

令和5年度 宮城県先進的AI・IoT活用ビジネス創出実証事業

# 先進的AI・IoT事業 AIダッシュボード改善・高度化

成果報告資料

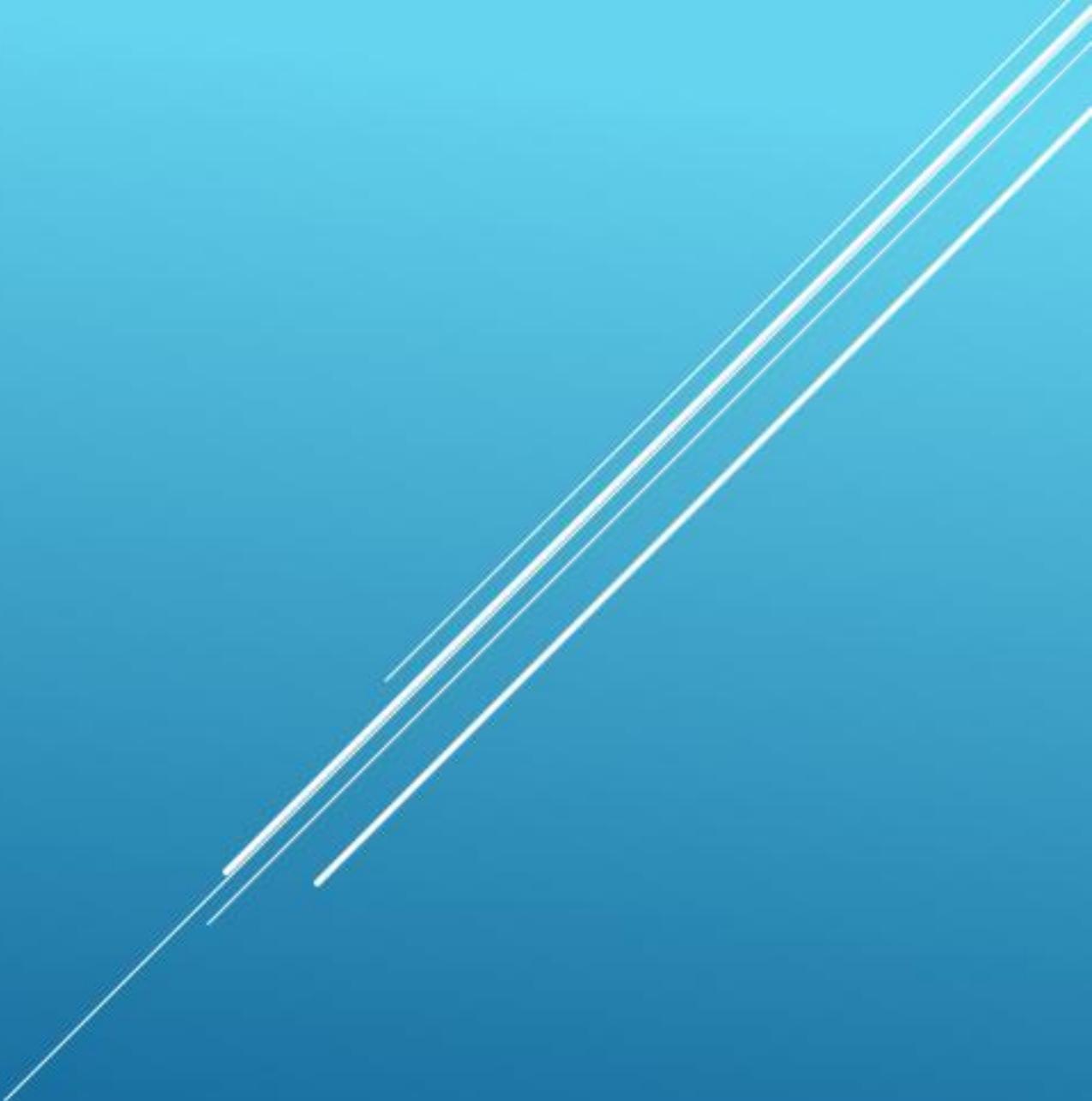
2024/3/15

トライポッドワークス株式会社

# 目次

1.実施概要	3
2.AI解析カメラの精度向上	12
3.施工現場の全体把握	25
4.データの利活用	35
5.成果・今後の展望	47

# 1. 实施概要



## 建設業の課題

### 建設業が解決すべき3つの課題

#### ✓ 労働環境

年間労働時間が全産業に比べ360時間以上（約2割）長く、技術者の約4割が4週4休以下で就業している

#### ✓ 人材不足

建設業就業者は、55歳以上が約36%、29歳以下が約12%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題となっている

#### ✓ 業務効率化

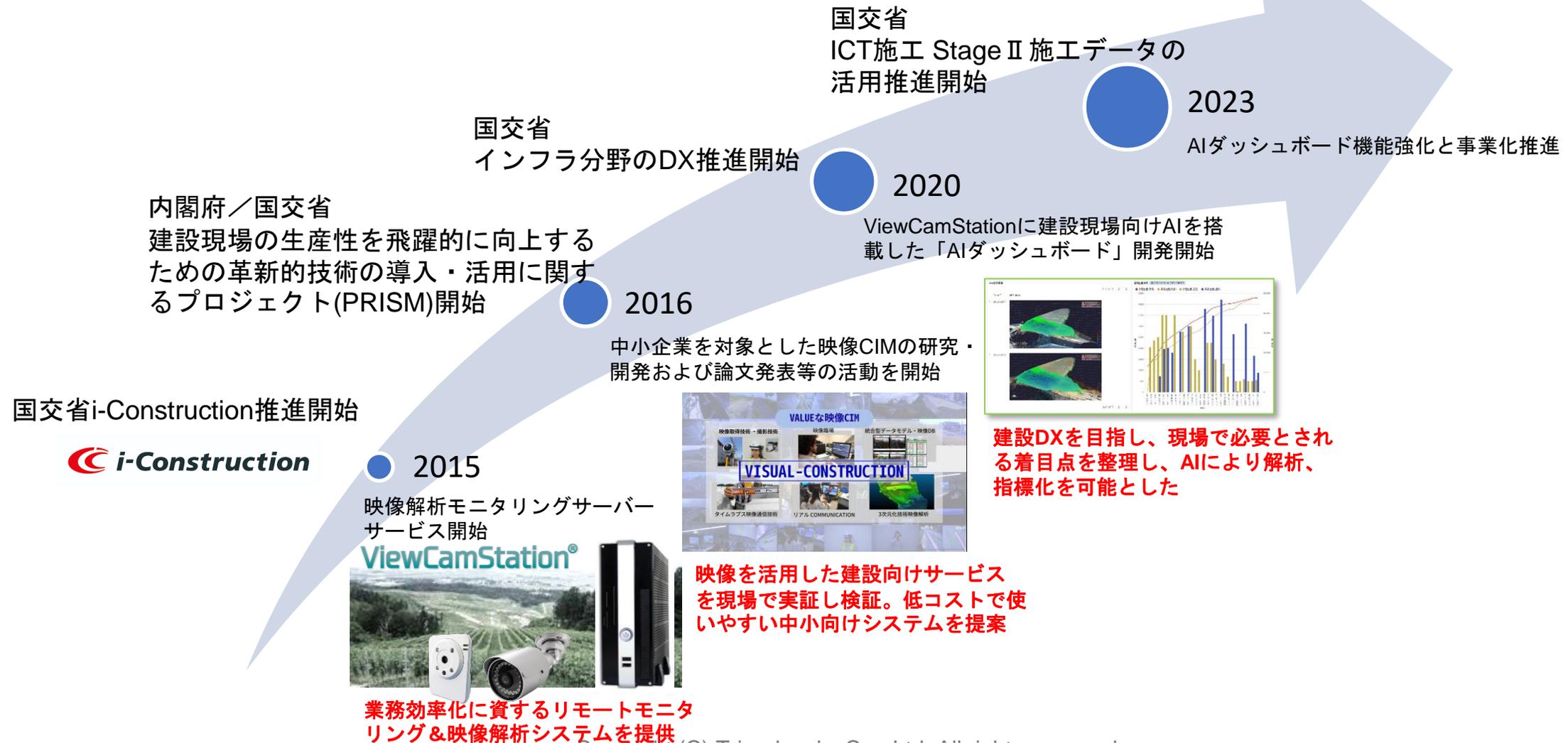
建設業は、エンジニアリングの特性上属人化しやすい傾向があり、高齢化も拍車をかけて、情報の共通が進まずノウハウが蓄積しにくい状況となっている



**2024年4月「働き方改革関連法」  
時間外労働時間上限規制猶予措置終了  
→より一層の生産性向上が求められる**

# 背景

## ICT施工に向けたこれまでの取り組み





# AIダッシュボード

リモートモニタリング + AI解析

工事現場の全体最適化を目指す 映像モニタリング・施工実績AI解析ソリューション



## 施工実績を 自動解析

映像と分析結果が同期するから  
状況把握がしやすい

- ◆ 工程短縮
- ◆ 施工効率の向上
- ◆ 安全管理
- ◆ 品質向上
- ◆ 生産性向上

工事における一連の施工プロセスを視覚的・定量的に評価  
プロセス上のボトルネックを把握し対策検討の高度化に効果  
→昨年度実証では日施工量13%増、工程20日短縮の成果

### リモートモニタリング機能

- Liveモニタリング
- 録画モニタリング
- タイムラプス
- モーションタイムラプス
- シンクビュー
- アナライズ
- カレンダー

### AI解析機能

- リアルタイム解析
- 重機判別
- 重機稼働状況認識
- 作業・工種判別
- タイムライン表示
- 各種メトリクス表示
- 週報・月報表示

### オプション機能

- 自動タイムラプス
- 4Kタイムラプス
- 長期タイムラプス
- ドローン撮影
- プロモーション制作

# 目的

## 現状のステータスと今後のステージに向けた課題

当社では2015年から映像活用に取り組み、2020年からAI解析を推進  
本事業では、これまでの実証から見えてきた以下の課題の改善・高度化に取り組む

### ➤ AI解析精度の向上

映像による解析は現地の設置状況や撮影環境に影響を受けやすく、重機の重なりや障害物による視覚不足により精度が落ちる  
また複数工種に対応できるアルゴリズムの対応が望まれる

### ➤ 施工現場の全体把握

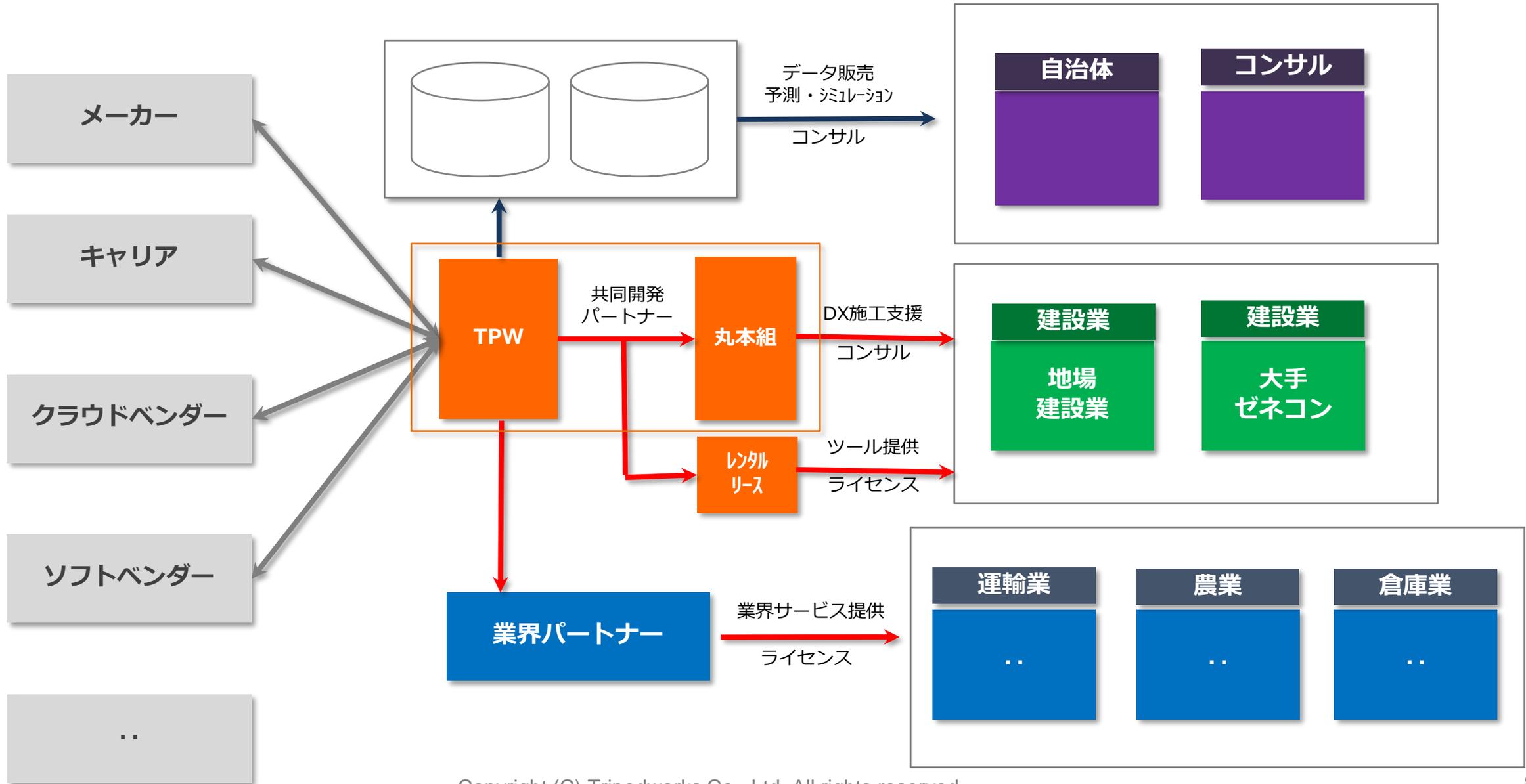
工事現場の地形は非常に広いものから高低差があるものなど千差万別。施工現場全体の把握を行う上でカメラだけでは困難。  
ICT施工Stage II の施工現場全体の把握に向けた取組が必要

