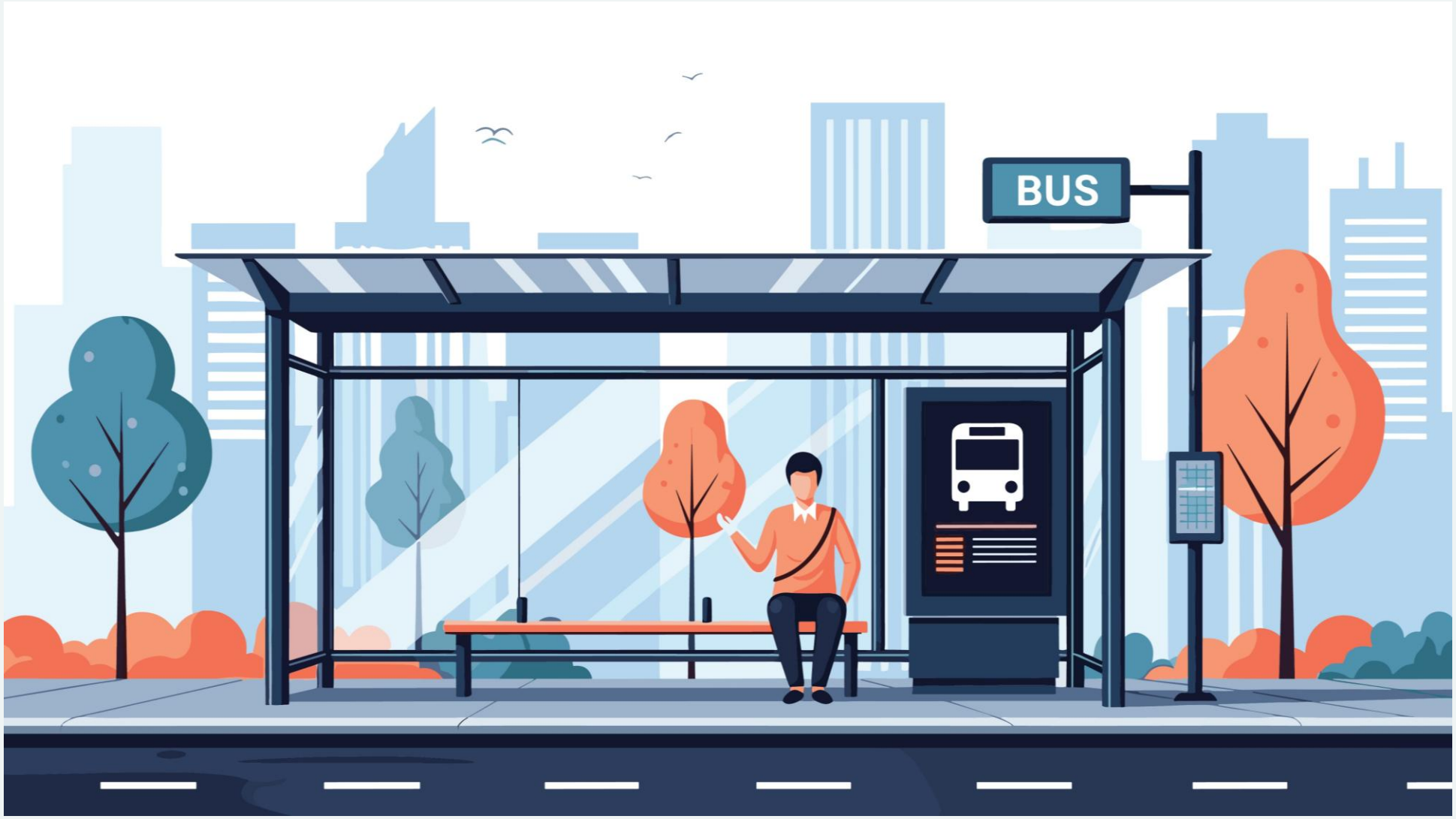
地域交通DX推進プロジェクト「COMmmmONS（コモンズ）」
2025年度　SIMレスバス停システム開発プロジェクト

SIMレスバス停システム 技術検証レポート

Technical Report on Data-Driven Bus Scheduling Systems with Non-Cellular Digital Bus Stops

COMmmONS
by MLIT



国土交通省　総合政策局　モビリティサービス推進課

（技術仕様リンク）（技術資料リンク）

No.014

技術検証レポートについて

- 技術検証レポートは、COMmmmONS（コモンズ）における技術開発成果を広く社会一般に知見として提供するため、プロジェクトの有用性、実現性、課題等を整理したドキュメントです。
- 具体的には以下の役割を果たすものとして作成しています。
  - コモンズの各プロジェクトは、地域交通における課題の設定とそれらを解決するためのデジタル技術活用のベストプラクティスを開発し、その成果を標準化することを目的としています。
  - 技術検証レポートは、各プロジェクトの成果を社会の共通の財産とするための技術資料です。具体的には、関連技術の開発や研究、企画検討を自治体や事業者が行う際の参考資料（リファレンス）として一連の技術アセットを提供します。技術アセットには、プロジェクトが採用した技術的アプローチ及び実装方法を整理したドキュメントやAPI仕様、データモデル仕様、オープンソースソフトウェア等が含まれます。
  - また、技術検証レポートでは、技術的知見のみならず、開発技術等を用いて行った技術実証の成果についても共有します。技術実証により得られた当該技術の有効性、制約条件、技術的課題、改善余地、今後の開発への示唆等についてまとめることで、関連技術開発等を行う主体へ知見を提供することを目的としています。
- コモンズでは、これらの技術アセットの開発・公開を通じ、地域交通の連携・協働の技術的基盤を提供し、「交通空白」解消など地域交通のリ・デザイン全面展開を推進していきます。

地域交通DX推進プロジェクト「COMmmmONS（コモンズ）」とは

COMmmmONS by MLIT

- 「COMmmmONS（コモンズ）」は、事業者や地域ごとに業務やシステムなどが独自に構築され、それぞれのサービスやデータが連携していない地域交通の「サイロ化」の課題を解決し、連携・協働を軸とした地域交通のDXを体系的に推進するためのプロジェクトです。
- 具体的には、サービス、データ、マネジメント、ビジネスプロセスの4つの柱で協調領域における相互運用性確保のためのデジタル活用のベストプラクティス創出と、その成果の標準化を一体的に推進することを目的としています。
- コモンズの標準仕様や技術仕様を社会の共通財産として公開・普及させることにより、地域交通の連携・協働の技術的基盤の提供を推進します。

SIMレスバス停開発プロジェクト

背景・目的

- 近年、路線バスの減便・廃止や、特定観光地における訪問客の著しい増加により、地域住民の公共交通利用を圧迫する問題が顕在化しつつある。
- 状況の改善には「ダイヤ改正・変更」による運行効率向上が必要だが、**バス事業者は既存利用者以外のニーズを把握できず、潜在移動需要を獲得できていない**。さらに、**「時刻表の貼替作業」に関わる人手不足がネックとなり、ダイヤ改正・変更を躊躇う事態も発生**している。一部で「デジタルバス停」等が導入されるものの、通信費等のコストがネックとなり、導入が進んでいない。
- そこで、**バスのODデータと人流データを組み合わせることで地域の移動傾向を把握し、運行計画評価ツールを開発することによってダイヤ作成精度向上を支援**する。併せて、**「バスとのデータ授受」の機能を有し、低コストで運用可能な「SIMレスバス停システム」を開発することで、ダイヤ改正に係るバス事業者の負担軽減**と、それに伴う柔軟なダイヤ改正・変更による運行効率改善を目指す。

開発したシステムの概要

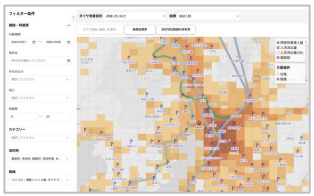
- 課題を有するバス事業者のダイヤ改正・変更の柔軟性向上及び潜在的な移動需要獲得のため、以下のシステムを開発する。

①SIMレスバス停システム

- **SIMを介さずデジタルバス停の時刻表データを更新するため**、Wi-Fi(920 MHz)を活用した電子ペーパーを擁する**「デジタルバス停本体(SIMレスバス停)」、「車載配信モジュール」、「データ配信基盤」を開発**する。

②運行計画策定支援システム

- 交通事業者が有するバスのODデータに人流データを組合わせて域内移動需要を可視化するツールを参考に、**バスの運行本数増減後の乗降者数をシミュレートし、運行計画の策定を支援するツールを開発**する。



実証実験の概要

- 本実証では、バス事業者のダイヤ改正・変更業務に対し、**運行計画策定支援システムによる潜在需要分析とSIMレスバス停システムによる時刻表貼替工数削減の実現可能性**を確認した。
- 同システム活用の結果、**人手不足や運行効率の観点から減便が望ましいとされた便でも、時間帯や区間により、利用需要に応じた調整余地がある**ことを確認した。長崎自動車では、当初想定の「前年比△10%(約4便)減便」から、「2便の増便」と「8便の減便」を組み合わせた「前年比△12．5%(6便)減便」のダイヤ案を採用した。
- また、**同社の約1,700標柱をSIMレスバス停に置換した場合、ダイヤ改正・変更1回当たり約424時間の工数削減効果がある**ことも実証した。
- 本プロジェクトの説明会参加の他事業者からも、現状の運行における課題認識と関心が示され、両システムが省人化・省力化の有効手段となり得ることを実証で示した。

得られた成果

- 運行計画策定支援システムにおいては、**運行計画そのものの判断に変化をもたらしたことが成果として挙げられる**。
  - 単純に本数を減らすのではなく、**必要なところは増やし、不要なところは削るという判断が可能**になり、利用者利便性と運行効率の両立につながった。
  - これは、実績データだけでは捉えきれなかった需要の動きを可視化できたことによる成果と言える。
- SIMレスバス停システムについては、**特に事業者から評価が高かったのは「ランニングコストを大幅に抑えられる」という点**であった。
  - 従来のSIM通信型デジタルバス停では通信費が積み重なり、広域での導入が難しいという課題があった。
  - SIMレスバス停システムによりこの課題を回避できることで、より多くのバス停への設置が現実的な選択肢となった。

はじめに

（左から）長崎自動車株式会社 課長 増田健一、株式会社小田原機器 次長 矢野達也、
株式会社MaaS Tech Japan マネージャー 古川誠

公共交通を取り巻く現場の課題

公共交通の維持が困難となる中、現場業務の負担を軽減しつつ、変化に柔軟に対応できる体制の整備は喫緊の課題です。人手不足や作業負担によりダイヤ改正・変更を柔軟に行うことが難しく、特に各バス停に設置された時刻表の貼替作業が大きな負担となっています。また、SIM通信型デジタルバス停は更新の利便性が高い一方、通信費の負担が大きく、広域での導入には課題があります。こうした背景から、省力化と柔軟な運用を両立する新たな仕組みが求められています。

SIMレスバス停と人流データ活用による解決策

これらの課題に対し、「SIMレスバス停システムの技術開発」と「人流データを活用したダイヤ改正・変更支援」に取り組んでいます。SIMレスバス停システムでは、バス車両に搭載した配信モジュールから近距離無線通信を用いて時刻表を自動更新することで、貼替作業を不要とし、通信費ゼロでの運用を可能とします。また、人流データを活用することで、従来把握しきれなかった時間帯別・場所別の移動ニーズを可視化し、事業者が納得してダイヤ調整を行える環境の実現を目指します。

持続可能な地域交通に向けた仕組みの進化

本プロジェクトは、テクノロジーと現場知見が融合するかたちで、地域交通を支える「仕組み」そのものを進化させようとするものです。持続可能な地域交通の実現に向けて、今後も社会実装へのさらなる展開が期待されます。

目次

本編
技術検証レポートについて 2
プロジェクトサマリー 3
目次 4
第1章 概要 5
解決すべき社会課題と解決アプローチ 6
既存業務フローの課題と目指す業務フロー 7
実現したい価値、想定事業機会 8
本実証実験の全体フロー 9
実施体制・協力事業者一覧 10
第2章 開発システム 11
システム概要 12
業務フロー 13
システムアーキテクチャ 14
技術スタック 18
UI/UX 20
第3章 実証実験 24
検証仮説 25
実証実験の全体像 26
KPI 27
実証エリア 28
実証実験の様子 29
実証実験の結果 31
第4章 まとめ 54
成果と課題 55
将来展望 57
参考情報・用語集 58
付録
SIMレスバス停システム システム設計書

第1章　概要

バス事業者のダイヤ改正・変更業務の課題に対し、「SIMレスバス停システム」「運行計画策定支援システム」の開発により、ダイヤ改正・変更にかかる貼替業務と通信費の低減、外部データを用いた潜在的な移動需要の把握を実現させ、低コストでのダイヤの編成及び実務の柔軟な実施を目指す。

解決すべき社会課題と解決アプローチ

バス事業者のダイヤ改正・変更の課題である「貼替工数」と「デジタルバス停通信費用」の低減、外部データを用いた「潜在的な移動需要」の把握を実現する

解決すべき社会課題

路線バスに求められる柔軟なダイヤ運行

- 地域公共交通を担う路線バスの持続可能性向上には、人口や観光需要の変化に応じた柔軟なダイヤ変更が不可欠である。
- しかし、多くの事業者ではダイヤ編成における外部データが不足し、地域全体の移動需要を十分把握できず、潜在需要を取り込めていない。

ダイヤ改正・変更を阻む現場オペレーションの制約

- 地方事業者では、ダイヤ改正・変更時の時刻表貼替に多大な工数を要する。
- 人員不足の影響で改正頻度を抑制せざるを得ず、需要変化に即応できない非効率運行が継続している。

従来型デジタルバス停が抱えるコスト面の課題

- 時刻表貼替に伴う人手不足対策として、デジタルバス停導入が検討されてきた。
- しかし、従来型はクラウド表示切替のためSIMカードを搭載し、1柱ごとに通信費や利用料などのランニングコストが発生するため、この負担が障壁となり、広域での導入は進んでいない。

ダイヤ改正の課題構造

＜テーマ＞	＜分類＞	＜主な課題要因＞	
ダイヤ改正	改正実施	貼替作業工数と人員不足	貼替作業の負担が大きく、年に1回しかダイヤ改正が実施できない
		デジタルバス停運用コスト	デジタルバス停の導入により貼替工数は解決できるが、通信費用が標柱ごとに発生するため高額
	編成業務	情報リソースの不足	既存の利用者以外の移動ニーズが把握できない

解決アプローチ

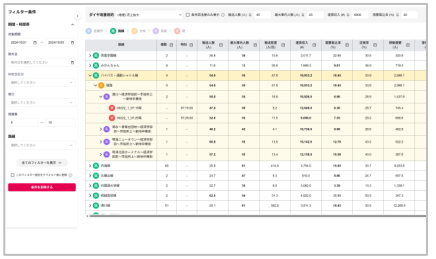
ダイヤ改正・変更に課題を有するバス事業者に向けて、潜在的な移動需要獲得及びダイヤ改正・変更の柔軟性向上のため、以下の施策を講じる。

バスのODデータと人流データを組み合わせたダイヤ改正・変更

- 自社の利用データ以外の分析ができていないバス事業者に向けて、バスのODデータと人流データの組合わせによる地域の移動需要分析と、分析に基づく効率的なダイヤ改正・変更案の生成支援技術を実装する。
- これにより、運行計画策定に係るコストの低減と潜在的な移動需要の取込を図る。

デジタルバス停システム導入促進による運行効率改善

- バス-バス停間の短距離通信技術を活用し、SIMレスで運用可能なデジタルバス停へのデータ配信システムを開発する。
- これにより、時刻表貼替作業を省人化し、ダイヤ改正・変更にかかる人的コスト低減を図る。
- さらに、通信コストを不要とし、デジタルバス停の導入ハードルを引き下げることで、柔軟なダイヤ改正・変更による運行効率改善を実現する。



