

研究課題	中学校 1 年生におけるプログラミング教育の空白期間を補完する教科横断的な取り組み
副題	～STEAM 教育への挑戦～
キーワード	教科横断、カリキュラムマネジメント、プログラミング活動、STEAM 教育
学校/団体名	月形町立月形中学校
所在地	〒061-0500 北海道樺戸郡月形町 1054 番地
ホームページ	※開設なし

1. 研究の背景

2020 年度は、平成 29 年度告示中学校学習指導要領の移行期最終年度にあたる。新年度入学してくる中学 1 年生は小学校段階においてプログラミング活動を経験している。一方、中学校ではプログラミング教育に関する指導内容は主に技術科のみに位置づけられ、かつ限定的な内容に留まっている。また、技術科におけるプログラミングを用いた問題解決型学習の実施時期を教科書会社発行等の解説書や書籍やインターネットで調査する限り、中学校 2 年生以降の場合に履修するケースが多い。つまり、せっかく小学校段階において、慣れ親しんできたプログラミング活動（例：算数科におけるプログラミング活動による図形描画、理科における省エネルギーをプログラミング活動によって解決、さらには総合的な学習の時間において、さまざまな問題解決の対象を見つけ、それらをプログラミング活動によって探求するなど）で得た知識・技能は定着を図る時期が丸々1年間遅れてしまうという空白期間が生まれてしまう。さらに言えば、極端な場合、算数科でのプログラミング活動や理科でのプログラミング活動における問題解決型学習が小学校段階で幕を閉じてしまうこともあり得てしまう。こうした状況を少しでも明るくするために、本研究では、中学校第 1 学年において、プログラミング教育を核とした対象とした教科横断的な取り組みを実践するものである。

昨年度のパナソニック教育財団の研究助成により理科及び技術科においてその問題解決の対象をSDG's 17としたプログラミング活動を取り入れた教育実践を展開してきた。具体例として理科では実験・観測におけるデータの収集をセンサで収集し、その分析を行った。技術科においては、ロボットカーを農業トラクターに見立て、ビジュアル言語を用いた走行経路のシミュレーションのあと、床のタイルを圃場と見立て無線による手動制御、特定のコースを走らせる自動制御などを行った。また、校区の小学校においては申請代表者が指導者として算数・理科・クラブ活動と一通りの授業をゲストティーチャーとして指導し、プログラミング教育の充実に努めてきた。さらに、空知教育センタープログラミング教育講座の講師として任を受け、空知管内の十数校の小学校に出前講座として、訪問し、児童に対して実際にプログラミングの授業を行った後、教員を対象としたプログラミング教育に関わる研究会を実施してきた。その研修内においては実際に指導する教員の不安な内容を共有することができた。

本研究では小学校における出前授業の実態把握をもとに、中学校でのプログラミング活動を様々な教科で展開できるよう計画を立て、実施した。

2. 研究の目的

本研究では、中学校 1 年生段階において、プログラミング教育の中核を担った技術科を中心としながらも数学科、理科、美術科のそれぞれの教育内容に対して、プログラミング活動を通して、相互補完的な実践を展開し、教科横断的な視点をもった資質・能力の育成を目的とするものである。また、プログラミング活動はビジュアルプログラミング言語を扱うものであり、根本的には国語科や英語科同様言語を扱うものである。よって、その言語活動の充実には多様な学習活動の展開の他に、系統的・継続的な指導が必要である。教科の特性に応じた多様な言語環境も整備し、生徒に体験させることは必要条件であり、プログラミング活動ならではの魅力の一つと考える。

3. 研究の経過

①平成 29 年度告示学習指導要領に見るプログラミング教育の記述の確認および、その具体化に関する検討

- 数学科：「米国等ではSTEM教育の推進が図られており、その基盤に数学科が位置づけられている」と記載があり、その根拠となった部分について文献購読
- 理科：「各種のセンサを用いた計測を行い、通常では計測しにくい量や変化を数値化」あるいは視覚化して捉えること」と記載があり、そのセンサの検索ならびに教材化の準備
- 技術科：ドローンの有効活用と計測・制御の整合性についての研究
- 美術科：その目標にコンピュータ等の映像メディアの積極的な活用を図るようにすること

