

# 実社会との接続を意図した小学生対象のスマート農業を体験する 授業の開発

Development of Lessons for Elementary School Students to Experience Smart Agriculture  
with the Intention of Connecting to the Real World

三井 一 希 <sup>1</sup>	稲木 健太郎 <sup>2</sup>	塩島 諒 輔 <sup>3</sup>
MITSUI Kazuki	INAKI Kentaro	SHIOJIMA Ryosuke
今吉 亮 <sup>3</sup>	佐藤 和 紀 <sup>4</sup>	堀田 龍 也 <sup>5</sup>
IMAYOSHI Ryo	SATO Kazunori	HORITA Tatsuya

**要約：**日本の農業は就業人口の減少や高齢化の進行等のさまざまな問題を抱えている。そこで注目されているのがスマート農業である。スマート農業が注目されるにつれ、学校教育の場においてもスマート農業を意識した授業が行われるようになってきた。しかしながら、これまで報告された授業は、使用する機材が高額で購入のハードルが高く、授業を実施するには専門家の協力が必要であるなどの課題があった。また、イベント的な体験が多く、日常的にスマート農業に触れながら農作物を栽培して収穫するということは行われていない。

そこで本研究では、既存ツールの問題点の整理とその問題点を解決するためのスマート農業の体験ツールの開発を行い、授業実践を通じた有効性の検証を試みた。結果、授業の前後を通じて、農業に興味や関心がある児童が増え、将来、農家になりたいという意識が高まったこと等が確認された。

**キーワード：**スマート農業，遠隔灌水，小学校，授業開発

## I はじめに

近年、日本の農業は就業人口の減少、高齢化の進行等の問題を抱えている<sup>(1)</sup>。そこで注目されているのが最新技術を活用したスマート農業である。スマート農業とは、「ロボット技術や情報通信技術（ICT）を活用して、省力化・精密化や高品質生産を実現する等を推進している新たな農業のこと」<sup>(2)</sup>である。無人走行する草刈り機、ドローンによる農薬散布、センシング技術によるビニルハウスの管理システム、遠隔灌水システム等があげられる。

スマート農業が注目されるにつれ、学校教育の場でも機材を操作した体験的な実践が行われるようになってきた<sup>(3)(4)(5)(6)</sup>。いずれの実践もスマート農業への理解を深める上で優れた実践であるが、使用機材が高額で購入のハードルが高い、授業を実施するには専門家の協力が必要など改善の余地が残る。また、いずれの実践も1回から数回のイベント的な体験であり、児童生徒が日常的にスマート農業に触れているわけではない。これでは、自分たちで農作物を継続して栽培し、成長を見守りながら収穫するという現実の農業の流れがカバーされているとは言い難い。

このように、学校教育の場でスマート農業を体験するには未だ解決すべき課題が多い。また、実社会ではスマート農業の導入が進んでいるものの、学校教育で実際に行われている多くの栽培体験

<sup>1</sup>山梨大学 <sup>2</sup>栃木県壬生町教育委員会 <sup>3</sup>株式会社スクーミー <sup>4</sup>信州大学 <sup>5</sup>東北大学大学院／東京学芸大学大学院

はそことの乖離が生じている。我が国の農業の現状を考えると、実社会との接続を意図して学校教育のなかでスマート農業について学び、継続的に体験することの意義は大きく、スマート農業を容易に体験できるツールとそれらを活用した授業の開発が望まれる。

そこで、本研究では、スマート農業を容易に体験できるツールの開発を行い、授業実践を通じた有効性の検証を試みる。対象は小学生とする。それは、小学校社会科では農業の工夫や農業人口の減少について学ぶ単元があり、その単元とつながると考えたからである。また、中学校技術・家庭科（技術分野）では、スマート農業について学ぶ機会があるため、小学校と中学校の学びの橋渡しをする意味でも小学校段階での体験が重要になると考えたからである。なお、本研究では、対象が小学生であることから、スマート農業の一部である遠隔灌水（児童向けには「遠隔水やり」と表現）を体験したことをもってスマート農業の体験としている。

## Ⅱ 方法

### 1 開発するツールの要件

スマート農業を体験するためのツールを開発するにあたり、これまで学校教育を対象に実践された事例から既存ツールの問題点の整理とその問題点に対応するための要件を検討した（表1）。検討は福間<sup>(7)</sup>を参考に、共著者間で自由に意見を述べながら進めるブレイン・ストーミングの技法を用いた。

