目　次

第 2 章　ART 情報センター機能の開発及び実証検証 2-1
2.1　概要 2-2
2.2　ART 情報センター機能開発 2-2
2.2.1　ART 情報センター開発方針 2-3
2.2.2　実装した各基盤 2-5
2.3　バス運行支援・利用支援機能の実装 2-17
2.3.1　高度化 PTPS の優先権調停支援機能 2-17
2.3.2　乗降案内支援機能 2-21
2.3.3　動的な乗り継ぎ案内支援機能 2-25
2.3.4　バス車内混雑などの利用者情報提供 2-33
2.4　試験運用及び実証運用向け課題抽出 2-43
2.4.1　ART 情報センターの試験運用 2-43
2.4.2　実証運用に向けての課題 2-43
2.4.3　ART 情報センターの事業性基礎検討 2-47
2.5　ダイナミックマップ等との連携による情報サービスの提案・実装 2-56
2.5.1　ダイナミックマップ SPF とのデータ連携検討 2-56
2.5.2　ダイナミックマップ SPF 連携データを活用したサービスの検討 2-58

第2章　ART 情報センター機能の開発及び実証検証

2.1　概要

バス運行ならびに、バス利用者を支援する従来に無い情報提供サービスの有効性、受容性の評価として行われる平成 30 年度の実証運用に向け、平成 29 年度は機能の実装と試験運用を行った。今年度実装した機能は、以下の機能を含んでいる。

・高度化 PTPS の優先権調停支援機能
・乗降案内支援機能
・バス車内混雑情報提供機能
・ダイナミックマップサービスプラットフォームとの連携機能

なお、ダイナミックマップサービスプラットフォームとの連携機能は、平成 29 年度 SIP 他施策である「ダイナミックマップサービスプラットフォームの施策および検証作業」の機能を対象とした。

2.2　ART 情報センター機能開発

平成 30 年度に予定しているバス利用者向け情報提供・移動支援のサービス実証実験（大規模実証実験）および高度化 PTPS の実証実験(大規模実証実験)に向け、ART 情報センターの基盤を整備、さらに実証に必要となる機能を実装した。今年度整備した基盤機能は、平成 28 年度に受託した SIP 施策「ART 情報センターの構築に必要な機能の開発」で定義したプラットフォーム機能構成に基づいたものとしている。基盤以外の機能は、大規模実証の各サービスで利用される予定のアプリケーションなどとの連携時に必要となる最小限の機能を検討し、実装した。基盤以外のこれらの機能について、詳細は「2.3 バス運行支援・利用支援機能の実装」で後述する。

プラットフォーム機能と連携する各機能を含む、ART 情報センターの全体イメージを図 2-1 に示す。

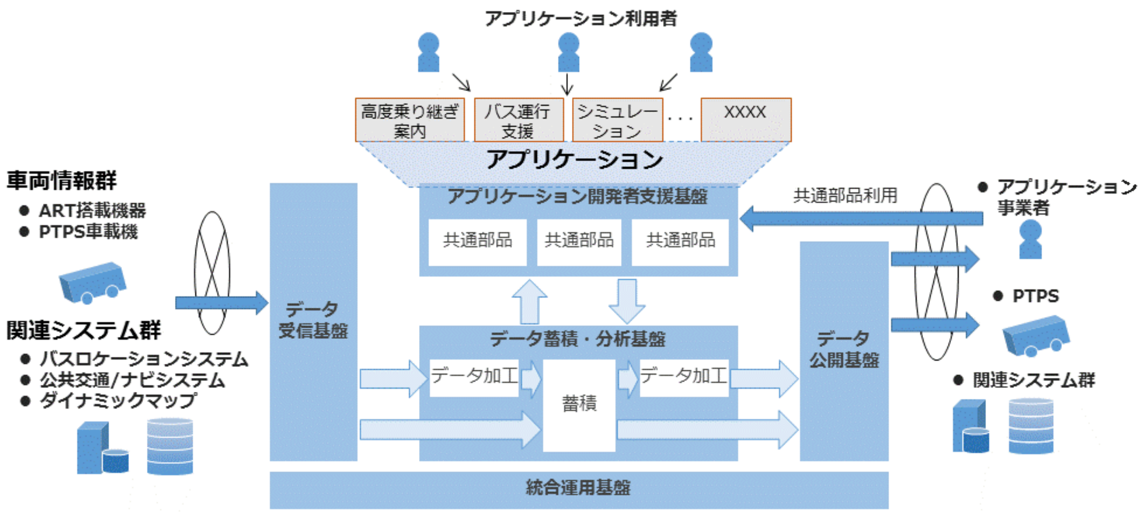

図 2-1　ART 情報センター全体イメージ

2.2.1　ART 情報センター開発方針

ART 関連情報を活用しバス利用者を支援する従来に無い情報提供サービスの提供や、次世代都市交通の有機的かつ柔軟な連携を実現するための仕組みとして ART 情報センターを構築する。

平成 28 年度報告書で整理したように、ART 情報センターの役割は、大きく 2 つに分けられる。1 つ目は、ART などのバス車両に搭載される各種機器からの情報やバス運行情報など次世代都市交通に関連する情報を一元的に収集・蓄積することである。2 つ目は、収集・蓄積した情報を、利用者向けサービスなどのアプリケーションを開発しサービス提供している事業者(以降、アプリケーション事業者)などに提供することである。情報提供において、アプリケーション事業者が魅力を感じる情報が ART 情報センターに蓄積されており、かつアプリケーション事業者が ART 情報センターを利用する際の負担が比較的少ない仕組みを提供することで、ART 情報センターの利用促進および蓄積情報の活用が図れると考え、公共交通利用者の利便性向上のための情報提供を第一とし、開発方針を決定した。

今年度の試作・評価は、ART 情報センターのプラットフォーム機能要件（管理・運用・連携方法、インターフェース等）を基にしている。具体的に、ART 情報センターのオープンプラットフォーム機能として、データ受信基盤、データ公開基盤、データ蓄積・分析基盤、アプリケーション開発者支援基盤、統合運用基盤の 5 つの基盤を試作した。各基盤の機能要件と試作内容について表 2-1 に示す。

表 2-1　ART 情報センター基盤の機能要件と実施内容

<table>
<tr><th>基盤名</th><th>平成 28 年度整理の機能要件</th><th>平成 29 年度の実施内容</th></tr>
<tr><td>①データ受信基盤</td><td>・ART 情報センターに対して発信される情報を受信すること
・アプリケーション 開発に必要な関連情報を収集すること</td><td rowspan="2">[データ受信/公開基盤共通]
・平成 28 年度調査結果より REST API を用い JSON 形式ファイルで連携する方式を選択し、その妥当性について検証
・ART 情報センターの情報提供サービス利用者候補の事業者にヒアリングし、情報提供サービスとして公開すべき情報を整理、調整
・整理した情報を基に、データ受信/公開基盤の機能を試作後、来年度実証時に利用予定の事業者に公開し、機能検証を実施（公開に際し利用マニュアルの整備と説明会を実施）</td></tr>
<tr><td>②データ公開基盤</td><td>・要求に応じて ART 情報センターの情報をアプリケーション事業者に提供すること
・アプリケーション事業者がアプリケーション開発したくなるような情報提供方式であること</td></tr>
<tr><td>③データ蓄積・分析基盤</td><td>・データ受信基盤で受信したデータを蓄積すること
・蓄積したデータをデータ公開しやすい形に加工、格納すること</td><td>・受信データを以下の 2 つに選別し、用途に応じた蓄積基盤を試作、機能検証を実施
(1)常に最新の情報を保持することが求められるデータ
(2)分析などでの利用を見据えて可能な限り蓄積することが求められるデータ
・同じ事象を表すデータであっても、データ提供者によって提供形式や単位が異なるデータについて、必要な表記形式や単位を確認後、情報提供サービスの方針に基づき変換機能を試作、機能検証を実施</td></tr>
<tr><td>④アプリケーション開発者支援基盤</td><td>・アプリケーション事業者が開発しやすくなるための共通部品を提供すること</td><td>・アプリケーション事業者の開発を支援する共通部品を整備
・整備した共通部品をアプリケーション事業者に提供し、有効性の検証を実施。</td></tr>
<tr><td>⑤統合運用基盤</td><td>・プラットフォームの運用を行うこと
・プラットフォームのリソース監視および使用量等に基づいたスケールアウト/スケールアップを行うこと</td><td>・運用を見据えサービス利用ルールと窓口を設定し、機能検証時に試験運用を実施
・リソース監視が可能で、使用量に基づいた構成変更が可能なクラウドを用いた環境を試作し、その妥当性を機能検証により確認</td></tr>
</table>

2.2.2　実装した各基盤

今回試作(実装)した基盤は、平成 30 年度の大規模実証実験に利用する機能やアプリケーションを対象と考え、最小構成として試作している。以降、試作した各基盤の機能詳細を記す。

(1) データ受信基盤・データ公開基盤

データ受信基盤とは、ART などのバス車両に搭載される各種機器からの情報やバス運行情報など次世代都市交通に関連する情報を一元的に収集するためのデータ入力のための仕組みであり、データ公開基盤は ART 情報センターの保持する情報を提供する、データ出力のための仕組みである。

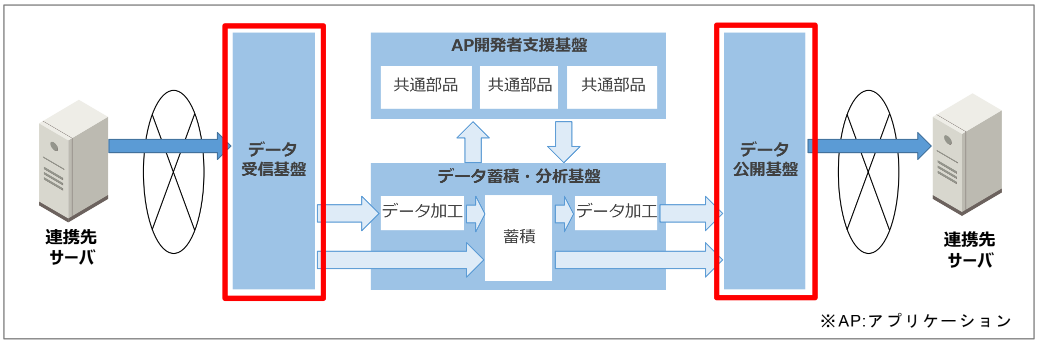

図 2-2　データ受信基盤・データ公開基盤概要

データ受信基盤は各種機器や公共交通システムで取り扱われる情報など、複数の(統一されていない)フォーマット、形式をもつデータを一元的に収集することが必要であることがわかっている。一方で、データ公開基盤は汎用的・共通的なデータとして提供することが求められることとなる。

具体的に、昨年度報告書にまとめたデータ受信基盤、データ公開基盤の機能要件は、以下である。

【データ受信基盤の機能要件】
・ART 情報センターに対して発信される情報を受信すること
・アプリケーション開発に必要な関連情報を収集すること
【データ公開基盤の機能要件】
・要求に応じて ART 情報センターの情報をアプリケーション事業者に提供すること
・アプリケーション事業者がアプリケーション開発したくなるような情報提供方式であること

上記機能要件を満たすべく、以下手順で実装・試験運用を実施した。

1) ART 情報センターが受信・公開するデータの調査
2) データ受信・公開方式の検討
3) データ受信・公開機能の実装
4) データ受信・公開機能の公開（試験運用）

1) ART 情報センターが受信・公開するデータの調査

将来的に ART 情報センターが保持するデータが確定しているわけではないため、まずは来年度の大規模実証実験時に利用することが決まっているサービス、アプリケーション事業者に対し、ART 情報センターが受信するデータ、公開して欲しいデータをヒアリングし、具体的に扱う情報の整理・検討を行った。

ヒアリングの結果、受信・公開するデータは、テキストデータと画像データの大きく 2 種類であることが分かった。このためデータ受信・公開の方式は、テキストデータに対応の方式と画像データに対応の方式、それぞれを準備することとした。

2) データ受信・公開方式の検討

a. テキストデータの受信・公開方式

テキストデータの受信・公開方式については、データの通信プロトコル、データ受信･公開機能の実装方針､および送受信されるデータの形式を定める必要がある。昨年度報告のとおり、コスト、納期、及びおよび利便性の観点から、ART 情報センターと各事業者との間のデータ通信にはインターネットを介した通信方式の利用を前提とする。インターネットを介した通信を利用することで、バス車両に搭載される各機器と広域無線通信を用いて直接情報のやり取りができる他、搭載される各機器を統括している業務サーバなどの既存システムと既設のインターネット回線を介して情報のやり取りを行うことができ、接続先によって通信方式を個別に変更するなど、複雑な対応を行う必要がなくなる。

インターネットを介したデータ通信には､テキストデータ通信プロトコルである、HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)を用いる。インターネットを介したテキストデータの受信・公開を行うには、まず ART 情報センターが Web API(Application Programming Interface)をインターネットに公開し、データ提供元・提供先が Web API を通じてテキストデータを提供または参照するという形をとる。

Web API の実装方針には、大別して SOAP(Simple Object Access Protocol)と REST API(Representational State Transfer)があるが、それぞれに Web API 公開の目的が異なる。前者の公開目的は、Web API 公開元のアプリケーションをインターネット経由で利用者に実行させることであるのに対し､後者は Web API の公開元

と利用者の双方が有するテキストデータを一意に識別して送受信することである。これまで検討してきている ART 情報センターのデータ受信・公開の目的に照らした結果、後者の REST API を実装方針として採用した。

次に、REST API で送受信されるテキストデータ形式について検討を行った。テキストデータ形式は、主に XML(eXtensible Markup Language) と JSON(JavaScript Object Notation)がある。いずれも構造化されたテキストを記述する形式であるが、前者の目的が文書の論理構造の記述であるのに対し、後者は機械処理（データの抽出や分析、加工など）の為のデータ構造の記述である。この目的の違いにより生じる両者にはデータサイズとデータ内の要素の種別に顕著な違いが生じる。

データサイズについては、前者が文書の論理構造記述にタグ文字列を用いる為に元のデータに比べて大きくなるのに対し、後者はこれが不要である為に比較的軽量である。ART 情報センターは通信帯域が限られた無線通信を利用する機器ともテキストデータの送受信を行うことから、データサイズが軽量な後者が好ましいと考えた。また、データ内要素の種別については、前者はデータ種（文字列、整数、実数など）を区別しないが、後者は区別をする。ART 情報センターから提供されるテキストデータは機械処理を施すことが想定されるため、データ種の区別が可能な後者が好ましいと考えた。

