

3 NICT 総合テストベッド利活用の向上と拡大を目指して

3 Toward Advanced and Expanded Use of “NICT’s Integrated Testbed”

3-1 NICT 総合テストベッドの運用及び活用促進に関する取組

3-1 Efforts to Operate and Promote Use of “NICT’s Integrated Testbed”

テストベッド連携企画室

ICT Testbed Coordination and Planning Office

総合テストベッド研究開発推進センターでは、情報通信研究機構 (NICT) 内外における ICT 関連の研究開発成果の技術実証及び社会実証を推進するため、「NICT 総合テストベッド」を構築・運用し、利活用を促進することにより、広範なオープンイノベーションの創発をしている。本稿では、「NICT 総合テストベッド」の構築、運用及び活用促進に関する取組について紹介する。

Testbed Research and Development Promotion Center has established and operated “NICT’s Integrated Testbed” to promote technical and social demonstrations of ICT-related R&D results both inside and outside the NICT. By promoting the use and application of “NICT’s Integrated Testbed”, a wide range of open innovation has been initiated. In this paper, we introduce our efforts to establish, operate, and promote the use of “NICT’s Integrated Testbed”.

1 まえがき

総合テストベッド研究開発推進センターでは、第4期中長期計画期間(平成28年度-令和2年度)に、NICT内外における ICT 関連の研究開発成果の技術実証及

び社会実証を推進するため「NICT 総合テストベッド」(図1)を構築し、運用を開始した。本テストベッドは、IoT技術など最先端のICT技術に関する実証を支援することを目的としており、超高速研究開発ネットワーク(JGN)、大規模エミュレーションテストベッド

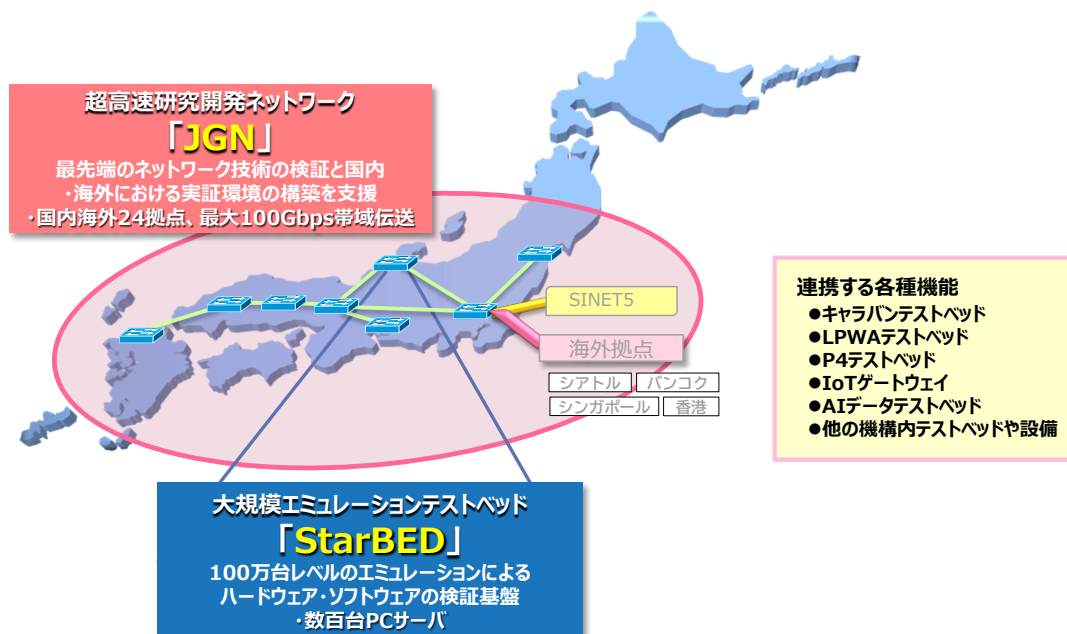


図1 NICT 総合テストベッド

3 NICT 総合テストベッド利活用の向上と拡大を目指して

(StarBED)等のテストベッドを統合することにより、実基盤からエミュレーションまで、様々なIoT実証実験に対応し、技術実証と社会実証の一体的推進が可能なテストベッドである。また、様々なユーザーのニーズに対応するため、IoTゲートウェイ、キャラバンテストベッド、LPWA (Low Power, Wide Area) テストベッド等を随時組み込み、機能拡張を図ってきている。さらに、窓口の一元化、契約手続の簡素化、周知広報活動の実施など、本テストベッドの利活用促進策を積極的に展開してきており、これらにより広範なオープンイノベーションの創発を推進している。

