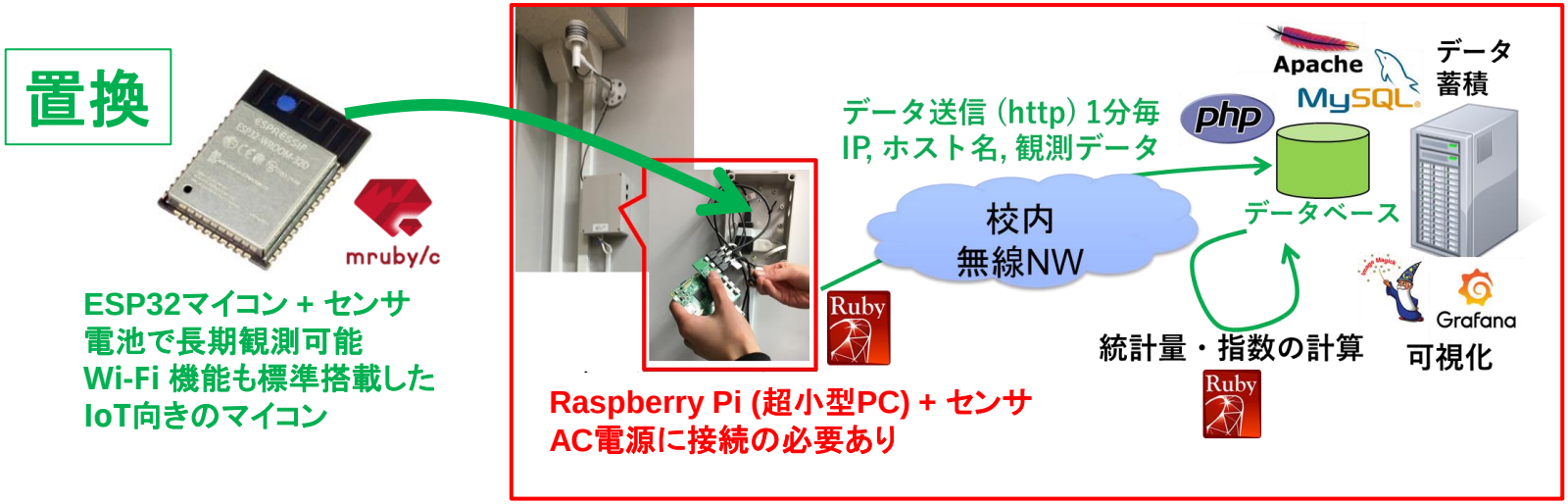
# 軽量 Ruby (mruby/c) でマイコンプログラミング

松江工業高等専門学校　情報工学科
杉山　耕一朗

2023年03月20日

# 杉山の関わり

- mruby/c に着目したきっかけ
  - コミュニティからの声掛け
  - マイコンを用いた IoT システム・IoT 演習の模索 (2018年末)
    - Raspberry Pi (超小型PC) での長期観測には AC 電源が必要



