

プラットフォーム〈第4回〉 議事抄録

日時：平成31年2月15日（金） 09：30～11：00

場所：TKP 札幌駅カンファレンスセンター 3階 3B ルーム

出席：・配布資料「プラットフォーム構成員」記載 計14名

（東京航空局 新千歳空港事務所・東日本高速道路株式会社 北海道支社は代理出席）

- ・北海道開発局 倉内 建設部長
- ・北海道開発局 事業振興部 技術管理課 河上 技術管理企画官（事務局：司会進行）
- ・北海道開発局 事業振興部 機械課 片岡 課長補佐（事務局：資料説明）
- ・衛星測位利用促進センター 松岡 シェアアドバイザー（アドバイザー：資料説明）

明)

- ・北海道開発局 建設部 道路維持課 高山 課長補佐（事務局：資料説明）
- ・北海道開発局 事業振興部 機械課 片岡 課長補佐（事務局：資料説明）
- ・寒地土木研究所 寒地機械技術チーム 山口 主任研究員（事務局：資料説明）
- ・北海道開発局 事業振興部 技術管理課 小野寺 技術活用係長（事務局：資料説明）
- ・事務局他 / 取材：報道機関3社

1. 挨拶（北海道開発局 倉内 建設部長）

- 本プラットフォームで推進する取組みについての課題はいくつかある。ひとつとして、最近の気象条件が極端化しており、雪害による災害が頻発している。早期復旧に向け視程障害等気象条件が厳しい中での除雪作業となるが、この課題をまず解決していきたい。
- オペレータ等人員不足の問題について、課題として大きいのは地方道（道道・市町村道）であろう。管理延長が長く、離散した区間の作業となる。また、現状では1台に2人乗り込んでの除雪となるので、コストがかかる。最終的には自動運転を目指しているが、一人でもオペレータを減らすことが、地方道の管理においても重要。このような部分は「i-Snow」において重要な検討項目となる。さらなる技術開発の上で克服しなければいけない課題もあるが、一つひとつ克服していきたいと思っている。
- 今年の春、国道334号知床峠において実証実験を行う。この後の会議の中で、実験の概要について報告させていただく。実験については、3月19日に予定している。
- 本日、萩原先生と野口先生より最新の除雪技術についてお話をいただき、「i-Snow」構成機関からも安全確認技術等それぞれの取組みについてご報告いただく。
- いろいろと課題はあるが、英知を結集し一つひとつ解決していきたい。

2. 事務局報告及び説明（司会進行：北海道開発局 事業振興部技術管理課 河上 技術管理企画官）

（1）プラットフォームメンバーの紹介

※名簿順に自己紹介。

（2）規約の改正について（北海道開発局 建設部 道路維持課 高山 課長補佐）

- 資料Aを見ていただきたい。最初に模式図が書いてある。今までの規約だと目的に賛同する方々が活動できるという形で明記していたが、実際にどのような活動ができるのか詳細には記載されていなかったため、ハードルが高く見えていたと思われる。いろいろな方が参加しやすく情報収集・共有ができるように規約を改正したい。

- この模式図の中でも、いろいろな取組みができるとなっている。例えば、単独で研究をしている方もいるし、知床での実証実験のようにいろいろな方の協力を得ながらグループを作って実証実験を行うこともある。今後、民間の方々や参加者の方々からの意見も出てくると思うが、そのような場合でも対応できるということを明記をしたい。
- 目的に賛同していただいて参加してみたい、情報を共有したいという方もいると思うので、新しい方に入ってきていただくためにも、規約改正を提案する。
- 具体の改正内容として、現行の規約では活動について、個人については明確になっていなかったが、明記をしていく。第5条では推進対策ということでいろいろな活動ができるということについて明記する。第6条では「i-Snow」の登録商標について、ロゴマークを含めて使用できるということについて明記する。入会・退会について今まで明記されていなかったのを、申込み様式を含め、今回の改正と共に明記していく。あまりないと思うが、場合によっては強制退会もあるということも明記する。登録商法については、メンバーであれば、営利目的以外で原則自由に使うことができる。取組みの参加規約について、例えば知床の実証実験では規約を作ってメンバーを募り、参加していただいている。

