

Tello EDUを活用したプログラミング教育の実践

Practice of programming education using Tello EDU

寺岡 裕城, 浅井 和行, 吉田 公衛
Yuki TERAOKA, Kazuyuki ASAI, Koei YOSHIDA
豊中市立千成小学校, 京都教育大学大学院, 深空株式会社

要約: 小学校でのプログラミング教育は、現状として学校間で取り組みの内容や教職員のモチベーションに差があることは否めない。本研究は、来年度から必修化されるプログラミング教育をどのように取り組むことで「プログラミング的思考力」を育むことができるのか、実践を重ねながら精査し、Tello EDU（ドローン教材）を活用することで主体的対話的にプログラミング的思考力を高めることを検証した。また教職員研修を行い、教職員のモチベーションを高める教職員研修のあり方を検討した。

キーワード: プログラミング, ドローン (プログラミング教材), プログラミング的思考力, ビジュアル型プログラミング言語

1. はじめに

2020（令和2）年度より小学校でのプログラミング教育が必修化されることとなった。方向性としては、新しい教科として設置するのではなく、総合的な学習の時間や教科内に取り入れ教科横断的に実施することになっている。現状として、学校間で取り組みの内容や、教職員のモチベーションに差があることは否めない。私たちは、プログラミング教育が必修化されるまでの位置づけを調べ、Society5.0を生きる上で基本スキルとなる「プログラミング的思考力」をどのように育てていくのか、そして小学校現場における教職員のモチベーションの差をどのように狭めていくのかを実践の中で検証していくこととした。

2. プログラミング必修化までの経緯

日本での初等教育におけるプログラミング教育は、2011（平成23）年に「世

界最高水準のIT利活用社会を実現すること」を目標とした「世界最先端IT国家創造宣言」が閣議決定されたことを受け、2014年に初等・中等教育段階でのプログラミング、情報セキュリティなどIT教育を充実させる方針が提示されたことに始まる。2016年には「第26回産業競争力会議」において、安倍首相自ら「日本の若者には、第4次産業革命の時代を生き抜き、主導して欲しい。」と初等教育でのプログラミング教育必修化を明言した。文部科学省は「小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議」を設置し、プログラミング教育とは、子どもたちに、コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての「プログラミング的

思考」などを育成するものとした。初等教育でのプログラミング教育の目的は、第4次産業革命を生きる上で新しい基本スキルとなる「プログラミング的思考」を身につけることとし、「プログラミング的思考」を以下のように定義している。

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み合わせが必要であり、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、記号の組み合わ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
(文部科学省 2016a)

また、プログラミングを取り入れる教科や学年は、設備機器や人員配置の状況が各校で異なることから、全国一律の実施ではなく各校の裁量に任せる(文部科学省 2016b)とされている。

3. 1 実践内容と結果

対象児童：小学校第6学年 51名
1組 26名 2組 25名

位置付け：総合的な学習の時間
(全8時間)

単元の導入に、プログラミング学習はプログラマーを大量に育成するために行うものではないこと、「物事を順序良く考える力」を高めるために行うことを伝えた。また教職員間では、「プログラミング的思考力」を「最適解までの最短ルートを見出す力」と位置づけて、学年2クラスでそれぞれ実践を行った(表1)。

表1 単元構成(計8時間)

次		時	学習活動
1	アルゴリズム	1	【オリエンテーション】 Whyプログラミング?
		2	【アクティビティ図作り】 TKG(卵かけご飯)一人前を作ろう ・ゴールまでの道筋は1つではない(最適解) ・バグをトライアル&エラーで取り除く
2	スクラッチ	3	【はじめましてスクラッチ】 実際にソフトを動かす
		4	【バグをなおそう (デバッグしよう)】 正六角形を描くちょうのプログラムのバグをなおす ・内角の大きさを確認 but 外角120度に設定されている ※算数「正多角形とその1つの内角」の学習を終えている
		5 6	【海の世界をつくろう】 海の世界をつくる(図1)
3	ドローン	7 8	【プログラミングをしてドローンを飛ばそう】 ・ドローンについて知る ・プログラミングをしてドローンを飛ばす

【第2次までの子どもたちの感想】

- ・プログラミングが難しくて難しくて…でも面白かった。
- ・初めから楽しい!と計画することにワクワクした、最後に出来た時の達成感!
- ・とても楽しかった、プログラムを動かした時が一番達成感!