### ➤ データの利活用

リアルタイムの解析結果から技術者判断支援に活用しつつ  
AI解析の最終的な目的は将来に向けたデータの蓄積にある  
過去の施工データを利活用し継続的に蓄積できる環境が必要



# 事業スキーム

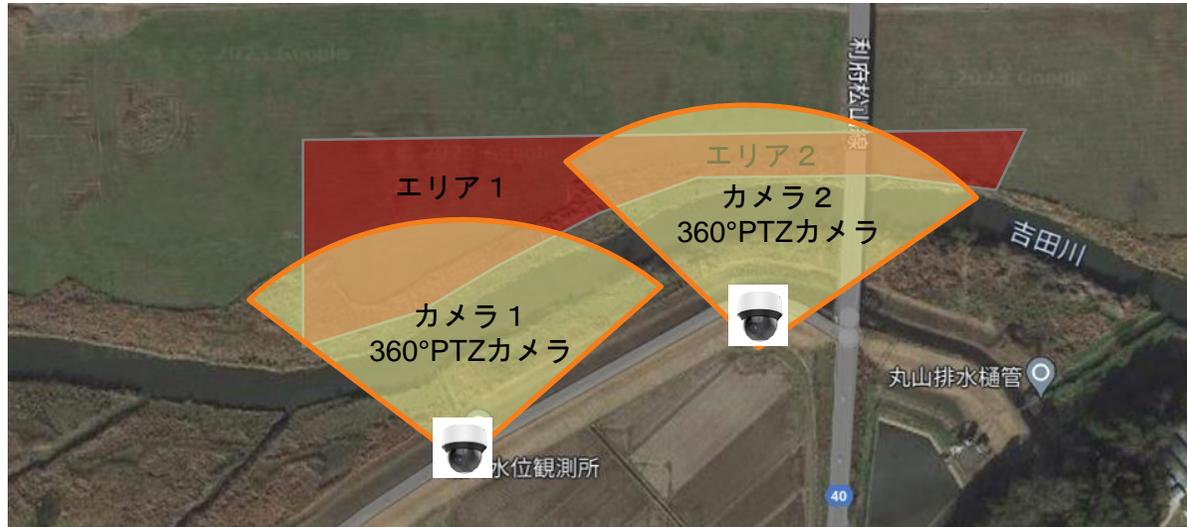


# 実証現場

実証現場：「吉田川粕川地区外掘削護岸工事（株式会社丸本組）」

期 間：令和5年7月～令和5年12月

工事概要：河道掘削工事（48,400m<sup>3</sup>）



## カメラ

掘削箇所とカメラ設置位置

掘削箇所

- ・現地にはカメラとモバイルルーターだけを設置
- ・カメラ2台を設置（360°PTZ、25倍ズーム）
- ・目的は以下
  - カメラ1（PTZ）：エリア1の映像解析用
  - カメラ2（PTZ）：エリア2の映像解析用
- ・工程に合わせて施工場所に画角を合わせて使用する

**電源** 現地でバッテリーを用意（機器の消費電力は20W程度）

**通信** モバイルルーター+SIM（上り無制限）

**期間** 2023年8月～2024年1月（6か月）

カメラ画角イメージ



エリア1解析カメラ



エリア2解析カメラ



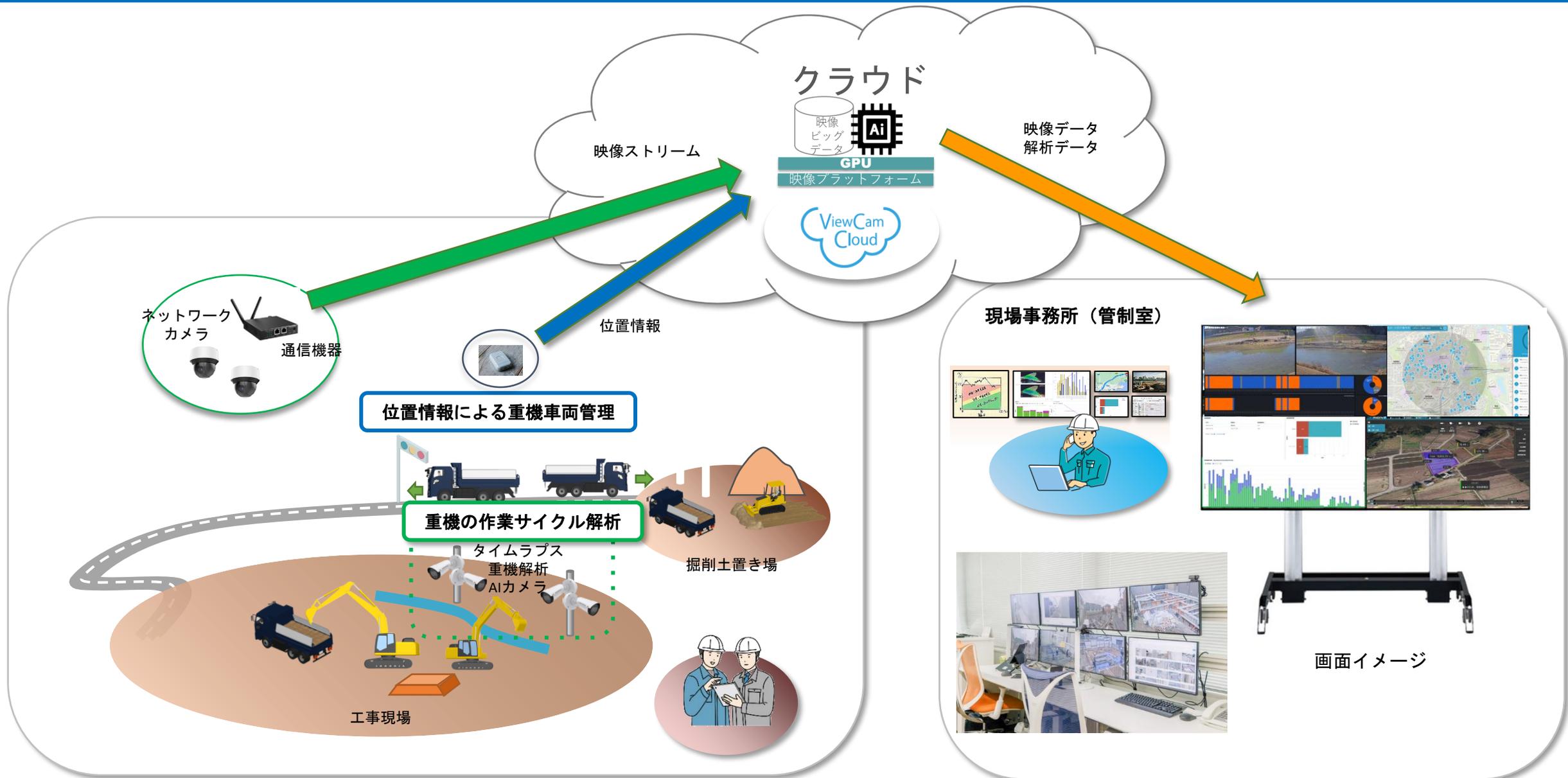
## 実証目標

カメラ設置イメージ ボックス設置イメージ

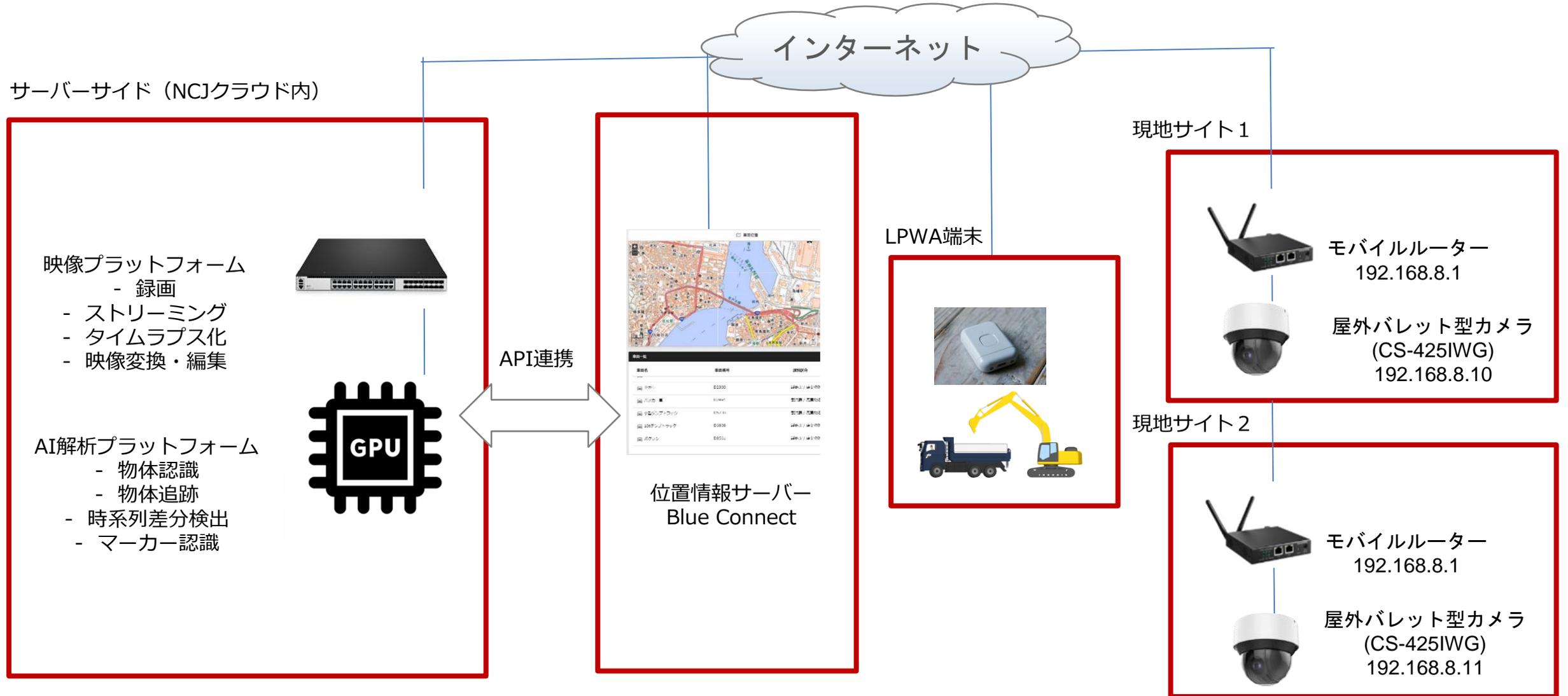
現場全体

- ①位置情報の共有  
重機や車両の位置情報を地図上で認識できることを確認
- ②作業サイクル解析の精度向上  
作業サイクル解析の精度が向上する（認識率7,8割）ことを確認
- ③ダッシュボードの効果検証  
ダッシュボード表示の有効性および現場判断への活用度の確認

# 全体システム構成



# 機器構成



## 2. AI解析カメラの精度向上

# 「AI解析カメラの精度向上」における従来手法と向上策について

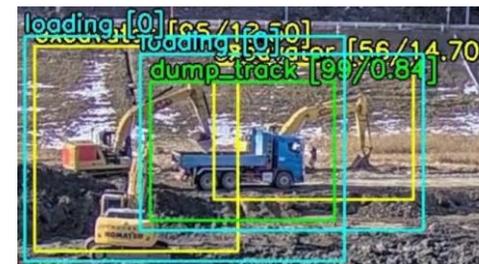
## 従来手法

工事現場で作業する重機とトラック等をAI学習し、それぞれの動きの有無、位置関係によって作業の判定を行う

			
検知名	excavator (掘削機)	dump_truck (トラック)	excavator+dump_truck (掘削機+トラック)
動作有無	有り (稼働中)	有り (稼働中)	掘削機:有り トラック:無し
認識作業	その他の作業 ※動作無しの場合は停止	その他の作業 (走行)	積み込み作業

## 解析困難なケース

- ・重機が密集又は、重なりが起こり、認識精度が落ちてしまう
- ・認識出来る作業パターンが少ない



密集したケース  
積み込み作業が複数カウントされる



重なったケース  
奥のトラックが認識できない

改善・高度化

## 精度向上策①

### (方法1.) 時刻変化画像を用いたAI解析

作業の一連の動きを合成した学習データを用いることで作業サイクル認識率の向上を図る



積み込み動作時系列

◆ ①～④を透過又は動作変化部分を抽出合成した時刻変化画像

## 精度向上策②

### (方法2.) 位置情報との掛合わせによる精度向上

これまでカメラ映像だけで判断していたところを位置情報を用いて重機間の位置関係で補正する

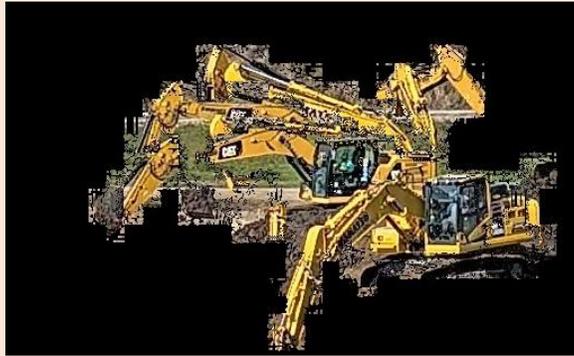
重機とダンプが重なってダンプが認識できない状態



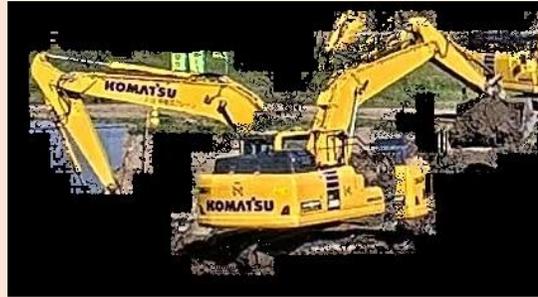
位置情報で補正することで、位置関係を把握して判断することが可能

# (精度向上策①) 時刻変化画像を用いたAI解析概要

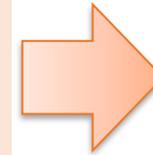
映像データから時刻変化画像の生成



アームの先端から第一関節までだけ動く土砂をすくう動作 (scooping)



