

データ連携基盤を活用した取り組み

# 分野間データ連携基盤技術（コネクタ）の有効性検証

SBテクノロジー株式会社、大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所、国立大学法人東京大学、JIPテクノサイエンス株式会社、株式会社エヌ・ティ・ティ・データ

- SIPにおける成果の社会実装を見据え、コネクタ導入に向けた課題を機能開発側にフィードバックするため、交通と行政分野間で実証した。
- 自治体にてコネクタを利用し、民間事業者の行政・交通データを活用して検証を行い、効果を抽出した。
- コネクタと学術情報ネットワーク（SINET）との連携を想定したアプリケーション（リアルタイムデータ連携による長周期地震動予測および映像データをもとにしたバイオメカニクス情報の抽出）を整備した。
- 路線網データ基盤とコネクタを連携した、道路周辺空間情報の分野間データ連携への活用手法について検証を行い、効果を抽出した。

## 1 研究の目的

組織や業界の壁を越えたデータの流通と活用により、人間中心の社会（Society 5.0）を実現するには、技術開発のみならず、技術開発によって得られた成果について、想定されるユースケース等を通じた有効性の検証が必要である。

特に、分野間データ連携基盤技術は、その性質上、分野を超えて広く活用されるべきものであるため、さまざまなフィールドでの検証が必要である。

本研究においては、行政・交通分野、社会インフラ分野、地理空間情報分野および学術分野において、多様なデータを活用した新たなビジネスモデルの策定やサービス、アプリケーションを開発し、それらについて有効性検証を行うとともに、分野間データ連携基盤技術についての課題等を抽出し、技術開発側へとフィードバックすることで、分野間データ連携基盤技術の社会実装を踏まえた上での機能改善等を目指している。

## 2 実施期間と方法

### (1) 実施期間

2018年度～2022年度

### (2) 実施方法

#### 1) 行政・交通分野のデータ連携実証

行政・交通分野のデータ連携実証の初年度（2020年度）は「CADDE（Connector Architecture for Decentralized Data Exchange：分散型データ交換のためのコネクタ・アーキテクチャ）」を利用して、防災データ（ハザードマップ、気象データ）を取得し、既存のスマートフォン向けナビゲーションサービスの交通分野の情報に重畳させる実証と検討会を行った。災害時の避難経路を検討する際、スマートフォンのナビゲーションにハザードマップなどを表示させ、有益性を確認した。また、データ提供者が、データセット作成業務やデータカタログ作成支援業務などにおいて、データカタログ検索機能やデータカタログ作成支援機能を利用したときの効果や課題の抽出を行った。その際、データ利用者が、既存サービスにコネクタを実装したときの効果や課題の抽出、業務工数を測定した。

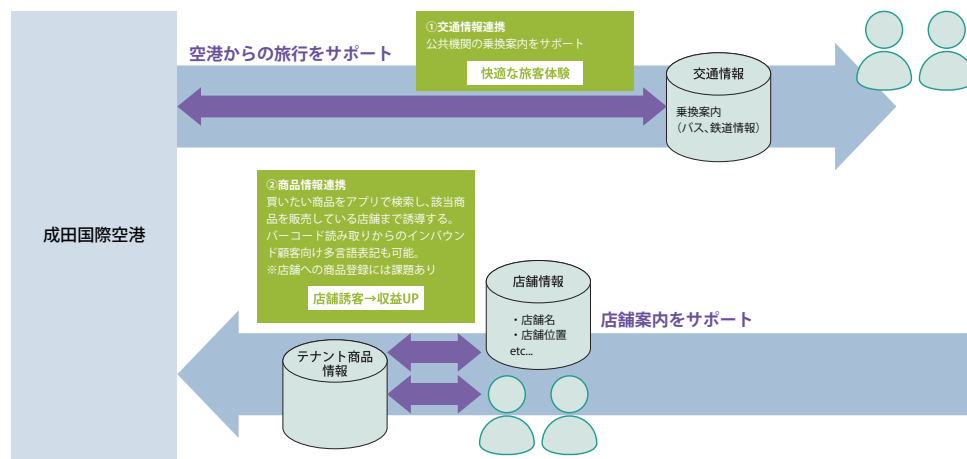


図1 成田国際空港で実施された実証実験

次年度(2021年度)では、自治体が保有するEV公用車の電力消費量やソーラーカーポートの再生エネルギー発電量のデータを、コネクタのデータ交換機能(HTTP、NGSI)で収集し可視化を実証した。4つの自治体(会津若松市、水戸市、多治見市、加古川市)を対象に、EV公用車から取得した走行実績やCO<sub>2</sub>排出量などの情報を、可視化ツールのレポート画面で閲覧することで、データ活用による効果を確認した。また、自動車メーカーは公用車データの流通状況を来歴管理機能で把握し、データの不正利用に関する有効性を確認した。

2022年度は2021年度のCO<sub>2</sub>削減量の見える化だけでなく、CADDEを利用して電力・交通などのデータを収集し、BIツール\*1などでCO<sub>2</sub>削減のクロス分析(分野間を掛け合わせて分析)を深掘し、温室効果(GHG)プロトコルにおける、Scope2の範囲拡大(+施設)とScope3のレファレンスモデルの検証(2021年度はScope2のみ)を行った。

