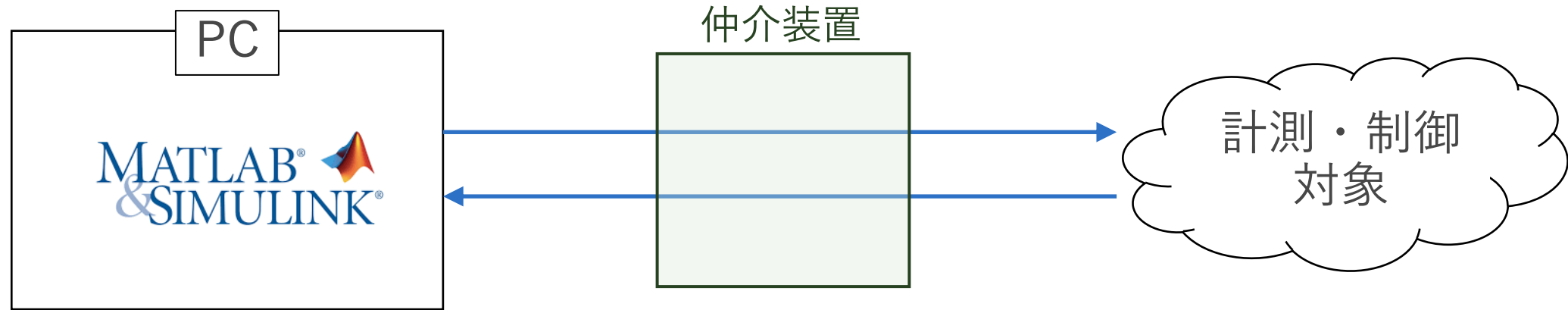


# 産業向け計測・制御システムを MATLAB/Simulinkで『直接』操る

# モチベーション

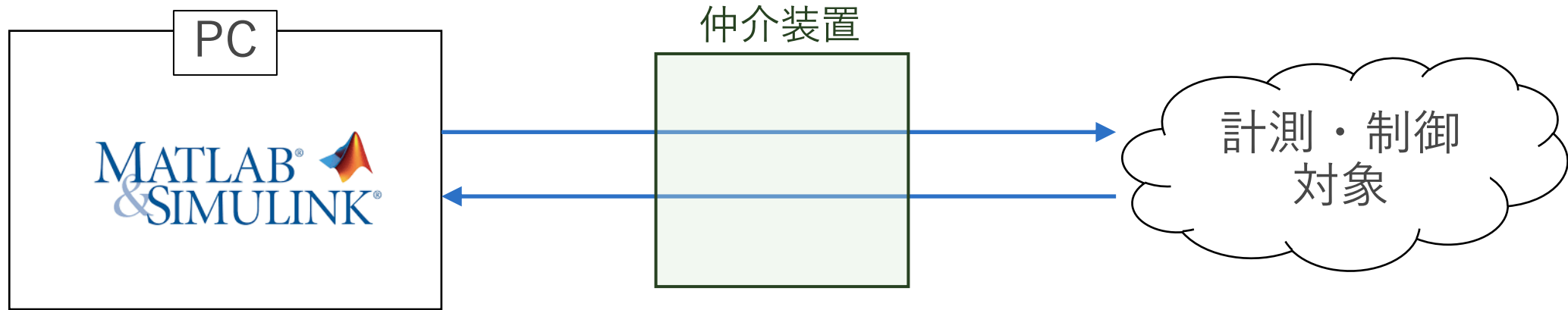
発端：MATLAB/Simulinkで装置の制御をしたい！



- ・ 実世界（装置類）とソフトウェア環境をつなぐものが必要

# モチベーション

発端：MATLAB/Simulinkで実験装置の制御をしたい！



- ・ 長期間安定して動くものを  
→しばらく休止していても動かせる頑健性
- ・ 高すぎない金額で
- ・ 環境構築を簡潔に（できればMATLAB以外はなしに）

