

SIC 有人宇宙学研究センター

NewsLetter 2022 年 11 月号 No.11

10 月の活動

日本花粉学会奨励賞受賞

三木健司（京都大学宇宙木材研究室）

宇宙木材研究室に所属する三木健司特定助教が日本花粉学会奨励賞を受賞いたしました。以下選考委員のコメントです（一部抜粋・編集）。

三木健司氏はこれまで、主に粒子物理を用いて花粉等の生物粒子の動態や捕集手法の開発を行い、花粉に関しては特に、環境省の花粉観測システム「はなこさん」の運用を通じ全国に設置された自動花粉観測装置(KH-3000-01)の観測手法の改良理論を構築した。同氏はまた、スギ花粉の飛散中心点の北上速度を解析する新たな理論を提案した。この理論は、地球気候システムの変動と花粉飛散動態の関係解明に向けて、国レベルの花粉飛散動態の長期的経年変化を解析するための礎になることが期待される。日本花粉学会は、花粉学の新たな分野に積極的に挑戦し、着実に成果を挙げてきた同氏を高く評価し、奨励賞を授与して今後の研究の発展を期待するものである。

国連パネルディスカッション参加報告

三木健司（京都大学宇宙木材研究室）

曾束元喜（京都大学工学研究科修士課程 2 回生）

三木健司特定助教と曾束元喜工学研究科修士課程学生が国連宇宙部主催のパネル“Greening space systems engineering”に参加しました。パネルは 2022 年 9 月 14 日 日本時間 21:50 – 23:00 にオンラインで行われました。当日の流れは、各参加組織が 15 分程度の short introduction を行い、その後パネルディスカッションを 45 分ほど行いました。京都大学の short introduction では、三木が LignoStella に関する概要と目的、チーム編成の説明を行った後、曾束が LignoSat の概要を紹介し、再度三木が概要のまとめと今後の展望について説明を行いました。その後、三木はパネルディスカッションに登壇し、持続可能な宇宙開発についての意見交換を行いました。当日は、おおよそ 1000 人の視聴者が全世界から参加しました。参加組織と講演内容の要約は以下の通りです。

・MIT: Danielle Wood

(講演内容: 宇宙探査に利用可能な環境にやさしい燃料の開発 (蜜蝋が新たなエンジンになり得るか? など)

・ESA: Sara Morales Serrano

(講演内容: 宇宙ミッションの Life time cycle が及ぼす環境影響について)

・Aerospace Corporation: Martin Ross

(講演内容: オゾン層に対するロケット燃料の環境影響について理解することと宇宙産業と大気科学の連携の重要性について)

・Kyoto University: Kenji Miki, Motoki Sotsuka

(講演内容: 木材人工衛星の開発と教育への利用について)

・UK Space Agency: Joanne Wheeler, Stephen Plant

(当日はエリザベス女王の死去を受けて追悼のため自粛)

芦生研究林森林研修報告

野間隆寛 (京都大学医学部人間環境学科 2 回生)

10月8日から9日にかけて学生6名、教員2名が芦生研究林での森林研修に参加しました。火星への居住やカーボンニュートラルの実現を見据え、一年で一人あたりが排出する二酸化炭素を吸収するために必要な森林面積を推定するのが主な目的です。

1日目は、炭素蓄積量の推定で重要な胸高直径の計測実習およびリタートラップの見学を行いました。胸高直径は地上から1.3mの高さにおける樹木の直径であり樹種に応じた相対成長式に代入することで樹木の生体重量を推定することが可能です。樹木の地上から1.3m部分は成長するにつれ高さが変わることはなく直径のみが長くなる性質があり、1haにも及ぶモニタリングスポットでは毎年、毎木調査で胸高直径のデータを取り樹木の成長などを記録しています。実際の胸高直径の変化量は僅かなため今回はより変化の大きい外周を測ることで間接的に計測しました。さらに、落ちた葉や花などのリターフォールを回収するリタートラップが1haに25個設置されており回収したサンプルを絶乾・計測することで枯損量を推測できるようになっていました。



2 日目は、鹿の食害対策として設置された鹿柵と大カツラを見学しました。道中、座学では到底想像できない多様性が広がっており研究員や技術職員の方から菌類や植生、保全活動などの説明を受けることで生態系内の繊細な関係性が浮かび上がってきました。学生からの素朴な質問にも丁寧に回答していただきました。林内では木造人工衛星 LignoSat の構体で利用が検討されているホオノキとヤマザクラも観察でき一同、原生林から宇宙での木材利用に思いを馳せ胸が高鳴りました。解析では胸高直径から幹・枝の肥大成長量を、リターフォールの総量から葉・繁殖器官枯損量を求め、これら二つの合計である地上部 NPP(Net Primary Production:純一次生産量)を算出したのち 0.5 を乗じることで蓄積された炭素量を推定します。

今回用いた相対成長式は以下の通りです。(石原先生の資料より引用)

幹乾燥重量 W_S

・落葉広葉樹 (DB: Deciduous broadleaf tree)

$$\ln(W_S) = -1.87 + 1.44 \times \ln(D) + 0.49 \times (\ln(D))^2 - 0.77 \times (\ln(D))^3$$

・常緑広葉樹(EB: Evergreen broadleaf tree)

$$\ln(W_S) = -2.05 + 1.81 \times \ln(D) + 0.31 \times (\ln(D))^2 - 0.05 \times (\ln(D))^3$$

・常緑針葉樹(EC: Evergreen conifer tree)

$$\ln(W_S) = -2.06 + 1.33 \times \ln(D) + 0.49 \times (\ln(D))^2 - 0.77 \times (\ln(D))^3$$

