土木工事現場の IoT 活用ガイド

第1版

平成29年10月

一般社団法人 日本建設業連合会 土木工事技術委員会 土木情報技術部会 情報利用技術専門部会

目次

1	はじ	めに ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	1
2	文 ToI	対応機器と現場での活用 ・・・・・・・・・・・・・	2
4	2. 1	IoT とは何か ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2	2. 2	IoT 対応機器の例 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4
	2.	2. 1 計測機器	5
		騒音・振動計 ②風速計 ③統合型気象観測装置	
	4	水位計 ⑤ガス検知 ⑥電力計測 ⑦斜面崩壊検知	
	8	変位計測	
	2.	2. 2 管理・監視機器	1 1
	9	切羽監視 ⑩車両運行管理 ⑪入坑管理 ⑫気象監視	
	13	自動通報 ⑭自立飛行ドローン ⑮統合監視	
	2.	2. 3 安全機器	1 9
	167	歩行者検知 ⑰侵入検知	
3	IoT 対	対応機器の導入手法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2 0
,		T m 14/4 111 (c) 14tt - 12	0.0
;	3. 1	IoT 機器の構成 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2 0
3	3. 2	IoT 機器のネットワーク ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2 1
4	ToI 対	対応機器の導入モデル・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2 5
4	4. 1	河川・海岸工事・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2 5
4	4. 2	都市土木工事・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2 7
4	4. 3	切盛土工事・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2 9
4	1. 4	構造物(橋梁)工事・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3 1
4	4. 5	トンネル工事・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3 3

1. はじめに

現在、建設現場でも様々な機器がネットワークに接続され、活用され始めている。

今後は、「モノのインターネット(IoT: Internet of Things)」という概念のもと、この状況は拡大していくものと予想され、建設現場をリアルタイムにモニタリングする手法として、受発注者、協力業者等の関係者間で共有・活用することで、異常の早期発見・対応や、集中豪雨や地震時等の非常時の安全確認に大きな役割を果たすと考えられる。

一方、現在の建設現場は幹事会社のセキュリティーポリシーによっては、情報漏洩防止の観点から発注 者、受注者、協力業者など関係者間での情報共有が困難である場合がある。

そこで、本ガイドでは、セキュリティーを考慮した上で、IoT対応機器を導入し、その情報を有効活用するための手法を例示し、より安全で効率的な現場運営の一助となることを目的とする。

本ガイドでは、まず、IoTの定義について情報分野に馴染みのない土木エンジニアにもわかりやすいように解説する。次に、現場で使える IoT にどのような機器があり、現場への IoT 機器の導入手法について説明する。最後に、既に IoT 化が進んでいるダムとシールドトンネルを除いた 5 工種を選定し、IoT の導入によって現場の課題どのように改善されるかについて解説する。

2. IoT 対応機器と現場での活用

2.1 IoT とは何か

IoT (アイ・オー・ティー) は一般に「もののインターネット」と訳されているがよく意味がわからない。 英語では Internet of Things の略であるが、実は、日本語だけでなく英語でもよく意味がわからない。 英語版のウィキペディアに解説があるので、引用する。

The Internet of Things (IoT) is the network of physical objects or "things" embedded with electronics, software, sensors, and network connectivity, which enables these objects to collect and exchange data. The Internet of Things allows objects to be sensed and controlled remotely across existing network infrastructure, creating opportunities for more direct integration between the physical world and computer-based systems, and resulting in improved efficiency, accuracy and economic benefit. Each thing is uniquely identifiable through its embedded computing system but is able to interoperate within the existing Internet infrastructure. Experts estimate that the IoT will consist of almost 50 billion objects by 2020.

これを日本語に訳すと以下のようになる。

IoT (Internet of Things: もののインターネット)とは、品物(Object)や道具("Things")のネットワークである。これらの"もの"には、電子装置やソフトウエア、センサ、ネットワーク接続機能が組みこまれ、データの収集や交換が可能になっている。

IoT は "もの" にセンサや既存のネットワークインフラを利用した遠隔制御を可能とすることで、物理的な世界とコンピュータシステムを直接的に統合する機会を与え、効率や精度や経済的利益を与える。 それぞれの"もの"は、組込みコンピュータにより個別に識別されるが、既存のインターネットインフラとの相互運用が可能となっている。

「IoT は 2020 年までに 500 億の "もの"で構成されるようになる」と専門家は推定している。

つまり、これまでシステムに繋がれて管理されていた計測機器やセンサが単独でインターネットに繋がれ、データの送信や相互に連携して様々な仕事をすることを称している。

建設現場に当てはめた平易な言葉でまとめると以下のようになる。

IoT (Internet of Things: もののインターネット)とは、これまでネットワークにすらつながっていなかった気象観測装置、水位計、騒音振動計、監視カメラ、ガス検知、傾斜計などのセンサや計測機器ばかりでなく、山留め・支保工、ヘルメット、安全帯、重機、連絡車、運搬車両、揚重機(クレーン)などもインターネットに接続され、人の手を介さずに、自動的に情報を収集し、さらに、データ交換により機器同士が連携し、精密かつ迅速な対応を可能とすることを総称したネットワークのことである。

このように、これまで現場にあった様々な機器が全てネットワークに繋がって様々な情報を提供してくれることが基本であり、その先には提供された情報を解析して危険の予測や通知を行う機能も含まれることになる。

これまで現場で野帳に記録してパソコンで帳票に入力し、打ち出された様々な結果を見て判断していたものが、IoTの導入によって自動的に収集・分析され、より見やすい結果としてエンジニアに提供されるだけでも、省力化だけでなく、精密かつ迅速な対応による品質や安全性向上によって、建設現場に革命的な変革をもたらす可能性がある。

一方、現場の様々な機器をインターネットにつなげるためには、セキュリティーへの配慮が重要であり、本ガイドでは安全に現場に IoT を導入するための事例を解説する。

2.2 IoT 対応機器の例

IoT を利用すると、様々な"もの"が置かれた「環境」「位置」「動き・状態」「認証・認識」などの情報を離れた場所から知る事ができる。取得する情報と現場における例を以下に示す。

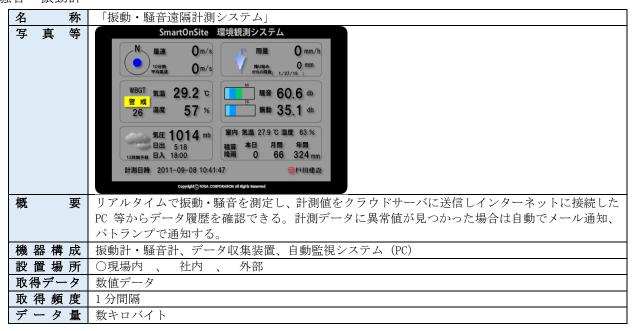
	取得する情報	現場における例	
	温度、湿度、気圧、雨量、風速、風向、	気象観測装置(温度計、湿度計、気圧計、雨量計、	
環境	騒音、振動、明るさ、煙、ガス、臭い、	風速風向計等)	
	粉塵	環境計測装置(騒音計、振動計、照度計、有毒ガ	
		ス検知器、粉塵計)	
位置	静的、動的、離隔距離	カメラ、GNSS 装置、加速度センサ、レーザー距離	
(3次元)		計、ICタグ等	
	速度、加速度、落下・上昇、回転、移動・	カメラ、加速度センサ、ICタグ、傾斜計、水位計、	
動き・状態	通過、傾斜、水位、変位、沈下	変位計、沈下計、ひずみ計、騒音計、集音器、振	
	開閉、音、振動、応力、電力温度(体温)	動計、開閉検知器、電力計、温度計(体温計)等	
認証・認識	顔、指紋、声紋、形状、色	カメラ、生体認証(顔、指紋、虹彩、静脈等)、バ	
中心中止。 可以时以		ーコード、QRコード、カメレオンコード等	

