

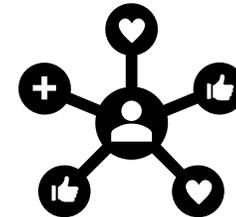
国内外テストベッドの比較調査

MRI 三菱総合研究所

デジタル・イノベーション本部

調査目的・方針

- 国内外のテストベッドの調査目的
 - 国内外のテストベッドの特徴・長所を調査したうえで、NICTテストベッドにおける利用促進策を検討する
- 国内外のテストベッドの調査方針
 - 5G・IoTをテーマに代表的なテストベッドを国内外からピックアップ
 - 概要・目的、特徴、長所の点で各テストベッドの内容を取りまとめ
 - 国内外のテストベッドの特徴の違いを検討



東京大学 ローカル5Gオープンラボ

● 概要・目的

- 東京大学とNTT東日本が共同で構築した産学協同のローカル5G検証環境
- 2020年7月30日にリニューアル
- 多様な産業プレーヤーや大学に利用いただくことで、**ユースケースを共創し、それらの社会実装に向けた先端技術を育成する環境**を提供することが目的

● 特徴

- 約100平方メートルのスペースに28GHz帯 NSA(ノンスタンドアロン)構成のアンテナ一体型基地局、ローカル5G対応端末(CPE)、シールドボックス(電波暗箱)を配置した検証環境
- 銀座農園がローカル5Gを利用した小規模なスマート農場を展開
- 検証環境の混雑状況を可視化

● 長所

- 小規模実験を手軽に実証できるテストベッド

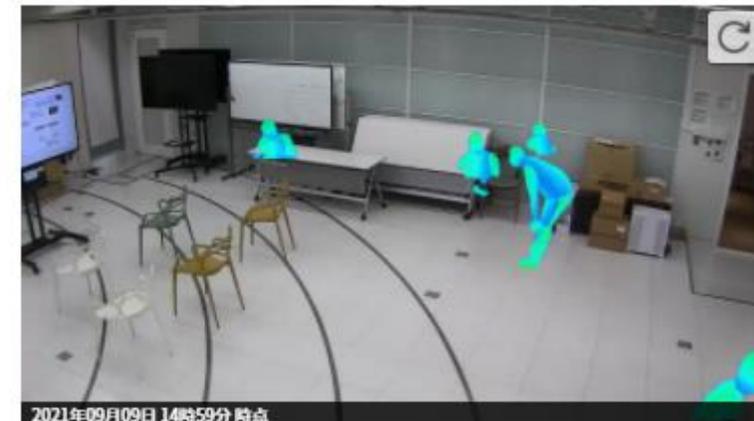
● 体制・予算

- 東京大学とNTT東日本が共同で提供
- 予算については記載なし

ローカル5Gオープンラボの概要図



混雑状況可視化のイメージ



東京都 ローカル5Gテストベッド

● 概要・目的

- 東京都の「『未来の東京』戦略」の取り組みの一環として、国内最大級のローカル5G通信環境をキャンパス内に整備したテストベッド
- 2021年度から実証事業を東京都が大学・研究機関を中心に公募している
- 大学や地域課題解決に繋がる **ユースケースを創出するとともに、同通信環境の普及展開に裨益する実証事業**を実施することが目的

● 特徴

- 東京都立大学の日野キャンパス・南大沢キャンパスをカバーする大規模な実験環境
- モニタリング等の協力で学生を巻き込むことが可能
- 4台のL3SWによりローカル5Gシステムに接続可能
- 5Gシステムに接続されるための端末「RAKU+」を複数用意
- ミリ波帯、Sub6帯の環境を提供

● 長所

- 各テーマ(働く・学ぶ・住む等)の課題を解決するユースケース(アプリ)に関する研究が多い
- **国内有数のキャンパスを利用した大規模なローカル5Gテストベッド**

● 体制・予算

- 東京都主導で、東京都立大学が協力している
- 令和3年度のローカル5G実証への東京都予算は65億円程度

システム構成イメージ



米国の大学・自治体・民間組織 COSMOS

● 概要・目的

- 次世代の無線技術やアプリケーションの実世界での実験をサポートするための都市規模の高度な無線テストベッド
- ラトガース大学・コロンビア大学・ニューヨーク大学を中心に作成しているテストベッドであり、2021年11月30日に一般に正式展開される予定である
- 次世代の無線技術やアプリケーションを実証できる実環境を提供することが目的である

● 特徴

- 約2.6平方kmの範囲の街に、大小さまざまなノードとなる機器を設置し、限りなく実環境に近い環境
- クラウド⇄エッジ⇄エンドの環境を構築して、実環境で消費電力や遅延を考慮した実験が可能
- SDNなどの仮想ネットワークの構築が可能
- 100Gbps+のファイバー、FPGA・GPUなどのハードウェアが利用可能
- 教育プログラムを作成して、学生・研究者への普及を目指している
- 実験において共通に必要な知識やコードを説明したマニュアルが充実し、ガイドラインの追記方法等も明記されている
- マニュアルがHPに公開されている