- ・チョウは友だちに教えてもらったけど、海の世界づくりが一番頑張りました。
- ・家でもスクラッチやってますが、みんなと一緒にやる方が面白かったです。
- ・プログラミングは難しかったけど、みんなに助けってもらって出来ました！みんなと協力できたのでよかったです！
- ・難しすぎて意味分からなかった、しょうもなかった。

第2次（スクラッチ実践）までの児童の反応を分析すると、実際にプログラムを組み、想定された通りに動いた時に気分が高揚している様子が見受けられた。またゲーム感覚で取り組めるので、その点でもワクワクしながら学びを深めている様子が伺えた。一方で、コーディングブロックに複雑な操作（制御）が追加されていくと難しいと感じた児童もいて、この取り組みの段階では、プログラミングに抵抗感を感じている児童の意識を改革するまでには至らなかった。こうした児童は「ここ、どうしたらいい？」とプログラミングが得意な子にたずねた時に「ここはこうやればいいねん。」と教えてもらうことで、対話的な学びが生まれている様子があった。しかし、この児童がプログラミング的思考力を高めるためには、教師側が対象児童に「ここからは、このやり方をヒントにして、自分で工夫していくんだよ。」といった具体的なサポート（ファシリテート）をする必要があった。ここに教師が介在する必要性が生まれた。

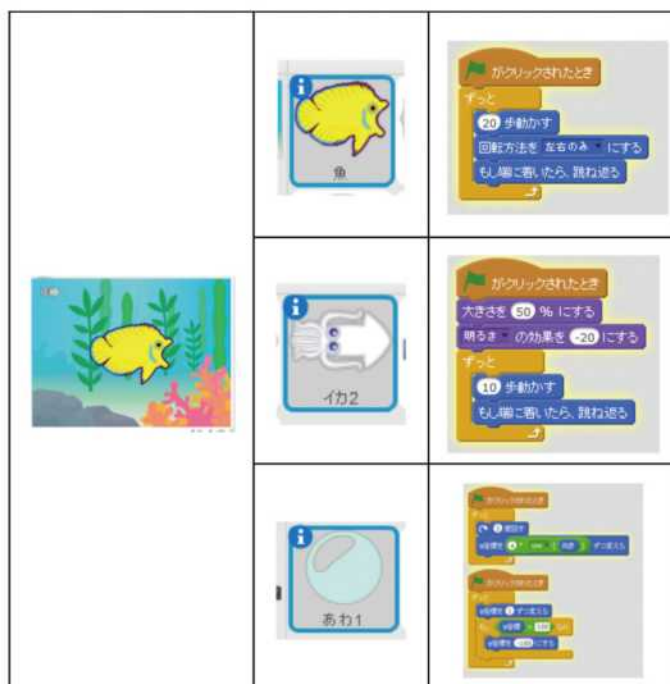


図1 海の世界をつくろう

第3次では、各クラスの児童を6グループに分けて活動を行った。6グループに分けたのは、1グループが4～5人となり、役割分担がしやすく対話が生まれやすいこと、体育館の大きさを踏まえ、Tello EDU（ドローン）を支障なく同時に飛ばすことができることを想定したためである。

体育館にミッション（障害物を突破し、目的地に着陸するための課題）を6カ所用意した（図2）。児童はタブレット上でコーディングブロックをドラックして飛行経路のプログラムを組み（図3）、実際にドローンを飛ばす活動を行った。授業の冒頭でドローンの操作方法を学び、その後、グループ対抗戦でミッションを達成するか競い合わせた。（表2）



図2 ミッション



図3 コーディングブロック

表2 授業パッケージ

テーマ	プログラミングをしてドローンを飛ばそう
めあて	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローンについて知る ・プログラミングをしてドローンを飛ばす
準備物	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクター ・スクリーン ・HDMIコード ・メジャー(6つ) ・大きい分度器(あれば) ・フラフープ(20コ) ・跳び箱(6つ)
事前のお願い	<ul style="list-style-type: none"> ・各クラス scratch の操作体験を事前に済ませておいてください。 ・児童の持ち物は筆箱やメモ、お茶等で構いません。 ・活動は各クラス 6 班で行います。 ・授業後にアンケートをお願いします。
授業(90分)	<p>講義(20分)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・プログラミングとは ・ドローンについて <p>操作体験①(25分)</p> <p>-休憩-</p> <p>操作体験②(15分)</p> <p>班対抗ゲーム(20分)</p> <p>ふり返り・質疑応答(10分)</p>