建設現場では、既にネットワークにつながっている様々な機器があり、一部ではインターネットを利用している機器も利用され始めている。

これらの機器の例を、計測機器、管理・監視機器、安全機器にわけて紹介する。

2.2.1 計測機器

①騒音·振動計

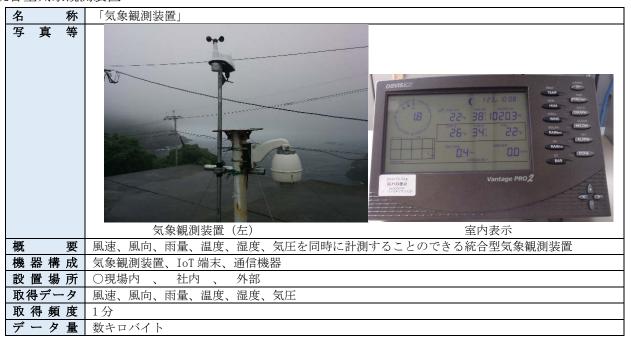


②風速計



取得データ	瞬間風速、平均風速
取得頻度	瞬間表示:1秒每 平均表示:6秒每
データ量	512KB

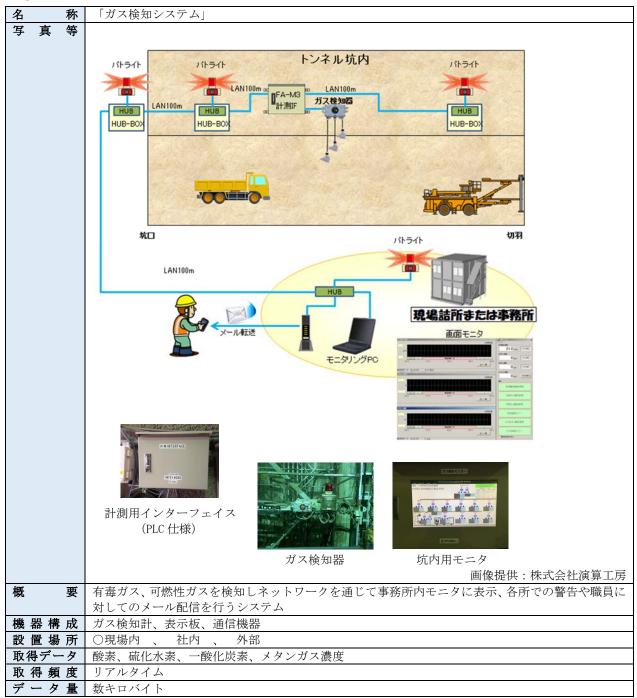
③統合型気象観測装置



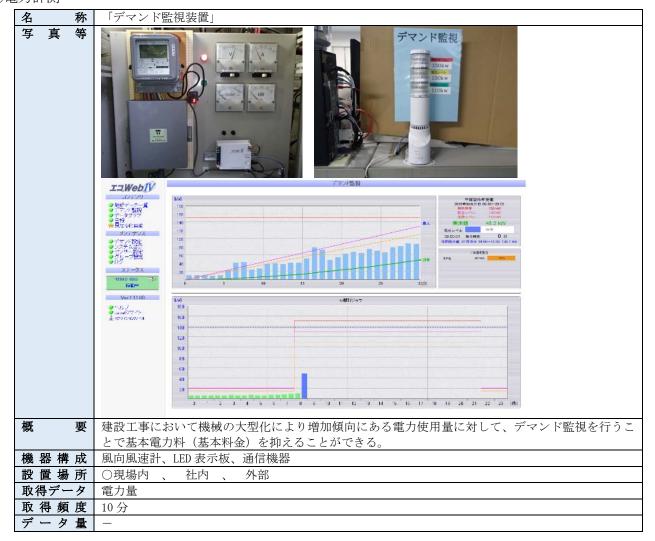
④水位計



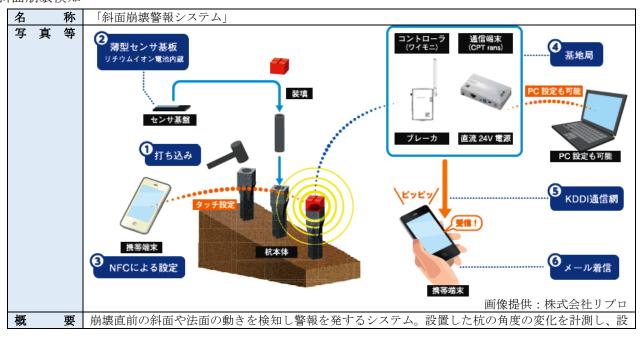
⑤ガス検知



⑥電力計測

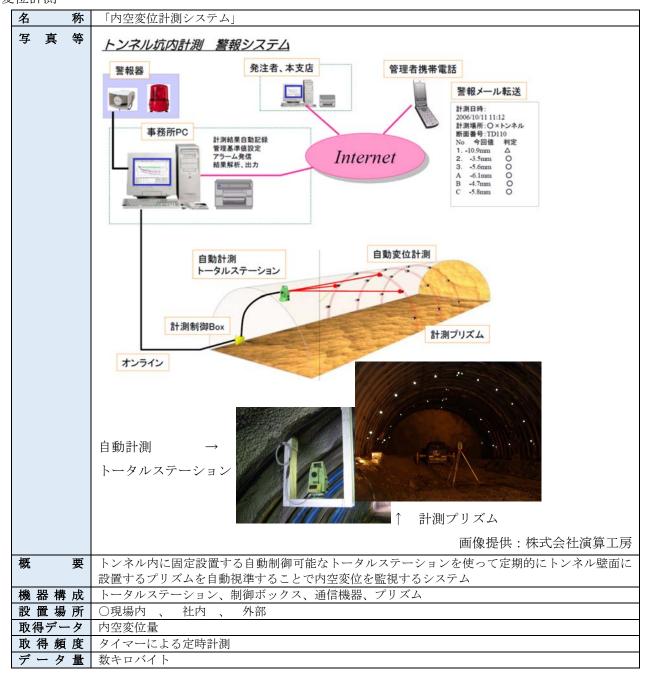


⑦斜面崩壊検知



	定した角度以上の変動を検知した場合、無線で杭の ID と角度を遠隔に設置した受信装置に送信しデ		
	ータを記録するとともに警報装置を作動させる。		
機器構成	測定杭、中継・受信装置、コントロールユニット、警報装置		
設置場所	○現場内 、 社内 、 外部		
取得データ	傾斜		
取得頻度	1 日 1 回、閾値を超えた場合(500msec で送信)		
データ量	-		