## 2) 路線網データを核とするデータ連携実証

ID-POSと地理情報を組み合わせた顧客購買分析を具体的な課題として取り上げ、データ加工支援ツールを適用する際のデータセット検索技術の課題を整理するとともに、地理情報を考慮した時系列データの分析プロトタイプシステムを作成した。

また、インフラ点検などに必要な情報を登録可能な路線網データ標準の構築、分野間データ共有用の道路周辺空間構造物の情報をAIで抽出するエンジンを構築し、路線網データの上に抽出した各種道路周辺情報をコネク

タ機能によって付加していく仕組みを構築した。

あわせて、語彙リポジトリと横断検索機能を活用して、道路名称(呼称)がユーザーによって異なる場合でも、インフラに関連する有効なデータが収集できるか調査を実施した。

## 3) 地理空間情報分野のデータ連携実証

2018年度から2019年度には、以下に示した交通結節点におけるサービスモデルの策定を実施した。

具体的には、成田国際空港株式会社(NAA)からの協力のもと、今後の実用サービスとしての展開可能性も視野に、空港の利用客に交通情報と店舗・商品情報を提供するサービスの評価を実施した(図1)。

2020年度には、2019年度の検討を踏まえて移動支援を行うサービス実証を行った。

NAAにおいては、ターミナル内の旅客混雑が懸案となっていることから、外国人観光客を主要ターゲットとして「リアルタイムの交通機関のイレギュラー情報をもとに、異常時も通常時と変わらず空港利用者の第1次交通手段の選択をシームレスに」をコンセプトとする移動支援Webアプリケーションを開発し、サービスの有効性を確認するため、実地での利便性の検証およびCADDEのコネクタ機能有効性の検証を実施した(図2)。

2021年度には、空港内の人流分析およびその結果の可視化を行うサービス(人流分析サービス)の有効性検証と、同サービスに必要なCADDEコネクタの機能検証を行った。

サービスの有効性検証においては、成田空港内の商業

\*1 さまざまなデータを分析・見える化して、経営や業務に役立てるソフトウェア。



図2 開発した移動支援 Web アプリケーション

施設エリアへの人流の効果的な誘導を支援することを目的に、人流分析サービスの有効性について評価した。

CADDE コネクタの機能検証においては、CADDE コネクタの機能のうち人流分析サービスに必要なデータ交換機能、カタログ作成支援ツール、来歴管理機能の三つの機能の有効性検証を実施した。

#### 4) テストベッドとしての活用を想定した学術情報ネットワーク (SINET) との連携技術

##### ① PoC アプリケーション 1

2020 年度には、防災科技研や気象庁、国立大学などが整備する地震観測点からの地震データを、SINET および気象庁が整備する JDXnet（全国地震観測データ流通ネットワーク）によってリアルタイムに収集し、3次元強震動シミュレーションにリアルタイムデータ同化を融合させた、新しいシミュレーション手法の研究開発を実施した。

具体的には、Oakbridge-CX（大規模超並列スーパーコンピューターシステム）上で、東京大学地震研究所が開発した Seism3D/OpenSWPC-DAF（Data-Assimilation-Based Forecast）コードを連動して実行するフレームワークを改良し、2007 年新潟県中越沖地震に対して疑似リアルタイムで実行できることを確認。さらに、リアルタイムへの対応コードの開発を行った。

2021 年度には、長周期地震動の予測と災害軽減に向け、JDXnet の観測結果を SINET 経由で活用する、3次元強震動シミュレーション・リアルタイムデータ同化融合による、新しい予測手法の研究開発を実施した。

2021 年 5 月に運用を開始した「計算・データ・学習」融合スーパーコンピューターシステム（Wisteria/BDEC-01）において、革新的基盤ソフトウェア h3-Open-BDEC を整備し、フィルタリングやデータ同化、3次元シミュレーションという複雑なプロセスを、スーパーコンピューター上でシームレスに実施できることを検証した。さらに、処理データや入力モデル、計算結果などをコネクタ経由で活用する手法について検討した。

##### ② PoC アプリケーション 2

2020 年度は、複数のビデオカメラの映像から深層学習と骨格モデルを用いてモーションキャプチャを行う技術、および運動・バイオメカニクス解析を融合するために、深層学習に基づく画像解析や骨格の 3次元再構成、運動解析、バイオメカニクス解析までを一気通貫して計算するサービス型ソフトウェアを開発した。

東京大学情報基盤センターの Reedbush-L などの GPU クラウド計算機システム上での導入・運用の便利さを考慮し、Linux 上のコンテナ型アプリケーション実行環境である Docker および Singularity を採用して開発した。

2.3K カメラを 4 台を用いて 120fps で撮影した映像を圧縮してキャリブレーションデータと共に転送し、処理時には解凍、画像抽出、歪補正を行った上で上記の一気通貫サービスで処理できる。

2021 年度の研究成果は次のようにまとめられる。

- ビデオ映像から身体運動、筋活動までの計算を一気通貫で完全自動化した。
- 身体運動、筋活動の計算結果を直ちに時系列データベースでデータベース化し、計算直後のデータ検索を

