

プログラミング学習における主体的・対話的で深い学びに関する研究

魚住明生*・尾関 洸太**

A Study on Independent, Interactive and Deep Learning in Programming Learning

UOZUMI Akio, OZEKI Kota

要 旨

学校教育においては、急速に変化していく社会の中で生涯にわたり能動的に学び続けるために学びの質を高め、子どもたちに必要な資質・能力を育むことが求められている。そのためには、授業改善の視点として学習指導要領に示された主体的・対話的で深い学びの実現が急務である。技術科においてもこの学びを基に授業を行い、子どもたちの資質・能力を育むことで、社会の変化に対応し、主体的に問題を解決する力を育成することができると考える。また、学習指導要領の情報の技術においては、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングが新たに追加された。さらに、この内容には複数人で情報を共有することが求められている。しかし、この内容の教材や授業実践例はまだ少なく、早急に検討していく必要がある。プログラミングを主体的・対話的で深い学びを基に問題解決的な学習を通して学ぶことで、これからの社会に求められる資質・能力を育むことができると考える。以上のことから、本研究では主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業について検討する。

1. はじめに

21 世紀の社会は知識基盤社会であり、新しい知識・情報・技術が、社会のあらゆる領域での活動の基盤として飛躍的に重要性を増し、それらをめぐる変化は加速している。これによりもたらされる情報化・グローバル化社会は、人間の予想を超えて進展している。近年では、第4次産業革命ともいわれる、進化した人工知能（AI）が様々な判断を行い、身近な物の働きがインターネット経由で最適化（IoT）される時代が到来し、社会や生活を大きく変えていくとの予測がなされている。このような社会の中で生涯にわたり能動的に学び続けるためには、学びの質を高め、子どもたちに必要な資質・能力を育むことが求められている¹⁾。

21 世紀に求められる資質・能力について、OECD はキーコンピテンシーを示している。キーコンピテンシーとは、単なる知識や技能ではなく、人が

特定の状況の中で技能や態度を含む心理・社会的な資源を引き出し、それらを総動員して、より複雑な需要に応じる能力とされている。具体的には3つの能力が示されている。1つ目に社会・文化的、技術的ツールを相互作用的に活用する能力、2つ目に多様な社会グループにおける人間関係形成能力、3つ目に自律的に行動する能力である²⁾。これらキーコンピテンシーについてもこれからの社会を生きる子どもたちに育むことが求められている。

また、文部科学省において OECD 以外にも海外の事例やカリキュラムに関する先行研究等に関する分析が行われている。具体的には、資質・能力に共通する要素は「知識に関するもの」、「スキルに関するもの」、「情意に関するもの」の3つに分類して検討している。これらの要素は、学校教育法第30条第2項が定める学校教育において重視すべきもの（「知識・技能」「思考力・判断力・表現力」「主体的に学習に取り組む態度」）と共通している。³⁾

* 三重大大学教育学部

** 桑名市立長島中学校

一方、学校現場では長年、生きる力を育成することを目的として教育が行われている。生きる力とは、いかに社会が変化しようと、自分で課題を見つけ、自ら学び、自ら考え、主体的に判断し、行動し、よりよく問題を解決する資質や能力などである「自己教育力」、自らを律しつつ、他人とともに協調し、他人を思いやる心や感動する心などである「豊かな人間性」、たくましく生きるための「健康や体力」という3つの資質・能力のことであり、これら知・徳・体をバランスよく育んでいくことが重要であるとされている⁴⁾。

これらを育むための授業改善の視点として、主体的・対話的で深い学びの実現が示されている。中学校技術・家庭科技術分野においても主体的・対話的で深い学びを基に授業を行い、子どもたちの資質・能力を育むことで、社会の変化に対応し、主体的に問題を解決する力を育成することができると考える。

プログラミングについては、近年情報技術は急速な発展を遂げており、その中で技術・家庭科技術分野においてプログラミングや情報セキュリティなども含めた情報活用能力の育成について、さらなる充実が求められている⁵⁾。学習内容としては、情報セキュリティ等の安全に情報及び情報技術を利用するために必要な資質・能力の育成を重視するとともに、小学校において新たに実施されるプログラミング教育を発展させる内容とする必要がある。具体的には、定められた動きをくりかえすプログラムを作成するなど、コンピュータに意図した処理を行うように指示することができるということを体験させながら、プログラミング的思考等を育成することが想定されている。そのため、中学校技術・家庭科技術分野においては従前の計測・制御に加えて、入力情報により異なる表示・動作をするといった動的双方向性をもたせ、複数種類の情報を組み合わせて処理するといった動的コンテンツに関するプログラミングや、ネットワークやデータを活用して処理するプログラミングを題材として扱うことが適当であるとの考えが示された⁶⁾。以上の経緯から、平成29年告示の学習指導要領において、D.情報の技術に、(2)ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題解決が追加されている。

1984年にインターネットが運用され、コンピュータが普及していく中、我が国においては1985年

に情報教育が始まり、工業科の情報技術基礎を始めに情報活用能力の育成が目指されている。当初、プログラミングは「プログラムと計測・制御」として分けて学習していたが、現在は「計測・制御のプログラミング」として合わせて学習を行っている。そして今日、前述の通りネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツによる問題解決の学習が目指されている。

一方、世界におけるプログラミング教育の最新動向としては、イギリスのコンピューティング科が挙げられる。コンピューティング科は5歳から学習が始まり、目標を4点示している。第1は「抽象的概念と論理的思考、アルゴリズム、データ表現を含むコンピュータ・サイエンスの基礎的原理、概念理解、活用ができること」で、第2は「コンピュータ関連の問題を分析し、問題解決を図る際にコンピュータプログラムを作成する実践的な学習経験の積み重ねができること」で、第3は「分析的に問題を解決するために、IT（情報技術）を評価・活用できること」で、第4は「適切に判断・思考し、自信を持って創造できる情報通信技術のユーザーになること」である⁷⁾。これらの目標から、プログラミング教育においてはプログラミングを利用して問題を解決することが求められていることが分かる。さらに、内容としてはネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングの教材や学習過程、授業実践が求められている。しかし、この内容の学校現場における授業実践はまだ十分とは言えず、早急に検討していく必要がある。また、この内容は複数人で情報を共有することが求められていることから、プログラミングを主体的・対話的で深い学びを基に問題解決的な学習を通して学ぶことで、これからの社会に求められる資質・能力を育むことができると考える。以上のことから、本研究では主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業を検討することを目的として、授業実践を行い、生徒の行動観察とアンケート調査を基に本授業の有効性について検証する。さらに、授業過程を検討し、改善した学習過程を構築する。

2. 研究の方法

本研究では、まず主体的・対話的で深い学びと生徒に育成する力の検討を行う。具体的には、中央教育審議会等で示されている主体的・対話的で深い学びを基に本研究における主体的・対話的で

