

中間貯蔵施設の輸送合理化のためのシステムの開発

岩田 将英^{*1}・松尾 健二^{*1}・清水 英樹^{*1}・林 信太郎^{*2}・佐々木 卓也^{*3}・原 稔^{*3}

Development of Systems for the Transport Rationalization of the Interim Storage Facility

Masahide IWATA, Kenji MATSUO, Hideki SHIMIZU, Shintaro HAYASHI, Takuya SASAKI, Minoru HARA



図-1 輸送管理システム概念図

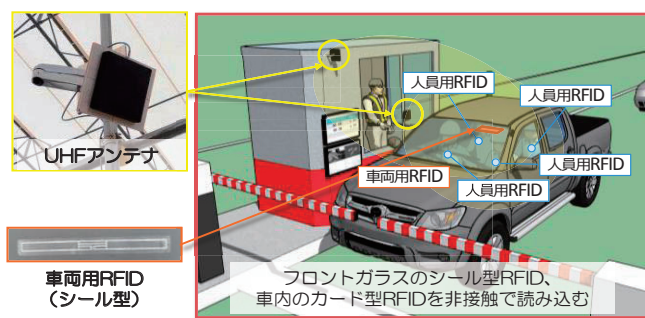


図-2 入退域管理概要図

研究の目的

仮置場に保管されている除染に伴い発生した大量の土壌や廃棄物等を最終処分までの約30年の間、安全かつ集中的に貯蔵する中間貯蔵施設事業が、ここ数年で本格化する見通しとなっている。本事業では、大量の除染除去土壌等が仮置場等から中間貯蔵施設へ輸送されることとなり、その輸送量は平成32年度には600万袋/年と見込まれている。そのような背景の中、輸送を安全・確実に行うための運行管理や入退管理が重要な課題となっている。

そこで、輸送の安全性向上、トレーサビリティ確保のための輸送管理システム、及び帰宅困難地域への入退域の効率向上とセキュリティ確保のための入退域管理システムを開発した。本報告では、環境省が平成27年度に実施した中間貯蔵施設へのパイロット輸送に適用した輸送管理システムの事例、及び入退域管理システムの実証試験の結果について報告する。

技術の説明

開発した輸送管理システム（RATS（RAdwaste Transport System））は、スマートフォンのGPS機能、カメラ機能を利用し、車両位置や運行状況の動画をリアルタイムに共有する。本システムでは、仮置場にてスマートフォンを使用し二次元バーコードを読み取り、出荷・荷下ろしに伴う情報を管理システムに送信すること、およびスマートフォンのGPS機能を使用しリアルタイムに輸送中車両の位置情報を把握することで、トレーサビリティの確保を行う。スマートフォンを基本としたパッケージにすることで、調達も容易で、様々な機能を付加させた。

次に、入退域管理システムは、UHF帯のリーダライタと人員用のカード式RFID、及び車両用のシール式RFIDを用いて、車両と人員の情報を確認し、通過した車両および人員情報の記録を行う。UHF帯のリーダライタを利用することにより非接触で車両と車内の人員のRFIDを確認でき、システムで判定を行うことでセキュリティを確保しながら入退域の確認作業を効率化させた。

主な結論

- ・パイロット輸送事業において、本輸送管理システムを使い、約1万1千袋の大型土のうの輸送を事故無く実施し、高い評価を得た。
- ・入退域管理の現地実証試験により、従来の手法に比べ入退域の処理速度が7.5倍に向上し、入退域管理に必要なゲートの面積を1/6に低減できることを確認した。

*1 本店 土木事業本部 土木技術部
*3 東北支店 双葉町中間貯蔵施設作業所

*2 本店 土木事業本部 土木営業部

中間貯蔵施設の輸送合理化のためのシステム開発

岩田 将英*¹ 松尾 健二*¹
 清水 英樹*¹ 林 信太郎*²
 佐々木 卓也*³ 原 稔*³

要 旨

福島県で発生した除染で取り除いた大量の土壌や放射性物質で汚染された廃棄物等を最終処分までの約30年の間、安全かつ集中的に貯蔵する中間貯蔵施設整備事業が、ここ数年で本格化する見通しとなっている。この事業では、福島県のほぼ全域にわたって点在する約160箇所の仮置場等から、大量の土壌等が双葉町と大熊町の2町に集約された中間貯蔵施設へ輸送されることとなる。環境省の試算では、輸送量は全体で2200万m³と推計されており、その輸送量がピークを迎える平成32年度には200~600万袋/年に達すると見込まれている。そのような背景の中、安全・確実な輸送を実現するための運行管理や入退管理が重要な課題となっている。そこで、輸送の安全性向上、トレーサビリティ確保のための輸送管理システム、および帰還困難地域への厳格な入退セキュリティ管理機能を維持しながら、チェックに要する時間の短縮による渋滞の解消のための入退域管理システムを開発した。本報では、環境省が平成27年度に実施した中間貯蔵施設へのパイロット輸送工事において開発した輸送管理システムの適用事例、および入退域管理システムの実証試験の結果について報告する。