ツールの対象者は、スマート農業を体験しようとしている児童である。スマート農業は栽培、収穫などさまざまな場面での事例が報告されているが、本研究では灌水を行う場面を取り上げる。それは、小学生は生活科の学習で野菜やあさがおを育てる際に灌水を行う経験をしており、農作物が育つためには水が必要なことを経験的に理解しているからである。また、人力で灌水を行った経験があるため、灌水を自動化した場合に比較が行いやすいと考えたためである。

加えて平成29年告示小学校学習指導要領では、各教科等の特質に応じて、児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動を計画的に実施することを求めている<sup>(8)</sup>。そこで、開発するツールはプログラミング教育の観点から児童がプログラミングを体験できる仕組みを目指した。

表1に示した要件をすべて満たすツールは現状では確認できず、本研究を通じて学校現場でのスマート農業の体験に新たな選択肢を提供できると考える。

### 2 開発したツール

スマート農業を体験するためのツール「スクーミーアグリテックシステム」（以下、SASと略す）を開発した。SASは、マイコンを搭載した5cm四方のボードである（図1）。各種入出力ポートを備えているため、センサーを取り付けることで機能の拡張ができる（要件【1】）。例えば、植物の成長度合いを測定したい場合、距離センサーを取り付けることで地面との距離と植物との距離の差分から成長度合いを測定できる。このように機能追加をできるようにすることで、児童から出たアイデアを具現化できるようにし、灌水以外のスマート農業の場面にも対応できるようにした。また、電源供給は単4電池1本のため、SASは場所を選ばずに設置可能である。

表1 既存ツールの問題点と開発するツールの要件

既存ツールの問題点	開発するツールの要件	要件
既に完成した機材を用いているため機材に対して機能の追加が困難 <sup>(4) (5) (6)</sup>	児童のアイデアを具現化できるように各種センサーを付加して拡張性を持たせる	【1】
プログラミングをして機材を動かすことが困難 <sup>(5) (6)</sup>	プログラミングをして機材が動作するようにする	【2】
技術的なサポートとして専門家の立ち会いが必要 <sup>(6)</sup>	操作を簡単にして小学生や担任教師だけでも取り扱えるようにする	【3】
農作物を日々継続して育てる体験が困難 <sup>(3)(4)</sup>	植物の成長に不可欠な灌水を継続して体験できるようにする	【4】
機材が高額 <sup>(5)(6)</sup>	学校で導入しやすいように1万円以下の安価なツールとする	【5】

(上付き数字は検討した文献番号を示す)

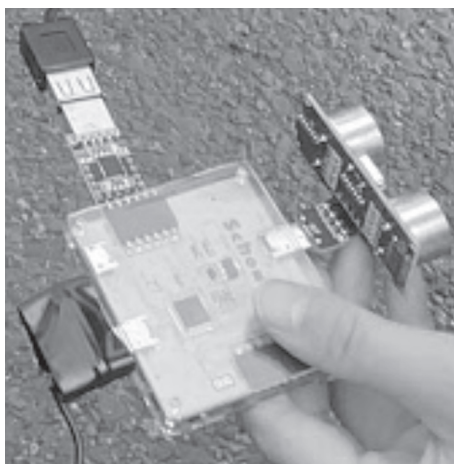


図1 スクーミーアグリテックシステム (SAS)

SASはプログラミングを通じてツールが動作する仕組みとした(要件【2】)。プログラミングはブロック型のコマンドを組み合わせで行う(図2)。ソースコードを書く必要がないため、小学生でも視覚的にプログラミングをすることができる。パソコンで作成したプログラムは、SASとパソコンをUSB接続でつなぎ、転送する仕組みをとっている。そのため、パソコン等の情報端末とSASを常時接続しておく必要がない。また、入出力ポートにセンサーを取り付け、ブロック型のコマンドを組み合わせで動かす仕組みのため、専門的な知識や技能は不要である(要件【3】)。ただし、プログラミングを行うという特性上、パソコンやタブレット端末等の情報端末を日常的な活用で支障なく操作できる程度のリテラシーは必要となる。

