

第5章 交通マネジメントシステム高度化の検討

章 内 目 次

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討	5-1
5.1. 要素技術の調査	5-1
5.1.1. RPA ツールの調査	5-1
(1) 技術概要	5-1
(2) 技術の特徴	5-1
(3) 主要な製品	5-2
5.1.2. OCR ツールの調査	5-3
(1) 技術概要	5-3
(2) 技術の特徴	5-3
(3) 主要な製品	5-4
5.1.3. AI カメラ技術の調査	5-7
(1) 設置条件	5-7
(2) 選定条件	5-7
(3) 調査内容	5-8
5.1.4. その他の要素技術の調査	5-9
5.2. 交通マネジメントシステムの高度化方策の検討	5-11
5.2.1. 高度化に資する課題の改善方針の整理	5-11
(1) トレーサビリティ管理の課題	5-14
(2) 車両運行管理の課題	5-14
(3) 合流支援の課題	5-15
(4) 工事車両需要調整の課題	5-15
5.2.2. 高度化方策の検討	5-16
(1) トレーサビリティ管理の高度化案	5-17
(2) 車両運行管理の高度化案	5-18
(1) 合流支援の高度化案	5-19
(2) 工事車両需要調整の高度化案	5-21
5.3. 高度化方策の具体化	5-22
5.3.1. トレーサビリティ管理の省力化	5-22
(1) 高度化に向けた現状整理	5-22
(2) OCR ツール活用に向けた検討	5-29
(3) RPA ツール活用に向けた検討	5-36
(4) システム高度化方針の検討	5-45
(5) システム高度化案の検討	5-46
5.3.2. 車両運行管理の省力化	5-50
(1) 車両運行管理の導入検討案	5-50
(2) 車両運行管理への導入具体化	5-53
(3) 運用イメージ	5-54
(4) 検討の進め方	5-54

(5) 機能要件(素案)	5-55
(6) システム性能要件(素案)	5-55
(7) サーバの検討	5-56
(8) 実現する上での課題	5-56
(9) 参考:他 JCT での運用イメージ	5-57
5.3.3. 合流支援の高度化	5-58
(1) 交通マネジメントシステムへの導入具体化	5-58
(2) 検討の進め方	5-61
(3) 高度化時の合流までの流れ	5-61
(4) 実現する上での課題	5-61
5.4. 試行実験に関する計画立案	5-62
5.4.1. トレーサビリティ管理の省力化	5-62
(1) R3 年度における試行実験	5-62
(2) 次年度以降の試行計画	5-64
5.4.2. 車両運行管理の省力化	5-65
5.4.3. 合流支援の高度化	5-67
5.5. まとめ	5-69

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

5.1. 要素技術の調査

交通マネジメントシステムの高度化方法の具体的な検討を行うにあたって、まず交通マネジメントにおいて活用可能性のある各種要素技術に関する調査を実施した。

5.1.1. RPA ツールの調査

(1) 技術概要

RPA (Robotic Process Automation) とは、コンピュータ上で行われる業務プロセスや作業を人に代わり自動化する技術である。繰り返し行うクリックやキーボード入力などの定常的な作業をロボットに登録して自動化するものであり、複数のシステムをまたがった作業を自動化することが可能である。

導入にあたってはパッケージ化された RPA サービスを利用し、コンピュータ画面上のどこで、どのような操作を、いつ行なうかといった一つ一つの操作を記憶したロボットをユーザが作成することが一般的である。このようなロボットへの指示を作成する開発ツールや、実際に処理を実行するロボット、それらを管理するツールなどを総称して RPA と呼ばれる。

(2) 技術の特徴

RPA のメリット・デメリットを表 5-1 に示す。

表 5-1 RPA 技術のメリット・デメリット

メリット	業務の効率化	・ 定常的な業務の作業時間短縮 ・ ヒューマンエラーの防止
	導入のしやすさ	・ 既存のシステムの改修が不要 ・ ユーザ自身でロボットを作成、修正できる
デメリット	例外処理の難しさ	・ 例外的な状況が起こると停止する ・ 人間の判断を要する作業には使用できない
	メンテナンスの手間	・ ロボット作成・修正には習熟が必要である ・ 既存のシステムの画面改修があるとロボットを修正する必要がある ・ 野良ロボットの管理が難しく、ブラックボックス化やセキュリティリスク発生のおそれがある

1) 業務の効率化

RPA では定型的な業務をロボットに覚えさせることによって、業務プロセスを自動化し、業務効率化を図る。Excel ファイルで読み取ったデータを別のシステムに入力するなど、ツールをまたがった作業も可能であることから幅広い業務の効率化に対応できる。

また業務の自動化によりコピーミスなどのヒューマンエラーを防止できる。

2) 導入のしやすさ

RPA は人が行っているコンピュータの操作をロボットに覚えさせるため、既存のシステムを改修する必要がない。プログラミングなしで、ユーザ自身が RPA ソフトの機能を使ってロボットの作成や修正ができるため、導入が比較的容易である。

ただし、RPA を適用すべき業務の分析や対象業務の定型化が必要となる。

3) 例外処理の難しさ

ロボットが実行するプロセスは例外処理を含め全て予め指定しておく必要がある。指定していない状況が起こった場合にはロボットが停止したり、予期しない動作を起こす恐れがある。

また、AI（人工知能）はデータに基づきルールを自ら導出するが、RPA は指示通りにしか動かないという点が AI と異なる。このため、人間が状況をみて臨機応変に判断しているような作業には対応できない。

4) メンテナンスの手間

ロボットの作成にはプログラミングは必要ないが、多くのソフトで一定の IT スキルが必要となる。状況に応じた例外処理や繰り返しの設定等、ロボットを作成、修正する際は RPA の設計スキルやソフト操作の習熟が求められる。

多くの RPA ソフトはコンピュータ画面の画像認識を使って動作するため、既存システムの画面改良などで見た目が変わった場合は、その都度ロボットの修正が必要となる。

また、ユーザ自身がロボットを作成できることは大きなメリットだが、職員の退職・異動などでロボットの管理ができなくなり、「野良ロボット」化することも懸念される。何が動いているか分からないブラックボックス化、適切なパスワード等の管理ができない等のセキュリティリスクを防ぐ仕組みが必要となる。

(3) 主要な製品

RPA ツールは、ユーザの PC にインストールして使用するデスクトップ型、自社サーバ内にシステムを構築するサーバ型、インターネット上でサービスを利用するクラウド型といった様々な形態のパッケージが販売されている。またロボットを作成するライセンス、ロボットを実行するライセンス、ユーザや個々のロボットなどシステム全体を管理するライセンス等を分けて販売されていることが多い。

主要な RPA 製品の一覧を表 5-2 に示す。

各ツールの主要な機能に大きな違いはないが、それぞれロボット作成や実行時のインターフェース（画面や操作のしかたなど）、ロボットの動作の精度等が異なる。各ツールではトライアル版が提供されており、導入にあたっては複数ツールで試行を行い、使いやすさや価格を比較のうえツールを選定することが望ましい。

表 5-2 主な RPA 製品

製品	提供会社	特徴
WinActor	NTT データ	・操作が直感的で比較的簡単 ・日本で開発されたため、マニュアル等全ての資料が日本語対応
UiPath	UiPath	・多数の関連製品の中から必要なツールを組み合わせる ・簡易バージョンのソフトでは、IT 知識がなくても簡単な操作でロボットを作成できる ・高度バージョンのソフトで複雑な機能を作成することも可能
BizRobo!	RPA テクノロジーズ	・機械学習を使用してロボットを作成できる ・バックグラウンド処理のため RPA を実行中も PC を使うことができる ・ロボット実行のライセンス数が無制限
Power Automate	Microsoft	・多数のサービスとデータを連携することができる ・Android/iOS 対応のモバイル版がある ・AI と組み合わせる利用できる
Power Automate Desktop	Microsoft	・Power Automate のデスクトップ用サービスのみ無償で提供 ・AI と組み合わせる利用は有償の拡張機能

5.1.2. OCR ツールの調査

(1) 技術概要

OCR (Optical Character Recognition) とは、印刷された文字や手書きの文字などをカメラやスキャナといった光学的な手段でデータとして取り込み、それをコンピュータが利用できるデジタルの文字コードに変換する技術である。データ入力作業の手間を削減し、保存データの検索性を向上させることができる。

また、OCR 技術に AI (人工知能) を取り入れた AI-OCR は従来の OCR より読み取り精度が高く、非定型文書にも対応可能となっている。

(2) 技術の特徴

OCR のメリット・デメリットを表 5-1 に示す。

表 5-3 OCR 技術のメリット・デメリット

メリット	文書のデジタル化	- データの管理、検索の容易化 - 保管スペースの削減
	デジタル化作業の省力化	- 転記作業の作業時間短縮 - 入力ミスの防止
デメリット	前処理作業	- 紙資料のスキャニングまたは撮影が必要 - 読み取り精度を上げるための前処理が必要な場合がある
	文字認識精度	文字認識に完全に成功するとは限らない

1) 文書のデジタル化

従来は紙で保管されていた資料をデジタル化することにより、資料内容の検索が容易となり、データの編集や活用ができるようになる。デジタル化された元の紙資料を常に参照できる場所に置いておく必要がなくなり、保管スペースを整理することができる。

2) デジタル化作業の省力化

文字の転記作業を自動化することで作業時間が短縮できる。また、入力ミスを防止することができる。

3) 前処理作業

紙資料をスキャニングまたは写真撮影する必要がある。また、「4) 文字認識精度」に記載のとおり、文字認識精度を向上させるために前処理が必要な場合がある。

デジタル化によるデータ活用の必要性や作業時間の削減効果を踏まえ、逆に作業負荷が増えることのないようデジタル化の対象とするデータを検討する必要がある。

4) 文字認識精度

元資料の解像度、傾き、フォント、かすれ、レイアウト等の要因により文字認識精度が左右される。このためより高精度に文字認識を行うため、元資料の傾きやレイアウトの修正作業が必要な場合がある。OCR ソフトにより様々な補正技術が用いられており、導入にあたっては実際に使用する資料を使って十分な精度が確保できるか確認することが望ましい。

なお、一般的な OCR ソフトは予め登録した帳票レイアウトの座標をもとに文字を認識する仕組みである。このためレイアウトが変わると正確に文字認識ができない。一方、OCR に AI を取り入れた AI-OCR は、AI が読み取り位置や項目を自動抽出することができ、レイアウトの異なる帳票でも文字認識が可能である。

(3) 主要な製品

OCR ツールにはスキャナやカメラ機能などの紙資料の画像化ツールがセットになったものと、既に画像化したデータの文字認識のみを行うものがある。画像化ツールの形態はハンディスキャナ、複合機、スマホアプリ等がある。文字認識を行うツールにはユーザの PC にインストールして使用するデスクトップ型、自社サーバ内にシステムを構築するサーバ型、インターネット上でサービスを利用するクラウド型などの種類がある。

交通マネジメントシステムで扱う土質試験結果データは現状、各 JV において PDF 化されたものが取り扱われている。交通マネジメントシステムとの連携を想定し、文字認識のみを行うツールのうち、既存システムへの組み込みやカスタマイズが可能な製品について調査した。主な OCR 製品を表 5-4 に示す。

また、特に AI-OCR については組み込みやカスタマイズ可能な製品に限らず調査を行った。主要な AI-OCR 製品を表 5-5 に示す。

表 5-4 主な組み込み可能な OCR 製品

製品・サービス	提供会社	概要	参考 URL
Tesseract OCR engine	なし（オープンソース）	・文字認識のエンジン ・Tesseract.js : Tesseract OCR engine を使っている JavaScript のライブラリ ・JPG、PNG 形式のみ対応（PDF は対応不可） ・表形式に未対応	https://tesseract.projectnaptha.com/ 例 : https://co.bsnws.net/article/198
カラーOCR ライブラリ	パナソニック	・OCR ソフト用開発キット ・日本語文字認識、レイアウト認識、表認識機能が特徴	https://www.panasonic.com/jp/business/its/ocr_sdk/textocr.html
First Reader	バイタリファイ	・独自開発の OCR エンジンで、既存製品やサービスに組み込み可能	https://vitalify.jp/app-lab/ai/20191101_firstreader/
CLOVA OCR (General)	LINE	・文書様式を問わず、帳票全体から文字の抽出が可能 ・API 連携のみ ・有償トライアルあり	https://clova.line.me/clova-ocr/ https://clova.line.me/clova-ocr/api/
スマート OCR	インフォディオ	・AI によるディープラーニングを活用し、手書き文字や非定型帳票等にも対応した高精度の読取を実現 ・API を利用して他システムとの連携が可能 ・キー・バリューデータ抽出機能あり※1	https://www.smartocr.jp/
DX Suite	AI inside	・Intelligent OCR (AI-OCR) であらゆる帳票を高精度でデジタルデータ化 ・事前に読み込み対象フィールドの座標設定が必要 ・キーワード読み込み機能は検証中（α版） ・API 連携が可能 ・有償トライアルあり	https://dx-suite.com/

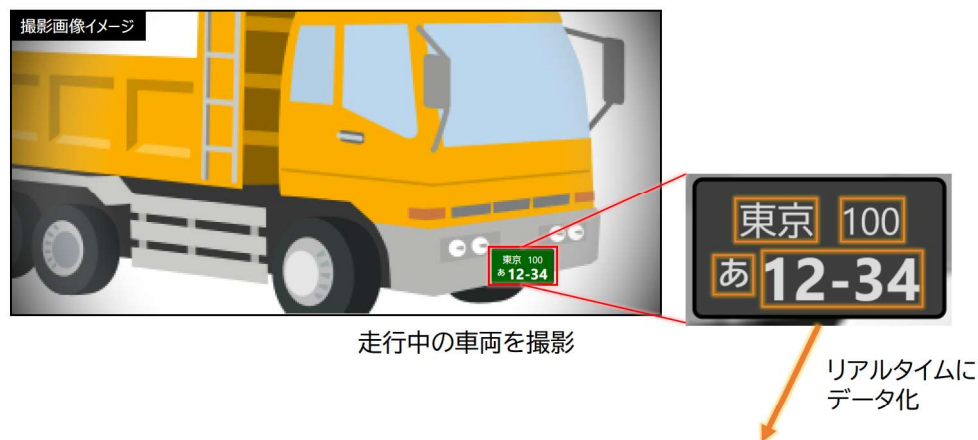
※1 : キー（項目）、バリューを設定することにより複数のデータを効率よく処理できる

表 5-5 主な AI-OCR 製品

製品・サービス	提供会社	概要	参考 URL
スマート OCR	インフォデ ィオ	表 5-4 参照	表 5-4 参照
DX Suite	AI inside	表 5-4 参照	表 5-4 参照
RICOH Cloud OCR	RICOH	・ 帳票の記載情報を AI が自動抽出 ・ OCR 結果の確認・修正のアウトソーシングサービスあり	https://www.ricoh.co.jp/service/cloud-ocr/
CaptureBrain	キヤノン IT ソリューションズ	・ 任意に作成可能な単語辞書を用い、OCR 結果との類似度による自動補正が可能	https://www.canon-its.co.jp/products/capturebrain/
AI スキャンロ ボ	ネットスマ イル	・ AI が文字認識範囲を自動的に判別 ・ 複数ページにわたる帳票も AI が自動で追従し読み取り可能	https://aiocr.ai/lp/
eas	うるる BPO	・ データ作成から確認・修正作業までセットになった AI-OCR サービス	https://www.uluru-bpo.jp/eas/

5.1.3. AI カメラ技術の調査

AI カメラとは、AI アルゴリズムが搭載されたカメラ・解析システムにより、運行中の車両を撮影した映像・画像をリアルタイムで高精度かつ迅速に解析し、車両番号・車種・混雑状況等の必要な情報をデータ化する。



通過日時	通過場所	ナンバープレート			
2022/2/7 10:05:34	仮置場入場	東京	100	あ	1234
2022/2/7 10:05:20	仮置場退場	ひたち	100	あ	0004
2022/2/7 10:05:00	受入地入場	東京	100	あ	7524

図 5-1 AI カメラ技術イメージ

(1) 設置条件

車両運行管理への活用にあたり、下記の設置条件に当てはまる製品の調査を行った。

- ・ カメラの設置は、屋外・商用電源無し・光回線無しの場所にて、全天候・昼夜間に使用することを想定。
- ・ データの蓄積は、クラウドに格納もしくは作業事務所※に PC を置くことを想定。
※カメラの設置位置と離れた商用電源あり・光回線ありの場所
- ・ 読み取った車番データの出力は、CSV 出力を想定。

(2) 選定条件

製品の選定にあたり、Web 調査にて「車番認識システム ソーラー」「ナンバープレート 認識 システム」等のキーワードで検索された製品を対象に、メーカーへ問い合わせを行った。

(3) 調査内容

なお、製品メーカーには下記の設問を問合せ、回答を表 5-6 にまとめた。

- ① 屋外での全天候・昼夜間の運用は可能であるか。
- ② 商用電源無しの状況下での運用は可能であるか。
(ソーラーパネル・蓄電池などでの運用)
- ③ 光回線無しの状況下での運用は可能であるか。
(LTE 回線・ルーター設置などでの運用)
- ④ 検討中の構成と近い環境での導入実績はあるか。

表 5-6 カメラ認証システム製品の調査状況

No.	提供会社	検討状況	①	②	③	④
			昼夜間の運用	商用電源なしでの運用	光回線なしでの運用	同構成での運用実績
1	A 社	実績が無いため候補から削除	可能	試算上可能	可能	実績無し
2	B 社	商用電源が必要であるため候補から削除	可能	不可能	可能	実績無し
3	C 社	動体認識の実装は無いため調査対象から削除				
4	D 社	動体認識の実装は無いため調査対象から削除				
5	E 社	候補として検討	可能	可能 (簡易設置)	可能	実績あり
6	F 社	期日までに回答が無かった				
7	G 社	期日までに回答が無かった				
8	H 社	実績が無いため候補から削除	可能	試算上可能	可能	実績無し
9	I 社	候補として検討	可能	可能	可能	実績あり
10	K 社	取り扱い終了により調査対象から削除				
11	L 社	候補として検討	可能	可能	可能	実績あり
12	M 社	実績が無いため候補から削除	可能	試算上可能	可能	実績なし
13	N 社	候補として検討	可能	可能	可能	実績あり
14	O 社	商用電源下での動作の情報しかないため調査対象から削除				
15	Q 社	候補として検討	可能	可能	可能	実績あり

5.1.4. その他の要素技術の調査

交通マネジメントシステムへの適用可能性があると考えられるその他の要素技術についても調査した。各種技術の概要および想定される適用方法を表 5-7 のとおり整理した。

また、建設現場等で活用されているその他の ICT 技術の事例についても調査を行った。その結果を表 5-8 に示す。

表 5-7 交通マネジメントシステムへの適用可能性のある要素技術

要素技術	概要	適用方法（案）
BI ツール	企業に大量に蓄積しているデータから必要な情報を集約し、一目で分かるように分析することで、迅速な意思決定を助けるためのツール。	蓄積データの分析（発生土運搬量の集計、可視化）
RFID	電波を用いて IC タグの情報を非接触で読み書きする自動認識技術。複数の IC タグを離れた位置から一括で読み取り、瞬時に個体を識別することが可能。	車両の入退場管理 ※受入地には商用電源がなく、リーダーが設置できない場所もある
BLE ビーコン	BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンとは、RFID の IC タグに電力を持たせた省電力型の通信方式のビーコンを指し、子機は電池などで数年に渡る使用が可能。	車両の入退場管理 ※受入地には商用電源がなく、リーダーの設置にはソーラーパネルなどの検討が必要
QR コード	デンソーウェーブが 1994 年に開発した 2 次元コード。大容量の情報を小さなコードに表現でき、360° どの方向からでも読み取りが可能。	車両の入退場管理
AI	人間の知能を、コンピュータを用いて人工的に再現したもの。2000 年代以降の第三次 AI ブームでは、ディープラーニングにより、より複雑な問題にも対応できるようになってきている。画像認識、音声認識、時系列データからの異常検出等が可能。	蓄積データの分析（トレーサビリティ管理データの不整合を検知）

表 5-8 ICT 技術の活用事例

区分	ツール・システム名	提供会社	概要	参考 URL
3D 点群データ取得	iPhone 12 Pro/iPad Pro Lidar pronoPointsScan	Apple プロノハーツ	「pronoPointsScan」は、iPad Pro・iPhone12 Pro の LiDAR 機能により 3D 点群を取得することができる。取得した点群にはカメラ画像の色情報も付加され、その場でプレビュー表示ができる。さらに XYZRGB 形式のテキストファイルへ出力することができるため、CAD、CG アプリで広く利用可能。	https://prono82.com/pronopoints-scan/
四足歩行型ロボット	Spot	Boston Dynamics	鹿島建設は、工事現場での巡視、工事の進捗管理、安全管理におけるロボット活用の可能性検証のため、トンネル工事現場にて実証実験を実施。360° カメラを搭載した Spot を遠隔操作し、現場の写真撮影や計器点検、坑内巡視を実施。2020 年からは実用化に向け、鹿島建設・竹中工務店・竹中土木の 3 社による共同研究を実施している。	https://www.kajima.co.jp/news/press/202012/7c1-j.htm
BIM センサー・デバイス	デジタルツイン基盤 「鹿島ミラードコンストラクション (KMC)」	鹿島建設 ピクシーダ ストテクノロ ジーズ	着工前に作成する BIM と施工中の建設現場に設置したセンサー・デバイスから取得する空間データを、一元管理するクラウド上のデータベース。KMC を用いて施工の進捗状況を部材単位で数値化・可視化するプログラムを開発し、運用を開始している。	https://www.kajima.co.jp/news/press/202101/21a1-j.htm
ドローン	カーゴドローン	大林組 SkyDrive	建設現場での重量物運搬におけるドローンの活用に向けた実証実験を実施。少子高齢化に伴う建設作業員の減少や高齢化に対応するため、「カーゴドローン」を活用した資材運搬の自動化により、作業員の負担軽減や労働力不足解消を目指している。	https://www.obayashi.co.jp/news/detail/news20200213_2.html
MR	トンネル施工管理システム「トンネル MR」	鴻池組 インフォマ ティクス	「トンネル MR」に DX 技術を付加し、現場の CIM モデルに、施工時の計測データや実物情報を統合したデジタルツインをクラウドサーバ上に構築し、空間アンカー機能を使ってトンネル坑内に正確に表示することで、MR を使って遠隔臨場を可能にするシステムを開発。 実証実験の結果、遠隔臨場による岩判定など業務効率化への有効性を確認した。	https://www.konoike.co.jp/news/2021/202109272863.html

