

# MATLAB の講習会

## ～機械学習によるまばたきのリアルタイム認識～

MathWorks Japan  
アプリケーションエンジニアリング部  
木川田 亘

ヒューマンインタフェースシンポジウム 2017  
講習会 コース 4  
2017年9月4日(月)  
15:15 ～ 17:15 1007 教室

# 瞬きの回数計測

>> eyeBlinkDetection\_live

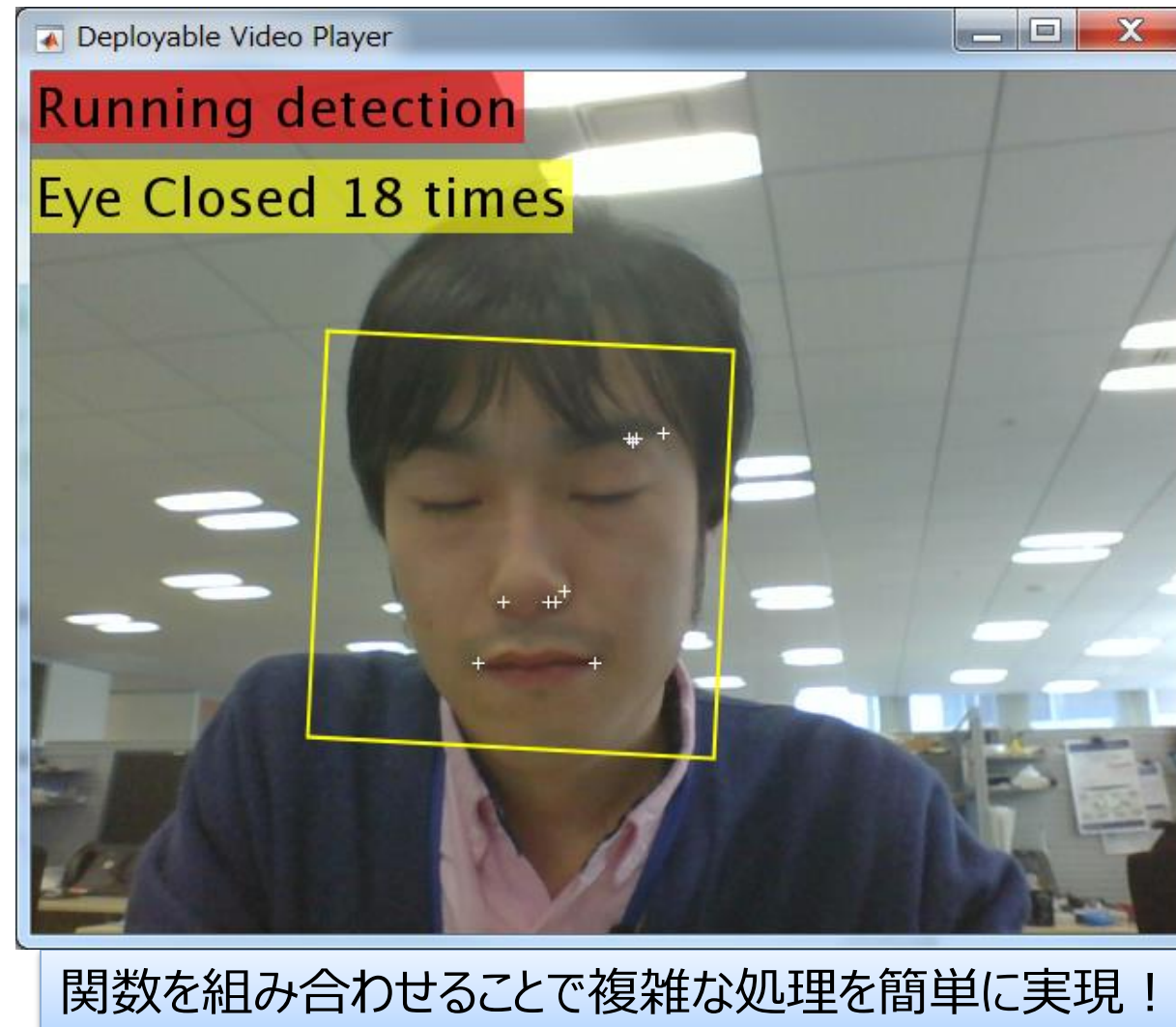


Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Statistics and Machine Learning Toolbox™

# アジェンダ

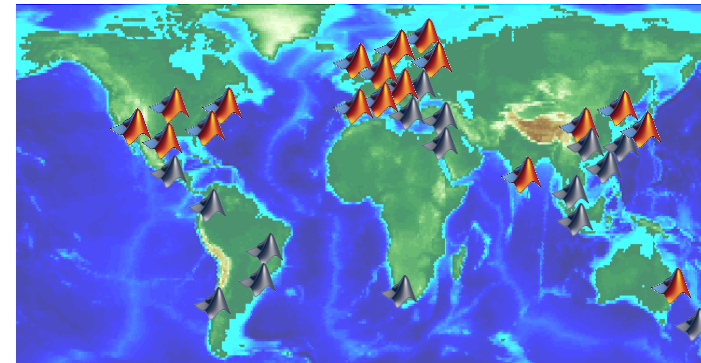
- 15:15 ~ 15:45 MATLAB/Simulinkのご紹介(30分)
- 15:45 ~ 16:30 まばたき検出デモを使った演習(45分)
- 16:30 ~ 17:00 ヒューマンインターフェースへの活用例(30分)
- 17:00 ~ 17:15 まとめ/Q&A(15分)

# アジェンダ

- 15:15 ~ 15:45 MATLAB/Simulinkのご紹介(30分)
- 15:45 ~ 16:30 まばたき検出デモを使った演習(45分)
- 16:30 ~ 17:00 ヒューマンインターフェースへの活用例(30分)
- 17:00 ~ 17:15 まとめ/Q&A(15分)

# MathWorks会社概要

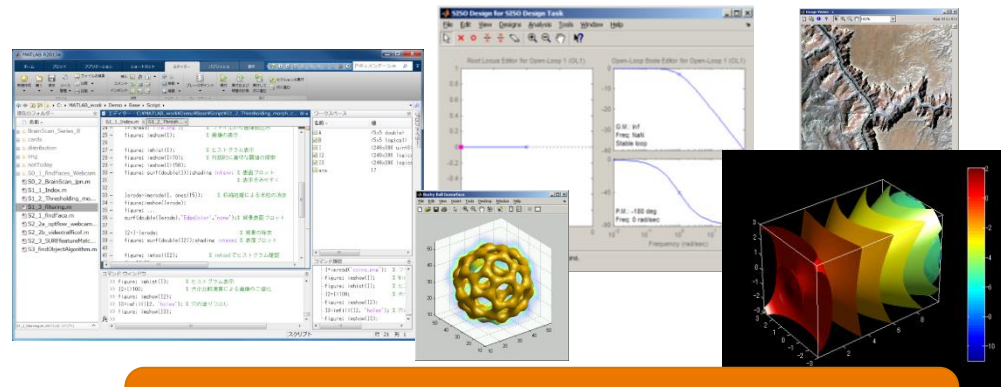
- MathWorks, Inc.
  - 設立：1984年
  - 本社：米国 マサチューセッツ州, Natick
  - 従業員3,500名超
  - MATLAB®・Simulink®プロダクトファミリとPolySpaceの開発、販売、サポート、トレーニング、コンサルティングサービス
  - 年2回（春・秋）の新バージョンリリース
    - R20XXa / R20XXb
- 導入実績
  - 175カ国以上、100万人以上のユーザ
  - 5,000以上の大学
- 日本法人：MathWorks Japan
  - 東京、名古屋、大阪オフィス



# MATLAB/Simulink概要

## MATLAB

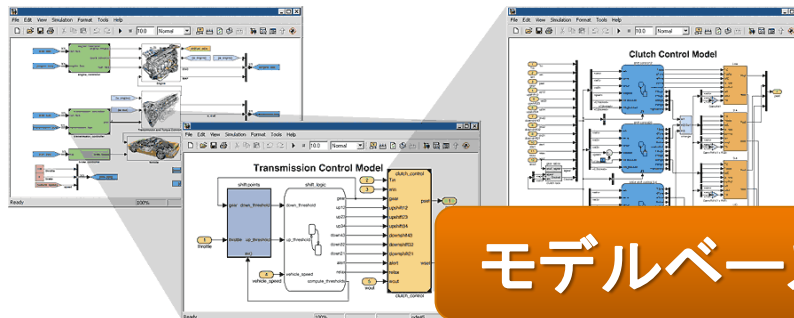
- 語源 **MA**Trix **LAB**oratory
- 行列など容易なデータ操作
- 簡潔なプログラミング言語
- 豊富な数学関数・ファイルI/O
- 2次元/3次元可視化機能
- UI構築機能



科学技術計算 開発環境

## Simulink

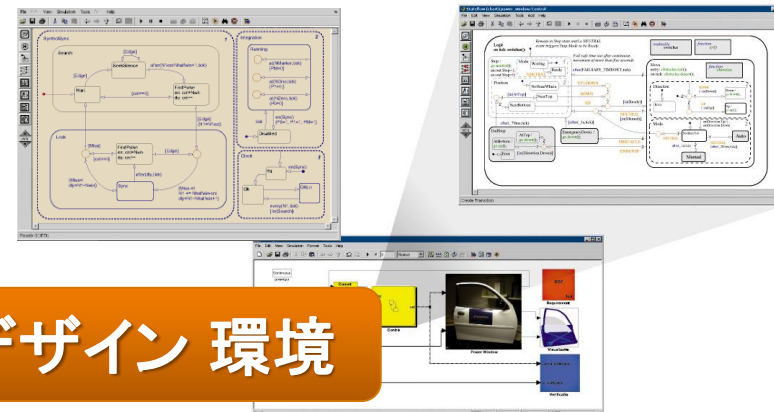
- ブロック線図システムモデリング
- 様々な抽象度混在シミュレーション
- コード生成・実機実装と高い親和性



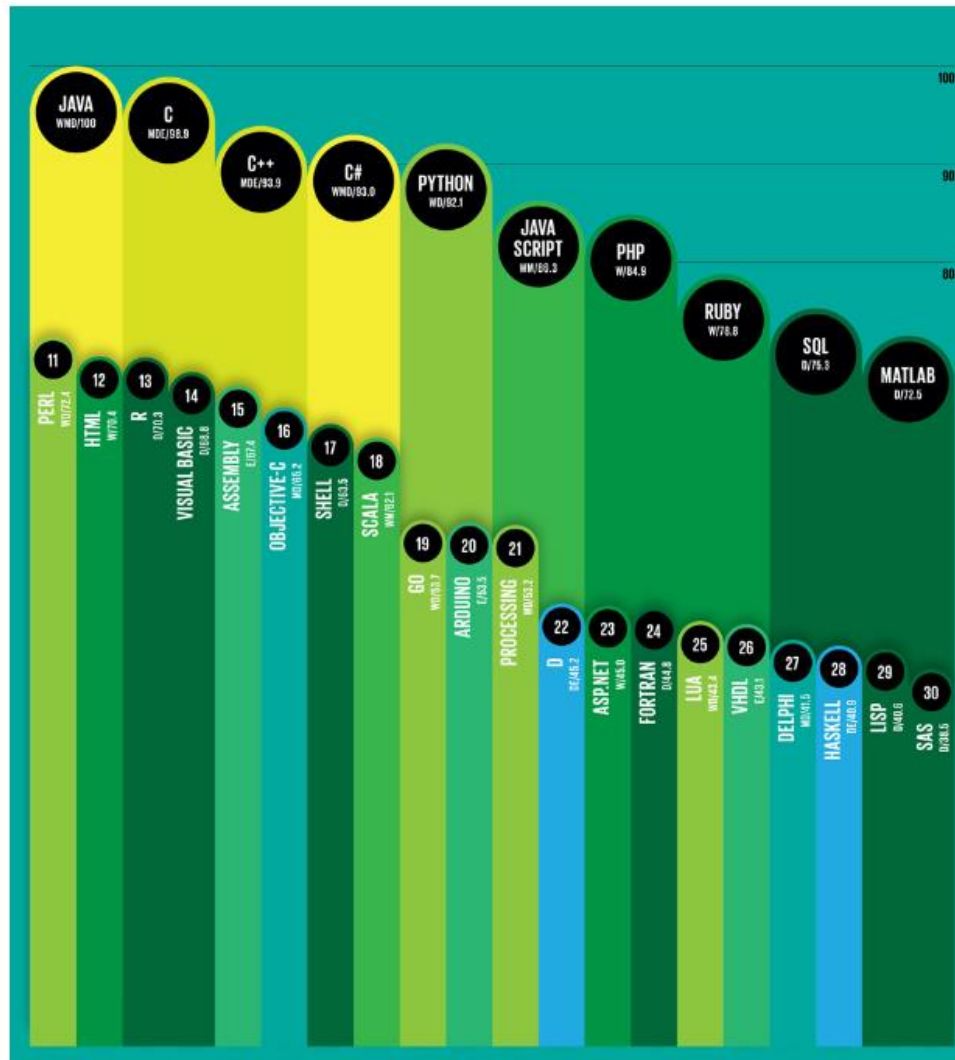
モデルベースデザイン 環境

## Stateflow

- Simulink用フローチャート・状態遷移図・状態遷移表



# プログラミング言語としてのMATLAB



Infographic: Brandon Palacio

Key | W – Web | M – Mobile | D – Desktop and Enterprise | E – Embedded  
Scores are normalized so that the top-ranked language's score is set to 100.

2014年7月

IEEE Spectrumによる、  
プログラミング言語の人気調査  
(12種類の項目での結果)

結果: MATLABがC, C++,  
Javaなどの従来からの汎用言語  
と並び、10位にランクイン

Data sources: Google, CareerBuilder,  
IEEE Xplore, Github, and more.

# MATLAB・Simulinkは、様々な分野で活用いただいています

## マツダが MATLAB と Simulink を活用して SKYACTIV TECHNOLOGY のエンジン開発を加速

Model-Based Calibration Toolbox によってエンジンの効率性を最適化すると同時に、世界中の排気ガス規制に準拠

東京, 日本 - (18 Oct 2012)

MathWorks は、マツダが MATLAB、Simulink、および Model-Based Calibration Toolbox を活用して SKYACTIV TECHNOLOGY のエンジン開発を加速したことを発表しました。この結果マツダは、世界中の厳格な排気ガス規制を満たしながら、SKYACTIV エンジンの効率性を最適化することができました。

SKYACTIV エンジンは、トルクと燃費を向上する最新のハードウェア技術を採用しています。マツダでは、Model-Based Calibration



マツダの SKYACTIV-

## MATLAB および Simulink、国際宇宙ステーションの NASA SPHERES プロジェクトに導入

東京, 日本 - (23 Jul 2013)

MathWorks は、MATLAB および Simulink が NASA の Synchronized Position Hold Engage and Reorient Experimental Satellites (SPHERES) プロジェクトの一環として、国際宇宙ステーション



45  
ーション: 国際宇宙ステーションで 3 台の SPHERES とともに自  
5 NASA の宇宙飛行士

の球状人工衛星です。宇宙ステーションの乗組員、地上  
使用して、宇宙飛行士の安全と修理、車両の組み立て、経

## ノーベル財団、ポートフォリオのリスク評価と受賞者の賞金に関する長期的目標の達成のために MATLAB を採用

### 30 年間のリスクシナリオと資産収益率モデルを使用

東京, 日本 - (13 Jan 2014)

MathWorks は、ノーベル財団が 5 億ドル (33 億クローナ) のポートフォリオの資産負債管理方法をサポートし、将来の受賞者に賞金を授与するという長期的目標を達成するために、MATLAB を採用したことを発表しました。

ノーベル財団は、財団の資金のリスクシナリオと資産収益率のシミュレーションエンジンを MATLAB を活用して構築、実装します。このシミュレーションエンジンは、30 年間の見通しを目標とする見込みで、これは、モデルアーキテクチャの展開に応じて場合によっては 100 年間に延長されます。ノーベル財団は、長期的なキャッシュフローとリスク感応度を明確に把握し、2008 年の銀行経営破綻のような予期しない突発的な出来事が発生した場合に支払能力を重視した対策を実施する必要があることを認識しています。

# MIT CSAILの研究員が微小な動きと色の変化を拡大する動画処理アルゴリズムを開発

## 課題

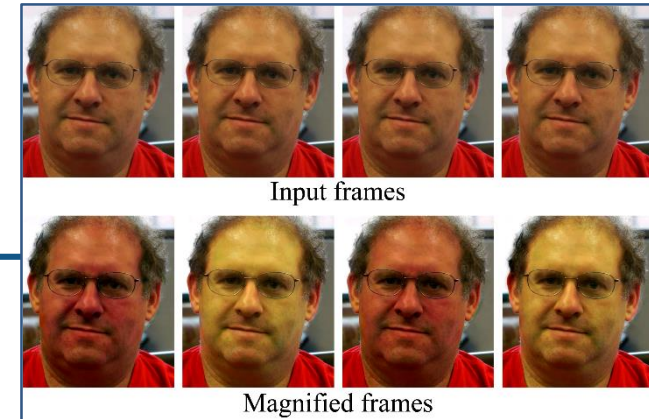
動画を解析し、ごくわずかな動きと色の変化を検出および拡大。

## ソリューション

MATLABを使用して空間分解と時相フィルタリングアルゴリズムを開発および改良し、Parallel Computing Toolboxを使って実行を加速、MATLAB Compilerを用いてスタンドアロンソフトウェアとしてパッケージ化。

## 結果

- 他の研究員との共同研究の促進
- 複数の実験を並行して実施
- 他のプログラミング言語との統合が実現



オイラーの映像拡大を使用して人間の脈拍を可視化

“我々が思うMATLABの大きな利点とは、アルゴリズムの迅速なプロトタイピングが可能であること、優れた可視化ツールによりデバッグが行えること、そして視覚研究コミュニティの他メンバーと手軽にコードの共有ができることです。”

Michael Rubinstein  
MIT CSAIL

# VivaQuantがホルター心電図検出用の組み込みデバイスの開発と検証を加速

## 課題

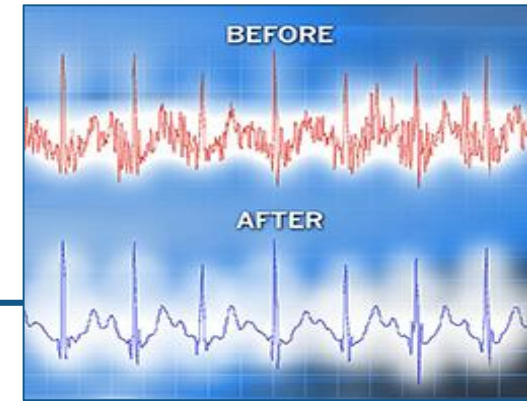
組み込みシステムを設計および実装し、ノイズを含む心電図信号から正確な情報を抽出する。

## ソリューション

MATLABを使用してインバンド ノイズ削除用のアルゴリズムを開発し、実装はFixed-Point DesignerとMATLAB Coderを用いて ARM Cortex-M シリーズのプロセッサ上で行う。

## 結果

- 開発が300%加速
- 電力とメモリ消費量を最小化
- 厳密なテストが可能に



VivaQuant開発の組み込み インバンドノイズ削除アルゴリズムによる処理前と処理後のECG スニペット

“MATLAB、MATLAB CoderおよびFixed-Point Designerのおかげで、少人数チームでも複雑かつリアルタイムな信号処理アルゴリズムを開発することができ、電力とメモリ容量を減らすための最適化も行えました。さらに組み込みコードの実装を加速し、医療機器の検証に必要な厳密なテストも実施できました。”

Marina Brockway  
VivaQuant

# iSoneaが喘鳴検出および喘息管理のモバイルアプリとサーバーソフトウェアを開発

## 課題

喘鳴検出および喘息管理の音響式呼吸監視システムの開発と実装。

## ソリューション

MATLABで喘鳴と周囲雑音を検出するアルゴリズムを開発し、MATLAB Coderを使用してモバイルデバイスおよび Web サーバー向けのコードをアルゴリズムから生成する。

## 結果

- 手作業によるコーディングの労力軽減
- アルゴリズム開発の繰り返しが高速化
- コードメンテナンスのオーバーヘッドが低減



iSoneaのサーバーの喘鳴解析アルゴリズムと通信し、喘息患者のスマートフォンに接続可能なAirSonea デバイス

“MATLAB によって、音響処理アルゴリズムを迅速に開発、デバッグ、テストでき、MATLAB Coder によって、それらのアルゴリズムを簡単に C で実装できるようになりました。同じ期間で同様の成果を生むことができる環境やプログラミング言語はほかにありません。”

Mark Mulvey  
iSonea

# 各種インターフェース連携の拡充

## Data Acquisition Toolbox

- データ収集ボード



## Image Acquisition Toolbox

- Webカメラ
- フレームグラバ



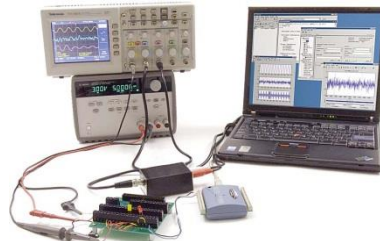
## Vehicle Network Toolbox

- CAN通信カード



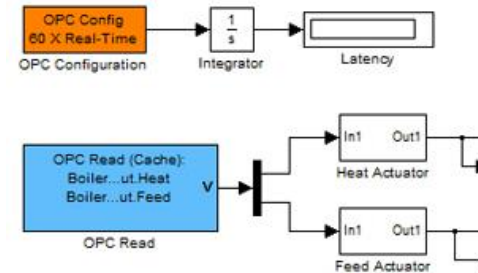
## Instrument Control Toolbox

- Serial, TCP/IP, UDP, I2C
- オシロスコープ・信号発生器



## OPC Toolbox

- OPC通信



## MATLAB

- COM/Windowsドライバ経由で様々なデバイスに対応可能



実機とMATLAB/Simulinkを接続した計測・解析・表示・実験が可能

# オーディオデバイスI/O

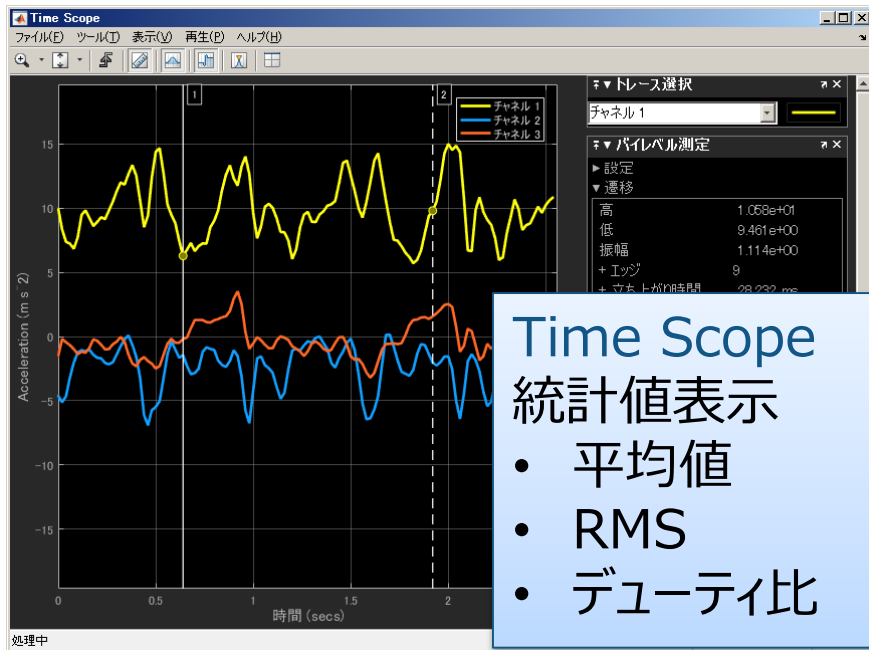
Product	MATLAB	Data Acquisition Toolbox	Audio System Toolbox
コマンド	audioplayer audiorecorder	startForeground startBackground	audioDeviceReader audioDeviceWriter
チャンネル数	1 or 2(Mono or Stereo)	マルチチャンネル対応	マルチチャンネル対応
ASIO, WASAPIドライバ			✓
ストリーミング処理			✓
Simulink			✓
チャンネルマッピング			✓
トリガによる取得		✓	
バックグラウンド処理		✓	
Cコード生成			✓

