

研究課題	教育版レゴ®マインドストーム®を用いたプログラミング学習による「論理的に考える力」「読み解く力」「言語能力」の育成を目指した小中連携カリキュラムの作成
キーワード	論理的に考える力, 読み解く力, 言語能力, トライ&エラー,
学校/団体名	岐阜大学教育学部附属学校
所在地	〒500-8482 岐阜県岐阜市加納大手町 74 番地
ホームページ	<a href="http://www.fuzoku.gifu-u.ac.jp/">http://www.fuzoku.gifu-u.ac.jp/</a>

## 1. 研究の背景

今日、コンピュータは人々の生活の様々な場面で活用されている。家電や自動車をはじめ身近なものも多くにもコンピュータが内蔵され、人々の生活を便利で豊かなものにしていく。誰にとっても、職業生活をはじめ、学校での学習や生涯学習、家庭生活や余暇生活など、あらゆる活動において、コンピュータなどの情報機器やサービスとそれによってもたらされる情報とを適切に選択・活用して問題を解決していくことが不可欠な社会が到来しようとしている。

コンピュータをより適切、効果的に活用していくためには、その仕組みを知ることが重要である。コンピュータは人が命令を与えることによって動作する。端的に言えば、この命令が「プログラム」であり、命令を与えることが「プログラミング」である。プログラミングによって、コンピュータに自分が求める動作をさせることができるとともに、コンピュータの仕組みの一端をうかがい知ることができるので、コンピュータが「魔法の箱」ではなくなり、より主体的に活用することにつながる。

このように、コンピュータを理解し上手に活用していく力を身に付けることは、あらゆる活動においてコンピュータ等を活用することが求められるこれからの社会を生きていく子供たちにとって、将来どのような職業に就くとしても、極めて重要なこととなっている。諸外国においては、初等教育の段階からプログラミング教育を導入する動きが見られている。日本においても、次期学習指導要領において「プログラミング的思考」などを育むプログラミング教育の実施が求められている。学校においては、児童がプログラミングを体験し、自らが意図する動きを実現するために試行錯誤することを通して、楽しさや面白さ、ものごとを成し遂げたという達成感を味わえるような教育課程の創意工夫が求められている。

しかし、プログラミング教育をどのように進めていくのかといった具体的なことについては明確になっているとは言い難い。さらに、次期学習指導要領において導入された小学校でのプログラミング教育を考えるには、中学校とどのように接続し、義務教育終了段階でどのような資質・能力を身に付けられるようにするかを考えなければならない。しかし、そういった実践例は少なく、実際にどのようなカリキュラムを作成すればよいかは、まだ明確になっていない。

## 2. 研究の目的

プログラミング教育は、次期学習指導要領において「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けられた「情報活用能力」を育成するための1つの学びとして行うとされている。この情報活用

能力を育成するための「情報手段(ICT)を適切に活用した学習活動の充実」において、小学校では「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」を行う必要があるとされている。そこで、この学習活動を「プログラミング教育」(児童にとっては「プログラミング学習」)として、取り組んでいく。プログラミング教育の目標は具体的に次のように定められている。

【知識及び技能】	【思考力, 判断力, 表現力等】	【学びに向かう力, 人間性等】
身近な生活でコンピュータが活用されていることや, 問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。	発達の段階に即して, 「プログラミング的思考」を育成すること。	発達の段階に即して, コンピュータの働きを, よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。

さらに【思考力, 判断力, 表現力等】にあるプログラミング的思考は, 「自分が意図する一連の活動を実現するために, どのような動きの組合せが必要であり, 一つ一つの動きに対応した記号を, どのように組み合わせたらいいのか, 記号の組合せをどのように改善していけば, より意図した活動に近づくのか, といったことを論理的に考えていく力」と定義されている。

本校では, このプログラミング的思考は, コンピュータやプログラミングの概念にもとづいた問題解決型の思考となってしまっていて, この力を他教科や領域等で発揮して学ぶ児童の姿が捉えにくいと感じた。そこで, このプログラミング的思考の育成といった小学校プログラミング教育の目標を踏まえつつ, 小学校と中学校をつなぎ, さらに教科横断的な視点から, 以下のよう

論理的に考える力	読み解く力	言語能力
目的や条件に合わせ, 根拠を明確にし, 順序よく考える力	場面に含まれる条件や記号とその組み合わせが表している意味を理解する力	自分が意図する動きや意味を的確に表現する力

