地理的に分散した複数高等学校で実施される 課題研究の学習環境の整備

Improvement of Learning Environment for Research Project at
Geographically Distributed High Schools

後藤 裕 介^{※1}
Yusuke GOTO

伊藤 有里香^{※1}
Yurika ITO

This paper reports a learning environment of research project at geographically distributed high schools in the University and High School collaboration program. We developed a learning environment that supports planned progress in a research project, detailed guidance on technical issues, provision of common rubrics, and exchange with students of other high schools. After a one-year trial for two high schools, we evaluated the effectiveness of the learning environment for students and teachers in the high schools.

Keywords : Simulation, Distance Learning, High School, Education Improvement

キーワード : シミュレーション, 遠隔教育, 高等学校, 教育改善

1. はじめに

近年, 18歳人口の減少を見据えながら, 高等教育のユニバーサル化をふまえ, 高大連携事業はますます盛んに実施されてきている。この流れの中で, 模擬講義や公開講座に代表される, 大学での学びの機会を提供する従来モデルの高大連携に加えて, 課題研究での連携や高等学校の授業への大学生の参加, 教材の共同開発など, 比較的長期間にわたり, 高等学校での教育を支援する新しいモデルの高大連携の取組みが現れてきている^{1), 2)}。平成30年に改訂された学習指導要領では, 情報教育を中心に高度な内容に改訂されたこともあり, 今後この取組みは一層拡大していくことが予想される。

高等学校の課題研究における高大連携に関しては, 大学教員が高校生の興味に沿ったテーマ候補を提示することや, 研究計画立案に際してアドバイスをする連携枠組みにより, 高度な内容の研究実施が可能であることが報告されている³⁾。この一方で, 多くの高等学校における課題研究では, 生徒が数名ずつグループを構成し, グループごとに異なるテーマに取り組むことが多い。このため, 高校教員は複数のグループを同時に指導することが必要であり, 連携する大学側としても多数の異なるテーマを大学教員が1名で支援するのには限界がある。

このような問題意識から, 著者らは複数の高等学校に対して一つの研究テーマを提示し, その研究過程を支援する連携の枠組みを模索してきた⁴⁾。図1は課題研究における上述³⁾のような従来連携モデルと著者らが提案する連携モデルを比較したものである。従来連携モデルは高等学校から大学へテーマの相談があり, これに大学

図1 課題研究における連携モデル

が対応する。このとき大学は個別対応が必要になり, 資源制約から多数の高校生への支援を行うことは困難である。一方で, 提案連携モデルは, 大学が高等学校へテーマを提示して, 高校生グループが希望するテーマに取り組む。このとき大学は自分たちが準備したテーマで対応すればよいから, 負担が少なく, 一つのテーマで複数高等学校の高校生グループの対応が可能になる。高等学校にとっても, 大学から複数テーマが提示されれば, 高等学校内で大学から提示された異なるテーマに取り組むことも可能になる。大学群・高等学校群という全体レベルで捉えれば, 一定の資源制約の中で, より多くの高校生が高大連携による課題研究へ取り組むことができるメリットがある。

著者らは提案連携モデルによる課題研究支援を推進しているが, 実践を通じて, 以下の(1)~(5)の課題が挙げられていた。(1)複数高等学校で取り組むことから, 従来型の連携モデルで典型的に想定されているような, 頻繁に大学を訪問して指導を受ける方法には限界があり, 地理的に分散した高等学校の高校生が十分な指導を受けることができる仕組みを検討する必要がある。(2)研究活動に初めて取り組む高校生の場合, 研究の進め方がわからず,

2019年4月10日受付

※1 岩手県立大学

研究が計画的に進まないことが多いことから、計画的な実施を支援する仕組みが必要である。(3) 高等学校側では教員1名で複数の高校生グループを指導するが、課題研究では個別のきめ細やかな指導が求められるため、高校教員の指導負荷を減らす仕組みが必要である。(4) 課題研究では他教科と異なり、成績評価が難しいため、教員による生徒の適切な評価を支援する仕組みが必要である。(5) 同じ高等学校内では高校生グループは異なるテーマに取り組んでいるため、同じテーマに取り組む他の高校生グループとの交流や刺激を受ける機会が少なく、このような機会を実現する仕組みが必要である。

