

予知保全のための信号処理 ～実システムへの実装～

アプリケーションエンジニアリング部
竹本佳充

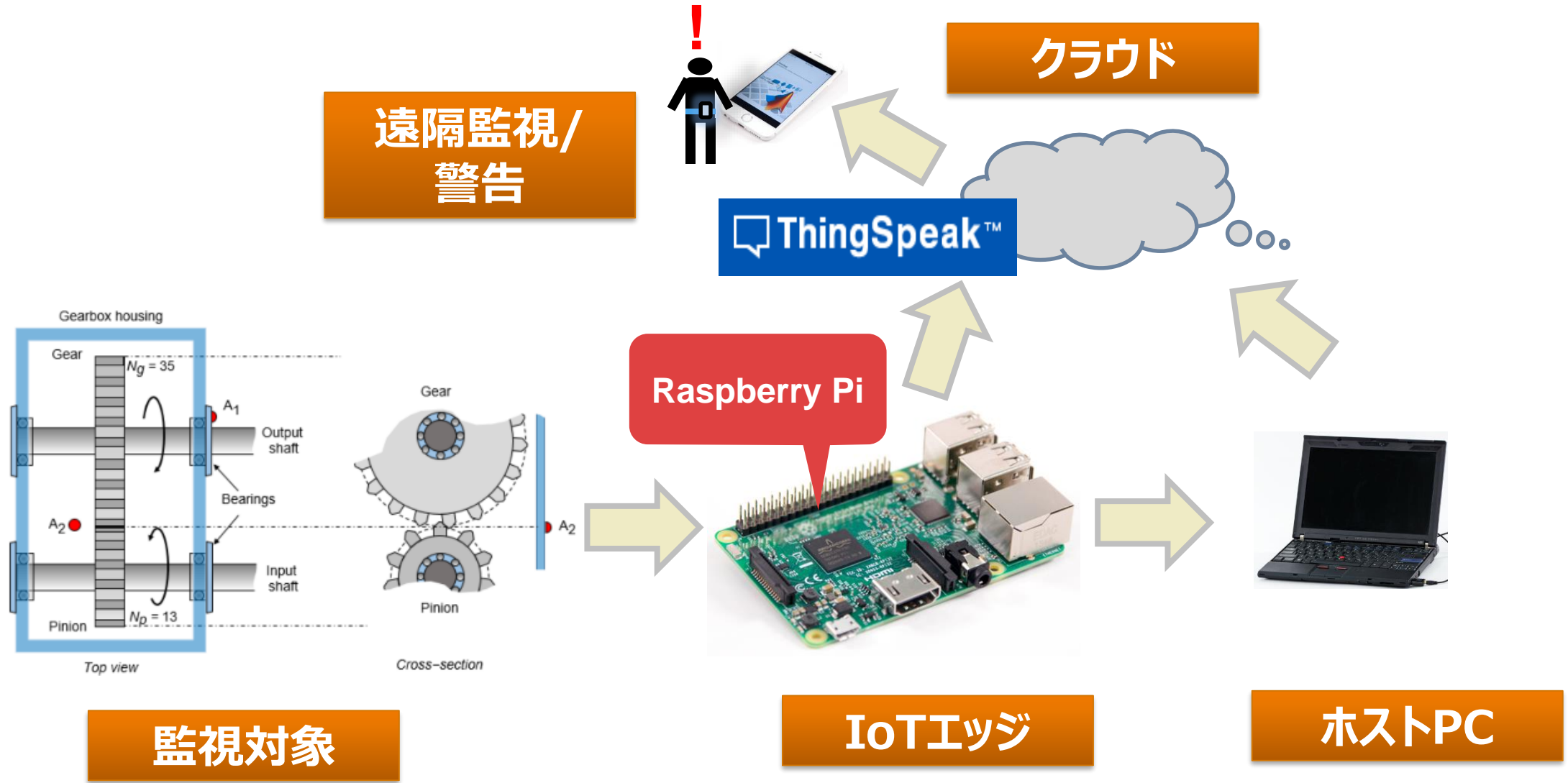
Agenda

- 背景
 - Raspberry Piとは
 - ThingSpeakとは
 - その他活用可能なToolbox

- 製造現場での活用イメージ
 - 全体像
 - 段階的な導入

- 例題
 - 温度センサーのモニタリング、アラートの配信

簡易IoTシステム概観



Raspberry Piの概観、インターフェイス

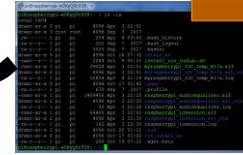
ホストPC
(Simulink)



