

**「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／
自動運転(システムとサービスの拡張)／
自動運転・運転支援に係るアーキテクチャの設計
及び構築のための調査研究」**

2020年度分 成果報告書

概要版

日本工営株式会社
パシフィックコンサルタンツ株式会社
一般財団法人道路新産業開発機構

2021年3月

1.業務概要

■業務名：

戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第2期／自動運転（システムとサービスの拡張）／自動運転・運転支援に係るアーキテクチャの設計及び構築のための調査研究

■受託者：

日本工営株式会社、パシフィックコンサルタンツ株式会社、一般財団法人道路新産業開発機構

■期間：

2019年度～2021年度5月末

■実施項目：

1. 技術的要件のとりまとめ
2. 地方での導入を支えるシステムパッケージの検討・設計及び開発
3. サービスの社会実装に向けた協議・サービスの適用（今年度対象地域：上小阿仁、赤来高原）

2.研究の進め方

研究実施フロー：

- ① リファレンス・アーキテクチャモデルの各層へのマッピング、および検討対象とすべきデータ等の抽出
- ② 実証実験に向けた事前準備と合意形成プロセスのとりまとめ
- ③ 自動運転車両の運行データ仕様等のとりまとめ
- ④ API及びアプリの要件開発

2019年度 「ポータルシステム(Web)」／「データベース」／「運行管理システム・ロケーションシステム」／「予約・利用者管理システム」 など

- ⑤ ユースケースで想定したサービス及びアプリの要件の実証実験における活用・評価

実施中の実証実験で適用性を検証

- ⑥ 技術的要件のとりまとめ

サービス実現に資する仕様書、配布ツール

- ⑦ 地方での導入を支えるシステムパッケージの検討・設計及び開発

- ⑧ サービスの社会実装に向けた協議・サービスの適用

2020年度 上小阿仁、赤来高原

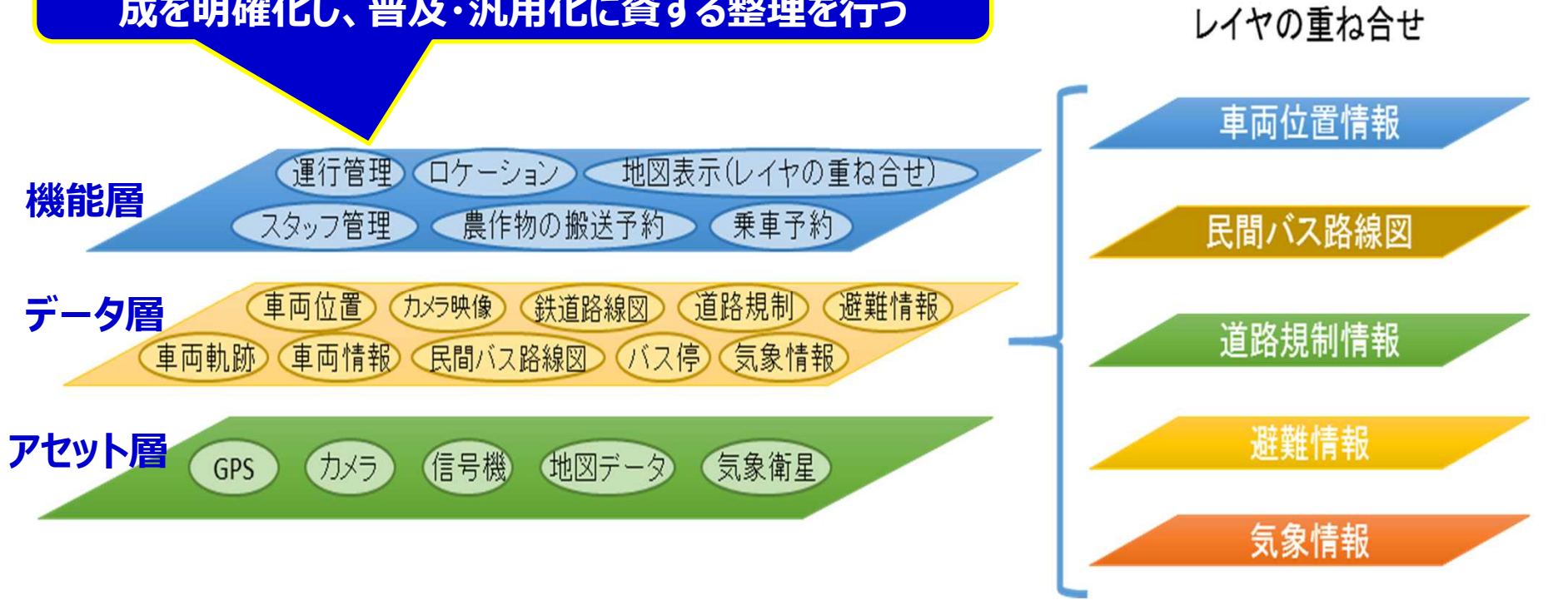
2021年度 奥永源寺、みやま

3.アーキテクチャの基本理念(リファレンス・アーキテクチャモデルの各層へのマッピング、および検討対象とすべきデータ等の抽出)

- システムを構成する要素(技術や個別システムなど)とその関係を表現したシステム全体の構造(骨格:フレームワーク)を示すもの
- システムが全体(System of Systems)として機能するよう設計開発するために必要不可欠なもの

(国交省HPから一部引用)

本研究では、実用化されるべきサービスの位置づけや構成を明確化し、普及・汎用化に資する整理を行う



アーキテクチャのイメージ図

4.システム構築の方針(リファレンス・アーキテクチャモデルの各層へのマッピング、および検討対象とすべきデータ等の抽出)

- ① データ形式やシステム構成を共通化し、共有できる全国版の仕組み(データベース)を構築