# mruby/c チュートリアルの衝撃 (2018年度末)

itoc

ITOC とは　支援事業　セミナー・イベント　レポート　お問い合わせ

## ESP32×mruby／c IoTハンズオン

2019/03/16

トップ / 支援事業 / 先端技術支援 / mruby／c / チュートリアル / ESP32×mruby／c IoTハンズオン / ハンズ・オン - 3

### ハンズ・オン - 3

ESP32×mruby／c IoT…オン

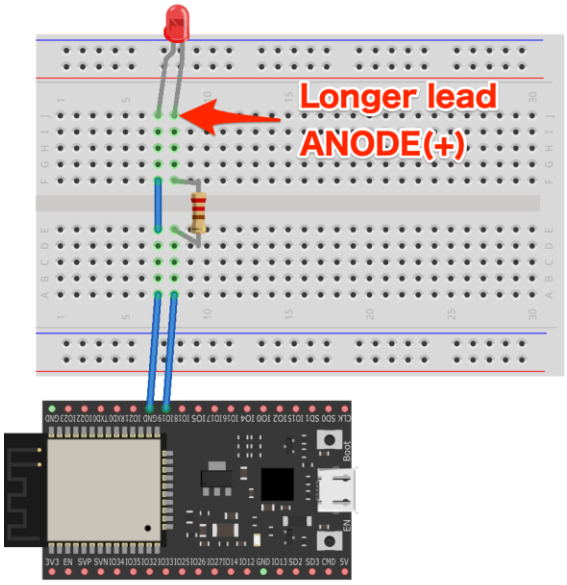
ESP32 + mruby／c開発のための…導入

ESP32 + mruby／c開発のための…macOS

ESP32 + mruby／c開発のための…

#### Lチカ（発光ダイオード点滅）

マイコン界におけるLチカは、ソフトウェア界におけるHello Worldのようなものです。LEDを光らせることができれば、あなたも立派なマイコン刑事（デカ）です。




main/main.c

```c
#include "driver/gpio.h"

#include "mrubyc.h"

#include "models/led.h"
#include "loops/master.h"

#define MEMORY_SIZE (1024*40)

static uint8_t memory_pool[MEMORY_SIZE];

static void c_gpio_init_output(mrb_vm *vm, mrb_value *v, int argc) {
  int pin = GET_INT_ARG(1);
  console_printf("init pin %d¥n", pin);
  gpio_set_direction(pin, GPIO_MODE_OUTPUT);
}

static void c_gpio_set_level(mrb_vm *vm, mrb_value *v, int argc){
  int pin = GET_INT_ARG(1);
  int level = GET_INT_ARG(2);
  gpio_set_level(pin, level);
}

void app_main(void) {
  mrbc_init(memory_pool, MEMORY_SIZE);

  mrbc_define_method(0, mrbc_class_object, "gpio_init_output", c_gpio_init_output);
  mrbc_define_method(0, mrbc_class_object, "gpio_set_level", c_gpio_set_level);

  mrbc_create_task( led, 0 );
  mrbc_create_task( master, 0 );
  mrbc_run();
}
```

mrblib/loops/master.rb

```ruby
led = Led.new(19)

while true
  led.turn_on
  sleep 1
  led.turn_off
  sleep 1
end
```

mrblib/models/led.rb

```ruby
class Led
  def initialize(pin)
    @pin = pin
    gpio_init_output(@pin)
    turn_off
  end

  def turn_on
    gpio_set_level(@pin, 1)
    puts "turned on"
  end

  def turn_off
    gpio_set_level(@pin, 0)
    puts "turned off"
  end
end
```

C から書くの？！

https://www.s-itoc.jp/support/technical-support/mrubyc/mrubyc-tutorial/ESP32/

# 自分でライブラリを書いてみるか

- Rubyだけ書けば良い状態にしたい
  → mruby/c コミュニティへ参加

C 言語 (現在の主流)

```
#include <stdio.h>
#include "freertos/FreeRTOS.h"
#include "freertos/task.h"
#include "driver/gpio.h"

#define BLINK_GPIO 13

void app_main(void) {
   gpio_pad_select_gpio(BLINK_GPIO);
   gpio_set_direction(BLINK_GPIO, GPIO_MODE_OUTPUT);

   while(1) {
      gpio_set_level(BLINK_GPIO, 0);
      vTaskDelay(1000 / portTICK_PERIOD_MS);
      gpio_set_level(BLINK_GPIO, 1);
      vTaskDelay(1000 / portTICK_PERIOD_MS);
   }
}
```

MicroPython

```
from machine import Pin
from time import sleep

led = Pin(13, Pin.OUT)

while true:
    led.on()
    sleep(1)
    led.off()
    sleep(1)
```

mruby/c

```
led = Pin.new(13, GPIO::OUT)

while true
  led.on
  sleep 1
  led.off
  sleep 1
end
```