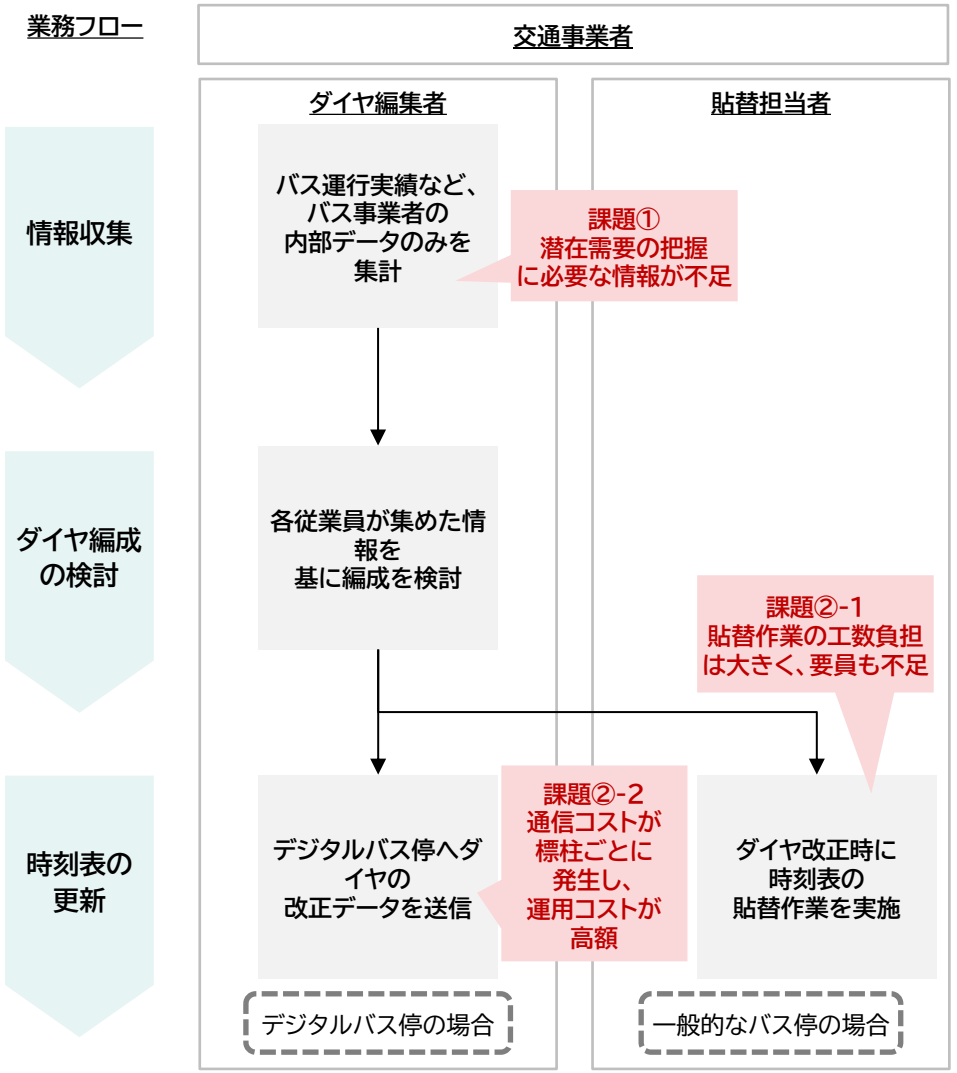
移動需要可視化のイメージ

SIMレスバス停

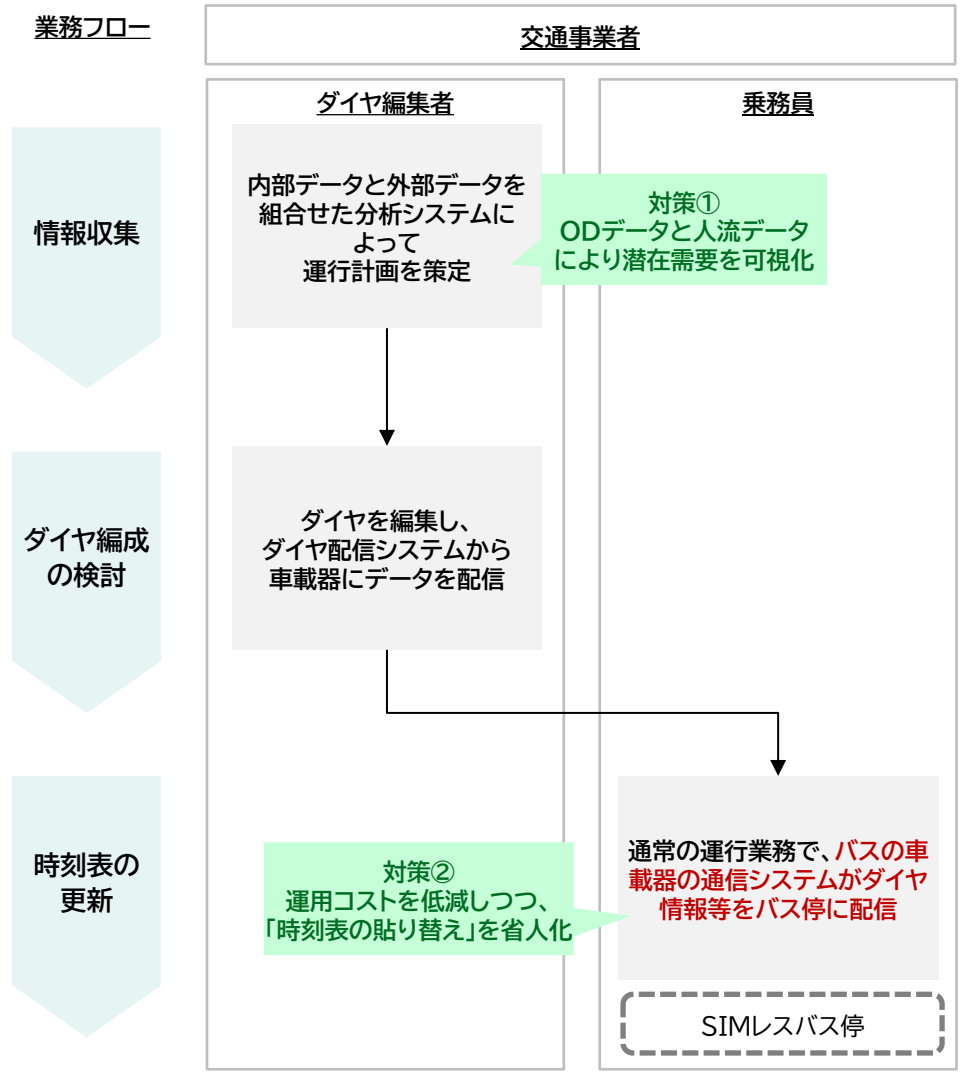
既存業務フローの課題と目指す業務フロー

需要情報の不足や貼替作業に伴う業務負担、デジタルバス停の運用コストという課題を抱えるダイヤ改正・変更業務について、業務効率化と精度向上を目指す

既存の業務フロー



目指す業務フロー



実現したい価値、想定事業機会

バス事業者に向けてコスト削減と最適ダイヤ案作成を実現するシステムを提供し、
路線バスにおける柔軟なダイヤ改正・変更の実現に貢献する

実現したい価値

潜在需要を加味したダイヤ改正・変更の実現

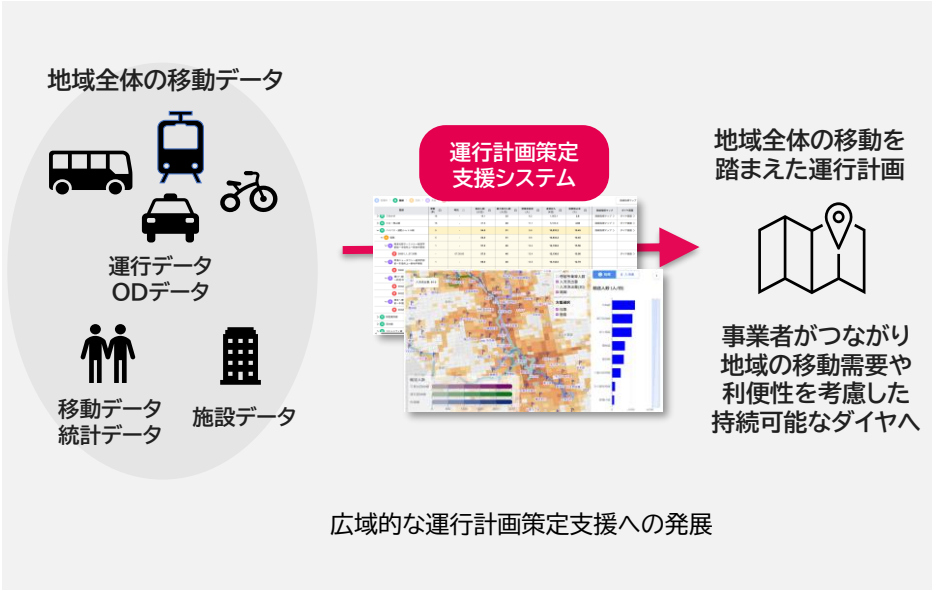
- 直感的なUXで乗降者数の増減をシミュレーションできるシステムを活用し、事業者単独では困難だった潜在需要分析と、それを踏まえたダイヤ案作成を実現する。
- これにより、従来は減便中心であった改正・変更において、増便を含む柔軟な選択肢の検討を可能とする。

人手不足やランニングコストをかけない柔軟なダイヤ改正・変更の実現

- 人手不足やデジタルバス停のランニングコストに関する課題を解決し、事業者にとって望ましい回数・タイミングで柔軟にダイヤ改正・変更が行えるようにする。

公共交通の持続可能性の向上

- 潜在需要分析と柔軟なダイヤ改正・変更により、従来カバーできなかった需要を取り込むことで、事業者の収益性を高め、公共交通の持続可能性を向上させる。

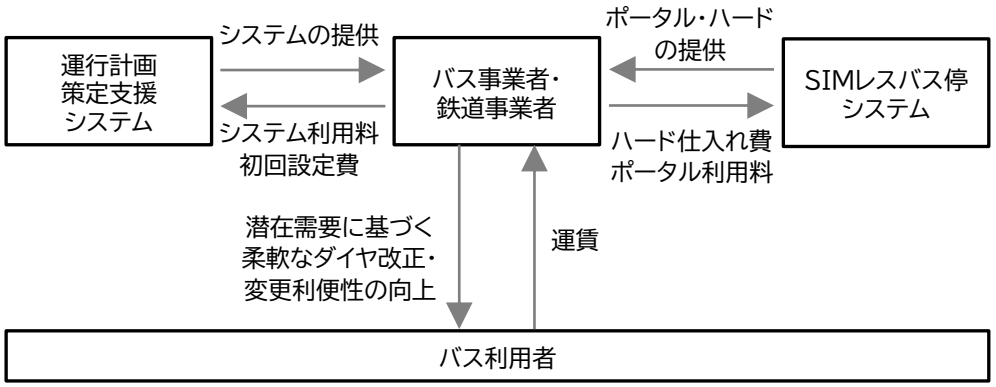


想定事業機会

利用者
- バス事業者

提供価値
- ODデータだけでは実現できなかった潜在的移動需要の分析により、潜在需要を掘り起こし、利用者増加を実現する。
- ダイヤ改正・変更にかかる人的負担を低減することで、コスト削減を実現するとともに、柔軟なダイヤ改正・変更による運行効率改善を実現する。

サービス展開に向けた仮説
- 鉄道事業者や地方公共団体においても、本プロジェクトで開発したシステムを活用し、バス事業者と同様の価値を提供できる。



サービスモデル図

本実証実験の全体フロー

実証計画書でプロジェクトの全体像を整理しシステム要件定義及び開発を行った。
長崎市内と郊外にて実証を実施し、その結果を取りまとめ、レポートを作成した

本実証実験の業務フロー

実証計画の策定

実証計画書にて、以下を定義
- プロジェクトのビジョン・スコープ・マイルストン
- システム開発及び実証計画
- リスク、課題対策及びコミュニケーション計画

要件定義・設計

- 開発システムの要件を定義

システム設計・開発

- 要件定義に基づいてシステムをコーディング・プログラム開発

実証準備

- ダイヤ改正に向けた事前の移動需要分析
- SIMレスバス停の設置作業

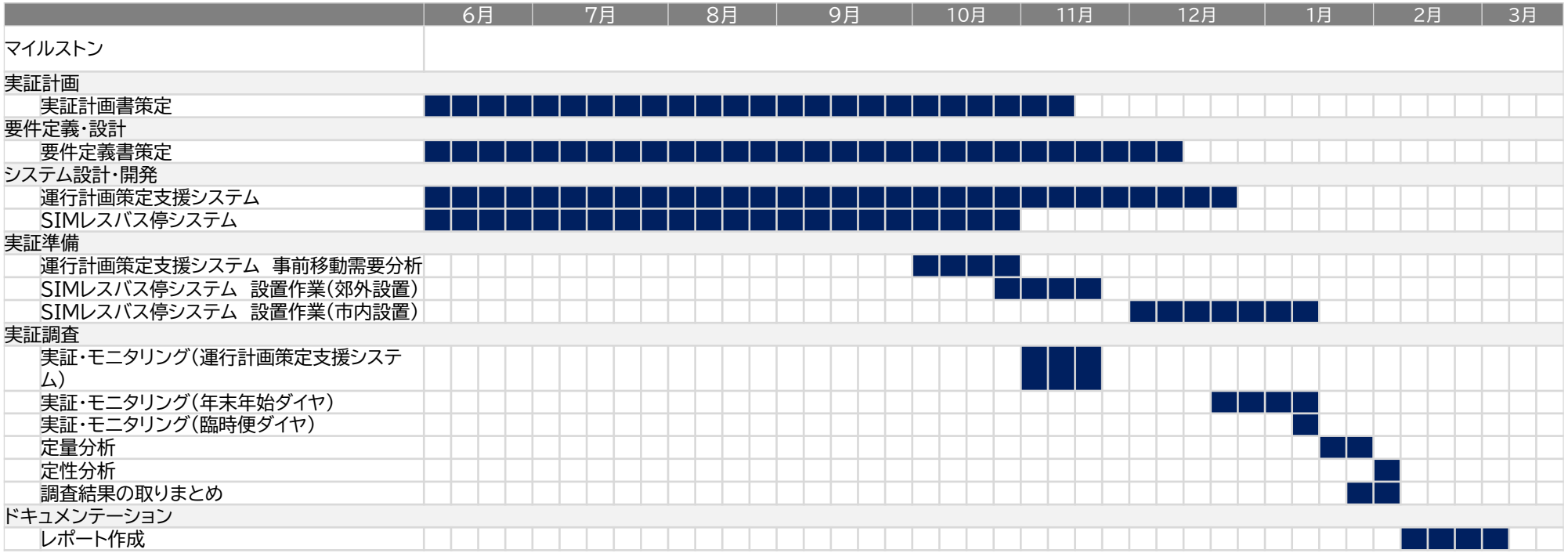
実証調査

- 運行計画策定支援システムの実用性及びビジネス有用性、技術要件の調査
- SIMレスバス停システムの実用性及びビジネス有用性、技術要件の調査

ドキュメンテーション

- 調査結果の取りまとめ及びレポート作成

本実証実験のスケジュール

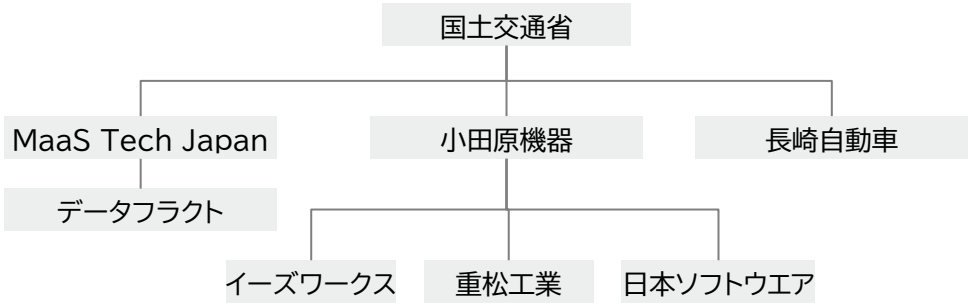


実施体制・協力事業者一覧

バスの運行やバス機器の開発、交通分野におけるデータ活用など、
各社の強みを活かせる体制でプロジェクトを実施した

実施体制

会社名/団体名	担当業務
国土交通省 総合政策局 モビリティサービス推進課	・プロジェクト全体ディレクション
ODAWARA	・プロジェクトマネジメント ・ダイヤデータ配信システム、車載配信モジュールの開発 ・ドキュメント作成
MaaS Tech Japan	・運行計画策定支援システム開発
長崎バス	・運用実証
重松工業株式会社	・SIMレスバス停システムの運用・メンテナンスの支援
株式会社イーズワークス	
Azuma	・車載配信モジュールの開発
日本ソフトウエア株式会社	・データ配信基盤の開発
DATAFLUCT	・DWH開発、可視化ダッシュボード開発の一部



実証協力事業者

種別	地域	ステークホルダーの名称	役割
協力企業	福岡県福岡市	JR九州	・ビジネス有用性についてヒアリングの実施
	福岡県福岡市	Nishitetsu Group	
	熊本県熊本市	九州産交バス株式会社	
	宮崎県宮崎市	宮崎交通	
	長崎県佐世保市	西肥バス	

第2章　開発システム

本プロジェクトでは、バスのODデータおよび人流データを活用して地域の潜在的な移動需要を可視化し、ダイヤ改正案の立案を支援する運行計画策定支援システムを開発した。あわせて、既存の車載機に搭載されているWi-Fi等を活用することで低コストでの導入を可能とする、SIMレスバス停システムおよび車載配信モジュールを開発した。

システム概要

潜在的な移動需要を分析することでダイヤ案策定を支援し、人的リソースとランニングコストをかけずにデジタルバス停に時刻表を表示させるシステムである

システム概要

開発スコープ

本システムは、以下の2つのシステムから構成される。

- バスのODデータと人流データの組合わせによる地域の移動需要分析と、これに基づく効率的なダイヤ改正・変更案の策定を支援する運行計画策定支援システム
- 作成されたダイヤ案を、車載配信モジュールからSIMレスバス停に近距離通信を用いて配信するSIMレスバス停システム

実現方法

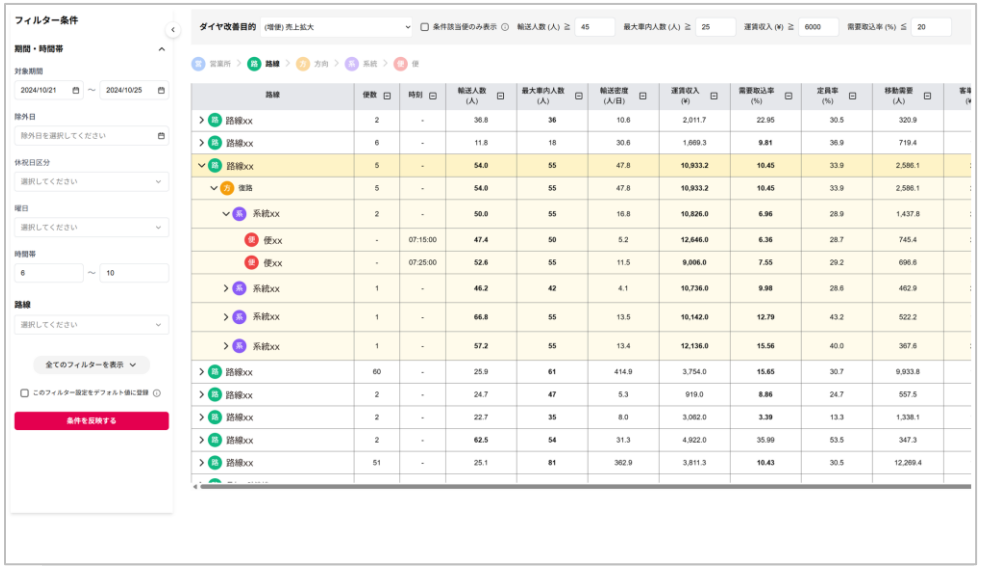
運行計画策定支援システムは以下の主要なソフトウェア群で構成され、各モジュールはデータ統合基盤を介して連携するように開発を行った。

- データ統合基盤（GCP BigQuery）
  - 人流データ、分析用データ、GTFS等を統合・集約し、分析・評価に必要な各種データを生成する。
- ダイヤ作成支援アプリケーション
  - 路線指標の可視化、ダイヤの編集、仮想ダイヤの生成、評価指標の算出を行うUIを提供する。
- CAP分析エンジン（Python、Rust＋BigQuery処理）
  - ダイヤ変更に伴う乗客数の移転や便別の評価指標を算出する。
- データ配信基盤（AWS）
  - 交通事業者がデータ配信基盤連携用サーバへODデータ、運行実績データ、カード発行データを配置し、配置されたデータを分析用データとして生成する。
  - 生成された分析用データを、運行計画策定支援システムが定期的に取得する。

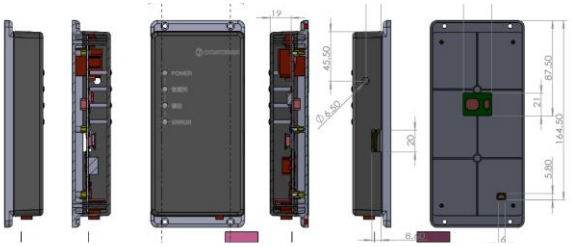
SIMレスバス停システムは主に以下で構成され、各モジュールはデータ配信基盤連携用サーバ及び外部システム連携用サーバを介して連携するように開発を行った。

- データ配信基盤（AWS）
  - 時刻表情報、告知情報、URL情報の取込・登録、配信データ生成、車載配信モジュールへの配信を行う。
- 車載配信モジュール
  - データ配信基盤から配信データを受領し、SIMレスバス停に送信する。
  - 送信時にSIMレスバス停からログを受領する。
- SIMレスバス停
  - 配信データを基に表示内容を切り替える。

