

通信機器、設備に関する調査WG 報告書

1. はじめに
2. WG 活動の進め方、調査内容について
3. WG 委員から通信機器、通信システムメーカーへの
質問事項
4. 建設現場の通信環境及び利用状況の調査結果
(アンケート結果)
5. 通信機器、通信システムメーカーによる通信機器、
設備に関する技術紹介と意見交換

2025年4月

一般社団法人 日本建設機械施工協会

機械部会 トンネル機械技術委員会

通信機器、設備に関する調査WG

1. はじめに

トンネル機械技術委員会では、毎年トンネル施工に関する技術的な課題の抽出や新しい技術の調査等についてワーキング形式にて活動する事により、所属委員の共有資料とすべく情報交換を行っています。

令和6年度の活動テーマでは、トンネル・シールド工事における坑内通信技術の取組内容を調査することを目的とし「通信機器、設備に関する調査WG」を発足させ活動を行いました。

活動内容としては、

- ・各委員における自社取組状況調査と実施内容の集計
- ・各通信機器及びトンネル坑内通信システムメーカーへの技術紹介とヒアリング

を、今年度8回の活動通じて行いました。

今回のワーキング活動では、今更聞けなかった通信技術の基本や最新通信技術の現状を知る事が出来、各委員方々にも有益な情報になったと思います。

今年度の活動成果を以下に記載いたしますので、今後の業務に活用していただければ幸いです。末筆になりますが、情報提供を頂いた各委員及び御講演頂いた各通信機器及びトンネル坑内通信システムメーカー様には改めてお礼申し上げます。

2. WG活動の進め方、調査内容について

20240610_キックオフ

トンネル工事における機械,設備の調査

通信設備調査WG
(通信・計測機器、設備に関する調査)

20240610_キックオフ

実施項目：
トンネルやシールド工事で使用される
通信・計測機器、設備に関する調査を
行い、報告書を作成する。

通信設備調査WG

通信設備： ・坑内外通信機器について

トンネル坑内における連絡設備の設置と距離

安衛則389条の9

表 17-18 坑内の警報設備及び通話設備

1. 落盤、出水、ガス爆発、火災その他非常の場合に、速やかに知らせるため、次の設備を設け、周知させる。

ア.切羽迄の距離が100mに達したとき
イ.切羽迄の距離が500mに達したとき

警報設備
非常ベル
非常ベル
通話装置

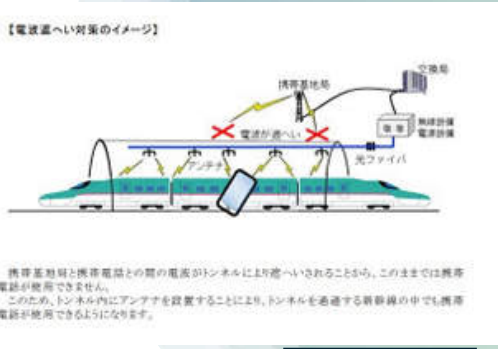
① 坑口から切羽までの距離が100mに達したとき、サイレン、非常ベルの警報設備。
② 坑口から切羽までの距離が500mに達したとき、警報設備及び電話機等の通話装置、警報設備及び通話設備は、常に有効に作動するように保持し、その電源は予備電源を備えておくこと。

2. 常時有効に作動するように保持する。
3. 設備等に予備電源を備える。

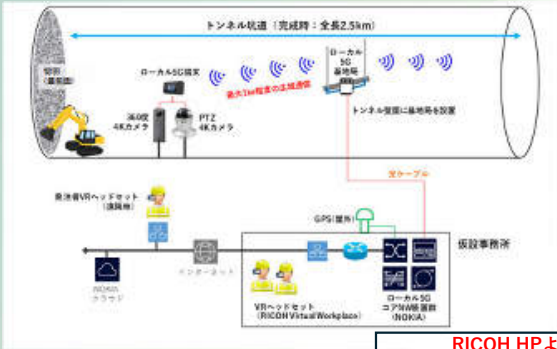
(農林水産省 土木工事等施工技術安全指針 第17章トンネル工事(1)より引用)

通信設備調査WG

通信設備： ・坑内外通信機器 ネットワーク通信 (無線or有線,ローカルor携帯回線)



2020_総務省HPより

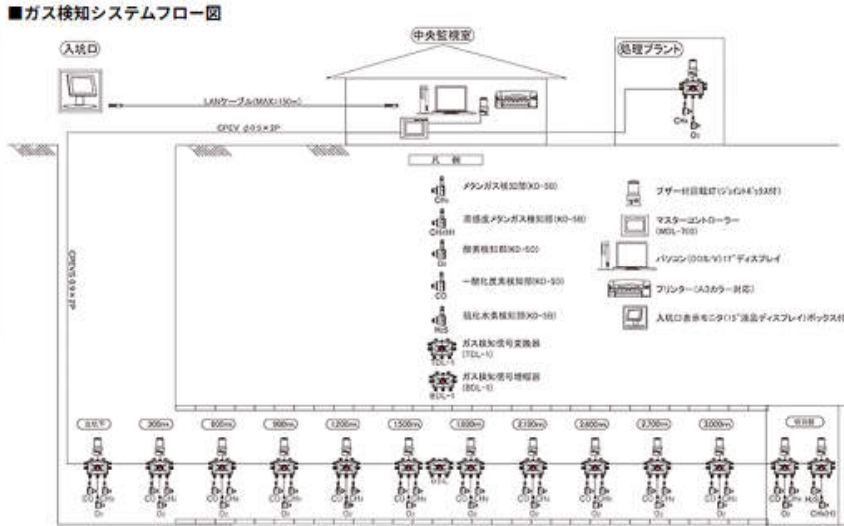


RICOH HPより
https://jp.ricoh.com/release/2023/0328_1

通信設備調査WG

通信設備： 計測機器設備

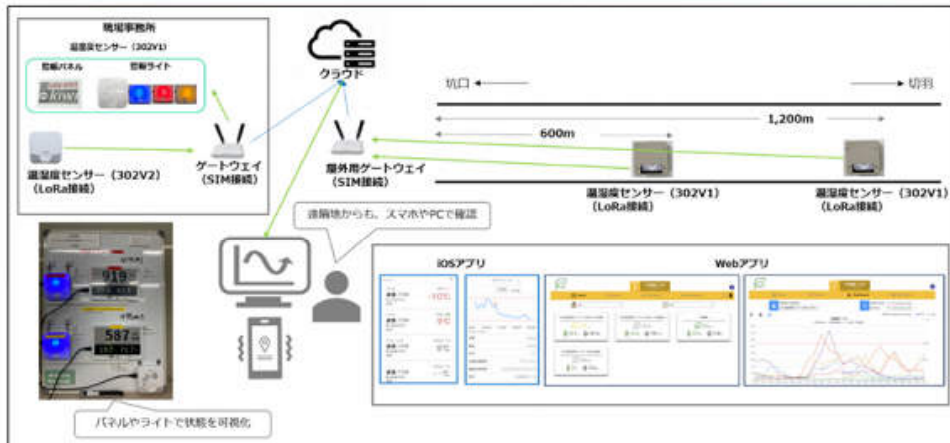
可燃性ガス濃度の測定等 安衛則382条の2
自動警報機の設置等 安衛則382条の3
坑内通気量、気温、炭酸ガス濃度 安衛則592,603,611,612条



アクティオHPより

通信設備調査WG

通信設備： 計測機器設備 環境安全設備 or 生産性向上に有効な機器



戸田建設HPより
https://www.toda.co.jp/news/2023/20230926_003254.html

図1 環境測定システム概要図

通信設備調査WG

20240610_キックオフ

通信設備：

- 計測機器設備
- 環境安全設備 or 生産性向上に有効な機器

フジタ高品質シールド技術の概念図

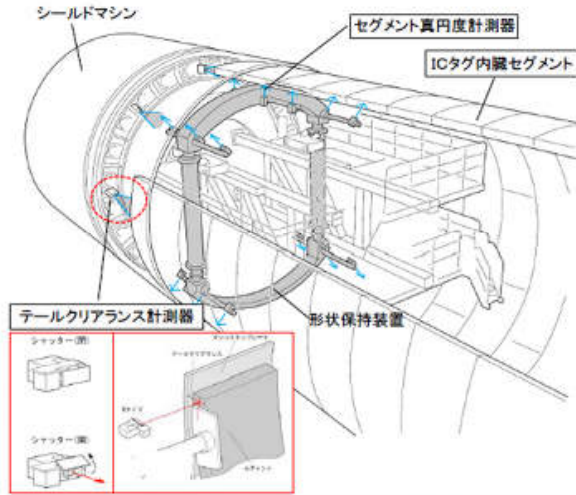


写真1:テールクリアランス計測器



フジタHPより

写真2:セグメント真円度計測器



通信設備調査WG

20240610_キックオフ

通信設備：

- 計測機器設備
- 環境安全設備 or 生産性向上に有効な機器

<システム稼働状況>



システム構成



オペレータ運転席



【重機LS-TSシステム仕様】

測定範囲	レーザー計測距離:3~15m
測定速度	12万点/秒のデータ取得
測定視野	水平0°~90°
測定頻度	25回/秒

- メリット 1 重機出来形オペレーターが自ら計測可能
- メリット 2 人の立ち入りが不要のため安全性が向上
- メリット 3 重機に後付(MG付)で容易に搭載できる
- メリット 4 専門測量スタッフが不要で大幅に生産性が向上

フジタHPより
重機LS

通信設備調査WG

WG1議題

- 1) WG名称について
- 2) WGリーダーの選任について
- 3) 調査活動の進め方とスケジュールについて
開催予定日は、8月を除く基本第2金曜日
7/12,9/13,10/11,11/8,12/13,1/17,2/14,3/14
(合計9回)
とするが、開催可否についてはWGで変更可
- 4) その他

WG1議題

- 3) 調査活動の進め方
 - ・ 調査票配布,集計
(現状とニーズの確認)→上期まで?
 - ・ 新技術紹介
(通信,計測会社へのヒアリング)
 - ・ 現場運用状況確認

3. WG 委員から通信機器、通信システムメーカーへの質問事項

NO	質問事項
1	<ul style="list-style-type: none"> ・トンネル坑内におけるローカル5G、WiFi6、WiFi HaLow、メッシュWiFi等のメリット・デメリット ・同一坑内でのそれぞれの組合せ技術を含めた今後の方向性
2	<p>山岳トンネルとシールドトンネル共に光ケーブルを基本とし、そこから各所へLANケーブルでWi-Fiルータと繋いでいるようだ。</p> <p>坑内では、iPadやiPhone（スマホ）を利用し、lineや同類のアプリでグループチャットや通話もしている。基本は有線なので、敷設や盛り替え作業が大変とのこと。</p> <p><u>1.聞きたいこと</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・大容量無線ネットワークについて（5Gなど） ・遠隔操作や非常停止など常に通信を確立する技術 ・遠隔臨場技術 <p><u>2.困っていること</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・有線の敷設、盛り替え ・保護具を装着したままの操作、通話（山岳TN） ・遠隔操作をスマホでやりたい <p>3.協力会社：アクティオ、西尾レントオール、演算工房、エクシオグループ、協立電気（掘進管理）、TBMシステムズ、タグチ工業、NTT、ソフトバンク</p>
3	<p>①坑内通信設備の基本構成および既存オプション（山岳トンネル対応とシールド対応）（マック、演算工房、アクティオ、ニシオレント、他）それぞれの利点、課題など</p> <p>②ローカル5Gに関する情報（製品、価格、課題など）</p> <p>③ピコセラに関する情報（活用状況、メリット、デメリット）</p> <p>【通信から逸脱するので発散しそうな意見となりますが・・・】</p> <p>④坑内通信を前提とした管理システム（車両運行管理、測量、換気、入坑（人）、遠隔操作・・・）</p>
4	<p><u>電力線通信の現状と将来性について</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発の経緯：小断面トンネルでは無線化は難しく有線ではメンテナンスの問題がありチャレンジした。動力幹線 200Vを使用。 ・結果：通信機器の能力や坑内環境等により実用化には至らなかった。 <p>*少量のデータ送受信は可能。</p>
5	<p><u>質問事項</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ①アクセス°イント間の最長距離は（有線、無線それぞれ） ②シールド小断面で無線Wi-fiの最小径は（実績値、理論値それぞれ） ③ローカル5Gシステム導入費、ランニングコストと設備構築日数 ④5Gに対応する端末は必要なのか ⑤画像伝送で遅延を最小にする推奨設備やシステムは？
6	<ul style="list-style-type: none"> ・センサー系の通信伝達方法（現状配線を行っている事を無線化した時の問題点） ・セントルによる通信の遮断の話がありましたが、セントルを中継局として活用できるのか？
7	<p><u>質問事項</u></p> <ol style="list-style-type: none"> ①通信方式によるメリット・デメリット ②技術的なトラブル事例 → メーカー側からゼネコンへの要望 Ex. ○○による△△が原因でトラブルが発生することが多いので、通信機器と○○の離隔は☆☆m 以上にしたい・・・等 ③打合せ不足によるトラブル事例 → メーカー側からゼネコンへの要望 Ex. 連絡無くネットワークに◇◇のデータを追加したため、▽▽によるトラブルが発生した。打合せの際には必ず□□を伝えてほしい・・・等

4. 建設現場の通信環境及び利用状況の調査結果(アンケート結果)

集計	対象設備							使用エリア			特徴
	無線設備 (例:延長コ- バツ)	有線 通信 設備	標準	非常置機	無線子-9	無線の事情機 その他	机内	機工ヤ-ド	遠隔地の通信		
有線											
LAN	11	19		12	11	3		15	18	6	
WLAN		9		6	5	1		8	9	5	
シフト通信 (RS232C,A)	1								1		
CC-Link	1							1	2		
電力伝送機	1							1	1		
ハ-ドワイ-	2										
無線											
無線LAN	1	4	1		1	1		5	6	1	
Wi-Fi (Wi-Fi)	2	5	1	3	2		1	3	5	2	
Wi-Fi		9		3	6	1		9	11	1	
PHS		1		1				1	1		
0-カル5G	1			1							
LTE			1						1		
BLEC-コ-							1	1			切替作業機出に使用
L-PWA(Sigfox)								1			
専用回線	2	1		2				3	2		
ケーブルテレビ回線											
電話回線		5	1	1	1			2	4	4	
衛星回線					1	1			1	2	
光回線		1								1	
VPN											
GNSS					2	2	1		1		
StarLink		1		1				1	1	1	机外にStarLinkを設 置し、光コ-バツで 機内通信

アンケート回答会社数: 6社
対象現場数: 15+0

5. 通信機器、通信システムメーカーによる通信機器、設備に関する技術紹介と意見交換

NO	WG 開催日	企業名、担当者、メールアドレス	プレゼン内容	掲載 ページ	
1	7月12日	マック(株)	・山岳トンネル坑内データ通信技術	11	
		代表取締役 社長	宮原 宏史	・通信機器、通信システムメーカーへの確認事項に対する回答	32
		mmic@maple.ocn.ne.jp		・意見交換	31
2	7月12日	(株)アクティオ	・無線LANアクセスポイントについて	34	
		エンジニアリング事業部 通信計測部 営業課	杉山 慧	・意見交換	39
		sugiyama-satoshi@aktio.co.jp		-	-
3	9月13日	(株)演算工房	・ITコンストラクションの紹介_トンネル分野での弊社の取組について	40	
		技術営業部 サポート課	斎藤 太郎	・通信機器、通信システムメーカーへの確認事項に対する回答	96
		saito@enzan-k.com		・意見交換	99
		(株)演算テクノセンター	甲斐 勝之	-	-
		kai@enzan-k.com		-	-
4	9月13日	西尾レントオール(株)	・坑内通信インフラについて	101	
		通信測機東日本営業部 通信測機東京営業所	新美 範明	・意見交換	107
		noriaki.niimi@nishio-rent.co.jp		-	-
		通信測機東日本営業部・通信 測機西日本営業部 建設DX 営業推進部 部長	山口 秀樹	-	-
		h1dekl.yamaguchi@nishio-rent.co.jp		-	-
5	10月11日	KDDI(株)	・Starlink を活用した通信エリア構築サービス _Satellite Mobile Link	109	
		事業創造本部 L X 基盤推進 部 通信ビジネスグループ	長里 天羽	・意見交換	125
		te-nagasato@kddi.com		-	-
		経営戦略本部 地域共創推進 部 企画グループ	西田 徹	-	-
		too-nishida@kddi.com		-	-

NO	WG 開催日	企業名、担当者、メールアドレス	プレゼン内容	掲載 ページ	
6	10月11日	東海プラネット(株)	・トンネル坑内、ヤード、その他関連設備の通信システムについて	128	
		代表取締役	原田 和男	・意見交換	151
		haradak@tokai-planet.co.jp		-	-
		情報化施工グループ長	松崎 裕也	-	-
		matsuzaki@tokai-planet.co.jp		-	-
7	11月18日	東日本電信電話(株) (NTT東日本)	・建設DXを加速させるローカル5G/ギガらく5G	153	
		第二ビジネスイノベーション部 ビジネス企画グループ	茨田 桂太	・意見交換	169
		keita.barada@east.ntt.co.jp		-	-
		第二ビジネスイノベーション部 第二産業基盤ビジネスグループ	小浦 元希	-	-
		motoki.koura.wv@east.ntt.co.jp		-	-
		ビジネス開発本部 無線&IoTビジネス部	西原 英臣	-	-
		hidetaka.nishihara.nt@east.ntt.co.jp		-	-
8	11月18日	(株)ソーキ	・トンネル施工で主に使用される計測器等の紹介	171	
		営業本部 システム営業部 次長	森下 徹	・意見交換	184
		t.morishita@sooki.co.jp		-	-
		営業本部 広域担当課長	千葉 渚	-	-
		nagisa_chiba@sooki.co.jp		-	-
		(株)カナモト 特機エンジニアリング部 副部長	山日 聡	-	-
		yemahi@kanamoto.co.jp		-	-
9	12月13日	(株)レッツコーポレーション	日浦 憲	・線上のエアブリッジ	185
		hiura@lets-co.co.jp		・意見交換	192
10	12月13日	ソフトバンク(株)	・プライベートLTE sXGPのご紹介	194	
		デジタルエンジニアリング本部	堀越 健太	・意見交換	213
		kenta.horikoshi@g.softbank.co.jp		-	-
		ビー・ビー・バックボーン(株) sXGP事業統括部 市場開発部 営業2課	前田 雄介	-	-
		yusuke.maeda@g.softbank.co.jp		-	-



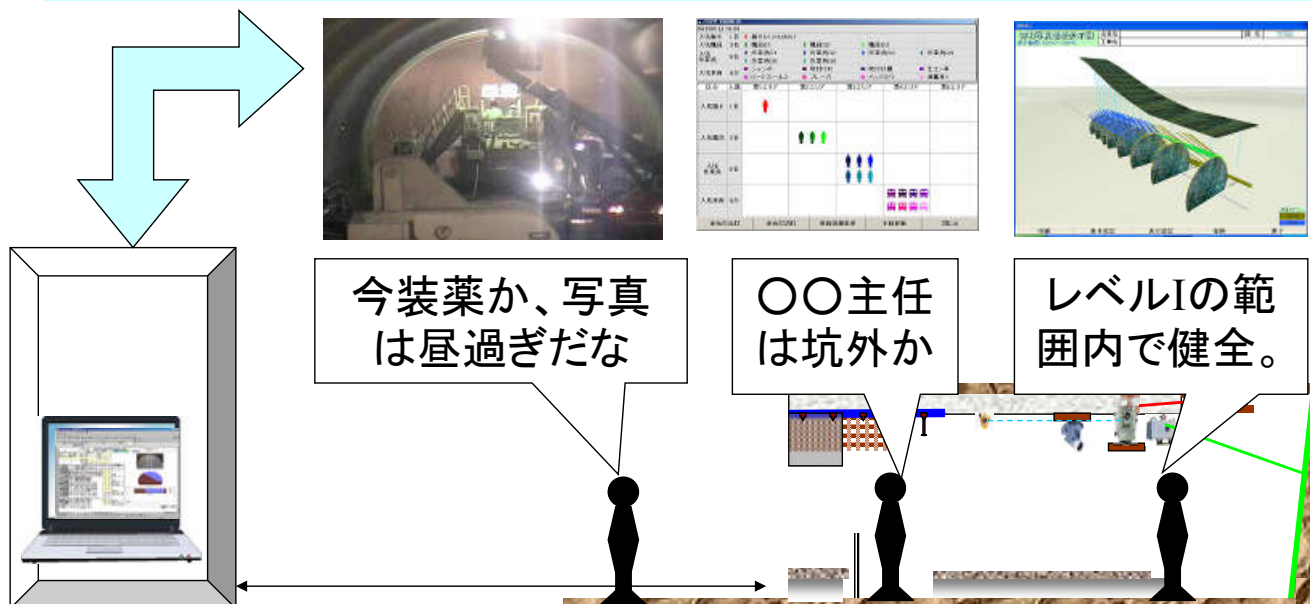
宮原宏史：マック株式会社

一般社団法人 日本建設機械施工協会 機械部会 トンネル機械技術委員会 通信設備WG 2024/7/12

「現場」ネットワーク化の目的

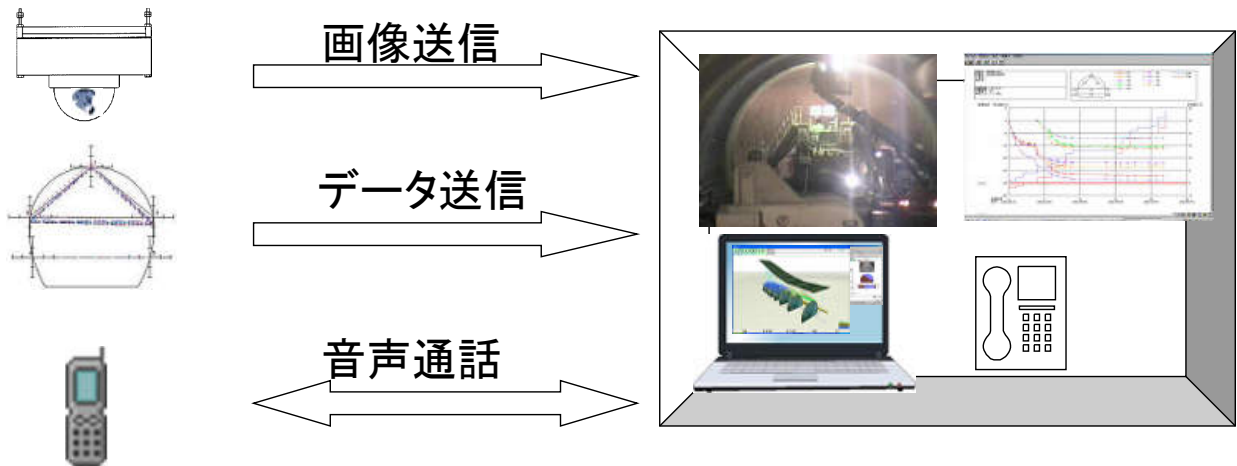
- 必要な情報に即時にアクセスできる。

情報の共有

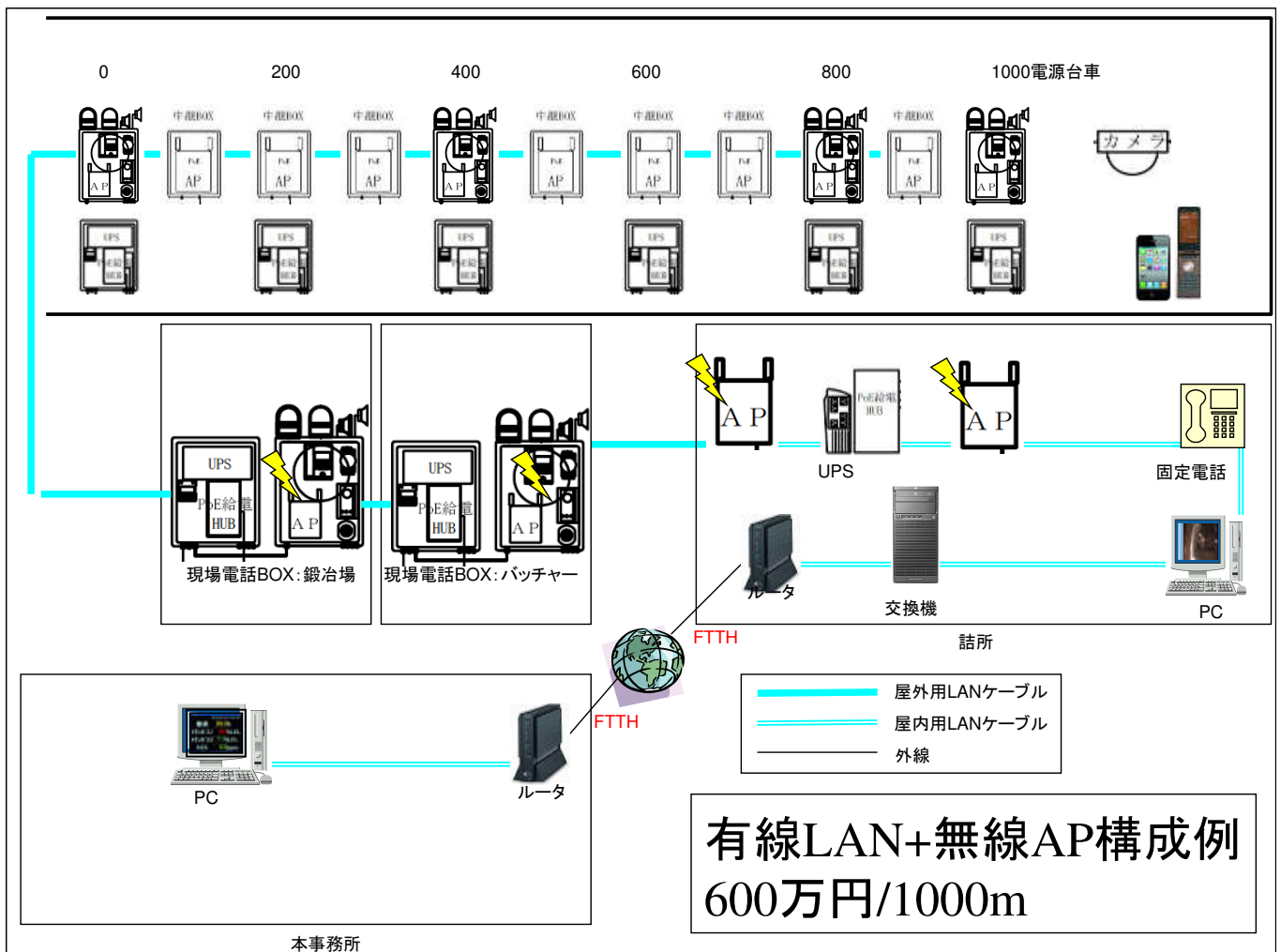


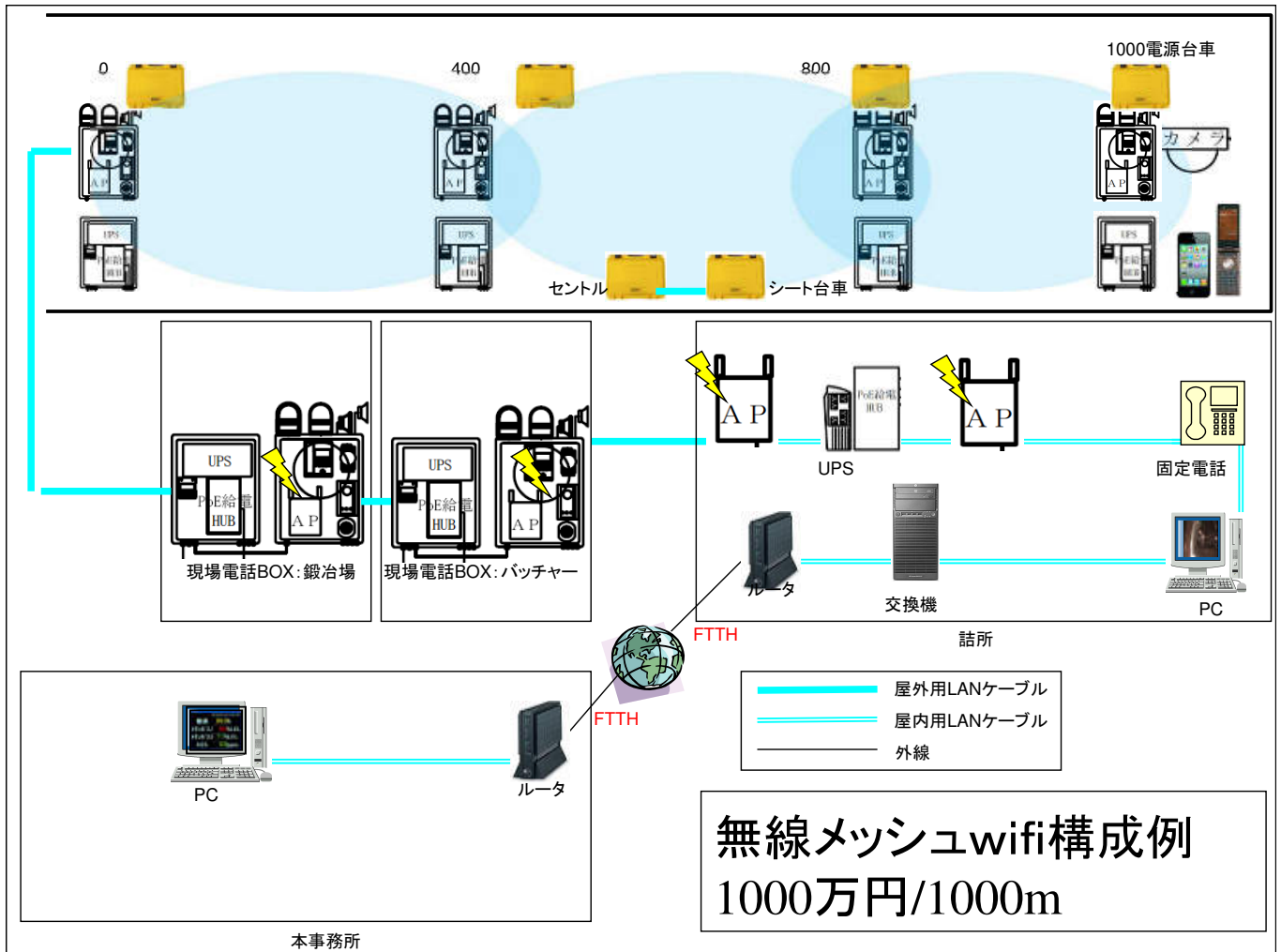
ターゲット

- 無線LAN環境
- 自動計測システムによるデータ取得
- 音声による連絡体制強化



施工会社事務所PCでデータを収集、管理

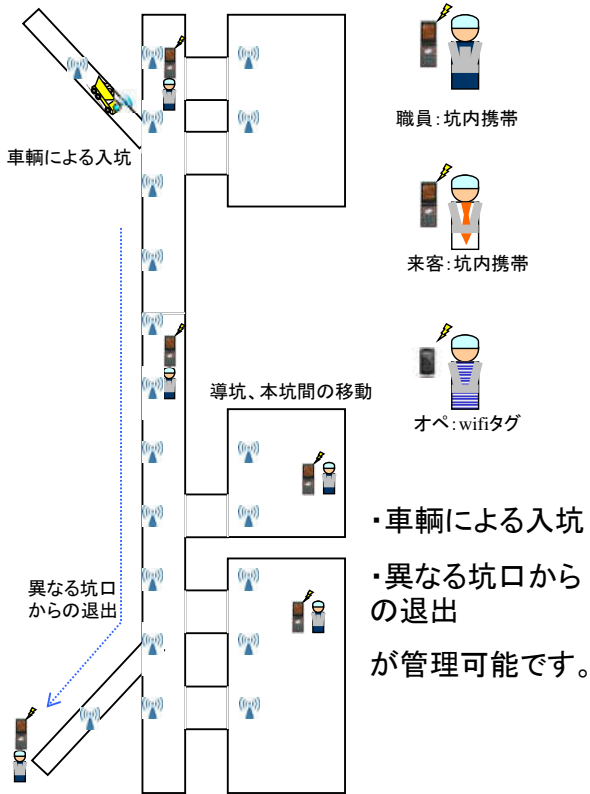




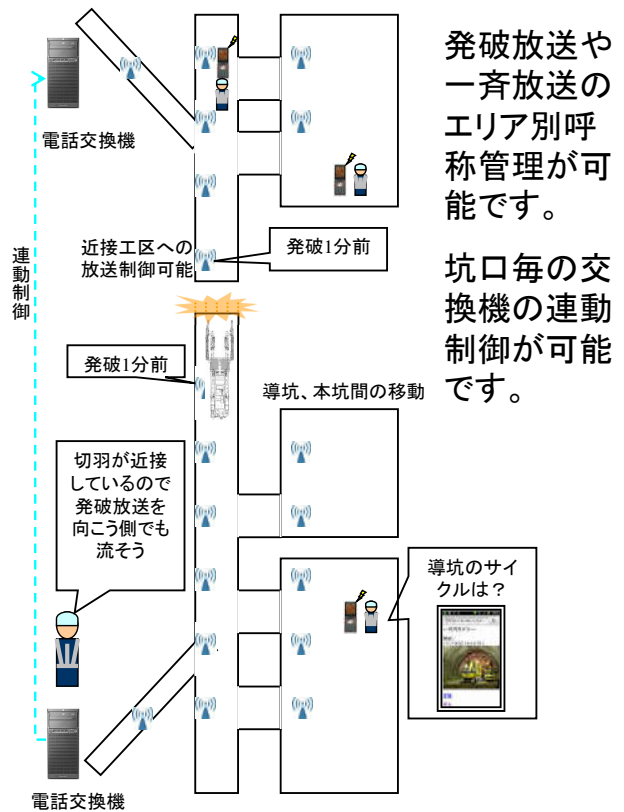
特徴

- 安衛則準拠(サイレン、非常ベル、通話装置、予備電源)
- 坑内から110番、119番可能(LINEその他通話では不可能)
- 複数の出入り口のあるトンネルでも入坑管理が可能。
- 本坑、避難坑、迎え掘り等の際、発破放送の連携が可能。
- 近隣住民へのLINE、メール通知可能

◆長大トンネルにおける安全管理



◆切羽毎の放送管理



発破放送に連動した告知機能

- 坑内端末から発破カウントダウンをスタート
- 登録アドレス(近隣等)にお知らせメール(深夜等是非送信設定も可能)

FTTH

ルータ

交換機

発破5分前
放送ボタン
ON

事前通知があつて安心...

いつも工事へのご理解ご協力有難うございます。
5分後に発破作業を開始いたします。
防音には細心の注意を払っておりますが、お気づきの点があればお知らせください。

●●トンネル工事作業所長 / △△△△
090-7195-****
〒272-0832 ●●県

延伸手法の比較

	光ファイバ	有線LAN	メッシュwifi
到達距離	○	×	△
価格	△	○	×
盛替え	△	△	○
整備性	×	○	△
障害物	○	○	×
速度	○	△	○
総合評価	△	○	△

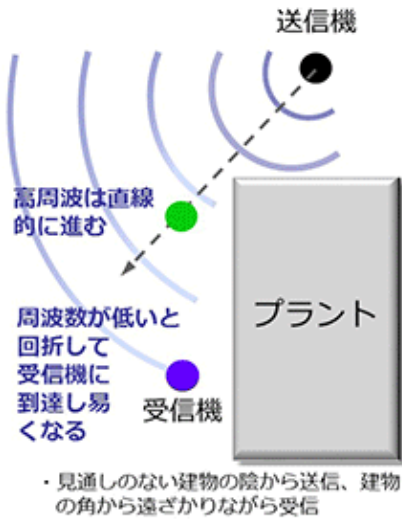
- 主に価格面と整備性から有線LANによる延伸が主流

無線通信方式の比較

	ローカル5G 28、4.7GHz	無線LAN 5、2.4GHz	Wi-Fi HaLow 920MHz
速度	○	△	×
タイムラグ	○	△	△
距離	○	×	△
価格	×	○	△
回折性	×	△	○
免許なし	×	○	○
届出なし	×	○	○
総合評価	×	△	○

- ※Wi-Fi HaLowは具体的検討未着手

波長と回折性



950MHz帯と2.4GHz帯の回折特性の比較事例(送信出力 0dBm)

距離 (m)	950MHz		2.4GHz	
	エラー率	信号強度	エラー率	信号強度
5.5	0%	-61dBm	0%	-83dBm
10	0%	-79dBm	96%	-94dBm
20	0%	-73dBm	100%	-
30	0.2%	-79dBm	100%	-
40	0%	-82dBm	100%	-
50	0%	-86dBm	100%	-

出典：「ZigBee Smart Energy Profileの解説と日本の900MHz帯の動向」
一般社団法人ZigBee SIG ジャパン、2011年

- 周波数はなるべく低いものがトンネルには向いている

ローカル5Gの免許人一覧

※公表を承諾している事業者のみ掲載

(令和5年4月30日現在)

■免許人：138者

事業者	サブ6ミリ波	事業者	サブ6ミリ波	事業者	サブ6ミリ波
秋田ケーブルテレビ	○	玖珠町	○	トヨタ自動車	○
旭化成ネットワークス	○	ケーブルテレビ	○	トヨタ自動車九州	○
アドバンスコープ	○	ケーブルテレビ富山	○	豊田スチールセンター	○
APRESIA Systems	○	高知県公立大学法人	○	トヨタプロダクションエンジニアリング	○
アンリツ	○	神戸大学	○	TRIPLE-1	○
伊賀上野ケーブルテレビ	○	国土交通省	○	成田国際空港	○
石坂産業	○	サイレックス・テクノロジー	○	日清紡プレーキ	○
伊藤忠テクノソリューションズ	○	三技協	○	日鉄ソリューションズ	○
射水ケーブルネットワーク	○	GM0インターネットグループ	○	日本製鉄	○
インターネットイニシアティブ	○	シー・ティー・ワイ	○	日本電気	○
インテック	○	J TOWER	○	日本電通	○
インテル	○	J F E エンジニアリング	○	日本無線	○
宇和島ケーブルテレビ	○	J F E スチール	○	ネットワンシステムズ	○
エアースパン・ジャパン	○	J COM	○	野村総合研究所	○
エイビット	○	シスコシステムズ合同会社	○	ハートネットワーク	○
A G C	○	鈴与	○	日立国際電気	○
S C S K	○	スターキャット・ケーブルネットワーク	○	日立システムズ	○
S V I 推進協議会	○	住友商事	○	日立情報通信エンジニアリング	○
N E C ネットズエスアイ	○	スリーダブリュー	○	日立製作所	○
N E C プラットフォームズ	○	Z T V	○	ひまわりネットワーク	○
N T T コミュニケーションズ	○	ソニーワイヤレスコミュニケーションズ	○	兵庫県	○
N T T 東日本	○	高岡ケーブルネットワーク	○	広島ガス	○
N T T ビジネスソリューションズ	○	田川市	○	富士ソフト	○
N T T ブロードバンドプラットフォーム	○	竹中土木	○	富士通	○
N T T 西日本	○	多摩ケーブルネットワーク	○	富士通アイ・ネットワークシステムズ	○
エネルギー・コミュニケーションズ	○	多摩川ホールディングス	○	富士通ネットワークソリューションズ	○
愛媛CATV	○	中海テレビ放送	○	富士電機	○
大阪大学	○	T I S	○	FLARE SYSTEMS	○
大崎電気工業	○	鉄道総合技術研究所	○	丸互	○
沖縄ケーブルネットワーク	○	電気興業	○	三井E&Sマシナリー	○
オブテージ	○	T O K A I ケーブルネットワーク	○	三井情報	○
オムロン	○	東京大学	○	三井住友銀行	○
鹿島建設	○	東京都	○	三菱地所	○
神奈川県立産業技術総合研究所	○	東京都公立大学法人	○	三菱電機	○
関西ブロードバンド	○	東芝	○	ミライト・ワン	○
関電工	○	東芝インフラシステムズ	○	安川電機	○
キャッチネットワーク	○	東北インテリジェント通信	○	ユビテル	○
キャノン	○	徳島県	○	リコーインダストリー	○
Q T n e t	○	凸版印刷	○	ルックアップ	○
京セラコミュニケーションシステム	○	となみ衛星通信テレビ	○		

計 114 31

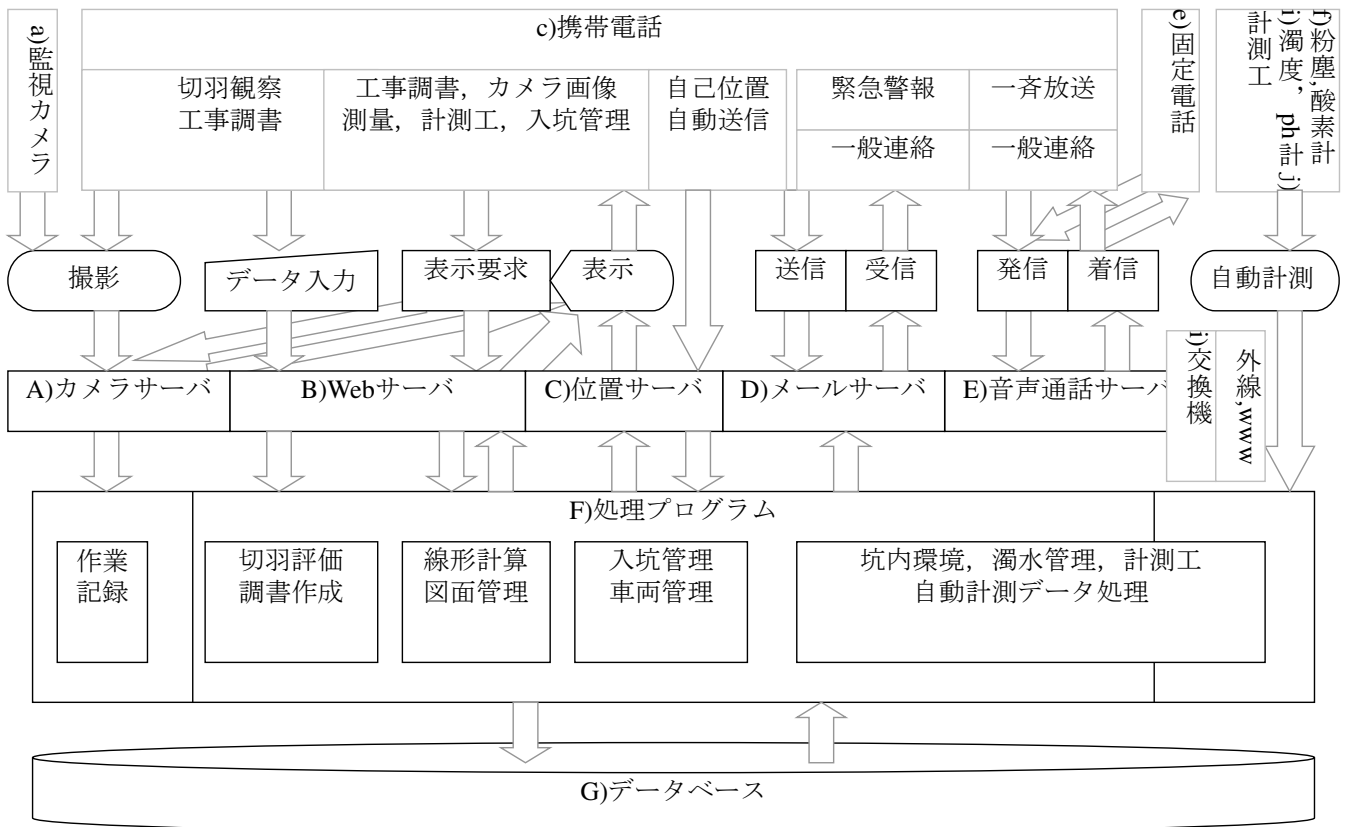
現場インターネット回線の比較

	光	4G	Starlink	docomoワイドスター
速度	○	△	△	×
タイムラグ	○	△	△	×
容量	○	△	△	×
価格	○	△	△	△
音声品質	○	△	△	○
総合評価	○	△	△	×

様々な用途

- 安衛則非常電話
- マシンガイダンスデータ通信
- 入坑管理
- 遠隔臨場
- 環境監視(濁水、空気、風速、粉塵)

システム構成



ICT等を活用したトンネル岩判定における遠隔臨場技術

【実証する技術の内容】

トンネル坑内における遠隔臨場を実現するために、Mac-Mobileシステムを導入し坑内wifi環境を実現する。さらに切羽の亀裂、凹凸状況を把握するため、写真測量ソフト3DFゼファー (3DF Zephyr)を導入し、遠隔地における岩判定を容易にする。

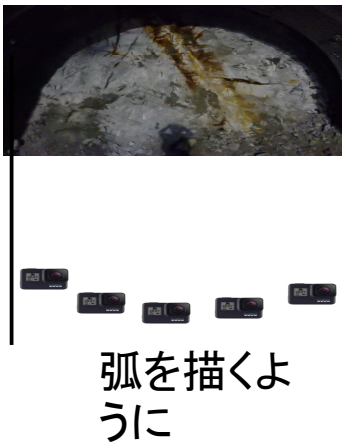
【効果】

Mac-Mobileシステムにより坑内wifi環境が実現される。また通常の遠隔臨場ではTeams等を用いてカメラ画像による判断を行うが、岩判定で必要となる凹凸、亀裂データは伝わりづらい。写真測量ソフト3DFゼファー (3DF Zephyr)により遠隔地でも容易に切羽形状の把握が可能となり、岩判定が効率的に行える。

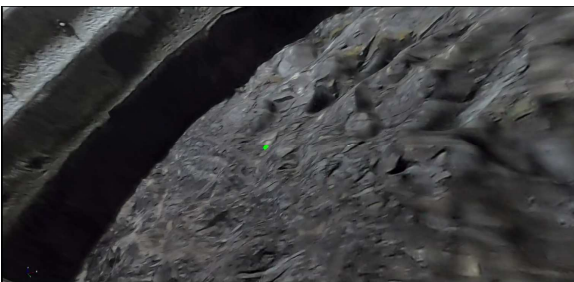
【手順】

静止画20枚(または動画)を切羽後方10m程度から撮影し、クラウドサーバにアップロードする。

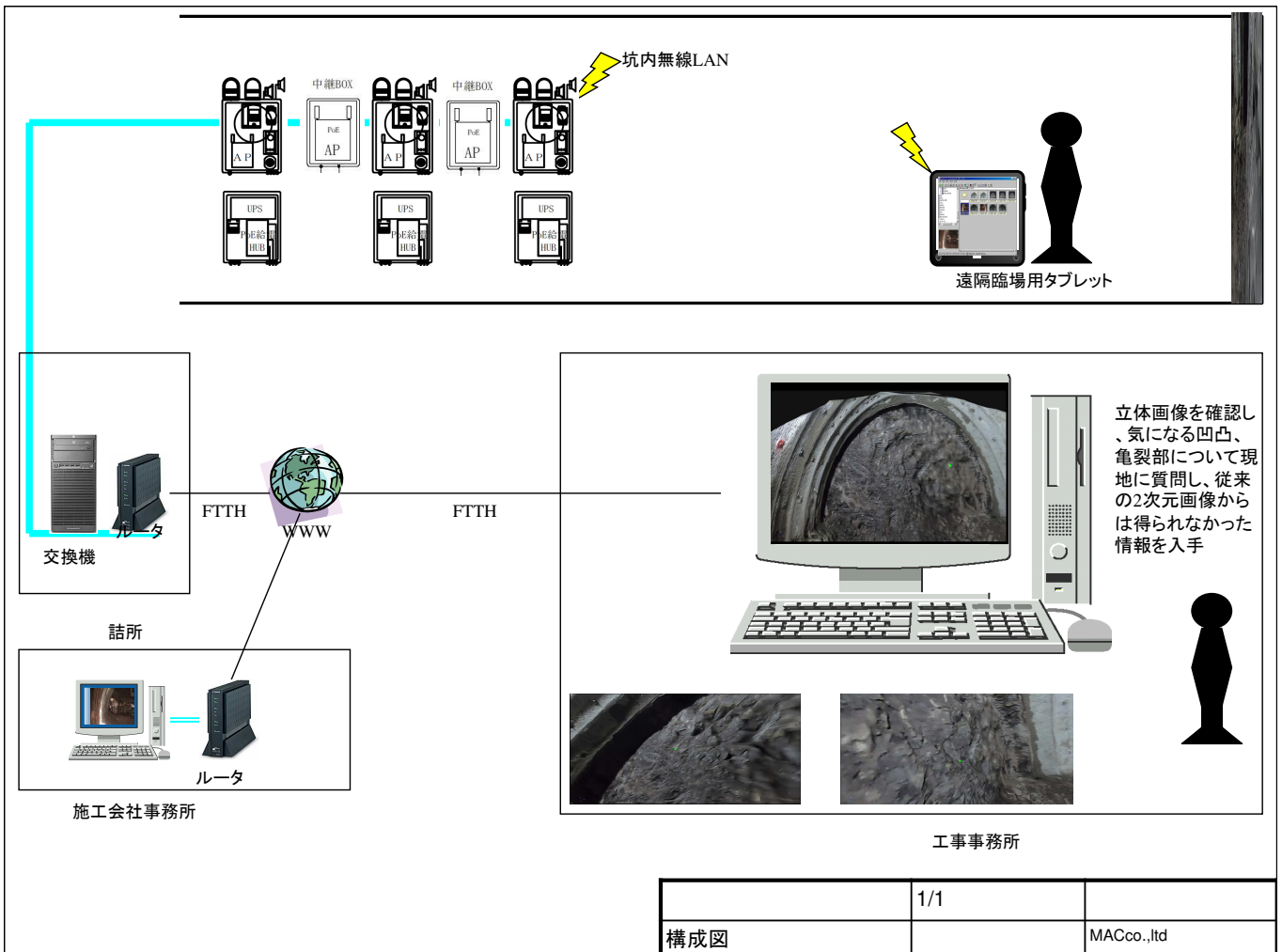
現場タブレットPC及び工事事務所PCには3DFゼファーがインストールされており、立体画像の再生が可能となる。遠隔判定者は立体画像を確認し、気になる凹凸、亀裂部について現地に質問し、従来の2次元画像からは得られなかった情報を入手する。



遠隔地からマウス操作で様々なアングルで切羽形状が把握可能



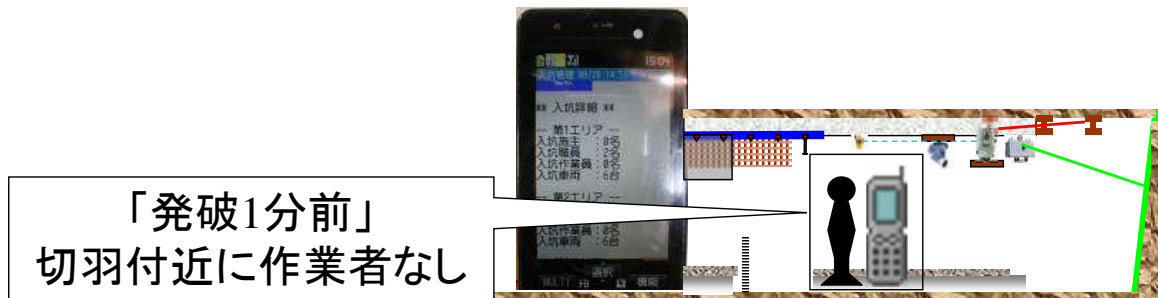
遠隔地からVR



入坑管理



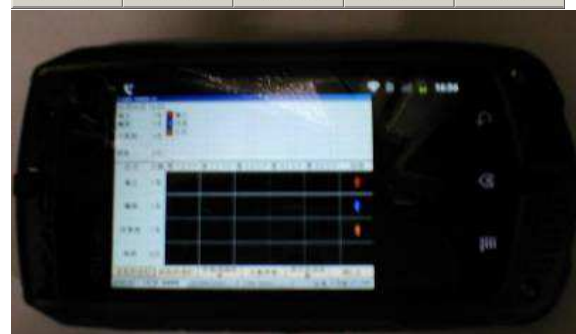
- 発破時の退避確認を、携帯電話画面でも確認可能.
- 車両、重機の運行状況の管理が可能



作業時の安全対策

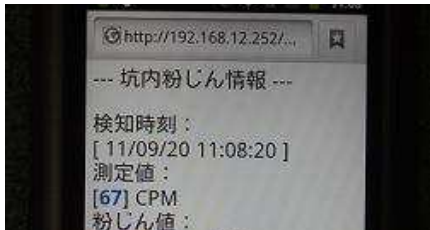


区分	人数	第1エリア	第2エリア	第3エリア	第4エリア	第5エリア
入坑施工主	1名	●				
入坑職員	3名		●●●			
入坑作業員	6名			●●●●●●		
入坑車両	8台				●●●●	



- 地震、津波、集中豪雨等の災害メール
- ※通常の携帯電話は圏外
- 避難状況の確認
- 個別に電話連絡し、避難誘導

環境



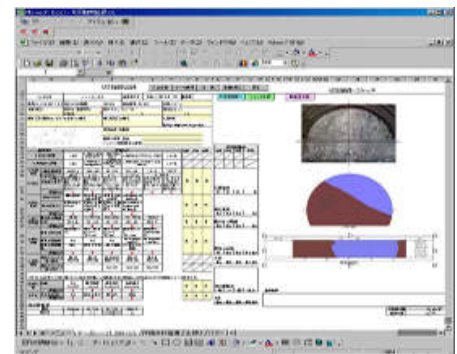
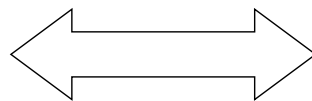
濁水プラント：SS値、ph値を常時監視し、予め設定した管理基準値を超えた処理済水を確認した場合、現場詰所、事務所にて警報出力、管理技術者に警報メール配信を行う。

坑内粉塵：坑内浮遊粉塵量を常時監視し、管理技術者に警報メール配信を行う。

騒音、振動：発破振動や作業に伴う騒音、振動、低周波音を常時監視し、管理基準値を超えたデータを検出すると、その時点より数秒(プリトリガ時間)前のデータから適当量のデータをハードディスクに収録し、現場詰所、事務所にて警報出力、管理技術者に警報メール配信を行う。

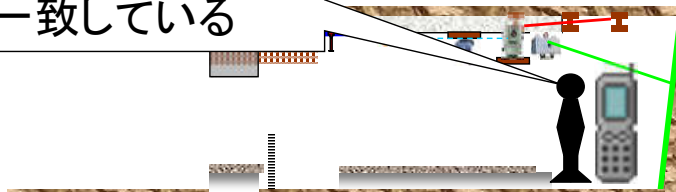


切羽観察



- 入力値は評価点計算書データベースを使用し点数化され、直近の点数履歴と共に返信
- 管理技術者はどこにいても最新のトンネル計測データを把握し、適切な指示を行うことが可能。

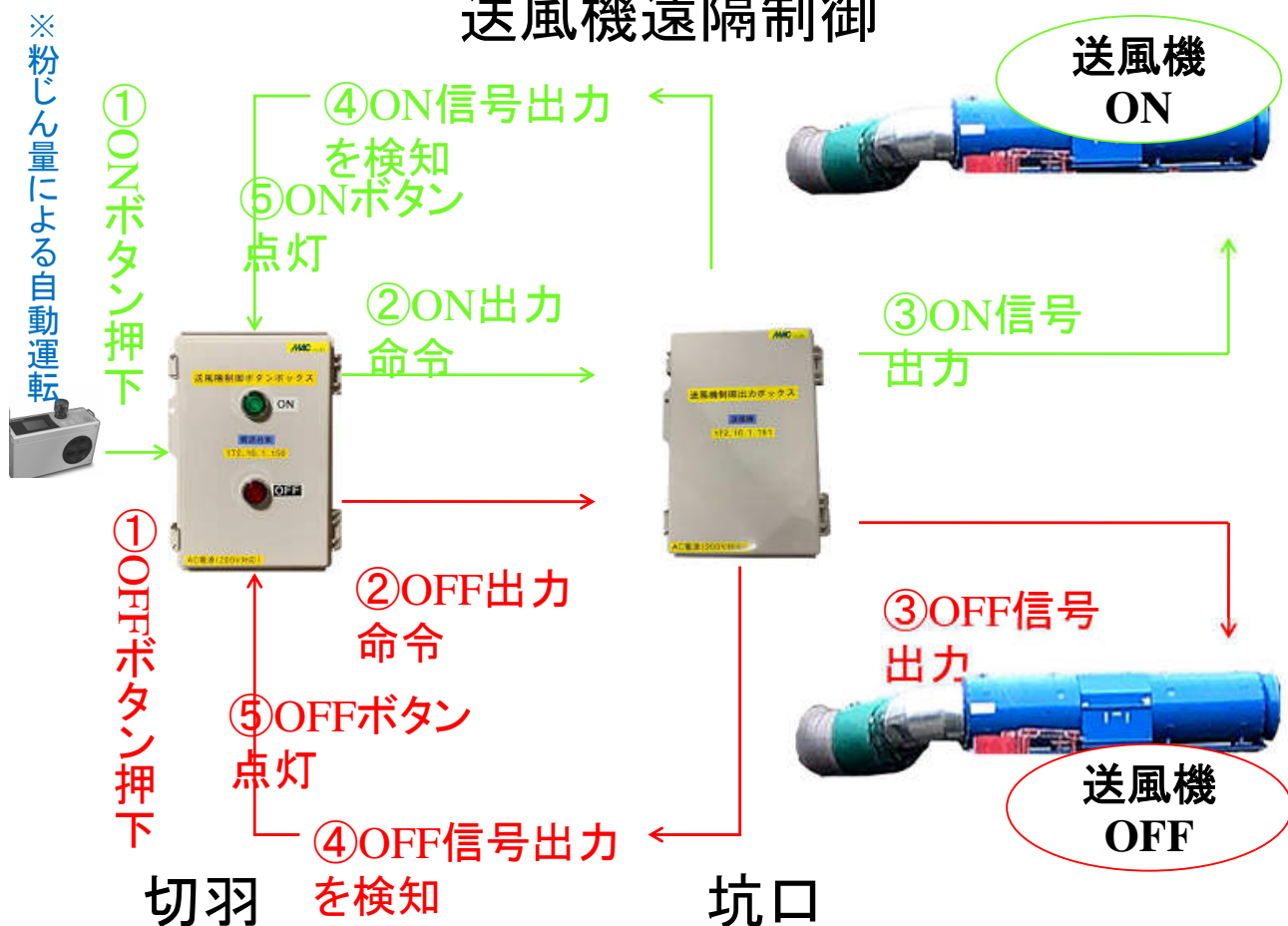
点数の変化も作業員の所見と一致している



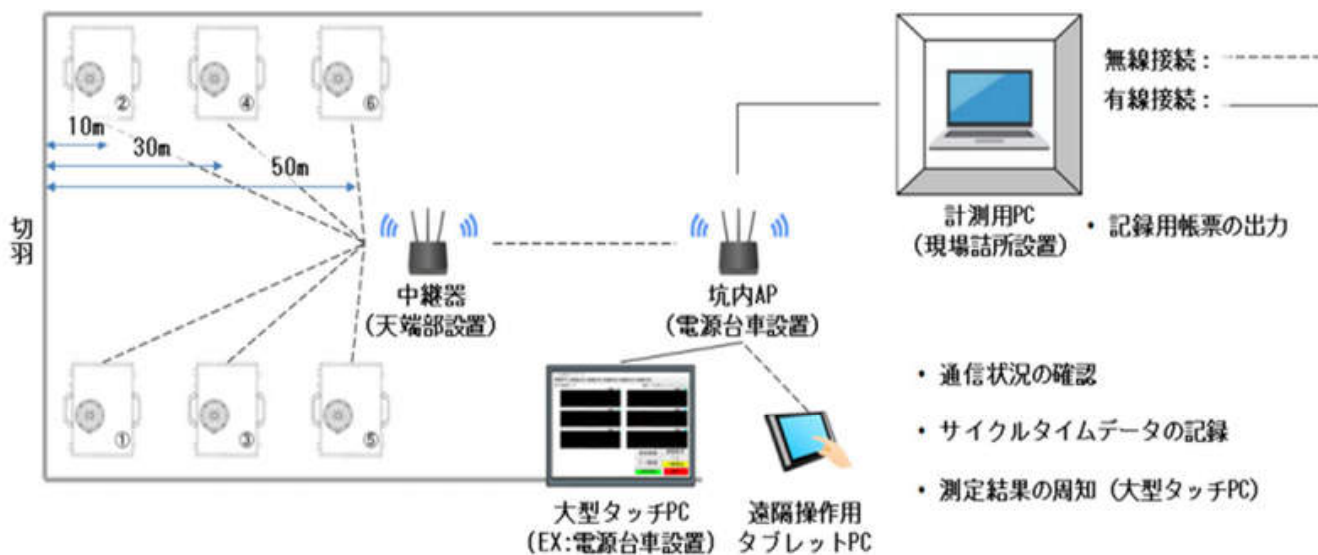
測点	評価点	支保No
244+18.2	78.50	10
244+16.2	85.75	12
244+15.2	51.75	13
244+13.2	67.00	15
244+12.2	85.50	16
244+11.2	56.50	17
244+9.2	0.00	19

新規/戻る/割画/次頁

送風機遠隔制御



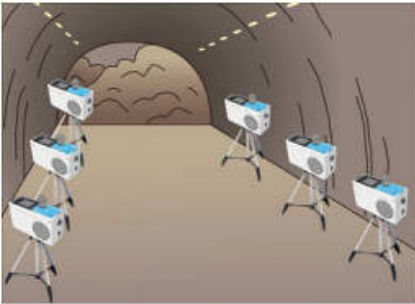
新ガイドライン対応粉塵計測システム概要



開発背景: 粉じんガイドライン改正(令和2年1月30日公表)

標準手法

- 切羽付近6か所への設置、専用ソフトによるデータ収集、エクセル等による整理、計算、周知資料作成等が必要



- 三脚or架台
- 電池式
- 接触、転倒防止



- 帳票化、要求防護係数計算
- 周知資料作成

専用ソフト+ケーブル



- CSVデータ時刻、サイクル合わせ×6台

27

問題点と解決手段

	問題点	解決手段
1	設置の簡便性	測定機(LD-5R)、バッテリー、無線機を一体化した測定BOX 重機衝突防止LED装備
2	リアルタイムデータ取得	坑内wifiと連動した通信システム
3	事務所PC作業の自動化	進行データ(切羽マーキングシステム)、サイクルデータ(切羽監視責任者支援システム)と連動した自動処理

28

1. 測定BOX

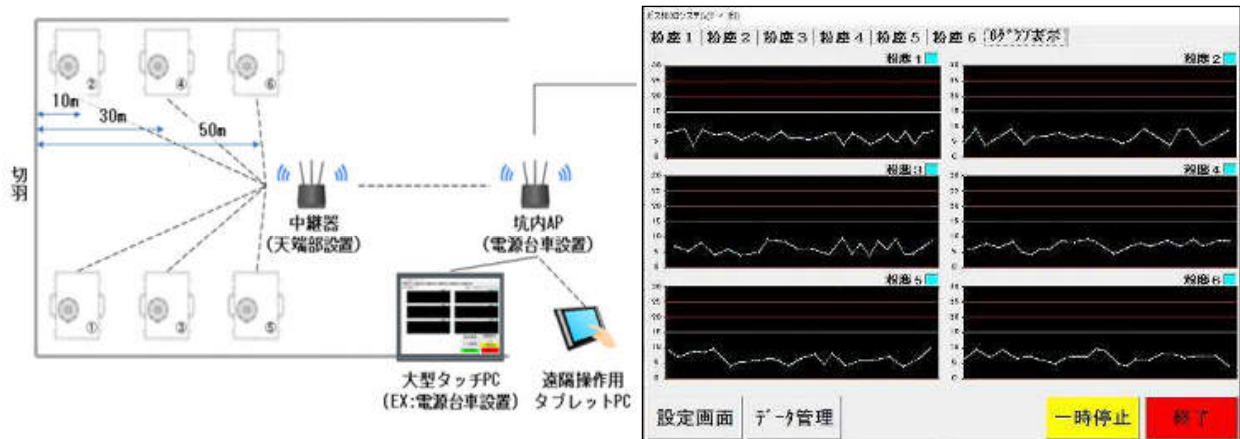


詰所で充電、現場に吊下げるのみで完了

設置状況



2. リアルタイムデータ取得



- 坑内wifiとリアルタイムデータ処理ソフトウェアにより、遠隔確認可能
- 1サイクル終了後、データファイルを見て「失敗した！」という状況を避けることが可能

31

遠隔確認状況



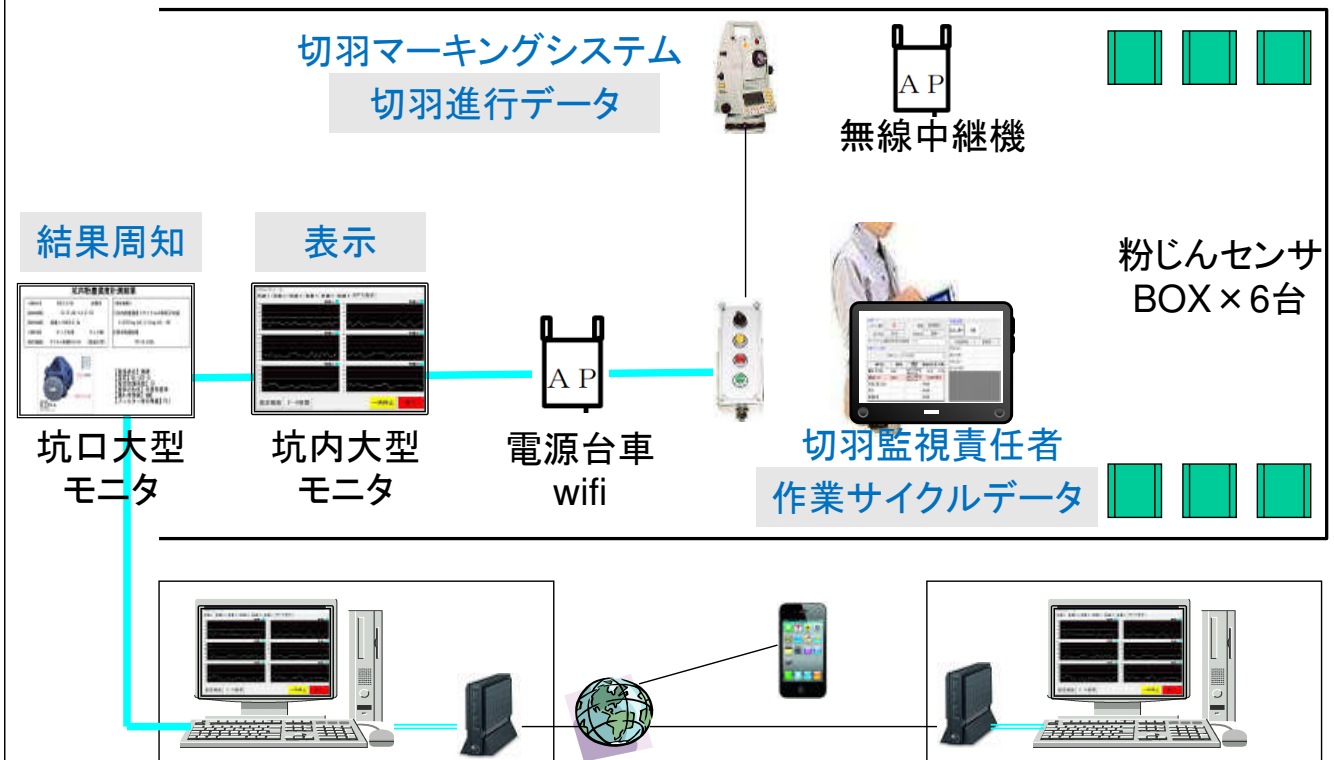
管理者タブレット



坑内大型モニタ

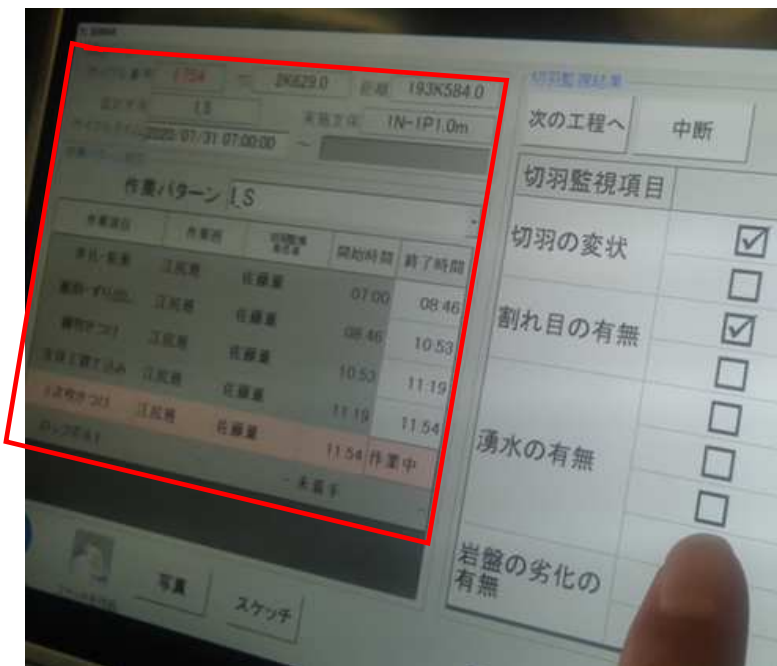
32

3. 事務所PC作業の自動化



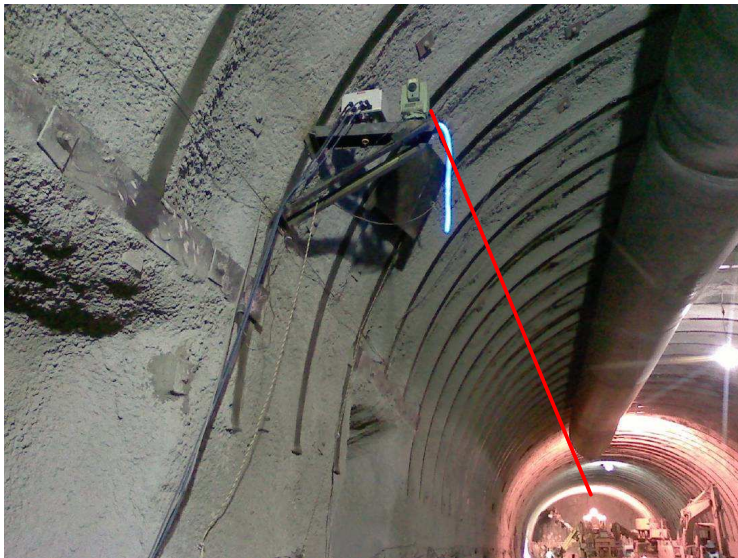
現場ネットワーク内データを統合処理

切羽監視責任者支援システム からサイクルデータ取得



- 肌落ちガイドライン記載「切羽監視責任者を選任し、切羽で作業が行われる間、切羽の状態を常時監視させること」を実施するシステム

切羽マーキングシステムから 切羽進行データ取得



断面設定	開始サイクル番号	1	2
距離	191487.576		
設定ハチン区間の距離	191487.576~194800		
断面番号設定方法	ピッチで設定		
システム管理方法	断面番号 (右側設定)		
断面距離 (01)	194429	1N-1P1.0m	
断面距離 (02)	194430	1N-1P1.0m	
断面距離 (03)	194431	1N-1P1.0m	
断面距離 (04)	194432	1N-1P1.0m	
断面距離 (05)	194433	1N-1P1.0m	
断面距離 (06)	194434	1N-1P1.0m	
断面距離 (07)	194435	1N-1P1.0m	
断面距離 (08)	194436	1N-1P1.0m	
断面距離 (09)	194437	1N-1P1.0m	
断面距離 (10)	194438	1N-1P1.0m	
断面距離 (11)	194439	1N-1P1.0m	
断面距離 (12)	194440	1N-1P1.0m	