可能にした。

- データベース可視化システムを連動させ、計算直後のデータ検索結果をグラフ表示して運動を観察できるようにした。
- ビデオ映像からデータベース化、グラフ表示までをノンストップの完全自動で行うサービスをクラウド上に実装した。

## 3 研究の成果

### (1) 行政・交通分野のデータ連携実証

2020年度はCADDEを利用して防災データ（ハザードマップ、気象データ）を各自治体から収集し、データカタログ作成業務において、データカタログ検索機能やデータカタログ作成支援機能を利用してスマートフォン向けナビゲーションサービスの交通情報に重畳させる実証を行った。2021年度では、EVデータの流通履歴を記録、管理する来歴管理システムとCADDEコネクタを連携させ、各自治体が保有するEV公用車の電力消費量やソーラーカーポートの再生エネルギー発電量などのデータを収集して、データ可視化ツールを用いて各車両のCO<sub>2</sub>排出量やガソリン車と比較した場合のCO<sub>2</sub>削減量を閲覧可能にした。CADDEを利用して、他分野で収集した多様なデータを活用することで、EV移行の動機付け、職員の環境意識向上への寄与など、ゼロカーボンシティ施策の推進に効果があることを確認した。

#### 1) 実証による有効性確認

##### a. CADDEについて

データ収集・可視化については、防災データ（ハザードマップ、気象データ）、EV公用車、ソーラーカーポートのデータを収集する際に横断検索機能を利用し、データが容易に見えてきた。また、検索した複数のデータをCADDEで収集した際にデータ項目がバラバラであるため、データカタログ作成ツールを利用し、カタログの統一が容易にできた。データの発見から作成、収集、可視化までCADDEの機能を利用し、データ連携をする際の効果を確認した。効果の指標については、ISO25023の項目を流用し、評価した。

##### b. ゼロカーボンシティ推進施策について

EV公用車ごとの移動データを随時取得することによる車両の稼働管理の効率化、ガソリン車と比較したCO<sub>2</sub>

削減量についてゼロカーボンシティ推進施策につながるダッシュボードを作成し、4市で可視化して比較できるようにした。

#### 2) 実証結果

##### • CADDEの機能有効性評価結果

CADDEの有効性については7段階評価で5～7と高い評価であったが、快適性は4以下となり低い評価となった。快適性が低い理由として、データ収集する際にコマンドラインの実行であったため、CADDEをラッピングするUIが必要であると考える。

##### • 18自治体のアンケートでの評価

CADDEの社会実装推進の課題を明確にするため、本実証実験の結果を18自治体に展開し、CADDEへの期待、利用時の課題、要望などをアンケートした。

期待として、単独データではなく、ダッシュボードなどでほかのデータと重ね合わせて分析することで、SDGsにおけるさまざまな可能性を探ることができるという回答を得た。さらに、交通や環境に限らず、都市計画や防災、災害対応、健康、医療、介護分野など、分野や組織を超えたデータの活用や連携にはCADDEは有効であり、新たなサービスの創出につながるといわれると、ポジティブな回答を得た。

利用時の課題として、自治体はデータ活用が黎明期であるため、活用が進むまでには人材育成と、業務推進方法の見直しなど課題が山積という状況があり、ゼロカーボンシティ施策、CADDE双方に求めるものは同様であった。

自治体の交通・環境政策およびCO<sub>2</sub>見える化におけるCADDEの活用に関する質問に対しては、CADDEも含めたデータ収集の自動化に対する期待が感じられた。

防災分野の課題では、通行情報（通れた道など）等の情報・データは自治体の防災・災害対策に寄与するものと思われるが、課題としては、どこに掲示するのか、データの信頼性はだれが担保するのかというデータの信頼性に関する意見があった。

自治体の脱炭素（環境分野）の課題として、

- 庁内のCO<sub>2</sub>排出量の算定にあたって、各部署（各施設）からの電力・燃料使用量などのデータ収集、エラーチェック、集計作業に多大な時間と人員が必要
- データを収集する人手に関連する部局との調整などが大変

などが挙げられており、CADDEの活用によって実際

に業務負担削減が可能であるならば有効ではないかという意見もあった。

CADDE に関する意見としては、実証のユースケースでは自動的にデータ収集が可能になったため、データを収集する人手の削減に寄与でき、この点が評価された。このことから、データを継続的に収集する際に持続性の観点からも手間を掛けずに収集が可能であれば有効であるという、ポジティブな意見が得られた。

これからの CADDE 活用の課題は、

- 自治体の CADDE 導入に向けては使いやすく分かりやすい UI 提供
- 民間企業のサポートや自治体の方が自ら加工作業しなくともデータ連携し、可視化できる仕組み

などが要望として挙げられた。

### 3) 実証システム構築時の課題

開発フェーズでは、自治体によってハザードマップの属性情報項目に違いがあった。オープンデータ化する際

にはカタログ化をする必要があるが、SIP データカタログ項目仕様に従って登録したので、カタログベースでは各自治体のデータは統一化された。

また、EV 公用車の車種によって取得できるデータ項目が異なるため、個々に成形する必要があった。NGSI でのモデルを利用して成形することにより、異なる車種のデータも取り込めた。このような標準化の取り組みをサポートしている CADDE だからこそ、異なる車種のデータ連携を容易に行えることを確認できた。