②各教科の目標と「思考・判断・表現力」に関する記述

数 学 科	数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次のとおり育成することを目指す。	数学を活用して事象を論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見いだし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力を養う。
理 科	自然の事物・現象に関わり、理科の見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行うことなどを通して、自然の事物・現象を科学的に探究するために必要な資質・能力を次のとおり育成することを目指す。	観察、実験などを行い、科学的に探究する力を養う。
技 術 科	技術の見方・考え方を働かせ、ものづくりなどの技術に関する実践的・体験的な活動を通して、技術によってよりよい生活や持続可能な社会を構築する資質・能力を次のとおり育成することを目指す。	生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、製作図等に表現し、試作等を通じて具体化し、実践を評価・改善するなど、課題を解決する力を養う。
美 術 科	表現及び鑑賞の幅広い活動を通して、造形的な見方・考え方を働かせ、生活や社会の中の美術や美術文化と豊かに関わる資質・能力を次のとおり育成することを目指す。	造形的なよさや美しさ、表現の意図と工夫、美術の働きなどについて考え、主題を生み出し豊かに発想し構想を練ったり、美術や美術文化に対する見方や感じ方を深めたりすることができるようにする。

平成 29 年度告示学習指導要領は各教科共通して、教科の目標に照合した評価の観点が構造的に示されている。本研究では、その評価の観点の一つである「思考判断表現力」の着眼し、それぞれの教科の競争的領域と協調的領域について教員間での交流を図り、その後の実施計画に活かした。

③教科横断的な視点を取り入れたプログラミングの開発環境について

開発環境	活用事例
Processing	<ul style="list-style-type: none"> ・小学校算数科では、正多角形の描画をプログラミング活動によって、その良さや、その法則性を学んでいる。中学校では美術科における表現活動をプログラミング活動で実施した。Processing は、座標の概念を活用して、空間図形や平面図形を描画するものであり、数学科との親和性が高い。
Makecode と Micro:bit (汎用マイコンボード)	<ul style="list-style-type: none"> ・小学校理科では省エネルギーを目的とした問題解決活動の一方法としてプログラミング活動が提供される。基本的には一つのセンサに対して、一つの LED やブザーなどのアクチュエータを制御の対象としている。本研究では、理科と技術科において、植物工場のモデル化等に準じて、複数のセンサと複数のアクチュエータを活用できるようにその開発環境を整えた。 ・ x 軸、y 軸、z 軸の感覚的な理解を促すために、加速度センサをもちいた実験を実施した。
TelloEdu と Tello(ドローン本体)	<ul style="list-style-type: none"> ・第 1 学年の理科では植物に関する内容を学習する。その指導時期に合わせるように技術科の B 生物育成の技術を指導した。基本的には理科での観察活動を発展させ、ドローンでの空撮を活用した ・空間図形の描画の指導に関して、技術科でキャビネット図や等角図の指導が一般的である。美術科では透視図法を用いている。これらのスキルをデジタル表現するには、数学科の座標の概念が必要である。平面図形に関しては、中学校 1 年生の関数で取り扱うものであり、その整合性を図ることはできるが、空間図形に関しては、x 軸、y 軸の他に z 軸が必要であり、その理解度向上のために、ドローンを用いて、その航行軌跡で立方体を描画することを指導した。

※校内研修テーマの整合性の調整

本校では研修テーマを「教科ならではの活動を通して、アウトプットし、それらを多面的・多角的に考察できる生徒の育成と同時にその評価方法の確立」としている。主にパフォーマンス評価を研究の対象としている。2020 年度では実際の指導とそのアンカリングをはじめとするパフォーマンス評価の対象としてどのような関わりを保持できるか検討する。

④プログラミング活動を核にした指導内容と実施時期の調整

・立体描画等に関する指導事項

1 学年	8 月	…10 月	11 月	12 月…
数学	平面図形		空間図形	
技術	Scratch による図形描画の復習		Microbit の加速度センサを用いた空間認識の醸成	
美術	Processing を用いた図形描画			

・理科の観察記録と技術科の計測の相互補完的な実践

1 学年	4 月	7 月
理科	身近な生物を観察しよう（植物）	
技術科	ドローンによる空撮の自動化に関するプログラミング ※将来的には糖度センサなどを搭載して、画像認識で分析できる。	