3. 有識者からの情報提供

(1) 海外の自動運転技術と北海道への適用（北海道大学大学院 工学研究院 萩原教授）

- 今回視察させていただいた結果を報告させていただく。除雪機械の自動運転技術と、通常車両の冬期自動走行に向けた取組について説明していく。
- Yeti プロジェクトは、空港除雪の自動化を目指しているもの。非常にしっかりとした構成で進めているもので、興味深いものであった。オスロにある SEMCON 社が主体となりプロジェクト体制を組み、オーベローセン社とアビノール社（空港管理者）と一緒に「Yeti スノーテクノロジー社」というジョイントベンチャーを設立している。しっかりと役割分担をしてプロジェクトを進めているところがすごいと感じた。SEMCON 社はトヨタの車両技術開発等もしており、センサーやシステム設計に優れている会社。元々は炭鉱地帯で機械製作を行っていた会社であるが後に軍事産業に入り、さらに高度なテクノロジーを扱っている会社である。
- 空港滑走路なので、閉鎖空間で自動化を進めている。はじめから、全車両が同時に自動化するわけではなく、1~2台は人が乗り5~6台は自動運転という形を目指しているシステム。もっとも重要なのは通信で、5Gの利用を目指している。5Gで大量のデータ通信を行うことができれば、センサーがなくても動かすことが最終的な狙いである。管制が必要という特徴もある。
- 自動化を進める上で、4つの段階を踏んで全自動運転に持ち込む計画である。最初の2ステップは自動化には関わりのない部分で、3ステップ目の「オペレータ支援」と4ステップ目の「全自動運転」が自動化に関わる部分。これらは知床のプロジェクトでは、「オペレータ支援」をやろうとしている部分である。空港の除雪に際し、通常の除雪体制や効率的な除雪について現状を把握（モニタリング）するのが第1段階。それをベースに次のステップを検討していったという。現状のモニタリング結果は、どうしたら一番良い成果を最小の力で残せるか考える上でのパーツとなる。仕組みがわかるとそこから計画を立てることができるので、新しいオペレータでもすぐに訓練ができるような、教科書的なもの、教師データが構築できる。そこですでにメリットが生まれる。次の段階では、気象・航空機の運航状況を踏まえて適切な除雪作業計画を立てていく。例えば、風向きや積雪予想等の情報で人員・機械配置計画を立てて、その通りにオペレートしていくという部分が自動になる。ここでは第1段階の教師データや成績評価という仕組みで動かしていく。これによって、かなり効率化を図ることができる。自動化に行く前の最初の2段階でもメリットを生み出せるように計画されているところが優れたプロジェクトだと感じた。3段階では、具体的な作業方法等やオペレート計画ができているので、どの部分を支援するのが最も良いのかを考え、一番有効な装置から自動化技術を取り入れてオペレータ支援をしていく。これによって省力化ができ、経験の浅い人でもしっかりとした成果を残せ、そのチェックもできる。最後のステップは、車両の自動運転は責任が持てないので車両メーカーに任せることとしており、そこに自分たちのオペレータ支援を載せて、動かしていくとのこと。

