

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H02933

研究課題名(和文) モバイル端末を利用した野外防災学習支援システムの開発と評価

研究課題名(英文) Development and Evaluation of Mobile Training Systems for Disaster Evacuation

研究代表者

永井 正洋 (Nagai, Masahiro)

首都大学東京・大学教育センター・教授

研究者番号：40387478

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 10,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では初めに、生徒の野外防災学習時に収集した情報を、蓄積・マップ化するシステム(FaLAS)を開発する。次にその情報に基づき、災害を想定した避難訓練で学習者の行動を記録するシステム(ES3)を開発する。これらシステムを用いて、地域の防災知識の習得と主体的な避難行動訓練などから成る授業を実践し評価を行う。FaLASの実践からは、野外での探索活動により、災害時の避難場所を確認しようとする意識の醸成と、危険な場所などの判断に自信のついたことが観察された。ES3では、同じシナリオでも学習者ごとに行動が異なることと、アンケート結果から、自ら危険性を判断し安全を確保しようとする意識が認められた。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have discussed two learning support systems for the disaster learning because we consider that combining the basic knowledge learning and the experience learning is an effective way. At first, we developed a mobile learning support system called "FaLAS" for creating a disaster prevention map. Learners can carry this system that would record every environment they observe. We conducted a classroom exercise at a high school using the system. The results showed that students' awareness was increased in the self-efficacy and their ability to judge safety and risk. Secondly, we developed a system called "ES3" that presents a virtual situation based on the evacuation drill scenarios. As a result of practicing disaster-prevention drills using the system in a high school, it was confirmed that learners judged the situations by themselves. From the results of questionnaires, changes were noticed in the voluntarily judgments regarding dangerous outdoor places and so on.

研究分野：教育工学

キーワード：野外 防災学習 避難訓練 タブレット 防災マップ

1 研究開始当初の背景

文部科学省(2012)による「東日本大震災における学校等の対応等に関する調査」では、学校内での避難訓練が効果的であったことと共に、防災学習としては身の守り方に留まらず、過去の災害や今後発生する可能性のある災害など地域に応じた災害の知識についても系統的に指導することの必要性が指摘されている。一方、これまでの防災学習は定型化しており、ごく一般的な座学や、決められた手順を確認する防災訓練に留まることが多かった。これらの課題に対応するため、地域の状況を学習した上で、時間的・位置的な状況に制限されない避難訓練を行うというアイデアに至った。

2 研究の目的

本研究では、地震・津波や大雨・洪水といった自然災害時の避難行動をテーマとする。はじめに、生徒の野外防災学習をサポートし、収集した情報を蓄積するシステムを開発し、地域における災害・防災知識を学ぶ事前学習の中で用いる。次に蓄積された情報に基づき、災害時を想定した避難訓練を実施し、学習者の行動を記録・評価するシステムを開発し、野外での実際の避難行動と経路を得点化する。これらシステムを用いて、「地域に応じた基本的な防災知識の習得」と「主体的な避難行動の訓練」、その後の「教室での振り返り学習」から成る授業実践を行い、これらのシステムと学習手法の有効性を検証する。

3 研究の方法

本研究では、第1ステップとして野外調査学習を実施する。地域の自然地理の特徴や身近な行動範囲内の危険な箇所・安全な箇所等を学習者自身で調べまとめることで、避難訓練の事前学習活動とする。このステップで集められる情報は、国や自治体で作成するハザードマップでは埋もれてしまうようなマイクロな空間的スケールの情報であり、実際の避難の際に障害となり得るポイントとなる。観察記録と共に、学習者が想定する状況やとるべき判断を「FaLAS」に登録し、防災マップの形で集約され学習者の振り返りに利用される。同時に、地点の情報は後の避難訓練においても利用される。第2ステップでは、学習者自らの判断で安全な場所に避難するという主体的な行動をトレーニングすることに主眼をおく。支援システムとして「ES3 (Evacuation Scenario Simulator System)」を新規開発する。スマートフォン上で動作するクライアントアプリケーションはGPSを用いた高精度の位置情報を取得し、野外における学習者の位置や学習状況をリアルタイムにサーバアプリケーションに送信・記録する。また、得られた移動記録の評価・分析もシステムが支援し、教室での振り返り学習を効果的に導く。

