

大学のプログラミング入門教育への Scratch 導入実践と、ドローン活用の試行

山本 広志 (山形大学地域教育文化学部)
新村 太郎 (熊本学園大学経済学部)

The Practice of Introducing Scratch to Introductory Programming Education at Universities and the Attempt to Use of Drones

YAMAMOTO Hiroshi
SHINMURA Taro

§ 1. 序

工学部においては20世紀中頃からコンピュータやプログラミングの専門的な教育が行われて来た。文系の教育とはほとんど無縁であったコンピュータが幅広く大学教育に採り入れられたのは、パソコンが一般社会に普及し始めた1990年代後半のことである。当時は「コンピュータリテラシ教育」と呼ばれ、文房具と同じようにパソコンを使いこなすことが基本的な能力として必要な時代が来たと考えられた。そのため文系も含めてあらゆる学部にパソコンの操作を習得する授業がこぞって開設された。¹⁾

その後2000年代になると「コンピュータリテラシ教育」は中等教育で行われるようになり、大学での役割を終えたかと思われた。例えば中学校技術・家庭科技術分野では1998年(平成10年)の中学校学習指導要領で「情報とコンピュータ」が大幅に拡充され、2002年度(平成14年度)から全国の中学校で完全実施された。²⁾

ところが2010年代前半にスマホ普及率が急上昇すると大学入学前にパソコンを使用する機会が減り、大学新入生のパソコンスキルが2000年代よりも低下した。2010年度(平成22年度)の内閣府調査³⁾でパソコンを使っている高校生は88.0%だった。4年後の2014年度(平成26年度)調査⁴⁾ではパソコンがノート型とデスクトップ型で別々に集計されているが、両者の重複がないとしてもパソコンを使っている高校生は計46.1%に大幅減少している。代わって2014年度にはスマホを使っている高校生が89.1%と多数を占めた。スマホはiPhoneの発売が2007年、Androidスマホの発売が2008年で、内閣府がスマホを調査対象に含めたのは2012年度(平成24年度)調査以降のことである。このように2010年代前半に高校生が使う情報端末の急激な変化があった。

日常的なネット検索や閲覧ではわざわざパソコンを使用するまでもなくスマホで用が足りる。しかし卒業論文のように文章を書いたり作図したりする場合はスマホでは著しく効率が

(1)

悪く、パソコンを使用せざるを得ない。卒業後に就職してもやはりパソコンは避けて通れない。このため現在でもパソコン操作習得主体の「コンピュータリテラシ教育」が大学の一部で生き残っている。⁵⁾

これとは別に、ここ数年は初等中等教育でのプログラミング教育に関心が集まっている。伝統的なプログラミングは文字によって記述するもので、それぞれ特有のプログラミング言語を覚えなければならなかった。(図1) これでは一般人には難しい。それを変えたのがビジュアル型と呼ばれる図形を用いたプログラミング言語の普及だった。ビジュアル型的一种であるブロック型プログラミングでは、マウス操作でブロックの形をした命令を組み立てることによってプログラムを記述する。(図2)

特に注目を集めたのは小学校プログラミング教育だった。2020年度(令和2年度)に完全実施された小学校学習指導要領によって小学校でのプログラミング教育が必修化された。⁶⁾ そしてこの学習指導要領に基づく新しい小学校教科書では多くがビジュアル型プログラミング言語のScratchを採用した。^{7,8)}

続いて2021年度(令和3年度)から新しい中学校学習指導要領⁹⁾が完全実施された。中学校では技術・家庭技術分野でプログラミング教育が拡充された。中学校教科書にはScratchに加えてドリトルなど文字を使うプログラミング言語も採用されている。ドリトルは日本で開発されたプログラミング言語で、日本語を基礎としているため日本語話者にとっては構文を覚えやすい。

さらに、2022年度(令和4年度)から完全実施される新しい高等学校学習指導要領¹⁰⁾によって高校に情報Iと情報IIが新設された。中でもプログラミングを含む情報Iは共通必修科目で高校の全生徒が学習することになる。情報Iの教科書は2021年3月に検定を終えてその後の教科書展示会で一般に公開された。2022年4月から高校で使用される情報Iの教科書は6社が