- 道路除雪に置き換えると、モニタリングし、評価をしていくことが重要である。評価とは、例えば人員や出来高（路面状況）、燃料消費量、作業内容（気象との整合）、また、その結果としての物流への影響等。そういったことのアウトプットを行う。その次に、気象条件や機械・人員等から効率的な除雪を考える。せっかく夜に除雪をしても、朝に降ってしまうと車が走れないという状態になることもある。そういったことを防ぐというのが2段階目。それから、どの部分を機械でカバーできるのかといったことを考えていき、段階的にオペレータ支援をする。その後、車が自動になったら走らせていく。といったことができれば良いと考えている。Yeti プロジェクトは参考にすべきだと思うので、ぜひ取り入れてもらいたい。
- この他、オスロから200キロ程北にある空港において2台の除雪車でデモンストレーションを行った動画を見せてもらった。今年はオスロ空港で導入するという。それを聞いたとき、離着陸が少ない稚内空港でもできるのではと考えた。資料の写真の通り、車両には多様なツール、実験機器が搭載されオペレーションしており、それらを作る人々が一生懸命働いている姿を見せていただいた。
- 非常に現実的で、メリットを得ながら自動化に向けて進んでいるというところが優れたプロジェクトである。我々だと、メリットを得るということをあまり考えていないのではないかと思うので、お金をかけるだけではなく、儲けながら前へ進むという考えが必要かと思う。
- もうひとつ、冬道での自動運転技術ということで、VTT を視察してきた。フィンランドとスウェーデンが冬の自動運転に熱心で、フィンランドのVTTの方で実車を見せていただいた。優れた方法だが、装置はありきたりなものであった。ここ2年、自動運転に関する研究を行っており、網走で実車を走らせているが、吹雪の中や凍結路面でも、今の装置であれば走れないということはない。あとは運用次第というレベルまでは来ている。フィンランドと大幅に違うところとして、北海道は雪が多くて横方向の制御が大変難しい。その部分を今後どうするのが大きな課題。
- AudiA8 という車両について。レベル3 という、60km 以下であれば、ハンドルを離しても走行できるということをメーカーが保証している車両である。ドイツの場合はアウトバーンの地図が完全にできているので走れる状況となっているが、法的にまだ認められておらず、許可が下りていない。他の車種も含め、このような車両は増えてきている。おそらく2020年東京オリンピックの時にはこのような車両が使われて、高規格道路（自動車専用道路）での走行が、一部ではあるがレベル4で可能になるという時期が迫ってきている。試乗した感想として、値段は高価だが、非常にすばらしい車だった。いずれ通常の車両にもこういったものが付いてくるだろうと思う。
- Yeti プロジェクトは、閉鎖空間で実験しているというところが知床と同じで、知床の映像を見てもらったが、すごく興味を持っていただいた。ノルウェーでも冬は閉鎖していて、夏に開通といった場所がたくさんある。同じような環境にあるので、我々のプロジェクトにも興味を持ってもらえた。冬の路面でも自動運転で走ることができるということがはっきりしてきているということがわかったのも、今回の視察の成果。我々も同じような技術でやっているの、海外に発信できるようなものにしていきたいと考えている。

(2) 自動運転技術に関わる最近の動向（北海道大学 農学部 生物環境工学科 野口教授）

- 農業ロボットの現状と今後の展望について。私は農業のロボット化、自動化が専門で、その範囲で説明させていただく。
- 我々は、今年度を「農業ロボット元年」と呼んでいる。自動走行の農耕機が世界に先駆けて、大手農機メーカー3社からロボット農機として商品化され、市販されている。2020年に向けて、遠隔監視による無人作業システムというのを実現するということが、政府のKPI「未来都市戦略2018」にも提言されている。国（政府）をあげて開発を進めているという状況。現在商品化されているものについては、目視監視が前提。2020年に遠隔監視を目指しているが、実現においては通信が重要で、5G等遅延がなく大容量のデータを転送できるシステムが必要である。もう一つ、遠隔監視の場合に課題となるのが圃場間移動である。一般道を走行するため、道路交通法や道路運送車両法といった法律が難しいハードルになっている。技術だけでは解決できない問題が含まれていて、実際、北海道の農場

は分散作耕といって飛び地になっている。そこでロボット農機を有効に使うとすると、圃場間移動を自動化（遠隔化）するということは非常に重要となってくる。車の自動走行では、2020年に向けて、一部デモンストレーションをする予定となっているので、そちらの動きを見ながら進めているところ。