本論文では、地理的に分散した複数高等学校を対象とした課題研究において上記(1)～(5)の課題を解決する課題研究授業の学習環境を提案する。第2章では対象とする課題研究の実施枠組みと研究テーマ、実施スケジュールを概説する。第3章では提案する学習環境の概要と構成要素を説明する。第4章では1年間の実践結果を紹介し、第5章では提案した学習環境の評価を行う。第6章では、学習環境を利用した課題研究の学習効果の分析を行う。第7章はまとめである。

2. 対象とする課題研究

2.1 実施の枠組み

図1の提案連携モデルの最小単位での実施を行った。大学から一つの研究テーマを提示して、二つの高等学校に分かれた二つの高校生グループが提示されたテーマに取り組む。大学側は岩手県立大学ソフトウェア情報学部の教員1名、学生1名が担当し、高等学校側は山形県立酒田光陵高等学校情報科3年生3名、京都府立京都すばる高等学校情報科学科3年生2名がそれぞれグループとして取り組む。両高等学校では教員1名が通常時の指導を行う。

本実践では高等学校専門学科「情報科」の3年次の「課題研究」を対象として、2018年4月から2019年1月までの10ヶ月間の期間で実施された。対象とする課題研究は山形県立酒田光陵高等学校では週2コマ、京都府立京都すばる高等学校では週4コマの時間が割当てられた。

2.2 研究テーマ

研究テーマは「施設における避難シミュレーション」として、各グループが対象とする施設を調査し、施設内での人間の避難に際しての動きをモデル化し、シミュレーションによるwhat-if分析を通じて、現在の避難ガイドラインや標識などの改善策を考えるものとした。前述の課題(1)および(3)からは大学において大学教員から直接指導を受けることが現実的でないことや、高等学校における課題研究の指導に関して高校教員によるきめ細やかな指導には限界があることが明らかになっていたことから、通常研究活動において必要となる研究テーマに関する専門知識が不要であり、自身の経験や調査から研究を遂行可能であるようなテーマを選定した。本実践においては、山形県立酒田光陵高等学校のグループは「酒田光陵高校の校舎を対象とするショートホームルーム時に地震が発生した場合の避難経路の提案」に組み、京都

府立京都すばる高等学校のグループは「京都すばる高校の校舎を対象とする販売学習『京都すばるデパート』時に地震が発生した場合の避難口と避難場所の検討」に組んだ。なお、コンピュータによるシミュレーションを対象とした教育の報告⁵⁾は少なく、とくに高校生を対象とした実践例の蓄積は十分ではないといえる。

2.3 実施スケジュール

社会シミュレーションの標準的な研究手順⁶⁾に従い、以下のスケジュールで実施した。実施スケジュールは両高等学校と事前に協議した上で定め、先行する実践⁴⁾からも実現可能であると判断されたものである。

- ・4～6月：テーマ紹介、Python言語の基本文法とオブジェクト指向の学習
- ・7月：対象施設と避難行動の調査
- ・8月：シミュレータ開発のチュートリアル
- ・9～10月：シミュレータ開発
- ・11月～12月：モデル評価・改良、実験
- ・12月～翌2月：実験、研究レポート作成、成果発表

4～6月はシミュレータ開発の前提となるプログラミング言語とオブジェクト指向についての学習であり、実際の研究活動の準備段階に相当する。7月から本格的な研究活動に入る。

8月にチュートリアルでシミュレータ開発方法を学んだ後、その後の4ヶ月でシミュレータ開発、モデル評価・改良、実験を行う。避難のような人流シミュレーションの研究では、特に可視化や分析部分を中心として、シミュレータ開発の中でも、モデルに直接関わらない部分の開発労力が非常に大きく、教育実施上の課題である。シミュレータの開発支援環境は数多く存在するが、固有言語による実装が求められるものも多い⁷⁾。前述の課題(3)を考慮したときには広く利用されている言語で実装可能であるものが望ましいと考えられるため、Python言語で開発が可能であるS⁴ Simulation System⁸⁾を利用し、モデル部分の実装に集中できるようにした。

2.4 連携対象の特徴

連携対象の高等学校はともに専門学科「情報科」であり、両校の生徒の学力水準は概ね同等である。本連携に参加した生徒は、比較的優秀な生徒であり、新しいプログラミング言語の習得に支障がない水準のプログラミング能力があったが、学力および課題研究遂行上の能力においては多少の差異が存在していた。