深い学びを検討し、具体的な行動や姿として生徒に育成する力を設定する。次に、主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の提案を行う。具体的には、先に検討した主体的・対話的で深い学びを基に学習項目、時数、学習活動を想定し、学習過程を提案する。さらに、主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業実践と評価を行う。具体的には、提案した学習過程を基に三重県内の公立中学校で授業を実践し、その有効性について生徒の行動観察とアンケート調査を基に検証する。最後に、主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業を改善する。具体的には、実践した授業の検証結果から、学習過程の見直しを行う。

3. 本研究における主体的・対話的で深い学びと生徒に育成する力の検討

ここでは、学習指導要領の改訂に向けて示された主体的・対話的で深い学びを基に本研究における主体的・対話的で深い学びと生徒に育成する力について検討する。具体的には、中央教育審議会等の資料から学習指導要領の改訂に向けて示されている、教育全体、小学校家庭科・中学校技術・家庭科、中学校技術・家庭科技術分野におけるそれぞれの主体的・対話的で深い学びの定義を基にして、本研究が対象とするプログラミングにおける主体的・対話的で深い学びを検討する。そして、本研究における主体的・対話的で深い学びから生徒の具体的な姿を明確にし、生徒に育成する力として設定する。

3.1 主体的・対話的で深い学びの定義について

中央教育審議会では、授業改善の視点として主体的・対話的で深い学びを以下のように示している⁸⁾。

- ①学ぶことに興味や関心を持ち、自己のキャリア形成の方向性と関連付けながら、見通しを持って粘り強く取り組み、自己の学習活動を振り返って次につなげる『主体的な学び』が実現できているか。
- ②子ども同士の協働、教職員や地域の人との対話、先哲の考え方を手掛かりに考えること等を通じ、自己の考えを広げ深める『対話的な学び』が実現できているか。
- ③各教科等で習得した概念や考え方を活用した『見方・考え方』を働かせ、問いを見いだして解決したり、自己の考えを形成し表した

り、思いを基に構想、創造したりすることに向かう『深い学び』が実現できているか。

また、中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会では、小学校家庭科・中学校技術・家庭科における主体的・対話的で深い学びを表1のように示している。

表1 小学校家庭科・中学校技術・家庭科における主体的・対話的で深い学び

学 び	学 び の 概 要
主体的な学び	現在及び生涯を見通した生活の課題について、解決の見通しを持ち、課題の発見や解決に取り組むとともに、学習の過程を振り返って、次の学習に主体的に取り組む態度を育む学びである。
対話的な学び	他者との会話を通して考えを明確にしたり、他者と意見を共有して互いの考えを深めたり、他者と協働したりするなど、自らの考えを広げ深める学びである。
深い学び	児童生徒が、生活の中から問題を見出して課題を設定し、その解決に向けた解決策の検討、計画、実践、評価、改善といった一連の学習活動の中で、「生活の営みに係る見方・考え方」や「技術の見方・考え方」を働かせながら課題の解決に向けて自分の考えを構想したり、表現したりして、資質・能力を獲得する学びである。

具体的には、主体的な学びでは学習した内容を実際の生活で生かす場面を設定し、自分の生活が家庭や地域社会と深く関わっていることを認識したり、自分が社会に参画し貢献できる存在であることに気付いたりする活動に取り組むことなどが考えられている。対話的な学びでは、直接他者との対話を伴わなくとも、既製品の分解等の活動を通してその技術の開発者が設計に込めた意図を読み取るといったことなども、自らの考えを広げ深める学びとなるとしている。深い学びでは、このような学びを通して、生活や技術に関する事実に知識が概念的知識として質的に高まったり、技能の習熟・熟達（定着）が図られたりすると考えられている。また、このような学びの中で「対話的な学び」や「主体的な学び」を充実させることにより、家庭科や技術・家庭科が目指す思考力・判断力・表現力も豊かなものとなり、生活や技術についての課題を解決する力や、生活や技術を工夫し創造しようとする態度も育まれるとしている⁹⁾。

さらに、家庭、技術・家庭ワーキンググループでは、中学校技術・家庭科技術分野における主体的・対話的で深い学びを表2のように示している。

特に、技術分野における主体的な学びでは教員が提示した設計・計画に基づいて画一的に製作・制作・育成に取り組むのではなく、問題発見や課題の設定を重視した設計・計画によって、生徒たちが見通しをもって粘り強く解決活動に取り組む

表2 中学校技術・家庭科技術分野における主体的・対話的で深い学び

学 び	学 び の 概 要
主体的な学び	学習に積極的に取り組ませるだけでなく、学習後に自らの学びの成果や過程を振り返ることを通して、次の学びに主体的に取り組む態度を育む学びである。
対話的な学び	他者との協働や対話などを通じて、自らの考えを広げ深める学びである。
深い学び	生徒が「習得・活用・探究」を見通した学習過程の中で「技術の見方・考え方」を働かせて思考・判断・表現し、資質・能力を獲得する学びである。

ことが大切である。さらに、学習過程の最後の段階である「成果の評価と次の問題の解決の視点」だけでなく、各段階において、学習過程を振り返る活動を充実させ、次の段階の学習や、次の問題の解決につなげることが、生徒が自らの成長を自覚し、主体的に学習に取り組む態度を育む学びとなるとしている。

技術分野における対話的な学びでは、生徒同士の相談活動や学び合い、教員や学校外の人材、関係機関などとの対話や協働などが対話的な学びとなる。また、直接、他者との対話を伴わなくとも、既製品の分解等の活動を通してその技術の開発者が設計に込めた意図を読み取るといったことなども自らの考えを広げ深める学びとなると考えられている。

技術分野における深い学びでは、「より便利に」、「より安全に」、「より環境に優しく」、「より安価に」といった視点で生活や社会の中から技術により解決すべき問題を見出して課題を設定するとしている。その際、「使い手」だけでなく「作り手」の立場で、そして、「作る場面」、「使う場面」、「廃棄する場面」、「万が一のトラブルの場面」等を想定しつつ、「材料の形状」や「生物の育成環境の調整方法」「エネルギーの伝達方法」「情報のデジタル化の方法」等の最適化について考え、解決策を具体化し、解決活動（製作・制作・育成）を行う。さらに、その解決結果や過程を振り返って評価していくことなどが、深い学びとなるとしている。

以上に示した学びを技術分野の4つの内容において繰り返していく中で、特定の技術に関する知識が他と関連付けられ定着し、理解の深化や技能の習熟・熟達を図られる。また、このような学びの中での以下に示す「対話的な学び」や「主体的な学び」を充実させることで、技術分野が目指す思考力・判断力・表現力等が豊かなものとなり、より複雑な技術に関わる問題を解決できる力、技