## (2) 路線網データを核とするデータ連携実証

JIP テクノサイエンスがサービス提供している、スマートフォンによる路面評価システムを用いた社会インフラ+異分野で活用可能なデータ収集手法の検証、および本研究開発で構築する「路線網データ標準」を活用した、地方自治体の業務効率化を実証した。さらに、DATA-EX を利用した分野間データ連携手法のうち、語彙リポジトリを用いた検索機能および分野間データ連携用のカタログ

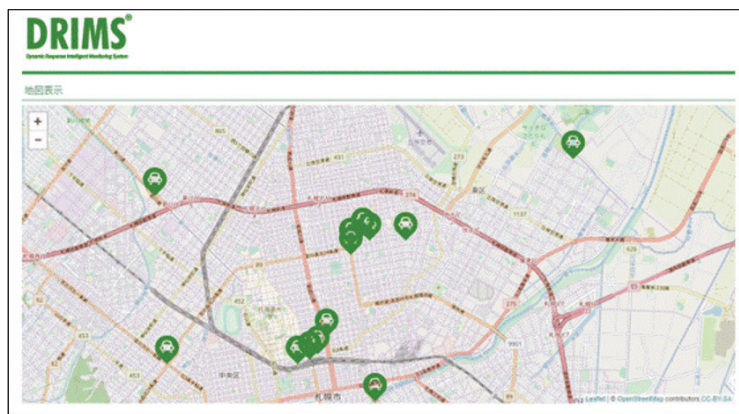


図3 タクシーの位置情報をリアルタイム転送する実証実験

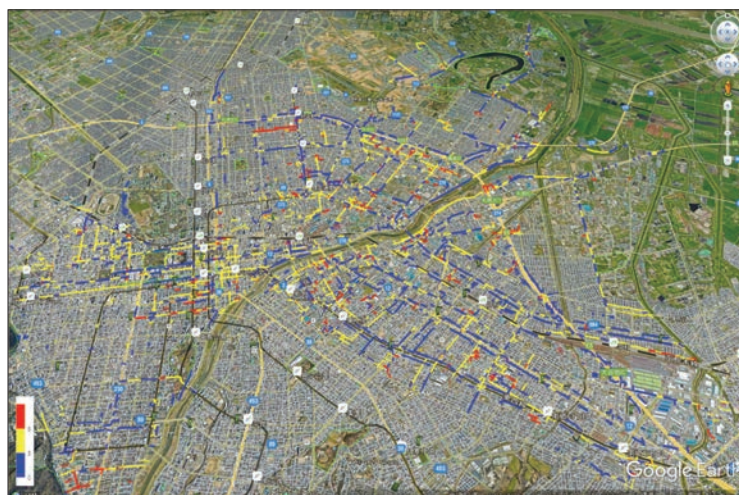


図4 警備会社車両を用いた路面データを収集



図5 道路周辺空間構造物データ

グ作成からデータ提供に関連する機能について実証を行った。なお、これらの実証については、北海道札幌市から市内道路をフィールドとして提供いただいた(図3、図4)。

### 1) 路線網データ標準の構築

CADDE を利用した他分野に提供するためのデータ基盤として、社会インフラ分野で収集した情報である2020年度および2021年度の路面評価システムの計測結果および異分野間とのデータ連携が有用と思われる情報を用いて、路線網単位で登録する「路線網データ標準」を構築した。2021年度からは、道路周辺空間情報として、社会インフラ分野以外の分野間連携に活用可能な情報である「樹木繁茂(防災、消防)」、「標識(警察、安全)」、「スクールゾーン(警察、教育)」等についても路線網情報に紐づけが行えるよう、機能拡張を実施した。

路線網データ標準の機能拡張を行った結果、CADDE のカタログ機能および横断検索機能との連携により、分野間で共有可能な情報の蓄積・抽出を容易に行うことが可能となった。

### 2) CADDE 検証用データの整備

本研究開発で開発された CADDE 検証用の分野間連携に使用するデータ群として、JIP テクノサイエンスが保有する AI 画像診断手法のノウハウを応用した、道路周辺空間構造物データ(樹木繁茂、標識、スクールゾーン)の整備を2021年度および2022年度に行った(図5)。

道路周辺空間構造物のデータ整備を行うことにより、従来の社会インフラ用データ収集(路面・舗装)を行う

際に、あわせて樹木繁茂、標識等の分野間で活用可能なデータについても一括で収集することができ、CADDE での提供用データの作成が容易となった。また、SIP への協力として、札幌市の観光分野から飲食店等の情報を提供いただき、路線網と観光情報を紐づけた情報を CADDE のカタログ機能上で共有・提供し、観光ルート上でのさまざまな情報(バリアフリー、工事情報等)を利用者が活用できることが検証できた。

### 3) CADDE の活用

CADDE 上でのデータ活用検証として、2022年度に提供者(自治体:札幌市)コネクタおよび利用者(警察、消防など)コネクタを仮想的に構築し、路線網データ標準に格納されたデータ群を活用した、分野間でのカタログ検索、データ提供機能の運用を検証した。

CADDE のカタログ検索機能については、語彙リポジトリを活用することにより、道路の道路名(道道〇号線)、通称名(札幌大通)等、語彙が異なった場合でも、必要とする路線網データ基盤内の情報を検索・抽出ができることを検証した。