- ・制御系の研究開発や，モデルベース開発でスタンダードなソフト
- ・データ解析などもMATLABで実行できる
- ・環境がパッケージとして提供されている
  - バージョン管理や依存関係などに悩まされない！
- ・個人でも買える！

# MATLAB/Simulinkと連携できる装置（主観）

性能



このあたりが欲しい



## Arduino, Raspberrypi

- ・お手軽！とっかかりには十分！
- ・サポートパッケージで利用できる
- ・信頼性や安定性 △



## IPC,PLCなど

- ・ FA装置の制御で多数使用実績，信頼性◎
- ・ PLC用の環境構築が必要
- ・ ライセンス形態がわかりにくい  
有料？無料？台数制限？ランタイムライセンス？？  
twincat3は気になるが…
- ・ 値段もそれなり 数十万後半～
- ・ 企業以外だと購入ルートがない…



## Speedgoat

- ・ 超高性能なんでも出来る
- ・ MATLABとシームレス連携
- ・ お値段 数百万円～……

価格

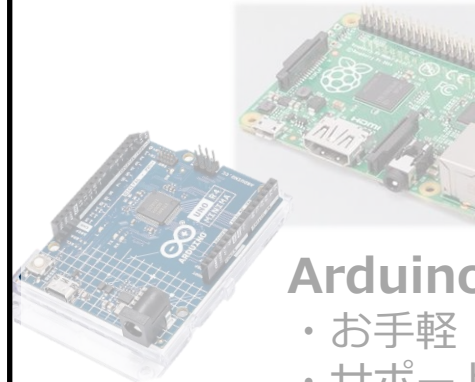


# MATLAB/Simulinkと連携できる装置（主観）

性能

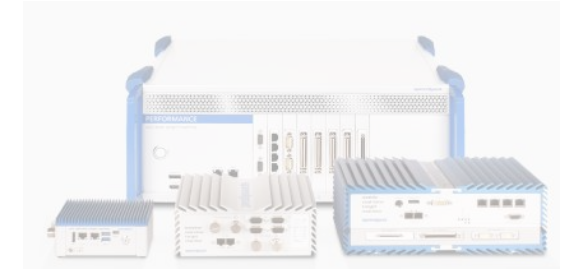


F&eIT® 省配線リモートI/Oシステム  
(CONTEC)



Arduino, Raspberry Pi

- ・お手軽！とっかかりには十分！
- ・サポートパッケージで利用できる
- ・信頼性や安定性 △



Speedgoat

- ・超高性能なんでも出来る
- ・MATLABとシームレス連携
- ・お値段 数百万円～……



PLCなど

装置の制御で多数使用実績，信頼性◎  
用の環境構築が必要

センサ形態がわかりにくい

料？無料？台数制限？ランタイムライセンス？？

twincat3は気になるが…

- ・値段もそれなり 数十万後半～
- ・企業以外だと購入ルートがない…

価格



画像引用：

<https://www.contec.com/jp/products-services/daq-control/remote-io-fit/> 6

# F&eIT省配線リモートI/Oシステムの概略

- ・ リモートで機器の監視と制御
- ・ ソフト開発用APIが無料で提供されている。
- ・ F&eITプロトコル通信（後述）
- ・ マニュアルが日本語

F&eIT® 省配線リモートI/Oシステム



コンテックの省配線リモートI/Oシステムは、スムーズ&リーズナブルに、離れた場所にある機器の“監視”と“制御”を実現します。システムの構築はコンポーネントの組み合わせが自由なスタックタイプとコンパクトタイプをご用意。お客様のニーズに合った信頼のソリューションをご提案します。