キーワード 中間貯蔵施設／輸送／輸送管理／入退域管理

目 次

- | | |
|-----------|--------------|
| 1. はじめに | 4. 輸送管理システム |
| 2. 中間貯蔵施設 | 5. 入退域管理システム |
| 3. 輸送 | 6. おわりに |

DEVELOPMENT OF SYSTEMS FOR THE TRANSPORT RATIONALIZATION OF THE INTERIM STORAGE FACILITY

Masahide IWATA	Kenji MATSUO
Hideki SHIMIZU	Shintaro HAYASHI
Takuya SASAKI	Minoru HARA

Synopsis:

Construction of the interim storage facility is the perspective which gets into full swing in these several years. The decontaminated soil and the waste polluted by radioactive materials in Fukushima are stored for about 30 years until permanent disposal in the interim storage facility. A large amount of decontaminated soil that is estimated at 22,000,000 m³ by Ministry of the Environment is transported to the interim storage facility in Futaba and Okuma town. Therefore, transport management system for improvement of safety and securement of traceability and access management system to dissolve a traffic jam have been developed.

In this paper, we report on an application case of the transport management system developed for pilot transportation to the interim storage facility and a result of the demonstration of an access management system.

* 1 本店 土木事業本部 土木技術部

* 2 本店 土木事業本部 土木営業部

* 3 東北支店 双葉町中間貯蔵施設作業所

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う福島第一原子力発電所の事故によって放出された放射性物質による環境の汚染が生じており、この汚染による影響を速やかに低減することが喫緊の課題となっている。これまでに、国、地方公共団体等により除染や放射性物質に汚染された廃棄物の処理が進められてきた¹⁾。

福島県内の除染等に伴い生じた膨大な土壌や廃棄物（以後、除去土壌等）は、最終処分するまでの間、中間貯蔵施設にて、集中的に管理・保管される計画となっている。しかしながら、現在、除去土壌等の多くは福島県内各地に仮置きされている状態である。このような状態の一刻も早い解消が求められており、除去土壌等の中間貯蔵施設への輸送が急務となっている。除去土壌等の輸送は、輸送物が放射性物質を含むため、沿線住民の理解を得るためにも、安全かつ確実に実施されなければならない。そこで、著者らは、除去土壌等の輸送を合理的かつ安全、確実にを行うための輸送管理システムを開発した。

また、中間貯蔵施設は、帰還困難区域に建設が予定されている。同区域においては立入が制限されており、住民が避難しているため、家財等が残された状態となっており、その場所も少なくない。そのため、帰還困難区域における防犯対策として、ゲートが設置され、厳格な入退域管理が行われている。

現在の入退域管理は、ゲートに配置された複数の警備員が、ゲートを通る車両や人員に対し通行許可を得ているかを直接確認することで実施されている。しかしながら、除去土壌等の輸送工事や中間貯蔵施設建設工事の本格化につれ、その輸送物の量や、車両数も膨大なものとなる。平成 28 年 3 月に環境省が公表した中間貯蔵施設に係る「当面 5 年間の見通し」では、全体の輸送量は約 1,600～2,200 万 m³と推計されている。年間の輸送量は段階的に増加する計画となっており、平成 32 年度には、200～600 万袋と見込まれている（図-1）。

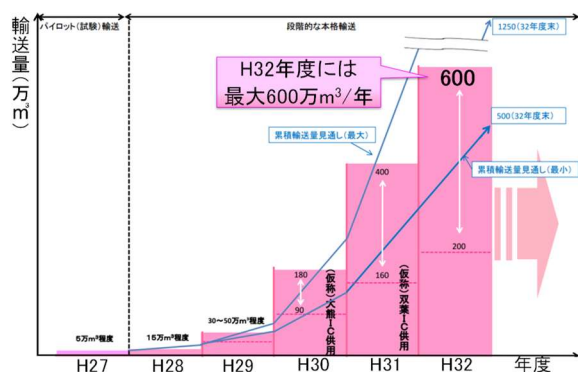


図-1 中間貯蔵施設に係る「当面 5 年間の見通し」²⁾

輸送量が膨大になった際には、現在の入退域管理では、車両、人員の照合に時間を要するため、輸送や建設工事のボトルネックになると考えられる。

そこで、著者らは、厳格な入退セキュリティ管理機能を維持しながら、入退域に要する時間を短縮可能な入退域管理システムを開発した。

本報では、輸送管理システムの技術紹介と適用事例、並びに入退域管理システムの技術紹介と実証試験結果について報告する。

2. 中間貯蔵施設

中間貯蔵施設は、福島県内の除染で発生した除去土壌等を最終処分までの間、30 年間にわたり安全かつ集中的に管理しながら保管する施設であり、福島第一原子力発電所を取り囲む形で大熊町、双葉町に整備する計画となっている（図-2）。