いずれもPC搭載サウンドカードやUSB/Firewire接続のオーディオインターフェースからデータ取得できます。

# ストリーミング信号の解析と可視化機能

## DSP System Toolbox

- Peak検出、カーソル、周波数、オーバーシュート量などを可視化
- 測定器で解析するのと同様にデータの可視化・分析



### Time Scope

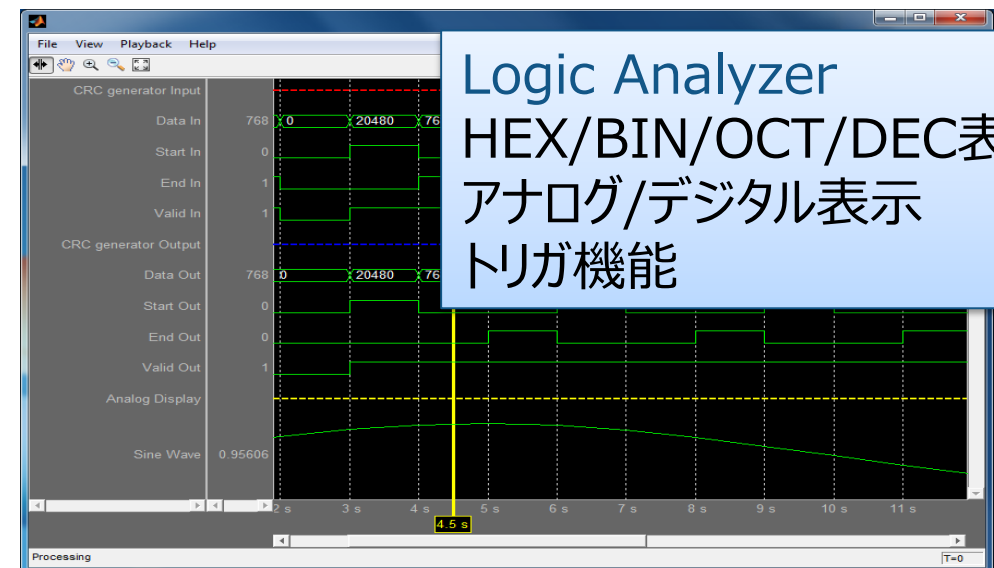
統計値表示

- 平均値
- RMS
- デューティ比



### Spectrum Analyzer

- Peak検出
- Min/Maxホールド
- スペクトログラム



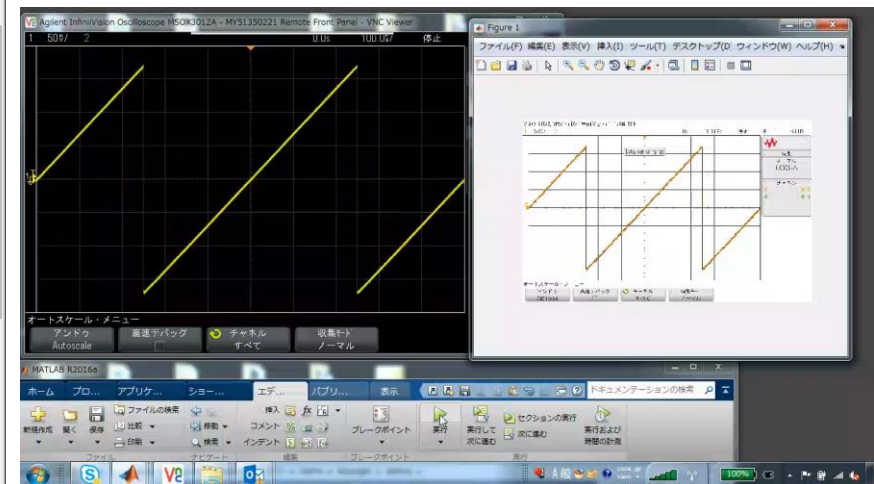
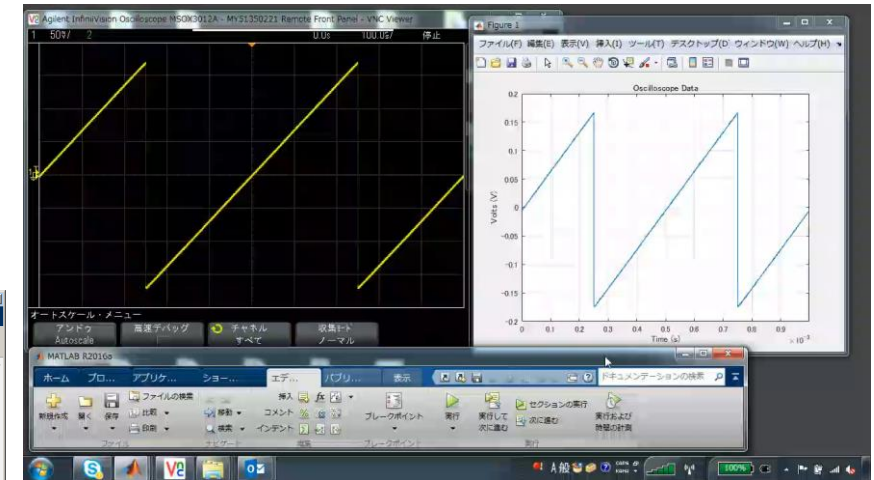
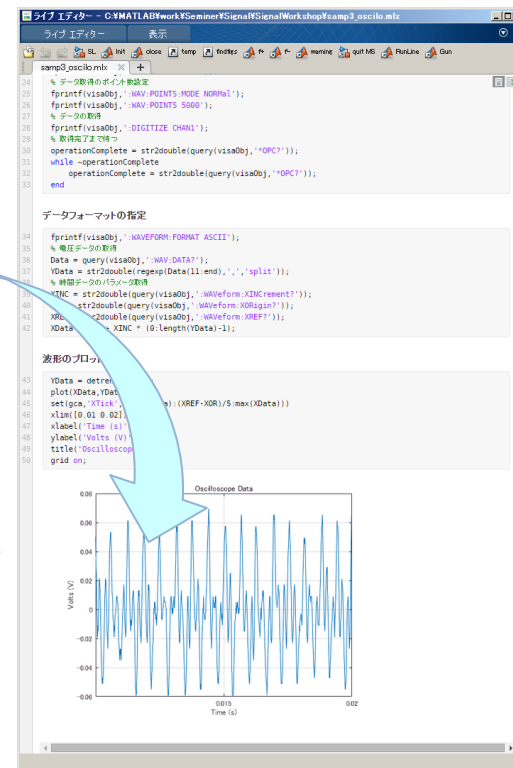
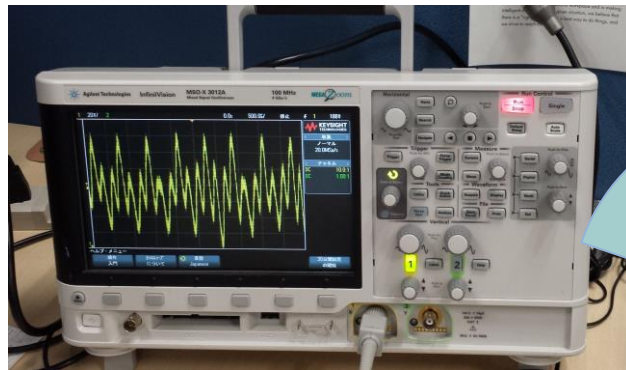
### Logic Analyzer

HEX/BIN/OCT/DEC表示  
アナログ/デジタル表示  
トリガ機能

# 測定機器連携によるデータ取得・解析

## Instrument Control Toolbox

- 測定器を制御し、測定データを取得
- 取得したデータを解析



# Kinectなどのカメラデバイス連携

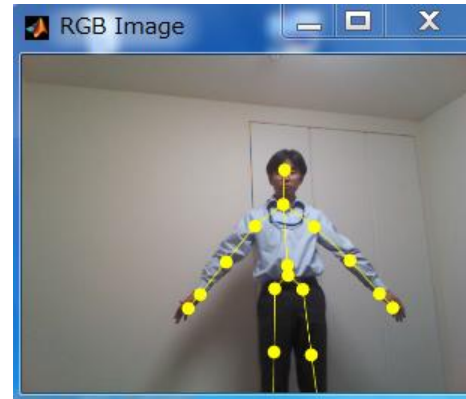
Image Acquisition Toolbox™



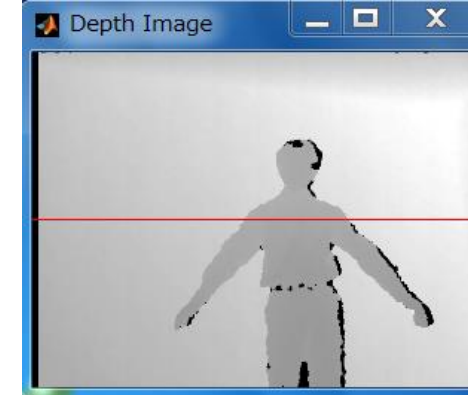
Kinect v1  
R2013a



Kinect v2  
R2016a



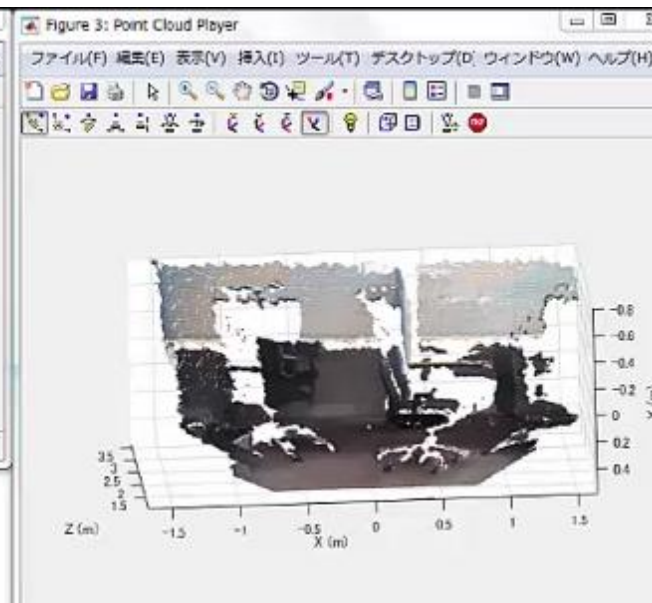
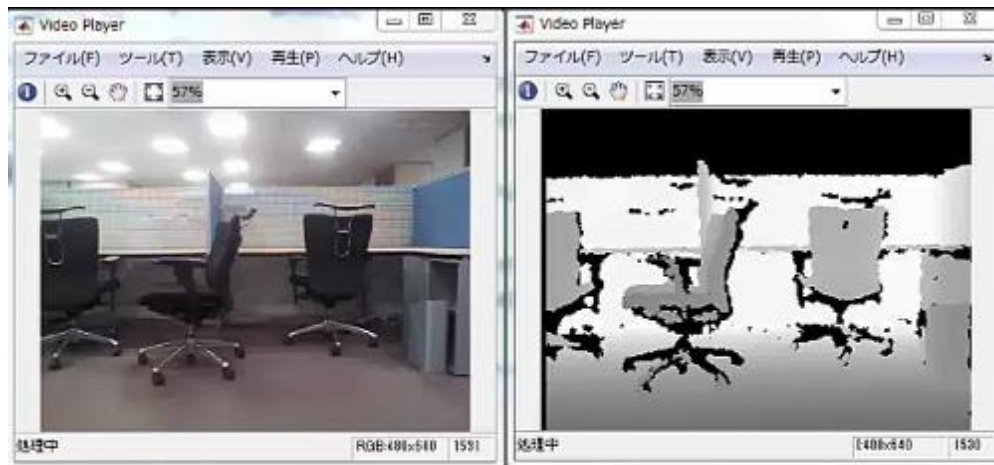
RGB画像 + 骨格座標



深度画像



測定への応用



- ハードウェアからの  
容易なデータ取り込み
- 3次元座標・奥行き取得
  - ジェスチャ認識 etc

# ハードウェアサポート機器の拡充



Arduino® Nano, Uno, Mega 2560



Raspberry Pi™  
Raspberry Pi™2, 3



Apple® iOS Devices



LEGO® MINDSTORMS® EV3



LEGO MINDSTORMS NXT



KINECT™ for Windows®



RTL-SDR Radio



Samsung® GALAXY Android™



BeagleBoard /PandaBoard



Diligent® Analog Discovery™



TurtleBot™

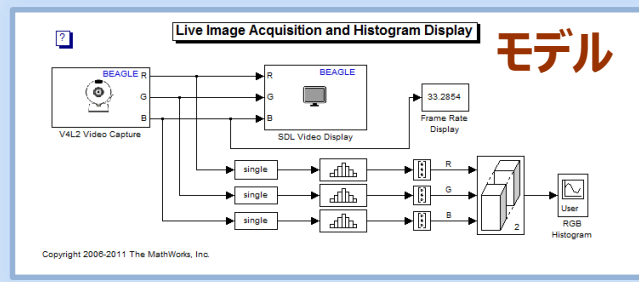


KINECT™ for Windows® V2

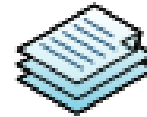
サポートされているハードウェア一覧  
<http://jp.mathworks.com/hardware-support>

# Simulinkハードウェア連携機能

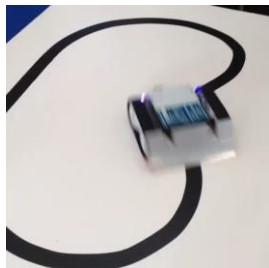
- Simulinkからボタン1つでモデル組み込みを実現



コード生成



コンパイル/実装



Arduino



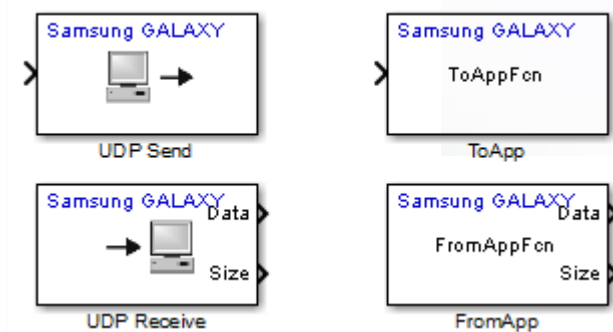
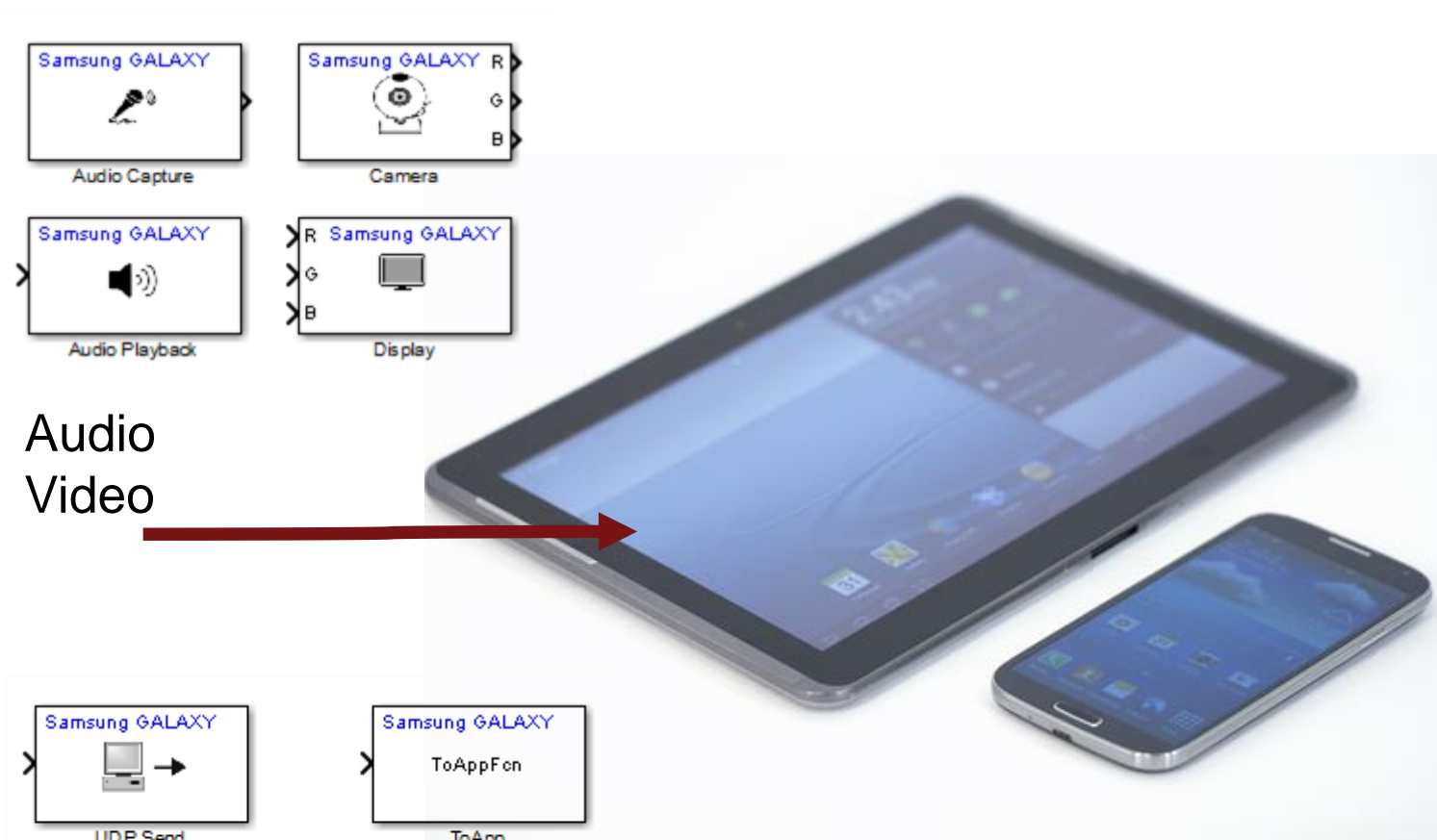
Raspberry Pi, Pi2, Pi3



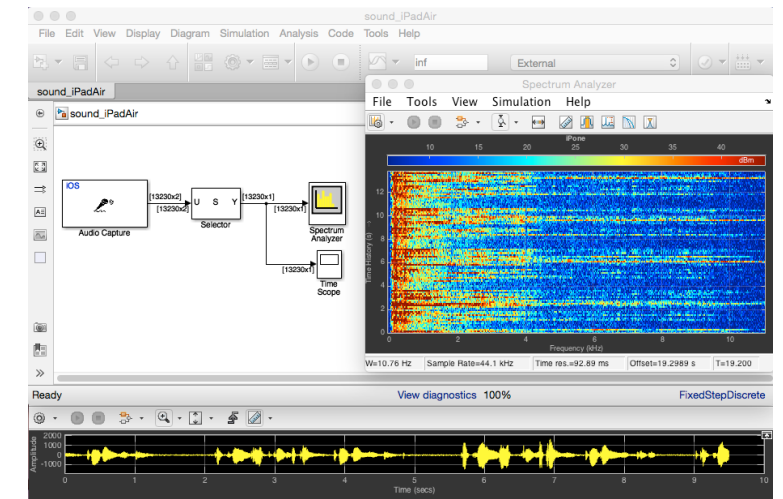
LEGO  
MINDSTORMS  
NXT/EV3



# iOS / Android端末向けアプリ開発



Communication



App開発環境(Xcode IDE等)と連携して、Appを作成できます

<http://jp.mathworks.com/hardware-support/ios-device-simulink.html>

# クラウド連携 : ThingSpeak



## IoTプラットフォームThingSpeak利用のメリット

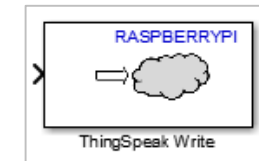
- インターネットでもどこからでもデータ確認 & 解析
- Arduino / Raspberry Piとの活用で、低価格な実験系を構築
- プログラムの完了 / データ異常をスマホでチェック

## ● 無料ではじめられます！！

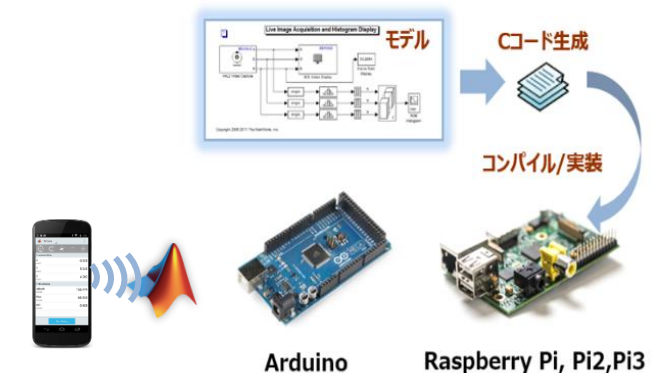
## ● 準備は簡単 3 ステップ

- 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◎



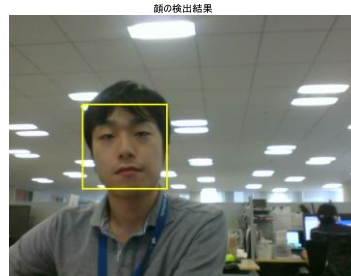
# アジェンダ

- 15:15 ~ 15:45 MATLAB/Simulinkのご紹介(30分)
- 15:45 ~ 16:30 まばたき検出デモを使った演習(45分)
- 16:30 ~ 17:00 ヒューマンインターフェースへの活用例(30分)
- 17:00 ~ 17:15 まとめ/Q&A(15分)

