場所に指定されている健登師記念館(神谷作公民館)へ避難するために公民館を出発した。

薄磯復興団地集会所では、事前に市の広報で告知されていた時間よりもおおよそ30分ほど早く午前11時より防災講話が行われた。講演者は平消防署の職員が務めていた。講話の内容は、東日本大震災と津波浸水高、余震などについて説明、避難場所や経路、非常持ち出し品などを再度確認することの重要性を訴えるものであった。また災害発生時に情報収集するためのさまざまな手段の紹介や、「公助」の限界を説明しながら「自助」「共助」に基づいた「地域の防災力」を高める手段として自主防災組織の必要性に言及した。聴講していた住民からはサイレンの種類(大津波警報の場合3秒間のサイレン、津波警報の場合5秒間のサイレン)の違いについて説明が求められたほか、家の位置や風向きによってサイレンが聞き取りにくい場合に警報を確認する手段(防災行政無線電話応答サービス専用ダイヤル番号

0246-21-9901)について質問が出された。

3. 4. 6 課題と展望

今回の避難訓練では対象地域の住民に GPS を渡し、ログを記録しながら避難していただいた。また磯崎が海岸から健登師記念館へ避難した際のログも記録している。これらを比較することで住民と観光客との避難行動の違いを確認できるだろう。また伊藤が待機していた沼ノ内公園はいわき市のハザードマップ上では「2m 以上 5m 未満」の津波浸水深域である。この場所を一時避難場所とすることは本当に適当なのであろうか。これについて検証し、より適した避難経路を提案することも今後の課題となる。

「公助」の限界ゆえに「自助」「共助」による地域防災力を高めていく必要がある——薄磯復興団地集会所で行われた防災講話において度々指摘された。確かに〈下から〉の「安全・安心」を達成することも重要である。しかし日々、防災・減災のための情報は更新され、新たな制度や手段を手に入れることができる状態にある。地域防災力を高めるためには、これら最新の情報を速やかに住民へと伝えることも忘れてはならないだろう。本年度はいわき市の避難訓練が例年以上に遅れたため、本企画において沼ノ内区・薄磯区へと避難訓練を通して得られた知見をアウトリーチする時間が無かった点が悔やまれる。これを来年度以降の課題としたい。

4. 結論

本年度に実施した地質調査及び史料調査より、本自主企画の対象地域であるいわき市沿岸部において、過去の巨大地震及び津波被害の存在が示唆された。さらに、本年度は学校現場で防災・理科教育を実施したり、地域での避難訓練に参加したりした。しかし、本年度は各活動の「計画」「実施」が中心であり、それらの結果を十分議論するこ

とができなかった。今後はそうした議論を十分に行った上で、各活動の改善・評価を目指す。また、3.3.3(3)節で述べた通り、本自主企画活動を通して各人の能力が向上したように思われる。特に「俯瞰力」の向上が著しい。これは、専門の異なる学生同士の議論だけでなく、児童や地域住民の方々と接する機会によって養われたと考えられる。

今後の重要な問題として我々の活動を「地域にどう根付かせるか」「どう還元するか」といった点が挙げられる。長期的な視野を忘れることなく、いわき市沿岸部における地域の安全・安心の社会実装に向けて、こうした問題の解決を目指したい。

謝辞

本企画を進めるにあたり、東北大学災害科学国際研究所の松本行真准教授には企画全般にわたって御指導していただき、大変多くの御助言を賜った。同研究所の久利美和講師には防災・理科教育に関する御指導・御助言を賜った。また、薄磯復興協議委員会の鈴木勝氏、室谷和範氏、瀬谷貢一氏をはじめとする地域住民の皆様、横浜国立大学の菅野瑛大氏には多大な便宜供与や情報提供、御指導、御助言を賜った。防災・教育の実施に関して、豊間小学校・高久小学校の関係者の皆様には多大な御協力を賜った。地質調査に関して、矢吹氏、株式会社菅野組様に多大な御協力を賜った。以上の方々なくしては、本企画を進めることはできなかった。この場を借りて、厚く御礼申し上げる。

参考文献

- 気象庁（2012）気象庁技術報告より第1章地震、133、9-87。
警察庁緊急災害警察本部（2016）広報資料「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の被害状況と警察措置」
いわき市災害対策本部（2016）いわき市災害対策本部週報（経過497）
いわき市（2013）『いわき市・東日本大震災の証言と記録』244 p。
福島県（2011；2015）福島県現住人口調査月報
総務省統計局（2010）国勢調査

産業技術総合研究所「シームレス地質図」:

<https://gbank.gsj.jp/seamless/seamless2015/2d/>

産業技術総合研究所「津波堆積物データベース」:

https://gbank.gsj.jp/tsunami_deposit_db/gmap-tsunami/

内閣府 (2006) 『災害教訓の継承に関する専門調査会報告書 1923 関東大震災』 (2012 年訂正)

行谷佑一・矢田俊文 (2014) 「史料に記録された中世における東日本太平洋沿岸の津波」『地震 第 2 輯』第 66 巻第 4 号

福島県 (1970) 『福島県史 通史編 3 近世 2』

宇佐美龍夫ほか (2013) 『日本被害地震総覧 599-2012』東京大学出版会

いわき市「平成 27 年度いわき市津波避難訓練の実施について」:

<http://www.city.iwaki.fukushima.jp/bosai/022115.html>

(2016/1/13 更新版)

付録

付録-1 防災・理科教育シラバス

地域の災害史と防災・減災

1. 学年

小学校高学年以上

2. 本時の目標

- (1) 身近な自然災害とその対策について考えることができる。
- (2) 地質標本の観察を通して過去に発生した災害の推定が可能であることを理解できる。
- (3) 資料の観察や実験を通して地域をとりまく自然現象に興味・関心をもつことができる。

3. 学習の展開

段階	主な学習内容	指導上の留意点	備考
導入 (10分)	・自然災害について確認する ・画像や文書等の資料のない災害の推定方法について確認する	・自然災害の種類について案を出してもらう ・地質標本を用いる。ここで標本の詳細な説明はしない	・自然災害についての学習は、小5「天気の変化」「台風と天気の変化」、小6「大地のつくり」「変わり続ける大地」
展開1 (10分)	・地層形成の水槽実験を行う	・教卓にて示教実験する ・粒の大きいもの	・武藤ら(科教研報 vol.23 No.5)を参考


<p>展開 2 (10 分)</p> <p>展開 3 (10 分)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・地質標本から水災害の可能性を読み取る ・地域で起こりうる水災害を挙げ、それぞれに対する防災・減災について整理する 	<p>から順に堆積していることを確認する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・急激な層の変化と災害の可能性を対応させる ・気象災害と津波災害の発生頻度、発生条件、災害経験等の違いに注意させる 	<ul style="list-style-type: none"> ・標本に添えるパネル、粒度表、ルーペを適宜使用 ・写真や映像を適宜使用
<p>まとめ (5分)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・地域における自然災害とその対策についてまとめる 		<ul style="list-style-type: none"> ・展開 3 から、減災カードゲームへとつなげるようにまとめることも可能

付録2 授業スライド

G-Safety 東北大学


水のはたらきと 身近な水害の歴史

平田 明々子 昆 周作
伊藤 大樹 磯崎 匡
長谷川 翔



実験1 水の運搬について

水の色って何色？



答えは透明！
キレイな水の海も川も透明ですね！

水害の色はにごっている

水害は、津波や洪水などの自然災害

透明な水が泥や砂をまき上げて
いるため、水が
にごって見える

2015年9月
茨城嵐波都市

2011年3月
野手嵐波都市



実験1 ~水の運搬作用~


流れる水は、どのようにはたらきをするだろう？

実験手順

- 箱に入土を入れ斜面を作る。
- 洗淨びんを使って、斜面の上からゆっくり水を流す。
- 同じように、斜面の上から勢い良く水を流す。

観察するときのポイント

- 流す水の量で、川の形はどう違っているか？
- 運ばれた土の量は、どうなっているか？



実験1 記録用紙

観察したようすを書く

ゆっくり水を流したとき 勢い良く水を流したとき

厚かに気付いたこと

実験1 ~水の運搬作用~ まとめ

実験の結果から

	川の形について	運ばれた土の量について
ゆっくり流した時	• 幅は(せまい、細い) • 深さは(浅い)	• (少ない)
勢い良く流した時	• 幅は(広い、太い) • 深さは(深い) • カーブの(外側)が たくさんけずられている	• (多い)

授業・理解するはたらきか(大きい)
台盤・大筒と
ごうした水害が起きたとき地形(土地のようす)が次々変わる

実験2 ~堆積のしくみ~

れき、砂、ごろなどは、どのように堆積するだろう？

実験手順

- 右の図のような装置を組み立てる。
- 水を流して、土を水そりに流しこみ、しばらくそのままにしておく。
- 土の積もり方を観察する。

観察するときのポイント

- どのように積み重なるか？
- 地層の積本とくらへるとどうか？



実験2 記録用紙

観察したようすを書く

土の積もり方 積本とくらべて

厚かに気付いたこと

実験2 ~堆積のしくみ~ まとめ

実験の結果から

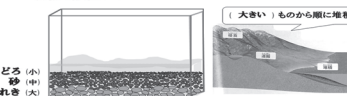
「大きい」ものから順に堆積

どろ(小) 砂(中) れき(大)

くり道しぬい坂道をかけて地層がどきど

ただし、流速が速いことも
どきどき積るはずなのに、その上にはれき・砂が順に堆積する

この2つの特徴を比べることで、過去にこの地域にながら積まれたか
水害の歴史を知ることができる！



第3章

小・中学生および留学生を対象とする総合的防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定

久松明史⁽¹⁾

渡邊俊介⁽²⁾

金子亮介⁽³⁾

大柳良介⁽⁴⁾

石橋信治⁽⁵⁾

富田史章⁽⁶⁾

安西 瞳⁽⁵⁾

- | | |
|-----------------|------------|
| (1) 東北大学工学研究科 | 博士課程後期 1 年 |
| (2) 東北大学理学研究科 | 博士課程前期 2 年 |
| (3) 東北大学工学研究科 | 博士課程前期 2 年 |
| (4) 東北大学環境科学研究科 | 博士課程後期 1 年 |
| (5) 東北大学工学研究科 | 博士課程前期 1 年 |
| (6) 東北大学理学研究科 | 博士課程後期 1 年 |

要約

1995年の阪神・淡路大震災や2011年の東日本大震災をうけ、震災の教訓を伝え、次の災害に備えるための防災教育が注目されている。防災教育には、過去の災害の教訓や防災に関する知識を与える「知識提供型」と、防災に関する問題について考える機会を与える「思考促進型」がある。これまでの防災教育は、学校の避難訓練など知識提供型が多かった。一方、思考促進型の防災教育は参加者が考えることが目的のため、小・中学生に実施するのが難しいといった問題があった。

そこで、思考促進型の防災教育として、災害発生直後の身を守る行動や避難行動を考えさせる「減災アクションカードゲーム®～地震・津波編～」が開発された(久松ら、2015a)。ルールは単純でわかりやすいため、小・中学生でも簡単に理解することができる。災害発生直後の命を守る行動を、様々な行動が描かれているカードの中から3秒以内に選ぶことで、とっさの判断力を育成する。また、想定される状況や行動の「なぜ」を他のプレイヤーと議論することで、知識の共有や気づきを促進する。さらにカードをユニバーサルデザインとすることで、年齢や言語、地域に制限されず普及させることが可能である。

これまでの活動においては、減災アクションカードゲームの持続可能な実施と普及の仕組みづくりが課題であった。これには教材が継続的に実施しやすく普及しやすいことに加え、教材を実施する人材の育成が必要である。そこで、本企画ではゲーム実施者のためのマニュアルを整備し、講習会を実施した。また、地域で起こる身近な自然災害を対象に「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」を開発した。身近な自然災害をとりあげることで、地震・津波を含めた様々な自然災害への関心を高めることができ、それらの対処方法を学習することができる」と期待される。さらに、防災教育の対象である小・中学生や留学生の学習意欲などの調査と、教材の評価・改善を目的として行ったアンケート調査の結果を分析した。

1. はじめに

本企画の活動内容は以下の三つである：

- ① 「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」を応用し、総合的な防災教育の新教材を開発すること。
- ② 「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」を普及するために、ゲーム実施者の育成法を日本語と英語でマニュアル化し、ゲーム実施者育成のための講習会を実施すること。
- ③ ゲームの効果を測定するためのアンケート調査を行い、分析すること。

本稿では 2015 年度に行った活動の成果を報告する。第 2 章で本企画の背景を示し、第 3 章で本企画の活動内容とスケジュールをまとめた。第 4 章で「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」の開発について報告する。また、第 5 章で「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」のゲーム実施者育成のために日本語および英語で行った講習会について報告する。最後に、第 6 章で上記ゲームおよび講習会の際に実施したアンケートの分析結果を報告する。

2. 企画の背景

2. 1 防災教育の意義

防災教育の重要性が全国的に広く認識されるようになったのは、1995 年の阪神・淡路大震災が発端である（矢守、2010）。直下型地震による建物やインフラの被害と大規模かつ長期の避難生活における困難が多く報告されたことにより（内閣府、日付不明、オンライン）、転倒する家具などから身を守る災害発生直後の一次避難行動あるいは家具固定や避難生活を想定した準備などの事前防災が注目されるようになった。津波避難行動の重要性は 1896 年の明

治三陸津波などの経験から、東北地方の沿岸地域を中心に認識されていたが（矢守、2012）、2011年の東日本大震災によってその重要性が再認識されることとなった。

防災教育の目的は上記の震災の教訓を伝え、次の災害に備えることである。方法としては、学校での教育（社会、理科、保健体育、道徳など）や避難訓練、専門家や市民によって開発されたゲームなどがある。久松ら（2015a）はこれらの防災教育の方法を、過去の災害の教訓や取るべき行動などの防災に関する知識を与えることを主目的とした「知識提供型」と防災に関する問題について考える機会を与えることを主目的とした「思考促進型」に分類した。

災害発生直後の一時避難行動や津波避難行動を対象とした防災教育は、学校での避難訓練を代表として、ほとんどが知識提供型であった。しかしながら、災害はいつ・どこで発生するかわからず、あらゆる状況下での行動を訓練することや知識として覚えることには限界がある。例えば、「地震が発生したら机の下に入る」といった知識提供型の防災教育は、短い時間で考えることなく行動を起こすためには有効であるが、机が周りにない場合にどうすれば良いかを教えていない。実際、抜き打ちの避難訓練を山梨県内の小・中学校で実施したところ、机の下に入るという一時避難行動の知識は定着していたものの、清掃のために椅子が乗せられた机の下に避難したり、教室外から教室の自分の机の下に入るために移動したりするなど、従来の避難訓練では状況に応じて適切な一時避難行動をとる応用力が養われていないという現状が明らかとなった（秦ら、2015）。

2. 2 2014年度の自主企画活動

そのため、災害発生直後の一時避難行動や津波避難行動を対象とした思考促進型の教材である「減災アクションカードゲーム®～地震・津波編～」が開発された（久松ら、2015a）。ここでは、2014年度の学

生自主企画活動の活動内容を整理する。

開発されたゲームについて説明する。ゲームのルールはシンプルである。まず、少人数のグループを形成し、サブマスターと呼ばれるスタッフが必ず一名グループに入る。参加者はプレーヤーと呼ばれ、机の下に入るなど災害発生時の行動が示された複数のカードを囲む。ゲームマスターと呼ばれるスタッフがいくつかの災害発生場面を想定して問題を出す。問題が出されるとプレーヤーは3秒以内にカードをとる。カードは一人一枚で、同じカードを複数のプレーヤーが取ることはできない。3秒を数えると、プレーヤーは順番になぜそのカードを選んだのかを他のプレーヤーに説明する。プレーヤー全員が説明に納得したら得点となる。サブマスターは説明が苦手なプレーヤーに対し補助をするなど、議論のファシリテーションを行う。すべての問題が終了すると、グループ内で最も成績が良かったプレーヤーに「防災ミニリーダー」の賞状を渡すための表彰式を行う。

減災アクションカードゲームの開発とルールに込められた意図は、ゲームとしての意図と防災教育の教材としての意図に分けられる。ゲームとしての意図は(1)小・中学生でも理解できるルールとすること、(2)小・中学生が楽しんで取り組めることである。防災教育の教材としての意図は(3)ゲーム形式で防災学習に取り組むことで災害に対する意識を高めること、(4)様々な状況に応じた一次避難行動をとるための「とっさの判断力」を育成すること、(5)想定される状況や行動の「なぜ」を議論することを促進し、状況に応じた行動を考える力を育成すること、(6)またやりたい(またやっても良い)と思うことで反復的に学習し、判断力と考える力を定着させること、(7)小・中学生からその周囲、特に家族への防災意識の波及効果を促すことである。渡邊ら(2015)は、ゲーム実施前後に行ったアンケート調査の結果を分析し、小・中学生の8割から9割に対して、(1)、(2)および(6)の意図が発揮されていることを示した。

2. 3 残された課題

これまでの活動で明らかとなった課題は、ゲームの持続可能な実施と普及の仕組みづくりである。減災アクションカードゲームは、複数回の実施を継続的に行うことで効果を発揮するという前提で開発された。また、ユニバーサルデザインとすることで、年齢や言語に制限されずに普及させることを視野に入れていた。「継続的な実施」と「普及」を実現するためには、教材そのものが継続的に実施しやすく普及しやすいことに加え、教材を実施する人材の育成が必要である。

本企画では、地域で身近な自然災害をきっかけとして地震・津波への関心を高めることと様々な自然災害への対処方法を教育することを目的として、「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」を開発した。また、ゲーム実施のマニュアルと講習会のマニュアルを整理し、ゲーム実施者の人材育成を行った。一方で、防災教育の対象である小・中学生や留学生の学習意欲などの調査と教材の評価・改善を目的として行ったアンケート調査の結果を分析した。

3. 活動内容

3. 1 活動スケジュール

ゲーム実施とサブマスター講習およびアンケート調査のスケジュールは表-1のとおりである。

3. 2 班分けによる活動

第1章で述べたように、本企画の内容は三つの活動があった。企画の参加メンバーが7人であったため、活動内容によって全体での活動と班を構成しての活動を行った（表-2）。

表-1 2015年度の活動スケジュール

日付	イベント・対象	場所	内容(実施:○ 未実施:空白)		
			ゲーム	アンケート	サブマスター講習
2015/4/26	気仙沼さくら祭り	気仙沼浄心寺	○		
2015/5/10	サブマスター講習会	国士館大学			○
2015/6/10	いわき市豊岡小学校	いわき市豊岡小学校	○	○	
2015/7/19	サイエンスデイ	東北大学	○	○	
2015/7/30	宮城野区防災チャレンジ	仙台市中野5丁目津波避難タワー	○	○	
2015/8/7	地産学会教員免許更新	東北大学			○
2015/9/24	いわき市立高久小学校	いわき市立高久小学校	○	○	
2015/10/15	八木山南小学校	八木山南小学校	○	○	
2015/11/6	茨城大ボランティアサークル	水戸市立双葉台小学校	○		○
2015/11/7	水戸市立双葉台小学校	水戸市立双葉台小学校	○	○	○
2015/11/7	東北大学大学院文学研究科 中島財団助成金企画	陸前高田市	○		
2015/11/19	東北大学大学院文学研究科 中島財団助成金企画	東北大学	○		
2015/12/13	岩手県立大学・仙台市クロスロード研究会	岩手県立大学	○		
2015/12/15	神戸大学附属中等教育学校	東北大学	○	○	○
2015/12/19	飛翔型科学者の醸成講座英語交流サロン	東北大学	○		
2015/12/29	広島大学ボランティアサークル 「つなかり」	東北大学	○	○	○
2016/1/23	海外での実施に関する意見交換	東北大学	○		
2016/1/24	NPO法人明日のたね	東北大学	○		○
2016/1/31	東北大学飛翔型科学者の醸成講座	東北大学	○		○

平成28年2月1日現在

表-2 班分けによる活動のリーダー・メンバー・活動内容

	全体	マニュアル班	アンケート班
リーダー	久松	安西	富田
メンバー	渡邊、金子、大柳、石橋、富田、安西	久松、渡邊、金子	大柳、石橋
活動内容	新教材の開発、ゲームの実施、アンケートの実施と入力	サブマスターマニュアルの整理、サブマスター講習の資料作成	アンケートの分析、論文の執筆

4. 「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」の 開発

4. 1 開発の背景と目的

2011年3月11日の東日本大震災によって地震・津波防災の重要性が再認識されたが、その後日本では様々な災害による被害が発生した。2013年9月2日に埼玉県・千葉県・茨城県で発生した竜巻では重軽傷者63名（内閣府、2013年9月4日、オンライン）、2014年9月27日の長野県御嶽山噴火では死者・行方不明者63名という被害が報告された（国土交通省、2014年11月5日、オンライン）。また、台風は毎年日本付近を通過するが、2013年の台風25号・26号にともなう伊豆大島での土砂災害では死者・行方不明者43名（内閣府、2013年11月25日、オンライン）、2014年8月20日平成26年8月豪雨による広島県での土砂災害によって死者74名（国土交通省、2014年10月31日、オンライン）、2015年9月台風18号にともなう平成27年9月関東・東北豪雨によって19河川で堤防の決壊が報告された（内閣府、2015年9月24日、オンライン）。低頻度・高頻度に関わらず様々な災害への対処方法として避難することが有効であるが、どのタイミングでどこに避難するかを考える実践的な防災教育の必要性が示されたといえる。

本企画では様々な自然災害への対処方法として考えるべき具体的な行動を教育することを目的として「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」の開発に取り組んだ。

4. 2 自然災害の特徴の整理

「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」の開発に当たり、日本における自然災害の特徴を整理した（表-3）。まず、災害の発生時期が比較的予測が容易な災害と予測が困難な災害に分類した。例えば、気象災害や感染症など一年周期で発生するものや、洪水など観測

によって予測が可能なものは比較的発生時期が予測できる。一方で、地象災害は発生直前にならないと予測ができないものや予測できないものが多い。さらに、災害の発生地域が比較的特定されるものと発生地域が特定されないものに分類した。例えば、雪崩や火山噴火は発生する場所が山岳地域に限られる（ただし、大規模な噴火にともなう火山灰は広範囲に影響する）。一方で、地震・津波や洪水は日本中どこでも遭遇する可能性がある。津波の影響範囲は海岸付近に限られるが、東日本大震災において安全だと思われていた場所が浸水したことや地形によって局所的に浸水範囲が大きくなる可能性があることから発生地域が特定されない災害に分類した。

分類の結果から、地震・津波とその他の災害に違いがあることがわかる。地震・津波は発生の時期の予測が困難かつ災害の発生地域が特定されないため、とっさの判断を必要とし、様々な場面を想定する減災アクションカードゲームに適していたことが明らかとなった。予測が容易な災害については、とっさの判断よりも事前の避難行動が優先される。また、発生地域が特定される災害については、予測の可否に関わらず危険な場所に近づかないという事前防災が優先される。これらの災害に関する問題を設定する際には、その災害が発生する地域にいてることと災害発生プロセスにおいてとっさの判断が必要な場面であることを問題文の中で指示する必要がある。

4. 3 問題とカード

「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」の問題設定に当たり、(1) 身近な自然災害は地域によって異なるため、より多くの災害を取り入れる。(2) 減災アクションカードゲームは短い時間で行動（カード）を選択するというルール上、災害発生後のとっさの判断が必要となる場面を想定した問題とする。(3) 地域で身近な災害をきっかけとしてその他の災害、特に地震・津波への関心を高められるよう、「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」から地震・津波に関する問題を取り入れる。という条件を考慮した。その結果、下記の

ような地震・津波・火山噴火・野生動物・竜巻・雷・土砂災害に関する問題を採用した。

- 【地震】あなたは学校の教室（または家）にいます。地震で建物が大きく揺れています。
- 【津波】あなたは海にいます。小さな揺れを感じました。
- 【火山噴火】あなたは山にいます。爆発音が聞こえました（煙が上がっているのが見えます）。
- 【野生動物】あなたは学校へ行く途中です。野生の熊が現れました。
- 【竜巻】あなたは学校にいます。竜巻が発生しています。
- 【雷】あなたは運動場で遊んでいます。雷の音が聞こえました
- 【土砂災害】あなたは家にいます。大雨が降り、土砂災害警戒情報が出ました。

災害に遭遇したとき取るべき行動が示されたカードは「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」で用いたカードを基に作成した（図-1）。変更点は次のとおりである。

- カード1、4：建物や山に向かうカードを抽象化し、階段、坂を上るカードとした。これにより、建物や山以外の高い場所についてより広い議論が可能となると考えた。例えば、津波発生時の行動として、防潮堤の階段や避難タワーの階段を想定することが可能となり、建物内の階段を想定することも可能である。
- カード2、3：高いところに向かうカードに加えて、低いところに向かうカードを加えた。例えば、竜巻発生時に建物内の下の階に移動することや、噴火発生時に下山するなどの行動を想定することが可能である。
- カード9：窓の開閉に関するカードを加えた。例えば、竜巻発生時に窓から建物内に避難することや雨戸を閉めることなどを想

定することが可能である。

- カード 18：口を布などで抑えることを連想するカードを加えた。例えば、火災発生時の行動として利用できる。見方によっては大声で誰かを呼ぶカードとしても利用できる。
- カード 21：机の下に入ることを連想するカードの机の形を変更した。噴火発生時などに物陰に避難するなどの行動を想定することが可能である。
- カード 22：自分が考えた行動が示されたカードがないときに、口頭であらゆる行動を説明することができるよう「G-Safety カード」を加えた。

4. 4 解説の例

減災アクションカードゲームでは、災害発生時に取るべき行動が示されたカードについてプレイヤーが順番に説明するというルールがある（第2章第2節参照）。説明ではより具体的な場面を想定して具体的な行動を想像することが望まれる。具体的な場面とは、自分がどこにいるのか（建物の中・外、建物の種類など）、時間帯はいつで、周囲に誰がいるのか、あるいは何があるのかといった周囲の状況と災害の発生にともない直面する危険（窓ガラスが割れる、津波に巻き込まれるなど）のことである。具体的な行動とは、避難という行動を選択した際にどこに避難するのか、どのような経路で避難するのか、どのタイミングでどの程度の時間をかけて行動するのかなどである。図-2～5 にそれぞれの問題に対する解説の例と解説に必要な知識をまとめた。