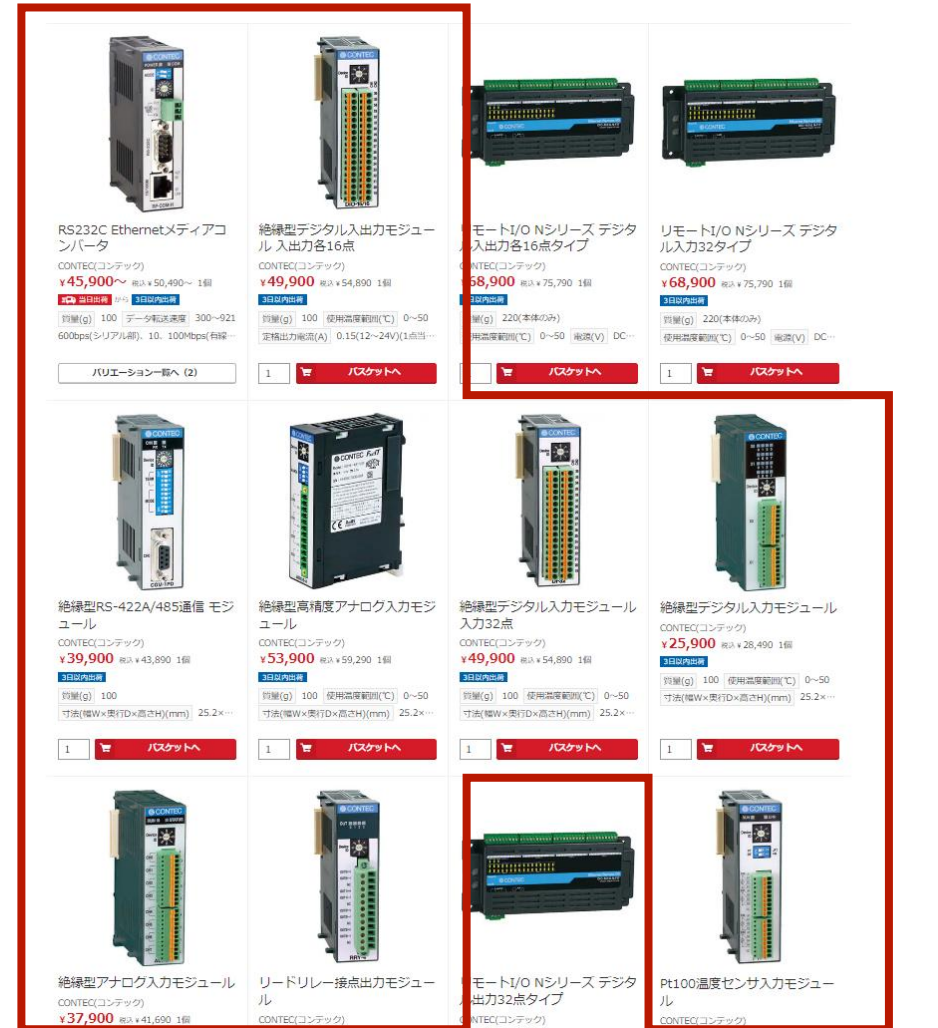
# F&eIT省配線リモートI/Oシステムの概略

- ・リモートで機器の監視と制御
- ・ソフト開発用APIが無料で提供されている。
- ・F&eITプロトコル通信（後述）
- ・マニュアルが日本語

モノタロウで買える！！！！

値段も比較的手頃

（個人で出すには高いが…）





# システムの具体例

## 構成



MATLABとCONTEC間の通信をどうやって実現する？

方法 1：提供されているAPIの使用（C++など）

方法 2：F&eIT通信プロトコルの使用

今回はこちらで実現

# F&eITプロトコルの建付け

CONTEC独自の通信プロトコル

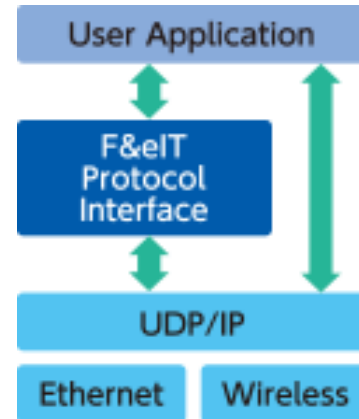
- ・ **UDP/IP**ベース
- ・ 仕様書が公開されている
- ・ 汎用ソケット関数で通信可能