システムイメージ



移動需要可視化のイメージ



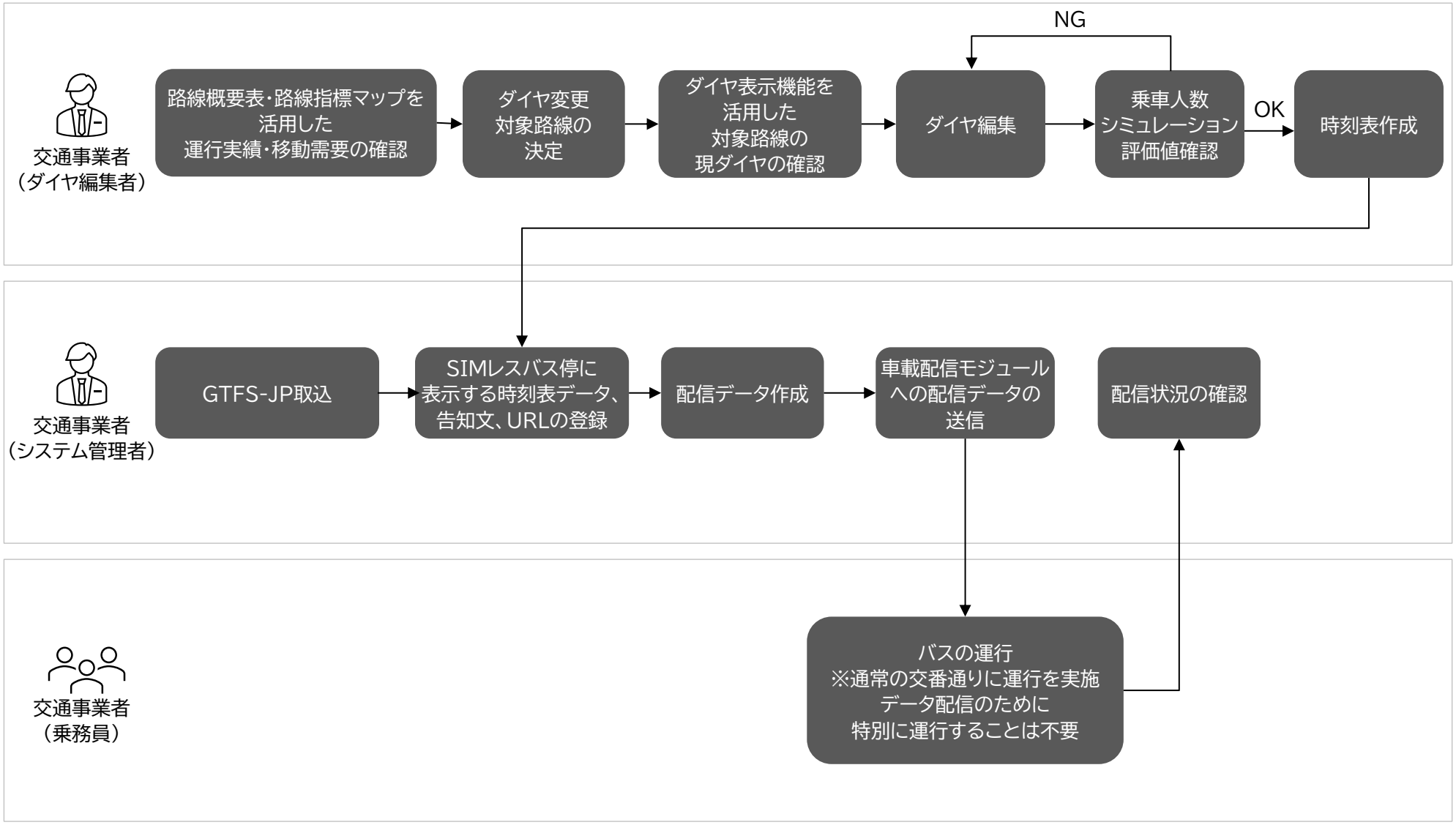
車載配信モジュール

SIMレスバス停

業務フロー

ODデータや人流データから地域の潜在的バス需要を可視化してダイヤに反映し、
通常のバス運行を通じてSIMレスバス停の表示を切り替えた

業務フロー

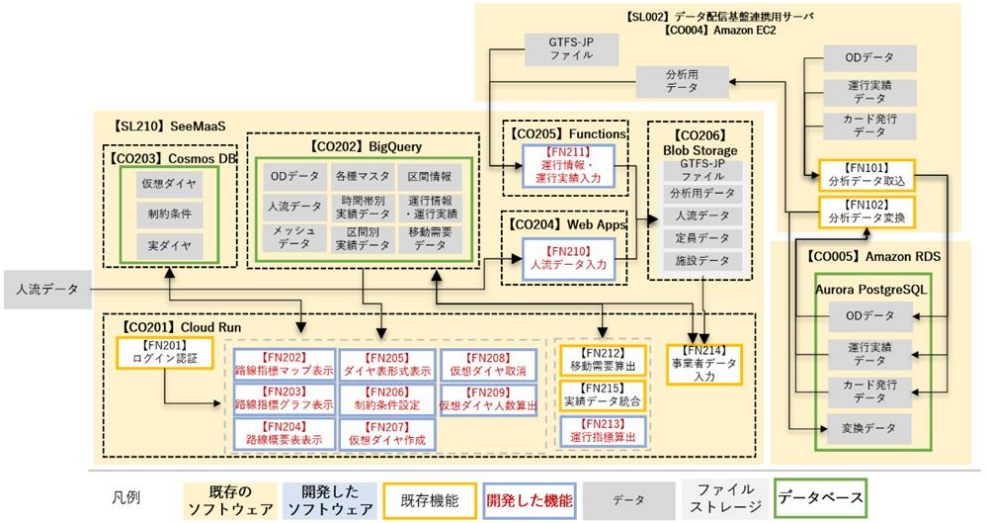


システムアーキテクチャ｜運行計画策定支援システム

より多くのユーザーが利用可能なシステムとして、
Amazon EC2等で動作するシステムとして開発した

※詳細については(付録)SIMレスバス停システム システム設計書
https://www.mlit.go.jp/commmmons/tech_report/014/

システムアーキテクチャ図



システム機能一覧

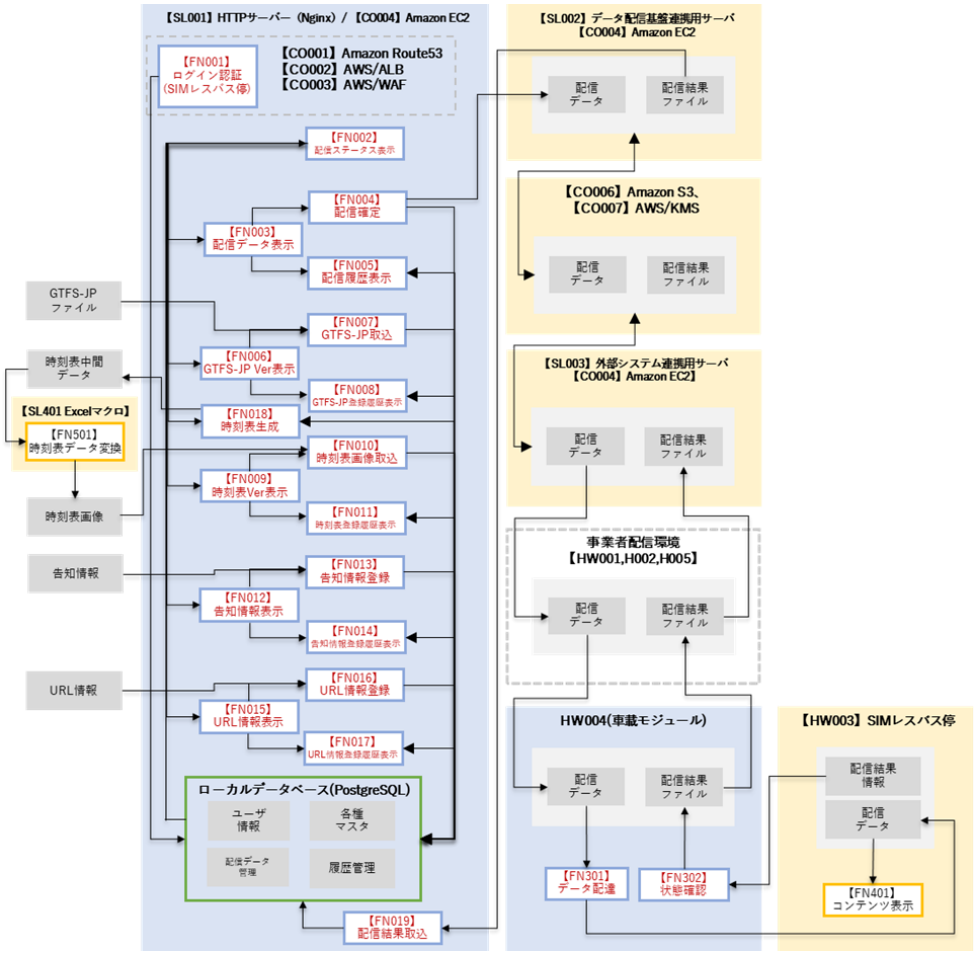
ID	機能名	機能説明
FN101	分析用データ取込	インプットされたODデータ、運行実績データ、カード発行データをDBに登録する
FN102	分析用データ変換	DBに登録されたデータから計画値と実績値を判定・突合し、分析用の指定フォーマットにコンバートする
FN201	ログイン認証(運行計画策定支援システム)	ログイン画面からID/パスワードを入力し、ユーザーを認証する
FN202	路線指標マップ表示	フィルタリングに応じた期間等における路線の指標値をマップ上に可視化する
FN203	路線指標グラフ表示	フィルタリングに応じた期間等における路線の指標値をグラフで可視化する
FN204	路線指標表表示	フィルタリングに応じた期間等において、現ダイヤよりダイヤ改善目的に沿った路線・便を抽出する
FN205	ダイヤ表形式表示	フィルタリングに応じた範囲・期間等におけるダイヤ(時刻表)を表形式で表示する
FN206	制約条件設定	便や区間に対する制約条件を設定する
FN207	仮想ダイヤ作成	仮想ダイヤ作成として便削除／停留所時刻変更／停留所通過／便追加を実施する
FN208	仮想ダイヤ取消	仮想ダイヤ作成の取消を実施する
FN209	仮想ダイヤ人数算出	仮想ダイヤ変更に対して乗車人数の転移や評価値を再計算する
FN210	人流データ入力	人流データをアップロードする
FN211	運行情報・運行実績入力	分析用データ、運行情報データ(GTFS-JP)を取得する
FN212	移動需要算出	GTFS-JP、人流データから、停留所ごとの移動需要を算出する
FN213	運行指標算出	区間別・時間帯別の実績データより、需要取込率等の指標を算出する
FN214	事業者データ入力	事業者別のデータから、各種マスタデータや乗車ODデータ、人流ODデータを生成する
FN215	実績データ統合	乗車ODデータおよび各種マスタデータより、区間別や時間帯別の実績データを生成する

システムアーキテクチャ｜SIMレスバス停システム

より多くのユーザーが利用可能なシステムとして、
Amazon EC2等で動作するシステムとして開発した

※詳細については(付録)SIMレスバス停システム システム設計書
https://www.mlit.go.jp/commmmons/tech_report/014/

システムアーキテクチャ図



システム機能一覧

ID	機能名	機能説明
FN001	ログイン認証(SIMレスバス停)	ユーザー毎の権限に応じた機能を提供するため、ログイン画面からID/パスワードを入力し、ユーザーを認証する
FN002	配信ステータス表示	DBから標柱に対応する配信のステータスを取得して表示する
FN003	配信データ表示	登録されている配信データ(時刻表、告知情報、URL情報)を取得して表示する
FN004	配信確定	登録されているデータを確定させ配信データを生成する
FN005	配信履歴表示	登録済の配信データを取得し画面に表示する
FN006	GTFS-JP Ver表示	現在登録中のGTFS-JPデータで時刻表中間データを生成する
FN007	GTFS-JP取込	ドラッグアンドドロップもしくはファイル参照によりGTFS-JPデータを取り込む
FN008	GTFS-JP登録履歴表示	登録済のGTFS-JPの情報を取得し表示する
FN009	時刻表Ver表示	登録されている最新の時刻表ファイル(png形式)を取得し、標柱IDに紐づく形で表示する
FN010	時刻表画像データ取込	ドラッグアンドドロップもしくはファイル参照により時刻表画像データを取り込む
FN011	時刻表画像データ登録履歴表示	取込済の時刻表画像データを取得し画面に表示する
FN012	告知情報表示	登録されている告知情報を表示する
FN013	告知情報登録	入力されたタイトルと告知情報を登録する
FN014	告知情報登録履歴表示	登録済の告知情報データを取得し表示する
FN015	URL情報表示	登録されているURL情報を表示する
FN016	URL情報登録	入力されたタイトルとURL情報を登録する
FN017	URL情報登録履歴表示	登録済のURL情報データを取得し表示する
FN018	時刻表生成	現在登録中のGTFS-JPデータで時刻表中間データを生成する
FN019	配信結果取込	コンテンツサーバから配信結果ファイルを取り込む
FN301	データ配達	営業所端末から受け取った配信データを標柱に配達
FN302	状態確認	標柱の状態を収集し営業所端末に送信
FN401	コンテンツ表示	配信された配信データを表示
FN501	時刻表画像データ変換	時刻表中間データを時刻表画像に変換

システムアーキテクチャ｜SIMレスバス停システムにおけるデータ送受の仕組(1/2)

営業所に既設のWi-Fi環境を活用し、車載器からのデータ送受を実現した

ハードウェア構成

データ配信基盤

ETLサーバー

- 車載配信モジュールとデータ連携をする際に利用するSFTPサーバ

PC(QBS1250)

- 汎用的な WindowsOS ベースの端末を想定。Webコンソールへのアクセスを目的とする。
- 本社に設置されているデータ配信基盤に接続可能なPC(既設)

営業所PC

バス営業所に設置されているPC(既設)

営業所Wi-Fi アクセスポイント (JRL-710SU)

営業所に設置されているWi-Fi アクセスポイント(既設)

車載配信モジュール (バスに搭載)

バスに搭載し営業所端末からバス停に表示データを配達するデバイス

SIMレスバス停 (EPD32L/ EPD13L)

電子ペーパーディスプレイ(EPD)を搭載したバス停留所の時刻表表示デバイス

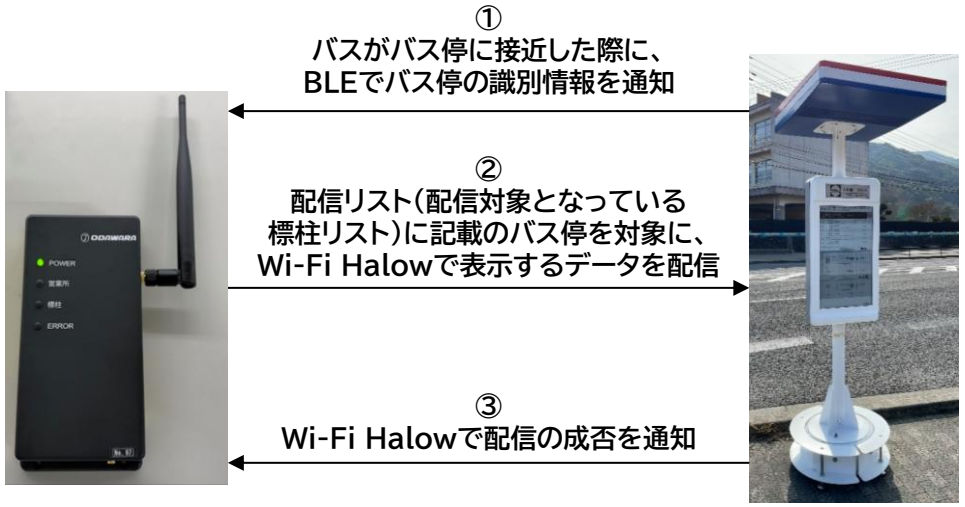
データ配信の仕組

通信技術

BLE、IEEE802.11ah(Wi-Fi Halow)

バスからバス停へのデータ配信

バス停接近時に車載器がバス停を識別し、Wi-Fi Halow通信によって車載器から当該バス停にデータを配信する。配信したタイミングで、データ配信の成否がバス停から車載器へ通知される。



データ配信の流れ

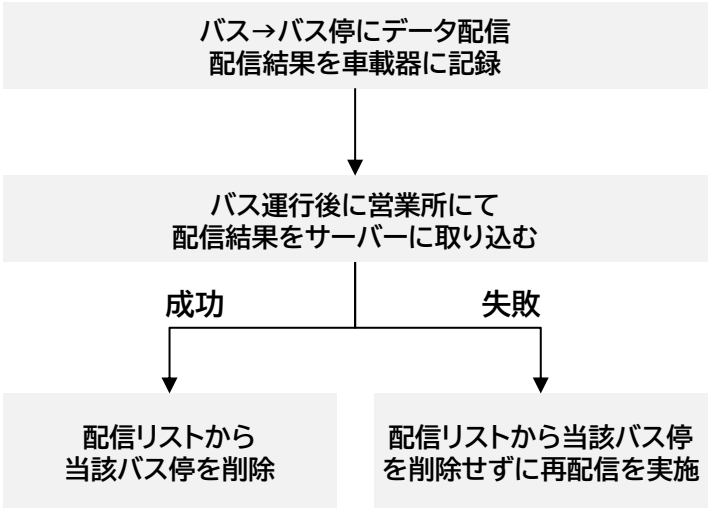
システムアーキテクチャ｜SIMレスバス停システムにおけるデータ送受の仕組(2/2)

バスの運行の中で各バス停のデータ配信を実現するため、ランニングコストがかからず数百メートルの距離でデータ配信が可能なWi-Fi Halowを活用した

データ配信結果の連携

データ配信結果の連携

バス運行後、バスが営業所に戻った際に、車載器に記録された「バス停へのデータ配信結果」をサーバーに取り込む。
配信状況確認画面にてデータ配信が成功したバス停はステータスを「配信完了」とし、配信リスト(配信対象となっている標柱リスト)上から削除する。失敗したバス停は「配信未了」とし、引き続き配信リストに残し、翌日以降の再配信対象とする。



配信状況確認確認画面

データ配信を実施する上でのポイント

通信費の削減

通常のデジタルバス停では、バス停1柱毎に通信費が発生するため、台数が増えるほどSIM通信費が膨れ上がってしまう。今回のシステムではSIMを用いることなく、通信費が無料のWi-Fi Halowを活用したことで、SIM通信費が削減可能となった。

バスでのデータ配信に適した通信方式の採用

バス停に配信するデータの中には、テキストデータのような容量が少ないデータだけでなく、時刻表といった画像データなど比較的容量の大きいデータもあり、それをバスがバス停に発着する間の限られた時間で配信することが必要であった。
そのため、通常のWi-Fiよりも通信距離が長く、LoRaなど他の通信方式よりも通信速度が優れているWi-Fi Halowを採用した。
結果として当初の想定の通り、バスがバス停を発着する限られた時間内でのデータの受け渡しを低コストで実現することが可能となった。