⑧変位計測



名	称	「橋梁桁変位自動計測システム【3Dブリッジ】」
	等	トータルステーション 設計との第 トータルステーション フリズム Protein Pro
-Henri:	1111	画像提供:計測ネットサービス株式会社
概	要	橋梁架設の桁の位置情報を、自動視準式トータルステーションを用いて三次元座標管理を行い、計画原見しの美いなまませる自動表測システム。リアルタスト自動表別によって表測のなめに作業も中
		画高との差分を表示する自動計測システム。リアルタイム自動計測によって計測のために作業を中間によってよればでは、
144 000 144		断させることがなく、また Web ブラウザで遠隔地からのデータ観測も可能。
機器構	_	トータルステーション、反射プリズム、インターネット、通信機器
設 置 場	所	○現場内 、 社内 、 外部
取得デー	・タ	3 次元座標
取得頻	度	任意
データ	量	_

2.2.2 管理·監視

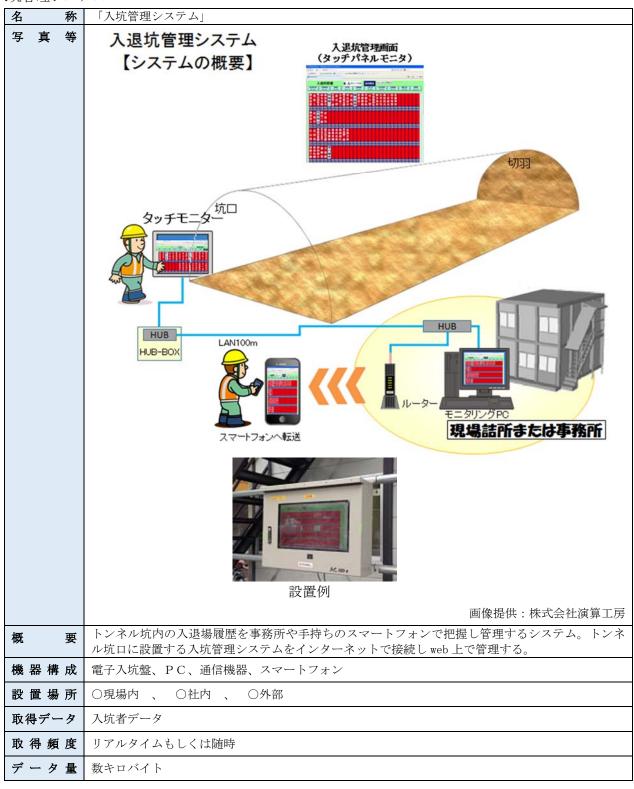
⑨切羽監視



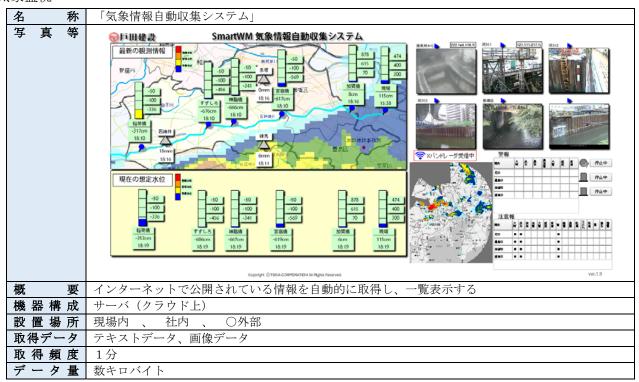
⑩車両運行管理

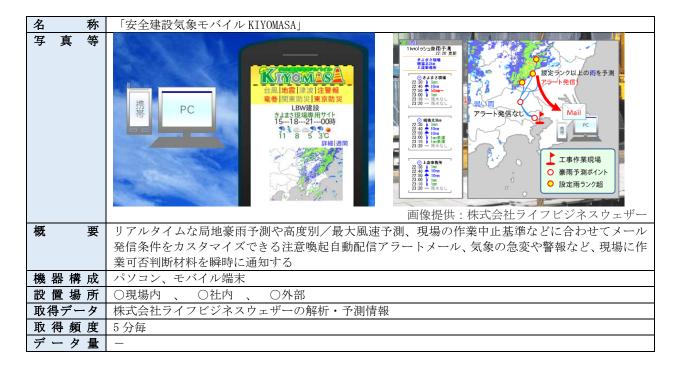


⑪入坑管理システム



迎気象監視





13自動通報システム

名 称 「自動通報システム」 写 真 等 Subject: [alarm_mizota:01747] 流域に非常に強い降雨を確認しました From: Date: 2016/09/07 9:36 To: 流域に20-50mm/hの降雨を確認しました。 河川の水位上昇に注意してください。 現在の降雨状況 100mm/h~ 0.0% ~100mm/h 0.0% ~50mm/h 0.7% ~20mm/h 5.5% ~10mm/h 11.0% \sim 5mm/h 0.0% 0.1~1mm/h 19.8% 0mm/h 62.9% メール配信 警報装置 概 クラウド上に送付されてきたデータを自動的に検証し、現場の警報装置を起動、関係者にメール等で 自動的に通知する 機器構成 サーバ (クラウド上) 設置場所 現場内 社内 ○外部 取得データ なし 取得頻度 適宜 データ量 数キロバイト程度

⑭自立飛行ドローン

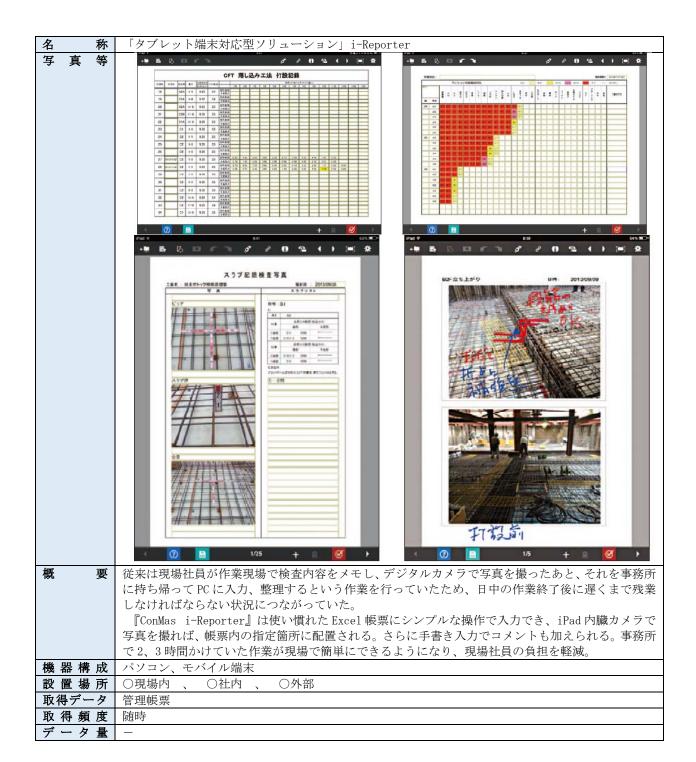
名	陈	「自律飛行ドローン」
	ू ज	
概	要	UAV (ドローン) にコンピュータを搭載しプログラミングすることで、ラジコンのように人が操縦することなく決められたルートを自動で飛行する。UAV には GPS を搭載し、GPS からの電波によって自分がどこをどう飛んでいるかを判断して飛行する。
機器構具	成	UAV (フライトコントローラー、センサ、記録媒体付)、プログラミング機器
設置場所	听	○現場内 、 社内 、 外部
取得データ	タ	動画
取得頻度	度	1ファイル/1飛行
データ』	量	画素数・時間による