「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」では、地震・津波に関する問題だけであったため、様々な場面でこれらの災害に遭遇したときにどのように行動すれば良いかを議論した。一方で、「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」では問題の数と同じ数の災害を取り入れたため、一つの災害に関する問題が一つとなる。そのため、グループでの議論では一つの災害に関してより多くの場面につ

いて考えることが重要となる。また、災害によって想定する場面や取るべき行動が異なることを認識できることが本ゲームの特徴といえる。サブマスター（議論のファシリテータ、第2章第2節参照）はこのことを理解しておく必要がある。

4. 5 ゲームの実践

作成したゲームは7月10日のリーディング定例会、19日のサイエンスデイ2015、および12月29日の広島大学ボランティアサークルOPERATIONつながりへのサブマスター講習で実践した。

リーディング定例会では火山噴火に関する問題として「あなたは山にいます。爆発音が聞こえました。」という問題を使用したが、山から東北大学青葉山キャンパスを連想し、爆発音から実験中の事故を連想したという意見が多かった。また、火山を専門とする学生から噴火時に必ずしも爆発音がしないことがあるという指摘を受けた。サイエンスデイ2015では「あなたは山にいます。煙が上がっているのが見えます。」という問題に変更したが、煙から山火事を連想したという意見が多かった。広島大学ボランティアサークルへのサブマスター講習では再度「爆発音が聞こえました。」という問題を使用したが、火山噴火の連想以外にもキャンプ場での爆竹などのいたずらやイノシシ狩りの銃声、山中の工場での爆発事故などを想定したという意見があった。火山噴火に関する議論をしたい場合は問題文で指定する必要があるかもしれない。一方、あえて災害を指定しないことで、非常事態が発覚した時にどのような災害が予想されるか、またはどのように情報を収集すべきかを議論することが可能である。

4. 6 今後の課題

我々が目指していた「総合的防災学習の教材」とは、様々な災害分野における災害発生直後の避難行動を総合的に学ぶことができる教材であったといえる。総合的の意味として、災害発生前の事前準備や災害後の救助活動、災害からの復旧・復興などの防災を含んでいるよ

うに捉えられるが、これらすべての防災を包括して学習する教材ではない。しかしながら、今後の課題は減災アクションカードゲームをすべての防災を包括した教材にすることではなく、この教材が得意とする防災の問題を理解したうえで、改善を加えていくことである。

表-3 日本での自然災害の分類

	災害の発生時期	
	予測が容易	予測が困難
災害の発生地域が特定される	大雨 大雪 雷	雪崩 竜巻 地震や大雨による土砂災害 火山噴火 野生動物（熊、蜂など）
災害の発生地域が特定されない	台風 大雨による洪水 感染症	地震 地震による津波



図-1 「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」のカード

練習問題：解説

あなたは、学校の教室にいます。
地震で建物が大きく揺れています。

けがから身を守る行動が第一！

考えてほしい状況	減災アクションの例
けがをする	物が飛んできると、(壁際や窓ガラス側) 辺りへ避難する 物が落ちてくる(天井や灯) 机の下に入る 物が倒れてくる(落下物等) 膝をつく
防犯められる	ドアが壊れて閉かかると、閉まっている扉を開ける 扉の外に出る
津波が来る	津波が来る 階、土から逃げきる 津波が来るからからない 階梯を収束する

問題3：解説

あなたは学校にいます。
電巻が発生しています。

身を守る構造物の種類に注意！

考えてほしい状況	減災アクションの例
【屋外】けがをする	濡れた木やガラス等が飛んでくる 構造的な構造物の端に入って身を小さくする 自身が開ぼられる 階高に身を低くする ガラスが割れる 電巻の進行方向に向けて裏面に逃げる
【屋内】けがをする	置物が倒ぼられる 窓やカーテンを閉める 下階・地下の窓のない部屋へ1階・地下でなければ中心部に移動する 階の下・階梯の中に入って頭を守る

問題1：解説

あなたは海にいます。
小さな揺れを感じました。

あまり知らない環境の中で、津波からどのように逃げるのか？

考えてほしい状況	減災アクションの例
津波が来る	近くに海岸や水止がある たちまち逃、ここに避難する 近くに海岸や水止が遠くはない 階の上などに逃、ここに避難する
津波が来るかわからない	津波警報が発表されていない 階梯を収束し、なら海から避難する 階の人が避難、ていなく残っている(いない) 階に注意を呼びかける

問題4：解説

あなたは家にいます。
大雨が降り、土砂災害警戒情報が出ました。

状況に応じて身を守る場所を判断する

考えてほしい状況	減災アクションの例
土砂崩れが起きる	土砂が来る 避難所・本道でなければ避難する 家の安全な場所に避難する
状況がわからない	窓が開いているのかわからない 1階・2階等で情報を集める→避難 警報が発出されていない 情報収集しながら山や崖から離れる 階の人が避難、ていなく残っている(残っていない) 階に注意を呼びかける

問題2：解説

あなたは山にいます。
大きな爆発音が聞こえました。

**・直接的なけが・呼吸器への被害を避ける
・空気の流れや地形に注意する**

考えてほしい状況	減災アクションの例
けがをする	爆発・火山噴が飛んでくる 物陰・山小屋に隠れる→頭を守る 火山ガス・降灰・噴霧の発生 コを覆す(ハンカチやマスク)→鼻上に貼ける 岩崩れ・土石流・山崩れの発生 噴火口・噴霧発生を避けて逃げる 窓ガラスが割れる 建物の窓ガラスから離れる
状況がわからない	どのような噴火が起きたかわからない(噴火口から逃、いるもとの場合) 1階・2階等で情報を集める

図-2 「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」の解説例

<p>考えてほしい状況・危険性:</p> <p>1. 身体への影響</p> <p>1-a. 噴石・火山弾による怪我</p> <p>1-b. 火山ガス・降灰・高温の空気による目や呼吸器系への悪影響</p> <p>1-c. 溶岩流や火砕流、火山泥流等の発生</p> <p>1-d. 空襲に伴う建物の窓ガラスが割れる等による怪傷</p> <p>2. 状況が分からない</p> <p>2-a. どのような噴火が起きたか分からない(噴火口から遠い)類などの場合のみ</p>	<p>アクションの例:</p> <p>1. 身体への影響</p> <p>1-a. 物陰・山小屋に隠れる。顔をを守る</p> <p>1-b. 口をハンカチ・マスク等で押さえる。あればゴーグル等をかける。風上に逃げる</p> <p>1-c. 山(噴火口)から隠れる。谷地形を避ける。風上に逃げる</p> <p>1-d. 建物の窓ガラスから隠れる</p> <p>2. 状況が分からない</p> <p>2-a. TV・ラジオ等で情報を集める</p>
<p>解説ポイント:</p> <p>・直接的な怪傷・呼吸器系への被害を避けることを特に意識させる。</p> <p>・火山は空気の流れや地形によって被害の大きさが変わるため、それに応じた適切な避難方法を考えさせる</p> <p>・火山噴火によって生じる現象を良く分かっていないときには、どのような現象があるかを簡単に提示し、とっさにどうすべきを考えさせる。</p> <p><small>※火砕流 高温の火山ガスや砕石と火山灰。放射状に四方に物陰の一角と分けて高温で流動するもの。噴流 100m以上の速度で流れる高温の噴石と火山灰。放射状 放射状の噴石や火山灰の噴出。放射状 放射状の噴石や火山灰の噴出。放射状 放射状の噴石や火山灰の噴出。</small></p> <p><small>※火山泥流 火山噴出物と水が混ざって流れる現象。火口周辺や噴火口、噴火口の周辺に多く見られる。噴火口の周辺に多く見られる。</small></p> <p><small>※火山ガス 二酸化硫黄、硫化水素、窒素や揮発物を指す。</small></p> <p><small>※空襲 爆発物や弾丸の落下による被害。</small></p>	<p>(参考資料)</p> <p>防災科学技術研究所 http://dl.bosai.go.jp/workshop/03kouza_yosoku/s0/0toppage/index.html</p> <p>噴火.com http://hun-ka.com/learn/volcano_hazards/</p> <p>NHKどぞえる防災 http://www.nhk.or.jp/sonae/column/20121017.html</p>

図-3 火山噴火に関する知識

<p>アクションの例:</p> <p>1. 身体への影響</p> <p>1-a. 物陰・山小屋に隠れる。顔をを守る</p> <p>1-b. 口をハンカチ・マスク等で押さえる。あればゴーグル等をかける。風上に逃げる</p> <p>1-c. 山(噴火口)から隠れる。谷地形を避ける。風上に逃げる</p> <p>1-d. 建物の窓ガラスから隠れる</p> <p>2. 状況が分からない</p> <p>2-a. TV・ラジオ等で情報を集める</p>	<p>解説ポイント:</p> <p>・直接的な怪傷・呼吸器系への被害を避けることを特に意識させる。</p> <p>・火山は空気の流れや地形によって被害の大きさが変わるため、それに応じた適切な避難方法を考えさせる</p> <p>・火山噴火によって生じる現象を良く分かっていないときには、どのような現象があるかを簡単に提示し、とっさにどうすべきを考えさせる。</p> <p><small>※火砕流 高温の火山ガスや砕石と火山灰。放射状に四方に物陰の一角と分けて高温で流動するもの。噴流 100m以上の速度で流れる高温の噴石と火山灰。放射状 放射状の噴石や火山灰の噴出。放射状 放射状の噴石や火山灰の噴出。放射状 放射状の噴石や火山灰の噴出。</small></p> <p><small>※火山泥流 火山噴出物と水が混ざって流れる現象。火口周辺や噴火口、噴火口の周辺に多く見られる。噴火口の周辺に多く見られる。</small></p> <p><small>※火山ガス 二酸化硫黄、硫化水素、窒素や揮発物を指す。</small></p> <p><small>※空襲 爆発物や弾丸の落下による被害。</small></p>
<p>(参考資料)</p> <p>防災科学技術研究所 http://dl.bosai.go.jp/workshop/03kouza_yosoku/s0/0toppage/index.html</p> <p>噴火.com http://hun-ka.com/learn/volcano_hazards/</p> <p>NHKどぞえる防災 http://www.nhk.or.jp/sonae/column/20121017.html</p>	

図-4 野生の熊に関する知識

**あなたは運動場で遊んでいます
雷の音が聞こえました
さあ、どうする！？**

1. フェーストアクション・緊急コングレード連絡、自動車(オープンカーは不可)、バス、列車の内部は比較的安心な空間です。水雷降臨の際は必ず携帯電話を懐中して、全ての電気器具、充電機、パソコン以上は避ければ更に安全です。電柱、電線、送電線などの高い物体のそばを45度以上の角度で見上げる範囲で、他の物体から4m以上離れたところ(保護範囲)に退避します。
2. セカンドアクション:姿勢を低くして、持ち物を持たずに深く突き出さないようにします。雷の活動が止まり、20分以上経過してから安全な空間へ移動します。

参考: 気象庁(オンライン)
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/kuow/toppau/thunder-4-3.html>

雷に関する知識

- ・ 2005～2011年の7年間の落雷害発生数は22件
- ・ 約30%が8月に集中、太平洋側で約60%、日本海側約40%が発生しています。4～10月太平洋沿岸で多く、11～3月は日本海側で多い。
- ・ 落雷を受けた樹木等のそばに人がいると、その樹木等から人へ雷が飛び移ることがあります(誘導雷、ぶらり雷)。木の下の地面が湿気をしていて死傷する事故は、樹と人どがこの誘導雷が原因です。

参考: 気象庁(オンライン)
http://www.jma.go.jp/jma/kishou/kuow/fenki_chuui/fenki_chuui_p4.html

項目	注意事項	対応策
雷害の発生状況	雷害は雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生状況は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生時期	雷害は、主に夏から秋にかけて発生する。	雷害の発生時期は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生場所	雷害は、主に太平洋側で発生する。	雷害の発生場所は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生原因	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生原因は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生メカニズム	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生メカニズムは、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生リスク	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生リスクは、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生対策	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生対策は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生予防	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生予防は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生対応	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生対応は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生報告	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生報告は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生調査	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生調査は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生研究	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生研究は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生教育	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生教育は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生啓発	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生啓発は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生相談	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生相談は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生支援	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生支援は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生協力	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生協力は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生連携	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生連携は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生共有	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生共有は、気象庁のホームページなどで確認できる。
雷害の発生共有	雷害は、雷雲発生に伴って発生する自然現象であり、発生する地域は広い。	雷害の発生共有は、気象庁のホームページなどで確認できる。

図-5 雷に関する知識

5. ゲーム実施者の育成

5. 1 サブマスター講習

減災アクションカードゲームを実施する際に、プレイヤーが防災スキルと防災意識を効果的に学習するためには、ゲームマスターとサブマスターの役割が非常に重要である。特にサブマスターは各グループの議論のファシリテータ役として、議論の促進や問題の解説を行うゲームの中核的存在であるため、今後このゲームを普及するにあたっては、サブマスターを養成することが重要となる。本章ではゲーム実施者、特にサブマスター養成に向けた取り組みについてまとめる。

2015年度のサブマスター講習の実施記録を表-4に記す。

5. 2 講習の内容

講習の内容は参加者がどのような目的で将来ゲームを実施するのかや講習会の開催経緯によって様々であった。12月29日の講習でのみ「身近な災害編」用の教材を用いたが、本年度行った講習のほとんどが「地震・津波編」用の教材であった。そのため、以下の説明は特に明記がない場合「地震・津波編」用の教材を用いた講習の内容である。

5. 2. 1 新しい教材を使った講習（日本語）

11月7日に水戸市立双葉台小学校で行われた「学校へようこそ（公開授業）」「双葉っ子祭り」の一環として、小学生全学年を対象に減災アクションカードゲームを実施した。その際に、茨城大学ボランティアサークル「子どもふれあい隊」所属大学生およそ20名、および双葉台小学校6年生の保護者およそ5名にサブマスターとして参加していただくため、11月6日に事前に講習を行った。講習の流れは、初めにパワーポイントを用いてゲームの流れを説明し、4名に代表してゲームを1問のみ体験してもらい、他の参加者には見学してもらった。その際、サブマスターとして自主企画参加メンバーが手本を見せた。次に再度パワーポイントを用いてサブマスターの役割を説明した。最後に5名程度のグループに分かれてもらい、翌日のイベントで出題する問題5問を題材に、グループ内で一人一問ずつサブマスターを体験してもらった。その際、保護者の方が連れて来られていた小学生が5名いたため、各グループにプレーヤーとして参加してもらったことで、より翌日の状況に似た実践ができた。

12月19日に「大震災被災地間の中等教育学校における震災・減災・復興をテーマとした継続的な学校間交流～神戸・仙台モデルの構築を目指して」の一環として、神戸大学附属中等教育学校5年生5名、6年生2名を対象に講習を行った。このイベントでは講習の直前にプレーヤーとしてゲームを実施していたため、講習の中でのゲーム説明を省いた。初めに、パワーポイントを用いてサブマスターの役割を説明

し、その後に直前のゲームで出題した問題 1 問を題材にして、各グループで 1 名のみサブマスター役を体験してもらった。

12 月 29 日に広島大学学生ボランティア団体「OPERATION つながり」所属大学生 15 名を対象に講習を行った。12 月 19 日の講習と同様の流れで行ったが、サブマスター役は 2 名に体験してもらった。この時初めて教材に「身近な災害編」用の教材を用いた。

5. 2. 2 新しい教材を使った講習（英語）

11 月 2 日にリーディング大学院受講生の 4 名に英語でサブマスター講習を行った。11 月 6 日に陸前高田で開かれた文学研究科の留学生向けの巡見で減災アクションカードゲームを実施するためであった。参加者の 4 名は全員ゲームを経験したことがあったため、ルールの説明は行わなかった。講習では初めにパワーポイント（英語）を用いて日本における災害を整理し、地震・津波における一時避難行動の特徴を説明した。次に、ゲームにおけるサブマスターの役割を説明した。最後に、実際にサブマスター役、プレーヤー役を決めて実践形式で練習を行った。このとき、これまでのゲーム実施で実際にあった説明の例などをカードごとに示した。

11 月 19 日の講習会の参加者のうち、2 名は 11 月 6 日にゲームを体験していたが、7 名は初めての参加であった。講習では初めにパワーポイント（英語）を用いて日本における災害を整理した後、ゲームのルールを説明し、練習問題を 1 問出した。次に、具体的な場所や状況を想像して行動を考えることが重要であるなどの議論における論点を解説した。これ以降の内容は 11 月 2 日と同様の内容であった。

5. 2. 3 その他の講習

4 月 18 日の防災仕向けのサブマスター講習では参加者のほとんどがすでにゲームを経験していたため、特に資料を使わず、解説において重要なことや想定される議論などについて意見交換を行った。

8 月 7 日の日本地震学会教員免許状更新講習でのサブマスター講習

は、教員免許状講習の科目の一つとして行った。講習では、初めにゲーム開発の経緯とルールを説明し、一度参加者にゲームを体験してもらうため、練習問題を出した。次に2グループに分かれて、サブマスター役とプレイヤー役を決めて、実践形式でサブマスターを体験してもらった。サブマスターは交代で順番に行い、全員が経験できるように問題を5問出した。このとき、プレイヤー役の自由な説明を促すため、問題とファシリテーションの仕方はサブマスター役の人にのみ口頭で伝えた。

10月17日に八木山南小学校で行われた「地域防災訓練」の一環として、小学3年生・4年生を対象に減災アクションカードゲームを実施した。その際に学級担任4名にサブマスターとして参加していただくため、10月5日に事前に講習を行った。講習の流れは、マニュアルを見せながらゲームの流れやサブマスターの役割を口頭で説明した。カードは絵柄を紹介するだけにとどめ、カードを用いて実際にゲームを実践することはしなかった。教員の方からは状況が想定できないとの意見もあったが、カードを1セットお貸しイベント当日までに実践してもらい、当日はサブマスターを円滑に遂行できたようだった。

5. 3 講習用の新しい教材

今年度の講習会では、サブマスターの役割をより具体的にわかりやすく伝えるために、カードやマニュアルの他に、新しく講習用教材を4点作成した。簡易サブマスターマニュアル（身近な災害編）以外の教材は「地震・津波編」用の教材である。

5. 3. 1 パワーポイントを用いた説明教材（日本語）

ゲームを実践できない講習においても、サブマスターの役割やゲームの状況・雰囲気の説明できるよう、パワーポイントを用いた説明教材を作成した（図-6～8）。各スライドに実際のゲームで撮影した写真を用いたり、議論の会話を載せたりすることによって、マニュアルの文字だけでは伝わりにくい箇所を補った。

5. 3. 2 パワーポイントを用いた説明教材（英語）

日本への留学生に向けた講習のために、英語での説明教材を作成した（図-9～12）。日本語版との違いは、初めに日本における災害を整理している点および議論における説明の例をカードごとに示した点である。

5. 3. 3 日英表記簡易マニュアル

表面に日本語での説明、裏面に英語での説明を表記した（図-13～14）。ゲームの開発意図やルール、議論の例などをA4用紙両面1枚に収まるよう整理した。この原案を基に、クリアファイルなどが作成された。

5. 3. 4 簡易サブマスターマニュアル（身近な災害編）

従来のサブマスターマニュアルは役割の説明文が長く、務めるには難しいイメージを与えてしまったこと、ゲーム説明や問題集とは別に作成されていたため、サブマスターマニュアルを読むだけでは役割を務めることが困難なことなどの課題があった。そこで、減災アクションカードゲームの目的、タイムスケジュール、ゲームの流れ、サブマスターの役割、問題文および解説ポイント（5問）、年代別対応表をA4サイズ表裏1枚に収め、この1枚があればサブマスターをある程度務めることができる「簡易サブマスターマニュアル」を作成した（図-15～16）。記載する問題文および解説ポイントはその講習で出題する問題に合わせている。

5. 4 今後の課題

今年度行ったサブマスター講習では、「ゲームの中で、サブマスターはどのような役割を担うのか」ということのみ説明をし、提供する防災知識は簡易サブマスターマニュアルに記載したもののみであった。多くの知識を有していなくても問題ごとに解説ポイントを押さえられるため、「自身でもサブマスターを担うことができそうだと思う

た」という感想をいただくことができた。一方で、「防災についての情報をもっと知りたい」という意見も寄せられた。そのような思いを持っている方々には解説ポイント集記載内容以外の新たな気づきをプレイヤーに与えられるような、その地域や学校の設備など、ゲーム実施地特有の防災知識を提供できる別機会を設けることが望ましいと考える。

表-4 サブマスター講習実施記録


実施日	実施場所	対象	使用言語
4月18日	電力ビル	防災士	日本語
8月7日	東北大学	日本地震学会教員免許状更新講習受講者	日本語
10月5日	仙台市八木山南小学校	3年生・4年生の学級担任3名、特別支援学級担任1名	日本語
11月2日	東北大学	リーディング大学院受講生4名	英語
11月6日	茨城大学	・茨城大学ボランティアサークル「子どもふれあい隊」20名程度、 ・双葉台小学校6年生の保護者5名程度	日本語
11月14日	科学者の卵養成講座英語交流サロン	科学者の卵養成講座の高校生	英語
11月19日	東北大学文学研究科	文学研究科10月入学留学生9名	日本語・英語
12月15日	東北大学	神戸大学附属中等教育学校5年生5名、6年生2名	日本語
12月19日	科学者の卵養成講座英語交流サロン	大学・大学院の留学生	英語
12月29日	東北大学	広島大学学生ボランティア団体「OPERATION つながり」15名	日本語

減災アクション！カードゲーム
サブマスター講習会
2015年11月6日(金) 18:00-19:30◎茨城大学

東北大学 リーディング大学院 石橋信治
安西 隆

減災アクション！カードゲームとは？

災害が発生したときの、とっさの判断をきたえるゲーム



減災アクション！カードゲームとは？


災害が発生したときの、とっさの判断をきたえるゲーム

↓

災害発生時の行動を日頃から具体的に
考えておくことの大切さを学んでほしい

役割


- ゲームマスター**
・ゲーム全体の進行役
・ルール説明/問題出題/タイムキーパー/表彰
- サブマスター**
・グループ内での進行役
・説明・議論促進/得点の判断/キーポイント解説
- プレーヤー**
・ゲームの挑戦者



ゲームの流れ

- 1 カードを広げる
- 2 ゲームマスターが問題文を読む
- 3 プレイヤーは自分の身を守るカードを3秒以内にとる
- 4 順番に「なぜそのカードをとったのか」30秒以内で説明する
- 5 説明ができたら拍手 + 得点ゲット
- 6 カードを元に戻す
- 7 防災ミニリーダー認定式


1 カードを広げる



2 ゲームマスターが問題文をよむ

あなたは、学校の教室にいます。地震で建物が大きく揺れました。

さあ、どうする！？



プレーヤーは問題から災害が発生した時の状況を想像
→ どんな行動をとるべきなのか？を考える

図-6 パワーポイントを用いた説明教材（日本語）（1）

<p>3 プレーヤーはカードをとる</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・とっさに判断する力をきたえる ・全員が1枚ずつカードをとる <p style="text-align: center;">3秒以内</p>	<p>3 プレーヤーはカードをとる</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・答えとなるカードは1枚とは限らない ・取りたいカードが被った場合は、別のカードを探す ・奪ったことができない場合もあると捉える
<p>4 プレーヤーはカードの説明をする</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・具体的な場面を想像しながら説明する ・自分の考えを要点をおさえて説明することも大切 <p style="text-align: center;">30秒以内</p>	<p>4 プレーヤーはカードの説明をする</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・プレーヤーの説明に疑問を感じたら、グループ内で議論をする ・議論をすることで、1つの問題から様々な危険を想像できる
<p>5 拍手 + 得点ゲット</p> <ul style="list-style-type: none"> ・説明が終わったら、みんなで拍手をする ・説明にみんなが納得できたら、得点になる <p>6 カードを戻す</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1枚のカードがあらゆる問題の解答になるので、問題が終わることに机に戻す <p style="text-align: center;">2～6を問題数分繰り返す</p> <p>※ 時間が余ったら、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どんなカードがあるのか、じっくり見る時間にしたり ・学校の周りの安全な場所をみんなで考える時間にしたり する 	<p>7 防災ミニリーダー認定式</p>  <ul style="list-style-type: none"> ・グループ内で積極的に参加し、獲得得点が多かった参加者に贈る ・今後も防災をリードしてもらいたい
<p>サブマスターとは</p>  <p style="text-align: center;">各グループのまとめ役！ 「気づき」を与え、議論を促進させることが役割</p>	<p>サブマスターの役割</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. カードを取るお手伝い 2. 説明を具体的に聞き出す 3. 減災アクションを時系列に整理 4. ゲーム進行をテンポよく進める

図-7 パワーポイントを用いた説明教材（日本語）（2）





<p>役割1 カードを取るお手伝い</p>  <p>プレイヤー全員がカードを取れるように促す</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ ゲームマスターが3秒カウントダウンをしますがグループ内にカードを取れないプレイヤーが多い場合は多少時間を伸ばしても構いません。 ■ 取れないプレイヤーには「学校では「地震がきたらどうする」って言われているのかな?」など声掛けをすと、思い出してカードを取りやすくなる子もいる。 	<p>役割2 説明を具体的に聞き出す</p>  <p>①何が危険だから ②どんな行動を選択したのか 問う</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 例 (詳しくは年代別対応表を参照) □ 小学校低学年: 議論をするのではなく、新しい知識を教えるつもりで プレイヤー 「津波が来るから家に帰る」 サブマスター 「家は高いところに登りますか?」 (Yes/No Question) □ 小学校高学年: 新たな気づきを与えられるように議論の促進 プレイヤー 「津波が来るから家に帰る」 サブマスター 「どうして家は安全なのかな?」「家はどんなところにあるのかな?」
<p>役割3 減災アクションを時系列に整理</p>  <p>災害の「発生前」「発生中」「発生後」の行動</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 例: 学校の教室において地震発生 (詳しくは解説ポイント集を参照) □ 発生中: けがをすることも出来ない →窓から離れる/机の下に入る/頭を守る □ 発生後: 津波が来るかもしれない →高いところへ逃げる/情報収集をする <p>※地震が発生し始めて数秒でできることは限られているため区別すること ※すべてのプレイヤーの回答が終わった後に時系列の説明をするとうい</p>	<p>役割4 ゲーム進行を円滑に進める</p>  <p>複数班が同時進行するためのノウハウ</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ テンポよく解説・議論 ■ 説明発表の後は必ず拍手 ■ 全員の発表が終わったら、手を上げてゲームマスターに知らせる <p>拍手をしたあととは得点ゲットを伝える</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 基本的にほぼ全員、毎回得点になる ■ 伝えした後、忘れずに「得点カード」を選ぶ <p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">1問5分!</p>