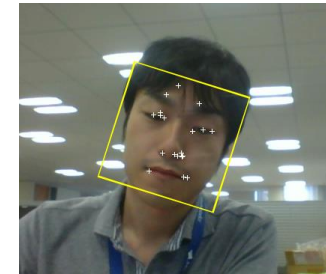
# まばたき検出を例とした機械学習の手順



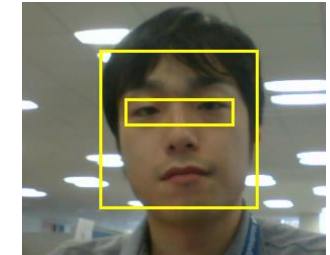
カメラから  
画像取得



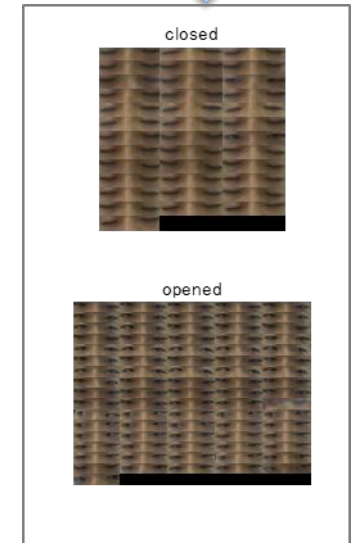
顔検出



追尾



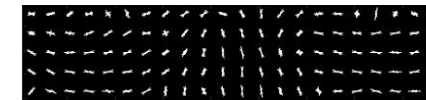
両目検出



学習用画像の収集



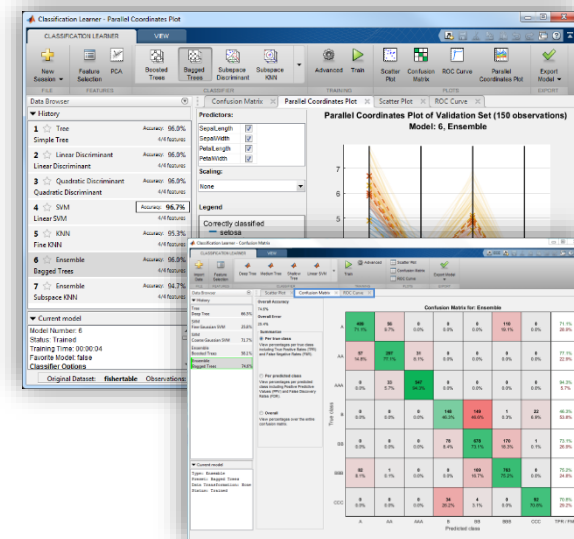
閉眼時の特徴量



開眼時の特徴量



特徴抽出



分類器の学習



設計した分類器で  
まばたき検出

```
>> edit eyeBlinkDetection_still.m
```

# MATLABの基本操作: デスクトップ環境の概要

The image shows the MATLAB R2012b desktop environment with several callouts identifying key components:

- ツールストリップ (Toolstrip):** Located at the top, it contains tabs for Home, Plots, Applications, and Shortcuts, along with a search bar for documentation.
- 現在のフォルダー (Current Folder):** Located on the left, it shows the current directory structure, including 'MLCourse' and 'MATLAB操作体験デキ...'. A blue callout points to this area.
- コマンド ウィンドウ (Command Window):** Located in the center, it displays the MATLAB command prompt and the results of executed commands. A blue callout points to this area.
- ワークスペース (Workspace):** Located on the right, it lists the variables in the current workspace and their values. A blue callout points to this area.
- ヘルプブラウザー (Help Browser):** Located on the far right, it provides access to MATLAB documentation. A blue callout points to this area.
- コマンド履歴 (Command History):** Located at the bottom right, it shows a list of previously executed commands. A blue callout points to this area.

The Command Window shows the following commands and results:

```
>> A = [1 2 3 4]
A =
     1     2     3     4
>> B = [ 1 0 ; 0 1]
B =
     1     0
     0     1
>> C = [ 5 1; 2 4]
C =
     5     1
     2     4
>> B*C
ans =
     5     1
     2     4
```

The Workspace shows the following variables and values:

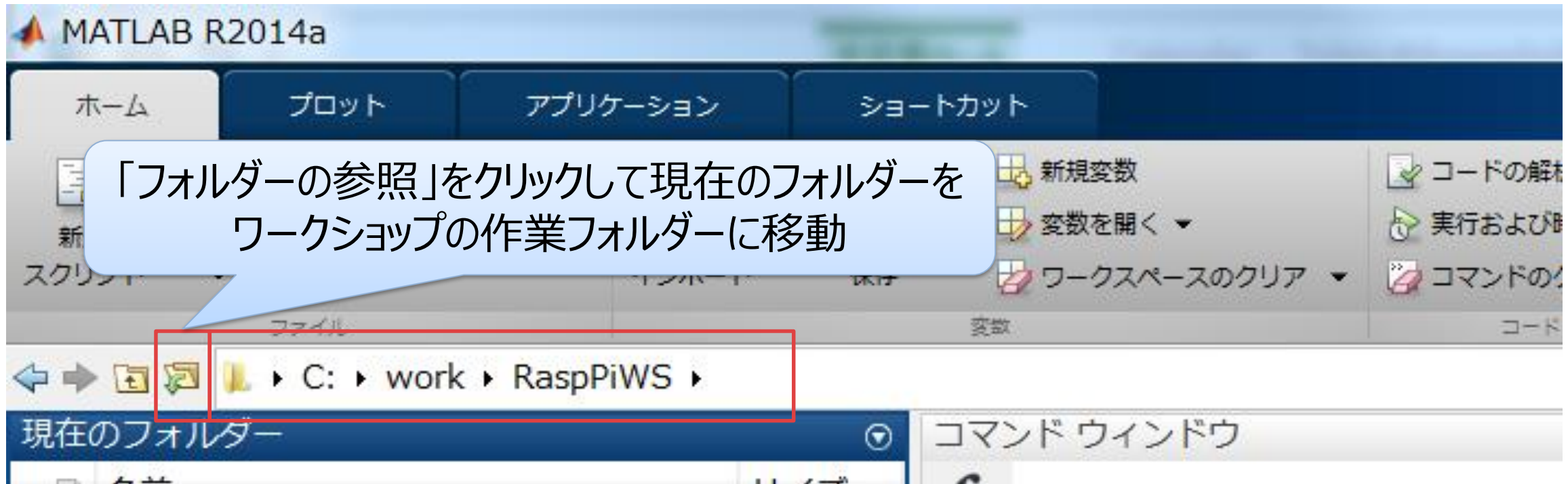
名前	値
A	[1,2,3,4]
B	[1,0;0,1]
C	[5,1;2,4]
ans	[5,1;2,4]

The Command History shows the following commands:

```
plot(1:10)
clear all,clc
A = [1 2 3 4]
B = [ 1 0 ; 0 1]
```

# MATLABの基本操作: 作業フォルダーの移動

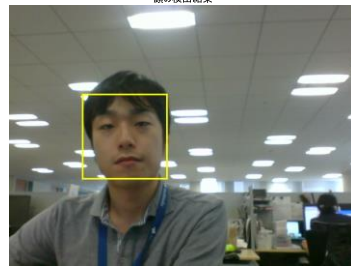
- 現在のフォルダーを作業フォルダーに変更  
(例: c:\work\MATLAB\_Workshop\_Files)



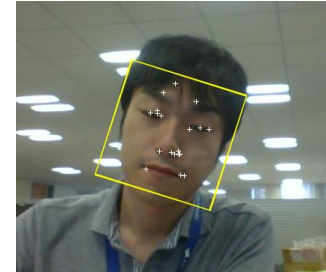
# まばたき検出を例とした機械学習の手順



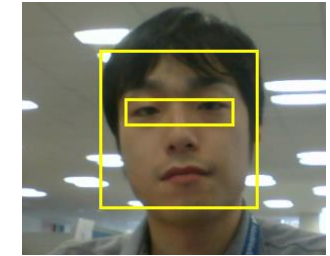
カメラから  
画像取得



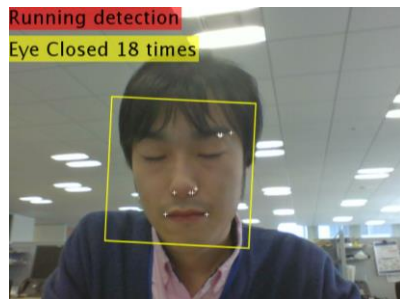
顔検出



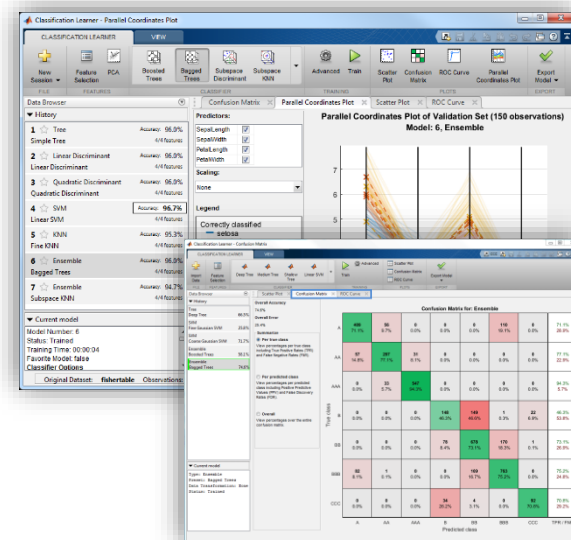
追尾



両目検出

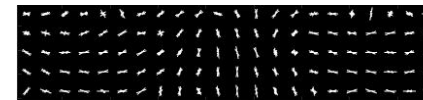


設計した分類器で  
まばたき検出

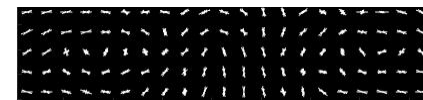


分類器の学習

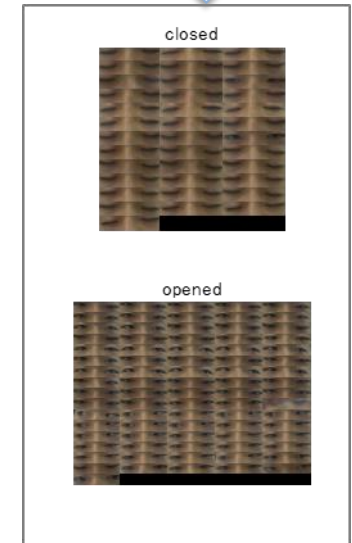
閉眼時の特徴量



開眼時の特徴量



特徴抽出

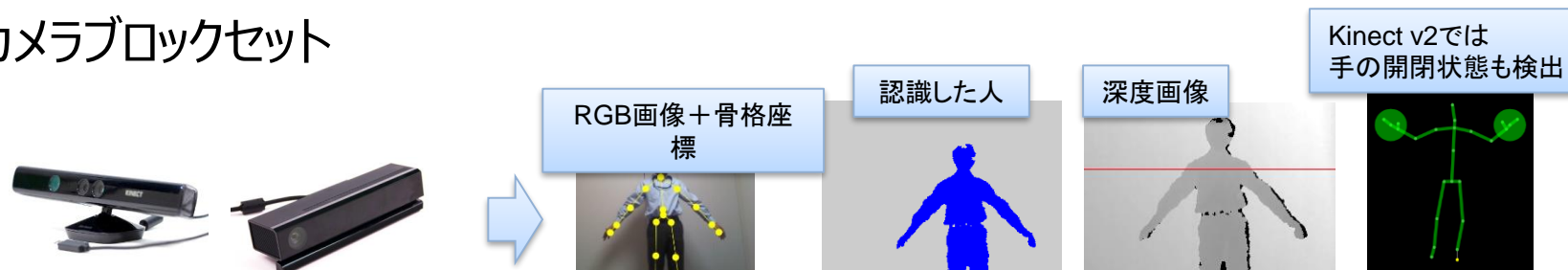


学習用画像の収集

# カメラデバイスからの画像の取り込み

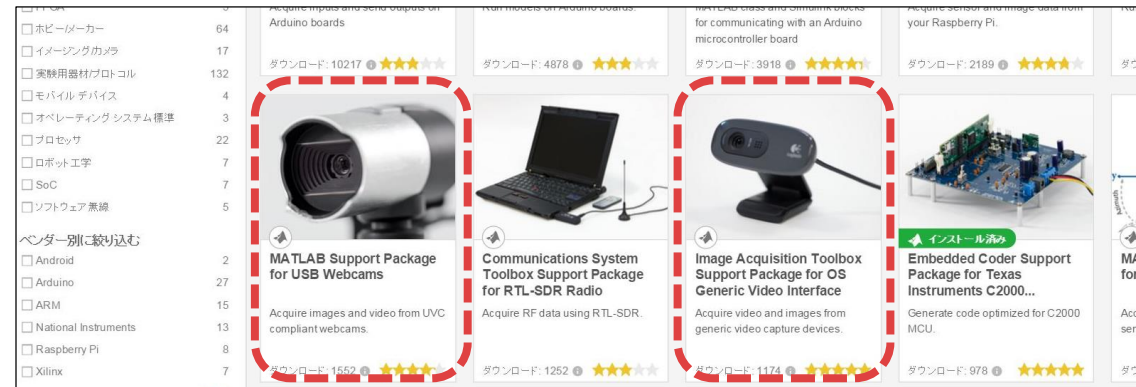
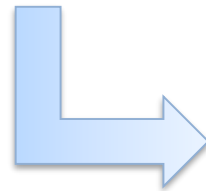
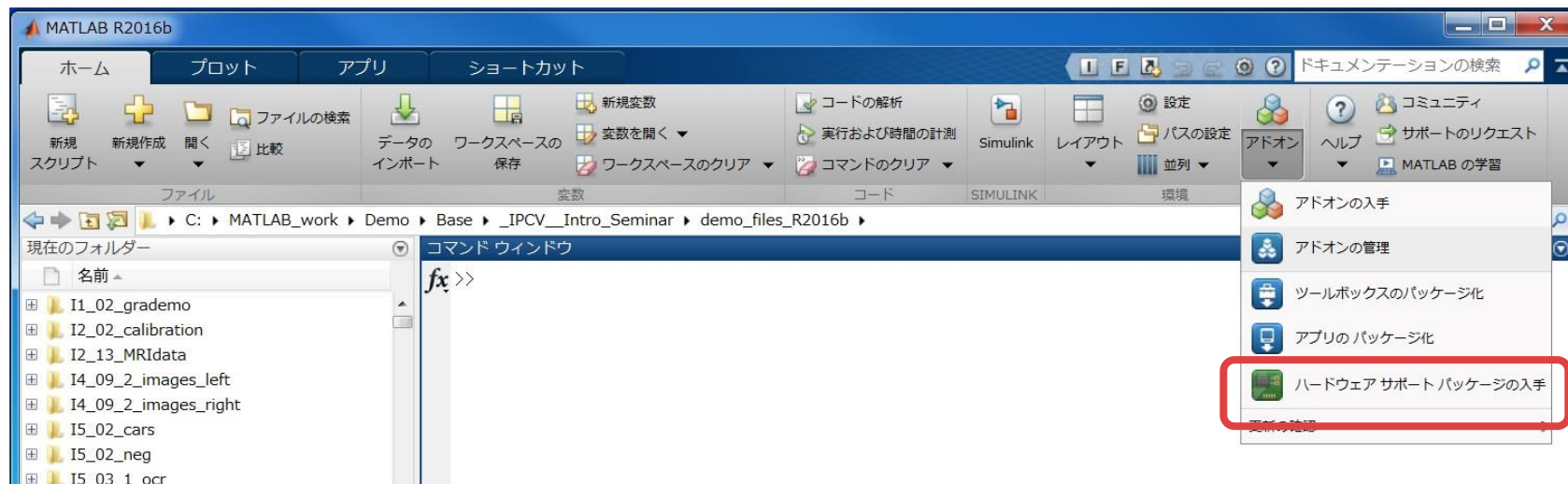
## Image Acquisition Toolbox™

- 業界標準のHWからの動画像取込み機能を提供
  - フレームグラバ (画像入力ボード)
    - Analog 入力
    - Camera Link® 入力
  - DCAM IIDC ® 1394 (FireWire)
  - GigE Vision ® 互換カメラ
  - 一般的なUSB Webカメラ, IPカメラ(MATLABサポートパッケージ)
  - USB3 Vision互換カメラ(GenICam GenTL API経由)
  - Microsoft ® Kinect ® for Windows ®, Kinect ® for Windows ® v2
- カスタムアダプター開発キット付属
- Simulinkカメラブロックセット



# ハードウェアサポートパッケージのインストール

- 外部機器をつなげる際は、必要なハードウェアパッケージのインストールが必要



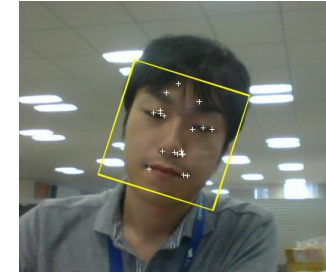
# まばたき検出を例とした機械学習の手順



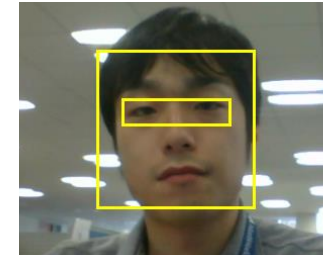
カメラから  
画像取得



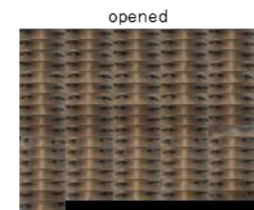
顔検出



追尾



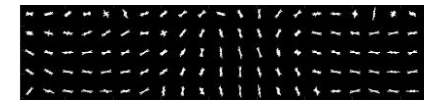
両目検出



学習用画像の収集



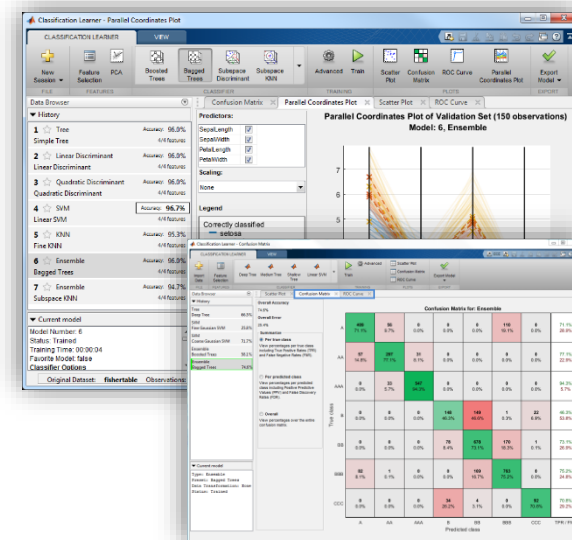
閉眼時の特徴量



開眼時の特徴量



特徴抽出



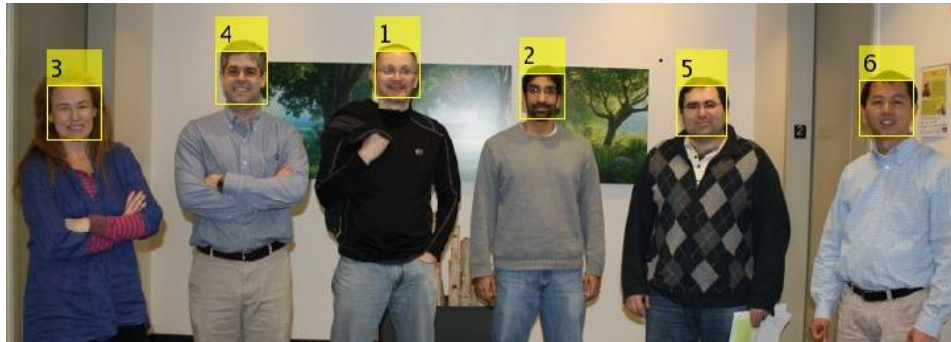
分類器の学習



設計した分類器で  
まばたき検出

# 顔・目・人物の認識とカスケード検出器

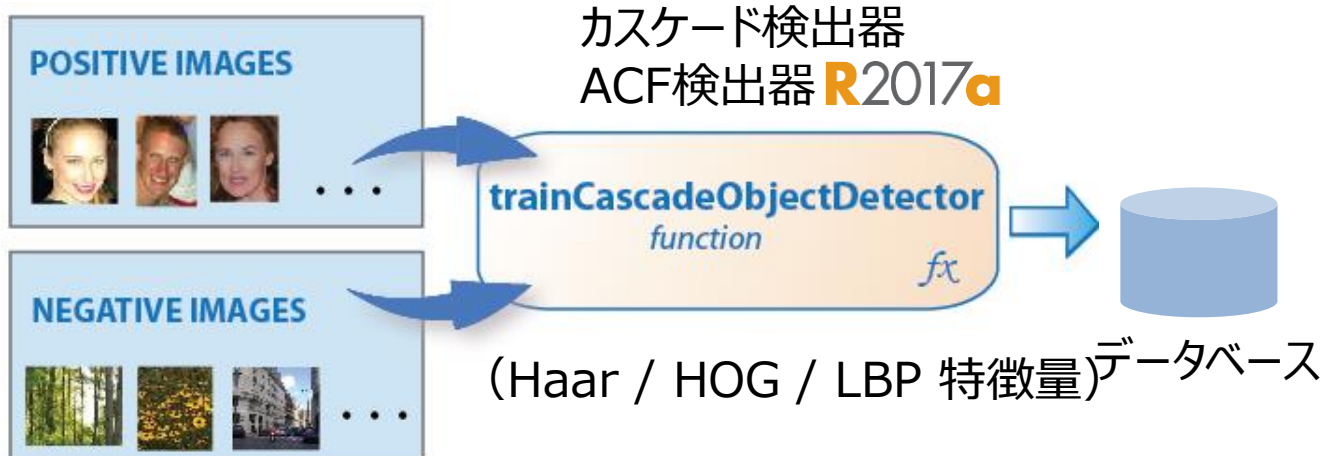
- 顔認識 **R2012a**  
(Viola-Jonesアルゴリズム)