	Wi-Fi HaLow By Wi-Fi Alliance®	SIM通信	通常のWi-Fi	LoRa By LoRa Alliance®
通信費用	無料	有料	無料	無料
用途上の適性	○ 適している	○ 適している	× 距離が届かない	× 速度不足
通信距離	○ 長い(約1km)	○ 非常に長い	× 短い	○ 長い
通信速度	○ 適度(数Mbps)	○ 非常に速い	○ 速い	× 遅い

各通信方式の特徴比較

利用技術スタック(1/2)

クラウドかつPythonを基とした技術スタックを中心に利用した

凡例 クラウドサービス ソフトウェア ライブラリ・フレームワーク 言語

利用した技術スタック

Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)
IaaS

https://aws.amazon.com/jp/ec2/
- AWSクラウド上の仮想サーバでWEBコンテンツをSFTPによる通信環境で提供するサービス。

Amazon Route53
SaaS

https://aws.amazon.com/jp/route53/
- クラウドベースのDNSサービス。権威DNSとしてドメイン(FQDN)の利用を可能にする。FQDNとIPアドレス、FQDNとサービスのマッピングに利用する

Amazon Relational Database Service (Amazon RDS)
SaaS

https://aws.amazon.com/jp/rds/
- AWSクラウド上でリレーショナルデータベースを簡単に構築・運用できるサービス。自動バックアップやスケーリング機能を備える。データ保持～管理の他、ファイル作成の際のデータ取得元として利用

Amazon Simple Storage Service(Amazon S3)
SaaS

https://aws.amazon.com/jp/s3/
- スケーラブルで高耐久なオブジェクトストレージサービス。データの保存、管理、取得が可能。今回はサーバ間のセキュアなファイル受渡しを目的として利用する

AWS Application Load Balancer
SaaS

https://aws.amazon.com/jp/elasticloadbalancing/application-load-balancer/
- 一般的にはアプリケーション層でのトラフィックの分散、スケーラビリティ向上等に利用するが、今回はセキュリティ目的で利用する

AWS WAF
SaaS

https://aws.amazon.com/jp/waf/
- 悪意のあるアクセスからウェブアプリケーションを保護するサービス。IPアドレスベースの接続元制限、SQLインジェクション対策などの攻撃防御ルールを設定し、不正リクエストをブロックする

AWS Key Management Service (AWS KMS)
SaaS

https://aws.amazon.com/jp/kms/
- 暗号鍵の作成・管理を行う。保存データの暗号化と復号を安全に実行するとともに、データの安全な抹消(≒削除)を可能にする

SeeMaaS
SaaS

SeeMaaS
MaaS プラットフォーム

https://www.maas.co.jp/seemaas/
- 交通データ分析可視化基盤

nginx
ソフトウェア

https://nginx.org/
- Webアプリで配信データ管理／配信制御を行うためのWebサーバソフトウェア

OpenSSH
ソフトウェア

https://www.openssh.com/
- SFTPサーバを立ち上げるために使用するソフトウェアスイート

利用技術スタック(2/2)

クラウドかつPythonを基とした技術スタックを中心に利用した

凡例: クラウドサービス / ソフトウェア / ライブラリ・フレームワーク / 言語

PostgreSQL
ソフトウェア

https://www.postgresql.org/
- Webコンソールのデータ管理用に使用する

D3.js
ライブラリ

https://d3js.org/
- 動的な可視化を行うJavaScriptライブラリ

NumPy
ライブラリ

https://numpy.org/ja/
- Python における科学計算の基盤ライブラリ

FastAPI
フレームワーク

https://fastapi.tiangolo.com/ja/
- バックエンドーフロントエンド間のAPI

.NET
フレームワーク

https://dotnet.microsoft.com/
- 分析用データのデータベース登録～コンバートを実行するプログラム作成に使用するフレームワーク

Apache ECharts
ライブラリ

https://echarts.apache.org/en/index.html
- グラフ描画に使用するJavaScriptライブラリ

Mapbox GL JS
ライブラリ

https://www.mapbox.jp/mapbox-gljs
- GISベースのデータ可視化に使用

Pydantic
ライブラリ

https://docs.pydantic.dev/latest/
- Python の型を活用したデータ検証ライブラリ

Next.js
フレームワーク

https://nextjs.org/
可視化Webアプリのフレームワーク

Django
フレームワーク

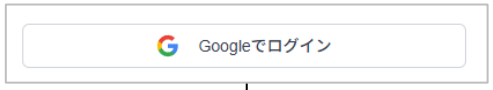
https://www.djangoproject.com/
- Python製のWebフレームワーク。MVC(MVT)パターンで開発を効率化する

UI/UX｜運行計画策定支援システム(1/2)

事業者が直感的に使いやすいUI/UXを意識したシステム構築を行った

UI/UXフロー

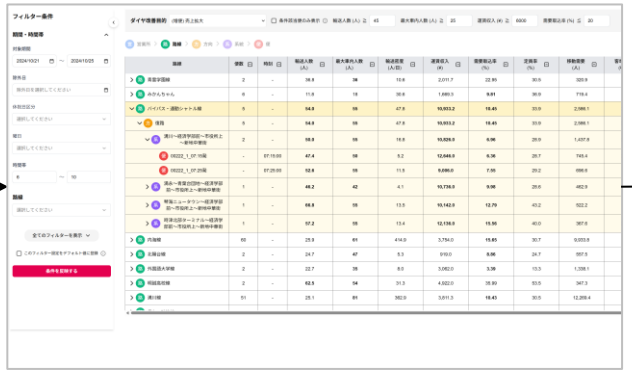
認証



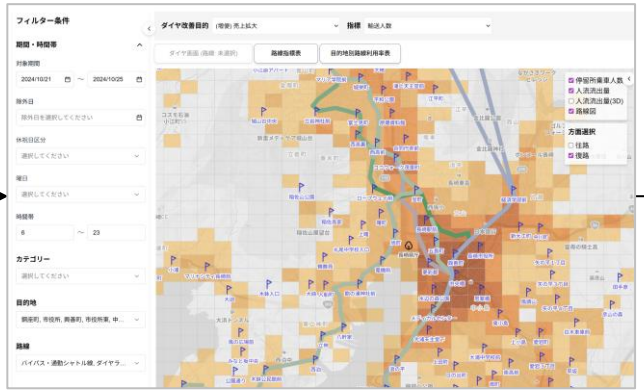
メニュー

人流データ入力

運行実績・移動需要の確認(路線概要表)



運行実績・移動需要の確認(路線指標マップ)



ダイヤ確認・編集

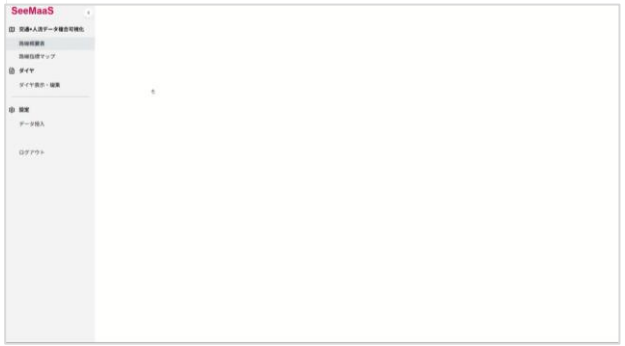
シミュレーション

UI/UX｜運行計画策定支援システム(2/2)

事業者が直感的に使いやすいUI/UXを意識したシステム構築を行った

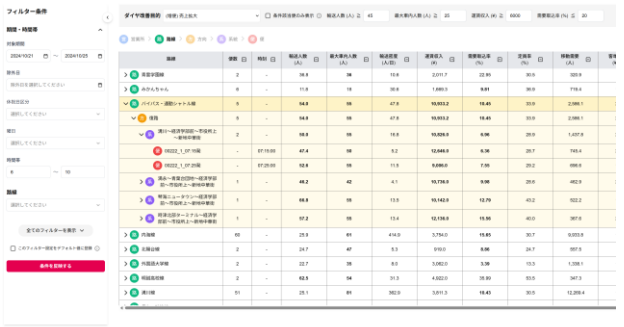
主に利用される画面のイメージ

メニュー画面



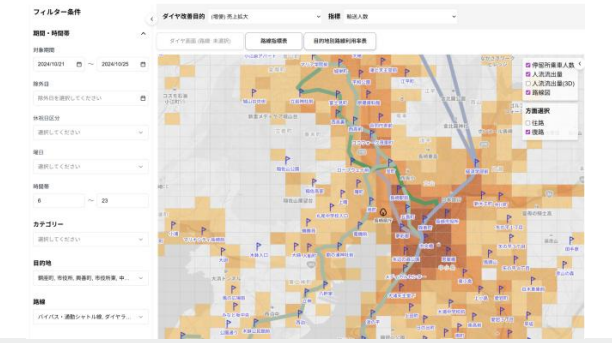
- メニュー画面から各種機能を選択する

路線概要表



- 営業所・路線・経路・便単位で指標を表示し、改善目的に応じた各指標閾値を基に強調表示する
- 現ダイヤを概観し、ダイヤ改善目的に沿った変更対象路線・便の見当をつけるために使用する

路線指標マップ



- メッシュごとの人流流出量を濃淡で表示する
- ダイヤ変更対象路線の選定に資するよう、路線別指標の大小をグラフ等で表示する

ダイヤ表示画面

- 運行情報から取得した便ごと、停留所ごとの発着時刻や乗降者人数等を表形式で表示する
- 仮想ダイヤが存在する便は、仮想ダイヤに基づいた情報を表示する

シミュレーション画面

- 特定の便に対する仮想ダイヤ作成を実施する
- 便単位、便・停留所単位の制約条件設定を行う

人流データアップロード画面

- 人流データファイルをアップロードする

UI/UX｜SIMレスバス停システム(1/2)

データの読込から登録、配信状況確認に至る一連のプロセスを、
初心者でも使いやすいUI/UXで実現可能なシステムを開発

UI/UXフロー

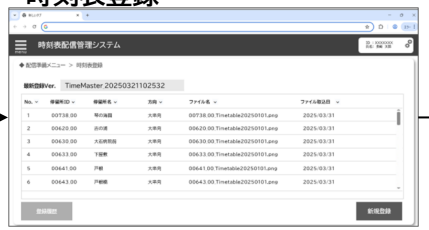
認証

GTFS-JP取込

GTFS-JP取込(ダイアログ)

配信データ作成

時刻表登録



新規登録(時刻表登録)

配信データ送信

告知情報登録

編集(告知情報)

URL情報登録

編集(URL情報)

配信状況確認

UI/UX｜SIMレスバス停システム(2/2)

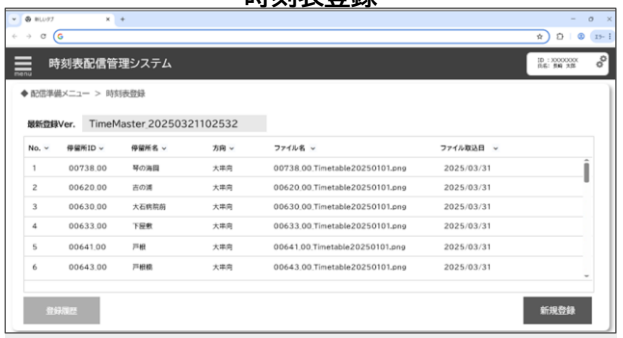
データの読込から登録、配信状況確認に至る一連のプロセスを、
初心者でも使いやすいUI/UXで実現可能なシステムを開発

主に利用される画面のイメージ

GTFS-JP取込

- 取込済のGTFS-JPファイルverを確認する
- 時刻表生成及びGTFS-JPデータ登録(取込)機能へアクセスする
- 登録履歴へアクセスする

時刻表登録



- 取込済の時刻表ファイルバージョンを確認する
- 時刻表新規登録機能へアクセスする
- 登録履歴へアクセスする

告知情報登録

- 登録されている告知情報のタイトルと告知情報を確認する
- 告知情報編集画面へアクセスする
- 登録履歴へアクセスする

告知情報登録

- 登録されている告知情報のタイトルと告知情報を確認する
- 告知情報編集画面へアクセスする
- 登録履歴へアクセスする

配信データ生成

- 配信内容(時刻表、告知情報、URL情報、ダイヤ改定有無)及び配信バージョンを確認する
- 切替開始日を指定する

配信状況確認

- 対象標柱へのデータ配信状況(配信完了／配信未了／標柱エラー)を確認する
- 検索項目を選択し、キーワード入力で対象標柱をフィルタリングする

第3章　実証実験

本実証では、バス事業者におけるダイヤ改正・変更の業務に対して運行計画策定支援システムによる潜在需要の分析とSIMレスバス停システムによる時刻表の貼替工数の削減についての実現可能性を確認した。本検証により運行計画策定支援システムによって人流データから算出される潜在需要を考慮したダイヤ改正・変更を行うことで、柔軟に運行効率が改善できる可能性が示された。また、SIMレスバス停システムはバス事業者のダイヤ改正・変更に伴う工数を大幅に削減し、SIM通信型デジタルバス停と比較して導入が容易であることが示された。

検証仮説

本実証ではダイヤ改正・変更業務にかかるシステムの有用性を検証した

プロジェクト全体の仮説

- 事業者が持つODデータに新たに人流データを組み合わせデータドリブンなダイヤ改正の手法を取り入れることで、潜在的な移動需要を考慮したダイヤ改正案作成を実現する。
- デジタルバス停を設置することにより、時刻表の貼替に伴う人的リソース不足を補い、業務負担を軽減する。
- 前述の2点「潜在需要の取り込み」、および「貼替業務の業務負担軽減」により、柔軟なダイヤ改正が実施され運行効率が改善する。
- 柔軟なダイヤ改正によりバス利用者の利便性が向上する。

観点ごとの仮説

ビジネス価値

- 事業者が持つODデータに新たに人流データを組合わせ、データドリブンなダイヤ改正・変更の手法を取り入れることで、潜在的な移動需要を考慮したダイヤ改正・変更案作成を実現する
- SIMレスバス停を設置することにより、時刻表の貼り替えに伴う人的リソース不足を補い、業務負担を軽減する
- 「潜在需要の取込」、及び「貼替業務の業務負担軽減」により、柔軟なダイヤ改正・変更が実施され運行効率が改善できる
- 既存のSIMありのデジタルバス停と比較して、低コストで同レベルの業務負担の軽減・利便性の向上が実現ができる

公共価値

- 柔軟なダイヤ改正・変更により、バス利用者の利便性が向上する

ユーザー価値

- 運行計画策定支援システムは、事業者にとって使いやすく、利便性が高い
- SIMレスバス停システムは、事業者にとって使いやすく、利便性が高い

技術価値

- バスーバス停間通信のデータ配信技術が実用可能な精度である
- 郊外のバス路線に設置しても通信が行える
- 「運行計画策定支援システム」の乗客数推定精度が実用可能な精度である

事業者ヒアリングの様子

SIMレスバス停に停車する路線バス

SIMレスバス停

実証実験の全体像

サービス実証やヒアリング実証を通して、システムの有用性を検証した

実証メニュー一覧

実証メニュー	実施事項	被験者
机上実証	・本システムに関して、システムが正しく動作しているか、課題解決に資する十分な性能を持っているかを机上で評価する	-
サービス実証（運行計画策定支援システムの業務負荷検証）	・バス事業者にて運行計画策定支援システムを用いたダイヤ改正・変更を実施し、業務負荷低減効果の評価は実働時間計測により行い、利用者の評価はWebアンケートによる直接評価で行う	バス事業者
サービス実証（運行計画策定支援システムによるダイヤ改正・変更）	・年末年始ダイヤ（長崎事業者時津営業所の一部路線にて）及び臨時便ダイヤ（長崎市街）の改正に合わせて実際のバス運行にてデータ配信を行うことで、改正・変更されたダイヤによる効果を測定する	
サービス実証（SIMレスバス停システムのデータ配信）	・長崎事業者時津営業所の一部路線にてSIMレスバス停システムを長崎自動車で実際に使用し、データ配達の精度を検証するとともに、配達不利条件を特定する	
ヒアリング実証	・サービス概要とサービス実証内容を取りまとめた資料を使い、本システムの有用性に関して、交通事業者に事業性の観点でアンケート調査を行う	交通事業者

サービス実証（運行計画策定支援システムによるダイヤ改正・変更）

・実証では運行計画策定支援システムを使いダイヤ案を作成し、年末年始ダイヤ及び臨時便ダイヤの改正に合わせて実際のバス運行にてデータ配信を行うことで、改正・変更されたダイヤによる効果を測定する

サービス実証（SIMレスバス停システムのデータ配信）

・SIMレスバス停システムを長崎自動車で実際に使用し、データ配達の精度を検証するとともに、配達不利条件を特定する

KPI

ビジネス・公共・ユーザー・技術の4分野でKPIを設定。
コスト削減や運行効率、満足度、システム性能の評価・検証を行った

観点	検証仮説	検証項目	KPI
ビジネス価値	事業者が持つODデータに新たに人流データを組み合わせ、データドリブンなダイヤ改正・変更の手法を取り入れることで潜在的な移動需要を取り込み、潜在需要も考慮したダイヤ改正・変更案作成を実現する	運行計画策定支援システムの実施主体への実用性	実用性に対するアンケートでの平均評価： 5段階評価で4以上の回答が過半数
		追加運行便の妥当性	移動需要取込率（乗車数／移動需要量）： 他便との差異±30%以内
		前後便からの乗客数移転も含めた移動需要取込度合い	前後便含めた推定精度：誤差±30%以内
		運行計画策定支援システムの他交通事業者（実施主体以外）へのビジネス有用性	ビジネス有用性に対するアンケートでの平均評価： 5段階評価で4以上の回答が過半数
	SIMレスバス停を設置することにより、時刻表の貼り替えに伴う人的リソース不足を補い、業務負担を軽減する	SIMレスバス停システムの実施主体への実用性	実用性に対するアンケートでの平均評価： 5段階評価で4以上の回答が過半数
		ダイヤ改正・変更における時刻表作成作業時間の短縮度合い	全1,700標柱分の時刻表（作成作業）に要する時間削減：▲133時間
		ダイヤ改正・変更における時刻表貼替作業時間が短縮度合い	全1,700標柱分の時刻表（貼替作業）に要する時間削減： ▲275時間
		全標柱をSIMレスデジタルバス停に置き換えたうえで、複数回ダイヤ改正・変更を行った場合の固定費削減度合い（推計）	事業者の全標柱をSIMレスデジタルバス停に置き換えたうえで、年に4回ダイヤ改正・変更を行った場合の収益改善の推計及び投資回収に要する期間＜バス停の想定耐用年数（10年）
		SIMレスバス停システムの他交通事業者（実施主体以外）へのビジネス有用性	ビジネス有用性に対するアンケートでの平均評価： 5段階評価で4以上の回答が過半数
	「潜在需要の取込」、及び「貼替業務の業務負担軽減」により、柔軟なダイヤ改正・変更が実施され運行効率が改善できる	1便当たりの乗車増加数 ※前年同月比	1便当たり乗車数の増加率（通常ダイヤ）： 人流を考慮しない改正路線のよりも増加が上回っている
	既存のSIMありのデジタルバス停と比較して低コストで同レベルの業務負担の軽減・利便性の向上を実現ができる	広域で導入した際にSIMありデジタルバス停と比較したダイヤ改正・変更コストの低減（推計）	ランニングコストの削減（1,700柱での理論値）：▲98%
公共価値	柔軟なダイヤ改正・変更によりバス利用者の利便性が向上する	追加運行便による、前後の便含めた混雑度の減少度合い	追加運行便によってダイヤ改正前と比較して混雑度が減少
ユーザー価値	運行計画策定支援システムは、事業者にとって使いやすく、利便性が高い	運行計画策定支援システムの実施主体での活用性	アンケートでの平均評価： 5段階評価で4以上の回答が過半数
	SIMレスバス停システムは、事業者にとって使いやすく、利便性が高い	SIMレスバス停システムの実施主体での活用性	アンケートでの平均評価： 5段階評価で4以上の回答が過半数
技術価値	バスーバス停間通信が動作するか	データ配信に必要なバス-バス停間の通信回数	バス停ごとのデータの配信に係るバス通過回数： 100回
		SIMレスバス停システムにおけるデータ配信不利条件は何か	データ配信不利条件 （リスク課題抽出のため目標値はなし）
	「運行計画策定支援システム」の乗客数推定精度が実用的である。	移動需要から推定する乗客数が想定どおりであるか	推定精度：±30%以内

