

時空間情報の サイバー・リアル連携を目指して ~Synerex とHarmoware-VIS~

名古屋大学
未来社会創造機構

河口 信夫



本日のお題

- 時空間情報分析・可視化
Harmoware-VIS
- 変化に対応するサービス連携・基盤システム
Synerex

キーワード：時空間情報とは？

- 空間情報 = 位置情報
 - 世の中のすべてのモノには位置がある
- 時間情報 = 時系列情報
 - 時間的に変化する情報
- 時空間情報 = 時系列で変化する位置情報
 - 人、車、電車、荷物など
 - 位置が変化するため、分析はなかなか難しい



時空間ビッグデータの利活用

- 時空間データから価値を生み出すためには、分析が必須
- やみくもに分析しても無駄
 - 多数の分析軸
- どうやって分析するか、のためには、まだまだ人の知見が必要
 - 将来的には、ある程度自動化も可能か

2013-08-01 00:10:46

Open Controls

名古屋市内タクシープローブ情報

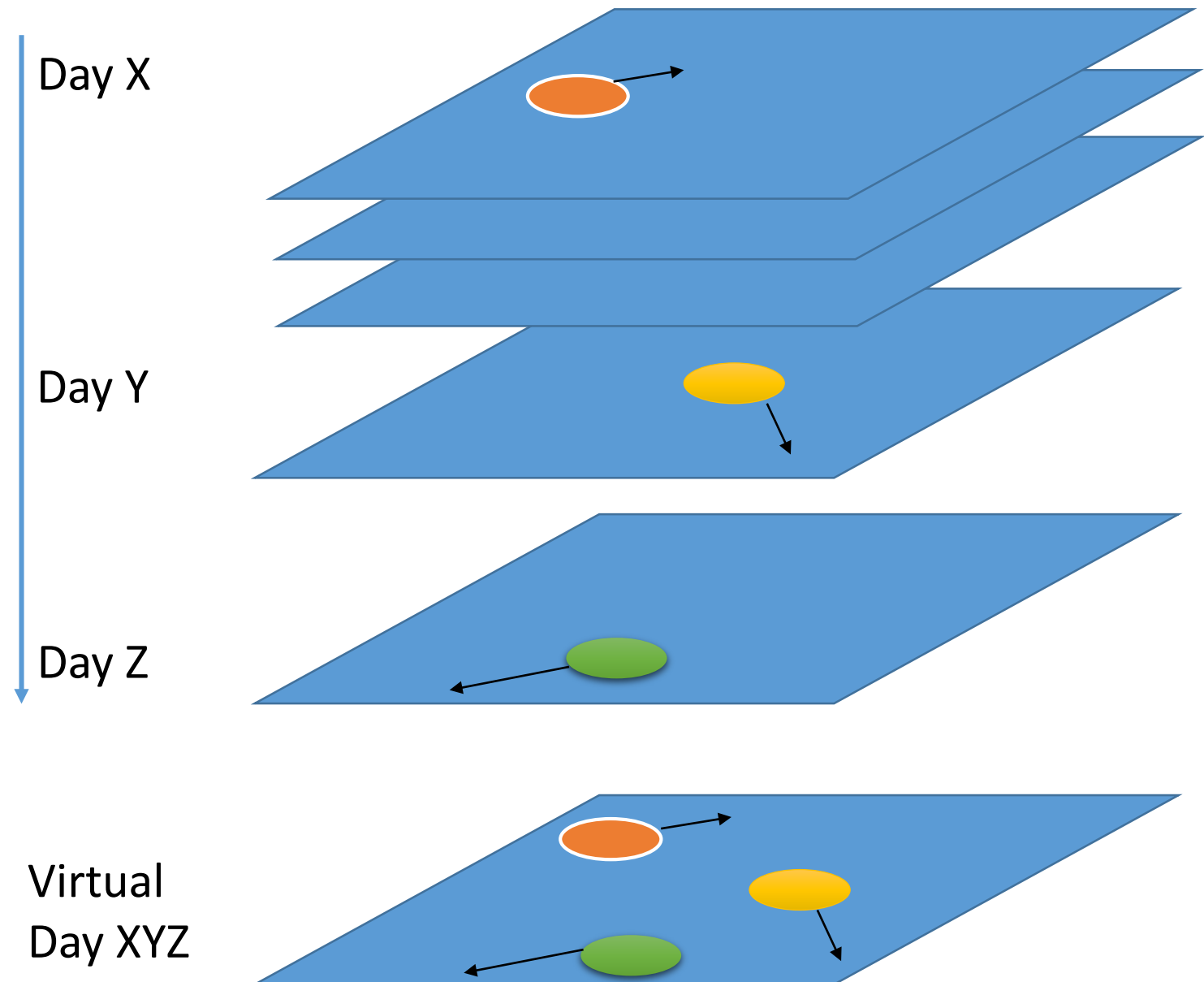
1ヶ月分のデータを重畳

- 空車
- 実車

29 FPS (0-33)

時空間データの可視化・分析ノウハウ

- 日付の異なるデータの分析
- 時間情報を残しつつデータを重畳

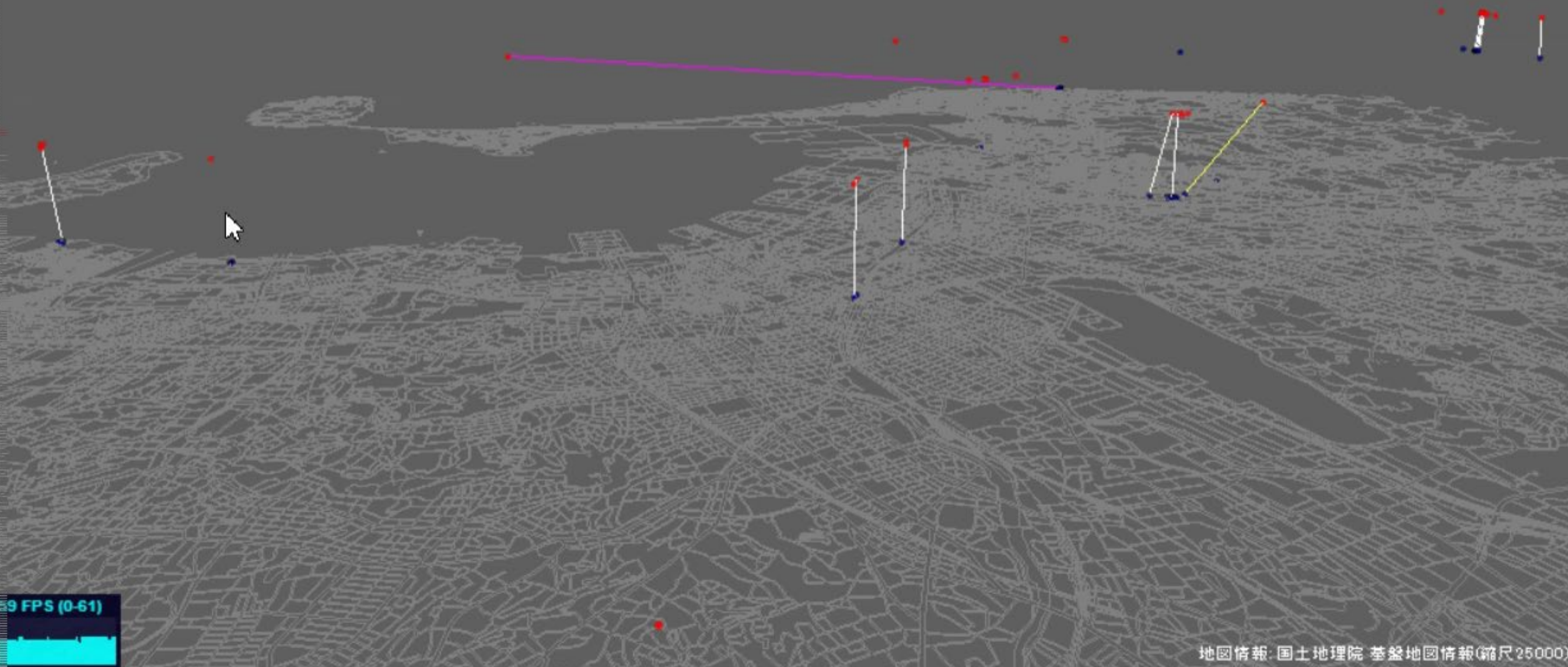


渋滞(バスの遅延)をどう見るか？

Blue:2013-10-09 05:03:33 Red:2013-12-20 05:03:32

Open Controls

異なる日のバスの運行状況を比較



バスデータ活用の実績(名古屋大)

- 名古屋市交通局のバスロケデータ活用(2012~)
 - 動的な可視化ツール構築
 - 静的な可視化による分析
 - 遅延予測と情報提供
- 名鉄バスのバスロケ・乗降情報活用(2016~)
 - 乗降情報・遅延情報を3次元的に可視化
 - 乗降数をバス上に
 - シミュレーションでダイヤ変更時の混雑予測

2014-10-20 07:27:46

Open Controls

60 FPS (0-60)

地図情報: 国土地理院 基盤地図情報(縮尺25000)

時空間データに加えて数値データ

- 名鉄バス様からご提供のデータ
 - バスロケ運行実績データ 20160701～
 - 岡崎・豊田・知立・名古屋・津島・一宮・春日井・小牧
 - 停留所・施設情報
 - 乗降情報、車載器一件明細
- 乗降情報や遅延情報を、位置と同時に可視化
 - 高さ方向に情報を重畳して情報量を増やす

127.0.0.1:8000

127.0.0.1:8000

2016-07-01 09:26:19

appDataName01岡崎-20160701

addictiveBlending☒

controlModeorbit

resetCamera

altiScale0

trainStation☐

visible

RdEdg☒

particles

particleModeplane

subCurrentTime2944

currentTime13744

pauseAnimation☐

animationSpeed10

repeatEachAnimation☐

restartAnimation

startAllAtOnce☐

addAllHistoryLine

addCurrentHistoryLine

selectedHistoryLine

partidHistoryLine☒

visualizePassengers☒

visualizeDelay☐

visualizeDay☐

Close Controls

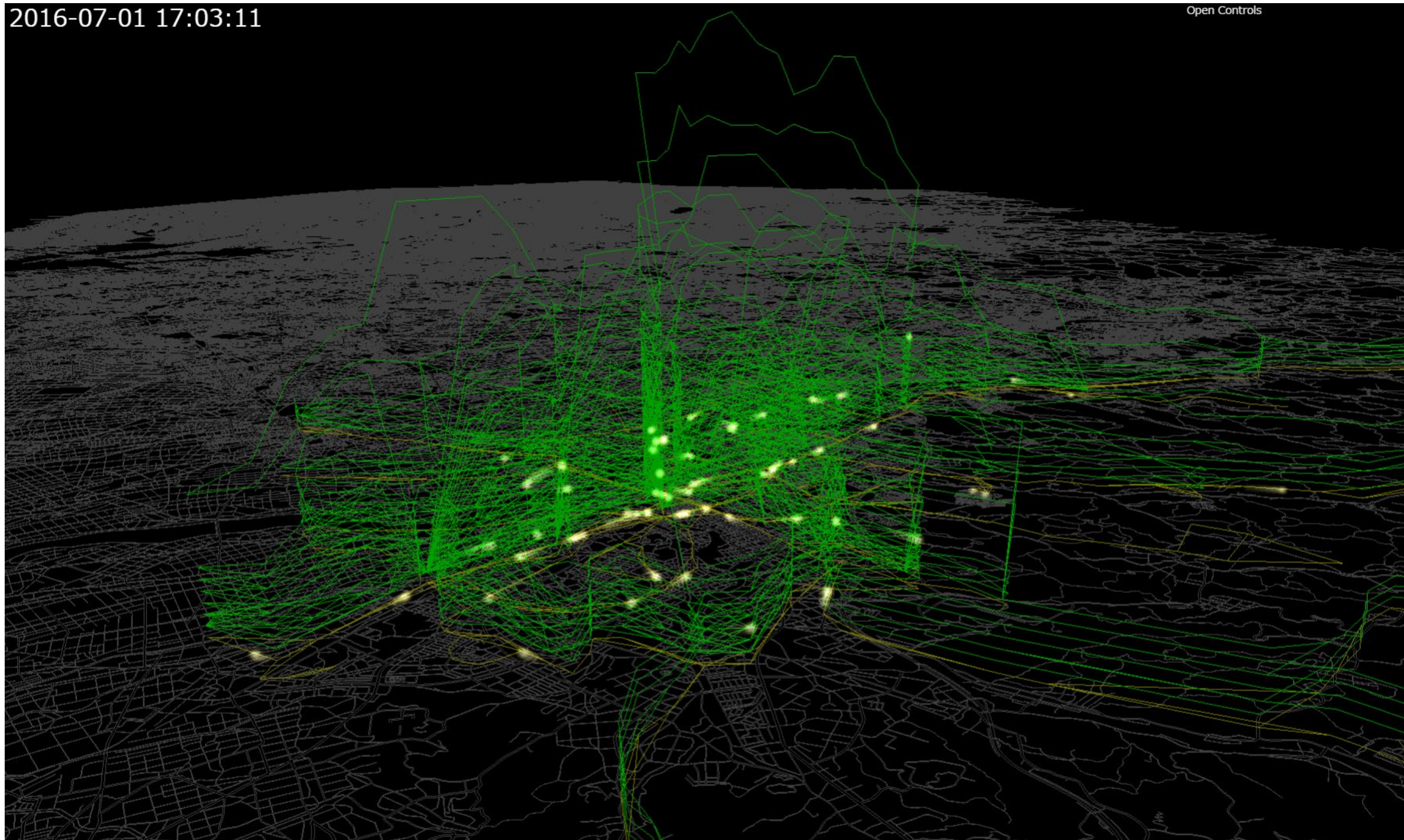
17 FPS (1-60)

地図情報: 国土地理院 基盤地図情報(縮尺25000)

乗降人数の可視化（高さ方向）

2016-07-01 17:03:11

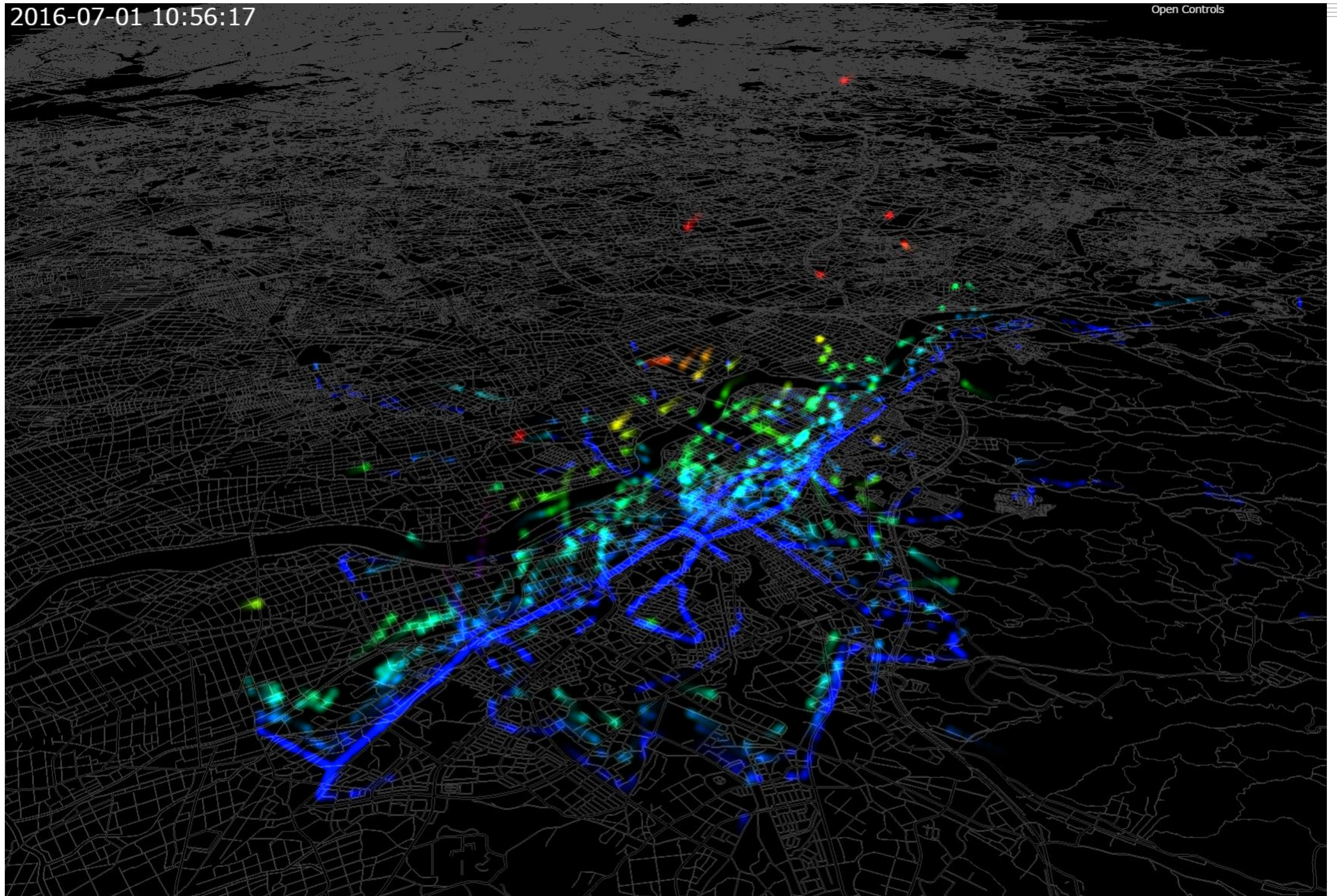
Open Controls



色による乗者数の表現

2016-07-01 10:56:17

Open Controls



デジタルツイン とは？

- 現実世界（**物理空間**）の状況・情報に対し
計算機上（**サイバー空間**）に双子（Twin）のように
現実世界同様のモデルが構築できているシステム
- これまでは、現実世界→センシング の一方通行
- デジタルツインでは、**双方向**かつ**リアルタイム**
 - **双方向**といっても、現実に変更できないので、
 - ・ シミュレーションによる未来予測
 - ・ データ同化による精緻化

2016/07/01(金) 07:39:32 63 台運行中 バス拡張情報: okazaki-20160701-option

遅延 0分  ~13分

運行データ選択

<< 10分 << 5分 > 開始 5分 >> 10分 >>

経過時間  7337 秒

スピード  5 秒/分

遅延度LV  0~13分

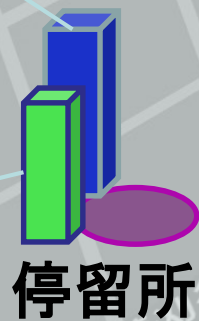
雨量表示(0)

バス停検索

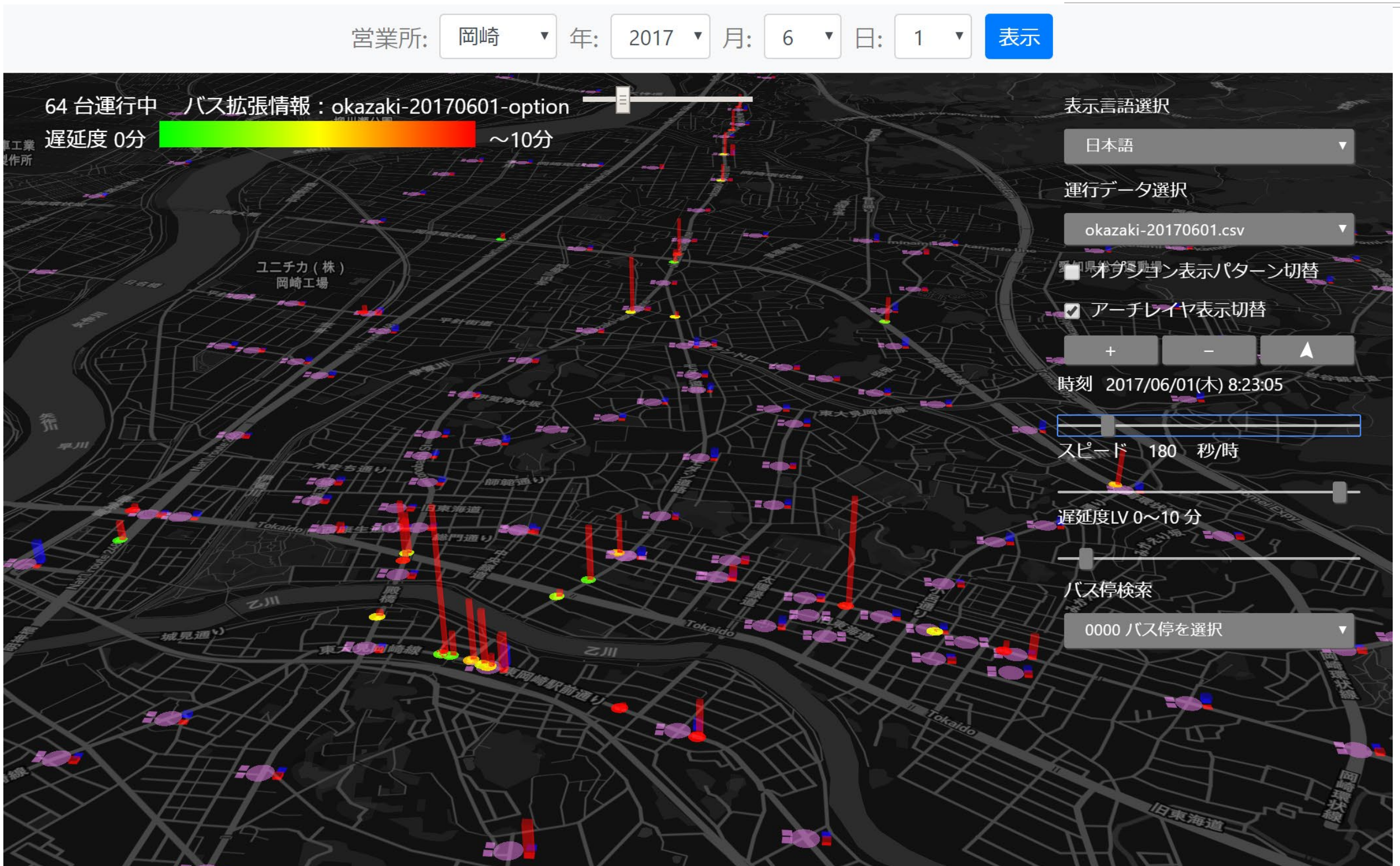
運行中バス選択

上り待ち人数

下り
待ち人数



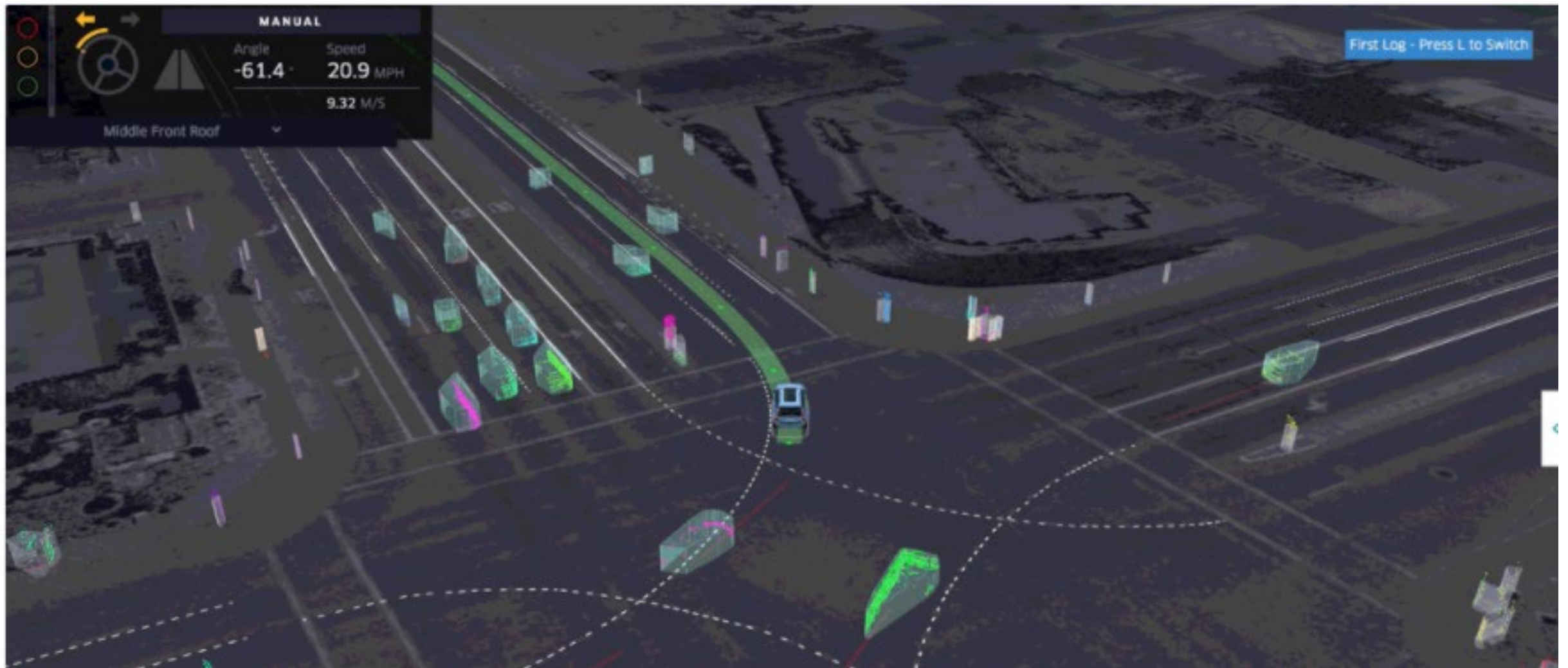
可視化機能(Harmoware-VIS)