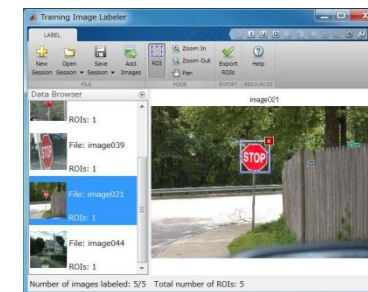
- 人物認識 **R2012b** **R2016a**  
カスケード検出器、ACF検出器



- 機械学習 **R2013a**



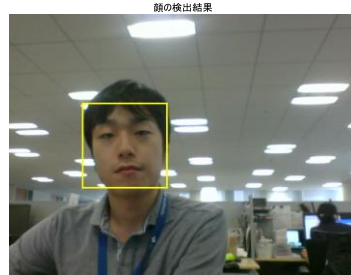
- ラベリング用のツール **R2014a**



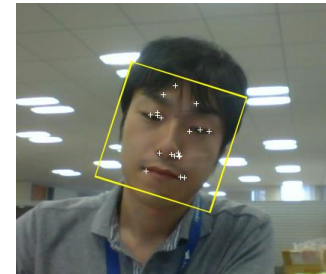
# まばたき検出を例とした機械学習の手順



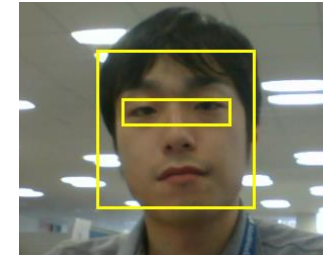
カメラから  
画像取得



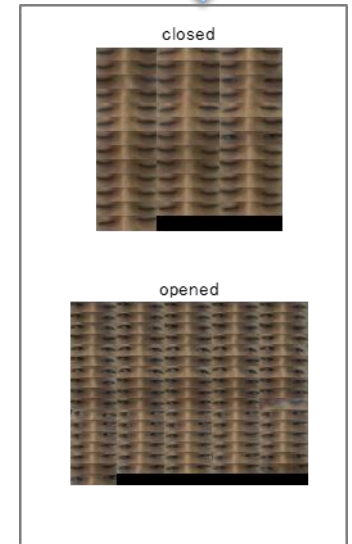
顔検出



追尾



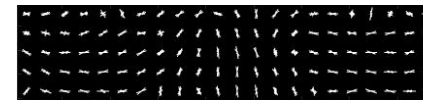
両目検出



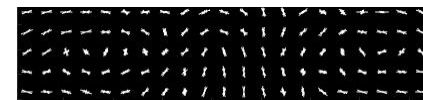
学習用画像の収集



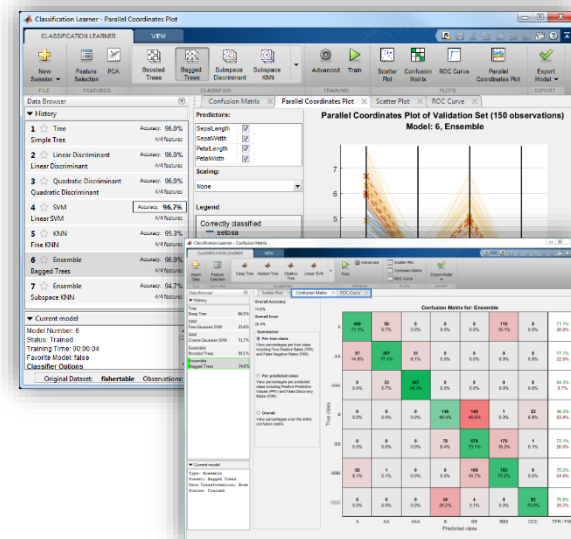
閉眼時の特徴量



開眼時の特徴量



特徴抽出



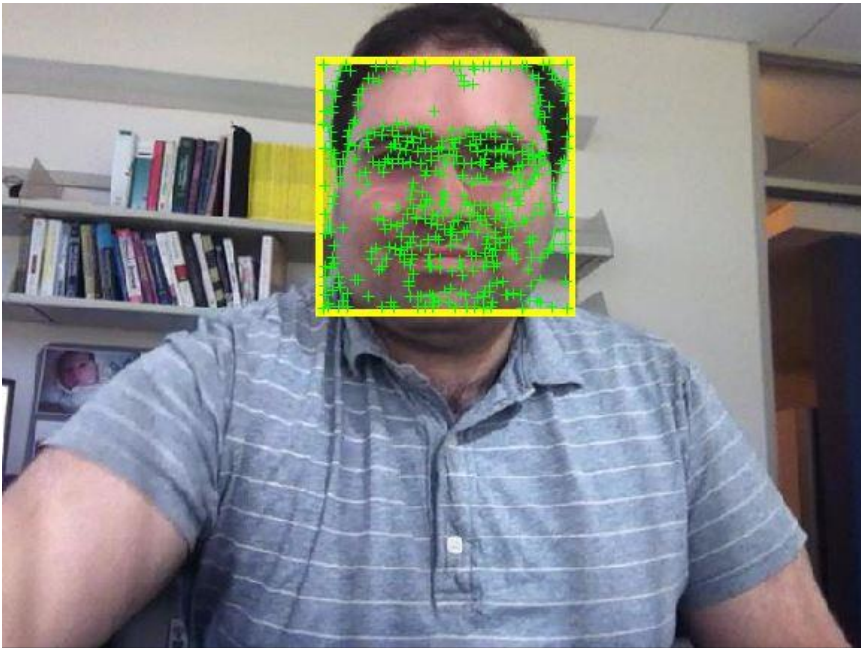
分類器の学習



設計した分類器で  
まばたき検出

# 顔の特徴点抽出：最小固有値アルゴリズム

マッチング・検出 対象画像から  
キーポイント特徴点および特徴量抽出



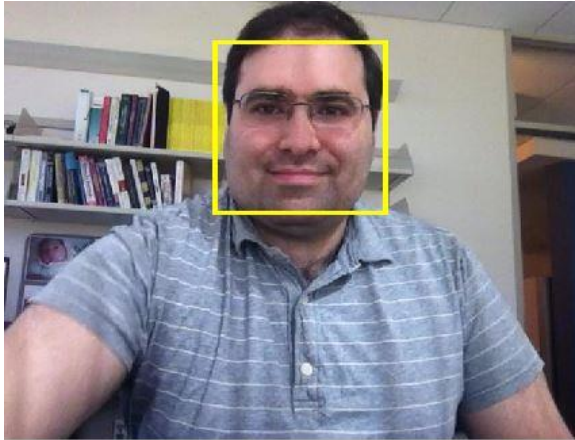
## > 特徴点の検出

```
points = detectSURFFeatures(G) %SURF特徴点  
  
detectHarrisFeatures() %Harris(コーナー)  
detectFASTFeatures() %FAST(コーナー)  
detectMinEigenFeatures() %最小固有値(コーナー)  
detectBRISKFeatures() %BRISK(コーナー)  
detectMSERFeatures() %MSER特徴点
```

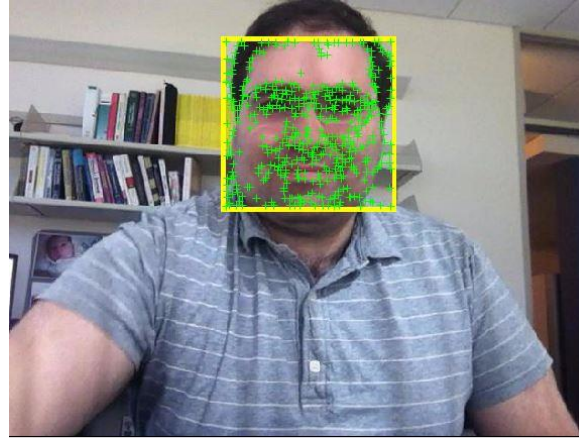
## > 特徴量の抽出 (SURF/FREAK/BLOCK/BRISK/HOG)

```
[f, vpoints] = extractFeatures(G, points)  
[f, vpoints] = extractHOGFeatures(I, points)
```

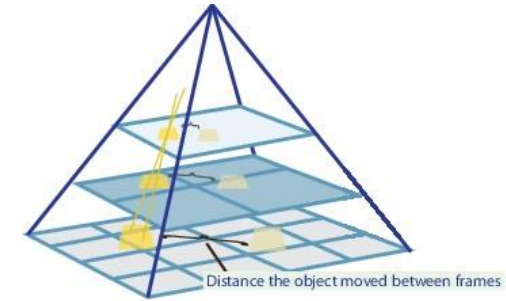
# 顔の特徴点追尾 : KLTトラッカー



トラッキングしたい  
領域 (ROI) を検出



ROI中でコーナー等の  
特徴点を検出



画像ピラミッドを生成  
オプティカルフロー検出

トラッカーの初期化

```
pointTracker = vision.PointTracker; % トラッカーのオブジェクトの生成
initialize(pointTracker, points, frame1); % 検出した点で、トラッカーを初期化
```

点を次フレーム上でトラッキング

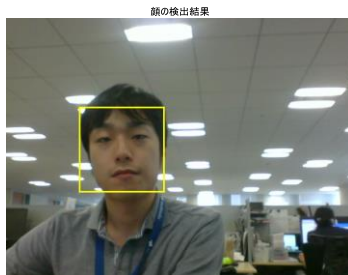
```
[points, isFound] = step(pointTracker, frame2);
```



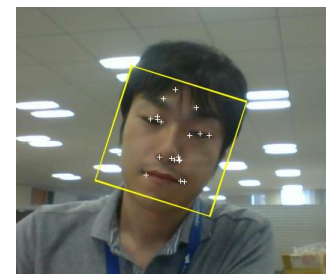
# まばたき検出を例とした機械学習の手順



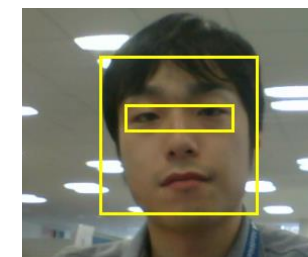
カメラから  
画像取得



顔検出



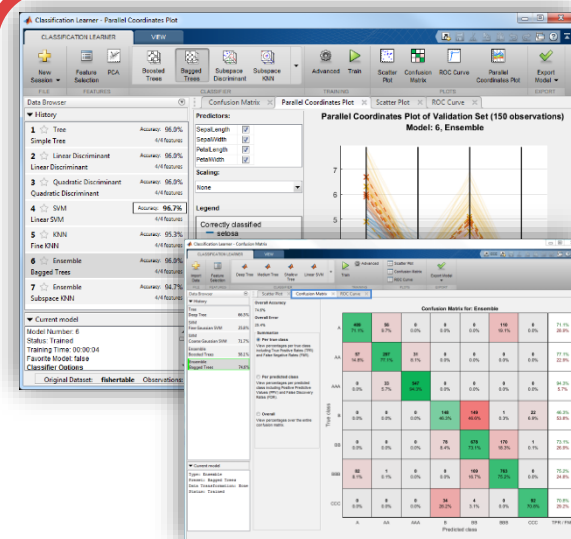
追尾



両目検出



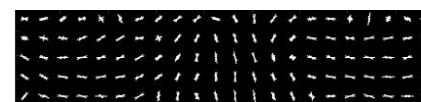
設計した分類器で  
まばたき検出



分類器の学習



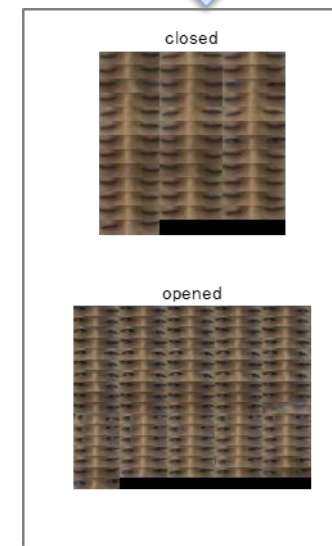
閉眼時の特徴量



開眼時の特徴量



特徴抽出



学習用画像の収集

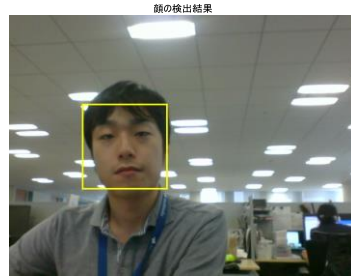
# 機械学習の種類



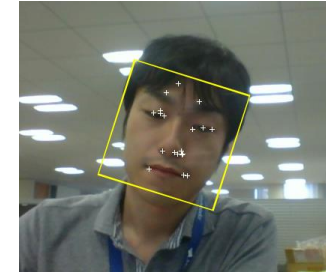
# まばたき検出を例とした機械学習の手順



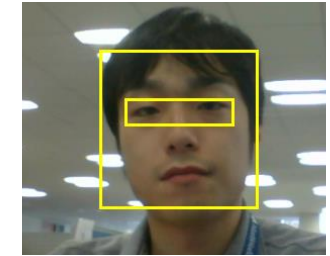
カメラから  
画像取得



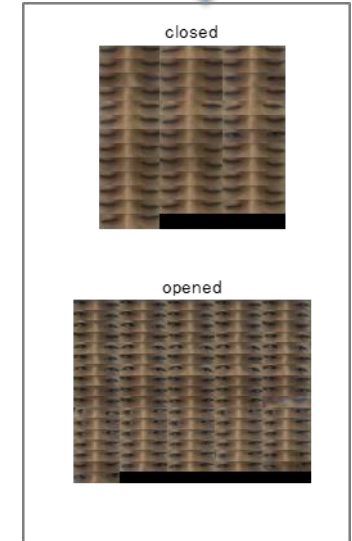
顔検出



追尾



両目検出



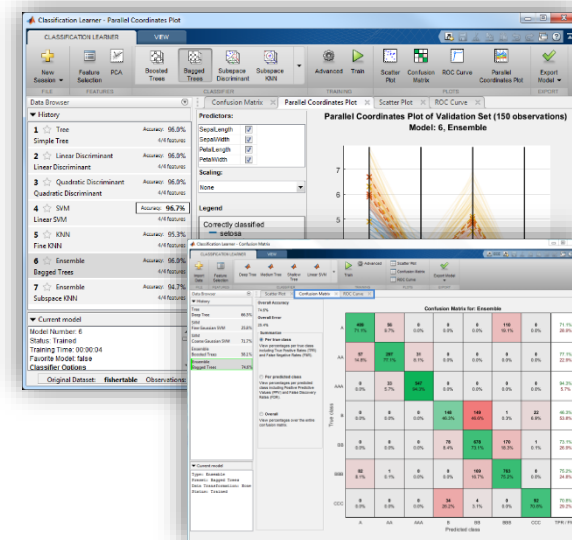
学習用画像の収集



閉眼時の特徴量

開眼時の特徴量

特徴抽出



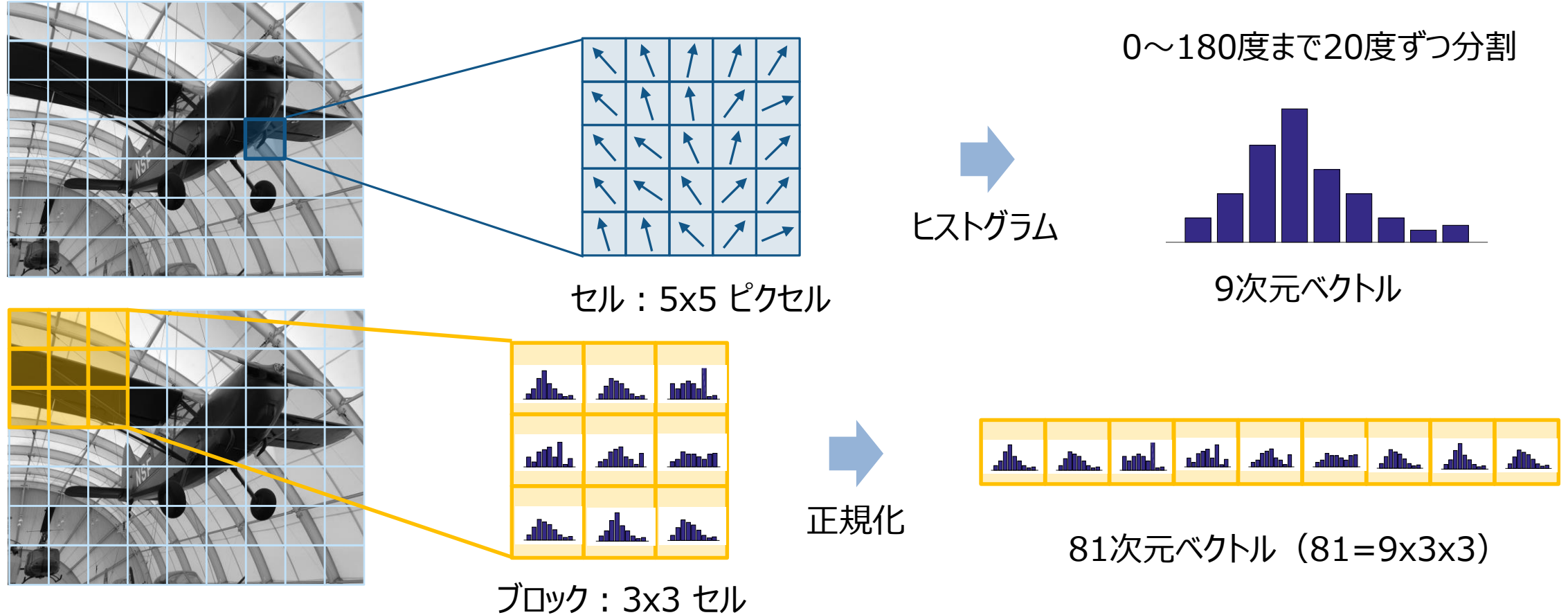
分類器の学習



設計した分類器で  
まばたき検出

# 両目画像の特徴抽出：HOG特徴量

画像の輝度勾配のヒストグラムを元に計算される画像特徴量



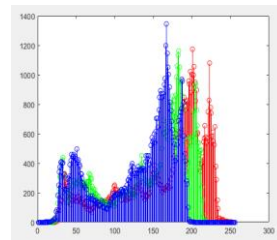
```
[feat, vis] = extractHOGFeatures(im, 'BlockSize', [3 3], 'CellSize', [5 5])
```

# さまざまな特徴量の抽出

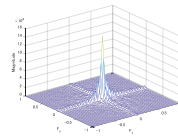
- BRISK, FREAK, SURFなどのキーポイント
- 輝度勾配ヒストグラム(HoG)
- Bag-of-Visual Words(BoF)
- 色ベースの特徴量
- 周波数領域の特徴量



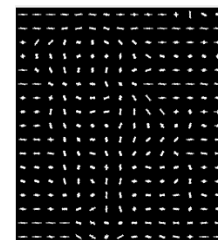
画像



色情報



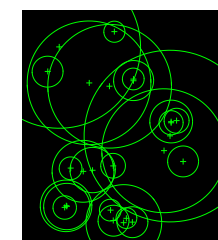
周波数  
位相



輝度勾配  
ヒストグラム



エッジ



特徴点

密



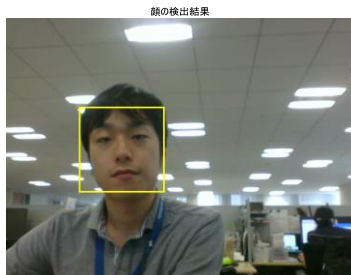
疎

さまざまな画像特徴量を抽出、探索することが可能！

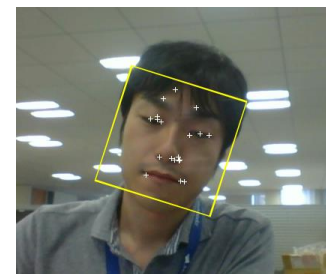
# まばたき検出を例とした機械学習の手順



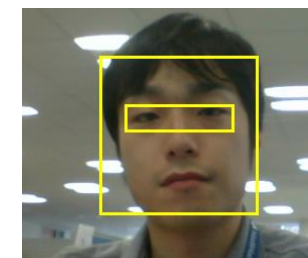
カメラから  
画像取得



顔検出



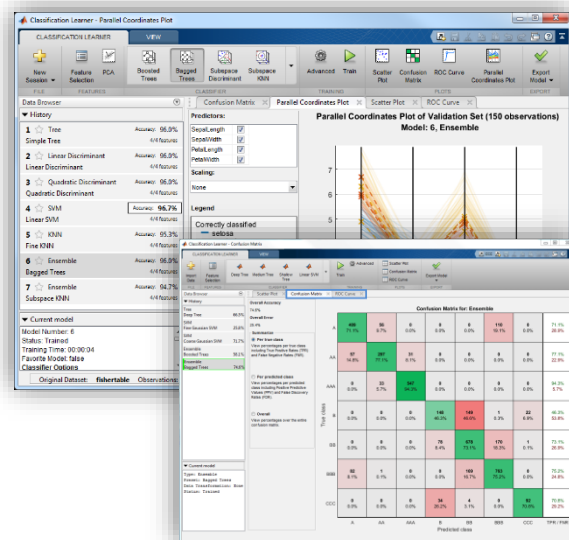
追尾



両目検出

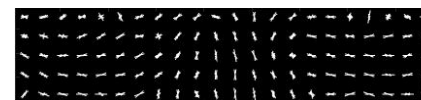


設計した分類器で  
まばたき検出

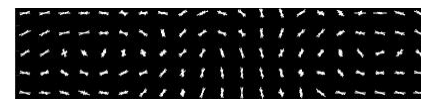


分類器の学習

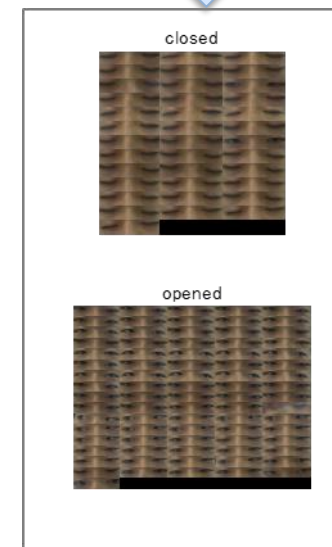
閉眼時の特徴量



開眼時の特徴量



特徴抽出



学習用画像の収集

# マルチクラスSVM (ECOC)

雛形 : `t = templateSVM('Standardize', 1, 'KernelFunction', 'gaussian')`

分類器 : `d = fitcecoc(X, T, 'Learners', t)`

特徴量		ラベル
1039.06	1691.41	1
230.469	3218.75	2
395.313	728.125	5
429.688	1410.16	3
910.156	1449.22	1
429.688	2344.53	4
457.031	1574.22	3