位置を変えずにアームが回転する動作 (turning)



AI学習モデル  
独自動作認識エンジンを  
作成

認識テスト結果例



従来AI解析では、静止画像の切り抜き (重機やトラック) を学習データとしていたが、  
新規手法として、時刻変化画像 (動作の履歴画像) を学習データとして用いた

# (精度向上策①) 時刻変化画像を用いたAI解析の評価

学習データ：合計258枚を用意※評価の為、工事1日分の映像を使い学習

【積み込み】



【旋回】



【掬い】



【移動】



# (精度向上策①) AI解析の新手法と従来手法の比較評価

解析結果 (※学習した工事状況と近い状況での評価)

日付(曜日)	動作種別	目視回数	新手法解析回数	従来解析回数	備考
10.26(金)	<b>積込</b>	<b>42回</b>	<b>35回</b>	<b>29回</b>	<b>新手法の見逃し誤差7回</b> (別の動作で誤検知する可能性があるが、スコアは低いので対処可能)
	旋回	※多数	721回	-	○映像とほぼ同じタイミングで出現
	掬い	※多数	530回	-	○映像とほぼ同じタイミングで出現
	移動	約1回	0回	-	×出現パターン無し
10.27(金)	<b>積込</b>	<b>62回</b>	<b>60回</b>	<b>47回</b>	<b>新手法の見逃し誤差2回</b> (別の動作で誤検知する可能性があるが、スコアは低いので対処可能)
	旋回	※多数	1000回以上	-	○映像とほぼ同じタイミングで出現
	掬い	※多数	1000回以上	-	○映像とほぼ同じタイミングで出現
	移動	約17回	67回	-	△道路の走行車両誤検知が多い
10.30(月)	<b>積込</b>	<b>64回</b>	<b>58回</b>	<b>40回</b>	<b>新手法の見逃し誤差6回</b> (別の動作で誤検知する可能性があるが、スコアは低いので対処可能)
	旋回	※多数	645回	-	○映像とほぼ同じタイミングで出現
	掬い	※多数	744回	-	○映像とほぼ同じタイミングで出現
	移動	約11回	0回	-	×出現パターン無し
		<b>正答率</b>	<b>89.88%</b>	<b>69.04%</b>	<b>約20%の精度向上</b>

**学習時と同様の工事期間では高精度の認識結果が得られた**

# (精度向上策②) 位置情報とのかけ合わせによる精度向上の検証

トラックと重機に搭載したGPS装置から取得した位置情報を使い、積込み認識の精度向上を検証する



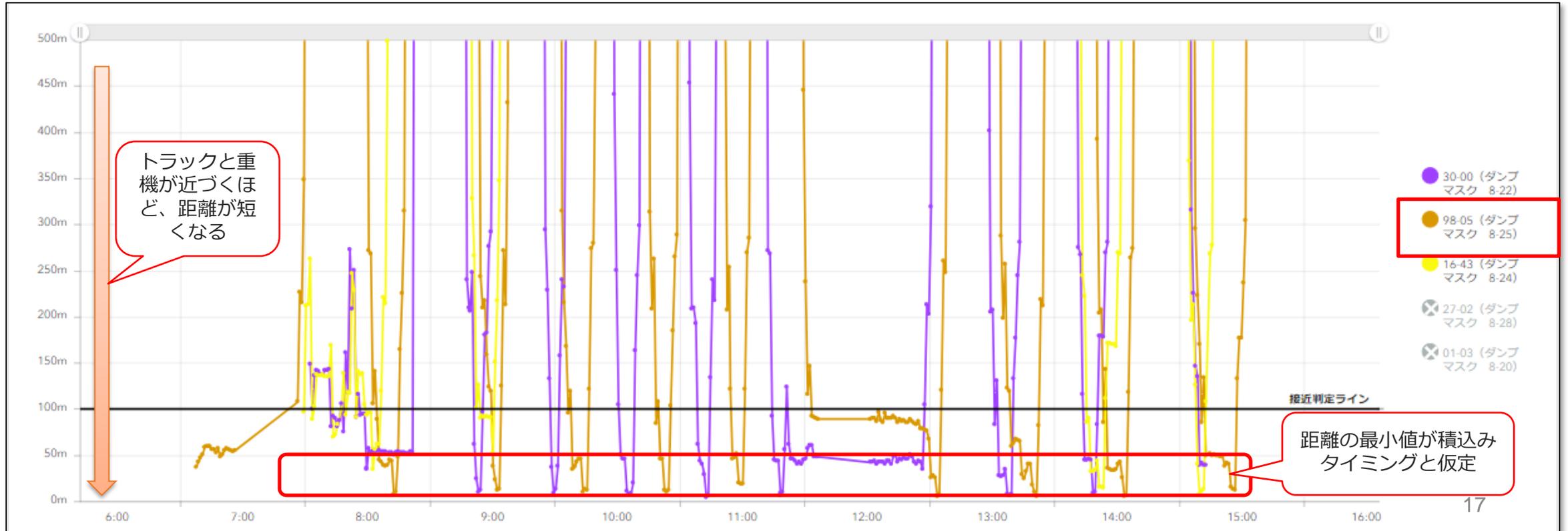
ダンプトラック (8-25車)



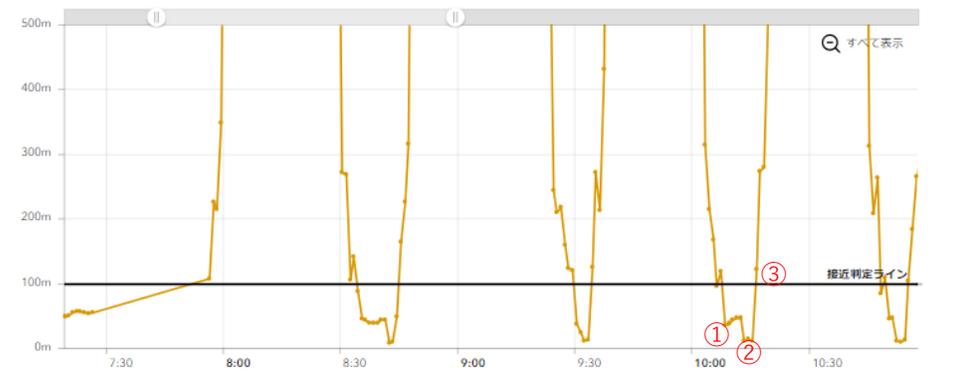
重機 (コマツ普通バケット車)

ダンプトラックと重機との地理上の距離を以下のグラフのように抽出し、距離が一定以下の状態を積込みの判定ラインとする

※位置情報は1分周期でクラウドに集約



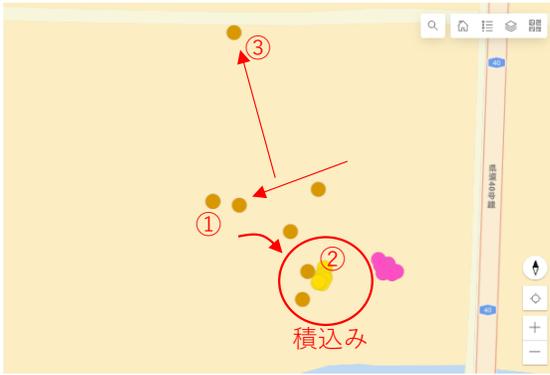
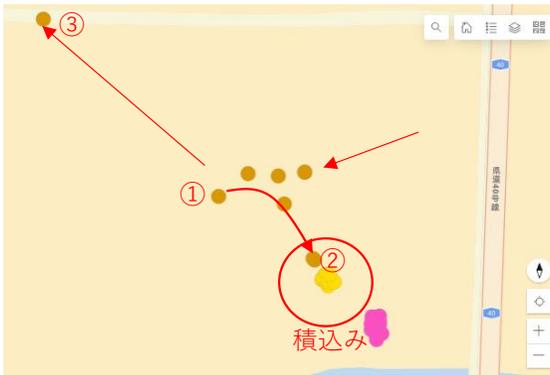
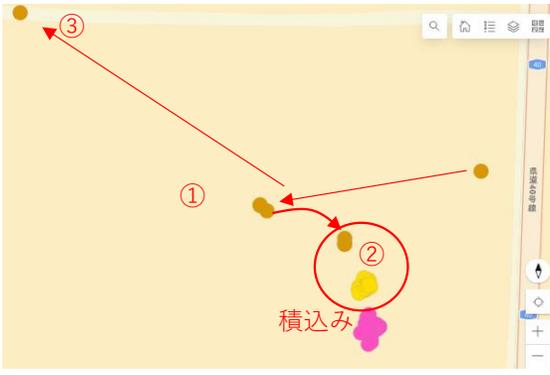
# (精度向上策②) 位置情報と映像データとの正誤検証

回数	日時	積み映像	位置情報	重機とトラックとの相関距離
1回目	2023/11/13 8:43		<p>① ダンプトラックの軌跡</p> <p>② 積み</p> <p>③ 重機の位置</p>	 <p>500m 400m 300m 200m 100m 0m</p> <p>7:30 8:00 8:30 9:00 9:30 10:00 10:30</p> <p>すべて表示</p> <p>接近判定ライン</p> <p>① ② ③</p> <p>ダンプトラックのバック 切り替えしの様子など 波形からも読み取り可能</p>
2回目	2023/11/13 9:32		<p>① ② ③</p> <p>積み</p>	 <p>500m 400m 300m 200m 100m 0m</p> <p>7:30 8:00 8:30 9:00 9:30 10:00 10:30</p> <p>すべて表示</p> <p>接近判定ライン</p> <p>① ② ③</p>
3回目	2023/11/13 10:14		<p>① ② ③</p> <p>積み</p>	 <p>500m 400m 300m 200m 100m 0m</p> <p>7:30 8:00 8:30 9:00 9:30 10:00 10:30</p> <p>すべて表示</p> <p>接近判定ライン</p> <p>① ② ③</p>

# (精度向上策②) 位置情報と映像データとの正誤検証

回数	日時	積み映像	位置情報	重機とトラックとの相関距離
4回目	2023/11/13 10:52			
5回目	2023/11/13 11:28			
6回目	2023/11/13 13:03			

# (精度向上策②) 位置情報と映像データとの正誤検証

回数	日時	積み映像	位置情報	重機とトラックとの相関距離
7回目	2023/11/3 13:03			
8回目	2023/11/13 14:33	 <p data-bbox="453 903 932 936">※ダンプトラックが木の陰で認識できず</p>		
9回目	2023/11/13 15:25	 <p data-bbox="453 1310 932 1343">※ダンプトラックが木の陰で認識できず</p>		 <div data-bbox="1663 1019 2405 1196" style="border: 2px solid orange; border-radius: 15px; padding: 10px; text-align: center;"> <p data-bbox="1747 1058 2321 1143">AIカメラで認識出来ない場合でも 位置情報による積み判定は可能</p> </div>

# (精度向上策②) 全期間正誤検証(2023/9/8~2023/10/13)

日付 (曜日)	ダンプ マスク	積み込み回数 (GPS接近)	正誤判定	備考
9.8(水)~ 10.2(月)	-	-	-	GPSデータ無し
10.3(火)	8-22	12回	○	
	8-24	12回	○	
	8-25	12回	○	
10.4(水)	8-22	13回	○	早出(1回多い)
	8-24	12回	○	
	8-25	12回	○	
	8-28	13回	○	早出(1回多い)
10.5(木)	8-22	4回	○	午前中のみ稼働
	8-24	12回	○	
	8-25	12回	○	
	8-28	13回	○	早出(1回多い)
10.6(金)	8-22	12回	○	
	8-24	12回	○	
	8-25	13回	○	早出(1回多い)
	8-28	13回	○	早出(1回多い)
10.7(土)	-	-	-	BHのみ稼働

日付 (曜日)	ダンプ マスク	積み込み回数 (GPS接近)	正誤判定	備考
10.10(火)	8-22	13回	○	早出(1回多い)
	8-24	12回	○	
	8-25	12回	○	
	8-28	13回	○	早出(1回多い)
10.11(水)	8-22	11回	○	
	8-24	9回	○	
	8-25	10回	○	
	8-28	10回	○	
10.12(木)	8-22	11回	○	
	8-24	13回	○	早出(1回多い)
	8-25	12回	○	
	8-28	12回	○	
10.13(金)	8-22	13回	○	
	8-24	13回	○	早出(1回多い)
	8-25	12回	○	
	8-28	11回	○	

## (精度向上策②) 全期間正誤検証(2023/9/8~2023/10/13)

日付 (曜日)	ダンプ マスク	積み込み回数 (GPS接近)	正誤判定	備考	日付 (曜日)	ダンプ マスク	積み込み回数 (GPS接近)	正誤判定	備考
10.16(月) ~ 10.18(水)	-	-	-	GPSデータ無し	10.25(水)	8-22	13回	○	早出(1回多い)
				8-24		13回	○	早出(1回多い)	
				8-25		12回	○		
				8-28		13回	○	早出(1回多い)	
10.19(木)	8-22	12回	○		10.26(木) ~ 10.27(金)	-	-	-	GPSデータ無し (BH側)
	8-24	9回	○						
	8-25	11回	○		10.30(月)	8-22	13回	○	早出(1回多い)
	8-28	12回	○			8-24	9回	○	
10.20(金)	-	-	-	GPSデータ無し (BH側)		8-25	12回	○	
						8-28	13回	○	早出(1回多い)
10.23(月)	8-22	11回	○		10.31(火)	-	-	-	GPSデータ無し (BH側)
	8-24	12回	○		11.1(水)	8-22	9回	○	
	8-25	13回	○	早出(1回多い)		8-24	-	-	
	8-28	12回	○			8-25	11回	○	
10.24(火)	8-22	10回	○			8-28	9回	○	
	8-24	13回	○	早出(1回多い)					
	8-25	13回	○	早出(1回多い)					
	8-28	13回	○	早出(1回多い)					