図-8 パワーポイントを用いた説明教材 (日本語) (3)









<p>3 Steps to be Sub-Master <i>For Disaster Mitigation Action Card Game</i> Earthquakes and Tsunamis</p> <p>Lecture for the G-Safety students who should have basic knowledge about earthquake and tsunami</p>	<p>Disaster Mitigation Action Card Game Earthquakes and Tsunamis</p> <p>Rules and Exercises</p>	<p>What is DMAC</p> <p>How to play</p> <p>② One card per person. Let's find another card if your target has been picked by another player.</p> 									
<p>3 Steps to be Sub-Master</p> <p>Step 1. Know natural disaster in Japan</p> <p>Step 2. Understand what is DMAC</p> <ol style="list-style-type: none"> Three roles How to play Example of question and "Disaster Mitigation Actions" <p>Step 3. Learn how to be Sub-Master</p> <ol style="list-style-type: none"> Three features of DMAC What Sub-Master should do Useful phrases Let's do some exercises -I- 4 	<p>What is DMAC</p> <p>The aim of this game is to provide you an opportunity to think about responses to earthquakes and tsunamis.</p>	<p>What is DMAC</p> <p>How to play</p> <p>③ After all players have finished taking a card, please explain why you chose it to other players within 30 seconds.</p> 									
<p>Natural disaster in Japan</p> <p>Various kinds of hazards</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>Meteorological hazards</p> <ul style="list-style-type: none"> Typhoon Heavy rain Heavy-rain-induced flood Heavy snow Avalanche Tornado Thunder etc... </td> <td> <p>Terrestrial phenomena</p> <ul style="list-style-type: none"> Earthquake Earthquake-induced tsunami Earthquake-induced landslide Heavy-rain-induced landslide Volcanic eruption etc... </td> </tr> <tr> <td> <p>Biohazards</p> <ul style="list-style-type: none"> Wild animals (bats, bee, ...) Influenza Campylobacter Norovirus etc... </td> <td> <p>Human-made disaster</p> <ul style="list-style-type: none"> Car accident Accidents during experiment Accidents during fireworks festival etc... </td> </tr> </table>	<p>Meteorological hazards</p> <ul style="list-style-type: none"> Typhoon Heavy rain Heavy-rain-induced flood Heavy snow Avalanche Tornado Thunder etc... 	<p>Terrestrial phenomena</p> <ul style="list-style-type: none"> Earthquake Earthquake-induced tsunami Earthquake-induced landslide Heavy-rain-induced landslide Volcanic eruption etc... 	<p>Biohazards</p> <ul style="list-style-type: none"> Wild animals (bats, bee, ...) Influenza Campylobacter Norovirus etc... 	<p>Human-made disaster</p> <ul style="list-style-type: none"> Car accident Accidents during experiment Accidents during fireworks festival etc... 	<p>What is DMAC</p> <p>Three roles</p> <ul style="list-style-type: none"> Game-Master: the organizer Sub-Master: the facilitator Player <p>Lay all cards face up.</p> 	<p>What is DMAC</p> <p>How to play</p> <p>④ If everyone agrees with you, you gain one point. Everyone will clap hands.</p> 					
<p>Meteorological hazards</p> <ul style="list-style-type: none"> Typhoon Heavy rain Heavy-rain-induced flood Heavy snow Avalanche Tornado Thunder etc... 	<p>Terrestrial phenomena</p> <ul style="list-style-type: none"> Earthquake Earthquake-induced tsunami Earthquake-induced landslide Heavy-rain-induced landslide Volcanic eruption etc... 										
<p>Biohazards</p> <ul style="list-style-type: none"> Wild animals (bats, bee, ...) Influenza Campylobacter Norovirus etc... 	<p>Human-made disaster</p> <ul style="list-style-type: none"> Car accident Accidents during experiment Accidents during fireworks festival etc... 										
<p>Natural disaster in Japan</p> <p>Categorize natural hazards</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Easier to forecast</th> <th>Difficult to forecast</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Affected areas are limited</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Heavy rain Heavy snow Thunder </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Avalanche Tornado Earthquake-induced landslide Heavy-rain-induced landslide Volcanic eruption Wild animals (bats, bee, ...) </td> </tr> <tr> <td>Affected areas are wide</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Typhoon Heavy-rain-induced flood Influenza Campylobacter Norovirus </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> Earthquake Earthquake-induced tsunami </td> </tr> </tbody> </table>		Easier to forecast	Difficult to forecast	Affected areas are limited	<ul style="list-style-type: none"> Heavy rain Heavy snow Thunder 	<ul style="list-style-type: none"> Avalanche Tornado Earthquake-induced landslide Heavy-rain-induced landslide Volcanic eruption Wild animals (bats, bee, ...) 	Affected areas are wide	<ul style="list-style-type: none"> Typhoon Heavy-rain-induced flood Influenza Campylobacter Norovirus 	<ul style="list-style-type: none"> Earthquake Earthquake-induced tsunami 	<p>What is DMAC</p> <p>How to play</p> 	<p>What is DMAC</p> <p>How to play</p> <p>⑤ Player who received the best results will be given the title of Disaster Prevention Mini Leader.</p> 
	Easier to forecast	Difficult to forecast									
Affected areas are limited	<ul style="list-style-type: none"> Heavy rain Heavy snow Thunder 	<ul style="list-style-type: none"> Avalanche Tornado Earthquake-induced landslide Heavy-rain-induced landslide Volcanic eruption Wild animals (bats, bee, ...) 									
Affected areas are wide	<ul style="list-style-type: none"> Typhoon Heavy-rain-induced flood Influenza Campylobacter Norovirus 	<ul style="list-style-type: none"> Earthquake Earthquake-induced tsunami 									
<p>Natural disaster in Japan</p> <p>4 ways of mitigation</p> <p>Mitigation = The action of reducing the severity, seriousness, or painfulness of something</p>  <p>We need preparation for the better response = Target of DMAC!</p>	<p>What is DMAC</p> <p>How to play</p> <p>① Game master reads a question. Players have to choose a card within 3 seconds.</p> 	<p>What is DMAC</p> <p>Example of question</p> <p>You're at a lecture room now. An earthquake suddenly occurred. The buildings are strongly shaking.</p> <p>What do you do?</p>									

図-9 パワーポイントを用いた説明教材（英語）（1）

<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question) Where are you now in your imagination? Which phase are you in? What do you do? -What for?</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>After the shaking stopped until tsunami arrives (Several minutes ~ Several tens of minutes)</p>	<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Flying objects For example Bits of broken windows</p>	<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>All cards can be correct answers</p> <p>27 cards without writing - "What for" is important</p>
<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Flying objects For example Bits of broken windows Lightings Books</p> <p>Falling objects For example Shelves Lacks Lockers</p>	<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Is it really possible during the shaking?</p> <p>A risk that you can't escape from the room because the room is under ground with no window</p> <p>A risk that you can't escape from the building and the building is affected by tsunami</p>	<p>Q-Safety How to be Sub-Master</p> <p>Three features of DMAC</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Quick Decision Making <ul style="list-style-type: none"> - Within 3 seconds - One card per person 2. Sharing Risk Awareness <ul style="list-style-type: none"> - Explain why - Notice unexpected risks 3. Pictograms <ul style="list-style-type: none"> - Usable all over the world - Many ways of use with imagination
<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>What is usable other than desk?</p> <p>Flying objects For example Bits of broken windows Lightings Books</p>	<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Is it really possible during the shaking?</p> <p>A risk that the building may be collapsed</p> <p>Tsunami</p>	<p>Q-Safety How to be Sub-Master</p> <p>What Sub-Master should do</p> <p>Facilitate players' discussion!</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Help players to pick cards ◆ Make players explain more specifically ◆ Conclude player's explanation
<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Flying objects For example Books</p> <p>Falling objects For example Shelves Lacks Lockers</p>	<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>After the shaking stopped until tsunami arrives (Several minutes ~ Several tens of minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Outbreak of fire</p> <p>Tsunami</p>	<p>Q-Safety How to be Sub-Master</p> <p>Useful phrases</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Help players to pick cards <ul style="list-style-type: none"> "One card per person" "What will you do next?" ◆ Make players explain more specifically <ul style="list-style-type: none"> "What is dangerous, for example?" "Where do you go, for example?" ◆ Conclude player's explanation <ul style="list-style-type: none"> "What do you do during shaking?" "What do you do after shaking stopped?" "In the phase of A, that action may not be good. But in the phase of B, the action will be better!"
<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Is it really possible?</p> <p>Flying objects For example Books</p> <p>Falling objects For example Shelves Lacks Lockers</p>	<p>Q-Safety What is DMAC</p> <p>Discussion (Example of question)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>After the shaking stopped until tsunami arrives (Several minutes ~ Several tens of minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Tsunami</p>	

図-10 パワーポイントを用いた説明教材（英語）（2）

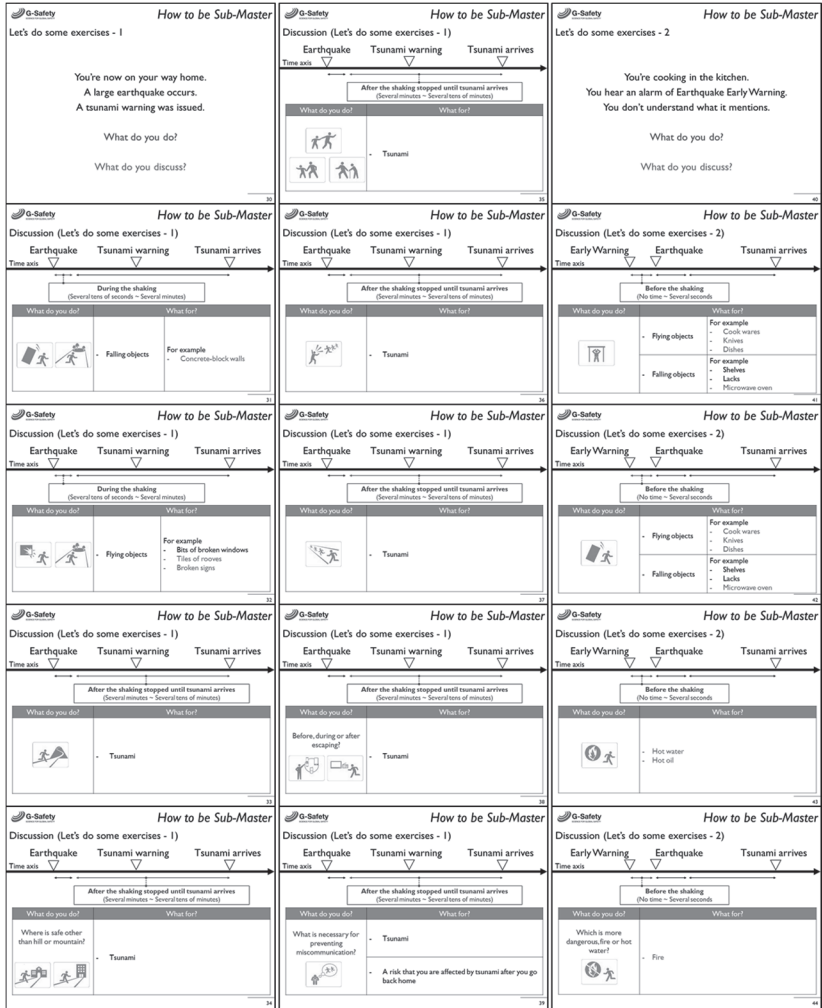


図-11 パワーポイントを用いた説明教材（英語）（3）









<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Discussion (Let's do some exercises - 2)</p> <p>Early Warning Earthquake Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p> Hot water Hot oil</p>	<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Discussion (Let's do some exercises - 3)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p> Plastic people</p>	<p><i>Disaster Mitigation Action</i> <i>Card Game</i> <i>Earthquakes and Tsunamis</i></p> <p>Now you are Disaster Prevention Mini Leaders!</p>
<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Discussion (Let's do some exercises - 2)</p> <p>Early Warning Earthquake Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>After the shaking stopped until tsunami arrives (Several minutes ~ Several tens of minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p> Fire</p>	<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Let's do some exercises - 4</p> <p>You're at the beach. A small earthquake occurred. People seem to do nothing.</p> <p>What do you do? What do you discuss?</p>	
<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Discussion (Let's do some exercises - 2)</p> <p>Early Warning Earthquake Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>After the shaking stopped until tsunami arrives (Several minutes ~ Several tens of minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p> Fire Tsunami</p>	<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Discussion (Let's do some exercises - 4)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>After the shaking stopped until tsunami arrives (Several minutes ~ Several tens of minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p> Tsunami</p>	
<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Let's do some exercises - 3</p> <p>You're in the subway station. You see a sign hung from the ceiling shake. There are a lot of people in the station.</p> <p>What do you do? What do you discuss?</p>	<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Discussion (Let's do some exercises - 4)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>After the shaking stopped until tsunami arrives (Several minutes ~ Several tens of minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p> Tsunami</p>	
<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Discussion (Let's do some exercises - 3)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>During the shaking (Several tens of seconds ~ Several minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p> Falling objects For example Lightnings Signs</p>	<p>G-Safety <i>How to be Sub-Master</i> Discussion (Let's do some exercises - 4)</p> <p>Earthquake occurs Tsunami arrives</p> <p>Time axis</p> <p>After the shaking stopped until tsunami arrives (Several minutes ~ Several tens of minutes)</p> <p>What do you do? What for?</p> <p>Before, during or after escaping?  Tsunami</p>	

図-12 パワーポイントを用いた説明教材（英語）（4）

げん さい 減災アクション! ~地震・津波編~

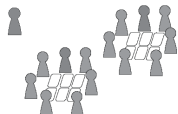
カードゲーム

ねらい

このゲームは、災害が発生したときに、自分の身を守るためにどう行動するかを考えるゲームです。

このゲームを通して、災害発生時の行動を日頃から具体的に考えておくことの大切さを学んでほしいと考えています。

役割



-  **ゲームマスター:**
ゲーム全体の進行役
-  **サブマスター:**
各グループのまとめ役
-  **プレイヤー:**
ゲームの挑戦者

ゲームの流れ

1 ゲームマスターが問題文を読み上げるので、プレイヤーは危険から身を守る行動が示されたカードを3秒以内を取ってください。



瞬時に判断する力を鍛えよう!

2 答えとなるカードは1枚とは限りません。自分がとろうと思ったカードを他の人に先に取られたら別のカードを探しましょう。



取ったことができない場合もある!

4 みんなが納得できたら得点になります。



みんなで拍手をしよう!

3 カードを取ったプレイヤーは順番に、なぜそのカードを選んだのかを他の人たちに説明してください。



具体的な場面を想像しよう!

5 最後にグループ内で、得点が一番多かった人には防災ミニリーダーの称号が与えられます。

今後も積極的に防災をリードしてください!



例題

- ①あなたは学校の教室にいます。
- ②地震が起きました。
- ③建物が大きく揺れています。
- ①あなたは家に帰る途中です。
- ②大きな地震が起きました。
- ③津波警報が発表されました。

説明の例

- 「蛍光灯が落ちてくるかもしれないから、机の下に入る」
- 「窓ガラスが飛んでくるかもしれないから、教科書とかで自分の頭を守る」
- 「揺れがおさまったあと、火災が発生していたら建物の外に出る」
- 「津波がくるかもしれないから、高いところにある学校に避難する」
- 「近くに山がないかもしれないから、そのときは高いマンションに避難する」
- 「すでに安全なところにいるから、スマホで家族の安否を確認する」

アレンジ

問題文は①今いる場所はどこなのか、②何が起ったのか、③あなたの周囲はどういう状況なのかで構成されています。様々なケースを考えることで、例題以外にも自由に問題を作ることができます。



図-13 日英表記簡易マニュアル原案表面

Disaster Mitigation Action Card Game

Earthquakes & Tsunamis

WHAT IS the Disaster Mitigation Action Card Game (DMAC)?

DMAC is a game that teaches how to protect yourself from disasters. In DMAC, there are three roles; "Game-Master" as the organizer, "Sub-Master" as the facilitator, and "Player". All that's needed to play DMAC are set of cards and at least three members; one game-master (Game-Master can perform Sub-Master concurrently) and two players.

HOW TO PLAY *See figures in Japanese version

Lay all cards face up.

- 1 Game-Master reads a question. Players have to choose a card within 3 seconds.
- 2 Let's find another card if your target has been picked by another player.
- 3 Please explain why you chose it to other players.
- 4 If everyone agrees with you, you gain one point. Everyone will clap hands.
- 5 Players who received the best results will be given the title of Disaster Prevention Mini Leader.



THREE FEATURES

1. Quick Decision Making

In this game, you have to choose a card within 3 seconds. You need to judge the priorities for actions when disaster happens in order to protect yourself.

2. Sharing Risk Awareness

A natural disaster can occur on daily life. It is important to be aware of risks on your daily life. In addition, you can notice other risks from other players' explanation.

3. Pictograms

The cards contain no writing. With your imagination, you can explain each card in many ways.



DON'T HESITATE TO TAKE CARDS!

*All cards can be correct answers because the action differs according to player's imagination.

*There are no points deducted in this game. Don't hesitate to take cards!

QUESTIONS

- ①You're in a lecture room now.
- ②An earthquake suddenly occurred.
- ③The buildings are strongly shaking.

- ①You're now on your way home.
- ②A large earthquake occurs.
- ③A tsunami warning was issued.

DISASTER MITIGATION ACTIONS

Primary action is to protect your body. Flying or falling objects such as bits of broken windows are very dangerous in this case. You do not have to escape outdoor because Japanese buildings are very strong against earthquake.

After an earthquake, the possibility of a tsunami has been warned. In order to escape from tsunami risk, you need to go to a higher place as soon as possible, especially when you are near the sea.



DMAC questions describe specific cases like ①where you are, ②what will happen, ③how is the situation around you. You can design questions in many ways by assuming various cases. It is important to assume every risk clearly to explain why you take the action.

東北大学 グローバル安全学 トッパーゲータ 育成プログラム

Inter-Graduate School Doctoral Degree Program on Science for Global Safety, Tohoku University

TEL: 022-795-4926

E-MAIL: gs-koho@bureau.tohoku.ac.jp

WEB: <http://www.g-safety.tohoku.ac.jp/>



図-14 日英表記簡易マニュアル原案裏面

減災アクション！カードゲーム

▶減災アクションカードゲームとは？

- ・災害が発生したときの、とっさの判断をきたえるゲーム
- ・ねらい：災害発生時の行動を日頃から具体的に考えておくことの大切さを学んでほしい

▶タイムスケジュール(45分間の場合の目安)

2分	5分	5分	25分	1分	5分	2分
挨拶	アンケート	ルール説明	ゲーム (1周：約5分)	評価表	アンケート	挨拶

▶ゲームの流れ

1. カードを広げる
2. ゲームマスターが問庫文を読む
3. プレイヤーは自分の身を守るカードを3秒以内にとる …①
4. 順番に「なぜそのカードをとったのか」30秒以内で説明する …②③
5. 説明ができれば拍手+得点ゲット …④
6. カードを元に戻す
(2～6を問庫数分繰り返す)
7. 防災ミニリーダー認定式

▶サブマスターの役割

各グループのまとめ役として、プレイヤーに「気づき」を与え、議論を促進させること

①カードを取る順番は？

- ・プレイヤー全員がカードを取れるように、カードを取る時間を調整したり、声掛けをしたりする

②説明を具体的に聞き出す →「年代別対応表」を参照

- ・「何が危険だから」「どんな行動を選択した」のかを問う

③減災アクションを体系的に整理 →「解説ポイント集」を参照

- ・災害の「発生前」「発生中」「発生後」の行動を、プレイヤーの説明からまとめる
- ・地震が発生し始めて、数秒間までできることは限られていることを示す
- ・整理するのは全てのプレイヤーの説明が終わってから行う

④ゲーム進行を円滑に進める

- ・複数班が同時に進行するために以下について気をつける
テンポよく解説・議論/説明のあとに必ず拍手/全員の発表が終わったら手を上げてゲームマスターに知らせる
- ・得点は基本的に全員・毎回ゲットでき、拍手後に得点カードを選ぶ

図-15 簡易サブマスターマニュアル（身近な災害編）表面

▶解説ポイント集

▶練習問題：「あなたは、学校の教室にいます。地震で建物が大きく揺れています。さあ、どうする!？」

	覚えてほしい状況	震災アクションの例	解説ポイント
物が飛ぶ	物が飛んでくる (棚れと本ガラス等)	席から離れる	▶けがから身を守る行動を優先的に考えてほしい問題です
	物が落ちてくる (窓枠等)	机の下に入る	
閉じ込められる	物が落ちてくる (ロッカー等)	扉を守る	
	ドアが閉れて開かなくなる	閉まっている扉を開ける	
津波が来る	津波が来る	津波の外に出る	
	津波が来るかわからない	高いところへ逃げ、情報を収集する	

▶問題1：「あなたは海にいます。小さな揺れを感じました。さあ、どうする!？」

	覚えてほしい状況	震災アクションの例	解説ポイント
津波が来る	近くに高台やホテルがある	ただちに高いところへ避難する	▶あまり知らない環境の中で、津波からどのように逃げたのか、子どもから高い場所をまじょう。
	近くに高台やホテルが見つからない	おちおち高いところへ避難する	
津波が来るかわからない	津波警報が発表されていない	気象情報しながら避難する	
	周りの人が避難していない(気づいていない)	周りに注意を呼びかける	

▶問題2：「あなたは山にいます。大きな爆発音が聞こえました。さあ、どうする!？」

	覚えてほしい状況	震災アクションの例	解説ポイント
けががする	噴石、火山湖が飛んでくる	物陰、山外側に逃げる、身をを守る	▶菌的の危険、短距離への避難を避けることを優先
	火山ガス、熱風、高温の噴煙	口を塞ぎ(ハンカチ、マスク)、鼻上へ逃げる	
状況がわからない	噴煙、火山灰、火山泥の発生	噴火口、谷幅外、風下を逃げ逃げる	▶火山は気象の予測や地形によって被害の大きさが変わる
	空気にキラキラガラスが割れる	津波の外からガラスが割れる	▶火山噴火によって生じる津波を早く分かっていないときは、どのような津波があるかを事前に確認する
	どのような噴火が起きたかわからない(噴火口から遠いふととの場合)	TV、ラジオ等で情報を集める	

▶問題3：「あなたは学校にいます。竜巻が発生しています。さあ、どうする!？」

	覚えてほしい状況	震災アクションの例	解説ポイント
【屋外】けががする	もの(床、ガラス等)が飛んでくる	強風な構造物の奥に入って身を小さくする	▶身をを守る構造物の種類に注目! 強い構造物(物置、車庫、プレハブ等の仮設建築物や、屋根、柱の水のそばは危険な危険性があるため、手前には避ける
	自身か飛ばされる	鉄道の進行方向に対して背風側に逃げる	
【屋内】けががする	ガラスが割れる	窓やカーテンを閉める	
	扉が飛ばされる	下階、地下の重たい(トイレ等)で、できれば中心部に移動する	
		机の下、浴槽の中に入って頭を守る	

▶問題4：「あなたは家にいます。大雨が降り、土砂災害警報が発令されました。さあ、どうする!？」

	覚えてほしい状況	震災アクションの例	解説ポイント
土砂崩れが起きる	土砂が家を襲う	避難所(決壊できない)に避難する	▶避難所のマンホールや側溝にも注意(穴蓋で塞いでいる場合)
	土砂が家をかきさらげる	家の安全な場所へ避難する	
状況がわからない	警報が出ているかわからない	TV、ラジオ等で情報を集める(避難)	▶土砂災害危険箇所とされは避難する程度にし、プレーヤー同士で危険箇所がわかるように使う
	警報が発令されていない	情報を収集しながら山や崖から離れる	
	周りの人が避難していない(気づいていない)	周りに注意を呼びかける	

▶年代別対表

	小学生	小学校低学年	小学校高学年	中学生以上
特徴	▶比較的くらいに説明ができる ▶説明がうまく説明できない子には、プレーヤーの説明から、構図になるような解説を加えながら指導する	▶まだ読解が難しい年齢 ▶読解をするのではなく、新しい知識を教えるつもりで解説をする	▶ある程度の読解ができる年齢 ▶新たな気づきを生かすように読解の促進をする	▶深い読解ができるようになる ▶サブマスターは読解の提供をできる程度にし、プレーヤー同士で危険箇所がわかるように使う
読解の仕方例	例「床に落ちた...」 ▶「キツチンしているお母さんが落ちてきて危ないもんね。いい考えだね。家が揺れてお母さんがおちてくるとお母さんがおちた。さあ、どうする?」	例「津波が来るから家に帰る...」 ▶「家は高い所にありまうか?」 →YES、NOで答えられる言葉で、プレーヤーの行動の判断を理解し、理由をなめるような解説をする ▶「高いところだと津波の危険があるから高いけど、家の高いところには揺れにくいぞね。ただなるべく高いところへ逃げようね。はい、自分!」	例「津波が来るから家に帰る...」 ▶「どうして家は安全ですか?」 ▶「家はどんな所にありまうか?」 →YES、NOで答えられない言葉で、プレーヤーと行動の判断を促してもらう ▶「高いところへ逃げれば津波から身を守れまうか。いい考えだね。はい、自分!」	例「津波が来るから家に帰る...」 ▶「津波が来るから家に帰る...」 ▶「津波が来るから家に帰る...」 ▶「津波が来るから家に帰る...」 ▶「津波が来るから家に帰る...」