術によってよりよい生活や持続可能な社会を構築していこうとする態度の育成にも繋がると考えられている¹⁰⁾。

これらの定義を基に本研究における主体的・対話的で深い学びと生徒に育成する力を定義する。本研究ではプログラミングを題材とすることを考慮し、検討した本研究における主体的・対話的で深い学びを表3に示す。

表3 本研究における主体的・対話的で深い学び

学 び	学 び の 概 要
主体的な学び	プログラミングに興味や関心を持ち、生活や社会における課題を設定して、プログラミングによって解決しようとし、自己の学習活動を振り返って次につなげる学び。
対話的な学び	子ども同士の協働や教師との対話を手掛かりにプログラム等を考えることを通じ、自己の考えを広げ深める学び。
深い学び	プログラミングの概念や考え方を活用した「見方・考え方」を働かせ、制作したプログラムを評価し、新たな課題を設定して、改善や修正、さらなる構想をする学び。

表3に示した本研究における主体的・対話的で深い学びから学びの要素を抽出し、本研究における生徒に育成する力を検討し、設定した（表4）。

表4 本研究における生徒に育成する力

学 び	生 徒 に 育 成 す る 力
主体的な学び	課題を設定し、解決しようとする力。／作成したプログラム等から課題を見つけて改善しようとする力。
対話的な学び	自分の考えを根拠とともに伝える力。／他者の考えを理解し、自分の考えを広げ深めたり、グループの考えを発展させたりする力。／他者と協働して課題を解決しようとする力。
深い学び	制作したプログラム等を評価し、次に制作するプログラム等の計画を立てる力。／安心・安全な社会を実現するためにさらなる問題を見だし、課題を設定する力。

4. 主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の提案

ここでは、先に検討した本研究における主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業を提案する。具体的には、まず検討した主体的・対話的で深い学びと生徒に育成する力を基に学習項目や時数、学習活動を想定し、学習過程を提案する。次に、各学習項目については主体的な学び、対話的な学び、深い学びのどの学びを重点において行うかを検討する。

4.1 教材について

教材を選定するにあたり、まずは授業で扱う題材を設定する。学習指導要領の記述や主体的・対

話的で深い学びを基にした授業であることから題材の条件を、①ネットワークを利用できるもの、②双方向性のあるもの、③計測・制御を扱えるもの、④複数人で情報を共有できるものとする。これらの条件より、本研究では防犯システムの構築を題材として設定することとした。具体的には、防犯システムにネットワークを利用して双方向性を持たせることで遠隔で自宅を警備できるようになると考える。また、防犯システムを構築する際にセンサからの情報をもとにプログラムが動作しアクチュエータを制御することで、実際に生活で使用されているような防犯システムを構築できる。そして、防犯システムを複数人のグループで、2台のパソコンに分かれて制作を行うことで自然と複数人で情報を共有できる。さらに、防犯カメラや警備会社による防犯システムなどは生徒の身近な生活の中で活用されている。以上のことから、防犯システムは題材として適していると考ええる。

次に、防犯システムを構築するための教材として本研究ではアーテックの Studuino 基本実践パッケージを選定した。その理由として、1つ目に Studuino にはブロックプログラミング環境(図1)があるため視覚的に分かりやすく、小学校でScratch などの学習を経験している生徒にとって理解しやすいと考える。2つ目に、IPアドレスを使うことで容易にネットワークを利用し2台のパソコンを連動させることができることから、ネットワークを利用した双方向性のあるプログラムを制作できる。3つ目に、基本実践パッケージには複数の電子部品(センサやLED、ブザー等(図2～5))がセットになっているため、生徒は自由にそれらを選択し実習進めることができる。

さらに、授業では Studuino 基本実践パッケージに加えて、プログラミングの知識・技能を習得す



図2 赤外線フォトリフレクタ



図3 タッチセンサ

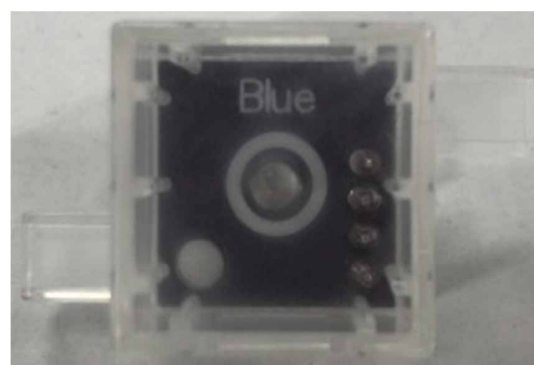


図4 LED

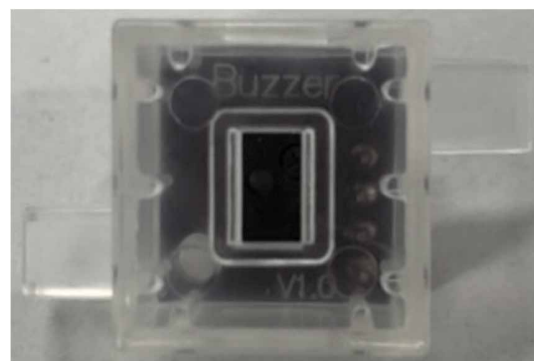


図5 ブザー



図1 Studuino のプログラミング環境

るための手順書を作成して使用する。この手順書については資料1に示す。

4.2 学習過程について

本研究における主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の学習過程を表5に示す。この学習過程では学習項目を6つに分けている。まず、ネットワークや双方向性といった知識・技能を習得し、次に生活や社会における問題を発見し、それに対する課題や解決策を構想する。その後、制作を行い、そのプログラムを評価・改善する。最後に、新たな課題の設定を行う。また、主体的・対話的で深い学びとしては、主に主体的な学びを学習項目の1・2・4、対話的な学びを学習項目の3・4・5、深い学びを学習項目の5・6に重点において構築している。

表5 主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の学習過程

学 習 項 目	時数	学 習 活 動
1. 知識・技能の習得	3	・基本的なプログラム（課題3つ）を制作する。 ・ネットワークを利用した双方向性のあるプログラム（課題2つ）を制作する。
2. 生活や社会における問題の発見	1	・防犯や防災などのキーワードを出し、問題を設定する。
3. 問題に対する課題の設定と解決策の構想	2	・問題に対して具体的な課題を設定する。 ・課題を解決するためのプログラムを構想する。
4. プログラムの制作	2	・構想したプログラムを制作する。
5. 制作したプログラムの評価・改善	1	・制作したプログラムを評価し、課題を発見する。 ・課題に対して改善する。
6. 新たな課題の設定	1	・生活や社会における問題・課題を設定する。

