

NICT総合テストベッドの成果調査・分析の実施

2021年3月8日
株式会社NTTデータ経営研究所

1. 今中長期計画（2016年度から2020年度）における NICT総合テストベッドの成果に関する調査

1.1. 調査目的・調査方針の設定

1.2. テストベッドの概況

1.3. 個別の事例から見たテストベッドの貢献

2. 経済効果の試算

3. 調査結果の概要と今後の展望

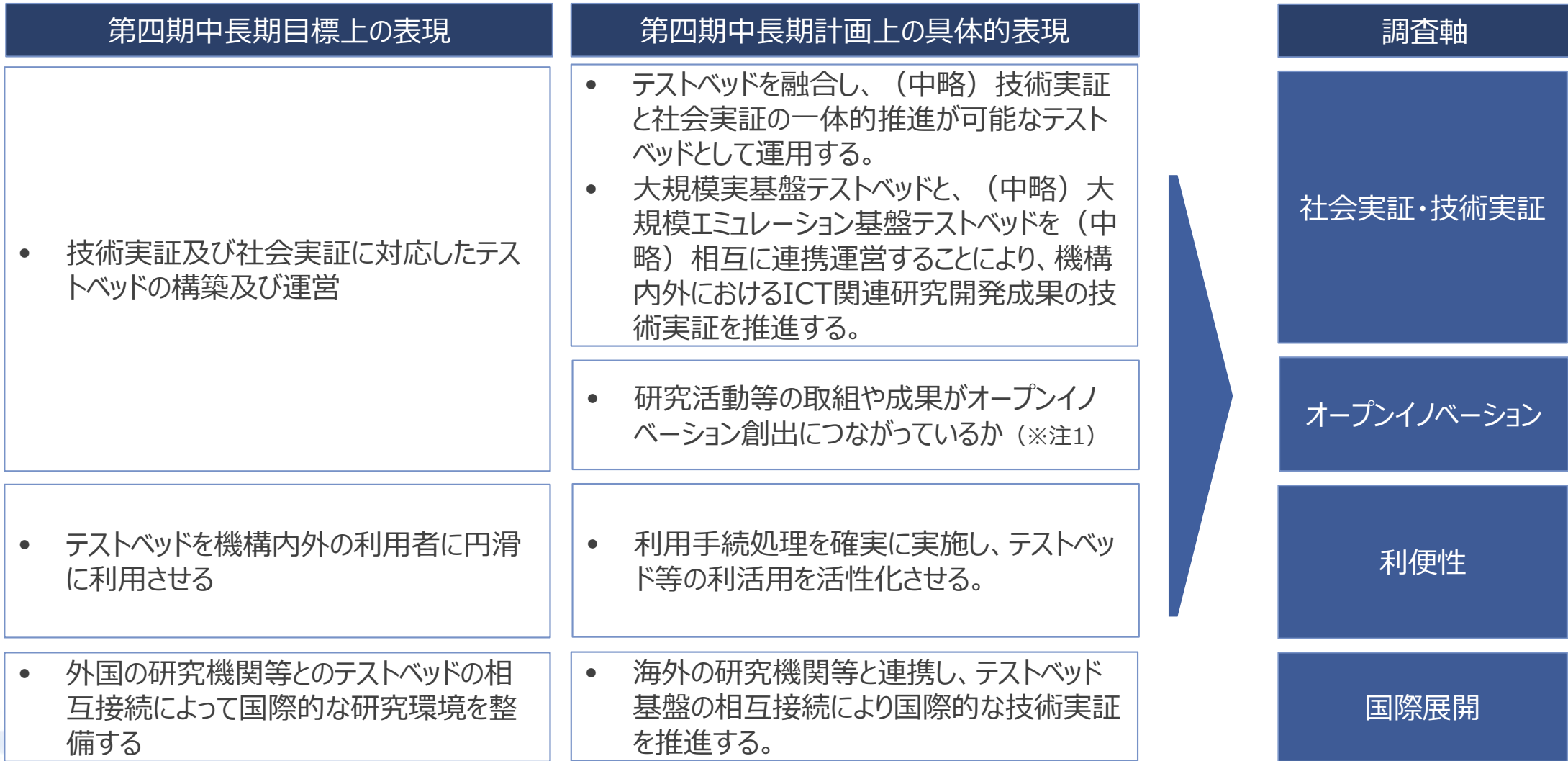
1. 今中長期計画（2016年度から2020年度）における N I C T 総合テストベッドの成果に関する調査

1.1. 調査目的・調査方針の設定

NICTの運営する総合テストベッドについて、 今後の運用指針の参考とすべく、今中長期間における成果を調査した。

I C T分野における厳しい国際競争の中で、我が国のI C T産業の競争力を確保するためには、研究開発から社会実装までの加速化を図ることが重要である。このため、従来のリニア型の研究開発ではなく、基礎研究段階の研究開発と同時に研究開発成果の検証を行うことによって研究開発成果の早期の橋渡し、市場投入を目指した技術実証に一体的に取り組み、一気に研究開発成果の実用化やビジネスモデルを踏まえたシステム化を目指すことが必要になっている。国立研究開発法人情報通信研究機構（以下「当機構」という。）では、技術実証及び社会実証に対応した検証プラットフォームとして、N I C T総合テストベッドを構築・運営しているが、**N I C T総合テストベッドを利用した各種取組や利用実績から、テストベッドとしての具体的な成果について調査・分析し、次期N I C T総合テストベッドに求められる要件の検討を進めていく必要がある。**本作業は、これらの状況を踏まえ、**N I C T総合テストベッドの成果を取り纏め、今後の運用指針の参考とする**ことで、我が国のオープンイノベーション創発に寄与することを目的とする。