5.2. 交通マネジメントシステムの高度化方策の検討

5.2.1. 高度化に資する課題の改善方針の整理

「第2章 課題の整理および改善方針の検討」にて把握した交通マネジメントシステムの課題のうち、高度化検討としたものについて 5.1 にて調査した要素技術調査を基に、各課題に対する高度化方策を検討した。各課題に対する改善方針および高度化方策を表 5-9～表 5-10 に示し、高度化イメージを図 5-2～図 5-5 に示す。

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

表 5-9 現状の課題および改善方針の整理と紐づく高度化策(1/2)

項番	機能種別	起票	現状の問題点等	課題	課題の区分 (全 JCT 共通 /JCT 特有)	対応分類	改善方針	高度化方策
1-8	工事車両需要調整	ヒアリング 【大泉 JCT】清水・熊谷・東急・竹中土木・鴻池JV、大成・安藤・間・五洋・飛鳥・大豊JV	需要調整 Excel ファイルへの転記に時間を要する	需要調整ファイルの転記作業負担の低減	全 JCT 共通	C.高度化の検討	受発注者間での需要調整結果を見える化する方法的検討	トラマネシステム関連データの一元管理・共有
1-9	工事車両需要調整	ヒアリング 【大泉 JCT】清水・熊谷・東急・竹中土木・鴻池JV、大成・安藤・間・五洋・飛鳥・大豊JV	メールでのやり取りは時間もかかり作業負担が高い。	メールを用いた折衝作業の負担低減	全 JCT 共通	C.高度化の検討	受発注者間での運航計画ファイル共有のシステム化の検討	トラマネシステム関連データの一元管理・共有
2-1	合流支援	ヒアリング 現地踏査 【中央 JCT】NEXCO 中日本、西松建設	車両の積載量やドライバーによって加速・合流のタイミングが異なる	車種や積載量等が異なる車両への適した合流タイミングの提供	全 JCT 共通	C.高度化の検討	積載量による合流タイミング計算ロジックの検討	合流タイミングの最適化
3-8	運行管理	ヒアリング 現地踏査 【大泉 JCT】大成・安藤・間・五洋・飛鳥・大豊JV 【大泉 JCT】清水・熊谷・東急・竹中土木・鴻池JV 【大泉 JCT】清水 JV	仮置場・受入地の時刻管理は運行表を配布し、ドライバーが手書き、夜勤担当が回収・データ化しており、入力作業の負担が高い。	運行時刻管理作業の負担低減	全 JCT 共通	C.高度化の検討	仮置場・受入地の入退場記録の自動化方法の検討	発生土搬出・受入情報登録の自動化
4-1	トレーサビリティ管理	ヒアリング 【大泉 JCT】大成・飛鳥・大豊JV	自 JV の運行実績と、トラマネシステムのトレーサビリティ帳票の紐づけの作業負担が高い。	トレーサビリティ帳票の紐づけ作業の負担低減	JCT 特有 (大泉)	C.高度化の検討	負担が高い作業に関する調査を進める	車両運搬実績データ入力作業の効率化
4-2	トレーサビリティ管理	ヒアリング 【大泉 JCT】大成・飛鳥・大豊JV	運行終了後のデータ整理(整理券・日報)に時間がかかる	運行終了後のデータ整理作業の負担低減	JCT 特有 (大泉)	C.高度化の検討	日報(JV 固有様式)連携対応の必要性の検討	発生土搬出・受入情報登録の自動化
4-8	トレーサビリティ管理	ヒアリング 現地踏査 【大泉 JCT】清水・熊谷・東急・竹中土木・鴻池JV	土質試験結果の転記作業の負担が高い	土質試験結果の転記作業の負担低減	全 JCT 共通	C.高度化の検討	転記作業自動化方法の検討	土質試験結果の自動入力

表 5-10 現状の課題および改善方針の整理と紐づく高度化策(2/2)

項番	機能種別	起票	現状の問題点等	課題	課題の区分 (全 JCT 共通 /JCT 特有)	対応分類	改善方針	高度化方策
4-9	レーサビリティ 管理	現地踏査 【大泉 JCT】清水 JV	トラックスケール集計用 PC とトラマネシステム用 PC は 連携していない	トラックスケール 集計用 PC とトラ マネシステム PC 間で行う作業の 負荷低減	全 JCT 共 通	C:高度化 の検討	RPA などを活用し た連携仕様の検 討	土質試験結果の 自動入力
4-12	レーサビリティ 管理	現地踏査 【東名 JCT】大林 JV	ETC アンテナの設置は、電 波局申請など手続きが多い	作業負荷の少な い車両管理方法 に変更	全 JCT 共 通	C:高度化 の検討	ETC 以外の運用 方法とのメリット・ デメリット整理	発生土搬出・受入 情報登録の自動 化

(1) トレーサビリティ管理の課題

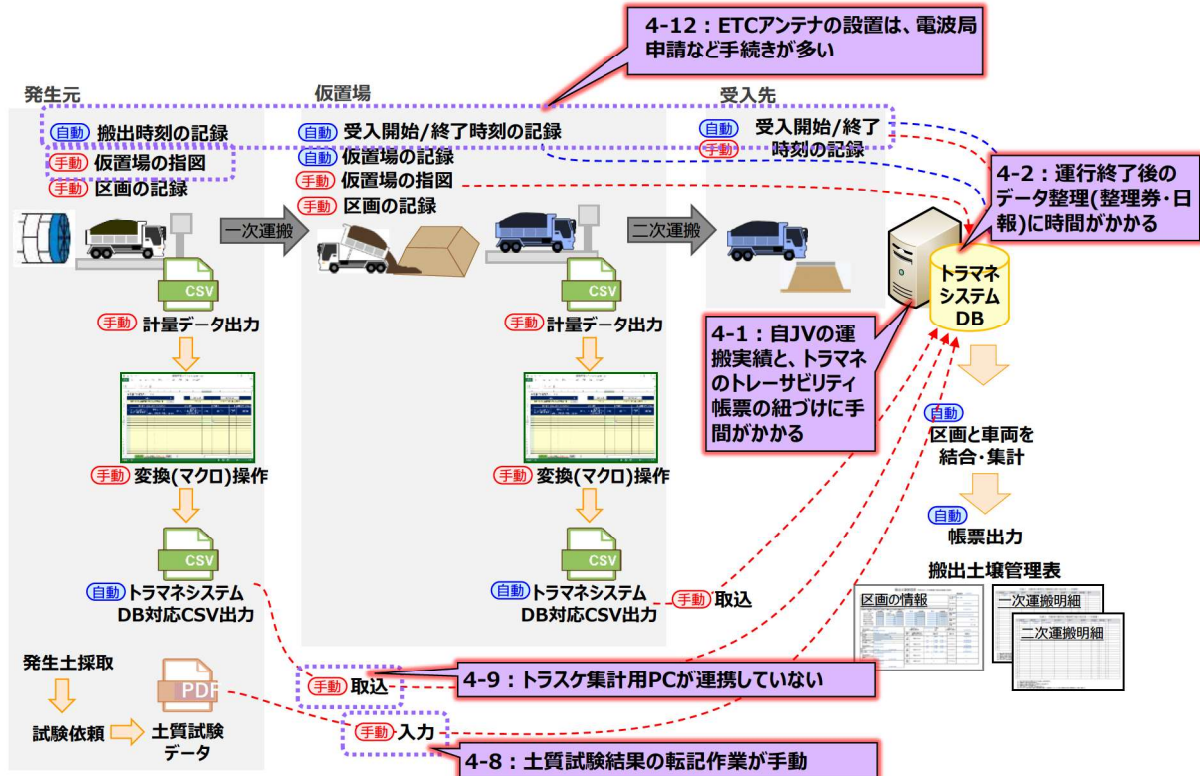


図 5-2 トレーサビリティ管理の課題

(2) 車両運行管理の課題

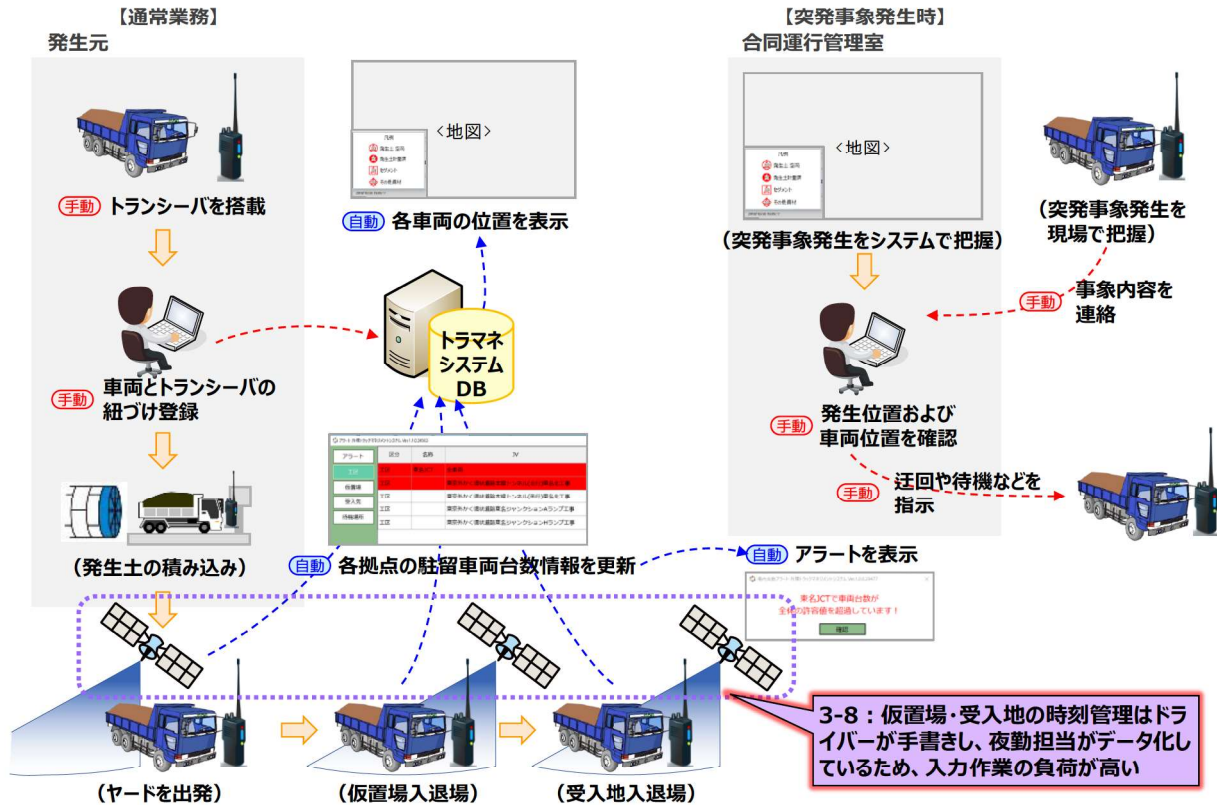


図 5-3 車両運行管理の課題

(3) 合流支援の課題

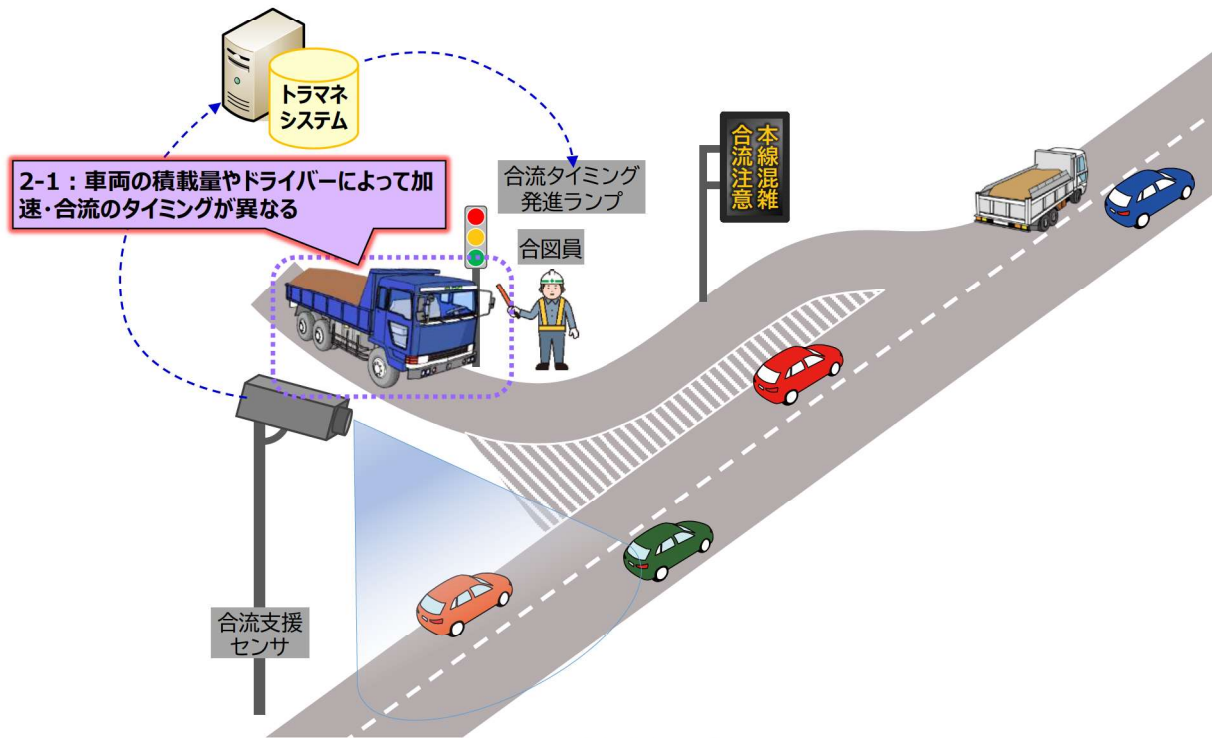


図 5-4 合流支援の課題

(4) 工事車両需要調整の課題

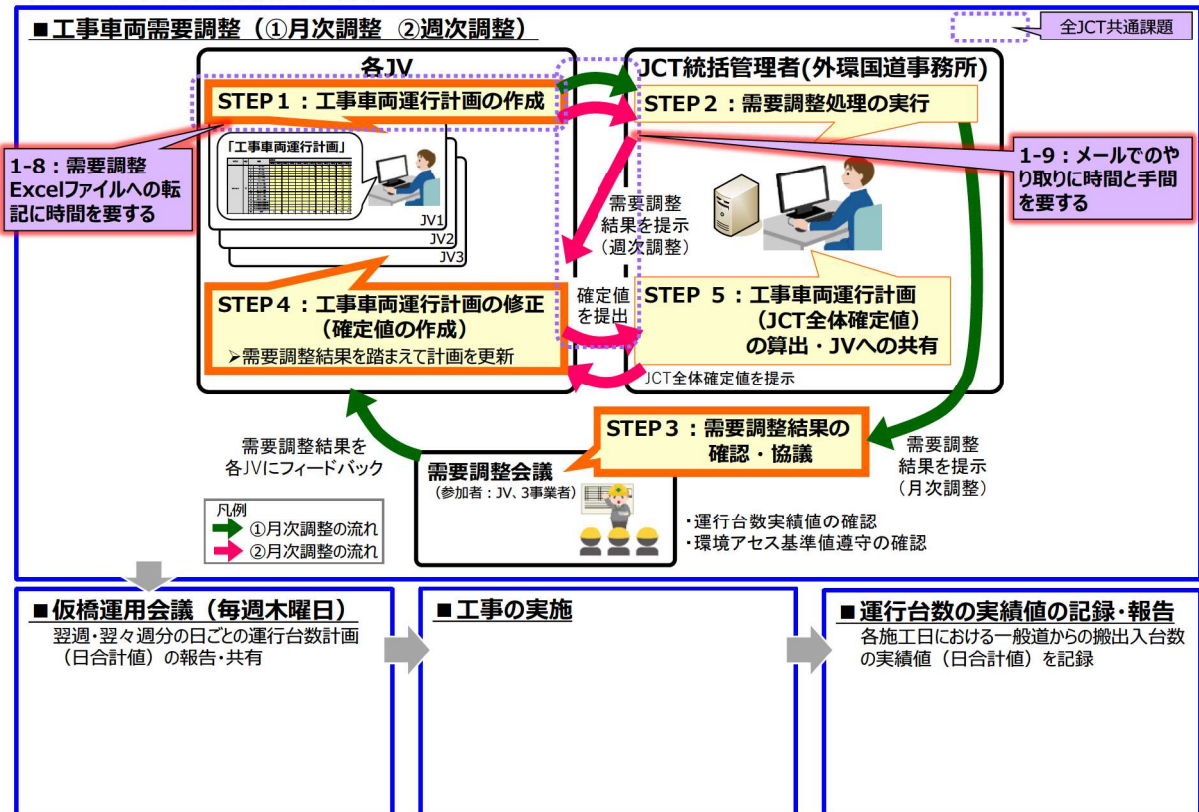


図 5-5 工事車両需要調整の課題

5.2.2. 高度化方策の検討

5.2.1 にて検討した各課題別の改善方針を基に、必要性を整理したうえで、導入のしやすさや現場実態の観点から高度化方策別に優先度を設定した。整理した結果を表 5-11 に示し、高度化方策イメージを図 5-6～図 5-15 に示す。

5.3 以降では、優先度「高」の高度化方策について具体化を進める。

表 5-11 高度化メニューの整理

No	施策分類	高度化方策	必要性	実現方法	検討の優先度
1	トレーサビリティ管理	土質試験結果の自動入力、車両運搬実績データ入力作業の効率化	現在手動で行っている土質試験結果の入力や、車両運行実績のデータ入力の作業負荷が高いという意見が挙げられており、作業の省力化が必要。(ヒアリング・現場踏査)	OCR によって土質試験の結果抽出を行う	高
				RPA を導入し、定型作業を自動化する	高
2	運行管理	発生土搬出・受入情報登録の自動化	走行サイクルの管理用に現在手動で行っている受入地への搬入時刻のデータ化の作業負荷が高いという意見が挙げられており、作業の省力化が必要。(ヒアリング・現地踏査)	車両認識をカメラ解析で行う	高
3				車両認識を ETC/ETC2.0 技術で行う	低
4	合流支援	合流タイミングの最適化	車両の実空車・積載量によって加速度が異なり、システム側で意図する合流タイミングに沿わないケースがあるという意見が挙げられており、合流効率の最適化が必要。(ヒアリング・現地踏査)	車両状態を加味した合流タイミングの最適化	高
5				エスコートライトによる加速支援	低
6	トレーサビリティ管理 / 需要調整	トラマネシステム関連データの一元管理・共有	運行計画のやり取りは、圧縮した Excel ファイルをメール送受信で行っており、その作業の省力化を求められている。(ヒアリング)	BI ツール等を用い運搬実績、各工事の需要調整結果等を集約し、一元管理する	低

(1) トレーサビリティ管理の高度化案

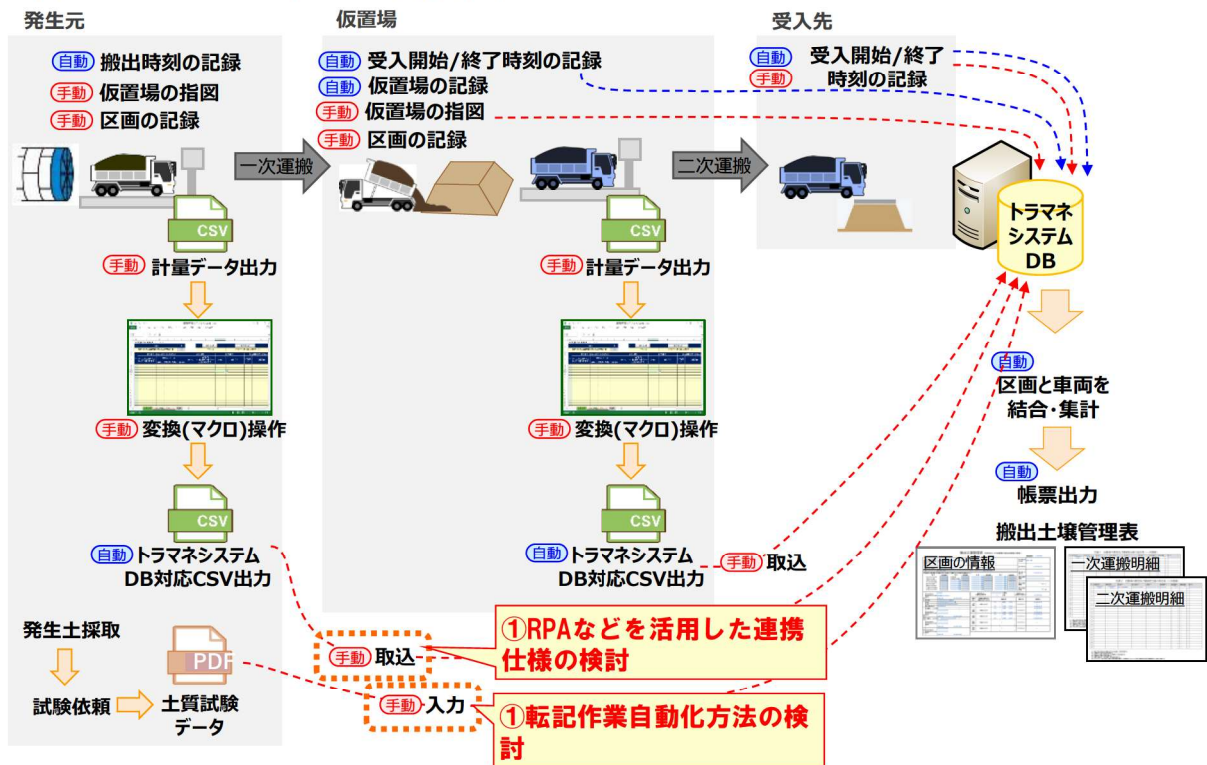


図 5-6 トレーサビリティ管理の高度化案

- RPAを活用し、手動で行っているトラックスケールデータの取り込み作業を自動化
- ⇒誤操作の回避や取り込み作業負荷の軽減
- ⇒管理作業の軽減

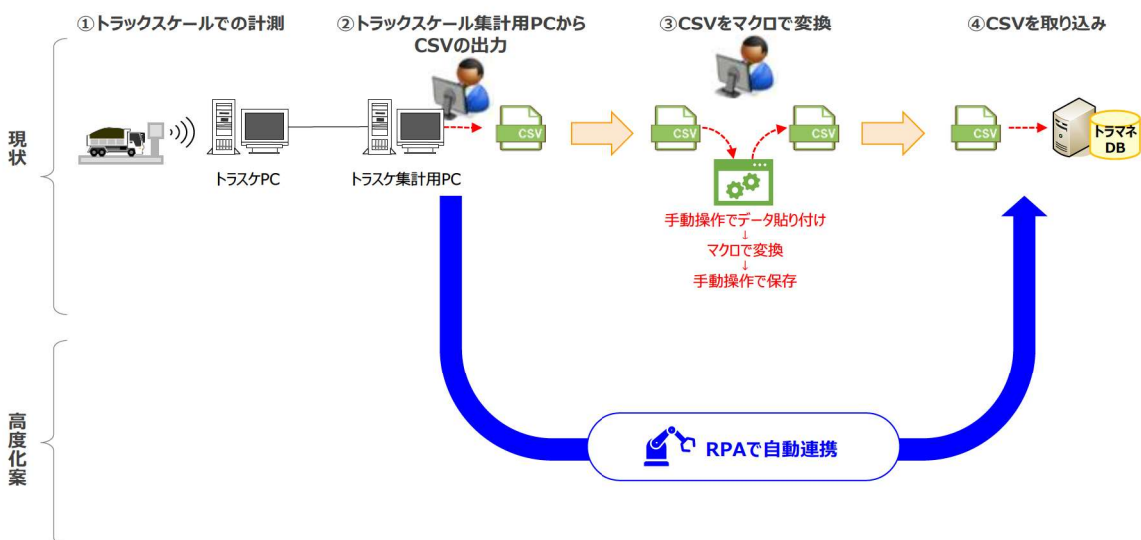


図 5-7 トレーサビリティ管理の高度化案(①RPA などを活用した連携仕様の検討)

