

# ミニドローンを用いた小・中学校連携プログラミング教育の 環境と教材の開発

大森康正<sup>1</sup> 今出亘彦<sup>1</sup> 南雲秀雄<sup>2</sup> 武村泰宏<sup>3</sup>

**概要**：2020年度から小学校から高等学校まで段階的にプログラミング教育が年次進行で実施される。本研究では、ミニドローンを用いたプログラミング教育の環境の開発を行った。また、その環境を用いて、小・中学校における体系的なプログラミング教育を実施するための資質・能力および評価規準の見直しを行い、それに対応したコーディングシートの開発を行った。開発したプログラミング教育環境と教材の評価を行った結果、小学校高学年から利用できることが示唆された。新しい学習指導要領においては“教科等を学ぶ意義と、教科等間・学校段階間のつながりを踏まえた教育課程の編成”が求められ事から、評価結果、実践事例を踏まえて、その可能性について述べる。

**キーワード**：プログラミング教育, Python, 小・中学校連携, ミニドローン

## Development of an Environment and Teaching Materials for Elementary and Junior High School Collaborative Programming Education Using Mini Drones

Yasumasa Oomori<sup>†1</sup> Nobuhiko Imade<sup>†1</sup> Hideo Nagumo<sup>†2</sup> Yasuhiro Takemura<sup>†3</sup>

### 1. はじめに

2017年3月に告示された小学校学習指導要領 [1]によって、小学校からプログラミング教育が実施される。学習指導要領における一つの方向性として、“教科等を学ぶ意義と、教科等間・学校段階間のつながりを踏まえた教育課程の編成” [2]が求められている。

小学校におけるプログラミング教育は、各教科等の中で、プログラミングの体験を通してプログラミング的思考を身につけることを目指している [3]。中学校におけるプログラミング教育は技術・家庭科技術分野において実施されている。ここでは小学校において育成された資質・能力を基に、生活や社会の中からプログラムに関わる問題を見いだして課題を設定する力、プログラミング的思考等を発揮して解決策を構想する力、処理の流れを図などに表し試行等を通じて解決策を具体化する力などの育成である。加えて、順次、分岐、反復といったプログラムの構造を支える要素等の理解を目指すために、従前はソフトウェアを用いて学習することの多かった「デジタル作品の設計と制作」に関する内容についても、プログラミングを通して学ぶこと [4]としている。同様に高等学校の教科「情報」においても、プログラミング教育のつながりに基づいたカリキュラムとなっている。

一方、小学校における多くのプログラミング教育実践は、プログラミング体験に留まり、中学校への連携を考慮した体系的なプログラミング教育の実践は見当たらない。

著者らは、プログラミング的思考を小学校の教育フェーズだけに委ねるのではなく、高等学校教育の最終フェーズにおいて、“何が出来るようになるか”に基づいて体系化することが重要であると考えている。著者らは、初等・中等教育において体系的なプログラミング教育を可能とするため、プログラミング教育で育む資質・能力および評価規準案 [5]を提案し、これら教育実践に基づいた教材等の開発を行っている。

著者らは、初等・中等教育における体系的なプログラミング教育の評価規準 [5]を基に、教科間および校種間連携を考慮したプログラミング教育で育む資質・能力および評価規準について再考を行ってきた。また、小学校段階と中学校段階で連携したプログラミング教育の題材として、児童生徒の生活圏に関係する生活・社会課題である農業・防災分野で近年注目を集めているドローンに注目して開発を行っている。

本稿では、新たに改訂したプログラミング教育で育む資質・能力および評価規準、ミニドローンを用いたプログラミング環境および教材の有効性について詳述し、小・中学校連携によるプログラミング教育の可能性について報告する。

### 2. プログラミング教育の資質・能力と到達目標

小学校プログラミング教育における資質・能力や到達目

1 上越教育大学  
Joetsu University of Education  
2 新潟青陵大学  
Niigata Seiryu University  
3 大阪芸術大学  
Osaka University of Arts