- トンネル設計情報をもとに鋼アーチ支保工や切羽外周形状、先受工打設位置などを、切羽進行距離に従って管理するシステム

35

測定結果の整理

日付	支保No	追加距離	工程ID	工程名	開始時分秒	終了時分秒
2021/03/23	2228	194K58.0	1	掘削・すり出し	09:05:00	12:10:00
2021/03/23	2228	194K58.0	2	鏡吹きつけ	12:10:00	12:37:00
2021/03/23	2228	194K58.0	3	支保工建て込み	12:37:00	13:05:48
2021/03/23	2228	194K58.0	4	2次吹きつけ	13:05:48	16:02:00
2021/03/23	2228	194K58.0	5	ロックボルト	16:02:00	16:44:58
2021/03/24	2232	194K62.0	0	穿孔・装薬	07:08:00	09:04:00
2021/03/24	2232	194K62.0	1	掘削・すり出し	09:04:00	11:11:00
2021/03/24	2232	194K62.0	2	鏡吹きつけ	11:11:00	11:35:00
2021/03/24	2232	194K62.0	3	支保工建て込み	11:35:00	11:58:00
2021/03/24	2232	194K62.0	4	2次吹きつけ	11:58:00	13:55:00
2021/03/24	2232	194K62.0	5	ロックボルト	13:55:00	14:46:20
2021/03/25	2234	194K64.0	0	穿孔・装薬	10:26:16	10:26:22
2021/03/25	2234	194K64.0	1	掘削・すり出し	10:26:22	10:26:26
2021/03/25	2235	194K65.0	0	穿孔・装薬	07:03:00	08:27:00
2021/03/25	2235	194K65.0	1	掘削・すり出し	08:27:00	10:48:00
2021/03/25	2235	194K65.0	2	鏡吹きつけ	10:48:00	10:51:00
2021/03/25	2235	194K65.0	3	支保工建て込み	10:51:00	11:01:49
2021/03/25	2235	194K65.0	4	2次吹きつけ	11:01:00	12:01:49
2021/03/25	2235	194K65.0	5	ロックボルト	12:01:00	12:45:49
2021/03/25	2236	194K66.0	0	穿孔・装薬	12:45:00	13:25:49
2021/03/25	2236	194K66.0	1	掘削・すり出し	13:26:00	14:36:00

記録データ
確認計算画面

日時	粉塵1	粉塵2	粉塵3	粉塵4	粉塵5	粉塵6
2021/03/25 09:43:24	2.6566	3.2029	2.5040	2.8183	2.7207	2.7207
2021/03/25 09:44:24	2.9953	5.7633	3.2486	3.6332	3.0198	3.4017
2021/03/25 09:45:04	3.9963	4.2161	3.7675	4.6372	3.1205	3.6820
2021/03/25 09:45:34	3.0961	3.2029	4.1276	3.5172	3.6606	3.9200
2021/03/25 09:46:04	2.9953	5.4246	3.2456	3.7369	3.9384	3.6210
2021/03/25 09:46:34	3.8163	6.0044	3.6942	4.4572	---	3.7610
2021/03/25 09:47:14	3.7369	3.2425	3.9536	3.3982	3.3402	4.1210
2021/03/25 09:47:34	2.7970	2.8031	3.4928	3.5966	3.7400	3.9810
2021/03/25 09:47:54	3.1174	2.6810	4.9302	3.2181	3.7797	4.1420
2021/03/25 09:48:14	2.3758	2.4216	2.9862	3.1174	2.9984	3.5410
2021/03/25 09:49:14	2.0157	1.9425	2.5101	2.0371	3.0991	2.8000
2021/03/25 09:49:44	1.6373	2.2019	2.4277	1.7563	2.7604	2.4790
2021/03/25 09:50:04	1.4572	1.3413	2.3667	1.5679	2.3789	2.2990
2021/03/25 09:50:44	1.3169	1.2222	1.4847	1.2161	2.2782	2.1010
2021/03/25 09:51:44	1.2772	1.2406	1.4824	1.6566	---	1.7500
全体平均=2.2563	平均: 2.2026	2.5042	2.2598	2.2022	2.1192	2.2490

サイクル
情報

情報が反映

測定結果の整理

切羽進行情報

データ管理 --- 粉塵計測システム
粉塵濃度測定記録帳票 ※出力後はExcel上でファイルを保存して下さい。

1/6

測定者1 : マック(株) 測定者2 :

実施日 : 2021/03/25

開始終了時間 : 08:27 ~ 13:25 / 4時間58分

切羽位置 : 194K65.0m

支保番号 : 2235

支保パターン : ***

掘削断面積
上半 : * m2 / 下半 : * m2 / 全体 : * m2

粉塵濃度測定器
校正証番号
校正年月日

①	②	③	④	⑤	⑥
1	2	3	4	5	6
2021/04/01	2021/04/01	2021/04/01	2021/04/01	2021/04/01	2021/04/01

手動入力 自動入力 初期設定 戻る 次へ

要求防護係数計算

データ管理 --- 粉塵計測システム
粉塵濃度測定記録帳票 ※出力後はExcel上でファイルを保存して下さい。

5/6

坑内換気環境測定結果

①左土平 ②中央 ③右土平

風速測定値(m/sec) : 1.5 1.5 1.5

風速計の位置 : 50 50 50

風管送気口の風速 : 18 m/sec

備考 :

呼吸用保護具に対する要求防護係数
遊離ケイ酸含有率

遊離ケイ酸含有率の測定を行っている場合は「測定結果入力」を選択して値を入力、計測を行っていない場合は規定値入力を選択してください

測定結果入力 0.02 %

規定値入力 20 %

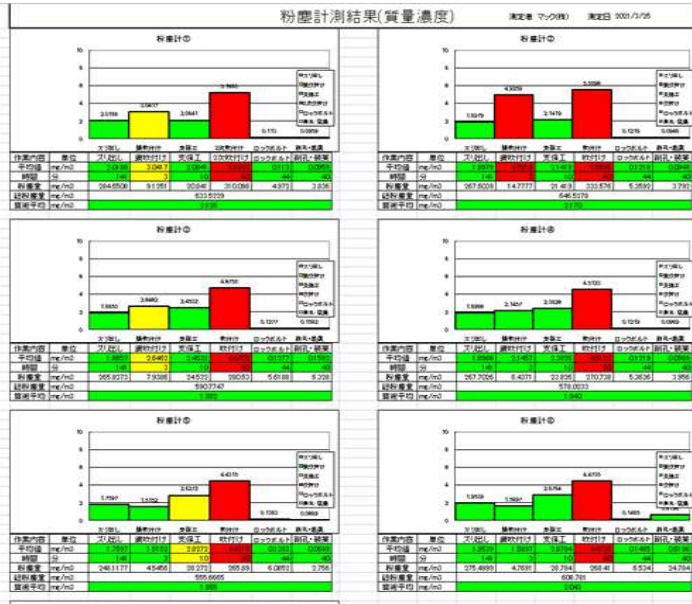
手動入力 自動入力 初期設定 戻る 次へ

- 現場検体の実測値による計算も可能

測定結果の整理

計測結果
評価グラフ

粉じん濃度
測定記録帳票



粉じん濃度測定記録帳票

現場名	○○トンネル工事			測定者	アーク(株) ○○ ○○
住所	工業団地山田市				
1. 測定実施日時	実施日	開始時刻	終了時刻	測定時間	
	2022/2/1	~			
【測定位置のデータ】					
測定場所	切羽位置	123456.123m	支保番号	1234	測面面積
					50 (m ²)
					25 (m ²)
					74 (m ²)
2. 測定方法					
【粉じん濃度】					
測定方法	粉じん濃度測定方法				
粉じん計の名称	デジタル粉じん計 型式 LD-5R型 (東山化学)				
質量測定回数(1回)	0.002 (mg/m ³ /ppm)				
粉じん濃度の基準値 (1.5m以上の高さ)	0.025 (mg/m ³)				
粉じん濃度測定値No.	①	②	③	④	⑤
校正番号	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
校正年月日	2020/2/10	2020/2/10	2020/2/10	2020/2/10	2020/2/10
【風速】					
風速計の名称	熱線風速計	日本コックス製	型式	アナマスタースター	MODEL 6006-BT
【気流の方向】	気流の方向 気流式 東山化学 型式 スターマスタースター				
3. 測定箇所					
測定時の切羽位置	切羽位置	123456.123m	支保番号	No.1234	支保パイパー
					F#1
測定点	(計測路のNo.) ①L ②R ③L ④R ⑤L ⑥R				
切羽からの距離	(測定開始時の切羽からの距離) ①L 11.0m ②R 10.0m ③L 28.0m ④R 30.0m ⑤L 50.0m ⑥R 49.0m				
測定高さ	(GLからの高さ) ①L 1.5m ②R 1.4m ③L 1.5m ④R 1.4m ⑤L 1.5m ⑥R 1.4m				
設置方式	(壁掛け式または三脚式など) 壁掛け 壁掛け 壁掛け 壁掛け 壁掛け 壁掛け				
4. 測定条件					
【社内気象・気象】					
計測開始時の天候	晴れ	計測終了時の天候	くもり		
計測開始時の社内気温	9 (°C)	計測終了時の社内気温	16 (°C)		
計測開始時の社内湿度	45 (%)	計測終了時の社内湿度	88 (%)		
計測時刻	7:10	計測時刻	12:30		
計測および換気装置の設置状況					
10. 社内平面配置図を参照					
【換気方式】					
換気方式	横断計り込み方式 送気・集じん式				

測定結果の周知



作業時間比較表

	手動計測	本開発
準備	6min	6min
設置	30min	6min
片付け	18min	4min
メンテナンス	18min	18min
データ整理	90min	20min
合計	162min	54min

(作業時間1/3以下：当社調べ)

ご清聴有難うございました

山岳トンネル坑内データ通信技術

マック(株)宮原宏史

WG委員から通信機器、通信システムメーカーへの確認事項に対する回答

NO	質問事項	マック(株)ご回答
1	<p>・トンネル坑内におけるローカル5G、WiFi6、WiFi HaLow、メッシュWiFi等のメリット・デメリット</p> <p>・同一坑内でのそれぞれの組合せ技術を含めた今後の方向性</p>	<p>プレゼンテーションに記載致しました。</p>
2	<p>山岳トンネルとシールドトンネル共に光ケーブルを基本とし、そこから各所へLANケーブルでWi-Fiルータと繋いでいるようだ。</p> <p>坑内では、iPadやiPhone（スマホ）を利用し、lineや同類のアプリでグループチャットや通話もしている。</p> <p>基本は有線なので、敷設や盛り替え作業が大変とのこと。</p> <p><u>1. 聞きたいこと</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・大容量無線ネットワークについて（5Gなど） ・遠隔操作や非常停止など常に通信を確立する技術 ・遠隔監視技術 <p><u>2. 困っていること</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・有線の敷設、盛り替え ・保護具を装着したままの操作、通話（山岳TN） ・遠隔操作をスマホでやりたい <p><u>3. 協力会社：アクティオ、西尾レントオール、演算工房、エキシオグループ、協立電気（掘進管理）、TBMシステムズ、タグチ工業、NTT、ソフトバンク</u></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 重機の遠隔制御などには5Gは向いていると考えます。非常停止はもっと周波数帯の低い特小が良いと考えます。遠隔監視はwifiで十分かと考えます。ボトルネックは坑口のインターネット環境です。 2. 有線LANケーブル敷設はご負担だと認識しています。費用さえかければ無線化可能です。咽頭マイク等いろいろ導入しましたが流行りませんでした。遠隔操作（送風機等）をスマホで、というのは可能です。インターロックを厳重にかけする必要があります。（メンテ中に風管が膨らむ・・・等）
3	<p>①坑内通信設備の基本構成および既存オプション（山岳トンネル対応とシールド対応）（マック、演算工房、アクティオ、ニシオレント、他）それぞれの利点、課題など</p> <p>②ローカル5Gに関する情報（製品、価格、課題など）</p> <p>③ピコセルに関する情報（活用状況、メリット、デメリット） 【通信から逸脱するので発散しそうな意見となりますが・・・】</p> <p>④坑内通信を前提とした管理システム （車両運行管理、測量、換気、入坑（人）、遠隔操作・・・）</p>	<p>プレゼンテーションに記載致しました。</p>
4	<p><u>電力線通信の現状と将来性について</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発の経緯：小断面トンネルでは無線化は難しく有線ではメンテナンスの問題がありチャレンジした。動力幹線 200Vを使用。 ・結果：通信機器の能力や坑内環境等により実用化には至らなかった。 ＊少量のデータ送受信は可能。 	<p>ノイズの問題などでトンネルには適用できなかったと聞いております。</p>
5	<p><u>質問事項</u></p> <p>①アクセス点間の最長距離は（有線、無線それぞれ）</p> <p>②シールド小断面で無線Wi-fiの最小径は（実績値、理論値それぞれ）</p> <p>③ローカル5Gシステム導入費、ランニングコストと設備構築日数</p> <p>④5Gに対応する端末は必要なのか</p> <p>⑤画像伝送で遅延を最小にする推奨設備やシステムは？</p>	<ol style="list-style-type: none"> ① wifi 1:n 100m, wifi 1:1 800m ② 2m程度かと、理論値では機器寸法以上 ③ 弊社事例はありませんが数千万、準備から半年程度 ④ 必要と考えます ⑤ 1:1の画像専用無線機が最適と考えます
6	<p>・センサー系の通信伝達方法（現状配線を行っている事を無線化した時の問題点）</p> <p>・セントルによる通信の遮断の話がありました、セントルを中継局として活用できるのか？</p>	<p>現状でもシート台車、セントル、養生台車は有線でバイパスし両端に無線機を付けています</p>
7	<p><u>質問事項</u></p> <p>①通信方式によるメリット・デメリット</p> <p>②技術的なトラブル事例 → メーカーからゼネコンへの要望 Ex. ○○による△△が原因でトラブルが発生することが多いので、通信機器と○○の離隔は☆☆m以上してほしい・・・等</p> <p>③打合せ不足によるトラブル事例 → メーカーからゼネコンへの要望 Ex. 連絡無くネットワークに◇◇のデータを追加したため、▽▽によるトラブルが発生した。打合せの際には必ず□□を伝えてほしい・・・等</p>	<ol style="list-style-type: none"> ①プレゼンテーションに記載致しました ②即時復旧のために予備機を兼ねて延伸分を電気倉庫に置かせて頂くのですが、スペースが狭いことを理由に許可されない場合あり。 ③現場追加時にLANケーブルをループさせてしまう接続、特定に時間を要する。

マック㈱ 意見交換

プラン内容		Memo	
「現場」ネットワーク化	無線Mesh Wi-Fi構成例	セントル〜シート台車間通信	屋外用LANケーブルまたはビコセラ+レーダーアンテナ（船舶用）を使用している
			アクセスポイントは、ポップアップ（FURUNO）を使用している 配線作業が無いので直工費低減できる
			坑内から110番、119番通話はLAN電話
			近隣住民へのLINE、メール通知は坑内放送にもリンクしている
無線通信方式の比較			Wi-Fi HaLow 920MHz はトンネル向きと思われる
現場インターネット回線の比較			4G：モバイルルーター docomoワイドスター：衛星→音声最高

無線LANアクセスポイントについて

株式会社 アクティオ
通信計測部

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

メッシュWi-Fiとは

特徴

- ・ AP（アクセスポイント）同士が**相互に繋がって**Wi-Fi化する機械
- ・ 通常のAPは相互に繋がらず、APごとにルーター等が必要

メッシュWi-Fi



市販Wi-Fi機器



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

ピコセラ

キセカ	: N1P 00003 001
Wi-Fiタイプ	: メッシュ (WiFi6)
バッテリー稼働	: ×
Wi-Fi範囲	: 半径約25m
死活監視	: ○
途絶から復旧まで	: ◎
施工性	: ○
ホップ数目安	: 5台程度
バックホール	: 約200~300m

BCリンク

キセカ	: N1P 00003 001
Wi-Fiタイプ	: メッシュ (WiFi6)
バッテリー稼働	: ○ (8時間)
Wi-Fi範囲	: 半径約25m
死活監視	: 現状×
途絶から復旧まで	: ○
施工性	: ◎
ホップ数目安	: 10台程度
バックホール (メッシュ)	: 約90~100m

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved. 3

ピコセラのメリット・デメリット

メリット

- ・バックホール接続200~300m
設置台数を減らせる
- ※通常LANケーブルの接続
(100mまで)
- ・死活監視が可能

Wi-Fiエリア 半径約25m 親機

ルータ

1ホップ

200m

2ホップ

200m

3ホップ

200m

子機

子機

子機

デメリット

- ・ホップ数に応じて通信速度が大幅に減衰

実際の通信速度 = 元の通信速度 ÷ ホップ数

- ※LANケーブルで繋ぐ場合は減衰はほとんどしない
- ・バックホール接続の際トンネルなどでは電波が反射して干渉する可能性が高い
- ・盤が大きいので、持ち運びはできない

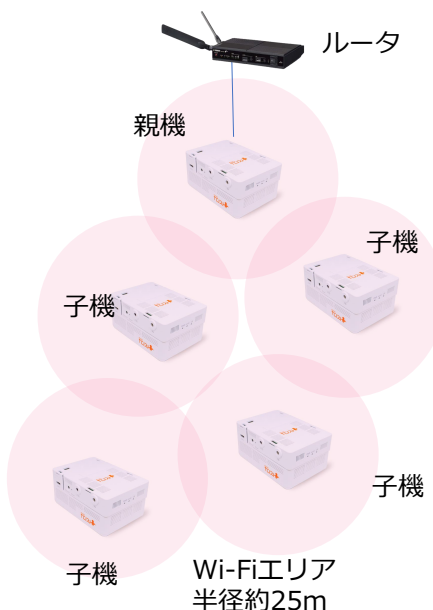
Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

BCリンクのメリット・デメリット

AKTIO

メリット

- ・ホップ数に応じた減衰が少ない
- ・トンネルで使用しても電波が干渉しにくい
- ・バッテリー駆動が可能 (特許取得)
- ・レンタルはアクティオのみ (2024年6月時点)
- ・携帯可能なサイズ (防水ではなくなる)



デメリット

- ・バックホール接続が短いため、エリアが広い場合設置台数が増える
- ・WEBカメラなど有線接続を行う機器とは接続できない
- ・有線でのネットワーク構築ができない (親機とルータ間は可能)

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

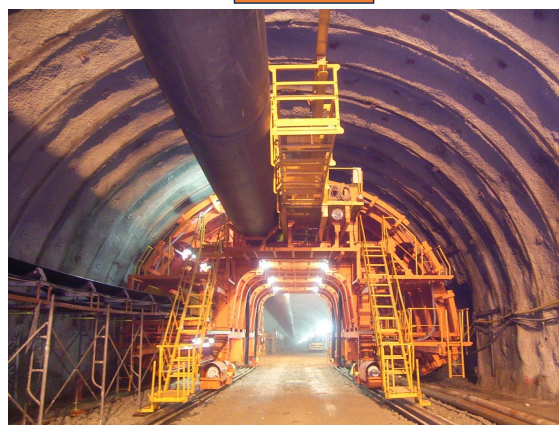
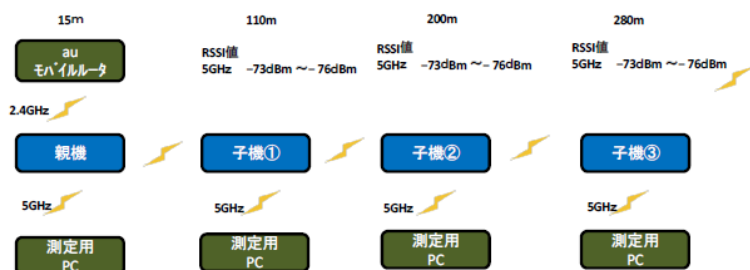
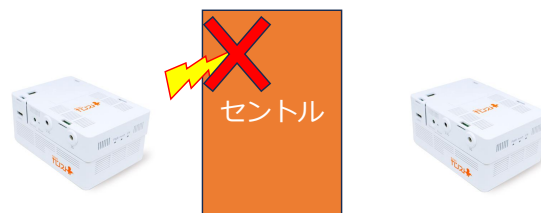
BCリンク トンネルでの実験

AKTIO

トンネル内で実験を行ったがセントルから先が通信できずBCリンクでは断念した



ピコセラを使って有線接続が望ましい



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

追加資料

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

アクティオ保有のルータについて

AKTIO



SIM通信のルータ

型式	NVR700W
メーカー	ヤマハ株式会社
Wi-Fi機能	なし
通信	SIM（アクティオはドコモ）
特徴	遠隔監視が可能（DDNS機能）

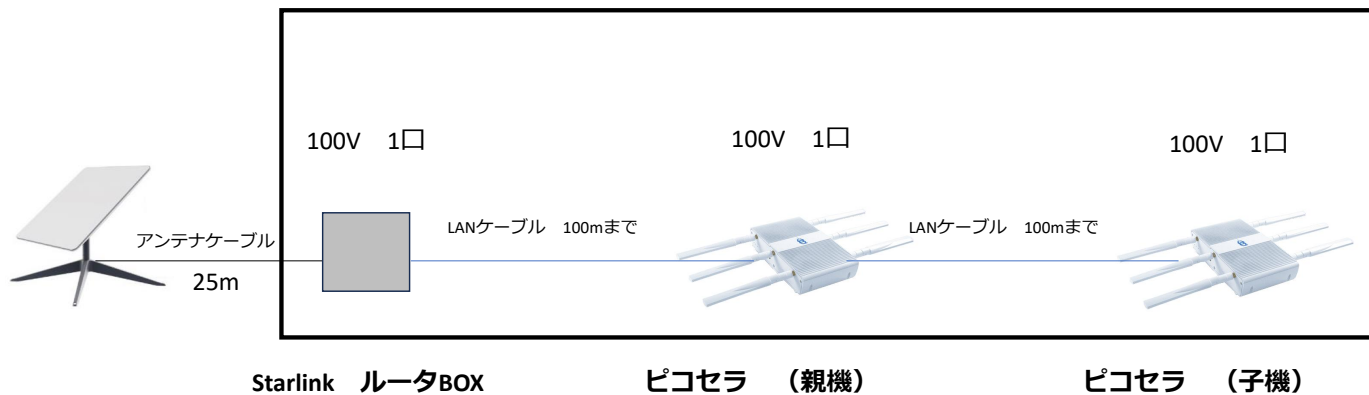


低軌道衛星通信サービス

型式	Starlink HP KIT
メーカー	SpaceX（ソフトバンク）
Wi-Fi機能	あり（10mほど）
通信	低軌道衛星通信
特徴	携帯が繋がらない場所でも使用可

Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

トンネル坑口



Copyright© AKTIO Corporation All Rights Reserved.

(株)アクティオ 意見交換

プラン内容		Memo	
無線LANアクセスポイント	スターリンク (ビジネスモデル)		ルーターはソフトバンクから購入しレンタルしている
			北側が拓けていること
			アンテナからルーターボックス間距離は25m以内
メッシュWi-Fi機器	PicoCELA	機器について	Wi-Fi範囲：半径25mだが実験では対面見通し100m
			死活監視とは通信の確認のこと
			ホップ数目安の5台程度は、無線でバックホールとはAP間無線
		メリット・デメリット	ルーター=100Mbps 2ホップ° 50Mbps
	BCリンク	機器について	バッテリー稼働は特許。電源共有
			メリット・デメリット
有線接続を行う機器とは接続できず、全て無線で有線でのネットワーク構築ができず、AP間は無線			

ITコンストラクションの紹介 トンネル分野での弊社の取組について

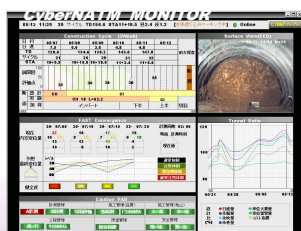
日本建設機械施工協会向け



2024年9月
株式会社演算工房

会社紹介 株式会社 演算工房

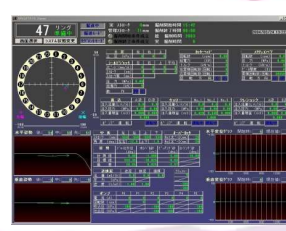
- 土木建設現場におけるIT化を支援 「ITコンストラクションテーマに」
- 主にトンネルの施工現場に対して以下のようなシステムを提供
 - 掘進管理システム
 - 自動計測システム
 - 施工支援システム
- トンネル、あるいは土木にとどまらず、労務集約的な現場の効率化を目指して日夜開発を行っている。



Cyber NATM



Robotec

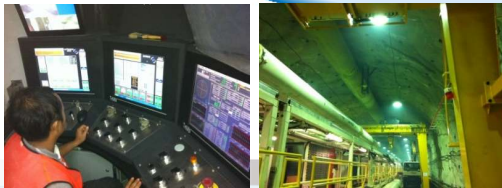


ARIGATAYA

演算工房 トンネルシステム実績

ROBOTICS SOLUTION

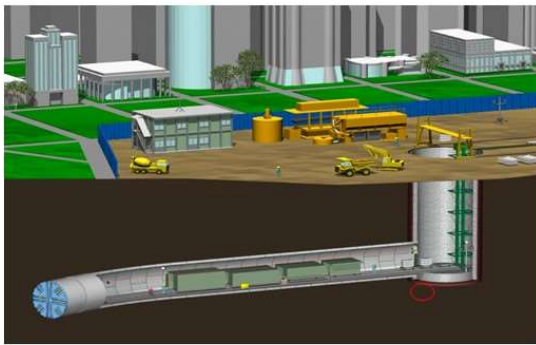
国内・海外におけるトンネル
施工管理システムの提供



enzan Technology

施工支援(測量系) システムソリューション

TBM



山岳トンネル



山岳トンネル工事向け

CyberNATMシステム

シールド・TBM工事向け

ロボテック自動測量システム

推進工事向け

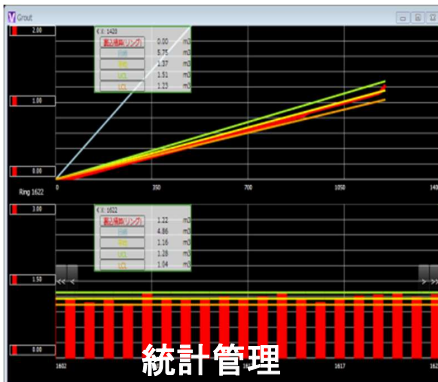
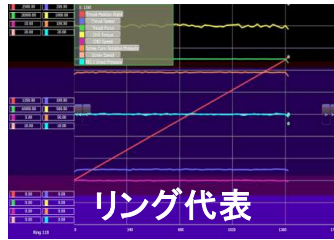
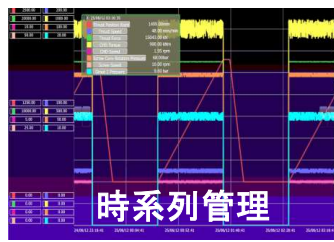
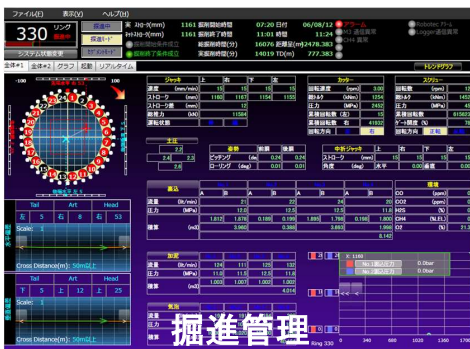
推進ロボテックシステム

土工事向け

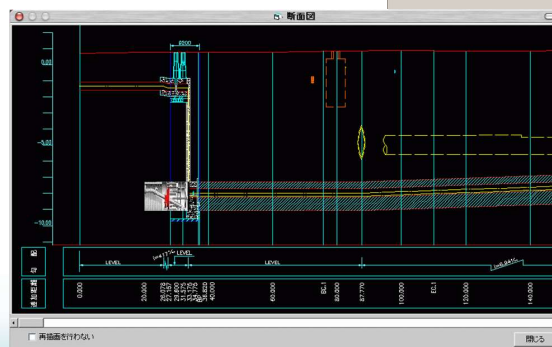
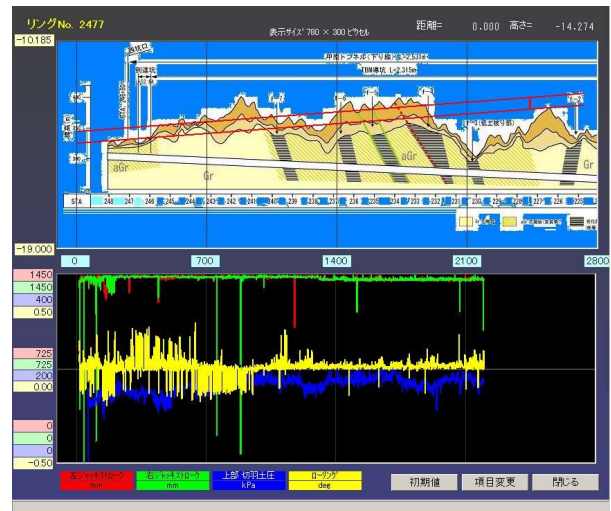
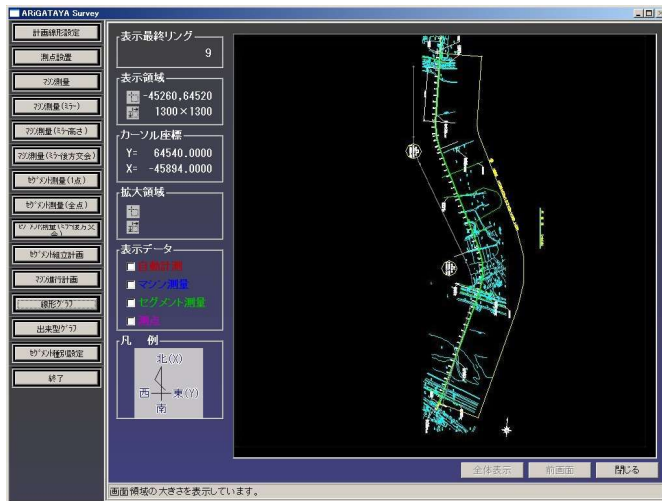
TS DECKYシステム

モニタリング

シールドTBMトンネルの情報化施工システム ARiGATAYA

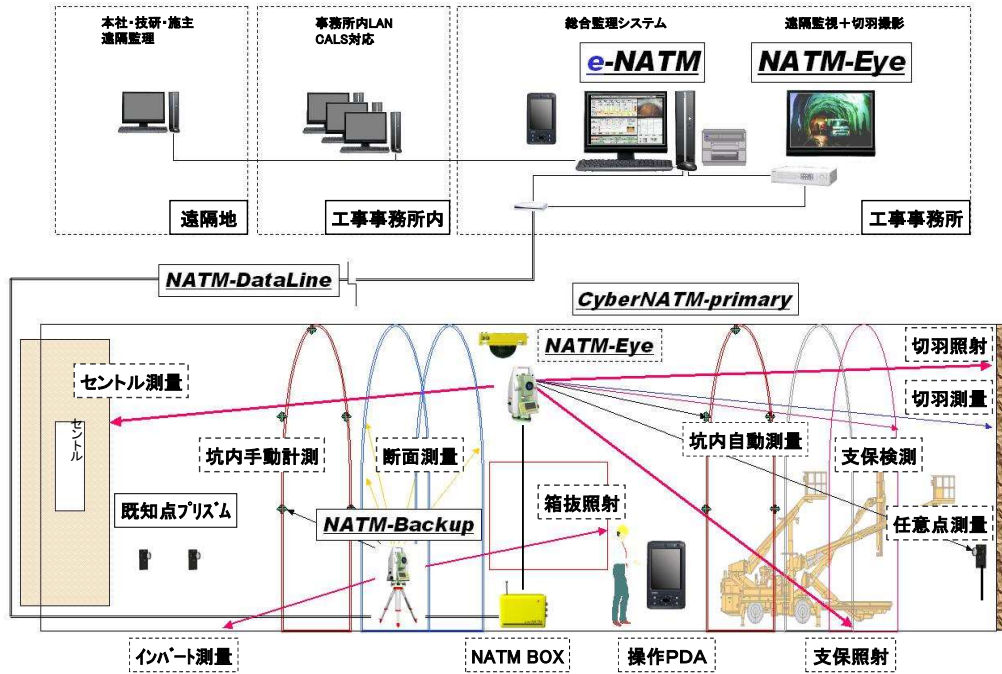


シールドTBMトンネルの情報化施工システム ARiGATAYA



TBM 2Dモニタリング

Cyber NATM
坑内リアルタイム管理
事務所施工管理



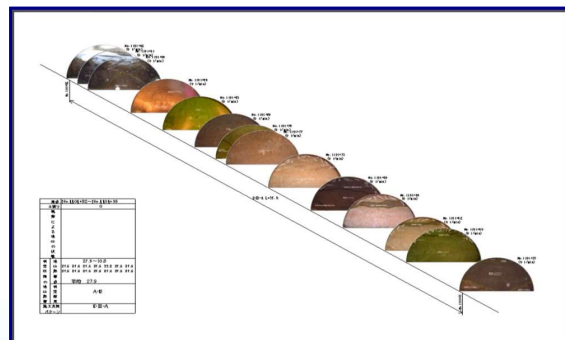
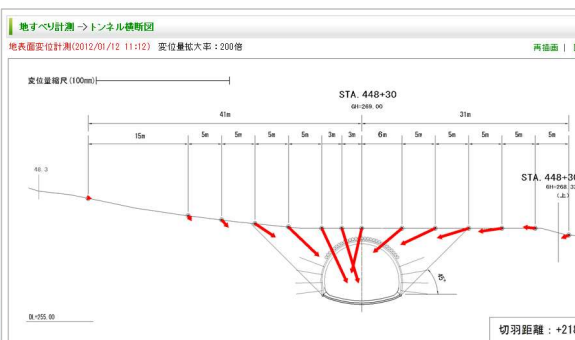
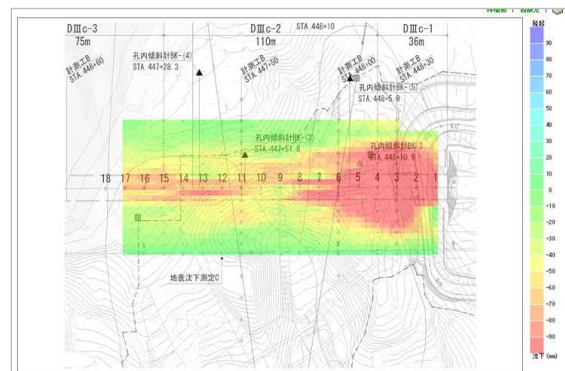
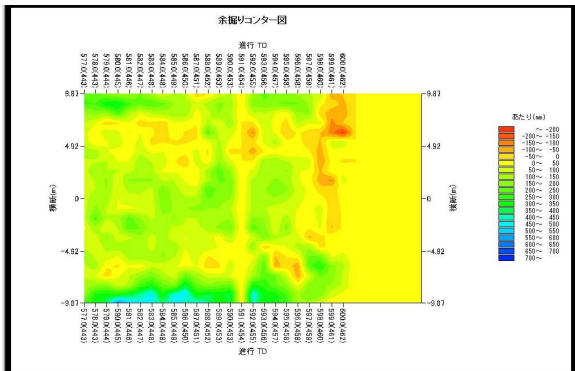
情報化・数値化・合理化による施工統合システム

システムのコンセプト

- 坑内測量の自動化 → 常設器械が24時間自動的に測量するシステム構成
- 計測業務の自動化 → 計測を自動で行い、しかもデータの整理まで自動でできるシステム
- コンクリート量を低減できるシステム → 坑夫の従来の感や経験に頼らない実測値のデータフィードバック
- トンネル初心者でも施工管理が可能なシステム → 施工管理をすべて携帯端末で集約しているシステム

トンネル施工管理の従来方法：二次元+a 表示

二次元（平面）の中で、三次元情報の表現



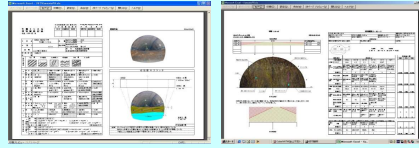
切羽観察システム

切羽観察評価データベース作成

管理データの早期集計、評価が可能

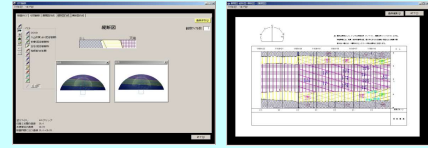
切羽観察日報

切羽写真を取り込み、
写真上にスケッチ作成可能
→ 作成標準化、
データの早期提出可能



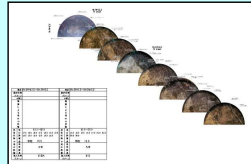
切羽展開図・縦断面図・横断面図

各図を自動つなぎ合わせ
→ 既設地質と切羽の
連続評価が可能



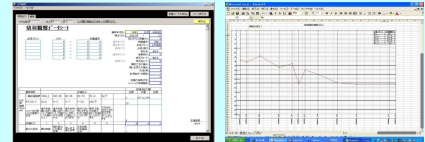
切羽断面判定図

観察評価記録を連続表示
→ 岩判定における絶対評価可能



切羽評価点グラフ

評価点グラフの自動作成
→ パターン境界線と
実績評価点の分布より
客観的評価可能



A計測データ補完システム

計測データのシミュレーション可能

従来のデータ集計の手間を30%削減

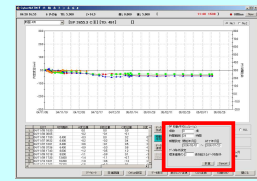
データ自動作成、補完機能

自動計測補完機能、集計機能を支援
→ 計測報告書の早期提出、データ分析可能



データ移動平均機能

計測データ修正機能と移動平均による評価機能
→ 報告書の早期提出、データ分析可能



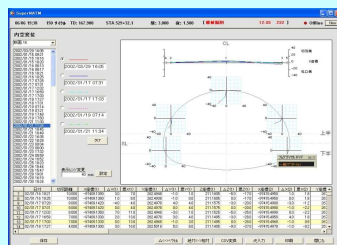
A計測解析システム

各点の変位ベクトル、展開図表示

特殊地山(偏圧・脚部脆弱)に効果的評価可能

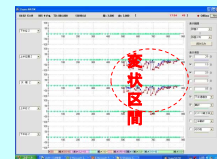
トライム解析

計測点の三角形経時変分布図作成
→ 偏圧評価、(Y方向、Z方向の評価)
計測点の動きのモニタリング可能



変位展開図

計測連続点を変位展開図に表示
→ 増しボルト、増し吹付け設計変更可能

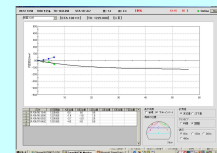


3次元ベクトル解析

計測点の変位分布図を作成
→ 一次覆工のはらみだし
変位評価可能

最終変位量

定期月報、週報の作成
→ 定例書類の合理化、早期提出可能



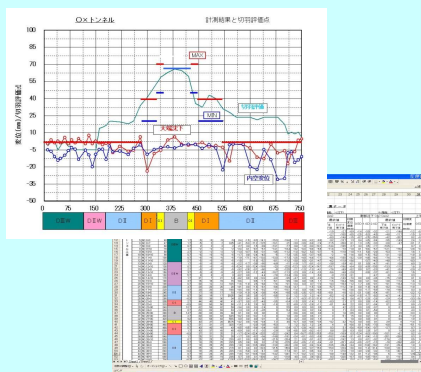
道路公団施工管理システム

旧公団施工管理要領準拠集計

職員の管理業務 20%低減

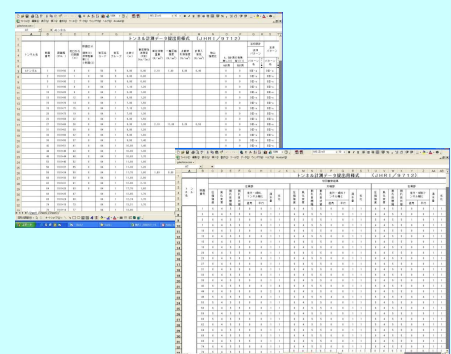
旧JH日常管理様式

様式1-21までを標準管理
→ データベース機能により
業務の効率化



旧JHデータ総括様式

初期変位速度から
最終変位予測
→ 最終変位予測による
早期一次対策可能



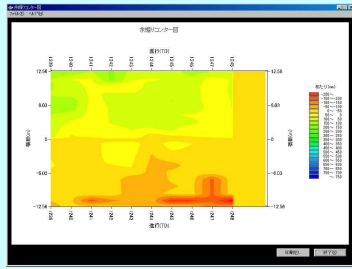
余掘り管理システム

断面測定からの余掘りデータ集計

パターン別余掘り評価、コストシミュレーション

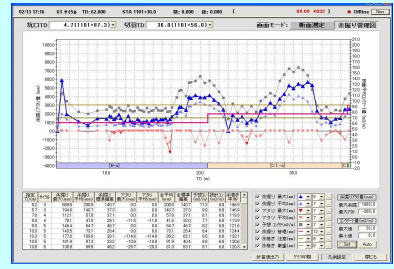
余掘りコンターマップ表示

断面測定結果から
余掘りコンターマップ作成
→ 作業員への現況指示と
断面測定の早期評価可能



余掘りデータ管理図作成

パターン別余掘りデータの集計
→ 余掘り評価による
コストシミュレーション
(予算対比)可能



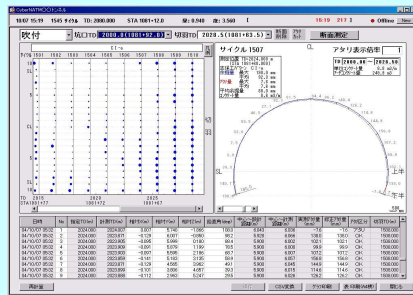
断面変形量5重化システム

作業分類ごとの断面評価

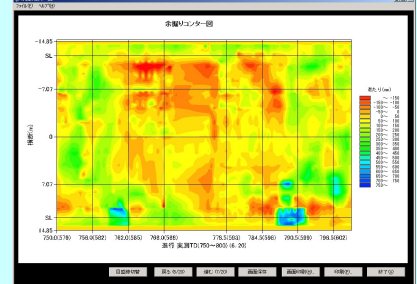
断面5重化による施工・将来供用までのデータ評価可能

余掘り・一次吹付・二次吹付・防水前・覆工断面

出来形と変形度合いの同時集計
→ 維持メンテナンスまで一連の評価可能



時系列トンネル内空断面管理



時系列トンネル壁面変位コンター図



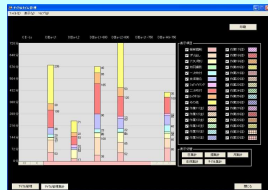
サイクルタイム集計システム

坑内オンライン情報からサイクル分析

最適パターンの把握とコスト分析

坑内照射サイクルタイム

坑内照射機能によるサイクル分析
→ 自動サイクルタイム分析可能



画像データサイクルタイム

坑内画像集計による
サイクル分析
→ より正確な
サイクルタイム分析可能



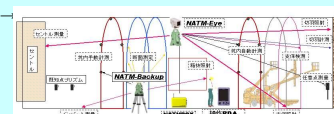
進行管理システム

既存工程のパターン分析

最適パターンの把握とコスト分析

工程管理作成ツール

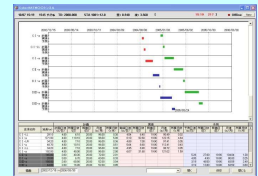
既存実績と今後予測工程表の自動作成



日進距離集計データ

(日進・月進・サイクルタイム別進行)

既存実績からの日進・月進集計
→ 最適パターンによるコスト分析(予算比較)



線形管理システム

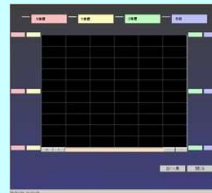
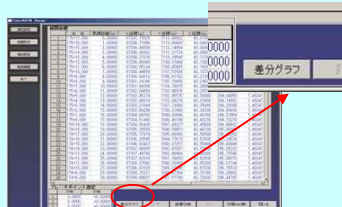
曲線線形を最適線形に変換

セントル考慮線形管理が可能

覆工管理システム

詳細線形確認システム

線形修正及び
最適線形シミュレーション
→ 線形再計算によるコスト分析可能



覆工コンクリート
におけるセントル
最適化

従来測量業務の
最適化
12%削減可能



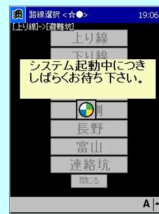
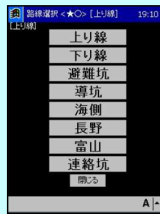
多重線形モードシステム

本坑以外での線形管理可能

本坑と同時に多モード管理・効率化

多重線形(上り、下り、横坑)モード

多モード線形・測量・計測管理
→ 設計との偏差を早期に把握可能

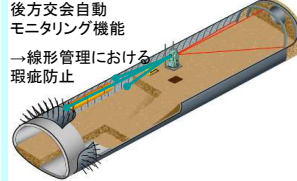


後方交会異常警報システム

基準点管理の警報システム

トンネル基準点誤差のリアルタイム表示

後方交会異常警報機能



後方交会自動
モニタリング機能
→ 線形管理における
瑕疵防止

事務所PC表示画面



リアルタイム
アラーム通知機能

基準点誤差監視機能

基準異常監視機能

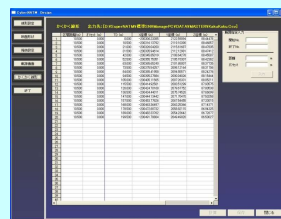
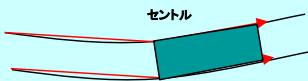
覆工シミュレーションシステム

セトル線形への適用可能

覆工コンクリートコスト 10%低減

セトル線形シミュレーション

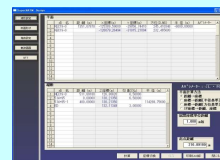
かくかく線形掘削可能
→ 覆工コンクリートの
効率的な管理による
コスト低減可能



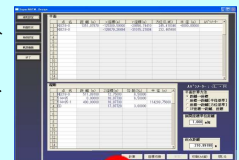
最適セトルセット位置シミュレーション

セトル最適セット計画

→ 断面確保した最適線形評価可能



線形・掘削高さを再入力
により掘削厚の
再計算を実施



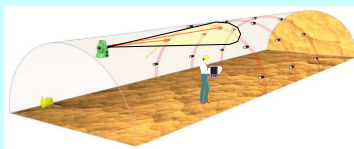
自動A計測誤認防止システム

自動計測誤認防止・アラーム機能

自動計測の適用性拡大とモニタリング

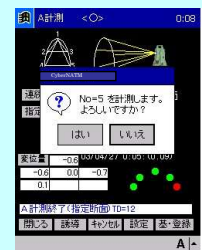
スポットサーチ機能

自動計測絞込み機能
→ 自動計測の適用範囲拡大



誤認箇所表示機能

誤認防止のための特殊機能
→ 5mピッチでも計測可能なプリズム誤認防止可能



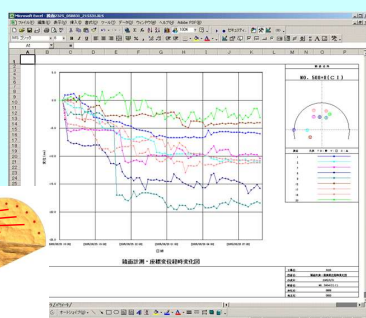
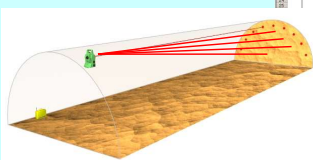
鏡面押し出し監視システム

切羽押し出しリトライ機能

毎切羽ごとの自動計測による数値化

鏡面押し出し計測

ノンターゲットによる
毎回切羽押し出し計測
→ 毎回の押し出し計測からの
地山評価可能



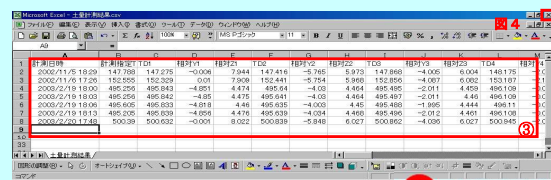
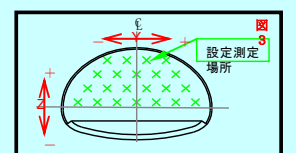
鏡面吹付評価システム

鏡面測定(素掘、鏡吹状態)

鏡吹付け厚さと押し出し変位置計測

鏡面吹付け厚確認機能

ノンターゲットによる
毎回切羽押し出し計測
→ 鏡面押し出し傾向からの
設計変更(鏡ボルト)協議



通信システム(通話・データ通信・放送・警報) IP電話

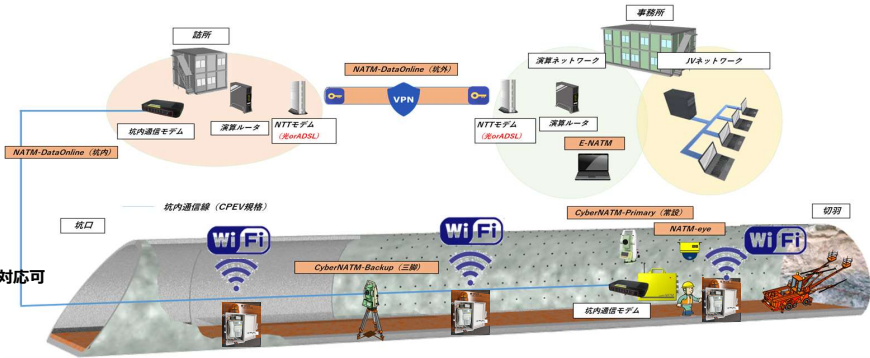
標準システム

標準システム

- 通話(内線・※外線) ※別途インターネット他契約要
- 発破方法(カウントダウン・ラジオ体操)
- 一斉放送・非常サイレン(非常ボタン)

主な機器

- 1: 電話主装置(ダイヤルラインに内線番号管理)
- 2: 放送設備(発破・ページング・ラジオ体操)
- 3: LANケーブル・光ケーブル
- 4: 中継ハブ(無停電装置対応可) ※100V・200V対応可
- 5: WIFIアンテナ @100m~@200m
- 6: 固定電話(回転灯可) 7: 警報装置



機能

1. IP通話: トンネル坑内でのデータ通信網の構築

- ☞ 通話範囲はWIFIアンテナに準ずる
- ☞ 専用アプリがインストールが必要です。



2. データ通信: ①携帯端末でデータ・画像の閲覧

- ②リアルタイムにデータ交換を行う
- ☞ オプション(有料)
- 計測データ CyberNATMとの連携・自動計測(B計測)
- 画像データ(遠隔検査・WEBカメラ) ※HP作成
- デマンドデータ(気象・騒音・粉塵・ガス・温湿度)

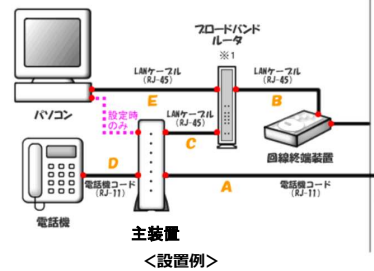


3. 安全管理: トンネル坑内での非常警報

- ☞ 非常警報ボタン・携帯端末での操作可能
- : トンネル掘削時の発破放送
- ☞ 固定電話からスピーカー放送操作
- 現場個別対応は、有料となります。

契約(インターネット)

<インターネットの種類>



- 光回線
- ADSL
- ケーブルTV
- 衛星インターネット
- ポケットWIFI携帯端末

インターネットの契約(現場契約)
 プロバイダーの契約(現場契約)
 外線発信の通話料は別途となります。

2020.5

Copyright (C) 2020 ENZAN KOUBOU CO., LTD. All Rights Reserved.

お問い合わせ 075-417-0100

(受付時間: 月~金 9:00~18:00 ※土・日・年末年始・夏季休暇を除く)

ホームページ

<http://www.enzan-k.com/>



通信システム(通話・データ通信・放送・警報) PHS電話

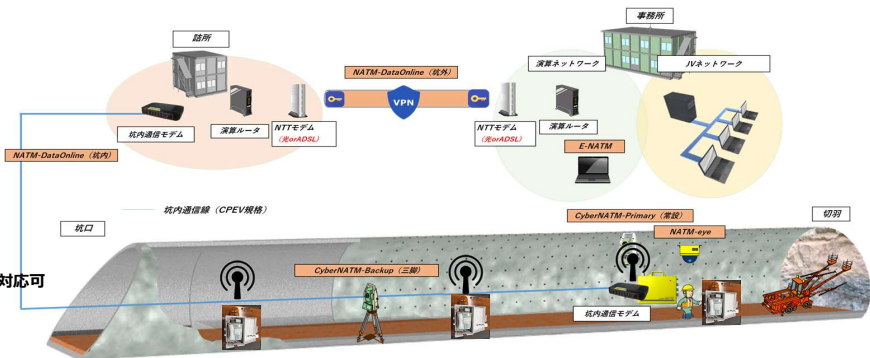
標準システム

標準システム

- 通話(内線・※外線) ※別途インターネット他契約要
- 発破方法(カウントダウン・ラジオ体操)
- 一斉放送・非常サイレン(非常ボタン)

主な機器

- 1: 電話主装置(ダイヤルラインに内線番号管理)
- 2: 放送設備(発破・ページング・ラジオ体操)
- 3: LANケーブル・光ケーブル
- 4: 中継ハブ(無停電装置対応可) ※100V・200V対応可
- 5: PHSアンテナ
- 6: 固定電話(回転灯可) 7: 警報装置



機能

1. PHS通話: トンネル坑内でのデータ通信網の構築

- ☞ 通話範囲が広域音声通話



2. データ通信: リアルタイムにデータ交換を行う

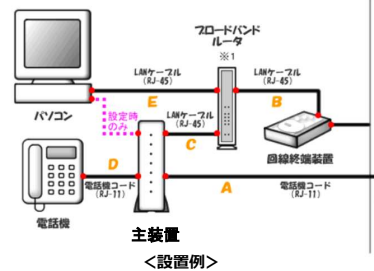
- ☞ オプション(有料)
- 計測データ CyberNATMとの連携・自動計測(B計測)
- 画像データ(遠隔検査・WEBカメラ) ※HP作成
- デマンドデータ(気象・騒音・粉塵・ガス・温湿度)

3. 安全管理: トンネル坑内での非常警報

- ☞ 非常警報ボタン・携帯端末での操作可能
- : トンネル掘削時の発破放送
- ☞ 固定電話からスピーカー放送操作
- 現場個別対応は、有料となります。

契約

<インターネットの種類>



- 光回線
- ADSL
- ケーブルTV
- ポケットWIFI携帯端末
- 衛星インターネット

インターネットの契約(現場契約)
 プロバイダーの契約(現場契約)
 外線発信の通話料は別途となります。

2020.5

Copyright (C) 2020 ENZAN KOUBOU CO., LTD. All Rights Reserved.