4. 代表的な実践

①11 月 17 日の月形中学校公開研究会技術科の学習指導案より抜粋

1、単元名 災害時におけるドローンの活用場面を整理し、救助活動に最適なプログラムを開発しよう。

2、単元について

情報の技術の見方・考え方を働かせ、災害時におけるドローン活用モデルを開発する実践的・体験的な活動を通して、社会で利用されている情報の技術についての基礎的な理解を図り、それらに係る技能を身に付け、情報の技術と社会との関わりについて理解を深めるとともに、社会の中から情報の技術に関わる問題を見いだして課題を設定し解決する力、よりよい社会の構築に向けて、適切かつ誠実に技術を工夫し創造しようとする実践的な態度を身に付ける。

3、単元の評価規準

主体的に学習に取り組む態度	思考・判断・表現	知識・技能
よりよい社会の実現や持続可能な社会の構築に向けて、課題の解決に主体的に取り組んだり、振り返って改善したりして、情報の技術を工夫し創造しようとしている。	災害状況に関わる問題を見いだして、必要な機能を計測・制御システムの設計・製作などの課題を設定し、解決策を構想し、実践を評価・改善し、表現するなどして課題を解決する力を身に付けているとともに、よりよい社会の実現を目指して情報の技術を評価し、適切に選択、管理・運用、改良、応用する力を身に付けている。	社会で利用されている情報の技術についての科学的な原理・法則や基礎的な技術の仕組み、情報の技術と社会について理解しているとともに、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができる技能を身に付けている。

4 本時の展開

段階	対	学習内容・学習活動	指導と評価
前時の復習	教師からの説明 対話的な説明	<ul style="list-style-type: none"> ・体育館の吹き抜けを地震時における高層ビルと仮定する。 ・ドローンに搭載されたカメラを活用し、災害時には即座に状況把握を行い、夜間や停電の場合、赤外線センサを活用することで搜索活動を行う 	<ul style="list-style-type: none"> ・災害とはいっても地震なのか台風なのかで異なる。 ・大きな災害になればなるほど、陸路は塞がり車で移動ができなくなる。そのため空路を使用するしかない。そこでドローンの可能性を發揮することになる。
O U T P U T さ せ る 活 動	理解確認 生徒自身の説明	<ul style="list-style-type: none"> ・6グループに分ける。 ・ドローン操作とタブレットによる画面を中止する役割の生徒に分ける。 	<ul style="list-style-type: none"> ・体育館の吹き抜けにあらかじめ、ひらがな1文字が書かれた紙を置いておく。
	教えあい活動	<ul style="list-style-type: none"> ・1文字の書かれた文字を見つけたら、それを写真に撮り、操作している場所に戻り、役割を変える。 ・屋外における自然条件など、様々な条件を考慮した搜索活動について話し合う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・災害後は物資の支給が滞ることが想定されるのでドローンを活用した食料や資材の運搬が必要になる。物流に関していうと、食料の輸送に加えて、土砂崩れが発生した際の土砂の運搬も可能になる。
自己評価	理解状況の表現	<ul style="list-style-type: none"> ・災害発生時における搜索活動で必要な情報とは何かを説明する。 ・自動化に向けたプログラミングの方向性を確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・国としても総務省が全国の消防署にドローンを支給するなど、将来的に災害時を想定としたドローンの活用に大きな期待が寄せられている。

パフォーマンス評価 実施計画

学年： 3 学年	単元名：災害時におけるドローンの活用場面を整理し、救助活動に最適なプログラムを開発しよう。	単元の総授業時数： 10 時間	
単 元 計 画	時数	学習内容・学習活動	
	第1次	1	ドローンの活用事例を調べる。「農業」「災害」「運搬」「点検」の4項目に関して、問題点を発見し、前向きな課題を設定する。
	第2次	1	ドローンの操作に慣れ親しむ。(リモコン操作およびタブレットによる操作)
	第3次	1	ドローンシミュレーターにおけるプログラミングスキルの習得
	第4次	1	災害発生時を想定し、初期搜索活動の体験をもとにした問題点の洗い出し
	第5次	3	発見した問題点を解決するための、前向きな課題の設定とプログラミング活動
	第6次	2	各グループが開発した自動化のプログラミングを交流し、よりよいものにする。
最終	1	以下のパフォーマンス課題に取り組む	