標などに関する先行研究として、ベネッセコーポレーションの“プログラミングで育成する資質・能力の評価規準（試行版）”[6]、小島らによるプログラミング教育で育てる質能力表[7]などがある。それらの多くは小学校プログラミング教育のみを対象としており、筆者の知る限り初等・中等教育全般を通じた校種間連携を考慮したものは多くない。我々も参考文献[5]においては、校種間連携を考慮することを目指していたが完全ではなかった。また、近年の小学校プログラミング教育で注目を集めている Scratch などは、近代的なオブジェクト指向プログラミング言語の流れを汲むこと、micro:bit などはイベント駆動のプログラミングが可能であることなどから、従来の手続き型言語の考え方である逐次、繰り返し、判断などの基本構造だけでは手順を構造化できないと考えられる。

このような要因を基に、我々は、プログラミング教育で育む資質・能力の項目を表 1 のように再定義をした。逐次、繰り返し、判断などの基本構造に関する資質・能力については項目を立てずに、アルゴリズムを表現する要素と考え思考力・判断力・表現力等の中の(E)手順化に組み込む事とした。詳細は文末の表 7 を参照のこと。

表 1 プログラミング教育で育む資質・能力の項目

(知識)知識・技能	(A)コンピュータの利活用
	(B)プログラミング技術に関する知識・技能
	(C)コンピュータサイエンスに関する知識
(思考)思考力・判断力・表現力等	(A)問題発見
	(B)分解
	(C)抽象化
	(D)一般化
	(E)手順化
	(F)評価
(学び)学びに向かう力・人間性等	(A)問題発見・問題解決を行う態度
	(B)多様性を認める人間性

新たに提案しているプログラミング教育で育む資質・能力および評価規準（表 7）の主な特徴としては、

- 小学校段階では、他の先行事例と同じく、小学 1・2 年生を低学年、小学 3・4 年生を中学年、小学 5・6 年生を高学年としている
- 低学年および中学年は、分解および手順化に重点をおいており、アルゴリズムに基づきプログラム言語で表現するための基礎を習得することを主な目的としている
- 高学年においては、中学校への接続を考慮し、身近な生活圏に関わる課題に対して、プログラムを用いて解決できることに気づくことを目的としている
- 中学校および高等学校は、プログラミングを扱う教科の特徴から実施学年を設けていない

などがあげられる。

### 3. ミニドローンを用いたプログラミング環境

#### 3.1 対象としているミニドローン

プログラミング教育を行うには、これまでの経験により児童生徒のモチベーションの維持が重要であると考えている。モチベーションの維持には、カリキュラムの工夫が重要であるが、児童生徒にとって身近な生活課題を扱うことで、自分たちの活動が地域にとって有意義なものであるという意識（自己肯定感）も重要であると考えている。また、その意識が、近い将来、成人として地域社会の中で活動する際の大きな原動力になると期待される。

著者が勤務している信越地域は、米など農産物の生産が広く行われている全国でも有数の地域である。また、近年は大規模災害が頻発していることなどから、農業や防災分野においてドローン等を活用した AI(Agri-Informatics)農業が注目されている。よって本研究ではドローンを用いたプログラム教育の環境を構築する事とした。しかし、ドローンは飛行させるための制約が大きく気軽に飛ばすことはできない。そこで、飛行の制限がなく室内でも扱えるミニドローンを教具として選んだ。本研究では、python 等のプログラミング言語で利用できる SDK が公開されていること、ブロック型プログラミング環境（図 2）が提供されていること、前面にカメラが付いており動画撮影が行えることから図 1 の Tello Edu を選択した。



図 1 使用するミニドローン(Tello Edu)