- ② 動的、静的データを有機的に結びつけ、各データが連動・連携した仕組み(システム)を構築

システムアーキテクチャを検討

構築方針

- ① 情報項目
 - ・地図、施設、運行ダイヤ等の静的情報と乗降データ(OD)、気象情報、災害情報等の動的情報を加えた項目とする
- ② 利用者ニーズ
 - ・利用者の行動欲求に答える「旅行計画」の作成、ダイヤの遅れ(運行の遅れ)の把握
- ③ 人の動き
 - ・人の動き(高齢者の徘徊:見守りサービス等)に関わる情報の導入
- ④ 共通化
 - ・GTFSを基本として、地方部における自動運転のデータ項目を追加し共通化を図る
- ⑤ 共有化
 - ・他の自治体、事業主体との連携を前提としたデータベースの構築

社会実装、長期実験にてシステムを検証

運行管理等の管理システムアーキテクチャの全国標準版の構築

5. 各層の実現項目(段階実現案) (実証実験に向けた事前準備と合意形成プロセスのとりまとめ)

○本年度は、地方部で適用すべきStage1の機能層について、運用実態やニーズ、今後の展開を踏まえ各機能について改善を行った。
※Stage2・3は、今後ニーズや課題に応じ、地域・民間での連携展開が考えられるもの

【凡例】
青字：動的データ
黒字：静的データ
黄塗：対応中/済

機能層

データ層

D:データの意

アセット層

Stage1	Stage2	Stage3
運行管理： ・ロケーション管理（バス位置） ・車両安全監視（車内外カメラ映像・音声） ・車両配車管理 予約管理： ・定期便・デマンド便の予約（日付・便・利用者） ・旅行計画機能 乗降管理（車両）： ・乗降情報の管理・閲覧 利用者機能： ・認証機能（本人確認） ・車両の予約機能 ・バスロケ、ダイヤ等情報閲覧 ・会員非会員管理（定額ベース）	運行管理： ・環境情報（気象、規制） ・利用実績集計（乗降者データの集計、売上実績集計、新規利用登録者集計、運行情報（運休・遅延・事故等）集計） ・運行ルートの概略地図の表示 物流管理： ・輸送品目・配送スケジュール管理 ・車両配車管理 施設管理・設備管理： ・信号・路面標示・標識等 ・電磁誘導線運用 利用者機能： ・病院等の施設と関連した予約機能（地域住民） 料金関連機能： ・料金確認・チャージ等	拡張機能： ・見守り（高齢者徘徊等） 家族への通知機能 ・ダイナミックダイヤ編成（AI等） 予約管理： ・旅行計画サービスの提案機能（AI等） ・お友達との旅行計画の共有機能（SNS） 施設管理・設備管理： ・市民投稿（みんなの声） ・事業者・管理者管理 利用者機能： ・観光施設等と連携した予約機能（観光客） 料金関連機能（市場と連携）： ・交通系IC、CL決済、Pointサービス
運行ルートD、運行ダイヤD、停留所位置D、車両D	利用者D（生年月日、性別等）	運用D（カメラ・乗降履歴・収支D）
地図D、施設D、設備D	気象D、規制情報D	位置情報D（車両、停留所、人の動き）
道路空間（ 車道 ・路側・道路施設・道路設備）	事業施設（ バス停 ・充電設備・センター・通信・衛星）	
自動運転車両	車両付帯機器（カメラ等）	利用者