今中長期目標及び中長期計画（2016年度から2020年度）において、NICTは、テストベッドで4つの事項の実現を目指した。これらの事項を、調査軸として設定した。



※注1:イノベーションについては、第4期中長期目標期間中間評価において盛り込まれた観点である。

※注2:計画における組織の設置等の取り組み及びテストベッド技術の確立については、利用状況のデータからは判断できないため、対象外としている。

1.2. テストベッドの概況

総合テストベッドは、超高速研究開発ネットワークであるJGNを中心として利用が行われている。

利用されたテストベッドは、超高速研究開発ネットワークのJGNが最多である。
大規模エミュレーションテストベッドのStarBEDがこれに続く。
JOSEのみならず、StarBED上でも、エミュレーション環境を生かしたIoT関連案件が複数確認されていることから、ネットワーク、IoT関連の研究に貢献できたと考えられる。

テストベッドの種類



テストベッド利用件数

JGN	130件	
StarBED	129件	
JOSE	76件	
RISE	12件	
キャラバン	8件	

※令和2年総合TBプロジェクト管理表より作成

※複数のテストベッドにまたがるものは、すべてのテストベッドで1件ずつ計上している。

ネットワーク分野はもちろんのこと、近年、社会的要請が強いと考えられるAIやビッグデータ分野などでもテストベッドの利活用がなされた。

総合テストベッドでは**全313件**の研究開発が進められてきた。

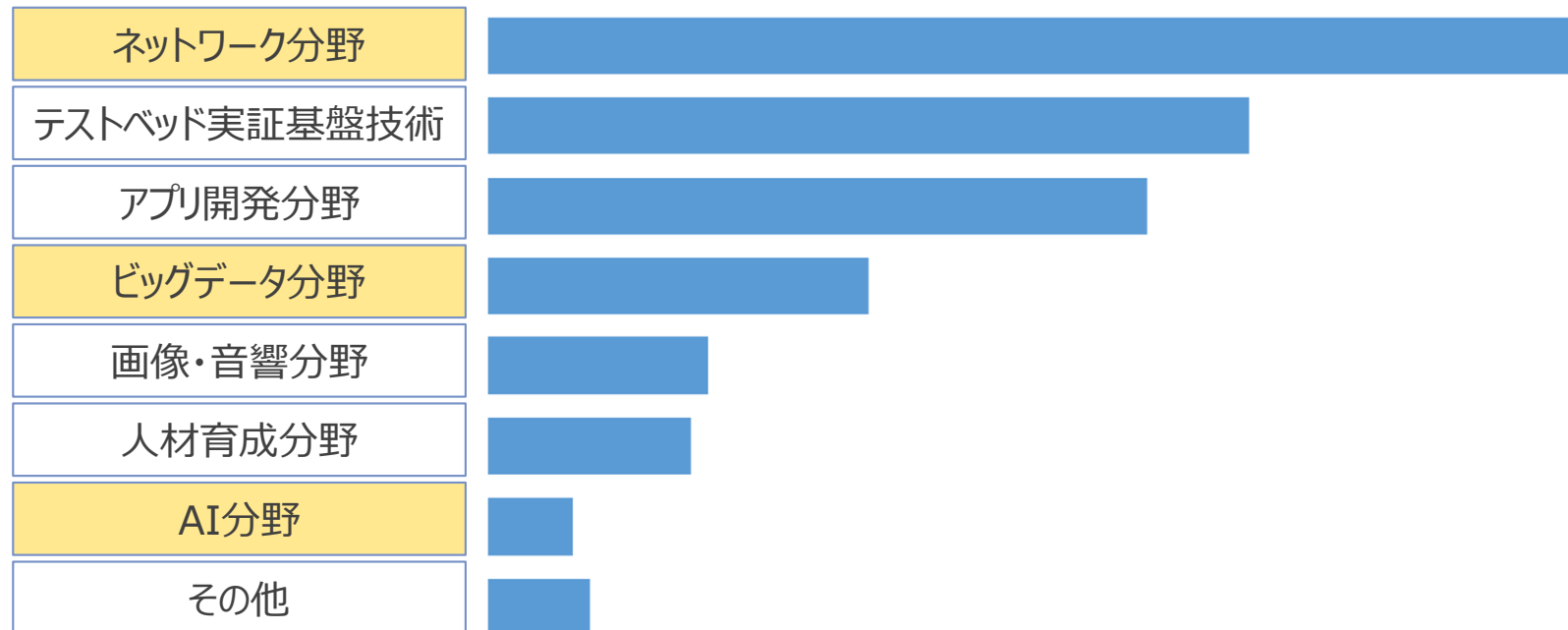
JGNのリソースを最大限に活用できる**ネットワーク分野**中心に研究が行われた。

このほか、近年の総務省「**情報通信白書**」の特集記事が組まれるようなキーワードである、

AIやビッグデータなどもテストベッド利用実績が確認された。

このことから、近年のトレンドに沿った研究の支援にも貢献したと考えられる。

案件数



※令和2年総合TBプロジェクト管理表より作成

※複数の分野にまたがるものは、すべての分野で1件ずつ計上している。

テストベッドの研究成果は、社会へ実装された、より直接的な成果から、論文等による、知の蓄積などの形での間接的な成果まで、多様な成果が確認された。

成果報告書では、社会への実装につながった様子のほか、論文等の発表により、研究成果が公表され、社会の知の蓄積に貢献している様子が確認された。

研究成果報告書で報告された成果の件数

成果年度	論文発表	口頭発表	著書・報道	特許	標準化	商品化	実用化等
2016	140	351	98	4	8	1	3
2017	133	397	120	9	4	3	3
2018	138	267	190	14	2	3	10
2019	93	242	222	8	11	4	14
合計	507	1,261	632	36	25	11	30