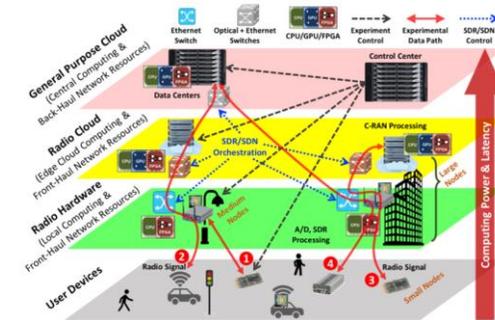
● 長所

- 街中にセンサを設置した実環境に近いテストベッド
- マニュアルが充実している

● 体制・予算

- ラトガース大学・コロンビア大学・ニューヨーク大学の教授をトップに自治体・民間企業(ニューヨーク市・IBM等)が運営メンバーとして参画している
- National Science Foundation(NSF)が14億円の予算を提供している
- PAWR Industry Consortiumも本プロジェクトに投資している

COSMOSの概要図



COSMOSのマニュアル

Argyle Square 5G and IoT Test Bed

● 概要・目的

- メルボルンが主導で進めている実環境でセンサを設置したテストベッド
- Argyle Squareという公園に複数のセンサを設置しデータを収集・利用している
- 収集したデータの公開とメルボルンが設定する共同研究を実施することが目的である

● 特徴

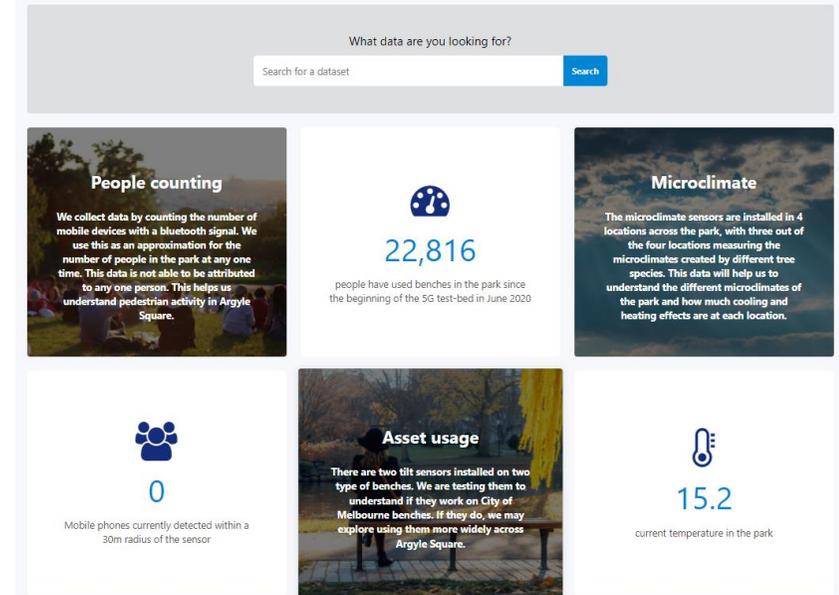
- 温度・湿度などの基本情報以外に、ゴミ箱やベンチなどのデータを収集
- 収集されたデータは基本的に公開されている
- コンペや企業からの共同研究などを募集している
- 収集されたデータやセンサの位置などの可視化・公開が整理されている

● 長所

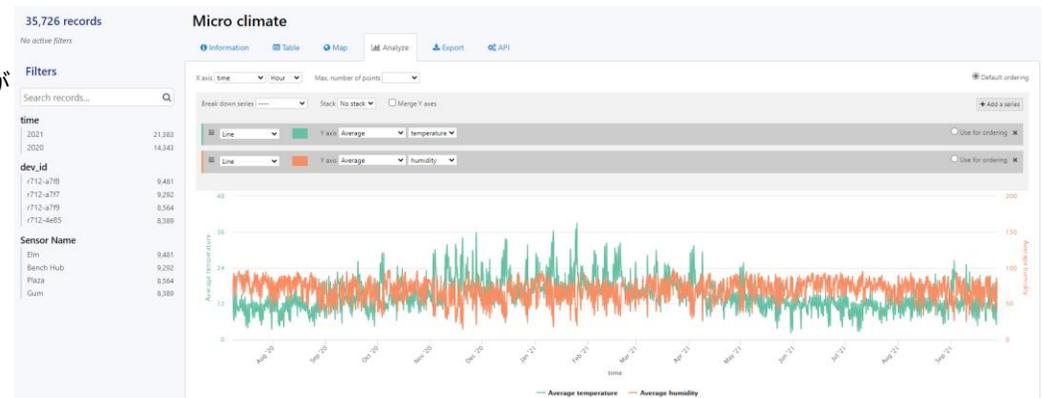
- データをAPIを通してWebを通してダウンロードすることが可能
- 各データが簡易的だがグラフ化されている
- **協働性を深めることを目標としたテストベッドであり、企業からの共同研究などを募集**

