

# ITU AI/ML in 5G Challenge 2023日本ラウンドの開催報告



株式会社KDDI総合研究所

かわさき じゅんいち  
河崎 純一



国立大学法人電気通信大学

あだち こういち  
安達 宏一

## 1. はじめに

ITU（国際電気通信連合）では、2020年から5G（第5世代無線通信システム）に関連する問題や5Gを利用した課題解決を目指すグローバルなイベント「ITU AI/ML in 5G Challenge」を毎年開催している<sup>[1]</sup>。このイベントでは、複数の地域ホスト（大学、企業、学会組織など）により、各地域でGlobal Roundと呼ばれる予選会を行い、各Global Roundで上位にランキングされたチームによりFinal Conferenceで最終審査が行われる。

日本で開催されたGlobal Round（以下、日本ラウンド）は、電子情報通信学会通信ソサイエティの第三種研究会である「超知性ネットワーキングに関する分野横断型研究会（RISING研究会）」が中心となって2020年から開催している<sup>[2]</sup>。

本稿では、2023年8月から12月にかけて行われたITU AI/ML in 5G Challengeの概要及び日本ラウンド開催概要並びに個々の課題について報告する。

## 2. ITU AI/ML in 5G Challenge 2023の概要

2023年のAI/ML in 5G Challengeは以下に示すようなスケジュールで実施された。

- ・ 10月20日：参加申し込み締切
- ・ 10月27日：RISING提供課題提出締切
- ・ 11月1日：KDDI提供課題提出締切
- ・ 10月28日～11月2日：日本ラウンド選考会
- ・ 11月3日：日本ラウンド審査結果発表
- ・ 11月28日～30日：グランドチャレンジファイナル審査会
- ・ 12月上旬：チャレンジファイナル発表会

2023年度は、12の課題（表1）が用意され、1名～4名の参加者から構成された700以上の参加チームの応募があった。最終的に課題提出締切までに提出された成果を各地域ホストで審査し、順位をつけてITUへ報告した。

ITUでは、各地域ホストにより選出されたチームの中からグランドチャレンジファイナル審査会に出場するチームを選抜した。選抜チームは、11月28日～30日にオンラインで行われたファイナル審査会において、プレゼンテーションを行い、プレゼンテーションの内容とそれに続く質疑応答により、最終的な順位が決定された。

■表1. 提供された課題一覧

課題名	課題提供者
Multi Model V2V Beam Prediction Challenge 2023	Arizona State University
3D Location Estimation Using RSSI of Wireless LAN	RISING
tinyML-03 : Scalable and High-Performance TinyML Solutions for Wildlife Monitoring	TinyML
tinyML-02 : Scalable and High-Performance TinyML Solutions for Plant Disease Detection	
tinyML-01 : Next-Gen tinyML Smart Weather Station	
PS-008 : Network failure classification model using network digital twin	KDDI
ITU-ML5G-PS-001 : AI/ML for 5G-Energy Consumption Modelling	Huawei
PS-002-Fault Impact Analysis : Towards Service-Oriented Network Operation & Maintenance	
ITU-ML5G-PS-007 : Graph Neural Networking Challenge 2023 - Creating a Network Digital Twin with Real Network Data	BNN-UPC
ITU-ML5G-PS-006 : Intrusion and Vulnerability Detection in Software-Defined Networks (SDN)	ULAK
PS-003 : Multi-environment automotive QoS prediction	Fraunhofer HHI
PS-005--Depth Map Estimation in 6G mmWave systems	NIST

## 3. 日本ラウンドの概要

日本ラウンドは、昨年に引き続きRISING研究会が地域ホストとなり、総務省、5GMF（第5世代モバイル推進フォー



ラム)、TTC (一般社団法人情報通信技術委員会) が後援・支援を行い開催された(表2と表3に今回の実行委員及び運営委員リストを示す)。

日本ラウンドで設定された課題は表4のとおりである。課題1には計43チーム、課題2には計20チームの参加登録があり、締切までにそれぞれ8チーム、3チームから結果が提出された。提出結果は、10月28日～11月2日にかけて運営委員及び実行委員により審査を行い、Final Conference出場チーム(表5)を決定した。各課題の詳細に関しては、この後触れる。