以上の検討を踏まえ、ART 情報センターでは、表 2-2 に示すように、REST API による JSON 形式でのデータの受信・公開方式を採用することとした。

表 2-2　テキストデータの受信・公開方式

検討項目	採用方式
通信プロトコル	HTTP
データ受信・提供方式	REST API
データ形式	JSON 形式

b. 画像データの受信・公開方式

画像データの受信・公開方式は、データ形式に指定のないオブジェクトストレージを用いて試作した。

表 2-3　画像データの受信・公開方式

検討項目	採用方式
通信方式	HTTP プロトコル
データ形式	指定なし

オブジェクトストレージを用いると、画像データを受信したままの形式で格納し、提供することが可能となる。また、ART 情報センターを利用する事業者自身が、GUI による操作で受信するデータを選択することが可能なため、受信したいデータを見つけやすいという利点がある。以上のことから、オブジェクトストレージは ART 情報センターが受信した情報をそのまま提供する場合には有効な手段である。画像データの受信・公開イメージを図 2-3 に示す。

図 2-3　画像データ受信・公開機能の概要

しかし、データの加工処理を実施せず、受信したデータをそのままの形で公開することは、（ART 情報センターを介さず）データ提供者から直接データ受信者にファイル転送等の機能を用いてファイルを提供することと相違がない。また、ART 情報センターが受信した情報をそのままの形で提供する場合、知的財産権管理の課題が発生する。ART 情報センターにて画像データを扱う場合は、画像データから特徴点を抜き出して構造化データに変換するなど、付加価値を高める仕組みと知的財産権に反しない仕組みが必要となる。

3) データ受信・公開機能の実装

a. テキストデータの受信・公開機能

機能検証として受信・公開基盤では、バスロケーションシステム（以降、バスロケ）などから ART 情報センターがデータを受信する際の API を 4 つ、公開する際の API を 6 つ実装した。試作した API の名称を表 2-4 に示す。

表 2-4　試作した受信 API・提供 API

種別	試作 API 名称
データ受信	バスロケデータ受信 API
	バス遅れ情報受信 API
	バス車内混雑情報受信 API
	投稿テキスト情報受信 API
データ公開	バスロケデータ提供 API
	PTPS 優先度判定提供 API
	乗降バス到着予想提供 API
	バス混雑状況提供 API
	交通予測提供 API
	投稿テキスト情報提供 API

4) データ受信・公開機能の公開(試験運用)

実装したデータ受信基盤、データ公開基盤を、来年度大規模実証実験の際に ART 情報センターと連携する事業者に公開し、各事業者が REST API を利用して ART 情報センターと JSON 形式でデータの送受信が可能であることを確認した。個々の連携内容についてはここでは割愛する。また、試作したデータ受信基盤、データ公開基盤の利用公開にあたり、利用ガイドを作成し、各事業者に対しガイドに沿った利用のお願い、および説明会を実施した。説明会ではデータ入出力操作についての質問を受けたが、特段要望などは無かった。また、試験運用時にも特段問題は発生していないため、今回試作した方式にて来年度の大規模実証実験にのぞむこととする。

(2) データ蓄積・分析基盤

データ蓄積・分析基盤とは、データ受信基盤を経て連携された各種情報を一元的に蓄積する機能を持つ基盤である。複数の(統一されていない)フォーマット、形式をもつデータを蓄積し、必要に応じてデータ加工が求められる。

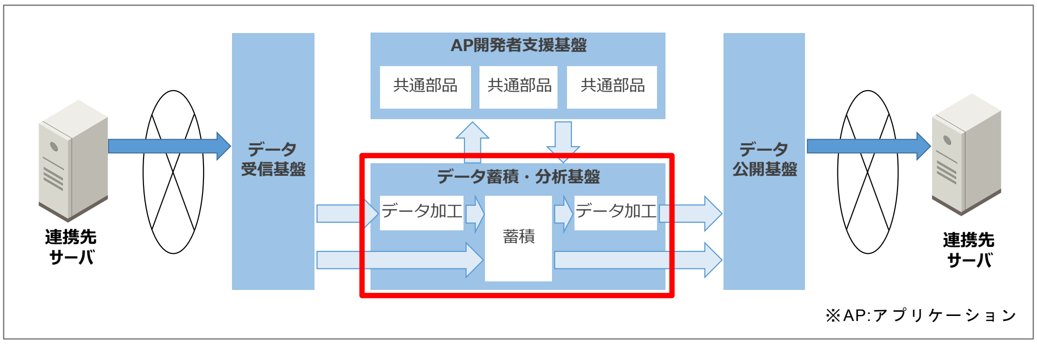

図 2-4　データ蓄積・分析基盤概要

昨年度報告書にまとめたデータ蓄積・分析基盤の機能要件は、以下であった。

【データ蓄積・分析基盤の機能要件】
・データ受信基盤で受信したデータを蓄積すること
・蓄積したデータをデータ公開しやすい形に加工、格納すること

上記機能要件を満たすべく、以下の手順にて試作した。

1) ART 情報センターが送受信するデータの確認
2) データの蓄積・加工方法の検討・試作

1) ART 情報センターが送受信するデータの確認

ART 情報センターが受信するデータについてヒアリングし、情報保持の方法について検討した結果、常に最新のデータのみ保持しておく必要がある情報と、蓄積された過去のデータも必要となる情報の 2 パターンがあることが分かった。よってデータ蓄積・分析基盤では、最新の情報のみ格納する機能と過去の情報も蓄積する機能を準備することとした。

また、受信するデータの中で時刻情報や緯度経度情報について、システムによって表示桁数や取扱いコードによる違いがあり、データ蓄積前(もしくはデータ提供前)に加工を必要とするデータがあることが判明した。

2) データの蓄積・加工方法の検討・実装

データの蓄積機能は、主キーを用いてデータテーブルや蓄積済みの過去データと照合し蓄積した。最新の情報のみ格納する場合、過去の情報も蓄積する場合どちらについても同様である。

データ加工機能では、時刻情報の追加や時刻・緯度経度の表示桁数を揃える処理を試作、実装した。追加・加工を実装した項目を表 2-に示す。

表 2-5 追加・加工データ項目一覧

種別	追加・加工項目名	備考
データ追加	ART 情報センターにおけるデータ提供時刻	PTPS 車載機からの要望に基づき追加
	インクリメントカウンタ	
データ加工	時刻	業界・事業体によって形式に相違あり
	緯度・経度	

今回の機能検証において、時刻・緯度経度は業界/事業体により表記形式が異なることが判明した。既に業界/事業体によって定められているフォーマットに合わせた形式で ART 情報センターが情報を提供するためには、ART 情報センター内で個別のデータ加工処理が必要となる。個別加工に対応した場合、データ提供までのタイムラグや加工処理の保守作業など、ART 情報センターでのシステムおよび運用負荷が高くなる。そのため、公共交通のデータを収集・提供する役割である ART 情報センターが用いるべき形式については各業界・事業体と協議を行った上で設定し、ART 情報センターで設定した標準形式にてデータ授受することを目指していく必要があると考える。各業界ですでに指針が出ているものについてはそれに準拠する。

(3) アプリケーション開発者支援基盤

アプリケーション開発者支援基盤とは、ART に搭載される各種センサーの情報を用いてアプリケーションを開発する事業者/個人を支援するための基盤である。

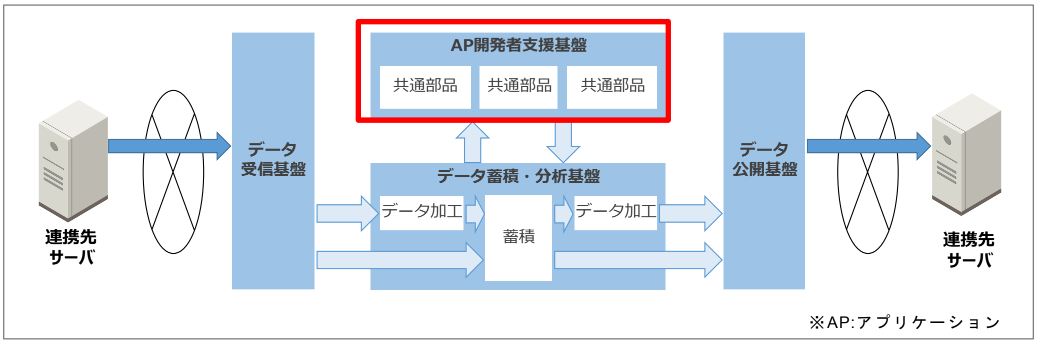

図 2-5　アプリケーション開発者支援基盤概要

昨年度報告書にまとめたアプリケーション開発者支援基盤の機能要件は、以下であった。

【アプリケーション開発者支援基盤の機能要件】
・アプリケーション事業者が開発しやすくなるための共通部品を提供すること

上記機能要件を満たすべく、以下の手順にて試験運用を実施した。

1) アプリケーション開発者を支援するツール・機能（以下、共通部品と呼ぶ）の検討・実装
2) 共通部品の公開と有効性の検証

1) 共通部品の検討・実装

ART 情報センターとして、以下 3 点を共通部品として整備した。

a. アプリケーション開発・公開用のサーバ環境
b. プログラム開発支援ツール
c. アプリケーション事業者向け利用ガイドとサポート窓口

a. アプリケーション開発・公開用のサーバ環境

アプリケーション開発・公開用のサーバは以下 2 点の理由により、ART 情報センターと同じ環境であるクラウド環境を採用することとした。

① 利用依頼から環境利用開始までに発生するタイムラグの削減

② ART 情報センターとアプリケーション開発環境の間での通信タイムラグの削減

b. プログラム開発支援ツール

アプリケーション開発者支援基盤において実装されるアプリケーションは、ART 情報センターにて提供されるデータの受信が起動トリガーとなる。そこで本機能検証では、イベント駆動型フローベースドプログラミングツールである「Node-RED」を共通部品として整備することとした。本ツールは、画面上に「ノード」と呼ばれる処理部品を配置し、「ノード」間を接続するだけでプログラムを容易に作成できるツールである。また、JSON フォーマットの変換や、HTTP プロトコルでのデータ受信も「ノード」として用意されているため、アプリケーション事業者は REST API を用いたデータ受信機能の開発工数を削減することが出来る。ツールの利用イメージを図 2-6 に示す。

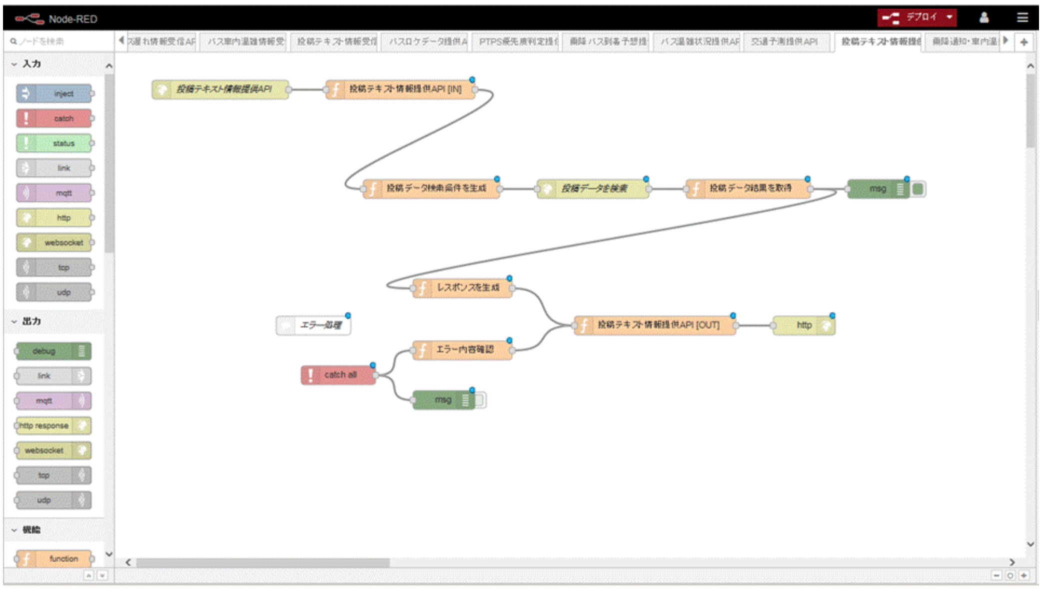

図 2-6　イベント駆動型フローベースドプログラミングツールの利用イメージ

c. アプリケーション事業者向け利用ガイドとサポート窓口

ART 情報センターの利用者である事業者およびアプリケーション事業者が、データ受信基盤、データ公開基盤を利用する際のサポートとして、事業者に向けた利用ガイドの作成と、問合せ対応を行うサポート窓口の設置、運用を行った。利用ガイドには、具体的な API の使い方についての説明だけではなく、サンプルプログラムや収集できるデータの詳細、データ形式およびエラー処理についても明記し、今までに同様の仕組みを利用したことがない事業者にもわかりやすく利用いただけるよう工夫を行っている。

2) 共通部品の公開と有効性の検証

整備した共通部品を、車内混雑情報提供および乗降案内支援アプリケーションを開発する事業者に公開し、有効性の検証を行った。共通部品を利用した事業者からは、クラウド環境の提供は開発期間短縮に非常に有効であるとの評価があった。また、イベント駆動型フローベースドプログラミングツールは、データを送信/受信する機能の構築にかかる作業負荷の軽減、不具合/仕様調整時のプログラム修正の容易さについて高い評価があった。

一般的に、フローベースドプログラミングツールで開発されているプログラムは開発者以外でも理解がしやすく、問合せ対応や不具合対応を行う際に有効である。

これらのことから、クラウド環境およびイベント駆動型フローベースドプログラミングツールを共通部品として公開することは、アプリケーション事業者、ART 情報センターの双方にとって有効であるといえる。

サポート窓口について特段要望などは無かったが、特に問題なく試験運用いただけた。今回検討、対応したサポート窓口の設置方針にて来年度の大規模実証実験にのぞむこととする。

(4) 統合運用基盤

統合運用基盤とは、ART 情報センターを運用・管理する機能を持つ基盤である。

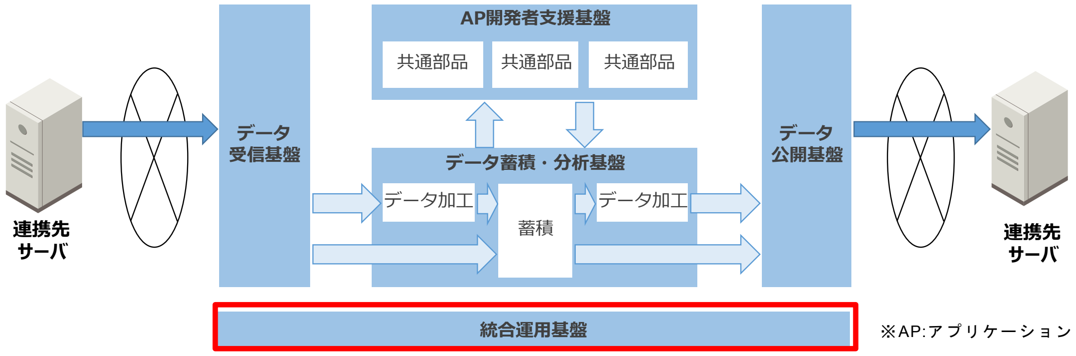

図 2-7　統合運用基盤概要

昨年度報告書にまとめた統合運用基盤の機能要件は、以下であった。

> **【統合運用基盤の機能要件】**
> **・ART 情報プラットフォームの運用を行うこと**
> **・ART 情報プラットフォームのリソース監視および使用量等に基づいたスケールアウト/スケールアップを行うこと**

