

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月19日現在

機関番号：16401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K01331

研究課題名(和文)地域の災害時対応向上のためのシナリオ分岐型災害対応シミュレーションの開発

研究課題名(英文) Development of simulation system based on scenario tree diagram for regional disaster prevention training

研究代表者

藤岡 正樹 (Fujioka, Masaki)

高知大学・教育研究部総合科学系地域協働教育学部門・講師

研究者番号：70624328

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、コンピュータシミュレーションを用いて、図上演習のシナリオを動的に変化させるシナリオ分岐型の図上訓練を実現化し、さらに、図上訓練データを共有するシステムの構築・公開までを実施した。具体的には、時系列で分岐するシーンを複数作成し、そのシーンを連想させるイラストや訓練設計者の質的根拠に基づく行動選択肢をシミュレーションにより生成・出力するシステムを構築した。同システムでは、シーン毎に利用者が応急対応や対策を実施(意思決定)する入力系が実装され、タブレット端末上で表示されるシーンを元に、インタラクティブなグループディスカッションが行える環境を整備した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

実技型の訓練だけでは住民が主体的に地域防災を創り上げるための「気づき」を得ることが困難であり、地域防災がコミュニティの自主活動としての推進力を得るためには、コミュニティ内でのディスカッションから生まれる新たな知見や合意形成能力の獲得が必要である。本研究の社会的意義は、地域防災の現場で、体験参加型・机上型訓練のメリットを保持しながら、状況変化にともなう臨機応変な対処能力の獲得機会を提供する新たな防災訓練を実現することにある。

研究成果の概要(英文)：In this research, computer simulation system was realized scenario tree diagram that dynamically changes by the Decision making of the training person. In addition, we publish training data and systems. Specifically, we created a system that creates multiple scenes that branch in time series, and generates and outputs the action choices based on the pictures that associate those scenes and the qualitative basis of the training designer. In the system, an input system was implemented in which the user made an emergency response and decision-making for each scene, and an environment in which interactive group discussions could be performed was developed based on the scene displayed on the tablet terminal.

研究分野：防災

キーワード：地域防災 シミュレーション 防災訓練 地域防災計画

1. 研究開始当初の背景

防災教育・訓練の形態は多様である。藤岡らは、防災教育・訓練を2分類軸にわけ、実技型(技術訓練)、机上型(頭脳訓練)の2つのタイプと、参画と役割の程度で、「受動参加型・体験参加型・競争参加型」の3つタイプの計6種類に分類した<sup>1)</sup>。なかでも地域防災では、DIGを代表する体験参加型で机上型の図上演習訓練が頻繁に行われるようになり、近年では避難所運用に特化したHUGや、東日本大震災の長期避難の実例を基にしたSASKE-NABLEなども開発されてきた<sup>2)</sup>。この背景には実技型の訓練だけでは住民が主体的に地域防災を創り上げるための「気づき」を得ることが困難であり、地域防災がコミュニティの自主活動としての推進力を得るためには、コミュニティ内でのディスカッションから生まれる新たな知見や合意形成能力の獲得が必要であることが挙げられる。

一方で発災時に地域住民に求められるのは、刻々と変わる状況をすばやく把握して臨機応変に対応する能力であるが、静的な防災訓練では住民の行動選択に関わらず発生するイベントは同じであり、シナリオに沿った範囲でしか対応能力が身につかないという欠点も抱えている。地域防災の現場では、体験参加型・机上型訓練のメリットを保持しながら、状況変化にともなう臨機応変な対処能力の獲得機会を提供する新たな防災訓練が求められている。

2. 研究の目的

大地震発生時には、地域での災害対応活動が重要とされており、地域防災の主体となる自主防災組織においては、これまで様々な防災訓練が実施されてきた。一方、訓練の内容は、避難訓練、消火訓練、炊き出し訓練などのメニューが一般的で、マンネリ化が進み、実際の災害時に臨機応変な対応が期待できないと考えられている。そこで、本研究では、地域の災害時対応能力の向上のため、自主防災組織のメンバーが参加できるシナリオ分岐型災害対応シミュレーションの開発および訓練の実施を行う。