5. 主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業実践と評価

ここでは、先に検討した学習過程を基に授業実践を行い、主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の有効性について、生徒の行動観察とアンケート調査を基に評価する。具体的には、まず授業を行う学校の諸事情により、3時間で学習を設定する。そのため、先に提案した学習過程（全10時間）を基に実践で行う授業（全3時間）を抽出する必要がある。その際、防犯システムを構築するとした題材の趣旨を考慮した上で抽出する。次に、三重県内の公立中学校で実践し、その有効性についてアンケート調査と生徒の行動観察を基に検証する。アンケート調査では、授業の前後に主体的な学び・対話的な学び・深い学びの項目に対し4件法で、事後アンケートにおいては学んだことを

自由記述で回答を求める。質問項目については主体的・対話的で深い学びの定義を基に、主体的な学びとして「興味・関心」「課題の設定」「課題の解決」を、対話的な学びとして「伝えること」「聴くこと」「他者との協働」を、深い学びとして「振り返り・評価」「次の学びへつなげること」を設定した。これらのことを基に作成した質問紙を表6・7に示す。

表6 事前アンケートでの質問紙

事前アンケート

2年__組__番__班 名前: _____

1. 以下の質問に対し、今の自分に最も当てはまる記号を○で囲んでください。

A: よく当てはまる, B: だいたい当てはまる, C: あまり当てはまらない, D: 全く当てはまらない

①プログラミングに興味・関心がある。

A・B・C・D

②生活の中で疑問や課題を見つけることができる。

A・B・C・D

③生活の中での疑問や課題を、調べるなどして解決することができる。

A・B・C・D

④話し合いの時に、自分の考えを理由とともに伝えることができる。

A・B・C・D

⑤話し合いの時に、他の人の考えを聞いて自分の考えに取り入れることができる。

A・B・C・D

⑥他の人と協力して課題に取り組むことができる。

A・B・C・D

⑦自分が行ったことを振り返ることができる。

A・B・C・D

⑧成果や課題を次につなげることができる。

A・B・C・D

表7 事後アンケートでの質問紙

事後アンケート

2年__組__番__班 名前: _____

1. 以下の質問に対し、今の自分に最も当てはまる記号を○で囲んでください。

A: よく当てはまる, B: だいたい当てはまる, C: あまり当てはまらない, D: 全く当てはまらない

①プログラミングに興味・関心がある。

A・B・C・D

②生活の中で疑問や課題を見つけることができる。

A・B・C・D

③生活の中での疑問や課題を、調べるなどして解決することができる。

A・B・C・D

④話し合いの時に、自分の考えを理由とともに伝えることができる。

A・B・C・D

⑤話し合いの時に、他の人の考えを聞いて自分の考えに取り入れることができる。

A・B・C・D

⑥他の人と協力して課題に取り組むことができる。

A・B・C・D

⑦自分が行ったことを振り返ることができる。

A・B・C・D

⑧成果や課題を次につなげることができる。

A・B・C・D

2. 今回の授業を通して、1番学んだことは何ですか。

5.1 授業実践の概要

三重県内の中学2年生5クラス149名を対象に授業実践を行う。題材は防犯システムの制作

である。先に提案した学習過程（全 10 時間）から 3 時間分の授業を行う。この学習過程を表 7 に示す。

表 7 授業実践での学習過程（全 3 時間）

学 習 項 目	学 習 活 動
1. 知識・技能の習得	・基本的なプログラムを制作する。
2. 知識・技能を習得、課題の設定、解決策の構想	・ネットワークを利用したプログラムを制作する。 ・安心・安全な社会を目指すための課題を設定する。 ・安心・安全な社会を目指すための解決策を構想する。
3. 解決策の構想、プログラムの制作、新たな課題の設定	・安心・安全な社会を目指すための解決策の構想の続きをする。 ・構想したプログラムを制作する。 ・生活や社会における問題・課題を設定する。

続いて、第 1 時の授業案を表 8 に示す。なお、授業を実践した学校の校内事情により授業時間は 45 分となっている。

表 8 第 1 時の授業案（45 分）

学 習 活 動	時間	指導者の働きかけ及び指導上の留意点
1. 課題 4 に取り組む。	15 分	<ul style="list-style-type: none"> ・PC を 2 人のうち 1 人にログインさせ、もう 1 人に Studuino のセットを取りに行かせる。 ・前回の続きとして課題 4 に取り組ませる。 ・パソコンを A と B に指定し、2 台のパソコンを連動させることを伝える。 ・保存方法、手順書の補足説明を参考にする。A は 8 ページ、B は 9 ページに説明があることを伝える。 ・途中まで作った課題 4 を開かせ、①から確認しながら行うように伝える。
2. アクティビティ図を紹介する。	5 分	<ul style="list-style-type: none"> 「課題 4 をやって難しいなと感じた人が多いと思います。ここでアクティビティ図を紹介します。」 ・課題 1 から課題 4 までアクティビティ図を紹介していく。
3. 防犯システムの構築における小さな課題を提示される。	5 分	<ul style="list-style-type: none"> ・問題の課題を設定する。 「ここからは、今までに取り組んだ課題を組み合わせでプログラムを自分たちで作って問題を解決してもらいます。けど問題と言っても期末テストとかの問題だけではないです。事件や事故、災害など色々な問題がありますね。そんな問題に対してあなたならどんなことができるでしょうか。例えば、あなたの家が空き巣に入られました。その時、あなたなら、次に空き巣に入られないために何をしますか。」 ・近くの生徒同士で話し合わせてから発表させる。 <p><予想される生徒の反応></p> <ul style="list-style-type: none"> ・戸締りをする。 ・防犯カメラを設置する。

第 1 時では、はじめに防犯システムの一部を紹介し、ネットワークを利用して動き出す様子を注視させる。その後、手順書を使用し、基本

的なプログラムの制作として、ペアで 5 つの課題を行わせる。4 人 1 班で 2 台のパソコンを使うことや、手順書を配布して教師の説明を極力減らすことで対話的な学びを促す。なお、実際の授業では、プログラミングでのブロックの操作に慣れていないことや、データの保存方法での指示が十分に理解されなかったことから、3 つの課題しか達成できず、ネットワークを利用したプログラムの制作は行うことができなかった。