上記機能要件を満たすべく、以下の手順にて試験運用を実施した。

1) 運用・管理機能の検討
2) 運用・管理機能の実装
3) 運用・管理機能の試験運用

1) 運用・管理機能の検討

ART 情報センターは ART などのバス車両や各種関連事業者によって提供されるデータを受信し、加工・蓄積したデータを各種事業者/アプリケーション開発者に提供するためのセンターである。ART 情報センターを介してやりとりされるデータの容量は段階的に増加することが予想されており、ART 情報センターはそのデータ量に応じて段階的に環境を拡張することが求められる。また、事業者から提供されるデータを管理するため、情報の機密性、完全性、可用性を維持するための管理体制が整備されていることが求められる。以上のことから、ART 情報センターを構築するプラットフォームとして、拡張性の高いクラウドサービスを採用することとした。クラウドサービス事業者の選定においては、情報セキュリティの管理体制の認証で

ある ISMS クラウドセキュリティ認証を取得している事業者を採用することとした。

2) 運用・管理機能の実装

ART 情報センターを、ISMS クラウドセキュリティ認証取得済の事業者が提供するクラウド上にて構築した。ART 情報センターを構成するサーバは、事業者が準備しているポータル画面上から随時追加・削除・スペック変更を行うことが出来る。ポータル画面におけるサーバ管理イメージを図 2-8 に、新たにクラウド上にサーバ環境を作成する（仮想サーバ作成）イメージを図 2-9 に示す。

図 2-8　サーバの管理画面

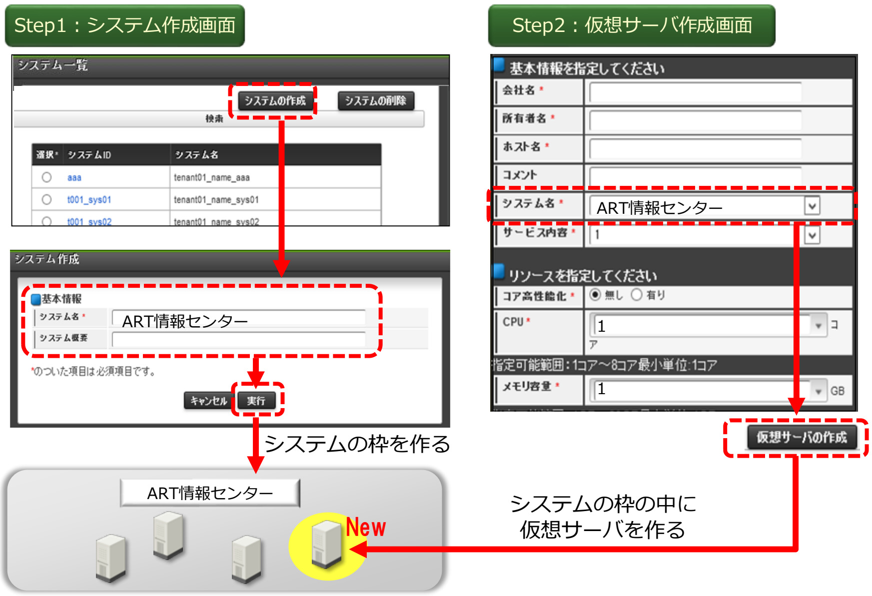

図 2-9　新しくサーバ環境を作成するイメージ

ISMS（Information Security Management System:情報セキュリティマネジメントシステム）

2.3　　バス運行支援・利用支援機能の実装

昨年度検討した ART 情報センターに蓄積必要な情報の中から検討の結果、平成 30 年度の大規模実証実験にてバス運行支援である高度化 PTPS の優先権情報の提供と、バス利用者支援機能(乗降案内支援、動的な乗り継ぎ案内支援、バス車内混雑などの利用者情報提供)を試作し、有用性評価を実施することとした。今年度はそれぞれの機能について試作、ART 情報センターとの連携確認を実施している。以降、各機能の詳細について記す。

表 2-6　各ユースケースでアプリケーション開発事業者に提供すべきデータ例

取得元	情報ソース	解決課題	昨年度検討　ユースケース		情報区分	取得トリガー	取得形態	取得速度
			タイトル	概要				
ART バスから	車内撮影カメラ	車内混雑状況把握(利便性・利用率向上)	運行情報ライブ	満空情報配信	(準) 動的(&蓄積)	閾値超え時 or 定時間(数分毎)	・カメラ設置側で画像処理後の特徴点を入手 ・車番リンク	数十秒
外部機関から	域内の交通機関情報	経路再案内、人流シミュレーション(スムーズな移動)	公共交通高度乗り継ぎ案内	高度な(リアルな)乗り継ぎ案内	(準) 動的(&蓄積)	・情報更新毎 ・定時間(10 分毎)	・外部機関公開様式で取得⇒取得後、取捨選択、加工・蓄積	1,2 分
	ART バスロケーション情報	バス位置などの把握(利便性向上)	バス乗車ナビゲーション	バスロケ活用新サービス	(準) 動的(&蓄積)	定時間(1,2 秒毎)	・外部機関公開様式で取得(加工) ・位置情報リンク	1,2 秒～数秒
	アプリ開発者or ダイナミックマップサービスプラットフォーム	交通制約者向け歩行ナビ(スムーズな移動)	公共交通高度乗り継ぎ案内	高度な(リアルな)乗り継ぎ案内	(準)静的	定時間(1 ヶ月毎)	・外部機関公開様式で取得(加工) ・位置情報リンク	1 日
	各交通機関の混雑状況	各交通機関の混雑状況を考慮した乗り継ぎ案内(利便性向上)	公共交通高度乗り継ぎ案内	高度な(リアルな)乗り継ぎ案内	(準) 動的(&蓄積)	・情報更新毎 ・定時間(10 分毎)	・外部機関公開様式で取得(加工) ・路線情報リンク	1,2 分
	各交通機関時刻情報	基準となる運行時刻の把握	—	—	(準)静的	更新時	所定様式	1 日
個人ユーザーから	携帯 GPS	いまいるところの把握(利便性向上)	公共交通高度乗り継ぎ案内	高度な(リアルな)乗り継ぎ案内	(準) 動的(&蓄積)	・乗り継ぎ案内検索開始、バス乗車/下車などステータス変化時 ・移動中	所定様式	1～数秒
	乗り継ぎ案内アプリの検索経路				準動的(&蓄積)	乗り継ぎ案内検索開始時	所定様式	数十秒

2.3.1　高度化 PTPS の優先権調停支援機能

今回開発されている高度化 PTPS に対応した車載機の機能として、優先要求の有無を路側機に伝達するというものがある。この機能を車両単独として（車載機のみで）利用することも可能であるが、複数の車両が同一交差点に進入する場合で、優先要求の調整が必要な場合には、対象となる車両(車載機)、およびその中で優先すべき車両の判断が必要となる。このような判断を車載機のみで実施することは周囲の情報を逐一把握する必要があり難しいため、地域のバス情報(ART を含む)を把握

する ART 情報センターが、対象交差点における情報を整理、優先要求を出すべきか否かの閾値を算出し、各車載機にその閾値を連絡するという機能を保持し、ART 情報センターから閾値の情報提供を受けた車載機は、最終的に路側機に対して優先要求を通知すべきかどうか判定するという仕組みとすることで検討を進めている。

今年度は、ART 情報センター内の機能として、優先権調停支援機能を試作し、東京湾岸警察署前交差点にて実施された高度化 PTPS 車載機に関する機能検証実験証に協力、優先権調停支援機能の動作確認を実施した。

なお、本節では ART 情報センターで実装した優先権調停支援機能についてのみ記し、高度化 PTPS 車載機に関する詳細は第 3 章に譲る。

(1) 優先権調停支援機能の検討

複数の車両が同一交差点に進入する場合に優先要求を実施するためには、その交差点にて対象とする車両(車載機)、およびその中で優先すべき車両をどれとするのかという判断が必要となる。

関係者と協議を重ね､優先すべき車両の選定ポイントとして以下 3 つを定義した。

・交差点前の段階で予定時刻に対し著しく遅延している車両
・車両内が激しく混雑している車両
・定時性が重要となる特定系統を運行している車両

上記定義を満たし､優先要求を出す際に基準となりえる情報は 4 種類が考えられ、それぞれに閾値の設定が必要となる。実際には、高度化 PTPS を運用する路線やエリアや運行事業者によって、優先したい/すべき事項が異なると考え、運行事業者などがある程度選択できるよう、優先権調停支援機能として複数作成、検証することとした。なお、閾値は ART 情報センターの公開用 API である PTPS 優先度判定提供 API にて提供する。

表 2-7 高度化 PTPS 優先要求の閾値の設定

対象車両	ART 情報センターとしての設定内容
遅延している車両を優先	対象となる車両間で遅れ時間に重み付けした値を比較し、最も大きい値を優先度閾値として設定
混雑している車両を優先	対象となる車両間の混雑度を比較し、最も大きい値を混雑度閾値として設定
遅れ時間と車両内の混雑度を組合せ、遅れによる影響度の高い車両を優先	各車両の遅れ時間に混雑度に応じて重み付けした値を、対象となる車両間で比較し、最も大きい値を優先度閾値として設定
特定の系統を運行する車両を優先	該当時刻に優先すべき系統があり、そこを運行する車両がある場合に優先フラグを設定

(2) 必要なデータ項目と取得/提供方法の検討

ART 情報センターにて 4 種類の閾値を算出する際に必要となるデータ項目およびデータの取得頻度について検討を行った。調査した結果を表 2-8 に必要な入力データの検討結果を示す。

表 2-8　ART 情報センターへ必要な入力データの検討結果

データ項目分類名	データ項目名	取得元（システム）	取得頻度
バス運行情報	系統情報	バスロケサーバ	日次
	運行計画情報	バスロケサーバ	日次
	発着時刻表	バスロケサーバ	日次
バス停位置情報	バス停位置情報	バスロケサーバ	日次
バスの遅延情報	バス遅延時間	PTPS 車載機	十数秒周期
バスの混雑度情報	バス車内全体の混雑度情報	画像解析カメラ	バス停毎

(3) 優先権調停支援機能の検討、実装

検討したデータ項目を用いて、ART 情報センターにおいて優先要求閾値を算出するため優先権調停支援機能を実装している。なお、実運用を見据えて、運行事業者などがある程度選択できるよう、優先権調停に用いる閾値とする情報を簡単・迅速に変更できるように、機能開発の際からイベント駆動型フローベースドプログラミングツールを活用した。具体的には、事前に各種閾値に対応するフローを準備し、機能検証時にノードをつなぎかえることで情報変更を可能とした。

(4) 東京湾岸警察署前交差点での機能検証

高度化 PTPS 車載機に関する機能検証について、ここでは、ART 情報センターから情報連携して実施した検証項目と ART 情報センター側で確認した内容について記す。機能検証の詳細については第 3 章に譲る。

【ART 情報センターから情報連携して実施した検証項目】

・複数の車両が同時に交差点に接近した場合の ART 情報センターと PTPS 車載機との情報伝達の正確性

・複数の車両が同時に交差点に接近した場合の ART 情報センターと PTPS 車載機、路側機との情報伝達の正確性

機能検証では、対象交差点が 1 か所であったため優先要求する車両の特定は行わず、ART 情報センターとして把握している全ての車両(車載機)を比較し、優先度の算出を行った。しかし、実際に高度化 PTPS が導入され、運用される場合には対象交差点が複数になり、交差点毎に優先要求閾値を算出し、かつ対象車両の絞り込みを行う必要がある。複数交差点に対応した機能開発については平成 30 年度に追加実施、検証する予定である。

また、PTPS 車載機が ART 情報センターから優先要求閾値を取得するタイミングを今年度は 60 秒毎として検証を行ったが、取得タイミングが仮設定であるため、来年度複数交差点での検証実施時に状況によってはもう少し早いサイクルで取得する可能性がある。

2.3.2　乗降案内支援機能

乗降案内の実現にはバスの走行位置情報が必要であり、さらに利用者が乗りたいバスに乗る予定のバス停（もしくは自分が今いるバス停）と降りるべきバス停（もしくは行きたい場所の近くのバス停）を指定することで、実施の交通状況に合った乗降案内サービスを実現できると考える。このため、本機能の実現にはバスロケーションシステムとパーソナルナビゲーションシステム（ルート案内）との情報連携が必要になると考える。また、利用者に案内通知する仕組みとしてはスマホでの情報提供を前提として検討を行った。

今年度は、乗降案内支援機能の利用シーン検討と、バスロケおよびルート案内との連携に必要な機能と、それらと連携して利用者に向けた情報提供、通知を可能とするスマホ側表示機能を試作した。手順を以下に示す。

(1) 乗降案内支援機能の利用シーン検討
(2) 実現すべき機能と必要なデータ項目の検討
(3) 乗車バス判定/降車バス停判定機能の実装
(4) 利用者が使う機能の検討、試作（乗降案内支援機能）

なお、利用者が使う機能の試作および動作検証については、2.3.4(2)項に記述する。

(1) 乗降案内支援機能の利用シーン検討

乗降案内支援機能を実現するために、必要となる情報および利用者への情報提供タイミングを確認するため、利用シーンについて具体的に検討した。

どのようにして、利用者の乗るべきバスが乗る予定のバス停に接近、到着したことを把握するのか、さらには降りるべきバス停が近いことを判断するのかを決める必要があった。このため関係者で検討を重ね得られた結果を図 2-10 にまとめた。