語彙リポジトリの検証結果を横断検索機能に適用した結果、分野間の各プレイヤー(防災・安全・教育・観光等分野の関係者)が語彙の相違を吸収し、かつカタログ機能を介して必要なデータを効率的に提供することが可能となり、CADDE 上で双方向に連携できることを確認した。

### (3) 地理空間情報分野のデータ連携実証

2020年度は、分野間データ連携を前提とする移動支

援 Web アプリケーションを開発し、同アプリケーションを用いたサービスとしての有効性、および同サービスの機能要素として CADDE コネクタのデータカタログ検索機能、データ変換機能、データカタログ構築支援機能の効果を確認できた。

具体的には、サービスとしての有効性について、災害時に有用な情報が収集できる仕組みが評価され、分野間データ連携に対するニーズを把握できた。

CADDE コネクタの機能のうち、データカタログ検索機能においては、従来のブラウザ上での検索エンジンを利用する場合と比べて、データ収集時間の大幅な削減が可能であることが明らかになった。データ変換機能についても、Web などからデータ提供するケースと比較して作業プロセスが少なくなり、所要時間の削減が可能になるとともに、データ提供数が多く、さらに運用期間が長いほどその効果が大きくなることが明らかになった。

データカタログ構築支援機能については、CKAN を利用したときと比較して入力にかかる時間（1項目当たりの入力時間）に変化はなかったものの、入力補助機能によって登録するデータの表記ゆれが起りにくくなる利点があることが確認できた。

2021 年度は、複数分野のデータを用いて分析を行う「人流分析サービス」を、国際空港をフィールドとして実証した結果、同サービスの利用における有効性および同サービスで用いられる CADDE コネクタの機能として、データ交換機能やカタログ作成支援ツール、来歴管理機能の有効性を確認できた。

具体的に、サービス面においては新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響によって通常時と比較して 1 割程度の利用者しか空港内におらず、また商業施設の半数以上が休業していたため、人流データの可視化による商業施設の利用促進効果の測定は難しい状況であったものの、同サービスを緊急時の避難誘導へ活用することが見込めるなど、サービス範囲の拡大に向けた示唆が得られた。また利用者からは、性別や年代だけでなく、居住地や国籍などの詳細な属性情報も把握したいなどのコメントが得られるなど、分野間データ連携に対するさらなるニーズも伺えた。

CADDE コネクタのデータ交換機能、カタログ作成支援ツール、来歴管理機能については、同サービスにおいて問題なく運用できることが確認できた。また、データの利用状況の管理・確認機能へのニーズが新たに明らかとなり、CADDE コネクタへのさらなる機能付加が期待

される結果が得られた。

#### (4) テストベッドとしての活用を想定した学術情報ネットワーク（SINET）との連携技術

##### 1) PoC アプリケーション 1

本研究では、JDXnet による観測データを使用して、3次元長周期強震動シミュレーション・リアルタイムデータ同化融合を Wisteria/BDEC-01（東京大学情報基盤センター）上で実現した。JDXnet によるリアルタイム観測データを Wisteria/BDEC-01 の「データ・学習ノード群（Aquarius）」でフィルタリング処理し、「シミュレーションノード群（Odyssey）」上でデータ同化・シミュレーションを実施、さらに計算結果を Aquarius 上で可視化処理する。紀伊半島南東沖地震（2004 年）、新潟県中越沖地震（2007 年）の観測データによる検証を実施した。Odyssey の約 1,000 ノードにより、実現象の 10 分の 1 未満の時間でシミュレーションを実施でき、長周期強震動の正確な予測がリアルタイムで可能であることを示した。また、リアルタイムデータ同化融合シミュレーションを、Web 経由でインタラクティブに実行するフレームワークを整備した。利用者はデータ活用社会創生プラットフォーム「mdx」上の Web サーバーからシナリオやパラメーターなどの諸元を設定し、Wisteria/BDEC-01 上のデータを使用して、計算結果などを表示できる。CADDE 対応を含む汎用的インターフェースを整備した。多様なアプリケーションへの展開、データ共有を通じた分野横断によるデータの相互運用性実現の可能性を示すことができた。

##### 2) PoC アプリケーション 2

本研究では、映像から運動解析と筋活動推定などのバイオメカニクス情報を抽出して、誰もが容易に運動情報を手に入れることで生まれる大規模運動データの利活用の世界を切り開くことを目指してきた。

2019 年度は、体育館の全体の運動を計測するカメラシステムでバレーボールの試合を計測、情報基盤センターの GPU クラウドで画像処理サーバーを開発した。

2020 年度には、複数台の同期カメラの映像を SINET（5 および 6）連携技術によって GPU クラウドに送り、各画像の深層ニューラルネットワークを用いた 2 次元ポーズ推定と 3 次元骨格モデルを組み合わせて 3 次元再構成を実現することによって、スケーラブルな運動解析・バイオメカニクス解析のプラットフォームを開発した。