本施設は、福島県内の仮置場から輸送されてきた除去土壌等の重量計測や荷下ろし等を行うための受入施設、除去土壌等が入っている大型土のうを破袋し、可燃物・不燃物等を分別し、分別された土壌を放射能濃度により分別する分別施設、分別した可燃物等を焼却する減容化施設、およびそれらを貯蔵し、維持管理を行う貯蔵施設等の複数の施設により構成されるものである。

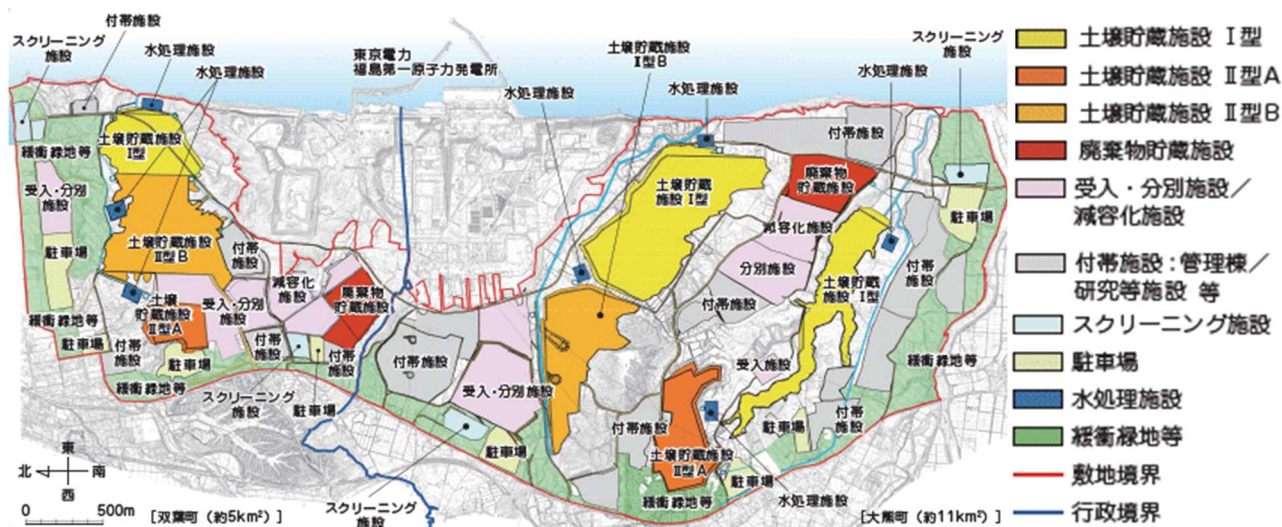


図-2 中間貯蔵施設の配置図（案）³⁾

これまで、環境省により中間貯蔵施設建設の候補地や輸送に関する検討、除去土壌等を搬入するための保管場の整備が行われてきた。

平成 27 年度には、その輸送に関する検討として、大量の除去土壌等を輸送する本格輸送に向け、安全かつ確実な輸送を実施するための課題を抽出することを目的とした試験輸送（パイロット輸送）が施工された⁴⁾。

3. 輸送

3.1 パイロット輸送

パイロット輸送は、平成 27 年 3 月から平成 28 年 3 月にかけて施工された。その概要を表-1 に示す。

表-1 パイロット輸送の概要

実施期間	H27.3~H28.3までの約1年間
搬出市町村	福島県内 43市町村
数量	45,382 m ³ （1袋=1m ³ として算出）
輸送車両数	7,529 台（延べ台数）
輸送対象物	除染に伴い発生した土壌等 （土壌、草木、落葉・枝）

パイロット輸送は、福島県内各地の仮置場から中間貯蔵施設建設予定地である双葉町、大熊町の保管場まで、ダンプトラックによる除去土壌等の輸送を試験的に実施したものである。その中で、積込場における保管の実態や輸送車両周辺の放射線量等の検証、輸送時の荷姿や休憩施設、交通安全、緊急時の対応、沿道住民への放射線の影響等の検証、輸送時の総合管理システムの検証、保管場におけるモニタリングやスクリーニングの検証および作業員の被ばく管理の検証等が行われた。パイロット輸送は、4つの事業者により実施され、著者らのJVも事業に参画した。

3.2 安全・確実を担保する輸送管理

除去土壌等の輸送については、安全、確実に輸送することが、沿線住民および国民の理解を得るために重要と環境省は位置づけている。

そのためには、輸送物の全数管理を可能とするトレーサビリティの確保、および輸送時の事故を防止し、安全性を向上させる対策が非常に重要となる。

そこで、著者らは、安全、確実な輸送を実現するために、走行車両のリアルタイム位置管理と輸送物の全数管理を可能とする輸送管理システムを開発し、パイロット輸送のうち、著者らが担当している工区に適用した。