4 研究成果

(1) FaLAS について

システム開発

野外において見つけて考える活動の記録を手軽に行い、共有・多角的な視点からの振り返り学習に利用するため、今回の授業実践に合わせた野外学習支援システム「FaLAS (Fieldwork and Learning Assistant

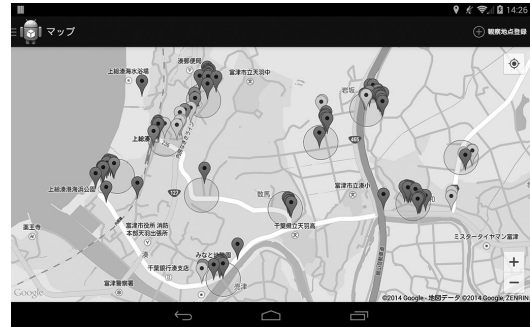


図1 FaLAS 地図表示画面

System) を開発した(畠山ほか 2014)。FaLAS は Android タブレット端末で動作するクライアントアプリケーションと、入力された情報を受信し蓄積するサーバアプリケーションから構成される。クライアントアプリケーションは、地図上に情報を記録し閲覧するインターフェースを備えている(図1)。メインの画面である地図表示画面では、野外調査範囲となる学校周辺の地図が表示されている。同時に、地図上にはGPSを用いて測位された端末の現在位置を表示している。学習者は野外にて記録する地点に立ち、システムとのインタラクションによってコメントや写真といった情報を登録する。場所の種類を「安全な場所」「危険な場所」「避難情報が得られる場所」の3区分から選ぶことで、入力された地点のカテゴリを促している。登録された情報には、GPSによって測位された学習者の位置情報が自動的に付与され、地図上にピンとなって表示される。これらの記録をサーバに送信することで、他の学習者の記録と重ね合わせて閲覧することができる。また、学習者の意欲を高めるため、オリエンタリングのようなゲーム性を取り入れている。野外調査範囲には複数のミッションエリアを設けている。それぞれのエリア内にくつかのチェックポイントを設定し、対応するヒントを学習者に提示している。学習者が各エリアにおいてチェックポイントを見つけ観察記録として登録することで、そのエリアに対するミッションをクリアしたことになる。学習者はミッション全体と達成状況をいつでも確認することができる。これにより、学習者が自身の進捗を確認し積極的に取り組めるようになるだけでなく、学習者に各エリアをまわるよう指示することで調査範囲全体を回遊させやすくなることが期待でき

る。

授業実践

平成 27 年 9 月から 11 月にわたり、千葉県内の公立高等学校において授業実践を行った。一年生（4 クラス 106 名）を対象とし、「総合的な学習」の時間を中心に 5 回の日程を確保し、防災学習の授業を実施した。4 クラス同時の実施であるため、学習は原則として 5～6 人のグループ単位で進めている。

野外調査学習

学校周辺において、グループによる野外調査学習を実施した。グループについて 1 台、FaLAS クライアントアプリケーションが動作する Android タブレット端末を貸与した。学校周辺には合計 19 カ所（安全な場所 2 カ所、危険な場所 12 カ所、避難情報が得られる場所 5 カ所）のチェックポイントを設定した。そして、これらのチェックポイントをカバーするように学校の西側と東側に半径 500m 程度の調査範囲を設定し、それぞれの調査範囲に 5 カ所ずつのミッションエリアを設定した。調査範囲に対して 10 グループずつ割り振り、85 分間の野外調査学習を行った。各グループは、割り振られた調査範囲内にある 5 カ所のミッションエリアをまわりながら、チェックポイントを中心に調査学習を行った。また、ミッションエリアに限らず、気づいたことがあればどこでも自由に入力するよう指示している。

振り返り学習

野外調査学習を受けて、西側調査のグループ・東側調査のグループにわかれ、それぞれに教師が付き振り返り学習を行った。タブレット上で同じ範囲を調査した全グループの記録が集約された防災マップを閲覧し、危険と思う場所・安全と思う場所・情報が得られると思う場所を一人一人を選んでもらった。そして、対象物ごとにグルーピングしたシートにシールを貼付することで 10 グループ分全体の評価を集約した。これを用いて、危険性・安全性などの判断について振り返る学習活動を行った。

結果

調査学習記録

1 回目の野外調査学習では西側で 65 件、東側で 60 件、合計 125 件の記録が行われた。また、2 回目は西側で 52 件、東側で 63 件、合計 115 件の記録が行われた。

