

KCCC例会 ドローンと遊ぼう

笹山 邦夫

今日のテーマ： 空飛ぶプログラム

～超簡単なプログラミングでトイドローンを飛ばそう！～

めあて： ドローン開発の歴史を振り返り、未来に想いを馳せるとともに、
自分が作った簡単なプログラムで、トイドローンを飛ばしてみよう。

今日の主役： TELLO edu (jp) *¹ (*¹ TELLOであれば、eduでなくても可)



・DJIのテクノロジーを搭載したRyze Tech社製の軽量小型のドローンで、バッテリーを搭載した状態で100g未満という、資格や免許を要しないトイドローンである。簡単なプログラムによって飛行させることが可能なためプログラミング教育で利用されることも多い。ただし、飛行場所や飛行距離については航空法等の規制が適用され、自治体の条例等にも従う必要がある。基本的には15歳以上の使用を前提としている。

プログラミング言語 Scratch



・Scratch財団がマサチューセッツ工科大学 (MIT) メディアラボ ライフロンギンダーガーデングループと共同開発した。8～16歳のユーザーを主ターゲットとする無料教育プログラミング言語で、ブロックを組み合わせることで猫のキャラクターなどを制御する。

今日の活動：

- 1 Tello 用の拡張機能を含む Scratch 3 を準備する。
 - ・実際にWEB上から、自分のPCにダウンロードして展開する。
 - ・予め講師が準備したシステムを、自分のPCにコピーして使う。
- 2 Scratch を起動して、Tello 用拡張機能を組み込む。
- 3 ブロックを並べて簡単な飛行手順を作り、自分のPCに保存する。
- 4 一旦 Scratch を終了し、Tello と自分のPCをWi-Fiで接続する。
- 5 再びScratch を起動し、保存していたプログラムを読み込む。
- 6 プログラムをスタートさせ、ドローンを飛ばせる。

※PCをお持ちでない場合、ご遠慮なく講師のPCをお使いください。
上記の面倒な手順を省略することが可能です。

なお、スマートフォンでTelloを操作できるアプリもあります。

と一緒に考えたいこと：

この機体には GPS 機能が搭載されていないことに加えて、バッテリーを装着した状態でも機体重量は 100 g 未満という軽さです。そのため、室内で飛行させた場合でも換気やエアコンの風による影響で、思い通りの飛行が実現できない場合があります。また、フリップ（宙返り）を組み込んだ場合、開始点と終点の間にずれが生じます。

このような事象を回避することを考えてプログラミングすることの必要性や、自動修正プログラムを組み込むことの重要性が理解できれば、よい学びにつながると思います。この機体にも最低限のフェイルセーフ機能は装備されていますが、万全ではありません。人命を守ること、それは、人が操縦する場合、コンピュータや AI 等の支援を受けて人が操縦する場合、自動操縦による場合、いかなる場合においても最重要となる基本的な考え方であると思います。

ドローンを用いてプログラミングをするという経験は、安全に対する考え方だけでなく、学び方を学ぶ良い機会であると考えています。

【資料】Tello 用 Scratch 3 の準備について

Windows 用、macOS 用、いずれの場合も、

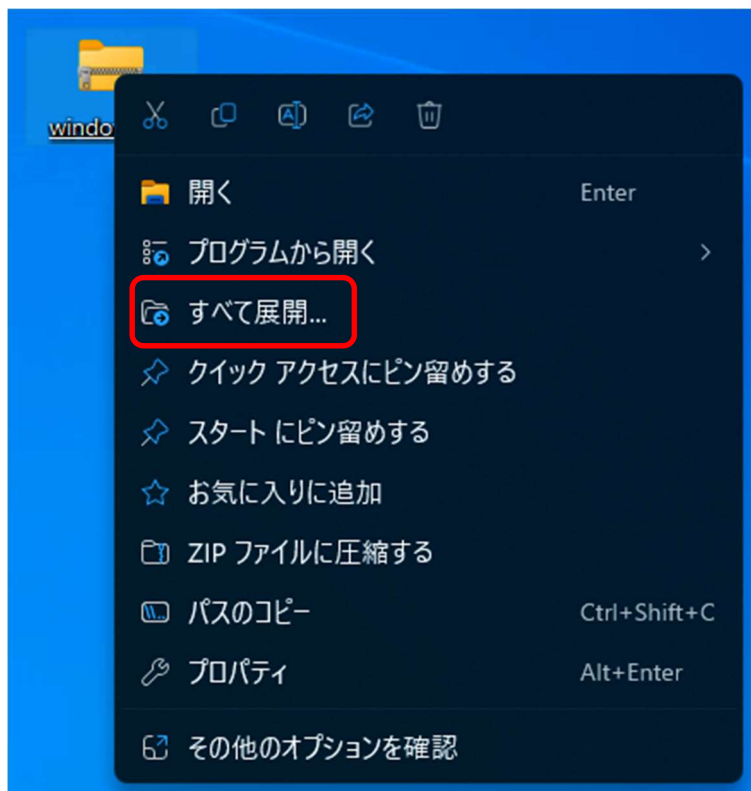
<https://github.com/kebhr/scratch3-tello/releases>