⑤統合監視システム

名 「総合監視システム」 コントラファン制御、電力量監視 题水75%PE原加起色彩 pH、濁度、処理量監視 安全+第一 NATM 情報化施工支援システム 坑内自動計劃 CyberNATM 基準点プリズム セントル別量 NATM-Backup 画像提供:株式会社演算工房 現場内にあるさまざまな計測機器をネットワーク上に載せ事務所内に設置する一台のPC上に全デ 概 ータを管理、表示するシステム NATMにおける測量支援を中心とした情報化施工のハブシステム 機器構成 各計測システム、PC、通信機器 設置場所 ○現場内 、 ○社内 、 ○外部 取得データ 各種計測データ リアルタイムもしくは随時 取得頻度 データ量 ※動画サイズによる

「モバイル式コンクリート養生温度管理システム」 名 称 写 真 等 モバイル式コンクリート養生温度管理システム概略図 döcomo au-Koor 通信ステーション Mary Mary Hart Hart The 画像提供:エコモット株式会社 概 コンクリート温度のほか、コンクリート養生内の気温、外気の温度という 3 種類の温度計測を同時 要 に行い、養生中のコンクリート温度が適切かどうかを24時間常時計測。計測されたデータは、無線 ターミナルを介してモバイル通信経由で専用のクラウドサーバ上に記録され、インターネット上で いつでも遠隔監視可能。 温度センサー、収納ボックス、通信モジュール、無線通信ステーション 機器構成 ○社内 、 ○外部 設置場所 ○現場内 、 取得データ 温度 取得頻度 常時

データ量



2.2.3 安全機器

16歩行者検知システム

名	称	「歩行者検知システム」
写	真 等	画像提供 ユウレカ株式会社
概	要	暗所、粉塵、雨などの過酷な環境下でも検知対象の判別が可能なヘビーデューティー仕様となっており、広角ステレオカメラの映像情報から、人(作業員)とその他の障害物を見分け、瞬時に警報を発するシステム。
機器	構成	ステレオカメラ、モニタ、コントローラー、ハーネス、警告灯
設置	揚	○現場内 、 社内 、 外部
取得	データ	人、モノ(設定による)
取得	頻度	常時
デー	- タ 量	_

①レーザーバリア警報監視システム

名 7	称	「レーザーバリア警報監視システム」
写真	举	画像提供:株式会社レックス
概	要	レーザー光を面状に照射することでバリア生成、そのバリアに侵入する物体を検知してオペレータ
		ーへ警報通知を行うシステム。クレーン作業時の接触、衝突防止や
		上空エリアの監視、セキュリティー進入禁止監視に利用可能。
機器構用	成	レーザー距離スキャニングセンサ、パトランプ、制御 BOX、通信機器
設置場所	所	○現場内 、 社内 、 外部
取得データ	タ	接触感知
取得頻息	度	0~50m/sec
データ	量	

3. IoT 対応機器の導入手法

IoT機器の特徴として、「ネットワークに接続されている」という点がある。つまり、IoT機器を生かすためには「ネットワークへの接続」が前提となる。しかし、現在、オフィスはもちろん、現場においても一般にネットワークへの接続は制限されており、無数の計測器や道具がネットワークにつながることは考慮されていない。また、パソコンにはウィルスチェックソフトの導入などが義務づけられているが、IoT機器に搭載されているコンピュータは小さく、導入が難しいため、現状のルールでは導入が困難と考えられる。

また、現場で IoT を活用するためにはスマートフォンなどで情報を得ることが重要であり、インターネットやクラウドを利用することで、導入効果を高め、より利便性の高い機器として活用できる。

つまり、セキュリティーを考慮しながら、オフィスや現場に IoT 機器の導入が可能になれば、IoT 機器を容易に導入できることになる。

そこで、セキュリティーを考慮した IoT 機器の導入手法について、解説する。

3.1 IoT機器の構成

IoT機器の最小構成を図 3-1 に示す。IoT機器は最低限、センサ機能、演算機能、通信機能を装備している必要がある。ここでは、センサ機能を含んだものを一体型、センサ機能を含まないものを汎用型と名付けた。一体型と言っても中に汎用の IoT 製品や回路、IC などが組み込まれているものがほとんどであり、汎用型にはさまざまなセンサを接続するための機能が装備されている。

新規に導入する場合には一体型が、既設の機器に IoT の機能を追加する場合や、一体型のセンサが販売されていない場合には汎用型を利用する。

センサとの接続機能としては、電圧などアナログ値を測定しデジタル出力する D/A 変換、RS-232 などの機器と接続するシリアル、小型センサで採用されるようになった I2C などがある。つまり、センサが電圧や電流によるアナログ出力や RS-232C、I2C に対応した出力があれば、汎用の IoT 回路を接続するだけで、容易に IoT 機器に変換できる。

通信機能は一般に LAN ケーブルを接続する RJ-45 が装備され、IP アドレス等を設定するだけですぐにネットワークに接続できるものがほとんどであるが、中には、ブルートゥースや無線 LAN による無線化や、USB 接続によって外部の通信機器(モデムなど)を接続できるもの、携帯電話の SIM カードを直接装着するものなどがある。

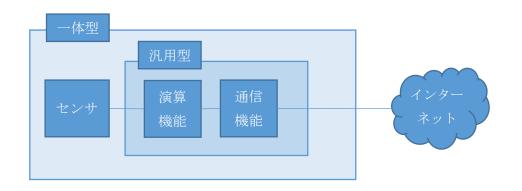


図 3-1 IoT機器の最小構成

3.2 IoT 機器のネットワーク

IoT機器を接続するネットワークとしては以下の3つの方法がある。

- ① 個別接続
- ② 独立ネットワーク接続
- ③ 業務ネットワーク接続

それぞれの方法について、以下に説明する。

① 個別接続

個別接続とは、一つ一つの IoT 機器に携帯電話などのデータ通信機器を取り付け、既存のネットワークとは完全に分離させる方式である。構成を図 3-2 に示す。

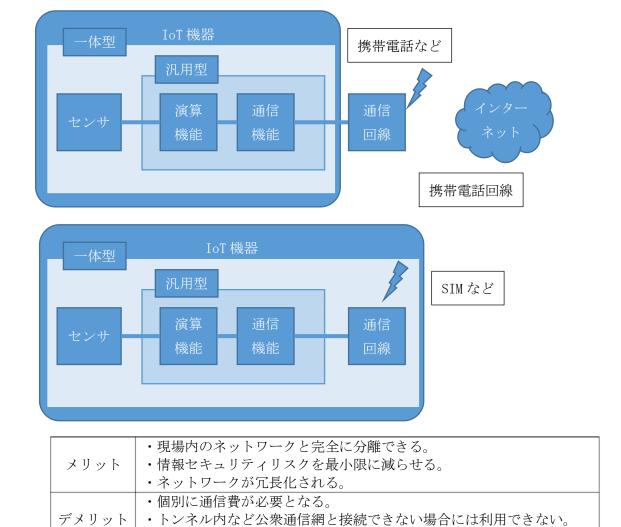


図 3-2 個別接続

・現場内情報の取得もインターネット経由となる。

② 独立ネットワーク接続

独立ネットワーク接続とは、IoT機器などを接続するための、業務用ネットワークとは独立したネットワークを整備し、そのネットワークに IoT機器を接続する方式。 独立ネットワークの例を図 3-3 に示す。

