

数学を用いた防災教育の社会実装に向けて

鈴木正樹^{*1}・中野友暉^{*2}・古田皓晟^{*2}・高津朗真^{*3}・原賀紫織^{*4}

Toward Social Implementation of Disaster Prevention Education Using Mathematics

SUZUKI Masaki^{*1}, NAKANO Yuki^{*2}, FURUTA Kosei^{*2},
TAKATSU Roma^{*3}, HALAGA Shioli^{*4}

Abstract: We could build the framework of disaster prevention education using mathematics by our past activities. Now the next research tasks are what to do in order to implement educational research results in to the society. In this paper we report on extension lectures and public lectures done current year and consider about the various problems for social implementation of disaster prevention education using mathematics.

Key Words: Disaster Prevention Education, Mathematics, Science Mediator

1. はじめに

筆者は、東日本大震災を契機に数学を鍵語として防災教育に取り組み始め、2016年からは防災教育を理工工連携により展開することを目的に研究グループを立ち上げて活動している([1], [2])。2019年には挑戦的研究(萌芽)「理工工連携による「生きる力」創出を目指す防災教育の展開に関する研究」を得て、理学的視点による取り組みとして、防災教育用の数学問題集、数学を用いた防災用教材の開発および中学生対象の体験授業を実施するなど、数学を用いた防災教育の枠組みを構築した([3], [4])。現在は、数学を用いた防災教育はどのように社会実装できるのか、これまでの取り組みの成果を地域社会にどのように還元するか、という段階に入ったと考える。

研究成果を社会に実装するには、研究者だけでは解決できず、一般の人たちや自治体、企業など多様なステークホルダーとの対話・協働が必要であることは、新規科学技術を研究開発し、社会実装する際に生じうる倫理的・法的・社会的課題(ELSI)や持続可能な目標(SDGs)の取り組み事例からも明らかである。研究活動によって得られた知

見を地域社会に還元するものとしては、大学を中心とした多くの高等教育機関が実施している公開講座を始めとする様々な社会・地域連携活動がある。数学の視点に目を向けてみると、これらの他に、日本数学会や日本数学教育学会主催の市民講座や民間団体による「社会と数学」に関連する講座も多く実施されている。

これらの活動における課題の1つとして、話し手である研究者と聞き手である一般の人たちとの間には大きな意識のずれがあることが指摘されているが、筆者らが実施してきた公開講座においても各領域の専門家として伝えたいことと受講者が理解したいことには大きなギャップがあることが確認されている。こちらの意図が上手く伝わらない理由の1つには専門家と非専門家の橋渡し役であるサイエンス・メディエーター(サイエンス・コミュニケーター)の不在であると考えられる。サイエンス・メディエーターとは、研究者や技術者といった科学技術の専門家と一般社会の非専門家との間に立ち、相互理解を促す役割を担う科学技術の媒介者である。一般の人たちに科学技術や研究の難解な部分を平易な言葉で分かりやすく伝え、その有用性や面白さを理解してもらおう一方で、一般の人たちが科学技術や研究に対して抱いている疑問や期待、そして具体的にどのような誤解をするのか、実際はどのような内容を知りたいのか等を専門家に伝えるという、双方向のコミュニケーションを生み出すことが期待されている。この他に、数学の視点で取り組んできた立場から、自然現象を表す数式や抽象化された概念は、具体例や数値化して分かりやすく提示する等、一般社会において数学がどのように使われているのか、社会と数学の関わり方を意識するのが良いのではないかと考える。

*1 教養科

Division of Liberal Arts

*2 機械工学科

Department of Mechanical Engineering

*3 制御情報工学科

Department of Control & Computer Engineering

*4 物質工学科

Department of Chemistry & Biochemistry

本小文では、数学を用いた防災教育は社会実装可能か、という起点から「サイエンス・メディエーター」「社会と数学」を新たな鍵語に加え、今年度実施した福島県いわき市での消防団員向け防災講習会「垂直避難か水平避難か」および沼津高専での一般向け公開講座「数学で防災講座－確率分布と地震発生確率－」について報告し、数学を用いた防災教育の社会実装上の課題を考察する。