次に、第 2 時の授業案を表 9 に、使用したワークシートを表 10 に示す。

表 9 第 2 時の学習過程（45 分）

学 習 活 動	時間	指導者の働きかけ及び指導上の留意点
1. アンケートを書く。	5 分	<ul style="list-style-type: none"> ・書き終わったら裏返しにして後ろから回して回収する。
2. ネットワークを利用した双方向性のある計測・制御システムの例を見せる。	5 分	<ul style="list-style-type: none"> ・A のパソコンのタッチセンサを使い、ボタンを押すと離れたところにある B のパソコンの LED が点滅し、B のパソコンのスペースキーを押すと B のパソコンの LED が消え、A の LED が点滅するシステムを、プログラムを見せずに動作だけ前に集めて見せる。 「今から先生がみんなをびっくりさせます。」
触っていないのにどうして動き出したのだろうか。		
		<p><予想される生徒の反応></p> <ul style="list-style-type: none"> ・コードで繋がっている。 →「どんなプログラムがされているか知っていますか。」 ・無線で命令した。 →「無線って線がないのにどうやってつながっているのだろう。」 「今回はよく考えたら知らないシステムをみんなに作ってもらおうと思います。」
3. Studuino を紹介する。	3 分	<ul style="list-style-type: none"> ・2 台のパソコンのプログラムを見せ、Studuino を紹介する。 「実はさっき見た動きはこんなプログラムで動いていました。このブロックみたいなプログラム、どこかで見たことあるなって思う人はいませんか。なんていう名前だったか覚えていますか。」 <p><予想される生徒の反応></p>

第 2 時では、第 1 時の続きの課題でネットワークを利用した双方向性のあるプログラムの制作を行った後、「自分の家が空き巣に入られる」という問題は提示し、課題である防犯システムの構築を生徒に考えさせた。次に、その課題の解決策を簡単なアクティビティ図（図 6）で構想させる。アクティビティ図とは、A、B の 2

表 10 ワークシート

ワークシート① 安心・安全な社会を目指して

2年組番班名前：

課題：Aのパソコンのセンサで不審者が近づいたことを検知すると、Bのパソコンから光が点滅して住人に知らせる。Bのパソコンのスペースキーを押すと、Aのパソコンから音が鳴って威嚇する。

・使うものに丸を付けましょう。 ●：はじめ ○：おわり

(タッチセンサー・赤外線フォトリフレクタ・LED・ブザー)を使います。 ●：制御 (=動き)

<アクティビティ図>

Aのパソコン	Bのパソコン

<選択肢>

● ● ●

赤外線フォトリフレクタに反応があったら

メッセージを送信する

メッセージを受け取ったら

LEDを点灯する

1秒待つ

LEDを消灯する

1秒待つ

ブザーを鳴らす

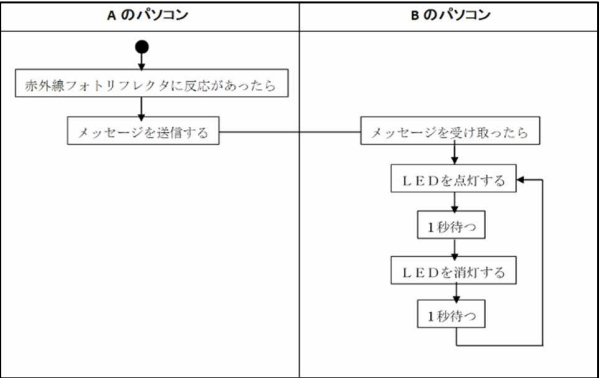


図 6 アクティビティ図の例

台のパソコンの動きをフローチャートで示すものである。具体的には、この図ではAのパソコンで赤外線フォトリフレクタに反応があったら、BのパソコンでLEDを点滅させるということを表している。

最後に、第3時の授業案を表11に示す。

アクティビティ図の構想の続きを行った後、構想したシステムの制作を行う。その後、火災を例に本授業実践で扱ったシステムを示し、身

表 11 第3時の学習過程 (45分)

学 習 活 動	時間	指導者の働きかけ及び指導上の留意点
1. 構想の続きを行う。	15分	・ワークシートを配る。 ・ワークシートに沿って、①課題の確認、②センサ・アクチュエータの選択、③アクティビティ図に言葉を書き入れて構想を確認することを確認する。 ・アクティビティ図は班で共有し、全員が書くように伝える。 ・机間指導では、班全員で協力して取り組んでいるか、センサやアクチュエータを正しく選択できているか、アクティビティ図の書き方を正しく理解して使っているかを確認する。 ・構想が終わったら先生を呼び、OKをもらったら、センサやアクチュエータの取り付け、Studuinoの基盤の接続を行い、プログラムの制作を始めるように伝える。
2. 防犯システムを構築する。	20分	・班で話し合っってプログラムが運動するように伝える。 ・分からないところがあれば、手順書を振り返って考えてみると良いと伝える。 ・机間指導では、班内で連携が取れていない班にメッセージの言葉が同じになっているかなどを確認する。 ・時間内に構築が終わらなかった班も授業残り10分までに名前を付けて保存するように伝える。 ・構築したシステムのアクティビティ図の例を見せ、ネットワークを利用した双方向性のあるプログラムになっていることを確認する。
3. まとめ	5分	・今回は防犯システムを構築したが、身の回りには様々な問題があり、これらを未然に防いだり被害を小さくしたり、生活を便利にしたりするために技術はあるの

の回りの生活の問題に目を向けさせる。なお、実際の授業では、双方向性あるシステムを構築したが、センサやLED、ブザーを置き換えることで火災の被害を小さくすることができる可能性があることも伝えた。

5.2 主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の有効性の検討

初めに、事前・事後におけるアンケート調査の結果を図7に示す。なお、全ての項目において4件法で回答を求め、よく当てはまる：4点、だいたい当てはまる：3点、あまり当てはまらない：2点、全く当てはまらない：1点として数値化し、その平均得点を算出する。

すべての項目において事前アンケートの値よりも事後アンケートの値が増加していることが分かる。また、各項目においては、「課題の設定」(両側検定： $t(128)=2.29$)と「課題の解決」(両側検定： $t(128)=2.12$)、「聴くこと」(両側検定： $t(128)=2.54$)、「他者との協働」(両側検定： $t(128)=2.01$)においては5%水準で、「伝える

