

6GにむけたISAC (センシング) ソリューション

Kazuma Miyashita | Keysight Technologies
2025.5

3GPP Driving 5G Standards to Support New Vertical Markets

Vertical	Release 15	Release 16		Release 17			Release 18		Rel-19 early focus
eMBB 	• 5G New Radio • 5G Core Network • NSA / SA mode • FR2 (mmWave)	• Power saving • MIMO enh • Mobility enh • DC/CA	• DSS • NR-U • Positioning • RRM enh	• Power saving • MIMO • DSS • UL Coverage • 71GHz	• MUSIM • MR DC/CA • FR1 1024QAM • NR UDC • RAN slicing	• SON/MDT • Small data Tx from INACTIVE • QoE	• NR MIMO evolution • Further UL coverage enh • Evolution of Duplex • NW energy saving	• QoE enh • CA enh • DSS • Mobility enh • Zero touch auto.	
IIoT/NPN 		• URLLC • Precision Positioning • Private Networks • TSN over 5G		• Higher accuracy positioning • Private network enh • Enhanced IoT and TSN/ URLLC support • RedCap			• NTN evolution – IoT • RedCap evolution • Positioning evolution		• Network of Service Robots with Ambient Intelligence
Auto 		• NR sidelink		• Enhanced NR-V2X services • NR sidelink enhancements • NR sidelink relay			• NR sidelink evolution • Sidelink relay enhancements		
RAN 		• Integrated Access and Backhaul (IAB)		• More IAB • eNB arch evolution			• Smart repeaters, Mobile IAB • AI/ML: Air I/F, Manage., Analytics, Security • Energy Savings, New EC/EE KPIs, ES UCs		• Integrated Sensing and Communication
RedCap 				• RedCap • Power saving • Small data Tx • UL coverage			• RedCap evolution		• Ambient power-enabled IoT device (zero energy)
NTN 				• NR NTN • NB-IoT/eMTC NTN			• NR NTN evolution		• Satellite access Phase 3
Public Safety 				• NR multi-cast / broadcast services • Proximity based services			• Sidelink enhancements		
VR/XR 				• VR profiles for streaming • Immersive CODEC and teleconferencing			• Enhancements for XR		• Mobile Metaverse
UAV 							• Uncrewed Aerial Vehicle (UAV)		• UAV+ (UTM, ...)
AI/ML 							• Artificial Intelligence (AI) / Machine Learning (ML)		• Artificial Intelligence (AI) / Machine Learning (ML)

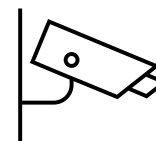
ISAC (Integrated Sensing and Communication)

- **セルラー網を使用したセンシング**

- セルラー通信の電波を使用して、セルラー網に接続していない物体の位置や動きを検知することを目指す

- **想定されるセンシングのユースケース***

- 家屋や工場内での物体・侵入者検知
- インフラ施設（高速道路、鉄道線路、重要施設など）への侵入検知
- UAV, AGV, 自動車などの移動物の軌跡検知、衝突防止
- 気候観測
- ヘルスケアモニタリング



技術的検討事項

• センシング信号・方式の検討

- 信号フォーマット
- センシングアルゴリズム
- AI/MLのための膨大な検知パターンのトレーニング
- Non-3GPPのセンシング技術との統合検討

• ラボ検証・フィールド実証

- 検知精度
- 誤検知率
- 周囲環境による影響の評価

• 基礎評価

- 検知対象物のRCS測定

• その他

- プライバシー問題



センシング研究に応用可能な計測器・シミュレーションツール

IQキャプチャ・再生

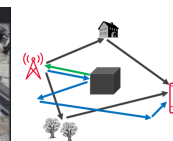
- ポータブルスペクトラムアナライザ (FieldFox)
- 広帯域信号発生器
- 任意波形発生器 (AWG)



伝播モデル生成

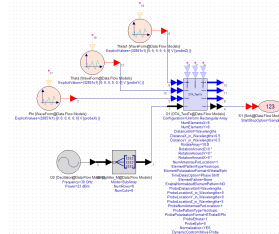
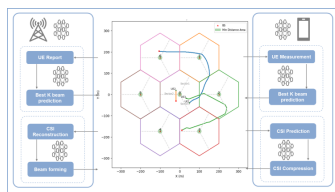
検知対象物・周辺環境の変化をシミュレーション

- レイトレーシングツール (RaySim)



センシングアルゴリズム検討 ポストプロセッシング・AI/MLトレーニング

- 物理層シミュレータ (PathWave System Design)
- リンクレベルシミュレーション



計算結果を実RF信号で
再現

ネットワーク・伝搬模擬

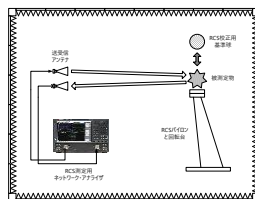
任意のRSフォーマット・電波伝搬の再現

- RFチャネルエミュレータ (Propsim)
- 基地局エミュレータ (UXM5G)



レーダー関連ソリューション

- レーダー断面積(RCS)測定システム
- センシング対象物模擬 (DFRM)
- 遅延波測定



セルラープロトコル・アナライザ 実基地局のRSをキャプチャ・復調

- スマホ型エリアテスト (Nemo)
- エアモニタ (WaveJudge)



ワイヤレスジャパン×ワイヤレス・テクノロジー・パーク (WTP) 2025
XGMFブース内で関連セミナー・計測器実機展示を予定しております

IQキャプチャ・再生

- **ポータブルスペクトラムアナライザ (Keysight FieldFox)**
 - バッテリ駆動, 120 MHz解析帯域幅
 - 100 MHz NR信号を最大1秒IQキャプチャ可能
- **広帯域信号発生器**
 - 信号発生器：任意のIQデータを出力
 - 広帯域スペクトラム・アナライザ（ベンチトップタイプ）
- **任意波形発生器 (AWG)**
 - キャプチャしたIQデータや、計算ツールで生成した波形ファイルを再生



ソリューション例

- 実基地局やラボ暗室内でのIQデータの取得、解析
- 新規のRS・配置でのセンシング分解能の検討

セルラープロトコル・アナライザ

- **スマホ型エリアテスタ (Keysight Nemo)**
 - 基地局-端末間のシグナリングメッセージ(RRC/NAS)をデコード可能
 - 端末個別に割り当てられる基準信号の状態を表示
(UE DedicatedのDMRS, CRS-RS, SRSなど)
- **エアモニタ (WaveJudge)**
 - 基地局-端末間のRF信号を第三者視点で復調
 - IQキャプチャが可能
 - PHY/MAC制御メッセージはRNTIがわかれば復調可能



ソリューション例

- 実基地局のRS配置情報をNemoで把握して、エアモニタやスペアナで解析。
外部環境の変化によるRSの受信状態変化を調査
- 外部環境の変化による端末があげるCQIレポートなどの変化を実基地局で調査