予測 : `C = predict(d, Y)`

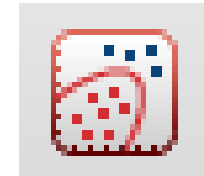
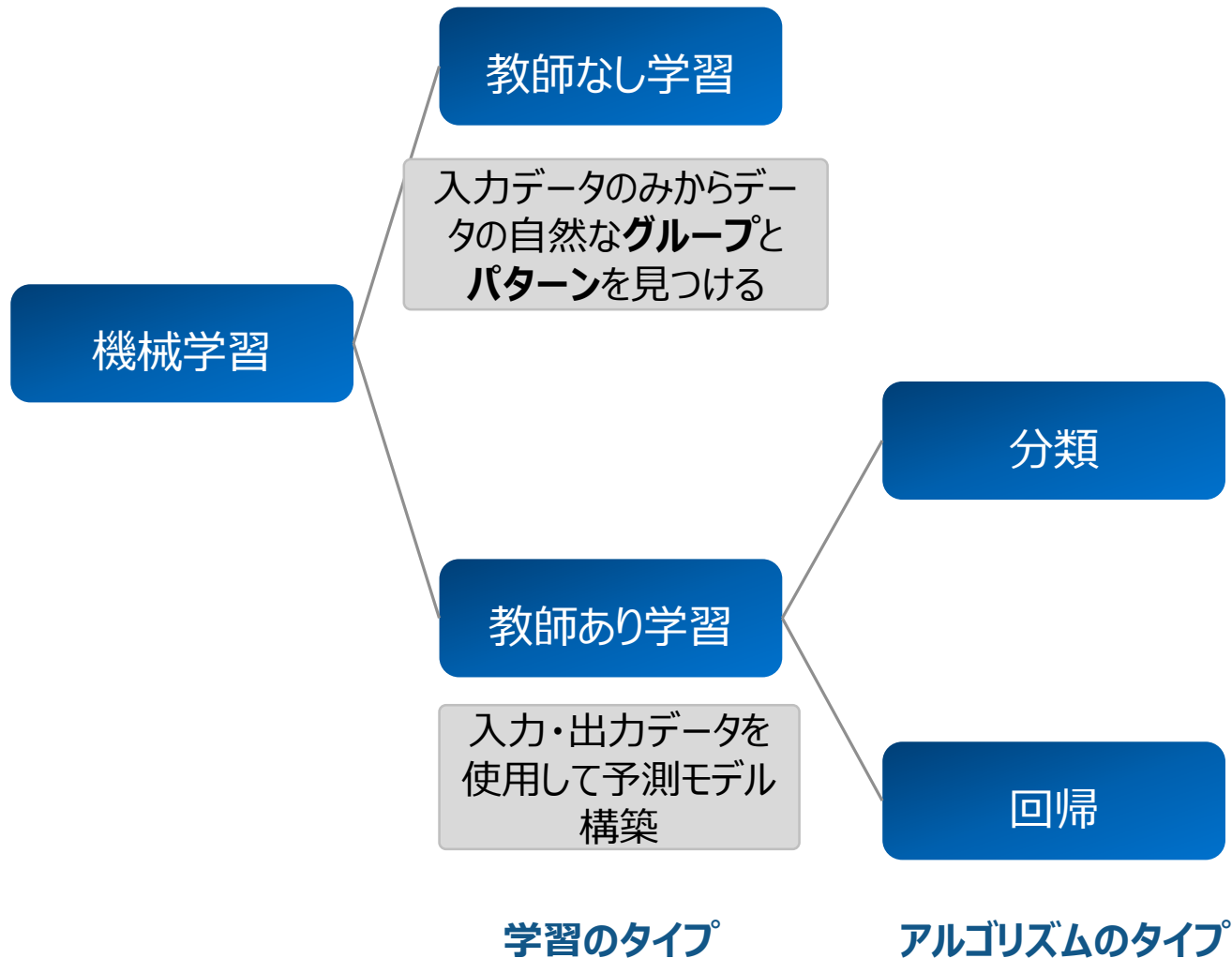
予測されるラベル

1

新しい特徴量

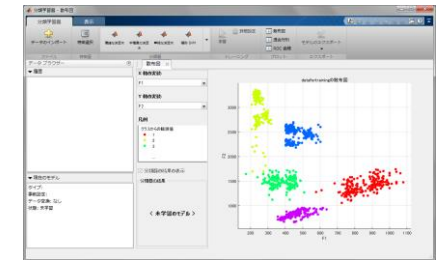
1039.06 1464.84

# さまざまな分類モデル・回帰モデルの探索



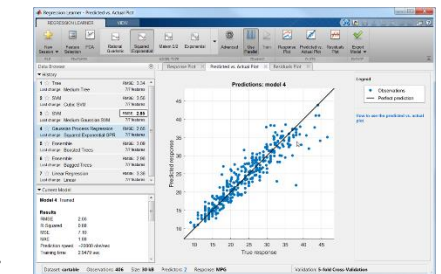
分類学習器アプリ

>> classificationLearner



回帰学習器アプリ

>> regressionLearner



# 笑顔検出への応用

トレーニング用pos画像

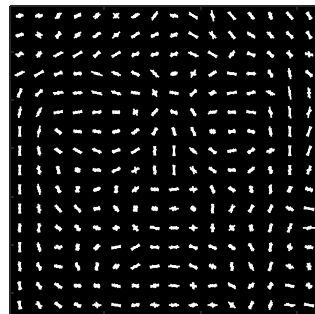


トレーニング用neg画像



機械学習

CellSize = [4 4]  
Feature length = 8100



笑顔検出などさまざまな処理に応用可能

Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Statistics and Machine Learning Toolbox™

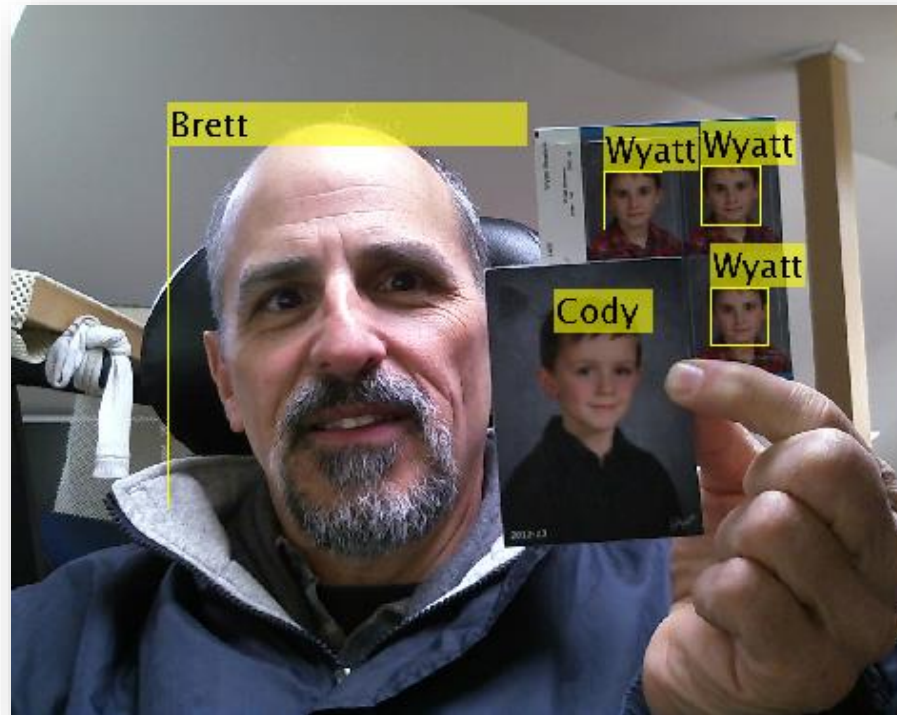
# アジェンダ

- 15:15 ~ 15:45 MATLAB/Simulinkのご紹介(30分)
- 15:45 ~ 16:30 まばたき検出デモを使った演習(45分)
- 16:30 ~ 17:00 ヒューマンインターフェースへの活用例(30分)
- 17:00 ~ 17:15 まとめ/Q&A(15分)

# 人物認識、顔認証

Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Statistics and Machine Learning Toolbox™

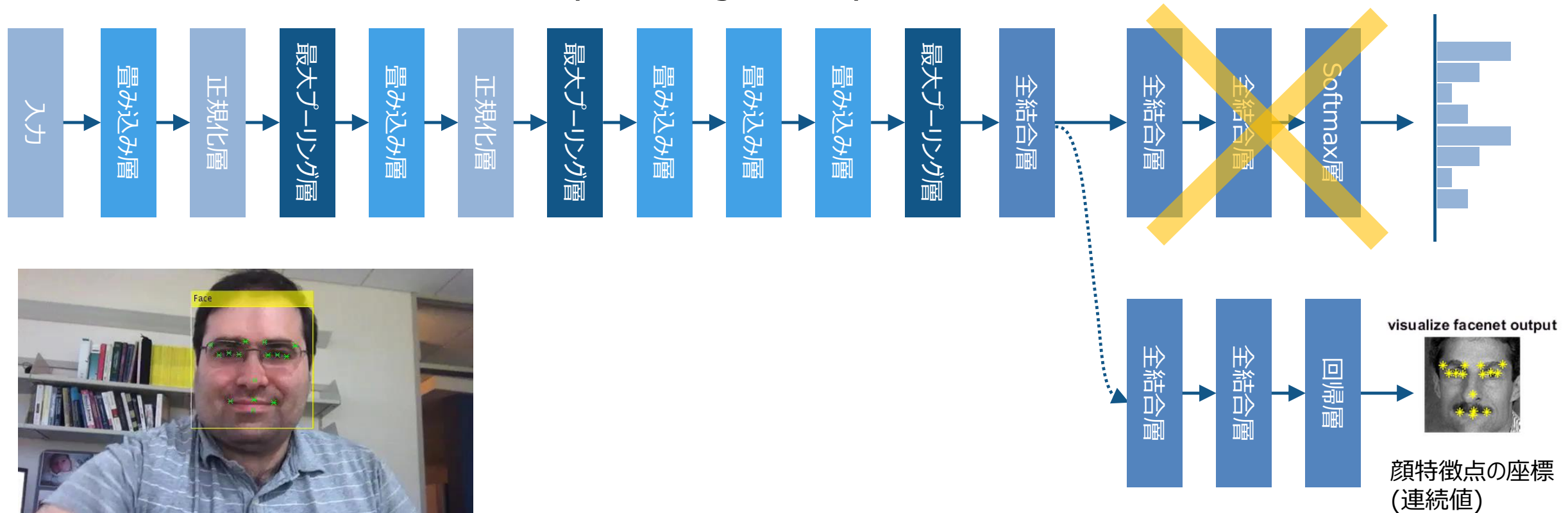
- 事前登録した人物を識別して、認証



# 表情認識

R2017a

Alex Net をベースにした転移学習により顔特徴点抽出  
畳み込みニューラルネットワークの回帰(CNN-Regression)を活用して座標値予測

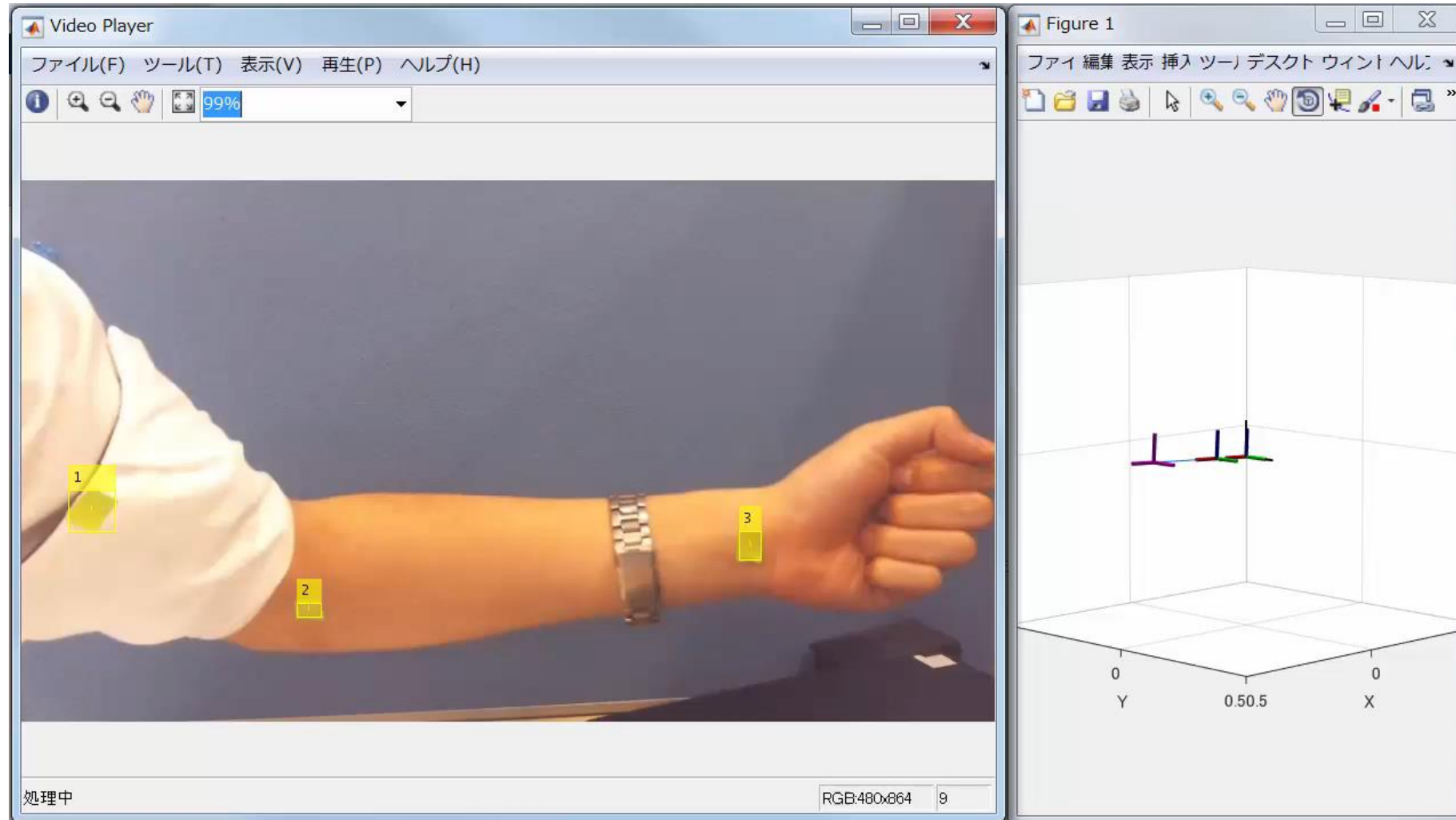


Neural Network Toolbox  
Computer Vision System Toolbox  
Parallel Computing Toolbox  
Statistics and Machine Learning Toolbox

# 腕のモーションキャプチャ

マーカーをつけて関節動作を取得し、動作解析

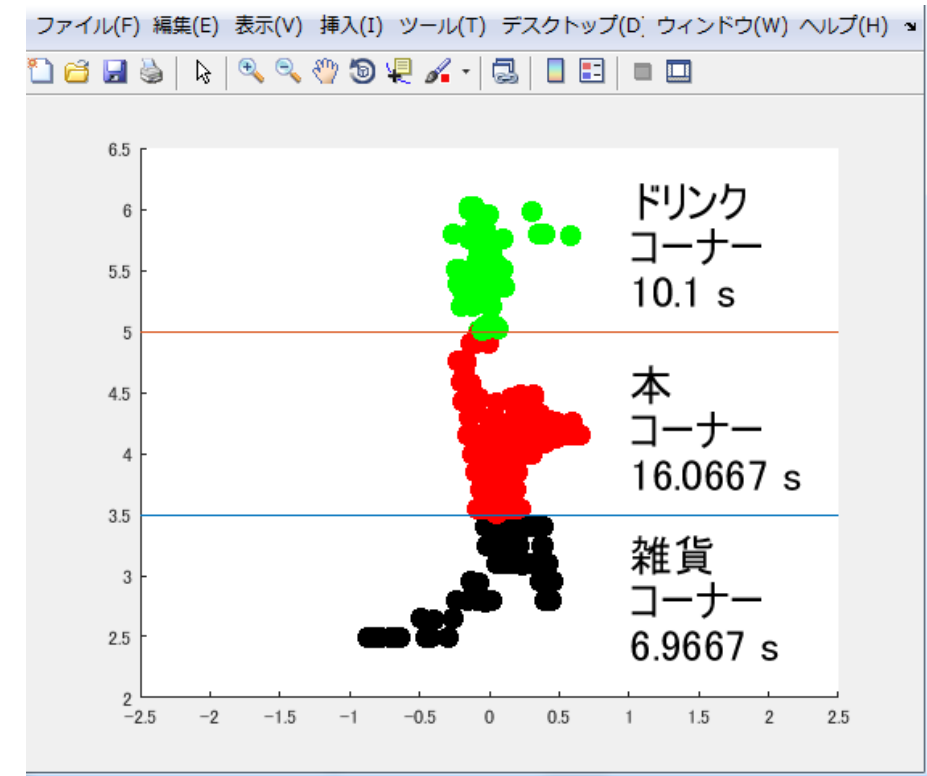
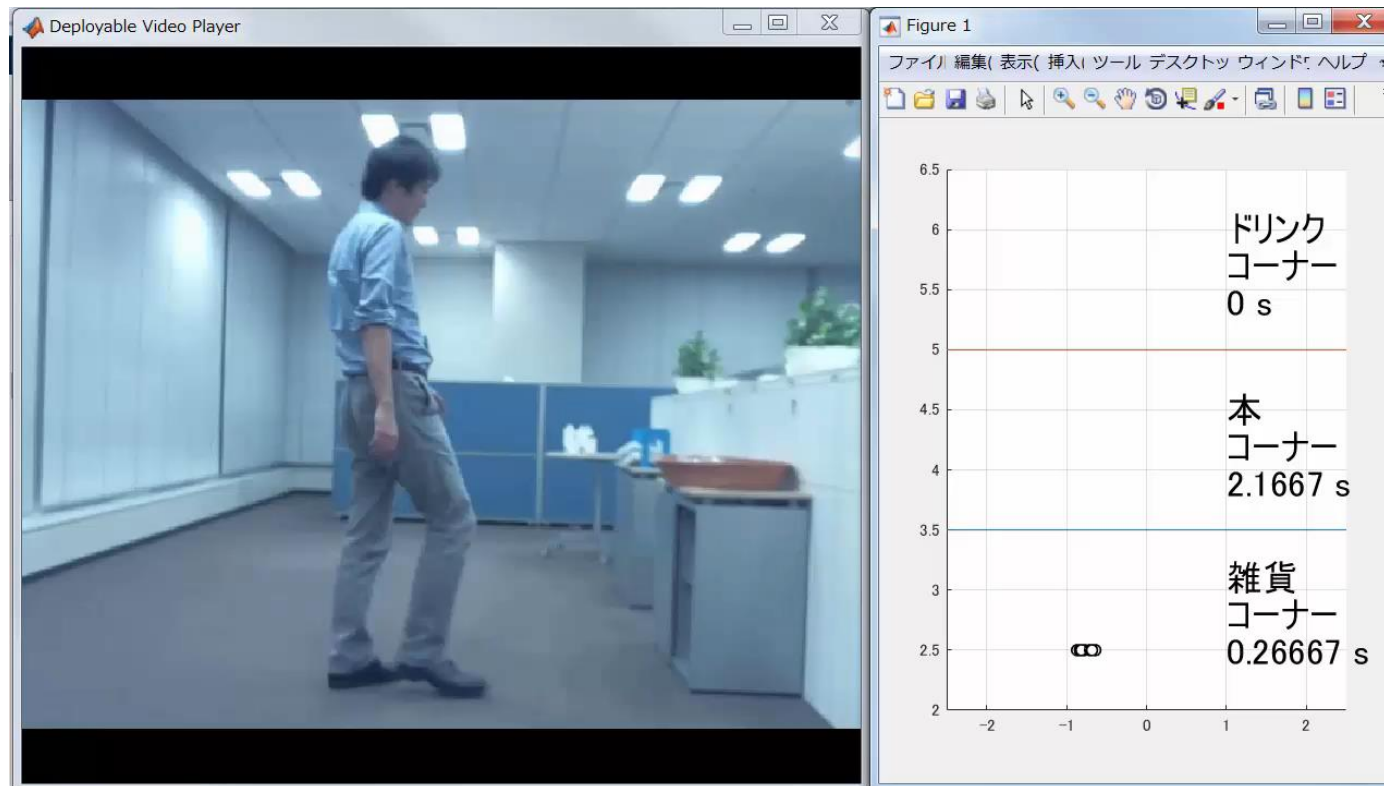
Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Image Acquisition Toolbox™



# ステレオビジョンによる人の認識と行動予測

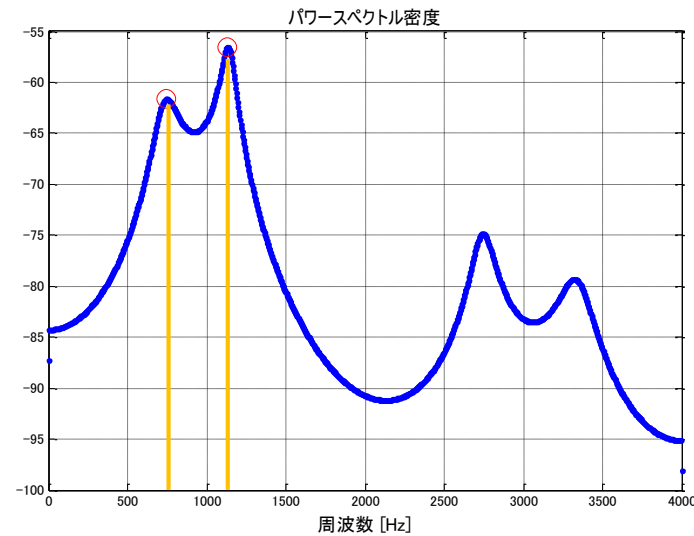
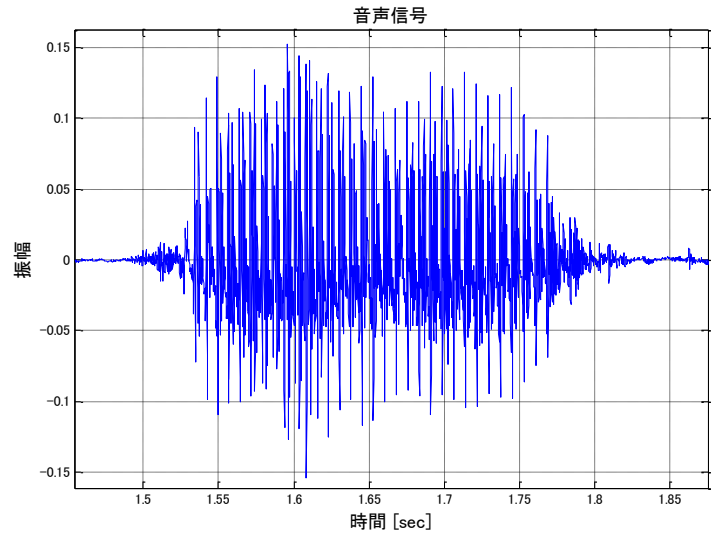
Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Image Acquisition Toolbox™