# (精度向上策②) 全期間正誤検証(2023/9/8~2023/10/13)

日付 (曜日)	ダンプ マスク	積み込み回数 (GPS接近)	正誤判定	備考	日付 (曜日)	ダンプ マスク	積み込み回数 (GPS接近)	正誤判定	備考
11.2(木)	8-22	10回	○		11.10(金)	8-22	4回	○	
	8-24	9回	○			8-24	8回	○	
	8-25	-	-			8-25	6回	○	
	8-28	10回	○			8-28	2回	○	
11.6(月) ~ 11.7(水)	-	-	-	GPSデータ無し (BH側)	11.13(月)	8-22	9回	○	
				8-24		4回	○		
				8-25		10回	○		
				8-28		-	-		
11.8(木)	8-22	12回	○		11.14(火)	-	-	-	GPSデータ無し (BH側)
	8-24	11回	○		11.15(水)	8-22	8回	○	
	8-25	10回	○	早出(1回多い)		8-24	8回	○	
	8-28	12回	○			8-25	7回	○	
				8-28		8回	○		
11.9(金)	8-22	-	-		11.16(木) ~ 11.17(金)	-	-	-	BHのみ稼働
	8-24	13回	○	早出(1回多い)					
	8-25	13回	○	早出(1回多い)					
	8-28	13回	○	早出(1回多い)					

## (精度向上策②) 全期間正誤検証(2023/9/8~2023/10/13)

日付 (曜日)	ダンプ マスク	積込み回数 (GPS接近)	正誤判定	備考
11.20(月)	8-22	-	-	
	8-24	9回	○	
	8-25	8回	○	
	8-28	8回	○	
11.21(火)	8-22	-	-	
	8-24	7回	○	
	8-25	7回	○	
	8-28	8回	○	
11.22(水)	8-22	-	-	
	8-24	-	-	
	8-25	4回	○	
	8-28	5回	○	
11.23(木)	8-22	-	-	
	8-24	-	-	
	8-25	4回	○	
	8-28	4回	○	
11.24(金) ~ 11.30(木)	-	-	-	BHのみ稼働

位置情報による認識精度の向上は、正誤判定の実施では積込みの見逃しパターンも無く  
映像だけでは認識出来なかったケースでも積込みの根拠となるデータを示すことから有効な結果が得られた。

# 3. 施工現場の全体把握

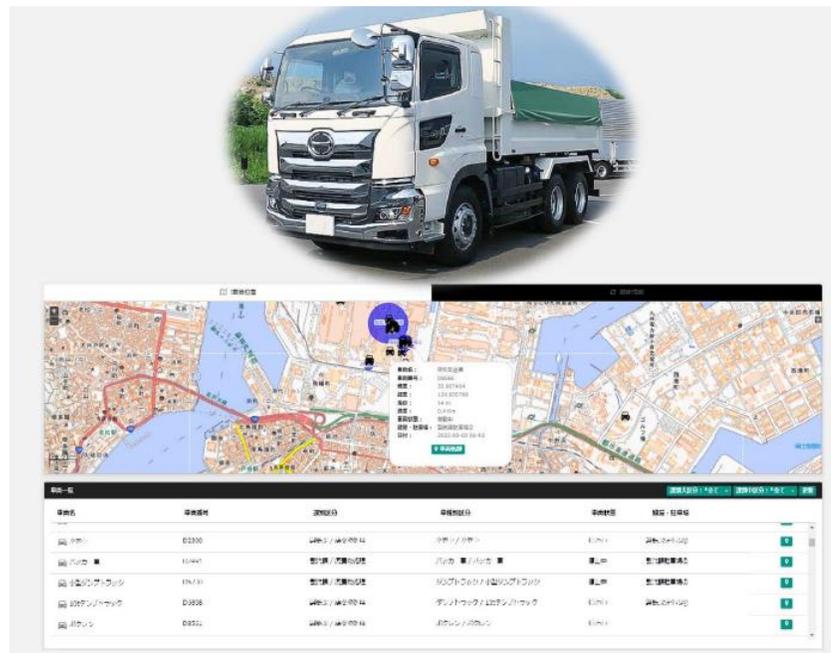
# 「施工現場の全体把握」における目的と開発取組

## 【目的】

- 施工現場全体の把握する。
- カメラ映像以外のIoTデータ（特に位置情報）を活用し工程改善及び、効率化に寄与する。

## 【開発取組】

- 小型のLPWA端末を用いて重機等の位置情報を地図上で管理できる機能を開発する。
- 位置情報を管理するクラウドサービスとのAPI連携開発と地図情報GUIの開発およびメトリクス取得のための周辺開発を行う。



LPWA端末

車両名： 吸引圧送車  
車両番号： D8566  
緯度： 33.907404  
経度： 130.835769  
海拔： 14 m  
速度： 0.4 Km  
車両状態： 移動中  
建屋・駐車場： 製鉄課駐車場②  
日付： 2022-03-03 06:43

車両情報

車両位置	海拔(m)	速度(Km)	距離(Km)	車両状態	建屋・駐車場	取得日
33.924354,130.846124	19	0.5	-	移動中		2022-02-16 13:12
33.923822,130.846249	23	0	0.55	停止中	製鉄課駐車場	2022-02-12 12:02
33.92384,130.846249	25	0	0	停止中	製鉄課駐車場	2022-02-12 12:01
33.923707,130.846364	24	0	0.02	停止中	製鉄課駐車場	2022-02-12 12:00
33.923707,130.846364	25	0	0	停止中	製鉄課駐車場	2022-02-12 11:59
33.923707,130.8464	26	0	0	停止中	製鉄課駐車場	2022-02-12 11:58
33.923707,130.846418	26	0	0	停止中	製鉄課駐車場	2022-02-12 11:57

車両の位置、速度、距離、エリアが時系列に表示される

## 開発イメージ（初案）

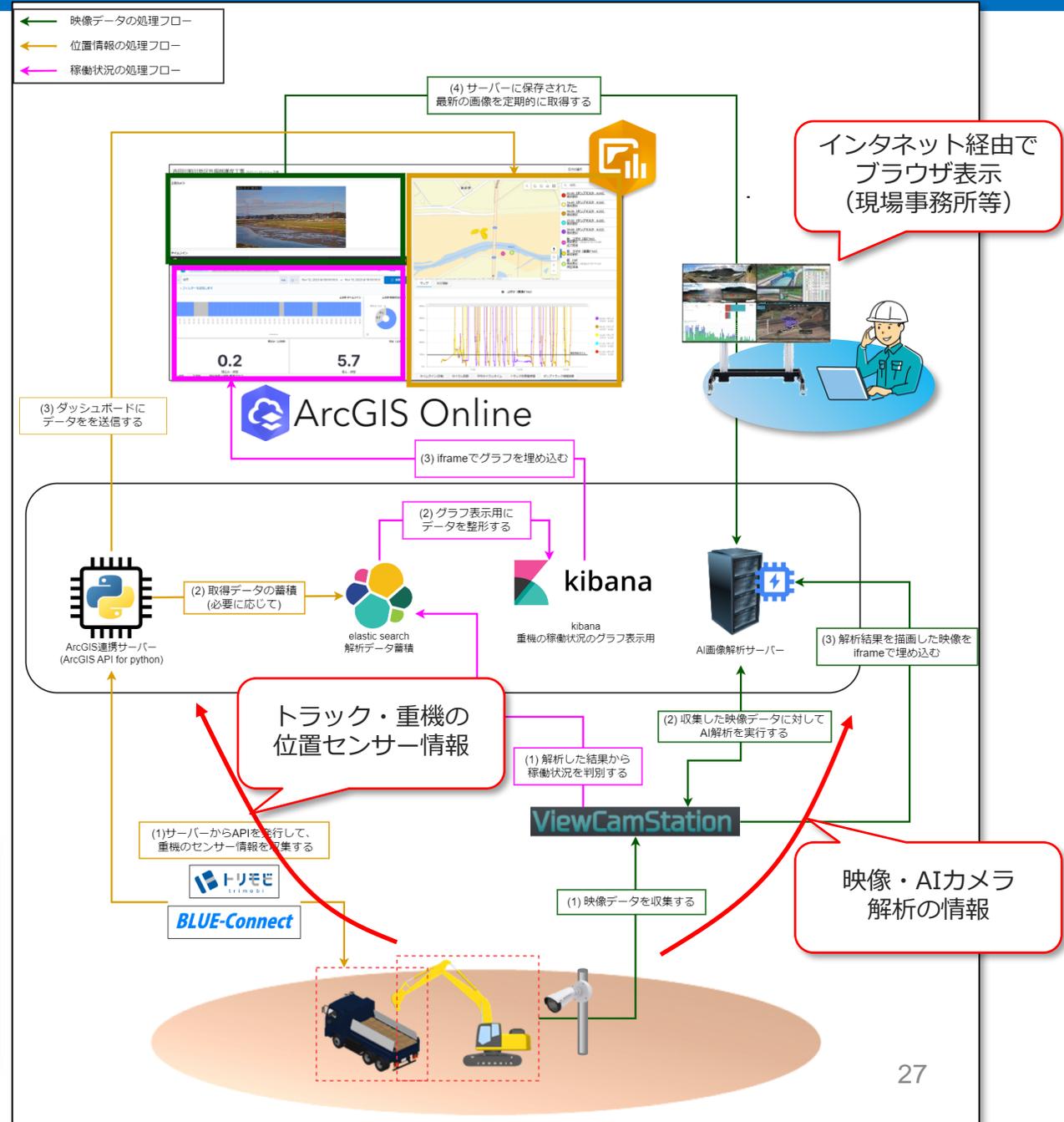
以下に、開発した機能について説明する

# 位置情報装置とシステム構成図

## 位置情報装置



複数のトラック  
車内に搭載



# 位置情報画面構成

衛生画像地図に変更することも可能



## 地図表示部

日付の選択  
2023/10/3 - 2023/10/3

検索...

- 01-03 (ダンプマスク 8-20)  
最終更新:
- 16-43 (ダンプマスク 8-24)  
最終更新:
- 98-05 (ダンプマスク 8-25)  
最終更新:
- 27-02 (ダンプマスク 8-28)  
最終更新:
- 30-00 (ダンプマスク 8-22)  
最終更新:**
- 仮 コマツ (法外) (カ)  
最終更新:
- 仮 コマツ (普通) (カ)  
最終更新:
- 仮 CAT  
最終更新:

30-00 (ダンプマスク 8-22)

マップ 水位情報

GSI, Esri, TomTom, Garmin, Foursquare, GeoTechnologies, Inc, METI/NASA, USGS  
Powered by Esri

選択したトラック・重機の軌跡を表示

## データ表示部

30-00 (ダンプマスク 8-22)

運搬サイクル

平均サイクルタイム  
**33.1分**

サイクル回数  
**12回**

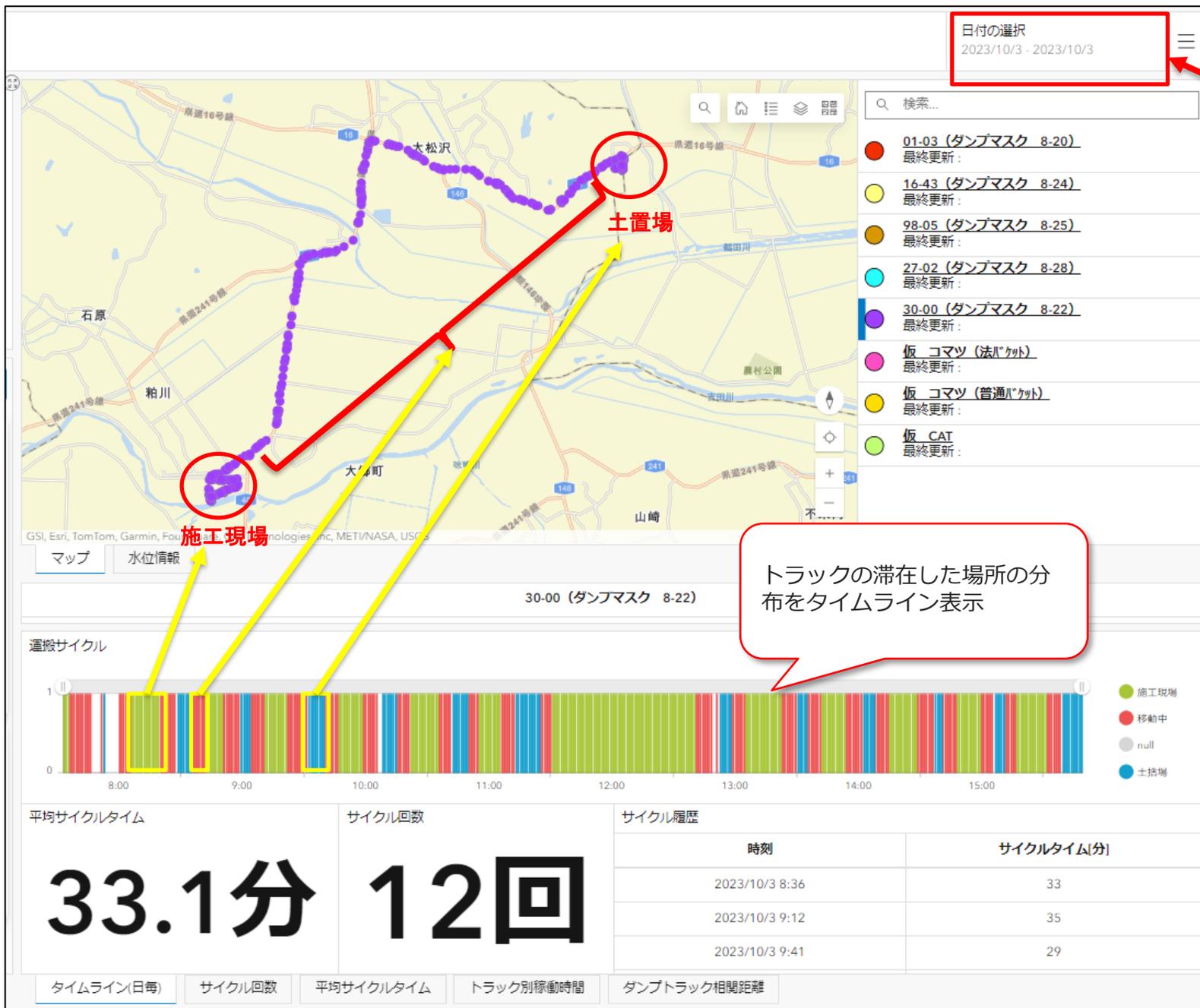
サイクル履歴

時刻	サイクルタイム(分)
2023/10/3 8:36	33
2023/10/3 9:12	35
2023/10/3 9:41	29

タイムライン(日毎)    サイクル回数    平均サイクルタイム    トラック別稼働時間    ダンプトラック相関距離

選択したトラック・重機の工程  
**メトリクス情報(※)**を表示  
**※メトリクス情報**  
様々な活動を定量化し、その定量化したデータを管理に使えるように加工した情報