6. 2020年度成果

- 本システムを2019年12月から上小阿仁村での社会実装、2020年9月から赤来高原での長期実験で導入した。
- 今年度の成果を以下に示す。

分類	知見・結果	参照項
課題を踏まえた機能の改善	● 2019年度で得られた知見や課題に対して、各機能改善を行い、各地域で試行運用した。	p.7～p.11
地方での導入を支えるシステムパッケージの検討・設計及び開発	● 2019年度に構築したシステムを他地域へ展開していくにあたって、個別に構築していたシステムの集約化(パッケージ化)及び機器の集約を図った。 ● 全国の中山間地域の自治体や地域に導入にあたっての想定されるリスク及び解決策を検討した。	p.12～p.15
サービスの社会実装に向けた協議・サービスの適用	● 実装及び長期実験を行う地域に対して、各システムを利用状況や評価から、さらなる利便性向上のための機能改善、解決策を検討した。	p.16

7. 課題を踏まえた機能の改善

○長期実験及び社会実装に向けてシステム検証し、「実用化」に向けた課題を抽出

■長期実証を通して得た厳しい評価・期待

- 長期実証の運用の中で、3者(運行管理者・運転補助者・利用者)から、体験を通し意見聴取
- 評価や改善課題、厳しい指摘等を集約
- 改善課題を検討



写真1: 事務局内での意見聴取(かみこあに)



写真2: 事務局内での意見聴取(赤来高原)

分類	知見・結果
一般車両との共存	・地域内道路では総じて自動運転車両による混雑等の問題はなく、地域で一定の理解が得られている。次段階として、 サービスの周知活動(予約方法、利用促進などの広告)展開 があってもよい
システム全般	・IT機器の操作に不慣れな方(高齢者を含む)に対するきめ細やかな フォローが必要 (文字を大きく、入力しやすくなど)。 ・一方で高齢者の スマホ利用者も増えている ことを確認
予約の方法	・スマホによる予約よりも今は電話による予約が多くを占める。 予約のオペレーターが必要な状況にはある 。 ・予約のGUIにまだ不評な意見が多い。 GUIの改善が必要 。
乗務員	・自動運転走行時、乗務員によるきめ細やかな右左折、停止、始動等の声掛けが安全な運行上重要。この知見をシステムに生かせないか。
運行管理センター	・運行管理センターのスタッフは、地域住民からの問合せに的確に回答できるよう、システムの操作に加えて、 自動運転サービスの背景、経緯、運用方法 等の状況の把握が重要。 説明機能の必要性あり 。
運行時刻等の表示	・運行に関する情報(出発時間:特にデマンド予約)、現在の運行状況等を リアルタイムで広く周知 することが重要。
レベル4の導入	・レベル4区間の走行時の何らかの情報提供サービス等があると良い。(ガイド的な機能、取り組みの説明や将来性など)
車両の運行台数	・上小阿仁では3ルートが整備されており、それを1台の車両で運行。 ・3ルートを1台の車両で運行しているため、複数の同時デマンド予約が困難。 複数車両の配置 が課題。 ・ 予約システムが複雑になってしまう 点が課題
運行管理	・上小阿仁村は冬季の気温がマイナスになり、車両に搭載した監視カメラの適用性能を超えたため、映像の遮断が発生する課題が生じた(冬季の仕様にも耐え、かつ安価なカメラが必要)。
システムの総合運用	・IT機器に不慣れな運行管理センターのスタッフが問い合わせできる アーキテクチャシステムの総合窓口 が必要。 ・ 遠隔での管理はおおむね可能 なことが確認
ルート	・運用開始後に住民からのニーズによりルート(バス停)が追加されることがあるため、 柔軟なシステム運用・改良 が必要。

