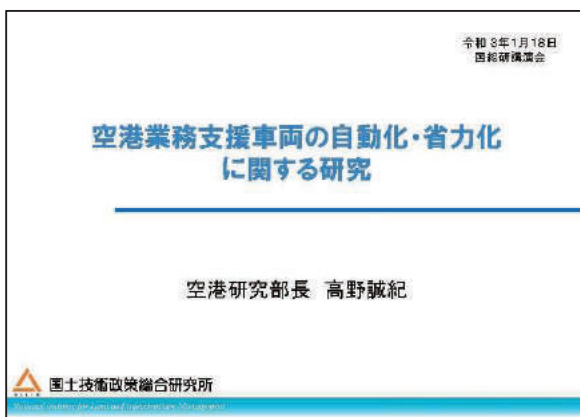


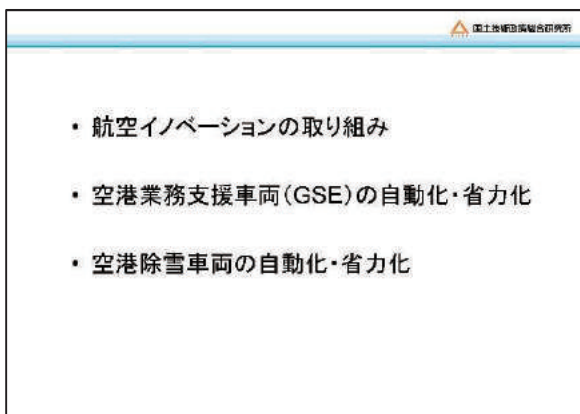
11. 空港業務支援車両の自動化・省力化に関する研究

(国土技術政策総合研究所 空港研究部長 高野 誠紀)

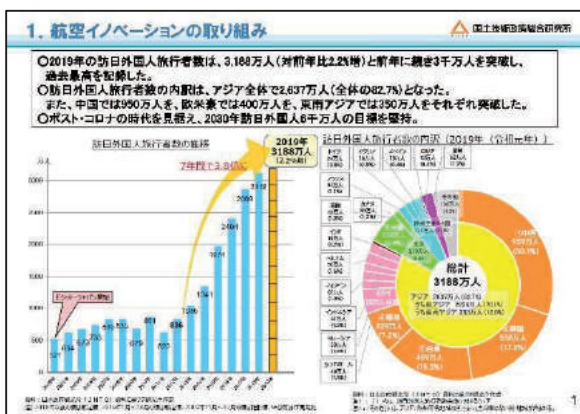


空港研究部の高野といいます。

本日は、「空港業務支援車両の自動化・省力化に関する研究」と題しまして報告をさせていただきます。



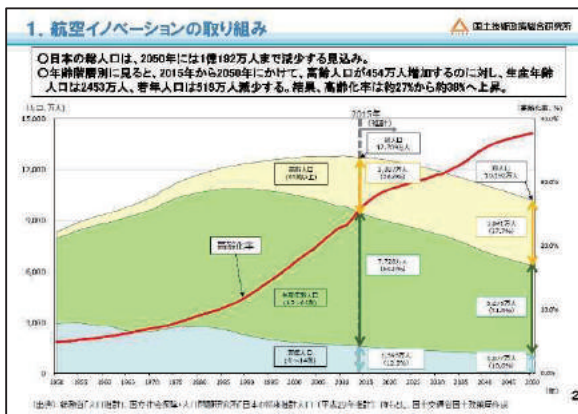
話の流れとしましては、最初に航空イノベーションの取組、これは全体の概要になります。こちらをお話しした後で、個別の内容ということで、空港業務支援車両の自動化・省力化、そして、空港除雪車両の自動化・省力化という順で話をさせていただきます。