○土質試験の試験結果のシステム入力を自動化

⇒OCRの導入で、手動入力による誤入力の回避や入力値のチェック作業を省力化

⇒管理作業の軽減

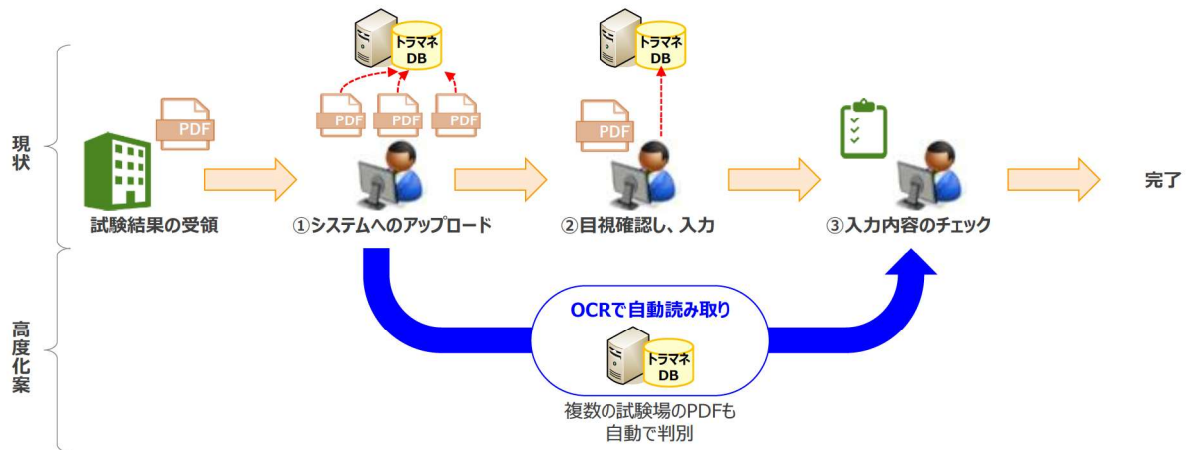


図 5-8 トレーサビリティ管理の高度化案(①転記作業自動化方法の検討)

(2) 車両運行管理の高度化案

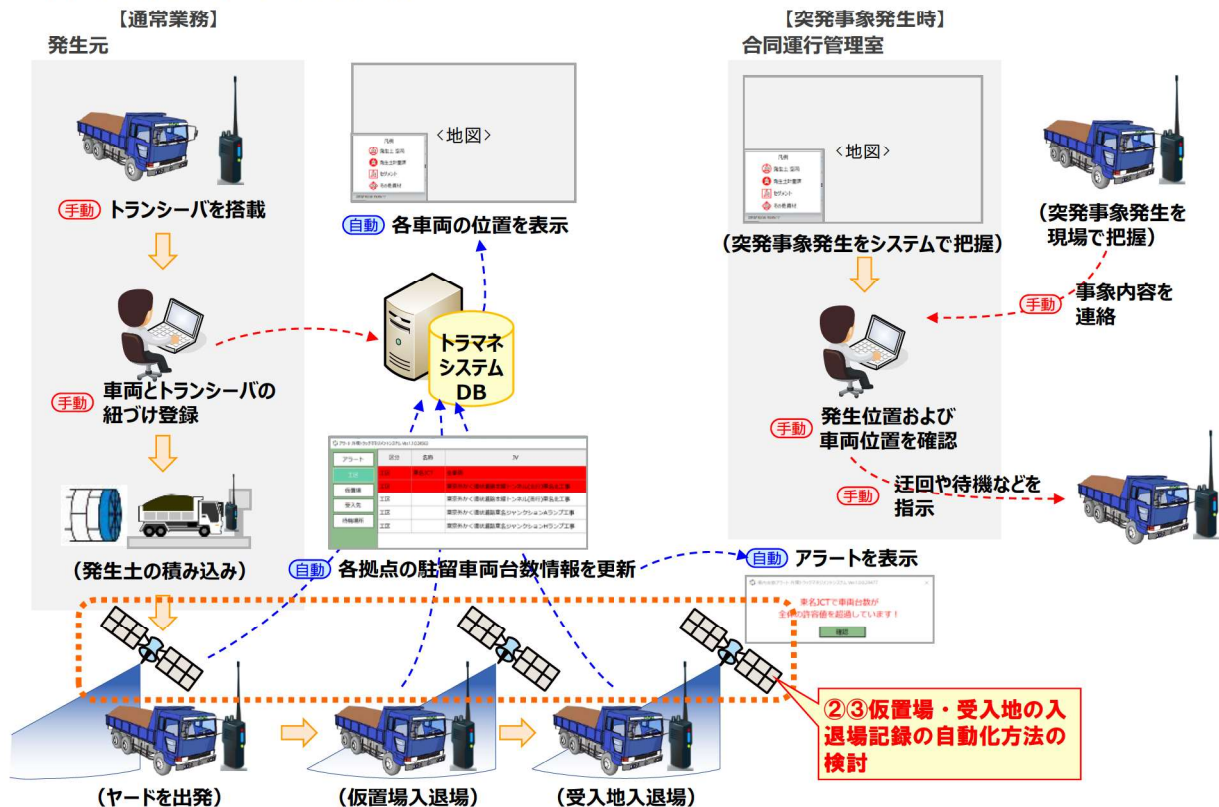


図 5-9 車両運行管理の高度化案

○手書きで管理している発生土受入開始/終了時刻を電子化

⇒GPS等での時刻管理で、手書きの誤記入の回避やシステムへの転記作業を削減

⇒ドライバー作業の負担軽減・正確性向上や、管理作業の軽減

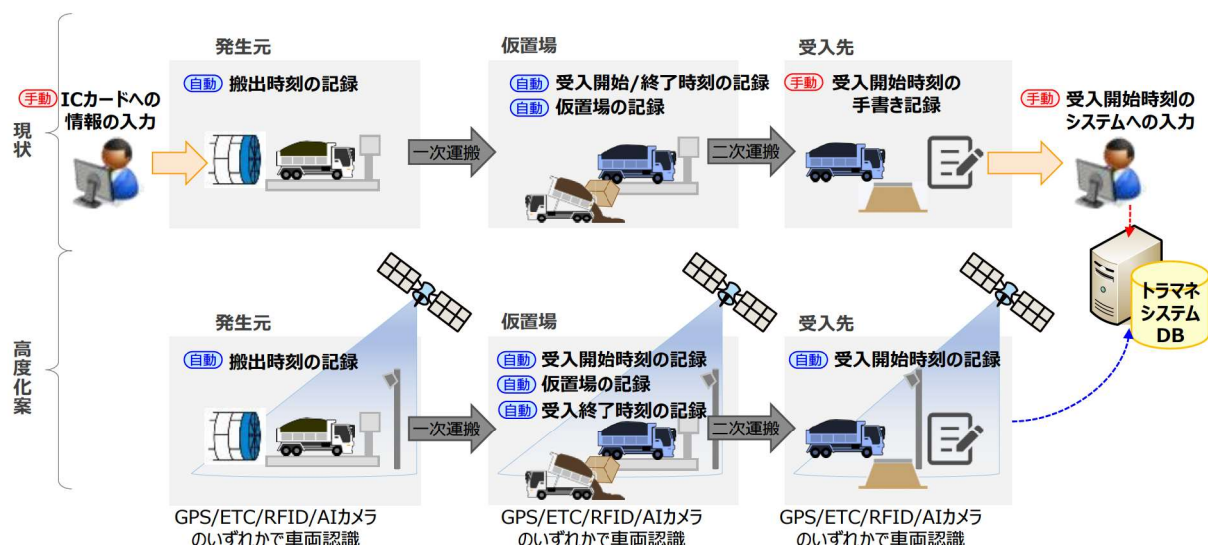


図 5-10 車両運行管理の高度化案(②③仮置場・受入地の入退場記録の自動化方法の検討)

(1) 合流支援の高度化案

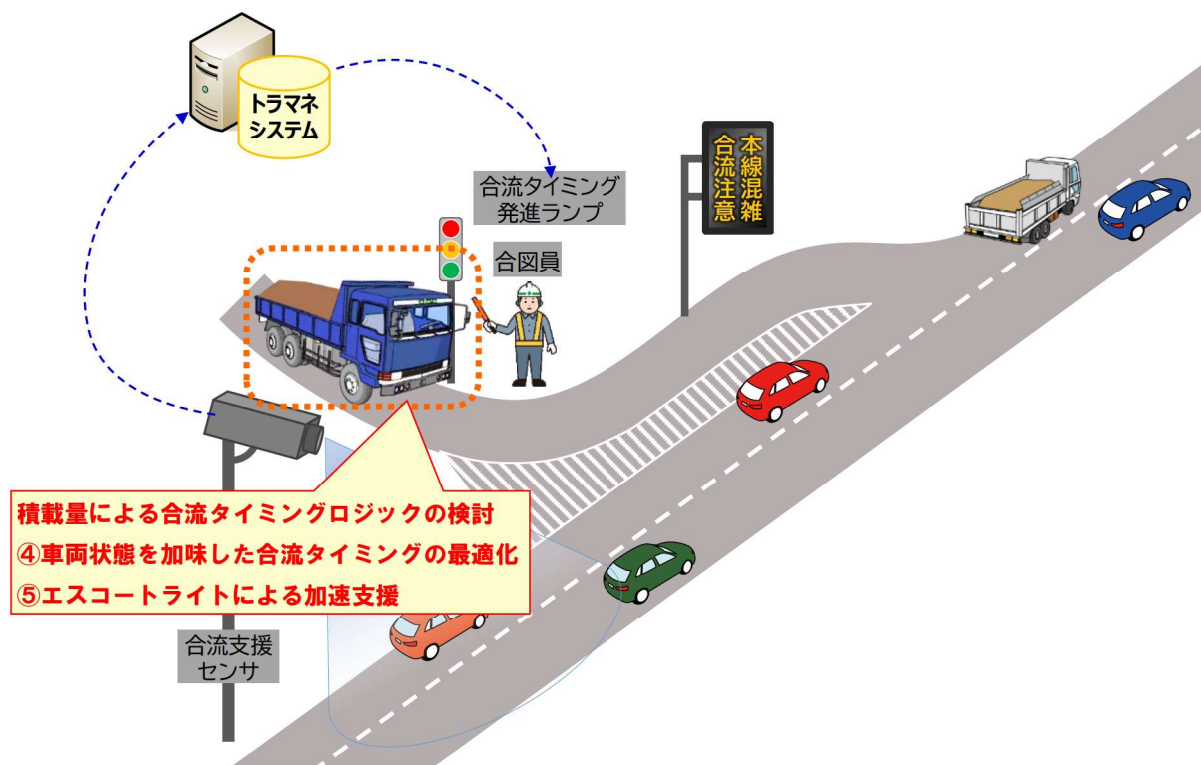


図 5-11 合流支援の高度化案

- 実車・空車など車両特性を踏まえた合流タイミングをロジック化し、合流支援の最適化を図る
 ⇒**発進車両ごとの計量データに基づきリアルタイムで信号パラメータを自動調整**
 ⇒**適切な合流タイミングを提供することで、合流時の安全性向上に貢献**

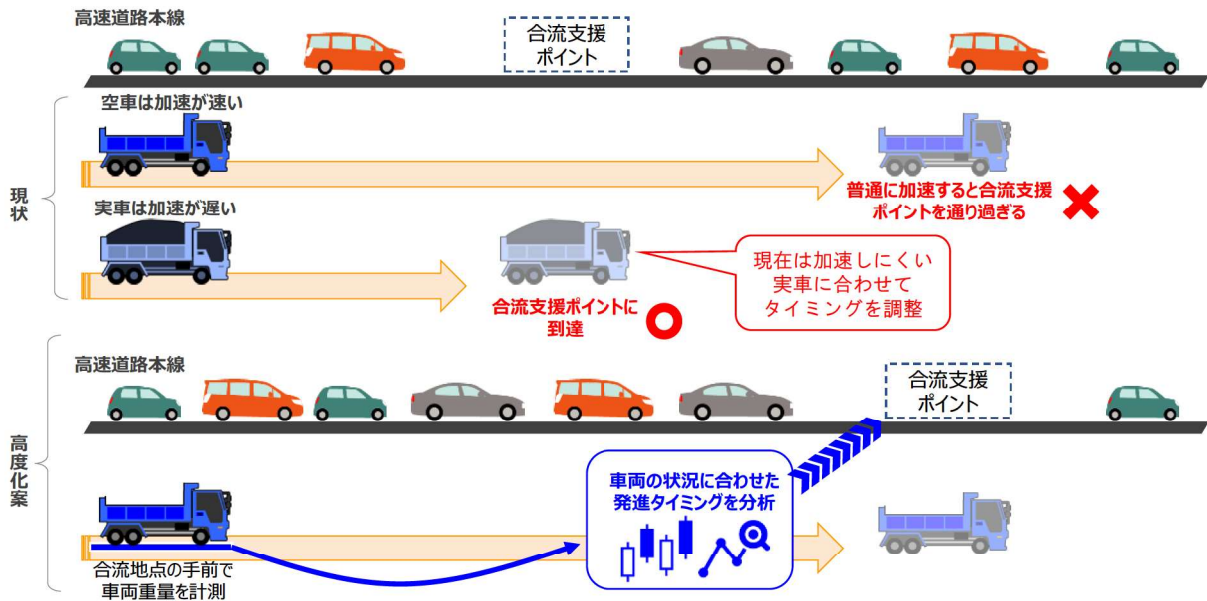


図 5-12 合流支援の高度化案(④車両状態を加味した合流タイミングの最適化)

- ドライバーにより異なる加速操作をシステムにより補助し、合流支援の最適化を図る
 ⇒**合流区間にエスコートライトを設置し、ドライバーによる加速度合のばらつきを低減**
 ⇒**適切な合流タイミングを提供することで、合流時の安全性向上に貢献**

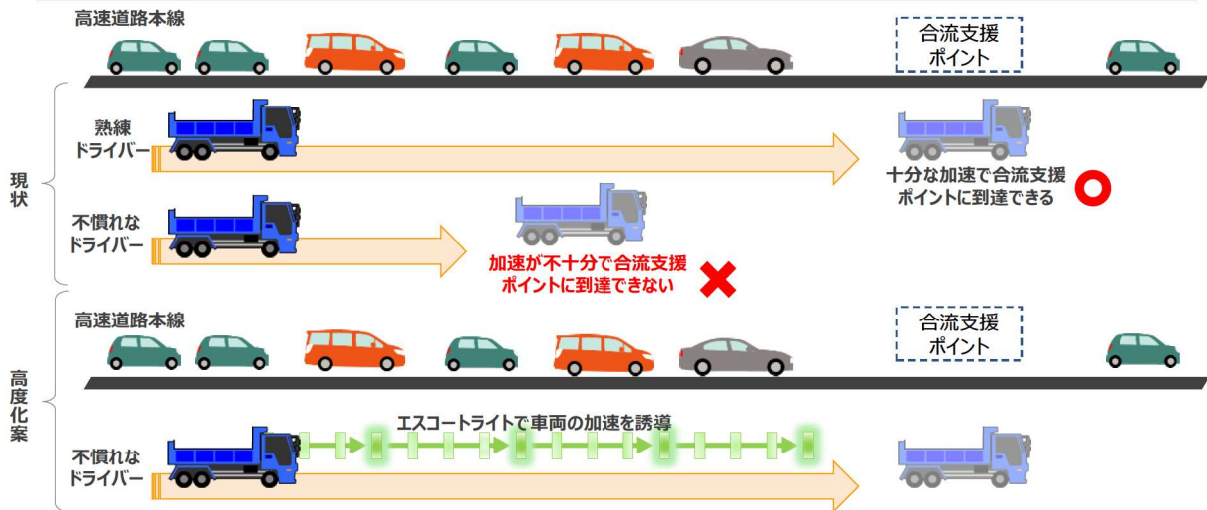


図 5-13 合流支援の高度化案(⑤エスコートライトによる加速支援)

(2) 工事車両需要調整の高度化案

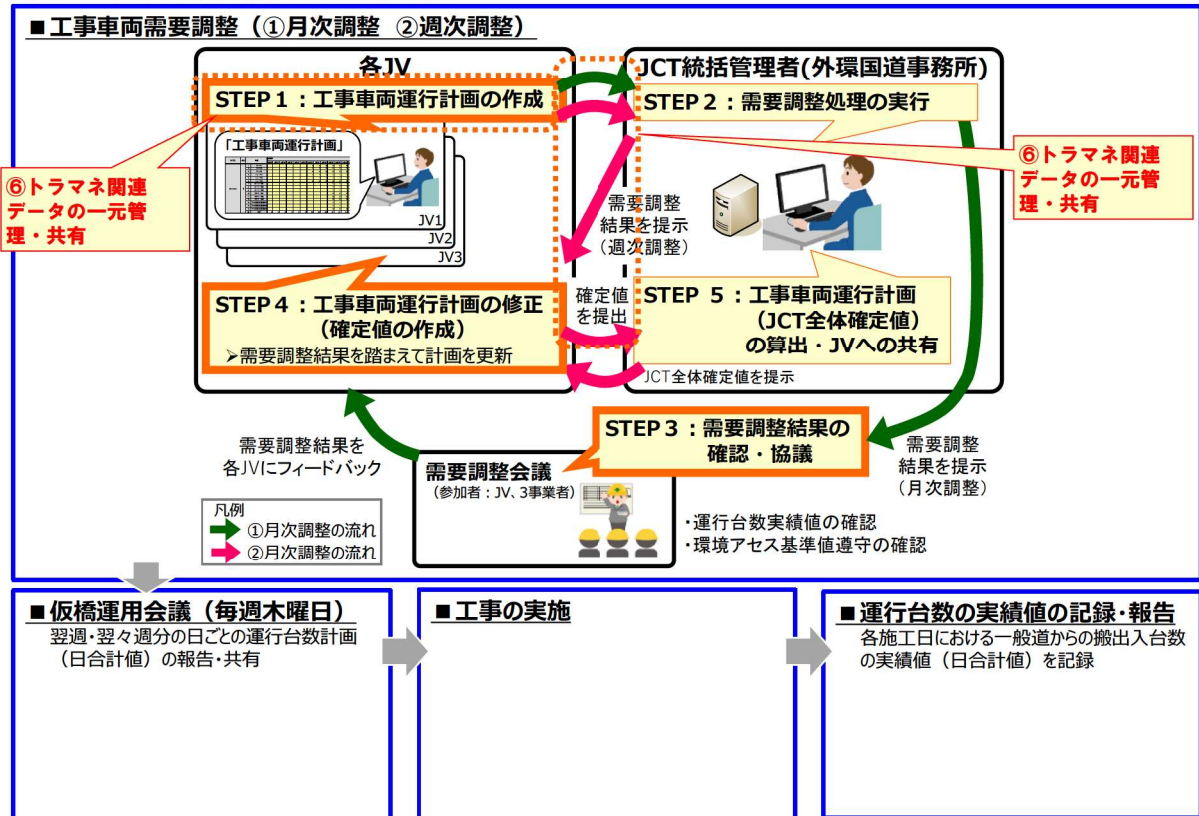


図 5-14 工事車両需要調整の高度化案

○運搬実績、各工事の需要調整結果等を集約し、一元管理する

⇒BIツール等を用いて集計結果を表やグラフに出力して可視化し、事業者間で共有

⇒事業者・JV間での情報伝達の効率化、見える化

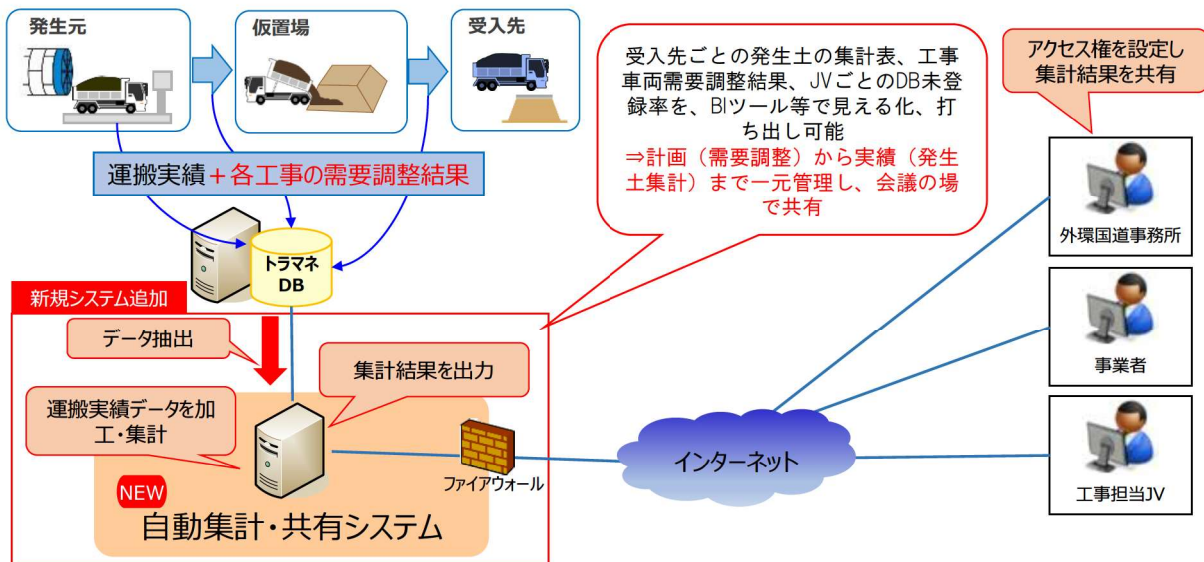


図 5-15 工事車両需要調整の高度化案 (⑥本システム関連データの一元管理・共有)