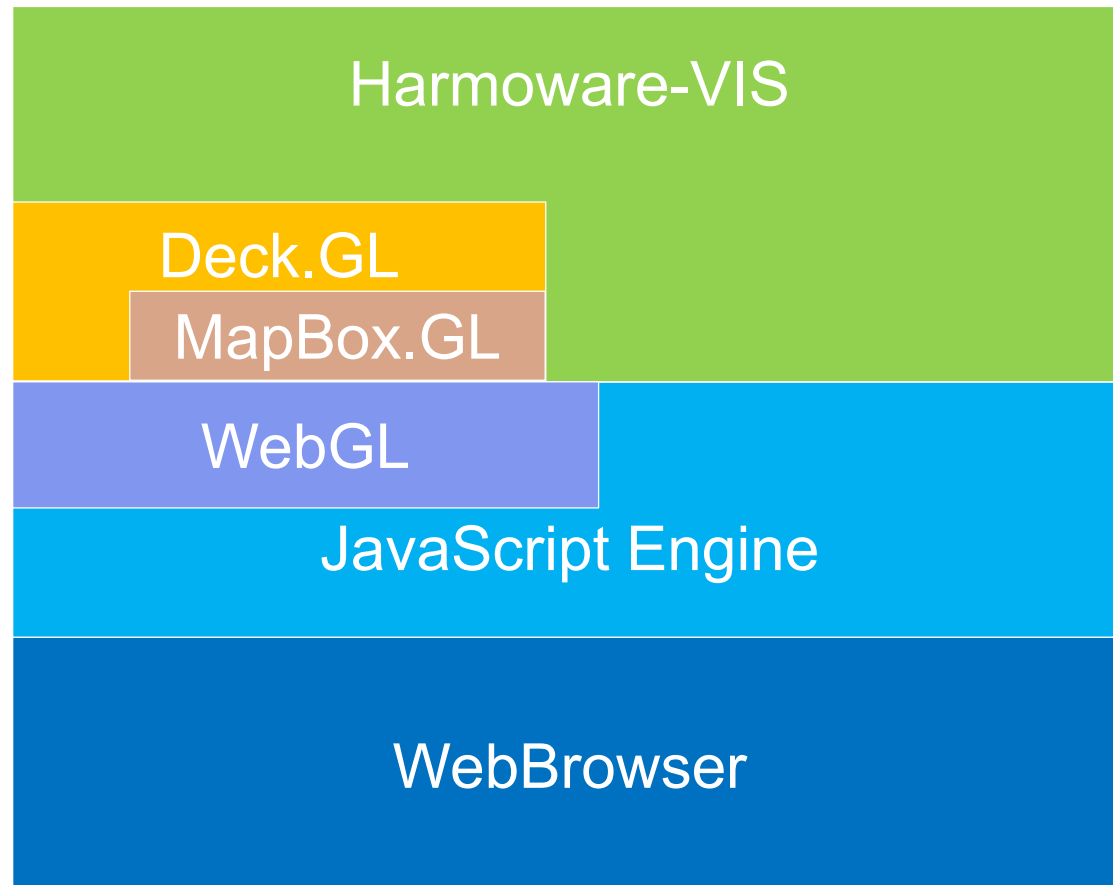
Deck.GL (3次元可視化ライブラリ)

- UBER社では 20 以上の社内システムで Deck.GL を活用している

<http://uber.github.io/deck.gl/>



Harmoware-VIS



**Deck.GL+Mapbox.GLを用い
3次元地図上で
インタラクティブな
可視化を行うための
仕組みを構築**

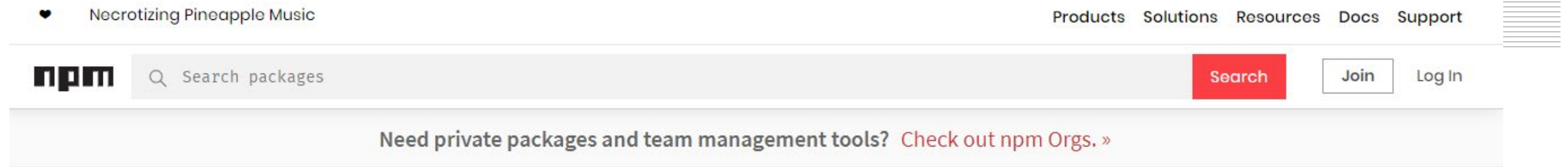
**Node.js で
npm パッケージとして公開中**

**使い方サポートしますので、ぜひ
Github Starを！**

<https://github.com/Harmoware/Harmoware-VIS>

可視化例: https://aknow2.com/harmovis_examples/build/

npmで公開中！



harmoware-vis

1.4.0 • Public • Published 3 days ago

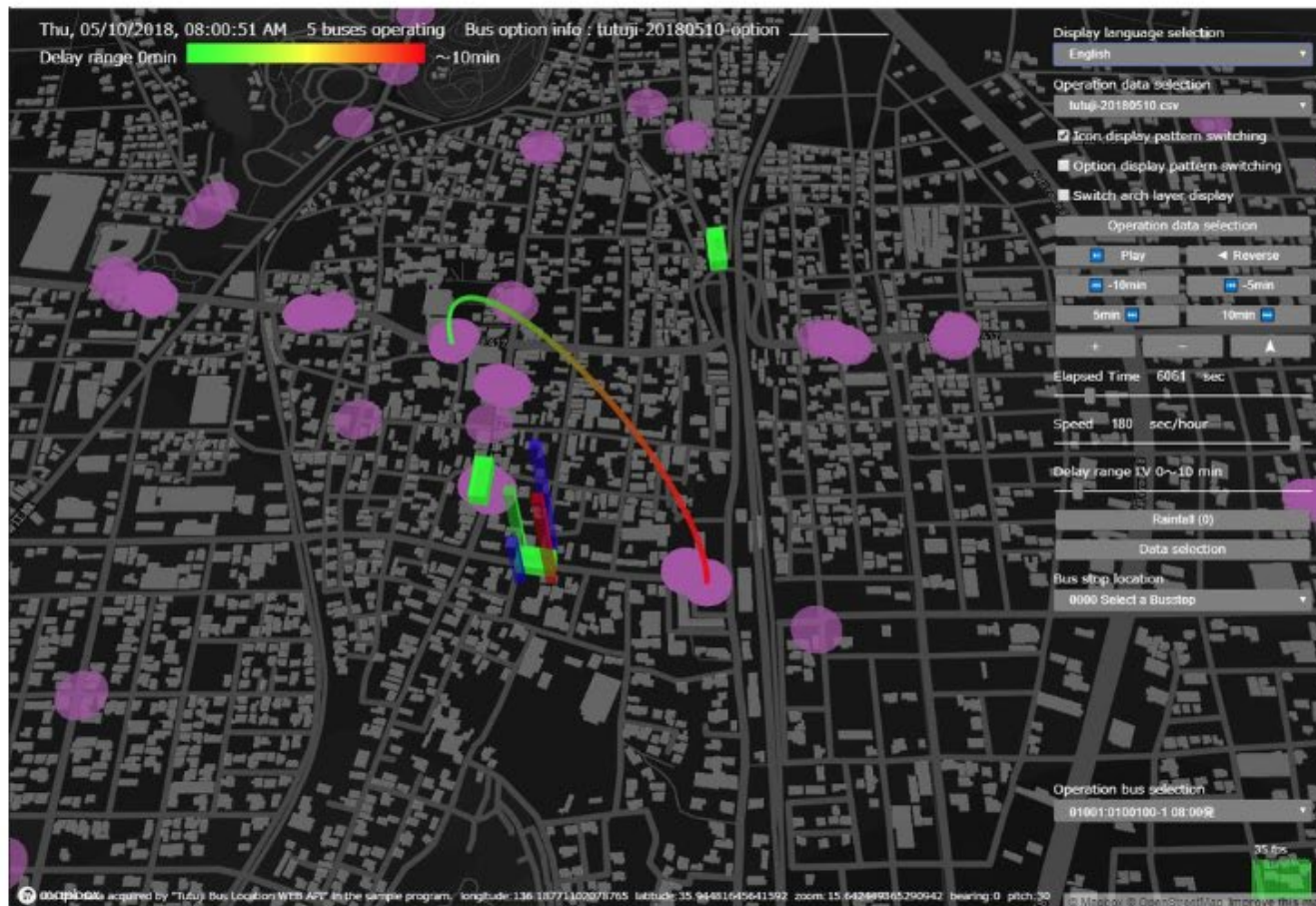
Readme

9 Dependencies

0 Dependents

17 Versions

Harmoware-VIS



install

```
> npm i harmoware-vis
```

weekly downloads

50



version

1.4.0

license

ISC

open issues

0

pull requests

0

homepage

github.com

repository

github

last publish

3 days ago

collaborators



時空間情報デジタルツイン基盤とは？

- 時空間情報を主なターゲットとして、デジタルツインを実現するための枠組み
- 名古屋大学を中心に開発中
- 「にぎわい創出」と「安全安心」
→ **中部おもてなしプラットフォーム**

中部おもてなしプラットフォーム

背景：

- 人流計測技術の広がり
 - スマートホンアプリによる位置情報
 - 携帯電話（基地局）の位置情報
 - WiFiパケットセンサによる広域人流計測
 - 人感センサによる人数カウント
 - カメラによる年齢・性別認識
- 個別の組織では、**広域の人流**は計測できない
- **プライバシー**の問題
 - 「おもてなし」「安全安心」を中心課題に

中部圏に
さまざまな
施設が登場

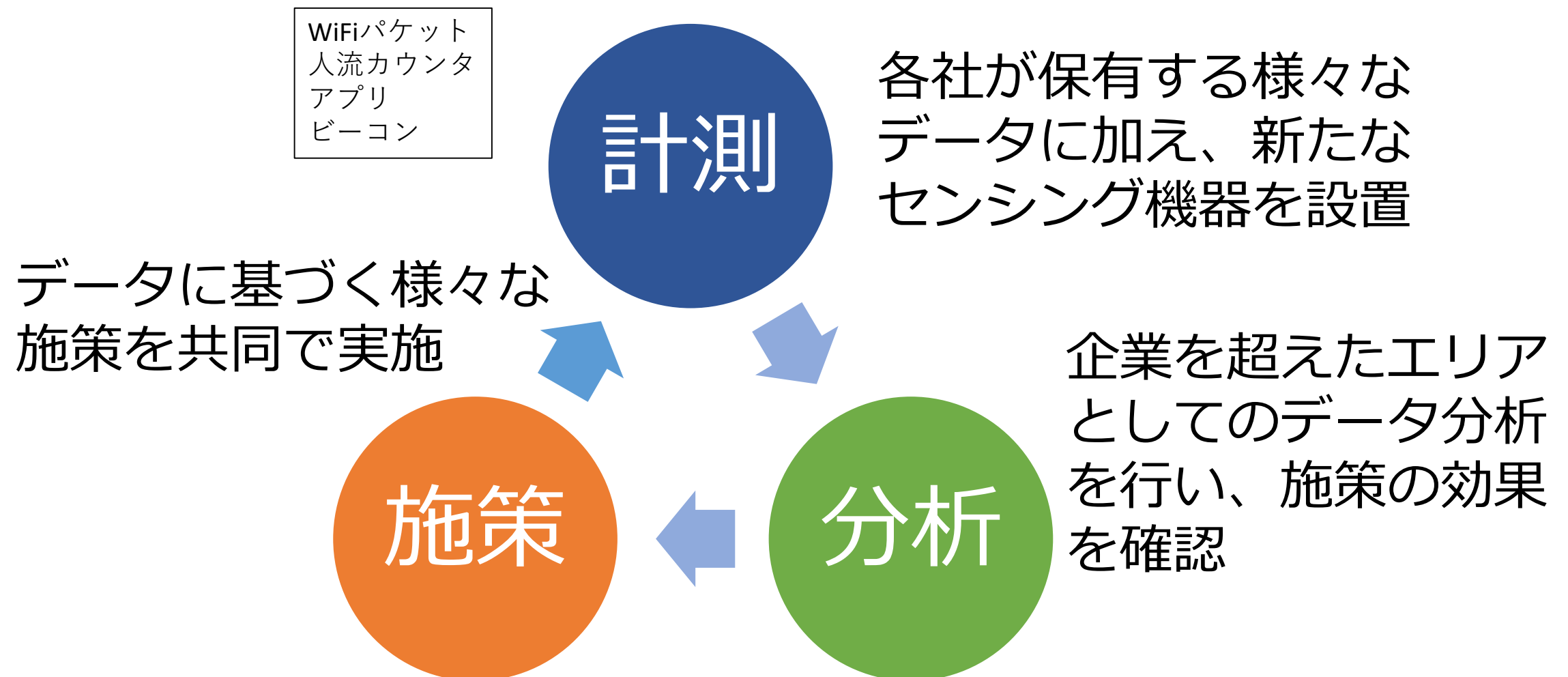


名古屋
丸御殿
完成
公開
THE NAGOYA CASTLE
HOMMARU PALACE
2018/6/8

centrail T2
9.20 FRI.
OPEN
中部国際空港 第2ターミナル 9月20日オープン

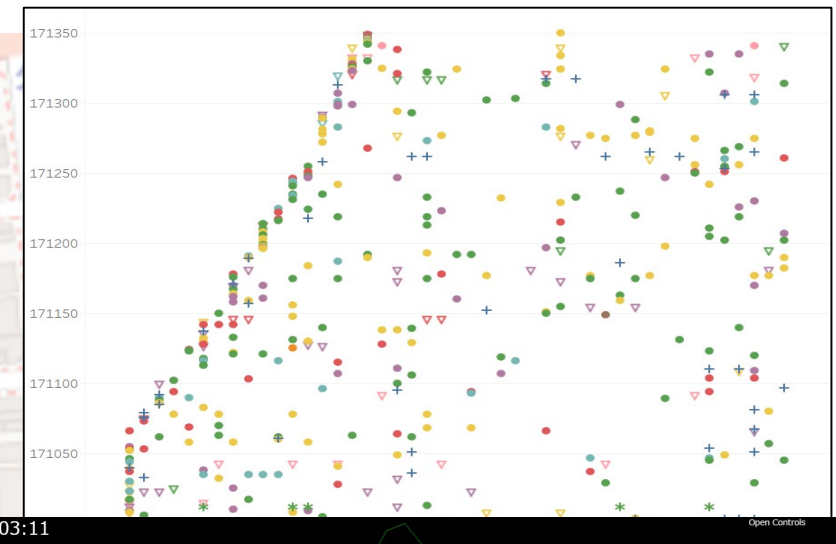
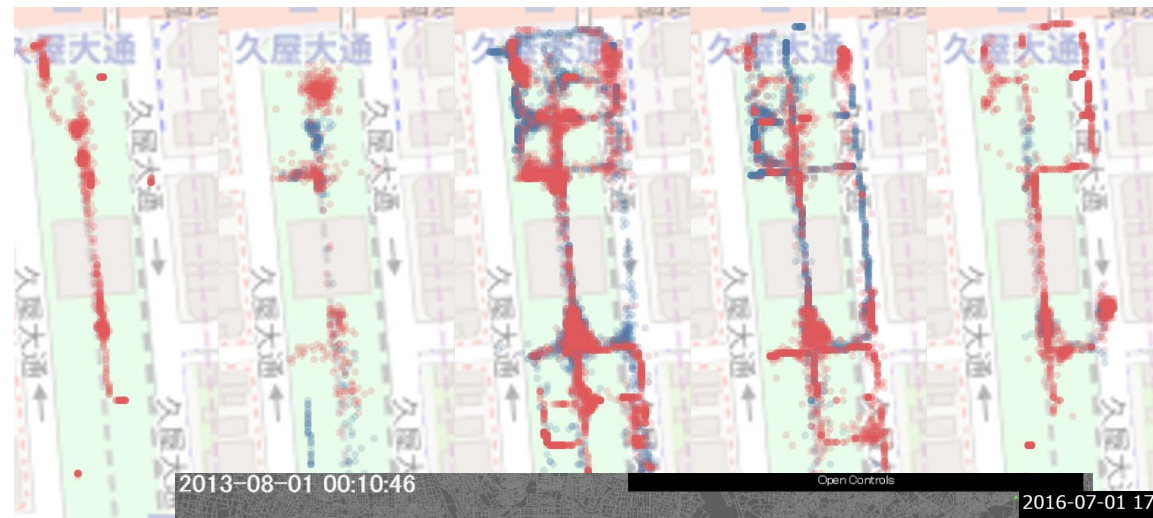
「人の流れ」は収集可能に

- しかし、社会では十分な活用には至っていない
- ある程度の期間を通じて**広域に実施**し、以下を実現

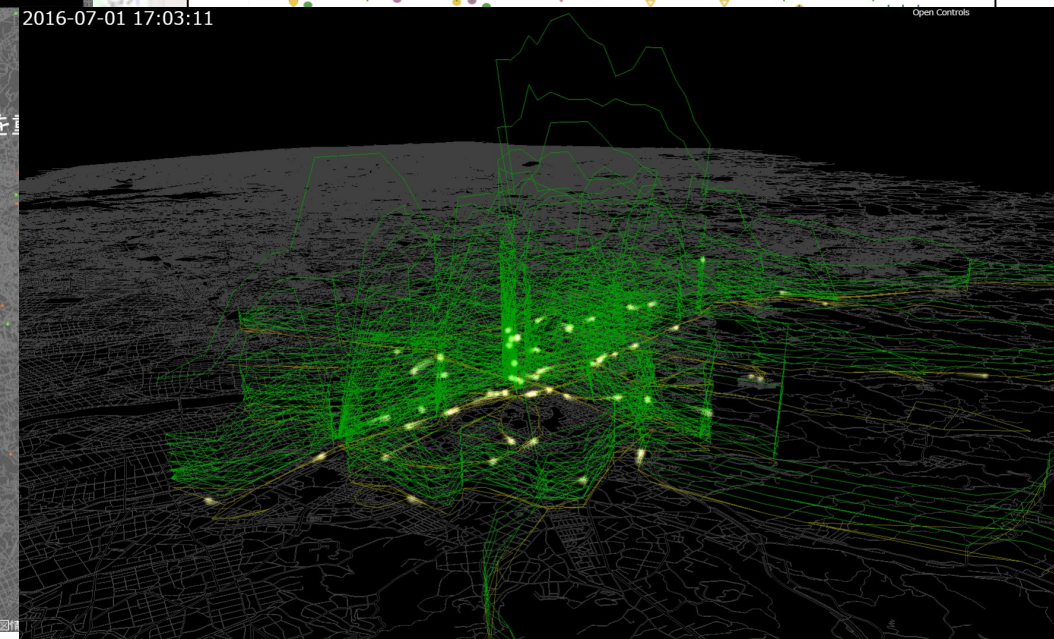
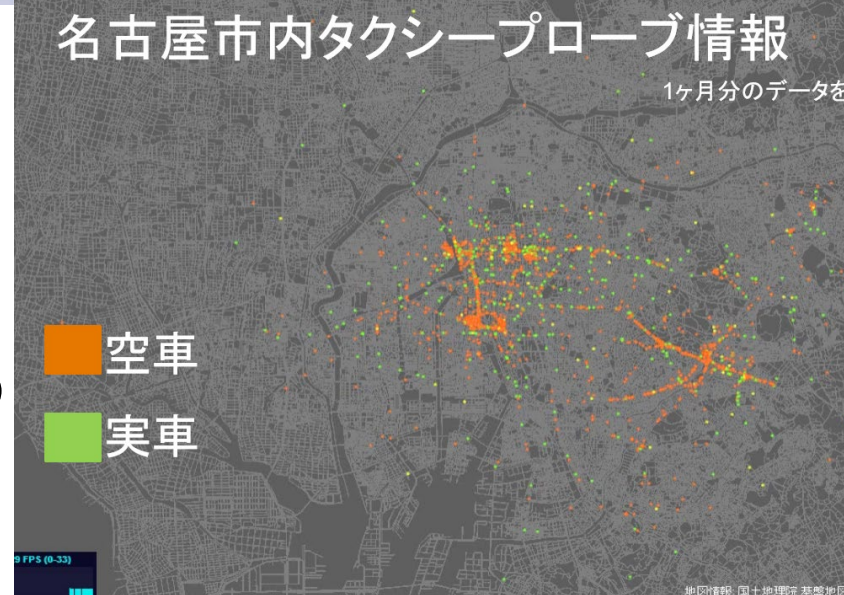


これまでの取り組み

- NPO Lisra / 名古屋大学(2015-2017)
「O2Oデジタルマーケティング研究会」
 - 名古屋・栄の地下街「セントラルパーク」において、人流解析
 - アプリを提供し、クーポンイベントと連携して、情報分析を実施



- 名古屋大学として多数の時空間データ分析経験



中部圏の産学官連携が重要

- 東京オリンピック(2020)／大阪万博(2025)などで、関東圏・関西圏のおもてなし環境は向上
- 中部圏の立場が相対的に低下する懸念
- 「中部おもてなしプラットフォーム」の立ち上げにより、データに基づくおもてなしの分析・評価を実現
 - 各組織内での分析ではなく、広域の分析の効果
- 中部圏の「**おもてなし力**」向上「**安全安心**」実現
 - 個人情報やプライバシーには最大限の配慮を行う（目的は安全とおもてなし）

2018年から活動の結果、複数の予算を獲得

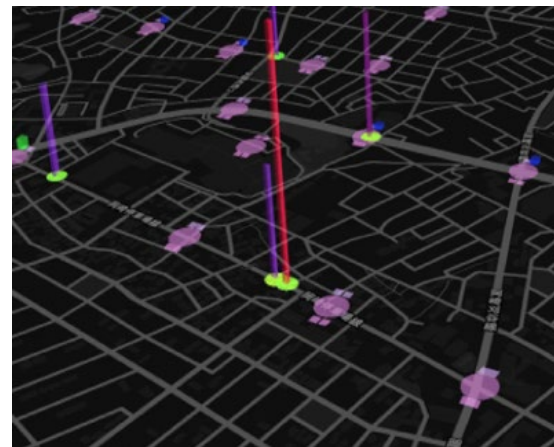
NPO法人 位置情報サービス研究機構が中心となり設立

NICT 委託研究 データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発

提案課題：にぎわい創出と安心安全のための中部おもてなしプラットフォームの構築

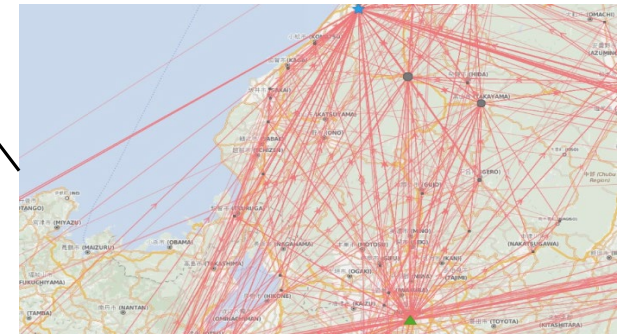
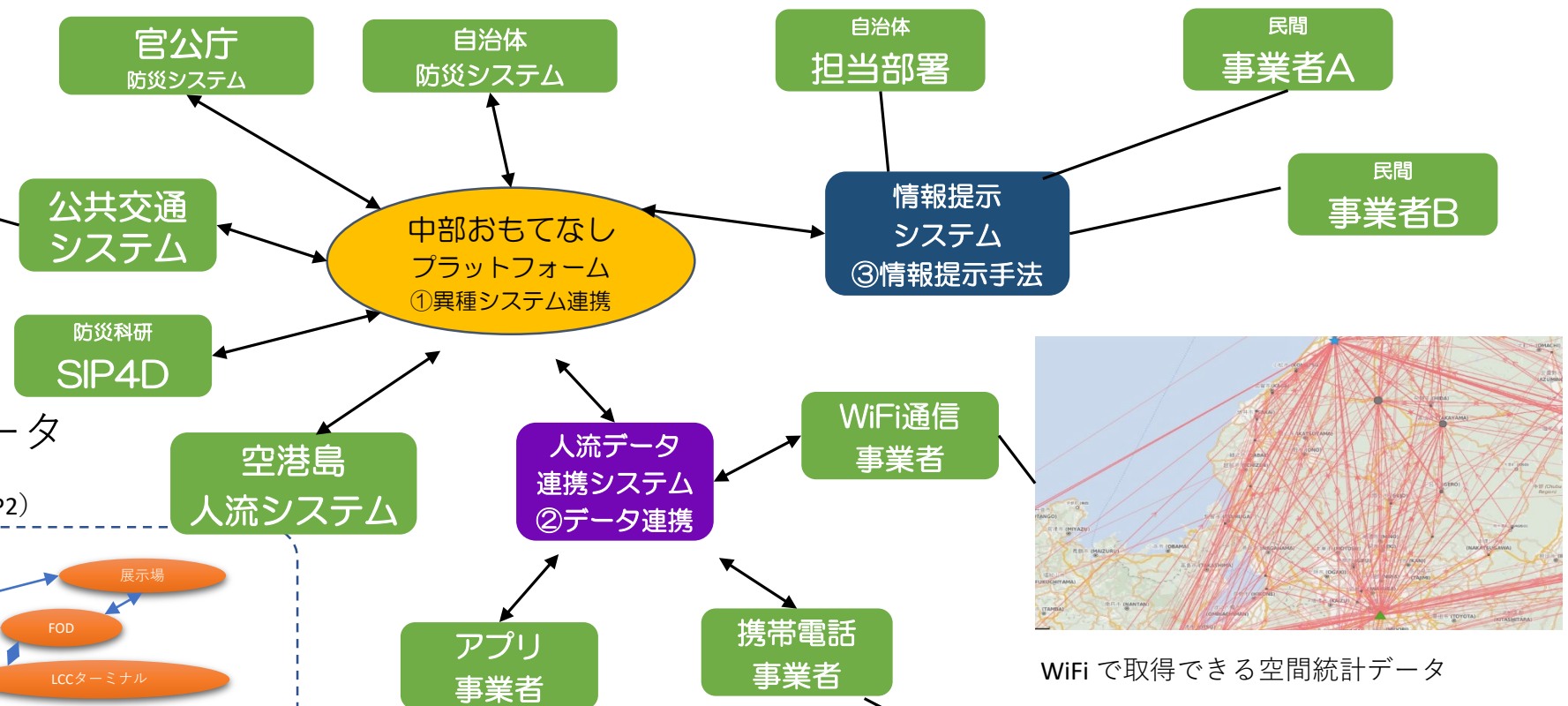
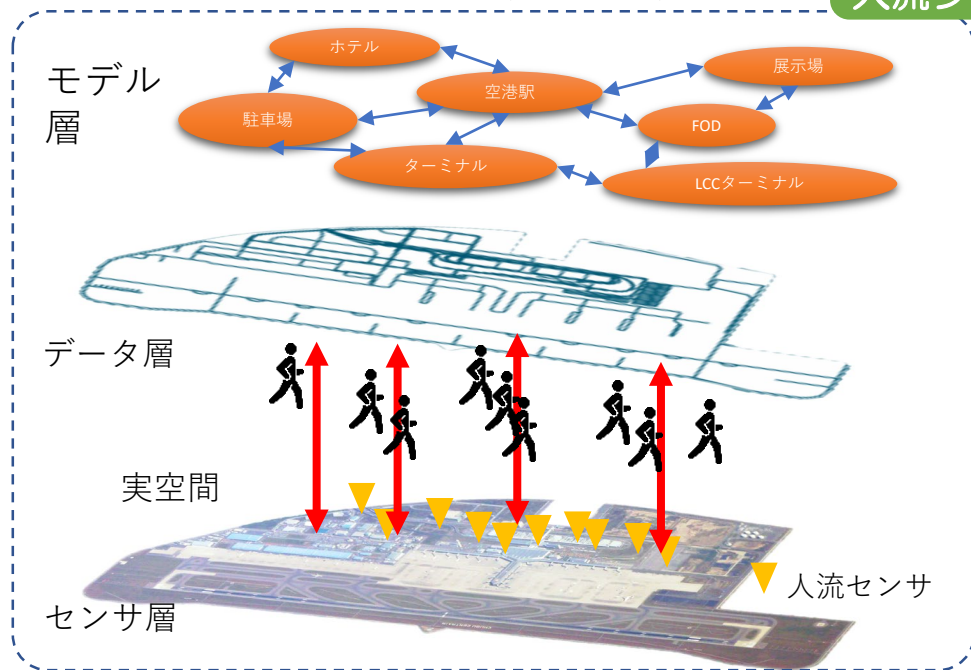
提案者：名古屋大学、位置情報サービス研究機構（Lisra）