- 人認識 & 3次元処理で「各コーナー滞在時間」を解析



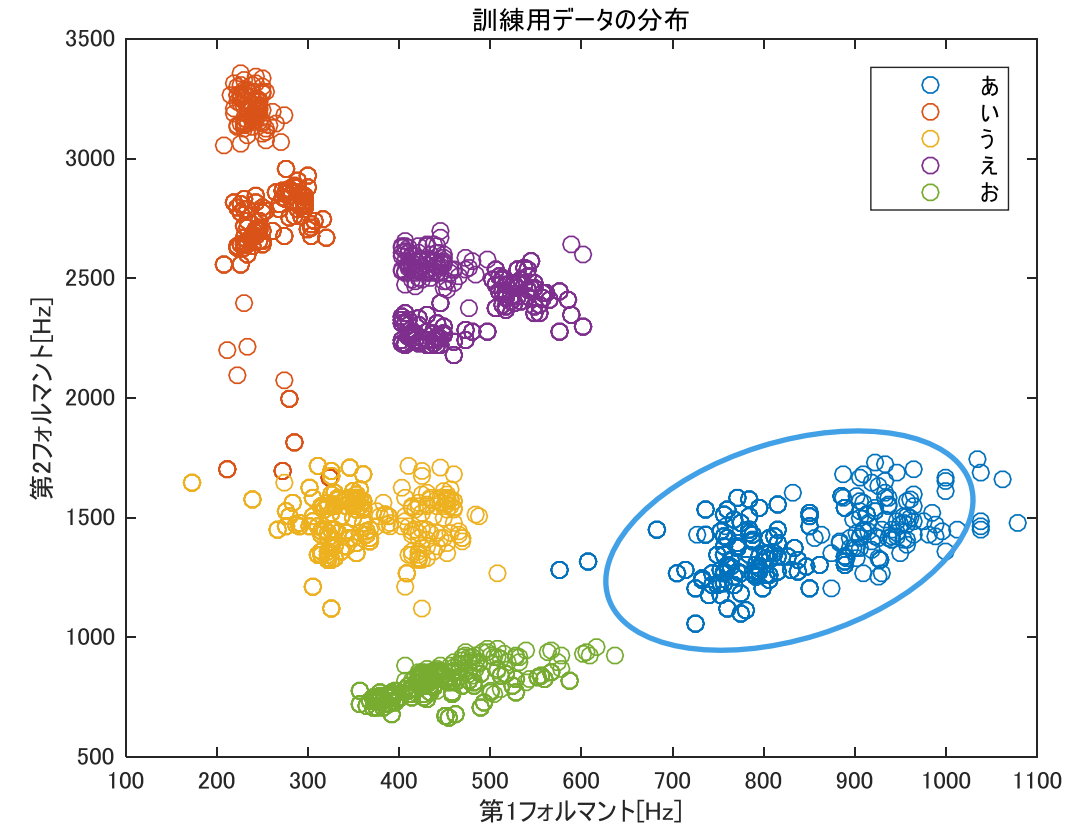
行動解析結果プロット

# 音声の母音認識



母音のフォルマントの抽出

信号の容易な操作



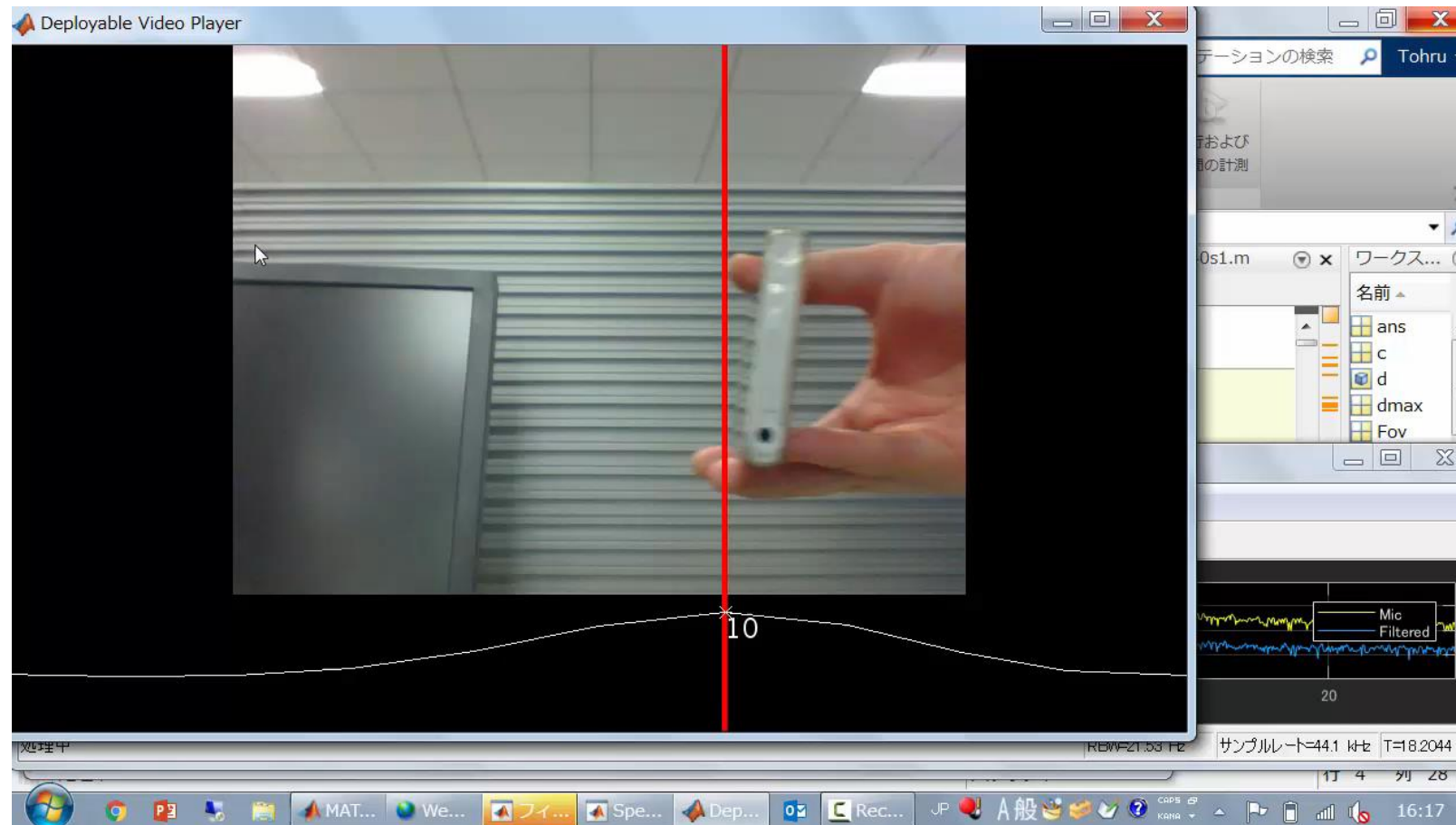
600人分のフォルマントのデータ

行列の優れた取り扱い  
便利な可視化機能

# 到来方向推定

Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Image Acquisition Toolbox™  
Signal Processing Toolbox™  
DSP System Toolbox™

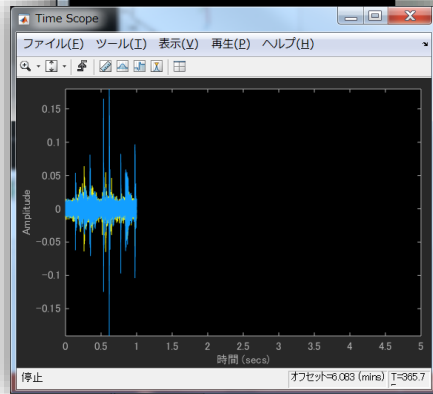
- マイクロフォンアレイから音源の方向を推定



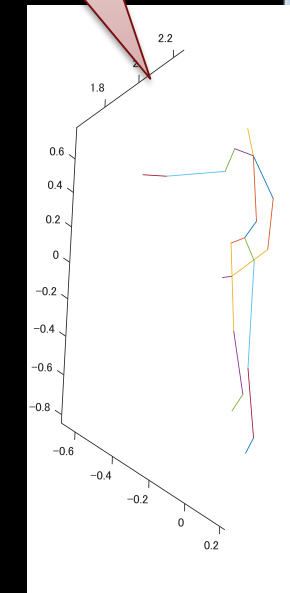
# Kinectによる音源推定（画像処理+信号処理）

音源  
マイクホンアレイによる  
到来方向推定(DOA)

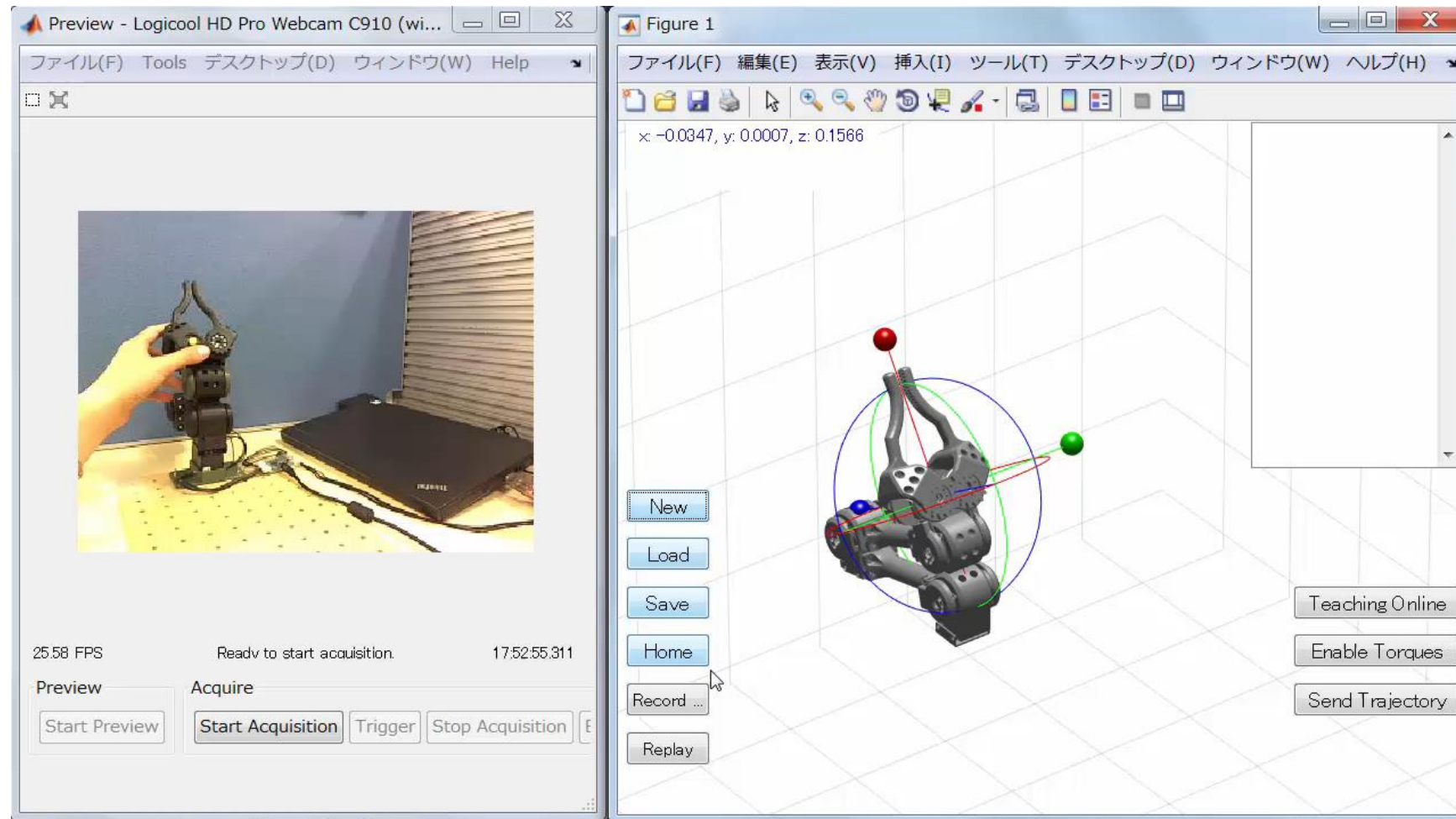
関節の3次元情報



周波数解析

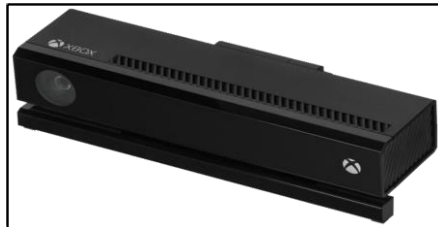


# ロボットマニピュレーターによるインタラクション

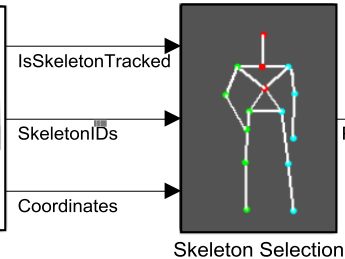


# Kinectによる姿勢検出と人型ロボットによる可視化

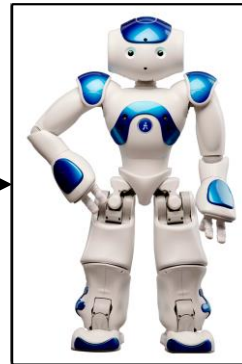
- 1) Click on SETUP to start the connection (wait ~10-20 seconds)
- 2) Click on PLAY to run the model
- 3) Click on RESET close the connection



Kinect Sensors



Skeleton Selection

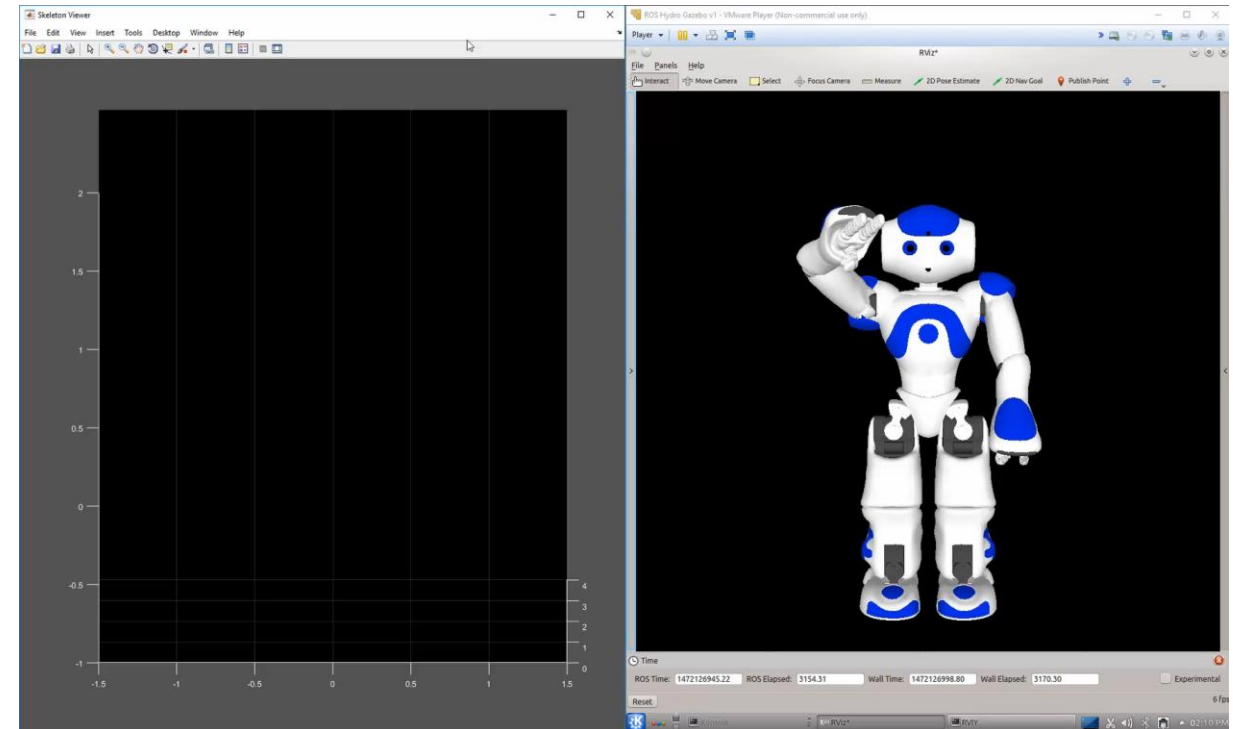


NAO Controller

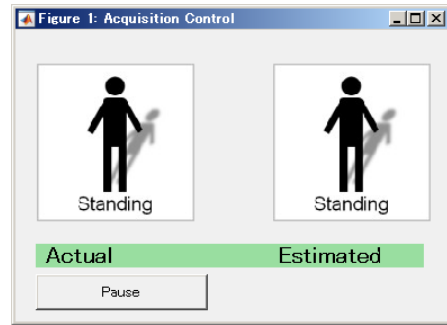
## ROS TCP/IP Connection



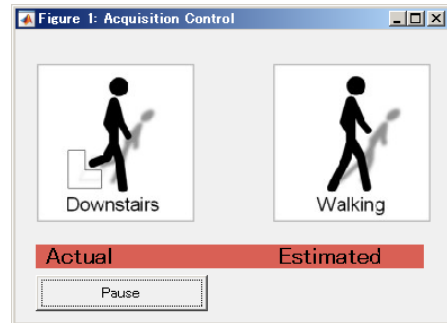
Update the IP address of the ROS server in the Linux VM in the ClickFcn properties of this SETUP green button



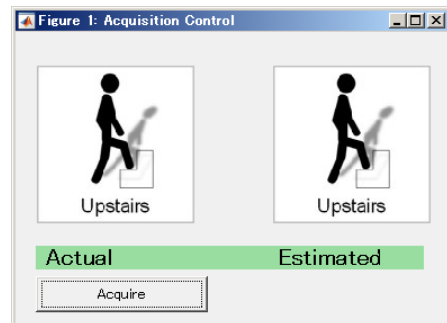
# 加速度センサーを使った人の行動推定



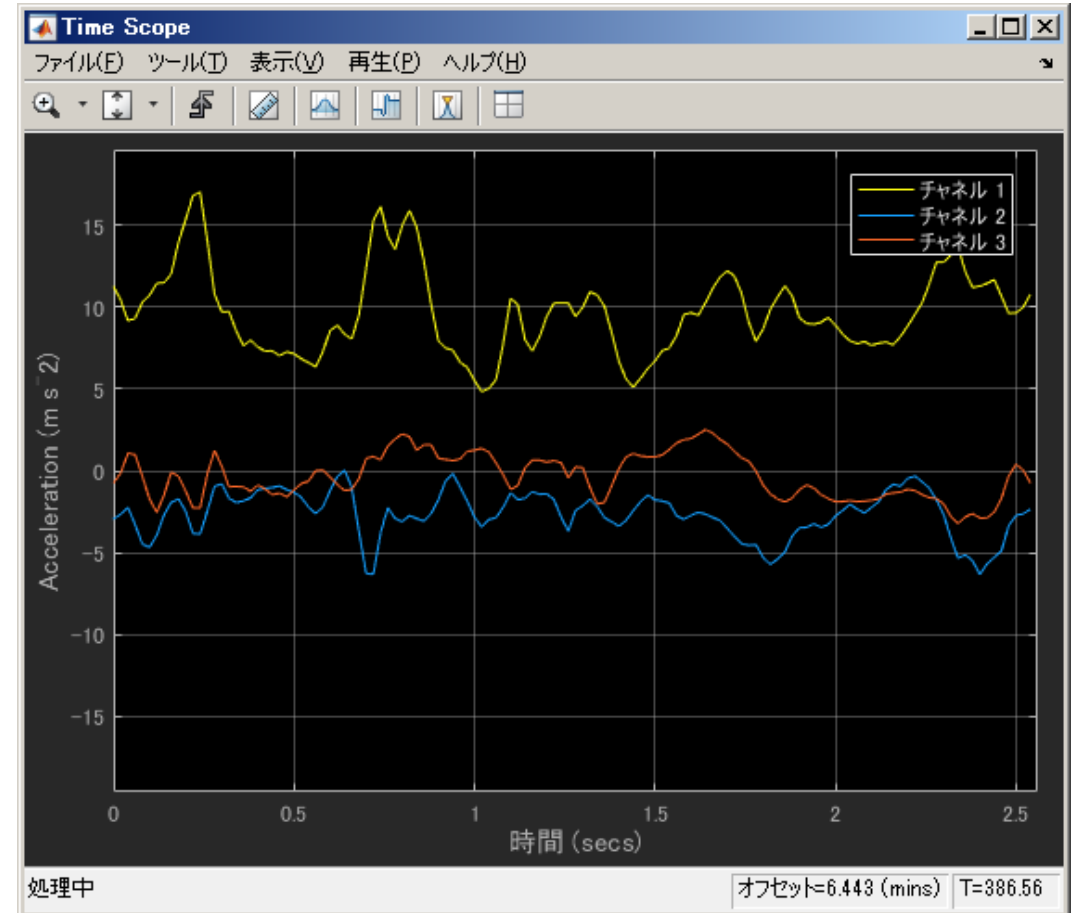
正解



誤判定



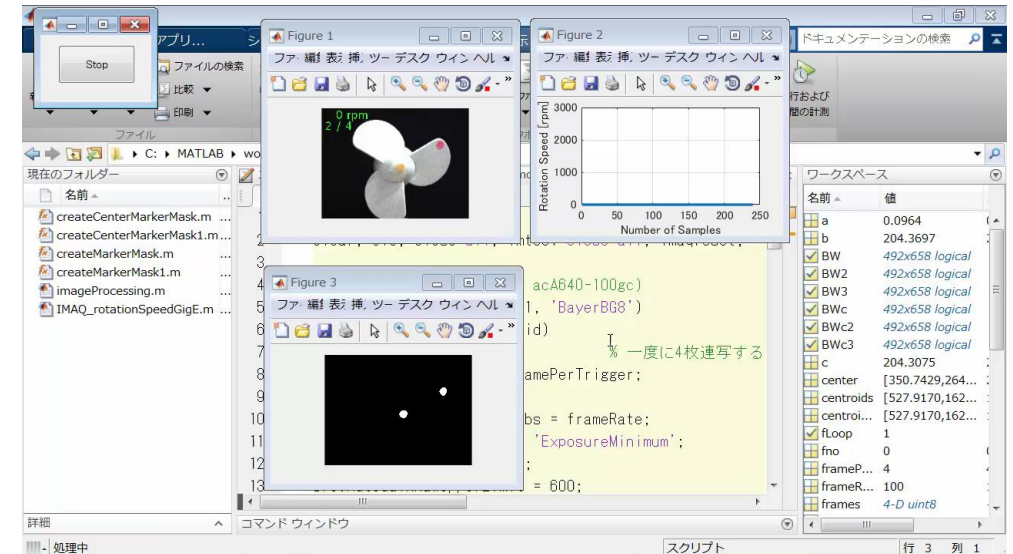
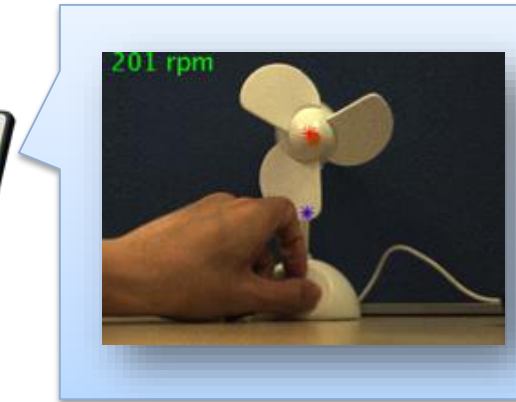
正解