- 内閣府では、昔の「国家戦略特区」に相当する「近未来技術等社会実装事業」を進めている。北海道・岩見沢市・更別村が事業に採択されていて、その事業の中で圃場間移動、道路走行について警察等と連携をとりながら、技術面だけではなく制度の面でも問題解決に向けて取り組んでいる。
- 有人無人共同作業システムの事例について。無人機が走行しているが、そのそばで人が監視しているということは、人がいてもそばに立っているだけで効率は上がらない。これを、1台に人が乗って無人機を追従していくといった使い方である。もうひとつの事例は、草刈りと耕うんを同時に行うもの。農家の方は通常のトラクターを運転し、もう1台はロボットトラクターで草刈りをする。有人の方は、作業をしながら安全を確保できる。1人で2台分の作業をするというのが、現在市販化されているシステム。それに対して、2020年には遠隔監視のロボット農機使用の実現を進めている。現在、各社いろいろと研究開発を進めているが、動画にあるように実際に車が農機置き場から畑へ向かって走行している。これは、管制室で操縦することができる。管制室では、ロボット農機の前左右に取り付けられたカメラの映像をリアルタイムで見ることができる。それと合わせて、走行位置をGISベースのモニターで確認できる。もうひとつのモニターは、機械情報・作業情報・道路情報がテキストで送られてくるので、何か異常が発生した時には停止する。2つのモニターで操作をする。この動画で示しているシステムは、北海道大学農学部本館で北大農場の機械を動かしている所だが、東京でもアメリカからでも操作できる。問題は遅延だが、技術的には可能。
- 内閣府のSIPも進めていて、マルチロボットは安倍首相にも紹介している。自動走行田植え機やコンバインも開発している。受信機は非常に高価だが、今採用しているメーカーで低コストのものが出てくる予定で、この低コストの受信機についても、我々で開発している。通常150万円位の高性能RTK受信機を10万円程度で販売できるようになる。そうすることによって、ロボット農機が低コストで実現できるのがマルチロボット。複数のロボットが協調しながら作業をする。それぞれ自律的に作業するので、それぞれに通信をして事故等が起きないようにしている。小さいトラクター4台を協調させて作業すると、4倍の作業能率が実現できる。田植え機の自動化はまだ商品化されていないが、ちかいうちにされるでしょう。
- 春、農業は非常に忙しい。田植えでは1人が運転をし、2人が乗って作業をするという体制を組む。これを無人でできれば、1人は次の苗箱の準備をしたりできるというような、大幅な省人化を図ることができる。当然、ぬかるみに強い特性を有する必要があるが、誤差3cm程度で走行することができる。コンバインについても、2年以内の認可を目指している。水田農業の場合、トラクター・田植え機・コンバイン、この3つが3種の神器と言われるくらい、使用されている。これら3つの農機について、無人化の実現を目指している。
- こういった技術は国際的にも関心が高く、農業の人手不足の問題からタイ・マレーシア等の国ではロボット技術に非常に関心が高い。日本では、準天頂衛星がある。これを活用することによって、他の国々でも低コストで自動化技術が利用できるようになる。実際に何度もタイに行き、タイの科学技術大学の方にも乗ってもらった。タイは、日本で言うSociety 5.0のような取り組みをおこなっており、関心が非常に高い。
- 今後、こういった技術をどう発展させていくかということについて。形は小型のトラクターで、無人で簡単な作業ができるという所まで来た。大きいトラクターを無人化するのは難しいので、今後は、複数の小型スマートロボットによる協調作業システムについて進めていく。日本の農業は中山間が主流で、こういう所で人手不足が深刻となっているので、日本独自のロボット農業体制というのを作っていかねばならない。高額だと買い手がなく、普及しなければ問題解決にはならない。低価格・小型・小回り、24時間使える、複数で協調作業ができるといったことが重要。4台を連携させて動かしても良いし、畑の中でバラバラの作業をすることもできる。いずれにしても、日本独自のロボッ

ト農機を作っていこうと考えている。使い方についても、今ある農機のように個々の農家が所有するのが適切な使い方なのか、といったことも考えていかなければならない。24時間使える農機の場合、1軒の農家で有効に使うだけの作業があるのかということもある。共有・リース等の利用体系を考えていくことも必要。

- 重量物野菜収穫ロボットについて。自動走行の次は、人が困っている作業をロボットにしてもらおうということを考えた時に、重量物野菜（南瓜、すいか、白菜、キャベツ等）の収穫がある。地域に人が居ない場合、労働力を確保できない。したがって、そういう野菜は儲かるが作り手がいないという状況になる。重量物野菜の収穫は労働負荷が大きいので、そういった部分こそ、ロボット化を進めていく。一斉収穫というのではなく、生育状況等で商品価値の高いものだけ、マーケットのニーズに合った数を24時間かけて収穫するといったシステムを、ロボットを使って実現する。北海道はカボチャの収穫量が多いので、ハンドを付け替えて他の野菜にも対応できる南瓜の収穫ロボットで、自分で走って行って収穫をする仕組みを、北海道農業研究センターと一緒に考えている。
- つい最近まで話題になっていた、「下町ロケット」の話について。農業ロボットについて扱ったもので、日本農業のいろいろな課題（人手不足、生産性等）をあげ、準天頂衛星システムを利用したロボット農機による日本農業の活性化をテーマにした小説。TBSでドラマとして放送されていた。農業従事者というのは、せいぜい170万人しかいない。そういう中で技術開発をしていくと、公的なお金が入ってくる。一般の方に、日本の農業は大変だ、農業を守るためにロボット技術は重要だということを理解してもらうことが重要だと認識している。社会に多く理解してもらうという点で、小説・ドラマは非常に有効。そういった中で、TBSテレビと共同制作で、ロボットトラクターはこんなことができるということ一般の方にも見てもらいたく、世界初、東京ドーム1.6個分の広さで農耕アートを作った。この映像はTBSの方でもYoutubeにあげていただいた。つい最近HBCでこの映像を使用して短い番組を放映してくれた。場所は音更町で、元々、畑に大学の研究室をPRするようなものを作ろうと、農家の方に麦を作ってもらった。そこに「下町ロケット」の話があり、この8haの畑を使って絵や字を描いた。2台の無人トラクターを協調させている。2台で12時間かけて、8haの畑に絵を描いた。大きな畑に、耕うんをしたりしなかったりして絵を描いていく。いかに精度良く作業ができるかということ、地図を持たせればこういうこともできるんだということ一般の方にも見てもらう。Youtubeでは12万の再生となり、ドラマの効果は大きいと感じた。
- まとめとして、就農者人口の減少、高齢化が進む日本の農業において、ロボット技術は不可欠。農業ロボット元年と呼ばれており、大手農機メーカー各社から目視監視下でのロボット農機が販売されている。2020年を目途に、遠隔化システムの実現を目指し各社開発を進めている。「i-Snow」でも利用されている準天頂衛星も有効で、特に上空の視界が狭いような環境では非常に有効。ロボット農機の小型化・低コスト化・スマート化・高機能化が進んでいる。また、スマート農業の重要性を、農業従事者以外に理解していただくことが極めて重要と考えている。