音声出力



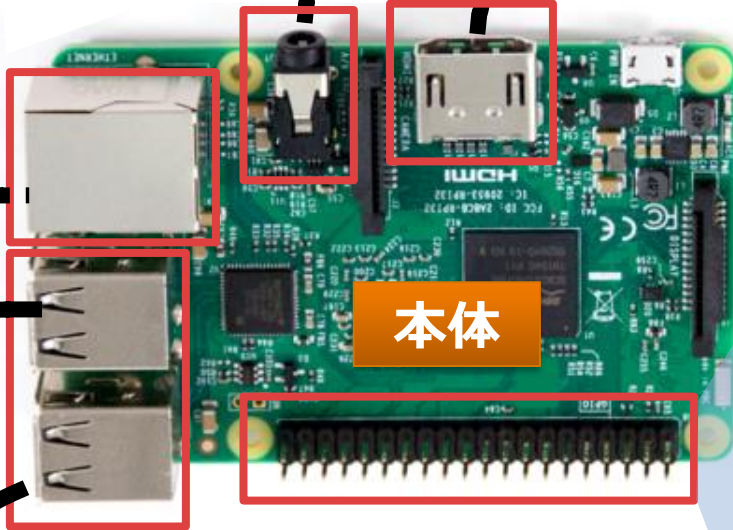
モニター
(HDMI出力)



webカメラ



本体



シリアルバス

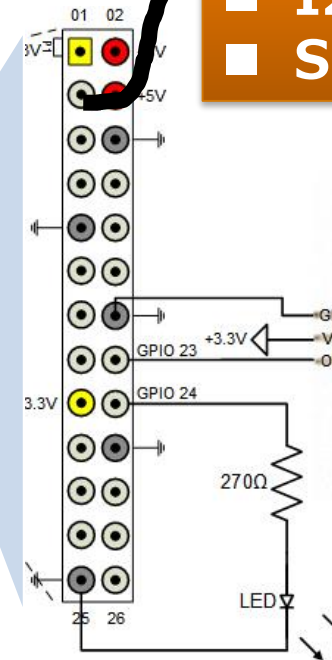
- I2C
- SPI

音声入力
(USBマイク)



GPIO

- スイッチ
- LED
- センサ



Raspberry Piの歴史

年	RasPi トピック	Simulink Support Package
2008	■ イベント・アプトン氏Raspberry Pi財団設立	
2011	■ 試作品完成	
2012	<ul style="list-style-type: none"> ■ 初代Raspberry Pi リリース ■ 初日二時間で1万台を売りきる ■ 初日だけで10万台の発注 	
2013	■ 累計 200 万台	■ リリース (R2013a)
2014	<ul style="list-style-type: none"> ■ 累計300万台 ■ Compute moduleリリース 	■ ThingSpeak Write (14a)
2015	<ul style="list-style-type: none"> ■ Raspberry Pi 2, Zeroリリース ■ 累計500万台(Feb) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pi 2対応 (15a) ■ MAC OS対応 (15a)
2016	<ul style="list-style-type: none"> ■ Raspberry Pi 3 リリース ■ 愛知県稲沢市で製造開始 ■ 累計1,100万台(Nov) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Pi 3対応 (16a) ■ Linux OS対応 (16b)
2017	<ul style="list-style-type: none"> ■ Compute module 3, Zero Wリリース ■ 累計1,500万台(Jul) 	<ul style="list-style-type: none"> ■ I2C,SPI,Serial (17a) ■ Audio read, logging (17b)
2018	■ 累計 1,900 万台(Mar)	■ Pi Zero W対応 (18a)

- リリース当初は、コンピュータサイエンスの授業利用を想定
- 学生をモチベートする基本方針
 - プログラミング可能
 - 楽しい
 - 小型で丈夫
 - 安価
- 現状教育用と産業用は半々 (産業用途が増加傾向)

Raspberry Pi サポートパッケージとは？

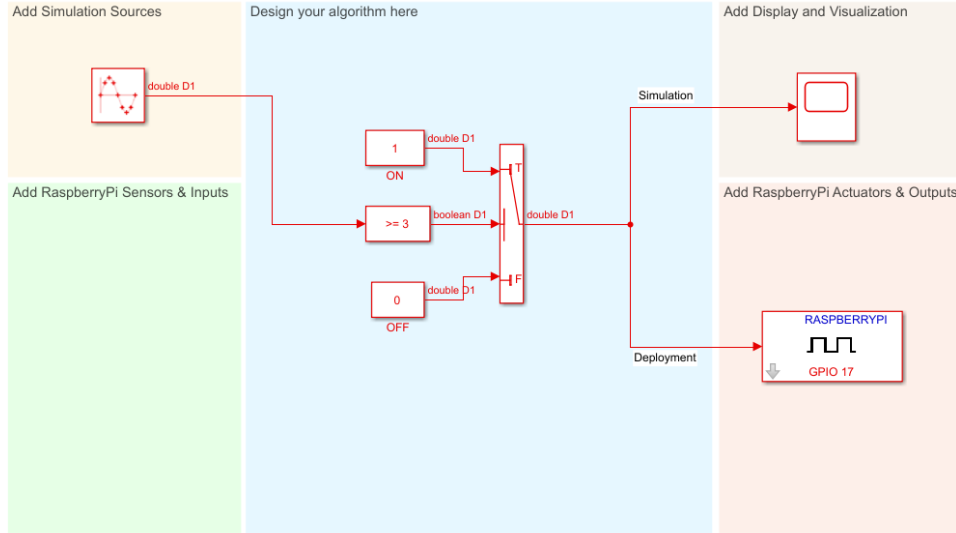
- 画像、音、センサー専用のドライバIC
- 各種サンプル

Sense Hat専用ブロック

file:///C:/ProgramData/MATLAB/SupportPackages/R2017b/help/supportpkg/raspberrypi/examples/audio-visualizer-using-raspberry-pi-sense-hat.html