からダウンロード可能です。

ダウンロード先は「デスクトップ」が好都合ですが、「ダウンロード」フォルダの場合は、ダウンロード完了後、デスクトップに移動してもかまいません。



Windows の場合は、このようなアイコンを右クリックします。



「すべて展開」を選んでクリックします。

展開場所は、「デスクトップ」にします。

「ここに展開」または



展開が終わると、このようなアイコンが作られます。

名前	更新日時	種類	サイズ
locales	2023/07/10 19:36	ファイル フォルダー	
resources	2023/07/10 19:36	ファイル フォルダー	
swiftshader	2023/07/10 19:37	ファイル フォルダー	
chrome_100_percent.pak	2023/07/10 19:36	PAK ファイル	139 KB
chrome_200_percent.pak	2023/07/10 19:36	PAK ファイル	203 KB
d3dcompiler_47.dll	2023/07/10 19:36	アプリケーション拡張...	4,419 KB
ffmpeg.dll	2023/07/10 19:36	アプリケーション拡張...	2,640 KB
icudtl.dat	2023/07/10 19:36	DAT ファイル	9,977 KB
libEGL.dll	2023/07/10 19:36	アプリケーション拡張...	432 KB
libGLESv2.dll	2023/07/10 19:36	アプリケーション拡張...	7,645 KB
LICENSE.electron.txt	2023/07/10 19:36	テキスト ドキュメン...	2 KB
LICENSES.chromium.html	2023/07/10 19:36	Firefox HTML D...	5,306 KB
resources.pak	2023/07/10 19:37	PAK ファイル	5,733 KB
Scratch3-Tello.exe	2023/07/10 19:37	アプリケーション	137,400 ...
snapshot_blob.bin	2023/07/10 19:37	RUN ファイル	19 KB