本研究では、SASを活用して遠隔から灌水ができる体験を目指した(要件【4】)。そのため、出力ポートに小型モーターとポンプコネクタを取り付けて、水槽から水を汲み上げて植物に水を与える仕組みとした(図3)。これにより、離れた場所からでも小型モーターを動作させることで灌水ができるようになっている。

材料費としてマイコンボード、小型モーター、貯水用タンク、ビニルホース等をすべて含めて7,000円程度であり、学校現場で比較的導入しやすい価格を実現できた(要件【5】)。

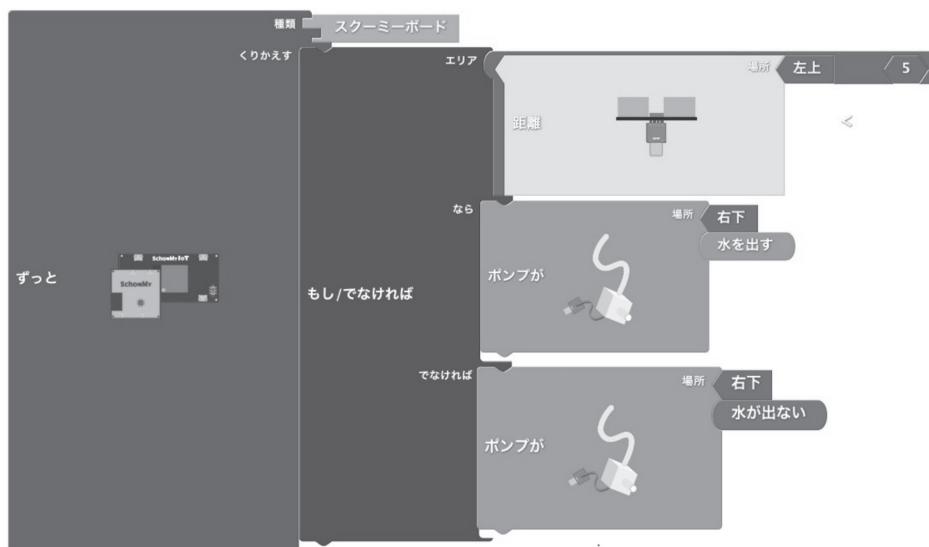


図2 プログラミング画面



図3 SASを使った灌水の仕組み

### 3 調査対象者

研究への同意が得られた公立X小学校の4年生2学級(50名)を対象とした。X小学校を対象としたのは、従来から地域の魅力について学ぶカリキュラムがあり、その一環で農業分野に関する単元の開発を進めていたこと、筆者らとこれまでも共同研究を行った経緯があり、ラポールが形成されていたことによる。X小学校の児童らは1人1台端末を日常的に活用し、全員が支障なく端末を操作することができた。なお、調査開始日までに遠隔灌水の仕組みを体験したことのある児童はいなかった。

### 4 授業のデザイン

総合的な学習の時間を対象に、SASを活用してスマート農業への理解を深める授業を開発した。総合的な学習の時間を対象にしたのは、学校裁量で学習内容や配当時数を設定できることに加え、探究的な学習の過程に位置づけることでSASを活用したプログラミング体験、植物の栽培・収穫体

験等が一連の学習活動として有効に作用すると考えたからである。

単元の学習目標と学習計画を表2に示す。地域の魅力を高めるという学習の入り口から、地域の農業に着目させ、農業を将来的に継続・活性化させようという課題意識と意欲を持たせるようにした。また、スマート農業を切り口に、自分たちが地域や農業の活性化に参画していくことを目指した。単元の学習目標及び学習計画は、対象校の担任教師と筆者らで児童の実態を踏まえながら作成した。1回あたりの授業時間は45分であり、全11回実施した。

表2 単元の学習目標と学習計画

学習目標	地域農業の活性化に自分たちが参画したという経験を通して、地域の活性化や農業の持続性への関心を高める。 また、今後も社会の諸問題に目を向け、テクノロジーを使いながら創造的に諸問題を解決していこうとする態度を養う。	
学習過程	回	主な学習内容
課題の設定	1	農家から農作業の苦労等についての話を聞く
情報の収集	2	スマート農業について調べ、課題意識を持つ
	3	関連企業からスマート農業の概要について学ぶ
	4	育てる作物（オクラ）の準備をする
整理・分析	5	SASの体験をする
	6	遠隔灌水を行うプログラムを考え、実装する
	7	SASの機能拡張のアイデア出しをする
まとめ・表現	8	アイデアの実装を試す
	9	オクラの育ち具合や収集データを整理する
	10	収穫体験をする
	11	スマート農業を体験した報告会を開く