■表2. 日本開催分の実行委員会 (敬称略)

実行委員長	中尾 彰宏 (東京大)
実行委員	藤井 威生 (電通大)
	岩田 秀行 (TTC)
	大谷 朋広 (KDDI)
	福本 徳広 (東京大学)
	橘 拓至 (福井大学)
	塚本 和也 (九工大)

■表3. 日本開催分の運営委員 (敬称略)

実行委員	安達 宏一 (電通大)
	安在 大佑 (名工大)
	廣田 悠介 (NICT)
	亀田 卓 (広島大)
	川島 龍太 (名工大)
	木村 達明 (同志社大)
	木下 和彦 (徳島大)
	成末 義哲 (東京大)
	野林 大起 (九工大)
	原 崇徳 (奈良先端大)
	篠原 悠介 (NEC)
	田久 修 (信州大)
	樽谷 優弥 (岡山大)
	梅原 大佑 (京都工繊大)
	山本 寛 (立命館大)
	山本 高至 (京都工繊大)
山下 真司 (富士通)	

■表4. 日本ラウンド設定課題

No	課題名	出題者
1	PS-008: Network failure classification model using network digital twin	KDDI
2	3D Location Estimation Using RSSI of Wireless LAN	RISING

■表5. 日本ラウンド順位

課題1	チーム名
最優秀賞	dku_ml
優秀賞	MLAB_2023
	Hyperion
課題2	
最優秀賞	Polaris
優秀賞	TK_Ichi

## 4. Final Conferenceの概要

日本ラウンドで推薦したFinal Conference出場チーム(課題1:3チーム、課題2:2チーム)を対象として、事前成果発表の場として、2023年11月21日にTTCとRISING研究会の共催によりTTCワークショップ (Zoom Webinarによるオンライン配信) を開催した<sup>[3]</sup>。本ワークショップには75名が参加し、総務省総合通信基盤局五十嵐大和氏とITU TSB局長尾上誠蔵氏による開会の挨拶、東京大学中尾彰宏教授による講演に引き続き、KDDI提供課題から3チーム、RISING研究会提供課題から2チームがそれぞれ発表を行った。最後に、一般社団法人情報通信技術委員会岩田秀行氏により表彰の授与並びに閉会の挨拶が行われた。

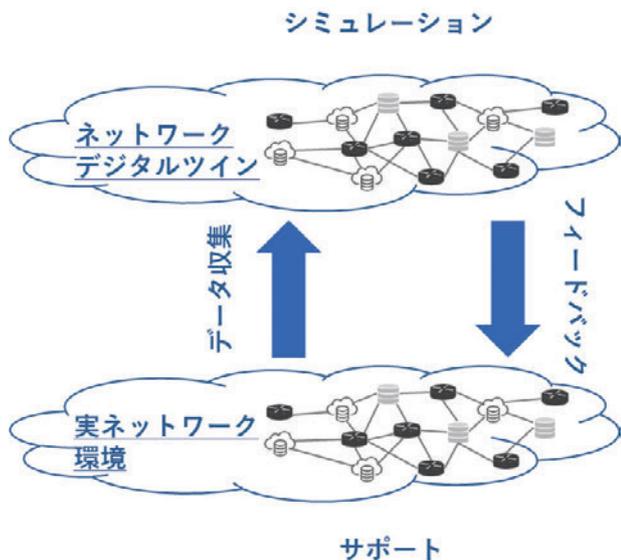
ファイナルカンファレンスでは、合計12個の課題のうち、最終的に8課題に対して3回に分けてFinaleが実施された。RISING提供課題に関しては12月7日に、KDDI提供課題に関しては12月14日にそれぞれファイナル発表会が開催された。