図-16 簡易サブマスターマニュアル(身近な災害編)裏面

6. アンケートによる効果測定

6. 1 小・中学校での調査

6. 1. 1 アンケートの概要

「減災アクションカードゲーム～地震・津波編～」の防災教育教材としての効果の検証、および防災教育を実施する上での社会調査として、アンケートの実施を行った。アンケート用紙自体は昨年の活動において既に作成されており、昨年度および今年度のカードゲーム活動の際にアンケート調査を実施している（久松ら、2015b）。これまで未就学児童から高齢者までの幅広い年代を対象に、2014年度は宮城県内で12回、宮城県外で2回実施し、2015年度は宮城県内で4回、宮城県外で2回のアンケート調査を実施している。2014年10月以前の調査では、カードゲームの体験者の聞き取り調査などを元に質問項目の微調整を行っており、それ以降の調査では基本的な質問項目を固定したアンケート用紙を用いて調査を行っている。

アンケートの基本的な質問項目を表-5にまとめた。アンケートは、カードゲーム実施前に記入を行う「実施前アンケート」と、実施後に記入を行う「実施後アンケート」の2種類がある。表-5中の設問番号がPreと表記される項目は実施前アンケート、Postと表記される項目は実施後アンケートにそれぞれ該当する。実施前アンケートでは、年齢や住まいなどのアンケート回答者の属性を問う設問の他、事前の災害知識や学習経験、学習意欲を問う設問を配置しており、社会調査的な意味合いが強い。実施後アンケートでは、カードゲームの娯楽性や難易度、カードゲーム実施後の学習意欲を問う設問を配置しており、カードゲームへの満足度および防災教育教材としての効果を検証することを目的としている。また、実施後アンケートでは、最も印象に残ったことを一つだけ自由記述する問い（PostQ9）を設けることで、児童生徒に対して本カードゲームが与えた特徴的な教育効果について読み取れるように工夫している。一方で、「児童・生徒が楽しんで

取り組める」ことを防災教育教材開発の目標としているため、調査対象の中で最も低年齢である小学校 1 年生がアンケート回答時に負担を感じないようにアンケートを設計している。そのため、アンケートの質問項目は量的に制限されている。

本章では、上記のアンケートでの基本的な質問項目が固定化された後に小・中学校で行った調査に限定して、アンケートの分析結果を報告する。本章で報告する調査以外で実施したアンケート調査の簡易的な集計結果については、久松ら（2015b）または、渡邊ら（2015）を参照されたい。

6. 1. 2 アンケートの実施状況

アンケートの基本的な質問項目が固定化された後に小・中学校で行った調査を表-6 にまとめた。カードゲームの実施、およびアンケート調査は、学校の授業あるいは学校が開催したイベントの一環として行った。カードゲームの各問題での議論の時間、および問題文は、学校関係者との事前打ち合わせを元に、実施する問題の選択（津波被災者の遺族である児童に配慮し、津波に関する問題を出題しないなど）や問題文の修正（特定の地域名を入れるなど）を行った。また、実施した問題数も、参加人数および実施時間に応じて、5 問あるいは 6 問で調整した。そのため、これらの調査は必ずしも同じ条件での実施とはなっていない。

表-6 中のうち、A から D の学校で実施したアンケート調査については、統計的な分析を行い、現在災害情報学会誌に論文を投稿中である（富田ら、投稿中）。そのため、詳細な分析結果については記載できないが単純集計結果と分析結果の概略のみを第 6 章第 1 節第 3 項で示す。一方で、学校 E（水戸市立双葉台小学校）での調査結果は、論文投稿時に詳細な分析を行っていない。そこで第 6 章第 1 節第 4 項で、学校 E での調査を踏まえた今後の分析方針の展望について述べる。

6. 1. 3 宮城県・福島県でのアンケートの分析結果

図-17 に、表-6 中で示したアンケート調査の単純集計結果を示した。ここでは、集計結果の全体的な傾向について報告する。まず、本ゲームの評価に関する設問である PostQ2(図-17g)と PostQ6(図-17k)の結果から、児童生徒の約90%がゲームを楽しみ、またやりたいと回答しており、本ゲームが受け入れやすい教材として高く評価されていることがわかる。また、ゲームの難易度を問う設問である PostQ3(図-12h)や PostQ4(図-17i)は、ゲームのルールや問題文をわかりやすいと回答した児童生徒が全体の約90%を占めていることを示し、小・中学生でも問題なくゲームに参加できていることがうかがえる。一方で、ゲームの楽しさを問う設問の PostQ2(図-17g)や防災に対する関心・意欲を問う設問である PreQ3、PreQ4、PostQ7(それぞれ図-17c、d、l)は、学校C(女川向学館)で否定的な回答が目立つ傾向を示した。事前の災害知識を問う設問(PreQ1(図-17a)、PreQ2(図-17b)、PreQ5(図-17e))では、このような学校の違いによる顕著な差は見られなかった。

投稿中の論文では、設問間の影響や学年などの属性による影響についての評価を相関分析を用いて検討を行った他、上記の学校Cでの特異な回答傾向の有意性の検討を行った。詳細な分析方法・結果については本稿では割愛するが、分析結果の概要をここで述べる。相関分析の結果は、ゲームに対する評価が学年や性別、事前災害知識によらないことを示した他、本ゲームによる防災教育効果が第三者への防災教育への波及効果(PostQ8)に寄与していることを示した。一方で、回答結果の優位性の検討から、上述の学校Cでの否定的な回答傾向は統計的に有意な結果であることを示した。しかし、カードゲームの実施時の記録を検討したところ、児童のゲームへの参加姿勢は積極的で議論も活発に行われており、アンケートでの否定的な回答結果は、ゲームの内容以外での児童の「気恥ずかしさ」といった感情的な影響により現れたと考えられる。また、論文では、PostQ9の自由記述から本カードゲームが児童生徒に対して与えた特徴的な教育効果の読み取り

も行った。その結果、本カードゲームが少なくとも小学校中学年以上の児童に対して思考促進型の防災教育教材として機能していることが明らかになった。

以上の結果から、本カードゲームが小・中学校の児童生徒に対して、学年・性別・事前災害知識・事前学習経験に依らずに受け入れやすい防災教育教材であり、かつ思考促進型の防災教育教材として有用であることを示した。現段階のアンケート分析では、実施時期の違い・実施規模の違い・問題の違い・学年によるファシリテーション方針の違い・サブマスター（実施者）による違いなど考慮できていない点が多いが、今後実践事例を増やしつつこれらによる差異を検討していく必要がある。

6. 1. 4 茨城県でのアンケートの分析の今後

茨城県でのアンケートの詳細な分析はまだ実施していない。実施時期が11月であったことと、災害情報への論文投稿を優先したためである。そこでこの項では、茨城県で得られたアンケートの今後の分析方針について報告する。まず第6章第1節第3項で報告した宮城県・福島県と同様の分析を行う。茨城県水戸市は東北地域外かつ被災地の一つであることから、他2県と比較し地域性の違いについて議論できると考えている。次に学年ごとに質問事項の分析を行う。今回の実施では1年生から5年生まで各40名前後のアンケート回答を得た。従来の実施で6学年同時の開催はなく、また複数学年実施においても学年ごとの回答数が少ないことがあった。このことから茨城県のアンケート分析からは質問項目の学年依存性を議論できると考えている。現在予定しているのは上記2つの分析であるが、6学年・300名以上の回答を一度に得ることができた貴重な結果であるため、他にも様々な分析を実施していきたい。

6. 2 「身近な災害編」の評価

7月19日のサイエンスデイで小学生やその保護者を対象に「減災

アクションカードゲーム～身近な災害編～」を実施した際に、「地震・津波編」と同じ質問項目のアンケート調査を実施した。

図-18に、アンケート調査の単純集計結果を示した。高校生以下の回答数は32名で、保護者の回答は9名と年齢不明の回答を2名得られた。まず、本ゲームの評価に関する設問であるPostQ2とPostQ6の結果から、参加者の約90%がゲームを楽しみ、またやりたいと回答しており、地震・津波編と同様に楽しみながら防災学習ができる教材であることがわかる。また、ゲームの難易度を問う設問であるPostQ3やPostQ4は、ゲームのルールや問題文をわかりやすいと回答した児童生徒が全体の約95%以上を占めていることを示し、年齢に関係なくゲームに参加できていたことがわかる。カードのわかりやすさを問うPostQ5の結果から、参加者の約20%がわかりにくいカードがあると回答しており、今回行ったカードの変更はゲームの進行に支障がなかったといえる。

最も印象に残ったことを問うPostQ9の回答を整理した結果、高校生以下の32名のうち、津波、竜巻および雷に関する問題に対する記述が1名ずつ、火山噴火と熊に関する問題に対する記述がそれぞれ2名と3名得られた。このイベントでは土砂災害に関する問題を出さなかったため、地震に関する問題を除くすべての種類の災害が少なくとも1人の印象に残ったことになる。現時点ではアンケートの回収数が少ないため詳細な分析はできないが、「減災アクションカードゲーム～身近な災害編～」が幅広い災害への関心を促す教材として利用できる可能性を示している。

第4章第5節で記したように、火山噴火に関する問題として「あなたは山にいます。煙が上がっているのが見えます。」という問題を出した。これに対しPostQ9の回答では、7歳の参加者からこの問題が「おもしろかった」という記述と14歳の参加者から「山で煙がみえても色々な場合があること」という記述が見られた。このような結果をより詳細に分析することで、問題文で災害を明記しないことの効果を検証できるのではないかと考える。

以上の結果から、本年度の活動で開発した「身近な災害編」が、2014年度に開発した「地震・津波編」と受け入れやすさの点では同様の評価を得ているといえる。今後は、地震・津波以外の様々な災害を問題に取り入れることの学習意欲への効果などについての分析と考察を行う必要がある。

6. 3 留学生向けのゲーム実施の評価

2014年度の科学者の卵養成講座の高校生と共同で行った英語交流サロンでの留学生向けのゲーム実施に加え、本年度に文学研究科の留学生向け講習会でゲームを実施した際に、アンケート調査を実施した。質問項目は表-7のとおりである。

英語サロンでの参加者は30名で、うち22名が留学生、8名が高校生であった。文学研究科の留学生向け講習会の参加者は9名であった。留学生の国籍は中国が最も多く16名、次いでインドネシア4名、台湾とバングラデシュが2名、アメリカ、アルジェリア、スリランカ、ブラジル、ベトナム、モロッコ、および不明がそれぞれ1名であった。単純集計の結果を図-19に示す。現在アンケートの分析と考察を行った結果を日本地球惑星連合大会に投稿中である（金子ら、投稿中）。

表-5 災害・防災にかかわる意識調査と本防災教育教材についてのアンケート質問項目（留学生向け以外で使用）

番号	質問文	選択肢
Pre	学校・学年・性別	
PreQ1	次の中から、あなたが災害だと思うものすべてにチェック☑をしてください	地震・津波・台風・火山噴火・地すべり・大雨・竜巻・火事・事故・病気（感染症）・その他（自由記述欄あり）
PreQ2	あなたは、これまでに災害や防災に関する勉強をしたことがありますか？	ある・ない・わからない
PreQ3	災害がなぜ起こるのか、知りたいと思いますか？	思う・思わない・わからない
PreQ4	災害から身を守る方法について、知りたいと思いますか？	思う・思わない・わからない
PreQ5	あなたは、2011年3月11日は、なにがあった日か知っていますか？	知っている（自由術欄あり）、知らない
PostQ1	あなたは、今日のゲームで何点とれましたか？	※自由記述
PostQ2	今日のゲームは、楽しかったですか？	楽しかった・楽しくなかった・わからない
PostQ3	今日のゲームのルールは、わかりやすいと思えましたか？	わかりやすい・むしろかしい
PostQ4	今日のゲームの問題文は、わかりやすいと思えましたか？	わかりやすい・むしろかしい
PostQ5	今日のゲームのカードのなか	はい（自由術欄あ

	で、わかりにくいカードはありましたか？	り)・いいえ
PostQ6	今日のゲームをまたやりたかったですか？	思った・思わなかった
PostQ7	災害から身を守る方法について、もっと知りたいと思いましたが？	思った・思わなかった・わからない
PostQ8	今日学んだことを誰に伝えたいと思いますか？	伝えたいと思わない・友達・家族や親戚・先生・その他（自由記述欄あり）
PostQ9	今日一番印象に残ったことを「ひとつだけ」書いてください	※自由記述

表-6 アンケート調査実施概要

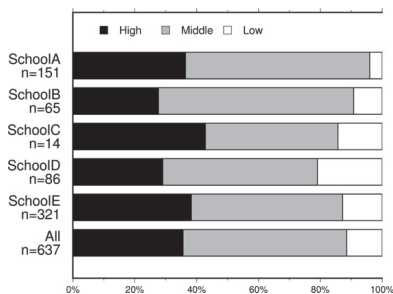
学校	地域	時間	問題数	学年	人数	実施日
A	宮城県内陸部	50分	6	中1	152	2014/11/18
B	宮城県内陸部	60分	6	小3・4	23	2014/10/18
					40	2015/10/17
C	宮城県沿岸部	55分	6	小5・6	14	2014/1/14
D	福島県沿岸部	45分	5	小1・2	19	2015/6/10
				小3・4	28	
				小5・6	39	

E	茨城県 内陸部	40～ 50分	5	小1	27	2015/11/7
				小2	39	
				小3	34	
				小4	42	
				小5	33	
				小6	146	

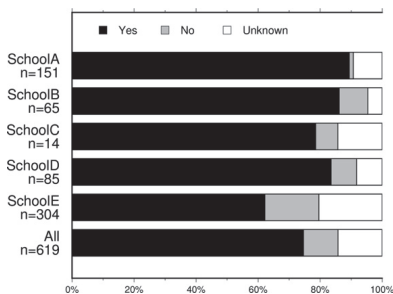
表-7 災害・防災にかかわる意識調査と本防災教育教材についてのアンケート質問項目。原文は英語（留学生向けに使用）

番号	質問文	選択肢
PreQ0	年齢・性別・日本の滞在期間	
PreQ1	日本での災害に不安を感じますか？	はい・いいえ
PreQ2	次の中から、あなたが災害だと思うものすべてにチェック☑をしてください	地震・津波・台風・火山噴火・地すべり・大雨・竜巻・火事・事故・病気（感染症）・その他（自由記述欄あり）
PreQ3	あなたは、2011年3月11日は、なにがあった日か知っていますか？	はい（自由術欄あり）・いいえ
PostQ1	今日初めて知ったことを書いてください	※自由記述
PostQ2	今日のゲームは、楽しかったですか？	はい・いいえ・わからない
PostQ3	今日のゲームのルールは、わかりやすいと思えましたか？	はい・いいえ
PostQ4	今日のゲームの問題文は、わ	はい・いいえ

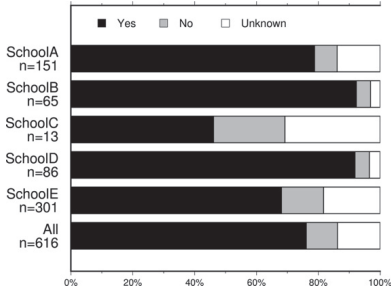
	かりやすいと思えましたか？	
PostQ5	今日のゲームをまたやりたいと思えましたか？	はい・いいえ ※理由を自由記述
PostQ6	今日のゲームの経験は自国でも役に立ちそうですか？	はい・いいえ ※理由を自由記述
PostQ7	災害への危機意識は向上しましたか？	はい・いいえ ※コメント自由記述
PostQ8	カードを取った後に説明ができましたか？	はい・いいえ ※コメント自由記述
PostQ9	今日一番印象に残ったことを「ひとつだけ」書いてください	※自由記述



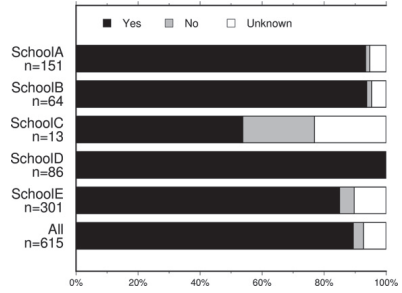
(a) PreQ1



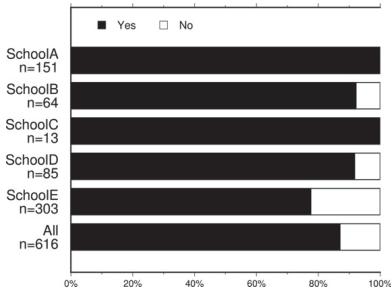
(b) PreQ2



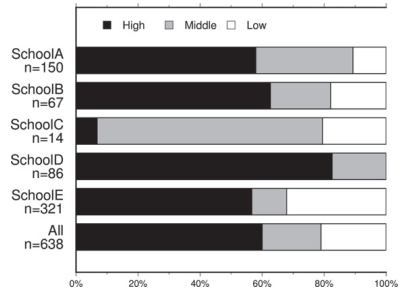
(c) PreQ3



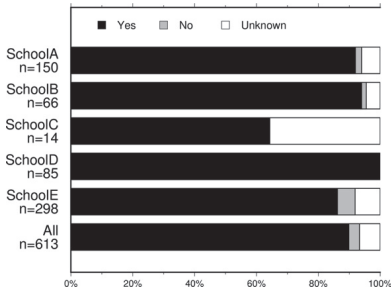
(d) PreQ4



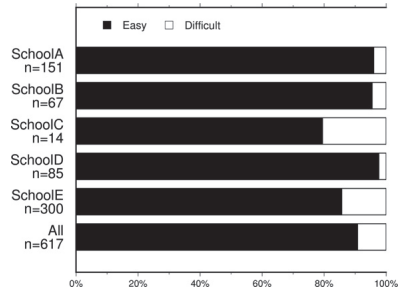
(e) PreQ5



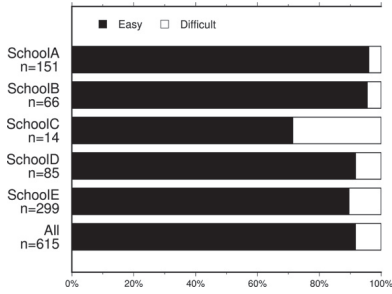
(f) PostQ1



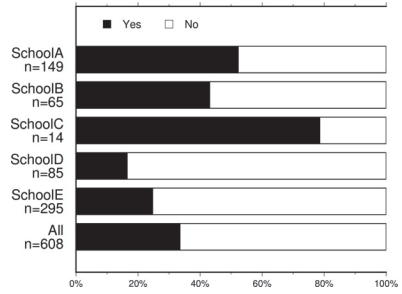
(g) PostQ2



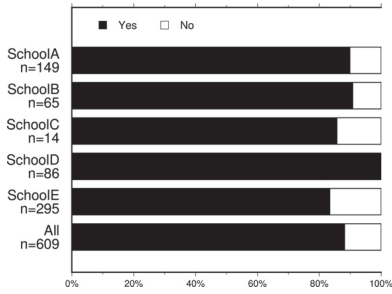
(h) PostQ3



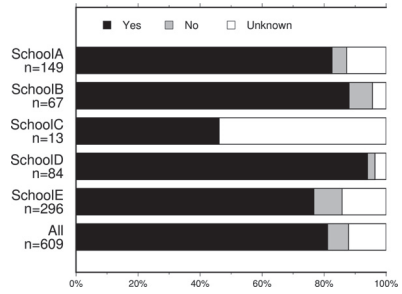
(i) PostQ4



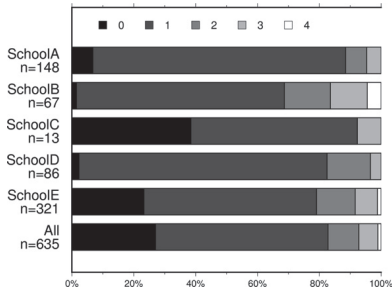
(j) PostQ5



(k) PostQ6

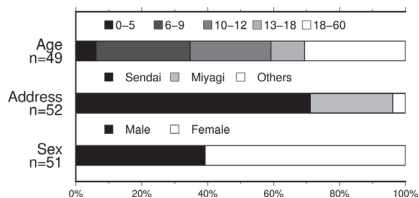


(l) PostQ7

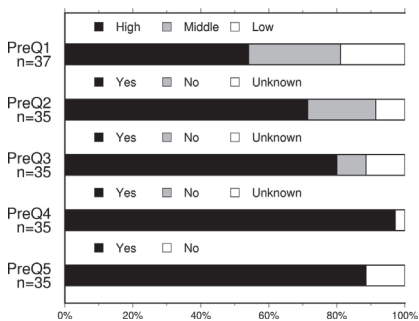


(m) PostQ8

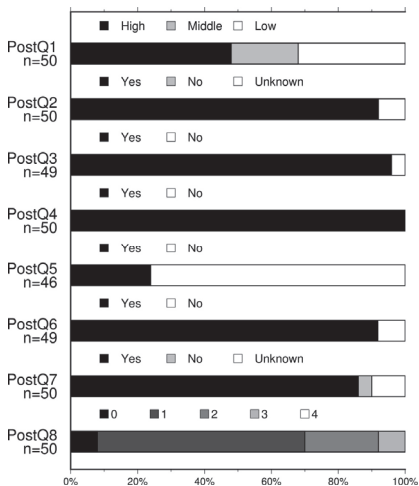
圖-17 學校別單純集計結果



(a) 属性

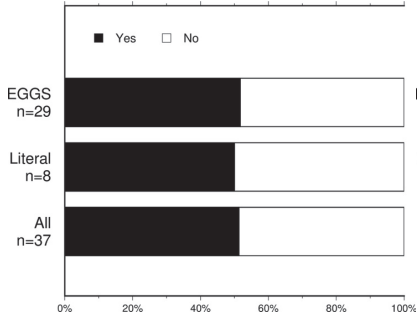


(b) 事前アンケート

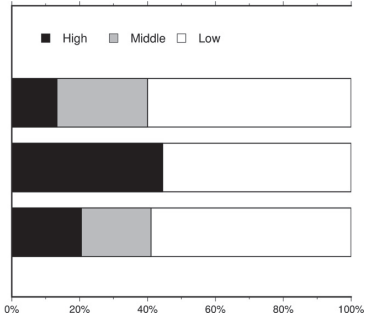


(c) 事後アンケート

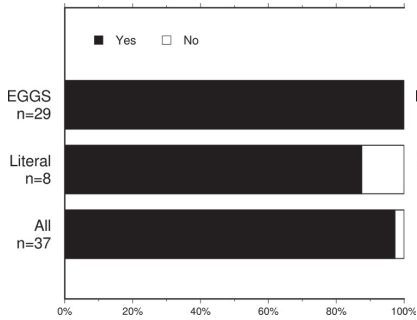
図-18 サイエンスデイでのアンケート単純集計結果



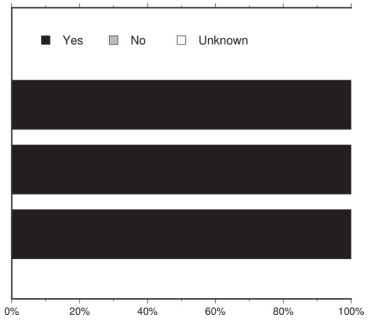
(a) PreQ1



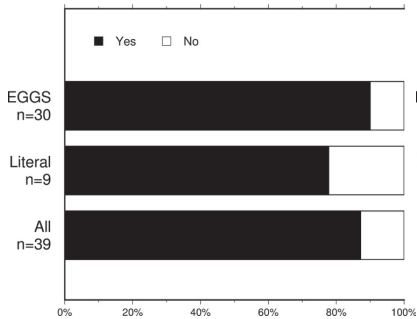
(b) PreQ2



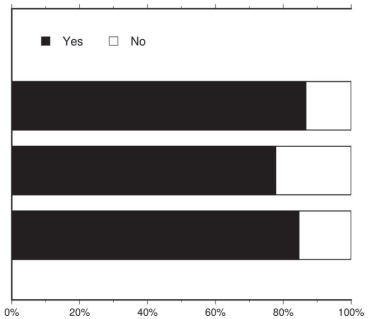
(c) PreQ3



(d) PostQ2



(e) PostQ3



(f) PostQ4

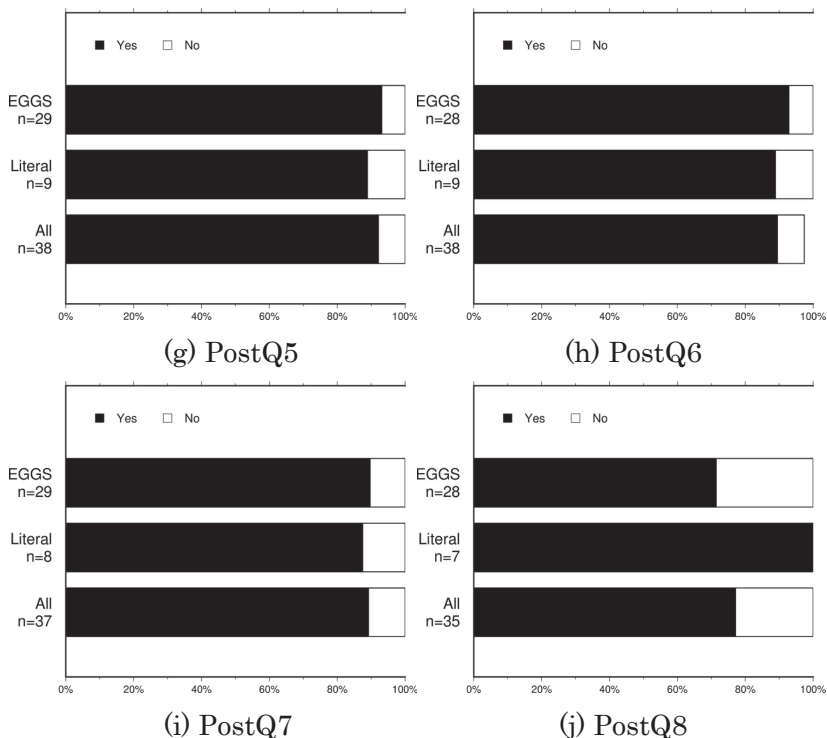


図-19 留学生向けゲーム実施時のアンケート単純集計結果。EGGSは科学者の卵養成講座の高校生と共同で英語交流サロンにおいて実施したアンケート、Literalは文学研究科の留学生を対象に実施したアンケートおよびAllはそれらを合計した結果である。

謝辞

本企画は、東北大学リーディング大学院「グローバル安全学トップリーダー育成プログラム」の助成を受けて実施致しました。対象学校関係者のみなさまおよび科学者の卵養成講座の英語交流サロンに参加した留学生と高校生の皆様には、本ゲームの実施およびアンケートの回答にご協力頂きました。同プログラム専任教員の久利美和講師には本企画の活動全般にわたり多大なるご指導とご協力をいただきま

した。同じく専任教員の地引泰人助教にはアンケートの分析に貴重なご助言をいただきました。同プログラム受講生の平田萌々子氏、伊藤大樹氏、長谷川翔氏、山本知生氏、佐々木隼相氏、リュウ・ディーイー氏、アトナフ・デベベ・キフレ氏、ゴン・シュン氏、ス・リャン氏、ニ・ジャリン氏および宮鍋慶介氏には本ゲームの実施にご協力いただきました。同じく山田修司氏には本ゲームの開発と実施およびアンケートの分析にご協力いただきました。ここに記して感謝申し上げます。

参考文献

内閣府、日付不明、

http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/data/index.html、参照年月日：2015. 12. 1.

