令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業 (実証事業二次)

可搬型ローカル5Gを活用した NEXT i-Construction導入促進に向けたサービス検証 成果報告書

2024年3月

株式会社 長大

目次

I. 地域の現状と課題認識
  1. 地域の現状
  2. 地域の抱えている課題
  3. これまでの取組状況
II. 目指す姿
  1. 将来的な目指す姿
  2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ
  3. 成果 (アウトカム)指標
    a. ロジックツリー
    b. 成果(アウトカム)指標の設定
III. ソリューション
  1. ソリューションの概要
  2. ネットワーク・システム構成
    a. ネットワーク・システム構成図
    b. 設置場所・基地局等
    c. 設備・機器等の概要
    d. 許認可等の状況
  3. ソリューション等の採用理由
    a. 地域課題への有効性
    b. ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ
    c. 無線通信技術の優位性
  4.費用対効果
    a. ソリューションの費用対効果
    b. 導入・運用コスト引き下げの工夫
IV. 実証
  1. 実証計画
  2. 検証する項目・方法
    a. 効果検証
    b. 技術検証
    c. 運用検証
  3. 実証に要した経費
  4. 実証スケジュール
  5. リスクと対応策
  6. PDCAの実施方法
  7. 実証の実施体制
V.実装・横展開の計画
  1. 実装計画・スケジュール
    a. 実装に向けた具体的計画
    b. 実装の体制
    c. ビジネスモデル
  2. 資金計画
  3. 他地域への横展開の方策
  4. 普及啓発活動

❶ 地域の現状

埼玉県ふじみ野市

特徴		首都圏に位置しながらも、豊かな自然が残り、また、交通の利便性を活かした商品流通業などが盛んなまち
人口	総数	114,171人 (2023年9月1日)
	構成	0～14歳:　13,958人 15～64歳: 71,150人 65歳～:　29,063人
主要産業		製造業が16.2%、卸・小売業19.1%、医療・福祉16.4%などが中心となっており、飲食業などを含めたサービス産業が約半数を占めている

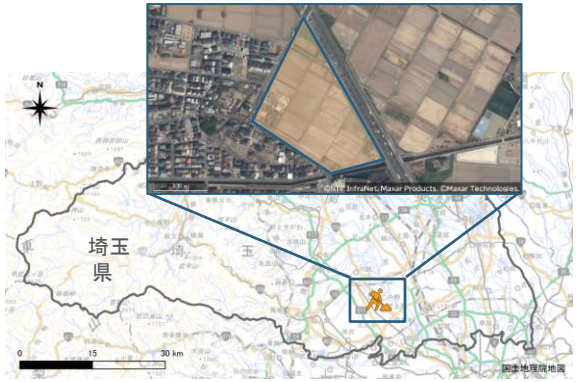
地域の現状の詳細

内容

Ⓐ 建設業の状況

- 本事業で主な対象とする埼玉県は、建設業許可業者数が全国5位（23,997社 国交省R5.3月末）であり、東京都や大阪府などの大都市を除く地方都市のなかで、最も多い地域となっている。
- また、埼玉県の社会資本整備予算は限られており、公共投資を効率的・効果的に提供・維持することが必要となっている。※まちづくり埼玉プラン（H30.3）より
- 一方で、埼玉県は、山間部も多く、通信環境が脆弱なエリアでは配信映像が乱れるなど、建設業の効率化に向けたデジタル技術の導入において、建設現場での通信環境の整備と併せた取り組みも重要となっている。

地域状況をイメージできるグラフ・図・表



《事業の対象場所》

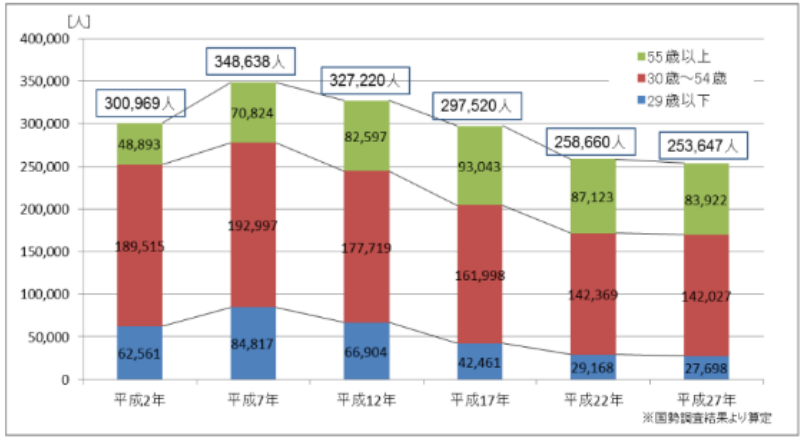
- 建設業の課題解決に向けた取り組みを行ううえで、デジタル活用による効率化等への取り組みが十分に進んでいない中小規模の建設業者が多い埼玉県を対象として、本事業は下記のフィールドで実証を実施する。
- 現場名：国道254号バイパスふじみ野地区土地区画整理事業［国道西側］
- 住　所：埼玉県ふじみ野市福岡・福岡新田・谷田２丁目
- 工　期：2021年7月1日～2025年3月31日

❷ 地域の抱えている課題

課題

対象者	内容
ⓐ 建設業界、建設労働者	建設労働者の減少・高齢化 • 埼玉県では、ここ20年間で建設労働者は4分の3まで減少しており、今後も長年に及ぶ建設投資の減少などを背景として、若年者の入職が減少するとともに、近い将来、建設労働者の高齢化による大量離職が見込まれる。
ⓑ 建設業界、建設労働者	安全・安心な労働環境 • 建設業では死傷災害が年間約16,000件も発生しており、他の業種に比べても高い傾向にある。 • このような背景から、地域の公共インフラの品質確保と適正な機能維持を図るためには、働きやすい建設現場環境を構築するとともに、より一層の生産性向上と安全・安心な労働環境の構築が必要となっている。 • 特に公共工事を行う建設業者の安全管理は最重要課題であり、損なうと指名停止、営業停止とペナルティが大きいため事業損失が大きく、社会的責任も大きいため建設業者として取り組むべき領域である。

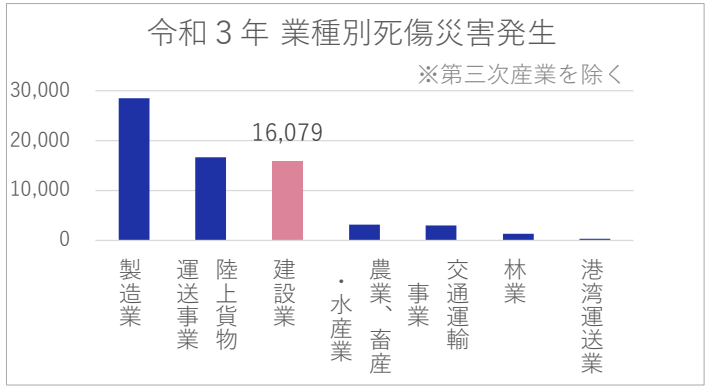
イメージ



※埼玉県県土整備部資料

埼玉県内の建設業従事者数の推移

出典：埼玉県HP



業種別死傷災害発生状況

出典：厚生労働省HP

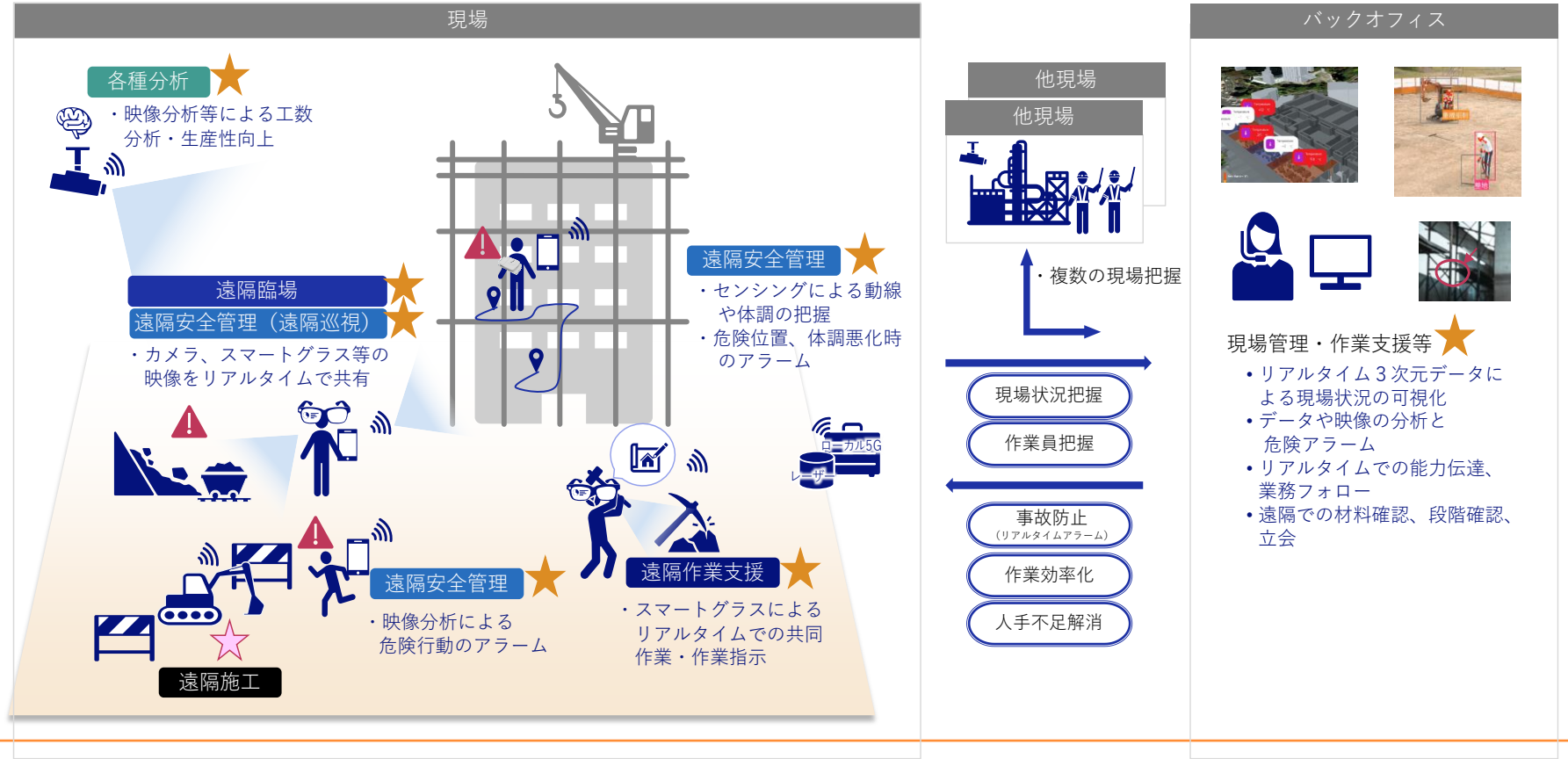
❸ これまでの取組状況

	2022年度
取組概要	河川災害時に、ローカル5G環境を構築、ドローンを活用した高精細映像のリアルタイム伝送による迅速な被害状況把握や、3次元地形データの作成及び建機の無人化施工による安全かつ迅速な応急復旧を実証
成果	災害時の応急復旧時に建機を動作するまでの大幅な時間短縮に寄与し、迅速性かつ安全性の効果を確認
見えてきた課題	遠隔施工の通信に支障が及ばないローカル5G基地局と建機の配置条件の検証や外部アンテナ接続可能なローカル5G端末での検証が必要
事業名	総務省 令和4年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証「河川災害における情報収集と応急復旧」

❶ 将来的に目指す姿

- 可搬型ローカル5Gによる大容量通信を活用したNEXT i-Constructionサービス※の導入により、建設現場の効率化と安全性の向上等が図られた社会を目指す。

※建設機械や建設データだけでなく、現場作業員等の作業支援や安全管理、教育等にもデジタル化による効率化や高度化を図ることを目指した本事業で用いるi-Constructionメニューの総称



★ 本事業で検証予定

☆ 他事業で検証中

他事業：
総務省 令和4年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証「河川災害における情報収集と応急復旧」

❶ 将来的な目指す姿

本事業が建設現場導入を目指すNEXT i-Construction

①遠隔施工（現場のカメラ映像を遠隔地にいる操縦者がリアルタイムに確認しながら重機を操縦）
⇒他事業で検証中

②遠隔作業支援（スマートグラス等による作業者の遠隔支援や若手作業者へのトレーニングへの活用）
⇒本事業で検証

③遠隔臨場（スマートグラス等による映像をもとに現場から離れた場所での臨場が可能）
⇒本事業で検証

④遠隔安全管理（定点カメラを用いた遠隔巡視［不安全行動の監視等］、３次元位置測位による危険箇所立入の監視及びバイタルセンサを用いた作業者の健康状態の監視）
⇒本事業で検証

映像データ等が含まれるすべてのメニューを実現するためには大容量通信が必要

建設現場に可搬型ローカル5G通信を導入することで基地局の集約（作業負荷軽減・コスト縮減）
及び各サービスにおける安定性による効果を検証

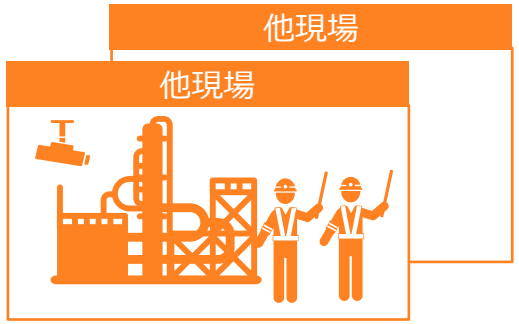
※**NEXT i-Construction:**建設機械や建設データだけでなく、現場作業員等の作業支援や安全管理、教育等にもデジタル化による効率化や高度化を図ることを目指した本事業で用いるi-Constructionメニューの総称。

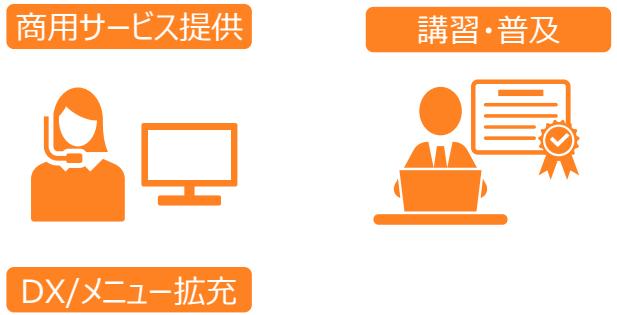
❷ 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

2023~2025	2025	2026~
実証	実装・横展開	全国地域展開

実フィールドでのサービス検証

他現場への横展開





NEXT i-Constructionサービスの埼玉県ふじみ野市の現場での実証

- アウトカム目標・ロードマップ策定（PLAN）
- 実フィールドでのサービス検証（DO）
- 検証結果評価・課題抽出（CHECK）

2024年度以降も実証件数を増やしていく

他関連地域展開

- サービス・機器仕様改善（ACTION）
- 事業化検討
- 埼玉県下から広げて、本事業で声掛けをしている茨城県や静岡県へも本実証の成果を共有
- 並行して建設ディレクター協会に所属する企業が立地する地域の中で需要が見込まれる地域へ横展開を図る

2025年度後半に実装予定

全国地域展開

- 商用サービス提供
- DX/メニュー拡充
- 講習・普及
- サービス・システムの追加改良

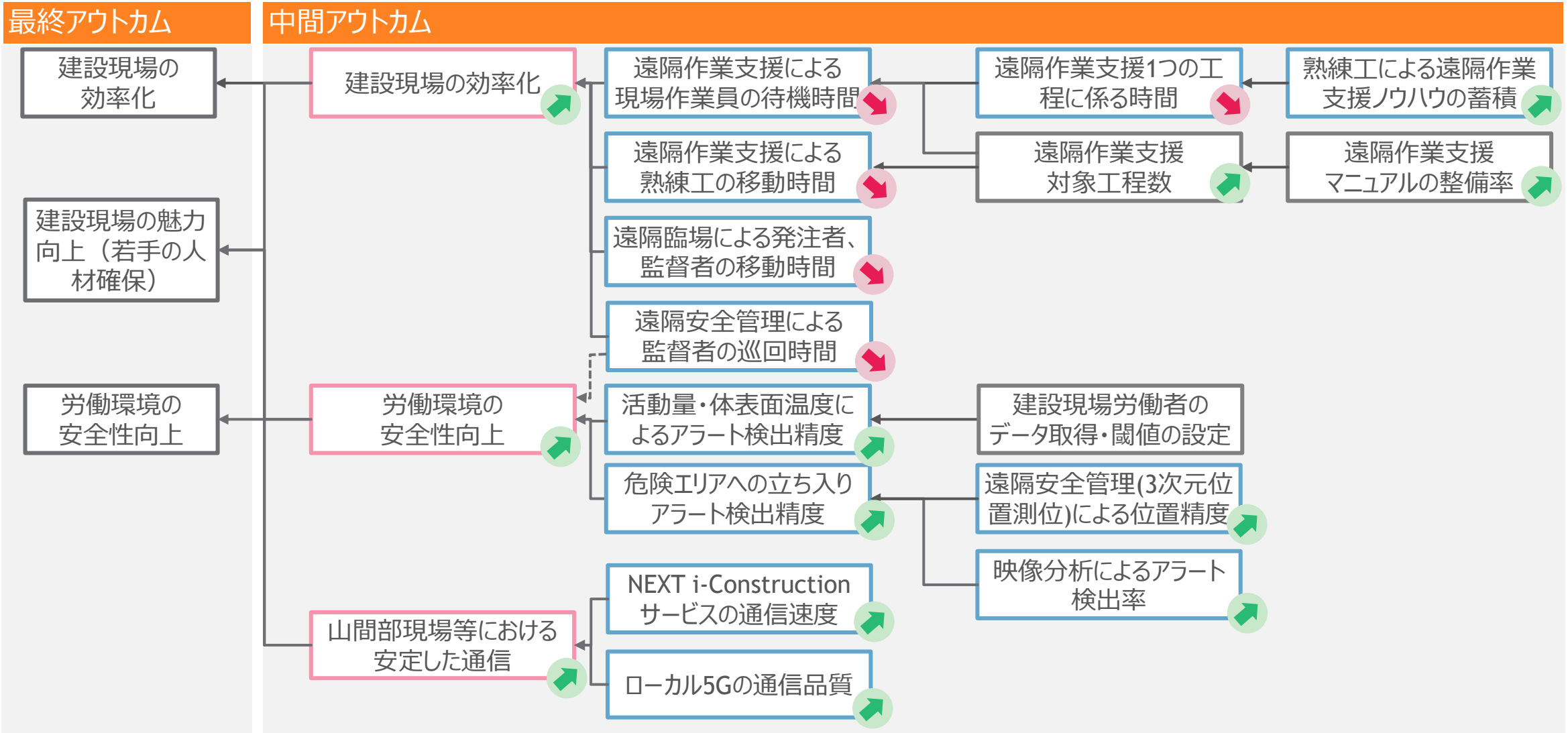
❸ 成果 (アウトカム) 指標

a. ロジックツリー

:目標の方向性 (増減)

:実装・横展開の成果指標

:実証の成果指標



❸ 成果 (アウトカム) 指標

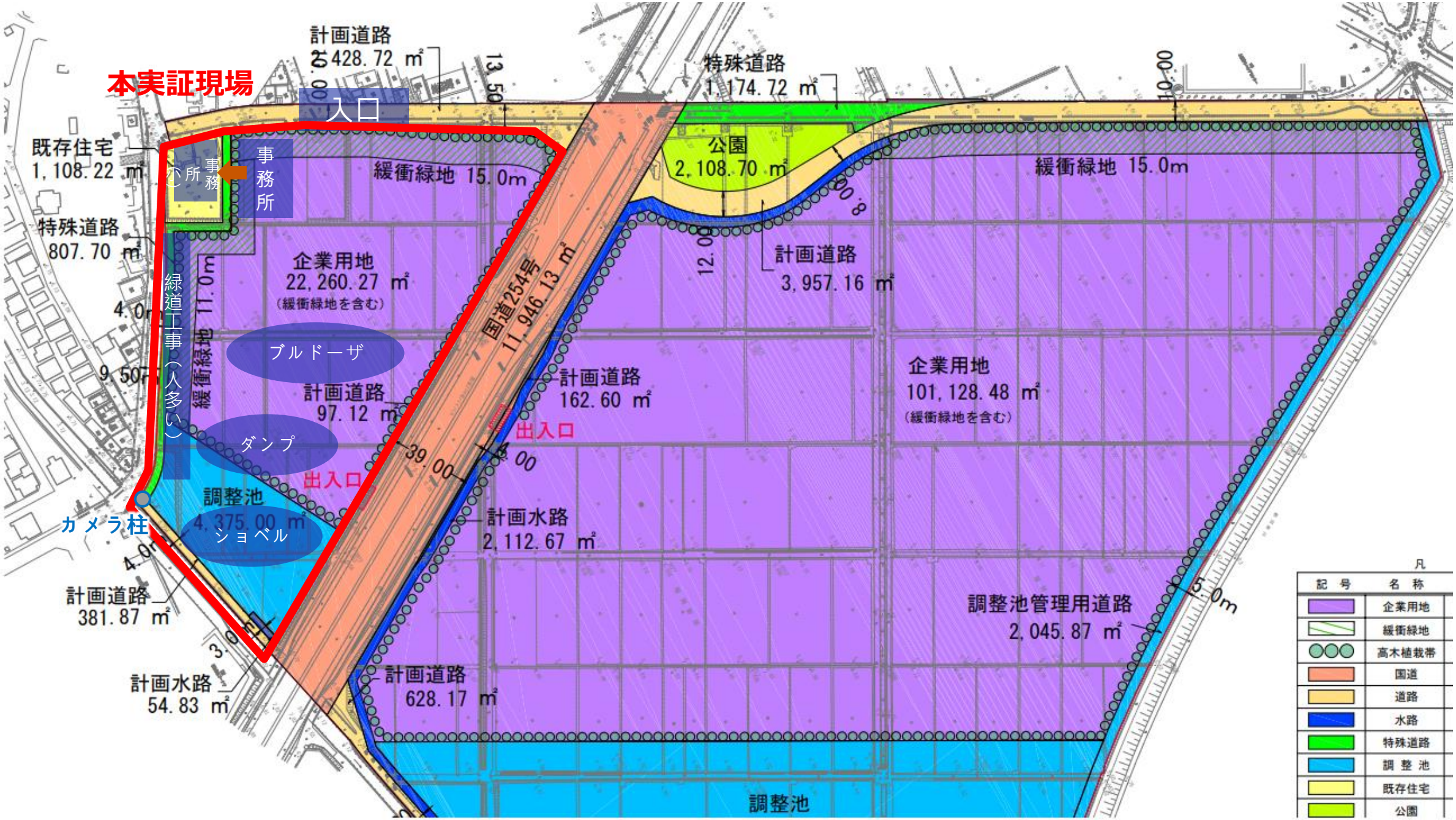
b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
建設現場の効率化	11,000円/日 本実証現場の効果	5,000円/日 本実証現場の効果	遠隔作業支援・遠隔臨場・遠隔安全支援により、現場への移動が不要となる。これにより、ベテラン技術者の移動時間と作業員の待機時間分のコストが削減できる。 遠隔作業支援・遠隔臨場を行う際の準備時間として、スマートグラスの準備（装着や電源ON）に5分、PC側の準備（画面の立ち上げ）を5分と想定。 コストの算出方法に関しては、現状値と同じ計算方式を採用。	・遠隔作業支援 作業者の支援要請（電話）から支援開始までに要する時間を測定 ・遠隔臨場 開始時刻を設定し、そこから遠隔臨場開始までに要する時間を測定 ・遠隔安全管理 監督員が現場事務所から現場内を巡回するのに要する時間を測定
労働環境の安全性向上	定量データなし (点呼や目視で確認)	・バイタルセンサによる閾値超過のアラート発出率100%以上 ・カメラによる危険エリアへの立ち入り検出率80%以上	・点呼や目視では把握できない疲労などの体調不良の異常を、より多く把握できるようにするため ・目視では確認が十分にできない場合でも、危険エリアへの立ち入りを、より多く検出できるようにするため	・作業者のバイタルデータ(活動量と体表面温度)を測定し、異常閾値を超過した場合にアラート発出されたか確認し、検出結果を検証 ・定点カメラとAI処理で観測し、人の重機への接近で危険と考えられる距離(閾値)を超えた場合に検出できたかどうかを検証
	サービス開始前のため、サービス満足度、導入意向のデータなし	遠隔作業支援、遠隔安全管理のサービス満足度80%以上・導入意向50%以上	サービス満足度、導入意向が向上することで、現場導入が期待できるため	サービス満足度は使用者（事業者(管理者、作業員)）に、導入意向は意思決定者（事業責任者）にアンケート調査

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
山間部現場等における安定した通信	数Mbps (LTE通信)	UL 50Mbps /DL 15Mbps (ローカル5G)	スマートグラスやカメラ映像の通信が、業務に問題なく実施できる通信速度を確保するため	バックオフィスのパソコンと現場の実証エリア内の複数箇所のローカル5G端末配下の間でのiperfやpingによるスループットと遅延時間を測定


本実証現場
入口
計画道路
428.72 ㎡
特殊道路
1,174.72 ㎡
既存住宅
1,108.22 ㎡
事務所
事務所
緩衝緑地 15.0m
公園
2,108.70 ㎡
緩衝緑地 15.0m
特殊道路
807.70 ㎡
緑道工事（人多い）
緩衝緑地 11.0m
企業用地
22,260.27 ㎡
（緩衝緑地を含む）
計画道路
3,957.16 ㎡
国道254号
11,946.13 ㎡
ブルドーザ
計画道路
162.60 ㎡
企業用地
101,128.48 ㎡
（緩衝緑地を含む）
計画道路
97.12 ㎡
出入口
ダンプ
出入口
調整池
4,375.00 ㎡
ショベル
カメラ柱
計画水路
2,112.67 ㎡
計画道路
381.87 ㎡
調整池管理用道路
2,045.87 ㎡
計画水路
54.83 ㎡
計画道路
628.17 ㎡
調整池
凡
記号
名称
企業用地
緩衝緑地
高木植栽帯
国道
道路
水路
特殊道路
調整池
既存住宅
公園

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

【建設現場の効率化の算出条件】
現状値の算出は下記の計算式を使用し、実証現場での1日辺りのコストを算出。

・遠隔作業支援
《現場作業員の待機時間》 ※埼玉県の公共工事設計労務単価の普通作業員で設定
現状値：作業員の待機時間(5分)×支援回数(10回/日)×時給(2400円)
目標値：現場事務所での遠隔支援準備時間と作業員の準備・待機時間(5分)×支援回数(10回/日) ×時給(2400円)
効果（0円/日）＝現状値（2,385円/日）－目標値（2,385円/日）

《熟練工の移動時間》 ※埼玉県の公共工事設計労務単価の特殊作業員で設定
現状値：現場事務所から施工箇所への移動時間(往復10分)×支援回数(10回/日)×時給(3150円)
目標値：現場事務所での遠隔支援準備時間(5分)×支援回数(10回/日) ×時給(3150円)
効果（2,625円/日）＝現状値（5,250円/日）－目標値（2,650円/日）

・遠隔臨場
《監督者の移動時間》
現状値：本社から現場への移動時間(往復2時間)×検査回数(2回/月)×時給(4750円)×立ち合い人数(今回は1人とする)/20(月→日)
目標値：本社での遠隔臨場準備及び現場での遠隔臨場準備(5分) ×検査回数(2回/月) ×時給(4750円)×立ち合い人数(今回は1人とする)/20(月→日)
効果（910円/日）＝現状値（950円/日）－目標値（40円/日）

・遠隔安全管理
《監督者の巡回時間》
現状値：現場事務所から現場内の巡回時間(30分)×回数(1回/日)×時給(4750円)
目標値：アラート検出された場合のみモニタ確認(0分)
効果（2,375円/日）＝現状値（2,375円/日）－目標値（0円/日）

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
遠隔作業支援による 現場作業員の待機時間	指導者が現場事務所から作業場所までの移動する時の現場作業員の待機時間(5分)	待機時間：0分 スマートグラスの準備時間：5分	作業場所が現場端と仮定し、実証現場の事務所から現場端までは徒歩5分程かかる。本来は指導者の移動時間と指導者到着までの作業員の待機時間が発生するが、遠隔支援により、これらの時間がゼロになると想定。一方で、スマートグラスの準備時間は発生。	・作業者の支援要請(電話)から支援開始までに要する時間を測定 ・スマートグラスの電源をいれて、作業者支援を利用できるまでの時間の測定
遠隔作業支援による 熟練工の移動時間	指導者が現場事務所から作業場所までの移動時間(往復10分)	移動時間：0分	作業場所が現場端と仮定し、実証現場の事務所から現場端までは徒歩5分程かかる。本来は指導者の移動時間が発生するが、遠隔支援により、これらの時間がゼロになると想定。	・作業者の支援要請(電話)から現場に到着するまでの時間を測定
遠隔臨場による 発注者、監督者の移動時間	伊田テクノス本社から工事現場までの時間(往復120分)	移動時間：0分 スマートグラスの準備時間：5分	実証現場は民間工事の為、実証時期に検査がない。その為、伊田テクノス本社を発注者と仮定し、本社-現場間の移動時間がゼロになると想定。移動時間の60分は一般の地図アプリにて出した時間と実際の道路事情を考慮して算出。	・開始時刻を設定し、そこから遠隔臨場開始までに要する時間を測定
遠隔安全管理による 監督者の巡回時間	監督者が現場事務所から各作業場所を巡回する時間(30分)	移動時間：0分	実証現場の事務所から現場内の巡回は徒歩30分程かかる。本来は監督者の移動時間(事務所から各現場までの移動および巡回を含む時間)が発生するが、遠隔安全管理により、これらの時間がゼロになると想定。	・開始時刻を設定し、そこから巡回に要する時間を測定

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

閾値超過	アラート発出	評価	回数
あり	あり	正	a回
あり	なし	誤	b回

アラート発出率=a/(a+b)