枝乾燥量 W_B

落葉広葉樹 (DB: Deciduous broadleaf tree)

$$\ln(W_B) = -4.13 + 2.50 \times \ln(D)$$

・常緑広葉樹(EB: Evergreen broadleaf tree)

$$\ln(W_B) = -4.00 + 2.40 \times \ln(D)$$

・常緑針葉樹(EC: Evergreen conifer tree)

$$\ln(W_B) = -4.20 + 2.28 \times \ln(D)$$

上記の式に胸高直径 D を代入し $\ln W_S$ および $\ln W_B$ を求めたのち

$$W = CF \times \exp(\ln W)$$

と変換することで W_S と W_B の値を得ることができます。ここで CF (Correction Factor) は対数を変換する際のバイアス補正であり W_S 、 W_B における CF はそれぞれ 1.04 と 1.27 です。

また、 $(t+1)$ 年における肥大成長量 ΔW_{t+1} は

$$\Delta W_{t+1} = W_{t+1} - W_t$$

と見做せるので今回用いる 2020 年におけるリターフォールのデータにあわせ 2020 年の肥大成長量を算出しました。葉・繁殖器官枯損量に関しては、25 地点のデータの合計量を求めたのちリタートラップ一つあ

たりの口の面積が 0.5m^2 であることをふまえ 1ha あたりの枯損量に換算しました。

以上より、幹・枝の肥大成長量および葉・繁殖器官枯損量を求められたことになります。我々人類は一人当たり年間 2.7t の二酸化炭素を排出しているため、計算の結果一人当たり約 0.2ha の森林が必要という結果になりました。しかし今回の解析では簡便のため土壌の炭素蓄積量を無視しているため値が過大になっている点に注意が必要です。



実習を通して、各々のプロジェクトの位置付け・重要性が改めて明確になったので今回の学びを大いに今後の活動に活かしていく所存です。最後に、解析方法のご指導をいただきました石原先生をはじめ研究林の皆様へ感謝いたします。

学ント DMG MORI presents 火星に住もう!

season 2 開講のお知らせ

「学ント」DMG MORI presents 火星に住もう Season 2 が始まりました。

人類の宇宙進出に向けた研究開発や課題について、SIC 有人宇宙学研究センター教員を中心に最前線の専門家たちがリレー講座する学ント DMG MORI presents 火星に住もう! Season 2 が、10月30日午後1時から、読売京都ビル(京都市中京区)で開かれました。

Season2 の1回目は、宇宙飛行士の山崎直子氏(特任准教授)と山敷庸亮センター長が登場し、山崎氏は「宇宙から地球をみよう」、山敷氏は「地球を学んで宇宙にいこう」をテーマにそれぞれ講演。宇宙飛行士からみた地球と、地球における森林・海洋の重要性と宇宙に移転する際の困難さについて話されました。両氏のトークセッションの後は聴講者から多数の質問が寄せられ、「宇宙を学ぶことで地球環境の大切さを知った」「宇宙探査の技術開発、研究に於いて日本は世界をリードして欲しい」など、宇宙開発への期待の声が上がりました。熱気に包まれた会場は、1時間半で終了しました。

なお、講演内容はオンデマンドで来年3月末まで視聴できます。



2回目以降は以下のとおり。

▽11月20日「宇宙ビジネス最前線」浅田正一郎・Synspective 経営企画室、CEO 補佐▽12月18日「人は宇宙環境でどうなるのか～宇宙医学研究の紹介～」寺田昌弘・京都大学学際融合教育研究推進センター、宇宙総合学研究ユニット特定准教授▽来年1月15日「天体での人間活動に適用される国際宇宙法を考える」青木節子・慶応義塾大学大学院法務研究科教授▽2月19日「人類学から見た人類の宇宙進出」岡田浩樹・神戸大学大学院国際文化科学研究科教授▽3月19日「生命を宿す天体の条件を探る」佐々木貴教・京都大学大学院理学研究科、宇宙物理学教室助教。いずれ

も第 3 日曜午後 1 時から、読売京都ビルで教室講義、1 週間後に目途にオンデマンド配信予定です。
申し込み・問い合わせは学ントホームページから[【学ント】DMG MORI presents 火星に住もう！
Season2 | 大阪よみうり文化センター \(oybc.co.jp\)](#) (山敷庸亮 記)

LignoSat 紹介

木造人工衛星学生開発チーム

CDH 班

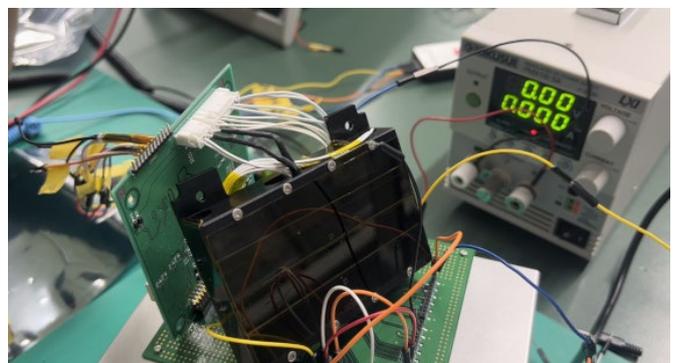
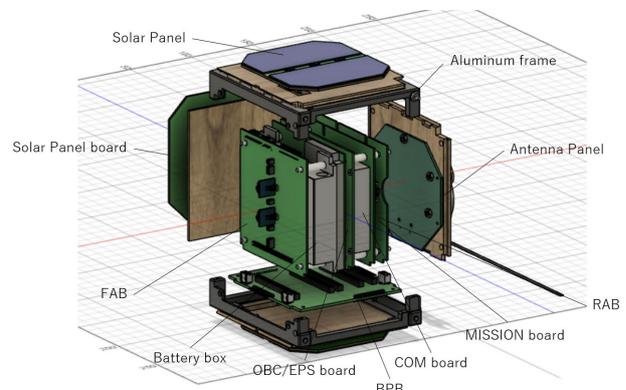
11 月号の木造人工衛星開発チーム紹介は CDH 班が担当いたします。現在行っていることといたしましては、基板同士の相互評価と BPB 基板の発注、新入生の勉強会の大きく 3 つです。