3. 研究の方法

本研究では、図上演習のシナリオを動的に変化させるシナリオ分岐型の図上演習を実現化するために、時系列で分岐する災害シーンを生成するシミュレーションモデルを構築し、利用者の直感的な災害状況の理解のために、計算結果に対応した可視化を進める。次に、ユーザーインターフェースおよび訓練の評価手法を検討するために、協力対象地域でのケーススタディを実施する。最後に、任意の地域が利用できるようプログラムシステムを公開する。

4. 研究成果

シナリオ分岐型災害対応シミュレーションでは、マルチプレイヤーを前提に、利用者の行動選択によるシーン(状況)の変化(被害の増大・減少、混乱の増大・減少)と、さらに、これを受けた行動の再選択のサイクルを含めた動的な図上演習の場を提供する。これにより、図上演習において、被害軽減のための災害対応の洗練化に不可欠な、「行動→評価→課題抽出→改善」のサイクルを回すことが可能となり、より具体的な、訓練の効果を確認することが可能となる。

具体的には、図1で示す時系列で分岐するシーンを作成し、そのシーンを連想させるイラストや画像データをシミュレーションにより選択的に生成、タブレット端末を介して出力するシステムを構築した(図2)。図上演習では、図3に例示するように、複数のグループ(班)に分かれて、議論・意思決定する。それぞれの意思決定により発生した事象はシミュレータを通じて、他のグループの事象にも影響を与える。また、体験参加型の長所を生かし、擬似対策スペースを設け、空間的に離れた場所を想定した各種技術訓練などもシナリオに沿って実施される。