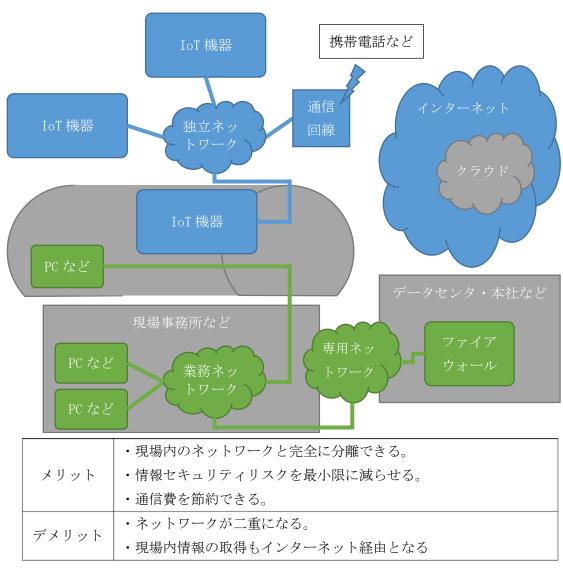


図 3-3 独立ネットワーク接続

③ 業務ネットワーク接続

業務ネットワーク接続とは、現在業務で利用しているネットワークに IoT 機器を直接接続する方式である。業務ネットワーク接続の例を図 3-4 に示す。

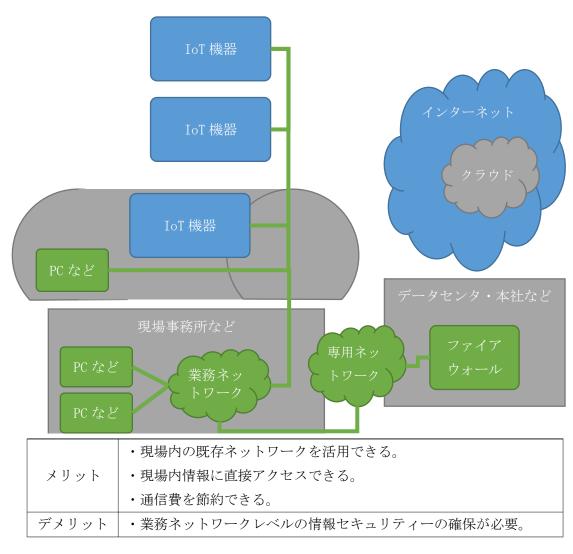


図 3-4 業務ネットワーク接続

4. IoT 対応機器の導入モデル

4.1 河川·海岸工事



課題の整理

課題A. 工事現場の河川や海岸、降雨の状態を知りたい

課題B. 上流や周辺での河川や海岸の状況を知りたい

課題C. 流域や沿岸の警報や注意報の発令状況を知りたい

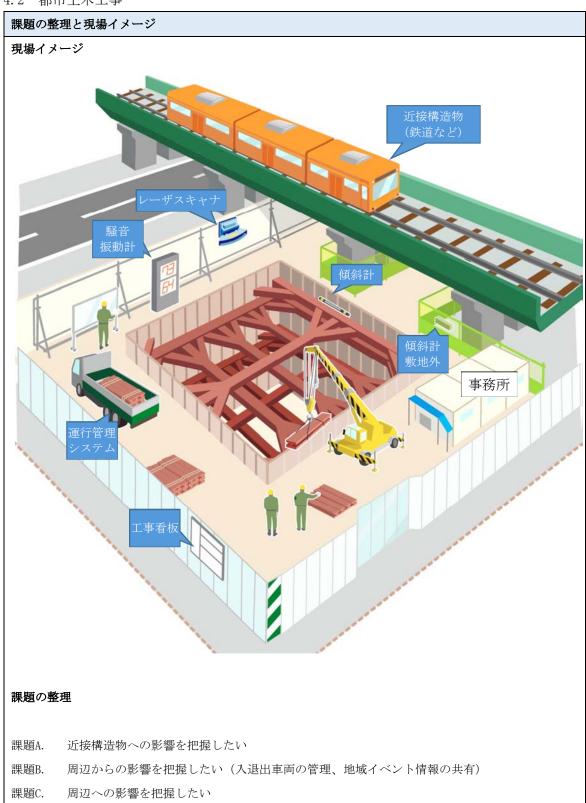
課題D. 関係者に異常を即座に伝達したい

解決したい課題と問題点、IoT による改善点

※IoT による改善点内の数字は「2.2 IoT 対応機器の例」の機器番号

	※101 による以音点内の数十は	「2.2 101 水」/心/ 交合 (2.7 101 101		
課題A. 工事現場の河川や海岸、降雨の状態を知りたい				
現状	問題点	IoT による改善点		
監視カメラ、見回り	河川や海岸の急激な変化をリア	現場内に設置した水位センサや監		
	ルタイムに察知できない	視カメラ、雨量計などの情報を一		
		定間隔でクラウドに送信し、異常		
		と判断された時に関係者に通知す		
		る(④、③、⑫、⑬)		
課題B. 上流や周辺での河川や	海岸の状況を知りたい			
現状	問題点	IoT による改善点		
関係するホームページを閲覧	上流の降雨や近隣の海岸の様子	国土交通省の降雨レーダ、自治体		
	がリアルタイムにわからない	等が提供している河川水位情報や		
		ライブカメラの情報を、クラウド		
		上で現場に利用しやすい形式で一		
		覧表示する。また、一定間隔で監		
		視し、異常と判断された時に関係		
		者に通知する。(⑫、⑬)		
課題C. 流域や沿岸の警報や注	E意報の発令状況を知りたい			
現状	問題点	IoT による改善点		
気象庁のホームページや自治	警報や注意報の情報が即座に通	気象庁のデータをクラウド上で自		
体からのメールサービスなど	知できない	動的に取得し、現場の位置だけで		
を利用		なく、周辺地域など現場に必要な		
		情報のみを選択し、情報を提供す		
		情報のみを選択し、情報を提供する。また、状況に変化があった場合には自動的に関係者に通知す		
		る。また、状況に変化があった場		
課題D. 関係者に異常を即座に	- 伝達したい	る。また、状況に変化があった場 合には自動的に関係者に通知す		
課題D. 関係者に異常を即座に 現状	C伝達したい 問題点	る。また、状況に変化があった場 合には自動的に関係者に通知す		
		る。また、状況に変化があった場合には自動的に関係者に通知する。(⑫、⑬)		
現状	問題点	る。また、状況に変化があった場合には自動的に関係者に通知する。(⑫、⑬) IoT による改善点 クラウド上に集約されたデータを		
現状現場内は回転灯やサイレン、電	問題点 現場に異常があっても、警報装置	る。また、状況に変化があった場合には自動的に関係者に通知する。(⑫、⑬)		

4.2 都市土木工事



発注者や周辺住民へ迅速に情報を提供したい

課題D.

