

## 第 65 回 海外道路調査団

— 米国 ITS・走行中給電等調査団 —



2024 年 3 月

## 1. 目 次

|                                        |    |
|----------------------------------------|----|
| 1. 調査団概要 .....                         | 1  |
| 1.1 はじめに .....                         | 1  |
| 1.2 目的及び概要 .....                       | 1  |
| 1.3 調査団日程 .....                        | 1  |
| 1.3.1 全体旅程 .....                       | 1  |
| 1.3.2 訪問先 .....                        | 1  |
| 1.3.3 視察工程 .....                       | 2  |
| 1.4 調査団員 .....                         | 3  |
| 1.4.1 団員一覧及び班編成 .....                  | 3  |
| 2. 調査報告 .....                          | 5  |
| 2.1 訪問先概要 .....                        | 5  |
| 2.1.1 訪問国及びソルトレークシティの概要 .....          | 5  |
| 2.1.2 ユタ州交通局の概要 .....                  | 5  |
| 2.1.3 ユタ州交通局（交通管理センター）の概要 .....        | 6  |
| 2.1.4 ユタ州交通局（Cottonwood Shed）の概要 ..... | 6  |
| 2.1.5 ユタ州立大学の概要 .....                  | 6  |
| 2.2 ユタ州交通局 .....                       | 7  |
| 2.2.1 構造物施工 .....                      | 7  |
| 2.2.2 交通安全－収集データの活用 .....              | 10 |
| 2.2.3 体系的な安全分析 .....                   | 11 |
| 2.2.4 交差点管理 .....                      | 14 |
| 2.2.5 今後の行動方針 .....                    | 15 |
| 2.2.6 冬季雪氷対策 .....                     | 17 |
| 2.2.7 資産管理 .....                       | 31 |
| 2.2.8 ロードキル削減のための対策 .....              | 34 |
| 2.2.9 EV 充電装置について .....                | 36 |
| 2.3 ユタ州交通局（交通管理センター） .....             | 36 |
| 2.3.1 コネクテッドカー等 .....                  | 36 |
| 2.3.2 交通信号 .....                       | 53 |
| 2.3.3 ドローン UAS 無人航空機システム .....         | 59 |
| 2.3.4 交通管理センター .....                   | 64 |
| 2.4 ユタ州交通局（現場） .....                   | 70 |
| 2.4.1 冬季雪氷対策（コットンウッド雪氷基地） .....        | 70 |
| 2.5 ユタ州立大学 .....                       | 74 |
| 2.5.1 ユタ州立大 ASPIRE（走行中給電施設）の概要 .....   | 74 |
| 2.5.2 ASPIRE のプロジェクトについて .....         | 74 |
| 2.5.3 パイロットとテストベッドについて .....           | 77 |
| 2.5.4 走行中給電研究実験棟の視察 .....              | 78 |
| 2.5.5 舗装研究実験棟の視察 .....                 | 81 |
| 3. 参加者所感 .....                         | 83 |
| 4. 参加者の所属先等での報告資料又は概要 .....            | 88 |
| 5. 訪問中のスナップ写真集 .....                   | 95 |

### < 巻末資料 >

1. 参加会社 社内報告資料
2. 『高速道路と自動車(2024 年 3 月号)』報告

## 1. 調査団概要

### 1.1 はじめに

公益財団法人高速道路調査会は、海外の高速道路に関する調査・研究を目的として、海外道路調査団を実施してきた。海外道路調査団は、1965年の第1回をはじめとして58年間に渡り、定例調査団64回及び特定調査団45回、合計109回、参加者合計2,777人の参加を得つつ継続されてきた。そして今回は実質110回目の調査団である。調査のテーマは、高速道路の建設、管理関係の技術的なものから、有料道路事業経営、環境、事業調査まで幅広く、日本の高速道路運営に黎明期以来貢献し続けてきた。この間、訪問国は広範囲に渡り、欧米のみならず、オセアニア、アジア、中南米、アフリカへと足を伸ばしている。日本では1963年の名神高速道路の開通以来50年を超え、営業中高速道路延長は10,487km（2023年11月末）となり、誇るべき技術・運営方法も少なくない。しかしながら、長年の道路文化を誇る海外には興味深い取組み事例も多く、また現時点で日本でも導入の試みが始まっているものでも他の事例に学ぶべき点は少なくない。2000年以降の海外道路調査団は、高速道路調査会における講習事業の一環として、高速道路事業に係る様々な職種の実務者が参加し、主に欧米の取組事例の調査を目的として実施されている。調査団は高速道路事業に携わる人々が、世界の道路事情に触れる機会であり、自ら見て問いを発する貴重な機会を提供している。更には、この機会に得られた情報・知見が、参加者各自の職場においてグローバルな視点を持った業務の取り組みとなって広がっていくことを願うものである。

### 1.2 目的及び概要

アメリカ合衆国ユタ州の高速道路等における最新のITS技術、交通安全及び走行中給電技術に関する取り組みを調査するため、ユタ州交通局、及びユタ州立大学（ASPIRE センター）を訪問し、現地調査および意見交換を行った。ユタ州交通局では、建設工事・道路のメンテナンス・交通管理・雪氷対策に関し調査を行うとともに、交通管制センター、雪氷基地の視察を行った。また、ユタ州立大学では、走行中給電実験施設の見学を行った。

なお、ユタ州交通局では、我が国と同様に労働者不足の問題があり、労働者不足を補うために業務の効率化や、ITS技術を導入し交通事故や渋滞等の交通問題の解決を図っていた。

### 1.3 調査団日程

#### 1.3.1 全体旅程

- 1)調査団名：第65回海外道路調査団（米国ITS、走行中給電等調査団）
- 2)調査目的：アメリカの高速道路等における最新のITS技術、交通安全及び走行中給電技術に関して、現地調査および意見交換を行う
- 3)実施期間：令和5年10月29日（日）～11月4日（土）（5泊7日）
- 4)参加者数：25名

#### 1.3.2 訪問先

ユタ州交通局、ユタ州立大学



図 1-3-1 訪問地位置図

### 1.3.3 視察工程

|   | 日付           | 国名 | 時間                            | 日 程                                                 | 交通<br>機関 |
|---|--------------|----|-------------------------------|-----------------------------------------------------|----------|
| 1 | 10/29<br>(日) | 日本 | 16 : 25                       | 羽田発 UA-876                                          | 航空機      |
|   |              | 米国 | 10 : 00                       | サンフランシスコ着                                           |          |
|   |              |    | 16 : 35                       | サンフランシスコ発 UA-1583                                   |          |
|   |              |    | 19 : 28                       | ソルトレークシティ着                                          |          |
| 2 | 10/30<br>(月) | 米国 | 午前                            | ユタ州交通局 (UDOT) 訪問                                    | バス       |
|   |              | 〃  | 午後                            |                                                     | バス       |
| 3 | 10/31<br>(火) | 〃  | 午前                            | ユタ州交通局 (UDOT) 訪問                                    | バス       |
|   |              | 〃  | 午後                            |                                                     | バス       |
| 4 | 11/1<br>(水)  | 〃  | 午前                            | ユタ州立大学 ASPIRE センター 訪問<br>現地調査                       | バス       |
|   |              | 〃  | 午後                            |                                                     | バス       |
| 5 | 11/2<br>(木)  | 〃  | 午前                            | 雪氷基地 見学<br>ユタ州交通局 (UDOT) 訪問                         | バス       |
|   |              | 〃  | 午後                            |                                                     | バス       |
| 6 | 11/3<br>(金)  | 〃  | 午前                            | ソルトレークシティ発 UA-5376<br>サンフランシスコ着<br>サンフランシスコ発 UA-875 | バス       |
|   |              | 〃  | 08 : 00<br>09 : 34<br>11 : 25 |                                                     | 航空機      |
| 7 | 11/4<br>(土)  | 〃  | 午前                            | 羽田着                                                 | 航空機      |
|   |              | 日本 | 16 : 50                       |                                                     |          |

#### 1.4 調査団員

##### 1.4.1 団員一覧及び班編成



写真 1-4-1 集合写真

《全体総括》



A 班：

|                             |                                  |                             |                           |                          |                           |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                             |                                  |                             |                           |                          |                           |
| 古川 裕一<br>(株)ネクスコ・エンジニアリング新潟 | 中村 優一<br>東日本高速道路(株)              | 高橋 基夫<br>(株)ネクスコ・エンジニアリング東北 | 荒木 洸太<br>(株)ネクスコ・メンテナンス東北 | 庭山 哲<br>(株)ネクスコ・メンテナンス新潟 | 三塚 達矢<br>(株)ネクスコ・メンテナンス関東 |
|                             |                                  |                             |                           |                          |                           |
| 吉田 健一<br>(株)ネクスコ・パトロール関東    | 森下 卓哉<br>中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) | 大庭 哲典<br>西日本高速道路ファシリティーズ(株) | 安藤 賢治<br>ハイウェイ開発(株)       | 石田 鈴織<br>セフテック(株)        | 伊藤 徳馬<br>日本テクロ(株)         |

B 班：

|                           |                            |                             |                             |                            |                           |
|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------------|
|                           |                            |                             |                             |                            |                           |
| 佐藤 章夫<br>スバル興業(株)         | 坂口 喜久夫<br>(株)ネクスコ・メンテナンス新潟 | 大林 泰己<br>東日本高速道路(株)         | 田中 雄太<br>(株)ネクスコ東日本エンジニアリング | 上遠野 賢治<br>(株)ネクスコ・メンテナンス東北 | 相羽 康博<br>(株)ネクスコ・メンテナンス新潟 |
|                           |                            |                             |                             |                            |                           |
| 白鳥 航希<br>(株)ネクスコ・メンテナンス関東 | 延命 卓哉<br>中日本高速道路(株)        | 赤坂 英昭<br>西日本高速道路ファシリティーズ(株) | 南井 隆<br>(株)東京ハイウェイ          | 後藤 功太郎<br>セフテック(株)         | 高市 正行<br>アメックコンサルティング(株)  |

## 2. 調査報告

### 2.1 訪問先概要

#### 2.1.1 訪問国及びソルトレークシティの概要

訪問先であるソルトレークシティは、アメリカ合衆国（United States of America）の西部に位置するユタ州（State of Utah）の州都である(図 2-1-1)。

アメリカ合衆国の面積は、日本の約 25 倍の 9,834,000 km<sup>2</sup>、ユタ州の面積は 219,887 km<sup>2</sup>である。

#### (1) 気温

ユタ州の平均気温は 1～2 月の最高で 5 度、最低－2 度、7～8 月には最高 32 度、最低 20 度ほどである。年間降水量は平均で 472mm。グレートソルト湖付近の乾燥地帯では 125mm 以下、山岳地帯においては 1,500mm を越える。

#### (2) 産業

ユタ州の主要産業は、鉱業(石炭、石油、銅、金、モリブデン及びマグネシウム)、農業(トウモロシ、大麦及び小麦)、畜産業(食肉（羊、牛）、酪農)、IT テック産業、航空宇宙産業(宇宙関連航空機製造、航空宇宙研究)、観光業(スキーリゾート、トレッキング)



図 2-1-1 訪問地ソルトレークシティの位置図  
(Google マップより)



写真 2-1-1 ユタ州議事堂

#### 2.1.2 ユタ州交通局の概要

ユタ州交通局は、ロッキー山脈とシエラネバダ山脈に囲まれた山岳地及び盆地の約 9,500km を道路管理する州交通局である。

ユタ州交通局はより良く、より速く、より効率的に物事を行う方法を常に追求しており、様々な新技術を積極的に採用しており、イノベーション効率性向上レポートを毎年発行し、改善活動に熱心である。



写真 2-1-2 ユタ州交通局外観

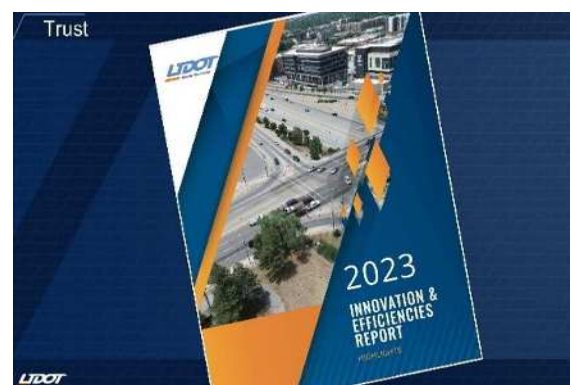


写真 2-1-3 イノベーション効率性  
向上レポート

### 2.1.3 ユタ州交通局（交通管理センター）の概要

ユタ州交通局交通管理センターの管制室は、24 時間 365 日体制で稼働し、州全体の交通管理を行っている。

州全体に約 1,700 台の CCTV や約 2,000 箇所交通量計測施設、約 200 基の道路情報板を配置しており、管制室のモニターに表示される映像や道路・気象状況などの情報収集、事故や渋滞などの異常時には道路情報板による情報提供を行うためのネットワークを備えている。

事故等の突発事象発生時には、初動対応のため取得した情報を警察や救急へ提供している。



写真 2-1-4 交通管制センター外観



写真 2-1-5 交通管理センター

### 2.1.4 ユタ州交通局（Cottonwood Shed）の概要

ユタ州交通局 Cottonwood Shed はユタ州交通局から 10 マイル（約 16 キロメートル）約 20 分の所にある雪氷基地で、多くの除雪車や圧雪処理車等の作業機械を保有し、凍結防止剤である天日塩や岩塩の保管倉庫や凍結防止液を生成する装置も備えている。

また、除雪車の LED ライトは、凍結しやすいためヒーターを取り付け、照明ケースの凍結を防止する対策を取っている。

ユタ州は冬季には降雪が多く、特に 2022 年は累計積雪量約 23m の記録的大雪となっている。



写真 2-1-6 除雪車両



写真 2-1-7 天日塩、岩塩保管倉庫

### 2.1.5 ユタ州立大学の概要

ユタ州立大学は、アメリカ合衆国の州立大学で、1888 年 ユタ農業大学として創立し、その後ユタ州立大学に改称している。

メインキャンパスはユタ州ローガン市に位置し、ソルトレイクシティからは北へ車で 1 時間半ほどの距離にあって、自然公園に囲まれた緑豊かなキャンパスである。

キャンパス内には色々なショップがあり、多くの学生たちが利用している。



写真 2-1-8 ユタ州立大学外観



写真 2-1-9 キャンパス内ショップ

## 2.2 ユタ州交通局

### 2.2.1 構造物施工

#### (1) 説明内容

##### 1) 急速橋梁施工 (Accelerated Bridge Construction : ABC)

ユタ州交通局ではABCプログラムを実施している。このABCプログラムは橋梁の急速施工を推進するために1998年から開始された。ABCプログラムではスキャンツアーとワークショップが行われており、スキャンツアーでは全米レベルで様々なイノベーションを調査し、ワークショップではデザイナー、請負業者、製造業者等様々な人々が参加し、意見交換を実施した。それらを元に2000年代にはプレキャスト製品を用いた橋梁の急速施工が行われ、成功を収めている。現在では次の段階に進んでおり、アニメーション等を用いて一般の人々への広報方法を検討している。

急速橋梁施工は主に跨道橋の架け替え時に実施されている。過去には多軸式台車を用いて夜間に交差道路を通行止めし、既設橋の一括撤去(7時間)と新設橋の一括架設(8時間)が行われた。また、ランプを新設するために橋梁を拡張した際には、始めに既設橋の両横に新設橋を施工し、交通を新設橋に変更してから、既設橋を撤去。その後、新設橋をレールにより所定の位置へスライドさせることで短時間かつ一般利用者への影響を最小限にした施工を実現している。



写真 2-2-1 多軸式台車一括架設事例 (左：昼間作業、右：夜間作業)



写真 2-2-2 施工中



写真 2-2-3 施工後

## 2) ウォータージェット工法による橋梁床版補修

ウォータージェット工法とは超高圧水により劣化したコンクリートのみを除去する工法である。

ウォータージェット工法の利点としては、従来の削岩機などを使った機械式よりも振動がないこと、マイクロクラックが発生しないこと、騒音が小さいことがある。

マイクロクラックとは、削岩機等によりコンクリートに振動を与えた際にコンクリートに生じる微小な亀裂のことで、このマイクロクラックが生じると補修箇所が 5 年程度で床版が再劣化することになる。

床版の補修工法は大きく分けて、ポットホールパッチ、ウォータージェット工法、床版取替の 3 種類がある。

最も早く安くできるのは、ポットホールパッチであるがその分、効果の持続期間が短くなる。

ウォータージェットによる補修は適切な時期に行うことにより従来の床版取替に係るコストの最大 3 分の 1 を節約することができる。ただし、補修が間に合わなかった場合は従来の床版取替が最も安価となる。

ユタ州交通局では高額な床版取替を避けるために、補修工法の選定とタイミングを選択している。その選択には経験則とデータによる判断を用いている。対象となる橋梁について、ウォータージェット工法が適用できる場所かを判断し、ウォータージェット工法によるリスクが高い場合は床版取替等を選択する場合がある。ウォータージェット工法によるリスクが高い例としては第三者被害の生じる可能性のある鉄道上や重交通路線の場所、自然環境が敏感な場所、交通を維持したまま施工ができない場所等がある。



図 2-2-1 ウォータージェット概要図



写真 2-2-4 ウォータージェット施工状況

| METHOD           | LIFE        | COST        | TIME  |
|------------------|-------------|-------------|-------|
| Pothole Patch    | 5-10 years  | \$          | (     |
| Hydro-Demo       | 20-25 years | \$ \$ \$    | 🕒 🕒   |
| Deck Replacement | 25 Years +  | \$ \$ \$ \$ | 🕒 🕒 🕒 |

図 2-2-2 補修工法比較

### 3) モバイルを用いた橋梁緊急点検

ユタ州では 2020 年 3 月 18 日に M5.7 の地震が発生した。この規模の地震は 28 年ぶりであったが、その際に、橋梁の緊急点検スケジュールが定まっていない、報告が上層部へ伝わるのが遅い等の問題があったことから、防災管理システムを構築した。システムは **EmergencyX** という名称のアプリケーションで、緊急点検時には現場で点検結果をスマートフォンやタブレットで入力し、センターにいるマネージャーが点検結果を取りまとめるフローとなっている。なお、このシステムはオフライン環境下でも使用でき、点検箇所で電波がなくても、オフラインで調書を作成し、電波がつながるところに来たらデータを送信することができる。また、このシステムは地震時用に設計されているが、他の自然災害や緊急時にも対応できるようになっている。

なお、ユタ州は地震が少なく、2020 年以降同程度の地震は生じていない。

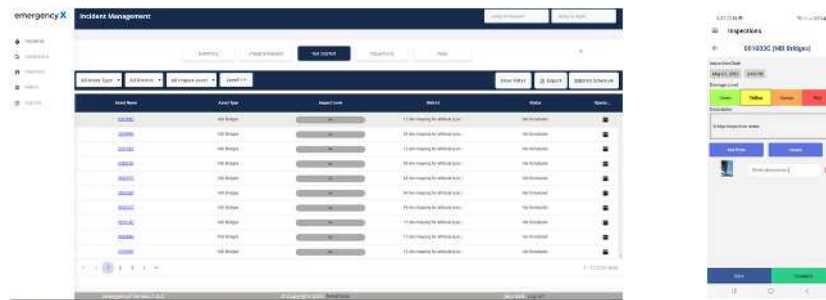


図 2-2-3 EmergencyX アプリケーション画面

## (2) 質疑応答

### 1) コネクテッドカーによるバスや除雪車の信号優先化

Q1：見せていただいた跨道橋の架け替えビデオでは昼間に高速道路を通行止めして施工していましたが、昼間の施工が基本なののでしょうか？日本ではお客様への影響を考慮して、高速道路の通行止めは夜間が基本となっております。

A1：ビデオの施工事例は一般へのプロモーションとして昼間に行ったものであり、基本は夜間に施工しております。

### 2) ウォータージェットを用いた橋梁床版解体

Q1：スライドのもの（写真 2-2-5）はどのように使用されるのでしょうか？

A1：このチェーンを橋梁の床版上で引きずって、その時に生じる音を確認します。

コンクリートに空洞がある場合と健全な場合では音が異なります。

なお、音の見極めには熟練の経験が要求されます。



写真 2-2-5 床版調査器具

Q2：橋梁解体でのウォータージェット工法の適用を避けるべきところとして、敏感な河川の話がありましたが、通常の河川でも同様な検討を実施しているのでしょうか？

A2：河川について、ユタ州は盆地の砂漠地帯であるため、水は大事な資源です。そのため、どんな河川であっても環境が敏感な場所と考えています。そのため、河川にはカバーを行い、排水等が落ちないように対策しております。

Q3：日本では橋の半分を通行させて、もう半分をウォータージェット工法により施工することが多いですが、ユタ州ではそのようなことはしないのでしょうか？

A3：ユタ州でもそのような施工をすることもあります。ですが基本的には対象橋梁を通行止めし、近隣の橋梁を通行させることが多いです。片側通行にした場合、運転者が作業者を見るなどわき見運転をすることで事故の原因となってしまうためです。

### 3) モバイルを用いた橋梁緊急点検

Q1：ユタ州の橋梁はどの程度のマグニチュードまで耐えられるように設計されているのでしょうか？また、緊急点検を行う基準について教えてください。

A1：場所によりますが都市部ではマグニチュード 7 程度を想定しています。緊急点検についてはマグニチュード 4.5 以上としております。

### (3) 考察

急速橋梁施工について、アメリカと日本では高速道路周辺の土地利用状況や広さが異なる。そのため同様の施工を行うことは困難であるが、発想の一つとして参考になる事例である。

ウォータージェット工法については日本でも標準的に導入されている。日本との違いとして、日本の高速道路における補修工事では一車線規制による半断面施工が基本であるが、ユタ州交通局では通行止めによる全断面施工を基本としていることにある。

## 2.2.2 交通安全 - 収集データの活用

### (1) 説明内容

ユタ州交通局では、交通安全に関する多様なデータを収集・蓄積する体制が構築されており、収集されたデータはそれぞれデータベース化され、一部は一般市民も閲覧できるように公開されている。

主な交通安全に関するデータは次の 4 種類であり、警察より提供される年間 65,000 件の事故データ、LiDAR による道路データ、信号の稼働実績データ、交通量・速度等の交通流に関する各種装置から収集されたデータである。これらのデータを総合的に分析しながら各種対策を検討・実施している。

この 4 種のデータのうち、ユタ州交通局が特に道路の管理に活用しているのが LiDAR による道路データである。LiDAR とは、Light Detection And Ranging の略称であり、光を用いたリモートセンシング技術（写真 2-2-6）である。2 年に 1 度定められた道路に対して LiDAR の点群データを取得し、道路構造を 3D モデルによって把握・管理している。これら 3D モデルの交通安全への活用例として、山間地の道路における視距不足に対して標識の設置（速度制限）、樹木の伐採や斜面の掘削等工法の検討（写真 2-2-7）に用いられている。また、交差点の視距確認において、民有地上の看板が遮蔽物となっていることの検出等様々な形で活用している。



写真 2-2-6 LiDAR により 3D モデル化された道路



写真 2-2-7 3D モデル上での視距の確認

## (2) 質疑応答

Q1：LiDAR による 3D モデルは、州が管理している 9,500km の道路すべてを対象としている理解で良いか。

A1：基本的にはすべてを対象としているが、真直ぐで平地が続くような道路ではデータを取っていない箇所もある。

Q2：安全対策の事例が視距不足のものであったが、ユタ州の事故原因として、見通しが悪いというものが多いのか。もしくは、視距不足の対策を優先しているなどの方針があるのか。

A2：事故原因は視距不足以外も様々ある。それぞれ原因を特定し、対策を立てている。視距不足以外の事例としては、事故の原因が野生動物の飛び出しであれば、野生動物が飛び出してくる可能性があるところに注意喚起標識や、動物侵入防止柵を設置する。また、動物侵入防止柵の設置位置が有効に働いていないことが判明すれば、設置位置の再検証を行う。さらに、木が何かしらの原因であれば木を伐採する。

Q3：安全対策は、何年かけて実施することを基本としているのか。

A3：対策内容によって期間は異なる。

例えば、道路の線が消えかかっているので、標識を立てるのであれば数週間のプロジェクトである。

一方、6 ヶ月～1 年かかる場合もあり、例を挙げると、傾斜に何か原因があった件では、角度を変えるため土を削った。また、削った土を他の傾斜が不良の箇所を埋めるのに使用した。その事例では数か月程度を要した。

Q4：現在の基準ではない古い構造の道路もあると聞いたが、どのような優先順位をつけて対策していくのか。

A4：優先順位をつけるにはいろいろな要素がある。交通安全に関する評価判定のためにミシガン大学と協力して研究しているデータがあり、このデータをユタ州交通局の道路安全管理部が見て、コストと照らし合わせ優先順位を付けるなど行っている。また、問題があった場合でも、問題の程度が低い場合は、他のメンテナンス時に合わせて対策を実施する場合もある。

Q5：LiDAR のデータ測定頻度はどれくらいであるか。また、測定データを 3D モデルで可視化するにはどれくらい時間がかかるのか。

A5：測定頻度は 2 年毎である。測定した生値のデータから必要な情報を抽出し、3D モデル化するには、3～4 週間程度かかっている。ただし、現在開発中のものでもあり、一概にそうであるとも言えない。

## (3) 考察

交通安全に関するデータ収集について、積極的に数多くのデータを取得していた。また、日本との違いとして、それら収集したデータを市民に公開しており、情報公開の意識が高いと感じられた。LiDAR による 3D モデルの活用については、これから開発が進むことで、計測データから 3D モデルへの変換速度の向上や、AI による危険箇所特定の自動化が進めば、更なる効率化や高度化が図れるものと考ええる。

### 2.2.3 体系的な安全分析

#### (1) 体系的な安全分析

ユタ州交通局では、事故対策を行うにあたって、実際に発生した事故単体に対して個別対策を行うのではなく、道路構造や交通量などの条件を基にした体系的なリスクマネジメントにより対策を選定・実施している。

事故の対策において、死亡事故または重傷事故のうち 40%以上を占めている車両逸脱事故に重点が置かれている。車両逸脱事故とは、車両が車線を逸れ路外または反対車線へ逸脱する事故（写真 2-2-8）であり、スピード超過と漫然運転が主な原因である。ユタ州では年間平均で 610

件の重大事故が起きており、そのうち 252 件（41%）が車両逸脱事故である。なお、そのうち 62%が地方部、残り 38%が都市部で発生している。

車両逸脱事故の対策としては、ランブルストリップ等が現地条件に基づき選定され、対策内容は WEB サイトによって市民へ公開されている。WEB サイトでは 5 つの対策が示されており、ランブルストリップ、導流レーンマーク、中央分離帯のマウンドアップ、中央分離帯ワイヤーロープ、滑り止め薄層舗装が挙げられている。また、WEB サイト内では地図上（図 2-2-4）で各対策予定箇所が費用便益比率別に色分け表示され、体系的に判断された対策が優先順位を付けて実施されていることが可視化されている。



写真 2-2-8 車両逸脱事故状況

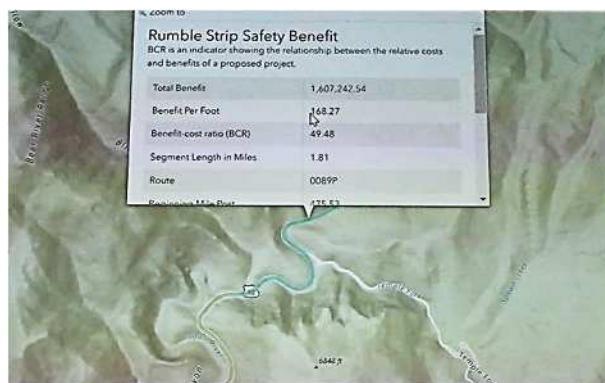


図 2-2-4 事故対策計画の WEB サイト画面

## (2) 正弦曲線ランブルストリップ

ランブルストリップは、車両逸脱事故を防止する対策としてユタ州で広く採用されているが、車両がその上を通る際の騒音が問題となっており、都市部等で騒音の影響がある箇所では設置ができなかった。この問題を解決するために、正弦曲線ランブルストリップ（写真 2-2-9）が開発された。正弦曲線ランブルストリップとは、専用の機械（写真 2-2-10）を用いて、従来型と比べて滑らかな波型に路面を削り込むことにより、従来型と同等の運転手への注意喚起能力を有しながら、外部の騒音を大幅に減少させるものである。



写真 2-2-9 正弦曲線ランブルストリップ



写真 2-2-10 専用機械での施工状況

## (3) 質疑応答

Q1：事故対策計画の WEB サイト上の対策予定箇所の色分けマップについて、費用便益比率が大きい緑色の箇所は事故の発生が多く、一方で赤色は事故が少ないとの認識で良いか。

A1：今までの事故件数自体が多いというだけで色を表示しているものではなく、便益と費用を総合的に評価している。便益は、将来の事故発生リスクも含めて金額を算出している。また、費用も道路構造などの要素を基に場所毎に算出している。

Q2：便益は具体的にどのように算出しているのか。また、便益と費用を比較して、費用の方が高い場合には対策を実施するのか。

A2：2 つ目の質問の回答として、もし対策工事の費用が便益より高いと判明した場合は、対策を

実施することはない。

1 つ目の質問について、便益の算出の方法として、例えば死亡事故の発生は 1,200 万ドル、重症者が出る事故は 300 万ドル、軽傷は 30 万ドル程度、怪我の無い事故は 10 万ドルの金額を設定しており、対策を施した場合にどれくらいの事故を防ぐことができたかを計算し、便益を算出している。

なお、この金額は社会的に発生する損失金額であって、人の命が幾ら掛かるかを示しているものでない。

#### (4) 考察

ユタ州交通局では体系的な安全分析を用い、限られた予算を基に効果的な安全対策が実施できるシステムが構築されていた。また、WEB 上で実施予定の対策内容や費用便益比率等のかなり詳細な情報を公開しており、日本より米国の方が行政の執行状況に関して厳しく見られているという情勢が表れているものと推察する。