図 2 提供されているプログラミング環境

#### 3.2 開発したプログラミング環境

提供されているブロック型プログラミング環境はタブレットや Scratch 等で利用可能であるが、撮影した映像などを利用するなど、高等学校や中学校で将来導入が検討されている AI 技術の応用などへの拡張性がない。そこで、今回新たにプログラミング環境の開発を行った。開発環境は以下の通りであり、Windows10 および MacOS で動作することを

確認している。

- Python 3.7.6
- PyCharm 2019.3.1 (Community Edition)
- opencv 3.4.2
- pillow 7.0.0
- pyzbar 0.1.8
- matplotlib 3.1.1
- numpy 1.17.4

開発したプログラミング環境 (図 3) の主な特徴は、(1) ドローンが撮影した QR コードを用いた計測・制御機能、(2) FPV 映像を録画 (静止画像、動画) する機能、(3) ドローンの飛行状態が把握できる機能、(4) ドローンの緊急停止機能、(5) Python3.7 によるテキスト型のプログラミング環境である。

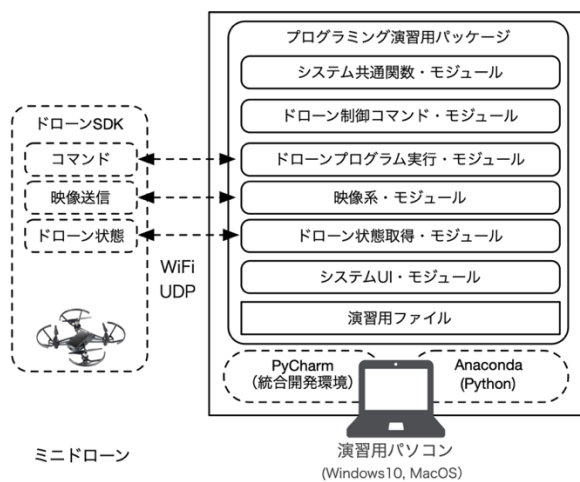


図 3 開発した環境 (システム構成)

(1) **ドローンが撮影した QR コードを用いた計測・制御機能**

本機能は、独自に開発したもので QR コードに文字列を埋め込んでおき、ドローンのカメラで QR コード撮影 (図 4) をして文字列を解読する関数 (表 2 の get\_qrcode()関数) を提供している。これによって、農地毎に何をするかを農地の管理者が決めて QR コードを設置しておくことでドローンの行動を指示することが可能となる。プログラムを開発する側は、農地管理者と打合せを行い読み込む文字列毎にドローンの動きを設定することが可能であり汎用性が高まると考えられる。

(2) **FPV 映像を録画 (静止画像、動画) する機能**

農作物の生育状況や、災害が発生している地域の様子を確認するには映像の録画機能が有効である。また、将来、高等学校の教科「情報」などで機械学習などを活用する場合にも連携が可能となると考えられる。静止画像は、プログラミング環境のユーザーインターフェース (図 5) の右下に

表示される。動画は、指定されたフォルダに、撮影時間を付与されたファイル名として保存しており、後で確認できるようになっている。

(3) **ドローンの飛行状態が把握できる機能**

ドローンの飛行状態をリアルタイムに知る (図 5 の左側にあるグラフ表示) ことで、プログラムの修正などを速やかに行うことが可能となる。また、ドローンの状態は SDK で取得できる範囲を CSV 形式によって PC 等に保存されている。これによってデータ解析などに応用が可能である。

(4) **ドローンの緊急停止機能**

ドローンをプログラムで飛ばした場合、予期せぬ動きをすることがある。例えば、エアコンからの風など周辺環境の影響、プログラミングミス、ドローンが命令を読まなかった場合など、複数で利用している際に他の班のドローンが児童生徒の背後にまわり衝突するなどの不測の事態が生じることがある。そのために、ドローンのモーターをすべて止める緊急停止機能を装備している。