ネットワーク・伝搬模擬

ラボ内試験

- **基地局エミュレータ (UXM5G)**
 - 任意のDMRS, CSI, SRSなどの参照信号パターンを設定可能
 - FR1, FR2, FR3の他、任意の非標準周波数でのシグナリング試験に対応
- **RFチャネルエミュレータ (Propsim)**
 - 入力RF信号に対して、チャネルモデルを適用した後のRF信号を出力
 - マルチパスや目標物による電波の反射などをラボ内で再現可能
 - シミュレーション結果を取り込むことも可能
 - 基地局・端末間に挿入することで、ラボ内で仮想フィールド試験が可能



ソリューション例

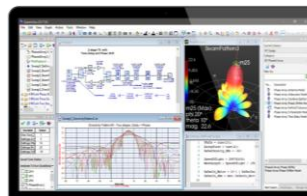
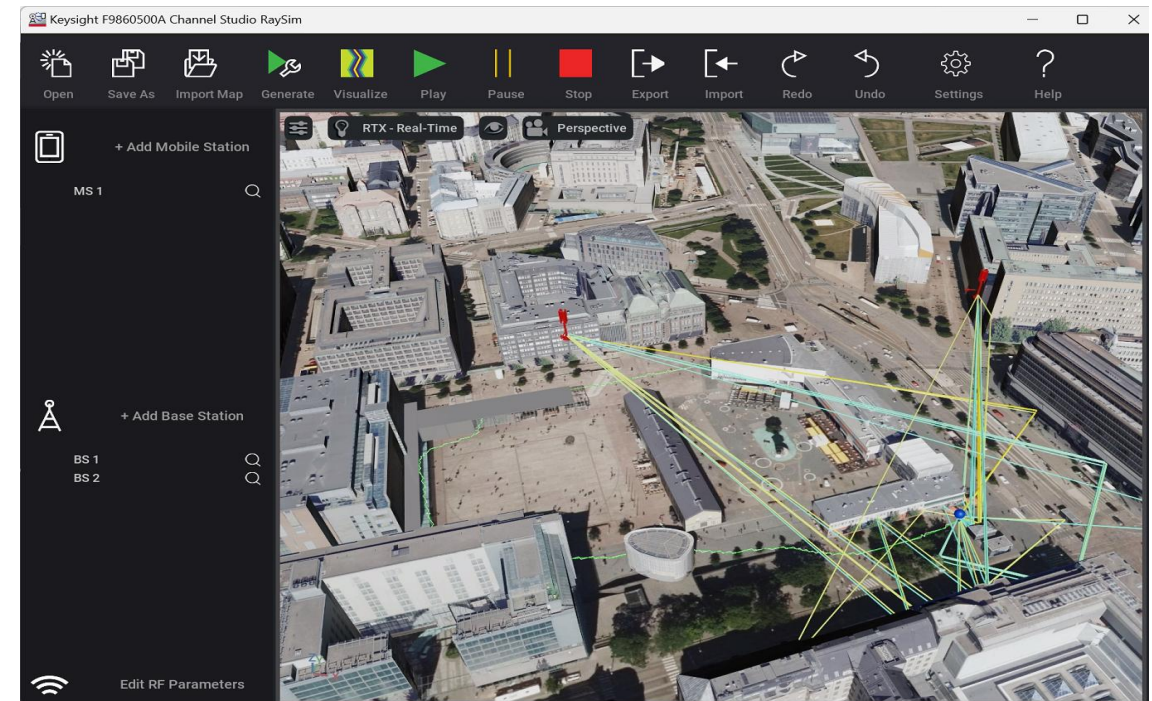
- Propsimで様々な反射・物体ドップラーなどの伝搬環境を再現して、UXM5Gで設定した様々な参照信号パターンによるセンシングのトライ

レイトレーシングツール (RaySim)

Wireless Environment Digital Twin Solution

RF *ray tracing* solution that rapidly and accurately simulates RF propagation channel between transceivers for

- **Digital-Twin** link-level, system-level and network-level simulators for 5G Advanced and 6G
- Wireless **end-to-end emulation** solutions for design and verification testing of 5G Advanced/6G Devices, and BS/RAN.
- **Datasets generation** for AI / ML model training and KPI benchmarking in software simulation and on-target with real-time Emulation



Link, System and Network Level –
Digital Twins



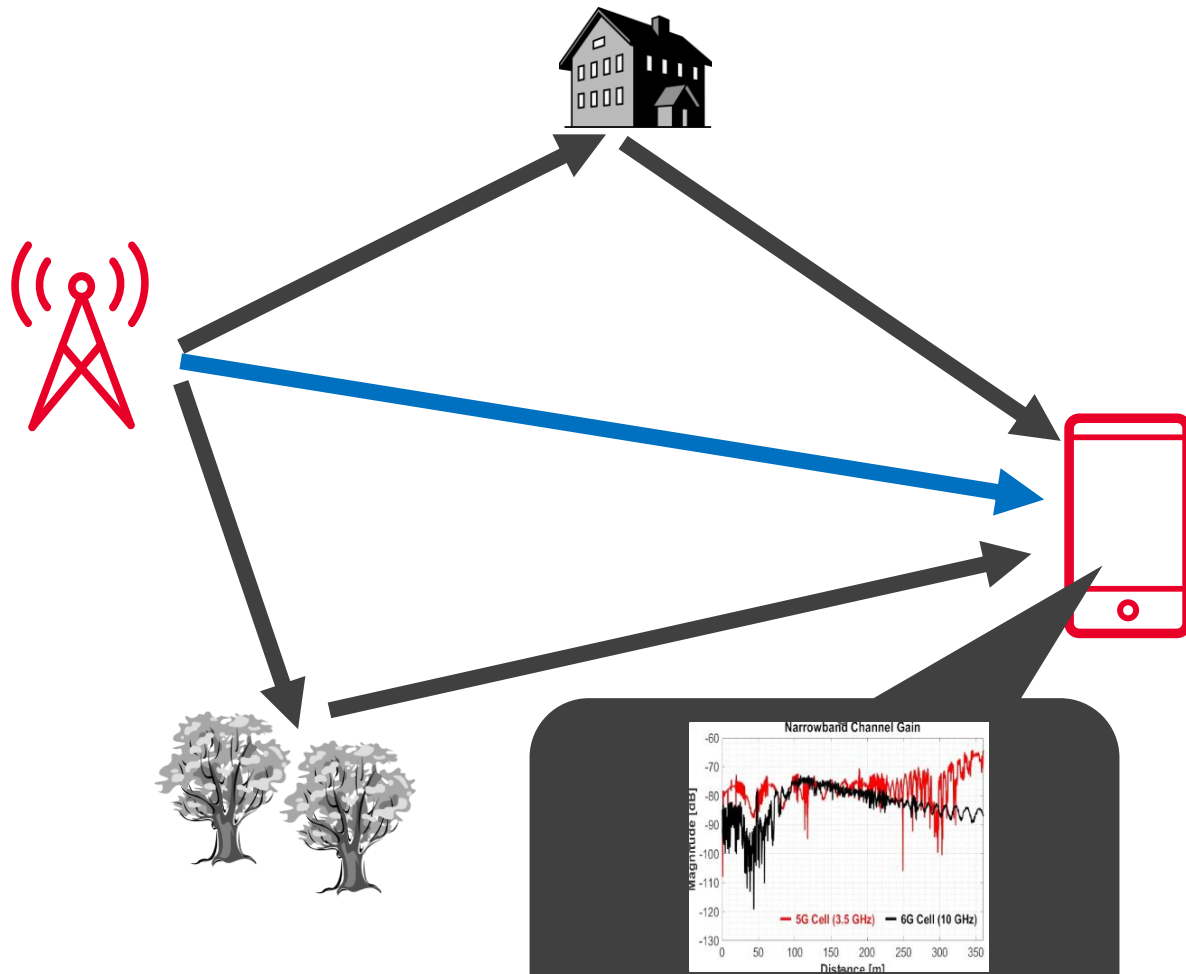
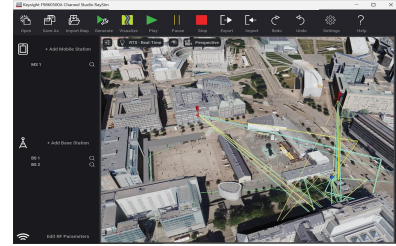
E2E Emulation Solutions
(PROPSIM in Rel1)