秦康範・酒井厚・一瀬英史・石田浩一、2015、児童生徒に対する実践的防災訓練の効果測定－緊急地震速報を活用した抜き打ち型訓練による検討－. 地域安全学会論文集、No. 26、pp. 39-49.

久松明史・山田修司・渡邊俊介・金子亮介・牧野嶋文泰・秋戸優花・望月達人・吉田奈央・三嶋葵・久利美和・今村文彦・湯上浩雄、2015a、参加型防災学習の新教材「減災アクションカードゲーム」の開発と普及. 津波工学研究報告、第 32 号、pp. 301-317.

久松明史・山田修司・渡邊俊介・牧野嶋文泰・金子亮介、2015b、小・中学生を対象とする参加型防災学習の新教材の開発とアンケートによる効果測定. 東北大学グローバル安全学トップリーダー育成プログラム 学生自主企画活動報告書、第 7 章、pp. 239-321.

矢守克也、2010、防災教育の現状と展望. 自然災害科学、29-3、pp. 291-302.

矢守克也、2012、「津波てんでんこ」の四つの意味. 自然災害科学、31-1、p. 35-46.

渡邊俊介・久松明史・山田修司・牧野嶋文泰・金子亮介・久利美和、2015、防災教育教材：減災アクションカードゲームの開発と評価. 日本地球惑星科学連合 2015 年大会予稿、G02-05.

内閣府、2013年9月4日、

http://www.bousai.go.jp/updates/h25toppuu09/pdf/h25toppuu09_05.pdf、参照年月日：2016.1.11.

国土交通省、2014年11月5日、

<http://www.mlit.go.jp/common/001059847.pdf>、参照年月日：2016.1.11.

内閣府、2013年11月25日、

http://www.bousai.go.jp/updates/h25typhoon26/pdf/h25typhoon26_30.pdf、参照年月日：2016.1.11.

国土交通省、2014年10月31日、

http://www.mlit.go.jp/river/sabo/H26_hiroshima/141031_hiroshimadosekiryu.pdf、参照年月日：2016.1.11.

内閣府、2015年9月24日、

http://www.bousai.go.jp/updates/h27typhoon18/pdf/h27typhoon18_20.pdf、参照年月日：2016.1.11.

第4章

高校における STS 教育を通じた科学 技術と社会の新たな関係性の提案

藤田 遼⁽¹⁾

小林 龍一⁽²⁾

小桧山朝華⁽²⁾

大塚 光⁽³⁾

ジョン イジョウ⁽³⁾

小川 剛史⁽⁴⁾

(1) 東北大学理学研究科 博士課程後期1年

(2) 東北大学工学研究科 博士課程後期2年

(3) 東北大学工学研究科 博士課程後期1年

(4) 東北大学工学研究科 博士課程前期2年

我々は、東日本大震災および福島第一原発事故をはじめ、気候変動問題、食糧安全問題、医療問題といった、近年改めて露わになっている科学技術のリスクや不確実性に伴った、科学技術と社会との境界領域で生じる諸問題に日々直面している。社会の理解・信頼のもとで科学技術を今後も発展させていくためには、国民の科学技術政策過程への幅広い参画が必要不可欠である。その上で、教育による市民の科学技術リテラシーの基盤作りは、重要な課題の一つである。本企画においては、宮城県内のスーパーサイエンスハイスクール（SSH）指定校の理系クラスの高校1年生を対象に、エネルギー選択をテーマとしたSTS（Science Technology and Society）教育を実践し、高校生の科学技術リテラシーの基盤作りを狙った。

100分間の対話式講義（第1回；2015年7/16実施）および50分間のワークショップ（第2回；2015年8/25実施）を含む全2回の出前授業を設計・実践し、高校生が広く多様な視点から、科学と社会が関わる問題について考えられるようになることを目指した。また、同時にアンケート調査を実施し、出前授業の実践としての評価、および出前授業が高校生に及ぼした効果の抽出・評価を行った。

全2回の出前授業を通じて、8割以上の高校生が高い理解度・満足度を示した。特に、ワークショップにおいては、多くの高校生が積極的に議論に参加している様子が観察された。また、自由記述式アンケート「日本で再生可能エネルギーはさらに増えたほうが良いと思うか」という問いに対して、出前授業の実施前後を通じて、高校生の回答に含まれた問題を考えるための視点が多様化したことが定量的に示された。また、個別の記述回答では、視点の多様化以外にも、意見の形成や具体化といった、本実践を通じて期待された他の様々な変化も見られた。これらの結果より、異分野融合大学院生によるSTS教育の実践が高校生に及ぼした効果の有用性が示された。

1. はじめに

1. 1 科学技術と社会の新しい関係性

現代社会には、「科学に問うことはできても、科学のみで答えることのできない(Weinberg, 1972)」問題が数多く存在している。これは「トランス・サイエンス(Trans-Science)」と呼ばれる領域の問題群である。例えば、遺伝子組み替え食品の規制をどうするか、放射線の低線量被ばくはどこまで許容可能か、といった問いは、科学的な方法によって問題の分析自体は可能であっても、そこから得られる科学的知見には常に何らかの不確実性が内在し、「結局、どこまでが“安全”なのか？」という線引きをする際には、時に専門家内ですら意見が分かれる。つまり、このような「トランス・サイエンス的問題」に対しては、専門家による判断だけではなく、時には一般市民も含めた上での社会的な意思決定や合意形成、価値判断が必要である。

近年では、2011年3月に発生した東日本大震災および福島第一原発事故によって、科学技術政策について専門家内だけに意思決定を委ねる社会システムの限界が、改めて露わとなった。科学技術が高度に発達した現代において、一般市民は科学技術からの依存を逃れることはできず、今後もますます多様化していくと思われるそのリスクや不確実性に対しては、一人一人が向き合い、意思決定をしていく必要がある。これは言い換えれば、科学技術に関わる専門家から、一般市民への一方向の情報伝達のような従来の「啓蒙型モデル」を超えて、専門家と一般市民との間の新たな関係性、広く言えば「科学技術と社会の新たな関係性」が構築される必要性が現れていると言えよう。

実際に、日本における科学技術政策の形成過程における国民の位置づけは、第1期科学技術基本計画(1996～2000年)から第4期科学技術基本計画(2011～2015年)へと、計画が更新されるごとに高まっ

ている。現在遂行中の第4期科学技術計画では、国民が科学技術政策の企画立案および推進に参画する主体として、明確に位置づけられている（内田他, 2014）。

では、このような議論は、日本国内では具体的にいつ頃から始まったものであろうか。第1期科学技術基本計画では、「科学技術と社会の新たな関係性」の在り方について、少なくともまだ具体的検討には挙っていない。その頃において、国民は「科学技術水準向上のための施策の支援者」と位置づけられ、また、「国民の理解の増進と関心の喚起のための施策を講ずる」ともあるように、あくまでも一般市民は専門家による情報の受け手であり、科学技術政策に関わる主体であるといった表現は見当たらない。しかしその後、財団法人政策科学研究所が実施した調査研究「科学技術と社会・国民との相互の関係の在り方に関する調査」（財団法人政策科学研究所, 1998）においては、「科学技術政策の形成活動は、従来の『政策コミュニティ（行政）』『研究開発コミュニティ』『産業クラスター』に加えて、新たに『生活者コミュニティ』の様々な主体の様々な参画形態のもとに進められる必要があり、（中略）」と述べられており、この頃からは既に、日本国内において一般市民の科学技術政策への参画に関する必要性が指摘されている。その後は、第2期科学技術基本計画（文部科学省, 2001）をはじめ、文部科学省が毎年発行する「科学技術白書」においても、科学技術と社会の新たな関係性の在り方を検討する記述が多く目立つようになっている（例えば、平成12年度版 第1部第3章、平成16年度版 第1部第1章、平成23年度版 第1部第2章、等）。

しかし、例えば既に挙げたように、近年に生じた2011年3月の福島原発事故後においては、一部の専門家による情報の隠蔽や統制あるいは誘導といった事態が生じるなど（尾内他, 2013）、科学的な不確実性を含むトランス・サイエンス的問題に関しても、専門家は未だに一

般市民を情報の受け手として「啓蒙」し、「正しい理解」を求めるような姿勢を見せていた。少なくとも両者の間での双方向の議論といったものは十分に生まれておらず、被害を実際に受ける当事者としての市民は、専門家内のみによる「安全論」によって置き去りにされていた事態も、尾内他(2013)によって報告されている。つまりは、「科学技術と社会の新たな関係性」について具体的な議論が始まってから10年以上が経った今でも、両者は未だに従来との関係性から脱していなかったことが伺える。これらの経験を踏まえ、第4期科学技術基本計画では、改めて科学技術と社会との関わりについて再構築し、科学技術政策における国民の位置づけを高めていく方針へと向かっているとと言える。

1. 2 具体的な方策とは～”気軽な”対話の場作り～

第4期科学技術計画では、科学技術政策への市民参画を目的とした方策の一つとして、テクノロジーアセスメントの在り方が検討されている。テクノロジーアセスメントとは、「従来の枠組みでは扱うことが困難な技術に対し、将来のさまざまな社会的影響を独立不偏の立場から予測・評価することにより、新たな課題や対応の方向性を提示して、社会意思決定を支援していく活動」(吉澤, 2010)を指す。そのうち市民参加型の代表的なものには、市民と専門家の熟議の元、科学技術が関わる論争的問題について合意形成を目指すコンセンサス会議が挙げられる。このような市民参加型テクノロジーアセスメントは、80年代後半頃から欧米諸国を中心に広がり、これまで日本でも数件の実践例が存在している(小林, 2004、若松, 2010)。ただし、これらの方法は政策決定へのインプットを念頭において実施されることが多く、その議論の質が厳しく問われる傾向にあった。このため、参加者・実施者の双方にとって時間・知識・費用などの面において大きな

負担があることが知られていた。

そこで、近年新たな方法として、八木他(2013)によって「多様な知識・関心を持つ人々が参画した上での、論争的な科学技術が関わる問題に関する“気軽な”対話の場作り」の必要性が指摘されている。2007～2012年にかけて八木らが参画した「独立行政法人科学技術振興機構社会技術研究開発センター・市民と専門家の熟議と協働のための手法とインタフェイス組織の開発(Deliberation and Cooperation between Citizens and Scientists)研究開発プロジェクト(通称 DeCoCiS プロジェクト)」では、現在の科学技術コミュニケーションには「空白領域」が存在し、それを埋めることが必要であるという認識のもと、とりわけコンフリクトのある科学技術に関する社会的議論の定着を目指し、実践的研究が進められた。同プロジェクトでは、①科学技術やその諸問題について人々の関心を喚起し、知識や情報の啓発・交換・共有を行うこと、②社会的な意思決定や合意形成のために、問題について熟慮に基づいた討論を行うこと、③問題解決のために主体間で「協働」すること、の3つの観点から、科学技術コミュニケーションの「空白領域」について指摘している。特に、八木他(2013)においては、(1)「対象とする科学技術の取り扱い方」に関する空白領域、(2)「議論の双方向性」に関する空白領域、という課題を設定し、かつ参加者・実施者双方にとって負担が少なく、普及の広がりが期待される形として、“気軽な”対話の場づくりを提案している。なお、ここでいう対話とは、一般的な意味ではなく、「社会的に重要な課題、特に科学技術にまつわる課題について、意見や立場の異なる人同士が議論を通じて、他者の考えや選好に対する相互理解を深めると同時に議論の対象とするテーマについても理解を含め、自己の意見や選好を変容させつつ、熟慮に基づいた判断を行う過程」として限定的に使用されている。

以上、このような“気軽な”科学技術に関する社会的議論の定着に

に向けた試行というのは、科学技術と社会の新しい関係性を構築する上で、一つの重要な社会的課題であると言える。

1. 3 具体的な方策とは～市民の科学技術リテラシーの基盤形成～

1.2 節に続き、科学技術政策の形成過程への一般市民の位置づけが高まったことを踏まえると、より望ましい社会的意思決定や合意形成をしていくためにも、科学技術リテラシーを持った市民を社会に定着させるための教育活動が、もう一つの重要な課題として考えられる。

科学技術リテラシーとは、川本他(2008)では「科学的基礎知識と手法を、科学技術を含む社会に対する関心と態度に結びつけ、科学技術に関する話題について社会的に判断し行動する能力」と定義されている。2003-2005年に実施された「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」(日本学術会議 若者の科学力増進特別委員会, 2005)をはじめとして、国民の科学技術リテラシーの基盤作りは、日本にとっても近年の重要課題の一つとして位置付けられていた。一方で、従来の日本の理科教育においては、純粋科学を重視した科学的知識の定着・普及を目指した教育が中心であり、科学技術リテラシーに含まれるような、科学技術が関わる問題についての判断や行動に着目した能力を養成するための教育は、これまで十分には実施されていなかった。知識定着を目的とした教育は、基礎的な学力を養成する上で当然重要である一方で、これらは所謂「正解のある智」(大橋, 2015)を伝える限りに留まる傾向があり、「トランス・サイエンス的問題」のような「正解のない」内容を伝えることは難しいという傾向がある。このような理由から、従来型の理科教育では科学技術リテラシーの基盤作りという社会要請に対して十分に答えることができないという批判も存在していた。そこで、90年代以降からは、

「科学、技術および社会の相互関連性を扱い、科学技術の高度な発展によって生じる社会問題に対処できるような意思決定能力や問題解決能力を育成する」（内田他, 2014）ことを目指した STS（Science, Technology and Society; 科学技術社会論）教育が出現した。

STS 教育の目的は、小川(1993)では「現代社会に生じる科学技術関連の諸問題（STS 問題）に関して、各個人が自分自身の意思決定や価値形成を行うのに寄与しうる科学技術的リテラシーを開発しようとするところにある。それゆえ、現代社会を生きる一般市民に求められる『生きる力』の一側面を開発しようとする教育活動だという見方ができる」と述べられている。このような着眼に基づいた取り組みは、今後さらにトランス・サイエンス的問題が顕在化してくる 21 世紀以降において、ますますその必要性が高まっていると言えよう。

しかし、近年において、STS 教育に関する研究・実践の発表数は減少傾向にあると報告されている（内田他, 2014）。また、教育現場においても、未だ STS 教育の定着・普及は十分とはいえない。それらの原因について、内田他(2014)では、(1)STS 教育の制度化が進まず、教育内容・目標・方法・カリキュラム等が具体化されなかった点、(2)専門外の内容、また生々しい現実を扱う STS 教育に取り組む理科教師が少なかった点、(3)日本で開発されて一般化されたプログラムや教材がほとんどない点、等を取り上げている。

上記の問題は、大きく分類すれば、社会的制度・組織の整備といった「社会的基盤に関わる問題」、教師の人数・能力および教材内容といった「実践者側に関わる問題」、の 2 つの大別できる。さらに、内田他(2014)では考察されていないが、例えばそもそも STS 教育を受けるのに適当な時期はいつ頃なのか、といった「参加者（学習者）側に関わる問題」、についても考察する必要性も指摘できる。つまり、STS 教育については、科学技術リテラシーの開発といった目的や内容につ

いての重要性は認識されつつも、広くは社会的制度・組織に関する問題、より現場レベルでは実践者側、参加者側における問題の考察とその解決が十分進んでおらず、未だ定着・普及に至っていないと言えよう。

以上、教育による市民の科学技術リテラシーの基盤形成というのも、科学技術と社会の新しい関係性を構築する上で、もう一つの重要な社会的課題であると言えよう。

1. 4 本企画の活動～STS 教育の実践～

1. 4. 1 昨年度および今年度の活動について

1.2 節および 1.3 節より、現在における科学技術と社会の新しい関係性の構築へ向けた社会的課題として、以下の二つを検討した。

- (1) “気軽な”科学技術に関する社会的議論の定着に向けた試行
- (2) 教育による市民の科学技術リテラシーの基盤形成

これらの課題を踏まえて、本企画では、具体的に以下の 2 つの活動を行った。

- A. 科学技術に関わる論争的問題に関する“気軽な”対話の場作り
- B. 高等学校における STS 教育の実践

なお、本企画は、昨年度自主企画名「科学技術をめぐる様々な対立調停に基づく安全・安心な社会形成へ向けて」の継続企画である。上記活動において、特に昨年度は活動 A に、本年度は活動 B に注力している。

まず、昨年度活動について簡単に述べる。昨年度前半においては、月に 1 回程度の頻度で STS の基本的な理論体系の取得のための勉強会を開催した。具体的には、STS を体系的に扱った参考文献の輪読(例えば藤垣, 2005)や、各自が持つ広いバックグラウンドを生かした様々な科学技術に関わる論争的テーマに関する STS 的観点からの議論を

行った。昨年度後半からは“気軽な”対話の場作り（活動 A）に関する実践活動を開始した。具体的には、11 月には地域向け科学イベント「みやぎサイエンスフェスタ」へ、3 月には本プログラム内行事「リーディング大学院キックオフシンポジウム」へ参加し、どちらも「エネルギー選択」をテーマとし、STS 的観点に基づいた基本的な知識・考え方を伝えるための、実践者と参加者間での双方向性コミュニケーションを備えた対話式講義、および参加者同士の気軽な対話の場作りを実践した。実践対象は、「みやぎサイエンスフェスタ」においては高校生、「リーディング大学院キックオフシンポジウム」においては大学生・大学院生である。なお、詳細については昨年度活動報告書（藤田他, 2015）を参照されたい。

次に、本年度活動について詳述する。本年度は、昨年度と同様に宮城県仙台第三高等学校において「エネルギー選択」のテーマで、理系クラス 1 年生を対象とした SSH 課題研究基礎と連携して、学校教育の現場における高校生の科学技術リテラシーの基盤形成を目指した。具体的には、STS 教育という形式にて、全 2 回の出前授業を実施した（活動 B）。またその際には、前年度に実践した活動 A で得られた経験を参考に、「教師と生徒間での双方向性コミュニケーションを備えた講義形式」、および「生徒間で“気軽に”の議論を行わせるワークショップ形式」、という 2 通りの授業を考案した。本実践を通じて、高校生が今後社会との関わりの中で意思決定・価値判断を下していくための基盤として、広く多様な視点から科学技術と社会が関わる諸問題について考えられるようになることを目指した。また、同時にアンケート調査を通じてその効果を抽出・評価することで、高校教育課程における STS 教育の有用性について検証した。

以下の 1.4.2～1.4.4 節では、本年度の活動「B. 高等学校における STS 教育の実践」についての事前に行った検討を加える。ここでは、

「異分野融合大学院生グループ」が行った「高校生」を対象とした「STS 教育」の実践と分割して、1.3 節で検討した「実践者」および「参加者」に関する観点から検討を行い、最後に本企画が目指した「STS 教育」について示す。

1. 4. 2 STS 教育の実践者としての異分野融合大学院生グループ

STS 教育の実践主体としての異分野融合大学院生グループによる出前授業の特徴については、以下の4つが挙げられた。

1. 各自の広い専門性を生かした題材選択が可能
2. 教材作成に縛りが無い（最新のデータを使用可能）
3. 実施主体に回れる人数が多く、対話式・討論式授業が実施しやすい
4. 生徒との年齢が近く、教師-生徒間での双方向コミュニケーションが生まれやすい

本企画では、STS に興味を抱いた理・工・文学系の学生が協働し、活動を行っている。このため、各自の広い専門性を生かした題材選択のもとで STS 教育の実践が可能となっている (1)。また、使用する教材についても、単発の出前授業という形式の性質から、教科書に縛られる必要性がなく、最新の公表されたデータに基づいて自ら作成が可能となる。こういった STS 的題材は、社会との関わりが大きいことから、情報のアップデートというのも重要な問題であり、出前授業という形式の自由度の高さも相まって、STS 教育の実践に有効と考えられた (2)。また、グループ活動という形態を取ることから、実践主体に回れる人数が多く、実践者と参加者間でのより密なコミュニケーション、およびグループワーク等によって参加者間での議論の場を作る上でのより密なファシリテーションが可能となると想定した (3)。さらに、大学院生という年齢の若さは、高校生にとってもより身近な存

在としての印象を与えることに繋がり、教師-生徒間での双方向のコミュニケーションが生まれやすい可能性が考えられた (4)。

なお、上記については利点としての特徴のみを挙げているが、反対に「各自の専門研究との兼ね合いの中での時間の確保」、「教育の専門家ではない上での生徒への指導面での責任」、「専門分野を超えたテーマを扱う上での知識面での不安」といったことは、大学院生ならではの抱えざるを得ない問題点として挙げられた。

1. 4. 3 STS 教育の参加者としての高校生

STS 教育の参加者としての高校生の特徴については以下の 4 つが挙げられた。

1. 年齢・立場的に社会構成員の基礎に位置している
2. 進学率が 98.4% (文部科学省, 2015) と大部分の国民が通過する課程
3. 義務教育を終えており、ある程度の基礎知識基盤を有している
4. 社会経験が少ない、また専門性が十分育っていない

まず、高校生という年齢は、今後本格的な社会参加・政治参加に至る直前期に位置している。また、2014 年現在での進学率が 98.4%と、多くの市民が進路を辿ることが知られている。このため、高校教育課程において STS 教育を実践することは、将来の日本社会を担う人材の科学技術リテラシーの基盤を作る上での意義が高いと考えられた (1,2)。加えて、義務教育を既に終えてある程度の基礎知識基盤を身につけているため、基本的な科学および社会的理解力を持った上で論争的な問題群について考えるためにも適当な時期と判断された。仮に小・中学生を対象とした場合などでは、科学的根拠として挙げられる“事実”の部分と、科学のみで答えることのできない“価値判断”が必要な部分の切り分けが難しいと思われ、高校生を対象とした場合が

最も教育効果が高いと考えられた (3)。さらに、社会経験が少なく、専門教育を受けていないことも高校生の特徴であるが、これによってある意味で中立的な視点から STS 的問題を捉え、学ぶことができる可能性も考えられた (4)。

1. 4. 4 本企画の目指した STS 教育

図-1 に本企画の目指した STS 教育を示す。

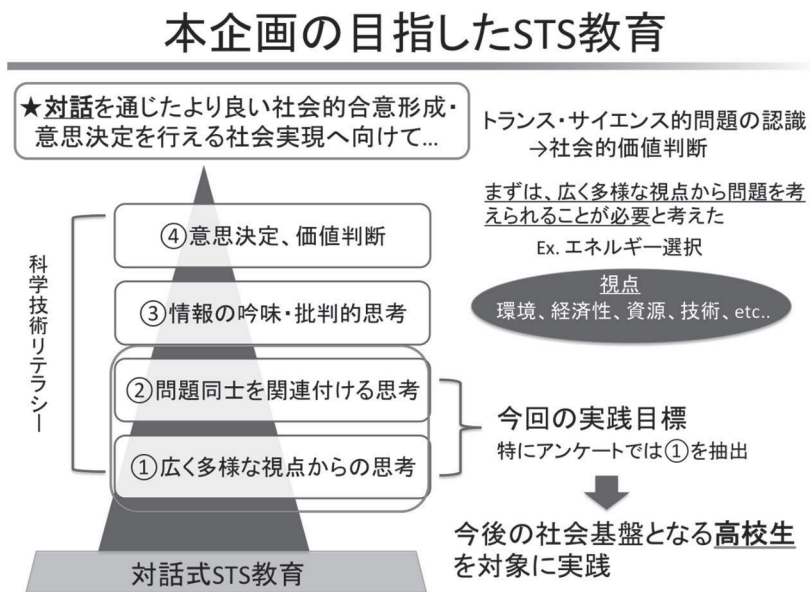


図-1 本企画の目指した STS 教育

本企画としての理想とする社会としては、「専門家と一般市民の双方の対話に基づいたより良い社会的合意形成・意思決定を行える社会」を想定した。そのために必要な素養としての市民の科学技術リテラシーの基盤作りが我々の STS 教育の目的である。その科学技術リテラ

シーには、以下の4つの段階があると我々は考えた。

1. 広く多様な視点からの思考
2. 問題同士を関連付ける思考
3. 情報の吟味・批判的思考
4. 意思決定・価値判断

本実践においては、特に科学技術リテラシーの中の基盤部分として想定した1および2についての達成を念頭において試行をした。また、アンケートにおいては特に1の達成度に関する効果測定を行った。