5.3. 高度化方策の具体化

5.3.1. トレーサビリティ管理の省力化

(1) 高度化に向けた現状整理

「第2章 課題の整理および対応方針の検討」に示したとおり、土質試験結果の登録やトラックスケールデータを元にした運行実績データの登録作業等のトレーサビリティ管理作業の手間が課題となっていることが明らかとなったが、具体の改善方法を検討するにあたり、まず、トレーサビリティ管理作業の必要性や現行システムを用いた作業状況について整理した。

1) 本システムでの土質試験結果管理方法

「東京外環トンネル発生土に関する対応マニュアル」（令和4年1月）では、以下が定められている。

- ・ 東京外環のシールド発生土は「建設廃棄物処理指針」でいう『土砂』として取り扱うことを基本としており、各種試験によりシールド発生土が『土砂』の性状を有することを確認する必要がある。
- ・ シールド発生土は、仮置場にて1区画毎に試験・分析を実施することにより、搬出予定の受入先で定められている受入基準の適合性を判定する

シールド発生土は、土質試験に合格し『土砂』と判定されたうえで受入地に搬出されることが基本であり、土質試験結果はトレーサビリティを証明するための資料となる。土質試験データは、受入先への土砂の搬出後は基本的には利用することはないが、搬出後に何らかの問題が判明した場合など必要に応じて参照できるように管理しておく必要があり、本システムでは、①判定業者から受領したPDF形式の試験結果でデータを保存する管理機能を設けている。また、仮置場区画の帳票として土質試験結果も出力できるよう、②CSV形式にした試験結果を登録する機能も備えており、いずれかの方法で試験結果を登録することになっている。

本システムでの土質試験結果の管理方法（登録方法）を、図 5-16 に示す。また、2つの登録方法の比較を表 5-1 に整理した。

登録方法①:

CSV 形式の判定結果フォーマットに判定結果を入力して取り込み

①新規判定結果メニューを選択

②判定結果フォーマットをシステムからダウンロード

③土質試験結果を CSVファイルに入力し、判定結果登録用データを作成

④判定業者の情報等を入力し、判定結果ファイルを選択

⑤「登録」ボタンをクリックし、判定結果をシステムに登録

必須項目の重金属等8項目の溶出量およびpHに加え、任意項目を追加可能

判定業者から受領した判定結果ファイル (PDF形式)

登録方法②:

判定業者から受領した PDF 形式の判定結果を添付資料として登録

①判定結果表示メニューを選択

②仮置場や搬入期間を指定して区画の実績を検索

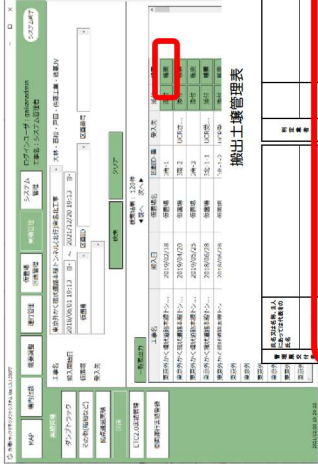
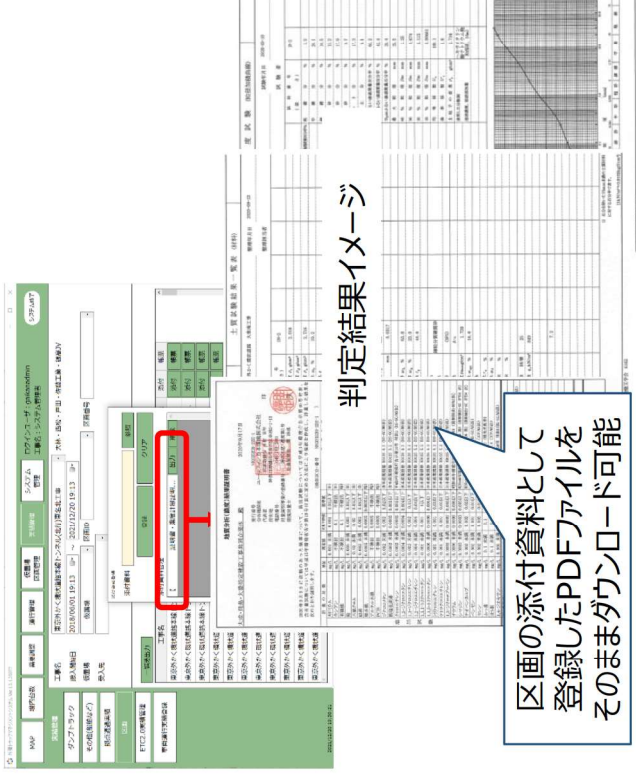
③「添付」をクリックすると「判定結果PDF資料登録」画面が開く

④判定結果のPDFファイル名を指定して登録

判定業者から受領した判定結果ファイル (PDF形式)

図 5-16 本システムにおける土質試験結果の登録方法

表 5-12 土質試験結果登録方法の比較

	登録方法①：CSV 形式の判定結果フォーマットに判定結果を入力して取り込み	登録方法②：判定業者から受領した PDF 形式の判定結果を添付資料として登録
メリット	登録した判定結果を帳票（搬出土壌管理票）に出力できる	判定業者から受領した PDF データをそのまま登録可能（全テスト項目、グラフ等も含まれる）
デメリット	登録用のデータ作成の手間がかかる 必須のデータ項目は、重金属等 8 箇所の溶出量と pHのみ（任意項目も追加は可能）	登録した判定結果を帳票に出力できない
管理イメージ	 搬出土壌管理票 区画の搬出土壌管理票を出力すると、所定の欄に判定結果が表示される	 判定結果イメージ 区画の添付資料として登録したPDFファイルをそのままダウンロード可能

2) 土質試験結果データ項目の整理

「東京外環トンネル発生土に関する対応マニュアル」では、1区画毎に発生土の試験・分析を行うことが定められており、試験・分析項目は自然由来により含まれる可能性のある重金属等8項目の溶出量とpHを基本とする。その他の試験項目は、受入先との協議により決定することとなっている（図5-17参照）。これに合わせて本システムにおいても、土質試験結果の登録においては表5-13に示す重金属等8項目の溶出量と溶出液および土懸濁液のpHの計10項目を必須項目としている。

4. シールド発生土の判定方法

4. 1 判定方法

- (1) シールド発生土は、仮置き場にて1区画毎に試験・分析を実施することにより、搬出予定の受入先で定められている基準（以下、「受入基準」という）の適合性を判定する。
- (2) 試験・分析試料は、仮置き場にて1区画毎に5地点から採取し、それらを均等に等量（重量）ずつ混合して仮置き土1区画を代表する土壌試料とし、試験・分析を実施する（5地点均等混合法）。その結果より仮置き土を1区画毎に判定する。
- (3) 試験・分析試料の採取方法は、仮置き土からダキスコップ等を用いて、深度0～50cm程度の土壌試料を採取することを基本とする。
- (4) 試料採取のタイミングは、1区画の仮置きが完了した後とする。
- (5) 化学試験は計量証明事業者（濃度）が実施する。
- (6) 試験・分析項目は、人為由来による土壌汚染が存在する可能性はないため、自然由来により含まれる可能性のある重金属等8項目の溶出量と「pH」を基本とする。なお、その他の項目については、受入先との協議により決定する。
- (7) 各試験・分析項目の基準は、重金属8項目の溶出量については土壌汚染対策法で定める土壌溶出量基準を基本とする。「pH」及びその他の項目については、受入先との協議により決定する。

出典：東京外環トンネル発生土に関する対応マニュアル（令和4年1月）

図 5-17 東京外環トンネル発生土に関する対応マニュアル（抜粋）

表 5-13 本システムにおける土質試験結果必須項目

区分	試験項目	単位
溶出量	カドミウム及びその化合物	mg/L
	六価クロム化合物	mg/L
	水銀及びその化合物	mg/L
	セレン及びその化合物	mg/L
	鉛及びその化合物	mg/L
	砒素及びその化合物	mg/L
	ふっ素及びその化合物	mg/L
	ほう素及びその化合物	mg/L
pH	溶出液の pH	—
	土懸濁液の pH	—

実際に各工事实際に各工事 JV が管理している土質試験結果データの内容を把握するため、事業者を通じてサンプルデータを収集し、整理を行った。各 JV から収集した土質試験結果サンプルの概要を表 5-14 に示す。

各 JV の土質試験結果には、前述した必須項目以外にも多くの試験結果が含まれており、グラフや図が含まれる場合があること、資料のページ数が多いことが確認された。具体的な土質試験データ項目は表 5-15 に整理したとおりである。

表 5-14 各 JV から収集した土質試験結果の概要

土質試験結果									
	濃度計量 証明書	土質試験結果					土懸濁液の pH・電気 伝導率試験		
		湿潤密度 試験	含水比試験	粒度試験	液性限界・塑 性限界試験	地盤材料の 工学的分類		締固め試験・ コン指数 試験	CBR試験
東名JCT 本線北行 ・大林JV	● 溶出試験 (8項目)						●		●
東名JCT 本線南行 ・鹿島JV	● 10項目			● グラフあり	● グラフあり	● 図あり	● グラフあり	● グラフあり	●
大泉JCT 本線南行 ・清水JV	● サンプル 未受領	●	●	● グラフあり	● グラフあり	● 図あり	● グラフあり		●
大泉JCT 本線北行 ・大成JV	● 溶出試験 (28項目)、 含有量試験 (9項目)	●	●	● グラフあり	● グラフあり	● グラフあり	● グラフあり		● サンプル 未受領
大泉JCT 大泉南工事 ・大成JV	● 溶出試験 (28項目)、 含有量試験 (9項目)	●	●	● グラフあり	● グラフあり	● 図あり	● グラフあり		●

※表は各 JV から収集したサンプル資料から整理した結果であり、搬出先の受入地の条件等により試験項目が異なる
 ※本システムでの必須項目は、発生土マニユアルで基本とする重金属等 8 項目の溶出量および pH (赤字部分)

表 5-15 土質試験データ項目

試験種別	地質分析（濃度）		土質試験結果			
	溶出量試験	含有量試験	一般	粒度	コンシステンシー特性	分類
試験項目	カドミウム	銅（農用地）	湿潤密度	石分（75mm以上）	液性限界	地盤材料の分類名
	全シアン	砒素（農用地）	乾燥密度	礫分（2～72mm）	塑性限界	分類記号
	有機磷	水銀及びその化合物	土粒子の密度	砂分（0.075～2mm）	塑性指数	
	鉛	カドミウム及びその化合物	自然含水比	シルト分（0.005～0.075mm）	コンシステンシー指数	
	六価クロム	鉛及びその化合物	間隙比	粘土分（0.005mm未満）	流動曲線	
	ひ素	砒素及びその化合物	飽和度	最大粒径	塑性図線	
	総水銀	六価クロム化合物		均等係数		
	アルキル水銀	ふっ素及びその化合物		50%粒径		
	PCB	ほう素及びその化合物		20%粒径		
	ジクロロメタン	セレン及びその化合物		粒径加積曲線		
	四塩化炭素	シアン化合物		三角座標		
	クロロエチレン					
	1,2-ジクロロエタン					
	1,1-ジクロロエチレン					
	1,2-次クロロエチレン	検体の性状	締固め	CBR	コーン指数	pH
	1,1,1-トリクロロエタン	形状	試験方法	試験方法	突固め回数	pH
	1,1,2-トリクロロエタン	色	最大乾燥密度	膨張比	コーン指数	
	トリクロロエチレン	におい	最適含水比	貫入試験後含水比	コーン指数-突き固め回数曲線	
	テトラクロロエチレン		乾燥密度-含水比曲線	平均CBR		
	1,3-ジクロロプロペン					
	チラウム					
	ジマジン					
	チオベンカルブ					
	ベンゼン	その他				
	セレン	pH（溶出液）				
	ふっ素	土懸濁液のpH試験				
	ほう素					
	1,4-ジオキサン					

赤字：本システム必須項目
青字：グラフ、図

(2) OCR ツール活用に向けた検討

土質試験結果データ登録時に発生する手作業での CSV データ作成において、OCR ツールを活用することで作業負荷の軽減を図る方法を検討することとした。

1) OCR ツールの利用メリット／デメリット

現状整理結果を踏まえて、土質試験結果の登録において想定される OCR ツールの利用メリット・デメリットを現行機能と比較する形で整理した（表 5-16）。

表 5-16 土質試験結果登録における OCR ツールの利用メリット／デメリット

	OCR ツールを利用する場合	現行機能①の場合 (CSV 形式の判定結果 を取り込み)	現行機能②の場合 (PDF 形式の判定結果 を登録)
メリット	- システムに登録するための CSV データを作成する手間が省ける - 読み込んだデータを DB に登録し、帳票に出力できる - 試験結果の分析等が必要な場合、登録後のデータを利用しやすい	登録した判定結果データを DB に登録し、帳票に出力できる	- 判定業者から受領した PDF データをそのまま登録可能(全テスト項目、グラフ等も含まれる) - 判定業者の押印があり、トレーサビリティの証明となる
デメリット	- 現行システムに組み込む場合、システム改良の手間と費用が発生する - OCR ツールの使用料(ライセンス費用)が発生する - 読み取り精度が 100%ではないため、データ登録時にチェックが必要となる - 図やグラフの取り込みは不可	- 登録用の CSV データ作成の手間がかかる - 必須のデータ項目は、重金属等 8 箇所の溶出量と pH のみ(任意項目も追加は可能)	登録した判定結果を帳票に出力できない

2) OCR ツールの試行

OCR ツールの機能や変換精度を把握するため、5.1.2 で調査した OCR ツールのうち試行可能なものを選定し、変換処理を試みた。

(7) 「Tesseract.js」の試行

文字認識エンジンの JavaScript ライブラリ「Tesseract.js」の試行を行った。試行結果を図 5-18 に示す。

試行の結果、簡単な文章であればエラーなく変換できることが確認されたが、土質試験結果サンプルの PDF データを入力したところ、表形式のデータには対応できておらず、表中の文字列を順に読み取った状態となった。さらに、文字の誤変換も確認された。

＜簡単な文章の OCR 変換例＞

OCR (Optical Character Recognition) とは、印刷された文字や手書きの文字などをカメラやスキャナといった光学的な手段でデータとして取り込み、それをコンピュータが利用できるデジタルの文字コードに変換する技術です。

データ入力作業の手間を削減し、保存データの検索性を向上させることができます。

また、OCR技術にAI (人工知能) を取り入れたAI-OCRは従来のOCRより読み取り精度が高く、非定型文書にも対応可能となっています。

test6.png

test6.png

簡単な文章であれば、変換可能

test6.png

test6.png

簡単な文章であれば、変換可能

＜試験結果（濃度計量証明書抜粋）の OCR 変換例＞

計量対象	単位	測定値	法定値	基準値	計量方法
カドミウム	mg/l	0.001未満	0.001	0.01以下	JIS K 0102 55.4
全シアン	mg/l	不検出	0.1	不検出	昭和46.12 報告第59号付表1
有機燐	mg/l	不検出	0.1	不検出	昭和49.9 報告第64号付表1
銅	mg/l	0.001未満	0.001	0.01以下	JIS K 0102 54.4
六価クロム	mg/l	0.005未満	0.005	0.05以下	JIS K 0102 65.2.5
砒素	mg/l	0.001未満	0.001	0.01以下	JIS K 0102 61.4
総水銀	mg/l	0.0005未満	0.0005	0.0005以下	昭和46.12 報告第59号付表2
アルキル水銀	mg/l	不検出	0.0005	不検出	昭和46.12 報告第59号付表3
PCB	mg/l	不検出	0.0005	不検出	昭和46.12 報告第59号付表4
ジクロロメタン	mg/l	0.002未満	0.002	0.02以下	JIS K 0125 5.2
四塩化炭素	mg/l	0.002未満	0.002	0.02以下	JIS K 0125 5.2
クロロエチレン	mg/l	0.002未満	0.002	0.02以下	JIS K 0125 5.2
1,2-ジクロロエタン	mg/l	0.004未満	0.004	0.04以下	JIS K 0125 5.2
1,1-ジクロロエチレン	mg/l	0.01未満	0.01	0.1以下	JIS K 0125 5.2
1,2-ジクロロエチレン	mg/l	0.004未満	0.004	0.04以下	JIS K 0125 5.2
1,1,1-トリクロロエタン	mg/l	0.1未満	0.1	1以下	JIS K 0125 5.2
1,1,2-トリクロロエタン	mg/l	0.006未満	0.006	0.06以下	JIS K 0125 5.2
トリクロロエチレン	mg/l	0.003未満	0.003	0.03以下	JIS K 0125 5.2
テトラクロロエチレン	mg/l	0.001未満	0.001	0.01以下	JIS K 0125 5.2
1,3-ジクロロプロペン	mg/l	0.002未満	0.002	0.02以下	JIS K 0125 5.2
チウラム	mg/l	0.0006未満	0.0006	0.006以下	昭和46.12 報告第59号付表5
シマジン	mg/l	0.0003未満	0.0003	0.003以下	昭和46.12 報告第59号付表6第1
チオベンカルブ	mg/l	0.002未満	0.002	0.02以下	JIS K 0125 5.2
ベンゼン	mg/l	0.001未満	0.001	0.01以下	JIS K 0125 5.2
セレン	mg/l	0.001未満	0.001	0.01以下	JIS K 0102 67.4
ふっ素	mg/l	0.08未満	0.08	0.8以下	JIS K 0102 67.4
ほう素	mg/l	0.1未満	0.1	1以下	JIS K 0102 67.4
1,4-ジキサン	mg/l	0.005未満	0.005	0.05以下	昭和46.12 報告第59号付表7

表形式に対応できていない。
文字の誤変換が見られる。

図 5-18 「Tesseract.jp」の試行結果

(イ) 「スマート OCR」の試行

AI-OCR ツールの1つである「スマート OCR」の試行を行った。

図 5-19 に土質試験結果（地質分析結果証明書）の OCR 処理結果を示す。「スマート OCR」は表形式のデータにも対応していることから、元の試験結果表が表形式を保ったまま変換できていることが確認できる。文字の抽出は概ね正しく行われているが、“,”（カンマ）を“.”（ピリオド）と変換している箇所があり、サイズの小さな文字については誤変換が生じることが分かった。

グラフを含む土質試験結果報告書の OCR 処理も行った（図 5-20）。OCR は文字の抽出・変換を行うもので、図やグラフの抽出はできない。今回の試行でも、グラフ内の文字の抽出は可能であったが、グラフそのものは取り込めないことが確認された。また、文字列の中でも、「自然含水比 ω_n 」に含まれるような下付きのサイズの小さな文字は正しく認識できておらず、誤変換が生じている。

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

＜試験結果（地質分析結果証明書）のOCR変換例＞

地質分析 (濃度) 結果證明書

[illegible]

表形式を保って変換できている

図 5-19 「スマート OCR」の試行結果①

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

＜試験結果（土質試験結果報告書）のOCR変換例＞

[illegible]

元データにはグラフが含まれている

グラフ内の文字は抽出可能だが、グラフそのものは取り込み不可

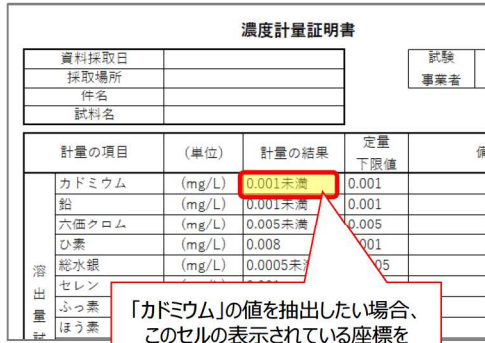
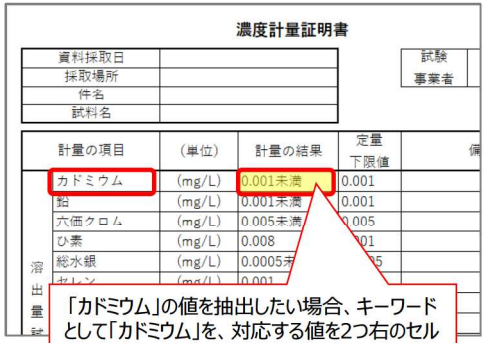
図 5-20 「スマート OCR」の試行結果②

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

なお、「スマート OCR」は読み取り項目をキーワードで設定する「キー・バリュー抽出機能」を有している。一般的な OCR ツールでは、読み取り対象文字列の位置を入力画像上の座標で設定する。この場合、異なるフォーマットの帳票からの読み取りや、位置のズレが生じるような紙資料からスキャンしたデータの読み取りが困難である。一方、読み取り項目をキーワードで設定する場合、抽出したい項目（キー）とそれに対する値（バリュー）の位置関係を事前に設定することにより、複数のデータを効率よく処理することができる（表 5-17 参照）。

各工事 JV からの土質試験結果サンプルを収集した結果、試験結果データの帳票様式や試験項目はまちまちであり、紙データをスキャンした資料も含まれていた。そのため、土質試験結果の読み取りにあたっては、読み取り位置を座標で設定する方法ではなくキーワードで設定する方法が望ましいと考えられる。

表 5-17（参考）OCR での読み取り方法について

読み取り方法	読み取り位置を座標で設定する	読み取り項目をキーワードで設定する
概要	各 OCR ツールで一般的に用いられている読み取り方法 OCR 対象となる帳票フォーマット上で、抽出したい項目の記載位置の座標を事前に設定しておき、設定された位置に記載されている文字列を読み取る	SmartOCR 独自の読み取り機能 抽出したい項目（キーワード）とそれに対応する値の記載位置（キーワードの右列 等）を事前に設定しておき、該当位置に記載されている文字列を読み取る
イメージ	 ※決まった座標に記載されていないと抽出できない	 ※項目の並び順が変わった場合にも、キーワードをもとに抽出可能

※いずれの方法でも、想定される全ての試験結果フォーマットに対して、事前の設定が必要

※どちらの方法が精度よくデータを抽出できるかは、詳細な試行を行ってから判断する必要がある

3) OCR ツール導入費用

2)で試行したツールのうち、土質試験結果データの整理にあたっては「スマート OCR」の利用が有効であることが確認された。

そこで、スマート OCR 導入および運用にあたっての概算費用を調査した。

表 5-18 スマート OCR 導入概算費用

	概算費用	備考
初期費用	100 千円	・サポートを含む(20 チケット分)
年間運用費用	1,572 千円/年	・クラウドサービス ・10 ユーザ※ ¹ ・月間 3000 枚まで ※月額 131 千円/月

※1:導入する JV 数は東名2, 大泉3, 中央4と仮定

(3) RPA ツール活用に向けた検討

1) 検討の目的

ヒアリングや現場踏査により、トレーサビリティ管理に係る作業には手作業が多く、作業負荷が高いという意見が挙げられた。

また、「(2) OCR ツール活用に向けた検討」では土質試験結果の文字データ入力を自動化するため OCR の導入を検討しているが、逆に OCR ソフトへの入力、出力フォーマット加工等の手作業が生じるおそれがある。