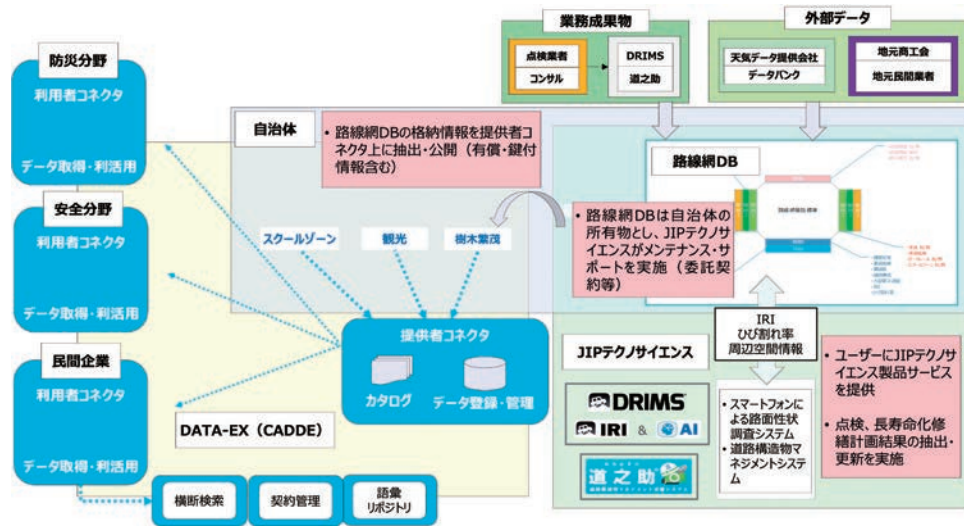


図6 ビジネスモデルの展開イメージ

GPU クラウドのプラットフォームとして、東京大学情報基盤センターの Reedbush-L を用いた。

2021 年度には、商用 GPU クラウドで運動解析・バイオメカニクス解析を全自動で一気通貫に行うサービスを世界で初めて実現した。計算後にバイオメカニクスデータは直ちに時系列データベース (Prometheus) に登録され、グラフ可視化システム (Grafana) を使って利用者にフィードバックすることができる。さらに、筋骨格の運動の様子を空間と時間の 4 次元データとして出力して Windows アプリによって自在に可視化することができる。

2022 年度には、独自に用意した複数競技のスポーツ映像から教師データを作成し、東京大学情報基盤センターの Reedbush-L と Aquarius を用いた深層ニューラルネットワークの転移学習を行い、スポーツ運動の 2 次元ポーズ推定性能を向上させることができた。さらに、認証やアクセス権設定を伴うデータベースの利用に向けてコネクタとカタログを用いた Cadde 対応の実施によってさらに必要な機能や課題の抽出を行った。

本研究を通じて、モーションキャプチャ技術による新たなビジネスモデルとサービスの創出に向けた基礎を築くことができた。また、社会実装に向けた研究開発を行い実用的な成果が得られた。これらの成果は、人間の運動に関わる情報の生産性を向上し、さまざまなフィールドへの利用が見込まれる。

## 4 まとめと今後の展望

### (1) 行政・交通分野のデータ連携実証

2021 年度は EV 公用車の CO<sub>2</sub> 排出量のデータを CADDE で収集し、ダッシュボードで可視化することにより、他の自治体と比較することができた。課題として、CADDE の横断検索機能により、データを見つけられやすくなかったが、分野間のデータの組み合わせやゼロカーボンシティに寄与するデータの扱いが足りていなかった。

2022 年度は、可視化のみならず、他のデータとの組み合わせによる分析機能や CADDE のデータ収集する際の認証認可機能を利用し、交通分野、環境 (エネルギー) 分野などの情報を取得するデータ連携や各サービスで収集・管理するデータと CADDE 実証での研究成果を組み合わせ、環境分野のデータ分析 (CO<sub>2</sub> 排出量の見える化、予測など) を提供していき、CADDE の普及、ゼロカーボンシティの実現に貢献していきたい。

### (2) 路線網データを核とするデータ連携実証

本研究開発では、CADDE 上で、提供者コネクタおよび利用者コネクタを仮想的に構築し、分野間でのカタログ検索や契約、データ提供機能の検証を行い、効果的に分野間データ連携が行えることを確認できた。今後は出口戦略として、自治体が路線網データ標準 (DB) および CADDE を活用することによる、分野間データ連携、外部データの収集を行う環境 (分散連邦型アーキテクチャ) を提供するビジネスモデルの展開計画を以下のとお