連携に参加した生徒は、高等学校側が提示した複数のテーマから本研究テーマを選択しているため、予めシミュレーションに関心があったと考えられる。しかしながら、校内事情による選択テーマの調整も行われており、参加した生徒の中には第1希望ではない生徒も存在していた。このため、事前の関心が必ずしも高いとは限らないと考えられる。

両校では他の高等学校と比較して、シミュレーションに関する学習がとりわけ熱心になされているわけではない。参加した生徒にとってはこの連携が初めて本格的なシミュレーションに取り組む機会であった。

3.1 学習環境の概要

主に大学教員・学生と両校の高校生は連絡事項の伝達や日常的な会話も含め、オンライン上で非同期のコミュニケーションをとる。この一方、高校教員は各高校で直接指導を行う。ただし、研究上のアドバイスやシミュレータ開発上の支援は大学教員・学生により主に行われるため、高校教員は進捗をふまえたスケジュール管理の助言やプログラミング言語などの一般的なアドバイスを行うことで十分である。

進捗報告書はオンラインで利用可能な学習管理システムにアップされるが、アップされた進捗報告書は他校の高校生も閲覧可能として、課題研究期間中、随時他校の

図4 進捗報告シートのひな形

図3 ガントチャート

進捗報告書を確認して、お互いにアドバイスを行うことを促した。これは前述の課題(5)に対応するもので、相互に進捗状況を理解し合うことにより、良い意味での対抗意識を醸成し、研究に対して積極的に関わる刺激とするとともに、共通する悩みや疑問があることから、意見交換を促すことを意図している。

3.3 自己評価シート

自己評価シートは、提案する学習環境を利用した課題研究を通じた高校生の学習効果を明らかにするためのものである。前述の課題(4)に対応するもので、教員が適切に生徒を評価することを支援する。高校生は課題研究実施前と実施後の2回記入・提出し、高校教員が確認・助言し、成績評価の参考とする。大学教員・学生は学習効果の分析の参考とする。

自己評価シートは七つの評価観点と五つの評価尺度から構成されるループリック⁹⁾であり、高校生が各評価観点について最も当てはまる評価基準が対応する評価尺度を記入する。表1は七つの評価観点のうち紙幅の制約から四つの代表的なものを抜粋したものである。このとき、その評価尺度を選択した(その評価基準が最も当てはまると判断した)理由も記述する。この理由を確認することで、評価尺度の選択の妥当性を分析することや、実施前・実施後での成長が見られた際に成長を促した根拠を知ることができる。また、高校教員も他者評価として記入することで、高校生が自身の成長を客観的に把握することを支援する。

定義された七つの評価観点と五つの評価尺度は実際に課題研究の成績評価を行う高校教員と協働して作成した。評価観点は「研究計画」「データの収集」「関心・意欲・態度」「思考・判断・表現」「技能」「グループ活動」「交流」である。なお、実施前においても評価があるため、評価基準の説明は、研究を経験したことがない状態でも自己評価が可能であるような表現とした。

3.4 コード例

先行する実践⁴⁾ではシミュレータの開発環境が開発工程の短縮に貢献している一方で、シミュレータ固有の構造を理解することに苦戦し、どのようにプログラムを修正すれば良いのかの把握が困難であることが挙げられていた。このため、提案する学習環境では典型的に想定されるようなモデル実装のコード例を大学教員・学生が随時提供・共有することにした。コード例の提供は前述の課題(1)～(3)に対応して、地理的に分散した複数高校へ非同期で研究支援を行う工夫の一つである。

4. 実践結果

両校の高校生は提案学習環境を利用して研究を進め、質の高い研究成果を得ることができた。山形県立酒田光陵高等学校のグループは「酒田光陵高校の校舎を対象とするショートホームルーム時に地震が発生した場合の避難経路の提案」に取組んだ。はじめに、現状のシミュレーションを行い、従来の避難経路では避難時に特定の階段に避難者が集中し、全員が避難完了には長時間必要であることを明らかにした。その上で、what-if分析を行い、クラスごとに定められている避難時の利用階段の組合せを変更することで、特定階段へ避難者が集中しないようにし、避難完了にかかる時間を30%程度短縮可能であることを示した。また、この結果を校内の避難計画担当者にプレゼンテーションし、担当者からその妥当性を認められた上で、担当者自身が現在の計画を見直し、特定の階段が利用不可能なときの避難計画立案も必要であるという気づきを与えることができた。