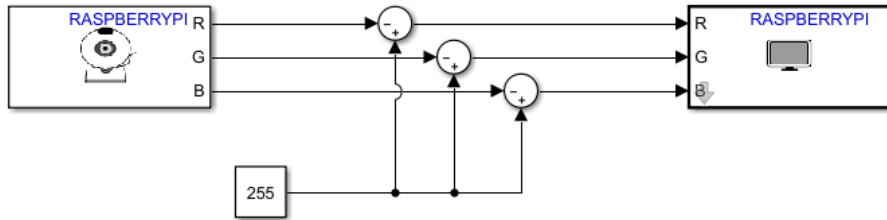
Raspberry Pi サポートパッケージとは？ (cont'd)

Project Title: <Your project name here>



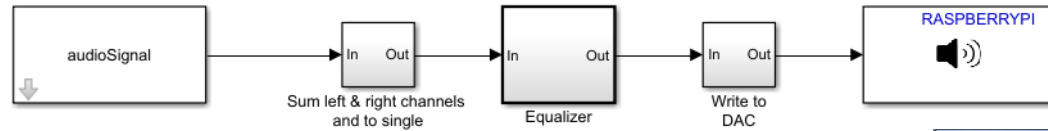
Organizing functionality as color-coded areas makes block diagrams descriptive and helps to develop increasingly complex algorithms.

例1) データのロギングと、ロギングデータへのアクセス



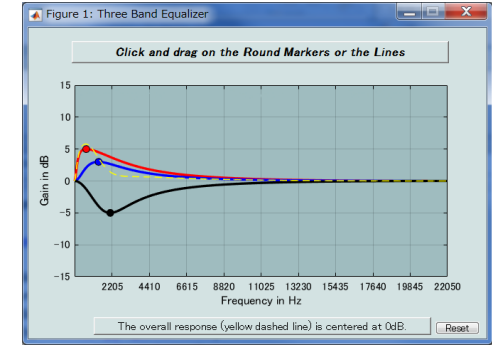
例2) Webカメラとの接続と動画モニタリング例

Parametric Audio Equalizer

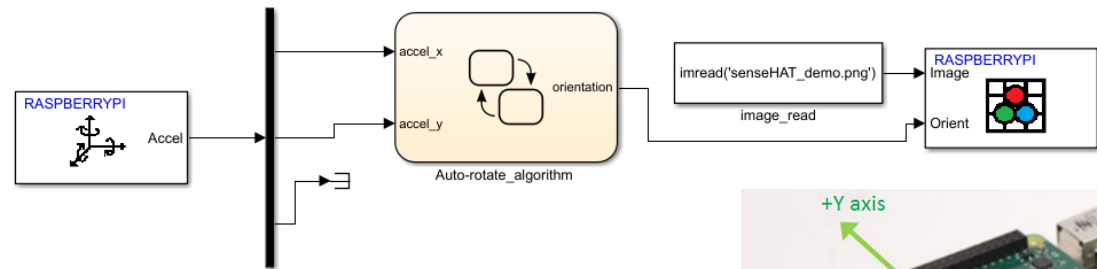


To run this model on hardware, on the Simulink Editor toolbar, click the "Run" button. Note that the simulation mode is "External". This mode allows you to tune parameters and monitor signals in the model while the application is running on hardware.

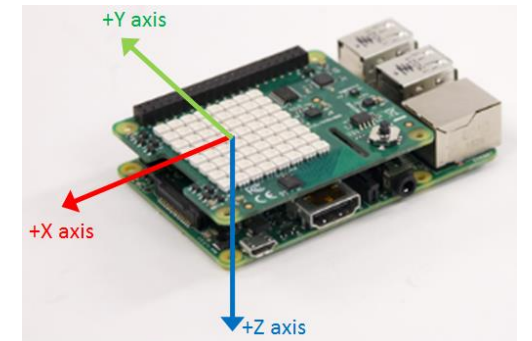
Copyright 2011-2015 The MathWorks, Inc.



例3) オーディオイコライザの実装



例4) Sense HATへの表示



ThingSpeakとは

データ収集 & 解析Webサービス



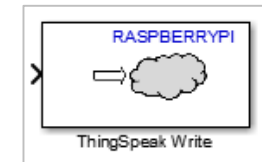
IoTプラットフォームThingSpeak利用のメリット

- インターネットでもどこからでもデータ確認 & 解析
- Arduino/Raspberry Piとの活用で、低価格な実験系を構築
- プログラムの完了/データ異常をスマホでチェック