出版する。教科書のプログラミング言語はPython、Java Script、表計算マクロ言語が主力になっており、小学校中学校よりも実用性が重視されている。ただし、このうち表計算マクロ言語は特定会社製品の特定環境でしか使用することができず、実用性にも将来性にも難が

```
#include <stdio.h>
int main()
{
    int i;
    long long int s;
    s = 0;
    for(i = 1;i <= 100;i++)
    {
        s = s + i;
    }
    printf("%lld\n",s);
}
```

図1 文字を使ったプログラミング言語Cのプログラム例



図2 ブロック型プログラミング言語Scratchのプログラム例

ある。

このように、2020年度（令和2年度）から小学校・中学校・高校のプログラミング教育が急速に整備された。新しいカリキュラムでプログラミングを学んだ最初の学年が大学へ入学するのは2025年度（令和7年度）になる。これに対して、2024年度（令和6年度）以前に大学入学する世代は小中高でプログラミング教育を受ける少し下の世代と比較して、この分野の能力が著しく劣ることになりかねない。そこで大学における入門教育によってプログラミングの初歩を補うことが望まれる。

ところで、プログラミングの授業では受講者自身が実際にプログラムを書く実習が欠かせない。単に説明を聞いただけでプログラムが書けるようにはならず、実際にプログラムを書いて作動させる経験を積み重ねる必要がある。そこで授業では学習段階に適したプログラミング課題を設定することになる。課題は計算や文字列の処理が題材になることが多い。英単語の computer が「電子計算機」と翻訳されたように、初期には計算が目的だった。当時の新たな学習者は理系がほとんどで、学習課題が計算中心でも問題はなかった。しかし今のように大多数がプログラミングの初歩を学ぶようになると、題材が計算中心では数学に興味を持ってない学習者にとってはプログラミング学習の妨げになる。そこで例えばScratchではスプライトと呼ばれる猫などのキャラクターを動かすプログラムを容易に導入できるように考えられている。数字や数学に興味を持ってない学習者でも画面上の猫を動かすのは分かりやすく、取っ付きやすい。

とは言え大学生が相手では、これだけではコンピュータやプログラミングの有用性を納得させられないだろう。そこで筆者はさらに進めて大学でのコンピュータサイエンス入門の授業に実際のドローンを活用した。プログラミングだけの授業ではないものの、熊本学園大学の「情報ネットワーク実習」でドローンの飛行制御プログラムを教材とした。その結果、文系の受講生が興味を持って学習することができた。¹¹⁾

ここで活用したドローンは200g未満の小型軽量のため航空法の規制対象外で、飛行許可が必要ない。トイドローンと呼ばれることもある。プロペラガードを装着すれば室内で飛行させても危険がほとんどなく、価格も手頃で教材に適している。

§2. 山形大学での授業計画

序で述べたプログラミング教育の状況を踏まえて、筆者は2020年度後期（2020年10月～2021年2月）から「文系でもできるプログラミング」を山形大学で計画した。山形大学では全学部の学生を対象とした共通教育を基盤教育と呼び、主として1年生が受講する。「文系でもできるプログラミング」は基盤教育の中の教養科目に分類され90分×15回2単位の選択科目とする。名称から想像される通り、主として文系でプログラミング未経験者や苦手意識のある学生を対象としている。序で述べたように現在の大学1年生は小中高の本格的なプログラミング教育が始まる直前の世代であり、ここを補う目的がある。

「文系でもできるプログラミング」では教材のプログラミング言語にビジュアル型のScratchを使用した。Scratchは子供でも抵抗なく始められることから小学校プログラミング教育でも使用されている。その一方でプログラミング言語としては実用性に難があり、プ

プログラミングの初期教育に適していると言える。工学部生なら最初から実用性の高いCやPythonなどを詳しく学習した方が良いでしょう。

「文系でもできるプログラミング」はScratchを使いつつも伝統的なプログラミングの基本をきちんと盛り込んだ。単にScratchを使うだけなら小学生でもできるが、大学の授業として体系的にプログラミングを学ぶことを目標としている。例えば制御については、逐次処理・繰り返し・条件分岐を順に授業1回ずつ費やしてそれぞれ取り上げた。プログラム例を交えて説明した後で、受講生が簡単なプログラム作成課題に取り組む。変数や演算についても「数値変数と数値演算」「文字列と文字変数」「真理値と論理演算」を1回ずつ取り上げた。Scratchは三角関数や指数対数といった数値関数や論理演算も備えている。さらに、Scratchではリストと呼ばれる変数の配列や、サブルーチンと関数についても取り上げた。こうしたプログラミングの基本を学んでおくことで、受講生が将来プログラミングを必要とした時に、使用するプログラミング言語を問わず対応しやすくなる。