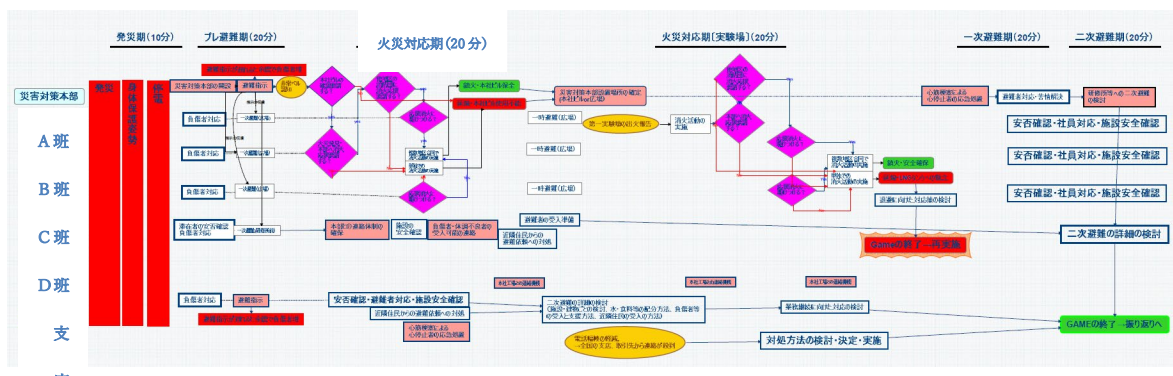


図1 シナリオ分岐図



図2 シーンを連想させるイラストや画像データの出力

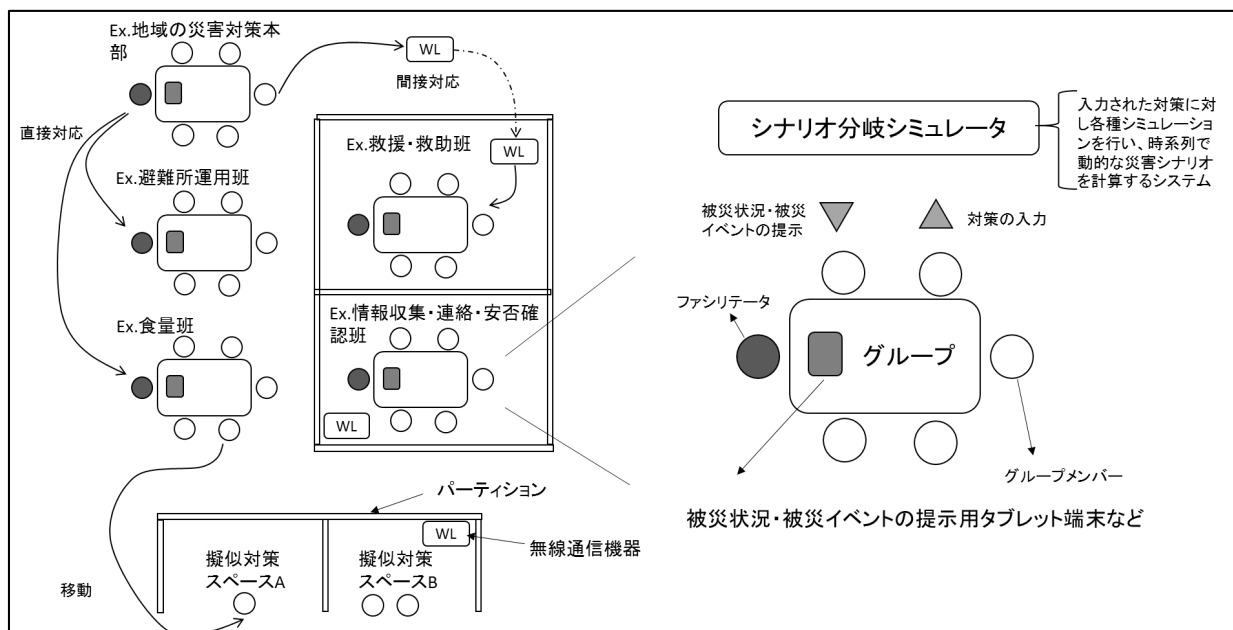


図3 シナリオ分岐型災害対応シミュレーションの訓練実施イメージ

#### 4-1. 地域企業におけるシナリオ分岐型災害対応シミュレーションの試行

本システムを用いた災害対応訓練を地域の中核企業であるA社を対象に実施した。本研究の最終目標は、地域コミュニティを軸とした訓練の実施であるが、そこに至るまでには、地域防災のプレイヤーとして関わる様々な組織と地域との関係を検討する必要がある。そこで、地域の中核となる企業を対象に当訓練を実施し、自己組織の災害対応のなかで地域住民との関わりを位置付けることとした。

##### (1) 訓練の目的

差し迫る巨大地震への備えとして、地域の中核企業であるA社の果たす役割は大きく、また、事業継続の視点に加え、コンプライアンスの観点からも企業が防災力を高める必要に迫られている。一方、形式的な防災訓練では、実際の災害発生時に起きる様々な状況や問題をイメージすることができず、訓練の実質的な効果は期待できない。そこで、より、実践的な訓練手法であるシナリオ分岐型災害対応訓練を実施し、同社の災害の初期対応を分析することで、今後の防災対策の一助とすることを目的とした。災害対応訓練プログラムで、訓練者は、シミュレータが提示する時々刻々と変化する被災状況(シナリオ・イベント)に随時対応する形で意思決定を繰り返した。また、同訓練はそれぞれ役割を持った3~6名程度で構成されたグループで一連の意思決定と対策訓練を行うことで、災害発生時の問題点を共有し、被災時の対策の強化・連絡体制の確認が図られた。

## (2) 実施概要

### ■訓練日時

2016年9月29日 13:30～

### ■訓練場所

製造工場を持つA社

### ■訓練対象者

A社 社員

## (3) 訓練の総括と提案

本訓練を通じて「評価→課題抽出→改善」が行われた。下記、同訓練における総括と提案を示す。訓練全体を通じて各班で参加者による活発な議論が行なわれた。このような議論が行なわれること自体が、A社の各部署の防災意識の高さを示すものであり、現状でも潜在的な防災対応力は高いと考えられる。その上で、訓練及び振り返りの観察を踏まえて、今後の災害時初期対応の仕組みについての提案を行なう。(図4：災害時初期対応の策定フローを参照)

企業の災害時対応は①対応基準の設定と共有、②実現体制の検討、③具体策の実施の3フェーズから成り立つ。A社では災害時初期対応として、既に、「実現体制の検討」「具体策の実施」が実施されている。一方でヒアリング調査及び防災訓練の観察からは、災害時初期対応の基準(コンセプト、判断基準、ルール)については未整理の部分が存在する。結果として、現場から上がってくる判断・意思決定の依頼に対して、災害対策本部内での判断が分かれたり、意思決定に時間がかかり現場対応が遅れたりする場面が見られた。また、災害対策本部自体が判断に確信を持ってない場面も散見された。