京都府立京都すばる高等学校のグループは「京都すばる高校の校舎を対象とする販売学習『京都すばるデパート』時に地震が発生した場合の避難口と避難場所の検討」に取組んだ。販売学習には保護者や地域住民が訪れることをふまえて、避難経路を知らない避難者の動きをモデ

表1 作成したループリック(評価観点は一部を抜粋)

		評価観点			
		研究計画	思考・判断・表現	技 能	グループ(行動・協働)
評 価 尺 度	5	やるべきこと全体を見通してスケジュールを設定し、スケジュール通りに実施することが出来る。	深い思考及び的確な判断ができ、調査内容を十分理解して成果物にまとめることができる。また、その結果を他人が理解できるように表現できる。	プログラムがどのような動きか理解して、自分のアイデアや考えを取り入れて考えたアルゴリズムを実装することができる。	他者と積極的にコミュニケーションを取り、集団の中での自分の役割を明確にでき、主体的に参画できる。
	4	やるべきことをおおまかに見通してスケジュールを設定し、スケジュール通りに実施することが出来る。	自ら思考・判断ができ、調査内容を成果物にまとめることができる。また、その結果を自分なりに工夫して表現できる。	プログラムがどのような動きか理解して、検討したい動作を正しいアルゴリズムを考えることができる。	他者とコミュニケーションを取り、集団の中での自分の役割を明確にでき、主体的に参画できる。
	3	当面のやるべきことを設定し、スケジュール通りに実施することが出来る。	自ら思考・判断ができ、調査内容を成果物にまとめることができる。また、その結果を表現できる。	既存のプログラムの動作を理解することができる。	他者に促されてコミュニケーションを取り、集団の中での自分の役割を明確にでき、参画できる。
	2	やるべきことを設定するが、スケジュールの具体性に欠ける。	自ら思考・判断する力が弱く、調査内容を成果物にまとめきれない。また、表現力も不足している。	言語の文法を理解しているが、既存のプログラムの動作を理解できないことがある。	他者に促されてコミュニケーションを取り、集団の中での自分の役割を明確にできる。その指摘に従って行動できる。
	1	スケジュールを具体的に設定することが出来ない。	調査内容をまとめることができず、他人の思考・判断に追随し、自分自身で説明ができない。	言語の文法でわからないことがある。	集団の中での自分の役割を設定できず、役割に応じた行動ができない。

図5 作成されたシミュレータの実行画面例

ル化した上で、校内全体の大規模な避難シミュレーションを実現した(図5参照)。はじめに現状のシミュレーションを行い、現状の避難経路では経路上に狭い出入口が存在することにより避難者が滞留することを明らかにした。その上で、what-if分析を行い、お年寄りでも避難が可能な勾配の少ない避難経路や安全であると思われる新規避難場所を設定することで、避難時間短縮が可能であることを示した。

5. 学習環境の評価・分析

提案した学習環境は第1章で示した五つの課題を解消する意図で設計されている。学習環境が提供する「進捗報告書の進捗管理シート」「進捗報告書の進捗報告シート」「自己評価シート」「コード例」について、それぞれの有効性を評価・分析を行う。個別一回性の強い情報システムの研究では、評価・分析を妥当に行うために多様なデータ源から結論を導出する三角測量的手法や、量的評価を質的評価から補う方法をとることが推奨されている¹⁰⁾。ここでは、高校教員へのアンケート結果(回答者2名, 2019年1月実施)、高校生へのアンケート結果(回答者2名, 2019年3月実施)、提出された書類の内容(進捗報告書, 自己評価シート5名分)、学習環境の運用結果(2018年8月～2019年2月)、最終成果物(レポート, プレゼンテーション資料, シミュレータ)を用いて、多様なデータ源から量的評価を質的評価で補い、分析する。