平時にも災害時にも利用できる、3種以上の人流データを連携するプラットフォームを構築し、データの利活用による、平時における中部地域のおもてなし力の向上と、南海トラフ地震等の災害時に迅速な避難誘導・支援者派遣のための情報提供を目指す。

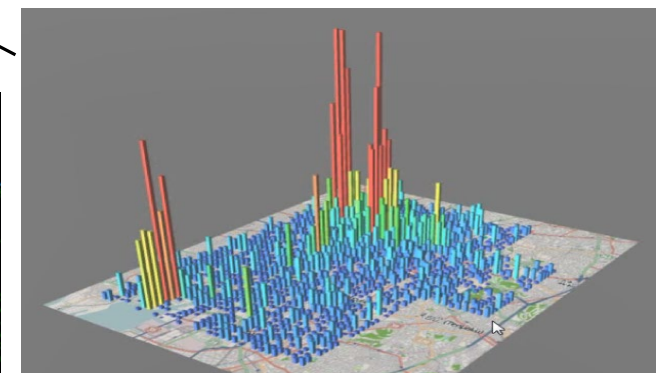


公共交通運行・乗降データ

中部国際空港島における人流データ（内閣府 SIP2）



WiFi で取得できる空間統計データ



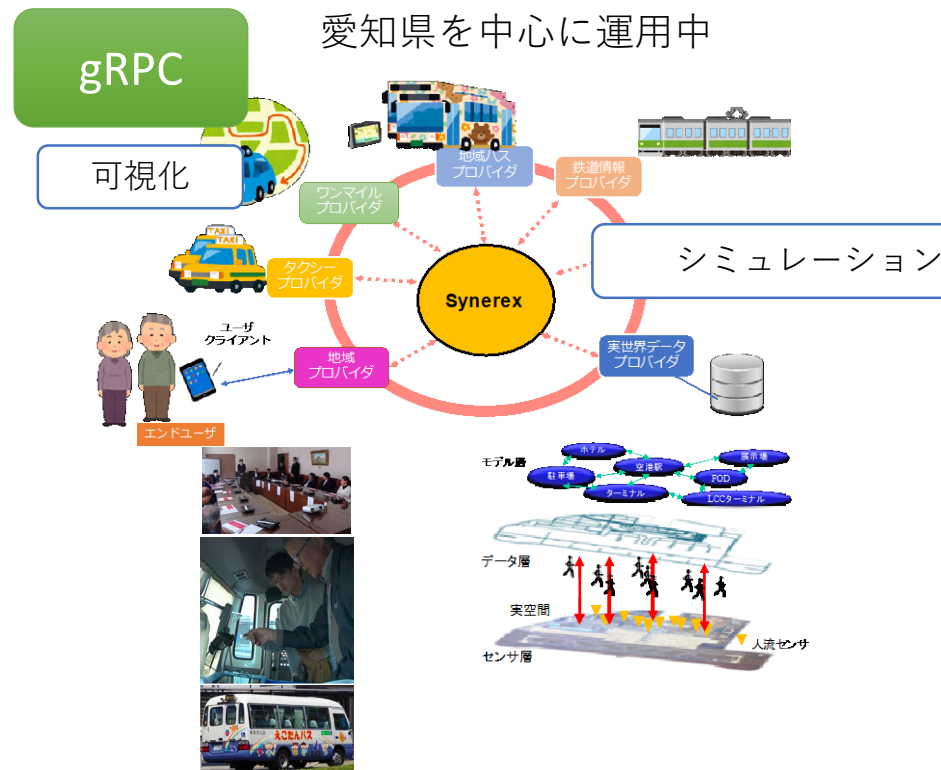
携帯電話から取得できる空間統計データ



アプリ経由で取得できる人流データ

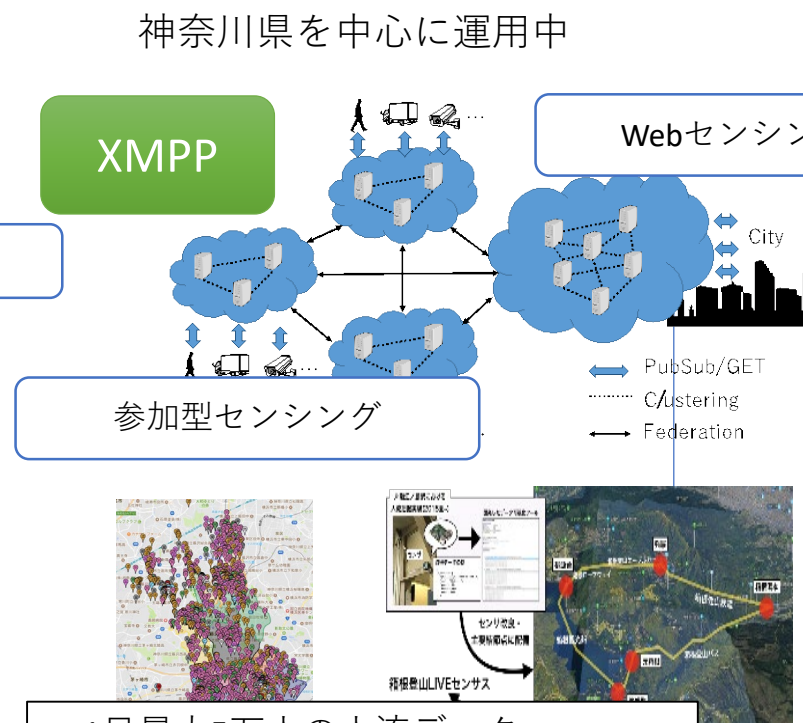
異種スマートシティ基盤のプログラマブル・フェデレーションによる 広域人流把握・活用実証

シナジック・エクスチェンジ基盤



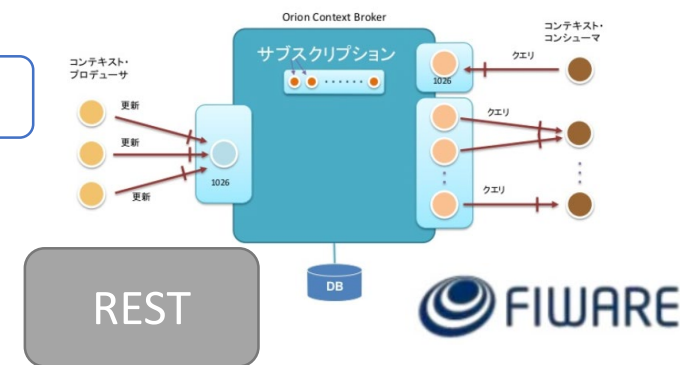
- ・1日最大3万5千人の人流データ
- ・名鉄グループや地域コミュニティバスの交通データ

SOXFire基盤

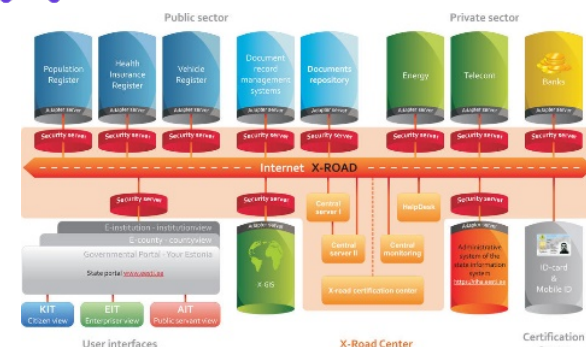


- ・1日最大5万人の人流データ
- ・箱根登山鉄道グループの交通データ
- ・数万の仮想Webセンサからのデータ

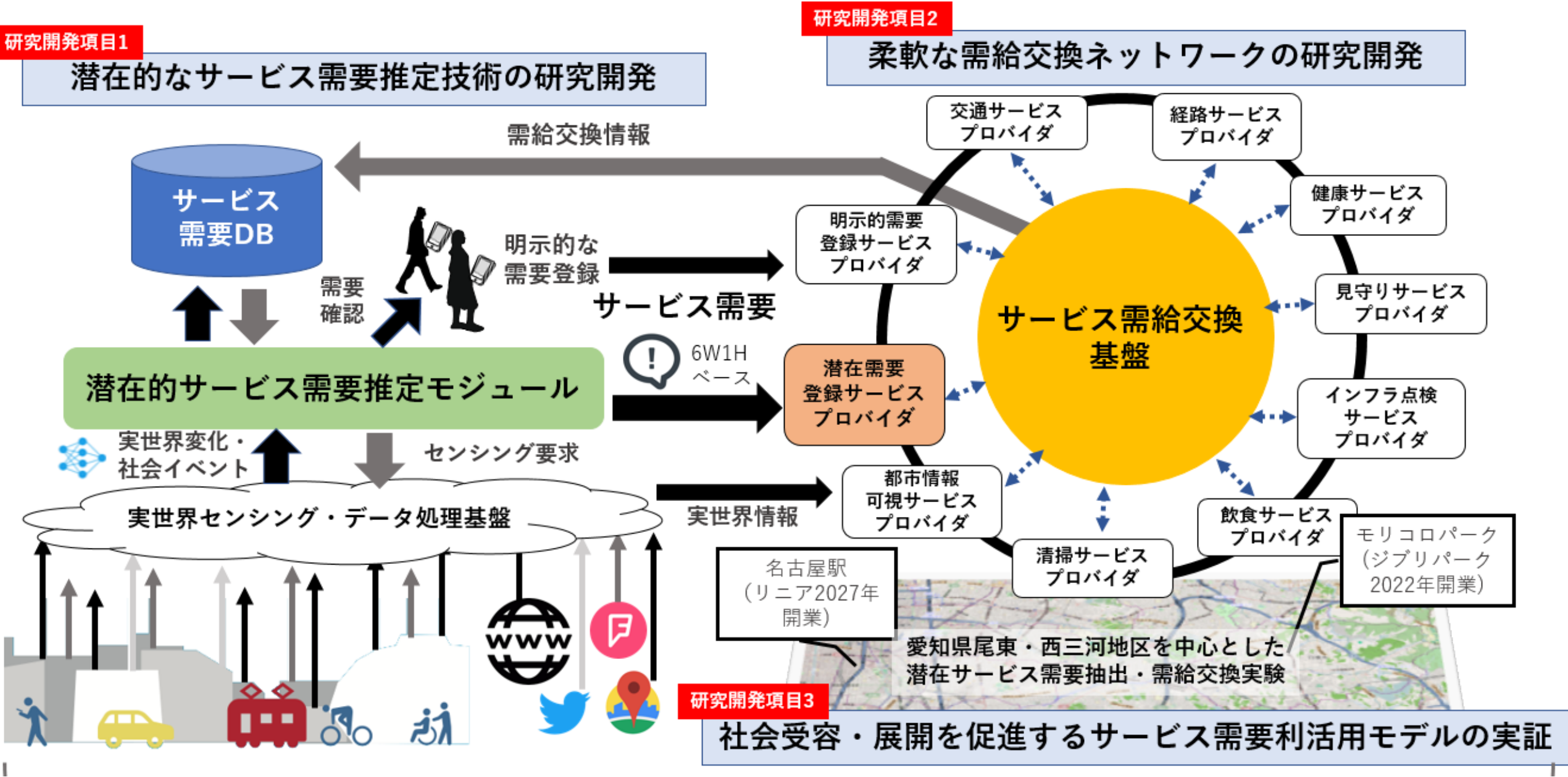
FiWARE, etc ...



X-Road

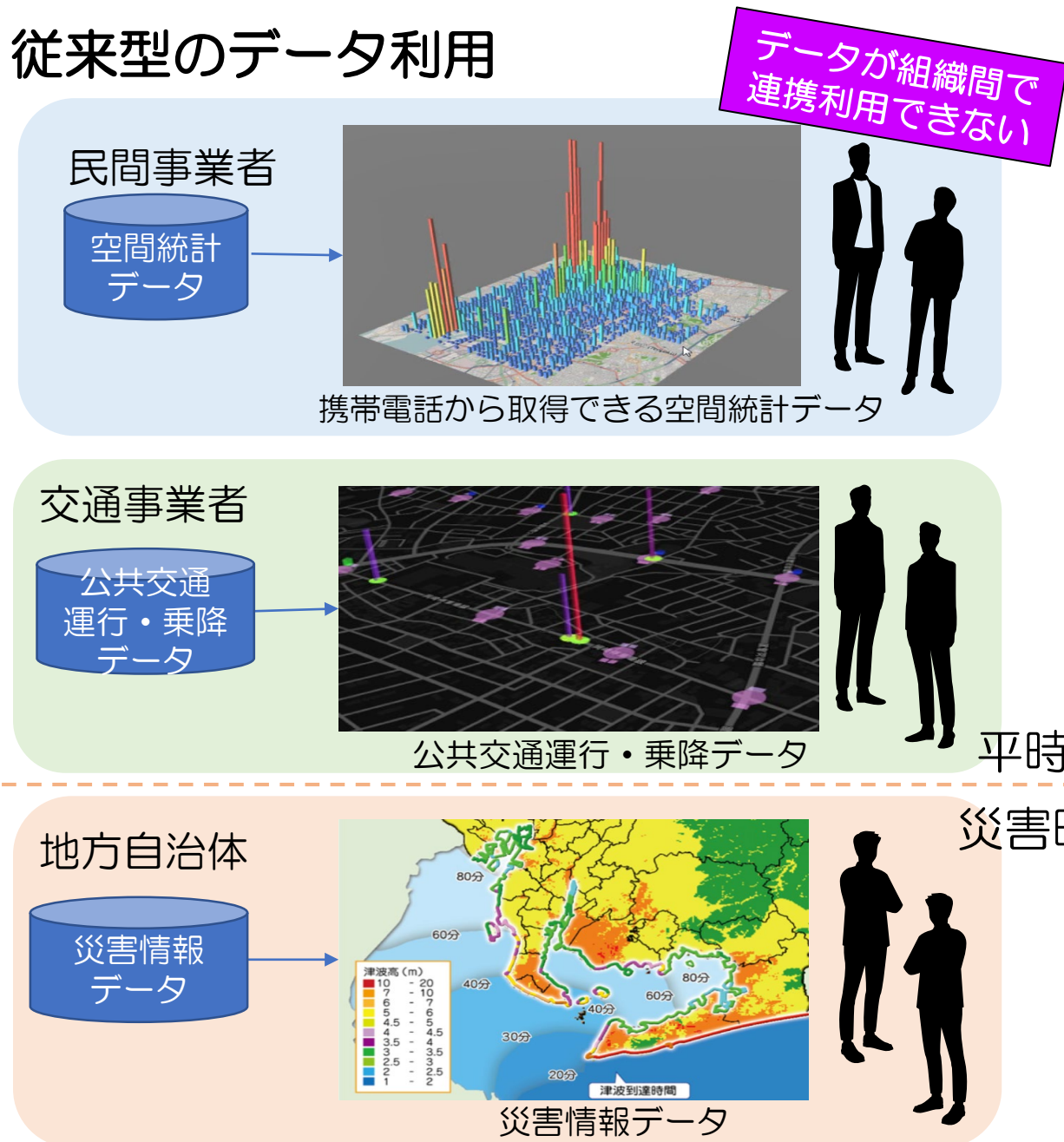


IoTに基づく潜在的な社会ニーズの推定と
柔軟なサービス需給交換基盤の研究開発

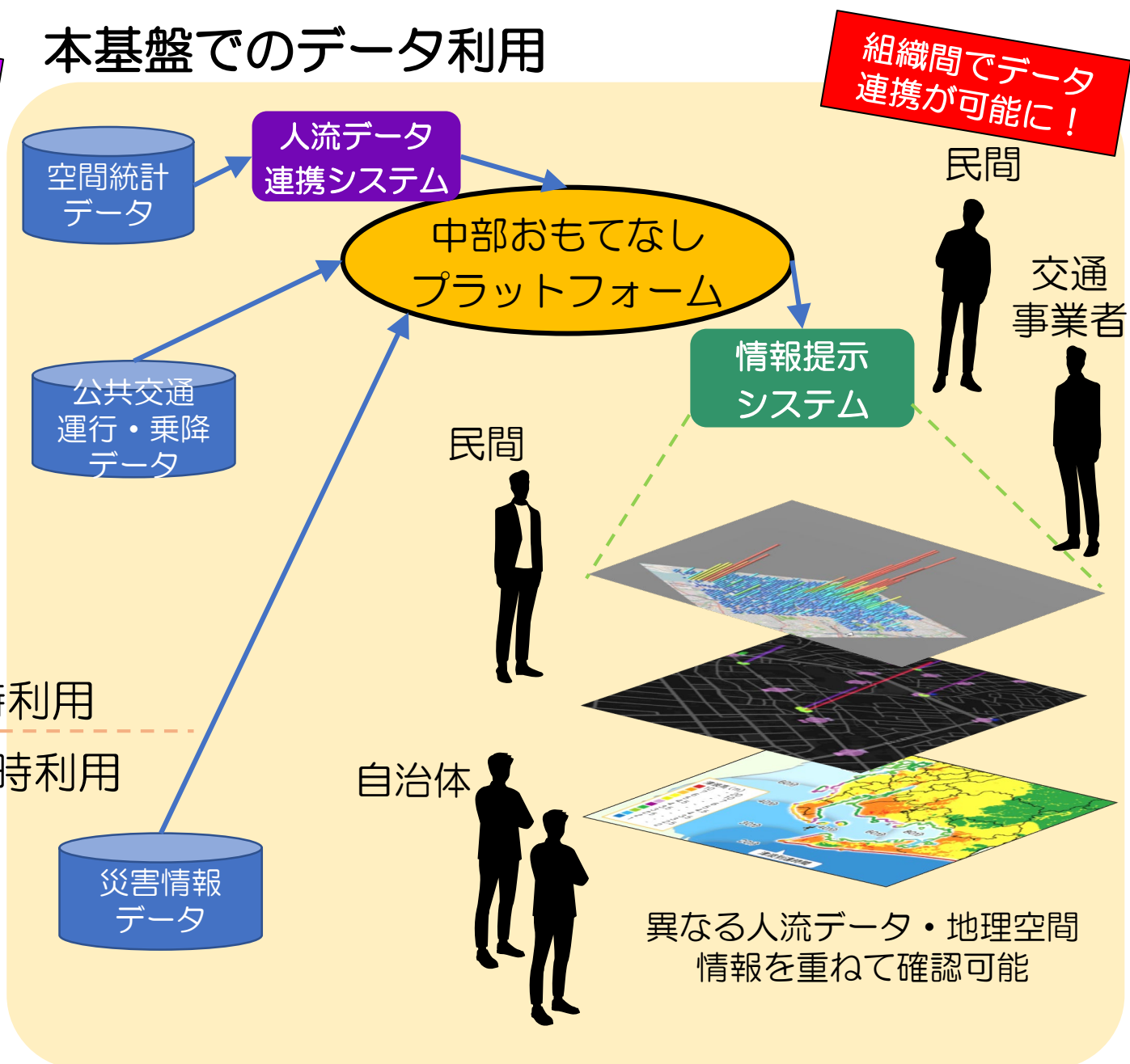


おもてなしプラットフォームの機能

従来型のデータ利用



本基盤でのデータ利用



必要に応じ（災害だけでなく）柔軟なデータ共有を可能に

属性情報を伴うリアルタイムセンシングによる人流制御

SIP2国家レジリエンス(防災・減災)の強化

- ◆人流観測の技術は発達したが、**得られたデータを大規模施設の人流予測&制御に用いた事例はまだ無い**
- ◆本技術は**他施設への展開、都市・地域といったスケールの拡張が可能**であり防災分野で幅広く応用可能

■実証フィールド：愛知国際展示場

中部国際空港島内に2019年9月開業

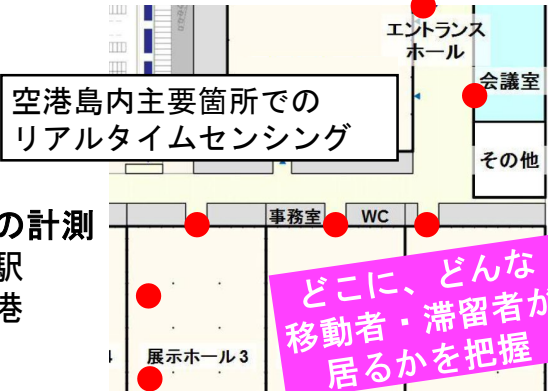


3万人/日規模の
来場者見込み

- ・地域の経済発展の要
- ・首都に並ぶ国際交流拠点として期待されている

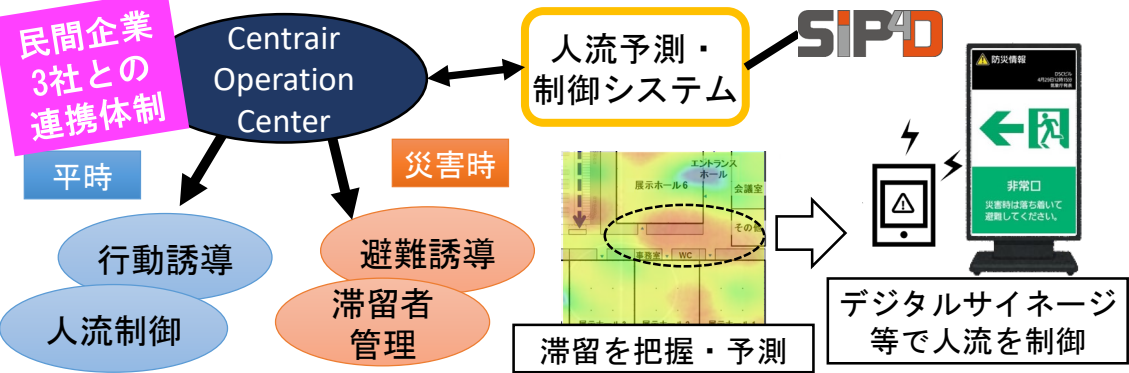
■コア技術：属性付き人流データの全数計測

(身長、移動速度など)



空港島内全体の計測
・鉄道・バス駅
・中部国際空港
・国際展示場

■オペレーションセンターとの連携により、
平時・災害時両方の人流活用を実現



■本技術が社会にもたらす経済的効果

■平時における施設快適性・サービス向上

マーケティ
ング利用

- 顧客属性（外国人、性別、子連れ等）に応じた施設内の誘導、きめ細やかなサービス提供
→ **商業収入の増大**（年間288億円の事業規模）

■大規模イベント開催時や欠航時の人流制御

予測&対応

- 3万人規模のイベント来場者の動きを**リアルタイム**に観測・予測・制御するとともに、**結節する交通機関**（バス・鉄道）と連携し混雑を予防・早期解消
→ **国際的ブランディングの向上**（年間旅客1200万人）

■大規模災害時の効率的な施設内安全確保

- 避難誘導、滞留者管理にかかる**人的リソース削減**
- **災害時要援護者**（障害者、高齢者、幼児等）を識別した迅速・適切な避難誘導による安全確保
→ **安全安心技術の国際展開**



2018年台風21号による関西空港閉じ込め

■成果の展開

- ・中部国際空港との**マッチングファンド実現**の可能性（空港側：サービス向上のためのセンサー増設と継続運用）
- ・同様のオペレーションシステムを導入済みの**国内5ヶ所の空港への技術移転**（成田、関西、伊丹など）
- ・属性付き人流データ活用技術の**国際標準化**