7. 課題を踏まえた機能の改善

○ユーザビリティに配慮したWEBデザインの改善

管理者向け

ボタンは大きく

こあにカー
自動運転システム

利用者登録一覧利用状況乗降予約位置情報地図カメラ管理者メニュー

利用者

登録確認

利用状況

乗降予約

位置情報

地図カメラ

終了する

予約データ新規登録

セキュリティコード ※必須

検索

氏名

乗車日 ※必須

2020/03/01

乗車時刻 ※必須

hh:mm

コース ※必須

(コース名を入力・選択)

乗車バス停 ※必須

(乗車バス停を入力・選択)

降車バス停 ※必須

(降車バス停を入力・選択)

備考

伝達事項を入力

登録

閉じる

利用者向け

〇〇カーの予約

6桁のセキュリティコードを入力して、乗車予約・確認ボタンを押してください。

セキュリティコード

乗車予約・確認

テスト自動運転車の現在位置

位置を見る

浜田 もび助さん

3月12日(金) 13時5分

こんにちは。何をしますか？

バスに乗る・予約する

予約した便を確認する

文字は大きく

浜田 もび助さん

3月12日(金) 13時5分

どちらかのボタンを押してください。

いますぐバスに乗る

明日の便を予約する

ひとつ前に戻る

浜田 もび助さん

3月12日(金) 13時6分

あなたが予約している[乗り物名]の一覧です。
詳しく確認、取り消しをしたい内容を押してください。

2021/03/12 (金)
Aコープ → 農林会館
13:28発

ひとつ前に戻る

7. 課題を踏まえた機能の改善

○運行管理を支援する機能の改善／乗降管理の改善

- ・ロケーション(遅れ情報案内機能の追加)
- ・車両安全(カメラシステムの汎用化)
- ・車内搭載機器の統合化(分かりにくさ改善、機器の集約)

地図表示画面

操作ツール レイヤ設定 最新表示 トップに戻る



1画面で走行路の地図と乗降情報を把握

(車内搭載機器の統合化)



テスト便 15:00 発	
現在の停留所	運行ダイヤ: 15:03
(3) 〇〇入口	3分以上の遅れで運行しています
次の停留所	運行ダイヤ: 15:05
(4) 〇〇小学校	

(遅れ情報表示機能)



この駅往復コース 約4分遅れ

例) A 駅バス停
予定時刻 08:00
到着時刻 08:04

奥永源寺 3便 10:30 発	
前のバス停	運行ダイヤ: 10:40
④	5分以上の遅れで運行しています
次のバス停	運行ダイヤ: 10:50
⑤	乗 2 降 1

7. 課題を踏まえた機能の改善

○予約機能の改善

- ①多様・複雑な予約方法の整理と対応
 - ・当初2パターン(旅行計画版・すぐ乗る版)
 - ↓多くのニーズ対応に苦慮
 - 多くのパターン(幅広予約、行き帰り対応、乗車人数など)
- ②電話受付に対応する事務局機能
(使いやすい入力代行予約機能)



予約データ新規登録

セキュリティコード ※必須		検索
氏名		
乗車日 ※必須	2020/03/01	
乗車時刻 ※必須	hh:mm	
コース ※必須	(コース名を入力・選択)	
乗車バス停 ※必須	(乗車バス停を入力・選択)	
降車バス停 ※必須	(降車バス停を入力・選択)	
備考	伝達事項を入力	

登録 閉じる

- 電話受付に対応するよう事務局でも代わりに乗車予約
- 備考欄に引継ぎ事項を入力し共有

浜田 もび助さん ログアウト

3月22日(月) 12時59分

どちらかのボタンを押してください。

飯南町役場から乗る

乗るバス停を選ぶ

◀ひとつ前に戻る

浜田 もび助さん ログアウト

3月12日(金) 13時5分

バスを呼びました。
バスの到着までお待ちください。

わかりました

- 乗降バス停を選んだり、乗車人数を選択できるよう利用者ニーズに合った機能

7. 課題を踏まえた機能の改善

○利用者機能の改善

①サブスク型の利用形態に対応(回数券機能)