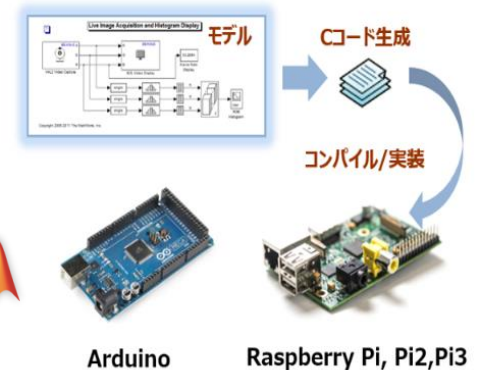
● 準備は簡単3ステップ

- アカウント/チャンネル作成
 - 関数群のインストール
 - 専用コマンド/ブロック
- で簡単利用

thingSpeakWrite



● 低価格HWとの相性が◎



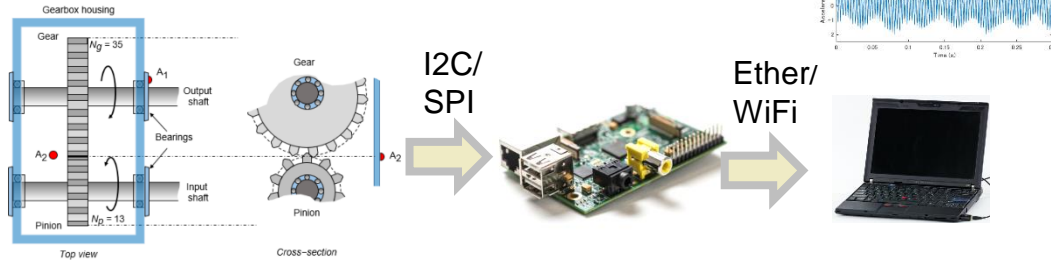
簡易IoTシステムの構築

- 背景
 - Raspberry Piとは
 - ThingSpeakとは
 - その他活用可能なToolbox
- 製造現場での活用イメージ
 - 全体像
 - 段階的な導入
- 例題
 - 温度センサーのモニタリング、アラートの配信

