

**令和4年度
5Gソリューションの横展開に向けた共用形態の
有効性に係る調査研究の請負**

報告書概要版



令和5年3月31日

NTTコミュニケーションズ株式会社

目次

1. 調査事業概要

1. 背景・目的
2. 実施概要

2. 5Gソリューションの情報提供・情報共有に係る検証

1. カタログサイトの要件・設計
2. 構築したカタログサイト
3. カタログサイトの有効性検証
4. 検証結果のまとめと将来的発展形態

3. 5Gソリューションの共用形態に係る検証

1. 検証概要
2. 5Gソリューションの選定及び検証環境の構築
3. 5Gソリューションに係る検証
4. 横展開可能な5Gソリューションの各種検証
5. 将来的な5G技術を活用した共用形態の検証
6. 分野横断的な5Gソリューションの横展開に求められる機能の検証
7. 5Gシステム全体としての評価

4. 5Gソリューションの横展開「鉄道業界に向けた取り組み」

1. 鉄道協議会の開催
2. 次年度以降の取組に関するまとめ・展望

5. 本年度実施総括

1.1 背景・目的

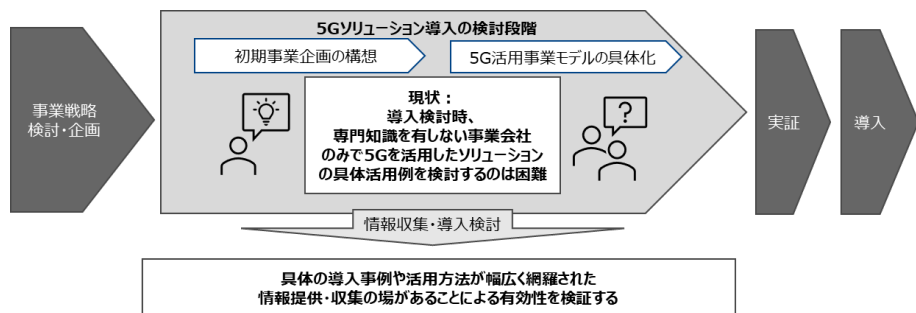
■ 背景

✓ 5Gソリューションは、**中小企業や地方自治体などでの導入機運はまだ発展途上**にあり、**5Gソリューションを創出、利活用しやすい環境を整備し、できるだけ多くのユーザに普及**させていくことが課題となる。

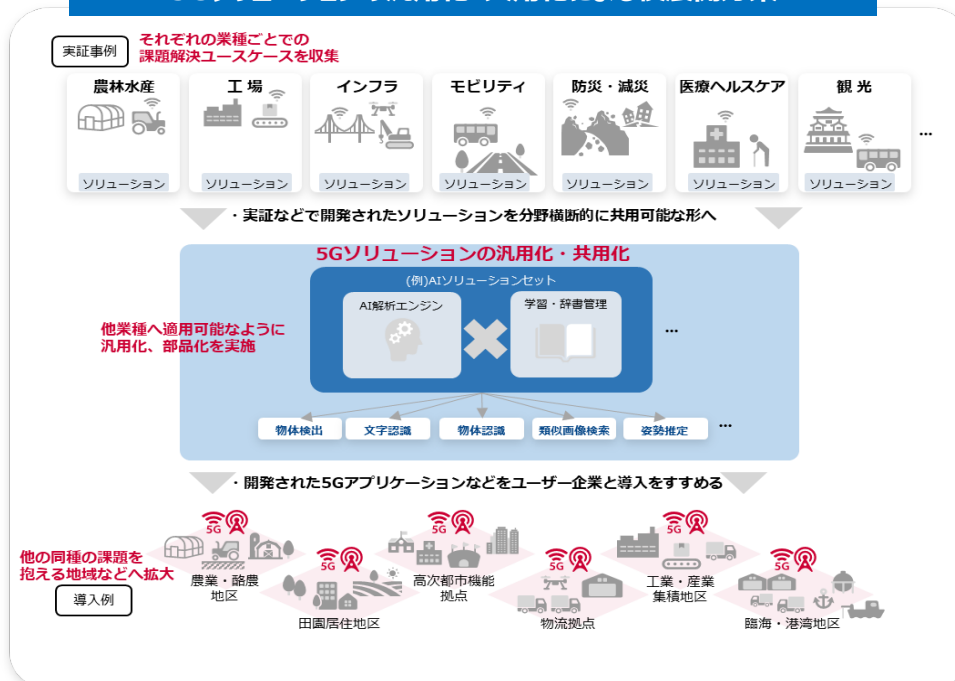
■ 目的・目標

- ✓ 本実証では、各産業分野の振興に資する効果的な5Gソリューションを普及展開するために、
 - ① 5Gを活用したソリューション事例を多くの利用者へ展開するための**情報提供・共有の在り方**を明確化する
 - ② ソリューションの汎用化、共用方法により多くの利用者へ有益に活用できる**横展開の方法**を明確化する

5Gソリューションの情報提供・共有の在り方



5Gソリューションの汎用化・共用化による横展開方策



1.2 実施概要

■ 実施概要

本事業では、実環境での構築・検証および、机上での調査検討も交えながら、以下の3項に関する検証結果を報告する。

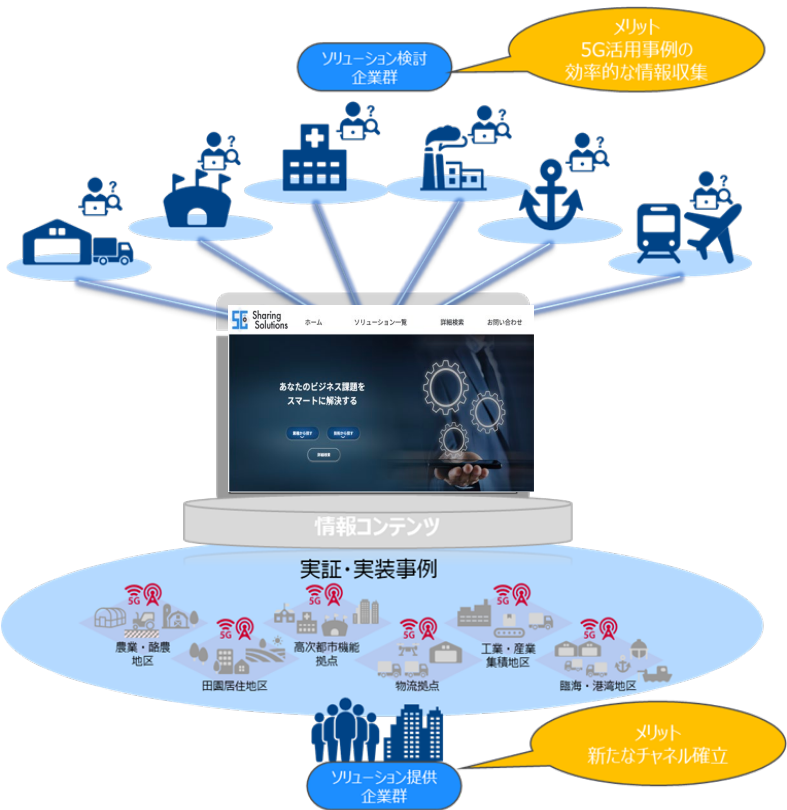
- 5Gソリューションの情報提供・情報共有に係る検証
- 5Gソリューションの共用形態に係る検証
- 5Gソリューションの横展開（鉄道業界に向けた取り組み）

項目		実環境構築・検証	調査・考察
5Gソリューションの情報提供・情報共有に係る検証 (本報告書第2章)		<ul style="list-style-type: none"> ・カタログサイト構築・機能評価 ・令和4年度L5G実証事例情報掲載 ・カタログサイトの有効性検証 	5Gソリューションの展開に向けた情報提供・情報共有を行う場としてのカタログサイトの在り方の検討及びアンケートやWeb解析によるカタログサイトの有効性の検証 ・情報提供・共有を行うために必要となる要件、機能 ・利用者にとって有益となるコンテンツ内容の整理 ・サイト閲覧時の情報の到達性
5Gソリューションの共用形態に係る検証 (本報告書第3章)	5Gソリューションに係る検証 (3.3節)	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄道分野の5GソリューションのSaaS型での構築 ・DL型との比較におけるSaaS型の導入効果検証 	<ul style="list-style-type: none"> ・令和3年度5GSC実証におけるDL型鉄道車両監視システムのSaaS型導入可能性検証 ・DL型鉄道車両監視AIシステムとSaaS型鉄道車両監視AIシステムの比較
	共用形態に係る検証 (3.4節～3.6節)	5Gソリューションの共用形態提供に必要な機能の検証	<ul style="list-style-type: none"> ・共用形態の5Gソリューション提供に必要な機能の汎用化レベル1～3の定義及びレベルごとの検証の実施、結果のとりまとめ ・将来的な5G技術（SA/MEC）を活用した共用形態の有効性の検討 ・分野を問わず5Gソリューションを横展開するうえで必要なソリューション面での検討とソリューションを共同利用する際に必要な作業（分界点や運用、提供する基本機能など）の検討
	5Gシステム全体としての評価 (3.7節)	-	分野横断的な5Gシステム全体の総括的評価
5Gソリューションの横展開「鉄道業界に向けた取り組み」(本報告書第4章)		-	5Gソリューションの導入の先行業界である鉄道業界の鉄道協議会における横展開の可能性の検討 ・SaaS型鉄道車両監視AIシステム及びその発展形システムの横展開可能性検討 ・鉄道業界共通の課題の共有及びその解決に向けた5Gソリューションの共同開発/共同利用の可能性の検討

2.1 カタログサイトの要件・設計

- 情報提供・共有を行うサイトのコンセプトとして、**サイトに来訪した人が探している情報にたどり着けるかという「情報到達性」の高いサイト**とするため、利用者が無駄なく、直感的に情報を探せるような構造・デザイン設計・機能に考慮した。
- **令和4年度L5G実証**における5Gソリューションの特徴やユースケース等の情報を掲載、**外部一般公開でのサイト効果測定を実施**

カタログサイトコンセプト「情報への到達性」



カタログサイトの画面・デザイン設計



カタログサイトでの各種検索機能「業種」、「技術」、「詳細検索」

業種から探す

- 観光 商業
- 建設業 オフィス
- 交通 モビリティ
- 農林水産 酪農/畜産
- 防災・セキュリティ
- 医療 介護
- 製造業 製造/物流
- 観光 セキュリティ
- 医療 介護

技術から探す

- AI
- IoT
- ロボット
- 自動運転
- ドローン
- 建設機械

検索条件

業種	<input type="checkbox"/> 観光・商業	<input type="checkbox"/> 建設業・オフィス	<input type="checkbox"/> 交通・モビリティ
技術	<input type="checkbox"/> AI	<input type="checkbox"/> IoT	<input type="checkbox"/> ロボット
掲載区分	<input type="checkbox"/> ソリューション	<input type="checkbox"/> L5G実証	<input type="checkbox"/> 建設機械
無線種別	<input type="checkbox"/> 5G	<input type="checkbox"/> LTE	<input type="checkbox"/> WiFi

フリーワード

検索

2.2 カタログサイトの有効性検証

- 5Gソリューションの情報提供者と利用者側それぞれの観点でのアンケートでの定性的な分析に加え、補填的にWebアクセス解析ツールを用いた定量的な分析により、サイトの有効性を検証した。

■ 検証方法

(A) カタログサイト情報提供者への掲載意欲及び掲載負担に関するアンケート

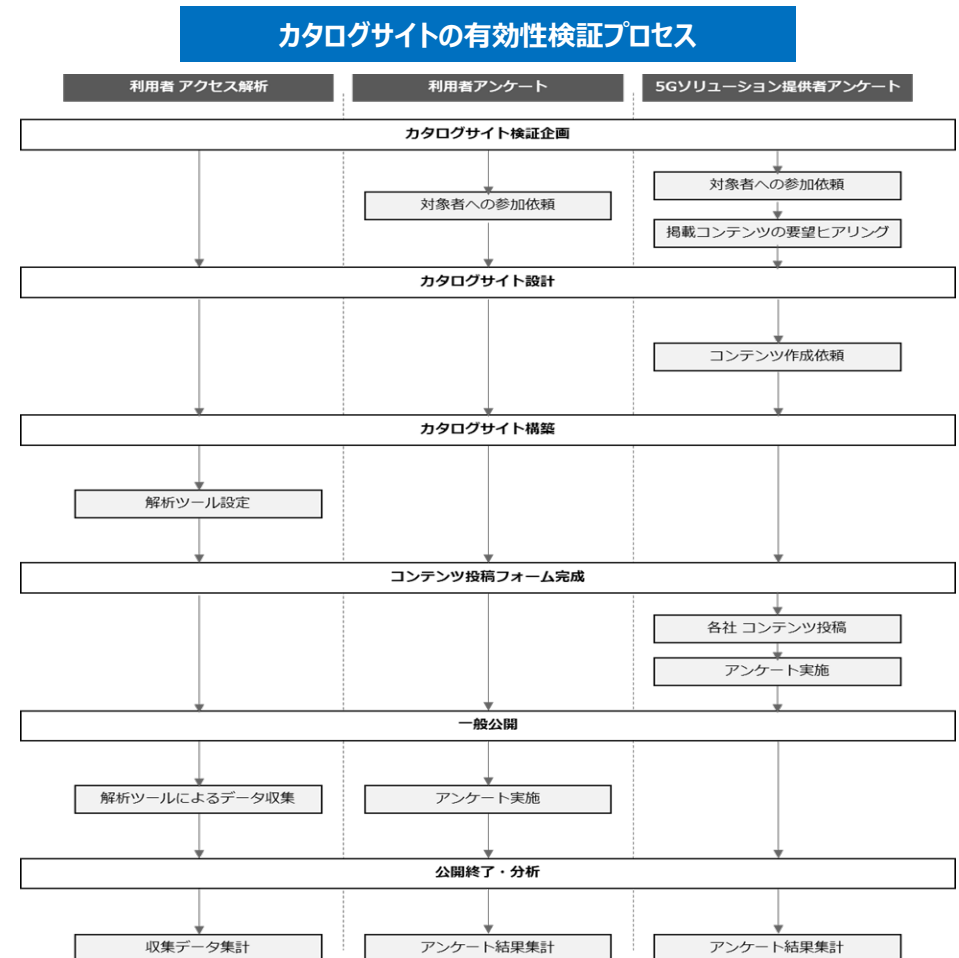
掲載情報を提供いただいた団体が掲載したい情報を掲載できたか、掲載にかかる負担は許容できるものだったか、掲載負担に対するサイトのプロモーション効果への期待度合いは見合うものだったか、今後の掲載に向けた意向等をアンケート調査により把握した。

(B) カタログサイト利用者へのアンケート

カタログサイトに来訪した方が求める情報は何か、その情報にたどり着けたか、どの情報を見て自社に関連があると判断し各ソリューションを閲覧したか、今後も当サイトを活用した情報収集を行いたいかな等をアンケート調査により把握した。

(C) カタログサイト利用者のアクセス解析

Webアクセス解析ツールを用いて、サイト閲覧時の動線を追うことで閲覧したページや、サイト上で表示している業種/技術といった探し方をどれだけの利用者が活用したかといった分析を行った。

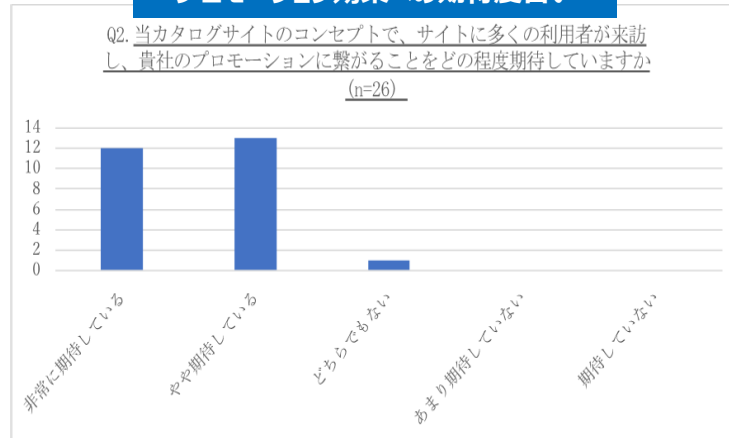


2.3 カタログサイトの有効性検証

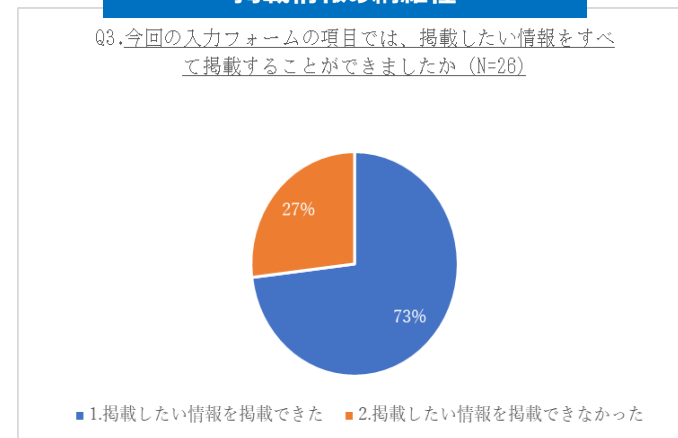
(A) カタログサイト情報提供者への掲載意欲及び掲載負担に関するアンケート結果

- ✓ サイト掲載によるプロモーション効果への一定の期待がされていることが確認でき、多数の掲載企業からの、**掲載継続の意向**があった。
- ✓ ソリューションを提供・プロモーションする立場として、掲載企業が**サイト上に掲載すべき情報を網羅することができた**と考えられる。
- ✓ **掲載企業の掲載負担は少なかった**と考えられる。**情報変更・修正への対応負担も許容可能な作業内容**であったと考えられる。