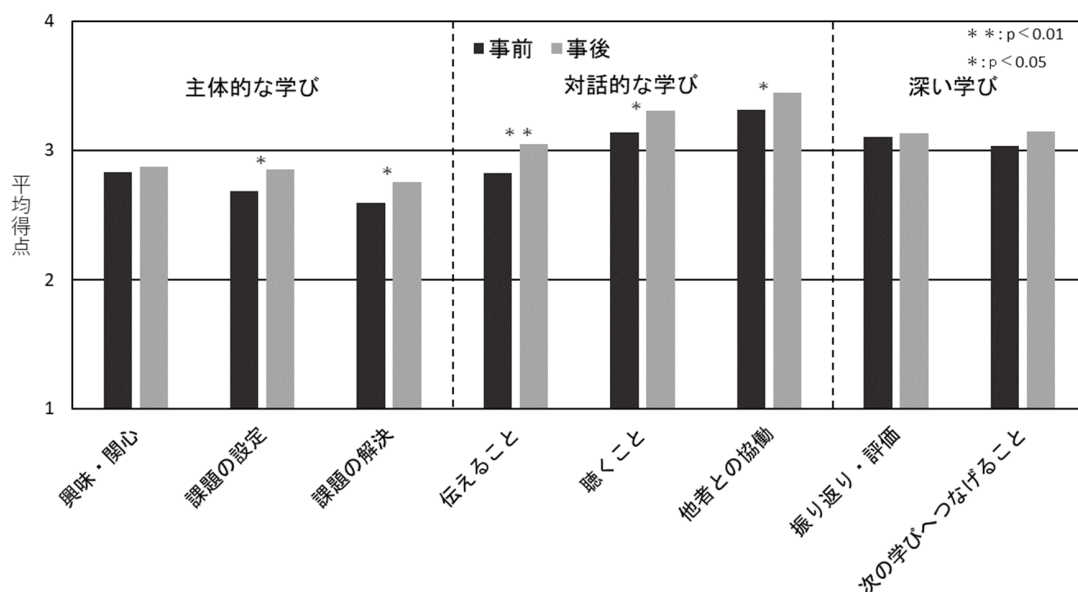


図7 事前・事後におけるアンケート調査の結果

こと」(両側検定: $t(128)=2.79$)においては1%水準で有意な値の増加がみられた。これらの結果から、本学習過程で主体的・対話的で深い学びが促されたことで、これからの社会に求められる資質・能力を育むことができていることが窺える。また、深い学びに関する質問項目の値が事前・事後ともに3以上の高い値を示している。これは、授業実践校では、めあて・振り返りを大事にしていることが関係していると考ええる。一方で、主体的な学びの質問項目の値が他の項目に比べて低くなっていることや、深い学びに関する質問項目は事前・事後アンケートの値の増加が小さくなっている。その理由としては2つのことが考えられる。1つ目は、一部の生徒においてパソコンやプログラミングが苦手な学習に取り組めない生徒や、ネットワークの理解が難しく、Studuinoの操作に戸惑った生徒がいたことである。2つ目は、本授業実践において、生活や社会の中から問題や課題を設定する活動が短かったことである。これらの課題を基に授業改善することで、主体的な学びや深い学びにつなげ、資質・能力を育むことができると考える。

次に、事後アンケートにおける記述について検討する。事後アンケートの記述を分類したところ、知識・技能についてが41件、主体的な学びについてが5件、対話的な学びについてが16

件、深い学びについてが7件、難しいと感じたという記述が30件挙げられた。知識・技能についての記述が41件で、防犯システムの構築によってプログラミングに関する知識・技能を学ぶことができた実感していることが窺える。また、対話的な学びについての記述が16件で、この学ぶを実感できた生徒が一定数いたことが分かる。一方で、難しいと感じたという意見が30件あり、取り組むプログラムの難易度について改善していく必要がある。

最後に、生徒の行動観察では、班全員で取り組む課題を提示したことで、班内で対話している様子やワークシートを見せながら説明し、聴いている様子が見られた。これらのことから、本研究での課題の設定や手順書、ワークシートにより対話的な学びが促されていると考える。

以上の授業実践におけるアンケート調査等の検討から、以下に示す成果と課題が得られた。成果として、本学習過程で授業を実践し、主体的・対話的で深い学びが促されたことやこれからの社会に求められる資質・能力を育むことができていることが窺えた。加えて、生徒の行動観察等から、3つの学びの中で特に対話的な学びが促されている様子が窺えた。一方、課題としてはコンピュータの操作やプログラミングが苦手な学習に取り組めない生徒やネットワークや双方向性の理解が難しく、Studuinoの操作に

戸惑った生徒に対する支援が十分でなく、主体的な学びの質問項目の値が他の項目に比べて低くなっていた。また、生活や社会の中から問題や課題を設定する活動が短かったため、深い学びに関する2つの項目は事前・事後アンケートの値の増加が小さくなっていた。

6. 主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の改善

ここでは、主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業を改善し提案する。具体的には、先に示した学習過程を改善し、学習項目や時数、学習活動を想定した新たな学習過程を構築する。具体的には、主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業実践と評価を基に、先に示した学習過程の学習項目や時数、学習活動を改善し、新たな学習過程を構築する。

6.1 授業改善の考え方

主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業実践と評価より、以下の課題が示された。

- ①知識・技能を習得するための基本的なプログラムの制作に時間がかかる。
- ②コンピュータの操作やプログラミングが苦手な学習に取り組めない生徒への支援が十分ではなかった。
- ③ネットワークや双方向性の理解が難しく、Studuino の操作に戸惑った生徒に対する支援が十分ではなかった。
- ④生活や社会の中から問題や課題を設定する活動が短かった。

それぞれの課題を解決するために、その要因を検討し、以下に解決策を提案する。

- ①知識・技能を習得するための課題を整理して減らす。
- ②コンピュータの操作方法や Studuino のプログラミング環境について確認する活動を入れる。
- ③-1 ネットワークや双方向性といった新しい知識に対して、プログラムの制作後に振り返りの活動を入れる。
- ③-2 ネットワークを利用した双方向性のあるプログラムの活用例を提示し、具体的に生活や社会の中から問題や課題を設定できるようにする。

- ④新たな課題の設定の学習項目の時数を増やす。

これらの解決策により、さらに主体的・対話的で深い学びを促し、更なる資質・能力を育むことができると考える。以上のことを基に、技術・家庭科における主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業を提案する。

6.2 改善した学習過程の提案

改善した本研究における主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の学習過程を表12に示す。なお、改善した箇所については下線を付記して示す。

表12 改善した主体的・対話的で深い学びを基にしたプログラミングでの授業の学習過程

学 習 項 目	時数	学 習 活 動
1. 知識・技能の習得	3	・コンピュータの操作方法、Studuino のプログラミング環境について確認する。 ・基本的なプログラム（課題2つ）を制作する。 ・ネットワークを利用した双方向性のあるプログラム（課題1つ）を制作する。
2. 生活や社会における問題の発見	1	・防犯や防災などのキーワードを出し、問題を設定する。
3. 問題に対する課題の設定と解決策の構想	2	・問題に対して具体的な課題を設定する。 ・課題を解決するためのプログラムを構想する。
4. プログラムの制作	1.5	・構想したプログラムを制作する。
5. 制作したプログラムの評価・改善・振り返り	1	・制作したプログラムを評価し、課題を発見する。 ・課題に対して改善する。 ・制作したシステムの中でネットワークを利用している部分や双方向性のある部分について確認する。
6. 新たな課題の設定	1.5	・ネットワークを利用した双方向性のあるプログラムによって解決する生活や社会における問題・課題を設定する。