こう書きたい
自分で Pin クラスを作るか

# mruby/c ライブラリの作成

- 公式開発環境 (C 言語) を mruby/c でラップ

mrblib/loops/master.rb
メインプログラム(mruby/c)

```
led = Led.new(19)

while true
  led.turn_on
  sleep 1
  led.turn_off
  sleep 1
end
```

Ruby のクラス・メソッドを呼ぶ

mrblib/models/led.rb
mruby/c のクラス

```
class Led
  def initialize(pin)
    @pin = pin
    gpio_init_output(@pin)
    turn_off
  end

  def turn_on
    gpio_set_level(@pin, 1)
    puts "turned on"
  end

  def turn_off
    gpio_set_level(@pin, 0)
    puts "turned off"
  end
end
```

C 言語の関数を呼ぶ

main/main.c
C言語のプログラム
～ESP32マイコン用の公式開発環境の関数を利用～

```
#include "driver/gpio.h"

#include "mrubyc.h"

#include "models/led.h"
#include "loops/master.h"

#define MEMORY_SIZE (1024*40)

static uint8_t memory_pool[MEMORY_SIZE];
```

関数化

```
static void c_gpio_init_output(mrb_vm *vm, mrb_value *v, int argc) {
  int pin = GET_INT_ARG(1);
  console_printf("init pin %d¥n", pin);
  gpio_set_direction(pin, GPIO_MODE_OUTPUT);
}

static void c_gpio_set_level(mrb_vm *vm, mrb_value *v, int argc){
  int pin = GET_INT_ARG(1);
  int level = GET_INT_ARG(2);
  gpio_set_level(pin, level);
}

void app_main(void) {
  mrbc_init(memory_pool, MEMORY_SIZE);

  mrbc_define_method(0, mrbc_class_object, "gpio_init_output", c_gpio_init_output);
  mrbc_define_method(0, mrbc_class_object, "gpio_set_level", c_gpio_set_level);

  mrbc_create_task( led, 0 );
  mrbc_create_task( master, 0 );
  mrbc_run();
}
```

Cの関数を Ruby から呼ぶための設定

Ruby のファイル名を教える

- mruby/c
- C 言語
- アセンブラ (機械語)
- ハードウェア(マイコン)

ここをライブラリとして自製する

2019 年 3 月 ITOC セミナー「ESP32 × mruby/c IoTハンズオン」を改変
https://www.s-itoc.jp/activity/research/mrubyc/mrubyc_tutorial/ESP32/869

# 閑話休題：MicroPython

- 公開されているツールの完成度：MicroPython >>>> mruby/c
- センサメーカは，Arduino や MicroPython のサンプルコードを提供するのが一般的.
- MicroPython を使えばよい？
  - 目標達成のために必要な機能は，どんな言語を使う場合であれ，
    自分で作らねばならない
  - 開発しやすい・好みな言語を使う方が効率的.
- mruby/c で教材開発する利点・意義
  - 地域に開発者がいる．日本語で相談できる
  - 地域の人が応援してくれる・勝手に宣伝してくれる
    - 学生の卒業論文テーマとして扱いやすい

# 共同研究の例(2019年度~)

- mruby/c を活用した授業実践
  - 杉山ほか：高専の授業にmruby/cを取り入れたプロジェクトの始動と将来展望 (RubyWorldConference 2019)

**共同研究の内容**

- mruby/c を高専の新規開講授業(2020年度)への組み込み
  - ✓ ESP32 マイコンの利用を想定
  - ✓ 松江高専情報工学科 5 年生「組込システム演習」(2 コマ 180 分 × 16 回)
- ESP32マイコン用mruby/c ライブラリ開発

**研究体制**

- 松江市 まつえ産業支援センター
- 島根県 しまねソフト研究開発センター (ITOC)
- 株式会社 モンスターラボ (2019年度)
- Rubyプログラミング少年団 (2021年度～) ← 卒業生
- 株式会社 CMCソリューションズ (2021年度～) ← 卒業生