・基板同士の相互評価

衛星運用の前に衛星が正しく動作しているかを確認する必要がありますが、そのさらに前に基板同士がきちんと通信できているかを確認する必要があります。現在は温度と電圧情報を管理する FAB 基板と衛星の情報を統括する OBC 基板、FAB 基板と衛星の動力源の Battery、OBC 基板と通信システムを管理する COM 基板の相互評価を主に行っております。図 1 は衛星の全体図で各基板の接続がわかると思います。将来的には図にあるすべての基板の通信評価を行う必要があります。まだ届いていない基板もあるため、11 月は相互評価と全体評価を並行して行う予定です。

図 2 は実際に FAB と Battery を相互評価しているときの様子で、宇宙空間での動作を再現して図 3 の様な計測データを PC 上に表示させ、理論値との誤差や精度を確認しています。細かいデータ出力は衛星全体が組み終わったのちに行います。FAB—Battery 相互評価はバッテリーの温度データ、電圧データ、バッテリーヒーターの稼働を行っております。FAB-OBC 相互評価では衛星全体の温度電圧データを集計、スイッチ類の確認、OBC—COM 相互評価では衛星からのデータ送受信、地上局からのデータ送受信を見る予定です。

・BPB の発注



```
1: send FABDATA, 2: Battery heater OFF,
Input 1 or 2 or 3 or 4
0x33 0x03 0x1c 0x03 0x4c 0x03 0x7c 0x03
00 0x01 0x01 0x01 0x01 0x1a 0xaf 0x9d 0x

1: send FABDATA, 2: Battery heater OFF,
Input 1 or 2 or 3 or 4
0x33 0x02 0xfa 0x03 0x42 0x03 0x21 0x03
00 0x01 0x01 0x01 0x01 0x1a 0x88 0x9d 0x
```

図 1,2,3 全体図と相互評価の様子

図 1 にあるように衛星の各基板の接続を行う BPB 基板は現在電氣的接続を見直してもらうために、基板作成会社とやり取りを行い、基板のデータをすべて整理いたしました。そこでの電氣的変更をまとめ今後の基板製作に役立つ知見を蓄積しております。