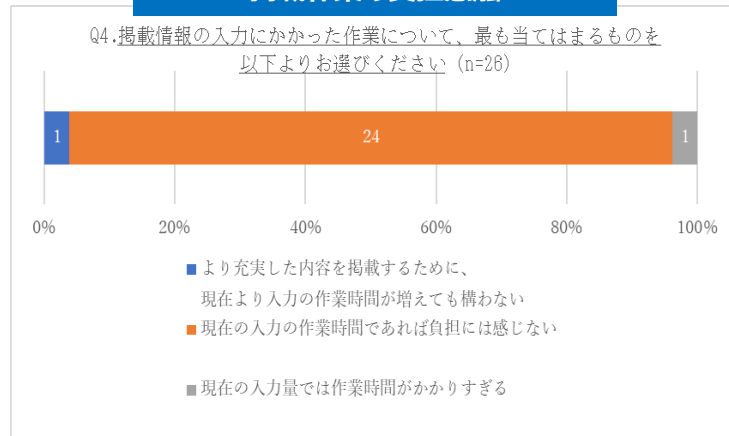
プロモーション効果への期待度合い



掲載情報の網羅性



掲載作業の負担感



機能改善・拡張要望

Q6. 将来当サイトにどのような機能が実装されるとより便利だと思いますか

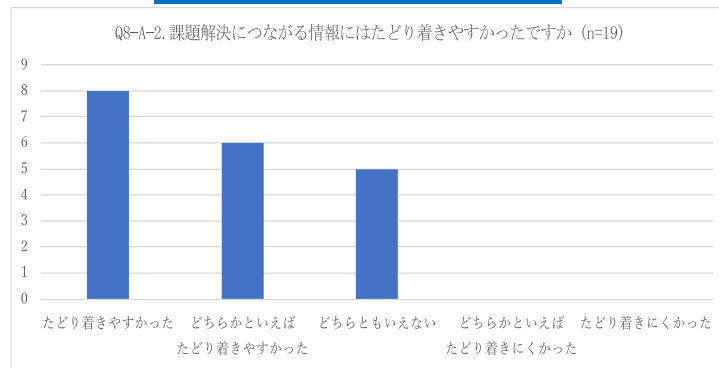
- ・「より強力な検索機能」
- ・「比較機能」
- ・「簡単見積もり機能」
- ・「問い合わせ等コミュニケーション機能」
- ・「リンク一覧」等

2.3 カタログサイトの有効性検証

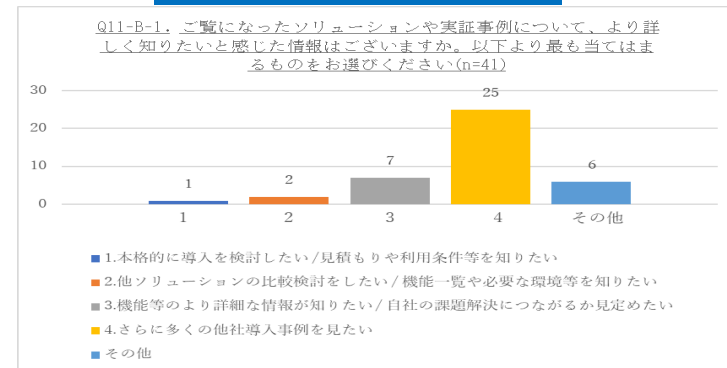
(B) カタログサイト利用者へのアンケート結果

- ✓ 求めている情報にたどり着きやすいとの半数以上の回答結果から、**当サイトの掲載・表示方法が概ね問題ない形であったと判断できる。**
- ✓ 追加で求められていた掲載情報として、さらに多くの事例が挙げられた。表示方法には問題がないが**コンテンツの拡充が必要**である。
- ✓ 課題解決に繋がる情報を見つけられるかと、ソリューションの利用意向の高まりの点は**密接に関係していたと判断できる。**

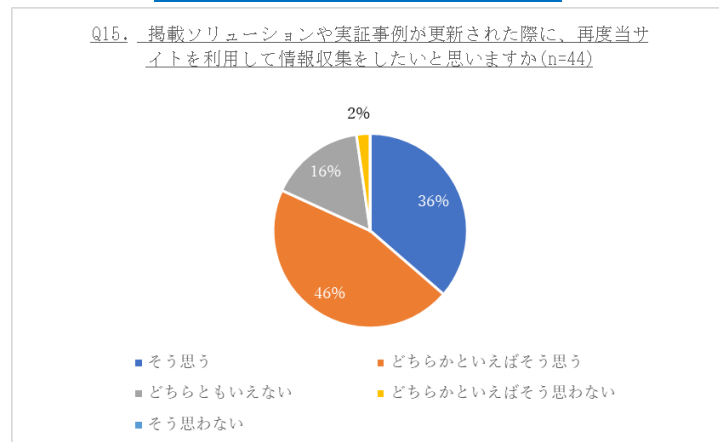
求められる情報への到達性



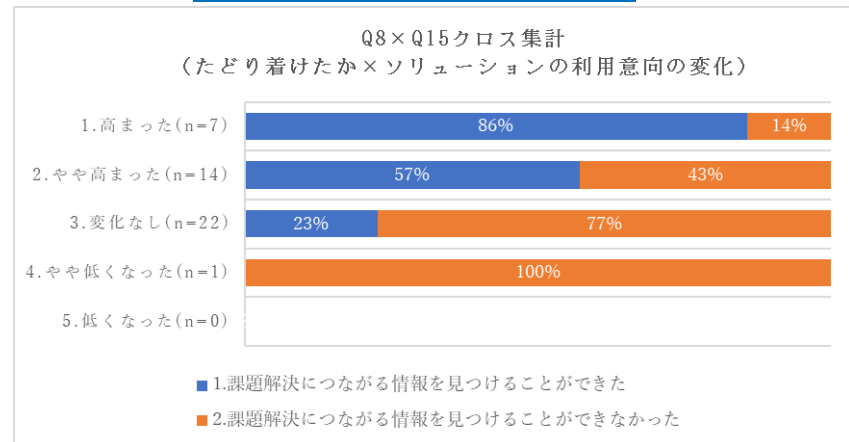
より多様・詳細な情報への要望



カタログサイトの利用意向



情報到達性×利用意向の関係性

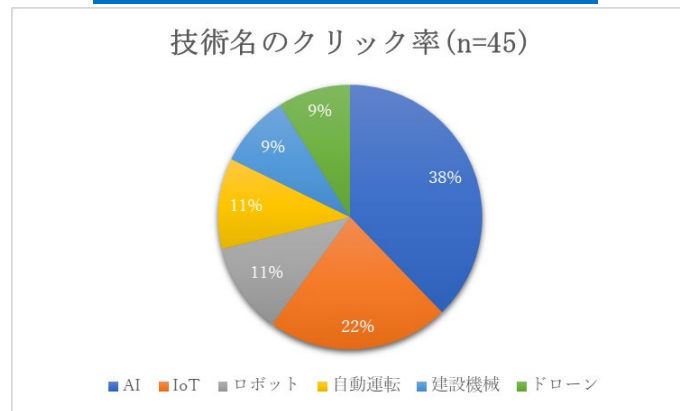


2.3 カタログサイトの有効性検証

(C) カタログサイト利用者のアクセス解析結果

- 利用者の求める情報
 - ✓ 「技術から探す」カテゴリで、選択された技術の区分では、**AI・IoTが多数を占められた。**
- カタログサイト利用者の抱える課題に則した情報であれば閲覧されるか
 - ✓ **サイト来訪された利用者のほとんどがサイト内の情報閲覧を進められていた。**
- 情報への到達可能性
 - ✓ ソリューション詳細ページ閲覧まで到達されたアクセス結果を集計し、**概ね掲載情報を閲覧し切るだけの滞在をしていた。**

技術名別クリック率



ソリューション一覧からの離脱数

ページタイトルとスクリーン名	↓離脱数
合計	746 全体の100%
10 ソリューション一覧 - 5GSharingSolutions	117

ソリューション別平均エンゲージメント時間

ページタイトルとスクリーン名	セッションあたりの平均エンゲージメント時間
AI搭載・ネットワーク対応型車内防犯カメラ - 5GSharingSolutions	34
AI画像解析や見回りロボットによる高品質と牛の肥育効率化 - 5GSharingSolutions	32
IP映像配信によるテレビ受信障害の応急復旧システム - 5GSharingSolutions	47
ゆず生産スマート化システム - 5GSharingSolutions	27
ゴルフ場におけるコース運営の効率化及び新たなゴルフ体験の実現 - 5GSharingSolutions	25
ソリューション一覧 - 5GSharingSolutions	48
ドローンを用いたインフラ点検および災害現場検証ソリューション - 5GSharingSolutions	21
プリ賽種における自動給餌システム - 5GSharingSolutions	32
ローカル5G対応防水・防塵・小型USB dongle端末 - 5GSharingSolutions	21
収穫適期判定、遠隔指導、自動収穫及び遠隔ショッピングシステム - 5GSharingSolutions	30
屋内スポーツにおける魅力的な映像コンテンツを提供するソリューション - 5GSharingSolutions	22
工場向けAIによる精製物の自動粒度判定システム - 5GSharingSolutions	37
工場向けキズ検知ソリューション - 5GSharingSolutions	18
救急搬送中患者の遠隔データ連携システム（仮称） - 5GSharingSolutions	30
救急病院間における遠隔画像伝送ソリューション - 5GSharingSolutions	13
最適経路によるロボットトラクターの遠隔制御システム - 5GSharingSolutions	32
検証協力企業等一覧 - 5GSharingSolutions	19
河川監視システム - 5GSharingSolutions	9
洋上風力発電ブレード点検効率化ソリューション - 5GSharingSolutions	41
港湾向けトレーラー待機場の混雑状況等可視化ソリューション - 5GSharingSolutions	13
火力発電所のスマート保安の実現 - 5GSharingSolutions	78
災害時のリアルタイム状況把握と迅速な応急復旧ソリューション - 5GSharingSolutions	19
病院特化型映像共有ソリューション - 5GSharingSolutions	31
空港制限区域域内ターミナル連絡バスの複数台遠隔型自動運転 - 5GSharingSolutions	35
設備点検作業の自動化・省人化 - 5GSharingSolutions	32
車両前方カメラによる鉄道沿線の異常検知ソリューション - 5GSharingSolutions	12
遠隔高度医療支援サービス - 5GSharingSolutions	47
鉄道車両ドア閉扉判断の高度化ソリューション - 5GSharingSolutions	38
鉄道車両監視AIシステム - 5GSharingSolutions	81
電波環境の維持管理効率化ソリューション - 5GSharingSolutions	22
高画質映像ストリーミング対応小型カメラ端末 - 5GSharingSolutions	24
高精度映像測位ソリューション - 5GSharingSolutions	28
高精度4K映像リアルタイム伝送による防災業務ソリューション - 5GSharingSolutions	11
平均滞在時間	30.6

2.4 検証結果のまとめと将来的発展形態

■ (A)5Gソリューション提供者アンケートの考察

- ✓ 結果として、提供者はカタログサイトへの情報提供に意欲的であり、本実証での情報掲載にかかる稼働は大きくなく、90%以上の企業が継続掲載を行いたいと回答した。今後必要となる機能としては検索機能や比較機能等が挙げられていた。

検証設問	検証項目	考察
①5Gソリューション提供者はカタログサイトへのコンテンツ投稿に対して意欲的であるか	カタログサイトへのコンテンツ投稿に意欲的か	・協力依頼に対しほぼ全ての企業が掲載に前向きだった。
	どのような企業を自社のターゲットと捉えているか	・実証を行っている業種に限らず複数の業種に掲載を行いたい提供者や、より詳細な業種区分を求める提供者が存在。 幅広い用途で利用できるソリューションでは、業種に縛られないケースがある事などが原因であると考えられる。 ・製造業等を含めることでより一般化した業種区分とすることが出来ると考えられる。
	掲載したい情報は何か	・70%以上の提供者が掲載したい情報を掲載できたと回答。掲載したかったが今回掲載できなかった情報としては、「動画や画像の掲載」「業種区分の不足」「特徴等の訴求」等。 ・実運用の際には、掲載可能とする情報量の調整が必要となる。
②カタログサイトへのコンテンツ投稿の稼働負担が大きく、5Gソリューション提供者の継続的な情報アップデートの意欲を損なうことがないか	既存の提案資料やプロモーションコンテンツを活用して投稿することができたか	・90%以上の提供者が既存の提案資料やプロモーションコンテンツをそのままもしくは一部修正して投稿できた。
	カタログサイトへの情報掲載によるプロモーション効果への期待に対して、今回のコンテンツ投稿に向けた稼働は見合うものであったか。	・継続掲載を行いたい企業が90%以上となり、期待度合いが大きかった。 ・入力作業の負担がほとんどないことから継続掲載に前向きな結果が出たと考えられる。 ・掲載情報量を増やしたいという意見もあり、バランスを検討する必要がある。 ・実運用時には販売されているソリューションが多くなり、提供者の企業内でのプロモーションコンテンツが実証時よりも充実していることが予想され、負担の軽減が見込めるケースもあると考えられる。
③カタログサイトに求める機能は何か	提供者側の機能要望はあるか	・機能要望として、「より強力な検索機能」「比較機能」「簡単見積もり機能」「問い合わせ等コミュニケーション機能」等が挙げられた。 ・実運用ではソリューション数が増加することが予想され、検索機能や比較機能が求められると考えられる。 ・見積もり機能は5Gソリューションの環境構築に依存する特性上汎用的に利用可能か検討が必要である。 ・問い合わせ機能を強化する場合、提供者-利用者間のチャット機能やチャットボット等の活用が考えられる。 ・サイト利用者がソリューションの導入を決定した際にも、提供者としてはサイト内での決済機能が不要である。 ・自社で既に決済フローが決定しており、サイト内の決済機能を利用することでかえって負担となるためだと考えられる。

2.4 検証結果のまとめと将来的発展形態

■ (B)利用者アンケートと (C) 利用者アクセス解析の考察

✓ 結果としては、外部一般公開1か月間で606ユーザーがサイトに訪問、一定カタログサイトの需要があったと言える。

来訪目的は、顧客に提案可能なソリューションの調査と自社の課題解決に繋がるソリューションの調査であった。

✓ 掲載ソリューションのバリエーション不足により、求める情報にたどり着けなかった層が多かったが、たどり着けた層からは、情報到達性の高いサイトと判断できる示唆を得た。

✓ 当サイトの情報収集を経て5Gソリューションの利用意向が高まった層がいたことから、カタログサイトは5Gソリューションの普及に資する情報提供・共有の場となりうる。一方で、不足している掲載情報として、より多くの事例や小規模事業者向けのソリューションが挙げられたため、サイト実運用に向けてはコンテンツの拡充が求められる。

検証設問	検証項目	考察
カタログサイトの需要はあるか	カタログサイトの需要	<ul style="list-style-type: none"> ・訪問者数は計測期間の1ヶ月間で606ユーザー（アクセス解析） ・自社・顧客に課題を抱えている企業や5Gソリューションに興味を持つ方に需要がある。 ・利用者の業種も幅広く、5Gソリューションについて情報を獲得したいニーズは高い。 ・サイト閲覧後、5Gソリューションを探す際の、当サイトのようなポータルサイトの利用意向が高くなった。 ・自社・顧客の課題解決に向けた調査中の方は、当サイトを継続的に利用したいと感じる。
①カタログサイト利用者の来訪目的は何か	カタログサイト利用者の属性情報	<ul style="list-style-type: none"> ・来訪目的は、「顧客に提案可能なソリューションの調査」55%、「自社の課題解決に繋がるソリューションの調査」が45%であった。 ・顧客に提案を目的とする層もアクセスすることから、効率よく情報を伝播するためにも有効であると考えられる。
②来訪目的毎にカタログサイト利用者が求める情報は何か	カタログサイト利用者の求める情報	<ul style="list-style-type: none"> ・追加で求めている情報は「より多くの事例」である。基本的に必要な情報は概ね掲載されていると考えられる。 ・利用者が求めている情報はより多くの事例であり、詳細は各社HP等で確認するような使い方も考えられる。
③カタログサイト利用者が閲覧するコンテンツは何か	カタログサイト利用者の抱える課題に則した情報であれば閲覧されるか	<ul style="list-style-type: none"> ・サイト全体の離脱数746件に対し、ソリューション一覧ページから離脱した件数は15.6%の117件。（アクセス解析）ほとんどの利用者が閲覧を進めた可能性があると判断できる。
	カタログサイト利用者は必要な情報にたどり着くことができたか	<ul style="list-style-type: none"> ・過半数が求める情報にたどり着けなかったと回答。 ・小規模事業者向けのソリューションが求められていたが、当サイトの掲載・表示方法などの情報到達性に起因するものではなく、掲載されているソリューションのバリエーション不足によるものであったと言える。
	どのようなカテゴリ区分であるとカタログサイト利用者が必要な情報にたどりつきやすいか	<ul style="list-style-type: none"> ・情報にたどり着けた層の74%がたどり着きやすかったと回答。概ね情報到達性が高いサイトと言える。
④コンテンツを閲覧した結果カタログサイト利用者の5Gソリューション利用意向は高まったか	カタログサイト訪問前後でのカタログサイト利用者のソリューション利用意向の変化	<ul style="list-style-type: none"> ・当サイトを見て5Gソリューションの利用意向が高まった割合が約50%と、情報提供により利用意向を高めることが可能であると考えられる。 ・特に、既知の情報源である各社HP等があるにもかかわらず、当サイトで利用意向が高まった事より詳細な情報を知るだけではなく網羅的な情報提供による調査の第一歩の支援が求められている可能性がある。