以上の取組の結果、第4期中長期計画期間の5年間において、本テストベッドの利用件数は期間累計320件となり、多くのユーザーの研究開発及びその実証に貢献してきた。以下、「NICT 総合テストベッド」の構築、運用及び活用促進に関する取組について紹介する。

2 技術実証と社会実証の一体的推進が可能な「総合テストベッド」の構築、機能拡張

NICTでは、第3期中長期計画まで、新世代ネットワークの実現に向けた技術を実装し、それら技術の機能・性能検証を支援することを目的とした大規模なテストベッドを構築・運用してきた。

第4期中長期計画からは、NICT内外におけるICT関連研究開発成果の技術実証及び社会実証を推進し、広範なオープンイノベーションを創発するため、超高速研究開発ネットワーク(JGN)、大規模エミュレーションテストベッド(StarBED)等のテストベッドを統

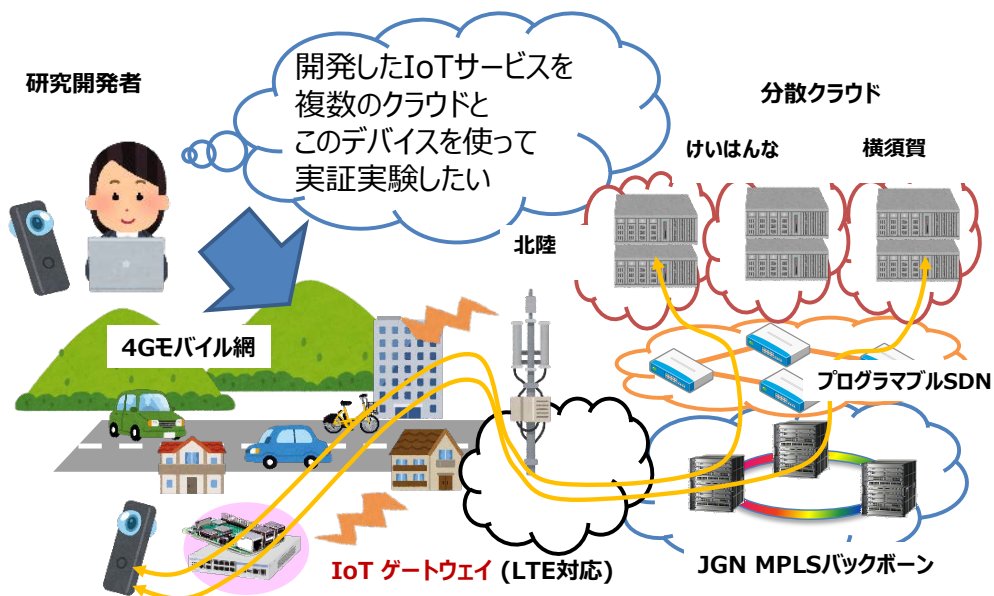
合することにより、実基盤からエミュレーションまで、様々なIoT実証実験に対応し、技術実証と社会実証の一体的推進可能な「NICT 総合テストベッド」を構築し、運用を開始した。

また、より様々なIoT実証に対応していくためにテストベッドに求められる要件を、「スマートIoT推進フォーラム テストベッド分科会」とも連携し、次のように整理した。

- どこからでもIoT機器と容易に接続できるようにし、ユーザーの利便性を向上させる。
- 無線通信検証環境を充実させる。
- 誰にでも手軽にテストベッドを利用できるようにする。