# 高速カメラでのハイスピード撮影

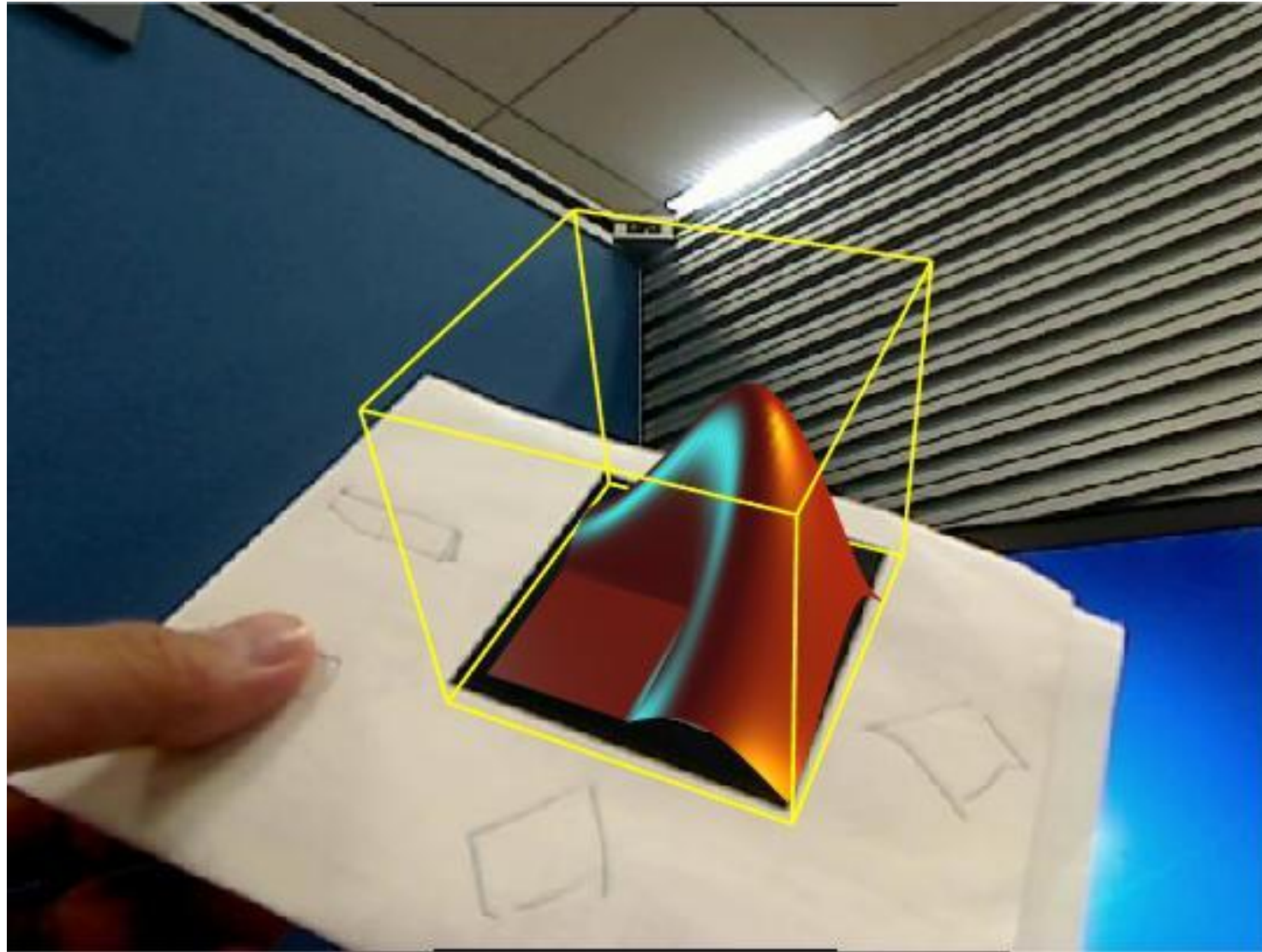
Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Image Acquisition Toolbox™

- 高速撮像で扇風機の回転速度を測定



# マーカーベースのカメラ位置推定

Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Image Acquisition Toolbox™



# ディープラーニングによる物体判別

Image Processing Toolbox™  
Computer Vision System Toolbox™  
Image Acquisition Toolbox™  
Neural Network Toolbox™  
Parallel Computing Toolbox™



# 紙データから心拍を電子化

- 紙データを電子化して管理・解析

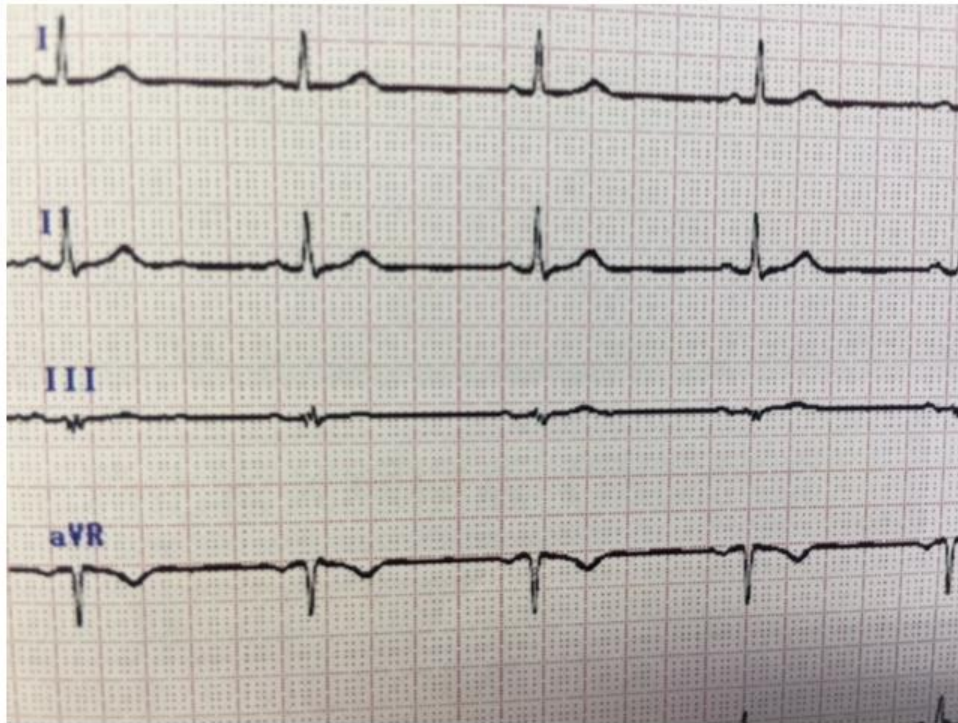
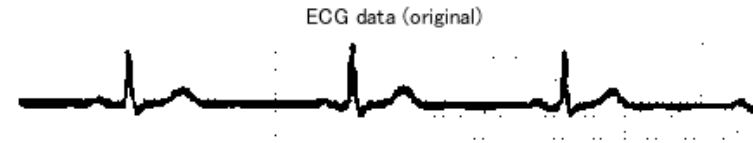


Image Processing Toolbox™  
Signal Processing Toolbox™

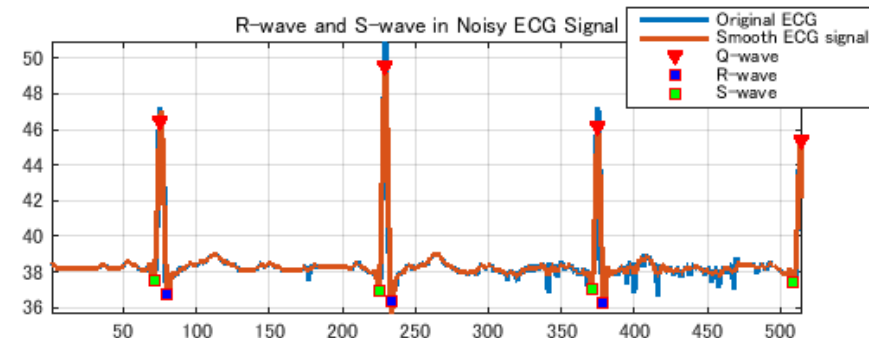
JPEG画像データ



二値化データ



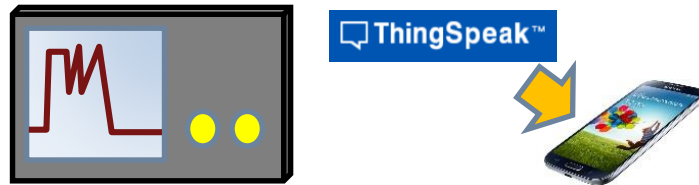
スムージング&  
ピークサーチ



# ThingSpeakの活用例

## 実験での活用

測定器の自動制御にthingSpeakWriteコマンド 1 行追加で無信号状態をすぐに把握。「数時間後気づいたらテストが進んでいなかった」を避け、離れた実験室との無駄な行き来もなくなります。



## 気象・農水産分野での活用

人やPCでやっていた温度/湿度等のデータ収集や植物の成長などの単純かつ長期間の計測。Arduino/Raspberry pi + ThingSpeakにより、数千円で自動観測システムを構築できます。



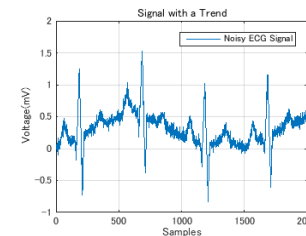
## 情報・統計解析分野での活用

カメラ画像から車を検知する  
コンピュータビジョンのアルゴリズムをRaspberry Piに実装し、道路の交通量を観測。ThingSpeakでは取得した統計データを「時間ごと」「曜日ごと」などのソートやMATLAB関数を用いて解析することができます。



## 医療・スポーツ科学分野での活用

生体信号モニタリングに必要な長時間のデータ収集もThingSpeak上で行うことができます。その他、加速度、温度、位置情報のデータ等関連パラメータの同時収集/解析に利用可能。異常値に対してアクション機能も活用できます。



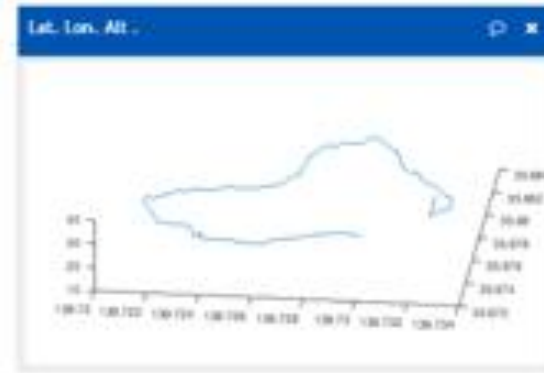
# スマートフォンのGPSデータを可視化

MATLAB®

<https://thingspeak.com/channels/189917>

ThingSpeak上のAnalysis/Visualization機能

スマホ操作で  
GPSデータ収集



3D行動解析



地図上に重ね描き



**MATLAB Mobile™でサポート  
スマートフォンのセンサ**

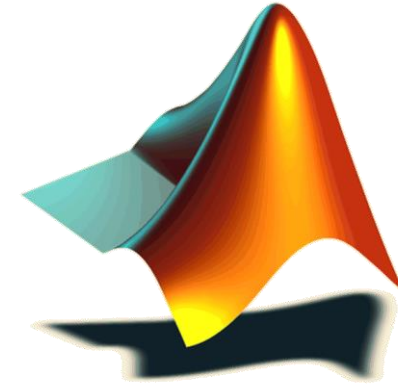
- ・加速度
- ・方位/傾き/回転
- ・角速度
- ・緯度/経度/高度(GPS)
- ・磁場
- ・進路/速さ

# アジェンダ

- 15:15 ~ 15:45 MATLAB/Simulinkのご紹介(30分)
- 15:45 ~ 16:30 まばたき検出デモを使った演習(45分)
- 16:30 ~ 17:00 ヒューマンインターフェースへの活用例(30分)
- 17:00 ~ 17:15 まとめ/Q&A(15分)

# まとめ

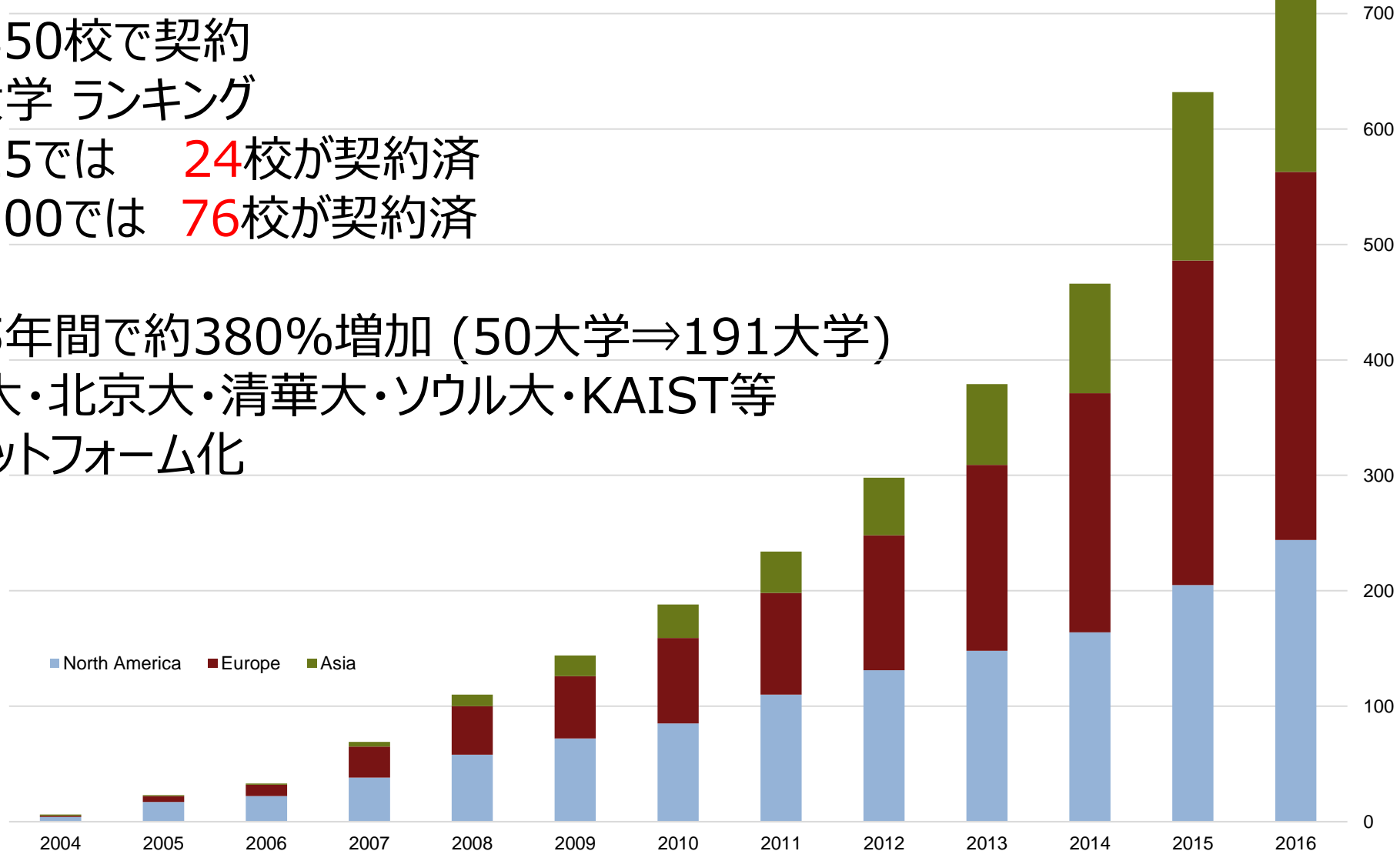
- 画像処理・信号処理に最適なMATLAB
  - 高度で豊富な関数群など充実した開発環境
  - 画像ファイルやカメラデバイスから画像を読み込み、可視化
  - 便利なGUIアプリケーション
- 機械学習の手法を容易に試行錯誤可能
  - ラベリングやさまざまな特徴抽出、可視化
  - 分類器を探索するためのアプリケーション
  - ディープラーニングなどの高度な手法も容易に組み合わせ
- 連携機能を活用しアルゴリズムを展開
  - カメラやKinectなどのハードウェアと容易に連携
  - ThingSpeakサービスなどのクラウドサービスにも連携



MATLABを研究開発にお役立てください

# 世界TOP大学における、MATLAB包括サイトライセンス導入状況

- WW 850校で契約
- 世界大学 ランキング  
TOP25では **24**校が契約済  
TOP100では **76**校が契約済
- アジア  
直近5年間で約380%増加 (50大学⇒191大学)  
東工大・北京大・清華大・ソウル大・KAIST等  
がプラットフォーム化



# TAHライセンス 国内実績（公開大学様）

※2017年9月時点で合計**37**大学

## 公立大学

首都大学東京  
岡山県立大学  
会津大学  
広島市立大学  
秋田県立大学  
富山県立大学  
高知工科大学

## 国立大学

東京工業大学  
電気通信大学  
北陸先端科学技術大学院大学  
岩手大学

## 私立大学

芝浦工業大学  
慶應義塾大学  
愛知工業大学  
長崎総合科学大学  
金沢工業大学  
東京電機大学  
明治大学  
千葉工業大学  
法政大学

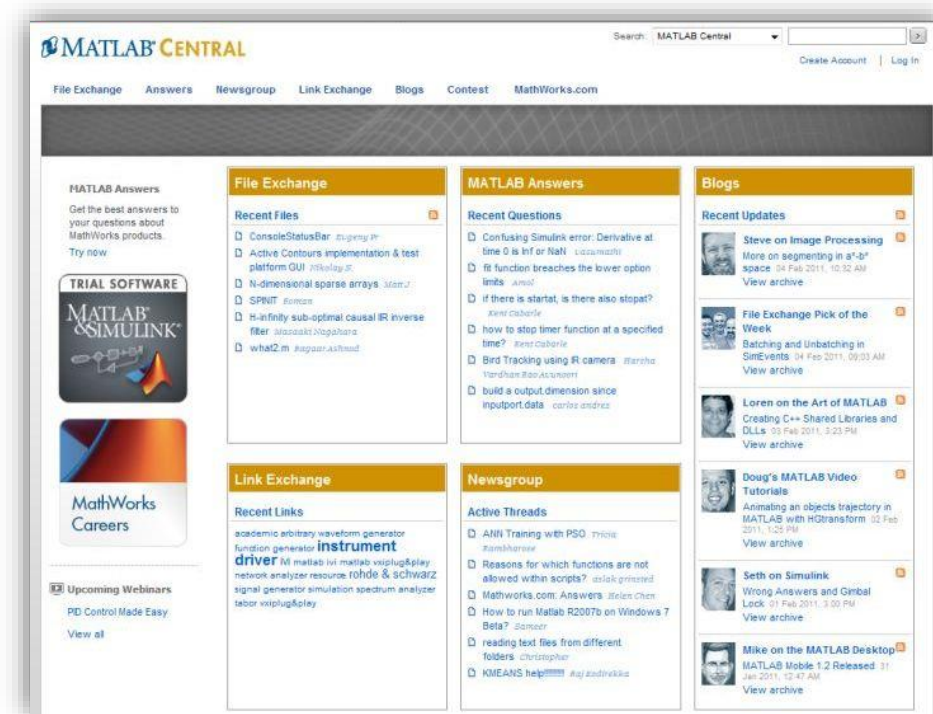
東京理科大学  
工学院大学  
大阪電気通信大学  
同志社大学  
関西大学  
北海道科学大学  
北海道情報大学

# MATLAB Central

## MATLAB/Simulinkユーザのオープンコミュニティ



- File Exchange
  - MATLABコード、Simulinkモデル、ドキュメント等のフリーなファイルアップロード/ダウンロード
  - ファイルの評価、コメント、質問の投稿
  - 9,000以上のファイル、一月あたり400以上の投稿、一日あたり25,500のダウンロード
- ニュースグループ
  - MATLAB/Simulinkに関する技術討論の場としてのウェブフォーラムやニュースグループ
- ブログ
  - 製品開発に関するMathWorks開発者からの投稿
  - [blogs.mathworks.com](http://blogs.mathworks.com)にアクセスして下さい。



# 評価キットのご案内

- 画像処理関係の関数や機能紹介資料と、対応するサンプルプログラムがセットになった評価用キットを提供しています。

## 説明資料



## サンプルプログラム

```
%% 輝度ベースの自動レジストレーション (位置合せ)
clear all; close all; clc;

%% 2つの画像の読み込み・表示
orig = dicomread('knee1.dcm');
moving = dicomread('knee2.dcm');
figure; imshowpair(moving, orig, 'montage'); % 並べて表示
%% %重ねて表示
imshowpair(moving, orig); shg;

%% 輝度ベースのレジストレーション実行・表示
[optimizer,metric] = imregconfig('multimodal'); % パラメータ設定 (別々のデバイス: 異なる輝度範囲)
optimizer.MaximumIterations = 150; % 反復回数
optimizer.InitialRadius = 0.002; % 初期検索範囲
```

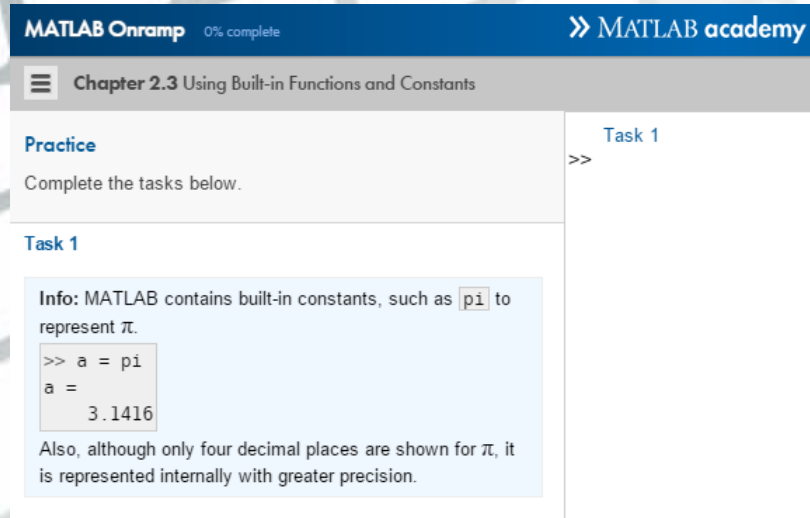


- <https://sft.mathworks.com/human.aspx?r=924117553&Arg12=filelist&Arg06=210507654-68dc7132bac606c5a336a191d97ab31f>
- Username : customer
- Password : MathWorks

# MATLAB Academy

～MATLABからアクセスできるオンラインサービス～

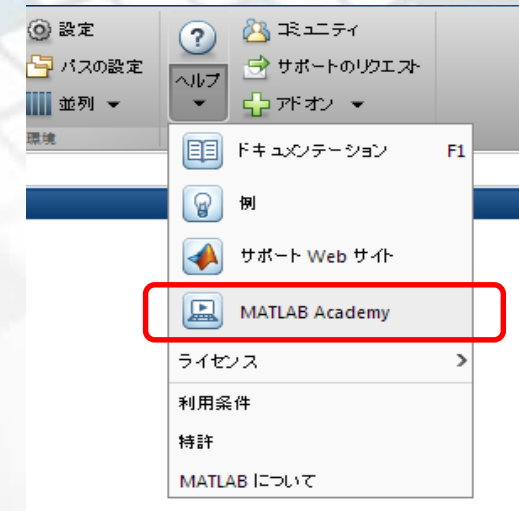
- Cloud上で学ぶインタラクティブトレーニング
  - 2時間で学ぶ無償コース“MATLAB Onramp”
  - 90日間使用できる有償コースもあります



The screenshot shows the MATLAB Onramp interface. At the top, it says "MATLAB Onramp 0% complete" and "MATLAB academy". Below this, it says "Chapter 2.3 Using Built-in Functions and Constants". The main content area is titled "Practice" and "Task 1". It contains an "Info" box stating: "MATLAB contains built-in constants, such as `pi` to represent  $\pi$ ." Below this, a code block shows: 

```
>> a = pi  
a =  
3.1416
```

 A note below the code block says: "Also, although only four decimal places are shown for  $\pi$ , it is represented internally with greater precision."