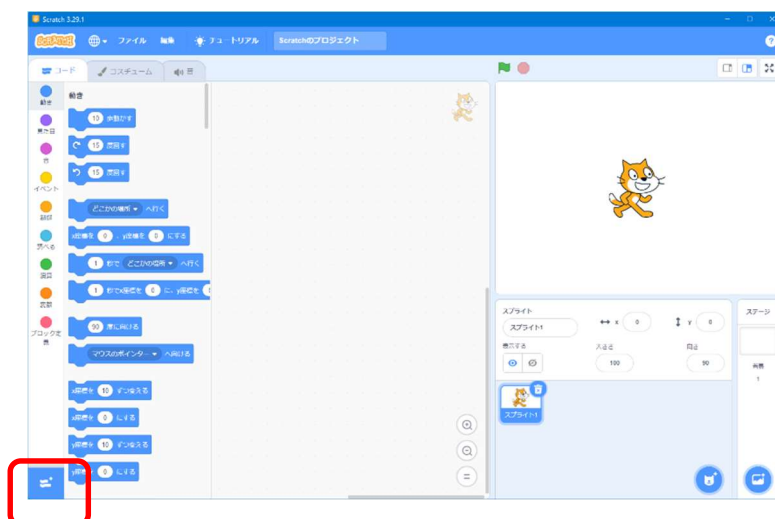
19 個の項目 | 1 個の項目を選択 4.26 MB |

フォルダを開き、少し下の方にある

「Scratch3-Tello.exe」を選んでクリックします。

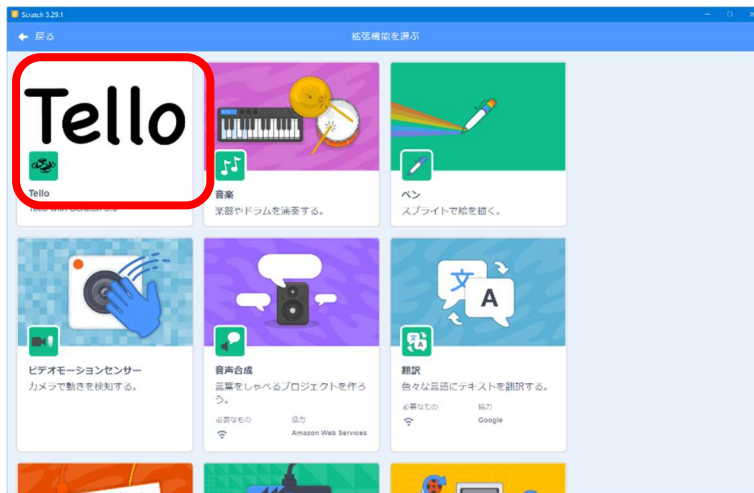
注：設定の状況によっては「.exe」の部分が表示されないこともあります。

これによって、Tello 用 Scratch 3 が起動します。

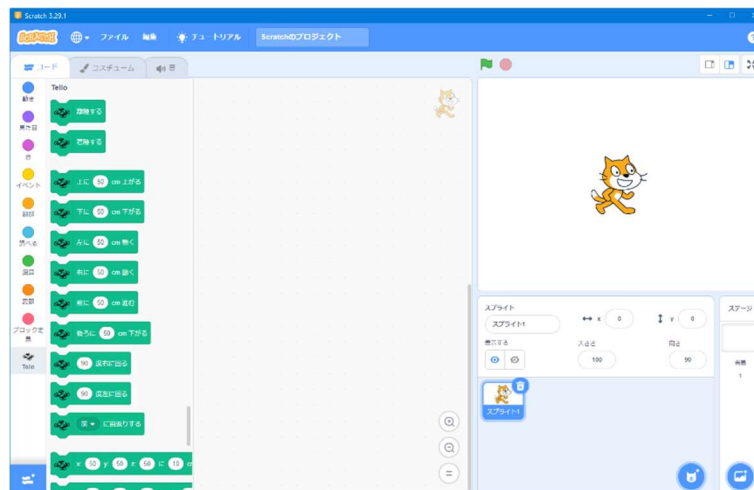


起動したら、
左下のボタンを
クリックします。

この画面で、「Tello」を選ぶと、拡張機能が組み込まれます。



これで、プログラミングを始める準備ができました。



Tello にさせたい動作を思い浮かべながら、緑色のブロックを並べましょう。

※ これ以後は資料を参考に、プログラミングをお楽しみください。

【資料】 Tello の飛行に必要な Scrachi の基本的なコード



イベント

「スタート」が押されたとき

() キーが押されたとき

※ スペースキーの他、いろいろなキーを指定することができます。

制御

() 秒待つ

() 回繰り返す

※ 正多角形を描く時など、同じ動きをする部分を中心にめこみます。

プログラムの最後に、このコードを使います。

※ 「このスクリプトを止める」を使うことが多いです。

音

Tello のプログラミングでも、音を鳴らすことができます。ただし、音は PC のスピーカーから出るだけで、Tello から出ません。必要に応じて使うと効果的ですが、音を鳴らし続けることで飛行に影響が出ないようにする必要があります。あくまでも付加的なコードだと考えましょう。

Tello の飛行に必要なコード(初級用)