(6回目以降は授業の有無に関わらず日々遠隔から灌水を行った)

## 5 授業の実践

2021年5月から7月にかけて授業を実践した。児童は、能力が偏らないように教師が指定した3～4名ずつのグループで遠隔灌水の体験を行った(図4)。各学級7グループずつの計14グループで構成された。



図4 遠隔灌水の仕組みを試す児童

使用機器は対象校に1人1台貸与されているWindows OS 端末 (acer TravelMate B), SAS, 小型モーター, ポンプコネクターであった。児童は5回目の授業で初めてSASに触れ, 6回目以降は授業の有無に関わらず日々遠隔から灌水を行い, オクラを育てて収穫した。土壌の乾き具合は児童が目視で確認し, 灌水を行うタイミングを判断した。よって, 灌水の頻度や時間帯はグループの判断に任せられ統制されていない。

授業の実施体制として実践期間中に1回だけSASの開発担当者が状況視察のために現地に赴いたが, それ以外は学級担任だけで授業を進めた。この1回は技術サポートは行わず, 授業の視察を行った。つまり, 要件【3】で定めた小学生や担任教師だけでもツールを取り扱えるようにするという状況をつくられた。

## 6 評価方法

本研究の目的は, スマート農業を体験するためのツール及び授業の開発を行い, 授業実践を通じた評価を行うことであった。そのため, 児童への質問紙調査, 担任教師2名へのインタビュー調査から評価を行う。

質問紙の項目は小中学生を対象に農業に関する意識を調査した先行研究<sup>(9)(10)</sup>, 小学校におけるプログラミング教育の実践を評価した先行研究<sup>(11)</sup>をもとに作成して5件法(5:とてもそう思う, 4:ややそう思う, 3:どちらでもない, 2:あまりそう思わない, 1:全くそう思わない)で調査し, 授業前後で結果を比較した。具体的には, スマート農業の体験が農業に関する興味や関心の変化につながるか, 農業に関する興味や関心の表れとして農家になりたいという意識に変化があるのかを調査した。また, プログラミング教育の観点から, プログラミングは身近な問題を解決することができるという意識に変化があるのかを調査した。

また, 事後調査ではスマート農業を体験した感想を自由に記述してもらい, その結果をテキストマイニングツール(KH Coder)で分析した。本調査では児童が書いた感想の形容詞に着目することで, 児童の考えや思いが把握しやすいと考え, 形容詞の出現頻度をもとに感想の傾向を分析することとした。なお, 質問項目と評価方法は共著者間で検討し, その後担任教師にも確認してもらい妥当性の担保に努めた。

担任教師2名(教師A, 教師B)へのインタビュー調査は, 予め項目を定めておき, さらに聞きたい点が出てきた場合に追加で聞き取りをする半構造化インタビューの手法を用いて全11回の授業終了後に行った。インタビュー後, 逐語録から関連発言を抜粋し, 筆者らによる要約の作業を行った。担任教師には自己の発言と筆者らによる要約の間で, 曲解や勝手な解釈が生じていないかを確認してもらい了解を得た。

## III 結果と考察

### 1 授業前後での意識の変化

まず, 授業前後での意識の変化を調査した。質問項目と回答結果を表3に示す。この結果に対して,  $t$ 検定(対応あり)を行ったところ, いずれの質問項目においても, 授業後に有意な増加が見られた。つまり, 授業を通じて, 農業に興味や関心がある児童が増え, 将来, 農家になりたいという意識が高まったことが確認された。就業人口の減少など我が国が抱える農業の諸問題を踏まえると, 小学生のうちから農業に興味や関心を持ったり, 農家という仕事を職業選択の一つに据えようとする意欲が向上したりすることは望ましいことであり, 本研究の成果の一つだと考える。また, 授業前後を通じて, プログラミングは身近な問題を解決できるという意識の向上につながったことが確