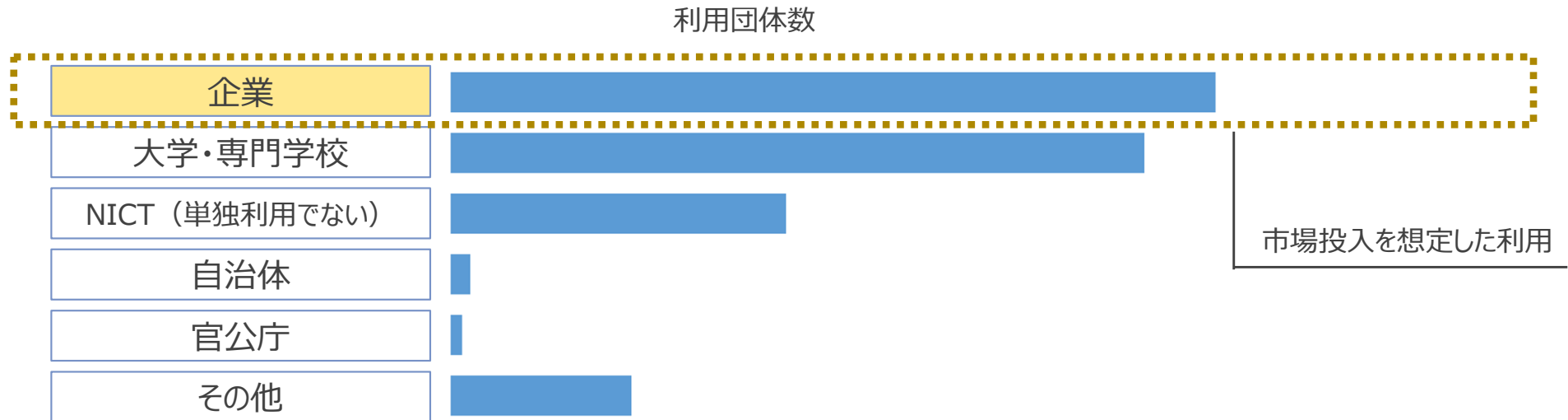
研究成果を公表

社会への実装

※NICT総合テストベッド研究成果報告書(2016年度～2019年度) (2020年9月15日受領分：回収数167案件)より作成

利用団体は企業が最多であり、将来的な社会・市場への投入を念頭に置いた実証研究が進められていると考えられる。

総合テストベッドは**509団体の利用(NICT単独の利用を除く)**があった。
利用団体は企業が最多であり、**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。
これは、**社会への実装を念頭に置いた技術実証**がなされたと考えられる。



※令和2年総合TBプロジェクト管理表より作成

社会実証の中での技術実証が行われた事例を複数確認できた。

総合テストベッドでは、技術的な実証のみならず、テストベッドを連携し、実社会における実証を進めた事例も確認された。

複数のテストベッドを利用し、実社会において実証が行われた案件の例

ID	テーマ名
TB-0009	タイにおけるダムモニタリングシステムでのSDNによる減災アプリケーションの開発
TB-0034	気象データ・地域ソーシャルデータを活用したリアルタイムデータ解析技術の研究開発
TB-0037	医療の質的向上と医療費削減を実現する医療サービス分析システムの研究開発
TB-0039	多様なデータ融合による災害時のモビリティ支援
TB-0041	モバイルセンシングを活用したスマートシティアプリケーションの研究開発
TB-0042	農業におけるG空間ビッグデータ収集・分析・活用による高度営農支援プラットフォームの構築
TB-0044	ライフラインデータを活用した高齢者の在宅生活を支援するライフマネジメント基盤の研究
TB-0045	ソーシャル・ビッグデータ駆動の観光・防災政策決定支援基盤の研究開発
TB-0046	Federated interoperable Smart ICT services development And testing platform 相互運用可能なスマートICTサービス向けの連合型開発&テストプラットフォーム
TB-0048	雨量・河川水位データを用いた水位・水害危険度予測の研究開発
TB-0052	広域センサデータ解析基盤技術のフィールド実証
TB-0053	大規模スマートICTサービス基盤を用いたスマート環境センシング基盤の構築と地域デザインへの応用に関する研究開発
TB-0070	テストベッド活用研究会
TB-0085	自律型モビリティシステム（自動走行技術、自動制御技術等）の開発・実証
TB-0086	IoT共通基盤技術の確立・実証における公共センサーネットワークを活用したリアルタイム監視・予測技術
TB-0098	救急医療・災害対応におけるIoT利活用モデル実証事業
TB-0101	海洋ビッグデータを活用したスマート漁業モデル事業
TB-0147	長崎における高齢者見守りシステム
TB-0152	センサー内蔵地震速報システムの実証実験
TB-0188	横須賀ハイブリッドLPWAテストベッド
TB-0235	にぎわい創出と安心安全のための中部おもてなしプラットフォームの構築

※令和元年総合TBプロジェクト管理表より作成

テストベッドは複数団体での利用が主であり、組織の垣根を超えたオープンイノベーションにつながりうる研究が実施されていることが確認された。

総合テストベッドは**509団体の利用(NICT単独の利用を除く)**があった。
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**に貢献できたと考えられる。

TBの案件数・利用した団体数（NICT単独利用を除く）



1プロジェクト当たりの平均参加団体数は **約2.3団体**

※令和2年総合TBプロジェクト管理表より作成

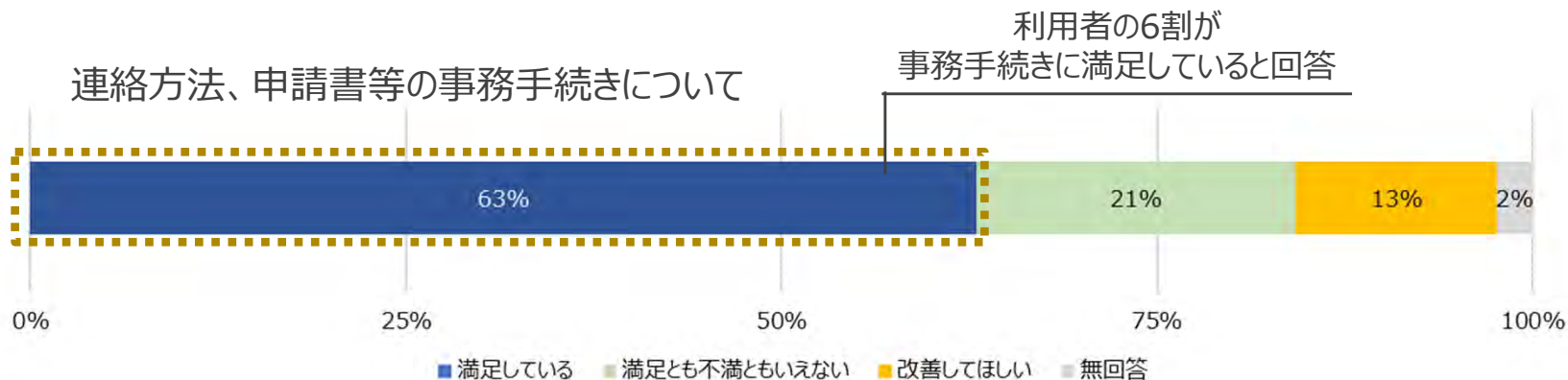
オープンイノベーションとは、**組織の境界を越えた知識の流れ**に基づく分散型の**イノベーションプロセス**である。

a distributed **innovation process** based on purposively managed knowledge flows **across organizational boundaries**, using pecuniary and non-pecuniary mechanisms in line with the organization's business model.