2.4 検証結果のまとめと将来的発展形態

■ カタログサイトの将来的発展形態

- ✓ 構築したサイトはソリューション提供者がサイトのプロモーション効果に期待し、負担を感じることなく継続掲載が行えるサイトであり、かつ、サイト利用者にも需要があり概ね求めている情報が掲載されており、情報到達性を一定担保したものとなった。
- ✓ 掲載情報が不足していることも明らかになったため、**将来のカタログサイトに追加で求められる情報および機能を整理した。**
- ✓ 追加で具備、検討が必要な情報・機能として、**業種区分の充実や、掲載する文章、画像、動画といった情報の量の調整、提供者・利用者双方のログイン機能、問い合わせ機能の強化、ソリューションの比較機能が挙げられる。**

将来のサイトに求められる情報、機能	詳細
①業種区分の充実	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者が閲覧するソリューション決定の際に確認する事項は業種。 今回の実証では掲載ソリューションがなく省かれた業種に関しても掲載を行い、わかりやすく分類することで利用者の利便性が向上すると考えられる。具体的には、製造業や金融、通信等が一般に求められる区分であると考えられる。
②文章量の調整	<ul style="list-style-type: none"> ・より多くの情報を掲載したいという提供者がいる。 提供者の入力作業にかかる負担と利用者側から見た適切な文章量の設定が必要。 ・機能等のより詳細な情報が知りたい利用者は17%。より多くの情報を求める層が一定数存在するといえる。 ・本実証では提供者より情報を受け取り実証団体が入力を行ったが、実運用では提供者が自ら投稿フォーム等を用いて情報提供を行う形式になると考えられ、その際に負担にならないかを検討する必要がある。
③情報量の調整	<ul style="list-style-type: none"> ・画像や動画を用いた情報提供を行いたい提供者あり。 提供者が直接投稿できる仕組みにする際には、アップロード機能を実装し、任意項目とすることで対応は可能。 しかし、情報の量・質ともにソリューションごとのバラつきが出るのが予想され、どの内容を任意項目とするかは十分に検討が必要。
④ログイン機能（提供者）	<ul style="list-style-type: none"> ・ソリューション情報を提供者が入力、更新する形式とする場合、ログイン機能が必須。 提供者が定期的に情報を更新しやすい仕組みも合わせて検討する必要がある。
⑤ログイン機能（利用者）	<ul style="list-style-type: none"> ・実運用時に問い合わせ、資料請求、ソリューションのお気に入り登録や購入等の機能を実装する際に必要。 実装時には利用者情報を獲得する手段としてアカウント情報を活用。
⑥問い合わせ機能の強化	<ul style="list-style-type: none"> ・問い合わせ機能の強化を求める提供者あり。 問い合わせ機能には複数の手法があり、問い合わせメールの送信機能、サイト内でのチャット機能、チャットボット等を想定。 ・見積もり機能の要望もあったが、5Gソリューションの特性上、利用者環境による価格の変化等があり一律の価格を提示する仕組みはそぐわないと考えられ、チャットベースで気軽に相談が可能となるような形式が望ましいと考えられる。
⑦比較機能	<ul style="list-style-type: none"> ・提供者、利用者ともに比較機能を求める意見あり。 本実証では、ソリューション数が限られていたため問題とならなかった。 実運用時は同様の課題解決を目的とするソリューションが多数掲載されるケースが想定され、利用者が検討に適した情報を求めることが考えられる。異なるアプローチ等でも比較を行うための比較軸の検討が必要。

3. 5Gソリューションの共用形態に係る検証

3.1 検証概要

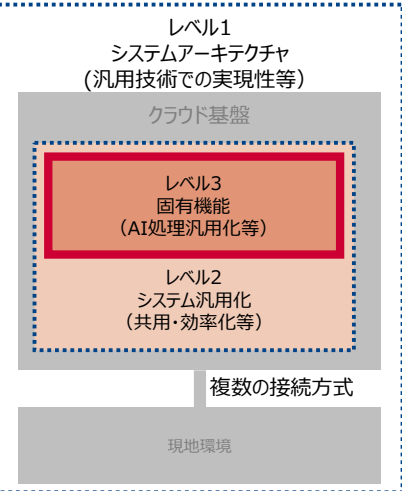
■ 5Gソリューションの共用形態に関して重点を置き、ソリューションの汎用化、共用方法の策定および、将来的な5G技術での活用ケースを踏まえ、より多くの利用者へ有益に活用できる横展開の方法を明確化することを目標とした。

<検証テーマ>

- SaaS型での5Gソリューション共用形態の実現性、課題確認
 - ・ ロールモデルとして選定した「鉄道車両監視AIシステム」を、SaaS型で提供可能か検証
 - ・ 複数ユーザ利用前提で汎用利用可能なSaaS型ソリューションのアーキテクチャを検証
 - ・ 5Gソリューションの共同利用時の実運用も含めた負荷軽減効果を検証
- 将来的な5G技術を活用した共用形態の論点
 - ・ 将来的な5GのNW品質向上や機能追加による共用形態への寄与効果を検証
- 分野横断的なSaaS型ユースケースに求められる機能
 - ・ 共用形態に関するソリューション面の検討のほか、共同利用を進めていくために必要となる提供・利用形態、運用面、提供に必要な技術面から検証

SaaS型での5Gソリューション共用形態の実現性、課題確認

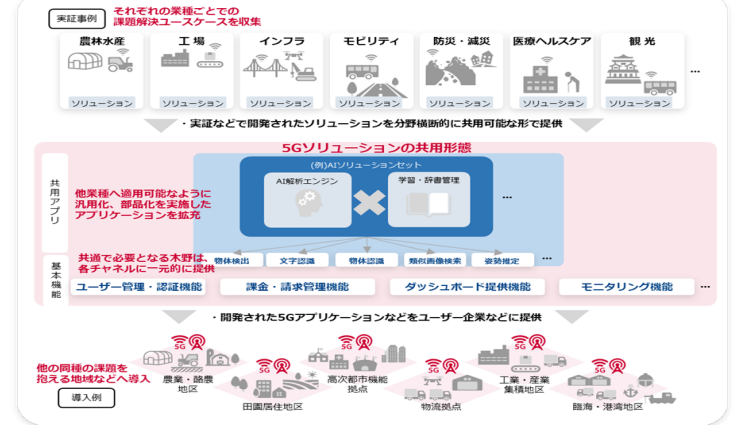
ソリューション共用のため汎用化定義



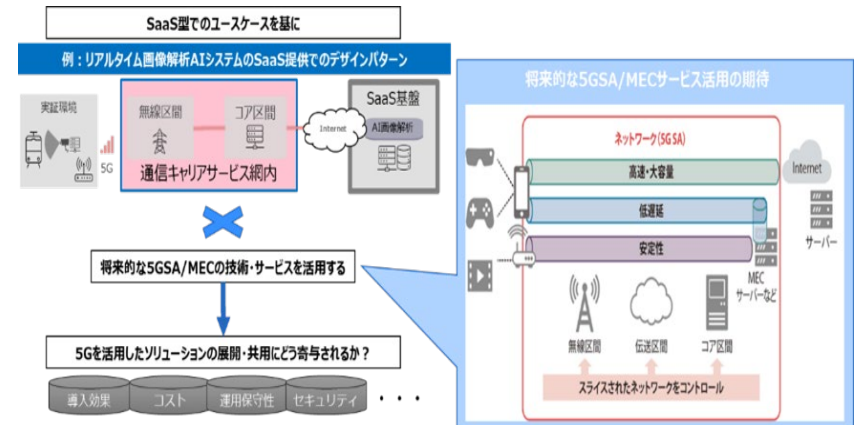
SaaS型提供形態による利用者負担軽減イメージ

システム構成要素	DI型提供方式	SaaS型提供方式	特に求められるスキル/作業
アプリケーション	事業者提供	事業者提供	・ 必要な作業 ・ システム要件定義、設計等 ・ 求められるスキル ・ 上位レイヤ (NW・サーバ)
システム基盤	事業者提供	事業者提供 (汎用技術)	
コンテナ	事業者提供	事業者提供	
ミドルウェア	利用者構築	利用者構築	IT専門ではない事業者には有スキル者がおらず、対応が難しい
OS	利用者構築	利用者構築	
5GNW環境	通信キャリア構築・提供	通信キャリア構築・提供	・ 必要な作業 ・ 端末設置、接続等 ・ 求められるスキル ・ 物理配置スキル
システム導入環境	通信キャリア構築・提供	通信キャリア構築・提供	
カメラ機材類	利用者構築	利用者構築	IT専門ではない方でも対応可能な領域が多い 一部専門性が必要な部分もマニュアルにより対応をフォローすることで実現出来る想定
ファシリティ	利用者構築	利用者構築	

分野横断的なSaaS型ユースケース展開に求められる機能



将来的な5G技術を活用した共用形態の論点



3.2 5Gソリューションの選定及び検証環境の構築

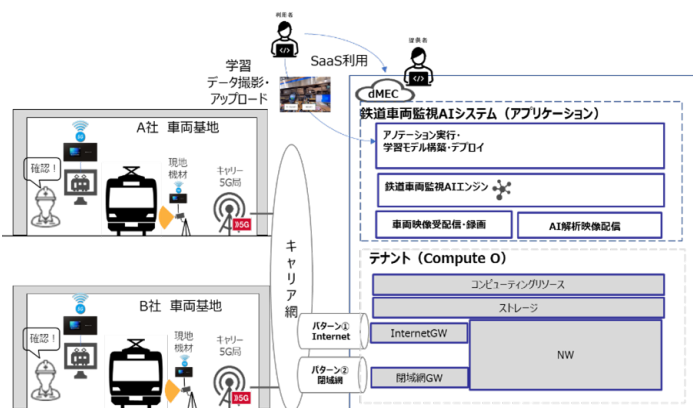
■ 5Gソリューションの選定

過年度、**鉄道事業者**が実際に抱える課題の解決をめざして開発を行った「**鉄道車両監視AIシステム**」を検証に用いる5Gソリューションとして選定。

■ 「鉄道車両監視AIシステム」のSaaS型実証環境の選定

「**西日本鉄道株式会社**」、「**京阪電気鉄道株式会社**」の2社にご協力いただき、現地に**SaaS型「鉄道車両監視AIシステム」**実証環境を構築。

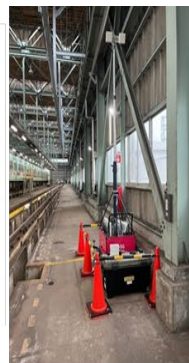
SaaS型「鉄道車両監視AIシステム」



西鉄実証実施場所



西鉄(筑紫車両基地内検車庫)



キャリア-5G

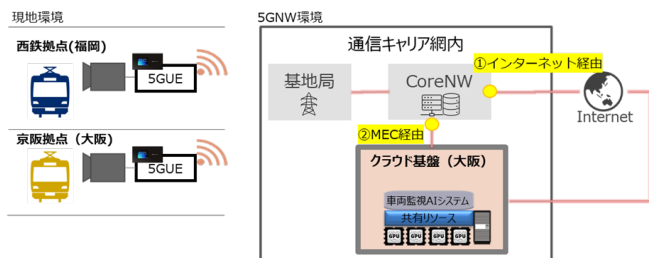


車両走行

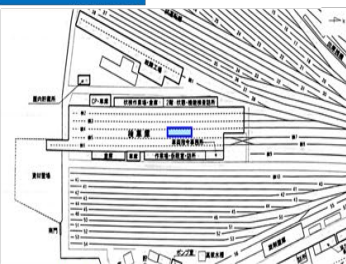


検出状況監視

現地⇄クラウド間のNW接続形態



京阪実証実施場所



京阪(寝屋川車両基地内検車庫)



P-BTS



キャリア-5G



車両走行及び検出状況監視

3.3 SaaS型での活用を想定した5Gソリューションの検証

■ 過年度SI/DL型で構築された5GソリューションをSaaS型として再構築した場合においてもシステムは正常動作可能であり、選定したソリューションが**SaaS型アーキテクチャにて問題なく提供可能**であることを確認できた。

■ システム動作検証の評価

・ 過年度SI型並びにDL型で検証された5Gソリューションである「鉄道車両監視AIシステム」をSaaS型へネットワークおよびアーキテクチャ変更したことによる動作影響を検証し、**SaaS型アーキテクチャへの変更を行い提供可能であることが確認**できた。

■ システム性能の評価

・ 「鉄道車両監視AIシステム」をDL/SaaS型で提供した場合、コア性能指標である画像解析AIの検知性能及び解析処理性能の観点では、一定の処理リソースを保有する両構成において検証結果が同一であるため、**SaaS型として設計・構築しても、AIエンジンの検知精度に有意な差がないことが確認**できた。

■ クラウド処理リソース変動に対するAI解析処理性能の影響検証

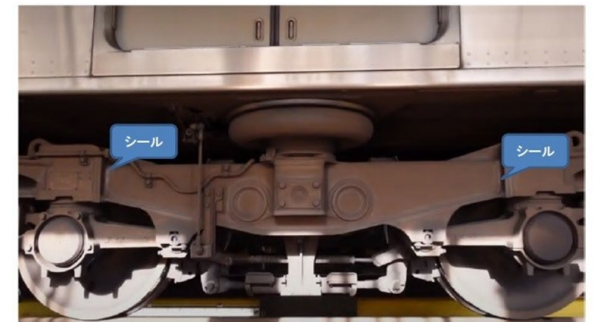
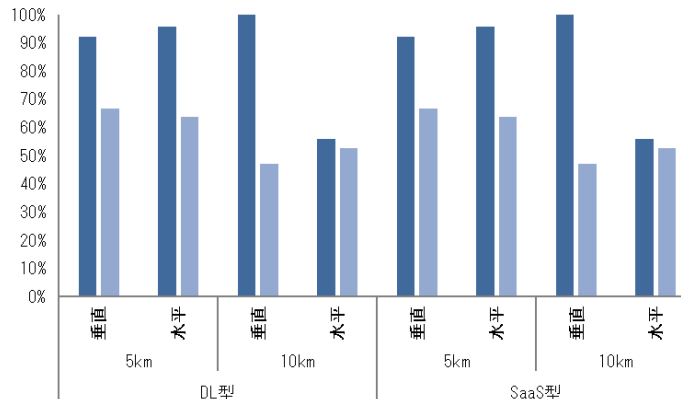
・ **リソース変動による性能は、机上計算による予測値と近似**しており、解析処理性能が変動することにより処理遅延時間についてもばらつきが生じたが、**システム全体での一連のアプリケーション処理に対しては影響は軽微**であった。

リソース設計を起因としたAI解析処理性能、遅延などのシステム性能影響についてはソリューション提供時にも設計上、留意が必要である。

台車に生じた疑似き裂でのAI検知結果比較 (DL型×SaaS型)

検出率: 「システムが検出したもののうち、真に正しい結果の割合」
 網羅率: 「システムが検出すべきもののうち、システムが検出した割合」

	走行速度(km)	向き	平均 / 合計 / 検出率	平均 / 合計 / 網羅率
DL型	5km	垂直	92.3%	66.7%
		水平	95.8%	63.9%
	5 集計		94.0%	65.3%
	10km	垂直	100.0%	47.2%
水平		55.9%	52.8%	
10 集計		70.6%	50.0%	
DL型 集計			82.2%	57.6%
SaaS型	5km	垂直	92.3%	66.7%
		水平	95.8%	63.9%
	5 集計		94.0%	65.3%
	10km	垂直	100.0%	47.2%
水平		55.9%	52.8%	
10 集計		70.6%	50.0%	
SaaS型 集計			82.2%	57.6%



き裂発生位置	溶接端に生じたき裂(並行き裂: P)				き裂発生位置	溶接端に生じたき裂(垂直き裂: V)			
	き裂幅 (mm)	き裂長(mm)				き裂幅 (mm)	き裂長(mm)		
		20	60	80			20	60	80
P-0.1-20	0.1	P-0.1-20	P-0.1-60	P-0.1-80	V-0.1-20	0.1	V-0.1-20	V-0.1-60	V-0.1-80
	0.2	P-0.2-20	P-0.2-60	P-0.2-80		0.2	V-0.2-20	V-0.2-60	V-0.2-80
	1.0	P-1.0-20	P-1.0-60	P-1.0-80		1.0	V-1.0-20	V-1.0-60	V-1.0-80
	2.0	P-2.0-20	P-2.0-60	P-2.0-80		2.0	V-2.0-20	V-2.0-60	V-2.0-80