お問い合わせ 075-417-0100

(受付時間: 月~金 9:00~18:00 ※土・日・年末年始・夏季休暇を除く)

ホームページ

<http://www.enzan-k.com/>

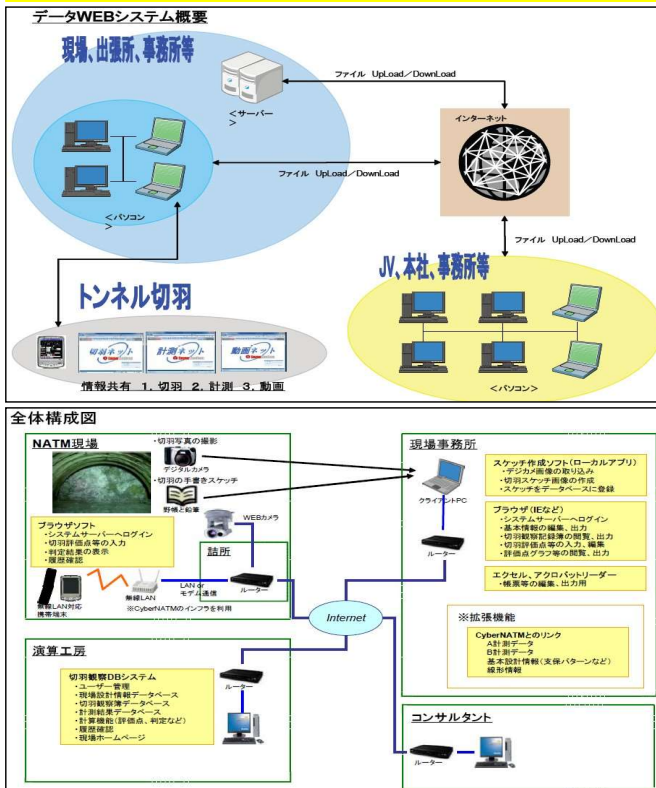




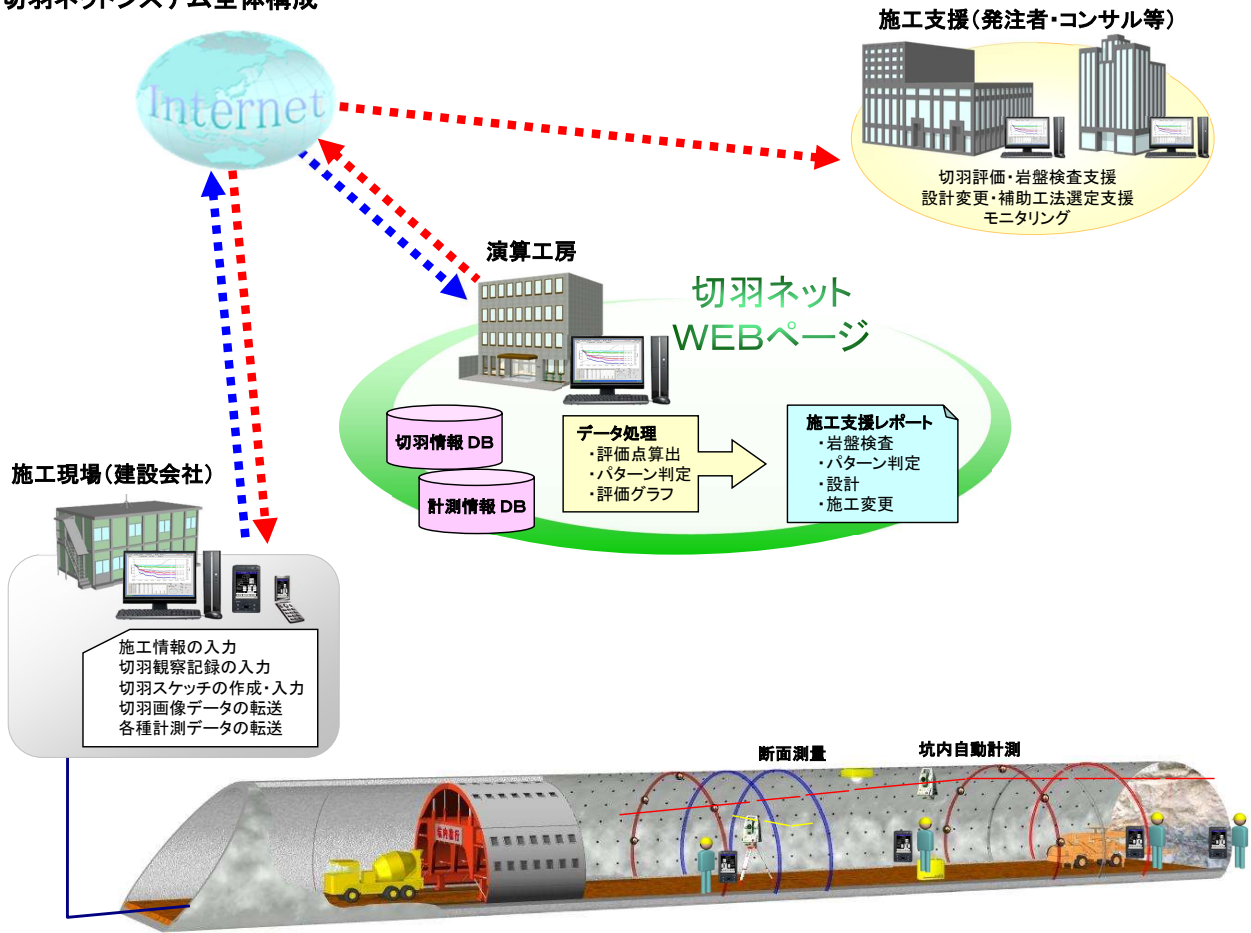
切羽ネットシステム 計測データWEB管理システム

切羽ネットシステムとは、
 本システムは各種データをWEB上にアップして一元管理し、リアルタイムに情報共有できるシステムです。
 切羽観察データ及び計測データなど様々なデータをWEB上でリアルタイムに一元管理し情報共有する事が可能です。
 WEB上にアップしている為、役所・コンサルタント・本社・支店・現場などどこからでもアクセス可能です。

WEB上画面

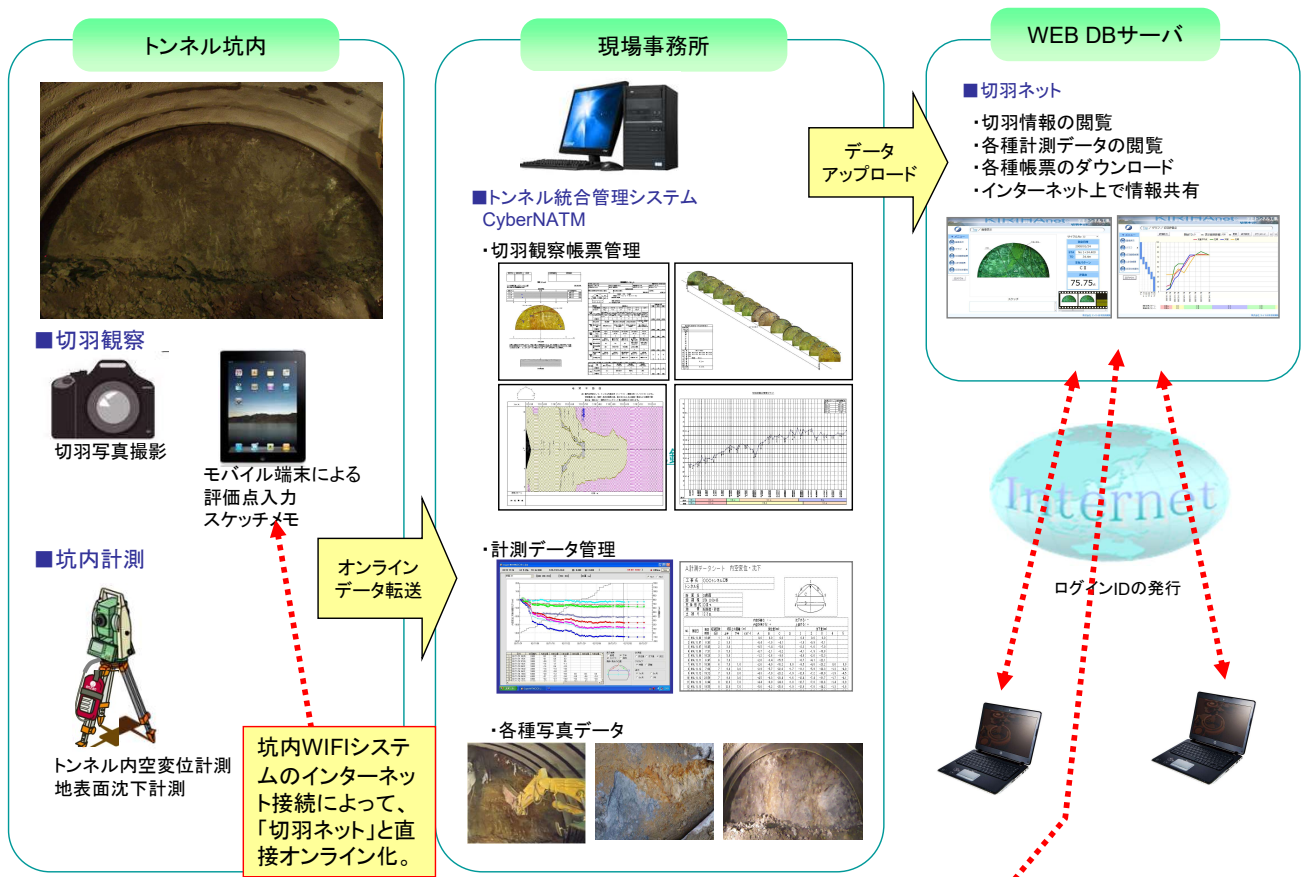


切羽ネットシステム全体構成



21

切羽ネットシステム 運用提案



22

遠隔臨場・岩判システム

enzan
KUBOU

現場臨場の効率化

遠隔臨場（段階確認、材料確認、立会）と合わせて、岩判定も遠隔で実施可能に



- ・岩の質感までも、はっきりと伝わる、高解像度。
- ・暗い坑内でも、はっきりと映し出す、最高水準の低照度性能

【ウェアラブルカメラ】

- ・手振れ補正機能搭載で、過酷な現場環境でも、安定した映像を提供します。
- ・現場職員に装着する事で、発注者へ、位置・周辺状況を簡単に説明できます。



【岩判カメラ】

- ・最高水準の、高解像度・低照度性能
- ・トンネル坑内でも、鮮明で高画質な映像をお届けします。
- ・【PTZ】遠隔操作を提供する事で、見たいところが見える。

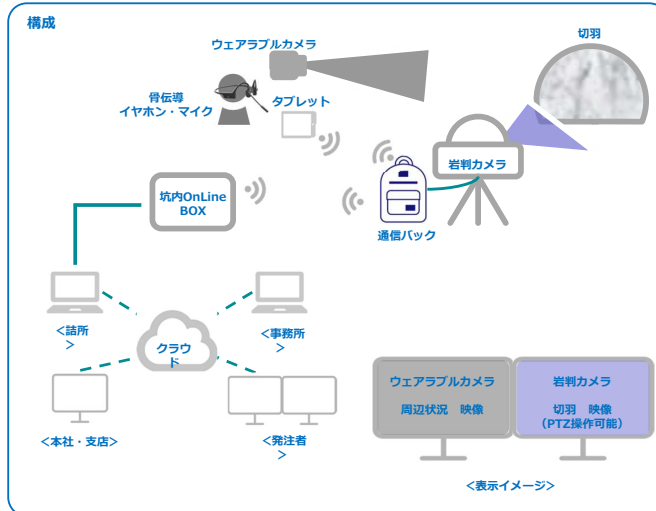


【骨伝導イヤホン・マイク】

- ・耳を塞がない骨伝導ヘッドホン。周囲の音を聞き逃しません。
- ・骨伝導により、鮮明な音声の聞き取りが可能に。
- ・ブームマイクによるクリアな通話の実現



遠隔臨場・岩判システム



本システムの特徴

- ・クラウドによる、遠隔臨場、遠隔岩判に対応
- ・高解像度、低照度：約210万画素、0.05lux
- ・30倍光学ズーム、20倍デジタルズーム：最大600倍ズーム
- ・通信パックに機材を収納する事で、容易に持ち運びが出来る
- ・電源不要（ポータブルバッテリー搭載）
- ・発注者による、カメラ操作が可能

※ 現場の状況に合わせた、構成の変更が可能です。詳しくは弊社までお問い合わせください。

【遠隔臨場システム】に関するお問い合わせはコチラ

TEL.075-417-0100

株式会社 演算工房

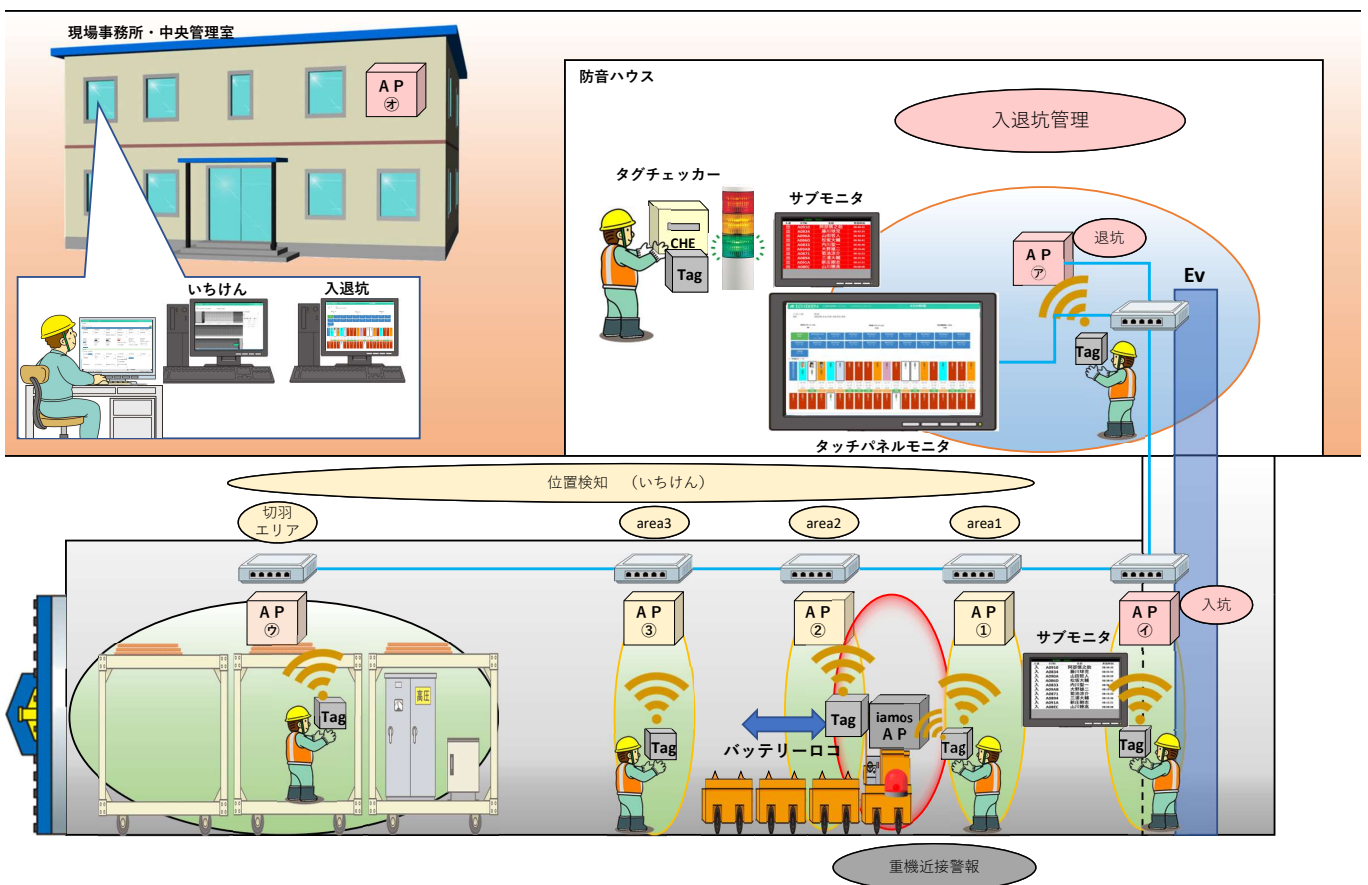


【電話受付時間】 9:00~19:00 (平日月曜日~金曜日)

〒602-8268 京都府 京都市 上京区 山里町 237-3
URL : <http://www.enzan-k.com/>

入退坑管理 Hybrid

1. 全体構成図



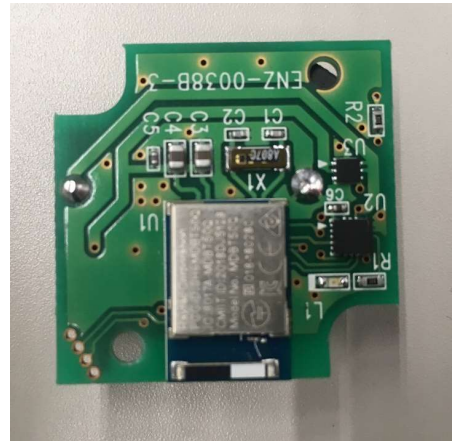
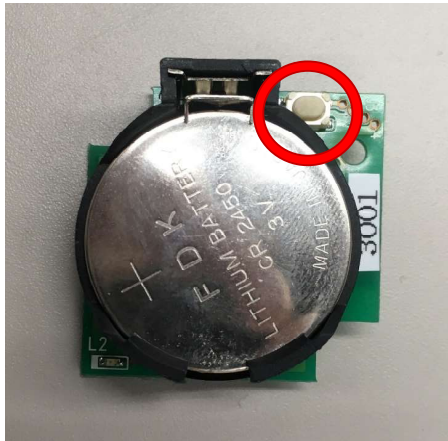
2. タグ (BLE: Bluetooth5.0通信)

～ 低消費電力で強い電波強度を發します ～

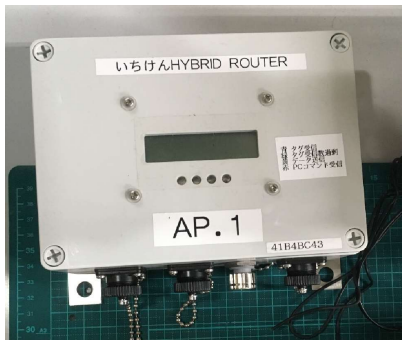


- タグを所持する現場従事者に対して、入退坑の管理を行います。
- 現場従事者がタグを所持する、対象となる重機・車両がタグを常備することで、作業員が、またはどの重機・車両が坑内のどこにいるのか検知・表示いたします。
- タグ所持者が無線機を搭載した重機に接近したときに、警報を出します。

- ・タグ本体の外形寸法は(長さ)52×(幅)35×(厚み)2.0です。
- ・左写真のようにゴムバンド等装着での使用となります。
- ・ボタン電池での電源供給(3Vボタン電池:CR2450)です。
- ※ 防水効果維持のため、電池交換はユーザー様では行えません。
- ・タグの発報(ビーコン)は1秒周期としています。(出荷前であれば修正可能)
- ・電池残量を同時に発報することで、ソフトとの連携で電池残量表示が可能です。
- ・タグは加速度計を内蔵しています。動きがなければ起電せず電池を消費しません。
- ・上記の発報周期と加速度計による非起電により、電池寿命は約1年間となります。



3. AP無線Box

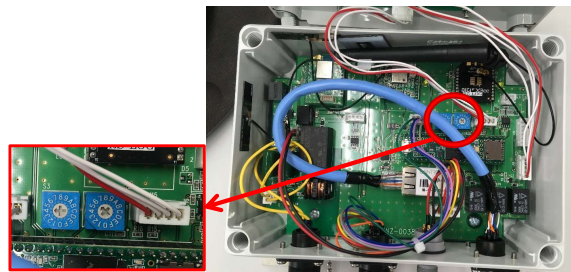


- ・入退坑・位置検知と重機近接警報どれも同じ無線Boxを使用します。(中の情報設定やソフトを変更することで用途が変わります)
- ・供給電源はAC100v-200v、DC12V-24Vが可能です。
- ・BLE (Bluetooth5.0) でタグからの発報電波を受信します。
→ 周辺環境にもよりますが、最大50mの送受信が可能です
- ・無線機間の通信は通常のLAN接続 (EtherNet) のほか、Zigbee通信 (無線) が可能です。
→ 無線機間を通信させるホップ機能は周辺環境にもよりますが、最大300m程度です。
- ・現地での設置は背板の穴を使用してください。マグネットでの固定も可能です。
- ・Box 中心のディスプレイには現状の電波強度設定を表示します。またタグの電池残量確認用のBoxと設定することで、タグのv数を表示します。
- ・当システムでは設置する機器はこのBoxのほかに、
 - ① 入退坑システムでは、入退坑札を表示するタッチパネルモニターとPCが標準品として、サブモニターや音声で入退坑を確認するスピーカーなどをオプション装備しています。またこのPC & モニターでタブの切替で位置検知システムの画面を表示いたします。
 - ② 重機近接警報システムではパトライトやスピーカー、LEDなど警報器が標準品として選択することができます。またシステムのオプションとして車両や重機の緊急停止機能の実績があります。(車両・重機メーカーにも対応依頼が必要です)

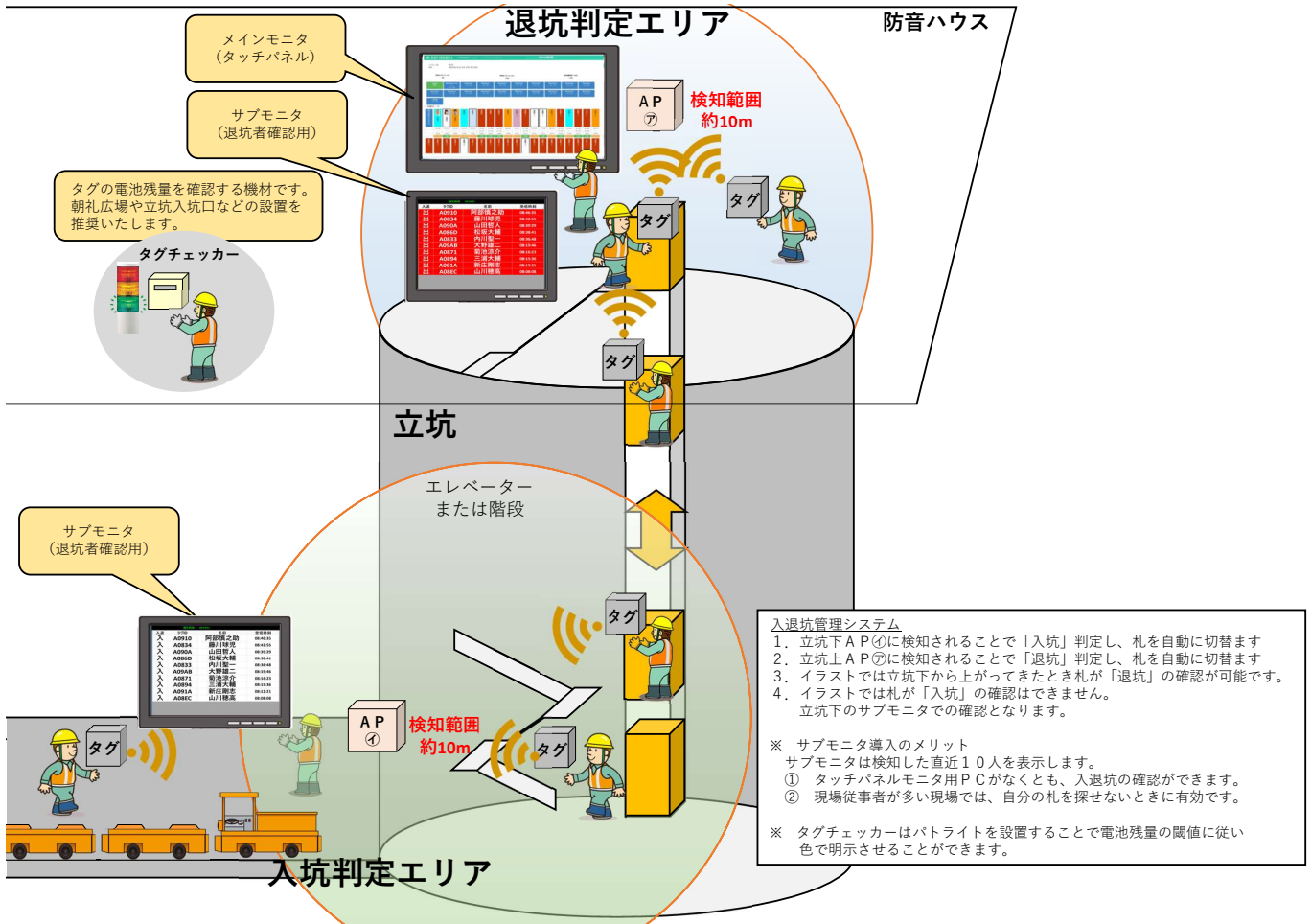
- Box 底部 ケーブル接続部 (メタコン仕様)
(左から) BOX用電源(AC100~240V)
DIとDO (無電圧入出力で2+2の計4点)
BOX用電源(DC12~24V)
LAN接続コネクタ

- Box 内部 ダイヤルスイッチ (写真赤丸内)
入退坑・位置検知専用無線AP機としての使用時
2つのダイヤルの組み合わせでどのエリアで使用するか等の登録を出荷時に実施します。
重機近接警報専用無線機としての使用時
右ダイヤルでタグの検知範囲を調節します。(16段階)

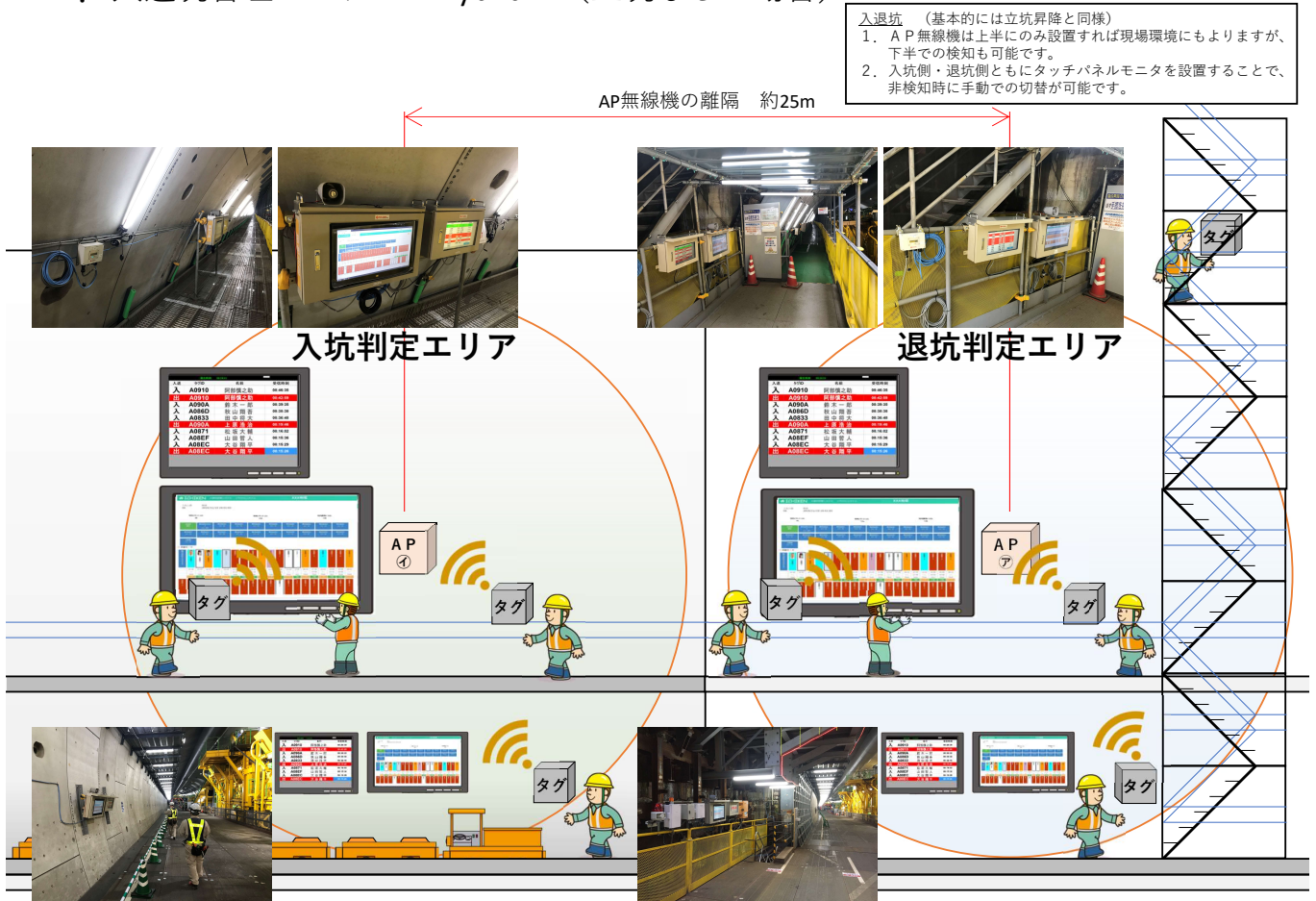
※ 写真は試作機で、現在配列が変わっております。現物のご確認をお願いいたします。



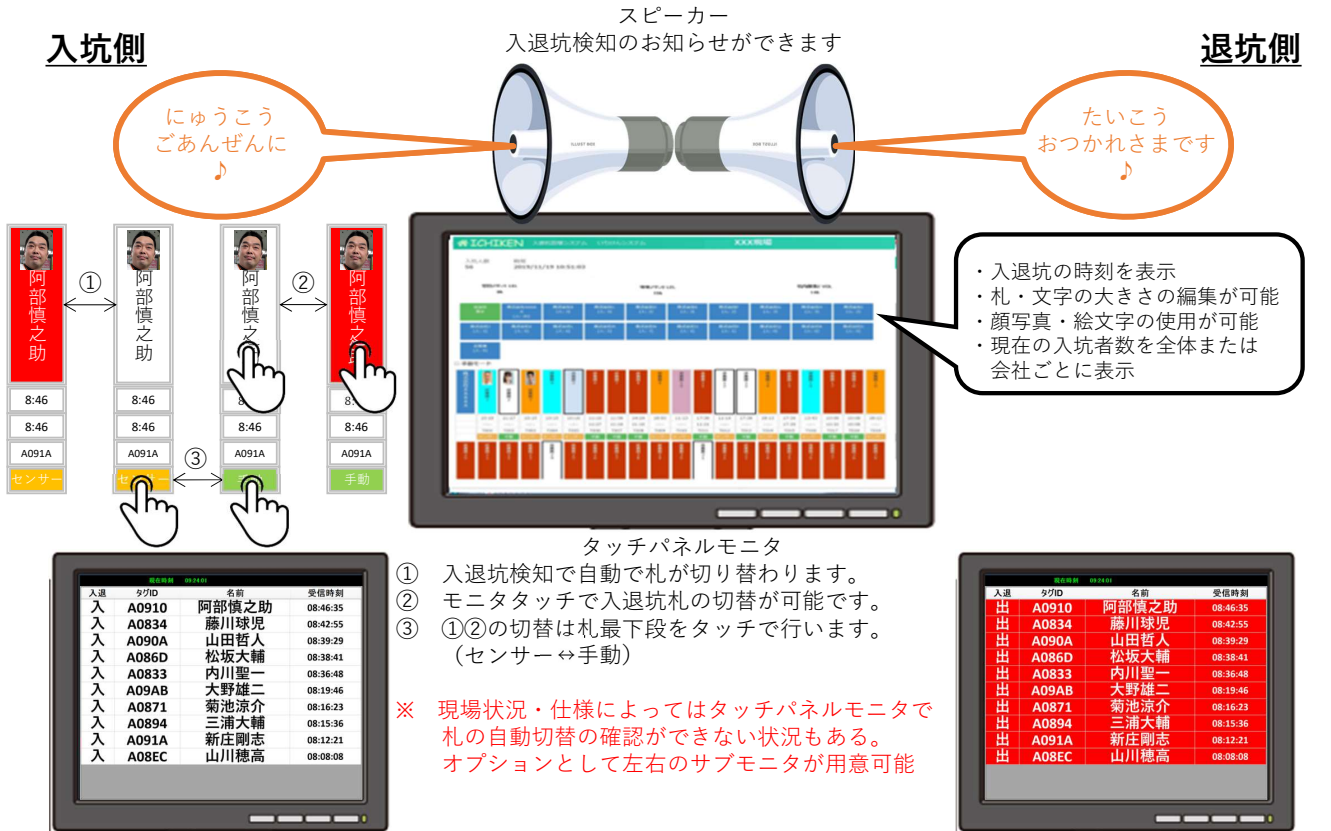
4-1. 入退坑管理システム Hybrid (立坑昇降での入退坑)



4-2. 入退坑管理システム Hybrid (立坑なしの場合)



4-3. 入退坑管理システム Hybrid (モニタ画面とスピーカー)



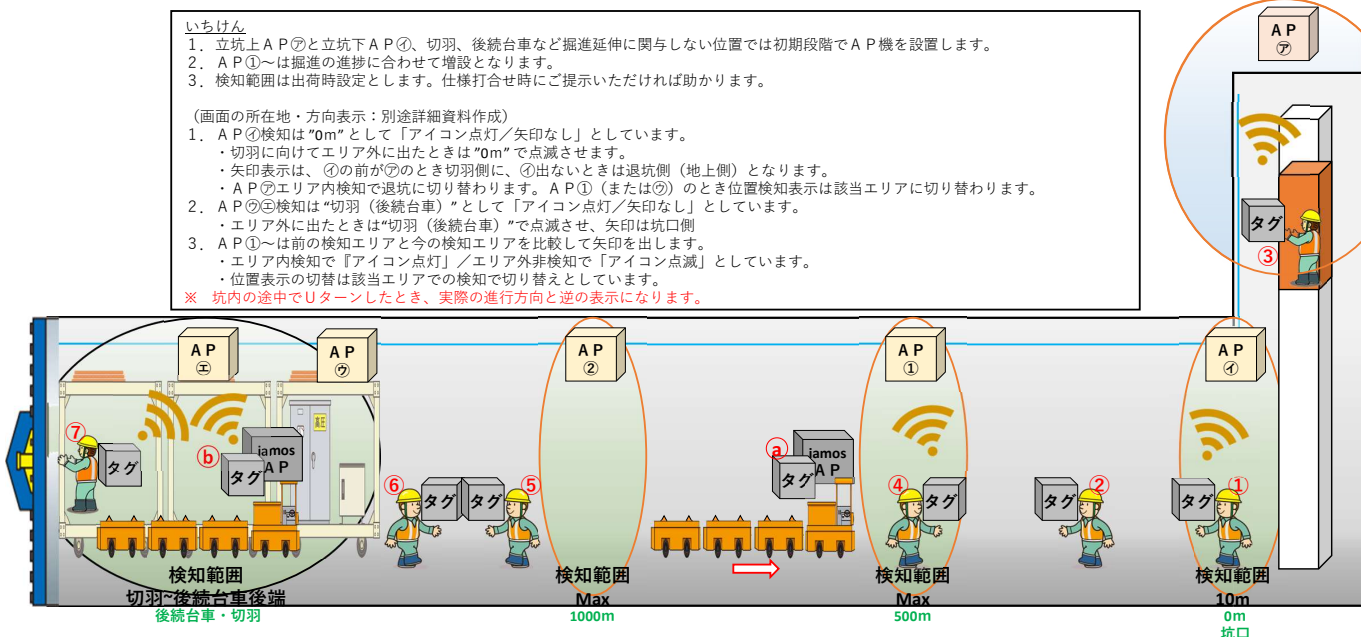
サブモニタ (入坑側画面)

- 直近10名の入坑者の名前を明示
- リアルタイムで自分が入坑になったことを確認

サブモニタ (退坑側画面)

- 直近10名の入坑者の名前を明示
- リアルタイムで自分が退坑になったことを確認

5-1. 位置検知システム Hybrid (中小口径)



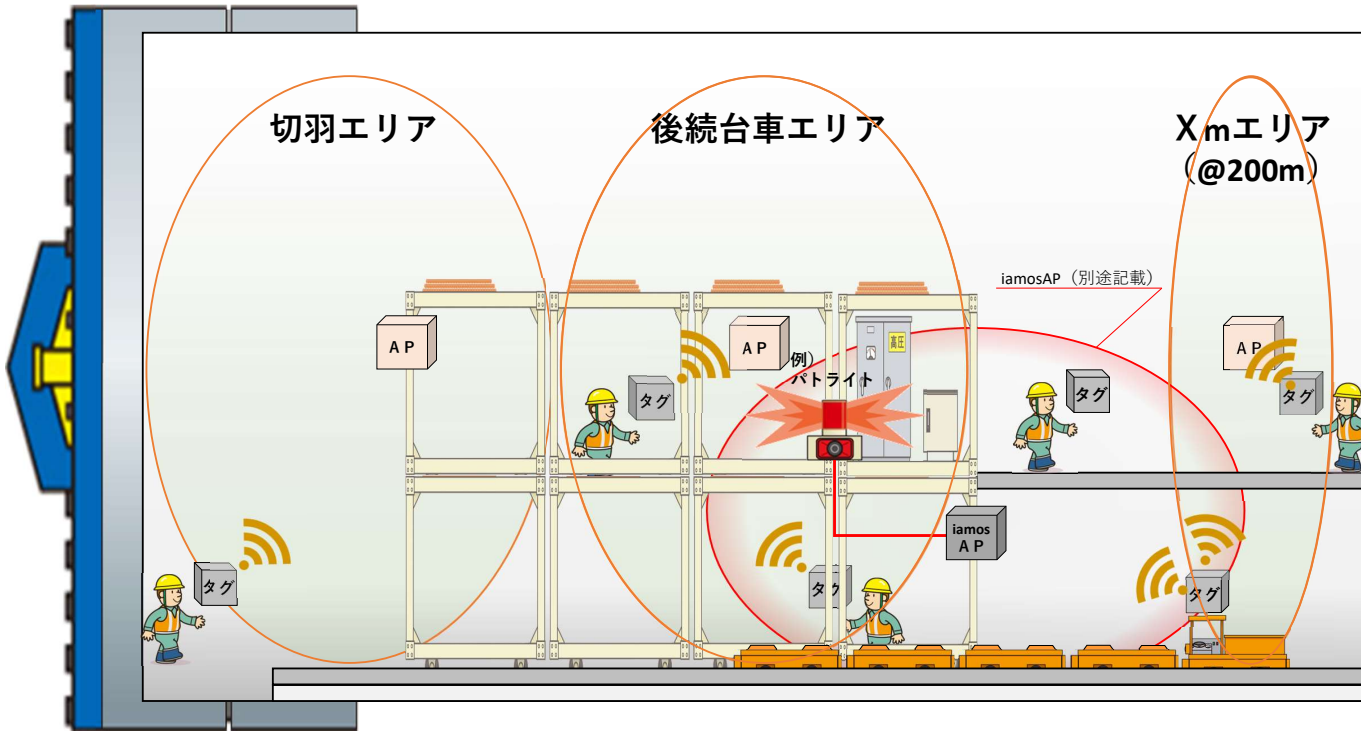
- 上記の人の所在地を例として・・・
- 「坑口」を切羽方向に進んでいる
AP④は矢印出さないので (坑口(0m)点灯、所在のみ) ⇒入退坑は「入坑」
 - 坑口から切羽方向に進んでいるがエリア外で非検知
AP④からのエリア外なので (坑口(0m)点滅、切羽方向) ⇒入退坑は「入坑」
 - 坑口からエレベーターで地上へ AP④エリア外だがAP⑦で検知
AP⑦エリア内なので (立坑上: 点灯、所在のみ) ⇒入退坑は「退坑」
 - 500mエリアを坑口方向に進んでいる
AP①検知中でその前にAP②の検知履歴あり (500m点灯、坑口方向) ⇒入退坑は「入坑」
 - 1000mエリアから切羽方向に進んでいるがエリア外で非検知
AP②からのエリア外なので (1000m点滅、切羽方向) ⇒入退坑は「入坑」
 - 切羽(後続台車) エリアから坑口方向に進んでいるがエリア外で非検知
切羽からのエリア外なので (切羽点滅、坑口方向) ⇒入退坑は「入坑」
 - 切羽(後続台車) エリア内で作業中
AP⑦は矢印出さないので (切羽点灯、所在のみ) ⇒入退坑は「入坑」

- 上記のバッテリーロコの所在地を例として・・・
- 1000mエリアを坑口方向に進んでいるがエリア外で非検知
AP②検知から検知外だがその前にAP②検知履歴あり (1000m点滅、坑口方向)
 - 切羽(後続台車) エリア内で待機中
AP②は矢印出さないので (切羽点灯、所在のみ)

5-2. 位置検知システム Hybrid (大口徑 2層式)

いちけん

1. AP無線機は上半にのみ設置すれば下半での検知も可能
2. 掘進延伸に合わせて途中のAP機を増設させる
3. 切羽及び後続台車は掘進に合わせて進捗するため設備完了時点で設置可能
4. その他操作室などあれば、検知範囲を狭くすることで細かい所在管理ができる



5-3. 位置検知システム Hybrid (モニタ画面)

時刻 2020/11/26 15:29:34
現在全検知作業員 0人 / 重機 0台 (坑内・坑外含む)

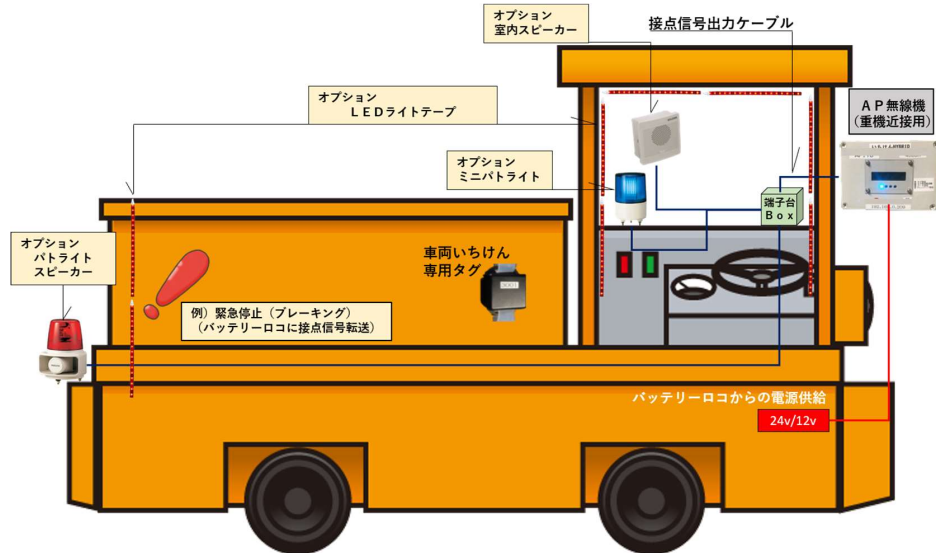
開発部への要望

1. 矢印の出し方 (6-1の矢印は現状システムでは適合していない：仕様の確認も必要)
2. 切羽-坑口の向きを自在にしたい (現状：右切羽-左坑口)
3. 坑内は横方向に複数ブロック (後続台車のブロック数の設定) ⇒OK
立坑は縦方向に複数ブロック (坑口の前のブロック数の設定) ⇒OK...防音ハウス・中間梁
立坑外場のブロックがない (例えば話所、休憩所、○○ヤード) など⇒NG

- 入退坑システムといちけんの画面は緑帯部の名称をクリックしての切替となります。
- 画面の構築、アイコンの設定などある程度自在に編集ができます。
- 以下の設定を初期及び増設・追加ごとに実施する必要がある
 - 坑内イメージ画面 …… 掘進の進捗に合わせて各エリアの数・大きさなどの編集が行えます。
 - 人・重機のアイコン …… 初期設定および人・重機の追加増設に合わせて新規登録・編集更新が行えます。

※ その他休憩室や操作室など取り込むことが可能です。

6-1. 重機近接警報システム Hybrid (使用例1・・・バッテリーロコ運転手に警報を出す)

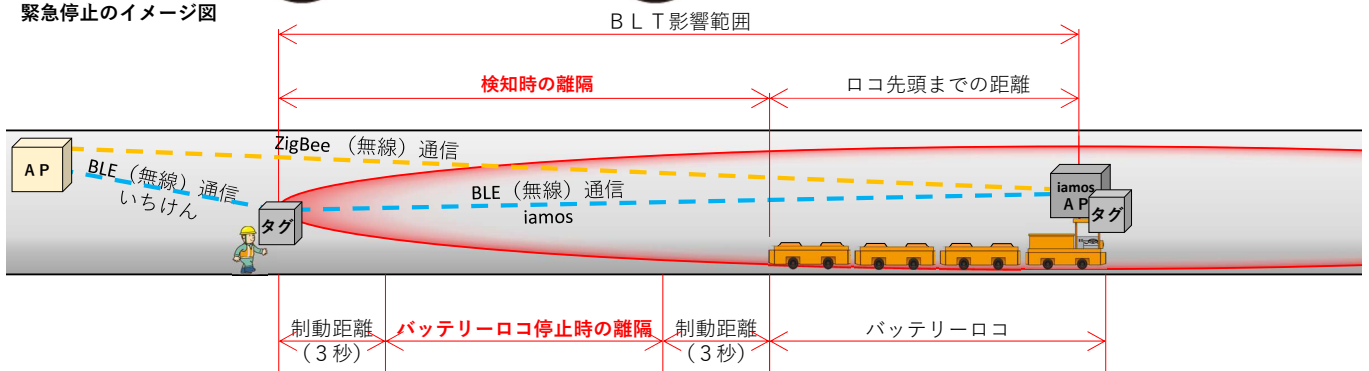


キャンセラー機能
設定したタグに対してシステムを機能させない

★対象タグ
バッテリーロコ自体
(いちけんタグ所持のとき)
バッテリーロコ運転手
立坑下作業員 (現場判断)

関連して欲しい仕組み
人車搭乗者のキャンセラー
切羽作業員が切羽作業中のキャンセラー

緊急停止のイメージ図

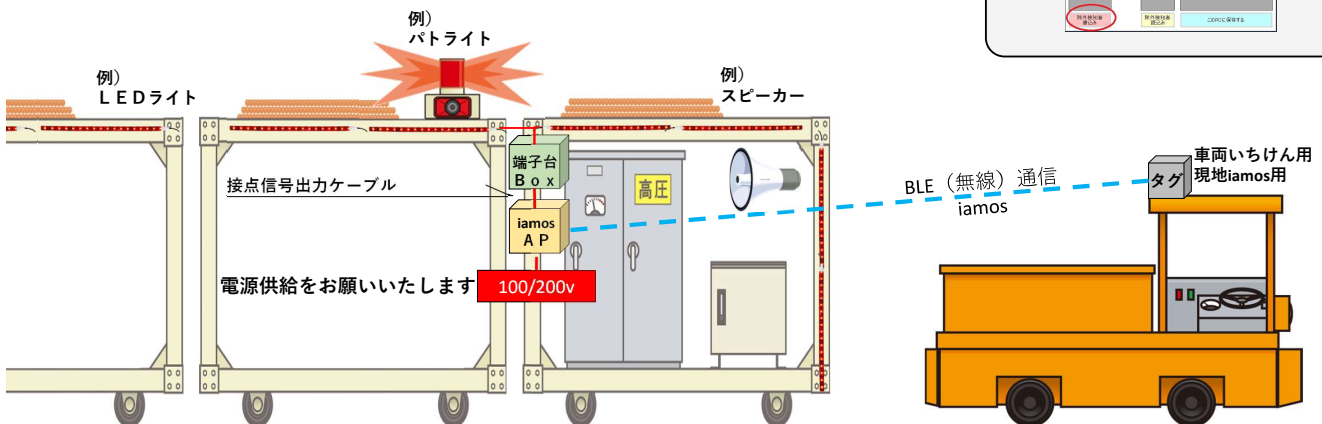


6-2. 重機近接警報システム Hybrid (使用例2・・・作業場所周辺に重機接近の警報を出す)

- 重機近接警報システム (作業エリアでの警報)
1. 作業範囲が広いときは、作業範囲の両端にAP無線機を設置することを推奨します。
 2. バッテリーロコの編成が長いときは、タグを編成の最先端・最後尾に常備することを推奨します
 3. AP無線機はバッテリーロコにのみ反応させる必要がある。作業員はキャンセラー登録を行う
 4. バッテリーロコが検知範囲内で停止していると、常時警報を出し続ける。
スイッチを設けるなどの工夫が必要となる

キャンセラー機能
設定したタグに対してiamosを機能させない

★対象タグ
作業員全員



7. 各システム名称と導入時の数量確認表 (各システムのオプション)

総合システム名称	入退坑	いちけん	重機近接	入退坑用				いちけん用	タグチェッカー
				AP無線機 2個	専用PC	タッチパネル モニター	サブモニター 2面		
入退坑システム	○			不要	※1	※1	不要	不要	
入退坑Hybrid	◎			※1	※1	※1	○	不要	○
いちけんHybrid	◎	◎		※1	※1	※1	○	※2 ※3	○
オプション 入退坑者用スピーカー									
総合システム名称	入退坑	いちけん	重機近接	重機近接警報用				タグチェッカー	
				AP無線機	キャンセラー機能				
重機近接 警報システム			◎	重機車両1台に 1つ	※4				○
オプション (警報設備) (屋外向け：周辺作業員向け) スピーカー付きパトライト LEDテープ (室内向け：運転手向け) 室内スピーカー LEDテープ									
オプション (付属機能) 1. バッテリーロコ緊急停止機能 (追加機材はなく、バッテリーロコにタグ検知の信号を渡すことでバッテリーロコを停止させる) 2. 立坑下クレーン稼働警報機能 (クレーン横行に対して光電センサーを設置し、光電センサーからの接点によって警報を出力する)									

- ※1...坑口数量による仕様 坑口が複数ある場合、上半下半別等で坑内進入口が複数ある場合などは現場との打ち合わせで仕様(数量)を確定させる。
- ※2...設置間隔の仕様 設置間隔(=画面表示で確認できる間隔)を打合せで仕様を確定させ、トンネル延長から数量を決める
- ※3...設置場所の仕様 坑内の休憩小屋や設備、連絡坑や他作業エリアなど、場所ごとに設置するか否かを打合せで仕様を確定させ、数量を決める。
- ※4...キャンセラー機能の仕様 検知対象外のタグをソフトで設定する際に、そのソフトを搭載するPC(タブレットまたはEntryPCなど)

レーザーキャナー 制御技術

Cyber T-Scan 高精度レーザースキャナー計測システム



- <坑内システム>
1. 坑内照射システム
 2. 坑内出来形測定システム
 3. 坑内計測システム
 4. 断面測定管理システム
 5. 坑内測量管理システム
 6. 任意点測量システム
 7. 自動サーチ測量システム
 8. 基準点測量システム



スキャン機能(矩形・全周)



ハードウェアリニューアル TS+スキャナー一体型

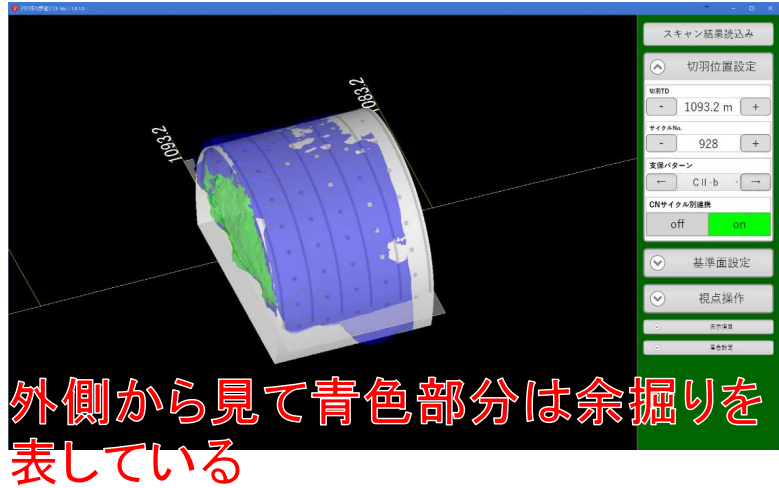


Cyber T-Scan 高精度レーザースキャナー計測システム

高さ	角度	支保工種名称	断面名称	切付厚 (mm)	施工厚 (mm)
-60	0	インバート	インバート	200	350
-50	0	010-3-4(1)	インバート	200	350
0	0	010-3-4(1)	インバート	200	300
30	0	010-3-4(1)	厚層断面	70	300
60	0	010-3-4(1)	厚層断面	70	300
90	0	010-3-4(1)	インバート	100	300
90	0	010-3-4(1)	インバート	100	300

切羽アタリ断面3D計測システム Scratch

	Scratch	Cyber T-Scan
スキャン計測時間	1分未満	10分
計測結果処理時間	30秒	事務処理後
計測範囲	~15m	~20m
計測精度	±30mm	±2mm



ジープスキャンシステム

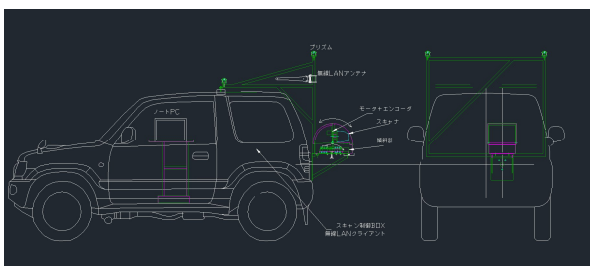
概要

車載スキャナーで、迅速な計測と退避を実現。
切羽近傍の計測も安心。
高性能処理PCも、車載しているため、即座に計測結果が得られます。

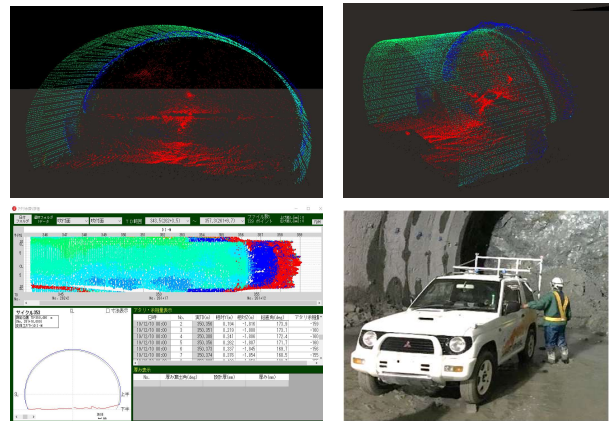
特徴

- とにかく早い
 手順1：車両を切羽に寄せる
 手順2：車両の位置・姿勢を計測：およそ30秒
 手順3：スキャン： およそ60秒
 手順4：車両退避（退避中にデータ解析）およそ60秒
 total：2分30秒
- 車両に搭乗したまま、一連の作業を行える。
- 緊急時は、即座に退避可能。

構成



画面イメージ・設置状況



主な仕様

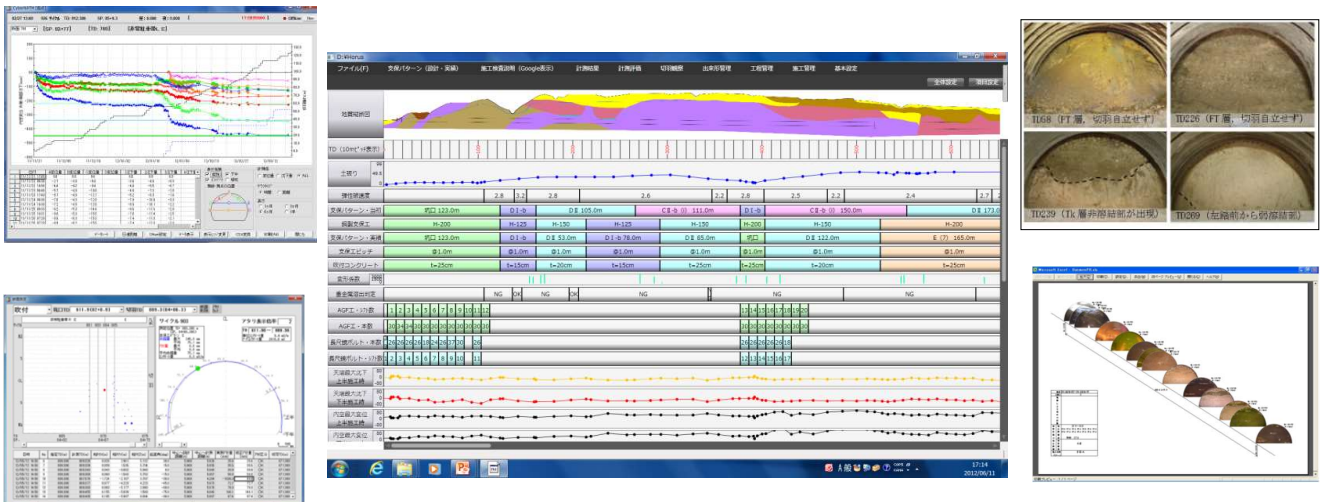
- 車載プリズムを計測することで、車両の位置・姿勢を計測し、トンネル線形に対する情報を計算します。
- 車載プリズムは、誤認防止に、シャッター式プリズムを採用。
- 計測精度：±30mm
- 坑内通信インフラを活用することで、作業員へ即座に計測結果を伝達可能です。

CIMによるトンネル施工管理

2D管理 Horus巻物
3D管理 E-G Modeling

CyberNATM 2nd Generation HORUS

現場施工情報巻物管理



基本コンセプト

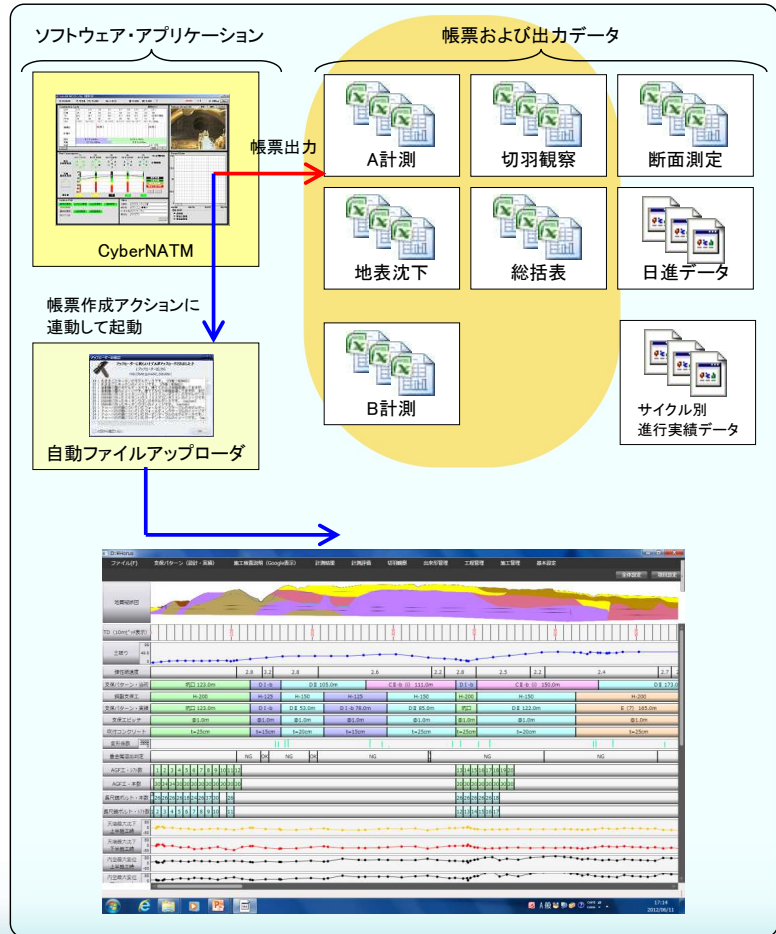
トンネル連続情報を可視化する
トンネル技術情報を共有化する
トンネル施工情報を一元化する

情報ソースの連続表示

1. 設計情報 土被り・地質縦断・設計支保・補助工法・特記事項
2. 実績情報 実施支保・実施補助工法・施工日時・施工記録
3. 施工管理情報 坑内A計測・B計測・切羽観察記録情報
4. 施工記録情報 切羽写真・施工協議事項

統合管理システム 例 NEXGO様式 JRJT様式

デスクトップ
マイドキュメント
マイコンピュータ
WindowsXP (C:)
D (D)
E (E)
F (F)
Data
Output
01 切羽スケッチおよび切羽観察データシート
02 地質平面図
03 地質縦断面
04 天端沈下(経日)グラフ
05 内空変位(経日)グラフ
06 内空変位(距離)グラフ
07 地表沈下(経日)グラフ
08 地表沈下(距離)グラフ
09 地表沈下横断面
10 地表沈下縦断面
11 地中変位(経日・相対)グラフ
12 地中変位(経日・絶対)グラフ
13 地中変位(距離・絶対)グラフ
14 地中変位分布量(経日各点毎)
15 地中変位分布図(全体図)
16 ロックボルト軸力(経日)グラフ
17 ロックボルト軸力分布図(全体図)
18 ロックボルト軸力(距離)グラフ
19 ロックボルト軸力分布図(経日各点毎)
20 吹付けコンクリート応力(経日)グラフ
21 吹付けコンクリート応力(距離)グラフ
22 吹付けコンクリート応力分布図
23 様式24-1
24-1 データ総括表・様式 I
24-2 切羽観察・様式 II
I 計測工A・様式 III
II 計測工B・様式 IV
III トンネル断面測定結果
IV Profile



巻物管理システムの運用方法

弾性係数	2.8	3.2	2.8	2.6	2.2	2.8	2.5	2.2	2.4	2.7
支保(パターン・当初)	坑口 123.0m	D I-b	D II 105.0m	C II-b (I) 111.0m	D I-b	C II-b (I) 150.0m	D II 173.0			
鋼製支保工	H-200	H-125	H-150	H-125	H-150	H-200	H-150	H-200		
支保(パターン・奥構)	坑口 123.0m	D I-b	D II 53.0m	D I-b 78.0m	D II 85.0m	坑口	D II 122.0m	E (7) 165.0m		
支保工ピッチ	@1.0m	@1.0m	@1.0m	@1.0m	@1.0m	@1.0m	@1.0m	@1.0m		
吹付コンクリート	t=25cm	t=15cm	t=20cm	t=15cm	t=25cm	t=25cm	t=20cm	t=25cm		
変形係数	9998									
重金屬溶出判定		NG	OK	NG	OK	NG	NG	NG		
AGF工・効率	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AGF工・本数	30	34	34	30	30	30	30	30	30	30
長尺鏡ボルト・本数	4	26	26	26	18	24	26	37	30	26
長尺鏡ボルト・効率	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
天端最大沈下 上半施工時	80									
天端最大沈下 下半施工時	-80									
内空最大変位 上半施工時	80									
内空最大変位 下半施工時	-80									

D:\#Horus

ファイル(F) 支保/パターン (設計・実績) 施工検査説明 (Google表示) 計測結果 計測評価 切羽観察 出来形管理 工程管理 施工管理 基本設定

全体設定 項目設定

地質縦断面

記事

断面設計形状 パターン支保 状況(低土基) 切工法(二線)

切羽写真

施工記事

<p><地形> P=75+97.00~77+20.00区間は土被りが1.5D以内⇒坑口パターン (H17設計報告書)</p> <p><地形> P=77+20.00より土被りが1.5D以上⇒D I-b (H17設計報告書)</p> <p><先進KB-1> 地質状況は、砂質泥岩でありRWD (5) 平均・P波速度はC I以上、変形係数はD I相当で、破砕帯や割れ目を含み強度低下</p> <p><A計測> P=77+10.00・77+20.00において1次管理基準値内で掘削管理 ※坑口⇒D I-bに変更</p>	<p><先進KB-1> P=77+47.90~77+62.00までは、砂質泥岩から破砕質泥岩への漸移部である。また、破砕質泥岩は、軟質で割れ目に親肌が見られる。漸移部以降は、変形係数がE~D II相当である。既往調査で強度の低下が確認されている</p> <p><切羽評価> P=77+58.0において切羽全体的に破砕質は泥岩で掘削時に剥落してくる状態である。 ※D I-b⇒D IIに変更</p> <p><先進KB-2> P=78+11.00~78+20.65までは、黒色泥岩だが破砕部が少ない。RQD (5) 平均89%で良好である。 <A計測> P=77+95.00では、2次管理基準値内 P=78+11.00では、1次管理基準値内で掘削管理 ※D II⇒D I-bに変更</p>	<p><先進KB-2> P=78+63.00~79+44.00区間は、黒色泥岩でありRQD (5) 平均・変形係数はC I相当の値を示すが、破砕帯 (親肌・粘土) を挟む割れ目が発達する。 <A計測> P=78+34.00での初期変位速度が天端沈下-15.1mm/日、内空変位-9.9mm/日と早い ※D I-b⇒D IIに変更</p> <p><地形> P=79+74.00~80+00.00区間は、土被り1.5以内</p> <p><先進KB-3> P=79+74.00より2~3m間隔で破砕部がある。また、湧水量は、削孔時に17L/分</p> <p><切羽評価> P=79+74.00において切羽全体が破砕質な泥岩で湧水により様みが生じ、掘削時に天端部で自立しない状況である。補助工法 (AGF工・長尺掘ボルト工) を実施 ※D II⇒坑口に変更</p>	<p><地形> P=80+00.00より土被りが1.5D以上</p> <p><先進KB-3> P=80+00.00~80+10.00区間は、黒色泥岩であり、RQD (5) 平均はC I相当・変形係数はD I相当の値を示すが、破砕帯を含み、不規則な割れ目が発達して全体的に脆い状態 (線状) 破砕質泥岩であり、RQD (5) 平均・P波速度はC II以上を示すが、変形係数・差岩強度はD II相当である。様みにより劣化する破砕質な性質である。 <切羽評価> 切羽全体的に脆く、特に天端部は破砕帯で湧水により様みが、生じるため補助工法 (AGF工・長尺掘ボルト工) を実施 ※坑口⇒D IIに変更 ※三次元数値解析により増しロックボルト (L=6.0m) の妥当性を確認</p>	<p><先進KB-4> P=80+84.00~82+24.00 (L=140m) は、砂質泥岩と破砕質泥岩からなる。RQD (5) 平均はB以上、P波速度はC II相当の値を示すが、破砕帯を含み、親肌や粘土を挟む割れ目がある。また、時間経過により割れ目が片状となる区間 (線状) 破砕質泥岩であり、RQD (5) 平均・P波速度はC II以上を示すが、変形係数・差岩強度はD II相当である。様みにより劣化する破砕質な性質である。 <切羽評価> P=80+97.00において初期の内空変位速度が2日と早く、管理値②を超過したP=80+19.00増しロックボルト・根巻きコン) と同様な挙動あり、切羽離れ1.5D地点において管理値②を超過される。 ※D II⇒E7に変更 (鋼製支保工H200、吹付厚250mm、パターン6m、変形余裕量100mm)</p>
---	--	--	---	---

14:14 2012/06/12

山岳 2Dモニタリング

山岳トンネルCIM

CIM(コンストラクション・インフォメーション・モデリング)の具体的取り組み

トンネル工事施工時におけるさまざま情報(トンネル進行・施工パターン・計測データ・断面出来形データ・切羽・地質観察結果)をリアルタイムに収集し、属性モデル化することにより、施工の可視化・将来の維持管理に役立つツールである。

トンネルへの適用事例



施工属性 + 3次元形状
連携ツール



3Dトンネル施工管理システム

以前トンネル施工におけるCIMの運用支援例

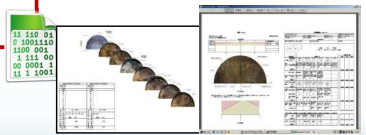
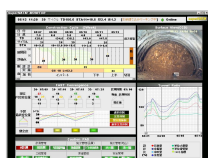
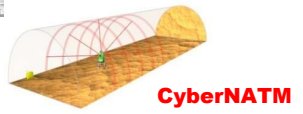
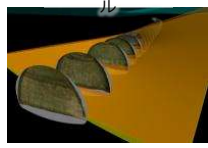
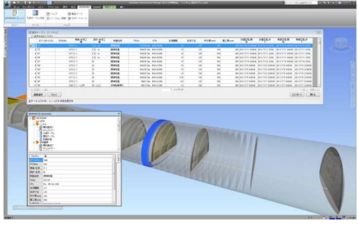
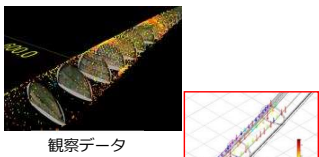
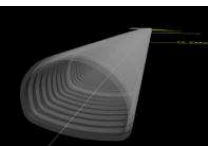
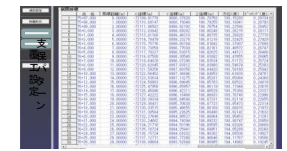


モデル作成に必要なデータや管理したい調査データを収集します。

基礎資料をもとに Civil3D/GEORAMAを利用してモデル化を行います。

計測データや施工属性データをモデルに反映し、日々の工事状況を可視化、管理していきます。

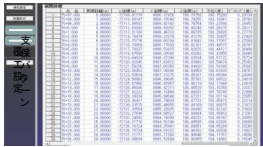
施工時に作成したモデルを利用して維持管理側でも利用します。追加の情報はエクセルなどを用いてその都度更新が可能です。



現在トンネル施工におけるCIMの運用支援例

基礎資料の収集

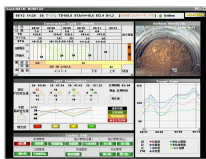
モデル作成に必要なデータや管理したい調査データを収集します。



線形情報 (設計)



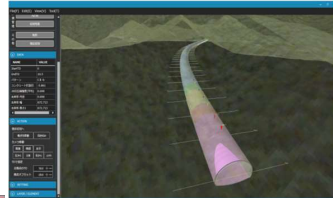
支保パターン情報 (設計)



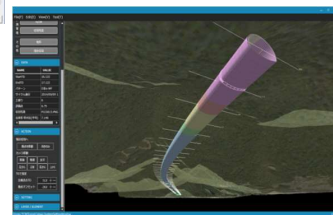
CyberNATM

①初期モデルの作成

基礎資料 (設計線形・断面) よりトンネル3次元モデルの生成可能。3次元CADのハンドリングは不要



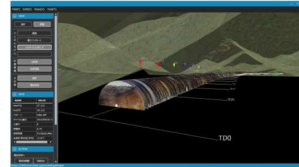
初期トンネルモデル



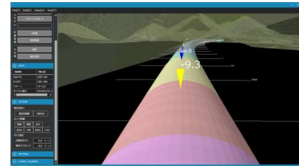
初期地形情報モデル

②施工モデルの作成

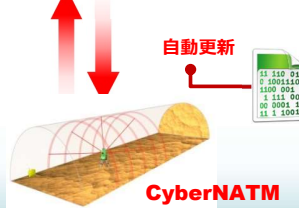
計測データや施工属性データをモデルに自動反映可能で日々の工事状況を可視化、管理していきます。



切羽観察データ



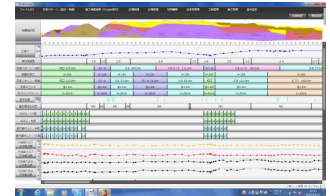
A計測データ



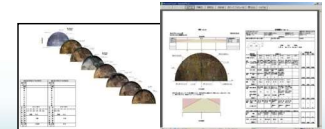
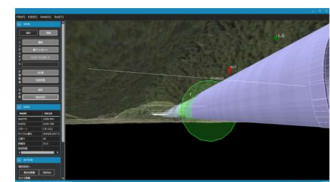
CyberNATM

③維持管理モデル

巻物管理システムとの連動でトンネル属性情報の一元化が図れます。

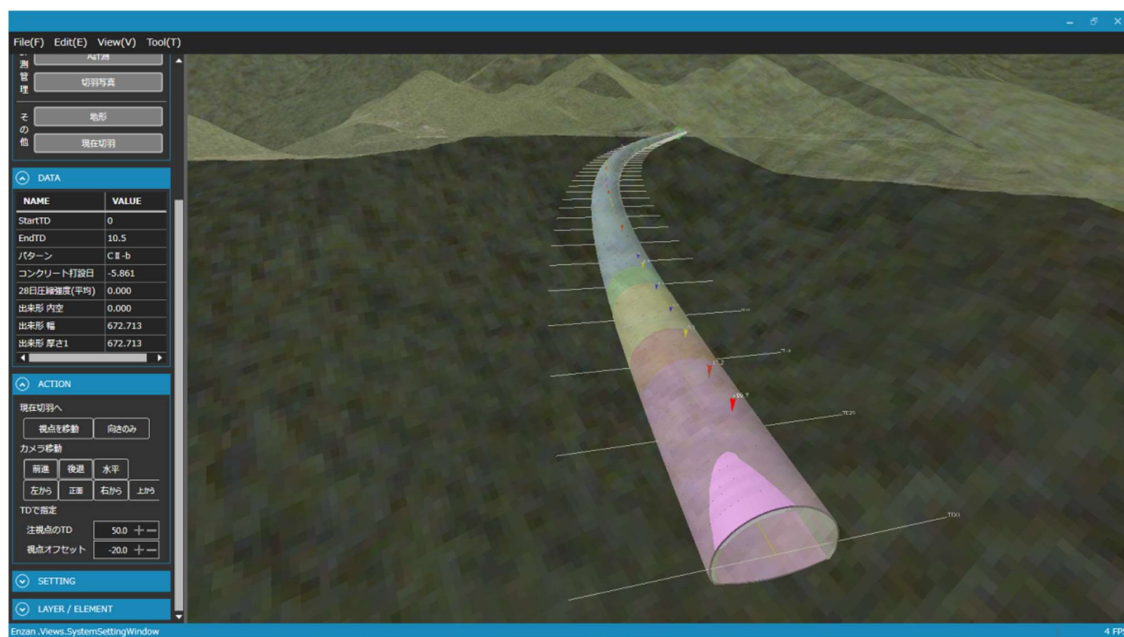


自動更新



CIM(コンストラクション・インフォメーション・モデリング)の具体的取り組み

トンネル工事施工時におけるさまざま情報(トンネル進行・施工パターン・計測データ・切羽観察結果)をリアルタイムに収集し、属性モデル化することにより、施工の可視化・将来の維持管理に役立てるツールである。

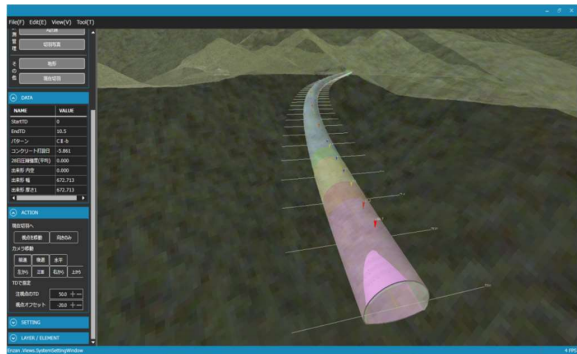


E-G Modeling



線形情報・設計断面情報・支保パターン情報の統合化

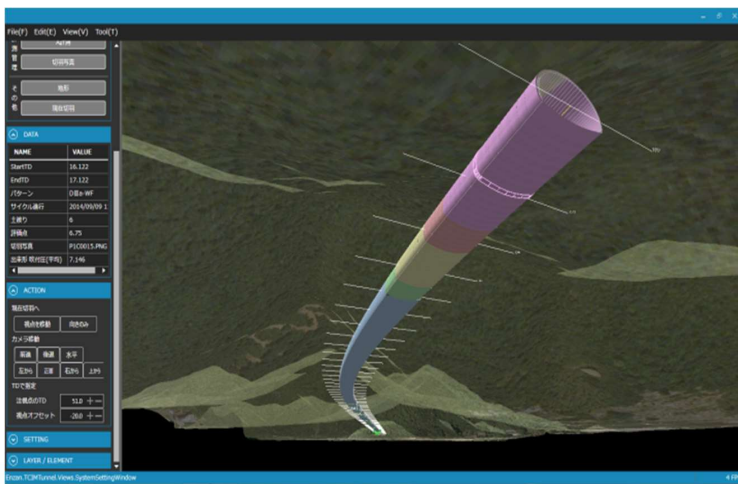
支保パターン名	線形ID	設計断面ID	支保パターンID	線形ID	設計断面ID	支保パターンID	線形ID	設計断面ID	支保パターンID
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50