● 体制・予算

- メルボルン市をトップに大学・民間組織(AWS・メルボルン大学等)がテストベッド構築に関わっている
- 予算については記載なし



出所) <https://melbournetestbed.opendatasoft.com/pages/home/>



FIT IoT-LAB

● 概要・目的

- 小さいワイヤレスセンサや不均一な通信端末を利用した通信方式やアプリケーションの研究を実施できるテストベッド
- ヨーロッパ各地(フランスが多い)に施設があり、様々なセンサと通信方式を利用可能である
- 様々なワイヤレスセンサボードを利用しながらIoT社会のマイクロな部分の通信やアプリケーション開発することが目的である

● 特徴

- 合計7カ所の建物内での検証が可能(実環境ではなく、実験用の建物)
- Arduino等の23個のセンサボードを利用可能
- BLE、LORA、IEEE802.15.4等の複数のセンサ用通信を利用可能
- センサボードに複数のOSをインストール可能
- テストベッドを構築しているほぼすべてのコードがオープンソースで公開

● 長所

- ワイヤレスセンサに焦点を当てて複数の実験環境を構築
- オープンソースでコードを公開することで、各利用者が自身のコード等をアップロード可能
- 実験利用までの手続きがスムーズ(申請から24時間後にSSH keyを発行)

● 体制・予算

- 大学・民間組織・公的機関で構成されたFITコンソーシアムが運営している
- 予算については記載なし

Several
deployments.
Several
possibilities.



Grenoble



Lille



Lyon



Nantes



Paris



Saclay



Strasbourg

Overview

We started by design and deploy our own boards. Since 2018, we have been adding support and deploying boards from the market. And it remains dynamic, you have the possibility to help us to [extend](#) this list.

Here is a table summarizing tech specs of boards. It shows notably communications possibilities between the boards.

Board	IoT-LAB name	MCU / SoC	Radio			
			802.15.4	Sub-GHz	BLE	LoRa
Arduino Zero	arduino-zero	Cortex M0	•			
BBC microbit	microbit	Cortex M0			•	
Decawave DWM1001	dwm1001	Cortex M4			•	
IoT-LAB A8-M3	a8	Cortex A8	•			
IoT-LAB M3	m3	Cortex M3	•			
LoRa gateway	lora-gw	BCM2837				•

出所) <https://www.iot-lab.info/docs/boards/overview/>

各テストベッドの長所

- 通信だけでなくアプリケーション寄りのテストベッドが多い。
- 国内と比べて海外のテストベッドは、**実環境での実証、通信設備+センサ、コード・マニュアルなどの公開**という点が特徴的な点として挙げられる。

テストベッド	目的	長所
ローカル5G オープンラボ	ユースケース共創・先端技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小規模実験を手軽に実証できるテストベッド
東京都立大学 ローカル5G テストベッド	ユースケース創出・普及	<ul style="list-style-type: none"> ・ 公募内容がアプリ寄りの研究が多い ・ 国内有数のキャンパスを利用した大規模なローカル5Gテストベッド
COSMOS	無線技術・アプリケーション	<ul style="list-style-type: none"> ・ 街中にセンサを設置した実環境に近いテストベッド ・ マニュアルが充実している
Argyle Square 5G and IoT Test Bed	共同研究・データ公開	<ul style="list-style-type: none"> ・ データをAPIを通してWebを通してダウンロードすることが可能 ・ 各データが簡易的だがグラフ化されている ・ 協働性を深めることを目標としたテストベッドであり、企業からの共同研究などを募集
FIT IoT- LAB	ワイヤレスセンサ・無線技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ ワイヤレスセンサに焦点を当てて複数の実験環境を構築 ・ オープンソースでコードを公開することで、各利用者が自身のコード等をアップロード可能 ・ 実験利用までの手続きがスムーズ(申請から24時間後にSSH keyを発行)



実環境・実データが提供可能かつ産学連携を促進するオープンな環境が他テストベッドでは注目されている。

テストベッド方向性案

- 海外テストベッドを参考にしながら以下の方向性案が考えられるのではないか。
- 以下の方向性への意見や方向性の具体的な施策に関するご意見を頂きたい。
- ご要望等があれば広くご意見を頂きたい

コードやマニュアルの公開

テストベッドを構築しているコードや利用できるコード、または利用マニュアルを公開できるとよい。コード・マニュアルを公開することで、研究者は自身の研究に適したテストベッドであるかの判断がしやすい。また、利用できるデータ等あれば、それらのサンプルも公開できるとよい。

実環境でのセンサ設置

実験環境等を新たに準備するのではなく、自治体・大学などと協働することで、実環境でセンサを配置した実験環境を構築する。また、可能であればセンサだけでなく、サーバやFPGA等のハードウェアを整備し、エッジ環境を構築できるとよい。

共同研究の強化

産学連携を深めるために、産学連携のプロジェクトへの利用促進や産学連携のマッチング等ができることよい。企業の課題と研究者を結びつけるための仕組みを構築して、テストベッドの利用を促進する。