4. 輸送管理システム

4.1 システムの概要

開発した輸送管理システム RATS（Radwaste Transport System）は、専用アプリケーションを搭載した車載用の

スマートフォンと、管理用システムを搭載したパソコンで構成されるシステムである。汎用性の高いスマートフォンを車載用の管理端末として使用することで、膨大な車両台数に対しても、即座に対応可能なシステムとして、本システムは、輸送車両、輸送物の位置情報をリアルタイムに把握できることに加え、ドライバーに対する各種安全支援機能を有している。本システムにおける機能の一覧を表-2 に示す。

表-2 輸送管理システム「RATS」の機能

機能	概要
運行管理	車載端末のGPS機能を利用し、リアルタイムに車両位置情報を把握
全数管理	輸送物の情報を迅速にデータベース化し、輸送物の位置情報を把握
安全	ドライブレコーダー 前方画像をリアルタイムで管理者側へ送信、ドライバーと現地情報を共有
支援	音声ガイダンス 音声ガイダンスでドライバーに連絡可能
	双方向対話 管理者、ドライバー双方からハンズフリーにて緊急連絡、対話が可能
	トラブル検知 加速度センサの情報収集により、トラブルを早期検知
データ連携	輸送統括管理者（環境省）が整備する総合管理システムとの連携が可能

4.2 システムの特徴

本システムの機能について、その特徴と詳細を以下に示す。

(1) 輸送車両のリアルタイム位置管理

スマートフォンの GPS 機能を利用し、スマートフォンを車載端末として適用することで、輸送車両のリアルタイム位置情報を収集することが可能である。また、各輸送車両から収集したデータは管理パソコン上で情報処理され、複数の輸送車両の位置情報をリアルタイムに管理することが可能である。

(2) 輸送物の全数管理

輸送物の全数管理の概要を図-3 に示す。仮置きされて

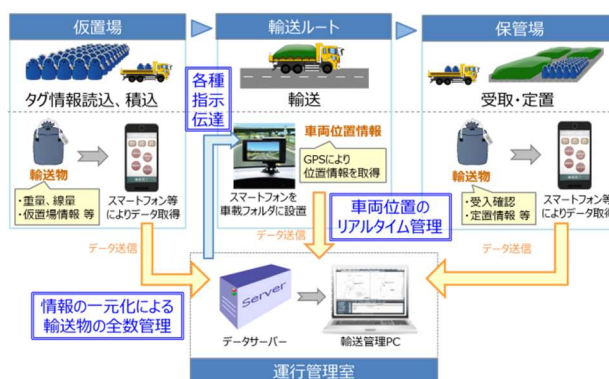


図-3 輸送物の全数管理の概要

いる除去土壌等には、除染作業時に取り付けられたタグに重量や線量、放射能濃度等の各種情報が記録されている。除去土壌等の仮置場での積込時に、スマートフォンの二次元バーコード読取機能を利用し、タグ情報の読込を行う。その情報は管理室のデータベースサーバに送信され、情報の一元管理が行われる。ここで、データ収集に使用したスマートフォンは、そのまま車載端末として使用する。スマートフォンには所有者である運転手および車両情報が記録されているため、仮置場にて積込を行った除去土壌等の情報が、運転手および輸送車両情報と関連付けられる。輸送中においては、リアルタイム位置管理機能により、位置情報を把握しながら運搬するため、輸送物のリアルタイム位置管理が行えることになる。目的地である中間貯蔵施設の保管場に到着した際には、車両重量、受入確認、スクリーニング等が行われることになるが、それらの情報もスマートフォンに登録することで、輸送物が確実に目的地に到着したことを管理する。

以上のように、輸送物の仮置場での積込から保管場における荷下ろしに至るまでの全数管理が行えるシステムである。

(3) 安全支援機能

表-2 に示したように本システムは、複数の安全支援機能を搭載している。

まず、本システムでは、走行中の運転手に対し、車載端末となるスマートフォンを通じ、運行管理室から指示や注意喚起を行うことが可能である。発信されたメッセージは、音声ガイダンスとして走行中の運転手に伝達される。走行中は、車載端末により輸送路をナビゲーションしているが、指定されたルートから逸れて走行した場合には、管理室の管理パソコン上に警告が表示され、直

ちに運転手に注意喚起を行うことが可能である。

次に、車載端末の動画機能を利用したドライブレコーダを搭載している。このドライブレコーダにより、運行管理室にて走行中の車両の動画をリアルタイムで確認することが可能であり、運転手と管理室で走行中の現地状況を共有することができる。