# トラックメトリクス情報について（運搬サイクルタイムライン）



過去データの日付指定可能

開始

HH:mm

終了

HH:mm

<< < 10 2023 > >>

日	月	火	水	木	金	土
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	1	2	3	4

リセット 今日

トラックの滞在した場所の分布をタイムライン表示

# トラックメトリクス情報について (サイクルタイム)

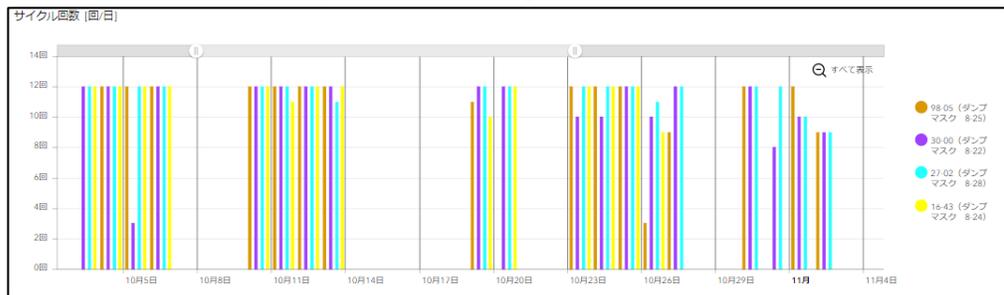


平均サイクルタイム	サイクル回数	サイクル履歴								
<b>33.1分</b>	<b>12回</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>時刻</th> <th>サイクルタイム(分)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2023/10/3 8:36</td> <td>33</td> </tr> <tr> <td>2023/10/3 9:12</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>2023/10/3 9:41</td> <td>29</td> </tr> </tbody> </table>	時刻	サイクルタイム(分)	2023/10/3 8:36	33	2023/10/3 9:12	35	2023/10/3 9:41	29
時刻	サイクルタイム(分)									
2023/10/3 8:36	33									
2023/10/3 9:12	35									
2023/10/3 9:41	29									

# トラックメトリクス情報について（サイクル回数）

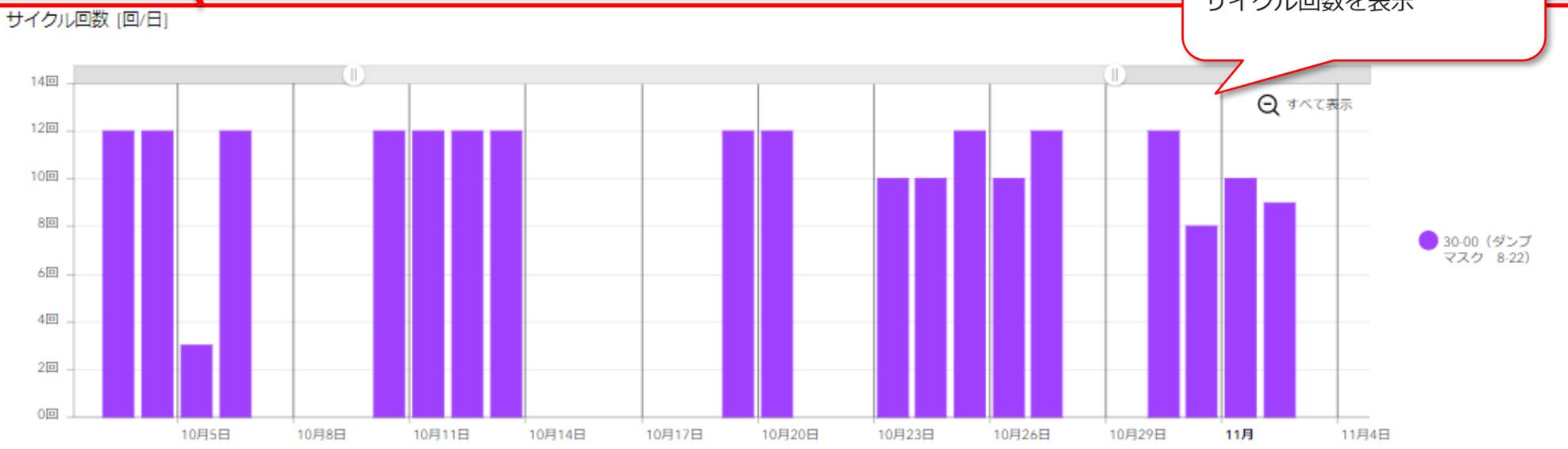


複数のトラック情報と比較することも可能



30-00 (ダンプマスク 8-22)

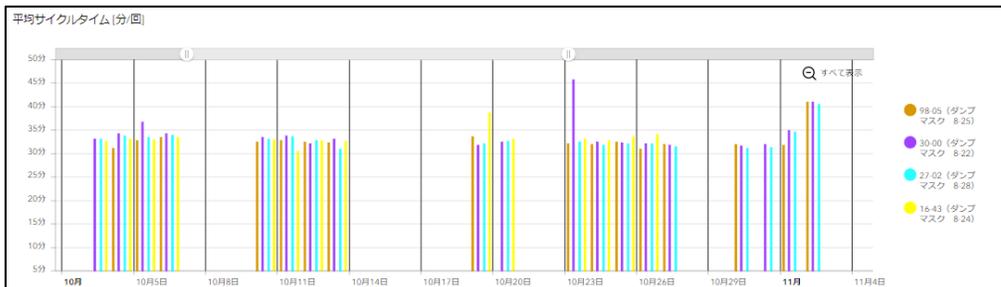
日毎（期間内）のトラック別サイクル回数を表示



# トラックメトリクス情報について（日毎のサイクルタイム）

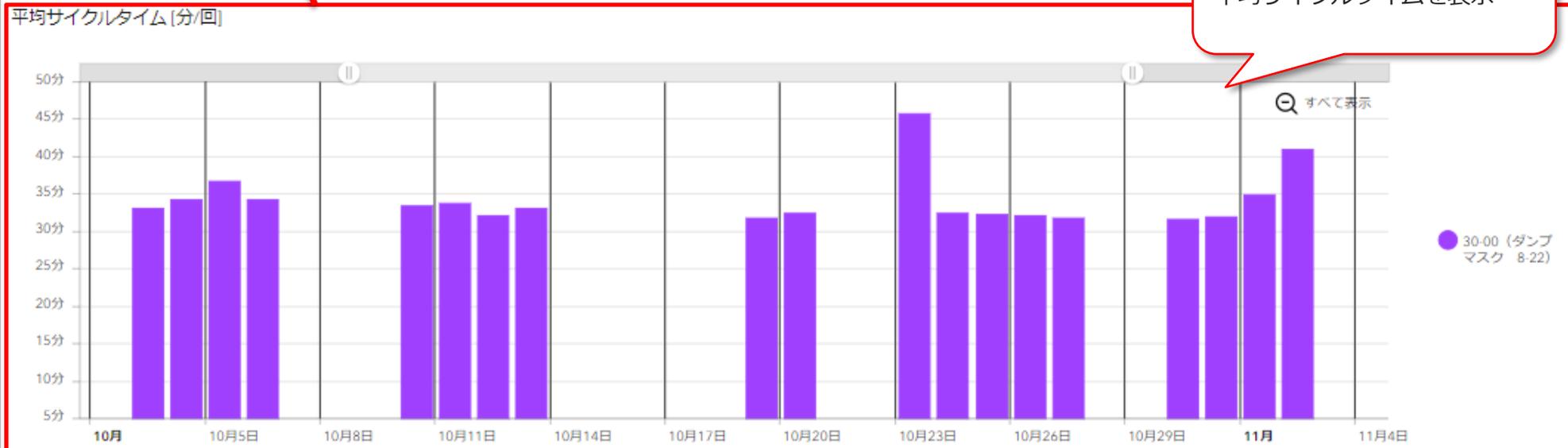


複数のトラック情報と比較することも可能



30-00 (ダンプマスク 8-22)

日毎（期間内）のトラック別平均サイクルタイムを表示



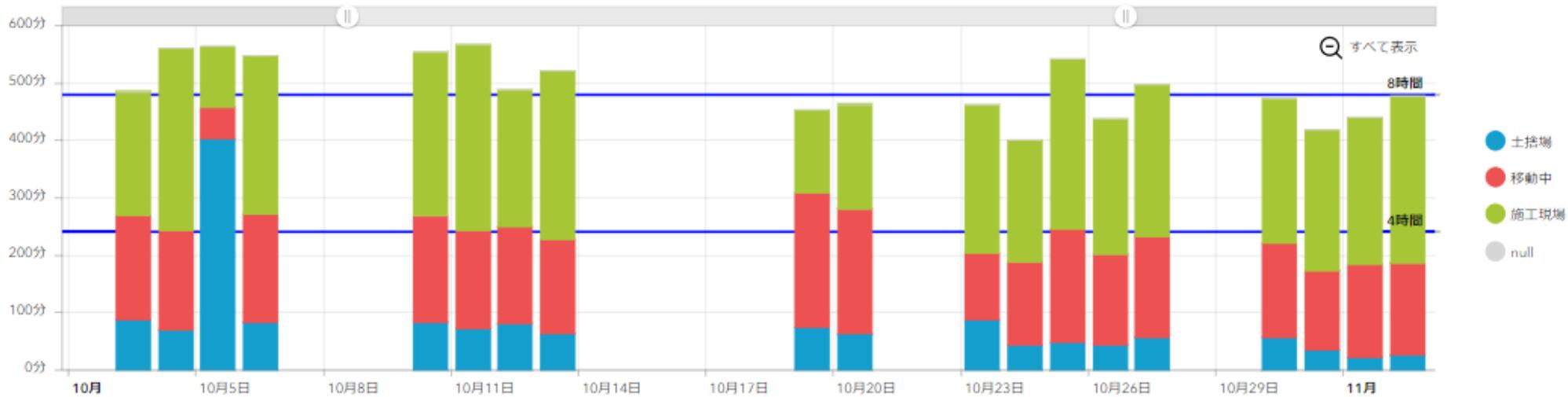
# トラックメトリクス情報について（トラック別稼働時間）



日毎（期間内）のトラック別稼働時間を表示

30-00 (ダンプマスク 8-22)

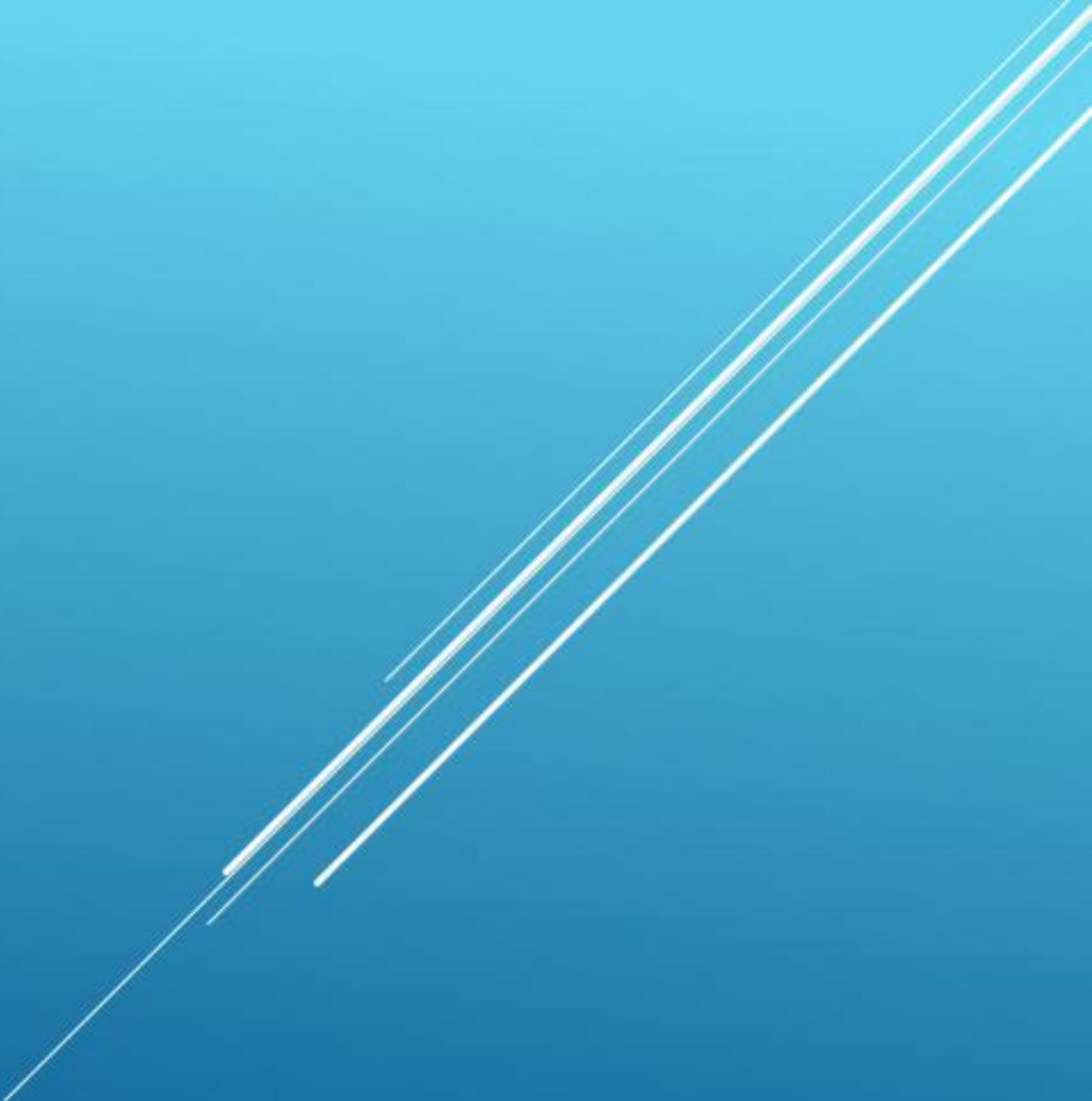
トラック別稼働時間



# トラックメトリクス情報について（ダンプトラック相関距離）



# 4. データの利活用



# 「データの利活用」における目的と開発取組

## 【目的】

- リアルタイムの解析結果から技術者判断支援に活用する。
- 将来に向けたデータの蓄積をする。
- 過去の施工データを継続的に利活用できる環境を用意する。

## 【開発取組】

- 映像と位置情報を融合したダッシュボード開発を行う。
- ユーザーには蓄積したデータを分かりやすく表示するダッシュボード（掲示板）を用意する。
- 位置情報を地図に配置し、フィールドのライブ状況を映像で表現する。（解析結果と蓄積データをグラフ図表で表現することで現場での判断力を高める）



