

医療現場での活用がすすむ MATLAB/Simulinkのご紹介

MathWorks Japan

アプリケーションエンジニアリング部

竹本佳充

Agenda

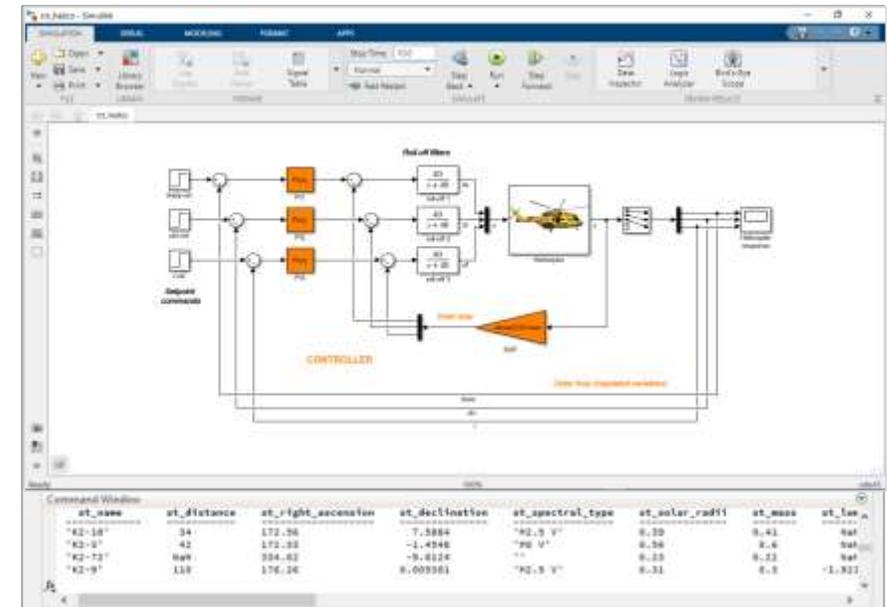
- はじめに
- MATLABとは？
- Simulinkとは？
- MATLAB/Simulink、まずはここから
- まとめ

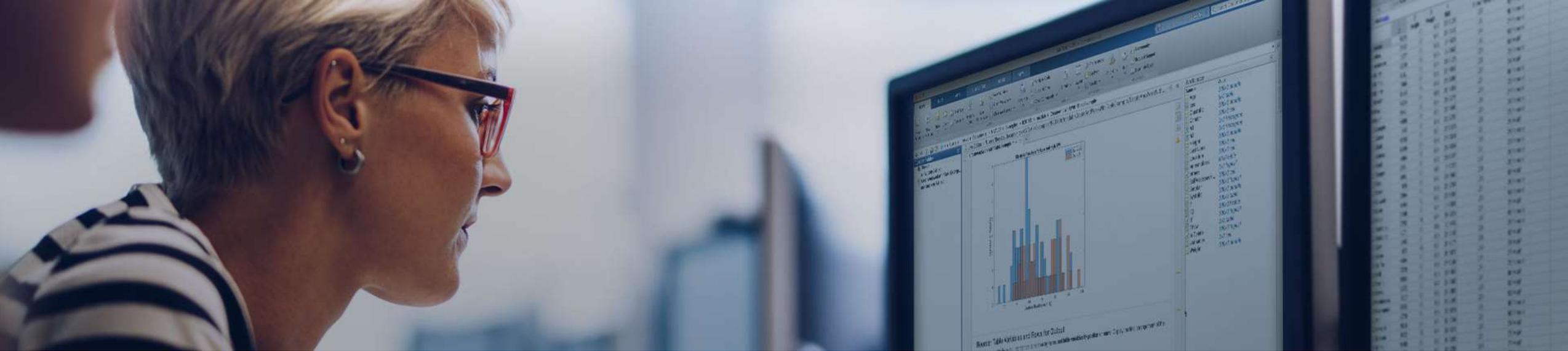
Our Products MATLAB® & SIMULINK®



Computer-Aided Design MATLAB Simulink Toolbox

- MATLAB is a programming environment for algorithm development, data analysis, visualization, and numeric computation.
- Simulink is a graphical environment for designing, simulating, and testing systems.





- Millions of engineers and scientists worldwide use MATLAB and Simulink.



4 million+

users in over 185 countries



100,000+

businesses, governments,
and universities



All of the top 10
automotive and
aerospace companies

Our Customers / Key Industries



Aerospace and Defense



Automotive



Biological Sciences



Biotech and Pharmaceutical



Communications



Electronics



Energy Production



Financial Services



Industrial Machinery



Medical Devices



Process Industries



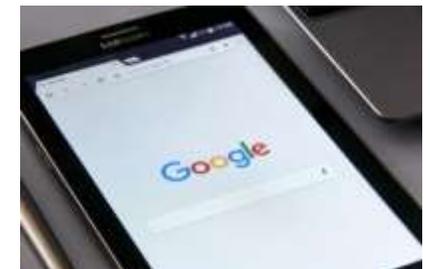
Neuroscience



Railway Systems



Semiconductors



Software and Internet

“Everyone who comes in as a new hire already knows MATLAB, because they all had it in college. The learning curve is significantly lessened as a result.”

Jeff Corn, Chief of Engineering Projects Section
U.S. Air Force



- MATLAB and Simulink are the tools of inspiration and innovation used by students, educators, and researchers around the world.



6500+

colleges and universities
teach our software



2100+

MATLAB and Simulink-
based books

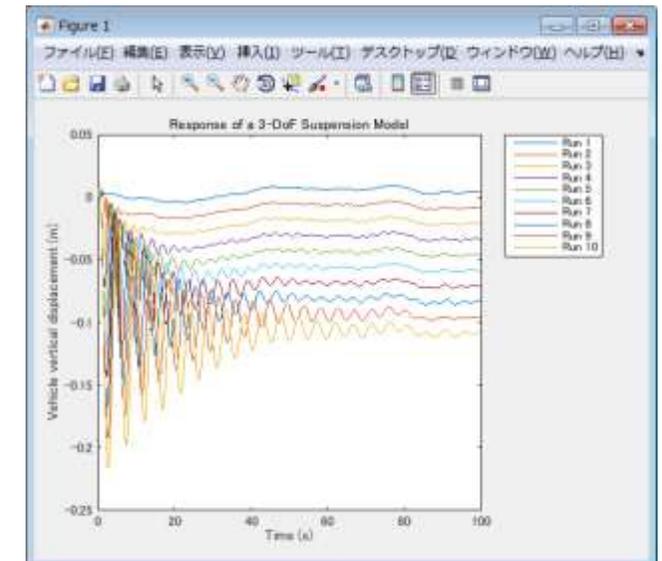


Tens of Thousands

of skilled graduates enter
the workforce each year

そもそも、モデリングとシミュレーションを行う意義・ご利益は？

- **実物/実世界では再現困難/不可能なテストを行える**
 - 危険、高コスト、物理的に困難・不可能
 - 実物が未完成
- **関心事象を分解・抽出し、機能・性能の検討が行える**
 - 「作ってみたら課題が間違っていた」の事前確認・防止
 - 様々な条件やパラメータの試行・再現
 - グラフィカルなソフトウェア設計・要点抽出
- **未来の予測や推測を行える**
 - ハード・ソフト挙動の定量的な予測
 - センサーで得られない物理量の可視化



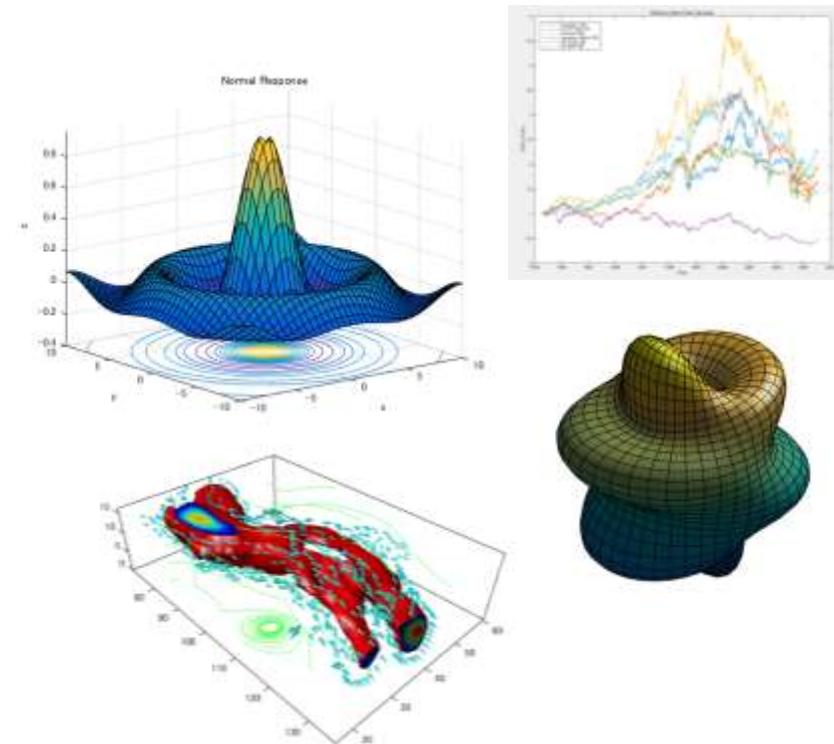
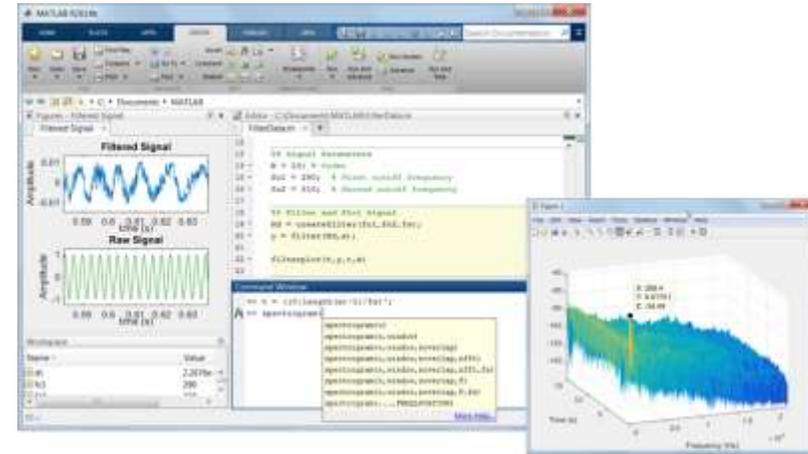
Agenda

- はじめに
- MATLABとは？
- Simulinkとは？
- まとめ

What is MATLAB?

Matrix Laboratory

- 対話的開発環境
- 豊富な拡張ライブラリ
- 使用目的
 - 数値解析
 - データ解析、可視化
 - アルゴリズム開発、プログラミング
 - 外部アプリケーションとの連携



“Accelerating the pace of engineering and science”

AIシステム構築のワークフロー

データセットの作成と
アクセス

前処理と変換

予測モデルの開発

実システムへの展開

■ データソース



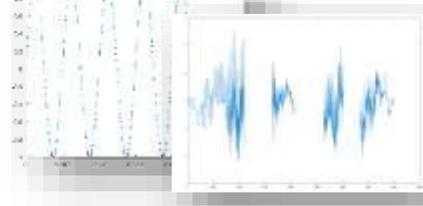
■ シミュレーション
■ オグメンテーション



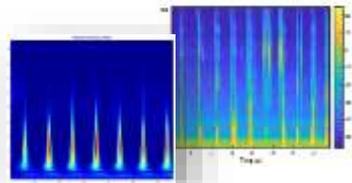
■ データラベリング



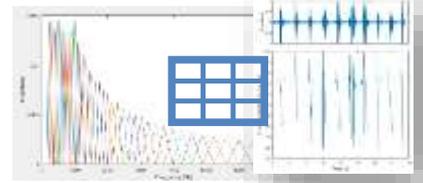
■ 前処理



■ 変換



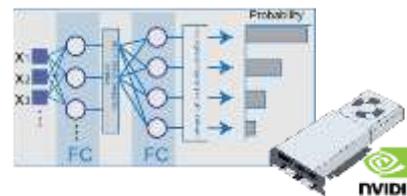
■ 特徴抽出



■ リファレンスモデルの流用
■ オリジナルモデルの作成



■ GPUによる高速な学習



■ ハイパーパラメータの
解析とチューニング



■ デスクトップアプリ



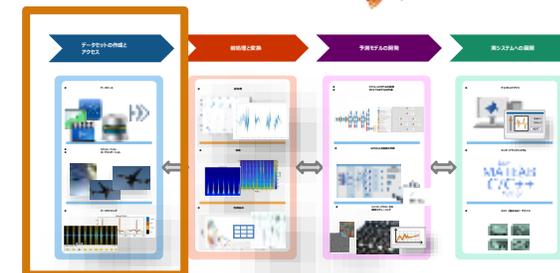
■ エンタープライズシステム

Java
MATLAB
C/C++
Python

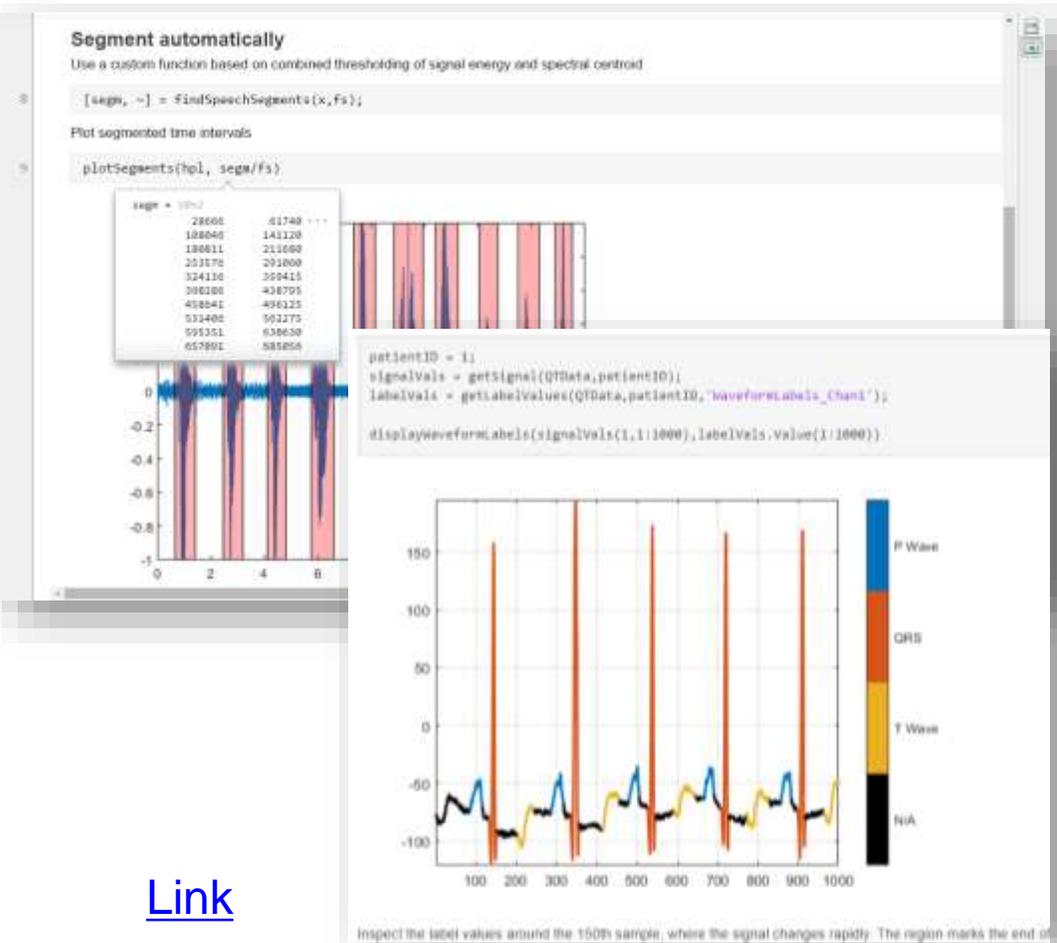
■ エッジ（組み込み）デバイス



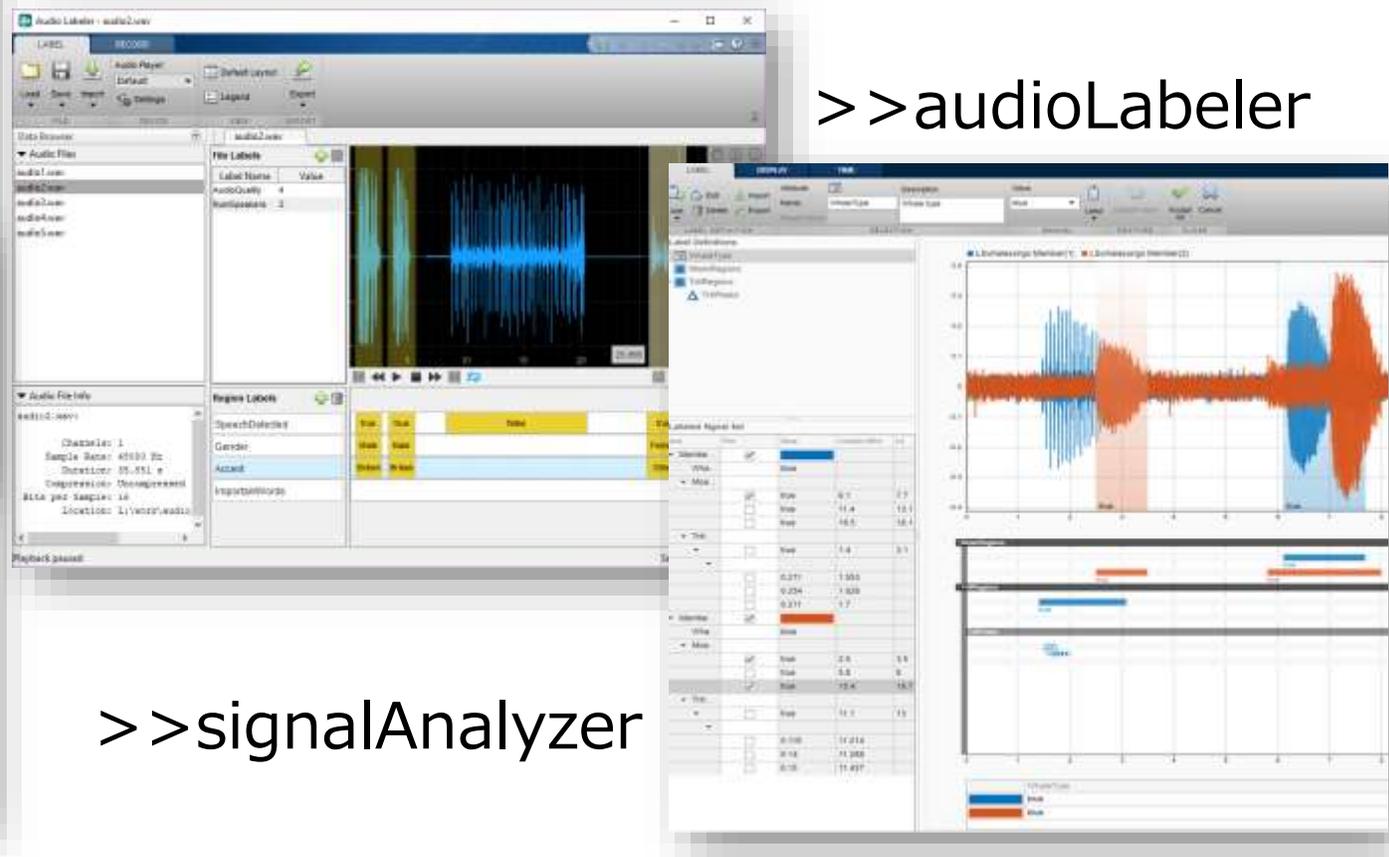
Phase1: データセット作成、ラベリング



>> audioLabeler



[Link](#)