## 2.2.4 交差点管理

### (1) 革新的な交差点

ユタ州交通局では、ICE という交差点管理評価プロセスを米国他州での先進事例を参考にしつつ実用化している。ICE とは、Intersection Control Evaluation の略称であり、交差点に対するコスト（建設・運営・メンテナンス等費用）とベネフィット（安全性・移動時間短縮・排気ガス削減等便益）、及び交通容量等含めた分析により、交差点の最適な幾何学形状及び制御手法を総合的に比較評価できるようにする枠組みである。

ICE を用いることで、単純な信号制御の交差点（建設コストが優位であることから従来は多数採用）だけでなく、ラウンドアバウトや、メディアン U ターン（写真 2-2-11）などの採用が進んできている。メディアン U ターンとは、交差点通過後に U ターンして右折することで、混雑する交差点内で対向車線の横断が必要な左折を行わない形式（図 2-2-5）である。



写真 2-2-11 メディアン U ターンの航空写真

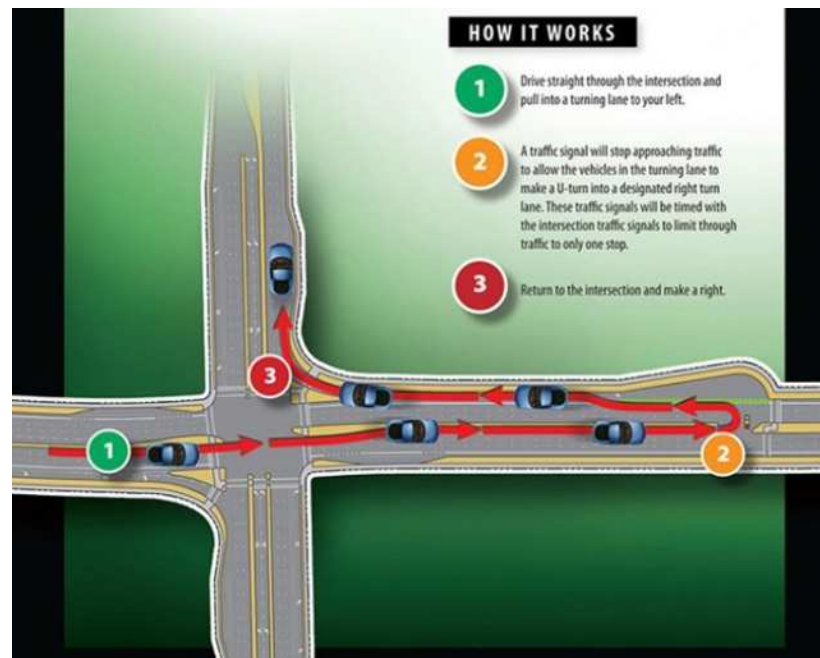


図 2-2-5 メディアン U ターンの通行方法

## (2) 質疑応答

Q1：メディアアン U ターンは、トレーラーのような大きな車両でも通れる構造であるのか。

A1：トレーラーの旋回については開発時点の懸念事項で上がっており、コンピュータ解析による評価も可能であったが、駐車場にコーンを設置して除雪車が曲がるかどうかという実験も行っており、ロングトレーラーでも曲がることのできるものである。

Q2：日本ではラウンドアバウトの実例が少ないが、実際に信号制御と比べて安全であるのか。

A2：急な左折がないことから衝突を防ぐことができ、良い交通コントロールができることから信号制御と比較すると安全である（日本で言う右直事故が無い）。また、もし事故が起きたとしても、信号制御に比べて速度が遅いことから重大事故に繋がらない。

## (3) 考察

ユタ州では、ICE を用いることにより信号制御だけでなくラウンドアバウトや、日本ではおそらく実績のないメディアアン U ターンが採用されるようになった。日本の交差点に対する ICE の適用について、日本と米国の交通事情の違いや日本における道路幅員外における余剰用地状況などを考えると、簡単にはラウンドアバウトやメディアアン U ターン等への大きな構造変更は採用できないと想定するが、総合的な交差点の比較評価ができるという点として有効なものではないかと推察する。

### 2.2.5 今後の行動方針

#### (1) 死亡事故ゼロへの取組

ユタ州交通局では、死亡事故ゼロを目指し、市民向けの交通安全啓発として死亡事故ゼロのキャンペーンをユタ州公安局と協力して実施している。これは、死亡事故ゼロは道路技術者の設計と対策によってだけで成されるものではなく、人々の行動自体を変えることが必要であるとの考えに基づくものである。死亡事故ゼロのキャンペーンは 2006 年から実施されており、今ではユタ州の大多数の人が知っているものである（図 2-2-6）。

キャンペーンは、免許取得時の若年層向け 12～14 歳までの青少年向け、小学生向けなど対象年齢に応じたイベントの開催や、すべての人を対象とした交通安全に必要な知識を学べる WEB サイト「Back to Basics」（写真 2-2-12）の公開などがある。

これらのプロジェクトの成果により、人々の行動に変化が現れ交通安全の文化が構築されて、目標の死亡事故ゼロに繋がっていくと考えている。また、今年度における各イベント実施回数は、過去最高の水準になっており、取り組みが加速しているとの認識である。

死亡事故ゼロのキャンペーン全体の基本的思想として、事故による痛みや賠償などによる恐怖によって行動を抑制するのではなく、発生した事故の結果とその原因を教えることにより、自身で考えて良い方向へ行動変容するように促している。

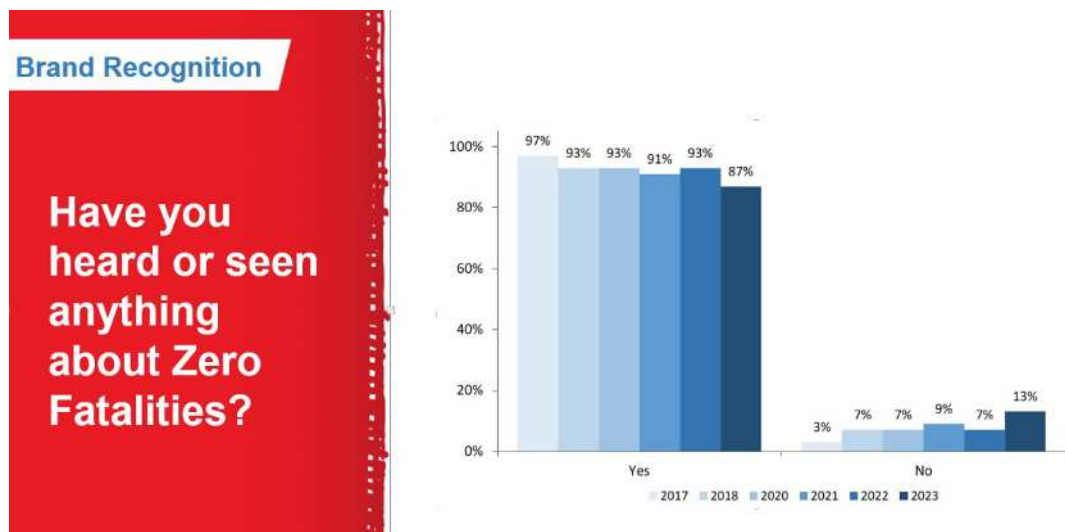


図 2-2-6 死亡事故ゼロのキャンペーンの認知度



写真 2-2-12 WEB サイト「Back to Basics」の画面

## (2) 若年層向けのキャンペーン

ユタ州で自動車免許を新しく取得する 10 代の若年層は、保護者同伴で死亡事故ゼロのキャンペーン（写真 2-2-13）に参加することが必須とされている。若年層向けキャンペーンでは、保護者が見本となって振る舞うことが求められており、親が関与することで若年層の意識と行動に変化が現れ、「スピード違反が半減」、「飲酒(薬物含む)運転が 7 割減」、「シートベルト装着率の倍増」、「運転中の携帯電話使用が 3 割減」という成果を得ている。

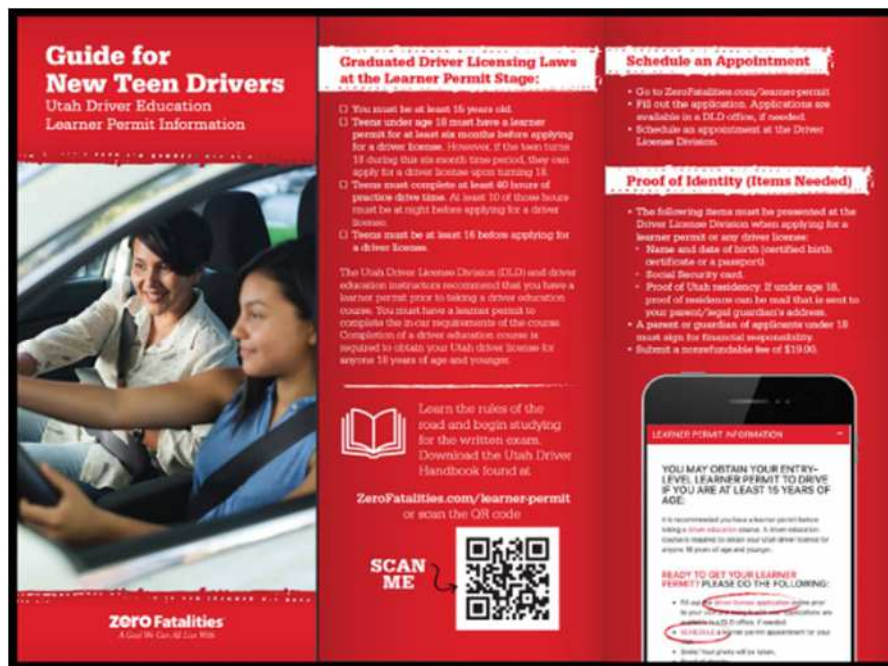


写真 2-2-13 若年層向けキャンペーンのパフレット

## (3) 質疑応答

Q1：死亡事故ゼロキャンペーンの認知度を示すグラフにおいて、毎年認知度が下がっているように見えるが、何か要因があるのか。

A1：一時期にフリーウェイに死亡事故ゼロキャンペーンの看板を設置していたが、それを外したことによるものと思慮される。

Q2：イベント実施回数が過去最高水準で増えているとのことであるが、講師となる人がより多く必要になると想定される。講師の方に対する教育について工夫などあるか。

A2：ユタ州では 8 人のプレゼンターが存在し、このプログラム専属として仕事をしている。ユタ

州交通局とパートナー団体がプレゼンターに対してトレーニングしている。また、オフィスの中にスタジオがあり、Zoom を使ったオンライン指導もしている。

Q3：市民に対する安全啓発に力を入れていると理解したが、道路工事の作業員など道路関係従事者に対する安全講習などはあるのか。

A3：新しく職員が入ると研修会で安全の指導はしている。交通安全の文化を築いていくということを基本として、毎日の態度というものの自体が交通安全、道路上の作業の安全に繋がっていくものと考えている。

Q4：日本の場合、交通事故を起こすとどのような怪我があったり、損害賠償が〇〇円だったりと、恐怖による抑止を用いて教えるケースもあるが、ユタ州では具体的にどのように教えているのか。

A4：それぞれが違うアプローチがあると考えている。お酒を飲んで運転すると事故が起きるというものを示すことで恐怖を与えているのではなく、事実を述べているだけと考えている。他のやり方としては、こんな多くの人はお酒を飲まずに運転していますよ、というアプローチもある。

過去には恐怖心によって抑制させる教えもあったが、ユタ州としては様々な考えや感情、年齢層や、人生経験等幅広い人々が対象であるため、それぞれ対応できるようにアプローチしている。意図するところとして、例えば子供たちに恐怖から運転したくないと思われるのではなく、自分が選んだことに対して責任を持たせるということや、お酒を飲んで運転する選択を取った場合の影響を教えている。また、特定の事故に対してイベントに参加した家族と事故の原因と事故を防ぐための検討を考えるということも実施している。

#### (4) 考察

米国は車社会であり、さらに国土状況により道路網が発展していることから、日本のドライバーと比較して車の運転に対する注意と危機意識が散漫な人が多数いることにより、交通ルールの徹底とドライバーへの注意啓発をこれほど重視して取り組んでいるものと考えられる。また、教育のアプローチに関しては、恐怖によって規律を守る行動を迫るような意識の植え付け方ではなく、個人の考えを尊重しつつ前向きに安全意識を促すものであり、日本としても大いに参考にできる方針であると考えられる。

### 2.2.6 冬季雪氷対策

#### (1) ユタ州の気候

ユタ州の人口は 2022 年現在、約 338 万人となっており急速に人口が伸びている州となっている。また、人口の 80%がソルトレイクシティの市街地に集中している。

標高は、砂漠地帯および山間部を含め、2,350 ft (716 m) から 13,534 ft (4,125 m) となっているため、多種多様な気候となっている。

特に、図 2-2-7 に示す通り山間部における降雪量が多くなっているほか、南部は砂漠地帯となっている。ユタ州のアルタスキー場では 30 年間平均で 1,384 cm、最大で 2,294 cm 観測されている。また、ソルトレイクシティでは 30 年間平均で 132 cm、最大で 251 cm 観測されているため、冬季における道路の維持管理が重要になっている。

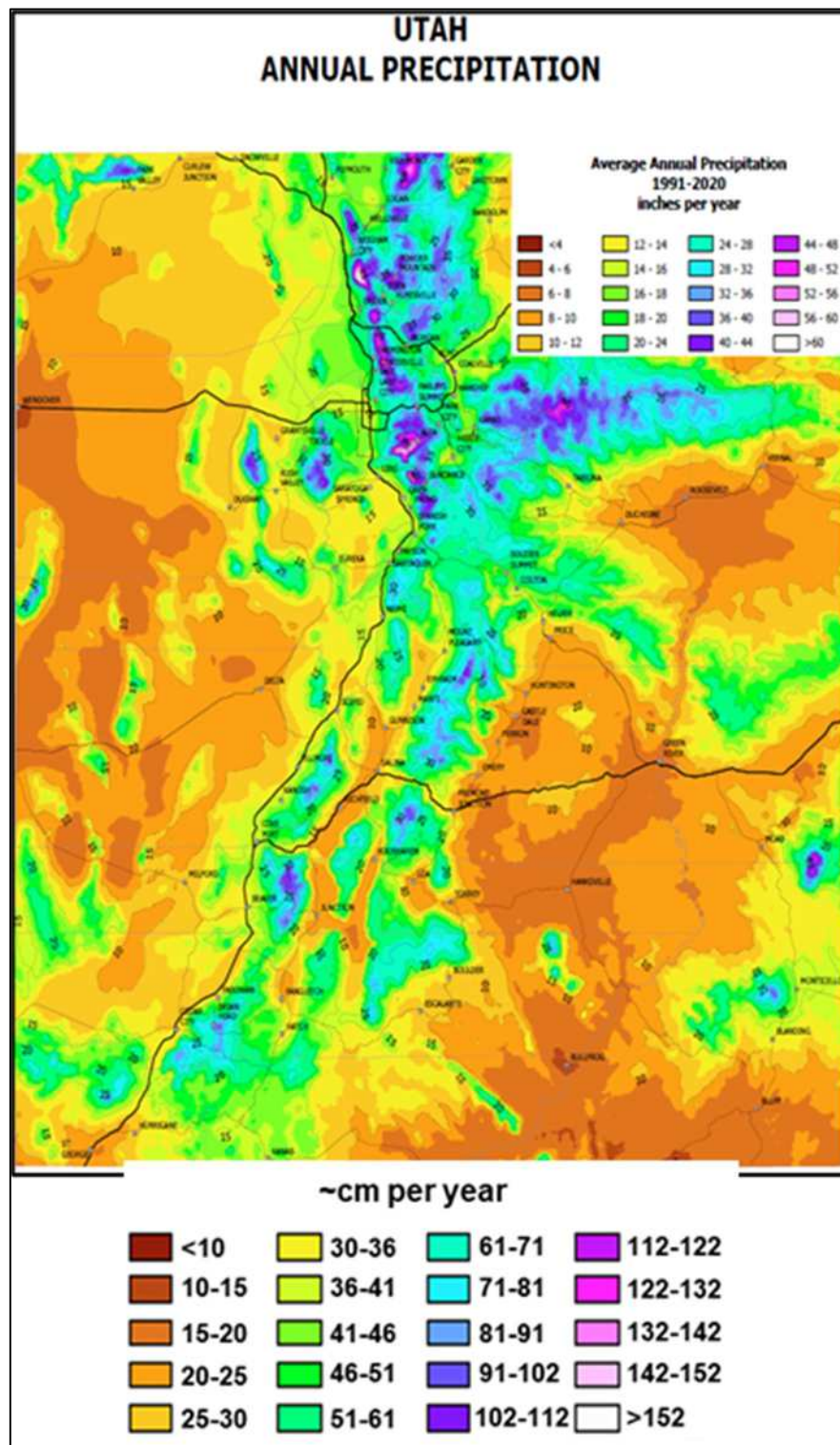


図 2-2-7 山間部における降雪の分布図

## (2) 冬季における道路管理

ユタ州交通局では、冬季における雪氷作業を 30 年前から開始しているが、本格的に取り組むようになったのは「2002 年冬季オリンピック」からである。

ユタ州交通局には、14 人の気象学者がおり、内 2 人は州の気象学者、残りの 12 人は契約社員である。この気象学者を含めて、冬季における道路の維持管理が行われており、気象予測は「RWIS（道路気象情報ステーション）（以下：RWIS）」から得られたデータを基に実施している。

ユタ州交通局では、気象状況について1日に2回（午前2時と午後2時）提供を行っている。

この気象予報は道路の維持管理のみならず、道路利用者や建設現場、防災管理、交通信号管理等に利用されている。気象予報の情報提供にあたっては、事前に降雪を予測し、ピンポイントでの情報をリアルタイムに提供している。なお、降雪予報のほかに山火事等の情報についても過去5年間の情報提供を行っている。

また、気象学者は気象予報のみならず、除雪の必要性の有無についても判断を行っている。

実際の除雪の指示は、スーパーバイザーから各雪氷基地に対して出されているが、気象学者が除雪の必要性を判断する際は、道路上に設置されている2,000以上ものセンサー（風速・温度・湿度・路温・グリップ・降雪量等）から得られる情報（RWIS）を利用している。なお、RWISからの情報を確認し、降雪や降雨、道路の冠水等の可能性がある場合は、気象予測や情報板などを使用して情報提供を行っている。（図2-2-8）

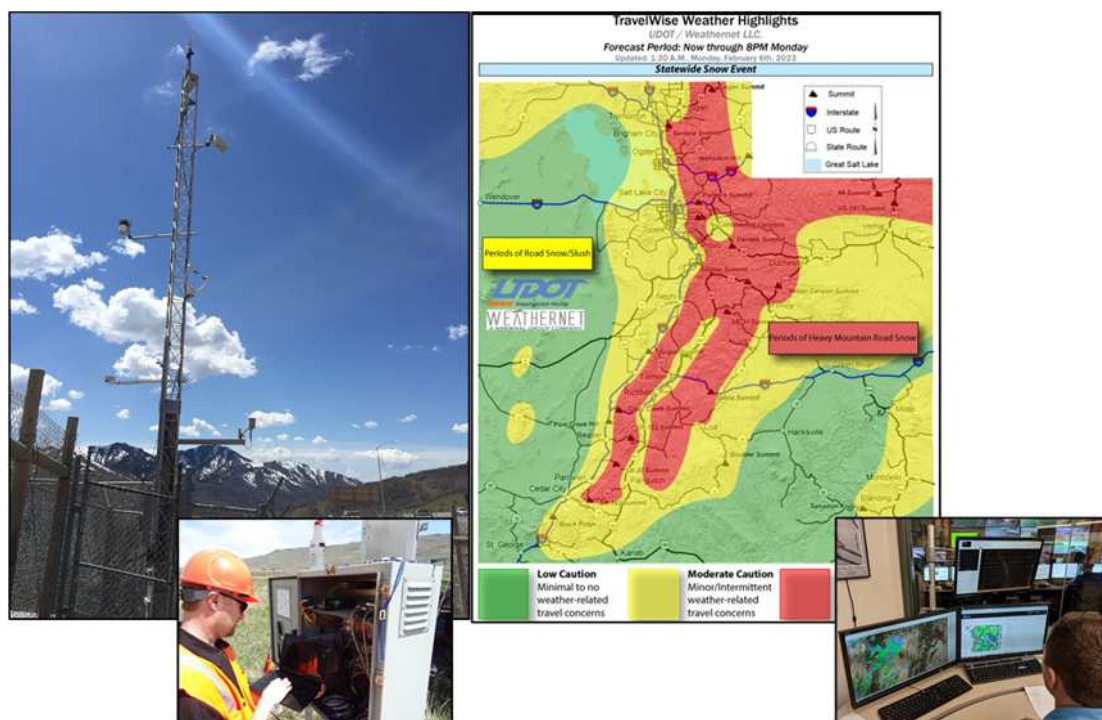


図 2-2-8 気象観測状況

道路の情報板では、「吹雪が何時に始まる」などの表示を出すことが可能となっており、注意喚起に非常に役に立っている。

また、気象予測を行う際は、凍結防止剤として使用している塩の保存量を確認する必要がある等の理由により3ヵ月先を見越した情報を出している。なお、峡谷部分における気象予測が難しく、気象予測に変化が生じやすい。その場合はその都度各関係機関に連絡を行い、全米の気象サービスを使用して一般市民に情報提供を行っている。

### (3) 雪氷時期の体制

雪氷作業で使用する資機材等を以下に示す4つの区域において必要に応じて配置を行っている。図2-2-9で示している緑・オレンジ・灰色のエリアは主に都市部となっている。また、ピンクのエリアは州半分を占めているが、人口密度が低いエリアとなっている。

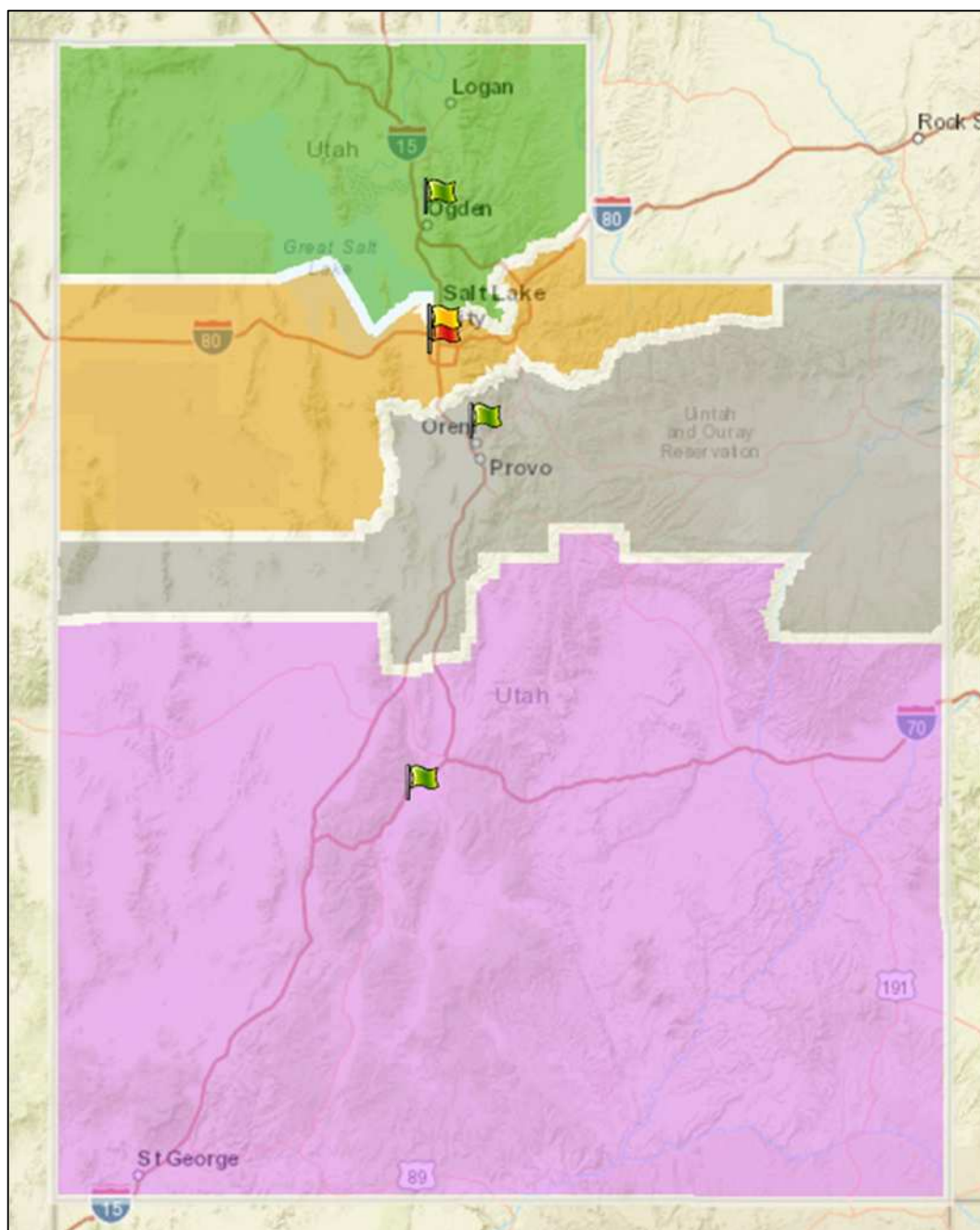


図 2-2-9 4つの区域

ユタ州交通局では 25,500 マイル（約 41,000km）にわたり道路の維持管理を行っており、約 1,900 もの構造物を管理している。またユタ州交通局の職員は約 1,700 人おり、検査やメンテナンス、除雪等を担当しているのは約 800 人とのことであった。

ユタ州では、図-2-2-10 で示す通り、メンテナンスステーションが 80 カ所、サテライト小屋が 43 箇所設置されており、各基地では、冬季雪氷作業で使用する凍結防止剤を貯蔵している。

メンテナンスステーションは、規模が大きいところでは 13 人程度、小さいところでは 3 人程度の配置となっている。

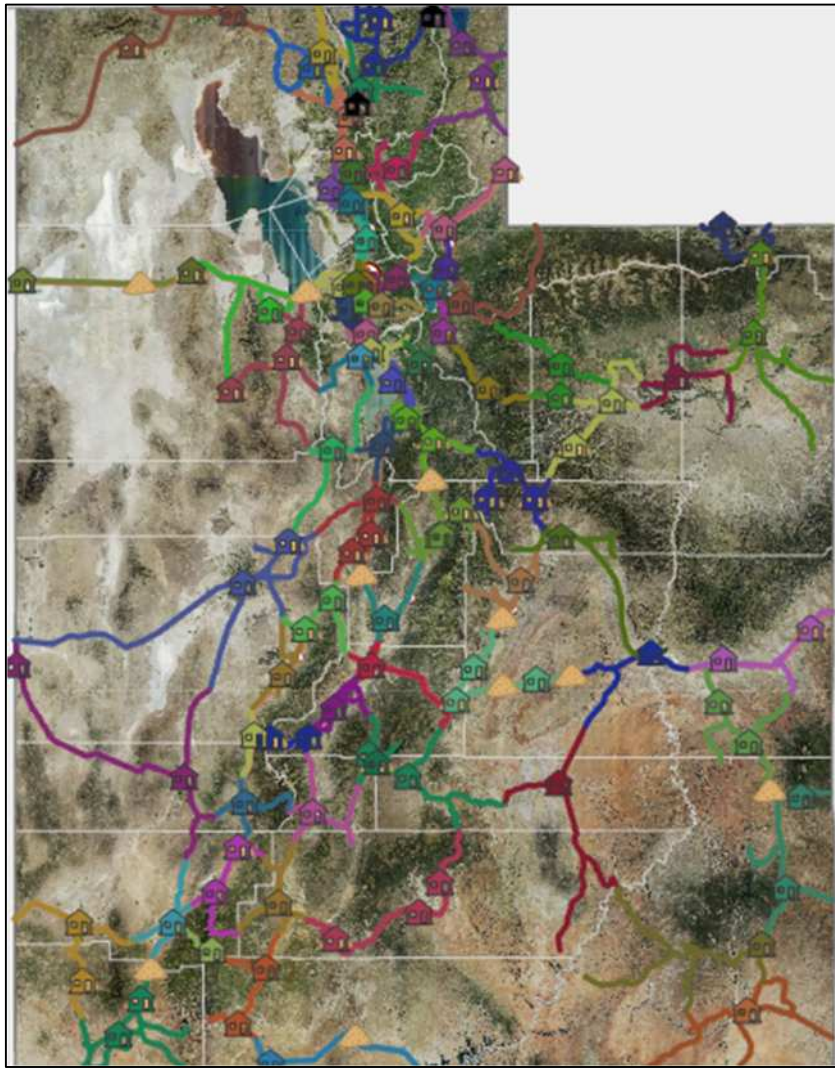


図 2-2-10 ユタ州交通局管轄道路およびメンテナンスステーション位置図

ユタ州交通局では技術者育成のための研修プログラム（TEP）があり、合計 259 時間に及ぶ。研修プログラムは、実地で行うものやオンラインによるものなど多岐にわたり、以下に示すのは作業車のシミュレーターで、現在ではユタ州交通局に 10 台配置されている。（写真 2-2-14）



写真 2-2-14 作業車シミュレーター

#### (4) 雪氷作業で使用する作業車

ユタ州交通局では、除雪車を 567 台保有している。以下にユタ州交通局が保有している各除雪作業車について紹介する。

##### 1) 牽引除雪車

牽引除雪車は、人手不足を補うため 10 年前から導入しており、現在 34 台配備されている。

(写真 2-2-15)

この牽引式除雪車は、人材不足問題を解決するために開発されたもので、1 台で 2 車線分の除雪を可能としている。毎年、この除雪車を導入しているが、長年働いている人に操作が限られるほか、長時間にわたる訓練が必要となる。主にインターステート等で使用される。(写真 2-2-16)