成果 (アウトカム) 指標		現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
活動量・体表面温度によるアラート検出精度		なし (点呼や目視で確認)	閾値超過によるアラート発出率 100% (数値(データ)で判断、閾値超過でアラート通知　※閾値は実績のある避難所での値をベースに建設現場向けに設定)	点呼や目視では把握できない疲労などの体調不良の異常(データの閾値超過)を、確実にアラート発出できるようにするため ※今回の検証では、閾値を超過した際に確実にアラートが発出されることを検証(体調不良の活動的ではないのに体温が高いなどのアラート発出の閾値は設定するが、体調不良のありなしの判定の検証は含まない)	作業者に絆創膏型のセンサを貼り、バイタルデータ(活動量と体表面温度)を測定し、異常と想定される閾値を超過した場合のアラート発出結果を検証 ※閾値を超えた場合、アラートが出たかどうかの精度に関しては、データログを解析し、事後的に検証することを想定 そのため、体温と活動量の推移およびアラートデータを時系列で検証する仕組みを準備して検証
危険エリアへの立ち入りアラート検出精度	遠隔安全管理(3次元位置測位)による位置精度	なし	高さ方向の位置精度の誤差3m以内	危険判定された場所が、地盤面/掘削した深い位置/重機の上 等の工事現場で想定される高さ方向の位置を判別できるようにするため ※現状フロアを特定できる精度である3mとするが、将来的には、建築現場での足場の高さを特定可能な1m程度の精度を目指す	作業者の３次元位置測位で測位した位置情報と実際の位置情報を突合し検証
	映像分析によるアラート検出率	なし (朝礼や現場巡視で指導、目視で確認)	検出率80%以上 (重機に対する接近)	屋外の建設現場のような日照条件などの変化が厳しい環境において、作業員の行動を映像により100%検知・認識することは困難であるが、重大事故につながる可能性があるアラートを80%以上検知することで、事故リスクを大幅に削減できると考えているため	定点カメラとAI処理で観測し、人の重機への接近で危険と考えられる距離(閾値)を超えた場合に検出できたかどうかを検証 (実際の工事の対応では検証できないため、重機に人が接近するケースを模擬して測定)

検出	立入	評価	回数
あり	あり	正	a回
なし	あり	誤	b回

アラート検出率=a/(a+b)

❸ 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
NEXT i-Constructionサービスの通信速度	数Mbps (LTE通信)	UL 50Mbps /DL 15Mbps (ローカル5G)	スマートグラスやカメラ映像の通信が、業務に問題なく実施できる通信速度を確保するため	バックオフィスのパソコンと現場の実証エリア内の複数箇所のローカル5G端末配下の間でのiperfによるスループットを測定
ローカル5Gの通信品質	なし	遅延時間100msec	スマートグラスやカメラ映像の通信遅延が、業務に問題なく実施できる品質を確保するため	バックオフィスのパソコンと現場の実証エリア内の複数箇所のローカル5G端末配下の間でのpingによる遅延時間を測定

❶ ソリューションの概要

ソリューションの概要

「遠隔作業支援」、「遠隔臨場」及び「遠隔安全管理」など
ローカル5Gを活用した複合的なソリューションを実用化し、
NEXT i-Constructionとして、建設業の効率化促進や働き手の
安全確保を図り、若手が働きたくなるような魅力的な職場づくりを
目指し建設業における地域課題解決を図る。

ヒトのDX

遠隔安全管理（体調・位置）

作業者の手が塞がると危険
スマホを複数台持つと作業負担に

絆創膏感覚で使用でき、作業の邪魔にならない

3次元位置情報技術

作業者の位置（特に高さ）が正確にわかる。
作業者の負担にならない形での端末開発や
システム連携を検討中

遠隔安全管理（遠隔巡視）

映像を活用して、現場の状況を知りたい

分析技術を活用した巡視

多種多様な作業内容をデジタル化、
事故防止や業務効率化へ

遠隔臨場・遠隔作業支援

高度化及びノウハウの蓄積

・スマートグラスを用いARポインタや描画での指示
・データを収集しノウハウ蓄積や
業界の教育カリキュラムへ活用

インフラ

現場の通信環境

山間部や建築現場でも
持ち運び可能な可搬型ローカル５Ｇ

レーザー通信装置

光ケーブルが離れている場所や干渉要考慮な場所で
安易で安価に、高速の中継回線を整備

中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

- 建設現場の効率化
  - 遠隔作業支援による現場作業員の待機時間減少
  - 遠隔作業支援による熟練工の移動時間減少
  - 遠隔臨場による発注者、監督者の移動時間減少
  - 遠隔安全管理による監督者の巡回時間減少
- 労働環境の安全性向上
  - 活動量・体表面温度によるアラート検出精度向上
  - 危険エリアへの立ち入りアラート検出精度向上
- 中山間舞踏における安定した通信
  - NEXT i-Construction サービスの通信速度向上
  - ローカル5Gによる通信品質向上

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 建設現場の魅力向上（若手の人材確保）
  - これまでは技術継承のために熟練技術者が若手技術者の作業場所まで行って指導していた作業が、遠隔作業支援でリモートで実施可能となることで、若手技術者も相談しやすく、技術力の向上が可能となる

❶ ソリューションの概要

★ 今年度検証予定
☆ 他事業で検証中

- 遠隔作業者支援／遠隔臨場・・・工事の周囲の状況（地形、作業、配管等）を熟練者や発注者に正確に見える必要がある。また、特に作業者支援では設計図面を共有する際に仔細に見えるよう高精細な映像が必要である。
- 遠隔安全管理／遠隔巡視・・・現場では巡視が義務付けられているが、土木の現場では広範囲であることが多く、作業者の動線を把握しきれず事故に繋がる傾向がある。特に重機との接近や、穴への転落、ルート短縮による事故・ヒヤリハットが多く、事故の回避にはアラームを通しての気づきが望ましい。本実証では動線把握や映像分析を実施するが、映像分析に関しては事象の特定に高い解像度が必要である。また、体調は朝礼時に目視で確認しているため急な体調変化などを正確に判断することが難しい。常時データを取得し、危険があれば監督に知らせ配慮するなどの対処が必要である。

❶ ソリューションの概要

各ソリューションと通信容量の概要

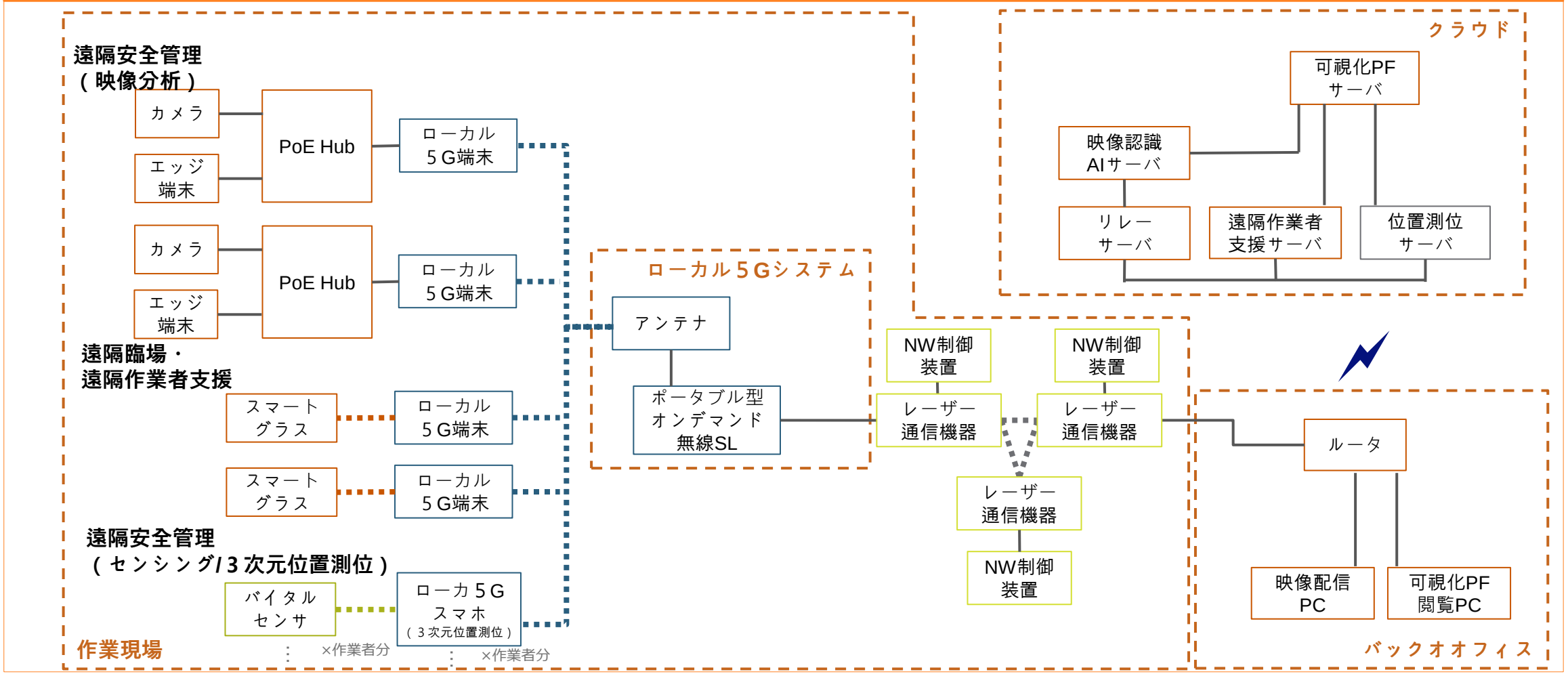
ソリューション	デバイス	解像度	実証時の想定通信容量		実装時の想定最大接続台数
			UL	DL	
遠隔作業支援/遠隔臨場	スマートグラス	HD(1280x720)	5Mbps×2台（作業者）	5Mbps×2台（作業者）	5～20台
遠隔安全管理	定点カメラ（不安全行動分析等）	Full HD (1920x1080)	15Mbps×2台（カメラ）	数Mbps×2台（カメラ）	2～10台
	３次元位置測位(スマートフォン)	緯度、経度、高度	35Kbps×7台（作業員）	–	10～30台
	バイタルセンサ(スマートフォン)	体温、活動量等	1Mbps×7台（作業員）	–	10～30台

❷ ネットワーク・システム構成

a.ネットワーク・システム構成図

有線
ローカル5G
BLE
レーザー
WiFi

イメージ



ネットワーク・システム構成は、現時点の想定であり、本事業を進める中で適宜、見直しを行う予定である。

❷ネットワーク・システム構成

b.設置場所・基地局等

イメージ

- 以下のエリア図を想定（エリア算出法でのカバーエリア/調整対象地域(スループット未考慮)）
- カバーエリア/調整対象地域を示すの楕円の形はあくまでもイメージです。

説明

- 計算条件
  - 基地局の送信電力：36[dBm]
  - 基地局のアンテナ利得：8[dBi]
  - 基地局の空中線地上高：2[m]
  - 基地局の給電線損失：1.1[dB]
  - 移動局の空中線地上高：1.5[m]
  - 移動局の給電線損失：0[dB]
  - 移動局のアンテナ利得：0[dBi]
  - 中心周波数：4849.98[MHz]
  - 周波数幅：100[MHz]
  - 周波数帯域：Sub6
  - パラメータS：開放地
- 計算結果(エリア算出法による)
  - カバーエリア：424[m]
  - 調整対象地域：645[m]

❷ネットワーク・システム構成

c.設備・機器等の概要

別添エクセルで提出

❷ネットワーク・システム構成

d.許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
ローカル5G無線局	• ローカル5G免許取得に向けて事前調整中	• 日本電気株式会社がローカル5Gの無線局免許人として、総務省関東総合通信局と調整のもと、実験試験局免許の申請を行う。申請するエリアは、土地管理者である国道254号バイパスふじみ野地区土地区画整理組合と協議のもと決定する。 • 無線局免許の取得にあたり、無線局の設置予定周囲の携帯事業者や他のローカル５Ｇ等の無線局との干渉調整を実施し、合意が得られた。１１月上旬に申請完了予定。

③ ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

ソリューション　遠隔作業支援(スマートグラス　Vuzix M-400)

対象の課題	課題解決への有効性
建設労働者の減少・高齢化	ローカル5G 通信環境で、スマートグラス等を装着した複数の作業員に対してバックオフィスの熟練作業員が指示を行い、各作業員の移動時間や待機時間を削減することで労働時間を縮減できる。また、各種映像データを蓄積して教育カリキュラム等に活用することで若者でも学びやすい環境を構築する。

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
・Smart Glass Cloud(NTTドコモ)	【労働時間を縮減】 ・他ソリューションでは画面上での描画ができないが、本ソリューションでは正確に指示が出せるよう、映像上に描画ができるARポインタ機能を有しており、作業員・熟練作業員間で的確な指示やコミュニケーションができる ・他ソリューションでは１台のPCで１現場画面の投影だが、本ソリューションでは、管理者は１台のPCで複数の現場画面を見て的確に作業把握・作業指示することができる 【若者向けでも学びやすい環境】 他ソリューションと比較し、コンソーシアムにおける建設ディレクター協会の活動に合わせ、機器操作の習熟などのマニュアルの整備が容易にできる。
・Teams/Zoom	【労働時間を縮減】 ・他ソリューションは、PC／スマホで手が塞がり、画面も固定されているが、本ソリューションでは作業者の手が塞がらず、作業者目線で支援を受けることが出来る。

❸ ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

ソリューション　遠隔作業支援(スマートグラス　Vuzix M-400)

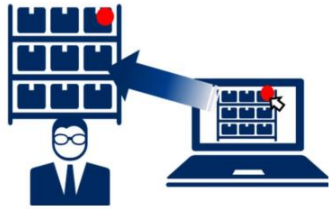
スマートグラス　Vuzix M-400

スマートグラスを利用する場合	スマートフォン/タブレットを利用する場合
両手が使える	片手が塞がってしまう
作業の継続が可能	作業を中断しなければならない

ARポインタで指示

支援者　作業者

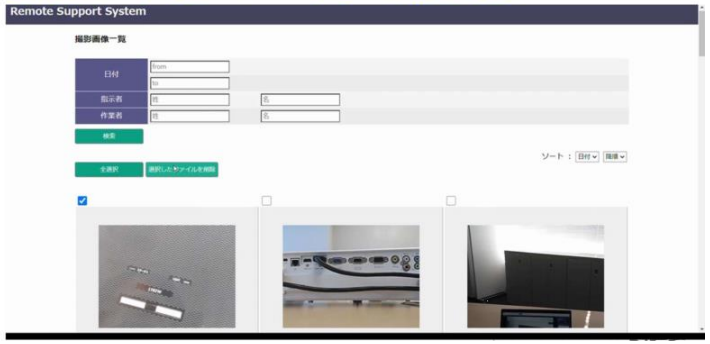
POINT　現場の映像に支援者のマウスカーソルでポインタを表示。
スマートグラス上に**AR表示**することで効率的に支援。



作業の様子を遠隔から撮影/録画が可能

支援者　作業者

POINT　支援中に**リモートからワンクリックで撮影/録画が可能。**
撮影/録画した写真や動画はクラウド上に保存され、
ブラウザ上で確認、ダウンロードが可能です。



③ ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

ソリューション　遠隔臨場(スマートグラス　Vuzix M-400)

対象の課題	課題解決への有効性
建設労働者の減少・高齢化	作業員が装着したスマートグラス等の映像を発注者が閲覧可能なWeb上に表示させることで、現場から離れた場所で臨場できる環境を構築し、現場作業員だけでなく、発注者側の移動時間も削減でき、建設業全体の効率化を図る

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
・Smart Glass Cloud(NTTドコモ)	・他ソリューションでは映像品質の選択はできないが、本ソリューションでは立ち合い時、現場の状況を詳細に把握する為に、アプリケーションで映像品質が選択でき、4Kなどの高精細な映像で把握できる。
・Teams/Zoom	・他ソリューションは、画面が固定されているが、本ソリューションでは現場作業員の目線に合わせて現場の状況を確認できる。

③ ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

ソリューション　遠隔安全管理

対象の課題	課題解決への有効性	他ソリューションに対する優位性	
		名称	比較
安全・安心な労働環境	毎日の確認が義務付けられている作業員の体調確認を行っているが、定点カメラ、3次元位置情報技術及びバイタルセンサ（体温・活動量等）等を活用した常時モニタリングを行い、さらにリアルタイム分析による作業員の危険性を迅速に監督員に通知することで、建設業における労働災害の発生を抑制でき、建設業の魅力向上につながる	T-iDigital Field（大成建設）遠隔安全管理	T-iDigital Fieldは位置情報のみだが、作業者のデジタルツイン化により、位置だけでなく、バイタルまで一元管理する。また、映像ではAI映像分析を用いて、危険の判別を行う点が優位である。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

ソリューション　遠隔作業支援

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
建設労働者の減少・高齢化	• これまでの現場環境によっては、映像の安定通信が困難だったが、ローカル5Gを用いて、同時接続状況下（定点カメラ等を含む）でも映像の安定化・高解像度化を図ることで、サービス向上を図ることができる。 • これまでは、通話でのやり取りが中心であったが、スマートグラスの活用により作業者目線での作業指示、両手をふさがずに作業ができること、また監督者から複数現場や複数作業者の状況を同時に把握できる。	• スマートグラスは軽量で現場持ち運びがしやすく、視界を遮らないため、資材が散らばっていたり足場が悪い場所が多い現場でも使い勝手が良い • スマートグラス等を装着した複数の作業員に対してバックオフィスの熟練作業員が指示を行い、各作業員の移動時間や待機時間を削減することで労働時間を縮減できる。 • 各種映像データを蓄積して教育カリキュラム等に活用することで若者でも学びやすい環境を構築することができる。 • 作業現場環境に応じて、クラウド/オンプレで構築することができる。 • 機器操作の習熟などのマニュアルの整備、業界への普及活動をすることができる。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

ソリューション　遠隔臨場

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
建設労働者の減少・高齢化	• スマートグラス映像の安定化・高解像度化を図るとともに、これまでは各サービスが統合されていなかったが、本ソリューションでは発注者側にも使いやすい各種サービスを統合した可視化プラットフォームを構築してサービス向上を図ることができる。可視化プラットフォームから、管理者から確認したい現場近くにいる作業者にアクセスすることができる。	• スマートグラスは軽量で現場持ち運びがしやすく、視界を遮らないため、資材が散らばっていたり足場が悪い場所が多い現場でも使い勝手が良い • 作業員が装着したスマートグラス等の映像を発注者が閲覧可能なWeb上に表示させることで、現場から離れた場所で臨場できる環境を構築し、現場作業員だけでなく、発注者側の移動時間も削減でき、建設業全体の効率化を図ることができる。 • 作業現場環境に応じて、クラウド/オンプレで構築することができる。 • 機器操作の習熟などのマニュアルの整備、業界への普及活動をすることができる。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

ソリューション　遠隔安全管理

対象の課題

安全・安心な労働環境

先進性・新規性

- ローカル5Gを用いて定点カメラの高解像度映像とAIによるリアルタイム分析による危険度検知の精度向上を図り、可視化プラットフォームを用いた作業員現場の一括安全管理を実現することができる。
- 作業者のデジタルツイン化により、三次元位置測位を活用したより正確な位置情報取得だけでなく、バイタルまで一元管理することができる。
- 絆創膏型のセンサにより作業者負担を軽減する。
- また、AIによる映像分析により、周辺環境との関係性をとらえ、建設現場の雑多な環境や作業者の重なる環境でも作業内容や行動を把握し、不安全行動を認識し危険を把握することができる。

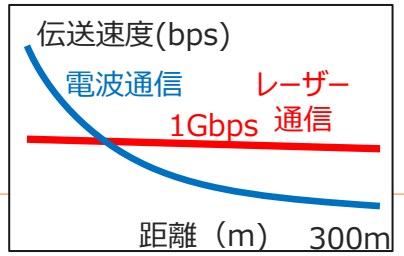
実装・横展開のしやすさ

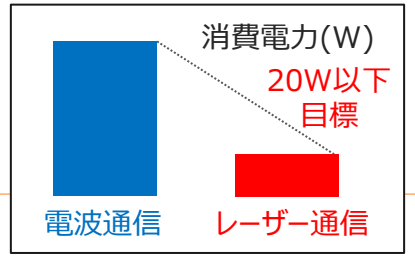
- 毎日の確認が義務付けられている作業員の体調確認を行っているが、定点カメラ、3次元位置情報技術、及びバイタルセンサ（体温・活動量等）等を活用した常時モニタリングを行い、さらにリアルタイム分析による作業員の危険性を迅速に監督員に通知することで、建設業における労働災害の発生を抑制でき、建設業の魅力向上につながる。
- バイタルセンサは絆創膏型でシートが使い捨て、充電不要であるため、作業の邪魔にならず、電源がない環境の現場でも使いやすい。位置情報のサービスを組み合わせてサービスメニュー化して提供を想定しており、危険作業が伴う場所・業種等に横展開しやすい。
- 建設ディレクター協会による現場のICT活用推進に 現場の安全衛生管理の仕組みを加え、普及・促進を図る。バックオフィスで現場の状況を把握できるよう現場改革を進める点で実装がしやすい

③ソリューション等の採用理由

c.無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴	他無線通信技術との比較	
		名称	比較結果
ローカル5G	• ローカル5Gの特性である高速通信による大容量・低遅延性 • 可搬性に優れるポータブル型のローカル５Gを使用する為、固定型と比較し、工事進捗や遮蔽物等電波環境の変化に合わせて簡単に移設することが可能である	• LPWA • Wi-Fi Halow	• 本ソリューションでは、実装時に多くのセンサ接続・映像伝送を実施するため、多接続・大容量の通信が必要でありLPWAやWiFi Halowでは実現が難しい。 • 将来建設土木現場における総合的なDXを実現するＮＷとして、大容量・低遅延が求められ、ローカル5Gが適している。
レーザー通信技術	• 無線であり、有線ケーブルの様な敷設作業が不要で重機による切断等のリスク少 • 上り回線が早く、大容量データ（映像など）のアップロードが高速化 • 無線免許が不要で手軽に利用でき、変化する現場でも迅速に拡張整備が可能 • 高指向性で他の通信との電波干渉がなく、他の様々な無線通信と組合わせた柔軟なNW整備が可能	• 電波通信	• 通信距離が延びても速度が落ちない • 低消費電力化が可能であり、CO2排出量を削減 • レーザー通信は、ビームが高指向性で電波と周波数も異なる為、電波干渉が生じない。また、レーザー同士も高指向性につき衝突干渉の可能性が低い。既存の通信を含め、他の電波通信と組合わせての拡張整備が可能。建造物や障害物が存在する場合は、中継し迂回経路により、影となる場所でもデータ伝送が可能。





❶ 実証計画

目的

NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理メニュー及びそれらを実現する可搬型ローカル5G通信を検証

- 実装に向けて、事業者（管理者、作業員）、発注者に、サービス満足度、導入意向を調査・検証
- 技術的に実装での運用が可能かどうか、映像配信等における満足度レベル、位置精度レベルを検証
- 実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か、時間短縮効果が得られるか検証

アウトカム

建設現場の効率化、建設現場の魅力向上（若手の人材確保）、労働環境の安全性向上を目指す

- 建設現場の効率化（遠隔作業支援による現場作業員の待機時間減少、遠隔作業支援による熟練工の移動時間減少、遠隔臨場による発注者・監督者の移動時間減少、遠隔安全管理による監督者の巡回時間減少）
- 労働環境の安全性向上（活動量・体表面温度によるアラート検出精度向上、危険エリアへの立ち入りアラート検出精度向上）
- 中山間舞踏における安定した通信（NEXT i-Constructionサービスの通信速度向上、ローカル5Gによる通信品質向上）

検証の概要

効果検証

- NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場メニューについて、時間短縮効果を検証

技術検証

- NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理メニューについて、スループット、位置精度レベルを検証

運用検証

- NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理メニューについて、事業者（管理者、作業員）、発注者に、サービス満足度、導入意向を調査
- 可搬型基地局による設置の容易性、及び現場の進捗に合わせた移設作業の軽減効果を検証

❷ 検証する項目・方法

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
遠隔作業支援 （スマートグラス）	Ⅰ 時間短縮	移動時間：0分 (従前は往復10分) スマートグラスの 準備時間：5分 コスト換算で 630千円/年	・作業者の支援要請(電話)から現場に到着するまでの時間を測定 ・スマートグラスの電源をいれて、作業者支援を利用できるまでの時間の測定 ・実証でサービスありと、なしで移動する場合の時間の計測	通信環境の整備コストを上回るコスト削減となることを基準に設定 ・指導者の移動時間と作業者の待機時間850千円/年・人　削減 ・実装時の効果として、指導者、作業者間でのノウハウを共有することでナレッジの蓄積や、作業者のスキル向上が期待できる
遠隔臨場 （スマートグラス）	Ⅱ 移動時間短縮	移動時間：0分 (従前は往復120分) スマートグラスの 準備時間：5分 コスト換算で 220千円/年	・実証現場は民間工事であり、実証時期に検査がない為、伊田テクノス本社を発注者と仮定。従前の移動時間は一般の地図アプリにて出した時間と実際の道路事情を考慮して算出、検証にて測定する。本ソリューションを適用した場合、移動時間はゼロととなるため、作業者によるスマートグラスの準備して、遠隔臨場を開始するまでに要する時間を測定。	
遠隔安全管理 （定点カメラ、3次元位置情報技術、バイタルセンサ）	Ⅱ 移動時間短縮	移動時間：0分 (従前は巡回に30分) コスト換算で 570千円/年	・実証なしの場合は、巡回に要する時間を測定 ・実証ありの場合は、異常があればアラートで通知されるため時間はかからない ・実証でサービスありと、なしで移動する場合の時間の計測	通信環境の整備コストを上回るコスト削減となることを基準に設定 ・監督者の移動時間　570千円/年・人削減 ・実装時の効果として、3次元位置測位による高度なデータ管理による作業者の行動履歴を管理することや、カメラによる安全管理による死亡事故を削減

投資回収期間
３年

※コスト換算の計算式はP10を参照

本実証における検証ポイントと結果

遠隔作業支援、遠隔臨場（スマートグラス）、遠隔安全管理を用いることで、移動等の時間短縮によるコスト効果が見込める。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
遠隔作業支援 （スマートグラス）	Ⅰ 時間短縮	移動時間：0分 (従前は往復10分) スマートグラスの 準備時間：5分 コスト換算で 630千円/年	・スマートグラスを用いた遠隔作業支援/遠隔臨場について、スマートグラスの装着、支援者との通話、各機能の利用を行い、スマートグラスを終了するまでの時間を計測。 ・目標値としていた準備時間 5分以内で完了し、各機能の利用も確認した。 ※各作業者の準備時間・利用時間の測定結果は下記 ※遠隔作業支援・臨場は同一ソリューション利用のため 検証結果は同一 作業者A 準備時間：32秒 利用時間：1分50秒 作業者B 準備時間：31秒 利用時間：1分20分 作業者C 準備時間：36秒 利用時間：1分30秒	・遠隔作業支援では、装着から通話終了までを５分以内に完了。これは従来熟練者から指示を受けるためにかかった時間の半分以下である。そのため、本ソリューションの建設現場での利用によって、時間短縮によるコスト効果が見込める。
遠隔臨場 （スマートグラス）	Ⅱ 移動時間短縮	移動時間：0分 (従前は往復120分) スマートグラスの 準備時間：5分 コスト換算で 220千円/年		・遠隔臨場ではスマートグラスの準備時間（30秒程度）のみで臨場が実施可能となる。従来の現場までの移動時間が120分のため、本ソリューションの導入によって、時間短縮によるコスト効果が見込める。
遠隔安全管理 （定点カメラ、3次元位置情報技術、バイタルセンサ）	Ⅱ 移動時間短縮	移動時間：0分 (従前は巡回に30分) コスト換算で 570千円/年	・定点カメラ、3次元位置情報技術、バイタルセンサを組み合わせた可視化プラットフォームを構築し、バックオフィスでデータをモニタリングできることを確認した。	・遠隔安全管理では定点カメラ、3次元位置情報技術、バイタルセンサの組み合わせで巡回が実施可能となる。従来の巡回時間が30分のため、本ソリューションの導入によって、時間短縮によるコスト効果が見込める。

各ソリューションの検証結果

a.効果検証　遠隔作業支援Ⅰ時間短縮、遠隔臨場Ⅱ移動時間短縮

検証方法

・下記シナリオで3名分の作業者側の準備時間、利用時間を計測した結果、5分以内で完了し、各機能の利用も確認した。

1. 作業者がスマートグラス、ウェアラブルカメラを装着・起動（＝準備/利用開始時刻の測定）
2. 作業者がバックオフィス担当者（熟練者）を呼び出し
3. バックオフィス担当者（熟練者）が受け付け、通話開始（＝準備終了時刻の測定）
4. バックオフィス担当者（熟練者）が現地映像を確認しながらポインタによる指示。作業者はポインタが指示するものを口頭で確認。
5. 作業者がスマートグラス、ウェアラブルカメラを終了（＝利用終了時刻の測定）

検証結果

・スマートグラスを用いた遠隔作業支援/遠隔臨場について、スマートグラスの装着、支援者との通話、各機能の利用を行い、スマートグラスを終了するまでの時間を計測。
・目標値としていた準備時間 5分以内で完了し、各機能の利用も確認した。

※各作業者の準備時間・利用時間の測定結果は下記

作業者A
　準備時間：32秒
　利用時間：1分50秒

作業者B
　準備時間：31秒
　利用時間：1分20分

作業者C
　準備時間：36秒
　利用時間：1分30秒

考察

・遠隔作業支援では、装着から通話終了までを５分以内に完了。これは従来熟練者から指示を受けるためにかかった時間の半分以下である。そのため、本ソリューションの建設現場での利用によって、時間短縮によるコスト効果が見込める。

・遠隔臨場ではスマートグラスの準備時間（30秒程度）のみで臨場が実施可能となる。従来の現場までの移動時間が120分のため、本ソリューションの導入によって、時間短縮によるコスト効果が見込める。

❷ 検証する項目・方法

b.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
遠隔作業支援 （スマートグラス）	Ⅰ 映像品質レベル	1台5Mbps以上の通信	遠隔での作業支援を実施し、画面の乱れがなく違和感なく双方向コミュニケーションができるか確認。ローカル5G端末のLAN側からバックオフィスのパソコンとの間でiperfなどのツールを用いて測定	作業支援および遠隔臨場に適用可能な品質を確保 (目標の1台5Mbps以上の通信)
遠隔臨場 （スマートグラス）	Ⅱ 映像品質レベル	1台5Mbps以上の通信		
遠隔安全管理 （3次元位置情報技術）	Ⅲ 3次元位置測位精度	高さ方向の位置精度の誤差3m以内	作業者の３次元位置測位で測位した位置情報と実際の位置情報を突合し検証 実際の位置情報は作業者の方から申告いただく想定	遠隔安全管理に適用可能な品質を確保(目標の高さ方向の位置精度の誤差3m以内)
遠隔安全管理 （バイタルセンサ）	Ⅳ ①センサーアラートの計測 ②遠隔通信の精度 ③アラート発出率	①活動量の判定フローの構築 ②データ欠損率10%未満 ③発出率100%	①模擬的に転倒や体動なしの状態を作り、発見のフローを作成し、発見アルゴリズムがフローに従っているかを検証 ②センサーメモリー格納データとサーバー格納データを比較 ③活動量と体温のデータを取得し、異常と想定される閾値を判定 作業者に絆創膏型のセンサを貼り、バイタルデータ(活動量と体表面温度)を測定し、異常と想定される閾値を超過した場合のアラート発出結果を検証 ※閾値を超えた場合、アラートが出たかどうかの精度に関しては、データログを解析し、事後的に検証することを想定 そのため、体温と活動量の推移およびアラートデータを時系列で検証する仕組みを準備して検証	①発見のアルゴリズムがフローに従い、100%計測 ②データ欠損が作業者の安全確保ができる品質かどうか、医師など複数名の評価を行う ③目標の発出率を確保できる