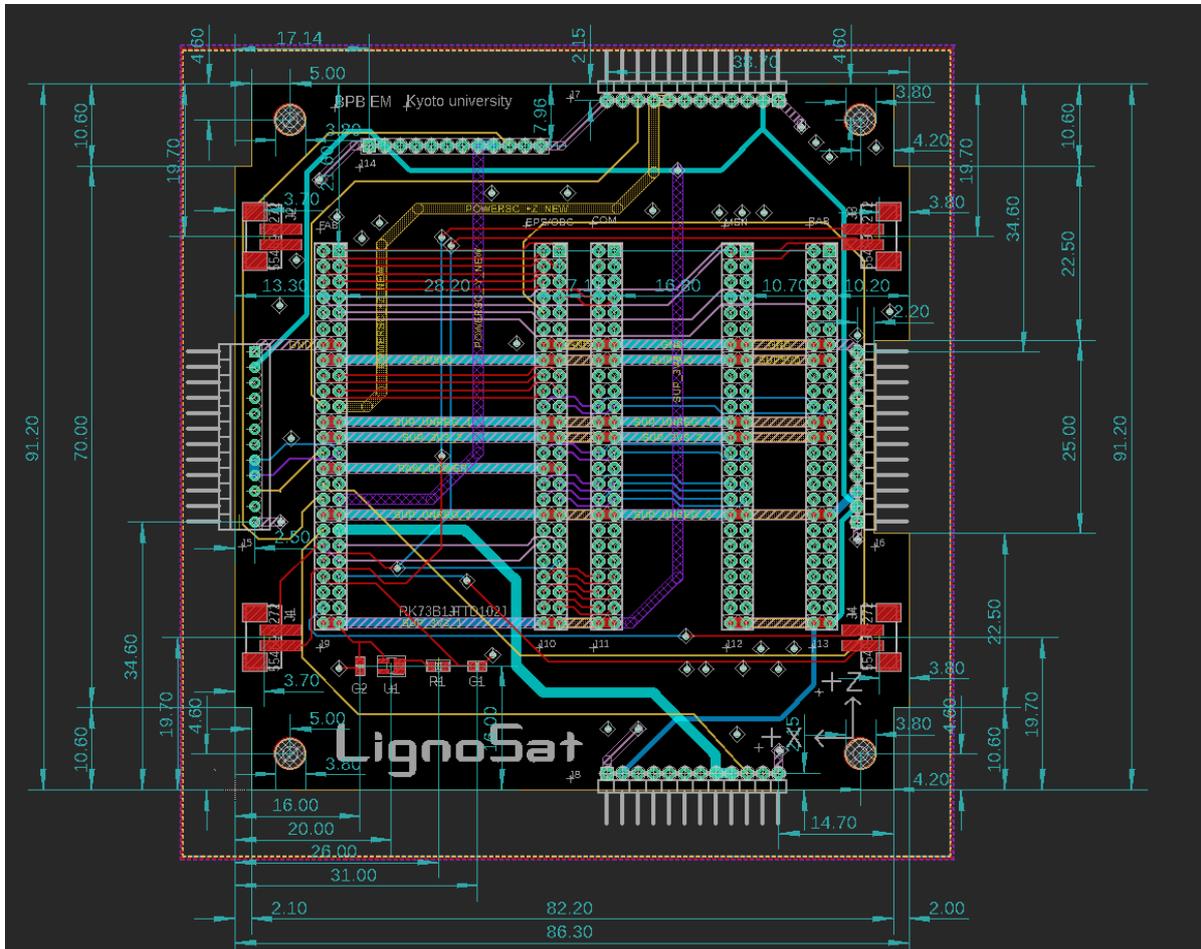


図 4 LignoSatBPB の配線図

・新入生の勉強会

現在 CDH 班は新メンバー 3 人を入れた 5 人体制で行っております。CDH 班はその仕事上、衛星ソフトウェア、基板作成、全体把握、通信、電力 BUS と衛星の基本システムについてすべてを把握しておく必要があります。そういった基礎知識を新メンバーに実際の基板評価を通して手で覚えてもらい、週 1 の会議で書く新メンバー担当の知識共有を図っております。11 月からは新メンバーが担当する分野も出てくるため、今まで以上に連携体制を深めてまいります。(菊川祐樹 記)



図 5 基板評価を行う新メンバーの様子

低圧下樹木育成プロジェクト紹介

Arduino 講習会 # 1

清田朋和（京都大学理学部 3 回生）

樹木育成プロジェクトの清田朋和が計測システムで必要となる Arduino の基本的な知識から LED の点滅といった回路の動作をまとめた講習会を行った。以下にその際の講義資料を添付する。

1. はじめに

この講習会では、基本的な Arduino の仕組みを習得し、ポプラ育成装置がどのように動いているかを学びます。分からないこともたくさん出てくると思いますが、一緒に学んでいきましょう。

2. Arduino IDE のインストール : <https://www.arduino.cc/en/software>

Arduino にプログラムを書き込むためのメモ帳をインストールしましょう。

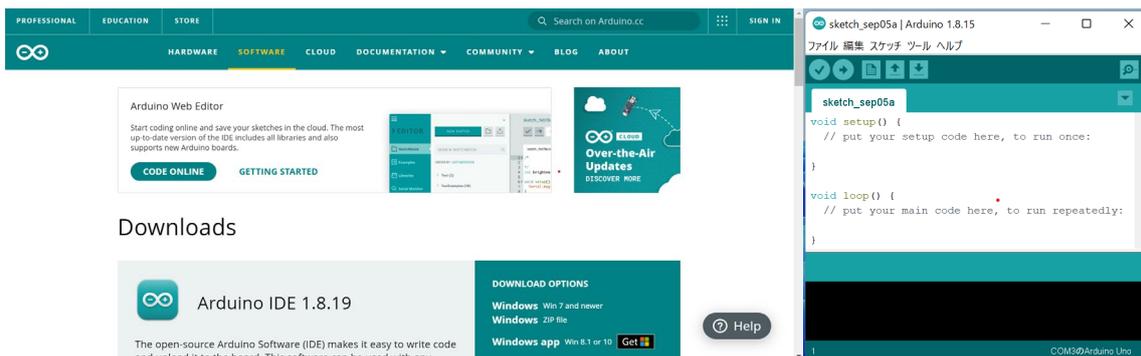


図 1 Arduino IDE インストール画面と Arduino IDE 画面

上記のサイトから Arduino IDE のインストールを行います。Window か Mac かで注意してください。インストールが終わったら開いてみます。図 1 の画面が確認できれば大丈夫です。今後は Arduino IDE にプログラムを書き込んで Arduino を制御します。Desktop やタスクバーに登録しておくとも良いでしょう。

3. 基板上的 LED チカチカ

最初はプログラム例を用います。

ファイル → スケッチ例 → 01.Basic → Blink

以下にプログラム例の内容を記します(自分で確認してみてください)。

```
/*  
  Blink  
  
  Turns an LED on for one second, then off for one second, repeatedly.
```

Most Arduinos have an on-board LED you can control. On the UNO, MEGA and ZERO it is attached to digital pin 13, on MKR1000 on pin 6. LED_BUILTIN is set to the correct LED pin independent of which board is used.

If you want to know what pin the on-board LED is connected to on your Arduino model, check the Technical Specs of your board at:

<https://www.arduino.cc/en/Main/Products>

modified 8 May 2014

by Scott Fitzgerald

modified 2 Sep 2016

by Arturo Guadalupi

modified 8 Sep 2016

by Colby Newman

This example code is in the public domain.

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/BuiltInExamples/Blink>

*/

```
// the setup function runs once when you press reset or power the board
void setup() {
  // initialize digital pin LED_BUILTIN as an output.
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}

// the loop function runs over and over again forever
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // turn the LED off by making the voltage LOW
  delay(1000); // wait for a second
}
```

/*と*/に挟まれている所や//以降の 1 行は「コメントアウト」といってプログラムの説明に使われます。他人に読んでも理解されるように工夫して使っていくのが良いでしょう。よって上記のプログラムの内容は以下が本質です。

```
void setup() {
  pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
void loop() {
  digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
  delay(1000);
}
```

関数「void setup」内では Arduino 内で使う pin の指定を行います。「pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);」で使う pin を LED_BUILTIN に指定することで電流を流せます。例えば、図 4 に示す 13 番 pin から電流を出力したい場合は LED_BUILTIN を 13 番に書き換えれば良いです。

例えば図 2 に示す 13 番 pin から電流を出力したい場合は LED_BUILTIN を 13 に書きかえれば良いです。関数「void loop」内では Arduino で繰り返し行う処理を書き込みます。「digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);」は HIGH=5(若しくは 3.3)[V] と LOW=0[V] の出力をするものです。「delay(1000);」は直前に書き込んだ動作を 1000[ms] 続けるということです。この動作が Arduino と電源が接続されている限り続きます。