MATLAB Academy:  
MATLAB Onramp

# MATLAB Academy

～MATLABからアクセスできるオンラインサービス～

- Cloud上で学ぶインタラクティブトレーニング
  - 2時間で学ぶ無償コース“MATLAB Onramp”

## What's new

- MathWorksアカウントがあれば、ライセンスがなくても使えます
- 日本語版がリリースされました！

<https://matlabacademy.mathworks.com/jp>

MATLAB Academy:  
MATLAB Onramp

# アカデミックWebセミナー

## オンデマンドWebセミナー

[営業へのお問い合わせ](#) [共有](#)
[イベント トップページ](#) [ライブ Web セミナー](#) **オンデマンド Web セミナー** [セミナー](#) [カンファレンス](#) [展示会](#) [MATLAB EXPO](#)

### 言語で絞り込む

日本語	12
English	53
中文	11
Deutsch	5
Français	4
Italiano	4
한국어	4
Türkçe	2

### 製品で絞り込む

MATLAB	34
Simulink	47
Bioinformatics Toolbox	2
Communications System Toolbox	1
Computer Vision System Toolbox	3
Control System Toolbox	5
Curve Fitting Toolbox	6

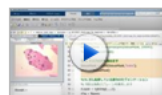
### アプリケーションで絞り込む

制御システム	28
デジタル/信号処理	12
メカトロニクス	11
情報生命科学	9
画像、動画処理	9
通信システム	8
組み込みシステム	6

教育機関



結果 97 件のうち 1 - 25 件



#### バイオメディカルシリーズ: MATLABでのパイオ、医用画像処理の基本 58:39

パイオ・メディカルの分野では、必ずしも鮮明でない細胞などのデジタル画像から特徴を抽出し、数値化する解析などが多く要求されます。MATLABに備わっている豊富な画像処理ライブラリを組み合わせることにより、高度なパイオイメージング・医用画像処理をシンプルに実現することができます。本Webセミナーでは、各種医用画像を用いて、パイオ・メディカル画像の問題をシンプルに解決する様子を、デモを中心にご覧い...

Recorded: 2013年9月27日 [新着](#)

#### 最新機能を使った、信号処理・画像処理の高度な研究・教育への応用 51:00

◆ MATLAB特別Webセミナー ◆ 今回のWebセミナーは、新潟大学准教授 村松正吾様 をゲスト講師にお迎えして、実際の研究・開発、及び、教育現場でのプロジェクトにMATLAB/Simulinkを適用された事例のご紹介をしていただきます。本セミナーは、MATLAB/Simulinkを使用して、画像処理・信号処理分野での研究・開発の期間短縮を図りたい方や、教育現場でのプロジェクトへMATLAB/S...

Recorded: 2013年9月6日 [新着](#)

#### MATLAB/Simulink によるレーダーシステムモデリングとシミュレーション 50:10

一般的なレーダーシステムは、システム内にデジタル信号とRF信号が混在するため、それら双方の振る舞いを統合してシミュレーションできる環境が理想的です。Simulinkにより、このような異なるドメインを、同一環境でシミュレーションすることが可能となり、また、提供される各種オプションツールを用いることで、より効果的にシステムを具現化することができます。本Webセミナーでは、MATLAB/Simulink ...

Recorded: 2013年8月6日 [新着](#)

#### バイオメディカルシリーズ: MATLABによる、すぐできるデータ解析 48:21

本Webセミナーでは、医療系、農学系の研究でデータ解析を取り扱う皆様に、MATLABをつかったデータ解析をご紹介いたします。データの解析や可視化を簡単にできていますか？ 一つの解析に時間がかかっていますか？ 様々なツールを組み合わせで解析していませんか？ MATLABを使用している、または以前導入したが、うまく使いこなせていないと感じたことはありませんか？ MATLABの最新版R...

Recorded: 2013年7月3日 [新着](#)

#### Simscape Languageによる物理モデリング 51:08

本Webセミナーでは、Simscape Languageを使用した、物理システムの基本的なモデリング方法を紹介いたします。Simscape Languageは物理モデリングツールSimscapeにおけるひとつの機能で、Simulink環境で使用することができるMATLABベース・オブジェクト指向の物理モデリング言語です。Simscape Languageを使用することで、物理ネットワークの枠組みに...

Recorded: 2013年6月18日 [新着](#)

# YouTube MATLAB channel

The screenshot shows the MATLAB YouTube channel page. At the top is the YouTube JP logo and a search bar with the text "検索". To the right are buttons for "アップロード" and a notification bell. The banner image features the MATLAB & SIMULINK logo over a 3D surface plot. Below the banner, the channel name "MATLAB" is displayed with a verified checkmark. To the right of the name is a red "チャンネル登録" button and a subscriber count of "55,716". Below the channel name are navigation tabs: "ホーム", "動画", "再生リスト", "チャンネル", "フリートーク", and "概要". The main content area shows a video thumbnail of a MATLAB interface with two 3D surface plots. To the right of the thumbnail is the video title "Release 2016a Highlights", the view count "視聴回数 2万回", and the upload time "4か月前". Below the title is a link to "See What's new in Release 2016a: https://www.mathworks.com/p...". Further down is a paragraph about the release: "Release 2016a includes new releases of MATLAB® and Simulink® as well as updates and bug fixes to all other products." At the bottom of the video description is another paragraph: "R2016a includes updates to MATLAB, Simulink, and 83 other products.... もっと読む". On the right side of the page, under the heading "関連チャンネル", there are four recommended channels: "MatLabTutorialFull", "tutorial matlab", "CAE Tutorials", and "MATLAB SOFTWARE", each with a "チャンネル登録" button.

YouTube JP 検索 アップロード

MATLAB & SIMULINK MathWorks.com G+

MATLAB ✓ チャンネル登録 55,716

ホーム 動画 再生リスト チャンネル フリートーク 概要

Release 2016a Highlights  
視聴回数 2万回 4か月前  
See What's new in Release 2016a:  
<https://www.mathworks.com/p...>  
Release 2016a includes new releases of MATLAB® and Simulink® as well as updates and bug fixes to all other products.  
R2016a includes updates to MATLAB, Simulink, and 83 other products....  
もっと読む

関連チャンネル

- MatLabTutorialFull チャンネル登録
- tutorial matlab チャンネル登録
- CAE Tutorials チャンネル登録
- MATLAB SOFTWARE チャンネル登録

# YouTube MATLAB channel

## ～日本語もあります



MATLAB日本語ビデオ



アップロード

### 機械学習 – Machine Learning

人間が自然に行っている学習能力と同様の機能をコンピュータで実現しようとする技術・手法（※）



※）Wikipedia「機械学習」の項より引用



#### MATLAB日本語ビデオ (all Japanese videos)

MATLAB • 3/12 本の動画



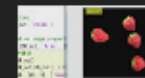
機械学習とは  
MATLAB



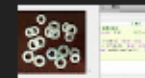
4 SimBiology 紹介  
MATLAB



5 外観検査: 歯車の歯数カウントと不良検出  
MATLAB



6 外観検査: 画像から寸法・個数を瞬時に分類  
MATLAB



7 外観検査: 画像から寸法・個数を瞬時に検出  
MATLAB



8 ADAS: 車線逸脱警告システム (Simulink)  
MATLAB

# Book Program

26言語で1400冊以上の  
MATLAB/Simulink関連書籍  
(日本語書籍100冊以上)

- ウェブでの書籍紹介
- 執筆時のサポート

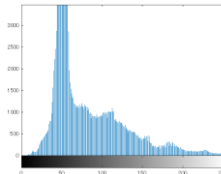


- 自動制御
- 信号処理
- 画像処理
- 生物化学
- 通信工学
- 機械工学
- 宇宙工学
- 電気工学
- 物理化学
- 経済学
- 金融工学
- 数学

# 画像処理・コンピュータービジョン・ロボットビジョン

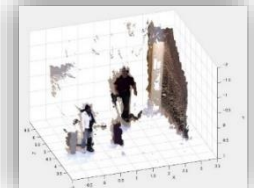
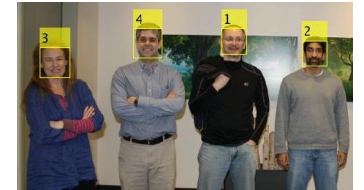
## Image Processing Toolbox™

- コーナー、円検出
- 幾何学的変換
- 各種画像フィルタ処理
- レジストレーション（位置合せ）
- セグメンテーション（領域分割）
- 画像の領域の定量評価



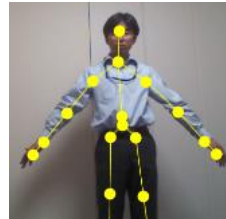
## Computer Vision System Toolbox™

- カメラキャリブレーション
- 特徴点・特徴量抽出
- 機械学習による物体認識
- 動画ストリーミング処理
- トラッキング
- ステレオビジョン・3D表示



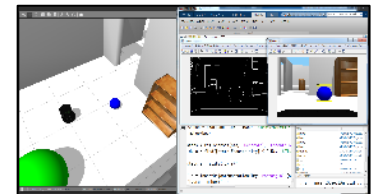
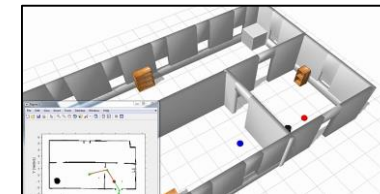
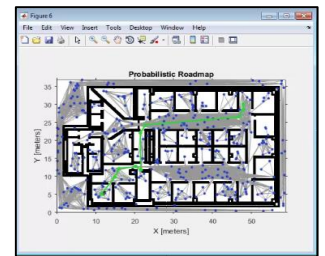
## Image Acquisition Toolbox™

- デバイスから画像、動画直接取り込み
  - フレームグラバボード
  - DCAM, Camera Link®
  - GigE Vision®, Webカメラ
  - Microsoft® Kinect® for Windows®



## Robotics System Toolbox™

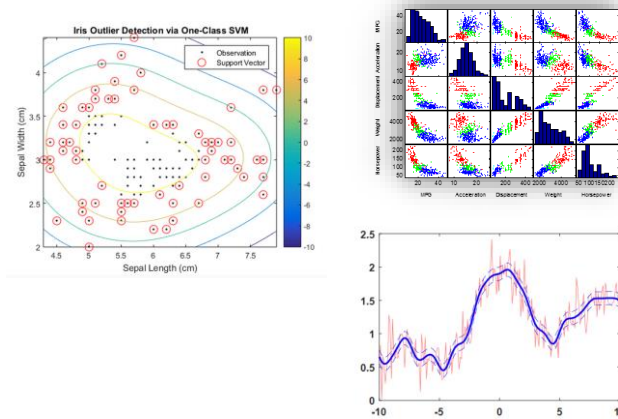
- ロボティクスアルゴリズム開発の支援
- MATLAB・SimulinkとROS間のインターフェイス
- ROSノード生成



# 機械学習・ディープラーニング・並列化・高速化

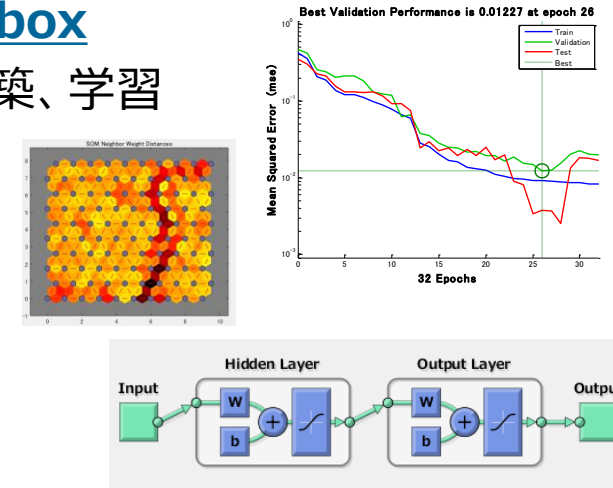
## Statistics and Machine Learning Toolbox™

- 機械学習
- 多変量統計
- 確率分布
- 回帰と分散分析
- 実験計画
- 統計的工程管理



## Neural Network Toolbox

- ニューラルネットワークの構築、学習
- データフィッティング
- クラスタリング
- パターン認識
- 深層学習
- GPUによる計算の高速化



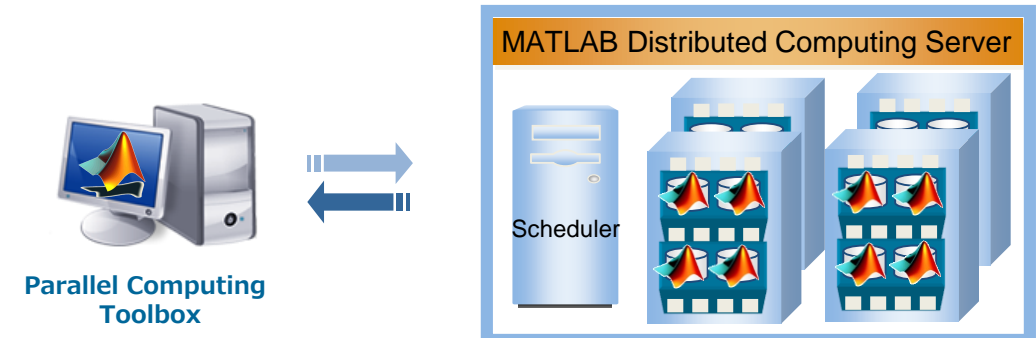
## Parallel Computing Toolbox

- MATLAB & Simulink と連携した並列処理
- 対話的な並列計算実行
- GPGPU による高速演算
- ジョブおよびタスクの制御



## MATLAB Distributed Computing Server

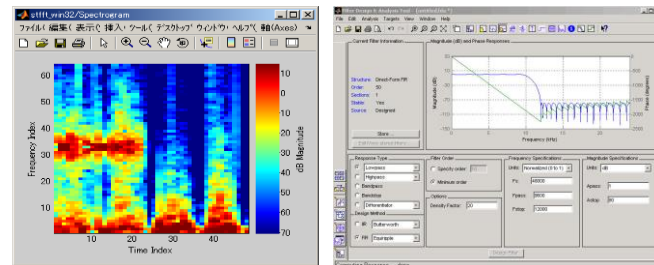
- クラスタによる計算環境を提供



# 信号処理・信号解析

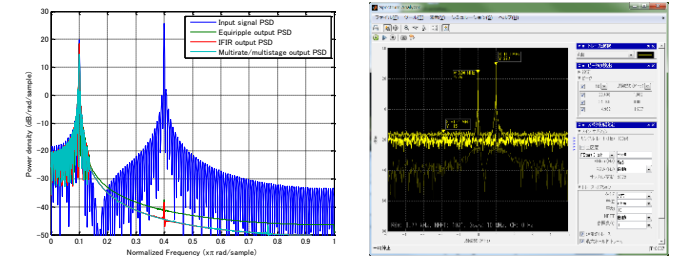
## Signal Processing Toolbox™

- 信号生成、時間領域解析
- フィルタ設計解析
- スペクトル解析
- 線形予測



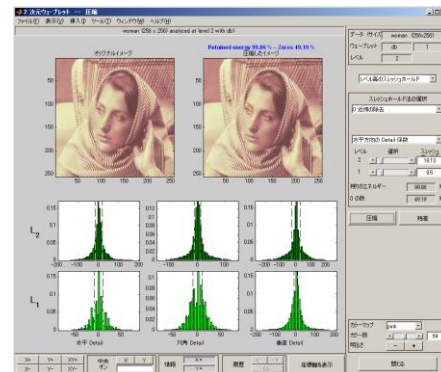
## DSP System Toolbox™

- 高度なフィルタ設計
- スペクトル解析
- スペアナ、ロジアナ表示
- 行列演算、統計処理



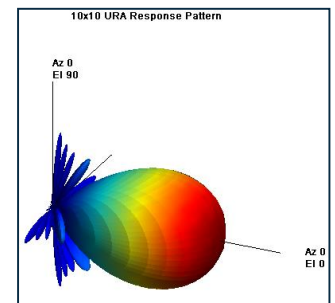
## Wavelet Toolbox™

- 信号・画像の解析・ノイズ除去・圧縮等
  - 連続 / 離散ウェーブレット
  - パケット解析 / 主成分分析
- 対話的なGUIによる操作



## Phased Array System Toolbox

- フェーズドアレイシステムの設計・シミュレーション
- 波形設計・解析、時間・空間処理

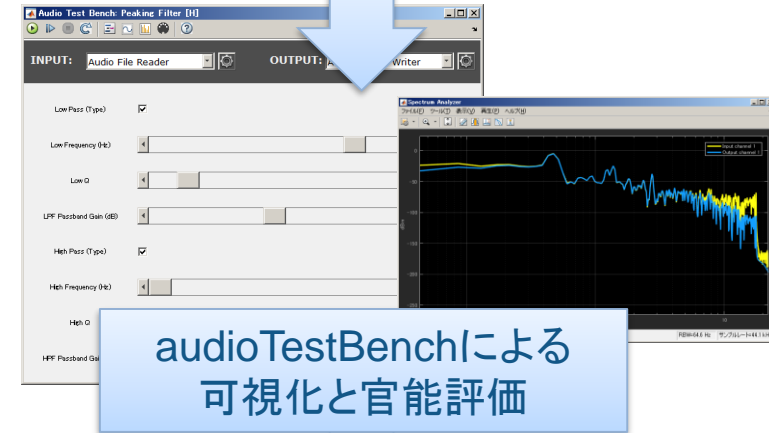
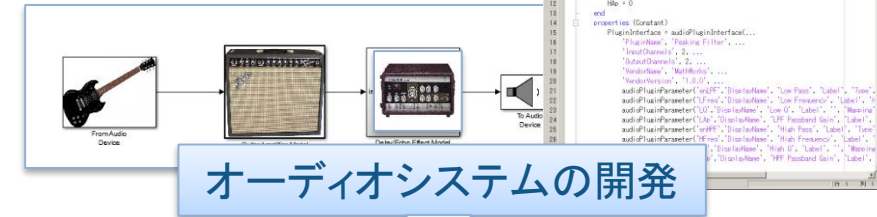


# 音響処理・VSTプラグイン生成

## Audio System Toolbox™

- オーディオアルゴリズムの開発とシミュレーション
  - オーディオエフェクト用ライブラリ
  - ASIOドライバサポートによるリアルタイムシミュレーション
  - MIDIコントローラによるパラメータチューニング
- 官能評価とパラメータ調整
  - MATLABコードからVST Plugin生成
  - audioTestBenchで波形やスペクトルの可視化とパラメータチューニング

R2016a



# 測定・計測機器連携

(カメラとの接続には Image Acquisition Toolbox を使用)

## Data Acquisition Toolbox

(Windowsのみ)

データ収集ボード・計測デバイス

アナログ入力(A/D), アナログ出力(D/A), デジタルI/O(DIO)

サポートされるボードベンダ (MATLABの32bitと64bit版で対応異なる、**Simulinkブロックは32bit-MLのみ**)

Advantech, Measurement Computing, National Instruments, etc...

サポートされるハードウェアの詳細 : <http://www.mathworks.co.jp/hardware-support/data-acquisition-software.html>



## Instrument Control Toolbox

オシロスコープ、信号発生器その他計測機器との接続  
他のPCや機器との接続



TCP/IP、UDP、Bluetooth (SPP: Serial Port Profile)、**GPIO**、SPI、I2C、**RS-232** 等



サポートされるハードウェアの詳細 : <http://www.mathworks.co.jp/hardware-support/instrument-control-software.html>

## Vehicle Network Toolbox

CANインターフェースハードウェア(PCI, USB接続等) のサポート。

MATLAB関数・Simulinkブロック

サポートされるハードウェアの詳細 : <http://www.mathworks.co.jp/hardware-support/can-bus-software.html>



## MATLAB

シリアルポート、上記以外のハードウェア  
COM, WindowsドライバAPI 経由等



© 2017 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See [www.mathworks.com/trademarks](http://www.mathworks.com/trademarks) for a list of additional trademarks. Other product or brand names may be trademarks or registered trademarks of their respective holders.