MATLAB/Simulinkから  
**UDP通信で操作**できる・・・のでは？

できた！！

※Simulink Desktop-RealTime 使用



## ■F&eIT プロトコルの位置付け

F&eIT プロトコルは以下のプロトコル層を定義します。

アプリケーション層	ACX、DLL、etc
デバイス依存コントロール層	
F&eIT プロトコル層	F&eIT プロトコル仕様
トランスポート層	UDP、ICMP
ネットワーク層	IP、ARP
データリンク層	Ethernet(IEEE802.3)、etc
物理層	

(CPU-CA20(FIT)GYのカタログより引用)

上段画像引用：

<https://www.contec.com/jp/products-services/daq-control/remote-io-fit/> **10**

# F&eITプロトコル

値のアクセスは仮想アドレスを使用  
設定やデータ読み書きは  
該当のアドレスを指定し、値を設定する

- 例：
- ・ 機器情報の取得
  - ・ アナログ出力レンジの変更
  - ・ 出力値の書き込み
- etc…

アドレス(h)	領域	項目	サイズ	アクセスタイプ	初期値(h)
先頭アドレス+00	固有情報	モジュールタイプ(カテゴリ)	1	R	02
先頭アドレス+01		モジュールタイプ(シリアルナンバー)	1	R	03
先頭アドレス+02		システム予約(リビジョンナンバー)	1	R	—
先頭アドレス+03		サポート機能	1	R	02
先頭アドレス+04		基本入力チャンネル数	1	R	00
先頭アドレス+05		基本入力データサイズ	1	R	00
先頭アドレス+06		基本出力チャンネル数	1	R	04
先頭アドレス+07		基本出力データサイズ	1	R	02
先頭アドレス+08		入力チャンネル設定アドレス	1	R	20
先頭アドレス+09		入力チャンネル設定データサイズ	1	R	06
先頭アドレス+0A		出力チャンネル設定アドレス	1	R	50
先頭アドレス+0B		出力チャンネル設定データサイズ	1	R	06
先頭アドレス+0C ・ 先頭アドレス+0F		予約	4	R	—
先頭アドレス+10	モジュール 共通	モジュール起動レジスタ	1	R/W	00
先頭アドレス+11		エラーステータス	1	R	00
先頭アドレス+12 ・ 先頭アドレス+19		予約	8	R	—
先頭アドレス+1A		アナログ出力分解能	1	R	10h
先頭アドレス+1B		アナログ出力レンジ	1	R/W	00
				R	—
先頭アドレス+ 00	CH0	アナログ出力値	2	R/W	
先頭アドレス+ 02	CH1	アナログ出力値	2	R/W	
先頭アドレス+ 04	CH2	アナログ出力値	2	R/W	
先頭アドレス+ 06	CH3	アナログ出力値	2	R/W	
先頭アドレス+ 08 ・ 先頭アドレス+ 7F	予約		120	R	

# MATLAB/Simulinkでの書き込み例

## MATLABの場合

```
%IP設定
IPv4 = " "; 機器のIPアドレス
%ポート設定
%デフォルトポート5007(16進数)を10進数に変換
port = 20487;
% UDP通信の設定
u=udpport("IPV4", ...
    LocalPort=4000, ...
    LocalHost="10.1.1.1");
% 送信データの作成
senddata=cat(2,id,v,cmd,seqno,retid, ...
    vadr,h_size,stat,ac_id,d_mac,dmy,data);
% データの送信
write(u,senddata,"uint8",IPv4,port);
```