図 2 に、各端末において記録された GPS のログを地図上に示す。両日共に、グループは設定されたミッションエリアをまわりながら調査範囲内を移動し学習を行っていたことが分かる。野外調査学習においては、教師が各グループに移動経路について指示はしていない。このため、簡易なゲーム性によって端末上の地図や情報を基に学習者自身が主体的に調査を行っていたことが読み取れる。



図 2 野外調査学習における各グループの移動履歴

アンケート

学習前と学習後に防災意識に関する主観アンケート調査を実施した。学習者の防災意識を測るため、元吉ほか（2005）が作成した防災意識尺度より抜粋し設定した。また、学習効果を計測するため、本研究における学習目標に関する質問項目を設定した。いずれの項目も 5 件法による回答とした。防災意識項目に関する学習前後の比較を行った。t 検定の結果、10 項目中 8 項目で平均得点に有意差が認められた。このことより、本授業実践によって学習者の防災意識に変化があったことがわかる。防災意識尺度は得点が高いほど防災意識が高いことを示す。本研究では学習前アンケートにおける防災意識尺度 10 項目の得点を単純加算し、学習者ごとの合計得点を算出した防災意識尺度項目の合計得点が平均+0.5SD 以上の学習者を上位群、平均-0.5SD 以下の学習者を下位群と設定する。学習目標に関する質問は 4 項目で、上位群・下位群それぞれにおいて学習前後の得点に対して分散分析を実施した。この結果、「自分の学校まで津波が到達する時間を知っている」「学校外で災害から避難できる場所を確認するようにしている」の 2 項目では両群に有意差が認められた。また、「学校外で、災害に対する危険な場所と安全な場所について判断できる」では下位群のみに有意差が認められた。一方、「学校から一番近く安全な避難所に避難する際に何分かかるかを知っている」については両群共に有意差が認められなかった。

考察

野外調査学習では、調査範囲内をグループで自由に行動するよう指示したが、範囲の差はあるものの全てのグループが調査範囲を回遊し記録が行われていることが確認できた。ミッションエリアを設定したことが学習者の意欲に一定の効果があったと考えられる。一方で、入力された情報がミッションエリアに偏る傾向が認められた。調査範囲内を移動することに調査学習の時間の大半をとられてしまったことも原因として考えられる。主観調査の分析結果から、野外におけるシステムを用いた探索活動で、災害の際に避難する場所を確認する意識が醸成されたことが

分かった。また、下位群においては危険な場所・安全な場所の判断に自信がついたと考えられることから、学習者自らが野外の状況を観察し、危険箇所を見つけて考える活動に対して本研究の手法は効果があると言える。津波の到達時間については、野外学習ではなく基礎的知識の学習において少し説明を行ったことが影響していると考えられる。一方で、一連の防災学習の中で教師から直接提示していない「一番近くの避難所までの時間」については学習効果が認められなかった。学習時には直接的な情報提示や学習者が体感できる工夫が必要と考えられる。

(2) ES3 について

システム開発

ES3 は Android タブレットで動作するクライアントアプリケーションと、クライアントからの情報を集約するサーバアプリケーションで構成される。訓練を行う地域に応じたシナリオを作成し予め ES3 に登録を行う。シナリオは災害発生イベントと避難中のイベントから成り、ある地点(半径 20~40m 程度)にさしかかると設定されたイベントが発生する仕組みとなっている。避難中のイベント内容は地域・地点の状況を踏まえ、災害時に起こりうることを設定して学習者に避難行動中の対処を促す。地域の状況としては、河口に近い川沿いの地域、崩れやすい地盤の地域といった状況を考慮する。また、地点の状況としては、崖沿いの道であれば崖崩れ、住宅街であれば塀・家屋の倒壊などを考慮する。

クライアントアプリケーション

クライアントアプリケーションのメイン画面には地図が表示され、学習者の現在位置とシナリオに応じた災害発生(訓練開始)地点、そして周辺の情報や避難場所が提示されている(図 1)



図 1 クライアントアプリケーション画面

災害発生地点はダミー地点を含め複数表示されている。避難中のイベントは学習者には表示されないが、それぞれ半径 20~40m 程度の円形にジオフェンスを設置している。クライアントの位置情報は常時 GPS で計測しており、この領域に入るとイベントが発生する仕組みとなっている。学習者はこのアプリケーションが動作する Android 端末を携帯し、野外にて学習を行う。災害発生地点に向かい、