にぎわい創出に向けて

- 人流の変化がわかる
 - 時間・曜日・月・季節変動
 - 気候との関係を詳細分析可能に → 予測モデル構築
 - 異常時の検出
- 適切な人員計画や、仕入れなどの準備が可能
- 広報戦略の評価が可能に（費用対効果測定）
- 広域での人流計測により、ベンチマーク化が可能
- インバウンド対策などにも有効
 - WiFiパケットセンシングでは外国人推定も可能

おもてなしプラットフォームの将来

- プラットフォーム上では、将来、様々なサービスが登場する可能性
- 従来は高価であった、人流分析レポートの**安価な自動生成**などが実現可能に
(プラットフォーム上でのビジネスも登場)
- **成果連動型／成果報酬型**の広告・キャンペーンといったビジネスもあり得る

想定する未来の超スマート社会

- 社会を支えるサイバーフィジカルシステムは、多数のサブシステムで構成され、各サブシステムは、継続的に開発・運用・更新されていく
- システム間の**結合が強い**と、システム全体としての改修が必要になり、以下の問題が生まれる
 - 改修のタイミングで多数の予算が必要となる
 - サブシステムの使いまわしが困難
 - 一部だけの入れ替え → パッチシステム化
- これ課題を解決する**アーキテクチャ**が必要
 - **疎結合**のシステム間連携
 - 様々な変化に対応できるべき

実社会を支えるシステム開発

- 実運用を支えるシステムの構築には、大量の時間・費用が必要であり、さらに、ステークホルダー間の調整が必要
 - センサーやアクチュエータを設置してから、システム構築をしている場合は、運用までの時間がかかりすぎる
 - **テスト用のシステム**も必要
 - 様々なテストケース
 - ユーザモデルの構築
 - 特に現実のリソース（車・ロボット・商品）を対象とした場合、実装・テストの工数が多い
- Synerexは**実社会と仮想社会**を支えるサービスを**共通的**に開発できる点が特徴

実世界プラットフォーム

- どのように実現すべきか？
- 単なる、データ取得 → 可視化ではなく、
実サービスへもつなげたい
- 一度作ったシステムを継続的に更新していくべき

既存の情報システムの課題

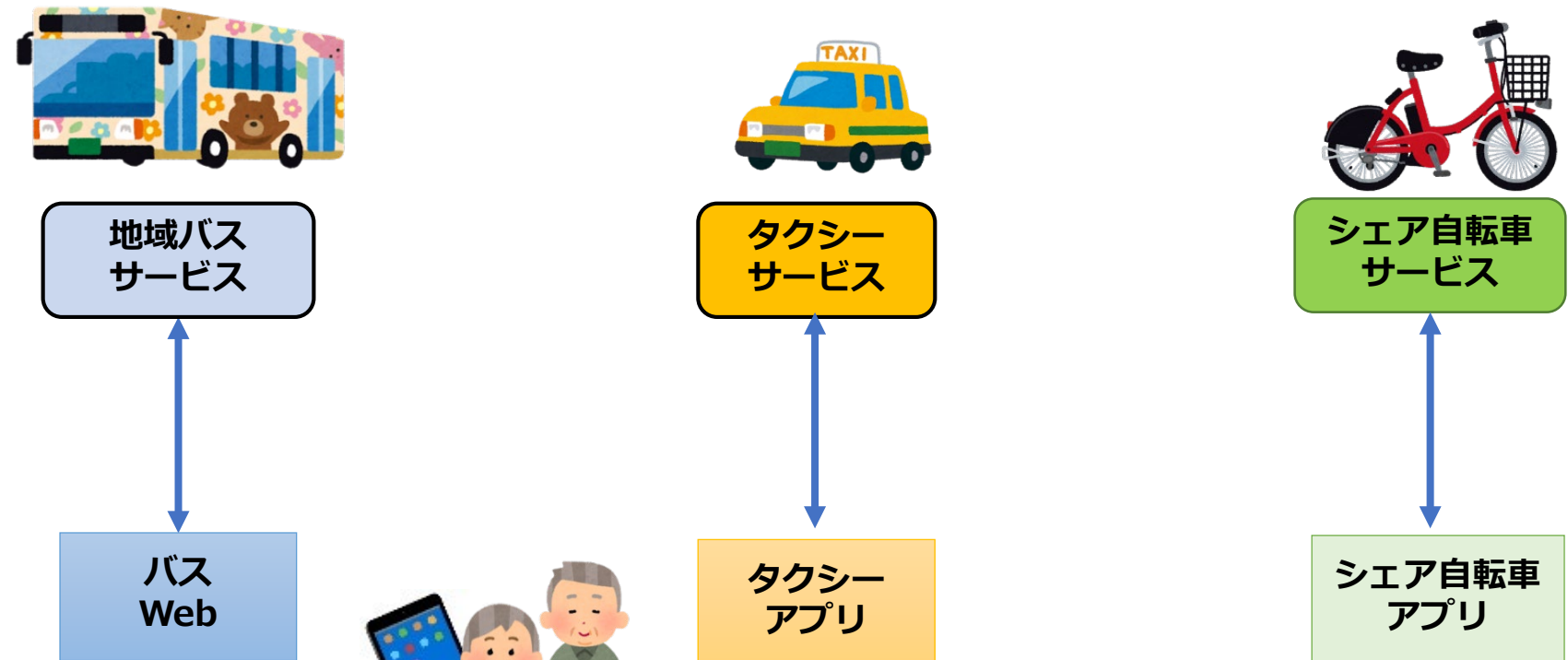
- 既存の情報システム間連携手法は設計時に想定された機能やデータ構造を前提としている
- 新しい機能やデータ構造の導入といった「変化」には、システム全体の改修が必要
(REST APIが変化したら、APIを呼び出す側を修正しなければ、新サービスが不可能)

重要な観点：

- 社会基盤として利用されるシステムは、全体を入れ替えることなく継続的に稼働し、部分的な更新による機能向上（「**継続的イノベーション**」）が図られるべき
- 継続的イノベーションを実現する枠組みが必要

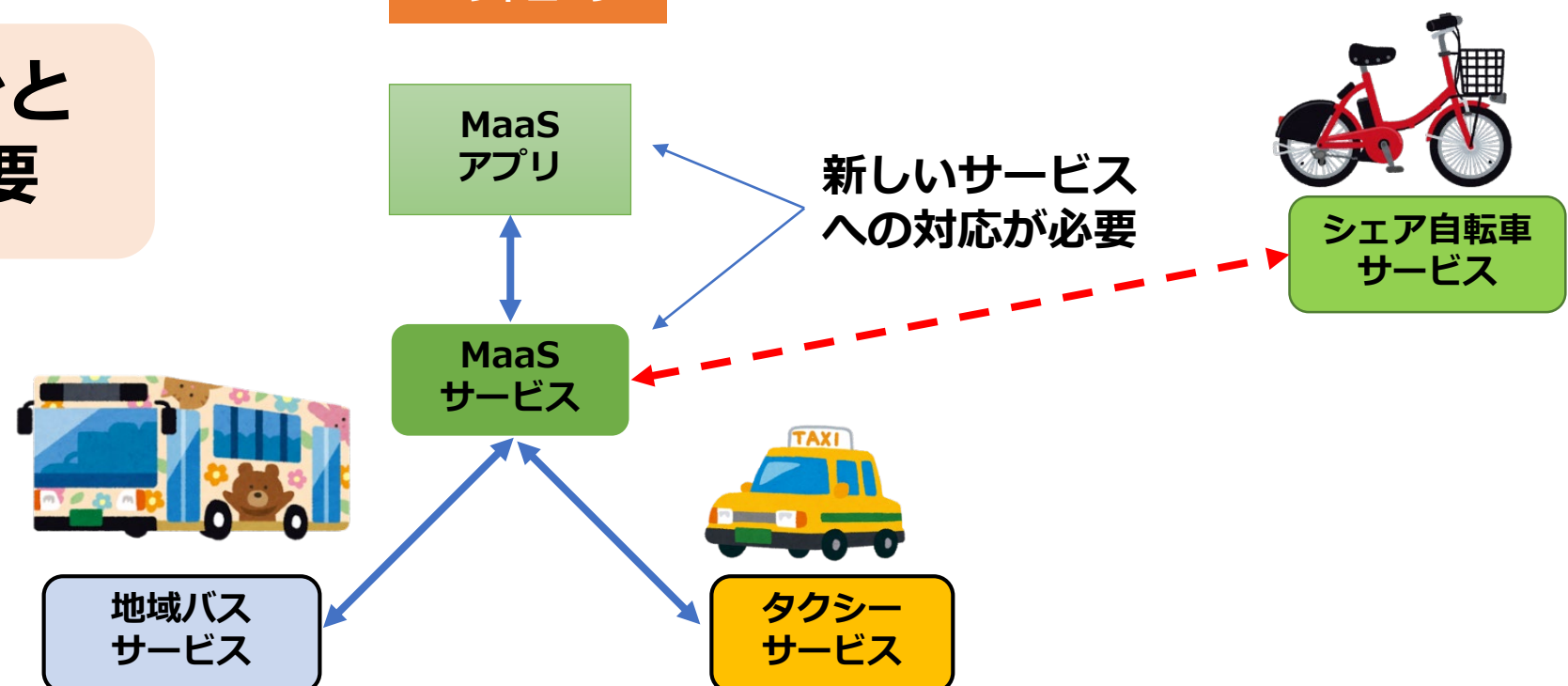
MaaSにおける変化への対応

MaaS以前



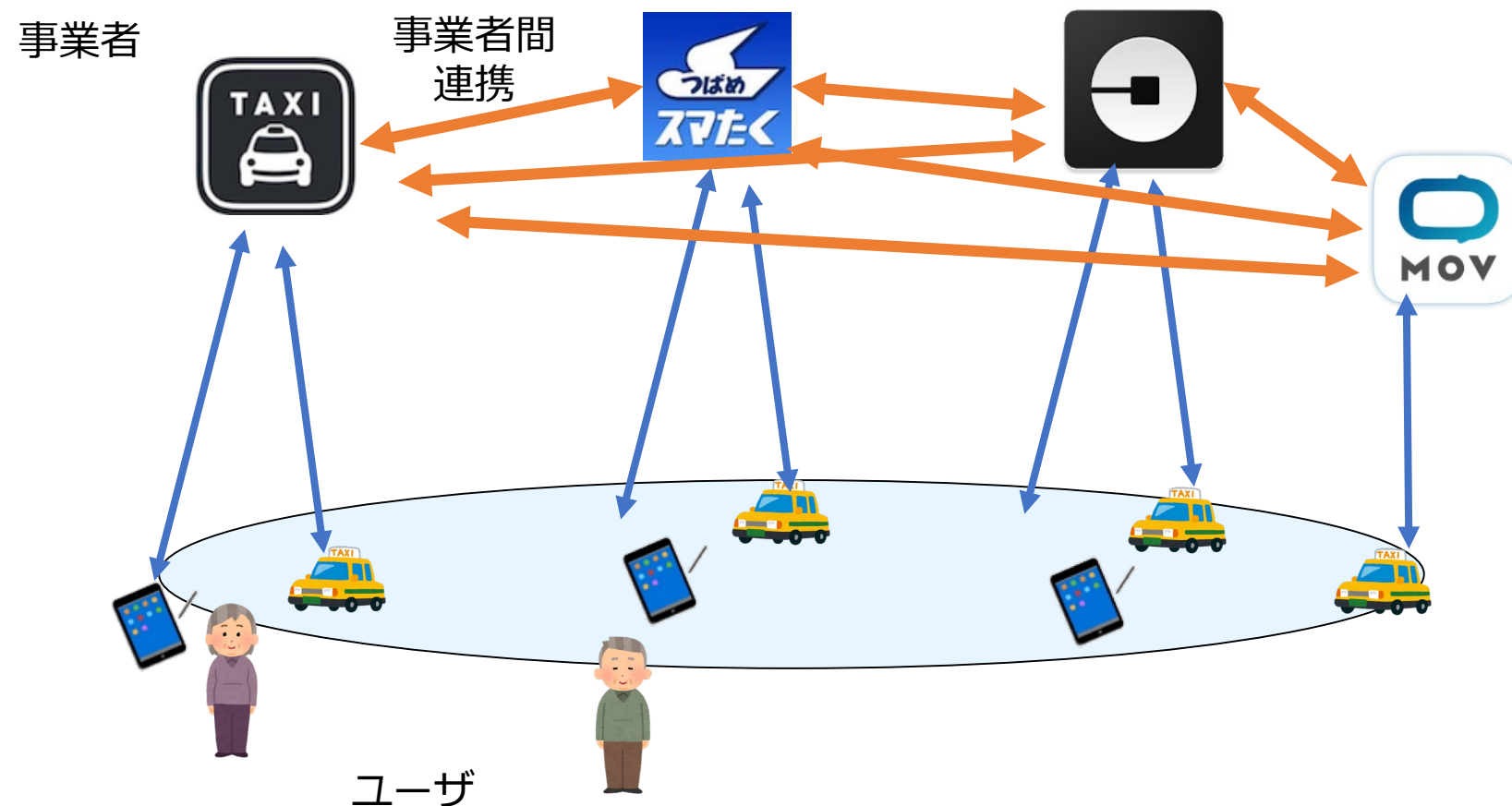
MaaS以後

サービス連携が進むと
変化への対応が必要



従来型のサービスの枠組み

- 基本はサーバ・クライアント間で完結
- 事業者間の連携は、個別に行われてきた
 - 連携を増やすための努力が必要（数が増えると困難に）



既存の情報システムの課題（再掲）

- 既存の情報システム間連携手法は**設計時に想定**された機能やデータ構造を前提としている
- 新しい機能やデータ構造の導入といった「変化」には、**システム全体の改修**が必要
（REST APIが変化したら、APIを呼び出す側を修正しなければ、新サービスが不可能）

重要な観点：

- 社会基盤として利用されるシステムは、全体を入れ替えることなく継続的に稼働し、部分的な更新による機能向上（「**継続的イノベーション**」）が図られるべき
- 継続的イノベーションを実現する枠組みが必要

ではどう考えたら良いか？

- 登場人物は
 - ユーザ（利用者）
 - サービス提供者（複数）
- 何が変わるのか？
 - サービス提供者が増加・機能が追加 ← **こっちを対象**
 - 利用者側の要求が変化

こっちは対象にしない
(逆に、要求は変化しない、と考える)

サービスの需要と供給に整理

- サービスの提供者と利用者間での情報は
 - **需要**
XXがしたい、XXに行きたい、
XXが欲しい
 - **供給**
XXサービス提供、移動サービス提供
商品の提供
- に整理できる。

変化への対応という観点では

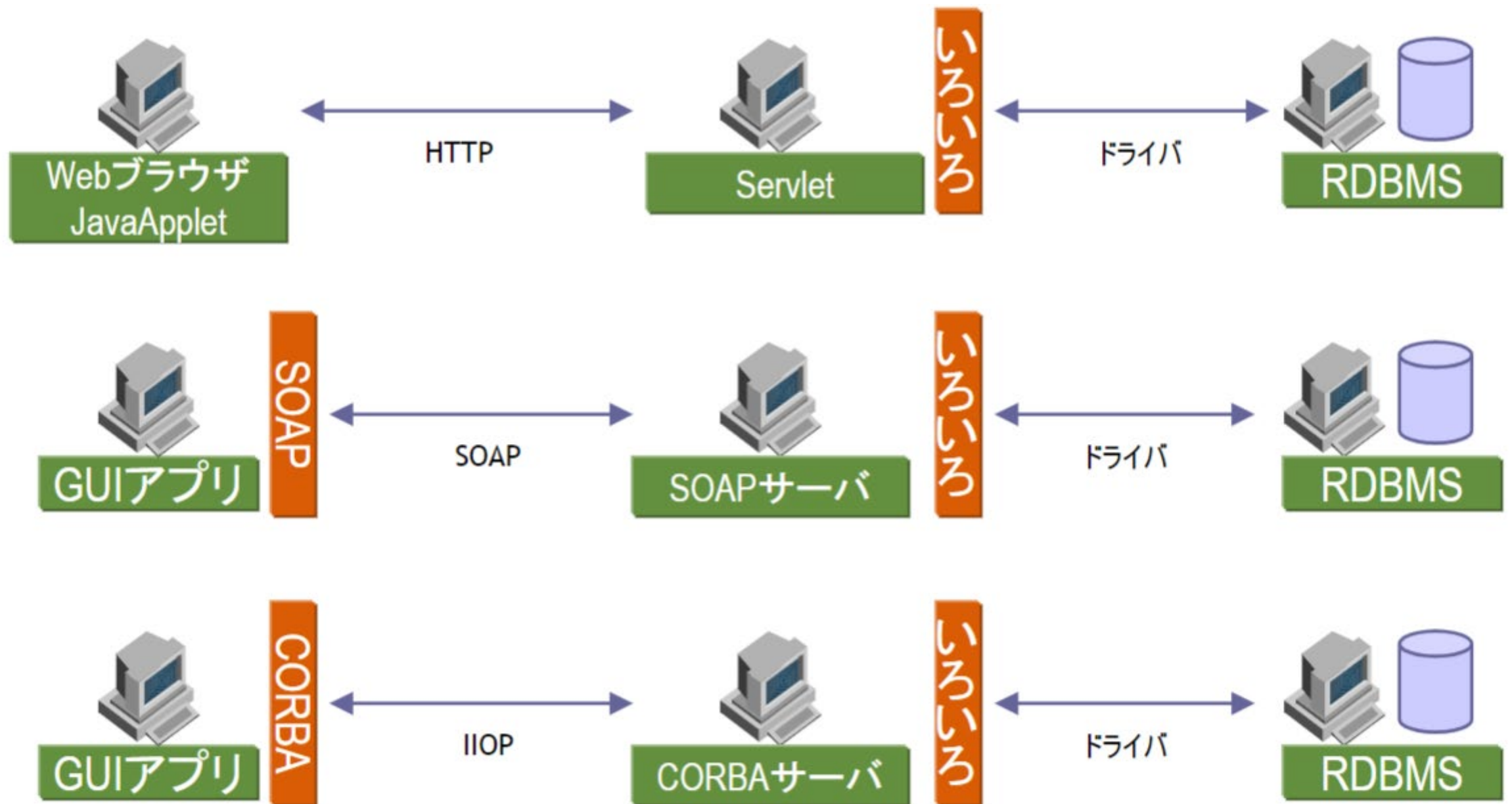
- 需要は変化しなくて、供給は変化する
(という前提)
- 従来の枠組みは、どんな供給があるか、を
事前に需要側が知っている必要があった
 - サーバクライアント型の場合
- 供給を探す (サービスディスカバリ) の
考え方が必要では？

機器間連携プロトコル

- Request-Response : ex. REST
- Publish-Subscribe : ex. MQTT, DDS, RTPS
- Message Queueing : ex. AMQP
- Service Discovery : ex. UPnP, SSDP, UDDI
- ちょっと複雑な形として CORBA
- スマートシティ基盤の実装として FIWARE

いろいろ検討してみたけど、単純にはいかない

3層クライアント/サーバいろいろ



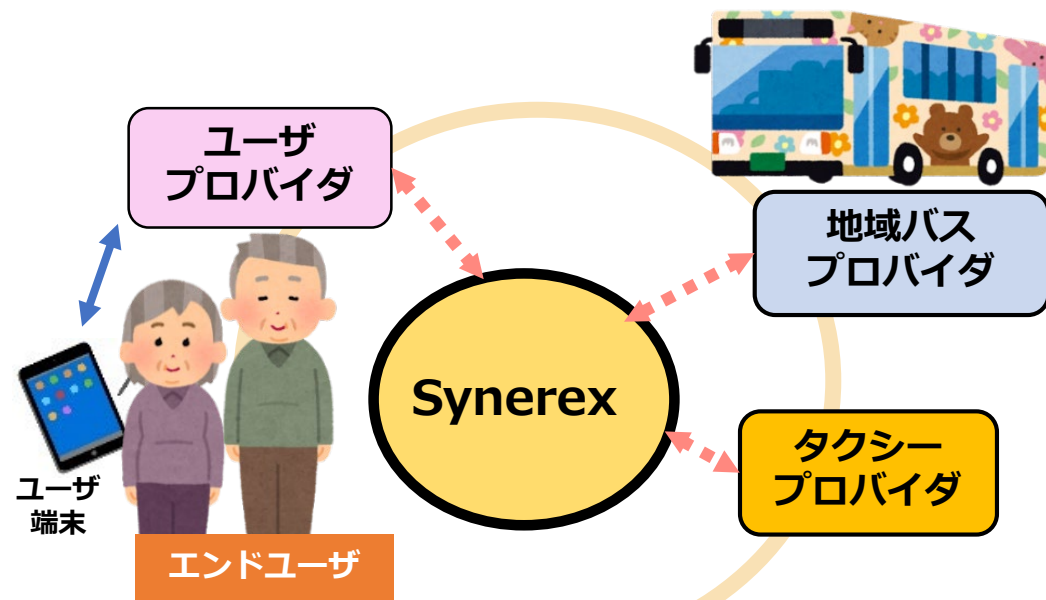
「変化」に対応する、という観点では、どれもダメ

新しい連携システムの要件

- 需要に対して供給を提供できること
- スケールすること
 - サービス追加が容易にできる
- 構成に柔軟性を有すること
- エンド・エンドでの判断で自律的な動作を実現すること
 - 可能な限り、コア部分はシンプルにすること