3.4 横展開可能な5Gソリューションの各種検証

■ 本事業で選定した5Gソリューションを一例として、5Gを活用した同種のソリューションを汎用的に機能展開可能とするため、**3段階の汎用化レベル**を定義し、その汎用化の効果の検証を行った。

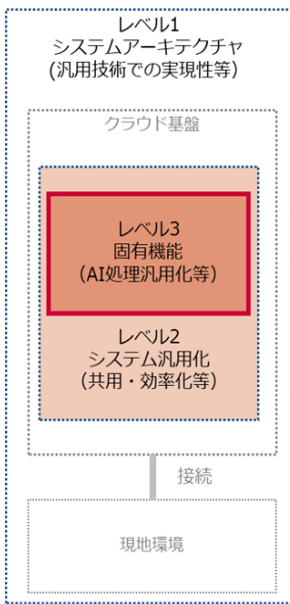
レベル 1：NW/アーキテクチャ（クラウドへの接続方式やクラウド上のSaaS型共用システムのアーキテクチャに関する汎用化の工夫等）

レベル 2：共通コア機能（複数利用者を想定したGPU利用効率化、マルチテナント管理機能等）

レベル 3：AIコア機能（汎用性を維持しながら利用者に特化したAIモデルの管理機能、利用者による自AIモデルの運用維持管理を可能とするアノテーション支援機能等）

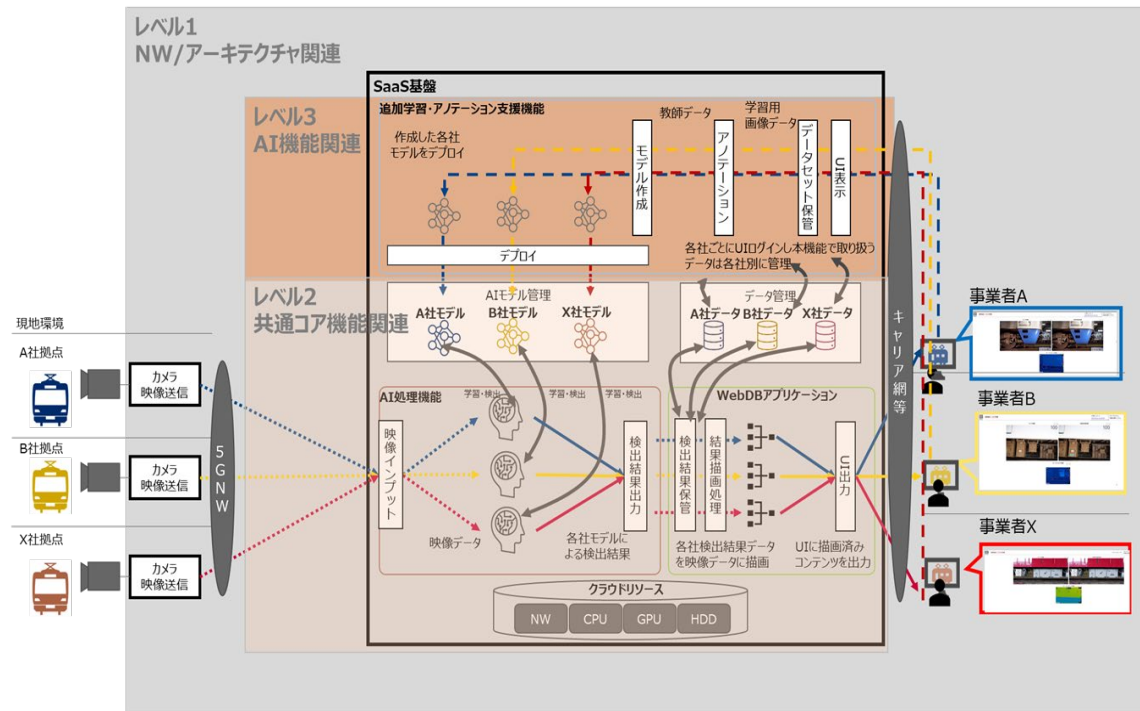
■ SaaS型でソリューションを提供する主な利点である**利用者側のシステム利用に係る負担の軽減効果**について検証を行った。

汎用化検討のレベル別分類イメージ



レベル	汎用化の概要
レベル3	<ul style="list-style-type: none"> 専門家でなくてもAIモデルを運用維持管理できる仕組み 汎用性を維持しながらも、利用者ごとに特化した学習（チューニング）が可能な仕組み
レベル2	<ul style="list-style-type: none"> 複数利用者のデータを独立して管理する仕組み 複数利用者が共通のシステムを利用し、適切に分配されたリソースを活用する仕組み
レベル1	<ul style="list-style-type: none"> 異なる接続形態（インターネットや閉域接続）の長短所のまとめ 汎用的な機能・アーキテクチャを用いたサービス提供形態

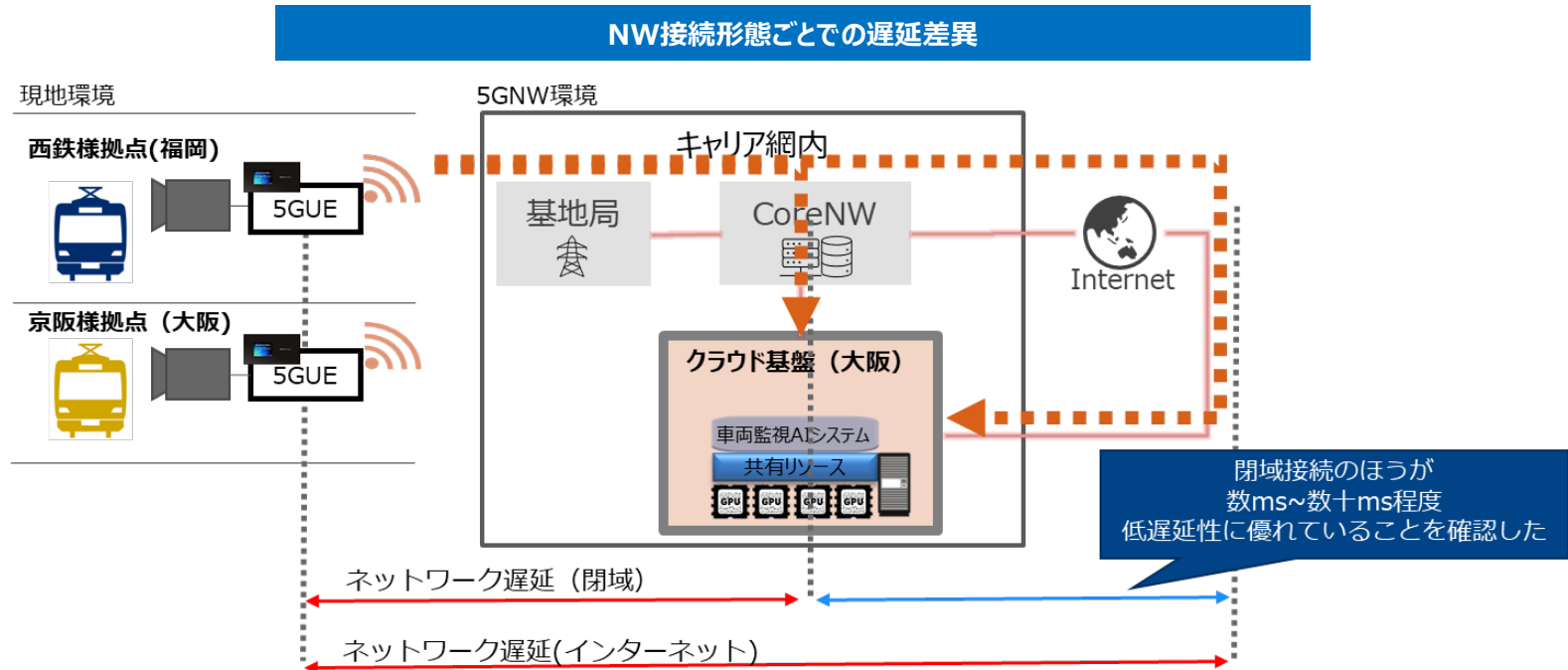
SaaS型「鉄道車両監視AIシステム」での汎用化レベル別実装イメージ



3.4 横展開可能な5Gソリューションの各種検証

■ レベル1：NW/アーキテクチャの検証

- ✓ 本システムのネットワーク/アーキテクチャは、横展開をする際に制約がある技術やサービスは利用しておらず、その他のユースケースでも適用可能である。
- ✓ クラウド基盤とのネットワーク接続形態（インターネット/閉域接続）によるネットワーク観点での遅延差異は接続形態毎で確かに存在するが、本事業で選定した5GソリューションでのEnd to End遅延としては限定的であった。なお、本事業で選定したソリューションはあくまでも一例であり、NWの揺らぎによる処理遅延の影響を重視するユースケースにおいては、閉域接続を行うことが遅延低減策の一つとして効果的である。



3.4 横展開可能な5Gソリューションの各種検証

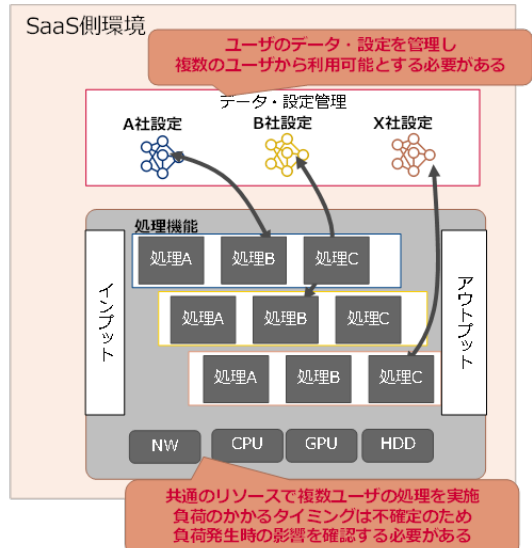
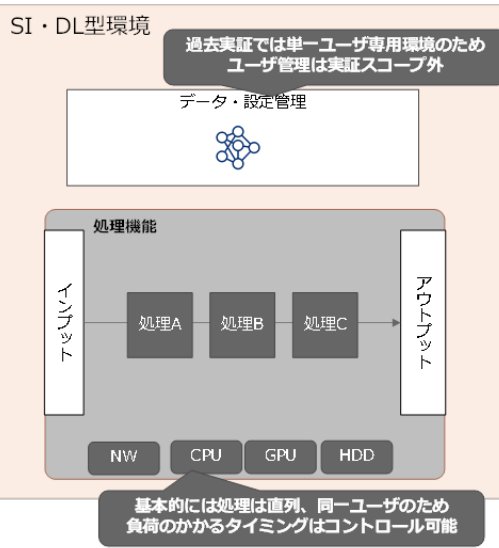
■ レベル2：共通コア機能の検証

- ✓ 共通コア機能として、複数ユーザのデータ格納領域を定義して独立的に管理する機能（マルチテナント管理機能）を実装した。
- ✓ 複数拠点から各利用者が本SaaSソリューションを同時利用可能であることを確認した。

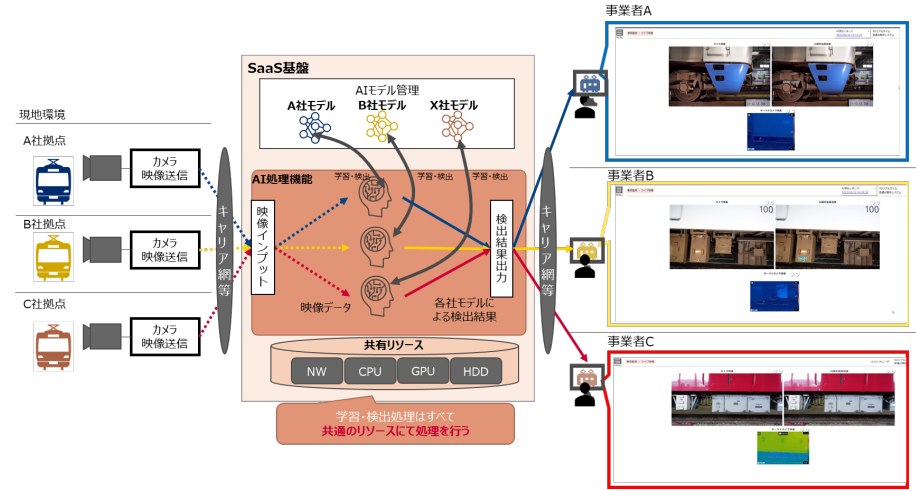
<検証結果>

- ✓ システムのDB領域において独立したユーザデータ格納が可能である点、システムのWebUI上においてもユーザごとに閲覧可能なデータをテナント毎に切り替え可能であることを確認し、利用者ごとのデータ保存の独立性を担保可能であった。
- ✓ 利用者系統数に応じて一律の解析時間を要することが確認でき、事業者がSaaS型ソリューションを利用する際に必要となる複数系統での同時並列処理が想定通りに動作することが確認できた。

マルチテナント管理観点でのアーキテクチャ差異



「鉄道車両監視AIシステム」でのマルチテナント管理機能の実装イメージ



3.4 横展開可能な5Gソリューションの各種検証

■ レベル3：AIコア機能の検証 「利用事業者ごとに学習可能なAIモデルの導入」

- ✓ AIを共同利用した場合でも、利用事業者ごとに精度向上可能なAIモデルを提供可能とするため、汎用的なAIモデルを提供し、利用事業者ごとに特化させていくモデル管理手法を検討し、SaaS環境で利用事業者のAIモデルを並列利用する設計手法を考案した。
- ✓ 少ない教師データを学習させて構築した特化型汎用モデルが、より多くの教師データを学習させていた混濁モデルと同等程度の性能を発揮できることが確認できた。（クラック検知においては特化型汎用モデルが若干良いことが確認でき、その他に関しては混濁モデルとの差は出なかった。また、事業者が2社の混濁モデル、3社の混濁モデルより特化型汎用モデルの方が若干AI検知性能が高いことも追加検証で確認された。）
- ✓ 共同利用に適したAIモデルの在り方を検討した結果、機能面、運用面、コスト、リスクの観点から特化型汎用モデルがSaaS型利用には適しており、特化型汎用モデルの構築をまず検討すべきである。

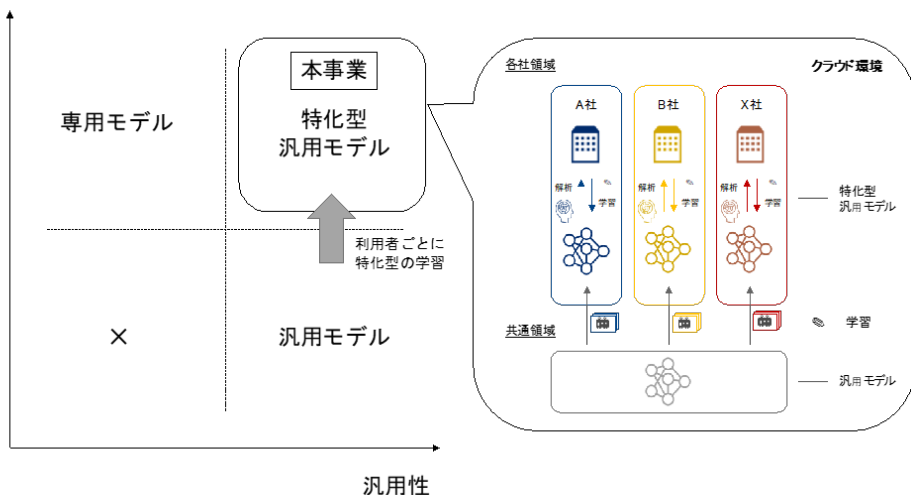
本検証で用いたAIモデルの定義

	混濁モデル	特化型汎用モデル	特化型汎用モデル（追加学習）
概要	R3年度5G実証にて収集した2社の撮影データも用いた学習モデル	R4年度事前撮影データなどを基に各事業者毎で新規作成した学習モデル	R4年度現地実証において特化型汎用モデルに学習データを追加学習をさせた学習モデル
教師データ	混濁モデル ・ R2京急車両画像 ・ R3西鉄車両画像 ・ R4西鉄車両画像	西鉄単独モデル ・ R3/R4西鉄車両画像 京阪単独モデル ・ R4京阪車両画像	西鉄単独モデル ・ R3/R4西鉄車両画像 京阪単独モデル ・ R4京阪車両画像

AIモデル毎での検知性能比較結果

モデル	検知対象物	検出率	網羅率	モデル	検知対象物	検出率	網羅率
混濁	クラック	82%	57%	混濁	フレキシパッド	90%	100%
特化型汎用		81%	60%	特化型汎用		90%	100%
混濁	ハンドル	76%	100%	混濁	車軸温度上昇	100%	100%
特化型汎用		76%	100%	特化型汎用		100%	100%