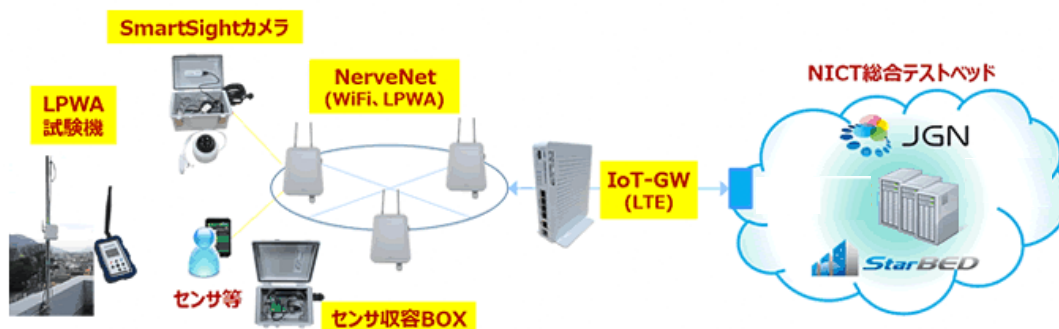
そして、総合テストベッド研究開発推進センターでは、これらを基に、どこからでもIoT機器と容易に接続できるようにするための「IoTゲートウェイ」のサービスを開始するとともに、「IoTキャラバンテストベッド」、「LPWAテストベッド」といった新たなサービスを展開し、従来のテストベッドでは検証できなかった、広範なIoT実証に対応できるよう進化してきた。さらに、第5期中長期計画に向けて、テストベッドとしての新しい機能の検討・開発を行い、「P4 (Programming Protocol-independent Packet Processorsの略) テストベッド」を令和2年3月から、「エッジテストベッド」を令和3年6月から「NICT 総合テストベッド」に追加し、提供を開始している。

このほか、NICT 総合テストベッド活用研究会(略称:活用研究会)として、NICT 総合テストベッドを試験的かつ手軽に利用できる試用環境も提供している。



IoTゲートウェイの導入によりユーザのデバイスから容易にテストベッドが利用可能

図2 IoTゲートウェイを利用したIoTデバイスからクラウドまでの一気通貫したIoT環境



ご要望	利用機材	機能
LTEを使って簡単・セキュアにコアネットワークへ接続したい	IoT-GW(ゲートウェイ)	<ul style="list-style-type: none"> ・コアネットワークにセキュアに接続可能 ・GWの複雑な設定が不要(NICTが設定を実施) ・端末(センサ等)接続方式に有線/WiFiを選択可能
通信インフラが無い場所で通信手段を確保したい	NerveNet(ナブネット)	<ul style="list-style-type: none"> ・通信インフラが無い場所で、無線(WiFi、LPWA)マルチホップ技術を用いた分散ネットワークの構築が可能 ・電源(バッテリー、ソーラーパネル等)についてもサポート
実証の現場でLPWAが使えるか試したい	LPWA(LoRa)試験機	<ul style="list-style-type: none"> ・GPSを実装した子機が各測定ポイントにおける基地局とのLPWA通信可否をレポートすることにより、LPWA疎通マップを容易に作成可能
映像解析の検証をしたい	SmartSightカメラ	<ul style="list-style-type: none"> ・映像自体の伝送や、カメラ内での映像解析データの伝送が可能
センサをネットワークに接続したい	センサ収容BOX	<ul style="list-style-type: none"> ・センサを収容し、WiFiやLPWA等の通信網へ接続することが可能

図3 IoTキャラバンシステムテストベッドの利用可能機器

① IoT ゲートウェイ

「NICT 総合テストベッド」を、より多くのIoT実証に利活用してもらうためには、ユーザー環境のIoTデバイスと「NICT 総合テストベッド」の接続を容易にすることが重要となる。このため、ユーザーが開発したIoTサービスとNICT 総合テストベッドにおける複数のクラウドをユーザーによる設定の手間を省いて連携させ、IoTデバイスから「NICT 総合テストベッド」まで一気通貫のIoT実証環境を容易に構築できるようにしたサービスが「IoTゲートウェイ(図2)」である。

② IoTキャラバンテストベッド

IoT機器を設置する環境は必ずしも事前に通信環境が整備されているわけではない。例えば、

- ・IoTシステム導入の前に実証試験をしたい
- ・現場で何がどれくらい必要なかを確認したい
- ・実証試験のための準備期間を短縮したい
- ・一時的に導入してみたい(イベントに使いたい)

といったニーズがあり、これらに対応するため、いろいろな場所のIoT機器のラスト1マイルをサポートし、NICT 総合テストベッドとを一時的に接続するための可搬型の通信セットとして「IoTキャラバンテストベッド」(図3)を準備し、提供している。