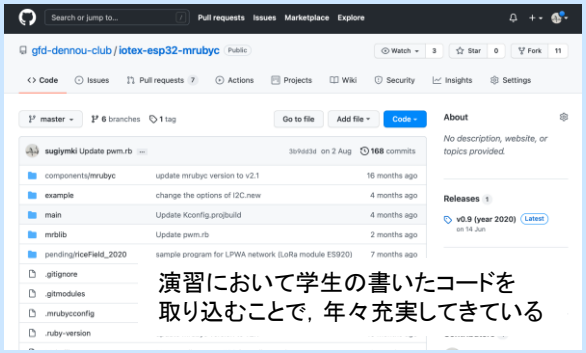
**取組実績**

**学習ボード**


| パーツ | Pin など |
|---|---|
| LED | GPIO13, 12, 14, 27, 26, 25, 33, 32 |
| スイッチ | GPIO34, 35, 18, 19 |
| サーミスタ温度計 | GPIO39 (ADC1_CH3) |
| 圧電ブザー | GPIO15 |
| GPS (GY5FDMAXB) | GPIO16 (TX), GPIO17 (RX) (電源 GPIO5) |
| LCD (AQM0802A-RN-GBW) | I2C (SDA: GPIO21, SCL: GPIO22, アドレス: 0x3E) |
| RTC (RC-8035SA) | I2C (SDA: GPIO21, SCL: GPIO22, アドレス: 0x32) (電源 GPIO4) |
| SD card | SPI (MOSI: GPIO23, MISO: GPIO19, SCK: GPIO18, CS: GPIO2) |
| SHT75 | COM1: GPIO25,26, COM2: GPIO32,33 [LED と共有] |

**教科書の整備**

- サンプルコードも「教科書」
  - ✓ 教科書作りとしてのライブラリ開発




演習において学生の書いたコードを取り込むことで，年々充実してきている

**高専の授業「組込システム演習」**

- Arduino, C 言語(ESP-IDF), micropython, mruby/c の各種言語を用いたプログラミング技法の修得
- センサ利用のためのライブラリを mruby/c で書く
  - ✓ C 言語のラッパー作製，Ruby のクラス定義
  - ✓ センサのデータシートを読めるようになる
- Linux でテキストベースのプログラミング

特別講演
(地元企業さんによる事例紹介)

演習風景

https://www.gfd-dennou.org/arch/iotex/es/mrubyc_2021/

# 共同研究の例(2019年度~)

- スモウルビー + mruby/c → 初等教育用教材
  - 青笹ほか：IoTデバイス用ビジュアルプログラミングツール「SmT」の開発 ～地域コミュニティと連携した人材育成の成果報告～ (RubyWorldConference 2020)

**共同研究の内容**

- プログラミング学習で利用可能なIoT教材の開発
  - ブロックから mruby/c のコード生成
  - クリック一つでマイコンボードにプログラムの書き込み
- 小中学生が IoT を学ぶためのツールとして活用できるかの有効性を検証

**研究体制**

- 松江市まつえ産業支援センター
- 島根県 しまねソフト研究開発センター (ITOC)
- Rubyプログラミング少年団 ← 卒業生
- 株式会社 島根情報処理センター (2020年度～)
- 株式会社 CMCソリューションズ (2020年度～) ← 卒業生
- サーバートラスト 株式会社 (2021年度～) ← 卒業生