Chesbrough, Henry and Bogers, Marcel, Explicating Open Innovation: Clarifying an Emerging Paradigm for Understanding Innovation (April 15, 2014). Henry Chesbrough, Wim Vanhaverbeke, and Joel West, eds. New Frontiers in Open Innovation. Oxford: Oxford University Press, Forthcoming (pp. 3-28), Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2427233>

利用者へのアンケートでは、 事務手続きの**利便性**について6割が満足していると回答した。

利用者へのアンケート調査からは、テストベッドが研究開発へ貢献ができているとする声のほか、スタッフの対応に対しても感謝する声があることが確認できた。



利用者を対象としたアンケートより(R1年度、n=127)

研究開発への貢献



ネットワーク接続やパフォーマンスなどの制約はあるものの、**大きなリソースを研究目的で開放**していただいたため、当方の研究の幅を大きく広げることができたと考えております。



当研究室で開発したソフトウェアをテストベッド上に展開したことで、**他組織との共同研究に繋がった。**



クラウド上でのサーバプログラム運用の**ノウハウの蓄積、制約の理解**に役立った

スタッフの対応



技術的な問い合わせ等について迅速に回答していただいたのみならず、データのバックアップについて、**イレギュラーの対応を承認**していただくとともに、**HDDの接続・返送**などのご対応をいただき、大変感謝しております。誠にありがとうございました。



訪問の度、**親切に対応**して頂き感謝しております。ありがとうございます。



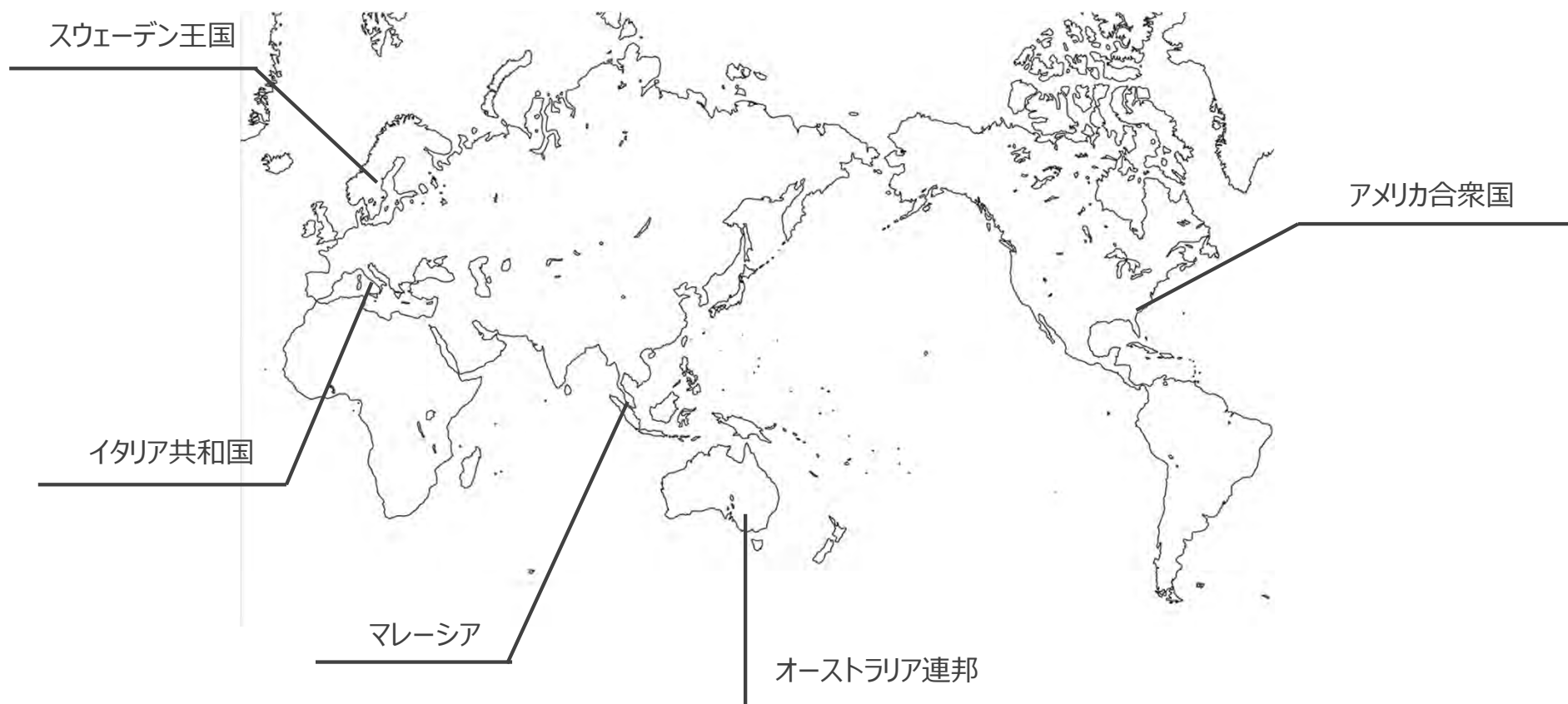
トラブル、相談時に**メールやオフラインで気軽に相談**できてありがたい

利用者を対象としたアンケートより(H27～R1年度)