③ LPWA テストベッド

IoTセンサ等では通信方式としてLPWAが用いられることが多く、複数のLPWA通信方式を同一環境、

同一条件で利用できるようになることで、

- ・LPWAの導入を検討している利用者にとって一度に複数方式の確認
- ・LPWA通信事業者にとっては複数方式の電波が混雑した状況の試験

といった実証が可能となる。「LPWAテストベッド」は、こうした複数方式のLPWA通信を試験・確認できる実証フィールドであり(図4)、YRP研究開発推進協会を中心とした自治体、産業界も含めた連携の枠組みの下、YRP(横須賀リサーチパーク)において提供している。

令和2年度からは、IoTキャラバンテストベッドと以下のコラボレーションを実現してきている。

- ・Private LoRaの通信方式を採用したNICTのLPWA通信デバイスやLPWA試験機を、YRPの横須賀ハイブリッドLPWAテストベッドに常設し、方式の比較検証や通信実験を行いたい利用者のサポートを開始
- ・IoTゲートウェイとLPWAと組み合わせた試用サービスを開始し、センサ、通信デバイス、LTEゲートウェイ(IoTゲートウェイ)、クラウド(NICT 総合テストベッドのVM)等をパッケージとして提供

④ P4 テストベッド

「P4テストベッド」は、次世代SDNデータプレーン

3 NICT 総合テストベッド利活用の向上と拡大を目指して



図4 LPWA テストベッド

○ネットワークプログラマビリティの新技术をマルチテナント化

- ◇ パケット処理の基本動作をプログラム可能
- ◇ 最短2日で開通 (step0)
- ◇ 図中の拠点へ他拠点等から接続

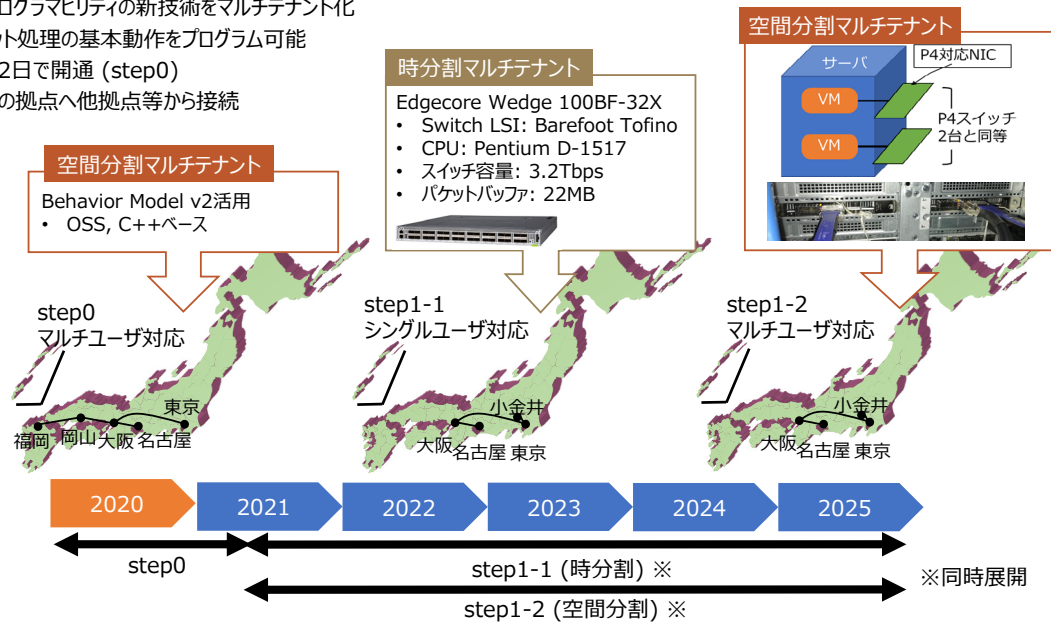


図5 P4のマルチテナントテストベッドの開発計画

プログラミング言語 P4 のマルチテナントテストベッド環境として、オープンソースを用いて構築したもので、第5期中長期計画に向けた新しいテストベッド機能として追加したものである。その概要は以下のとおり。