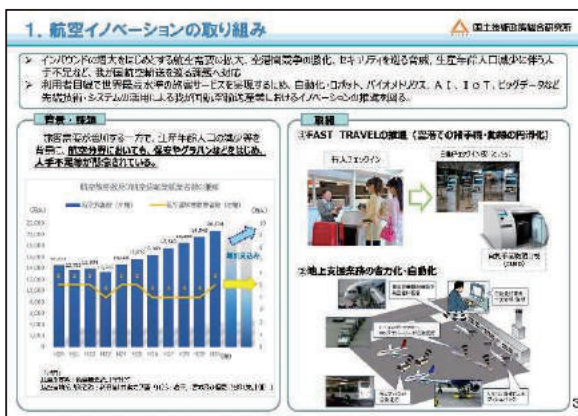
最初は航空イノベーションの取組の背景というところになります。何といたってもやはり外国からの訪日旅客数、これへの対応ということになります。左側のグラフを見ていただきますように、2019年の訪日外国人旅行者数は3,188万人ということで、8年連続過去最高を記録したということでございます。ただ、現在はコロナ禍の影響を受けておりますので、非常に惨たんたるありさまということになるかと思えます。

昨年11月に発表されました1月から10月までの旅客数によりますと、前年比85%の減ということで、数としましては400万人と非常に少ない状況になっております。ただ、今後アフターコロナという状況の中で、この旅客航空需要が回復するのはいつかということがいろいろな国際機関で予測されておるところです。IATAという国際航空運送機関によりますと、GDPの回復に連動するという予測の中では、2023年から2024年、この辺でコロナ以前の状況に回復するだろうというふうに予測

されているところですし、我が国の観光ビジョンの中でも 2030 年の 6,000 万人という目標は依然堅持されているという状況です。



一方で、受入れサイドに目を向けますと、こちらのグラフはよく御覧になるとと思います。日本の総人口の推移になります。現在総人口は減少の時代に入っておるという中で、高齢人口は増加する、生産年齢人口や若年人口が減少するというの中では、人材の確保が非常に大きな課題になっておるところです。そうしますと、まず人材の取り合いということがありますけれども、人手をかけないサービスの在り方、新しいサービス供給の在り方というものが求められるということになります。

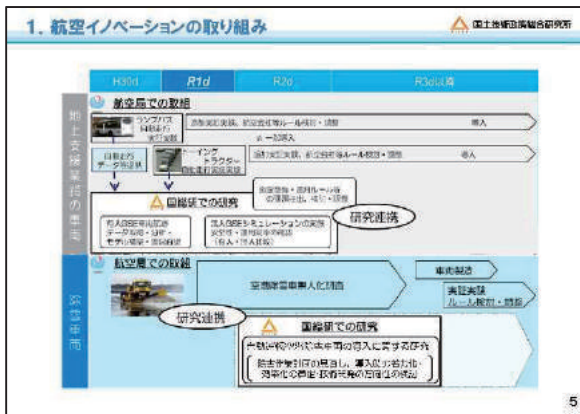


航空業界の中でも、左の棒グラフに示しますように、旅客は増えておりますけれども、折れ線グラフのように、就業者数は横ばい状態になっております。先ほども言いましたように、将来のインバウンドの回復あるいは増加を見据えますと、やはり航空機の運航に関わる人材が必要になってくるということになります。

世界最高水準の旅客サービスを実現するという目標の下では、自動化とかロボット化、AI、IoT、こういったものを利用した新しいサービス体制、形態をつくっていく必要がある。具体的には右側にありますようなFAST TRAVELの推進、こちらは空港での諸手続・動線の円滑化というものですし、2つ目は、これからお話しします地上支援業務の省力化・自動化という分野になります。



ここで航空イノベーションの全体を改めて御説明いたしますと、空港間競争の激化、ちょっと質が変わってきておりますけれども、依然としてその競争というものはありますし、旅客需要は回復すると。そういった中では、供給サイドの懸念を払拭する必要があるということですから、ハード面では発着容量の確保、これは施設整備によりますけれども、あるいはターミナル容量の確保は必要ですし、ソフト面といたしましては、利用者サービス、地上支援業務、こういった分野でのイノベーション、革新を進めていくということになります。