## 開発イメージ（初案）

## 映像と位置情報を融合したダッシュボード

リアルタイム映像、AI解析結果を表示  
遠隔監視に活用

### リアルタイム映像

吉田川粕川地区外掘削護岸工事 2023.11.28 リリース版

上流カメラ  
2023-09-20 13:11:44



AI解析したデータの速報値表示と蓄積データをタイムライン表示  
※日毎の推移グラフに切り替えることも可能

### AIカメラ解析情報

elastic

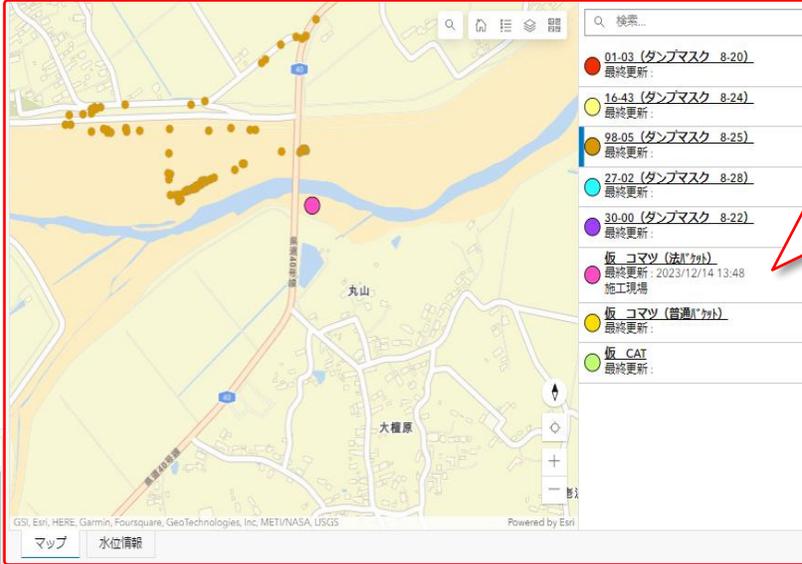
検索: KOL Sep 20, 2023 @ 08:00:00.0 → Sep 20, 2023 @ 18:59:59.9



1 積込み - 時間

1.5 停止 - 時間

### 位置現況情報



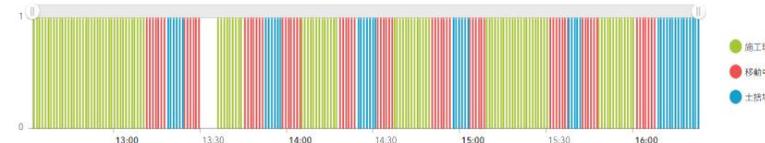
検索...

- 01-03 (タンクマスク) 8-20 最終更新
- 16-43 (タンクマスク) 8-24 最終更新
- 98-05 (タンクマスク) 8-25 最終更新
- 27-02 (タンクマスク) 8-28 最終更新
- 30-00 (タンクマスク) 8-22 最終更新
- 坂 コマツ (法機) 最終更新: 2023/12/14 13:48 施工現場
- 坂 コマツ (普通) 最終更新
- 坂 CAT 最終更新

重機、ダンプトラックの位置情報を地図に表示する  
※水位情報（オープン情報）と表示切り替えも可能  
重機、トラック位置の把握に活用

### サイクルタイム情報

#### 運搬サイクル



平均サイクルタイム: **33分**

サイクル回数: **5回**

時刻	サイクルタイム(分)
2023/9/20 13:36	36
2023/9/20 14:05	28
2023/9/20 14:37	31
2023/9/20 15:09	31

位置情報から得られた、運搬サイクルの速報値と蓄積データをタイムライン表示する。  
※日毎の推移グラフに切り替えることも可能



# 活用例一覧

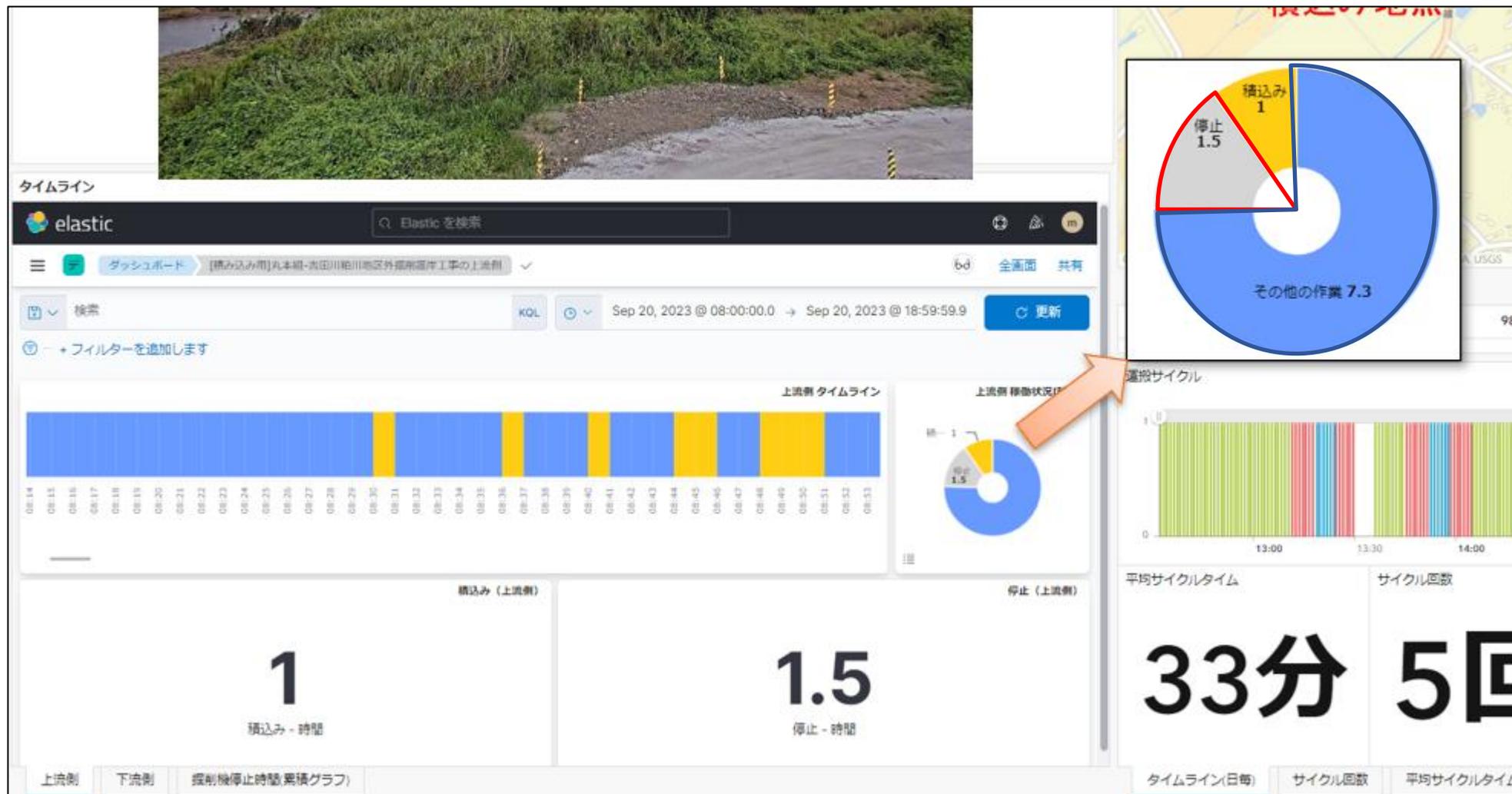
No.	活用例	ダッシュボード機能名	効果	
①	重機の作業時間の割合に着目した利活用	AIカメラ解析情報- タイムライン機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>重機の繁忙度合いの把握</li> <li>運行計画立案に活用</li> </ul>	安全
②	蓄積した重機の停止時間に着目したデータの利活用	AIカメラ解析情報- 重機停止時間（累積）機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>日毎の重機停止時間の推移の把握</li> <li>運行計画立案に活用</li> </ul>	効率化
③	サイクルタイムに着目した利活用	サイクルタイム情報- タイムライン(日毎)機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>詳細なサイクルタイムの把握</li> <li>渋滞等の周辺環境の把握</li> </ul>	環境
④	サイクル回数に着目した利活用	サイクルタイム情報- サイクル回数（累積）機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>日毎のサイクル回数の推移の把握</li> <li>運行の異常検知に活用</li> </ul>	効率化
⑤	サイクルタイム（1サイクル当たりの所要時間）に着目した利活用	サイクルタイム情報- 平均サイクルタイム(累積)機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>日毎のサイクルタイムの推移の把握</li> <li>運行の異常検知に活用</li> </ul>	安全
⑥	トラック別稼働時間（滞在時間）に着目した利活用	サイクルタイム情報- トラック別稼働(累積)機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>日毎のサイクルタイムの推移の把握</li> <li>運行の異常検知に活用</li> </ul>	安全
⑦	トラック：重機相関距離に着目した利活用	サイクルタイム情報- 重機相関距離機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>重機とトラック相関距離の把握</li> <li>積込みのタイミング、間隔の可視化</li> </ul>	効率化
⑧	オープンデータの活用	オープンデータ表示機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>天気予報、河川情報等の一元化</li> </ul>	環境

以下に、データの活用例について説明する

# 【活用例①】重機の作業時間の割合に着目した利活用

「停止時間」と「その他の作業」の時間割合から現場の繁忙把握に利用。

- 「停止時間」が多い⇒重機の「待ち」が多く運搬の台数増の目安
- 「停止時間」が少ない⇒「掘削」などの積込み以外の作業が多く、掘削機台数増の目安



# 【活用例②】蓄積した重機の停止時間に着目したデータの利活用



day ごとの日付	上流停止時間[hours]	下流停止時間[hours]
2023-10-03	1.8	0.0
2023-10-04	2.2	0.0
2023-10-05	1.7	0.0
2023-10-06	0.8	0.0
2023-10-07	3.1	0.0
2023-10-08	8.5	0.0
2023-10-09	8.7	0.0
2023-10-10	2.0	0.6
2023-10-11	1.9	4.4
2023-10-12	0.0	0.0
2023-10-13	0.0	0.1
2023-10-14	0.0	0.0