- P4 Language Consortium が開発、提供しているソフトウェアスイッチ BMv2 を利用 (BMv2 : Behavioral Model version 2)
- BMv2 と VM を提供し、ユーザーが求めるトポロジにて提供

また、今後は以下の開発を計画している。(図5)

- ハードウェアスイッチによるテスト環境の提供 (同時利用ユーザー数に制限有り)

- スマート NIC によるテスト環境の提供 (同時利用ユーザー数に制限有り)
- マルチユーザ対応ハードウェアスイッチによるテスト環境の提供

⑤ エッジテストベッド

5G / Beyond 5G、サイバーフィジカルシステムのインフラとして期待されるエッジコンピューティング環境を再現した「エッジテストベッド」は、令和3年6月から提供が開始されている。既存クラウドにて広く活用されている Kubernetes と互換性を持つエッジコンピューティング環境に対して、所望のネットワーク遅延を満たす資源配置を実現するため独自に開発した「仮想リージョン」を適用し、エミュレーション基盤

StarBED 上に構築、エッジコンピューティングテストベッドとして提供している(図6)。本環境では、

- 市内エッジ、県内エッジ、クラウド等、様々なネットワーク遅延を再現したサーバの配置
- 複数箇所の無線基地局ノードによるモバイルネットワークの再現

をすることにより、エッジコンピューティングインフラを再現している。

⑥ 活用研究会

「NICT 総合テストベッド活用研究会(略称:活用研究会)」は、NICT 総合テストベッドを試験的かつ手軽に利用できる試用環境を提供し、NICT 総合テストベッドの利活用促進及び今後のテストベッドの利活用推進方策、拡充すべき機能等を検討することを目的としており、初期メンバーは、テストベッド分科会関係者並びに、NICT 総合テストベッド事務局から構成された。また、活用研究会の会員となることで、書面の取り交わしがなくともメールでの申請により NICT 総合テストベッドの“お試し利用”が可能となっており、商用クラウド並みの手軽さで利用開始できるよう手続きの簡素化を実現している。テストベッドの試用環境イメージを図7に示す。

さらに令和2年度からは、新たな取組として、会員が提供する自社のデバイス、ソフトウェア、データ等に関する次のようなサービス・機能を、他の会員が試用できる仕組みを整備し提供している。

- GPU クラウドサービス
- データ可視化ツール

- 時空間データ GIS プラットフォーム(旧 NICT サイエンスクラウド)プロジェクト(気象・地理データ・アプリ等)
- IoT-ゲートウェイ+LPWA 試用サービス

3 活用促進の取組

総合テストベッド研究開発推進センターでは、NICT 内外における NICT 総合テストベッドの利活用促進を図るため、ユーザーの利便性を高めるとともに、情報発信・広報活動を積極的に実施する等周知活動も強化してきている。その取組の一例は次のとおり。

- 今まで個別に存在した JGN と StarBED の申請・相談窓口を一元化し、ユーザーの利便性を高め、融合利用を加速
- 総務省の SCOPE における活用促進に向けた総合通信局との連携や各種説明会・展示会における情報発信・広報活動を積極的に実施し、周知活動の強化
- 優良事例をホームページに掲載し、テストベッドの利活用事例、効果等を対外的に発信することによって、テストベッドの更なる利活用を推進
- 産学官連携した全国規模の実証実験として、NICT が主催となった産学官の連携により、さっぽろ雪まつりにおいて、JGN を用いた全国規模の非圧縮 8 K 映像伝送を実施。平成 30 年 2 月、49 組織と共同で、100 Gbps を超える非圧縮 8 K 非圧縮映像及び多チャンネルハイレゾ音声を、JGN を

- 様々なエッジコンピューティング・疑似インフラ環境(市内エッジ、県内エッジ、クラウド等のネットワーク伝搬遅延、複数箇所の仮想基地局)を構成
- スマートシティ等のサイバーフィジカルシステムに対し、システム全体の動作検証が可能