閾値超過	アラート発出	評価	回数
あり	あり	正	a回
あり	なし	誤	b回

アラート発出率=a/(a+b)

❷ 検証する項目・方法

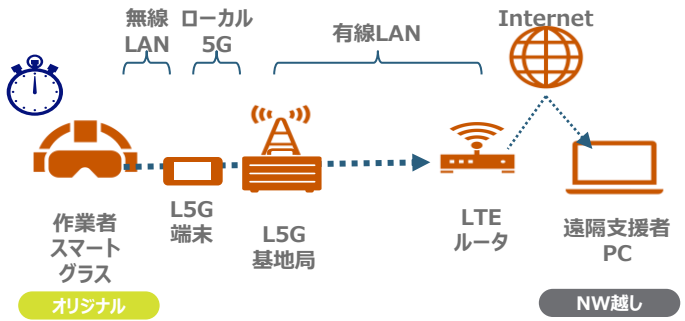
b.技術検証

	ソリューション		検証ポイント 項目	検証ポイント 目標	検証方法	実装化の要件
	様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現	V	最大通信容量を測定	UL 50Mbps /DL 15Mbps (ローカル5G)	最大通信容量を測定して、実装時実際の現場でも耐えうる通信容量であることを確認	目標の必要通信容量を確保できる
実施団体負担	基地局間の中継伝送を行うレーザー通信	V	最大通信容量を測定	可搬型ローカル5G基地局への中継伝送が十分に可能な伝送容量を確保できていること	最大通信容量をiperfで測定し、ローカル5Gの必要通信容量を確保できていることを確認する。	目標の必要通信容量を確保できる
			レーザー通信の有効性として、無線通信による相互干渉を起こさず柔軟なNW整備が可能	レーザー通信単独での最大通信容量測定結果と同等の通信容量を確保できていること	電波通信の場合には干渉が生じるような近接状態で2系統のレーザー通信を構築し、同時に通信させても互いに影響を与えず最大通信容量を確保できることを確認する。 また、Wi-Fi電波の混雑状況を確認し、 電波干渉の影響を受けることなくネットワークを構築、利用できることを確認する。	目標の必要通信容量を確保できる
実施団体負担	遠隔安全管理（定点カメラ）	VI	重機接近のアラート検出	検出率80%以上（重機に対する接近）	定点カメラとAI処理で観測し、人の重機への接近で危険と考えられる距離(閾値)を超えた場合に検出できたかどうかを検証 (実際の工事の対応では検証できないため、重機に人が接近するケースを模擬して測定）	目標の検出率を確保できる

本実証における検証ポイントと結果

構築したネットワークで、遠隔作業支援等のスマートグラスのソリューションの使用に問題ない通信容量・映像品質で利用できた。
3次元位置測位技術は、3m程度の高さで危険エリアを設定し、判定／検知ができることを確認した。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
遠隔作業支援（スマートグラス）	Ⅰ 映像品質レベル	1台5Mbps以上の通信	・遠隔作業支援ソリューションの機能を用いて、スマートグラス～クラウドサーバ間のスループットを測定した結果、実測値で以下の計測結果で、目標値を達成できていることを確認。 DL：5.10Mbps UL：5.39Mbps ・ストップウォッチ機能を作業者スマートグラスのカメラで撮影し遠隔支援者PCで表示。PC画面をキャプチャし、オリジナルとNW越しのストップウォッチの時間差を測定した結果、アプリケーション実測値の遅延時間は640msec（参考値）。	・スループットについては目標値を達成。 遅延時間については、ローカル5G区間の目標値である200msecよりも大きいが、これはクラウドサーバへの接続に利用するLTE通信の影響と考えられる。ローカル5G区間の遅延時間は、「Ⅳ-2-b-Ⅴ_最大通信容量」にあるように問題ないことを確認できている。 ソリューションは違和感なく利用できることが確認できた。
遠隔臨場（スマートグラス）	Ⅱ 映像品質レベル	1台5Mbps以上の通信		
遠隔安全管理（3次元位置情報技術）	Ⅲ 3次元位置測位精度	高さ方向の位置精度の誤差3m以内	・実証実験期間中、現場作業員の方に位置測位のためのスマートフォンを保持頂いた状態で現場作業を実施し、エリア内に設置した独自基準局と連携して、３次元位置測位を行い可視化画面に表示した。 ・設定エリア（事務所付近、調整池付近）で、エリア設定に従い、高度を含めた危険エリア判定／検知が出来ていることを確認。	・高さ情報に関しては、計測された情報から、地表面（基準局設置高度）／ 調整池内 ／地表面以上（事務所２階や、重機操縦）と分類することが可能でかつ、作業員の方に確認した実際の活動と概ね一致していることが確認できており、エリア内の作業状況の把握に有効であることが確認できた。 ・さらに、横位置の計測情報と組み合わせることで、より精度よくエリア内の状況を可視化することができており、特に遠隔地からの状況把握に有効であると考える。



本実証における検証ポイントと結果

遠隔安全管理で用いるバイタルセンサで、作業時の活動量が判断でき、50kcal未満は異常判定するべきことを確認できた。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
遠隔安全管理 （バイタルセンサ）	Ⅳ ①センサーアラートの計測	①活動量の判定フローの構築	・体表面温度に関しては、貼り付け当初は、体温計による実測値に対して低め1～2度低めの数値となるも、装着後１時間経過には誤差1度以内となることを確認。 ・体表面温度と活動量（消費カロリーカウント）を組み合わせることで、装着時とそうでない時間帯の判別が可能である。活動量が128を目安に作業員が活動しているか、していないかを判定する。個人差はあるが作業時には概ね作業時には200～250の数値を示しており、作業時間を捕捉可能である。 ・体表面温度と活動量（消費カロリーカウント）が50以下、かつ体温が30度未満を示す場合は、バイタルセンサを取り外し時であることがわかった。	・作業時間帯の中で、体温が35度±2内で活動量が50未満の場合は異常判定すべきと判断。 ・体温が30度未満かつ活動量が50未満の場合は、取り外し時と判定し、体表面温度と活動量のデータを分析データから除くことでバイタル情報の分析精度を向上させることができる。 ・今回、外気温が低かったため、作業時間帯での急激な体温上昇は見られなかったが、昼休みの休憩時間帯では、体温上昇を捉えられていた。今後は、夏時期に実証し、熱中症等の異常発熱をとらえるため追加のデータ検証が必要である。合わせて外気温データも測定したい。
	②遠隔通信の精度 ③アラート発出率	②データ欠損率10%未満 ③発出率100%	比較的通信が安定している、1/24の13:00～14:00のデータに着目し確認を実施。 ②遠隔通信の精度については、1秒周期の通信のため、１時間のデータ通信数の期待値は 3,600回。該当期間にサーバに保存されたデータ数は、 3,327個。 不足データ数は 273個で、データ欠損率は 8%。 ③該当時間のアラート発出数は6回。サーバ保存のデータから確認した閾値超過数は6個。アラート発生率は100%。	・データ欠損率は、8%と目標以上の数値であることを確認。データ数は、サーバに到達した通信数にて確認しているため、センサ以外の通信経路で欠損している可能性もあり、センサとしては十分な通信が行われていると考える。 ・アラーム発出率は、100%の発出率で閾値に応じて適切にアラーム発出ができていることを確認

閾値超過	アラート発出	評価	回数
あり	あり	正	a回
あり	なし	誤	b回

アラート発出率=a/(a+b)

本実証における検証ポイントと結果

NEXT i-Constructionサービスの実現する通信として、ローカル5Gとレーザー通信を用いることで、目標通信容量を満足する結果を得た。

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現 (ローカル5G)	V 最大通信容量を測定	UL 50Mbps /DL 15Mbps (ローカル5G)	・目標値を満足する測定地点として、基地局から最も遠い168mの距離以内では、所要の目標値（UL 50Mbps /DL 15Mbps）を満足する結果を得た。 ・ローカル５Gの通信品質として、pingによる伝送遅延の測定も実施し、基地局から最も遠い168mの距離以内では、目標値である遅延時間が100m秒（往復の場合は200m秒）を満足する結果を得た。 ・基地局の移設による伝送スループットが向上することを確認した。	・ポータブル型のローカル５Gを使用した場合、工事進捗や遮蔽物等電波環境の変化に合わせて簡単に移設し、最大通信容量を向上させることが可能であると評価される。
実施団体負担 基地局間の中継伝送を行うレーザー通信	V 最大通信容量を測定	可搬型ローカル5G基地局への中継伝送が十分に可能な伝送容量を確保できていること	・ローカル5Gに必要とされる目標通信容量に対して、十分な通信容量を確保できていた。 ※通信容量測定結果（iperfで測定） UL：196Mbps DL：196Mbps ・工事現場における地面の振動や強風により装置が動揺することで、断続的なレーザー通信の光軸外れが発生し、通信品質が悪化することを確認した。	・可搬型ローカル5Gのバックホール中継伝送を無線通信で可能とした。 ・強風や振動等の外乱影響による光軸のずれに対し、光軸維持性能を向上させるとともに、外乱による通信品質の悪化に対しては、品質確保のための回線制御を改良する余地がある。
	レーザー通信の有効性として、無線通信による相互干渉を起こさず柔軟なNW整備が可能	レーザー通信単独での最大通信容量測定結果と同等の通信容量を確保できていること	・近接状態の2系統のレーザー通信において、レーザー通信単独での最大通信容量と同等の通信容量を確保できていた。 ※通信容量測定結果（iperfで測定） UL：196Mbps DL：196Mbps ・Wi-Fi電波が多く飛び交う状況においても、電波干渉の影響を受けることなくネットワークを構築し、支障なく通信利用できていることを確認できた。	・複数のレーザー通信の干渉を起こすことなく通信回線を構築できること、および電波干渉の影響を受けないことを確認できた。このことから、現場での需要に合わせて柔軟に中継ネットワークを整備できると考えられる。

本実証における検証ポイントと結果

遠隔安全管理（定点カメラ）で、重機接近アラートを、目標値を上回る検出率で検出できることを確認した。

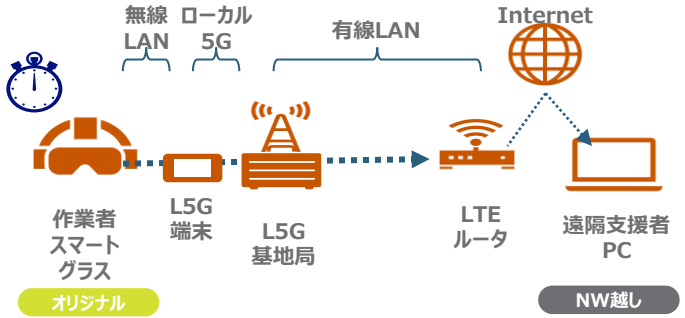
	ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
		項目	目標		
実施団体負担	遠隔安全管理（定点カメラ）	VI 重機接近のアラート検出	検出率80%以上（重機に対する接近）	・実際の工事の対応では検証できないため、重機に人が接近するケースを模擬して、技術の動作確認を行った結果、2種類の重機に対して重機接近アラートの検出ができ、目標値 80%を凌駕する重機接近検知率89.3%を確認した。 ・さらに、検出に影響を与えうる要因として次の 2 つ観点、(1)日照変化に対する検知性能: 昼・夕方の条件、(2)重機への接近パターンに対する検出性能: カメラに対する重機・人物の接近方向の条件、から検出対象が置かれる各条件における検出耐性を調査した。その結果、いずれの条件においても目標である重機接近検知率80%以上を達成した。	・誤検出例分析の結果、昼の場面や作業者が重機に一部遮蔽されてしまう場面において人検知に失敗し、検知率が相対的に低くなる傾向を確認した。上記のような場面においては、人を検知するための昼間の AI 学習用データの増強や重機による遮蔽を緩和するような複数台カメラの配置を検討することで、より高い検出率を達成できる見込みである・

各ソリューションの検証結果

b.技術検証　遠隔作業支援Ⅰ映像品質レベル、遠隔臨場Ⅱ映像品質レベル

検証方法		検証結果	考察
スループット測定	・遠隔作業支援ソリューションの機能を用いて、スマートグラス～クラウドサーバ間のスループットを測定。	・目標値 ５Mbps以上 ・実測値 DL：5.10Mbps UL：5.39Mbps	・スループットについては目標値を達成。 遅延時間については、ローカル5G区間の目標値である200msecよりも大きいが、これはクラウドサーバへの接続に利用するLTE通信の影響と考えられる。ローカル5G区間の遅延時間は、「Ⅳ-2-b-Ⅴ_最大通信容量」にあるように問題ないことを確認できている。 ソリューションは違和感なく利用できることが確認できた。
（参考） 映像遅延時間測定	・ストップウォッチを作業者スマートグラスのカメラで撮影し遠隔支援者PCで表示。 PC画面をキャプチャし、オリジナルとNW越しのストップウォッチの時間差を測定	・アプリケーション実測値 遅延時間640msec （参考値）	

構成



写真を追加予定→NEC対応済み

各ソリューションの検証結果

b.技術検証　遠隔安全管理　Ⅲ 3次元位置測位精度

検証方法

・実証実験期間中、現場作業員の方に位置測位のためのスマートフォンを保持頂いた状態で現場作業を実施。
・エリア内に設置した独自基準局と連携して、３次元位置測位を行い可視化画面に表示する。
※L5G、レーザ通信の検証も同時に行われているため、安定して通信ができている時間帯のデータ取得／検証を行う。

検証結果

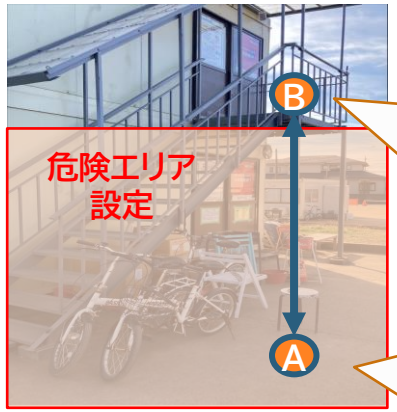
・設定エリア（事務所付近、調整池付近）で、エリア設定に従い、高度を含めた危険エリア判定／検知が出来ていることを確認。

・事務所付近と思われる位置の高さ誤差を図に示す。
検証期間中 90%以上のデータが誤差3m以内の範囲に収まっており、目標の精度を達成している。
事務所付近高度：TP 6.5m
スマホの位置は腰高を想定し、地表面より1m程度の位置で保持されている想定

考察

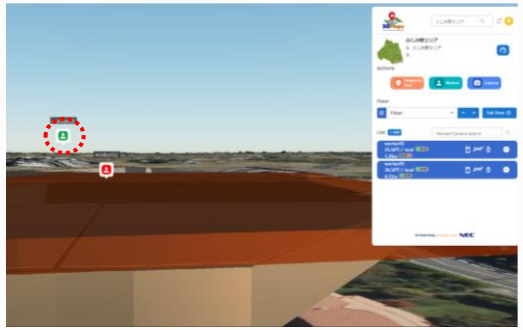
・高さ情報に関しては、計測された情報から、地表面（基準局設置高度）／　調整池内　／地表面以上（事務所２階や、重機操縦）と分類することが可能でかつ、作業員の方に確認した実際の活動と概ね一致していることが確認できており、エリア内の作業状況の把握に有効であることが確認できた。
・さらに、横位置の計測情報と組み合わせることで、より精度よくエリア内の状況を可視化することができており、特に遠隔地からの状況把握に有効であると考える。

危険エリア侵入検知確認
（事務所付近の例）
設定高度：-1.05m ～ 2.95m



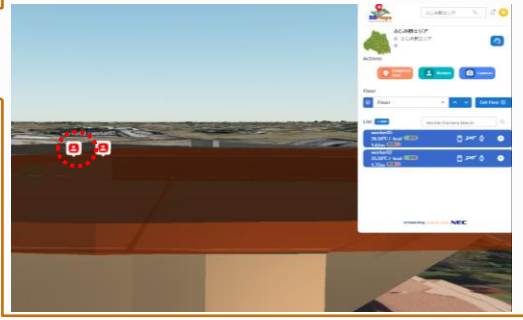
結果：エリア設定に従い、高度を含めた危険エリア判定／検知が出来ていることを確認

B地点での可視化PF表示



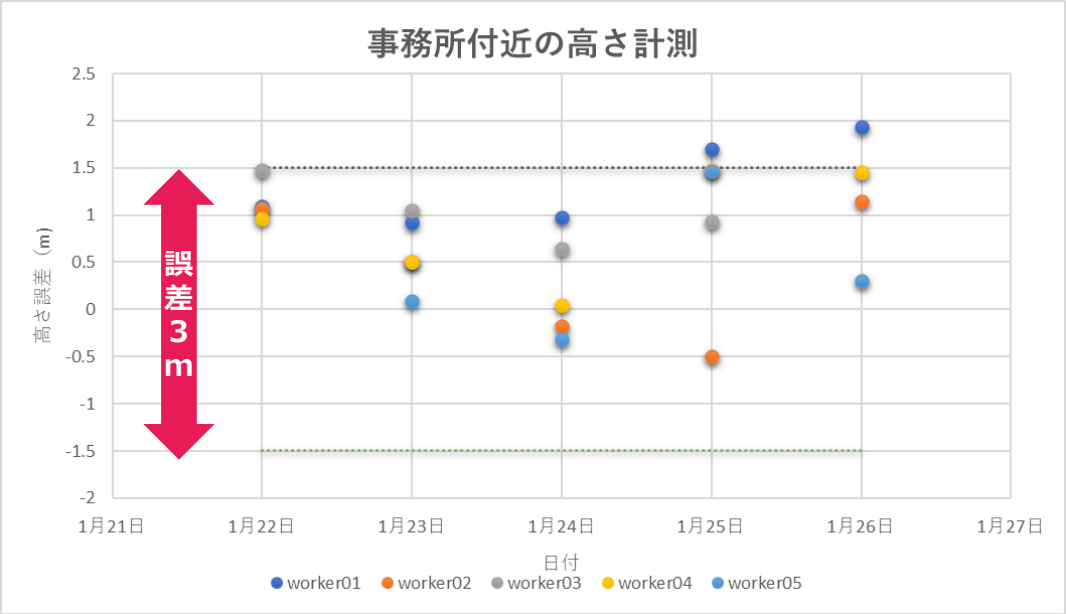
横方向では、危険エリア内だが高さが範囲外のため、危険エリアの判定外

A地点での可視化PF表示



横方向の情報と高さ情報がそれぞれ危険エリア内であるため、危険エリア判定

※実証期間：5日間　（1/22～1/26）
※実証デバイス数：5デバイス



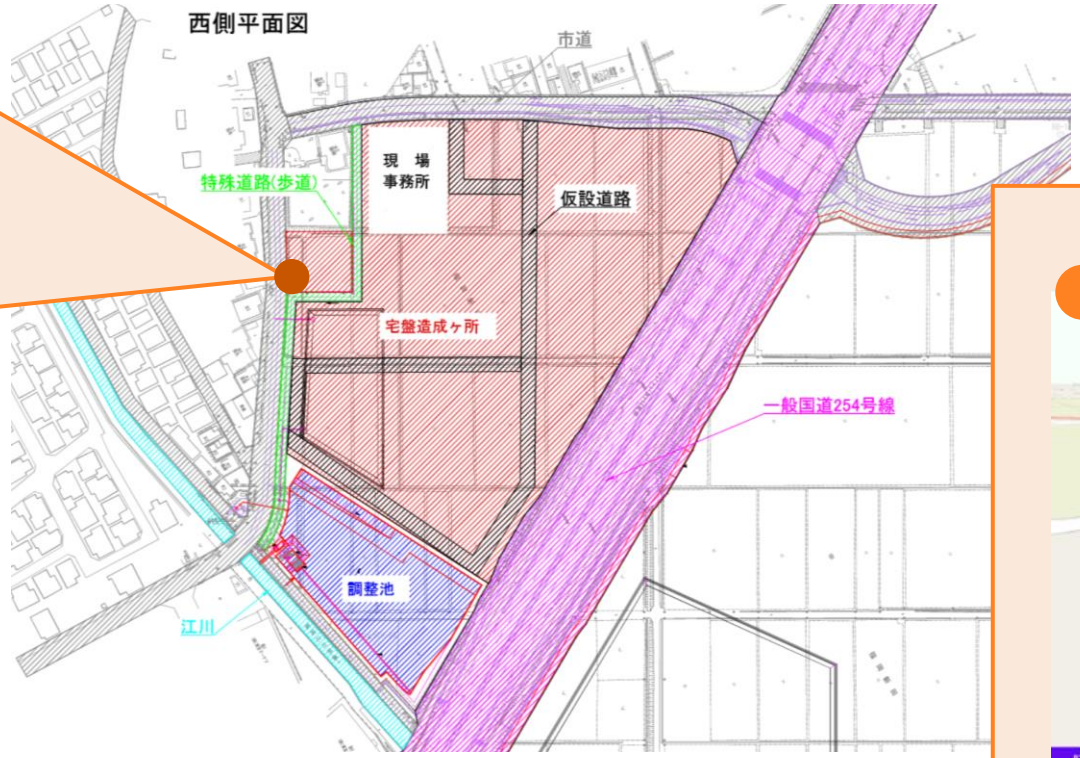
各ソリューションの検証結果

b.技術検証　遠隔安全管理　Ⅲ 3次元位置測位精度

検証方法詳細

・エリア内に設置した独自基準局と連携して、３次元位置測位を行い可視化画面に表示。

独自気圧基準局
TP 6.6m地点に設置
基準局設置高度を地表面0mとする



スマートフォンアプリ画面

計測中画面

バイタルセンサ
連携画面

連携中のバイタルセンサ
MACアドレスを表示

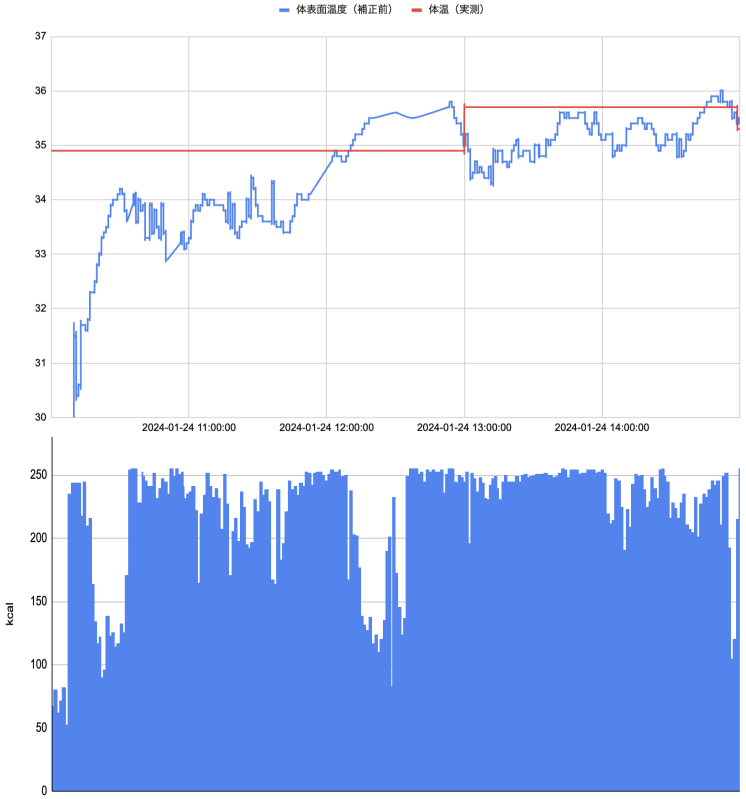
各ソリューションの検証結果

b.技術検証　遠隔安全管理（バイタルセンサ）　Ⅳ ①センサーアラートの計測

検証方法

・作業者に絆創膏型のセンサを貼り、バイタルデータ(活動量と体表面温度)を測定し、異常と想定される閾値を超過した場合のアラート発出結果を検証

※閾値を超えた場合、アラートが出たかどうかの精度に関しては、データログを解析し、事後的に検証することを想定
そのため、体温と活動量の推移およびアラートデータを時系列で検証する仕組みを準備して検証



検証結果

・装着直後は異常値を示すも、取り付けから１時間経過後は実測値の体温との差異は概ね±1度以内に抑えられている。12時から13時は昼休憩につき、屋内で過ごしていることから体温上昇が認められるも正常値の範囲である。

・午後は、気温上昇や作業による体温上昇が認められるも正常範囲内である。次回、検証時には外気温も合わせて取得することで、体温上昇の要因を分析する。一部データが欠損している時間帯もがあったがBluetoothの接続不良やアプリとの連携ができていなかったものと考えられる。

・体表面温度と活動量（消費カロリーカウント）を組み合わせることで、装着時とそうでない時間帯の判別が可能である。活動量が128を目安に作業員が活動しているか、していないかを判定する。個人差はあるが作業時には概ね作業時には200~250の数値を示しており、作業時間を捕捉可能である。

・体表面温度と活動量（消費カロリーカウント）が50以下、かつ体温が30度未満を示す場合は、バイタルセンサを取り外し時であることがわかった。

考察

・ 取り付け後30分程度の異常値を除けば、概ね基準値内の変化を示していることから、体温上昇による異常検知は可能であると考えている。誤差を鑑みて±2~3度の体温の変化は、異常検知し、まずは健康状態のモニタリングを実施すべきである。

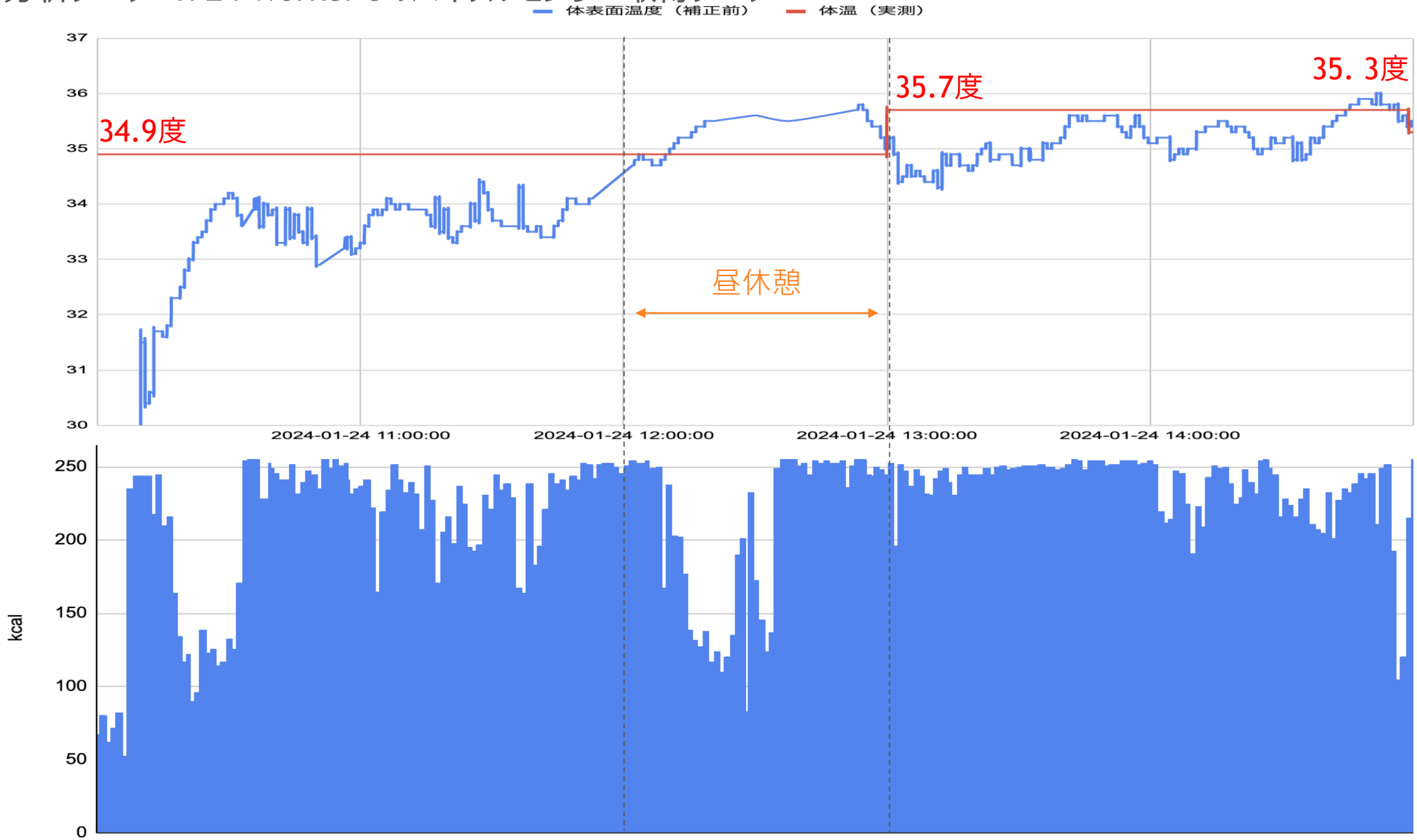
・体温が30度未満かつ活動量が50未満の場合は、取り外し時と判定し、体表面温度と活動量のデータを分析データから除くことでバイタル情報の分析精度を向上させることができる。

・今回、外気温が低かったため、作業時間帯での急激な体温上昇は見られなかったが、昼休みの休憩時間帯では、体温上昇を正確に捉えられていた。今後は、夏時期に実証し、熱中症等の異常発熱をとらえるため追加のデータ検証が必要である。合わせて外気温データも測定することで、体温上昇が作業によるものか、外気温によるものかの棲み分けを行うことで、異常検知精度を向上させたい。