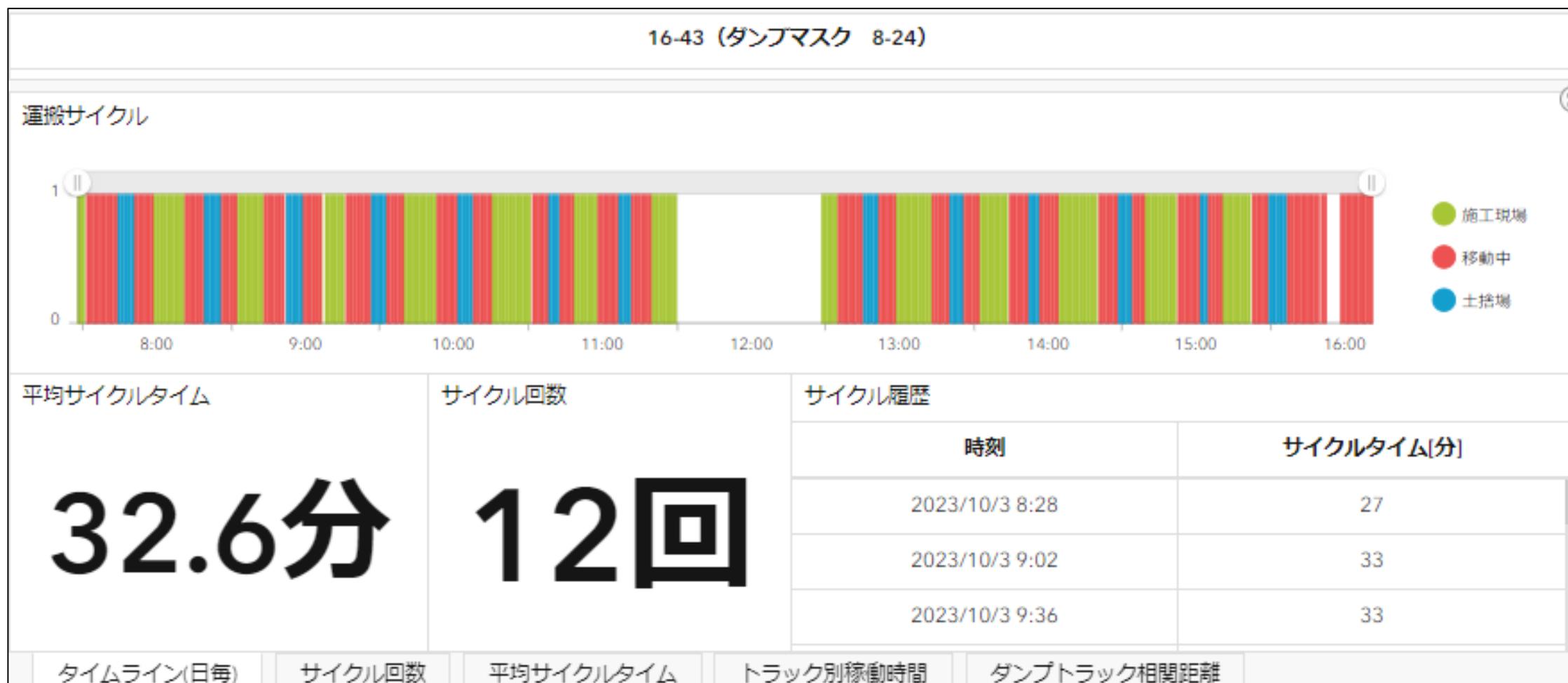
BH停止時間の減少

下流側作業の開始

# 【活用例③】 サイクルタイムに着目した利活用

サイクルタイムの速報値とタイムラインを活用

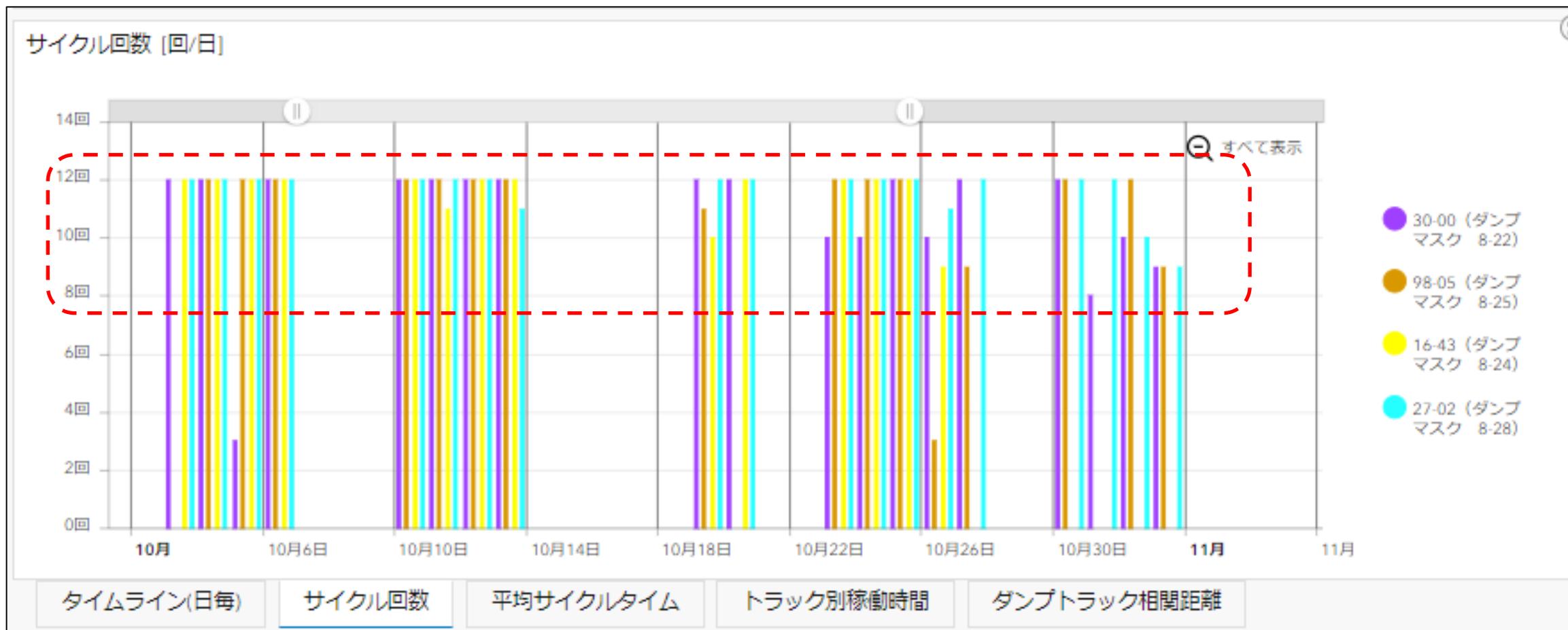
- 時間帯によるサイクルタイムの把握（通勤、退勤時間帯は移動時間が長い等）
- 移動時間が長い場合は渋滞目安⇒コース変更等の対策に利用



# 【活用例④】 サイクル回数に着目した利活用

蓄積された、ダンプトラック別のサイクル回数をグラフ化

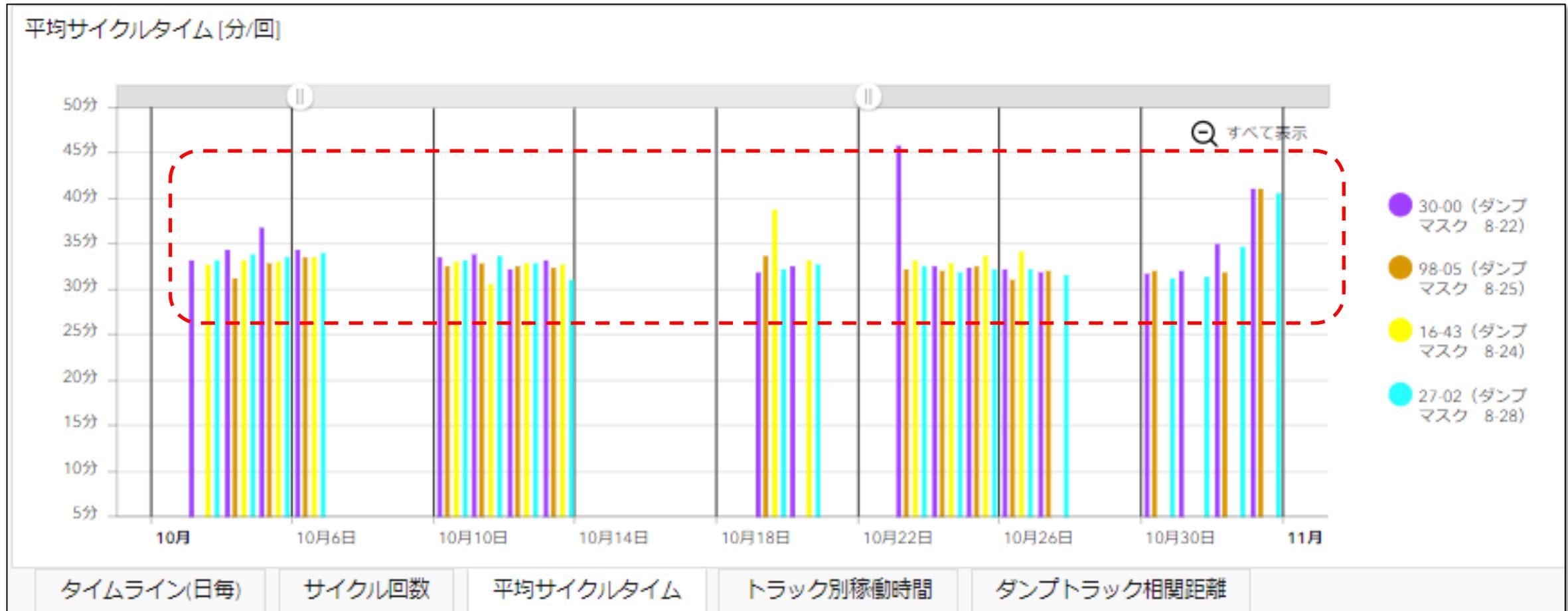
- サイクル回数の変化を早期発見できる  
⇒サイクル回数が突如減った場合等の問題点の把握



# 【活用事例⑤】 サイクルタイム（1サイクル当たりの所要時間）に着目した利活用

蓄積された、ダンプトラック別のサイクルタイムをグラフ化

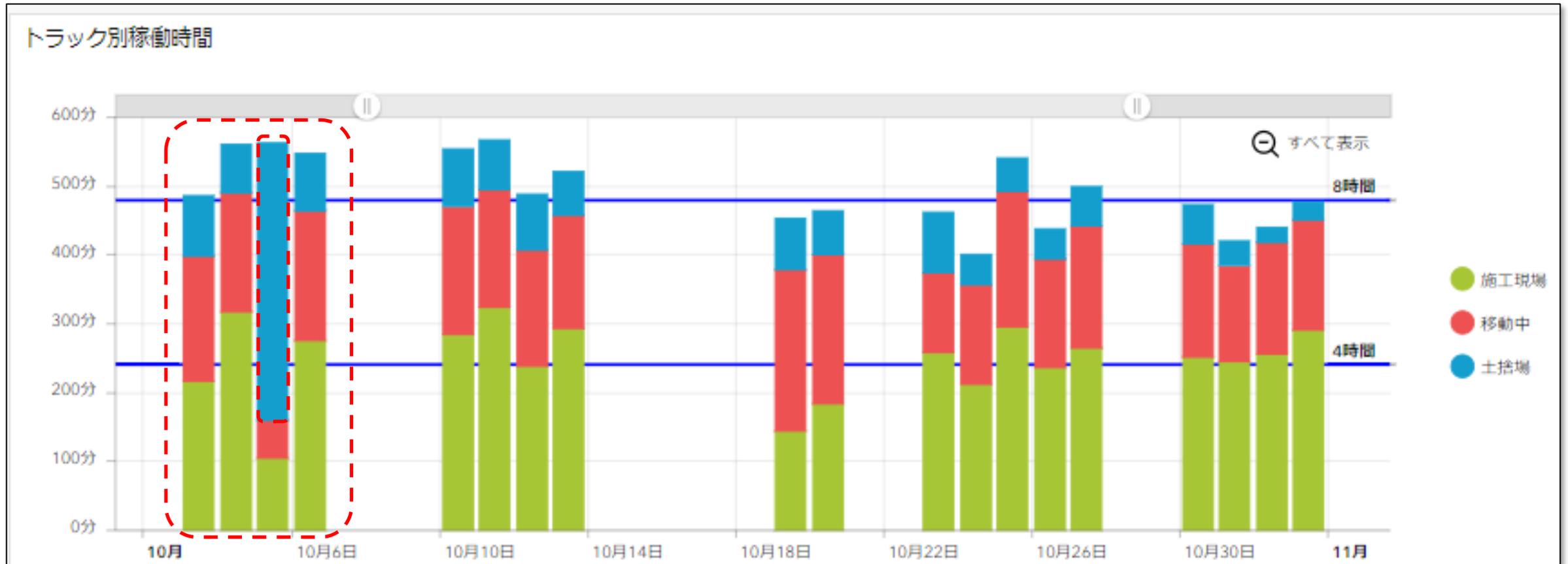
- 所用時間の増加等を早期発見できる  
⇒ 運搬効率か、掘削効率、又は渋滞等の問題点を調査するきっかけに利用



# 【活用事例⑥】トラック別稼働時間（滞在時間）に着目した利活用

蓄積されたダンプトラック別の稼働時間（滞在時間）をグラフ化

- 稼働時間  
⇒超過勤務等の確認
- 滞在時間  
⇒割合から異常を早期発見（長時間の滞在：現場の混雑、渋滞していなかったか）



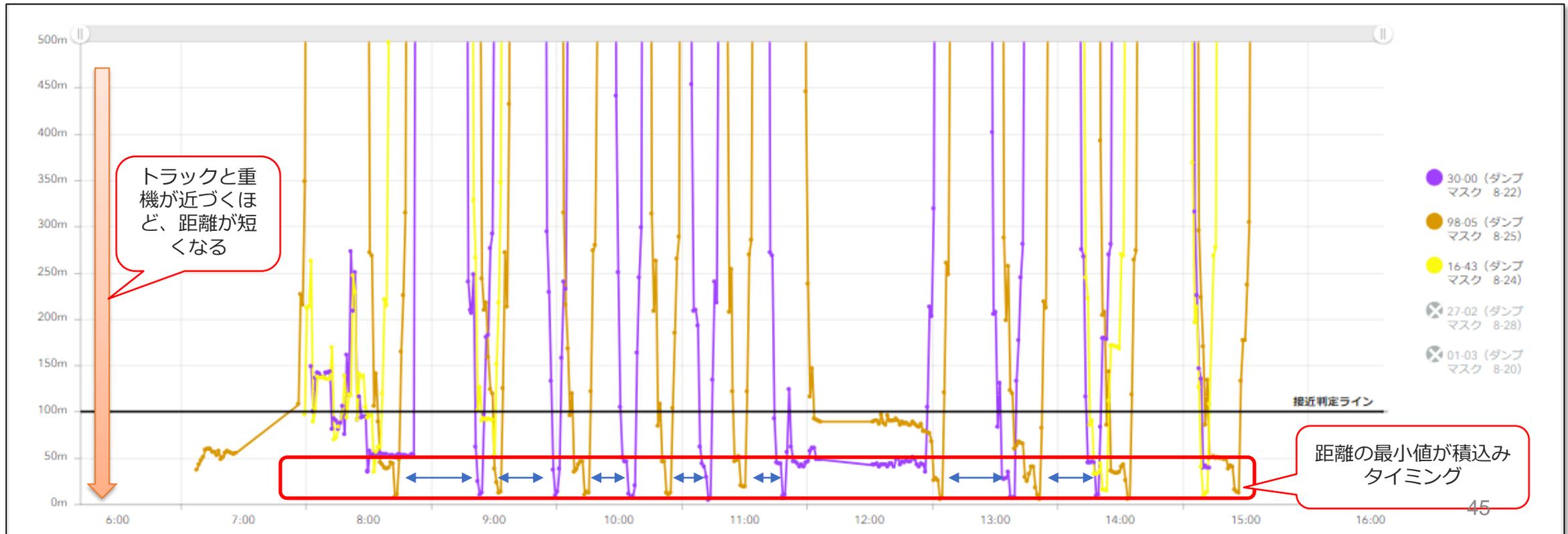
# 【活用事例⑦】トラック：重機相関距離に着目した利活用

蓄積されたダンプトラックと重機の位置から距離をグラフ化

- 距離が最接近された際に積込みを行っている
- 積込み頻度の適度な間隔があることを確認可能  
間隔が狭い⇒渋滞、現場の混雑が考えられる  
間隔が広い⇒運搬台数が少ない