ここからは具体的な話になります。現在国総研が取り組んでおります2つの取組について紹介させていただきます。

1つは地上支援業務に関わっております多種多様な車両についての自動化・省力化ということです。こちらは平成30年度から取り組んでおります。民間には、そこにありますように、ランプバスの自動化とかトーイングトラクターの自動化、こういった部分については民間の技術に担っていただくということですが、国としましては、こういった車両自動化に伴います施設整備とか運用ルール、安全性等の検証、こういったものを分担して担っているということでございます。

もう1つ、除雪車両の自動化ですけれども、こちらにつきましては、令和2年度、今年度からの取組になっております。やはり車両の自動化が前提になっておりますけれども、国総研といたしましては、除雪作業計画の見直し、あるいは導入時の省力化・効率化の検証、こういったものを役割として担っているということでございます。

もう1つ、除雪車両の自動化ですけれども、こちらにつきましては、令和2年度、今年度からの取組になっております。やはり車両の自動化が前提になっておりますけれども、国総研といたしましては、除雪作業計画の見直し、あるいは導入時の省力化・効率化の検証、こういったものを役割として担っているということでございます。



そもそも地上支援業務とはどういったものかということをお話します。グラウンドハンドリングという言い方もしております。主なものにはランプハンドリングという分野があります。これは空港の駐機場での航空機運航支援ということです。航空機には貨物の積卸しがありますし、航空機をプッシュバック・トーイングという牽引する作業もあります。

また、皆様、航空機に乗られるときには旅客輸送用のバスに乗られることもあると思いますし、給油作業、そういったものもあります。また、貨物ハンドリングという分野でいいますと、貨物の積付けとかコンテナ貨物の搬送、こういったものに車両が使われているということです。

また、皆様、航空機に乗られるときには旅客



こういった多様な車両につきまして、どのように自動化を進めるかということですが、段階としてはフェーズIからフェーズIVまでを段階的に進めまして、目標としては2030年度までに導入するという全体の工程を引いております。現在2020年ということですのでフェーズIIまで進んでいるという段階ですし、この図の中にありますような星印につきましては、実証実験などを民間の力をおかりしながら進めて

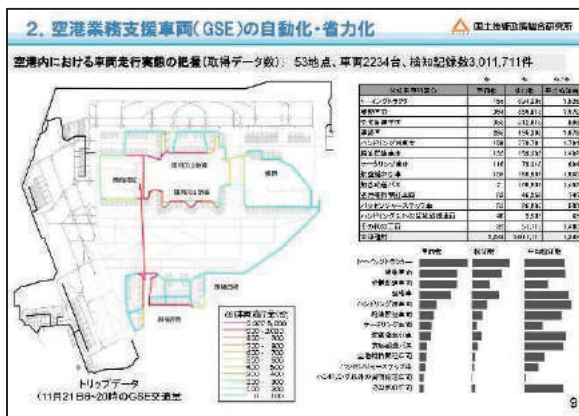
いるというところです。

例えば旅客につきましては、まず乗降時に使用するパッセンジャー・ボーディング・ブリッジ、こういったものの装置を遠隔で操作する、自動装着させるという技術もありますし、先ほど言いましたように、旅客の輸送ということで、バスに関しましてレベル3からレベル4に自動化を進めていくという段取りで進めています。

また、中段、手荷物の積付け作業も機械化を進めているということもありますし、下段にあります貨物の搬送につきましては、トローリングトラクターといった車両を使ってコンテナ貨物を輸送する。この分野につきましても 2025 年を目標に今導入を進めているところです。



こちらは実証実験をどこで実施しているかという図になります。実際に空港の現場を活用しまして、ただ、通常は空港業務に支障のないように調整しながらということで、仙台空港を初め、成田、羽田、中部空港、関西空港、佐賀空港、こういったところで実証実験を実施しているというものです。



このように、車両機器につきましては民間主導で技術開発を進めていただいておりますけれども、一方で、空港サイドとしましては、受け入れる側として、その設備とか運用面でのルール化、そういったものを整える必要があります。

こちらは羽田空港の図になりますけれども、羽田のような巨大な空港ですと、自走式の車両だけでも 3,000 台を有しておりますので、非常に多くの車両が運行されております。そこで、