実証エリア

「SIMレスバス停システム」の実証を長崎事業者時津営業所の一部路線にて、
「運行計画策定支援システム」の検証を長崎市街にて実施した

長崎県長崎市域（長崎事業者時津営業所の一部路線）

サービス実証（運行計画策定支援システムによるダイヤ改正・変更）
及びサービス実証（SIMレスバス停システムのデータ配信）の実証地域
※年末年始ダイヤ

長崎県長崎市域（市街地）

サービス実証（運行計画策定支援システムによるダイヤ改正・変更）の実証地域
※臨時便ダイヤ

実証実験の様子(1/2)

サービス実証

長崎市内を走る長崎バス

臨時便を待つ利用客

幸町長崎スタジアムシティ停留所を走る臨時便

大石病院前に設置したSIMレスバス停

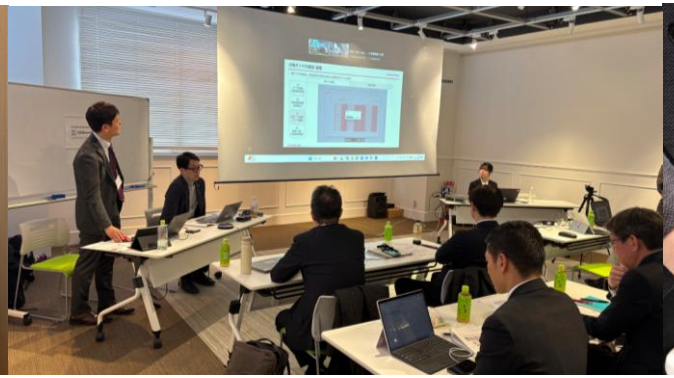
車載配信モジュール

バス事業者へのアンケート

実証実験の様子(2/2)

ヒアリング実証

バス事業者に対して
SIMレスバス停システムを説明する様子



バス事業者に対して
運行計画策定支援システムを説明する様子

説明会時に使用した電子ペーパーのデモ機

SIMレスバス停視察会の様子
(オランダ村前)

SIMレスバス停視察会の様子
(オランダ村前)

質疑応答の様子

実証実験の結果｜ビジネス価値：サマリー

**開発システムを活用することにより潜在需要の取込と貼替工数の削減を実証。
運行効率の改善と柔軟なダイヤ改正・変更の実現の可能性を示した**

結果のまとめ

検証仮説

- ODデータに人流データを組み合わせ、データドリブンなダイヤ改正・変更手法を導入することで潜在移動需要を取り込み、需要を考慮したダイヤ改正・変更案作成を実現する。
- SIMレスバス停により、時刻表貼替の人的リソース不足を補い、業務負担を軽減する。
- 「潜在需要の取込」、及び「貼替業務の業務負担軽減」により、柔軟なダイヤ改正・変更が実施され運行効率が改善できる。
- 既存のSIM搭載型と比べ、低コストで同等の業務負担軽減と利便性向上を実現する。
- 運行計画策定支援システム及びSIMレスバス停システムはビジネス有用性がある。

検証結果

【運行計画策定支援システム】
移動需要が見込まれる時間帯に増便した路線では、昨年同期比で1便当たりの乗車人数増加率が9.2%となり、運行条件が類似し一定の利用実績を有する比較対象路線の1便当たり乗車人数増加率(-3.5%)より高く、需要獲得により運行効率を改善できる可能性が確認された。また、ビジネス有用性では、本プロジェクト対象課題について約67%が「改善したい」「コスト次第で改善したい」と回答し、改善意欲の高さが確認された。
【SIMレスバス停システム】
長崎自動車を対象に、同社管轄の全標柱(1,700柱)をSIMレスデジタルバス停へ置き換えた場合を想定し推計した結果、約300時間の工数削減効果が見込まれた。また、全標柱がSIM通信型である場合と比較し年間約6,000万円低コストで運用可能と確認した。ビジネス有用性では、本プロジェクト対象課題への改善意欲について約95%が「改善したい」「コスト次第で改善したい」と回答した。

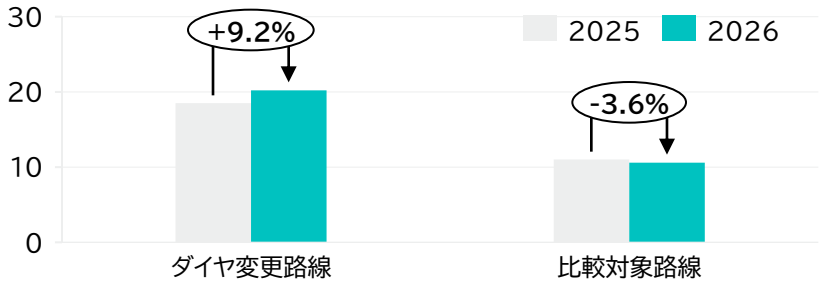
得られた示唆

潜在需要を考慮したダイヤ改正の有効性

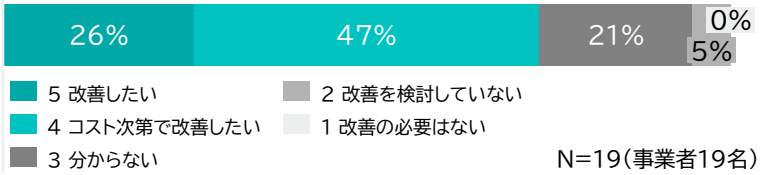
本検証によって、人流データから算出される潜在需要を考慮したダイヤ改正・変更を行うことで、1便当たりの乗車人数が増加し、運行効率が改善できる可能性が示唆された。また、ダイヤ改正における潜在需要の把握活用やダイヤ改正案の事前評価等に対して改善意欲があり、有用性があることが示唆された。

SIMレスバス停システムによる運用コスト低減の可能性

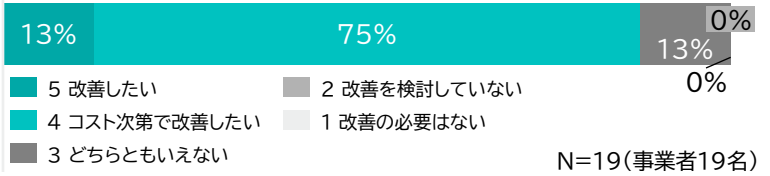
本検証によって、SIMレスバス停システムはバス事業者のダイヤ改正・変更に伴う工数を大幅に削減し、SIM通信型デジタルバス停と比較して低コストで運用可能であることが示された。これにより、バス事業者は作業工数を顧慮せず柔軟にダイヤの改正・変更が行えるようになる可能性が示唆された。また、本検証から多くのバス事業者で本プロジェクトがダイヤ改正時の作業工数に課題を抱えており、改善意欲があることが示唆された。



移動需要を考慮したダイヤ変更　1便当たりの乗車人数



運行計画策定支援システムがスコープする課題の改善意欲



SIMレスバス停システムがスコープする課題の改善意欲

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細(1/9)

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
(運行計画策定支援システム) 実用性に対するアンケート平均評価：5段階評価で4以上の回答が過半数	5段階評価による被験者アンケート	5段階評価で4以上(好評価)の割合が過半数であれば、全体として好評価であると判断するため

KPIの計測方法

・実施主体へのアンケート

被験者一覧

分類	具体名称	部署	役職	人数	操作体験者	担当業務
事業者／ユーザー	長崎自動車株式会社	自動車部	部長	1	○	運行管理・ダイヤ編成 乗務員配置 車両管理
			次長	1		
			課長	1		
		運輸戦略室	課長	1	○	運行戦略立案 実績・予測分析
			課員	1		

質問項目

設問	質問項目
1	運行計画策定支援システムにより、ダイヤ策定業務が効率化されたか？ (5点：大幅に効率化された　4点：効率化された 3点：どちらともいえない　2点：効率化されなかった　1点：全く効率化されなかった)
2	運行計画策定支援システムにより、潜在需要を考慮した効果的なダイヤ編成ができたか？ (5点：大変効果的であった　4点：効果的であった 3点：どちらともいえない　2点：効果的でなかった　1点：全く効果的でなかった)
3	運行計画策定支援システムを導入したいか？ (はい／いいえ)

結果の詳細

アンケート結果

・以下の通り、各設問で4以上が過半数となる高評価を得ることが出来た。

設問	質問項目	回答者数	評価
1	運行計画策定支援システムにより、ダイヤ策定業務が効率化されたか？	2 (操作体験者のみ回答)	4以上の回答割合 2/2
2	運行計画策定支援システムにより、潜在需要を考慮した効果的なダイヤ編成ができたか？	2 (操作体験者のみ回答)	4以上の回答割合 2/2
3	運行計画策定支援システムを導入したいか？	5	はいの回答割合 5/5

被験者からの声

・従来OD による分析のみを用いたダイヤ改正を行ってきたが、人流データを組み合わせることで、より多角的に移動ニーズを捉えられると感じた。
・従来の分析では見えにくかった利用実態を補完できる点は大きな価値がある。

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細（2/9）

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
（SIMレスバス停システム） 実用性に対するアンケート平均評価　5段階評価で4以上の回答が過半数	5段階評価による被験者アンケート	5段階評価で4以上（好評価）の割合が過半数であれば、全体として好評価であると判断するため

KPIの計測方法

・実施主体へのアンケート

被験者一覧

分類	具体名称	部署	役職	人数	操作体験者	担当業務
事業者／ユーザー	長崎自動車株式会社	自動車部	部長	1		運行管理・ダイヤ編成 乗務員配置 車両管理
			次長	1		
			課長	1	○	
			係長	2	○（うち1名）	
		運輸戦略室	課長	1	○	運行戦略立案 実績・予測分析

質問項目

設問	質問項目
1	SIMレスバス停システムデータ配信基盤の操作は通常業務に影響がでないか？ （5点：作業工数が大幅に改善された　4点：作業工数が改善された。 3点：何度か操作すれば改善できそう　2点：導入数を増やさないと効果が出なさそう 1点：業務負担が増えた）
2	SIMレスバス停を実際に導入し、業務負担の改善を目指す場合最低何%の導入が好ましいか？ （自由記述）
3	SIM有バス停よりもSIMレスバス停を導入したいか？ （1：はい2：いいえ）

結果の詳細

アンケート結果

・以下の通り、各設問で4以上が過半数となる高評価を得ることが出来た。

設問	質問項目	回答者数	評価
1	SIMレスバス停システムデータ配信基盤の操作は通常業務に影響がでないか？	3 （操作体験者のみ回答）	4以上の回答割合 3/3
2	SIMレスバス停を実際に導入し、業務負担の改善を目指す場合最低何%の導入が好ましいか？	6	全体の約10%（1貼替エリア分） ※回答の平均値
3	SIM有バス停よりもSIMレスバス停を導入したいか？	6	はいの回答割合 6/6

被験者からの声

・広域で導入した場合の通信コストの削減効果は大きいと評価している。ただし、今回実証を行った26柱に限ってみると効果は限定的であるため、今後、バス停の稼働状況を確認しつつ導入範囲の拡大を検討したい。また、太陽光による給電については、日照時間や降雨量など季節的変動の影響が懸念される。一定期間の運用を通じて設置状況を確認し、慎重に性能を見極める必要があると考えている。

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細（3/9）

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
（SIMレスバス停システム） ビジネス有用性に対するアンケート平均評価　5段階評価で4以上の回答が過半数	5段階評価による被験者アンケート	5段階評価で4以上（改善意識あり）あり）の割合が過半数であれば、全体として課題意識があると判断するため
（運行計画策定支援システム） ビジネス有用性に対するアンケート平均評価　5段階評価で4以上の回答が過半数	5段階評価による被験者アンケート	5段階評価で4以上（改善意識あり）あり）の割合が過半数であれば、全体として課題意識があると判断するため

KPIの計測方法

- アンケート調査

被験者一覧

分類	部署	役職	担当業務
バス事業者A	営業部	課長	ダイヤ・運賃設定などの路線管理、営業施策の企画、PR
	営業部	-	
バス事業者B	共同推進室	課長	路線再編・利便性向上を企画・推進
バス事業者C	未来モビリティ	係長	会社横断で新しいモビリティサービスの企画・実証・事業化
バス事業者D	自動車部	副部長	自社車両の整備・点検・修理
バス事業者E	運輸車両部	係長	路線・ダイヤ・運賃・収入管理など運輸業務、車両の配置・管理
	運輸車両部営業課	係長	ダイヤ・運賃設定などの路線管理、営業施策の企画、PR
バス事業者F	計画推進課	係長	一般路線・高速・契約・貸切バス事業の路線網・ダイヤ・投資計画等の中長期計画の立案・推進
		主任	一般乗合バス事業に関する路線・ダイヤ・運賃、各種営業施策や自治体との調整
		-	路線計画、ダイヤ編成、運賃・営業施策などの企画・運輸管理
バス事業者G	企画運輸部・主席	主席	路線計画、ダイヤ編成、運賃・営業施策などの企画・運輸管理
バス事業者H	支店	-	支店管内の路線運営・営業・人事・安全管理・収支管理の統括
	運輸統括部	サブプランナー	一般路線・高速・契約・貸切バスなど、運輸部門全体の統括
	営業課	-	一般路線・高速・契約・貸切バスなど、運輸部門全体の統括
バス事業者I	運輸事業部	-	運輸事業について、路線・ダイヤ・運転計画の立案や乗務員運用（勤務割・乗務計画）を担当する
バス事業者J	業務課	-	乗合バスを中心に、運行管理、ダイヤ・運賃関連の事務、各種許認可対応など「業務」系のバックオフィス実務
バス事業者K	運行企画部	副部長	路線バスの運行計画（路線新設・廃止・変更、ダイヤ設定、運行本数・車両配置）の企画
鉄道事業者L	鉄道部運輸課	主任	鉄道部門における運行ダイヤ・乗務員手配・列車運行管理・安全対策など
		-	全社の情報システム（基幹システム、運行管理、ICカード・決済、社内ネットワークなど）の企画・導入・運用保守

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細（4/9）

検証方法

質問項目

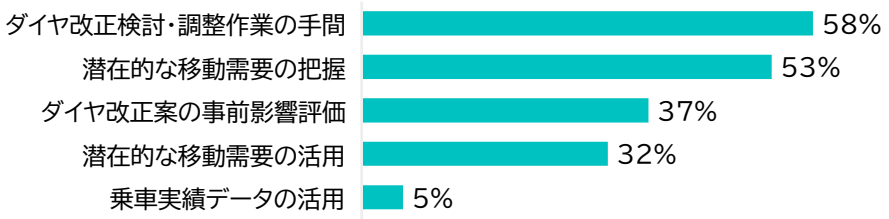
設問	質問項目
運行計画策定支援システム	
1-1	ダイヤ改正・変更、旅客案内に関し課題と感じる項目を選択 ・ 潜在的な移動需要の把握 ・ 潜在的な移動需要の活用 ・ ダイヤ改正案の事前影響評価 ・ ダイヤ改正検討・調整作業の手間
1-2	ダイヤ改正・変更、旅客案内の課題に対する改善意欲 （5点：改善したい　4点：コスト次第で改善したい　3点：どちらともいえない 2点：改善を検討していない　1点：改善の必要はない）
SIMレスバス停システム	
2-1	ダイヤ改正・変更、旅客案内に関し課題と感じる項目を選択 ・ 時刻表作成作業の工数 ・ 時刻表貼替作業の工数 ・ デジタルサイネージなどの運用費 ・ 適切なタイミングでダイヤ改正・変更ができていない
2-2	ダイヤ改正・変更、旅客案内の課題に対する改善意欲 （5点：改善したい　4点：コスト次第で改善したい　3点：どちらともいえない 2点：改善を検討していない　1点：改善の必要はない）

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細（5/9）

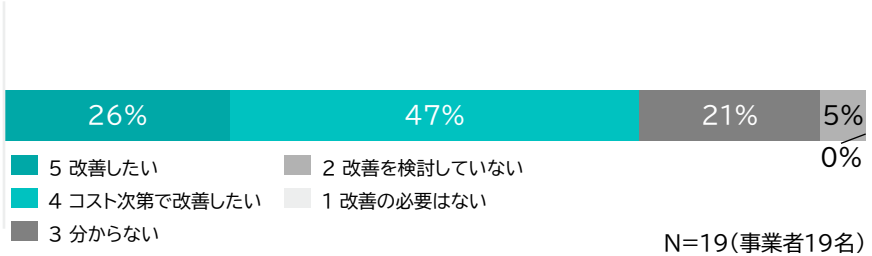
結果の詳細

運行計画策定支援システム　アンケート結果

1-1 課題と感じる項目



1-2 課題への改善意欲



N=19（事業者19名）

被験者からの声

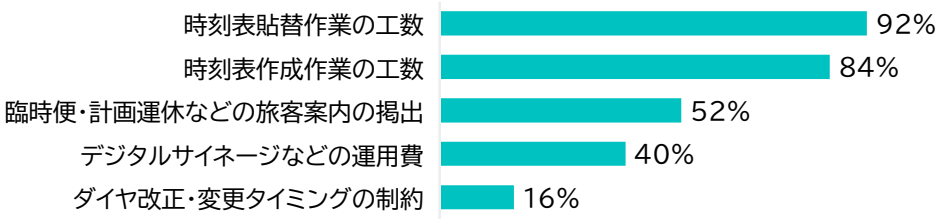
- ダイヤ改正は属人的な作業となっており、システムにより解決できるとよい
- 導入効果の算定が難しそう、コスト面が不安である
- 必要なダイヤがわかっても実際に組み込めるかわからない
- ダイヤ作成システムとの連動機能が追加されるとよい
- ダイヤ作成及び配車作成（交番作成）機能が追加されるとよい
- 路線統合や経路変更の提案機能が追加されるとよい