＜負荷の高い手作業の例＞

- 交通マネジメントシステムに取り込むための車両運行実績データ作成
(トラックスケールから出力したデータの加工 等)
- OCR 読取後、交通マネジメントシステムに取り込むためのデータ加工
(OCR ソフトのフォーマットから交通マネジメントシステムのフォーマットへの変換)

手作業の負荷を軽減し、トレーサビリティ管理作業を省力化するため RPA による自動化を検討する。

なお、RPA による業務効率化を行うためには、技術の特性に合わせて現場ごとに以下の作業が必要となる。

- ①RPA を採用しようとする業務の作業内容分析
- ②RPA 採用に適した作業の抽出および作業の定型化
- ③ロボットの作成
- ④ロボットの管理体制の構築

本業務においては事前検討として RPA による土質試験結果登録の導入案を作成したうえで、①に関して大泉 JCT において実際のトレーサビリティ管理作業の調査を行い、RPA 導入方針を作成する。

2) RPA による土質試験結果登録の導入案

(ア) 作業フロー（案）の作成

RPA を導入した場合に想定される土質試験結果登録の作業フロー（案）を図 5-21 に示す。

定型化が可能で、かつ人の判断が不要な作業を抽出し、RPA 自動化対象作業とした。

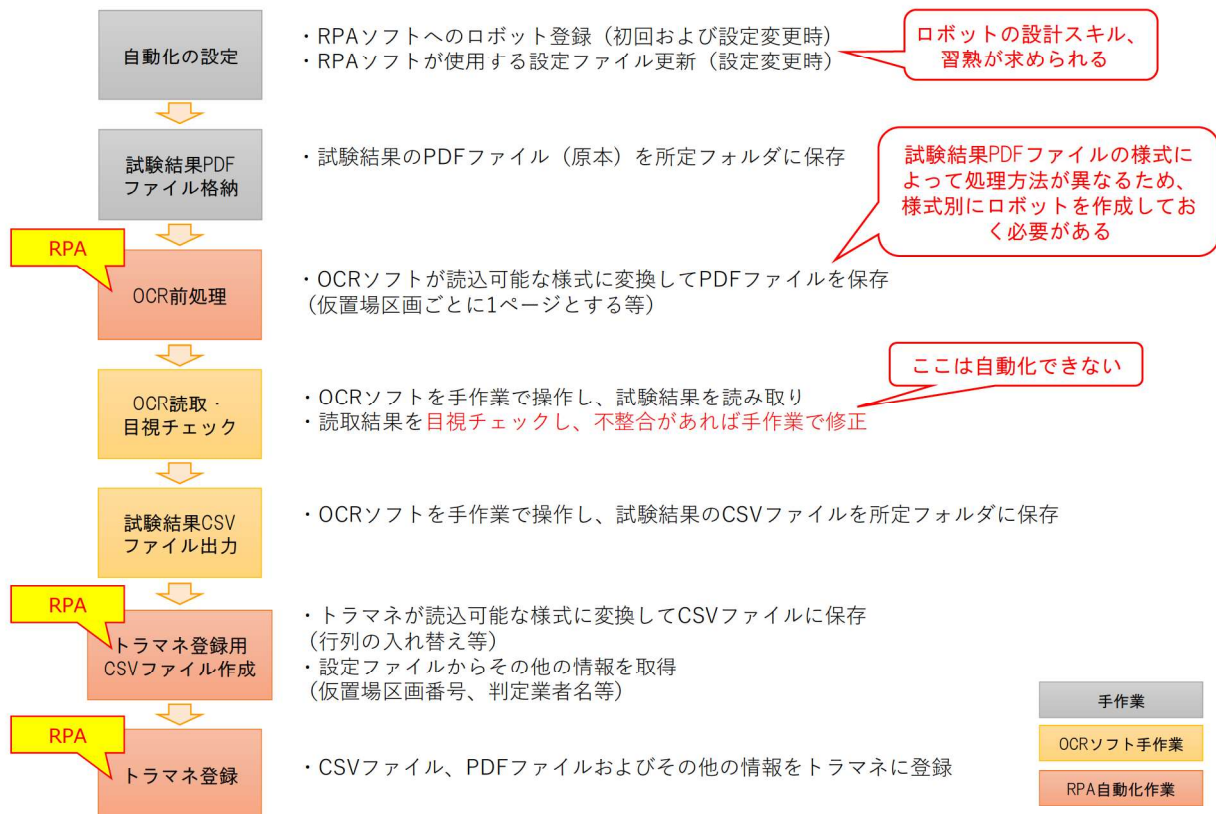


図 5-21 RPA を導入した場合の土質試験結果登録の作業フロー（案）

(イ) RPA による土質試験結果登録の導入案の机上での試行

作業フロー（案）に基づき、RPA ソフト（WinActor トライアル版）を使って「OCR 前処理」および「交通マネジメントシステム登録用 CSV ファイル作成」の試行を実施した。それぞれ作成した処理フローや設定ファイルのイメージを図 5-22、図 5-23 に示す。

試行の結果、以下の点が確認できた。

- 土質試験結果の帳票は様々なフォーマットがあるため、フォーマットごとに異なるロボットが必要となる。
- 各作業で作成するファイルの保存場所や命名規則の定型化が必要である。
- ロボット作成にプログラミングは必要なく、マニュアルに従った操作で作成することができる。
- しかし、一つ一つの作業の構成要素を分解してロボットが実行可能なプロセスに落とし込み、条件分岐や繰り返しの設定を行うには、一定レベルの IT スキルが必要と考えられる。

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

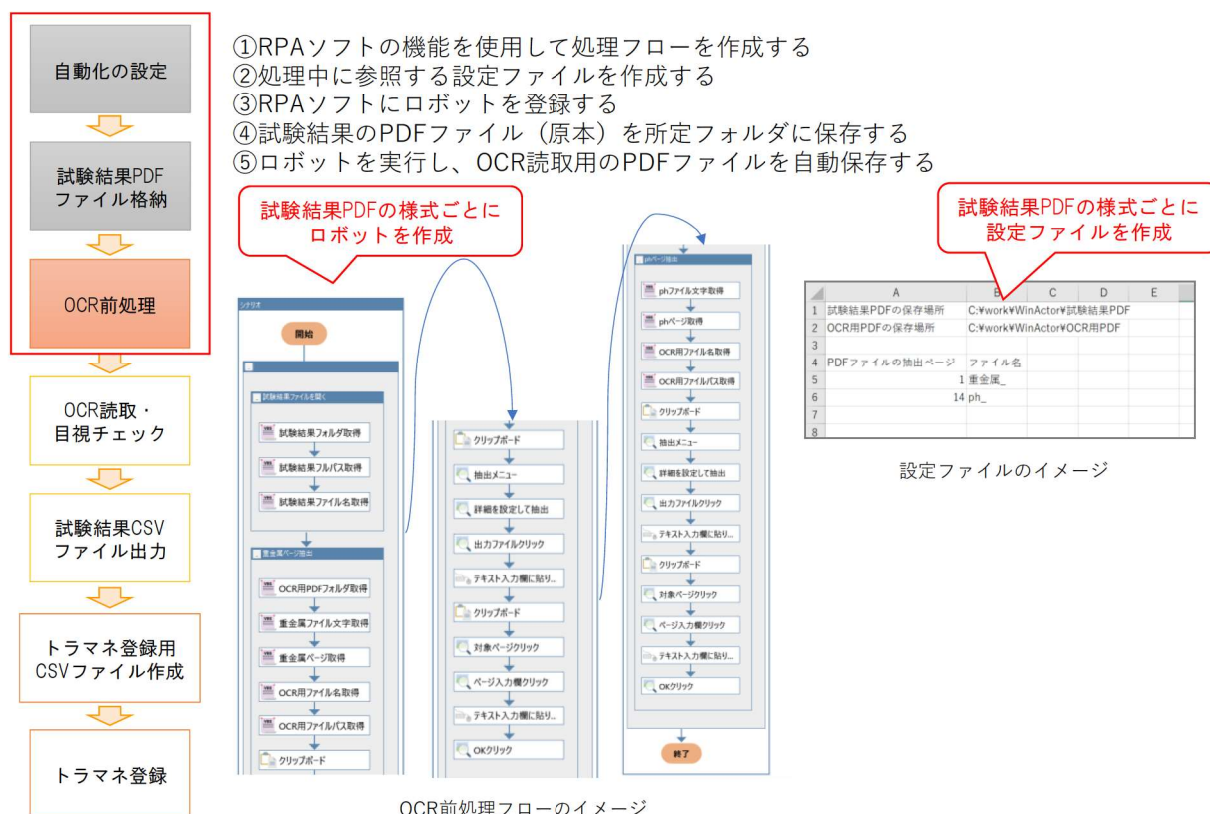


図 5-22 OCR 前処理の試行

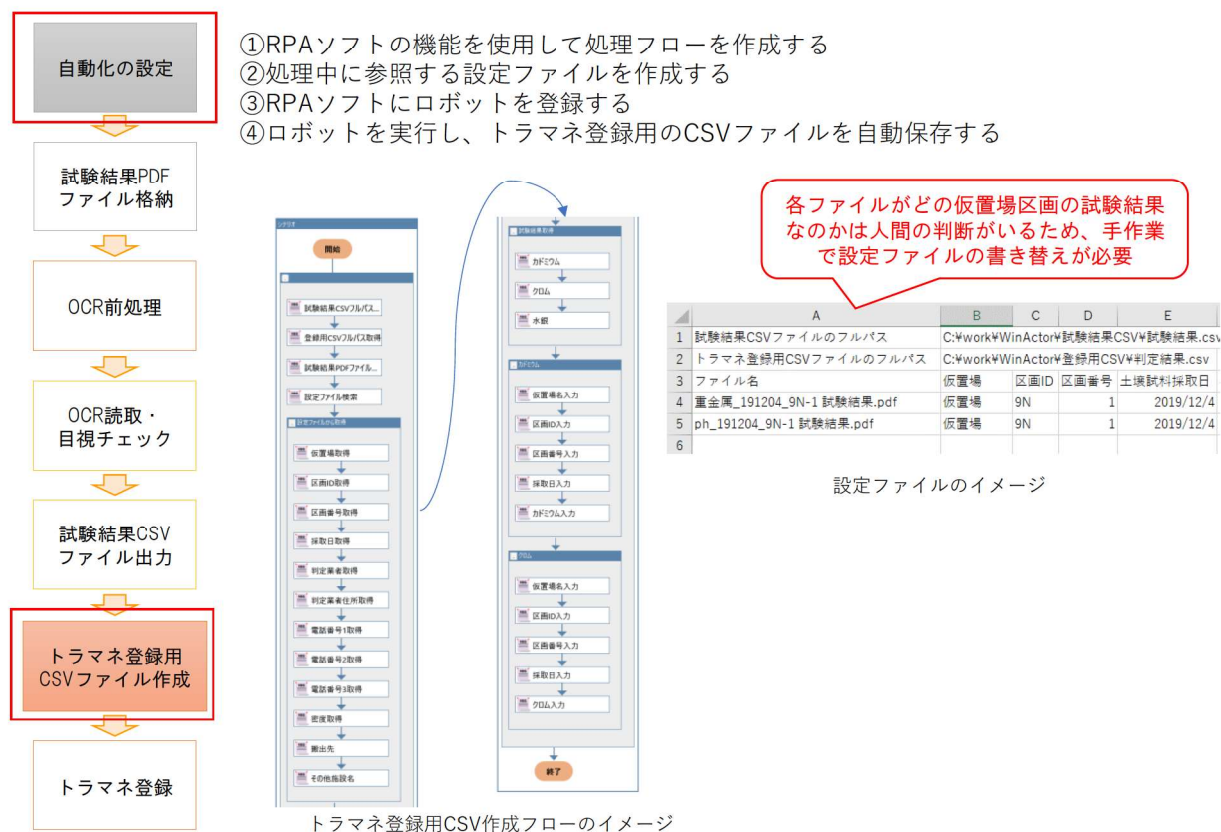


図 5-23 交通マネジメントシステム登録用 CSV ファイル作成の試行

3) RPA 導入方針（案）の作成

(7) 大泉 JCT における業務分析

RPA 採用に適した作業を抽出するため、大泉 JCT において調査および業務分析を実施した。調査計画は 5.4.1 に示す。

現行のトレーサビリティ管理作業のうち、土質試験結果の登録作業のフローを図 5-24、車両運行実績データ登録作業のフローを図 5-25 に示す。

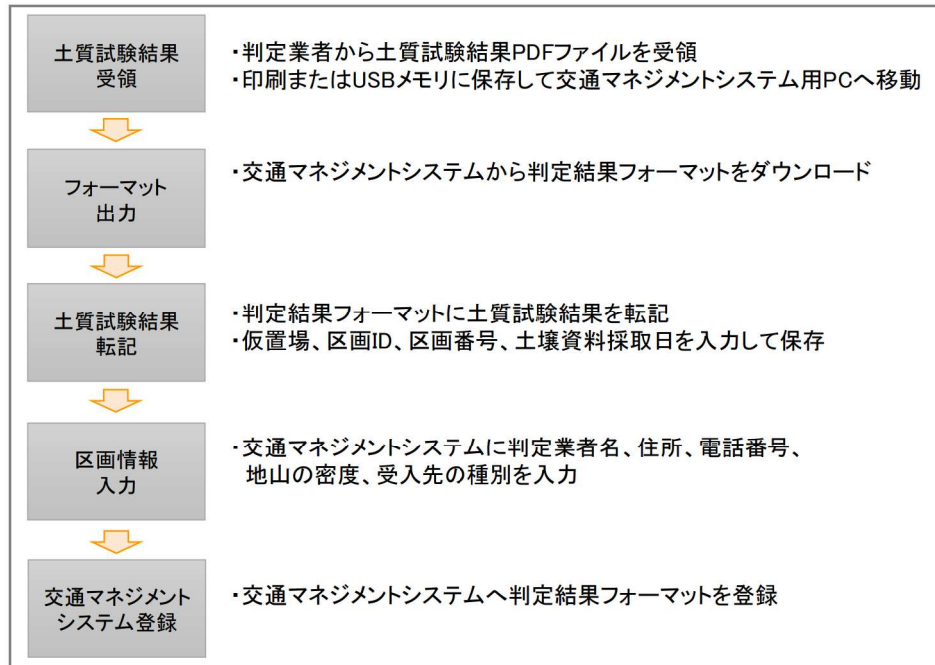


図 5-24 土質試験結果の登録作業フロー（現行）

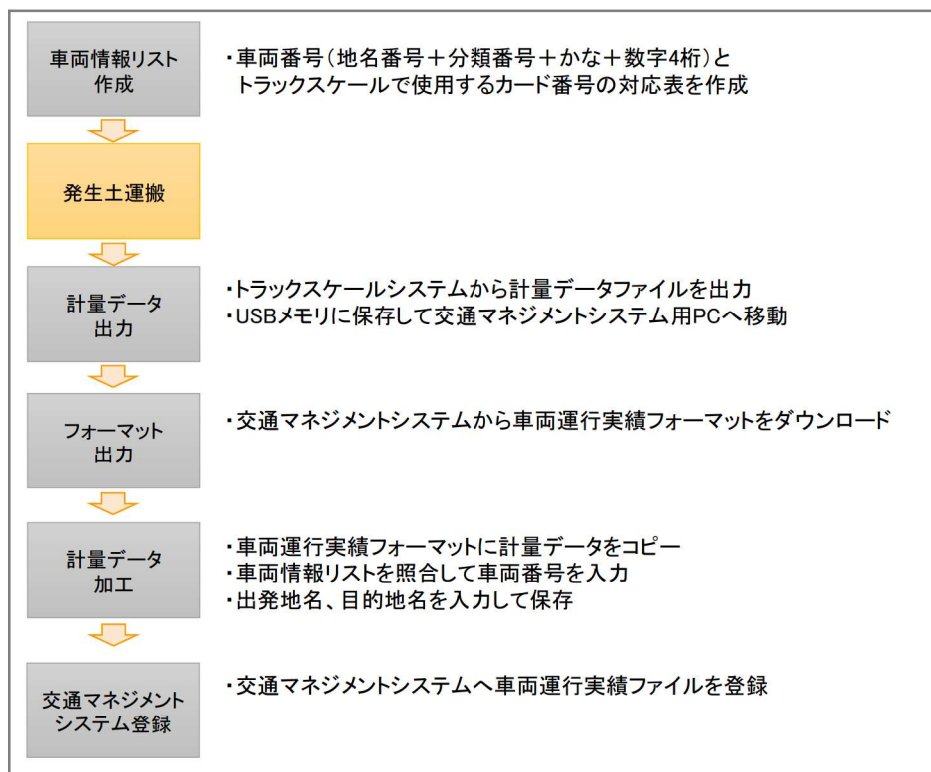


図 5-25 車両運行実績データの登録作業フロー（現行）

(イ) RPA 導入方針（案）

現行の作業フローより、定型化のうえ RPA の活用が考えられる作業項目を検討した。RPA を活用した土質試験結果の登録作業フロー案を図 5-26 に示す。

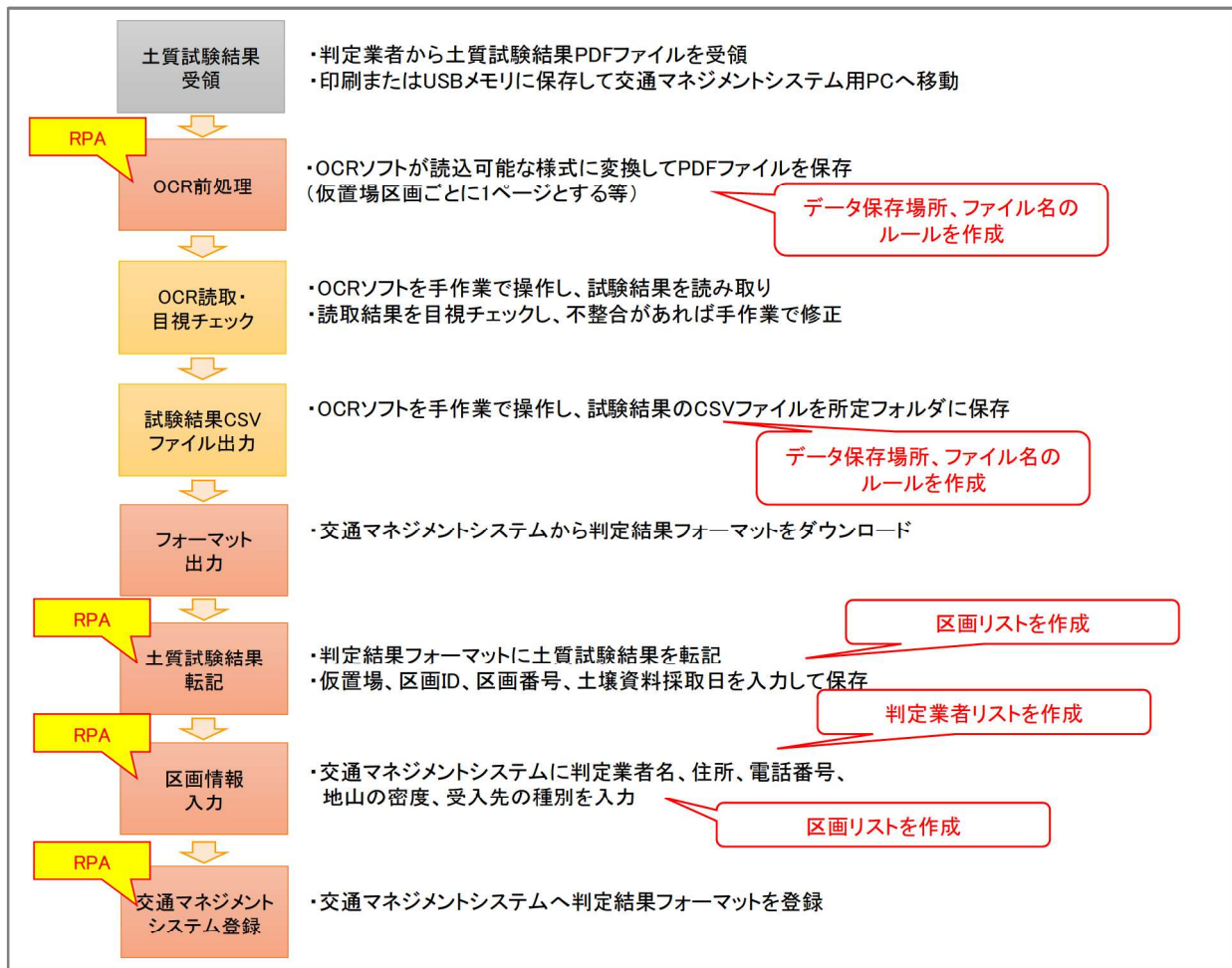


図 5-26 土質試験結果の登録作業フロー案 (RPA・OCR 活用)

RPA ソフトウェアを交通マネジメントシステム用 PC に導入することを想定し、交通マネジメントシステムの操作、Windows ファイル・フォルダ操作、Microsoft Excel 操作、PDF ファイル操作により一連の作業を実施する。また「(2) OCR ツール活用に向けた検討」で検討した OCR ツールを活用する。

RPA のロボットが操作対象のファイルを識別できようにするため、土質試験結果の PDF ファイル、OCR ソフトの読み取り結果 CSV ファイル、交通マネジメントシステムの判定結果フォーマット等のファイル命名規則及びデータ保存場所のルールを定める。

また、判定結果に付随して交通マネジメントシステムに登録するデータ項目（仮置場区画番号、判定業者名等）は予めフォーマットを決めてリスト化し、ルールに則って保存、更新していく必要がある。