**取組実績**

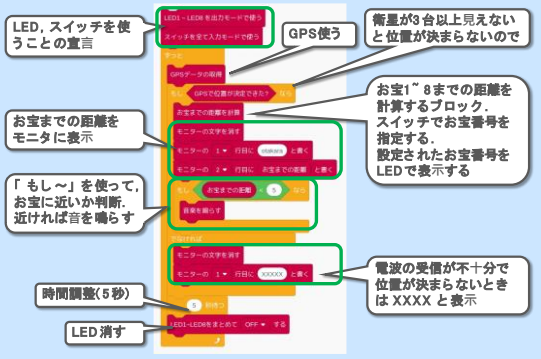
**SmT：スモウルビー + 高専製の拡張機能**

- ブロックとmruby/cのソースコードとの相互変換機能およびソースコードのコンパイルとRBoardへの書き込み機能を実装




**小中学生向け IoT 講座**

- 換気センサ ($CO_2$センサ)，宝探しセンサ (GPS)，などのテーマ作成
- IoT教材の有用性の検証





# Matz葉がにロボコン

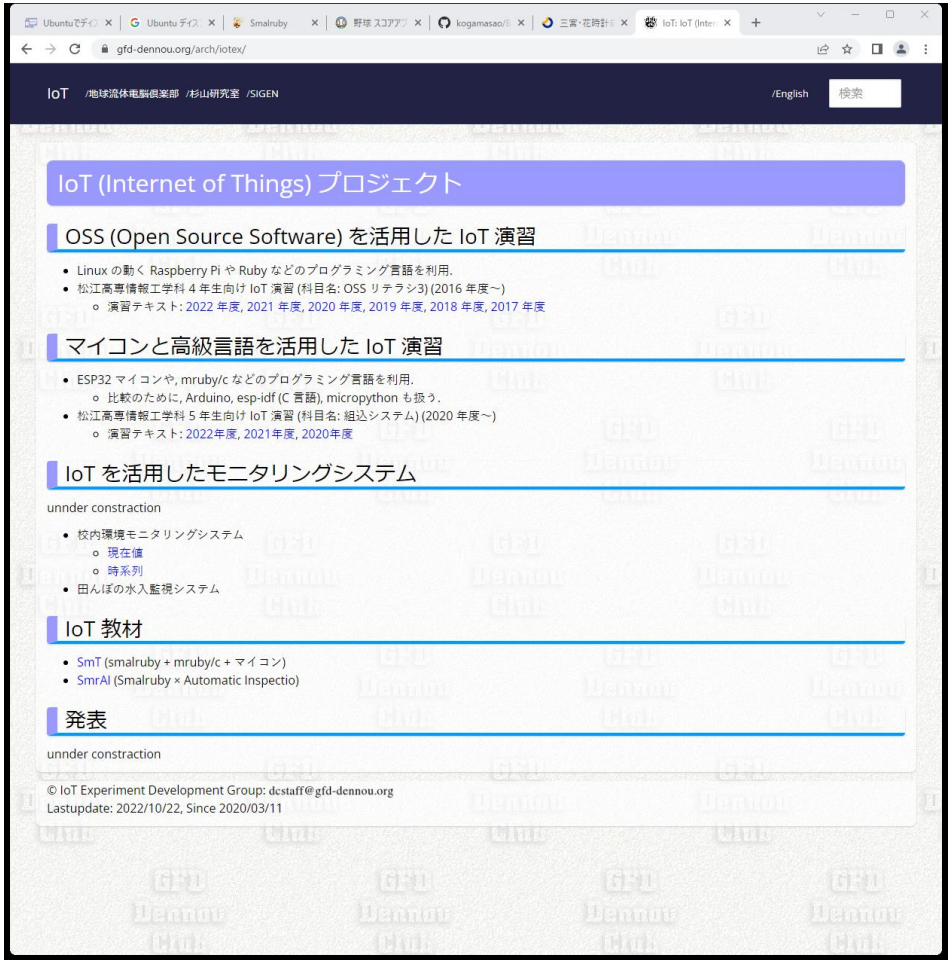
軽量 Ruby 言語 mruby/c を用いた IoT プログラミングツールの実証実験フィールドとしての位置づけ.
→ 多くの方の協力を得て「ご当地ロボコン」へ. 2023/01/15 のプレ大会には 23 チーム参加