さらに、車載端末には、加速度センサが組み込まれており、事故や渋滞の早期検知が可能である。また、走行中の急加速や急減速等といったデータを記録することも可能である。記録された加速度データを収集し、情報を整理することで、走行時の急減速が多発するような場所を抽出し、危険個所として記録し、輸送時のナビゲーションに組み込むことで、危険個所の周知が行える。収集した加速度データは、運転手の情報と紐づけられており、運転手の運転特性を把握することもできる。このデータを元に危険運転者には安全教育を実施し、事故を未然に防ぐといった対策を施すことができる。

4.3 適用事例

パイロット輸送の実施状況を図-4 に、本システムを使用して輸送を行っている際のシステム管理画面等を図-5 に示す。図-4 に示すようにパイロット輸送は、仮置場で



図-4 パイロット輸送実施状況

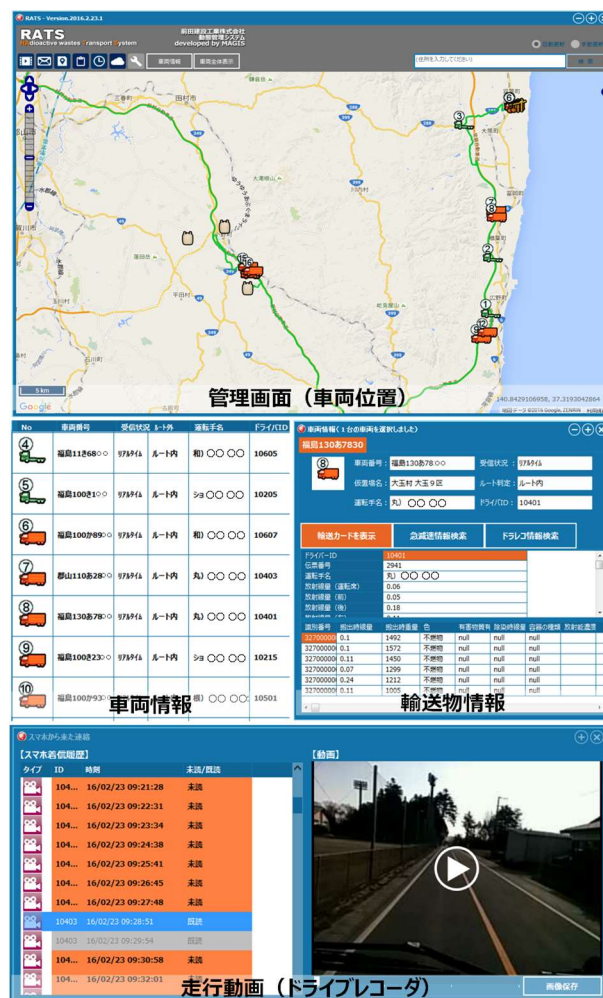


図-5 RATS 管理画面

の除去土壌の取出し、トラックへの積込から、輸送および中間貯蔵施設の保管場への輸送物の定着までが一連の作業となる。

図-5 に示すように RATS は地図上に輸送車両の位置が表示され、現在どこを走行しているのかが分かる仕様となっている。また、輸送車両の情報とその車両が輸送している輸送物の情報も管理画面上で把握することが可能である。さらに、走行中の現地状況も動画で確認することができ、その走行情報はドライブレコーダで記録される。

また、輸送中の走行データも加速度センサを搭載した車載端末に記録される。その急減速等の走行データの収集例を図-6 に示す。

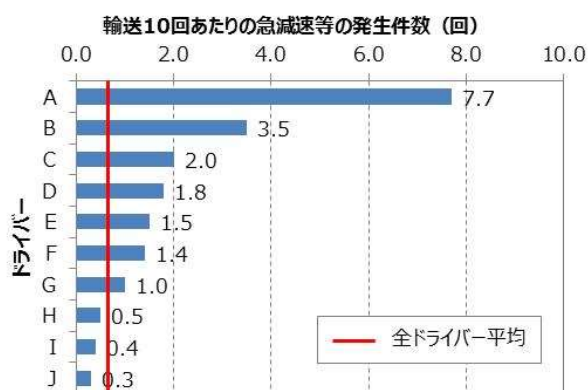


図-6 急減速等の発生件数の例

図-6 は、輸送中のある1か月間における急減速等の発生回数をドライバーごとに整理したものである。これらのデータを運転手にフィードバックし、教育を施すことで、事故を未然に防ぐ対策を取ることが可能となる。

今回のパイロット輸送事業では、RATS による輸送管理を行いながら、事故を起こすことなく、輸送を完了することが可能であった。

5. 入退域管理システム

1. で言及したように、中間貯蔵施設の建設予定地は帰還困難区域であり、立入が制限され、内閣府により、ゲートが設けられ警備員を配置し、厳格な入退域管理が行われている。しかしながら、現在の入退域管理は、入域する人員、車両を警備員がリストを確認しながら照合を行うもので（図-7）、非常に時間を有している。