写真 2-2-15 牽引除雪車



写真 2-2-16 牽引除雪車の訓練状況

##### 2) 除雪車 (ダブルウィングタイプ)

この除雪車は、スノープラウがフロント側に 2 つ設置されており、複数車線の除雪を行うことが可能となっている。(写真 2-2-17)



写真 2-2-17 除雪車(ダブルウィング)

### 3) アイスブレイカー

アイスブレイカーは、雪が凍結した場合等において使用される。主に山間部の道で使用されるが、路面を傷つけることがあるため、注意が必要とのことである。(写真 2-2-18)



写真 2-2-18 アイスブレイカー

### 4) 噴射式除雪機

ユタ州交通局では、噴射式除雪機を 12 機保有している。主に山間部の道で使用されている。(写真 2-2-19)



写真 2-2-19 噴射式除雪機

#### 5) 衝突防止対策 (Green LED Light)

各除雪車には、ウィング部において衝突防止のための緑のライトが光るようになっている。

これは、ドライバーに対して除雪していることを周知するものである。特に夜間では、一般通行車から除雪時のウィング部が見にくく、後ろの一般車両が除雪車を追い越そうとして衝突する可能性がある。そのため、緑のライトを光らせる等の衝突防止対策を行っている。(写真 2-2-20)



写真 2-2-20 Green LED Light

#### (5) 雪氷作業および凍結防止剤散布

2022 年および 2023 年は、ユタ州にとって大雪の年となった。年を追うごとに凍結防止剤散布やそれに係る費用が増加しており、凍結防止剤の散布距離は 2022 年で 3,482,745 km、2023 年は 8,634,507 km と長距離になっている。また、凍結防止剤散布で使用した費用は、2022 年で \$6,204,078、2023 年で \$21,178,521 と増加している。

図 2-2-11 に示すのは雪氷作業にかかった費用である。例年では約 \$ 27M (2,700 万ドル) を雪氷作業に費やしていたが、2023 年における雪氷作業の費用は、雪による洪水 (写真 2-2-21) や

落石（写真 2-2-22）などの除去、対策を行ったため、冬季終了時点で \$ 42M(4,200 万ドル)と大幅に増加している。

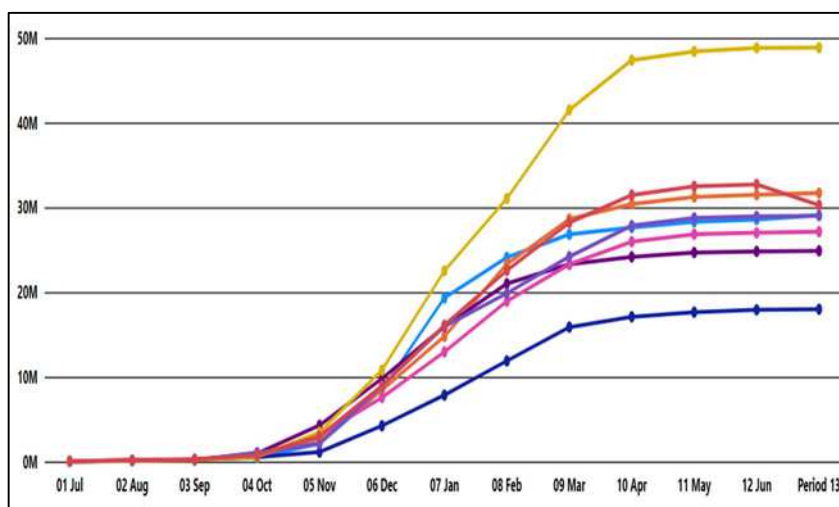


図 2-2-11 雪氷作業にかかる予算（黄色線：2023 年）

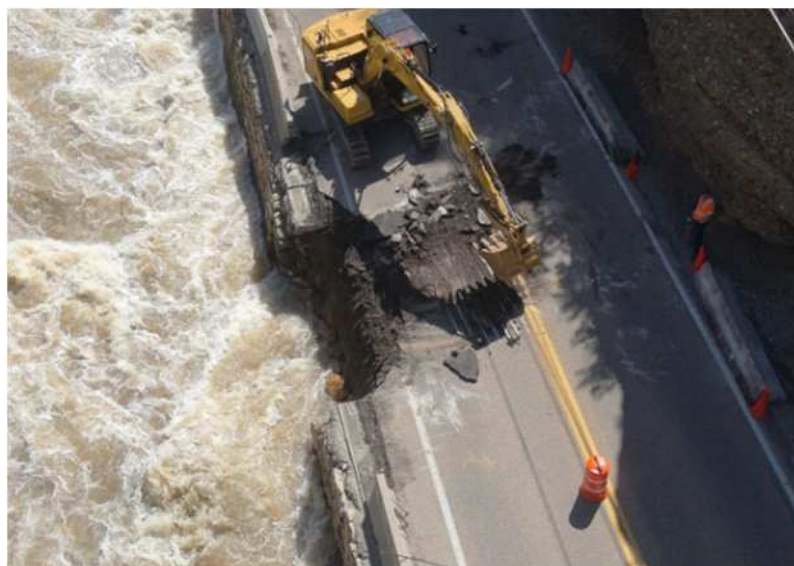


写真 2-2-21 春季における洪水発生状況



写真 2-2-22 落石発生状況

(6) 凍結防止剤について

ユタ州交通局では 8 箇所から凍結防止剤となる「塩」および「塩水」等を調達している。

凍結防止剤として使用される「塩」は、主に「天日塩」と「岩塩」が使用される。

以下に、天日塩および岩塩、凍結防止剤散布および貯蔵倉庫について記載する。

1) 天日塩

ユタ州交通局で使用している凍結防止剤の内、「天日塩」はユタ州内最大の湖であるグレートソルトレイクの水を蒸発させることにより産出したものを使用している。(写真 2-2-23)

この天日塩は純度 98～99%の塩化ナトリウムであり、主に州北部で使用されている。

天日塩を使用するメリットとして、安価で入手できることや塩化マグネシウムや岩塩などの添加物を加えることにより、さらなる効果が期待できることがあげられる。



写真 2-2-23 グレートソルトレイクの塩田

2) 岩塩

ユタ州交通局で使用している凍結防止剤の内、「岩塩」は下の写真で示すように主に岩塩鉱山 2 箇所から供給されている。岩塩は少し高価であるものの、岩塩に含まれている不純物によって滑り止めの効果が得られるほか、融点が低いため主に州南部で使用されている。



写真 2-2-24 岩塩鉱山

### 3) 凍結防止剤散布

凍結防止剤として、「天日塩」および「岩塩」を使用していることを先の項目で述べたが天日塩は、写真 2-2-25 で示す機械を使用して水と混合させて使用している。天日塩と混ぜるのに使用する水は、雨水や洗車などで使用した「リサイクル水」である。

これを道路上に散布することにより、道路が凍結することを防止している。（写真 2-2-26）

このような凍結防止剤は、除雪車等に搭載されている散布機（以下、スプレッダー）を使用しており、1km あたり 56kg～70kg 分を散布することが可能である。なお、スプレッダーは写真 2-2-27 に示すような構造になっている。



写真 2-2-25 ミキサー



写真 2-2-26 凍結防止剤散布



写真 2-2-27 スプレッダー

#### 4) 凍結防止剤の貯蔵

ユタ州交通局で使用している凍結防止剤は、123 箇所の屋根付きの倉庫で貯蔵、管理されている。倉庫の平均収納能力としては 1,100 m<sup>3</sup>となっている。(写真 2-2-28)

塩の使用量は 2021 年～2022 年は約 150,000 m<sup>3</sup>、2022 年～2023 年は約 380,000 m<sup>3</sup>と倍近くとなっている。



写真 2-2-28 凍結防止剤の貯蔵倉庫

#### (7) ATOM – Maintenance Management System

ATOM (Maintenance Management System) は、ユタ州交通局で使用されている新しいメンテナンス管理システムで、「GoogleMap」を基に作成されたものである。

主に、資産管理や給与計算、業務指示等で使用されるシステムで、技術者の現在地を特定できるものである。(図 2-2-12)

このシステムは、携帯およびパソコンいずれからもアクセスが可能となっている。

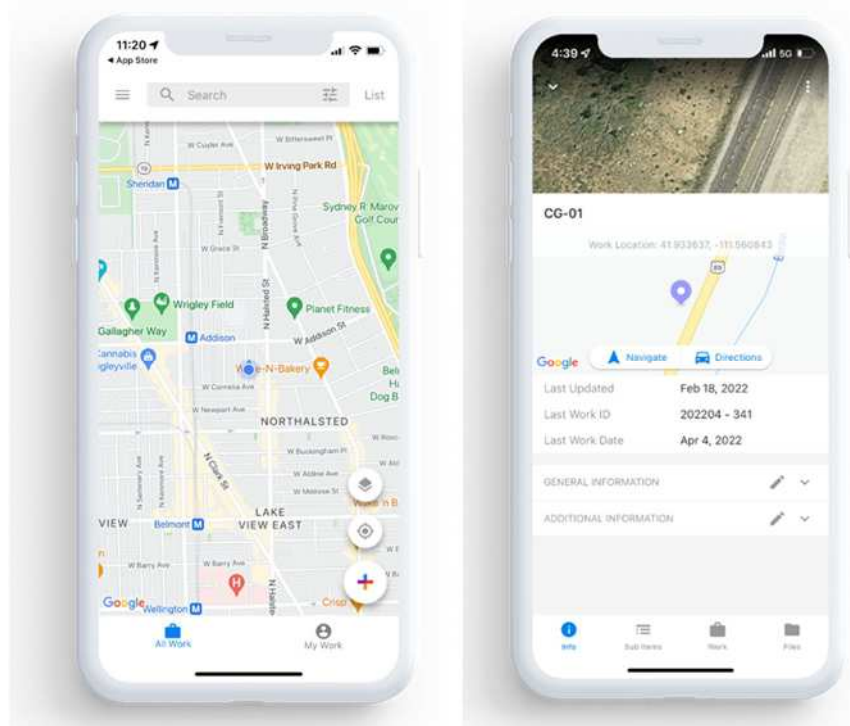


図 2-2-12 ATOM

ユタ州交通局では、各メンテナンスステーション等における欠員状態を図 2-2-13 に示すような形で把握できるようになっている。下図で示すのは、運輸技術者やスーパーバイザー等の職種別の配置状況を示したものである。このシステムは 6 か月前から導入されており、冬季雪氷時期に向けてどこの基地で欠員が発生しているかを把握することが可能である。

欠員状況は図内の円グラフ（オレンジ）で確認できる。

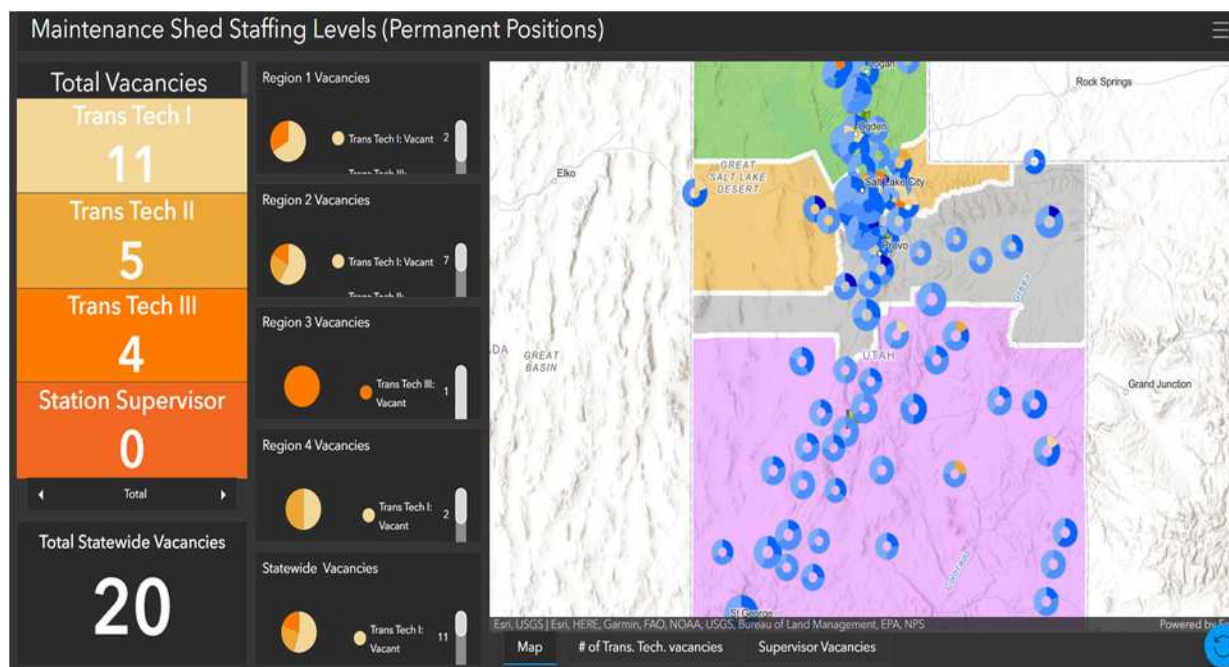


図 2-2-13 各基地における人員配置状況

#### (8) 自動車両位置情報 (AVL:Automatic Vehicle Location)

ユタ州交通局では、除雪車や重機等の車内のプラグに、GPS 機器を設置することにより車両

の位置情報を管理している。除雪車などの作業車に取り付けられている GPS 機器は Verizon（以下、ベライゾン）製のもので、「Network Fleet」を 8 年にわたり使用していたが、現在は、「Reveal」に移行中となっている。（図 2-2-13 参照）

「Reveal」は従来のものよりも使いやすくなっているほか、データについてもより視覚化しやすいように改良されている。特に、除雪車等の作業車の位置情報や通過経路については、一般の人も確認できるようになっており、図 2-2-14 で示すように 5～10 分ほどの遅れがあるものの把握可能となっている。



図 2-2-14 ベライゾン製 Reveal

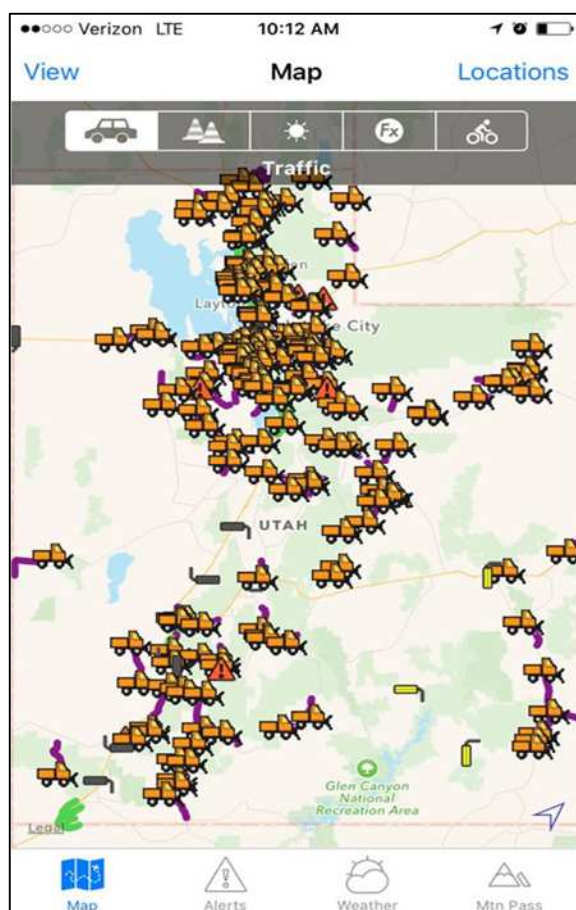


図 2-2-15 除雪車の位置情報

(9) 質疑応答

Q1：気象予報を1日2回行っているとあるが具体には何時と何時か。

A1：AM2時とPM2時に気象予報を出している。これはメンテナンスのシフトと連携しており、UDOTの職員なら24時間いつでもこの情報を得ることができる。気象予報についての問い合わせが昨年で5,000件の問い合わせがあった。こちらから情報を流して前もって雪氷作業の準備ができるようにしている。

Q2：長期的な予報や、週単位の予報とかを出しているか。

A2：3か月予報を出し、塩の在庫、保存量の見込みに活用している。

Q3：ユタ州交通局における気象予測の精度はいかがか。

A3：気象予測が当たらないこともあるが、これから雪が降るというように連絡をして、フォローしている。一般市民に対しては、全米の情報が届くようにしている。

Q4：除雪の指示は気象学者から直接伝達しているのか。

A4：私達が直接指示を出すわけではなく、スーパーバイザーに情報のツールとして連携を取る。

Q5：ユタ州の気象で予報の難しいところはどこか。

A5：山に囲まれた峡谷では、気象が変わりやすく予測が大変である。ほかにも難しいところはたくさんある。地形が複雑なため、プログラムを作成するのに苦慮している。

Q6：2,000箇所の気象局があると言っていたが、具体的にどのような計器が入っているか。

A6：風速、温度、湿度、道路の温度、グリップ度、それから雪の深さ、土壌の温度である。土の湿度を測ることによって、土ぼこりが発生するか分かる。視界を計測して、雪の降雪量を測る。それから降雨量を測り、洪水になる予測を立てる。そういったセンサーを使い、道路に滞水があれば、標示板に表示する。

## 2.2.7 資産管理

### (1) ガードレールの資産管理

ガードレールを交換する理由は次のものがある。

1) 衝突による損傷

適切に機能しないので早急に交換する必要がある。

2) 使い古された場合

鋼材の腐食等により十分な機能が果たせない場合など。

3) 道路の形状を変更

交通量を増やすために道路を拡張する。(例えば、1車線から2車線にする)。

4) ガードレールが現在の衝突安全基準を満たしていない場合

基準を満たすことにより運転者の安全を確保する意味で資産管理が必要となっている。

また、複数のカテゴリーに分類されるもの(例えば、道路拡張する位置にある古いガードレールである場合等)は交換する理由となる。

現在のガードレールの規格は「MASH2016」という最新の衝突安全基準を適用している。以前の試験体制としては、全国共同高速道路研究プログラム(NCHRP)1993年策定のNCHRP350と1981年策定のNCHRP230がある。NCHRP350とMASHを比較すると規格の対象となる自動車が大型化(写真2-2-29)していることが分かる。MASHができる前に作られたガードレールでは大型の車両が衝突した場合に機能を果たせない可能性がある。なお、MASHでは大型トラックも試験に使われている。



写真 2-2-29 自動車の大型化

MASH は安全用機器の評価マニュアルであり、この試験により衝突事故があった時に安全であることが保証される。

今後の課題は電気自動車である。電気自動車はガソリン車やディーゼル車と比較するとバッテリーを積載する為にかなり重くなり、重心が下がってくるので衝突時の反応が従来の車とは異なる。現在、電気自動車に対応したガードレールについては研究中との事だが、こういった新しい可能性のある問題に目を向けた上で、老朽化したガードレールを新しい試験基準を満たしたものに替えていく必要がある。

交換が必要となるガードレールがどこにあるかをカメラと LiDAR センサーを搭載した車両を使って調査している。得られたデータを AI（機械学習）と人間（オペレーター）の作業を組み合わせることでガードレールのセクションを特定し、タイプ別に分類する。すべての情報が最終的には GIS の地図にまとめられる。下の地図では（写真 2-2-30）古い型の規格のガードレールのみが表示されている。

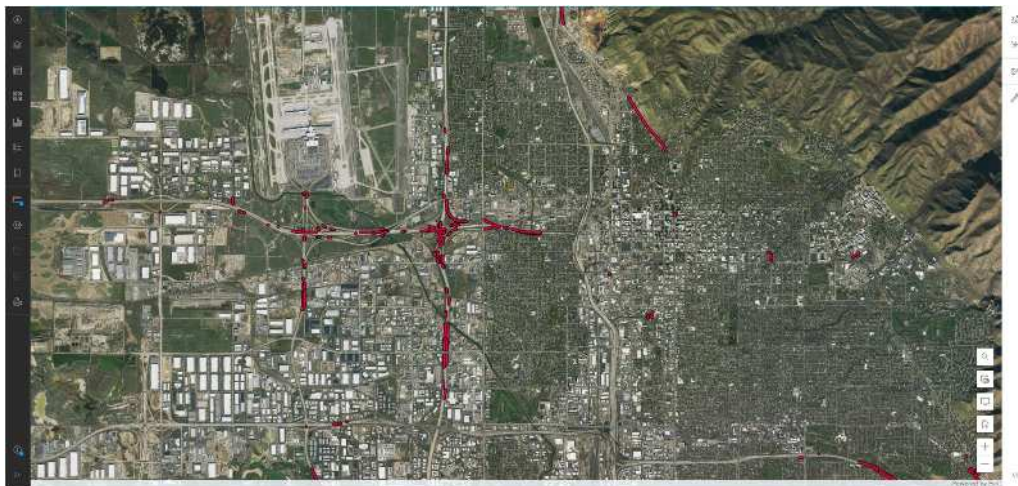


写真 2-2-30 古い型の規格のガードレールを特定した地図

ガードレールは次の 3 つのクラスに分けて管理される。

①基準の適格

路側装置は連邦政府の資金提供を受ける資格があると認定されている。ほとんどは MASH に

準拠している。一部は NCHRP350 に準拠しているが MASH による代替手段はなくそのまま使用することも新しい基準に交換することも可能である。

## ②前世代

NCHRP350 に準拠しており許容可能な状態にあるが、現在適格であると認定されていないデバイス。これらは完全交換の基準となるまで使用し続けることができる。新設時は使用できない場合がある。

## ③廃止

ライフサイクルが終了するか終了したデバイス。NCHRP350 より前の全てのデバイスと既知の問題がある全ての NCHRP350 または MASH デバイスが含まれる。例えば、風化鋼板と呼ばれる金属製のガードレールは腐食されることによって自然に見えるように設計されていたが、腐食が進み過ぎて故障してしまった場合などがあげられる。

### 1) 道路工事エリア内の老朽化したガードレール

工事によって道路を大幅に変更するか、安全性を向上させるかの選択がある。

- ・ 2 インチ (50mm) 以上の舗装が必要となる舗装改修
- ・ 能力向上
- ・ 主な資金源が高速道路安全向上プログラム (HSIP) である場合

### 2) 上の条件を満たしていれば

- ・ 古いガードレールをすべて交換する
- ・ 不要な場合は古いガードレールを撤去する
- ・ 中央交通安全課から該当工事では交換不要との免除を受ける

小規模な工事の場合、工事の複雑化や予算超過を避けるため陳腐化したガードレール交換は要求されない。小規模な工事で交換不要とされる例は、舗装を少し修正する、車線の引き直し、信号機の工事、緊急工事で予算の少ないもの、歩行者向け工事、管轄外の道路工事等である。

ユタ州内の 4 つの地域事務所は、他の道路工事がすぐに予定されていない地域で、老朽化したガードレールの一部を取り替えるための小規模な工事を毎年計画しているが、資金調達と優先順位付けは継続的な問題である。

資産管理を始めるまで、2016 年の段階では全てのガードレールを交換するまでに 80 年かかると想定していた。しかし、資産管理により恐らく 10~20 年で老朽化したガードレールを取り替えることができる見込みである。

## (2) 質疑応答

**Q1 : MASH と NCHRP の規格の違いは？ガードレールの厚みが違うのか？**

**A1 :** 使われている素材は同じだが、接続部分と路面からの高さが違う。これまでの規格では支柱でつながっていたが、MASH では支柱と支柱の間に連結されている。また路面からの高さは NCHRP では 28 インチ (71.1cm) であったが、MASH では 31 インチ (78.7cm) となっている。

**Q2 : 日本では道路の両側にガードレールを設置するが、ユタ州では中央分離帯以外に設置する予定はないのか？**

**A2 :** 外側に設置していない理由としてはガードレール自体が障害物となって事故を起こしてしまうことがあげられる。道路の外側に何もなく、崖でもなく広い場所があるのであれば車が逸れて路外に出た方が安全という場合もあり、ガードレールを設置することにより大事故となってしまうケースもある為、それを防ぐために外側に設置していない。ただし、グレートソルクの近くにある高速道路では道路の外側に設置している。理由は、木もなく安全な場所ではあるが地面が柔らかいために車が路上を離れると横転してしまう。それを防ぐためにケープルバリアを設置している。

**Q3 : 日本の高速道路では事故発生時、事故車に復旧費を請求する制度があるが、ユタ州ではど**

のように行われているか？

A3：ほとんど同じで、例えばガードレールだけではなく標識等も運転者または保険会社がその責任で復旧費を支払うことになっている。しかし、当てた車が逃げてしまい、その車が特定できない場合は請求できない場合もある。

Q4：日本では中央分離帯にワイヤーロープタイプのガードレールを設置する場合があるが、アメリカでも衝突実験を行っているか？車が大型化する中でトラックにも耐えられるようワイヤーロープタイプのガードレールは考慮されているか？

A4：MASH の基準にあり、強さは定められている。コンクリートでは車が止まるがワイヤーでは車が跳ね返る性質がある。ケーブルバリアは老朽化による交換対象とはなっていない。

## 2.2.8 ロードキル削減のための対策

### (1) 野生動物の横断施設

ユタ州では、頻繁に野生動物と衝突するリスクがある。特に鹿との衝突事故が多く、その中でもヘラ鹿は大型の為、衝突した際のリスクも大きいこと事から、以下の対策を講じている。

#### 対策① 野生動物専用の跨道橋の建設

ユタ州の Echo Junction 付近で鹿の死体が発見された地図データと衝突事故発生時にハイウェイパトロールに報告されたデータ、および 371 頭の鹿に首輪を付けて収集した、鹿の移動範囲を表した地図データ（図 2-2-16）を確認すると、ほんの一部の動物しか高速道路を渡ろうとしていないことが分かる。高速道路が障害物となって動物が住みやすいところにアクセスできなくなっている。

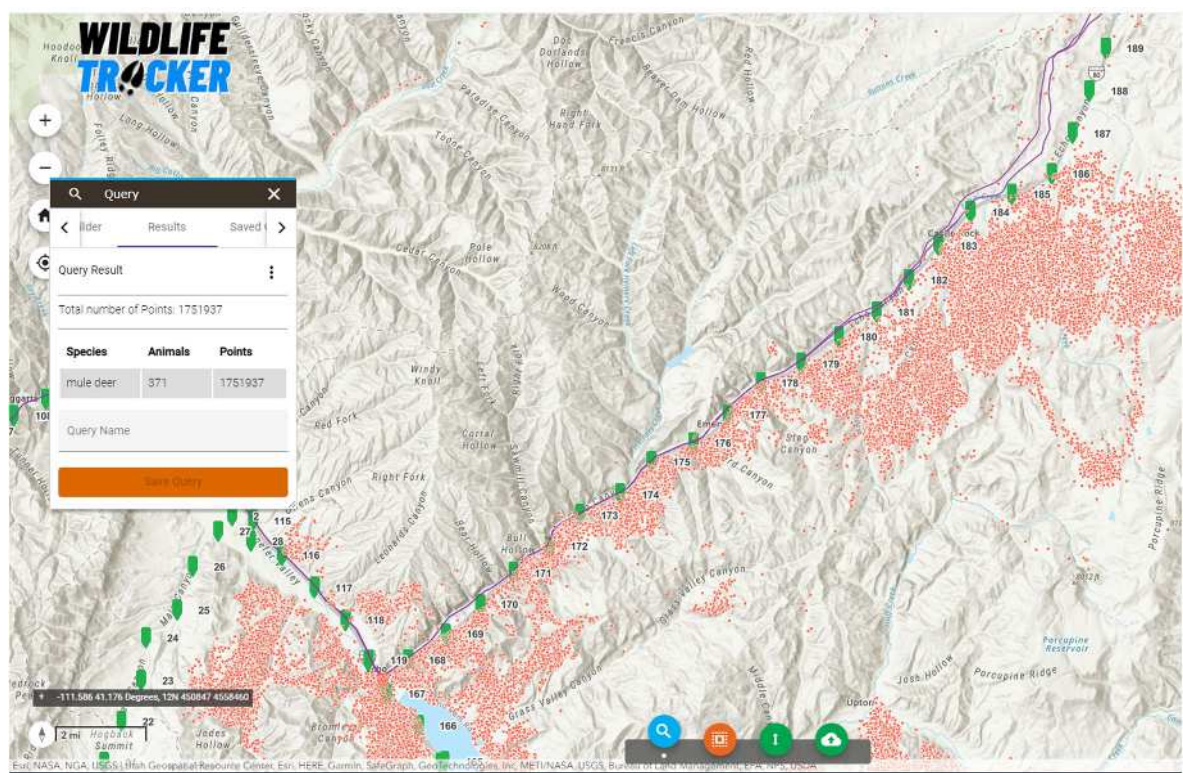


図 2-2-16 鹿の移動範囲を表した地図データ

これは 4 年くらい前にできたパークシティにある野生動物が通れる陸橋（写真 2-2-31）である。

この陸橋を架設した事により、特にミュール鹿には効果があった。（98%のミュール鹿が利用している。）2016～2018 の 2 年間で陸橋が架設された 2018～2020 の 2 年間ミュール鹿の死体数を比較するとその数が減っていることが分かった。また、ロードキルがほとんどない小動物や熊

(写真 2-2-32) も跨道橋を使用していることが分かった。



写真 2-2-31 野生動物専用の跨道橋



写真 2-2-32 実際に熊が橋を利用している映像

## 対策② 野生動物レーダー検知標識の設置

ユタ州交通局は、道路上で野生動物が検出されると LED ライトでドライバーに警告するシステムを導入（写真 2-2-33）した。これは、新しい試みで作っている動物が通れる通路（橋を作ったりトンネルを作ったりするのではなく、動物が通ると分かっている道を動物優先に通らせる）に、0.5 マイルの範囲に出没した野生動物をレーダーで検知し標識を点滅させ、ドライバーに速度低下を促す装置である。これにより、野生動物のロードキルを減少することができている。