4. 議事（北海道大学大学院 工学研究院 萩原教授に座長をお願いし、萩原座長による進行）

(1) 知床実証実験について

①今年度の活動状況報告

（説明：北海道開発局 事業振興部 機械課 片岡 課長補佐）

- 今年度の活動としては3つ。①衛星測位実態調査、②新型ロータリ除雪車製作、③自動制御システムを搭載した実証実験。
- 昨年4月に、既存のロータリ除雪車に準天頂衛星「みちびき」対応の受信機を搭載し、受信状況調査を行った。路側に高い樹木のある道路においては、RTK測位ではFix率が低く、みちびき測位ではFix率が高くなった。頂上付近山間部においては、斜面の影響による遮蔽やマルチパスが原因と思われる測位の劣化があることを把握することができた。資料にある走行軌跡図において、赤色の部分がFix箇所、緑色の部分はFixしなかった箇所。RTK測位ではFixしなかった緑色の部分が多いが、みちびき測位では赤色の部分が多くを占めている。

- 4月の現地調査を基に、遮蔽やマルチパスの影響を机上検討した。資料の写真は、知床峠頂上前後の代表的な写真。水色で囲った箇所は道路の西側に斜面が多く、GPSや衛星が西及び南西に集中している時間帯では遮蔽が起きやすい。逆に、東側に集中している時間帯ではマルチパスが起きやすい。資料右側は、「みちびき」運用前の昨年10月に計測を行い、データを3Dマップデータにプロットし座標確認を行ったもの。この調査結果を基に、今春の実証実験に向けて新型ロータリ除雪車の準備をしている。
- 資料に掲載しているロータリ除雪車は、今月5日の局長会見でも公開しているが、実証実験で使用する新型ロータリ除雪車の完成CGである。外観は、北海道開発局の除雪機械に採用しているフレッシュグリーンとミッドナイトブルーの2トーンで塗装し、「i-Snow」のロゴを強調したデザインとなっている。機能としては、オペレータが操作するレバーの集約や、雪の量に応じた除雪速度の自動コントロール制御装置、除雪負荷や故障診断を監視するモニタシステムといったものを搭載し、除雪機械操作の省力化を目指したものとなっている。
- 次の資料は、現在制作中の自動制御システムの画面イメージとなっている。「みちびき」の高性能測位データと「高精度3Dマップデータ」を活用した、運転支援ガイダンスと投雪作業自動化を合わせたシステムを新型ロータリ除雪車に搭載し、3月下旬からの実証実験を予定している。3月19日は、現地記者レクも予定している。

②高精度単独測位と地図情報のズレ

(説明：衛星測位利用促進センター 松岡 シェアトバ イー)