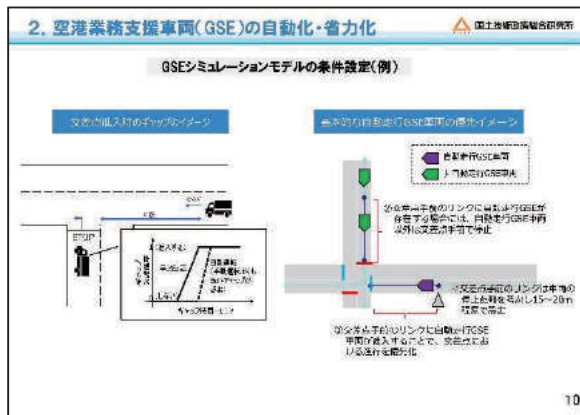
自動化を導入した場合に、オペレーションが効率化されるのか、また、安全確保が十分なのか、そういった評価をあらかじめしておく必要があります。これらの評価をシミュレーションで実証することが国総研、私どもの役割ということでございます。

まず、車両の走行実態を把握することが必要になりますので、車両にビーコン発信器を設置しまして、空港内 53 地点に受信機を設置します。通路の分岐点とか要所要所に設置することにしました。7日間 24 時間連続で観測を実施しまして、データを取得した結果が右側にあります表とグラフになります。こちらに車種別の数、あるいは信号の発信の検知回数、そういったものを整理しております。

こういったデータを基に、車両がこういった経路をどのぐらい走っているかを図示したのが左の図になります。色別にしておりまして、赤系統に行くほど車両の走行数、通行量が多いことを意味しています。

この辺が国内線のターミナルビルがある場所、こちらが国際線のターミナルビルがあります。必然的ですが、ターミナルの直近で、赤い通行量が集中する場所があります。また、国内線地区と国際線地区を結ぶトンネルがございますので、そちらにかなり集中していることが実態として把握できるといってございます。

ちなみに、このトンネルにつきましては、2020年に新たにもう1本トンネルを築造いたしまして、現在は2本のトンネルを運用しているという状況がございます。



さて、シミュレーションするといってもいろいろな条件設定が必要になってまいります。先ほど交通量についてはある程度実態をまとめたということですが、例えば交差点などの車両の動きにつきまして交通ルールを設定することが必要になってきます。

左の図を御覧いただきますと、例えば交差点で一時停止します。その後また動き出すというときに、当然ギャップ、タイムラグが発生します。

これが有人車両ではなくて自動車両になりますと、この待ち時間が長くなることが想定されます。そうしますと当然全体の交通量に影響を与えますので、この影響を抑えることが必要になってきます。

1つの方法は、単純な方法ですが、停止時間を短くする。ただ、そのほかにも交差点での優先走行権を与えるという方法も想定されます。右の図にありますように、例えばこの紫、自動走行車両が交差点に近づいたら、この緑色は有人車両を表示していますけれども、自動車両の走行を優先して、有人車両は一時停止すると。例えばそういった自動走行車両への優先権を与えることで全体としての交通流がスムーズになることも考えられますので、そういった条件づけが幾つか必要になってきます。

| 自動走行車両の種類 | なし | 10% | 50% | 100% |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 自動走行車両の導入割合 | 0% | 10% | 50% | 100% |
| 自動化の段階 | 遅い (10km/h) | 遅い (15km/h) | 遅い (20km/h) | 遅い (25km/h) |
| 追い越し機能 | なし | なし | あり | あり |
| 優先権 | なし | あり | あり | あり |
| 安全確保 | 遅い | 遅い | 遅い | 遅い |
| 時間損失 | 遅い | 遅い | 遅い | 遅い |
| 導入コスト | 遅い | 遅い | 遅い | 遅い |