写真 2-2-33 LED 警告標識

## (2) 質疑応答

Q1：日本ではフェンスのかさ上げ、ガードレール下へフェンス設置を実施しているがユタ州は同じような対策を行っているのか？

A1：砂漠に住むリクガメやプレーリードッグがいるためフェンスを数フィート地中に埋めている。

Q2：動物の跨道橋に、動物を誘導するための仕掛けがあるのか？

A2：跨道橋の両サイドにフェンスが設置されているため、フェンス沿いを歩くと自動的に渡ることができる仕組みとなっている。また、それでも渡ろうとしない動物には跨道橋上に干し草の餌を設置した。その結果、ほかの動物が渡っているのを確認した動物も渡るようになっていった。

Q3：雪により動物が町に降りてくることがあるが、出現動物に変化はある？

A3：あります。豪雪等の環境変化により、動物が住める地域が縮小しているため野生動物の保護も必要となってくる。

## 2.2.9 EV 充電装置について

### (1) NEVI の取組

アメリカ合衆国連邦政府は NEVI (National Electric Vehicle Infrastructure) 国家電気自動車インフラ計画を立て充電器の普及を進めている。現在は 14 か所整備しており、この先 1 年間で 15 か所を整備する予定である。

整備費用の 80%は補助金として連邦政府から賄われるが、残り 20%は州が負担することになっている。

そのため民間会社の応募者に整備費の負担を求め、四半期毎、年毎に使用実績を報告することとしている。

また、民間会社には 97%の時間は充電できる状態にすることを求められている。この事業は PPP (官民連携) であり、近年では最大規模の事業である。

当初は充電施設の整備にガソリンスタンドが反対していたが、充電時間中に売店で何か買ってもらえることが期待でき、利益はガソリンスタンド付属の売店の売上が大きく貢献しているため、今ではガソリンスタンドが主な入札者となっている。

全米各州が NEVI の承認手続きを進めており、ユタ州は 8 番目に承認された。

### (2) 質疑応答

Q1：なぜガソリンスタンドの考えは変わったのですか？

A1：この EV の流れに対応しないと廃業するおそれがあったためです。上記に示したとおり、ガソリンスタンドにもメリットがあるため考えが変わりました。

## 2.3 ユタ州交通局 (交通管理センター)

### 2.3.1 コネクテッドカー等

#### (1) 説明内容

##### 1) コネクテッドカーによるバスや除雪車の信号優先化

コネクテッドビークルとは、IOT 化された自動車のことであり、コネクテッドカーとも呼ばれる。常時インターネットに接続されることにより、車両自体が通信端末機能を持ち、車両やドライバー、道路状況に関する情報などをリアルタイムに収集することが可能となる。米国のコネクテッドビークルは 5.9 GHz スペクトル (5.895-5.925) で使用されており、C-V2X (LTE-V2X) と 3GPP R14 規格に準拠している。B to B と B to I の両方に使用され、長期的な目標として「安全性」を掲げており、事故の発生を素早くドライバーに警告することで、衝突・ケガ・死亡事故が減少することができる。

#### 【現在の使用状況】

- ・トランジット信号の優先順位
- ・除雪車と緊急車両の優先
- ・車両へのサポート (緊急ブレーキ等)
- ・カーブ速度警告
- ・スポット気象影響警告
- ・可変速度制限 (開発中)
- ・障がい者等への警告 (開発中)



図 2-3-1 コネクテッドビークルの使用例

ユタ州交通局では、公共交通機関であるバス等が通常より遅れている場合、車両からリクエストを要求することで、信号機制御装置により青信号の時間を通常より長く点灯するシステムを導入している（図 2-3-2）。

バス等の対象車両は、交差点に向かう際にリクエストを要求し、通過後リクエストをキャンセルする。リクエスト時の対応優先順位は、原則リクエストを要求した順番となるが、除雪車や緊急車両の場合はバスより優先される。リクエストにより信号現示操作をした場合、実信号サイクルにズレが生じるが、2～3 サイクルで元に戻る仕組みとなっている。

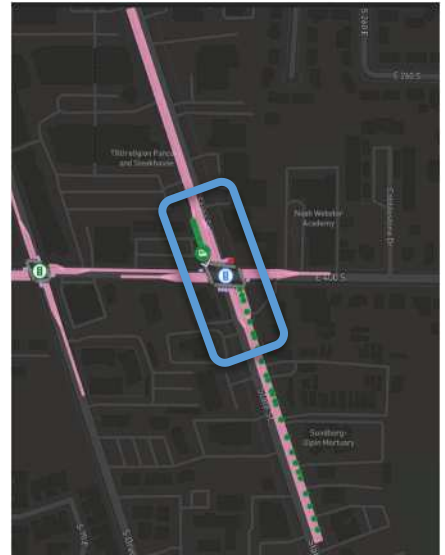


図 2-3-2 交通信号優先システム

ユタ州交通局で管理している信号機は、リアルタイムに監視することができ連携もスムーズである。システム導入により、交通信号優先システムの信頼性が 6%向上し、公共交通機関のスケジュールは 19%精度向上している。

ユタ州では、V2I を搭載している路側機が 363 台、車載ユニットを搭載している車両が 248 台あり、車両では除雪車、公共交通機関のバス、ユタ州交通局が管理するトラックなどがあげられる。現在は、車載ユニットを搭載した一般車両は製造されていないため、コネクテッドビークルの普及率は非常に低いですが、2 年後には車載ユニットを搭載した一般車の製造を計画している。

## 2) 自動運転システム

ユタ州交通局では、道路の自動運転をサポートする取り組みを行っている。新車の半数以上は、前方カメラを搭載しており、レーンキープアシスト（LKA）、自動緊急ブレーキ（AEB）、アダプティブクルーズコントロール（ACC）等のサポート制御をしている。特に LKA の効果を発揮するためには、どの程度まで区画線を認識出来るかを確認する必要がある。この確認のため、高速道路や峡谷、一般道などを含む 1500 マイルを走行し区画線を認識できるか調査を行った。（図 2-3-3）



写真 2-3-1 自動運転に向けた調査状況

調査の結果、ほとんどの区画線を認識することができたが、区画線の劣化及び一部欠損、未施工箇所等が原因で認識できない事象も発生した。（図 2-3-4）

認識精度向上のため、舗装の補修サイクルを変更するなど対応を行っている。

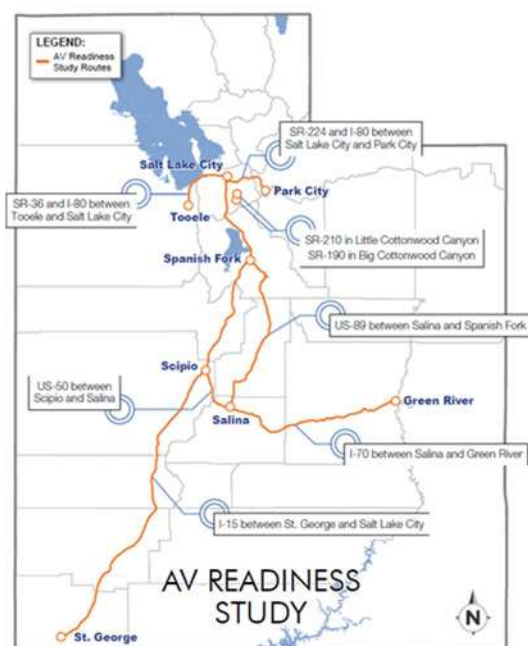


図 2-3-3 走行調査エリア

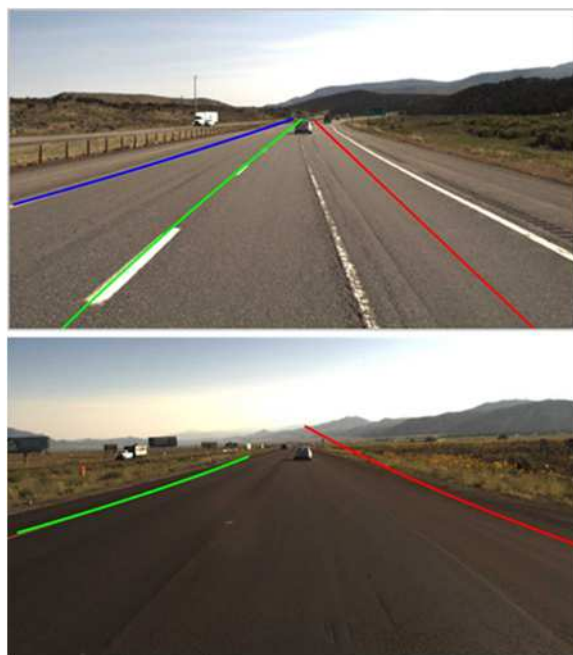


図 2-3-4 区画線の認識状況

2019 年 4 月~2020 年 9 月には、共同プロジェクトの一つとして低速度で走行する電気自動車を 8 箇所にて試行導入した。この電気自動車は自動運転レベル 4 であり、運転手、運転席、バックミラーも備えていない車両である。今回の試行では、公共交通機関を利用する市民を対象とし、車両の信用性、市民への信頼性の検証を行った（写真 2-3-2）



写真 2-3-2 自動運転車試行状況

試行導入の結果、利用者の 96%からは「とても快適で信頼できる。また乗車したい」との回答が得られ、乗車回数を重ねるごとにその信頼度が増加する結果が得られた。課題としては、真夏時の運用があげられ、エアコン使用による電力消費に伴い、1 日中走行することが出来ない事、その他には車両の大きさや構造上の問題もあげられた。

### 3) 光ファイバーを用いた分散型音響センシングと敷設方法

ユタ州では、道路脇に設置されている既存の光ファイバーケーブルを用いて、分散型光ファイバーセンサーとして利用している。イントロゲーターユニットにより、地面に生じる振動を感知することで、発生した事象の位置を誤差 2m 以内に特定することが可能である。（図 2-3-5）

ソルトレイクシティ地域には、ビッグ・コットンウッド・キャニオンとリトル・コットンウッド・キャニオンの二つの峡谷があり、ともにスキーリゾート地に接続する重要な道路である。（図 2-3-6）

このうち、リトル・コットンウッド・キャニオンでは、度々雪崩が発生しており、道路管理上の課題となっている。現在は、分散型音響センシングを用いた雪崩検知・警報システム開発のため、アルゴリズムの調整に取り組んでいる。

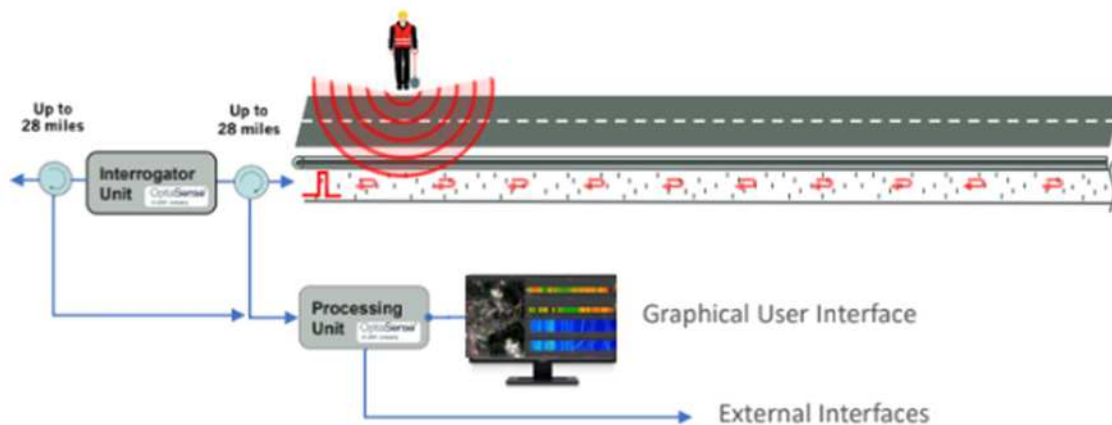


図 2-3-5 分散型光ファイバーセンサーの概念図・

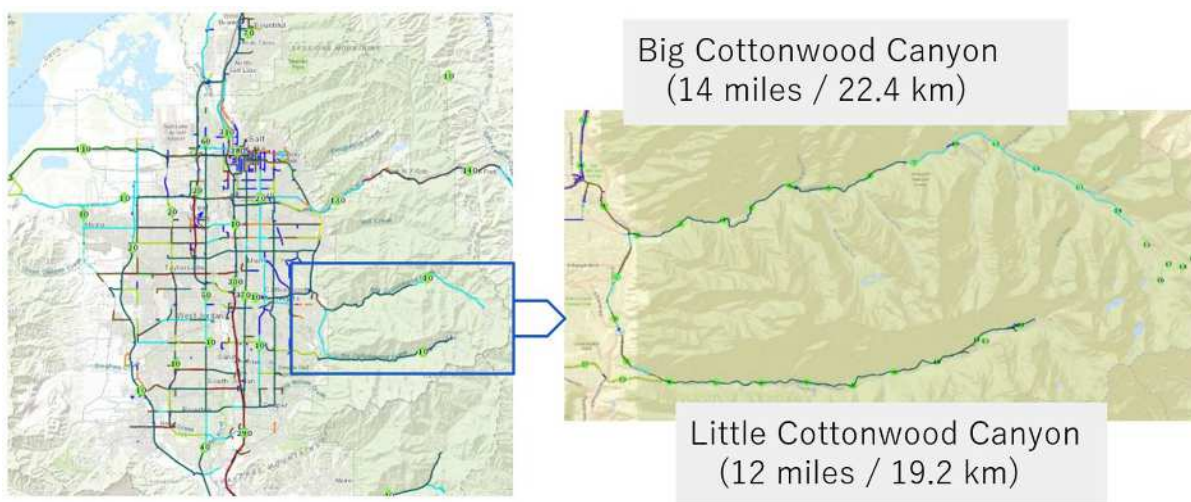


図 2-3-6 ソルトレイクシティの光ファイバー設置位置（左：全体、右：峡谷部）

ユタ州交通局は、ソルトレイクシティで開催した2002年冬季オリンピックの準備時から光ファイバーケーブルの導入を開始した。導入にあたり、ソルトレイクシティの都心部やスキーリゾート地等に交通管理施設の整備を行った。ユタ州にあるアルタスキー場は、パウダースノーで有名であり、また世界のスキーリゾート中で最も降雪が多かったスキー場としても有名である。（写真 2-3-3）

このような場所では、外気温等の影響が大きいため、光ファイバーケーブルのように、外気温等による影響が小さい地面に埋設される敷設方法は有効である。

峡谷では、分散型音響センシングの他に携帯電話サービスにも使用されている。峡谷での光ファイバーケーブル設置は、火山岩等の地層による影響を受けるため、特に施工が困難である。（写真 2-3-4）

2006年までには約600マイル（約1,000km）の光ファイバーケーブルが設置され、2023年時点では約3,400マイル（約5,500km）が設置されている。（図 2-3-7）



写真 2-3-3 アルタスキー場



写真 2-3-4 峡谷の状況



図 2-3-7 2023 年時点の設置状況

また、ユタ州には、フォレスト・ガンブの丘と呼ばれるモニュメント・バレーに向かう直線道路があり、この場所は映画フォレスト・ガンブで使用された撮影地でもある。(写真 2-3-5)

この場所は景色や眺めが良いことも重なり、観光客も多く訪れる観光スポットになっている。この地域は硬質の岩石地質となっており、光ファイバーケーブルを整備するあたり、施工面及び費用面から地面内に埋設することが困難と考えられたため、電柱による架空線施工等を計画した。しかし、絶景による観光スポットであることや住民からの景観維持の声を受け、地面に埋設する施工とした。(写真 2-3-6)



写真 2-3-5 フォレスト・ガンプの丘



写真 2-3-6 フォレスト・ガンプの丘での施工状況

光ファイバーケーブルの敷設には専用の機械を使用している。施工には、道路掘削を行いながら光ファイバーケーブルを敷設する工法が用いられており、青、橙、緑、茶の 4 色の配管に各々光ファイバーケーブルが配線され、場所によっては電源ケーブルも同時に敷設される。

(写真 2-3-7)

100 年以上前に使用されていた機械と近代の機械を比較しても、基本的な構造は類似しており、施工方法に大きな違いは見られないことがわかる。(図 2-3-8)

また、岩盤部の施工時は、円盤状の切断ブレードを装備した専用機械を用いて岩盤掘削を行っている (写真 2-3-8)。



写真 2-3-7 施工機械と敷設状況

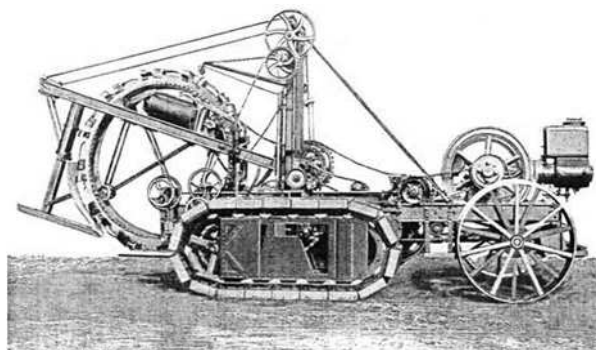


図 2-3-8 100 年以上前の施工機械



写真 2-3-8 円盤状のブレードを装備した掘削専用機械

峡谷には、分散アンテナシステムが設置されている。設置機器の上部は、携帯電話会社がアンテナとして利用し、設置機器の下部にはユタ州交通局のデバイスと電源ボックスが設置されている。

(図 2-3-9)

光ファイバーケーブル敷設時に電源ケーブルを敷設することで、ソーラーパネルを利用せずに、電源ボックスに電力が供給できる仕組みである。

当該箇所付近は、のり尻にソルトレークシティの水源があるため、施工時には瓦礫等が混入しないよう、のり肩部に防護を行っている。(写真 2-3-9)

また、急カーブ箇所では、施工時の振動により落石が発生する場合があるため、走行する一般車両の他に落石に注意する必要がある。(写真 2-3-10)

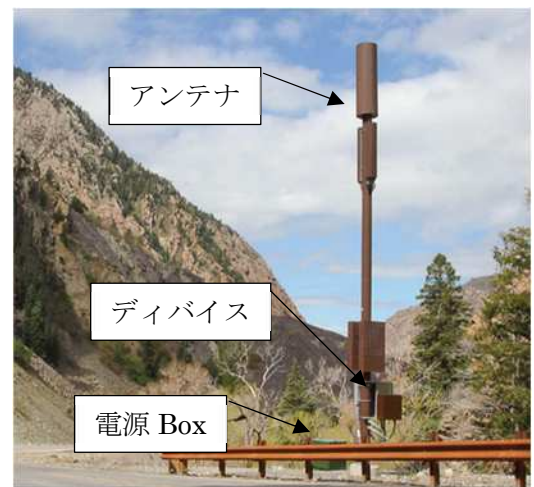


図 2-3-9 分散アンテナシステム



写真 2-3-9 施工時の防護状況



写真 2-3-10 落石に注意が必要な急カーブでの施工状況

光ファイバーケーブルの中継装置は、専用のプレハブ内に設置される。(写真 2-3-11)

設置箇所によっては、景観を考慮する必要があるため、専用建屋を設置する場合がある。(写真 2-3-12)

ユタ州交通局は、光ファイバーケーブルの敷設を通し、交通だけではなく地方とのコミュニティを繋ぐ役割も担っている。



写真 2-3-11 プレハブ設置状況



写真 2-3-12 景観を考慮した中継装置用建屋

#### 4) TSMO による交通管理と運営

TSMO は、「Transportation systems management & cooperations」の略称であり、交通のハード面及びソフト面を包括した交通システムの管理と運営を指す。TSMO は、全米で用いられているが、ユタ州交通局ではより理解しやすいように「運用準備状況」と定義している。ユタ州交通局が掲げる 10 の目標のうち、以下に示す 6 つの目標が運営に係る目標となっており、重要な役割を担っている。TSMO の最終目標は、「安全性と信頼性が重要な要素である交通システムの構築とその維持に係るライフサイクルにける不可欠な部分」として運用を行うことである。

##### ① TSMO に係る目標

- ・年間死亡者数 200 人未満で、国内で最も安全な運輸局になること
- ・市民の支持率が 90%に達すること
- ・国内運輸局として初めてシステムのリアルタイムな状況認識を実現すること
- ・2021 年 7 月 24 日までにソルトレークシティからセントジョージまでコネクテッド自動運転車（以下、CAV という）を走らせること
- ・数年間、CAV における国家的リーダーになること
- ・ユタ州都市部で移動時間を短縮すること

ユタ州交通局は、TSMO を前提条件とした交通インフラ運用を行う上で、多数の高度道路交通システム（以下、ITS という）を導入している。交通管制センターで運用している主な ITS は、走行車両に対する道路情報伝達用の可変メッセージサイン（VMS）、本線監視用の閉回路テレビシステム（CCTV）、リアルタイムに州内の気象状況を確認する道路気象情報システム（RWIS）である。（写真 2-3-13）

その他に、マイクロ波センサーとカメラ、メッセージサインボードを用いた逆走検知システム、制限速度可変システムも既に導入済みである。また、コネクテッドカーを用いた公共交通機関に対する信号優先制御や交差点における歩行者検知等も行われている。



写真 2-3-13 管制センターで運用している ITS（左：VMS、中：CCTV、右：RWIS）

ITS 機器を設置する際は、TSMO に則り設置場所、機器選定、設置作業迄をユタ州交通局で行っている。ITS には設計マニュアルがあり、デザイナーに対するガイドラインとなっている。

(図 2-3-10)

設計マニュアルは以下の内容で構成されている。

## ② ITS Design Manual

- Introduction (導入、序論)
- Design Scope and process (設計範囲とプロセス)
- ITS Device and Infrastructure Design (ITS 機器とインフラの設計)
- Maintenance Considerations (メンテナンスの考慮事項)
- Plan Preparation (計画準備)
- Revision History (改訂履歴)



図 2-3-10 ITS Design Manual

ユタ州交通局は、新しいプロジェクトを実施するにあたり、そのプロジェクトの運営補助を目的としたレビューフォームを取り入れている。(図 2-3-11)

レビューフォームは、プロジェクト前のコンセプトレベル時に記入する様式であり、全ての項目を記入する決まりとなっている。レビューフォームは以下の内容で構成されている。

## ③ レビューフォーム

- Existing Operations Elements (既存のオペレーション)
- Planned Operations Elements (計画された運用)
- Traffic & Safety Items (交通安全用品)
- Multimodal Considerations (複合的な考慮事項)
- Maintenance Considerations (メンテナンスに関する考慮事項)
- Partner Agency/Stakeholder Considerations (パートナー・関係者への配慮)

図 2-3-11 レビューフォーム

また、ITS 機器の新設情報は地図で確認することができ、どの道路のどこに新たな機器を設置するか検討材料にも用いられている。これらの情報は、U plan という WEB サイトで一般公開されており、誰でも閲覧することが可能となっている。

ユタ州交通局は、ITS を用いたトラック横転・カーブ警告システムを運用している。本システムは、州間高速道路 84 号線の北部に位置するウェーバーキャニオン入り口に設置されており、峡谷地帯に形成された道路で多数のカーブと勾配が特徴的な道路である。当該道路の 2 区間には、警告標識を約 50 箇所設置しているが、速度超過を起因とした事故が後を絶たず、毎年 10 件以上の横転事故が発生している。(図 2-3-12、図 2-3-13)

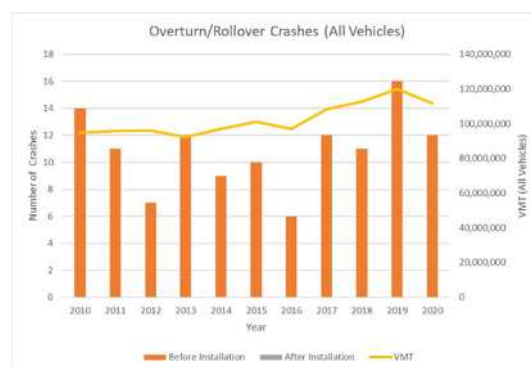


図 2-3-12 事故件数

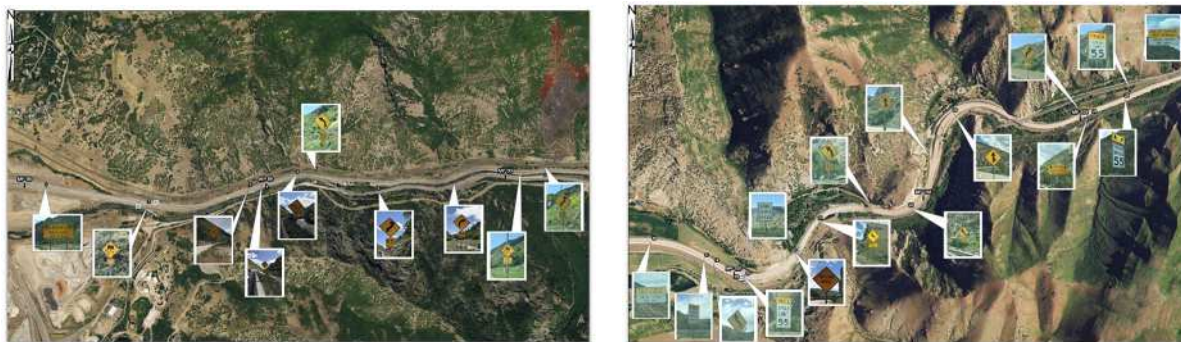


図 2-3-13 警告標識の設置状況

ワシントン州の運輸局では同様な速度超過対策として、「頭上で点滅する警告板」、「車両の検知」、「速度の検知及びメッセージサインボードでの速度通知」を行っている。この対策を参考に、ユタ州交通局は、「VMS」、「Wavetronix Sensor」、「RWIS」、「CCTV」の 4 つのシステムによる動的な警報システムを構築した。設置場所は、電力供給が可能で光ファイバーケーブルが設置されている箇所とし、4 箇所に設置した。(図 2-3-14)



図 2-3-14 設定箇所の一例

各 ITS 機器との連動のために「Model 2070 Controller」が設置されており、この機器が中枢となってシステムコントロールを行っている。(図 2-3-15)

このシステムは、Wavetronix Sensor（マイクロ波センサー）で車両の大きさ及び速度を検知し、設定された閾値を超過している大型車両を対象に、VMS で警告メッセージを表示する仕組みである。(図 2-3-16)

また、この情報は交通管制センターに送信されており、モニタリングが可能である。

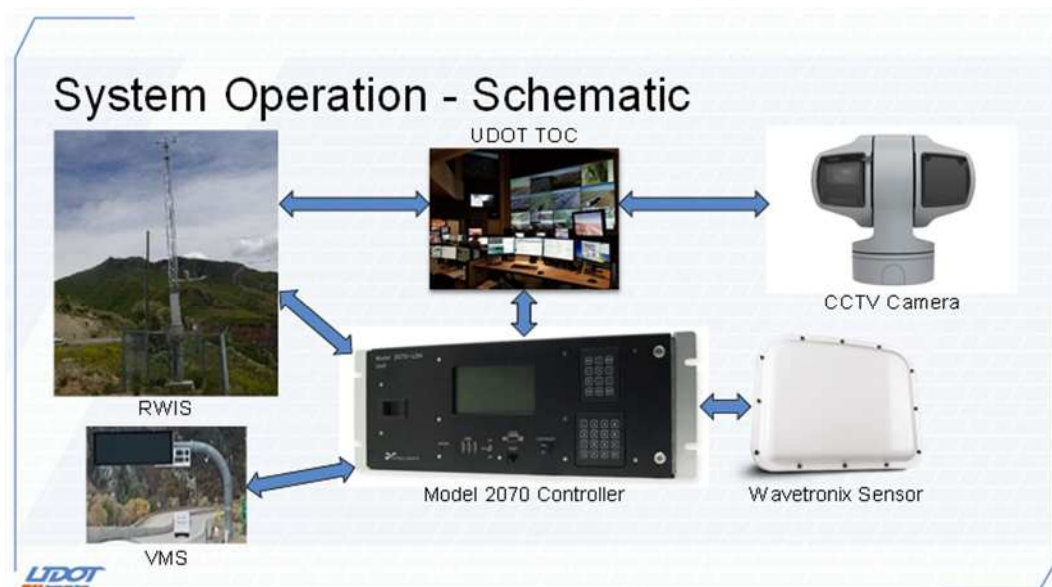


図 2-3-15 システム構成図

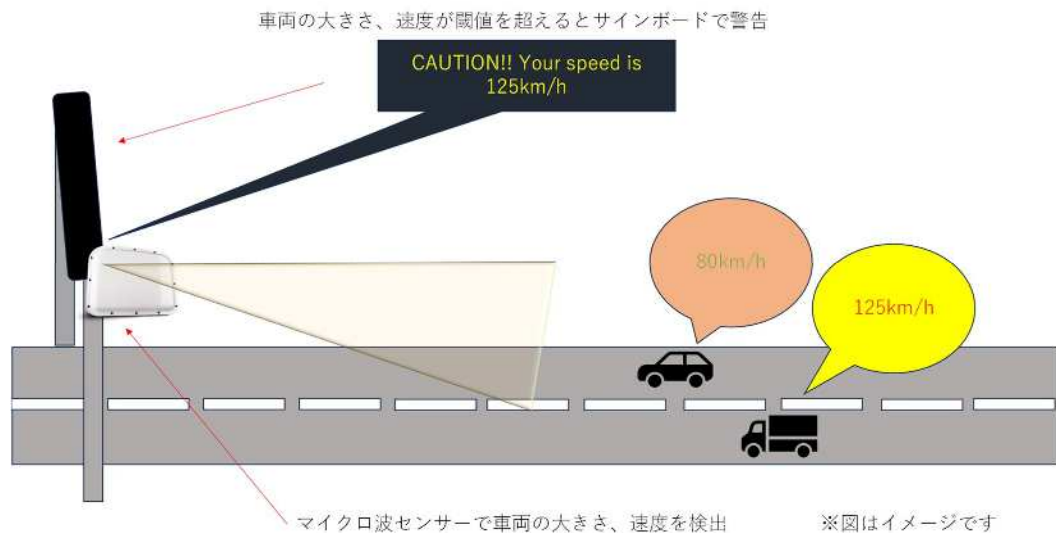


図 2-3-16 システムによる検知イメージ

本システムを導入して約 1 年が経過しており、導入前の 2020 年に比べ、導入後の 2022 年では、事故件数が約 50%減少していることから、非常に効果的な対策だと判断している。(図 2-3-17)