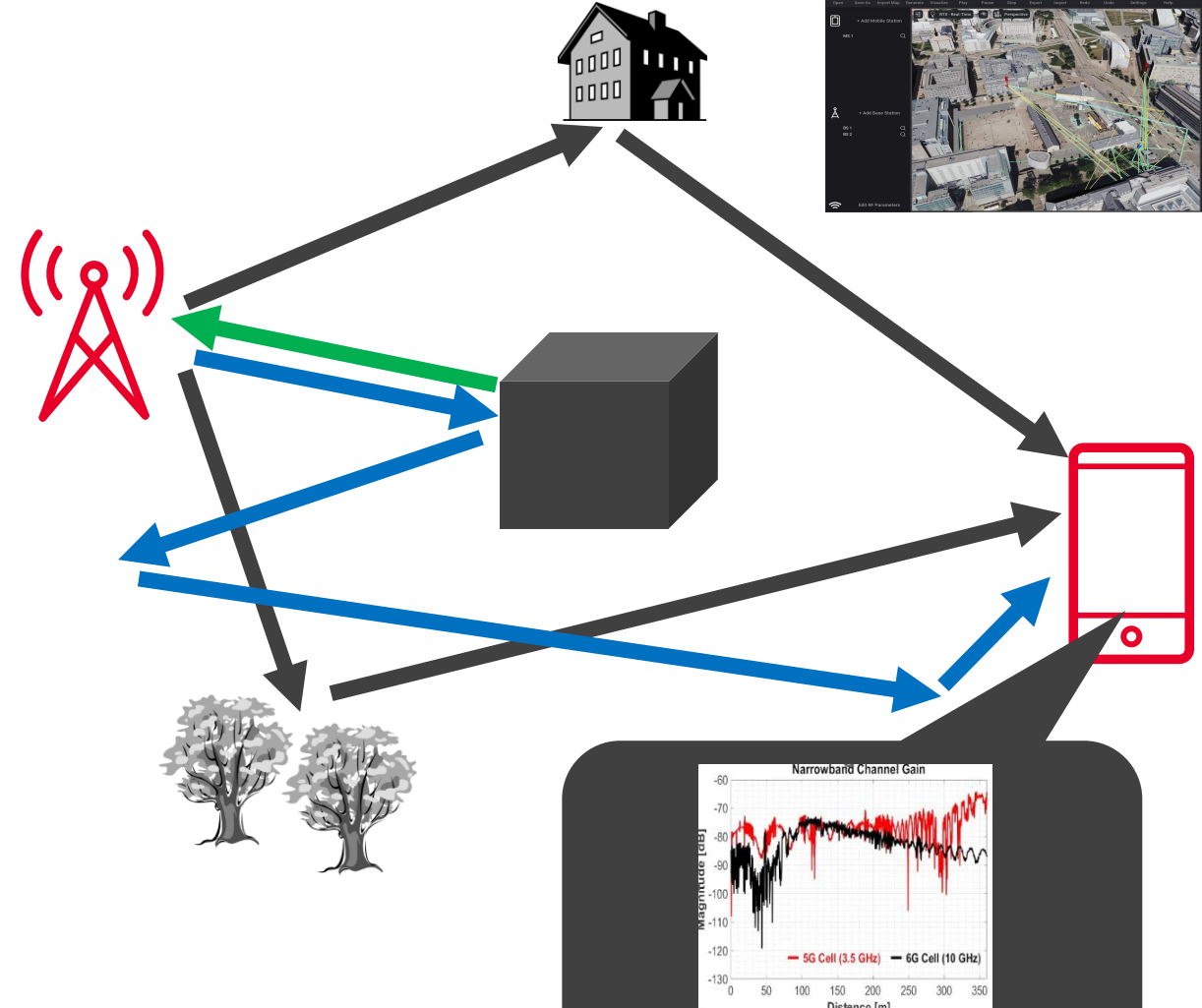
物体の有無による電波環境の変化を模擬/プロファイル化

ラボ内試験

シミュレーション



伝播プロファイル@障害物なし



伝播プロファイル@障害物あり

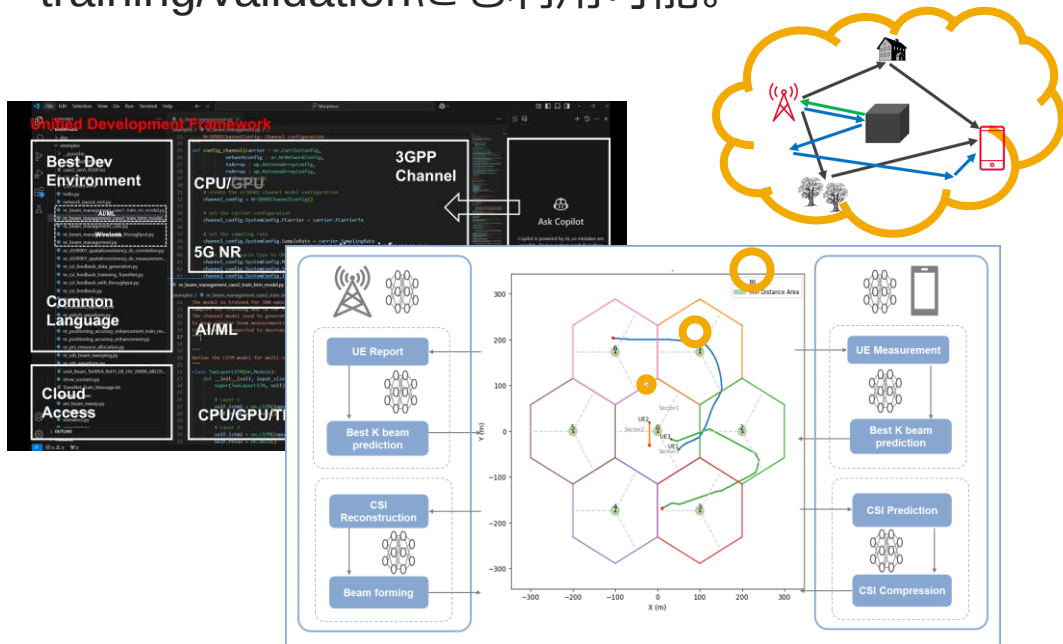
外部シミュレータ・計測器との連携

ラボ内試験

シミュレーション

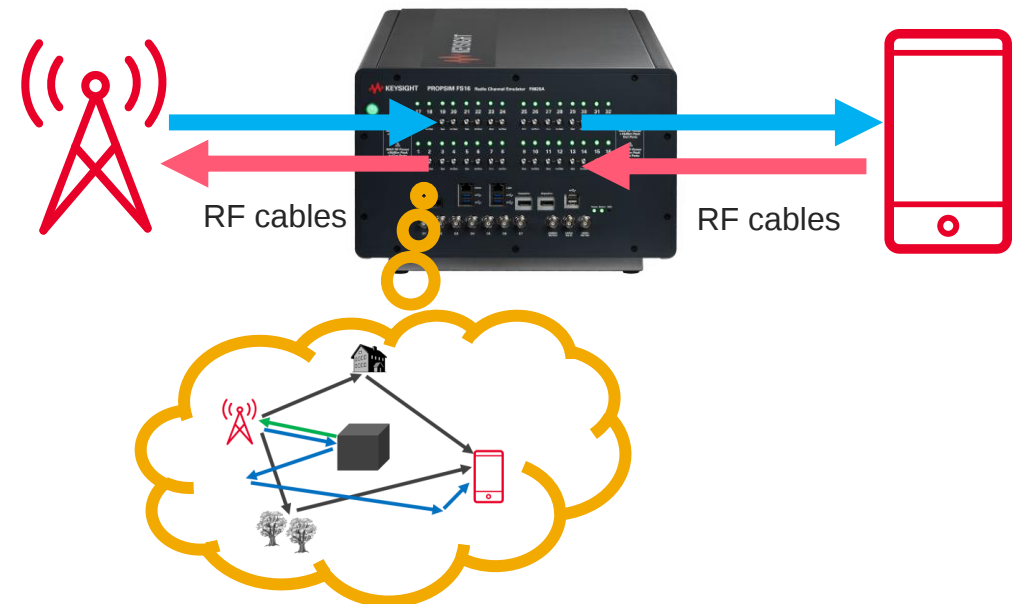
リンクレベルシミュレータ

- Pythonベースのリンクレベルシミュレータ
- センシングアルゴリズムの検証へ利用可能。
- 機械学習ライブラリと連携して、アルゴリズムの training/validation にも利用可能。



PROPSIM

- RFを入出力するチャネルエミュレータ
- 実デバイスを接続し、デバイスレベルでのセンシング動作検証へ利用可能。



Keysightのシミュレーションソリューション

シミュレーション

システム、アンテナ、RFフロントエンド

PathWave System Designシステム設計環境