こうして一通り基本を学んだ後に応用としてドローンTelloのプログラム制御を体験させる試行を盛り込んだ授業計画とした。熊本学園大学での授業実践¹¹⁾ではTello EDUの専用プログラミング言語を使用した。山形大学の「文系でもできるプログラミング」はプログラミングが主題の授業でScratchを使用しているため、ドローン制御もScratchで行うように準備した。今回使用したドローンは製造元が同じTello EDU姉妹品のTello(図3)で、両者の仕様に大きな違いはない。外形外寸や基本性能は同じで、制御プログラムと付属品に違いがある。パソコンから2.4GHz帯無線LANの通信に載せてIP(インターネット・プロトコル)で制御する仕組みは熊本学園大学で使った方法¹¹⁾をそのまま引き継いだ。

製造元Ryze techが公開しているScratch用モジュールを組み込むと、Scratchの画面上にドローン制御のための新しいブロックが現れる。元々配布されていたモジュールではこの新しいブロックが英語になるが、授業で使用するために独自に日本語化した。(図4) これを使って受講生がドローン制御のプログラミングを行う。なお、Scratchは多言語に対応していて、授業では日本語に設定しドローン制御用を含めて全てのブロックを日本語表示で統一した。追加された新しいブロックを実行すれば無線LANを通じてドローンへ指令が送られて飛行を制御



図3 Tello

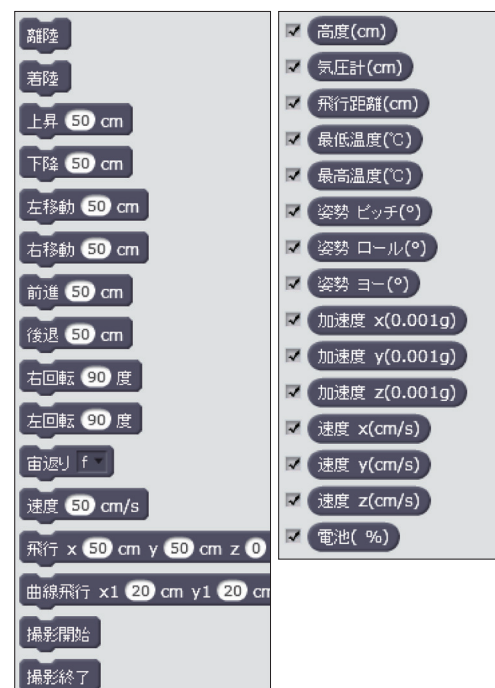


図4 Scratchのドローン制御用ブロック

することができる。通信は双方向で、逆にドローン内蔵のカメラ映像や飛行状態をパソコンで受け取ることもできる。

§ 3. 山形大学での授業実践

予想外で困ったことに2020年度（令和2年度）は新型コロナウイルス感染症が流行して全国に緊急事態宣言が発出され、山形大学でも前期はほとんどを遠隔授業とせざるを得なかった。不幸中の幸いで山形はその後の流行が小康状態となり、緊急事態宣言の対象区域から外れた。感染防止を徹底した上で「文系でもできるプログラミング」がある後期のうち10月～12月は対面授業を実施することができ、全15回のうち2/3が対面授業だった。大学の統一方針によって残り1/3はLMS（Learning Management System=学習管理システム）を使った遠隔授業となった。

「文系でもできるプログラミング」はパソコンを備えた情報処理教室で授業を行った。情報処理教室にはパソコンが64台あり本来の受講定員は64人であるが、コロナ感染予防のため大学の統一方針によって座席を1つおきに使用し受講定員を半数の32人とすることが定められた。選択科目のため履修希望者が何人出るかは全く予測がつかなかったが、結果は32人を大きく超えて100人以上の履修希望があった。そのため抽選が行われ、32人の履修学生が決まった。抽選はコンピュータを使用して事務的に行われ、担当教員が履修学生を選んだり特定学部の学生を優先したりすることは認められない。