解決したい課題と問題点、IoT による改善点

※IoT による改善点内の数字は「2.2 IoT 対応機器の例」の機器番号

課題A. 近接構造物への影響を把握したい				
現状	問題点	IoT による改善点		
変位計測 (傾斜計、沈下計など)	データ収集の時間が限定さ	データを自動的に収集・記録		
の実施【近接構造物が対象】	れる (供用中など)	(7, 8, 15)		
変位計測 (傾斜計、沈下計など)	変位の発生に気づくのが遅	トラブル発生を即時に通知		
の実施【施工敷地内が対象】	れた	(7, 8, 13, 15)		
接触防止対策として	離れた現場事務所では確認	遠隔地から状況を確認、トラブル		
2D レーザバリアを設置	できない	発生を即時に通知(⑬、⑮、⑰)		
課題B. 周辺からの影響を把握	したい(入退出車両の管理、地	域イベント情報の共有)		
現状	問題点	IoT による改善点		
ダンプトラックやコンクリー	担当者に情報が集中	迂回ルートや出庫待ちなどの対応		
トミキサ車などの運行管理シ	交通事故の発生など状況変	を自動的に判断して対応指示を自		
ステムで担当者が渋滞情報を	化への対応が遅れる	動的に通知(⑩)		
確認し、各運転手に通知、調整				
地域のイベント情報や道路規	運転手が対応するのを忘れ	対応を考慮した運搬ルートや速度		
制情報を例会で周知し、迂回ル	てしまう	制限を自動的に通知(⑩)		
ートなどの対応を確認	イベント自体の情報がそも	インターネット上から情報を取得		
	そも現場に伝わっていない	して迂回ルートを選定・通知する		
		(10, 12)		
課題C. 周辺への影響を把握し	たい			
現状	問題点	IoT による改善点		
周辺環境測定(騒音計、振動計、	計測結果の収集と分析が遅	トラブル発生前の作業の中止や、		
粉塵計など)の実施	れて苦情が発生する	工法の再選定や散水などの事前対		
		応が可能(①)		
課題D. 発注者や周辺住民へ迂	上速に情報を提供したい			
現状	問題点	IoT による改善点		
工事進捗のため定期的に写真	進捗と報告までに時間差が	監視カメラをネットワーク上でも		
を撮影して送付	ある	有し、関係者が遠隔地から操作関		
	撮影範囲外は確認できない	覧する (⑫、⑮)		
工事看板の設置	情報更新作業が面倒	工事作業予定やお知らせを自動的		
工事内容説明会の開催	開催までの準備が大変	に掲示・更新して通知(⑬、⑮)		
工事案内チラシの配布	製作費が発生			

4.3 切盛土工事



解決したい課題と問題点、IoT による改善点

課題A. 場内の作業状況を知り)たい 				
現状	問題点	IoT による改善点			
場内に監視カメラを設置し、事	撮影できていない場所がある。	予めコースを設定した UAV が場内			
務所に映像を映す		を自動で飛行し記録(⑭)			
作業を直接確認している	広い場内では危険作業をしてい	危険作業を重機のセンサが感知し			
	てもすぐに確認できない	通知 (16)			
課題B. 場内の異常をいち早く	 : 把握したい				
現状	問題点	IoT による改善点			
土留め変位計で日々記録して	突然の異常変位に気づけない	許容値を設定し事務所、場内に通			
いる		知・警告する (⑧、⑬、⑮)			
課題C. 周辺への影響を把握し	たい				
現状	問題点	IoT による改善点			
周辺環境測定(騒音計、振動計	計測結果の収集と分析が遅れて	データを自動収集し、トラブル発			
など)を実施している	苦情が発生する、	生前の作業の中止や工法の再選定			
		などの事前対応が可能(①)			
課題D. 重機がどこにあるのか	・把握したい				
現状	問題点	IoT による改善点			
作業員からの報告や実際に場	確認に時間が掛かり、どのような	重機に GPS・通信システムを装備			
内を確認して位置を把握して	作業を行っているかも不明	し、位置情報や車両情報を発信す			
いる		る (⑩)			

4.4 構造物(橋梁)工事

課題の整理と現場イメージ

現場イメージ



課題の整理

課題A. 目的構造物の状態(変形量や温度)を把握したい

課題B. 天候、降雨、風速など自然環境を把握したい

クレーンによる災害を防止したい 課題C.

発注者や管理部門へ迅速に情報を提供したい 課題D.

解決したい課題と問題点、IoT による改善点

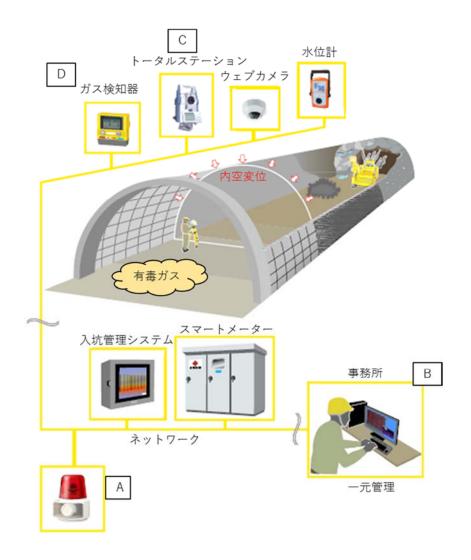
※IoT による改善点内の数字は「2.2 IoT 対応機器の例」の機器番号

	101 (CR ORDWI 10 W 1 (R	72. 7 101 V1VC-DX-DL-> D47 -> DX-DL-E
課題E. 目的構造物の状態(3	変形量や温度)を把握したい	
現状	問題点	IoT による改善点
変位計測(傾斜計、沈下計など)	データ収集の時間が限定される	データを自動的に収集・記録し、
の実施	(供用中など)	管理者に送信 (⑧、⑮)
変位計測(傾斜計、沈下計など)	データロガー等から情報を吸い	トラブル発生を即時に管理者に追
の実施	上げるため、問題の発見が遅れる	知 (⑬、⑮)
熱電対による温度計測の実施	データロガー等から情報を吸い	データを自動的に収集・記録し、
	上げるため、問題の発見が遅れる	管理者に送信 (④、⑮)
課題F. 天候、降雨、風速など	ど自然環境を把握したい	
現状	問題点	IoT による改善点
天気予報を確認	情報がリアルタイムではない	工事場所の天候をリアルタイムで
		確認でき、ゲリラ豪雨や雷情報を
		事前に把握できる (⑫)
風速計による確認	現場全体に情報が伝わるのが遅	工事場所の天候をリアルタイムで
	く、トラブルが発生する	確認でき、強風時には自動で管理
		者に通知する(②、③、⑫)
課題G. クレーンによる災害を	と防止したい	
現状	問題点	IoT による改善点
オペレータによる目視	目視できない範囲が多く、トラブ	障害物や、人が旋回範囲に入る前
	ルが発生する	に事前に把握、障害物や人が接近
		した場合は自動でオペレータと管
		理者に通知する (⑰)
課題H. 発注者や管理部門へ近	B速に情報を提供したい	
現状	問題点	IoT による改善点
工事進捗のため定期的に写真	進捗と報告までに時間差がある	監視カメラをネットワーク上でま
を撮影して送付	撮影範囲外は確認できない	有し、関係者が遠隔地から操作院
		覧する(⑫)
出来形や品質管理帳票を作成	進捗と報告までに時間差がある	データを自動的に収集・記録し、
して送付	トラブル発生の報告が遅れる	管理者に送信する。タブレット第
		末を用いて現場で即時に書類を作
		 成・送信できる(⑮)