災害発生イベントを経験することで訓練開始となる。学習者は自らが安全と考える避難場所と、その避難場所までの経路を考え避難行動をとる。クライアントは、GPS で計測した位置情報やイベントの発生状況、その対処といった学習者の状況を携帯電話通信網を通じてサーバに送信する。通信環境が安定しない場合でも学習が継続できるよう、イベント発生など基本的な機能は全てスタンドアロンでも動作するよう実装している。

サーバアプリケーション

クライアントから送信された情報はサーバに蓄積され、ブラウザ上で閲覧できる。学習者が野外活動を行っている間は、教員用の画面から各学習者の現在位置を地図上で一覧表示できる。これにより、学習者の行動を把握し円滑な授業進捗が期待される。また、各学習者毎の避難経路やイベントの発生状況、およびその対処などは避難訓練の記録として閲覧できる。他の学習者の記録を閲覧し、評価する機能も実装している。

授業実践

システムの有用性と学習効果を検証するため、2016 年 9 月から 11 月にわたり、千葉県内の公立高等学校において第 1 学年(4 クラス、計 111 名)を対象に授業実践を行った。総合的な学習の時間の一単元として、「災害時の行動を考えよう」と題し地震を想定した全 4 回の授業計画を作成した。授業はクラスごとに担任が担当し、4 クラスを同時並行に実施した。また、学習者は 4 名前後のグループに分かれて、各クラス 6~7 グループで学習する形式とした。システムを利用するためにグループに一台タブレット端末(Nexus7(2013) または YOGA Tablet 2(8inch))を貸与した。今回の授業実践では、前年度の防災マップによる調査結果を踏まえ、専門家の知見を参考に地域の状況を反映した 5 種類のシナリオと、50 程度イベントを設定した。

基礎的知識の学習

1 回目は事前学習として、9 月上旬に 110 分の授業を実施した。基礎的知識として、地域の状況と、その地域状況に基づいて災害発生時に起こりうる出来事を独自のビデオ教材やワークシートを用いて学ぶ授業を各ホームルームで実施した。その後、校庭で完結するよう作成した練習用シナリオを用いて、グループ毎にシステムの操作を練習した。

野外学習

2 回目は 10 月上旬に 120 分の授業を実施した。まず、各ホームルームにおいて前回のワークを振り返り、学んだ基礎的知識を思い返す活動を行った。その後に 5 種類のシナリオのうちの 1 つを割り当てた端末を配布し、グループごとに野外にて避難訓練学習を行った。野外学習の時間は全体で 85 分であるが、この時間にはホームルームから開始地点までの移動時間、および避難場所からホームル

ームまでの移動時間が含まれる。また、避難行動の時間がグループによって異なるため帰着時間には幅があった。3 回目は 11 月上旬に 120 分の授業を実施した。導入として、過去の災害における逸話を紹介し、これまで学んだことを思い返す活動を行った。その後、2 回目と同様にグループ毎の避難訓練学習を 85 分間行った。

振り返り学習

4 回目として、2 回の野外学習を振り返り、他のグループの行動と比較することで避難行動について考える 100 分間の授業を各ホームルームで実施した。まず、それぞれのグループで自身の行動を振り返る活動を行った。その後、各グループの行動を比較し、避難経路・避難地点の違いからその要因である「判断基準」についてクラス内で意見を出し合い基準を集約した。その上で、集約した判断基準に基づいてシナリオ毎に各グループの避難行動をレビューし、開始地点ごとに最も適切と考えられる行動（経路・避難地点）を投票する活動を行った。

結果

学習記録

2 回の野外学習では、同一シナリオで開始地点が同じであっても最終的にたどり着いた避難場所や、その避難経路はグループによって異なっていた。あるシナリオでの避難経路を図 2 に示す。ここでは図中左中央で地震に遭遇し、その後図中 4 箇所箇所の避難場所へ移動している。図中の黒線がそれぞれの班の避難経路であるが、避難場所選択・経路選択共に異なっていることがわかる。避難行動の道中では、グループ平均 4.1 回のイベントに遭遇している。しかし、広い範囲の浸水や大規模な火災の延焼といった迂回が推奨されるイベントであっても、経路を変更せずに進んでいる学習者が多く見受けられた。また、ほとんどの避難経路には遠回りであっても比較的大きな通りを通っている傾向が認められた。一方で、振り返り学習の際にレビューし投票した結果は、共通の基準に基づいて判断しているため、シナリオ毎に特定の避難行動に得票が集中している結果となった。