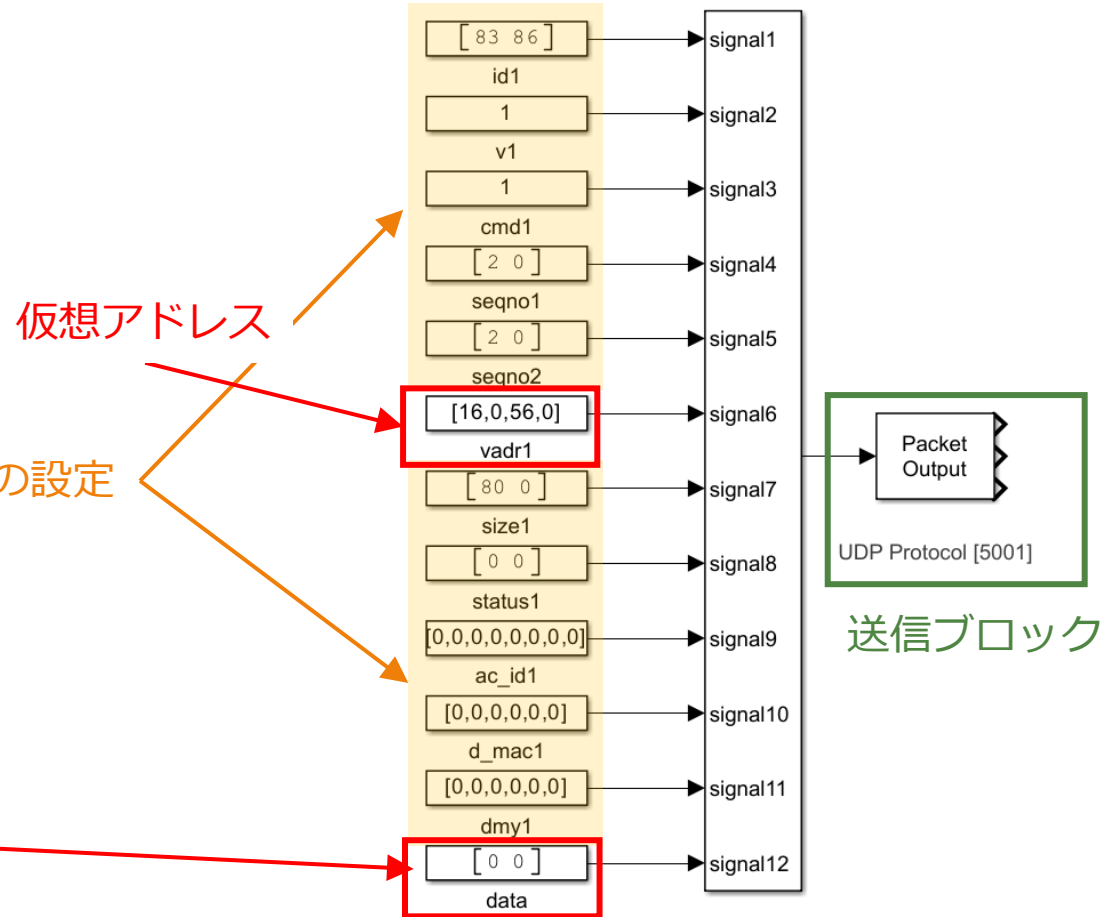
仮想アドレス      書き込むデータ

読み込みは簡単

```
read_data = read(u,size,"uint8");
```

Packet Input

## Simulinkの場合



# システムの具体例

## 構成



環境構築はPC側の**IPアドレスの設定のみ**！