この3つの力は, 小学校だけで途切れるものではなく, 中学校でも大切にしていけるべきものがあると考える。幸い本校は, 岐阜大学教育学部附属中学校と隣接しており, これまでも学校研究や教科指導について連携を図ってきた。そこで, 今回のプログラミング教育においても, まず小学校のカリキュラムを作成し, その後中学校技術科を中心に連携を図り, 義務教育9年間のカリキュラムを作成しようと考えた。これが研究の目的である。

### 3. 研究の経過

研究を進めるにあたり, まずは小学校のプログラミング教育において「何を使って」「どのように」学ぶのかということをはっきりさせる必要があると考えた。「何を使って」ということに関して, 平成29年度に実践した授業(小学校総合的な学習の時間, 中学校技術・家庭科(技術分野))での児童生徒の姿から, 教育版レゴ®マインドストーム®に着目した。小・中学校で実施するプログラミング教育において, 同一の教材を用いた発展的な指導が容易であると考えた。さらに, 教育版レゴ®マインドストーム®は, プログラミングに関する言語知識がない小学生でも簡単に取り組み, 中学生においても使用するセンサーを増やすなどの方法で発展的に学習をする

ことができることから教材を決定した。

「どのように」学ぶのかということに関わっては、小学校で教育版レゴ®マインドストーム®を用いたプログラミング教育の実践例がほとんどなく、試行錯誤を繰り返すしかなかった。そこで研究1年次は各学年での実践を3つの時期に分散し、学習内容・活動を工夫改善しながら進めていくこととした。そして、2年次は各学年のカリキュラムについて、細かい修正を行っていくために同学年全学級について同時期に学習を進めることとした。

時期	取組内容	評価のための記録
2018.4	○研究計画の立案	
5	○カリキュラム案作成	
6	○小学校における授業実践 ・第4・5・6学年 各1学級 ・カリキュラム検討	○授業記録及び分析 ○児童のワークシートの分析
9	○小学校における授業実践 ・第4・5・6学年 各1学級 ・カリキュラム検討	○授業記録及び分析 ○児童のワークシートの分析
1 1	○文部科学省「これからの時代に求められる資質・能力を育むためのカリキュラム・マネジメントのあり方に関する調査研究」公表会にて 授業公開・授業研究	○作成したカリキュラムの有効性について参加者と意見交流
1 2	○中学校における授業実践 第2学年4学級	○授業記録及び分析 ○生徒のワークシートの分析
2019.1	○小学校における授業実践 ・第4・5・6学年 各1学級 ・カリキュラム検討	○授業記録及び分析 ○児童のワークシートの分析
	○岐阜県教育委員会 基礎形成選択研修にて 授業公開・授業研究	○作成したカリキュラムの有効性について参加者と意見交流
2	○小学校における授業実践 ・第1・2・3学年 全学級 ・カリキュラム検討	○授業記録及び分析 ○児童のワークシートの分析
	○中学校における授業実践 ・第1学年全学級	○授業記録及び分析 ○生徒のワークシートの分析
4	○2年次（2019年度）研究計画の立案とカリキュラムの改善	
5	○小学校における授業実践 ・第5学年 全学級	○授業記録及び分析
6	○岐阜大学教育学部附属小学校 中間研究会にて 授業公開・授業研究	○児童のワークシートの分析
1 0	○小学校における授業実践 ・第1・3・6学年 全学級	○授業記録及び分析
1 1	○中学校における授業実践 ・第2学年 全学級	○児童のワークシートの分析 ○授業記録及び分析
2020.1	○岐阜県教育委員会 基礎形成選択研修にて 授業公開・授業研究	○生徒のワークシートの分析 ○作成したカリキュラムの有効性について参加者と意見交流
	○小学校における授業実践 ・第2・4学年 全学級	○授業記録及び分析
	○プログラミング教育公表会にて 取組発表・授業公開・授業研究	○児童のワークシートの分析
2	○研究のまとめ	○児童アンケートの分析

#### 4. 代表的な実践

研究当初、第4学年以上の学年での学習を考えていたが、第1学年から継続的・段階的に指導をすることが資質・能力の効果的な育成に繋がると考え、カリキュラムを見直した。しかし、教育版レゴ®マインドストーム®は、Bluetooth による接続や不具合に即時に対応できる操作スキルが求められる。そこで、各学年において学習のねらいと、使用する教材を下のよう整理した。