Tello



離陸する

着陸する



上に()cm 上がる



下に()cm 下がる



左に()cm 動く



右に()cm 動く



前に()cm 進む



後ろに()cm 下がる



()度右に回る



()度左に回る



(前, 後ろ, 左, 右)に宙返りする



x:() y:() z:()に()cm/s で飛ぶ



x:() y:() z:()から

x:() y:() z:()に()cm/s でカーブしながら飛ぶ

動き

見た目

音

イベント

制御

調べる

演算

変数

ブロック定義

Tello

Tello

離陸する 離陸する

着陸する 着陸する

上に 50 cm 上がる 上に () cm

下に 50 cm 下がる 下に () cm

左に 50 cm 動く 左に () cm

右に 50 cm 動く 右に () cm

前に 50 cm 進む 前に () cm

後ろに 50 cm 下がる 後ろに () cm

90 度右に回る () 度右に回る

90 度左に回る () 度左に回る

前 に宙返りする () に宙返り

x: 50 y: 50 z: 50 に 10 cm/s で飛ぶ

x: 50 y: 50 z: 50 から x: 50 y: 50 z: 50 に 10 cm/s でカーブしながら飛ぶ

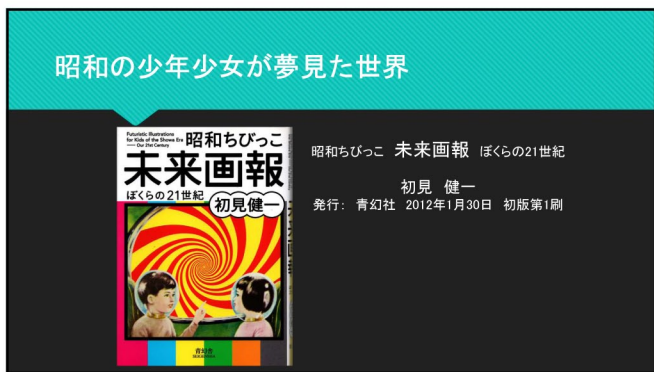
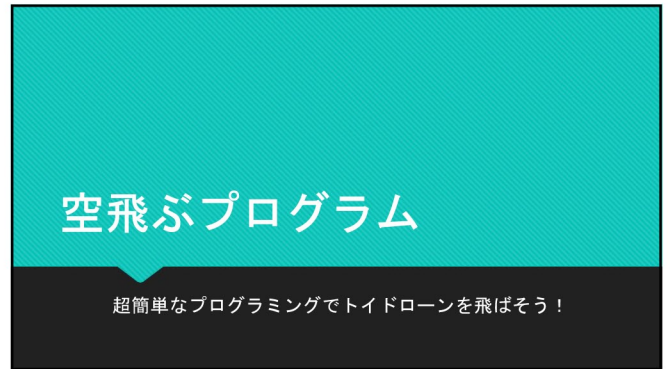
イベント: 「スタート」が押されたとき

Tello: 離陸する

離陸してから着陸するまでの動作を考えて
動作の順に命令コードを書き並べましょう。

Tello: 着陸する

制御: このスクリプトを止める





特徴

- 価格の割に高いホバリング性能とフェイルセーフ機能をもっています。
- 15秒程度通信が途絶えたときTELLOが判断した場合、自動着陸モードに移ります。
- 照度警告、バッテリー残量警告が出、バッテリー残量不足の場合は自動着陸モードに移ります。
- 地面からの離着陸に加え、手からの離着陸もできます。
- 高度30m、距離最大100m (Wi-Fiによる通信可能範囲) 程度の飛行ができます。
- ある程度の画質で静止画、動画の撮影ができます。
- プログラムでできるコマンドが多く、高度なプログラミングにも対応できます。
- Scratch、Python、Swift (スウィフト) によるプログラミングで操作できます。
- 編隊飛行ができます。
- ミッションパッドが使用できます。(例：同じA地点とB地点を共有できる)

- 価格の割に高いホバリング性能とフェールセーフ機能をもちます。
- 15秒程度通信が途切れたときとTELLOが判断した場合、自動着陸モードに移ります。
- 満ち度警告、バッテリー残量警告が出、バッテリー残量不足の場合は自動着陸モードに移ります。
- 地面からの着陸地点に加え、手からの着陸地点もできます。
- 高度30m、距離最大100m (Wi-Fiによる通信可能範囲) 程度の飛行ができます。
- ある程度の画質で静止画、動画の撮影ができます。
- プログラムでできるコマンドが多く、高度なプログラミングにも対応できます。
- Scratch、Python、Swift (スウィフト) によるプログラミングで操作できます。
- 編隊飛行ができます。
- ミッションパッドが使用できます。(例：同じA地点とB地点を共有できる)

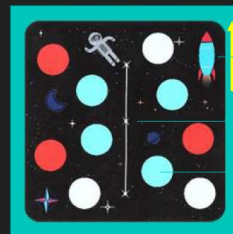
Tello EDU の ミッションパッド

例：ミッションパッド 1

ロケットの向き：X軸方向（+）

ミッションパッド番号

Tello EDU は、
水玉模様の配列でミッションパッドを識別します。



ロケットの向き：X軸方向（+）

ミッションパッド番号

Tello EDU は、
水玉模様の配列でミッションパッドを識別します。

ラジコン的な使用（TELLOアプリ）

簡単な操作で、直感的に操縦できます。

- 離陸・着陸方法の理解
- 基本的な動きの理解
- 静止画・動画の撮影方法の理解
- プログラムによる自動飛行と自動撮影方法の理解
- 画像の記録先と、スマホの写真フォルダーへの転送方法の理解

