

## Tarto：マイコンをインタラクティブに制御できるプログラミング言語とWEB IDE

開発駆動コース / 川合ゼミ 田中 健

### 作品概要

マイコンを使ったプロトタイピングをより簡単かつ手軽に実現することを目指して、プロトタイピングツールのTarto（タルト）を開発した。TartoはRubyやPythonに近い構文を採用したプログラミング言語と、マイコンにUSBを接続するだけで開発をはじめられるWEB IDEから構成されている。Tartoの最大の利点は、コーディングを終えてからマイコン実機上でのプログラム実行を高速に行えるため、マイコンをインタラクティブに制御できる点である。

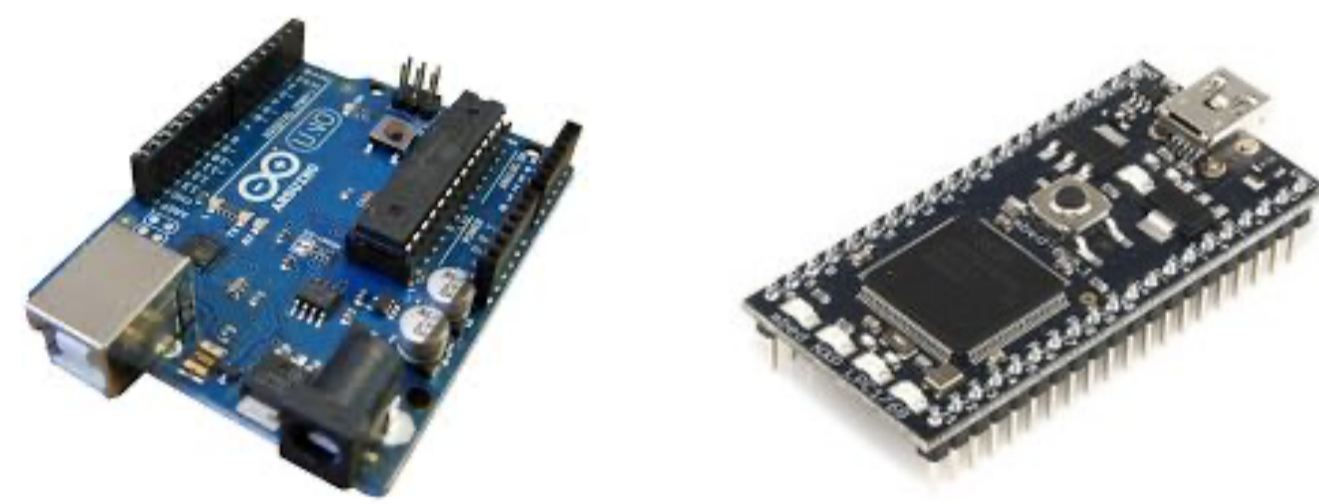
### 背景：マイコンを使ったプロトタイピングツールの普及

#### Arduinoやmbedに代表されるラピッドプロトタイピングツール

- 環境構築が簡単
- IDEとの連携でプログラム開発や書き込みが簡単にできる

#### 様々な場面で使用されている

- 製品開発
- 研究
- 教育
- 電子工作



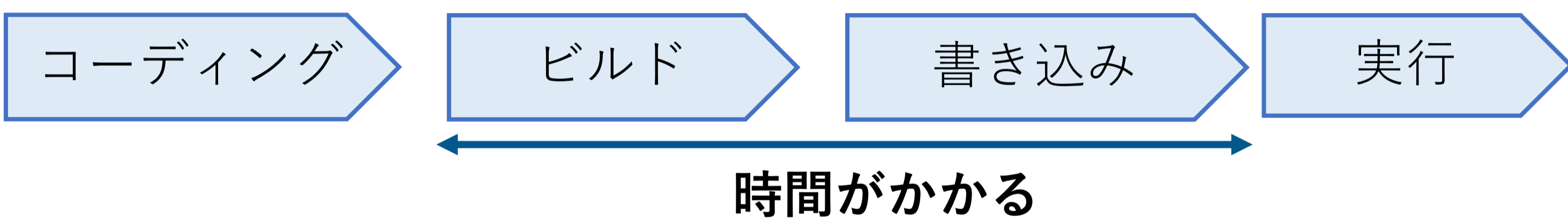
Arduino

mbed

簡単にマイコンを使ったプロトタイピングに挑戦できるように！

### 課題：動作確認までに時間がかかる

- ファームウェアのビルドとフラッシュメモリへの書き込みに時間がかかるため**気軽に実行して動作検証ができない**
- マイコン上でプログラムを実行するまでの流れ