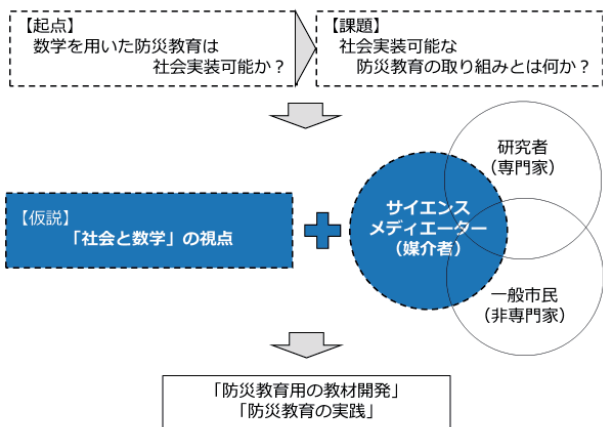


図 1 社会実装に向けた新たな鍵語

2. 防災教育学習サイト

活動内容の周知や教材の水平展開を目的に 2020 年 10 月に公開したウェブサイト「防災教育学習サイト－数学で防災教育－」は、この 1 年間で、地震、津波以外に火山、噴火をテーマにしたプリント教材の他、条件を入力することで津波の速さや高さを計算できるページを用意した。また、携帯用端末に対応するためにレスポンシブウェブデザインを実装した(図 2)。これまでに、本ウェブサイトを通じて、毎日新聞社石巻通信部と福島県いわき市薄磯地区消防団からの 2 件の問い合わせがあった。



図 2 防災教育学習サイト

毎日新聞社からの問い合わせは、連載「あの日」に学び「あした」を守る 算数・数学/下」の記事(2021 年 2 月 11 日朝刊)となり活動の周知に、いわき市薄磯地区消防団からの問い合わせは、後述の防災講習会に繋がった。

3. 防災講習会

9 月 19 日(日)いわき市薄磯地区第 4・5 班消防団詰所にて、本科学学生 4 年生 1 名をサイエンス・メディエーターとして、消防団員向けの防災講習会を実施した。薄磯地区について付記すると、薄磯地区は福島県いわき市の平地域に属し、市の南西部に位置している。海岸線に近く、近隣には薄磯海水浴場や塩屋崎灯台がある。東日本大震災の津波でいわき市最大の被害が出たこともあり、住民の防災意識がとて高い地域である。

3. 1 ヒアリング調査

防災講習会を実施するに先立ち 8 月 11 日(水) Zoom にて、薄磯地区第 4・5 班の消防団班長と事前打ち合わせを実施した。さらに、防災講習会に社会と数学の視点を取り入れるため、8 月 29 日(日)現地消防団詰所にて、消防団の主要メンバー 3 名に対して、数学を用いた防災教育の活動趣旨を説明の上、数学と防災教育に関するヒアリング調査を実施した(図 3)。

ヒアリング調査の結果、災害に対する備えとして、有事の際に何が生きてくるか分からないことから様々な視点による取り組みを望んでいるということ、東日本大震災時の避難行動についての判断が正しかったのかどうか未だに悩んでいるということ、安全・安心のまちづくりに向けた取り組みとして何ができるかを産学官民協働のもと進めていることなどが得られた。また、社会と数学の視点に関しては、数字は嘘をつかないということ、根拠の提示に数学的説明があると納得できるという肯定的な意見の他に、数学に対しての苦手意識が強く、内容が理解できるのか不安であるとの声も得られた。



図 3 消防団員に対するヒアリング調査

以上のことを勘案し、津波避難をテーマとして算数レベルで避難行動の根拠を提示できるような防災講習会を実施することとした。

3. 2 防災講習会

状況によって判断することではあるが、沿岸部においては、津波の他、大雨・洪水等による水災害時は命を守るための緊急行動として、建物の2階以上の安全を確保できる高さに移動する垂直避難が推奨されている。この根拠を、薄磯地区に当てはめた場合の数理モデルを提示し、実際に計算することによって示した。さらに、条件を変えた場合にはどのように判断するのが良いかを受講者間で話し合っていた。話し合いの意見が出ない際には、サイエンス・メディエーター役の学生にそのきっかけをお願いした。防災講習会後の受講者からの意見としては、

