

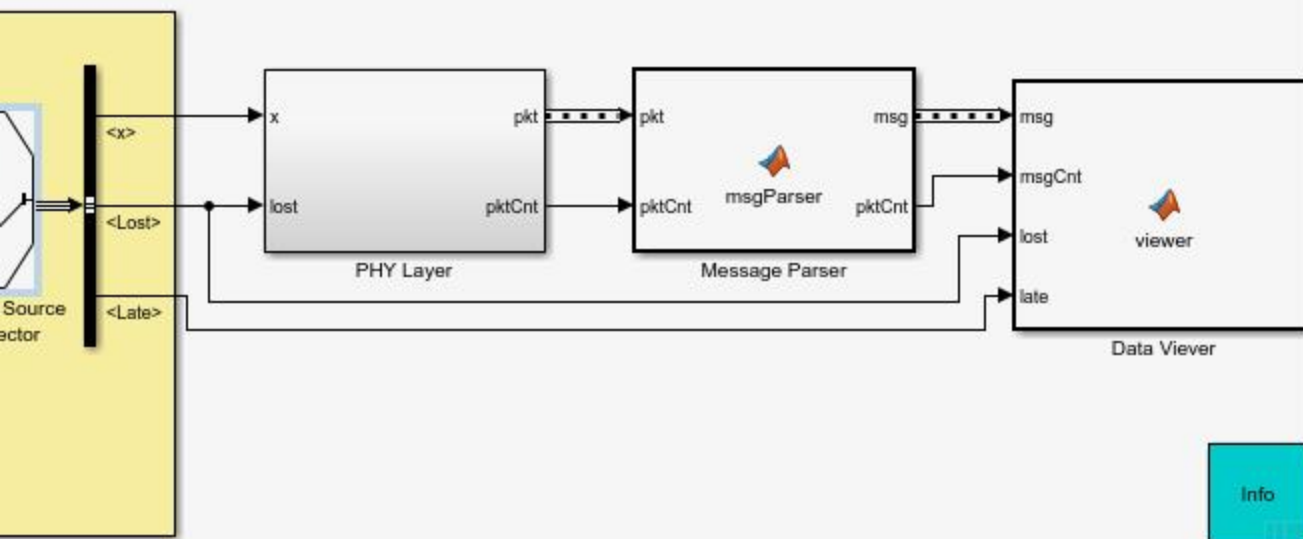
MATLABで動かすソフトウェア無線機

MathWorks

田中明美

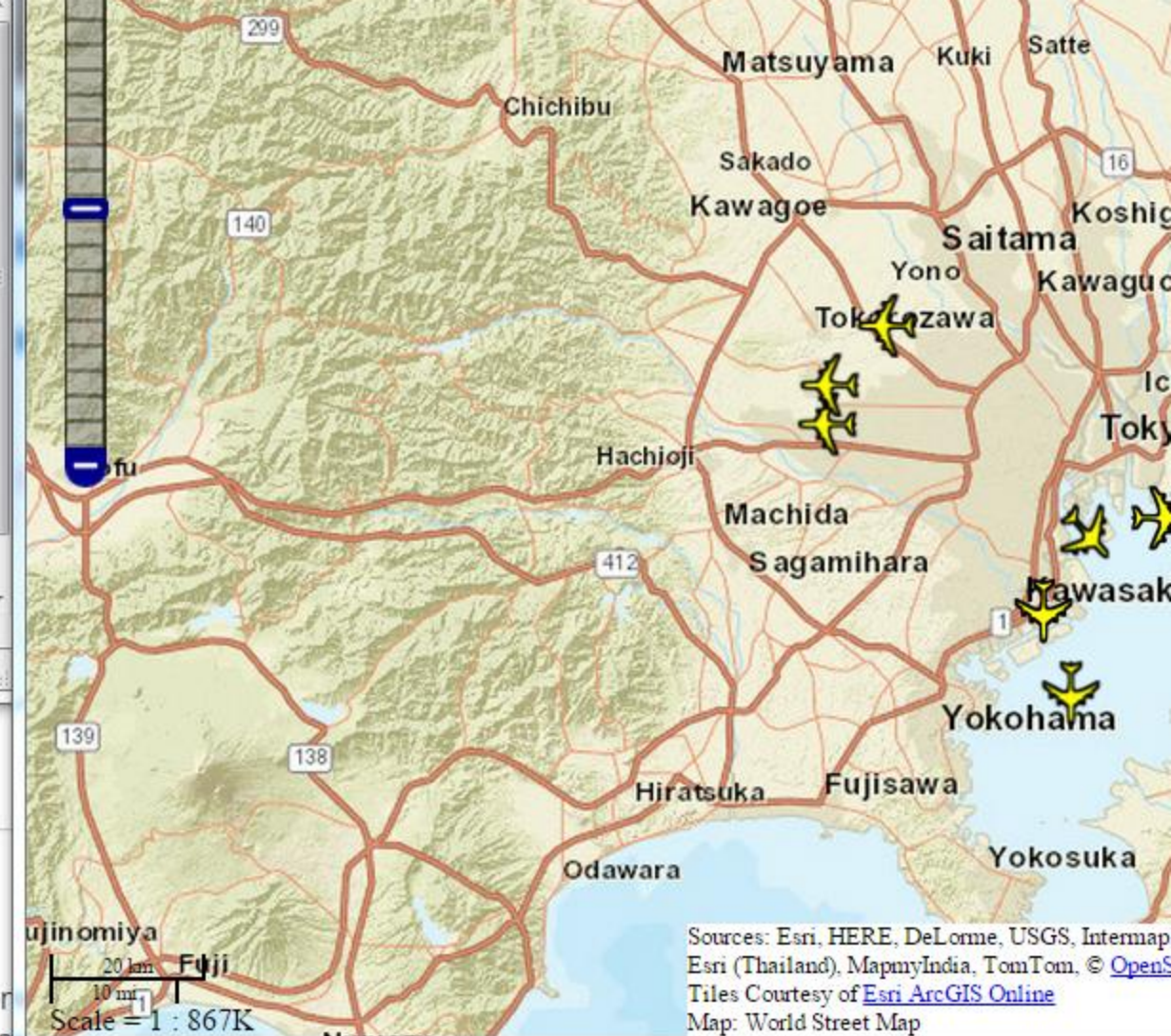
atanaka@mathworks.com

Tracking Airplanes Using ADS-B Signals



Decoded		PER (%)
	118	92.4
	264	76.5
	N/A	N/A

Latitude(deg)	Longitude(deg)	Altitude(ft)	Speed(knots)	Heading(°)	Vertical Rate(ft/min)	Time
5.7991	139.5574	20575	284	283 (W)	1408	07:26:08
5.7030	139.4866	28500	375	261 (W)	3136	07:26:18
5.6103	139.8856	5775	255	92 (E)	2368	07:27:54
		5950	258	90 (E)	2048	07:26:14
5.7412	139.4876	21950	398	269 (W)	3008	07:27:54
5.4409	139.7785	6150	281	192 (S)	3200	07:31:23
5.5945	139.7974	2875	151	54 (NE)	2816	07:31:30
5.5104	139.7515	3850	197	164 (S)	1344	07:31:25
		2300	168	150 (SE)	2368	07:31:31



The have

need on
hardwa
list of s
(SDR) discovery page.

and ADS-B technology for tracking aircraft, refer to

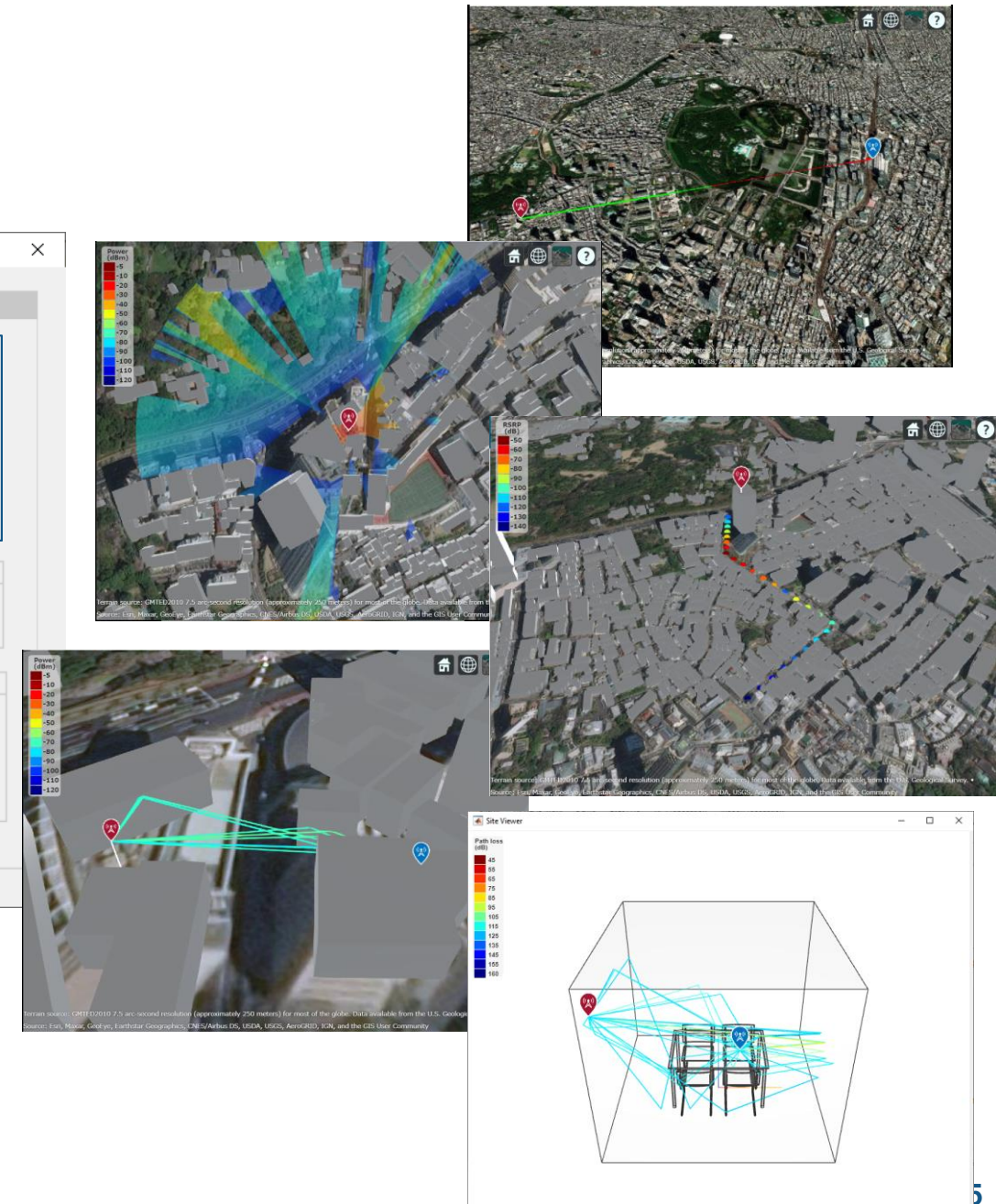
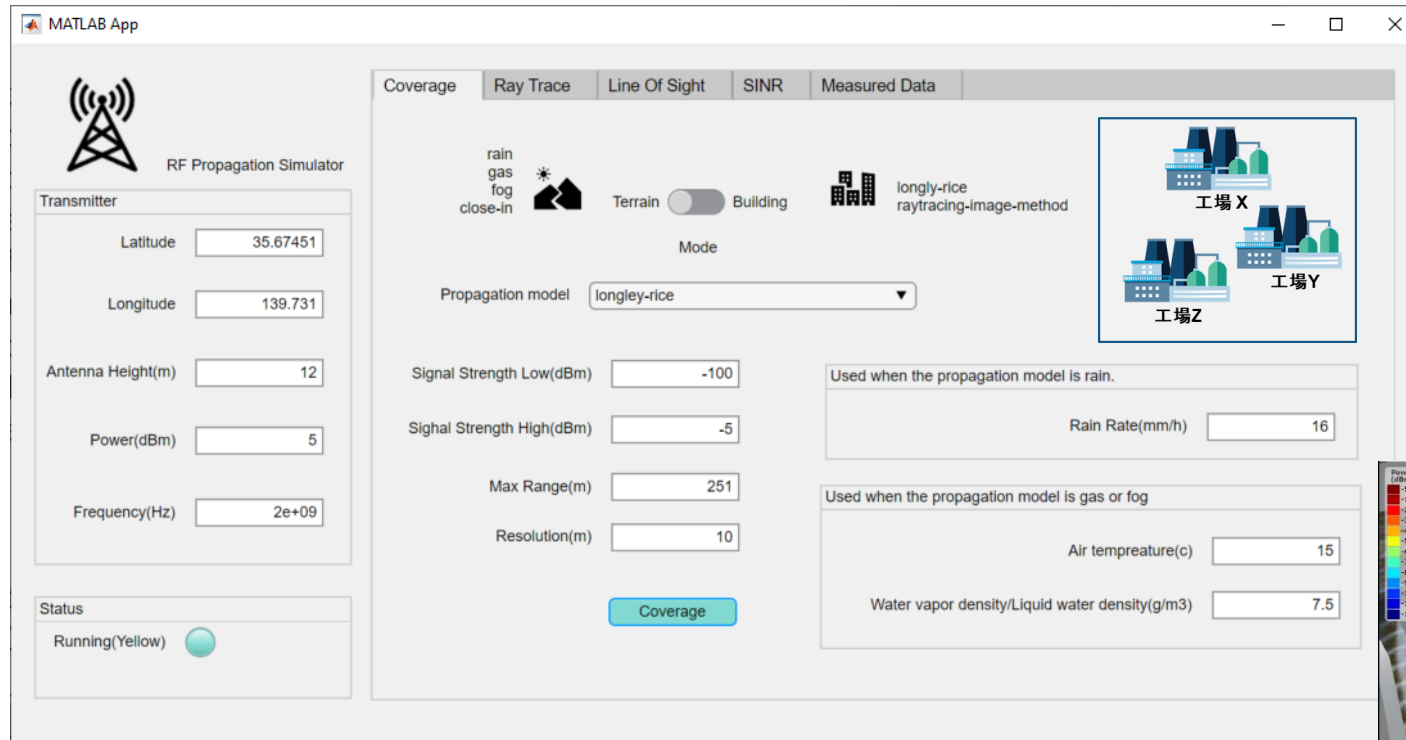
アジェンダ

- MATLABで動かすソフトウェア無線機
 - MATLABでできることは？
 - ソフトウェア無線とは？
 - MATLABでソフトウェア無線機を動かすには？
 - デモンストレーション
 - MATLAB,ソフトウェア無線を学ぶには？

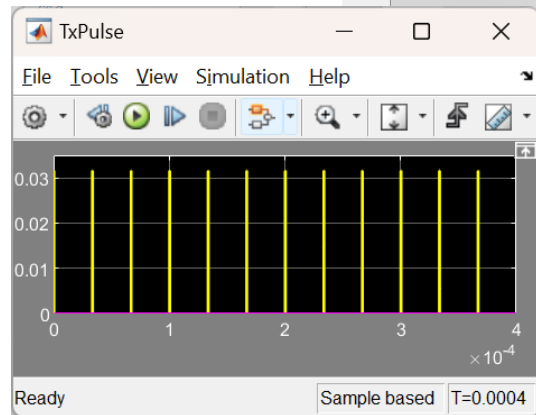
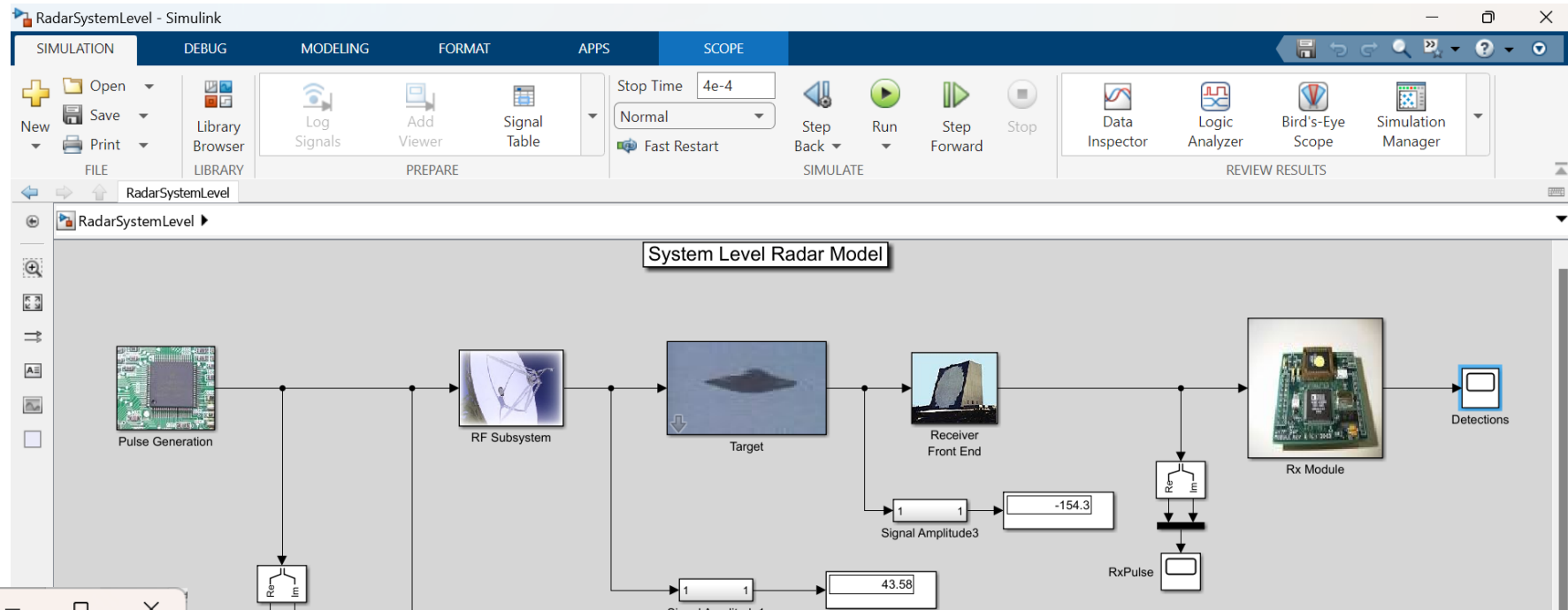
アジェンダ

- MATLABで動かすソフトウェア無線機
 - MATLABでできることは？
 - ソフトウェア無線とは？
 - MATLABでソフトウェア無線機を動かすには？
 - デモンストレーション
 - MATLAB,ソフトウェア無線を学ぶには？