中間貯蔵施設への除去土壌等の輸送においては、その輸送量が膨大であることに伴い、大量の車両が中間貯蔵施設近隣に集中することとなる。また、輸送車両のみならず、中間貯蔵施設整備に係る工事車両や、近隣住民の車両の往来等様々な車両が通行することとなる。

中間貯蔵施設事業の本格稼働に伴い、通行車両が大幅に増加することが予想され、入退域に要する時間が道路の渋滞につながり、大量輸送の足かせになると推測され



図-7 現状の入退域管理状況

る。そこで、入退域を自動化することで確認に要する時間の短縮を実現し、かつ通行車両、人員情報を自動記録することで高いセキュリティ管理機能を有する入退域管理システムを開発した。

5.1 システムの概要

本システムは、UHF 帯のリーダライタと人員用のカード式 RFID、および車両用のシール式 RFID（図-8）を用いて、車両と人員の照合を速やかに行うものである。また、通過した車両および人員情報はデータとして記録される。システムの概要を図-9 に示す。



図-8 車両用のシール式 RFID

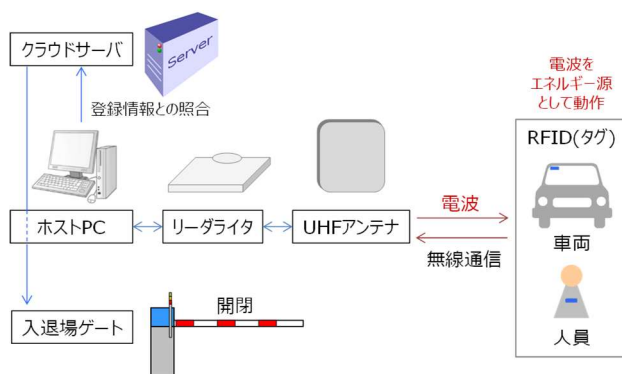


図-9 RFID による入退域管理システム概要

RFID とは、Radio Frequency Identification の略であり、無線電波を利用して非接触で IC チップ等の電子タグのデータを読み書きする技術である。本システムでは、パッシブ型の RF タグを使用する。これは、リーダからの電波

をエネルギー源として動作するものであり、電池を内蔵する必要がない。そのため、非常に安価に生産することが可能である。

また、無線電波の発信には、UHF アンテナを使用する。UHF アンテナは、300MHz から 3GHz の周波数帯で 10cm から 1m の波長であるため、多向性のアンテナとして利用される。認識範囲は楕円形状であり遮蔽物なども回り込んで、RFID を認識することが可能である（図-10）。

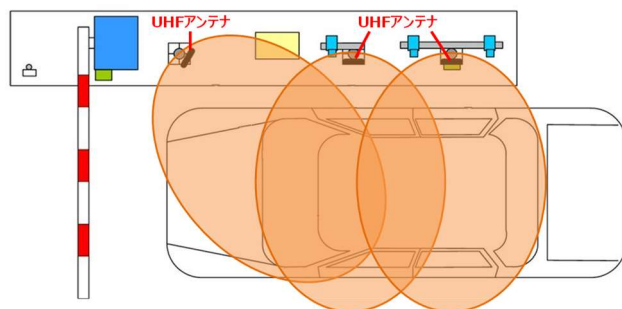


図-10 UHF アンテナによる電波の認識範囲のイメージ

5.2 従来の方法との違い

従来の手作業と本システムによる入退域管理の方法を比較したフロー図を図-11 に示す。

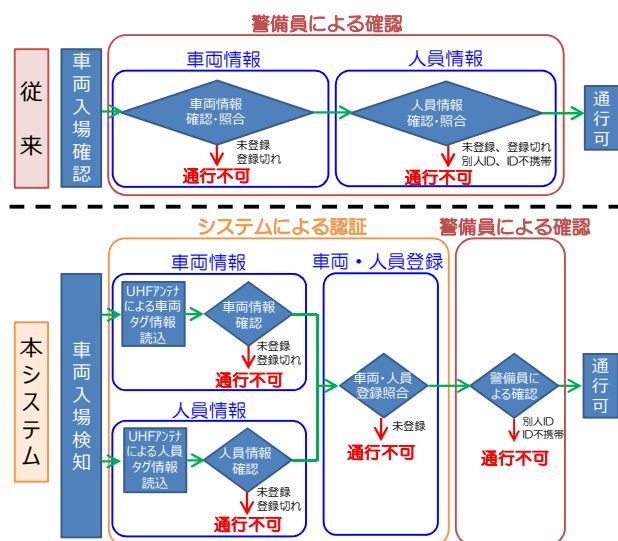


図-11 従来とシステムによる入退域管理の比較

従来の入退域管理は、警備員が、入場してきた車両、人員について、リストを確認しながら照合を行うものである。

一方、本システムでは、センサにより車両の入場を検知する。車両の入場が検知されたら、UHF アンテナから電波の発受信を開始し、車両、人員の RFID の読取を行う。読取られた情報は、データベースの情報と照合され、通行を許可されている車両、人員であれば通行可能となる。