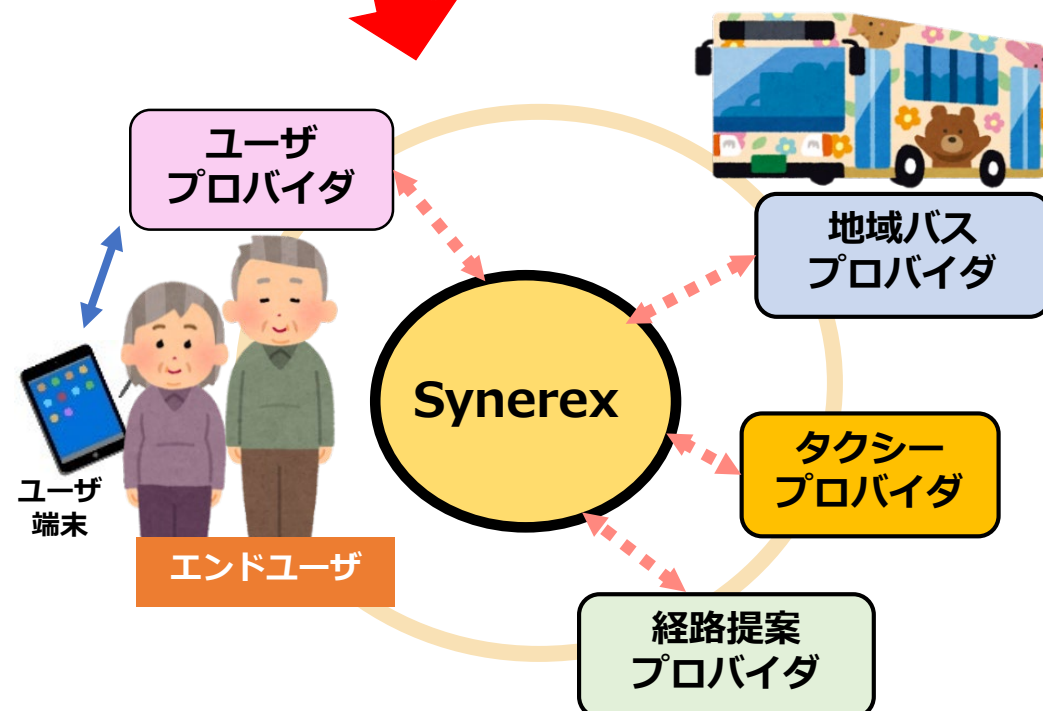
需給交換モデル: Synerex

- 需要や供給を提供する「プロバイダ」
- ユーザはプロバイダの下でサービスを受ける

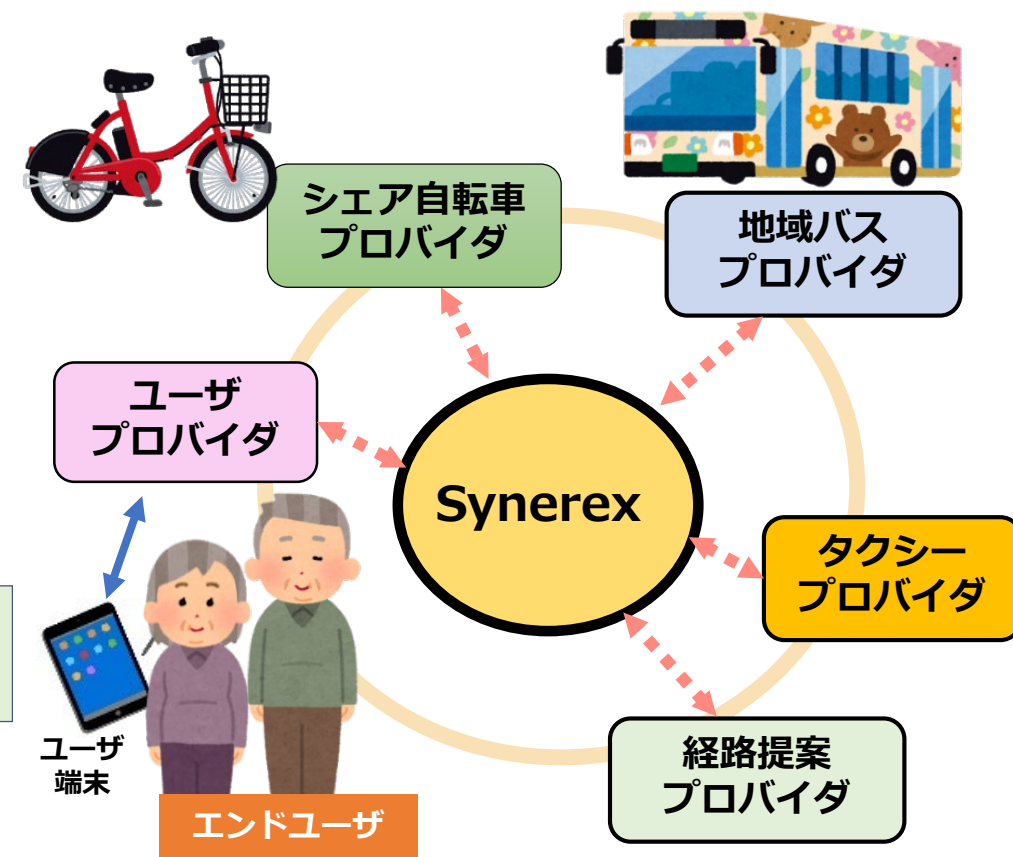


サービス・機能が追加されても
他のプロバイダには
変更の必要がない

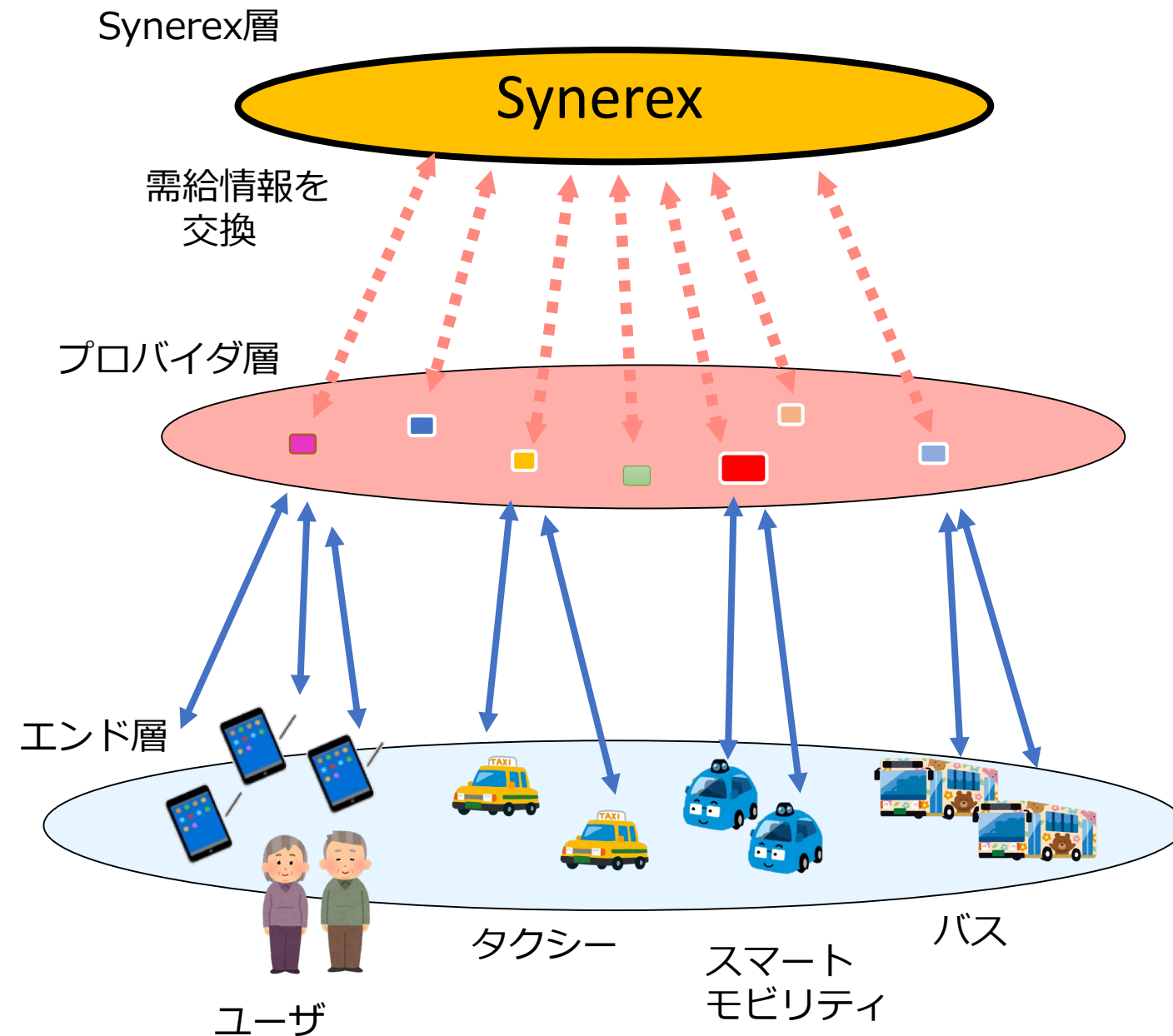
経路プロバイダの追加
(複数プロバイダ組合せ)



シェア自転車
追加



Synerexのアーキテクチャ



Synerex は3階層の
コミュニケーションモデル

プロバイダ層では、
様々なプロバイダが
サービスを提供

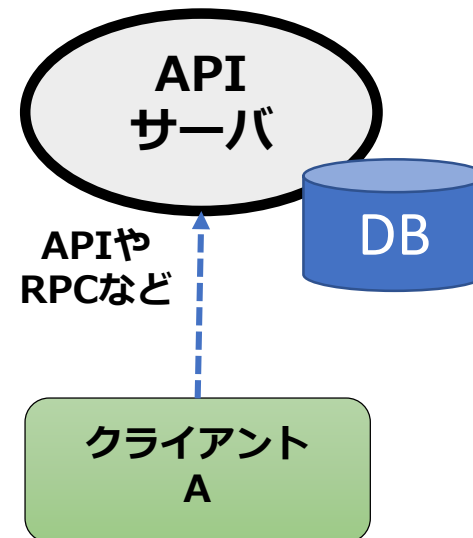
エンド層では、
ユーザ向けのアプリや
車両向けのクライアント
端末が利用される

プロバイダやサービスが増えても、変更が容易

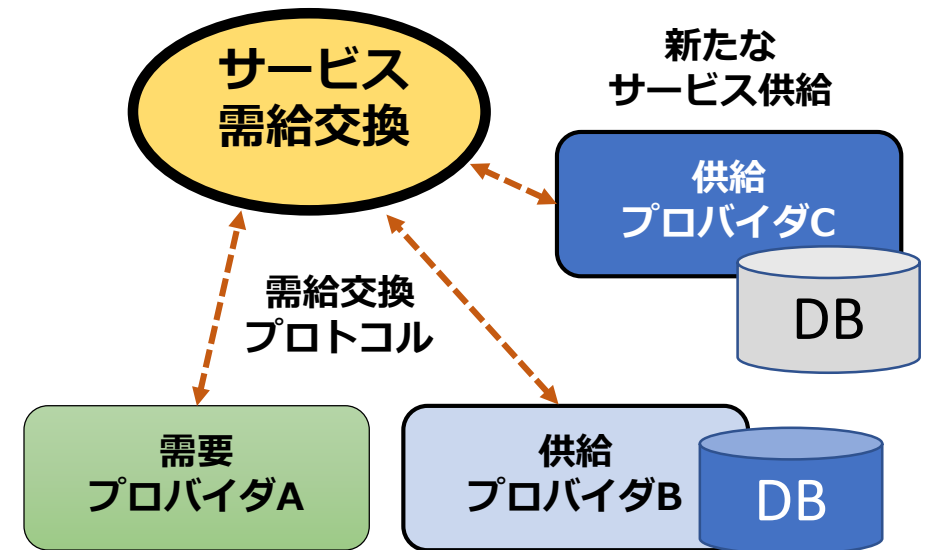
サービス需給交換の特徴

- 従来システムでは、APIやRPCを通じてクライアントがサーバにサービスを要求する。新しい機能が必要な場合、両方の変更が必要

従来システム例



変化に対応するシステム例



- サービス需給交換では「変化」に対応が可能。プロバイダAが「**需要**」を登録すると、新しい**供給**を提供できるプロバイダCを追加するだけで、新しいサービスを受けることができる。
(Aは、未知のサービスを受けることが可能)

「変化」への対応可能性

- 現在の Synerex では、変化への対応は、事前にある程度決められた枠の中のみ
(移動需要、という前提の中で提供する、など)
- どの程度「**変化**」に対応が可能かについては、今後の拡張を検討中
- 事前に呼び出し先を決めずにシステムを構築できる、という枠組が新たなシステム構築パラダイムとして利用できる可能性も

どのような「変化」があり得るのか

- 事前に想定されていないデータ型
- 時間粒度の変化
- サービス種別の追加
- 実装手段の追加・削除

他には？

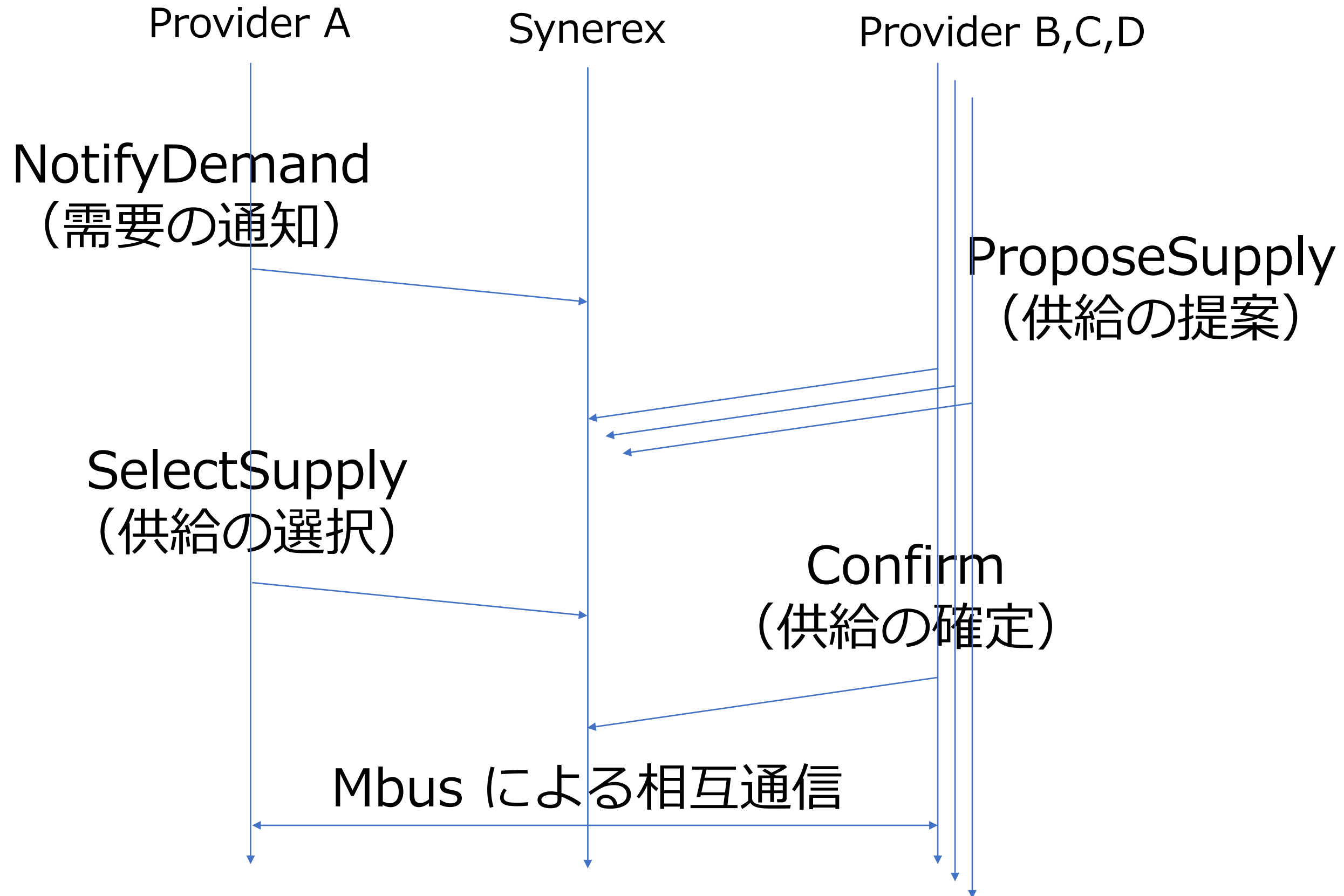
Synerexのコンセプト

最も重要なコンセプトは2つ

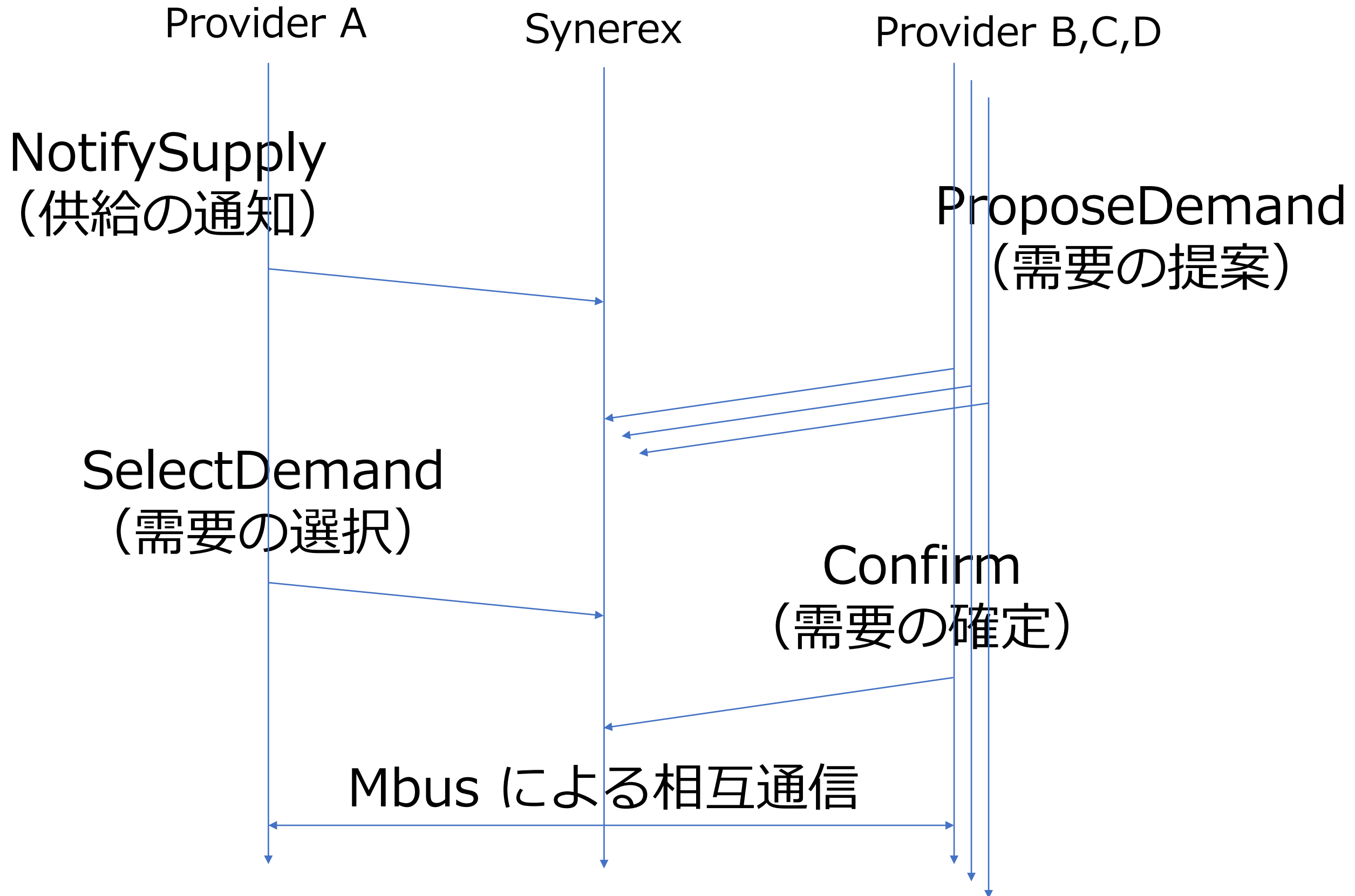
- ・サービスの依頼先を発注者が**事前に決めない**
- ・需要側からだけでなく、供給側からも情報登録ができる (**双方向性**)

これを実装するための技術は別としても、
上記を考慮しているシステムはこれまで存在しない

Synerex Protocolの基本



Synerex Protocolの基本



モビリティ：サービスシナリオの例

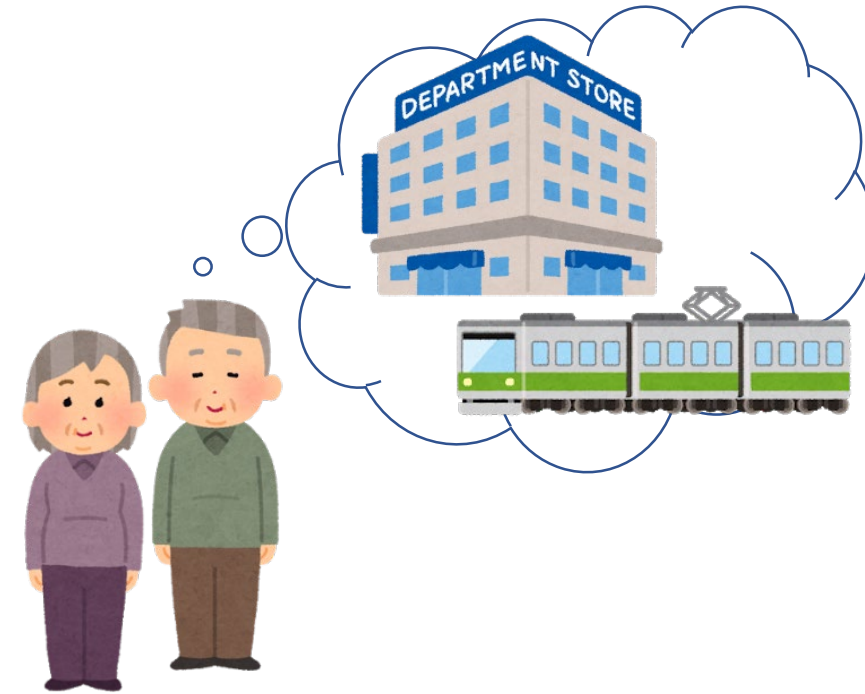
- 地方の高齢者が、電車で近くの都市に買い物に行きたい

- アプリに行き先と時間を登録

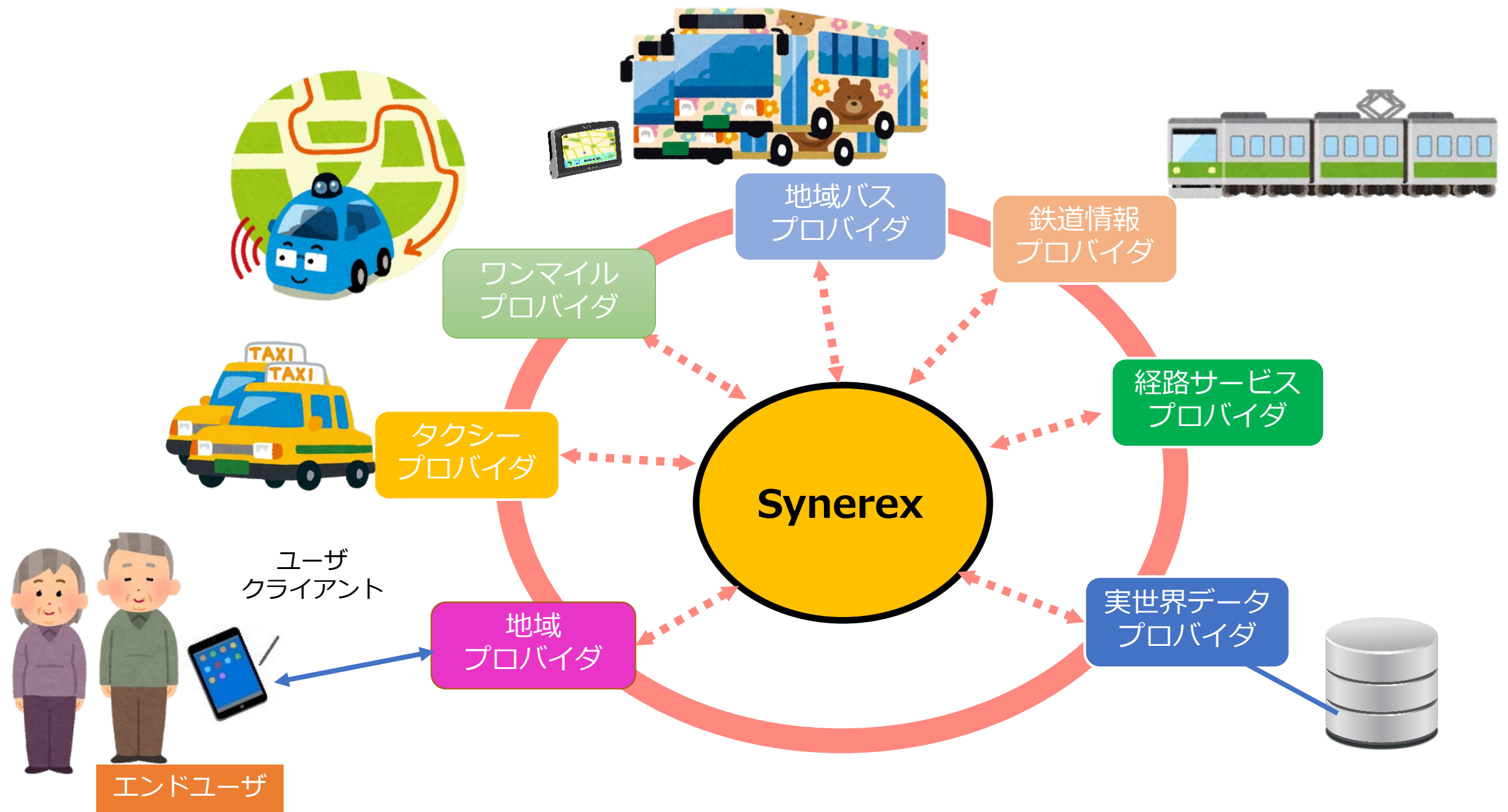
- アプリからの提案：
乗車すべき電車を提案、加えて

- タクシーで駅に往復（2000円）
- ワンマイル+コミュニティバスで駅まで往復(600円)
- 行きはワンマイル+バス、帰りはタクシー(1300円)
- 買い物荷物だけ別便で送る(+300円)

複数の事業者が、**需要**を満たす**供給**を提案

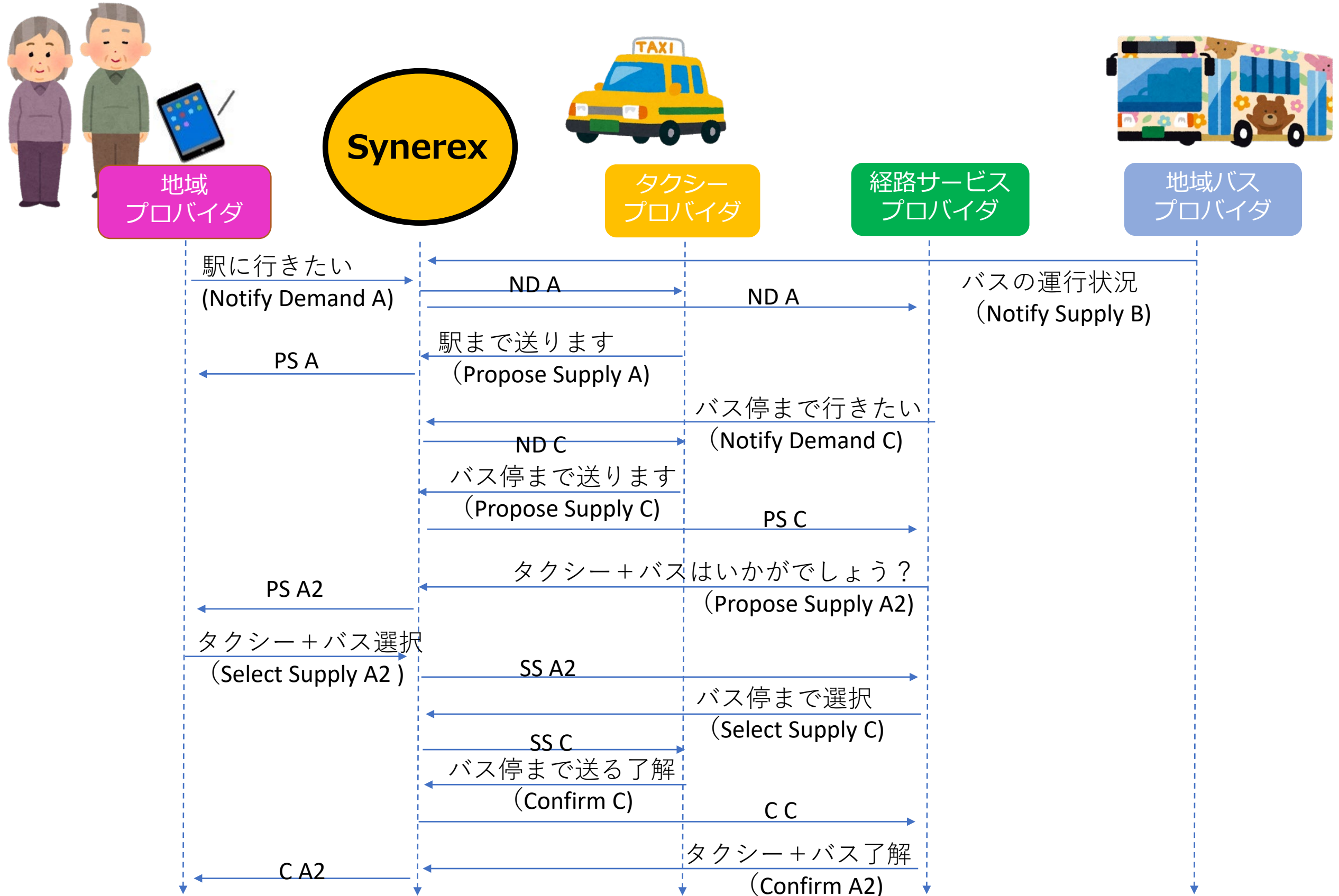


サービスシナリオ例の実装



各プロバイダが、Synerex を通じて
サービスの需要と供給を交換・契約

シーケンス図の例(簡易版)