GUI化も可能な電波伝搬



レーダー によるターゲットの検出

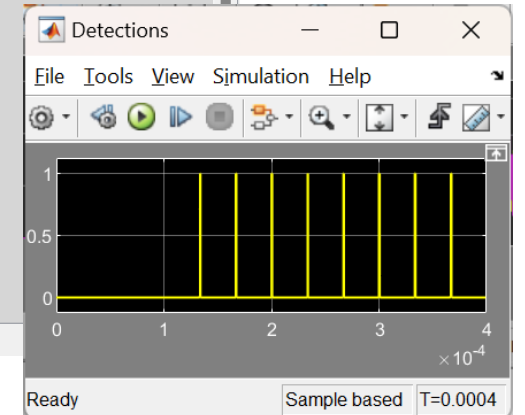


Link Budget

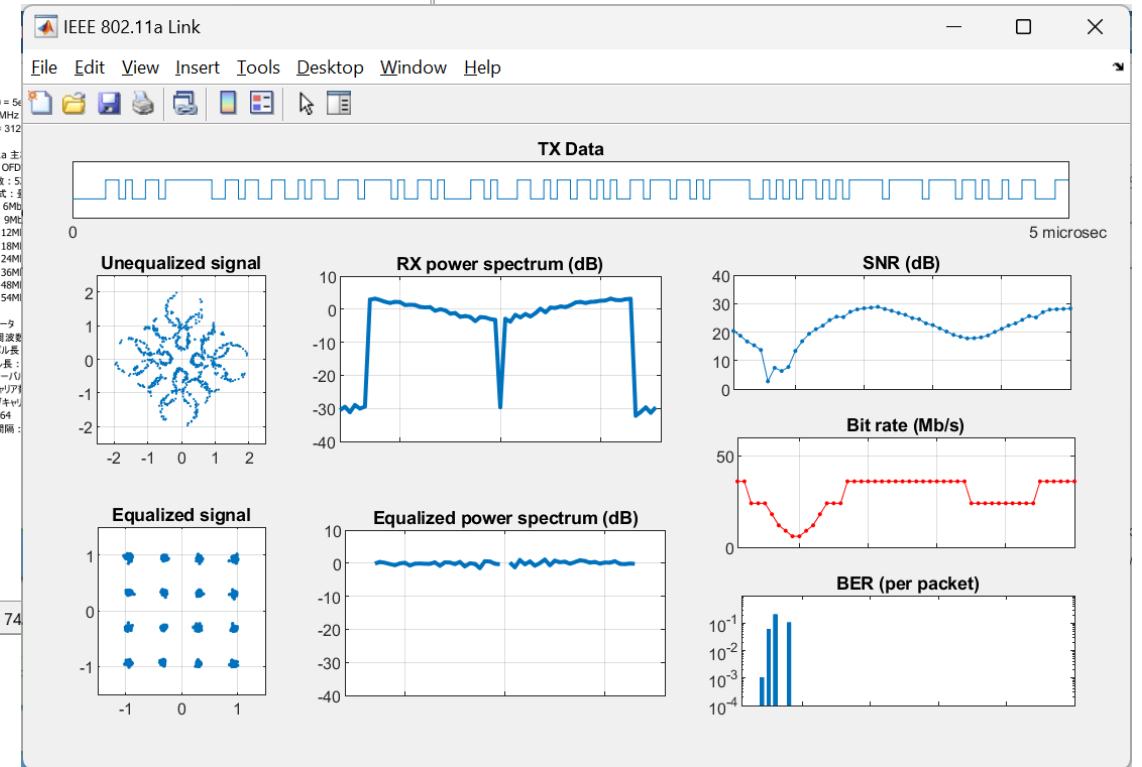
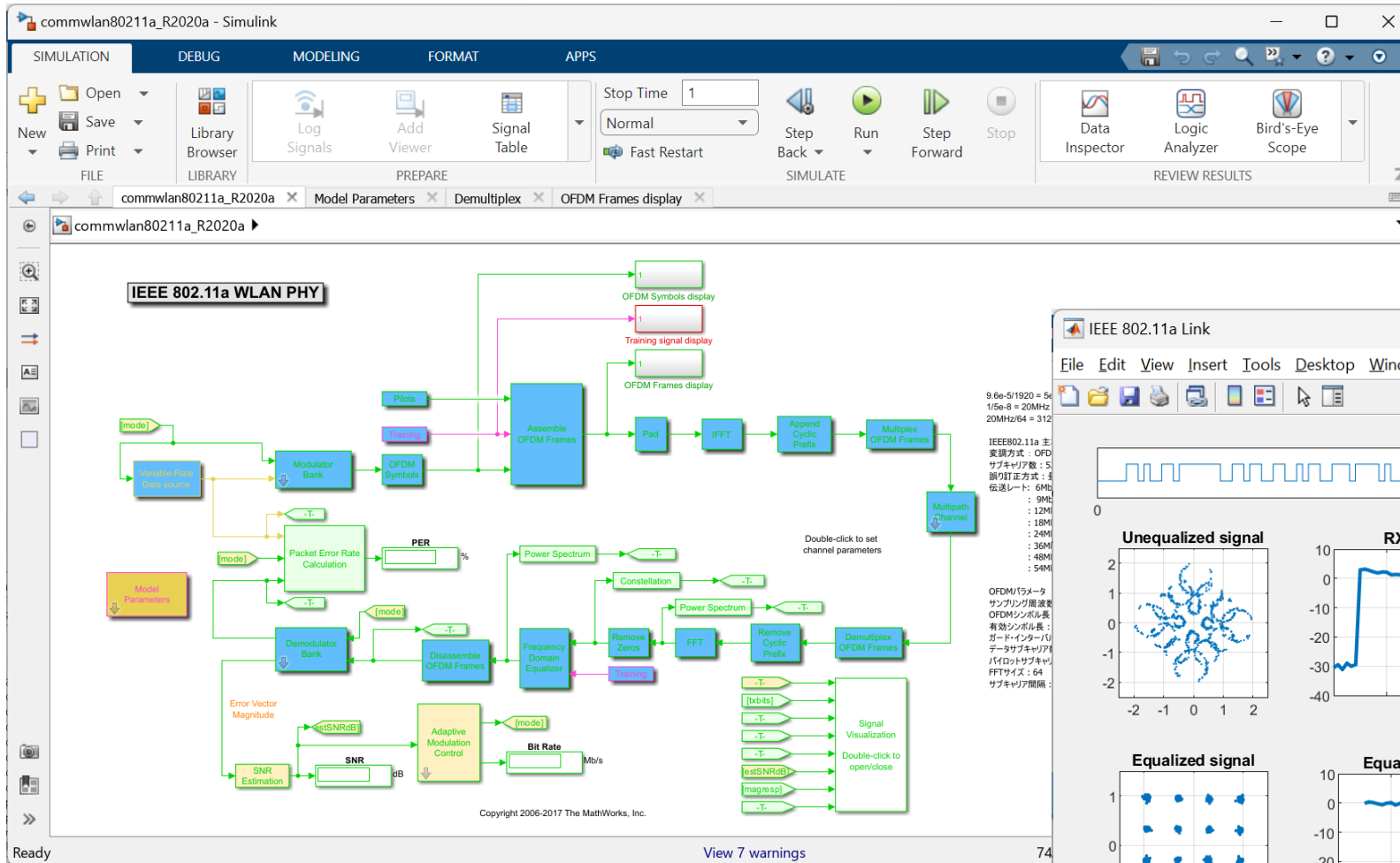
Input Pulse:	-30 dBW
Tx Gain:	+39.3 dB
Tx Antenna Gain:	+35 dB
Path Loss:	-148 dB
Target Return:	-49.9 dB
Rx Antenna Gain:	+35 dB



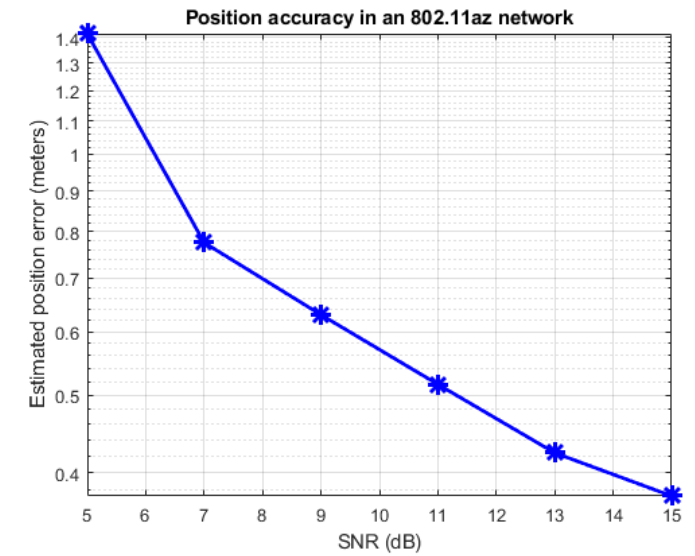
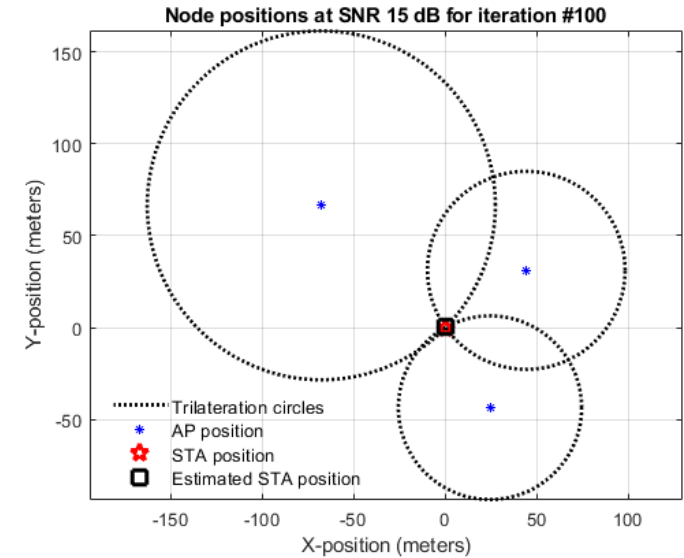
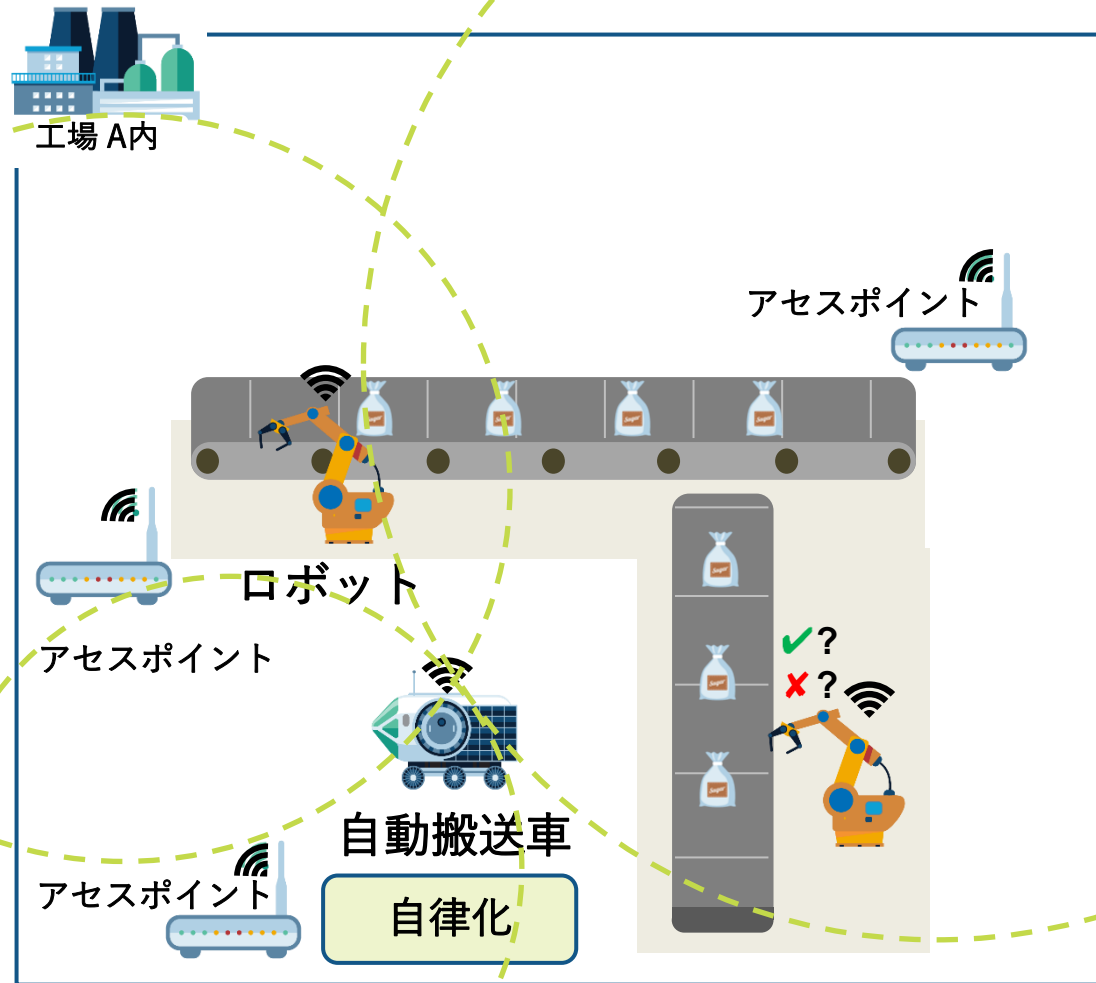
$CrossSection * (\lambda^2) / (4 * \pi)^3$



IEEE802.11aを意識したシミュレーション



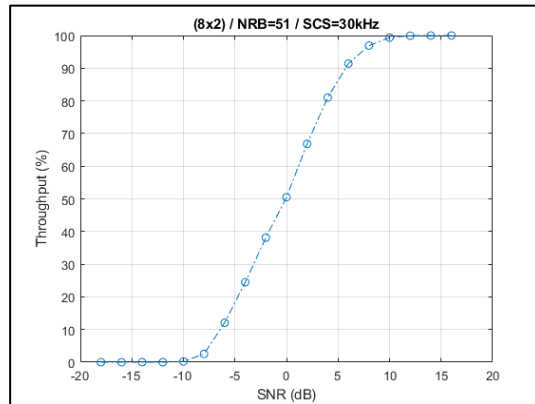
屋内測位



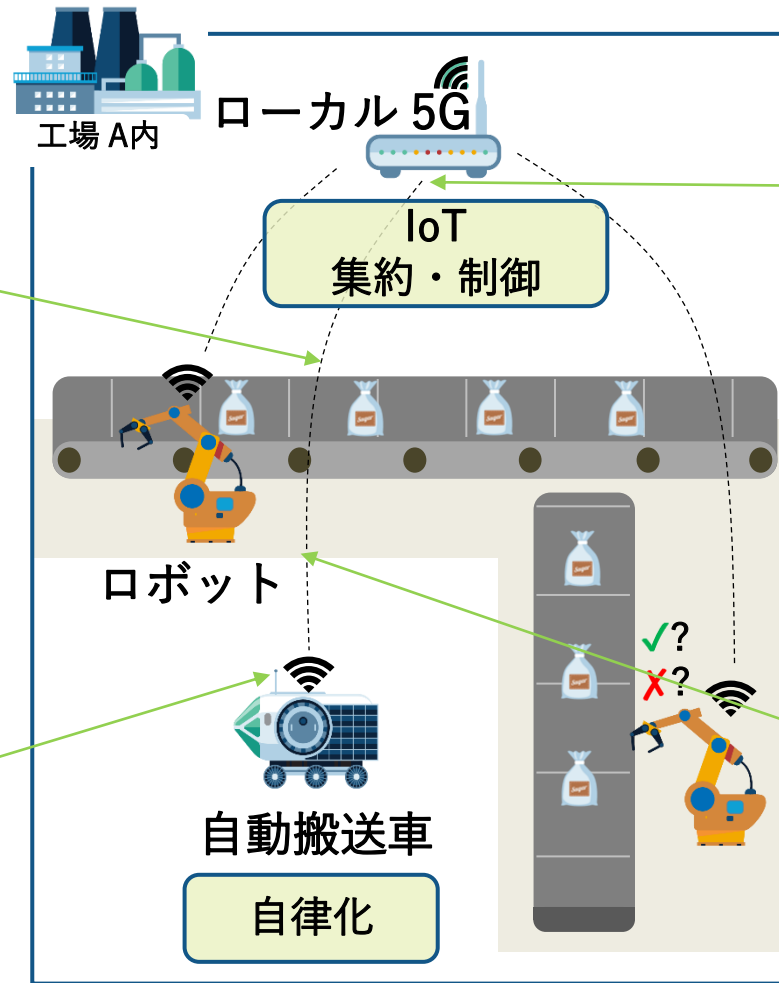
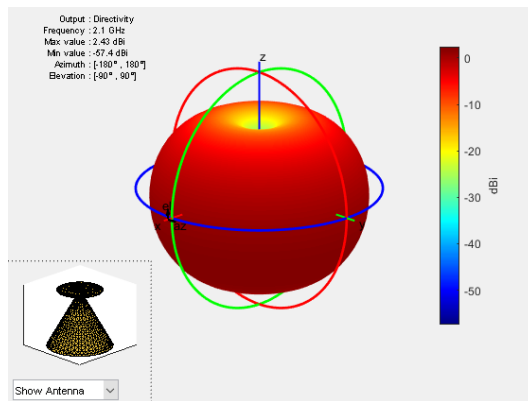
伝搬環境が
位置推定誤差に影響

スループット解析

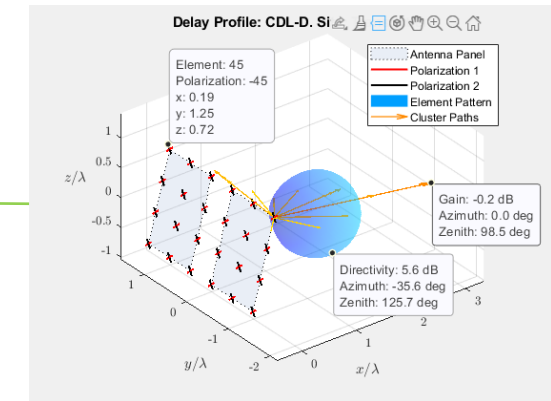
スループット



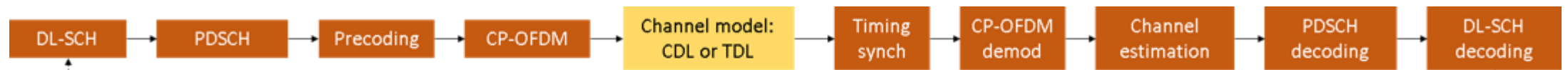
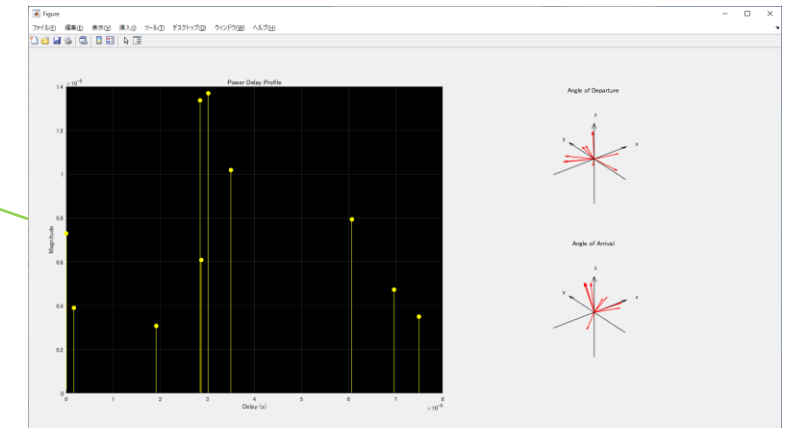
カスタムアンテナパターン



伝搬モデル



伝搬モデル(レイトレース解析)



HARQ

無線通信へのディープラーニング応用



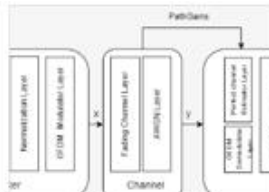
Custom Training Loops and Loss Functions for AI-Based Wireless Systems

Train an autoencoder as an end-to-end simulation system.



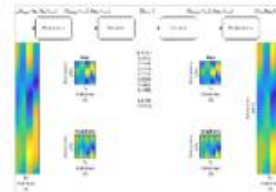
Import TensorFlow Channel Feedback Compression Network and Deploy to GPU

Generate GPU specific C++ code for a pretrained TensorFlow channel state feedback autoencoder.



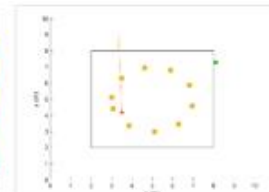
OFDM Autoencoder for Wireless Communications

Model an end-to-end orthogonal frequency division modulation (OFDM) communications system with an autoencoder to reliably



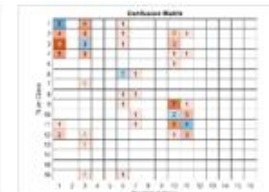
CSI Feedback with Autoencoders

Compress downlink channel state information (CSI) for 5G systems by using an autoencoder neural network.



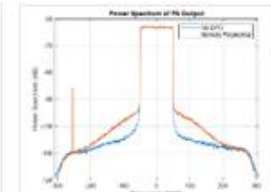
Train DQN Agent for Beam Selection

Train a deep Q-network (DQN) reinforcement learning agent for beam selection in a 5G new radio communications system.



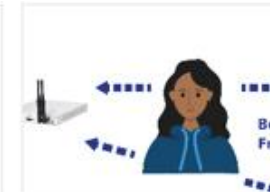
Neural Network for Beam Selection

Use a neural network to reduce overhead in the beam selection task by using the location of the receiver rather than knowledge of the



Neural Network for Digital Predistortion Design - Online Training

Use a neural network, that is trained online, to apply digital predistortion to offset the effects of nonlinearities in a power amplifier.



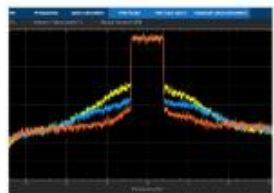
Detect Human Presence Using Wireless Sensing with Deep Learning

Use a convolutional neural network to detect human presence by using the channel state information in wireless local area networks.



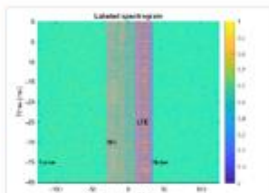
Three-Dimensional Indoor Positioning with 802.11az Fingerprinting and Deep...

Train a convolutional neural network for IEEE 802.11az localization and positioning.



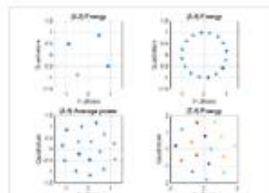
Neural Network for Digital Predistortion Design - Offline Training

Use a neural network, that is trained offline, to apply digital predistortion to offset the effects of nonlinearities in a power amplifier.



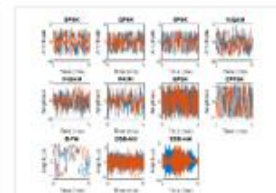
Spectrum Sensing with Deep Learning to Identify 5G and LTE Signals

Train a semantic segmentation network using deep learning for spectrum monitoring.



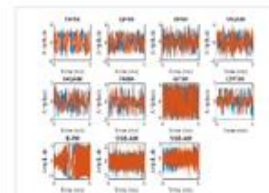
Autoencoders for Wireless Communications

Model an end-to-end communications system with an autoencoder to reliably transmit information bits over a wireless



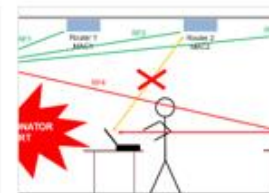
Modulation Classification with Deep Learning

Use a convolutional neural network (CNN) for modulation classification. You generate synthetic, channel-impaired waveforms. Using the



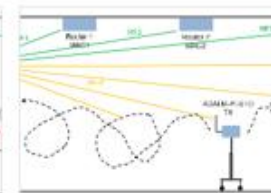
Modulation Classification by Using FPGA

Deploy a pretrained convolutional neural network (CNN) for modulation classification to the Xilinx Zynq UltraScale+ MPSoC ZCU102.