認された。つまり、プログラミング教育の観点からも開発した授業は一定の成果を得られたと考える。

表3 授業前後での意識の変化

質問項目	授業前		授業後		有意差検定
	平均値 (標準偏差)	平均値 (標準偏差)	平均値 (標準偏差)	平均値 (標準偏差)	
① 農業に興味や関心がある	3.08 (1.13)	4.26 (0.83)			$t(49) = 6.12$ ** ( $p < .01$ )
② 将来、農家になりたいと思う	3.24 (1.04)	4.06 (1.08)			$t(49) = 3.63$ ** ( $p < .01$ )
③ プログラミングは身近な問題を解決できると思う	4.14 (0.76)	4.50 (0.61)			$t(49) = 2.60$ * ( $p < .05$ )

## 2 自由記述の結果

次に、児童の自由記述の結果を分析した。形容詞の出現頻度（上位5件）と代表的な記述を表4に示す。

表4 形容詞の出現頻度と代表的な記述

形容詞 (出現頻度)	代表的な記述 (抜粋)
1 楽しい (21回)	・遠隔水やりをすることが楽しかったです ・遠隔水やりで農業が楽しくなっていました
2 難しい (13回)	・水やりの仕組みを作るのは難しいと思っていたけれど実際にやってみたら簡単でした ・プログラムを考えるときに難しかったけれど勉強になってよかった
3 嬉しい (12回)	・遠隔水やりが成功したときに嬉しかった ・これで農家の人を助けられると思うと、嬉しい気持ちになりました
4 すごい (10回)	・自動で水やりができるなんてすごいと思いました ・農家の人をもっと広い場所でたくさんの野菜を育てていてすごいと思った
5 おもしろい (8回)	・遠隔から水やりをするのがおもしろかった ・プログラミングがおもしろかった

「楽しい」の記述には、遠隔灌水の体験自体が楽しかったことや遠隔灌水により農業が楽しくなることを期待する記述等が見られた。他にも遠隔灌水に言及したうえで、今回実践した授業が楽しかったと評価した児童が多かった。最頻出の形容詞が「楽しい」であることから、開発した授業を好意的に捉える児童が多いことが示された。

「難しい」の記述には、体験前には難しいと思っていたけれど、体験してみたらそうではなかったことや、プログラムを考えることが難しかったものの、その体験が自らの学習に結びついたことを好意的に評価する記述等が見られた。「難しい」は否定的な記述ばかりではなく、難しさの中にも満足感等がある記述が多くを占めた。なお、プログラミング自体が難しかったことを否定的に記述した回答が2件確認された。

「嬉しい」の記述には、遠隔灌水が成功した嬉しさや農家を助けられる技術に触れられた嬉しさ等の記述が見られた。

「すごい」の記述には、遠隔灌水の技術に対してすごいと感じた記述や自分の灌水体験と比較することで農家のすごさに気付いた記述等が見られた。遠隔灌水の体験が農家の仕事との比較に寄与する可能性が示唆された。

「おもしろい」の記述には、遠隔灌水の体験をおもしろいと感じた記述やプログラミングをおもしろいと感じた記述が見られた。プログラミング教育の視点からも好意的な評価を得られたと考える。

これらの結果より、SASを用いた授業は児童の意識の変化に寄与し、児童からも概ね肯定的に評価されたと判断した。

### 3 インタビュー調査

担任教師には、授業中の児童の様子、SASを活用した授業の感想を尋ねた。

授業中の児童の様子については、「児童は熱中して活動していた。私がツールに対応できるか心配だったが、操作は難しくないで子供も私も対応できた。」(教師A)、「オクラを収穫できたとき、子供達は達成感とともにとても嬉しそうだった。プログラミングのブロックの組み合わせを考えたり、さらに欲しい機能を自分達で考えたりするときに、いろいろチャレンジしていて楽しそうだった。」(教師B)といった趣旨の発言が得られた。児童が熱中して活動していたこと、児童や担任教師は専門家がいなくてもSASの操作に適応できたことが確認された。また、収穫に喜びを感じている様子や、子供たちが試行錯誤しながら工夫や改善を重ねる場面があったことが確認された。

SASを活用した授業の感想については、「SASがあることでスマート農業を簡単に体験できるところがいい。」(教師A)、「プログラミングを体験しながら学習目標にせまる活用の仕方ができた。」(教師B)といった趣旨の発言が得られた。