(5) **Python3.7 によるテキスト型のプログラミング環境**

一般に、テキスト型言語によるプログラミングはブロック型に比べてタイプミスによる文法エラー、児童生徒のキーボード操作の慣れなどにより教員に負荷がかかることが言われている。しかし、近年のエディタ環境は、命令等の自動補完機能、自動保存機能、プログラムの整形機能などを装備しており、初心者にも扱いやすいと思われることから、すでに提供されているエディタを利用できるようにしている。開発した環境では、統合開発環境 PyCharm を用いている。



図 4 ドローンが捉えた QR コード (赤枠は筆者が追加)

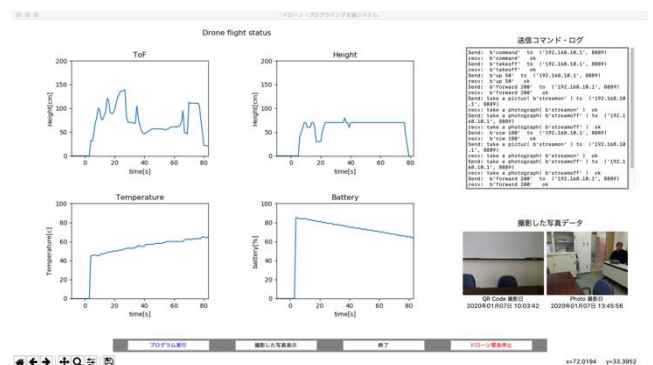


図 5 プログラミング環境

表 2 主な命令 (関数)

コマンド	引数	説明	返値
command()	なし	Tello Edu のモードを SDK2 に設定 (最初にこのコマンドを送信する必要がある)	なし
takeoff()	なし	離陸	なし
land()	なし	着陸	なし
stop()	なし	ホバリング (次のコマンドを 50 秒以内に送信)	なし
up(x)	x: 20cm ~200cm	上昇	なし
down(x)	x: 20cm ~200cm	下降	なし
left(x)	x: 20cm ~200cm	左側に動く	なし
right(x)	x: 20cm ~200cm	右側に動く	なし
forward(x)	x: 20cm ~200cm	前進	なし
back(x)	x: 20cm ~200cm	後進	なし
cw(x)	x:1 度~ 360 度	時計回りに回転 (Clockwise Rotation)	なし
ccw(x)	x:1 度~ 360 度	反時計回りに回転 (Counter Clockwise Rotation)	なし
end()	なし	すべてのコマンドを終了 (一番最後に送信する必要がある)	なし
streamon()	なし	ビデオ録画開始	なし
streamoff()	なし	ビデオ録画終了	なし
set_speed(x)	x:10~ 100	ドローンの動くスピードを指定	なし
get_qrcode()	なし	QR コードを撮影して解析	文字列
get_speed()	なし	ドローンに設定されているスピード情報を得ることができる	数値
get_battery()	なし	ドローンのバッテリー残量を得ることができる	%
emergency()	なし	緊急停止 (4 つのモータを停止させる)	なし

## 4. ミニドローンを用いた教材

### 4.1 小・中学校連携のプログラミング教材の考え方

本教材では、表 7 のプログラミング教育で育む資質・能力と評価規準のうち、(B)分解と(E)手順化の修得に適していると考えられる。ドローンを飛ばすプログラムを作成する

には、ドローンの飛行経路を 3 次元に考える必要がある。その際の考え方として、まず始めに、飛行経路を出発地から途中の経由地を経て最終目的地まで飛ぶルートを考える。次にドローンの基本命令 (離陸, 上昇, 前進など) を、飛行経路のどの場面で使うかを検討させる。その検討結果に基づき、実際の命令を並べさせるという手順を行うことでプログラムを作成できる。その際、実際に動きを確認できながら間違いを探す試行錯誤が可能である事も適している理由である。