検知精度



共同利用に適したAIモデル管理の比較観点

観点	利用パターン① 単独モデル	利用パターン② 混濁モデル
機能面	○各社の目的や環境に特化したAI学習が可能	△1つのAIモデルに対して各事業者が共同で追加学習を行うため、AIモデルの状態を管理する機能が追加が必要となる
運用面	○AI機能改修時、対象の事業者のみ利用停止して更新作業を行うため、各社の希望するタイミング・頻度で改修作業を行える	△AI機能改修時、全利用事業者の利用を停止して更新作業を行う必要があるため、頻繁に改修作業を行うことができない
コスト	○モデルの管理/運用コストは各社の運用頻度により決定するためコストを抑えることが可能	△利用事業者が多くなる分、不具合発生リスクを加味して監視・対応コストを加算する必要がある
リスク	○AI機能起因の不具合発生時の影響範囲が小さい(1利用事業者に影響あり)	△AI機能起因の不具合発生時の影響範囲が大きい(全利用事業者に影響あり)

3.4 横展開可能な5Gソリューションの各種検証

■ レベル3：AIコア機能の検証 「利用者による追加学習機能の導入」

- ✓ AI追加学習機能「アノテーション支援ツール」を開発し、汎用モデルをベースに利用者にて特化したAI学習（チューニング）を行う「特化型汎用モデル」の利用者による運用を実現した。
- ✓ 追加学習機能・アノテーション支援ツールを使った追加学習によるAI検知性能がこれまでのAI開発会社の専門家、有スキル者による学習方法と遜色がなく、かつ、追加学習にかかる所要時間短縮も可能であることが確認できた。
- ✓ 鉄道事業者における本ツールを用いたシステム運用の効果測定（利用者デモ・アンケート）結果から、本ツールを活用することで**利用者での本AIシステムの一部運用が可能である**ことが期待される結果となった。

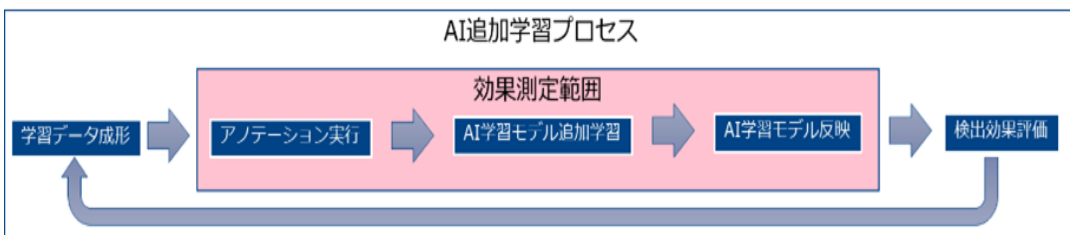
AI追加学習機能概要



追加学習をしないため、検知機能が変わらない
一度作ったら性能が変わらない

各社向けの追加学習により、検知機能が向上する
半持続的に性能が向上していく

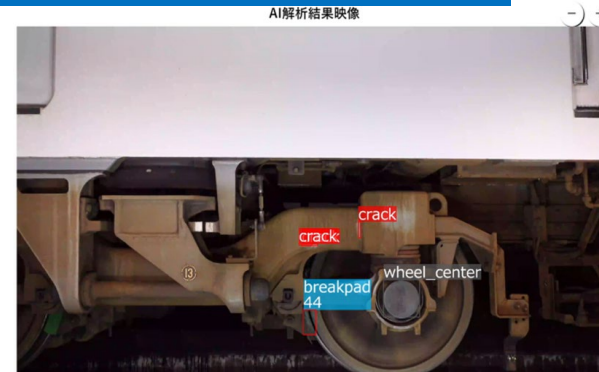
追加学習における効果測定範囲



AI追加学習機能を用いた改善効果例

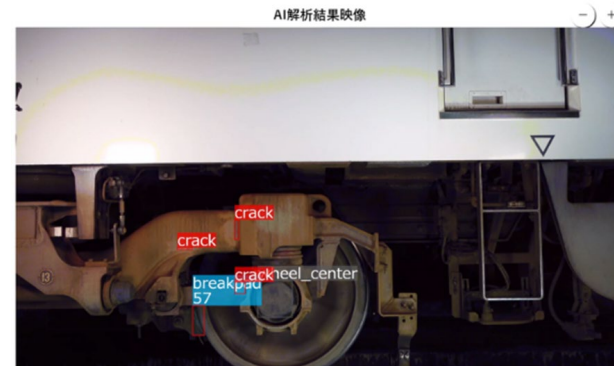
追加学習前

タテ・ヨコの疑似き裂を検出。ナナメの疑似き裂は見落としてしまう



追加学習後

タテ・ヨコの疑似き裂に加えてナナメの疑似き裂を検出可能に



3.4 横展開可能な5Gソリューションの各種検証

■ 各レベルの取り組みによる負担軽減効果の評価

初期導入や導入後の運用等に関する利用者側の対応など負担軽減効果を各汎用化レベルの検証結果から確認し、**SaaS型が従来形態よりも導入閾値を低減できることを確認した。**

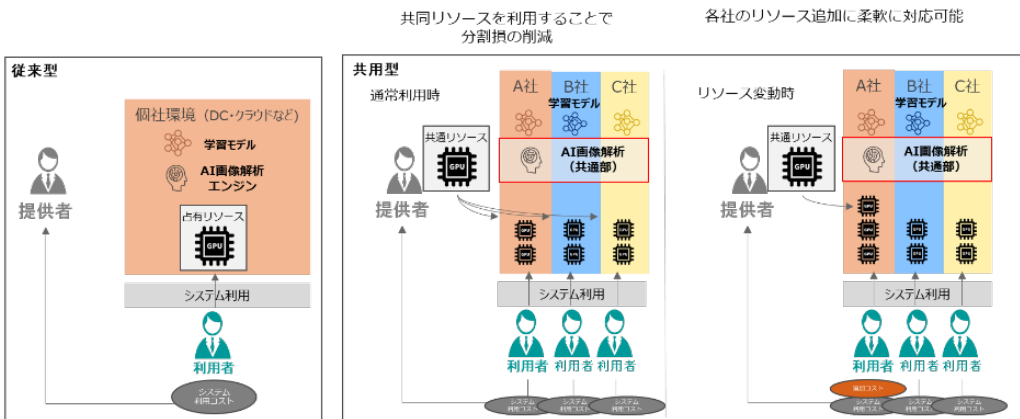
<検証結果>

レベル1：汎用的なネットワーク・アーキテクチャの技術や機能を利用した**SaaS型ソリューションを活用することにより、DL型と比較して、1拠点あたりの初期導入コストを大きく削減することが可能となる。**また、SaaS型ソリューションでは複数利用者がクラウドリソースを分散して利用することで、**個社環境を構築する手間・稼働の削減、システム利用開始のリードタイムの短縮**といった効果を楽しむことができる。

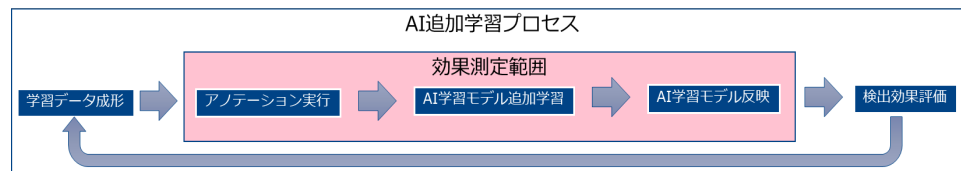
レベル2：SaaS型ソリューションにおける**マルチテナント管理機能により、複数利用者がクラウドリソースを分散して利用することで、システム利用の頻度が増えてきた場合の柔軟なリソース追加が可能**といった効果を楽しむことができる。

レベル3：**SaaS型AIソリューションにおいて「特化型汎用モデル」の導入と「利用者による追加学習支援・学習機能」を導入**することで、従来、専門性が高く、工数がかかっていた**AI運用工程が利用者において内製対応可能**となることで**継続的な運用コスト低減が期待される。**

マルチテナント管理機能による導入負担軽減効果



開発者実施と利用者実施の比較結果



方式	アノテーション 所要時間	モデル追加学習 所要時間	モデル 反映所要時間	合計所要時間	モデル性能
従来方式 (開発者実施)	○ 100分前後/1枚当たり1分	▲ (40分程度)	○ (10秒程度)	○ 140分程度	○ AP値：0.67
新ツール方式 (利用者実施)	▲ 200分前後/1枚当たり2分	○ (18分30秒程度)	○ (10秒程度)	▲ 218分程度	○ AP値：0.67

※100枚程度の画像を用いた追加学習を想定。

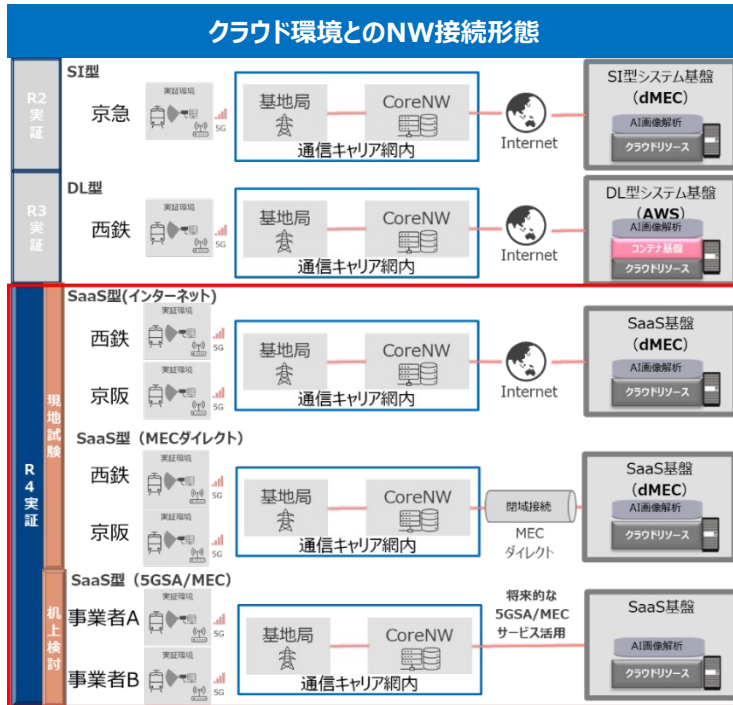
※AP値…物体検出AIモデルを評価する際に一般的に活用される指標。0~1の範囲の値を取り数字が高いと精度が高い。

3.5 将来的な5G技術を活用した共用形態の検証

■ 本実証で構築・検証したネットワーク接続形態も踏まえ、さらに高度化されていく5G技術と5Gソリューション共用形態との親和性について明らかにする。

<評価方法・項目>

✓ 直近での5G技術遷移として、5G NSAから5G SAへの変遷、MEC(Multi-access Edge Computing)技術の活用により、SaaS型のソリューションが得られる効果、影響の観点を整理し、有効性と課題を検証した。



SA/MEC提供形態の有効性に関する机上検討における検証項目及び検証方法

評価項目	評価方法
超高速性	SA/MECによりSaaS型5Gソリューションを超高速で利用可能か
超低遅延性	SA/MECによりSaaS型5Gソリューションを超低遅延で利用可能か
同時多数接続性	SA/MECによりSaaS型5Gソリューションを同時多数接続で利用可能か
導入コスト	SA/MECによりSaaS型5Gソリューションの導入コストに影響があるか
セキュリティ性	SA/MECによりSaaS型5Gソリューションのセキュリティ性に影響があるか

3.5 将来的な5G技術を活用した共用形態の検証

■ 新たにソリューションが得られる効果、影響

- ✓ 5G SAの活用により超高速、超低遅延、同時多数接続の5Gの特長をさらに活かしたソリューションの利用が加速することが想定される。例として、ネットワークスライシングの活用により、高速大容量や低遅延の求められる場合に**用途に適した帯域の割り当てが柔軟に可能**となり、ソリューションの利便性は向上する。また、ネットワークスライシングやgrantフリー方式により、**低遅延性の担保と接続台数の増加が見込める**。
- ✓ MECの活用により端末-サーバ間の物理的な距離が短縮され**遅延を軽減**でき、インターネットに接続しないことから**副次的にセキュリティ性の向上も見込めると考えられる**。

5G SA技術を活用した有効性に関する検証結果

技術名	当該技術導入により得られるメリット		当該技術導入により実現されること及び課題
5G SA	超高速での利用	実現されること	<ul style="list-style-type: none"> ネットワークスライシングの活用で重要な通信に対し、より帯域を多く割り当てることにより高速大容量に適した環境を作り出すこと 従来利用されていた技術であるキャリアアグリゲーションやMIMO等を5G SAで活用すること
		残る課題	<ul style="list-style-type: none"> 高画質である4K等に対応した監視カメラの利用等では5G SAの通信量でも不足が想定される（特定のタイミングで画質の変更等を行うような技術の導入が必要となると考えられている。）
	超低遅延での利用	実現されること	<ul style="list-style-type: none"> ネットワークスライシングの活用で、低遅延の通信に適したネットワークを提供可能となり、より効率的な通信が実現される grantフリーのシステムの導入が検討されており、初期通信のロスが発生しないことで遅延の改善 QoSにより優先的な通信を行う通信を行う通信を分離することで他通信処理の存在による遅延を排除する事 スライスされた通信のNexthopを通常インターネットに送信するものをエッジデータセンタにローカルブレイクアウトさせること
		残る課題	<ul style="list-style-type: none"> 5G SAの通信では1msecの遅延となっているが、システム全体の遅延は一定残ると想定されている。
	同時多数接続での利用	実現されること	<ul style="list-style-type: none"> 5G SA環境ではgrantフリーやネットワークスライシングの導入による、同時接続数の向上 grantフリーで事前承認が不要になることで、接続数が増加する（2万台の端末からの通信を70秒程度で処理可能） ネットワークスライシングで、通信が集中した場合でも、接続に失敗しないシステムを構築

MEC技術を活用した有効性に関する検証結果

技術名	当該技術導入により得られるメリット		当該技術導入により実現されること及び課題
MEC	低遅延での利用	実現されること	<ul style="list-style-type: none"> 利用現場から最も近いMECサーバに接続することにより、距離的な課題が軽減され、遅延の減少につながる。（NTTドコモでは通信網とMECをダイレクトに接続することで、遅延を減らす工夫等もなされている。）
		残る課題	<ul style="list-style-type: none"> 僻地等、設置されたMECサーバも遠いケースでは遅延の軽減は限定的となるケースも存在すると考えられる。
	セキュリティの向上	実現されること	<ul style="list-style-type: none"> 閉域網を利用することで通信区間が外部から傍聴、中間攻撃を受ける可能性が減少し、機密情報等の取り扱いが行いやすくなる。

3.5 将来的な5G技術を活用した共用形態の検証

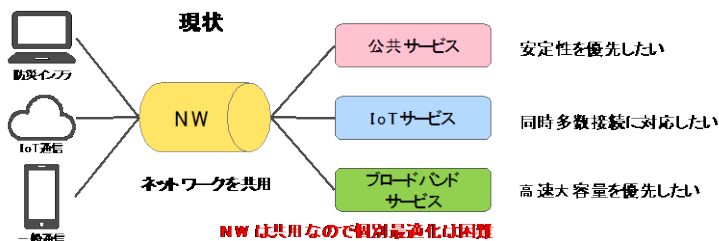
■ 5G SA、MEC技術の活用により、SaaS型ソリューションの機能向上が期待できる。5Gソリューションのさらなる普及のためにはこれら先進的な5G活用事例が市場に認知されていくことが重要である。

<検証まとめ>

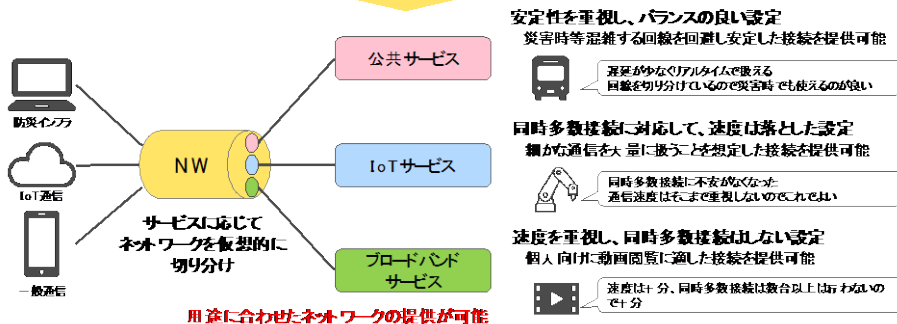
5G SA：ネットワークスライシング技術の実装によって、用途に適した柔軟なネットワークを提供可能となる。これにより、従来要件が適わなかったサービスに対してもSaaS型のソリューション提供が行われる可能性がある。

MEC：従来発生していた遅延の軽減が予想されており、遅延が課題となりオンプレミス環境で利用されていたソリューションのSaaS化が促進されると考えられる。また、インターネットを経由しないことから、従来よりセキュリティ性の向上も見込まれている。