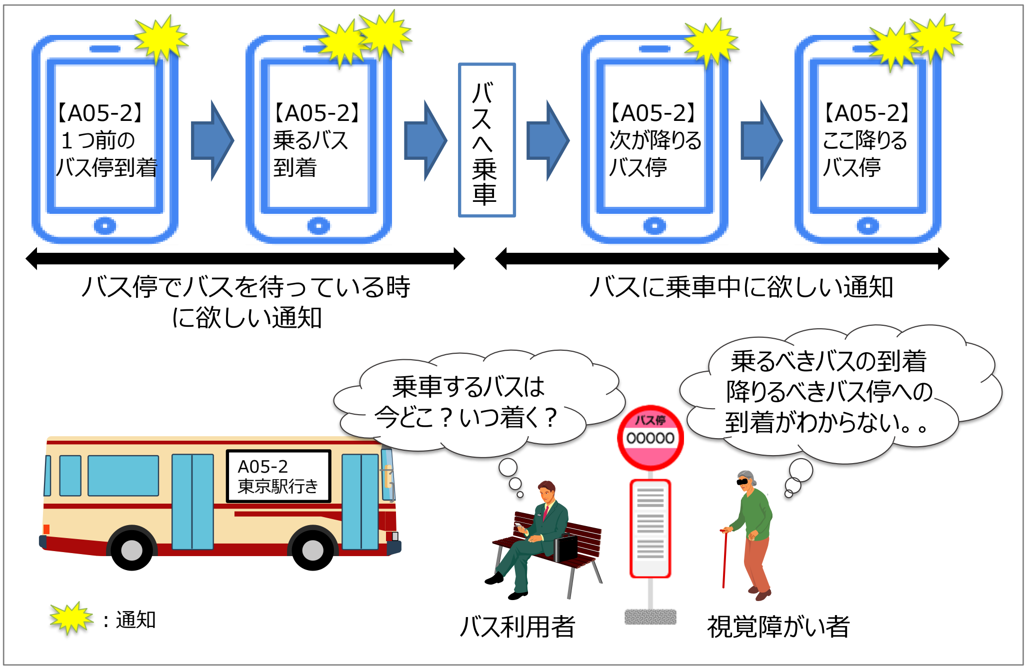

図 2-10　乗降案内支援機能の利用シーン

上記図中においてスマホ画面右上のオブジェクトで示している、利用者への情報通知タイミングについて表 2-9 に詳細を示す。通知の方法はスマホ画面上へのポップアップ表示と、音、振動機能を用いることを検討した。

表 2-9　乗降案内支援機能の通知タイミング

利用者の状況	通知タイミング
バス乗車前	乗る予定のバスが乗車予定のバス停のひとつ前のバス停に到着したとき
	乗る予定のバスが乗車予定のバス停に到着したとき
バス乗車中	乗っているバスが降車予定のバス停のひとつ前のバス停に到着したとき
	乗っているバスが降車予定のバス停に到着したとき

(2) 実現すべき機能と必要なデータ項目の検討

利用シーンを基に、実現すべき機能とそれに必要となるデータ項目の洗い出しを行った。

実現すべき機能として、利用者がスマホ画面において検索/指定した情報を基に乗車バス判定/降車バス停判定を行う機能と、判定結果をスマホ画面に表示し利用者に通知する機能の 2 つが必要と考える。

乗車バス判定/降車バス停判定に必要なデータの検討結果を表 2-10 に示す。また、対象のデータを ART 情報センターはどこから取得し、データ連携するのかについて同じく表 2-10 に示す。この表からもわかるように、バス利用者の乗りたいバス、乗る予定のバス停および降りたいバス停の情報について、バス利用者から何らかの形で指定してもらい、取得する必要がある。今回は来年度の大規模実証実験を見据え、利用者機能としてナビゲーションアプリと情報連携することを前提とした。

表 2-10　乗降案内支援機能実現に必要となるデータ項目と取得方法

データ項目分類名	データ項目名	取得元（システム）	取得頻度
バス運行情報	系統情報	バスロケサーバ	日次
	運行計画情報	バスロケサーバ	日次
	発着時刻表	バスロケサーバ	日次
バス停位置情報	バス停位置情報	バスロケサーバ	日次
バスの遅延情報	遅れ情報	バスロケサーバ	バス停毎
バスの現在地情報	バスの現在地情報	バスロケサーバ	バス停毎
道路・鉄道の遅延予測情報	道路遅延予測	都市交通予測シミュレーション	随時
	鉄道遅延予測	都市交通予測シミュレーション	随時
公共交通情報	交通状況	オープンデータ	随時
		交通データ	随時
		オープンデータ	定周期
		交通データ	定周期
利用者情報	乗車予定のバス	バス利用者端末	随時
	降車予定のバス停	バス利用者端末	随時

(3) 乗車バス停/降車バス停判定機能の実装

バス遅れ情報やバスの運行情報などを用いて、利用者が乗車する（したい）予定のバスがバス停に来たことを判定する機能と、バスに乗車している利用者が指定し

た降車バス停に着く 1 つ前の停留所に到着したこと、さらには乗車するバス停に到着したことを判定し、それぞれに通知する機能を試作した。なお、本機能の試作には共通部品として公開された、イベント駆動型フローベースドプログラミングツールを用いた。

(4) 利用者が使う機能の検討、試作（乗降案内支援機能）

本検討結果、試作内容および動作検証については、2.3.4(2)項に記述する。

2.3.3　動的な乗り継ぎ案内支援機能

実際の交通状況に合わせた最適な乗り継ぎ案内、つまり動的な乗り継ぎ案内を実現するために必要な機能は、ある時間における交通状況の変化を予測するための都市交通予測シミュレーション、予測した結果を蓄積・活用する ART 情報センター、利用者が案内情報を受け取るための乗り継ぎ案内アプリケーションの 3 つの機能に分けられる。

都市交通予測シミュレーションについては、昨年度試作した道路・鉄道連携のマルチモーダルな都市交通予測シミュレーションを活用し、乗り継ぎ案内支援の実現に向けた検討・実装を行う。乗り継ぎ案内アプリケーションについては、利用者への情報提供の一例としてスマホ上への案内表示を検討・実装を行う。また、それぞれと ART 情報センターが連携する機能についても同様に検討・実装を行う。これらに対し、今年度は以下 3 つについて実施した。

(1) 都市交通予測シミュレーションの実装
(2) 都市交通予測シミュレーションと ART 情報センターの連携に必要な情報とインターフェースの検討
(3) 乗り継ぎ案内のアプリケーション構築に必要な API の実装と動作検証

(1) 都市交通予測シミュレーションの実装

乗り継ぎ案内のルート検索にて示される所要時間の確実性、交通制約者にとっての利便性向上に資する機能を実現するためには、道路、鉄道・バスおよび ART の運行状況を含む輸送状況を予測し、それに応じた誘導案内を実施する必要がある。

移動時間や利便性を推測するための道路・鉄道連携のマルチモーダルな交通流の予測システムを ART 情報センターと連携する外部システム機能として実装している。

交通流予測技術は具体的には、事前調査に基づく想定需要と鉄道、バス、ART の運行ダイヤといった静的なデータと運行当日のダイヤに基づく運行状況、実際の乗車人数といった動的なデータを基に運行状況（着発予測時刻）、混雑状況（乗車予定便の混雑具合）を予測する技術である。

1) 予測に必要な入力データの検討

都市交通予測シミュレーションに必要な静的入力データ（運行ダイヤなど）、動的な入力データ（当日のリアルな遅延、混雑状況など）について、ART 情報センターに蓄積されることを期待している。今年度は蓄積したいデータについて運行事業者へのヒアリングおよび調整を実施しているが、ご提供いただける情報とシミュレー

ションとして必要な情報の定義や種類が異なるため、詳細な打合せを実施し、来年度に向けて作業を進めていく予定である。

2) 道路交通に関わる予測機能について

（担当：株式会社アイ・トランスポート・ラボ）

次世代都市交通システムである ART の利用促進および利便性向上のための乗り継ぎ案内機能を実現するため、鉄道交通モデルおよび道路交通モデルが連携したシミュレーション環境を開発する。その連携方式の検討および仕組みの試作については昨年度において実施した。その実績を基に、ART 情報センターへの実装へ向けて、道路交通シミュレータについて以下の作業を平成 30 年度までの間で実施する。

a. ART・バス運行予測機能の実装
b.リアルタイムシミュレーション予測機能の実装
c.予測機能実装に伴う入力データ整備とパラメータ調整
d.シミュレーションの高速化
e.大規模実証実験用のデータ整備
f.大規模実証実験結果の分析と性能評価

上記作業のうち、平成 29 年度は、「a. ART・バス運行予測機能の実装」、「b.リアルタイムシミュレーション予測機能の実装」、「c.予測機能実装に伴う入力データ整備とパラメータ調整」を行い、乗り継ぎ案内のための交通状況予測機能を実装し、その動作を確認するための入力データ整備とパラメータの調整を行った。さらに「d.シミュレーションの高速化」に向けた検討を実施した。以下、平成 29 年度の実施概要を示す。

a. ART・バス運行予測機能の実装

道路交通状況に応じた ART およびバスの運行時間遅延を予測するため、交通流シミュレーションモデルに ART、バスの運行を模擬する機能を実装する。

具体的には、路線バスと同様に指定された経路を走行し、停留所での停止、発進挙動を再現する車両モデルを実装する。その際、停留所における停車時間も模擬し、乗車人数に応じた停車時間が再現できるようにする。また、路線の起点・終点における折り返し運行ができる機能も実装し、個別の ART、バスの発車時刻遅延の累積を評価することができるようにする。一方で、専用車線が設けられた時の周辺交通への影響を再現する機能についても検討し、実装を行う。

b.リアルタイムシミュレーション予測機能の実装

ART 情報センターにおいて常時道路交通予測を行うための必要な機能を整

備する。道路交通の予測にあたっては、リアルタイム情報も含め利用できるデータに制約があるため、現状取得可能な情報での運用方法、将来必要な情報が取得可能となった場合の運用方法も考慮しながら、交通流シミュレーションを用いた道路交通予測機能の実装を行う。また利用データ以外にもリアルタイムで運用するための要件を整理し、必要に応じて機能を実装する。

c.予測機能実装に伴う入力データ整備とパラメータ調整

ART・バス運行予測機能およびリアルタイムシミュレーション予測機能の実装に伴い、両機能を動作させるための入力データ整備を行う。ART・バス運行予測機能では、ART・バスを交通流シミュレーション上で走行させるためのバス運行ルートとバス停データ、運行スケジュールを主な入力データとして整備する。一方リアルタイムシミュレーション予測機能においては、取得可能な情報、将来取得可能と予想される情報を基に入力データの仕様を検討し、実装された機能に応じて作成する。入力データを整備後、東京 23 区の現況を再現したケースを入力し、周辺車両の経路選択や交通容量などのシミュレーションパラメータを調整しながら全体の再現状況を確認する。

d.シミュレーションの高速化

乗り継ぎ案内の情報提供においては即時性が求められることから、交通状況予測を行うシミュレーション環境においても計算速度の向上は課題の一つである。そこで、平成 29 年度においては、予測機能の実装後、整備された入力データとパラメータで性能評価を行い、結果出力までの時間が短縮される方法について検討する。

以降、各項の内容についてもう少し詳細に記す。

a. ART・バス運行予測機能の実装

ART・バスの運行予測機能においては、道路交通シミュレーションモデルに ART およびバスの挙動を再現するモデルが求められる。したがって、本事業においては、以下のモデルおよび機能を実装した。

(a) 指定された経路を走行し、停留所での停止、発進挙動を再現する車両モデル
- バス用車両パケットモデル、経路指定機能、バス用道路リンクモデル、バス停留所モデル

(b) 停留所における停車時間を模擬、乗車人数に応じた停車時間を再現するモデル

(c) 路線の起点・終点における折り返し運行ができる機能
- 折り返し運行機能（車両発着のセントロイドモデル拡張）

(d) 専用車線が設けられた時の周辺交通への影響を再現する機能

➢ 専用車線による容量低下モデル（車線閉塞による容量低下を再現）

(a) および (b) においては、バスの運行を模擬するために必要なモデルであり、ある決まったルートを走行し、停留所で一時停止・発進する一連の挙動を再現する。（c）においては、決まったルート上を 1 台の車両で往復できる機能とした。　通常道路交通シミュレーションモデルにおいては、起点から終点までの走行を 1 トリップとして扱う（到着後、車両が消去される）が、(c) の機能を実装することで、1 台の ART・バスの挙動を連続して把握できることができるようになった。(d) においては、バス専用車線のように ART・バスのみが走行できるレーンを設置し、設置された道路周辺の交通の影響を再現できるような機能とした。

b. リアルタイムシミュレーション予測機能の実装

ART 情報センターにおいては、常時 ART の運行状況や周辺交通状況に応じたサービスを行っていく必要があり、道路交通予測が必要となる。そのために必要な機能を整備した。ただし、リアルタイム情報も含め利用できるデータに制約があるため、まずは現状取得できるデータ、将来取得できる可能性があるデータを整理した。表 2-11 に活用可能性のあるデータを示す。

表 2-11　活用可能性のあるデータ一覧

現状活用可能なデータ	・国土交通省データ（オフライン） ・商用プローブデータ利用（オフライン）
将来活用可能性があるデータ	・警察トラカンデータ（月単位、オフライン）※ ・一般道路の交通規制情報（月単位、オフライン） ・ETC2.0 データ（リアルタイム） ・商用プローブデータ利用（リアルタイム）

参考： http://public-data.jartic-raws.durasite.net/opendata.html
https://www.tmt.or.jp/research/index9.html

検討の結果、交通量データにおいて活用の可能性が高いと考えられるため、交通量実測値にあうように需要（OD 交通量）を変更して通常の交通状態を推計する仕組みを検討し、環境を整備した。

OD (origin and destination:起点と終点)

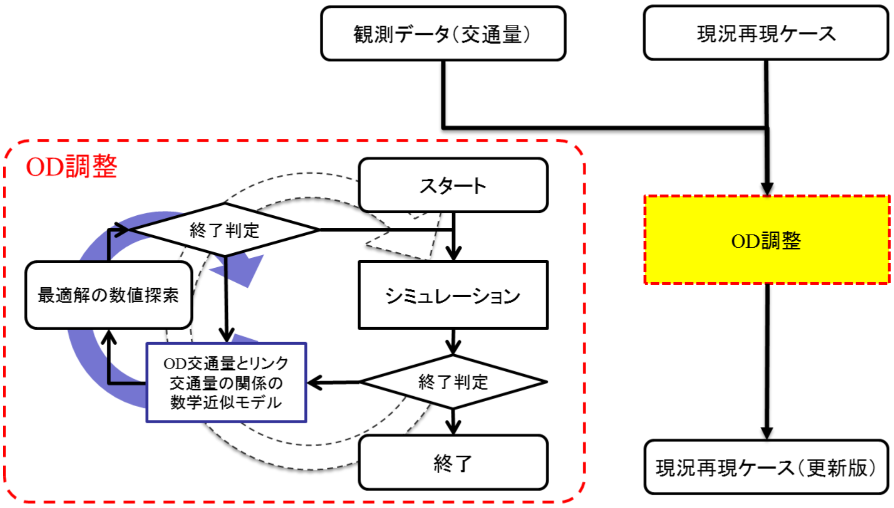

図 2-11　リアルタイム運用のための機能

c. 予測機能実装に伴う入力データ整備とパラメータ調整

ART・バス運行予測機能およびリアルタイムシミュレーション予測機能の実装に伴い、両機能を動作させるための入力データ整備を行った。

まず、ART・バスを交通流シミュレーション上で走行させるためのバス運行ルートとバス停データ、運行スケジュールを主な入力データとして整備した。具体的には、後述する東京 23 区道路ネットワークモデルに実証実験対象地域周辺のバス停の位置を紐付けした。なお、ART の想定路線は「都心と臨海副都心とを結ぶＢＲＴに関する事業計画」[1]を参考にした。