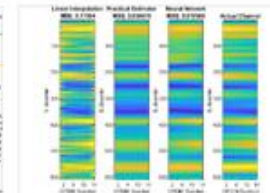
Design a Deep Neural Network with Simulated Data to Detect WLAN Router...

Design a radio frequency (RF) fingerprinting convolutional neural network (CNN) with simulated data. You train the CNN with simulated



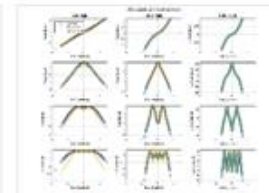
Test a Deep Neural Network with Captured Data to Detect WLAN Router Impersonation

Train a radio frequency (RF) fingerprinting convolutional neural network (CNN) with captured data. You capture wireless local area



Deep Learning Data Synthesis for 5G Channel Estimation

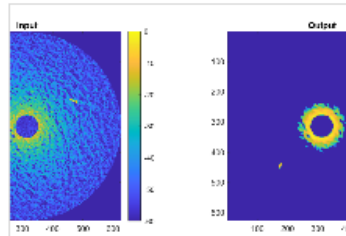
Generate deep learning training data for channel estimation using 5G Toolbox.



Training and Testing a Neural Network for LLR Estimation

Generate signals and channel impairments to train a neural network, called LLRNet, to estimate exact log likelihood ratios (LLR).

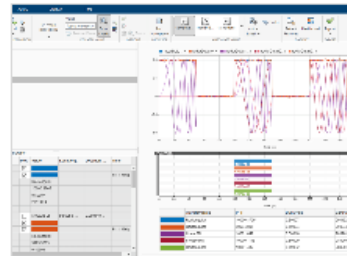
レーダーへのディープラーニング応用サンプル



Maritime Clutter Suppression with Neural Networks

Train and evaluate a convolutional neural network to remove clutter returns from maritime radar PPI images using the Deep Learning

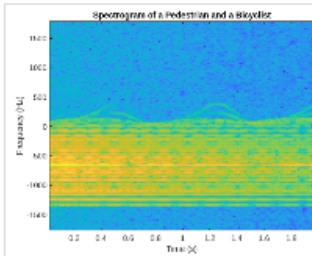
[Open Live Script](#)



Label Radar Signals with Signal Labeler

Label the time and frequency features of pulse radar signals with added noise.

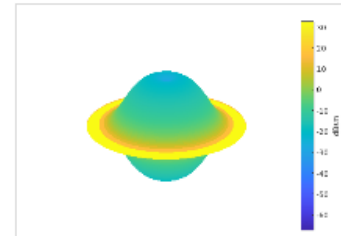
[Open Live Script](#)



Pedestrian and Bicyclist Classification Using Deep Learning

Classify pedestrians and bicyclists based on their micro-Doppler characteristics using deep learning and time-frequency analysis.

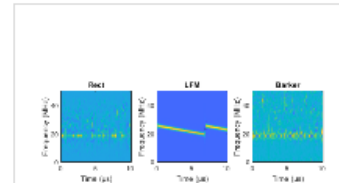
[Open Live Script](#)



Radar Target Classification Using Machine Learning and Deep Learning

Classify radar returns using machine and deep learning approaches.

[Open Live Script](#)



Radar and Communications Waveform Classification Using Deep Learning

Classify radar and communications waveforms using the Wigner-Ville distribution (WVD) and a deep convolutional neural network (CNN).

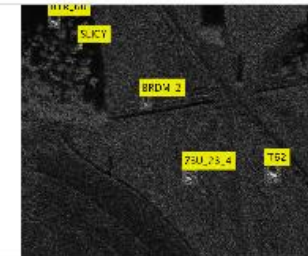
[Open Live Script](#)



SAR Target Classification using Deep Learning

Create and train a simple convolution neural network to classify SAR targets using deep learning.

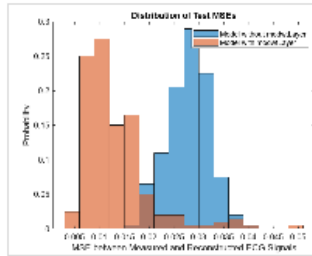
[Open Live Script](#)



Automatic Target Recognition (ATR) in SAR Images

Train a region-based convolutional neural network for target recognition in large-scene synthetic aperture radar images.

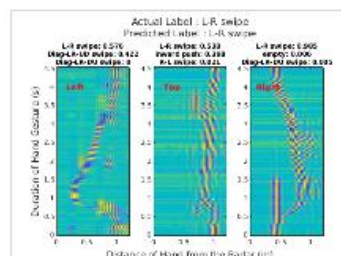
[Open Live Script](#)



Human Health Monitoring Using Continuous Wave Radar and Deep Learning

Reconstruct electrocardiogram signals using a bidirectional long short-term memory network and wavelet multiresolution analysis.

[Open Live Script](#)

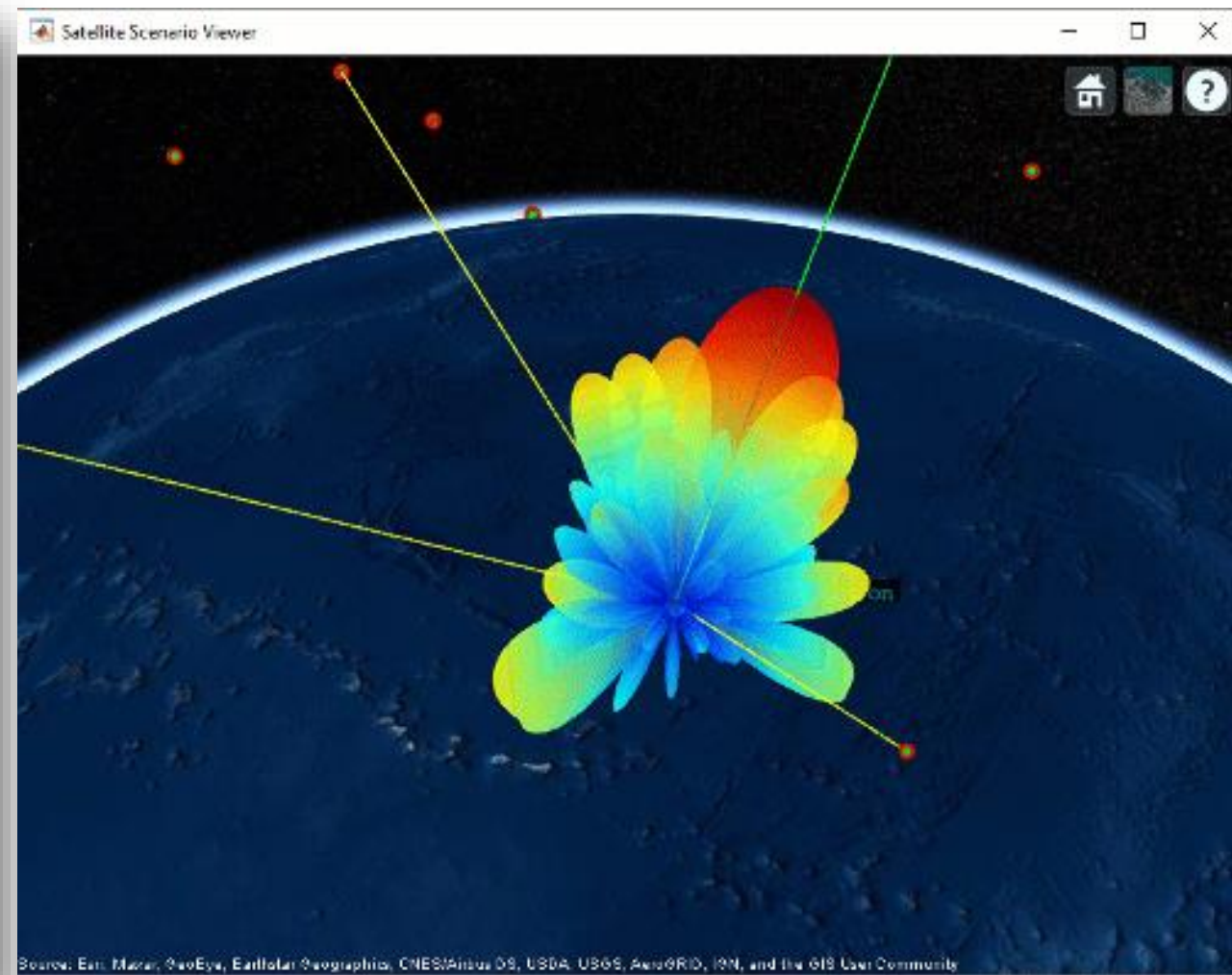
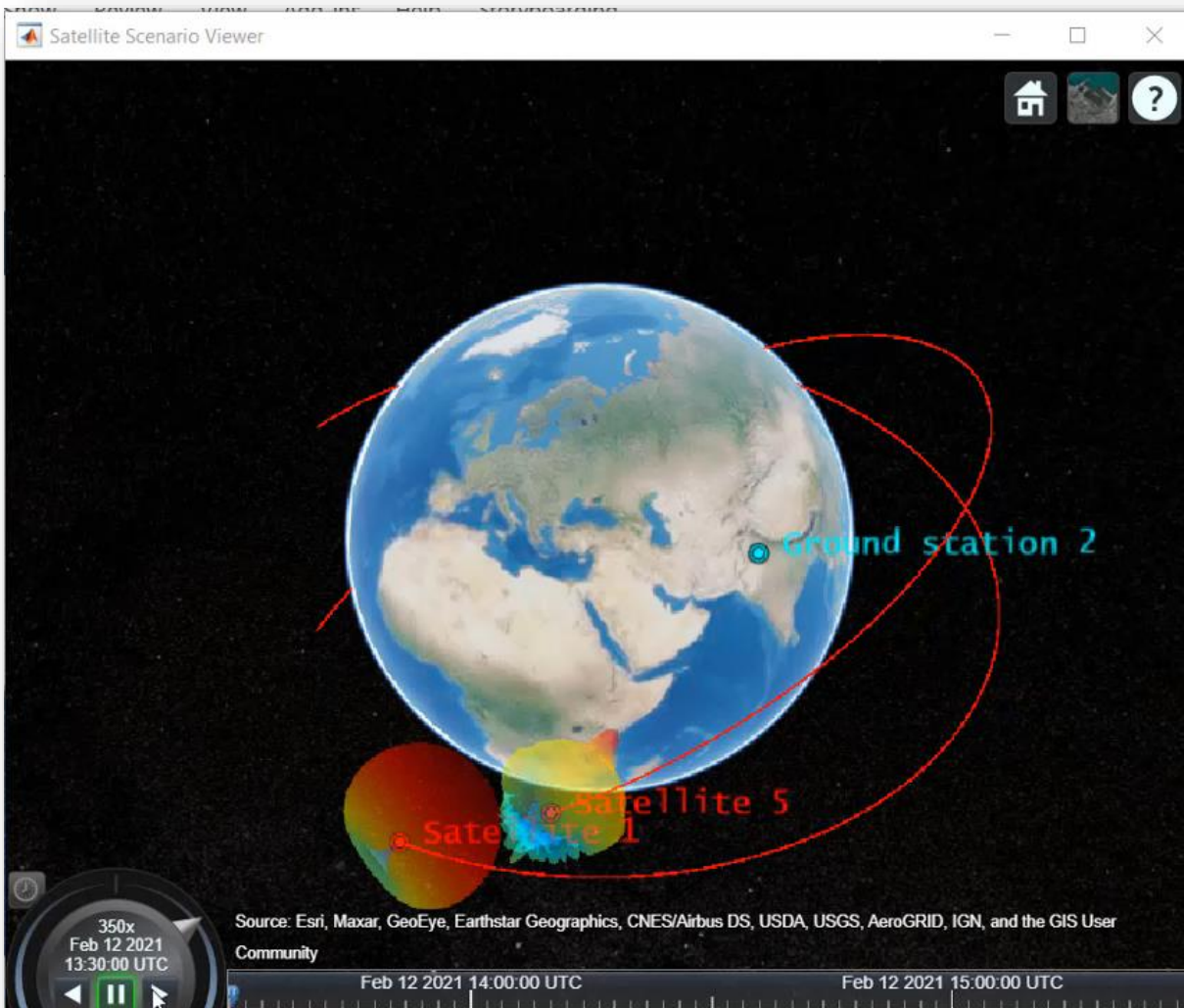


Hand Gesture Classification Using Radar Signals and Deep Learning

Classify ultra-wideband impulse radar signal data using a MISO convolutional neural network.

[Open Live Script](#)

衛星の軌道解析とアンテナ放射パターンの可視化

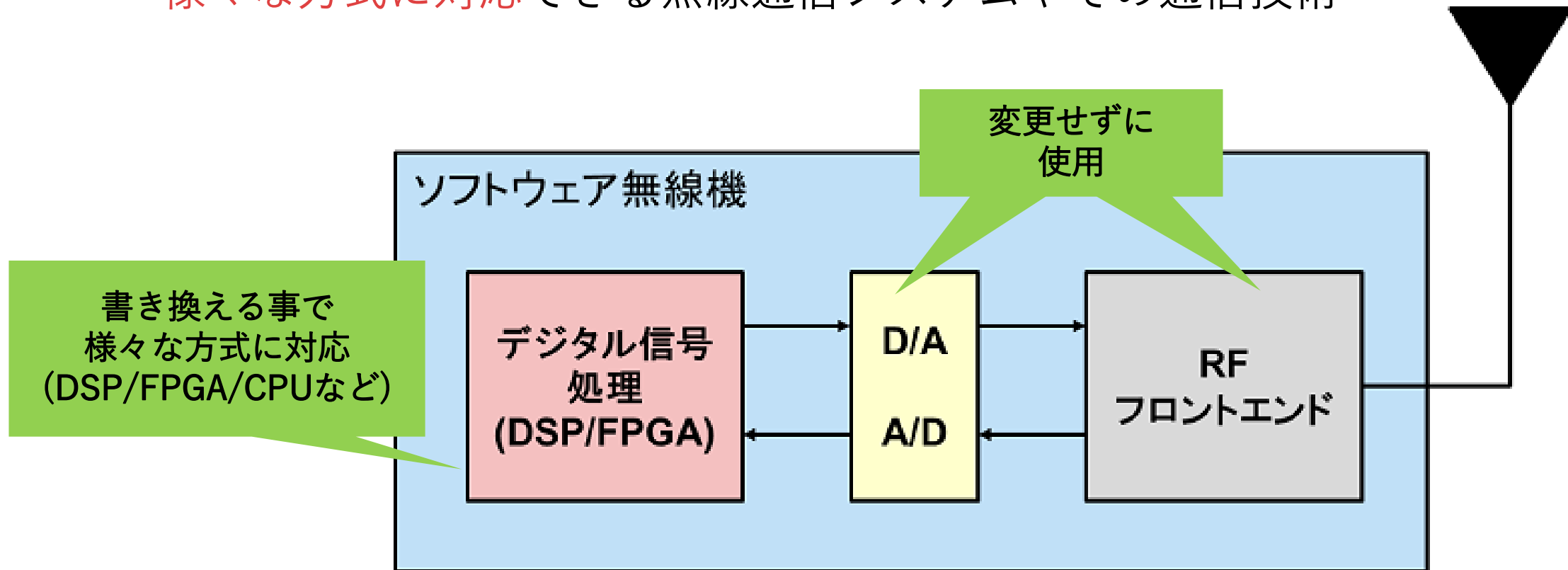


アジェンダ

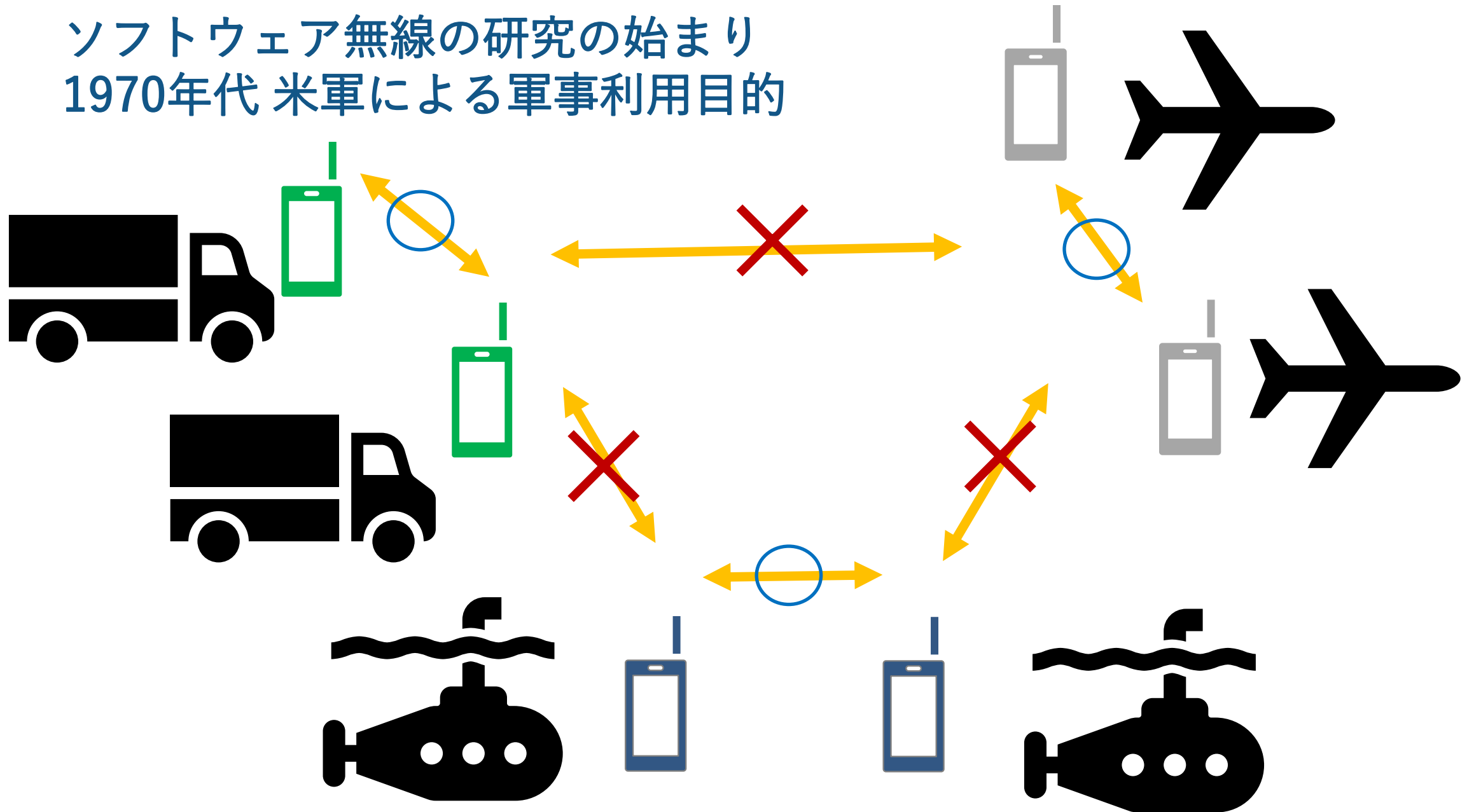
- MATLABで動かすソフトウェア無線機
 - MATLABでできることは？
 - ソフトウェア無線とは？
 - MATLABでソフトウェア無線機を動かすには？
 - デモンストレーション
 - MATLAB,ソフトウェア無線を学ぶには？