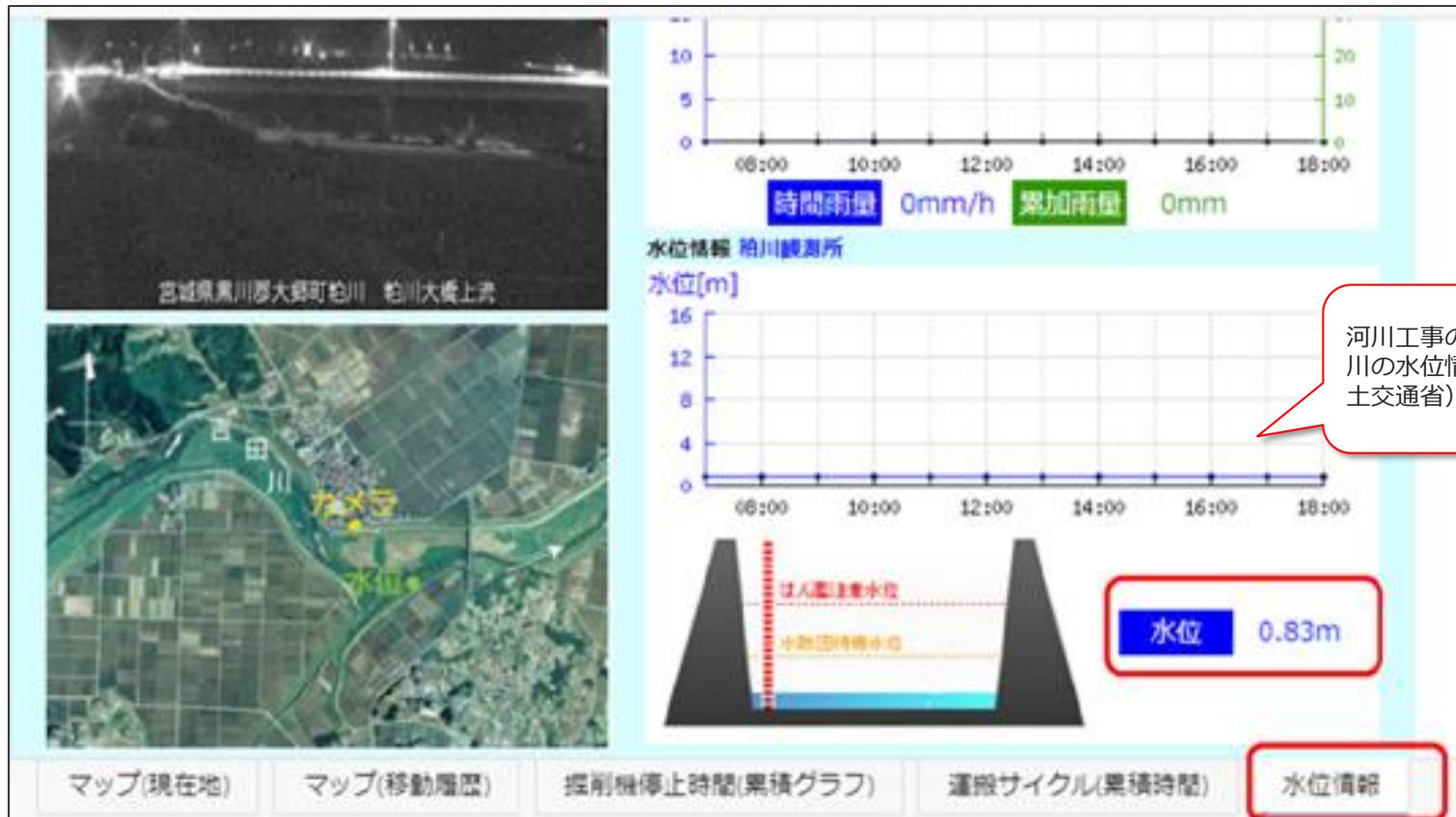
相関距離



# 【活用事例⑧】オープンデータの活用

天気予報、又は河川の状況などの**公共情報の表示**

- **現場によって注視すべき情報**も表示することが可能



# 5. 成果・今後の展望



## 1. AI解析カメラの精度向上

### (精度向上策①) 時刻変化画像を用いたAI解析概要

#### 【評価】

新手法では、学習時と同様の工事期間では、従来手法に比べ約20%の精度向上が見込める結果が得られた。  
土砂積込以外の工種での作業認識も可能である事が確認できた。

#### 【課題】

以下2点において精度低下が起こる課題が発見された。

- 1.カメラのアングルの違いによる、重機モーション情報の変化
- 2.作業による重機モーションの違い

#### 【対策】

学習データ不足に因る精度低下が主な原因と考えられ時刻変化画像の学習データを増やすことが有効な手段と考える。

※工事期間中における必要学習データ数の目安：約1,500個

(基本学習数250個×カメラアングル変更回数(1~4回)×1.5(作業パターン分))

### (精度向上策②) 位置情報とのかけ合わせによる精度向上

#### 【評価】

位置情報による認識精度の向上は、正誤判定の実施では積込みの見逃しパターンも無く

映像だけでは認識出来なかったケースでも積込みの根拠となるデータを示すことから有効な結果が得られた。

## 2. 施工現場の全体把握

### 【評価】

広い河川の地形におけるトラックや重機の位置情報を共有するGIS（地理情報サービス）として開発することが出来た。GISを組み込んだダッシュボードからさまざまな視点からのデータ分析が可能となった。

### 【課題】

AI解析カメラのデータ表示と位置情報サービスの関連付けはそれぞれのデータベース等の違いにより統合化・連携が出来なかった。

## 3. データの利活用

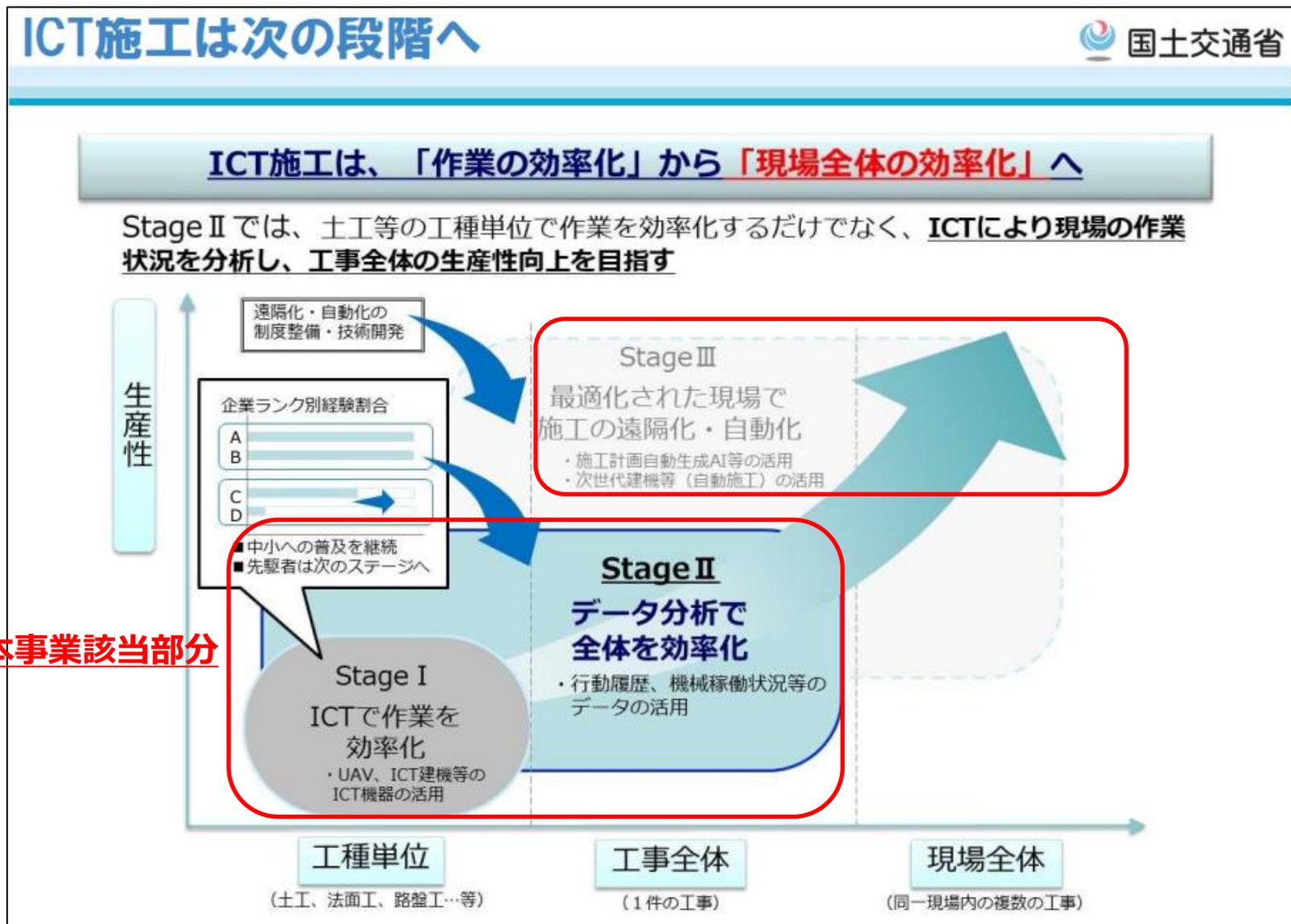
### 【評価】

ダッシュボードに映像情報、位置情報、メトリクスなどの各種情報を一括で効果的に表示・共有し、現場の工事管理者の声をヒアリングしながら「安全」「効率化」「環境」面に対する様々な活用モデルを創出することが出来た。

### 【課題】

過去の工事データとの比較をし、今後のデータ蓄積・活用におけるデータモデル方式および手法についても検証していく必要がある。

施工の「データ分析」「効率化」から「遠隔化」「自動分析」へ



# 今後の展望

## ダッシュボードで集約したデータを「発信」「シミュレーション」する発展活用

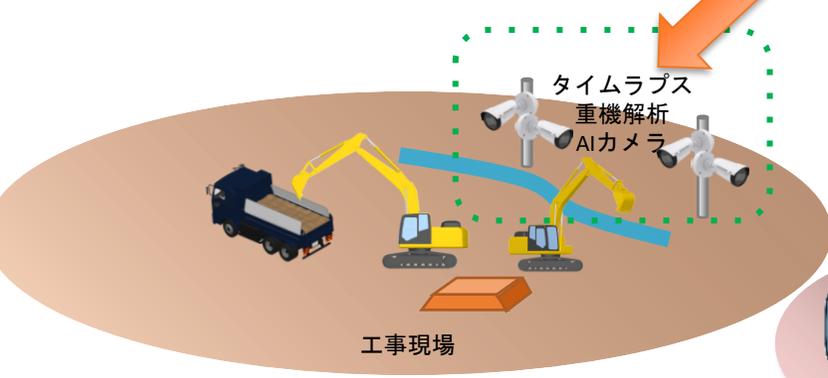
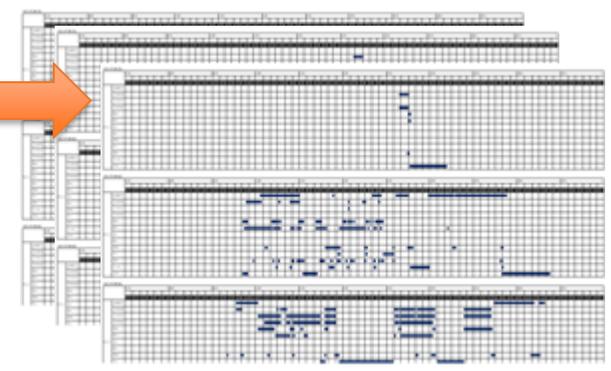
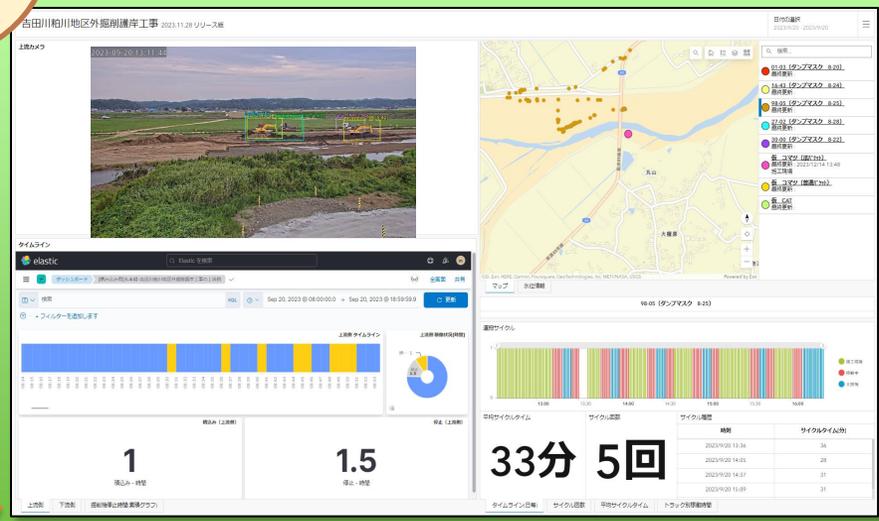
過去の類似工事から  
工事計画に必要なデータ及び、  
シミュレーション結果を提供

### AI映像解析+位置情報ダッシュボード

工種毎の作業時間等  
をデータ、自動帳票化



工事計画・見積



工事現場

現場の異常を検知したら  
関係者に自動発信  
(対応すべき候補も同時に発信)



現場管理者・施工業者



現場事務所・本部

## Special Thanks

吉田川粕川地区外掘削護岸工事

丸本組工事事務所の皆様  
施工業者の皆様



Tripod  
トライポッドワークス