レーダー・無線通信の物理層シミュレータ

多数の無線通信規格をサポート

Analog/RFモデルによるフロントエンド部の特性評価

フェーズドアレイに特化した解析エンジンも実装

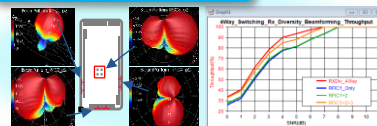


System Design (SystemVue)

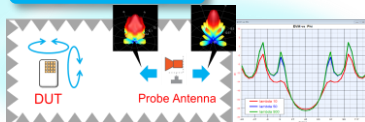
- 送・受信システムシミュレーション
- レーダーシナリオシミュレーション
- 3GPP TR38.901対応のフェージングチャネル
- OTA(Over The Air)テストのシミュレーション
- フェーズドアレイアンテナの多彩な検証
- 測定器リンク(SG, AWG, VSA)

マルチユーザMIMO

ダイバーシティ受信



OTAテスト



測定器リンク (信号発生/解析)



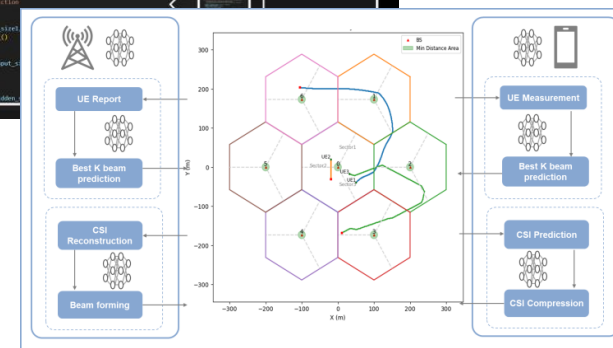
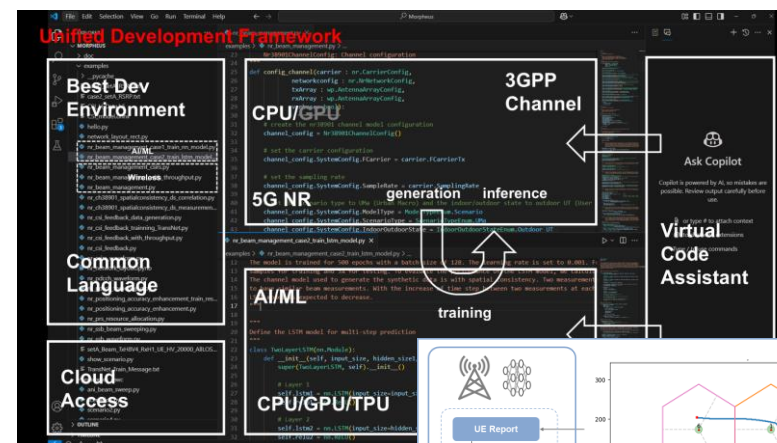
リンクレベルシミュレータ