改善した学習過程においても学習項目を6つに分ける。まずはネットワークや双方向性といった知識・技能を習得する。その際、コンピュータや Studuino の操作に困難を感じないようにコンピュータの操作方法、Studuino のプログラミング環境について確認する。次に、防災や防犯などのキーワードをもとにテーマを決め、生活や社会における問題を発見し、それに対する課題や解決策を構想する。その後、プログラムの制作を行い、そのプログラムを評価・改善・振り返りをする。評価・改善では、現時点での課題や課題解決できたところを確認する。その際に出た課題について新たに解決策を構想して改善する。振り返りでは、制作したシステムの

中でネットワークを利用している部分や双方向性のある部分はどこにあたるのか確認し、はじめに学習した知識と制作したプログラムを照らし合わせる。最後に、ネットワークを利用した双方向性のあるプログラムの活用例を提示した上で、具体的に身近な生活や社会の中から問題や課題を新たに設定する。また、主体的・対話的で深い学びとしては、先に示した学習過程と同様で、主に、主体的な学びを学習項目の1・2・4、対話的な学びを学習項目の3・4・5、深い学びを学習項目の5・6に重点において行う。

7. おわりに

本研究では、技術・家庭科における主体的・対話的で深い学びを、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツ及び計測・制御のプログラミングの教育において検討し、授業の提案を行った。まず、文部科学省等の資料から主体的・対話的で深い学びとプログラミングについて国内外の動向を含めて検討した。次に、中央教育審議会等の資料から本研究における主体的・対話的で深い学びの定義について検討し、具体的行動や姿として生徒に育成する力を設定した。そして、それらを基に学習過程を構築し、提案した。その学習過程を基に授業実践案の構築を行い、三重県内の公立中学校で授業実践を行った。対象とした第2学年の生徒全員にアンケート調査と行動観察を行い、授業実践での主体的・対話的で深い学びの有効性を検証した。この結果を基にして、学習過程を改善した。以下、本研究で得られた知見をまとめて以下に示す。

- ・中学校技術・家庭科技術分野における主体的・対話的で深い学びについて定義し、それを基にして本研究における主体的・対話的で深い学びについても定義し、生徒に育成する力を設定した。
- ・本研究における主体的・対話的で深い学びと生徒に育成する力を基にして、授業の題材を設定し、教材を選定し、学習過程を構築した。
- ・検討した学習過程を基にして、授業実践を行い、アンケート調査と行動観察から、主体的・対話的で深い学びの有効性を検証した。
- ・授業実践での成果と課題から、学習過程の学習項目や時数、学習活動を改善し、新たな学習過程を構築した。

今後の課題としては、変化し続ける時代に合わせ、さらに資質・能力を育成することができるように本教科における主体的・対話的で深い学びについて検討し、改善していくことと、構築した学習過程をより良いものにするため、学校現場において改善した学習過程で授業を実践し、その有効性を検討し、さらなる改善を図ることが挙げられる。

付記

本稿は平成28年度特別研究として尾関が取り組んだものを、共同研究者である魚住がまとめ直したものである。

引用文献

- 1) 文部科学省：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第197号），
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf, pp. 9, 20-26(2016)（最終アクセス2019年1月21日）
- 2) 文部科学省：幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）補足資料（4/8），
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_4_4.pdf, pp. 94(2016)（最終アクセス2019年1月21日）
- 3) 前掲1），pp. 28（最終アクセス2019年1月21日）
- 4) 中央教育審議会：21世紀を展望した我が国の教育の在り方について（第一次答申），
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/old_chukyo/old_chukyo_index/toushin/attach/1309590.htm, (1996)（最終アクセス2019年1月21日）
- 5) 教育課程企画特別部会：論点整理，
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2015/12/11/1361110.pdf, pp. 40, 41(2016)（最終アクセス2019年1月21日）
- 6) 家庭、技術・家庭ワーキンググループ：家庭、技術・家庭ワーキンググループにおける審議

の取りまとめ,

http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/065/sonota/__icsFiles/afielddfile/2016/09/12/1377053_01.pdf,
pp. 15(2016) (最終アクセス 2019 年 1 月 21 日)

- 7) 日本産業技術教育学会・技術教育分科会: 技術科教育概論, 九州大学出版会, pp. 221-226(2018)
- 8) 前掲 1), pp. 49-50 (最終アクセス 2019 年 1 月 21 日)
- 9) 教育課程部会: 次期学習指導要領等に向けた審議のまとめについて (報告),
http://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/__icsFiles/afielddfile/2016/09/09/1377021_1_5.pdf, pp. 231-232(2016) (最終アクセス 2019 年 1 月 21 日)
- 10) 前掲 6), pp. 18-19 (最終アクセス 2019 年 1 月 21 日)

参考文献

- ・文部科学省: 中学校学習指導要領 (平成 29 年告示) 解説技術・家庭科編, 開隆堂出版株式会社, pp. 48-59(2017)
- ・三重大学教育学部附属小学校: 第 38 次研究 研究紀要 主体的・対話的で深い学びを実現する授業デザイン, pp. 5-8(2018)
- ・日本産業技術教育学会・技術教育分科会: 新 技術科教育総論, 日本産業技術教育学会・技術教育分科会, pp. 180-185(2009)
- ・アーテック: 商品カタログ 技術科教材,
https://www.artec-k.co.jp/new/ebook/ebook5_2018gi_jyutu/,
pp. 13-14(2018) (最終アクセス 2019 年 1 月 21 日)
- ・磯部征尊: 教室の窓 vol. 55 大学入試改革で小学校・中学校はどう変わるのか?, 東京書籍, pp. 42-44(2018)
- ・田口浩継, 村松浩幸, 森山潤: すぐに使える 移行期からの指導計画・指導資料, 東京書籍, pp. 38-41(2018)
- ・株式会社インターフェース: Interface 第 44 巻, CQ 出版社, pp. 62-64(2018)
- ・田中敏, 山際勇一: 新訂 ユーザーのための教育・心理統計と実験計画法, 教育出版株式会社, pp. 170-17(1992)

資料 1 プログラミングにおける基礎・基本の知識・技能を習得するための手順書



Studuino 説明&手順書

～安心・安全な社会を目指して～



資料-1

<Studuino の使い方>
1. Studuino の開き方

① 「Studuino Software」というアイコンを2回クリックする。



② 「ブロックプログラミング環境」を選択する。



③ 「キャラクター」を選択する。



④ この画面が出たら準備完了！



資料-3

目次

<Studuino の使い方>

1. Studuino の開き方	P. 2
2. プログラミング画面の説明	P. 3
3. プログラムの保存方法	P. 4

<Studuino の基本プログラム> P. 5"