トンネル支保パターンのモデル表示



モデリング



トンネル周辺の地形の表示

E-G Modeling

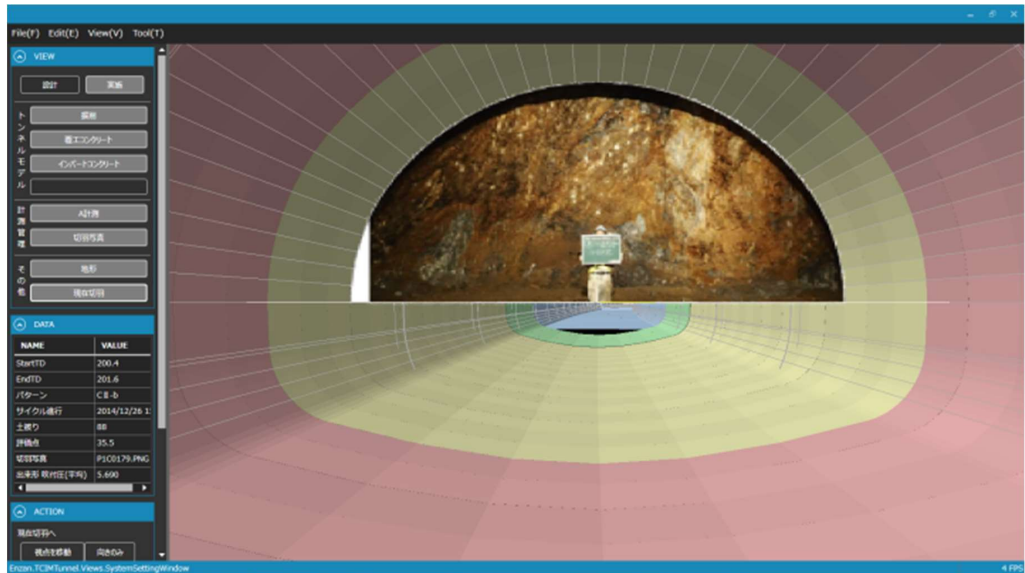


Cyber NATM 施工管理データ→3Dモデルへのインストール

支保工種名称	径深 (mm)	全径 (mm)	全深 (mm)	切取径 (mm)	切取深 (mm)	全径深 (mm)	全径深 (mm)	全径深 (mm)	全径深 (mm)	色	模様
1	1200	125	0	75	100	200	0	40	60		
2	1200	125	25	150	200	0	50	40	60		
3	1200	150	150	0	200	200	100	40	60		
4	1200	200	200	0	200	200	100	40	60		
5	1200	200	200	0	250	410	120	40	60		
6	1200	150	150	0	200	100	40	40	60		
7	1200	150	0	50	150	200	120	40	60		
8	1200	150	0	50	150	400	120	40	60		
9	1200	150	150	0	200	400	100	40	60		



自動取り込み



支保パターン別の色分け表示

E-G Modeling



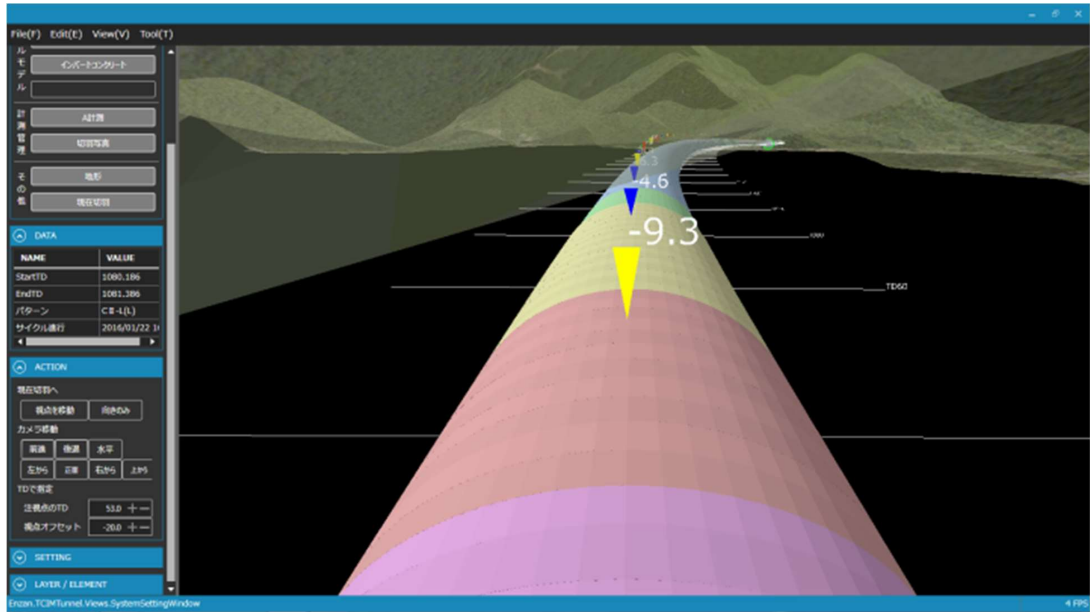
Cyber NATM 坑内計測結果データ→3Dモデルへのインストール



計測結果→ 沈下量の管理値レベル別色分け表示



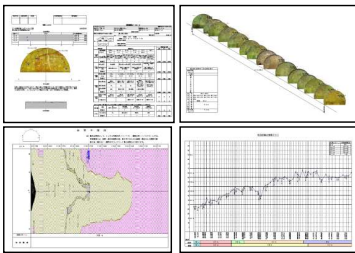
自動取り込み



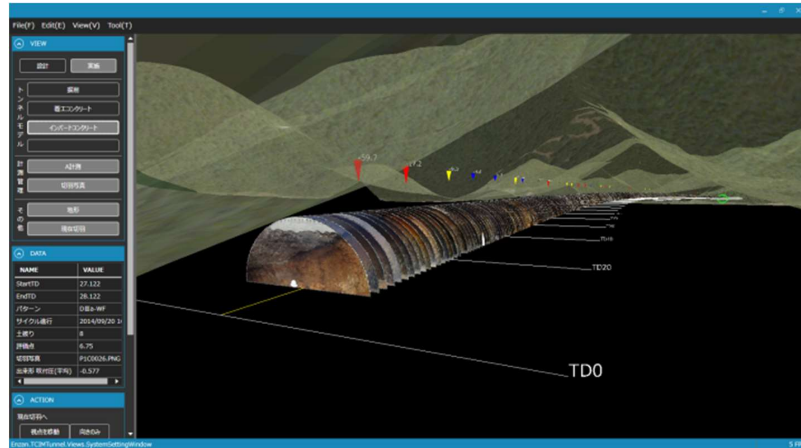
E-G Modeling



Cyber NATM 切羽観察結果データ→切羽結果を3D表示

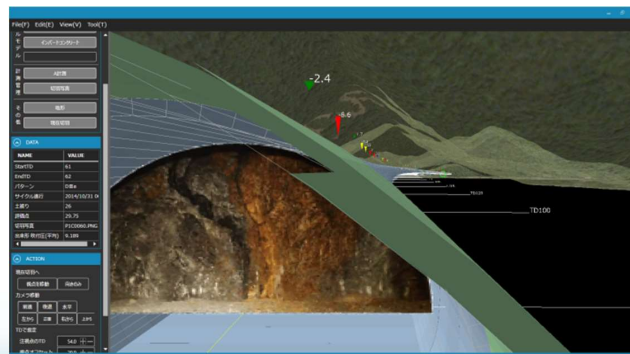


切羽観察計測結果→切羽結果を3D表示



手動取り込み

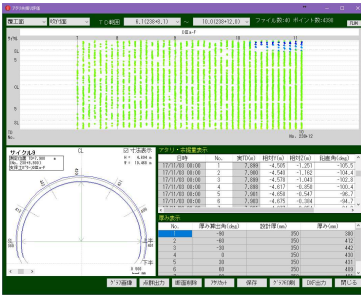
あらゆる角度で表示可能



E-G Modeling

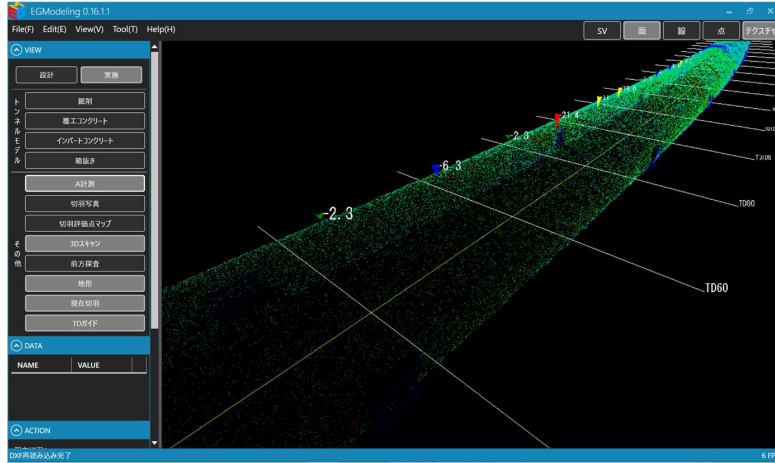


Cyber T-Scan 三次元スキャナ→点群データの3D表示

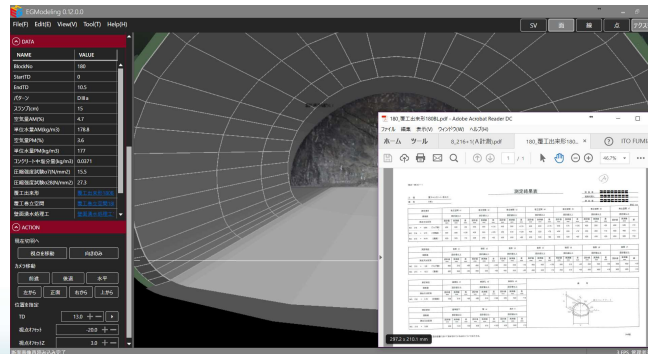


手動取り込み

三次元スキャナ測定結果→点群データの3D表示



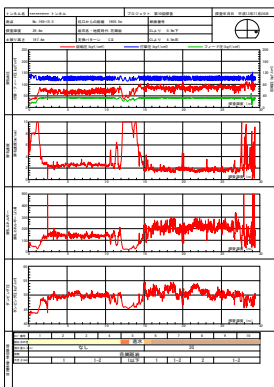
三次元スキャナによる出来形確認



E-G Modeling

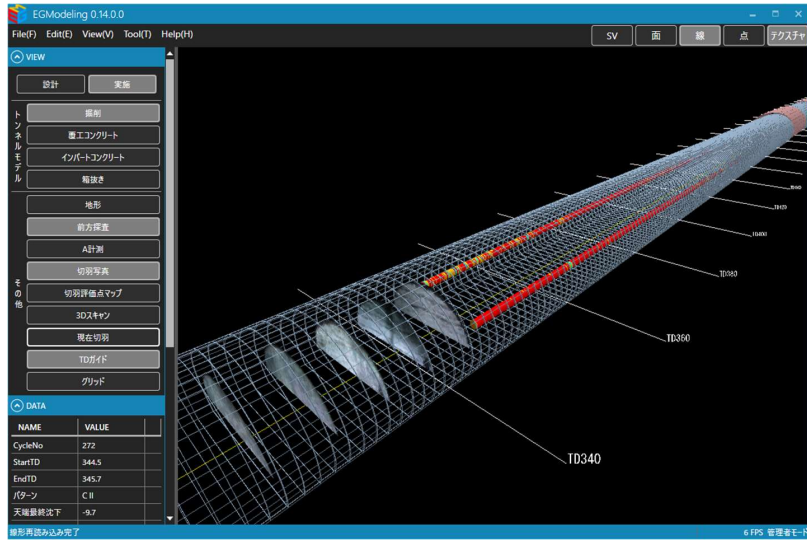


DRISS(前方探査)データを3D表示

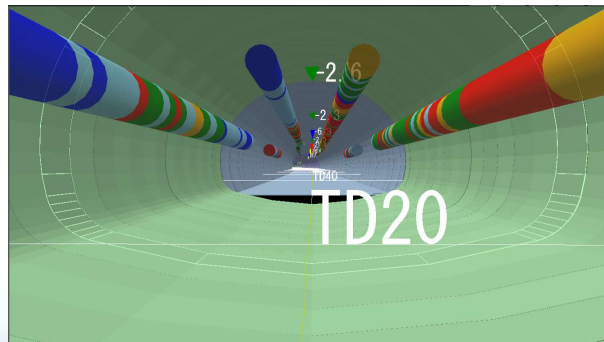


手動取り込み

DRISS(前方探査)結果→DRISS結果を3D表示



あらゆる角度で表示可能



E-G Modeling



En-Note 出来形・品質管理データ→3Dモデルへのインストール



自動取り込み

覆工コンクリート品質管理データリンク表示

NAME	VALUE
BlockNo	174
StartTD	63
EndTD	73.5
パターン	C II
スラブ(cm)	14
空気量AM(%)	4.2
単位水量AM(kg/m3)	168.7
空気量PM(%)	4.9
単位水量PM(kg/m3)	173.1
コンクリート中塩分量(kg/m3)	0.046
圧縮強度試験σ7(N/mm2)	16.4
圧縮強度試験σ28(N/mm2)	28.3

品質管理データリンク拡大表示

E-G Modeling



En-Note

En-Note 施工管理生産性向上

クラウド管理

- 品質・出来形 (現場)
- 品質・出来形 (事務所)
- 材料管理
- 3D表示
- 電子小黑板
- タブレット端末
 - 品質
 - 出来形
 - 材料
 - 切羽観察
 - 写真
 - チャット
 - 遠隔試験
- 計画連携
- 職員パソコン
- 検票出力
- 3D可視化・情報管理 (自動)

電子黒板の
大きさ・位置を変更
できる。

人員2名による撮影
(測定者・撮影者)

NATM-DataLine

ゼットル測量

断面測量

スマートフォン

NATM-Eye

モバイルPDA

坑内自動計測

操作PDA

NATM-Backlog

任意点測量

インバート測量

NATMBOX

支保脚射

切羽射

切羽測量

ENNOTE(タブレット端末)による出来形・品質管理

出来形情報入力

- 1) 種別の選択
- 2) 測定項目の選択
- 3) 検測部位の選択
- 4) 路線の選択
- 5) 測点の指定
- 6) 検測者の選択
- 7) 検測結果入力

種別: ロックボルト
 項目: ロックボルト
 部位: ロックボルト
 路線: 1号線
 No.3+18.500
 演算: 総

測定値: 28 度, 65 度, 70 度, 77 度, 87 度

カメラ: 7 8 9, 4 5 6, 1 2 3, 0 00

必要事項を入力(選択)する。

出来形情報入力結果

検測位置	設計値	実測値	差
1-2	1500	1490	-10
2-3	1500	1490	-10
3-4	1500	1540	40
4-5	1500	1520	20
5-6	1500	1500	0
6-7	1500	1520	20
7-8	1500	1510	10
8-9	1500	1500	0
9-10	1500	1570	70
10-11	1500	1490	-10
11-12	1500	1480	-20

検測者: 1500 ± 100

入力した画面の一覧表撮影したい位置を指定(確認画面)

電子黒板確認画面

工事名: 橋本川コンコース
 地点: No.113 + 7.500
 ブロック: B.L.9

(出来形確認)
 検測者: 橋本 (橋本川)
 検測箇所: ②
 設計値: 350 mm
 実測値: 380 mm
 差: + 30 mm
 (規格値: 設計値以上)

検測者: 橋本 土木
 検測日: 2015年12月10日

1) 写真撮影日の決定: 2015年12月10日
 2) 立合者の選択: 橋本 土木
 3) 実測箇所を選択: ②

入力したデータの電子黒板(確認画面)1)2)3)入力する。

①-1省力化(電子黒板編 I)



人員3名による撮影(測定者・黒板維持者・撮影者)

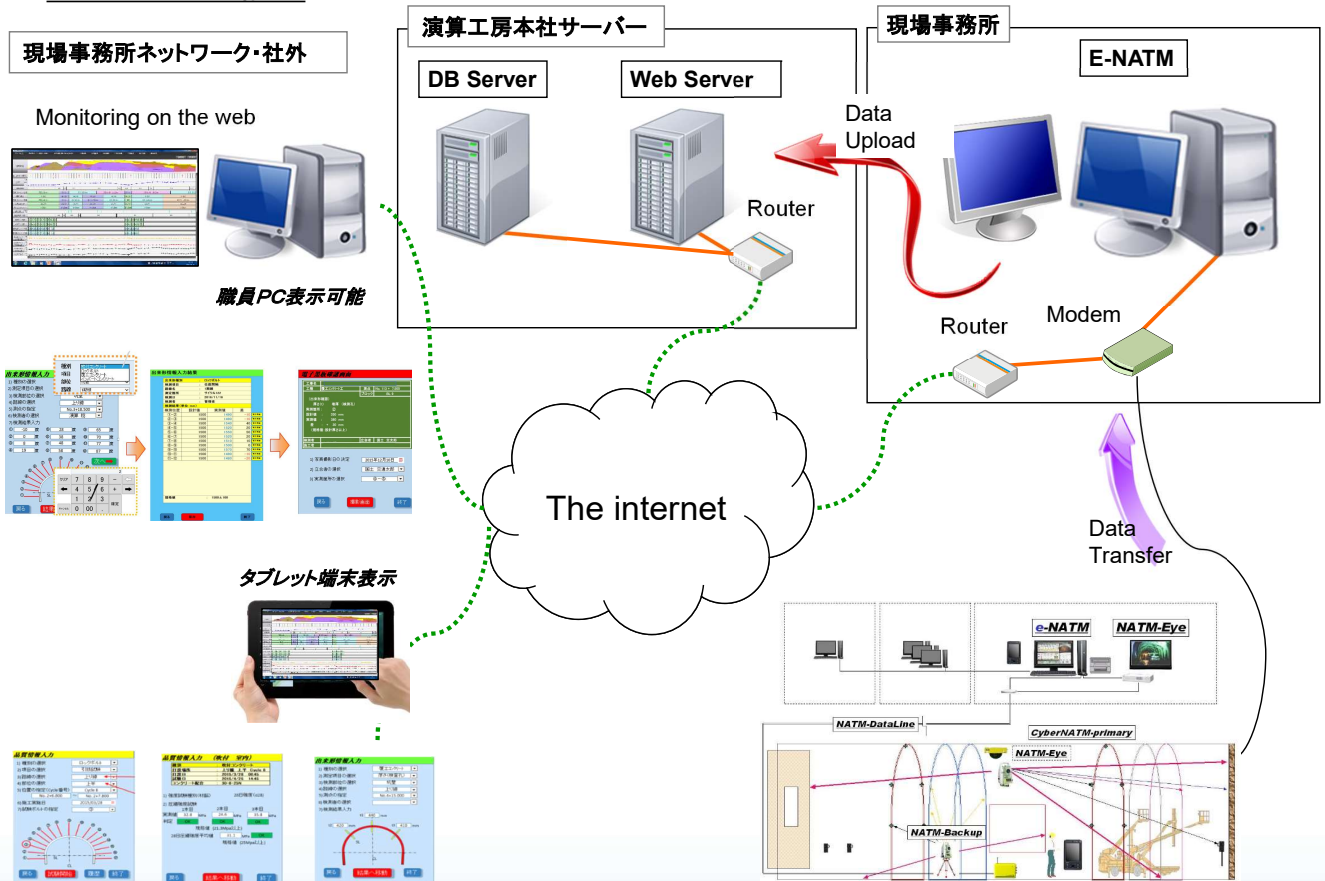


電子黒板の大きさ・位置を変更できる。

人員2名による撮影(測定者・撮影者)



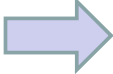
基本システム構成



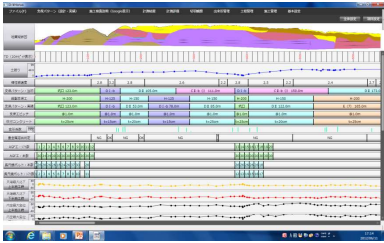
施工管理連携(掘削)

トンネル掘削施工段階でのEGMODELING連携

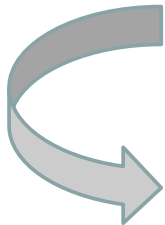
新製品



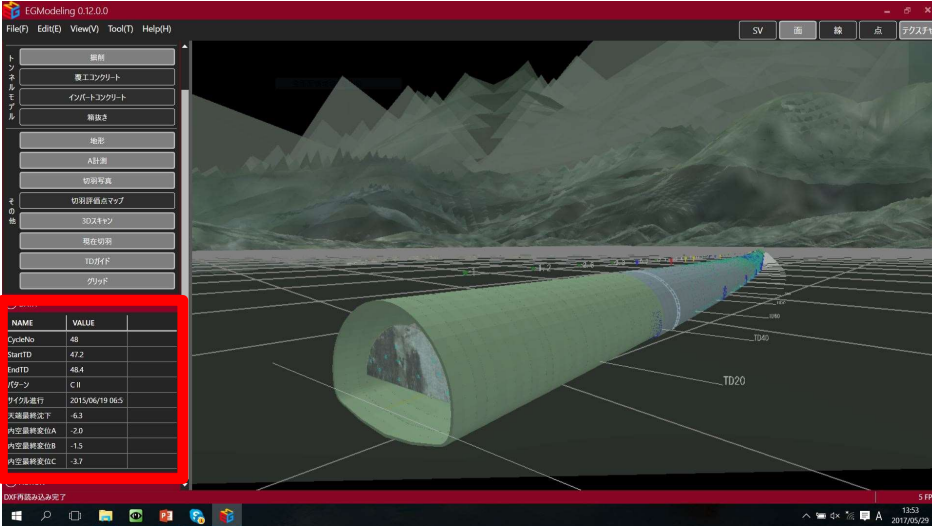
2Dモデル(HORUS)
掘削巻物管理システム連携



ENNOTE 施工管理



3Dモデル(EGMODELING)
CIM属性表示連携



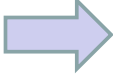
掘削3次元描画(EG Modeling)



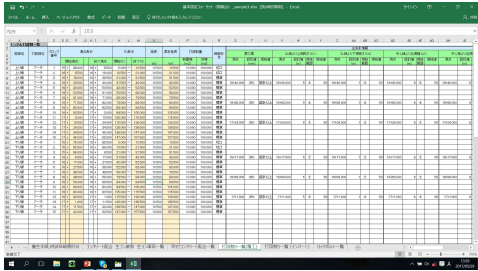
施工管理連携(覆工)

トンネル覆工施工段階でのEGMODELING連携

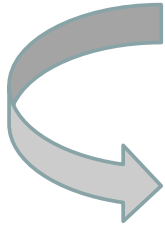
新製品



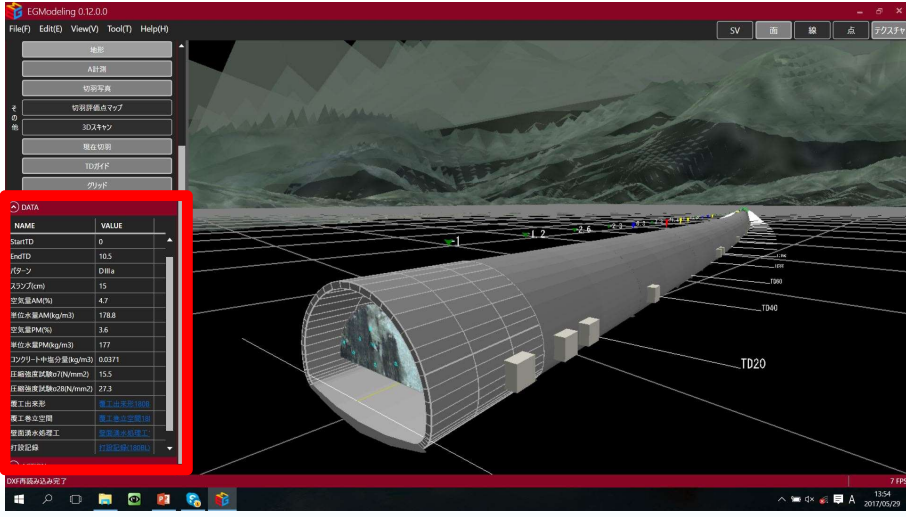
品質・出来形管理帳票



ENNOTE 施工管理



3Dモデル(EGMODELING)
CIM属性表示連携



覆工3次元描画(EG Modeling)





特殊計測関連技術

あなたの会社にピッタリの

AIで業務をサポートします！

評価項目に対応したAI

各様式に合わせた評価項目に対応するAIを提供

国土交通省

NEXCO

JRTT

通信環境がない場所でもAI利用ができます



CyberNATM 連携可能

さまざまな情報を CyberNATMに 取り込むことができます



入力スコア 撮影した切羽写真



基本情報
(トンネル名・側点・断面番号・坑口からの距離・地表地形・岩石グループ等)

CyberNATM

切羽評価時間の短縮、スコアのバラツキ低減及び評価データの情報化が図れるため、経済性や品質の向上、省力化が期待できます。

サービス概要

- 山岳トンネル掘削時の断面である切羽の状態を画像AI処理で判定支援
- iPad・iPhoneで撮影した写真、スコアをクラウドで一括管理
- クラウドに保存したデータを切羽観察簿に自動反映することで作成の手間を軽減
2020年4月1日よりサブスクリプションサービスとして開始

導入前



切羽評価のノウハウを人から人へ伝承

導入後



切羽の評価をAI処理で判定支援



・観察データは現場毎に個別管理
・データ保管も個人にお任せ



・iPad・iPhoneで撮影した写真と入力スコアをクラウドで一元管理
・切羽観察簿をどこでもダウンロード

切羽AI評価システムサービスの機能

iOSアプリ機能

- ✓ iPad・iPhoneで撮影が可能
- ✓ 撮影しただけでAIのスコア表示ができる
- ✓ クラウドへのアップロードが可能



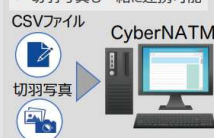
切羽Webアプリ機能

- ✓ iPad・iPhoneでアップロードしたデータを遠隔地から編集が可能
- ✓ クラウド管理のため、いつでも写真やスコアを取り出せます。



CyberNATM連携機能

- ✓ 基本情報と入力したスコアをCSVファイルでダウンロードしてCyberNATMにデータを取り込む事が可能
- ✓ 切羽写真も一緒に連携可能



ロックボルト引抜き試験システム「ろっ君&ロガー」

タブレット端末で ロックボルト引抜き試験を電子化&省力化

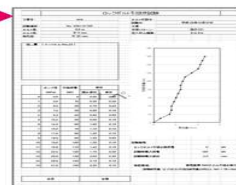
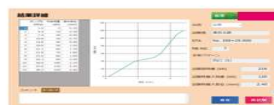
従来の計測



ろっ君ロガーの計測



CyberNATMデータをダウンロード



一目でわかる！リアルタイムでグラフ化し自動的に帳票を作成します



野帳要らずで、出来形のデータはタブレット端末内に自動保存！

現場で試験値を野帳に入力し、事務所で帳票作成していた時間を短縮できます。CyberNATMシステムからトンネルデータが自動更新されるので省力化を図れます。

自動測定で精度向上！

自動記録により、引抜荷重と読み変位の入力に人為的な転記ミスがなくなります。自動測定により、荷重とストロークを読むタイミングの不一致や、人的な読み取り誤差の問題がなくなります。

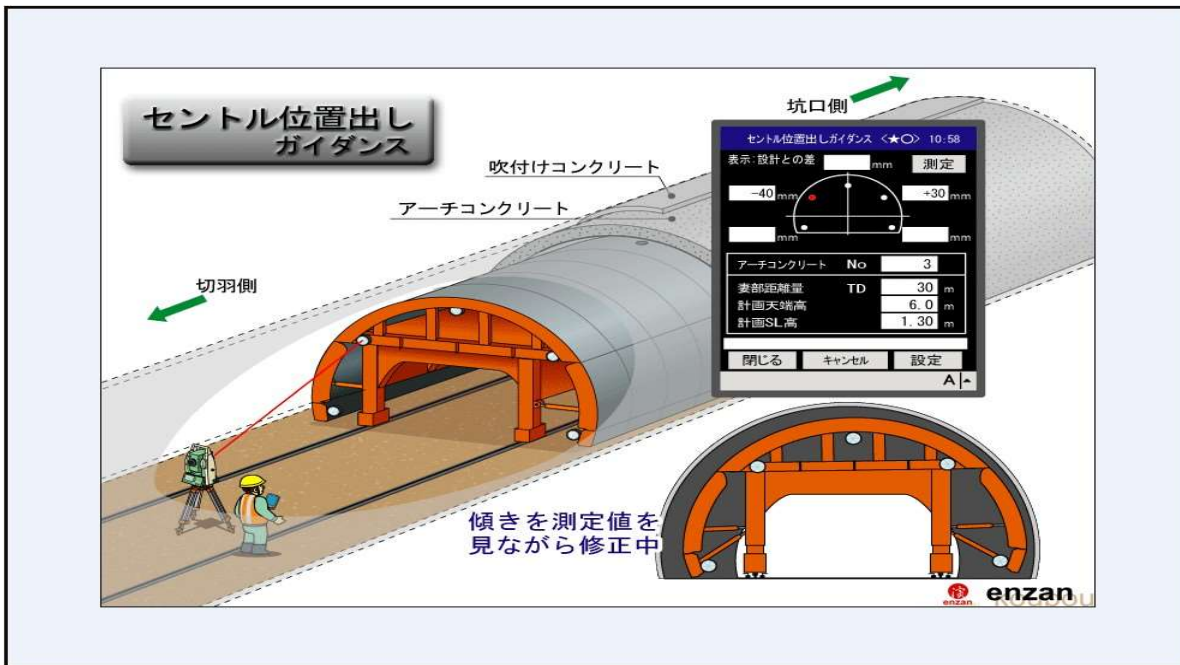
充電式のバッテリーを内蔵！

電源ケーブルは必要ありません。試験機が軽く、持ち運びが楽です。

コンパクトなハード設計！

破損しにくいように、ローラー式のストロークセンサーをジャッキ本体に内蔵しています。試験機器は、ジャッキ・バッテリーポンプ・タブレットの3点のみの、コンパクト設計です。

セントル位置出し測量システム



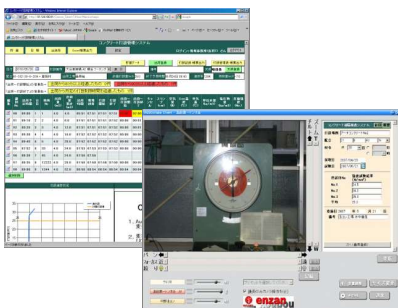
本システムは、モバイルPCを使った多機能測量システムです。

あらかじめ線形・覆工断面を定義していますのでどのような線形でもセントル位置の自動測量が可能になります。またセントルセットオペレーターが測量結果を見ながらセット可能ですので職員業務の低減が可能です。

ENZANクラウドアプリケーション 事例

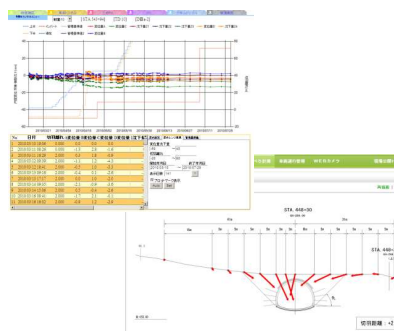
■コンクリート管理システム

- ・生コン出荷時刻から打設完了までのリアルタイム時間管理機能
- ・モバイル端末による品質試験管理
- ・品質試験の遠隔立会い管理



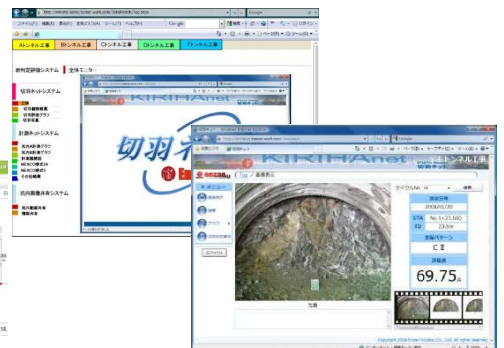
■計測監視統合システム

- ・変位計測、ひずみ計測、応力計測など各種計測センサー情報を集約しWEBでの統合管理



■トンネル施工管理WEB

- ・トンネル坑内オペレータと同じ画面データを遠隔地でも共有
- ・切羽情報データベース



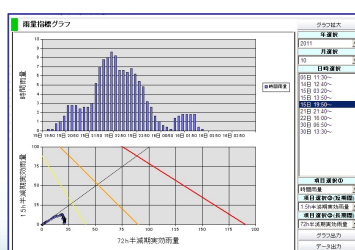
■環境モニタリングシステム

- ・気象、水質、騒音振動、粉塵など周辺環境のモニタリングセンサー情報を集約して、インターネット経由で監視
- ・WEBカメラ監視



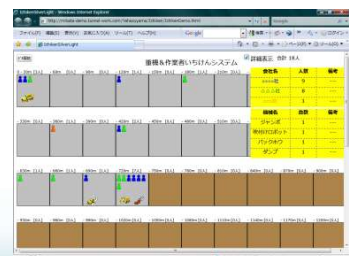
■動態観測モニタリングシステム

- ・斜面災害に関する各種センサーデータのモニタリング
- ・各種リスクマネージメント



■位置管理システム

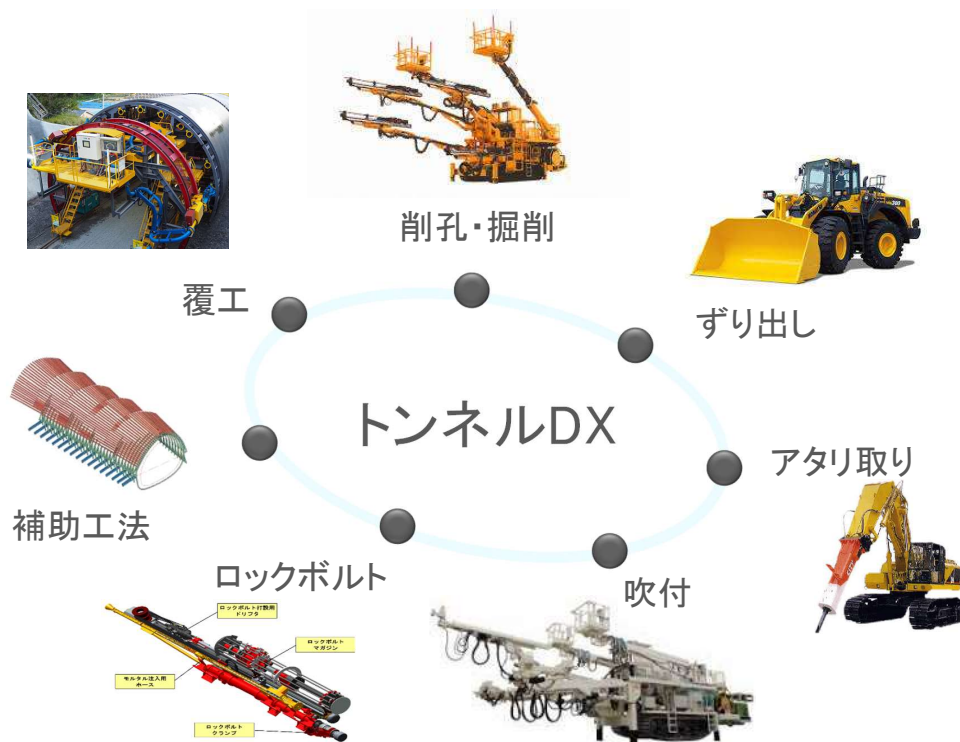
- ・無線TAGによるトンネル坑内の作業員、車両の入退場位置管理



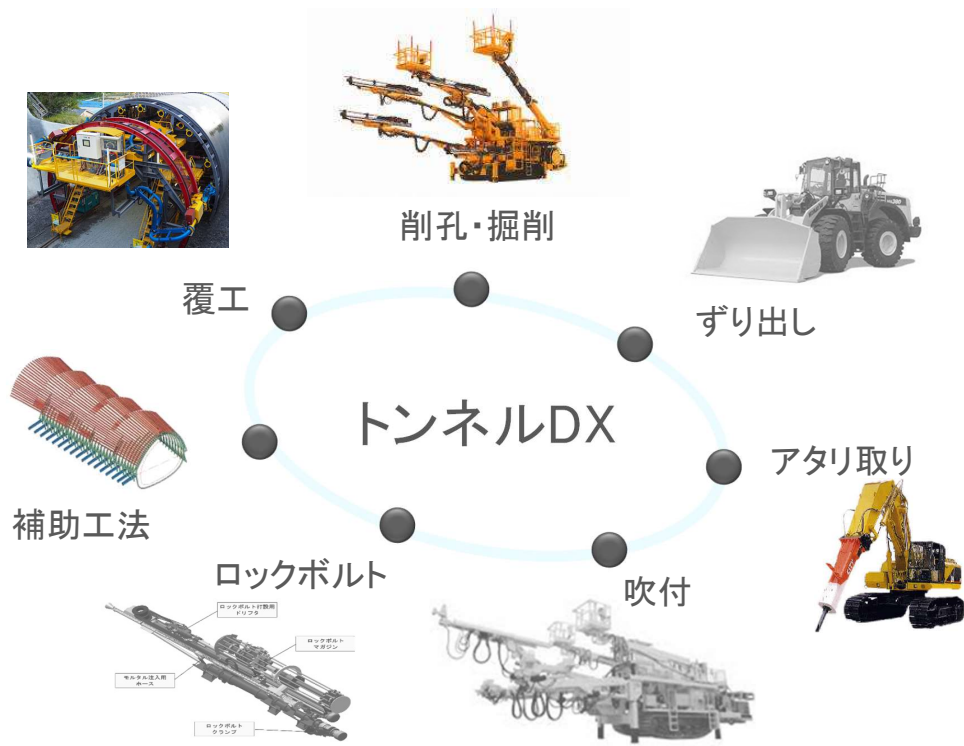
トンネルDX

演算工房が取り組むトンネルDXの具体例の紹介

71



72



削孔自動化技術の紹介

古河ロックドリル社
ドリルNAVI

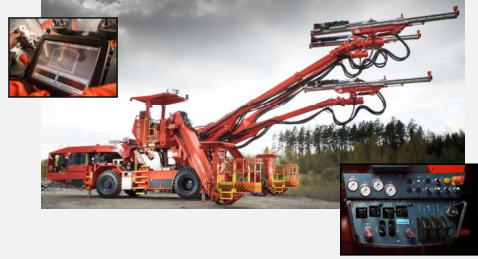


穿孔探査機
(全削岩機)

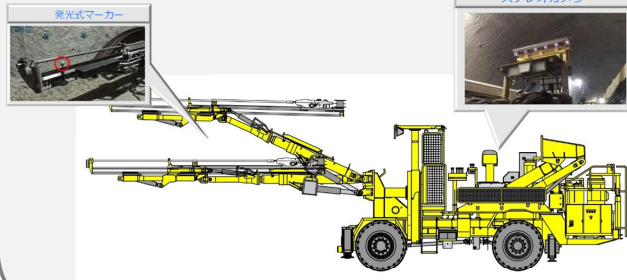
ガイダンス姿勢・位置
穿孔制御



サンドビック社
TCADPLAS



ドリルマシン社
M-ASSIST



75

ドリルNAVI

76

ドリルNavi システム概要

穿孔探査機

ガイド用モーター

オートドリリング機能

穿孔探査機 (全削岩機)

ガイドシール姿勢・位置
穿孔制御

目標の切羽を任意に設定でき、到達すると自動でせん孔が終了し、ドリフタは元の位置に戻ります。切羽の凹凸を気にせずせん孔に集中でき、また、目標切羽を揃えることができるので、オペレータの負荷軽減にも効果的であり、より安全な切羽管理ができます。

引用：
株式会社鴻池組 HP: <https://www.konoike.co.jp/solution/detail/002327.html>
MAC株式会社 HP: <http://mac-net.co.jp/>

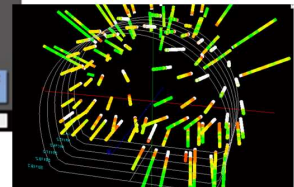
77

77

ドリルNavi システム概要

DRILLNAVI

せん孔ナビゲーション・岩質判定を無線LANでネットワーク構築した『ドリルNAVI』大断面での急速施工を「安心して、速くて確実、安全に」実践する統合せん孔支援システム。



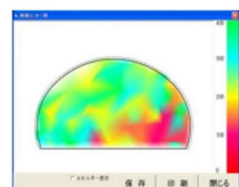
■ ドリルEXPLORA 《全断面せん孔実績・前方探査記録装置》

せん孔を開始するとドリフタにかかる各作動圧やせん孔速度などのパラメータを自動的に記録します。各データから切羽直近の性状分析ができ、前方探査データによる地山予測に加え、せん孔切羽の安全管理や発破パターンの改善に役立ちます。これらのデータを無線LANにより外部に送信することができ、これらのデータを共有化することを実現しました。

全断面せん孔実績記録装置
前方探査記録装置



全断面せん孔データ コンター表示画面



78

78

ブラストマスター

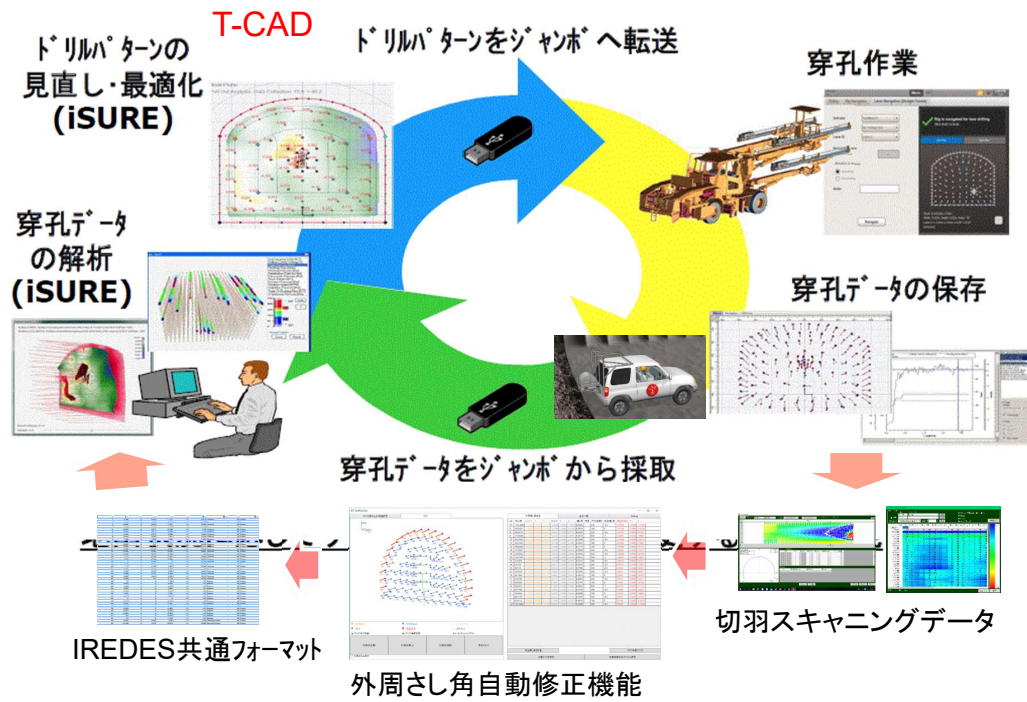
79

ブラストマスター システム概要



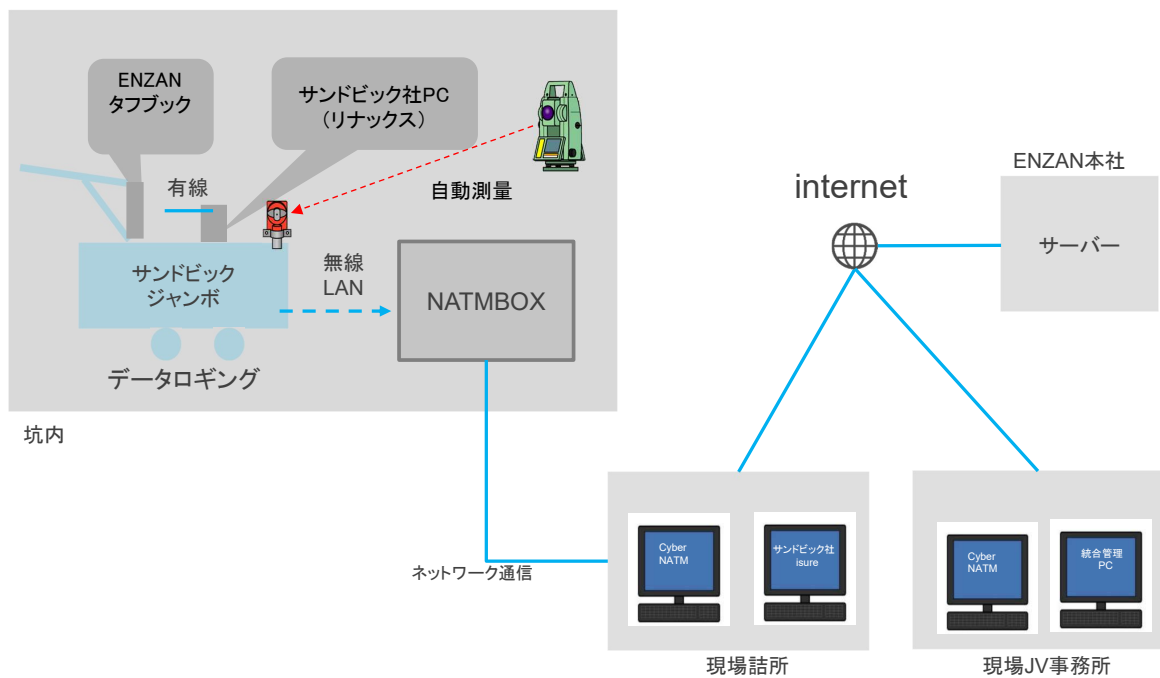
80

ブラストマスター 全体データフロー図



81

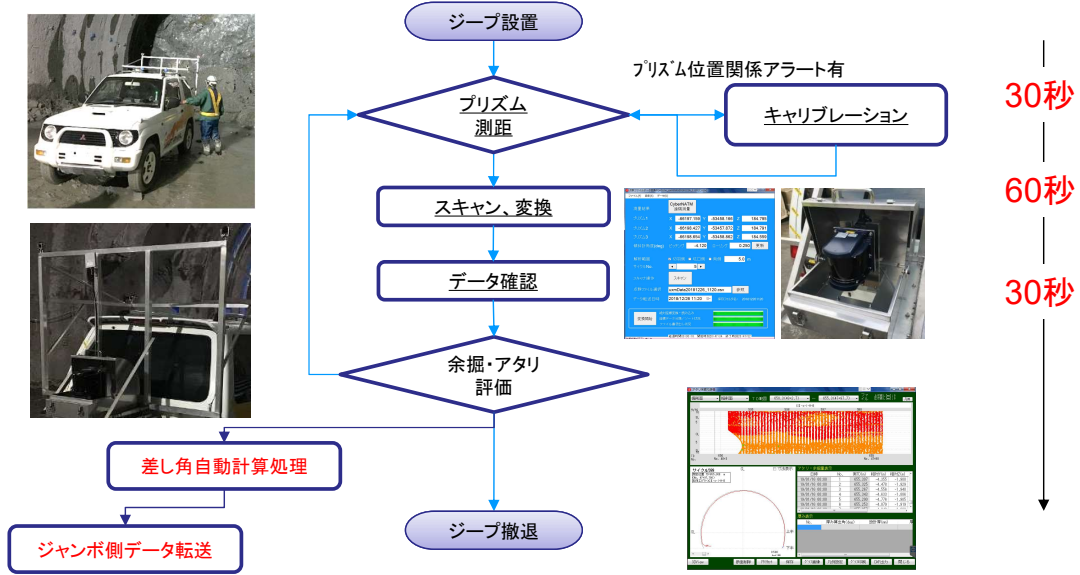
ブラストマスター 基本構成



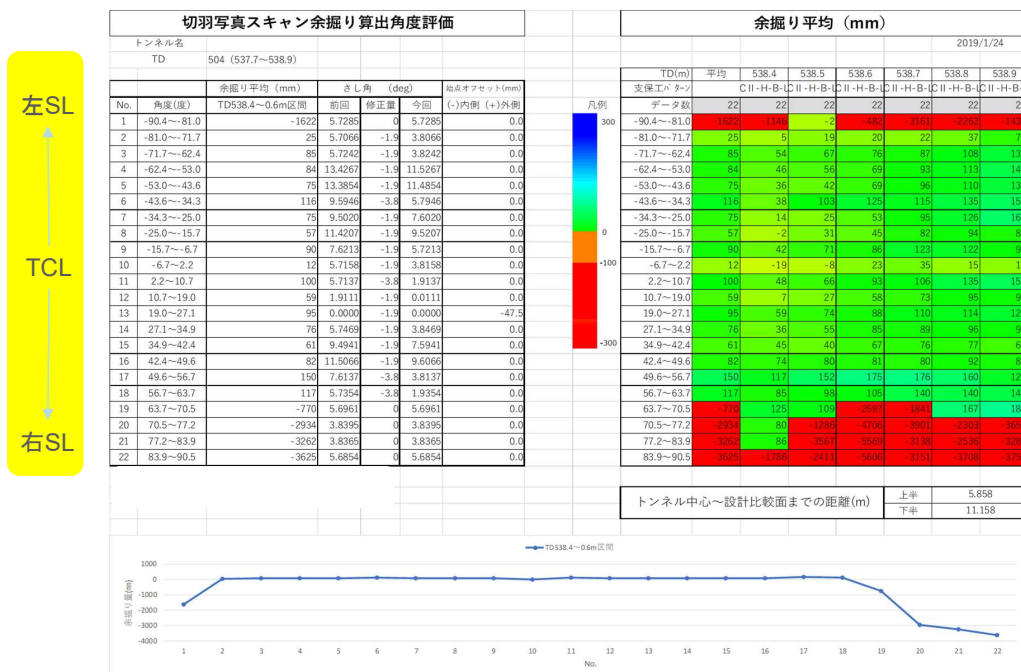
82

ブラストマスター ジープスキャン システムフロー

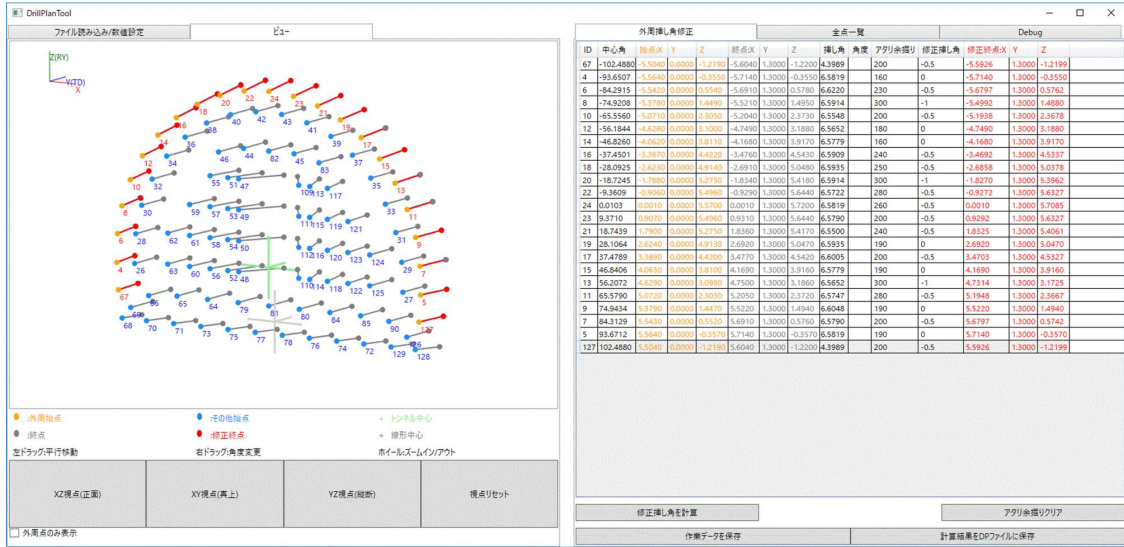
※ 緊急退避用に、出船駐車。
車両後方にスキャナーを搭載



ブラストマスター ジープスキャン 計測結果・出力帳票



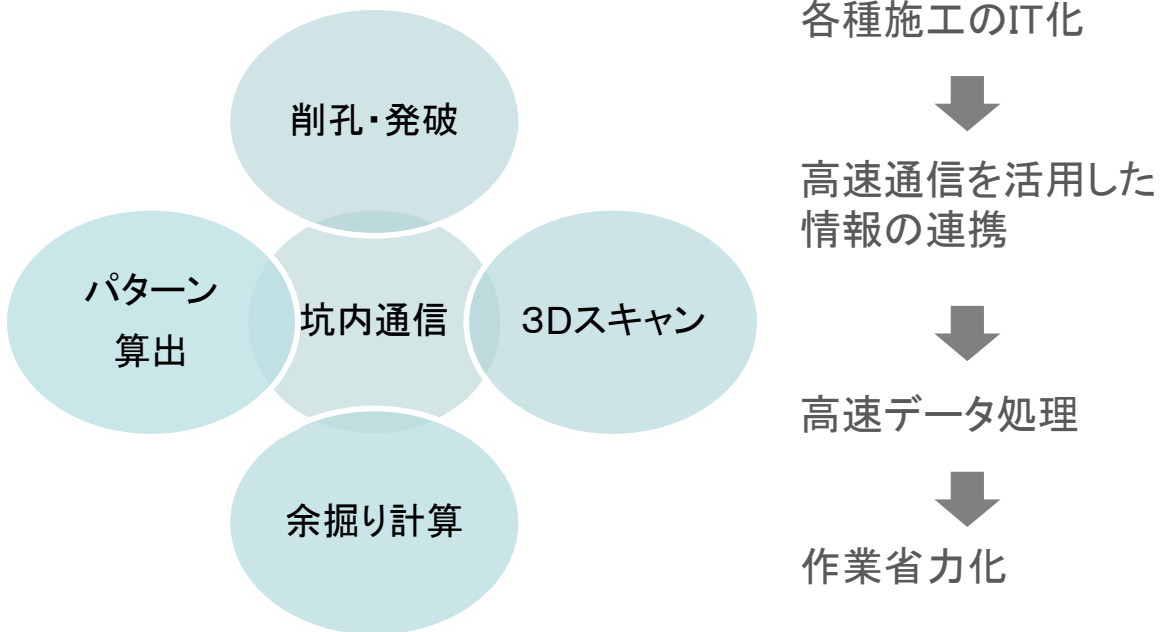
ブラストマスター 発破パターン最適化



差し角自動調整機能

85

ブラストマスター 概念図

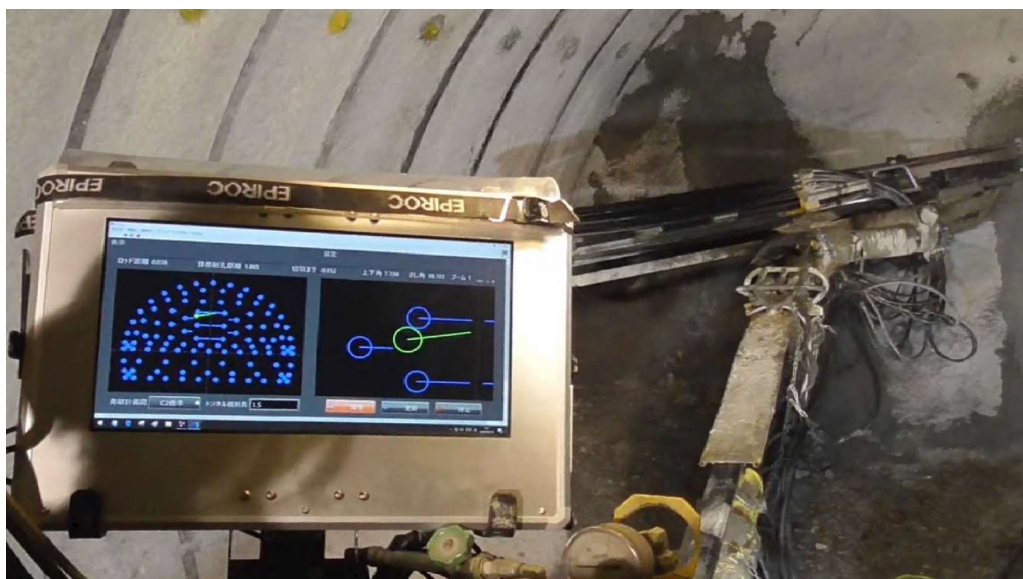


86

M-ASSIST

87

M-ASSIST 基本システムの説明



88

M-ASSIST

モーションキャプチャー技術を活用した削孔位置検出(光学式モーションキャプチャー技術)

・NETIS(新技術情報提供システム)登録商品 KT-200160-A

・特許第6746250号(特開2020-97821)

複数台のステレオ式カメラ
を使用し直接的に削孔位置
の座標を取得

- ✓ ブームにセンサを設置する
必要はありません
- ✓ ブームのタワミ、ガタツキ
後の座標を算出します
- ✓ 専用機は必要ありません
(通常のジャンボに後付け可能)

ステレオカメラ



センサ等を介さず直接的にガイドセル
先端部の座標を計測



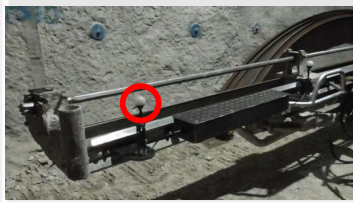
※削孔位置
(算出位置)

発光マーカーを利用する事で、センサー不要

M-ASSIST

ガイドセルに発光式マーカーを
2ヶ設置(1ガイドセルあたり2ヶ)

発光式マーカー



後部発光式マーカー



※実際の削孔位置にマーカーを設置出来
ない為、マーカーの位置から削孔位置
まで座標をオフセットしています

※測量システム

ジャンボ本体の測量及びトンネル
座標への変換は(株)演算工房社製
【ロボテックシステム】を使用
しています

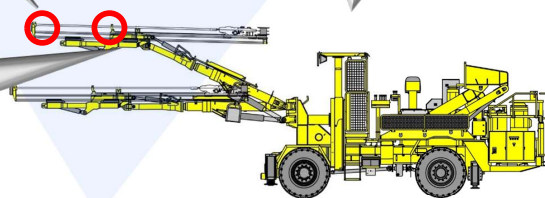
ヘッドガード上部に設置したステ
レオカメラでガイドセルのマーカー
を撮影、座標を算出

※発光マーカーの座標のみを抽出します

ステレオカメラ



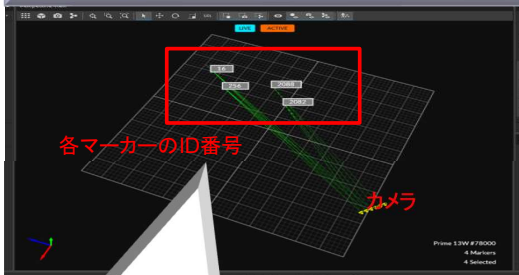
撮影、座標を算出



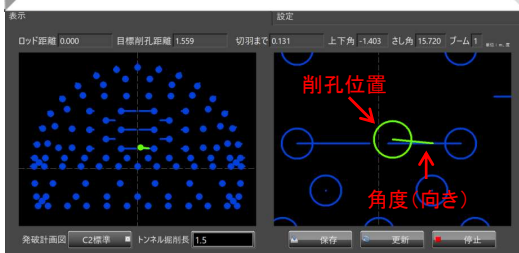
M-ASSIST

光学式モーションキャプチャーで発生する問題と対策

マーカー一つ一つに異なるID番号をつけて事前登録する事により、入れ替わり等の誤認識を予防しています



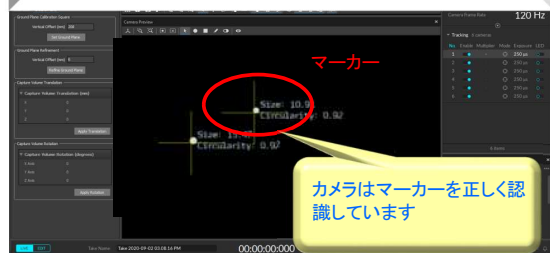
ID番号をつけて取得したマーカーの座標から、リアルタイムで正しく削孔位置と角度を描画します



自発光式マーカーを使用する事で、トンネル内の粉塵や水滴、削孔水がマーカーに付着した場合でも正しくカメラが認識(撮影)します

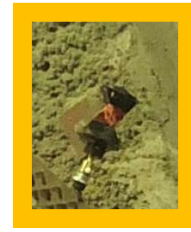


大量の削孔水がマーカーにかかっている状態でも、カメラは正確にマーカーを認識します



ブームヘッダーガイダンス

ブームヘッダーガイダンス



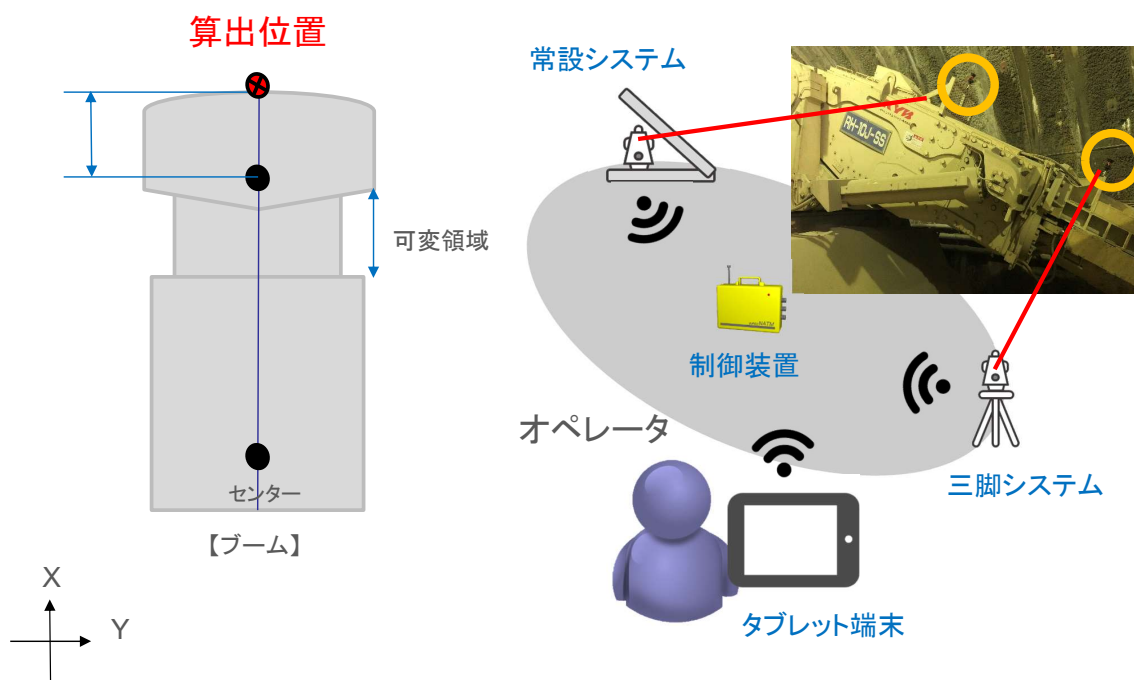
ブームに取り付けたプリズム



オペレーターが目視確認できる、ARモニター

93

ブームヘッダーガイダンス システム概要



94

T-アタリパーフェクター

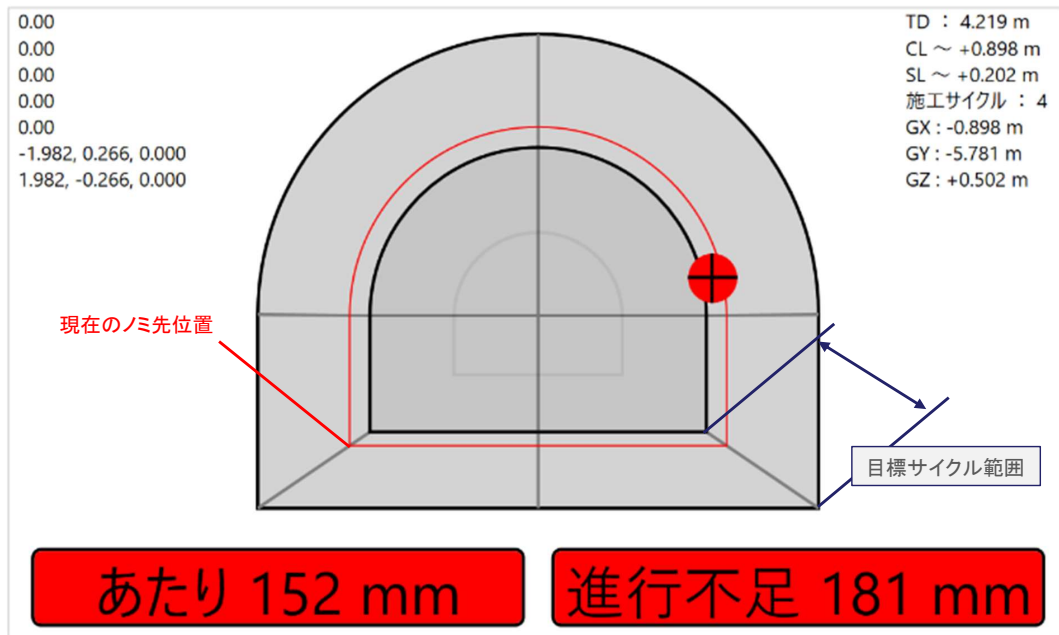
95

T-アタリパーフェクター



96

T-アタリ パーフェクター

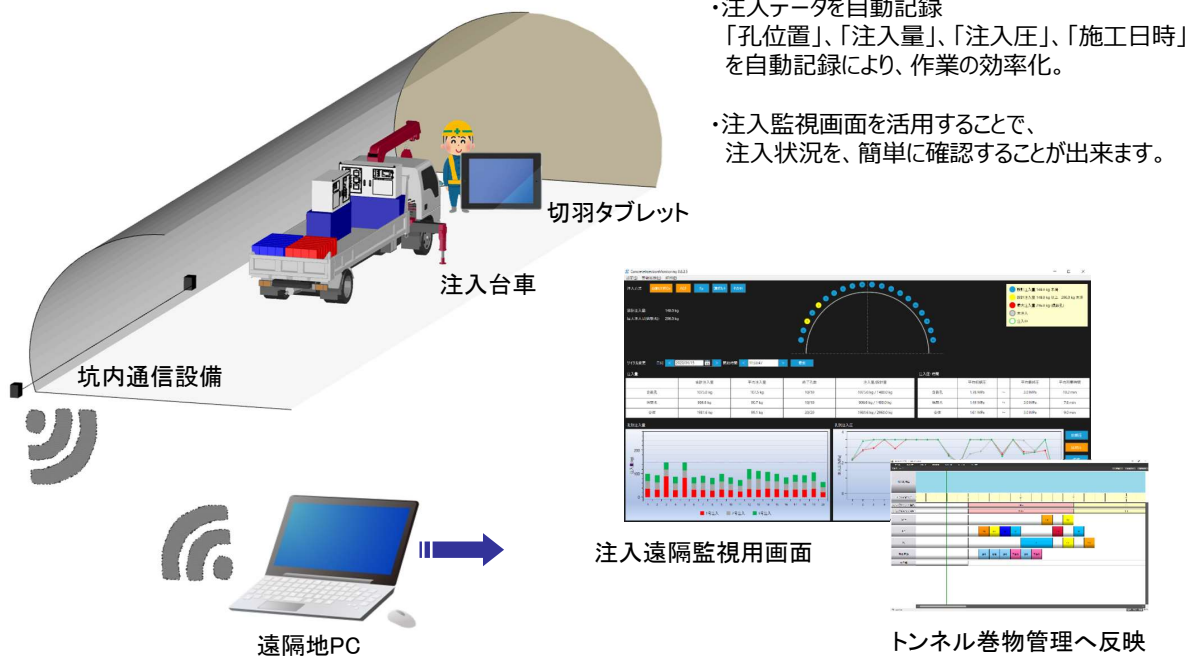


97

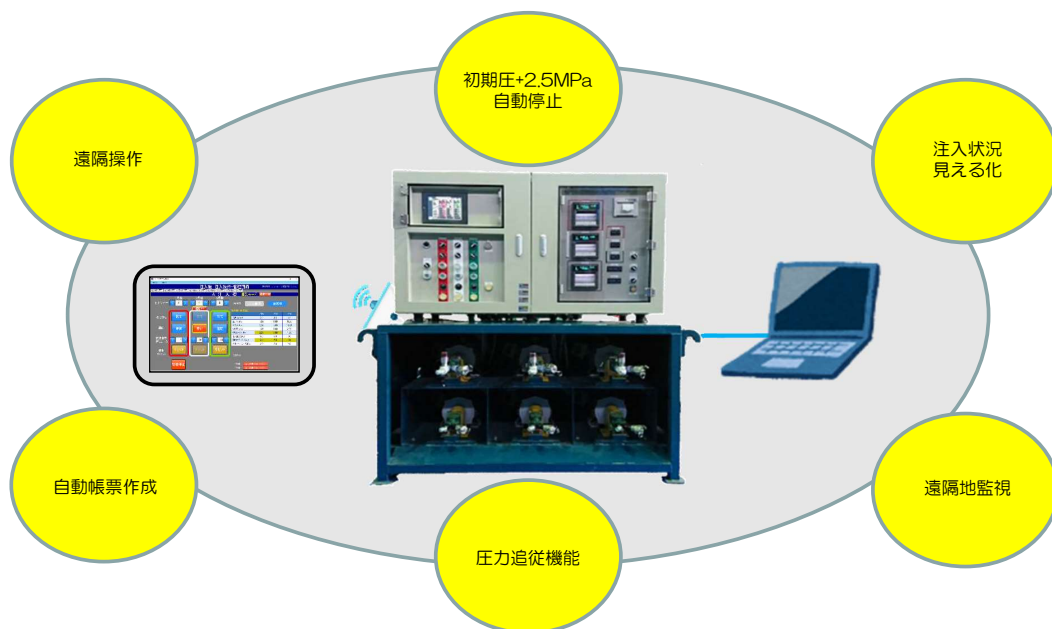
Fair-System

98

fair-system



fair-system システム構成



fair-system 画面イメージ



101

fair-system 帳票イメージ

- ・注入作業の効率化
- ・CIM連携

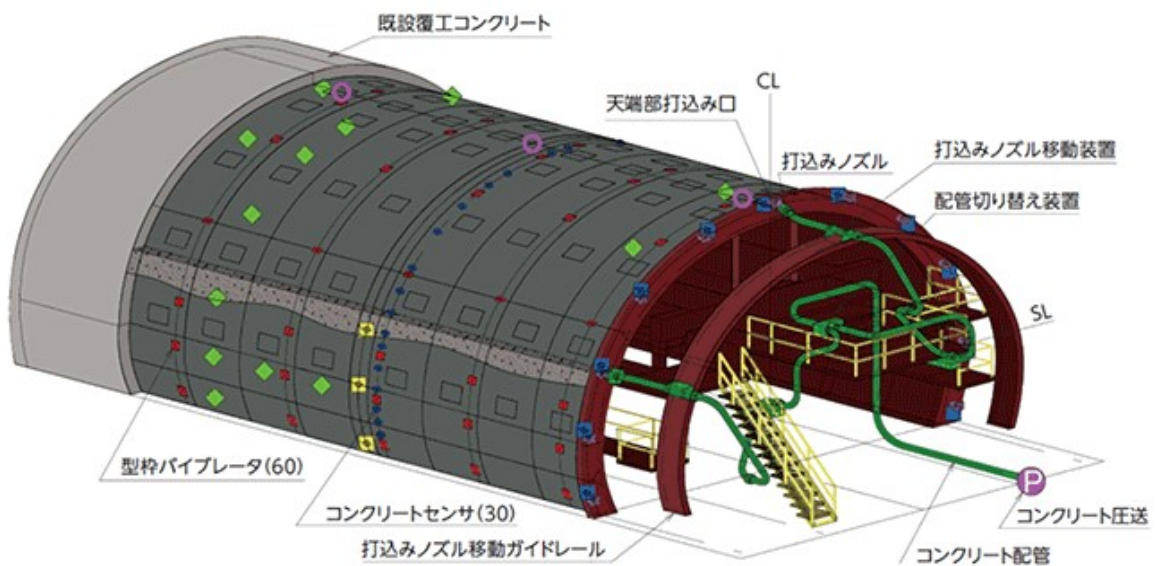
CIM(E-G Modeling)

102

覆工コンクリート 自動打設システム

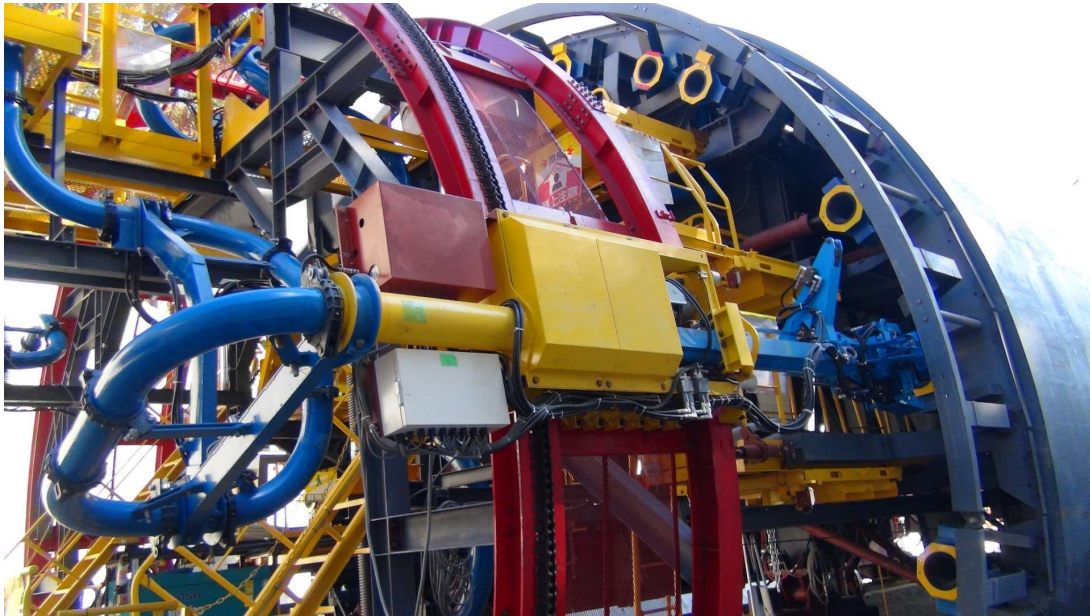
103

覆工コンクリート 自動打設システム 概要



104

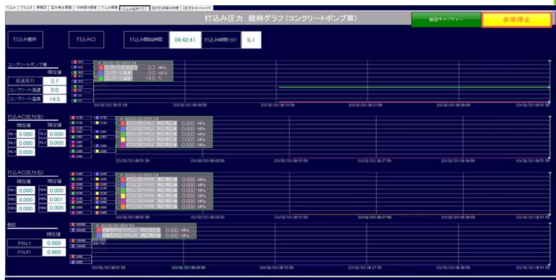
覆工コンクリート 自動打設システム 概要



マニピュレーター（自動打込み装置）

105

覆工コンクリート 自動打設システム 概要



106

Finally... Enzan Solution is Priceless...