継続的にモニタリングを行い、効果検証を実施していく予定である。

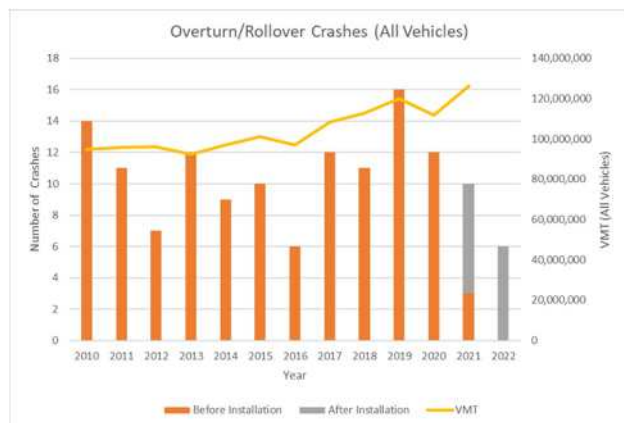


図 2-3-17 システム導入後の横転事故件数

## 5) Express LANES

ユタ州交通局は、ソルトレークシティを中心に北側(Riverdale)から南側 (Spanish Fork) までの約 82 マイル (約 132km) の有料車線 (以下「Express LANES」という。) を管理している (写真 2-3-14)。Express LANES は、州間高速道路の左側車線を有料車線として運用しており、ユタ州では 8 箇所のゾーンに分けられ、上下線で 16 箇所のゾーン (日本のインターチェンジ間) が存在する。ゾーン間の延長は 10 マイル (16km) 程度であり、本線料金所を通過する際に電子精算により料金が加算されるシステムである。

(図 2-3-18)



写真 2-3-14 実際の Expresslanes



図 2-3-18 ゾーン区分図

Express LANES の歴史は、ソルトレークシティでの冬季オリンピック開催に伴い、「自動車でどの程度の人を動かすことができるか」の実証実験として、2 名以上の乗車で通行可能な「カープールレーン」として運用を開始したのが始まりである。しかし、運用開始直後は利用者があまりにも少なかったため、自動車にステッカーを貼り付けた「高占有料金制」という仕組みを取り入れた。2010 年からは料金所上部のガントリーから電子料金収受が可能な ETC を導入したことにより、車両速度は 5~80 マイルでの走行が可能となった。Express LANES の延長は年々増加傾向であり、この拡張に必要な資金は連邦や州、市等の予算から捻出している。

(図 2-3-19)



### 【区分】

- ・SOV : 1 人乗車
- ・HOV : 多人数乗車
- ・HOT : 高占有料金  
(1 人乗車の場合)
- ・ETC : 電子料金収受

図 2-3-19 Express LANES の歴史

Express LANES の運用目標は、「安定した速度（45 マイル/h）での運転」、「車線利用の最適化」、「バランスの取れた収益」の 3 つである。Express LANES の運用により、快適な高速道路空間の提供を行い、これで得られる収益で事業を継続していくことを目標としている。（図 2-3-20）



図 2-3-20 運用目標

Express LANES の利用は、「Express Pass」というトランスポンダを自動車に搭載する必要がある。（図 2-3-21）

単独乗車の場合は、Express Pass 表示を「TOLL」として走行する必要がある、利用した場合は通常料金が加算される。一方、2 名以上の多人数乗車の場合は、Express Pass 表示を「HOV」（High Occupancy Vehicle）として走行する必要がある、利用した場合は料金が加算されず、無料で通行することが可能である。これは、単独乗車に比べ、多人数乗車の方が渋滞を抑制・緩和できる利用方法であり、効率的な高速道路利用に繋がるためである。

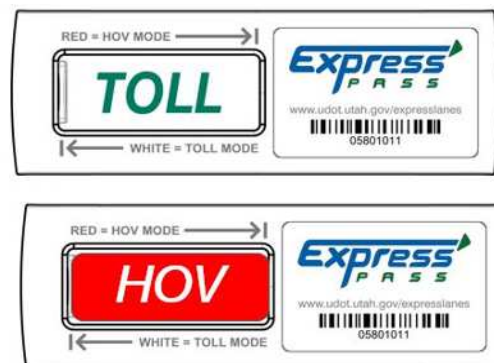


図 2-3-21 Express Pass

Express Pass は、自動車のフロントガラス部分の見えやすい箇所に設置する必要がある。特に、「HOV」表示をすれば無料通行が可能のため、単独乗車時に利用していないかなど警察やハイウェイパトロールが巡回時に確認しており、違反車両の取り締まりを行っている。

また、Express Pass 以外に「Clean Vehicle Pass」という電気自動車専用のトランスポンダがあり、環境に配慮した自動車であることから無料で通行することが可能である。（図 2-3-22）

Clean Vehicle Pass の運用目的は、電気自動車の普及だったが、現時点で想定を上回る普及率となったため、2025 年に運用を終了する予定となっている。



図 2-3-22 Clean Vehicle Pass

Express LANES の利用では、各種利用方法が定められている。Express LANES への流入及び Express LANES からの流出は、路面標示の破線部でのみ車線変更が可能であり、路面標示の二重線部からの車線変更は他の走行車両の妨げとなるため禁止されている。（図 2-3-23）

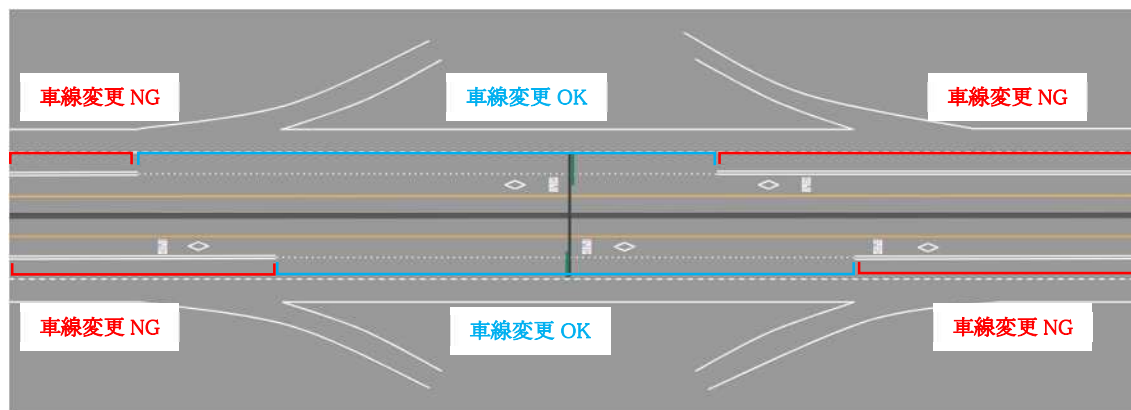


図 2-3-23 Express LANES の車線変更方法

また、Express Pass のトランスポンダが正常に機能しているかを判断する信号が高速道路の中央分離帯に設置されている。信号の表示は、単独乗車時の「TOLL」は緑色に点灯し、多人数乗車の「HOV」は黄色に点灯する。トランスポンダが正常に機能していない場合、または Express Pass のアカウントへのチャージ不足の場合、青色に点灯する。(図 2-3-24)

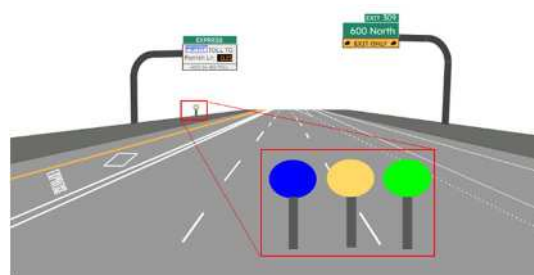


図 2-3-24 トランスポンダ確認用信号

Express LANES では、一般道側と Express LANES 側の交通需要によって料金変動するゾーン課金を取り入れている。ゾーン課金は、一般道が混雑し、Express LANES 側の交通需要が上がると通行料金が上がり、逆に一般道が安定し、Express LANES 側の交通需要が下がれば通行料金が下がる仕組みである。(図 2-3-25)

ゾーン課金は 0.25 ドルから最大 2 ドルとなっている。

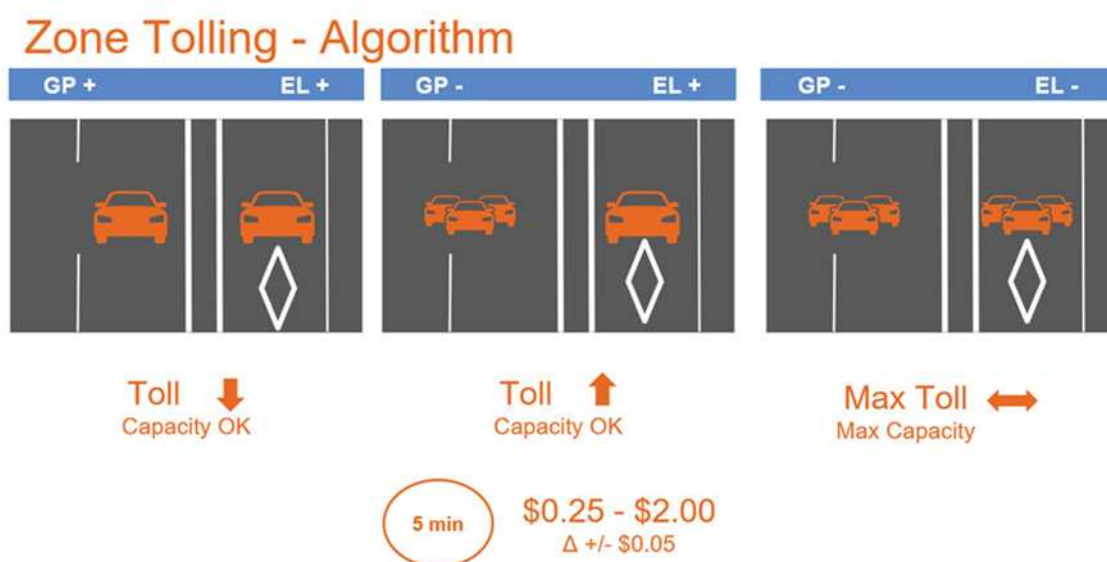


図 2-3-25 ゾーン課金の仕組み

Express LANES の各ゾーンにおける料金収益では、ソルトレークシティを通過する 4 及び 13 ゾーンが多い状況である。(図 2-3-26、図 2-3-27)

これは、交通量が多く、渋滞が発生する箇所であること示している。2022 年度における Express LANES の年間料金収益は、過去最多の 161 万ドルであり、今後も料金収益の増収が見込まれる。



図 2-3-26 ゾーン区分図



図 2-3-27 ゾーン別料金収受状況

しかし、増収が見込まれる一方で、Express Pass を使用せず、Express LANES を利用する違反者が後を絶たない状況である。ユタ州交通局では、ナンバープレート認証システム等が導入されていない事もあり、単独乗車にも関わらず、多人数乗車の「HOV」を標示する、またはそもそも Express Pass を購入せず無賃利用する違反者等があげられる。(図 2-3-28)

Express LANES は、他州でも導入されている方式であり、他州ではナンバープレート認証システムを導入しているが、システムを導入しているにも関わらず、ユタ州同様約 30%以上の違反が見られる。今後、ユタ州交通局においてもナンバープレート認証システムを導入する等違反者の取り締まりを強化していく予定である。

また、テキサス州は全米で唯一、アプリケーションによる運用を計画しており、2 名以上で乗車することをアプリ内で登録し、カメラ映像で複数乗車が確認できれば、通行料金が免除される仕組みとなっている。なお、本アプリケーションは 2023 年度より導入予定である。(図 2-3-29)

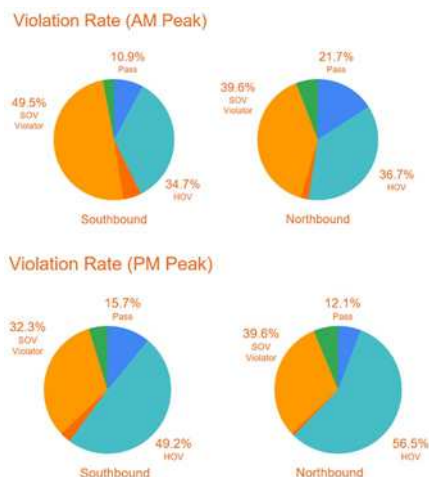


図 2-3-28 違反状況

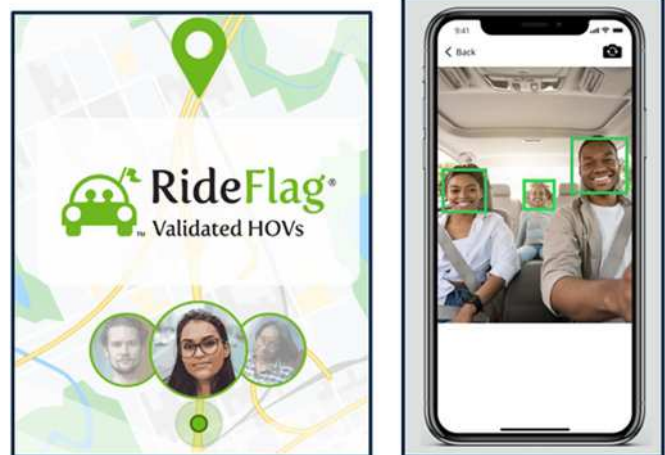


図 2-3-29 アプリを用いた顔認証システム

## (2) 質疑応答

### 1) コネクテッドカーによるバスや除雪車の信号優先化

Q1：信号の優先順位については、除雪車及び緊急車両の方が公共交通機関より高いが、先に公共交通機関であるバスがリクエストした後、除雪車がリクエストをした場合、バスのリクエストはキャンセルされるか。

A1：除雪車と緊急車両の優先度が一番高いため、バスのリクエストはキャンセルされる。

Q2：公共交通機関であるバスを優先した場合、渋滞など一般車両への影響はあるか。

A2：公共交通機関であるバスを優先した場合、青信号の時間が延長されるが、反対車線の交通量も監視しているため、極力渋滞がないようプログラムしている。

Q3：リクエストされた交差点だけを時間管理し、他の交差点はリクエストが無い限り、時間

管理をしない考えでよいか。

A3：リクエストされた交差点だけを時間管理している。

Q4：将来は、一般車両も含めて渋滞すると予測された場合、信号のタイムサイクルを変更することを考えているか。

A4：一般車両も把握する場合は、交通管理のオペレーターの判断や、他の道路に設置されているカメラを確認するなど、色んな状況判断が必要となるため、その状況にあわせて信号のサイクルを変更する事を考えている。

Q5：信号機に使用している電波は DSRC か。

A5：昔は DSRC を使用していたが、連邦政府の通信委員会によって廃止され、現在は C-V2X を使用している。

## 2) 自動運転システム

Q1：自動運転車両の目的に対しての達成度、課題等を教えてほしい。

A2：市民の評価も高く、目標は達成したと考えている。今後、公共交通機関で使用した場合は大型の車両にする必要がある。

## 3) 光ファイバーを用いた分散型音響センシングと敷設方法

Q1：光ファイバーケーブルは地面からどの程度の深さに埋設されているか。

A1：地面から約 15cm～46cm の深さに設置している。

Q2：光ケーブルは何モードを使用しているか。

A2：シングルモードを使用している。

Q3：日本の光ファイバーセンシングは、25km の延長を監視できるが、ユタ州交通管理局ではどの程度の延長を監視できるのか。

A3：40km の延長を監視できる。

Q4：日本では光ファイバーケーブル近傍で道路補修工事等を実施する場合、各種管理者との協議が必要だが、ユタ州交通局でも同様の協議を実施しているか。

A4：施工前に電話連絡を行う運用としており、自分で判断しないように指導している。

## 4) TSMO による交通管理と運営

Q1：逆走検知システムは、どこに設置してどのように検知しており、運転者にはどのように通知しているのか。

A1：高速道路のスロープから 100～200 フィート離れたところに設置しており、レーダーとカメラをセットで使用している。逆走を検知した場合は、メッセージサインを用いて逆走を通知する。車両がそのまま走行した場合、管制センターに通知が送られ、管制センターからはパトロールに連絡を入れ、一般走行車両にはサインボードで警告される。

Q2：今後、カーブ警告システムが確立された場合、既存の標識等は撤去するのか。

A2：このシステムは、今設置している標識を補助する位置づけのため、撤去はしない。

Q3：大型車の速度検知において、車種の認識は画像認識か。

A3：レーダーによって車種を認識している。

Q4：CCTV 設備について、注意すべき特定箇所以外に本線監視用 CCTV は存在するか。

A4：システム監視用のカメラ及び全線監視用のカメラは存在する。今後も増やしていく方針である。

## 5) Express LANES

Q1：現金での精算は行っているか。

A1：現金精算は行っておらず、全て電子収受である。

Q2：Express LANES と一般車線の速度制限の差はあるか。

A2：速度制限の差は無い。しかし、交通量の差があるため、実際に通行している自動車の速度差は発生する。

Q3：日本の高速道路では最低速度違反があるが、アメリカでは罰則等はないか。

A3：基本的に最低速度違反は無い。罰則は別の違反があり、代表的なもので言えば複数乗車せず HOV 標示で走行する、または境界線を越えて追越した場合等は 377 ドルの罰金が科される。

Q4：ゾーン課金について、課金されている道路を通行してきたという情報はどこで判断するのか。

A4：ゾーン毎の料金所を通過した際に、混雑状況に応じた料金が加算され、支払うことになる。

### (3) 所感

#### 1) コネクテッドカーによるバスや除雪車の信号優先化、自動運転システム

近年、IT 関連企業が自動車産業に参入することになり、コネクテッドビークルの必要性が世界的にも普及するのではないかと考えられる。日本企業であるトヨタ自動車でも、IOT 技術を活かしたコネクテッドサービスが提供され、防犯対策や走行中の注意喚起などのサービスが受けられるようになってきている。高速道路企業としてお客さまに安全で安心・快適な高速道路を提供するとともに、次世代技術を最大限活用した革新的な高速道路保全マネジメントを目指していきたい。

#### 2) 光ファイバーを用いた分散型音響センシングと敷設方法

光ファイバーケーブルを用いたセンシング技術は、異常発生箇所の検知をはじめ、雪崩検知等多岐にわたり使用されていた。日本では、2022 年に中日本高速道路（株）にて日本電気（株）が構築した光ファイバセンシング技術等を用いた「交通流を可視化する高精度監視システム」を導入している。光ファイバーケーブルは、通信以外に、多種多様な事に利用されており、高速道路の発展における重要な要素の一つと考えられることから、日本国内外の動向について今後も注視していくことが重要である。

#### 3) TSMO による交通管理と運営

アメリカの高速道路における ITS 機器は、日本の ITS 機器同等に様々な機器同士で連携しているシステム構成であると感じた。また、ユタ州における ITS 機器として RWIS があげられるが、同じような豪雪地帯がある日本においては、雪や路面凍結等の事象を予測して走行車両に通知する観点から非常に有用な ITS 機器であると感じた。今後も、一般走行車両の安全を第一に考え、機器選定プロセスから機器自体に至るまで、アメリカを初めとした様々な国や団体とノウハウを共有し、交通事故等のインシデントを限りなく減らす取組が重要と考える。

#### 4) Express LANES

アメリカの高速道路は、左車線に有料レーンを設けて運用しているということ、また自動車の乗車人数によって料金システムが異なること等、日本の高速道路の形態とは大きく異なることが多く、非常に興味深い内容であった。また、Express LANES の通行料金が日本に比べても圧倒的に安く、アメリカ国土の道路財政が料金収受に頼っていないように見受けられたところも感心した。アメリカと日本では、規模感や文化等の差はあるが、ともに高速道路をより良く、安心・安全・快適な道路空間を様々な取り組みによって提供しようとする道路管理者の想いは類似するところがあった。今後も各国の高速道路の状況を把握し更なる日本の高速道路の発展に繋げていきたい。

### 2.3.2 交通信号

世界初の電気信号は、ユタ州のソルトレークシティにて、1912年に警察官の Lester Wire（レスターワイヤー）により製作され、当時は赤と緑の2色のみの電気信号機だった。（図 2-3-30）

ユタ州全体で、2,364 個の信号機が設置されており、ユタ州交通局ではそのうちの 57%を管理している。

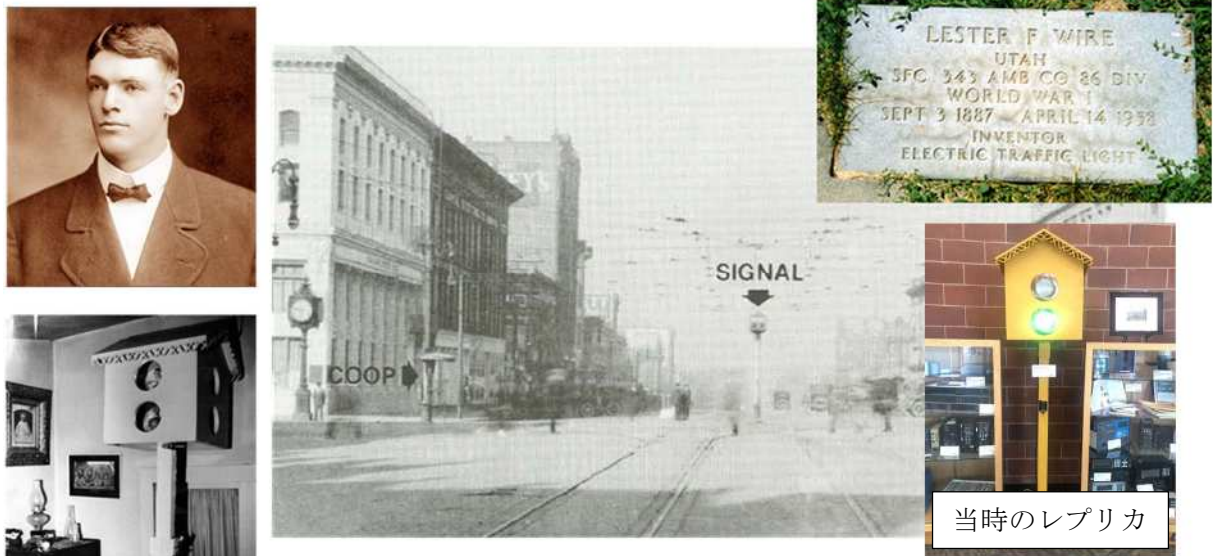


図 2-3-30 世界初の電気信号機

#### (1) 説明内容

##### 1) 信号機の振動緩和対策

アメリカ中央では丘や山間部、平地にある空港などで強風が見られる。（写真 2-3-15）

強風により、信号機が振動（揺れ）することで、信号機の破損や落下事故が懸念されるため、対策を実施している。短期的な対策として、信号機と支柱をワイヤケーブルで固定する方法が用いられている。（写真 2-3-16）

恒久対策は、アメリカ大学教授及び鉄鋼会社と協力し、特種機器を製作した。

特種機器は、錘とバネ、磁石等により構成された円柱状の機器であり、信号機の横梁支柱先端に設置することで、振動（揺れ）を緩和する。（図 2-3-31）



写真 2-3-15 信号機の振動状況



写真 2-3-16 短期対策状況

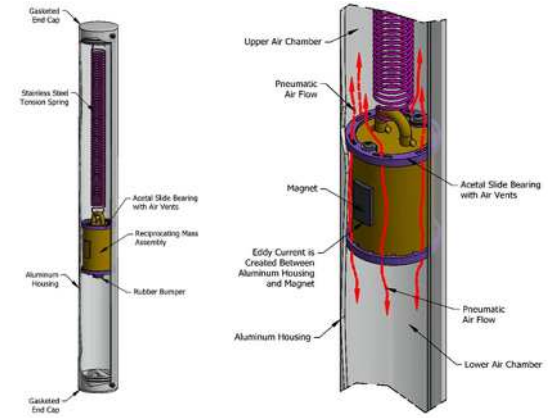


図 2-3-31 信号機の振動緩和対策

## 2) 信号機の着雪対策

信号機には LED が採用されており、白熱電球に比べドライバーからの視認性向上や長寿命化等の利点がある。その一方、発熱量が小さいため、着雪時の融雪効果が低く、信号を視認できない状況が発生し、作業員による雪落としが必要となる。(写真 2-3-17)

この作業の省力化のため、熱による融雪を目的としたヒートテープを開発している。ヒートテープは、信号機のフード内側に貼り付けられ、信号機の予備線に接続することで電力が供給される。(写真 2-3-18)

信号機の通信を行うコントローラボックス内では、リレー接続が可能な仕組みとなっており、遠隔による ON・OFF 操作が可能である。また、ユタ州交通局の気象学者により、ヒートテープの ON・OFF タイミングを予測し、中央交通システムで遠隔操作することで、効率的な運用を行っている。

実際に現場運用した結果、融雪効果が確認されたことから、効果的な手法として用いられている。(写真 2-3-19)

現在は、ユタ州交通局が管理する信号機の約 7%に設置されており、今後も継続的に設置していく方針となっている。



写真 2-3-17 着雪状況



写真 2-3-18 ヒートテープと設置状況



写真 2-3-19 ヒートテープによる融雪効果 (左：ヒートテープ有、右：ヒートテープ無)

### 3) 歩行者用信号機と歩行者横断アプリ

アクセシビリティ向上のため、全ての交差点に押しボタン式または非接触式の歩行者用信号機を設置している。(写真 2-3-20)

全米の州知事の指示により、2024 年には全米の交差点に設置する方針となっている。歩行者用信号機は、青信号時に音が鳴る仕様であり、視覚障がい者等の人たちも利用しやすい環境となっている。(写真 2-3-21)



写真 2-3-20 歩行者用信号機（押しボタン式）



写真 2-3-21 利用状況

最近では携帯電話の普及に伴い、携帯電話を利用したまま交差点を利用する「ながら利用」が多く、注意散漫となり、信号が変わったことに気づくのが遅れる場合がある。音が鳴る仕様にする事で、音が鳴らない交差点に比べ、4 秒早く信号が変わったことに気づくことができ、効率的な交差点利用が可能となっている。

非接触式は、センサーで感知する仕組みとなっており、利用者が歩行者用信号機付近で手や頭を振る等体の動きで自動感知する。これは、障がいにより押しボタン式が利用できない場合などで効果的である。また、歩行者横断アプリを用いることで、声をテキスト化し、信号機に送信する機能も構築している。(図 2-3-32)



図 2-3-32 歩行者専用アプリ

### 4) スクールゾーンの信号制御

スクールゾーンでは、歩行者信号が青信号時に、ストップサインを持ったガードマンが路上にて走行車両を止め、児童を横断させている。(図 2-3-33)

これには、児童の横断時間の他にガードマンが路上に出て歩道側に戻るまでの時間が青信号になっている必要がある。このような対応は、朝の通学時間帯に限られていることから、上記対応時はガードマンが専用鍵で青信号時間が長くなるように操作している。(図 2-3-34)



図 2-3-33 ガードマンのイメージ



図 2-3-34 専用鍵による対応状況

#### 5) LiDAR を用いた交通信号

LiDAR を用いた交通信号運用に向け、3 箇所の交差点で試験を実施している。(図 2-3-35)

LiDAR は、レーザー光を照射し、その反射光の情報から対象物の距離等を計測する技術であり、これまでのレーダー計測よりも、高精度に人等を検知することが可能である。その一方、高コストが問題となっており、その解決が課題となっているが、将来的には LiDAR の研究・開発のコスト低下を予測し、取り組んでいる。



図 2-3-35 カメラと LiDAR を用いた試験状況

(左：カメラ映像、右：LiDAR 映像（緑：検知範囲、赤：人や車両を検知した範囲）)

#### 6) 停電時のバックアップ電源

停電時の運用に備え、信号機のキャビネットにプラグを設置している。(図 2-3-36)

停電発生時は、発電機から給電することで、信号機の運用が可能となっている。



図 2-3-36 バックアップ電源用のプラグと発電機

#### 7) 反射テープによる衝突事故軽減

夜間の交差点では、信号が認識しづらく、衝突事故が発生する。この対策として、反射テープを用いることで、衝突事故を 29%軽減している。(図 2-3-37)



図 2-3-37 反射テープによる衝突事故軽減 (左：対策状況、右：実際の夜間視認状況)

#### 8) 交通信号データの管理

各信号機の稼働状況を Web サイトでデータ管理しており、ユーザー制限はなく誰でも閲覧することが可能である。管理データには、歩行者が押しボタン式信号機を押してから渡れるまでの待ち時間や、青信号時の車両通過状況が確認でき、残留車両の有無等が確認できる。また、赤信号を通過した車両データも確認出来るため、警察の事故検証等に使用している。(図 2-3-38)

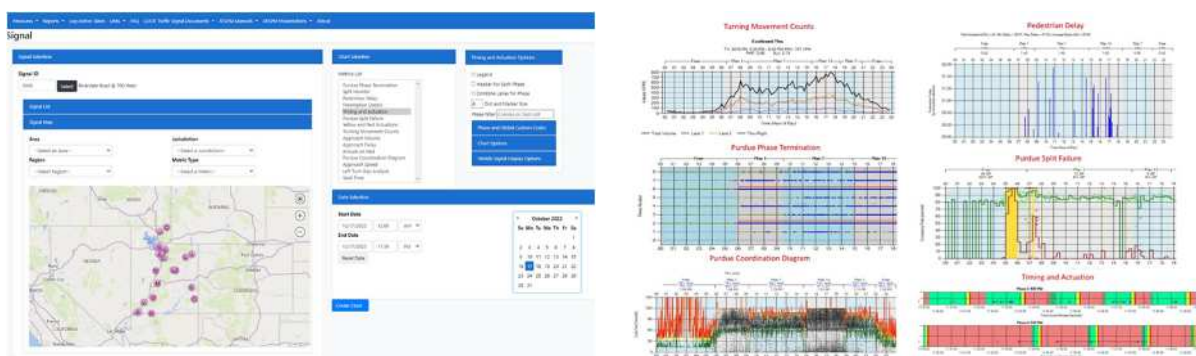


図 2-3-38 Web サイトでの交通信号データ管理状況

## (2) 質疑応答

Q1：ユタ州の風速は何 m/秒か。また、振動対策をする前はどの程度の風速を想定して設計していたか。

A1：最大で 100 マイル/時も見られるが、普段はそんなに速くない。また、設計時の想定風速は不明だが、構造技術グループが転倒することが無いように設計している。

Q2：ヒートテープの耐久性はどの程度か。

A2：開発後間もないため、現時点では不明である。一方、不要時は OFF にすることで、長寿命化が図れると考えているため、気象情報を密に確認し、必要時に ON にする取組を行っている。