本システムの運用においては、システム上で通行可能

となった後に、警備員により車両、乗車人員の確認を行い、最終的に人の判断によりゲートの開閉を行い、通行を許可する。機械認証だけでなく、最終的な判断を人力で行うことにより、別人の ID での入域等を防止し、さらに想定外の事態にも柔軟に対応できるシステムとしている。

従来の方法にて時間を要するのは、リストから該当する車両、人員を警備員が探す作業である。本システムであれば、自動的に照合された車両、人員の情報がただちに警備員用の管理画面に表示される。そのため、警備員による最終的な確認を行ったとしても、入退域に要する時間を大幅に短縮することができる。

5.3 システムの特徴

本システムの特徴を表-3 に示す。

表-3 入退域管理システムの特徴

項目	特徴および利点
非接触式RFIDの採用	所要時間の短縮が可能
読み取りデータの記録	入退域記録を自動保存でき、リアルタイムで閲覧できるため、セキュリティレベルが向上

本システムでは、非接触式の RFID を採用しているため、RFID を空間的に検知することが可能である。つまり、読取装置に RFID を接触させたり、近づけたりしなくとも、迅速な検知が可能である。

本システムにて読取られた車両および人員の個別情報は、クラウド上のデータベースと迅速に照合される。ここで、個別情報とは、氏名、登録ナンバー、所属、有効登録期限、通行可能ゲート等である。また、中間貯蔵施設に係る入退域においては、登録車両に登録されている人員が乗車する必要がある、それらの情報も含まれる。この照合を迅速に行うことができるため、車両 1 台あたりの入退域に要する時間を短縮することが可能となる。

そして、車両や人員の入退域時刻等は自動的に記録、保存され、その記録をリアルタイムに閲覧することが可能であり、人為的な確認ミス等を防止するとともに、情報セキュリティ面での強化にも寄与する。

また、車両用の RFID はシール式であり、車両のフロントガラスに貼り付けるだけで設置が可能となる。そのため、ETC のような双方向通信に比べ、車両側に特殊な機械等を設置する必要が無く、経費をかけずに大量の車両への導入が可能である。

5.4 実証試験

(1) 目的

本システムを利用した際の入退域管理における所要時間の短縮の検証を目的として、中間貯蔵施設の建設が予定されている双葉町内にて、本システムの実証試験を実施した。

(2) 装置

実証試験に使用したシステムの概観を図-12 に示す。

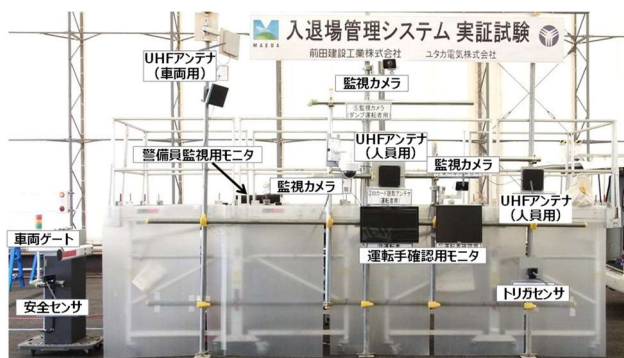


図-12 実証試験における入退域管理システム

車両が入場すると、トリガセンサにより車両の検知が行われる。車両が検知されたら、3 か所の UHF アンテナから電波の送受信を開始し、車両および人員の RFID を読込む。読込まれた情報は、管理 PC に送信され、サーバ内のデータと直ちに照合が行われる。照合により、登録済みの車両、人員であった場合、警備員監視用モニターに通行許可のメッセージが表示される。

警備員監視用モニターには、監視カメラによる運転席、後部座席の映像が表示される。また、RFID を読取った際には、登録されている車両情報と顔写真を含む人員情報が警備員の監視用モニターに表示される。警備員は、登録されている顔写真と監視カメラ映像により、同一人物であることを確認し、システムによる通行許可が出ていることを確認してから、ゲートを開け、車両を通行させる仕様とした。

また、システムにより、車両または人員の照合が行えなかった際には、照合できなかった内容のエラーメッセージが警備員用監視モニターおよび運転手確認用モニターに表示され、警備員および運転手がそのエラー内容を確認できる。

(3) 試験方法と試験ケース

本試験は、実際の輸送に使用される 10t ダンプトラックと通勤用車両を対象としたライトバンを対象として、入退域に要するゲートの通過時間を計測し、従来の警備員が手作業により確認を行った場合の通過時間と比較し評価を行った。

試験ケースを表-4 に示す。Case1 は、運転手のみが乗車した 10t ダンプトラックを対象とし、Case2 は、4 人が乗車したライトバンを対象としたものである。Case1 および 2 において、ゲート通過時間は、車両がゲートに入場、停車してから、ゲートを通過するまでに要する時間とした。Case3 では、Case1 のダンプトラックと Case2 のライトバンを連続してゲートを通過させ、車両が連続で通過