- ・ 数学用語の考え方、使い方の資料があると良い。
- ・ 数学的な厳密性に拘るよりは分かりやすい方が良い。
- ・ 数字で結論付けているのが分かりやすい。
- ・ 説明のための図表は多めが良い。
- ・ 間違いの例を示してくれると良い。

等が得られた。

4. 公開講座

10月17日(日)本校の共通教室1にて、本科学生6名(1年生2名,4年生1名,5年生3名)をサイエンス・メディエーターとして、公開講座「数学で防災講座ー確率分布と地震発生確率ー」を実施した。受講者は8名(10代1名,40代6名,60代1名)である。

4. 1 公開講座

今後30年以内に南海トラフ巨大地震が発生する確率は80%程度といわれている。この数字の根拠や意味を理解することを目的とし、確率や確率分布、定積分の概念を解説した後、地震発生確率はExcelを用いて受講者の皆さんに実際に計算していただいた。条件を変えることで確率がどのように変化するのかを学生とのコミュニケーションの中で各々に確認していただき、地震発生確率の意味を理解するとともに、備えの意識を高めることができた。

4. 2 サイエンス・メディエーター

補助学生4名によるサイエンス・メディエーター視点でのコメントを以下に記す。

[中野] ある程度理解している受講者ともコミュニケーションを取ることにより、より深い理解を促すことができた。

受講者が自ら改善点に気が付くこともあり、橋渡し役の有用性を感じた。

[古田] 受講者の年齢層が幅広く、年齢毎の考え方や理解の仕方に違いがあることが理解できた。コミュニケーションを密にとらなければ気が付かなかったことであり、媒介者としての役割を認識することができた。

[高津] 受講者と積極的にコミュニケーションを取ることで、受講者が安心して学べる環境を作ることができた。講師と受講者の橋渡しの役割の必要性を理解した。

[原賀] 受講者の理解度や疑問点に触れ、話し手と聞き手の双方に適切な対応や助言を行うというサイエンス・メディエーターとしての役割の重要性がみえた。他に、サイエンス・メディエーターが補足的に講師役を担い、より受講者に寄り添う解説があると良いと考えた。



図4 サイエンス・メディエーター

4. 3 アンケート

公開講座終了後に、今後の活動の参考となるよう受講者8名にアンケートを実施した。その結果の一部を報告する。

(1) 講座の内容は理解できましたか。

はい 8人 いいえ 0人

(2) 地震発生確率の意味は理解できましたか。

はい 8人 いいえ 0人

(3) 地震発生確率の数字の根拠は理解できましたか。

はい 8人 いいえ 0人

(4) 地震発生確率がどのように求められているか理解できましたか。

はい 8人 いいえ 0人

(5) 地震発生確率をExcelを用いて具体的に計算することができましたか。

はい 8人 いいえ 0人

(6) 「数学で防災講座」として受講したいテーマを教えてください(回答数の多い順)。

- ・ハザードマップの作り方 6人
- ・耐震の構造計算方法 6人
- ・新型コロナウイルス感染症の流行予測 6人
- ・各種災害の発生メカニズム 5人
- ・備蓄品の種類や量の根拠 5人

(7) 数学は防災教育に役に立つと思いますか。

はい 8人 いいえ 0人

(8) サイエンス・メディエーター（補助学生）はいかがでしたか。

- ・居てくれて助かりました。
- ・補助学生のお陰で安心して受講できました。

(9) コメントやご意見等

- ・確率密度関数による単年度の面積の求めた方の式は難しかったですが、内容は理解できました。
- ・大変興味深い内容でした。この後のより詳しい話も聞きたいです。
- ・何気なく 80% と理解していましたが、その根拠や考え方となっている部分が理解できました。関数やグラフなどで、元となるデータの値を変え、確率が変わることが目に見えたことが良かったです。
- ・地震発生確率 80% と聞くと不安に思いますが、その根拠を知ることで、必要以上に不安になることもなく、しかし、備えようという意識を持つことができました。