一方で、前記リアルタイムシミュレーション予測機能のための入力データの仕様を検討した。今回整備した予測機能においては、交通量データの入力を想定しているため、以下のデータセットを整備する仕様とした。

(a) シミュレーションモデル入力データファイル

(b) 道路交通ネットワークと感知器（交通量）位置の紐づけテーブルファイル

(c) 感知器交通量（車種別、時間帯別）のデータファイル

また、昨年度作成した東京 23 区モデルの道路ネットワークモデルを更新するため、2010 年版から 2016 年版の道路ネットワークデータを導入した。新規道路ネットワークデータの導入に伴い、リンクパラメータ等を再設定し、平成 27 年度道路交通センサスの交通量にあうように各種パラメータ調整を行った。

1 http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/kiban/brt/pdf/keikaku_01.pdf

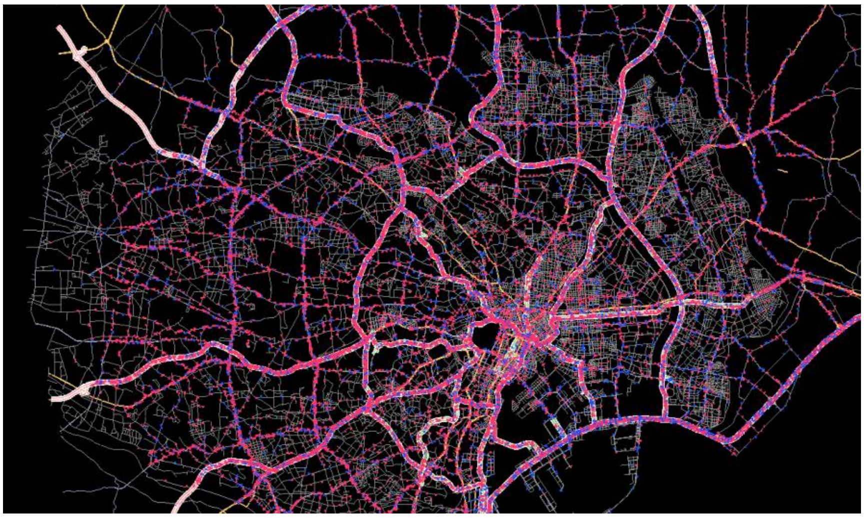

図 2-12　東京 23 区シミュレーションモデル

d. シミュレーションの高速化

ART 情報センターでの情報提供サービスに向けて、道路交通状況の予測を行う計算速度は重要であり、より早い結果の出力が求められる。したがって、本事業で整備した東京 23 区モデルで性能評価を行い、結果出力までの時間が短縮される方法を検討した。

まず性能評価として、構築したモデルのシミュレーション時間を計測した。シミュレーションの入力、出力、および計算中の各ステップの計算時間を計測したところ、経路選択モデルの情報更新が全体の 6 割以上を占めていることがわかった。また一方で、現在のシミュレーションモデルは実行の度に開始時刻からシミュレーションを行っているため、道路規制など、ある特殊な状況のシミュレーションを行う際に時間がかかっていた。したがって、以上の 2 点について計算時間を短縮する方法案を検討した。以下に短縮方法案を示す。

(a) 経路選択モデル・交通流モデルの計算並列化
(b) 簡易計算モデルによる状況予測（シミュレーションを再実行しない）
(c) ホットスタート機能（任意の時刻から計算を再開する）

今後は、平成 30 年度の事業において、ART 情報センターとの連携方法や使用データ取得環境等を検討しながら、実装する短縮方法案を決定する。

また、来年度は「d.シミュレーションの高速化」、「e.大規模実証実験用のデータ整備」、「f.大規模実証実験結果の分析と性能評価」に取り組み、大規模実証実験時における乗り継ぎ案内システムへの実装および試験運用、性能評価に繋げる予定で

ある。

(2) 都市交通予測シミュレーションと ART 情報センターの連携に必要な検討

ART 情報センターとの連携として、都市交通予測シミュレーションの予測結果を受け取るタイミングと頻度の検討を行った。これらの検討結果を基に、来年度連携機能の実装と評価を実施する。

連携タイミングと頻度は、都市交通予測シミュレーションを実行させるタイミングと活用先の乗り継ぎ案内アプリケーションで表示させたいであろうタイミングを勘案し、以下のように検討した。

乗り継ぎ案内アプリケーションで予測情報が活用してもらえる（表示させたい）情報は、交通障害や気象の影響などが発生していない場合（以降、通常時と呼ぶ）は、人の移動需要が多くなる通勤時間帯（朝、晩）と事前に開催が予定されているイベントによる影響を加味した 1 日あるいは朝、晩の予測情報であり、ルート検索をした際に参考情報として表示されることで利用者が判断し、利用者の好みに応じてある程度の誘導が行えると考える。一方で、交通障害や気象の影響などが発生している場合には、通常時とは別に短時間（30 分刻み程度）で、その状況変化が提供されることが有用であると考える。

このことから、通常時の情報は 1 日 1 回ないしは 2 回（朝、晩）で、対象エリアの 24 時間の状況変化を予測した結果を ART 情報センターに連携し、必要に応じて乗り継ぎ案内アプリケーション側で ART 情報センターから参照してもらう形とする。交通障害や気象の影響などが発生している場合の情報は、可能な限り速く情報提供する必要がある。このため、状況発生時すぐに状況変化を予測し、その結果を ART 情報センターに連携、連携されたことを受けて、乗り継ぎ案内アプリケーション側から参照してもらう形とする。ただし、現時点では交通障害や気象の影響が出ているという判断をする、上記で「状況発生時」と記述した、都市交通予測シミュレーションを実行開始させるキーとなる情報がないため、事業化においてはキー情報の設定とその実現方式が課題となると考える。

(3) 乗り継ぎ案内のアプリケーション構築に必要な API の実装と動作検証

乗り継ぎ案内アプリケーションは、ART 情報センターに蓄積される都市交通予測シミュレーションの予測結果を活用し、動的な乗り継ぎ案内（情報提供）が行えるものを構築する。利用者への情報提供の一例として、乗り継ぎ案内アプリケーションはナビゲーション機能が提供するルート検索を実行した際に参考情報として予測

結果を表示する機能を作成することで検討を進めている。そこで、今年度は都市交通予測シミュレーションの結果を ART 情報センター内に配置し、その情報をナビゲーションサーバにて取得する機能について、仕様調整およびデータ公開 API としての試作を行った。また、試作した API を利用してナビゲーションサーバから ART 情報センター内に配置した都市交通予測シミュレーションの結果を取得できることを実機にて確認している。

ただし、来年度に乗り継ぎ案内の出力方式が変更となる可能性が高く、場合によっては取得タイミングなどを含め見直しが発生する可能性があり、見直し内容によっては試作したデータ公開 API の改修も必要になると考える。

2.3.4　バス車内混雑などの利用者情報提供

昨年度検証した、車内カメラ映像による車内混雑（満空）状況の把握に用いた画像解析技術をベースに車内に設置した機器で解析結果を取得し、その情報を到着予定のバス車内の混雑（満空）情報としてバス利用者に提供する方法の検討、およびその 1 例であるスマホ表示機能を含めた試作と動作検証を実施した。

なお、ここで取得する車内混雑（満空）情報は、高度化 PTPS の優先権調停支援機能ならびに乗り継ぎ案内支援機能でも活用する情報となる。

(1) バス車内映像解析技術

昨年度、ドライブレコーダー（車内カメラ）映像による車内混雑状況解析を実施した映像解析技術について、その有用性を確認したため、今年度はその技術を活用して車載機を試作し、ART 情報センターとの連携確認を実施した。

1) 車内カメラ映像解析技術の実装対象

車内の混雑状況を把握するためには、車内全体の映像が必要となる。また、その映像を収集/解析し、ART 情報センターに送信する仕組みが必要となる。試作した車載機およびカメラなど、バス車内に搭載の必要な機能について以下に示す。

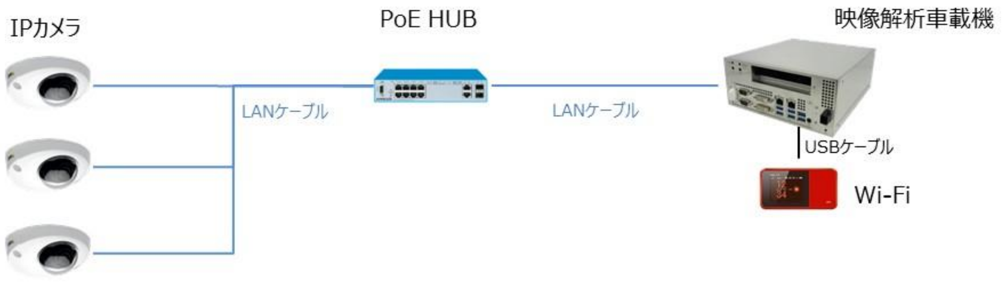

図 2-13　バス車内映像解析車載機の構成

車載機を試作するにあたり、映像に含まれる個人情報の取扱いについて検討を行った結果、カメラで取得した映像を本試作機内で映像解析を実施しその結果を基に必要なデータを作成することとし、映像そのものは保存しないこととした。また、解析結果として ART 情報センターに送信するデータについて以下のように定義した。

これらの情報のうち、車内満空レベルは高度化 PTPS の優先権調停支援機能で活用され、また乗り継ぎ案内支援機能でも車内満空レベルおよび車いす満空情報は活用されるため、それぞれと調整を行って決定している。

表 2-12　映像解析車載機にて取り扱うデータ(一部)と定義した満空レベル

項目	内容
車両満空レベル	1～4 （1：イス空あり、2：イス満、3：通路空あり、4：混雑）
車いす満空	0：空き、1：満
現在時刻	YYYY-MM-DDTHH:mm:ss±HH:mm

2) 車内カメラの種類、設置位置と台数

車内に設置するカメラは、画角が広く解析処理に耐えうるカメラであり、できれば車両に搭載できる専用カメラであることが望ましい。

上記のとおり、設置位置と台数は、対象となる車両に依存する部分が多いが、撮影対象とすべき範囲とそれをカバーできているかを確認しながら、実車両で個別に調整することが非常に重要であると考える。また、台数については使用するカメラの画角により変化するため、一概に定義することは難しいが、今年度映像撮影では車内前方、中央、後方と 3 箇所にカメラを設置している。また、それとは別に車いすスペース専用のカメラを 1 台設置した。

今年度映像撮影に使用したカメラの画角は通常の監視カメラの最大広角である 115 度であり、撮影結果としてはまずまずであったが、位置によって一部カメラの映像として写らない範囲が出ていた。来年度に向けて、市販カメラの最大広角である約 150 度の利用を検討する。

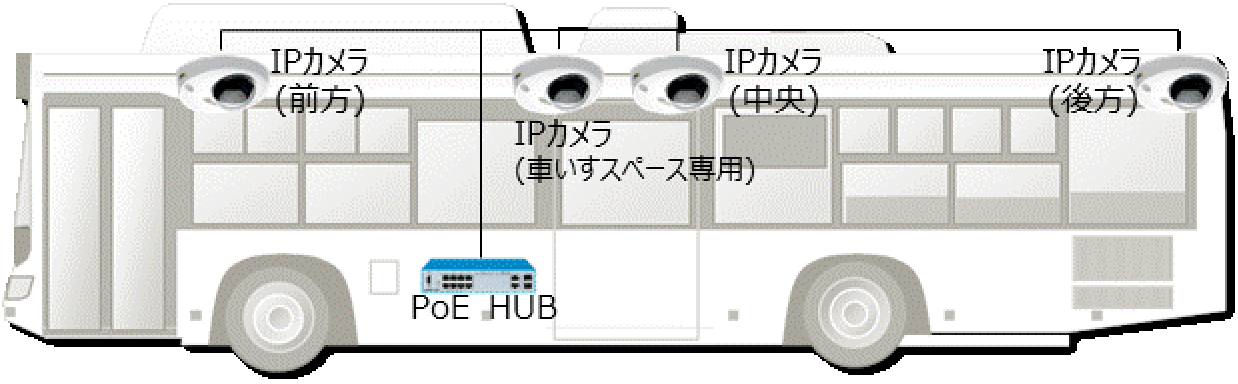

図 2-14 カメラ設置位置イメージ

3) 実車両を用いた車内映像の撮影と解析結果

カメラ設置位置、台数、および定義した満空レベルの判定基準決定のため、京成バス株式会社ご協力のもと、実際のバス車両で人の乗降を伴う映像を撮影した。

【撮影検証実施概要】

・実施日時：2018 年 1 月 25 日(木)　12:30～16:00
・実施場所：京成バス株式会社 新都心営業所
・借用車両：燃料電池バスを想定したノンステップタイプの大型路線バス 1 台
・撮影機器：カメラ 4 台(車いすスペース専用 1 台、全体撮影 3 台)
・実験協力者：34 名　(35 名予定も当日 1 名減)

定義した 4 段階の満空レベル（表 2-12）の判定根拠となる車内混雑状況を発生させるよう、協力者の人数、カメラの台数、車両の大きさを勘案の上、事前に 22 のシナリオ（表 2-13）を検討した。検討したそれぞれのパターンに合う映像が撮影できるよう協力者への指示内容/方法を検討し、スムーズな乗降が行えるよう各種準備を行った。シナリオ作成にあたり、ポイントとした項目は大きく以下 4 点である。

・想定する 4 段階の混雑状況の再現
・ノンステップバス後方（前方に比べ一段高くなっている部分）に立席乗車の人がいた場合の再現
・立席利用者の位置および人の移動による解析への影響確認
・つり革、握り棒など車内設備の影響確認

表 2-13 事前検討したシナリオ 概要

No		シナリオ(協力者の動き)
1	■車両全体を使った検証	
	1	座席に 5 人だけ座る
	2	座席全部に座る
	3	座席全部に座った状態のまま、追加で通路に 3 人立席乗車
	4	3 の状況から通路に入れるだけ乗車
	5	通路の人は全員出、座席に座っている人の中から 3 人立席
2	■車両後方のみを使った検証(5 パターン)	
3	■車両前方のみを使った検証(5 パターン)	
4	■車両前方の車いすスペースを使った検証(7 パターン)	

当日は、3 日前の積雪の影響が残る中、京成バス株式会社の皆さまを含む協力者の方々にお集まりいただき、目的などを説明の上で、指示通りにバスの乗降を実施いただき、予定通りに映像を撮影することができた。現場にて協力いただいた京成バスの乗務員の方から、実際の運行時には発生しないパターンがあるとのご指摘も頂戴したが、今回はあくまでも満空レベルを判定する解析用の映像撮影ということで、考えられるパターンとして撮影を行っている。