製造現場への段階的な導入イメージ

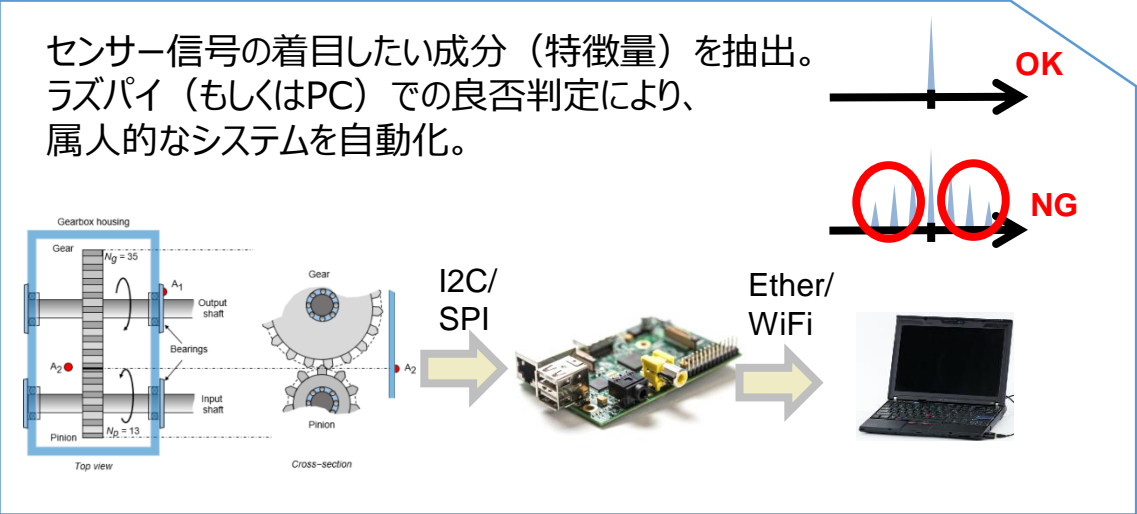
Phase 1: センサーデータを簡易的に可視化

ラズパイに接続されたセンサーのデータを取得し、雑音除去等の前処理後、PC上で波形を表示。簡易的な状態モニターとして使用。



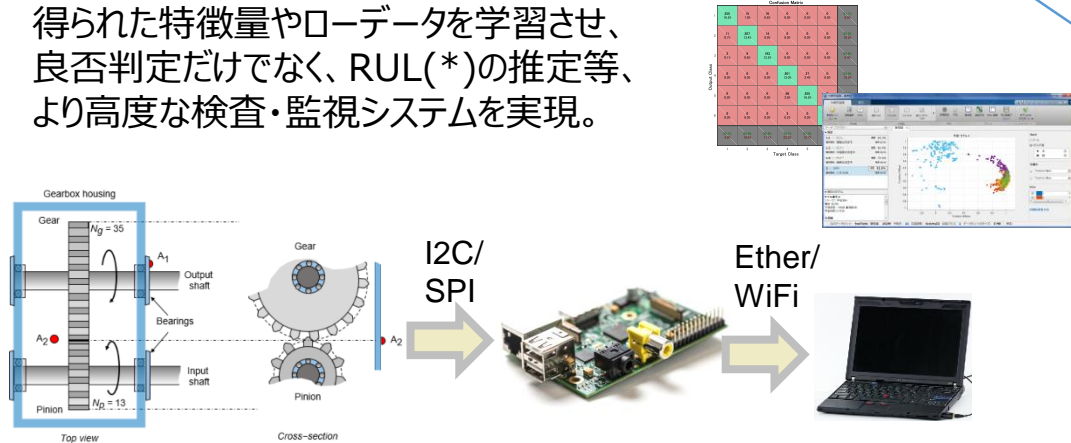
Phase 2: センサーデータの特徴抽出・異常検知

センサー信号の着目したい成分（特徴量）を抽出。ラズパイ（もしくはPC）での良否判定により、属人的なシステムを自動化。



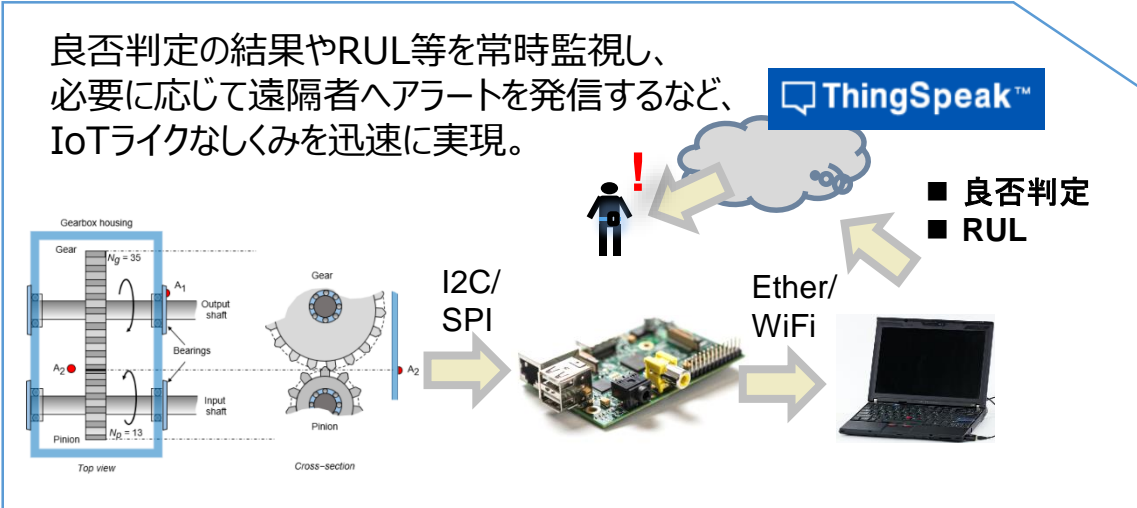
Phase 3: 機械学習/ディープラーニングの応用と予知保全

得られた特徴量やローデータを学習させ、良否判定だけでなく、RUL(*)の推定等、より高度な検査・監視システムを実現。



Phase 4: IoTライクな遠隔・集中管理システム

良否判定の結果やRUL等を常時監視し、必要に応じて遠隔者へアラートを発信するなど、IoTライクなしくみを迅速に実現。

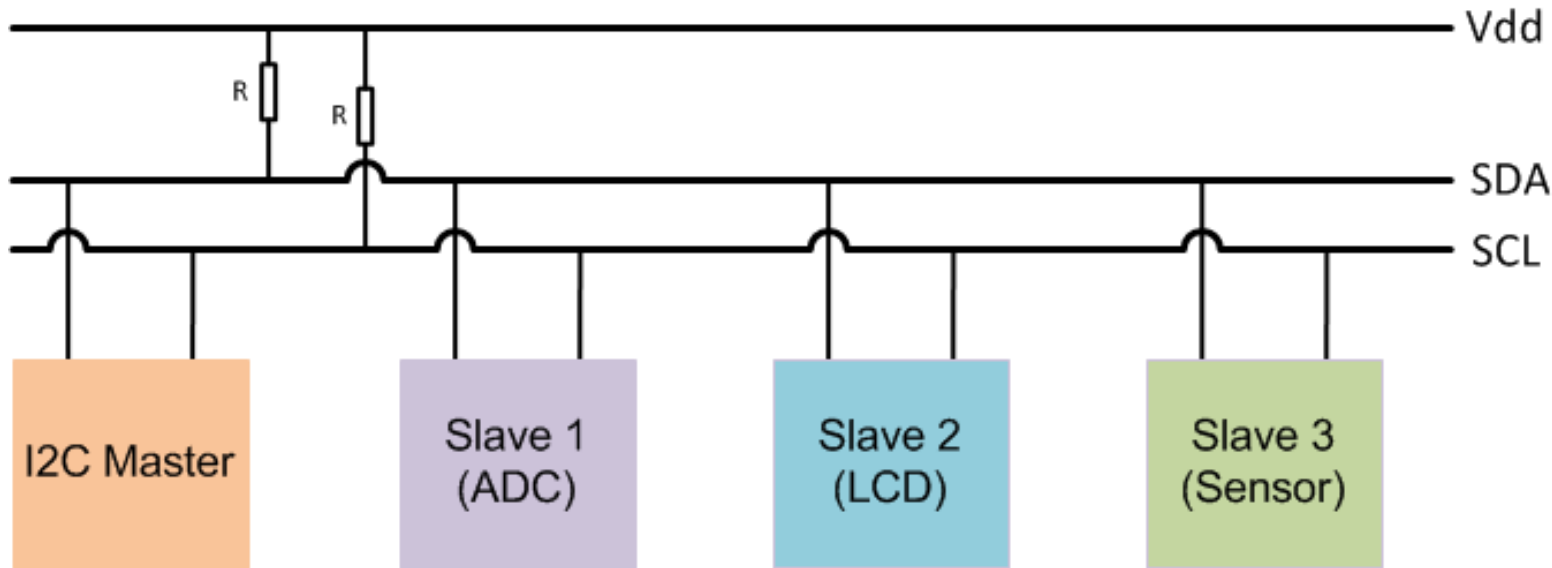


*RUL: Remaining Useful Life (設備の寿命)