この授業のプログラミング言語にScratchを採用したことで、期待通り文系の受講生にも最初の段階で「これならできそう」と思わせることができた。その上で、伝統的なプログラミングの考え方を1つずつ毎回のテーマにして身に付けさせていく作戦は概ね成功した。テーマに沿って毎回提出させる簡単なプログラミング課題をほとんどの受講生が達成できていた。

さて基本ができたところで、授業計画に盛り込んだドローン制御プログラミングを応用例として取り上げた。ドローンとの通信を確立した上で、最初は垂直に離陸して静止した後に垂直下降で元の地点に着陸するという最も単純なプログラムでドローンが制御できていることを確認する。（図5）「離陸」のブロックを実行するとドローンはプロペラの回転を始めて1m上昇し静止する。「着陸」のブロックは地面に到達するまで下降して着陸しプロペラが止まる。「撮影開始」のブロックはドローンの飛行には影響しない。ドローン内蔵のカメラを作動させて動画をパソコンで表示できる。ただ、動画には目視ではっきり分かる遅延があって、1～2秒遅れて映像が表示される。

こうしてドローンが制御できることを確認してから、教室の中を一周するデモ飛行プログラムを実行した。（図6）授業に使用した情報処理教室は横に長い。その

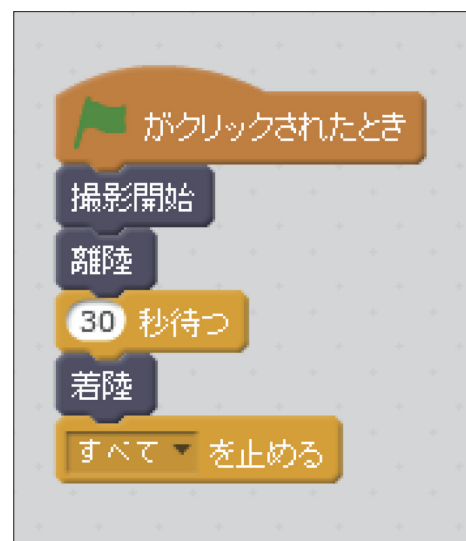


図5 離陸と着陸のみの最も単純なドローン制御プログラム

ため教室内の一周飛行でも教卓脇から受講生を向いた状態で離陸して、教室の横方向に大きく移動するプログラムになっている。授業で制御プログラムとドローン内蔵カメラの映像をスクリーンに映しながらデモ飛行を実演して、受講生にプログラミング制御の有用性を印象づけた。その上で受講生の飛行制御プログラムを募集した。

1年目の授業を終えて課題として残ったことは、まずパソコン環境が挙げられる。Telloの制御はScratchのバージョン2が対応していて、バージョン3は未対応となっている。情報処理教室に備えられたパソコンはScratchバージョン3しかインストールされておらず、ドローンと通信するために必要な無線LANを備えてもいない。情報処理教室のパソコンはマイクロソフトWindows10が集中管理されたシンクライアント端末で、教員が授業に必要なプログラムをインストールできるようにはなっていない。要望を出してもあまり通らず非常に使い勝手が悪い。これには組織上の問題もあるので一教員が短期間で解決できる話でもない。

そこで不要になっていたノートパソコンを3台かき集めてScratch2をインストールし今回の授業で使用した。しかし悪いことに、Scratch3のプログラムを保存したファイルとScratch2をドローン用に拡張してプログラムを保存したファイルには互換性がなく互いにやり取りできない。このため情報処理教室に備えられたパソコンでドローン制御プログラムを作成したり編集したりできなかった。個人所有のノートパソコンを持って授業に来る受講生も一定数いたが、半数に達するというほどではなかった。個人所有パソコンがなく大学以外でパソコンを使うことのできない受講生にも配慮が必要なため、ドローン制御プログラムの作成を全員の必須課題とすることができず授業としてやりづらかった。結果として盛り上がりにも欠けてしまった。