1. 5 本企画と本プログラムの関連

最後に、本企画と本グローバル安全学トップリーダー育成プログラムとの関連について述べて、本章をまとめる。

本グローバル安全学トップリーダー育成プログラムの人材育成目的は、我国や世界が直面する、巨大地震や津波などの自然災害あるいは気候変動、エネルギーセキュリティなどの多様なリスクの発生メカニズムを理解し、複数の Science discipline を合目的に統合して、防災および減災などのための工学的・社会科学的システム設計ができるグローバル安全学分野のトップリーダー人材の育成である。本企画が扱う STS 教育の目的は、科学技術が持つリスク・不確実性を認識し、広く多様な視点から問題解決に取り組むことができる能力を育むことであり、これらは本プログラムが目指す人材育成の方向性とまさに合致していると考えられる。本企画において、我々は STS 教育の実践者であるが、その実践を通じて、上記の内容を自ら学び、伝える経験を積むことで、実践者である私達自身にとっても大きな成長の機会となることが強く期待された。

2. 活動の概要

2. 1 実施内容

本企画においては、異分野融合大学院生グループが主体となって高校生を対象とした対話の場作り・STS 許育を実践し、高校生が今後社会との関わりの中で意思決定・価値判断を下していくための基盤として、広く多様な視点から科学技術と社会が関わる諸問題について考えられるようになることを目指した。具体的には、宮城県仙台第三高等学校（以下、仙台三高）の理系クラス1年生80名を対象に、エネルギー選択を題材とした、100分間の対話式講義（第1回; 2015年7月16日実施）および50分間のワークショップ（第2回; 2015年8月25日実施）を含む全2回の出前授業を設計した。また同時にアンケート調査を実施することで、出前授業の実践としての評価、および出前授業が高校生に及ぼした効果の評価を行った。さらに、本年度11月に東北大学で開催された科学技術社会論学会年次報告において、口頭発表による本活動の報告を行った。

なお、活動目標としては、以下の3つを設定している。

1. 高校生が科学と社会の関係性について考えるきっかけとなる”気軽な場”を提供する
2. 高校生が広く多様な視点から科学技術と社会が関わる諸問題について考えられるようになる
3. 2.に関して、その実践の効果をアンケートを用いて評価し、その有用性についての検証を行う

以降の3章、4章の内容についても、上記活動目標に基づいて構成されている。

2. 2 活動日程

本節では、本年度の活動日程および出前授業・講演タイトルについてまとめている。

【活動日程】

・出前授業・学会日程

1. 仙台三高出前授業 第1回対話式講義
2015年7月16日(木) 13:20～15:10
(50分×2コマ ※2クラス合同)
2. 仙台三高出前授業 第2回ワークショップ
2015年8月25日(火) 14:10～16:00
(50分×2コマ ※2クラス別々)
3. 科学技術社会論学会 第14回年次研究会
2015年11月22日(日) 第1セッション 9:00～11:00

・ミーティング日程

- 第1回会議 2015年4月21日(火) 9:00～
- 第2回会議 2015年6月9日(火) 9:30～12:00
- 第3回会議 2015年6月24日(火) 9:30～12:00
- 第4回会議 2015年6月29日(月) 9:30～12:00
- 第5回会議 2015年7月8日(水) 9:30～12:00
- 第6回会議 2015年7月13日(月) 9:30～12:00
- 第7回会議 2015年7月27日(月) 9:30～12:00
- 第8回会議 2015年8月4日(火) 9:30～11:30
- 第9回会議 2015年8月11日(火) 9:30～11:30
- 第10回会議 2015年8月21日(火) 9:30～11:30
- 第11回会議 2015年10月5日(月) 9:30～11:30
- 第12回会議 2015年10月16日(金) 9:00～11:00

第 13 回会議 2015 年 10 月 30 日（金） 9:00～11:30

第 14 回会議 2015 年 11 月 9 日（月） 9:00～11:00

第 15 回会議 2015 年 11 月 16 日（月） 9:00～11:30

【出前授業・講演タイトル】

1. 仙台三高出前授業 第 1 回対話式講義 2015 年 7 月 16 日（木）
「これからのエネルギー選択 ～再生可能エネルギーを例に科学と
社会の関係について考えてみよう～」
2. 仙台三高出前授業 第 2 回ワークショップ 2015 年 8 月 25 日
（火）
「これからのエネルギー選択 ～火力発電を例に科学と社会の関係
について考えてみよう～」
3. 科学技術社会論学会 第 14 回年次研究会 2015 年 11 月 22 日
（日）
セッション名
「異分野融合大学院生による高等学校における STS 教育の実践」
オーガナイザー
久利美和

発表 1 「異分野融合大学院生による STS 教育の実践へ至る背景」

発表者：○藤田 遼、小林 龍一、小桧山 朝華、大塚 光、
ジョン イジョウ、小川 剛史、山田 修司、久利 美和（東北大学）

発表 2 「エネルギー選択を題材とした高校生向け STS 教育の実践報
告」

発表者：○小林 龍一、大塚 光、藤田 遼（東北大学）

発表3 「アンケート調査に見る高校生の科学と社会に関する認識」

発表者：○小川 剛史、小桧山 朝華、ジョン イジョウ、大塚 光、
佐藤 春樹、藤田 遼、久利 美和（東北大学）

3. 出前授業の設計とその評価

本章では宮城県仙台第三高等学校（以下仙台三高）において行った出前授業の概要について述べ、また実践面での反省点や今後への提言について述べる。

3. 1 出前授業の設計

本出前授業の設計における前提としては、1章で示した「“気軽な”科学技術に関する社会的議論の定着に向けた試行」、および「市民の科学技術リテラシーの基盤形成」らの社会的課題を念頭にしている。それらをもとに、出前授業の対象となる生徒の知識や関心を十分に鑑みて内容の設計を行った。

3. 1. 1 授業対象

今回の出前授業は仙台三高の理数科1年生約80名を対象として行う。高校生は中学校において理科や数学について基礎的な学習を終えていること、および仙台三高は2010年度より Super Science High school (SSH) に指定されており、比較的活発な科学教育がなされていることから、今回対象となる生徒は科学技術に関する高知識・高関心層であると考えられる。

3. 1. 2 題材選択

出前授業の題材としては、1) 科学技術社会論的要素を有していること、2) 高校生でも十分な理解および議論が可能であること、3) 本グループの構成メンバーである異分野の大学院生それぞれの専門性を発揮できること、が必要であると考えられる。そのため題材として、

日本という国がこれからどのような発電方法を選択していけばいいのかというエネルギー選択の問題を取り扱うこととした。

このエネルギー選択に対しては、技術の発展や経済的な側面など非常に不確定な要素や最新の科学・技術が関わること、十分に科学技術社会論的要素を含んでいると考えられること、近年関心が高まり高校生でもある程度の知識を有していると考えられること、工学系の大学院生の専門性が活かせることから、出前授業の題材として妥当であると考えられた。

3. 1. 3 授業形式

本出前授業の授業形式は、実施日を2回に分けて、第1回対話式講義（2015年7月16日実施）、および第2回ワークショップ（2015年8月25日実施）という全2部の構成とした。授業タイトルは、全2回を通じた共通タイトルとして「これからのエネルギー選択」、サブタイトルとしては第1回「再生可能エネルギーを例に科学と社会の関係について考えてみよう」、第2回「火力発電を例に科学と社会の関係について考えてみよう」と設定した。

エネルギー選択という題材において科学技術社会論的要素に言及するためには情報の不確実性や経済について触れる必要があるが、高校1年生においてそれらの議論を活発に行うには基本的な前提知識の共有が必要であると考えられるため、前半の対話式講義においてはある程度知識の伝達を中心としている。また第2部のワークショップでの発言をスムーズにするためや、問題の検討に向けて生徒それぞれの考えや思いの発現が重要になるという意識付けを行うため、講義中にQ&Aセッションを設け、講義に双方向性を持たせた。

科学技術に関する議論を実施する上では、自分および他人の認識や価値観に触れ、抽象的な概念についても議論する必要がある。第2部

のワークショップでは火力発電に関する議題を示し、ワークショップを通じて生徒同士で議論することで、それぞれの認識や価値観に触れ、議論することを体験するものとした。以上を踏まえて、授業は表-1に示す構成とした。

また、授業の中で行った質問に対する回答はその場でアンケート用紙に記入してもらった形式をとった。その結果は、本実践が高校生に及ぼした効果の抽出・評価に用いた（第4章で詳述）。また第1回対話式講義および第2回ワークショップのそれぞれの最後にもアンケート調査を行い、出前授業の評価に利用した。

表-1 授業構成

	実施日時	構成	時間	内容
第1回 対話式 講義	7月16日 100分間	第1部	10分	趣旨説明・アイスブレイク
		第2部	10分	再生可能エネルギー
		第3部	30分	風力発電
		休憩	10分	
		第4部	30分	太陽光発電
		第5部	10分	全体のまとめ アンケートの記入
第2回 ワークシ ョップ	8月25日 50分間	第1部	10分	火力発電の基礎知識
		第2部	40分	ワークショップ *アンケート記入含む

3. 2 第1回対話式講義

第1回講義風景の写真を図-2に、会場の見取り図を図-3に示す。第1回講義にて用いたアンケート用紙は、内容を詳細に論ずる4章の

図-18、19、20 に示す。第1回の対話式講義ではエネルギー選択の中でも再生可能エネルギーについて題材を絞り講義を行った。講義構成は表1に示した通りの5部構成とした。また第2回のワークショップを円滑に進めるため次回までの宿題を課した。本節では以下に授業内容について概説する。



図-2 第一回対話式講義の様子

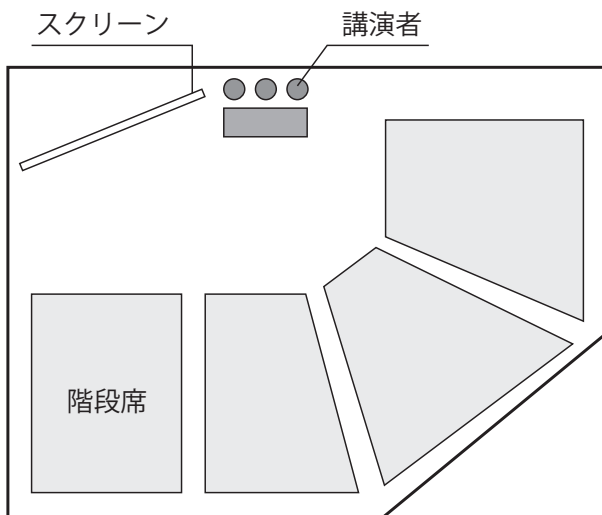


図-3 会場の概略および講義方法

また、高校生にとっての気軽な対話の場を実現する工夫として、本講義ではリアルタイムアンケートシステムであるクリッカー（SunVote 社）を用いた。本システムは図-4 に示すようにあらかじめ対象者に配ったリモコンを用いてアンケートの回答をリアルタイムで集計し、モニターなどに映し出すシステムである。

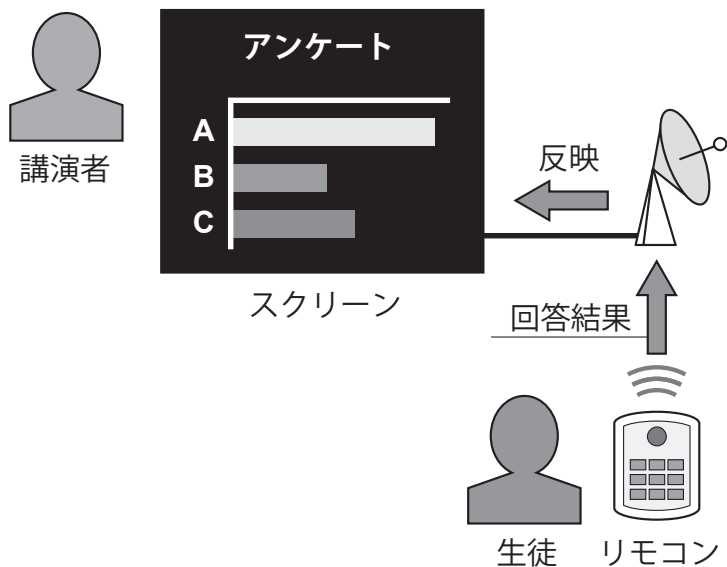


図-4 リアルタイムアンケートシステム

3. 2. 1 第1部 趣旨説明・アイスブレイク

導入部の最初では生徒にクリッカー操作に慣れてもらうとともに、授業への参加度を高めることを目的としてクリッカーを用いた簡単な質問（以下、練習質問）を行った。質問内容としては「あなたは今日の朝食に何を食べましたか」「あなたは平日に1日平均でどのくらいの時間ニュースや新聞を見ますか」などである。また、練習質問の

最後（練習質問4）には「科学と社会が関わる問題と聞いて、思いつくものを思いつく限り挙げて下さい」という問いを設けた。ここでは、授業以前における高校生の科学と社会が関わる問題に対する認識や興味・関心の範囲を調査している。練習質問4についての結果は第4章で詳述する。

練習質問1

あなたの性別を教えてください

回答：(1) 男性 (2) 女性

練習質問2

あなたは今日の朝食に何を食べましたか？

回答：(1) ごはん (2) パン (3) パスタ (4) コーンフレーク
(5) その他 (6) 食べていない

練習質問3

あなたは平日に1日平均でどのぐらいの時間ニュースや新聞を見ますか？ ※スポーツ・芸能関係は除く

回答：(1) 0分 (2) 1分～30分 (3) 30分～1時間 (4) 1時間～2時間
(5) 2時間以上

練習質問4

科学と社会が関わる問題と聞いて、思いつくものを思いつく限り挙げて下さい（自由記述回答）

3. 2. 2 第2部 再生可能エネルギー

当日の議題である再生可能エネルギーの導入として以下の質問を一部クイズ形式で行った。また2012年に国家戦略室が提出した国のエネルギー選択シナリオを示し、日本が目指す電力形態について簡単に議論した。第2部に当てた時間はおよそ10分である。

Q 1

みなさんはこれまでに (今回以前に)「再生可能エネルギー」という言葉を一度でも聞いたことはありましたか？

回答：(1) はい (2) いいえ

Q 2

2010 年の日本全体における発電量のうち再生可能エネルギーが占めている割合はどれくらいでしょう？

回答：(1) 0.1～10% (2) 11～20% (3) 21～30% (4) 31～40%

Q 3

以下の 4 つのうちで、みなさんが今後一番期待できると思う再生可能エネルギー (新エネルギー) はどれですか？

回答：(1) 風力 (2) 地熱 (3) 太陽光 (4) バイオマス

Q 4

みなさんは今後日本で再生可能エネルギーがさらに増えた方が良いと思いますか？

回答：(1) はい (2) いいえ (3) わからない

さらに回答理由に関する 3 分間の自由記述あり

3. 2. 3 第 3 部 風力発電

本セッションでは風力発電に関する問題の中でも技術的問題について述べ、また Q&A セッションの一部においては挙手・指名した生徒にその場で回答してもらい、また講演者がそれに答えることである程度の双方向性を持たせた形式とした。講義内容としては主に以下の内容を取り扱った。

- ・風力発電におけるエネルギー変換プロセス
- ・現状における世界最大の風力発電所について
- ・全電源における風力発電の割合とその遷移

- ・送電網の整備や風力発電用風車を建設するための条件、およびその条件を満たしている土地が日本にどの程度存在するか
 - ・建設地の問題を解決する洋上風力発電技術について
 - ・世界における風力発電力の増加について
 - ・他の発電方法との発電コストの比較
- また、講義中に設けた質問について以下に示す。

Q 5

日本で風力発電は、火力、原子力、水力に代わる主要な電源となるとおもいますか？

回答：(1) はい (2) いいえ (3) わからない

Q 6

日本の全発電量のうち、風力発電の占める割合はどのくらいですか？

回答：(1) 0.0~0.2%未満 (2) 0.2~0.4%未満 (3) 0.4~1.0%未満
(4) 1.0~10%未満

Q 7

日本の風力発電量の割合が、2030年までに10%以上になるとおもいますか？

回答：(1) はい (2) いいえ (3) わからない
さらに2分間の自由記述あり

Q 8

あなたは、将来に向けて

日本での風力発電の普及に賛成しますか？

回答：(1) はい (2) いいえ (3) わからない

3. 2. 4 第4部 太陽光発電

本セッションではエネルギー選択という題材の中でも社会や個人の価値観が関わる部分について議論を行うため、太陽光発電をめぐる

問題の中でも経済的な面や実現可能性といった側面を中心に取り上げた。講義内容としては以下の内容を取り扱った。

- 国の政策に掲げられている 2030 年の太陽光発電における電力供給量を達成するためには、太陽光発電所用の土地をどの程度確保しなければならないかについて
- 土地の計算をはじめ、調査機関・研究機関の報告書にあるような計算された情報はどのような前提・仮定条件のもとに算出されているか。またそのどこに不確実性が存在するかについて
- 情報の不確実性に対して、非専門家としてどのような姿勢をとりうるかについて
- 国の目標を達成するためにはどの程度の金額が必要になると算出されるか、またそれに対して国の予算はどの程度使用されているかについて
- 国の予算といった経済的な話をする際、予算は限りあるものであるがゆえにその用途の議論においては他の様々な社会問題に言及する必要があることについて
- 社会問題の重要性の比較というものは価値観にもとづいた議論が必要になるため、立場の違う者が議論して共有できる結果を得ることが非常に難しい問題であることについて
- 予算の問題を解決するため現在国がどのような計画を立てているか。そしてその問題点について

また、講義中に設けた質問について以下に示す。なお、以下の質問についてはアンケート用紙に回答欄は設けておらず、特に調査目的はない。あくまでも、その場における実践者側と参加者側とでのコミュニケーションの手段の一つとして行った。

Q (番号なし)

エネルギー対策を促進するために、どうお金を使うべき？

- 回答：(1) このままでよい (2) 他の支出を削る (医療費など)
(3) 収入を増やす (税金など) (4) 借金をする
(5) よくわからない、その他

3. 2. 5 第5部 まとめ

当日の風力発電および太陽光発電の講義の中で取り扱った問題について簡単におさらいした。また以上の議論を通してエネルギー選択のような不確実性や社会全体の動向、ひいては個人の価値観がかかわる問題について比較・検討するための確立された手段は現状存在しないこと、現状存在する社会問題はまさに今解決することを求められており、解決手段を確立するまで判断を保留することができないこと、そういった局面においてはある程度社会における倫理、正義、道徳や個人の価値観に沿った判断をする必要があることを述べた。

また、そういった共通の認識や合意を得ることが困難な状況の中でどういった行動をとりえるかということに関するヒントとして、コンセンサス会議について取り上げた。

最終的に我々が考える自分なりの意見をもつために必要な要素について、自分なりに調べ考えること、多くの人の考えを知ることおよびその中で自分なりにバランスを取ることがあることを述べた。

3. 2. 6 宿題

第2回のワークショップを円滑に進めるため、図-5に示す火力発電に関する意見を問う宿題を課した。図-5には記載していないが、裏面は記述内容が自由記述欄に入りきらなかった場合の追加記入欄、およびメモ欄とするための記述欄を設けている。

3. 3 第2回ワークショップ

第2回のワークショップでは第1回の再生可能エネルギーに関する講義を踏まえ、火力発電に関するワークショップを行うこととした。ワークショップの進行方法について図-6に、当時の様子を図-7に示す。また今回用いたアンケート用紙は内容を詳細に論ずる4章にて図-21、22に示す。またワークショップにあたっては生徒同士が活発に議論することが非常に重要となるため、グループメンバーの一部がファシリテーターとなってコメントによる議論の活発化を行った。全体の構成としては当日参加できるメンバーのうち司会1名、ファシリテーター3名、カメラ1名、議事録1名という割り振りにした。

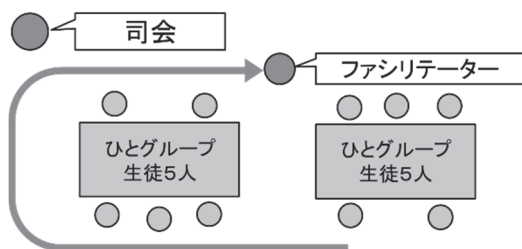


図-6 進行方法



図-7 第2回ワークショップの様子

ワークショップの構成は既出の表 1 の通りであり、その詳細な内容については以下に概説する。

3. 3. 1 第 1 部 導入（火力発電の基礎知識）

火力発電に関する議論を円滑にするため火力発電をめぐる様々な問題の現状について以下の事柄を簡単に述べた。

- 火力発電は化石燃料などが持つ化学エネルギーを熱エネルギー、運動エネルギー、電気エネルギーと変換するプロセスである。その家庭で CO₂ や SO₂、また窒素化合物などを排出するが、これらの物質による環境汚染が問題となっている
- 一般的に、蓄電には比較的大きなコストがかかることから電力は基本的に発電と同時に消費するように構成されている。火力発電は燃料の調整による発電量の調整が他の発電方法と比較して容易であることから非常に利用しやすい発電方法であるといえる
- 一部において CO₂ 排出に伴い地球温暖化が生じていることに対して懐疑的な意見が存在するが、近年に IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change; 気候変動に関する政府間パネル) を代表とする最新の科学的知見により、人間活動に伴う大気中への CO₂ 排出量の増加によって全球的な気温上昇が生じていることに関して合意が取られており、持続的社會形成のために CO₂ 排出を削減した方がいいという考えの妥当性が得られている
- 化石燃料の採掘可能年数について、近年の調査から石油・天然ガスは 50 年程度、ウラン・石炭は 100 年程度で枯渇すると予測されることが報告されている。調査方法や算出方法による不確実性はあるものの、化石燃料は有限であり、ある程度現実的な時間スケールにおいて限界が来ることがわかる

- エネルギーの自給率について、主な先進国の中でも日本のエネルギー自給率は比較的 low、5%程度と算出されている

3. 3. 2 第2部 ワークショップ

本ワークショップにおいては、図-8 に示す特性要因図、Fishbone Diagram と呼ばれる手法をアレンジして行った。特性要因図はリスクマネジメントにおいて使用される手法であり、ある問題の発生についてその要因をカテゴリにわけて把握、共有する手法である。この手法は非常に単純であるとともに、魚の形をつくるというプロセスが高校生にとっての親しみやすさにつながるであろうと考えられる。本手法における成果物の完成予想図を図-9 に、本手法の手順を以下に示す。また本手順の最中ではファシリテーターが各グループの様子を見まわり、必要なところでコメントをし、進行の補助や議論の活発化を行った。またこの際に特定の意見への誘導などは行わず、あくまで生徒同士の話し合いを尊重することに注意した。

特性要因図 (WEB用)

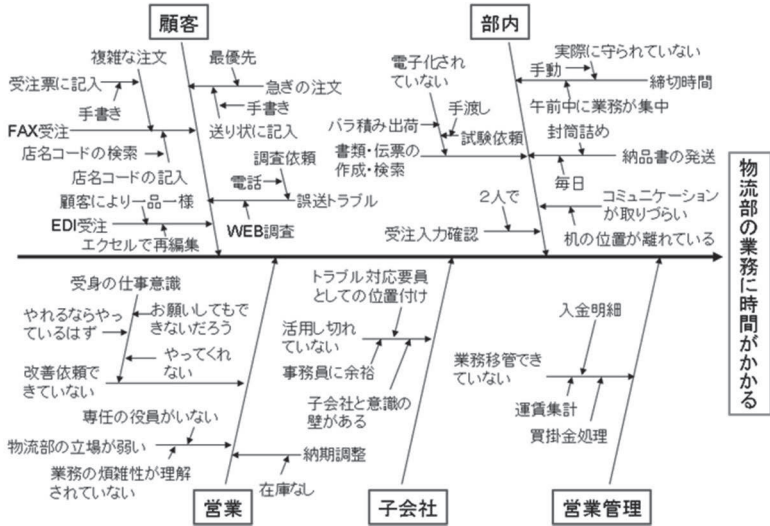


図-8 特性要因図の例

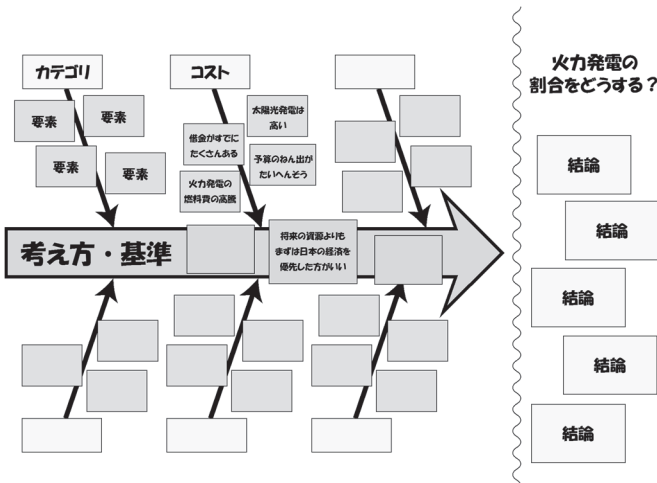


図-9 成果物完成目標図

手順1 (8分)

生徒が宿題に書いてきた問題文に対する回答から「事実」「考え方」「結論」を抽出し、付箋に書き出す。一部宿題を持参しなかった生徒もいたが、そういった生徒にはその場で火力発電に関して思いつく事柄を付箋に書き出してもらった。

手順2 (12分)

グループの中心に1枚模造紙を広げ図-10に示すような枠を書く。次に、書き出した付箋を図-9に示したようにカテゴリ、意味ごとに貼り出していく。この際にさらに思いつくことなどがあったら追加で付箋をつくり貼り出していく。最後にカテゴリに名称をつけて成果物の完成とする。

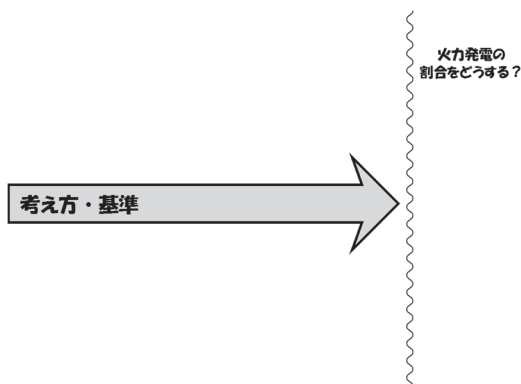


図-10 手順2における枠

手順3 (5分)