上記を踏まえると、A社の防災対応力の更なる向上のためには、まず、災害初期対応のコンセプトの明確化が必要であると考えられる。具体的には、①対応基準の設定と共有フェーズで示す通り、従業員の安全確保(社内)、会社の業務継続、「地域の会社」としての地区住民支援の責任、社外での従業員や家族の安全確保などの視点を踏まえて、災害時初期対応のコンセプトと、それを踏まえた達成目標(数値で表される目標)を検討することが望ましい。その上で、コンセプトをもとに「判断基準」を設定し、「判断基準」に基づき、既存の対応ルールの(再)設定を行なう作業が重要である。その上で、災害初期対応の「コンセプト」「達成目標」「判断基準」「ルール」の関係性を災害対策本部構成員だけでなく従業員全体で共有することにより、ルールの遵守意識が生まれるとともに、想定外の事態に対しても「コンセプト」「達成目標」や「判断基準」に基づいた判断が適宜可能となると考えられる。

②基準に基づく体制づくりのフェーズに関しては「指揮命令系統の整理」の中でも特に災害対策本部と各部署の判断権限の整理・分散が望まれる。訓練の中では、各部署の判断権限がない(わからない)ために、瑣末なものも含めて数多くの判断が災害対策本部に持ち込まれ、結果として災害対策本部の過重な負担と対応の遅れにつながっていた。振り返り時にも各班から課題として認識されており、早急な対応が望まれる。これを前提に、災害対策本部と各部署の情報連絡体制(各部署での情報集約後の災害対策本部への情報提供)も整理する必要がある。

観察及び振り返りの結果として、災害対策本部及び各部署が初期対応に必要な資源の所在を明確に把握していない状況も散見された。災害時の効率対応のためには、各部署が自らの役割に関係する資源(モノ、備蓄、場所、対応可能者、対応経験者)の所在を把握しておくとともに、社内全体で活用可能資源のリスト化や訓練を通じた情報共有など関係部署以外の従業員も事前に資源の所在を把握できる仕組みが必要である。また、資源の所在によっては各部署の役割の再整理も求められよう。

また、工場や災害対策本部においては、災害時における従業員に課せられる災害対応の限界についても多くの議論が出ていた。大筋は、「家族が第一であり、帰宅を認めるべきである。」との意見であり、訓練中の判断も帰宅を認めるものであったが、実際の災害時の混乱を避ける上でも事前に職階・職域ごとに災害時対応(参集)義務の有無の整理を行なった上で、事前に社員に告知することが望ましいと考えられる。一方で、津波襲来地区への帰宅については、個人の自由であるとの判断も見られたが、最終的な判断は従業員個人に帰すとしても、社員の安全を守るための社内待機指示についても事前検討が必要であろう。

このような整理を踏まえ、③対策の実施のフェーズに関しては、具体的な対応策として、1) 災害対策本部機能の強化(各部署からの人員配置など)、2) 各部署での独自対応権限の整理(含む災害対策本部立ち上げ前)、3) 別地域にある工場間での連絡体制の強化、4) 安否確認体制の向上、5) 火災対応・応急救護体制の向上、6) 体育館・研修所での防災知識の提供、7) 従業員への正確な防災知識の提供、8) 自宅・家族への防災の備えの支援などが挙げられよう。全対策を同時に行なうことは困難であり、優先順位をつけながら継続的に対策を行なうことが必要であるが、特に指揮命令系統の整備に関わる1) 2) や、平常時の労働災害対策には含まれていない6)、7)、8)などは優先順位の高い対策であろう。

これらの対策の実施は絶え間ない改善が必要である。そのためには、今回のようなシミュレーション型の訓練をシナリオや焦点を変えながら継続的に実施し、課題を把握して更なる改善につなげるプロセスが必要である。このようなPDCAのサイクルを回すことにより、A社の防災対応力は更に向上し、大規模災害時において従業員や地区住民の安全を守り、会社の業務継続が確保できる可能性が高まると考えられる。