表-4 入退域管理実証試験ケース

Case No.	対象車両	先行車両	乗車人数 (人)	概要
Case1	輸送車両	なし	1	運転手のみが乗車したダンプトラックに対し、車両の停止からゲート通過までの時間を計測。
Case2	通勤車両	なし	4	運転席、助手席、後部座席 (2名) に計4名が乗車したライトバンに対し、車両の停止からゲート通過までの時間を計測。
Case3	通勤車両	あり	1	運転手のみが乗車したダンプトラックとライトバンを2台連続させてゲートを通過させ、車両が連続で通過した際の所要時間を計測。所要時間は、先行のダンプトラックがゲートを通過し終えてから、後続のライトバンがゲートを通過するまでの時間とした。

する際の所要時間を計測した。Case3 においては、先行のダンプトラックがゲートを通過した後にゲートが再び閉じてから、後続のライトバンがゲートを通過するまでの時間を車両 1 台あたりのゲート通過時間とした。

(4) 結果と考察

実証試験の実施状況を図-13 に、ゲート通過の所要時間の計測結果を表-5 に示す。



図-13 実証試験実施状況

表-5 実証試験結果

Case No.	対象車両	先行車両	乗車人数 (人)	車両 1 台あたりの所要時間 (秒)	
				従来	システム
Case1	輸送車両	なし	1	60	10
Case2	通勤車両	なし	4	70	15
Case3	通勤車両	あり	1	60	15

表-5 より、従来の警備員による手法では、ゲート通過の所要時間は、車両 1 台あたり 60~70 秒程度を要した。一方、本システムを利用した場合では、車両 1 台あたり 10~15 秒での通行が可能であり、大幅に時間を短縮することが可能であった。

また、連続して車両を通過させた Case3 においては、単独で車両を通過させた場合よりも所要時間が長くなった。これは、ゲートを閉じてから、車両が入ってくるまでの時間が余分に計上されているためである。実際の運用にあたっては、連続的に車両が進入してくることが想定されるため、Case3 の所要時間がより現実的な値となると考えられる。

試験結果を元に、本格輸送時を想定した本システムの導入効果の検討を行った。検討条件を表-6 に、検討結果を表-7 に示す。

表-6 システム導入効果の検討条件

輸送車両台数	輸送数量は最大量を想定し年間600万袋/年
	1台あたりの輸送量は6袋
	年間250日稼働
ゲート数	入域用、退域用それぞれを個別に設置するとして計上
設置面積等	1ゲートあたり車幅6m、後方の停車スペース20mとして、全体の設置面積を算出
配置警備員数	従来は1ゲートあたり2人、システムでは1ゲートあたり1人として算出

表-7 システム導入効果の検討結果

項目	単位	従来	システム	システム/従来
輸送車両	台/日	4,000	—	—
(必要処理台数)	台/時間	1,000	—	—
処理可能台数	台/時間	60	240	4倍
必要ゲート数	ゲート	34	8	1/4.25
延べ設置面積	m ²	4,080	960	1/4.25
配置警備員数	人	68	8	1/8.5

本システムを利用した場合の時間当たりの処理可能台数は、240 台/時間となり、従来の 4 倍の処理速度となった。また、ピーク時の車両を通行させるのに必要なゲート数は、入域用と退域用を個別に設置するとした場合、従来の方法では、34 ゲートが必要となるのに対し、8 ゲートで対応可能となることがわかった。

さらに、ゲートの設置面積についても、ゲート数が減

少すること、車両の待機スペースが減少することから、延べ設置面積も削減できることになった。

最後に本システム運用時におけるゲートのイメージ図を図-14 に示す。



図-14 ゲートイメージ

6. おわりに

著者らは、安全、確実な輸送を実現するための輸送管理システム、輸送車両の中間貯蔵施設への入退域に伴う渋滞の緩和を実現するための入退域管理システムの開発に取り組んできた。今後は、両システム共に改良を加え、本格運用に向け成熟させていく予定である。

今後とも継続的に中間貯蔵施設事業に取り組んでいき、東日本大震災からの真の意味での復興に貢献していく所存である。

謝辞：輸送管理システムは、応用地質（株）、（株）KCS、入退域管理システムは、ユタカ電気（株）に多大なるご協力をいただいた。ここで謝辞を申し上げる。

参考文献

- 1) 環境省 HP、除染特別地域の概要・進捗
<http://josen.env.go.jp/area/>
- 2) 環境省：中間貯蔵施設に係る「当面 5 年間の見通し」、2016
- 3) 環境省 HP、中間貯蔵施設の配置図
<http://josen.env.go.jp/chukanchozou/about/>
- 4) 環境省：パイロット輸送に係る検証報告について、2016