作成した成果物を見渡しグループ内で意見交換を行う。また他のグループの成果物を見て回り、他のグループメンバーやファシリテーターと意見交換を行う。

3. 4 各授業の評価と反省点

3. 4. 1 第1回対話式授業

第1回のアンケートの結果について図-11に示す。同図より意欲以外の項目では80%以上の肯定的な回答が、意欲においては70%以上の肯定的な回答が得られた。また代表的な感想として「発電の名前は聞いたことはあったけど、それがどれくらいのコストがかかるのかなど、あまり深く考えたことがなかったのですごく勉強になりました」「クリッカーを使うということが新鮮で、とても楽しく授業を受けられた。再生可能エネルギーがもっと普及すればよいと思った」といったような非常に肯定的な意見が多く、否定的な意見はほとんど見られなかった。アンケート回答に現れていない他の意見が存在する可能性を鑑みても、高校生にとって本講義がある程度楽しく関心をもって受けられるものであり、大きな負担を与えるものではなかったことが伺える。また同時に本出前授業が目的としていた気軽な対話の場の実現をある程度達成できたと考えられる。

5.できた / 4.概ねできた / 3.まあまあ / 2.あまりできなかった / 1.できなかった

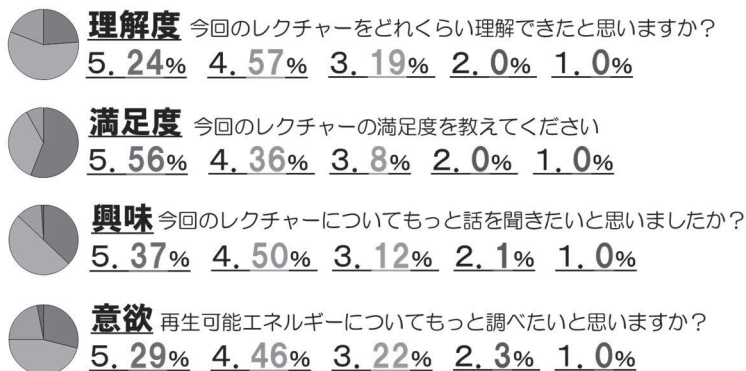


図-11 アンケート結果（第1回）

一方で感想および本グループメンバーよる振り返りから以下の反省点が確認できた。

- 14人の生徒が「もっと話を聞きたかった」といった趣旨の感想を記述しており、これは授業が関心を持ってもらえるものであったと同時に100分で内容を網羅するには題材の内容が非常に複雑かつ広範囲にわたるものであったことがわかる。1度の授業で内容をすべて網羅することは現実的に不可能である一方、こういった要望に対してどのように対処するかが今後の課題として考えられる。
- 対話部分では生徒のコメントに対し、「俯瞰的な視点」「生徒の疑問・質問に即す」「バランスが良い」を満たすコメントが望ましいと感じた。これは経験に大きく左右されうる部分であり、講演者の技量・練度が大きく問われる部分である一方、こういった出前授業の設計段階においてその技量を向上させることは非常に困難であることから、出前授業設計においてはうまく返答できないかもしれないという可能性にどう対応しうるかが問題になる。一方で、それほど完璧な答えを用意しなければならない、と実践者自身が感じてしまうこと自体が、このような対話式 STS 教育に取り組む上での実践者の精神的な負担となり、普及・定着が進まない原因の一つである可能性も考えられた。このような問題とどう折り合いをつけるかが今後の課題として挙げられた。

3. 4. 2 第2回ワークショップ

第2回のアンケートの結果について図-12に示す。同図より意欲以外の項目では80%以上の肯定的な回答が、意欲においては70%以上の肯定的な回答が得られた。また代表的な感想として「やはり参加型の

授業は楽しく集中力が続きました」「身近な問題について改めて考える機会となった」といったように授業形式自体に肯定的な意見が多かった。また「グループメンバーと意見を出しあい、共感したり、対立した瞬間がとてもおもしろかった。また最後に、画用紙に僕達の意見がまとまったのを見たとき、とてもやりがいを感じた」といったように、本ワークショップで目的としていた他人の認識や価値観に触れるという行為が無理なく自然に達成できていたことが確認できる。

5.できた / 4.概ねできた / 3.まあまあ / 2.あまりできなかった / 1.できなかった



理解度 今回のレクチャーをどれくらい理解できたと思いますか？

5. 38% 4. 52% 3. 9% 2. 2% 1. 0%



満足度 今回のレクチャーの満足度を教えてください

5. 59% 4. 34% 3. 5% 2. 2% 1. 0%



興味 今回のレクチャーについてもっと話を聞きたいと思いましたか？

5. 39% 4. 45% 3. 14% 2. 2% 1. 0%



意欲 再生可能エネルギーについてもっと調べたいと思いますか？

5. 37% 4. 34% 3. 27% 2. 2% 1. 0%

図-12 アンケート第2回

本ワークショップにおいて生徒が作成したワークショップ成果物の例を図-13に示す。またその比較対象として、事前に本グループが同じ条件でワークショップを行った際の成果物を図-14に示す。

図-13より大まかに目標としていた成果物を作成できていたことが確認できる。また、講義で取り扱った内容から講義で取り扱っていない内容まで広く書き出されており、しっかりと講義内容を踏まえながらも生徒同士で話題を広く持つことができていたことが伺える。加えて

いずれの生徒グループにおいても成果物は一定レベルを満たしたものが作られており、ワークショップが無理なく行えていたことが伺える。図-13 および図-14 より本ワークショップにおいて高校生である生徒らが作成した成果物と本グループの大学院生らが作成した成果物を比較してみても、生徒らが作成した成果物において十分な量の付箋が貼られ、また整理されていることから、活発な議論が行われていたことが伺える。

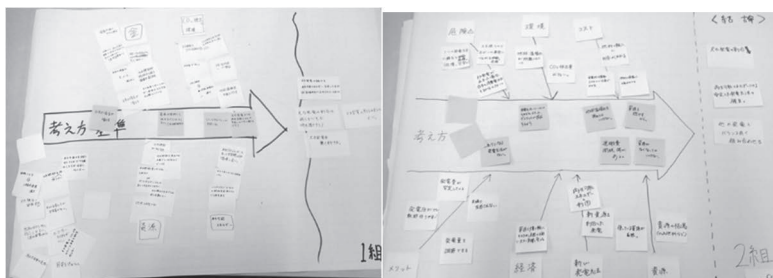


図-13 ワークショップの成果物の例

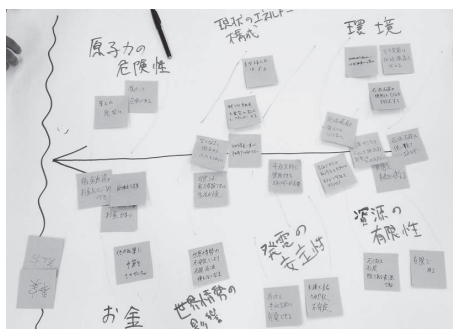


図-14 大学院生らによる成果物

一方で感想および本グループメンバーよる振り返りから、以下の反

省点が確認できた。

- 第1回の対話式講義と同様に時間が短かったという意見が多数みられ、時間配分に関する問題が明らかになった
- 第1回の対話式講義と同様に自然なファシリテーターとの難しさが指摘され、ファシリテーターの技量に関する問題が明らかになった
また、今回は宿題を持参しなかった生徒が多数みられた。その原因については周知の不徹底などが考えられるが、一方では、ほぼすべてのグループにおいて活発な議論がなされていることが確認できた。これはグループの中に議論を先導する生徒がいれば必ずしも全員がワークショップに対する準備をしなくても活発な議論が可能であるということを示しており、ワークショップを気軽に参加できるものと設計することに成功していたことが伺える。

3. 5 評価まとめ

以上、アンケート評価で高い割合で肯定的な回答が得られたこと、感想において肯定的なものが多くみられたこと、当日の様子から生徒が関心をもって積極的に参加していたことが伺えることから、本章はじめにおいて設定した本出前授業の目的を十分に達成できたと考えられる。

4. アンケート調査の設計とその結果・考察

4. 1 はじめに

全2回の出前授業において、授業の理解度・満足度等の確認と参加者の思考の変化について調査するためにアンケートを行った。本章では、アンケートの内容とそれぞれの設問趣旨を説明し、アンケート調査の解析方法およびその結果・考察について述べる。なお、本章においては、特に参加者の思考の変化の調査を狙った記述式アンケートの設計とその結果・考察を中心に述べる。授業の理解度・満足度等の確認を狙ったアンケートの結果については第3章を参照されたい。

4. 2 全体の構成と各設問の意図

アンケートは、2回の授業のそれぞれの冒頭で配布し、授業の進行に従って順次記入を求めた。7/16の講義では78名の生徒から、8/25のワークショップでは71名の生徒から回答を得た。

アンケートは、授業の内容に対する理解度や満足度を調査する設問、問題に対して考察を促すもの、考え方を問うことで思考の仕方をとらせる設問の3つに分かれている。図-18、19、20に7月16日の第1回対話式講義で配布したアンケート、図-21、22に8月25日の第2回ワークショップで配布したアンケートを示す。

授業の目的は、参加した高校生が科学と社会が関わる問題を取り扱う際に、問題に対して多様な視点を獲得させることである。よって本アンケートでは、次の2つの設問を授業前後において複数回問うことで、授業に参加した学生の着眼点の多様化について、授業による影響を検証した。図-15にアンケートの意図とその設定の概略を示す。なお、各アンケートには出席番号を記入してもらうことで、回を追って回答内容を比較することができるように設計している。

● 質問 1

「科学と社会が関わる問題と聞いて思いつくものを書け」

● 質問 2

「日本で再生可能エネルギーはさらに増えたほうが良いと思うか」

ねらいとする高校生の変化

(対話のために) 高校生が広く多様な視点から
科学と社会が関わる問題について考えられるようになる



本実践の着眼点: 「多様化」
(アンケートの回答の根拠が多様化すること)

アンケートの取得回答者数:

- ①講義前: 72名
- ②講義後: 77名
- ③WS後: 71名



解析対象:

3回すべてに回答した**69名**

前提条件:

時間制約(2分または3分)の存在



仮定:

- ・書かれている意見
=「想起しやすかった」意見
➢ アンケート時点での回答者の考えを
代表する(=重要性の高いもの)

図-15 アンケートの意図

質問 1 では、授業で取り扱ったエネルギー問題に限らず、一般的に社会と科学が関連性を持った問題について問い、授業と直接関係ない事象に対して着眼点の多様化がみられるか検証を行った。また同時に、エネルギー問題を起点として、関連する他の様々な問題同士を結びつけて考えられるようになるかについての検証も狙った(1.4 節参照)。質問 1 に関しては、第 1 回授業(対話式講義)の開始時と第 2 回授業(ワークショップ; WS)終了後にアンケート記入を実施した(図-16)。質問 2 では、授業で取り扱った再生可能エネルギーについて問い、授業によって、参加した生徒の問題への着眼点の多様化が occurring

るか検証した。質問2に関しては、第1回目授業の開始時と終了時、第2回目授業終了後にアンケート記入を実施した(図-17)。

各アンケートは自由記述形式で、3回全てのアンケートで回答を得た69名の記述文章を解析することで、授業の影響を検証した。

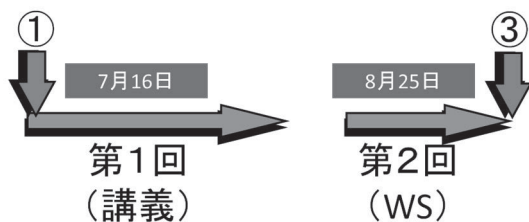


図-16 質問1のアンケート調査実施タイミング

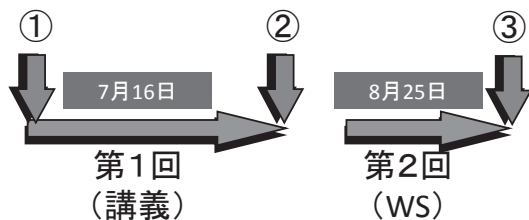


図-17 質問2のアンケート調査実施タイミング

「これからのエネルギー選択」 アンケート

クラス：() 出席番号：() 性別：男/女

練習3 あなたは平日に1日平均でどのぐらいの時間ニュースや新聞を見ますか？

※ スポーツ・芸能関係は除く

(1) 0分 (2) 1分～30分 (3) 30分～1時間 (4) 1時間～2時間 (5) 2時間以上

練習4 科学と社会が関わる問題と聞いて思いつくものを思いつくだけ書いてください

※具体的な問題に限らず、言葉で説明してもらっても構いません。

1. みなさんはこれまでに「再生可能エネルギー」という言葉を一度でも聞いたことはありましたか？

(1) はい

(2) いいえ

2. 2010年の日本全体における発電量のうち再生可能エネルギーが占めている割合はどれくらいでしょう？

(1) 0.1～10%

(2) 11～20%

(3) 21～30%

(4) 31～40%

3. 以下4つのうちで、みなさんが今後一番期待できると思う再生可能エネルギー(新エネルギー)はどれですか？

(1) 風力

(2) 地熱

(3) 太陽光

(4) バイオマス

図-18 7月16日実施 第1回対話式講義 アンケート用紙 1枚目
(A3用紙に両面印刷したものの表面左側に対応)

4. みなさんは今後日本で再生可能エネルギーがさらに増えた方が良いと思いますか？ 理由もあわせて（書けるかぎり）書いてください。 また、再生可能エネルギーを考える上で考慮したほうが良いと思う問題について、キーワードを書いてください（理由に書いた内容以外のことで構いません）。

(1) はい (2) いいえ (3) わからない

理由： _____

キーワード： _____

再生可能エネルギーを考える -風力発電について-

5. 日本で風力発電は、火力、原子力、水力に代わる日本における主要な電源となると思いますか？

(1) はい (2) いいえ (3) わからない

6. 日本の全発電量のうち、風力発電の割合はどのくらい？

(1) 0.0 ~ 0.2%未満 (2) 0.2 ~ 0.4%未満

(3) 0.4 ~ 1.0%未満 (4) 1.0 ~ 10%未満

7. 日本の風力発電量の割合が、2030年までに10%以上になると予想しますか？

(1) はい (2) いいえ (3) わからない

理由： _____

8. あなたは、日本の将来に向けて風力発電の普及の推進に賛成しますか？

(1) はい (2) いいえ (3) わからない

再生可能エネルギーを考える -太陽光発電について-

このレクチャーではアンケートはありません

図-19 7月16日実施 第1回対話式講義 アンケート用紙 2枚目
(A3用紙に両面印刷したものの表面右側に対応)

		思う できた	おおむね	まあまあ	あまり	思わない できなかった
9.	今回のレクチャーをどれくらい理解できたと 思いますか？	5	4	3	2	1
10.	今回のレクチャーの満足度を教えてください	5	4	3	2	1
11.	今回のレクチャーについてもっと話を聞きたい と思いましたか？	5	4	3	2	1
12.	再生可能エネルギーについてもっと調べたい と思いますか？	5	4	3	2	1

13. 今回のレクチャーを受けて、改めてみなさんは今後日本で再生可能エネルギーがさらに増えたほうが良いと思いますか？理由もあわせて（書けるかぎり）書いてください。また、再生可能エネルギーを考える上で考慮したほうが良いと思う問題について、キーワードを書いてください（理由に書いた内容以外のことで構いません）。

(1) はい (2) いいえ (3) わからない

理由： _____

キーワード： _____

14. そのほか感想など（もっと知りたかったこと etc）

ご協力ありがとうございました！

図-20 7月16日実施 第1回対話式講義 アンケート用紙 3枚目
 （A3用紙に両面印刷したものの裏面左側に対応）

「これからのエネルギー選択」 アンケート 1(授業時回収)

クラス:() 出席番号:() 性別:男/女

1. 今回は、火力発電を題材としてワークショップを行いました。活動を終えて、みなさんは今後日本で再生可能エネルギーが増えたほうが良いと思いますか?理由もあわせて(書けるかぎり)皆さんの意見を教えてください。また、再生可能エネルギーを考える上で考慮したほうが良いと思う問題について、教えてください。(キーワードだけでも、理由に書いた内容以外のことで構いません。今回の授業内容にこだわらなくて構いません。)

(1) はい (2) いいえ (3) わからない。

理由: _____

キーワード: _____

2. 科学と社会が関わる問題と聞いて思いつくものを思いつくだけ書いてください。
※具体的な問題に限らず、言葉で説明してもらっても構いません。

図-21 8月25日実施 第2回ワークショップ アンケート用紙 1
枚目 (A4用紙に両面印刷したものの表面に対応)

「これからのエネルギー選択」 アンケート2(後日回収)

クラス:() 出席番号:() 性別:男/女

		思 い が あ り ま す か	お お も い な い か	ま あ ま あ い な い か	あ ま り な い か	で き な か つ た か ら い な い か
1.	今回のレクチャーをどれくらい理解できたと思いますか?..	5	4	3	2	1
2.	今回のレクチャーの満足度を教えてください。	5	4	3	2	1
3.	今回のレクチャーについてもっと話を聞きたいと思いましたか?..	5	4	3	2	1
4.	再生可能エネルギーについてもっと調べたいと思いますか?..	5	4	3	2	1

5. 今後の参考のために、感想などを教えて下さい。(もっと知りたかったこと、改善してほしいこと、面白かったところなど) ..

ご協力ありがとうございました。

図-22 8月25日実施 第2回ワークショップ アンケート用紙 2
枚目 (A4用紙に両面印刷したものの裏面に対応)

4. 3 アンケート回答の解析方法

4. 3. 1 設問1「科学と社会が関わる問題と聞いて思いつくものを書け」解析方法について

本設問の回答時間は2分間である。回答は自由記述形式とし、2分間でできるだけ多くの思いつく事象を書きだすことを求めた。回答の分析に当たっては、着眼点の多様化を定量的に判断するために、アンケート回答の中で取り上げられた問題の数を抽出した。記述の中から抽出された要素の数が、回答者の視点の広さを示していると仮定し、抽出された要素数の増減について考察を行った。

抽出にあたっては、社会問題の枠組みによる問題の大きさの違い（例えば、「特定の台風被害と科学者倫理など」）が存在しているが、問題が切り分けられていれば、それぞれの要素を1つとして数えあげることとした。また、同じ回答者内での回答要素の重複は避けている。さらに、回答された問題が実態と一致しているかについてはここでは問わないこととした。

4. 3. 2 設問2「日本で再生可能エネルギーはさらに増えたほうが良いと思うか」解析方法について

本設問は、「はい」「いいえ」「わからない」の3択から構成された選択回答と、その選択理由に関する自由記述式回答を合わせて構成されている。回答時間は、理由の回答を含めて3分間である。回答の解析に当たっては、設問1と同様に、アンケート回答の中で取り上げられた問題群の数を抽出した。具体的には、設問2では抽出された要素（キーワード）を関連する問題ごとに分類し、各アンケートの実施タイミングごとに回答者の回答が変化していく様子を分析した。図-23に要素を抽出する作業の概略と例を示す。

- ① 得られた記述データ中に含まれるキーワード(安全性, お金など)を抽出
- ② 抽出されたキーワードを全3回に渡って統一し, 再分類
- ③ 各回ごとに集計, 比較・検討を実施

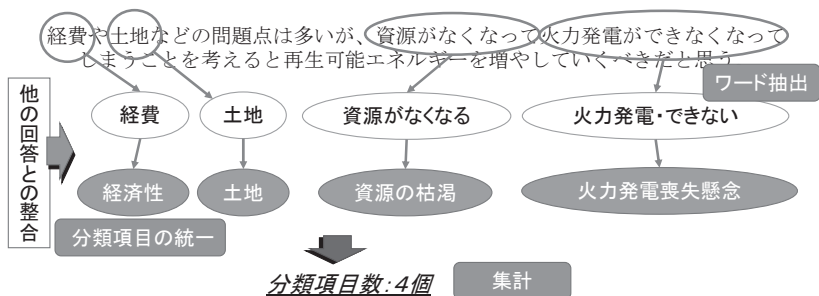


図-23 設問2の解析方法例

表-2 に問題の分類に使用した項目のリストを示す。解析結果の詳細については5章で述べる。

表-2 問題の分類に使用した項目リスト

問題の分類項目	
安全性	経済性
安定性	原子力発電
エネルギー供給量	効率
エネルギーミックス	資源の枯渇
海外依存	持続可能性
火力発電喪失懸念	生活への悪影響
環境問題	土地
技術の発達	その他

4. 4 アンケート回答の結果・考察

4. 4. 1 設問1「科学と社会が関わる問題と聞いて思いつくものを書け」結果・考察について

表-3 に示した通り、設問1では69名の回答結果から講義前・WS後のアンケートよりそれぞれ290・205個の要素が抽出できた。一人当たりの平均回答数は、講義前では4.20個であったが、WS後で

は2.97個へと減少した。また、授業の前後で回答数が増加した生徒は9名(13%)、回答数が減少した生徒は43名(62%)であった。

以下、回答数が減少した原因について考察する。原因の解釈としては、①小さな枠組みから大きな枠組みへと書き方が変化したこと、②出前授業の内容に引っ張られたこと、③制限時間の中で想起できなかったこと、④思いついたものが大きく変化したこと、の4つの傾向に大きく分類できた。一方、回答数が増加した9名の中には、授業により回答数が増加したと見られた例も存在した。図-24に、これらの分類された回答例を示す。

表-3 設問1の結果

集計結果[個]			
	講義前 (7/16)	WS後 (8/25)	増減
総数	290	205	▲85
一人当たり	4.20	2.97	▲1.23
Max	15	8	
Min	1	1	

Q1の回答例

① 小さな枠組み → 大きな枠組み へと書き方が変化した

講義前: 原子力発電, 遺伝子組み換え, 火山, 地球温暖化, 地震, 大気汚染, STAP細胞
WS後: 原子力発電, 地球温暖化, 自然災害

② 出前授業の内容に引っ張られた

講義前: 原子力発電, 火山, 地球温暖化, 水素社会, 疑似科学
WS後: 原子力発電

③ 制限時間の中で想起できなかった

講義前: 原子力発電, 地球温暖化, STAP細胞, 酸性雨, 青色LED, 公害, iPS細胞, PM2.5
WS後: 地球温暖化, STAP細胞, iPS細胞, 核開発

④ 思いついたものが大きく変化した

講義前: 論文不正, シェーン事件, 原子力発電, 地球温暖化
WS後: 卵子を凍結保存することの倫理的問題

★ 授業により増加した生徒の回答例

講義前: エネルギー問題, 研究捏造, 原子力発電, 地球温暖化, 公害, 遺伝子組み換え
WS後: 地球温暖化, 公害, 森林減少, 異常気象, 発電リスク, 放射能, 温室効果ガス,
エネルギー選択問題

図-24 Q1の回答例

4. 4. 2 設問2 「日本で再生可能エネルギーはさらに増えたほうが良いと思うか」結果・考察について

表-4 に、全3回のタイミングにおける、69名の回答から抽出された総要素数、および一人当たりの回答項目数の平均値の結果を示す。

この結果より、全2回の授業を通じて、一人当たりの回答項目数が増加する傾向が示された。以下では、講義前後(①講義前(7/16)→②講義後(7/16))と授業全体(①講義前(7/16)→③WS後(8/25))のそれぞれについて、項目数の増減の結果とその考察をまとめる。

表-4 総要素数および一人当たりの回答項目数の変化

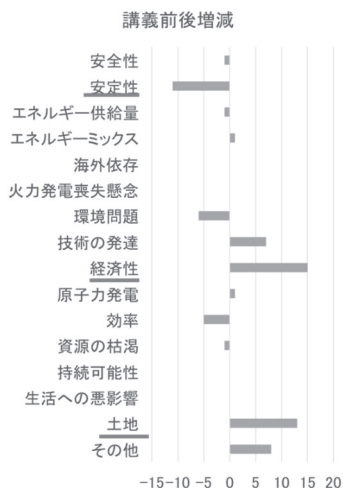
	講義前	講義後	WS後
総要素数	146	166	179
一人当たりの回答項目数	2.12	2.41	2.59

・授業前後 (①講義前(7/16)→②講義後(7/16))

図-25 に、講義前後における項目数の増減の結果のまとめを示す。

講義前後(①→②, 対象者:69名)

(単位:人)	①講義前	②講義後	増減
安全性	5 (7%)	4 (6%)	▲ 1
安定性	16 (23%)	5 (7%)	▲ 11
エネルギー供給量	4 (6%)	3 (4%)	▲ 1
エネルギーミックス	0 (0%)	1 (1%)	△ 1
海外依存	2 (3%)	2 (3%)	0
火力発電喪失懸念	2 (3%)	2 (3%)	0
環境問題	31 (45%)	25 (36%)	▲ 6
技術の発達	4 (6%)	11 (16%)	△ 7
経済性	16 (23%)	31 (45%)	△ 15
原子力発電	9 (13%)	10 (14%)	△ 1
効率	7 (10%)	2 (3%)	▲ 5
資源の枯渇	31 (45%)	30 (43%)	▲ 1
持続可能性	6 (9%)	6 (9%)	0
生活への悪影響	3 (4%)	3 (4%)	0
土地	5 (7%)	18 (26%)	△ 13
その他	5 (7%)	13 (19%)	△ 8
合計	146	166	△ 20



	項目数	総数	一人当たり
増加	6	45	0.58
減少	4	25	0.32
変化なし	6	-	-

図-25 講義前後における項目数の増減の結果のまとめ

緑色で示した分類項目のうち、青枠で囲まれた項目は授業で取り扱った内容である。

図-25 中の右グラフより、「安定性」、「経済性」、「土地」において顕著な変化が見られた。増加した項目数は6項目、減少した項目数は4項目であり、総要素数として20個の増加があった。

以下、上記結果を考察する。まず、増加の大きかった「経済性」と「土地」は第1回の講義で扱われた内容である(3章参照)。つまり、高校生が講義を通じて未知の情報を取得し、それが新たな発見・気づ