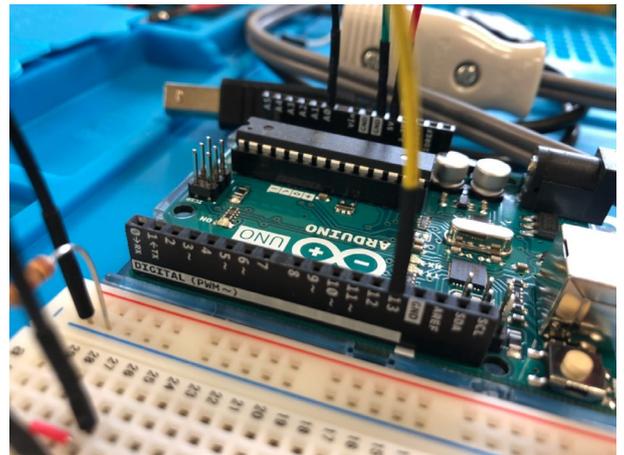


図 2 Arduino の pin

ここまで説明をしたところで基板の LED をチカチカさせます。以下の手順で進んでください。

手順 1.「command(control) + N」を押し、以下のプログラムを書き込みます。

```
void setup() {  
  pinMode(13, OUTPUT);  
}  
  
void loop() {  
  digitalWrite(13, HIGH);  
  delay(1000);  
  digitalWrite(13, LOW);  
  delay(1000);  
}
```

プログラムを保存したい人は「command(control) + S」で保存先とフォルダ名を自分で決めて保存します。

手順 2. 図 3 のように Arduino と PC をケーブルで繋がせます。PC 側の端子は USB です。Macbook の場合は、USB 変換コネクタ等を使用してください。PC と Arduino が接続できた時は、Arduino の ON というところが黄色いライトで光るはずですが、Arduino の電源は PC から供給されます。

手順 3. 図 1 の「ツール」の「シリアルポート」で「Arduino」を選択します。

手順 4. 図 1 の左上にあるチェックマークをクリックします。これを以下「コンパイル」と呼び、プログラムに

不備が無いかをチェックしています。エラーが出た場合、下の「標準出力」にエラー内容が表示されるのでそれを頼りに検索して解決しましょう (これが今日 1 番大事な点ですね)。

手順 5. 図 2 の左上のチェックマークの横の矢印マークをクリックします。これを以下「書き込む」と言います。「シリアルポート」が正しく選択されていない場合は標準出力にエラーが出るので、要チェックです。

手順 6. うまく書き込めれば基盤上の LED がチカチカするはずです！

※プログラミング全般で共通することですが、プログラムは全て半角英数字で書き込みましょう。全角のスペース・全角の英数字が混じってしまうとエラーが出ます。また、このエラーを見つけるのもなかなか大変です。(但しコメントアウトの中は全角文字が入っても大丈夫なことが多いです。)

4. LED ピカ

ここまでくれば要領を得たようなものです。次に pin から出力を行いきましょう。一旦 Arduino を PC から抜きます。Arduino・抵抗・オスオスのジャンプワイヤー・ブレッドボードを使って配線していきましょう。

図 4 に示したように配線しましょう。何が起きているかイメージできますか。Arduino の「5V」からは電源供給があれば常に 5[V] 流れています。「GND」はグラウンド・接地です。必ず電圧をかけたものはグラウンドするようにしましょう。これは電圧を安定させるためです。ブレッドボードの「+」に 5[V]、「-」に GND を繋ぎましょう。

ブレッドボードのオレンジ色の付いている所は導通している (電流が流れる) 箇所です (面倒になって途中で諦めている箇所もありますが)。これを考慮に入れて配線していきましょう。

図 4 の配線を見てみると、

5[V] → 抵抗(5[kΩ]) → LED → GND

になるように配線されているはずです。必ず注意する点として LED の前に必ず抵抗をはさみましょう。LED に電流が流れ過ぎて最悪 LED が壊れます。正しく配線ができたならプログラムは何も書き込まず、PC と Arduino を接続しましょう。LED が点いたままになるはずです。(付かない場合は、配線を見直したり、LED の向きを直してみたりしましょう。)

ここで気になることがあるとしたら抵抗の大きさでしょうか。LED にどれくらいの電流が流れるか等を考慮し



図 3 Arduino と PC の接続

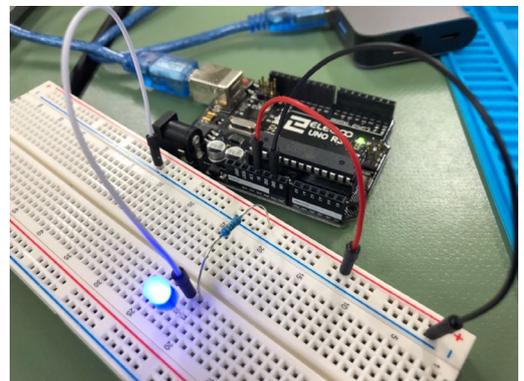


図 4 LED ピカの配線

て抵抗の大きさを決めるべきです。こういうことがシビアになってくる場合もあるので注意しましょう。自分の持っている抵抗の大きさが分からなくなっても大丈夫です。抵抗に色のついた線が5本入っていると思います。これで抵抗の大きさが分かります。ググりましょう。

5. LED チカチカ

「基板上の LED チカチカ」と「LED ピカ」を合わせればやっとこさ電子工作の入門と言われる「LED チカチカ」が行えます。図5に配線の様子を示したのですが、見えにくいですね。「LED ピカ」で行なった配線で Arduino 本体の「5V」pin に差していた物を「13」番 pin に差し替えば終わりです。すでに「基板上の LED チカチカ」でプログラムを書き込んでいるので動作すると思います。