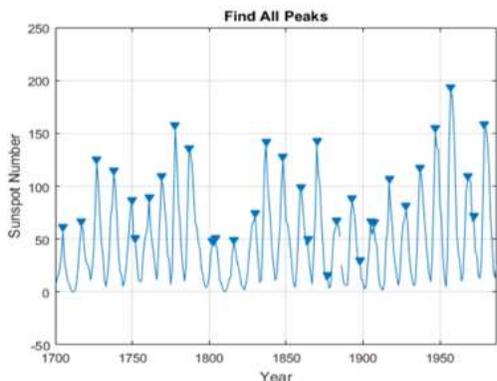


>> signalAnalyzer

- プログラミングベースの例題

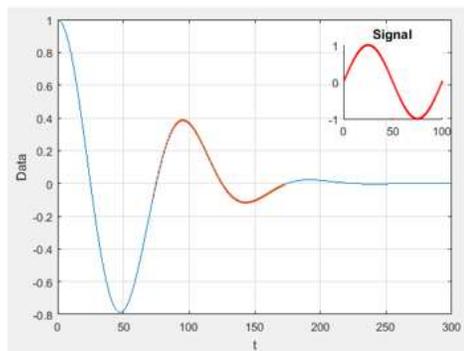
- アプリによるラベリング

Phase2: 特徴抽出

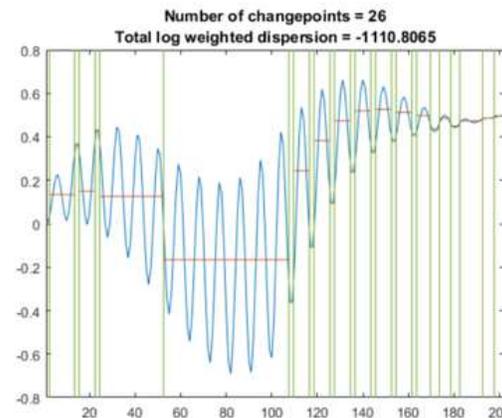


ピーク解析

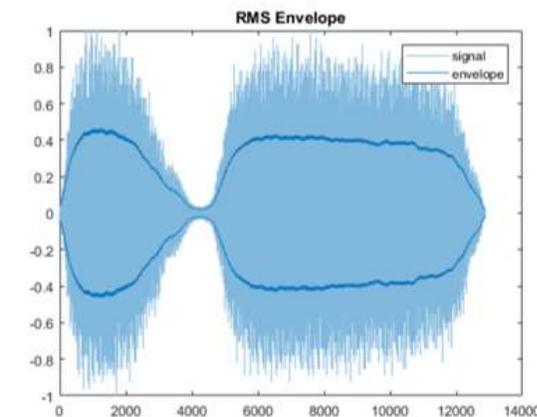
時間領域



波形類似度の定量化

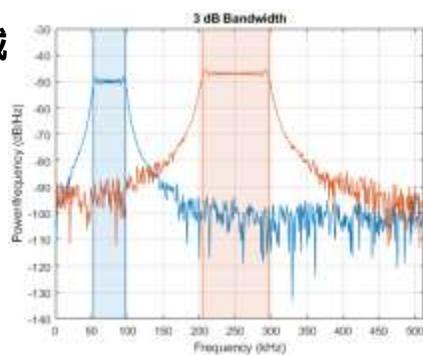


変化点抽出

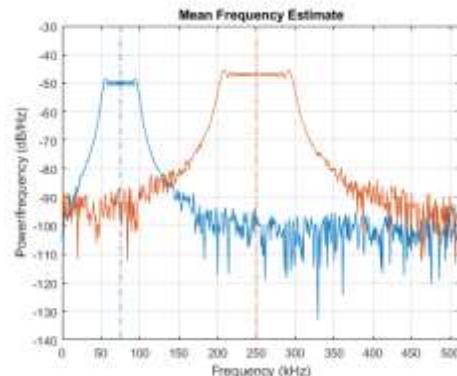


包絡線

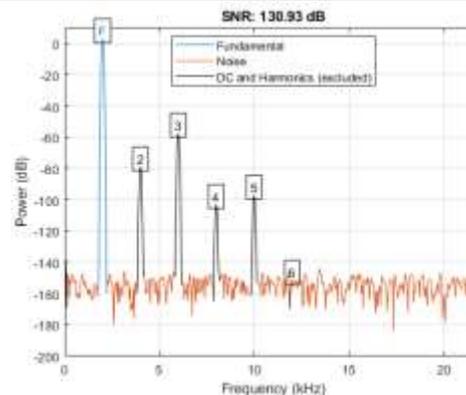
周波数領域



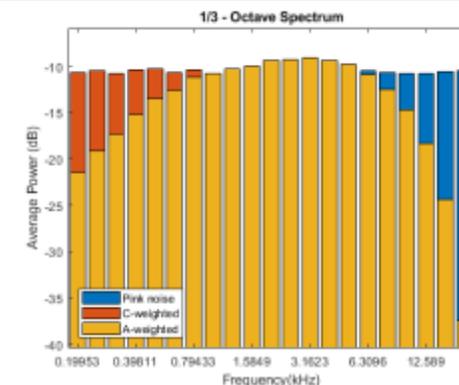
周波数帯域



スペクトル統計量
(中心周波数他)

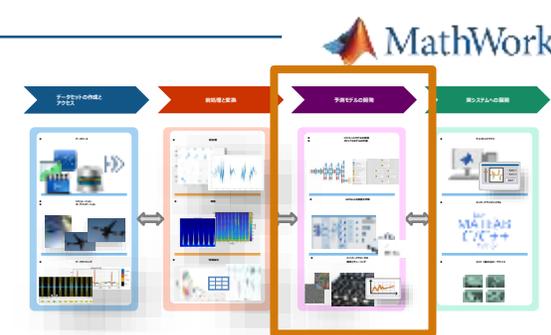
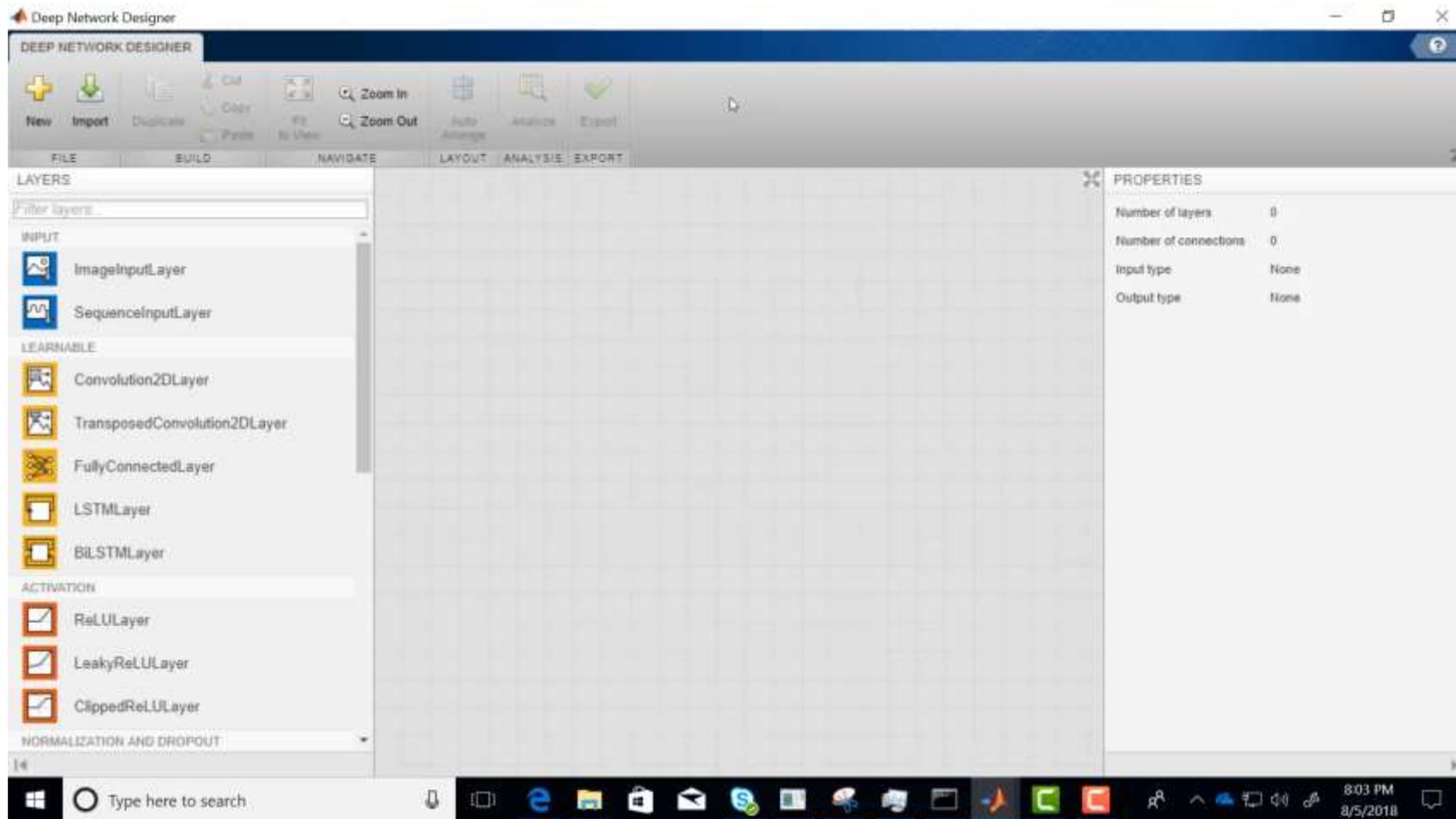


高調波解析



オクターブスペクトル

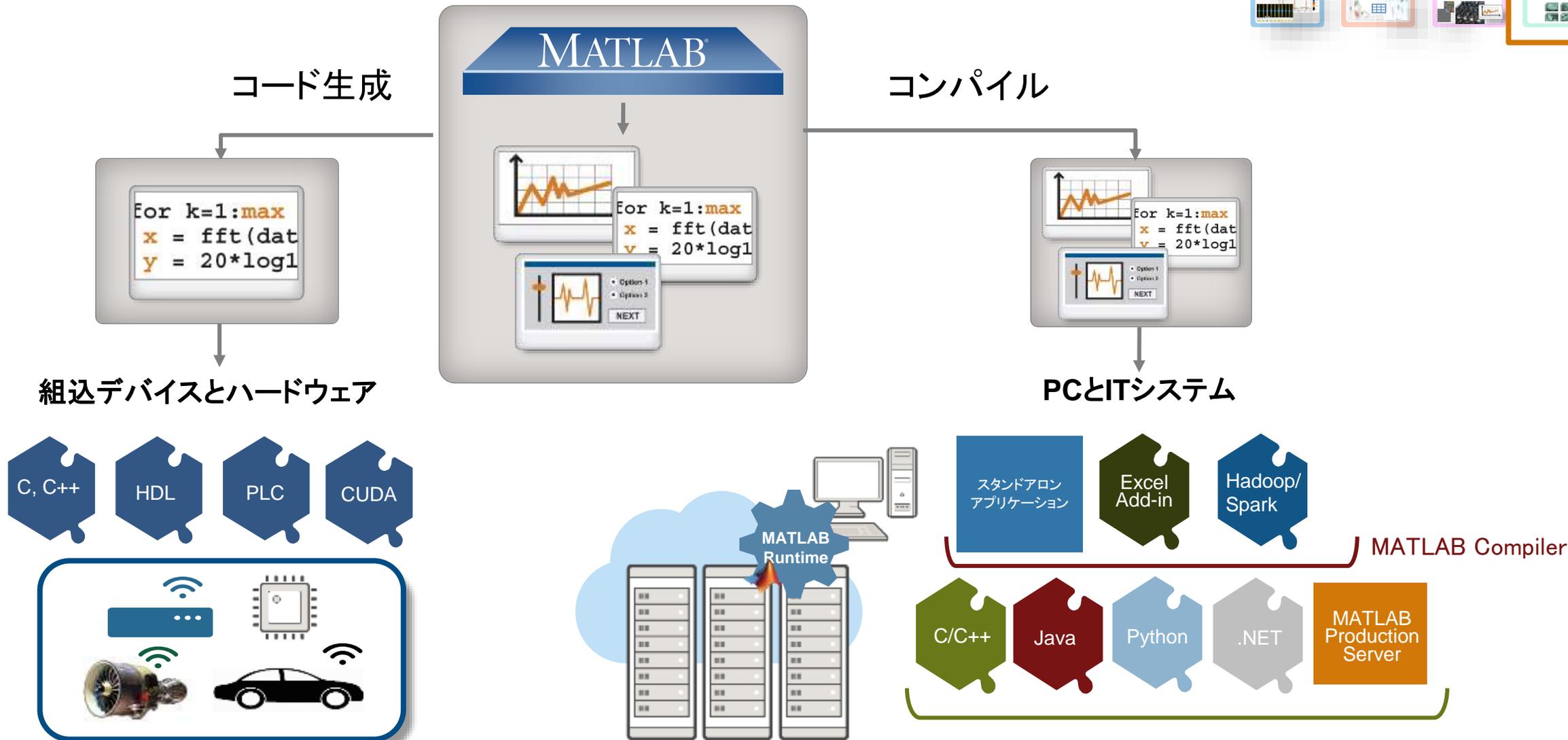
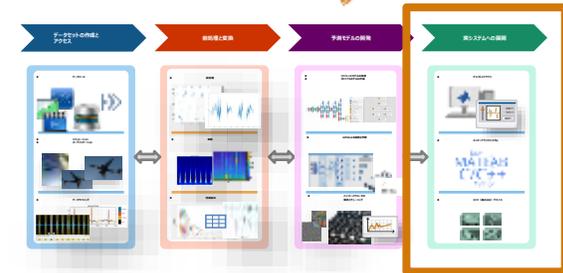
Phase3: Deep Network Designer アプリ