②ユーザインタフェースの改善

①サブスク型の利用形態(乗車券種別)に対応



バーコード読み取り

氏名: ●● ■■

種別: 回数券

期限:

回数券残数: ●回

バーコード読み取り

氏名: ●● ■■

種別: 定期券

期限: YYYY/MM/DD

回数券残数: -

- 回数券／定期券にも対応
- 一次元バーコードだけでなく、QRコードにも対応

②利用者予約システムは利用者のニーズに合わせ、様々なパターンに対応

浜田 もび助さん ログアウト

乗車日: 3月2日 3月1日(月)11時0分

何人乗車しますか?

1人

2人

3人

4人

乗車人数の選択

<ひとつ前に戻る

浜田 もび助さん ログアウト

乗車日: 3月2日 3月1日(月)11時0分

どちらかのボタンを押してください。

便を指定して予約する

予定から便を選ぶ

<ひとつ前に戻る

便の指定やご自身の予定から予約可能

浜田 もび助さん ログアウト

乗車日: 3月2日 3月1日(月)11時0分

バスを予約しました。
「帰りも予約する」を選ぶと、帰りの便も予約できます。

予約を終了する

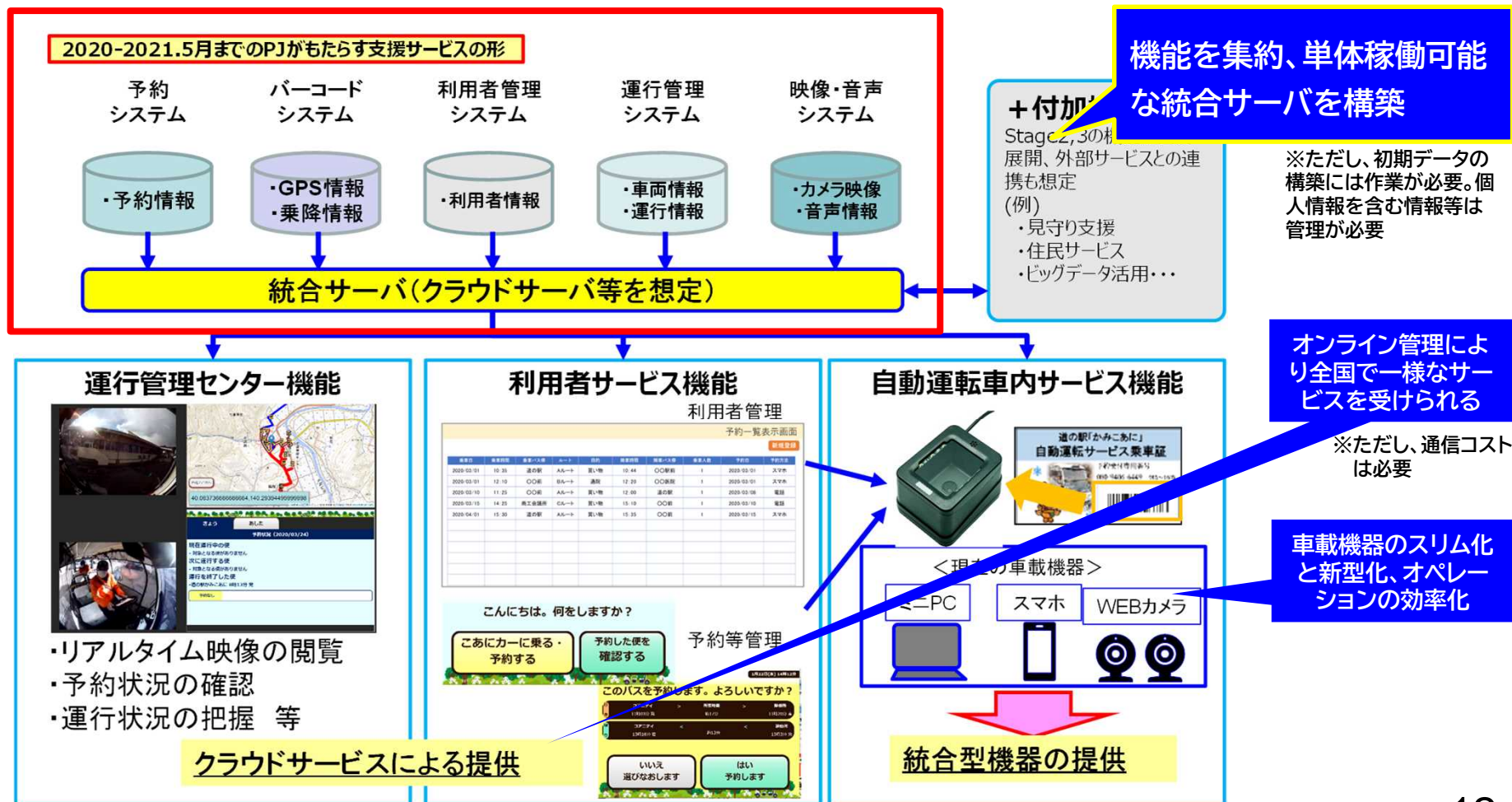
帰りも予約する

片道でも往復でも予約可能

8. 地方での導入を支えるシステムパッケージの検討・設計及び開発

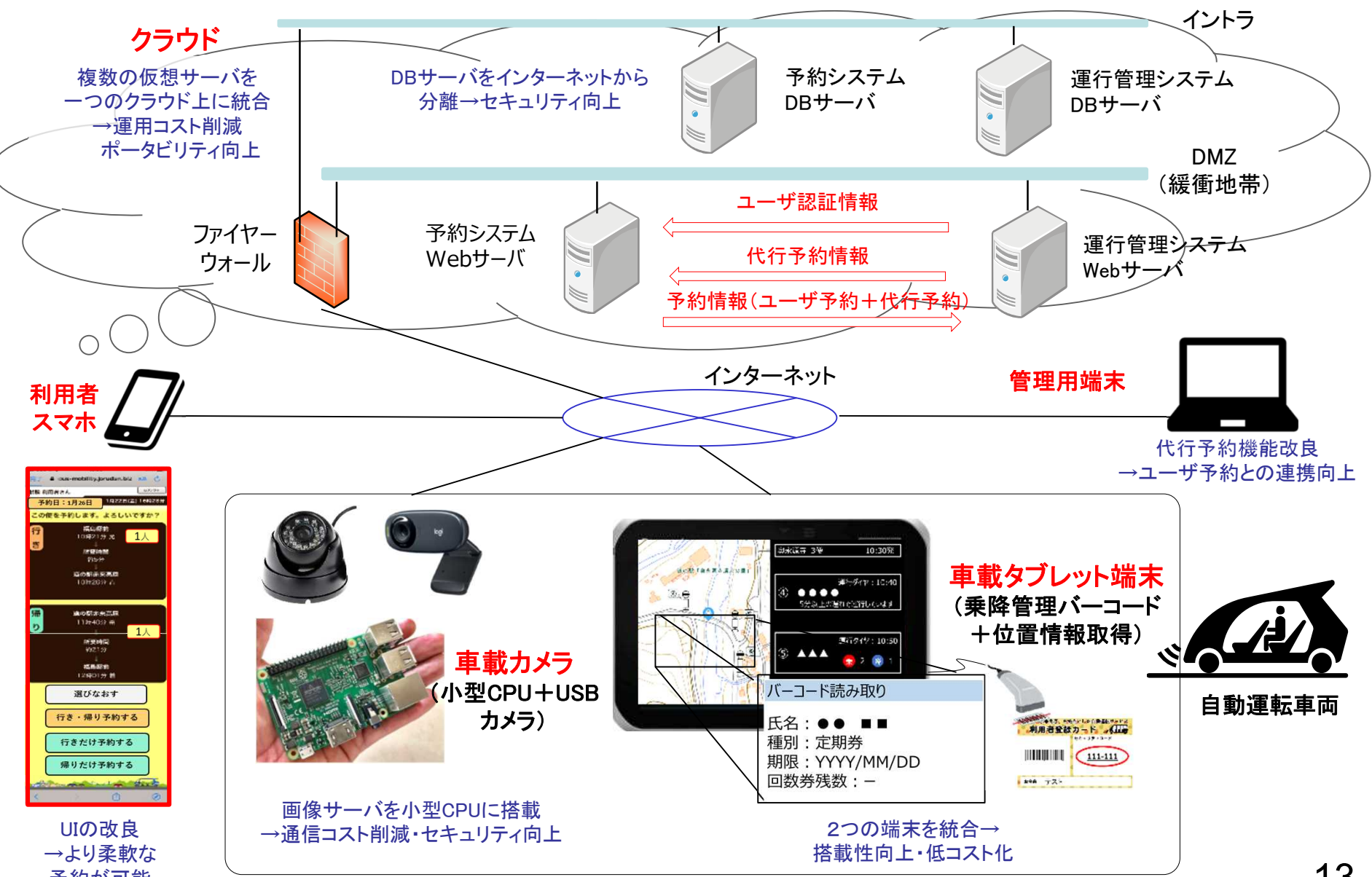
■PDCAサイクルの2週目を実践～開発システムの統合化と機能改善の実施

- 社会実装を実現するために、個別に構築していたシステムの集約化(パッケージ化)を図った
- サービス利用者(運行管理者・運転者・利用者)に使いやすいシステム機能の改善を実施
- システムは開発に併せてバージョンアップを数回実施