【第3次を終えた子どもたちの感想】

- ・実物のドローンに興奮した。
- ・みんなで協力しあいながら課題に取り組み、達成することができた。
- ・たくさん失敗したけど、成功した時はすごくうれしかった。
- ・上手くできたときはチームで喜んで、上手くいかなかったときはどこがダメだったのかを考えられて、とてもいい経験だと思った。
- ・チームで協力が出来て、最後のミッションがクリアした時、すごく気持ちよかった。遊んでいる感じであつという間に2時間が過ぎました。
- ・未来はもっとすごいことが起きるんだと楽しみです。
- ・ドローンが大活躍する時代は令和かも
- ・すごく楽しかったです！

コンピュータ内で完結させていたプログラミング学習を、第3次において実際にドローンを飛ばすという活動を行ったことで、子どもたちは非常に嬉々として取り組んでいた。またミッションを設定し、グループで競い合わせたことで、グループ内での対話や役割分担が生まれた。ある子はタブレット端末を片手にコーディングブロックをドラックし、ある子はメジャーや分度器を用いて距離や角度を測り、ある子は目的地までの最短ルートを考えグループみんなで意見を交わしながら取り組んでいた。目的地に到達したときに、みんなで喜び合う様子は非常に微笑ましいものであった。第2次まで「難しすぎて意味分からなかった、しょうもなかった」と言っていた子どもが、第3次を経て「すごく楽しかったです！」と変容したことに、この取り組みの成果を感じることができた。

3. 2 実践結果の省察

ここでは実践をふり返り、授業のどの場面でどのような力が育まれたのか、子どもの具体的な記述をもとに省察する。

- ・今まで学習してきたことでドローンが飛ばせるなんて初耳でした。そうさとかはスクラッチのようにできたので楽しかったです。
- ・ドローンのそうさはスクラッチと同じやり方だったからそうじゅうしやすかったです。
- ・自分たちで距離を測って、ドローンをとばせたので、より楽しかったです。スクラッチのような画面上じゃなくて実さいにドローンをとばせたのでおもしろかったです。

この記述からわかるように Tello EDU を活用した実践では、既習事項である Scratch の操作を活かしてプログラムを組めること、画面上では味わえない実際に動くことでの高揚感を味わうことができる点に大きな魅力があることがわかる。

- ・思った通りにできなくて、調せいをくり返ししてできた時がとてもうれしかったです。
- ・班のみんなでフープをくぐって、棒の上を通過してマットに着地するのは、とても難しかったけれど、みんな協力できたからこそ、成功したと思います。
- ・上手くできたときはチームで喜んで、上手くいかなかったときはどこがダメだったのかを考えられて、とてもいい経験だと思った。
- ・チームで協力が出来て、最後のミッションがクリアした時、すごく気持

ちよかった。遊んでいる感じであったという間に2時間が過ぎました。

ここでは、対話を通してプログラミング的思考力を育てている様子を見ることが出来る。本実践の最大の長所は、一人一台ではなくグループに一台である点である。グループに一台だからこそ役割分担が生まれ、対話が生まれる。そして簡単にうまくいかないのも、トライアル&エラーをくり返しながらかみッション達成を目指すことができる。

- ・班のみんなと協力できたし、考える力が身についたと思います。
- ・順序を考えてプログラミングしないとドローンは思うように動かないんだなと思いました。自分が通ってほしい道を通ってもらうには長さを正確にはかり、命令しないといけないのでなかなかうまくいかなかったけれど楽しかったです。

グループみんな意見をおしあひらち早く目的地に到達することを狙っているのも、ゲーム感覚で「最適解までの最短ルートを発見している」様子がある。

- ・実際にドローンを動かしてみたら命令した通りに動いてくれてとてもうれしかったです。ちょっと命令をミスって体育館の天井にぶつかったときは「終わった…」と思ったけど、ドローンがじょうぶで安心しました。
- ・「この程度ではこわれませんよ」と聞いて、ホッとしました。
- ・飛ばしたドローンは思ったより、かなくてびっくりした。

・今回初めてドローンを見ました。ドローンが配達をしているのは知っていたけど、速さはどれくらいか、どの国で使われているのかなど知らなかったことも知ることができました。

子どもたちの記述には、ドローンの性能や安全性に関することもあり、ドローンそのものに興味関心を抱いていることがわかった。この興味関心と既習事項（Scratch）を活かせる点、そしてゲーム感覚で取り組めることが学びの主体性を生んでいるようだ。Society5.0を生きる上で、ドローンを実際に活用しながらその将来性を模索していくことは非常に有益であり、こうした側面から授業を組み立てることができる。