ご清聴ありがとうございます。

トンネル IT Constriction はまだまだ進化します。
今後ともお客様に驚きと感動を提供します。

京都から世界へ 世界で活躍する未来の子供たちのために

Thank you for your kind attention.

通信・IP電話システム

現場の情報、瞬時に共有。IP電話で時と距離を越えて。



概要

1, 坑内通信設備

▷データ通信

カメラ映像、測量・計測システムのデータ通信網の構築

▷IP電話（内線・外線、発信・受信）、一斉・発破放送、一斉警報

現場内の通信インフラ、緊急連絡設備として活用

2, WiFi設備

▷無線LANにてスマホやタブレットPCのインターネット回線への接続

自分たちの端末をインターネット回線に接続しカメラ閲覧やデータ閲覧に活用

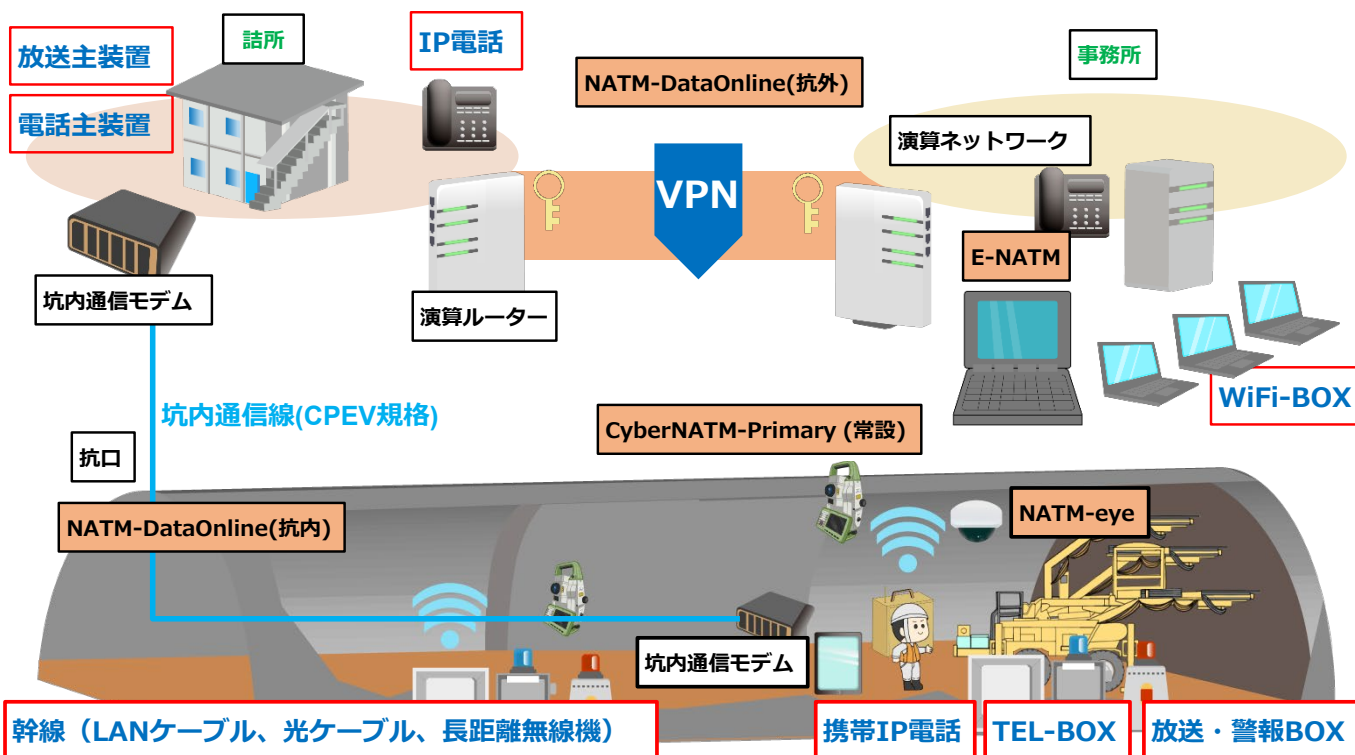
遠隔臨場への活用

3, 本事務所、現場詰所 拠点間通信（VPN接続）

▷本事務所からの電話連絡、一斉放送発令、警報発令等、安全管理に活用

▷本事務所からのリアルタイムデータ（カメラ、データ）閲覧

構成図



特徴・効果

1, IP電話、一斉放送・警報により、現場内の連絡体制を構築

- ▷ IP電話（050番号）間、内線電話の通話料無料
- ▷ 固定電話、携帯端末からの一斉放送・警報の操作が可能

2, 長距離無線機の活用により通信線の無線化

- ▷ 長距離無線機を300mピッチに設置することで通信幹線を無線化できます
- ▷ 安定した通信を確保するため、最大ホップ数は、3ホップまでを推奨します
- ▷ 指向性アンテナの使用で、ホップ距離を600m(メーカースペック1 Km)まで伸ばせます

運用例



WG委員から通信機器、通信システムメーカーへの確認事項に対する回答

NO	質問事項	(株)演算工房ご回答
1	<p>・トンネル坑内におけるローカル5G、WiFi6、WiFi HaLow、メッシュWiFi等のメリット・デメリット</p> <p>・同一坑内でのそれぞれの組合せ技術を含めた今後の方向性</p>	<p>【ローカル5G】 通信速度が速く・通信エリアを広いエリアをカバーできるが、導入費用が高い または導入に必要な総務省への申請に時間がかかるため、仮設工事現場には見合わない。 通信インフラが整うまでに工期が遅れる場合がある</p> <p>【WiFi6 などの WIFI機器】 受信端末が移動端末（スマートフォン・重機など）である場合は、優位性がある。 デメリットとして、不具合が生じた場合は、無線電波が目で見えないため、解決までに時間を要する</p> <p>【メッシュWiFi】 メッシュWiFiについては、基本的に1対多 という基本構成にて機器が構成されているが、トンネル坑内にて使用する場合は 1対1にて使用する場合が多く、あまりメリットが感じられない ピコセラのように 送信距離が長距離であり、メッシュ（バックホール）の経路と 通信用の経路が別に形成できる機器の場合は、通信が切断された場合のバックアップ用回線として保持できるように設計できるメリットが考えられる</p>
2	<p>山岳トンネルとシールドトンネル共に光ケーブルを基本とし、そこから各所へLANケーブルでWi-Fiルータと繋いでいるようだ。 坑内では、iPadやiPhone（スマホ）を利用し、lineや同類のアプリでグループチャットや通話もしている。 基本は有線なので、敷設や盛り替え作業が大変とのこと。</p> <p>1. 聞きたいこと</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大容量無線ネットワークについて（5Gなど） ・遠隔操作や非常停止など常に通信を確立する技術 ・遠隔臨場技術 <p>2. 困っていること</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有線の敷設、盛り替え ・保護具を装着したままの操作、通話（山岳TN） ・遠隔操作をスマホでやりたい <p>3. 協力会社：アクティオ、西尾レントール、演算工房、エクシオグループ、協立電気（掘進管理）、TBMシステムズ、タグチ工業、NTT、ソフトバンク</p>	<p>どの無線機器を使用した場合でも、仕様上、距離による減衰、障害物による遮断、電波干渉などを理由に必ず無線電波は切断されるリスクがあると思っておいたほうが良いかと思います</p> <p>その上で、利用するシーンを考える必要があるかと思えます</p> <p>例) 幹線を無線化した場合は、幹線が切断される場合があるため、クラウド側でバックアップしておき、クラウド側のデータを参照する Safieなど 距離による送信容量のデータ減衰を考慮し、画像データを小さくする 通話であれば、骨伝導ヘッドセットなどで対応可能</p> <p>送信するデータを圧縮して送信し、なるべく通信負荷を減らし、サーバ（クラウド）側にてデータを復元 サーバ側のデータを閲覧する</p> <p>など、通信環境のみに依存するのではなく、ソフトウェア側での改良・検討も必要かと思えます</p>
3	<p>①坑内通信設備の基本構成および既存オプション（山岳トンネル対応とシールド対応）（マック、演算工房、アクティオ、ニシオレント、他）それぞれの利点、課題など</p> <p>②ローカル5Gに関する情報（製品、価格、課題など）</p> <p>③ピコセラに関する情報（活用状況、メリット、デメリット） 【通信から逸脱するので発散しそうな意見となりますが・・・】</p> <p>④坑内通信を前提とした管理システム（車両運行管理、測量、換気、入坑（人）、遠隔操作・・・）</p>	<p>①UPS（BOX）・HUB（BOX/POE/バッテリー内蔵）・アクセスポイント（BOX） TEL（BOX）・スピーカー・非常ボタンBOX 長距離無線（ピコセラ/ICOM）</p> <p>②製品、価格については情報ありません。課題については上記（1）にて記載</p> <p>③無線幹線 重機搭載などの動く物との通信</p> <p>④入退坑、位置検知（人・重機）、遠隔検査、遠隔臨場、送風機の手動調整など</p>

NO	質問事項	(株)演算工房ご回答
4	<p>電力線通信の現状と将来性について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発の経緯：小断面トンネルでは無線化は難しく有線ではメンテナンスの問題がありチャレンジした。動力幹線 200Vを使用。 ・結果：通信機器の能力や坑内環境等により実用化には至らなかった。 * 少量のデータ送受信は可能。 	<p>使用経験なし</p> <p>基本室内通信で可能とはお聞きしています。（試験的にシールド現場で適用しましたが上手くいきませんでした。）</p>
5	<p>質問事項</p> <p>①アクセス点間の最長距離は（有線、無線それぞれ）</p> <p>②シールド小断面で無線Wi-fiの最小径は（実績値、理論値それぞれ）</p> <p>③ローカル5Gシステム導入費、ランニングコストと設備構築日数</p> <p>④5Gに対応する端末は必要なのか</p> <p>⑤画像伝送で遅延を最小にする推奨設備やシステムは？</p>	<p>①有線LANなら100m、無線Picocelaなら500m(指向性アンテナを付ければ1000m)</p> <p>②シールドφ1,800mmの実績はありますが、理論値はございません。</p> <p>③情報がありません</p> <p>④ローカル5Gについては、専用端末が必要</p> <p>⑤通信環境（光ケーブルなど）や、内容・ニーズによっても違うのかと思います（画像がきれいだけでなく良い、ヤードで使いたい など）</p>
6	<ul style="list-style-type: none"> ・センサー系の通信伝達方法（現状配線を行っている事を無線化した時の問題点） ・セトルによる通信の遮断の話がありましたが、セトルを中継局として活用できるのか？ 	<p>無免許・無申請にて使用できる無線電波が、現状WIFI電波もしくはPHSなど、限られている範囲で使用するしか方法がないので</p> <p>無線電波は必ず切断されるという前提にて使用したほうが良いかと思います。【セトルに中継器を設けます。】</p> <p>そのうえで、使用されるニーズ（盛替えが大変、きれいなカメラ映像が閲覧したい・したくない など）と天秤にかけて見合った通信環境を準備されるのが良いかと思います</p>
7	<p>質問事項</p> <p>①通信方式によるメリット・デメリット</p> <p>②技術的なトラブル事例 → メーカーからゼネコンへの要望</p> <p>Ex. ○○による△△が原因でトラブルが発生することが多いので、通信機器と○○の距離は☆☆m以上にしてほしい・・・等</p> <p>③打合せ不足によるトラブル事例 → メーカーからゼネコンへの要望</p> <p>Ex. 連絡無くネットワークに◇◇のデータを追加したため、▽▽によるトラブルが発生した。打合せの際には必ず□□を伝えてほしい・・・等</p>	<p>現状は、LANケーブル（IP通信）によって、データ、音声の通信をすべて行っています</p> <p>現場内には、高圧の電気が流れていることが多いと思いますが、高圧電気と通信機器（特に音声に関わる機器 電話、放送機器）などは</p> <p>音声にノイズが発生する場合がありますのでご注意ください 特にキュービクルなど、高圧電気が発生する場所に音声機器を設置するとノイズが発生し、音声データが伝わらない場合があります</p>

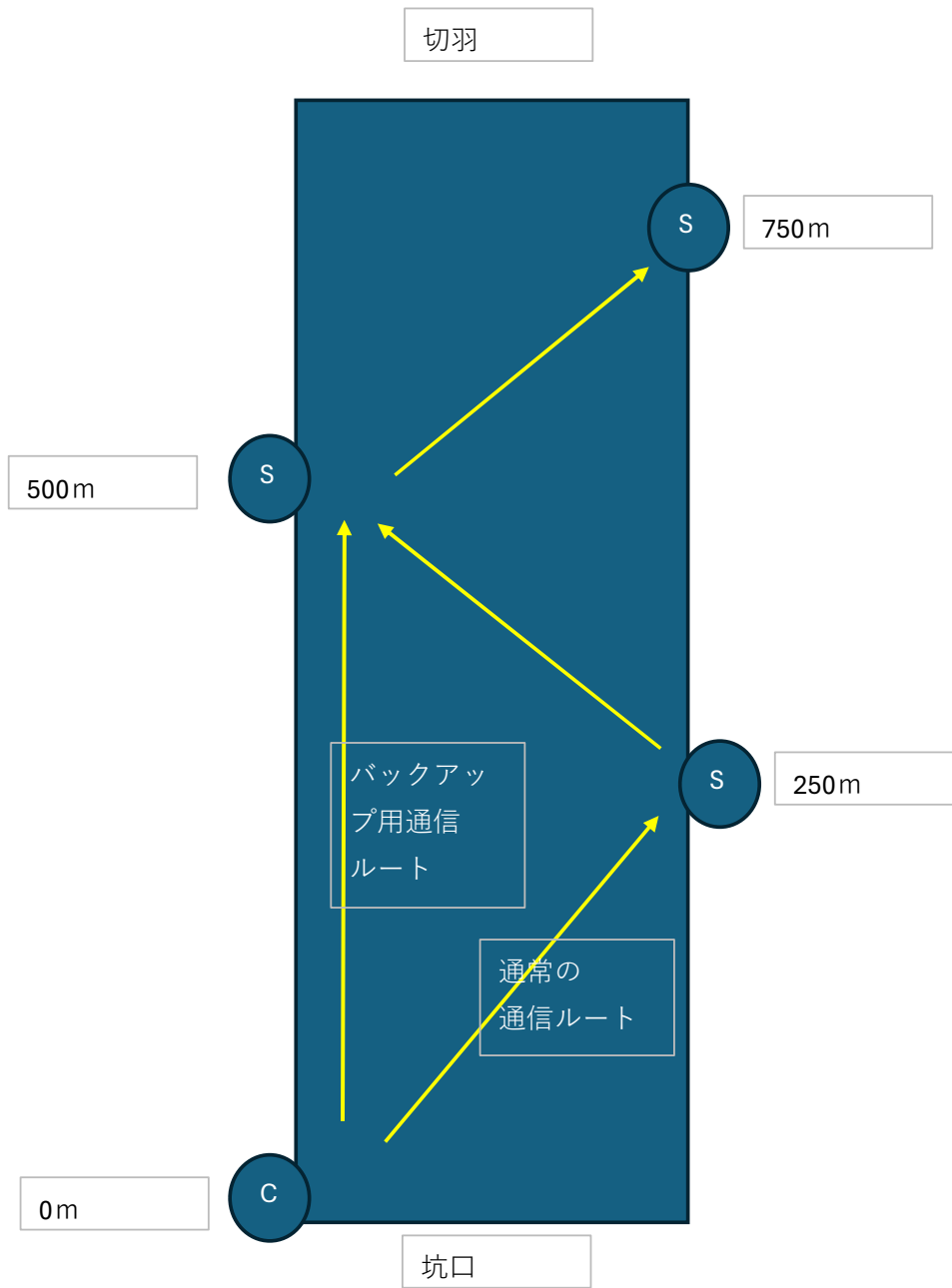
総じてですが

上記にも記載しておりますが、無線電波は「切断される」「減衰する（帯域が落ちる）」という前提にて使用し、それでも現場の状況が改善される（盛替え等の手間）のであれば、使用するメリットがあるかと思います

無線が切断される欠点を補うため、メッシュWIFIの機能（ピコセラのBH機能）がありますが、複数のネットワーク経路を持つことにより、一つの経路がダウンしても、もう一つの経路にて通信を行うことで比較的安定した無線通信が可能となります

トンネル現場の場合、トンネルの片側の壁面に通信機材や、電気配線を這わせていくのが一般的で、通信のルートも1本にて連なって切羽まで進行して行くため、一般的なネットワークの構成と比べ特殊な構成となりどうしても、ネットワーク機器の仕様とは逸脱した使い方を強いられる現場となります

無線通信（メッシュ）にて安定した通信を行う場合、メッシュ型WIFIに近い方法にて通信を行うことができれば比較的安定した通信が行えるのかもしれませんが（別タブ）



(株)演算工房 意見交換

質問内容	回答
電話システムで Wi-Fiを使ったIP電話が9, PHSが1の割合と聞いたんですが、価格的や通話クリアランス(つながりやすさ)の違いはあるんですか？	通話のつながりやすさはPHSもピコセラ無線(wifi)を使うことによって 同じぐらいの飛ぶ 範囲となった。通話音声としては、IP電話よりPHSの方が音声の質が良い。但し、現場ニーズが情報、ネットワークに移行しており、IPの方が増えている。価格的には変わらないです。今までは災害や停電対策として、UPSの価格がコストを上げていたが無線化することでUPSの台数が減り、価格差が無くなった。ただ、無線機器の価格が去年ぐらいから上がっており、価格差が生じている。
使用している通信ケーブルは？	LANケーブルでやってます。
IP電話では外線は通話可能？	細工は要りますが、お手持ちのスマホでも外線可能です。
ピコセラ運用基準は？	ピコセラの運用としては400 mピッチで飛ばして2000 mぐらいが良いと考える。長いトンネルでは手前は光ケーブルでやって、施工運用する箇所だけで良い。今は構成を検討し指向性を高めてワンホップ600 mでやっている所もある。但し、セントルには必ず中継を置く。一昨年位に出た機種は4~5ホップ迄使用可能。(以前は3~4ホップ)、距離も指向性を使えば1kmちょっと通信可能。(安全を見て600mとしている) トンネルだと乱射で 飛ぶん、アンテナをトンネルセンタに置くのが望ましいが、アンテナを壁につけちゃうより、安全通路にで単管立ち上げていただいで、安全通路の一環に無線をつけてもらうと一番いい。
ピコセラの断面の影響は？	断面の広がりがないと難しい。(小断面シールドでは？)
映像や 機材の通信で、通信負荷が大きくなっているか？	以前は使用機器は100Mpps対応でしたが1Gppsに変更して問題は無いが、ユーザー側の出口の問題で詰まることはある。そこで速度が制限されてしまう。カメラ・IP電話用に設けて 2系統にする。 対策としてはそれぐらいしかない。
Bluetoothの タグは何メートル飛びますか？	飛ぶのが100メートルです。バッテリーロコへは制御はしておらず信号のみ発信。
T-アタリパーフェクターは当たり箇所をどう測っているのか？	トータルステーションで 2台使ってプリズムと 傾斜計や角度センサーが ブームのところに フレームのところについてましてそれで 飲み先の位置が分かるシステム です プレーカーだから本当にガンガン叩きながら リアルタイムで分かるかと思ったらそこは難しいです。そーっと持っていく状態であれば自動追尾できるので こういうふうに先端が汚りなのか当たりなのかというのがすぐ分かるようになります。測りたいときは1回止めるみたいなそうですね。今のところ 半年以上使ってますけど、1回だけ石が落ちて壊れたことはありますけど 振動で壊れてないんですよ。基本は T & Mさんの機械を使って 行うことになります。
自動セットはメーカー固定？	自動セットに関しては岐阜工業、大栄工機どちらでもok。自動打設は岐阜工業だけです。
ロックボルト引き抜き装置とは？	ロックボルト引き抜き試験を軽量・ユニット化したシステムです。ソフトは演算工房、ハードは大阪ジャッキ製。
ICT系の会社設立は？	Nexus Solutionsっていう会社で ソフト開発とか営業をやるかしらそんな大勢いるわけじゃない 基本的にはマシンガイダンスとかそういったところに特化したものになります。

2024年9月13日（金）

1.演算工房

掘進管理：シールド&山岳トンネルの両方を扱っている企業は国内唯一
トンネル坑内の通信はピコセラによる無線LAN（Wi-Fi）を利用

▶現在：IP電話が主流。ネットワークを構築。

①IP電話

特長：情報量が多い（ウェアラブルカメラ、遠隔臨場）

短所：音質が悪い。（電話のみだとPHSが良い）

②ネットワーク

ピコセラによる無線LAN（Wi-Fi）によるネットワーク

Q→アンテナ距離？ 400m

→スマホ利用可（チャットによる連絡も可能）

Q→トンネル内での制約（断面など）？ アンテナの設置条件による

壁にべた付けで300～400m（山岳）

Q→通信容量は？ 1 Gbps

③Bluetooth タグ

バッテリーロコの接近警報や停止などに利用

→Bluetooth タグの電池寿命 3カ月

Q→通信距離？ 100m

Q→停止信号は？ 外部接点を利用

▶ENZAN クラウドサービス

*切羽 AI 観察

*ロックボルトの引抜（タブレットで管理）

▶DX トンネル機械

対応機械：ジャンボ、（ブームヘッダー、バックホウ

- ・ジャンボ（古河、サンドビック、ドリルマシン）

M-ASSIST モーションキャプチャー

- ・BH（ブレーカー）

ノミ先の誘導 余測、あたり

マシンガイダンス+プリズム2台

- ・ろっ君ロガー（NETIS）

ロックボルト引抜試験 自動計測、帳票作成、タブレット表示

▶その他

Q→ローカル5G？ 総務省への申請、設備コスト大

Q→Wi-Fi6？ 移動端末に優位性あり、少し不安定

Q→メッシュWi-Fi？ バックアップルートあり

Q→保護具（マスク）装着時の通話？ 骨伝導端末に利用可

参照（有線、POE、間にSXGP etc）

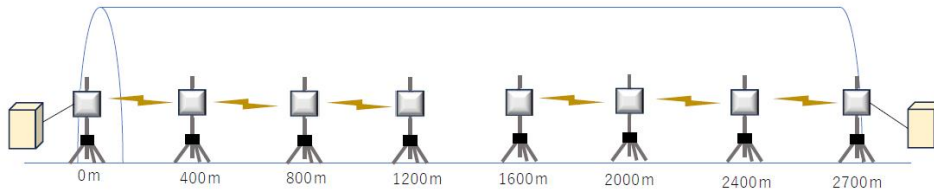


トンネル機械技術委員会 通信機器、設備に関する調査WG様 向け技術紹介



坑内通信インフラについて

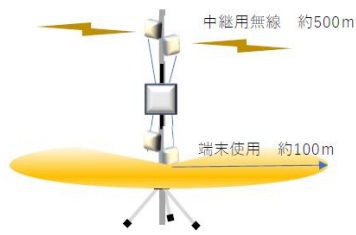
ピコセラ設置概要



機材構成



一箇所あたりの機材構成

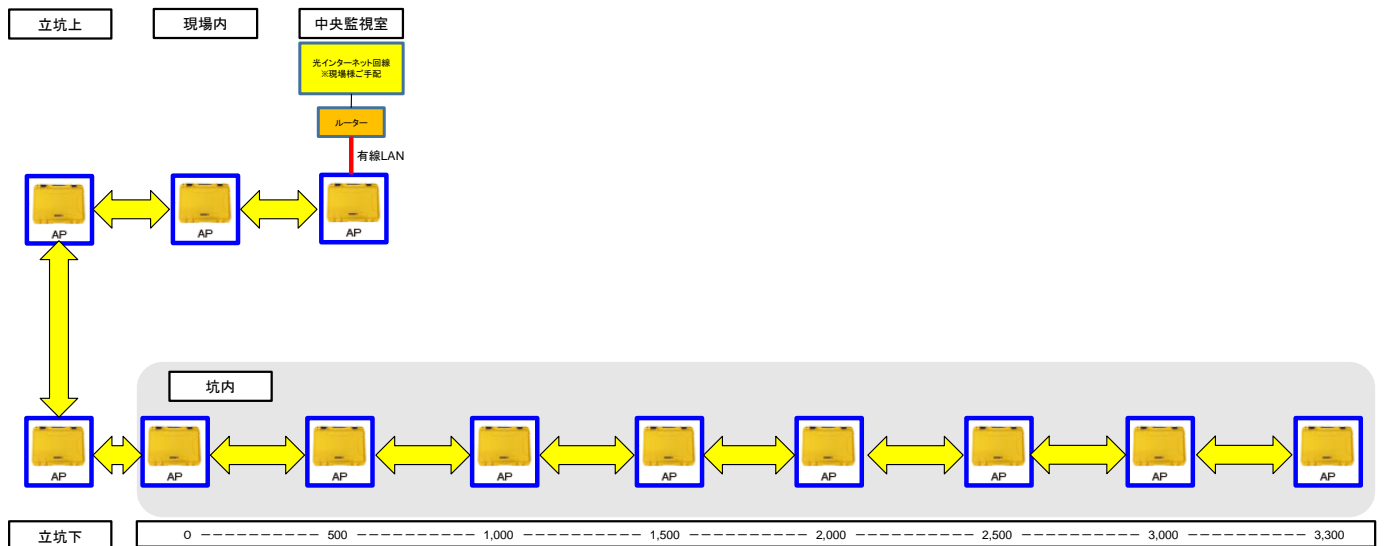


※現場環境により通信距離は変動します



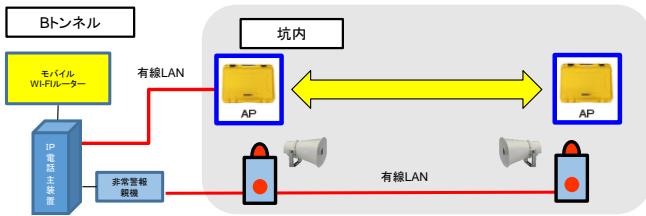
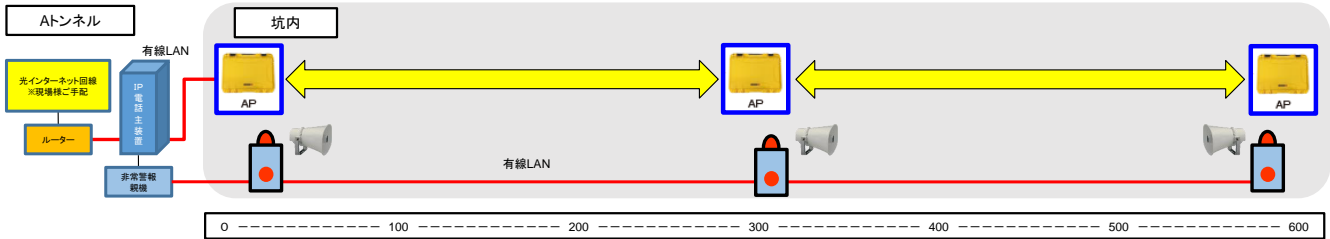
- ・坑内両側にWi-Fiルーターを設置し坑内に向けて無線中継
(無線中継数を減らし通信帯域を確保する為)
- ・有線にて1台目のピコセラに接続、ピコセラ同士は無線にて接続されます。
- ・端末との通信距離は半径約100mです。(現場環境により増減あり)
- ・単管クランプにて設置します。
- ・各機器に電源100Vが必要になります。
(坑口箇所はルーターとピコセラを集約)
- ・単管三脚を使用する場合は転倒防止は現場様の方でご準備お願い致します。

ホップワイドLAN 機器設置



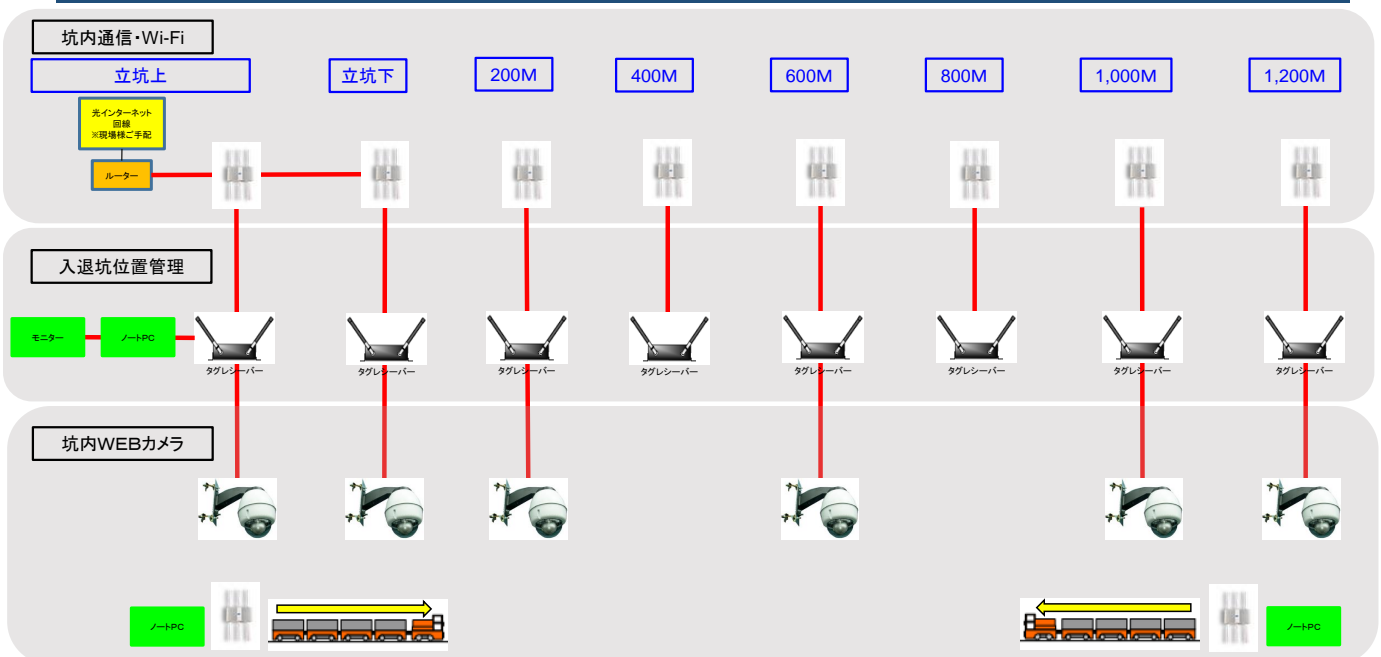
トンネル工事事務所(ホップワイドLAN)

坑内通信 無線LAN通信システム@300m毎 有線LAN ご提案資料

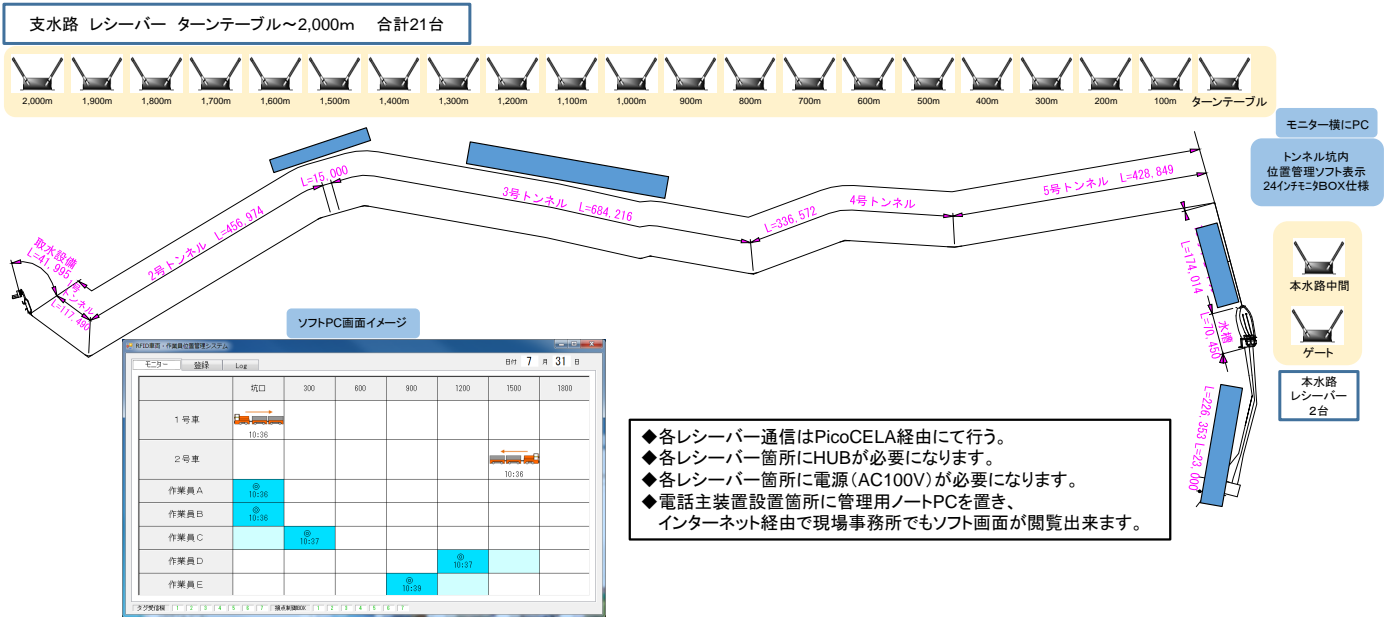


- ◆ 台数や位置関係は概算になります。
- ◆ 機器設置に伴う、取付架台(単管)及び電源(AC100V)は現場様にてご準備お願い致します。
- ◆ 機器設置箇所や台数は現場環境により異なります。
- ◆ 坑内通信はインターネット通信を保証するものではありません。環境により通信微弱な場合もございます。
- ◆ インターネット回線は現場様にてご手配お願い致します。

坑内通信システム 入退坑位置管理 坑内カメラ ご提案書



RFID坑内位置管理・入退場管理システム ご提案書



各種センサー・システム等

- ご紹介したインフラ設備に合わせ、様々なコンテンツと併用頂く事で、坑内の見える化・安全管理向上・より深いコミュニケーションが可能になります。

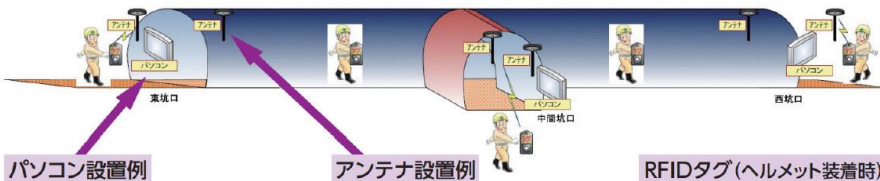


RFID入退坑管理システム

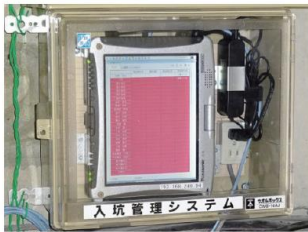
RFIDタグを利用した自動入退坑管理システム

作業員はタグを携帯し坑口を通過するだけで
坑口名・入場時刻・退場時刻が自動的に記録されます

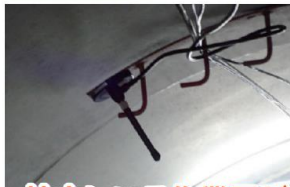
システムイメージ



パソコン設置例



アンテナ設置例



RFIDタグ(ヘルメット装着時)

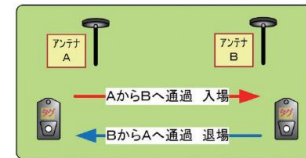


坑内にいる作業員がすぐに確認できます

PC画面イメージ

モニター	登録	Log	日付	10月10日
東坑口	入場	16:00	退場	16:30
中間坑口	入場	7:35	退場	7:25
西坑口	入場	7:32	退場	7:25
東坑口	入場	16:00	退場	16:30
中間坑口	入場	7:35	退場	7:25
西坑口	入場	7:32	退場	7:25

2本のアンテナで入退場を自動識別

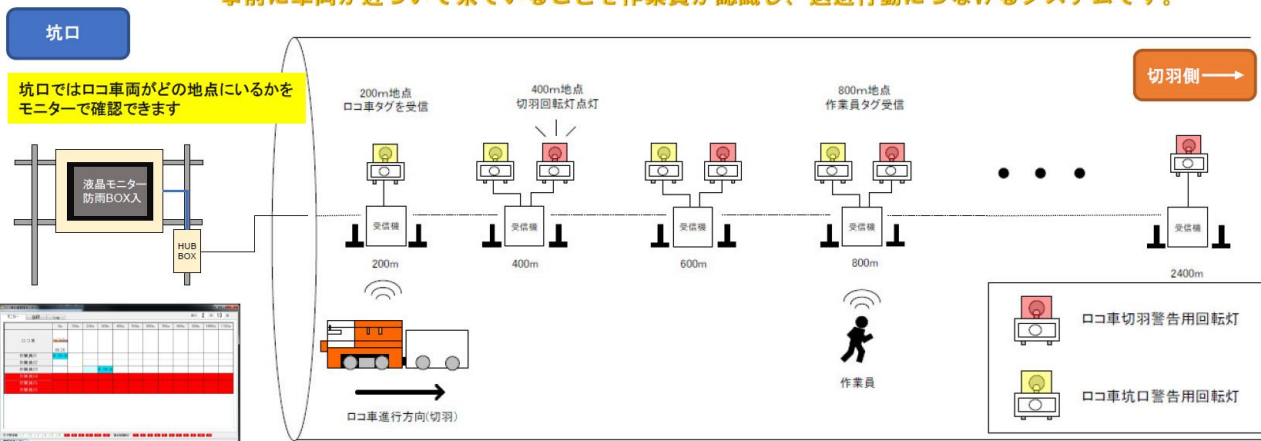


- 最新の入退場者が最上行に表示します
- 行の色が入場が白、退場が赤になります
- 入場、退場の時刻が表示されます
- 坑口は、10ヶ所まで登録できます

RFIDバッテリーロコ車位置管理システム

RFIDタグを利用してロコ車の接近を坑内作業員に警報するシステム

RFIDタグを搭載した車両が前進・後進切り替わった段階でそれぞれの電波を発生し、坑内拠点に設置した受信機で車両が前進なのか後進なのかを判別。判別した受信機は進行方向にある次の受信機に伝達し回転灯が作動、事前に車両が近づいて来ていることを作業員が認識し、退避行動につなげるシステムです。



レーザーバリア

■レーザーバリア（フード付き）



※在庫状況によりフード無しの場合あり

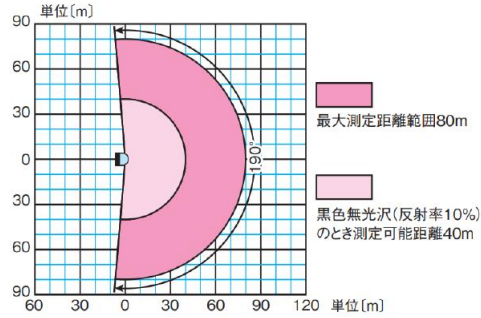
■制御BOX



■警報送信機



■設定可能範囲



パソコンを接続させ、設定可能範囲内側に実際に警報出力させたい範囲を描画する

【消費電力】

レーザーバリア側 約27W ヒータ使用時 約70W
 ホーン付回転灯側 約50W

クラウド16



NETIS登録商品 KT-180043-VE 活用促進技術

さまざまな計測機器のデータをクラウドで一括管理



■仕様

機器接続	アナログ入力8CH、デジタル入力8CH
外径寸法	W225×D165×H380mm(突起部含まず)
重量	約4.9kg(取付金具含まず)
電源	AC100V
データ通信	docomo回線 3G/LTE
通信間隔	1分間

- 最大16台の計測機器を接続できます (風速、風向、気温、湿度、WBGT、雨量、騒音、振動、粉塵など)
- データ閲覧画面は、4・9・16分割で自由にレイアウト可能です
- 最新データ、過去データ、グラフを表示できます
- 規制値オーバー時、現場担当者へメールとLINE WORKSでお知らせ
- ブラウザ画面で各種設定値を変更できます



西尾レントオール(株)意見交換

質問内容	回答
ボックスタイプのピコセラは性能に問題ないのか？	指向性を考慮しボックスに収納し、付帯設備等も収納する事で現場運用性を上げています。両端同士を対向させる。
ピコセラ運用距離を300mとしていたが、向上するのか？	現場の運用状況を見ながら合わせていきます。
同じような 海外製品が 安く出しているがどう考えるか？	当社製品のいいところは、電波が強いだけのものであれば 安価なものは あるが、社内で手を加えており 改良しながらマルチホップを運用して現場に貢献しています。
人数カウンタのカメラ認識距離は？	カメラ性能によりますが、一般的には20m程度。合わせてカメラ設置位置も検討。
ナンバープレート認識システムはテキストデータやEXCELで出せますか？	テキストデータで保存されるようになっています

西尾レントオール 山口、新美→通信測器

トンネル坑内の通信はピコセラによる無線LAN (Wi-Fi) を利用

▶ピコセラ

Q→アンテナの種類? 指向性アンテナ (対向性)

▶ホップワイドLAN (古野電機) →ピコセラ使用

▶RFIDによる入退坑位置管理 (タグリーダー、カメラ、Wi-Fi 無線)

→バッテリーロコ 進行方向のライトを点灯させる

▶クラウド 16 (NETIS)

→最大16個の計測機器を接続、クラウド管理、ラインワークスへも対応

▶Edge AI Box

現場におけるAI推論リアルタイム処理および分析 高性能GPU搭載

→実用例: カメラによる認識

①人数カウンター: 入坑管理など

②禁止エリア侵入検知: 設定したエリアへの入退場

③ナンバープレート: TEXT データで出力あり

④QRコード認識: ヘルメットに貼ったQRコードの認識

Q→カメラの認識距離 20m程度

Q→天候等による影響? 逆光だけは無理

▶無人化技術 (バックホウ、クローラダンプ) 自立施工技術基盤 OPERA を使用

c)



Starlinkを活用した通信エリア構築サービス Satellite Mobile Link

KDDI株式会社
2024/10/11



アジェンダ

- 1 KDDI 及び 当事業本部のご紹介
- 2 STARLINKとは
- 3 Starlinkを活用した弊社プロダクトご紹介
- 4 導入事例

- 1 KDDI 及び 当事業本部のご紹介
- 2 STARLINKとは
- 3 Starlinkを活用した弊社プロダクトご紹介
- 4 導入事例

本社 飯田橋ガーデンエアタワー



創業	1984年(昭和59年)6月1日
本社所在地	東京都千代田区飯田橋3丁目10番10号 ガーデンエアタワー
代表取締役社長	高橋 誠
社員数	61,288人(連結ベース)
売上高	5兆7,540億円
営業利益	9,616億円

2024年3月期

ブランドメッセージ

Tomorrow, Together
KDDI BUSINESS
おもしろいほうの未来へ。 au

中期経営戦略について (2023年3月期~2025年3月期)



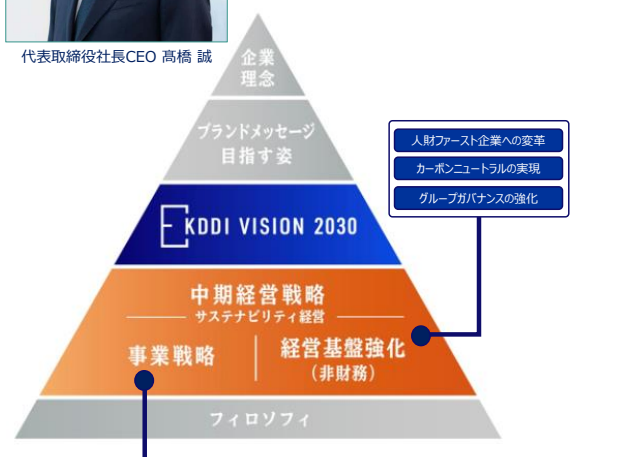
代表取締役社長CEO 高橋 誠

KDDIが目指す姿

お客様が一番身近に感じるワクワクを提案し続ける会社

KDDI VISION 2030

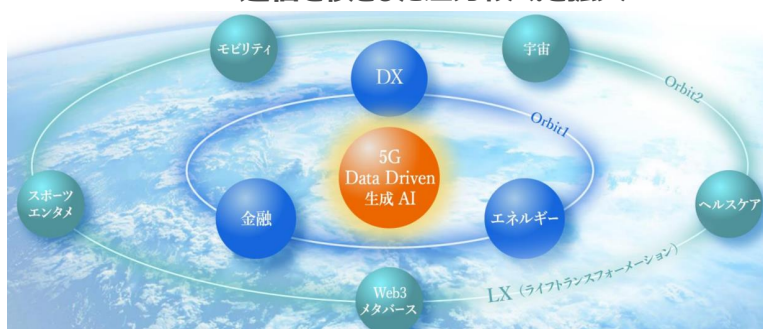
「つなぐチカラ」を進化させ、誰もが思いを実現できる社会をつくる。



© 2022 KDDI

サテライトグロース戦略

5Gによる通信事業の進化と、通信を核とした注力領域を拡大



事業創造本部 ミッション

01

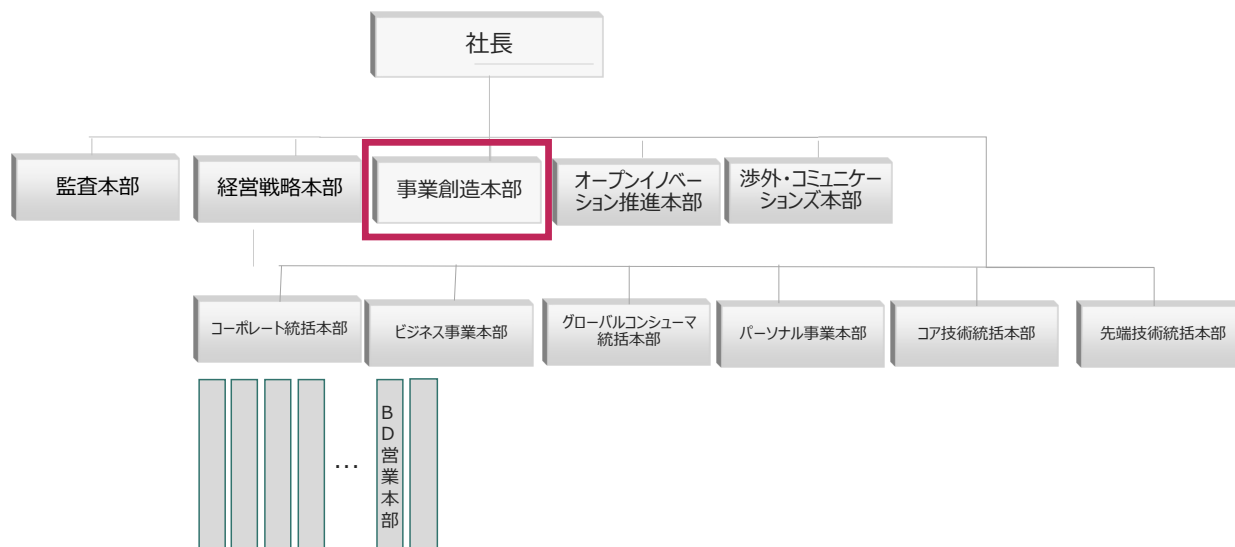
お客様とパートナーを「つなぐチカラ」を進化させ、ワクワクする未来体験を創出する

© 2022 KDDI



事業創造本部 組織図

- 事業創造本部は、社長直轄の組織となっており、弊社における新規事業の開発を担っております。
- 我々、LX基盤推進部はStarlinkを取り扱い、SpaceX社との折衝、事業戦略企画を行っております。



© 2022 KDDI

 Tomorrow Together
KDDI au

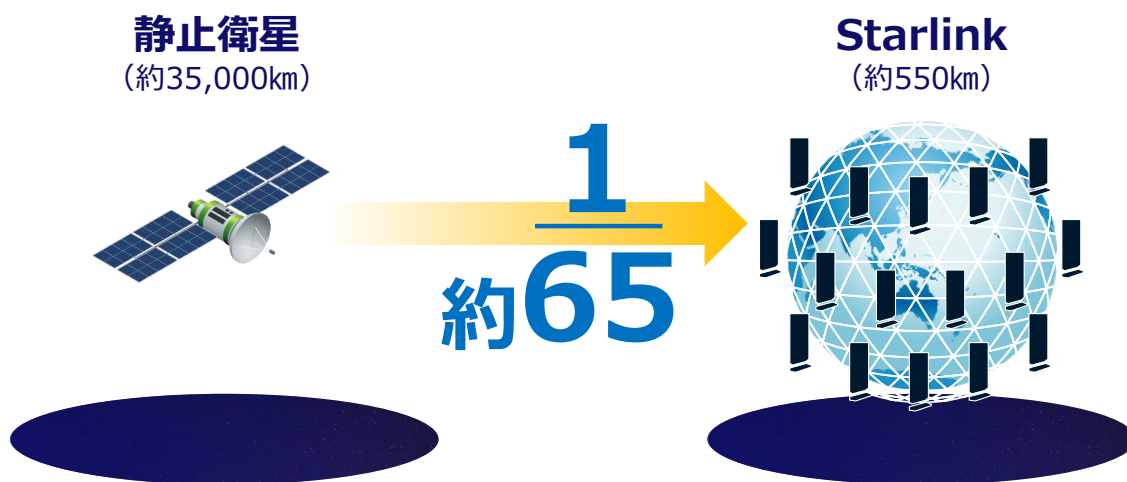
アジェンダ

- 1 KDDI 及び 当事業本部のご紹介
- 2 **STARLINKとは**
- 3 Starlinkを活用した弊社プロダクトご紹介
- 4 導入事例

© 2022 KDDI

 Tomorrow Together
KDDI au

数千基の低軌道衛星により大容量・低遅延通信を実現



KDDI

Tomorrow Together
KDDI au

数千基の低軌道衛星により大容量・低遅延通信を実現



KDDI

高速通信

高利得アンテナで
さらに高速なインターネット

受信最大速度 **220** Mbps

送信最大速度 **40** Mbps

遅延時間 **20~40** ms

* 記載の通信速度を保証するものではありません。
ネットワークが混雑している場合、一時的に速度が低下することがあります。

Tomorrow Together
KDDI au

- 1 KDDI 及び 当事業本部のご紹介
- 2 STARLINKとは
- 3 Starlinkを活用した弊社プロダクトご紹介
- 4 導入事例

Starlink登場前の通信不感エリアでの課題

通信環境整備アイテムのコスト・品質がお客様ニーズにマッチしていなかった

ルーラルエリアの通信環境整備の課題

光ファイバーの敷設

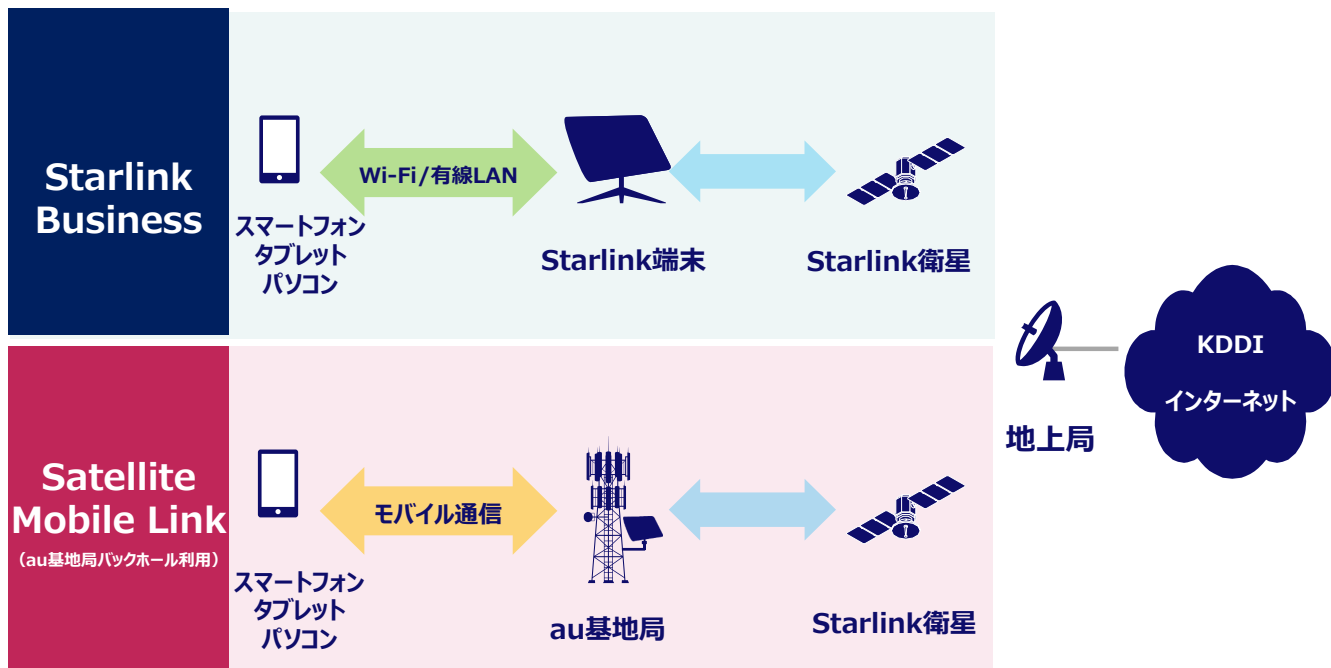
高すぎる…

大規模な工事が必要となるため導入コストが大きい

静止軌道衛星通信サービス

遅すぎる…

比較的容易に導入可能だが、小容量、高遅延の通信品質



Satellite Mobile Linkの特徴 (Wi-Fiとの比較)

	Wi-Fi (光回線)	Satellite Mobile Link
前提	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 通信方式 : Wi-Fi ✓ エリア範囲 : 50m (アンテナ1台当たり) 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 通信方式 : 4G LTE 800MHz ✓ エリア範囲 : 500 ~ 2km (1基地局当たり)
設置イメージ	<p>200m</p> <p>● WiFi AP ■ ルータ/Hub ● WiFiエリア</p>	<p>200m</p> <p>● LTEエリア ■ Satellite Mobile Link基地局</p>
Pros	<ul style="list-style-type: none"> • お客様にて自由にAP等設置位置の移設可能 	<ul style="list-style-type: none"> • 広いエリアカバーを実現し、0x0通話/緊急通報が可能 • 少ない機器数とコンパクトな設置スペース
Cons	<ul style="list-style-type: none"> • ピンポイントなエリア。 • 光回線で構築の場合、数億以上のコスト。 	<ul style="list-style-type: none"> • 通信不感知帯にのみ設置可 • 原則、商用電源が必要 (仮設電源での検討も可能)

Satellite Mobile Link 屋外 提供モデル

JCMA様限り

14

- ✓ 固定局タイプ：長期利用推奨。要望エリアに応じたエリア設計が可能。
- ✓ 可搬局タイプ：短期利用推奨。スピーディな設置期間を実現。

基地局イメージ

固定局タイプ



可搬局タイプ



提供条件

項目	条件		
	固定局	可搬局	
サービス仕様	リードタイム	6~9か月	2~3か月
	エリア半径	500~2km	200~1km
	利用期間	1年以上	1年未満
技術・工事仕様	電源容量	AC100V-20A	
	上空見通し	北：仰角25° 南：仰角65° 西：仰角30° 東：仰角30° より上空にそれぞれ障害物が無いこと	
	工事スペース	5m×8m	2m×2m
	搬入経路	4tトラックが侵入可	ハイエース相当が侵入可
	地質	後述スライドの条件を満たす。	制約なし

KDDI

Tomorrow Together
KDDI au

Satellite Mobile Link 屋内（トンネル）提供モデル

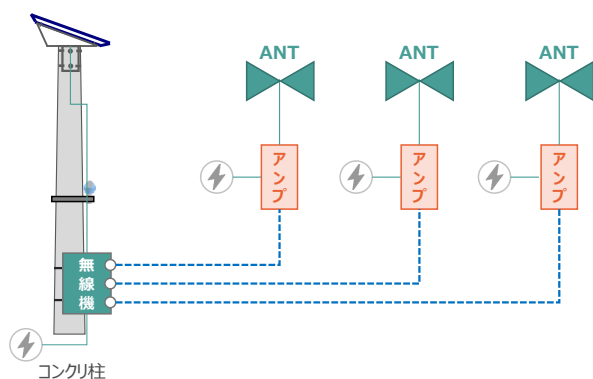
JCMA様限り

15

直進トンネルであれば約6キロのエリアカバーを見込む。（1アンテナ当たり2km）

機器構成

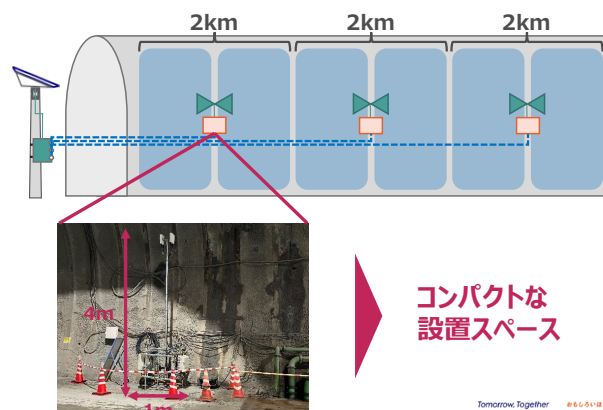
- ✓ 1無線機あたり、最大3アンテナ構築
- ✓ 1アンテナあたりの、**エリアカバー範囲は半径1km**



KDDI

エリアカバーイメージ

- ✓ 大規模トンネルの1工区は約4,5km
- ✓ 基地局1セットで全域カバー可能見込み



コンパクトな
設置スペース

Tomorrow Together
KDDI au

- 1 KDDI 及び 当事業本部のご紹介
- 2 STARLINKとは
- 3 Starlinkを活用した弊社プロダクトご紹介
- 4 導入事例



①建設現場(屋外) 導入効果概要

JCMA様限り

18

北海道新幹線 渡島トンネル（上二股）工区にてSatellite Mobile Linkを設置

ニーズ・課題

- 携帯電話のご利用 : 緊急対応や関係者との連絡手段
- 広いカバーエリア : 現場の屋外工区全体で通信を利用
- DXへの活用 : 遠隔での作業支援



KDDI

導入効果例（遠隔臨場）

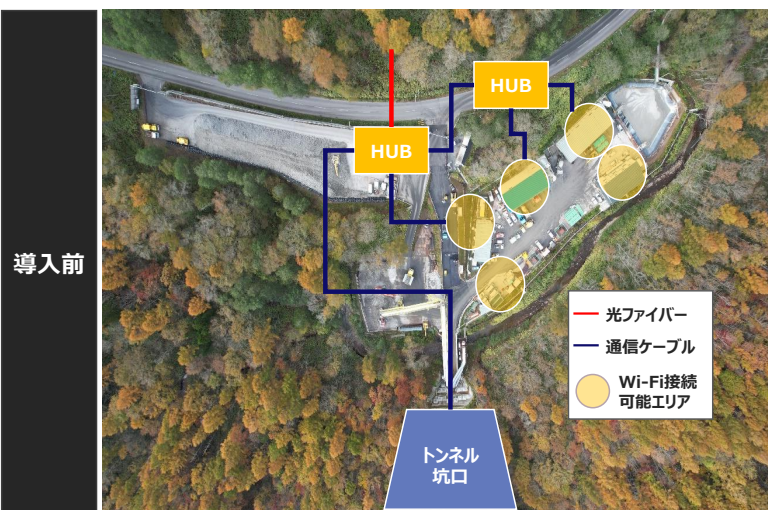


①建設現場(屋外) 導入前課題

JCMA様限り

19

Wi-Fiではスポット的なエリアとなり、通信できる場所が限定される
また、機器等設備が多く、メンテナンスの負担や、補修コストが重荷に



導入前

課題

- ① Wi-Fiではエリアが狭いため遠隔臨場できる場所が限られる
- ② 緊急通報を含めた電話ができない (119番・110番など)
- ③ Wi-Fiは機器・設備が多く、故障の発生や、その保守の負担がかかる
- ④ 光回線敷設などコスト負担が大きい
- ⑤ 既設の光ファイバーの容量不足が生じている。