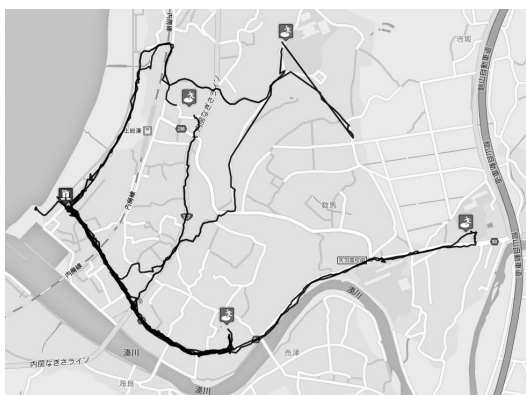


図 2 ある地点からの避難経路の例

システム評価

システムの利用に関する評価のため、システム評価項目のアンケートを野外学習後（2 回目・3 回目）に実施した。いずれの項目も 5 段階評価で回答する。各項目とも 3.5 前後であり、学習者にとって問題なくシステム操作が行えていたと考えられる。また、平均得点について 2 回目・3 回目の差異は小さく、t 検定でも有意差は認められなかった。2 回の学習共に、安定してシステムを利用できていたと考えられる。

意識調査

学習者の災害に対する意識・観点の変化と学習効果を検証するため、アンケートを 1 回目の学習前（事前）と 4 回目の学習後（事後）に実施した。項目 1~10 は元吉ほか（2005）を参考とした防災意識尺度項目、項目 11~15 は災害観を尋ねる項目としている。そして項目 16~21 には学習成果を検証するため、防災・減災にかかる自己効力感を測る項目を独自に設定した。いずれの項目も 5 段階での回答とした。各項目の平均得点を学習前後で比較した。災害観の一部項目を除き、ほとんどの項目で平均得点が向上している。t 検定の結果、21 項目中 11 項目で有意差が認められた。特に自己効力感を測る項目について、6 項目のうち 4 項目で有意差が認められた。このことから、災害発生時に備える意識が学習を通じて向上したことが確認された。一方、災害観に関しては 5 項目全てで有意差が認められなかった。

考察

システムの有用性

FaLAS での授業実践では、野外における探索活動を通じて、防災意識に変化が認められたことが報告されている。この中で、災害時に避難する場所を確認する意識も醸成されている。これを踏まえ、ES3 の授業実践では判断に基づいて行動する態度の育成を目的として、シナリオを用いた野外における避難訓練を実施した。今回のシナリオベースの学習システムでも災害時に避難する場所を確認する意識が向上していることから、野外において災害時の状況を想定し避難について考える活動がこの意識醸成に影響している可能性がある。学習記録からは、グループによって避難所選択や経路選択が異なることが明らかとなった。本システムを用いて経路を限定しないシナリオを提示し避難訓練を行う手法が、学習者自身の判断や行動を促す面で有効であると考えられる。一方で、イベントを受けても避難行動が変化しない点、あるいは多くのケースで比較的大きな通りのみを利用して避難している点については、システムの提示方法に原因がある可能性がある。より災害時の状況を想定した訓練となるよう、遭遇したイベントの臨場感・逼迫感が伝わるような提示方法を検討したい。

自己効力感の変化

防災・減災にかかる自己効力感に関する項目では平均得点が全てで向上していた。このうち、判断できる・説明できるといった行動を伴わない項目では有意差が認められた。一方、身を守る・避難するといった行動を伴う項目では有意差が認められなかった。この要因を検討するため、事前アンケートの平均得点を6項目内で比較したところ、有意差が認められなかった2項目は「学校外で強い揺れを感じたとき、その場で自分の身を守ることができる」($t(5) = -2.628, p < .05$)、「学校外で強い揺れを感じたとき、揺れが収まった後に安全な場所まで避難することができる」($t(5) = -2.889, p < .05$)となりいずれも他の4項目に比べ有意に高い事が分かる。このため、学習前の段階で十分に高い得点となっていた可能性が考えられる。そこで、11~21の項目について相関を算出した。この結果、自己効力感に関する項目のうち学習前に高い得点であった2項目は「大きな災害が起きても、工夫次第で何とか乗り越えられると思う」「どんな大きな災害でも、防災準備をすれば、被害を少なくできると思う」といった項目と正の相関が認められた。学習前の時点で、災害への備えやその場の工夫といった対処によって行動できるという前向きな考えを持っていることが要因と考えられる。

5 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

皇山久, 永井正洋, 室田真男, 野外において主体的な判断に基づく避難行動を促すシナリオベース学習支援システムの開発と実践, 教育システム情報学会誌, Vol35, No.2, pp.134-144, 2018.