今回は感想を自由に記述にさせたが、今後は項目ごとに分けて記述させ、より詳しく分析していきたい。

4. 1 教職員研修の内容と結果

校内の教職員研修では、研修前半にプログラミング必修化までの流れをおさえ、Scratchを活用した実践事例の紹介、体験活動を行った。研修後半は体育館において、実際にプログラムを組んでTello EDUを飛ばすプログラミング授業の体験活動を行った。

教職員研修の後半でも、大人が対話しながら目的地に着陸するまでの最短ルートを導き出し、実際に役割分担をして距離や角度を測り合い、そしてプログラムを組んだTello EDUが障害物を越えて目的地に着陸した際には飛び跳ねて喜んでいる様子があった。大人も熱中して取り組むことができた（図4）。

表3 研修パッケージ

テーマ	楽しみながらプログラミング教育について知ろう
ねらい	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミング教育がめざす方向性を知る ・プログラミング教育に対する誤解を解き、不安を軽減する ・プログラミング教育に対するモチベーションを高め、具体的にどのような場面で取り組むことができるか検討する素地を養う
視点	・プログラミング的思考力を「最適解までの最短ルートを見出す力」と位置づけて行うこと
研修前半 (90分)	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミングについて講義 ・スクラッチを活用した実践事例の紹介 ・アルゴリズムやスクラッチの操作体験
研修後半 (90分)	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローンについての講義 ・実物紹介 (空撮等で使われる Phantom や授業で使う Tello EDU) ・操作体験 ・グループ対抗ゲーム ・ふり返り・質疑応答

4. 2 教職員研修の結果の省察

質問紙項目には、「プログラミング学習」に対する印象（認識）の変容を明確に捉えるために、研修を受ける前と受けた後での思いを具体的に記述してもらう欄を設けた（項目0・9・10）。その他の項目は、項目1・2・8は「学びに向かう力・人間性」に関わるもの、項目3・4は「思考力・判断力・表現力等」に関わるもの、項目5～7は「知識・技能」に関わるものとした。

	A あてはまる	B だいたいあてはまる	C あまりあてはまらない	D あてはまらない
【質問紙】				
0 プログラミング学習と聞いて… ・論理的思考の構築…できません。・むずかしそう。・やこしそう。 ・高学年から取り組む、難しい、スクラッチ、順次処理、多角形の学習 ・楽しい、でも難しい部分もある… ・ゲームで遊ぶイメージ、教えるのは、むずかしい。 ・何をすれば良いのか、よくわからない。 ・パソコン関連は全くわからないので、やりたくない、指導できるわけがない。 ・めんどろ、できない、むううー。専門の方にしてください。 ・児童は楽しみにしているだろうが、担任の負担が大きすぎる。…専門的な特殊な分野のため、専科の教員を配置すべきか？				
1 プログラミング学習は楽しかったですか	10	1		
2 プログラミング学習を実践してみたいと思いましたか	8	3		
3 グループのメンバーと一緒に学んで楽しかったですか	11			
4 グループのメンバーと話し合うとき、自分の考えを持って話し合いに参加できましたか	9	2		
5 前半の講義はわかりやすかったですか	10	1		
6 後半のパワーポイントはわかりやすかったですか	10	1		
7 プログラミング学習をするのに必要な学習の方法や操作の仕方は身についたと思いますか	3	6	2	
8 この学習は将来、役に立つと思いますか	7	4		
9 興味や質問・疑問等がありましたら、自由にお書きください。 ・自分で指示を出して、ドローンが動くのがとても楽しかったです。 ・毎年のうちに順次指導ができるように指導の中に取り入れてほしい。 ・学びたいという気持ち、あきらめずに試行錯誤する忍耐力が自然と身につく良さがわかった。人（友だち）と協力して対話が自然となされ、聞く力、理解しようとする力が育まれるということがわかった。 ・ドローン体験は子どもたちにもさせてあげたいと思いました。 ・ドローン操作する経験はとも楽しかったです。でも、実践でやるのは、スクラッチなどパソコン上でのプログラミングのほうがと思うと、自分自身が実践するのは不安でした。 ・なにともあれみんなが楽しんでくれたのが良かったです。結局学校教育の根拠は輪ですよ！「そればかりでいいの？」という名のもとに崩れているのが残念です。 ・今日のことはある程度わかったけど、これを授業でとなると、まだ不安です。				
10 感想や質問・疑問等がありましたら、自由にお書きください。 ・すごく楽しかったです！・ドローンを実際に個人的に飛ばしてみたい。 ・ドローンはしくなりました。 ・論理的思考を体験でき、論理的に考えるということはどういうことなんだと実感できました。（国土地理院の動画で、ドローン名義を利用したときに正しい知識的な知識の重要性を学んだことのあるのですが、その内容も今回の研修でよりわかりやすくなりました。） ・話し合い活動が盛んに行われる為、様々な場面にすぐ生きてくると思う（技術的なことではなく）。 ・はじめての経験だなぁと思いました。実際にやってみていろいろなことがわかり、とても楽しい時間となりました。 ・プログラミングについて少しだけ何をするのかなのか？が理解できました。 ・意外に誤差が生じるものでした。それを正していくには、覚えてもらったようにトライアル＆エラーしかないと思えました。 ・子どもたちに夢を伝える学習だと思いました。でもやっぱり…専門性の高い方が必要！ ・プログラミング担当の先生がいてほしい… ・やはり各学校に専門の方がいてほしいです。				