5.1 進捗管理シート

進捗管理シートは研究をはじめて経験する高校生でも、計画的に研究を進めていくことを支援するためのものである。高校教員へのアンケート結果から「高校生はスケジュールを意識した活動をするようになり、目標も設定して取り組むことができた」との意見があった。また、高校生へのアンケート結果から「現在の進み具合と予定していた内容が確認できて遅れないように意識できた」との意見も寄せられた。

さらに、自己評価シートを分析したところ、全員が実施前に比べて実施後では研究計画の観点で自己評価が改善した(表2参照)。そして、評価尺度の選択理由には「これからやるべきこと等をメモに取りそれらの大まかにかかる時間を考えスケジュールを組み立てることがで

表2 自己評価シートにおける自己評価結果(一部、数値は選択した表1の評価尺度を示している)

	高校生				
	A	B	C	D	E
研究計画__実施前	2	2	3	2	3
研究計画__実施後	4	4	5	5	4
交流__実施前	3	3	3	3	3
交流__実施後	4	4	4	4	3

きた」などの記述が見られた。また、実際に提出された進捗管理シートを分析したところ、両校とも予め定められた締切に遅れずに各タスクを実行することができていた。以上から、全体スケジュール、個別タスクや成果物定義を行う進捗管理シートが有効に機能したと考えられる。

5.2 進捗報告シート

進捗報告シートは1週間の進捗を報告するもので、高校教員や大学教員・学生が状況を把握してきめ細やかな指導を可能にすることや、別グループの高校生が閲覧することで刺激を受け、意見交換を行うためのものである。高校教員へのアンケート結果から「高校生は2グループで進捗報告シートの内容を共有することで進捗度合いを確認することができて、結果としてわからない点を気軽に話せるようになったと感じた」との意見があった。高校生へのアンケート結果から「自分の班とは違った方法を知ることができた」や「自分たちと同じ所がわからないときには、お互いにアドバイスを送りあうことができて刺激になった」との意見も寄せられた。

さらに、自己評価シートを分析したところ、実施前に比べて実施後では交流の観点で自己評価が1名を除き改善していた(表2参照)。そして、評価尺度の選択理由には「アドバイスをしたり聞いたりしてより良いシミュレーションができるように努力できた」などの記述が見られた。また、学習環境の運用結果から、大学生は質問が記載されていた際には平均して約8日間でアドバイスやコメントを行っていた。以上から、進捗報告シートがグループの状況の共有や学習者の刺激となり意見交換を促すように機能したと考えられる。

5.3 自己評価シート

自己評価シートは高校教員が高校生を適切に評価することを支援するものである。高校教員へのアンケート結果から「生徒自身が課題研究を通して学んだことを意識しやすかった」との意見があった。これ以外に、高校生へのアンケート結果からは、高校生が自己評価シートを記入することを通じて「自分が成長できた点をふりかえり評価していくことができ、改善すべきところもまとめることができた」との意見があった。以上から、自己評価シートは、高校教員が高校生を適切に評価するために有効に機能し、加えて高校生自身にとってもふりかえりや気づきを促す機能をしたと考えられる。

5.4 コード例

コード例は高校生がシミュレータ固有の構造を理解し、どのようにプログラムを修正すれば良いのかの把握

表3 先行実践と本実践の最終成果物の達成度

	先行実践 ⁴⁾	本実践
シミュレータ開発	○	○
モデル評価・改良	○	○
what-if分析		○
定量的な分析		○

を支援するものである。学習環境の運用結果から、作成・提供したコード例は「エージェントの初期配置の設定方法」、「複数属性のエージェントの定義方法」、「エージェント属性に応じた発生人数の変更方法」、「エージェントの特殊な移動の表現方法」というモデルをシミュレーションに実装する際のものと、「プログラムのエクスポート方法」、「時系列モニタの作成方法」というシミュレータの利用方法に関わるものの2種類である。これらのコード例はそのまま利用することはできないが、シミュレータ固有の構造を理解することや、意図を実現する修正方法の検討の参考になる。なお、大学生は新規の疑問点が寄せられた際には平均して約8日間でコード例の提供を行っていた。

最終成果物を分析したところ、先行する実践⁴⁾と比べ、what-if分析を複数行い、定量的な分析を行うことができていた(表3参照)。なお、両者で課題研究期間は同じである。これはコード例の提供によりシミュレータ開発がスムーズに行われたことを示唆する。また、高校生へのアンケート結果からは「(大学生が)分からないところをわかりやすく教えてくれたおかげで、より研究を進めることができた」との意見があった。以上から、コード例がシミュレータ開発支援に機能していたと考えられる。