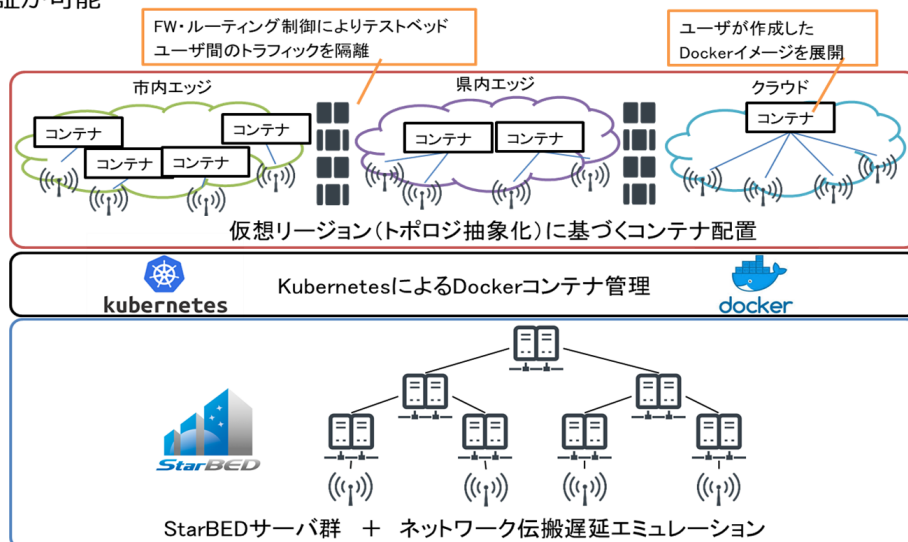


図6 エッジテストベッド環境

3 NICT 総合テストベッド利活用の向上と拡大を目指して

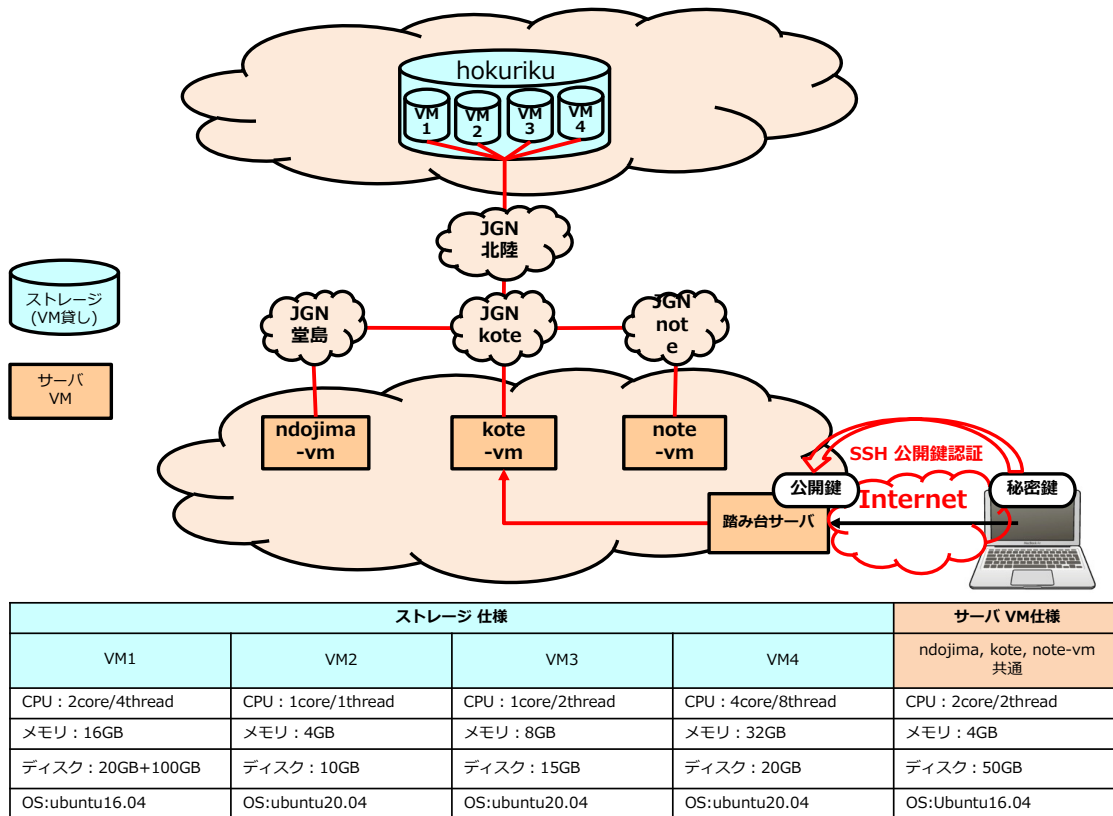


図7 活用研究会環境

含む複数の 100 Gbps 回線を用いたマルチパス分割伝送する世界初の実証実験に成功。令和 2 年 2 月には 57 組織が連携し、大容量高精細モニタリングの 100 Gbps 実装の基本機能、性能の検証を実施。また、令和 3 年 2 月には、高速ソフトウェアルータを用いた伝送実験を遠隔で実施。

- アジア - 欧州間研究・教育用ネットワーク (AER) に関する覚書を国内外の機関と締結し、既に締結済みのアジア・太平洋地域での 100 Gbps 高速回線によるリング (APR) と合わせて、アジアと欧米も含めた 100 Gbps 以上の帯域を利用可能な全世界的な回線接続環境を整備。これにより、国際研究・教育用ネットワーク間での回線相互バックアップ及び国内外研究・教育機関との協力関係を強化。