考察

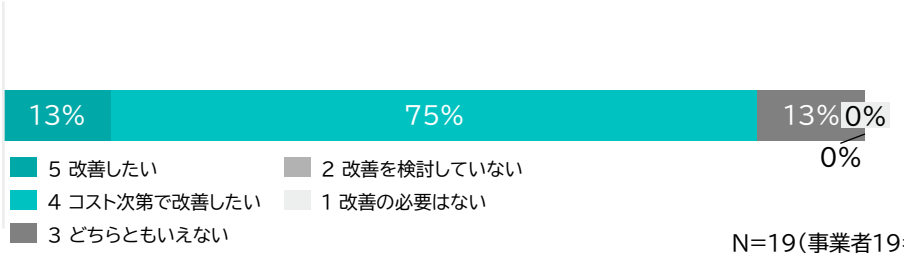
- ダイヤ策定業務では、「調整作業の手間」と「潜在的な移動需要の把握」が主要課題として認識された。特に業務負担の大きさと、データに基づく需要把握の難しさが構造的な課題といえる。課題に対する改善意欲は高く、約7割が前向きな姿勢を示している。
- 一方で、「コスト次第」との回答が最多であり、費用対効果への意識の強さがうかがえる。自由意見からは、属人業務の解消や実務統合への期待が示された。
- 今後は効果の定量化と既存業務との連携設計が重要となる。

SIMレスバス停システム　アンケート結果

2-1 課題と感じる項目



2-2 課題への改善意欲



N=19（事業者19名）

被験者からの声

- 毎年改正が発生するのでコスト面が気になる
- ダイヤ改正は作業量が大きく、時間帯も限られるため、負担が大きいと感じる
- 山間路線や高速道路上の貼替作業に多くの時間が掛かる
- 遠隔地のバス停作業に行く場合、従業員の負担が大きい
- 人的リソースに多くの費用がかかっている
- 費用対効果を検証したい

考察

- ダイヤ改正業務では「貼替作業の工数」が9割、「時刻表作成作業の工数」が8割の事業者に主要課題として認識されており、改善意欲は「改善したい」、「コスト次第で改善したい」が併せて約9割と前向きな姿勢を示した。
- 臨時便・計画運休などの即時性が求められる案内物の掲出についても5割の事業者が課題に挙げていたため、今後は即時性の改良が求められる。
- 一部事業者からSIMレスバス停の費用対効果への懸念も示された。今後は柔軟なダイヤ改正・変更による収支改善効果の訴求が導入判断の鍵となる。

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細（6/9）

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
（ダイヤ改正支援システム） 1便当たりの輸送人数	輸送人員/便	人流データを組み合わせることにより、データドリブンな運行手法を取り入れることで潜在需要の獲得による1便当たり輸送人員の増加が期待できる

KPIの計測方法

- 「運行計画策定支援システム」を活用したダイヤ変更を行った路線と、それ以外の路線で、昨年度と比較して1便当たりの乗車人数増加率を比較

ダイヤ変更概要

- 2026/1/2と2026/1/3の年始ダイヤ
- 路線：「ダイヤランド➡下大橋線」
- 前年の2025/1/2、1/3の人流データをもとに、当該路線の主要な区間における時間帯ごとの移動需要を把握
- 時間帯ごとの移動需要をもとに、全体的には減便しつつ、移動需要が多い時間帯は増便を実施した
- 当該路線のメイン運行区間（他系統との重複が少ない区間）区間の乗車人数を検証対象とする

検証対象路線

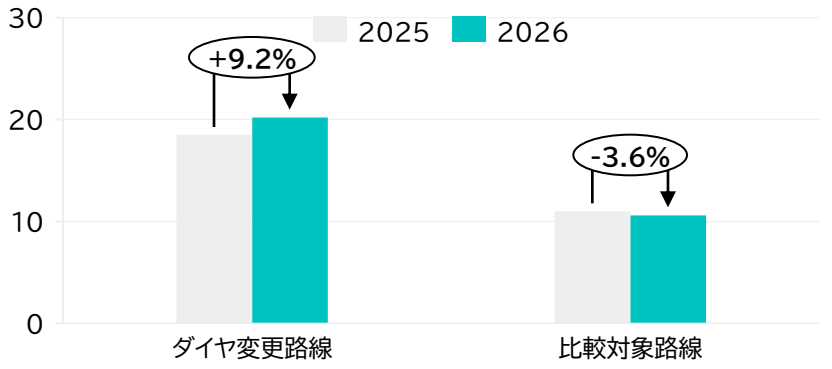
路線・区間	前年の運行便数	実証実施年の運行便数
ダイヤランド➡下大橋線 ダイヤランド→グラバー園	1日当たり44便	1日当たり38便 （8便減便、2便増便）
上横尾➡中央橋線*1 上横尾→横尾口	1日当たり26便	1日当たり26便

結果の詳細

1便当たり乗車人数の比較

- 2026/1/3の比較対象年と調査年の乗車人数を比較
  ※2026/1/2は長崎地方積雪により対象路線の乗車数が大幅に減ったため対象外とした
- 比較対象路線での1便当たりの乗客数は0.4人減（-3.5%）であったのに対し、調査対象路線では1. 7人増（+9.2%）であった。

路線	【比較対象年】2025年	【調査年】2026年	増加率（%）
ダイヤランド➡下大橋線	18.5	20.2	+9.2
上横尾➡中央橋線	11.0	10.6	-3.5



考察

- 全体便数を見直しつつ、人流データを用いて移動需要が高い時間帯へ運行を再配分した結果、対象路線では1便あたり乗車人数が前年同月比＋9.2%と改善し、比較対象路線との差が確認された。これは需要構造に沿ったダイヤ変更により、潜在需要を効果的に取込み、便あたりの輸送効率が向上したことを示唆している。

1.対象路線として「上横尾線」を選択した理由：
長崎駅を起点として「ダイヤランド・下大橋線」とほぼ同心円状に位置しており（いずれも30分程）、利用者がある程度多いこと、他の路線の重複が少ないことから比較対象として選定

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細（7/9）

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
追加便の移動需要取込率 他便との差異±30%以内	乗車数/ 移動需要量	追加便において、他便と同程度に移動需要の取り込みを達成しているかを確認する
前後便含めた推定精度 誤差±30%以内	実乗車数と 推測乗車数の誤差	追加便には前後便からの乗車人数転移が考えられるが、転移も含めて全体的に移動需要を推測通り取り込めているかを確認する

KPIの計測方法

- 追加運行便に実際に乗車した利用者数を実績データより取得し、便ごとの潜在需要の捕捉率を算出し、追加便と前後便を比較
- 追加便と前後便を合わせた、実乗車数と運行計画策定支援システムによる推測乗車数推測乗車数のMAPEを算出

【MAPE（平均絶対百分率誤差）】
予測値と実測値のずれを示す指標として、
「予測値と実測値の差を、実測値で割った値（百分率誤差）」の絶対値の平均

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i}\right| \times 100(\%)$$

検証対象概要

- 2026/1/3の年始ダイヤ
- 2025/1/2、1/3の人流データをもとに、当該路線の主要な区間における時間帯ごとの移動需要を把握し、移動需要が多い時間帯に増便を実施（2便）
- 当該路線のメイン運行区間（他系統との重複が少ない区間）として「ダイヤランド始発地～グラバー園」の区間の乗車人数を検証対象とする

対象路線・便

路線	運行日	種別	発車時刻	発停留所	着停留所
ダイヤランド ➡下大橋線	2026 /1/3(土)	直前便	11:46	ダイヤランド車庫	下大橋
		追加便	11:59	ダイヤランド車庫	下大橋
		直後便	12:22	ダイヤランド車庫	下大橋
		直前便	15:35	ダイヤランド車庫	下大橋
		追加便	**15:58**	ダイヤランド車庫	下大橋
		直後便	16:16	ダイヤランド車庫	下大橋

結果の詳細

移動需要取込率（乗車数／移動需要量）

追加便、および前後便の移動需要取込率、およびその差異を算出した。

路線	追加便 発車時刻	追加便 需要取込率(%)	前後便平均 需要取込率(%)	需要取込率 差異(%)
ダイヤランド ➡下大橋線	11:59	4.4	2.5	+41.5
	15:58	2.7	1.8	+32.9

前後便含めた推定精度

追加便ごとに、前後便を含めた乗車人数の実績値と予測値、およびその誤差を算出した。

路線	追加便	種別	各便 実績	各便 予測値	実績 計	予測値 計	MAPE(%)
ダイヤランド ➡下大橋線	11:59	直前便	23	33	63	63	**0.0**
		追加便	23	14			
		直後便	17	16			
	15:58	直前便	17	13	57	43	**24.6**
		追加便	17	18			
		直後便	23	12			

考察

- 追加便単体の移動需要取込率は2.7～4.4%であり、前後便の平均需要取込率（1.8～2.5%）と前後便と比較し少し高めの水準であった。すなわち、移動需要分析に基づき設定した追加便は、既存便よりやや高めの水準で需要を取り込んでいることが確認された。
- 前後便も含めた乗車数推定精度については、11時台では高い一致度が確認された一方、15時台では一定の誤差が生じているが基準範囲内の誤差と考察する。
- 上記により、本手法が、潜在需要を取り込むダイヤ変更案を策定するための有効な支援手段となり得ることが示唆された。

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細(8/9)

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
全1,700標柱分の時刻表(作成作業)に要する時間削減：▲133時間	作業削減時間×人数	SIMレスバス停システムによって時刻表の印刷、ラミネート加工、カット、両面テープ貼りが不要になることが期待できる。

KPIの計測方法

- 導入エリアの全標柱(119柱)の時刻表作成作業の稼働時間から、全1,700標柱分の作業削減時間を推計する。

被験者

- 長崎自動車

時刻表作成作業概要

2026年1月2日及び1月3日の年始ダイヤ

- 対象路線、標柱数：「内海線」、119柱
- 時刻表作成作業実施日：2025年12月16日

結果の詳細

時刻表作成時間の削減効果

- 停留所の時刻表作成の作業内容および作業時間は下記となる。
  ①時刻表ロール出力・時刻表ロールカット
  ②時刻表ラミネート
  ③時刻表ラミネートカット・両面テープ貼り
  ④お知らせビラ出力・お知らせビラカット
  ⑤お知らせビララミネート
  ⑥お知らせビララミネートカット
  ※①～⑥の119柱分を1名で10時間で実施
- 標柱数の比率から、全1,700柱に導入した場合は、約143時間分の作業時間短縮効果となる。

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
全1,700標柱分の時刻表(貼替作業)に要する時間削減：▲275時間	作業削減時間×人数	SIMレスバス停システムによって時刻表の貼替に係る現場への移動時間および貼替作業時間の削減が期待できる

KPIの計測方法

- 導入エリアの全標柱(119柱)の時刻表貼替作業の稼働時間から、全1,700標柱分の作業削減時間を推計する。

被験者

- 長崎自動車

時刻表作成作業概要

2026年1月2日及び1月3日の年始ダイヤ

- 対象路線、標柱数：「内海線」、119柱
- 時刻表貼替作業実施日
  - 貼り：2025年12月18日
  - 剥がし：2026年1月22日

結果の詳細

時刻表貼替時間の削減効果

- 停留所の時刻表貼替作業の実施に係る、現場までの往復時間および作業時間は下記となる。
  ①往復時間：2時間
  ②貼り作業：2名体制　5時間30分
  ③剥がし作業：2名体制　4時間30分
- 導入エリアの全標柱(119柱)の貼替に要した時間は(5時間30分＋4時間30分)×2名＋移動時間となるため貼替の工数は延べ22時間と推計される。
- SIMレスバス停システムによって時刻表データの出力が必要となり、出力時間は1柱あたり約5秒であるため、119柱で約10分程度の追加の作業時間が発生することから、削減された貼替工数は21時間50分(22時間-10分)となる。
- 標柱数の比率から、全1700柱に導入した場合は、約312時間分の作業時間短縮効果となる。

実証実験の結果｜ビジネス価値：詳細（9/9）

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
事業者の全標柱をSIMレスデジタルバス停に置き換えたうえで、年に4回ダイヤ改正・変更を行った場合の収益改善の推計及び投資回収に要する期間＜バス停の想定耐用年数（10年）	ダイヤ改正による収益改善効果 － ダイヤ改正に要する作業コスト増	SIMレスバス停システムによって柔軟なダイヤ改正・変更が行えるようになった場合、複数回行うほど収益改善効果が高まることが期待でき、耐用年数を迎える前に初期コストの回収が可能になるため

KPIの計測方法

- 作業要員の不足に伴い現在は年1回のダイヤ改正を、全標柱がSIMレスバス停に更新されることにより、年4回に増加させることができた場合に、作業工数を加味した季節減便による収益改善効果を推計する。
- 収益改善効果とSIMレスバス停の初期投資額を比較して、投資回収に要する期間を推計する。

結果の詳細

事業者の全標柱をSIMレスバス停に置き換えたうえで、年に4回ダイヤ改正を行った際の固定費の削減効果

- 従来のダイヤ改正1回にかかる作業時間（457時間）とダイヤ改正4回にかかる作業時間（9時間）の差分（作業工数増減）が▲448時間
- 仮に時刻表作成、時刻表貼替を担当する社員に係る時間単位の労務費を4,000円とした場合、年間のダイヤ改正に伴う労務費の増減は▲1,792,000円となる。
- ダイヤ改正による運行効率改善効果2,700万円/回（長崎自動車推計）を加味すると、従来から年に3回分のダイヤ改正を増加させることができ、労務費増減と合わせて年間82,792,000円の収益改善効果が期待される期待される。
  - 年間のダイヤ改正にかかる労務費増減：▲1,792,000円
  - 年間のダイヤ改正増加による収益改善：81,000,000円
- 量産効果を踏まえてSIMレスバス停1基の平均単価を45万円とした場合、9.2年で投資を回収できるため、バス停の想定耐用年数10年を下回る。
  - （45万円/基×1,700標柱）/ 年間8,279万円 ≒9.2年

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
ランニングコストの削減（1,700柱での理論値）：▲98%	SIM付きのデジタルバス停の年間のランニングコスト×標柱数	SIMレスバス停システムはSIMありのデジタルバス停と比較してランニングコストの低減が期待できるため

KPIの計測方法

- 全標柱がSIMレスバス停であった場合とSIMありのデジタルバス停であった場合のランニングコストを推計して比較する

結果の詳細

事業者の全標柱をSIMレスバス停に置き換えた際のランニングコストの削減効果

- 既存のデジタルバス停には1柱あたり月額3,000円の通信コストが発生する。
- SIM通信型デジタルバス停の年間のコストは3,000円×12か月×1,700柱となるため全標柱がSIM通信型デジタルバス停であった場合、年間の6,120万円となる。
- SIMレスバス停システムは通信コストが不要のため仮に全標柱がSIM付きのデジタルバス停からSIMレスデジタルバス停に置き換わった場合のランニングコスト削減効果は約6,000万円となる。

実証実験の結果｜公共価値：サマリー

開発システムが事業者が利用しやすい設計になっているかを実証するため、
実施主体からアンケートを取得し、システムの実用性を確認した

結果のまとめ

検証仮説

・柔軟なダイヤ改正・変更によりバス利用者の利便性が向上する。

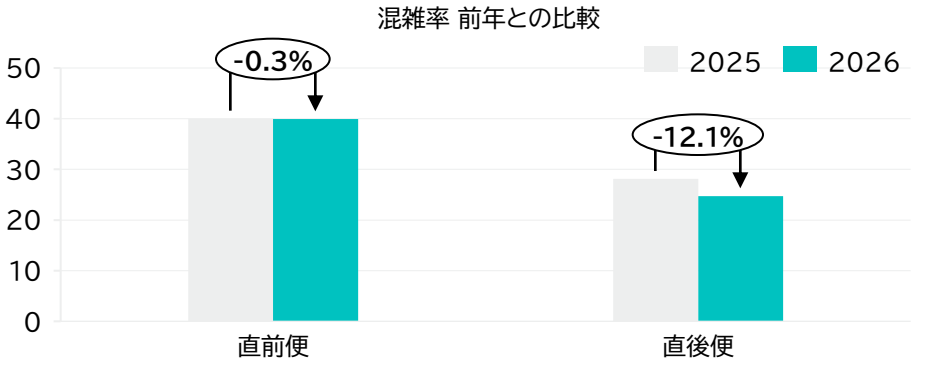
検証結果

直後便の混雑率は前年より減少し、利便性の向上に一定程度寄与した可能性があるが、追加便の利用は限定的であった。便設定の妥当性は確認された一方、需要構造の変動が設定精度に影響し得ることが示唆された。

得られた示唆

柔軟なダイヤ改正によるユーザー利便性向上の可能性

直後便の混雑度は前年より12.1%減少したものの、追加便の利用は限定的であり混雑緩和効果は想定より小さかった。要因として、臨時便の設定時間と来場者の退出タイミングのずれや、前年と比較して南部方面への乗客割合が高まっていたことが影響した可能性がある。
一方、前週比でスタジアム周辺の乗車数は増加しており、臨時便を設定した判断自体は妥当であったと考える。
開催実績のある同様のイベントであれば人流データを活用した便追加が混雑率減少に有効であると考えられるものの、来場者属性が過去と異なるイベントでは、過年度データのみでは不十分なケースもあり、需要構造の変動も踏まえた設定が必要があると示唆される。



	路線別混雑度（人）				計（人）		
	溝川線(溝川行)		滑石団地線(上床行)				
	2025	2026	2025	2026	2025	2026	増減率
直前便	36.4	44.6	43.6	35.2	40.0	39.9	-0.2%
直後便	32.9	26.1	23.3	23.3	28.1	24.7	-12.1%

実証実験の結果｜公共価値：詳細(1/2)

移動需要を基にしたダイヤ変更により、混雑緩和を通じた利便性向上の可能性が確認されるとともに、需要構造変動を考慮する重要性も示唆された

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
追加運行便によって、ダイヤ改正前と比較して前後便の混雑度が減少	混雑度：最大車内人数÷車両定員	需要が想定される箇所への便追加により混雑度が緩和され、利用者の利便性が向上する

KPIの計測方法

- 追加運行便に実際に乗車した利用者数をODデータより取得し、座席数に対する最大車内人数の割合を算出

追加運行概要

- 2026年1月17～18日に長崎スタジアムで開催されたBリーグオールスターの試合終了時刻に、北部方面向けの乗車向けに、各日2路線で1便ずつ追加（計4便）

対象路線・便

- 溝川線　幸町スタジアムシティ～溝川
- 滑石団地線　幸町スタジアムシティ～上床

路線	運行日	種別	発車時刻*	発停留所	着停留所
溝川線	2026/1/17(土)	直前便	19:27	中央橋	溝川
		追加便	**19:32**	**幸町スタジアムシティ**	**溝川**
		直後便	19:47	中央橋	溝川
	2026/1/18(日)	直前便	17:22	中央橋	溝川
		追加便	**17:32**	**幸町スタジアムシティ**	**溝川**
		直後便	17:37	中央橋	溝川
滑石団地線	2026/1/17(土)	直前便	19:29	中央橋	上床
		追加便	**19:32**	**幸町スタジアムシティ**	**上床**
		直後便	19:34	中央橋	上床
	2026/1/18(日)	直前便	17:19	中央橋	豊洋台団地
		追加便	**17:32**	**幸町スタジアムシティ**	**上床**
		直後便	17:34	中央橋	上床