KDDI

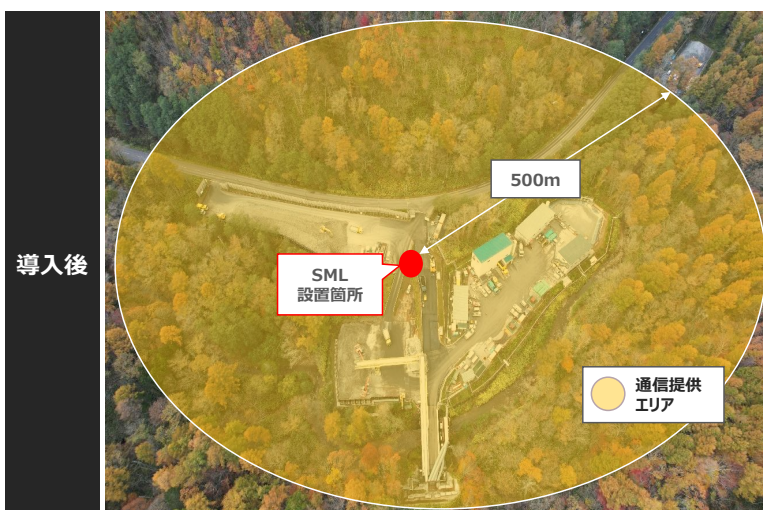


① 建設現場(屋外) 導入後効果

JCMA様限り

20

4G LTEによる広いエリアカバーをご提供し、携帯電話の通話が可能
高速通信エリアの整備により、遠隔臨場も可能になっております



SML導入による効果

- ① 広い通信エリアをカバーをご提供
500m先のヤードや駐車場での利用可能
- ② 緊急通報含めた電話のご利用が可能に
(119番・110番)
- ③ キャリア品質の設備なので故障が少なく、
メンテナンスも当社で実施。
- ④ 設置コストも安価な設定
- ⑤ 光ファイバーとは別のネットワークのため、
容量影響を受けない

KDDI

Tomorrow Together
KDDI au

② 建設現場(屋内・トンネル) 導入効果概要

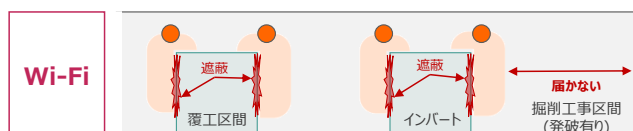
JCMA様限り

21

国内の土木工事の内、トンネル工事が多数を占める。

ニーズ・課題

- 通信環境の構築 : WiFiでは遮蔽影響で通信品質が悪い
- DXへの活用 : 映像伝送 / 遠隔操作・監視が不可

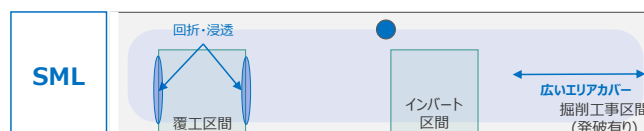


遮蔽となる重機

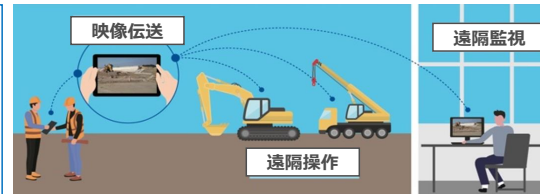


導入効果 (坑内エリア化・映像伝送等)

- プラチナバンドの浸透効果により、数kmに渡りエリア化
- 遠隔監視・映像伝送も可能



導入効果

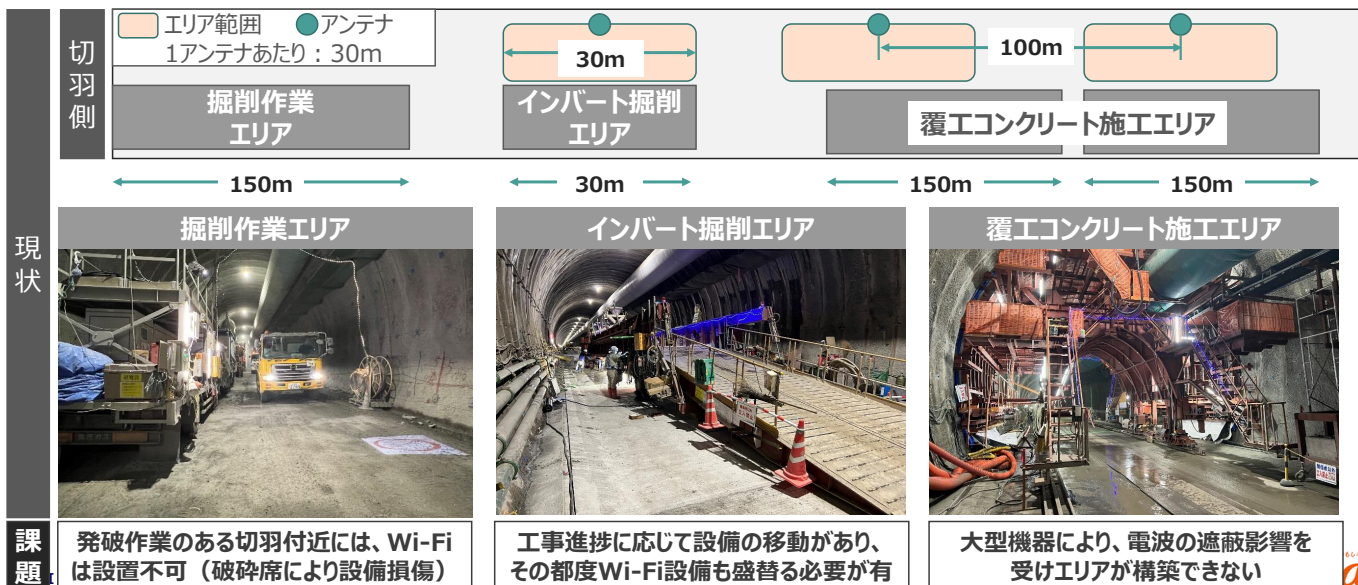


KDDI

KDDI au

②建設現場(屋内・トンネル) 導入前課題

Wi-Fiでは、通信エリアが狭く、構造物の遮蔽影響からさらにエリアが縮小
坑内での遠隔臨場に向けた通信環境整備の方法としては不向き



②建設現場(屋内・トンネル) 導入効果

キャリア品質の4G LTE設備は、遮蔽影響を受けづらく、広い通信エリアが構築できます
トンネル坑内での高速通信による遠隔臨場の実現に最適と考えております



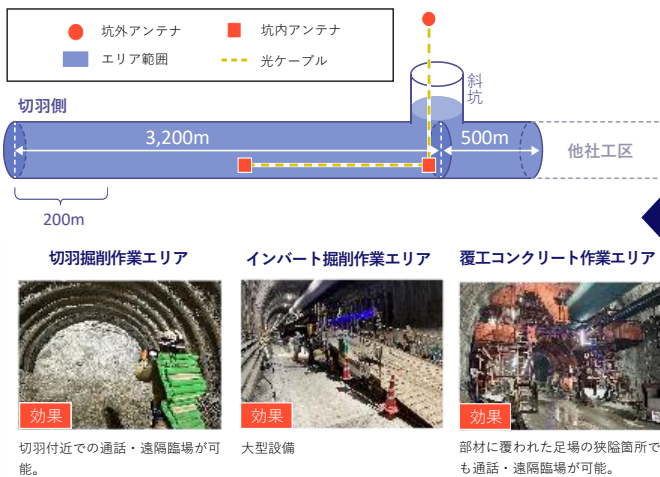
② 建設現場(屋内・トンネル) 導入実績

JCMA様限り

24

北海道新幹線 渡島トンネル (上二股) 坑内を約4kmエリア化

導入効果 (坑内エリア化・映像伝送等)



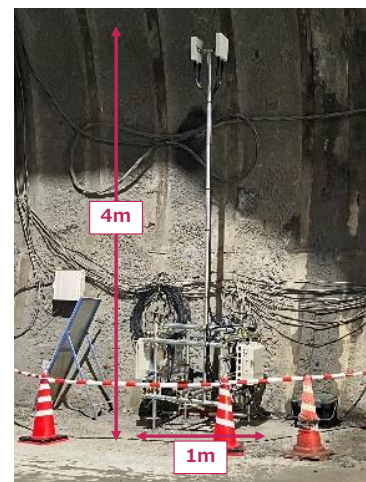
鉄道・運輸機構事務所 (トンネル外)



効果

高速通信技術により高性能な遠隔臨場が可能に。緊急対応や迅速な施工協議にも寄与。

設置設備イメージ



KDDI au

KDDI

③④ インフラメンテナンス 導入効果

JCMA様限り

25

ドローンとの組み合わせにより、インフラメンテナンスの大幅な省力化へ

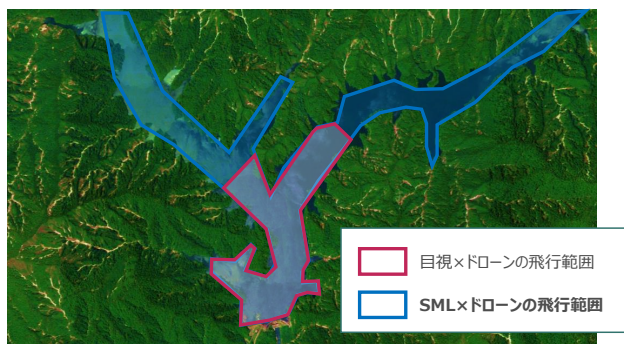
ニーズ・課題

- 有人の点検に伴うコストの発生。
- ドローンでの効率化も、目視では飛行範囲に制約有り。

導入効果

- 無人点検化による人的リソースの効率化。
- LTE導入に伴う飛行範囲の拡大によるユースケースの増加。

ダムでSML×ドローンを導入した場合



様々なユースケース



保守省力化



KDDI

Tomorrow, Together. KDDI au

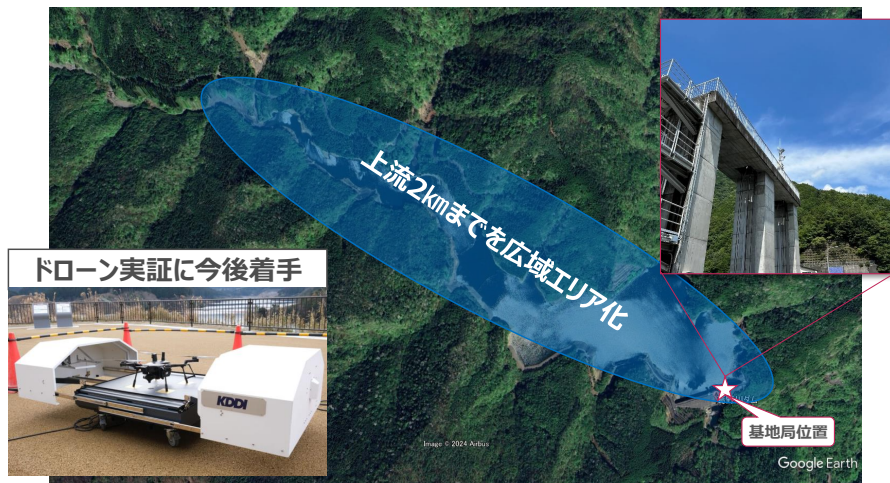
③④ インフラメンテナンス 導入実績

JCMA様限り

26

ダムの水門設備へ設置し、上流を2kmに渡りエリア化

導入効果



KDDI

設置設備イメージ



Satellite Mobile Link インフラメンテナンス大賞 特別賞受賞

JCMA様限り

27

Satellite Mobile Linkによる建設現場の効率性・快適性の向上



KDDI



「つなぐチカラ」を進化させ、
 誰もが思いを実現できる社会をつくる。

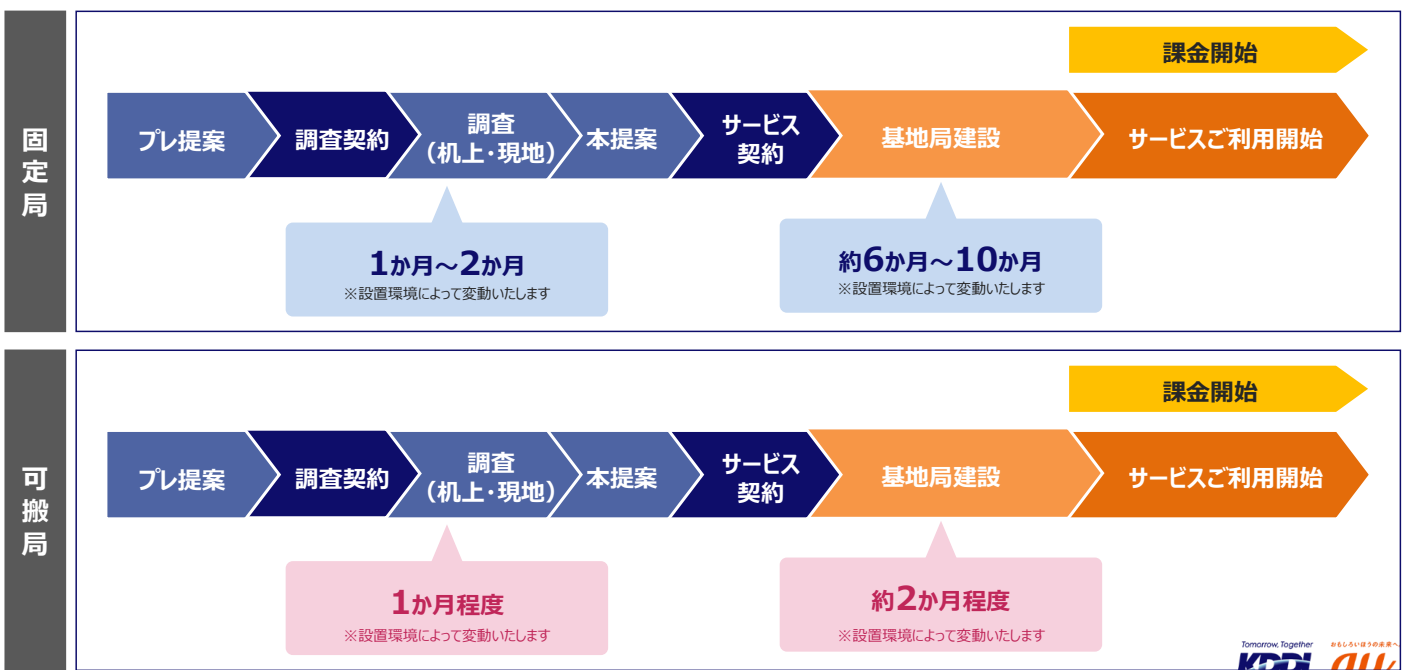
KDDI VISION 2030

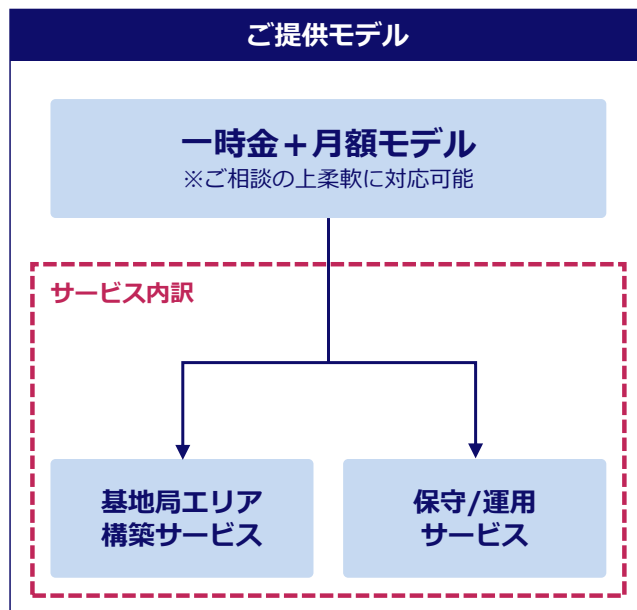
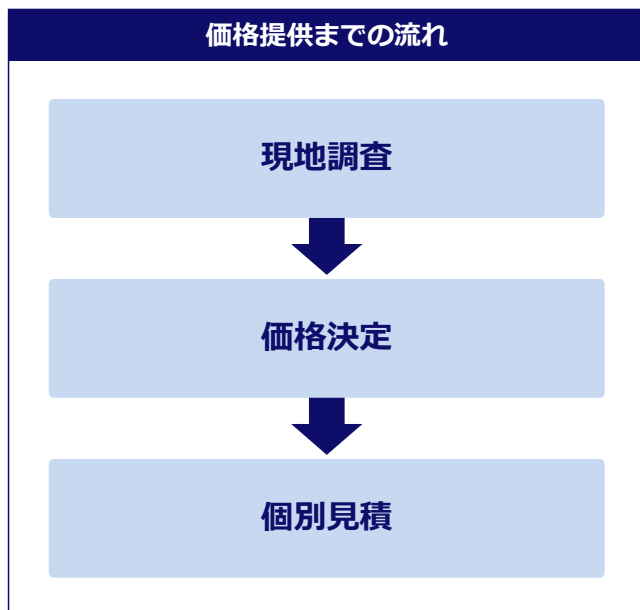


参考) お客様のサービス利用開始までの流れ

JCMA様限り

29





KDDI (株)意見交換

質問内容	回答
<p>①配布資料P13にあるようにwifiと異なり、アンテナ数を少なくなるとの事でしたが、トンネル断面や延長でも同様ですか？</p> <p>②可搬局型は見通しになる？</p> <p>③遮蔽物に対する回り込みは？</p>	<p>①まず1点目が、トンネル内での通信環境が本当にこれだけ取れるのかという点ですが、今回はスターリンクをバックボーンにしていますが、実際にはauの電波を飛ばしています。なので皆さんが街中で使用しているのと同じようにエリア品質はちゃんと取れます。</p> <p>トンネルの中でも使えるようになるという意味合いでは、エリアの品質としてはしっかりと隅々までカバーができています。認識している。</p> <p>一方では全てのトンネルが大断面では無いことも理解しており、例えば1km以下の短いトンネル工事であれば、スライドのP14の下半極タイプというものがございます。これは屋外向けに同心円状に広げるアンテナになっており、いわゆる指向性のあるアンテナを用いて前方に飛ばせるような直進性のあるアンテナを用いてエリア化を図る等、それぞれの規模に応じてやれると考えています。</p> <p>②見通しになります。LTEなので開設していきます。</p> <p>③実際現地にて確認をしましたが、大きな重機の後ろでも通話可能でした。Teams会議も可能だった。</p>
<p>周波数帯は？</p>	<p>4Gですので、800Mhz帯です。5Gはデータ通信しかできないので、通話も行いたいとの希望から4Gを採用。</p>
<p>既設の光回線とau回線と関係は？</p>	<p>既設の光回線が導入前から回線がひっ迫しており、別途auモバイルリンクを導入しております。現状回線がひっ迫している状況は無い。(回線はトンネル限定)</p>
<p>アンテナの設置基準は？</p>	<p>まず事前に現場と計画し、トンネルの移設も作業も計画してまいります。また作業自体は免許のいる作業となるのでau側での施工になります。</p>
<p>①他の現場でドコモの回線を入れていたが、かなり高価だったと聞いています導入費用はいくらですか？</p> <p>②導入準備期間は？</p> <p>③申請業務は？</p> <p>④通話料金は？</p>	<p>今回の現場では、約1月当り 40万円くらい、4年間運用と伺っているので、大体1年で480万円。4年間で1980万円くらいです。</p> <p>我々としては基地局はKDDIの資産になっています。これをお渡し買っていただく事は出来ず、かつ通信免許が必要な機器になるのでリースという形が望ましい。なので我々としてはauエリアを皆様のご要望する環境に提供したサービスの対価として マンスリーで基本的にはお金をいただいています。</p> <p>光回線が近くまで来ているのであれば衛星回線は不要となりますが、光回線の敷設費用が高い場合もあるのでコスト比較をしていただきたい。只、スターリンクに代替してしまえば すぐに使えるようになるので、その点が大きいかなと思います。</p> <p>②そこがボトルネックな部分でありまして、P29のスライドにございます。今回を「ブレ提案」とすると次に「調査契約」基にシミュレーションを行い、「本提案,正式な見積もり提出」させていただきます。契約後、基地局建設となり、約6ヶ月から10ヶ月(土地の申請手続き含む)となります。</p> <p>③KDDI側で行います。</p> <p>④auの契約料金に準拠します。</p>

質問内容	回答
au以外のキャリアを使用している場合	<p>povoと言うサービスがありまして、今のスマートフォンですとiPhoneだとiPhone 10以上であればデュアルSIMとして2枚目のSIMカードを入れることができます。かつオンラインでのSIMも入れられるので それを入れていただいて使っていてと実際の現場の作業員さんたちも手持ちの端末を活用いただけます。Povoのいいところはランディングコストが掛からず、対象現場に行くタイミングで事前にその分だけを購入していただき、毎月の固定ローニングコストが掛からず使用できます。</p>
電波法の関係から切羽にWifiを入れ	<p>電波法でなくWi-Fi機器を切羽近くに置くとルーター自体が爆破の影響を受けてしまうので近くに置けない。4GLTEであれば遠くから通信環境を提供できるので爆破後にリアルタイムで断面をすぐに見れるそうです。今回の現場では約200 m 近づけないと言われていたので、結構離れたところで、かつ、ボックスみたいな中に入れてさせていただき運用していました。</p>
坑内で通信できない場合は有線対応？	<p>有線でのバックアップは無し。光回線を使用しているので断線した場合は入れ替えになります。現時点では対応策として予備ケーブルの準備を考えています。屋外の無線器にはアンテナポートが3ポート有り、そちらを使用します。</p>
スターリンクって他の2社は使ってない？	<p>この2社はですね スターリンクビジネスといういわゆる単体をお客様に提供するっていうもの自体はやってます。今回の通信回線に接続をしてそれをサービス提供してるのは弊社のみです。</p>

KDDI 西田、長里

Starlink+au 回線でのネットワーク (Satellite Mobile Link)

衛星ブロードバンド「Starlink」を活用した au エリア構築ソリューション

▶サテライトグローブ戦略 5G 宇宙

Starlink (約 550km、220Mbps)

Q→太陽フレアの影響は? 衛星数(打ち上げ)含め膨大なため問題無し

静止衛星(約 35000km、1Mbps ダウンリンク)

※これまでの課題 Wi-Fi 高価(工事)、静止衛星は通信速度が遅い

▶対策: Starlink+au 回線でのネットワーク

①Starlink Business

48ヶ月利用: 45~65万円/月

②Starlink Mobile Link: 固定局 30~50万円/月、可搬局 30~45万円/月

※申請~利用まで: 固定局 6~10ヵ月、可搬局 2ヵ月程度

• 特長

①au 回線が利用できる(090-XXXX-XXXX)

②ユーザーの携帯でOK 他社携帯でもデュアルSIM 対応可能

③緊急時 トンネル坑内より 110 番通報などが可能

④4GLTE 遠隔臨場も可能、800MHz 帯

⑤メンテナンス KDDI で実施(常時遠隔監視)

• 機器構成

au 回線の基地局へ Starlink を設置

→au 回線の無線機から、中継アンテナまでは光ファイバー有線接続

→中継アンテナは 2km。最大 3 台接続

• 通信距離

①固定局: 500m~2km

②可搬局: 200m~1km

※屋内(トンネル坑内): 最大 6km

→2ヶ月程度

• 屋内 最大 6km

○清水建設(北海道) 40万円/月(すべて込)

課題: 設置コスト(数億円)、光回線でも容量不足、セントル障害

→Starlink Low コスト、広いエリア、メンテ、119番、110番、故障少ない

質: 光ファイバーと別ネットワーク

遠隔臨場で大活躍

トンネル内のユーザーのみなので、一般ユーザーの影響は少ない

トンネル坑内、ヤード、その他関連設備の通信システムについて

はじめに

当社は、シールドトンネルでは掘進管理システムを手がけ、山岳トンネル工事では、掘削土砂の搬出でダンプ運行管理システムに始まり、切り羽から土捨て場までを守備範囲とするべく、トンネル坑内の通信システムまで範囲を広げてきました。その間通信技術も進化してきましたが、現場に導入しやすく、安価に設置出来る事が必要条件と思います。

簡便に利用できるようになったスマートフォンの活用は、通信インフラにより大きな影響を受けます。個々の条件に合った通信を使用する機器の開発も、スピードを持って対応していく必要があります。近年はサイバーセキュリティ対策にも対応出来る事も要求されています。

今回は、先端の通信技術の解説ではありません。あくまでもトンネルの現場及びその他関連の土木工事などで、稼働させているシステムが、どのような通信を利用をしているかの紹介です。現場導入実績をベースにシステムのご説明を致します。

2024年10月11日 VR 1.01



東海プラネット株式会社

目次

1. トンネル関連での通信システムの比較検討
2. 各種無線システムの比較
3. 各種無線方式の使い分け
4. 無線通信と有線通信
5. ネットワークの品質
6. ローカルLPWAの活用
7. 低軌道衛星を使ったモバイル通信
8. トンネル関連、その他現場毎の安全管理要求事項
9. トンネル坑内、坑口、ヤード設置機器
10. トンネル坑内通信システム
11. 坑内電話設備、警報設備システム構成図
12. 入坑管理システム施工例と其他方式との比較
13. トンネル内RFIDタグの利用（位置管理への応用）



東海プラネット株式会社

14. トンネル坑内のA Iカメラによる適用
15. トンネル坑内速度監視システム構成図
16. スマートフォンを利用したLED表示システム
17. トンネル坑内 車両速度制限用ペースメーカーライト
18. トンネル坑口、ヤード運行管理と通信システム構成例
19. トンネル工事における仮置場安全確認監視システム構成図（積み込み安全管理）
20. 高速道路補修工事における通信システム（運行管理システムと連携）
21. ダンプ運行管理システム
22. トンネル現場へのA Iカメラ適用
23. A Iカメラに依る重機周囲エリア管理システム
24. AIカメラを利用した交差点制御
25. サイバーセキュリティの取り組み
26. 委員からのご意見に対して
27. 東海プラネット株式会社 会社紹介



東海プラネット株式会社

1. トンネル関連での通信システムの比較検討

新しい技術として注目されているのがローカル5GとLPWAである。

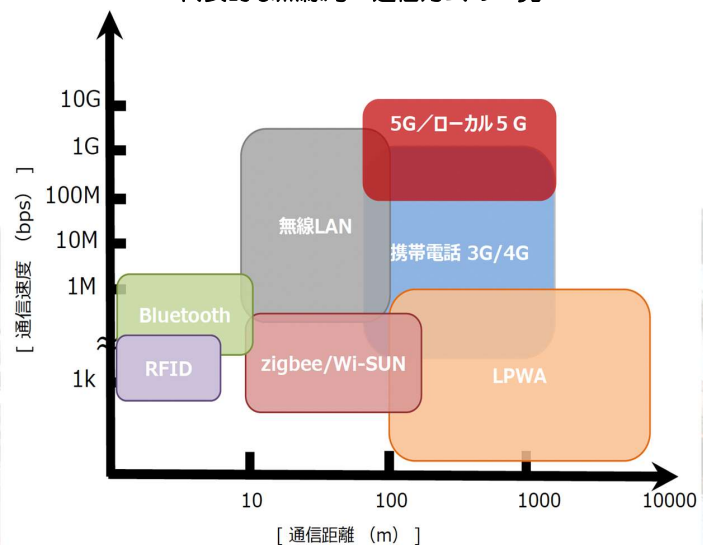
ローカル5G

- 従来の4Gと比較して高速
- 低遅延、接続デバイス数が多い
- 見通しでの通信距離については4Gと同等
- 使用される周波数は4.5GHz帯で電波の回り込みが少ない
- 実際には通信距離は短くなるケースが多い。

LPWA

- 通信距離が最大30km(実験値)程度まで通信可能
- 通信速度は極めて遅い。

代表的な無線局・通信方式の一覧



出展「ローカル5G導入の手引き（改訂版）」総務省



東海プラネット株式会社

2. 各種無線システムの仕様比較

主な通信方式	周波数帯域	無線区間伝送速度(理論値)	遅延(規格値)	同時接続(規格値)	伝送距離	導入コスト
5G (キャリア5G)	3.7/4.7/28GHz	20Gbps	1ms	数千デバイス/km ² (規格目標: 100万デバイス/km ²)	3.7/4.5GHz: 200m~1km 28GHz: 50m	—
ローカル5G	4.7/28GHz	20Gbps	1ms	(規格目標: 100万デバイス/km ²)	4.7GHz: 200m 28GHz: 50m	数百万円程度~
Wi-Fi (Wi-Fi 6)	2.4GHz 5GHz	9.6Gbps	-	~8台 (MU-MIMO)	約20~30m	数十万円程度~
IEEE 802.11ah (Wi-Fi HaLow)	920MHz	150kbps~数Mbps	-	100台~	約1km~	数十万円程度~
LPWA (LoRaWAN, Sigfox等)	200/400/ 800/ 900MHz	250bps~50kbps	-	100台~	約2~15km	数十万円程度~
4G (キャリアLTE)	3.5/3.4/2.0/1.7GHz, 800MHz	1.0Gbps	10ms	数百~数千デバイス/km ² (規格目標: 10万デバイス/km ²)	約1~5km	—



東海プラネット株式会社

3. 各種無線方式の使い分け

無線方式	特徴	用途
ローカル5G	長所: 同時接続数が多い 遅延が少ない、 欠点: 無線設備が高価 無線局免許、無線従事者が必要 導入に時間が掛かる。 (数ヶ月~1年) 電波が回り込みにくい	建設機械の遠隔操作、カメラ機器、スマートフォン
Wi-Fi 6 (メッシュ)	長所: 電波の死角が生じにくい (ヤード等平面での使用に向く) 欠点: 計測・制御機器、カメラでは 未対応のものが多い	カメラ機器、スマートフォン、計測・制御機器、ウェアラブル機器、通信・制御機器、PC
Wi-Fi (旧方式)	長所: 対応するクライアント機器が多い 中継器等通信機器が豊富、 安価	カメラ機器、スマートフォン、計測・制御機器、ウェアラブル機器、通信・制御機器、PC
ローカルLPWA	長所: 長距離伝送が可能、低消費電力 中継やメッシュ構成が可能、 欠点: 低速、専用の機器が必要、 連続通信はできない(電波法)	計測・制御機器、信号機、リモコン、警報機器



東海プラネット株式会社

- ローカル5Gの採用について
 - ・工期の短い現場で導入するには、費用、導入期間、運用体制の面でハードルが高い。
 - ・Wi-Fiにおいてスマートフォン以外で接続する機器の多くは最新規格に対応していないため十分にメリットを受けられない可能性がある。
- LPWAネットワークの採用について
 - ・毎月費用が発生する。
 - ・低速で連続接続はできないデメリットもあるが、用途を限れば、長距離通信が可能で、低消費電力でソーラーやバッテリー駆動が可能などメリットは大きい。
 - ・920MHz帯を使用すればある程度の回り込みも期待できるし、中継により距離も伸ばせる。
- ローカルLPWAの採用について
 - ・長距離通信は不可
 - ・ローカルで利用する場合には費用が発生しない。
 - ・ローカルで容易に設置稼働出来る。



東海プラネット株式会社

4. 無線通信と有線通信

無線通信

- ・メッシュ等で複数の通信経路を確保する冗長化は可能だが、広がりがなく線状の配置しかできないトンネルでは構成が困難
- ・重機や構造物の移動等で通信が途切れることがある
- ・電源ノイズ等で、通信が途切れることが度々ある



現場対応

- ・基本的な通信は有線で構成し、通信が途絶えてもネットワークに影響を与えないローカルな接続のみ無線で構成する
- ・メタルワイヤーを順番に接続してゆくと、1箇所が切断された時それ以降のネットワークが使えなくなるので、長尺のファイバーを併用する

一度良好な通信状態が得られてもその状態は変化しやすい。
連続した通信が要求される場合は有線通信が望ましい。



東海プラネット株式会社

5. ネットワークの品質

速度低下・遅延の主な原因

- ・ネットワーク混雑によるパケットの再送信など
- ・無線では、電波が弱い、電波の干渉、電波が途切れる等によるパケットの再送信など

通信速度の改善

- ・通信媒体、ネットワーク通信機器の高性能化
- ・アクセスポイント増設による混雑低減と電波の強化

通信量の低減の改善

- ・カメラの分解能、フレームレート、データ圧縮方式の調整
- ・QoS制御による、通信優先度の設定

●その他検討、及び注意事項

- ① 同軸ケーブルの利用
 - ・光ファイバーは高価であるため、同軸ケーブルを使う方法もある。
 - ・数百MHzで2kmくらい伸ばせる。
 - ② レイヤ3スイッチの利用
 - ③ カメラの使用時の注意
 - ・高価だが、不要なパケットを遮断し通信量を減らすことができる。
 - ・デフォルトのまま使用しない、適切に調整することによって通信量を減らせる。
- 途切れることの許されない音声通話などは、通信優先度を上げておく。

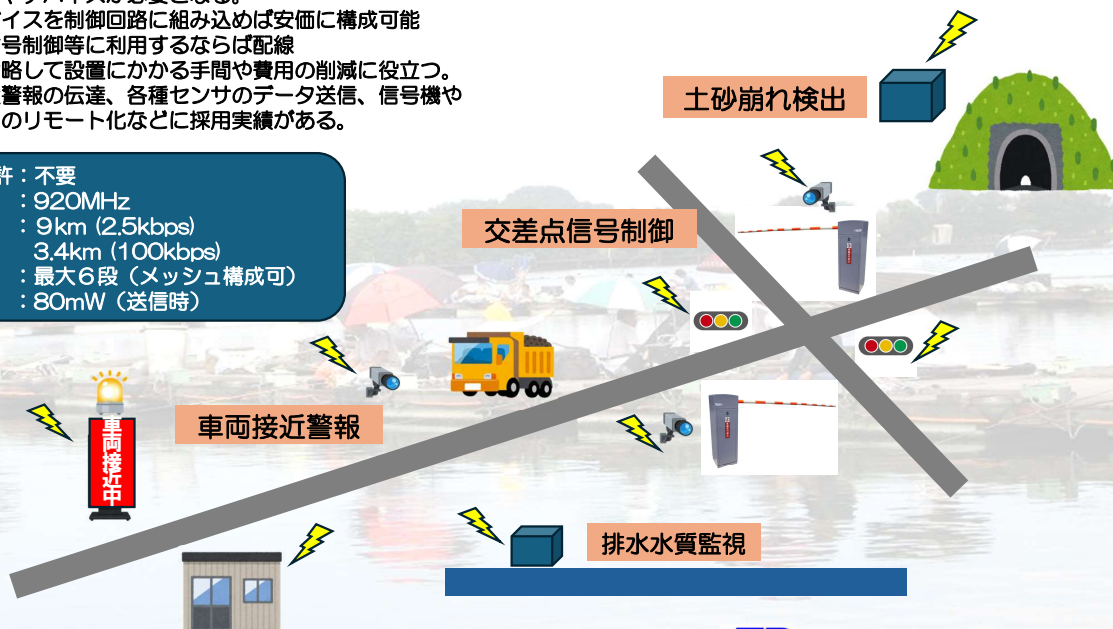


東海プラネット株式会社

6. ローカルLPWAの活用

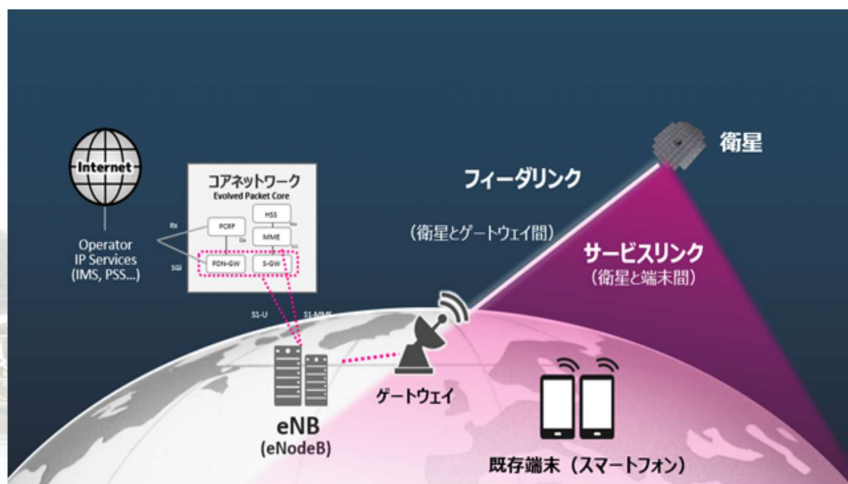
- ・専用の機器やデバイスが必要となる。
- ・専用のデバイスを制御回路に組み込めば安価に構成可能
- ・交差点の信号制御等に利用するならば配線工事等を省略して設置にかかる手間や費用の削減に役立つ。車両の接近警報の伝達、各種センサのデータ送信、信号機やカーゲートのリモート化などに採用実績がある。

無線局免許：不要
 周波数：920MHz
 通信距離：9km (2.5kbps)
 3.4km (100kbps)
 中継：最大6段（メッシュ構成可）
 消費電力：80mW（送信時）



東海プラネット株式会社

7. 低軌道衛星を使ったモバイル通信（今後に向けて）



楽天モバイル「プレスリリース（2022年11月18日）」
(https://corp.mobile.rakuten.co.jp/news/press/2022/1118_01/)

- 5Gセルラー・ブロードバンド接続
- 2026年までに提供予定
- 14Gbpsのダウンロード速度
- 既存の機器で通信・通話可能

当社の取り組み

- 光ファイバーの敷設に時間の掛かる山間部などの工事現場での利用
- スマートフォン等が利用可能。固定の設備や免許届出等も不要のため利用を検討



東海プラネット株式会社

8. トンネル関連、その他現場毎の安全管理要求事項

(1) トンネル坑内

- 坑口、坑内、切り羽における作業員安全確認
- 切り羽、坑内、坑口の作業員、車両の位置管理
- 切り羽からの退避確認
- 坑内の移動車両との接触回避
- 縦坑下安全管理
- バッテリーロコの前方監視
- 坑内車両の運行管理
- 重機の周囲の安全管理

(2) トンネル坑口、ヤード

- トンネル坑口、ヤードにおける作業員入退場
- 現場入退場管理
- ヤード内の車両の位置管理
- 重機周囲安全確認

(3) 高速道路上工事

- 高速道路工事現場入場管理
- 高速道路工事現場退場管理
- 車両接近警報管理
- 一般車誘導
- 先導車管理

(4) 山間部土捨て場ルート、離合管理

- 離合部運行管理
- トンネル内通過時の接近警報
- 通過車両予測

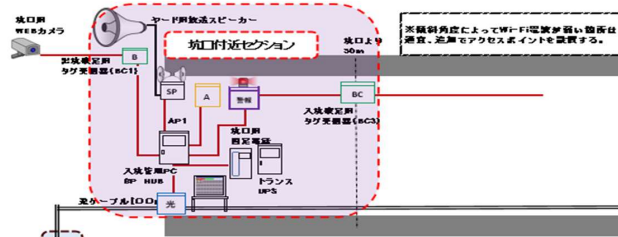
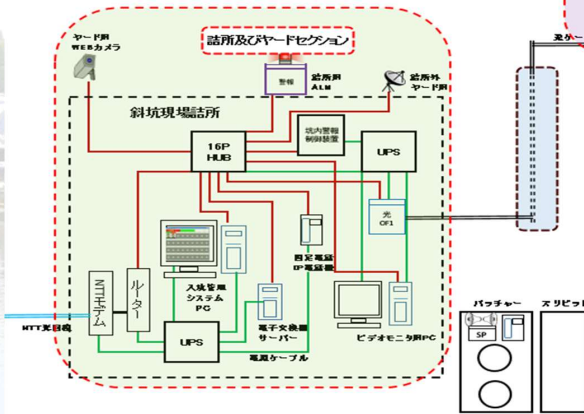


東海プラネット株式会社

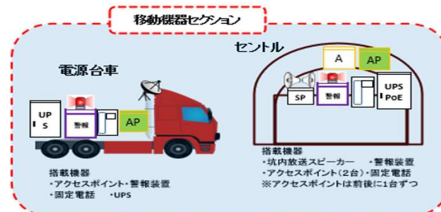
9. トンネル坑内、坑口、ヤード設置機器

山岳トンネルネットワーク標準構成システム

- ・坑内電話システム（外線含む）
- ・坑内無線LANシステム（光ケーブル+ワイヤ）
- ・警報発生表示システム
- ・入退場管理システム
- ・入坑管理位置情報システム
- ・音声放送システム（発破放送含む）



- ・入退場管理システムは、taguにより検知
- ・坑口表示板にて入構者の顔写真表示



- ・当セクションでは無線LANブリッジを使うことでLANケーブルを気にせず自由に移動できるようにする。

Tokai Planet 東海プラネット株式会社

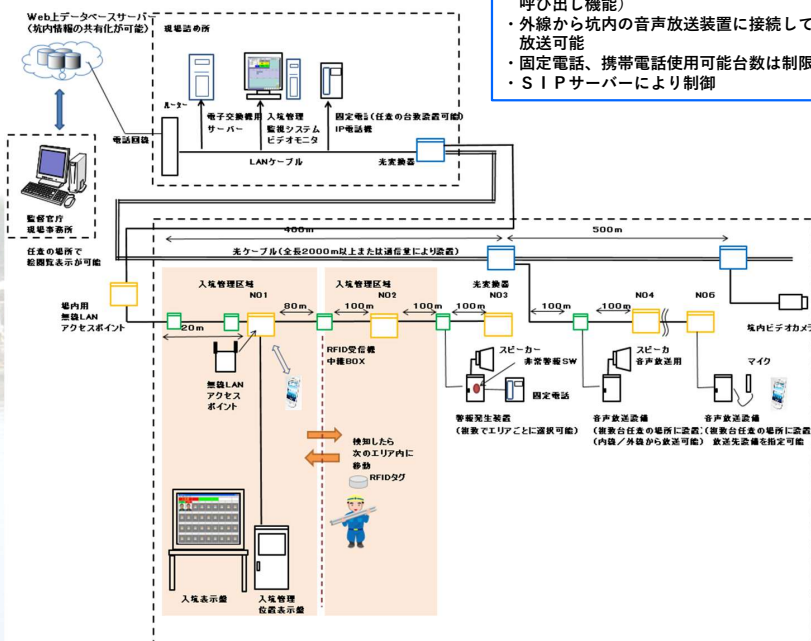
10. トンネル坑内通信システム

坑内電話回線

- ・外線から坑内電話機への接続可能（内線呼び出し機能）
- ・外線から坑内の音声放送装置に接続して放送可能
- ・固定電話、携帯電話使用可能台数は制限なし
- ・SIPサーバーにより制御

システムの構成と入坑管理

- ・光ファイバケーブルは、500mピッチで接続していく（全長が2000m以上時）
- ・但しアクセスポイントBOXとRFID受信機中継BOXと交互に設置する
- ・坑内警報装置は、400mピッチで設置する
- ・RFIDタグによる移動の確認は、履歴も併せて確認する
- ・作業員用RFIDタグは、RFID受信機の前を通過したかでエリアの移動を確認する
- ・警報発生装置、音声放送装置はLAN接続で任意の場所に移動可能
- ・入坑表示板は、職員、作業員ともに表示される。
- ・入坑したことの確認は、職員は管理区域1のアクセスポイントが把握した時に認識
- ・作業員は、坑口の受信機を通過して二番目の受信機で検知したら入坑とする
- ・入口の検出だけでは、入坑とみなさない。
- ・ビデオカメラは、光変換器に接続する。設置位置までは、LANケーブルで配線する。



音声警報装置

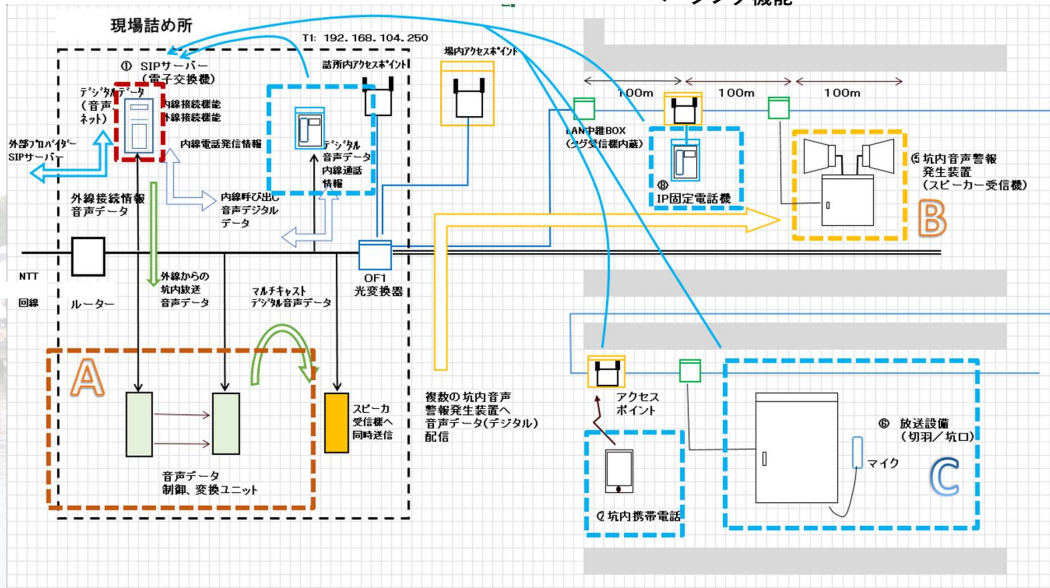
- ・切羽での発破/作業開始時警報（音楽/サイレン/音声）移動が自由
- ・電話機外線から音声放送が可能
- ・電話機内線から音声放送可能
- ・専用マイクによる放送設備での音声放送

Tokai Planet 東海プラネット株式会社

1 1. 坑内電話設備、警報設備システム構成図

システム概要

- ・ SIPサーバーを現場内に設置して、交換機能を持たせる
- ・ 音声データを坑内放送に利用できる。
- ・ ページング機能



Tokai Planet 東海プラネット株式会社

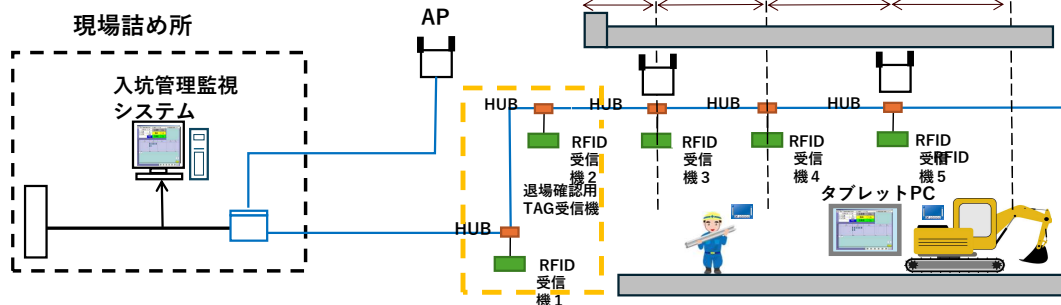
1 2. 入坑管理システム施工例と其他方式との比較

● RFIDタグ方式システム

特徴：

- ① タグを持った、車両、重機、作業員、機材の位置が検知可能
- ② 接近注意警報 (重機エリア内接近時)

評価	検知機材	メリット	デメリット	備考
○	RFIDタグ	安価、ネットワークで使いやすい	電波が飛びすぎる	電波の飛びを抑える
×	磁気式タグ	電波の強度で、距離がわかりやすい エリアを限定しやすい	送信機、受信機が必要 価格が高い	数多くは使えない
△	二次元バーコード	安価、ヘルメット上部に貼り付け カメラで撮影するだけ	検知位置範囲が指定される 決まった通路を動く必要がある	通過エリアが減退 検知漏れが起きやすい



Tokai Planet 東海プラネット株式会社

13. トンネル内RFIDタグの利用（位置管理への応用）

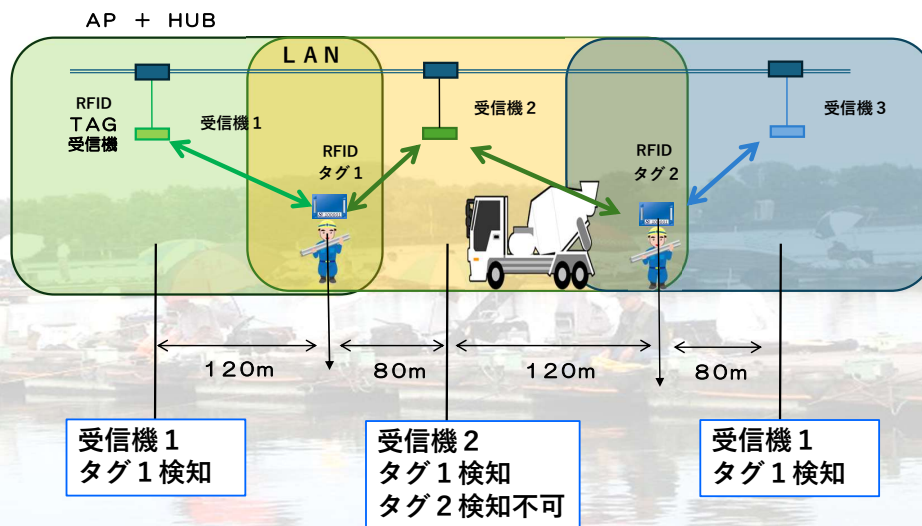
RFIDタグ通信

メリット：

- ・小型、安価な計測器が設計可能。
- ・単機能で、計測データを送信（接点入力、計測値入力）
- ・RFIDタグの電波出力をコントロールして検知エリアを限定可能

問題点：

RFIDタグ通信電波は2.4GHzを利用しているため、直進性が高く、重機などの陰では、電波は届かない。電波の節目でも検知できない。



14. トンネル坑内のAIカメラによる適用

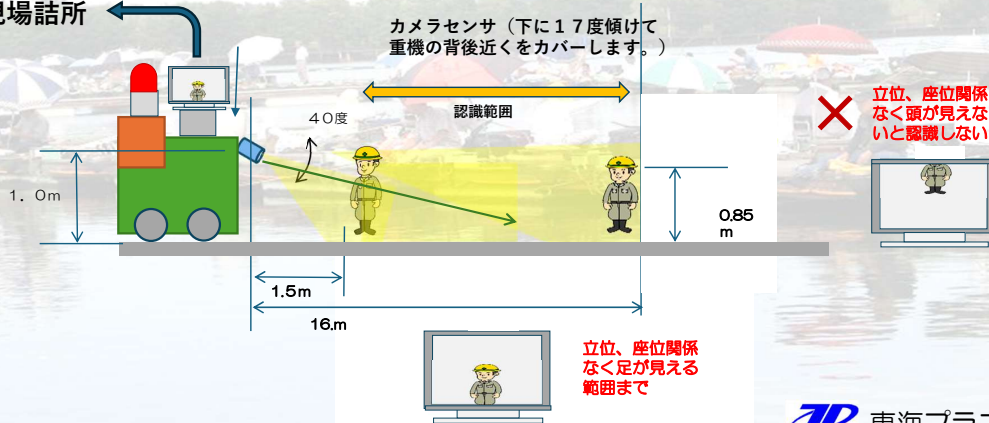
坑内の無線LAN環境下での AIカメラセンサの利用

- ・画像データの中央管理室送信
- ・検知結果の各制御機器への送信
警報、メッセージ表示駆動

注) このシステムは、ヒューマンエラーを回避するための補助機能です。



現場詰所

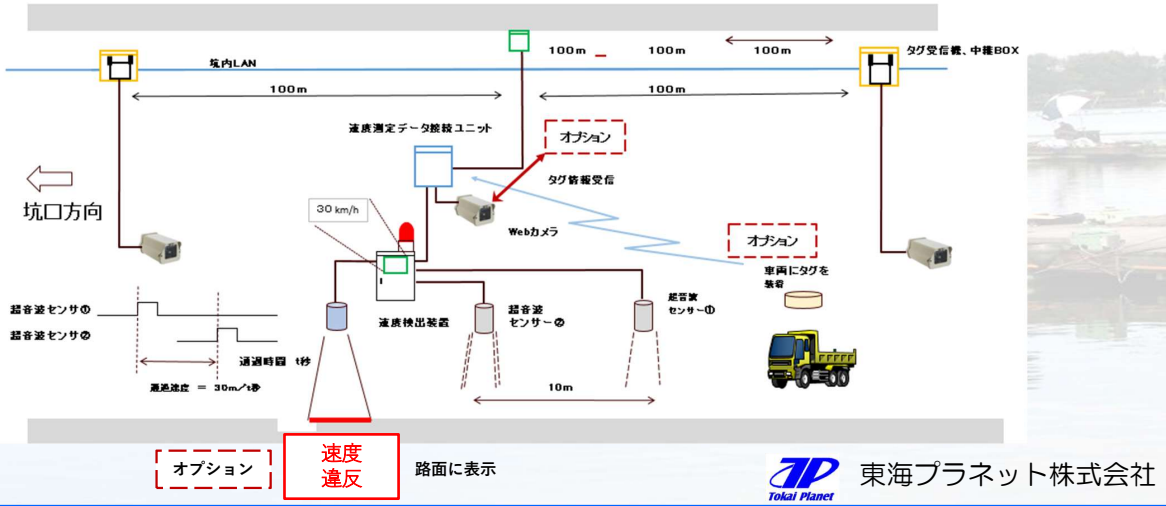


15. トンネル坑内速度監視システム構成図

速度監視機能

- ① 超音波による 速度検出 (双方向検知)
- ② 速度超過を速度データ入力ボックスで判定して坑口の入坑管理PCに送信
- ③ 同時に路面にプロジェクターで「速度違反」の表示を行う
- ④ 坑口管理PCは、速度超過の情報が送られてきたときに、同時にタグの情報を取り込み合わせて事務所に送る

●注意点
スピードガンでは計測範囲が狭くて使用できない

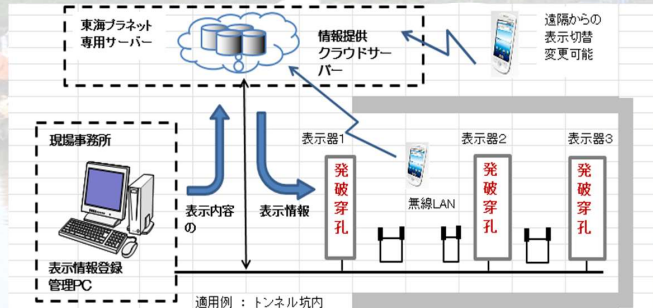


東海プラネット株式会社
Tokai Planet

16. スマートフォンを利用したLED表示システム (品名：切羽情報掲示板)

製品の特徴

- 現場内ネットワーク環境でどこでも設置可能。
- メッセージ、画像表示サイズは、選べます。(最大1, 2m×0, 64m)
- サーバー利用した現場内一括表示が可能(現場外も可能)
- 表示内容：通常表示+緊急時一斉警報画面にも切り替え可能
- どこからでも表示内容切り替え可能(インターネット接続時)
- スマフォ画面から表示選択、現在の表示内容確認可能
- 表示内容登録数制限無し(予め作成しておく)

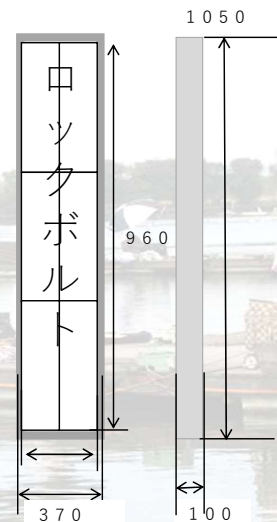


スマートフォン操作画面



ネット接続が出来ればどこからでも設定可能 (トンネル坑内、トンネル外)

LED表示板



東海プラネット株式会社
Tokai Planet

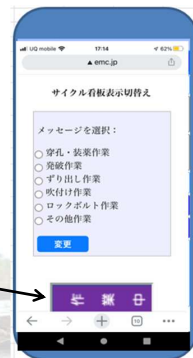
●LED表示機能、仕様

1. 表示機能 :
表示サイズ 96×32cm (H×W)
表示分解能 96×32ドット (H×W)
2. 文字、グラフィック表示
3. 電源 AC100V、DC24V
消費電力 30~150W (表示内容による)
4. 筐体ケース 板金 (屋外仕様)
5. 環境 温度 -10° ~40°

●スマートフォン操作機能

1. 現在の表示内容表示
現在表示している装置の表示内容をスマホ画面に表示します。
2. 表示器は何台でも対応します 注) 同じ表示が出ます。
3. 表示メッセージ選択一覧表示
表示メッセージは自由に指定できます
あらかじめ登録した内容が一覧表示されます
追加メッセージ登録は、弊社にて行います。
4. スマホのブラウザ機能を使います。
5. スマホは、携帯回線/現場内
ネットワークから、クラウドサーバーに接続して利用します。
注) ネットワーク接続環境が必要です。

実際の表示



作業中メッセージサンプル
「発破穿孔・装束作業中」
「ずり出し作業中」
「吹付け作業中」

注意喚起メッセージ
「安全通路を歩行ください」、
「坑内ではマスクを着用ください」

17. トンネル坑内 車両速度制限用ペースメーカーライト

傾斜するトンネル内を通行する車両の速度超過を制限します
ドライバーの視覚による速度制限方式

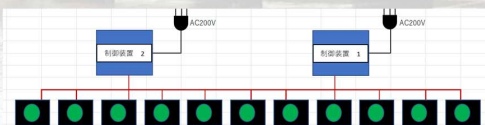
● 装置の特徴

- ① 支保工にLEDをマグネットで簡易取り付け
ワイヤーで接続する構成で、安価で構築可能
- ② トンネル坑内につき、長距離に設置する必要がないため
通信はワイヤー接続で行う

● 装置の拡張性

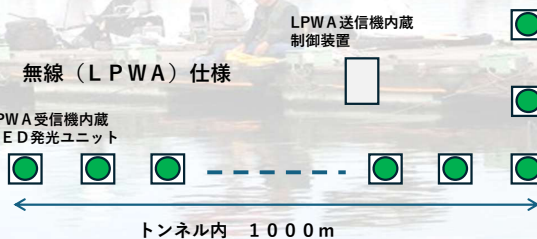
- ① 車両検知と連動して、通過時のみ点灯する
- ② 上り車両の場合は、点灯時間間隔を変更する。
- ③ ワイヤーが張れない場所又は、長距離に及ぶときは
無線化 (LPWA) 通信を利用可能

● ワイヤー仕様



● 無線 (LPWA) 仕様

LPWA 受信機内蔵
LED 発光ユニット



18. トンネル坑口、ヤード運行管理と通信システム構成例

● システムの概要

1日の積み込みのべ台数が数百台となる工事においては、迅速な手順で積み込む必要がある。そのため通信手段としては

- ・ヤード内の無線LAN環境
- ・RFIDタグの活用
- ・携帯回線
- ・スマートフォンの利用

センサとして

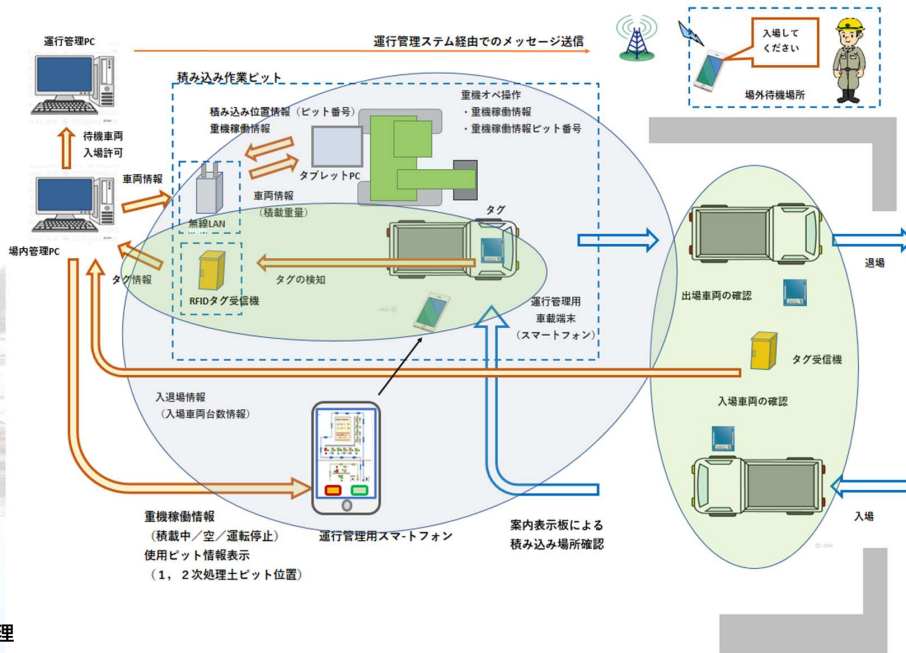
- ・超音波センサー

● システムの機能

- ・積み込みピット場所情報を通知
- ・積み込み完了情報通知
- ・場外待機場所への入場指示
- ・土捨て場先指示

● システムの運用

スマートフォンは、防音ハウスではGPSが使用できないケースもあり、無線LAN環境を必要とする。トンネル坑内の無線と連携して運行管理サーバーとの連携をとる



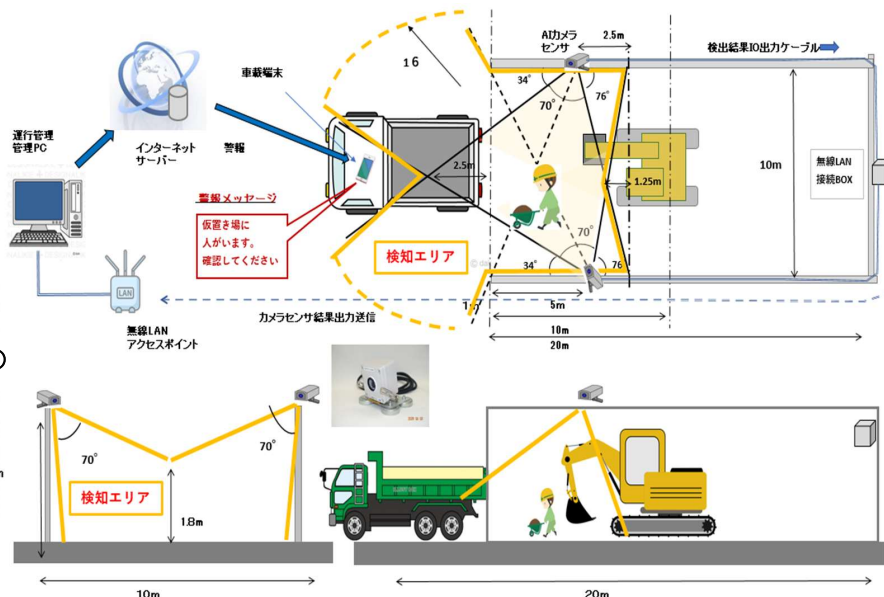
19. トンネル工事における仮置場安全確認監視システム構成図 (積み込み安全管理) - 1

● システムの概要

掘削土の仮置き場からダンプに積み込む時に、運行管理車載端末でその積み込み土砂ピットの位置を指示する。車両が後ろ向きに入中で作業員検知で、接触事故を防ぐことを目的とした

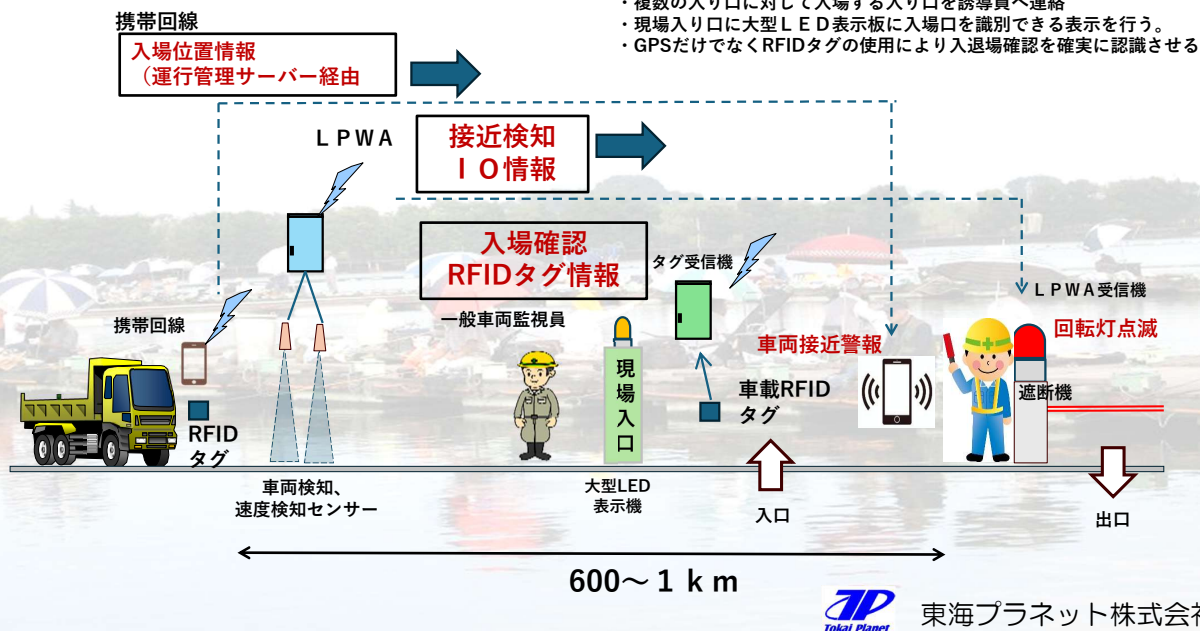
● システム構成

- ・監視カメラ 2台 (土砂仮置き場毎)
- ・無線LAN AP 1台
現場無線LANと連携、運行管理とともに連携、運行管理から、場内支持者に接近情報を出す。
- ・カメラ画像検知BOX 1台



20. 高速道路補修工事における通信システム（運行管理システムとも連携）

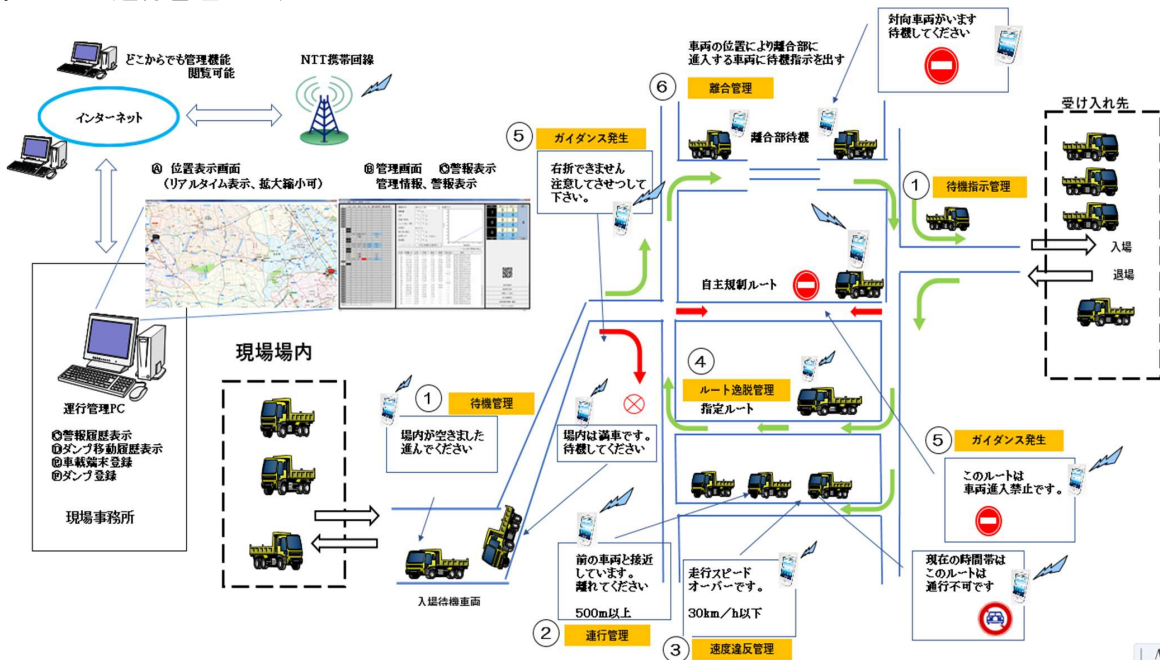
(1) システムの概要



(2) 機能概要

- ① ローカルLPWAを使用した回転灯の遠距離制御
 - ・ケーブル布設がなく直線で数キロメートル可能
 - ・小型、低消費電力、安価
- ② 携帯回線を使用した交通誘導員への自動メール送信
 - ・指定の入場口にのみ連絡
 - ・接近を通報
- ③ 携帯回線を使用し車両搭載RFIDタグ検知で入退場を確認
 - ・指定の入場口に入場したことを確認
- ④ 携帯回線を使用したサーバーへの積載情報連絡
 - ・ドライバーのスマートフォンに重量表示（オプション）