きとなり、感動した結果として時間制約の中で想起されやすくなったものであると考えられる。一方、「安定性」と「効率」においては減少が見られている。これらも「経済性」、「土地」と同様に講義で扱った内容である。しかし、高校生にとって「安定性」、「効率」に関する講義で扱った内容は既存知識であったために、回答の際の時間制約の中では埋没した可能性が考えられた。

図-26 に講義前後における回答項目数の変化を示す。

講義前後(①→②, 対象者:69名)

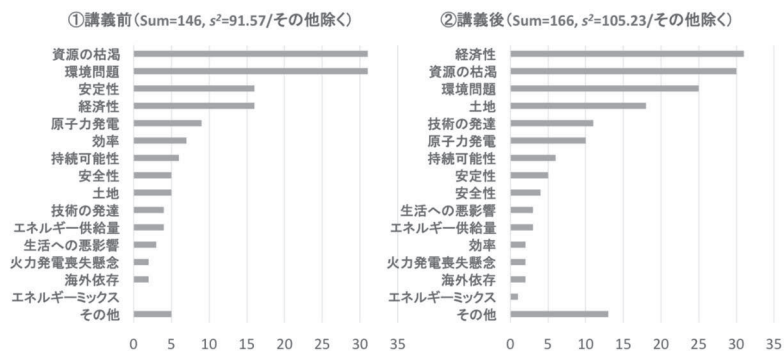


図-26 講義前後における回答項目数の変化

講義前後においては、総数の増加に加えて、分散の増加が認められた。この結果より、高校生が講義を受けたことで新たな知識を獲得し、それが想起されやすい検討材料となったことが示唆された。

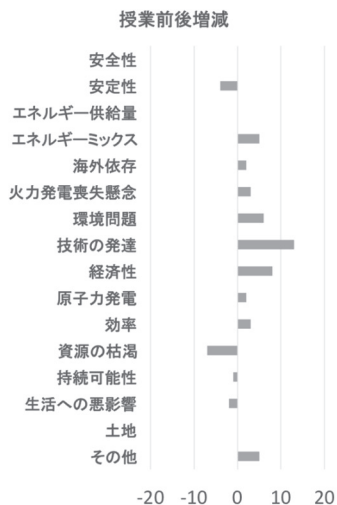
以上、第1回講義前後を通じて、高校生は新たな知識に対する反応性が高く、講義で扱った STS 的内容を含む情報を取得する能力を十分に有していることが伺われた。

・授業全体 (①講義前(7/16)→③WS後(8/25))

図-27に、授業全体における項目数の増減の結果のまとめを示す。

授業全体(①→③, 対象者:69名)

(単位:人)	①講義前	③WS後	増減
安全性	5 (7%)	5 (7%)	0
安定性	16 (23%)	12 (17%)	▲4
エネルギー供給量	4 (6%)	4 (6%)	0
エネルギーミックス	0 (0%)	5 (7%)	△5
海外依存	2 (3%)	4 (6%)	△2
火力発電喪失懸念	2 (3%)	5 (7%)	△3
環境問題	31 (45%)	37 (54%)	△6
技術の発達	4 (6%)	17 (25%)	△13
経済性	16 (23%)	24 (35%)	△8
原子力発電	9 (13%)	11 (16%)	△2
効率	7 (10%)	10 (14%)	△3
資源の枯渇	31 (45%)	24 (35%)	▲7
持続可能性	6 (9%)	5 (7%)	▲1
生活への悪影響	3 (4%)	1 (1%)	▲2
土地	5 (7%)	5 (7%)	0
その他	5 (7%)	10 (14%)	△5
合計	146	179	△33



	項目数	総数	一人当たり
増加	9	47	0.68
減少	3	14	0.20
変化なし	4	-	-

図-27 授業全体における項目数の増減の結果のまとめ

図-27の右グラフより、講義前からWS後において、多くの項目で回答数の増加が見られた。増加した項目数は9項目、減少した項目は3項目であり、総要素数として33個の増加があった。

以下、上記結果を考察する。授業全体としての回答項目の増加(+9項目)は、先述した講義前後の増加(+6項目)よりも多く見られていた。これは、まず第1回講義において高校生が新規知識を取得し、他者との議論を行った結果、より多面的な視点から設問を検討し、回答

を記述することに繋がった可能性が考えられた。結果では、既に重要と認識されていた項目である「環境問題」(45%→54%; 全体 69 名の中で回答のあった割合の変化)や「経済性」(23%→35%)の回答数の伸びが目立った。また、「技術の発達」(6%→25%)といった、授業前にはあまり意識がされていなかった項目の重要性が認識され、回答数が伸びている可能性も考えられた。

図-28 に授業全体における回答項目数の変化を示す。

授業全体(①→③, 対象者:69名)

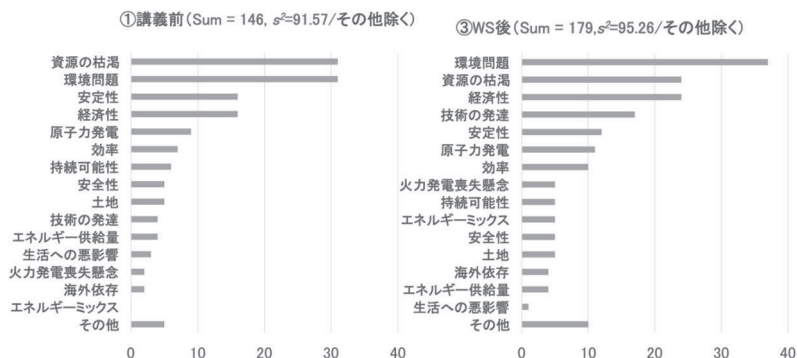


図-28 授業全体における回答項目数の変化

授業全体においては、分散の増加は有意性には認められなかったが、総数の増加は認められた。この結果より、授業によって知識を獲得し、他者との議論を通じて自身の意見根拠の重要度が整理されたことが示唆された。

・出前授業を通じての考察(定量的評価)

図-29 に講義前後および授業全体の変化を合わせて示したグラフおよび表をまとめたものを示す。

出前授業(講義+WS)を通じたの考察

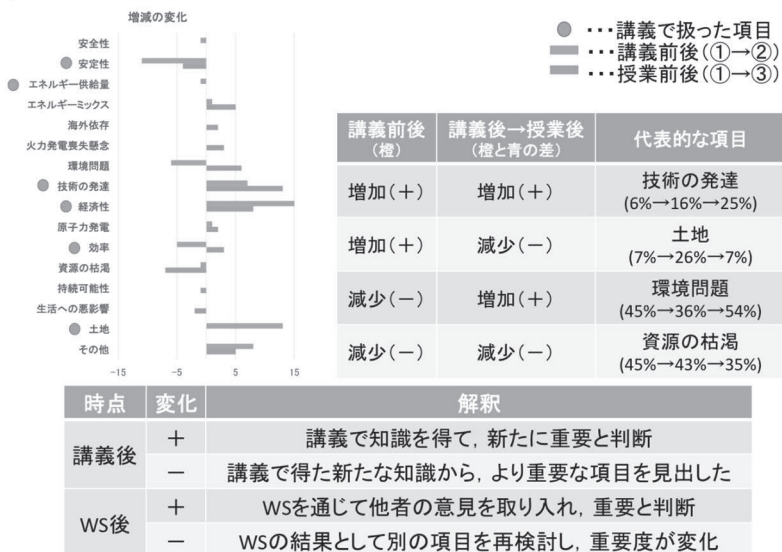


図-29 講義前後および授業全体を通しての回答理由に含まれる要素数の変化を示したグラフおよび表のまとめ

左上の棒グラフは、オレンジが講義前後の差、青が講義前とWS後の差を示す

まず、「技術の発達」は講義後に増加し、WS後にもさらに増加した。これは、まず第1回講義でこれまでになかった知識を得て、さらに第2回WS内での生徒同士の議論を通じてもその問題の重要性を認めた生徒が多かった結果と解釈できる。

「経済性」、「土地」は講義後に増加し、WS後には減少した。これらは講義によって新たに知識を得たものの、WS内での議論を通じてさらなる重要な問題が存在すると認識・整理した結果と解釈できる。

「安定性」、「環境問題」、「効率」は講義後に減少し、WS後には増

加した。これらは講義で新たに得た知識が想起されやすかったことに伴って一度は回答から埋没したものの、WS 内での議論を通じてやはり重要であると再検討された結果と解釈できる。

最後に、「資源の枯渇」は講義後に減少し、WS 後にもさらに減少を重ねた。これは講義前から高校生内で既に重要性が認識されていた項目であり、時間制限のあったアンケート回答では前提認識として持ち合わせていたがゆえに取えて書かなかった、または講義・WS を通じて得た他の情報との比較・吟味の上で、重要度に変化が生じた可能性が考えられた。

以下、ここまで示した定量的評価の解釈をまとめる(図-30)。まず、生徒は第1回講義前後を通じて新たな知識を獲得していることから、STS 的内容を含む講義を理解することが十分に可能であることが示唆された。また、WS では議論によって他者の意見を受け入れ、自身の考えを整理する能力を有している可能性が示唆された。

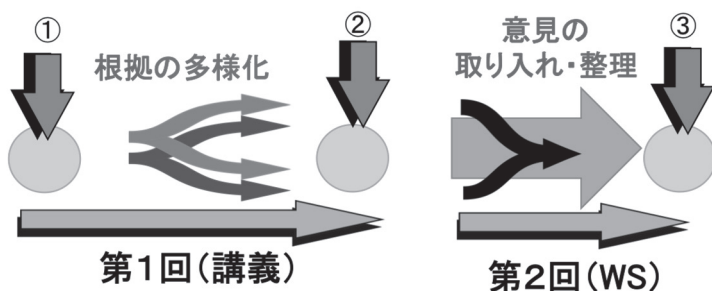


図-30 定量評価の解釈

一方で、上記までの解析においては、全体的な回答項目数の増加の有無のみに着目しており(=視点の多様化)、定性的に回答内容にどのような変化が見られたのかについて考察できてない。実際に、個別回答の中には、「視点の多様化」以外にも授業全体において「期待し

た変化」が見られたものが多数存在していた。よって、以降では個別の自由記述回答の変化を一つ一つ観察し、既に定量評価を行った「視点の多様化」以外にどのような変化がどのぐらい生じていたのかを定性的に調べた。本報告書では紙面の都合上、それら一部の結果および考察のみを示す。なお、ここで言う「期待した変化」とは、「本企画の目指した STS 教育（2.4 節参照）に即した回答に記述が変化したこと」、を指している。

・個別回答の紹介と考察（定性的評価）

以下、個別記述回答の変化について報告する。回答の変化の分類については、山内(2010)で使用された図-31 の 8 つを用いた。

山内(2010)では、「再生医療」を議論テーマに取り上げ、再生医療と社会の関係を巡る議題について、市民同士で議論を行い、複数の選択肢から個々が 1 つを選択するという意思決定場面を設定している。その場面において、個人の選好とその根拠が議論の前後で変化した事例に焦点を当て、議論がもたらした効果として実験内で確認された選択理由の変更パターンとして上記分類を示した。ただし、これらの分類はあくまでも山内(2010)が設計した質問紙に対する回答者の自由記述内容に対して解析を行った結果であり、回答者本人に確認をした訳ではない。

表 2 選択理由変更のパタン

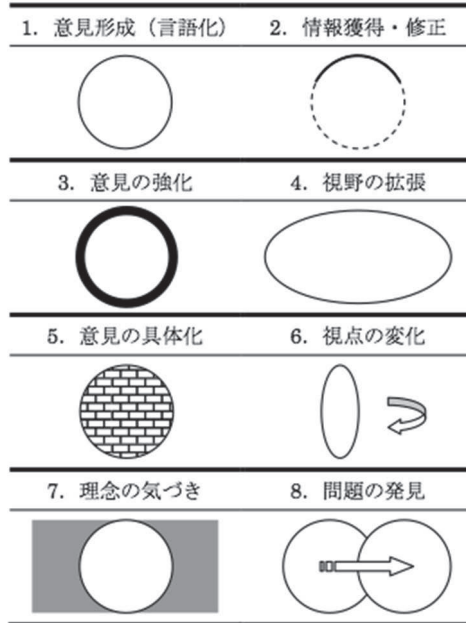


表-5 選択理由変更のパタン (山内, 2010)

本報告においては、山内(2010)の8つの分類が、自由記述回答の変化に見られた全2回の授業がもたらしたポジティブな効果として、基本的にそのまま適応できることを先に確認した。その上で、これらの分類にポジティブな意味合いで適合が出来ないものについては「期待した変化」ではない(ex. 「意見の縮小」、「回答の放棄」など)として扱った。

以下、特徴的に見られた回答例の紹介と、本実践がもたらした高校生への影響を概説する。

まず、図-31に本実践において「期待した変化」を表した実際の生徒の回答例を示す。

期待した変化を表した例

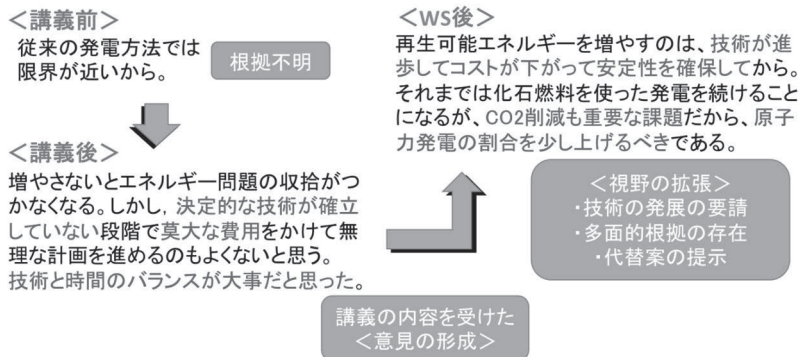


図-31 期待した変化を表した回答例

図-32 の回答例は、「日本で再生可能エネルギーはさらに増えた方が良くと思うか」という問いに対する選択回答は、全3回のタイミングにおいて全て「はい」を回答している。選択回答についての変化はないものの、その理由を示す自由記述回答の内容には大きな変化が見られていることが分かる。

まず、講義前におけるこの生徒の回答は、発電方法に関する単一の視点のみに基づいた意見であり、また「何故従来の発電方法では限界に近いのか」も示されない根拠が不明瞭なものであった。一方で、講義後においては、再生可能エネルギーが増えた方が良くと思う主張に変化はないが、一方では技術の発展に関する要請やコストを勘案する必要性を指摘する等、具体的な「意見の形成」が示されている。さらにWS後には、より具体的に再生可能エネルギーの導入を増やす時期に関する条件を提示する等、多面的な根拠に基づいた意見を示しており、さらには再生可能エネルギーの導入を増やす前段階における代替案を提示する等の「視野の拡張」が見られた。

上記のように、回答が本実践において「期待した」変化をした生徒は少なく見積もっても 69 人中 20 人程度は見られた。なお、この 20 人という数は「明らかに」変化した人数であり、ほとんどの生徒が山内(2010)の分類にポジティブな意味合いで当てはめられる変化を示していた。また、それらポジティブな変化は、例えば既に示した「視点の多様化」に関する定量的な増加が見られなかった回答に対しても認められた例が複数存在した。

次に、図-32 に本実践において「期待した変化」を表さなかった実際の生徒の回答例を示す。

期待した変化を表さなかった例

<講義前>

日本は特に資源を自国だけでは賅えないので、輸入が途絶えたり、価格混乱の際にでも安定できるよう再生可能エネルギーをもっと使うべきだと思ったから。そして環境にも優しいから。

<WS後>

火力や原子力のデメリットを補えるし、再生可能エネルギーが増えれば、今より環境への悪影響が減り、未来も明るい。

授業前からよく書かれているため、変化なし

<講義前>

原発などの安全性が問われ始めた上、地球温暖化などもあるので火力も使わない方がいいから。

<WS後>

いつ地球が無くなるかもわからない中で、今の人々が不便な生活をわざわざすることは無いと思うから。

回答の放棄？

<講義後>

再生可能エネルギーを増やしていかなければ輸入頼みの日本では枯渇した際に大変だから。再生可能エネルギーそれぞれの問題点、それについての対策を明確にすること。

・問題意識を提示
・改善策の要請

図-32 期待した変化を表さなかった回答例

図-32 の上の回答は、講義前から多くの視点を持った回答をしており、WS 後にも目立ったポジティブな変化が見られなかった例である。また、下の回答は講義前から講義後には問題意識の提示や改善策の要請などの「期待した変化」を占めしていたが、WS 後には回答を放棄してしまったような記述へと変化していた。これらのように「期待し

た変化」を表わさなかった例は全体で7名程度であり、「期待した変化」を見せた生徒の数と比べても少数であった。

以上、個別回答の分析を通じて、本実践を通じて回答の全体的な傾向として見られた「視点の多様化」以外にも、「期待した変化」を示した例が多く存在したことが定性的に確認された。これにより、学習効果に関する評価を行う際には、「視点の多様化」に代表される定量的な検証が可能な指標以外についても、何らかの定性的な方法によって評価の対象に含めることの重要性が新たに示唆された。

4. 5 結論および今後の課題

全2回の出前授業を実施した結果、講義前後、WS後のそれぞれで、高校生エネルギー選択に関する回答理由に含まれた視点の多様化が定量的に認められた。これにより、高校生はエネルギー選択に関するSTS教育に関する講義を理解・吸収する能力を有していることが示唆された。また、高校生は他者との議論を通じて、他者の意見を聞き、取り入れ、自身の意見と合わせて整理する能力を有している可能性が示唆された。

講義前の個別回答から見られたように、元々の高校生エネルギー選択（科学と社会が関わる問題）への認識には生徒ごとに大きく差が存在した。だが、本事例のような実践的内容を踏まえた教育により、それが大きく改善される可能性が示されたと考えられる。

今後の課題としては、より詳細なアンケートの解析、およびより効果的なアンケート手法の構築および適用方法を検討することにより、STS教育の実践対象としての高校生の妥当性およびその実践効果の評価精度の向上が考えられた。さらには、実践対象として、今回対象となったSSH指定校である宮城県仙台第三高等学校の理系クラス生徒のような「高知識・高関心層」以外にも、いわゆる「ふつう」の高

校の「ふつう」の生徒に対しても行うことで、対象となる高校生の知識・関心の違いが STS 教育に対する高校生の反応や実践効果の違いにどのように影響するか等を、より詳細に調べる必要性も検討された。本実践を一つのプロトタイプとして、今後も STS 教育の実践およびその評価を行った事例が増加していくことが、これからの高校教育課程における STS 教育の導入を検討するための判断材料の増加にも繋がると考えられる。

5. まとめと今後の課題

本企画においては、異分野融合大学院生グループが主体となり、高校生を対象とした STS 教育を実践し、高校生が今後社会との関わりの中で意思決定・価値判断を下していくための基盤として、広く多様な視点から科学技術と社会が関わる諸問題について考えられるようになることを目指した。具体的には、エネルギー選択を題材とした、100 分間の対話式講義（第 1 回; 2015 年 7 月 16 日実施）および 50 分間のワークショップ（第 2 回; 2015 年 8 月 25 日実施）を含む全 2 回の出前授業を設計した。また同時にアンケート調査を実施することで、出前授業の実践としての評価、および出前授業が高校生に及ぼした効果の評価を行った。

全 2 回の出前授業を通じて、8 割以上の高校生が高い理解度・満足度を示した。また、得られた感想内容や当日の生徒の様子からも、高校生が授業に対して関心をもって積極的に参加していたことが伺えた。特にワークショップにおいては、どのグループでも活発な議論がなされていたことが観察され、ワークショップを気軽に参加できるものとして設計することに成功していたことが示唆された。これらの理由により、本出前授業が十分に実践目標を満たして設計されていたと評価できた。

自由記述式アンケート「日本で再生可能エネルギーはさらに増えたほうが良いと思うか」という質問を設計し、出前授業の実施前後における高校生の記述の見られた思考の変化を追跡調査した。その結果、質問に対する高校生の回答に含まれた問題を考える視点が多様化したことが定量的に示された。さらに、個別記述回答の分析を通じて、視点の多様化以外にも、意見の形成や具体化といった本実践を通じて

期待された変化を示している例が多く観察された。これらの理由から、今回の実践対象であった SSH 指定校の高校生には、エネルギー選択に関する STS 講義を理解・吸収し、また他者との議論を通じて自分の意見を整理する能力を有している可能性が示された。

今後の課題としては、実践面においては、限られた時間の中において授業内で扱うことのできる内容を更に検討し、教材の充実を測ること、およびその体系化が考えられる。調査面においては、より詳細なアンケート解析、およびより効果的なアンケート調査の構築・適用を検討することで、STS 教育の実践対象として高校生に及ぼす効果の評価精度の向上が求められる。さらには、実践対象として、今回対象となった SSH 指定校である宮城県仙台第三高等学校の理系クラス生徒のような「高知識・高関心層」以外にも、いわゆる「ふつう」の高校の「ふつう」の生徒に対しても行うことで、対象となる高校生の知識・関心の違いが STS 教育に対する高校生の反応や実践効果の違いにどのように影響するか等を、より詳細に調べる必要性が考えられる。

今回、「高等学校における STS 教育の実践」という本活動を通じて、企画名にある「科学技術と社会の新たな関係性の提案」にまで至ることができたのかと言われれば、それはあまり定かではない。しかし、例えば企画段階で漠然と抱いていた「つい最近まで中学生であった高校 1 年生に対して、STS 的内容がどこまで伝わるのか？」といった不安や懸念は、実践を通じて今回の仙台第三高等学校の生徒から得られた反応やアンケート解析結果を見た限りであれば、少し解消されたのではないかと感じる。これは、高校生というまだ社会的には未熟な存在であっても、今後の教育の在り方次第では、実は既に十分、科学技術と社会が関わる複雑多岐にわたる諸問題に対して向き合うことができる年齢である可能性を示唆している。

平成 28 年 6 月より、新たに改正された公職選挙法が適用され、満 18 歳以上の高校生に対しても初めて選挙権が与えられることになる。恐らく高校生の中には、このような自身の社会参画について、漠然とした不安を感じる生徒も少なくはないだろうと想像する。STS 教育は、今回題材として取り上げた「エネルギー選択」に限らず、「地球環境問題」、「食糧安全問題」、「生命倫理の問題」、「情報技術に関する問題」といった、現在の社会でまさに議論されている多岐にわたったテーマを扱っている。この STS 教育により身につくことが期待される科学技術リテラシーは、まさに高校生がこれからの社会の在り方を考える上で欠かせない武器になると考えられる。本実践を一つのモデルケースとして、今後も様々な主体によって、STS 教育および対話の場作りに関する実践的取り組みが、多くの教育現場や社会の中で普及・定着していくことを、本企画メンバー一同、願ってやまない。

共同実施

山田修司（東北大学大学院文学研究科文化科学専攻 博士課程前期 2 年）

佐藤春樹（東北大学大学院理学研究科物理学専攻 博士課程前期 2 年）

謝辞

本企画の遂行にあたって、宮城県仙台第三高等学校の学生の皆様と先生方には全面的なご協力をいただきました。ここに感謝申し上げます。また、科学技術社会論学会第 14 回年次研究会においては、大阪大学コミュニケーションデザインセンターの山内保典講師をはじめ、多くの研究者の方々からご指導を頂きました。ここに厚く御礼申し上げます。最後に、本企画のアドバイザー教員であり、お忙しい中にも関わらず、高校側との取り次ぎをはじめとして、毎回のミーティングにもご参加頂き常に丁寧にご指導を頂いた久利美和講師に対して、心より感謝申し上げます。

参考文献

- A. M. Weinberg(1972), Science and Trans-Science, *Minerva*, 10(2): 209-222.
- 文部科学省(1996), 「第 1 期科学技術基本計画」, <http://www.nistep.go.jp/achiev/ftx/jpn/mat115j/pdf/appndx01.pdf>
- 文部科学省(2001), 「第 2 期科学技術基本計画」, <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/honbun.html>
- 文部科学省(2006), 「第 3 期科学技術基本計画」, <http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/honbun.pdf>
- 文部科学省(2011), 「第 4 期科学技術基本計画」, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/science/detail/__icsFiles/afieldfile/2011/08/19/1293746_02.pdf
- 政策科学研究所(1998), 「科学技術と社会・国民との相互の関係の在り方に関する調査」, 平成 10 年度科学技術振興調整費 調査研究報告所
- 尾内隆之、調麻佐志編(2013), 「科学者に委ねてはいけないこと ～科学から「生」を取り戻す～」, 岩波書店
- 吉澤剛(2010), 「テクノロジーアセスメントの 現代的意義」, 『科学』, 80(7), 岩波書店
- 小林傳司(2004), 「誰が科学技術について考えるのか」, 名古屋大学出版会
- 若松征男(2010), 「科学技術政策に市民の声をどう届けるか」, 東京電気大学出版局
- 八木絵香、山内保典(2013), 『論争的な科学技術の問題に関する「気軽な」対話の場作りに向けて ～「生物多様性」をテーマとしたプログラムの開発を例に～』, 科学技術コミュニケーション(13): 72-86
- 川本思心、中山実、西条美紀(2008), 「科学技術リテラシーをどうと

- らえるか：リテラシークラスタ別教育プログラム提案のための
質問紙調査」, 科学技術コミュニケーション(3): 40-60
- 大橋理枝(2015), 『「日本」という土壌』, 『科学技術リテラシーに
関する課題研究 報告書』, p.37-62
- 内田隆、鶴岡義彦(2014), 「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, 31-49(62)
- 小川正賢 (1993)、「序説 STS 教育」、東洋館出版社
- 藤垣裕子編(2005), 「科学技術社会論の技法」, 東京大学出版
- 藤田遼、小林龍一、小桧山朝華、大塚光、ジョン・イジョウ(2015), 「科
学技術をめぐる様々な対立調停に基づく安全・安心な社会形成
へ向けて」, 東北大学グローバル安全学トップリーダー育成プロ
グラム 学生自主企画活動報告書
- 山内保典(2010), 「市民による科学技術に関する社会的意思決定プロ
セス -熟議のもたらす効果の探求的検討」, 2011 年度日本認知科
学会第 28 回大会予稿集, 794-801