次に、RPA を活用した車両運行実績データの登録作業フロー案を図 5-27 に示す。

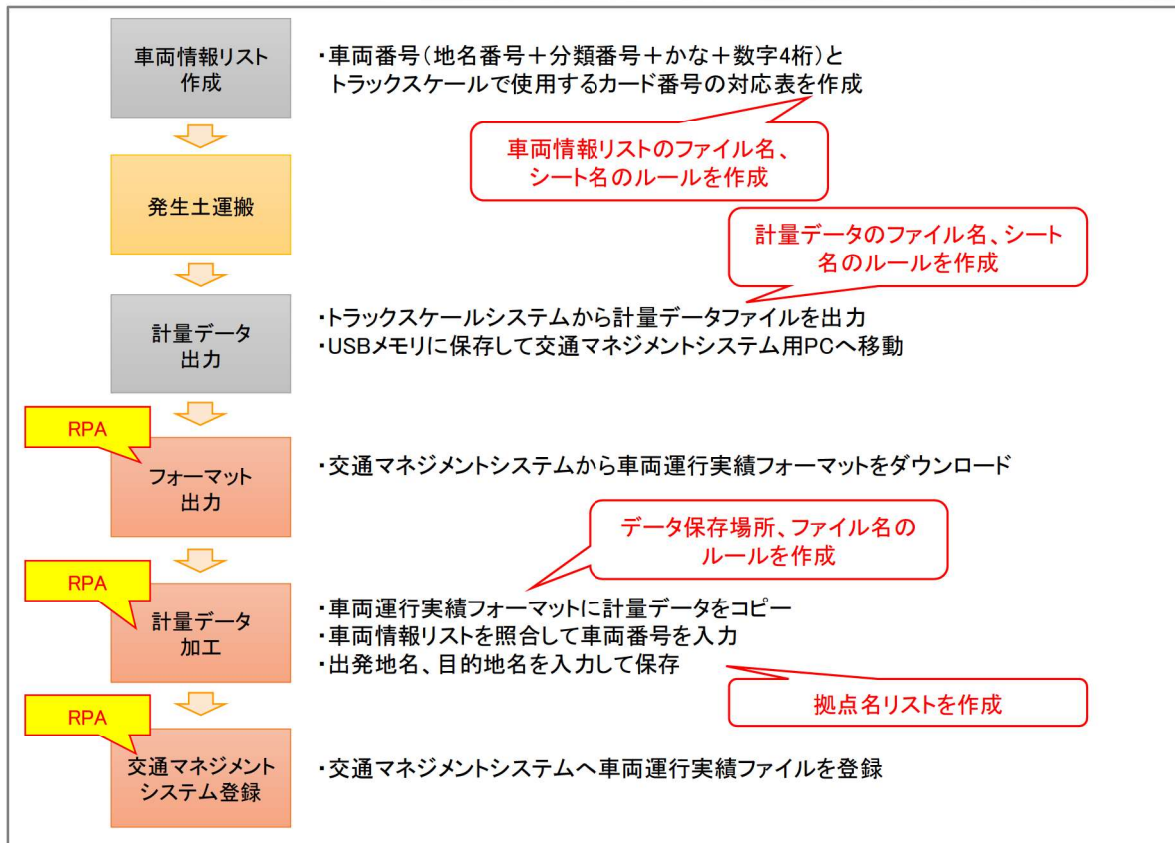


図 5-27 車両運行実績データの登録作業フロー案(RPA 活用)

車両運行実績データ登録においても同様に RPA ソフトウェアを交通マネジメントシステム用 PC に導入することを想定し、交通マネジメントシステムの操作、Windows ファイル・フォルダ操作、Microsoft Excel 操作により一連の作業を実施する。

RPA のロボットが操作対象のファイルを識別できるようにするため、車両情報リスト、計量データファイル、車両運行実績フォーマット等のファイル命名規則及びデータ保存場所のルールを定める。

また、計量データに含まれない、または名称が完全に一致しないデータ項目（出発地名等）は予めフォーマットを決めてリスト化しておく必要がある。

(ウ) システム構成（案）

RPA 導入方針（案）に基づき、RPA 導入のシステム構成を検討した。

交通マネジメントシステムにおける RPA システム構成（案）を図 5-28 に示す。

RPA はプログラミングなしでユーザ自身がロボットを作成できることが特長ではあるが、業務担当者が十分にロボット作成ツールを使いこなすには習熟が必要だと考えられる。このため RPA 管理者においてロボット作成のサポートやテンプレートの提供を行うことが望ましいと考えられる。

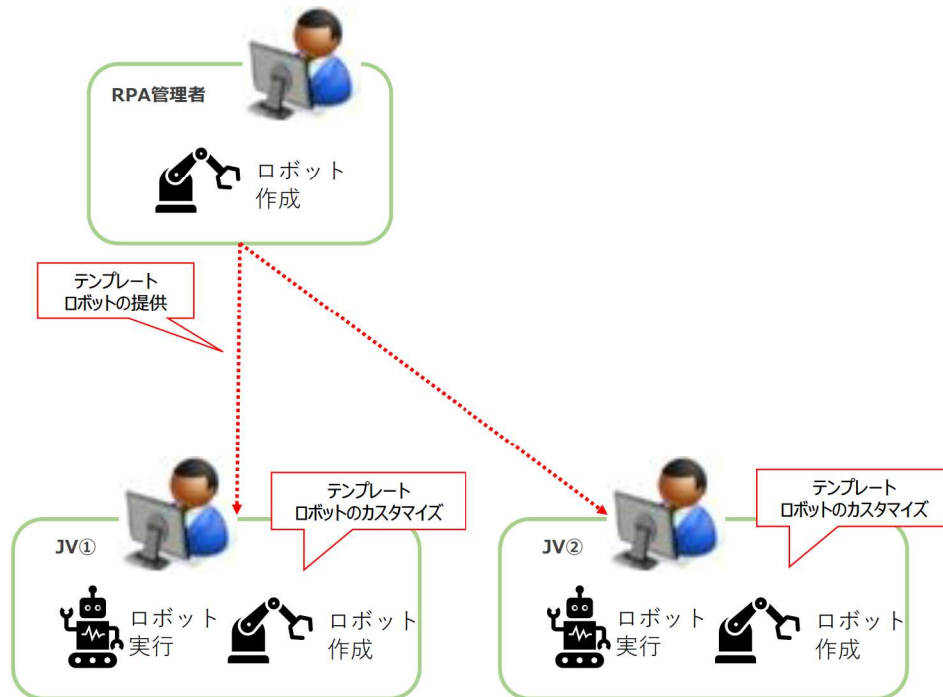


図 5-28 交通マネジメントシステムにおける RPA システム構成(案)

なお、本構成ではロボットの管理はそれぞれのJVに任されるため、職員の退職・異動などでロボットの管理ができなくなり、「野良ロボット」化することも懸念される。

RPA 製品によっては RPA 管理サーバを置いて全てのロボットを管理する仕組みも存在するが、ロボットの実行者と管理者が同一組織であることが条件の製品が多く、複数のJVをまたがった管理は難しい。このため、何が動いているか分からないブラックボックス化、適切なパスワード等の管理ができない等のセキュリティリスクを防ぐために各JVで適切な管理体制を作る必要がある。

(イ) RPA 運用概算費用

RPA システム構成（案）に基づき、主要な RPA 製品を採用した場合の運用にかかる概算費用を算出した。各製品の価格は販売代理店へのヒアリングまたはウェブサイトの公表価格をもとに試算している。

表 5-19 RPA システム構成(案)に基づいた概算年間運用費用

製品	年間運用費用	備考
WinActor	600 万円程度	・価格は販売代理店により異なる ・端末ごとのライセンス ・JV 用端末 9 台(※1)、RPA 管理端末 1 台
UiPath	500 万円程度	・価格は販売代理店により異なる ・ユーザごとのライセンス ・JV ユーザ 9 人(※1)、RPA 管理者 1 人
BizRobo!	400 万円程度	・RPA 管理サーバが必要となる ・基本使用料+同時実行数ライセンス ・同時実行 5 台(※2)
Power Automate	300 万円程度	・ロボットごとのライセンス(※2,3)
Power Automate Desktop	－	・無償

※1: 導入する JV 数は東名2, 大泉3, 中央4と仮定

※2: 導入する JV の半数が同時に RPA ソフトを利用すると仮定

※3: 1JV あたりロボットを 5 つ利用すると仮定

なお、RPA の導入にあたっては RPA 製品の初期導入費用が別途必要な場合がある。また、製品によって RPA 管理サーバの構築費用等が別途必要となる。RPA 管理サーバは現在利用中の交通マネジメントシステムサーバを流用することも考えられるが、その場合は交通マネジメントシステム本体への影響がないかどうか検討したうえで、CPU、メモリ、ストレージ等のリソースを増強する必要がある。

4) RPA 導入に向けた今後の取り組み（案）

RPA による業務効率化を行うためには、技術の特性に合わせて現場ごとに以下の作業が必要となる。

- ①RPA を採用しようとする業務の作業内容分析
- ②RPA 採用に適した作業の抽出および作業の定型化
- ③ロボットの作成
- ④ロボットの管理体制の構築

本業務では①を実施しており、今後 RPA の導入に向けては②～④のステップを実施していく必要がある。次年度以降に想定される取り組みのフローを図 5-29 に示す。

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

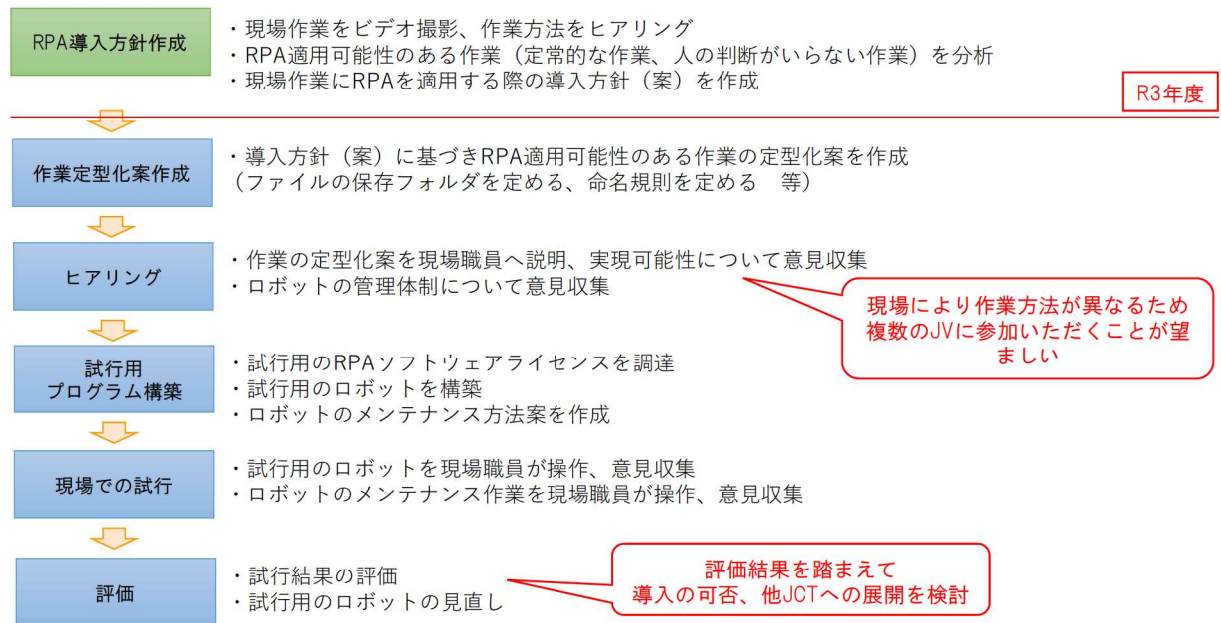


図 5-29 RPA 導入へ向けた今後の取り組み(案)

(4) システム高度化方針の検討

トレーサビリティ管理における現状整理の結果および各種ツールの調査結果等をふまえて、「トレーサビリティ管理におけるデータ入力省力化に向けたシステム高度化」に向けた方針の整理を行った。

現行システムでは、2通りの土質試験結果登録方法があること、登録用の CSV ファイルを準備する必要があることが手間となっており、それらを省力化することで業務改善を図る。また、登録対象となる土質試験結果は必須項目以外にも多くの試験項を含むが、データベースへの登録は必須項目のみとし、その他一式は PDF 形式のまま管理する。CSV ファイル作成作業の省力化に際しては、キー・バリューデータ抽出機能を有する OCR ツールを用いたシステム案を検討する。さらに、OCR ツールを利用した CSV ファイル作成作業を含む一連のトレーサビリティ管理作業は、RPA ツールを利用することで省力化を図る方針とした。

検討項目ごとの高度化方針（案）を表 5-20 に示す。

表 5-20 トレーサビリティ管理の省力化に向けた高度化方針(案)

項目	現状	高度化方針(案)
現行システム	・ 現行システムでの土質試験結果の登録方法が2通りあり、それぞれ別メニューとなっている ・ 帳票に出力できるようにするためには、CSVファイルを作成して登録する必要がある。	・ 2通りある登録作業の省力化を図る ・ OCRを活用して、登録用 CSV ファイル作成作業の省力化を図る
土質試験結果データ	・ 本システム必須項目以外に多数の試験項目が含まれている ・ 搬出先の受入地によって必要な試験項目が異なる ・ 図、グラフが含まれる場合もある	・ 必須項目は OCR で読み取り DB に登録する ・ その他多数の試験項目は PDF ファイルを参照することで確認できるようにする ・ 図、グラフも PDF ファイルを参照する
OCR ツール	・ 表形式のデータ取込が可能なツールは限定される ・ 添え字等、一部読み込み不可なケースがある(学習によってある程度は対応可能) ・ 図、グラフの読み込みは不可	・ キー・バリューデータ抽出機能を有する OCR ツールの採用を想定したシステム案とする ・ 図、グラフの読み込みは想定しない
RPA ツール	・ 各種 OCR ツールとの連携が可能 ・ OCR ツール導入後に、一連の操作をロボットに記録させることで利用可能	・ OCR ツール導入後に、一連のシステム操作をロボットに記録させ、それを利用することで JV 作業を省力化する

(5) システム高度化案の検討

(4)の高度化方針を踏まえ、トレーサビリティ管理の省力化に向けたシステム高度化案を作成した。具体的には、以下の2つの案を検討している。

高度化案①：現行の本システムを改良し、システムサーバ経由で OCR 処理を行う場合

高度化案②：RPA を導入し、各 JV の端末で OCR 処理を行う場合

案①では、各工事 JV 担当者は土質試験結果登録のための CSV ファイル作成作業を行わず、試験業者から受領したデータを PDF 形式のまま本システムに登録する。サーバ側から OCR 処理を実行させ、処理結果をシステムに登録する流れを想定している。この場合、CSV ファイル作成作業や元の PDF ファイルを別途登録する作業といった JV 担当者の作業は大幅に削減されるが、現行システムの大幅な改修が必要となる。

案②では、RPA の導入を前提とし、各工事 JV の利用端末で OCR 処理を行う。現行システムの改修は行わず、トレーサビリティ管理のための作業内容は基本的には既存の手順と変わらない。ただし、CSV ファイル作成時に OCR ツールを活用することで、データ入力の手間を削減する。さらに、RPA ツールを導入することで、一連のトレーサビリティ管理作業のうち、定型化可能な部分を自動化することを想定している。

高度化案①、②のイメージをそれぞれ図 5-30、図 5-31 に示す。

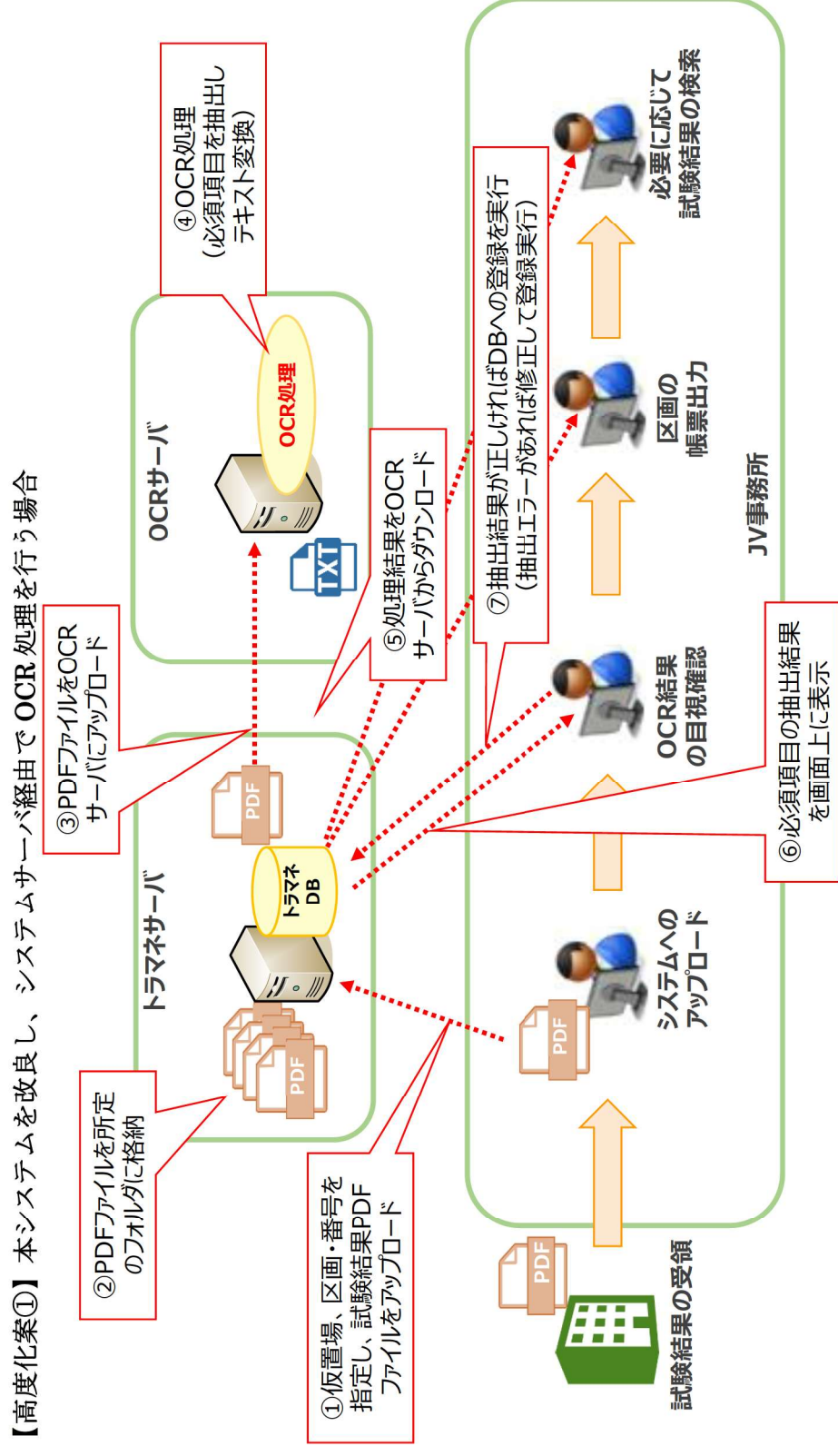
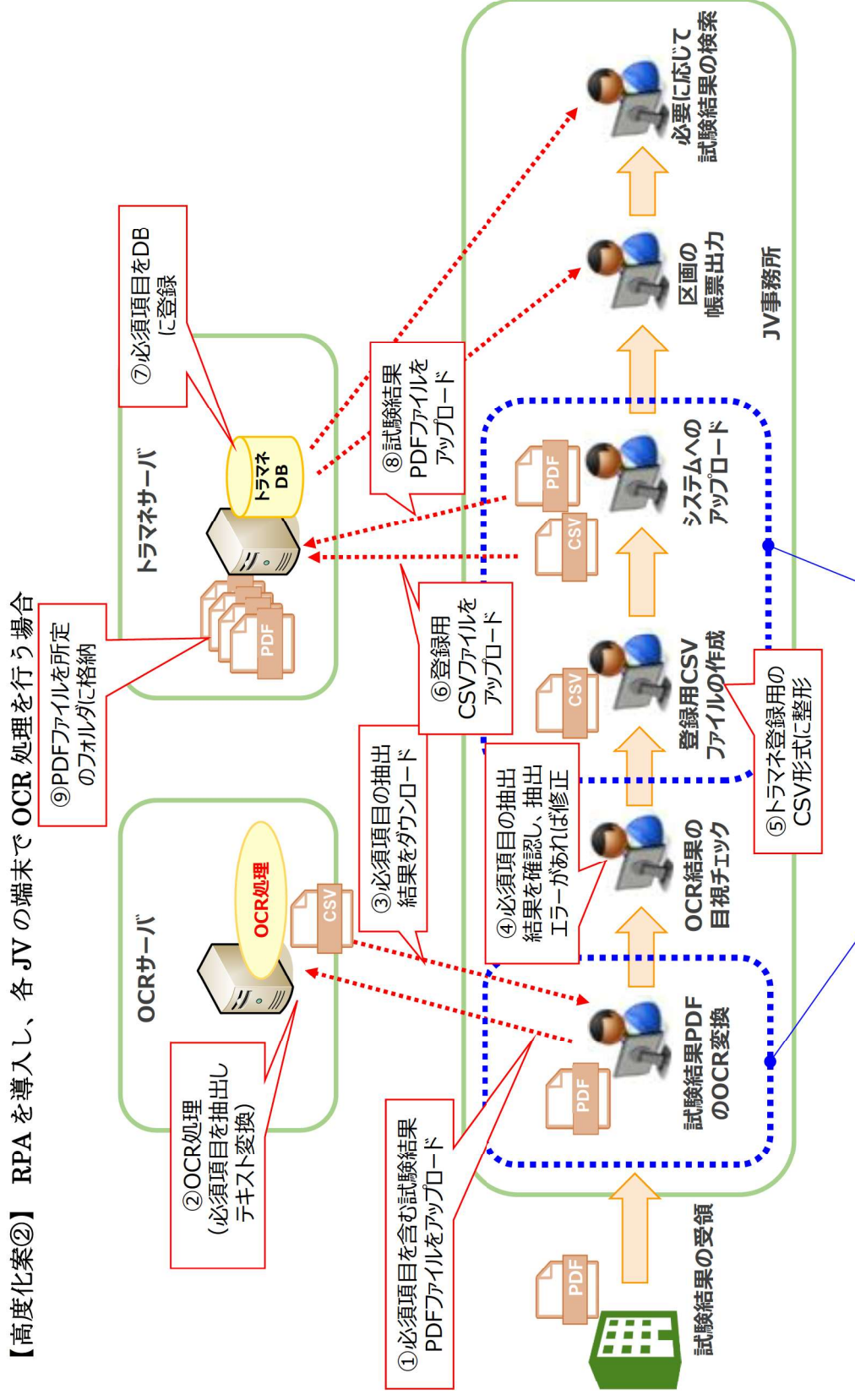


図 5-30 トレーサビリティ管理作業の省力化に向けた高度化案①



RPAを導入し、PDFファイルのOCR変換、登録用PDFファイル出力、PDF・CSVをトラマネサーバに登録する作業を自動化

図 5-31 トレーサビリティ管理作業の省力化に向けた高度化案②

作成した 2 つ高度化案についてメリット／デメリットを整理し、比較を行った。比較結果を表 5-21 に示す。

案①では、手作業での CSV ファイル作成が不要となり、土質試験結果登録作業が省力化されるものの、本システムの大幅な改修が必要となるため、そのための期間と費用が発生する。案②では、現行システムの改修が不要であり、OCR ツールと RPA ツールを活用することで手作業が大きく削減可能である。ただし、各ツールを導入するための費用が発生し、また、RPA で手作業部分を自動化するためには、事前の設定作業が必要である。