学 年	第1学年	第2学年	第3学年	第4学年	第5学年	第6学年
ねらい	操作スキルの育成 キーワード：親しむ・慣れる			プログラミング的思考の育成 キーワード：活用する・つくる		
教 材	SCRATCH Jr (iPad)			教育版レゴ®マインドストーム® (iPad)		
処 理	順次処理	順次処理	条件処理	順次処理	反復処理・条件処理	分岐処理

使用する教材について、研究当初は小・中学校で実施するプログラミング教育において、同一の教材を用いた発展的な指導が容易であると考えたことから中学校でも教育版レゴ®マインドストーム®を用いて実践をしていた。しかし、実践を進めていくにつれ、中学校においては、小学校で用いているような車型のままの学習では物足りなくなってきた。そこで、教育版レゴ®マインドストーム®を変形することを含めて実践を行ってみたところ、予想以上に授業時数がかかったり、部品が紛失したりと問題が出てきた。そこで、ラズベリーパイ（ハードウェア）とスクラッチ（ソフトウェア）を用いたプログラミング学習を行うこととした。そして、岐阜大学教育学部技術教育講座の福岡研究室と連携を図り、「ネットワークアプリ制作」の学習を出口として考えている。

##### (1) 第2学年の実践

第2学年では、SCRATCH Jr (iPad) を用いて、「シュートをきめよう」という状況をつくりプログラミングに取り組んだ。児童は、ミッションをクリアするためにどのようにスプライトを動かせばよいかを考える。全3時間の計画で、同時に動かすスプライトの数を増やしていきようにした。そうすることで、途中で「待機する」というプログラムが必要になったり、「秒数でタイピングを調整する」という論理的に考える力が必要になったりする。低学年だからといって、すべてを教師が「こうやってやるんだよ」と教えるのではなく、相応しいミッション（状況）を段階的に提示し、「とりあえずやってみよう」と児童が取り組み、見つけ出ししていくことが大切である。本校ではこの授業スタイルのことを「トライ&エラー」と呼んでいる。プログラミング学習には自分が「トライ」したことに対する結果がすぐ返ってくるという特長がある。「トライ&エラー」を何度も繰り返すことができる活動時間を保証することで、児童は次第に目的と根拠を明確にしながらかし思考したり、仲間と協働したりできるようになる。

そこで、単位時間の流れを以下のように整理した。

<ul style="list-style-type: none"> <li>①各学年の生活場面に合わせた具体的な場面から課題を把握すること</li> <li>②プログラムを作成する前に、簡単なアクティビティ図によって見通しをもつこと</li> <li>③プログラムを作成し、さらにより簡潔で汎用性のあるプログラムに修正すること</li> <li>④作成したプログラムをもう一度アクティビティ図に表わし、学びを自覚すること</li> </ul>
--

アクティビティ図とは、SCRATCH Jr や教育版レゴ®マインドストーム®などのプログラム言語を簡単な日本語に直して表した図のことである。本校ではこの図を学びの自覚のために使用している。それは、いくら「トライ&エラー」を繰り返していたとしても、「何回もやったらよく分からないけどできた」という意識のまま学習が終わってしまっただけでは意味がないと感じたからである。「トライ&エラー」を充実させるために見通しの段階では簡単な図でよいこととし、学びの自覚のために単位時間の終末にきちんと図をかいて整理するとして単位時間の活動を仕組んでいくこととしている。

図1, 2は児童がかいた図である。第2学年では、児童は自分がしたことを矢印やその対応するプログラムを真似した記号等を使って思い思いに図をかいている。それを学年が上がるにつれて徐々に書き方を整理していくことで、第6学年では反復処理や分岐処理が入った複雑なプログラムになっても図に表すことができるようになる。3つの資質・能力を育むためには、とても有効な手立てであると考えている。