6. 学習効果の分析

6.1 自己評価シート結果の実施前後比較

高校生が記入した自己評価シートの結果を実施前と実施後で比較することで、学習効果を分析する。図6は自己評価シートの記入結果の前後比較を整理したものである。図では中央値を示しているが、ほとんどの評価観点で評価傾向は変わらず、ばらつきは小さかった。また、すべての評価観点について評価尺度の中央値が改善していた。なお、すべての評価観点で評価尺度の3を到達目標としていたが、実施後評価では全員がすべての評価観点で3以上と評価していた。特に、研究計画、関心・意欲・態度、グループ(行動・協働)の3観点に関しては、中央値で2段階以上の改善が見られた。提案学習環境は研究の計画的実施の支援が主なねらいの一つであるが、研究計画の観点に大きな改善が見られたことの一部は提案学習環境の効果によるものであると考えられる。

なお、図6の結果は高校生による自己評価であるが、教員による他者評価の結果もほぼ同様であり、両者の評価結果は一貫していた。また、記述された評価尺度選択理由と照らし合わせても、不自然なものはなかった。このことから、自己評価シートは高校生が妥当な自己評価が可能な形で定められていることが確認できた。

図6 自己評価シートの記入結果の前後比較

自己評価シート結果の前後比較では $n=5$ と検定に必要な条件を満たしていないが、Wilcoxon符号付順位検定($p<.05$)の結果を予備的に紹介する。「研究計画($p=.039$)」「交流($p=.046$)」の2観点については前後で2群間の代表値に統計的有意差が見られた。その他の「データ収集($p=.084$)」「関心・意欲・態度($p=.109$)」「思考・判断・表現($p=.109$)」「技能($p=.063$)」「グループ活動($p=.066$)」については有意差は見られなかった。また、高等学校ごとに層別して学習効果の傾向の確認も行ったが、大きな違いは見られず、同様の傾向にあった。

6.2 学習効果の比較検討

少人数グループを単位として実施される課題研究に関わる実践的な研究では、被験者を多数確保することは極めて困難であり、比較のための対照群を設定することも一般に困難である。本研究も同様であるため、(1)学習環境が導入される以前の課題研究での学習効果と、(2)対象校において同時期に行われている他大学との課題研究の学習効果との比較を通じて、学習環境整備による学習効果を検討する。

学習環境が導入される以前から本連携を担当しており、他大学との課題研究も担当している両校の教員2名を対象として、2019年6月に約60分間の半構造化インタビューを行った。(1)(2)と比較して、2名の教員とも、学習環境を整備した本連携による課題研究のほうが、学習効果が高いと考えられると回答した。5章で言及されている学習効果に加えて、学習環境整備により「報告書があることでやったことの可視化ができるため、生徒間での情報共有もスムーズになった」ことが挙げられ、グループで研究を円滑に進める作用により、結果として研究活動を通じた学びが豊かになっていることがわかった。

また、他大学との課題研究での連携では、大学を訪問(あるいは大学教員が高等学校を訪問)しての指導は資源制約から頻繁に行われることはなく、研究期間の大部分で生徒が自主的に研究を進めることになっており、研究が順調に進まないケースも存在することがわかった。

本学習環境を活用した研究では「オンラインでも継続的に指導を受けることができるため、関係性が継続し、生徒も質問をしやすいつ感じているようだ」との意見があり、学習環境整備により継続的な支援が可能になったことで、従来方法より研究が円滑に進み、結果として研究活動を通じた学びが豊かになっていることがわかった。

6.3 知見の範囲と信頼性

本研究は、専門学科「情報科」において、情報を専門に学び、新しい言語の習得ができる程度のプログラミング能力があり、シミュレーションには関心があるものの、深く学習する機会とは本課題研究が初めてであるような高校3年生が対象である。このため、異なる特徴をもつ高校生に関して、提案学習環境の利用が同様の効果を実現するかどうかはわからない。課題研究における高大連携は今後益々活発に行われていくと予想される。提案学習環境がどのような生徒に対してどのような学習効果を実現しうるのか整理することは意義があると考えられるため、今後実践を積み重ねながら検討していきたい。