なお、事前に借用予定の車両図面を京成バス株式会社から頂戴し、カメラの設置位置、台数については検討の上現地におもむいたが、予定どおりの場所にそのまま設置とはいかず、現地で映像取得範囲を目視にて確認、可能なかぎり天井の形状や握り棒の位置などに影響を受けない位置に設置した。来年度、大規模実証実験時、成果体験会時に借用する車両についても同様の調整が発生するものと考えられる。

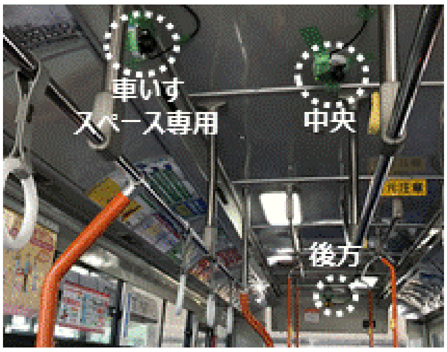

写真 2-1 車内カメラ位置(前方カメラ除く)

写真 2-2 借用車両と協力者の皆さま

写真 2-3 全座席着席時

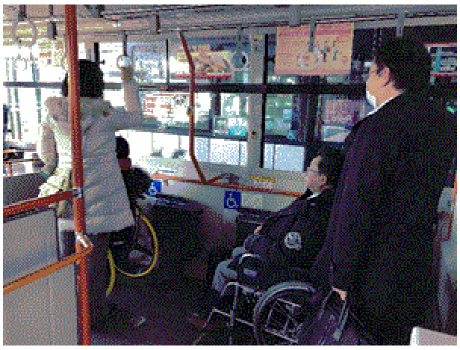

写真 2-4 車いすスペース利用時

撮影した映像を用いてレベル判定を行うにあたり、まずは人数カウントに関する解析を実施した。解析は、各シナリオ、カメラ(前方、中央、後方、車いすスペース専用)毎に、実際に人が目視で確認した人数、カメラ映像として撮影できた人数、撮影した映像を車載機搭載の解析技術にてカウントした人数、という形でそれぞれに

確認し、評価している。その結果、映像として撮影できている範囲に対して解析技術を用いて人数カウントした結果は、偏差も少なく、レベル判定に活用できる範囲であることを確認した。ただし、後方カメラは、シナリオの 1.2～5 などで着席者をうまく認識できず偏差が出ていた。これは後方カメラの取付け位置や角度と、今回採用したカメラの画角（撮影範囲）の影響と考える。つまり、そもそも映像に対象者が写っていない（画面から切れた位置に立っている）、映像に写ってはいるが服などの一部でありカウントできていないというものである。これについては、カメラ自体の変更（より広角なものへ変更）と取付け時の確認内容の変更などの工夫で来年度対応する。

また、3 台のカメラで撮影した各映像を用いカウントした人数を表 2-12 にて定義した満空レベルと対応づける検討を行った。検討結果を試作機に反映する機能改修は来年度上期に実施し、大規模実証実験にて検証する予定である。また車いすスペース専用カメラでカウントした人数については、単純に該当する座席に人が座っているか（＝空きなし：1）、居ないか（＝空きあり：0）という機能を、上記と合せて来年度追加改修する予定である。

4) 車内カメラ映像解析車載機と ART 情報センターの連携

映像解析された結果は、高度化 PTPS の優先権調停支援機能、乗り継ぎ案内支援機能でも活用される。このため、解析結果を ART 情報センター内に配置する機能について、仕様調整およびデータ受信 API として試作を行った。また、試作した API を利用して映像解析車載機から ART 情報センターに結果を送信できることを試作機にて確認しており、来年度の大規模実証実験において活用予定である。

(2) 車内混雑（満空）情報提供機能

昨年度の調査より、バス利用者が移動手段としてバスを利用するか否かという判断材料として、利用予定のバス車内混雑状況を事前に把握したいと考える人がいることがわかっている。

バス車内の混雑状況を知らせる車内混雑（満空）情報提供機能の検討、試作を以下に沿って行った。

1) 車内混雑（満空）情報提供機能の利用シーン検討
2) 実現すべき機能と必要なデータ項目の検討
3) 利用者が使う機能の検討・実装（車内混雑情報提供、乗降案内支援機能）

1) 車内混雑（満空）情報提供機能の利用シーン検討

車内混雑（満空）情報提供機能を実現するため、必要となる情報および利用者への提供タイミングを確認するため、利用シーンについて具体的に検討した。

どのような人が、どのような時に車内混雑情報を必要とするのか、関係者で検討した結果を図 2-15 に示す。

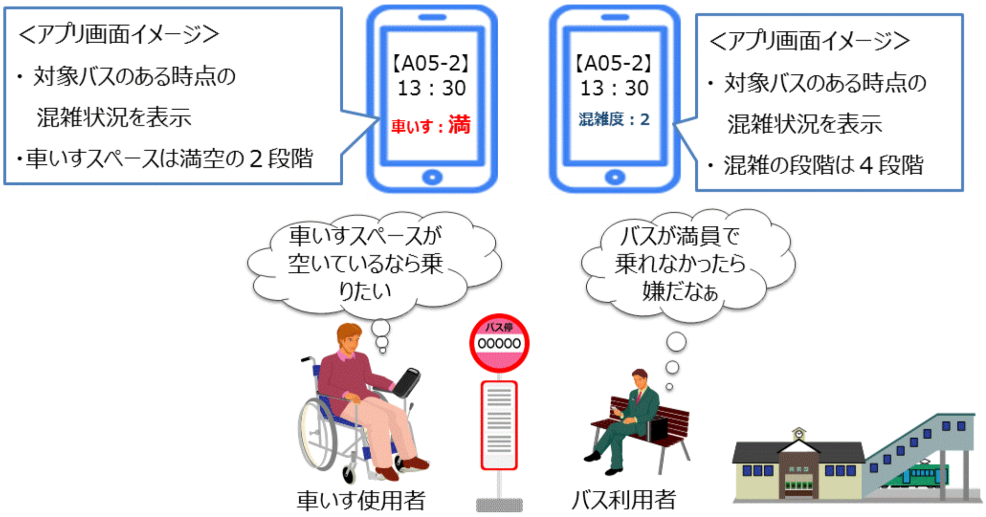

図 2-15　車内混雑（満空）情報提供の利用イメージ

一般的にバスを移動手段として選択するか否かを判断する際にバス車内全体の混雑状況が知りたいのに対し、車いす使用者およびベビーカー使用者は、車いすスペースが空いているか否かを知りたいという要望があることがわかっている。このため、本実証では車内混雑（満空）情報として、バス車内全体の混雑状況以外に車いすスペースの状況（空いているかの有無）についても情報提供することとした。

2) 実現すべき機能と必要なデータ項目の検討

車内混雑（満空）情報の提供には、ART 情報センターに蓄積された情報から対象車両の特定とその車両の混雑度を判定し表示する機能が必要となる。また、必要なデータ項目を表 2-14 に示す。

表 2-14　車内混雑（満空）情報の提供に必要となるデータ項目と取得方法

データ項目分類名	データ項目名	取得元（システム）	取得頻度
バス運行情報	系統情報	バスロケサーバ	日次
	運行計画情報	バスロケサーバ	日次
	発着時刻表	バスロケサーバ	日次
バス停位置情報	バス停位置情報	バスロケサーバ	日次
バスの混雑情報	バス車内全体の混雑度情報	画像解析カメラ	バス停毎
	車いすスペースの混雑度情報	画像解析カメラ	バス停毎
バスの現在地情報	バスの現在地情報	バスロケサーバ	バス停毎

3) 車内混雑度判定機能の実装

画像解析カメラから取得するバス車内混雑（満空）情報を用いて、バス利用者がバス乗車前に、乗車したいバスの混雑度を把握することが出来る機能を実装した。実装には共通部品として公開されたイベント駆動型フローベースドプログラミングツールを用いた。

(3) 利用者が使う機能の検討・実装（車内混雑情報提供、乗降案内支援機能）

それぞれに利用シーンを検討した結果、乗降案内支援情報と車内混雑情報を利用者に提供する際に、同じ画面上に表示されるべきと考え、それぞれに必要な情報を ART 情報センターから取得するデータ受信 API および表示用の Web アプリを試作した。試作は機能検証を主眼とし、正しいタイミングで必要な情報を利用者に通知されるか否かに重点を置いて行った。デザイン性（ユーザーインターフェース）についてはあまり考慮できていないため、平成 30 年度に改良する予定である。

試作した Web アプリケーションの画面について以下に示す。

図 2-16 試作した Web アプリケーションの画面

図 2-17　試作した Web アプリケーションの画面（降車 1 つ前）

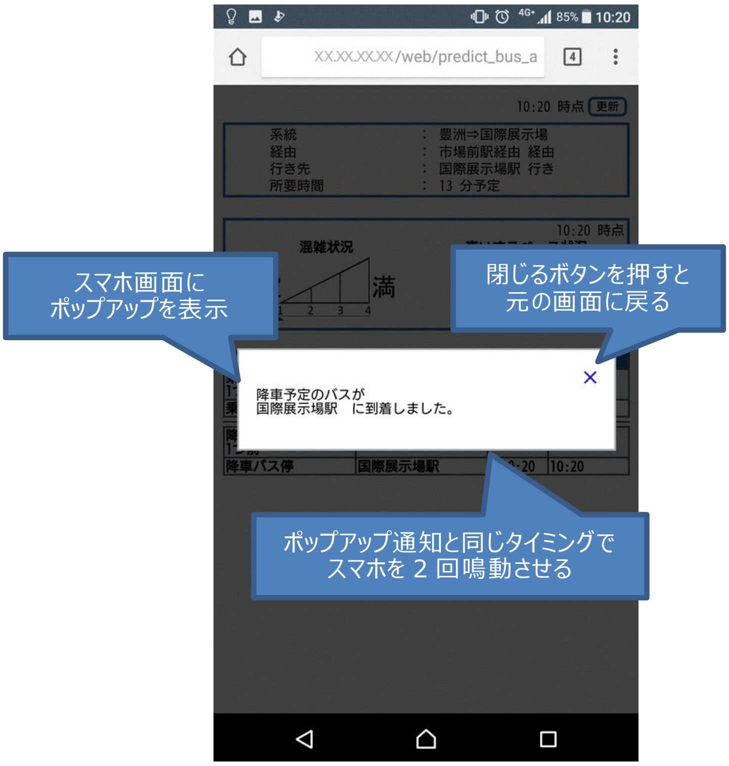

図 2-18　試作した Web アプリケーションの画面（降車バス停）

実装に必要な入力情報のうち、ART 情報センターにて保持していない情報として『利用者が乗車する予定のバス情報』『利用者が降車する予定のバス停情報』があるが、これらの情報はバス利用者から提供される必要がある。本検証においては、ナビゲーションアプリでルート検索が行われ、ルート選択を実施したケースを前提として試作した。Web アプリケーションを起動するナビゲーションアプリの画面を以下に示す。

図 2-19　Web アプリケーションの起動元（ナビゲーション画面）

Web アプリケーションにて ART 情報センターに蓄積されている混雑情報、バスロケーション情報などを活用して、ナビアプリケーションと連携した利用が行えることを、実機を用いて確認した。本機能については、歩行アクセシビリティ支援の来年度大規模実証実験において有用性評価を実施する予定である。

2.4　試験運用及び実証運用向け課題抽出

ART 情報センターにて試作した機能および環境を用いた試験運用を実施している。その結果と来年度の大規模実証実験に向けての課題について以下に整理する。

2.4.1　ART 情報センターの試験運用

ここまで述べた通り、今年度は ART 情報センターとして環境を構築し、その上で動作する各機能を試作している。試作機能を含めた構築環境は 2017 年 12 月～2018 年 2 月までの期間で、関係する事業者およびアプリケーション開発者に公開し、連携テストおよび試験運用を実施した。環境が利用できる時間（公開時間）は、実際の運用を想定し平日 9:00～17:00 とし、連携テスト時は事前申請方式を試験的に導入し、事前に申請時間帯のサポート体制を整備、事業者およびアプリケーション開発者に利用してもらい､万全の体制で連携テストをサポートする工夫を行った。

試験運用の結果、対象となる事業者およびアプリケーション開発者の全てが、定義した方式によって ART 情報センターとデータ送受信が出来ることを確認している。来年度の大規模実証実験および成果体験会も、同様の方式を採用することとする。

2.4.2　実証運用に向けての課題

(1) 試験運用で明らかになった課題

今年度実施した機能検証の結果、明らかになった課題と来年度の実証運用時、あるいは将来的に考慮すべき事項について以下に述べる。

1) データ形式の統一

昨年度報告の通り､ART 情報センターを実装する上での 1 つの課題として､ART に関係する事業体が多岐にわたっていることがあげられる。

ART 情報センターとの連携が予想される、複数の業務システムについて、それらの開発は独自で実施されており、各システムから出力するデータのフォーマットや通信形式などを共通化する取り組みは行っていない。一方で、業務システムにおける一部のデータは業界や事業体などによってフォーマットの規定がなされていることがある。それらが標準化されていれば問題ではないが、個々に規定されていた場合には ART 情報センターからデータ提供する際に、データの調整や取得したデータの加工処理および規定変更などに伴うメンテナンス作業など､ART 情報センター

を運用していくうえにおいて、作業負荷が非常に高くなると考えられる。

実証運用時には、既に機能検証が完了しているシステム以上に連携先が増えることはないが、将来的には公共交通のデータを収集・提供する役割である ART 情報センターが用いるべき形式については各業界・事業体と協議を行った上で個別対応をできるだけ抑えるように設定し、ART 情報センターにて提供するデータとしては標準形式としてデータ送受信できるように対応していく必要があると考える。

2) データの表記形式の統一

機能検証の結果、時刻や位置情報など項目名や意味が同じであっても、データとしての表記形式や使用単位が異なり、それぞれに基準を決めてシステム的な処理を必要とするデータが発生することがわかっている。1)データ形式の統一にて記載したように、業界や事業体に応じてデータの表記方法や使用単位、桁数がフォーマットとして決められており、そのデータを業務システム側で変更することは難しい。そこで、今年度の機能検証では ART 情報センター内の機能として、データ変換機能を試作し対応している。ただし、ART 情報センター内でデータ変換を実施する場合、加工前後のデータ整合性の責任についてどこが負うのかなど、関係者間での検討・調整が必須である。

実証運用では今回試作した機能を用いることで対応可能であるが、将来の実運用に向けては、データの表記形式や使用単位の統一を図れるよう、可能な範囲で各交通事業者や業界団体などと協調し、データ利活用を推進するために標準表記方法や使用単位を統一できるように、協議・検討していくことも必要と考える。

3) ART 情報センター内において付加すべきデータ項目

機能検証の結果、インクリメントカウンタや、現在時刻など各業界や事業体で利用されている業務の内容に応じて ART 情報センターにて付与してほしいデータ項目が存在し、またそれらは個々に要望があることがわかっている。