次世代無線システムを見据えた

システムシミュレーションフレームワーク

無線とAI/MLワークフローのシームレスに統合

3GPPに準拠のモデルを利用可能

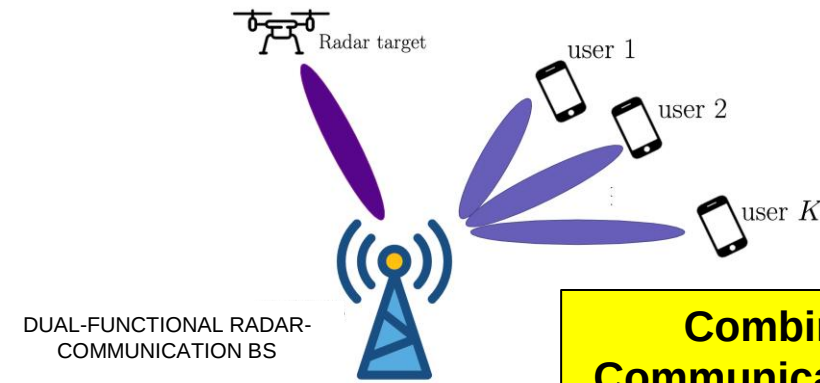


Integrated Sensing and Communication (ISAC)

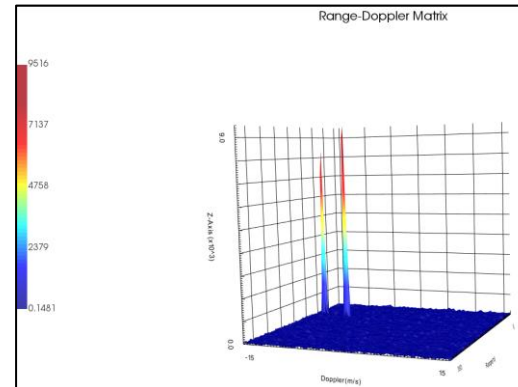
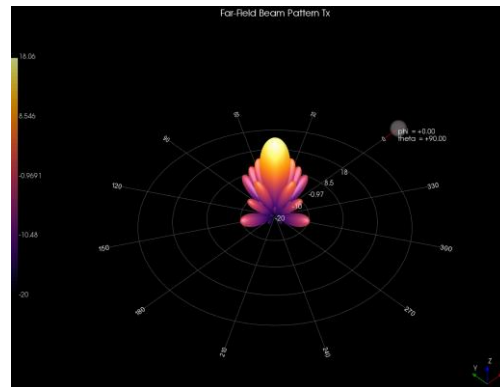
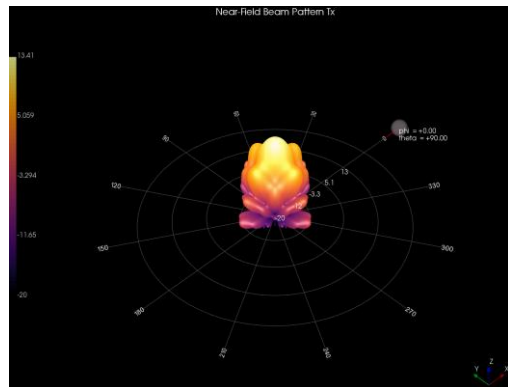
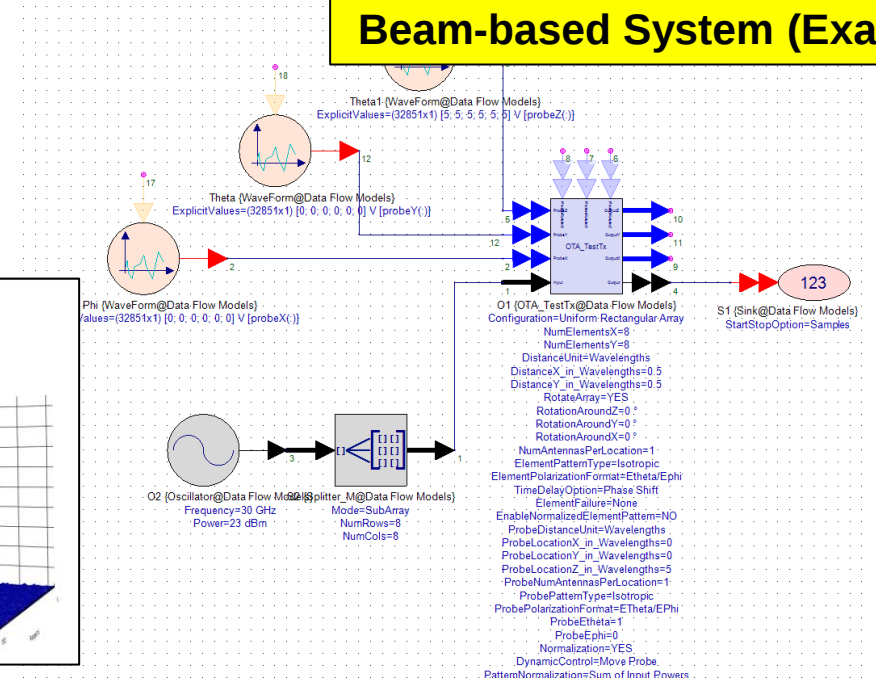
Near-Field and Far-Field Antenna Radiation

シミュレーション

- Depending on the system architecture (mono-static vs multi-static TX/RX) and use case, ISAC may involve careful self-interference studies.
- The RADAR library in SystemVue can provide tools for RF modeling the sensing aspects of ISAC.
- The phased-array antenna and near-field/far-field radiation modeling of SystemVue provide a valuable tool for ISAC studies.

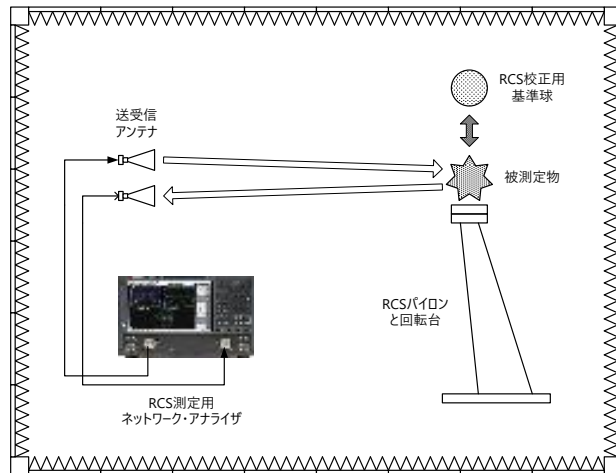


Combining Radar and Communication Functions in a Beam-based System (Example)



レーダーむけソリューション

ラボ内試験

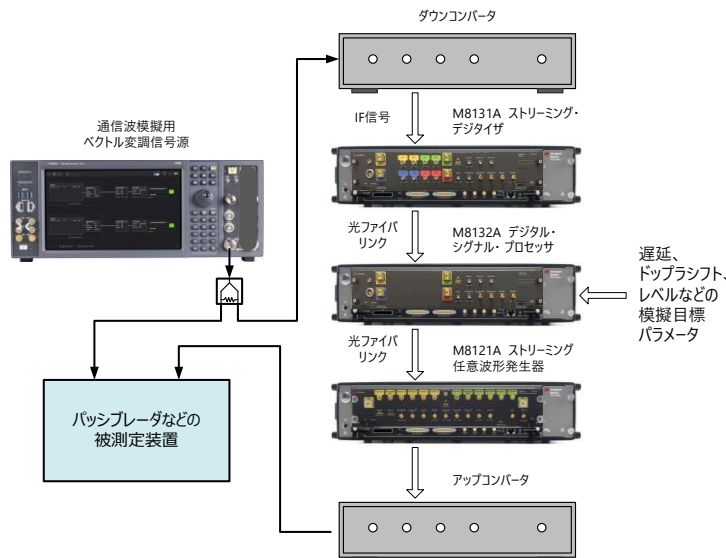


RCS(レーダー断面積)測定ソリューション

RCS(Radar Cross Section、レーダ反射断面積)は物体の反射能、すなわちレーダへの映り易さを定量的に表現する数値で、周波数と入射角の関数です。

これはネットワーク・アナライザで測定するのが一般的で、暗室背面からの反射や送受信アンテナ間の結合はタイムドメイン・ゲーティング処理で除去して供試体の反射を選別します。