Q3：歩行者信号の青信号点灯時間が短く、当方でもかろうじて渡れる位の時間だった。歩行速度が遅い老人等の場合、渡り切れない場合が発生しないか。

A3：ユタ州の法律では、交差点内に歩行者がいる場合、歩行者に優先権があるため、車両側の信号が青信号に変わっても歩行者が優先される。今後は、交差点に設置しているカメラや LiDAR の情報から、交差点内に歩行者が検知された場合、遠隔で青信号時間を延長することも考えている。

Q4：日本の信号機形状は、製造業者や設置場所により様々だが、ユタ州では 1 種類のみか。

A4：ユタ州にも複数の形状がある。なお、ヒートテープは、信号機の形状に合わせて製造可能である。

Q5：車線毎に信号機が設置されていることで、風の影響を受けやすいと推定される。信号機数を減らすことで風の影響を低減できると推定されるが、車線毎の信号機は必要か。

A5：重さだけが原因ではなく、支柱が揺れる周波数等も影響していると推定されるため、信号機を減らしてもあまり変わらないと考えている。

Q6：ヒートテープで融雪した場合、その後に氷柱は発生しないか。

A6：氷柱が発生する場合もあるが、着雪による問題解消に効果的な手段として考えている。

## (3) 所感

ユタ州交通局では、交通信号に関する問題と課題を整理し、その対策を具体的に行っている。対策後も、効果検証を行っており、効率的な取組を行っている。また、利用者の利便性を考えた対策や、有事の際のバックアップシステム構築など、先手を打った対策も実施されており、全体的に効率的かつ合理的な取組が実施されていると感じた。交通信号に関するすべての要素を日本の高速道路に反映することは難しいが、LiDAR 技術を用いた IC への立入検知等は有効だと感じた。

### 2.3.3 ドローン UAS 無人航空機システム

#### (1) 航空部門の UAS（無人航空機システム）における役割

ユタ州交通局では、ドローンを様々な業務に活用されており、これらの業務を実施している各グループの統括及びサポートを航空部門が担っている。以前までドローンは数機しかなかったが、現在は 35 機所有し、それを操縦するパイロットは 50 人在籍している。このドローンを拡大導入していくにあたり、独自のツールを用いて操縦するパイロットの充実を図っている。

また、最適な使用例や成功例を見出すとともに、ユタ州の各行政ともドローンに関する法律や条例を策定するために協力関係を結び、周辺のビジネスをサポートしつつ過去 3 年間に無人航空機に関する様々な法律を可決してきた。

さらに、アメリカ連邦の航空管理局が全空域の管理を行っているため、連邦政府の航空に関する規制について理解するとともに、各機関の航空可能エリア、禁止エリアの把握、目視外飛行の確証、ユタ州空域の全無人航空機の飛行目的、飛行数、飛行位置を掌握する必要がある。これを実現するために飛行許可、認証、位置把握のためのアプリやツール開発を手掛け、運用と展開を図ってきている。

ユタ州交通局では、これを高度航空モビリティと総称し、将来の可能性としてはエアタクシーのように小型の航空機で人々を移動させることであり、自動車くらいのサイズのものでドローンのように垂直に離着陸する無人航空機を考えている。

現在のドローン活用例については次項以降に示す。

#### (2) 舗装点検調査

従来の舗装点検方法は、データ収集車が車道の路肩を低速走行し、舗装の損傷個所や寸法を車内ダッシュボードに取り付けられた距離票計により推定し記録が行われており、この作業には 2 名の作業員が必要であった（写真 2-3-22、写真 2-3-23）。



写真 2-3-22 車線と路肩状況



写真 2-3-23 距離票計

この従来の点検方法の問題点は、位置の精度が 1/10 マイル程度と低い事、狭い路肩での運転走行により、作業員が高速で走行する車両交通に長時間さらされる危険性がある事であった。この位置情報の正確性、及び作業員の安全性を確保するためドローンを用いた検査方法が見出された。

使用しているドローンは「DJI ファントム RTK」で、これを操縦するオペレーターは道路直近ではなく離れた場所で操縦することができる（写真 2-3-24）。



写真 2-3-24 使用機種と操縦場所

GPS座標は前もってプログラムされており、決められたルートを飛行し、そのデータはクラウドサーバーに保存される。その後、専用のアプリを用いて舗装が損傷している周囲にポリゴンを描写し、損傷の種類、位置、寸法、補修方法について確認することができる（写真 2-3-25、写真 2-3-26）。

これにより補修箇所が高精度で正確に特定でき、車道から離れた場所でもデータ収集が可能となり、安全に点検を行えるようになった。ただし、ドローンを目視した状態での操縦が必要であるため作業員は変わらず 2 名必要となる。また、ドローンは走行車両の上空を飛行してはいけないため中央分離帯の上空を飛行させたが、十分に損傷状況の確認を行うことができた。しかし、軍隊基地、飛行場の近く等、飛行禁止エリアもあるため、こういった箇所では従来の点検方法により行われている。

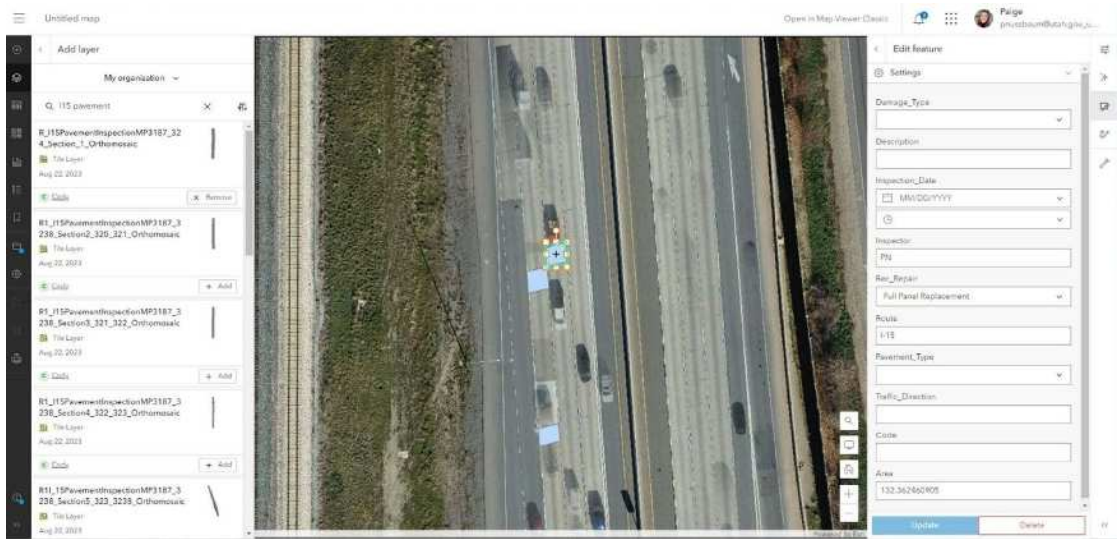


写真 2-3-25 撮影画像へのポリゴン描写

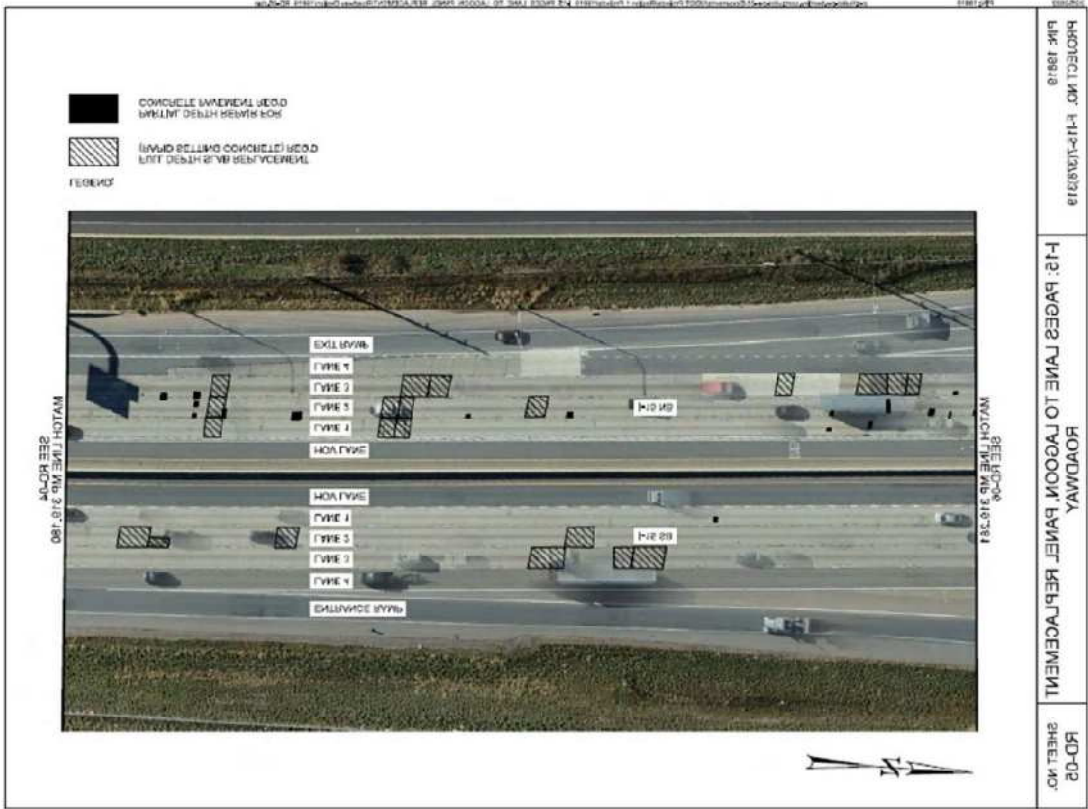


写真 2-3-26 損傷の種類、位置、寸法、補修方法を記した帳票

### (3) 橋梁点検調査とその他構造物点検

ドローンを使用した橋梁点検調査には、目的に応じて様々な手法により実施されている。通常の点検では写真と動画によって確認することができるが、より精度の高いプロジェクト等に用いる場合には LiDAR 技術も併用し、3D モデルの描写等に活用されている（写真 2-3-27）。



写真 2-3-27 LiDAR により描写された 3D 画像

また、赤外線を併用することで、剥離したコンクリート状況を温度変化により確認している。（写真 2-3-28）。ドローンを使用した点検に最適な事例は橋梁床版の点検であり、有益な情報を収集するにあたってよく使われるケースである（写真 2-3-29）。また、上部構造や下部構造の人が立入りづらい箇所を点検調査できることも大きな利点となっている（写真 2-3-30）。

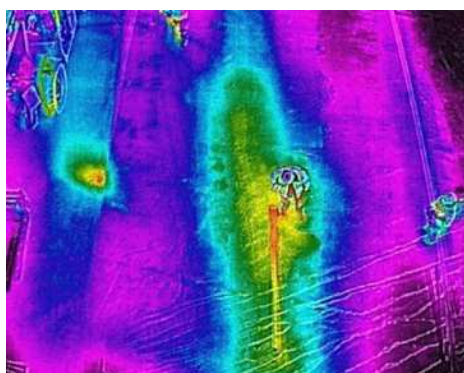


写真 2-3-28 赤外線画像



写真 2-3-29 床版点検

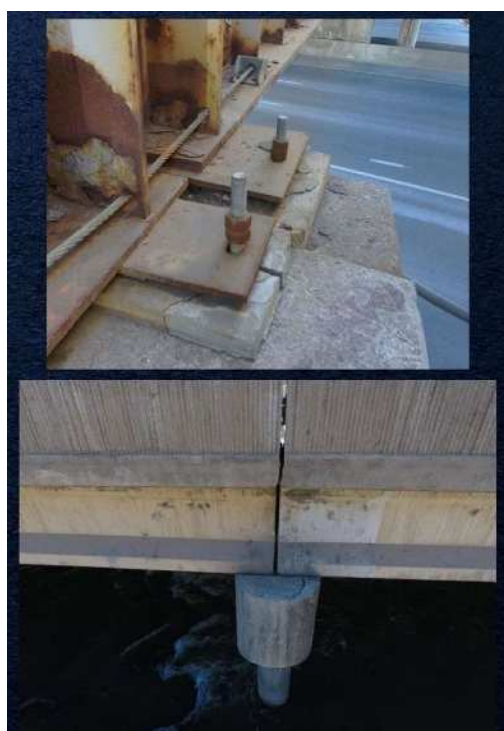


写真 2-3-30 人が立入りづらい箇所

2015 年からこのドローンによる点検調査が行われてきたが、従来の作業員が直接目視により行った記録とドローンによる記録を比較した際、ドローンを使用することによって、正確なデータをより早く、作業員を危険にさらすことなく収集できることが分かった。また、点検調査に要する作業員も削減でき、交通規制の必要性が減少できることによって費用と時間の削減につながっている。

この他にトンネルの覆工頂版面の点検調査にも活用されているが、やはり通行車両の上空を飛行することができないため、車線閉鎖等の交通規制が必要となる（写真 2-3-31）。また、頭上標識の点検調査にも活用され、この際には AI 技術も併用することで損傷を把握することができた（写真 2-3-32）。さらに、擁壁等の点検調査（写真 2-3-33）にも活用されており、今後は橋梁等

の点検調査にも AI を取り入れていく予定である。



写真 2-3-31 トンネル



写真 2-3-32 頭上標識



写真 2-3-33 擁壁

#### (4) 緊急事象対応

交通事故等の緊急事象発生時にドローンが使われるようになったのは 2018 年からで、これによる映像から様々な情報を得ることができ改善点等も発見することができた。州警察や市警察と協力し交通事故現場がどのように起こったかを再現することができ、ドローンが撮影した写真を専用のアプリで加工することにより距離測定も可能となり、立体的で鮮明である事から裁判での証拠資料としても利用されている（写真 2-3-34、写真 2-3-35）。



写真 2-3-34 事故当時の映像

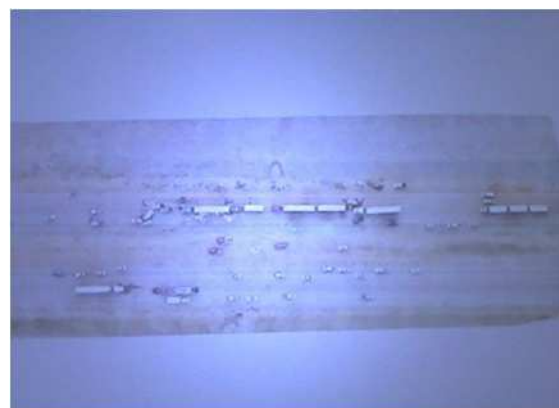


写真 2-3-35 加工された再現画像



写真 2-3-36 ダンプトラック横転事故

また、別の例として、ダンプトラックのブレーキが利かなくなり、複数の車を巻き込み民家の庭にも侵入するという大きな事故が発生した際には、事故全体の状況把握が迅速となり、ドローンがマッピングすることによって道路閉鎖時間が大きく短縮された（写真 2-3-36）。

可燃ガス積載トラックの横転事故の際には、赤外線を用いることでガス漏れ等を熱源感知できることにより安全確認に活用された（写真 2-3-37）。



写真 2-3-37 赤外線による熱源感知

交通事故以外にも山火事、土砂崩れ、雪崩等の災害発生時の状況把握や被害範囲、発生元や危険源の特定にも活用され、野生動物の行動範囲を分析しての接触事故防止にも徐々に活用されてきている（写真 2-3-38、写真 2-3-39、写真 2-3-40）。



写真 2-3-38 土砂崩れ



写真 2-3-39 雪崩



写真 2-3-40 野生動物

その他の活用として、事故対応時の隊員の動きや交通規制状況をドローンで記録した映像を確認することにより、交通規制の形態や隊員の行動に問題がないか等、振り返りも行っている（写真 2-3-41、写真 2-3-42）。



写真 2-3-41 交通規制状況

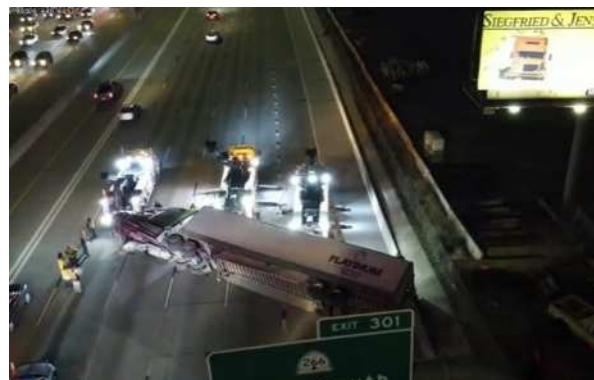


写真 2-3-42 事故車対応状況

## (5) 考察

ユタ州交通局では、構造物点検調査にドローンを用いた方法が主流となりつつあり、赤外線や LiDAR 技術との併用も積極的に行われ、より有益な調査データをインプットし、アプリ等の加工によりアウトプットされたデータを様々な場面に活用されている。また、緊急事象時の状況把握にも積極的に活用されていて、日本でも土砂崩れなど災害時には全体把握のためにドローンを使用されているが、赤外線カメラによる熱源を感知する取り組み等は事故現場や災害現場での更なる状況把握に有効であると考えられる。

これらを効率的かつ効果的に運用するために、各行政との連携による法整備、アプリやツール開発に取り組む姿勢は、プロジェクトに対するアメリカならではのスピード感を感じた。

(6) 質疑応答

Q1：舗装点検でドローンの撮影する飛行高さはどれくらいか。

A1：最高 400 フィートの高さまで飛行可能だが、このような点検を行う際は 150～200 フィート位の高さから行っている。

Q2：舗装点検画像は AI みたいなもので診断するのか、それとも技術者が写真を見て判断するのか。

A2：AI ではまだ実施できないので、技術者が判断してポリゴンで描写している。

Q3：舗装点検画像は技術者により解析され、損傷及び範囲も人で測るより正確だとのことだが、それも技術者が写真から寸法を割り出しているのか。

A3：路肩側から 4～5 車線ある先を目視で確認した場合は、損傷位置がどれくらい離れているかを判断できないが、ドローンは上空から見えるので GPS により正確に位置を特定することができる。

Q4：舗装点検に使用するドローンの機種は DJI ファントムが一番適しているのか。

A4：もっと精度の良いカメラを使うこともできるが、導入当時にこの地域の行政から許可を得た機種がこれであった。

Q5：日本では夜間飛行は原則認められていないがアメリカは大丈夫なのか。

A5：以前は許可を得る必要があったが、最近では空港の近く等の場所以外であれば、夜間に操縦することが可能である。

#### 2.3.4 交通管理センター

##### (1) 交通管理センターの概要

交通管理センターは州全体の道路交通の管理を目的として 1999 年にオープンし、信号機の管理や州が管理する道路で起きた交通事故の対応、道路情報板の制御など交通の安全確保のために様々な業務を行っている。2002 年の冬季ソルトレイクオリンピックが開催されたときには都市の交通管理に特に大きな役割を果たした。

世界初の電気式信号機はユタ州で作られ、そのレプリカをはじめとして各年代に使用された信号機がセンター内に展示されている（写真 2-3-43、写真 2-3-44）。世界初の信号機は赤と青の信号を手動のスイッチにより切替えることができるものである。信号機が設置される以前は交差点の中央に立った警察官が交通をコントロールしていたが、信号機の登場により路肩から安全に交通をコントロールすることができるようになった。



写真 2-3-43 世界初の信号機



写真 2-3-44 1950～1960 年代の信号機

現在使用されている信号機（写真 2-3-45）には歩行者用の押しボタンが付いているが、障害者が使いやすいように音声によるガイドや歩行者用アプリを活用できるよう改良しているところである。また信号機の上にある白いボックスはレーダー探知機であり、現在試行運用中の LiDAR に切り替えることを検討している。レーダーは車両しか検知できないが LiDAR は歩行者を検知できるため、より正確に交通弱者を検知して車両へ知らせることができる。一番上部にあるのが CCTV カメラであり、ユタ州交通局が管理する交差点には 1 基以上設置されている。



写真 2-3-45 現在の信号機

## (2) 管制室

ユタ州交通管理センターの管制室は州全体の交通管理を行っており、交差点の信号管理や道路利用者への情報提供、緊急事象への対応など 24 時間 365 日体制で稼働し、道路利用者へ安全な交通を提供している。ユタ州には交差点やフリーウェイの出入口など州全体で約 1,700 台の CCTV カメラが設置されており、その映像を管制室のモニターで監視している（写真 2-3-46）。



写真 2-3-46 管制室

管制室オペレーターは年間に約 20,000 件の緊急事象に対応している。事象にはモニターの監視で終わる規模なものから、交通事故など警察が出動する規模のものまで大小様々である。交通管理センター内に緊急事態に対応する 911（日本の 110 と 119 を合わせたコールセンター）があり、警察や救急が行う初期対応のために、モニターから得られる情報や現地からの情報を提供している。また、ユタ州には州全体で道路情報板が約 200 基設置されており、その制御を管制室で行っている。州全体に設置された約 2,000 箇所の交通計測施設から取得した情報を使用し、地点間の移動時間の情報や交通事故、渋滞、イベントによる交通混雑予測等の情報を表示している。

### (3) 気象管理チーム

管制室の隣には気象管理チームの部屋があり、ユタ州の気象情報を提供する役割を担っている。特に冬期は降雪の予測を出すことにより、メンテナンスチームに道路が凍結する時刻や除雪作業のタイミングを示している。また翌日に吹雪の予測があれば道路情報板に情報を表示することで道路利用者に安全を提供している。

気象管理チームはユタ州交通局に所属する 2 人の気象専門家と 25 人のコンサルタントから構成されており、全米で使われたプログラムの構築にも貢献していて、他の州で使われるプログラムの基礎となった。全米から見ても道路気象情報のエキスパートが勤めている。



写真 2-3-47 気象管理室

### (4) IMT の概要

ユタ州交通局には道路管理部門として緊急対応を行う **Incident Management Team**（以下、「IMT」）がある。IMT は常に管理する道路を巡回しており、その台数は州全体で 25 台にもなる。法執行機関ではないが事象発生時の初動対応機関として機能している点では日本の高速道路における交通管理隊と同様であり、主な業務として道路巡回や、事故発生時の交通規制、車両の軽微な修理、牽引がある。IMT は警察や救急など各部門と協力して利用者の安全、交通の確保を行っている。

IMT では戦略的高速道路研究プログラム（SHRP）にて研究された TIM（Traffic Incident Management）をもとに開発したトレーニングプログラムを行っている。このトレーニングは、初期対応の安全、迅速な交通の確保、信頼性の高い道路の提供の 3 点を目標として全米統一で展開されている。このトレーニングは緊急事象に対応するうえで、当事者の安全や、隊員の安全、速やかな交通の確保ができるよう設計されている。

日本の交通管理隊と異なる点として、まず IMT の装備がある。視認性の高い服を着用することは同様であるが、その性能は防弾仕様となっており、米国の銃社会に適した装備となっている。肩には自発光式 LED が付いており、夜間でも一般車両への注意喚起がされるようになっている（写真 2-3-48）。

また、巡回車の装備についても日本の交通管理隊と異なる点があった。基本的な装備として交通規制材や車載標識などの装備は同様であったが、その他に事故等車両を排出するバンパーや牽引装備（ホイールリフト）が備わっていた。これはユタ州交通局の管理する道路は路肩が広く平地が多いため、故障や事故で動かなくなった車を、速やかに路外へ排出するためである（写真 2-3-49、写真 2-3-50）。



写真 2-3-48 IMT の服装



写真 2-3-49 IMT 巡回車



写真 2-3-50 牽引状況

牽引装置については、長距離の牽引ではなく、路外への一時的な牽引の為、貨物トラック程度なら牽引が可能である。動かなくなった車をその場から速やかに動かすことで、早急な交通開放が可能になり、二次災害の防止や渋滞対策につながることから、IMT のコンセプトとして Push（押す）、Pull（牽く）、Drag（牽きずる）があげられている。（写真 2-3-51、写真 2-3-52、写真 2-3-53）



写真 2-3-51 事故車排除



写真 2-3-52 事故車排除



写真 2-3-53 事故車排除（Drag）

牽引以外の装備として車両の軽微な修理道具やタイヤ交換道具、ガソリン等故障車対応の装備、救命キット、AED、薬物中毒者対応キット、チェーンソー、ブローア、72 時間自給自足キット等様々な状況に対応できる装備を備えている（写真 2-3-54、写真 2-3-55）。



写真 2-3-54 巡回車側面



写真 2-3-55 巡回車背面

その他の装備として、ドローンの活用が見られた（写真 2-3-56）。ドローンの活用は 2018 年から行われており、現在では各車両に 1 台ドローンが配備されていた。使用しているドローンは市販されているものであり、操作もアプリケーションを用いた半自動で行っている。アプリケーションを用いることで、誤操作の防止や風等での対応、更には夜間での飛行をオートメーションで行ってくれるため、より安定した飛行が可能となる。



写真 2-3-56 使用しているドローン

主な活用事例として事故発生時の記録に用いられている。以前までは事故の記録として手持ちのカメラと手書きのメモで対応していたが、現在はドローンにて GPS を用いた画像と動画にて記録している。この取り組みによって、過去死亡事故の検証に 6 時間かかっていたところ 4 時間で検証することが可能となった。また、事故の状況を上空から把握することが出来るため、壁の外側など平場では見えづらい場所への被害の確認や、火災発生時の火元周辺の状況の確認ができ、被害状況を把握することできるようになったことで、復旧作業内容や作業時間の計画に役立っている。

## (5) 考察

ユタ州では日本と異なりユタ州交通局が信号機の管理を行っているため、信号機にカメラやレーダーを設置できることで、交差点や道路の情報を取得し交通に関する情報を集約できている。また信号の制御を管制室で行っているため、渋滞解消に向けた動きや道路管理業務との連携など、交通状況に応じた対応ができると考えられる。

道路管理に関する面では、道路上の緊急事象に対する情報取得、対応チームとの連携、道路利用者へ向けて情報板による情報提供など日本の管制センターと同じ運用方法であった。

IMT は日本のパトロール隊と同じような業務であるが、防弾チョッキの着用や事故車一次排除のための牽引方法（押す、引きずる）はアメリカならではの感じた。

(6) 質疑応答

Q1：レーダー、カメラは全ての信号機に設置されているのか。

A1：信号機にはユタ州交通局が管理しているものと市が管理しているものがあり、ユタ州交通局が所有している信号機にはカメラとレーダーが設置されている。

Q2：信号機ごとに設置か、交差点ごとに設置か。

A2：交差点ごとに1基設置されている。大きい交差点には2基設置されている。

Q3：1,700台のカメラを管制室で監視しているが、事故や渋滞等の事象を発見するのはAI等により機械的に検知するのか。

A3：AIによるものではなく、電話やカメラの映像によりオペレーターが把握している。  
どのようなAIを使用したら事象を素早く検知できるか試みている段階である。

Q4：信号機や光ファイバーの故障は管制室で管理しているのか。

A4：ある特定の範囲までは信号機が正常に稼働しているか把握することができる。  
光ファイバーの故障は把握することが難しく今後の課題となっている。

Q5：オペレーターはブロック単位で管理しているのか。

A5：それぞれ決められた役割はあるが、全体を管理している。

Q6：情報板は手入力か、機械的にボタンがあるのか。

A6：よく使うメッセージはプログラムされており、ボタンを押せば発信することができるが、事故等予測できないものは手入力で行う。  
よく使うのは混雑時などにA地点からB地点までの走行時間を示すものがある。

Q7：事故と渋滞があった場合は表示の優先度はどうか。

A7：事故の方を優先して表示する。ただし事故による渋滞であれば、事故があつて渋滞していることを表示する。

Q8：日本では情報板の表示に関して優先順位などマニュアル化されているが、ユタ州交通局ではマニュアルのようなものはあるか。

A8：管制室ガイドラインがある。

Q9：パンク修理やオーバーヒートの修理を行っていると伺ったが、費用は発生するのか。

A9：無料で行っている。都市部では高速道路上で起こった事象はすべて911の緊急事象として対応している。その他、協力会社が対応する場合は安全に修理、牽引できるよう交通規制を担当する。

Q10：巡回もしているのか。

A10：ルートを定めて巡回を行っている。巡回を行うことで事象の早期発見につながる。  
また、一般の道路利用者からの通報等の情報も利用している。

Q11：対応する班は何班いるのか。

A11：ソルトレークシティの周辺では日中2～3台、夜間1台で対応している。

Q12：車両に搭載する装備は決まっているのか。

A12：決まっている。あとは運転手の好みの道具を積んでいるものもある。

Q13：この車両を運転するために運転免許は普通免許、大型免許といった区分はあるか。

A13：大型免許は必要ないが、運転手は大型免許を持っている。  
また緊急車両を運転するための免許が必要で毎年更新しなければならない。

Q14：日本の警察や救急と同じくサイレンを鳴らせば信号機を無視できるのか。

A14：緊急車両ではあるが、信号機は無視できないので交通ルールは守らなければならない。

## 2.4 ユタ州交通局（現場）

### 2.4.1 冬季雪氷対策（コットンウッド雪氷基地）

コットンウッド雪氷基地(Cottonwood Maintenance Shed) 視察

#### ・ Little Cottonwood Canyon における雪崩対策

コットンウッド雪氷基地が管理している渓谷の道路には雪崩が発生する恐れがある箇所が 64 箇所ある（図 2-4-1）。年間を通して 1 日に約 5,000 台の交通量があるが、冬の時期ではウィンタースポーツへ赴く利用者によりさらに増加する。そこでユタ州交通局では下記の通り紹介する取り組みを実施している。