2)データの表記形式と同様に、業界や事業体にてデータ項目の付与が決められている場合は、ART 情報センターの方針によらず、強く対応を求められることが想定される。このため、将来的には ART 情報センターにて付加するデータ項目は、データ整合性の責任やその必要性に応じて、「標準で付加」「オプションで付加」「付加しない」などレベル別で方針を設け、それぞれに対応することが必要と考える。

4) セキュリティ対策

今年度は機能試作とその評価であり、評価期間およびシステムの連携先が限定的であったため、インターネットに接続しデータ公開する際のセキュリティ対策は、

日立製作所で有している脆弱性点検ツールを用いてセキュリティチェックを実施し、最低限に問題のない範囲として対応している。しかしながら、将来的に運用を行う際には ART 情報センター内で取り扱う情報の一部に信号制御に用いる判断情報の根拠となるものも含まれると想定されるため、データの公開範囲や取り扱うデータ定義の取決めに加え、それらの厳密な管理、実装機能に応じたセキュリティ設計およびその実装が必須であると考える。

5) サポート窓口について

今年度は機能検証ながら将来の実運用を見据え、ART 情報センターの情報を利用する事業者向けサポート窓口を平日の 9 時から 17 時に限定して設置した。可能な範囲で実証運用時にも同様の対応をとれるよう検討する。

将来の実運用時に対応時間を 24 時間 365 日とするかどうかは、導入先の事業形態による部分が大きいが、その場合には別途専用の運用組織（コールセンターなど）の設置が必須と考える。さらに、機能検証期間中に事業者から連携テストの立ち合い依頼を受けており、立会い依頼の対応検討も必要であると考える。

6) データの蓄積方法

ART 情報センター内に蓄積するデータは、最新情報から過去情報までの全て蓄積すべきデータと、最新情報のみ蓄積すべきデータの 2 種類に分けられる。実証運用では機能検証の際に決定した内容で対応するが、将来の実運用においてどちらのパターンで蓄積していくかは、データの性質・内容・データ容量などに応じて ART 情報センターの運用者にて決める必要がある。並行して、蓄積するデータ量の増大を見越してデータ容量の圧縮やデータアクセスを高速に実現する仕組みについても調査・検討を行う必要がある。

7) 拡張性

統合運用基盤の機能要件として、スケールアップ/スケールアウトができることがあげられるが、今年度は連携先の数および利用期間が限定的であったため、スケールアップ/スケールアウトを実施する状況は発生していない。今後、どの程度の拡張性を ART 情報センターとして保持しておくべきか、アクセス数などから検討する必要があると考える。

8) データの整合性

ART 情報センターは公共交通に関連する業務データを収集し、公開する機能を持っている。機能検証において、車両内に設置した別システムである各車載機から情

報を収集しているが、それぞれの情報がどの車両のものなのかデータを紐付ける識別子として、車両識別 ID（＝バスを一意に指定する番号）を採用している。ただし、収集情報に正しい車両識別 ID が付与されているか否かは、各システムの仕組みに依存するため ART 情報センターとして正しさを確認することは難しい。このように、複数システム間で紐付けするための識別子などのデータ整合性を確保するには、収集元となる事業者が責任をもって正しい値を付与していただき、そのデータを ART 情報センターに送付いただくことが必要である。

9) ART 情報センターとの通信方式

機能検証では、PTPS 車載機および映像解析用車載機がそれぞれに本研究のための試作機であり、かつ 1~2 台と限定的であったため、各車載機と ART 情報センターが直接通信する仕組みをとっている。実証時にはこの方式を踏襲するが、将来的には連携対象となる機器の数は搭載を希望する車両の数に対応すべく増えていき、その結果データの通信量および処理量が膨大となり、ART 情報センターの他機能へ影響を与えることが懸念される。よって、実運用時にはそれぞれの業務システムとして、各車載機とそれぞれを管理する専用サーバとの組合せで情報を処理すべきであり、ART 情報センターはその業務システムの専用サーバと通信する仕組みとすべきであると考える。

2.4.3　ART 情報センターの事業性基礎検討

前項までで検討している ART 情報センターは、ART を含む次世代都市交通に関係する情報を一元的に収集･蓄積することと､それらの情報を関係する事業を通じ、利用者まで提供することで、利用者の利便性向上や次世代都市交通の利用促進を促すことを目的と設定し、設定したユースケースをもとに来年度実証実験を行う。

一方で、ART が運用されているはずの将来において ART 情報センターはどのように事業を行っていくのか、その基礎検討として、ART 情報センターで保持する情報とサービスから生み出せる価値の検討を行った。また、プラットフォームを運用する際の要件とその実現に必要となる事項を検討した。

(1) ART が運用されている将来に保持する情報とサービスに関する検討

ART 情報センターは、運行支援に関わる情報のほかに ART を含む公共交通などの交通利用者全般に関係する情報も取り扱うことで、利用者の利便性向上やそれに伴う事業者や業界の事業収益の確保/向上に寄与すると考えられる。これらは ART 情報センター事業の経営基盤強化はもちろん、最終的には社会価値として還元されるものである。

1) ART 情報センターで取り扱うサービスの対象領域

ART 情報センターの事業性を検討するにあたり、取り扱う情報(データ)とそれをもとに展開するサービス事業の可能性を検討した。データサービス事業は、経済産業省/総務省などが協力する IoT 推進協議会のデータ流通促進 WG から公開されている情報を参考に、以下４つに類型化する。ART 情報センターは「データホルダー型」の要素ももった「データアグリゲーター型」と考えられる。

表 2-15　データサービス事業の類型化

類型	概要
データホルダー型	事業者が事業を営むにあたって蓄積されたデータを、他事業者などに提供するモデル
データアグリゲーター型	事業者がデータ提供を目的として自社内外の多様なデータを集約・統合し、他事業者に提供するモデル ※自社事業を持たずに他社データの集約･統合･提供のみを行う場合もあれば､自社事業で蓄積されたデータと他社データを統合して提供する場合もある ※いわゆるデータブロガーは、データアグリゲーターのうち、プロファイルデータを扱う事業者と解釈する
データマーケットプレイス型	民間事業者が提供するデータや公共機関などが公開するデータをカタログ化・ポータルサイト掲載し、データ売買取引を仲介するモデル
パーソナルデータストア型	企業主導で行われていたパーソナルデータの利活用を、消費者が自身のデータを管理し、流通をコントロール可能にするモデル ※いわゆる VRM(Vendor Relation Management)もこれに該当すると解釈する

出典：IoT 推進協議会　データ流通促進 WG「第１回 WG 資料３海外の検討状況の共有」事例の概要と類型

「データホルダー型」「データアグリゲーター型」のサービス事業を展開する場合、ART 情報センターを設置する単位（＝カバーする範囲）を検討することで、扱う情報の対象(＝情報取得対象の範囲)を具体的に定義できると考える。ART 情報センターにて ART の運行定時性確保や速達性支援を行うためには、ART を運行している範囲を含む地域全体の公共交通の状況を把握しておく必要がある。つまり、既存の交通システムや運行事業者単位で管理されている枠を越えて、地域内の都市交通全体に関する情報を把握できることが望ましい。従って、ART 情報センターがカバーする範囲は一つの都市あるいは複数の都市を含むエリア、それぞれになると考えられる。

この際、主として取り扱うデータは ART の運行にかかわる情報や事業者から提供される公共交通の運行情報、道路情報などであるが、将来的には本研究にて取り組んでいる個人の交通に関わる動向情報（＝パーソナルデータ）も取り込むことを検討する。ただし、データポータビリティ（収集・蓄積した個人に紐付くデータを他のサービスでも再利用すること）や、データオーナーシップ（事業者間の取引に関連して創出されるデータの利用権限）については、現在、まさに議論がなされ始めているところであり、今後の動向を注視する必要がある。将来的にこれらの考えが確立され、法整備も進めば公共財的性質のデータについて、ART 情報センターに取り入れ、サービスの多展開につなげていくことが可能と考える。

2) ART 情報センターによるサービス例

ART 情報センターが提供するサービス例について検討した。以降に、ART の運行支援に関わる情報を扱う「データホルダー型」と、他事業者から入手した情報をかけ合せて分析し、データとして提供する「データアグリゲーター型」の付加価値サービスモデルを一例ずつ示す。

a. サービスモデル例 1（ART の運行支援に関わる情報提供サービス）

ART の運行支援に関わる情報として、ART のバス車両動態に関する情報（バスロケの情報）と、速達性および運行定時性確保のために導入が期待される高度化 PTPS に関する情報を、対象エリア内にある ART 運行事業者以外のバス事業者や自治体、対象エリアを管轄する警察などに提供することが考えられる。バスロケおよび高度化 PTPS については運行事業者の業務システムであり、サービスアグリゲーター型ではなくサービスホルダー型のものとなる。

これらの情報を活用することで、対象エリアの都市交通全体の観点で遅延の最小化を図ることが可能であり、動態を分析し混雑状況を把握・予測する機能を搭載で

きれば、その予測情報を含めてバス事業者、タクシー事業者や物流事業者等に提供することで、都市交通全体の混雑緩和に貢献することが可能となる。つまり、ART の運行定時性、速達性確保と都市交通全体の混雑緩和を実現できることで、交通遅延抑制となり、社会的経済損失の回避と、生活者への高い利便性/快適性を提供することとなる。

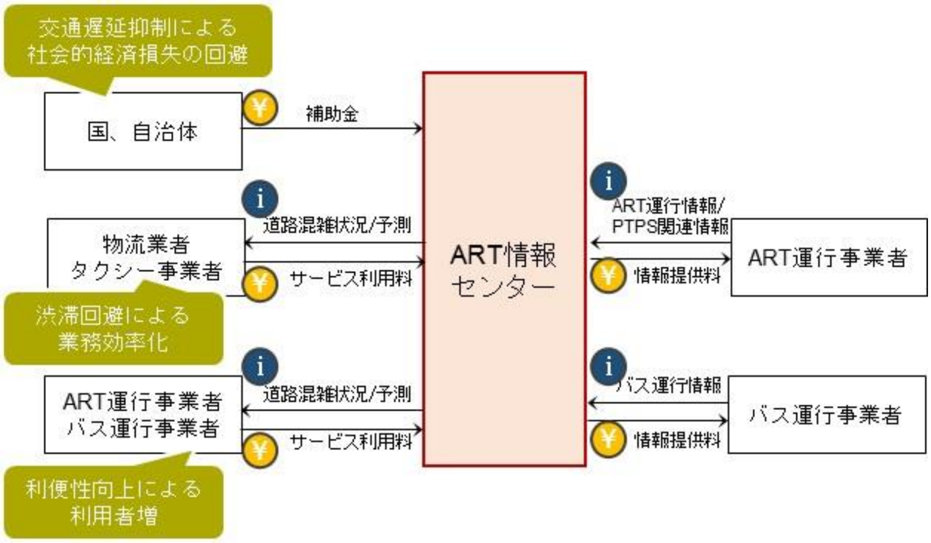

図 2-21　ART の運行支援に関わる情報を活用したサービスモデル例

b. サービスモデル例 2（移動手段マッチングモデル）

ART 情報センターが保持する公共交通機関の遅延、混雑等の動的な情報を含んだ乗継案内情報、および情報提供事業者が収集した地点混雑情報などを対象エリア内の移動に関わるマッチング事業者に提供する。

マッチング事業者は、スマートフォンアプリ等を通じて遅延や混雑予測を反映した乗継案内を利用者に提示するとともに、公共交通機関の代替手段としてデマンド型乗合タクシーなどのマッチングを行い、事業者から車両を引き当て利用者に輸送サービスを提供する。また、決済代行なども行うことで移動に関するサービスを一括で提供するような事業者となる。

このような事業者にサービス提供することで、タクシーなどの潜在需要を喚起するとともに、デマンド増大時のバスを含む公共交通の混雑緩和と生活者の利便性向上に貢献する。

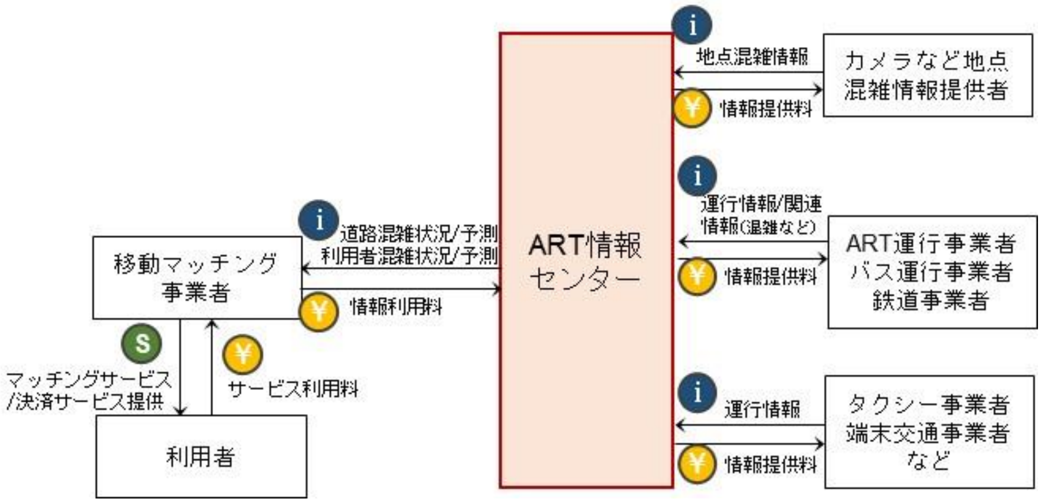

図 2-22　移動手段マッチングモデル

3) ART 情報センターが提供するサービスから生み出せる価値

上記に加えて、ART などの公共交通の運行情報や、乗客や歩行者の情報（統計情報化した属性、混雑、人流等）などと、市中の情報提供事業者が駅や商業施設から収集する人流情報などを組合せて加工し、広告代理店やサイネージ事業者に提供するサービスも検討した。これは、広告の視聴者毎に最適な広告を表示することで、広告効果を最大化するとともに、生活者にとっての利便性を向上させると考える。

このように、いくつか検討したサービス例が実現すると、都市交通全体の混雑緩和/交通遅延防止による社会的経済損失の回避と、生活者への高い利便性/快適性提供が可能となると考える。つまり、ART 情報センターが提供するサービスを利用してもらうことで、将来的には対象エリアの都市交通全体を最適に組合せることができ、そこで生活する人や旅行者にとっても利便性が高く、移動というものを簡単に便利に選択できる社会になるという考えのもと、来年度も引き続き検討を行う。

4) 事業性検討に向けて

これまでの基礎検討結果であるサービスモデル例について、協業関係となる事業者を想定するなどして具体的に関係者を抽出し、事業の受容性などを検討し、実現性の評価を行うこととする。現時点での検討項目案を以下に示す。