②美術科における Processing を用いた図形描画

【プロセッサと友達になろう】

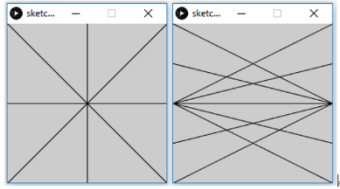
〇かたちを描く ～キャンパスの中の住所をプロセッサにつたえよう～

日本語	プロセッサ
幅 640 縦 480 のキャンパスをつくって～	<code>size(640, 480);</code>
そのキャンパスの真ん中に点うって～	<code>point(320, 240);</code>
線描いて～	<code>line(始点の x, 始点の y, 終点の x, 終点の y);</code>

課題① 5つ以上点を打って、線を描いてみよう。

課題② 線をつなげて三角形を描いてみよう。

課題X 次の図をプロセッサに描いてもらおう。



・処理を繰り返す

100回、1000回、10000回と同じ処理をミスなく繰り返すのは、プロセッサの最も得意とすることのひとつ。面白いパターンを作ってみよう。

日本語	プロセッサ
線を 100 回繰り返し描いて正方形を作りたいなあ	<code>for(変数の設定;ループがいつ終わるか;ループがどのように進んでいくか) { 繰り返し処理の内容 }</code>
・ヨコ 200、タテ 200 のキャンパス作る	<code>size(200, 200);</code>
・(色相、彩度、明度) を 100 段階で使いたい	<code>colorMode(HSB, 100);</code>
・背景は白	<code>background(99);</code>
・i は 0 から始まり、99 になるまで 1 ずつ増加する。 (i が 100 になったら処理をやめる)	<code>for(int i = 0; i < 100; i++) {</code>
・一本目の線は始点(50,50)、終点(50,150)	<code>line(width/4+i, height/4, width/4+i, height-height/4);</code>
二本目の線は始点(51,50)、終点(51,150)	<code>width/4+i, height-height/4);</code>
日本目の線は始点(150,50)、終点(150,150)	<code>}</code>

5. 研究の成果

本研究では、カリキュラムマネジメントの視点を取り入れた数学科・理科・技術科・美術科の相互補完的な実践を行ってきた。教員間同士、お互いの教育内容を意識することでその理解度の定着の向上が図られた。また、プログラミング活動の指導に関しては、指導当初は戸惑う場面も多いが、教師の予想以上に生徒は順応していた。そして、生徒は時間がたつにつれ、「これができたら、あれもできるんじゃないか」という思考拡散型学力を自然と身につけることができた。

6. 今後の課題・展望

プログラミング活動の指導は、教師の教材研究が重要であることはいまもないが、その準備時間を十分に確保することは難しいことが実践してみて感じられた。しかし、そのプログラミングの開発環境の持ち合わせる機能すべてを教師が理解する必要はない。生徒とともに学ぶ教師がこれからのプログラミング教育には必要である。

7. おわりに

小学校は学級担任制であり、各教科の結びつきを常に意識しながら、指導を行っている。それに比べ、中学校は教科担任制であり、その結びつきを意識することは今まで少なかった。本研究ではプログラミング活動を通して、その結びつきを強めるできた。

8. 参考文献

①平成 23 年 5 月 文科省「言語活動の充実に関する指導事例集」～思考力・判断力・表現力等の育成に向けて (https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2011/05/30/1306108.pdf)

②平成 29 年 3 月 国立教育研究政策所「初等中等教育 (1) 資質・能力を育成する教育課程のあり方に関する研究【平成 26～28 年度】」研究報告書 5 (https://www.nier.go.jp/05_kenkyu_seika/pdf_seika/h28a/syocyu-1-5_a.pdf)

③平成 31 年 1 月 21 日 中教審初等中等教育分科会教育課程部会「児童生徒の学習評価のあり方について (報告)」 (https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/fieldfile/2019/04/17/1415602_1_1_1.pdf)

⑤令和 2 年 3 月 国立教育研究政策所『「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料 (各教科)』 (<https://www.nier.go.jp/kaihatsu/shidousiryoku.html>)