ドローンのように実際に動作を見ることが出来る教材としては、自動走行車などがあるが、動きが 2 次元である。ドローンは、2 次元から 3 次元の動きをすることから、課題の難易度を多段に設定できると考えられるため、自動走行車などに比べて手順化を段階的に学べる特徴がある。

その際、分解や手順化を見習生に理解させるために、技術教育の材料加工の際に行う、キャビネット図を用いた構想図から、第三角法を用いた製作図および部品図と同じように全体から部分へと展開できるような工夫を行う事も重要である。それにより、分解の対象を問題—サブ問題—手順へと分解する意義に気づかせる工夫をすることが可能となると考えられる。

表 3 分解, 手順化の評価規準 (一部抜粋)

		(B)分解	(E)手順化
小学校	低学年 1・2 年生	簡単な問題解決の 手順を、小さな手順 に分解できること を気付くこと。	簡単な手順を <b>逐次 構造</b> を用いて表現 できること。
	中学年 3・4 年生	簡単な問題解決の 手順を、小さな手順 に分解できること。	簡単な手順を <b>繰り返し 構造および条件分岐構造</b> を用いて表現できること。
	高学年 5・6 年生	簡単な問題解決の 手順を、小さな手順 に分解することで、 問題を解決しやす くできることに気 付くこと。	目的にあった、明 確な手順を作成す ることができるこ と。
中学校	技術・家庭 技術分野	大きな振る舞いや 複雑な問題対象を、 小さな問題に分け て、問題を解決しやす くすることができる ことに気付くこ と。	目的にあった、明 確でより良い手順 を作成することが できること。

また、実際に児童生徒にプログラムさせる場合、小学校の低・中学年およびプログラミング経験の少ない高学年においては、ブロック型プログラミング言語を用いることを想定している。その際、テキスト型プログラミング言語への移行を容易にする手立てが必要となるが、開発したプログラミング環境で提供される関数は、ブロック型で提供されるブロック（関数）と同じ命令を用意していることから移行がスムーズに行えると考えられる。また、ドローンがどのような挙動をするかを把握するために、コントローラによって手で制御する体験も重要であると考えている。

また、教える教員側の負担を軽減して、プログラミング教育の経験がない（少ない）場合でも対応出来る方法としてコーディング（カード）シート[8]を用意している。

## 4.2 コーディングシート

コーディング（カード）シートは、MIT メディアラボのライフロンク・キンダーガーデン・グループが開発しているコーディングカード[9]を参考にした。

コーディングシートの構成は、上記の考え方と表 3 の到達目標に基づいて開発した。

### 主な構成

#### ①基本動作を確認しよう編

コントローラでの操作によってドローンの動きを体験する

#### ②コーディング環境を確認しよう編

プログラミング環境の操作方法を学ぶ

#### ③コーディングで飛ばそう編

逐次処理でドローンの基本動作を確認する

#### ④繰り返し命令で飛ばそう編

繰り返し命令を使い、手順の簡略化が可能であることを確認する

#### ⑤条件判断して作業を決めよう編

QRコードを用いて、読み込んだ文字列によって動作を変えることができることを確認する

#### ⑥課題にチャレンジしよう編

身近な生活圏に関連する課題に関連したコースを設定して、コースを飛行するプログラムを作成する



図 6 コーディングシート（ブック形式）

図 6に、今回開発したコーディングシートの一部をしめす。このコーディングシートは、主に小学生や初学者向けとして開発しており、A4 版用紙の左側に何をするかを示し、右側にどのようにすれば良いかか、あるいは課題を解くためのヒントを与えている（図 7）。教員は、児童生徒に対して、どのコーディングシートを見るかを指示するだけで、児童生徒は自分でプログラミングに取りかかることが可能となっている。これによって教師は、全児童生徒に指示する時間が減り、児童生徒の躓きへの対処に集中することが可能となる。