Synerex の効果

- **多くの需給**が Synerex に集まる
 - 中間業者が不要
(ユーザ、宿泊業者は幸せに)
- プロバイダ毎の**工夫の余地**がある
 - サービスの特徴づけ
各プロバイダ毎に可能

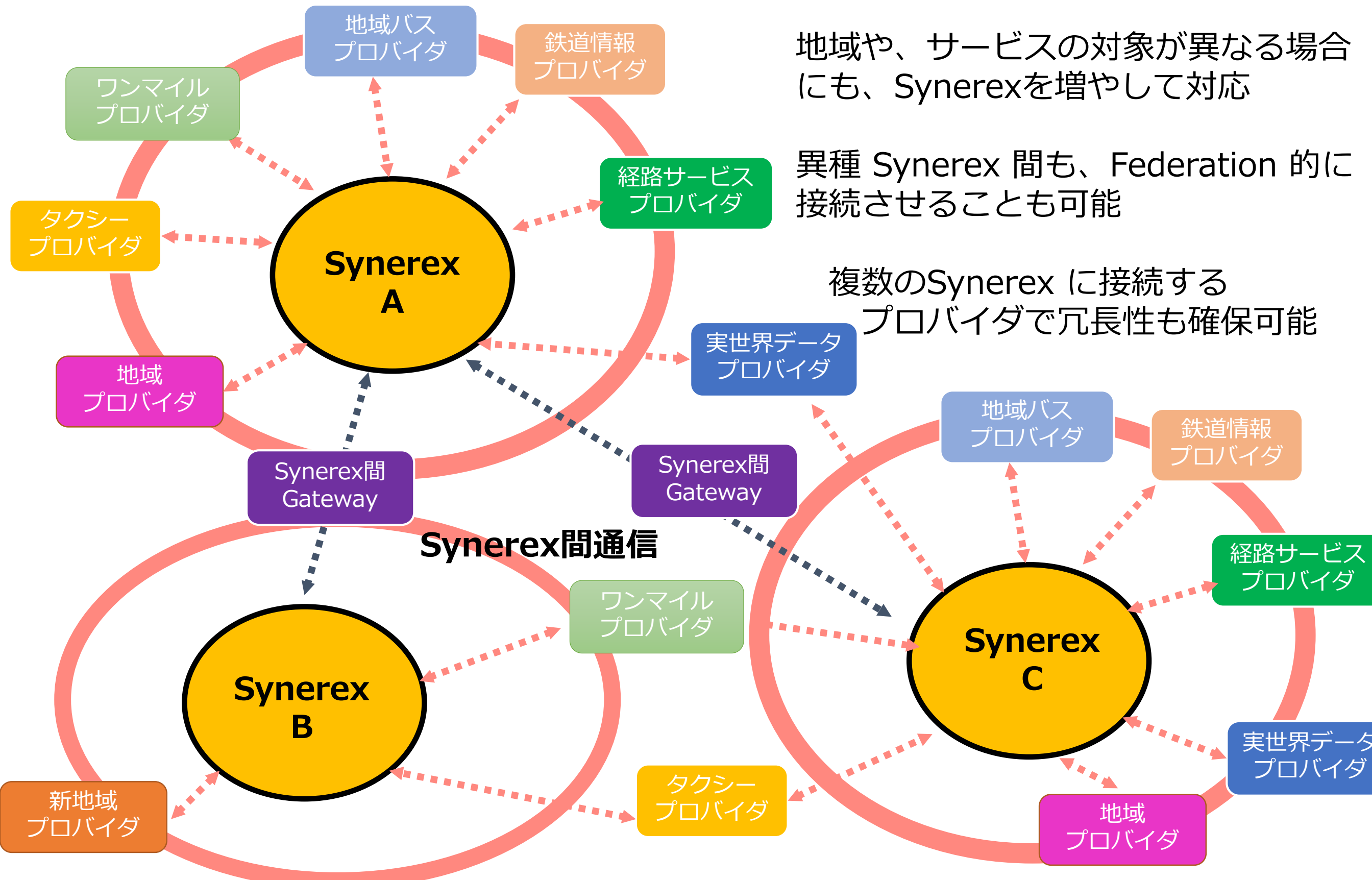
需給情報の集約効果

- 複数の需要を短時間で上手に満たすような適切なルーティングを提供する、
というサービスも実現可能に
(これまでは、単独の企業に閉じていた)
- 後からサービス事業者が参入する場合も、過去の需要データを活用して、予測が可能
(参入障壁が下がり、寡占化をふせげる)
- 複数のサービスをまとめて、バルクで販売するような多様なサービスの登場も可能
 - 会員には定額制、乗り放題サービス
 - 割引サービス

スケーラビリティへの対応

- Synerex に情報が集中するので、スケーラビリティに問題は？
- 複数の Synerex でクラスタ構成を作ればOK
- 現時点では柔軟性を重視して Gateway でクラスタ化

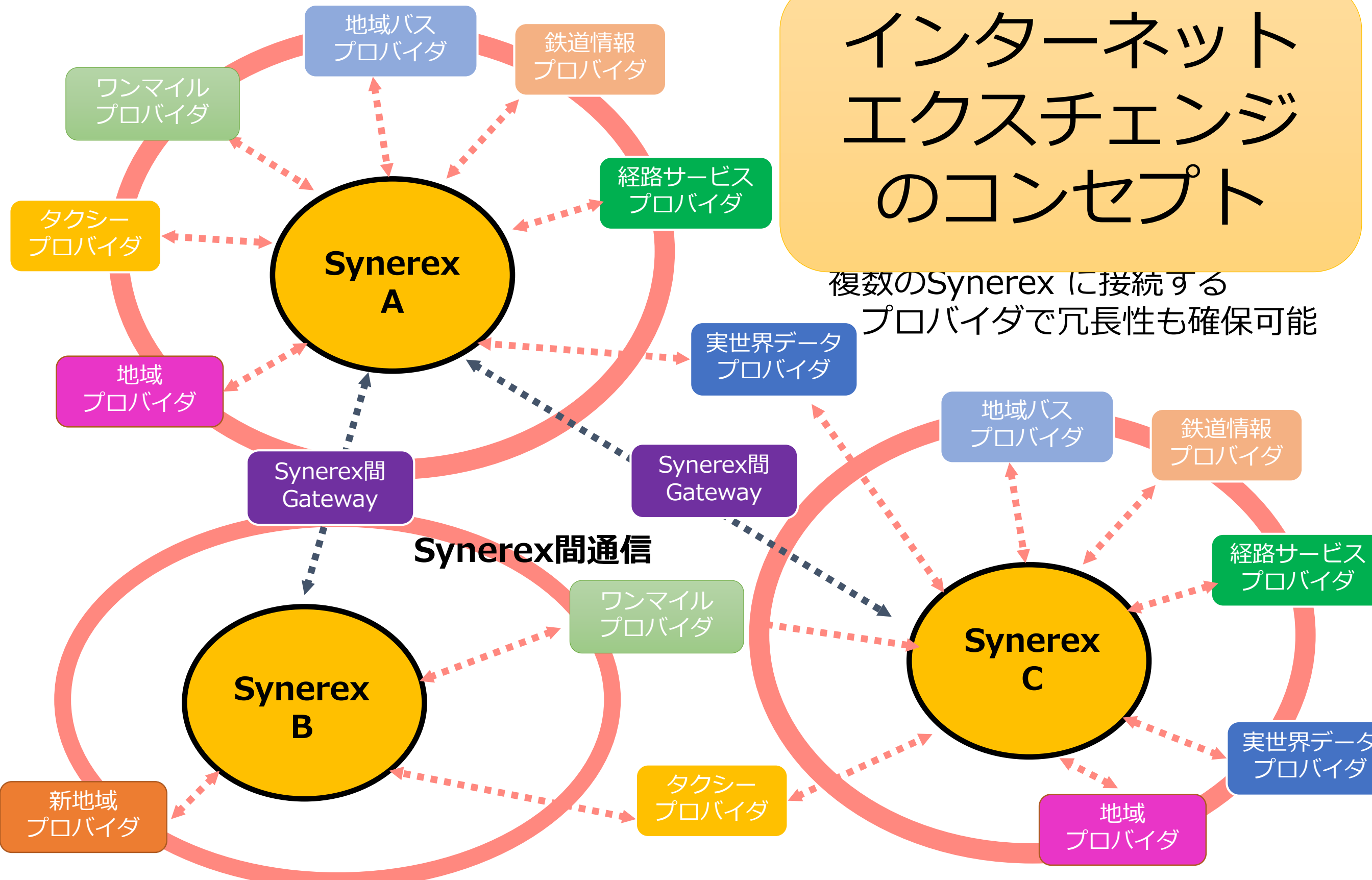
Gateway によるSynerex間接続



Gateway によるSynerex間接続

インターネット
エクスチェンジ
のコンセプト

複数のSynerex に接続する
プロバイダで冗長性も確保可能



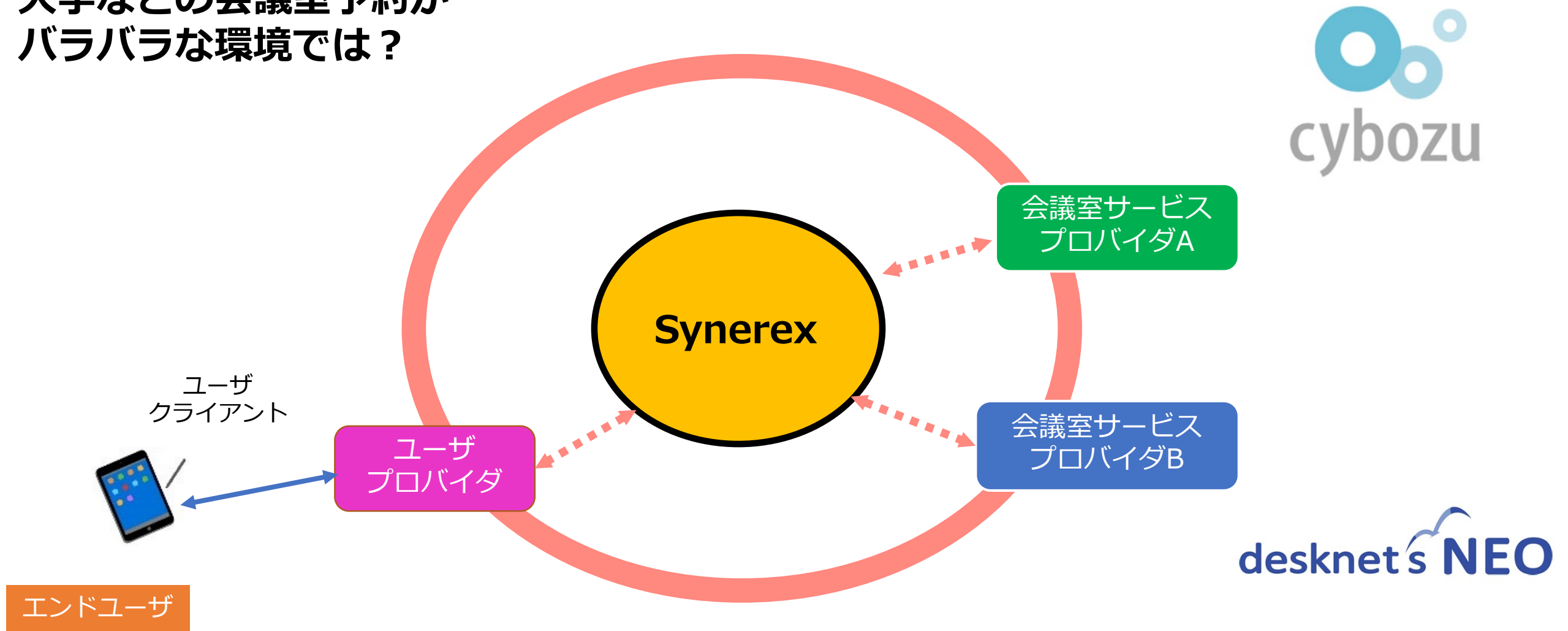
Synerexの応用

有用性/必要機能を洗い出すためには、
実装を試してみるのがベスト

- 会議室予約への応用（コンセプトデモ）
- MaaS実装(幸田町2018 , Synerex-alpha)
- 可視化基盤（Harmoware-VISと連携）
- 人流データ集約
- デジタルツイン応用（大規模シミュレータ）
- サイバーフィジカル（ロボット連携）

会議室予約のデモ

大学などの会議室予約が
バラバラな環境では？



レガシーなWebサービスの会議室予約システムを Synerexに接続する
会議サービスプロバイダにより、
ユーザは後ろの予約システムを意識せずに利用可能

将来的には？

- 複数の会議室を同じ日に取りたい、
という要求でも、複数の会議室サービス
プロバイダに接続して、
空きを確認可能に
- Slack でつぶやくだけで、会議室予約
- RPA + Synerex でレガシーシステムが
変化に対応可能に！

幸田町でのサービス実証実験(2018/12に実施)

- コミュニティバス - TAXIのマルチモーダル連携実験
- 利用者は1回の予約で、時刻表に連動して
TAXI予約+コミュニティバスへの乗車が可能
- 図書館向けサービスモジュールの実験も実施



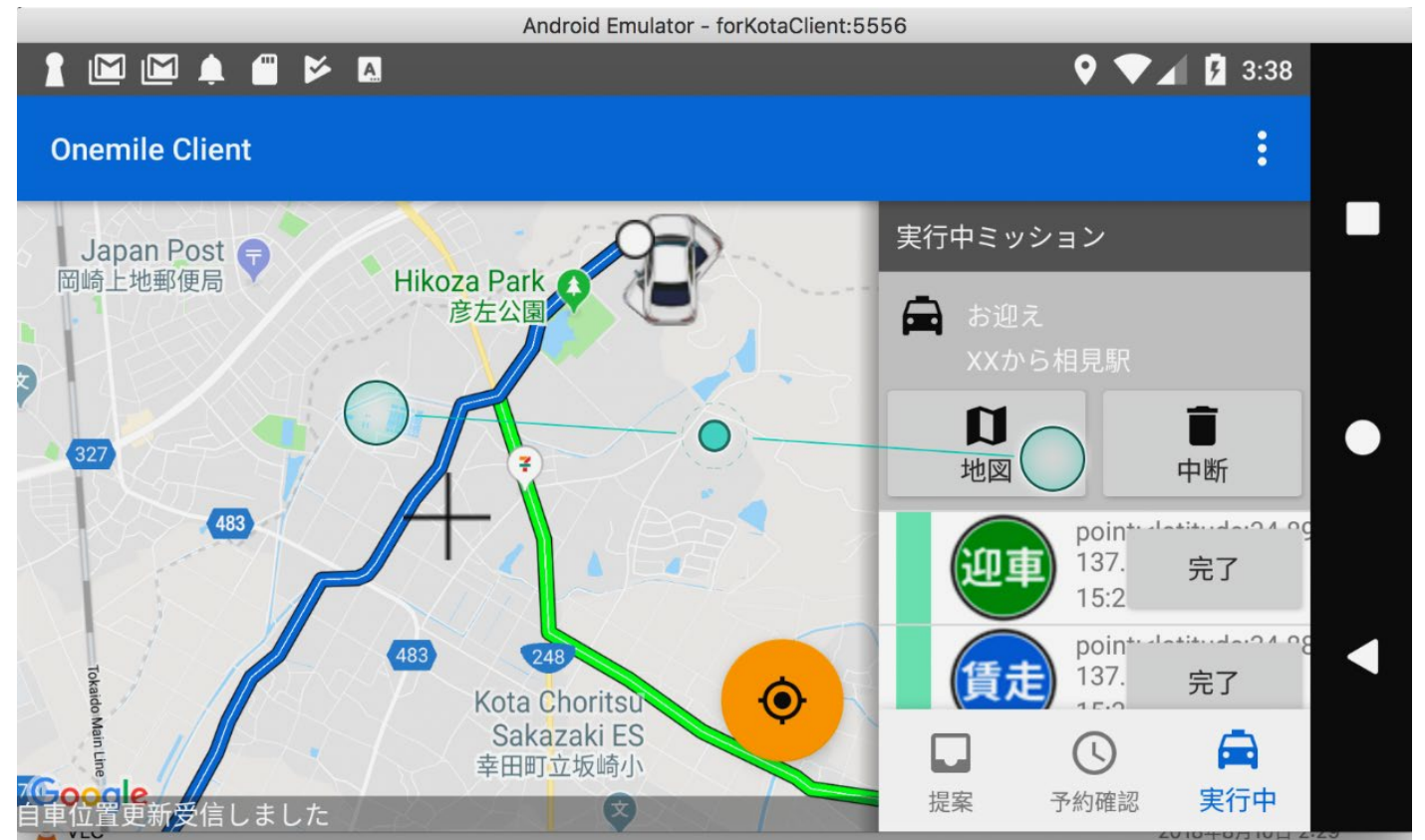
幸田町民会館での説明会



開発したクライアントアプリ



ユーザ向けのアプリ



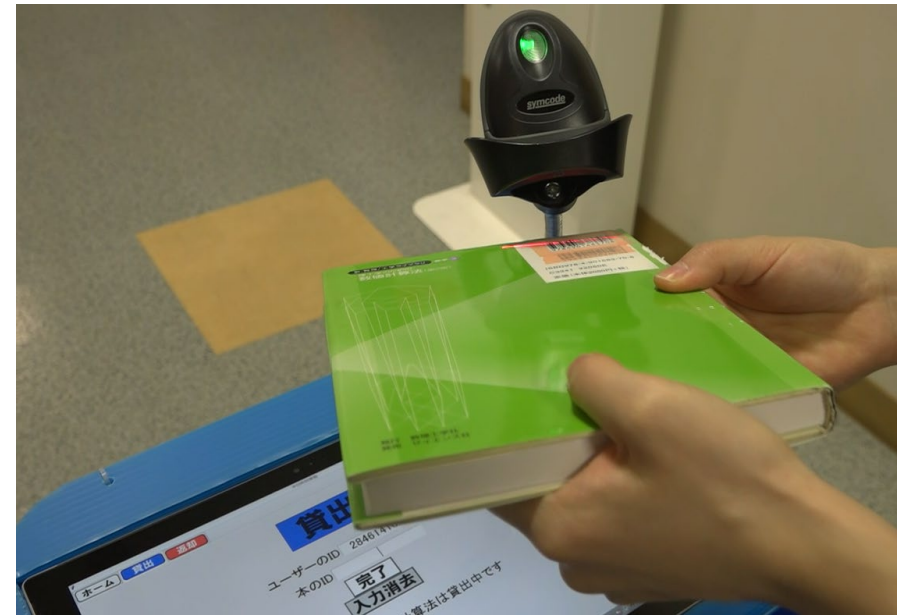
ドライバ向けのアプリ

幸田町立図書館での検証

図書の貸し出し・返却機能を有する
サービスモジュールプロトタイプを開発



AGVはモジュールを保持して移動可能



コミュニティバスに搭載可能

コミュニティバスへの搭載

福祉車両の車いす用リフトで
AGVごと搭載が可能



バスの車内でモジュールを利用可能
コミュニティバス内で、図書館サービスを実現

超スマート社会に向けて

当初はモビリティに
関係したシステムが
わかりやすいが、
徐々に拡大可能

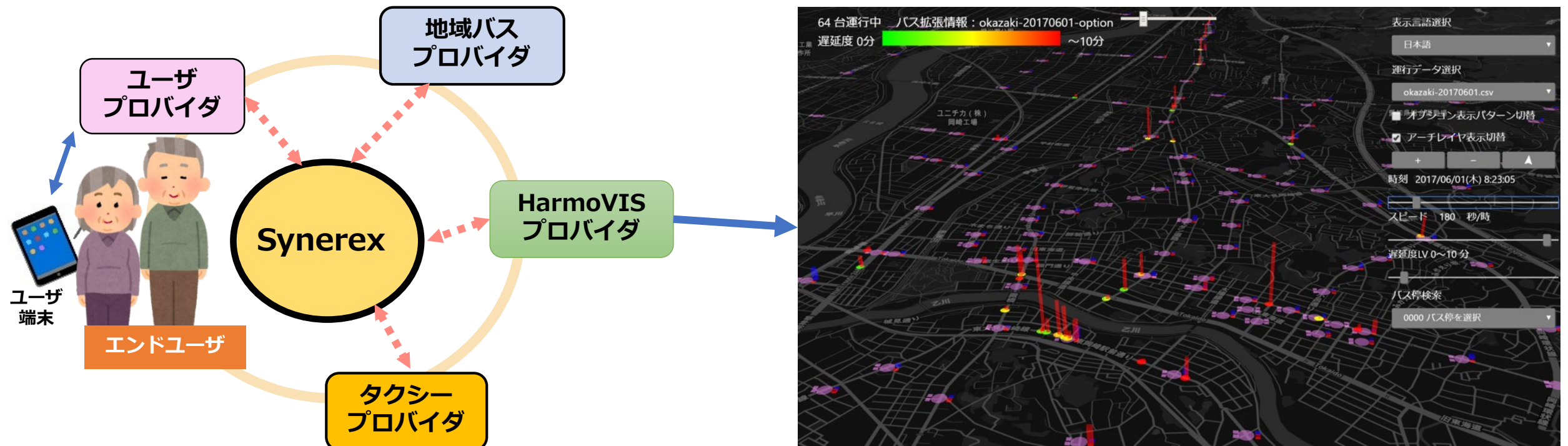
モビリティサービス
(人・モノの移動)

モビリティによるサービス
(サービスの移動・広告)

モビリティを使うサービス
(実世界データサービス・
サービス事業者 (医師・美容師) の移動)

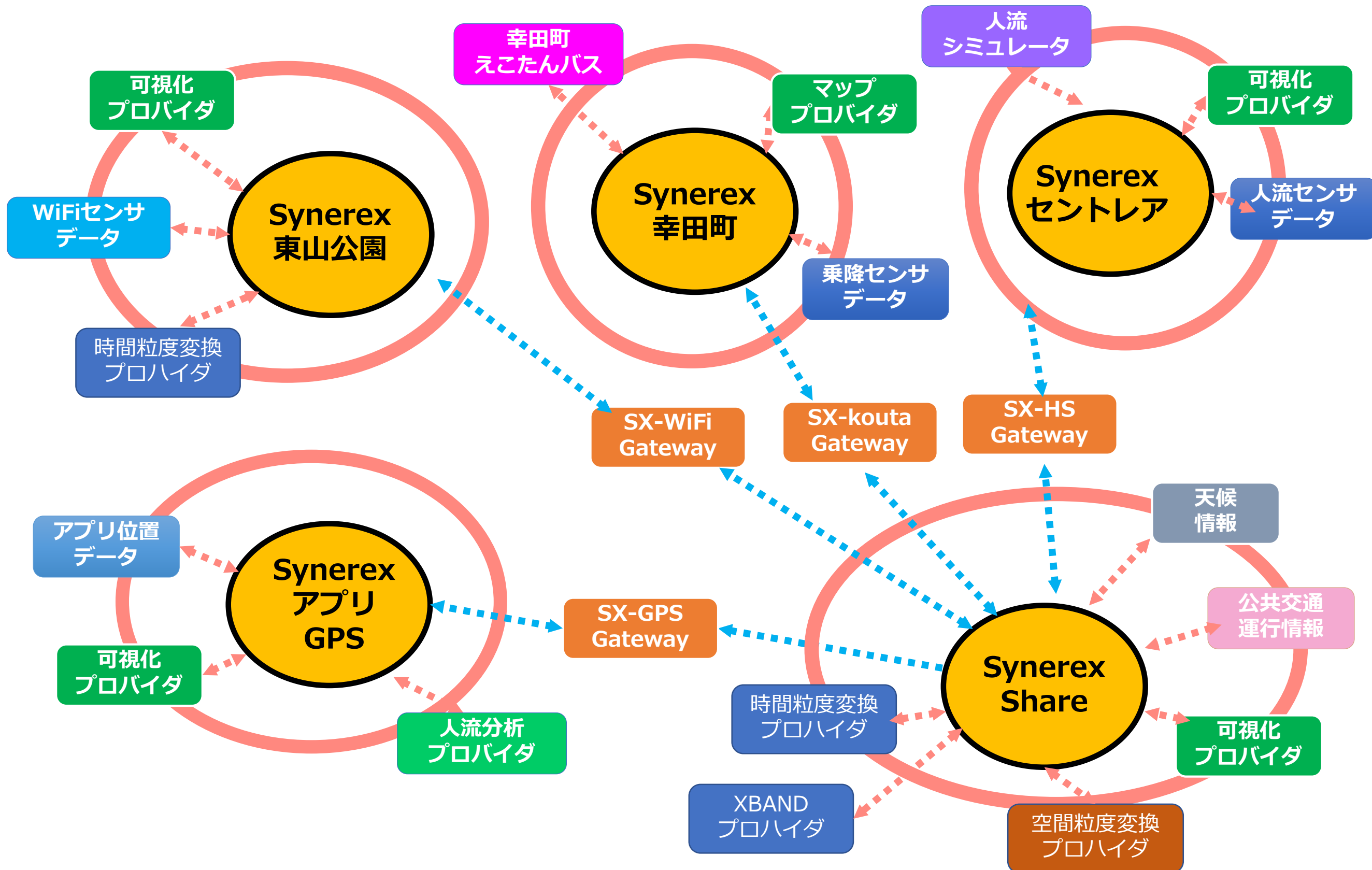
モビリティに関係しないが、
予約・利用がオンラインで可能なサービス
(駐車場予約、飲食店予約、充電ステーション予約、
公共ロッカーの予約、EC、他)