- SPACの中に、除雪関係のワーキングチームを作っており、アイサンテクノロジー株式会社という所と一緒にやっている。今日の情報提供は、アイサンテクノロジー株式会社から入手した資料を紹介する。
- 国土地理院のホームページにおいて、「地殻変動補正計算サイト(テスト版)の公開と登録ユーザーの募集について」というページがある。測位結果が示す今この瞬間の位置は、今期座標と言われるもので、過去のある基準日に作成された地図の座標は元期座標と言われる。地図に対して、今の位置はズレてしまうので、合わせないと地図と一緒に使用できない。地図は元期座標、準天頂衛星は今期座標なので、補正をしなければいけない。資料では、知床周辺の地図の情報と衛星で測位したときの情報を、2019年1月1日の座標で示している。1997年1月1日時点が元期座標で、12~3cmズレている。北海道全体の地図で見ると、知床峠周辺を拡大すると、歪みが出ているので、これを補正しなければならない。そのために、「セミ・ダイナミック補正」を充てたものが次のページにあるが、これに対して、アイサンテクノロジー株式会社では、もう少しきめ細かい補正を行う「セミ・ダイナミック/リダクション(SD/R)」を提言している。「セミ・ダイナミック/リダクション(SD/R)」で補正をすることによって、1cm以上の誤差が非常に少なくなる。「セミ・ダイナミック補正」というのは、例えば、1月1日に測定したものを4月1日から翌年3月31日まで使用するので、1年間有効となる。1月1日から考えると、15ヶ月間は同じ数字で補正をかけるので、その中で動いてしまうとその分補正ができない。それに対して「セミ・ダイナミック/リダクション(SD/R)」というものは、F3解と言われている最終値で補正をしていく。資料のグラフは元期と今期で補正をした時の差。4月1日と翌年3月31日で比べると、「セミ・ダイナミック補正」の方が、精度が劣化していることがわかる。継続して使用する場合には、元期と今期の補正をしっかりと考えていかなければならない。

③今春の実証実験内容について

(説明：北海道開発局 建設部 道路維持課 高山課長補佐)

- 今期は、投雪作業の自動化を、郊外部で行っているプロワ投雪という作業で行う。次年度はシュート投雪でより細かく投雪方向を調節する、高度な制御を目指して実験を行う予定。資料で見ると今は黄

色の部分で、1回目の実証実験を行うところ。来年度は、安全技術も含めて、シュート投雪の高度化を目指しながら2回目の実証実験を行う。

- 知床の後にはH32年度に一般道での実験を目指しているので、来年度から一般道のマップ作成を行い、準備を進めていく。

議事(1)を受けて、各機関からのコメント(取組み内容について、期待すること等)

- ②で地図情報のズレの話があったが、これをしないと無理なのか。地図としては理解できるが、走行する側を考えた場合に、ここまで考えなければいけないのか。

(北海道大学大学院 工学研究院 萩原教授)

⇒測位点に対して相対的にやれば問題はない。日々地殻は移動しているので、どこかで基準に戻さないと地理的に管理できない。必ず、2011年の座標値に合わせて戻さなければならず、そのためには一定の補正が必要で、補正のアプリケーションは国土院でも提供しているし、より精度の高いものも今後提供する方向で動いている。

(衛星測位利用促進センター 松岡 シェアアドバイザー)

- 新型ロータリ除雪車で、操作レバーが11本から3本へ集約されたが、具体的にはどういった所を省力化したのか。

(寒地土木研究所 寒地機械技術チーム 片野 首席研究員)

⇒11本は大きく言ったところもある。現状としては、中間機として5本レバーのロータリ除雪車が主体的に動いている。その5本のうち2本を、ジョイスティックレバーにボタンを設置する形で集約した。

(北海道開発局 事業振興部 機械課 石道 係長)

(2) その他

①画像鮮明化技術について

(説明：北海道開発局 事業振興部 機械課 片岡 課長補佐)

- 昨年度に各道路管理者から提供いただいた地吹雪映像を、市販の映像鮮明化処理装置を用いて処理をした。(動画再生)左側が実際の映像で、右側が鮮明化処理をした映像。元の映像はホワイトアウトでも見えないが、右側は看板やトラック、対向車が見える状態になっている。2つ目の動画は、鮮明度を人間の可視状況に調整したもので、こちらの方が自然な見え方となっている。

- 来年度は、この鮮明化処理技術を車両に搭載し、耐寒性・耐光性等の鮮明化への影響調査の実証実験を計画している。

②衛星不感地帯の補完技術及び周囲探知技術に関する実験

(説明：寒地土木研究所 寒地機械技術チーム 山口 主任研究員)

- 当チームでは、暴風雪による視程障害時安全に除雪作業を行うための運行支援技術の提案に取り組んでいる。運行支援技術には、除雪車の車線逸脱防止のための自車位置推定技術と、周囲の車両等を探知する周囲探知技術が必要となってくる。自車位置推定技術に関しては、基本的には衛星測位を用いているが、衛星不感地帯の補完技術を先行して実施している。