ソフトウェア無線とは？

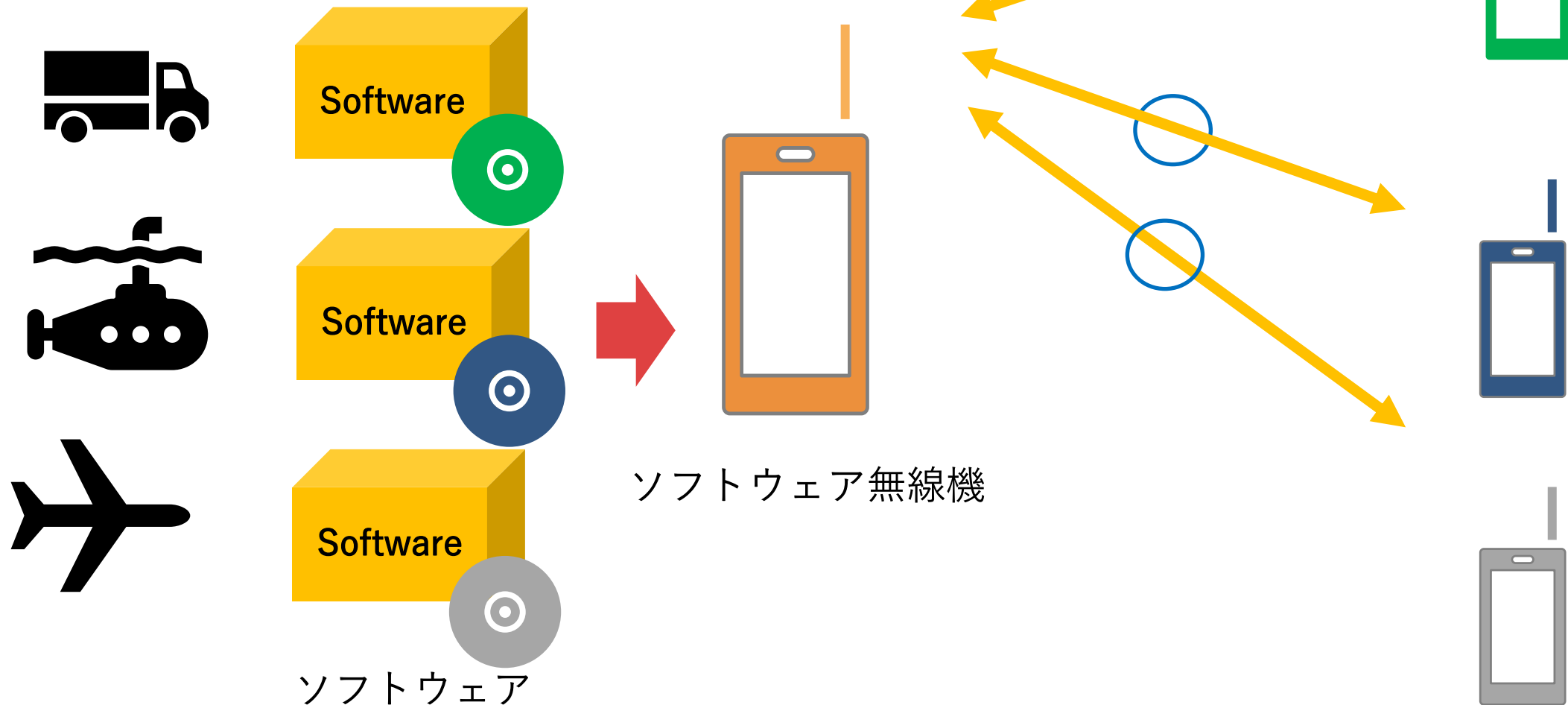
無線通信システムの機能をハードウェアは変更せずに、ソフトウェアあるいは、プログラマブルなハードウェアを使用して、様々な方式に対応できる無線通信システムやその通信技術



ソフトウェア無線の研究の始まり 1970年代 米軍による軍事利用目的

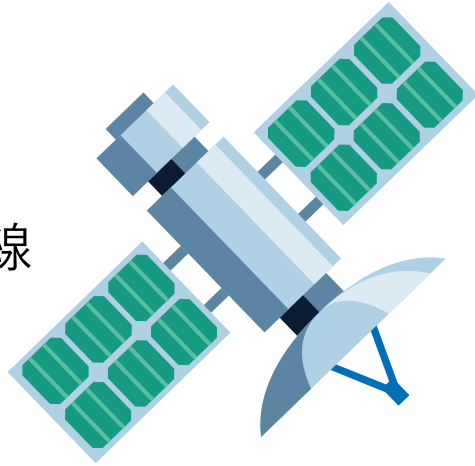


ソフトウェア無線の研究の始まり 1970年代 米軍による軍事利用目的

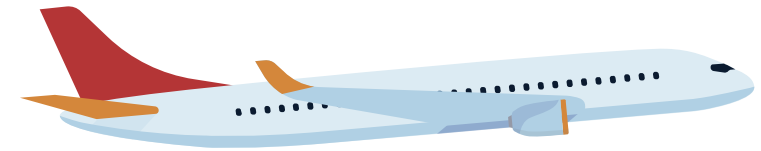


ソフトウェア無線の現在 様々な用途

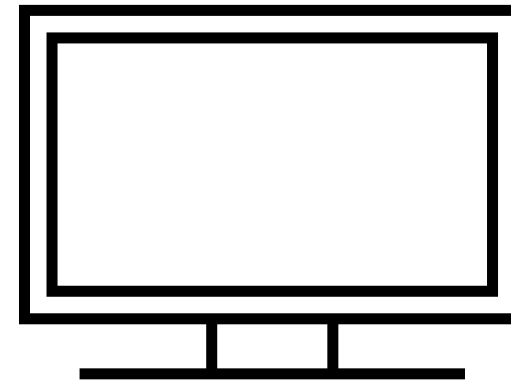
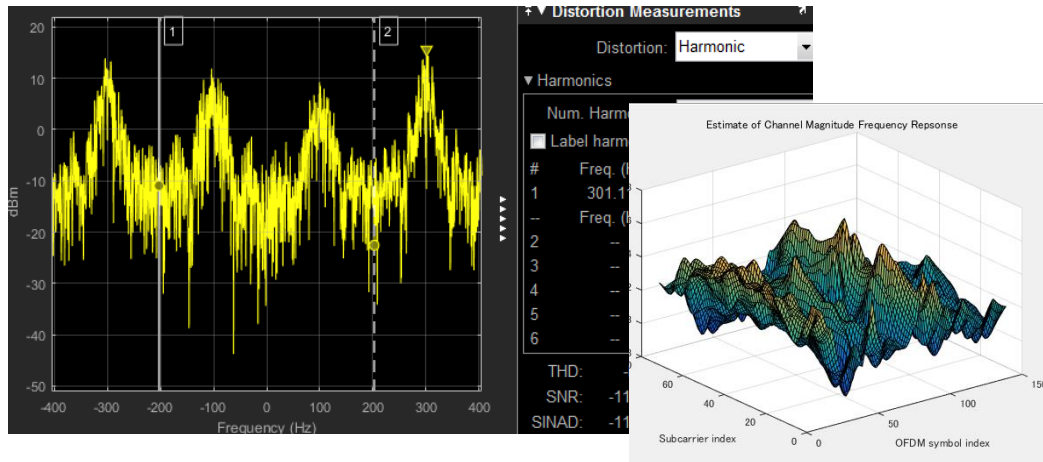
衛星通信/防災無線



セキュリティ



簡易計測器



ワンセグ



航空無線

ソフトウェア無線の現在 限られたコストでも始められるレベルに



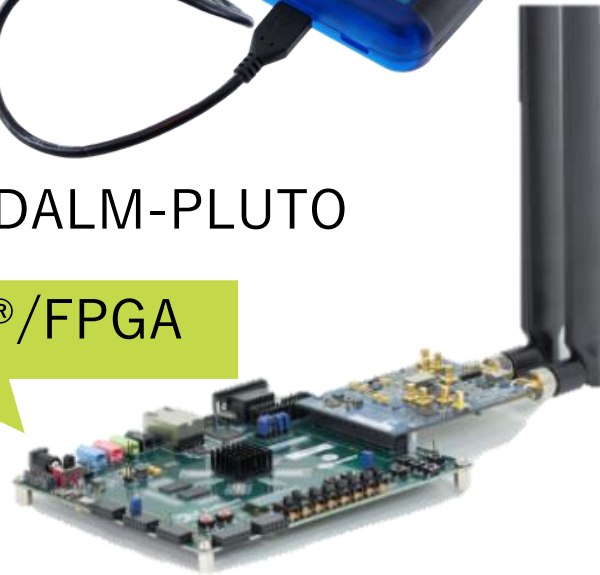
RTL-SDR

ARM®/FPGA
(カスタマイズ不可)



ADALM-PLUTO

ARM®/FPGA



ZedBoard or ZC706 + FMCOMMS

ARM®/FPGA



ADI AD9361
System on Module(SOM) SDR

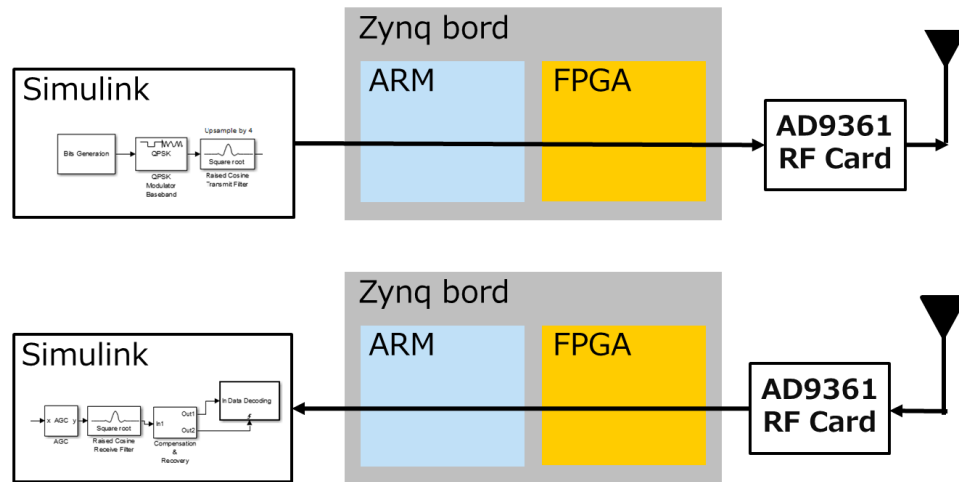
FPGA



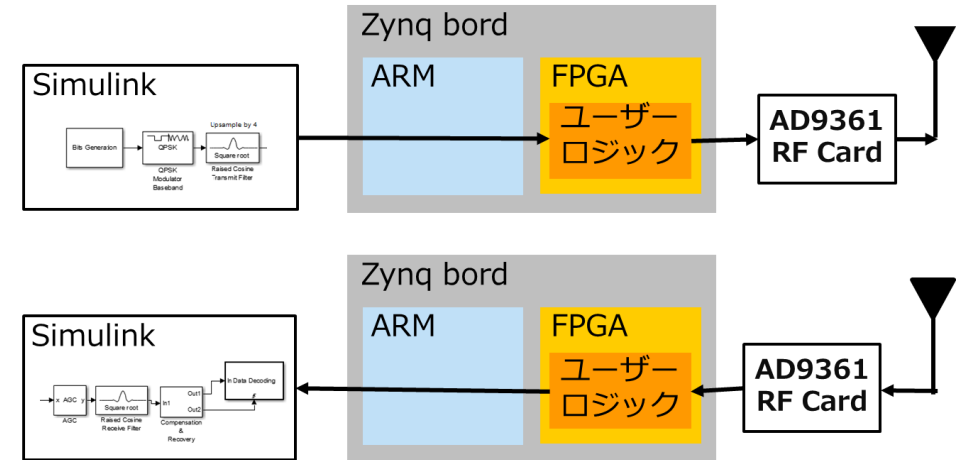
USRP®

ハードウェアの動かし方は？
ARM®の設計は？
FPGAの設計は？

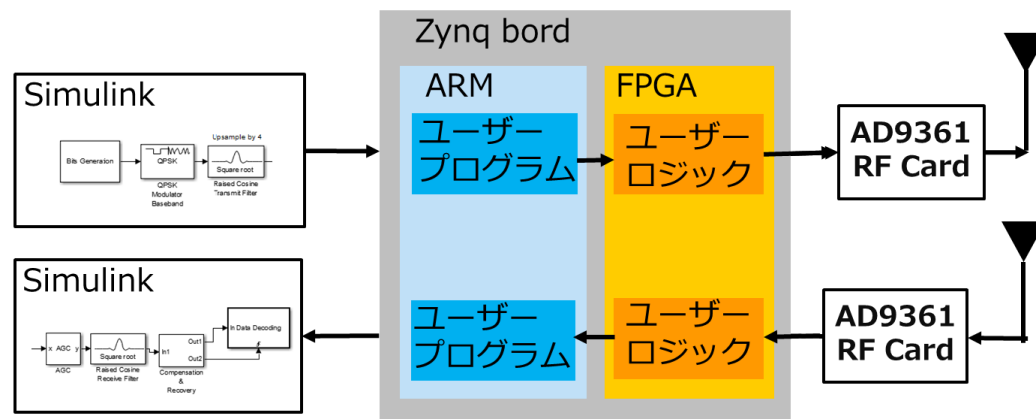
SDR構成例



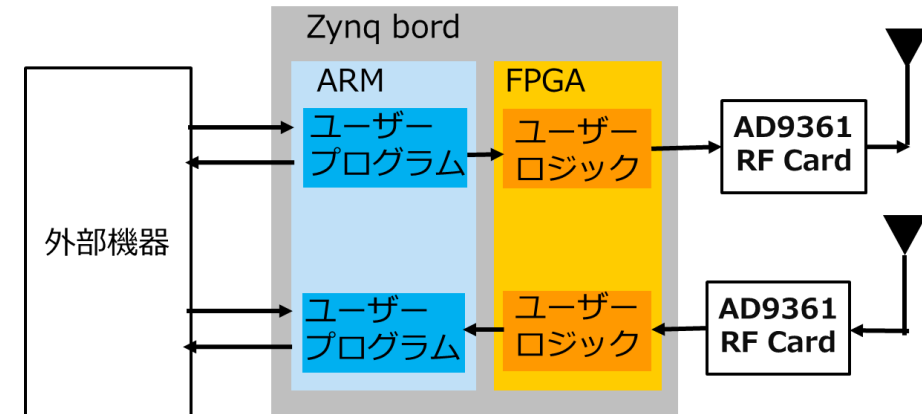
RFフロントエンドだけを使用



FPGAに信号処理の一部を実装



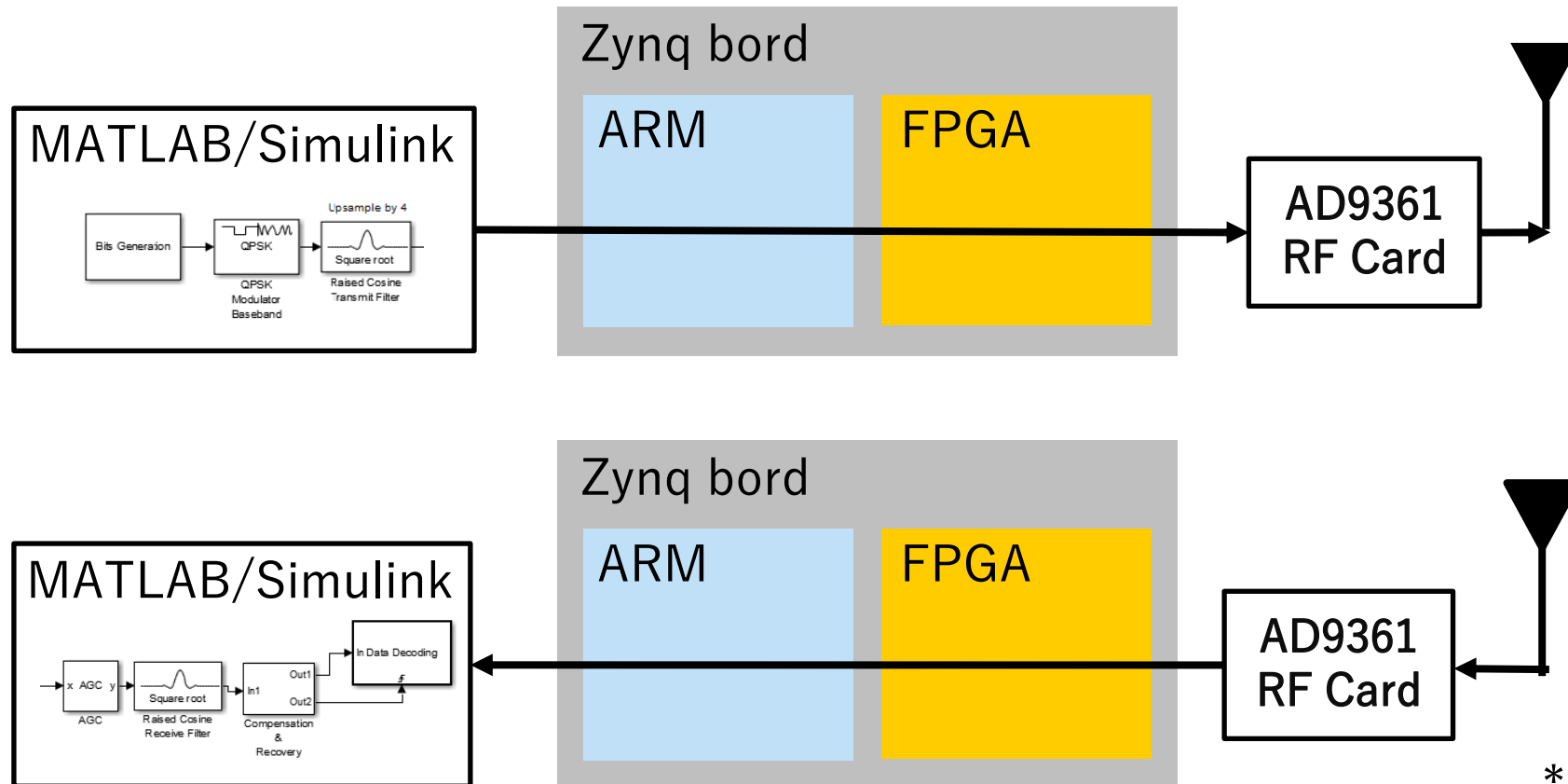
ARM®/FPGAに一部のユーザロジックを実装



ARM®/FPGAに全てのユーザロジックを実装

使用例1 : RFフロントエンドだけを使用

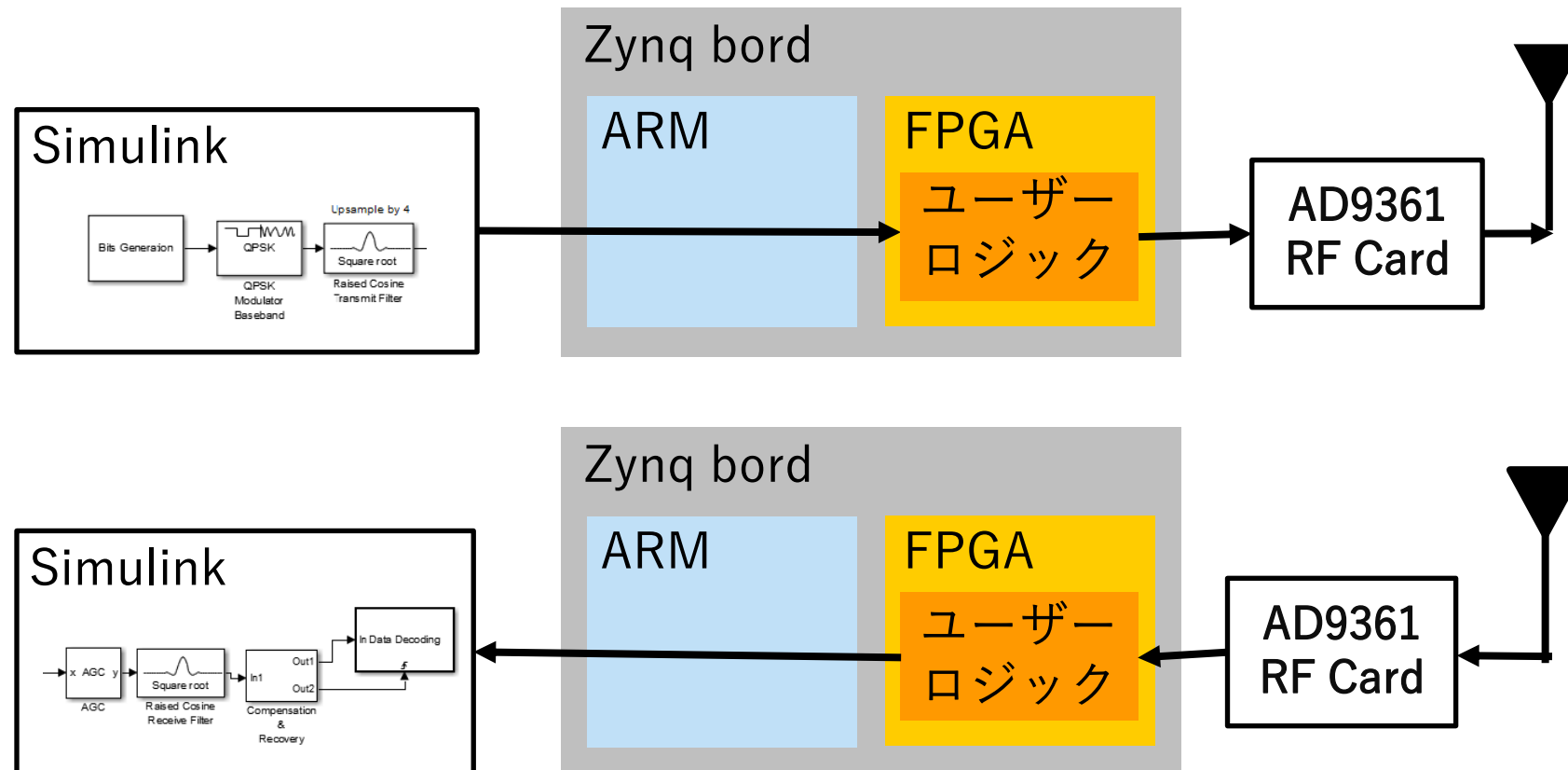
ユーザーロジックをARM/FPGAいずれにも実装しないのでより簡単に利用
信号処理をMATLAB/Simulinkで行う
処理速度がボトルネック