各案を評価・比較した結果、案①ではシステム改修のための設計やプログラム改良作業に時間を要することから、現状の課題を早期に改善することが困難であると判断し、以降の 5.4.1 で実施する試行実験においては、案②を想定した試行・検証を行うこととした。

表 5-21 トレーサビリティ管理の省力化に向けた高度化案の比較

高度化案	案①: 本システムを改良し、システムサーバ経由で OCR 処理を行う場合	案②: RPA を導入し、各 JV の端末で OCR 処理を行う場合
メリット	- 手作業での CSV ファイル作成が不要 - 一度の登録作業で、DB への必須項目の登録と PDF ファイルの登録ができる	- 本システムの改修が不要 - OCR 結果と RPA を利用して CSV ファイル作成の手間を軽減できる
デメリット	- 本システムの改修が必要 - OCR ツールの費用が発生する	- OCR および RPA ツールの費用が発生する - RPA で自動化する部分は、各 JV が自分で設定する(ロボットに作業を記憶させる)必要がある - 人の判断が必要となる作業は自動化できないため、自動化できる部分が分断される(都度、実行する必要がある) - DB への必須項目の登録(CSV の登録)と PDF ファイルの登録はそれぞれ別に行う必要がある。
評価	本システム改修に向けたシステム設計およびプログラム改良に時間を要するため、評価のための試行が困難	- OCR ツールに限定した試行を先行的にを行い、導入効果の部分的な検証が可能 - RPA ツールの適用に際しては、まず現場ごとの作業内容の分析が必要

5.3.2. 車両運行管理の省力化

大泉 JCT の現地調査・ヒアリングにて JV 様意見より判明した課題を以下に示す。

仮置場と受入地間の運行管理（運行実績の把握）においては、ドライバーの手書き記録を手作業でデータ化しており、作業負荷が大きい。
--

(1) 車両運行管理の導入検討案

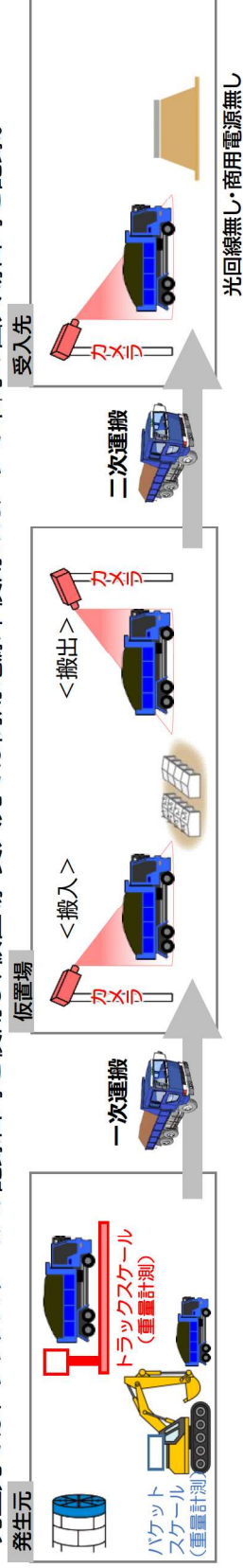
課題改善の高度化案を図 5-32 に示し、各案のメリット・デメリット・概算を表 5-22 に示す。

なお、導入環境および車両側の導入コスト面から、A 案のトラックスケール×カメラでの出入場管理を主軸に据え、カメラ認証の導入可能性について検討を進める。

No.2(R3年度はコスト試算まで実施)

A 案 トラックスケール×カメラ(ナンバープレート認証)での出入場管理

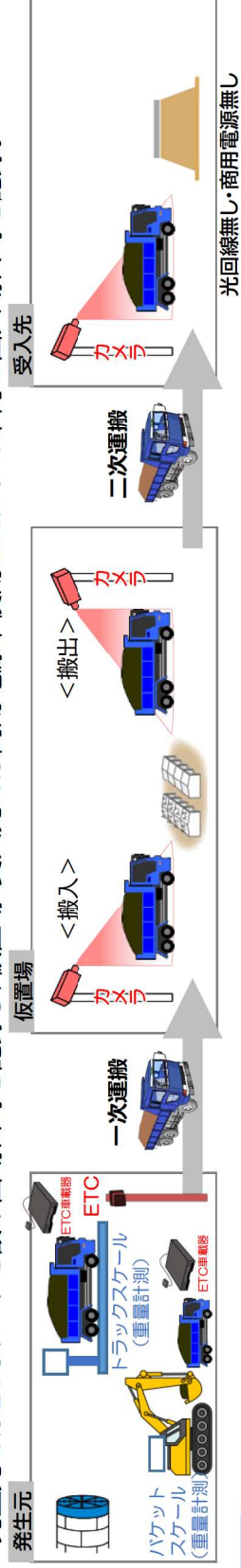
発生元ではトラックスケールの記録日時を使用し、仮置場・受入先では商用電源不使用のカメラで車両の出入場日時を記録。



No.3(CIは工事車両にETC2.0導入の必要あり)

B 案 ETC (利用車番号サービス) ×カメラ(ナンバープレート認証)での出入場管理

発生元ではETCゲートを設け出場日時を記録し、仮置場・受入先では商用電源不使用のカメラで車両の出入場日時を記録。



C 案 ETC2.0(特定プロブデータ配信サービス)×カメラ(ナンバープレート認証)での出入場管理

発生元・仮置場・受入先ではETC2.0の走行履歴で出入場日時を記録し、必要に応じて商用電源不要のカメラで情報を補完。

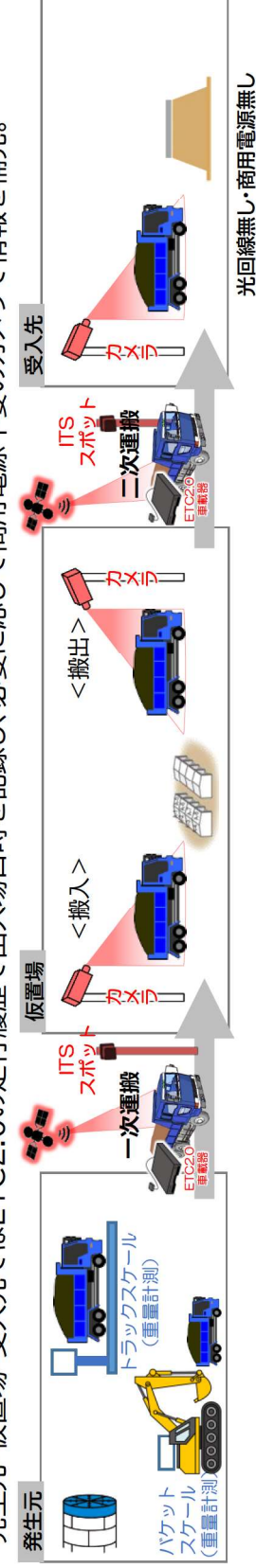


図 5-32 仮置場・受入地の出入場管理案

表 5-22 仮置場・受入地の出入場管理案メリット・デメリット・概算

高度化案	メリット	デメリット	概算	
			車両側	路側
A 案	● 商用電源を使用しないため、設置場所の環境に左右されない。	● 連続で出入場した場合、ナンバープレートが読み取れない可能性がある。(カメラについては以下同) ● 日射や天候条件、ナンバープレートの汚れ等によりカメラで認識できない可能性がある(カメラについては以下同)	不要	数千万円
B 案	● ナンバープレート認識に比べて、認識率が高い。 ● トラックスケールの記録日時を使用しないため、バケットスケールを併用する現場にも適している。 ● 高速道路を利用する工事車両が多いため、ETC搭載車両が比較的多く親和性がある。	● 利用前に車載器登録(1度きり)の手間がある。 ● ETC ゲートを設置する場合は無線局免許の申請と無線従事者の確保が必要。(工事ヤードの制約で ETC ゲートの常設が難しい場合がある)	約 2 万円/台	数千万円
C 案	● 路側・現場でのインフラ整備が最小限にできる。 ● トラックスケールの記録日時を使用しないため、バケットスケールを併用する現場にも適している。 ● 運行ルート上の走行履歴も確認可能(車両運行管理への転用も可能)。	● 全車両に ETC2.0 車載機の搭載が必要(外環事業は車両の入れ替わりが激しく、車検証・セットアップ証明書等の収集が手間)。 ● 業務支援用 ETC2.0 車載器でない場合、エンジン ON/OFF で起終点に欠損が生じ、出入場を正確に把握できない可能性がある。 ● 排出元は地下工事のため GPS を捕捉できない可能性がある。 ● ITS スポット/経コレから距離のある仮置場・受入地の場合、データ欠損が生じる可能性がある。(約 80km 以上)	約 3 万円/台	数千万円

(2) 車両運行管理への導入具体化

受入先において、車両のナンバープレートカメラ撮影し、その画像をナンバープレート自動認証システムによりデータ化することで、入退場車両・日時の記録を自動化する（受入地には電源がないため、商用電源不要のカメラの導入を想定）。受入地に設置・施工する機材一覧を表 5-23 に示す。

また、この案の導入効果と注意点を表 5-24 に示す。

表 5-23 カメラ解析に必要となる機材一覧

機材	補足
ネットワークカメラ	車両の撮影に使用（製品によりネットワーク上から撮影画角の変更ができる）。
LTE ルーター	光通信が無い環境下で、映像や画像をサーバに送信するために使用（採用カメラ製品により不要）。
赤外線投光器	夜間での撮影に使用（採用カメラ製品により不要）。
近接センサー	車両の近接を検知し撮影を行う場合に使用（採用カメラ製品により不要）。
ソーラーパネル	商用電源が無い環境下で、電力を賄うために使用。
蓄電器	不日照時に使用する電力を蓄電するために使用。

表 5-24 カメラ解析での導入効果と注意点

導入効果	注意点
● 現在手書きで管理している車両運行管理をシステム化し、作業負担を軽減できる。 ● 商用電源を使用しないため、設置場所の環境に左右されずに導入できる。	● 日射や天候条件、ナンバープレートの汚れ、連続運行等によりカメラで認識できない・読み取りができない、あるいは精度が低下する。 ● 目視でのエラーや読み取り漏れのチェックが必要

(3) 運用イメージ

大泉 JCT におけるカメラ解析での高度化イメージを図 5-33 に示す。

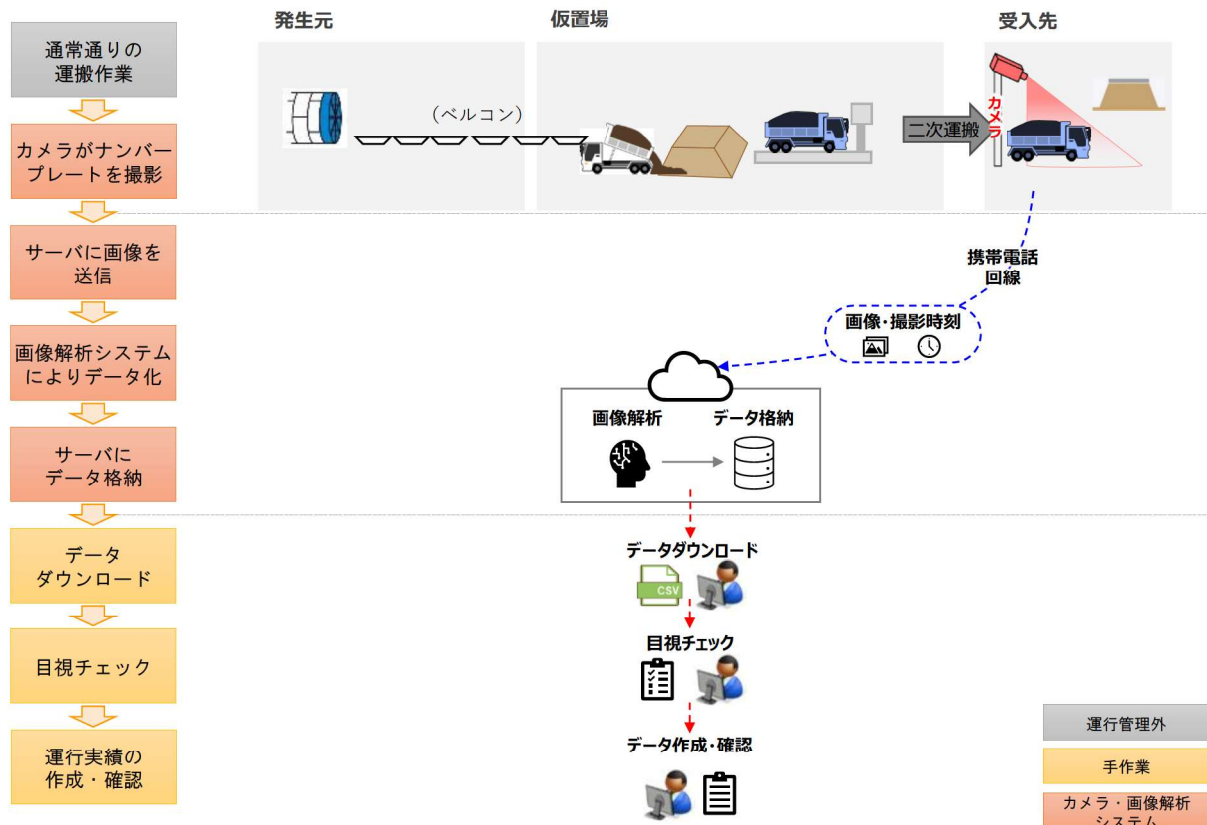


図 5-33 大泉 JCT でのカメラ解析での高度化イメージ

(4) 検討の進め方

大泉 JCT でのカメラ解析での高度化の検討にあたり、検討フローを図 5-34 に示す。

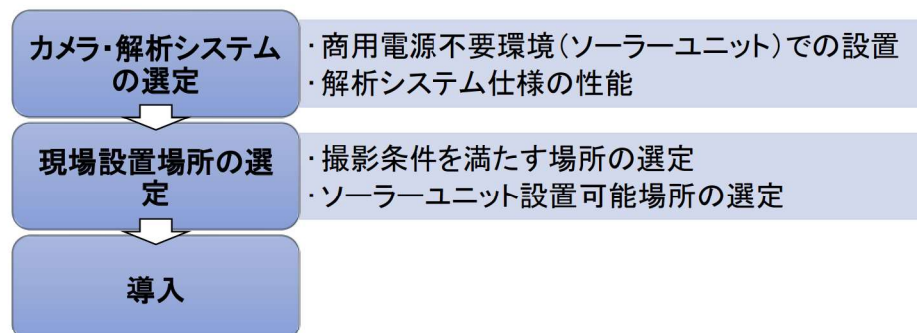


図 5-34 高度化案の検討フロー

(5) 機能要件（素案）

カメラおよび画像解析システムの機能要件を表 5-25 に示す。

表 5-25 カメラ機能・画像解析システム機能要件

No.	機能名	機能概要
カ メ ラ 機能	車両検出機能	視野内の動体を自動検知して撮影。
	クラウド/サーバ送信	撮影した画像・映像を指定したクラウド（もしくはサーバ）に送信。
	夜間撮影	夜間撮影に対応（赤外線投光器の設置などを含む）。
	商用電源不要	ソーラーパネルなどでの給電、不日照時の蓄電に対応。
解 析 シ ス テ ム 機能	車両ナンバー認識機能	撮像した画像内のナンバープレート（フロント側/リア側）を自動検出し、車両番号情報の読み取り。
	車両入退場記録（保存）	車両番号と時刻を合わせた車両入退場記録を保存。
	車両入退場記録（検索）	記録された車両入退場記録を車両番号や時刻で検索。
	データ出力機能	データの CSV 出力機能。

(6) システム性能要件（素案）

画像解析システムの性能要件を表 5-26 に示す。

表 5-26 画像解析システム性能要件

項目	性能
認識速度	連続して車両が通過した場合も認識できることを想定。
認識車両速度	一定の速度であれば、停車しなくても認識できることを想定。
認識履歴保存数	一定期間データ保持ができる仕様を想定。

(7) サーバの検討

使用するサーバには、画像解析システムサーバ案と本システムサーバ案を検討している。それぞれの特徴を表 5-27 に示す。

表 5-27 使用サーバ案

画像解析システムサーバ案	本システムサーバ案
● 画像解析サービス提供会社の指定サーバを使用。 ● サーバは提供会社より提供されるため手軽に導入でき、また本システムサーバの状態に左右されない。 ● 画像量やデータ期間で保持上限やランニングコストが変わる場合がある。 ● 提供会社サーバにデータが保存されるため、セキュリティ的な問題が生じる場合がある。	● 本システムで利用しているサーバを使用。 ● 画像解析システムを本システムサーバにインストールする必要がある（インストールにあたりサーバー一時停止が発生。必要に応じ、サーバ増強が必要）。 ● 撮影した画像・データは本システムサーバ上に蓄積されるため、画像解析システムサーバ案よりセキュア。

(8) 実現する上での課題

製品や事例情報の収集を行い、下記の課題があることが分かった。

- 夜間撮影のための赤外線投光器の運用には、ネットワークカメラ同等以上の電力が必要となるため、ソーラーユニットの増設で対応可能か検討が必要。
- 赤外線投光器分を含めたソーラーユニットの設置場所の検討が必要。

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

(9) 参考：他 JCT での運用イメージ

大泉 JCT での施行後、他 JCT（中央）への導入を行う際のイメージを図 5-35 に示す。

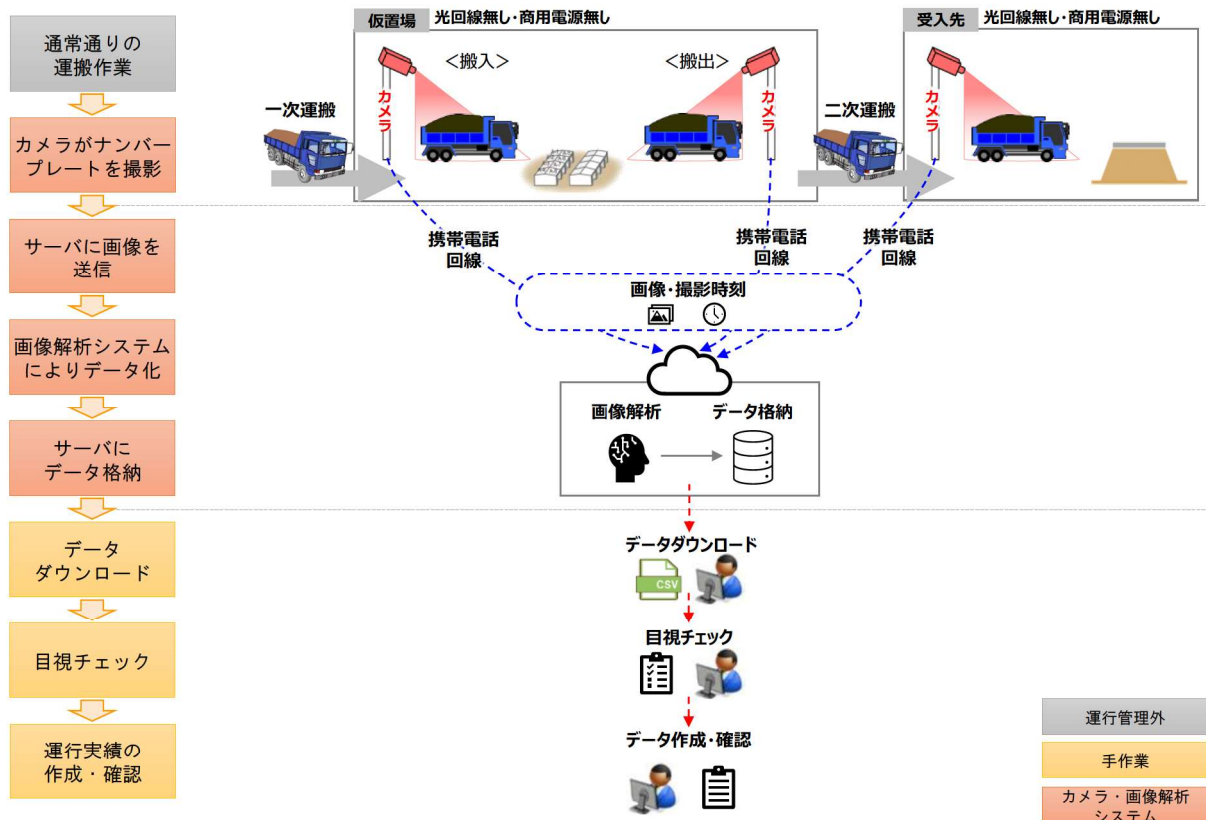


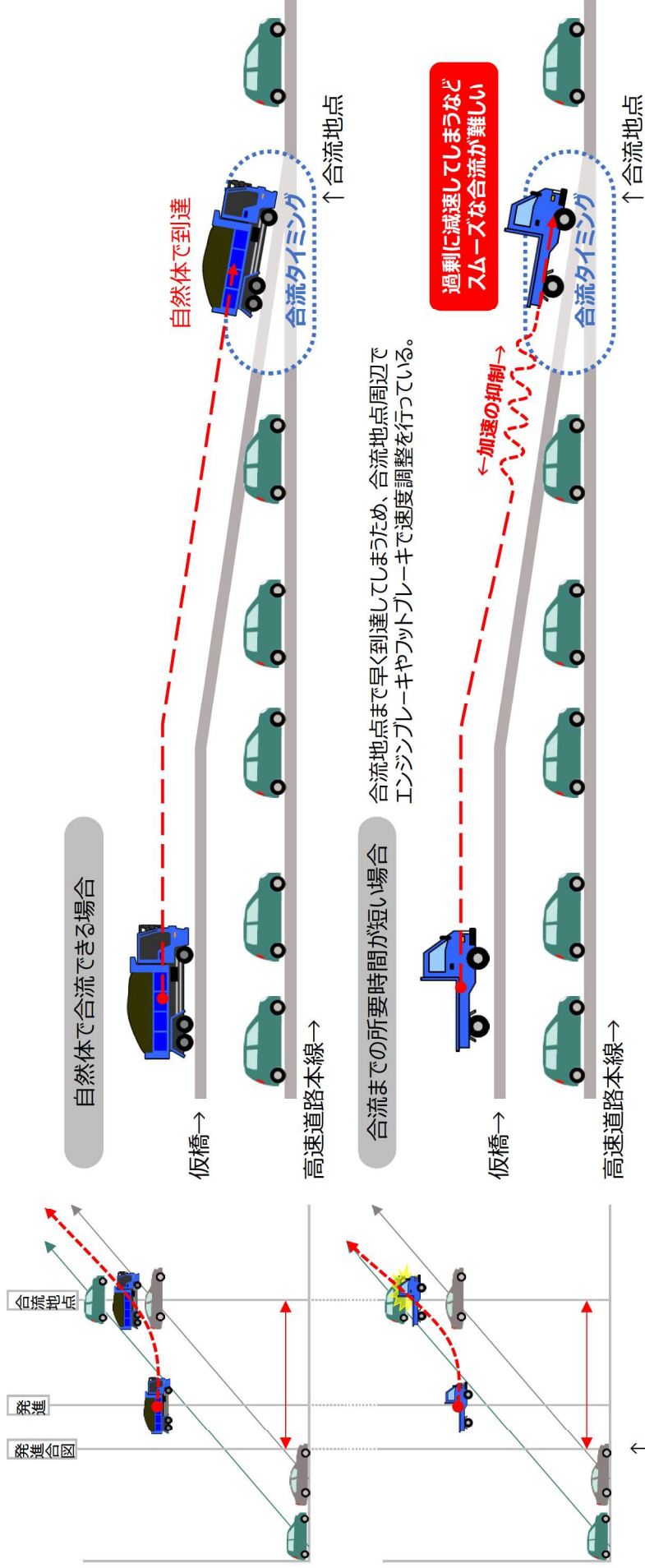
図 5-35 中央 JCT でのカメラ解析での高度化イメージ

5.3.3. 合流支援の高度化

(1) 交通マネジメントシステムへの導入具体化

1) 合流支援システムの現状

本システムで導入している合流支援では、車両特性（重量等）に関わらず、一定の合流タイミングを設定しており、合流までの所要時間が短い車両の場合は、合流地点に早く到達してしまい、円滑な合流が発生している。現行の合流支援のイメージを図 5-36 に示す。