Packet通信およびリアルタイム性はSimulink Desktop Real-Time toolboxに任せる

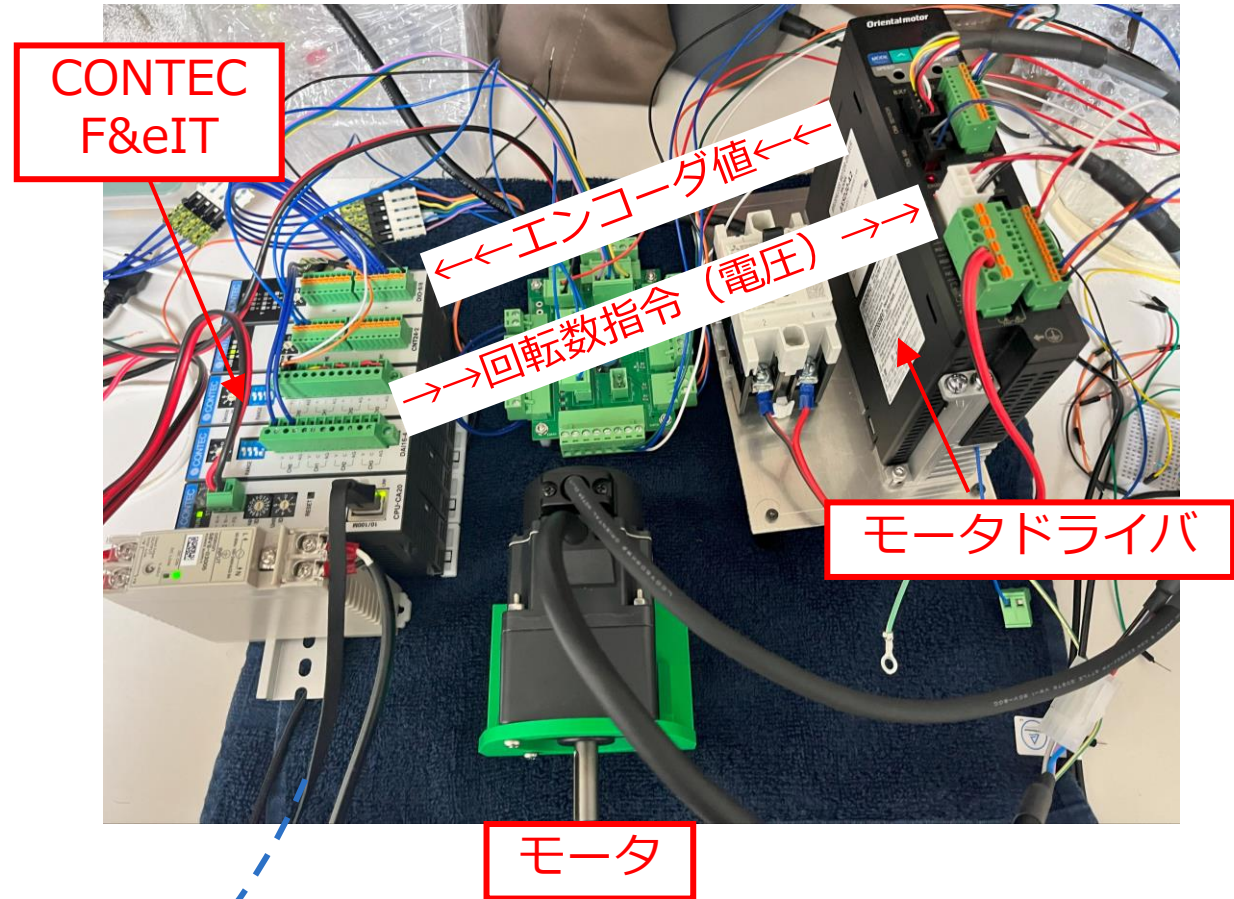
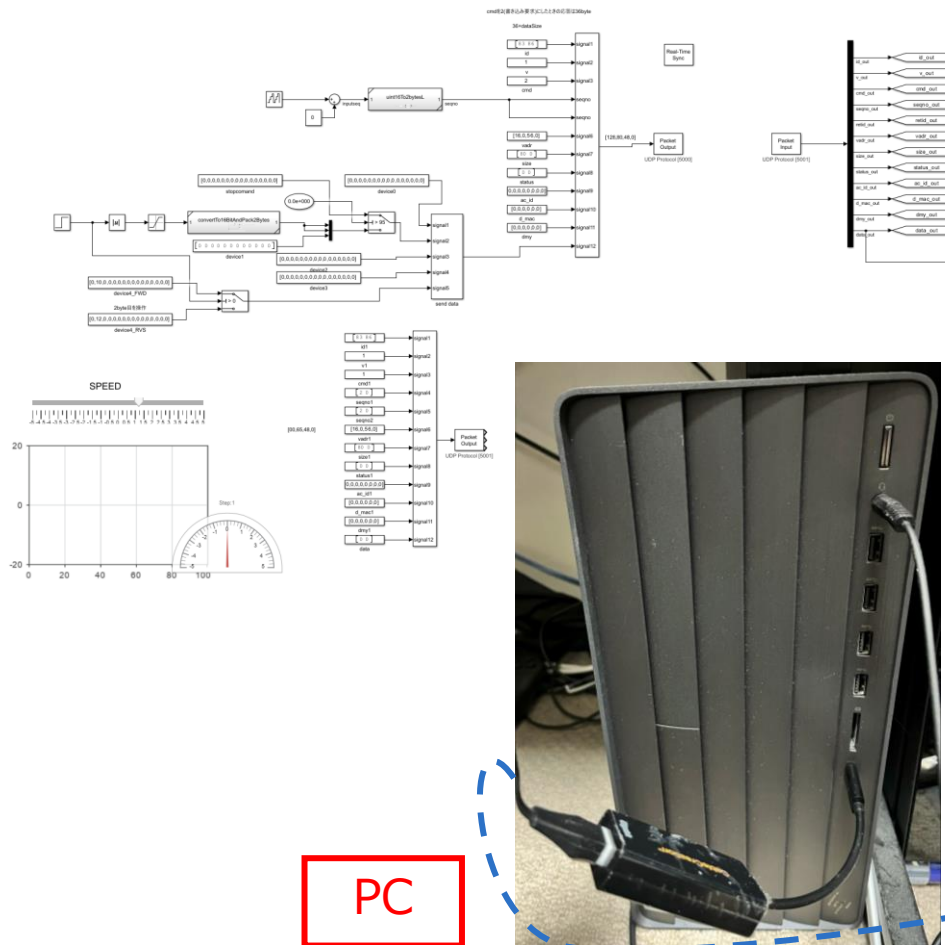
参考サイト：