実行毎にファームウェアを書き込む必要がなくなればより頻繁に動作検証を行うことができるようになる

プログラムを実行するイテレーションが向上することでプロトタイプの**開発効率**が向上するのではないか

### 制作物：プロトタイピングツールTarto

- プログラミング言語とWEB IDEから構成
- ESP32 WROOM向けに実装を行い検証した

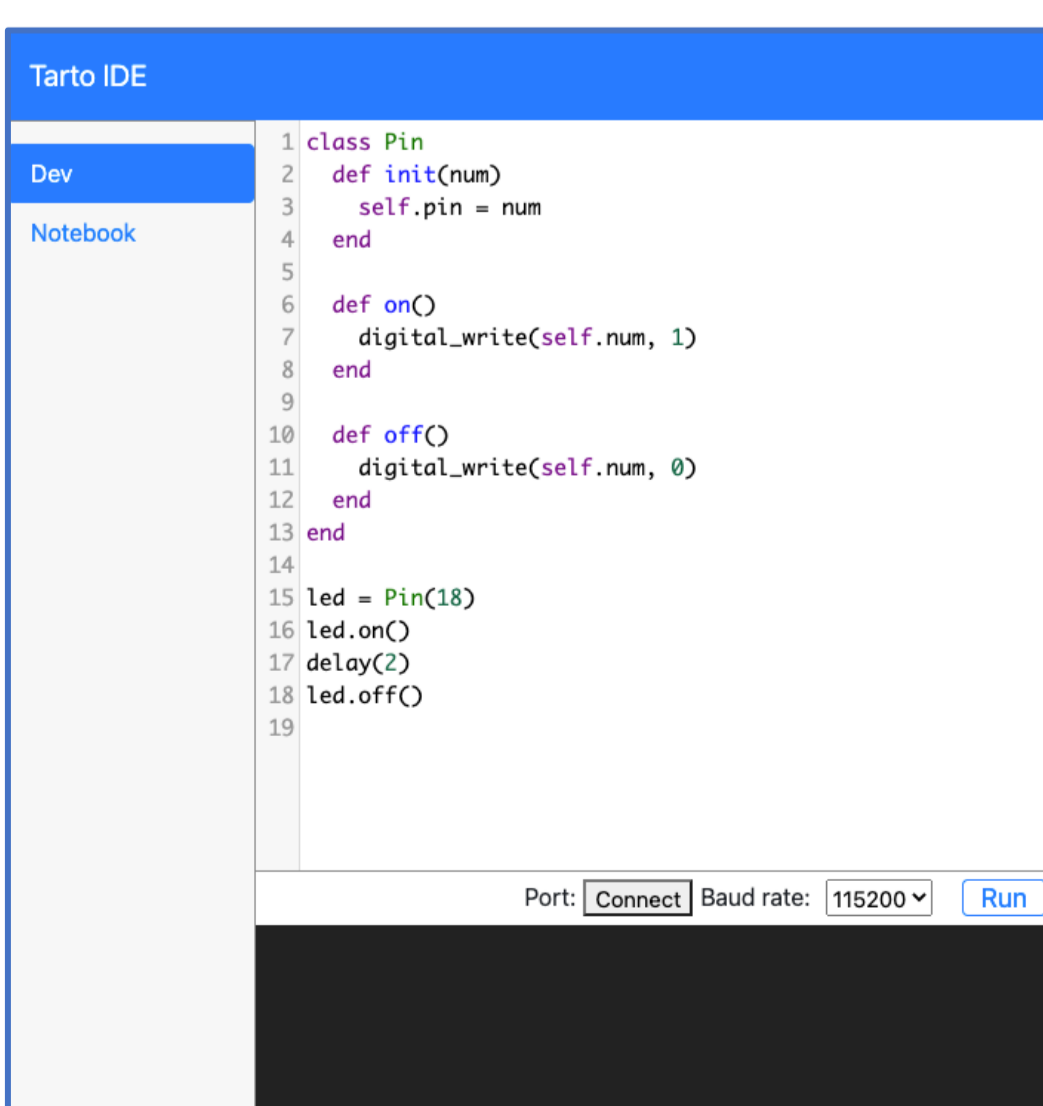
```

1 # Lチカ
2 led = Pin(18)
3
4 while true do
5   led.on()
6   delay(2)
7   led.off()
8   delay(2)
9 end
10

```

#### <...> プログラミング言語

- オブジェクト指向のパラダイムを採用
- 動的型付け
- ハードウェアを抽象化したライブラリを標準で提供する予定
- コンパイラをGo言語、ファームウェアとして書き込むVMをC言語で実装