簡易IoTシステムの構築

- 背景
 - Raspberry Piとは
 - ThingSpeakとは
 - その他活用可能なToolbox
- 製造現場での活用イメージ
 - 全体像
 - 段階的な導入
- 例題
 - 温度センサーのモニタリング、アラートの配信

例：温度センサーのモニタリング、アラートの配信 ～I2Cインターフェース～

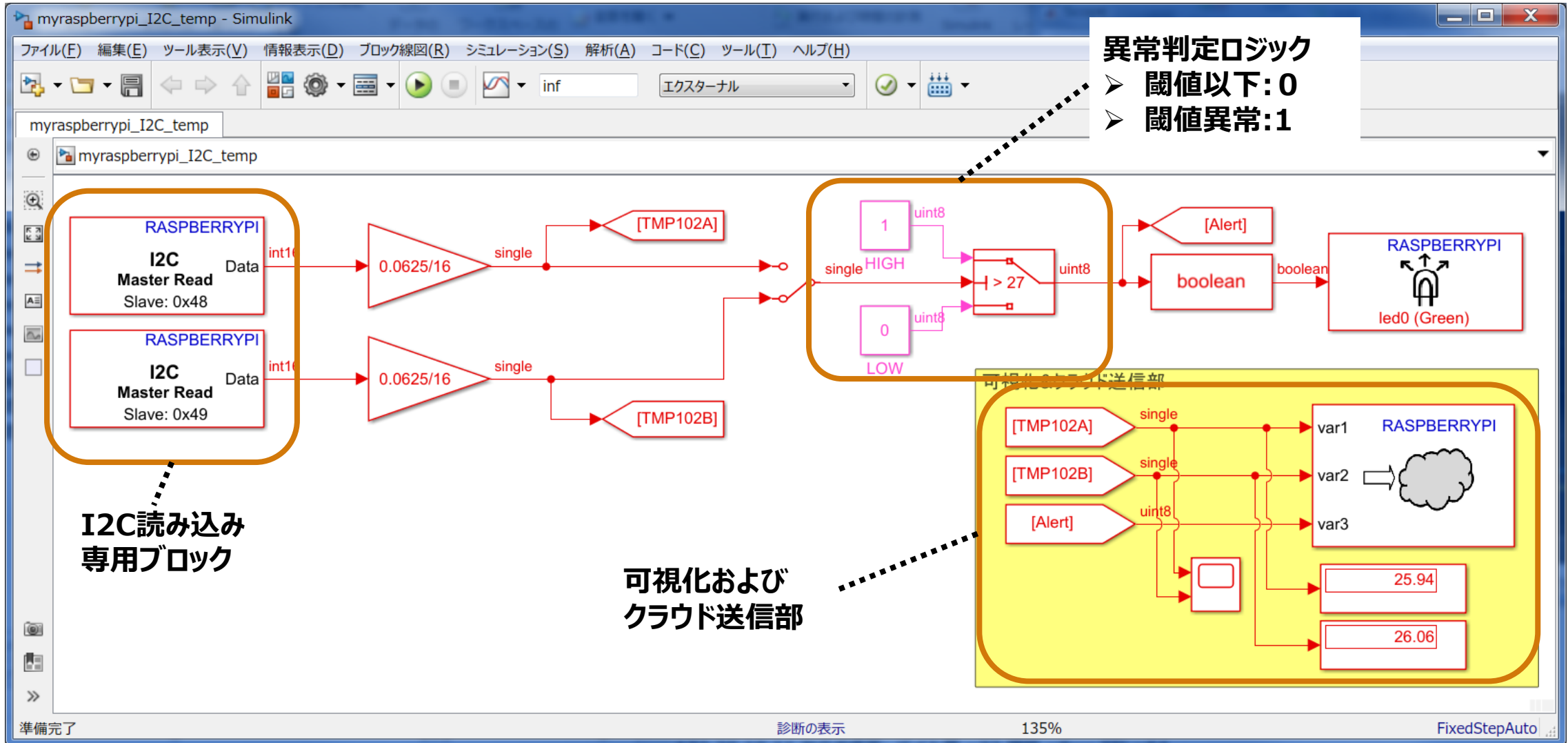


I2C接続概念図

I2Cの特徴

- 半二重通信のシリアルバス規格
- SDA(信号)とSCL(クロック)
- オープンコレクタ
(Raspberry PiのI2Cピンは、1.8kΩでプルアップ)
- 最大112ノード
- デジタルI/OとADCとのインターフェースに使用可能

例：温度センサーのモニタリング、アラートの配信 ～Simulinkモデル概観～



例：温度センサーのモニタリング、アラートの配信 ～専用ブロックのパラメータ設定～

I2C Master Read ブロック



スレーブの
アドレス

ブロックパラメーター: I2C Master Read

I2C Master Read
Read data from an I2C slave device or an I2C slave device register.
The block outputs the values received as an [Nx1] array.