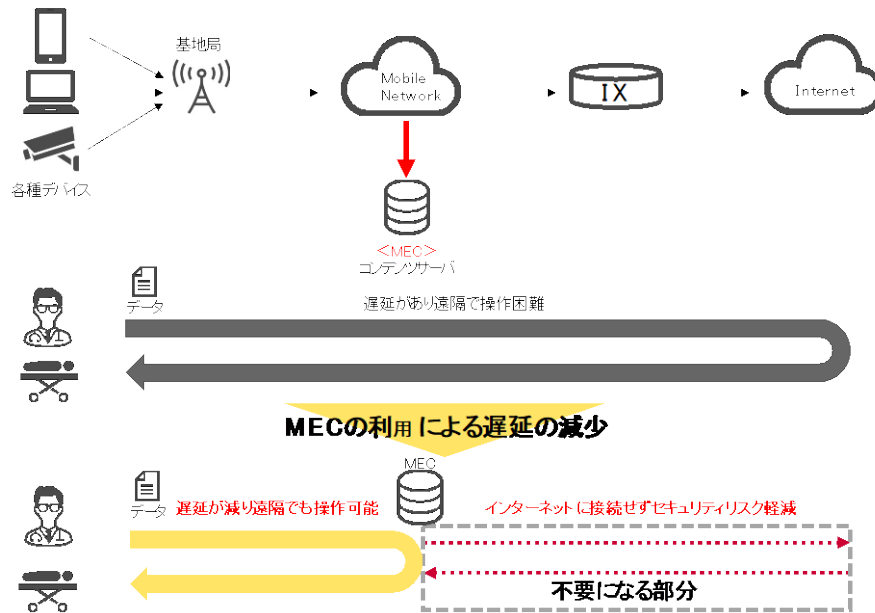
5G SAの活用により実現するネットワークスライシング、およびSaaS型ソリューションの機能改善イメージ



ネットワークスライシングによるNWの最適化



MEC技術の活用によるSaaS型ソリューションの機能改善イメージ



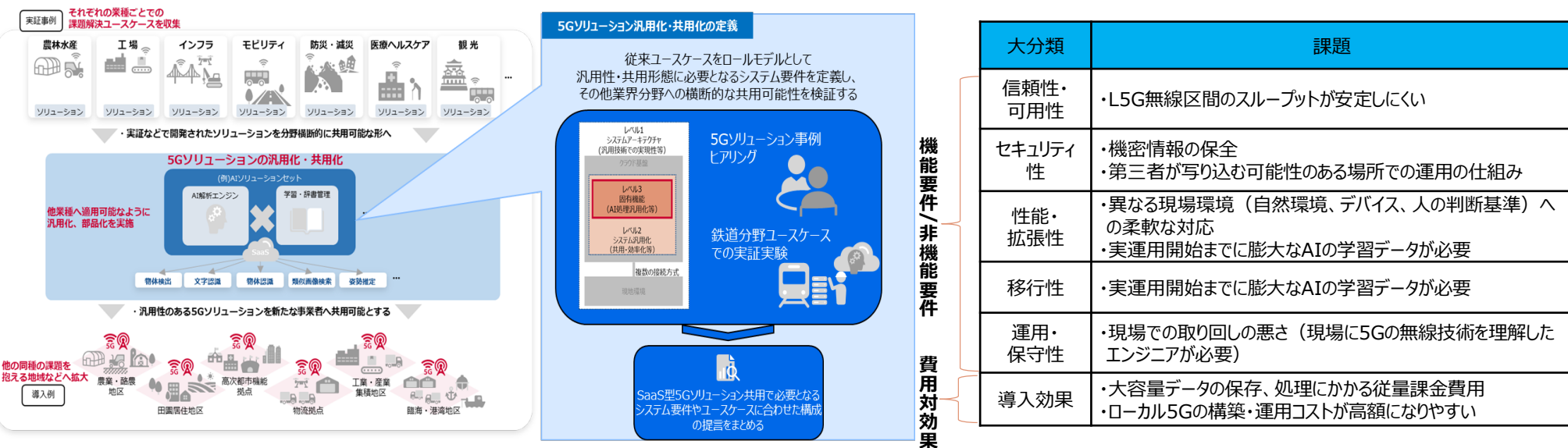
3.6 分野横断的な5Gソリューションの横展開に求められる機能の検証

- 分野を問わず、SaaS型5Gソリューションの横展開を図っていく際に生じる論点として、ソリューション面での論点のほか、ソリューションを共同利用する際における必要な作業（分界点や運用、提供する基本機能など）の検討を行った。

<5Gソリューションの横展開に必要な項目の抽出プロセス>

- ✓ 5Gの特性を活かしたソリューションはAIを活用したものが多くを占め、横展開のニーズが高いとの想定の下、AIソリューションを分野横断的に汎用化させるために必要な要件の検討を行うために、令和2-3年度ローカル5G実証参加団体、AIベンダーへのヒアリングを行った。
- ✓ ヒアリング結果を踏まえ、「信頼性・可用性」、「セキュリティ」、「性能・拡張性」、「移行性」、「運用・保守性」「導入効果」の観点から5Gソリューションが共用されるうえで検討が必要な項目を抽出した。

分野横断的な5Gソリューションの横展開を見据えた共用形態の検証概要



3.6 分野横断的な5Gソリューションの横展開に求められる機能の検証

■ ヒアリングから得られた知見を元に分類した要件および、費用対効果の課題に対して対策の検討を行った。

<機能要件/非機能要件>

✓ 5G特有の課題は少なく、多くの課題がAIソリューション全般に見られる課題であったため、得られた知見から課題となる点への対策を立案した。

<費用対効果>

- ✓ SaaS型でのソリューション提供や、他ベンダーの開発したパーツを共用する等の**低廉化が可能となるアウトソーシング手法による解決が有効**となる。
- ✓ **共用形態となるSaaS型ソリューションを導入する際**、解決する課題の数と重要性が導入効果を高める要素であり、**実現性の高いソリューションを部分構築しながら、徐々に重要性の高い用途でのソリューションを構築するステップ論により導入機運を醸成が重要**である。

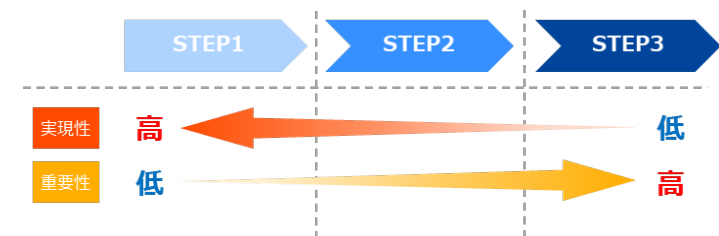
5Gソリューションの汎用化における機能要件/非機能要件に関する課題への対策

大分類	課題	対策
信頼性・可用性	・L5G無線区間のスループットが安定しにくい	(L5G特有の課題であるため、机上検討にて対策を考案) ・無線区間を経由する場合は複数系統での冗長/バックアップを行う。 ・アプリケーションによりデータ再送制御や欠損補完の品質制御機能を実装する。
セキュリティ性	・機密情報の保全 ・第三者が写り込む可能性のある場所での運用の仕組み	・セキュリティ認証を取得。 ・利用者のセキュリティ性・可用性に関する要望に柔軟に対応するためにSaaS型とDL型の双方に対応。 ・セキュリティ要件の厳しい利用者の場合は学習モデルをエッジ側に構築可能とする。
性能・拡張性	・異なる現場環境（自然環境、デバイス、人の判断基準）への柔軟な対応 ・実運用開始までに膨大なAIの学習データが必要	・AIでの処理を行う前に色調調整の処理を通しておくことや、カメラの選択、設置、調整の部分をコンサルすることで識別精度を安定させる工夫を行なう。 ・AIのモデル構築を行う際に、学習データ収集、整理にかかる利用者側の稼働負担を軽減するような仕組みを整える。 ・あらゆるデバイスに対応可能な接続モジュールを設計する。
移行性	・実運用開始までに膨大なAIの学習データが必要	・少ない学習データで効率良く検知精度を高められるベースモデルを構築することにより、新規利用者に導入する際の双方の稼働負担を抑える。
運用・保守性	・現場での取り回しの悪さ（現場に5Gの無線技術を理解したエンジニアが必要）	・ソリューションの構築、設定までベンダー側で行う（利用者が行う場合は機能的なサポートを加える） ・運用部分も系統的にカバーする（死活監視、モデルの識別精度監視）

5Gソリューションの費用削減方法

費用構成	削減方法
運用保守サービス	・SaaS型での提供等、システム構成を工夫することで遠隔から対応可能な保守範囲を増やす。 ・オートスケールの活用等により運用を自動化する。
利用者側システム導入環境	・SaaS型での提供することにより、利用者側システム導入環境の構築稼働を削減する。
システム基盤	他ベンダーの開発したパーツを共用することで、自前で開発を行う範囲を減らし、構築にかかる工数を削減する。
5Gインフラ	— (通信キャリアの販売価格に依存する部分が大きく、ベンダーからは費用削減がしにくい領域である。)

5Gソリューションの導入効果を発現する3ステップ



3.6 分野横断的な5Gソリューションの横展開に求められる機能の検証

■ 普及展開可能な5Gソリューションを開発するための要件

- ✓ SaaS型でのソリューション展開は、分野横断的な5Gソリューションを構築する際に有効であることがわかったが、様々なデバイス、データ形式への対応等、柔軟性を持たせた設計が求められることや、費用対効果を出すために複数用途のソリューションを構築する必要がある等、**単独のベンダーが構築するにはハードルが高いことも明らかになった。**
- ✓ 普及可能な5Gソリューションを開発するためには、**信頼性・可用性、セキュリティ性に関する要件を満たした上で構築され、汎用的に利用されることの多い機能をあらかじめ構築し、パーツとして利用可能な形で公開されるSaaS共用基盤を構築し、その基盤上に複数のベンダーがアプリケーションを共用可能な形で公開することが必要と考えられる。**

普及展開可能な5Gソリューションに求められる要件

大分類	SaaS基盤に求められる要件
信頼性・可用性	<ul style="list-style-type: none"> ・SLAの設定、公開 ・システム負荷に合わせたリソース調整の自動化
セキュリティ性	<ul style="list-style-type: none"> ・外部機関によるセキュリティ認証の取得 <推奨要件> ・セキュリティ要件の厳しい利用者にも対応可能とする場合には学習モデルをエッジ側にも構築可能とすることが好ましい
性能・拡張性	<ul style="list-style-type: none"> ・あらゆるデバイスに対応可能な入出力モジュールの構築 ・画像、位置情報、音声、テキスト等複数のデータ形式に対応可能なAIエンジンの実装 <推奨要件> ・学習データの収集・整理にかかる稼働を減らすための支援ツールの提供 ・高解像度の俯瞰映像や、多視点映像を伝送する機能の構築 ・高解像度の俯瞰映像や多視点映像に対する基本的な操作（ズーム、移動、巻き戻し）を行う機能の構築 ・撮影時の外部環境による検知性能への影響を抑えるための画像鮮明化処理を加える機能の構築
移行性	<ul style="list-style-type: none"> ・主要なサービスと簡易に連携可能なAPIモジュールの提供
運用・保守性	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔地からの機器の死活監視や、トラブル発生時の問題箇所の切り分けを行う仕組みの整備

大分類	SaaS基盤に構築するアプリケーションに求められる要件
信頼性・可用性	<ul style="list-style-type: none"> ・SLAの設定、公開 ・システム負荷に合わせたリソース調整の自動化
セキュリティ性	<ul style="list-style-type: none"> ・外部機関によるセキュリティ認証の取得 <推奨要件> ・セキュリティ要件の厳しい利用者にも対応可能とする場合には学習モデルをエッジ側にも構築可能とすることが好ましい
性能・拡張性	<ul style="list-style-type: none"> ・あらゆるデバイスに対応可能な設計とする ・画像、位置情報、音声、テキスト等複数のデータ形式に対応する ・説明書を読まずとも利用者が迷わないシンプルなUI（ユーザーインターフェース）※ ・利用者側で簡易に追加学習を行える仕組みの整備 <推奨要件> ・学習データの収集・整理にかかる稼働を減らすための支援ツールの提供 ・高解像度の俯瞰映像や、多視点映像を伝送する機能の構築 ・高解像度の俯瞰映像や多視点映像に対する基本的な操作（ズーム、移動、巻き戻し）を行う機能の構築 ・撮影時の外部環境による検知性能への影響を抑えるための画像鮮明化処理を加える機能の構築 ・Webブラウザやメール、チャットアプリ等、利用者が使い慣れているアプリケーションやデバイス上で動作する仕組み
移行性	<ul style="list-style-type: none"> ・SaaS型でのサービス提供 ・APIの公開 <推奨要件> ・少ない学習データで効率良く検知精度を高められるベースモデルの構築
運用・保守性	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔地からの機器の死活監視や、トラブル発生時の問題箇所の切り分けを行う仕組みの構築 ・センシングデバイスの設置、設定までをベンダー側の専門家に委託可能な仕組みの提供

※太字箇所はSaaSアプリケーション側が重点的に取り組む項目

3.7 5Gシステム全体としての評価

- 「鉄道車両監視AIシステム」ロールモデルとし、汎用化レベル毎における鉄道分野以外への多業種・多分野への展開可能性を評価した。

■ システム全体の分野横断的な横展開に関するシステム評価（汎用化レベル1：NW/アーキテクチャ関連）

- ✓ 汎用化レベル1の範囲については、アーキテクチャ及び、NW接続形態のいずれにおいても多業種・多分野への展開は可能であると考えられる。
- ✓ ただし、AIベンダーへのヒアリング結果と照らし合わせたことによって追加検討が必要な項目がいくつか挙げられたため、今後の検討が求められる。

汎用化レベル1：NW/アーキテクチャ関連 に関する評価

鉄道実証結果	共用ヒアリング結果を踏まえた考察
鉄道車両監視AIシステムは汎用的に利用可能なアーキテクチャを用いた上で、SaaS型システムとして実装可能であった。	今回調査を行なったいずれの業界でも汎用的なアーキテクチャを用いたSaaS型AIソリューションは実用化されていた。鉄道車両監視AIシステムで構築したアーキテクチャは多業界での共用が可能であると考えられる。 ただし、ヘルスケア領域の病院へのソリューション導入の際は、クラウドサービスの利用が制限される病院も存在することが確認された。
Internet経由、MECによる閉域経由双方ともにSaaS型でのNW接続形態に活用可能である。現地からクラウドへのデータ送信・処理について低遅延性が要求される場合においては、MEC接続形態を選択することが望ましい。	今回調査を行なったいずれの業界でもSaaS型AIソリューションへのNW接続形態はInternet経由が基本の接続方法であった。ただし、製造業界、ヘルスケア業界においては、利用者によってはセキュリティ性・遅延性の観点からAIによる処理をエッジ側で行うシステム構成が求められる場合があることが確認されている。MECによる閉域経由の接続形態を用いることでもセキュリティ性・遅延性を改善することが可能なため、エッジ側でAIの処理を行うシステム構成以外の選択肢として活用が期待できる。

多業種・多分野へ展開する際に追加検討が必要な項目

- ・可用性・安定性の観点から、SLAの設定、公開が必要となると考えられる。
- ・セキュリティ性の観点から、ISO等のセキュリティ認証の取得が求められる。
- ・性能・拡張性の観点から、キズ検知以外の用途での活用に向け、あらゆるデバイスに対応可能な入出力モジュールが求められる。
具体的には、駅構内の俯瞰映像の取得や、多視点での安全確認、音声による指示の入出力等。
- ・運用保守性の観点から、遠隔地からの機器の死活監視や、トラブル発生時の問題箇所の切り分け等も必要になると考えられる。
- ・さらには、他社のソリューションと連携しやすくするためにAPIを公開することについても汎用化に向けて検討が必要になると考えられる。

3.7 5Gシステム全体としての評価

■ システム全体の分野横断的な横展開に関するシステム評価（汎用化レベル2：共通コア機能関連）

- ✓ 汎用化レベル2の範囲について、マルチテナント管理の仕組みに対する懸念はAIベンダーへのヒアリングでは言及されることはなかったため、多業種・多分野への展開は可能であると考えられる。
- ✓ システム性能上限とAI検出性能に関して挙げられていた課題については共用ヒアリング結果より、新たな観点での解決策を得ることができた。

汎用化レベル2：共通コア機能関連 に関する評価

鉄道実証結果	共用ヒアリング結果を踏まえた考察
<p>複数事業者（3事業者）において、「鉄道車両監視AIシステム」の共同利用を行うことが可能であり、各事業者においてAI解析処理～Webアプリケーションによる出力結果の表示までを並列で処理可能であることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・システム性能上限についての課題 <p>AI解析結果の検出総量が過剰となった場合に、現状のアーキテクチャにおいてWebアプリケーションでの受信処理上限超過により検出結果が正しく表示されなくなる（※録画映像配信における）動作影響が発生した。</p> <p>各システム性能上限到達時における今後の対策については、検討を行っていく必要がある。システム性能上限についての今後の検討ポイントとして、共用形態をとるうえではサービスの稼働状況および各社への適切なリソースの配備が挙げられる。SaaS提供の実装検討に向けてはこれらの実現方法を継続課題として検討する必要がある。</p>	<p>各業界において導入実績の豊富なAIベンダーへのヒアリング対象として選出したソリューションは、いずれもSaaS形態をとっており、マルチテナント管理に関して利用者側から懸念が示される等の言及はなかったため、SaaS形態が認められる利用者においてはマルチテナント管理についても受け入れられると考えられる。</p> <p>システム性能上限の課題については、シェアの高いAIベンダーからは、クラウドサーバー側に用意されているオートスケールの仕組みを活用し、システム負荷に合わせたリソースの調整を自動化することによって解消しているとの回答が多く見られた。その他には、処理を行う場所をエッジ側に移し、クラウドリソースにかかる負荷を分散させる手法をとっているとの回答も見られた。</p>
<p>AI検出性能についての改善</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 過年度と同様に画像解析として精微なクラックについては外的環境要因での検出性能への影響が大きい。 ② この事象を改善するには、 <ul style="list-style-type: none"> ・劣悪環境のデータも含んだ形でのAI追加学習による改善 ・現地撮影環境の安定化の実現 <p>がポイントとなる。</p>	<p>AI検出性能が外的環境要因によって影響を受けてしまうという問題は、実証参加ベンダー、シェアの高いAIベンダー双方にて、多くのヒアリング回答者から確認された。対策方法としては、鉄道実証結果の考察と同様のアプローチに加え、画像鮮明化（画像加工の前処理）を加えるという方法も行われていた。</p>