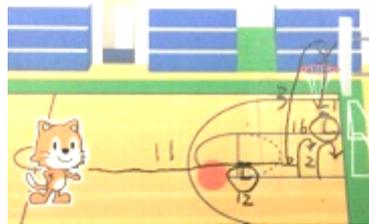


図1：2年生の児童がかいた図

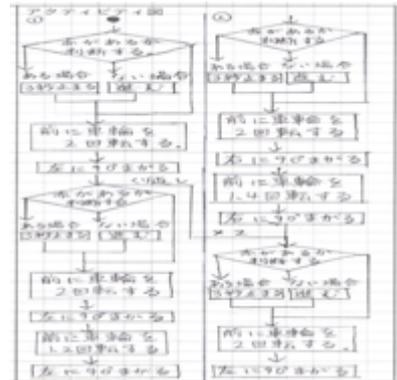


図2：6年生の児童がかいた図

(2) 第4学年の実践

第4学年では児童が普段飼育している動物にえさを届ける状況を設定した。

<p>④</p>	<p>レゴマインドストームを用いて、「目的地までなるべく早く進み、目的地で止まる」という意図した活動を追求することを通して、その解決の仕方を考え、問題解決のためには必要な手順に気付くことができる。</p> <p>【思考力・判断力・表現力等】</p> <p>レゴの動きの概要                  ①直線的な動き                  ②止まる                  ③曲線的な動き                  ④止まる                  ⑤向きを変える                  ⑥直線的な動き                  ⑥最後に止まる</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>前時得たプログラムをより簡潔にするための工夫を確認する                     <ul style="list-style-type: none"> <li>直進する動き、曲がる動きの数を減らし、簡潔にする。</li> <li>どのように曲がるかを考える</li> </ul> </li> <li>ミッションを理解し、プログラムを考える                     <p>動物たちにエサと水をとどけよ！！</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ミッションに対してレゴをどう動かすかを考える。</li> <li>通るルートを確認して、必要な動きを決め出す。</li> <li>実際にコースを歩いてみて、必要な動きを考える。</li> <li>決め出した動きを順序良く組み合わせる。</li> <li>目的地まで進むプログラムを考え、アクティビティ図で表す。</li> </ul> <p>論理的に考える力 読み解く力</p> </li> <li>アクティビティ図をもとにiPadにプログラムを入力し、コースで試しながらミッションに取り組む                     <ul style="list-style-type: none"> <li>試行錯誤を繰り返し、プログラムを修正していく。</li> <li>「どれだけ」直進するのか、「どれだけ」向きを変えるのかを考え、プログラムに必要な数値を明らかにする。</li> </ul> <p>論理的に考える力 言語能力</p> </li> <li>完成したプログラムをアクティビティ図に表す                     <ul style="list-style-type: none"> <li>プログラムのブロックと、アクティビティ図を対応させ、自分がどんなプログラムを組んだのかを自覚する。</li> <li>プログラムのブロックやアクティビティ図から、「どれだけ直進するのか」など、「どれだけ」を決めることが必要であることに気付く。</li> <li>プログラムのブロックの数やアクティビティ図からプログラムが簡潔かを考える。</li> </ul> <p>読み解く力 言語能力</p> </li> <li>プログラムを発表し、より簡潔にするための工夫を整理する                     <ul style="list-style-type: none"> <li>直進する動き、曲がる動きの数を減らし、簡潔にする。</li> <li>どのように曲がるかを考える。</li> <li>曲線的な動きをどうやって実現させるかを考える。</li> </ul> </li> <li>プログラミングを通して学んだことを発表する                     <ul style="list-style-type: none"> <li>順序良く考えること</li> <li>試行錯誤すること</li> <li>より簡潔なものを求めること</li> </ul> </li> </ol>	<p>【理科】 「性質や特徴を調べよう」</p> <p>【算数】 「変わり方のきまりを見つけよう」</p> <p>【国語】【外国語】 「考えや思いを伝え合おう」</p>
----------	---	--	--



うになった。これは「論理的に考える力」「読み解く力」「言語能力」の3つの資質・能力が発揮された姿であると考えている。

研究2年次の末に児童の意識を調査するため、アンケートを行った。そのアンケートの中の「プログラミング学習は楽しいですか」という設問に対して98%の児童が「とても楽しい」「楽しい」と感じていることがわかった。さらにその理由を問う設問に対しては、以下のような記述が見られた。

- ・ 「ここを改善すればこう動く」と考えて想像しながらやるのが楽しい。
- ・ 何度も試して微調整を繰り返すと目標が達成されるからうれしい。
- ・ プログラミングは難しいけれど、仲間と相談しながらがんばるから楽しい。
- ・ 自分たちが分からないことを自分から調べるので色んな知識が身に付く。