要求されるRCS範囲によってシステム構成は大きく変わります。詳しくは弊社担当者にお問い合わせ下さい。



レーダー目標模擬ソリューション (DRFM)

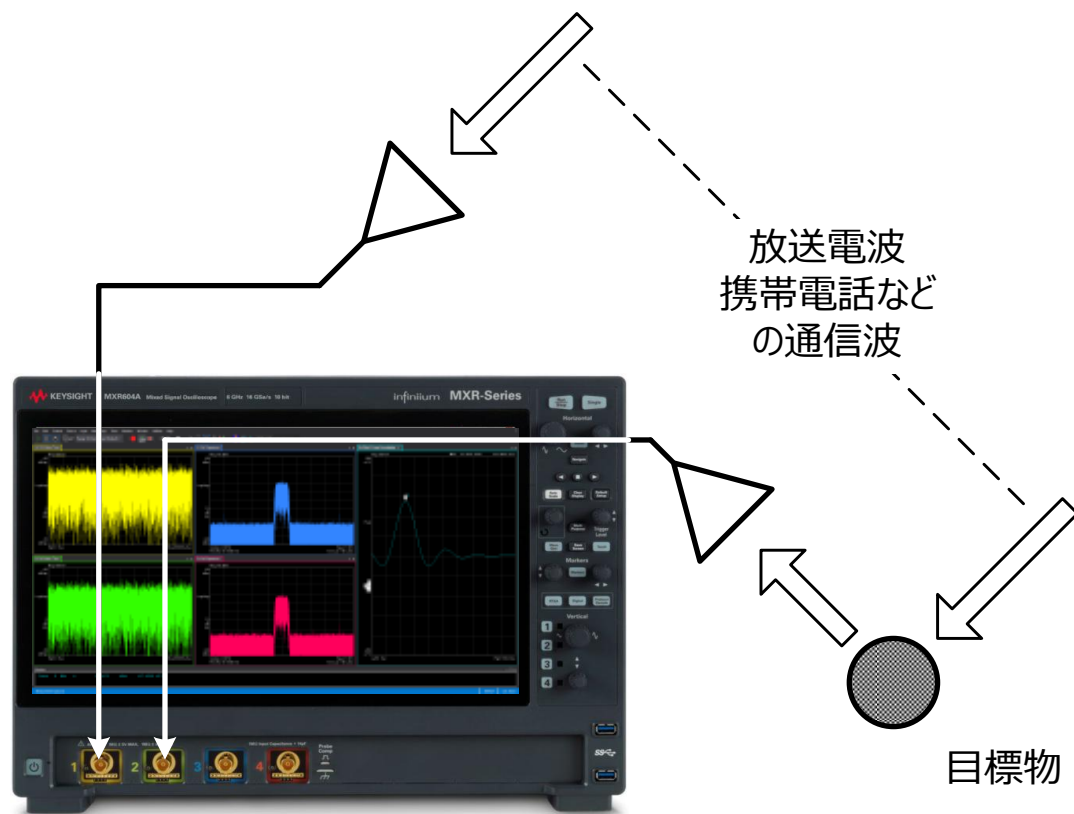
DRFM(Digital RF Memory)はレーダシステムの試験用に目標を模擬する装置です。送信波を受信し、これに遅延やドップラシフト等の変化を付けて模擬受信波として送出します。