3.7 5Gシステム全体としての評価

■ システム全体の分野横断的な横展開に関するシステム評価（レベル3：AI機能関連）

- ✓ 汎用化レベル3の範囲について、追加学習の必要性と、アノテーションツールを活用することで利用者側での追加学習が可能なことの2点は、共用ヒアリングでも同様に確認されたため、多業種・多分野への展開は可能であると考えられる。
- ✓ 学習データの収集にかかる利用者側の稼働負担や、ユーザーインターフェースの操作性、マニュアル類のコンテンツ拡充が課題として挙げられたが、それぞれに対する解決策を共用ヒアリング結果より得ることができた。

レベル3：AI機能関連 に関する評価

鉄道実証結果	共用ヒアリング結果を踏まえた考察
<p>利用者ごとに特化可能な汎用型学習モデルの導入は、AIの検知性能を向上させることに有効であった。</p> <p>その際に必要となる追加学習の稼働については、アノテーション支援ツールを活用することにより、利用者側で自ら行うことが可能であることが確認できた。</p>	<p>ヒアリングを実施した各業界において導入実績の豊富なAIベンダー7社において、利用者ごとに特化した学習モデルを構築しているベンダーは2社であった。</p> <p>利用者ごとの学習モデルを構築している2社については、両社とも追加学習をノーコードで行える仕組みが整えられていたため、利用者ごとに特化した学習モデルを構築する場合は、簡易に利用者側で追加学習を行える環境を整えることが重要であると考えられる。</p>
<p>追加学習機能に関する課題</p> <p>学習データの収集にかかる利用者側の稼働負担や、ユーザーインターフェースの操作性、マニュアル類のコンテンツ拡充が課題として確認された。</p>	<p>鉄道車両監視AIシステムの課題として挙げられている点については、ヒアリング回答企業ではそれぞれ以下のような対応がなされていた。</p> <p>学習データ収集の稼働負担を減らすための取り組みとして、データクレンジングツールの提供や、少ない学習データで識別精度を上げられるAIの学習方法等が挙げられていた。</p> <p>ユーザーインターフェースの操作性を高めることについては、利用者が使い慣れたデバイスやアプリケーション上でシステムが動作するように設計することや、説明書を読まずとも利用者が迷わないシンプルなユーザーインターフェースを整えるといった工夫が多く挙げられた。</p> <p>マニュアル類のコンテンツ提供については、ソリューションの複雑さにもよるが、e-learningのコンテンツを用意する、導入時にレクチャーを行う等の対応を行なっているベンダーも見られた。</p>

3.7 5Gシステム全体としての評価

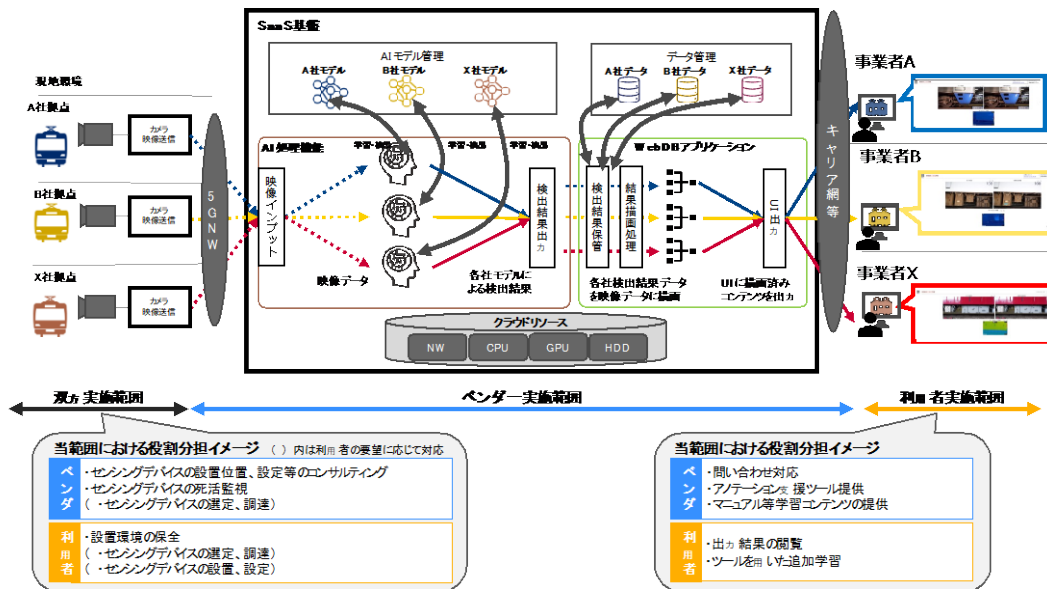
■ サービス提供に必要な分解点の評価

- ✓ SaaS型で5Gソリューションを展開する際に、ソリューション提供者側と利用者側との間での実施責任範囲とすべきかを評価した。
- ✓ SaaS型として当初、利用者側の実施範囲として想定していた、「現地環境の手配、運用」などの**SaaS提供範囲外の内容についても実態の運用時では、提供事業者によるサポートを行うことがより効率的な運用につながる**と考えられ、SaaS型での利用を検討する際には利用者の現場運用に即して**SaaS範疇外の導入支援やコンサルティングについても提供事業者において補完的に労務サービスの提供を行えることが望ましい**。

SaaS提供形態による利用者負担軽減イメージ

システム構成要素		DL型提供方式	SaaS型提供方式 (当初仮説)	SaaS型提供方式 (検証後考察)
システム 基盤	アプリケーション	事業者 提供		
	コンテナ		事業者 提供 (汎用技術)	事業者 提供 (汎用技術)
	ミドル ウェア	利用者 構築		
	OS			
5GNW環境		通信キャリア 構築・提供	通信キャリア 構築・提供	通信キャリア 構築・提供
システム導入環境				事業者 提供
	カメラ機材類	利用者 構築	利用者 構築	利用者 構築
	ファシリティ			利用者 構築

ソリューションの共用を進めるうえでの利用者作業・責任範囲イメージ



4. 5Gソリューションの横展開「鉄道業界に向けた取り組み」

4.1 鉄道協議会

- 今年度は10社の鉄道事業者において、各鉄道事業者の課題やニーズから共通のニーズを把握することに加え、課題を解決するためのソリューションの検討や各社で共有するためのスキーム等を議論することで今後の進め方の方向性を見出した。

◆ 目的

- ① 「鉄道車両監視AIシステム」の共用化実現に向けた具体的方策
- ② 鉄道事業者の鉄道DXに係るニーズの把握、共通ニーズの発掘
- ③ 鉄道事業者共通ニーズ解決に資するSolシステムのイメージ具体化

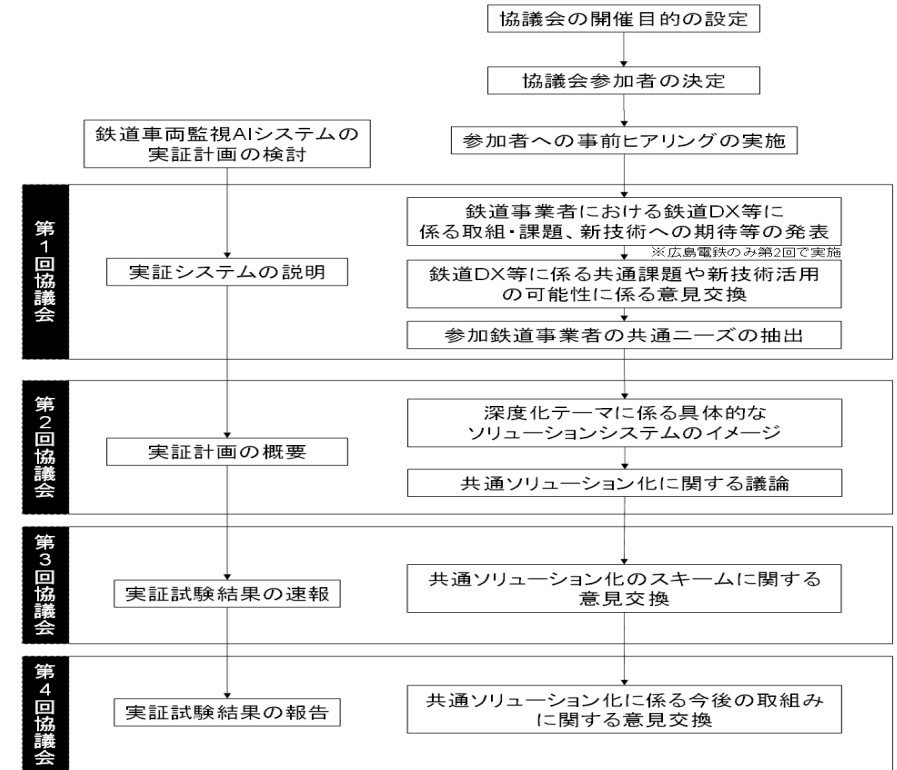
◆ 参加者

- 鉄道事業者10社（新規事業者5社）
 - 西日本鉄道株式会社
 - 近畿日本鉄道株式会社（新）
 - 京阪電気鉄道株式会社
 - 伊豆急行株式会社（新）
 - 京浜急行電鉄株式会社
 - 泉北高速鉄道株式会社（新）
 - 東急電鉄株式会社
 - 静岡鉄道株式会社（新）
 - 南海電気鉄道株式会社
 - 広島電鉄株式会社（新）
- オブザーバー2社
 - 総務省情報流通行政局地域通信振興課デジタル経済推進室
 - 国土交通省鉄道局技術企画課 技術開発室

事前ヒアリングでの主な課題及びニーズ・取組

現状の課題	<ul style="list-style-type: none"> ・ 鉄道収入の減少 ・ 人手不足 	
現状の取組み	土木分野	・ 高所等の立ち入りにくい箇所の点検のドローン活用
	軌道分野	・ 車載カメラ映像による軌道巡視の前方監視
	運転分野	・ 自動運転に資する前方監視
	車両分野	・ 列車検査の画像、映像による異常のAI判定
	駅務分野	・ 白杖者及び車いす利用者の察知
	電気分野	・ ドローン・車載カメラを活用した電車線点検業務
その他	・ 新入社員の確保	

鉄道協議会の進め方



協議会	開催日時	開催形態
第1回協議会	2022年12月21日(水)	Web
第2回協議会	2023年 1月26日(木)	Web
第3回協議会	2023年 2月16日(木)	対面 + Web
第4回協議会	2023年 3月15日(水)	Web

4. 5Gソリューションの横展開「鉄道業界に向けた取り組み」

4.1 鉄道協議会

【鉄道協議会まとめ】

- 本事業の成果として、SaaS型システム構成での共通システムの運用可能性や課題を明確化するとともに、鉄道DX協議会参加の複数の鉄道事業者の協力を得ながら、**鉄道業界の課題解決に係る共通システムの共同開発スキーム（仮称「鉄道DX共同開発スキーム」）の実現性を確認した**

目的①：鉄道車両監視AIシステムの共用化実現に向けた具体的方策

- ✓ 将来の人手不足への対策、安全性の確保及び職場改善となることから高所作業を含めた車両検査の画像・AIを用いた作業の効率化・省人化・省力化は有効な点を把握

目的②：鉄道事業者の鉄道DXに係るニーズの把握、共通ニーズの発掘

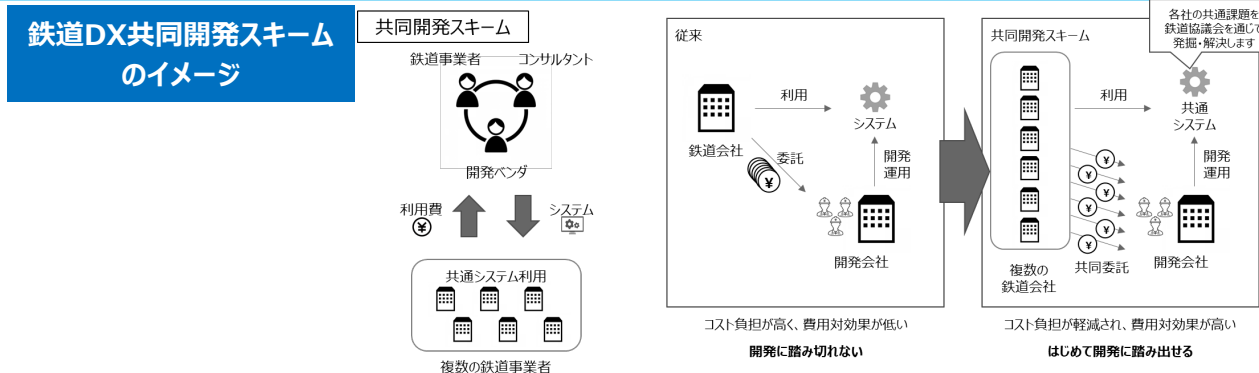
- ✓ 深度化テーマとして車載モニタリングシステム、列車検査システムの発展形、列車見張り員支援システムの3つを選定
- ✓ 深度化テーマだけでなく、土木・軌道・車両・駅務・電気・その他の多岐の分野にわたって複数の共通ニーズがあることを把握

目的③：鉄道事業者の共通ニーズの解決に資するソリューションシステムのイメージ具体化

- ✓ 車載モニタリングシステム、列車検査システムの発展形、列車見張り員支援システムの3つの深度化テーマについて、ソリューションの共用化等について議論

4.2 次年度以降の取組に関するまとめ・展望

- 鉄道DX共同開発スキームでは、複数事業者による共同出資・共同での外部資金調達を行うことで、鉄道業界の課題解決に係るシステムを低コストに開発し、共同で利用することを想定する。この枠組みより、鉄道業界のDXを推進し、業界全体の課題を持続的に解決する、鉄道DX推進の起爆剤となることが期待される
- 今年度の鉄道協議会参加鉄道事業者を中心に他の鉄道事業者の参加も見据え、**次年度以降も鉄道協議会を継続開催し、鉄道車両監視AIシステムの共用化の発展形、あるいはそれ以外にも鉄道事業者が共用形態で利用できるソリューションの共同開発に向けて、連携していくこととした**



5.1 5Gソリューションの情報提供・情報共有に係る検証

- 5Gソリューションの導入を検討し始めた企業において、企業単独で5G活用事業モデルの具体化を進める最初の段階での情報収集の場の整備として、本実証では5Gソリューションの展開に向けた情報提供・情報共有を行う場としてのカタログサイトの有効性を実証し、将来的に必要な情報発信などの形態、求められる情報、機能などについて机上検討・考察をおこなった。
- 情報提供・共有の場として将来的な発展の際には5Gソリューションの導入課題の改善の一助になることが期待される。
 - ✓ 幅広くカタログサイトの存在、情報共有の場が認知されてコミュニティとして活性化がされること
 - ✓ 情報収集以降の導入検討プロセスに対して円滑につながっていくための仕組み作り

評価者	カタログサイトの有効性に関する評価
カタログ利用者	来訪目的として、「顧客に提案可能なソリューションの調査」「自社の課題解決に繋がるソリューションの調査」の2つが大半を占め、自社の課題解決だけでなく、顧客への提案を目的とする層からの期待が大ききことが確認された。
	半面、より多くの事例がほしいという要望も高く、本実証で掲載した情報以外にも掲載件数の増加と共に、掲載するジャンルの多様化も求められる内容であった。
	また、本カタログサイトの閲覧を通し、5Gソリューションの導入を検討したくなったというポジティブな反応が多数あり、このような情報提供サイトの存在が求められている状況であることが確認された。
情報提供者	情報提供をいただいた各社からは、今後、当該サイトのようなものがサービス化された際には、情報の掲載を行いたいという声が多く、カタログサイトへの期待を感じる結果となった。
	提供者による情報掲載手順の負担については、負担は少なかった、適切である。というポジティブな反応が多く、情報掲載に関する情報の種類、粒度について、情報提供者への負担は適切であることが確認できた。ただし、利用者の声として掲載ジャンルの多様化などを求められる点を考慮すると、ジャンル情報の入力方法など、負担とのバランスを考慮した検討が引き続き必要と考えられる。
	本実証では、適切な掲載ジャンルが無いという指摘もいただいた。これは、カタログサイト設計時の情報ソースの絞り込み不足に起因しているものである。サービス化を目指す際には、業種や業態の網羅性について再考する必要がある。