また、本国際回線環境は、平成 29 年以降、SC (Supercomputing Conference)、さっぽろ雪まつり実験、大容量データ伝送を競う技術コンテスト Data Mover Challenge、素粒子実験データの国際共有プロジェクト等で活用されるとともに、ひまわりリアルタイム Web 等のアジアへの展開等の国際的な技術実証において活用

こうした取組により、「テストベッド利用件数」は、第 4 期中長期計画開始の平成 28 年度以降着実に増加 (102

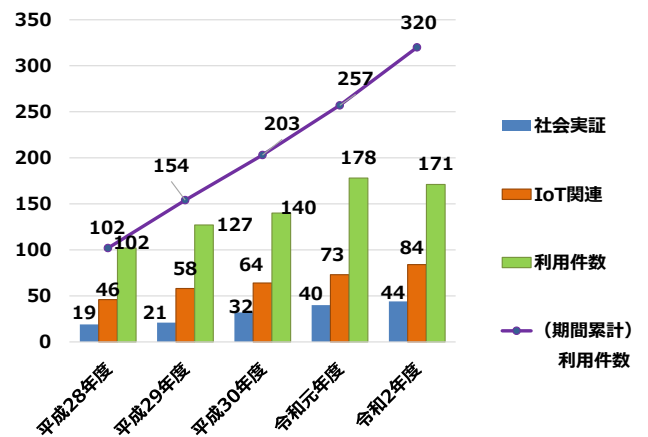


図8 利活用の活性化：利用件数の伸び

件→ 171 件 (平成 28 年度 - 令和 2 年度)、期間累計利用件数 320 件) してきている。また、IoT 関連の利用 (46 件→ 84 件)、社会実証関連の利用 19 件→ 44 件) も同様に増加してきており、社会実証や技術実証、イノベーションの創発を促す利用に貢献できている (図 8)。

また、累計利用件数 320 件を利用分野別に分類すると、JGN のリソースを最大限に活用できるネットワーク分野中心に、AI やビッグデータなど、近年のトレンドに沿った研究の支援にも貢献していることがわかる。