マウス操作でネットワークの作成が可能

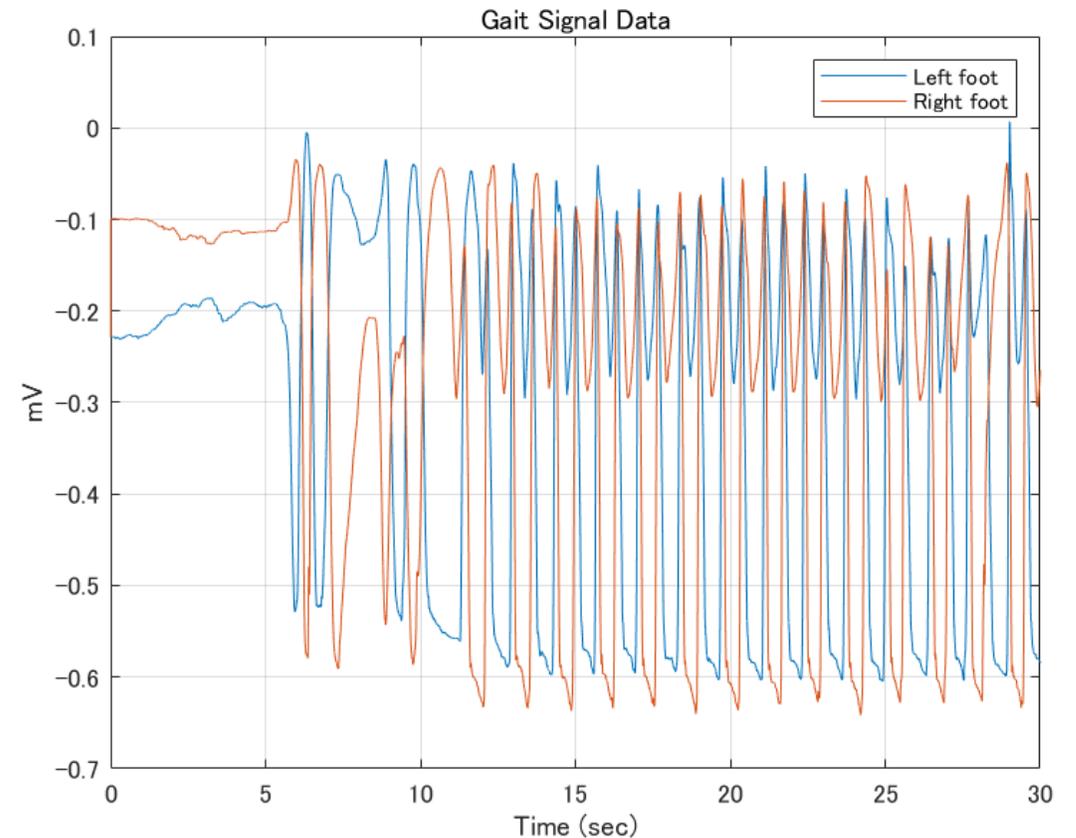
ゼロからの学習は画像が大量に必要
どういった層を組めばいい？

Phase4: MATLAB・Simulinkアプリケーションの配布



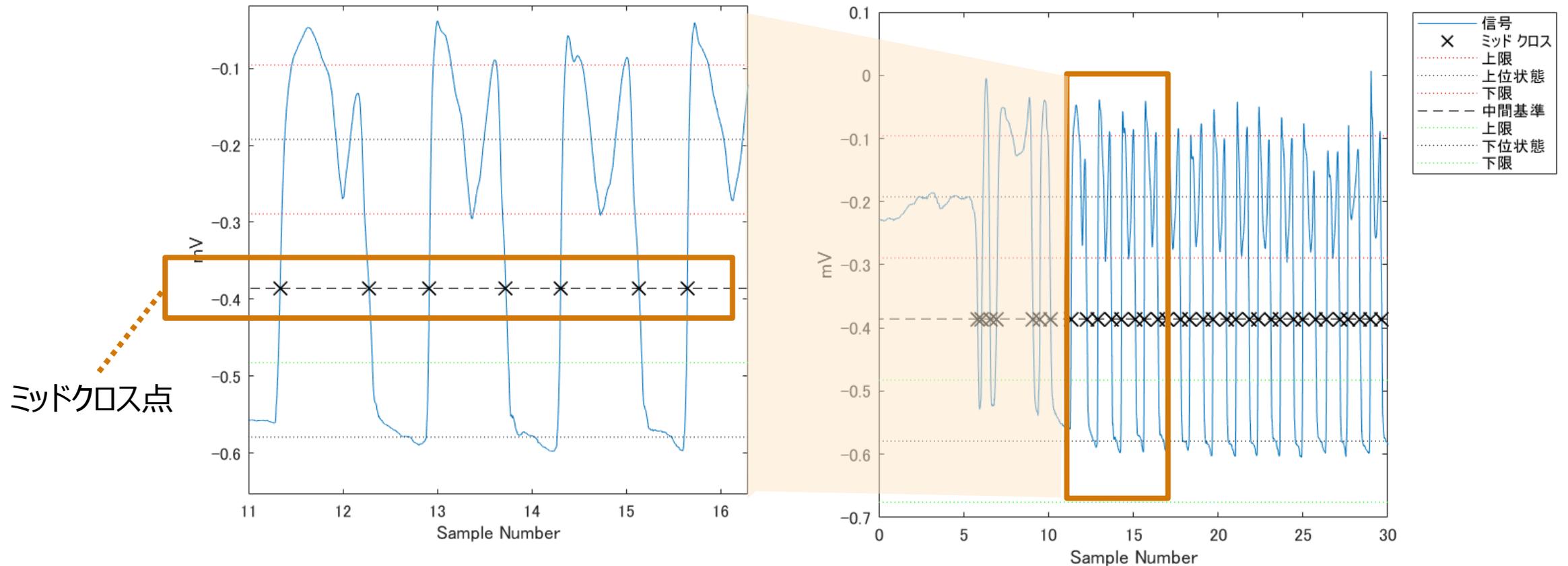
生体信号（歩行データ）からの特徴量抽出

- 神経変性疾患患者の歩行パターンは、一歩にかかる時間が健常者とは異なることが知られている
- 筋萎縮性側索硬化症 (ALS) 患者5人と、健常者5人で比較
- 歩行パターンは力感応抵抗センサーで収集
- 使用する主な関数
 - **midcross** : 中央基準レベル点を計算
 - **dtw** : 二信号間の距離（類似度）を計算



ALS患者の30秒間の歩行パターン
(左：青、右：赤)

1歩あたりの時間測定 : **midcross**



```
>>C = midcross(X)
```

- X: 入力信号
- C: 信号の遷移が50%基準レベルと交差する点のインデックス

ミッドクロス点算出により、ALS患者の左足一歩にかかる時間を測定

複数の患者の一步あたりの時間比較

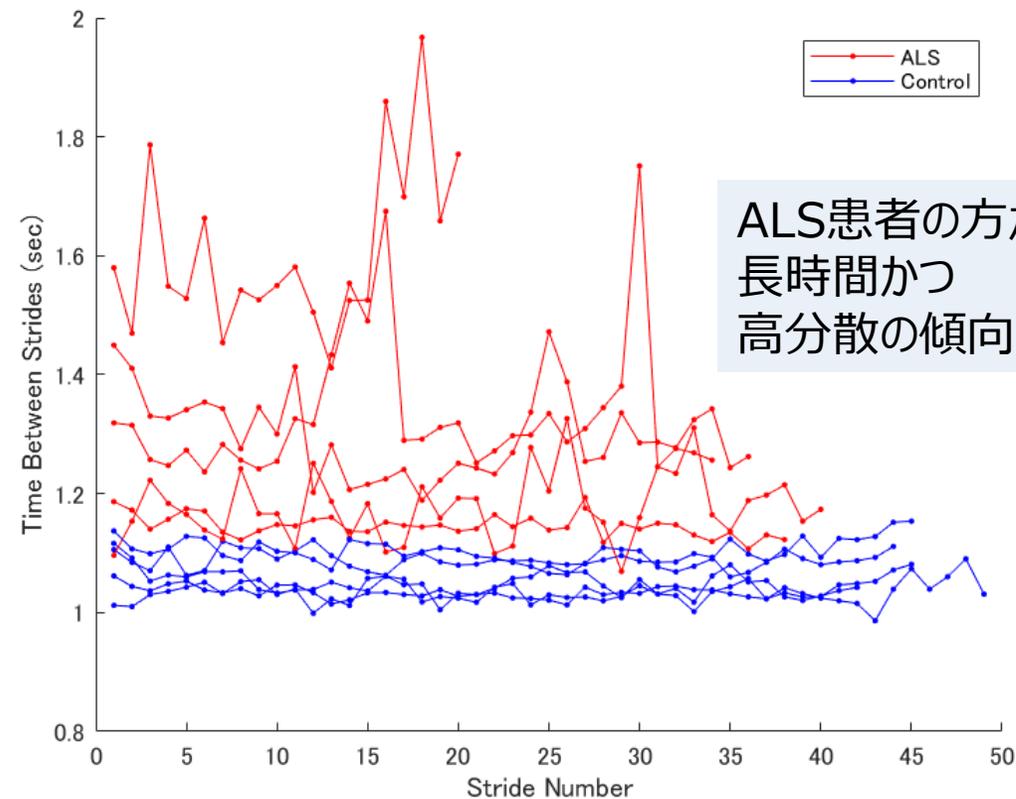
```
for i = 1:10
```

```
...
ND2 = midcross(gaitSignal(1,:),Fs,'Tolerance',25);
IST{i} = diff(IND2(9:2:end));
```

```
...
end
```

diff 関数でミッドクロス点の
差分（一步あたりの時間）を計算

midccross 関数で
ミッドクロス点算出



ALS患者の方が、
長時間かつ
高分散の傾向

患者10人の一步あたりの時間

■ 赤 : ALS (5人)

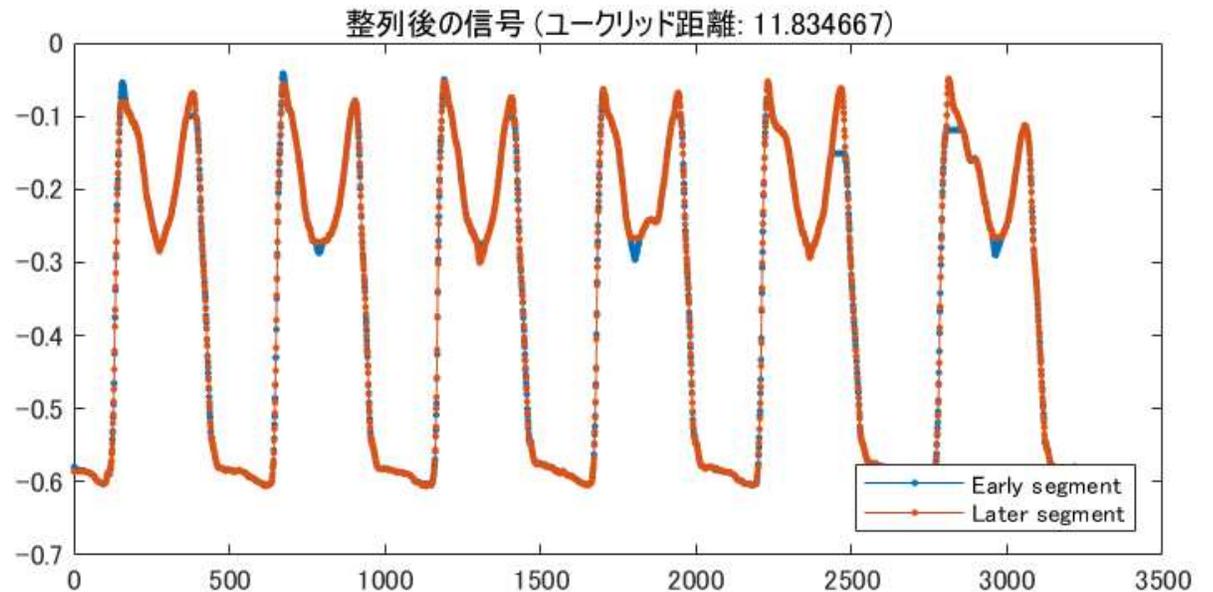
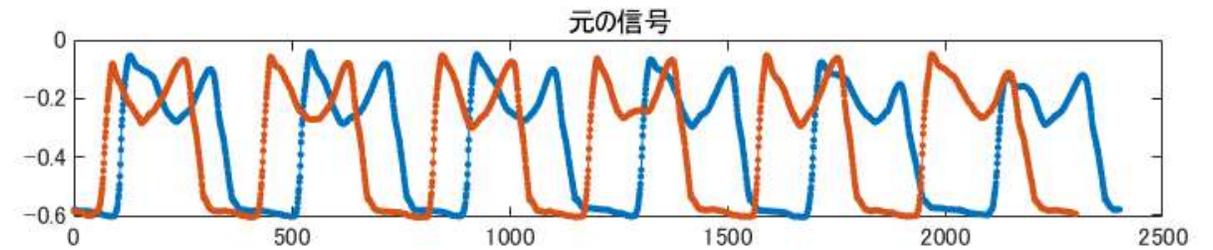
■ 青 : 非ALS (5人)

歩行パターン波形の類似度 : dtw

- 歩行信号データの形状を解析
- 同一信号の初期と終わり近くのデータで比較
- 歩行速度の変動により、波形の単純比較は困難なため、dtwで類似度解析

```
>> dist = dtw(x,y)
```

- dist : xとyの波形の引き延ばしを行い、最小となった時のユークリッド距離

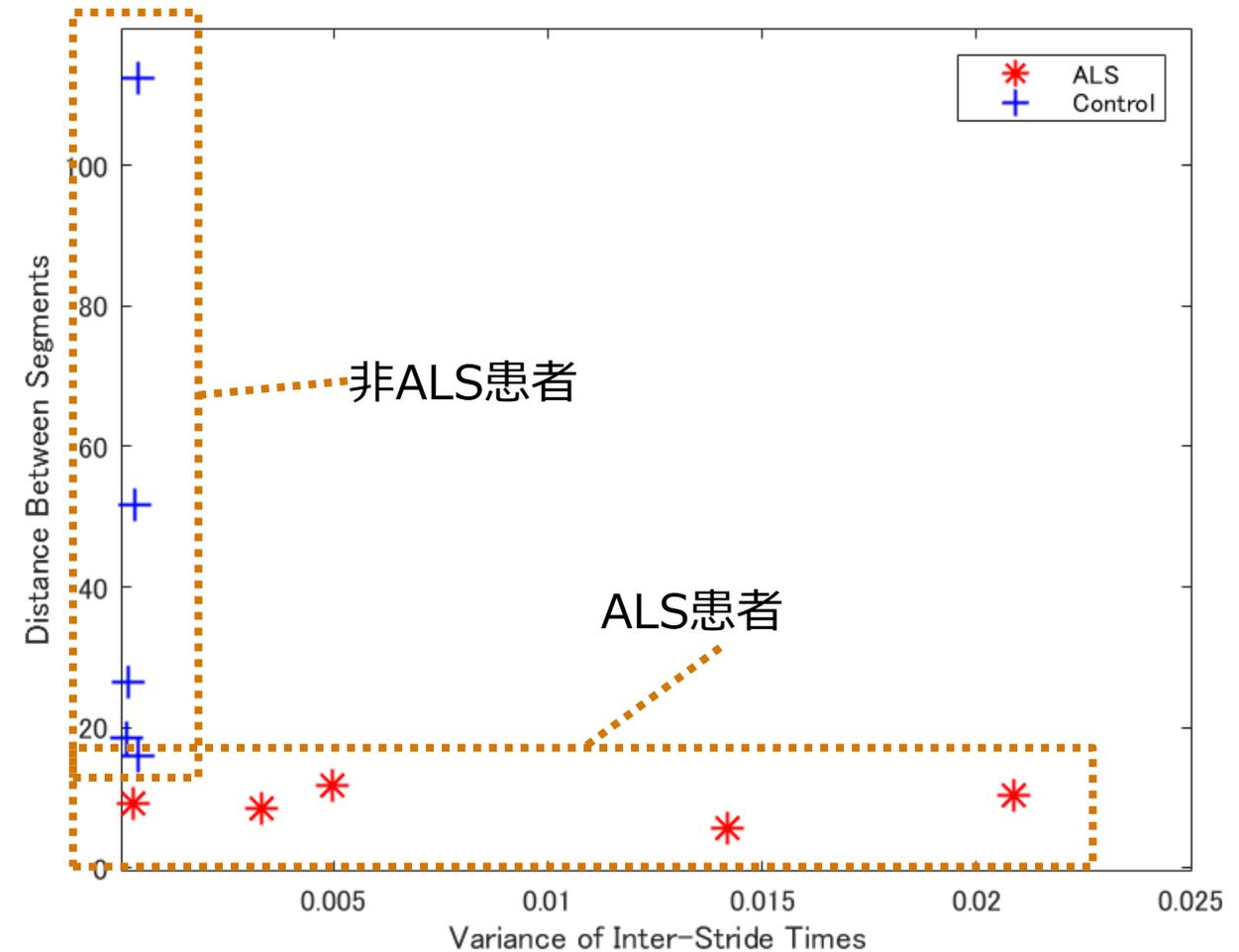


同一歩行データ内の二か所のセグメントを対象とした dtw演算結果と波形 (dtw値を特徴量として扱う)

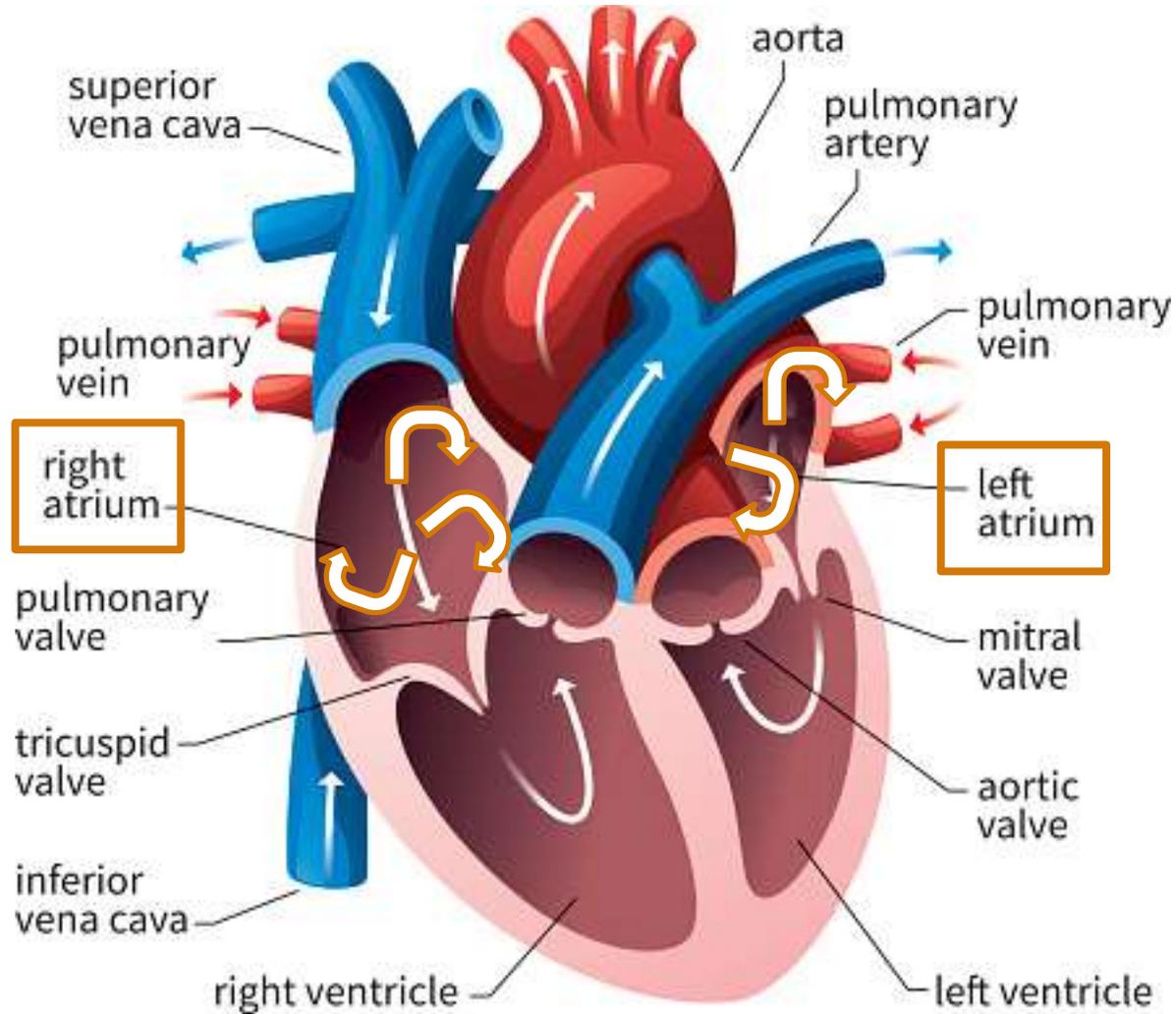
二つの特徴量による分類

- 歩行データについて、以下の二つの特徴量でALS患者と非ALS患者の分離具合を可視化
 - F1: 一歩あたりにかかる時間の分散 (赤)
 - F2: 歩行開始時と終了時の波形類似度 (青)
- 結果
 - ALS患者: F1大、F2小の傾向
 - 非ALS患者: F1小、F2大の傾向