作業時間帯の中で、体温が35度±2度以内で活動量が50未満の場合は、異常判定すべき。通話により健康状態のモニタリングを実施すべきと判断。

また転倒時や重機との衝突時は、ジャイロセンサーにて補足している活動量が急上昇するため、活動量が急激な上昇を示した後に、活動量が50未満となった場合は、事故発生で動けなくなっている可能性があるため、こちらも異常と判定し、健康状態のモニタリングを実施すべきである。

分析データ　1/24 Worker 3のバイタルセンサー取得データ



各ソリューションの検証結果

b.技術検証　様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現　Ⓥ最大通信容量の測定（L5G）

検証方法

最大通信容量の測定	様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの最大通信容量の測定を実施した。 目標値は、伝送スループットUL 50Mbps/DL 15Mbps（ローカル５G）であり、この目標値で測定したiPerfによる伝送スループットの測定を実施した。
通信品質の測定	ローカル５Gの通信品質として、pingによる伝送遅延の測定も実施した。 目標値は遅延時間が100m秒であり、往復の場合は200m秒である。
採用通信技術の特徴の検証（追加事項）	追加の測定地点⑩と⑪を確保し、また基地局は移設し、合計2つの基地局設置場所での、伝送スループットの測定を実施し、比較した。

検証結果

・赤色が目標値を満足する測定地点である。
目標値を満足する測定地点としては④が基地局から最も遠い地点であり、168mの距離がある。その距離以内では所要の目標値を満足する結果を得た。

・また、通信品質も遅延測定の結果も同じ測定地点④～⑨で目標を満足した。

・更に、通信技術の特徴の検証では基地局移設の効果が伝送スループット測定で十分あることを検証した。

考察

・建設土木現場において可搬型ローカル５Gが、大容量・低遅延である事が検証できた。
また、工事進捗や遮蔽物等電波環境の変化に合わせて簡単に移設可能で、移設によるスループット向上効果も検証できた。以上のことから、大容量・低遅延が求められる建設土木現場における総合的なDXを実現するＮＷとして、ローカル5Gが適していると考察される。

※測定地点の説明
通信容量と通信品質の測定において、その測定地点は、右図の通り定点カメラやスマートグラスを使用する付近を含む複数の地点を選定した。
また、採用通信技術の特徴である可搬性の効果は、基地局の位置を③付近に移設し場所を変え新測定地点も設定し測定を実施した。

測定結果　伝送スループットUL50Mbps[測定地点毎]

各ソリューションの検証結果

b.技術検証　様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現　Ⓥ最大通信容量の測定（L5G）

検証方法詳細

様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Construction サービスの最大通信容量の測定を実施した。
目標値は、伝送スループットUL 50Mbps/DL 15Mbps（ローカル５G）であり、この目標値を設定値としてiPerfによる伝送スループットの測定を実施した。

また、ローカル５Gの通信品質として、pingによる伝送遅延の測定も実施した。目標値は遅延時間が100m秒であり、pingでの往復測定の場合は200m秒である。

測定地点は、定点カメラやスマートグラスを使用する付近を含む複数の地点（９地点）を選定した。
基地局の位置や各測定地点での測定結果を以下に示す。

また、採用通信技術の特徴の検証を追加し実施した。
これは、可搬性に優れるポータブル型ローカル５Gは、工事進捗や遮蔽物等電波環境の変化に合わせて簡単に移設することを可能をする特徴を持つ為、その移設の効果を検証した。

※略語
LOS：line of Sight（見通し）
DL：Down Link（下り方向）
UL：Up Link（上り方向）

測定環境の説明（測定方法及び基地局の位置、測定地点）

【測定方法】L5G基地局から接続した作業車両内のパソコンと実証エリア内の複数箇所の測定地点にローカル5G端末を設置し、それらの間通信で、iperfによるスループットとpingによる遅延時間を測定した。
【測定地点】基地局の位置と測定地点は下記図の通りとした。

測定地点	距離[m]	ｱﾝﾃﾅ高[m]	補足
L5G基地局	－	2.0	
測定地点1	195	1.5	
測定地点2	216	1.5	
測定地点3	200	1.5	
測定地点4	158	1.5	
測定地点5	137	1.5	
測定地点6	95	1.5	ｽﾏｰﾄｸﾞﾗｽ付近
測定地点7	104	1.5	
測定地点8	59	1.5	
測定地点9	59	1.5	固定ｶﾒﾗ付近

補足事項
見通し　：全測定地点LOS(Line of sight)で選定
距離：基地局と測定地点間の伝搬距離

各ソリューションの検証結果

b.技術検証　様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現　Ⓥ最大通信容量の測定（L5G）

測定結果　伝送スループット（地図上表示）

地図上にローカル５G基地局位置と複数測定地点の測定結果をそれぞれマーカーで色分け表示した。
測定項目：伝送スループット(DL)、伝送スループット(UL)

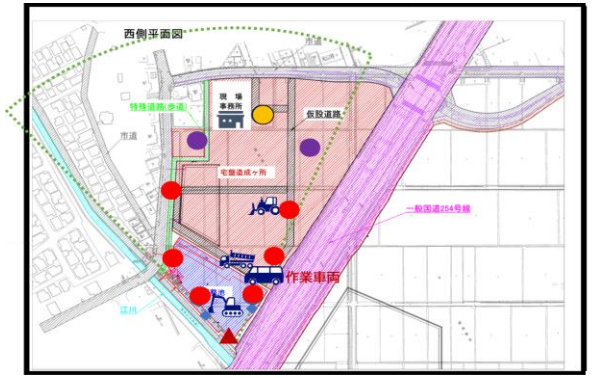
【結果】
実証場所である定点カメラやスマートグラスを使用する付近の場所において、目標値(DL:15Mbps/UL50Mbps)を満たす結果となった。

測定結果　伝送スループットDL15Mbps[測定地点毎]

スループット[Mbps]	色
10～15	●
5～10未満	●
5未満	●
―	●
―	●

▲：ローカル5G基地局

測定結果　伝送スループットUL50Mbps[測定地点毎]



スループット[Mbps]	色
40～50	●
30～40未満	●
20～30未満	●
10～20未満	●
10未満	●

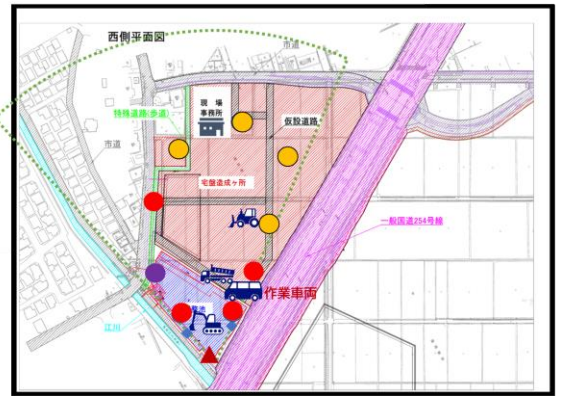
▲：ローカル5G基地局

測定結果　伝送遅延（地図上表示）

地図上にローカル５G基地局位置と複数測定地点の測定結果をそれぞれマーカーで色分け表示した。
測定項目：伝送遅延（測定地点の移動機を通じてPINGを発信し、作業車両内のPCとの折り返しで測定）

【結果】
定点カメラやスマートグラスを使用する付近を含む距離において、目標値(200m秒)を満たす結果となった。

測定結果　伝送遅延の結果報告[測定地点毎]



遅延[m秒]　往復	色
100未満	●
100～200未満	●
200～500未満	●
500～1000未満	●
1000以上	●

▲：ローカル5G基地局

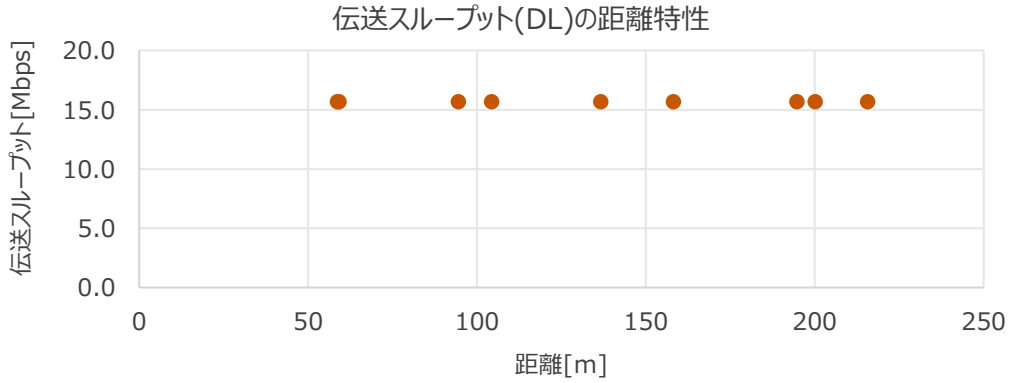
各ソリューションの検証結果

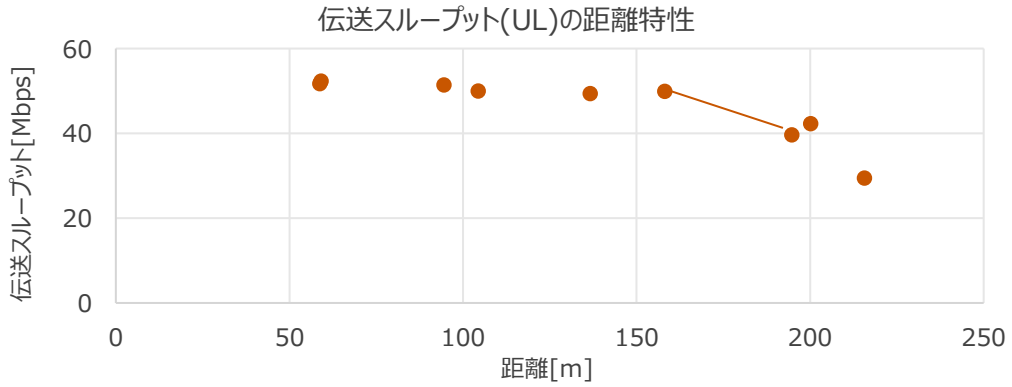
b.技術検証　様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現　Ⓥ最大通信容量の測定（L5G）

測定結果　伝送スループットの距離特性

伝送スループット距離特性のグラフを以下に示す。

【結果】
伝送スループットの目標値が確保できる基地局からの最大距離は、下記の通りである。
DL：目標値(15Mbps)は測定距離の最大値215m付近迄にスループットの低下はない。
UL：目標値(50Mbps)は158mから200m迄の間にスループットの低下する最遠地点がある。

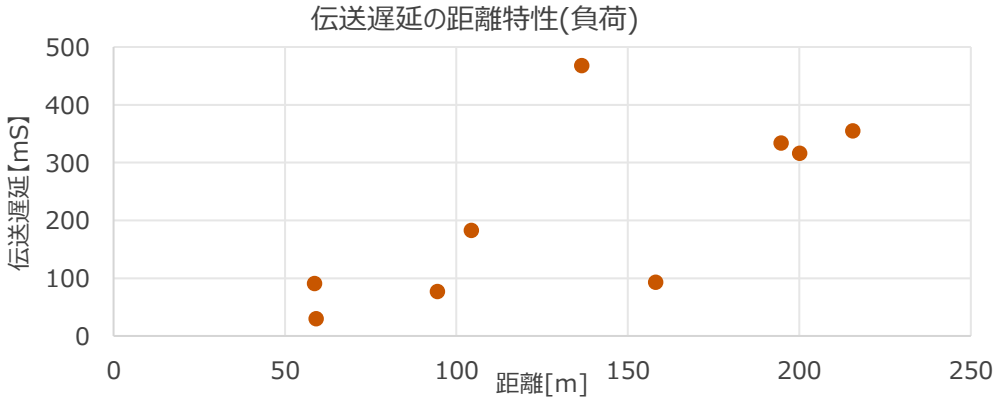




測定結果　伝送遅延の距離特性

伝送遅延の距離特性のグラフを以下に示す。

【結果】
伝送遅延の目標値（往復：200mＳ）が確保できる基地局からの最大距離は、測定地点④で最大で158mである。グラフより158mから200m迄の間に伝送遅延の目標値を超える劣化地点があると推定される。
なお、137m（測定地点⑤）で、測定値が大きく劣化している。これは他の測定地点④や同地点での伝送スループットの正常性から考慮し、本項目の測定時に伝搬路で一時的な伝搬障害物（作業員や部材移動等）があり、その影響で伝搬ロスが大きくなった為と推定される.



各ソリューションの検証結果

b.技術検証　様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現　Ⓥ最大通信容量の測定（L5G）

採用通信技術の特徴（可搬性に優れるポータブル型のローカル５G）

採用通信技術の特徴を検証した。
可搬性に優れるポータブル型ローカル５Gを採用し、固定型と比較し、工事進捗や遮蔽物等電波環境の変化に合わせて簡単に移設することが可能である。その移設の効果を確認する為に以下の技術検証を実施した。

測定環境の説明（測定方法及び基地局の位置、測定地点)
下図の通り、追加の測定地点⑩と⑪を確保し伝送スループットの測定を実施した。基地局１と２の2つの基地局の場所との通信で伝送スループットを測定した。測定方法は最大通信容量の方法と同じとした。

測定環境の説明（LOSの説明)
測定地点⑩と⑪の伝搬環境
⑩と⑪は工事都合で測定時に窪地となっており、基地局１から見通しが悪くLOSを確保できない。
基地局２からは見通しはほぼ確保できた。
なお、伝搬距離は下表のとおりである。

追加の測定地点⑩と⑪

測定地点	ｱﾝﾃﾅ高 [m]	BS1との距離 [m]	BS2との距離 [m]	補足
L5G 基地局１	2.0	－	－	BS1
L5G 基地局２	2.0	－	－	BS2
測定地点⑩	1.5	126	87	
測定地点⑪	1.5	110	103	

測定結果　可搬性に優れるポータブル型のローカル５G

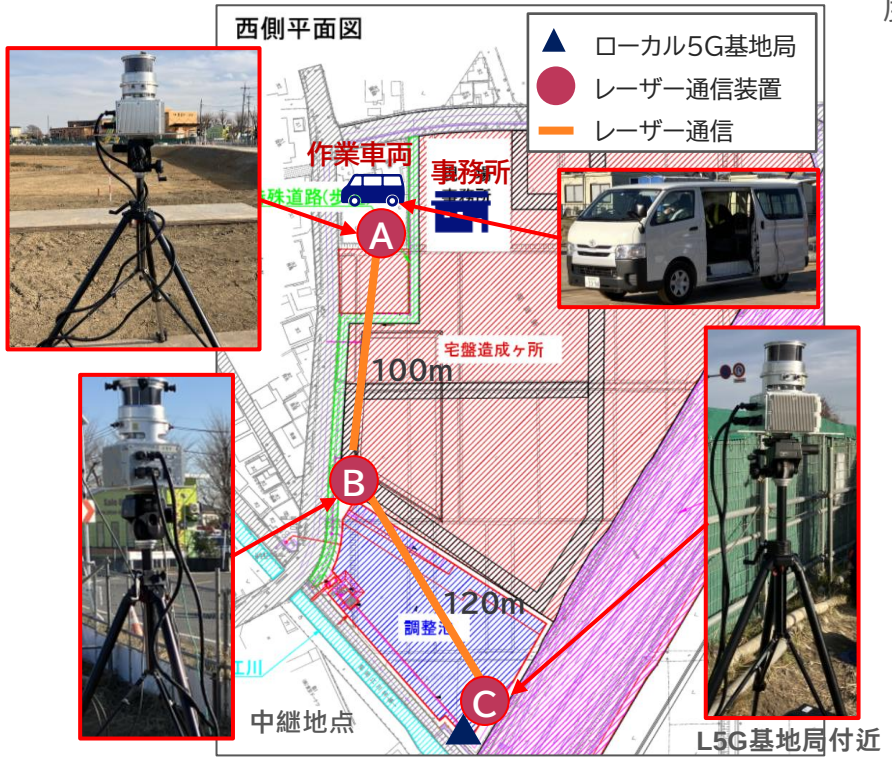
【結果】
基地局２への移設による伝送スループットの向上値（UL）は、
測定地点⑩で20.2Mbps、測定地点⑪で35.2Mbpsとなった。
以上より、ポータブル型のローカル５Gを使用した場合、工事進捗や遮蔽物等電波環境の変化に合わせて簡単に移設し、最大通信容量を向上させることが可能であると評価される。
DL方向については、基地局１も基地局２も目標値を満足している。これは基地局の送信電力が十分であることよると推定される。

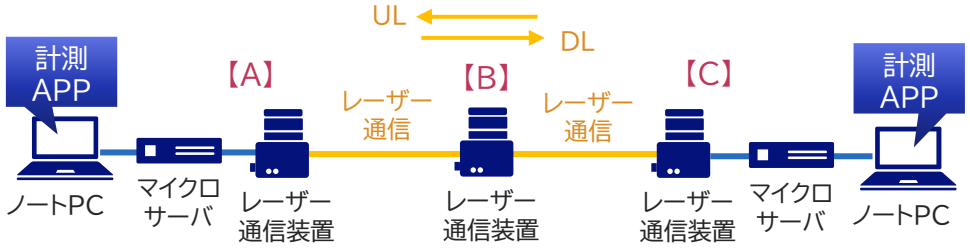
測定地点	DL/UL	基地局1 [Mbps]	基地局2 [Mbps]	基地局２へ移設による向上値 [Mbps]
⑩	DL	15.7	15.7	－
	UL	26.1	46.3	20.2
⑪	DL	15.7	15.7	－
	UL	16.0	51.2	35.2

各ソリューションの検証結果

b.技術検証　様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現　Ⓥ最大通信容量の測定（レーザー通信）

実験システム構成





検証方法

・レーザー通信区間の両端に接続したPC間にて、通信速度とパケットロス率をiperf、遅延時間をpingで計測する。

検証結果

・測定結果は表の通りとなり、UL/DLともにローカル5Gに必要とされる目標通信容量に対して、十分な通信容量を確保できていた。
・本検証時において、工事現場における地面の振動や、時折吹く強風により装置が動揺することで、断続的にレーザー通信の光軸が外れてしまうケースが発生していることがわかった。
これによって通信品質の悪化や一時的な通信リンク断が発生し、数%～数十%のパケットロスが出ていた。

通信方向	最大通信容量	パケットロス率	平均遅延時間
UL	196Mbps	0.04%	3ms
DL	196Mbps	0.12%	3ms

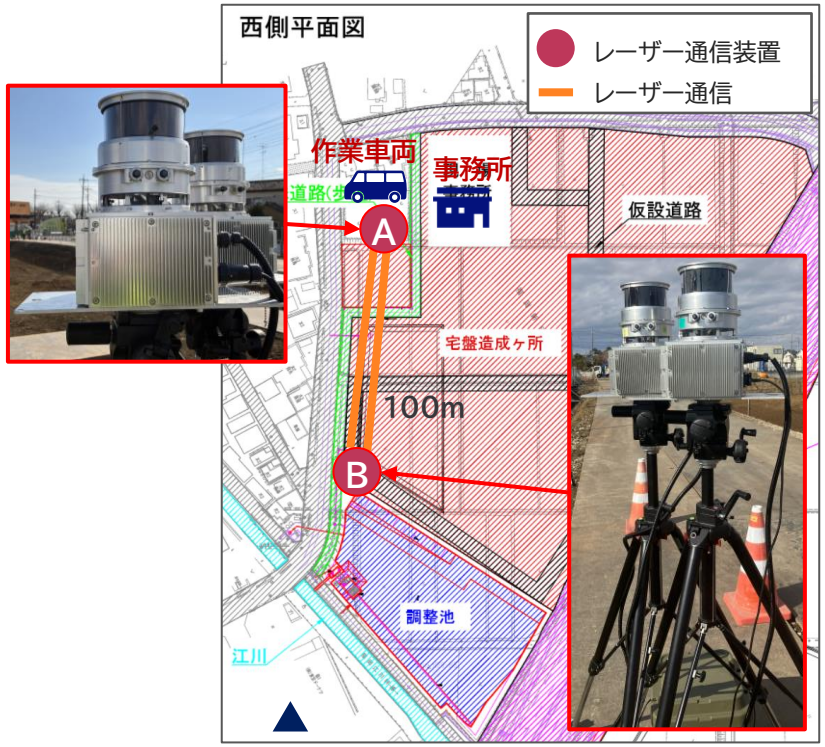
考察

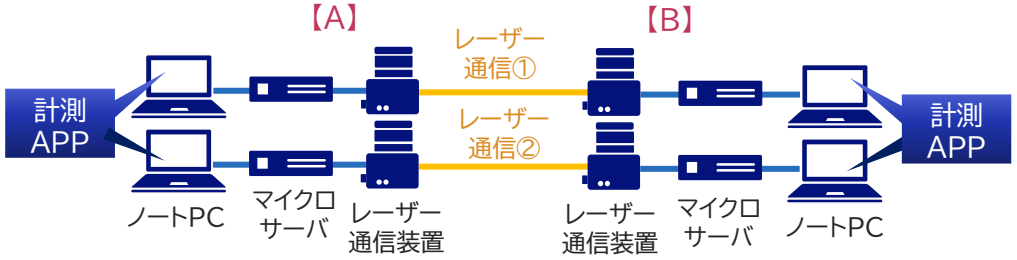
・可搬型ローカル5Gのバックホール中継伝送を無線通信で可能とした。
・強風や振動等の外乱影響による光軸のずれに対して、光軸維持性能を向上させる。
・外乱による通信品質の悪化に対しては、品質を確保するために回線制御の改良の余地がある。

各ソリューションの検証結果

b.技術検証　様々なメニューを組み合わせたNEXT i-Constructionサービスの実現　Ⓥレーザー通信技術の有効性

機材配置





検証方法

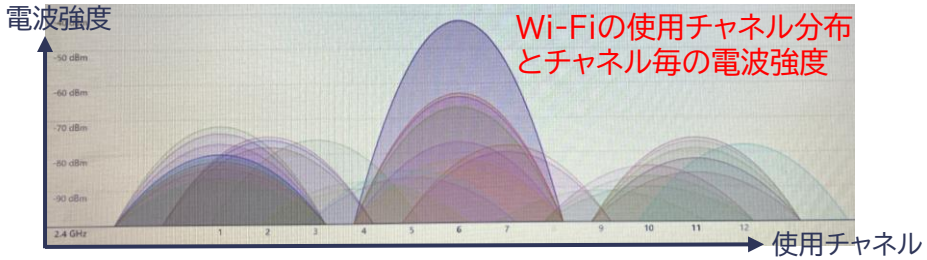
・電波通信では干渉が生じるような近接状態で2系統のレーザー通信を構築し、同時に通信させても互いに影響を与えず最大通信容量を確保できることを確認する。通信容量は各系統毎にiperfで計測する。
・実験場所付近におけるWi-Fi電波の混雑状況を確認し、Wi-Fi電波が飛び交う状況においても、電波干渉の影響を受けることなくネットワークを構築、利用できることを確認する。

検証結果

・測定結果は表の通りとなり、1系統目、2 系統目のUL/DLともにレーザ―通信単独での最大通信容量測定結果と同等の通信容量を確保することができていた。
・Wi-Fi電波が多く飛び交う状況においても、電波干渉の影響を受けることなくネットワークを構築、利用できていることを確認できた。

系統	最大通信容量（UL）	最大通信容量（DL）
1系統目	196Mbps	196Mbps
2系統目	196Mbps	196Mbps

・Wi-Fi電波の混雑状況を解析ツールで可視化
　本検証時には、56チャネルのWi-Fi電波が現場に飛び交っており、Wi-Fi接続が不安定になっていた。



考察

・複数のレーザー通信の干渉を起こすことなく通信回線を構築できること、および電波干渉の影響を受けないことを確認できた。このことから、現場での需要に合わせて柔軟に中継ネットワークを整備できると考えられる。

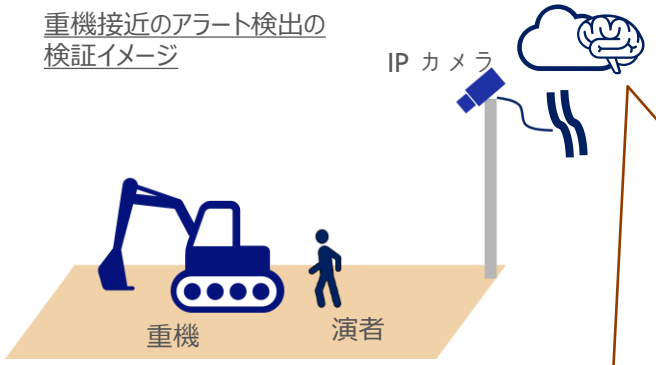
各ソリューションの検証結果

b.技術検証　遠隔安全管理（定点カメラ）　Ⅵ 重機接近のアラート検出

検証方法

・定点カメラと行動認識 AI*1 で観測し、人の重機への接近で危険と考えられる距離(閾値)を超えた場合に重機への接近アラート検出できたかどうかを検証
(実際の工事の対応では検証できないため、演者を用いて静止中の重機に人が接近するケースを模擬して測定)

重機接近のアラート検出の検証イメージ



*1 参考:行動認識 AI

・人と物の関係性を考慮した行動認識 AI
・業務現場に設置したカメラから、複数作業者の作業内容や不安全行動をリアルタイムに認識することで現場の生産性向上や安全性向上に貢献

人とモノ（重機）の位置関係により重機接近を検出可能

検証内容

検証項目	実施概要
Ⅰ 重機接近検知の基本動作検証	建設現場で主として用いられるショベルカーとブルドーザーの 2 種類に対し、重機接近検知の動作検証を行う。
Ⅱ 日照変化に対する検知性能検証	昼と夕方の 2 パターンで検知性能評価を行い、重機接近検知に与える実環境の要因の調査を行う。
Ⅲ 重機への接近パターンに対する検知性能検証	カメラに対する重機の向き、および作業者の重機への接近方向の組み合わせからなる複数パターンに対して、重機接近検知の性能評価を行う。

上記検証項目に対し、検出率 80% 以上を達成することが目標

性能評価指標：検出率の定義

- 実証実験にて撮影した全ての重機接近イベント*1に対して重機接近範囲*2に侵入してから、人の歩行速度や重機の大きさに鑑み安全性を担保できる 2 秒以内に正しくアラートを上げた割合

*1: 重機接近イベント：重機接近範囲外から接近範囲内に侵入した事象
*2: 重機接近範囲は右図例のように実スケール約 5 m となるような範囲を画像上で定義

重機接近範囲例

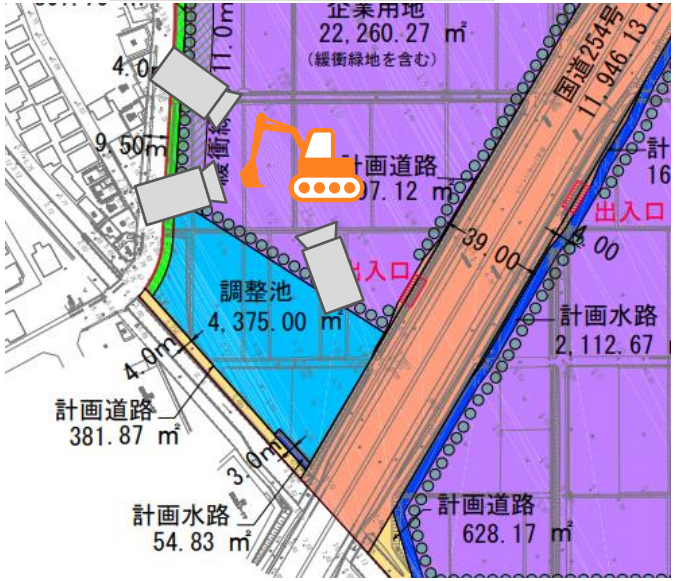
各ソリューションの検証結果

b.技術検証　遠隔安全管理（定点カメラ）　Ⅵ 重機接近のアラート検出

検証用データ概要

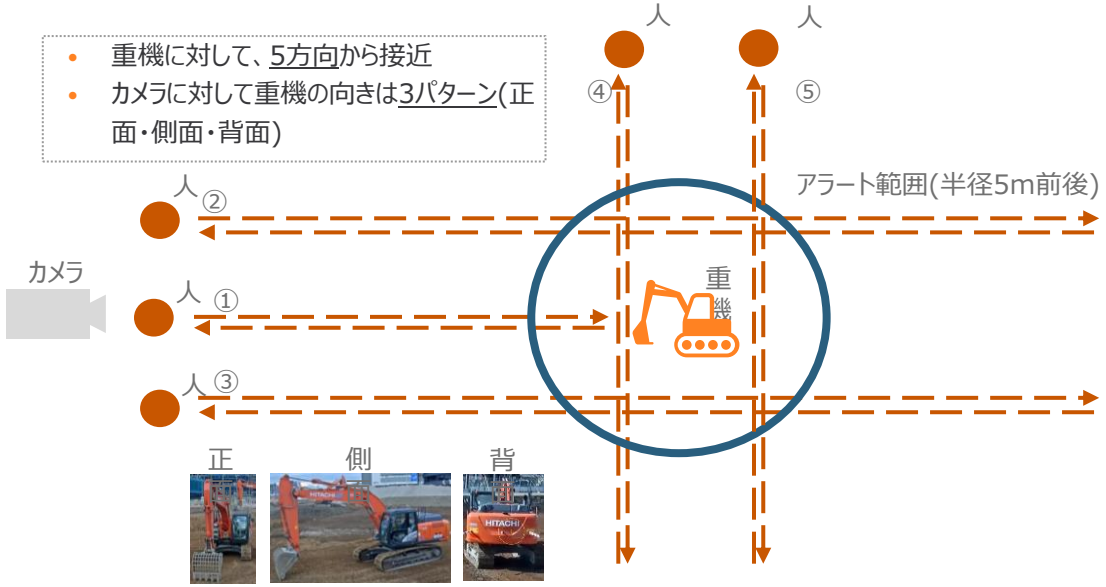
概要項目	内容
検証データ撮影日	2024年1月23日
視点数	3視点(それぞれ異なる視点から重機を撮影) 下図参照
解析時画質	HD画質(1280x720)/5fps
重機の種類	ショベルカー：HITACHI ZAXIS200 ブルドーザー：KOMATSU D37PXI
同時接近人数	1名
総動画時間	約87分
重機接近総イベント数	205

カメラ位置



検証

検証用に収集したデータ概要
(重機の方向・重機への人の接近パターン)