目標の様々な距離や速度を模擬することができ、実機では実現困難なシナリオに沿った機能試験が可能となります。

弊社WSP(Wideband Solution Platform)を用いたシステムは2GHzに及ぶ超広帯域の模擬ができることが最大の特長です。

空間電波の遅延測定

ラボ内試験

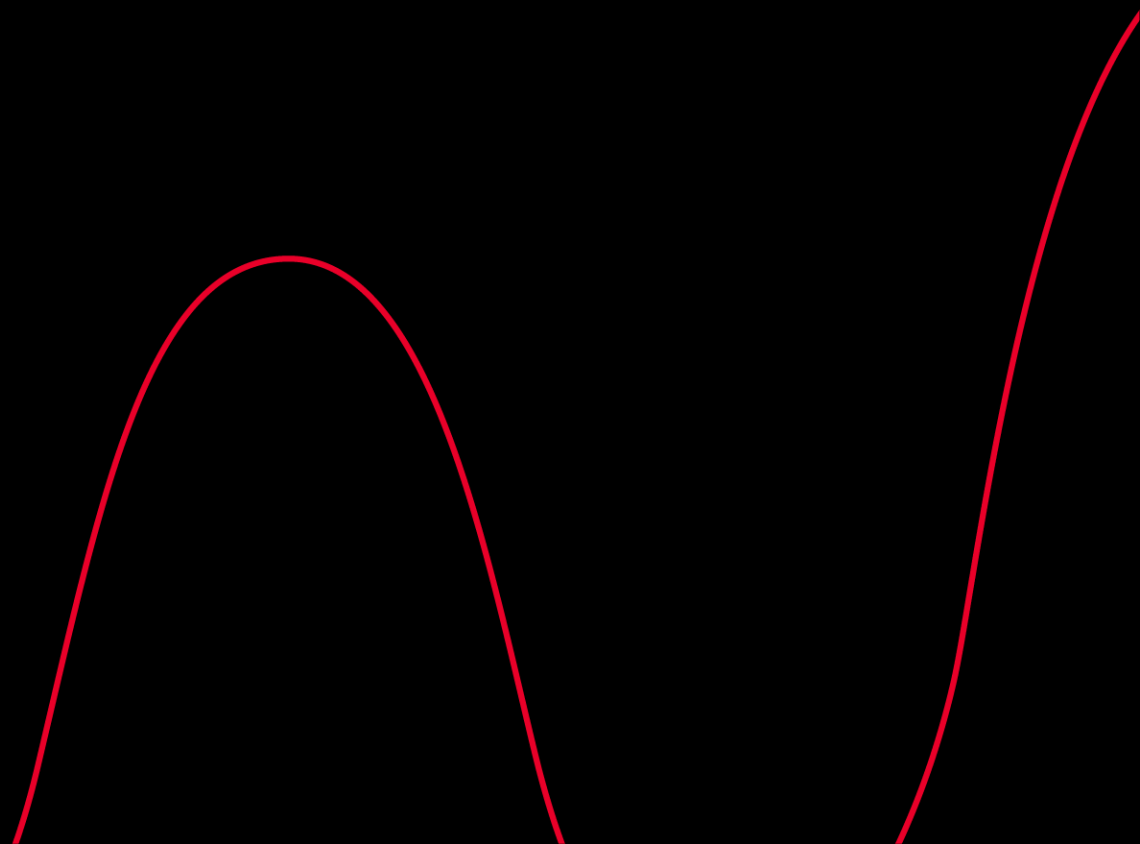


オシロスコープに解析ソフトウェア
89600 VSAを載せたもの

汎用計測器(オシロスコープ)で2チャンネルのレシーバを構築し、基礎的な実験を行うことには、下記のようなメリットが挙げられます。

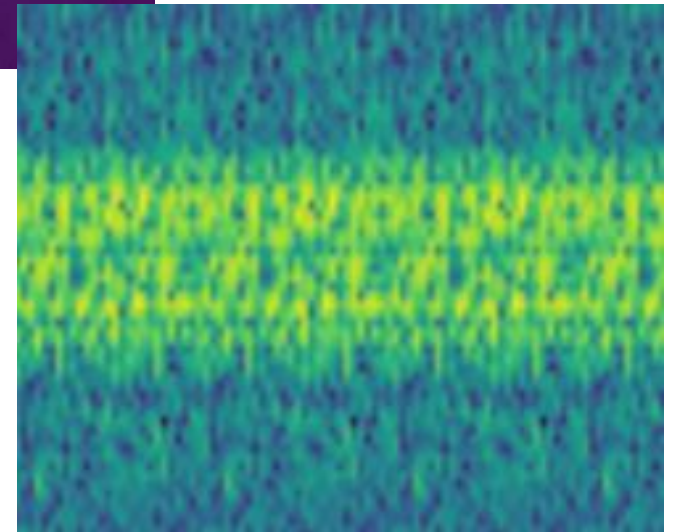
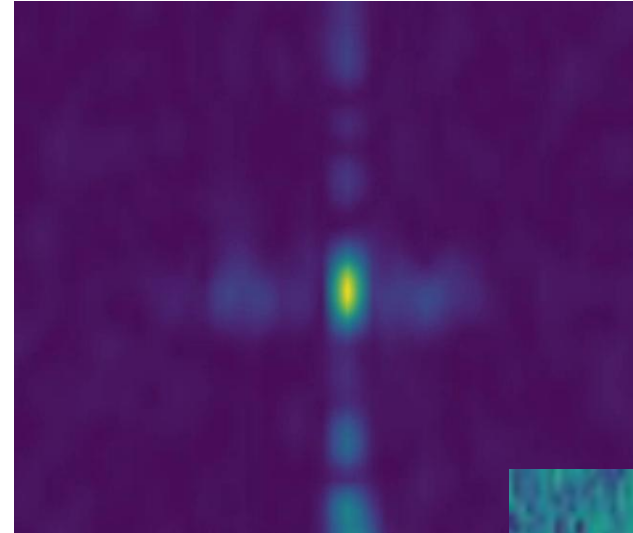
- パラメータを様々に変えて実験することができ、容易に最適な条件を探ることができる。
- 信号受信後の処理を検討するに当たり、実績のあるソフトウェアで効果を予め検証できる。
- 受信波形を短時間ながら保存・記録してIQ波形ファイルで出力できるので、机上のシミュレーション等で処理方法の検証ができる。
- オシロスコープは2入力間の位相同期に優れている。

キーサイトでのセンシングトライアル例

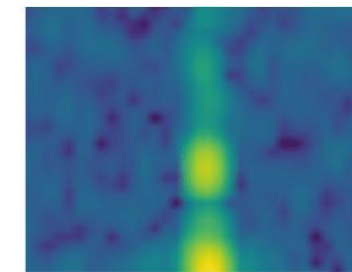
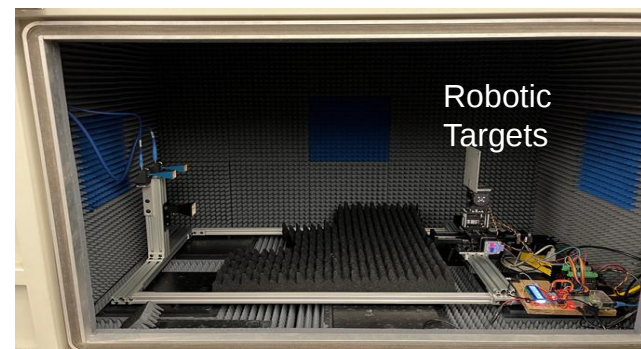
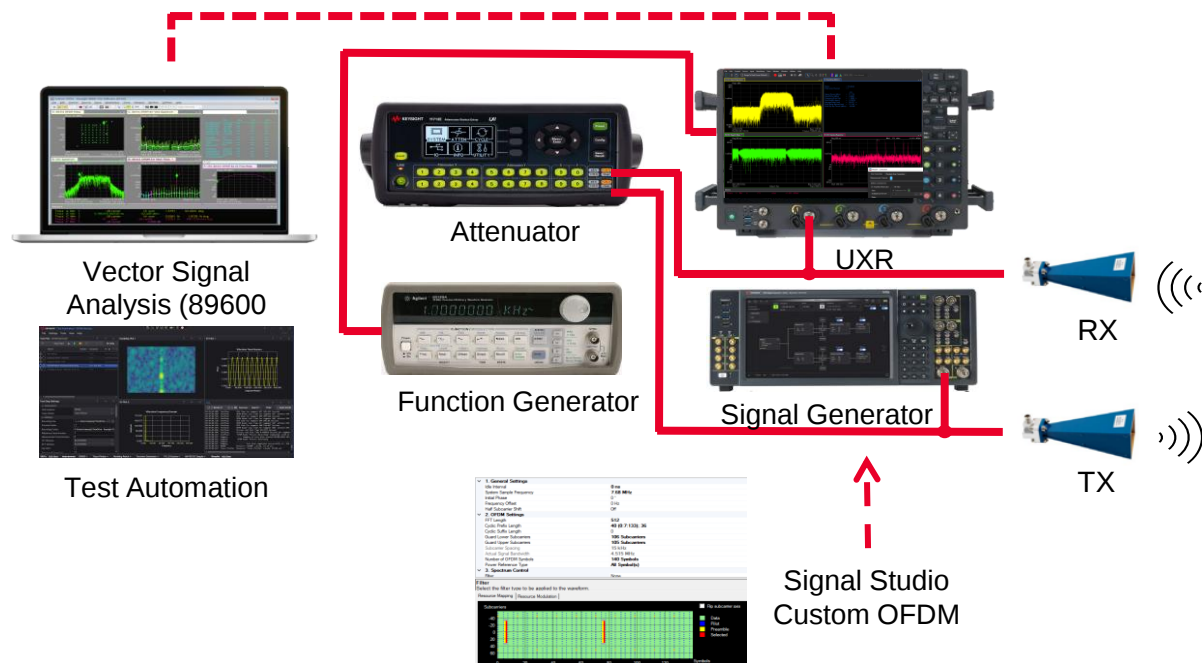