Simulink Desktop Real-Timeの実力：<https://blogs.mathworks.com/japan-community/2020/04/16/simulink-desktop-real-time/?from=jp>



## 実際に動かしてみる (FB制御, FF制御の実演)

## デモのシステム構成



Orientalmotor社製 BXⅡシリーズ  
**エンコーダ値取得可能**  
 オリムベクタで購入可能

# まとめ

- contec F&eITシステムを使えばMATLAB/Simulinkで直接IOを操作できる
- APIが提供されているので，ROS等でも使用可能
- 試作，小規模での開発では有用な選択肢になりうる
- 機器自体が古めなので，ユーザが広まって改良版が出てほしい！

## 参考資料：

MATLAB Home でのSimulink Desktop Real-Time例：

<https://qiita.com/HppyCtrlEngnrng/items/ec798c62caf3aebf937c>

contecの参考実装：

[https://contec.e-srvc.com/app/answers/detail/a\\_id/674](https://contec.e-srvc.com/app/answers/detail/a_id/674)

## 連絡先など：

X(旧Twitter) : @spargel125  
LinkedIn : <https://www.linkedin.com/in/yuji-yoshida/>  
Github : <https://github.com/Spargel125>  
Zenn : <https://zenn.dev/spargel>  
はてなブログ : <https://tagebuchvonspargel.hatenablog.com/>