図4 教職員研修アンケート集計結果
(有効回答数 11)

特長的なのが、質問紙項目3の「グループのメンバーと一緒に学んで楽しかったですか」の回答が11人全員であったことである。それは項目10ともリンクしており、「論理的思考を体験でき、論理的に考えるということはどういうことなんだと実感できました。」や「話し合い活動が盛んに行われる為、様々な場面にすぐに生きてくると思う」といった記述が多数見られた。この取り組みの成果である。項目10には、その他にも「学びたいという気持ち、あきらめずに試行錯誤する忍耐力が自然と身につく良さがわかった。人（友だち）と協力して対話が自然となされ、聞く力、理解しようとする力が育まれるということがわかった。」や「なにとはともあれみんな

が夢中になれたのがよかったです。結局学校教育の根拠は輪ですよ！そればかりでいいのかという名のもとに崩れていっているのが昨今です。」といったような、主体的対話的に学べること（思考力・判断力・表現力等）に関わる肯定的な記述回答が多かった。そうした肯定的な回答をしている職員の項目0「プログラミング学習と聞いて…」を見てみると、「児童は楽しみにしているだろうが、担任の負担が大きすぎる。専門的な特殊な分野のため、専科の教員を配置すべき？」や「むずかしそう。パソコン関連は全くわからないので、やりたくない。指導できるわけがない。」といったプログラミング教育に対する不安感を垣間見ることができ、こうした教員の印象が大きく変容したことに、今回の教職員研修の有効性を見出すことができた。一方で、研修を経ても「プログラミング担当の先生がいてほしい…」といった回答があることや、質問紙項目7の「プログラミング学習をするのに必要な学習の方法や操作の仕方は身についたと思いますか」に対して「あまりあてはまらない」といった回答が2あるのは、今回の研修がプログラミング教育のほんの一例であり、プログラミング教育そのものに対する不安感やプログラミングは「専門的な知識がいるもの」という先入観が拭えなかったことに起因する。そういった不安感を抱く教職員の項目10の回答には、「プログラミングについて、少しだけ何をするのかなのか？が理解できました。」とあり、まだまだプログラミング教育そのものが何なのか、何を指すものなのか浸透させていく研修を組む必要性があることがわかった。

5. おわりに

パソコン上のプログラミング学習では「難しく、楽しくない」と感じていた児童が、Tello EDU（ドローン）を活用したことで「すごく楽しい」と変容したこと、プログラミング教育と聞くと「むずかしそう。パソコン関連は全くわからないので、やりたくない。指導できるわけがない。専門的な特殊な分野だ。」と感じていた教職員が、Tello EDU（ドローン）を活用したことで「学びたいという気持ち、あきらめずに試行錯誤する忍耐力が自然と身につく良さがわかった。人（友だち）と協力して対話が自然となされ、聞く力、理解しようとする力が育まれるということがわかった。」と変容したことに、この実践の有用性を見出すことができた。ここから、子どもたちが主体的対話的に「プログラミング的思考力」を育むことができること、プログラミング教育に対して教職員のモチベーションが上がったことが明らかになった。