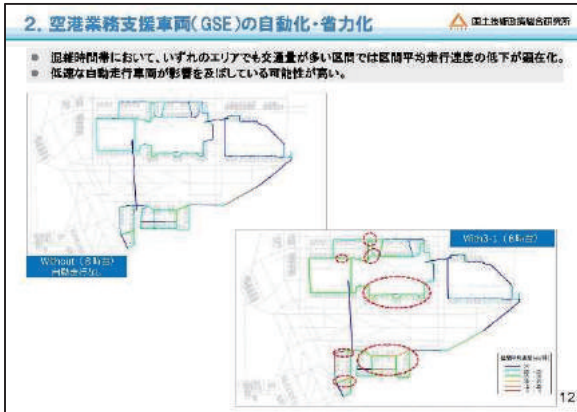
それらをまとめた表がこちらになります。先ほど申しました自動走行車両への優先化の目的は、車両の円滑化、安全な走行の確保、また、全体としての時間損失の削減、こういったものを目指しておりますので、条件の設定とか組合せでどれが最も効果があるのかということの評価が必要であるということでございます。

表を見ていただきますと、例えば自動走行車両の導入率、こちらに10%、50%、100%という段階を示しております。

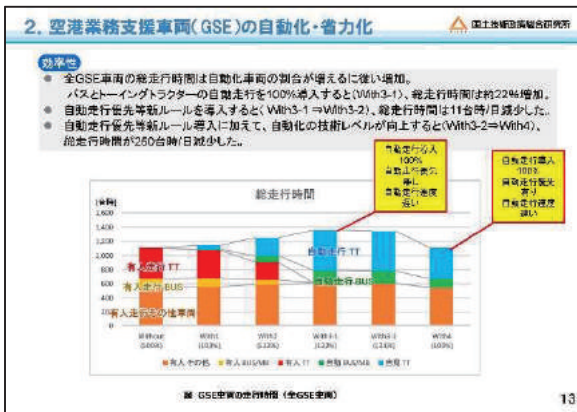
ちなみに、この自動化の想定は、多種多様な車両の中で今回は2つの車両に限定しています。1つは旅客運送用のバス、もう1つはトローリングトラクターというコンテナ貨物を搬送する車両、この2つの車両にまずは限定しています。

自動化の技術レベルとしては、例えば走行速度が遅いというのは、これは実態の走行速度を参考に

した数値ですけれども、やや遅めの速度から速い速度に条件を変えるということもありますし、運用ルールでは、先ほど言いましたように、交差点での優先走行権を与えるか与えないか、そういった条件設定との組合せを想定しています。これが全てではありませんけれども、まずはこういった条件で考えてみたということです。

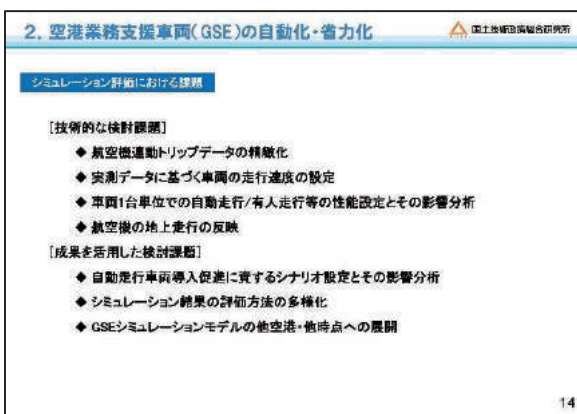


その結果がこちらに示した図で、こちらは車両の平均速度を図示しています。青い色の部分がやや速めの速度で、赤に近づくほど遅くなるということです。左側が自動走行なしの場合で、右側が自動走行を一部 100%にしたところ。そうしますと、違いが出てくるように、右の図の方では黄色い線とかオレンジの線が出てきます。平均速度が低下しているということを意味しています。



こちらは総走行時間という指標で比較したものです。グラフの左側は自動走行なしのケースです。そちらの自動走行を 10%、50%、100%と増やしていきます。そうしますと、これは自動走行の導入率だけ上げていったケースですので、全体としての総走行時間が増えていく傾向が見えます。そちらにさらに優先走行権など条件を加えますと、総走行時間が下がる、低下するという結果が出てきます。総走行時間という