技術的な課題としてはドローンの飛行高度の問題があった。Telloは底面のセンサーで地面や床を識別することにより床からの距離を認識し高度を一定に保って安定した飛行を実現している。机やパソコンが並んだ教室内で飛行させると床が識別できなくなることがあり、そうすると高度を安定させられなくなる。これが原因で一定高度の飛行中に意図しない急上昇で天井に衝突することがあった。幸いTelloは超軽量な上に、プロペラガードを装着して防護してあるので、天井に衝突して墜落しても人が怪我をしたりドローンが破損したりすることは一度もなかった。実は図4のブロックにあるように、Telloは宙返りもできる。デモ飛行プログラムに宙返りを入れたいところだったが、床の識別に起因する飛行安定性の問題



図6 教室内を一周する飛行デモプログラム

から、今回は宙返りは断念した。

床識別の問題は体育館のように何も置かれていない場所を使用すれば解決できるが、今度はパソコンを使いづらい。机のある場所と何もない場所が同じ部屋で連続していることが望ましく、1年目の経験を踏まえて適切な場所を探したい。あるいは体育館でもタブレット型端末で制御可能になればパソコンを持ち込む必要がなくなる。

また、初年度は授業の趣旨が学生に十分伝わらず、予想外に工学部生が多くなってしまった。学生の本音を聞くことは難しいが、「楽勝」という意識で選択した工学部生がいるかも知れない。文系の受講希望者が多数抽選で落選して受講できない結果となり、ここは何らかの対策が必要であろう。2年目のシラバス（授業計画）には「工学部生の受講は推奨しない。（工学部で専門的にプログラミングを学ぶことができる。）」と明記することにした。

2年目以降はこうした課題を改善しつつ、授業をより良くして行きたい。

§4. まとめ

熊本学園大学での授業実践を踏まえて、山形大学で主に文系の1年生を対象としたプログラミング入門教育の授業として2020年度（令和2年度）から新たに「文系でもできるプログラミング」を開設した。この授業の狙いと結果をまとめると次のようになる。

1. 新しい学習指導要領に基づいて大幅に拡充された小学校・中学校・高校でのプログラミング教育を受け始める直前の世代のプログラミング入門教育を大学で補う目的がある。
2. プログラミング言語にはScratchを選んだ。Scratchはビジュアル型プログラミング言語の一種で、文系でも抵抗なく始めることができる。計画通りに受講生は最初でつまづくことなくプログラミングに取り組めた。
3. 授業には制御や変数・演算など伝統的なプログラミングの要点をきちんと盛り込んで毎回の課題としても取り上げた。大部分の受講生は課題を達成し、将来もしプログラミングの必要が生じたとしても使用するプログラミング言語を問わず対応しやすくなった。
4. 基本ができたところで応用例として実際のドローンを制御するプログラミングを授業の題材とした。受講生にコンピュータプログラミングの有用性を示すことができた。

文献

- 1) 山本 広志「文科系に於ける情報処理教育 - 或る私立大学の事例」*山形大学紀要教育科学編* 12(3), 357-368 (2000).
- 2) 文部省「中学校学習指導要領」平成10年文部省告示第176号(1998).
- 3) 内閣府「平成22年度青少年のインターネット利用環境実態調査」(2011).
- 4) 内閣府「平成26年度青少年のインターネット利用環境実態調査」(2015).
- 5) 山本 広志「教員養成系学部における「情報リテラシ教育」の現状」*山形大学紀要教育科学編* 14(3), 261-270 (2008).
- 6) 文部科学省「小学校学習指導要領」平成29年文部科学省告示第63号(2017).
- 7) 山本 広志「新学習指導要領に基づき導入される小学校プログラミング教育に関する教科書調査研究」*山形大学紀要教育科学編* 17(3), 185-202 (2020).
- 8) 山本 広志「小学校プログラミング教育導入前後の教科書比較研究」*山形大学教職・教育実践研究* (15), 19-27 (2020).
- 9) 文部科学省「中学校学習指導要領」平成29年文部科学省告示第64号(2017).
- 10) 文部科学省「高等学校学習指導要領」平成30年文部科学省告示第68号(2018).
- 11) 新村 太郎「コンピューターサイエンス入門教育の題材としてのドローン活用事例」*熊本学園大学論集『総合科学』* 25(1), 1-7 (2019).