- これらのデータをもとに、機械学習、ディープラーニングに展開可能
- 周期的な活動のばらつきや波形の類似度は、ECGや他の生体信号へも応用可能

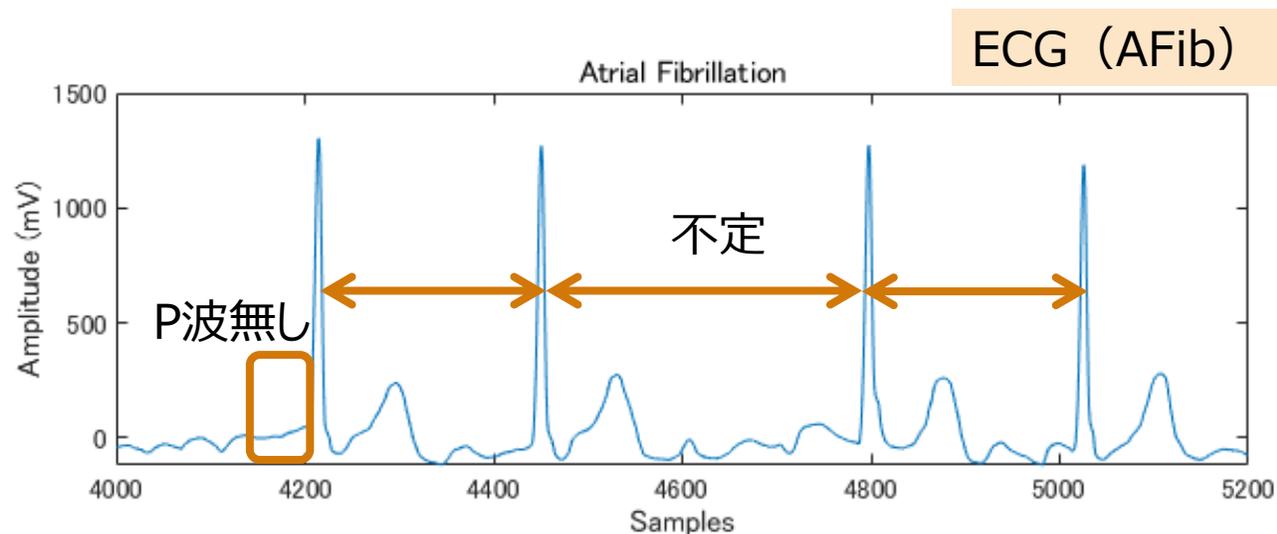
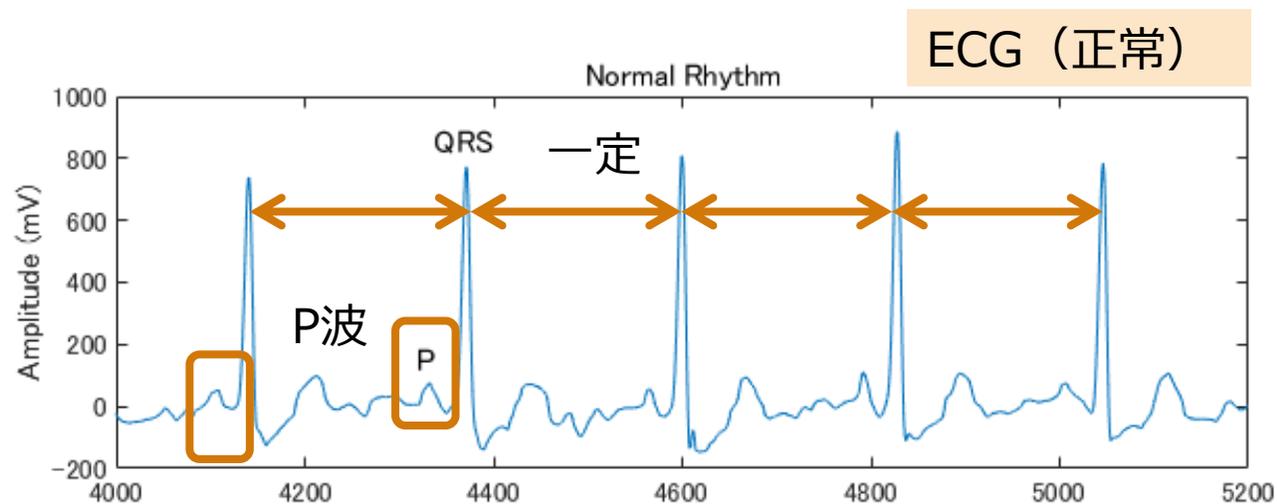


Afib (atrial fibrillation: 心房細動) とは？



- 不整脈の一種
- 通常は一定のリズムである
Atrium (心房) の活動が不規則
- 心房と心室間の調和が乱れる
- ECG (心電図) のQRS波の間隔が不定
- ECGのP波が観測されない

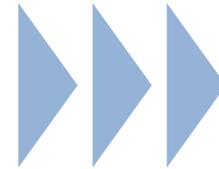
正常なECGとAfibのECG



課題：
深刻な疾病（心不全、脳梗塞等）の予兆
→ 自動判別する手法としてLSTMを適用

データの偏りを回避：オーバーサンプリング

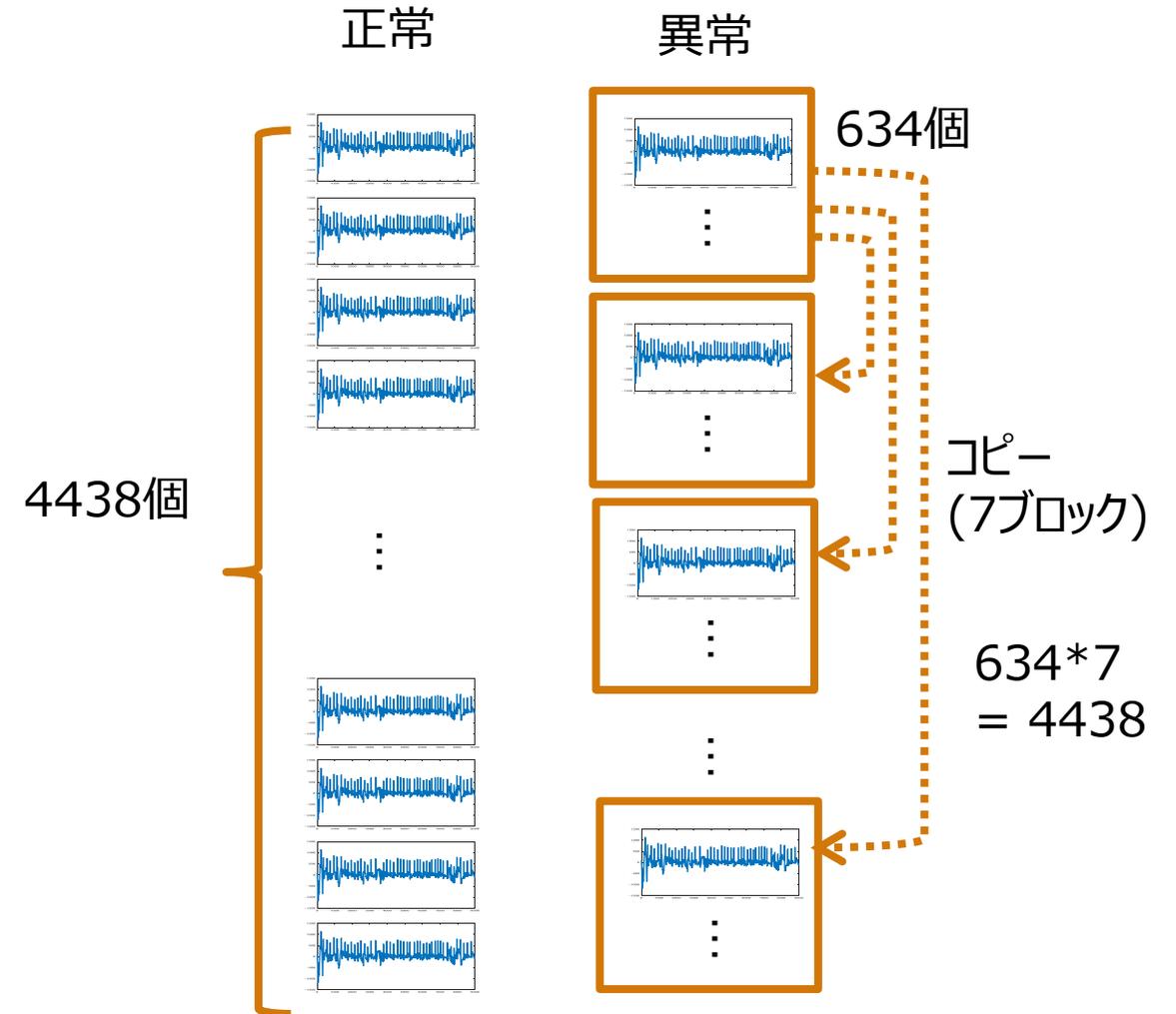
- 異常時のデータとは？
 - 機器の故障時（故障前）のセンサーデータ
 - 発症時（発症前）の患者のバイタルデータ
 - 災害時（災害前）の気象データ
- 一般に、“異常”なデータの確保は困難
→ 偏りによる弊害



e.g) 本例題のケース

- 正常ECGデータ数：4438(87.5%)
- 異常ECGデータ数：634(12.5%)

全データを“正常”と判定しても、
見かけ上は高精度の分類となる



オーバーサンプリングで数を合わせる
(学習時は双方をシャッフル)

LSTMによる学習

■ 層設定

```
layers = [ sequenceInputLayer(1) % シーケンス入力
          bilstmLayer(100,'OutputMode','last') % 100の隠れ層を持つ双方向LSTM
          fullyConnectedLayer(2) % 全結合層
          softmaxLayer % ソフトマックス層
          classificationLayer % 分類出力]
```

■ 学習オプション

```
options = trainingOptions('adam', ...
    'MaxEpochs',10, ...
    'MiniBatchSize', 150, ...
    'InitialLearnRate', 0.01, ...
    'SequenceLength', 1000, ...
    'GradientThreshold', 1, ...
    'plots','training-progress', ...
    'Verbose',false);
```

■ 学習

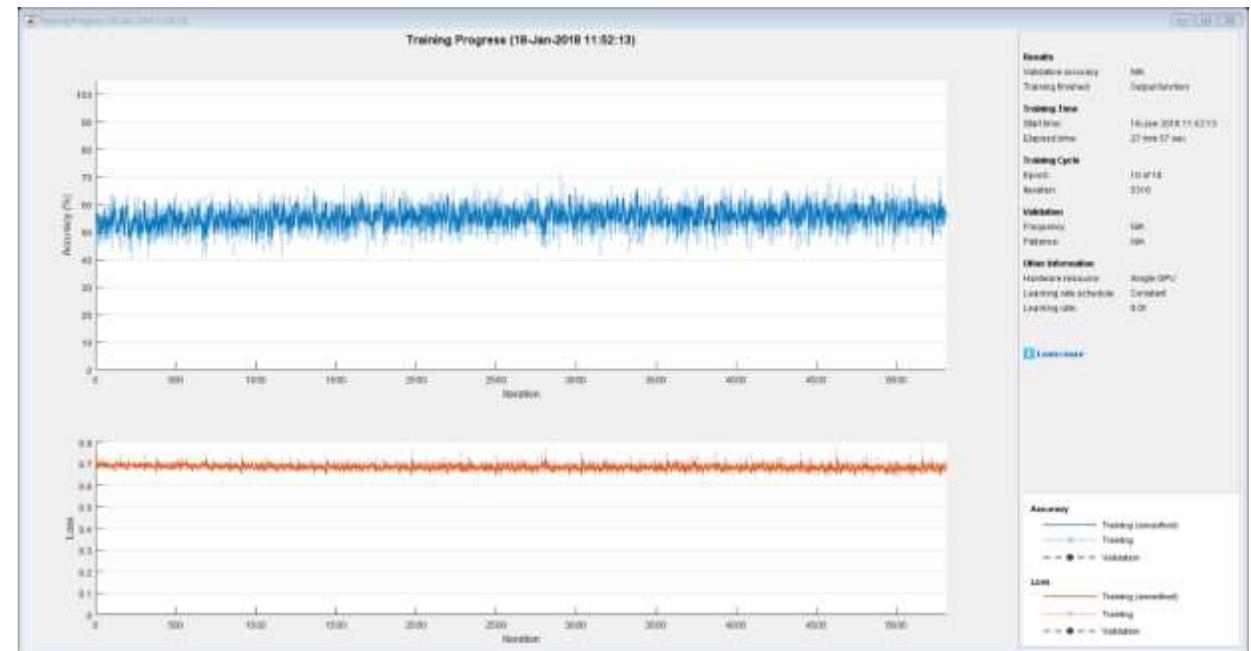
```
net = trainNetwork(XTrain,YTrain,layers,options);
```