発進合図はどの車両でも一定

図 5-36 現行の合流支援のイメージ

2) 合流支援システムの高度化による合流タイミングの最適化（案）

車両特性で車種や車両状態で合流までの所要時間は異なるため、車両特性に合わせた合流タイミングの提供を行い、合流時の安全性向上に貢献する。高度化で合流タイミングの最適化を行った合流支援のイメージを図 5-37 に示す。

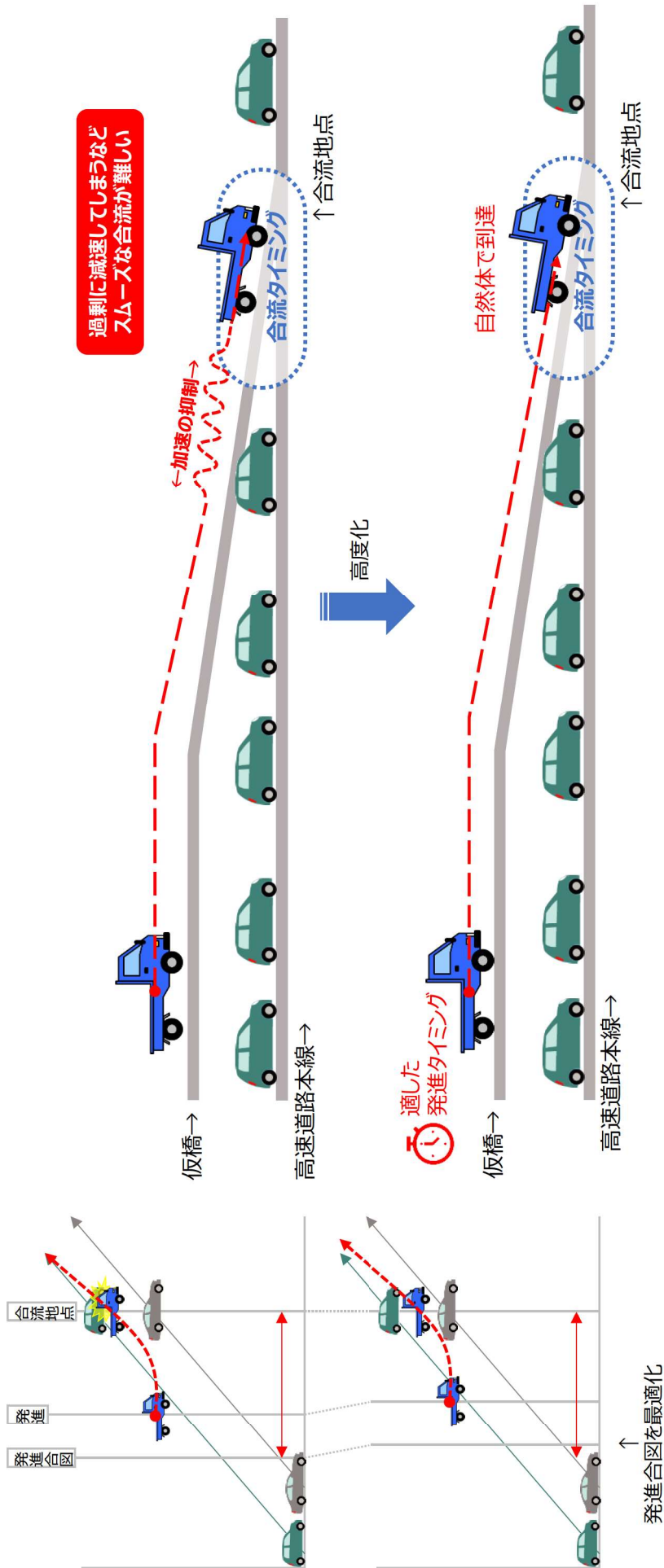


図 5-37 合流タイミングの最適化を行った合流支援のイメージ

(2) 検討の進め方

本件の検討フローを図 5-38 に示す。

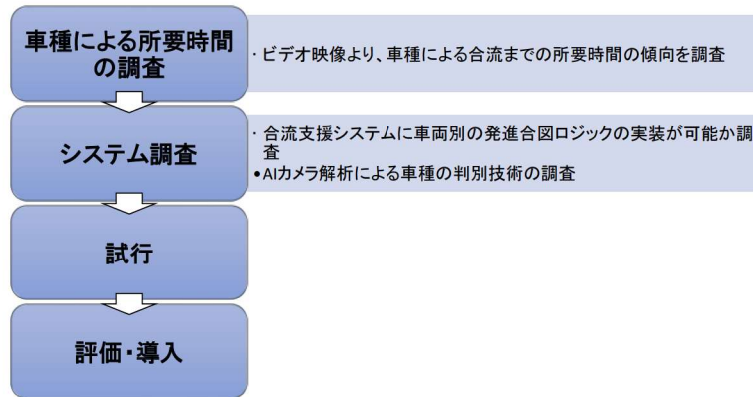


図 5-38 高度化案の検討フロー

(3) 高度化時の合流までの流れ

本件にて検討している合流までの流れを図 5-39 に示す。

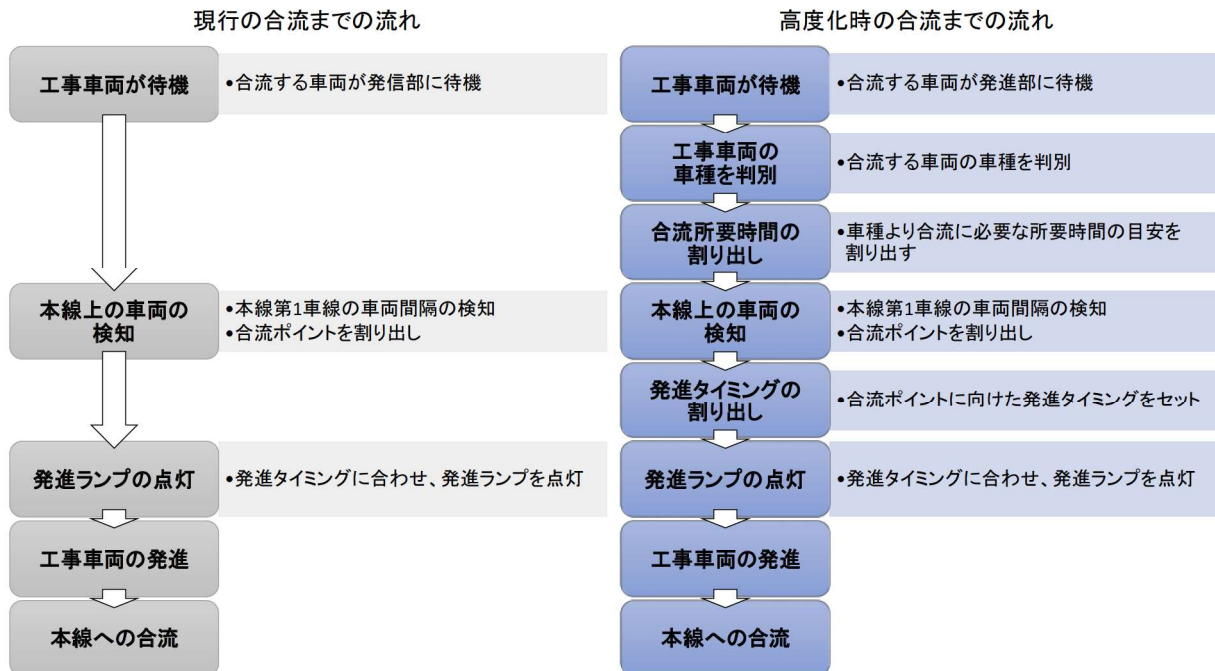


図 5-39 合流までの流れ

(4) 実現する上での課題

現段階の課題を以下に示す。

- 同じ車種の場合でも車両サイズによって合流までの所要時間が異なる可能性があるため、車種だけではなく車両サイズ判別の実装も検討する必要がある。

5.4. 試行実験に関する計画立案

5.4.1. トレーサビリティ管理の省力化

(1) R3 年度における試行実験

1) 試行・調査の目的

トレーサビリティ管理作業の省力化(高度化)に向け、土質試験等データ (PDF) を交通マネジメントシステムに記録する際のデータ化について OCR (文字認識機能) の適用可否及び当該記録作業の自動化 (RPA 導入) の可能性判断を行うことを目的に試行実験と調査を実施した。

2) 土質試験データの OCR 試行

大泉 JCT において 2 つの JV を対象に、土質試験結果 (PDF データ) の OCR (文字認識機能) を試行することで、これまで手作業で実施していたデータ化作業を自動化するシステムが実用可能かについて、確認する。

3) トレーサビリティ管理作業の調査

大泉 JCT において 2 つの JV を対象に、トレーサビリティ管理のデータ入力に関わる作業内容・作業方法を調査し、これまで手作業で実施していた作業を自動化するシステムが実用可能かについて、確認する。

4) 試行日程

令和 4 年 3 月 15 日

開始時刻	終了時刻	試行対象	内容	
10:00	11:00	JV①	OCR	・土質試験データ記録作業の説明 ・試行実施、他
11:00	12:00	JV①	RPA	・トラックスケールから出力したデータの編集、登録作業 ・土質試験データ記録作業、他
13:00	14:00	JV②	OCR	・土質試験データ記録作業の説明 ・試行実施、他
14:00	15:00	JV②	RPA	・トラックスケールから出力したデータの編集、登録作業 ・土質試験データ記録作業、他

5) 試行結果

上記の試行計画に基づき、大泉 JCT の 2JV において土質試験データの OCR 試行およびトレーサビリティ管理作業の調査を実施した。

(ア) 土質試験データの OCR 試行結果

各 JV において、試行用 OCR ツールを利用した土質試験結果データの OCR 処理を行った。

事前に設定した土質試験データ (濃度計量証明書) の読み取り設定テンプレートを利用することで、各 JV が保存している土質試験結果から交通マネジメントシステムで必須となっている試験項目 10 項目を正しく抽出できることを確認した。

5. 交通マネジメントシステム高度化の検討

ただし、現状では土質試験データの登録作業頻度が多くなく、登録必須の試験項目が 10 項目と少ないため、JV 職員からは手作業での入力作業と比較して作業負荷は大きく変わらないとの意見も得られた。

今後、1JV あたり 1 日に仮置場 1 区画分のシールド発生土運搬が発生することを仮定した場合、OCR ツール導入による作業負荷削減効果を以下のとおり試算する。

<条件>

対象 JV 数：9JV（東名：2JV、大泉：3JV、中央：4JV）

シールド発生土運搬量：1 JV・1 日あたり仮置場 1 区画分

OCR ツール利用による削減時間：1 区画のデータ入力あたり 0.5 時間削減

人件費：25,000 円/人日と仮定

<作業負荷削減効果>

1 ヶ月（20 日稼働と仮定）の削減時間：20 日×0.5 時間×9JV ⇒ 90 時間削減

1 ヶ月に削減される人件費：90 時間÷8 時間/日×25,000 円/人日 ⇒281,250 円

OCR ツール導入による省力化の効果は、1 ヶ月あたり約 280 千円と試算される。

一方で、5.3.1(2)3)で検討した OCR ツールの導入費用は、初期費用 100 千円、月額運用費用 131 千円であり、シールド発生土運搬量が多い時期であれば導入メリットがあると考えられる。

今後は、シールド発生土の運搬計画等をもとに想定される作業量を勘案したうえで、導入メリットについてさらに検討を行うのが望ましい。

(4) トレーサビリティ管理作業の調査結果

各 JV において、日常的に実施しているトレーサビリティ管理作業の内容、実施手順に関する調査・ヒアリングを行った。

車両運行実績をシステムに登録するための作業としては、トラックスケールから出力したデータを編集し、所定の CSV フォーマットのデータを作成する必要がある。トラックスケール管理用 PC から出力したデータを USB メモリに保存し、JV 職員の作業用パソコン、またはシステム操作用 PC にて加工した後にシステムへの登録を行う。いずれの JV においても、トラックスケールデータでは車番として 4 桁の数字しか出力されないため、システムへの登録用の車両運行実績データを作成するためには、別途管理している車両情報リストを参照して、システムで取り扱う形式の車両番号（地名番号＋分類番号＋かな＋数字 4 桁）を入力する作業が発生する。

システムに土質試験データを登録するためには、判定業者から受領した PDF 形式の試験結果データを参照しながら、システムからダウンロードしたフォーマットに試験結果を転記していく作業を行う。データ入力後の CSV ファイルをシステムに登録するほか、元の PDF ファイルも区画の添付資料としてシステムに登録する。

各 JV におけるトレーサビリティ管理作業は概ね同じであるが、その実施手順は JV や作業実施者によって差が生じる。また、調査時には管理対象となるシールド発生土運搬が行われておらず、JV によっては過去にシールド発生土運搬を行っていたときから作業者が交代になっていた。このため今後は作業手順が変更になる可能性がある。

RPA を導入して作業の自動化を行う場合には、一連の作業を定型化する必要がある。今後は今回の調査結果を踏まえて作業定型化の提案を行うなど、さらに検討を進めることとする。

(2) 次年度以降の試行計画

1) 調査の目的

トレーサビリティ管理作業の省力化(高度化)に向け、土質試験データ (PDF) やトラックスケール計測データを交通マネジメントシステムに記録する作業の自動化 (RPA 導入) の適用可否判断を行うことを目的に試行実験を実施する。

2) 試行概要

JV 事務所内において、土質試験データ (PDF) やトラックスケール計測データを入力する作業を自動化 (RPA 導入) することで、これまで手作業で実施していた入力作業を自動化するシステムが実用可能かについて、ヒアリング及び試行操作を実施する。

3) 試行日程① (ヒアリング)

令和 4 年夏期頃

※事業地内でのシールド工事など各種取組みの準備・施工を優先し日程は調整

開始時刻	終了時刻	所要時間	内容
13:00	15:00	2:00	・RPA に関する説明、ヒアリング

4) 試行日程② (試行実験)

令和 4 年秋期頃

※事業地内でのシールド工事など各種取組みの準備・施工を優先し日程は調整

開始時刻	終了時刻	所要時間	内容
13:00	17:00	4:00	・RPA ソフトのインストール ・RPA ソフトの調整 ・試行実施、他

5.4.2. 車両運行管理の省力化

次年度以降の試行実験計画を以下に示す。

1) 試行・調査の目的

大泉 JCT での運行管理の省力化(高度化)に向け、仮置場及び受入地においてカメラを用いた車番認識システムを導入することで、これまでドライバーが記録し、JV 職員がデータ化していた作業を自動化するシステムが実用可能かについて、確認する。

2) カメラ認証の試行

(ア) 試行概要

仮置場及び受入地において、入退場する車両のナンバーを撮影するカメラ（非商用電源を想定）を設置し、入退場時のナンバープレート情報を読み取ることで、これまでドライバーが手作業で記録し、JV 職員がデータ化していた作業を自動化するシステムが実用可能かについて、確認する。

(イ) 試行日程

本試行には、試行日程だけではなく、システムの施工日程・撤去日程を設ける。

A) 施工日程

休日や工事時間外に現場施工を行う。

※試行に用いる製品により、施工内容および施工に必要な時間は調整。

※何かしらの問題で施工ができなかった場合を鑑み、試行日程に影響が出ないよう予備日を設ける。

開始時刻	終了時刻	所要時間	作業	
10:00	17:00	7:00	受入地 施工	<u>受入地 入口</u> カメラ・ソーラーユニットなど一式の施工
15:00	17:00	2:00	事務所 試験	<u>事務所</u> PC の設定・システムの疎通確認 (受入地施工と一部同時進行)

B) 試行日程

※事業地内での再発防止対策など各種取組みの準備・施工を優先し日程は調整

開始時刻	終了時刻	所要時間	作業	
10:00	11:30	1:30	試験 走行	<u>仮置場</u> 15 分×5 回を想定
13:00	16:00	3:00	試験 走行	<u>受入地</u> 25 分×5 回を想定

C) 撤去日程

休工日や工事時間外に現場施工を行う。

※試行に用いる製品により、施工内容および施工に必要な時間は調整。

開始時刻	終了時刻	所要時間	作業	
10:00	17:00	7:00	受入地 撤去	<u>受入地 入口</u> カメラ・ソーラーユニットなど一式の撤去
15:00	17:00	2:00	事務所 撤去	<u>事務所</u> PC からのアンインストールなど作業

(ウ) JV への依頼事項

本試行実験については通常運行している車両を対象に調査を想定している。運行した車両とナンバープレート認識したデータとの照合を行うため、当日運行した車両のナンバープレート情報の提供をお願いしたい。

5.4.3. 合流支援の高度化

次年度以降の試行実験計画を以下に示す。

1) 試行・調査の目的

東名 JCT での合流支援の円滑化(高度化)に向け、カメラを用いた車種判別を導入することで、これまで一律であった発進合図を車種によって変化させ、より円滑な合流が実用可能かについて、確認する。

2) カメラ認証の試行

(ア) 試行概要

仮橋において、本線へ流入待機する車両を撮影するカメラを設置し、実際に通常業務として運行している工事車両の車種を解析することで、車種解析の精度を確認し、合流支援に実用可能か確認する。

(イ) 試行日程

本試行には、試行日程だけではなく、システムの施工日程・撤去日程を設ける。

A) 施工日程

休工日や工事時間外に現場施工を行う。

※試行に用いる製品により、施工内容および施工に必要な時間は調整。

※何かしらの問題で施工ができなかった場合を鑑み、試行日程に影響が出ないよう予備日を設ける。

開始時刻	終了時刻	所要時間	作業	
10:00	17:00	7:00	発進部 施工	<u>発進部</u> カメラなど一式の施工 (画角の調整などを含む)

B) 試行日程

※事業地内での再発防止対策など各種取組みの準備・施工を優先し日程は調整

開始日	終了日	所要時間	作業	
(今後調整)		6 営業日 (1 週間)	試験 走行	<u>発進部</u> 運行している車両を撮影・車種の判別を行う

C) 撤去日程

休工日や工事時間外に現場施工を行う。

※試行に用いる製品により、施工内容および施工に必要な時間は調整。

開始時刻	終了時刻	所要時間	作業	
10:00	17:00	7:00	発進部 撤去	<u>発進部</u> カメラなど一式の撤去

(ウ) JV への依頼事項

本試行実験については通常運行している車両を対象に調査を想定している。運行した車両とカメラで判別した車両との照合を行うため、当日運行した車両の車種情報の提供をお願いしたい。

5. 5. まとめ

各高度化案の進捗を表 5-28 に示す。

表 5-28 高度化案の進捗

No	施策分類	高度化メニュー	必要性	実現方法	検討の優先度	進捗状況	本年度での到達点	来年度以降の検討課題	進捗表			
									概略検討	試行	設計・調達	実装・評価
1	トレーサビリティ管理	土質試験結果の自動入力、車両運搬実績データ入力作業の効率化	現在手動で行っている土質試験結果の入力や、車両運行実績のデータ入力の作業負担が高いという意見が挙げられており、作業の省力化が必要。(ヒアリング・現場踏査)	OCRによって土質試験の結果抽出を行う RPAを導入し、定型作業を自動化する	高	・適合するOCRサービスの検討済 ・試行実験実施済	・大泉JCTにおける試行により実現性を確認 ・システム導入費用を検討	・RPAとの組み合わせにより必要に応じて実現方法を見直し	完了	完了	R4年度以降予定	R4年度以降予定
						・机上での試行を実施済 ・RPAソフトの調査済	大泉JCTにて作業方法を調査し、RPA適用可能性のある作業を分析	・RPA適用作業の定型化検討 ・ヒアリング ・試行用プログラム構築 ・試行の実施	完了	計画立案済 (R4年度以降に試行実施)	R4年度以降予定	R4年度以降予定
2	運行管理	発生土搬出・受入情報登録の自動化	走行サイクルの管理用に現在手動で行っている受入地への搬入時刻のデータ化の作業負担が高いという意見が挙げられており、作業の省力化が必要。(ヒアリング・現地踏査)	車両認識をカメラ解析で行う	高	使用場面の具体化、試行実験計画の立案済	実現方法を具体化し、試行実験の計画立案まで	・システム候補選定 ・設置場所の管理者との協議 ・コスト試算	完了	計画立案済 (R4年度以降に試行実施)	R4年度以降予定	R4年度以降予定
3				車両認識をETC/ETC2.0技術で行う	低	-	実現方法のイメージ作成まで	-	完了	-	-	-
4	合流支援	合流タイミングの最適化	車両の上空車・積載量によって加減度が異なる、システム側で意図する合流タイミングに沿わないケースがあるという意見が挙げられており、合流効率の最適化が必要。(ヒアリング・現地踏査)	車両状態を加味した合流タイミングの最適化 エスコートライトによる加速支援	高	東名JCTでの交通実態調査済	実現方法を具体化し、試行実験の計画立案まで	・システム改修箇所の整理 ・設置場所の管理者との協議 ・コスト試算 ・車種判定方法の検討	完了	計画立案済 (R4年度以降に試行実施)	R4年度以降予定	R4年度以降予定
5					低	-	実現方法のイメージ作成まで	-	完了	-	-	-
6	トレーサビリティ管理/需要調整	トラマネ関連データの一元管理・共有	運行計画のやり取りは、圧縮したExcelファイルを送受信で行っており、メール送受信の省力化を求められている。(ヒアリング)	BIツール等を用いた運搬実績、各工事の需要調整結果等を集約し、一元管理する	低	-	実現方法のイメージ作成まで	-	完了	-	-	-