日本の組織のみならず、複数の国の研究機関と共同して 国際的な研究が実施された例が確認された。

テストベッドの利用では、日本の研究機関のみならず、**海外の研究機関と共同で研究が実施された例が確認できた。**
国際的な技術実証の推進に貢献できたと考えられる。

TBを利用した研究機関のうち、海外の研究機関の設置国



※NICT総合テストベッド研究成果報告書(2016年度～2019年度) (2020年9月15日受領分：回収数167案件)より作成

1.3. 個別の事例から見たテストベッドの貢献

広域にまたがるデータ流通基盤技術を用いた VisCloud基盤構築 (TB-0167)



実施機関：
大阪大学、情報通信研究機構

タイルドパネルを用いた実験 (<https://viscloud.ais.cmc.osaka-u.ac.jp/demonstration.html>より)

様々な地方の研究者が、可視化されたシミュレーション結果等を共有できる技術

- 研究で作成されるような、大量のシミュレーション結果を可視化する際には、タイルドディスプレイが利用される。これは、複数のディスプレイをタイル状に並べ、1つのディスプレイとして運用する手法である。最近では**COVID-19の飛沫感染シミュレーションの可視化への応用**などが考えられる。
- このようなシミュレーションや可視化が可能な機器の設置場所は限られており、様々な大学が共同で研究チームを組織している場合、シミュレーション結果を共有するうえでは広域で可視化が行われる必要がある。本研究は、**広域可視化の実現**を目指した研究である。

テストベッドは広域の利用・利用の柔軟さの面から 実験に最適な環境を提供し、新技術の開発に貢献

- 研究成果のミドルウェア「VisCloud」はインターネット上で公開されている。
- 本研究の特性は、複数の研究機関が共同研究を行う**オープンイノベーションを促進する研究**と位置付けられる。
- 通信上のシミュレーションだけでなく、**実機による動作**を検証しており、将来的な**社会への実装**を目指した**技術実証**である。
- 通信の実験回線は、業務利用されている通信回線と兼ね合いで、実験運用上の制約が大きい。テストベッドは、このような**制約がなく、かつ広域の通信が可能**である点が、本研究の進展に貢献した。

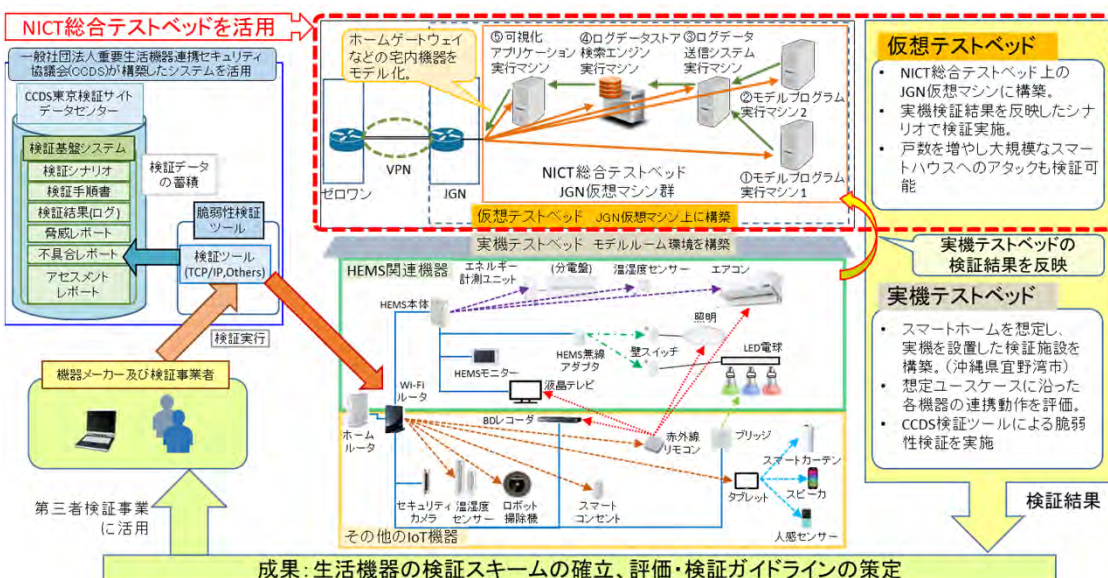
スマートホームを想定した連携IoT機器のセキュリティ検証用テストベッド構築 (JGN-A16024 TB-0074)

スマートホームを、より安全にするための研究

- 家庭でインターネットに接続して利用される情報家電などの**IoT機器に対するさまざまな脅威**が明らかになってきた。
- 多様な家庭内IoT機器が、セキュリティ上安全・安心に制御できる社会を実現するため、スマートホームを再現したテストベッドを構築しセキュリティ検証を行う。
- IoT機器の利用者の立場に立った第三者検証事業を展開するためのガイドラインを作成する。

一定の室内環境のモデル化を再現。機器の動作検証等の実施が可能となった。

- スマートホームで実機を動作させた結果をシミュレートしたことで、**想定した室内環境の再現を可能にした。**
- 実機の設置前に連携動作を検証することで作動条件の競合など**不適切な設定を事前に発見**することも可能である。
- 研究成果は「CCDS IoTセキュリティ評価検証ガイドライン 1.0版」として公表された。このガイドラインを基として、さらに**製品分野別のガイドライン**が策定された。
- マストトップでは、2017年より**IoT製品のセキュリティ検証サービスの事業**を展開している。これまでに、家電、ハウスメーカー、住宅設備機器メーカー等で利用がなされた。
- 本検討結果を基に、重要生活機器連携セキュリティ協議会 (CCDS) ではIoT機器の**サーティフィケーション制度**が設立され、IoT機器の**安全性向上のための活動**が進められている。



※図は2015年度構築時のものであり、2021年1月時点の運用とは以下のような点で異なる。
 ・CCDSがクラウドサービスを提供できる形から、会員企業が、オンプレミスで使える形で貸し出す運用とした。
 ・仮想テストベッドは当初検証環境を構築する時に使用したが、現時点では使用していない。
 ・経年に伴い、IoT機器や連系アプリのリニューアルして継続使用している。

実施機関：合同会社ゼロワン研究所、株式会社マストトップ

ネットワークモニター品質管理ソフトウェア大規模通信テスト (TB-0212)