のは1つの指標ですから、これで全てを判断するわけではありませんけれども、こういった評価をしながら導入方法を考えていくということです。




GSEの自動化につきましてはまだ課題がありますので、引き続き検討していく余地があると考えています。

3. 空港除雪車両の自動化・省力化

国土交通省航空局研究開発部

- 空港除雪の特殊性
 - ・定められる高さについて
 - ・国際基準等に定められる、滑り摩擦係数を算定することが必要
 - フラックトップ（アスファルト面の露出）が原因で、乗降者のノウハウが重要
 - ・除雪の日頃作業
 - ・空港の安定な運航のため除雪作業時間を短縮
 - （新千歳空港では滑走路一本を既製凍20分で除雪完了）
 - 大型・高機能車両の導入により計画的・効率的な運用を可能
- 空港内における応用技術
 - ・滑走路等の広大な開放空間における自己位置認識
 - ・雪量測定における自己位置認識



新千歳空港
滑走路長さ9.3km

15

ここからは空港除雪車両の自動化・省力化についてお話をします。

道路での除雪は皆さんもよく御覧になっているかもしれませんが、空港の除雪には幾つもの特殊性があります。1つは除雪の精度というものです。実は国際基準に定められておりまして、滑走路面の滑り摩擦係数を確保することが求められています。航空機の着陸速度は時速250キロぐらいありますので、滑走路面をしつ

かり露出させる、それによって摩擦係数をちゃんと確保することが必要になってきます。

もう1つは除雪に要する時間です。例えば新千歳空港ですと滑走路1本につきましては20分で除雪を終えることを目標にしています。長い時間をかけますと上空で航空機が長く待機することになりますし、遅れることによる経済的な損失、そういったこともありますので、目標を定めているということです。また、空港というのは非常に広い空間ですので、それぞれ車両の自己位置認識技術も必要になってくるということがございます。

こちらの写真は新千歳空港の除雪車両部隊の数になります。100台近くの除雪車両が動き回って、こういった目標を達成するために頑張っているということです。

3. 空港除雪車両の自動化・省力化

国土交通省航空局研究開発部

除雪車両の編成(例)



滑走路中心線

16

そもそもの空港の除雪作業の手順をちょっとお話しします。主に4種類の除雪車両が編隊を組んで一気に進めていくというやり方です。先頭にブラウ除雪車が滑走路の外側外側に雪を押し出していくと。その後、ロータリー除雪車が走って雪を吹き飛ばして、その次にスーパー除雪車というブラシを装備した車両が雪をかき取って滑走路面を露出させまして、最後に凍結防止剤を散布していくといった手順で進めております。これを自動化するという事です。

主な手順としましては、まず、自動運転除雪技術の空港への適応性の検討があります。道路などでは先行している技術がありますので、こちらの適応性の検討をするということです。

2つ目に、空港の除雪作業計画等の検討があります。先ほどもお話ししましたように、現在の除雪の体制とか除雪の計画というものがありますけれども、自動化を導入した際にそれらが同じようなやり方でいいのか、あるいは一部変