表 2-16　事業サービスモデルの検討項目案

検討項目案	内容
ステークホルダー	関係する公共交通機関やアプリケーションサービス事業者など、ART 情報センターに関わる関係先の抽出
事業の受容性	ART 情報センターが提供する情報やサービス価値に対して、受益者を想定した受容性の検討
事業規模	事業規模の試算

(2) プラットフォーム運用に関する検討

ART 情報センターを運営する際には、提供しているサービスなどの利用者をいかに増やし、ART 情報センター自身を活用してもらうかが事業を成立させるためには重要となる。

利用者を増やすための最低限として、利用者が何をもって ART 情報センターを利用しようと思うか、想定利用者をアプリケーション事業者とし検討した。検討の結果、利用者が魅力を感じる情報を ART 情報センターが蓄積していることと、それらの情報を ART 情報センターから取得しやすいもしくは送信しやすいなど、利用時の負担が比較的少ない仕組みが提供されていることがあげられるのではないかと考え、これらを ART 情報センターに必要な要件として提起した。以下に、それらを実現するためにプラットフォーム運用時に必要となる事項について示す。

1) アプリケーション事業者が魅力を感じる情報を蓄積するための要件

アプリケーション事業者が魅力を感じる情報とは、ART を含む公共交通に関する情報および渋滞や事故情報などの道路情報ではないかと考える。

それらの情報を公共交通の運行事業者もしくは管理者・運営者などから ART 情報センターが提供を受けるために、プラットフォームを運用する上で必要となる事項を以下にあげる。

a. データのセキュリティ確保

ART などのバス車両の運行情報などの業務に関わる情報を、運行事業者や管理者・運営者などに安心して提供してもらうには、情報の機密性、完全性、可用性を維持するための管理体制が整備されていることが必須と考える。そのため、データを蓄積するプラットフォーム選定の際は、情報セキュリティ管理体制の認証(ISMS 認証)を取得している事業者を採用することが必要である。また、提供される情報のセキュリティレベルは異なることが想定される。そのため、提供される情報に応じて ART 情報センターとしてセキュリティランクを設定し、それぞれのアクセス方法やデータ保持の方法を分けるなどの工夫を講じることが望ましい。

また、情報提供者毎にアカウントを発行し、アカウント単位で利用できる API を制限するなどアクセス権限の設定・管理を行い、権限を持つユーザーだけがデータを提供、取得できる仕組みを設けることも必要であると考える。

b. 信頼性の確保

また、提供者に安心して情報を貰い受けるには、サービスの稼働率が安定してお

り、一定の基準を満たすプラットフォームを準備することが求められる。具体的には以下のような項目があげられるが、個々の詳細は ART 情報センターを運営する事業者が SLA（Service Level Agreement : サービス品質保証）/SLO（Service Level Objective : サービスレベル目標）を設定、対処することとなる。

- ART 情報センターとして必要な機器の冗長化構成をとるなど、サービス稼働率を満たすシステムとすること
- プラットフォームで提供されているサービス(機能)を利用する場合は、そのサービス(機能)を提供する事業者のメンテナンス時間を考慮の上、サービス稼働率を満たすシステムとなるよう、複数拠点にシステムを設置するなどの対策をとること
- ART 情報センターとして必要なバックアップ・リストア機能を有すること
- 適切なシステム監視（障害監視、死活監視、キャパシティ監視など）を行い、ITSMS（IT サービスマネジメントシステム）に準拠して、IT サービスの品質を確保・改善していくこと

2) アプリケーション事業者が利用する際の負担を少なくするための要件

アプリケーション事業者の負担を減らすために必要となる事項と、事業性確保のために必要となるプラットフォームの運用コストを最小限に抑えるための工夫に必要不可欠な事項を以下にあげる。

a. 分かりやすい利用方法

例えば、機能検証にて REST API を利用したデータ提供・取得方式を ART 情報センターとアプリケーション事業者間での利用方法としたように、アプリケーション事業者が利用する連携方式を統一(原則同じ方式を採用)し、可能な限りシンプルな作りとすることが、アプリケーション事業者の負担を少なくするためには望ましい。また、機能検証にて実施している ART 情報センター利用者向けに作られた利用ガイドの提供や、説明会の実施などアプリケーション事業者の開発の助けとなる対応も求められる。

b. サポート窓口の設置

利用者の負担軽減や利用者確保につながる利便性や満足度の向上に寄与する、統合的な単一の問合せ対応の窓口としてサポート窓口の設置は必要である。サポート窓口ではサービス全般の稼働についての問合せに回答するほか、情報公開可能な範囲で、提供するデータ/API/アプリケーション事業者向け共通部品に関する問合せなどにも応じる。想定利用者であるアプリケーション事業者の業務時間を考慮すると、

少なくとも平日の午前 9 時から午後 5 時の間はサポート窓口が稼働していることが望ましい。

c. アプリケーション開発者向け共通部品の整備

一般的にアプリケーション事業者の負担を減らすために、機能検証で提供したプログラム開発支援ツールやアプリケーション開発用のサーバのような共通部品を提供すること、およびそれらは随時拡張されることが望ましい。

d. 事業継続性の確保

ART 情報センターは公共交通に関する情報を提供するというその特性上、アプリケーション事業者の利用期間は長期にわたる場合も想定されるため、継続して事業を行うことが求められる。そのため、プラットフォームとしても事業継続性の高い、例えば提供実績 10 年以上のものを採用することが望ましい。

e. データマネジメント

ART 情報センターの運用コストに影響を与えるものの一つとしてデータ量とその管理があげられる。例えば、2,000 台のバスから 1 台あたり 1KB のデータが 10 秒毎に 1 日辺り 12 時間情報を取得する業務システムがあるとする。それらの情報が過去データも含めて全て ART 情報センターに提供されると仮定した場合、5 年間で約 15TB のデータが ART 情報センターに蓄積される計算となる。単純に全てのデータを蓄積すると、ART 情報センターのコストは年々増大することになる。

本年度の検証結果から、ART 情報センターで受信するデータは、過去情報含めて蓄積すべきデータと最新情報のみ蓄積すべきデータに分けられることが分かっている。過去情報含めて蓄積すべきデータとは、経過情報を統計解析し、その後の予測に活きるデータや、過去データそのものに意味があるデータを指す。

ART 情報センターの事業規模にもよるが、規模が小さい場合には情報提供決定の際、事前に提供データの性質・内容・データ容量などを確認し、どちらのデータとすべきか判断し、可能な範囲でデータ量が少なくなるよう管理することが望ましい。

f. データ個別加工処理の最小化

ART 情報センターでデータ送受信する際、ART 情報センター側からデータ形式を指定することで、送受信するだけであれば個別加工処理を必要としないよう方針立てを行うことが、運用コストを低減するために望ましい。しかしながら、ART 情報センター内で個別にデータ加工する機能を実装する場合には、実装機能を稼動させる環境の利用費用および実装するための費用、対象データの変更など連携先シス

テムの要望などに伴うメンテナンス/追加改修が発生することとなる。データ個別加工処理を実施するかは、ART 情報センターの事業方針によるが、実施する場合は加工についての方針を設定すること、またデータ加工を希望する特定事業者がいる場合はその事業者からオプションとして別に費用徴収するなど、可能な限り運用コストを低減する工夫が必要である。

2.5　ダイナミックマップ等との連携による情報サービスの提案・実装

昨年度に引き続き、SIP 他施策である「ダイナミックマップサービスプラットフォームの試作・検証及びビジネスモデルの策定」で検討中のダイナミックマップサービスプラットフォーム（以下、ダイナミックマップ SPF）との連携について検討・調整した。具体的には、ART 情報センターにてダイナミックマップ SPF からのデータが格納できることを確認し、ART 情報センターからパーソナルナビ事業者がデータ取得可能となる仕組みを用意した。また、ダイナミックマップ SPF からパーソナルナビ事業者へのデータ提供が、ART 情報センターが提供する情報サービスの 1 つとなるか、実現可能性についても検討した。

2.5.1　ダイナミックマップ SPF とのデータ連携検討

(1) データ提供対象および方法の調査・検討

ダイナミックマップ SPF では様々な動的･静的データの提供および活用方法について検討を進めている。そこで本実証では、ART 情報センターに連携するデータとして歩行者移動支援のナビゲーションシステムにて活用可能となるデータを対象として検討を進めた。次に、ダイナミックマップ SPF からナビ事業者へのデータ提供方法について検討した。ナビ事業者へヒアリングを実施したところ、取り扱うデータの形式は一般的なものであればこだわりはなく、データフォーマットが決まっているものであれば、CSV 形式でも問題ないとのことであった。

一般にオープンデータとして広く世に出回っているデータを見ると、データ形式としては CSV 形式や XML 形式（またはその拡張形式）などが多い。そういった汎用的なデータ形式とすることで、ナビ事業者などのデータを利用する事業者側が好きな形に加工しやすく、広く活用してもらえるという利点がある。

これらの結果から、ダイナミックマップ SPF から ART 情報センターへのデータ連携および ART 情報センターからナビ事業者へのデータ連携は、公開 I/F として ART 情報センターの機能をナビ事業者へ開示し、利用することとし、データ形式としては CSV 形式での提供とした。また、データのフォーマットについても、ナビ事業者で使いやすい形に整えられていることを確認している。

(2) ダイナミックマップ SPF との連携方式の調査・検討

上記のとおり、ダイナミックマップ SPF と ART 情報センターとのデータ連携は CSV 形式とし、データ連携の更新頻度やデータ量の増加に伴う通信負荷についても検討を行った。今回対象とするダイナミックマップ SPF との連携データは、施設デ

ータや横断歩道データといった更新頻度の低い静的データであるため、実際に運用される際のデータ連携周期は数ヶ月から１年程度であると想定される。また、対象データは東京２３区の一部の区（港区、江東区）のデータとしたため、データ容量としては 100KB 程度であった。今後、施設データ種別の追加や対象データの範囲（エリア）が面的に広がることで、データ量の増加が想定されるが、もともと更新頻度の低いデータであることに加え、ダイナミックマップ SPF 側でもメッシュ単位や行政区単位等でのデータ格納を検討しているため、ダイナミックマップ SPF との連携データ量の増加に伴う通信負荷の影響は少ないと考えられる。よって、今回 ART 情報センターで用意した受信用 I/F、公開用 I/F にて十分運用に耐えられると考える。

(3) ダイナミックマップ SPF との連携実証

連携実証時の対象データ

本実証では、ART 情報センターに連携するデータとして歩行者移動支援のナビゲーションシステムにて活用可能となるデータを対象としている。具体的には、ダイナミックマップ SPF が静的データの一部として保持する国土交通省の歩行空間ネットワークの施設データ（公共施設、指定避難所、病院、公共トイレ、出入り口）およびダイナミックマップ３D 地図の横断歩道データをさす。これらのデータをダイナミックマップ SPF から ART 情報センターに格納している。連携データの内容について以下に示す。

表 2-17 ダイナミックマップ SPF 連携データ一覧

No	ファイル	内容	データ形式
1	公共施設データ	識別 ID/所在地/緯度経度 etc.	CSV 形式（カンマ区切り）
2	指定避難所データ	識別 ID/地区名/名称/所在地/緯度経度 etc.	CSV 形式（カンマ区切り）
3	病院データ	識別 ID/名称/所在地/緯度経度 etc.	CSV 形式（カンマ区切り）
4	公共トイレデータ	識別 ID/緯度経度/種別 etc.	CSV 形式（カンマ区切り）
5	出入り口データ	識別 ID/対応施設識別 ID/緯度経度 etc.	CSV 形式（カンマ区切り）
6	横断歩道データ	識別 ID/緯度経度 etc.	CSV 形式（カンマ区切り）

連携実証の結果

ダイナミックマップ SPF から ART 情報センターに格納したデータを、ART 情報

センターからナビ事業者のナビゲーションサーバへと連携を行い、ナビゲーションサーバにデータ格納できることを確認している。格納に際しては、ダイナミックマップ SPF で保持するデータの特性や更新頻度などを考慮し、ART 情報センターに配置したオブジェクトストレージの機能を用いた。オブジェクトストレージはコマンドによる利用だけでなく Web 画面による利用も可能であり、データを利用する事業者への負担が少なく、簡便な方式となる。特に今回対象のデータは静的データであり、更新頻度もさほど高くないため、適した方式で情報提供できたといえる。

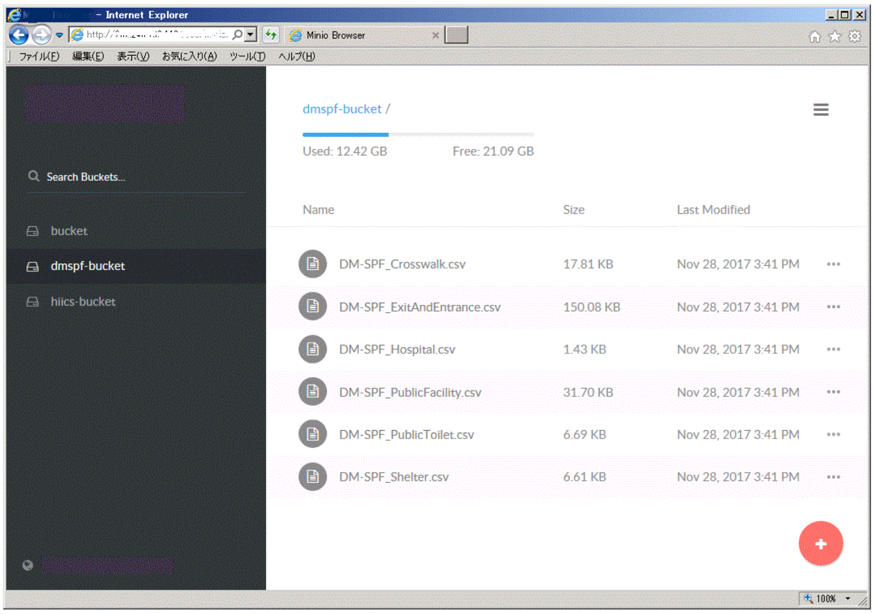

図 2-23 オブジェクトストレージ画面(一例)

2.5.2　ダイナミックマップ SPF 連携データを活用したサービスの検討

ダイナミックマップ SPF から取得したデータを ART 情報センターにて提供し、アプリケーション事業者にて有効活用する方策について提供先のナビ事業者とともに検討を行っている。検討内容の詳細については SIP 他施策である「ダイナミックマップサービスプラットフォームの試作・検証及びビジネスモデルの策定」の報告書を参照願いたいが、ART 情報センターとしての考えをまとめると以下となる。

ART 情報センターとして現状予定している提供データの中に、ダイナミックマップ SPF が保持する予定の情報は含まれていないが、ART 情報センターのデータ利用者が提供するサービスを考えると、データの種類および鮮度がうまく希望に合えば有効活用できると考える。将来の実運用時にどのようなデータを連携すべきかなどは事業方針とも関係するが、1 つのサービスとして連携する余地はあると考える。