EIZO株式会社のネットワークモニター品質管理ソフトウェアについて性能テストを実施

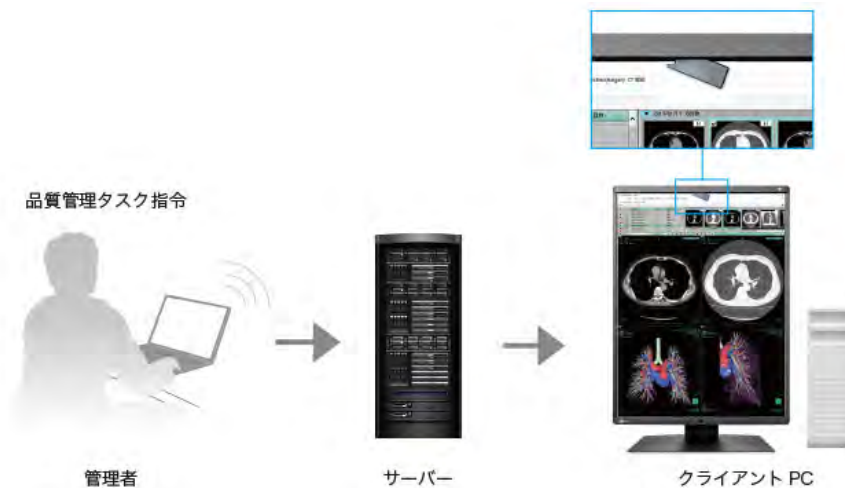
- EIZO株式会社の医用画像表示モニターは、日本国内のみならず、世界的にも高いシェアを占めている。
- 医用画像表示モニターは、僅かな表示の崩れが誤診に繋がるため、**品質管理が非常に重要**となってくる。
- 同社は、病院内の医用画像表示モニターの品質管理を、院内ネットワークを活用し効率的に一元管理するソフトウェアRadiCS/RadiNET Proを提供している。

自社環境で構築することが困難であったテスト環境をStarBEDを利用して疑似的に構築した

- 大規模病院におけるRadiNET Pro導入を想定し、500台のモニターが動作しているような試験環境を構築し、テストを実施した。
- 試験環境でテストした結果、**通信機能が設計通りに動作し、性能面で問題ないことを確認**することができた。
- 任意のタイミング、かつリモートでキャリブレーションや不変性試験を実施することができた。
- 将来的には、システムのバージョンアップや、AI等を用いた膨大な計算が必要になった際に、**再度テストベッドを利用したい**という意向である。

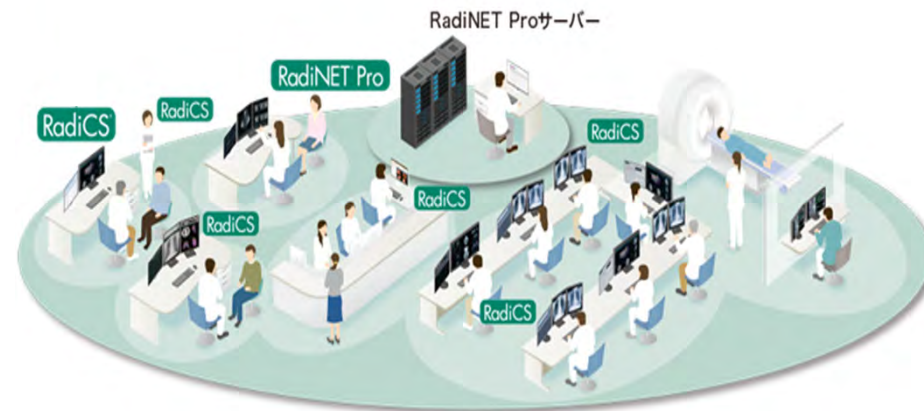


キャリブレーションセンサー



システム利用イメージ

(<https://www.eizo.co.jp/products/radiforce/radinetpro/index.html>より)



システム構成イメージ

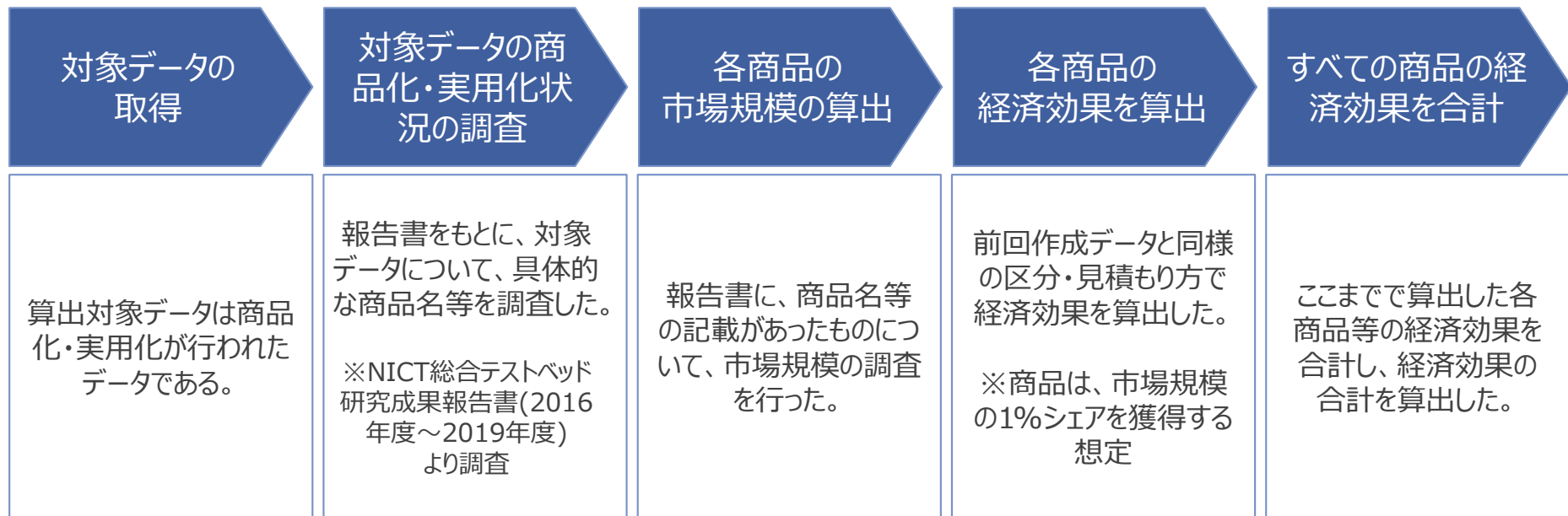
(<https://www.eizo.co.jp/products/radiforce/radinetpro/index.html>より)