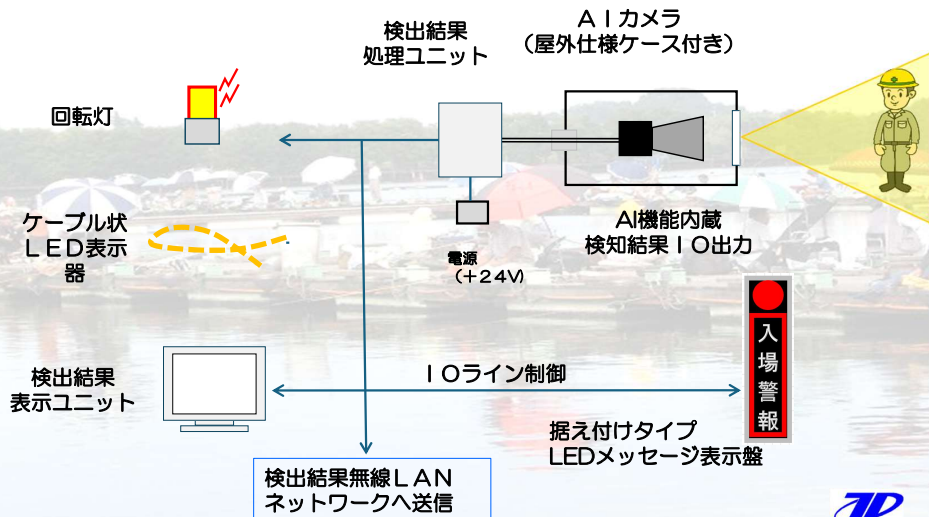
21. ダンプ運行管理システム



東海プラネット株式会社
Tokai Planet

22. トンネル現場へのAIカメラ適用

AIカメラシステム構成



AI仕様概要

- ① 検知対象 80種類
- ② カメラ部一体型 (望遠機能追加可)
- ③ 検知結果 I/O出力 検知対象は、別途設定可能

使用実績
25m先の20mの範囲で
人検知可能

注) 現場適用ニーズに
合わせます。

東海プラネット株式会社
Tokai Planet

23. AIカメラに依るトンネル内重機周囲エリア管理システム

1. システムの特徴

1. 複数のAI学習モデルで検出

- 人、車両、動物、自転車、バイク等 80種類を検知

2. 強力マグネットで設置が容易

- 設置場所を選ばない任意のところに設置
- 重機に取り付け加工無

3. カメラレンズ交換対応可能

- 各レンズ交換可能
- 望遠レンズ、ズームレンズ使用可能

4. 安価で複数台設置可能

- 国内では最安値
- 目的に合わせてカスタマイズ

5. 設置する重機を選びません

- 必要な場所へ、必要な台数可能です。警報の出し方も自由です。

2. 適応エリア：

- ① トンネル内切り羽エリア
- ② 縦坑下エリア
- ③ その他坑内で作業する危険エリア

3. 適応重機：

- ① トンネル内掘削機
- ② 土砂搬送車両
- ③ バッテリーロコ
- ④ その他坑内で作業する重機

AIカメラ



商品名：AIエアースキャンCAM



東海プラネット株式会社

24. AIカメラを利用した交差点制御（特許出願中）

1. システム概要

AIカメラセンサーと超音波センサーを使用して歩行者・一般車両を優先する安全に配慮し、交通誘導員削減を目的とした交差点システムです。

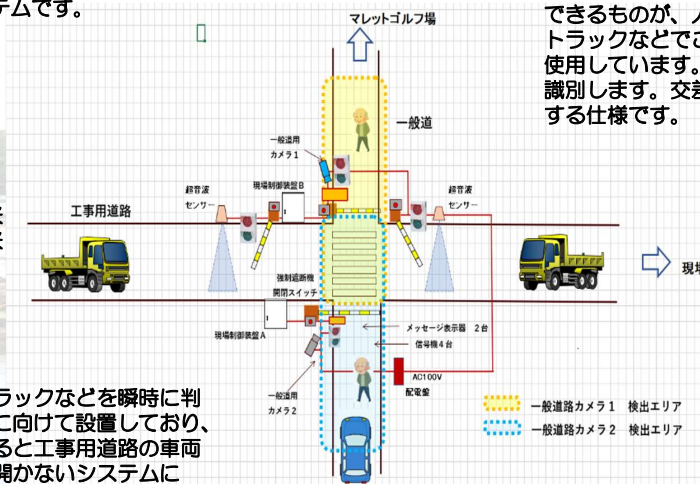
2. システム構成

AIカメラセンサ	2台
超音波センサ	2台
LEDメッセージボード	2台
制御装置	2台
信号機	4台
カーゲート	4台
注) *印は他社製	

3. AIカメラセンサ機能

カメラの画角に入った人・車・トラックなどを瞬時に判別します。当システムでは一般道に向けて設置しており、カメラセンサーで人・車を検知すると工事用道路の車両が接近しても工事用道路のバーが開かないシステムになっています。

交通誘導員削減



- AIカメラセンサーについて
当社のカメラセンサは、一般の防犯カメラを当社が独自にカスタマイズして使用しています。当社は制御出力を持たせ、検知できるものが、人、自転車、普通車トラックなどでこれを指定して使用しています。カメラは80種類を識別します。交差点では人のみ検知する仕様です。



東海プラネット株式会社

25. サイバーセキュリティの取り組み (1) 計測制御機器への適用

現在一般電子機器についても、ネット接続の有無にかかわらず対象範囲に入ることとなっています。従って、ネットにつながっていないから、外部からの悪意ある侵入がないと考える事は、危険です。

ネットに接続されていなくても、その機器でCPUが組み込まれていてソフトで稼働している機器は、その利用しているソフトライブラリーに潜んでいる、悪意ある侵入者があることを、認識する必要があります。

現在はこれを避けるため、ソフトのライブラリ管理をSBOM (Software Bill Of Materials) によって行おうとしています。これは、組み込まれるソフトをソフトの部品表で管理します。使用ソフトの履歴、検証等をこれで確認して安全性を確保します。

その上で、通信で起こす障害も含めて、リスク管理が必要となってきます。

(2) 当社のサイバーセキュリティ管理体制

医療器を開発している当社としては、この品質管理システムに、今回のサイバーセキュリティの対応について関連させることを進めています。

一般機器でもCPU内蔵の制御機器については、サイバーセキュリティ対策を実施して行く必要があります。建設機械の、暴走等あってはなりません。どんな機器でも最大限のリスク分析を行い、対策を講じていく必要があります。現在経産省からその対策について通達が出されています。

今回の通信についても、通信異常がもたらすリスクは、どのような物があるかをきちんと整理しておくことが必要と考えます。その上で、その対策をどの様にするかを、予め決めておき、対策ソフトの追加、ドキュメントの整理等おこないます。


26. 委員からのご質問に対して

(1) トンネル坑内における各通信インフラのメリット、デメリット

コメント：無線LAN、LPWA、ローカル5Gについては、先に示した比較表を参照ください。トンネル坑内ではLANを有線（光ケーブル）でつなぎ、途中の接続部から分岐して無線LANで各機器と接続する事が、実用的である。指向性無線LANアンテナで長距離通信は、その要求仕様により決まる。

(2) トンネル坑内でのスマートフォンの活用について聞きたいこと、困っていること

コメント：スマートフォンのOSの更新の頻度が多く、スマートフォンアプリソフトの頻繁なバージョンアップ対応に苦慮している。ただしスマートフォン活用ニーズは高くなってきている。トンネル内は無線LANに接続して利用するが、リアルタイム性を求める機械制御に対しては、システムの組み方にも依るが時間遅れなどが問題となる。無線による通信中断もあり、パケット量の増加、エラー再送などがどれだけ軽減できるかで、決まる。仮設であることもありあくまでも、簡単な制御端末としての利用となる。

 東海プラネット株式会社

(3) センサー系の通信伝達方法

コメント：一般的には

長距離用 無線LAN、ローカルLPWA、


短距離用 Bluetooth、ZigBee

利用場面では、

- ①センサー受信BOXを使用して、Bluetooth、ZigBeeでデータを収集してネット接続する。センサデータのサンプリング速度により、計測ボードの機能が異なってくる。
- ②無線LAN アクセスポイントは、無指向性の場合はトンネル内で100～200mであるが、坑外では、それ以下となってしまう。
- ③ローカルLPWAは、通信量は多くとれないが、2～15kmの範囲で利用が可能で、当社でも高速道路での現場入退場などでセンサデータ取得に利用している。

(4) ローカル5Gについて

コメント：最初にご説明していますので、詳細は、割愛しますが、ローカル5Gについては、費用の点、設置の点で現在は実用的でないと考えます。専任の通信技術者も必要である。ビル建設工事でも、地上から高いところには、補助のアンテナが必要である。電波の帯域が高いので直進性が高く、限られた条件で採用されることになる。メッシュネットを採用しても、遮蔽物の位置関係の調整で設置の手間がかなりかかる。画像データの送信では、現在の無線LANで十分と考える。トンネル内での現時点での採用は難しいと考える。今後に期待したい。

 東海プラネット株式会社

(5) 通信トラブルについて

コメント：一口に通信トラブルと言っても多岐にわたる。
そこで当社が経験した通信トラブルとなった事例で示す。

①ネットワークトラブル

トンネル坑内では、LANケーブルの断線、光ファイバーの断線、LANコネクタの接触不良等がある。これは、すぐに故障箇所は判明するがネットワーク上で、設置してからのトラブル発生には、プログラムのバグ、予期しない多量のデータ、ハードウェアの初期不良、ノイズ対策の不良、電源環境の不備等があげられる。これらがLANのエラー率を引き上げスムーズな通信が出来ないという事態になる。又無線化により通信中の中断等も発生する。

②機材の選定

昨今のボードコンピュータにおいては、高機能の製品が次々と出てきているが、実際に使用する機能に対してはオーバースペックとなっている。パソコンに匹敵するくらいの1チップCPUでは、機能がありすぎてハングアップする。当社でも、必要以上の機能は取り除いて、シンプルにして利用している。機材の選定後のそのようなカスタマイズが重要なポイントと考える。



東海プラネット株式会社

27. 東海プラネット株式会社 会社紹介

当社は、計測技術を軸に色々なジャンルで製品化を図ってきました。
メーカーとして機器の開発ではCPUその他使用部材を自社で調達から行い設計製作をしています。

今回ご紹介したシステム及び単品商品は、海外から直接調達を行って製作しています。
従って、他社よりも安価に製作が可能となり、また国内入手困難な部材も調達が可能となっています。これが当社の最大の強みでもあります。

今まで主にトンネル工事に関連した機器を提供してきていますが、その技術は、その他の土工事等でも利用することが可能です。今回会社紹介させていただきましたので是非今後に向けて新規開発、改良案件など、是非ご相談いただければと思います。

許認可

- ・建設業の許可 電気通信工事業 東京都知事許可（般-4）第155277号
- ・電気通信事業者 届出番号 A-28-152665
- ・第二種医療機器製造販売業 許可番号 1382X10274



東海プラネット株式会社

(1) 土木工事関連 システム紹介 -1

種別	システム名	概要	使用技術／機器
坑内設備	坑内通信設備	<ul style="list-style-type: none"> 坑内ネットワーク 電話 警報 ペーシング 	<ul style="list-style-type: none"> SIPサーバー スマートフォン
坑内設備	入坑管理 入退場管理 警報管理 坑内監視カメラ	<ul style="list-style-type: none"> タグ／無線LANを利用した位置管理システム 警報入力、発生表示機能 坑内設置全カメラ監視 	<ul style="list-style-type: none"> RFIDタグによる位置検知 AIカメラセンサ 人、車両検知 車両接近センサ 警報用LED表示板 信号機 ビデオカメラ
坑内設備	坑内速度超過管理	工事車両のみの入場許可又は入場制限を行う。運行管理システムとも連携して機能する	<ul style="list-style-type: none"> 車両検知センサー LED表示板
坑内設備	切羽情報掲示	切り羽の作業を表示 坑内どこでも表示設置	<ul style="list-style-type: none"> スマートフォン



東海プラネット株式会社

土木工事関連 システム紹介 -2

種別	システム名	概要	使用技術
運行管理	土砂搬出車両 運行管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 車両位置管理 (屋内も追加可能) 位置情報、警報情報、履歴表示 端末登録、車両登録、土捨て場録 ルート逸脱、速度違反、連行警報待機指示、離合管理機能 ガイダンス警報発生 	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔通信制御 (携帯回線) RFIDタグによる位置検知 LED表示器 DBサーバー (運行管理情報)
運行管理	バッテリーロコ 運行管理システム	<ul style="list-style-type: none"> タグ／無線LANを利用した運行管理システム 車両位置を判定する。トンネル坑内では、無線LAN、AP又はタグで位置の検知を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> タグによる位置検知 AIカメラセンサ 人検知 車両接近センサ 警報用LED表示板 信号機
入退管理	高速道路の 工事現場入退場 管理システム	一般車を排除し、工事車両のみの入場許可又は入場制限を行う。 運行管理システムとも連携して機能する	<ul style="list-style-type: none"> 遠隔通信制御 (携帯回線) 長距離無線制御 (2~3km) 接近車両検知センサー LED表示器 スマホ車両接近警報表示 太陽光発電



東海プラネット株式会社

土木工事関連 システム紹介 - 3

種別	システム名	概要	使用技術
警報管理	歩行者優先交差点システム	80種の検知機能を持ったAIカメラでバス、ダンプ、普通車バイク、自転車、通行人などの検知を行い現場入場時、出常時安全を確認して移動する。ワイヤレス対応 ●特徴 小型、安価	<ul style="list-style-type: none"> AIカメラセンサ 接近センサ LEDメッセージ表示板 信号機 遮断機
離合管理	離合部運行管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 複数の離合部がある道路でダンプの進行を管理してスムーズな離合管理を行う。 運行管理システムとも連携する ●特徴 無線、有線仕様	<ul style="list-style-type: none"> AIカメラセンサ RFIDタグ、RFIDタグ受信機 接近センサ LEDメッセージ表示板 信号機、遮断機
過積載管理	過積載防止出来高管理システム	<ul style="list-style-type: none"> 掘削土積み込み重量を確認して過積載防止が可能 車両情報をカードに記録し車両毎の最大積載量を確認 荷姿をカメラでドライバーが確認可能 質量を登録する(岩種ごとに)地山土量への換算値集計 出来高管理機能 運搬重量出来高の把握 	<ul style="list-style-type: none"> トラックスケール(提携品) 管理PC(過積載管理、出来高管理) LEDメッセージ表示器 遮断機



東海プラネット株式会社

(2) 土木工事関連 単品製品紹介-1

種別	適用	概要	使用技術
AIカメラセンサ	<ul style="list-style-type: none"> 入退場通過検知 危険エリア侵入検知 重機後方監視 バッテリーロコ前方監視 現場出場時の出口監視 離合部の車両検知 縦坑上下人検知 交差点通行監視 	●特徴 ① 単品で動作、小型、軽量 ② 検知対象 約80種 ③ レンズ交換(ズーム利用可) ④ I/O出力可能 (LPWA無線により遠隔制御能)	<ul style="list-style-type: none"> AIカメラセンサーカスタマイズ
AIカメラセンサ	<ul style="list-style-type: none"> 入退場車両通過検知 現場入出場作業員検知 	●特徴 ① 単品で動作、小型 計量 ② 二次元バーコードを検知 ③ レンズ交換(ズーム利用可)	<ul style="list-style-type: none"> 二次元バーコードカメラセンサカスタマイズ
RFIDタグ	<ul style="list-style-type: none"> 入退場検知 移動体接近検知 	●特徴 ① 自社タグにつき検知仕様変更可能(検知インターバル、感度) * 受信機は汎用品でも対応	<ul style="list-style-type: none"> RFIDタグ(自社製)



東海プラネット株式会社

(2) 土木工事関連 単品製品紹介-2

種別	システム名	概要	使用技術
車両検知	・車両速度超過検知	●特徴 ①小型軽量 ②I/O出力 ③屋外仕様	・超音波センサカスタマイズ
環境計測	・現場場内環境計測	●特徴 ①計測項目 振動、騒音、粉塵、濁度 PH ②システム機能 遠隔監視警報発報	・任意の環境計測システム構築 ・計測器は汎用品利用
太陽光発電	遠隔装置用電源システム	●特徴 ①電源配線困難箇所設置 ②小型軽量	・任意の太陽光発電設計製作

(3) 医療機器製品製造販売

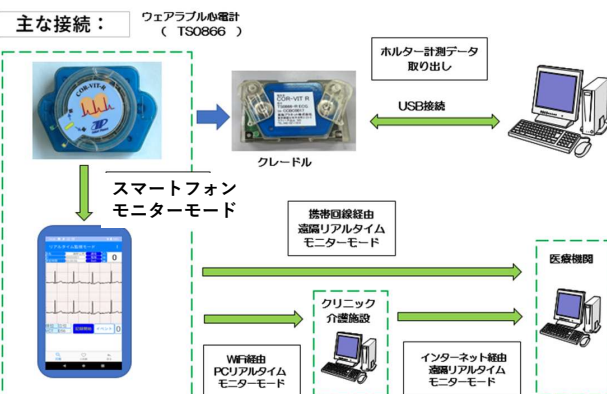
ウェアラブル心電計測ユニット COR-VIT-R

主な特徴：

軽量・コンパクト：
55mm×40mm、厚さ12mm、重さ22g(電池含む)
長時間計測：
連続計測72時間 (ボタン電池 CR2450)
簡単装着：
心電波形を見ながら、最適な電極装着位置確認

製品仕様：

- ・1CH 心電計測
- ・体位センサ内蔵
- ・250Hzサンプリング
- ・



(4) へら鮎釣り管理釣り場用計量システム

システム開発のテーマ

- 1、キャッチ&リリース感覚でへら鮎の重量が計れること
- 2、釣り人全員の釣果の途中経過がリアルタイムで表示出来ること
- 3、競技会参加で順位がリアルタイムで釣り座で表示されること
- 4、個人の釣果表を自動作成し表示・記録が出来ること
- 5、競技会の様子が、Web公開され誰でも見ることが出来ること

スマートフォン画面（大会実況）



大会情報
インターネット
接続



無線LAN
アクセス
ポイント



TD 東海プラネット株式会社
Tokai Planet

(5) 弾丸速度測定装置（小火器用）

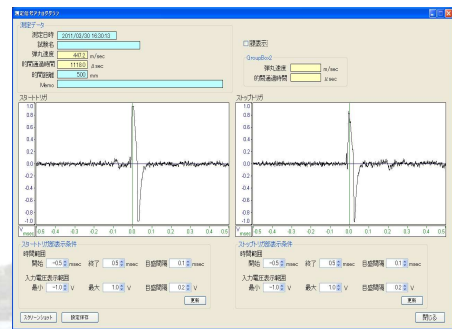
用途：銃火器の性能評価、耐弾性能評価、違法改造銃性能評価

- 特長
- ★ 最大2000m/s（実績は1200m/s）
 - ★ 検出スクリーンは赤外光を採用
白色光の影響を受けにくい
 - ★ 弾丸通過時の検出波形確認できる
 - ★ デジタル、アナログ両方で計測
 - ①検出パルスによる自動速度計測
 - ②PC画面から手操作で目視計測

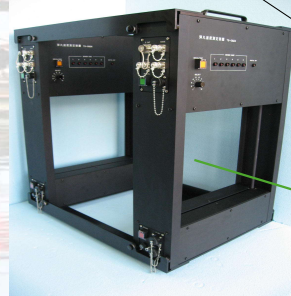
納入先 防衛省、警察庁、銃器メーカー

仕様（単射-1の間）

1	測定範囲	10m/s~2000m/s
2	検出スクリーン	400mm×500mm
3	最小検出サイズ	直径4.5mm
4	出力	波形整形出力、原波形出力
5	の間距離	任意設定（標準500mm）
6	時間分解能	100ns（弾速計測PCシステム）
7	精度	±1%以下（の間距離500mm）
8	1組の外形寸法	約W570×H800×D620（mm） （写真の組み立て時）
9	重量	約10kg/センサ
10	電源	AC100V±10%、230VA
11	環境性能	室内射場、結露と腐食ガス不可



計測画面



弾丸



TD 東海プラネット株式会社
Tokai Planet

ご静聴ありがとうございました。

本資料に関してのお問い合わせ先

東海プラネット株式会社
東京本社 : 東京都国分寺市本町2-23-5
 ラフィーネ込山3 503
 TEL : 042-321-1910
 FAX : 042-322-6973
高崎事業所 : 群馬県高崎市新保町1726-1
 TEL : 027-360-5263
URL : <https://tokai-planet.jp/company/>



東海プラネット株式会社

東海プラネット(株)意見交換

質問内容	回答
<p>①LPWA通信とは？ ②機器構成は？</p>	<p>①920MHZの通信です。各家庭に使われている電気メータ等に使用している。通信がコンパクトで安価なもので使用。(ダンプ入坑管理、場所を限定下使用方法) ②送信機と受信機から構成される。東海プラネット社製、1セット5～6万円程度。</p>
<p>フェースメーカーライト どういう風に検</p>	<p>速度を20 km決めたら20 kmに合わせたタイミングで ライトが 点灯します。自動的に 探してこれがスピードが20 kmだよっていう形です。高速道路や外環、中央道でセットしているのは聞いたことがあります。最近は高速道路の渋滞 緩和のために用いているところもある。</p>

東海プラネット

無線通信は、LPWA を利用したシステムを得意とする。

坑内通信は有線がメイン、光ファイバーを利用

シールド&山岳トンネルでは、搬出土砂のダンプ運行管理の実績あり

→スマホの活用、サイバーセキュリティー

▶ローカル 5G

通信距離 1km、通信速度早い、でも高価

▶LPWA 900MHz 帯

通信距離 長距離、通信速度遅い、でも安価

注意点：たれ流し（連続通信）NG ←電波法にて

※低電力のため、電池駆動で長期間利用可能

質：連続通信できない？(電波法)

質：低電力 ソーラーok

LPWA (Low Power Wide Area-network)

建設DXを加速させるローカル5G／ギガらく5G

2024年11月8日
東日本電信電話株式会社
ビジネス開発本部
西原 英 臣

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

アジェンダ

- I. ローカル5Gについて
- II. マネージド・ローカル5Gサービス「ギガらく5G」について
- III. 建設現場における無線環境の現状・課題
- IV. ローカル5Gを活用した建設現場での実証
- V. 最後に

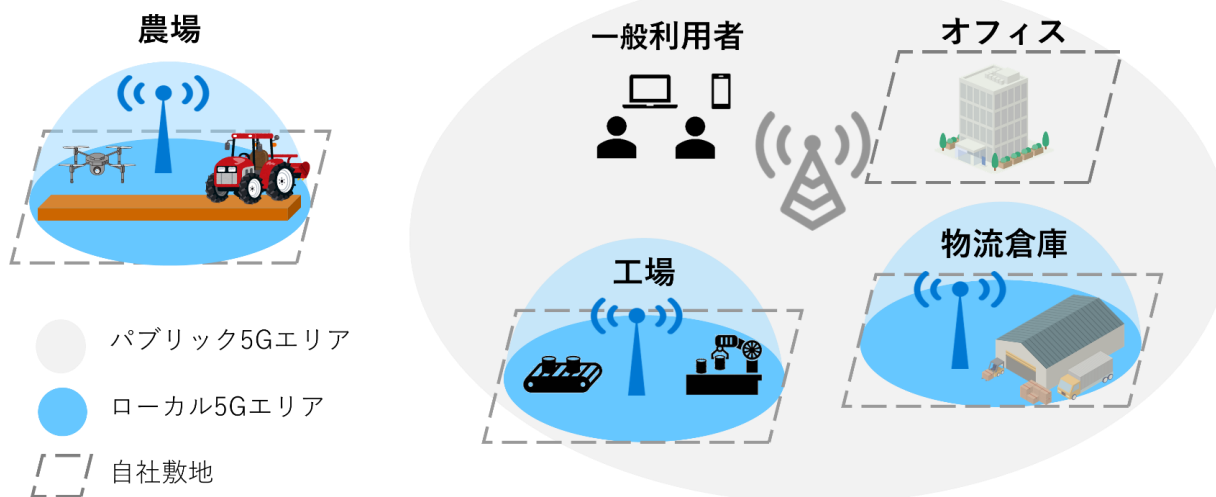
Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

I. ローカル5Gについて

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

ローカル5Gとは

- 第5世代移動通信システム（5G）：「超高速(10Gbps)」、「超低遅延(1msec程度)」、「多数同時接続(100万台/km²)」
- ローカル5Gは、地域の企業や自治体等の様々なユーザが、「**自社の敷地で**」「**自社の投資で**」「**自社専用で**」構築できる5Gシステム
- エリア展開がすぐに進まない地域でも**独自に5Gシステムを構築・利用**することが可能
- **免許で守られた電波のため干渉や他ユーザのトラフィック利用にとらわれることなく、高速大容量・低遅延通信の安定利用が可能**

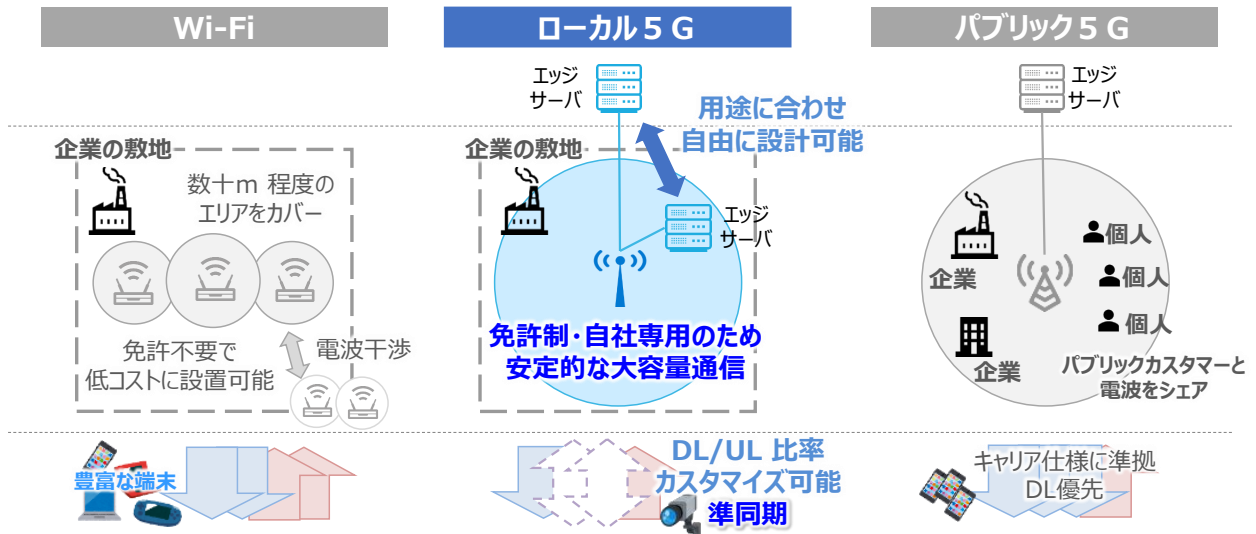


Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

ローカル5Gの特徴（Wi-Fi／パブリック5Gとの比較）



- ライセンスバンドの利点を活かし、**高速大容量の安定利用を実現**
- **個社ごとの用途・ニーズに合わせた、DL/UL比率のカスタマイズ**や**エッジの配置が可能**



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

NTT東日本のローカル5Gに関する歩み



- Wi-Fi時代からのプライベートワイヤレス提供の実績
- ローカル5G等プライベートワイヤレスにおける多くの様々なユースケースへの取り組み



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

Ⅱ. マネージド・ローカル5Gサービス「ギガらく5G」について

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

マネージド・ローカル5Gサービス『ギガらく5G』概要

事務手続きから設計・構築・運用までのトータルITOをワンパッケージで提供可能。

5G ギガらく5G

電波シミュレーション

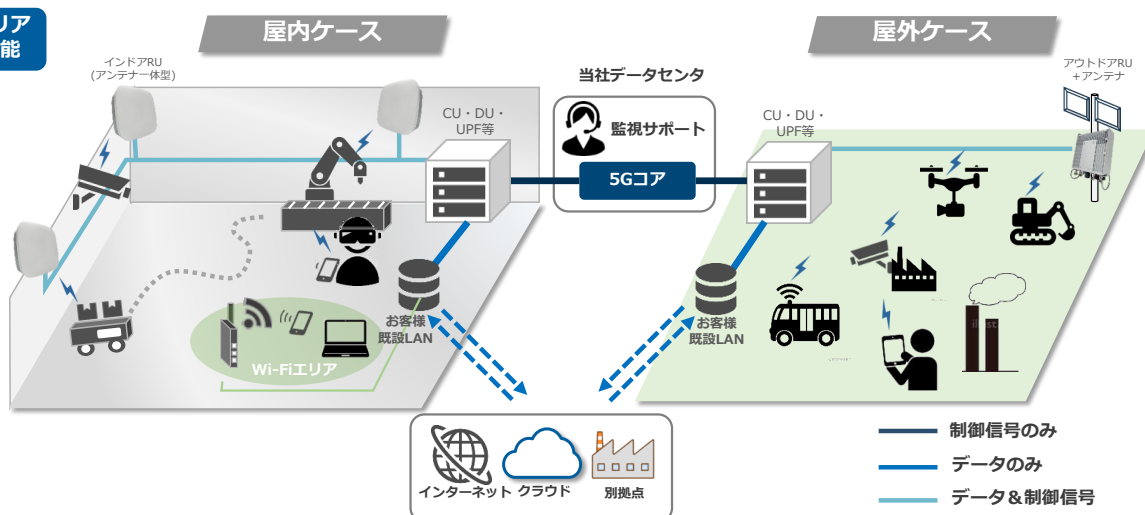
置局・NW設計

免許取得

NW・ソリューション
構築

運用・お客様
サポート

全国エリア
提供可能



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

<RU・インドアHUB・アンテナ>



<お客様拠点ラック搭載イメージ>

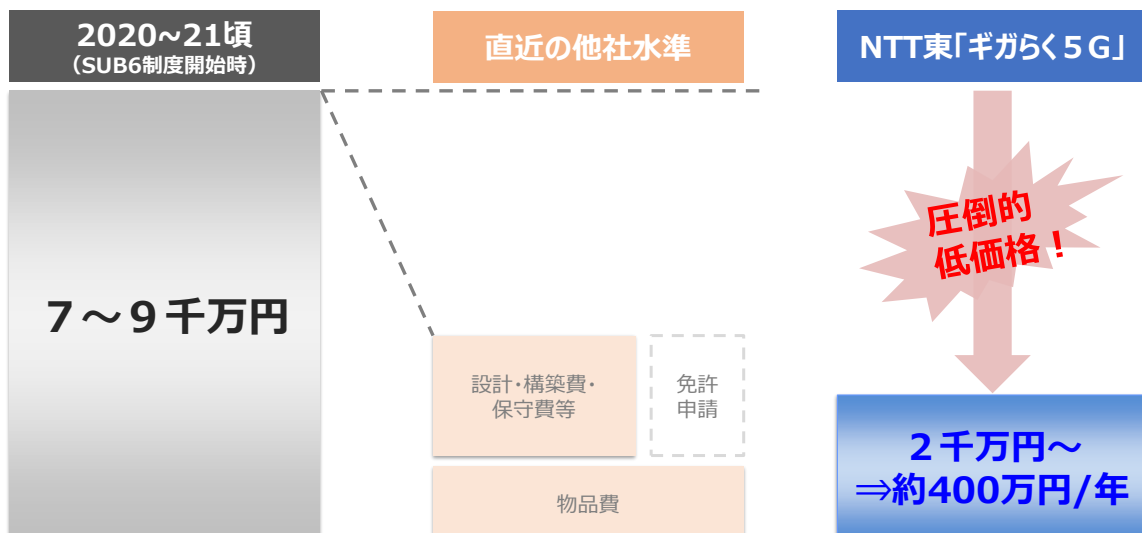


Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

ローカル 5 G 導入金額イメージ

■ NTT東日本の「ギガらく 5 G」は、ローカル 5 G 市場における価格の低廉化を実現。

一般的な5年総額費用 ※1基地局・最小構成イメージでの、イニシャルコスト（物品費、設計・工区・免許取得）+ランニングコスト（保守、利用料）



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

(参考) 『ギガらく5G』システム諸元



- 準同期TDD（上り速度を偏重）に対応し、400Mbps超を実現。
- 理論値に近い高品質なスループット環境を提供。

項目		内容			
構成		5G SA構成			
準拠仕様		3GPP Release 15			
通信方式		TDD			
セルスループット※1	同期TDD (下り:上り2)	理論値	ダウンリンク: 最大1,488Mbps アップリンク: 最大230Mbps※2	実測値	ダウンリンク: 最大1,340Mbps アップリンク: 最大210Mbps※2
	準同期TDD (下り4:上り4)		ダウンリンク: 最大988Mbps アップリンク: 最大466Mbps※2		ダウンリンク: 最大945Mbps アップリンク: 最大433Mbps※2
MIMO		ダウンリンク: 4Layer アップリンク: 4Layer			
変調方式		QPSK/16QAM/64QAM/256QAM			

※1 送受信時の技術規格上の最大値であり、実際の通信速度は通信環境等に応じて変化します。
 ※2 セルスループットは2layer時の値となります。

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

11

(参考) 直近の主な導入実績



- <物流> 野村不動産
- <空港> 成田空港
- <製造> トヨタ自動車
- <教育（農業）> 北海道大学
- <展示場> インテックス大阪

様々な業種において、ローカル5Gの導入が始まりつつある状況 →実証から実装へ

News Release

NTT 東日本グループ

物流DXを推進する企業間共創プロジェクト 効果検証拠点「習志野TechrumHub」環境を構築（12月1日運用開始）～物流施設で「千からく5G」を初導入～

野村不動産株式会社（本社：東京都港区、代表取締役社長：松尾 大希）、国土交通省（本社：東京都千代田区、代表取締役大臣：萩生田 光一）、NTT 東日本（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：藤田 一也、以下「NTT 東日本」）、NTT 東日本システムソリューションズ株式会社（東京都港区、代表取締役社長：高橋 誠、以下「NTT システム」）、NTT 東日本ネットワークサービス株式会社（東京都港区、代表取締役社長：高橋 誠、以下「NTT ネット」）の連携により、「習志野TechrumHub」の構築が完了し、12月1日より運用を開始しました。

本施設は、国土交通省主催「習志野地区域向けスマート社会実験」の一環として、習志野地区域向けに「千からく5G」を導入し、物流施設での実証実験を実施しています。

■ 1. 背景、目的

習志野地区域は、国土交通省主催「習志野地区域向けスマート社会実験」の一環として、習志野地区域向けに「千からく5G」を導入し、物流施設での実証実験を実施しています。

News Release

NTT 東日本グループ

トヨタ自動車における工場内DXの推進にローカル5Gサービス導入について

NTT 東日本（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：藤田 一也、以下「NTT 東日本」）、NTT 東日本システムソリューションズ株式会社（東京都港区、代表取締役社長：高橋 誠、以下「NTT システム」）、NTT 東日本ネットワークサービス株式会社（東京都港区、代表取締役社長：高橋 誠、以下「NTT ネット」）の連携により、「トヨタ自動車」の工場内DXの推進に「千からく5G」を導入し、工場内での実証実験を実施しています。

■ 1. 背景、目的

トヨタ自動車は、工場内での実証実験を実施しています。

News Release

NTT 東日本グループ

北海道大学スマート農業教育研究センター ネットワークライツNTT 東日本 ミライ共創ラボ およびギガらく5Gサービスの開始

NTT 東日本（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：藤田 一也、以下「NTT 東日本」）、NTT 東日本システムソリューションズ株式会社（東京都港区、代表取締役社長：高橋 誠、以下「NTT システム」）、NTT 東日本ネットワークサービス株式会社（東京都港区、代表取締役社長：高橋 誠、以下「NTT ネット」）の連携により、「北海道大学」のスマート農業教育研究センターに「千からく5G」を導入し、スマート農業の実証実験を実施しています。

■ 1. 背景、目的

北海道大学は、スマート農業の実証実験を実施しています。

News Release

NTT 東日本グループ

インテックス大阪における新たなイベント・コンベンションの創出に向けたMICE-NET Local 5Gの導入について

NTT 東日本（本社：東京都千代田区、代表取締役社長：藤田 一也、以下「NTT 東日本」）、NTT 東日本システムソリューションズ株式会社（東京都港区、代表取締役社長：高橋 誠、以下「NTT システム」）、NTT 東日本ネットワークサービス株式会社（東京都港区、代表取締役社長：高橋 誠、以下「NTT ネット」）の連携により、「インテックス大阪」に「千からく5G」を導入し、新たなイベント・コンベンションの創出に向けた実証実験を実施しています。

■ 1. 背景、目的

インテックス大阪は、新たなイベント・コンベンションの創出に向けた実証実験を実施しています。

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

(参考) ローカル5G対応端末



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

Ⅲ. 建設現場における無線環境の現状・課題

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

Wi-Fi利用時のケース

● 電波干渉により、通信が不安定になるケースがある

- ・都会の建設現場において周囲のWi-Fiとの干渉、建材の遮蔽物、広範な現場を隅々までカバーできず通信が不安定になるケースがある



キャリア4G・5G利用時のケース

● LTEが届かない・通信速度が足りないケースがある

- ・地方の建設現場において、キャリアの電波が届かないケースがある
- ・電波が届く現場でも、大容量データの送受信には通信速度が足りず、安定して通信できないケースがある

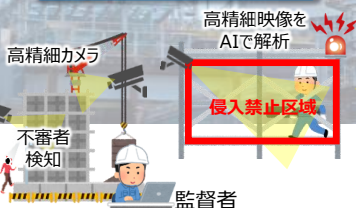


ローカル5Gの活用

敷地内でのタブレット利用

- ・BIMデータ確認
- ・インターネット利用
- ・社内網へのアクセス等

遠隔監視・侵入検知



遠隔臨場



ドローン点検



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

IV. ローカル5Gを活用した建設現場での実証

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

建設現場におけるDXソリューション全体像



- 現場作業の稼働削減・安全性確保のために、カメラ・ドローンによる遠隔進捗確認や重機の遠隔制御が有効と想定。
- 重機や建屋の遮蔽物が多く、シームレスに通信可能な無線環境が求められる。

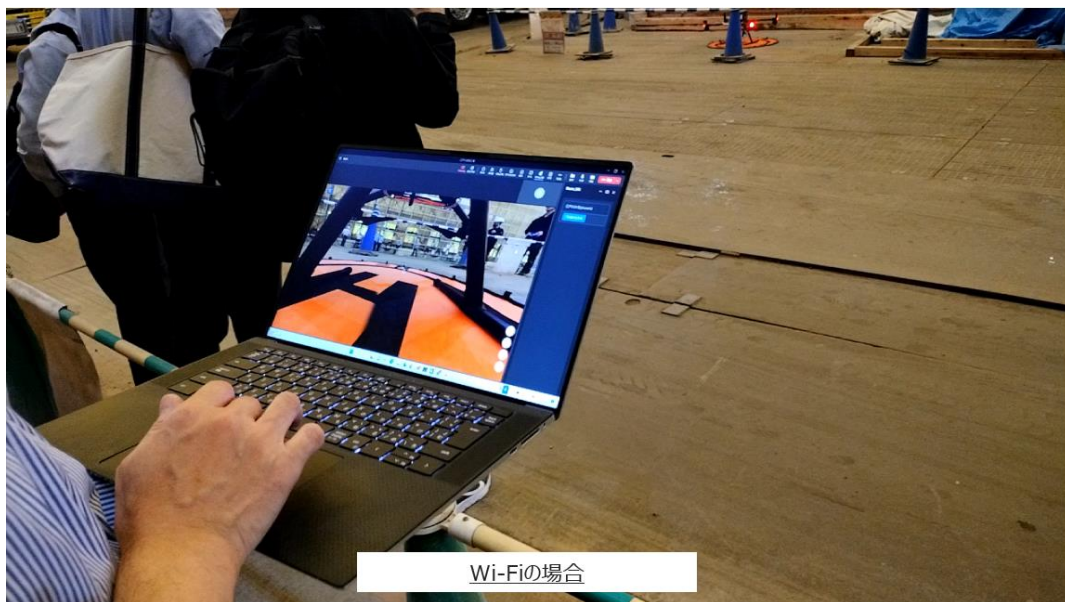


Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

ローカル5G×ドローンによる映像伝送 (1/2)



<現場(約150m×90m)でのドローン飛行・映像伝送の様子>



Wi-Fiの場合

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

<現場(約150m×90m)でのドローン飛行・映像伝送の様子>



超高速・低遅延の特長を持った**ローカル5Gによるドローン巡回**を実現

～ 現場状況をリアルタイムで、クリアに確認可能 ～

<現場でのiPadを活用したBIM閲覧の様子>

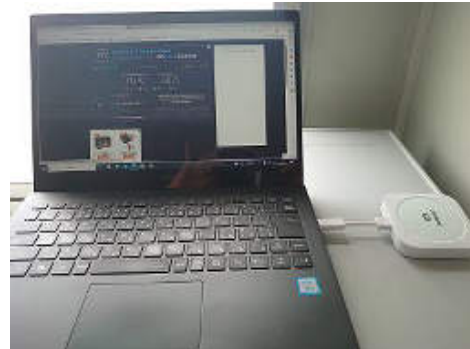


免許で守られた**ローカル5Gによる現場でのBIM閲覧**を実現

～ 光回線・携帯キャリアの**不感エリア**においても、安定的な運用が可能 ～



COMPAL Tributo (iPad用)

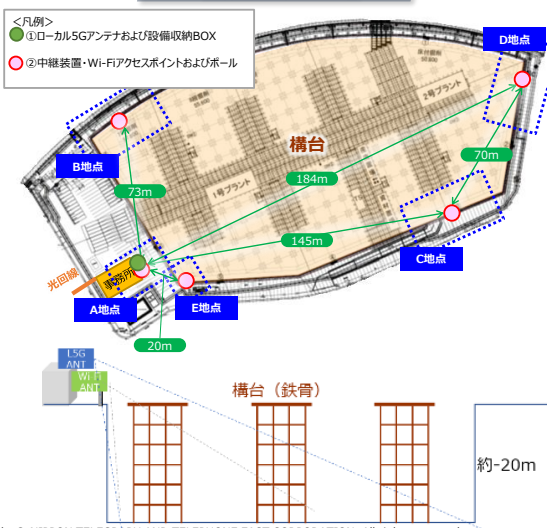


ASKEY NDQ1300 (iPad・Windows用)

土木現場におけるローカル5G等を活用した広域高速無線環境実現に向けた実証実験

- 土木現場(大規模掘削現場)における最適な広域高速無線環境の実現においてローカル5Gの活用が有効であることを確認
- 今後、建設現場のDXに最適な広域高速無線環境の展開を図りながら、建設現場業務の新たな働き方の実現に向けて取組みを推進

実証フィールド



実証結果



- 約200m×約100m、深さ約20mの広域掘削工事現場において、1つのローカル5G基地局でカバーできることを確認
- アンテナとの見通しがとれる約200m離れた地点においてローカル5G通信によりアップリンクおよびダウンリンク共に安定して数百Mbpsのスループットを確認
- 鉄骨等の障害物によりアンテナが視認できない掘削面においてローカル5G通信によりアップリンクおよびダウンリンク共に概ね100Mbpsのスループットを確認
- 障害物等により電波が届きづらい掘削面においてローカル5Gを中継回線としたWi-Fiアクセスポイントにより数百Mbpsのスループットを確認
- トラックや重機の動きに影響されずに、ローカル5Gの終始安定したスループットを確認
- 全てのローカル5G接続地点においてアプリケーションおよび4Kカメラが快適に利用できることを確認
- ローカル5G装置および設備収納BOXについて、建設現場環境において長期間安定して動作することを確認

広大な敷地におけるローカル 5 Gを活用した広域LANソリューション



- プラントや港湾等の広大な敷地を保有するお客様において、電波が弱い、行き渡らないエリアが生じている課題が顕在化
- 高出力・免許制のローカル 5 Gの活用により、広域カバー・高速大容量の安定通信を提供し、ベーシックな通信環境(タブレット利用等)を実現
- 様々なDXツールとの組み合わせ(構内音声通信、映像監視、自動搬送車等)やWi-Fiバックホールとしての利用も可能

ソリューション概要

参考

広大な敷地のエリアカバーにおいて、より高出力なローカル5Gに優位性有り(基地局設置“少”⇒配線・配管・電源等の初期費用抑制)

<エリアカバーイメージ>



【費用イメージ】
月費用：平から5G (4基地局)：13.5万円 VS Wi-Fi(64AP)：27万円 ※SI構築
初期費用(機器・配線・配管・電源等)：平から5G：2000万円 VS Wi-Fi 1620万円

28ヶ月目以降はローカル5Gがお得

参考

小型・軽量のドングル(ローカル5G端末)の登場により、タブレットやノートPCのローカル5G接続がより実用的に



タブレット・ノートPCとの接続イメージ



ローカル5Gの強み

- 高出力 ⇒ 広域カバーレジ
- 独自の5G ⇒ 任意の場所に設置可能(敷地内)
- 免許制 ⇒ 安定通信(干渉無・他者利用の影響無)
- 5G ⇒ 高速大容量・低遅延



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

(参考) ローカル 5 Gを活用した分身ロボットの遠隔制御ソリューション



- ローカル 5 G (大容量・低遅延) を活用することで、分身ロボット (OriHime-D) のナチュラルな遠隔操作を実現
- 障がいや病气などの理由で外出困難な人々の雇用と活躍の場の拡大や、場所にとられない新たな働き方の促進が期待

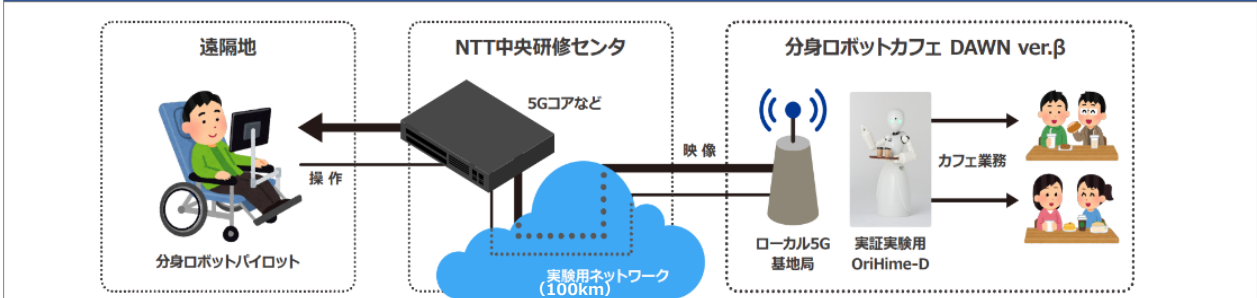
Point1 新たな働き方の実現

OriHime-D等の遠隔操作可能な分身ロボットとローカル 5 Gを組み合わせることで、外出困難な方に対して、場所にとられない
新たな働き方の促進と誰もが社会参画できる未来を実現

Point2 タイムラグを感じないロボット操作・制御

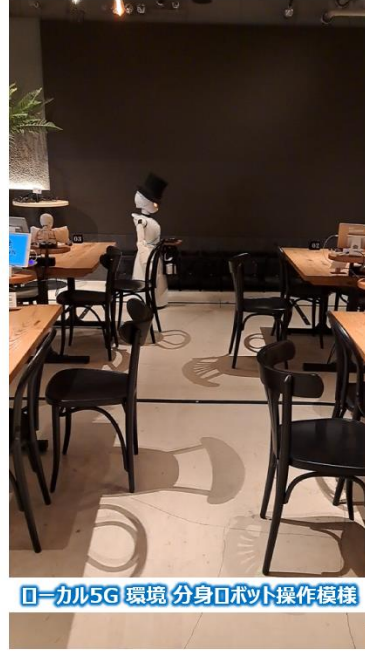
分身ロボットは、低遅延な映像配信・遠隔操作が必要であり、ローカル 5 Gの特徴である「超高速大容量・低遅延」とそれら無線品質を適切に制御する技術を活用することで、**タイムラグを感じないナチュラルなロボット操作・制御**を実現

実証実験概要



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

「分身ロボットカフェ DAWN ver.β」「OriHime」は株式会社ソリノ研究所の登録商標



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

「分身ロボットカフェ DAWN ver.β」「OriHime」は株式会社オリイ研究所の登録商標です

- ローカル5GのほうがWi-Fiに比べて映像遅延の中央値、揺らぎ幅ともに小さく、品質良好と言える。

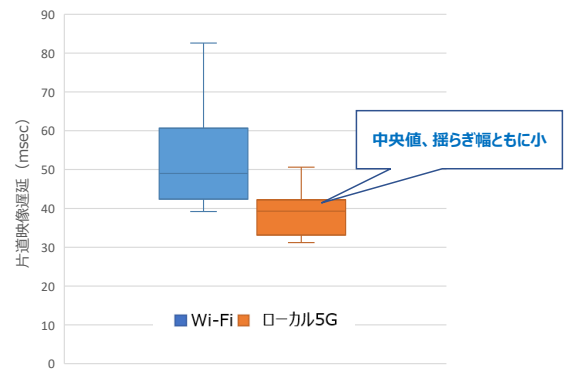
実験構成



Wi-Fi、ローカル5Gにて、ユーザーが体感するEnd to Endの片道映像遅延を測定

※測定はタイムラグや通信断が頻繁に発生していた平日日中時間帯に実施

測定結果



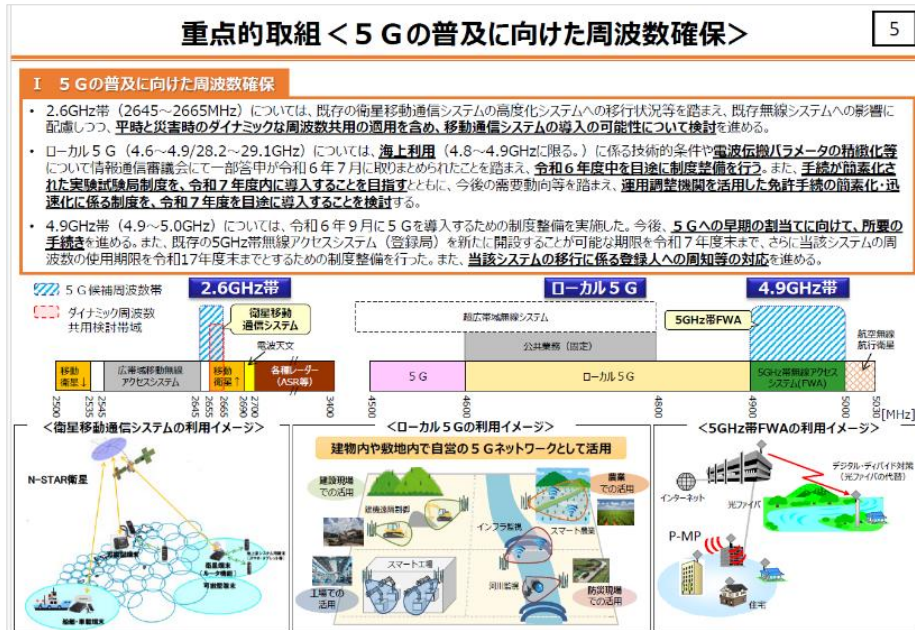
Wi-Fiとローカル5Gの映像遅延比較

建機・重機の遠隔操縦において重要なことは通信の安定性 (= 通信の揺らぎが小さく一定)

ミッションクリティカルな業務では、ローカル5Gの性能が役立つを考えている

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

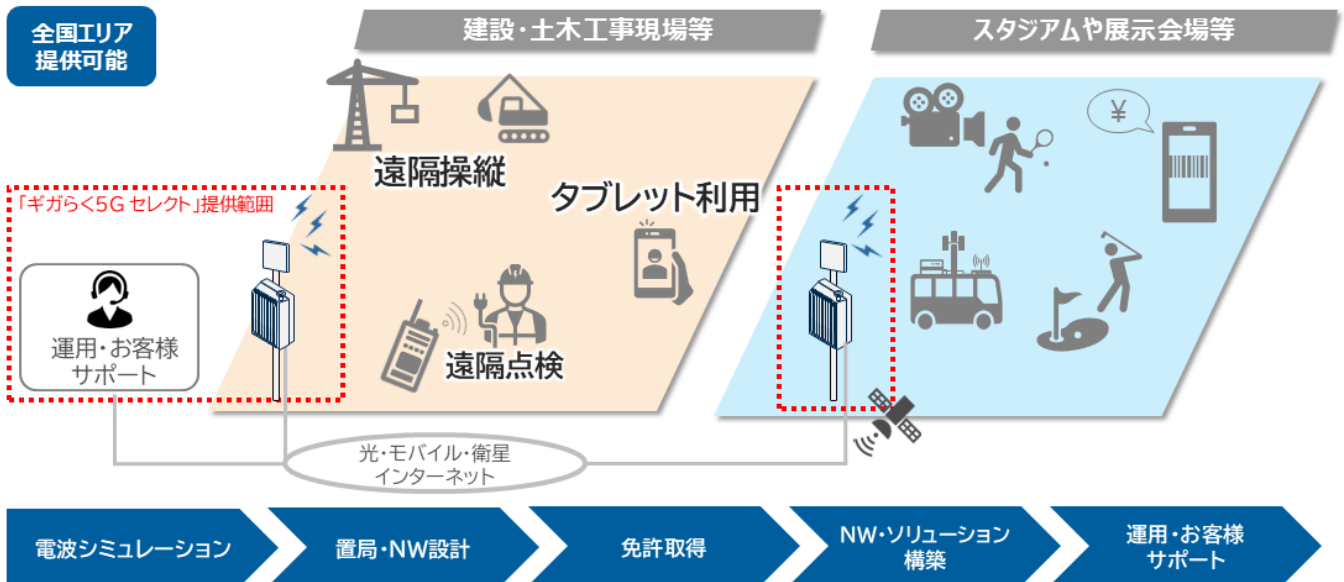
■ ドローン利用、海上利用、免許手続きの簡素化に取組み



Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

ローカル5G装置のコンパクト化

■ 建設現場に簡単に設置可能なコンパクト型で低価格なローカル5G装置の登場





設立から3年(累計)
見学者 約17,000名
 380自治体
 民間 984社
 その他 22団体

NTT e-City Labo コンセプト		
本物感 (Reality)	共感 (Sympathy)	共創 (Co-Creation)
資料や映像、オンラインでは伝わらない 現物・本物を五感で体験	机上の評論家ではなく、地域と共に 課題解決に向けて 自分たち自身が汗を流している生の姿を紹介	地域と地域、地域と企業を結びつける 循環型社会に関する様々な取り組みや 最新技術の情報流通基地

Copyright © NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE EAST CORPORATION. All rights reserved.

地域の価値創造企業へ

**SOCIAL
 INNOVATION
 パートナー**

NTT 東日本グループ



東日本電信電話(株) 意見交換

質問内容	回答
<p>①P10のローカル5G導入金額の他社水準とは？</p> <p>②このような機器はどちらが作っていますか？</p>	<p>これは直近の他社水準と言っていますが、だいたい2022~2023年にギリギリ5Gを出した頃の比較で、7千万円弱に対して5千万円くらいに出しているメーカーさんがいらっしゃった。一番最近で言いますとハーフラックで装置が一体型の物が出てきており、よりコンパクトに置けるようなモデルとなり、5年総額で1千万円(年間200万円程度)なっている。</p> <p>②台湾メーカーさんが作っています。サムスン、ノキア、エレクソン等は開発が遅れており、ローカル5Gに関しては台湾のメーカーが進んでいます。</p>
<p>①ローカル5Gだとカバーする距離は？</p> <p>②合わせて範囲を広げる？</p> <p>③通信切断するときの対応は？</p>	<p>様々な実験をしておりますが障害物がなく見通しがあれば1kmぐらいです。ただローカル5Gの制度上、自分敷地外で使用する事は難しく許認可等が必要となる。敷地内で高さを調整すれば500~600mまでは通信可能。一方で高精細な映像を見たいのであれば、だいたい200mぐらい、直径400mぐらいの円で思っただけであれば、だいたいその範囲だったら高精細な映像はある程度撮れるというようなイメージです。</p> <p>②基地局を複数置いて、エリアの範囲を広げて行きます。</p> <p>③電源をつけておいて自動で復旧するというケースもありますし、設定次第でやりようがあります。</p>
<p>①周波数帯で障害物との対応は？</p> <p>②Wifiは見通しの良い所に置くのか？</p>	<p>周波数帯がローカル配置で4.6~4.9G帯を100Mで分割して使用しているが、出力が10W(wifiは上限1w)でその出力が大きい。</p> <p>②見通しが悪い時はWifiと連携する。ローカル5Gの出力が強くと200mぐらい離れている高台があって全然見通しない所でも通じます。</p>
<p>ローカル5GとWifiの採用基準は？</p>	<p>図にありますように400m×400mであればアンテナが4本になり個々に配線(光回線)する。トンネルの場合は電波シミュレーションで検討を行う。</p>
<p>トンネルの導入事例は？</p>	<p>検討計画は行ったが、実績は無し。</p>
<p>利用期間の制限は？</p>	<p>ハーフラック型で最低2年間利用保障となる。セレクトでは、任意となる。導入に必要な応じる。現場導入には半年程度かかる。</p>
<p>中継局も申請が必要ですか？</p> <p>移設は出来ますか？</p>	<p>中継局は申請いらぬ。移設の申請は必要。トンネルの中ではGPSによる受信が無いので申請は不要だが、工事には免許が必要。</p>
<p>重機の遠隔操作は複数台操作可能ですか？</p>	<p>可能です。台数等の設定は必要です。</p>

NTT 東日本

ローカル 5G/ギガらく 5G 2019 年より運用開始

▶ローカル 5G の特長

①大容量 ②低遅延 ③多数同時接続 ④混信が少ない（免許で守られたエリア）

Wi-Fi : 通信距離 数十m、干渉多い、免許不要

パブリック 5G : 通信 下りは強い

ローカル 5G : 通信距離 1 km (LINE660m、映像 200m)

干渉無し

免許制

上り通信も強くできる（準同期 TDD）

実測 上り 433Mbps、下り 945Mbps

費用： 5 年 2,000 万円～約 400 万円/円 通信エリア（400m×400m）

注意：工事費は別途

▶機器：建機用もある

周波数帯域：4.6GHz～5.1GHz

→直進性は変わらないが出力は高い

→Wi-Fi 補間もできる

ハンドオーバー 基地局が変わっても切れない →遠隔操作に強い

4K カメラ 20Mbps 10W出力

○今後 法律の緩和にて

ドローン利用、海上利用（12 カイリ 今年度から）、免許

Q1.基地局の設置、運用の期間

→設置に半年、免許申請 1.5～2 ヶ月、移設にも申請必要

Q2.山岳 TN&シールド TN への適用

→山岳は実績なし

→基地局 1 つに対して有線(光)が必要（30 万円/月 本局、3 円/月 中継局）

→距離 : 断面別にシミュレーションできる

Q4.利用期間

ラックは 2 年間、コンパクト Ver はなし

Q5.遠隔重機は複数台 ok?

→可能、検討は必要



トンネル機械技術委員会 様

2024年11月8日
株式会社ソーキ

森下 徹 / 千葉 渚

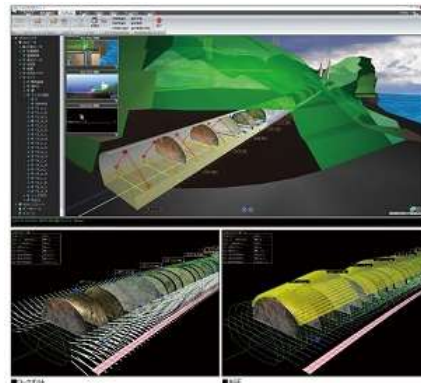
2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

CONTENTS

■事業内容

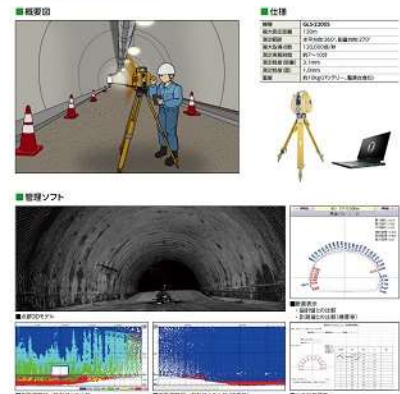
■代表的な取り扱い製品

- ・ 測量機器全般
- ・ 計測機器各種
- ・ 安全管理機器
- ・ 開発商材
- ・ 自動計測システム



■人気製品のご案内

- ・ 山岳トンネル計測マーキングシステム TopLun
- ・ トンネルCIM統合管理システム 4DMap
※NETIS : OK0180002-A
- ・ トンネル出来形計測システム 3DTube



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

■事業内容



現場に必要な【はかる】に特化した商品を
レンタル・販売にて提供しております！



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

■取扱い製品について

取扱い機種約2,000種！在庫数約30,000台!!



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

施工開始～竣工までの品質管理をレンタルでサポート

01 目撃・振動計測器 P.37	    
02 有毒ガス検知器 P.61	    
03 水質測定器 P.89	    
04 初めじん計・風速計 P.103	    
05 基礎検査・コンクリート試験 P.117	    
06 探傷・厚さ・断層・傾度 P.139	    
07 その他非破壊検査機器 P.157	    
08 気象・水文観測機器 P.193	    

09 土質試験機 P.225	    
10 電子天秤・その他はかり P.247	    
11 通信・安全管理機器 P.269	    
12 その他測定器 P.311	    
13 測量機 P.351	    
14 レーザー測量機・照度計 P.373	    
15 その他測量機器 P.393	    
16 自動計測システム P.399	    




2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

トンネル施工で主に使用される計測器

Measurement Device CATALOGUE Ver.10
Illust INDEX | 04 トンネル/舗装工事
イラストインデックス

Page Link	
1	環境計測サービス ▶P.214
2	レーザーバリアシステム ▶P.302
3	無線式傾斜監視システム ▶P.199
4	工事用車両音声誘導システム ▶P.298
5	アスファルト密度計 ▶P.232
6	作業員装着警報感知システム ▶P.289
7	トンネル自動計測システム ▶P.437~P.442
8	ウェアラブルクラウドカメラ ▶P.304
9	工事車両音声誘導システム ▶P.298





2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

■事業拠点

営業所：7拠点 技術センター：2拠点 受注センター：2拠点
即対応、全国即日発送・引取りが可！！



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

■機材・技術センター

■関西機材・技術センター

〒660-0083
兵庫県尼崎市道意町5-40-1



■関東機材・技術センター

〒134-0086
東京都江戸川区臨海町2-3-18



17:00までのご注文で当日発送！

当日引き取りも17:00時まで対応！



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

■皆様の要望にお応えします！

こんなキーワードを探されていませんか？



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.