また、ブック形式としてまとめていることから、作成したプログラムと共に保存することで、学びのポートフォリオとしての活用も考えられる。

中学生や高校生に対しては、プログラミング言語の考え方などや、情報科学技術に関する内容を理解するために、表面には、課題、課題を解くための準備、サンプルプログラム、ヒント、想定される結果などがわかるようになっている。なお、表示されている項目は課題の目的によってことになっている。裏面は、課題に対するプログラム例、学習項目（例えば、変数とは、繰り返し構造など）に関する解説、関連した追加課題などが記載されている。これも 1 枚（裏表）で一つの内容が学習できるようにまとめている。



図 7 コーディングシートの内容（抜粋）

## 5. 評価

開発したプログラミング環境の一部とコーディングシートなどの教材についてアンケート調査を行った。アンケート

ト調査の対象は、著者が主催したプログラミング講座などに参加した中学生以上の大人 20 名である。その内訳は次の通りである。中学生 5 名、高校生 3 名、大学院生 3 名、大人 8 名、小学生 1 名である。小学生 1 名は 6 年生であるが、プログラミング経験があり、キーボードなどになれていることから調査の対象に含めている。アンケートは、2019 年 9 月～2019 年 10 月の間におこなった。

アンケートの項目は全 7 項目である。内容は講座の内容が楽しかったか、ミニドローンを用いてプログラミングを学べたか。コーディングシートに関する項目および開発した環境及び教材はどの学年で使えると考えられるかについてである。設問の Q1 から Q6 については 5 段階の尺度で聞いている (表 4)。

アンケートの評価は、尺度の 1 から 3 を否定的な意見、4 から 5 を肯定的な意見として直接確率計算 (母比率不等) によって有意差を求めた。解析には、RStudio Version 1.2.5019 を用いた。結果は表 5 と図 8 に示す。Q1 から Q6 の全ての項目において、肯定的な意見が多く、1%水準で有意差が認められた。なお、サンプル数が少ないために、言い切ることは難しいが、全体的に肯定的に捉えられていると考えられる。なお、Q4 や Q6 に関しては尺度として 2 を選ぶ評価者が若干いた。自由記述からは、キーボード操作の慣れを指摘しており、本プログラミング環境では入力の自動補完機能は存在するが、事前にキーボードに慣れておく活動が必要であると考えられる。

Q7 では、どの学年から本プログラミング環境と教材が使えるか聞いている。平均は 5.5 年生であることから小学 5 年生の高学年からといえるが、分布は、図 8 の通りである。全体の半数以上 (65%) が小学 4 年から 6 年で使えていることがわかる。総合すると、適切な手立てを行う事で、小学校高学年からでもブロック型以外にテキスト型を用いたプログラミング教育を行える可能性があると考えられる。

表 4 評価アンケートの項目と尺度

尺	1: 全くそうは思わない, 2: あまりそうは思わない, 3: どちらとも言えない, 4: まあそう思う, 5: 非常にそう思う
Q1	ミニドローンを用いたプログラミング体験は楽しかった
Q2	ミニドローンを用いたプログラミング体験はプログラミングを学ぶのに使える
Q3	コーディングシートは、プログラミングをする際に役にたった
Q4	今回のプログラミング体験は小学生 (高学年) でも使える
Q5	今回のプログラミング体験は中学生でも使える
Q6	プログラミング教育はブロック型言語でなくても可能である
Q7	その際、何年生から使えると思いますか (例: 小学 5 年, 中学などの記述式)

表 5 直接確立計算 (母比率不等) の結果

問	平均	標準偏差	直接確率計算 (母比率不等) 1-3 否定, 4-5 肯定
Q1	4.85	0.48	片側確率: $p=0.0000$ ** ( $p<.01$ )
Q2	4.75	0.54	片側確率: $p=0.0000$ ** ( $p<.01$ )
Q3	4.65	0.57	片側確率: $p=0.0000$ ** ( $p<.01$ )
Q4	4.30	1.10	片側確率: $p=0.0003$ ** ( $p<.01$ )
Q5	4.80	0.51	片側確率: $p=0.0000$ ** ( $p<.01$ )
Q6	4.40	0.80	片側確率: $p=0.0003$ ** ( $p<.01$ )
Q7	5.50	-	-