3. 空港除雪車両の自動化・省力化

国土交通省航空局研究開発部

①自動運転除雪技術の空港への適応性の検討

自動運転除雪技術の
利便性

国内・国外
運送

空港への適応性の検討

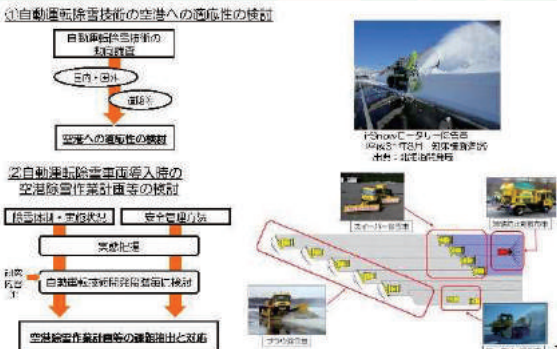
②自動運転除雪車両導入時の
空港除雪作業計画等の検討

除雪体制・作業状況 安全管理方法

業務効率
自動化による除雪計画の最適化

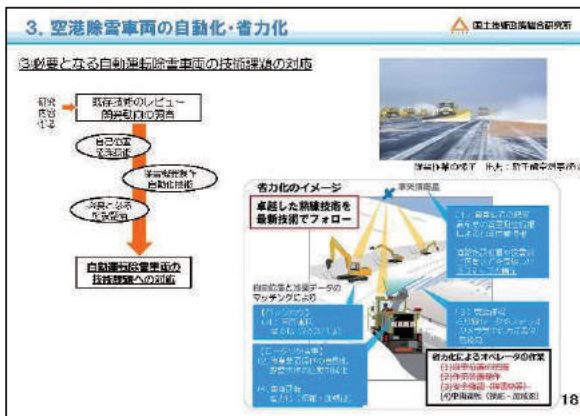
利便性
自動化による除雪計画の最適化

空港除雪作業計画等の最適化と対応

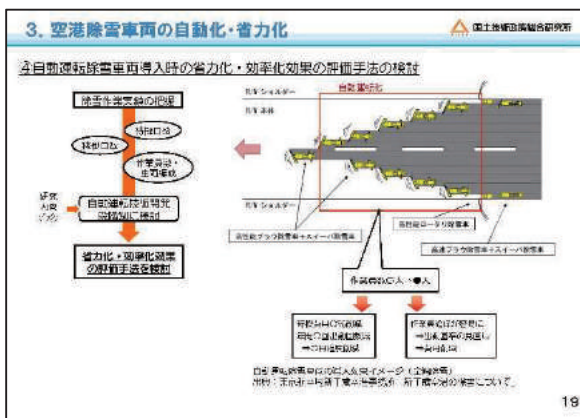


17

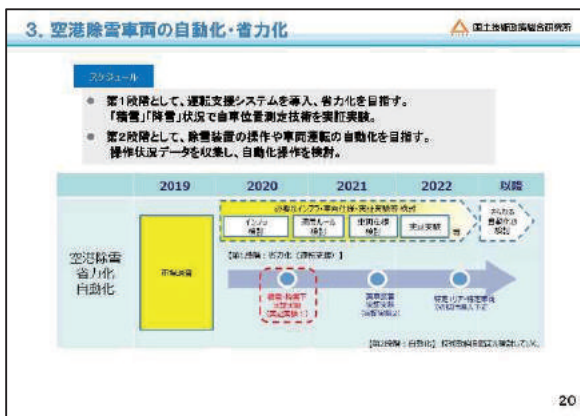
更なる必要があるのか、そういった除雪計画への反映について検討することが必要になってきます。



3番目ですけれども、自動運転除雪車両の技術といったものが実際に適応できるのか、実証実験などで確認していきます。先ほど言いましたような自己位置認識の技術、あるいは除雪の作業の一部手順を自動化する、そういったことが入ってきますので、それらの実証実験を現地において進めるということを考えています。



4つ目は省力化・効率化の効果の評価手法の検討になります。こちらは現状の待機日数とか稼働日数、あるいは作業員数、そういったものがどう変わるのか、それによってどれだけの効果があるのかということも検討する必要があると考えています。



最後に、除雪車両の自動化に関しまして大まかなスケジュールを載せています。今年度から始めたと申しましたけれども、当面3年間で一定の成果を出すことを想定しています。第1段階としましては、自己位置の測定技術の実証実験です。これは昨年の暮れに民間に対して技術の公募という手順でしました。そういった応募を受けた技術を使って現地で実証実験を予定しています。

第2段階としましては、除雪装置の操作、車両運転の自動化を目指すということで、操作状況データを取得して、それらの中で自動化にかなう部分を抜き出して、運用ルールも併せて車両の仕様の検討を行い、そういった実証実験につなげていくということを考えています。

除雪車両につきましては今年度から始まったということで、まだ始まったばかりですので、その成果につきましては、いずれまた紹介できればと考えております。

以上で私からの報告を終わらせていただきます。御清聴ありがとうございました。