- 衛星不感地帯の補完技術について、前回報告させていただいたLIDARについては、吹雪時に雪を感知してしまい、検出できないということがわかった。今回は、気象の影響を受けない磁気マーカーを用いた自車位置推定システムを除雪ラックに搭載し、基礎実験を行った。

- 自車位置推定技術について。道路に連続して埋設した磁気マーカーを車両底部に付けたセンサーで検知することで、自車位置を推定するというもの。磁気マーカー間については、IMUによる自律航法

で補正しながら位置推定を行う。資料左上の写真が、今回使用した除雪トラックで、その下の写真がトラックに取り付けたセンサーの状況。赤くペイントした部分に磁気マーカーを埋設している。右側の写真が、直線部・曲線部での走行実験状況で、除雪作業に伴う振動の影響や、磁気マーカー配置感覚の違いによる測位精度を検証した。この実験は先週実施したもので、現在は実験データの取りまとめ・解析作業を行っている。

- 周囲探知技術について。H29年度に、市販車に使用されている76GHz帯のミリ波レーダを用いて、ミリ波レーダ設置位置から30m先、70m先に実験車両を置いて定置実験を行った。下の写真はミリ波レーダから見た写真で、視程50m程度の吹雪時においても、70m先に置いた車両を探知できることを確認した。今年度については、除雪トラックにミリ波レーダを搭載し、除雪作業中における探知実験を実施している。実験車両については昨年度と同様に停止状態とし、ミリ波レーダ搭載の除雪トラックを200m以上手前から走行するという形で実験を行った。資料の左側の写真が、ミリ波レーダによる探知状況、右側の写真が運転室内に設置したビデオの映像で、吹雪時と晴天時のもの。実験の結果は、視程約50m以下の吹雪時においても、除雪作業を行いながらも100m以上手前から実験車両を探知できることを確認した。吹雪時の除雪作業中におけるミリ波レーダの有効性、探知距離を確認することができたので、今後についてはガイダンスシステムの検討を行っていく予定。

③ライティング、AR技術を用いた除雪作業の効率化

(説明：北海道開発局 事業振興部 技術管理課 小野寺 技術活用係長)

- 現在技術管理課の方でNETISの取組を行っている。その一環として除雪作業の効率化に繋がる技術の公募と実証試験を実施している。
- 技術公募を行っている除雪作業の効率化に関するニーズのうち、1つ目はライティング技術を用いた除雪作業の効率化について。車両から照射するライティング技術(安全性向上)で、路面に除雪車の存在を知らせるものを表示させ、主に、除雪車両の事故で多い一般車の追突事故を防ぐことができないかというものである。2つ目は、AR(拡張現実)技術等を用いて道路3次元データとマッチングさせて、視程障害時の除雪作業効率向上のためのガイダンスができないかというもの。
- このような技術は、研究段階のものは多数存在しているので、その状況を調べるには多くの時間を要する。また、過酷な除雪現場を想定した試験がなされないまま商品化され、耐久性に疑問が残ったり、現場実装が早期に可能かどうかの課題がある。これらの課題を解決するために、NETISの取組みで「テーマ設定型(技術公募)」というものを活用していく。
- 「テーマ設定型(技術公募)」について。国土交通省の施策「公共工事等における新技術活用システム」の中で、発注者ニーズによる技術公募を行い、実証試験を通し応募技術の比較表を作成するものである。その効果として、幅広い調査の実現と、発注者が試験フィールドを提供することで現場に合った技術の開発・改良が可能となる。これによって、現場実装が加速化していく。役割としては、発注者はニーズとフィールドの提供。応募者は、試験費用を負担することで、実証試験とニーズに合った開発・改良が可能になる。
- 技術公募は、1月7日から1ヶ月間実施している。試験は1月末から2月22日までの予定。試験場所は、視界不良の発生頻度を考慮し札幌道路事務所管内の厚田除雪STとした。AR技術の検証に用いる道路3次元データは、厚田除雪ST周辺の約2kmの区間で、降雪前にMMSにて取得している。精度的には、GNSSとIMUを使用することで平面的な誤差は2cm以下となっている。
- 試験が終わっているものについて。ライティング技術の方は、応募は2社あった。そのうちの1社、小糸製作所の試験が終了している。昼間・夜間・視界不良時の視認性の試験を実施し、資料には夜間の路面にライン状に色を変えて表示させた場合や、ロータリ除雪車で視界不良を再現した時の写真を載せている。特に、右側の視界不良時の写真では、LEDランプから路面に到達するまでの照射光がカーテン状に見えるといった特徴があった。これを上手く使うことで、除雪車の存在を後続車に知らせることができ、視界不良時の追突事故防止につながるのではないかと考える。右下の写真は、