*イメージ図

使用例2 : FPGAに一部のユーザロジック実装

ユーザロジックの一部をFPGAに実装
信号処理をMATLAB/SimulinkとFPGAで行う
ハードに実装する部分は詳細設計が必要



*イメージ図

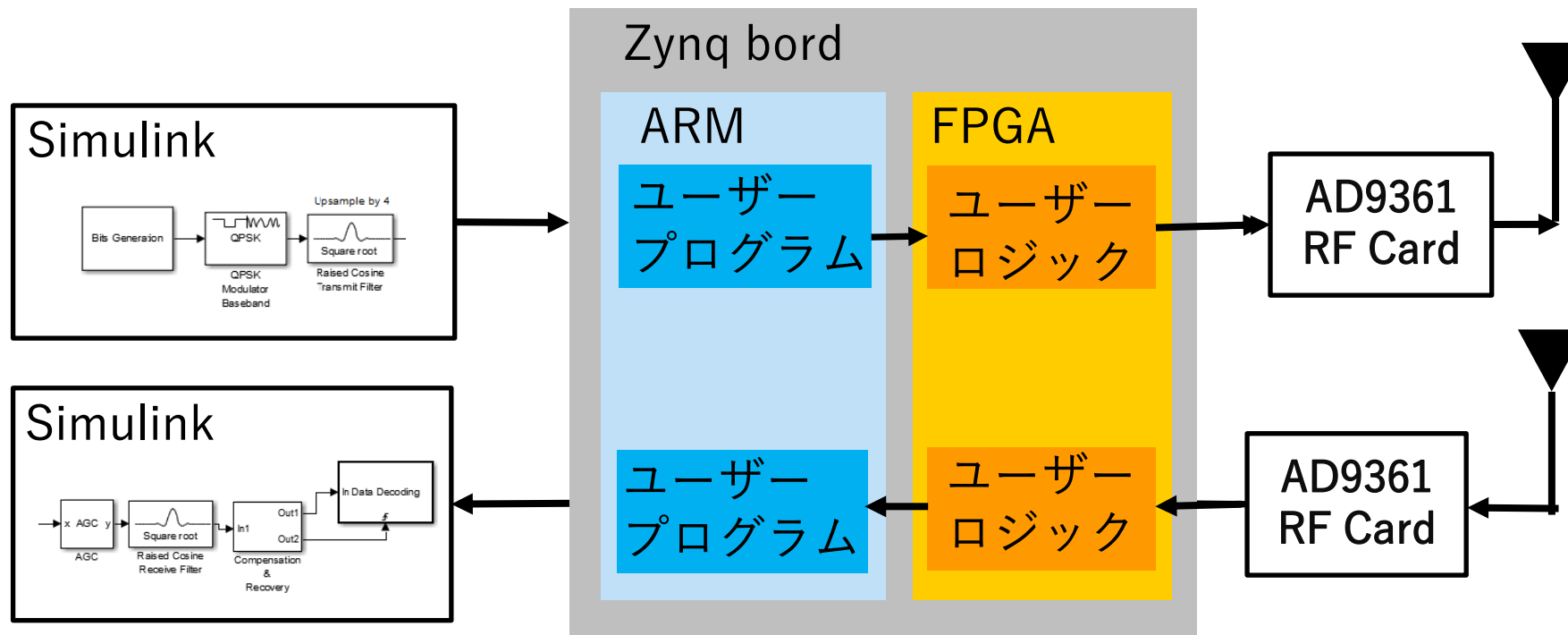
使用例3.1 : ARM®/FPGAに一部のユーザロジックを実装

ユーザロジックをARM®/FPGAに実装

信号処理をARM®/FPGAで行う

AXI経由でSimulink®からパラメータの変更

ハードに実装する部分は詳細設計が必要



*イメージ図

使用例3.2 : ARM®/FPGAに全てのユーザロジックを実装

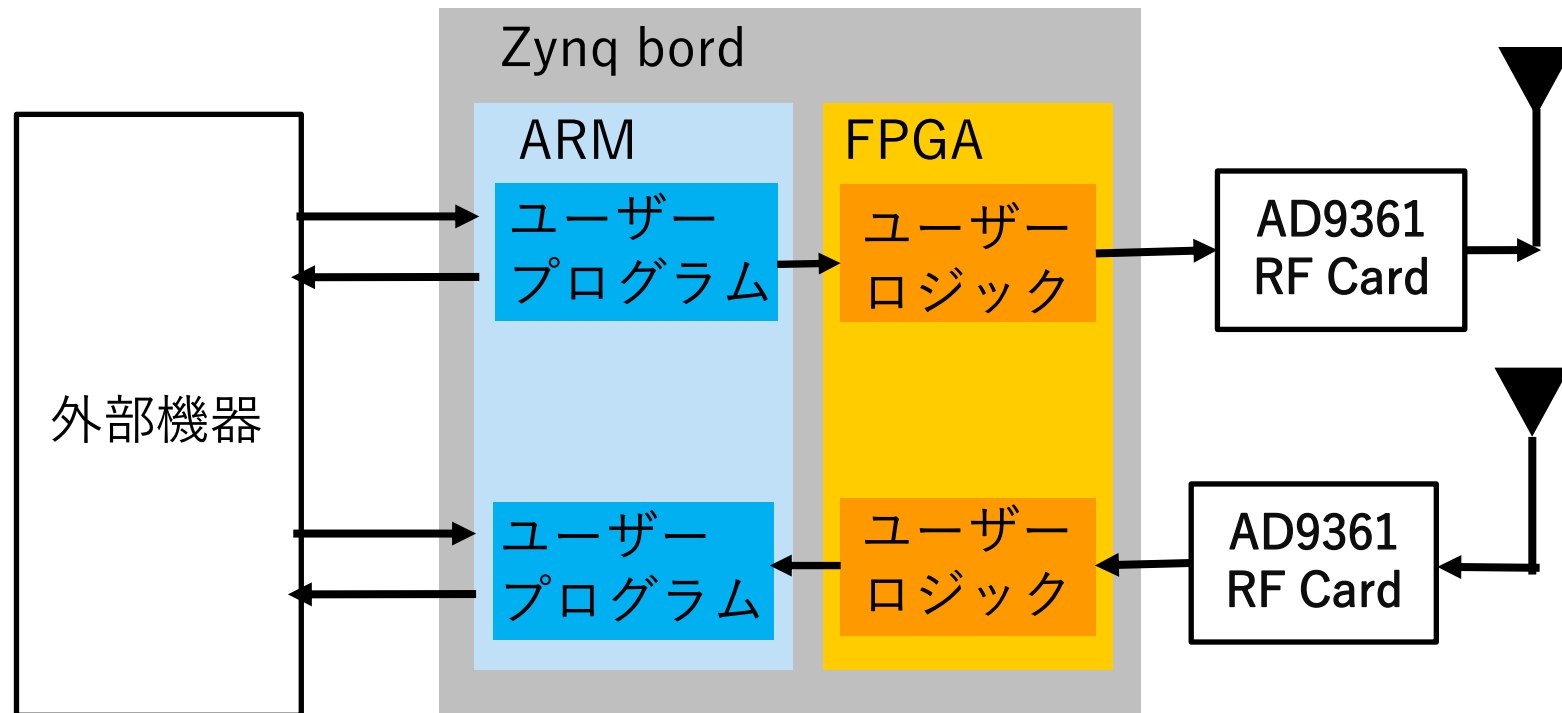
ユーザーロジックをARM®/FPGAに実装

MATLAB®/Simulink®がない環境で動作(スタンドアロン)

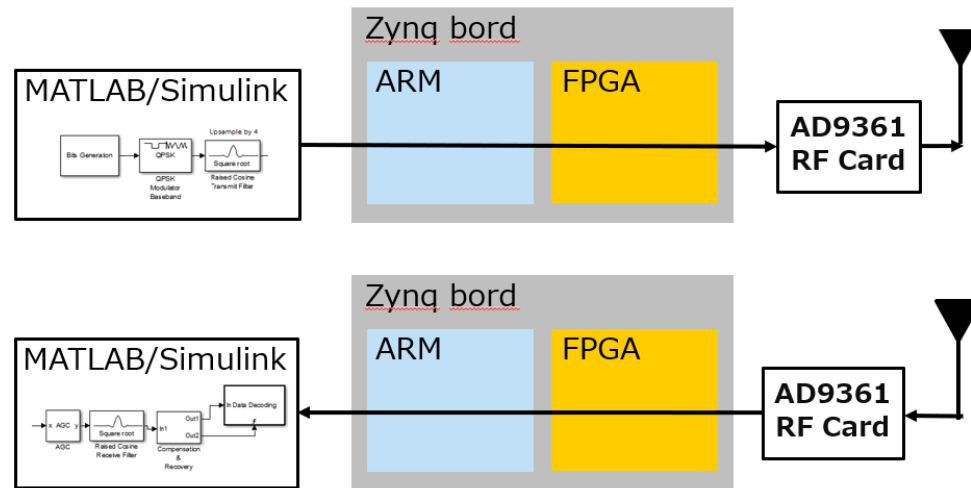
外部機器からUDPでパラメータの変更

信号処理が高速に行える

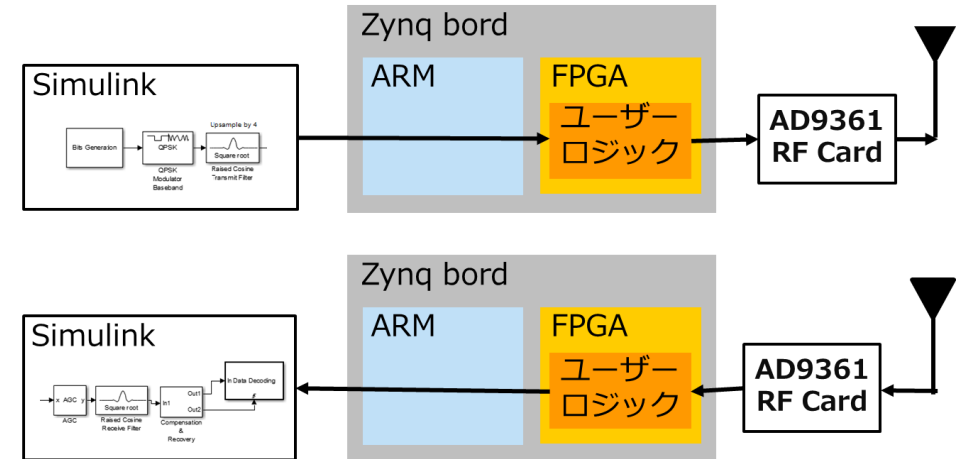
ハードに実装する部分は詳細設計が必要



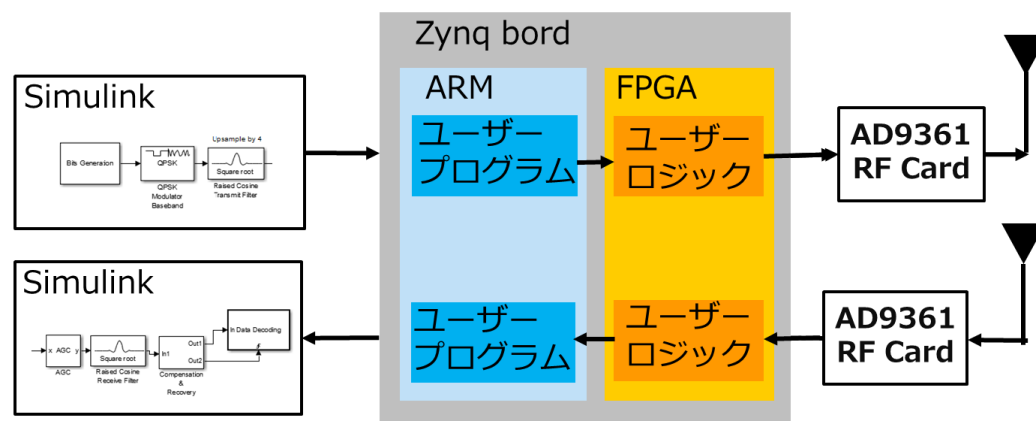
用途に合わせて選択



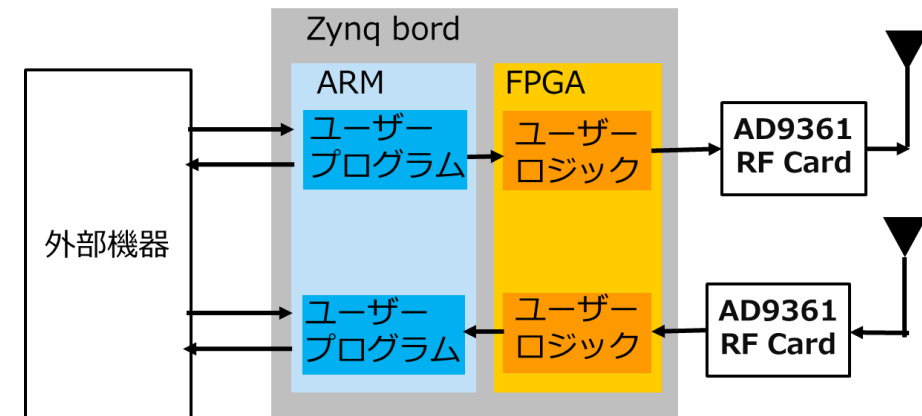
RFフロントエンドだけを使用



FPGAに信号処理の一部を実装



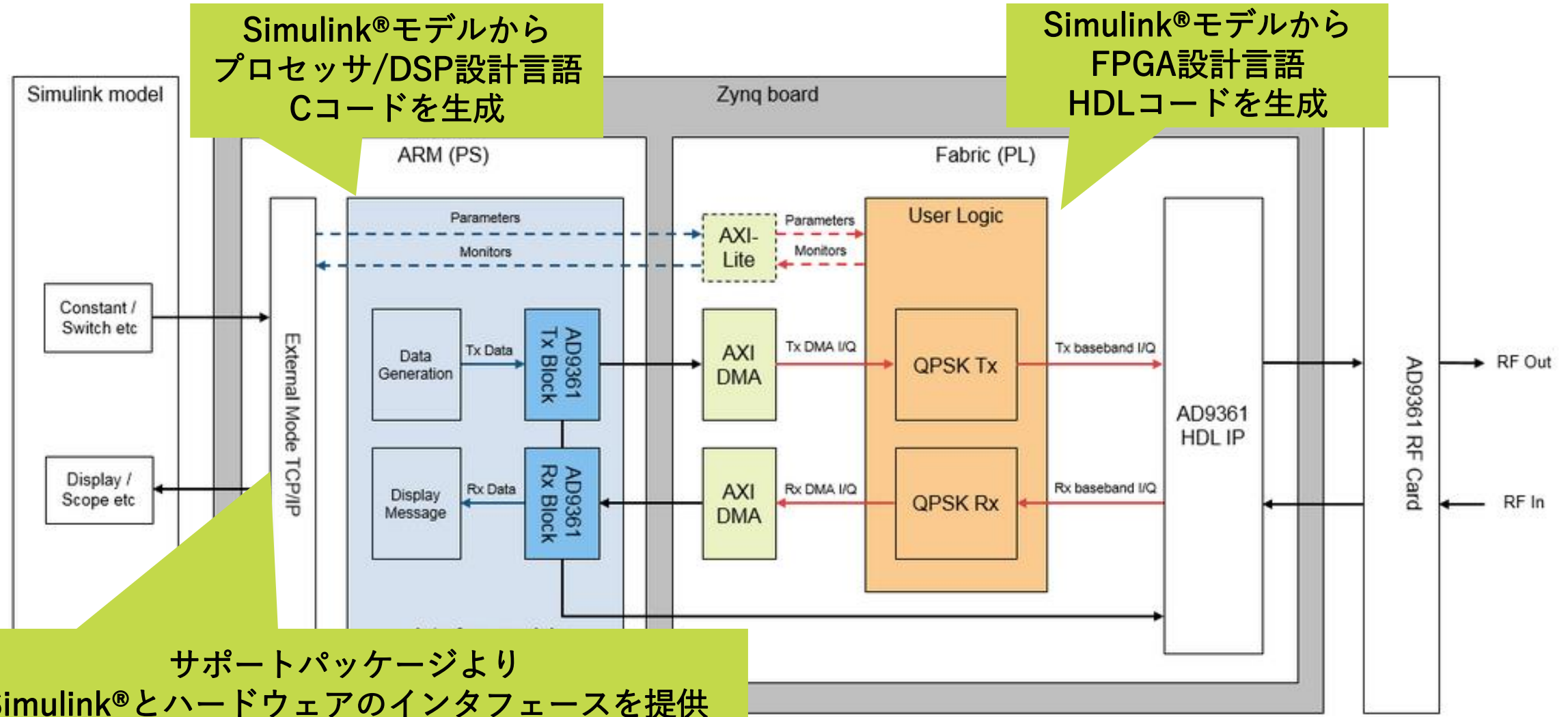
ARM®/FPGAに一部のユーザロジックを実装



ARM®/FPGAに全てのユーザロジックを実装

FPGAもZynq®

ハンドコーディングせずにソフトウェア無線を実現



アジェンダ

- MATLABで動かすソフトウェア無線機
 - MATLABでできることは？
 - ソフトウェア無線とは？
 - MATLABでソフトウェア無線機を動かすには？
 - デモンストレーション
 - MATLAB,ソフトウェア無線を学ぶには？

MathWorksアカウントを作成

主なポイント

- ライセンスをお持ちでなくても作成できます
- MATLABのドキュメントをWebブラウザでご覧いただけます
- MATLABの無料のセルフトレーニングをWebブラウザで受講いただけます