*発車時刻：スタジアム最寄りの「銭座町スタジアムシティ」停留所の発車時刻

実証実験の結果｜公共価値：詳細(2/2)

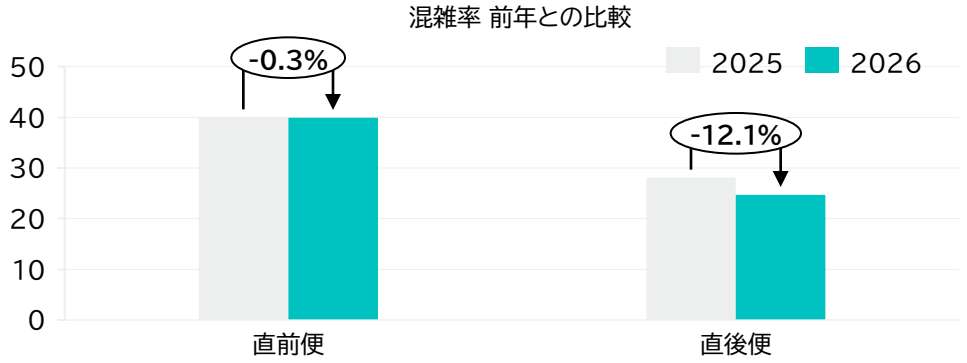
移動需要を基にしたダイヤ変更により、混雑緩和を通じた利便性向上の
可能性が確認されるとともに、需要構造変動を考慮する重要性も示唆された

結果の詳細

追加前後便の「混雑度」

・追加運行便の直前便／直後便に対して、混雑度の変化は、
直前便は混雑度が横ばい、直後便は混雑度が12.1%減少した。

	路線別混雑度（人）				計（人）		
	溝川線(溝川行)		滑石団地線(上床行)				
	2025	2026	2025	2026	2025	2026	増減率
直前便	36.4	44.6	43.6	35.2	40.0	39.9	-0.2%
直後便	32.9	26.1	23.3	23.3	28.1	24.7	-12.1%



(補足)追加便設定時間帯の乗車人数 （前週比）

・追加便設定時間帯の、長崎スタジアム周辺の乗車人数(土日平均)は、
前週と比較して8割程度増加した。

追加便設定時間帯の乗車人数（人）		
前週	検証実施週	増減率
273.0	489.5	+79.3%

実証実験の結果｜ユーザー価値：サマリー

開発システムが事業者が利用しやすい設計になっているかを実証するため、
実施主体からアンケートを取得し、システムの実用性を確認した

結果のまとめ

検証仮説

・運行計画策定支援システムは、事業者にとって使いやすく、利便性が高い。
・SIMレスバス停システムは、事業者にとって使いやすく、利便性が高い。

検証結果

【運行計画策定支援システム】
実証で利用した長崎自動車からは「直感的に操作が理解できる」「効果的なダイヤ編成ができた」との評価を得られ、事業者にとって使いやすいものと言える。

【SIMレスバス停システム】
データ配信基盤の操作難易度について、実際に利用いただいた長崎自動車によれば「マニュアルがあれば簡単に理解できる」との評価であった。これにより、SIMレスバス停システムは事業者にとって使いやすいものであると言える。

設問	質問項目	回答者数	評価
1	運行計画策定支援システムの操作方法は分かりやすいか？	2 （操作体験者のみ回答）	4以上の回答割合 2/2
2	運行計画策定支援システムの画面反応速度や安定性は満足できるものであったか？	2 （操作体験者のみ回答）	4以上の回答割合 2/2

運行計画策定支援システム　アンケート回答

得られた示唆

現場への実装を見据えた操作性

運行計画策定支援システム、SIMレスバス停システムともに、利用した事業者により使いやすいシステムであることの評価を受け、実際の現場でも使用可能な操作性を備えていることが確認できた。

設問	質問項目	回答者数	評価
1	SIMレスバス停システムデータ配信基盤の操作する理解難易度は？	3 （操作体験者のみ回答）	4以上の回答割合 3/3
2	SIMレスバス停のデータ配達にかかる時間、実証中の配達精度への評価は？	3 （操作体験者のみ回答）	4以上の回答割合 3/3

SIMレスバス停システム　アンケート回答

実証実験の結果｜ユーザー価値：詳細(1/2)

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
(運行計画策定支援システム) 実施主体へのアンケート平均評価　5段階評価で4以上の回答が過半数	活用性への評価	5段階評価で4以上(好評価)の割合が過半数であれば、全体として好評価であると判断するため

KPIの計測方法

・実施主体へのアンケート

被験者一覧

分類	具体名称	部署	役職	人数	操作体験者	担当業務
事業者／ユーザー	長崎自動車株式会社	自動車部	部長	1	○	運行管理・ダイヤ編成 乗務員配置 車両管理
			次長	1		
			課長	1		
		運輸戦略室	課長	1	○	運行戦略立案 実績・予測分析
			課員	1		

設問	質問項目
1	運行計画策定支援システムの操作方法は分かりやすいか？ (5点：直感的に理解できる　4点：マニュアルがあれば簡単に理解できる 3点：マニュアルがあれば何とか理解できる　2点：説明が必要　1点：理解できない)
2	運行計画策定支援システムの画面反応速度や安定性は満足できるものであったか？ (5点：大変満足　4点：満足3点：どちらともいえない2点：あまり満足していない 1点：全く満足していない)
3	運行計画策定支援システムを導入したいか？ (はい／いいえ)

結果の詳細

アンケート結果

・以下の通り、各設問で4以上が過半数となる高評価を得ることが出来た

設問	質問項目	回答者数	評価
1	運行計画策定支援システムの操作方法は分かりやすいか？	2 (操作体験者のみ回答)	4以上の回答割合 2/2
2	運行計画策定支援システムの画面反応速度や安定性は満足できるものであったか？	2 (操作体験者のみ回答)	4以上の回答割合 2/2

被験者からの声

・OD による分析については既存の BI ツールでも可能であるが、本システムでは路線を地図上で可視化できる点が特に有用であり、直感的に状況を把握できる点を評価する。
・利用頻度に応じてメニュー構成をある程度カスタマイズできると、より柔軟で使いやすいシステムになると感じた。たとえば、常に地図上のプロットが必要なわけではなく、数値ベースでデータを確認したい場面もあるため、用途に応じて表示形式を切り替えられるとよい。

実証実験の結果｜ユーザー価値：詳細（2/2）

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
（SIMレスバス停システム）実施主体へのアンケート平均評価　5段階評価で4以上の回答が過半数	活用性への評価	5段階評価で4以上（好評価）の割合が過半数であれば、全体として好評価であると判断するため

KPIの計測方法

・実施主体へのアンケート

被験者一覧

分類	具体名称	部署	役職	人数	操作体験者	担当業務
事業者／ユーザー	長崎自動車株式会社	自動車部	部長	1		運行管理・ダイヤ編成 乗務員配置 車両管理
			次長	1		
			課長	1	○	
			係長	2	○（うち1名）	
		運輸戦略室	課長	1	○	運行戦略立案 実績・予測分析

質問項目

設問	質問項目
1	SIMレスバス停システムデータ配信基盤の操作する理解難易度は？ 5点：直感的に理解できる　4点：マニュアルがあれば簡単に理解できる 3点：マニュアルがあれば何とか理解できる　2点：説明が必要　1点：理解できない
2	SIMレスバス停のデータ配達にかかる時間、実証中の配達精度への評価は？ 5点：大変満足　4点：満足3点：どちらともいえない2点：あまり満足していない 1点：全く満足していない

結果の詳細

アンケート結果

・以下の通り、各設問で4以上が過半数となる高評価を得ることが出来た。

設問	質問項目	回答者数	評価
1	SIMレスバス停システムデータ配信基盤の操作する理解難易度は？	3 （操作体験者のみ回答）	4以上の回答割合 3/3
2	SIMレスバス停のデータ配達にかかる時間、実証中の配達精度への評価は？	3 （操作体験者のみ回答）	4以上の回答割合 3/3

被験者からの声

・貼替作業の省人化という業界課題の解決に寄与し得る仕組みであり、実運用に向けたポテンシャルを十分に感じた。また、管理システムでの操作から配信まで、一連の流れをストレスなく扱うことができた。一方で、配信状態の進捗確認については、ステータスによる可視化など、今後の検討や機能拡張によって、より実用性の高い仕組みへ発展していくことを期待している。

実証実験の結果｜技術価値：サマリー

運行計画策定支援システム及びSIMレスバス停システムの実用性について、
実証時のログを確認して検証を行った

結果のまとめ

検証仮説

- バス－バス停間通信のデータ配信技術が実用的である。
- 郊外のバス路線に設置しても問題なく通信が行える。
- 「運行計画策定支援システム」の乗客数推定精度が実用的である。
- データ配信基盤の非機能要件を充足できている
- 運行計画策定支援システムの非機能要件を充足できている。
- 車載配信モジュールの非機能要件を充足できている

検証結果

【運行計画策定支援システム】
乗客数推定精度は概ね実用範囲内であることを確認した。また非機能要件として、長時間連続操作時の安定動作、画面描画速度、操作ログ取得、認証を含むセキュリティ面で、実運用想定水準を満たすことを確認した。
【SIMレスバス停システム】
バス-バス停間通信の実用性について、配信に最も多く接触回数を要したのは「長崎オランダ村前」バス停あり、接触回数は80回であった。「接触回数100回以内」の基準を満たしており、実用的といえる。同停留所以外には「長浦」も配信完了まで多くの接触回数を要しており、いずれも日照条件が悪いという特徴があった。
非機能要件としてはデータ配信基盤の連続稼働、データの読込時間、時刻表中間データの出力について、実運用を想定した設定基準を満たしていることを確認した。
車載配信モジュールについては、バスの稼働時間との稼働時間の同期および15分以内での営業所とSFTPサーバを介したデータの送受信ができることを確認した。
また、標柱の個体識別による適切な配信データができていることも確認できた。

得られた示唆

人流データを元にした乗客数推定の有効性

乗客数推定精度がある程度実用的な範囲内であり、人流データを元にした乗客数推定が有効であることが示唆される。

データ配信に関する不利条件の特定と今後の課題明確化

SIMレスバス停の導入により通常のバス運行業務中にバス停の表示切替を実現できるため、時刻表作成および貼替作業の工数の問題で抑制されていたダイヤ改正・変更をより柔軟に行える可能性が見出せたことは大きな成果といえる。
通信の不利条件である日照条件に対しては、SIMレスバス停に内蔵している機器をより消費電力が少ないものに改良することでサービスの品質向上も期待される。

パターン	停留所	実測値(人)	予測値(人)	MAPE(%)
平日朝ラッシュ	中浦	10.0	9.0	30.9
	南町	2.3	3.0	
	大宮町	4.2	2.0	
休日郊外観光	風頭山	4.3	4	25.1
	ロープウェイ前	14.3	11	
	恐竜パーク前	7.3	4	

乗客数推定精度　実測値と予測値の比較

オランダ村のSIMレスバス停設置環境
森林に隣接しているため日照時間が限られてしまう

長浦のSIMレスバス停設置環境
建物に隣接しているため日照時間が限られてしまう

実証実験の結果｜技術価値：詳細(1/5)

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
バス乗車数推定精度：±30%以内	移動需要量から推定されるバス乗車数に対する、実際のバス乗車数の割合	既往研究・事例において、予測における実測値との誤差は、概ね30%程度以内が予測として実用的であるとされるため。

KPIの計測方法

・以下の2つの値のMAPEについて、後述の「平日朝ラッシュ」「休日郊外観光地」の複数停留所で算出して検証する。
　・バスODデータから得られる運行便・停留所ごとの乗車数
　・人流データからから推定する、運行便・停留所ごとの乗車数

【MAPE（平均絶対百分率誤差）】
予測値と実測値のずれを示す指標として、
「予測値と実測値の差を、実測値で割った値(百分率誤差)」の絶対値の平均

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\frac{\hat{y}_i - y_i}{y_i}\right| \times 100(\%)$$

対象停留所

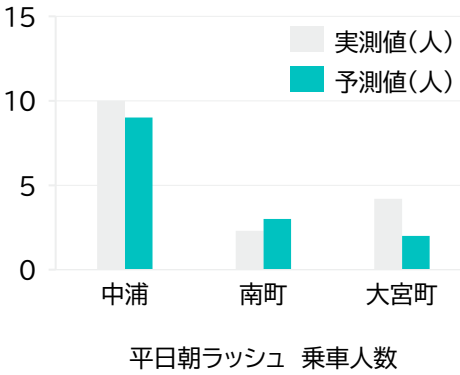
パターン	選定停留所	対象期間	路線	停留所
平日朝ラッシュ	住宅街周辺の停留所	2024/10/14～10/25の平日	福田線	中浦
			大浦線	南町
			滑石団地線	大宮町
休日郊外観光	郊外の観光施設周辺の停留所	2024/6/16～6/30の休日	風頭山線	風頭山
			風頭山線	ロープウェイ前
			樺島線	恐竜パーク前

結果の詳細

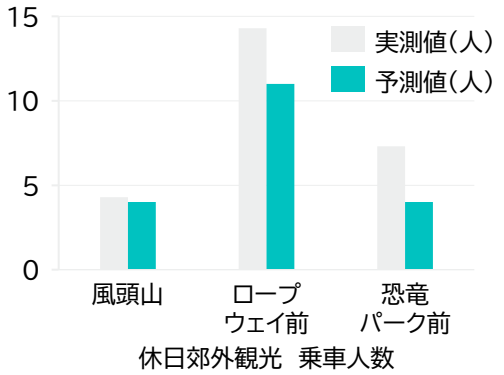
バス乗車数推定精度

・乗車人数推定精度として、MAPEは以下の通りとなった。
　- 平日朝ラッシュ：30.9%
　- 休日郊外観光：25.1%

パターン	停留所	実測値(人)	予測値(人)	MAPE(%)
平日朝ラッシュ	中浦	10.0	9.0	30.9
	南町	2.3	3.0	
	大宮町	4.2	2.0	
休日郊外観光	風頭山	4.3	4	25.1
	ロープウェイ前	14.3	11	
	恐竜パーク前	7.3	4	



平日朝ラッシュ　乗車人数



休日郊外観光　乗車人数

考察

・パターンごとに、各停留所における乗車数推定精度MAPEは概ね30%程度となり、実用的であると判断できる精度で予測が行えることが確認できた。
・ただし、停留所単体では実測値と予測値の乖離が大きい停留所も見受けられ、さらなるモデル精度の向上が求められる。

実証実験の結果｜技術価値：詳細(2/5)

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
(運行計画策定支援システム) 安定動作時間：2時間以上	システムが安定して動作する時間	ダイヤ編成業務では長時間の連続作業が発生するため、2時間以上の安定動作時間を保証することで、業務中のシステム停止による作業中断を防止し、業務効率を維持する。

KPIの計測方法

- 実証環境にて、本システムのUI操作の2時間以上継続実行を計3回実行し、システムダウンやエラーが発生しないことを確認する。

実施環境

- テスト実施環境(ローカルマシン)

項目	バージョン等
OS	Windows11
CPU	Intel i5-1335U (1.3GHz)
RAM	32GB
GPU	オンボード 128MB

結果の詳細

連続アクセス確認

- テストユーザによる2時間以上の断続的なUI操作を3回実行し、システムダウンやエラーが発生せずログイン状態が継続することを確認
- テストユーザによるアクセスのログを取得し、ステータスコード「200」を返しシステムが正常に動作していることを確認
- アクセスした機能については抜粋して取得し、それぞれレスポンスを正常に返していることを確認

jsonPayload.endpoint	jsonPayl	jsonPayl	jsonPayload.timestamp	jsonPayload.user_email
/data_layer2/facility_category	GET	200	2026-01-28T10:31:18.124334+09:00	'mtj.testuser01@datafluct.com
/oltp/facility	GET	200	2026-01-28T10:31:17.728229+09:00	'mtj.testuser01@datafluct.com

jsonPayload.endpoint	jsonPayl	jsonPayl	jsonPayload.timestamp	jsonPayload.user_email
/data_layer4/indicator_table/offices	POST	200	2026-01-28T10:56:40.770755+09:00	'mtj.testuser01@datafluct.com
/data_layer3/section_geometry	GET	200	2026-01-28T10:56:38.467621+09:00	'mtj.testuser01@datafluct.com

jsonPayload.endpoint	jsonPayl	jsonPayl	jsonPayload.timestamp	jsonPayload.user_email
/oltp/facility	GET	200	2026-01-28T11:26:55.060402+09:00	'mtj.testuser01@datafluct.com
/oltp/default_setting	GET	200	2026-01-28T11:26:54.975692+09:00	'mtj.testuser01@datafluct.com

jsonPayload.endpoint	jsonPayl	jsonPayl	jsonPayload.timestamp	jsonPayload.user_email
/data_layer4/indicator_table/offices	POST	200	2026-01-28T12:05:19.991983+09:00	'mtj.testuser01@datafluct.com
/data_layer3/section_geometry	GET	200	2026-01-28T12:05:17.381391+09:00	'mtj.testuser01@datafluct.com

運行計画策定支援システムのアクセスログ抜粋

考察

- テストユーザのログ情報から2時間以上の連続稼働に問題ないことを確認できたことから、長時間のダイヤ編成業務に耐えうると考察する。

実証実験の結果｜技術価値：詳細(3/5)

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
(運行計画策定支援システム) 画面描画速度	ユーザ操作から表示完了までに要する時間	乗車人数シミュレーションを含む可視化画面のレスポンスタイムを計測することで、PoC段階で処理負荷や性能課題を明確化し、将来的な本番運用に向けた改善計画を立案可能とする。

KPIの計測方法

- 各種画面を表示し、レスポンスタイムを秒単位で計測。表示遅延の発生有無を確認し、性能課題の特定につなげる。

実施環境

- テスト実施環境

項目	バージョン等
OS	Windows11
CPU	Intel i5-1335U (1.3GHz)
RAM	32GB
GPU	オンボード 128MB

結果の詳細

応答速度のテスト結果

- ユーザの操作から画面のスクリプト処理がすべて完了するまでの時間をそれぞれ3回ずつ計測した。

テストページ	計測結果-平均	計測結果-詳細
路線概要表(初期表示)	816.5 ms	1,456.4 ms
		528.5 ms
		464.5 ms
路線指標マップ(初期表示)	9,484.8 ms	9,143.1 ms
		9,736.8 ms
		9,574.5 ms
ダイヤ画面初期表示	16,914.9 ms	16,046.2 ms
		15,872.2 ms
		18,826.2 ms
路線概要表(フィルタ反映)	6,050.2 ms	8,344.0 ms
		4,916.4 ms
		4,890.2 ms
路線指標マップ(フィルタ反映)	19,807.0 ms	26,706.3 ms
		16,857.5 ms
		15,857.3 ms
ダイヤ画面再計算	9,310.5 ms	9,083.3 ms
		9,323.3 ms
		9,524.9 ms