4.5 トンネル工事

課題の整理と現場イメージ

現場イメージ



課題の整理

課題A. 坑内の異常(酸素、可燃性ガス、湧水等)を関係者に即座に伝えたい

課題B. 坑内作業状況を知りたい

課題C. 掘削後の地山の状態(変位測定)を監視したい

課題D. 坑内環境を常時把握したい

解決したい課題と問題点、IoT による改善点

※IoT による改善点内の数字は「2.2 IoT 対応機器の例」の機器番号

関題点 関題点 ToTによる改善点 対地で制定するため即座に把握 できない できない が一夕を自動的に収集・記録し遠 探地で状況を確認 (⑤、⑤) 近内湧水量把握は濁水ブラン リアルタイムな湧水量把握でな いため休日の突発湧水時切羽水 後を把握できない でもなマートフォン等に異 常を即感に知らせることが可能) でまるである。 でまるでいる でまるである でまるである でまるである でまるである でまるである でまるであるである でまるである でまるであるでは、現場で確認するしかない でまるであるでは、現場で確認するしかない でまるであるでは、現場で確認するしかない でまるであるでは、現場でが認するしかない でまるであるでは、現場でが認するしかない でまるであるである でまるできれる でまるでも表別では、現場で、理解を、理解を、理解を、理解を、理解を、理解を、理解的では、対象を表別したい でまるであるでは、現場では、できるであるでは、現場では、できるであるでは、対象を表別したい でまるであるでは、できるでは、対象を表別を表別では、対象を表別を表別を表別では、対象を表別を表別を表別を表別を表別を表別を表別を表別を表別を表別を表別を表別を表別を	課題A. 坑内の異常(酸素、可燃性ガス、突発湧水等)を関係者に即座に伝えたい			
定の実施 できない 隔地で状況を確認 (⑤、⑤) (⑤) (⑤) (⑤) (⑤) (万) (万) (万) (万) (万) (万) (万) (万) (万) (万	現状	問題点	IoT による改善点	
大の処理量で計測	可燃性ガス・有毒ガス発生量測	現地で測定するため即座に把握	データを自動的に収集・記録し遠	
いため休日の突発湧水時切羽水 (休日でもスマートフォン等に異常を即座に知らせることが可能) 接題B. 坑内作業状況を知りたい	定の実施	できない	隔地で状況を確認(⑤、⑤)	
設を把握できない 常を即座に知らせることが可能) 課題B 抗内作業状況を知りたい	坑内湧水量把握は濁水プラン	リアルタイムな湧水量把握でな	遠隔地から状況を確認 (⑤)	
課題B	トの処理量で計測	いため休日の突発湧水時切羽水	(休日でもスマートフォン等に異	
現在のトンネル切羽作業内容 直接、現場で確認するしかない ②遠隔地から状況を確認 (③) (監視カメラをネットワーク上で 共有し、遠隔地から状況を確認 (④) (監視カメラをネットワーク上で 共有し、遠隔地から状況を確認 (④) (入坑者数をネットワークに乗せ ねを反すのを忘れる 石による改善点 石による改善点 石による改善点 日間題点 日のではまる 日のでは		没を把握できない	常を即座に知らせることが可能)	
現在のトンネル切羽作業内容の把握 直接、現場で確認するしかない (監視カメラをネットワーク上で共有し、遠隔地から状況を確認(⑨) (監視カメラをネットワーク上で共有し、遠隔地から状況を確認(⑩) (入坑者数をネットワークに乗せることで事務所で把握可能。) 財政 関題点 (入坑者数をネットワークに乗せることで事務所で把握可能。) 切羽崩壊の把握 屋夜交代時などのトンネル掘削作業中断時に人が計測するため作業内容に拘束される (自動追尾トラルステッシンを使いタイマーにより定点観測が可能) (自動追尾トラルステッシンを使いタイマーにより定点観測が可能) 切羽崩壊の把握 休日や切羽に人がいない場合、即座に崩壊を把握できない (監視カメラをネットワーク上で共有し、遠隔地から状況を確認(⑩) (庶規カメラをネットワーク上で共有し、遠隔地から状況を確認(⑩) (カメラに画像解析アルゴリズム搭載で切羽の崩壊を自動監視) 課題D. 坑内環境を常時把握したい 間題点 (カメラに画像解析アルゴリズム搭載で切羽の崩壊を自動監視) 課題D. 坑内環境を常時把握したい 151 による改善点 成大環境、粉じん濃度、坑内風速、電力使用量の割定 測定結果の把握と報告までに時間差がある。 遠隔地で状況を確認(⑥) (予リタの一元管理(⑥) (各機器をネットワーク上に接続の一元的に把握できない (多データの一元管理(⑥) (各機器をネットワーク上に接続	課題B. 坑内作業状況を知りたい			
の把握 (監視カメラをネットワーク上で 共有し、遠隔地から操作閲覧する) トンネル内の入坑者、人数の把握 坑口にある入坑札で確認するし かない (次坑者数をネットワークに乗せることで事務所で把握可能。) 課題に、棚削後の地山の状態を監視したい B題点 IoTによる改善点 切羽崩壊の把握 昼夜交代時などのトンネル掘削作業中断時に人が計測するため作業内容に拘束される (自動追尾トカルステーションを使いタイマーにより定点観測が可能) 切羽崩壊の把握 休日や切羽に人がいない場合、即座に崩壊を把握できないに崩壊を把握できないといりで点観測が可能) 変属地から状況を確認(③)の分メラに画像解析アルゴリズム構物で切羽の崩壊を自動監視) (カメラに画像解析アルゴリズム構物で切羽の崩壊を自動監視) 課題D. 坑内環境を常時把握したい 問題点 IoTによる改善点 酸素濃度、粉じん濃度、坑内風速、坑内風速、電力使用量の測定 測定結果の把握と報告までに時間差があるを機器が単体で稼働しているため一元管理(⑤)の一元管理(⑥)の一元管理(⑥)の一元で生ないに接続を表ットワーク上に接続	現状	問題点	IoT による改善点	
ドンネル内の入坑者、人数の把握	現在のトンネル切羽作業内容	直接、現場で確認するしかない	②遠隔地から状況を確認 (⑨)	
トンネル内の入坑者、人数の把握 坑口にある入坑札で確認するしかない ②遠隔地から状況を確認(⑪) (入坑者数をネットワークに乗せることで事務所で把握可能。) 課題C. 掘削後の地山の状態を監視したい 規状 問題点 IoTによる改善点 地山状況(内空変位)の計測 作業中断時に人が計測するため作業内容に拘束される 作業内容に拘束される 作業内容に拘束される (自動追尾トルステーションを使いタイマーにより定点観測が可能) 切羽崩壊の把握 体日や切羽に人がいない場合、即座に崩壊を把握できない 空遠隔地から状況を確認(⑪)(監視カメラをネットワーク上で共有し、遠隔地から操作閲覧する) ②遠隔地から操作閲覧する) 建幅地から操作閲覧する) ②遠隔地から操作閲覧する) 建腐地から操作閲覧する) ②遠隔地から操作閲覧する) 建腐地から状況を確認(⑪)(カメラに画像解析アルゴリズム搭載で切羽の崩壊を自動監視) 本機能で切羽の崩壊を自動監視) 課題D. 坑内環境を常時把握したい 現状 間題点 IoTによる改善点 酸素濃度、粉じん濃度、坑内風速、乳戸は上を報告までに時間差がある 海に地で状況を確認(⑥) 遠隔地で状況を確認(⑥) を機器が単体で稼働しているため一元管理(⑮) (各機器をネットワーク上に接続	の把握		(監視カメラをネットワーク上で	
操題C. 据削後の地山の状態を監視したい 現状 問題点 IoT による改善点 地山状況(内空変位)の計測 昼夜交代時などのトンネル掘削 (自動追尾トクルステーションを使いタイマーにより定点観測が可能) 切羽崩壊の把握 株日や切羽に人がいない場合、即座に崩壊を把握できない (監視カメラをネットワーク上で共有し、遠隔地から操作閲覧する) (空遠隔地から状況を確認(⑨)(カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視) 接載で切羽の崩壊を自動監視) 課題D. 坑内環境を常時把握したい 関題点 IoT による改善点			共有し、遠隔地から操作閲覧する)	