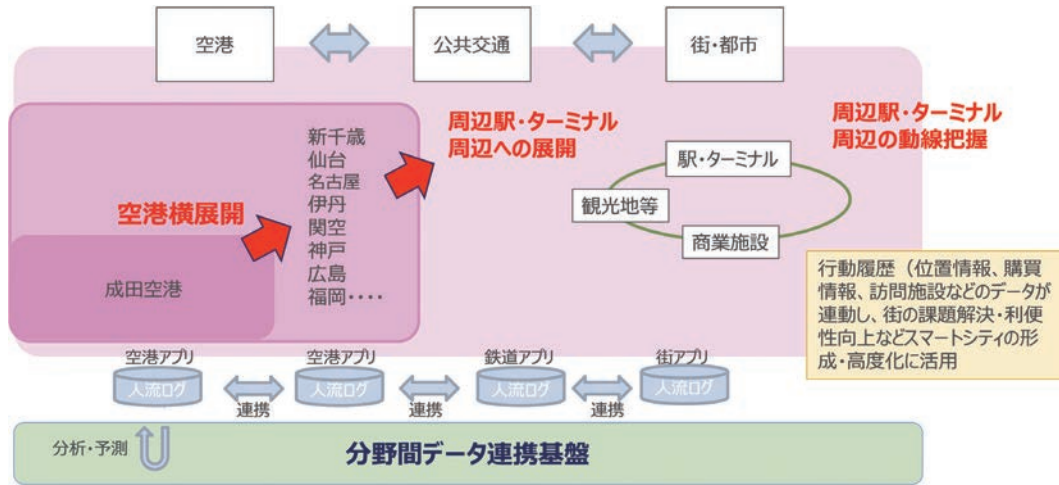


図7 移動支援・最適化のためのデータ連携

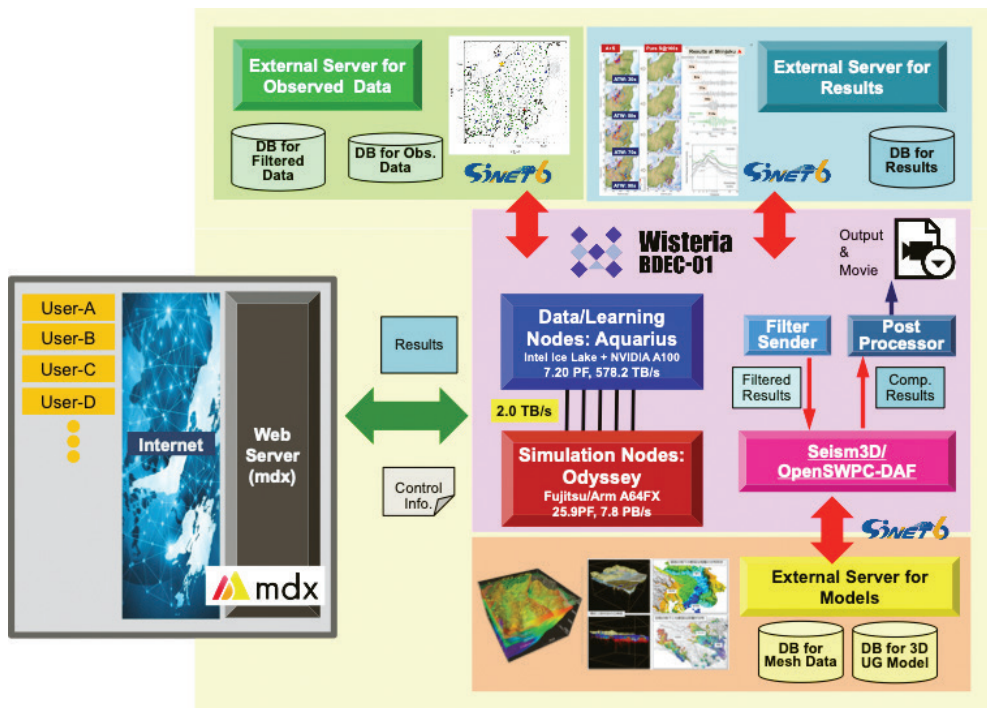


図8 学術情報ネットワーク (SINET) との連携

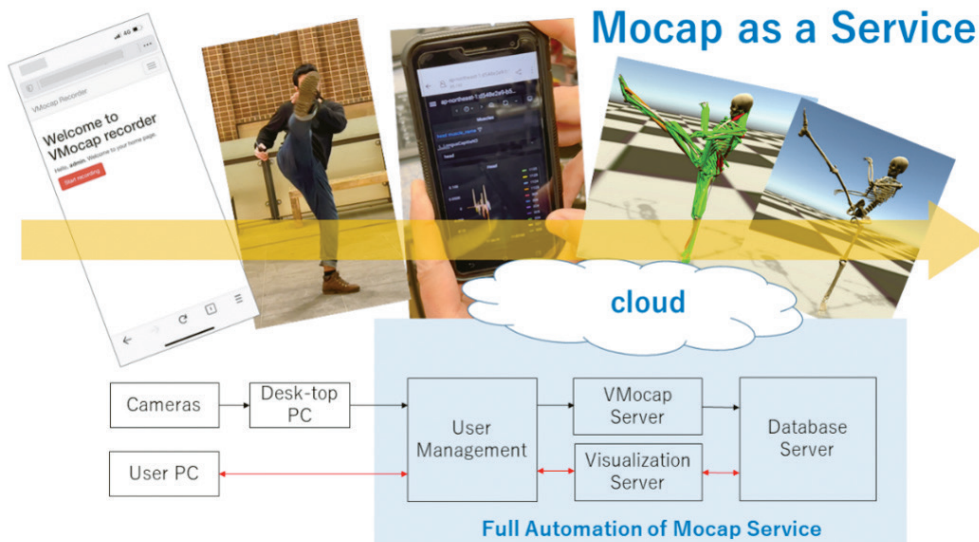


図9 スポーツトレーニングなどへの社会実装

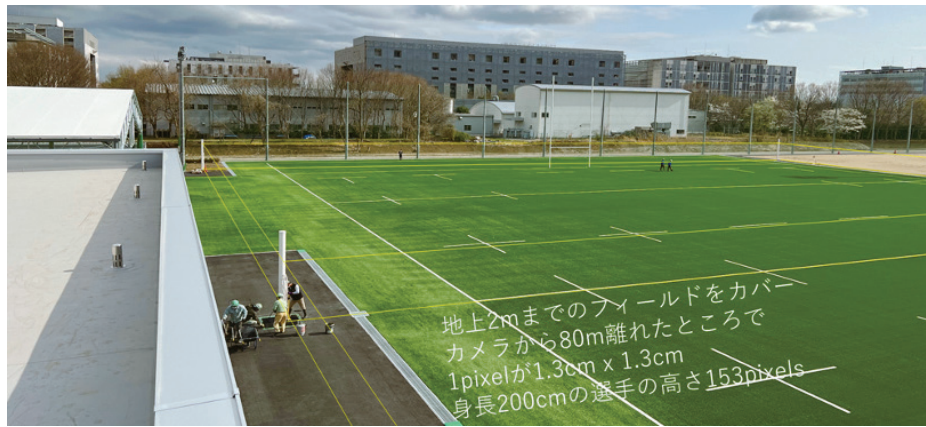


図10 東京大学柏キャンパス・フュージョンフィールド

り予定している(図6)。

- 分野間連携に有用となる、路線網データ基盤を各自治体に提供する。
- 従来の舗装点検では活用されなかった、社会インフラ分野以外の情報(道路周辺空間情報)を、路線網データ基盤を通じてCADDEの提供者コネクタ上に抽出・公開し、公共分野間のプレイヤー(防災・安全・教育等)との共有を行う。
- 外部データの取り込み(天気・事故情報、観光、ルート検索等)を行い、商業、観光等の民間分野に対しても、CADDE利用を拡充していく。

### (3) 地理空間情報分野のデータ連携実証

分野間のデータを空港で活用することの有効性が確認された。

具体的には、CADDEを活用することにより、必要なデータの収集および変換、データカタログの作成作業の効率化を図ることができ、さまざまなデータが集積する空港におけるデータ利活用を容易にすることができると考えられる。

今後は、空港をはじめとするターミナル・駅等の交通結節点を起点として、施設間の人の移動、周辺エリアにおける人の行動も含めた、トータルな安心安全・施設管理者の収益向上に向けて、幅広い範囲でのデータ収集、人流の予測・分析を行い、移動支援サービスの最適化を図る予定である。そして、CADDEを活用した移動支援サービスのビジネスモデルの展開を目指していく(図7)。

### (4) テストベッドとしての活用を想定した学術情報ネットワーク(SINET)との連携技術

#### 1) PoCアプリケーション1

本研究で開発した地震・リアルタイムデータ同化融合アプリケーションとWebベース実行環境は、「防災・減災」に関連した、官公庁、自治体における緊急事態向けインフラ整備、避難計画、制度策定、シミュレーション体験による啓蒙・教育、国土交通省「i-Construction」、産総研「都市域の地質地盤図」などのプロジェクトとの連携にも有効である。またCADDEが提供する分野横断によるデータの相互運用性により、建設や交通、保険などの分野にも展開できる。Webベースのインタラクティブ・フレームワークは、計算科学、計算工学分野のシミュレーション実行環境として適用可能である(図8)。