これからの記述から児童は「論理的に考える力」「読み解く力」「言語能力」の3つの資質・能力を駆使しながら取り組むことに楽しさを見出していることが分かる。

さらに「プログラミング学習を通してできるようになったことは何ですか」という複数選択式の設問に対しては次の表のような結果が得られた。

選択	内 容	割合(%)	
(1)	あきらめずに考えること	22	(1)(2)(6)を選択した児童の割合が大きいことから「論理的に考える力」「読み解く力」の高まりを児童も実感していることが分かる。特に(2)に関しては、「図をかく」ことを継続的にやってきたからこそ自分がどう考えたのかが自覚できたのだと考える。
(2)	順序よく考えること	20	
(3)	部分にわけて考えること	9	
(4)	分かりやすく伝えること	7	
(5)	図を正しくかくこと	17	
(6)	条件に合わせて工夫すること	25	

また、本校教師を対象としたアンケートにおいて、児童の成長について以下のような記述が見られた。

- ・ 「できた」と思っても、もっと簡単に、より日常生活に通用するようにさらに工夫しようとチャレンジできるようになってきた。
- ・ 日常生活や教科の授業で「トライ&エラーを何度も繰り返すことが大切」と伝えても実感がわかないことが、プログラミング教育であれば、そのよさを実感しながらすることができるようになってきたと思う。
- ・ 課題解決型の学習において、主体的に考える姿が増えました。子ども自身が課題を見つけ、その課題に向かっていくことで、その課題を何とかしたいなあ、と行動する姿が印象的です。
- ・ 生徒指導(対人関係)にも生かすことができ、特に感情をコントロールすることが難しい子には有効でした。

これらの記述から、教師も児童の高まりを実感していることが分かる。プログラミング教育において児童と教師が同じことを大切にして取り組んできたからこそ、同じことに高まりを感じることができたと考える。

## 6. 今後の課題・展望

本研究の課題として①児童の資質・能力の高まりと②中学校のカリキュラムの検討の2点が挙げられる。

①について、児童アンケートより児童は「部分に分けて考えること（論理的に考える力）」「分かりやすく伝えること（言語能力）」の高まりをあまり実感できていないことが分かった。

「部分に分けて考えること」については、プログラミング学習に取り組む児童の様子からも弱さを見取ることができる。例えば、児童が一連のプログラムをつかって実行し、エラーが出たとする。多くの児童はプログラムを見直し、修正し、もう一度最初から実行する。「部分に分けて考えること」ができると、エラーが出た部分だけを取り出し、そこだけを試行するようになる。この姿をイメージし、教師が単位時間の中で声をかけていくことがこれから重点的に行っていく必要がある。

「分かりやすく伝えること」については、児童がその高まりを実感するためにはプログラミング学習だけでは難しい。仲間と考えを伝え合いながら完成させる力を生かして、各教科等の様々な議論の場で課題に対する結論を導いていくような授業展開を設定していく必要がある。

さらに、アンケートから児童も教師も「他の教科や生活の場面等で学んだことを生かしている」という意識が弱いことが分かった。どんな資質・能力がどんな場面で発揮されているのかを教師が整理し、まず教師が意識して指導をしていかなければならない。

②については、今回の取組期間では、小学校でプログラミング学習を経験した児童が中学校でプログラミングの学習をすることができなかった。児童や生徒の経験によって学習内容は大きく変化する。本研究の成果である小学校のカリキュラムをもとに中学校では、従前からの計測・制御に加えて、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ついても取り上げていきたい。特に、ネットワークデータを使い、誰かのためのアプリを作ることを通して、情報の技術の見方・考え方を働かせ、問題を見いだして課題を設定し解決できるようにしたい。そして、課題であった「部分に分けて考えること」を高めていくためデバッグに焦点をあてた学習活動・過程を仕組んでいきたい。



## 7. おわりに

近年、〇〇教育という言葉が増えている。本研究に取り組む中で、常に「〇〇教育を通して児童生徒にどんな力を育みたいのか」という本質に立ち返ることの重要性が分かった。本研究を広げ、児童生徒の義務教育9年間の学びをデザインしていきたいと考える。

## 8. 参考文献

- ・小学校 学習指導要領，文部科学省，平成 29 年 3 月
- ・中学校 学習指導要領，文部科学省，平成 29 年 3 月
- ・小学校プログラミング教育の手引（第二版），文部科学省，平成 30 年 11 月