各ソリューションの検証結果

b.技術検証　遠隔安全管理（定点カメラ）　Ⅵ 重機接近のアラート検出

検証結果

❶ 重機接近検知の基本動作検証
重機に人が接近するケースを模擬して、２ 種類の重機(ショベルカーとブルドーザー)に対して技術検証を実施

１.重機接近アラートが検出できることを確認

検知成功例

２.検出率評価を実施

ショベルカー　89.7%
ブルドーザー 88.8%

平均：89.3%

いずれの場合も目標値 80% を達成

・検出に影響を与えうる2つの観点から検出率評価を実施

検証項目	検出率	
❷日照変化に対する検知性能検証	昼時間帯	84.0%
	夕方時間帯	98.6%
❸重機への接近パターンに対する検知性能検証	重機側面	88.5%
	重機正面	100.0%
	重機背面	88.3%

いずれの条件においても目標値 80% を達成

・誤検出原因分析: 検出結果映像から誤検出例を確認
昼時間帯の人の検知漏れや、重機による人の遮蔽による重機接近の誤検出例を確認

検知失敗例(昼時間帯)

検知失敗例(遮蔽)

→　昼時間帯の学習データの拡充や、カメラを複数台配置することにより検出率向上できる見込み

❷ 検証する項目・方法

c.運用検証

ソリューション		検証ポイント 項目	検証ポイント 目標	検証方法	実装化の要件
遠隔作業支援、遠隔臨場	Ⅰ	移動時間・待機時間の短縮効果	サービス満足度80%以上・導入意向50%以上	当該サービスの満足度について体験者に、導入意向について建設事業者等にアンケート調査を実施して検証	サービス満足度・導入意向が目標値以上
遠隔作業支援、遠隔安全管理	Ⅱ	若手指導環境の充実や作業員の安全性向上、監督員の安全管理の効率化	サービス満足度80%以上・導入意向50%以上	当該サービスによる指導環境や安全管理の充実への効果可能性を体験者に、導入意向を建設事業者等にアンケート調査を実施して検証 ※働き手のWellbeingも考慮（若手指導環境の充実）	サービス満足度・導入意向が目標値以上
NEXT i-Construction サービスの実現	Ⅲ	違和感なくリアルタイムに情報伝送できることの満足度	サービス満足度80%以上	管理者と作業者との間で違和感なくリアルタイムに情報伝送できることを体験者にアンケート調査を実施して検証	サービス満足度が目標値以上
NEXT i-Construction メニューが実現可能な通信環境としてローカル5Gの導入	Ⅳ	各サービスの映像配信等における通信品質に対する満足度	不満10%以下	カメラ映像や音声等の品質について、体験者にアンケート調査を実施して検証	不満が目標値以下
高精度な映像とAI技術を活用した安全支援サービス	Ⅴ	作業行動や不安全行動）を効率的・迅速に判断できることの満足度	サービス満足度80%以上	従来のカメラ映像等での目視確認から行動（作業行動や不安全行動）を効率的・迅速に判断できることを体験者にアンケート調査を実施して検証	サービス満足度が目標値以上
単なるサービス開発ではなく、習得できる環境整備（建設ディレクター協会と連携）	Ⅵ	教育環境の充足による建設業者のNEXT i-Construction導入意向	導入意向50%以上	建設事業者等にアンケート調査を実施して検証	導入意向が目標値以上
ローカル5G対応ポータブル型オンデマンド無線SL	Ⅶ	可搬型基地局による設置の容易性、及び現場の進捗に合わせた移設作業の軽減	設置時間1.5h以内、固定型の移設期間の1/50	可搬型基地局による設置及び移設作業による時間計測 ※本運用時は、毎日の作業ではない。ただし、工事が完了するまでに、現地状況に応じて移動する現場もある。今回の現場では、実証として移設作業も行う。（今回の実証では、現場の作業条件から、毎日設置・撤去を行う。）	設置時間、移設時間が目標時間以内

本実証における検証ポイントと結果

サービス体験者によるアンケート結果から、遠隔作業支援・遠隔安全管理・遠隔巡視のいずれも目標とした満足度8割を概ね満たす結果となっており、当該サービスの妥当性を検証できたといえる。
しかし、今回の実証で使用した装着機器に対する不満も多くみられたことから、実装化にあたっては機器の見直しや改善等が必要と考えられる。

ソリューション		検証ポイント		検証結果	考察
		項目	目標		
遠隔作業支援、遠隔臨場	Ⅰ	移動時間・待機時間の短縮効果	サービス満足度80%以上・導入意向50%以上	・「移動時間の短縮に効果があるか」との設問に、現場管理者・作業員ともに、すべての方が「(そう)思う」または「やや(そう)思う」と回答しており、当該サービスの妥当性が検証できた。 ・しかし、現場作業員からスマートグラスの見やすさや装着感に対する不満が多い傾向となっており、現場での使いやすさを考慮した機器の改善が必要である。	サービス満足度は目標をクリアできたが、実装にあたって装着機器の改善が必要
遠隔作業支援、遠隔安全管理	Ⅱ	若手指導環境の充実	サービス満足度80%以上・導入意向50%以上	・「若手指導環境に充実に効果があるか」との設問に、現場管理者・作業員ともに「(そう)思う」または「やや(そう)思う」との回答が80%超となっており、当該サービスの妥当性が検証できた。	サービス満足度は目標の80%に近い結果となったが、アラートの通知方法や装着機器に対する不満が多い傾向にあり、実装にあたっては見直しが必要
		作業員の安全性向上、監督員の安全管理の効率化	サービス満足度80%以上・導入意向50%以上	・バイタル、3次元位置測位による危険検知サービスによって「安全管理の効率化に効果があるか」との設問に、現場管理者はいずれも「(そう)思う」または「やや(そう)思う」との回答が8割超となった。 ・一方で、現場作業者は「(そう)思う」または「やや(そう)思う」との回答が80%未満となっており、必ずしも妥当とはいえない結果であった。 ・この要因として、検知した危険を知らせるアラート（管理者：メール、作業員：スマートフォンの振動）に対する不満も多くみられ、そうした不満がさらに評価を低下させたものと推測される。 ・また、現場作業員からはバイタルセンサ等に対する不満がスマートグラスと比べて多い傾向であり、装着機器の見直しも必要と考えられる。	

本実証における検証ポイントと結果

サービスを実現するための通信についても概ね満足度は高く、概ね実装化できる伝送や品質レベルであることを検証できたが、今回よりも通信環境が劣る現場において、いかに通信レベルを担保するかが今後の課題である。

ソリューション		検証ポイント		検証結果	考察
		項目	目標		
NEXT i-Construction サービスの実現	Ⅲ	違和感なくリアルタイムに情報伝送できることの満足度	サービス満足度80%以上	・「音声指示と画像表示のズレがあったか」との設問に、現場管理者・作業員ともに、「なかった」または「ほとんどなかった」との回答が80%超となっており、ローカル5Gを含めた情報伝送に対する妥当性が検証できた。	サービス満足度は目標をクリア（現場に応じた機器構成の検討は必要）
NEXT i-Construction メニューが実現可能な通信環境としてローカル5Gの導入	Ⅳ	各サービスの映像配信等における通信品質に対する満足度	不満10%以下	・「音声指示と画像表示は“きれい”に聞こえた/見えたか」との設問に、現場管理者は「(そう)思わない」または「やや(そう)思わない」との回答はなし、現場作業員で1名（全体の約10%）となっており、ローカル5Gを含めた情報伝送に対する妥当性が検証できた。	サービス満足度は目標をクリア（現場に応じた機器構成の検討は必要）
高精度な映像とAI技術を活用した安全支援サービス	Ⅴ	作業行動や不安全行動）を効率的・迅速に判断できることの満足度	サービス満足度80%以上	・カメラ画像による危険検知サービスによって「安全管理の効率化に効果があるか」との設問に、すべての現場管理者が「(そう)思う」または「やや(そう)思う」と回答しており、当該サービスの妥当性が検証できた。	サービス満足度は目標をクリア
単なるサービス開発ではなく、習得できる環境整備（建設ディレクター協会と連携）	Ⅵ	教育環境の充足による建設業者のNEXT i-Construction導入意向	導入意向50%以上	・4社中３社が、「ぜひ導入したい」「やや導入したい」、１社が「導入済み」と回答しており、当該サービスの妥当性が検証できた。	導入意向は目標をクリア

本実証における検証ポイントと結果

可搬型基地局は固定型に比べ、設置や移設作業の容易性が非常に高いことを確認した。

ソリューション		検証ポイント 項目	検証ポイント 目標	検証結果	考察
ローカル5G対応ポータブル型オンデマンド無線SL	Ⅶ	可搬型基地局による設置の容易性、及び現場の進捗に合わせた移設作業の軽減	設置時間1.5h以内、固定型の移設期間の1/50	設置時間は機材を用意後に設置を開始し移動機にて電波を受信するまでの時間とし、撤去は停波後に機材解体し、その場に揃え集約する迄の時間を測定した。使用した装置は電源の種類によりバッテリの場合は、サーバーの起動時間を要する仕様となっており、表の通り区別し測定した。	設置時間は目標を十分満足した 移設の容易性は撤去時間も重要で、撤去時間の測定値は10分未満であり、設置時間を加えても、40分を超える値はない。可搬型基地局は固定型に比べ、設置や移設作業の容易性が非常に高いと評価される。

測定区別	1月23日	1月24日	1月25日	1月26日
電源種類	AC	バッテリ	AC	バッテリ
サーバー起動時間＊(内数)	－	16分	－	3分24秒
設置（起動）時間	14分43秒	27分50秒	13分41秒	13分41秒
撤去時間	8分51秒	7分45秒	6分56秒	6分56秒

実施団体負担 レーザー通信	Ⅶ	設置の容易性、及び現場の進捗に合わせた移設作業の軽減	設置時間1.5h以内	可搬型ローカル5G基地局の目標時間以内での通信構築および撤収を完了することができた。 設置時間：1時間20分24秒 撤収時間：17分59秒	光軸合わせ作業を容易化し、属人性を排除する光軸接続方式の設計と自動化により、さらに構築作業の容易性向上と時間短縮を図る。

各ソリューションの検証結果

c.運用検証

検証方法

実証実験中、実証実験後、視察会でのアンケート・ヒアリング調査の実施方法

(1) 実証実験中（アンケート調査）
・実証実験後に、サービスを体験した「現場管理者」、「作業者」にアンケート票を配布して、サービスの満足度、使用性、その他要望等を回答いただく。
◆実施期間：2024年1月24～26日

(2) 実証実験後（意見交換会）
・「現場管理者」、「作業者」との意見交換会を実施し、サービス全体に対する評価や要望、改善点について聞き取り。
◆実施期間：2024年2月1日

(3) 視察会（アンケート調査）
・視察会でサービスを体験していただいた発注者に、アンケート票を配布して、サービスの満足度等を回答いただく。
◆実施期間：2024年2月16日

(4) 建設事業者説明会（アンケート調査）
・Next i-Constructionサービスに関する建設事業者への説明会等を実施し、サービスの導入意向及び支払意思額のアンケートを実施。
◆実施期間：2024年2月8日

回答者氏名		回答日		体験回数	

遠隔作業支援アンケート調査票（現場管理者向け）

遠隔作業支援システムに関する以下の設問についてご回答下さい。

1）Webアプリ画面の操作しやすさ（マニュアルを詳しく見なくても操作できた⇒操作しやすい）について、ひとつだけ○を記載してください。

操作しやすい	やや操作しやすい	やや操作しづらい	操作しづらい

2）Webアプリ画面の見やすさ（表示レイアウトや文字の大きさなど）について、ひとつだけ○を記載してください。

見やすい	やや見やすい	やや見づらい	見づらい

3）Webアプリでの会話しやすさについて、ひとつだけ○を記載してください。

会話しやすい	やや会話しやすい	やや会話しづらい	会話しづらい

4）音声指示と画像表示の“ズレ”について、ひとつだけ○を記載してください。

(ズレは)なかった	ほとんどなかった	ややあった	(ズレが) あった

5）音声指示と画像表示は“きれい”に聞こえた/見えたと思いますか？下記のうち、ひとつだけ○を記載してください。

思う	やや思う	やや思わない	思わない

6）移動時間の短縮に効果があると思いますか？下記のうち、ひとつだけ○を記載してください。

思う	やや思う	やや思わない	思わない

7）若手指導環境の充実に効果があると思いますか？下記のうち、ひとつだけ○を記載してください。

思う	やや思う	やや思わない	思わない

8）サービスへの要望（良いところ、悪いところ、改善案など）がございましたら、以下の欄にご回答ください。

以上でアンケートは終了です。ご協力ありがとうございました。

図 アンケート調査票例

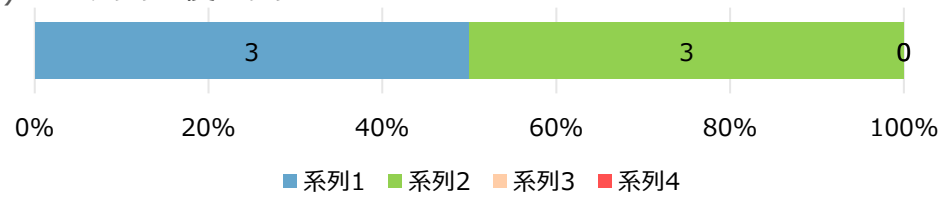
各ソリューションの検証結果

c.運用検証

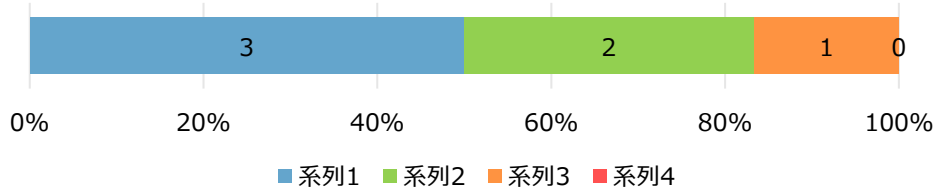
検証結果

(1) 実証実験中（アンケート調査）
①遠隔作業支援・遠隔臨場
《現場管理者》

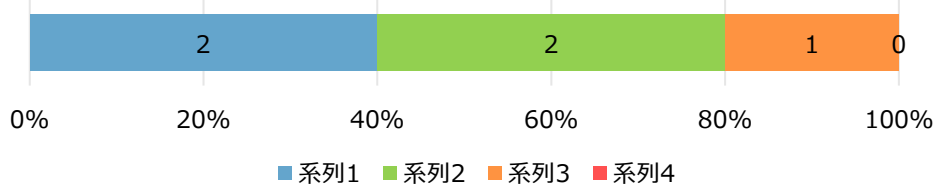
1)WEBアプリの使いやすさ



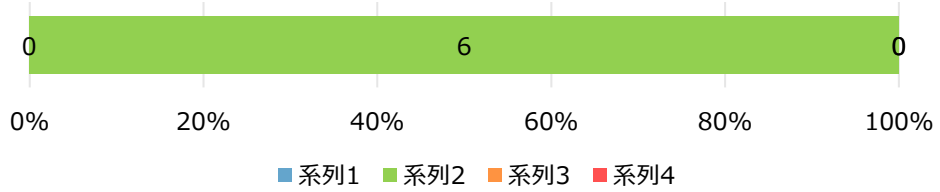
2)WEBアプリ画面の見やすさ



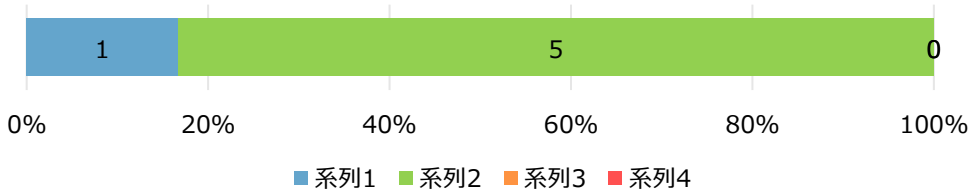
3)WEBアプリの会話のしやすさ



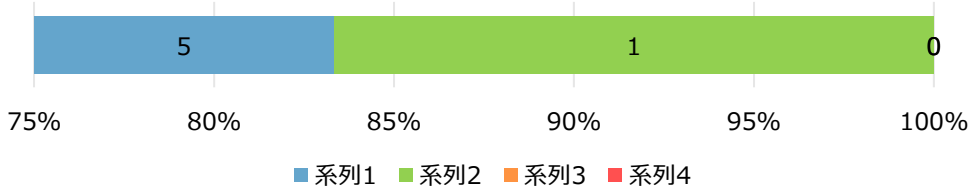
4)音声指示と画像表示のズレ



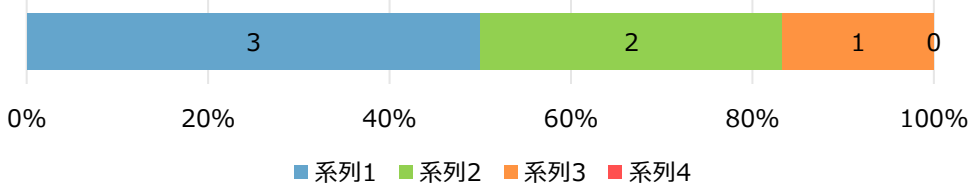
5)音声指示と画像表示は“きれい”に聞こえた/見えたか



6)移動時間の短縮に効果があるか



7)若手指導環境に充実に効果があるか



8)サービスへの要望　（良いところ、悪いところ、改善案など）

- 実際にいろんな状況下において使用してみないと、よくわかりません。手軽に使用できる環境にすることが必要と思います
- "現場管理者（指導者側）から見ると、全体的に良くできていたと思います。しいて課題をあげるとすると、スマートグラスの仕様上映像がブレてしまう事と、風などの環境音を拾ってしまう点かと思います。また個人的な意見ですが、可視化PF上で作業員がどこにいるかは把握できますが、どの方角を向いているかも分かると指示しやすいように思いました。

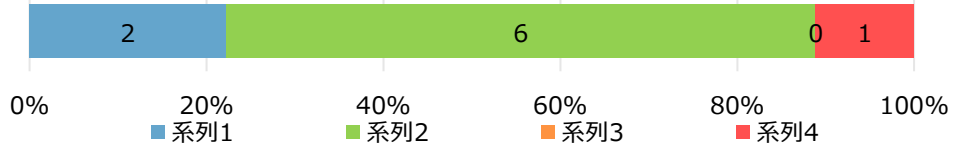
各ソリューションの検証結果

c.運用検証

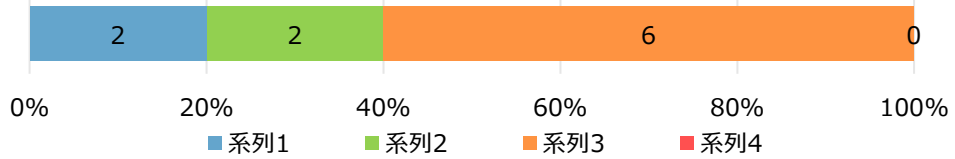
検証結果

《現場作業者》

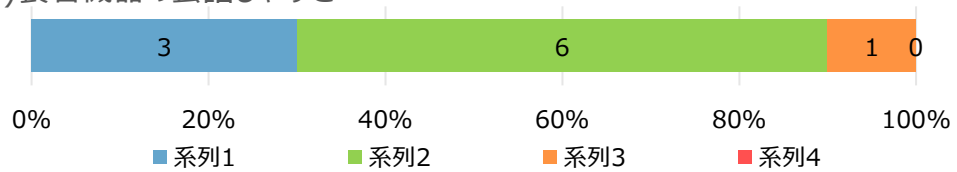
1)装着機器の使いやすさ



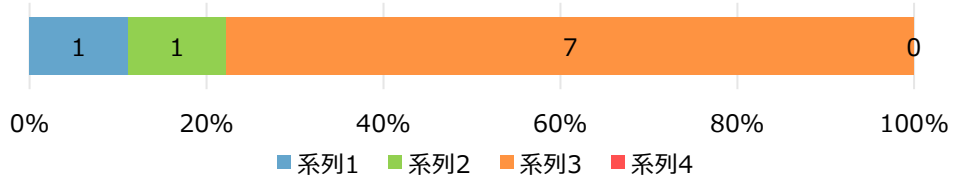
2)装着機器の見やすさ



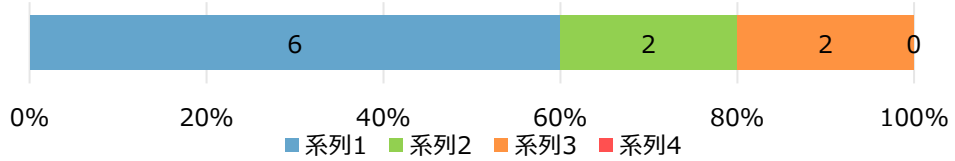
3)装着機器の会話しやすさ



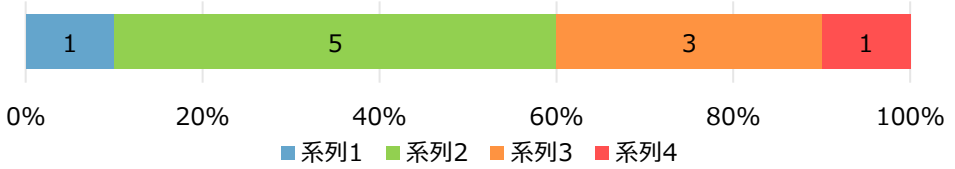
4)装着機器の装着感に対する満足度



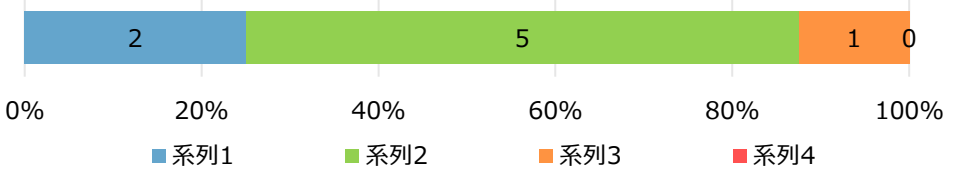
5)装着機器の重さに対する満足度



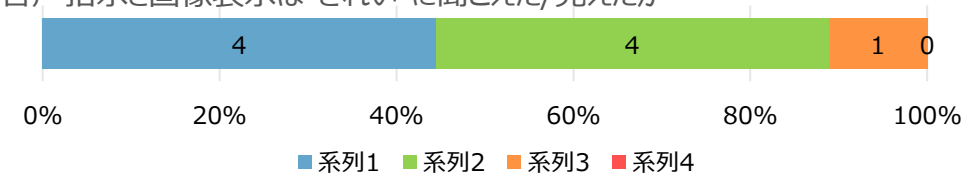
6)装着機器を身に着けた状態での作業性に対する満足度



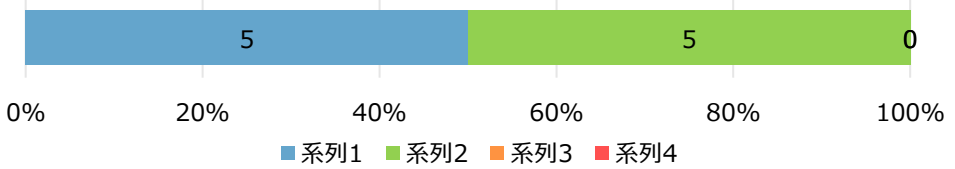
7)音声指示と画像表示のズレ



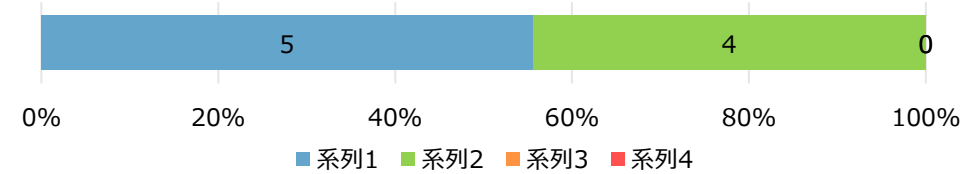
8)音声指示と画像表示は“きれい”に聞こえた/見えたか



9)待機時間の短縮に効果があるか



10)若手指導環境の充実に効果があるか



各ソリューションの検証結果

c.運用検証

検証結果

11）サービスへの要望 （良いところ、悪いところ、改善案など）

- 使用中以外は作業の妨げになるため、目線から外せるように機器を調整してほしい
- ヘルメットをかぶる前提での装着感向上や装着動作の簡易性、操作性が向上すればとてもよいと思います。
- 画面が小さく、掛けた瞬間どこを見たら良いのか？どこを見ているのか？がよく分からなかったです。
- "ヘルメットをした時に少し装着しにくかったです。画面が少し見ずらいように感じました。"
- "建設現場に特化したものを開発して欲しいヘルメットに違和感なく装着でき、作業や視界の妨げにならないものが良い"
- "装着機器の脱着を容易にしてほしい。もしくは、ヘルメット装着し、使用したいときに目の位置にフレームを持ってくる。(使用しないときは、どこかに格納しておく)屋外で使用するので、天候や衝撃の耐久性が必要と思われます。"
- 若手への指示などにはかなり使えそうに感じた。
- 見える映像が狭い
- 装着機器の見やすさについて、画面は非常に綺麗でした。ただ、周囲の明るさによる影響が大きいように感じました。（明るいとき、見えづらい）またポインタも良く見えましたが、これが図面や文字の場合見づらいかもしれません。
- 装着感については、基本的には問題ありませんでした。ただメガネの上からだと付けづらいです。その為、ヘルメットに直接付けれると良いと思います。
- 機器の重さについては、更なる軽量化を期待します。
- 装着時の作業性については、画面で視界が遮られる為あまり良くはありません。画面の部分を視界の外に移動できるか畳められるなど、使わない時に動かせられると便利です。
- 音声指示や画面表示のズレについては、全体的に十分なレベルだと感じました。
- 待機時間の短縮については、現状のものだと使用者を選ぶことになると思いますので、あまり効果はでないかもしれません。ただし、今後更に改良が進み、また建設業界全体の意識が変わるなど、環境が整えば十分な効果が出ると感じます。
- 若手指導環境についても、待機時間の短縮と同様です。

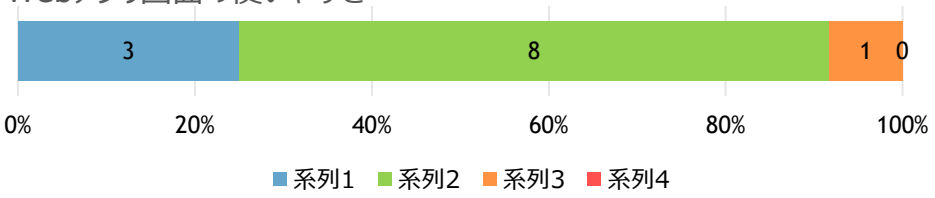
各ソリューションの検証結果

c.運用検証

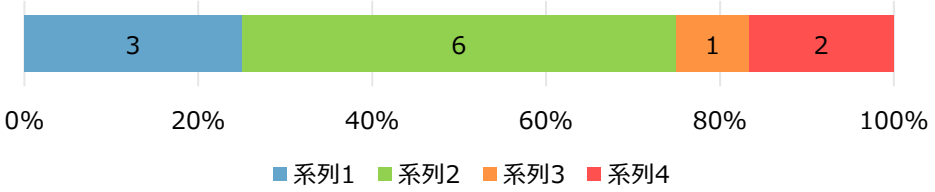
検証結果

②遠隔安全管理
《現場管理者》

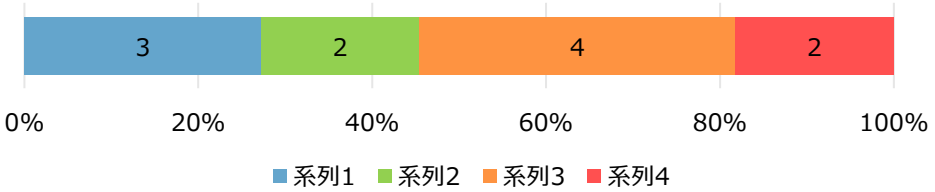
1) Webアプリ画面の使いやすさ



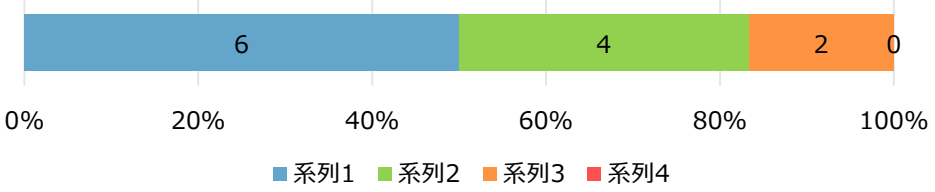
2)WEBアプリ画面の見やすさ



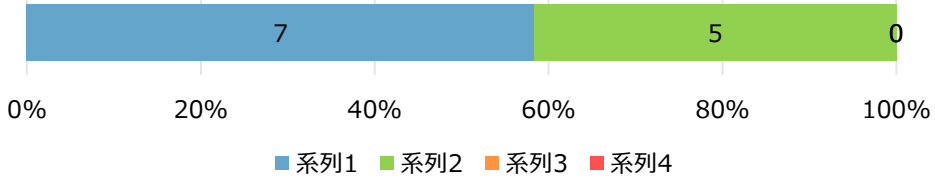
3)アラートの出し方（メール通知）は適切か



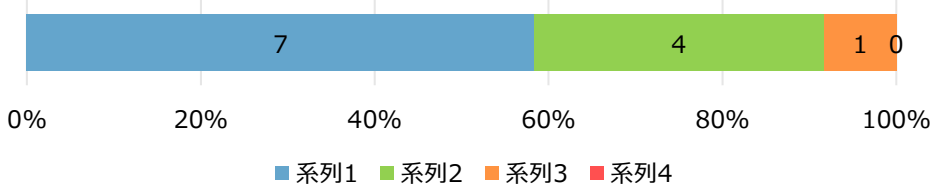
4)バイタルセンサによる危険検知サービスは、安全管理の効率化に効果があるか



5) カメラ映像による危険検知サービスは、安全管理の効率化に効果があるか



6) ３次元位置測位による危険検知サービスは、安全管理の効率化に効果があるか



各ソリューションの検証結果

c.運用検証

検証結果

7）サービスへの要望

- メールでの通知が多すぎて本当に異常な場合に気づかない
- アラートの発信と気付きまでの時間差に改善の余地があると感じた。また、アラートを受けた作業者と管理者がどのような方法でどのタイミングでコミュニケーションがとれるのかに改善の余地があると感じた。
- 誤報が多くあった。今後調整し使いやすいサービスになってほしいです。
- メール通知件数が非常に多いのが気になります(約200件/日)。ここまで多いと危険な状態のメールを見落とす危険があります。システム、センサどちらに問題があるのか分かりませんが、精度を高める必要があると思います。
- バイタルセンサーは作業中に服と干渉して外れることが危惧される。バイタルセンサーの情報、アラートとして血圧、脈拍が必要である。危険エリア侵入時のアラートは重機運転席内に警報等がありオペレーターが直ぐに気付くシステムが良い。
- バイタルセンサのアラート頻度が多すぎて、本当に危険な時との判断が難しい。機能等はすごく活用の幅があると感じた為アラート基準が正確になれば、高血圧・高齢者などの作業員への装着をさせる等活用したいと感じた。また、ただのメールでのアラートではなく地震のアラートのような気付きやすい通知のほうが良いと思う。"
- タイムラグの発生
- webアプリの見やすさについても操作と同様です。バイタルやカメラ等の一覧が更新される度に並びが変わっており見づらかったです。一覧は名前順や更新順など、並び方を変えられると良いかもしれません。
- アラートの出し方については、メール通知でも良いかと思いますが、より具体的な情報（重機に接近した、危険エリアに入った等）が記載されていると助かります。ただ、メールの場合は見逃す恐れもある為、PCやモバイル画面へのポップアップ通知ができると良いと感じます。
- バイタルセンサの危険検知については、作業員の安全管理という面で有効に思います。特に夏場は熱中症の危険が常にある為、バイタルから予知が出来ると非常に助かります。・カメラ映像による危険検知についてもバイタル同様に有効と思います。ただ本当に事故が起きそうな場面ではメール通知だと遅すぎる為、例えばサイレンやランプが点灯するといった動作や、理想的には重機が停止するなどの処理ができるべきかと思います。
- 3次元位置測位による危険検知についても同様に有効と思います。危険エリアへの侵入や建築現場のような建造物内で何かがあった際に、どこに居るかが正確に分かれば初動も早くなるのではないかと思います。