8. 地方での導入を支えるシステムパッケージの検討・設計及び開発

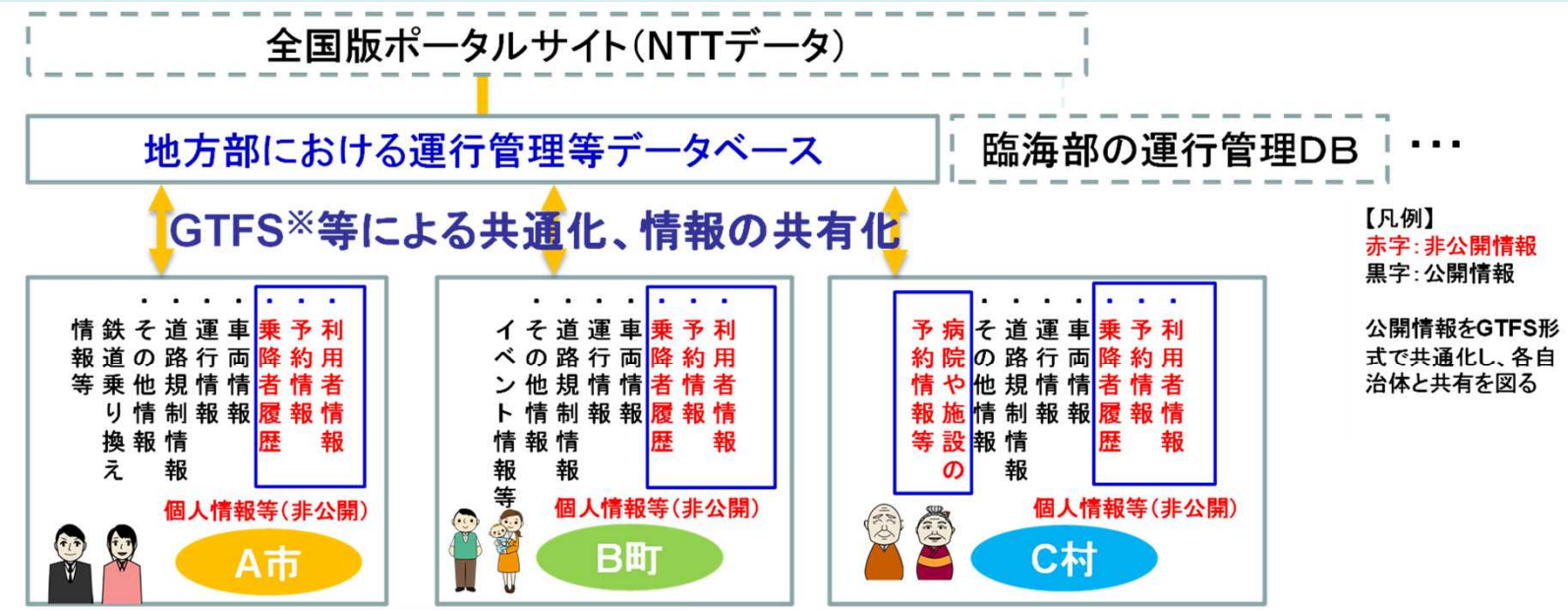
■PDCAサイクルの2週目を実践～開発システムの統合化と機能改善の実施



8. 地方での導入を支えるシステムパッケージの検討・設計及び開発

■システムのパッケージ化→地方部における運行管理等サービス・データベースの構築

○共通のサービスプラットフォーム及びデータベースを用いて、地方部における自動運転サービスの運用を支援する構図を設計



8. 地方での導入を支えるシステムパッケージの検討・設計及び開発

- アーキテクチャシステムは、全国の中山間地域の自治体や地域に導入を目指す。
- 一方で、昨今のセキュリティインシデントは多岐に亘り、複雑化、巧妙化しているため、全国展開にあたり、本システムのセキュリティに関する考え方、方針、対策を検討

- ◆独立行政法人情報処理推進の「安全なWebサイトの作り方」に基づき、ソフト対策を実施
- ◆機密レベルを設定し、レベル毎の運用方法を明確化



【セキュリティにおける現状の課題】

- ◆本システムを導入する地域には、情報セキュリティに関する課題、問題が多々ある
- ◆情報リテラシーが低いと考えられる地域、年齢層の方が運営する場合には堅牢なセキュリティ対策を講じる
- ◆以下は、これまでの実装、実験を踏まえた機密レベルの定義と管理方法、中山間地域での課題である

機密レベル	定義	管理方法	中山間地域での課題
レベル4 【極秘】	重要事項でかつ機密に属するもので、最小限の管理者	データベースの暗号化 ※管理者のパスワード	— (コンソスタッフのみが対象)
レベル3 【秘】	開示範囲外に情報が流出した場合、アーキテクチャ事業等に影響を与えうる情報。	データベースのセグメントを分離 紙面の場合は施錠された場所に保管 ※利用者の個人情報	・情報リテラシーの低いスタッフによる持ち出し、置き忘れ等 ・パスワードの使いまわし、パソコン等に貼るなどの行為