View pin map

Board: Pi 3 Model B

Slave address: hex2dec('48')

Slave byte order: bigEndian

Enable register access

Data type: int16

Data size (N): 1

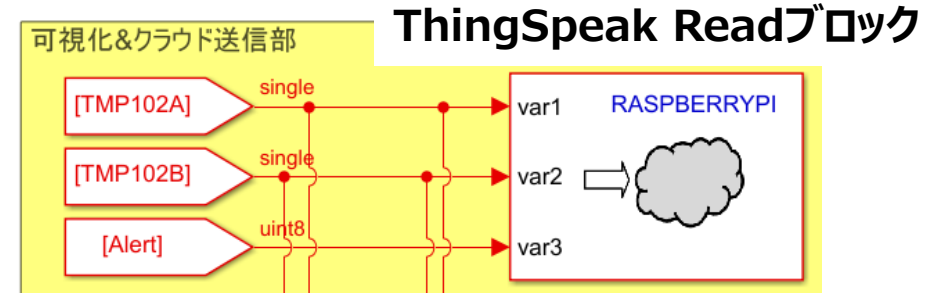
Send NACK at the end of data transfer

Remove stop bit at the end of data transfer

Output error status

Sample time: 0.1

OK(O) キャンセル(C) ヘルプ(H) 適用(A)



ブロックパラメーター: ThingSpeak Write

ThingSpeak Write
Send data to ThingSpeak, MathWorks IoT Analytics Platform. The hardware must be connected to the Internet. Input ports only accept numeric scalar signals.

Enter the Write API Key for your ThingSpeak channel. Each input variable is written to a field in your ThingSpeak channel. Set Update interval to the number of seconds to wait between two successive data send requests. Visit your ThingSpeak account page to find the minimum update interval for your channel.

Check "Print diagnostic messages" to send the ThingSpeak server response to standard output on the hardware.

Main Optional

Update URL: https://api.thingspeak.com/update

Write API key: LN85XFL6W3LUPSFC

Number of variables to send: 3

Update interval: 15

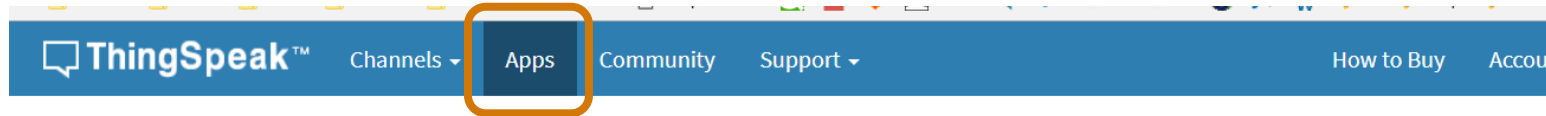
Print diagnostic messages

OK(O) キャンセル(C) ヘルプ(H) 適用(A)

書き込み用API

送信するデータの数

例：温度センサーのモニタリング、アラートの配信 ～Tweetの条件設定～



Actions

ThingTweet
Connect a device to Twitter® and send alerts.

TweetControl
Listen to the Twittersverse and react in real time.

TimeControl
Automatically perform actions at predetermined times with ThingSpeak apps.

React
React when channel data meets certain conditions.

TalkBack
Queue up commands for your device.

ThingHTTP
Simplify device communication with web services and APIs.