- 離陸、着陸方法の理解
- 基本的な動きの理解
- 静止画・動画の撮影方法の理解
- プログラムによる自動飛行と自動撮影方法の理解
- 画像の記録先と、スマホの写真フォルダーへの転送方法の理解

iOS 用 TELLO アプリの場合

離着陸 (上・下) ●映像記録

上昇 下降

左へ向く 右へ向く 左へ進む 右へ進む

下降 後退

デモフライト映像を見る



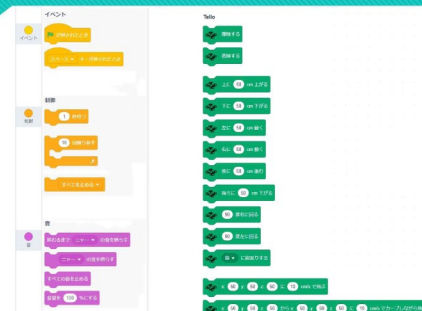
Scratchによるプログラミング

- 教科との関連を考えながら、プログラムによる飛行の基礎を学ぶのに最適です。
- TELLO edu のミッションパッドに対応しています。
- オンライン版 Scratchではなく、オフライン版 Scratch 3 を使用します。
- GitHubの Releases より、使用するOSに合わせてファイルをダウンロードします。
<https://github.com/kebhrr/scratch3-tello/releases>

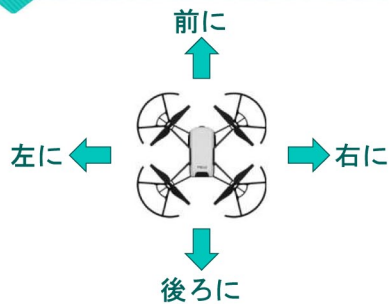
Windows版では、「windows.zip」をダウンロードして展開します。

インストールの必要はありません。「Scratch3-Tello.exe」を指定して起動します。

基本のコード



Telloの動きについて(直進)



Telloの動きについて(回転)

()度左に回る ()度右に回る

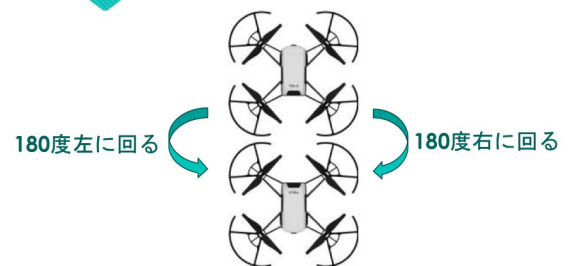


その場で、指定した角度だけ左右に向きを変える

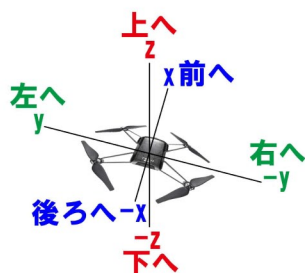
そのままの位置で後ろを向かせるには？



そのままの位置で後ろを向かせるには？



Telloの座標について



経験的な留意事項

- プロペラの向きを誤って装着した場合、予想外の動きによる事故、怪我の危険があります。
- バッテリーの過熱、本体の過熱による熱暴走に注意が必要です。
- バッテリー満充電でも動作時間は10～13分程度で、予備バッテリーの常備が必要です。
- バッテリー充電時間は1時間程度で、充電には出力5V1A程度のスマホ用充電器等が必要です。
- バッテリーの過放電、過充電は極力控えるのが無難です。
- ファームウェアアップデートにより、古いUser Manual 記載のLED点灯パターンが変わります。
- TELLO EDU アプリ（特にアンドロイド版）では動作不安定、動作不良が発生することがあります。
- 墜落・衝突時のプロペラの脱着や破損に備え、安全ゴーグルの着用を推奨します。
- 設定変更、パスワード変更等にはiPhone版TELLOアプリの使用を推奨します。
- TELLO edu アプリ搭載のステージクリア、ゲーム的要素のアプリ内課金に注意が必要です。
- 学校教育での使用に際しては、安全に関する事前指導の他、条件統制と安全管理が必要です。

参考図書



空飛ぶプログラム
～ドローンの自動操縦で学ぶプログラミングの基礎～
著者：株式会社 ドローンエモーション
出版：シーアンドアール研究所
2020年2月22日
ISBN：9784863543003
備考：新本・中古本とも購入可能

Let's Try !

デモンストレーション飛行をご覧いただいた後、
Scratch 3 によるプログラミングで、自動飛行体験をお楽しみください。



キャラクタ： 阪神高速 もぐらのユー・ジくんファミリー