レベル2 【組織外秘】	原則として、運行管理センタースタッフ以上のレベルの権限を有する者のみが利用可能な情報。組織外に漏らすことを禁じる。	IDとPWで認証されたコンソスタッフ、運行スタッフのみが利用可能 ※見守りサービスの利用状況(乗車したことがわかると、留守がばれる)	・上記に加えて、住民間の世間話などでの情報漏えい
レベル1 【公開情報】	機密情報以外の一般に開示した情報または公知の事実として推定される情報。	運行のスタッフが適宜保管	—

9. サービスの社会実装に向けた協議・サービスの適用

■成果システムの利用状況、利用予定状況

かみこあに	赤来高原	奥永源寺	みやま
【利用状況】 R2.10 月更新システムで現在運用中 3月に現地訪問し、システム更新  	【状況】 R2.10長期実験終了 社会実装事業準備中 (今夏頃予定) 	【状況】 社会実装事業準備中 (4月頃予定) システム開発に着手 	【状況】 社会実装事業準備中 (今夏頃予定) システム要件を検討中 (ダイヤ・運行方式等)
【評価状況】 システム講習会、アンケート調査で得られた現場からの声を、最新のシステムに反映 ・明日の予約 ・複数人予約 ・代行予約時間指定 ・バーコードスキャン、他 	【評価状況】 赤来高原(定路線、定時運行)をシステムの基本形として、最新バージョンの開発を実施中	【課題】 路線図、バス停、時刻表等の基本情報を入力し、GTFSを作成→現地住民の移動ニーズを把握し、システムへの反映が必要	【課題】 コミュニティバスとの連携や初期入力作業等 →想定サービス外の内容が生じた場合要検討
【備考】 厳冬期(12月～)、車載カメラ・位置情報スマホの故障が続けて発生。(交換にて問題解決済) →豪雪、氷点下等、厳しい自然環境での信頼性確保が重要	【備考】 サービス実装向け、データ整備及び機能改善をフィードバック	【備考】 4月上旬に初期バージョン試用開始 →現地スタッフに提供し改良	【備考】 サービス実装に向けたデータ構築