以上のアンケート結果から、今回の取り組み方で、数学を用いた防災教育の有用性を示すことができたといえる。

5. おわりに

災害や自然現象、有事下の対応法などを地域社会に正しく分かりやすく伝えるために、数学をコミュニケーションの手段とし、これまで防災教育を進めてきた。今回新たに2つの視点を取り入れたが、今年度の活動結果から、その方向性は正しいと考えられる。しかし、この数学を用いた防災教育という活動が、社会に受け入れられるためには、また、防災教育にとって有意であるためには、さらに別の視点が必要であると考えられるのは、文理工連携による学際的アプローチの重要性を認識していることによる。今後の展開としては、本活動の先にある文理工連携による防災教育を進めていく中で得られる知見をフィードバックすることを考えている。

文理工連携による防災教育としては、災害時における地域の問題の「抽出→解決→提案」といった一連の方法論を、アクター・ネットワーク（ラトウール）の考えを援用し、文理工の諸学問領域の対等な議論と連携および多様なス

テークホルダーとの対話と協働により構築することを目指している。防災・減災上の問題解決策を各地域の地区防災計画の策定に定め、今後は、文理工・産学官民連携による社会実装の手法論を検討していく。

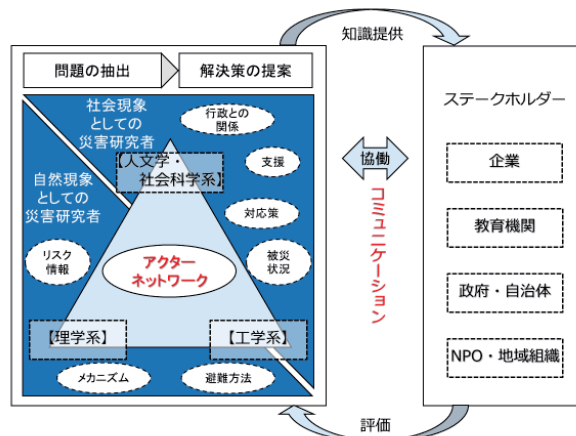


図5 文理工・産学官民連携による防災教育

これまでの様々な活動や調査研究により考究は深まり、一般の人たちとの間に対話ももたれ、フィードバックが得られるようになるなどの進展は見られるようになってきた。現在は、数学を用いた防災教育を文理工諸分野の成果を包摂する形で実践し、コミュニケーションツールの手法開発を産学官民との連携による社会実装を試みているが、研究は緒に就いたばかりである ([5])。

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金（挑戦的研究（萌芽）19K21803）の助成を受けて行った。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] 鈴木正樹, 宇野光輝, 大森理道, 小林大騎, 松本行真: 防災教育における数学の役割, 沼津工業高等専門学校研究報告集, 第51号, (2017), pp. 69-74.
- [2] 鈴木正樹, 飯尾成輝, 長井是親, 齋藤吾郎, 松本行真: 防災教育における数学問題集の開発, 沼津工業高等専門学校研究報告集, 第52号, (2018), pp. 55-58.
- [3] 鈴木正樹, 中野友暉, 古田皓晟, 高津朗真, 原賀紫織: 数学を用いた防災用教材の開発, 沼津工業高等専門学校研究報告集, 第54号, (2020), pp. 83-86.
- [4] 鈴木正樹, 中野友暉, 古田皓晟, 高津朗真, 原賀紫織: 数学を用いた防災教育の展開, 沼津工業高等専門学校研究報告集, 第55号, (2021), pp. 49-54.
- [5] 鈴木正樹: 数学を用いた防災教育, 高専教育フォーラム, No2, (2021), pp. 3-4.