学年	度数	割合
小学1以上	0	0%
小学2以上	0	0%
小学3以上	0	0%
小学4以上	4	20%
小学5以上	6	30%
小学6以上	3	15%
中学	5	25%
高校	0	0%
未回答	2	10%

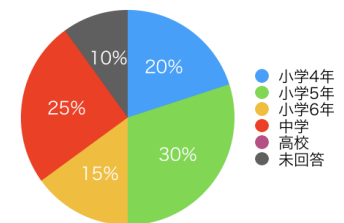


図 8 アンケートの質問項目 Q7 に対する回答分布

## 6. 連携教材の活用に関する考察

開発したプログラミング環境および教材を小学高学年から活用できる可能性がわかったことから、小学校・中学校の校種間および教科間でプログラミング教育を連携する方法について考察を行う。

学習指導要領では、先に述べたように、学習指導要領における一つの方向性として、“教科等を学ぶ意義と、教科等間・学校段階間のつながりを踏まえた教育課程の編成”が求められている。また、小学校におけるプログラミング教育は、各教科等の中で、プログラミングの体験を通してプログラミング的思考を身につけることを目指しており、中学校でのプログラミング教育においては、小学校において育成された資質・能力を土台に、生活や社会の中からプログラムに関わる問題を見いだして課題を設定する力、プログラミング的思考等を発揮して解決策を構想する力、処理の流れを図などに表し試行等を通じて解決策を具体化する力などの育成や、順次、分岐、反復といったプログラムの構造を支える要素等の理解を目指すなどが求められている。高等学校の教科「情報」においてもつながりを意識した内容となっている。

教科間においては、小学校では総則で教科等での実施の

可能性について述べているが、中学校、高等学校においては特定教科（技術や情報）で行う事とされており、他教科等での実施は小学校ほど容易ではないと思われる。しかし、児童生徒にとって身近な生活課題を扱うことで、自分たちの活動が地域にとって有意義なものであるという意識（自己肯定感）はプログラミングに関わらず、他の教科でも同じであると考えられる。そこで、プログラミング教育において児童生徒にとって身近な生活課題を扱うことで得られたデータなどを他の教科で活用することが可能か、学習指導要領の内容や現在発行されている教科書を基に検討を行った。その結果から小学校と中学校（高等学校も考慮）の校種間および教科間で連携する一つの案を表 6 に示す。

この案の特徴として、小学校の学習指導要領において教科内でプログラミングの実施が明記されている 5 年生算数および 6 年生理科、中学校の技術・家庭科技術分野、高等学校の教科「情報」を、情報科学技術を学ぶ科目として捉えて、同一の課題（児童生徒にとって身近な生活課題）をテーマにシステムを制作していく。この場合、小学校では機能やプログラミング言語などの制約もあることから簡単なトイモデルやプログラミング環境を扱うこととする。中学校以降は、段階的に高度な内容へと進めるように工夫する必要があると考えられる。