Synerexにおける可視化



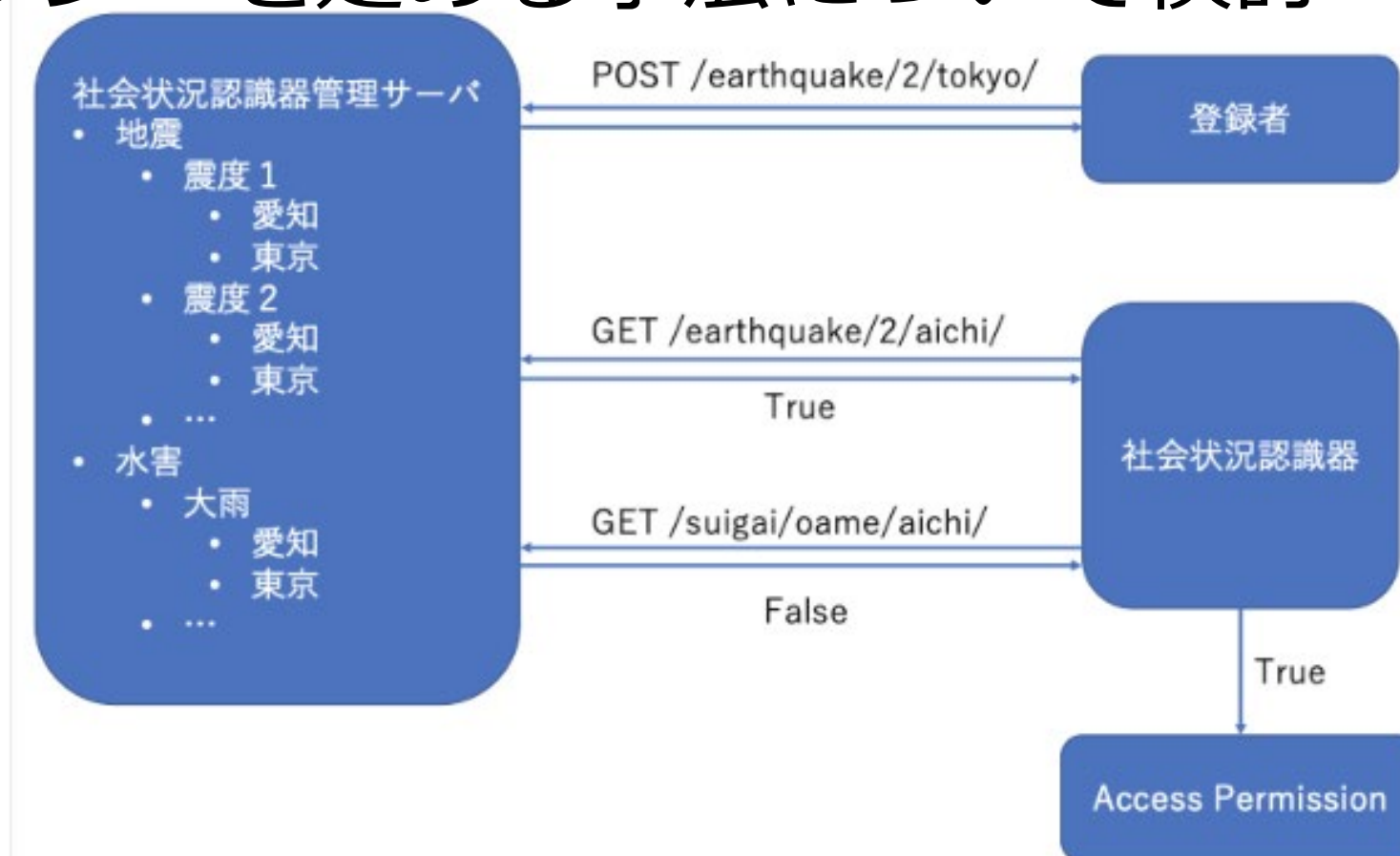
- Harmoware-VISを入れて、何を可視化するか、を自分で決めるのはそれなりに大変
- 簡単に時空間の可視化を実現するために、Harmoware-VIS プロバイダを構築中
- データを出す プロバイダを作るだけで、3次元可視化が可能に

Synerexを用いたデータの連携（構想）

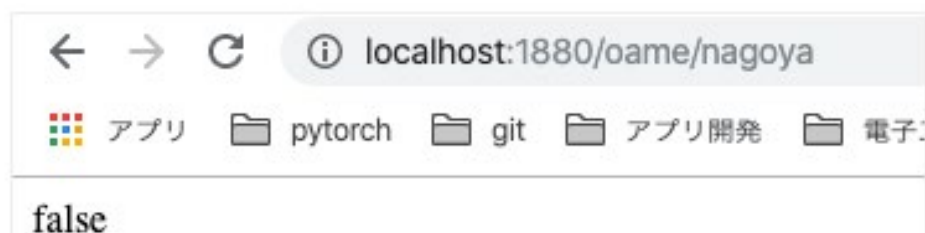


社会状況のセンシング

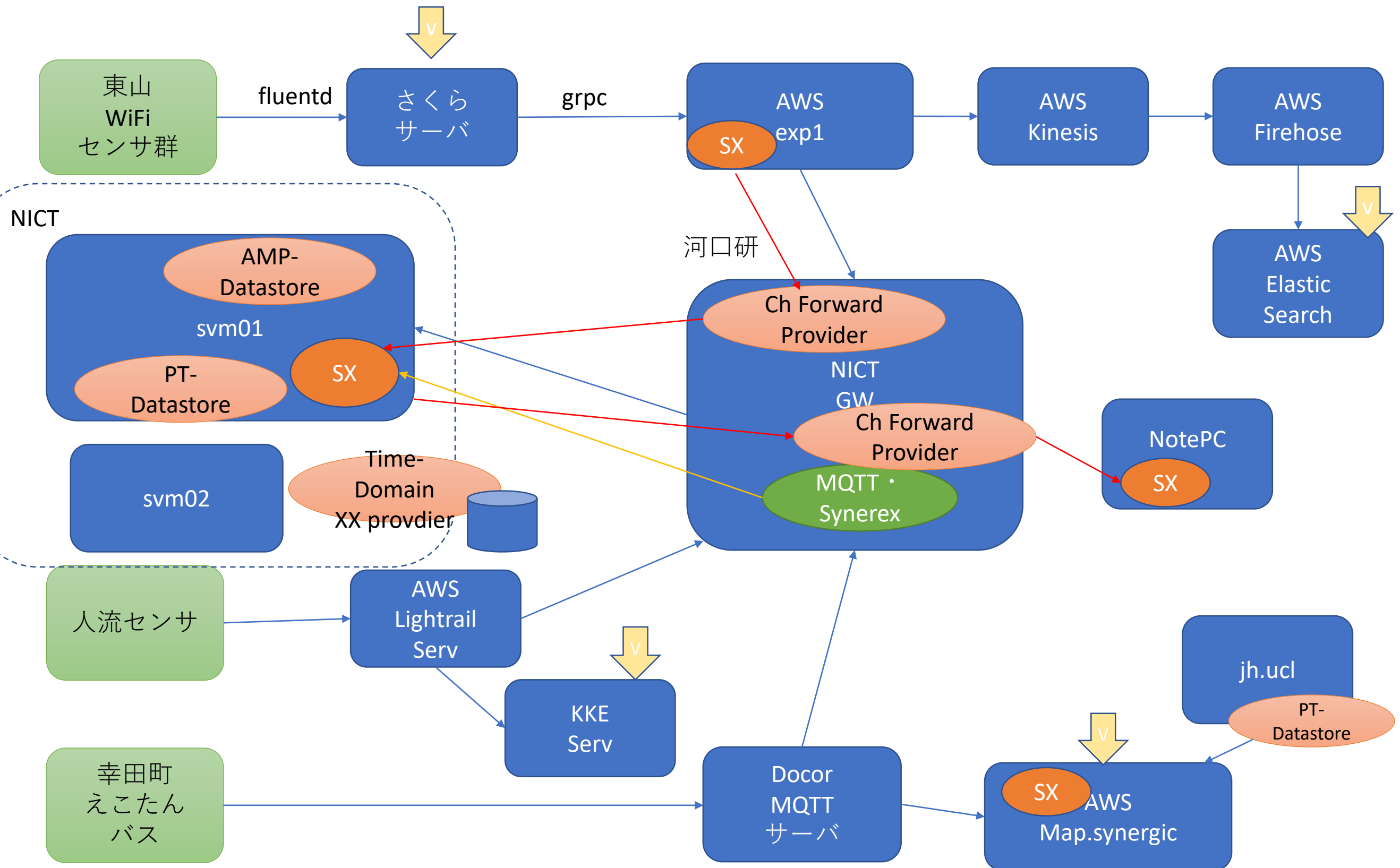
- Webから社会状況を取得して、ゲートウェイのポリシーを定める手法について検討



- フロー例



データ集約の枠組み構築（現状）



デジタルツイン機能

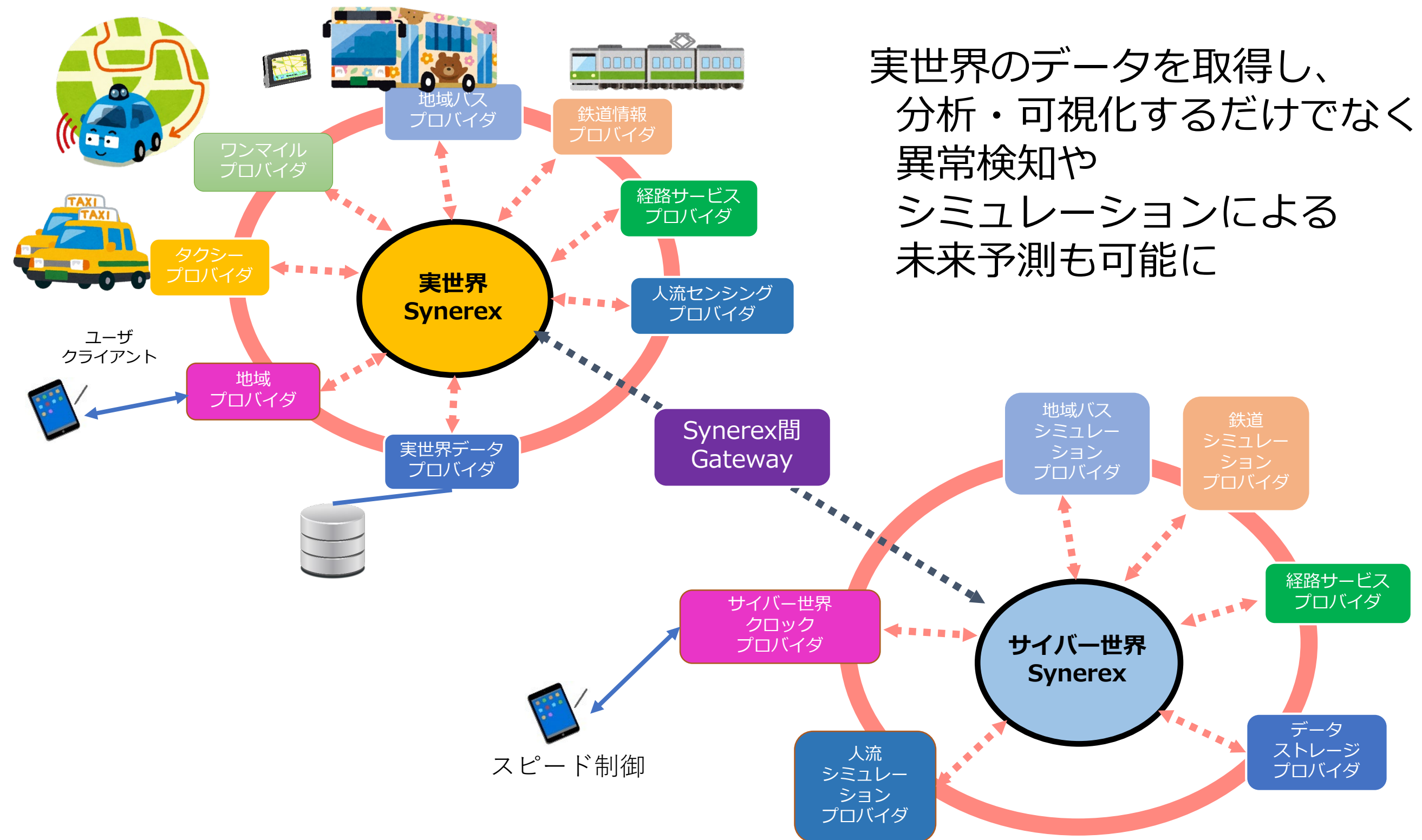
- 超大規模社会シミュレーション機能構築
- モデリングではなく、大規模シミュレーション基盤として、需給交換プラットフォームが有効であることを検証
- シミュレータそのものは、多様なものを活用可能としたい
- 中部おもてなしプラットフォームとして社会実装を予定

超大規模社会・交通シミュレータ

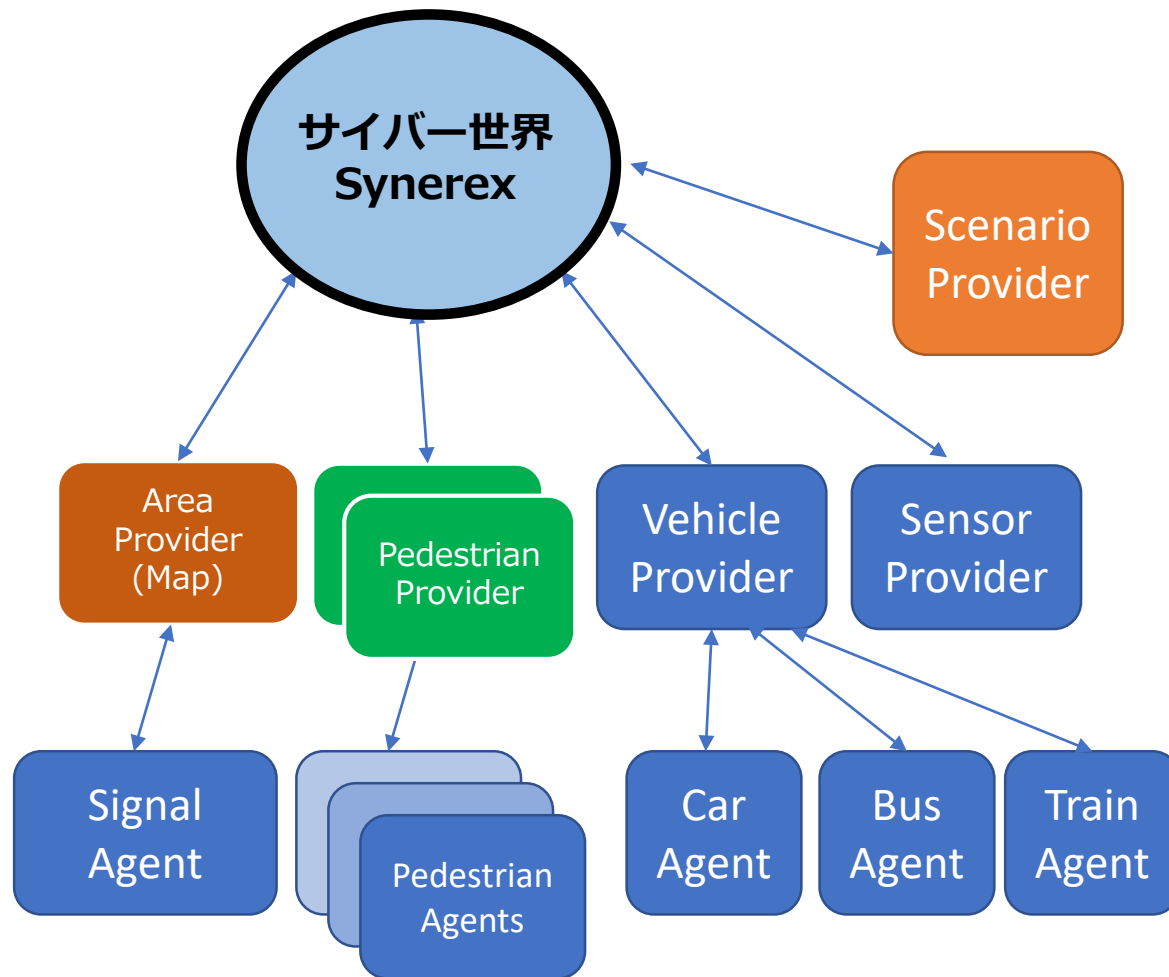
- 大都市レベルの大規模シミュレーションを実現
- マルチエージェントの**大規模シミュレーション**を
スケーラブルに動作できる枠組み
(デジタルツインの実現)
- 様々なアルゴリズム・ツールを容易に組み入れら
れるように
- 天気予報（雨雲レーダー）と同じレベルの
混雑・渋滞予報 → 混雑対策

デジタルツイン Synerex

実世界のデータを取得し、
分析・可視化するだけでなく、
異常検知や
シミュレーションによる
未来予測も可能に



Synerex を用いたシミュレータ



基本は、マルチエージェント
シミュレータ

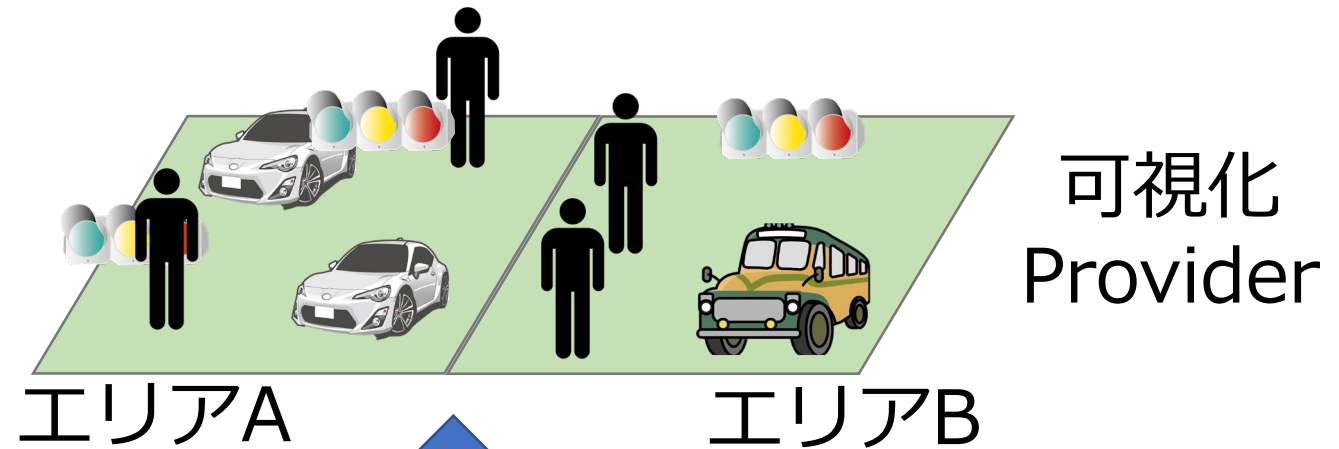
各プロバイダの下に、
複数のエージェントを配置

エージェントは、場所に応じて
プロバイダ間を移動していく

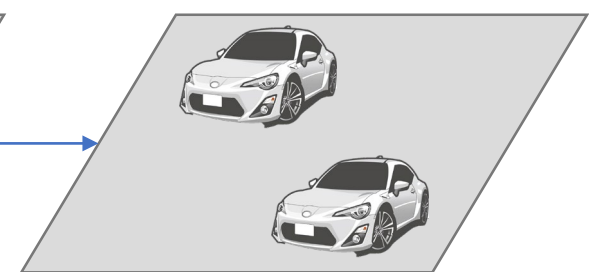
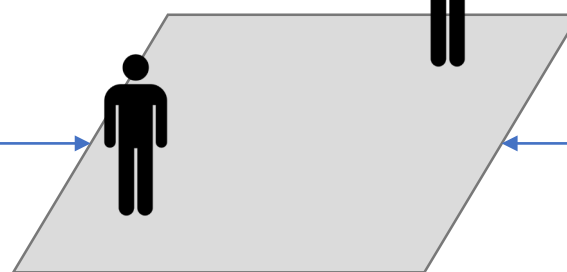
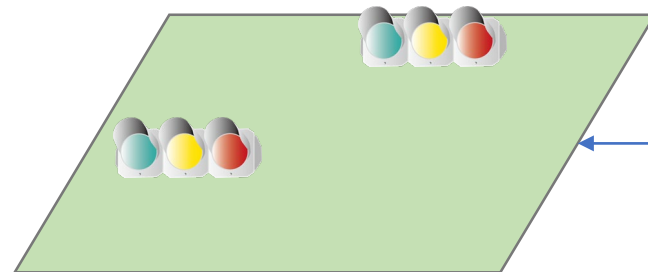
マルチエージェントの**大規模シミュレーション**を
スケーラブルに動作できる枠組み
(デジタルツインの実現)

プロバイダの担当エリア

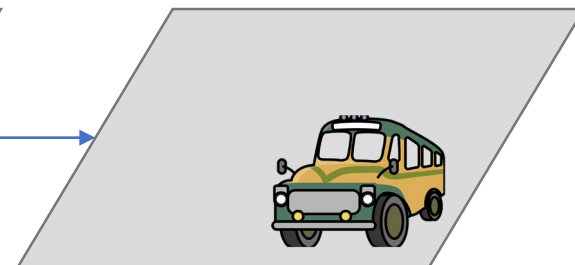
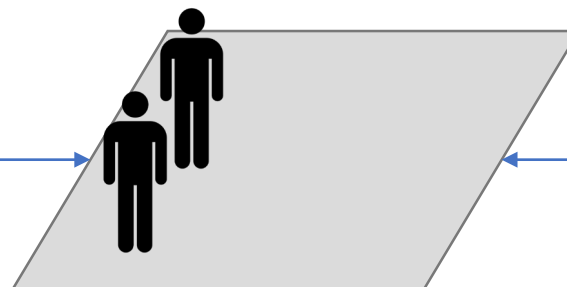
各プロバイダ毎に
担当エリアを割り当て



エリアA



エリアB



Area
Provider

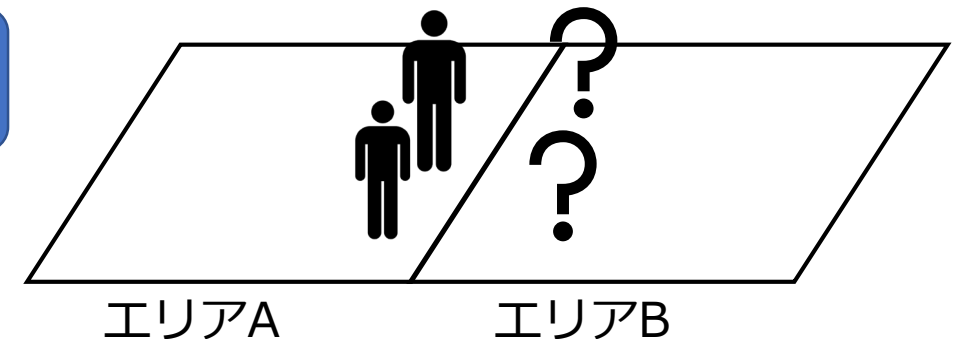
Pedestrian
Provider

Vehicle
Provider

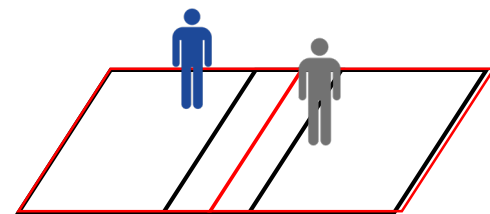
エリア分割による分散連携

- スケーラビリティ向上や処理計算の分散のため、エリアを分割して連携できるようにする

エリア境界近くの相互作用を考慮するため、重複エリアを考える

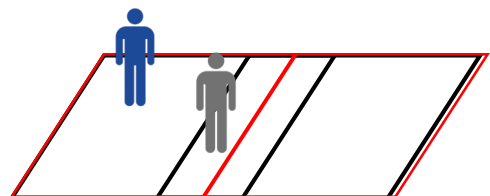


- エージェントの計算・更新例



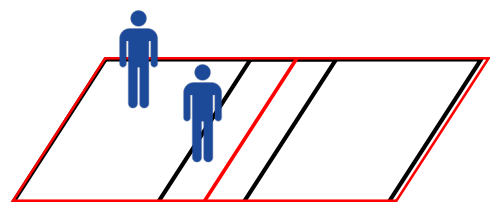
計算 (時刻 t)