## 5. 日本ラウンドで提供された2課題について

ここからは、2023年の日本ラウンドで提供された2つの課題 (KDDI提供課題とRISING研究会提供課題) について概要を説明する。

### 5.1 KDDI課題

KDDIは、2020年に開催された第1回AI/ML in 5G Challengeより障害検知・原因解析に関する課題を出題してきた。通信事業者は、安定して高品質なネットワークを提供し続けるため24時間365日オペレーションを行っているが、オペレーションの中でも特に障害検知・原因解析はネットワークを守るためには欠かせない業務である。過去の出題では、BGPに関する障害、5Gモバイルコアネットワークに関する障害、障害の予兆検知をテーマとしてきた。今回の出題では、ネットワークデジタルツインをテーマとした。



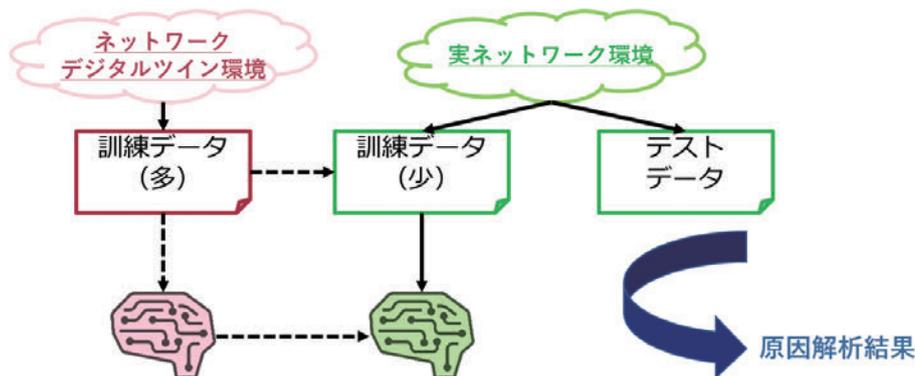
■図1. ネットワークデジタルツイン活用の概略

Beyond 5GにおけるCPS (Cyber Physical System) では、フィジカル空間と融合したサイバー空間、いわゆるデジタルツインを活用して様々な社会課題解決を図ることが期待されている。特にネットワークを対象として、このデジタルツインを実現したものがネットワークデジタルツインで、近年研究開発や標準化が進められている。例えばITU-TやETSIといった標準化団体において関連する文書が発行されている。ネットワークデジタルツイン活用の概略を図1に示す。まず実ネットワーク環境からネットワークに関する情報を収集し、実環境を模したミラー環境であるネットワークデジタルツインを構成する。次に、構築されたツイン環境で様々なシミュレーションを実行する。その後、得られた結果は実環境にフィードバックされて、様々な業務をサポートする。活用シナリオとして、例えば、新しい機能の導入検証、災害に備えた復旧訓練などに加えて、AI/ML訓練が挙げられている。ネットワークデジタルツインを使った

AI/MLモデル訓練では、障害検知などの運用業務に対してAI/MLモデルを適用する際に必要となる十分量の学習データ、特に障害に関するデータをツイン環境で生成する。ここで課題の一つとなるのが、実環境とツイン環境の差分である。通信事業者の商用ネットワークは何千、何万もの通信機器によって構成されており、これを多数のユーザ端末が利用するため、これらすべてのネットワーク構成や通信の振る舞いを模擬することは困難である。このため、実環境とツイン環境の間でスケール面など何らかの差が生じる。そこで、このような差分のあるツイン環境上でいかにして実環境でも使える高性能なAI/MLモデルを作るかということが課題になると考える。

KDDI課題では、このような課題を解決するために、差分のあるツイン環境上において実環境にも適用可能なAI/MLモデルを作ることを目的とした。今回作成するモデルは、通信障害が発生した際に障害の原因を特定する原因解析モデルとした。図2に示すように実ネットワーク環境（実際の商用ネットワークではなく実環境相当として構築したネットワーク）とこれを模したネットワークデジタルツイン環境を構築し、ユーザトラフィックを模擬しながら障害を起こして訓練用とテスト用のデータを生成した。本課題における実環境とツイン環境の差分は、ユーザの利用トレンドとした。訓練データとしては、ツイン環境で生成した多量の障害データ及び実環境から得られた少量の障害データが含まれる。参加者はこれを使って障害原因特定モデルを作り、実環境のテストデータを用いてモデルの性能を評価した。