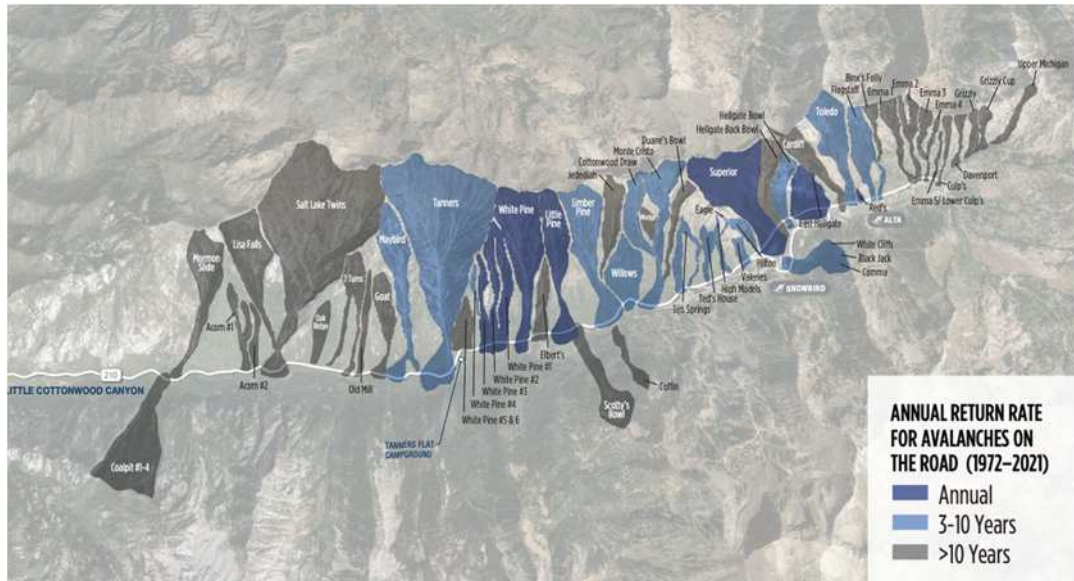


図 2-4-1 Little Cottonwood Canyon の道路上における雪崩の発生率

#### (1)低周波雪崩検知

超低周波音による雪崩の検知システムである（写真 2-4-1）。雪崩特有の音を検知することにより雪崩を察知している。さらに携帯電話のネットワークを使用することにより、リアルタイムの監視や警告を可能としている。2009 年からこの取り組みが始まり、検証を繰り返すことによって現在では雪崩発生前に検知することが可能となっている。



写真 2-4-1 低周波雪崩検知のセンサー

## (2) 分散音響センサー

光ファイバーの振動検知技術を活用した雪崩の検知システムである（図 2-4-2）。まだ検証中ではあるが雪崩だけでなく、落石、土砂崩れ並びに交通事故まで検知することが可能である。これは路面から 24 インチ（約 61cm）の位置に埋められている光ファイバーにより、それぞれの事象における特有の振動を検知することにより各事象を察知している。しかし、まだ改善の余地があるようで、調査に伺った当日にも工事用車両の通過による誤検知が発生していた。大砲等を活用して実際に雪崩を発生させるなどして検証を繰り返し、アルゴリズムを研究して精度を高めている。

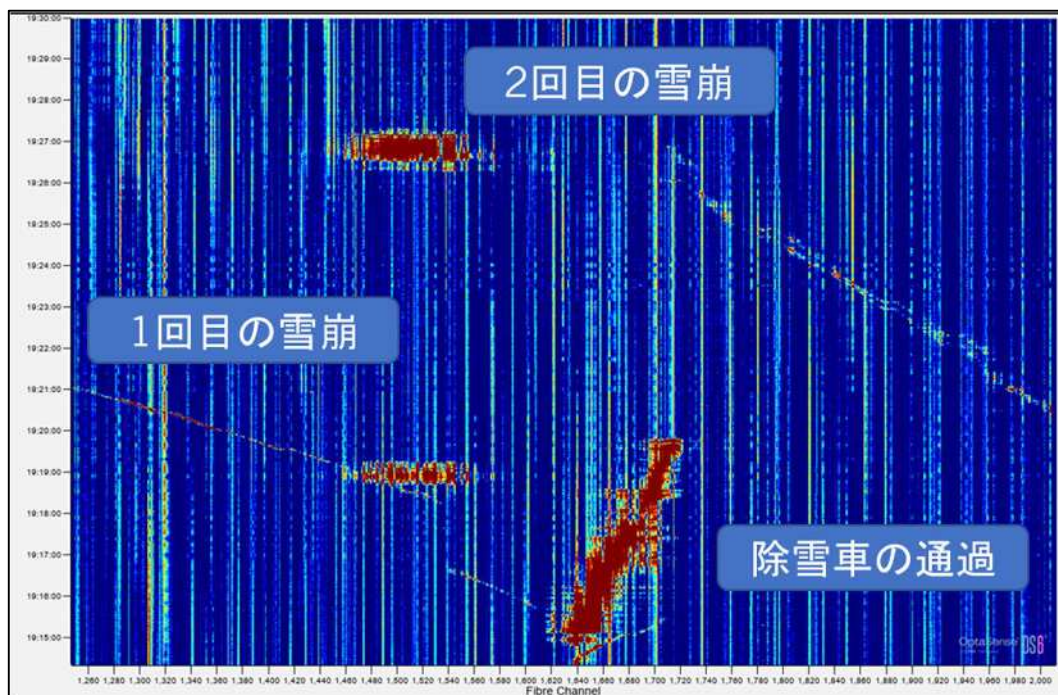


図 2-4-2 分散音響センサーにより雪崩を検知した様子

## (3) コットンウッド雪氷基地の見学（配備されている車両の紹介）

「2.2.6 冬季雪氷対策 (4) 雪氷作業で使用する作業車」で紹介した車両の一部を見学した。日本と比べて特徴的であったのは、全員ワンマン運転（写真 2-4-3）で運用している点であるが人員不足という共通の課題を抱えている。また、基地とやり取りする無線については、周波数は変えるが機器自体は警察無線を使用しているとのことであった。



写真 2-4-2 雪氷基地に配備された除雪車



写真 2-4-3 車内の様子



写真 2-4-4 車両洗淨装置(下部洗淨付き)



写真 2-4-5 牽引除雪車

#### (4) 薬剤庫・薬液槽

「2.2.6 冬季雪氷対策 (5) 雪氷作業および凍結防止剤散布」で紹介した通り、グレートソルトレイクより産出した天日塩と岩塩を気象条件や地域条件により使い分けている(写真 2-4-6)。特に氷点下 9.5 度以下になった場合は、天日塩に塩化マグネシウムや岩塩などの添加物を加え、最も効果的な添加量についてはラボで実験して、実際の道路で使用して効果について検証している(写真 2-4-7)。



写真 2-4-6 天日塩(左)と岩塩(右)



写真 2-4-7 薬液の作成

#### (5) 質疑応答

Q1：日本では橋梁やトンネルの出入り口など凍りやすいところには、ロードヒーティング等の融雪設備があるが、ユタ州でも同様か。

A1：こちらでは、そのような設備はないが、塩を撒くことはある。

Q2：塩はコンクリート構造物に損傷を与えるが、凍結防止剤として塩以外に使用しているものはあるか。

A2：構造物の研究もされているが、交通の安全のために塩を使っている。塩は構造物、車両並びに施設に影響を与えるが、今のところ他の方法はみつかっていない。

Q3：凍結防止剤としての天日塩と岩塩の比率を教えてください。塩の価格高騰についても聞きたい。

A3：天日塩は格安だが、岩塩は比較的価格が高い。塩の値段は毎年徐々に高騰しているが他の州に比べるとユタ州は塩を確保しやすい。(巨大な塩湖であるグレートソルトレイクがあるため)

Q4：なぜ気象観測点が都市部に集中しているのか。近すぎて変わらない情報が出力されないのか。

A4：人口密度が多いところは交通量が多いので提供する情報も多くなる。観測点が密集していてもかなり違いが出る。

Q5：日本では、累計降雨量が 300 ミリを超えると通行止めになる基準があるのですが、そのような基準はあるか。

A5：通行止めの基準はない。ただし事故多発によるハイウェイパトロールからの要請や山間部で雪崩が発生すれば通行止めを実施する。また、山間部におけるチェーンの規制や 4 輪駆動車でなければ通れないなど車両を限定することもある。

Q6：UDOT における作業指示について教えてください。欠員の補充はすぐに可能なのか。

A6：気象情報をもとにして、それぞれのスーパーバイザーが雪を見ながら指示する。人員確保は常に厳しい状況である。

Q7：雪崩が起きていないのに警報を出すことがあるのか。

A7：それはまだ調整中である。雪崩の誤報はまだ生じているため、雪崩が起こりそうでないところのセンサーは切るなどして対応している。

## 2.5 ユタ州立大学

### 2.5.1 ユタ州立大 ASPIRE（走行中給電施設）の概要

ASPIRE はアメリカ政府によって設立された電気と道路を繋げる研究をすることを目的に設立された研究施設である。アメリカ国内の 10 大学で共同研究を行っているが、訪問先であるユタ州立大学を含む 5 大学が研究開発の中心となっている。

現在のアメリカ国内は、車両の種類や大きさにかかわらず大半の車両はガス系動力が主流であるが、すべての交通を電気化することにより、環境、健康及び経済の発展に良い影響を与えるといった目線で研究を行っているとのことである。

ASPIRE では、交通機関の大型・小型、公共・個人、鉄道・輸送、航空や都市部・農村部、また農作物・風力エネルギーなど新たな手法について多角的に研究を行い、健康や経済向上の恩恵を誰でも受けられるように、多岐にわたった研究に取り組んでいる。

ASPIRE には、教職員と学生を合わせて 400 名以上が従事しており、特許を 14 件取得、6,800 万ドルの資金が寄せられている。また、ASPIRE は研究エンジニアリングを通じた人材育成、多様性、イノベーションを目的とした REDI 基金の一部であり、将来的な働き手の育成も担っている。

メンバーは 2 種類のグループで構成されており、一つは利益を目的とした企業で成り立つ会費を払う業界パートナー、もう一つは公共団体、非営利団体、政府団体から成り立つ会費のないイノベーションメンバーである。両グループともに様々なプロジェクトに投資を行うことや、メンバーを雇入れることが可能な仕組みとなっている。



図 2-5-1 ASPIRE の取り組み

### 2.5.2 ASPIRE のプロジェクトについて

#### (1) プロジェクト概要

ASPIRE と業界メンバーは、未来の充電ステーション、電化された道路、システム、次世代への学習・人材育成の 4 つのプロジェクトに力を入れている。

具体的な研究分野は、運輸・輸送、社会適応、パワー、平等性、データの 5 つのグループに分けられており、プロジェクトに適した研究結果を追求している。(図 2-5-2)

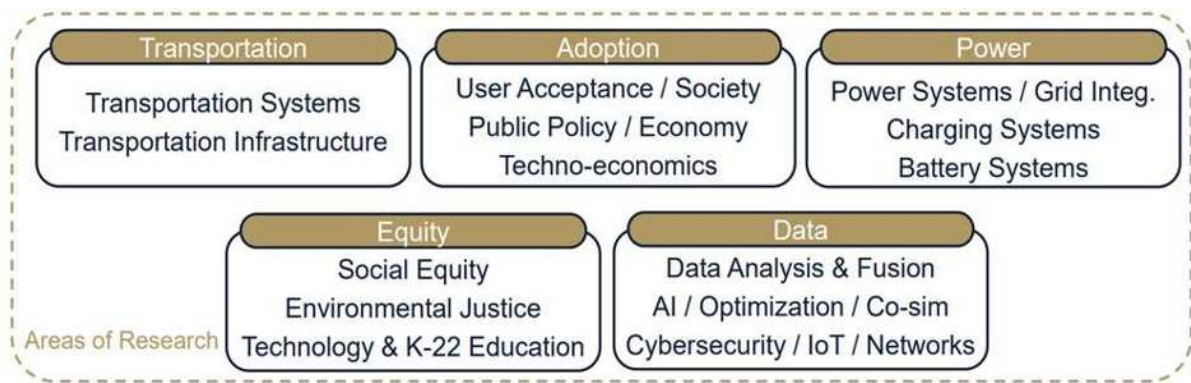


図 2-5-2 研究分野

ASPIRE のプロジェクトは、車だけでなく電化した道路を通じて鉄道やトラックなどの公共交通機関を田舎から都心部へ結び付けることを目指している。特に ASPIRE、ユタ州立大学は全米でも有数な電化された道路に向けた取り組みの先駆者であり、地理的な要素や人口・インフラの集中度を活かして研究を進めている。

## (2) 充電ステーションについて

アメリカでは、バッテリーを使用した電車が主流となっており、アメリカ政府もグリッドではなくバッテリーを使用する方向性を推奨している。その為、将来的にどのような充電機能を導入するか研究している。また、充電機能だけではなく、充電時間や技術、バッテリーの設置場所などが研究の重点課題となる。

2024 年には、世界初の 1MW 無線充電器の実験が行われる予定であり、これまでは 850KW まで実験しており、無線充電や通常の充電についても研究している。



図 2-5-3 1MW 無線充電器搭載のトラック



図 2-5-4 1MW 無線充電器のハードウェア

また、高エネルギー、中エネルギーの実験を行っており、中エネルギー（1MV）で約 97%の充電効率が出ている為、更なる充電機能の効率化の研究もしている。

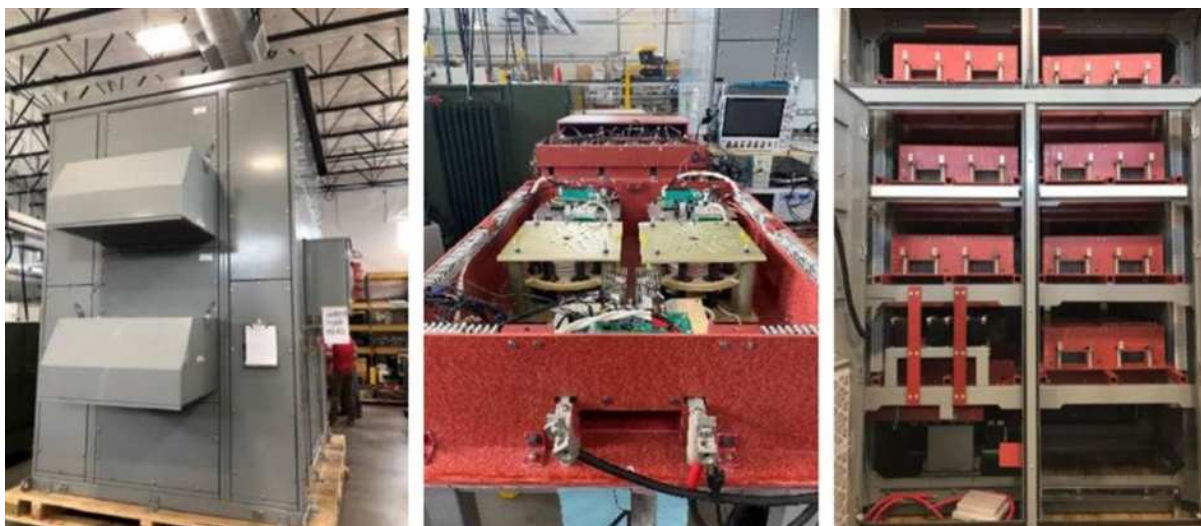


写真 2-5-1 AC 3相 4.16kV 560kW モジュール型急速充電器



写真 2-5-2 AC 3相 480V 300kW モジュール型急速充電器

### (3) 電化された道路について

アメリカは広大な土地に恵まれており、数百マイルの道路がある。その多くには人が住んでいない地域もあり、車に大型のバッテリーを搭載する必要がある。その為、道路そのものに電化機能を組み込むことでバッテリーのサイズを小さくすることができると考えられている。

トヨタをはじめとした多くの企業がこの研究に参加しており、小型のテーブルトップでの実験から始まり、小さなレールを敷いてテスト走行、そして実際の道路に充電パッドを入れて大型実験を実施している。



写真 2-5-3 段階を踏んでいるパイロット走行までのイメージ

### 2.5.3 パイロットとテストベッドについて

#### (1) プロジェクト概要

通常はテストベッドから始め、各パーツの確認などのコンポネ実験を行い、それから実験施設にシステムを導入し数か月～数年の間、大きい規模でパイロットを行う。

2024 年以降の導入を目標とし、ユタ州、インディアナ州およびフロリダ州の 3 つの州で 4 つのパイロットプロジェクトを行っており、約 86 億円以上の資金調達をした。



図 2-5-5 EVR テストベッドの拡大とプレパイロット

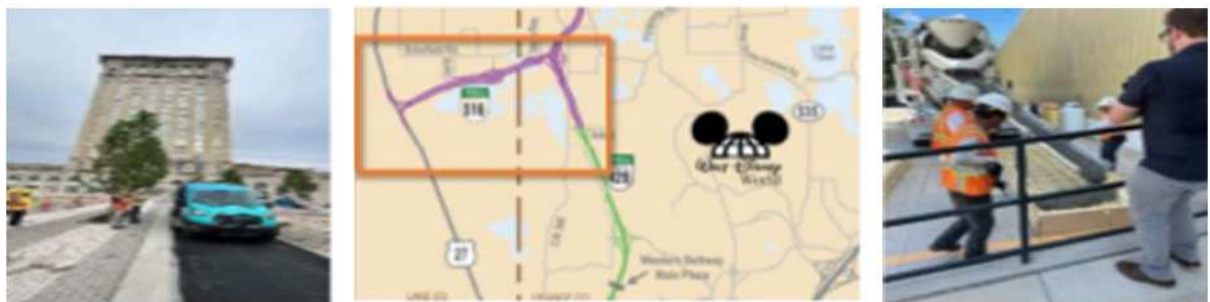


図 2-5-6 フロリダ州とミシガン州と共同走行中給電

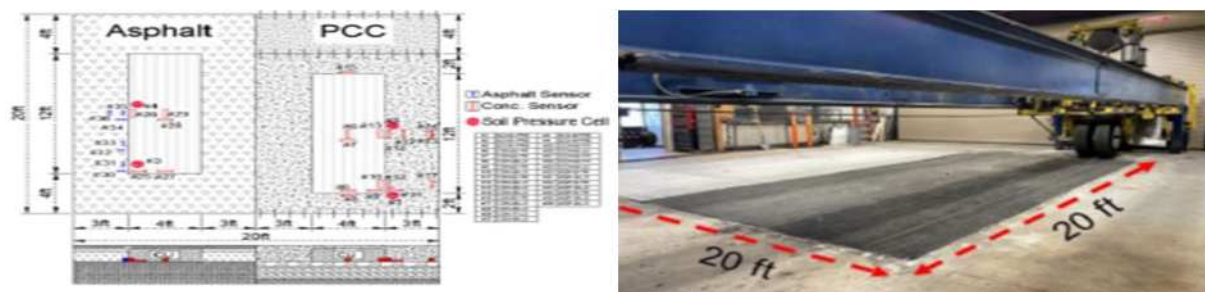


図 2-5-7 インディアナ州 200kW 以上の走行中給電



図 2-5-8 ユタ州 バッテリー充電器通勤鉄道

#### (2) 3 年目の主な成果

ユタ州では、ソルトレイクからローガンまで約 310km とソルトレイクからオレムまで約 300km の 2 つのルートを全て電化化に向けて研究しているが、標高の変化や寒冷地の対応、バッテリーの重量など様々な改善事項がある。その為、トラックを改造して新しいバッテリーの採

用や無線充電器のパッドをトラック下部に搭載するなどの改良をした。しかしながら、実現可能かは未定である。

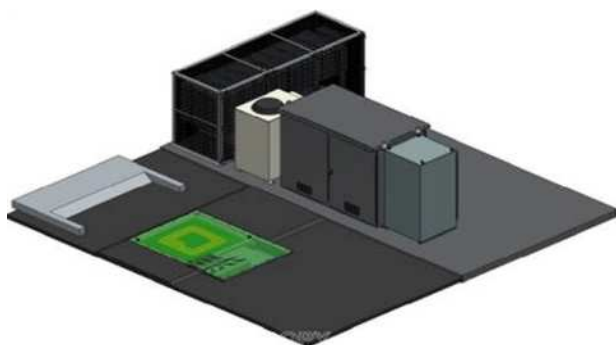


図 2-5-9 ユタ州 内陸港デモンストレーション

インディアナ州では予算的な制約も考慮し、道路の下に全てを埋め込むのではなく道路の横に電気室を設置することにより、予算を削減している。

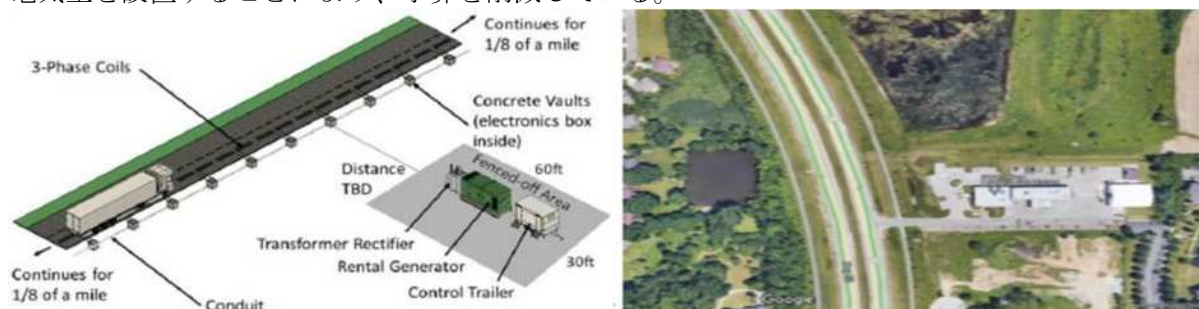


図 2-5-10 ユタ州 インディアナ州 DWPT パイロット

フロリダ州では気象条件に対するテストを行い、大雨実験を行う施設もある。約 1/3 の道路を 2025 年までに電気化する予定。(フロリダ州の気候は日本と似ている)



図 2-5-11 マグメント 50kW WPT システム



図 2-5-12 中央フロリダ高速道路

#### 2.5.4 走行中給電研究実験棟の視察

ユタ州立大学内に建設されているテストベッドには、充電電池を搭載したテスト車両及び給電コイル、充電電池の実験を行う実験棟や給電コイルを道路に埋設する際の検証として、テスト舗装路があり、これらによる検証が行われている。

##### (1) テスト車両について

テスト車両についてはトラック会社「Kenworth (ケンワース)」とバッテリー会社「Electreon (エレクトリオン)」による共同プロジェクトとなっており、ASPIRE はテスト車両の研究結果から得られた情報をプロジェクト企業に展開している。

テスト車両であるトラックに搭載された電池は、5t の重量があり、充電電池の小型・軽量化による輸送効率向上も研究されている。

テスト車両にトラックを選定する事で、例としてトラックターミナルにおける荷物の積み降ろしをしている間の短い時間で、充電可能か検証を行うことが出来るとのことである。



写真 2-5-4 テスト車両

## (2) 走行中給電のデモ機について

走行中給電のデモ機は、実験棟の床面に布設してある給電コイルに電流を流し、その上を電極パットが通過することで、ワイヤレス充電を行う構造となっている。

実際の道路に導入する前に研究室内のデモ機を用いて、コイルの間隔・位置・車両スピード等の実験及び調整を行っている。

給電コイル充電幅の許容範囲を少しでも超えると、著しく給電効率が低下するため、給電効率を向上させる研究も進められている。4,000V で定格充電可能と想定されており、今後は 1 万 3,000V の充電を検討しているとのことである。

給電コイルの埋設深は浅いと発熱によるコンクリートへの影響、装置の浸水や損傷が懸念され、深すぎれば充電効率が落ちてしまう等、様々な条件を考慮し適切な埋設深が必要であり、埋設深は 10 cm を考えられている。

今後の課題としては、運転の正確性と充電効率と述べられており、自動運転の普及により正確な運転が可能となれば充電効率は大きく向上すると考察されている。



写真 2-5-5 走行中給電デモ機

## (3) 充電池（バッテリー）について

ユタ州立大学では、これまで 850kW 無線充電器までの実験に成功しており、2024 年には世界初となる 1MW 無線充電器の実験が行われる予定であった。

ユタ州ではソルトレークシティ～ローガン間の 310 kmにおいて、給電コイルの埋設及び 1MW 無線充電器搭載のケンワース社製トラックにて実験を行い、成功すれば他社のトラックや他地域（LA）への展開が考えられている。

また、無線給電は走行中の動的給電だけでなく、ステーション停車中の静止給電が検討されている。

他には充電器の効率化として、1MW の膨大なエネルギーが熱として逃げていかなないようにパイプや冷却装置を使用して構造的に熱効率を高くする取り組みがされている。

使用する充電機は劣化により充電効率が低下しても、「第二の命プロジェクト」として、劣化状態でも使用が可能な学校や病院などの公共施設におけるバックアップ電源としての活用も検討されている。

#### (4) テスト舗装路について

ユタ州立大学内のテストベッドでは、テスト結果によっては容易に給電コイルを取り出せるように、暫定的に舗装を切って装置を設置してあった。パートナー会社によっては、構造別（側溝タイプ、埋設タイプ）にパッドを製作できるため、比較を行うことが出来るとのことである。実用化の際は、「写真 2-5-6」のように見える位置ではなく、舗装内に埋設となる。



写真 2-5-6 テスト舗装路

#### (5) 質疑応答

##### 1) テスト車両

Q1：バッテリーサイズは車のサイズに合わせて製作するか。

A1：車両のサイズではなく、ある特定のサイズがあり、車両が大きくなればバッテリー数量を増やしている。

Q2：バッテリーは、トラックのどの部分に設置しているか

A2：トラックの下部に給電パッドがあり、バッテリーを架装



写真 2-5-7 テスト車両のバッテリー設置位置

Q3：バッテリー容量はどのくらいか

A3：680kW（一般家庭の電力数か月分相当）

Q4：テスト車両のバッテリー重量はどのくらいか

A4：5 トン

Q5：磁気による電子機器への影響はないか

A5：アルミシールによる磁気防止をしている

Q6：トンネル等の狭い空間でも電子機器への影響はないか

A6：鉄が入った素材だと磁気の影響を受けて発熱する可能性はあるがごくわずかである。

Q7：環境（雨・雪氷）の影響はないか

A7：影響はないと考えるが、可能性を考慮し、フロリダ等の雨季地域にて短絡によるシステムに影響がないか検証を行っている。

## 2) 走行中給電のデモ機

Q1：埋設された給電コイルのメンテナンス方法や周期はどの様に考えられているか

A1：給電コイルの部分のメンテナンスは必要ないと考えており、路肩に設置を考えている電子機器のメンテナンスが必要。

Q2：給電コイルは道路全線に設置するのか、ブロックごとに設置を考えているか

A2：場所・用途によるが、倉庫～ステーション等の短距離区間や、車両のバッテリー充電効率を上げるのであれば、間隔が広くなると考えている。

電力量によって変わるので一概には答えられないが 100kW で 2 マイル（約 3.2km）設置すればバスのバッテリーが 70%充電されると想定される。

## 3) 充電池（バッテリー）

Q1：路肩に設置する電子機器等のメンテナンス周期はどれくらいを考えているか

A1：パイロットモデルによる検証によりおおよその目安が決まってくると考えている。

実験と実際の環境では異なることが考えられるため、施設によっては定期的に電源の ON・OFF を行なっている。

Q2：給電コイルを埋める際はプレキャストを考えているか、現場施工を考えているか

A2：現場施工を計画しているが、位置を変えられるようにプレキャストも検討している。

## 2.5.5 舗装研究実験棟の視察

### (1) 舗装研究実験棟について

ユタ州立大学内の別実験棟では給電設備に適した舗装版の検証を実施している。

ここでは構造工学の教員により、コンクリートの補強材の選定、給電設備を埋設するコンクリート版の繰り返し荷重による耐久性試験を主に実施している。（他のパートナー会社、大学ではアスファルト舗装を使用した検証を実施している。）

ここでの課題は、給電設備の磁界によりコンクリートの補強材として金属が使えないことで、主にグラスファイバーを補強材としたコンクリートの検証を実施していた。また、舗装版の十分な寿命を確保するために、試験体の位置・向きを変えて繰り返し荷重による検証、試験体を融氷材に付け込んだ耐久性試験など様々な実験を実施し、舗装版がどのような反応をし、どのような問題が起こるかを検証し、長期的に維持できる舗装版を目指している。



写真 2-5-8 グラスファイバー入りコンクリート



写真 2-5-9 実験設備

## (2) 質疑応答

Q1：舗装版の寿命はどの程度を想定しているのか。

A1：50年です。その間も定期的に点検を実施する。

Q2：舗装版が破損したときの補修方法はどうよう考えているか。

A2：コンクリート版ではそれぞれがブロックになっているため、ブロック毎に交換する。小規模の場合は現地で強化剤等を注入した補修を考えている。

Q3：車両走行面はコンクリートを想定しているのか

A3：州に拠って違う。全てアスファルト舗装、下層がコンクリートで表層がアスファルトなどの場合もある。

Q4：グラスファイバー以外の補強材はあるのか。

A4：進行中の課題の一つで、ファイバーの種類、セメントの配合比、弾性のある別の構造にする他、新たな非金属の補強材を探しているところです。

Q5：鉄筋コンクリートと比較してグラスファイバー入りコンクリートの強度はどうなのか。

A5：強度は強いが、鉄筋は曲がるのに対してグラスファイバーは曲げに弱く折れるのが課題。小さくしたファイバー、鉄筋のように様々な直径のグラスファイバーを入れるなど試している。