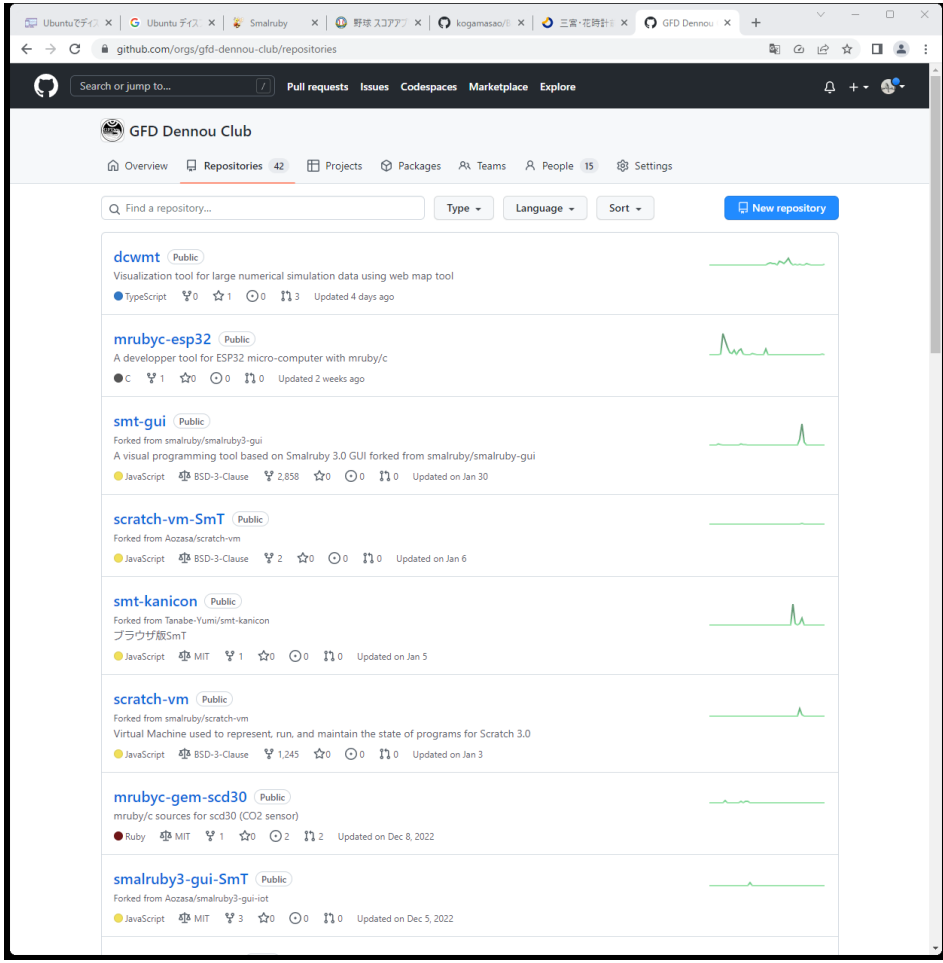



- 主　催：松江工業高等専門学校
- 共　催：しまねOSS協議会、松江市
- 後　援：島根県
- 協　力：福井県こどもプログラミング協議会
  JAXA 宇宙科学研究所 Planet-C プロジェクト
  かにロボ連盟：越前がにロボコン