Tello EDU は、API（アプリケーション・インターフェイス）を備えているので、ビジュアル型プログラミング言語を活用してでも、テキスト型プログラミング言語を活用してでも操作することが可能であり、Scratch / Basic / Python / Swift といった複数のプログラミング言語で制御することができる。そのため、IchigoJam（プログラミング専用子どもパソコン）と連動させ Basic で飛ばすことができたり、カメラ画像にアクセスし、オブジェクト認識など人工知能の分野において利用できたりするなど活用の幅が大きいのも魅力の一つである。また AI の登場で仕事の在り方が大きく変わると予測される中、ドローンを産業とし

てとらえた際に、これから農業や警備、災害対策や捜索・救助、測量・点検・撮影はもちろん輸送や物流面でも利用されることが考えられる。ドローンは人では補いきれないことを代わりにやってくれる可能性が高いこと、警備や物流の分野で実用化が実現すれば人件費削減や仕事の効率化まで図れること、またドローンはこれまで効率化されてこなかった分野を大きく発展させるための鍵となることを踏まえると、プログラミング教育においてドローンを実際に活用しながらその将来性を模索していくことは、非常に有益であると考えられる。

また実践を行う中で、教師の立場が非常に大切であることを実感した。Tello EDU を活用した実践は、自然と子どもたちに主体的対話的な学びを生むことができる。だからこそ「教える」という立場ではなく、「ファシリテーター」的な要素が重要である。ミッション達成のための最適解までの道筋が一つではないからこそ、子どもたちは対話し学び合うことができる。その学び合いを質の高いものにし、盛り上げていくことが教師の役割となる。もちろん基礎は教えるが、たくさんの情報やヒントを与えるのではなく、子どもたちが夢中になり熱中しながら模索できる環境を整えることが大切である。すべての教師が安心してプログラミング教育に取り組むために、知識量が多い教師は T M I（Too Much Information）しすぎないように意識して、苦手と感じている教師は子どもたちとともに楽しみながら学ぶスタンスで取り組んでいくことが、来年度から必修化されるプログラミング教育に取り組む上で大切だと考えている。

現在、いくつかの小学校で同様の授業

を実施しながら授業パッケージを見直し（若干修正し）、誰が講師（指導者）となっても子どもの実態に応じた形で、安心して Tello EDU を活用した授業ができるよう実践および分析を重ねている。同様に教職員研修の実施、研修パッケージの見直しも図っている。また、深空株式会社を中心となって、Tello EDU を活用したプログラミング教育を円滑に実施できるように、教科書教材の開発を行っている（図5・6・7）。今後も各関係機関の協力を仰ぎ実践を重ねながら、プログラミング教育のセルフスタディを図り、子どもたちが主体的対話的にプログラミング的思考力を身につけていくことができるよう支援していきたい。



図5 「ドローンってなに？」より抜粋

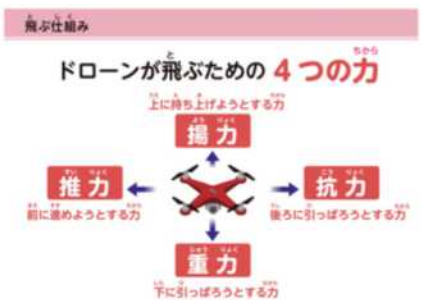


図6 「飛ぶ仕組み」より抜粋

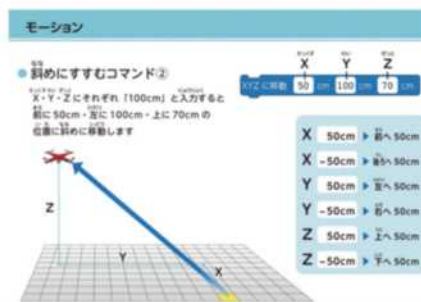


図7 「モーション」より抜粋

参考文献

- (1) 文部科学省初等中等教育局教育課程課教育課程企画室（2016a）小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について（議論の取りまとめ）
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm
 （参照日 2019.08.21）
- (2) 文部科学省初等中等教育局教育課程課教育課程企画室（2016b）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）
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm
 （参照日 2019.08.21）
- (3) 文部科学省（2018a）小学校プログラミング教育の手引き（第二版）
https://www.mext.go.jp/content/20200214-mxt_jogai02-000004962_002.pdf
 （参照日 2019.08.21）
- (4) 吉田葵・阿部和広（2017）はじめよう！プログラミング教育—新しい時代の基本スキルを育む—。日本標準，東京，pp.2-41
- (5) 堀田龍也・佐藤和紀編著（2019）情報社会を支える教師になるための教育の方法と技術。三省堂，東京，pp.200-215