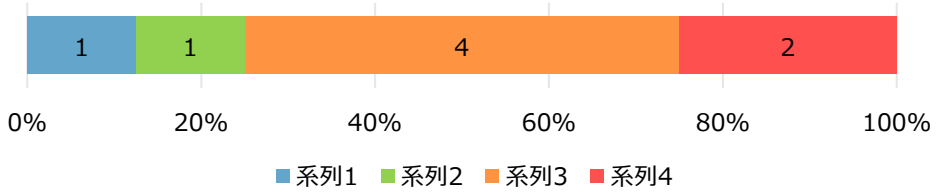
各ソリューションの検証結果

c.運用検証

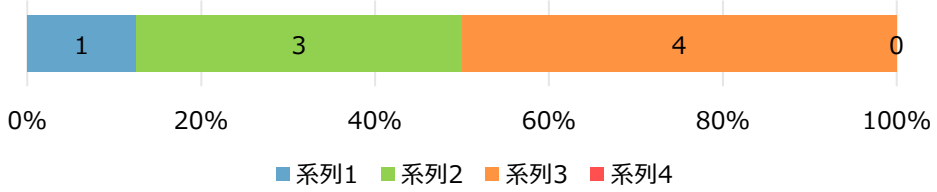
検証結果

《現場作業者（バイタルセンサ）》

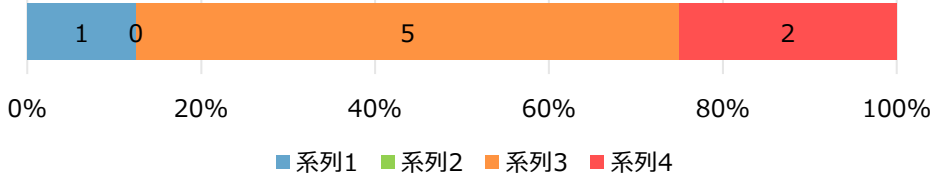
1)バイタルセンサの装着感に対する満足度



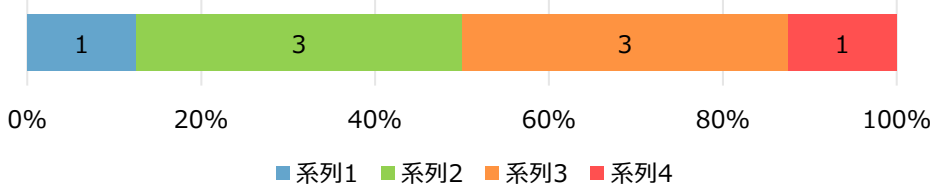
2)バイタルセンサの重さに対する満足度



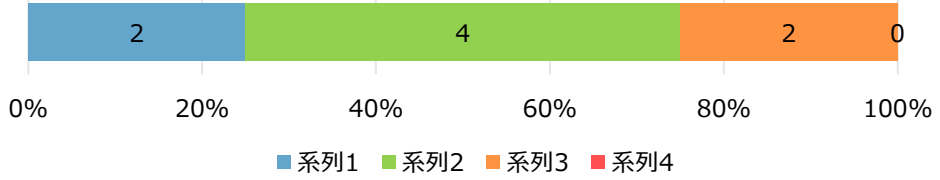
3)バイタルセンサを身に着けた状態での作業性に対する満足度



4)アラートの通知方法（スマートフォンでの通知）は適切か



5)安全性向上に効果があるか



6）サービスへの要望

- バイタルセンサー脱着が大変な所があるので、もっとワンタッチみたいな物があればいいと思います。
- 胸に貼ったら汗でとれたり、ズレそう、あと、かゆくなった。
- 腕時計みたいな物ならジャマにならないと思う。
- 手工仕事は激しい動きをするので、異常の数値が多く出ると思うので、正常な状態のか異常なのか区別できるのかな？と思いました。
- ずっと着けているとかゆくなる。
- 冬は汗をかく量が少ない為問題はない夏は大量の汗をかけばバイタルセンサが取れそうな気がする
- かゆくなった
- 少しかゆみが出る。作業時、着けている事を忘れる。安全面も良いと思う。

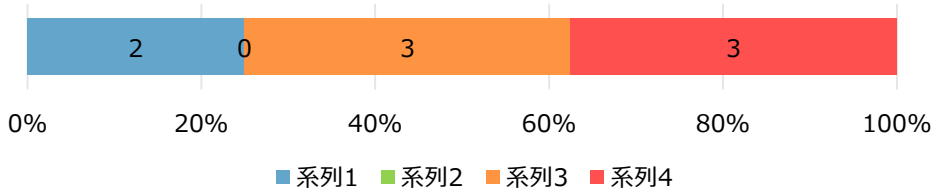
各ソリューションの検証結果

c.運用検証

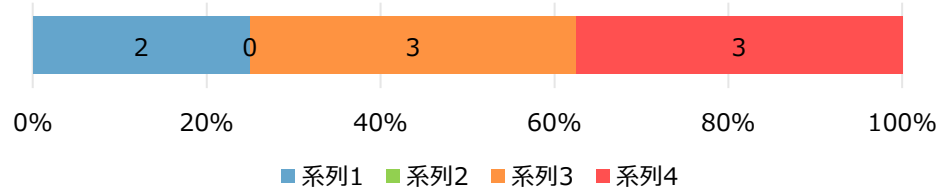
検証結果

《現場作業者（3次元位置測位）》

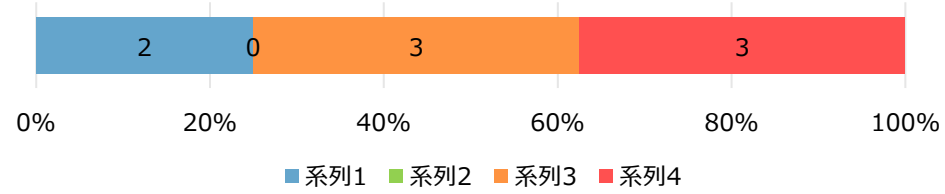
1)次元位置測位用スマートフォンの持ち運びに対する満足度



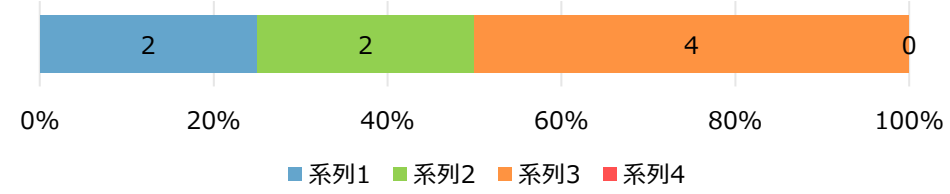
2) 3次元位置測位用スマートフォンの重さに対する満足度



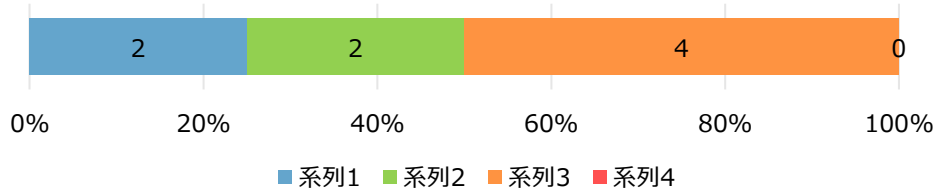
3) 3次元位置測位用スマートフォンを身に着けた状態での作業性に対する満足度



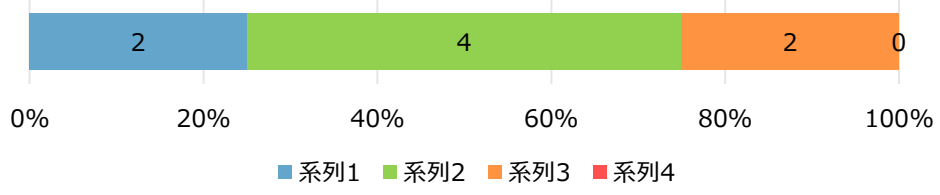
4) 3次元位置測位用スマートフォンによる位置把握は受容できるか



5)アラートの通知方法（スマートフォンでの通知）は適切か



6)安全性向上に効果があるか



7) サービスへの要望

- スマートフォンが冬は良いですけど夏場は薄着なので、しまう場所に困ると思う
- 自分は個人、会社のケータイ２台所有している為、３台目は持ちたくないです。
- ポケットに入れての作業は、破損しそうで嫌です。
- 冬場はポケットが多いから問題はない夏場は薄着になる為、やや困りそう
- 持ち運びに気にならない作業時も特に気にならない安全面も良いと思う

各ソリューションの検証結果

c.運用検証

検証結果

(2)実証実験後（意見交換会）

①開催概要

- 日時：2024/2/1（木）15：30～16：30
- 開催場所：埼玉県ふじみ野市の現場事務所1F＋WEB会議
- 参加者：伊田テクノスサービス体験者8名程度、NEC、長大
- 議事次第
  - 実証実験アンケートの結果報告
  - 結果に対する意見交換

②体験者のご意見

《遠隔作業支援サービス（現場管理者）に関する意見》

- 地図中に作業者がどの方角を向いて作業しているかが分かるとよい。（伊田テクノス）
- 映像のみでは、似た画角が映った場合に誤解が生まれる可能性がある。（伊田テクノス）
- PC以外で見たい等の要望はあるか。（長大）
  - ➢ 会社からiPadを支給されているので、iPadで見れるとよい。（伊田テクノス）

《遠隔作業支援サービス（現場作業員）に関する意見》

- 装着感、作業性の満足感が低く、ヘルメットとの兼用は難しい。（伊田テクノス）
- 映像の保存は可能か。（建設ディレクター協会）
  - ➢ 管理者でスクリーンショットを撮る機能はあるが、可視化プラットフォームを録画する機能はない。（ＮＥＣ）
  - ➢ 録画ができるとヒヤリハットの振り返り等にも使用できる。（建設ディレクター協会）
  - ➢ 会議が月1回行われるので、１か月程度録画できると良い。（伊田テクノス）

《遠隔安全管理サービス（現場管理者）に関する意見》

- アラートの量が多かった。（伊田テクノス）
  - ➢ 異常検知の解除時点でも通知しているが必要か。（ＮＥＣ）
  - ➢ 必要ない。ユーザ毎に通知の種類を選択可能であるとよい。（伊田テクノス）
- 立ち入り禁止エリアを認識しながら進入している場合もある。どう抑制し、作業者に通知するかが難しい。（ＮＥＣ）

各ソリューションの検証結果

c.運用検証

検証結果

《遠隔安全管理サービス（バイタルセンサ）に関する意見》

- 装着感が悪い。夏等汗をかくとすぐ取れそう。（伊田テクノス）
- 夏場に体調不良は発生するのか。（長大）
  - ➢ 高頻度に発生する。現状は各業者の職長が作業者の体調管理を行っているので、全員の体調が可視化できるのはよい。（伊田テクノス）
- 現状のセンサの形式より腕時計形式の方がつけやすい。（伊田テクノス）
- 体調不良のアラートは作業者自身にも届くのか。（伊田テクノス）
  - ➢ スマホにアラートが来る仕様である。（ＮＥＣ）
  - ➢ スマホの振動が何を意味しているのか分からなかった。また動いていると分かりにくい。（伊田テクノス）
- 外気温によるセンサの体温の補正は実施しているのか。夏場はアラートが頻発するのではないか。（伊田テクノス）
  - ➢ 今後アップデートで対応する。（ＮＥＣ）

《遠隔安全管理サービス（３次元位置測位）に関する意見》

- スマホを持ち歩くのが面倒である。また、現場の中で常時監視されることに抵抗感がある。（伊田テクノス）
  - ➢ 常時監視エリアを区切るのはどうか。（伊田テクノス）
  - ➢ 技術的には可能である。（ＮＥＣ）
- 現場作業中に、個人用もしくは会社用のスマホは持っているのか。（ＮＥＣ）
  - ➢ 作業中も携帯している。（伊田テクノス）
  - ➢ アプリケーションでの提供も考えられる。（ＮＥＣ）

《全体を通しての意見》

- スマートグラスの映像に現場の図面を重ねることは可能か。（伊田テクノス）
  - ➢ 技術的には可能であるが、毎日現場環境が変わる中でどうデータ化を行うかが課題である。（ＮＥＣ）

③意見交換会の結果　評価・考察

・現場化管理者や現場作業員に対してヒアリング行うことで、具体的な改善点を把握することができた。

・特に下記の事項に対しては、実装化に向けて検討が必要と考えられる。

- ✓ 可視化プラットフォーム上の地図中に作業者がどの方角を向いて作業しているかを表示。
- ✓ 現場事務所の外でも可視化プラットフォームで状況を把握できるようポータブル可能なタブレット等で表示（現行システムでも基本的には可能）。
- ✓ 可視化プラットフォーム上で表示する危険検知シーンを1ヶ月程度、保存する機能の実装。
- ✓ 今回の実証で使用したスマートグラスはヘルメット着用時の装着性が良くないため、装着機器の改善または見直しが必要。また、バイタルセンサや3次元位置測位も同様に、現場作業上、使い勝手に問題があることから改善または見直しが必要（個人スマートフォンへのアプリやスマートウォッチなどの活用が想定）。
- ✓ 危険検知を現場管理者に知らせるアラート通知メールが多すぎる（今回の実験では全くアラートが出ないことのないように設定）と煩わしいため、危険検知の判定精度を高めることが必要。
- ✓ 現場作業員に危険検知を知らせるスマートフォンの振動では、作業中では気づかないため、アラート通知方法の見直しや改善または見直しが必要（気づいたとしてもあえて危険を回避しない可能性も考えられるため、危険なエリアに踏み込ませないようにするアラート通知が望ましい）。
- ✓ そのほか、スマートフォンを活用して、現場の映像と図面の3次元モデルを重ね合わせたAR機能なども実装して欲しいとの意見あり。

各ソリューションの検証結果

c.運用検証

検証結果

(3) 視察会（アンケート調査）

①開催概要

- 日時：2024/2/16（金）13：00～14：30
- 開催場所：埼玉県ふじみ野市福岡・福岡新田・谷田２丁目　建設現場
- 参加者：評価委員：早稲田大学 稲田教授※オンライン、筑波大学 川島教授※Teams録画視聴、総務省 デジタル経済推進室、総務省 地域通信振興課、関東総合通信局、信越総合通信局、BCG、NEC、EXPACT、建設ディレクター協会、長大
- 実施内容
  - 位置づけ ：NEXT i-Constructionサービスの内容をご確認いただき、社会実装に展開するための助言をいただく。
  - 実施内容：遠隔作業支援/遠隔臨場、遠隔安全管理の実証※現場（端末側）、バックオフィス（管理PC側）、インフラ（ローカル5G/レーザー通信）、バイタルセンサの説明

業務	ソリューション名	概要	デモ内容
遠隔安全管理（体調）	バイタルセンサ	作業の邪魔にならない絆創膏感覚で使用できるセンサによるモニタリングで健康管理	センサ実機の確認と、管理PC画面での確認
遠隔安全管理（位置）	3次元位置測位	緯度・経度・高度による作業者の高精度な位置情報把握による安全管理を実現	作業員の行動履歴と、危険エリアに入った際の作業員及び管理者への通知
遠隔安全管理（映像）	作業行動認識による安全管理	作業内容や不安全行動を映像認識することで安全化、業務効率化を実現	建機に近づく不安全行動時の管理者への通知
遠隔作業支援/遠隔臨場	遠隔業務支援サービス	現場と遠隔地をリアルタイムな映像・音声で接続、ハンズフリーによる導入効果	スマートグラスを装着して、管理者と現場状況の共有、通話
通信環境（ローカル5G）	ローカル5G	高速・低遅延である5G通信環境を現場で自営網として容易に構築	動態による実機の紹介
通信環境（レーザー通信）	レーザー通信	無線通信と干渉がなく、有線通信のような敷設が不要な、レーザー通信環境を整備	静態による実機の紹介

各ソリューションの検証結果

c.運用検証

検証結果

(3) 視察会（アンケート調査）

②質疑の内容

- 総務省）NEXT i-Constructionは現場でどれぐらい必要とされているか？
- 伊田テクノス）安全に対しては常に考えてるところで、重機との接触は事故が多くて、ニーズはあると思う。スマートグラスも現場と遠隔で立会いもできるので、使用する回数もあると思う。
- 総務省）今回、バイタルセンサをつけていたが、作業中に倒れてしまう方など、割とあるのか？
- 伊田テクノス）熱中症で倒れる方は結構多い。
- 建設D協会）熱中症になると、軽微な事故があったぐらいのペナルティがかかる。それに対して体温などを数値で管理して、その幅で、イエローゾーンで安全性を高めている。
- 総務省）今回、バイタルセンサで収集するデータが体温と活動量ということだが、それが良いということなのか、それとももうちょっと違った情報があったほうがよいのか？
- EXPACT）本年度はまだ試作段階で実施している。来年度は脈拍なども取れるセンサを開発中であり、今回のフィードバックも行う。
- 総務省）今回の実証でこれは本当に欲しいとか、ローカル5Gでもっとこういうことができたらよいなどがあれば教えて頂きたい。
- 伊田テクノス）スマートグラスは簡単に付けられるものとか、体温の測定は欲しい。ローカル5G、これまで実施していた遠隔臨場は途切れたりしていたが、ローカル5Gで早くなればよい。
- 関東総合通信局）街なかの現場であればキャリア5Gも入ると思うが、ローカル5Gとキャリア5Gの融合や、具体的な運用はいかがか？
- NEC）ビジネスモデルに関わってくる。キャリアであれば、現場ごとに通信料が発生してくることがあると思う。例えば建機と同じようなレンタルビジネスで、現場現場ごとにローカル5Gを貸し出して、負担がかからないようなビジネスモデルを考えていきたい。山間部などで、通信が途切れがちなところではローカル5Gが有効になってくると思う。
- 早稲田大学 稲田先生）建設現場の効率性ということで、工数分析で生産性向上が挙げられているが、どういうデータを取って、分析をされることを考えているか？
- 建設D協会）映像分析で作業者の作業状況や工種が取れるシステムにはなっている。全員の作業状況を把握するには、すべての箇所にカメラを付ける必要があるが今回の実証では行っていない。
- 総務省）ローカル5Gは高コストになるため、いろんなものに活用していくという使い方が非常に理にかなっていると思う。さらに可搬型ということで、必要なところにこう動かしていくとことで非常にメリットがあると思っている。今回のように面的なのに使っていくことはよい。ローカル5Gとしては、建機の遠隔操作も組み合わせて、建設現場全体として活用していただきたい。

②質疑を受けた今後の対策案

- コストがかかる可搬型ローカル5Gのメリットを活かすため、建設現場全体のいろいろなメニューに活用していけるサービスを検討する。
- 今回のバイタルセンサで収集するデータは体温と活動量であったが、熱中症につながる脈拍や心拍数のデータが取得できるセンサの開発も進める。
- 遠隔作業支援のスマートグラスについて、簡単な装着や、使いやすい製品の調査・選定を行う。

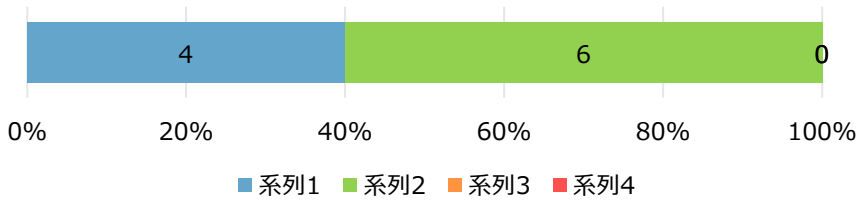
各ソリューションの検証結果

c.運用検証

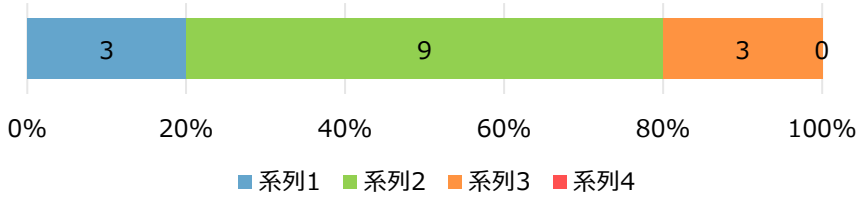
検証結果

《視察会参加者（遠隔作業支援・遠隔臨場）》

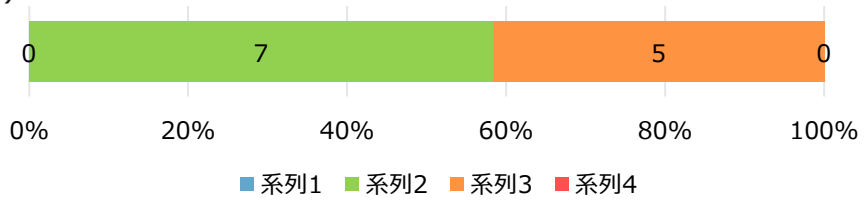
1)WEBアプリの使いやすさ



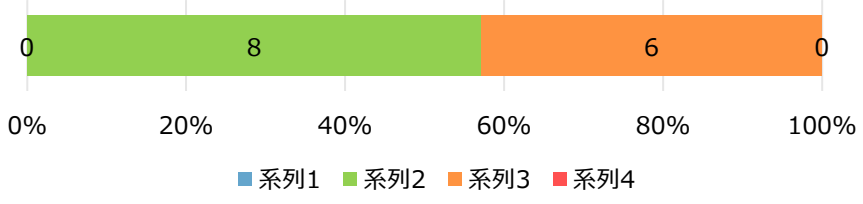
2)WEBアプリ画面の見やすさ



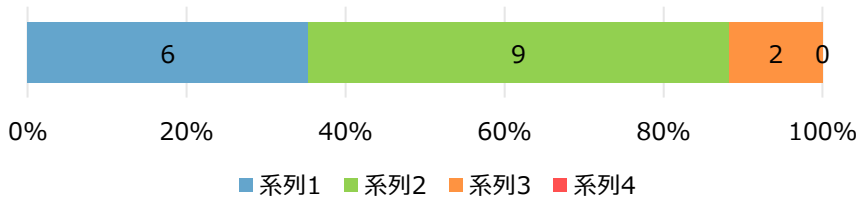
3)WEBアプリの会話のしやすさ



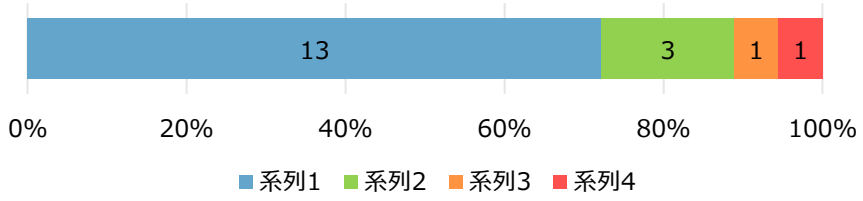
4)音声指示と画像表示のズレ



5)音声指示と画像表示は“きれい”に聞こえた/見えたか



6)移動時間の短縮に効果があるか



7)サービスへの要望　（良いところ、悪いところ、改善案など）

- 危険区域の可視化にも役立てられるのではないかと思いました。
- メガネとの干渉が気になった。簡単な指示には効果がありそうに思われる（操作はしていない）。
- ヘルメット＋グラスだと、若干足元が見えづらいのではと感じた
- スマホでビデオ通話する方が便利なのでは？と思った
- 画像はかなり鮮明でした。スマートグラスの利用場面に応じて大きさや他のツールとの連動性などがうまくいくといいなと思います。
- 強風時の音声通話の可否が気になります
- 音声のズレが気になりましたが改善すればすばらしいと思います

各ソリューションの検証結果

c.運用検証

検証結果

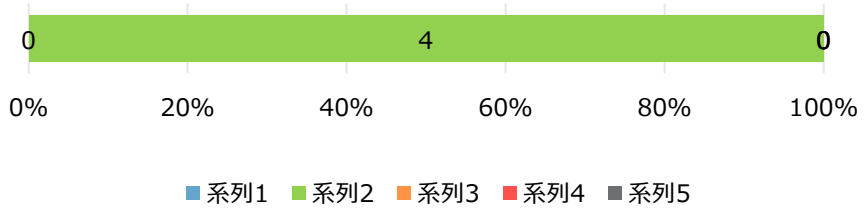
(4) 建設事業者説明会（アンケート調査）

①開催概要

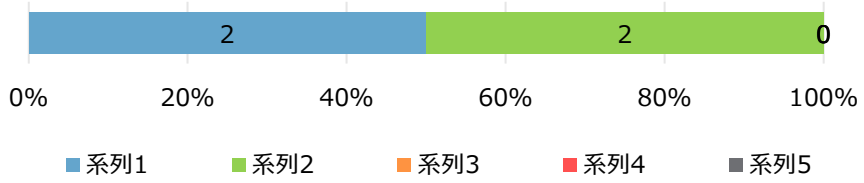
- 日時：2024/2/8（木）13：00～14：00
- 開催場所：WEB会議
- 参加者：建設事業者2社（本社所在地 鹿児島県、北海道）、NEC、EXPACT、建設ディレクター協会、長大
- 議事次第
  - NEXT i-Construction実証事業に関する説明
  - 各ソリューション、サービスに関する説明

②アンケート結果（検証を実施した伊田テクノスを含む）

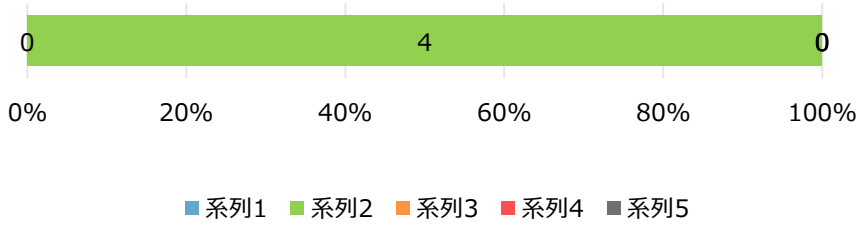
1)「遠隔作業支援/遠隔臨場」の導入意向



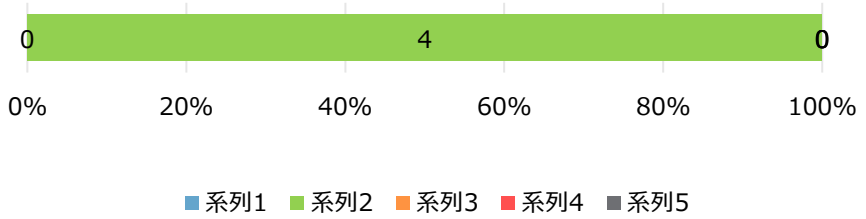
2)「遠隔安全管理・遠隔巡視（定点カメラ）」の導入意向



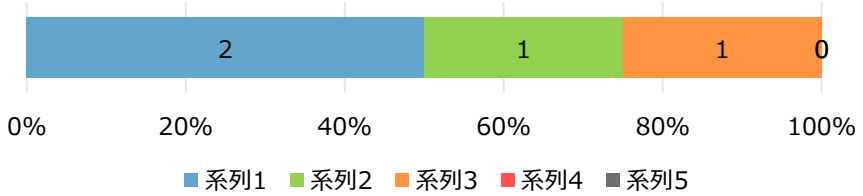
3)「遠隔安全管理・遠隔巡視（バイタルセンサ）」の導入意向



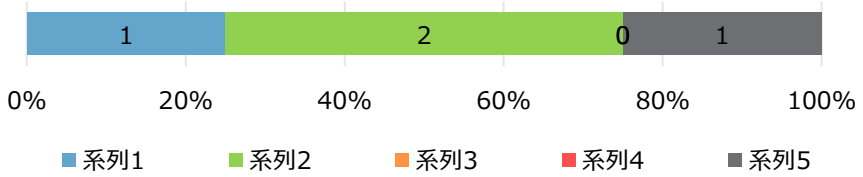
4)「遠隔安全管理・遠隔巡視（3次元位置測位）」の導入意向



5) Next i-Constructionサービス　初期費用（アンテナの設置費、システム設置費等）



6)「遠隔作業支援/遠隔臨場」 1ユーザ当たりの月額費用



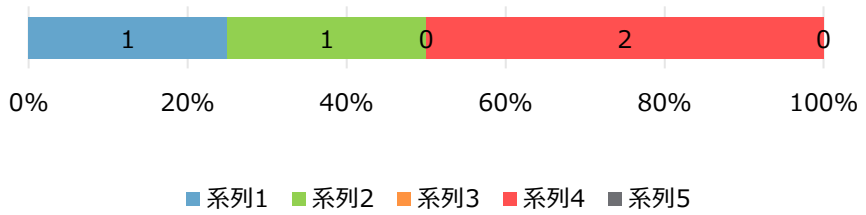
各ソリューションの検証結果

c.運用検証

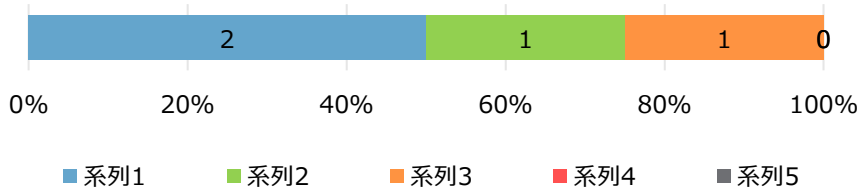
検証結果

(4) 建設事業者説明会（アンケート調査）

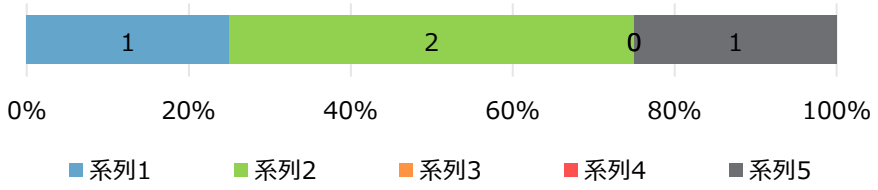
7)「遠隔安全管理・遠隔巡視（定点カメラ）」 1機当たりの月額費用



8)「遠隔安全管理・遠隔巡視（バイタルセンサ）」
1ユーザ当たりの月額費用



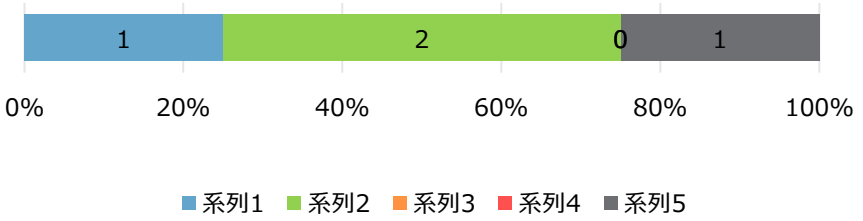
9)「遠隔安全管理・遠隔巡視（3次元位置測位）」
1ユーザ当たりの月額金額



10) その他望ましい支払方法

- 機器はレンタルがいいと思います
- 地方の実際の検証現場としての提供
- サポート料が込み

11) Next i-Constructionサービスの導入支援を含めた現場作業を
ITとコミュニケーションスキルをもって支援する建設ディレクターの導入意向



12) Next i-Constructionサービスへの要望

- 良：現場技術者の負担と残業時間が減る
- 改善点：担当ディレクター技術の向上

各ソリューションの検証結果

c.運用検証　ローカル5G対応ポータブル型オンデマンド無線SL

Ⅶ 可搬型基地局による設置の容易性、及び現場の進捗に合わせた移設作業の軽減　（可搬型ローカル5G基地局の検証）

検証方法

・現場の作業条件から、毎日設置・撤去を行ない、その設置の時間、撤去の時間を測定した。
・この時間測定により、可搬型基地局の設置の容易性や及び現場の進捗に合わせた移設作業の容易性を評価した。