# 開発している教科書・ライブラリ

- 電脳倶楽部の Web, GitHub にたくさん置いてます



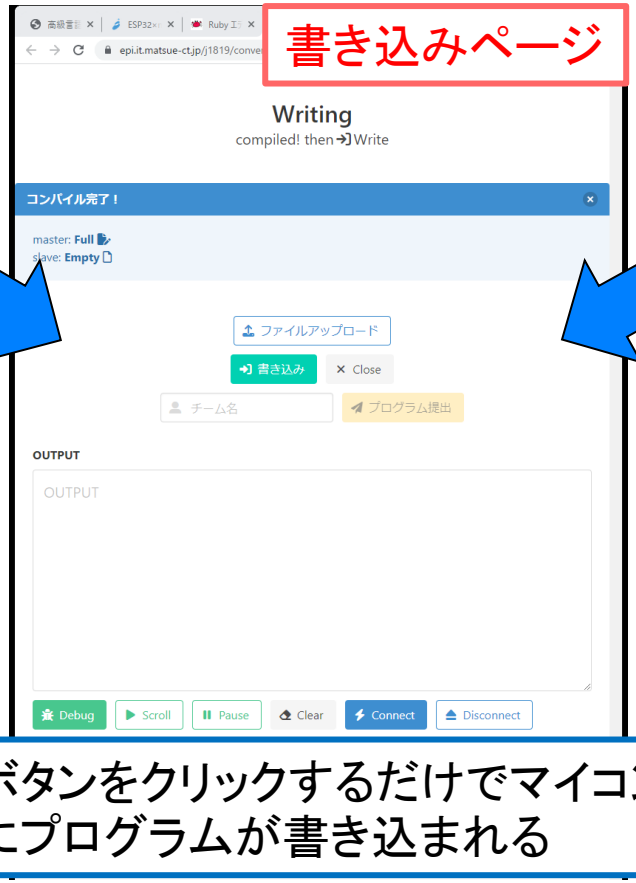




https://www.gfd-dennou.org/arch/iotex/

https://github.com/gfd-dennou-club/

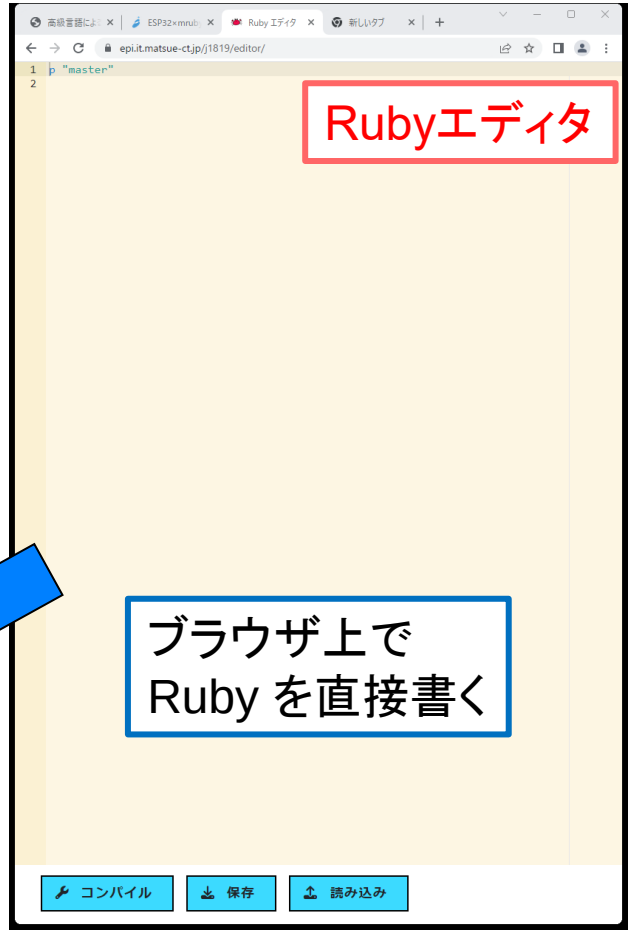
# ブラウザツールの開発も


http://kanicon.epi.it.matsue-ct.jp/




ボタンをクリックするだけでマイコンにプログラムが書き込まれる