学習データ

ラベル

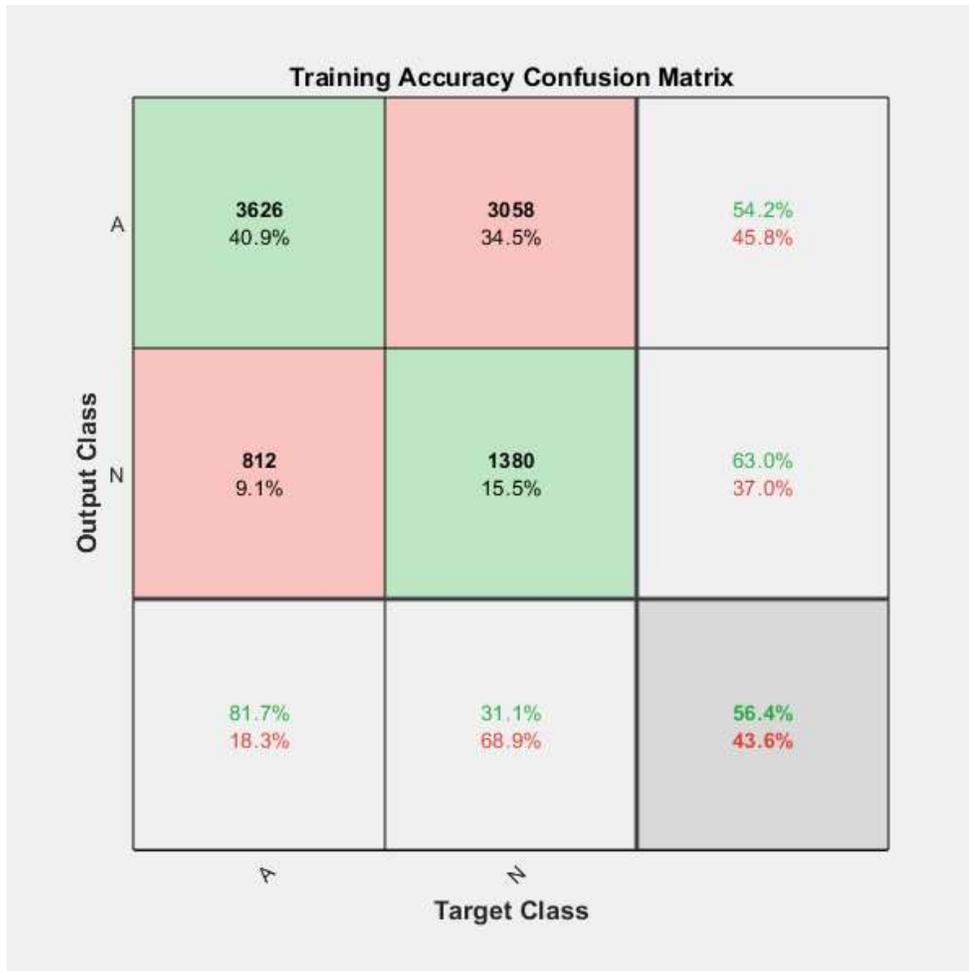
層設定

学習オプション

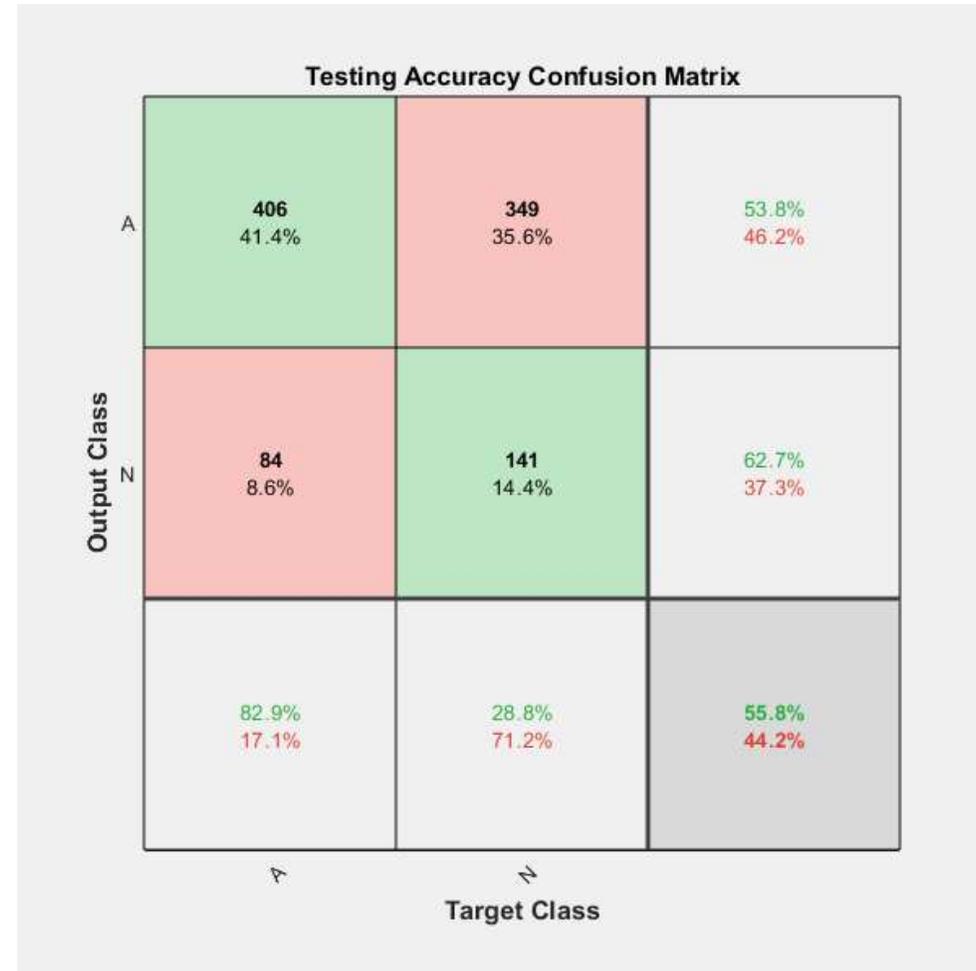


trainNetwork実行時の
学習過程

混合行列による評価



トレーニングデータ : 56.4%



テストデータ : 55.8%

課題 : 学習時間と学習精度の改善

特徴抽出による性能改善：時間-周波数分析

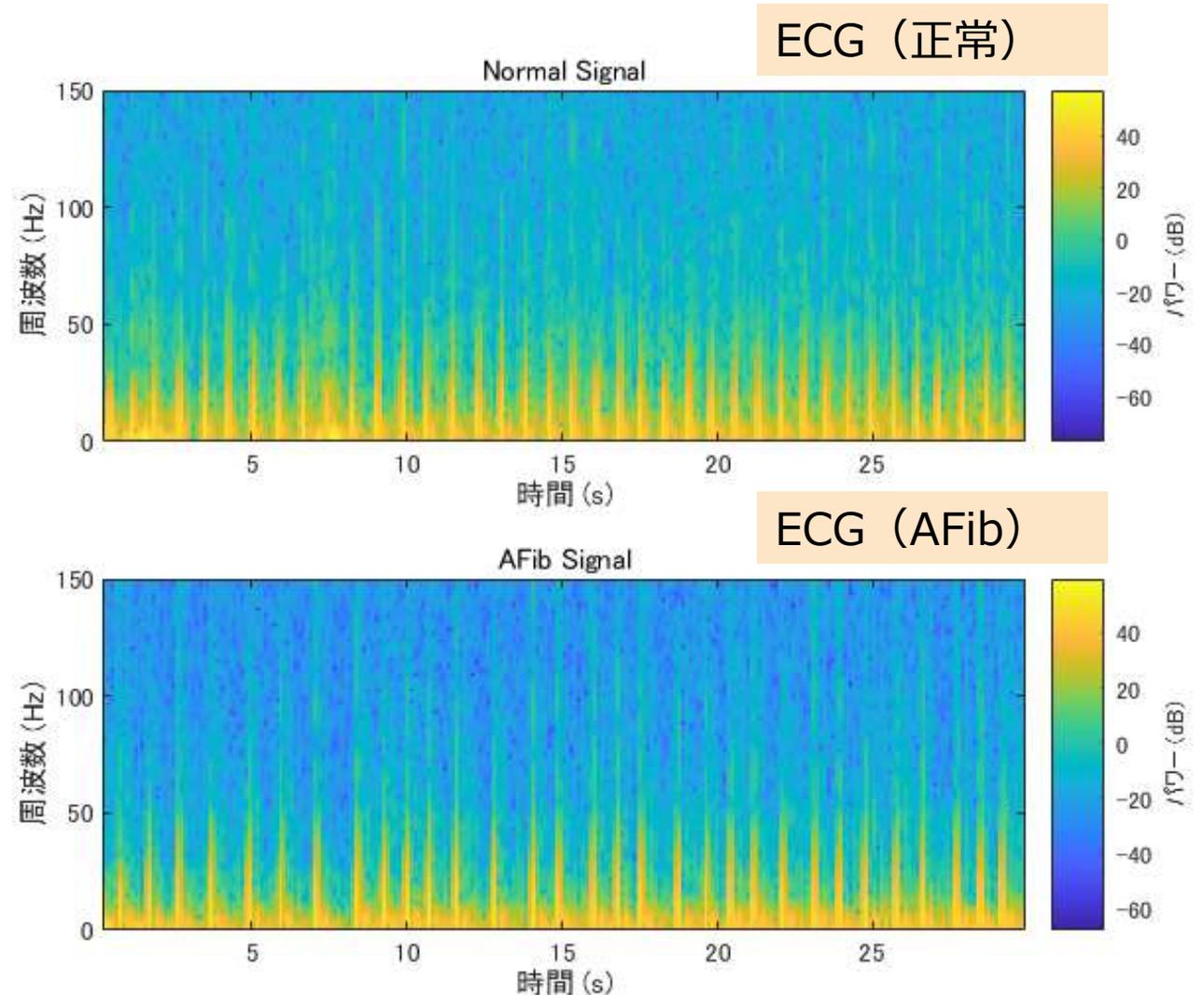
仮説：

- 正常なECGは規則的な信号
- Afibは不規則
- 時間-周波数分析が有効では？
- スペクトログラム

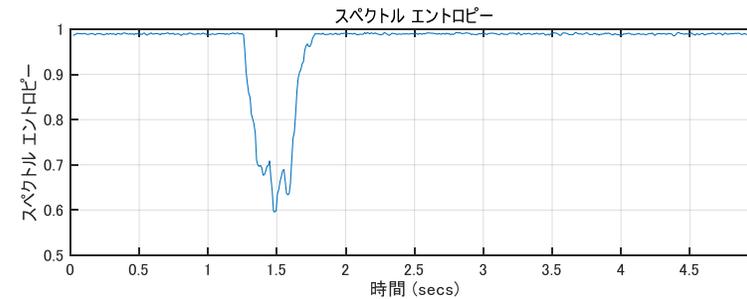
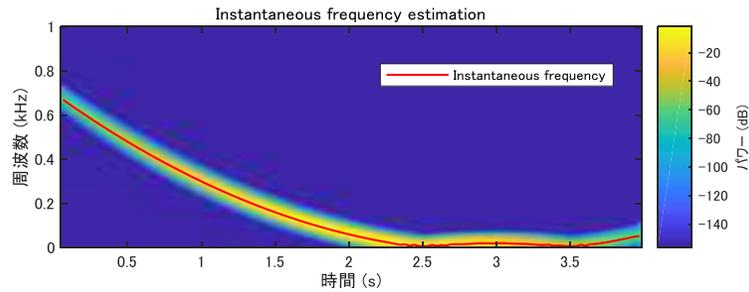
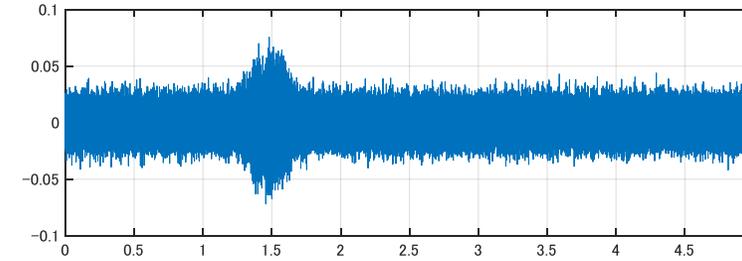
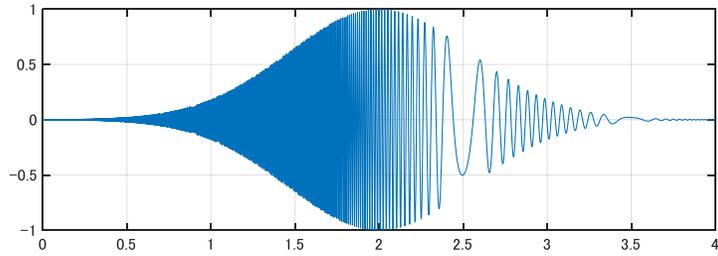
>> `pspectrum(signal,fs);`

課題：

LSTMで扱うために1次元化が必要



「瞬時周波数」と「スペクトルエントロピー」



■ 瞬時周波数

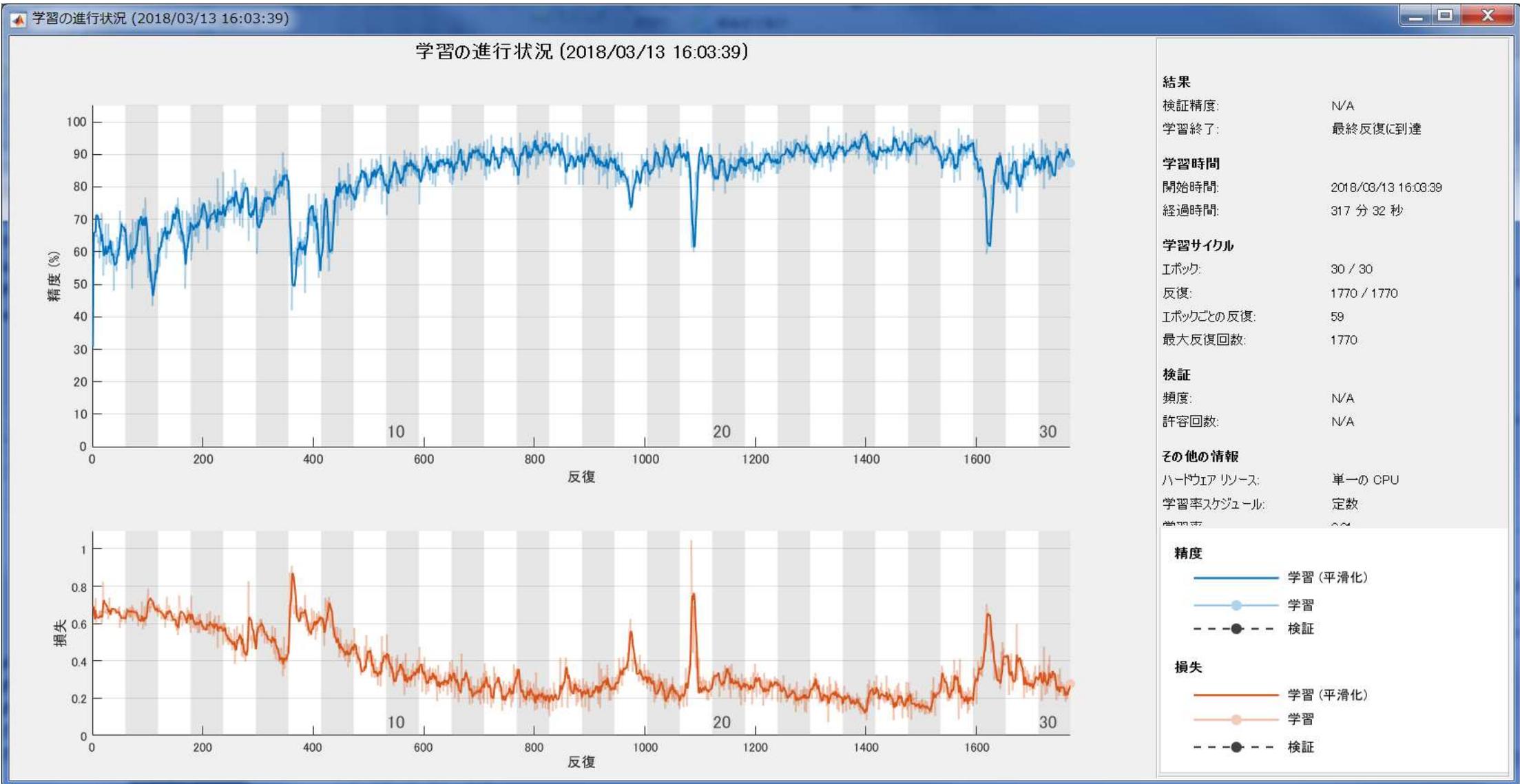
>>x = **instfreq**(signal,fs);

■ スペクトルエントロピー

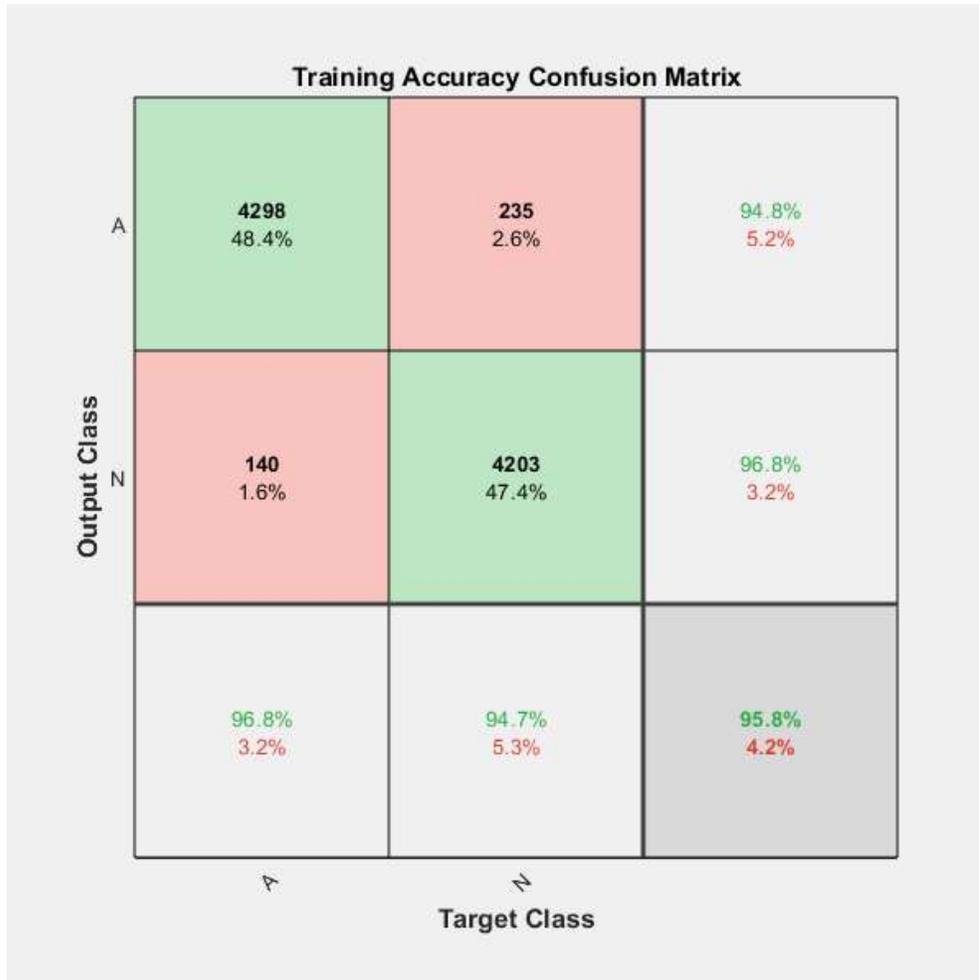
>>x = **pentropy**(signal,fs);

信号の特徴	スペクトルの特徴	瞬時周波数	スペクトルエントロピー
正弦波的	尖る (線スペクトル)	支配的な周波数成分に依存	小
ホワイトノイズ的	平坦	ナイキストの半分あたり	大