実施機関：EIZO株式会社

2. 経済効果の試算

NITCが過去に算出した経済効果の算出方法を参考に、 本中長期期間における経済効果を算出した。

令和元年度内部評価時の方針（商品のシェア率は1%に設定する等）を参考に、経済効果を算出した。
対象となったのは、商品化・実用化の報告がなされた案件のうち**具体的な商品等が把握できたもの**についてである。



経済効果はおよそ162億円と見込まれる。

今中長期期間における分野別の経済効果を算出した。

分野	関連事項	商品名等判明分	
		経済効果 (億円)	(参考) 件数
デバイス	無線モジュール、IoT無線ルーター、省電力GPSモジュール、通信処理プロセッサ	40.4	6
データ分析・流通	8K映像関連機器、システム監視、画像認識	60.4	10
交通	情報共有・発信サービス、車両センシング、飛び出し検知	6.3	1
教育	セキュリティ教育システム	2.6	2
農業	収穫適期情報システム	1.4	1
介護・見守り	高齢者向け情報発信端末、高齢者・子ども見守りサービス	0.0	0
事業継続・災害対策	災害情報システム、医療機器制御	51.1	7
合計		162.3	27

経済効果算出の内訳を示す。(1/2)

番号	大分野	ID	件名	市場[億円]	算出根拠
1	災害対策	TB-0007	地理空間情報と環境情報を活用した災害避難共助支援による減災力向上に関する研究開発	2.0	事業継続/防災ソリューション市場2,046億円×災害情報システムの割合10%×シェア1%
2	災害対策	TB-0013	リアルタイム社会知解析技術の研究	2.0	事業継続/防災ソリューション市場2,046億円×災害情報システムの割合10%×シェア1%
3	データ分析	TB-0025	次期Performance Insightストレステスト調査プロジェクト【PISO-ISM 5.1】(2017年度「次期PISOマネージャー機能のストレステスト調査プロジェクト」に改題)	0.6	統合ログ管理ツール61.4億円×シェア1%
4	データ分析	TB-0025	次期Performance Insightストレステスト調査プロジェクト【Insight Change Finder】(2017年度「次期PISOマネージャー機能のストレステスト調査プロジェクト」に改題)	1.2	AI予兆検知市場116億円 × 1%
5	農業	TB-0042	農業におけるG空間ビッグデータ収集・分析・活用による高度営農支援プラットフォームの構築	1.4	スマート農業市場128.9億円×米・野菜・果実以外の耕種11%×TB影響度10% (栽培支援情報技術)
6	デバイス	TB-0050	無線センサーネットワークの信頼性向上技術	3.6	単価7,200円×年間生産台数5万台 (見込み)
7	デバイス	TB-0050	無線センサーネットワークの信頼性向上技術	0.4	常設のインフラモニタリング市場41億円(2018)×1%
8	データ流通	TB-0066	リアルタイム指向大容量高速分散データ処理プラットフォームに関する研究開発	9.1	動画配信市場2,286億円×4K/8K視聴経験者4%×TB寄与率10% (8K非圧縮映像配信技術)
9	データ流通	TB-0087	映像解析技術を用いた移動経路研究システムの実証的研究	1.2	深層学習を活用した画像認識市場115億円×シェア1%
10	データ流通	TB-0107	大規模スマートICTサービス基盤テストベッド(JOSE)	7.3	国内IoT市場7,258億円×TB寄与率10%×シェア1%
11	災害対策	TB-0110	サイエンスクラウドによるビッグデータ科学研究およびクラウド技術開発	0.0	東京区部ゲームソフト平均小売価格 (2019) 6,887円 × 全国科学館連携協議会会員数155館×シェア1%
12	災害対策	TB-0110	サイエンスクラウドによるビッグデータ科学研究およびクラウド技術開発【アプリ系】	2.0	事業継続/防災ソリューション市場2,046億円×災害情報システムの割合10%×シェア1%
13	災害対策	TB-0110	サイエンスクラウドによるビッグデータ科学研究およびクラウド技術開発【ツール公開】	40.9	通信用測定器409億円×TB寄与率10% (hperf通信の測定市場の創出)
14	デバイス	TB-0113	プログラマブルインターネットエクスチェンジに関する研究開発	2.0	事業継続/防災ソリューション市場2,046億円×災害情報システムの割合10%×シェア1%
15	データ流通	TB-0116	ITU IPTV IPv6 グローバル テストベッド構築プロジェクト (I3GTプロジェクト)	2.9	シードラゴン85,800円 (本体72,000円+受信料6,000円+税) ×聴覚障害者341,000人(平成28年)×1%

経済効果算出の内訳を示す。(2/2)