時刻 $t+1$ での重複エリア内のエージェントを計算する



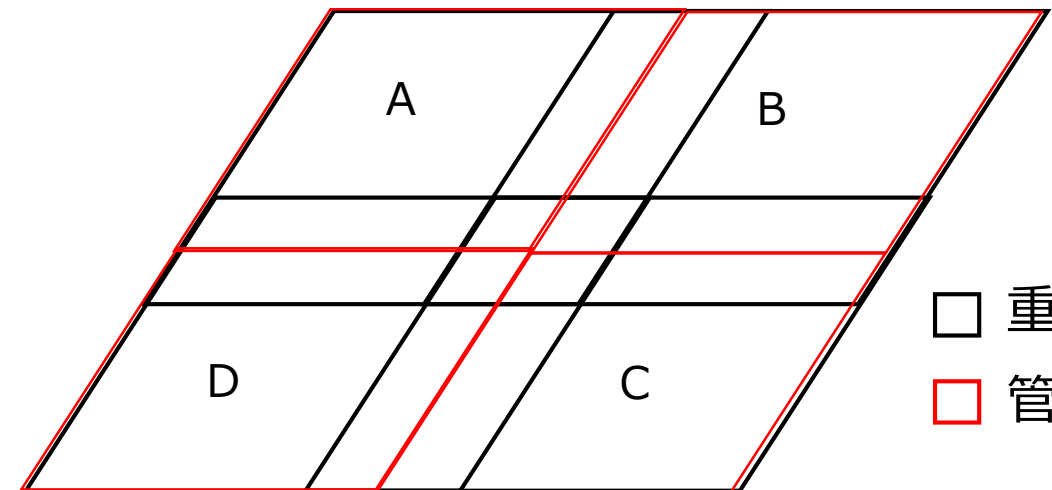
取得

他エリアの時刻 $t+1$ でのエージェント情報を取得



更新

時刻 t に管理エリアにいなかったエージェントであれば追加する



□ 重複エリア
□ 管理エリア

エリアの大きさ、形などの構成は柔軟に変更可能
計算処理の負荷分散が可能に

人流シミュレーション機能

混雑時の人流シミュレーション例 (プロバイダ数 : 2)

エージェント数30, 半径20cm、 ドアの大きさ160cm

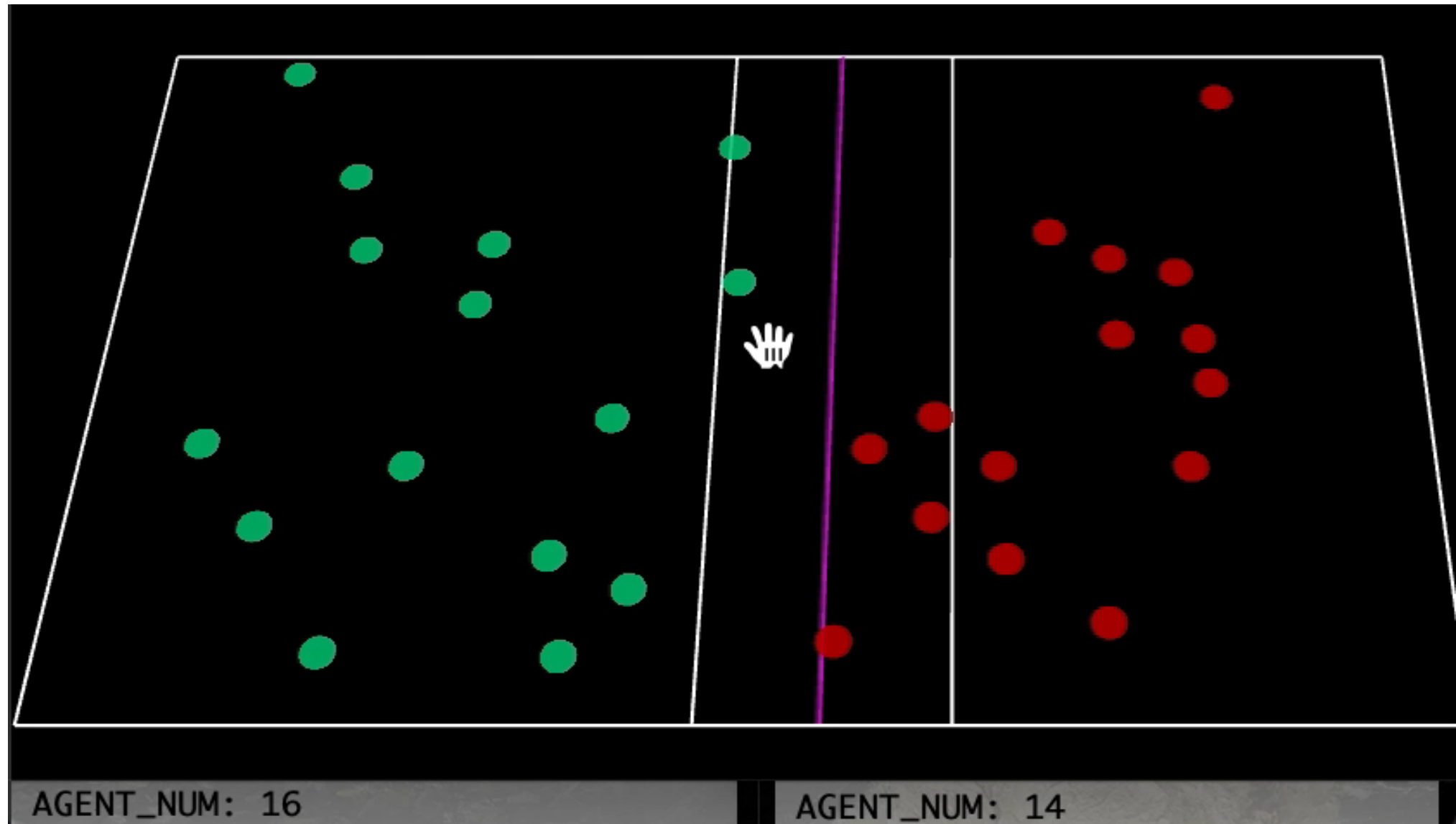


人らしい行動を行いながら、
複数のプロバイダが連携できている

人流シミュレーション機能

交差する場合の人流シミュレーション例 （プロバイダ数：2）

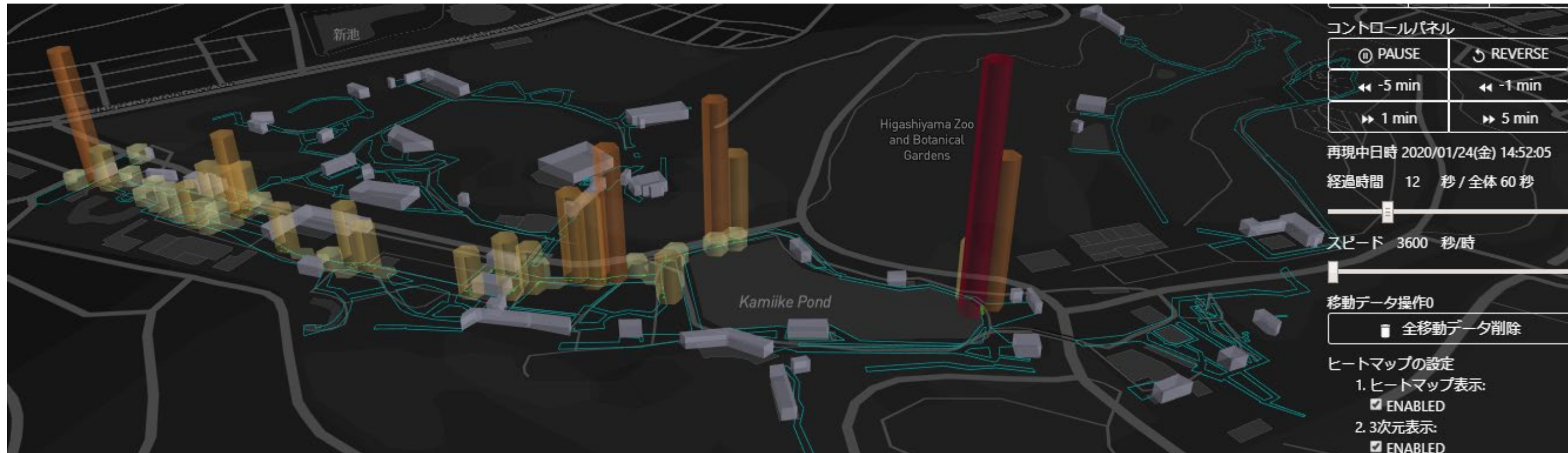
エージェント数30, 半径20cm、 ドアの大きさ160cm



異なる方向の人流が混じる様子が
シミュレーションできている

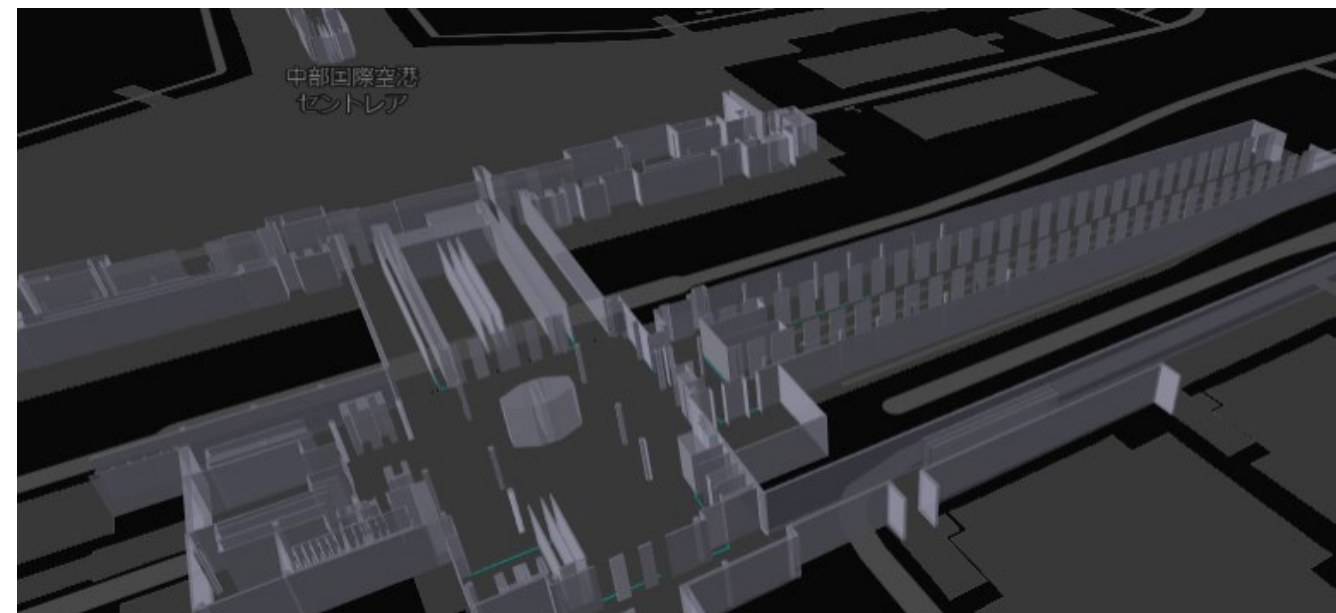
Synerex コア機能・応用機能

- デジタル東山ビューアに向けて



- 同じ機能をヒストログラム向けにも

- マルチエージェント
シミュレーションを
別プロバイダで
実装し、
Synerex で結合
ヒートマップ表示も



スマート社会基盤機能

- 異種スマートシティ間での、データ連携の基盤として活用
 - 異なる都市の間でも、データ連携やサービス連携が必要
 - ポリシーが異なるため、常に連携する、ということはいできない
 - トラストGateway(Synerex間Gateway)の枠組みを用いて高度なセマンティクス解釈を可能に

社会実装：

スマートシティ間連携基盤構築

- NEDO-SIP事業として採択(2018年度補正予算)

スマートシティ基盤をつなぐメタ・プラットフォーム

【対象フィールド】スマートシティ基盤を有する複数の自治体(例:名古屋市+藤沢市+加古川市+etc..)

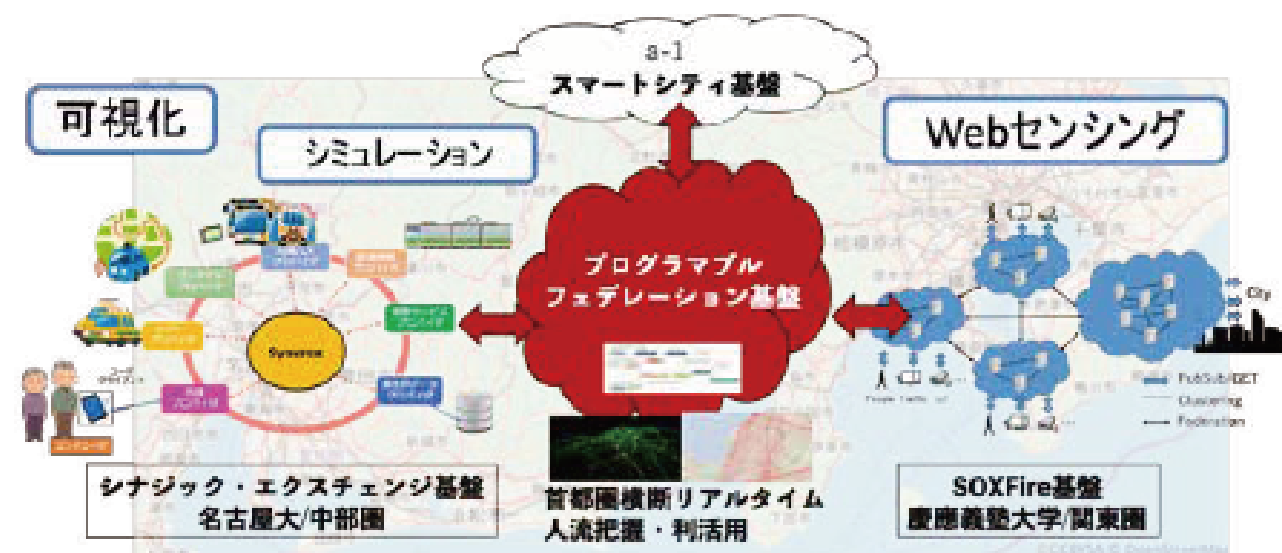
【課題】

- ・それぞれの都市では異なる**アーキテクチャ**で構築されたスマートシティ基盤を運用
- ・運用状態である基盤同士を、どのような**メタアーキテクチャ**で連携させるか？
 - ・多種多様なステークホルダーを対象としたポリシー、意図、セキュリティやプライバシー
 - ・平時・有事における優先度

【アプローチ】

- ・社会状況によって異なる基盤を柔軟に相互接続可能なプログラマブル・フェデレーション機構の構築
→この機構をSynerexを用いて実装し、複数の都市へ実装

ここをもっとリアリティのあるデータに

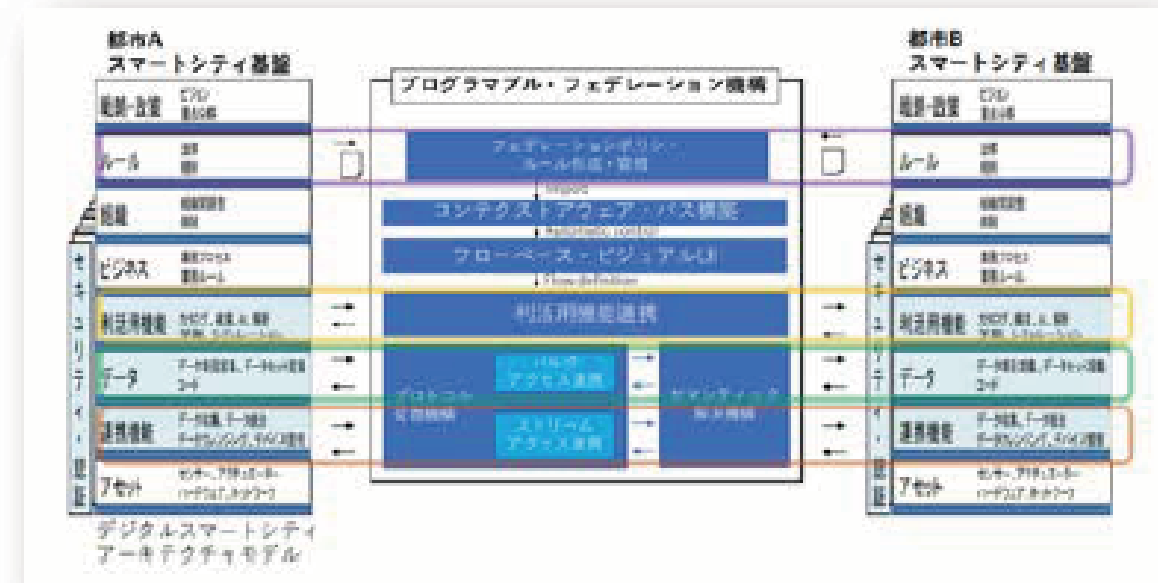


例:

警戒レベル	避難行動等	避難情報等	スマートシティ基盤A
警戒レベル5	既に災害が発生している状況です。命を守るための最善の行動をとってください。	災害発生情報等 【西宮市が発表】	すべてのデータ開放
警戒レベル4 全員避難	速やかに避難先へ避難しましょう。公的な避難場所までの移動が危険と判断される場合は、近くの安全な場所や、自宅内のより安全な場所に避難しましょう。	避難勧告 避難指示(緊急) 【西宮市が発表】	災害関係のすべてのデータ開放
警戒レベル3 高齢者等避難	避難に時間を要する人(高齢者の方、障害のある方、乳幼児等)とその支援者は避難をしましょう。その他の人は、避難の準備を整えましょう。	避難準備・高齢者等避難開始 【西宮市が発表】	気象情報に関するデータ開放
警戒レベル2	避難に備え、ハザードマップ等により、自らの避難行動を確認しましょう。	洪水注意報 大雨注意報等 【気象庁が発表】	交通に関するデータ開放
警戒レベル1	災害への心構えを高めましょう。	早期注意情報 【気象庁が発表】	河川カメラ系のデータ開放

フェデレーション実装設計中

スマートシティ基盤をつなぐメタ・プラットフォーム



‘フェデレーション’の定義

異なる組織から運営されるスマートシティ基盤同士が、共通のポリシー＜社会状況とその状況に対応したセキュリティ・アクセス権＞によってデータおよび機能の挙動を制御できること

フェデレーションのフェーズ（現在議論中）

フェーズ1

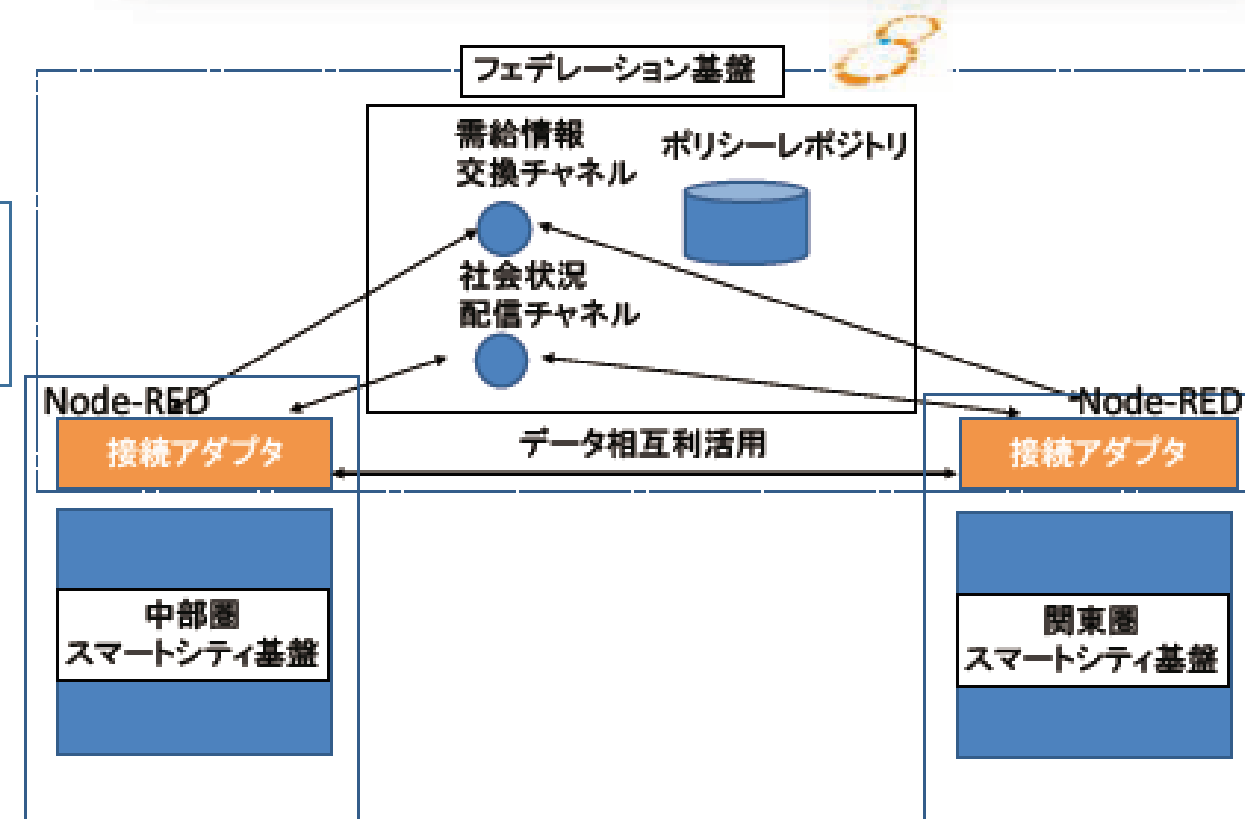
- 需要と条件付き供給に関する情報を各スマートシティ基盤はフェデレーション基盤を介して事前に交換しておく

フェーズ2

- 条件付き供給情報に基づき、データ/機能の流れを各組織はデザインしておく

フェーズ3

- 条件に合致した際に、実際にデータが他の基盤から流れてくる



Synerexのコンセプト（再掲）

重要なコンセプト

- ・ サービスの依頼先を発注者が**事前に決めない**
- ・ 需要側からだけでなく、供給側からも情報登録ができる（**双方向性**）

この特徴が社会実装先の

- ・ デジタルツイン （柔軟なシミュレータ）
- ・ サイバーフィジカル （ロボット・人連携）
- ・ スマート社会基盤 （メタ連携）

に活用されている

Synerex 開発状況(オープンソース)

<https://github.com/synerex>

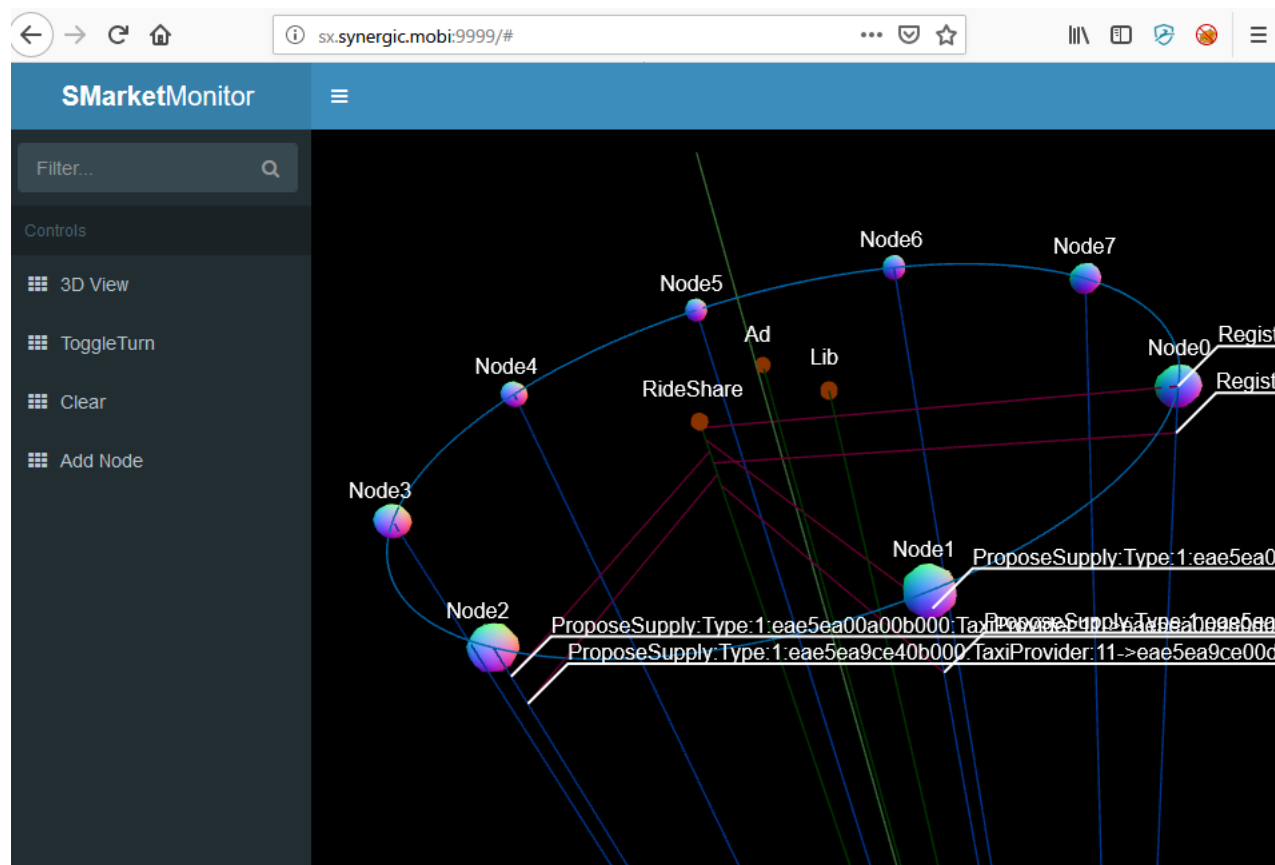


開発言語： go lang

プロトコル： ProtocolBufffers / gRPC

(プロトコルの安定性・高速性・柔軟性で選定)

現在、コアエンジン+サンプルプロバイダを開発



Synerex の本格研究に向けて

- **Synerex**を通じた需給交換ネットワークの標準化
 - 新しいシステム連携の枠組みを構築 → 国際的認知向上へ
- デジタルツイン・サイバーフィジカル機能によって、社会の**様々なサービス場面で活用**される
 - RPAなども活用
- スマートシティ間連携を実現するスマート社会基盤は、これまで存在していない**新たな領域**
 - 都市間競争のために重要なパーツとして活用される

研究者・大学・企業群・NPOが**総力を**
ぜひご協力を