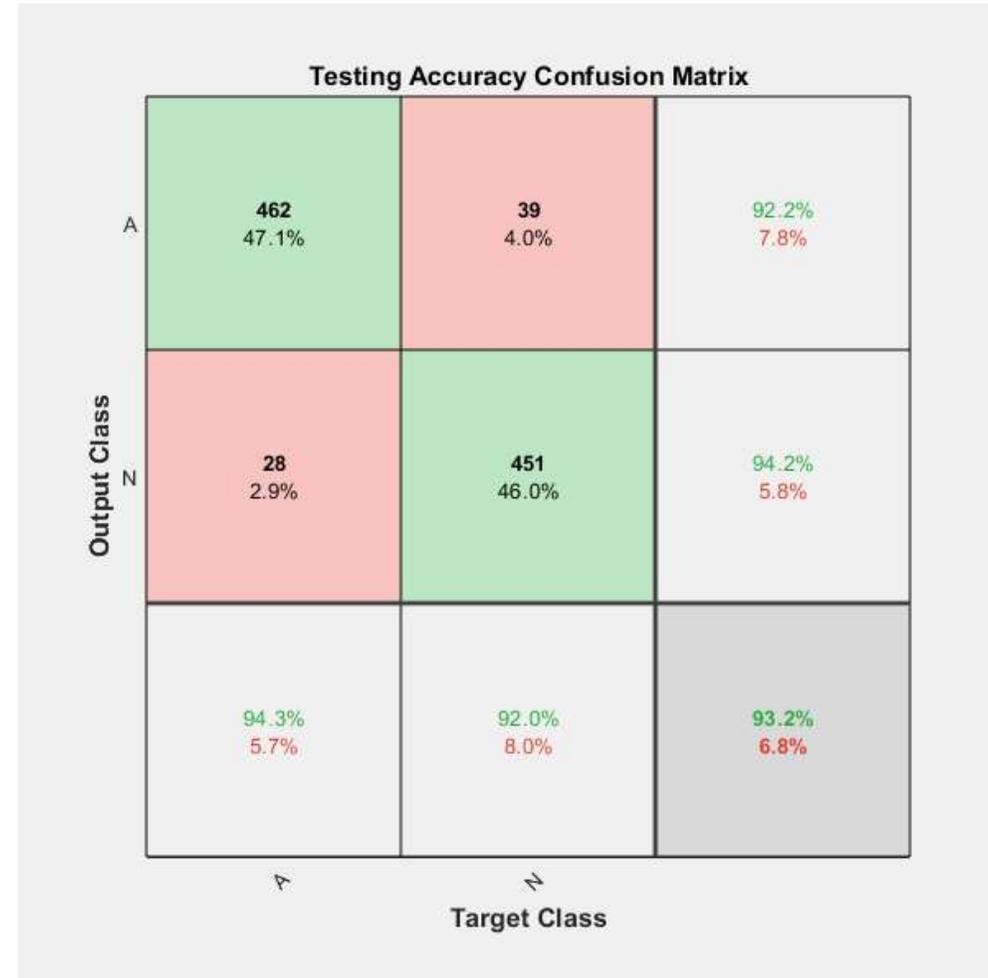
得られた二つの特徴量で学習



混合行列による評価



トレーニングデータ : 95.8%



テストデータ : 93.2%

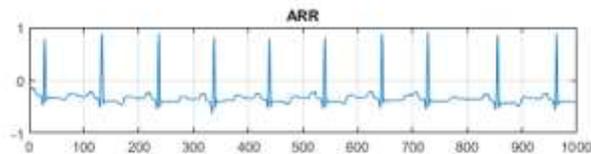
結果 : 学習時間と学習精度の改善

参考：ウェーブレット解析とCNNを用いたEGC信号分類

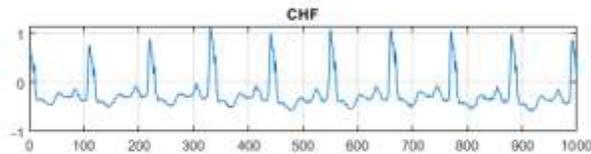
R2018a

Wavelet Toolbox

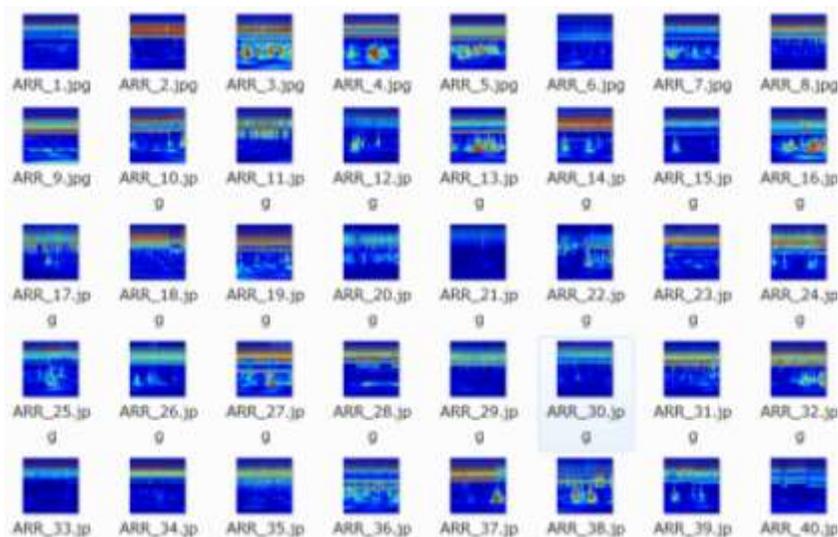
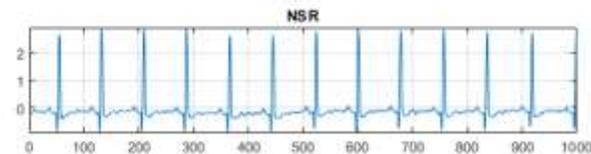
不整脈



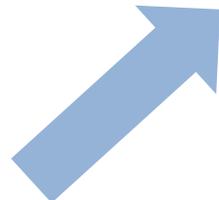
心不全



正常



GoogLeNet

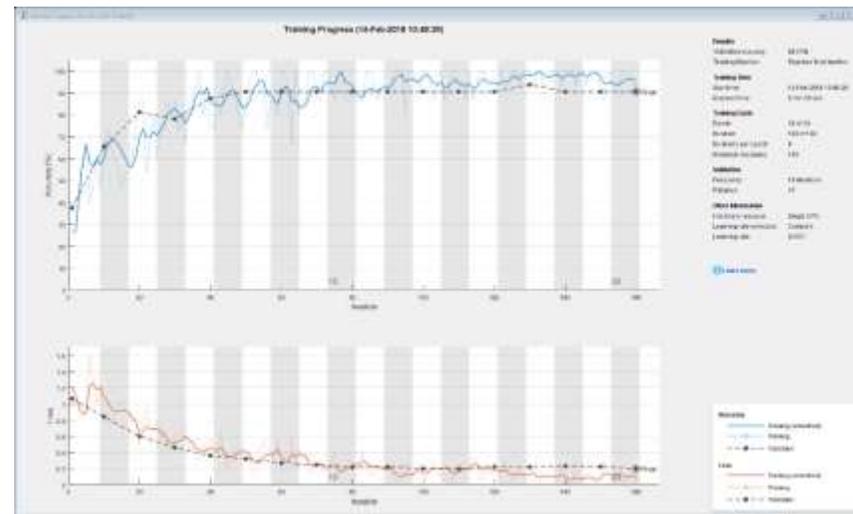


ECGのスカログラムを
画像データとして学習

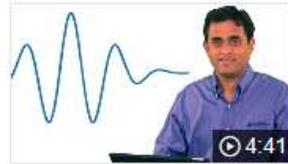


AlexNet

二種類の学習済みネットワークで転移学習



参考 : MATLAB Tech Talks: Understanding Wavelet



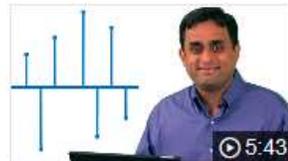
Part 1: What Are Wavelets

Explore the fundamental concepts of wavelet transforms in this introductory MATLAB® Tech Talk by Kirthi Devleker.



Part 2: Types of Wavelet Transforms

Learn more about the continuous wavelet transform and the discrete wavelet transform in this MATLAB® Tech Talk by Kirthi Devleker.



Part 3: An Example Application of the Discrete Wavelet Transform

Learn how to use wavelets to denoise a signal while preserving its sharp features in this MATLAB® Tech Talk by Kirthi Devleker.



Part 4: An Example application of Continuous Wavelet Transform

Explore a practical application of using continuous wavelet transforms in this MATLAB® Tech Talk by Kirthi Devleker.

Waveletの原理から、
各種例題の実行手順を
動画で解説

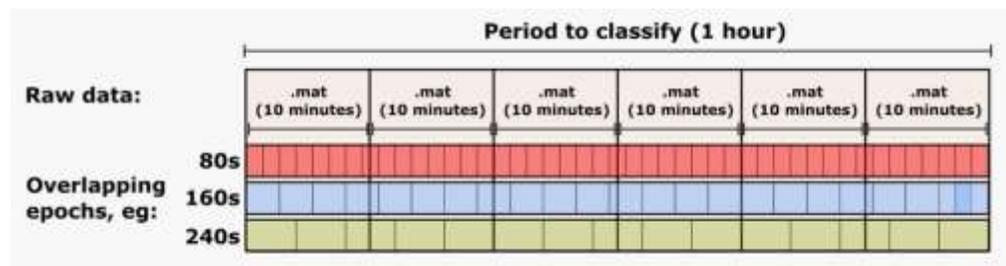
機械学習によりEEGデータから癲癇の発作を予測

課題

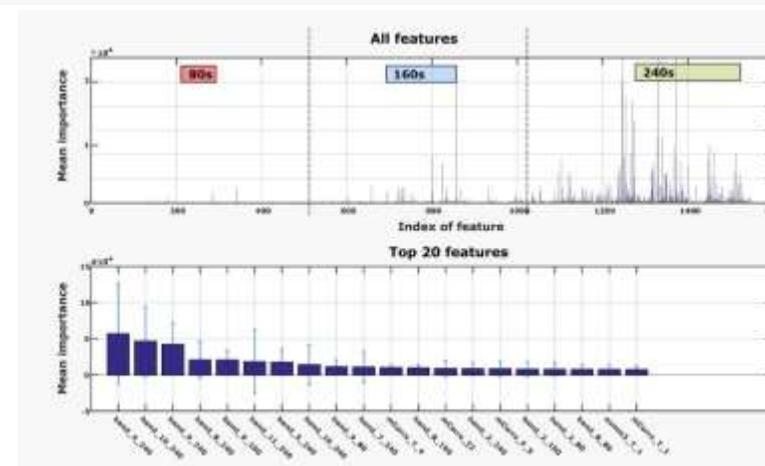
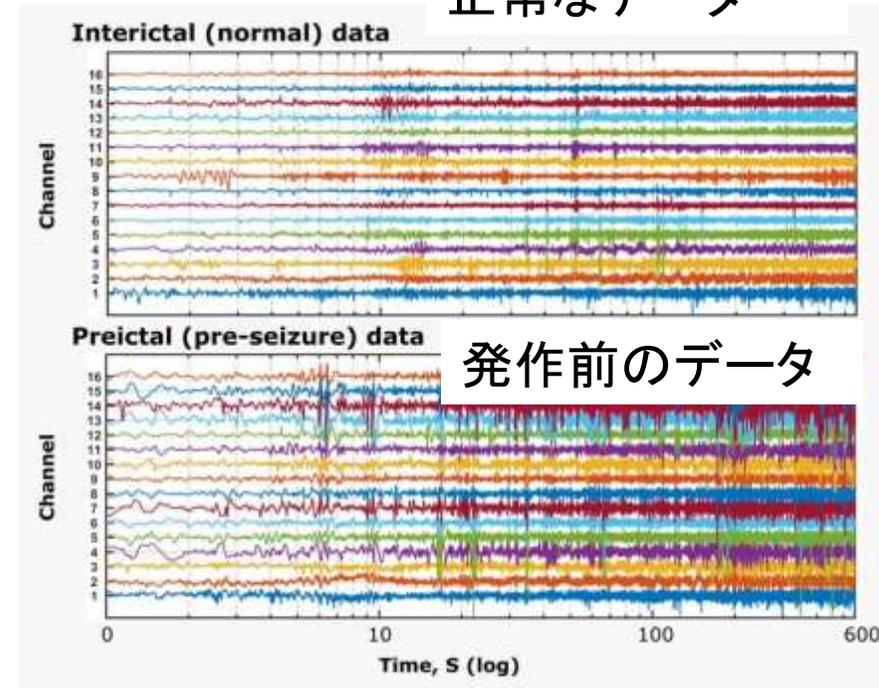
- 癲癇の発作時、約20~40%の患者は鎮痙剤が効かないことがある
- 発作をEEGから事前に予測したい (Kaggle challenge)

解決策・結果

- 検討した特徴量: パワー、平均、標準偏差、RMS、歪度、尖度、チャンネル間相関
- 分類学習アプリで学習アルゴリズムを効果的に試行錯誤
- SVMとRUSの組み合わせで、0.8のAUCを達成



正常なデータ



Respiri (iSonea) Develops Mobile App and Server Software for Wheeze Detection and Asthma Management

Challenge

Develop and implement an acoustic respiratory monitoring system for wheeze detection and asthma management

Solution

Develop algorithms for detecting wheeze and ambient noise in MATLAB, and use MATLAB Coder to generate code from the algorithms for mobile devices and a web server

Results

- Manual coding effort reduced
- Algorithm development iterations accelerated
- Code maintenance overhead reduced



The AirSonea device, which connects to an asthma patient's smartphone and communicates with wheeze analysis algorithms on iSonea's server.

"MATLAB enables us to rapidly develop, debug, and test sound-processing algorithms, and MATLAB Coder simplifies the process of implementing those algorithms in C. There's no other environment or programming language that we could use to produce similar results in the same amount of time."

- Mark Mulvey, iSonea

Agenda

- はじめに
- MATLABとは？
- Simulinkとは？
- まとめ

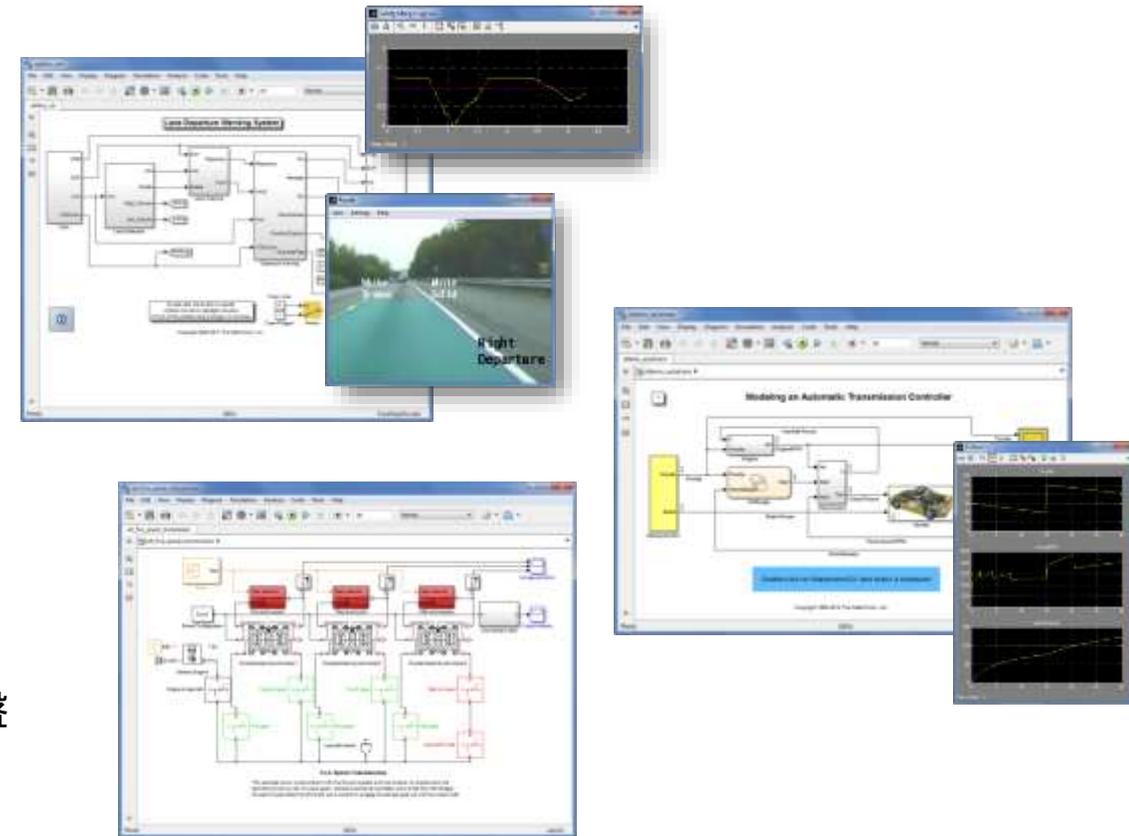
What is Simulink ?