MathWorks アカウント

MathWorks アカウントにサインインするか新しい MathWorks アカウントを作成します。



電子メール

アカウントをお持ちではないですか? 作成しましょう。

サインインすると、当社のプライバシーポリシーに同意したことになります。

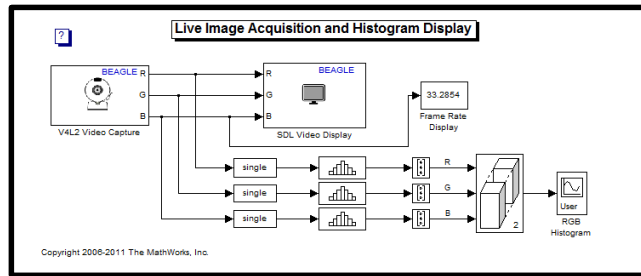
次へ

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

サポートパッケージをインストール

MathWorks製品で、特定のサードパーティ製のハードウェアやソフトウェアをMATLAB®/Simulink®環境で使用するための、アドオン

R2023bでは、319種類のハードウェアサポートパッケージを提供
MATLAB®/Simulink®だけで、組み込みを行えるパッケージも存在



Raspberry Pi



Arduino®



ADALM-PLUTO



USRP®



RTL-SDR

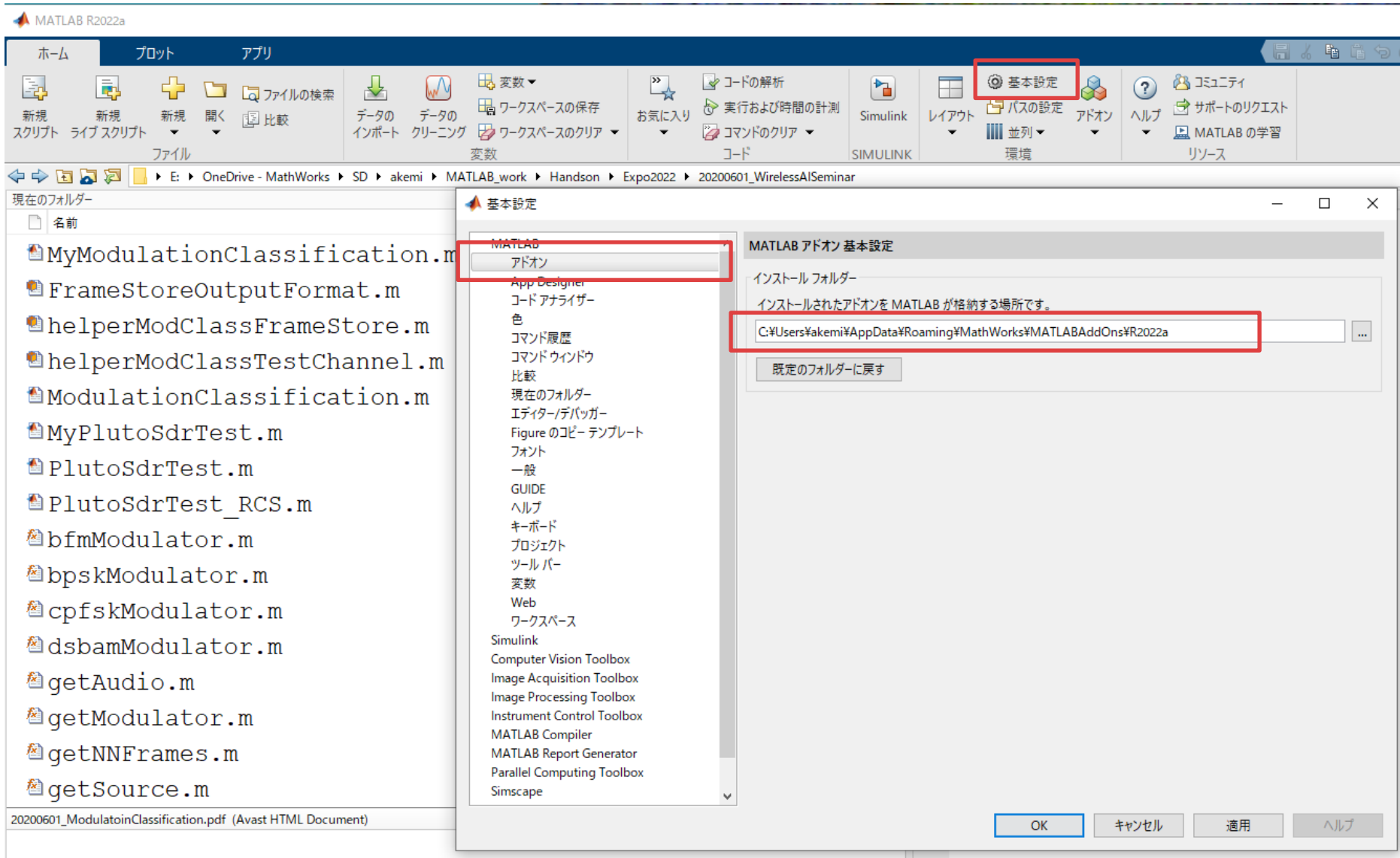


LEGO®
MINDSTORMS® EV3



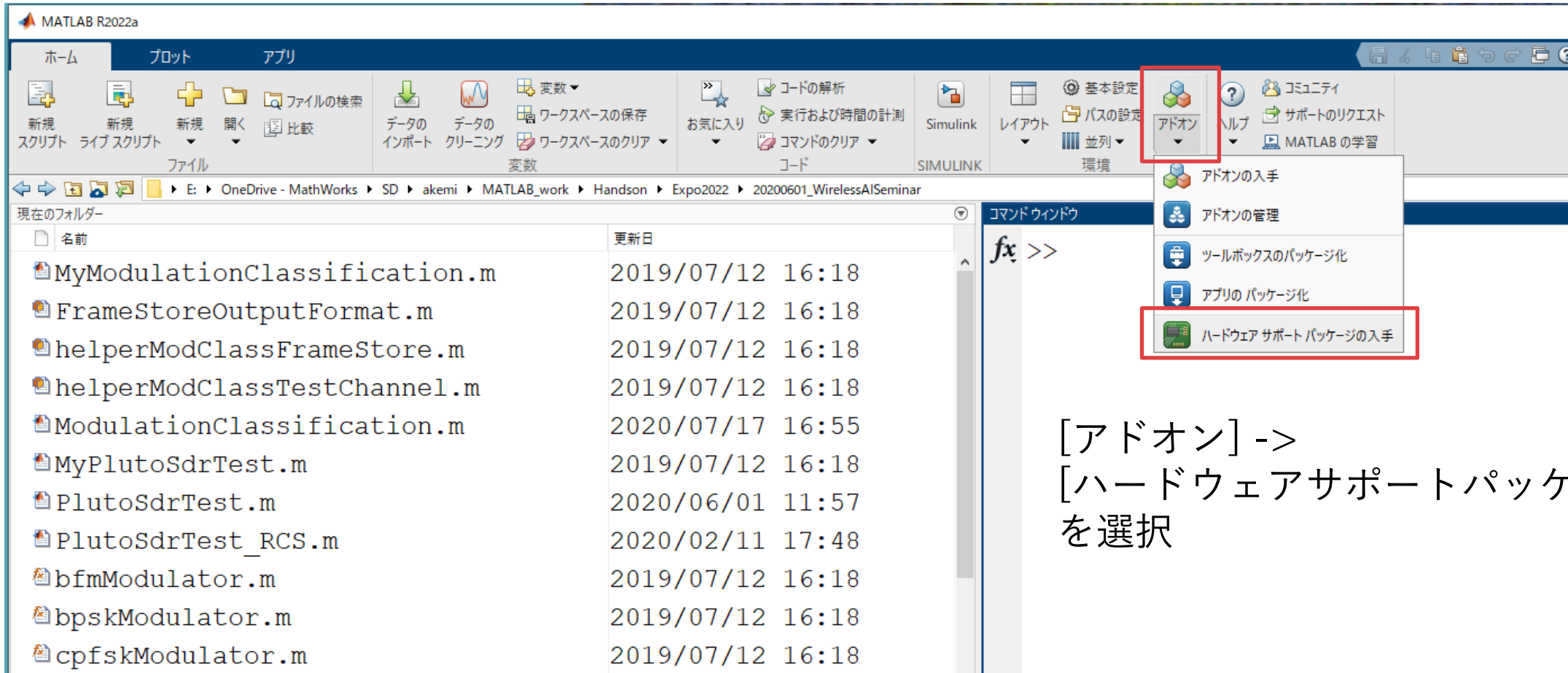
Web Cam

サポートパッケージインストール先の設定



[基本設定] ->
[アドオン] ->
[インストールフォルダ]
をバージョン毎に
指定することを
お勧めします

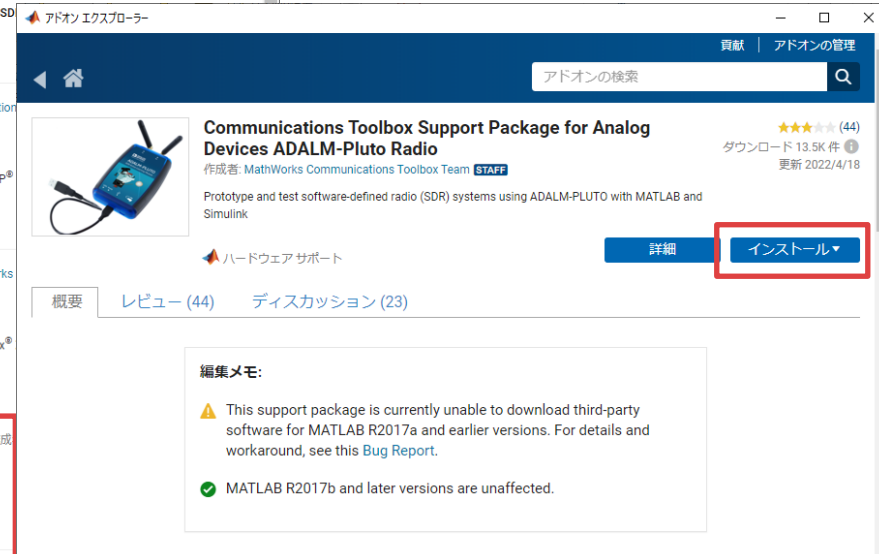
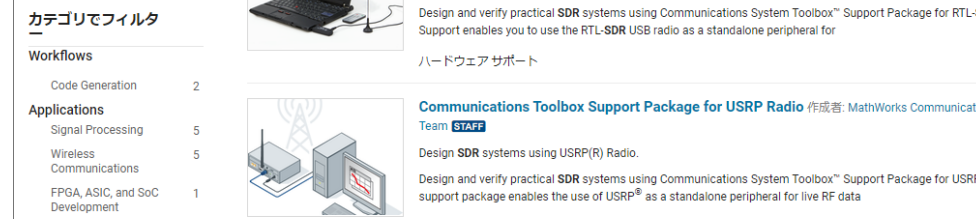
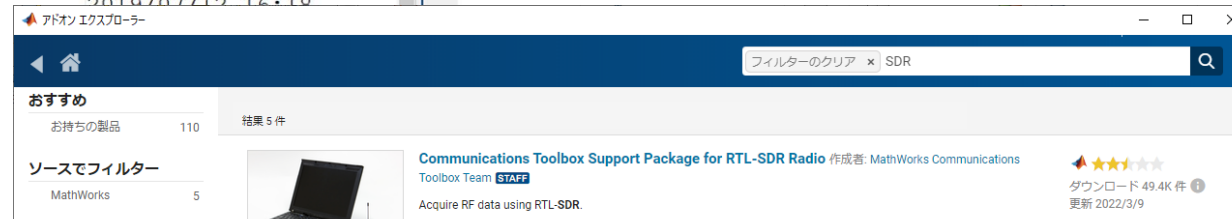
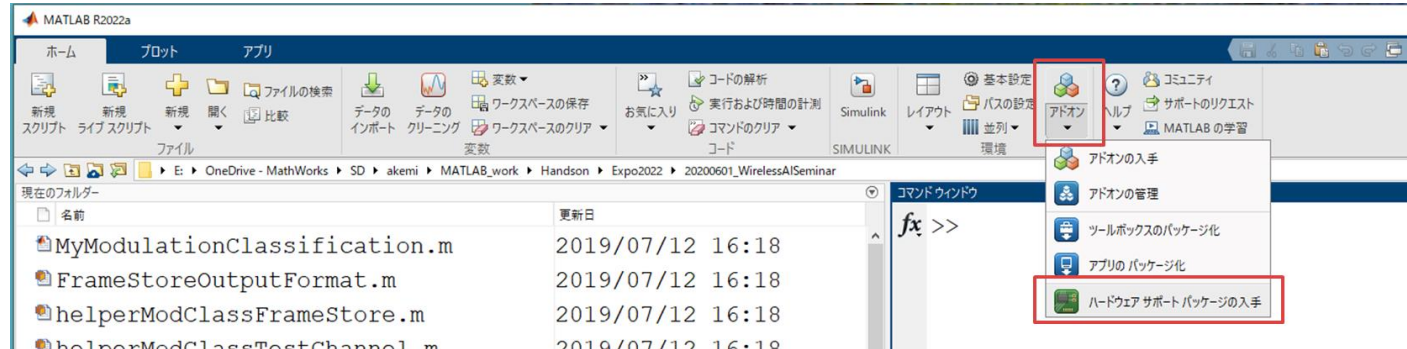
ADALM-PLUTO のサポートパッケージインストール