さらに利用機関別に分類した場合、図 10 に示すと

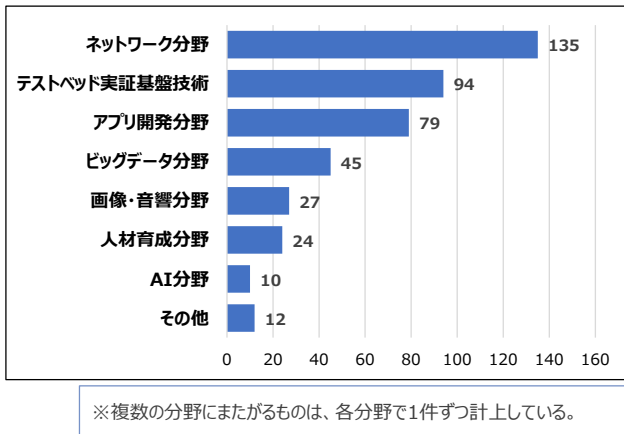


図9 利用分野別件数

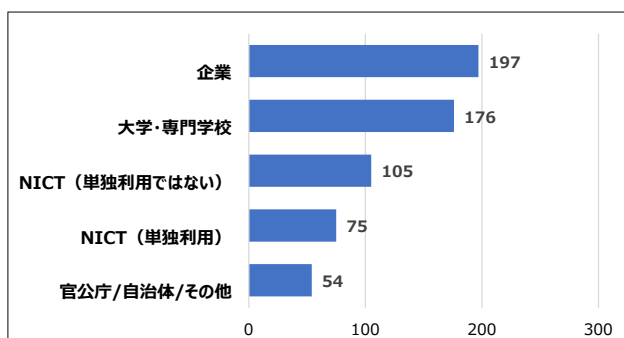


図10 利用機関別件数

り、企業が最多であり、テストベッドは社会とのかかわりを想定し、将来的な市場投入を念頭に置いた研究が進められていると考えられる。また、1プロジェクト当たりの平均参加団体数は約2.3団体であり、組織を超えて知見を集約するオープンイノベーションの促進に貢献できた可能性が指摘できる。

4 第5期中長期計画テストベッドに向けて

第5期中長期計画におけるテストベッドの機能・運用のあり方について検討するため、「スマートIoT推進フォーラム テストベッド分科会」の下に、「次期ネットワークテストベッドWG(リーダー：九州工業大学 池永教授)」及び「データ分析・可視化タスクフォース(TF)(リーダー：名古屋大学 河口教授)」を設置した。

「次期ネットワークテストベッドWG」では、最先端ICT技術に関する実証を支援するための次期ネットワークテストベッド(広域ネットワーク、分散型及びクラスタ型コンピューティング基盤で構成されるテストベッド)のあるべき姿(利用シーン、機能、性能など)等の検討を行い、「次期ネットワークテストベッド報告書(令和2年3月)」がとりまとめられた。

また、「データ分析・可視化タスクフォース(TF)」で

は、ツールやノウハウを共有、データ分析・可視化のためのテストベッドについての検討を行っている。

総合テストベッド研究開発推進センターでは、これらを踏まえ、広域ネットワークと分散型・クラスタ型コンピューティング基盤で構成されるテストベッド、データ分析・可視化のツール・ノウハウのテストベッド上での共有、エッジ・クラウド連携基盤等のソフトウェア化、NICTの保有データを用いたサービス連携機能の更なる拡張等のBeyond 5Gの実現に向けたテストベッドとして備えるべき具体的な設備・機能要件をとりまとめた。現在、これら新規の設備・機能を、早ければ令和4年度頃には提供可能となるよう、その環境整備を鋭意進めている。

5 まとめ

ここでは、IoT技術などの最先端のICT技術に関する実証を支援する、「NICT 総合テストベッド」の構築、運用、及び活用促進に関する取組について紹介した。

IoT実証に関する様々なニーズに応えることにより、第4期中長期計画期間の5年間において、「テストベッド利用件数」は、平成28年度以降着実に増加(102件→171件(期間累計320件))した。また、IoT関連の利用(46件→84件)、社会実証関連の利用(19件→44件)も同様に増加しており、社会実証や技術実証、イノベーションの創発を促すのみならず、社会が求める課題への解決を試み貢献できた。

第5期中長期計画では、これまで提供してきた機能に加え、利用者に対する手続き等での更なる利便性向上を目指すとともに、広域ネットワークと分散型・クラスタ型コンピューティング基盤で構成されるテストベッドや、データ分析・可視化のツール・ノウハウのテストベッド上での共有、エッジ・クラウド連携基盤等のソフトウェア化、NICTの保有データを用いたサービス連携機能の更なる拡張など、Beyond 5Gの実現に向けたテストベッドの構築を推進していく。

【参考文献】

- 1 “NICT 総合テストベッド,” <https://testbed.nict.go.jp/>, Sept. 2021.
- 2 “スマートIoT推進フォーラム技術戦略検討部会 テストベッド分科会,” <https://testbed.nict.go.jp/bunkakai/index.html>, Sept. 2021.
- 3 “横須賀ハイブリッドLPWAテストベッド,” <https://www.yrp.co.jp/LPWA/>, Nov. 2020.