少し見えづらいが緑・赤・青の矢印を照射したもの。赤がやっと見えるかなといった感じで、文字や図形については認識しづらいといった結果となった。

- AR 技術については、応募は 1 技術（2 社の共同開発）で、要素技術の検証段階で、今後高精度の VR 技術と H31 年度中に融合を目指している。融合を視野に今年度の試験を実施し、VR の精度検証・追従性、AR の有用性について確認をした。AR についてはタブレット内蔵の GPS 等で 5m 程度の誤差があった。VR については RTK-GNSS を使用し、精度検証の結果は 3.6cm 程度の誤差に納まっている。資料左側に VR の試験状況の写真を載せているが、追従性として 40km の走行速度でもガイダンス的には十分問題のない精度の追従性を確保している。AR については遅延も発生しており誤差も大きい、今後の融合に期待している。現場としては、AR を望む意見がかなり多かった。今後の取組みとしては、融合したもので再度実証実験を行ったり、他の技術の参加を期待している。準天頂衛星の活用にも期待している。

議事 (2) を受けて、各機関からのコメント（取組み内容について、期待すること等）

- 画像の鮮明化について、大変良く見える様になったと思う。画層鮮明化技術を用いる際のカメラは普通のカメラを使用しているのか。画像処理はリアルタイムでできるのか。

（衛星測位利用促進センター 松岡 シェアアドバイザー）

⇒カメラについては、普通のカメラを使用している。画像処理もリアルタイムでできる。

（北海道開発局 事業振興部 機械課 片岡 課長補佐）

- 除雪は夜間に行うことになると思うが、そうすると高感度カメラを使用することになるのか。夜間でも同じような画像処理はできるのか。

（寒地土木研究所 寒地機械技術チーム 片野 上席研究員）

⇒今現在は、視認性の低い、昼間のホワイトアウトの状態で考えて実験をしている。夜間の吹雪時には映像があまりなく、検証できていない。

（北海道開発局 事業振興部 機械課 石道 係長）

- 技術公募をして、こういった試験状況を見られるのは非常に良いと思うが、これ以外はないのか。今回は結果が出ているものを持ってきてただけなのか。

（北海道大学大学院 工学研究院 萩原教授）

⇒今年度はこの 2 つのテーマで技術公募を行い、3 社の応募があった。そのうちの試験が終わっている 2 社の結果を持ってきた。これからも報告は出てくる。

（北海道開発局 事業振興部 技術管理課 小野寺 技術活用係長）

【野口先生より総括】

○非常に進捗しているという印象。3 月末から 4 月にかけて行われる予定の新型ロータリ除雪車の実証試験も楽しみなこと。準天頂衛星を使って予定通りの除雪が出来るのか。さらに新しい技術で結果が出ている。VR や AR 等ユニークな技術もあり、本当に役に立つ技術と思っている。

○様々な技術が開発されながら、一方で組織についても、国の機関らしいプラットフォームの規約改正について、相乗効果で今後の発展が期待される。ホワイトアウト等の社会的な問題と解決策として重要な取組みと思っている。今後も期待している。

【萩原先生より総括】

○一番良いと思ったのは、知床峠の実証実験の後も一般道で計画しているということ。これきりにならずに、より拡大して進めていっていただけるのは良いと思う。

○心配なのは、今もいろいろな担当の組織からいろいろな技術を紹介されるが、それをどこが取りまとめて実際に使えるようにロードマップにどう組み込んでいくのかといったこと。農機の方は、今日、野口先生が中心となってしっかりと検討されて、次々と導入していくという話をしていただいた。そういうプロセスがすごく大切で、除雪車に関しては難しいところもあると思うが、いろいろな技術を上手く使って、何ができてなにができないのか、どれをつかえばメリットが得られるのかというような現実的なものを見ながら、進めていくといった組織がいまいちかと感じた。そういったところを、こういったプラットフォームないしはどこかが担っていくということが、今後一般道に導入するとなると大切になってくるのでは。

以上