表 6 小・中・(高) 学校連携の一案

	小学校	中学校	高等学校 (普通科)
情報科学技術を学ぶ	<ul style="list-style-type: none"> <li>理科「電気の利活用」</li> <li>算数「正多角形の描画」</li> <li>総合的な学習の時間</li> <li>教育課程内における教科等外における活動</li> </ul> <p>↓ 作製 ↓</p> <p>ドローンを用いた農地観測システム (ブロックプログラミング)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術「計測・制御のプログラミング」</li> <li>技術「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」</li> </ul> <p>↓ 作製 ↓</p> <p>ドローンを用いた農地観測システム (Pythonプログラミング)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>教科「情報Ⅰ」</li> <li>教科「情報Ⅱ」</li> </ul> <p>↓ 作製 ↓</p> <p>ドローン&amp;クラウド&amp;AIを活用した課題解決</p>
情報科学技術を活用した学び	<ul style="list-style-type: none"> <li>理科「生命・地球」</li> <li>算数「データの活用」</li> <li>社会「現代社会の仕組みや働きと人々の生活」</li> </ul> <p>↑ 評価のフィードバック ↑</p> <p>収集したデータ → データの活用</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>数学「データの活用」</li> <li>理科「気象とその変化」</li> <li>社会「地理的分野」</li> </ul> <p>↑ 評価のフィードバック ↑</p> <p>収集したデータ → データの活用</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>数学Ⅰ「データの分析」</li> <li>数学B「統計的な推測」</li> <li>数学B「数学と社会生活」</li> </ul> <p>↑ 評価のフィードバック ↑</p> <p>収集したデータ → データの活用</p>

その他の教科等では、プログラミングを活用することも一つ考えられるが、ここでは情報科学技術を活用した学びとして捉えて、児童生徒が制作しシステムを活用してデータ等を収集し、算数の「データ活用」などの授業で活用するなどが考えられる。

このような活動を通して、生徒児童のみならず教員もプログラミング技術の活用方法として体験することで、モチベーションを維持しながら継続的にプログラミング教育が可能となるのではないかと考えられる。

## 7. おわりに

本報告では、参考文献[5]で提案していたプログラミング教育で育む資質・能力と評価規準を改訂し、それに対応可能なミニドローンを用いたプログラミング環境と教材を開発した。開発した環境と教材は評価の結果、有用性が確認できたと考えられる。また、これらは小学校高学年から中学・高等学校においても利用可能と考えられることから、校種間および教科間で活用できる連携方法について検討した。

今後、実践評価を重ねて、開発したプログラミング環境及び教材が、プログラミング教育を育む資質・能力および評価規準に対して、どの程度有効かを検証して行く予定である。また、校種間・教科間連携の可能性について検討を進める予定である。

**謝辞** 本プログラミング環境および教材の評価にご協力頂いた皆様に、謹んで感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] 文部科学省. 小学校学習指導要領解説, 2017, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1387014.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387014.htm), (参照 2020-1-22)
- [2] 文部科学省. 小学校プログラミング教育の手引き (第 2 版), 2018, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/1403162.htm), (参照 2020-1-22)
- [3] 文部科学省. 中学校学習指導要領解説【技術・家庭編】, 2017, [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/new-cs/1387016.htm](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1387016.htm), (参照 2020-1-22)
- [4] 文部科学省. “次期学習指導要領等に向けたこれまでの審議のまとめについて (報告)”, [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm](https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/004/gaiyou/1377051.htm), (参照 2020-1-22)
- [5] 大森康正, 今出亘彦. 初等・中等教育における体系的なプログラミング教育のための評価規準に関する試案, 情報処理学会研究報告, 2018, Vol. 2018-CE-145, No.11, p.1-9
- [6] ベネッセコーポレーション. 第 2 版「プログラミングで育成する資質・能力の評価規準 (試行版)」, 2018, <https://beneprog.com/2018/08/31/2ndstandard/>, (参照 2020-1-22)
- [7] 小島寛義, 高井久美子, 渡辺博芳. 小学校におけるプログラミング教育で育てる資質能力を考慮した指導内容の検討, 情報処理学会研究報告, 2018, Vol.2018-CE-144, No.26, p.1-12
- [8] 南雲秀雄, 武村泰宏. 小学校プログラミング教育のためのコーディングカードの試作, 日本産業技術教育学会第 33 回情報分科会講演論文集, 2018, Vol.33, p.107-108
- [9] “スクラッチコーディングカード”. <https://resources.scratch.mit.edu/www/cards/ja/scratch-cards-all.pdf>, (参照 2020-1-22)