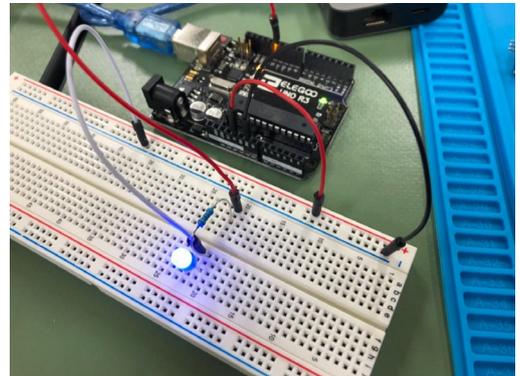


図5 LED チカの配線

6. ボタン

入門も終わったところで、ボタンによる LED の制御を試してみましょう。LED は今まで通り抵抗を通して「13」番 pin から出力を得られるようにしましょう。(ポプラ育成装置ではボタンは使用していませんが、先ほどよりも少し複雑な配線を実際に組んでみて、プログラムを読む練習をしましょう。)「Open」や「Closed」と描かれているところがスイッチになります。各図上の方の「Vcc」は「5V」だと思ってください。下は「GND」を意味しています。横に向かって出ている「Vcc」が外部への出力電圧と思ってください。今回は「2」番 pin に接続します。ここでプログラム例を用います (基盤上の LED チカチカで例の所在は示しているなので画像は割愛しますね)。

ファイル → スケッチ例 → 02. Digital → Button

このプログラムは、自分で読んでみましょう。わからないところあれば聞いてくださいね。ポイントですが、「2」番 pin は「buttonpin」としてあります。これを「loop」関数内では digitalRead していますね。digitalRead は「HIGH」か「LOW」もしくは「1」か「0」の状態しか読み取れないようになっています。このとき「5V」か「0V」の状態になります。勘の良い方はわかったかも知れませんがボタンを押したか押していないかで「HIGH」か「LOW」かになるということです。例えば図9の「Pull-up 方式」で配線してみたとしましょう。すると、「Open」の時 (ボタンを押していない時) は抵抗をはさんで「2」番 pin に 5[V] が流れることとなります。するとプログラムを見ればわかりますが「HIGH」の状態になり (if 文のところですね)、LED が点くこととなります。

そして、「closed」の時 (ボタンを押している時) は 5[V]は「GND」に一直線ですので「2」番 pin には何も流れません。0[V] です。よって先ほどの要領から「LOW」の状態になり (if 文の else)、LED が消えるはずですが。ここで疑問に思うことがあるはずですが (思って欲しいです)。

— ボタンを 5[V] や「GND」の間に配線する理由はあるのか。

— 抵抗を挟む理由があるのか。

ひとつずつ見ていきましょう。

ボタンに 5[V]や「GND」をしっかりと配線する理由は簡単で、「電圧不定」の状態にならないようにするためです。これは今後センサー類で値を読み取る時にもポイントになります。ボタンも所詮はセンサーということですね。つまり今、センサー類の入門に入っているということです。

抵抗をはさむのはボタンを押した時にショートしないようにするためです。5[V] が急に「GND」に繋がるのは危険です。これも今後電子工作をする際に気にすべきことです。ということで、お待たせしました。配線例を図 6 に示します。ボタンの向きに気をつけてください。ツメが同じ向きに出ている方が機械的に断絶されています。

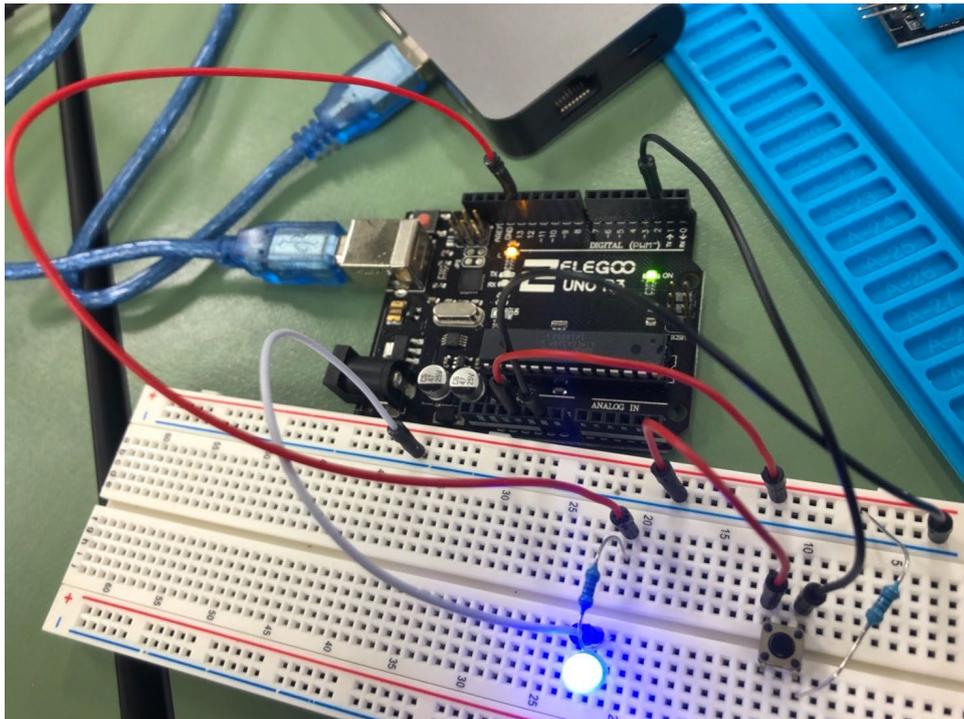


図 6 ボタンの配線例 (Pull-up 方式)

7. プログラムで大事な構文 (if文・for文)