SIMULINK

The leading environment for modeling, simulating, and implementing dynamic and embedded systems

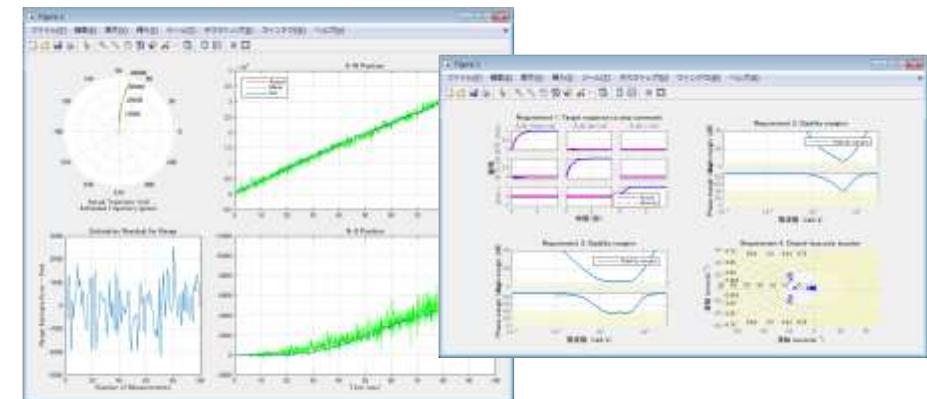
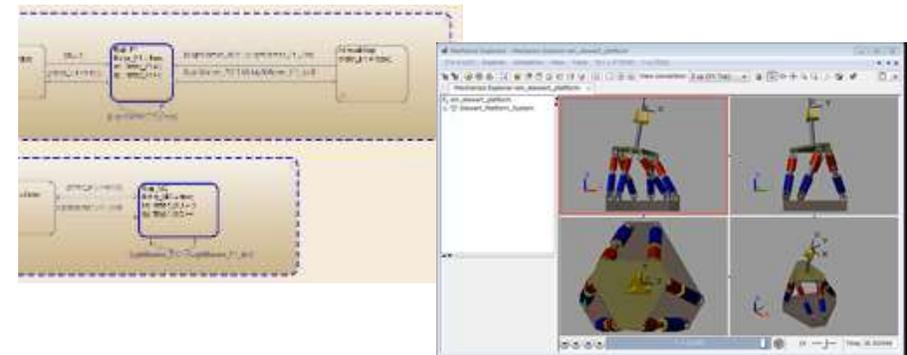
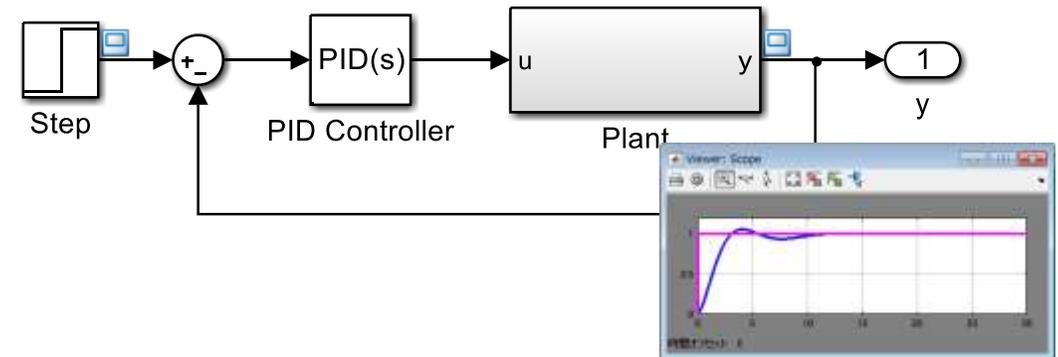
モデリング、シミュレーション、ダイナミックシステム
および組み込みシステムの実装のためのプラットフォーム

- 線形、非線形、離散時間、連続時間、ハイブリッドおよびマルチレートシステム
- マルチドメインシステムのモデリング、リアルタイムテスト、自動コード生成および検証を含めたモデルベースデザインの基盤
- 外部ツールからのモデル統合のためのオープンアーキテクチャ
- 制御、信号処理、通信、物理モデリング、その他システムエンジニアリング分野におけるアプリケーション

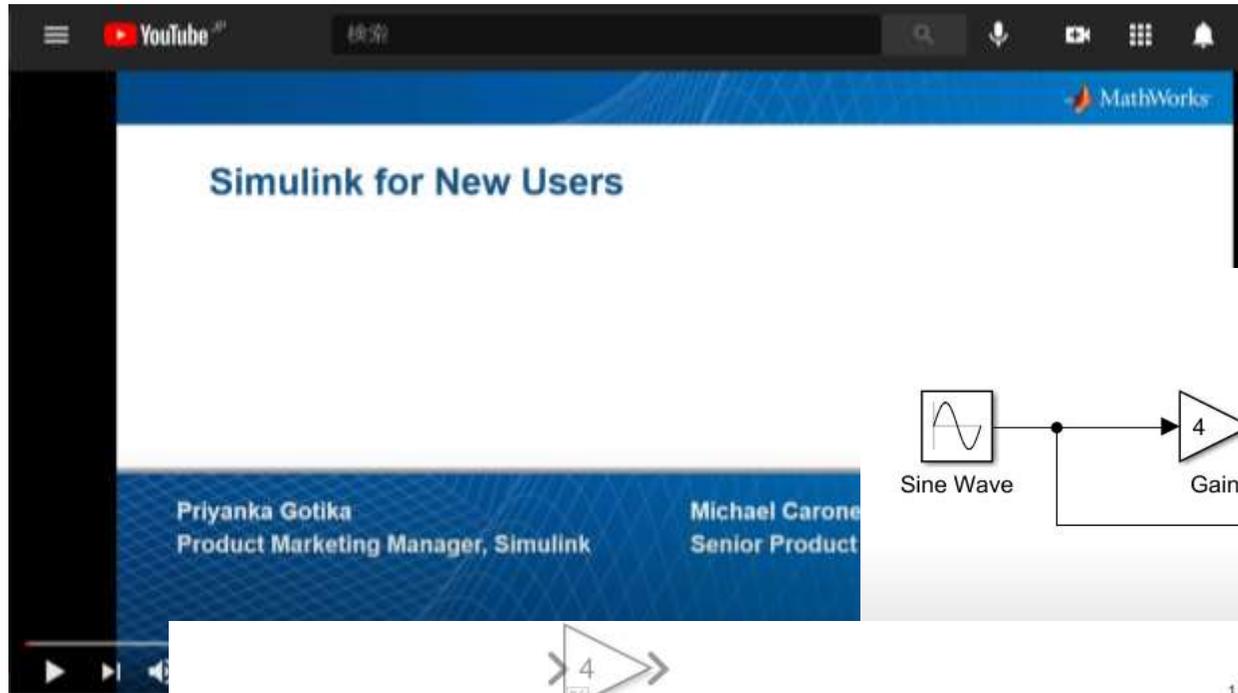


なぜSimulinkなのか？

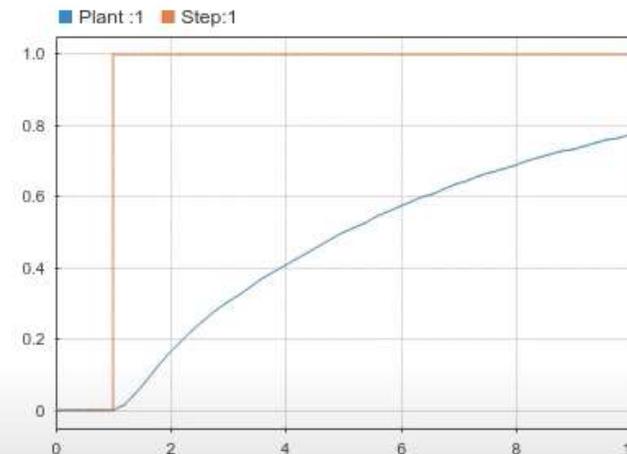
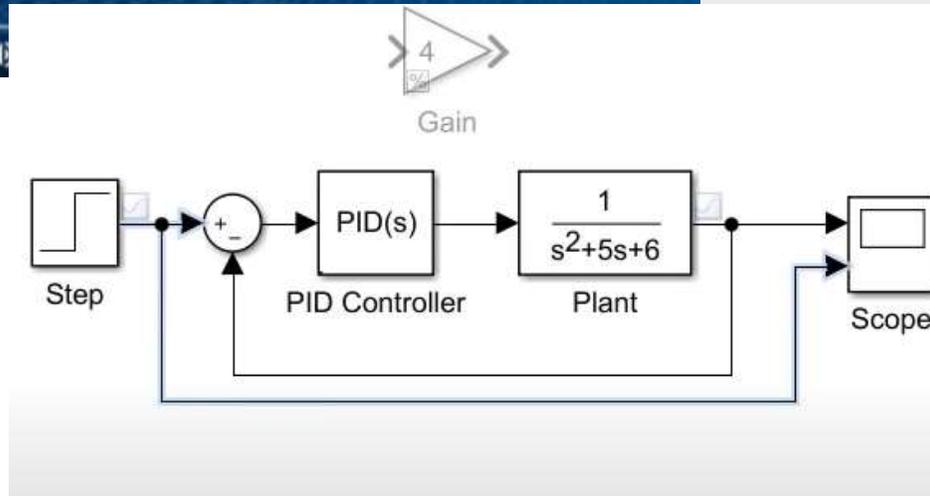
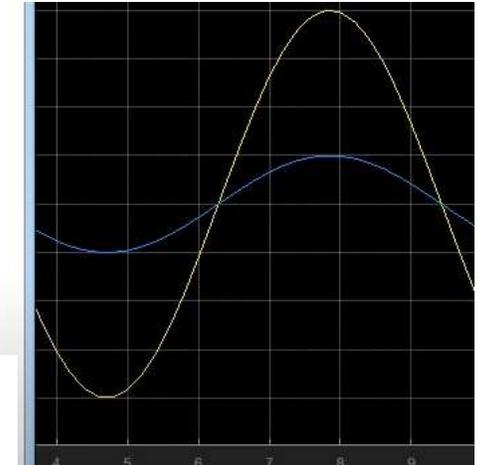
- **見やすい・作りやすいブロック線図環境**
 - データや処理の流れが明瞭
 - アイディアを即座に具現化・共有
- **幅広いアプリケーション領域をカバー**
 - 動的システム、イベントドリブン
 - 制御、信号処理、画像処理、AI
 - 様々なデバイスへの実装
- **MATLAB環境との完全な統合**
 - スクリプトによるバッチシミュレーション
 - 豊富な設計・解析・技術計算ライブラリへのアクセス



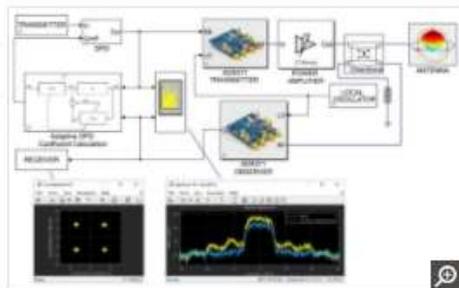
Demo: シンプルなPID制御モデル



<https://www.youtube.com/watch?v=iOmqqewj5XI>

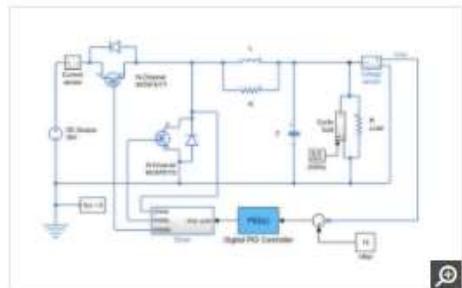


Simulinkは幅広いアプリケーション領域をカバーしています



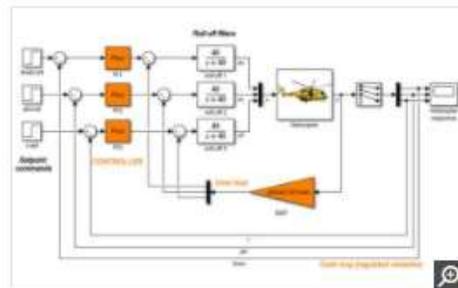
無線通信

無線通信システムの作成、設計、テスト、および検証



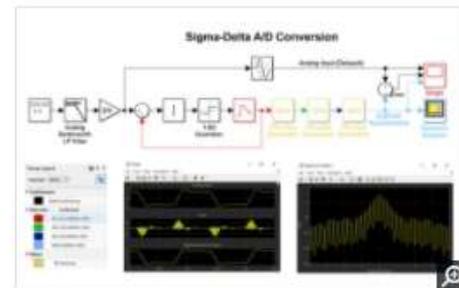
パワーエレクトロニクス 制御設計

モーター、電力コンバーター、およびバッテリーシステムのデジタル制御設計と実装



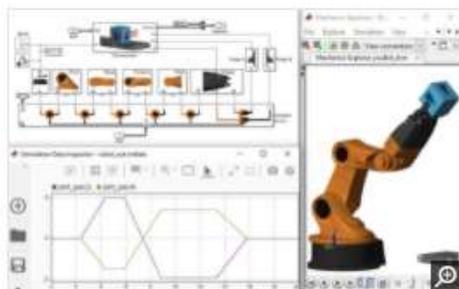
制御システム

制御システムの設計、テスト、および実装



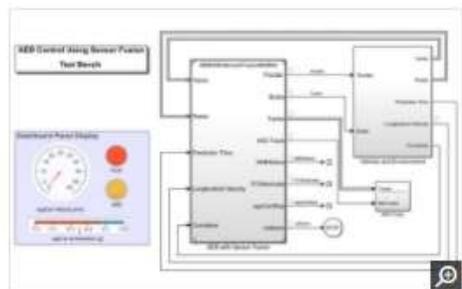
信号処理

信号および時系列データの解析。信号処理システムのモデル化、設計、およびシミュレーション



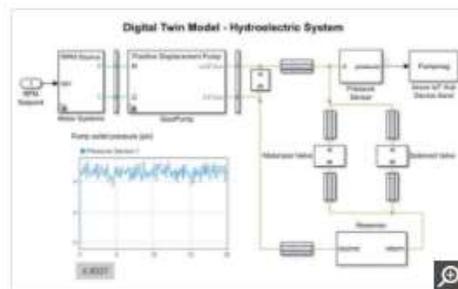
メカトロニクス

メカトロニクスシステムの設計、最適化、および検証



自動運転システム

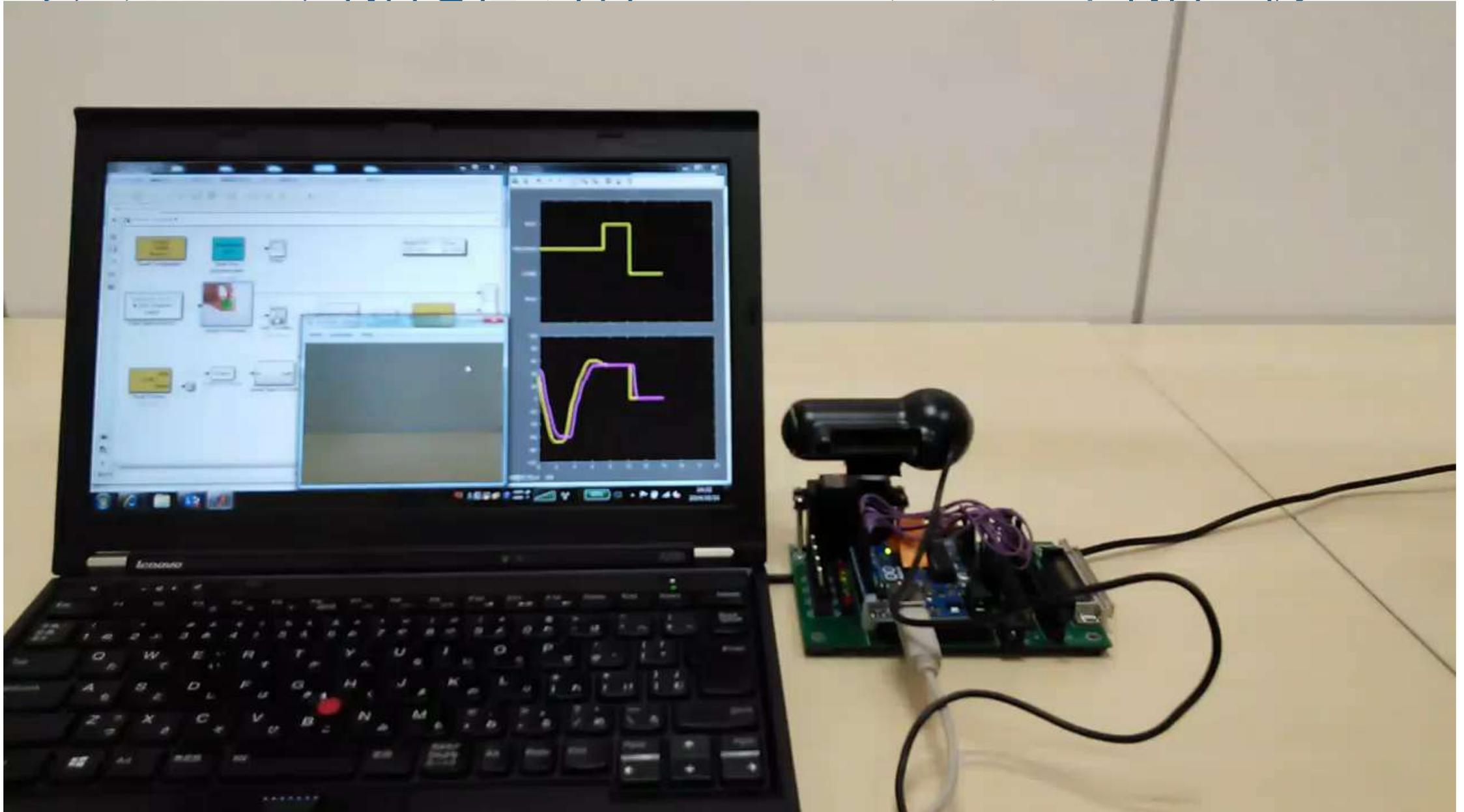
明日のモビリティを設計、シミュレーション、展開



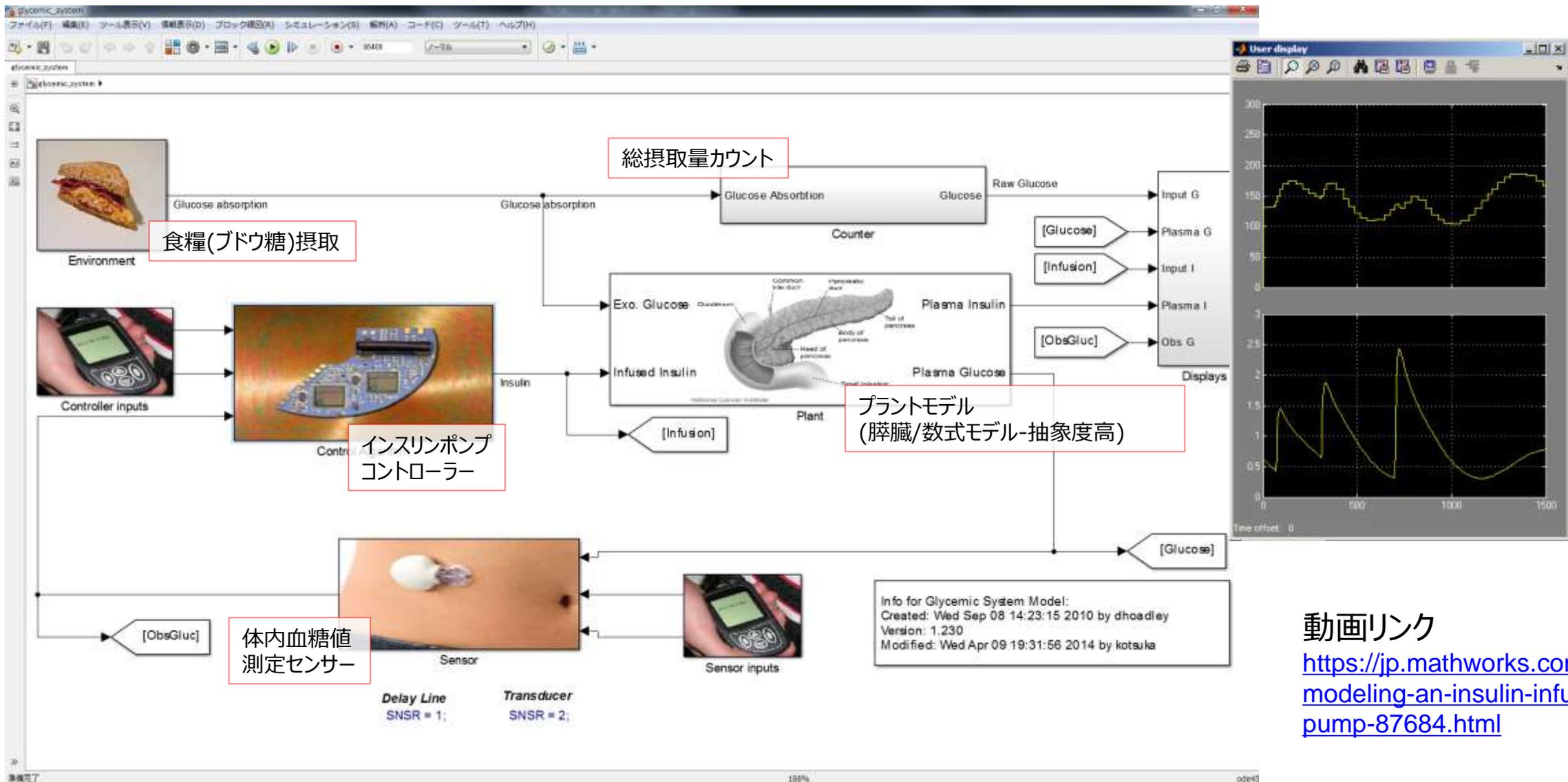
IoT (Internet of Things)