将来のサイトに求められる情報、機能	詳細
①業種区分の充実	利用者が閲覧するソリューション決定の際に確認する事項は業種。(利用者アンケートQ10) 今回の実証では掲載ソリューションがなく省かれた業種に関しても掲載を行い、わかりやすく分類することで利用者の利便性が向上すると考えられる。具体的には、製造業や金融、通信等が一般に求められる区分であると考えられる。
②文章量の調整	より多くの情報を掲載したいという提供者がいる。(提供者Q3、Q3-A-1) 提供者の入力作業にかかる負担と利用者側から見た適切な文章量の設定が必要となる。利用者は機能等のより詳細な情報が知りたい等を17%が選択した。(利用者Q11-B-1)より多くの情報を求める層が一定数存在するといえる。本実証では提供者より情報を受け取り実証団体が入力を行ったが、実運用では提供者が自ら投稿フォーム等を用いて情報提供を行う形式になると考えられ、その際に負担にならないかを検討する必要がある。
③情報量の調整	提供者より画像や動画を用いた情報提供を行いたいという意見があった。(提供者Q3、Q3-A-1) 提供者が直接投稿できる仕組みにする際には、アップロード機能を実装し、任意項目とすることで対応は可能である。しかし、情報の量・質ともにソリューションごとのバラつきが出ることが予想され、どの内容を任意項目とするかは十分に検討が必要である。
④ログイン機能(提供者)	ソリューション情報を提供者が入力、更新する形式とする場合、ログイン機能が必須となる。提供者が定期的に情報を更新しやすい仕組みも合わせて検討する必要がある。
⑤ログイン機能(利用者)	実運用時に問い合わせ、資料請求、ソリューションのお気に入り登録や購入等の機能を実装する際に必要となる。実装時には利用者情報を獲得する手段としてアカウント情報を活用する。
⑥問い合わせ機能の強化	提供者より問い合わせ機能の強化を求める意見があった。(提供者Q6) 問い合わせ機能には複数の手法があり、問い合わせメールの送信機能、サイト内でのチャット機能、チャットボット等が想定される。また、見積もり機能の要望もあったが、5Gソリューションの特性上、利用者環境による価格の変化等があり一律の価格を提示する仕組みはそぐわないと考えられ、チャットベースで気軽に相談が可能となるような形式が望ましいと考えられる。
⑦比較機能	提供者、利用者ともに比較機能を求める意見があった。(提供者Q6、利用者Q11-A) 本実証では、実証団体のソリューションを中心とした掲載であり、ソリューション数が限られていたため問題とならなかったが、実運用時はより多くのソリューションが掲載されることが想定される。その際、同様の課題解決を目的とするソリューションが多数掲載されるケースが想定され、利用者が検討に適した情報を求めることが考えられる。異なるアプローチ等でも比較を行うための比較軸の検討が必要となる。

5.2 5Gソリューションの共用形態に係る検証

■ 5Gソリューションに係るSaaS型モデル実証実験

- ✓ 令和2年度L5G実証におけるオンプレミス型（SI型）、構築した「鉄道車両監視AIシステムを」、令和3年度5GSC実証におけるDL型で構築した「鉄道車両AIシステム」を、今年度は、利用者にとってよりシステムの導入ハードルを低くするという観点で、SaaS型による、5Gソリューションのアーキテクチャの汎用化や複数事業者による共用化に関するシステム実証実験を行った。
- ✓ この実証実験の目的を「5Gソリューションの汎用化・共用化」を行った場合に生じる技術的な課題をまとめることとし、実証実験では、まず3つの汎用化レベルを定義した上で、それぞれの汎用化レベルに対応した実証スコープを設定し、検証を実施するとともに、各汎用化レベルの利用者負担軽減効果も検証した。

SaaS型「鉄道車両監視AIシステム」の汎用性

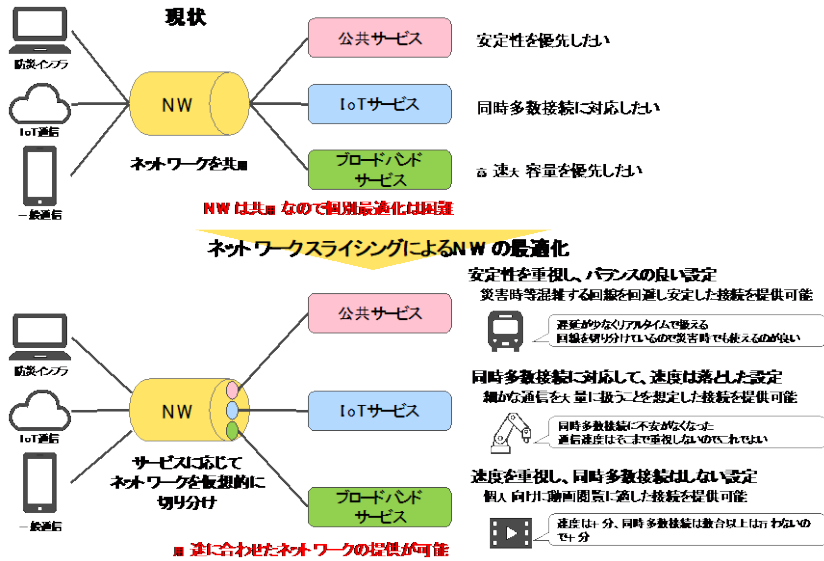
レベル	各汎用化レベルにおける検証結果
Lv 1	クラウド上のアプリケーションを実行するうえで今年度構築したSaaS型システムアーキテクチャと過年度のDL型システムアーキテクチャと比較しての動作検証は問題なく完了。
	クラウドと現地環境のNW接続形態については、ロールモデルにおいては双方の接続形態での活用が可能であることが確認され、より低遅延性を求められるユースケースでの活用時においては、MECによる接続形態をとることが望ましい。
Lv 2	マルチテナント管理機能を実装した結果、複数事業者による同時利用が可能であった。
	過年度と同様の検討があったものに、必要であるおけるAI検知性能について、SaaS型に改修をおこなったことによる大きな課題は発生しなかった。
	クラウドでのデータ保管管理や、複数事業者によるデータ処理に関するリソース設計について問題なく動作することを確認できた。
	今年度アーキテクチャでは、クラウドリソースをあらかじめ確保して各社で共通リソースとしてシステム処理を行った。このため、リソースで処理可能なシステム性能の上限を超過する場合においてはシステム動作に影響を生じるケースがあった。
	このケースについては、事業者あたりのシステム性能要求を明らかにし、システム性能条件をシステム構築者にて設定し、この条件を超過する場合に対して、リソースの増設計画と合わせて可用性に関するアーキテクチャの見直しおよび、リソースのモニタリングによる稼働状況の可視化、など共用形態としてシステムのアーキテクチャを発展させる際のポイントが明瞭になった。
Lv 3	システムを複数事業者で共同利用する際に検討が必要となる、AI学習モデルの管理に関して、特化型汎用モデルとして、「事業者毎にモデルを管理する」点が「複数事業者で共有のモデル管理をする」ことよりも望ましい。
	学習モデルの在り方として、各社ごとにモデル管理を行い、学習データを事業者毎に特化させて検知性能を改善させていくチューニングを行えることが望ましい。そのため、「AIの追加学習プロセス」に関し、従来AIシステム開発者で実施をしていた内容をツール化（アノテーション支援・学習ツール）し、利用者におけるツールを用いた「AIの追加学習プロセス」の実行による自社の環境に合わせた特化モデル化が可能かを実証した結果、鉄道事業者によるツールのデモ、レクチャーを経ての実施により、有効に機能することが確認できた。

5.2 5Gソリューションの共用形態に係る検証

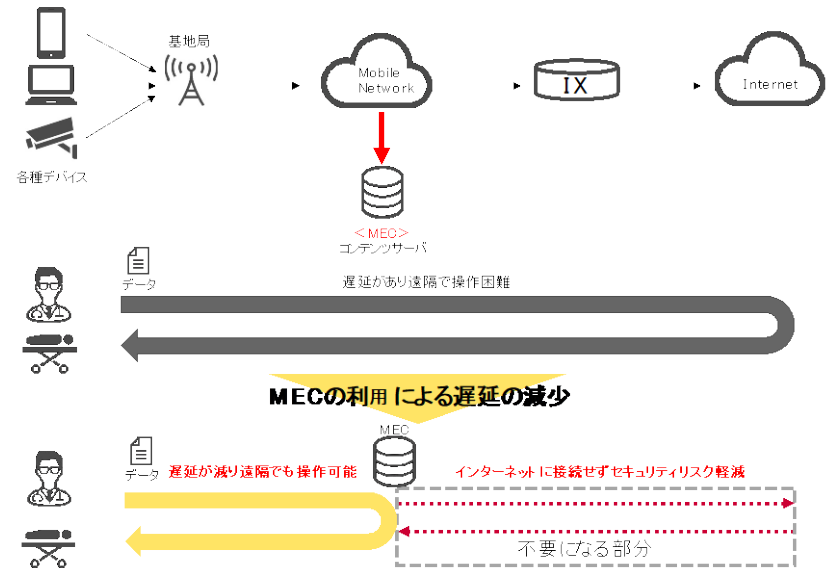
■ 将来的な5G技術を活用した共用形態の検証

- ✓ 5GSA、MECなど、これから普及展開を見据える技術を活用した5Gソリューションの展開・共用を想定し、5GSA、MEC構成とした場合での有効性、論点、課題、今後必要な検証等について調査・検討を行った。
- ✓ 5GSA、MECを活用した商用サービス、実証事例、レポートなどの情報から期待される課題解決効果と活用例を検証した

5G SAの活用により実現するネットワークスライシング、およびSaaS型ソリューションの機能改善イメージ



MEC技術の活用によるSaaS型ソリューションの機能改善イメージ



技術名	本実証の鉄道車両監視AIシステムをユースケースとして考えた場合の活用例
5G SA	ネットワークスライシング技術の活用により、リアルタイム性を優先したスライシング構成する。 複数の5G利用業務システムが現地で共存される点を考慮して、通信の分離を行うなどの活用が考えられる。
MEC	本実証の実施環境よりもさらに近接した環境を選定することで描画遅延の緩和やより高精細な画像による画像認識の実装が可能となる。また、MEC拠点の増加により、現状ではSaaS型での画像認識AIなどのソリューションの利用が難しかった地方の事業者などで、システムの導入可能性を検討するうえで、現地環境とMEC環境の立地を考慮する必要性がなくなるなど、ソリューションの選択肢、構成の柔軟性に寄与できることが期待される。

5.2 5Gソリューションの共用形態に係る検証

■ 分野横断的な5Gソリューションの横展開に求められる機能の検証

- ✓ 分野を問わず、5Gソリューションの横展開を図っていくために、SaaS型サービスを展開する上で生じる論点として、ソリューション面での論点のほか、ソリューションを共用利用する際に必要な作業（分界点や運用、提供する基本機能など）に関する論点に関して検討を行った。

実施項目	評価観点	評価結果
A) 分野横断的な5Gソリューション検討のためのヒアリング	5Gソリューションを分野横断的に開発する要件	<ul style="list-style-type: none"> ・利用者側のソリューションに求める機能要件、非機能要件を満たすという点については、利用者毎に細かな要件は異なるものの、実証ベンダー7社、AIベンダー7社へのヒアリングを通して、複数業界で共通して求められる要件の抽出を行なうことができ、また、当初仮説として挙げていたSaaS型でのソリューション展開は、分野横断的な5Gソリューションを構築する際に有効であることがわかったが、様々なデバイス、データ形式への対応等、柔軟性を持たせた設計が求められることや、費用対効果を出すために複数用途のソリューションを構築する必要がある等、単独のベンダーが構築するにはハードルが高いことも明らかになった。 ・普及可能な5Gソリューションを開発するためには、信頼性・可用性、セキュリティ性に関する要件を満たした上で構築され、汎用的に利用されることの多い機能をあらかじめ構築し、パーツとして利用可能な形で公開されるSaaS共用基盤を構築し、その基盤上に複数のベンダーがアプリケーションを共用可能な形で公開することが必要と考えられる。
B) 5Gシステム全体の横展開に関する評価	本実証において確認された横展開における観点	<p>(1) 汎用化作業により整理されたアーキテクチャの評価 SaaS型共用を進める上での汎用化作業に基づいて構成されたシステムで実施した実証実験により、事業化を検討する際には、可用性のポイントにおいて、リソース管理やモニタリングなどのアーキテクチャの見直しが発生すること確認された。</p> <p>(2) 分野横断的に活用できる5Gソリューションに必要な要件に基づく評価 <ul style="list-style-type: none"> ・外部システムとの連携としてAPIや他アプリケーションとの接続インターフェースをもたせるべき。 ・実運用を考慮すると、継続的に開発やメンテナンスを行うための開発環境を設置することを考慮する必要がある。 など、現状のシステム共用形態では未検討・未検証な点が確認された。これらの評価による観点は今後の事業化に当たって考慮していく必要のある点である。とはいえ、当初からすべてを組み込むことを進めるのではなく、コアとなるアプリケーションの開発を軸として、拡張する機能やそれに付随して必要となる共用形態として必要となる機能をつど検討を行い事業規模、利用者数などビジネス面の判断をもって開発計画を立てることが望ましい。 </p>
c) サービス提供上の分界点評価	サービス提供に必要な分解点の評価	<ul style="list-style-type: none"> ・多業種・多分野に普及展開可能な5Gソリューションのあり方として、SaaS型で提供することが鉄道分野においても、その他の業界においても有効であるという結果が見えてきた。ここでは、SaaS型で5Gソリューションを展開する際に、ソリューションベンダー側と利用者側との間でどこまでをそれぞれの実施責任範囲とすべきかを検討、評価する。 ・鉄道分野における実証を通して得られた示唆としては、当初利用者側の実施範囲として想定していた、「現地環境の手配、運用」についても鉄道事業者側が対応しきれない作業が多いということがあった。 ・AIベンダーへのヒアリング結果においても、鉄道実証における結果と同様であり、利用者側でシステム導入環境を構築することは難しいため、ベンダー側で設置・設定まで請け負っているというケースが多く見られた。その中でも特に課題となっていたのが、カメラ機材類の設置、設定であった。カメラの種類や、撮影位置によって、AIが判断に利用する画像にブレが生じてしまい、検知精度が落ちてしまうという問題が発生するため、AIが本来持つ検知精度を発揮するためには、ベンダー側がカメラの設置、設定を行うことが好ましいと考えられる。

5.3 5G5Gソリューションの横展開「鉄道業界に向けた取り組み」

■ 鉄道協議会の開催

- ✓ 鉄道分野における鉄道車両監視AIシステムの共用化実現、横展開への期待は令和2年度、令和3年度の鉄道協議会を通して大きいことが確認されており、令和3年度の協議会の継続として、本事業においても鉄道協議会を設置し、①鉄道車両監視AIシステムの共用化実現に向けた具体的方策②鉄道事業者の鉄道DXに係るニーズの把握、共通ニーズの発掘③鉄道事業者の共通ニーズの解決に資するソリューションシステムのイメージ具体化に関して議論を実施した。

【鉄道協議会のまとめ】

目的①：鉄道車両監視AIシステムの共用化実現に向けた具体的方策

- ✓ 将来の人手不足への対策、安全性の確保及び職場改善となることから、高所作業を含めた車両検査の画像・AIを用いた作業の効率化・省人化・省力化は有効であることを把握

目的②：鉄道事業者の鉄道DXに係るニーズの把握、共通ニーズの発掘

- ✓ 深度化テーマとして車載モニタリングシステム、列車検査システムの発展形、列車見張り員支援システムの3つを選定
- ✓ 深度化テーマだけでなく、土木・軌道・車両・駅務・電気・その他の多岐の分野にわたった複数の共通ニーズを把握

目的③：鉄道事業者の共通ニーズの解決に資するソリューションシステムのイメージ具体化

- ✓ 車載モニタリングシステム、列車検査システムの発展形、列車見張り員支援システムの3つの深度化テーマについて、ソリューションの共用化等について議論

■ 次年度以降の取組に関するまとめ・展望

- ✓ 本事業の成果として、SaaS型システム構成での共通システムの運用可能性や課題を明確化するとともに、鉄道DX協議会参加の複数の鉄道事業者の協力を得ながら、**鉄道業界の課題解決に係る共通システムの共同開発スキーム（仮称「鉄道DX共同開発スキーム」）の実現性を確認した**
- ✓ 鉄道DX共同開発スキームでは、複数事業者による共同出資・共同での外部資金調達を行うことで、鉄道業界の課題解決に係るシステムを低コストに開発し、共同で利用することを想定する。この枠組みより、鉄道業界のDXを推進し、業界全体の課題を持続的に解決する、鉄道DX推進の起爆剤となることが期待される
- ✓ 今年度の鉄道協議会参加鉄道事業者を中心に他の鉄道事業者の参加も見据え、**次年度以降も鉄道協議会を継続開催し、鉄道車両監視AIシステムの共用化の発展形、あるいはそれ以外にも鉄道事業者が共用形態で利用できるソリューションの共同開発に向けて、連携していくこととした**