ポプラ育成装置を動かしているプログラムを後々読解することになりますが、その際に大事になる文法はそれほど多くありません。ここでは、if 文と for 文を紹介します。ポプラ育成装置のプログラムでは基本となっている構文で、それ以外は Display への表示など決まった表現ばかりです。

if 文は、実行するプログラムを条件に応じて変える場合に活躍します。例えばポプラ育成実験の場合であれば、「CO2 濃度がある値よりも低下したら、CO2 ボンベの電磁弁を開ける」、「CO2 濃度がある値よりも大きければ、何もしない」という具合です。それでは、具体的な文法を確認しておきましょう。Arduino はほぼ C 言語と同じ文法で動かすことが可能です。

```
if (条件式){
    条件式を満たしているときに Arduino が実行すること
}
else{
    条件式を満たしていないときに Arduino が実行すること
}
```

else は省略することも可能です。また、else のあとには、さらに if 文を重ねて

```
if (条件式 1){
    条件式 1 を満たしているときに Arduino が実行すること
}
else if (条件式 2){
    条件式 2 を満たしているときに Arduino が実行すること
}
else if(条件式 3){
    条件式 3 を満たしているときに Arduino が実行すること
}
```

などとすることも可能です。但しここで 1 つ注意です。if 文を重ねる時は、より多くの場合を含む条件から書くようにしましょう。先に狭い条件の if 文を書いてしまうと、その時点で if 文に合致しないものははじかれてしまうのです。for 文は、何かの動作を回数を決めて実行する際に用いられます。さっそく構文をチェックしてみましょう。

```
for(初期条件;条件式;変化式){
    Arduino が実行する文
}
```

これだけでは少し分かりづらいので、さらに具体的な例を見て確認しましょう。

```
for(j = 1; j < pn + 1; j = j + 1){
    digitalWrite(IN_PIN4, HIGH);
    delay (ct);
    digitalWrite(IN_PIN4, LOW);

    //display CO2Pulse
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Pulse");

    //display Pulse number
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Number:");
    lcd.setCursor(8, 1);
    lcd.print( j );

    delay (dt);
}
```

このプログラムは、CO2 噴射量測定用プログラムの抜粋です。(pn や ct はひとまず定数だと思ってください。) まず j という変数を用意し、j を 1 と置きます。そして、j が条件式 $j < pn + 1$ を満たしていたら、for 文の中身を実行します。そして、for 文の一番下まで来たら、 $j = j + 1$ をします。そして、再度 $j < pn + 1$ を満たしていたら for 文の中身を実行の繰り返しです。例えば、 $pn = 10$ だった場合、この for 文の中身は 10 回実行されて終了ということになりますね。これらの構文はプログラムを自分で書く際には必ずと言っていいほど必要になってきます。是非覚えて帰りましょう！

研修紹介

LignoSat 管制の地上局の準備活動紹介

石原正次

京都大学宇宙木材研究室

宇宙木材研究室の非常勤研究員、石原正次です。

有人宇宙学実習と SCB2(Space Camp at Biosphere 2)のプログラムで電波教室と宇宙無線通信の講義を担当しています。現在進んでいる LignoSat プロジェクトでは 2021 年から COMM チームのサポートをしています。2020 年に、私が趣味で活動しているアマチュア衛星通信愛好家の団体で、NPO 法人 日本アマチュア衛星通信協会(JAMSAT, Japan Amateur Satellite Association)に、田島先生から、アマチュア衛星通信について問い合わせさせて頂いたのがきっかけでお手伝いさせて頂くことになりました。

現在はインターネット環境が整いスマートフォンがあれば何処にいてもデータのやり取りができる事が当たり前になっていますが、一方で電波のお世話になっていると言うことを認識されていない方が多いと思われる事から、電波教室を通じて皆さんに電波のことをもっと身近に感じてもらい、また、アマチュア無線を通じて電波を使いこなす体験をして無線技術に親しんで頂きたいと思っています。

アマチュア無線の紹介

近年アマチュア無線離れが進んでいて若い世代のアマチュア無線人口は少なくなっています。

携帯電話が普及する前 1990 年頃はアマチュア無線をやる人の人口はピークで 130 万人程度まで増えていましたが近年は 39 万人程度になっています。1980-90 年頃は中学、高校、大学にアマチュア無線クラブが沢山ありましたが、現在はほぼありません。京都大学にもアマチュア無線クラブ、JA3YDS がありましたが現在は活動休止しているようです。

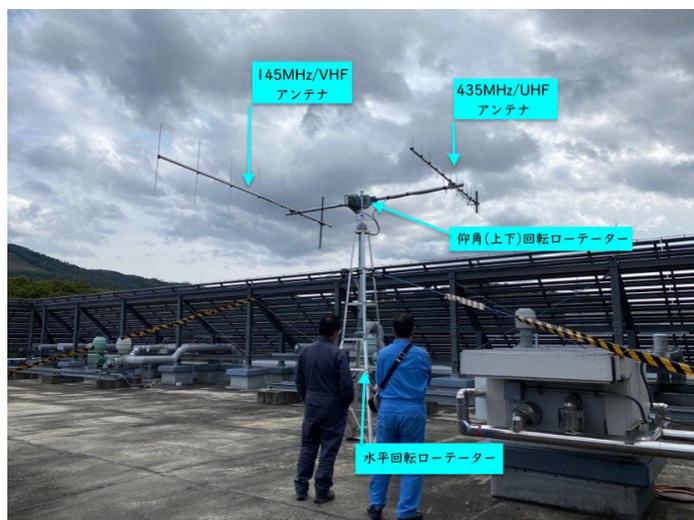
プロの通信は 100%つながって当たり前なので実際に電波を使っているという意識を持つ事なく利用しています。ただし、時々携帯電話、スマートフォンを使っていて圏外になることで悩まされますが、この時に電波を使っているという意識を持たれることも有るでしょうか。