本研究では2校に対する実践に留まっているが、高等学校の担当教員からは、3校以上になった場合には、同じ研究テーマに取り組む生徒が多数存在することにより、交流がより豊かになり、刺激を受ける対象が増えることで学習効果がより高まるのではないかと、という意見が寄せられた。また、生徒はある程度プログラミング能力があることが望ましいが、同様の特徴を持つ高等学校・生徒であれば、同様の学習効果が期待されとの意見が寄せられた。このため、同様の特徴を持つ3校以上でも実施可能で同様の学習効果を期待できると考えられる。

本研究で得られた、学習環境利用を通じた学習効果に関する知見は、対象生徒は5名にとどまり、統計的な検定の実施には不十分であり、比較対象群の設定も困難であったため、効果の有無を統計的に評価することはできない。このため、本研究では、学習環境の各機能と効果に関して、アンケート、提出書類の内容、学習環境の運用結果、最終成果物など多様なデータ源から量的評価を質的評価で補い、分析を行っている。また、生徒の学習効果に関しては、高等学校教員へのインタビューを通じて、提案学習環境の整備の前後、および他大学による従来型連携方法との比較分析を行った。以上より、知見の範囲は限定的であるが、量的評価を質的評価により補うことで知見の信頼性を確保できていると考えられる。

7. おわりに

本研究では地理的に分散した複数高等学校を対象とした研究テーマ提示型の課題研究において、研究の計画的な実施やきめ細やかな指導の実現、高校生同士の交流及び刺激を受ける機会を促す学習環境を提案した。対象とする生徒数は統計的な分析に耐える水準ではないものの、1年間の実践結果から、学習環境を通じた課題研究の実施により、質の高い研究成果を実現することができ、学習環境は意図した機能を実現していることを多様なデータ源に基づく分析から確認した。また、目標としてい

た学習効果を実現していることが確認できた。

謝 辞

本研究の実施にあたり、京都府立京都すばる高等学校 小西良尚先生、山形県立酒田光陵高等学校 櫻井敬士先生から多大なご協力を頂いた。本研究の一部は公益財団法人科学技術融合振興財団平成30年度調査研究助成の支援を受けたものである。

参 考 文 献

- 1) 後藤裕介, 市川 尚: 専門性深化のための実質的な高大連携, 産業と教育, 774, pp.2-8, 2017
- 2) 三嶋昭臣: 高大連携による教育研究プロジェクトの活動, 工学教育, 64-4, pp.70-73, 2016
- 3) 織田光秋, 松石正克, 山口泰司: 高大連携による列車走行時の環境騒音に関する課題研究への取り組み, 工学教育, 63-2, pp.53-58, 2015
- 4) 後藤裕介, 市川 尚, 小西良尚, 櫻井敬士: 回遊行動シミュレーションを題材とした高等学校におけるシミュレーション教育の検討, 経営情報学会, 27-1, pp.37-43, 2018
- 5) 綿貫俊之: 授業実践 身近な事象におけるシミュレーションについての指導-「モデル化とシミュレーション」実践報告, じつきょう 情報教育資料, 28, pp.12-15, 2010
- 6) 後藤裕介: エージェントベース・シミュレーション研究の動向, 経営システム, 25-4, pp.223-228, 2016
- 7) 市川 学, 後藤裕介: 社会システムの研究動向5-研究のためのツール-シミュレーション言語の特徴と比較, 計測と制御, 52-7, pp.595-600, 2013
- 8) NTTデータ 数理システム S4 Simulation System, Webページ, <https://www.msi.co.jp/s4/>, 参照日: 2019-3-28
- 9) ダネル・スティーブンス, アントニア・レビ: 大学教員のためのルーブリック評価入門, 玉川大学出版部, pp.2-12, 2014
- 10) 情報処理学会 情報システムと社会環境研究会 情報システム有効性評価手法研究分科会: 情報システムの有効性評価-質的評価のガイドライン(第1.00版), 2013

著 者 紹 介

後藤 裕介

2009年早稲田大学大学院理工学研究科助手規定により退学。現在、岩手県立大学ソフトウェア情報学部准教授。博士(工学)。専門は社会シミュレーション、経営情報学会、計測自動制御学会。
連絡先 y-goto@iwate-pu.ac.jp