Test Frequency

Condition

監視対象

field

条件

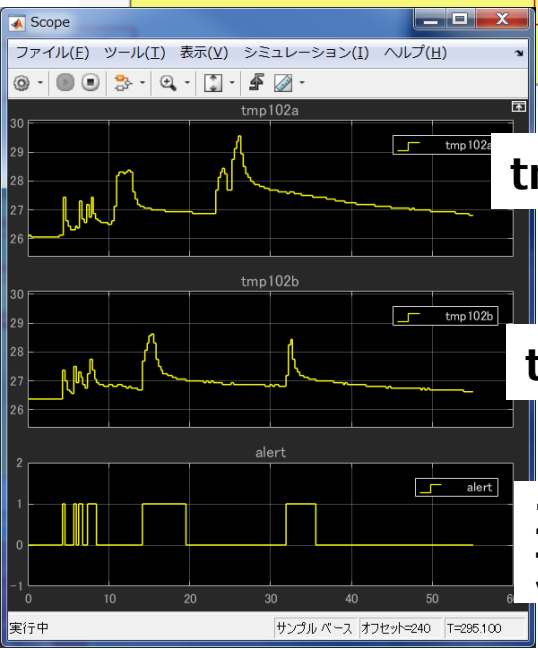
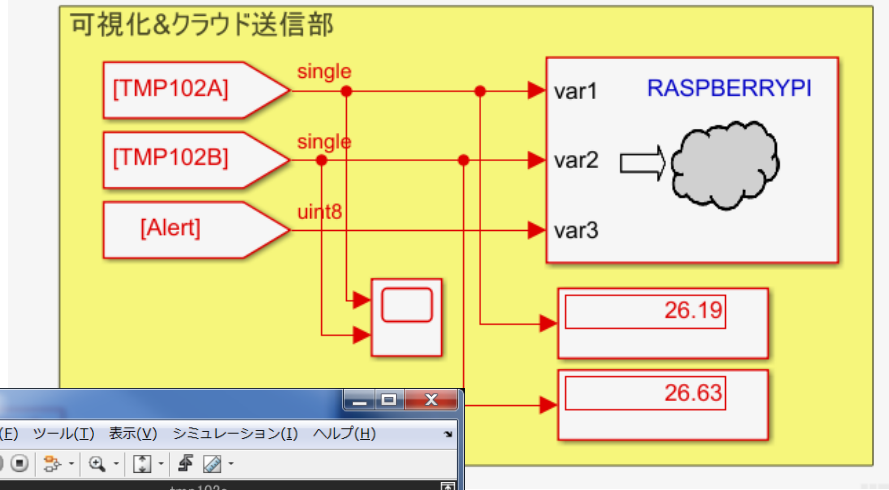
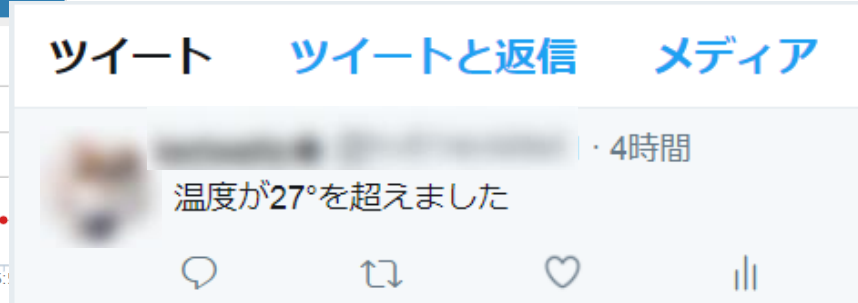
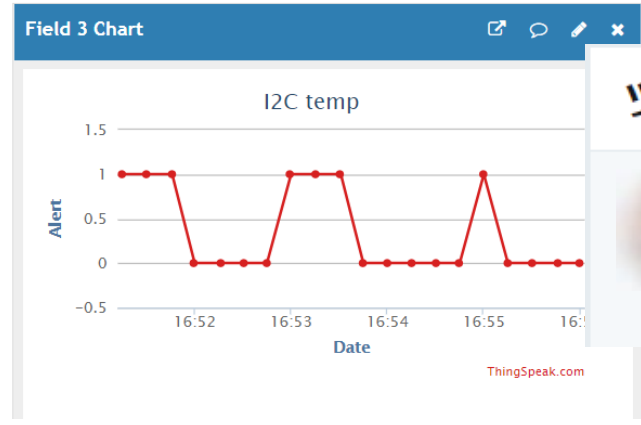
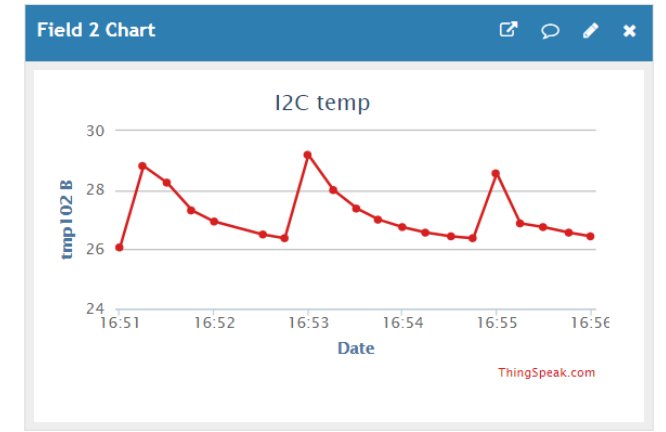
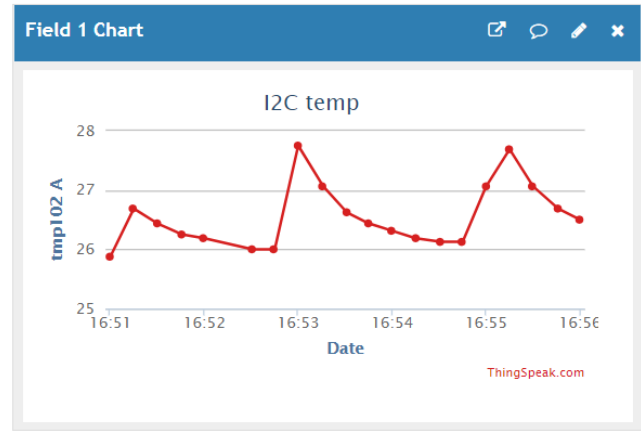
アクション (Tweetを送信)

then tweet

例：温度センサーのモニタリング、アラートの配信 ～実行結果～



Entries: 559



tmp102A
tmp102B
27°を超えた時
アラート

エクスターナルモードでの
実行結果

クラウド (ThingSpeak) での可視化と
アラートの配信

まとめ

- Raspberry Pi
 - ローコストH/W
 - 豊富なI/O（画像、音、センサー等）
 - 無償サポートパッケージ（I/O、UDP、ThingSpeak等）
- ThingSpeak
 - 簡易クラウド環境
 - ユーザ登録後すぐに使用可能
 - ツイート等のアクション登録によるアラート配信