組み込み機器のインターネット接続とデータ解析による洞察の獲得

カメラ入力とモータ制御を組み合わせたビジュアルサーボ制御の例



血糖値制御システムモデルと注入ポンプ デバイスと患者のモデリング



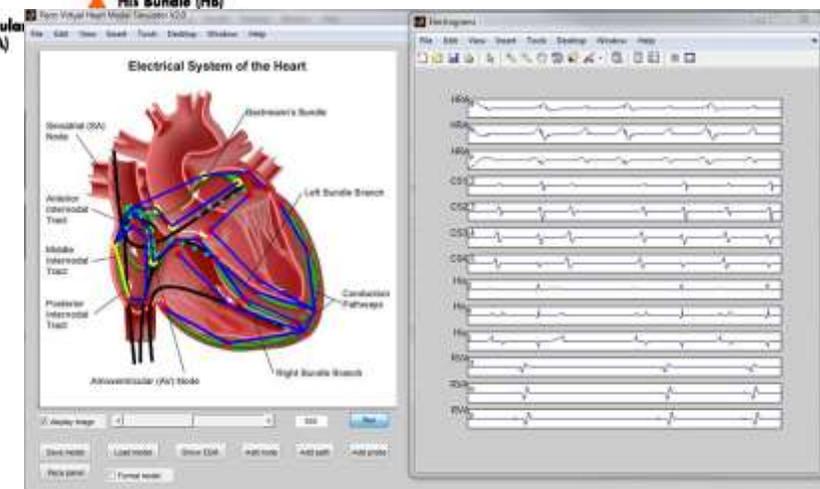
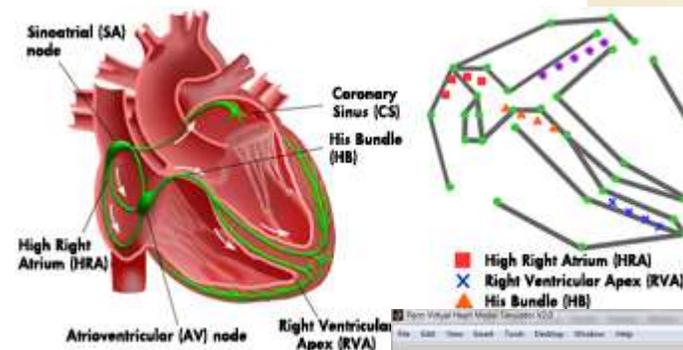
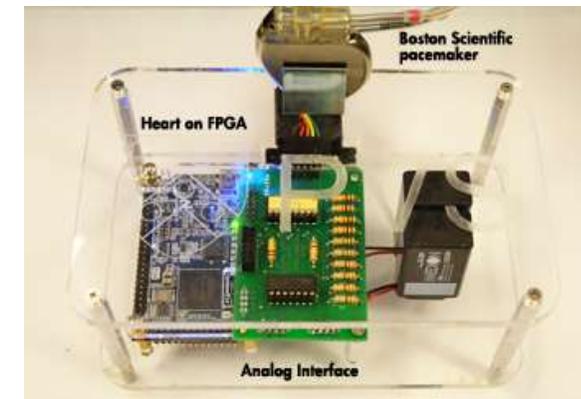
動画リンク

<https://jp.mathworks.com/videos/modeling-an-insulin-infusion-pump-87684.html>

心臓の電気生理学的モデルとペースメーカー開発

ペンシルバニア大学

- 仮想心臓モデル(プラントモデル)をMATLABでモデリング
- ペースメーカー(アルゴリズム)のモデリング及び検証はSimulink上で実施
- ペースメーカーの閉ループ・リアルタイムテストが、MATLAB/Simulinkで可能に
- 2012年のWorld Embedded Systems Competitionにて、最優秀賞を受賞 (Heart-on-a-Chip platform)



http://jp.mathworks.com/company/newsletters/articles/university-of-pennsylvania-develops-electrophysiological-heart-model-for-real-time-closed-loop-testing-of-pacemakers.html?s_tid=srchtitle

Agenda

- はじめに
- MATLABとは？
- Simulinkとは？
- MATLAB/Simulink、まずはここから
- まとめ

MATLABの便利なツール:ドキュメンテーション

すべて 例 関数

2次元および3次元プロット

連続、離散、表面、ボリューム データのプロット

書式設定と注釈

ラベルの追加、色の調整、軸範囲の定義、ライティングおよび透明度の適用、カメラ ビューの設定

イメージ

イメージの読み取り、書き込み、表示および変更

印刷と保存

標準ファイル形式への印刷とエクスポート

グラフィックス オブジェクト

基礎となるオブジェクトのプロパティ設定によるグラフィックスのカスタマイズ

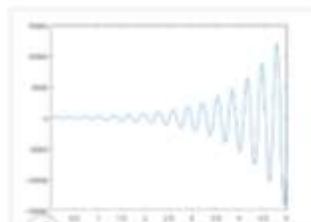
グラフィックス パフォーマンス

パフォーマンス改善のためのコードの最適化

R2014b でのグラフィックスの変更点

旧リリースからコードを移行して Release 2014b で導入されたグラフィックス システムを使用

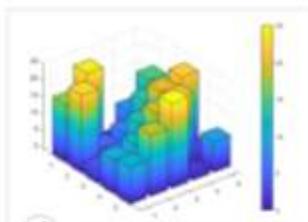
注目の例



軸の目盛り値とラベルの指定

目盛り値の配置を調整したり、目盛りラベルのテキストや書式設定を変更するなど、軸の目盛り値とラベルをカスタマイズする。

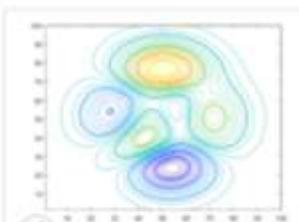
ライブ スクリプトを開く



高さによる3次元棒グラフの色分け

この例では、棒の高さに合わせて個々の棒を色分けするように3次元棒グラフを変更する方法を説明します。

ライブ スクリプトを開く



特定の等高線レベルの強調表示

この例では、特定レベルの等高線を強調表示する方法を説明します。

ライブ スクリプトを開く

3次元プロットの作成

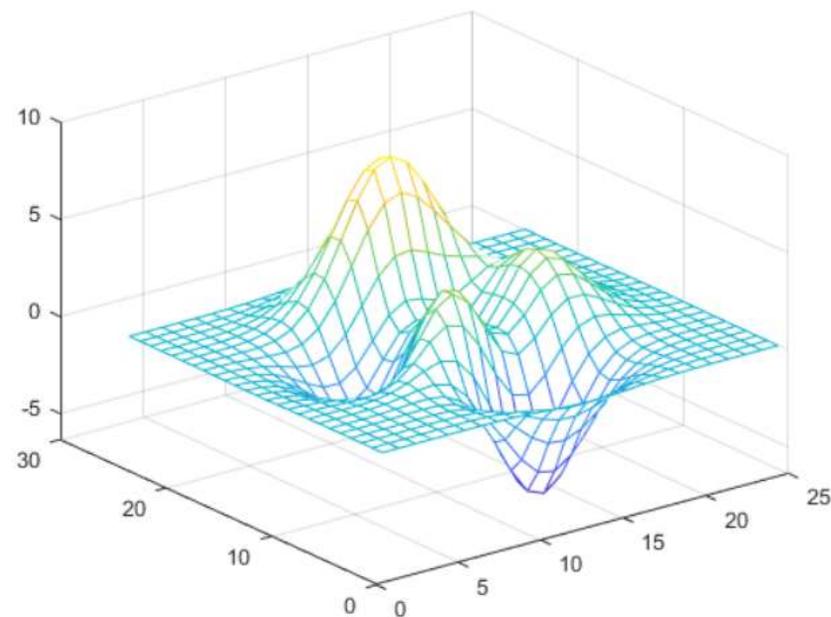
この例では、MATLAB® でさまざまな3次元プロットを作成する方法を示します。

メッシュプロット

関数 `mesh` はワイヤーフレーム メッシュを作成します。既定では、メッシュの色は表面の高さに応じて変化します。

```
z = peaks(25);
```

```
figure
mesh(z)
```



MATLABの使い方を知るには: オンライン自己学習教材

- 2時間程度で基本的な使い方を学べる教材
- 全8コースを無料でいつでも受講可能
- 中断して途中から再開することも可能
- 修了証/進捗度レポートを出力可能

初心者の方におすすめ

<p>MATLAB 入門 (日本語) 最短でMATLAB の基礎を学びましょう。</p> <p>コースを開始 コース詳細</p>	<p>Simulink 入門 (日本語) 最短でSimulinkの基礎を学びましょう。本コースはSimulinkをインストールすると受講できます。</p> <p>詳細を確認する</p>	<p>機械学習 入門(日本語) 分類問題のための実用的な機械学習手法の基礎を学びます。</p> <p>コースを開始 コース詳細</p>	<p>ディープラーニング入門 (日本語) ディープラーニング手法を使用した画像認識を行う方法を学びましょう</p> <p>コースを開始 コース詳細</p>
<p>画像処理入門 (英語) MATLAB で実用的な画像処理の基本を学びます。</p> <p>コースを開始 コース詳細</p>	<p>信号処理入門 (英語) スペクトル解析のための実践に即した信号処理方法を対話形式で説明します。</p> <p>コースを開始 コース詳細</p>	<p>Stateflow 入門 (日本語) Stateflow でステートマシンを作成、編集、およびシミュレーションするための基礎を学びます。</p> <p>詳細を確認する</p>	<p>Simulink (による)制御設計入門 (英語) Simulink で基礎的なフィードバック制御系の設計方法を学びます。</p> <p>詳細を確認する</p>

有償トレーニング・コンサルティングサービスのご案内

トレーニングサービス

- MathWorks製品の機能を短期間で、かつ最大限に習得していただけるよう多種多様な教育カリキュラムを提供します。



コンサルティングサービス

- 単なる受託ではなく、「お客様がご自身の力で継続してできるようになること」を支援・レクチャーします
- お客様の課題に対して弊社製品の導入効果を実感頂けます

実証済みのソリューション

- バッテリーのシミュレーションと制御
- 組み込みソフトウェアの開発
- 電力システムのシミュレーション
- 金融解析と金融取引
- 画像処理およびコンピュータビジョン
- 電力需要予測
- ビジネス クリティカルなアプリケーションへの MATLAB の応用
- 量産環境のリアルタイム組み込みシステムのモデルベース デザイン
- モーター制御開発
- 業務、ロジスティクス、サプライチェーン管理
- 最適なエンジン キャリブレーション
- 信号処理および通信
- ソフトウェアのアップグレード サービス
- MATLAB によるソフトウェア開発
- 熱システムのモデル化
- ツールインテグレーション
- 組み込みターゲット開発アドバイザリ サービス
- DO-178 認証アドバイザリ サービス
- ISO 26262 プロセス導入アドバイザリ サービス
- モデルベース デザイン プロセスの確立
- Model-Based Design Process Assessment および Maturity Framework

<https://jp.mathworks.com/services/training.html>

<https://jp.mathworks.com/services/consulting.html>

MATLAB Answers

日本語/英語の Q&A サイト

- MATLAB に関する過去の質問 & 回答が閲覧可能
- MathWorks アカウントがあれば、誰でも質問・回答できます
- 日本語/英語両方に対応
- 得意な分野の質問への回答にも是非挑戦を！

<http://jp.mathworks.com/matlabcentral/answers>

1		Walter Roberson My health is distracting me from answering email questions, so be aware that I might not answer. Include a link to your Answers posting or I probably will not respond.	5270 6 reputation
2		Image Analyst Senior Scientist in one of the world's 10 largest industrial corporations doing image analysis full time. Ph.D. in Digital Sciences specializing in imaging, image processing, and image analysis. 37+ years of military, academic, and (mostly) industrial experience with image analysis programming and algorithm development. Experience designing custom light boxes and other imaging systems. Experience with color and monochrome imaging, video analysis, thermal, ultraviolet, hyperspectral, CT, MRI, radiography, profilometry, microscopy, NIR and Raman spectroscopy, etc. on a huge variety of subjects. Be sure to click "View All" in my File Exchange to see ALL of my demos and tutorials: http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/?term=author%3A31802 Professional Interests: Image analysis and processing	3591 0 reputation
3		Star Strider Hi, just discovered	1783 4 reputation
4		Azzi Abdelmalek University teacher Specialty: Automatic control Hobbies: Football, Music and Chess. Professional Interests: Automatic Control	1582 9 reputation
5		Jan Simon Computers assist human, not the other way around. Questions about FileExchange submissions are welcome. Get my address from the code. Professional Interests: Motion analysis, physics, orthopedics	1456 1 reputation

活躍に応じてポイントを獲得: ランキング入りも狙ってください！

全学利用向けMATLABライセンス



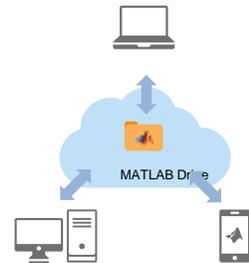
大学やラボの
コンピューター



個人のPCやモバイルデバイス



オンラインでの利用



クラウドストレージ
とクラウド共有



大学様専用ポータルサイト



自習型オンライン学習



自動採点方式の宿題

- 全ての教職員と学生が所有する全てのデバイスでご利用可能 (台数制限無)
- 学内、ラボ、フィールド、自宅でご利用可能 (オフネットワーク含む)
- 全てのオプション (Toolbox) を利用可能
- WEBブラウザでMATLABを操作 (MATLAB Online)
- 自学自習オンライントレーニング、自動採点Grader
- 各エンドユーザーがポータルからセルフサービス方式で利用可能
- IT管理の負担軽減

まとめ

- **MATLAB/Simulinkとは？**
 - MATLAB:科学技術の発展を加速させる研究・開発プラットフォーム
 - Simulink:モデリング・シミュレーションのための環境
- **なぜMATLAB/Simulinkなのか？**
 - 幅広いアプリケーション領域をカバーする柔軟な環境
 - システム全体の振る舞いを俯瞰
- **MATLAB/Simulinkはどうやって使うのか？**
 - 豊富な例題、使いやすいアプリ
 - 無償・有償トレーニング
 - テクニカルサポート、MALTAB Answer
 - コンサルティングサービス

その他 初心者向けおすすめWebinar

- MATLABって何？ - ゼロから始めるMATLAB
- https://jp.mathworks.com/videos/what-is-matlab--1593178490830.html?s_tid=srchtitle
- MATLAB入門者必見！MATLABユーザーが最初に知っておきたいこと
- https://jp.mathworks.com/videos/how-to-get-started-with-matlab-1593438299713.html?s_tid=srchtitle
- 以下からは弊社のWebinarのアーカイブ（250以上）が検索できます。
- <https://jp.mathworks.com/videos/search.html?q=&fq=asset-language:ja&page=1>

資料内容に関するお問合せ先

<担当営業>

マスワークス合同会社 文教営業部

シニアセールスアカウントマネージャー

加藤 徳久 tkato@mathworks.com

〒107-0052 東京都港区赤坂4-15-1 赤坂ガーデンシティ7F

TEL : 03-6367-6792(個人直通)

<30日間の無償評価版のダウンロードサイト>

<https://jp.mathworks.com/campaigns/products/trials.html>

- ・最小構成としてはMATLABとSimulinkをご選択ください。
- ・最適構成についてのご相談も承りますのでお気軽にお問合せ下さい。

ご清聴ありがとうございました



Accelerating the pace of engineering and science

© 2020 The MathWorks, Inc. MATLAB and Simulink are registered trademarks of The MathWorks, Inc. See 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.