Use Case – Two People Walking

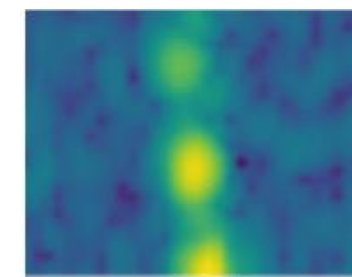




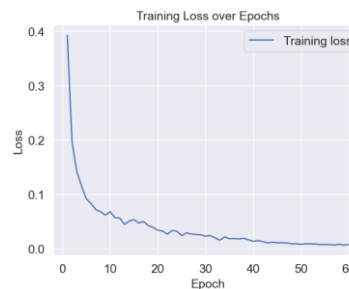
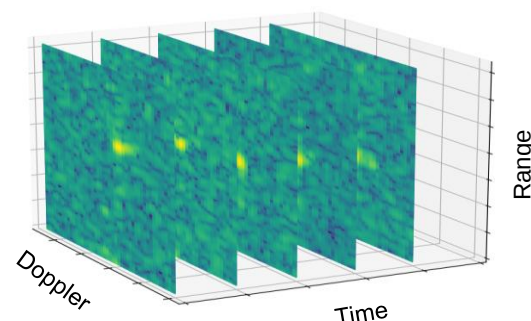
Use Case – Gesture Recognition using Sensing + ML



No



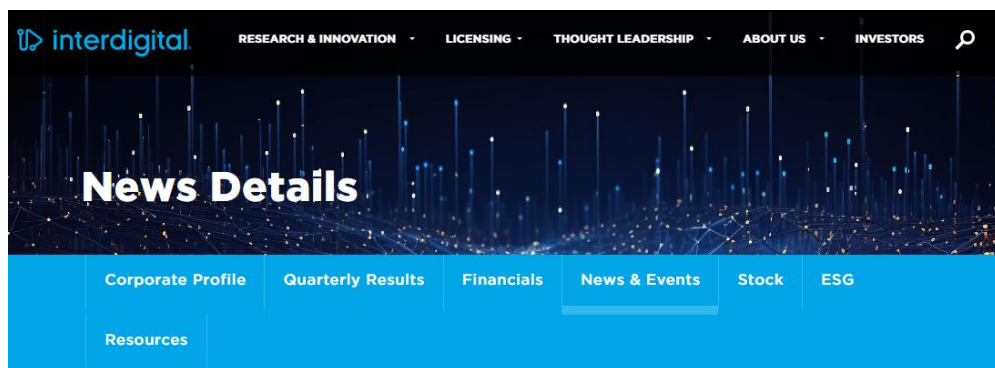
Yes



Confusion Matrix

	True labels YES	True labels NO
Predicted labels YES	6	0
Predicted labels NO	0	10

MWC2025でのInterDigital社との共同展示



InterDigital and Keysight to Demonstrate Dynamic AI-Enabled Sensing at Mobile World Congress 2025

Company Release - 2/18/2025

Companies will demonstrate high accuracy AI-based sensing adaptable to dynamic environments for immersive experiences, intruder detection, eHealth monitoring, and more

WILMINGTON, Del., Feb. 18, 2025 (GLOBE NEWSWIRE) -- InterDigital, Inc. (Nasdaq: IDCC), a mobile, video, and AI technology research and development company and [Keysight Technologies](#) today announced that they will demonstrate dynamic AI-enabled sensing capabilities at Mobile World Congress (MWC) 2025. Presented at InterDigital's booth, Hall 5C51, the partners will implement a sensing solution that leverages existing 3GPP signals to demonstrate how AI enhances sensing accuracy while adapting to dynamic environments to deliver more robust services and experiences.

Anticipated hallmark technologies of 6G are the integration of sensing and communication (ISAC) and use of AI everywhere in the



写真 InterDigitalは同社ブースでデジタルツイン上でのAI活用の無線センシングデモを披露した

(撮影：日経クロステック)

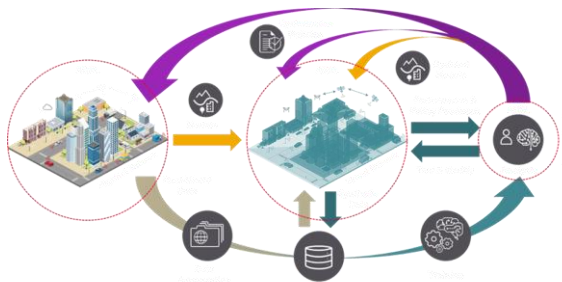
<https://ir.interdigital.com/news-events/press-releases/news-details/2025/InterDigital-and-Keysight-to-Demonstrate-Dynamic-AI-Enabled-Sensing-at-Mobile-World-Congress-2025/default.aspx>

<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/column/18/03099/031200023/>

Digital Twin & Sensing Solutions @ WTP2025

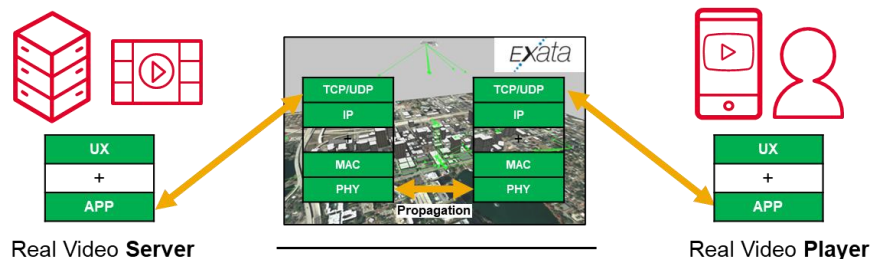
Booth W-20
(XGMF)

Digital Twin



Working
Demo

Video Streaming UX validation in Digital Twin



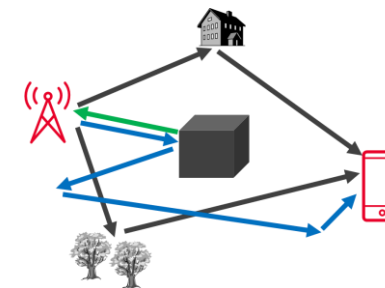
Working
Demo

Propagation calculation for Digital Twin

- Raytracing Tool (RaySim)



Sensing Technologies (ISAC)



Working
Demo

Network and Radio Propagation

- RF Channel Emulator (Propsim)
- 5G Network Emulator (UXM5G)



UE Analysis

- Device Diagnostics (Nemo)



Thank you