ソーキ NETISラインナップ

NETIS登録商品一覧				NETIS登録商品一覧			

「はかる」の未来を創造する= 創紀 (ソーキ)

計測技術で、
新しい世紀を創造したい。

SOOKIの原点です。

ソーキはこれからの新しい時代に向け、お客様に信頼され必要とされる会社であるために常に誠実さと努力を忘れず、日々探究心を持って新しい技術を取り入れていくことを心掛けております。ソーキは全社員がこの気持ちも胸に、お客様と共に歩み、前進していくことを一番の喜びと考え、お客様にご満足いただける企業でありたいと願います。

量

要望を量る

お客様第一主義

私たちはお客様のあらゆる現場ニーズにいちいち的確にお応えし、ご満足いただけるお答えを常に考え続けています。お客様の現場での作業をさらに正確に、スムーズに行っていくために、他社の追随を許さない豊富な機種、多くの機種をご用意しております。豊富な自社メンテナンスによる徹底した高品質管理を行い、万全の体制でご提供いたします。よりいいものを、より確実に、より早く、そしてできるだけ安価な価格でご提供していくことをモットーに、日々取り組んでおります。

提案型企業

お客様のご要望にお応えするだけでなく、その都度最も効果的と思われる方法の積極的なご提案をしております。正確さ、安全性を追求し、お客様のより円滑な業務とコストダウンを目指しています。さらなる発展を目的として、自社開発の各種自動計測・測量システムや先進の技術をご提案、新たな道を切り開くために、ハード・ソフト両方の面から積極的に対応しております。

信頼と誠実

計測・測量は信頼が命脈がなければ成り立ちません。そしてその信頼はお客様からいただくもの。今まで積み重ねてきた実績がソーキの基本と考え、これまで以上に厚い信頼をいただけるように誠心誠意取り組んでまいります。

計

実績で計る

完璧なメンテナンス

信頼の基本は完璧なメンテナンスです。ソーキは自社メンテナンスを基本に、技術力の向上・社内チェック体制の確立を行ってきました。常に安心してご利用いただける商品をご提供いたします。

図

夢を図る

夢とビジョンの融合

計測技術を用いる操作は決して少なくなく、安全・保実・確実なシステムの自動化を強化していくことで、業界をリードする存在でありたいと考えております。日本のみならず、世界に通用するソーキを目指します。

チャレンジ精神

世界トップ水準の技術は日々進化・発展を遂げています。そんな中でも私たちがソーキは新しい技術に果敢にチャレンジし、お客様のあらゆるニーズに応えられるリーディングカンパニーを目指しています。

測

プロが測る

計測、測量のプロ集団

優れたシステムを持っていても、正確な計測を行うには、やはりそれを使いこなす専門技術が必要で、私たちは計測機器・測量機・システム商品をご提供していくことはもちろん、現場での様々な困難を乗り越え、専門技術を持った経験豊富なスタッフが担当しております。さらなる現場での信頼を築いていくため、完璧なプロ集団、経験の豊かさを生かされる場において、お客様のよりいいその信頼を得ると共に、実力あるスタッフが業務を遂げて正確な結果を出しています。

先端技術と情報

日本のみならず、世界レベルの最新、且つ高精度技術を保有。建設会社様とのシステム共同開発の力を入れており、多数の実績を有するプロ集団と高度に新しい情報をキャッチし、お客様に新たな技術と情報を提供、ご提案いたします。

1 SOOKI

SOOKI 2



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

お客様と未来を創造します

原点回帰と未来創造

「技術力・現場力・共感力」

ソーキは、創業当初より高精度化ならびに省力化を目的として、自動計測システムの開発に専念してまいりました。その結果今では、特許取得・出願案件が35件、NETIS登録件数が17件(うち活用効果評価取得6件)と、多くの実績ならびに評価をいただけるまでになりました。今後もプロのお客様に満足していただけるべく、常に新しい技術を取り入れ、信頼をキャッチし、信頼頂けるように、日々進化する計測技術と多種多様なニーズに対応してまいります。



自動計測システムの 現場導入支援事業

ソーキでは、自動計測システムをレンタルするだけでなく、現場導入支援として、現地踏査や納入指導、運用サポートを行い、自動計測システムを効果的に運用できる様サポートしてまいります。

Enterprise

事前現地踏査の実施

自動計測システムを現場に運用するためにも、事前現地踏査をお勧めします。弊社では、あらゆる現場に精通したスタッフによる、現場調査と事務所打ち合わせを行わせていただきます。

現場納品・納入指導

自動計測システムを使用される場合は、現場納品及び納入指導をお勧めします。いかに優れたシステムでも、間違った設置や間違った使用をしてしまえば、最高のシステムが無駄になってしまいます。そこで、弊社ではあらゆる現場に精通したスタッフによる、現場納品及び納入指導を行わせていただいております。

運用サポート

弊社では、各種自動計測システムに対応した、運用サポートを行うことが出来ます。各種運用サポートにつきましては、お気軽に担当営業までお問い合わせください。

3 SOOKI

SOOKI 4



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

変位計測

海上測量

トンネル

地盤改良

マシンコン

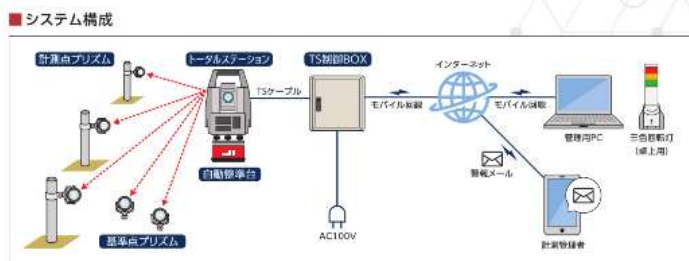


2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

「変位計測」のソーキ力

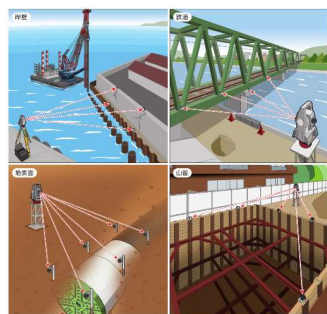


- 自動視準トータルステーションを用いた三次元自動計測システム
- GNSSを用いて施工エリアを三次元で監視し危険エリアへの越境監視システム
他、多数

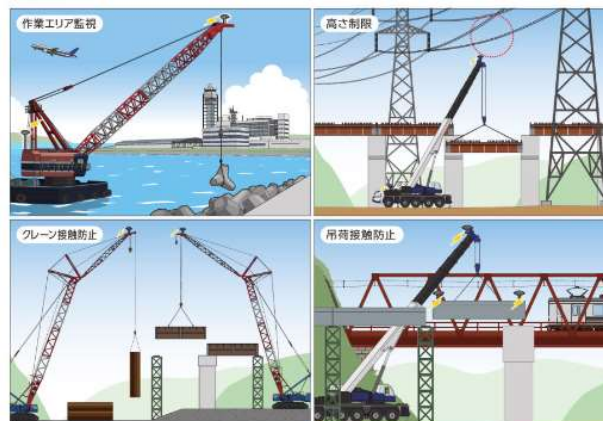


「施工エリア安全監視システム
スカイウォッチ」

- CAD図面より位置情報を視覚的に表現
- クレーンと吊り荷の位置情報をリアルタイムに管理する事が可能



「自動変位計測システム」
●自動観測を用いる事により、観測業務の省人化・生産性向上に貢献
●変位量をソフト上で自動算出する為、データ整理が簡単



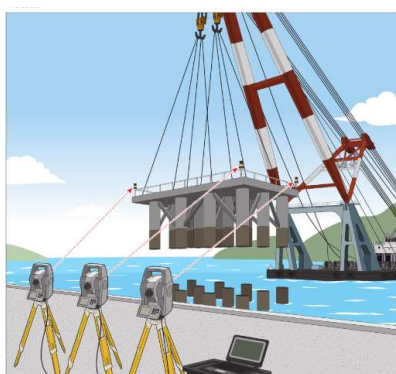
2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

「海上測量」のソーキカ

■カメラ付きトータルステーションにて映像を取り込み、三次元設計をAR化し挿入する事で杭・ジャケッット・ケーソン等をリアルタイム合成表示し、リアルタイム確認。杭・ジャケッット・ケーソン等の誘導をスムーズに行う事ができます

「構造物誘導・出来形管理システムARnavi ジオモニⅡ」

●出来形管理の省力化や情報共有が図れる



■誘導対象にとりつけたプリズムを自動追尾トータルステーションにて測位し、測位データの現在位置から設計位置までの「距離と角度」をリアルタイムで表示する事が可能です。ジャケッット・ケーソン・沈埋函の据え付け誘導他、橋梁上部工工事にても多数の実績がございます。

「据付誘導システム Zero Guide Navi」

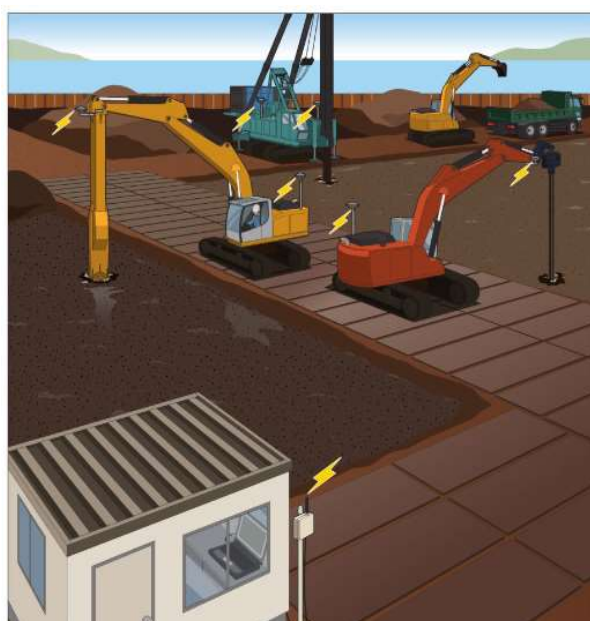
●位置情報をリアルタイム確認できるため、据付精度・施工性向上に貢献し、省人化を図ることができる



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

「地盤改良」のソーキカ

■複数の改良機の施工状況をリアルタイムに共有し、施工重複ミスを防止
■2軸傾斜計のデータを併用することで、施工状況をより高精度に把握可能



●GNSS、または自動追尾トータルステーションを使用して、地盤改良機の攪拌機の位置・深度を計測し、リアルタイムモニタリング。品質向上と施工性向上を支援するシステムです。



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

「マシンコントロール」のソーキカ



■切削機・アスファルトフィニッシャー・スリップフォームパーバのマシンコントロールでは現場状況によりトータルステーション、G N S Sと重機制御方法を選択可能です。また簡易的なガイダンスシステムもご準備しております。

- 次世代型G N S Sを用いた厚さ制御マシンコントロールに対応！
- マンホールや橋梁ジョイント等、予め障害物登録可
- 施工中。障害物箇所に接近した場合の警告機能搭載



■工事車両無音音声誘導システム
本システムはホイッスル音や重機によるクラクション等の誘導音を発生させず、無音で工事車両の誘導を行う事ができます

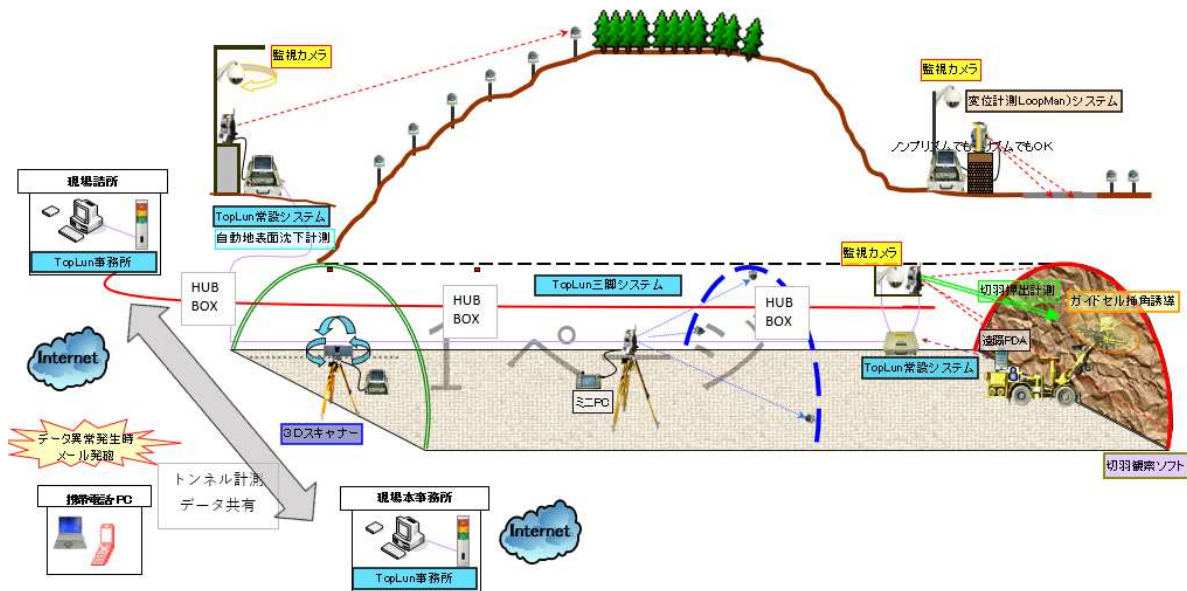
- FM音声による確実な誘導
- 夜間・市街地での周辺環境対策（無音誘導）
- 明るく視認性の高いパネル（高輝度フルカラーパネル）



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

「トンネル工事」のソーキカ

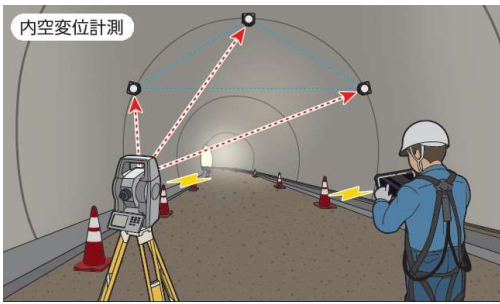
■システム概要



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

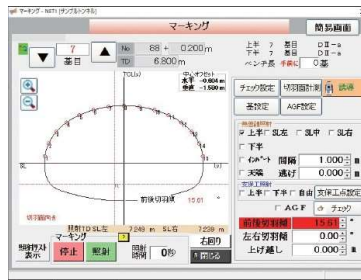
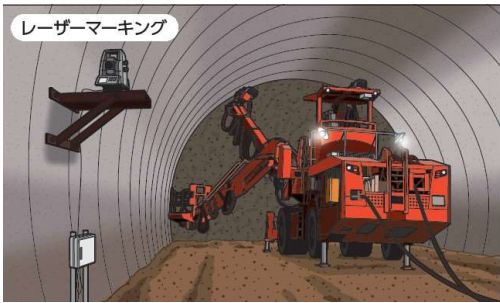
「トンネル工事」のソーキカ

■山岳トンネル計測・マーキングシステム (TopLun)



■内空変位計測 (A計測)

- トータルステーションとタブレットはBluetooth接続
- 簡便でどなたにでも使用頂ける操作性
- 地表面沈下計測にも対応



■レーザーマーキング

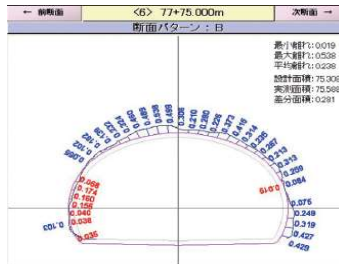
- 工夫さま向け簡易画面も準備
- 自動A計測も可能



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

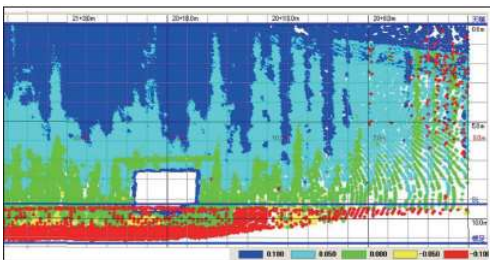
「トンネル工事」のソーキカ

■トンネル出来形計測システム (3DTube)

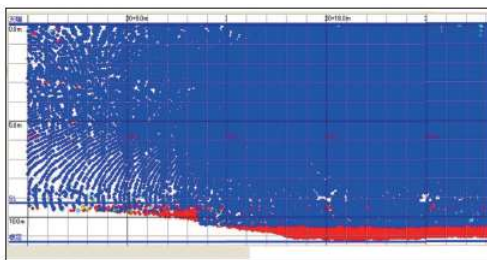


■断面表示
 ・設計値との比較
 ・計測値との比較 (捲厚等)

- 3Dスキャナー本体で後方交会が可能
- 任意の断面での解析結果を表示
- ノイズ除去機能
- 解析結果をDXF出力
- ヒートマップ表示



■側面展開図 / 設計値との比較



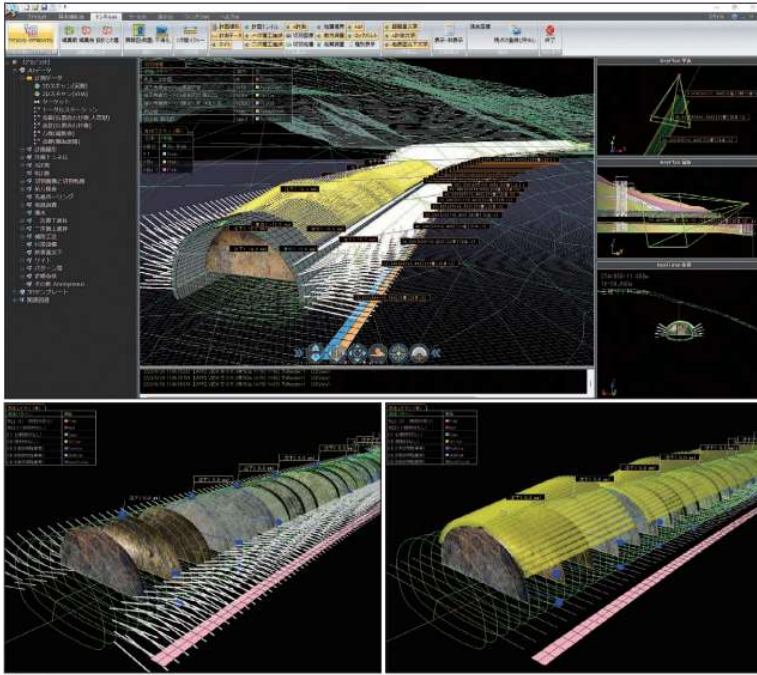
■側面展開図 / 設計値との比較 (捲厚等)



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

「トンネル工事」のソーキカ

■トンネルCIM統合管理システム（4DMap）



- A計測や切羽観察データ、3Dスキャナーの点群データを自動取込
- ロックボルトやAGFデータを自動でモデリング
- モデリングデータの取込が可能
- モデリングソフト等へ簡単に出力



2024/11/7 ©2024 SOOKI Co.,Ltd. All Rights Reserved.

都市型小規模濁水処理に最適

一体型中和濁水処理装置

NETIS 登録番号 HK-210007-A



特徴

1. 必要装備が一体化されました。

- ・原水槽、取水ポンプ、原水ポンプ、ポンプ制御盤が標準装備されています。
- ・現場作業が少ないため、設置・移設・撤去が素早く簡単に行えます。

2. 軽量コンパクトなので、狭い場所でも設置可能です。

- ・4 tトラックで運搬可能
- ・設置可能な場所が増えました。

3. 1台で三つの処理が行えます。

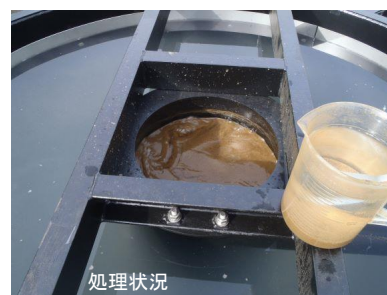
- ・SS（浮遊物質）の除去
- ・アルカリ排水の中和処理（炭酸ガス方式）
- ・廃棄污泥の減容化

4. 多様な凝集剤を使用した沈殿処理が可能です。

- ・使用凝集剤例

PAC、高分子凝集剤、フジクリーン KT（天然由来凝集剤キトサン）、フジクリーン MGN（液体高分子凝集剤）など

- ・従来の2剤処理（PAC+高分子凝集剤）以外にも多様な組み合わせで使用できます。



“汚れから大切な環境を守る”それが、私たちの使命です。

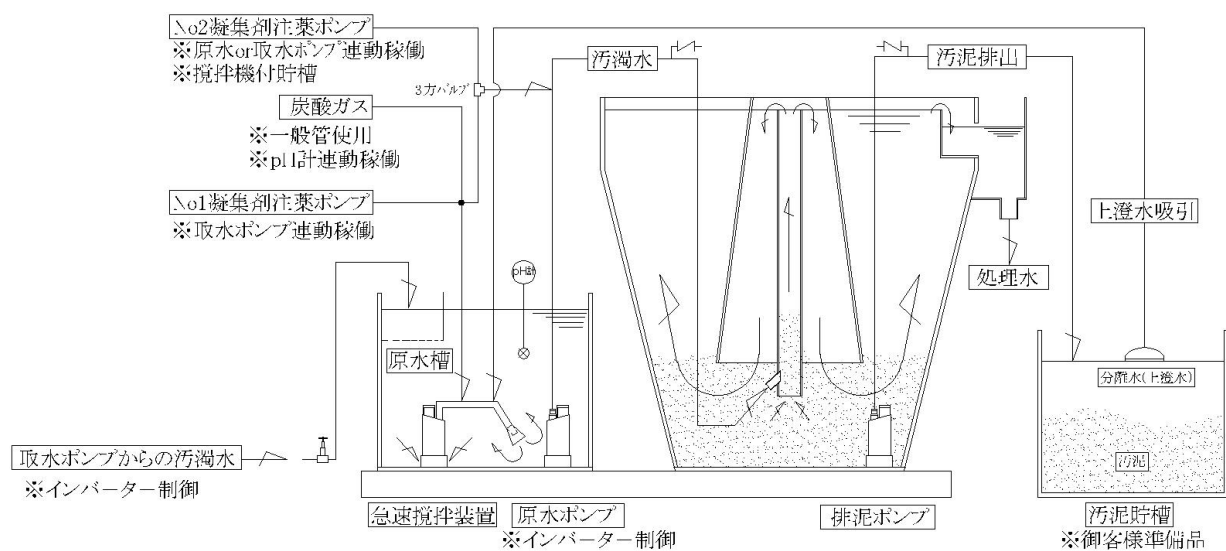
富士エンジニアリング株式会社

仕様

型式	FP-5NC	FP-10NC
処理能力	汚濁水量 : ~5m ³ /h 汚濁水 SS: 500~5,000mg/L 汚濁水 pH: 5.8~11	汚濁水量 : ~10m ³ /h 汚濁水 SS: 500~5,000mg/L 汚濁水 pH: 5.8~11
処理方式	pH: 炭酸ガス中和(気体取り) SS: 凝集沈殿処理	pH: 炭酸ガス中和(気体取り) SS: 凝集沈殿処理
本体寸法	L2,450×W1,600×H1,809 (mm) 設置面積 3.92m ²	L3,500×W2,200×H2,404.5 (mm) 設置面積 7.7m ²
重量	本体重量: 1.2t 運転重量: 3.43t	本体重量: 2.2t 運転重量: 7.92t
電気容量	三相 200V 2.21kw	三相 200V 3.8kw
その他	オプション品 ・水質測定記録機器(pH計・濁度計・流量計等)	オプション品 ・水質測定記録機器(pH計・濁度計・流量計等)

処理工程

FP-10NC・5NC一体型中和濁水処理装置
フローシート



株式会社 カナモト

〒053-0056 北海道苫小牧市あけぼの町3丁目4番16号 TEL(0144)55-2081 FAX(0144)55-2080

E-Mail: t_nishi@kanamoto.co.jp

URL: <http://www.kanamoto.co.jp>

(株)ソーキ 意見交換

質問内容	回答
ヒートマップの設計データは？ スキャナの計測範囲は？	事前に入力しています。 30mピッチで計測し、危機はソキヤ製を使用しています。
トンネル通信システムは？	基本的にはwifiを使用しています。

NO.9

線上の
エアブリッジ
Air Bridge

株式会社 **レッツ** コーポレーション

線上のエアブリッジとは……

線上のエアブリッジはイーサネット通信を拡張する無線通信機器です



長距離 & 高速無線通信を実現するために

- 既存の通信インフラに依存しない長距離無線通信

ビームフォーミング ビームトラッキング	3.5Km 長距離送受信可能	無指向性 + ビームフォーミング → 長距離送信
Auto Channel Selection	自動信号対応	周辺器機電波干渉の時 最適チャンネル自動選択 切れない映像送信

- 有線通信と遜色ない通信速度

1.7 Gbps (Wave 2)	大容量データ送信	送信部 : 32CH 送信 受信部 : 128CH 受信
4 x 4 MU MIMO	マルチインプット マルチアウトプット	RF 速度向上

- セキュリティ対策

通常のWiFi通信と同等のWPA2 AES256対応

線上のエアブリッジの仕様



型番	EVB-A100-O (屋外用)
周波数	5GHz
Wi-Fi	IEEE 802.11ac
変調方式	OFDM
帯域幅	40MHz / 80MHz
RF 通信	4x4 MIMO
データ送信スピード(PHY)	最大1.7Gbps
チャンネル回避	最適チャンネル自動選択
Beamforming	サポート
同時チャンネル	128CH Max(Full HD)
到達無線範囲	見通し4km
最小感度	-86dBm(40MHz) / -56dBm(80MHz)
IP	IPv4 / IPv6
セキュリティ対策	WPA2/AES 256
Ethernet	10/100/1000 Base-T
プロトコル	TCP/UDP/DHCP
電 源	DC12V / 1A
消費電力	7W (Max)
動作温度	-20°C ~ 70°C
湿 度	10 ~ 85%
寸法(LxWxH)	本体のみ : 145×90×26mm アンテナ含む : 145×220×26mm
重さ	473g(アンテナ含む)
防水	IP66

線上のエアブリッジの特徴

無線通信インフラとしての比較

	エアブリッジ	携帯電話回線 (LTE,5G)	ローカル5G	衛星インターネット
月額利用料金 通信料金	無料	有料(プランによる)	無料	有料(9,900円/月)
通信速度	1.7Gbps	LTE：理論値1.7Gbps 5G：10Gbps	10Gbps	上り：50Mbps 下り：150Mbps
機材価格	250,000円(税別)	数万円	500万円?	73,000円
通信距離	最長3.5~4Km	国内(海外)	100m~300m	全世界
免許	不要	不要	無線局免許	不要

無線通信機器の比較

	エアブリッジ	WiFiルーター	T社無線ブリッジ
通信速度	1.7Gbps	WiFi5：理論値2Gbps WiFi6：理論値5Gbps	867Mbps
通信距離	3.5~4Km	数10m	見通し2Km?
指向性	なし (ビームフォーミング) (ビームトラッキング)	なし (ビームフォーミング)	指向性アンテナ 約10°
屋外利用	可(IP66)	不可	可(IP65)
機材価格	250,000円(税別)	1万円~	数万円

事例 1 長距離映像伝送テスト



お台場に設置したカメラの映像を、エアブリッジで約2.6km先の対岸へ伝送。レインボーブリッジを超えて映像受信できました。

事例 2 ビル間映像伝送テスト

LET'S



ビル屋上に設置したカメラ4台の映像を、線上のエアブリッジで約260m先のビルへ伝送。映像受信できました。

3

事例 3 車載映像伝送テスト

LET'S

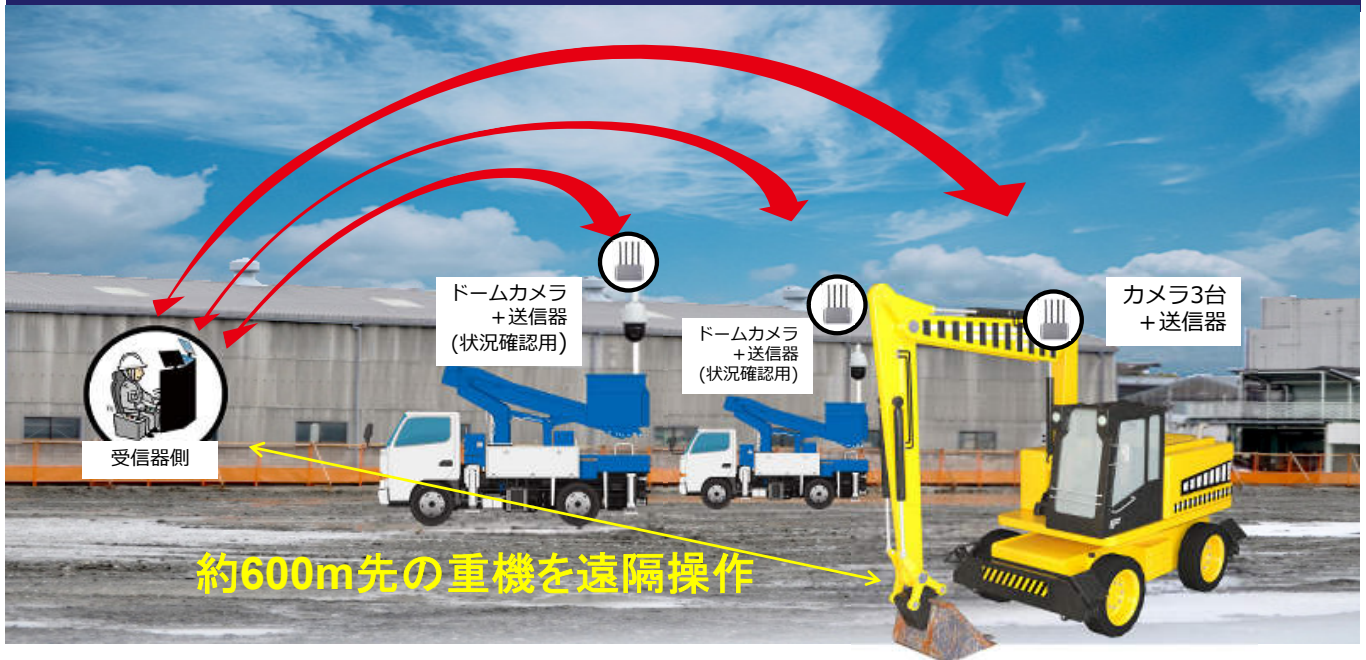


車の上にネットワークPTZカメラ設置して、走行しながら映像伝送を行いました。映像は途切れることなく約1.4kmを走行しました。

4

事例 4 重機の遠隔操作・映像伝送

LET'S



導入前
ローカル5G検討

当初ローカル5Gを使用して重機の遠隔操作を検討していましたが、設置および通信に**高額な費用**が必要で、なおかつ使用するのには**免許が必要**で利用できる人が限定されました。



導入後
線上的エアブリッジ使用

線上的エアブリッジは、**免許不要**なので誰でも使用可能。**通信料がゼロ**なのでコストを劇的に抑えることができました。重機が旋回しても途切れることなく安定して映像伝送できました。

5

事例 5 ゴルフ場での映像伝送・集約

LET'S



広大な場所でのカメラ映像集約
複数のカメラ映像を通信費ゼロで伝送できます。無線伝送なのでカメラケーブルの配線工事也不要です。

6

事例 6 スタジアムでの映像伝送

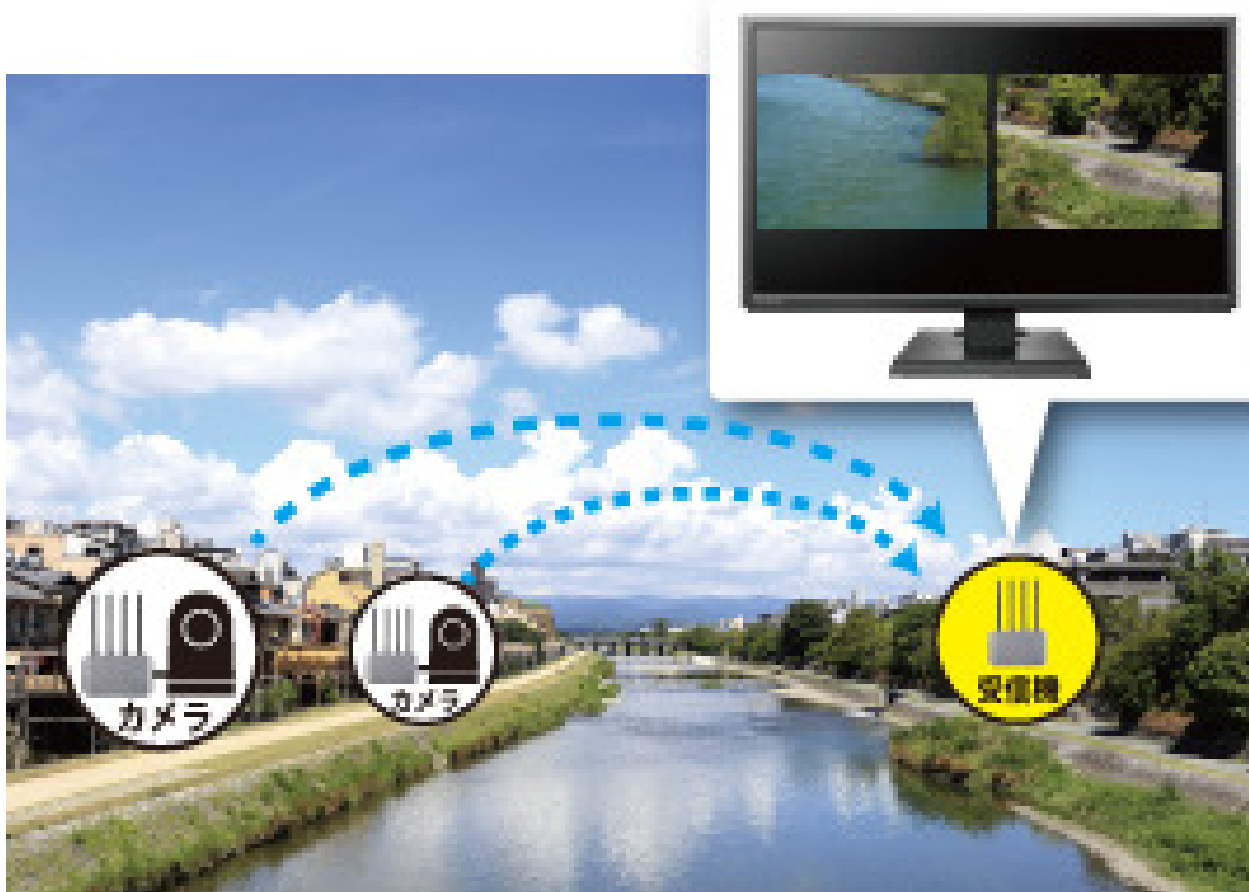
LET'S



7

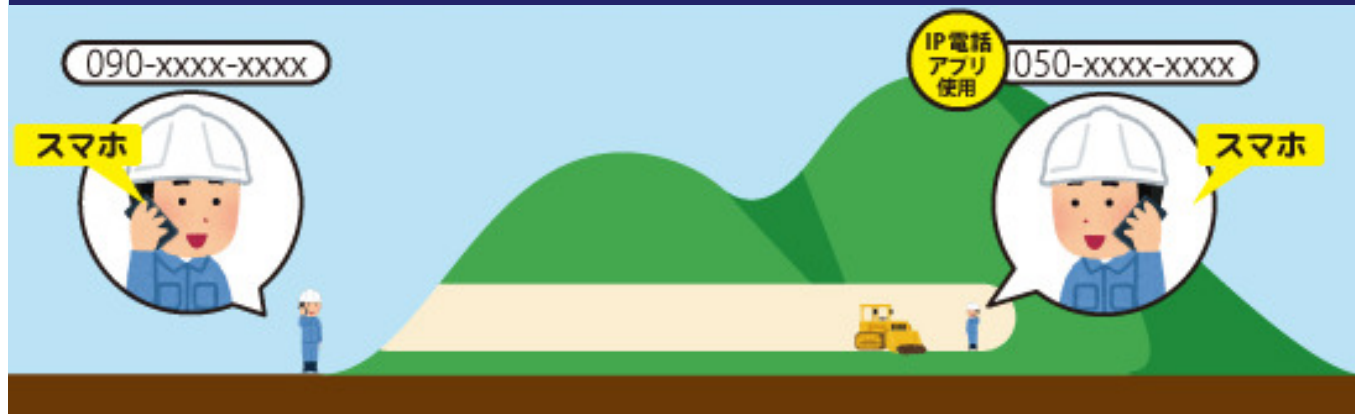
事例 7 河川監視のための映像伝送

LET'S



8

事例 8 トンネルの内と外との通話



エアブリッジとIP電話アプリを使用することで、携帯の電波が届かない現場でもスマートフォンによる通話が可能になります。

線上のエアブリッジ

株式会社レッツコーポレーション

(株)レッツコーポレーション 意見交換

質問内容	回答
エアブリッジとは？	5G帯使用したwifiと異なった形のLANの無線化です。 通信は1;N(4台まで)、500m以内であれば指向性なし、1kmであれば対向Sした方がよい。 映像だけでなくデータもok。 価格はセットで25万円。(海外メーカは高額) 1;Nでの価格は要相談。 ユーザーは警察などで警備等に使用。
5G帯で免許が不要とは？	元々、5G帯は屋外禁止でしたが法律が変わり、5G帯の決められたCHであれば使用可能になったため。
遅延はないんですか？	遅延はなく5msになります。むしろ映像のエンコード・デコードの処理時間が問題である。
重機の施工データも送れるんですか？	ネットワークで送れるものであれば可能です。
①32台のカメラが見える手法は？ ②トンネル使用時の通信距離とその時の障害物の影響は？	①送信機1台につきカメラが最大32台付けられます。この時は送信機12台、受信機3台にしていました。 ②最大で500m位通信してました(シールド)。障害物の方は一寸わかりません。
送信機と受信機の数珠繋ぎは出来ますか？連結可能台数は？	数珠繋ぎは出来ませんが、何台まで行けるかは検証していない。
重機の遠隔操作は複数台操作可能ですか？	可能です。台数等の設定は必要です。

(株) レッツコーポレーション

エアブリッジ Air Bridge にて無線通信を行っている会社

Q→無線LANと同じ? ブリッジなので無線LANとは異なります。

▶エアブリッジの概要

5GHz 帯、ビームフォーミング、ビームトラッキング

送信 4 台↔受信 1 台 →数珠つなぎ ok

▶特徴

- 通信距離 3.5~4km
- 通信速度 1.7Gbps
- 無指向性
- 通信費 無料
- 価格 253 円 1 セット送受
- 免許不要

※お客さんは警察が多い

▶お台場試験 2.6km (レインボブリッジ跨ぐ) 4K 映像OK

▶ビル間

▶車載(移動) 1.4km 走行 良行

※上記試験はホームページに詳細あり

▶実績

○大林組 無人化施工で使用

遅延について 映像のエンコード、デコードの性能によって差はある

○事例 8 トンネルでの使用

最大 500m (シールド、銅製セグメント)

Q→屋外設置は? 問題無し

Q→カーブ区間の通信は? 送受の機器追加OK

▶価格: 3~400 万円/現場

▶iPhone、iPad 対応 (eSIM にも対応、デュアル対応)

→他メーカー (Android でもOK)

○トンネルでの検証事例

①杭口に AP 0m→400m→650m で(通話 NG)

②エアブリッジとアクセスポイントをセットで設置

→杭口に設置、400m 地点に設置 800m までの通信確認

→3 台目の追加も問題無く出来る

※利用イメージは資料 P30 参照 (有線、POE、間に SXGP etc)

日本建設機械施工協会様向け

SoftBank

プライベートLTE sXGPのご紹介

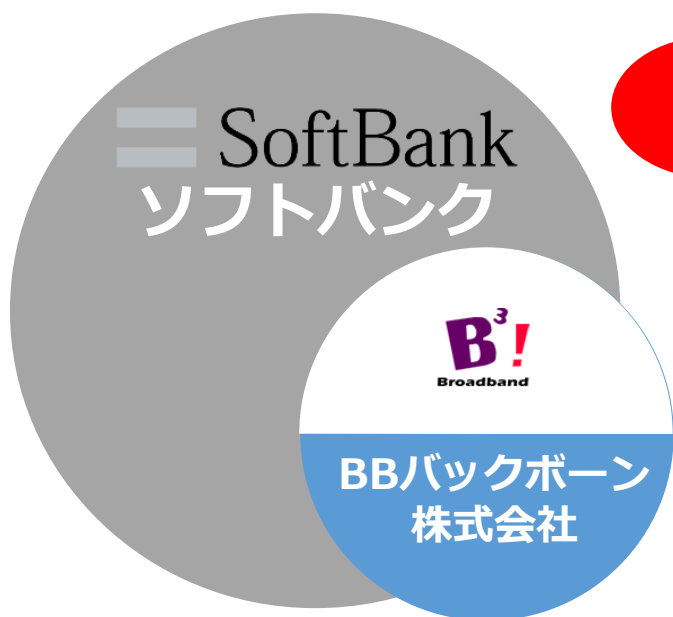
2024年12月13日
ソフトバンク株式会社
ビー・ビー・バックボーン株式会社

1

SoftBank

ビー・ビー・バックボーン 会社紹介 (以下、B3)

2



SB100%子会社

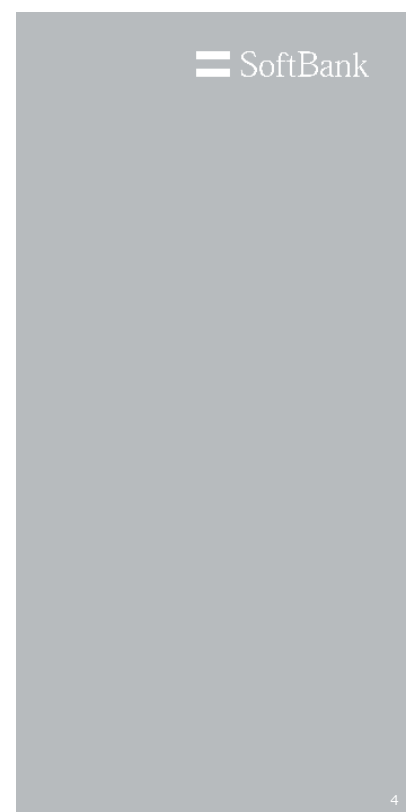
認定登録
電気通信事業者

社長：戸坂 豪臣
取締役：播口 仁朗
取締役：山本 直起
取締役：近 義起

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

3

sXGPとは

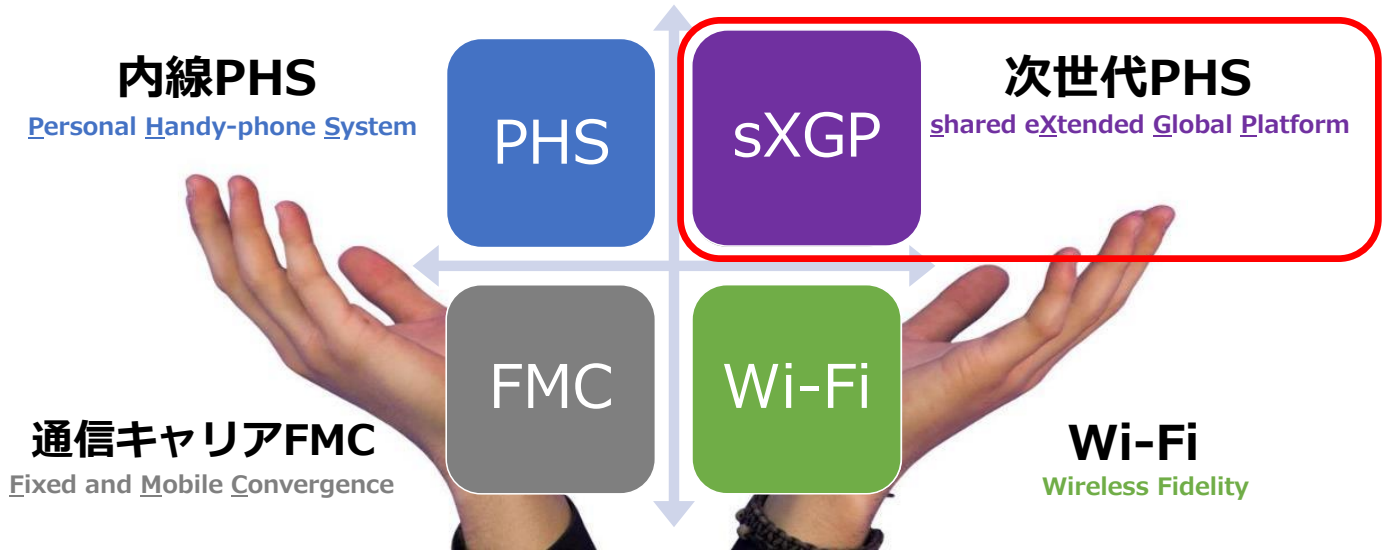


© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

4

音声サービスの選択肢

SoftBank



利用シーンごとに最適なサービスを選択すべき
最適な方式とは？

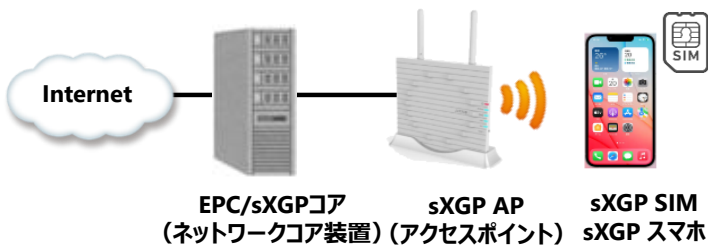
© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

5

sXGPとは

SoftBank

|"プライベートLTE"| ネットワークを簡易に構築可能



病院内に構築

安定インフラでICT活用・業務効率化

携帯電話の**実績**と WiFiの**手軽さ**を併せ持つ
プライベートネットワークの**新技術**

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

6

音声とデータ利用まで業務効率化の推進



あらゆる課題を「sXGP」で支援！

sXGPのメリット

音声とデータが使える



内線通話だけでなく
データ通信のご利用が可能

オンプレミス



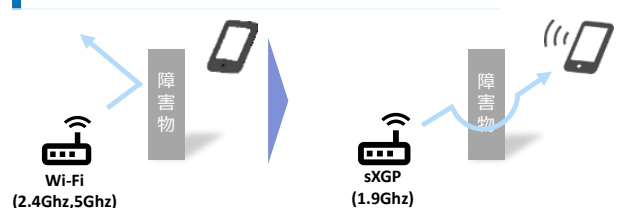
構内に基地局を設置するため、
災害時でも利用可能

アンライセンス



煩雑な免許申請手続きが不要

電波の回り込み特性



Wi-Fiと比べ、基地局設置数を削減可

PHSからsXGPで進化した点をご紹介します

①速度大幅UP

	上り	下り
PHS	32kbps	32kbps
sXGP	4Mbps	14Mbps

125倍 **437倍**

速度UPにより
音声もデータ通信も可能に

②2台持ちを1台に

ソフトバンク SIM sXGP SIM

sXGP対応スマホ (DualSIM)

PHS+スマートフォンから
スマートフォン1台に集約

③同時接続数増加

PHSアンテナ

3台

sXGP
アクセスポイント

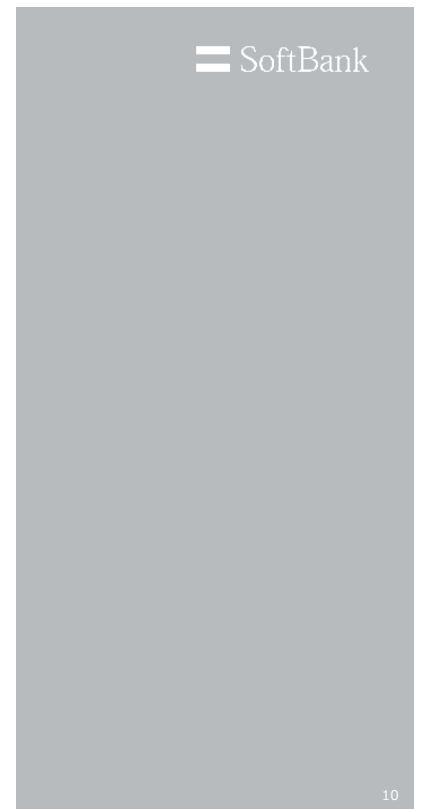
16台

1基地局の同時接続数3台→16台に
カバレッジ広くなり、基地局数削減可能

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

9

他方式比較



© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

10

Wi-Fi比較

	Wi-Fi		sXGP
周波数	2.4GHz 5GHz	よく届く!	1.9GHz
モビリティ (ハンドオーバー)	弱い	途切れない!	強い
干渉源	とても 多い	干渉なし!	ほぼない

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

11

Wi-Fi比較

よく届く!

ソフトバンク本社検証

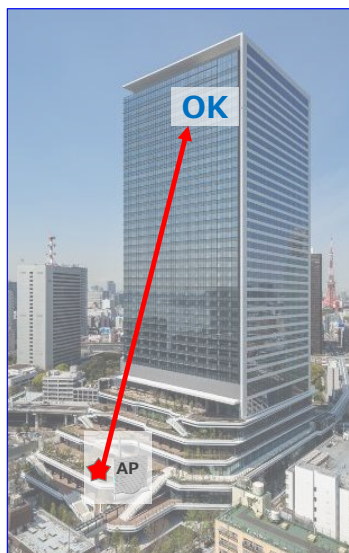


sXGP AP 1台で
フロア全体をカバー可能
(トイレ・会議室内含む)

- sXGPアクセスポイント設置位置
- 電界強度

【電界強度目安】

- ▲ ~-100dBm
- ▲ -100dBm~-115dBm
- ▲ -115dBm~-130dBm
- ▲ -130dBm~



約150m上方まで
電波疎通
(地上3Fから30F)

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

12

Wi-Fi比較

よく届く！

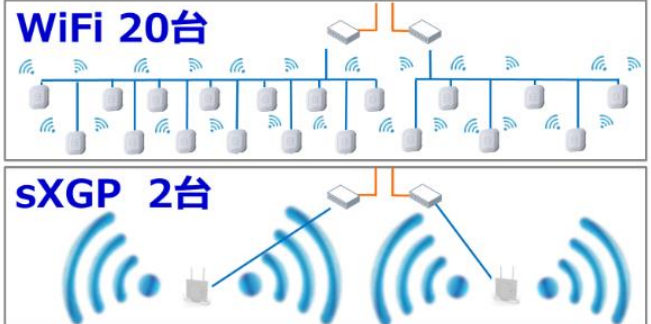
SoftBank



病室内や物陰でWi-Fiが
繋がりにくくなる

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

福井大学附属病院様



AP数 20台(WiFi) ▶ 2台(sXGP)でカバレッジ

1.9GHzの周波数の特性
エリアカバーが広い

13

Wi-Fi比較

途切れない！

SoftBank



歩きながらも途切れない
高速ハンドオーバーが“当たり前”のLTEシステムだから
モビリティ（移動通信）に強い！

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

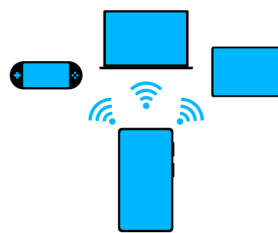
14

Wi-Fi比較

干渉なし!

SoftBank

Wi-Fi



テザリング



Bluetooth接続

※



sXGP



PHS/DECT/sXGPのみで
干渉回避技術もバッチリ
干渉しにくい
∴Wi-Fi/PHSとの共存が可能

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

15

キャリアLTE比較

SoftBank

携帯電話網(共有NW)

sXGP(専用NW)



災害時・通信障害・輻輳の発生等により
通信がつながりにくくなるケースあり

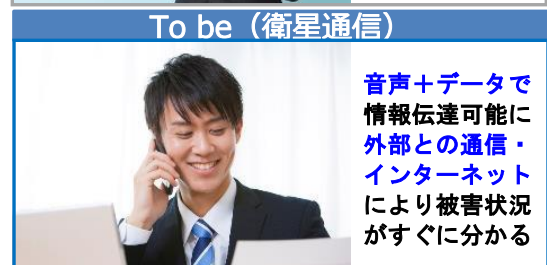
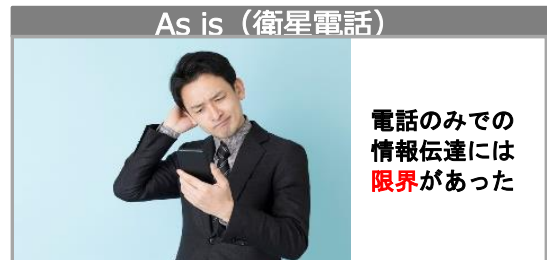
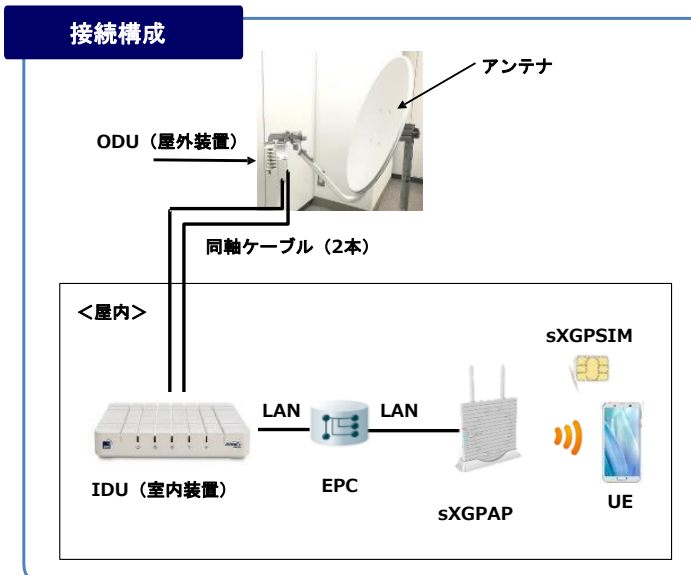


専用ネットワーク環境構築により、
非常時に強い通信環境構築

災害時も継続して敷地内の内線通話の利用が可能

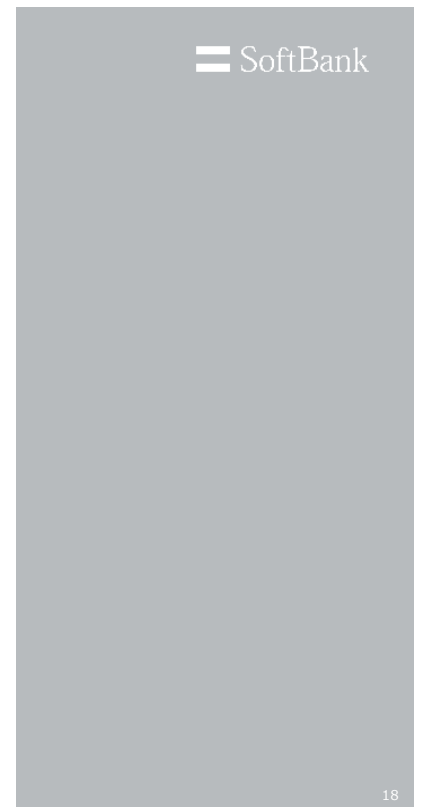
© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

16



災害時でも**便利に・即時に・快適に**
利用できる通信インフラへ

ソフトバンク/B3 sXGPの特徴



Point 1 iPhone・iPad VoLTE対応

Apple社と共同でプロファイルを作成し
自動でsXGPに必要なパラメータの設定

Point 2 物理SIMだけではなくeSIMも取扱い可能

既存の端末にsXGP eSIMを入れてることで
端末管理コストの削減

sXGP × iPhone / iPad

2023年3月28日 提供開始

iOS16.4



sXGP available models

iPhone14 Pro Max, iPhone14 Pro, iPhone14 Plus, iPhone14, iPhone13 Pro Max,
iPhone13 Pro, iPhone13 mini, iPhone13, iPhoneSE (3rd Gen), iPhone12

※with iOS16.4, SIM unlocked,



sXGP available models

iPad Pro 11inch_4th Gen, iPad Pro 12.9inch_6th Gen, iPad 10, iPad Air 5th Gen,
iPad mini 6th Gen, iPad Pro 11inch_3rd Gen, iPad Pro 12.9inch_5th Gen

※with iPadOS16.4, SIM unlocked
※Available only Cellular models

B3 sXGP専用プロファイル提供



sXGPシステム接続通信試験を共同実施
Apple社よりBBB/sXGP専用プロファイル供給

sXGP eSIM対応

弊社提供SIM(PLMN:44015)のご利用で自動適用される

「sXGP専用プロファイル」の
提供が実現

- sXGP/VoLTE利用に必要なパラメーターが自動適用
- 速やかな圏内復帰でUX向上を実現
- バッテリー持ちを大きく改善

21

sXGP対応デバイス（音声通信デバイス）

SoftBank

Android

AQUOS wish
AQUOS wish3



eSIM
対応

堅牢型

DuraForce EX



eSIM
対応

電池パック
交換可能

ガラホ

Feature Phone
DIGNOケータイ4
forBiz



カメラなし
対応

sXGP対応デバイス（新端末）

Android

DIGNO BX3



グローブタッチ
対応

タブレット

DuraForce EX



耐久性
グローブタッチ
対応

sXGP対応デバイス（データ通信デバイス）

屋内カメラ

**MORECA
CC100GEIR**



sXGP SIM内蔵

屋外カメラ

**MORECA
CC102S38W24A**



電源不要
追加オプション：パネル

PoC事例

PoC事例：トンネル

某シールド内でsXGPで通信テスト

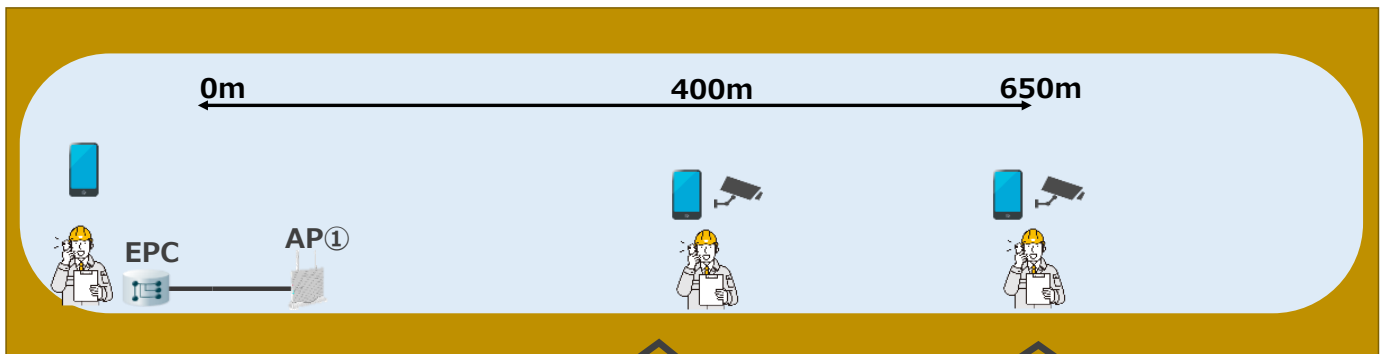
【課題】

トンネル内ではキャリアの電波が入らない
Wi-Fiも飛ばない



某シールド内でsXGPで試験をし
内線通話・映像伝送共に通信を実現

検証事例① :内線通話・映像伝送



到達距離自体はMAX 650m
NLを考慮すると400-500m
にAPを配置することが望ましい

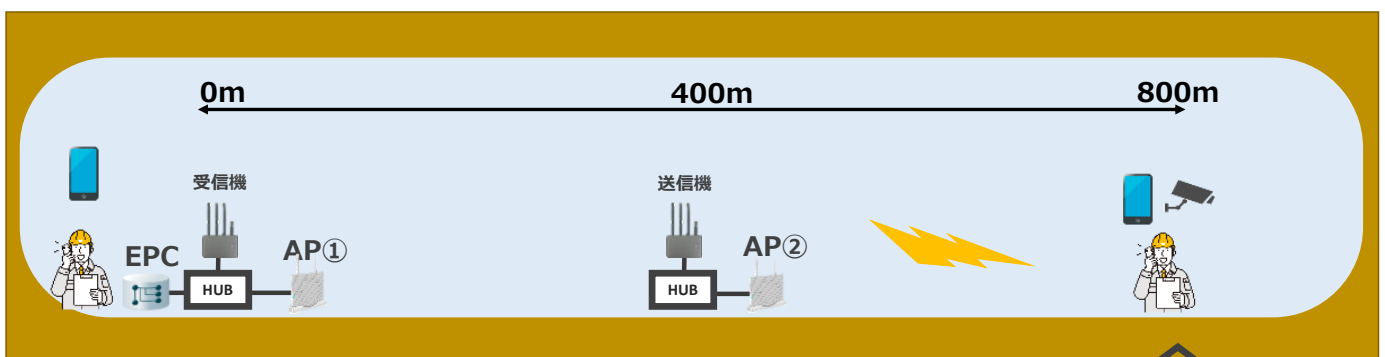
【400m地点】
通話⇒問題なし
映像伝送⇒問題なし

通話・映像共に問題なし。

【650m地点】
通話⇒途切れる
映像伝送⇒問題なし

通話が途切れ始めるが、映像は問題なし。

検証事例② :中継器によるLAN配線の無線化

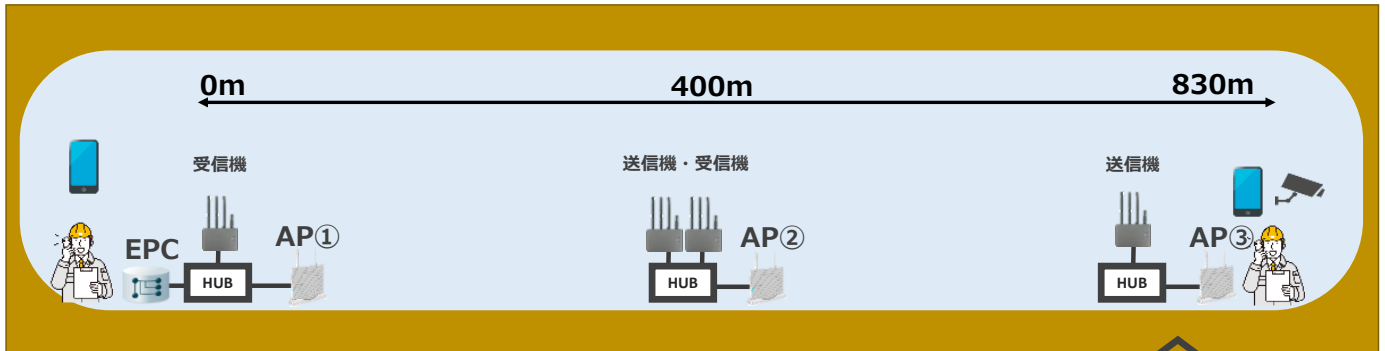


中継器による配線無線化可能

【800m地点】
通話⇒問題なし
映像伝送⇒問題なし

AP②にアタッチ確認

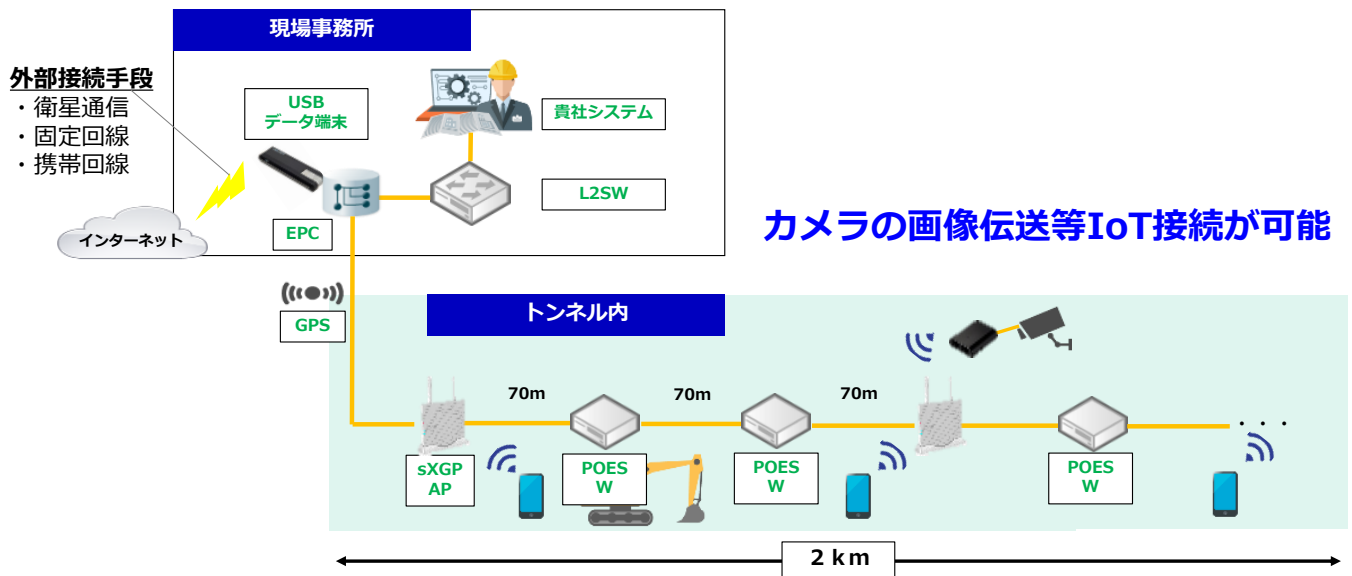
検証事例③：中継器増設



中継器の増設も問題なし

【830m地点】
 通話⇒問題なし
 映像伝送⇒問題なし
 AP③にアタッチ確認
 UL:4~5Mbps
 DL:11~12Mbps

利用イメージ



sXGP通信キットで、電波干渉なく音声やデータ通信を実現

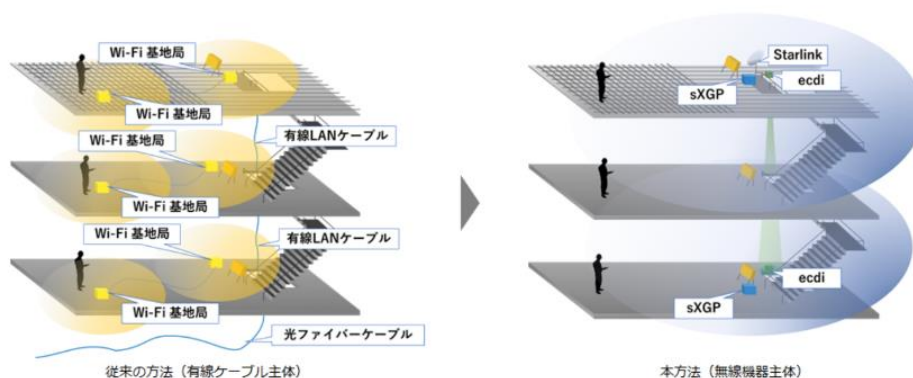
導入事例

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

31

竹中工務店様 建設現場

建設現場の電波不感地対策にsXGPを活用



sXGPによる各フロア内の広域無線ネットワーク構築
免許不要でプライベートネットワークの構築が可能なsXGPを使用し、
基地局数と設置にかかる手間を削減

参照：最先端技術を組み合わせ、建設現場データ通信網の完全無線化を実現～データ通信網構築にかかる時間を80%削減～

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

32

既存iPhoneにsXGP eSIMを入れて利用中

【課題】

LAN更改のタイミングで
PHSの置き換えと
定型作業のDX化を希望



内線通話のスマホ化に加え、
iPadを活用して作業報告の
ペーパーレス化に成功！



今年度以降、国内20以上の工場へ導入推進中

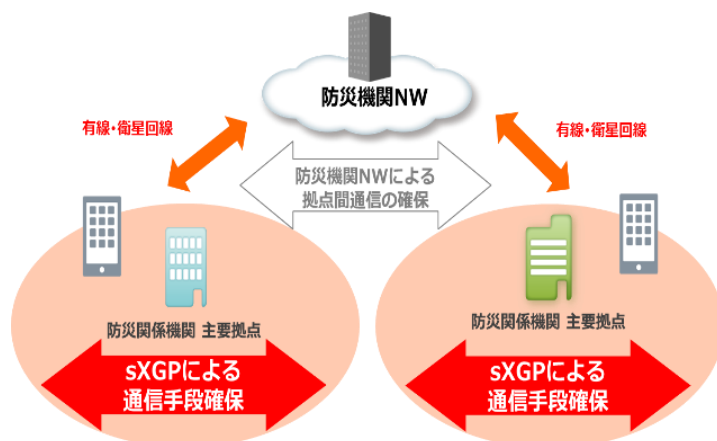
災害時の防災システムにsXGPを採用

【課題】

PHSの将来性に課題
キャリアLTE障害時に使えない



sXGPと衛星通信、光回線を組み合わせ、
災害時でも専用NWとして
拠点間通信を実現



【課題】

Wi-Fiのハンドオーバーが
高速移動により通信断が発生



車載カメラのデータをsXGPで伝送
迫力ある映像を生中継が可能に

[動画はこちらから\(2分18秒～\)](#)



世界最小・最軽量のスマホ
「Unihertz」



牛の状態管理で屋外APを置いてsXGPの利用

【課題】

農場のDX化をしたい
キャリアの電波が届かない
屋外の電源設備があまりなく、
Wi-Fiのエリアが狭いため
基地局数が少なくすむsXGPを検討



Wi-Fiより基地局数削減
農場のDX化でLINE WORKSや
勤怠管理として活用



参考) 屋外AP



Spec	
Size	H409×W356×D212
重量	約8.5kg
color	ライトグレー
素材	樹脂 (ポリエステル)
温度	0℃～45℃
湿度	0%～95%
IP等級	IP66
伝播損失	約3dB
雷サージ	なし ※追加Optionあり
防爆	なし
塩水、化学薬品耐性	なし

© SoftBank Corp. All Rights Reserved.

37



ソフトバンク(株) 意見交換

質問内容	回答
10階以上になると、どうなるのか？	10階以上の高低差があると電波が届かない事があるので、他の手法を模索中です。(ピコセル等)
P32のビルとはどのような感じですか？	ホテル建築中のビルです。壁が無い状態です。
コストに関してはどのようになっていますか？	アンテナとサーバ+スマートホンのライセンスが必要。先程、紹介した現場規模であれば300～400万円程度となります。スマホ1台で月額500円として一括払いも可能。 設置工事費は一体型BOXで設置出来るよう検討中。 レンタル会社とも連携を検討中。
P29にある受信機・送信機がSXGPなのか？	APに関しては、レッツコーポレーションの端末です。EPCがXSGPになります。
SXGPはPHSの後継と考えて良いのか？	PHSと同じ1.9G帯を使っております。制御機器に影響のない80mw(通常の半分)を使用しています。アンテナからアンテナへの移動がスムーズにできる。
免許は要らないのか？	不要です。PHSの頃から不要です。
今後の通信方式はどうなるのか？	ソフトバンクとしてはプライベート5Gに力を入れている。 ローカル5G⇒高速接続、高速通信、低遅延 限定の客様だけの為接続 プライベート5G⇒限定の会社に提供する通信 SXGP⇒気軽に作れる通信網(回線限定) どちらも長所短所があり固定はない。むしろWifiとの共存が必要。

ソフトバンク Gr ビー、ビー、バックボーン社

次世代 PHS である SXGP をメインで扱っている。

(現行の内線 PHS は終了の方向)

▶特長

- ① 干渉が少ない 1.9GHz 帯の為、他の無線と周波数帯が異なる
- ② 電波の伝搬が球状に広がる アンテナを対向させなくて良い 500m
- ③ 移動しても途切れない シームレスにアンテナが切り替わる
- ④ 免許不要

▶通信速度 上り 4Mbps、下り 14Mbps

▶価格: 3~400 万円/現場

▶iPhone、iPad 対応 (eSIM にも対応、デュアル対応)

→他メーカー (Android でも OK)

○トンネルでの検証事例

- ① 坑口に AP 0m→400m→650m で(通話 NG)
- ② エアブリッジとアクセスポイントをセットで設置
→坑口に設置、400m 地点に設置 800m までの通信確認
→3 台目の追加も問題無く出来る

※利用イメージは資料 P30 参照 (有線、POE、間に SXGP etc)