番号	大分野	ID	件名	市場[億円]	算出根拠
16	教育	TB-0128	ナショナルサイバートレーニング研究	1.3	セキュリティ教育市場（製造）13億円×TB寄与率10%（IT-OT複合環境構築・普及啓発効果）
17	災害対策	TB-0157	気象レーダ・ライダー融合システムを用いたモバイルワイヤレステストベッドの実証実験	2.0	事業継続/防災ソリューション市場2,046億円×災害情報システムの割合10%×シェア1%
18	デバイス	TB-0159	再構成可能通信処理プロセッサ技術の研究	3.7	データセンター設備費用1,245億円×サーバ機器費用率30%×通信機器費用率10%×TB寄与率10%（再構成可能プロセッサ技術）※400 Gps級IPルータ装置の商品化（予定）
19	データ流通	TB-0167	広域にまたがるデータ流通基盤技術を用いたVisCloud基盤構築	15.6	国内ディスプレイ市場15,600億円×TB寄与率10%×シェア1%
20	デバイス	TB-0212	RadiCS/RadiNET Pro 大規模通信テスト	28.6	システム管理ソフトウェア市場規模 2860億2000万円 × シェア1%×2年度分
21	データ分析	TB-0216	次期PISOマネージャー機能のストレステスト調査プロジェクト	2.7	国内システム/サービス管理市場2707億円 × 監視技術に係る割合10%×シェア1%
22	教育	TB-0220	2019年度Hardening Projectにおける模擬環境構築技術検証とセキュリティ人材育成への応用	1.3	セキュリティ教育市場（製造）13億円×TB寄与率10%（IT-OT複合環境構築・普及啓発効果）
23	データ分析	TB-0223	大量トラフィックに対する負荷分散機能の性能品質見極め	10.7	国内サーバー市場1,068億円×シェア1%
24	デバイス	TB-0239	Smithsonianの動作確認	2.0	事業継続/防災ソリューション市場2,046億円×災害情報システムの割合10%×シェア1%※StarBEDそのもの
25	データ流通	TB-0249	4K8K映像伝送に関する実験研究	9.1	動画配信市場2,286億円×4K/8K視聴経験者4%×TB寄与率10%（8K非圧縮映像配信技術）
26	交通	TB-0252	人流交通流大規模シミュレーション	6.3	日車営収5.6万円/台・日×東京の法人タクシー30,848台×シェア1%×実車率改善率10%×365日
27	災害対策	TB-0254	モバイル網を利用した天気カメラの実証実験	2.0	事業継続/防災ソリューション市場2,046億円×災害情報システムの割合10%×シェア1%×2年度分

3. 調査結果の概要と今後の展望

調査の結果、NICTが実現を目指した事項について、 達成された具体的事例が確認された。

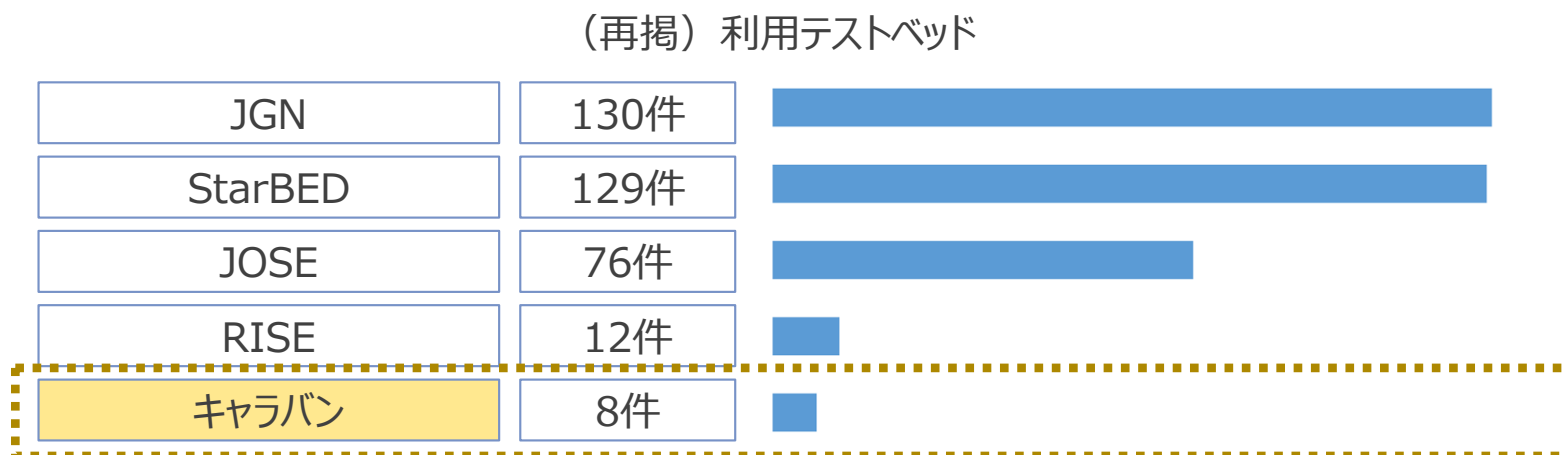
設定した調査軸の各項目について、
NICTが今中長期計画期間において**実現を目指した事項が、達成された**と考えられる利用例を確認できた。

	テストベッドを評価する方針	調査結果概要
社会実証・技術実証	テストベッドを融合し、ICT関連の実証テストベッドとしての利用を含め、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として運用されたか	左記の諸条件を満たす案件を確認できた
オープンイノベーション	オープンイノベーションの創出に貢献できたか	オープンイノベーションの創出に貢献できたと考えられる案件を確認できた
利便性	テストベッドを利用者が円滑に利用できているか	アンケート結果及びヒアリングからは、利用者が円滑にテストベッドを利用している様子を確認できた
国際展開	海外の研究機関等と連携し、国際的な技術実証を推進できたか	国際展開を後押しできたと考えられる具体例を確認できた

今中長期期間において、新たにキャラバンテストベッドが運用を開始した。 今後のさらなる活用により、総合テストベッド全体への好影響が期待される。

今中長期期間において、可搬型システム一式をテストベッド機材として準備した、キャラバンテストベッドの運用が開始された。これにより、現場のセンサデバイスとNICT総合テストベッドとを組合せた実証環境の構築が容易となった。

これまでにリーチできなかった、現場とテストベッドとの物理的な障壁が大きな案件での活用が期待される。



キャラバンテストベッドが利用された案件の一例

- TB-0175 LoRaメッシュネットワーク技術を活用したプラットフォームシステム
- TB-0188 横須賀ハイブリッドLPWAテストベッド
- TB-0205 オーロラ映像のストリーミング実験とリアルタイム解析
- TB-0241 LoRaによる山間部でのデータ通信実験

※令和2年総合TBプロジェクト管理表より作成
※複数のテストベッドにまたがるものは、すべてのテストベッドで1件ずつ計上している。



NTT DATA

Trusted Global Innovator