根を反すのを忘れる ることで事務所で把握可能。) 課題に 掘削後の地山の状態を監視したい 現状 問題点 IoTによる改善点 地山状況(内空変位)の計測 昼夜交代時などのトンネル掘削 (食力のでに対しているた) (自動追尾トラルステーションを使いタイヤーにより定点観測が可能) で業内容に拘束される で業内容に拘束される でまり定点観測が可能) で業内容に拘束される (監視カメラをネットワーク上で共有し、遠隔地から操作閲覧する) (空遠隔地から操作閲覧する) (空遠隔地から操作閲覧する) (空遠隔地から操作閲覧する) (空遠隔地から操作閲覧する) (空遠隔地から操作閲覧する) (空遠隔地から操作閲覧する) (カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視) 課題D 坑内環境を常時把握したい 間題点 IoTによる改善点 でデータを自動的に収集・記録し 遠隔地で状況を確認 (⑤) (金機器が単体で稼働しているた 後機器をネットワーク上に接続 (金機器をネットワーク上に接続 (金機器を本・アルス・ロー・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	トンネル内の入坑者、人数の把	坑口にある入坑札で確認するし	②遠隔地から状況を確認(⑪)	
課題C. 掘削後の地山の状態を監視したい	握	かない	(入坑者数をネットワークに乗せ	
現状 問題点 IoTによる改善点 地山状況(内空変位)の計測 昼夜交代時などのトンネル掘削 須自動計測による効率化(⑧)		札を反すのを忘れる	ることで事務所で把握可能。)	
地山状況 (内空変位) の計測	課題C. 掘削後の地山の状態を監視したい			
作業中断時に人が計測するため 作業内容に拘束される (自動追尾トラルバテーションを使いタイ マーにより定点観測が可能) 切羽崩壊の把握 休日や切羽に人がいない場合、即 座に崩壊を把握できない (監視カメラをネットワーク上で 共有し、遠隔地から採児を確認(⑨) (カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視) 課題D. 坑内環境を常時把握したい 現状 問題点 IoTによる改善点 酸素濃度、粉じん濃度、坑内風 速、電力使用量の測定 間差がある 塩隔地で状況を確認(⑤) 各機器が単体で稼働しているた めー元的に把握できない (自動追尾トラルバデーションを使いタイ マーにより定点観測が可能) ②遠隔地から状況を確認(⑨) (カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視) びデータを自動的に収集・記録し 遠隔地で状況を確認(⑤) (各機器をネットワーク上に接続	現状	問題点	IoT による改善点	
 作業内容に拘束される マーにより定点観測が可能) 切羽崩壊の把握 休日や切羽に人がいない場合、即 座に崩壊を把握できない (監視カメラをネットワーク上で 共有し、遠隔地から操作閲覧する) ②遠隔地から状況を確認 (⑨) (カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視) 課題D. 坑内環境を常時把握したい 現状 問題点 IoTによる改善点 酸素濃度、粉じん濃度、坑内風 測定結果の把握と報告までに時 遺産がある 遠隔地で状況を確認 (⑤) 連、電力使用量の測定 間差がある 遠隔地で状況を確認 (⑤) 各機器が単体で稼働しているた め一元的に把握できない (各機器をネットワーク上に接続 	地山状況(内空変位)の計測	昼夜交代時などのトンネル掘削	③自動計測による効率化(⑧)	
切羽崩壊の把握		作業中断時に人が計測するため	(自動追尾トータルステーションを使いタイ	
摩に崩壊を把握できない(監視カメラをネットワーク上で共有し、遠隔地から操作閲覧する)②遠隔地から状況を確認(⑨) (カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視)現状問題点IoT による改善点酸素濃度、粉じん濃度、坑内風速、坑内風速、電力使用量の測定測定結果の把握と報告までに時間差がある速隔地で状況を確認(⑤)各機器が単体で稼働しているためー元的に把握できない④データの一元管理(⑥) (各機器をネットワーク上に接続		作業内容に拘束される	マーにより定点観測が可能)	
共有し、遠隔地から操作閲覧する) ②遠隔地から状況を確認(⑨) (カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視) 現状	切羽崩壊の把握	休日や切羽に人がいない場合、即	②遠隔地から状況を確認 (⑨)	
②遠隔地から状況を確認(⑨) (カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視) 接載で切羽の崩壊を自動監視) 現状 問題点 IoTによる改善点 談素濃度、粉じん濃度、坑内風 測定結果の把握と報告までに時 ①データを自動的に収集・記録し速、電力使用量の測定 間差がある 遠隔地で状況を確認(⑤) 各機器が単体で稼働しているた 必一元的に把握できない (各機器をネットワーク上に接続		座に崩壊を把握できない	(監視カメラをネットワーク上で	
(カメラに画像解析アルゴリズム 搭載で切羽の崩壊を自動監視) 接載で切羽の崩壊を自動監視) 現状 問題点 IoT による改善点 酸素濃度、粉じん濃度、坑内風 測定結果の把握と報告までに時 ①データを自動的に収集・記録し 遠隔地で状況を確認(⑤) を機器が単体で稼働しているた 必一元的に把握できない ④データの一元管理(⑤) (各機器をネットワーク上に接続			共有し、遠隔地から操作閲覧する)	
搭載で切羽の崩壊を自動監視) 課題D. 坑内環境を常時把握したい			②遠隔地から状況を確認 (⑨)	
課題D. 坑内環境を常時把握したい IoT による改善点 現状 問題点 IoT による改善点 酸素濃度、粉じん濃度、坑内風 測定結果の把握と報告までに時 ①データを自動的に収集・記録し 速、電力使用量の測定 間差がある 遠隔地で状況を確認(⑤) 各機器が単体で稼働しているた ④データの一元管理(⑤) め一元的に把握できない (各機器をネットワーク上に接続			(カメラに画像解析アルゴリズム	
現状問題点IoTによる改善点酸素濃度、粉じん濃度、坑内風 速、電力使用量の測定測定結果の把握と報告までに時 間差がある①データを自動的に収集・記録し 遠隔地で状況を確認(⑤)各機器が単体で稼働しているた 			搭載で切羽の崩壊を自動監視)	
酸素濃度、粉じん濃度、坑内風 速、電力使用量の測定測定結果の把握と報告までに時 間差がある①データを自動的に収集・記録し 遠隔地で状況を確認(⑤)各機器が単体で稼働しているた めー元的に把握できない④データの一元管理(⑤) (各機器をネットワーク上に接続	課題D. 坑内環境を常時把握したい			
速、電力使用量の測定 間差がある 遠隔地で状況を確認(⑤) 各機器が単体で稼働しているため一元的に把握できない ④データの一元管理(⑥) (各機器をネットワーク上に接続	現状	問題点	 IoT による改善点	
各機器が単体で稼働しているた ④データの一元管理(⑤) め一元的に把握できない (各機器をネットワーク上に接続	酸素濃度、粉じん濃度、坑内風	測定結果の把握と報告までに時	①データを自動的に収集・記録し	
め一元的に把握できない(各機器をネットワーク上に接続	速、電力使用量の測定	間差がある	遠隔地で状況を確認(⑤)	
		各機器が単体で稼働しているた	④データの一元管理(⑮)	
し事務所PCで一元管理できる)		め一元的に把握できない	(各機器をネットワーク上に接続	
1 2 2 2007 - 2 2 2007			し事務所 P C で一元管理できる)	