課題 1 スプライトにメッセージを言わせる。

課題 2 LED を点滅させる。

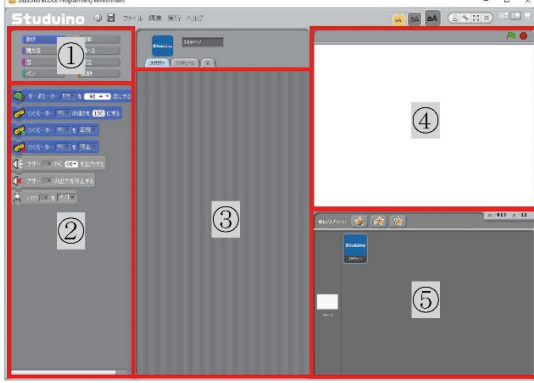
課題 3 タッチセンサーに反応があったらブザーを鳴らす。

課題 4 A のパソコンで赤外線センサーに反応があったら、メッセージを送信し、B のパソコンがメッセージを受け取り、LED を点滅させる。

課題 5 課題 4 の後、B のパソコンのスペースキーを押すとメッセージを送信し、A のパソコンがメッセージを受け取り、LED を点滅させる。


資料-2

<Studuino の使い方>
2. プログラミング画面の説明



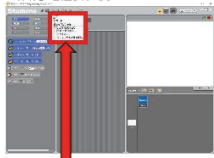
① プログラムのブロックの種類を選ぶ場所です。
② プログラムのブロックを選ぶ場所です。
③ プログラムを作る場所です。
④ スプライトというキャラクターが動く場所です。
⑤ スプライトを選ぶ場所です。

実際に使ってみて、
使い方を覚えていこう！！

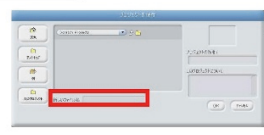


資料-1

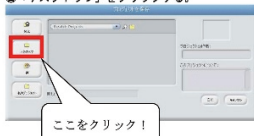
<Studiounoの使い方>
3. プログラムの保存方法
①「ファイル」を選択して、「名前をつけて保存」を選択する。



④「新しいファイル名」は「課題○●班●●●△△」
課題の番号
課題4, 5は4Aや5Bのようにパソコンの記号も書く。
班の番号
作った人の出席番号を「」で区切って全員分書く。



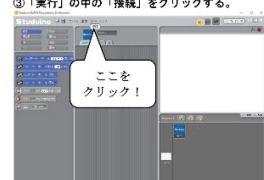
②「デスクトップ」をクリックする。



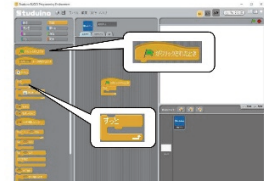
③「共有 server」→「1. 技術」→「2018.2年」→「2年●組」の順に選択する。

資料-2

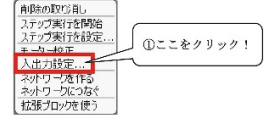
<Studiounoの基本プログラム>
課題2 LEDを点滅させる。
①Studiounoの基盤のA4にLEDを取り付ける。
②Studiounoの基盤をUSBケーブルでパソコンとつなぐ。
③「実行」の中の「接続」をクリックする。



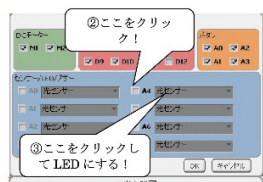
④「制御」の中の「点滅」を持ってくる。
⑤「制御」の中の「点滅」の下につける。



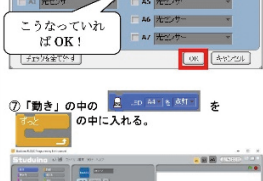
⑥「編集」から「入出力設定」を選択し、A4の左の口（四角）をクリックして「光センサー」をクリックして「LED」に変更、OKをクリックする。



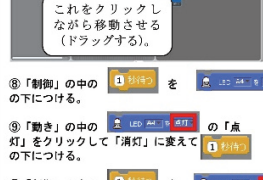
⑦「動き」の中の「待つ」を「動き」の中に入れる。



⑧「制御」の中の「点滅」の下につける。



⑨「動き」の中の「待つ」をクリックして「満灯」に変えての下につける。

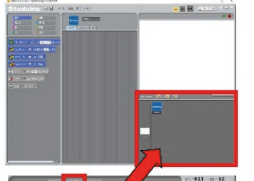


⑩「制御」の中の「点滅」の下につける。


（次のページへ続く）

資料-4


<Studiounoの基本プログラム>
課題1 スプライトにメッセージを言わせる。
①スプライト（キャラクター）を選ぶ。




②「制御」の中の「待つ」を持ってくる。
これをクリックしながら移動させる（ドラッグする）。
このとき、選んだスプライトを確認する。



③「見た目」の中の「背景色・色」を持ってくる。
「背景色・色」の下に「背景色・色」をつける。

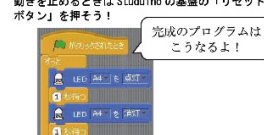


プログラム完成！名前を付けて保存しよう！（4ページへ）
右上の「実行」をクリックするとプログラムが始まるよ！
メッセージは「LEDが点滅」をクリックすると変更できるよ！

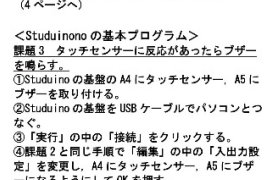


資料-3


プログラム完成！
右上の「実行」を押してLEDが点滅するか試してみよう！
動きを止めるときはStudiounoの基盤の「リセットボタン」を押そう！




④「制御」の中の「待つ」を持ってくる。
⑤「制御」の中の「待つ」の下につける。



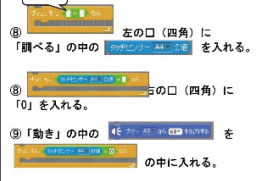
⑥「制御」の中の「待つ」の下につける。



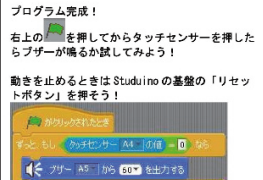
⑦「実行」の中の「接続」をクリックする。
⑧課題2と同じ手順で「編集」の中の「入出力設定」を変更し、A4にタッチセンサー、A5にブザーになるようにしてOKを押す。



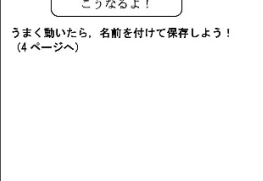
⑨「制御」の中の「待つ」を持ってくる。
⑩「制御」の中の「待つ」の下につける。



⑪「動き」の中の「待つ」を「動き」の中に入れる。



プログラム完成！
右上の「実行」を押してからタッチセンサーを押したらブザーが鳴るか試してみよう！
動きを止めるときはStudiounoの基盤の「リセットボタン」を押そう！



うまく動いたら、名前を付けて保存しよう！（4ページへ）

資料-5