本課題に対する参加登録数は43チームで、内8チームから結果が提出された。これらはいずれも過去最高で、多くの方々に本課題に取り組んでいただけた。参加登録で見ると、大学からの参加が多く、また地域別では日本だけでなくアジアやアフリカといった世界各国からの参加があった。



■図2. KDDI課題の概要



提出結果に対する審査結果は表5のとおりである。dku\_mlチームは、複数のモデルを組み合わせた手法で最も高い精度を達成した。実環境とツイン環境のデータから算出される密度比を処理に導入することで差分への対応を行っている点に工夫が見られた。MLAB\_2023チームは、転移学習を使ったアプローチで、ツイン環境のデータで訓練した後、実環境のデータを使って中間層をファインチューニングすることで環境間の調整を行っていた。Hyperionチームは、モデル生成時の特徴量重要度に基づいて、学習に使う特徴量を選別し最適化することによって精度を向上した。ネットワークデジタルツインを使ったAI/MLモデル訓練における課題に対し、多くの参加者の皆様より様々なアプローチで取り組んでいただけたため、本分野にとって非常に貴重な知見を得ることができたと思う。

## 5.2 RISING課題

RISING研究会からは、AI/ML（人工知能/機械学習）を用いて高精度に位置測位を実現することを目標とした、3D Location Estimation Using RSSI of Wireless LANという課題が提供された。本課題では、受信信号強度指標（RSSI: Receive Signal Strength Indicator）と見通し内（LoS）/見通し外（NLoS）環境という情報から、AI/MLを用いて高精度に位置測位を実現することを目標とした。

地図アプリや（AR: Augmented Reality）の登場により、我々の生活において位置情報は必要不可欠なものとなっている。現在の位置情報はほとんどの場合、地球の静止軌道を回っている24機のGPS（Global Positioning System）衛星から受信する信号を用いている。4機のGPS衛星からの信号を受信できれば、誤差数m程度で位置を把握することができる。しかしながら、GPSによる測位は、端末と衛星が見通し外環境となると著しく劣化する上、GPS衛星からの信号を受信できない屋内では利用できないといった問題がある。

一方、無線通信では、通信エリア確保のため、屋内外に多くの基地局が配置されており、基地局から受信した信号を用いた位置測位法の検討が行われている。TOA（Time Of Arrival）やTDOA（Time Difference Of Arrival）、受信信号強度（RSS: Received Signal Strength）に基づく位置測位の検討がある。しかしながら、これらの手法では、無線通信において避けては通れないマルチパスフェージングの影響により測位精度が大幅に劣化してしまうといった問題や、基地局と端末間の無線伝搬路の高精度なチャネ

ルモデルが必要となるなど、問題点が多々ある。

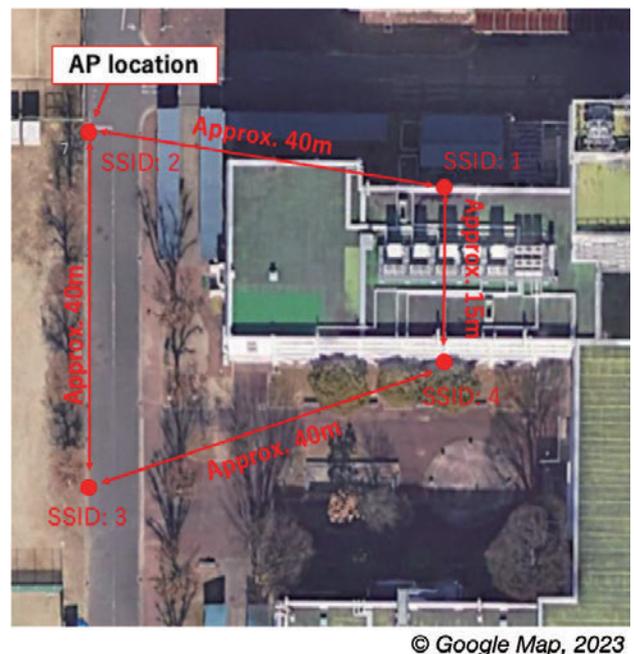
本課題では、複数のWi-Fiアクセスポイントから受信した信号のRSSI値と観測端末から見て各Wi-FiアクセスポイントがLoS/NLoS通信路となっているかという情報を用いて位置測位を行うことを目的として設定した。RISING提供課題では、名工大の王・安在研の協力によりデータセットを