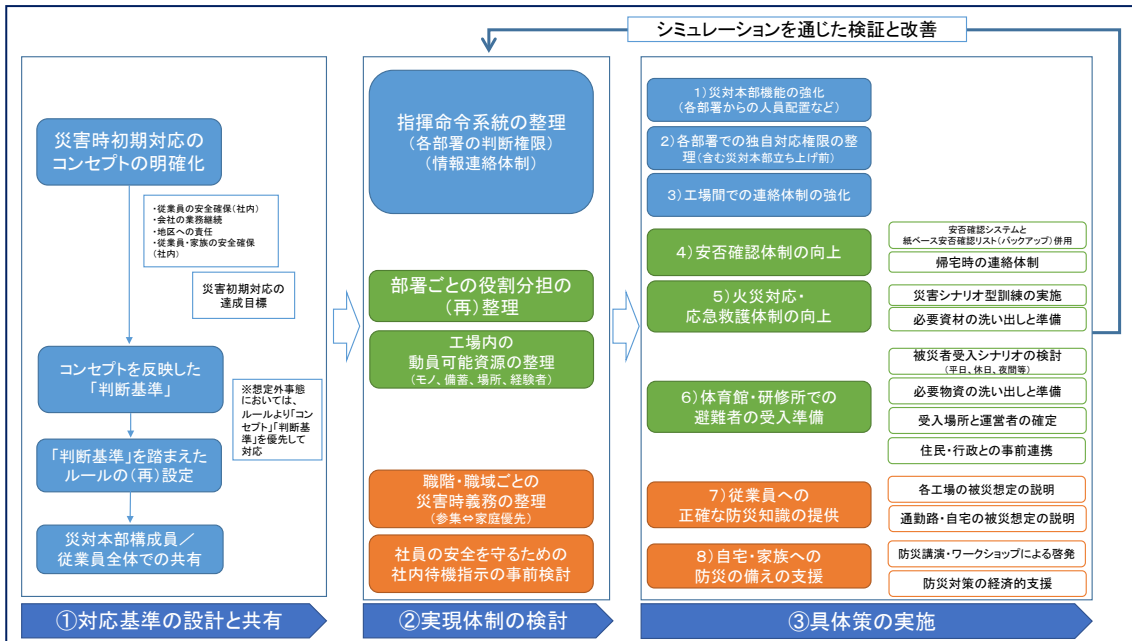


図4：災害時初期対応の策定フロー

4-2. 地域の災害時対応向上のためのシナリオ分岐型災害対応シミュレーションの試行

地域の構成員を対象にしたシミュレーション実験を試行した。実験対象地は南海トラフ地震発生時の甚大な被害が想定される高知市S地区、参加者はS地域住民および同地区にある私立H高等学校の職員・学生であった。また同シミュレーションの地域防災の現場での活用可能性を評価するために高知市の地域防災推進課の職員2名も陪席で参加した。訓練の詳細は下記の通りである。

- 訓練日時 2018年2月14日(木)
- 実施場所 私立H高等学校
- 実施参加者 S地区住民5名、H高等学校職員、H高等学校学生10名

図5はシミュレーション実験における災害発生時シナリオの分岐図である。本研究の特徴である初期対応選択に基づくシナリオの分岐を実装しながらも、地域住民参加者の多くが70代後半の高齢者であることを鑑み、分岐数を減らした上で一つの意思決定に対して10分という比較的に時間的制約の少ない形でシミュレーションを行った。