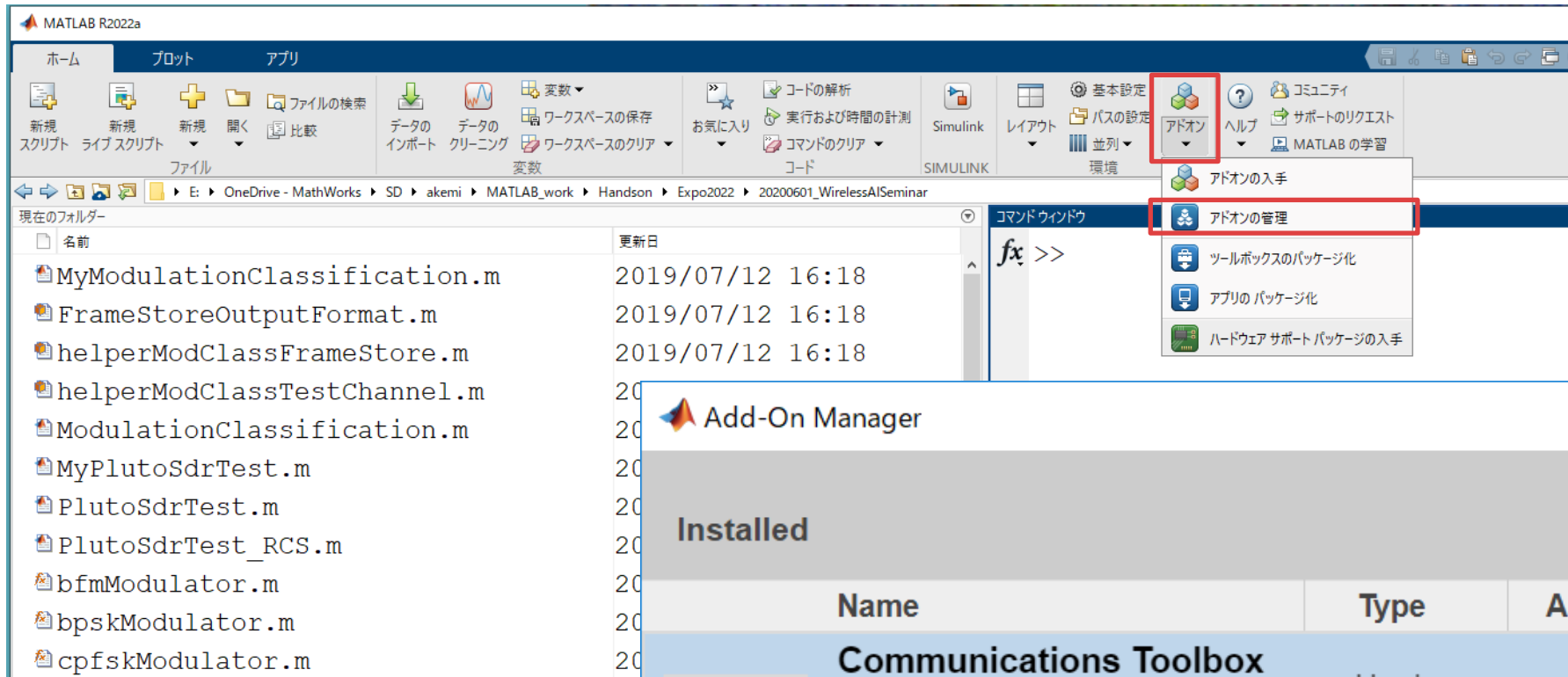
[アドオン] ->
[ハードウェアサポートパッケージの入手]
を選択

ADALM-PLUTO のサポートパッケージインストール

MATLABを[管理者として実行]して
サポートパッケージをインストール

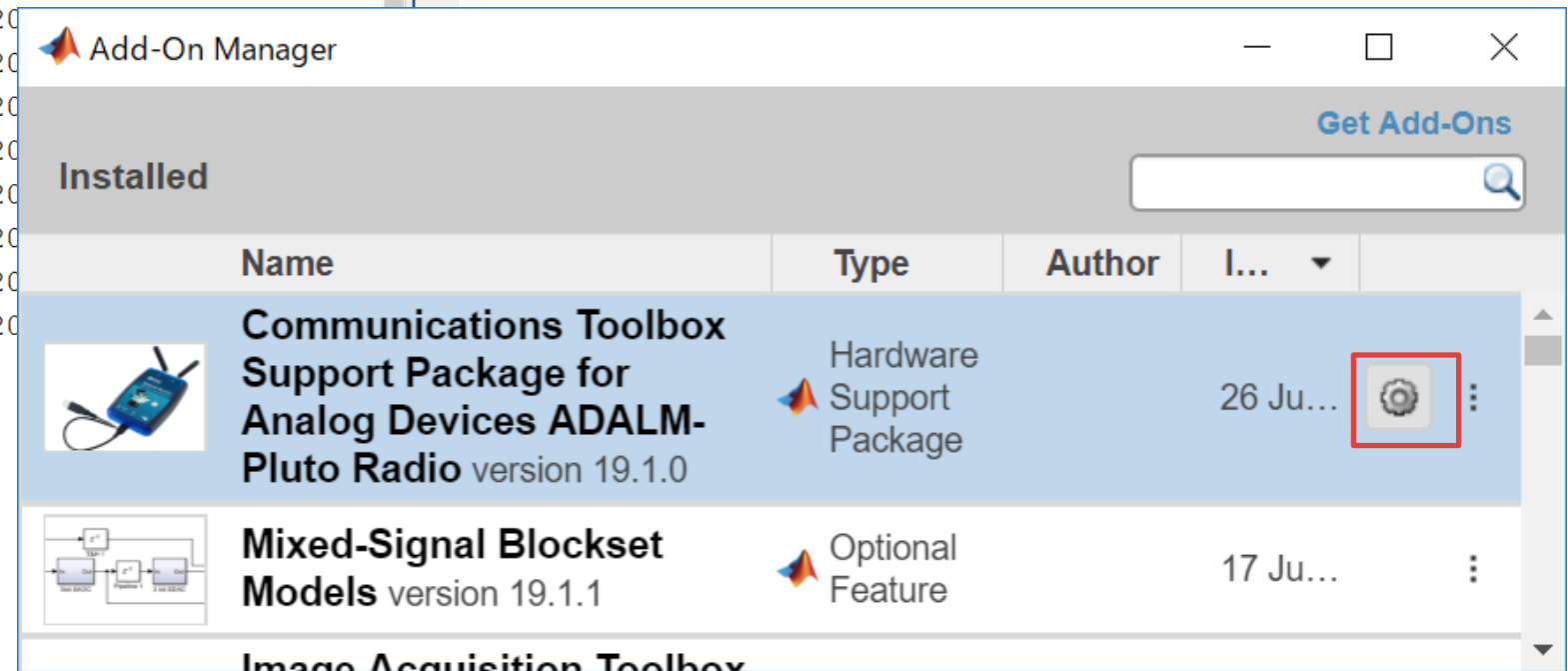


ADALM-PLUTO のセットアップ

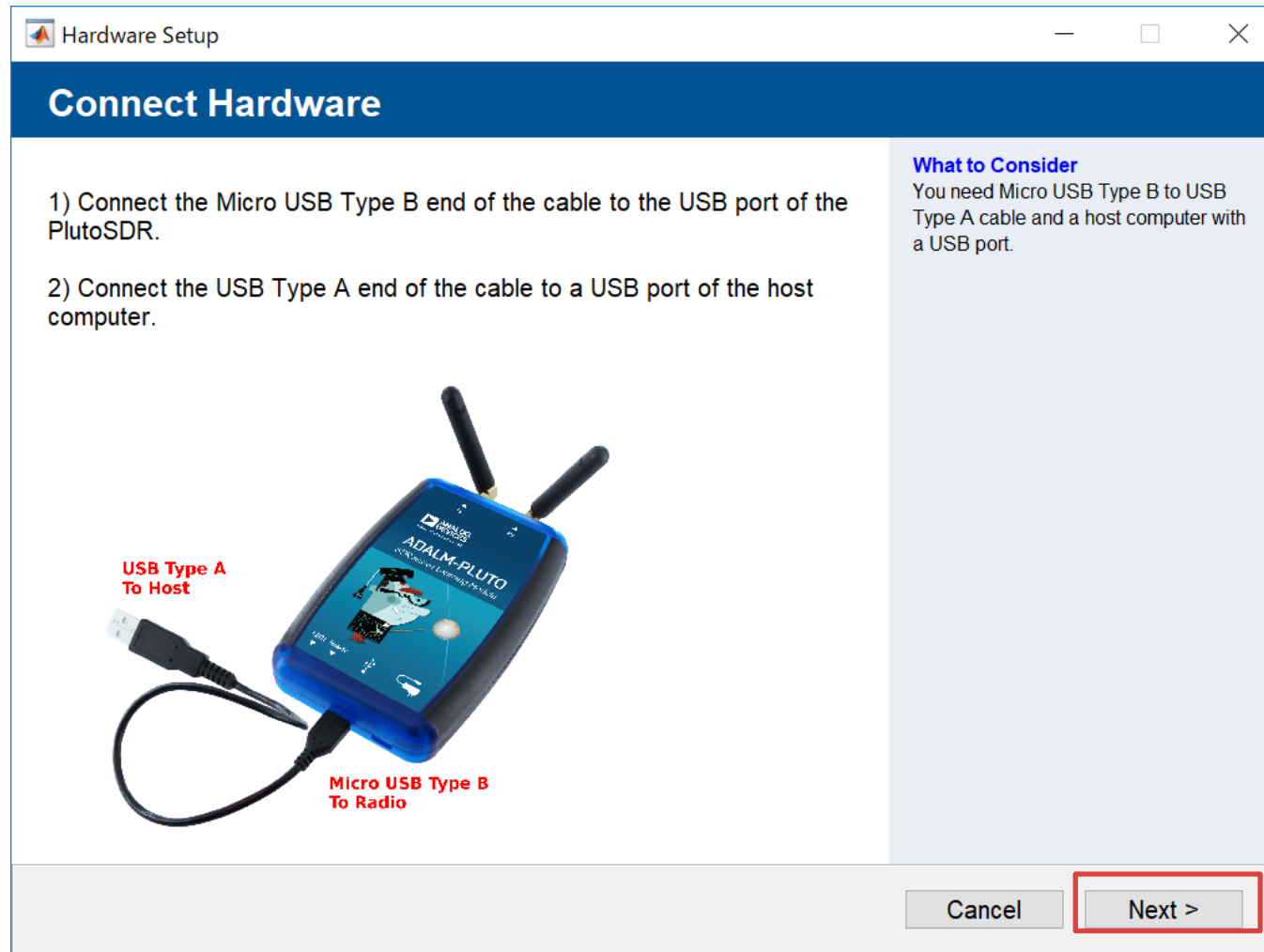


[アドオン] ->
[アドオンの管理]
を選択

設定



ADALM-PLUTO のセットアップ

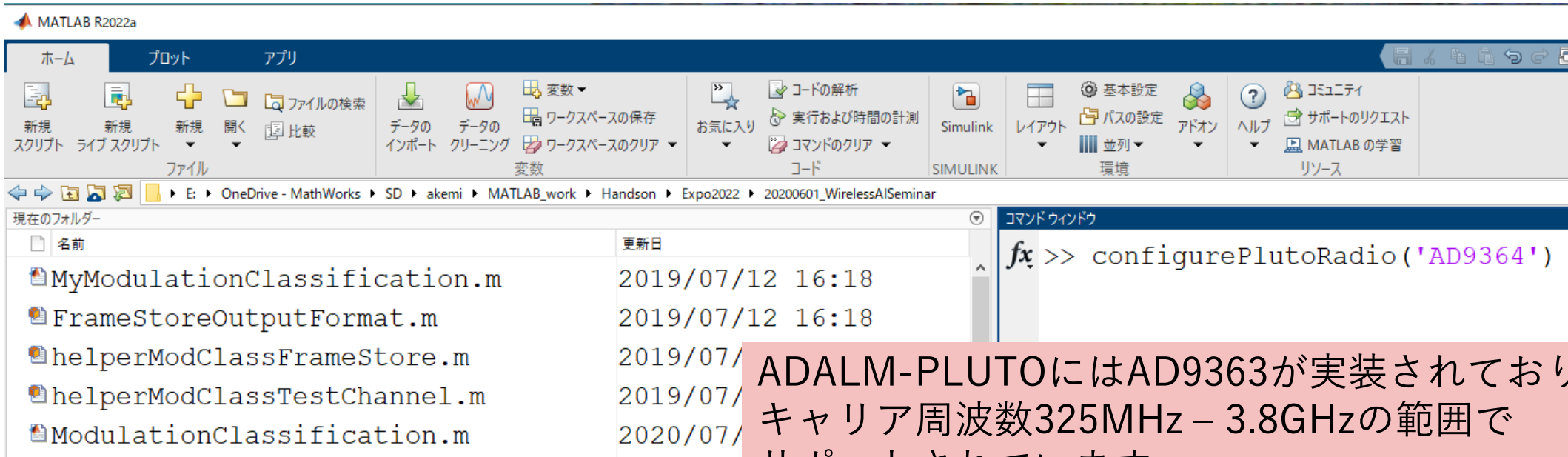


GUIの案内に従って設定を進めてください

セットアップ後にコマンド実行

以下のコマンドを実行してください

```
>> configurePlutoRadio('AD9364')
```



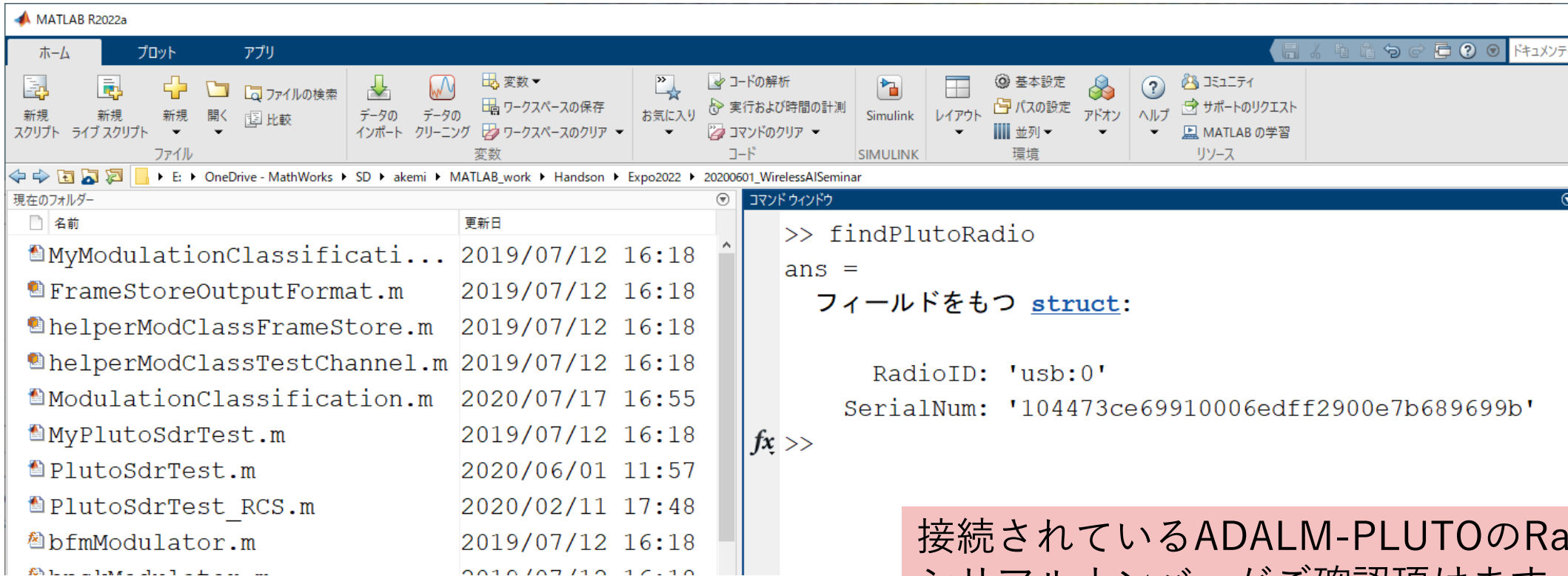
ADALM-PLUTOにはAD9363が実装されており
キャリア周波数325MHz – 3.8GHzの範囲で
サポートされています。

こちらのコマンドを実行して頂くことで、サポート範囲外の
レンジの品質の保証はされませんが、70MHz-6GHzまで
設定が可能になります。

接続されているADALM-PLUTOの確認

以下のコマンドを実行してください

```
>> findPlutoRadio
```



The screenshot shows the MATLAB R2022a interface. The Command Window displays the output of the `findPlutoRadio` command. The output indicates that a Pluto radio is connected, providing its Radio ID and Serial Number.

```
>> findPlutoRadio
ans =
    フィールドをもつ struct:

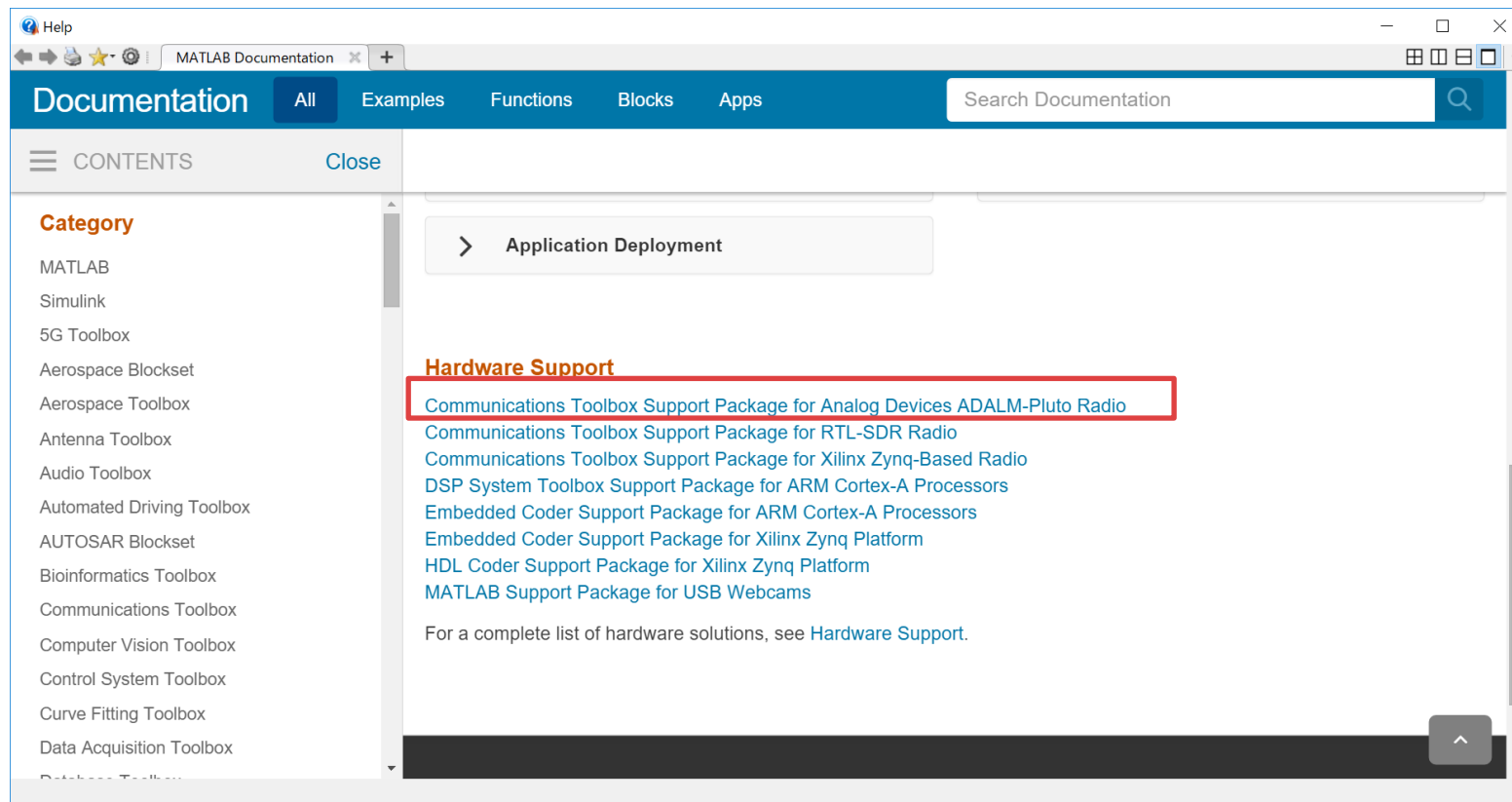
    RadioID: 'usb:0'
    SerialNum: '104473ce69910006edff2900e7b689699b'
```

The file browser on the left shows the current directory structure, including folders like `MyModulationClassification`, `FrameStoreOutputFormat.m`, `helperModClassFrameStore.m`, `helperModClassTestChannel.m`, `ModulationClassification.m`, `MyPlutoSdrTest.m`, `PlutoSdrTest.m`, `PlutoSdrTest_RCS.m`, and `bfmModulator.m`.

接続されているADALM-PLUTOのRadio IDとシリアルナンバーをご確認頂けます

ADALM-PLUTO の動作確認

- 通常ADALM-PLUTOの例題を開く場合には
- `>> doc`



ADALM-PLUTO の動作確認

すぐに実行していただける
デモが準備されています

The image displays two overlapping screenshots of the MathWorks documentation browser. The top screenshot shows the 'Documentation' page for the 'Communications Toolbox Support Package for Analog Devices ADALM-Pluto Radio'. The 'Examples' tab is highlighted with a red box. The bottom screenshot shows the 'Examples' page, which includes a table of contents and three example blocks: 'Spectral Analysis with ADALM-PLUTO Radio', 'FM Broadcast Receiver', and 'RDS/RBDS and RadioText Plus (RT+) FM Receiver'. Each example block contains a diagram, a description, and a link to 'Open Model' or 'Open Script'.

Communications Toolbox Support Package for Analog Devices ADALM-Pluto Radio

Design software-defined radio (SDR) systems using the ADALM-PLUTO Radio.

Communications Toolbox™ Support Package for Analog Devices ADALM-Pluto Radio lets you use MATLAB® and Simulink® to design and simulate SDR systems. Using this support package, you can use the ADALM-PLUTO Radio as a standalone peripheral for live RF data acquisition and processing, or as a software-defined radio (SDR) block. This lets you quickly test your designs in real-world conditions.

Getting Started
Learn the basics of Communications Toolbox Support Package for Analog Devices ADALM-Pluto Radio.

Installation and Setup
Install hardware support package and configure the radio.

Radio Configuration
Set radio hardware parameters and tune the radio.

Examples

Category	Count
Communications Toolbox Support Package for Analog Devices ADALM-Pluto Radio	16
Getting Started with Communications Toolbox Support Package for Analog Devices ADALM-Pluto Radio	3
Diagnostics	3
Digital Modulation	4
Application-Specific	9

Type

Type	Count
All	16
MATLAB	8
Simulink	8

Spectral Analysis with ADALM-PLUTO Radio

Use the ADALM-PLUTO Radio as a data source for downstream spectrum analysis. You can change the radio's center frequency to tune into a specific frequency.

[Open Model](#)

FM Broadcast Receiver

Build an FM mono or stereo receiver using MATLAB® and Communications Toolbox™. You can either use captured signals, or generate signals.

[Open Script](#)

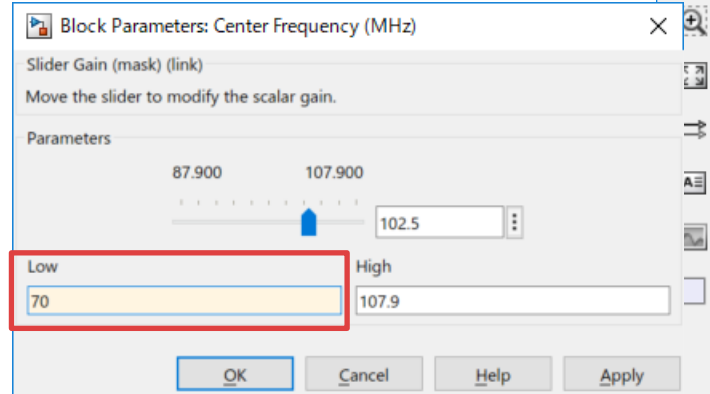
RDS/RBDS and RadioText Plus (RT+) FM Receiver

Use MATLAB® and the Communications Toolbox™ to extract program or song information from FM radio stations using the RDS/RBDS and RadioText Plus (RT+) FM Receiver.

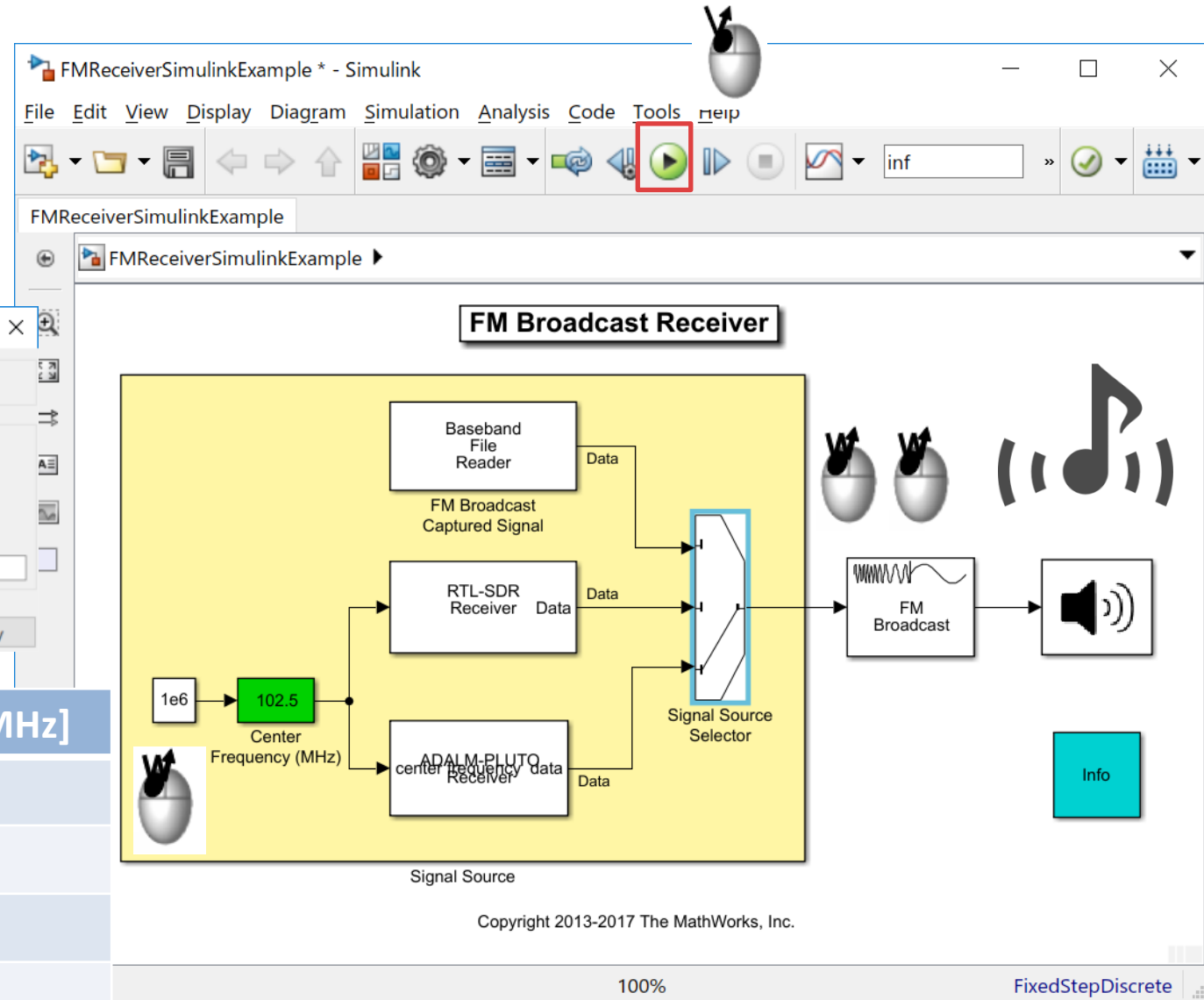
[Open Script](#)

FMラジオ受信

スライダゲインの下限値を
日本のFMラジオの周波数に合わせて
変更



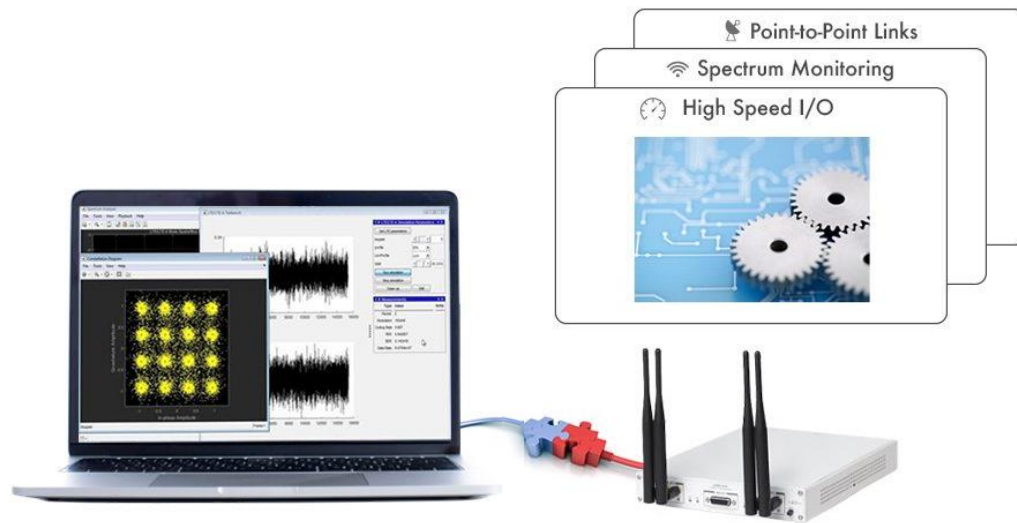
放送局	周波数[MHz]
FM CO・CO・LO	76.5
FM802	80.2
FM osaka	85.1
NHK FM 大阪	88.1



FMReceiverSimulinkExamplePluto.slx

Wireless Testbench

高速でインテリジェントなデータ送信/キャプチャを使用したワイヤレス設計の検討とテスト



最大250MSPSの広帯域信号の伝送およびキャプチャ

エンド・ツー・エンドのトランシーバー設計、規格ベースおよびカスタム信号送受信機的设计

プリアンプル検出器を用いたインテリジェントなデータキャプチャ

プリアンプル検出により、必要な波形のみをインテリジェントに捕捉し、データ量を削減

その他の特徴

- USRP™ SDR サポート
- 簡単な無線機のセットアップ
- リファレンスアプリケーションの作成
- 17.6秒@30.72MSPS(5G) データキャプチャ
- 6.5秒@80MSPS(WLAN) データキャプチャ

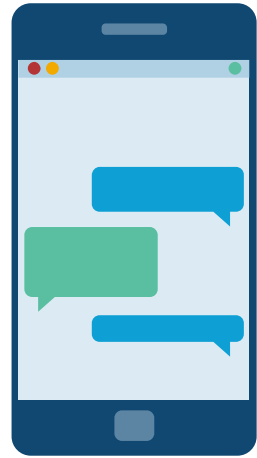
任意のサンプルレート

MATLABと対応SDRを使用して5G、WLAN、DVB-S2およびカスタム信号の取り扱い

アジェンダ

- MATLABで動かすソフトウェア無線機
 - MATLABでできることは？
 - ソフトウェア無線とは？
 - MATLABでソフトウェア無線機を動かすには？
 - デモンストレーション
 - MATLAB,ソフトウェア無線を学ぶには？