設置時間は機材を用意後に設置を開始し移動機にて電波を受信するまでの時間とし、撤去は停波後に機材解体し、その場に揃え集約する迄の時間を測定した。使用した装置は電源の種類によりバッテリの場合は、サーバーの起動時間を要する仕様となっており、右表の通り区別し測定した。

検証結果

測定区別	1月23日	1月24日	1月25日	1月26日
電源種類	AC	バッテリ	AC	バッテリ
サーバー起動時間＊(内数)	－	16分	－	3分24秒
設置（起動）時間	14分43秒	27分50秒	13分41秒	13分41秒
撤去時間	8分51秒	7分45秒	6分56秒	6分56秒

考察

・検証ポイントの目標は、設置時間1.5h以内である。測定結果は表の通り、設置時間は目標を十分満足したと評価される。
・移設の容易性は撤去時間も重要で、撤去時間の測定値は10分未満であり、設置時間を加えても、40分を超える値はない。可搬型基地局は固定型に比べ、設置や移設作業の容易性が非常に高いと評価される。

各ソリューションの検証結果

c.運用検証　ローカル5G対応ポータブル型オンデマンド無線SL
Ⅶ 可搬型基地局による設置の容易性、及び現場の進捗に合わせた移設作業の軽減　（レーザー通信の検証）

検証方法

・レーザー通信装置による中継通信接続完了までの時間および撤収完了までの時間を計測する。
①構築：必要機材を各地点に配置した状態から開始し、レーザー通信装置３台による中継通信接続が完了するまでの時間を計測する。
②撤収：各地点の機材を構築前の状態に戻し、一か所に集約するまでの時間を計測する。

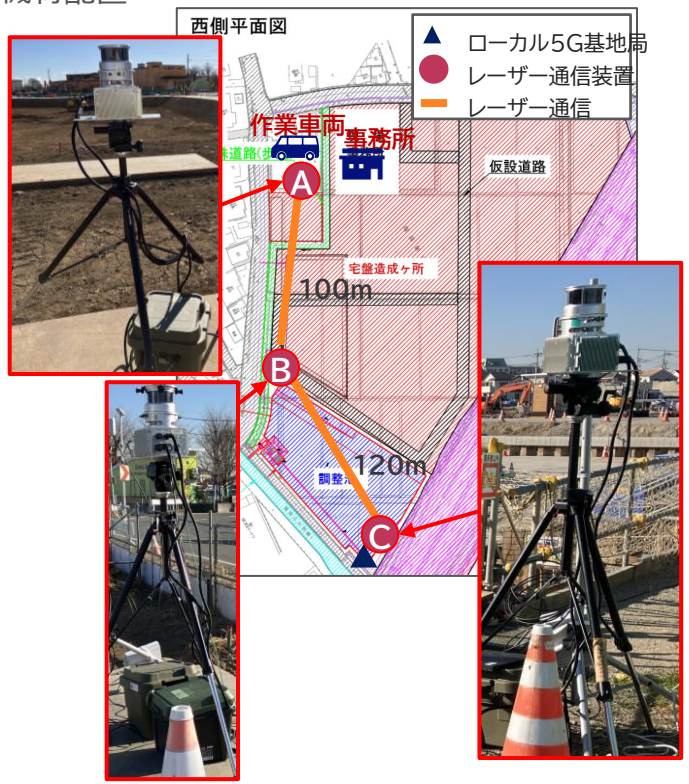
検証結果

・通信構築および撤収に要する時間の測定結果は上表の通りとなり、通信構築／撤収ともに目標とする作業時間内で完了することができた。
・レーザー通信の光軸を装置間で合わせる作業において、作業者の操作や判断を必要とする工程が複数あり、加えて実フィールドでの作業により操作や判断のミスが発生し、想定以上の時間を要してしまっていた。

考察

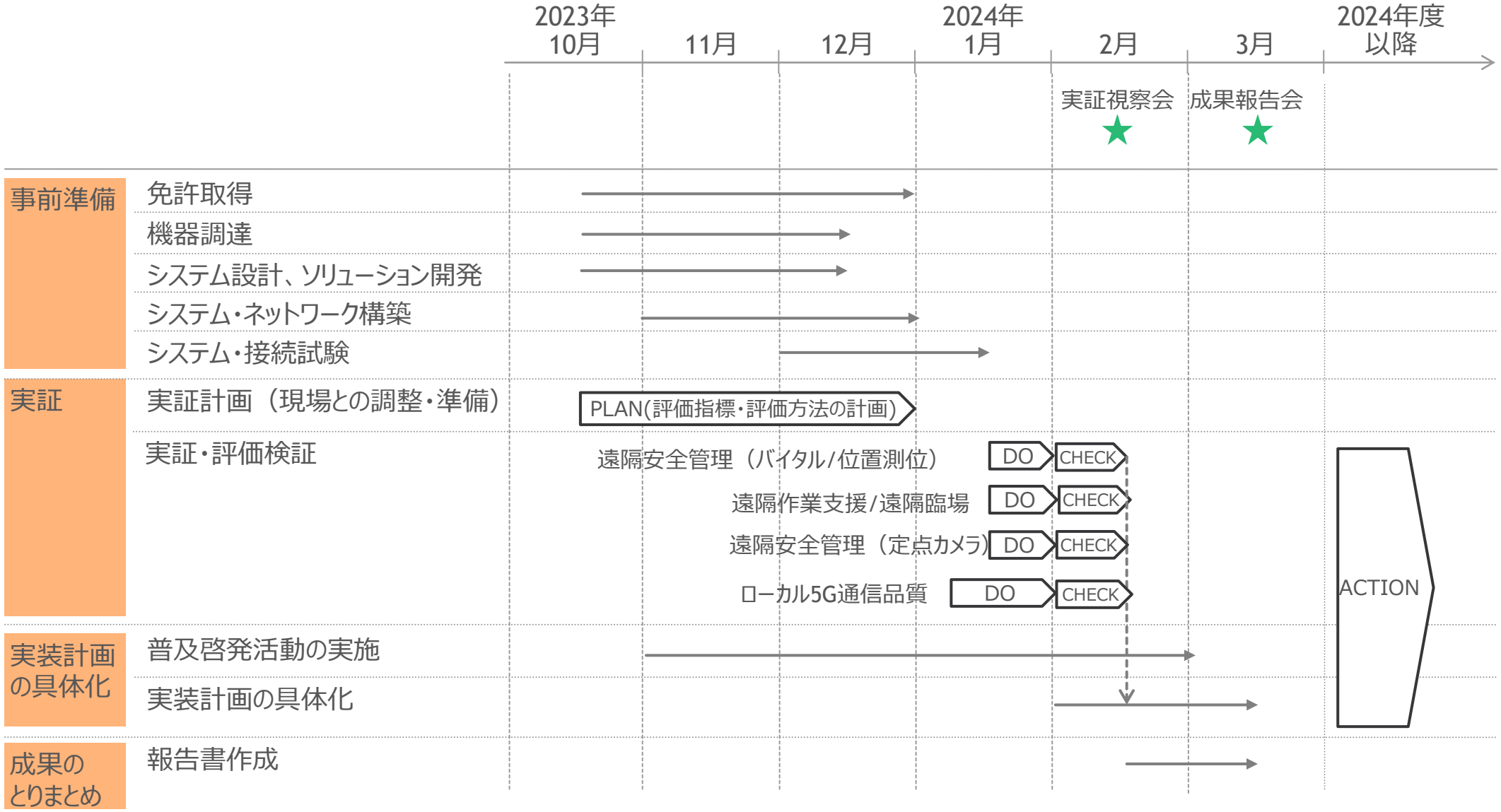
・光軸を合わせる工程において、構築場所による影響を極力減らし、作業者の習熟や専門性を不要とする光軸接続方式の設計と、人の操作や判断を極力減らすための自動スキャン機能により、構築作業の容易化と時間短縮を図る。

機材配置



項目	作業時間	備考
構築	1時間20分24秒	内訳 ・機材の組立/配線:19分19秒 ・光軸合わせ:52分39秒 ・通信接続:8分26秒
撤収	17分59秒	内訳 ・機材を構築前状態に戻す:2分20秒 ・1か所に機材を集約:15分39秒

④ 実証スケジュール


2023年
10月
11月
12月
2024年
1月
2月
3月
2024年度
以降
実証視察会
成果報告会
事前準備
免許取得
機器調達
システム設計、ソリューション開発
システム・ネットワーク構築
システム・接続試験
実証
実証計画（現場との調整・準備）
PLAN(評価指標・評価方法の計画)
実証・評価検証
遠隔安全管理（バイタル/位置測位）
DO
CHECK
遠隔作業支援/遠隔臨場
DO
CHECK
遠隔安全管理（定点カメラ）
DO
CHECK
ローカル5G通信品質
DO
CHECK
ACTION
実装計画の具体化
普及啓発活動の実施
実装計画の具体化
成果のとりまとめ
報告書作成

5 リスクと対応策

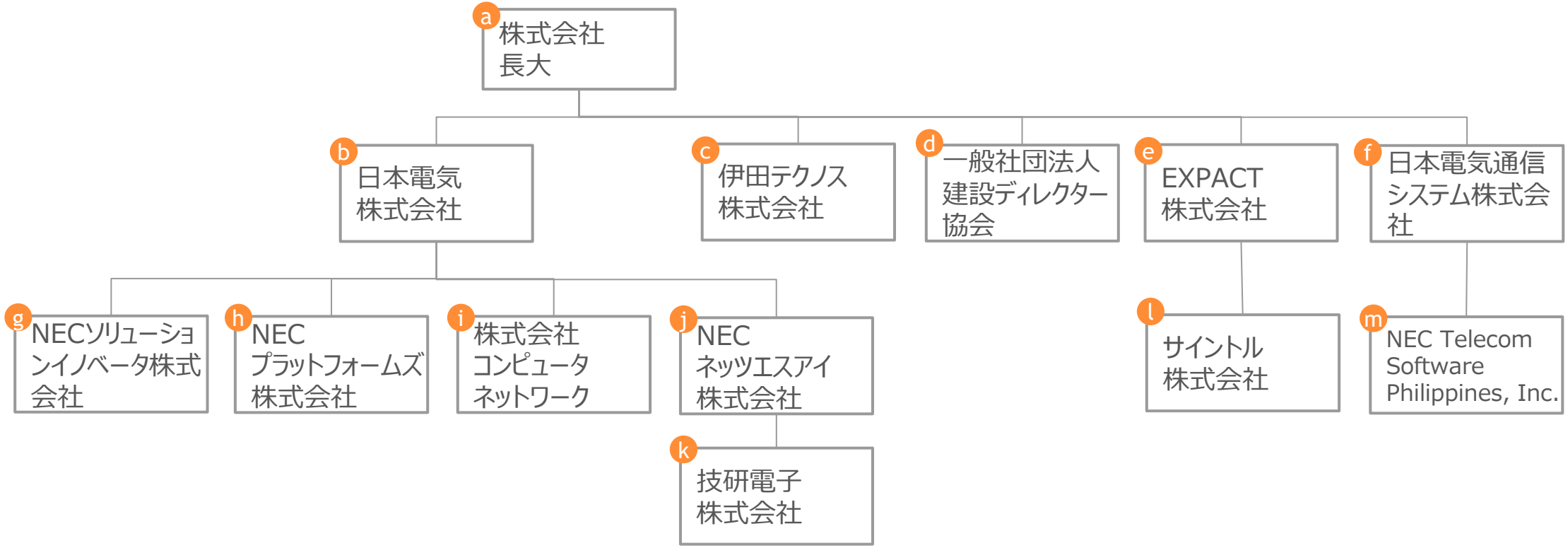
	リスク		対応策
	項目	概要	
事前準備	事前学習のデータ収集	作業現場に影響なくAIの事前学習のデータ収集に時間を要する可能性あり	現場作業終了後や未実施期間を調整してデータ収集時間を確保する。
実証	実作業進捗と実証の時期	作業現場の進捗により、カメラによる安全監視で対象重機がない可能性がある	疑似的な環境を構築して検証を実施する
実証	検証の実施	雨や雪等の気象条件等によって検証の実施に支障が生じるリスク	気象リスクを考慮した実証期間の確保、および実証期間の変更調整の実施

⑥ PDCAの実施方法

	課題把握を実施する体制	対策を立案・実行する体制
通常時	月次・週次進捗報告 • 開催時期: 実証計画策定までは基本は週次、その後は月次 • 方法:Web会議 • 体制:長大、NEC、伊田テクノス、建設ディレクター協会、EXPACT、NCOS、他再委託先関係者 • アジェンダ - 準備・実証の状況確認 - 緊急時でない課題の共有 - 実装・横展開に向けた課題の炙り出し	対策方針の議論・決定 • 実施条件: 進捗が予定よりも遅れた場合 • 頻度: 1月に1回 (緊急性が高い場合、発生から1週間以内) • 方法: Web会議　※必要に応じて対面会議 • メンバー:長大、NEC、伊田テクノス、建設ディレクター協会、EXPACT、NCOS、他再委託先関係者
緊急時	課題発生時の情報共有 • 実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合 • 頻度: 問題発生当日中 • 方法: メール、必要に応じてweb会議開催 • 体制:長大、NEC、伊田テクノス、建設ディレクター協会、EXPACT、NCOS、他再委託先関係者	

⑦ 実証の実施体制

実施体制図



オブザーバー	・学域：東京大学　染谷研究室/バイタルセンサ、立命館大学 総合科学技術研究機構　建山教授/建設施工 ・国：　国土交通省　大臣官房参事官（イノベーション担当） ・地方自治体：埼玉県（県土木整備部　県土整備政策課）、茨城県、静岡県

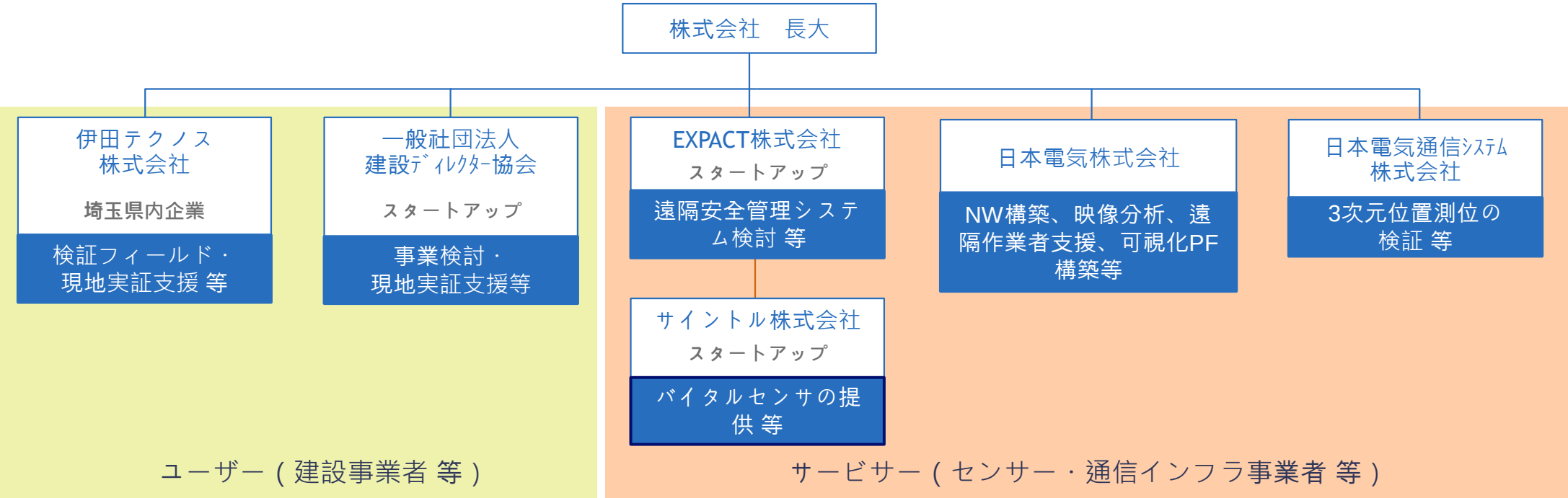
⑦ 実証の実施体制

団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a 株式会社　長大	・事業計画の立案 ・事業全般の管理・統括業務 ・全体とりまとめ	4名 x 85時間	第1計画事業部　第2計画部/西坂　淳, 三好　孝明
b 日本電気株式会社	・通信インフラ構築 ・センター管理用可視化プラットフォーム構築 ・評価検証	3名 x 170時間 (他自己投資 12名×160時間)	クロスインダストリー事業開発部門 先進DXサービス統括部/高地　成彦,枝連文郁
c 伊田テクノス株式会社	・実証フィールド提供 ・現地実証支援	11名 x 60時間	建設DX推進部/守山　明良
d 一般社団法人建設ディレクター協会	・事業の横展開に向けた検討 ・現地実証支援	3名 x 140時間	石東　果
e EXPACT株式会社	・遠隔安全管理用システム（バイタルセンサ）構築 ・評価検証	2名 x 140時間	髙地　耕平
f 日本電気通信システム株式会社	・遠隔安全管理用システム（３次元位置測位）構築・評価検証	5名 x 152時間	石井　正人

団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
g NECソリューションイノベータ株式会社	・遠隔業務支援システムの構築および提供	（外注）	デジタル基盤事業部/齊藤光彦
h NECプラットフォームズ株式会社	・技術実証のためのレーザ通信のネットワーク環境構築	（外注）	パブリックプロダクツ事業部第三センサグループ/内田常雄
i 株式会社コンピュータネットワーク	・技術実証のためのL5Gのネットワーク環境構築	（外注）	第一システム部４課/藤井　玲二
j NECネッツエスアイ株式会社	・5G機器技術対応のためのシステム構築に関わる管理と実作業	（外注）	社会公共ソリューション事業部 消防ソリューション部/柴﨑　裕
k 技研電子株式会社	・L5G機器の課題実証のためのシステム構築に関わる管理と実作業、現地構築業務の調整	（外注）	インフラサービス部 ワイヤレスソリューション課/藤崎道成
l サイントル株式会社	・遠隔安全管理用システム（バイタルセンサ）構築 ・評価検証	（外注）	長岡浩
m NEC Telecom Software Philippines, Inc.	・遠隔安全管理用システム（３次元位置測位）構築、評価検証のソフトウェアの開発	（外注）	Manila Software Desgin Center/Hiroshi Orihara

❼ 実証の実施体制

- 検証システムを構築するために、実装時におけるサービサーとして、遠隔・通信システムに「日本電気株式会社」、作業者安全管理システムに「サイントル株式会社」、高精度位置情報システムに「日本電気通信システム株式会社」と共同で実施する。
- また、実証以降も見据えて、実装に向けた検証（導入意向の確認）を「伊田テクノス株式会社」、建設業における横展開に向けた検証を「一般社団法人　建設ディレクター協会」と共同で実施する。



❼ 実証の実施体制

- 本事業の検証フィールドである埼玉県と建設業における課題認識を共有しながら進め、NEXT i-Constructionの取り組みに関する勉強会を埼玉県とコンソーシアムメンバで開催し、中小企業への浸透を図るための取り組みを検討する。
- また茨城県や静岡県にも当該取り組みに対するオブザーバーとして協力いただきながら横展開に向けた検討を実施する。
- 国土交通省には、建設現場における通信課題や作業現場の安全性・生産性向上に焦点を当てたi-Constructionについてアドバイスを受け、インフラ分野のDXアクションプランに沿った取り組みを行う。
- バイタルセンサは東京大学 染谷研究室と共同研究を進めており、立命館大学総合科学技術研究機構とは、遠隔施工の観点からオブザーバーとして協力いただき、作業者と機械が混在する現場での適応に向けたアドバイスを受け、メニュー拡充に関する検討を進める。

オブザーバー	・学域：　東京大学 染谷研究室/バイタルセンサ 立命館大学 総合科学技術研究機構 建山教授/建設施工 ・国：　国土交通省 大臣官房参事官（イノベーション担当） ・地方自治体：埼玉県（県土木整備部 県土整備政策課）、茨城県、静岡県

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

実装に向けて、運用面での使いやすさの課題への対応や、技術面での課題への対応を進めていく。

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	遠隔安全管理（バイタルセンサ） • 今回、外気温が低い時期の実証であったため、今後は、夏時期に実証し、熱中症等の異常発熱をとらえるため追加のデータ検証が必要	• 夏時期の実証で、外気温データも測定し、体温上昇が作業によるものか、外気温によるものかの棲み分けを行うことで、異常検知精度を向上させる	• EXPACT、サイントル	• FY2024
	遠隔安全管理（3次元位置情報） • 位置計測のためのスマートフォン保持について、私有スマートフォンと合わせて複数保持する場合など、作業の邪魔になる旨アンケート回答を頂いており、実運用に向けては改善の余地あり	• 位置測位のための小型専用機器の準備など、作業を抑制しない計測機器を他社連携含め模索	• 日本電気通信システム	• FY2024
	遠隔安全管理（定点カメラ） • 昼時間帯の人の検知漏れや、重機による人の遮蔽による重機接近の誤検出	• 昼時間帯の学習データの拡充しての重機接近検出 AI の構築 • 重機による作業者の遮蔽を緩和する複数台カメラの導入および、複数カメラの効率的同時処理機能の実装	• NEC	• FY2024
横展開に向けて	遠隔作業支援（スマートグラス） • 装着機器（スマートグラス等）の使い易さ、装着感	• 作業内容にあわせて、作業者が使い易いデバイスを選定する	• NEC	• FY2024
	遠隔安全管理（定点カメラ） • 対応重機の機種の拡充	• 様々なメーカーの機種の重機の学習データの拡充および、多種機種対応重機接近検出 AI の構築	• NEC	• FY2025
	建設ディレクター協会による横展開 • 建設ディレクターが関わる場合は別途教育が必要 • 常時監視は生産性が低下する • 現場の大小があり導入費用の捻出方法に課題あり	• 各ソリューションの運用講習、安全管理講習、スポーツ医学講座等の追加 • モニター画面の色によるアラートではなく、適切な音量及び音色によるアラート発信 • 費用対効果の整理・アピール	• 建設ディレクター育成講座への追加もしくはオプション講座の開催 • 建設ディレクター協会による運用開始後の随時サポート	• FY2024～FY2025前半

❶ 実装計画・スケジュール

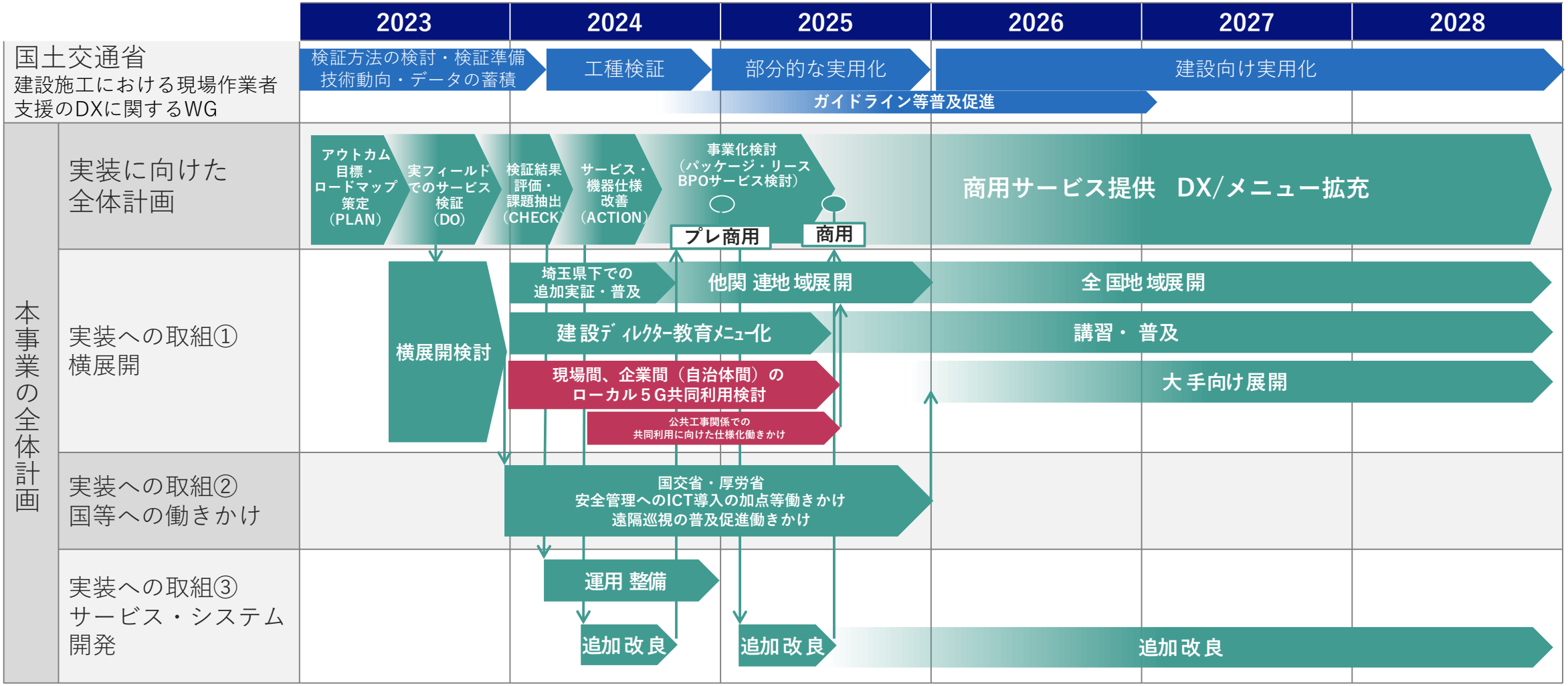
a.実装に向けた具体的計画

2023	2024第4四半期~2025	2025
本実証	追加実証	実装・横展開
埼玉県内の1現場において、NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理メニュー及びそれらを実現する可搬型ローカル5G通信を検証し、実装化の要件を満たして、実装に進めるか判断 • 実装に向けて、事業者（管理者、作業員）、発注者に、サービス満足度、導入意向を調査・検証 • 技術的に実装での運用が可能かどうか、映像配信等における満足度レベル、位置精度レベルを検証 • 実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か、時間短縮効果が得られるか検証	他関連地域展開 • 本実証の対象地域である埼玉県下から広げて、本事業で声掛けをしている茨城県や静岡県へも本実証の成果を共有 • 並行して建設ディレクター協会に所属する企業が立地する地域の中で需要が見込まれる地域へ横展開を図る（鹿児島県等） • 実証での指摘事項を踏まえ、実運用に向けた改善・追加実証を行う • 費用対効果について、今回測定した指標以外で効果を測定する	埼玉県内や、その他地域の複数現場において、NEXT i-Constructionサービスの、遠隔作業支援、遠隔臨場、遠隔安全管理メニュー及びそれらを実現する可搬型ローカル5G通信を実装・検証し、実運用に進めるか判断 • 実実装において、実施体制と各種機器の操作性を確認し、実運用が可能か検証

❶ 実装計画・スケジュール

a.実装に向けた具体的計画

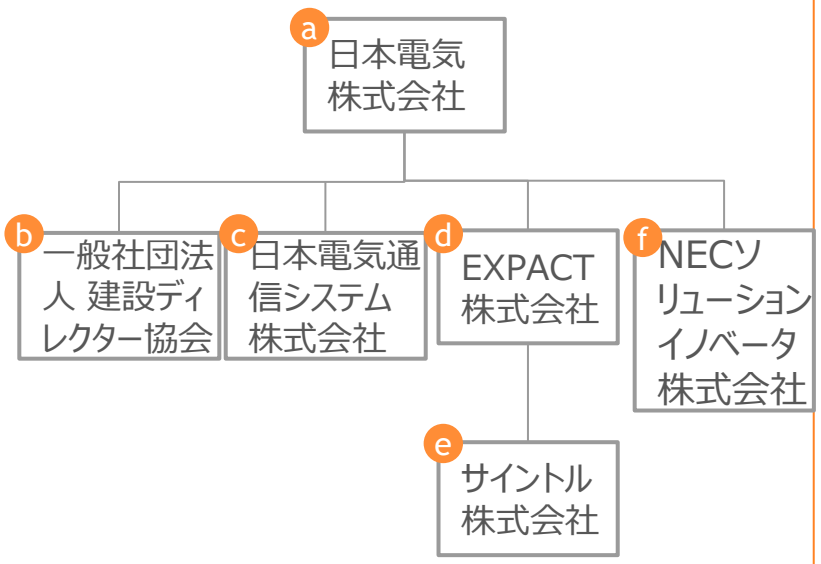
ローカル5Gを活用したNEXT i-Constructionロードマップ（PDCA計画含む）