〔学会発表〕(計 9件)

山崎本務, 皇山久, 永井正洋, 室田真男 『360°画像を用いた避難訓練支援システムの改良と評価』(情報処理学会第80回全国大会, 7ZD-06 (2018.03.13-15, 東京))

Hatakeyama,H., Nagai,M. and Murota,M. "Earthquake Disaster Prevention Learning Approach in Japan Combining Fieldwork Survey Learning and Evacuation Drill Training" Workshop Proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education. New Zealand: Asia-Pacific Society for Computers in Education, pp. 191-197 (2017.12.04-08, Christchurch, New Zealand).

Hatakeyama,H., Nagai,M. and Murota,M. "Acquiring Disaster Prevention Knowledge from Fieldwork Activities in a Region" Human-Computer Interaction. Interaction Contexts, 19th International Conference, HCI International 2017, Vancouver, BC, Canada, July 9-14, 2017, Proceedings, Part II, pp. 433-442 (2017.07.9-14, Vancouver, Canada).

皇山久, 永井正洋, 室田真男 『タブレット端末を用いた都市部における野外防災学習の取り組み』(教育システム情報学会第42回全国大会, D4-1, pp.265-266 (2017.08.23-25, 北九州))

皇山久, 永井正洋, 室田真男 『野外において主体的な避難行動を促すシナリオベース学習支援システムの開発とその評価』(教育システム情報学会研究報告(北九州), 31(7), 57-63, 2017.03.18)

皇山久, 永井正洋, 室田真男 『地域に応じた避難行動の学習を支援するシステムの開発』(日本教育工学会第32回全国大会(大阪大)講演論文集, P2a-13, 689-690, 2016.09.18)

皇山久, 永井正洋, 室田真男 『移動を伴う避難訓練を疑似体験する学習支援システムの提案』(教育システム情報学会第41回全国大会(宇都宮), F3-2, 207-208, 2016.08.30)

Hatakeyama,H., Nagai,M. and Murota,M. "A Flexible Scenario-Based Mobile Learning System for Disaster Evacuation" HCI International 2016 - Posters' Extended Abstracts, 18th International Conference, HCI International 2016 Toronto, Canada, July 17-22, 2016 Proceedings, Part II: 360-364, 2016.

皇山久, 永井正洋, 室田真男 『モバイル端末を用いた避難訓練支援システムの開発』(日本教育工学会全国大会第31回講演論文集 CD-ROM, 225-226, 2015)

6 研究組織

(1)研究代表者

永井 正洋(Nagai, Masahiro)
首都大学東京・大学教育センター・教授
研究者番号: 40387478

(2)研究分担者

上野 淳(Ueno Jun)
首都大学東京・学長
研究者番号:70117696
室田 真男(Masao Murota)
東京工業大学・リベラルアーツ研究教育院・教授
研究者番号:30222342

山崎 晴雄(Haruo Yamazaki)
首都大学東京・都市環境科学研究科・教授
研究者番号:70260784

加藤 浩(Kato Hiroshi)
放送大学・教養学部・教授
研究者番号:80332146

福本 徹(Fukumoto Toru)
国立教育政策研究所・生涯学習政策研究部・総括研究官
研究者番号:70413903

貴家 仁志(Kiya hitoshi)
首都大学東京・システムデザイン研究科・教授
研究者番号:40157110

藤吉 正明(Fujiyoshi Masaaki)
首都大学東京・学術情報基盤センター・准教授
研究者番号:20336522

皇山 久(Hatakeyama Hisashi)
首都大学東京・学術情報基盤センター・助教
研究者番号:20725882

松波 紀幸(Matsunami Noriyuki)
帝京大学・教育学部・講師
研究者番号:70783512