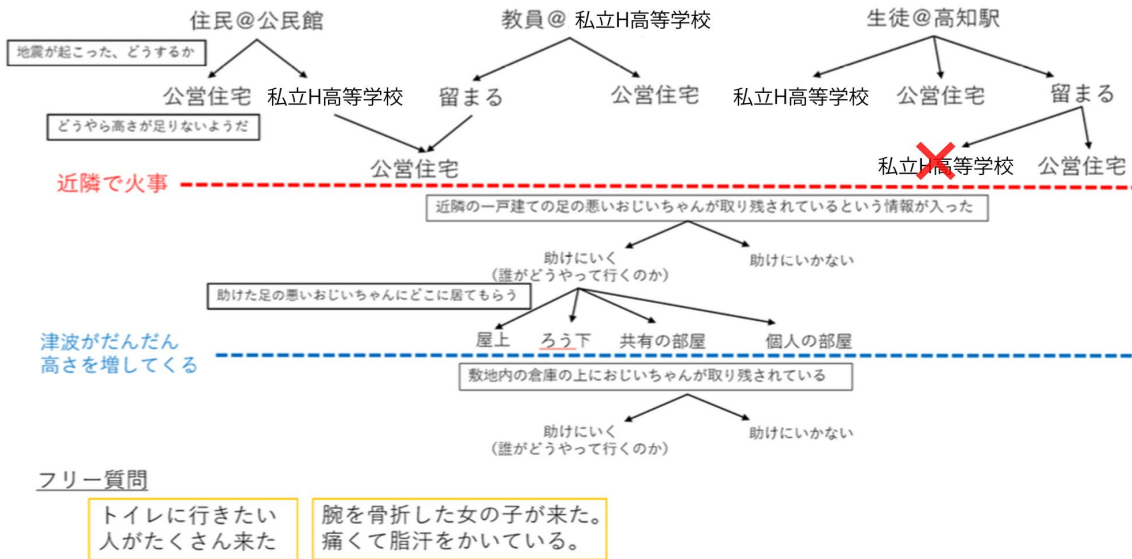


図5 災害発生時シナリオの分岐図



図6：シミュレーション実験の様子

シミュレーション実験には4-1.と同様にタブレット端末を用いた。またシナリオ分岐に関するイベント以外にも複数のイベントを発生させた上で、実験者が意思決定をフリーに話し合い、その結果をホワイトボードに張り出した。シミュレーション実験は参加者属性により班分けをした上で班ごとに初期状況を設定した上で実施した。シミュレーションの最後には参加者全員で各班の対応の共有およびリフレクションの時間を設定した。

各班参加者からは「臨場感があり没入できた。」「シナリオ選択により状況が変わることで、初期対応時における臨機応変な意思決定の重要性を理解することができた。」など、肯定的な意見を得ることができた。また、班間での共有およびリフレクションの際には、シナリオに設定されていた高等学校構成員の市営住宅への避難について、高等学校側と地域住民側で活発な議論が行われた。その議論を深める中で、再度避難場所の検討を行うことが合意された。

このような活発な議論の状況は、「没入感」と「当事者性の気づき」を促進させる本研究のシミュレーションの特徴が影響したと考えられ、地域の災害時対応向上のためのシナリオ分岐型災害対応シミュレーションの導入には一定の効果があることが伺えた。陪席した高知市職員からも同様の高い評価を得ることができた。一方で、参加者の一部からは「シナリオ遷移が単純すぎる」「シナリオ分岐の際に選択できる選択肢とシナリオ遷移のパターンを増やして欲しい」との意見もあった。どのような属性の対象者にどこまでのシナリオ設計を行うのか、地域の属性や状況に合わせたシナリオ設計の調整は本シミュレーションを活用する際の留意点であり、本シナリオを地域の災害時対応向上に活用する際には、事前の参与観察やヒアリングなどを地域の状況を把握するための研究・介入について、研究者サイド、地域サイド、支援者（行政等）サイドでの役割分担を検討することが重要であることが明らかになった。

#### 【参考文献】

- 1) 藤岡正樹・梶秀樹・三平洵：「携帯端末による地震防災教育用ゲームの開発とそれを使った教育研修提案」, 地域安全学会, 地域安全学会論文集, No. 14, pp. 133-139, 2011
- 2) Satoshi OTSUKI, Kazuhiko AMANO, Makoto HARADA, Ikumi KITAMURA, Jintetsu RE, Yuki SASAIKE, Satoru MIMURA: Development of SASKE-NABLE: A Simulation Game utilizing Lessons from the Great East Japan Earthquake, The proceedings of The 46th International Simulation And Gaming Association Annual Conference, 2015

#### 5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計2件)

- 1) 藤岡正樹・大槻知史, 「地域の災害時対応向上のためのシナリオ分岐型災害対応シミュレーションの開発」, 日本地域学会, 第55回(2018年)年次大会, 2018
- 2) 藤岡正樹, 「防災における協働行動の論理展開」, 日本地域学会, 第54回(2017年)年次大会, 2017

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：大槻 知史  
ローマ字氏名：Otsuki Satoshi  
所属研究機関名：高知大学  
部局名：教育研究部総合科学系地域協働教育学部門  
職名：准教授  
研究者番号(8桁)：40399077

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。