❶ 実装計画・スケジュール

b.実装の体制

実施体制図

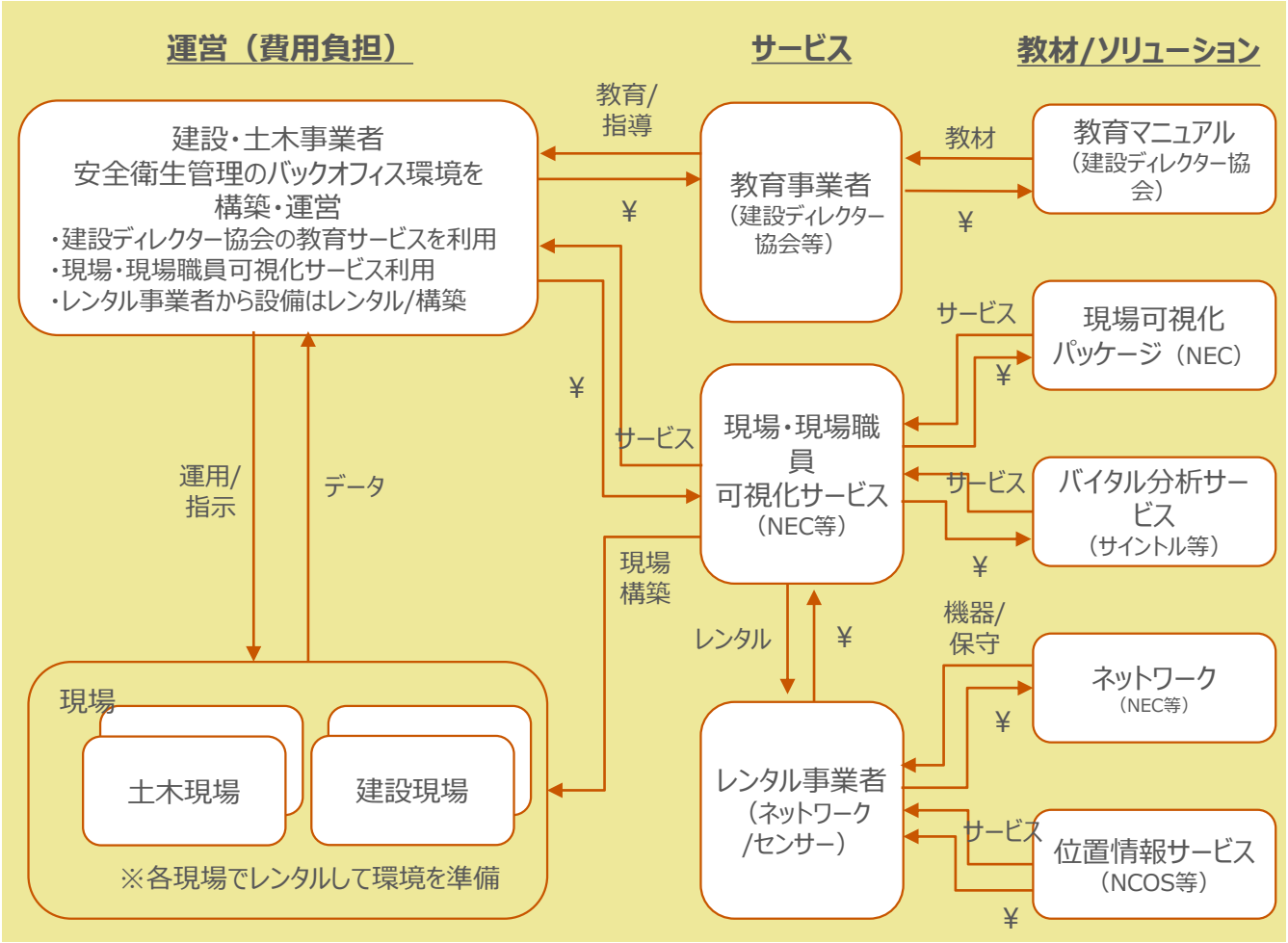


団体名	役割	リソース
a 日本電気株式会社	可視化サービス推進 事業全般の管理・統括業務	3名
b 一般社団法人建設ディレクター協会	地域横展開先連携、現場のバックオフィス改革推進	1名
c 日本電気通信システム株式会社	位置情報サービスの開発・サービス提供	3名
d EXPACT株式会社	バイタルセンサ事業支援	1名
e サイントル株式会社	バイタルセンサの開発・サービス提供	1名
f NECソリューションイノベータ株式会社	遠隔作業者支援サービス提供	1名

❶ 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル

実証事業完了後の運用計画（ランニング経費の負担計画）



概要	土木・建設業界の運営はJV（ジョイントベンチャー）を一般的に利用するため、設備資産を持たないサービス型で提供。業界定着に向けて、教育事業者へ本実証内容を活用した運営スキル向上の教育機能を整備。エコシステムを構築したプラットフォームと現場構築の汎用化で運営の負担軽減と低価格化を実現するサービスを提供する。
収益化モデル	左図に記載 ターゲット：建設土木建設 単価：可視化サービス ・１ユーザ3千円/月（ベーシックサービス） ・１ユーザ6千円/月（アドバンスサービス） ローカル５GNWサービス ・1,000千円/年間（２基）＋移設費 顧客数：100ユーザ・5現場（2025年サービス開始時）

❶ 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル

実証事業完了後の運用計画（建設ディレクター）

	ソリューション	残課題	対応策	検討項目
建設ディレクターの育成及び教育	遠隔安全管理 （3次元位置情報技術）	・建設ディレクターは現場経験が少ないため、アラートのみによる判断になる ・効果的な運用には現場の事故事例等、安全管理講座の追加が必要	・安全管理講習とソリューション実装現場の安全大会、安全訓練、安全教育への参加	・現在44時間の講習により建設ディレクターを養成しており、通常の安全管理は含まれている 実装企業が増えれば、ソリューションに対応する安全管理講座2時間の追加も可能 ・上記育成のためのマニュアルは、講師との調整により作成可能
	遠隔安全管理 （定点カメラ）			
	遠隔安全管理 （バイタルセンサ）	・スポーツ医学的な要素があるため、建設ディレクターが関わる場合は別途教育が必要 ・工種により作業員が変わるので、現場への実装企業内での指導が必要	・スポーツ医学講座2時間の追加 ・建設ディレクターによる新規入場者への指導 （通信回線との接続は、スマホを扱う程度の知識で可能な機器であることが前提）	・建設ディレクターが現場に出向く時間が増えるので、遠隔作業支援での運用も検討
	遠隔作業支援 （スマートグラス）	・必要に応じて適時使用のため、現場への実装企業内での指導が必要	・建設ディレクターが２時間程度指導を受ければ運用を行う現場への指導は可能 （通信回線との接続は、スマホを扱う程度の知識で可能な機器であることが前提）	・建設ディレクターが有効に使えるよう、OJTも検討
育成コストの検討	講習費用 （講師費用）	・専門医及び講師による講習費用が必要	・ZOOM等による遠隔講習により、交通費は抑えられる。 ・機器取り扱いは、機器提供者が現場に出向き指導する事となるが、この費用は建設ディレクター側では計上しない。	・実際に講師可能な専門医及び講師の選定について検討
	育成費用 （講習費用）	・実装ソリューションに応じた受講費用が必要	・ZOOM等による遠隔講習により、交通費は抑えられる。	・さらなる安全の向上、創意工夫等による評定点の加点を鑑みて、実装企業は育成費用について理解できるものと考える

❶ 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル

実証事業完了後の運用計画（建設ディレクター）

	ソリューション	残課題	対応策	検討項目
バックオフィス化に向けたソリューションの不足	遠隔安全管理 （バイタルセンサ）	・注意すべき過剰な暑熱負担として ①熱射病については体温の上昇が著明（40℃以上のことも）とあるが、熱痙攣、熱虚脱・熱疲労は、体温の上昇を伴わない ②心臓に異常のないことが確かめられている労働者の心拍数が毎分(180－年齢）拍以上を持続 と報告されている（産業医科大学） ・高血圧、低血圧ともに現場では危険要素になる ・モニターの常時監視は難しい ・毎朝の装着と夏季の装着が悩ましい	・心拍数、血圧も測定出来れば、さらに労務管理、安全管理、さらなる安全の向上が図られる ・モニター画面の色によるアラートではなく、適切な音量及び音色によるアラート発信 ・夏季での仕様も考慮し、貼り付けタイプではないセンサーの装着が好ましい	・建設ディレクターも含め、アラートの受信、連絡、対応のための実施者について具体的な作業手順及び指針を検討
	遠隔安全管理 （定点カメラ）	・カメラと対象物との位置関係で、若干検知が難しい部分がある ・モニターの常時監視は難しい	・カメラを増やすことにより対応可能であるが、出来るだけ少ないカメラで対応したい ・モニターの色によるアラートではなく、適切な音量及び音色によるアラート発信	
	遠隔作業支援 （スマートグラス）	・視点の切り替え等、運用に若干違和感がある	・モニターを効き目と反対側に装着すると違和感が減少する。モニターを左右どちらでも装着可能できる事が望ましい	・高所（足場上）で安全に運用可能であるか検討したい
新たに法・ルール整備の必要性	遠隔安全管理 （定点カメラ）	・建設ディレクターの職務分掌の中に入ると、トラブルが発生した場合の責任分担が難しくなる。	・建設ディレクターは、バックオフィスであり、サポート的な存在であるため、責任を負う立場ではない事への意識の統一が必要	・建設ディレクターの責任分担を明確にする
	遠隔安全管理 （バイタルセンサ）	・体温、心拍、血圧等は究極の個人データであり、使用、公開等に注意が必要	・究極の個人データとして、運用にあたっては事前に承諾を得る等、またデータの保管についてはルールを確立する。	・データを残す場合の保存場所、保存方法等の検討

❶ 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル

実証事業完了後の運用計画（建設ディレクター）

実装による業務プロセスの変化及び適した分野

ソリューション	現状の課題	実装によるプロセスの変化	検討項目
遠隔安全管理（3次元位置情報技術） 遠隔安全管理（定点カメラ） 遠隔安全管理（バイタルセンサ）	・現場で施工管理、安全管理を担当している技術者は、常時現場を見ているわけでなく、目が届かないところで、ヒヤリハットが起きている可能性がある ・バックオフィスも一日中画像を見ている事は出来ない ・労務管理は朝礼時の確認が主であり、作業中の状態は把握していない	・複数の現場を監視する建設Ｄは、アラート検出度合いを現場にフィードバックする事により、現場で見落としているヒヤリハットも通知できる ・映像を記録する事により現場から報告があったヒヤリハットだけでなく、映像から求めたヒヤリハットも事例となり、さらなる安全の向上に寄与する ・作業者の体調やストレスについて常時監視が可能となる	・工事における熱中症の発症は、軽微な事故程度のペナルティーがあり、評価点を重視する建設工事においては、夏季の熱中症予防、および高齢作業者への健康管理として有効であるため、平均点以上の監理を目指す業者には有効な管理手法でありアピールしたい ・重機への接近は土木工事がメインであり、建築においては基礎工施工時に有効と思われる。位置情報、バイタルは土木、建築共に実施可能
遠隔作業支援（スマートグラス）	・ICTに伴い現場で使用する機器は高度化している。またマシンコントロールはサポートが必要であるが、人員を増やしたのでは生産性の向上にならない	・運用指導において遠隔での実施が可能 ・操作する個所をポインターで示すことができるため、的確な指導が可能	・本社と県外工事を繋いだ時の使用感を検証したい
遠隔安全管理（ローカル5Ｇ）	・建設現場は通信環境が良いとは限らず、特に砂防や森林、大規模造成等においては、かろうじて一社のキャリアだけがつながる事もある	・5G環境の確立によりさらなる建設DX、ICTの普及、生産性の向上、労働安全の向上が図られる	・工事には金額の大小があり、工事金額に占める率や、費用対効果も検証したい。

横展開における過去の事例等

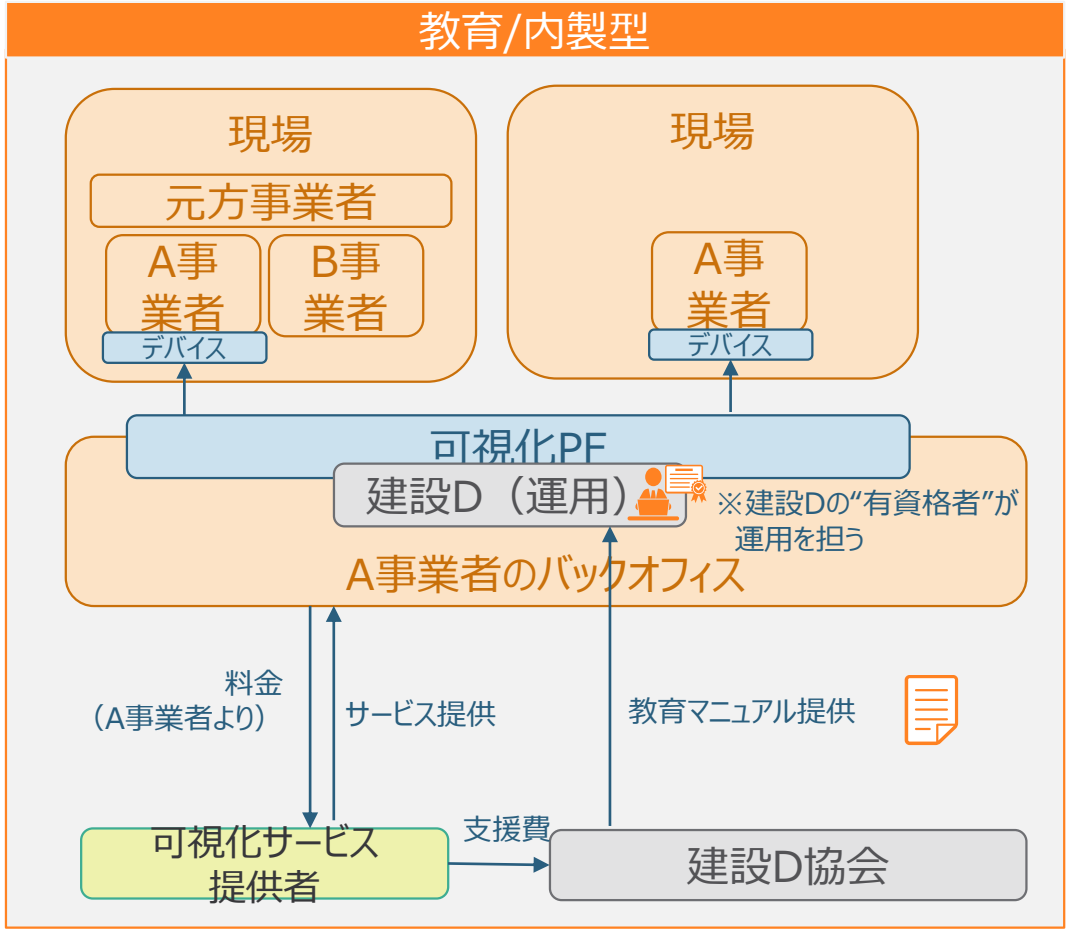
建設ディレクター協会は、技術者との業務連携を支援するプログラム、TEAM SWITCHをサポートしている。建設ディレクターの働き方を定着させるには、現場の協力体制が必要であり、技術者の意識改革を念頭に技術者業務の範囲を再設定し、建設ディレクターとの分業体制を実現する仕組みづくりを専門家を交えて提供しており、またデジタル環境の整備についてもアドバイスを行い現場と社内の情報共有を図っている。経営者へのインタビューからはじり、キックオフ、さらには業務の移管計画から実施状況を成果発表会として定期的に遠隔会議で確認し、さらに経営者ミーティングや受講企業との定期勉強会・交流会を開催し、建設ディレクター制度の効果的な運用を進めている。プログラムを提供するだけでなく、スタートから運用、成果まで一貫してサポートする実績を有している

❸ 他地域への横展開の方策

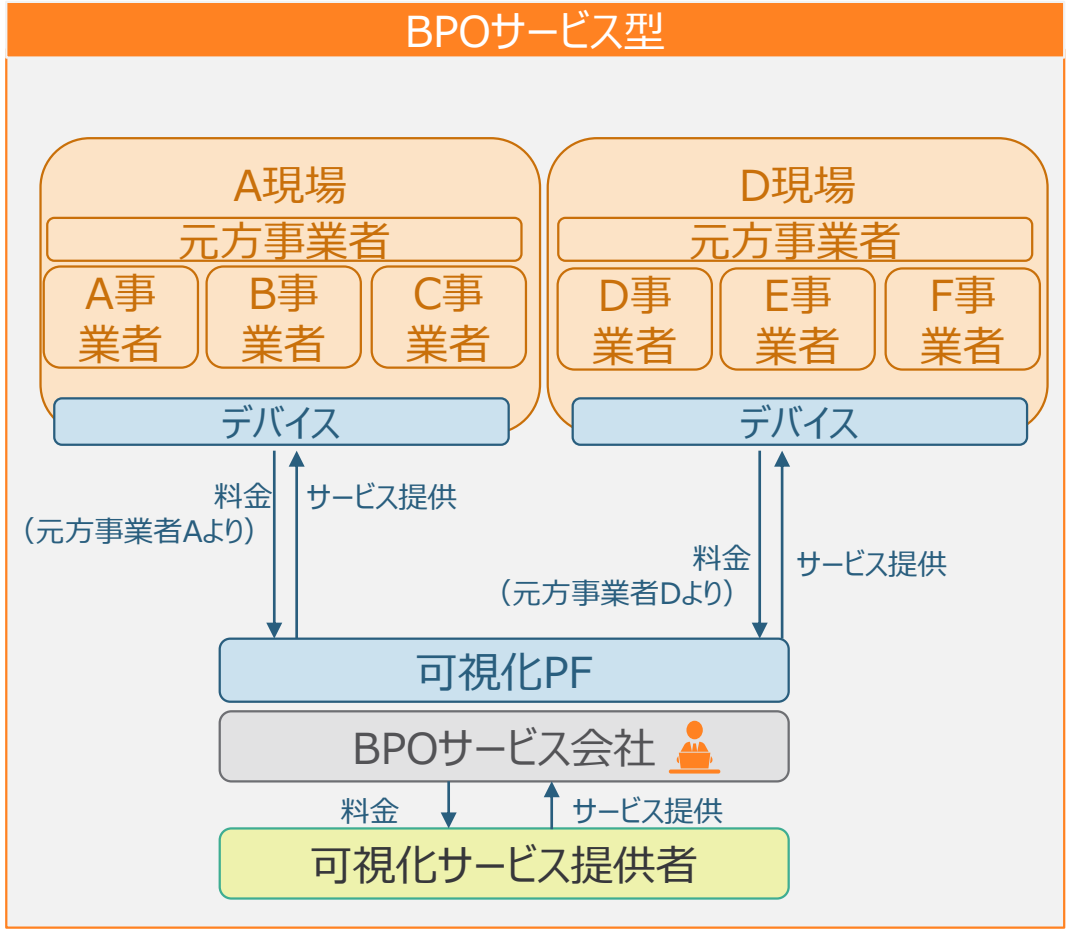
対象 (地域・業界団体等)	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
埼玉県、茨城県、静岡県 ※並行して建設ディレクター協会に所属する企業が立地する地域の中で需要が見込まれる地域	ー	• 2023～2024年度は埼玉県下から広げて、2025年度以降に全国展開に向けて本事業で声掛けをしている茨城県や静岡県へも本実証の成果を共有し、並行して建設ディレクター協会に所属する企業が立地する地域の中で需要が見込まれる地域へ横展開を図る • 初期段階(Step1)では教育/内製型で対応を行い、提供サービスが整った段階(Step2)で、他地域への横展開に適用しやすいBPOサービス型の運用も見据える • 建設業全体としての魅力向上に向け、中小規模の建設事業者も積極的にi-Constructionを導入できるよう、発注者側への意識改革や法整備が必要であり、平行して国への働きかけを行い普及を目指す	ローカル5G通信やセンサなどのデジタル技術を駆使したNEXT i-Constructionサービスを建設現場に導入しやすい形で提供することで、建設現場の効率化と安全性の向上を図ることが可能

❸ 他地域への横展開の方策

Step 1



Step 2



④普及啓発活動

実証視察会の実施

■視察会の概要

開催日時	2024年2月16日（金）　13:00～14:30
開催場所	埼玉県ふじみ野市福岡・福岡新田・谷田２丁目　建設現場
参加者等	評価委員：早稲田大学 稲田教授※オンライン、筑波大学 川島教授※Teams録画視聴 総務省 デジタル経済推進室、総務省 地域通信振興課、関東総合通信局、信越総合通信局、BCG

■視察会の実施事項

位置づけ　：NEXT i-Constructionサービスの内容をご確認いただき、社会実装に展開するための助言をいただく。
実施内容：遠隔作業支援/遠隔臨場、遠隔安全管理の実証　　※現場（端末側）、バックオフィス（管理PC側）、インフラ（ローカル5G/レーザー通信）、バイタルセンサの説明

業務	ソリューション名	概要	デモ内容
遠隔安全管理（体調）	バイタルセンサ	作業の邪魔にならない絆創膏感覚で使用できるセンサによるモニタリングで健康管理	センサ実機の確認と、管理PC画面での確認
遠隔安全管理（位置）	3次元位置測位	緯度・経度・高度による作業者の高精度な位置情報把握による安全管理を実現	作業員の行動履歴と、危険エリアに入った際の作業員及び管理者への通知
遠隔安全管理（映像）	作業行動認識による安全管理	作業内容や不安全行動を映像認識することで安全化、業務効率化を実現	建機に近づく不安全行動時の管理者への通知
遠隔作業支援/遠隔臨場	遠隔業務支援サービス	現場と遠隔地をリアルタイムな映像・音声で接続、ハンズフリーによる導入効果	スマートグラスを装着して、管理者と現場状況の共有、通話
通信環境（ローカル5G）	ローカル5G	高速・低遅延である5G通信環境を現場で自営網として容易に構築	動態による実機の紹介
通信環境（レーザー通信）	レーザー通信	無線通信と干渉がなく、有線通信のような敷設が不要な、レーザー通信環境を整備	静態による実機の紹介

④普及啓発活動

実証視察会の実施

■質疑の内容

総務省）NEXT i-Constructionは現場でどれぐらい必要とされているか？
伊田テクノス）安全に対しては常に考えてるところで、重機との接触は事故が多くて、ニーズはあると思う。スマートグラスも現場と遠隔で立会いもできるので、使用する回数もあると思う。
総務省）今回、バイタルセンサをつけていたが、作業中に倒れてしまう方など、割とあるのか？
伊田テクノス）熱中症で倒れる方は結構多い。
建設D協会）熱中症になると、軽微な事故があったぐらいのペナルティがかかる。それに対して体温などを数値で管理して、その幅で、イエローゾーンで安全性を高めている。

総務省）今回、バイタルセンサで収集するデータが体温と活動量ということだが、それが良いということなのか、それとももうちょっと違った情報があったほうがよいのか？
EXPACT）本年度はまだ試作段階で実施している。来年度は脈拍なども取れるセンサを開発中であり、今回のフィードバックも行う。
総務省）今回の実証でこれは本当に欲しいとか、ローカル5Gでもっとこういうことができたらよいなどがあれば教えて頂きたい。
伊田テクノス）スマートグラスは簡単に付けられるものとか、体温の測定は欲しい。ローカル5Gは、これまで実施していた遠隔臨場は途切れたりしていたが、ローカル5Gで早くなればよい。

関東総合通信局）街なかの現場であればキャリア5Gも入ると思うが、ローカル5Gとキャリア5Gの融合や、具体的な運用はいかがか？
NEC）ビジネスモデルに関わってくる。キャリアであれば、現場ごとに通信料が発生してくることがあると思う。例えば建機と同じようなレンタルビジネスで、現場現場ごとにローカル5Gを貸し出して、負担がかからないようなビジネスモデルを考えていきたい。山間部などで、通信が途切れがちなところではローカル5Gが有効になってくると思う。

早稲田大学 稲田先生）建設現場の効率性ということで、工数分析で生産性向上が挙げられているが、どういうデータを取って、分析をされることを考えているか？
建設D協会）映像分析で作業者の作業状況や工種が取れるシステムにはなっている。全員の作業状況を把握するには、すべての箇所にカメラを付ける必要があるが今回の実証では行っていない。

総務省）ローカル5Gは高コストになるため、いろんなものに活用していくという使い方が非常に理にかなっていると思う。さらに可搬型ということで、必要なところにこう動かしていくとことで非常にメリットがあると思っている。今回のように面的なのに使っていくことはよい。ローカル5Gとしては、建機の遠隔操作も組み合わせて、建設現場全体として活用していただきたい。

■質疑を受けた今後の対策案

- コストがかかる可搬型ローカル5Gのメリットを活かすため、建設現場全体のいろいろなメニューに活用していけるサービスを検討する。
- 今回のバイタルセンサで収集するデータは体温と活動量であったが、熱中症につながる脈拍や心拍数のデータが取得できるセンサの開発も進める。
- 遠隔作業支援のスマートグラスについて、簡単な装着や、使いやすい製品の調査・選定を行う。

④普及啓発活動

オブザーバである国土交通省、埼玉県向けの視察会

■視察会の概要

開催日時	2024年2月19日（月）　13:00～14:30
開催場所	埼玉県ふじみ野市福岡・福岡新田・谷田２丁目　建設現場
参加者等	国土交通省 大臣官房 参事官（イノベーション）グループ 施工企画室、国土交通省 電気通信室、関東地方整備局 企画部 施工企画課、埼玉県 県土整備政策課

■視察会の実施事項

位置づけ ：NEXT i-Constructionサービスの内容をご確認いただき、社会実装に展開するための助言をいただく。
実施内容：遠隔作業支援/遠隔臨場、遠隔安全管理の実証　　※現場（端末側）、バックオフィス（管理PC側）、インフラ（ローカル5G/レーザー通信）、バイタルセンサの説明

業務	ソリューション名	概要	デモ内容
遠隔安全管理（体調）	バイタルセンサ	作業の邪魔にならない絆創膏感覚で使用できるセンサによるモニタリングで健康管理	センサ実機の確認と、管理PC画面での確認
遠隔安全管理（位置）	3次元位置測位	緯度・経度・高度による作業者の高精度な位置情報把握による安全管理を実現	作業員の行動履歴と、危険エリアに入った際の作業員及び管理者への通知
遠隔安全管理（映像）	作業行動認識による安全管理	作業内容や不安全行動を映像認識することで安全化、業務効率化を実現	建機に近づく不安全行動時の管理者への通知
遠隔作業支援/遠隔臨場	遠隔業務支援サービス	現場と遠隔地をリアルタイムな映像・音声で接続、ハンズフリーによる導入効果	スマートグラスを装着して、管理者と現場状況の共有、通話
通信環境（ローカル5G）	ローカル5G	高速・低遅延である5G通信環境を現場で自営網として容易に構築	動態による実機の紹介
通信環境（レーザー通信）	レーザー通信	無線通信と干渉がなく、有線通信のような敷設が不要な、レーザー通信環境を整備	静態による実機の紹介

④普及啓発活動

実証視察会の実施

■質疑の内容

関東地整）ローカル５Gの免許は、建設現場エリア内で可搬型のローカル５Gアンテナをどこに設置しても問題ないという申請を行っている認識でよいか。
NEC）その認識でよい。申請については、建設現場内でどこに基地局を設置しても、ローカル５Gと干渉しないかを免許申請時に総務省に確認していただいている。以前は免許変更が必要であったが、昨年の制度改定で柔軟な運用が可能となっている。
関東地整）今回であれば、この建設現場のみ申請が許可されているという認識でよいか。
NEC）その通りである。そのため、個々の現場で免許申請を行う必要がある。

国土交通省 大臣官房参事官）橋梁や建築物の施工現場の時は、現場が上向きに建設されるが、ローカル５Gアンテナが上向きになるような設置は可能か？
NEC）現状は水平方向のみであり、上向きのローカル５Gアンテナは認められていないため、設置できない。対策として、ローカル５Gアンテナを高く設置して、水平方面に向かせればよい。

埼玉県）現場でローカル５Gアンテナを使用する際の諸条件などはあるか。発注者として考慮すべき事項として、例えば、エリアの設定や電波の設置にどのくらいの期間がかかるかなどの事前に確認する項目を教えていただきたい。
NEC）まず、現場を確認し、技術メンバーが電波の弊害になりそうなものをブラッシュアップする。また、過去の知見を参考にシミュレーションしながら検討している。そのエリアで何を把握したいかに応じてエリア設計することになる。

国土交通省 電気通信室）危険エリアの設定について、事前に危険エリアを設定する話だったと思うが、危険エリア自体を動かすことは想定していないか。
NEC）事前に危険エリアを設定している。日々、天候の影響などで危険エリアが変更になる可能性があるため、管理者の方が柔軟に危険エリアを変更できるようにすることが、今後の課題になると思う。
国土交通省 電気通信室）異常検知は、危険エリア内に人が入ったかの検知であり、人の健康異常の検知ではないということでよいか。
NEC）重機に近づいてきたときのアラートは、カメラの映像解析で行い、可視化プラットフォームで表示する。人の状態異常はバイタルセンサで確認する。

国土交通省 大臣官房参事官）不安全行動で、ヘルメットを付けているとかも検知することは可能か。
NEC）学習させれば可能である。

■質疑を受けた今後の対策案

- 現場でローカル５Gアンテナを使用する際の諸条件や、発注者として考慮すべき事項を整理する。

④普及啓発活動

今後の予定

取組概要	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
建設技術展等への出展	―	本年度の実証の取りまとめ結果を、来年度開催される展示会等の出展先候補の選定と、出典コンテンツを検討	ソリューションの有効性を示すことで、同様の課題に直面する建設事業者や自治体からも引き合いが見込まれる
プレスリリース、広報、学術論文での投稿	―	本年度の実証について、プレスリリースや広報を予定。また、研究段階の技術については、学術論文での報告等も検討	本事業の取組や実証結果について有効性を幅広く周知し、同様の課題に直面する建設土木業者や自治体からの引き合いが見込まれる