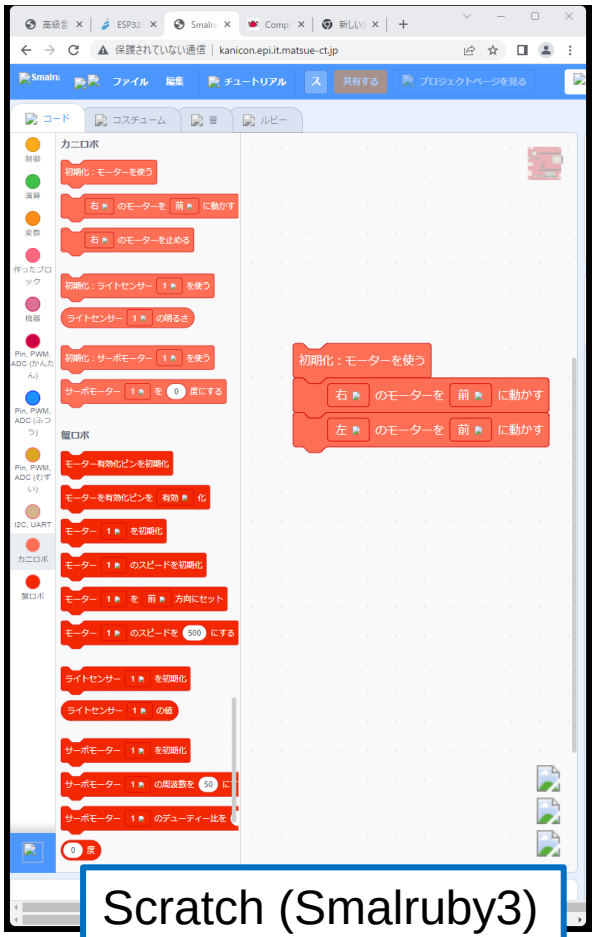
https://www.epi.it.matsue-ct.jp/j1819/convert/upload.php

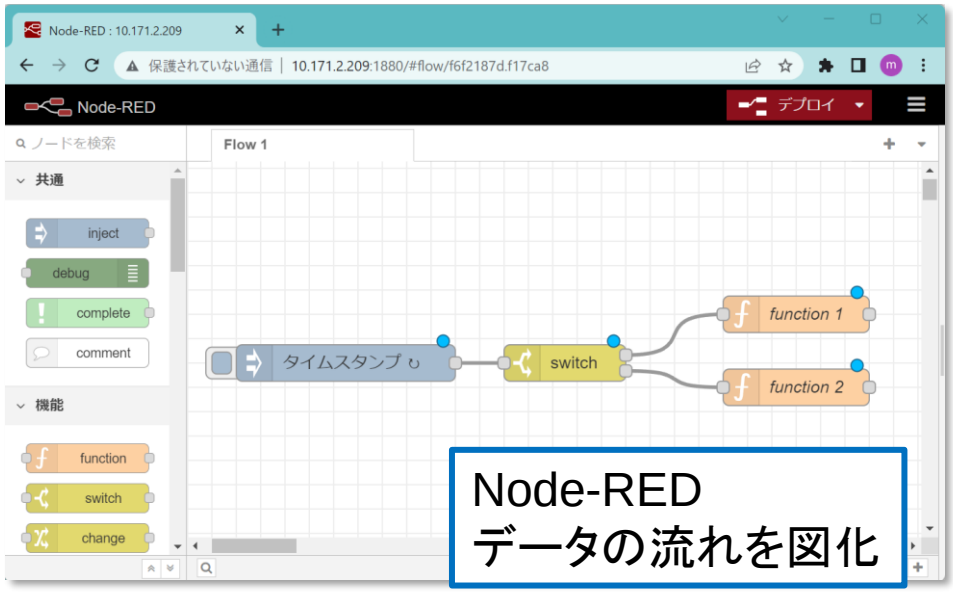



https://www.epi.it.matsue-ct.jp/j1819/convert/

# ブラウザツールの開発も

- ビジュアルプログラミングツールは 2 種類



# まとめ

- mruby/c ライブラリ開発・ツール開発を進めている
  - よければ使ってみてください
  - 一緒に開発しませんか？

- 地球惑星科学的な展開を模索したい
  → アイデア・コメントを頂けると喜びます