考察

- 概ね10秒前後で操作のレスポンスを得られる結果となったが、ダイヤ画面の初期表示や路線指標マップのフィルタ反映時には20秒前後要する結果となり、ユーザの待機時間が意識される状況である。
- 実運用に向けてはさらなる改善の検討が必要と考察する。

実証実験の結果｜技術価値：詳細(4/5)

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
(SIMレスバス停システム) バス停ごとのデータの配信に係るバス通過回数：100回	バス停にデータを貼信できるまでに要したバス停とバスの接触回数	SIMレスバス停を利用してバス事業者が下記の期間でダイヤ改正を行うと仮定する。 ①バス事業者におけるダイヤ改正案(データ)の完成がダイヤ改正当日の1か月前となる。 ②ダイヤ改正案を車載器からデジタルバス停に配信可能にするために1週間の編集期間が必要となる。 ③ダイヤ改正の際は改正日の10日前に予告ダイヤをデジタルバス停に掲出する必要がある。 ④車載器からの配信ができなかった場合に備え、乗務員が直接デジタルバス停へデータを配信する予備日を3日設ける。 以上のことにより車載器からデジタルバス停にデータを配信可能な期間は10日前後となる。少なくとも1日1往復(2回)車載器を搭載したバスとデジタルバス停が接触すると仮定すると、 10日×2回×5台(車載器を搭載するバスの台数) となるので、これをKPIとして設定する。

KPIの計測方法

- 車載配信モジュールの配信ログを確認し、データ配信が完了するまでに要したバスとバス停が接触した回数を計測する。

実証事業者

- 長崎自動車

時刻表作成作業概要

2026年1月2日～1月3日の年始ダイヤ

- 対象路線、標柱数：「内海線」、119柱
- 配信実期間：2025年12月21日～2026年1月7日

結果の詳細

SIMレスバス停への配信が完了するまでに要したバス-バス停の接触回数

- 最も接触を要した「長崎オランダ村前」で80回の接触を要した。

バス停名	通過回数
長崎オランダ村	80回
山中	62回
長浦	52回
小島の浦	44回
大江橋	36回
琴海ふれあいセンター前	30回
郷の原	30回
平島	30回
琴の海園	22回
自証寺前	22回
大子小浦	22回
白似田	22回
清水	22回
下屋敷	16回
藤の浦	16回
形上	16回
吉の浦	8回
大石病院前	8回
戸根橋	8回
手崎	8回
峰口	8回
二股	8回
亀岳	8回
生長の家	8回
中の島	8回
大子	6回

考察

- バス-バス停間の通信技術の実用性について、データ配信に最も多く接触回数を要したのは「長崎オランダ村前」のバス停で、接触回数は80回であった。これは実用的と判断できる「接触回数100回以内」の基準を満たしている。

実証実験の結果｜技術価値：詳細（5/5）

検証方法

KPI詳細

KPI	定義	目標設定根拠
（SIMレスバス停システム）データ配信不利条件	SIMレスバス停システムにおけるデータ配信不利条件は何か特定する	リスク課題の抽出のため目標値設定は除外。

KPIの計測方法

- 車載配信モジュールの配信ログを確認し、データ配信が完了するまでに要したバスとバス停が接触した回数を計測し、早期に配信が完了したバス停と配信に時間を要したバス停を比較して通信不利条件を特定する。

実証事業者

- 長崎自動車

時刻表作成作業概要

2026/1/2と2026/1/3の年始ダイヤ

- 対象路線、標柱数：「内海線」、119柱
- 配信実期間：12月21日～1月7日

結果の詳細

SIMレスバス停の各設置停留所の特徴

- 「長崎オランダ村前」の停留所以外では「山中（62回）」、「長浦（52回）」でデータ配信に時間を要している。3停留所の特徴は「長崎オランダ村前」と「山中」では雑木林、「長浦」では建物が影になり日照条件が悪いという特徴があった。

考察

- 日照条件が悪い停留所ほどデータ配信に要する接触回数が多い原因としてバッテリーの残量が関係すると考えられる。バッテリーの残量が減ると電圧が低下し、バス停に搭載されているBLEやWiFi-Halow等が一時的に稼働を停止する。太陽光発電で充電されると再起動するが、日照条件が悪いと再起動まで時間を要し、結果としてデータ配信に多くの接触回数を要することになる。
- バッテリーの問題を改善する手法としてSIMレスバス停搭載機器をより低電力なものに改良することで、一時停止の閾値を下げることが考えられる。

バス停名	通過回数	日照条件	曲線の有無	障害物の有無	バス停間距離（m）
長崎オランダ村	80回	×	無	雑木林	450
山中	62回	×	緩・左	雑木林	650
長浦	52回	×	緩・左	商業地	300
小島の浦	44回	×	無	雑木林・コンクリート壁	1400
大江橋	36回	×	有・左	商業地	400
琴海ふれあいセンター前	30回	×	緩・右	商業地	800
郷の原	30回	○	無	雑木林	1100
平島	30回	○	無	雑木林	300
琴の海園	22回	×	緩・右	雑木林	-
自証寺前	22回	×	緩・左	住宅地	800
大子小浦	22回	○	無	住宅地	700
白似田	22回	○	緩・右	商業地	800
清水	22回	×	緩・左	雑木林	450
下屋敷	16回	○	無	盛り土	400
藤の浦	16回	○	無	雑木林	450
形上	16回	○	無	住宅地	800
吉の浦	8回	○	無	コンクリート壁	300
大石病院前	8回	○	緩・右	無	750
戸根橋	8回	○	緩・右	無	1300
手崎	8回	○	無	住宅地	850
峰口	8回	○	緩・左	無	600
二股	8回	○	無	商店横	1000
亀岳	8回	○	無	住宅地	350
生長の家	8回	○	無	商業地	850
中の島	8回	○	無	雑木林	600
大子	6回	○	無	住宅地	750

第4章　まとめ

本プロジェクトは、運行計画策定支援システムおよびSIMレスバス停システムによって提供するサービス、技術等の有用性を検証したものである。運行計画策定支援システムでは実績データだけでは捉えきれなかった需要の動きを可視化によって利用者利便性と運行効率の両立につながった。SIMレスデジタルバス停システムでは、従来のSIM通信型デジタルバス停で課題となっていたランニングコストの問題を解消し、より多くのデジタルバス停の設置が現実的な選択肢となった点が主な成果である。

成果と課題(1/2)

SIM不要の短距離通信によるデジタルバス停と移動需要に基づくダイヤ策定支援により、貼替工数・運用コスト削減と運行効率向上を確認

得られた成果

両システム連携による運行最適化と業務効率化効果

本実証では、長崎自動車の年末年始ダイヤ改正に要した工数を計測し、全標柱(1,700柱)がSIMレスバス停に置き換わった場合の工数削減効果を推計した。その結果、ダイヤ改正・変更1回あたり約300時間の工数削減効果が見込まれた。また、運行計画策定支援システムにより、人流データから算出される潜在需要を踏まえたダイヤ改正・変更を行うことで、1便当たりの乗車人数増加や混雑率低減が期待され、運行効率の改善および利用者利便性の向上につながる可能性が示唆された。両システムの組み合わせにより、需要に応じた柔軟なダイヤ改正を、現場負担を抑えながら実施できる可能性が確認された。

実運用における操作性・安定性の確認

プロジェクト実施事業者へのアンケートの結果、両システムはいずれもマニュアルを用いることで事業者単独で操作可能な水準にあることが確認された。SIMレスバス停については、安定稼働時間、データ処理速度、配信速度、セキュリティのいずれも通常業務を妨げないことが確認された。また、運行計画策定支援システムについても、潜在需要の把握活用やダイヤ改正案の事前評価に資する機能に対して高い評価を得ており、実運用を見据えた操作性・有用性を備えていることが確認された。

市場性および導入拡大可能性の示唆

説明会時に実施したアンケートでは、95%のバス事業者が貼替工数の課題を改善したいと回答し、特に「ランニングコストを大幅に抑えられる」点への評価が高かった。また、需要データを活用したダイヤ改正や事前評価への関心・改善意欲も確認されており、業務効率化と運行高度化を同時に実現できるソリューションとして、より多くのバス事業者への導入拡大が期待される。

得られたナレッジのまとめ

通信コストのかからないデジタルバス停の実現

- 一般的なデジタルバス停はSIM通信によって月額の通信コストがかかり、広域でのデジタルバス停の導入のネックになっていた。本実証でバス-バス停間の短距離通信技術を活用したSIMレスで運用可能なデジタルバス停へのデータ配信システムを開発することで、通信コストの課題を解決した。

貼替工数のかからないダイヤ改正・変更の実現

- バス事業者の通常の運行業務によってデータを配信するシステムに設計することで、貼替に係る工数を大幅に削減した。これによって、バス事業者にとって望ましい回数・タイミングで柔軟にダイヤ改正・変更を可能にしたことは本実証の大きな成果といえる。

データ統合による需要可視化とダイヤ改正支援の有効性確認

- ODデータと人流データを統合することで、従来の実績ベースでは把握困難であった時間帯別・停留所別の潜在的移動需要の可視化が可能であることを確認した。また、需要に基づくダイヤ変更のシミュレーションを行うことで、ダイヤ改正前に乗車数変動等の影響を事前把握し評価できる可能性を示した。これにより、ダイヤ改正を経験則や直感に依存せず、データに基づく意思決定へ移行できる可能性を確認した。

本プロジェクトの成果物

- **SIMレスバス停システム開発プロジェクト プロジェクトレポート**
  - https://www.mlit.go.jp/commmmons/projectreport/14_01/
- **SIMレスバス停システム技術仕様書**
  - https://www.mlit.go.jp/commmmons/document/011/
- **SIMレスバス停システム開発 技術検証レポート**
  - https://www.mlit.go.jp/commmmons/tech_report/014/

(付録)SIMレスバス停システム システム設計書

成果と課題(2/2)

SIMレスバス停は即時性と汎用性、運行計画策定支援は各種制約との整合性に課題を残した。通信方式や評価機能を見直し、より汎用的なモデルに発展させる

社会実装に向けた課題

本プロジェクトを通じて、SIMレスバス停システム及び運行計画策定支援システムでは以下の課題が明らかになった。

リアルタイム対応およびシステム汎用化に関する課題

本実証で開発したSIMレスバス停システムは、ダイヤ改正や計画的な変更など、あらかじめ想定された情報の配信には適している一方、天候不順による急な運休等、即時対応が求められるケースでは、バスからバス停への情報配信に一定の期間を要することから不向きであるという課題が残った。
また、営業所から車載配信モジュールへのデータ配信にWiFi設備を要するなど、一部に本実証向けの仕様が含まれており、他地域・他事業者の既存事業に展開する上で課題がある。

需要推定精度およびモデル高度化の課題

運行計画策定支援システムにおける需要推定精度は、地理特性や天候、イベント等の外的要因の影響を受ける可能性がある。また、複数のダイヤ改正案を作成した場合に、需要予測結果、収益影響、混雑度、運行効率等を横断的に比較・評価できる機能が不十分な点も今後の課題である。

運用制約を踏まえた意思決定プロセスとの接続

データに基づき便の増減案を算出できたとしても、実際のダイヤ改正にあたっては、車両運用、乗務員配置、地域との合意形成等の制約を踏まえた総合的判断が必要となる。そのため、システム上で算出された分析結果を、事業者の既存の意思決定プロセスとどのように接続・活用していくかの整理が課題である。

課題の解決方法(案)

リアルタイム配信の実現および汎用設計への高度化

バスの運行に依存したデータ配信方式では、急な運休等の即時対応が困難であり、また一部に実証向け仕様が含まれるため他地域展開に制約がある。

- 通信方式を見直し、バス運行のみに頼らないデータ配信方式を実装するとともに、耐久性・省電力性に配慮した汎用的UI／UX設計へ高度化し、他地域だけでなく、鉄道事業者など他分野への展開を推進する。

需要予測・評価機能の高度化

運行計画策定支援システムにおける需要推定精度は、地理特性や天候、イベント等の外的要因の影響を受ける可能性があり、また複数のダイヤ改正案を横断的に比較・評価する機能も十分とはいえない。

- 地域特性に応じたパラメータ調整や継続的な精度検証の仕組みを整備するとともに、継続学習型モデルへの発展を図る。また、需要予測結果・収益影響・混雑度・運行効率等をKPIベースで横断比較できる機能を強化し、より高度なダイヤ策定支援を実現する。

経営制約を踏まえた実行可能性評価の実装

データに基づく便増減案を算出できても、車両数・乗務員配置・運行コスト等の制約を踏まえた実行可能性の判断が十分に組み込まれていない。

- 運用面での制度設計・業務プロセス設計を推進する。
- 各種制約条件をパラメータ化し、運行現場および経営条件を踏まえた総合評価機能を実装することで、分析結果を実際の意思決定プロセスへ接続する。

将来展望

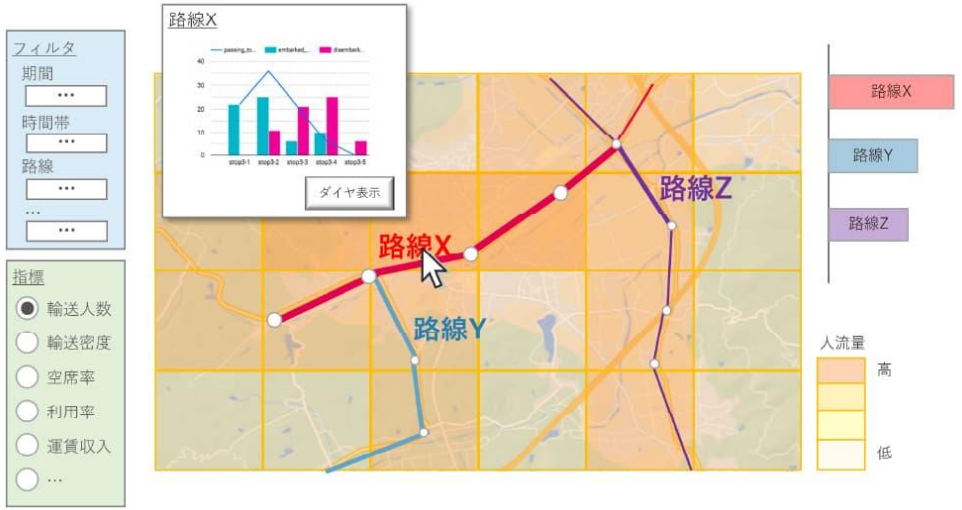
**バス停-バス停間通信の実現により表示内容の変更の即時性を実現する。
データに基づく、より柔軟かつ戦略的なダイヤ策定を支援する**

リアルタイムデータ連動による機動的な運行・情報提供基盤の確立

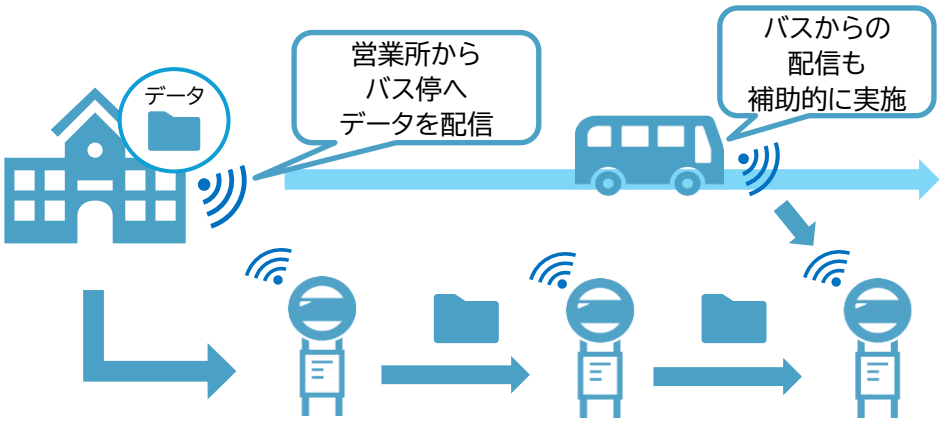
SIMレスバス停の即時性向上(バス停－バス停間通信の実装)や、需要予測に基づく運行計画策定支援の高度化を組み合わせることで、ダイヤ改正や急な運休等の情報を迅速に現地表示へ反映できる体制の構築が期待される。
需要変動を踏まえた柔軟なダイヤ変更と、その結果を即時に利用者へ伝達する仕組みを一体化することで、運行計画と情報提供が連動した機動的な交通サービス基盤への発展が見込まれる。

地域全体のデータ統合による戦略的交通マネジメントへの展開

需要推定精度の向上や複数ダイヤ改正案の横断比較機能の実装に加え、鉄道等を含む地域全体の移動データとの統合を進めることで、広域的・統合的な運行計画策定支援への発展が期待される。あわせて、最適化された運行計画をSIMレスバス停を通じて迅速かつ広範に反映することで、経営効率と利用者利便性を両立するデータ活用型交通マネジメントの実現が展望される。



運行計画策定支援システム(路線指標マップ)



バス停-バス停間通信のイメージ

デジタルバス停

参考情報・用語集

用語集

SIMレスバス停システム	SIMレスバス停、車載配信モジュール、データ配信基盤で構成されるシステム
SIMレスバス停	自給電源、電子ペーパー、SIMを要さない短距離通信によるデータインターフェース部を備えた、デジタルコンテンツを表示可能な標柱
標柱	バス停を1柱ごとに識別する単位
車載配信モジュール	短距離通信によりバス営業所及びSIMレスバス停とデータ伝送を行う車載型端末
データ配信基盤	GTFS-JPのほか、運賃収受システムやバスロケシステムからの実績データの入力インターフェースを備え、データ統合基盤への解析用ODデータの連携や、車載配信モジュールへの配信データの連携を行うクラウドサービス
データ配達管理Webポータル	配信データの登録やSIMレスバス停ごとのデータ配信状態を確認するためのWebポータル
データ統合基盤	データ配信基盤から連携される解析用ODデータと人流データを取り込み、移動実績を可視化するクラウドサービス
データ配信	短距離通信により車載配信モジュールからSIMレスバス停でデータ伝送を行うこと
CAP分析	路線ごとの便数の増減や時間調整による利用人数の転移を算出し、影響の度合いを評価する分析手法
人流データ	人の移動パターンを示すデータ
潜在需要	現在のバス利用には表れないが、適切なサービスが提供されれば新たに発生する可能性のある移動需要
仮想ダイヤ	実際の運行ダイヤを変更し、便数・時刻などをシミュレーションするためのダイヤ
乗車率	バスの定員に対する実際の乗車人数の割合
期待待ち時間	乗客がバス停でどの程度待つかを予測する指標

参考情報

- **地域交通DX推進プロジェクト「COMmmmONS」ウェブサイト**
  - https://www.mlit.go.jp/commmmons/
- **「交通空白」解消本部**
  - https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/sosei_transport_tk_000237.html
- **静的バス情報フォーマット（GTFS-JP）仕様書[第3版]**
  - https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/content/001419163.pdf

COMmmONS by MLIT

SIMレスバス停システム 技術検証レポート
Ver1.0

発行日: 2026年3月
委託者: 国土交通省 総合政策局
モビリティサービス推進課
受託者: 株式会社小田原機器
株式会社MaaSTechJapan
長崎自動車株式会社