これらのことから、担任教師はSASを活用したスマート農業の授業を好意的に評価していると判断した。また、表1の機能要件を満たすことで、スマート農業を体験するツールとして小学校現場で受け入れやすいものになる可能性が示唆された。

## IV まとめと今後の課題

本研究ではスマート農業を容易に体験できるツールの開発を行い、授業実践を通じた有効性の検証を試みた。その結果、授業前後を通じて、農業に興味や関心がある児童が増え、将来、農家になりたいという意識が高まったことが確認された。また、プログラミングは身近な問題を解決できるという意識の向上につながったことが確認された。さらに、担任教師はSASを活用した授業を好意的に評価していること等が示された。

表1に示したツールの要件の【2】から【5】は評価を行うことができた。一方で、【1】は要件を満たした開発はできたものの、具体的な評価までは至っていない。土壌の乾き度合いの判断を自動化したいとの声が児童から出たため、今後は土壌水分量のセンサーをSASに取り付ける実践を行う予定である。また、児童の意識の変化を一人一人詳細に追えていないのは本研究の限界であるため、今後の課題とする。

### 付 記

本論文は、文献(12)及び(13)で発表した内容に新たな知見を加えてまとめたものである。



## 謝 辞

JSPS 科研費 22K13769, 22H01040 の助成を受けた。ここに記して感謝申し上げます。

## 参考文献

- (1) 農林水産省：“スマート農業の展開について” [https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/pdf/smart\\_agri\\_tenkai.pdf](https://www.maff.go.jp/j/kanbo/smart/pdf/smart_agri_tenkai.pdf) (参照 2023. 11. 7)
- (2) 農林水産省：“農林水産業（スマート農業）” <https://www.maff.go.jp/heya/sodan/17009/02.html> (参照 2023. 11. 9)
- (3) 佐々木優, 竹中章勝, 高木正則：“GBS理論に基づいた次世代農業人材向け情報活用能力育成教材の開発と評価”, 情報処理学会第81回全国大会講演論文集, pp. 467-468 (2019)
- (4) 大久保紀一郎, 佐藤和紀, 山本朋弘, 板垣翔大, 中川哲, 堀田龍也：“小学校社会科第5学年の農業単元におけるドローンを用いたプログラミング教育の実践とその効果”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 46, No. 1, pp. 157-169 (2022)
- (5) SMART AGRI：“子ども向けプログラミング教育に, 農業ロボット「ファームボット」を活用” <https://smartagri-jp.com/news/2452> (参照 2023. 11. 8)
- (6) 熊本県農林部：“芦北高校でスマート農業理解促進授業を初開催しました” <https://www.pref.kumamoto.jp/site/kennan/82531.html> (参照 2023. 11. 8)
- (7) 福間誠之：“ブレイン・ストーミング”, 医学教育, Vol. 17, No. 6, pp. 454-456 (1986)
- (8) 文部科学省：“小学校学習指導要領（平成29年告示）” [https://www.mext.go.jp/content/1413522\\_001.pdf](https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf) (参照 2023. 10. 10)
- (9) 稲垣栄洋, 大石智広, 高橋智紀, 松野和夫, 山本徳治, 栗田英治：“農業体験活動が子どもの農業イメージに及ぼす影響”, 農村計画学会誌, Vol. 29, Special\_Issue, pp. 161-166 (2010)
- (10) 藤崎浩幸：“岩手県における小中学生の就農意識”, 農村計画学会誌, Vol. 18, No.Suppl., pp. 205-210 (1999)
- (11) 三井一希, 塩島諒輔, 佐藤和紀, 堀田龍也：“小学校理科におけるプログラミングによるアイデアの具現化を取り入れた防災教育の授業開発”, コンピュータ&エデュケーション, Vol. 48, pp. 76-81 (2020)
- (12) 三井一希, 稲木健太郎, 塩島諒輔, 今吉亮, 松平健, 佐藤和紀, 堀田龍也：“小学生がスマート農業を体験するためのツール「SchooMy Board」の開発と授業実践”, 第47回全日本教育工学研究協議会全国大会発表論文集, pp. 195-198 (2021)
- (13) 三井一希, 稲木健太郎：“教育実践の開発と成果の普及を目指した研究者と教師の協働”, 日本教育工学会2022年秋季全国大会発表論文集, pp. 9-10 (2022)