デモ : FMラジオ受信

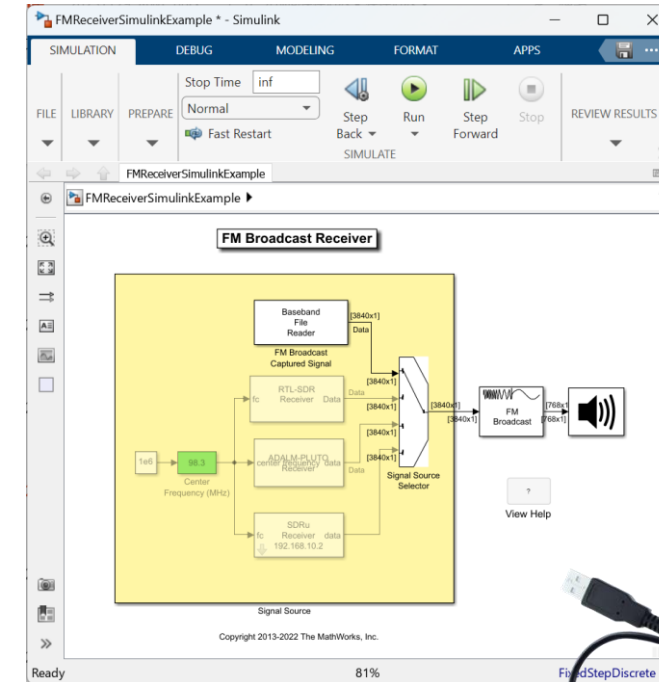


スマートフォン

Bluetooth



FMトランスミッタ



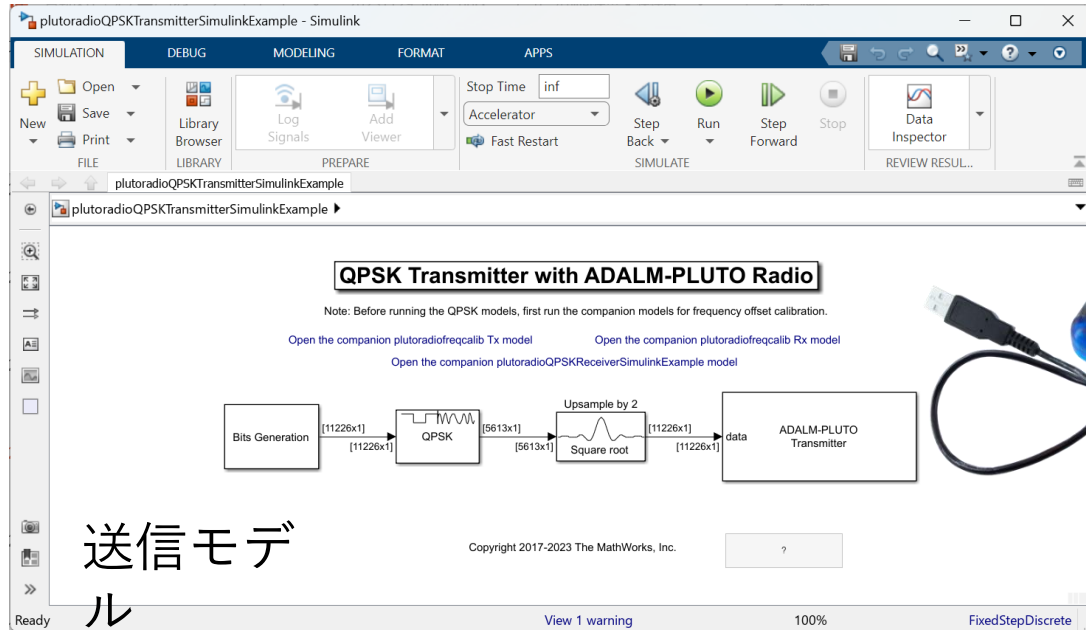
受信



デモ：無線信号送受信（QPSK）

送信信号

Hello world 000
Hello world 001
Hello world 002
⋮

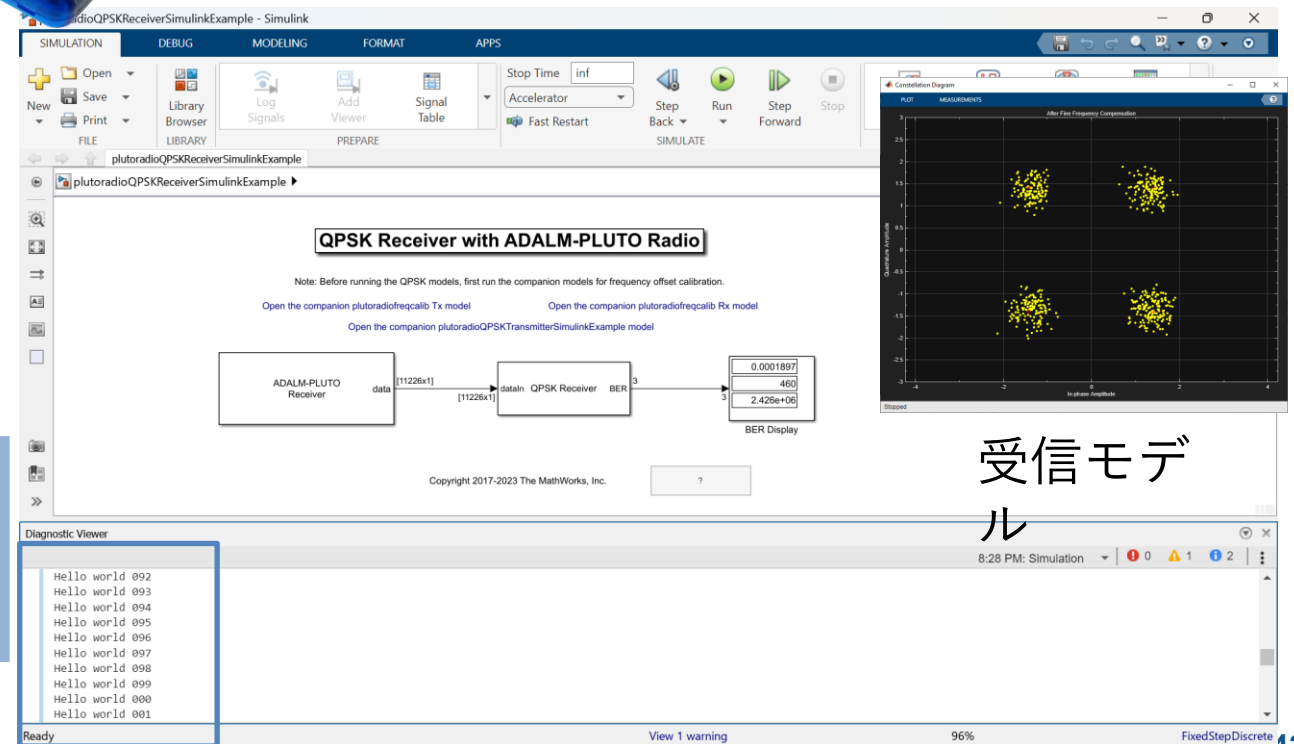


送信モデル

信号受信



Hello world 000
Hello world 001
Hello world 002
⋮

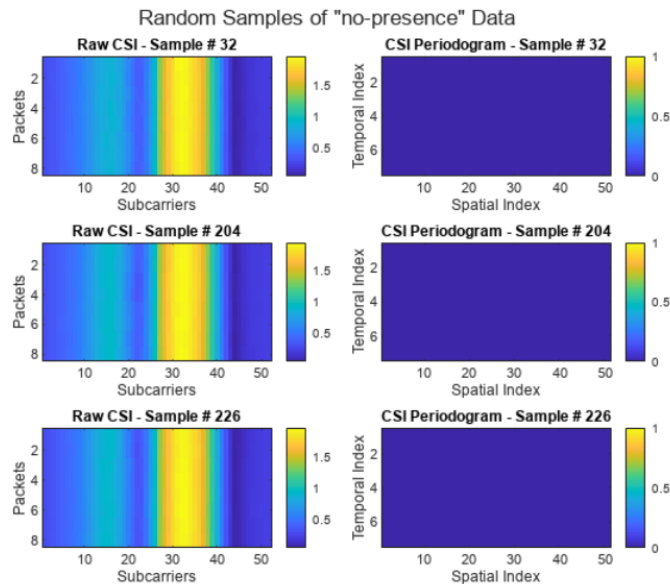


受信モデル

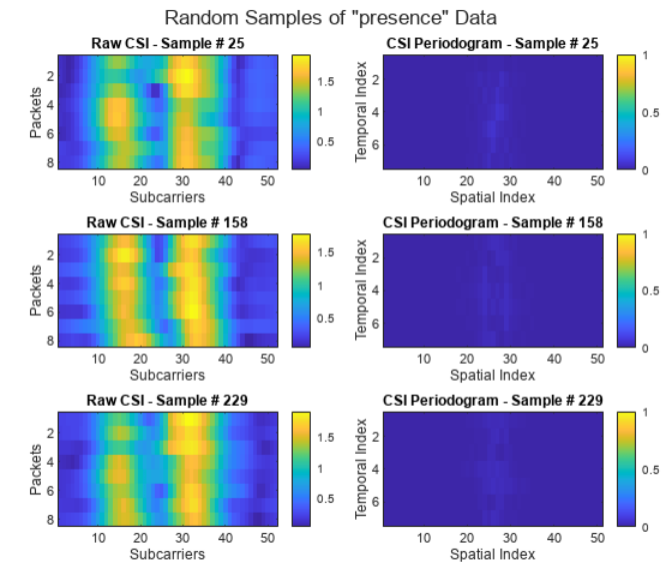
デモ : CSIを利用した人の検出



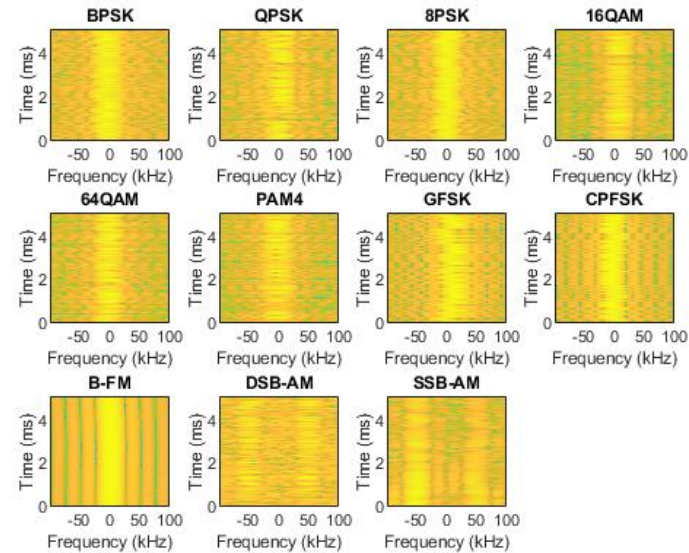
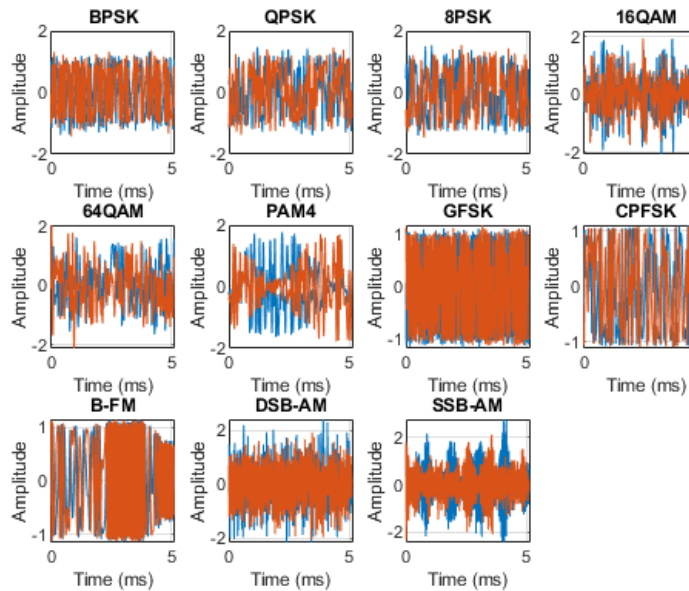
人を検出していない時



人を検出している時



デモ：変調方式の分類



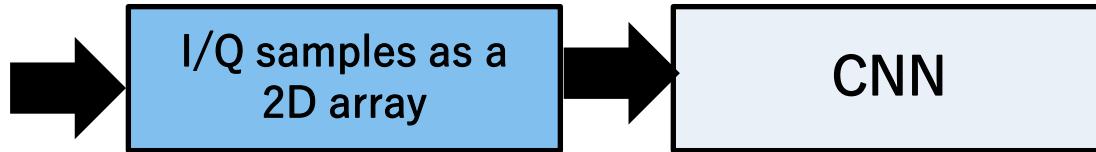
Confusion Matrix for Test Data

True Class \ Predicted Class	16QAM	64QAM	8PSK	B-FM	BPSK	CPFSK	DSB-AM	GFSK	PAM4	QPSK	SSB-AM	Accuracy	Confidence
16QAM	42	8										84.0%	16.0%
64QAM	10	40										80.0%	20.0%
8PSK	2		46								2	92.0%	8.0%
B-FM				50								100.0%	
BPSK					50							100.0%	
CPFSK						50						100.0%	
DSB-AM							49				1	98.0%	2.0%
GFSK								50				100.0%	
PAM4									50			100.0%	
QPSK	1		1							48		96.0%	4.0%
SSB-AM											50	100.0%	

時系列 – ベースバンド I/Q 時間-周波数



入力層のパラメータの違いで、予測精度にも影響



I/Qサンプルは、出力フレームの列に配置される

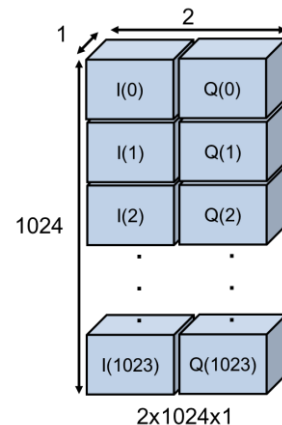
出力フレームのサイズ $[2 \times \text{spf} \times 1 \times N]$

1行目 I

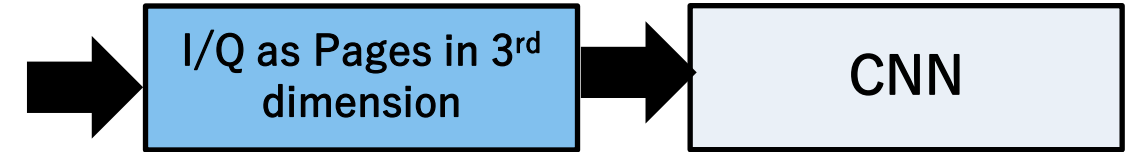
2行目 Q

畳み込み層はIとQを別々に処理す

全連結層でのみIとQの情報が結合



$\text{spf} = \text{radar samples/frame}$



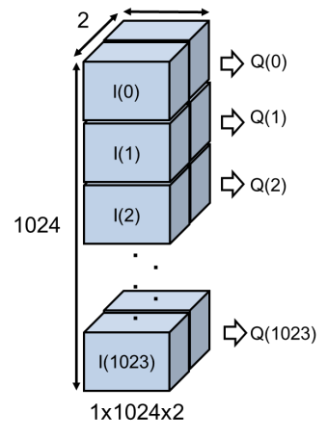
出力フレームのサイズは $[1 \times \text{spf} \times 2 \times N]$

1ページ目 (3次元) I

2ページ目 (3次元) Q

畳み込みフィルタのサイズが $[1 \times \text{spf}]$ の場合
IとQのサンプルの情報は、畳み込み層で混合

位相情報をより有効に利用



アジェンダ

- MATLABで動かすソフトウェア無線機
 - MATLABでできることは？
 - ソフトウェア無線とは？
 - MATLABでソフトウェア無線機を動かすには？
 - デモンストレーション
 - MATLAB,ソフトウェア無線を学ぶには？

MATLABのドキュメント

主なポイント

関数やブロックの使い方が学べます
すぐに動かせる例題や説明が豊富です

Help Center

Search Help

CONTENTS

View By: Category Product List

Using MATLAB

MATLAB

Using Simulink

Simulink

Physical Modeling

Event-Based Modeling

Real-Time Simulation and Testing

Workflows

Parallel Computing

Reporting and Database Access

Systems Engineering

Code Generation

Application Deployment

Verification, Validation, and Test

Cloud Capabilities

Teaching and Learning

Applications

AI, Data Science, and Statistics

Mathematics and Optimization

Signal Processing

Image Processing and Computer Vision

Control Systems

Test and Measurement

RF and Mixed Signal

Wireless Communications

Documentation

Examples Functions Blocks Apps

Using MATLAB

MATLAB

Using Simulink

Simulink

Physical Modeling

Event-Based Modeling

Real-Time Simulation and Testing

Workflows

Parallel Computing

Reporting and Database Access

Applications

AI, Data Science, and Statistics

Mathematics and Optimization

Signal Processing

Image Processing and Computer Vision

Control Systems

Test and Measurement

RF and Mixed Signal

Wireless Communications

file:///C:/ProgramData/MATLAB/SupportPackages/R2023b/help/documentation-center.html?s_tid=CRUX_lftnav

Wireless Over-the-Air Testing using SDRs

Motivations for SDR (Software Defined Radio) Usage

Educational aid

Acquire over-the-air data for offline analysis or deep learning

Prove a radio design

Build a radio

3:05 / 29:09

1x

Neural Network for Digital Predistortion Design - Online Training

Use a neural network, that is trained online, to apply digital predistortion to offset the effects of nonlinearities in a power amplifier.

CSI Feedback with Autoencoders

Compress CSI feedback using an autoencoder neural network in a 5G NR communications system.

Noncollaborative Bluetooth LE Coexistence with WLAN Signal Interference

Simulate noncollaborative Bluetooth LE coexistence with WLAN signal interference.

Bluetooth LE Positioning by Using Direction Finding

Calculate the 2-D or 3-D position of a Bluetooth LE node by using Bluetooth direction finding features and triangulation.

Interference from Satellite Constellation on Communications Link

Analyze interference on a downlink from a constellation of satellites.

セルフトレーニング



無線通信入門



MATLAB 入門

最短で MATLAB の基礎を学びましょう

詳細を確認する



Simulink 入門

最短で Simulink の基礎を学びましょう

詳細を確認する



Simscape 入門

Simscape における物理システムのシミュレーションの基礎を学びます。

詳細を確認する



強化学習入門

制御問題のための強化学習手法の基礎を対話形式で学びます。

詳細を確認する



信号処理入門

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。

詳細を確認する



画像処理入門

MATLAB で実用的な画像処理の基本を学びます。

詳細を確認する



機械学習 入門

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。

詳細を確認する



ディープ ラーニング入門

ディープラーニング手法を使用して画像認識を行う方法を学びましょう

詳細を確認する



Stateflow 入門

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。

詳細を確認する



Simulink による制御設計入門

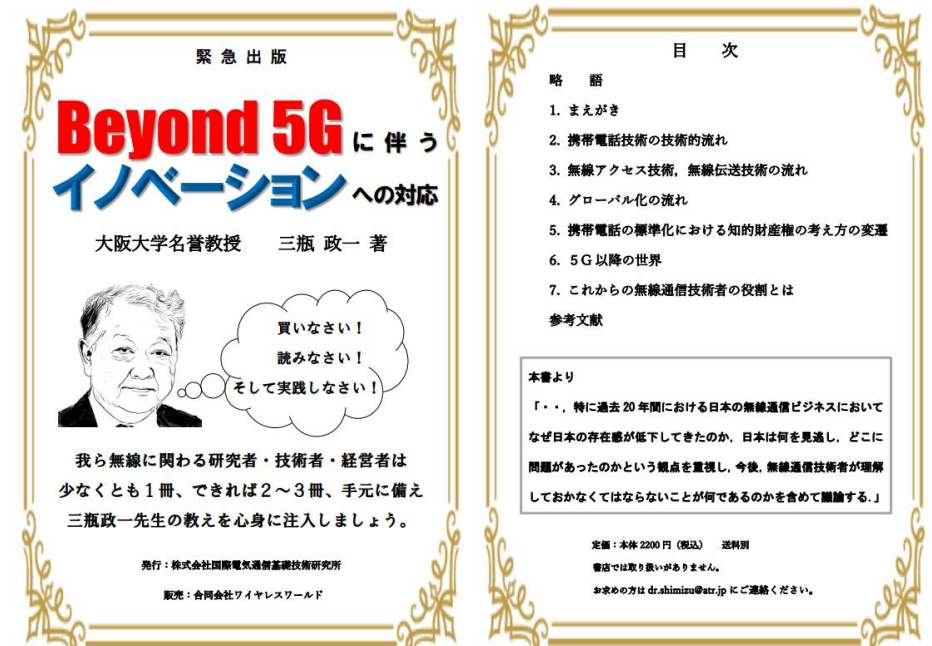
Simulink のフィードバック制御設計の基本をすぐに始める。

詳細を確認する

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

お勧めの書籍(リリース順)

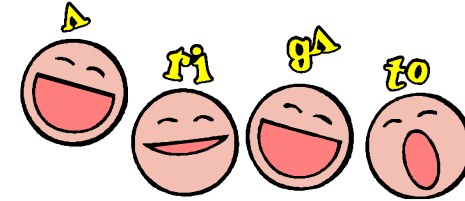
- Simulation and Software Radio for Mobile Communications(The Arte House Universal Personal Communications Series)
- MATLABによるディジタル無線通信技術
- ソフトウェアで作る無線機的设计法
- Beyond 5Gに伴うイノベーションへの対応



お勧めの電子書籍、マガジン(リリース順)

- Software Defined Radio using MATLAB & Simulink and the RTL-SDR
 - <https://www.desktopsdr.com/>
- SOFTWARE-DEFINED RADIO for ENGINEERS
 - <https://www.analog.com/media/en/training-seminars/design-handbooks/Software-Defined-Radio-for-Engineers-2018/SDR4Engineers.pdf>
- 電子情報通信学会マガジン
 - 初めてのデジタル信号処理シミュレーション(導入編)
 - https://www.jstage.jst.go.jp/article/bplus/15/2/15_158/_pdf
 - 初めてのデジタル信号処理シミュレーション(応用編)
 - https://www.jstage.jst.go.jp/article/bplus/15/1/15_61/_pdf

お問い合わせ窓口



お気軽にご相談ください!

お問い合わせ先：
MathWorks Japan
sales@mathworks.co.jp
03-6367-6700

ホームページ：
<http://jp.mathworks.com/>

© 2024 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.