Q6：鉄筋はコンクリートの付着を良くするために節があるが、グラスファイバーの付着はどうなのか。

A6：製造会社により節があるものもある。鉄筋と比較すると付着は悪い。

### 3. 参加者所感 <名簿順に記載>

今回の海外道路調査団は、新型コロナウイルス感染症の流行により約4年振りの調査となりました。4年ぶりの調査にも関わらず円滑に調査が完了し、加えて怪我等のトラブルも一切なく調査団全員が無事に帰国できたことは主催して頂きました高速道路調査会の皆様やスタッフの皆様の御尽力に寄るものであり深く感謝いたします。

今回の調査では、ユタ州運輸局が取り組んでいる施策等の説明を伺い、それに対する我が国の取り組み状況を交えた意見交換を主体的にさせて頂きました。その中で、文化や環境等の違いから、日本の高速道路事情とは異なった点が多々ありましたが、「安全を第一に考える文化」は共通しておりました。

最後に第65回海外道路調査団に参加された皆様に感謝申し上げます。

中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京株式会社 相原 秀多

海外道路調査団に初めて参加させていただきました。

ユタ州交通局、ユタ州立大学を訪問し、多くの取組、技術や研究についてご説明いただき、その中でも、ユタ州立大学での走行中給電については非常に興味深く、トラック会社と共同で2024年度に予定している1メガワットの無線充電の設備を間近で見ることが出来たことは、非常に良い経験となりました。

また、死亡事故ゼロプログラムは、日本でも実践していかなければならないと思います。

主催者である高速道路調査会関係者の皆様、また、海外道路調査団に参加された皆様、色々お世話になりありがとうございました。お世話になった皆様に感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・エンジニアリング新潟 古川 裕一

第65回海外道路調査団の一員として、アメリカ合衆国 ユタ州 ソルトレークシティを訪問させていただきました。海外の高速道路事情や異なる文化に触れられたこと、他社の方々と交流できたことは大変貴重な経験となりました。今回の訪問で紹介いただいた事例は、アメリカの風土や国民性が表れており、日本ですぐに実践できるものは少なかった。しかし、固定観念を取り払うという意味でとても有意義な調査となりました。

最後に、今回参加された調査団員の皆様、派遣にご尽力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

東日本高速道路株式会社 中村 優一

ユタ州交通局の職場では、「失敗を許容することで積極的に取り組める」こと、「各々が情熱と責任をもって取り組んでいる」ことに非常に感銘しました。また、様々な取り組みを視察させていただきましたが、雪氷作業における人手不足等日本との共通の課題があること等たくさんの事を学ばせていただきました。今後も、海外の情報収集を行うとともに、日本からの情報発信に携われるよう、精進したいと思います。最後に、海外の高速道路視察という貴重な機会に参加させていただき、誠にありがとうございました。高速道路調査会の皆様をはじめ、関係者の皆様に感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北 高橋 基夫

今回、海外道路調査団に初めて参加させていただき、アメリカの道路事業や文化の違いを知ることができ、とても良い経験ができました。道路の維持管理や安全に対する取り組みなど日本国内と類似する部分もあり、今回の経験を今後の業務に活かしていきたいと思います。また、調査団として参加した様々な会社の方々と交友を持て、非常に有意義な海外視察でした。最後に海外道路調査団に参加するにあたり、お世話になった方々に感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・メンテナンス東北 荒木 洸太

海外道路調査団の一員として米国ユタ州交通局を訪問させて頂き、さまざまな最新技術や取り組みに触れ貴重な経験、体験をさせて頂きました。新規業務を計画するにあたり日本とは異なった国民性はあるものの、地域周辺環境との共存や地域住民の生活を考慮した計画がなされており重要性を再認識致しました。また、計画実行面にあつては様々な距離感が近くスピード感があり業務遂行力が非常に高いと感じました。様々なプレゼンからは仕事に対する情熱が伝わってくるような印象を受け刺激を受けました。

最後に、今回貴重な経験の場を頂きました高速道路調査会をはじめ調査団に参加された皆様や関係者の皆様に感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・メンテナンス新潟 庭山 哲

初めての海外訪問がアメリカという世界最大のモータリゼーション大国を肌身で感じ、スケールの大きさに度肝を抜かれました。ユタ州交通局（UDOT）の方々は州の交通インフラを守るといふ強い意識や、自分たちの取り組んでいることへの熱量が高く、情熱（passion）をもって邁進していると感じました。我々日本人見習わなければならないと痛感した次第です。

また何より今回、調査団として共に視察をした各企業の皆様と交流できたことが私にとってとても有意義で大きな財産となりました。今回の海外調査団に携わった全ての方々へ深く感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・メンテナンス関東 三塚 達也

第 65 回海外道路調査団の一員として、米国ユタ州交通局及びユタ州立大学を訪問させていただきました。米国の高速道路等における最新の ITS 技術、交通安全及び走行中給電技術に関して調査を行い、大胆かつ斬新な発想やプロジェクトのスケールなど驚きの連続でした。特に技術開発において、限られた資源や資産を競争するのではなく、共有するという考え方は深く印象に残り今後の参考となりました。

今回の調査で国内外の道路管理者と交流を図れたことは、非常に貴重な経験であり財産となりました。「国は違えど志は同じ」今後の会社人生にてしっかりと活かしていきたいと思ひます。

最後に調査団の皆様、派遣にご尽力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・パトロール関東 吉田 健一

海外道路調査団の一員として、米国ユタ州の視察に参加させていただきました。訪問先のユタ州交通局およびユタ州立大学では、コネクテッドカー、ドローン技術、走行中給電など最先端の技術を積極的に活用しており、安全への意識が非常に高いと感じました。また、日本とは異なる文化にも触れることができ大変貴重な経験となりました。今回の経験を活かし今後の業務に役立てることができればと思ひます。

最後に、参加されました調査団員の皆さま、派遣にご尽力いただいた関係者の皆さまに感謝申し上げます。

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 森下 卓哉

第 65 回海外調査団の一員として、米国視察に参加させていただきました。

日本と米国の文化の違いによる規模の大きさは感じつつも、日本と米国で将来の方向性はあまり変わらないと感じました。

視察中何度も耳にした“死亡事故ゼロ”の精神、仕事への誇り、業種は違っても同じチームとしての団結力はとても印象に残り、我々日本人も見習うべき姿勢だと感じました。

今回の視察で一番趣のあった、光センシング技術については、地域性を考慮した雪崩・落石検知等への活用検討や、施工時の景観や施工性等も考慮されており、米国特有のダイナミックさ故、日本への導入が難しい部分はありましたが、物事をとらえる視点や研究への取り組みなど、とても参考になりました。

今回、視察に参加させていただき、海外の道路事情や異なる文化に触れられたこと、団員の方々と交流できたことは大変貴重な経験・財産となりました。

最後に、今回参加された団員の皆様、ご尽力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

西日本高速道路ファシリティーズ株式会社 大庭 哲典

この度は第 65 回海外道路調査団に参加させて頂きありがとうございました。  
ユタ州の道路管理に関する考え方・手法など日本とは違う所はあるが、目指すところは一緒だと感じました。特に「Zero Fatalities（死亡事故ゼロ）」を目指す姿勢は見習うべき点が多くありました。最後に今回参加された調査団員の皆様、そして調査に当りご尽力頂いた関係者の皆様に感謝を申し上げます。

ハイウェイ開発株式会社 安藤 賢治

アメリカの高速道路における ITS 機器は私が感じる限りだが、日本の ITS 機器よりも様々な機器同士で連携をとるようなシステム構成になっているのが特徴であると感じた。またユタ州における ITS 機器として RWIS があげられるが、同じような豪雪地帯がある日本においては、雪や路面凍結等の事象を予測して走行車両に通知する観点から非常に有用性のありそうな資機材であると感じた。

これからも一般走行車両の安全を第一に考え、機器選定プロセスから機器自体に至るまで、アメリカを初めとした様々な国や団体とノウハウを共有し、交通事故等のインシデントを限りなく減らせるように注力するべきと考える。

セフテック株式会社 石田 鈴織

海外道路調査団の一員としてユタ州・ソルトレークシティの視察に参加させて頂きました。日本とアメリカと将来の方向性はあまり変わらないもののやり方が違い、時にはダイナミックさをも感じました。

また、自分の仕事に誇りを持って説明してくださる姿やチームの団結力の強さを間近で見て日本人として見習うべきものだとは強く感じました。

今回経験したことを糧に今後の日本の道路事業発展に向けて少しでも力になればと思いました。

最後に今回参加するにあたり主催者の高速道路調査会の皆様、関係者の皆様、そして一緒に参加した同業他社の皆様に深くお礼申し上げます。

日本テクロ株式会社 伊藤 徳馬

第 65 回海外道路調査団には施工業者の立場で参加させて頂き、ユタ州交通局及びユタ州立大学の様々な取り組みや研究内容を拝見し有意義な、そして貴重な体験をさせて頂きました。特に、ユタ州交通局の「死亡事故ゼロプログラム」は局長の思いとその取り組みは学ぶべき事が多いと感じました。又、雪氷基地では少人数で効率よく除雪作業を行うための除雪トラックも参考になった他、オペレーター不足という同じ問題を抱えている点には大変共感致しました。

最後に、この度の調査におきましては、企画して頂いた高速道路調査会をはじめとする関係者の皆様と、私を参加させて頂いた会社に対し感謝申し上げると共に、何より調査団の皆様とは、様々な情報交換をさせて頂きながら親睦を深める事ができた事が、私にとってかけがえのない財産となりました。本当に、有難うございました。

スバル興業株式会社 佐藤 章夫

海外道路調査団の一員としてアメリカ合衆国ユタ州を訪問しました。走行中給電システムの話、コネクテッドカーの話等時代は確実に変革しています。参加いただいた関係団体企業と意見交換や視察ができ貴重な経験を得ることができました。今後の業務に繋げていければと思っています。最後にこの調査団の派遣にご尽力いただきました関係の皆様方に感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・エンジニアリング新潟 坂口 喜久夫

今回の海外道路調査において最も印象的であったのは大学と連携した学術的な評価を多数行っている点でした。各地点の車両・機器の挙動や多岐にわたる実験のデータを蓄積しており、その膨大な情報を大学に提供して様々な評価・新たな実験を繰り返しより良い道路の実現に向けて多方面のアプローチを行っており、技術者の端くれとして大変刺激を受けました。

最後に調査団の皆様や今回の調査にご尽力いただいた関係者の方々に深く御礼申し上げます。

東日本高速道路株式会社 関東支社 大林 泰己

今回の海外道路調査団に参加させていただき、特に印象的であったのが、道路管理者が交通信号を制御できるという点でした。これにより、コネクテッドカーの導入等により優先度が高い車が交差点を通過する際にサイクル長や必要な青時間を確保する等の取り組みができていたため、交通問題に対して、より迅速に対処しやすくなっているものと感じました。また、走行中給電システムについても、試験車両や大学等の関係施設の見学を通じて、先進技術に触れることができたため、非常に有意義であったと思います。今回の海外道路調査団で学んできたことを、今後の業務でも生かしていきたいと考えております。

最後に調査団の皆様や今回の調査にご尽力いただいた関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング 田中 雄太

今回、海外道路調査団に参加させていただき、ユタ州の道路管理における取り組みやユタ州立大学の走行中給電技術の現在の状況を学ばせていただきました。

ユタ州交通局の交通安全、特に死亡事故ゼロを目標に掲げいろいろな面からアプローチする姿勢には刺激を受けました。また道路維持管理においてドローンを活用する技術は日本より積極的に取り組んでいると感じました。

調査団には全国から高速道路に携わる方々が参加されており、皆様と交流できたことはとても貴重な経験となりました。参加されました団員の皆様、派遣にご尽力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・メンテナンス東北 上遠野 賢治

今回初めて海外調査団に参加させていただきましたが、日本とアメリカ（ユタ州）とでは環境や気候の違い、風土や歴史の違い等もあり、道路維持管理について異なる点が多いことを実感でき、とても貴重な経験となりました。調査した各団体のプロジェクトに対する目標の明確化、実現に向けた他機関との連携調整やスピード感、視点の転換等、学ぶべき点も多く今後の業務に活かしていければと思います。また、今回の調査団で日本各地から集まった皆様とも貴重な情報交換もでき、とても有意義な機会となりました。調査団の参加者、派遣調整等にご尽力いただいた関係者の皆様に深くお礼申し上げます。

株式会社ネクスコ・メンテナンス新潟 相羽康博

海外道路調査団の一員として、今回の調査に参加でき貴重な体験をすることができました。日本とは異なる風土や法律などから米国ならではの取り組みが多く、それを現地で学ぶことができたことは、とても刺激を受けました。特に死亡事故ゼロについては、実際に目標に掲げ周囲を巻き込み行動している取り組みは非常に感銘を受けました。

今回の調査で受けた刺激を、これからの業務に活かし、励んで行きたいと思います。海外道路調査団の派遣にあたり、関係者の皆様には感謝申し上げます。

株式会社ネクスコ・メンテナンス関東 白鳥 航希

この度、第 65 回海外道路調査団にて、米国のユタ州交通局が取り組んでいる ICT を活用した各種道路管理における施策等を直接現地で伺い、またユタ州立大学では走行中給電実験施設の現場を視察させていただきました。文化や国土状況の異なる国での調査と学びであり、大変刺激のある良い経験になりました。ユタ州交通局においては、各種道路管理に関する ICT を活用したデータの収集、蓄積及び体系的な分析など合理化が進んでいると感じ、また市民から信頼を得るためのデータの取り扱いや一般公開等の考え方については特に印象に残るものでした。

最後に、大変貴重な経験をさせていただきました高速道路調査会の皆様、調査団の皆様、関係者の皆様に感謝申し上げます。

中日本高速道路株式会社 延命卓哉

第 65 回海外調査団としてアメリカ合衆国ユタ州交通局の道路管理への取組及びユタ州立大学の走行中給電システム等について現地調査に参加させていただきました。特に走行中給電システムのような画期的な研究内容には非常に驚かされました。また、雪氷対策作業では日本と同様に人員不足という課題に対して、いかに効率よく除雪作業を行うかを考慮した除雪トラックの改良においては、スケールが大きくアメリカならではの工夫だと感じました。

最後に調査団の一員として、調査団に参加された皆様と短い間でしたが、ともに視察や、いろいろな情報交換をさせていただき非常に有意義な体験となりました。参加されました調査団の皆様、派遣にご尽力いただいた関係者の皆様に感謝申し上げます。

株式会社東京ハイウェイ 南井 隆

第 65 回海外道路調査団として、初めての海外視察に参加させていただきました。初めての海外視察ということで不安もありましたが、団員の皆様に助けていただき非常に有意義な時間を過ごすことができました。調査では、高速道路だけでなく一般道の取り組みや日本との違いを学ぶことができました。本調査にて得た、経験や発見を今後の業務で上手く活かしたいと思っております。最後になりますが、第 65 回海外道路調査団の派遣にご尽力いただきました関係者の皆様に感謝申し上げます。ありがとうございました。

セフテック株式会社 後藤 功太郎

道路の維持管理を行うにも、環境や気候の違いによって日本とアメリカでは異なる部分がたくさんあることが実感でき、私にとってとてもいい経験となりました。固定観念にとらわれず、新たな方法を実践しながらも、交通安全の取り組みを継続的に行っていく文化があり、見習っていききたいと思います。今後は、日本国内に限らず、海外の情報も積極的に取り入れていけるよう心掛けていきたいと思います。

アメックコンサルタンツ株式会社 高市正行

#### 4. 参加者の所属先等での報告資料又は概要

##### ① 日本からのプレゼン「日本の高速道路における事故防止の取り組み紹介」



0

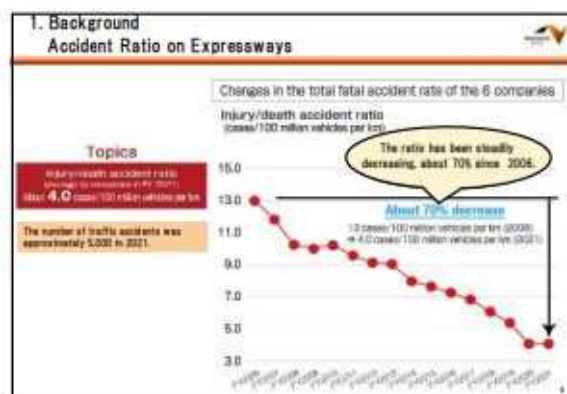


3

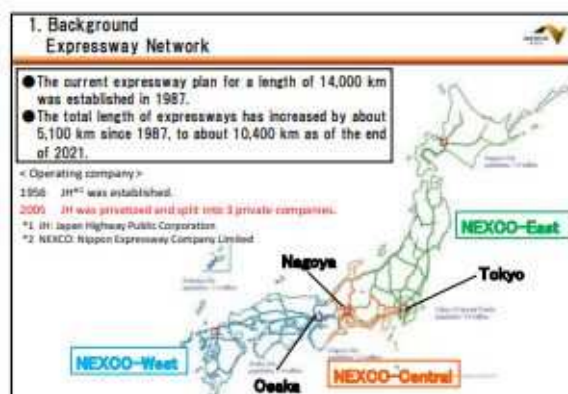
**Table of Contents**

1. Background (Accidents on expressways)
2. Traffic Data Analysis (Analyzing Vehicle Probe Data)
3. Prevention of Serious Accidents (two-way traffic, wrong-way driving)
4. Safety Measures for Work Zone in expressways

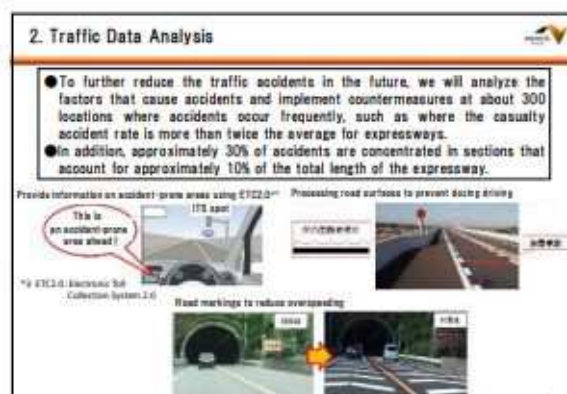
1



4



2



5

## 2. Traffic Data Analysis (Analyzing Vehicle Probe Data)

●ETC2.0 Probe Data ~Collectable Information~  
Travelling and behavior history, and the basic information of vehicles are uplinked by Roadside Units (RSUs). ⇒ Collecting as probe data

■Information gained from ETC2.0 probe data  
①Basic Information... One record is created every time when a vehicle passes under a RSU. Specific information like a car navigation model number.  
②Travelling History... Only data allowed to uplink is collectable. Travel history and speed in every 100~200 m.  
③Behavior History... Only data allowed to uplink is collectable. Gained with speed data when the number of yaw angle, forward and backward acceleration and horizontal acceleration exceed the preset values.

6

## 3. Prevention of Serious Accidents (Wrong-Way Driving)

●Running the wrong way on expressways is extremely dangerous, as it is four times more likely to result in death or injury and 40 times more likely to result in death than other types of accidents on expressways.  
●The number of cases of wrong way driving showed a downward trend until 2020 due to prevention measures.  
●65% of all wrong-way driving incidents on expressways are committed by seniors 65 years of age or older.

The number of cases of wrong way driving by age group (2010-2020)

| Age Group         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 65 years or older | 15   | 14   | 13   | 12   | 11   | 10   | 9    | 8    | 7    | 6    | 5    |
| 55-64 years       | 10   | 9    | 8    | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 1    |
| 45-54 years       | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 35-44 years       | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 25-34 years       | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |
| 15-24 years       | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    |

Percentage of cases of wrong-way driving by age group

| Age Group         | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 65 years or older | 60%  | 58%  | 56%  | 54%  | 52%  | 50%  | 48%  | 46%  | 44%  | 42%  | 40%  |
| 55-64 years       | 20%  | 19%  | 18%  | 17%  | 16%  | 15%  | 14%  | 13%  | 12%  | 11%  | 10%  |
| 45-54 years       | 10%  | 9%   | 8%   | 7%   | 6%   | 5%   | 4%   | 3%   | 2%   | 1%   | 1%   |
| 35-44 years       | 5%   | 4%   | 3%   | 2%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   |
| 25-34 years       | 2%   | 2%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   |
| 15-24 years       | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   | 1%   |

9

## 2. Traffic Data Analysis (Analyzing Vehicle Probe Data)

●ETC2.0 probe data is used to analyze the causes of accidents and identify potential hazardous areas.  
●After accident countermeasures are implemented, the effectiveness is continuously monitored and verified through speed and behavior analysis.

7

## 3. Prevention of Serious Accidents (Wrong-Way Driving)

Color pavement, "DO NOT ENTER" boards, Pressure wall

10

## 3. Prevention of Serious Accidents (Two-Way Sections)

●Approximately 40% of the currently open expressways in Japan are provisional two-lane traffic. There are approximately 300 accidents per year caused by drivers jumping out into the oncoming traffic lane.

Expansion of 4-lane, Expansion to 4-lane, Installation of wire ropes

8

## 4. Safety Measures for Work Zone

●More than 100 accidents occur annually on highways near work zones, sometimes resulting in death or injury.

11



12



15



13



16



14



17



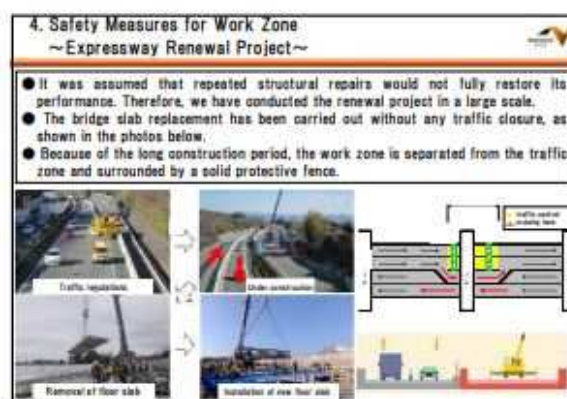
18



21



19



22



20

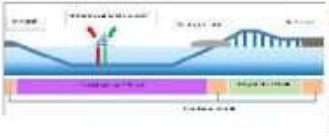


23

## ② 日本からのプレゼン「東京湾アクアラインについて」

**Tokyo bay AquaLine**

1. Road name Tokyo bay crossing road (Tokyo bay aquaLine)
2. Opened 1997. 12. 18
3. Section Kanagawa pref Kawasaki city to Chiba pref Kurihara city
4. Length 35.1km approx. 9.4mile
5. Construction period Survey/20 y + Construction/10 y




1




**Aqua bridge**

- Highest point 45m above sea level
- Average height of bridges in areas where a large ship navigates
- The span of span: 42

**Aqua tunnel**

Introduction of facility and equipment

- Tunnel diameter 25.2 yards. Dig by 8 large shield tunnel machines
- Green area could only dig about 7.7 yards a day. It took 2 years to break through
- Blue light are the long-span measure paramotor lights

2




**Evacuation passage**

- Set cutting passage to measure the fire in the tunnel
- Strike emergency tunnels. The AquaLine tunnel's evacuation passage is located right below the road
- This enabled it to be an emergency regulation that prevents smoke from spreading even in the unlikely event of a fire

**Slide**

- To divert the slide to get to the evacuation passage
- In the tunnel, these slides are installed at intervals of 0.2 mile
- There is emergency telephone at the end of the slide. Able to call to control center

3

**Facility and Equipment**




**Wind tower**

- Tunnel is in Kurihara artificial island. Small tower on the left side has windmill and big tower on the right side has blower fan
- By rotating wind tower, the ventilation capacity is improved by using the wind that blows between the two towers (Blowing wind effect)
- Artificial island area is approx. 1.2 km<sup>2</sup>. Big tower height is 96 yards

**Artificial island area**

- It is designed with the shape of a luxury cruise ship
- Ship is approx. 25.1 m long
- 4 surface of island is the 1st-4th high way around facilities in Chiba Pref. 18 million yen
- (No.1 is Tokyo Disney Resort, No.2 is Kurihara City)

4

**Implementation of ETC time-based charges**

Since congestion occurs on the Tokyo Bay AquaLine due to the concentration of traffic on certain roads in Kanagawa, Saitama, and Chiba. Therefore, in order to alleviate congestion due to uneven distribution of traffic, and also, for the Aqua Line and ETC (Express Toll Collection) system, we are introducing ETC time-based charges. We are conducting a road experiment in this road experiment, the toll fee during busy hours was raised to 1,200 yen (regular toll), and the toll fee in the time period after the busy period was lowered to 600 yen (regular toll). This is reducing congestion. We hope that this will have a significant effect on reducing road traffic, reducing traffic, and preventing accidents.





5

③ 日本からのプレゼン「製品紹介（雪氷） ネクスコエンジニアリング東北」

### Nexco Engineering Tohoku technology development and product

#### ◆Strip guide light

When driving in blizzards, snowfall, whiteouts, etc., when driver don't know where to drive due to poor visibility or pure white road conditions, the system displays the road shoulder line position and provides driving support.

road shoulder line (white)

30m pitch 30m pitch

350mm

100m 2m

Strip guide light installation height 3.5m

**NEXCO**  
東日本グループ

0

### Nexco Engineering Tohoku technology development and product

#### ◆Safety line

A green line will be marked on the road behind the wet salt sprayer. When approaching a snow work vehicle from a distance, the driver uses this line as a guide to avoid colliding with the snow work vehicle by approaching, maintaining a certain distance, and following the vehicle.

safety line

**NEXCO**  
東日本グループ

Follow the safety line as a landmark

1

④ 日本からのプレゼン「製品紹介 セフテック」

## Saftec product introduction 1/2

SAFETY TECHNOLOGY

### Solar Camera (Nickname : small elephant)



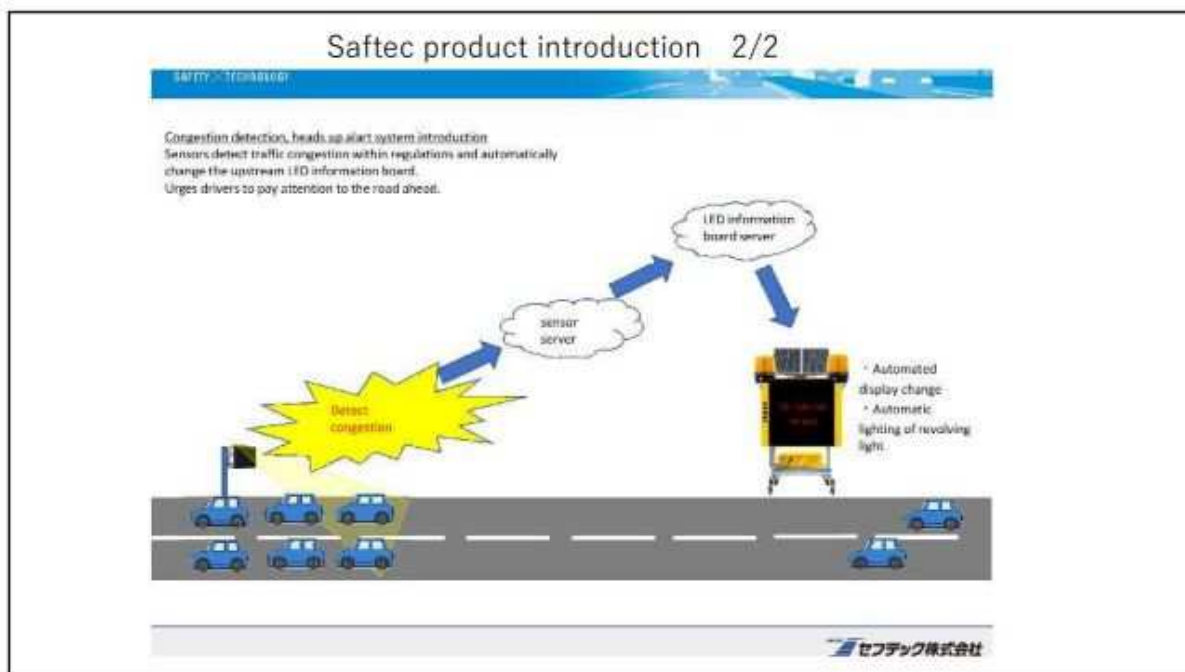
Operated by sunlight.  
Even in places where there is no power supply, cameras can install and monitor anywhere as long as there is space to place a solar panel.  
Able to check images from computer or mobilephone.

Comes with a battery so it is not susceptible to slight climate changes.  
Without sunlight, it will work for about 1 week.  
If it is able to extend the camera's LAN cable, solar panel and camera can install in a separate location.

Installation example



1



2

## 5. 訪問中のスナップ写真集



写真 5-1 ユタ州交通局



写真 5-2 ユタ州交通局



写真 5-3 ユタ州交通局 カルロス  
局長による説明



写真 5-4 日本側からのプレゼン状況①



写真 5-5 日本側からのプレゼン状況②



写真 5-6 日本側からのプレゼン状況③



写真 5-7 ユタ州交通局の説明状況①



写真 5-8 ユタ州交通局の説明状況②



写真 5-9 ユタ州交通管理センター



写真 5-13 ユタ州交通管理センター



写真 5-10 ユタ州交通管理センター



写真 5-14 管理用車両



写真 5-11 ユタ州交通管理センター



写真 5-15 管理用車両（内部）



写真 5-12 ユタ州交通管理センター



写真 5-16 管理隊員の防弾チョッキ着用



写真 5-17 管理用車両に配備されたドローン



写真 5-21 雪氷車両



写真 5-18 コットンウッド雪氷基地



写真 5-22 凍結防止剤（塩）格納状況



写真 5-19 コットンウッド雪氷基地での説明



写真 5-23 ユタ州立大 ASPIRE センター



写真 5-20 牽引除雪車



写真 5-24 ASPIRE センターでの説明



写真 5-25 ASPIRE センターでの説明



写真 5-29 Express LANES



写真 5-30 Express LANES



写真 5-27 自動給電 テスト車両



写真 5-31 ユタ州立大学での昼食



写真 5-28 自動給電 テストコース



写真 5-32 ドローンデモ飛行



写真 5-33 ドローンデモ飛行



写真 5-36 ユタ州議事堂



写真 5-34 ユタ州議事堂



写真 5-35 ユタ州議事堂



写真 5-37 ASPIRE センターでの集合写真