プロの通信に対してアマチュア無線は電波伝搬の状態が、約 11 年周期の太陽活動変化、電離層の季節変化や日変化、対流圏の状態の変化、などの様々な要素によって影響を受けるため、偶然のつながりを楽しむ通信です。また、地震などの災害時には、商用電源(AC 100V/200V など)が喪失すると早ければ数時間、長くて 2、3 日で携帯電話基地局のバックアップ用のバッテリーが使えなくなり連絡手段が途絶えます、しかし自分で電源(車のバッテリーなど)さえ確保できればアマチュア無線を使っでの通信は引き続き可能です。この事から、アマチュア無線は最後の通信手段とも言われています。過去には、阪神淡路大震災、東北地震などの災害の際に非常通信を行い社会貢献されました。

LignoSat 運用の支援

地球局のアンテナ設備と衛星の管制運用の為の無線局整備の紹介

低軌道衛星は約 400Km から 1000Km の高度を約 90 分で地球を周回しています、京都大学からの衛星の可視時間は、地平線から上がってきて(AOS)から、反対側の地平線に沈んで(LOS)見えなくなるのに、10 分程度しかなく、衛星は高速で移動するため常時衛星の方向にアンテナを向け続ける必要があります。このためのアンテナは北部教育研究棟の屋上に設置しています。



北部教育研究棟屋上に設置されたアンテナ

内訳は、144MHz(VHF)/430MHz(UHF)アンテナと水平回転/仰角(上下)回転用のローテーター(モーター)を設置し、低軌道衛星の方向追尾が PC コントロールの自動で出来る様になっています。

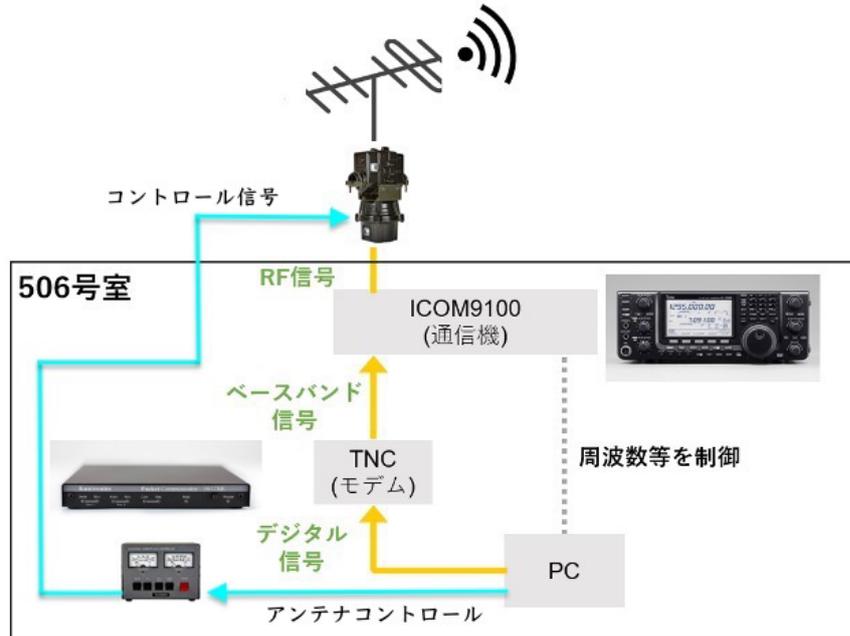


LignoSat のコントロールのための地球局の設備の詳細

地球局運用の無線設備は北部教育研究棟の 506 号室に設置されています。

LignoSat の管制(コントロール)は、地球局のコマンドの送信(Uplink)とミッションデータの受信(Downlink)のための送受信機(ICOM 社製 IC-9100、IC-9700)と、屋上に設置された、アンテナの向きを調整し飛んでくる衛星を自動追尾するためのソフトウェアを動かす Windows10 PC です。アンテナコントロール用のソフトウェアは SATPC32/CALSAT32 で(予備)で PC とローテーターコントローラーを繋ぐインターフェースを介してアンテナの方向を自動コントロールし、衛星の見え始め(AOS:衛星が地平

線から上がって来る)から見え終わり(LOS:衛星が地平線に沈む)までアンテナの方向を衛星に向け続けます。LignoSat の運用にはアンテナのグレードアップが必要で現在準備を進めています。



地球局構成図

今回は、アマチュア無線の紹介と LignoSat 管制用の地球局を簡単に紹介させて頂きました。これからも進展具合を順次紹介させて頂きたいと思います。

用語資料

AOS:Acquisition of signal 衛星が地平線から上がって来る

LOS:Loss of signal 衛星が地平線に沈む

アマチュア衛星用語小辞典参照 JAMSAT HP

<https://www.jamsat.or.jp/features/glossary/index.html>

ソフトウェアについて

SATPC32 AMSAT-NA 配布 有料

<https://www.amsat.org/product/satpc32-by-electronic-download/>

CALSAT32 JR1HUO フリーソフト、真田氏作成

http://jr1huo.my.coocan.jp/jr1huo_calsat32/index.html

京都大学 SIC 有人宇宙学研究センター
<https://space.innovationkyoto.org/>

〒606-8501 京都市左京区吉田本町 吉田キャンパス本部構内 総合研究 16 号館 208 号室

編集人：木造人工衛星製作チーム 菊川祐樹 筒井涼輔

Tel&Fax: 075-753-5129 Email: spacewood@mail2.adm.kyoto-u.ac.jp

SIC 有人宇宙学研究センター NewsLetter No.11

2022 年 11 月 1 日発行