(a) 2021年



(b) 2022年



(c) 2023年

■ 図3. データセットの取得環境



取得した。

ここで、過去のRISING提供課題でのデータセットについて説明する。

2021年の課題では、図3 (a) に示すとおり、観測エリア内に配置された4つのアクセスポイント (AP) からの受信RSSI値から位置測位を行うものであった。この時、すべての観測ポイントは全APとLoS環境であった。2022年の課題では、図3 (b) に示すとおり、観測エリア内に配置された4つのAPとの通信環境がLoS/NLoSの混在となる環境において位置測位を行うものであった。2023年の課題では、APとの通信環境がLoS/NLoS混在環境であることに加えて、観測点が異なる高さとなること、2.4GHzと5GHz帯での複数の周波数帯で観測した情報がデータセットとして与えられた (図3 (c))。

提供したデータとしては、以下のとおりである。

- ・ APに関するもの: SSID (Service Set Identifier)、緯度・経度 (GPSにより取得)
- ・ 各観測点での情報: 観測時間 (UnixTime)、緯度・経度 (GPSにより取得)、観測対象APのSSID、周波数帯、周波数チャンネル番号、RSSI、受信機の高さ

提供したデータの一例を表6に示す。課題参加者には、これらのデータセットを学習 (Training) 用と検証 (Verification) 用に提供した。

評価指標として、以下の4つを採用した。

1. 平均測位誤差
2. 最大測位誤差
3. アルゴリズム性能 (複雑度、所要メモリサイズ、拡張性など)

#### 4. 将来性 (提案アルゴリズムの改善など)

ここで、平均測位誤差 $\bar{D}$ は以下の式で与えられるRMSE (Root Mean Square Error) として定義している。

$$\bar{D} \equiv \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^N D_n^2}{N}}$$

ここで、 $D_n$ は第 $n$ 回目の測位誤差、 $N$ はデータ総数である。

$$D = 2R \sin^{-1} \left( \sqrt{\sin^2 \left( \frac{\varphi_{\text{est}} - \varphi_{\text{gt}}}{2} \right)} + \cos \varphi_{\text{est}} \cos \varphi_{\text{gt}} \sin^2 \left( \frac{\lambda_{\text{est}} - \lambda_{\text{gt}}}{2} \right)} \right)$$

本課題には20チームが参加登録をし、そのうち3チームから結果が期限までに提出された。評価指標に基づき審査を行い、表5に示すとおり、Polarisを最優秀賞、TK\_Ichiを優秀賞として日本ラウンドからの推薦チームとした。

## 6. おわりに

本稿では、2023年に開催されたITU AI/ML in 5G Challengeの概要と、Global Roundの日本ラウンド開催分について概要及び各課題の説明を行った。本イベントは毎年開催されているものであり、来年以降も日本ラウンドを開催する予定であるので、多くの皆様にご参加いただきたい。

#### 参考文献

- [1] <https://challenge.aiforgood.itu.int/>
- [2] <https://www.ieice.org/cs/rising/jpn/index.html>
- [3] <https://www.ttc.or.jp/>

■表6. 提供したデータセットの一例

UnixTime	Latitude	Longitude	SSID	Frequency [MHz]	Channel	RSSI [dBm]	Receiver Height [m]
1695982906	35.159079	136.924557	1	2412	20	-68	1.9
1695982907	35.159079	136.924557	1	2412	20	-68	1.9
1695982907	35.159079	136.924557	1	2412	20	-68	1.9
1695982906	35.159079	136.924557	1	2412	20	-68	1.9