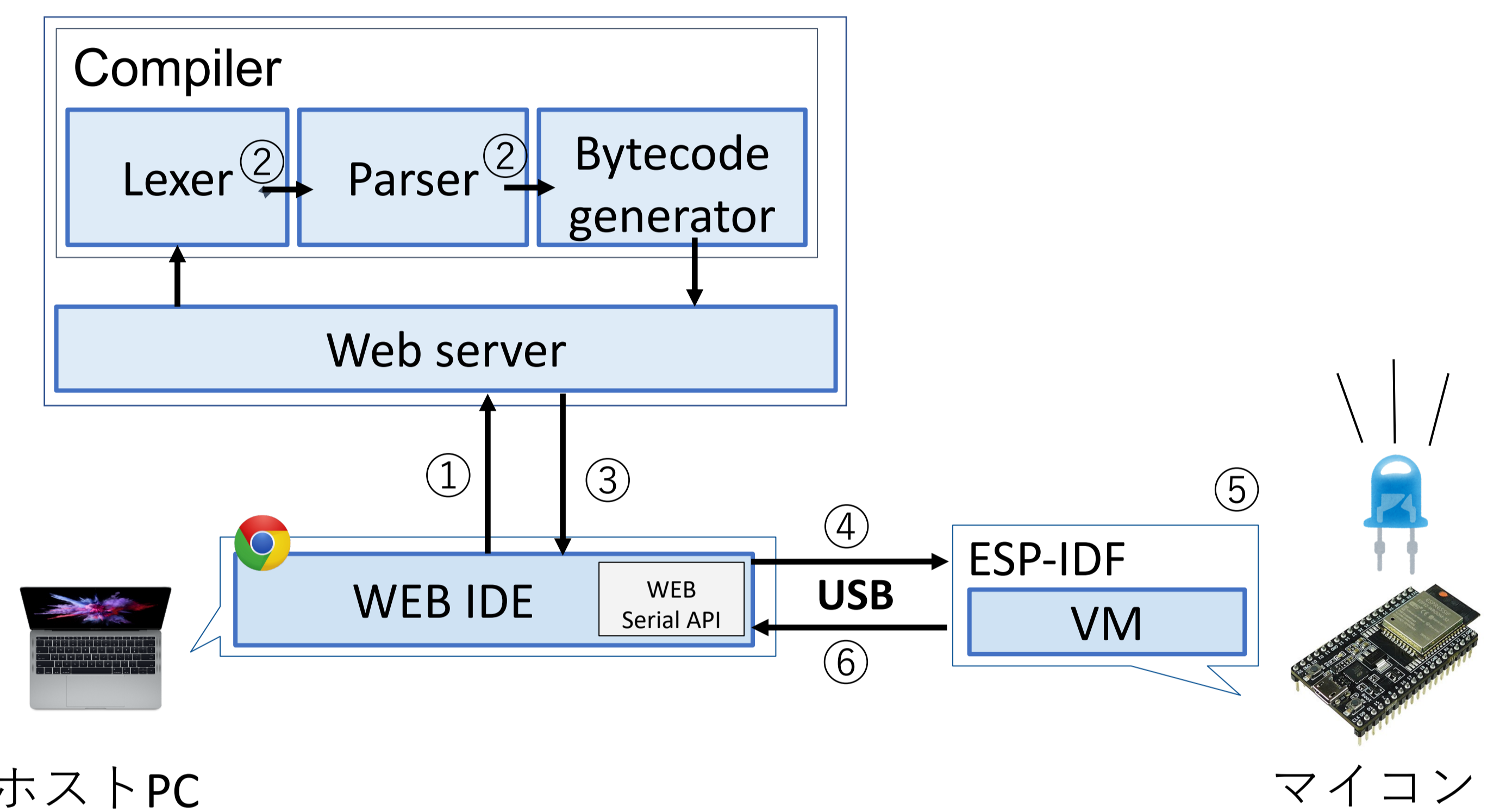


#### WEB IDE

- マイコンをUSBに接続しIDE上でポートを選択するだけで接続が完了
- クラウド化を検討
- 補完機能やエミュレータ機能を今後実装し、プログラミングをより強力にサポートする予定

### プログラムの実行フロー

- ① WEB IDEのRunボタンを押すとソースコードがサーバに送られる
- ② サーバ上でソースコードをバイトコードにコンパイルする
- ③ バイトコードをホストPCに返す
- ④ バイトコードをWeb Serial APIを使用してUSBシリアルでマイコンに転送する
- ⑤ あらかじめ書き込んでおいた仮想マシン（VM）上でバイトコードを実行する
- ⑥ 実行結果をUSBシリアルでWEB IDEへ転送し表示する



ホストPC

マイコン

今回実装した部分

あらかじめマイコンにVM書き込んでおきBytecodeをシリアル通信で転送して実行する方式  
→ **高速+インタラクティブに動作**

### パラメータの保護機能

- オブジェクトのインスタンス変数（パラメータ）に対して簡単に制限をかけることができる
- 評価されるタイミングで動的にパラメータが適正かどうかをチェックする

```

class Motor
  def init(num)
    self.pin_number: {include: 18..20} = num
  end
  ...
end

dc1 = Motor(19)  # OK
dc2 = Motor(22)  # Error

```

設定ミスによる予想外の出力・電圧の印加を事前に防げる  
→ ハードウェアの破損防止やユーザの保護に繋がるためより**セキュア**に！

### 今後の展望・開発方針

- ライブラリの強化、PWMやBLEが扱えるように
- ペアプログラミングやリモートコラボレーションツールへの展開
- Arduino等の他のデバイス向けにファームウェアを実装