#### 2) PoCアプリケーション2

SINETを利用してアスリートやスポーツ愛好家が集まる各地のアリーナやグラウンドから映像を取得して運動解析・バイオメカニクス解析を行う社会実装を目指してきた。2021年度には、SINET青森市のノードからむつ市のアリーナを1Gbpsでつなぎ東京大学と直結した。2022年度には青森県むつ市マエダアリーナに多数のカメラを置きグラウンド全体やフロア全体を計測フィールドとしてSINETでつなぐための整備を行った。また、東京大学柏キャンパス・フュージョンフィールドのラグビーグラウンド全体を計測するカメラシステムをSINETと接続した(図9、図10)。今後は、整備した計測拠点から得られる大量のデータを用いた計測によってスポーツトレーニングやヘルスケアサポートに向けた社会実装を展開する。2023年度以降のカタログ化、クエリ型検索利用を展開することによって、青少年のスポーツ活動、アスリートのトレーニング、中高年の運動リテラシーの向上などを支援するデジタル社会のインフラを生み出す計画である。

## データ連携基盤を活用した取り組み

## 国際的な相互連携実現に向けた取り組み

大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所、株式会社日立製作所、日本電気株式会社、株式会社エヌ・ティ・ティ・データ

- オントロジーの国際化において、農作物語彙を対象に台湾の機関と連携し、5か国語対応のためのデータ構造の変更とデータの追加を行った。
- 語彙基盤の国際連携の仕組みの実装と普及においては、ウィキデータ（Wikidata）と連携できる形で、法人番号データと医療機関番号データのシステムへの搭載・公開を行った。
- データの真正性が国際的な枠組みの中で確認できるトラスト基盤を確立するため、リモート署名方式を通じて、証明書発行、署名付与、署名検証までの一連の相互運用を確認した。
- 日欧の相互運用実証（民間活動としてのEU連携のパイロットプロジェクト）にて、日欧トラストサービスプロバイダと実証を行った。
- 欧州データ基盤との接続検証にて、日本のCADDEコネクタと欧州のIDSコネクタ間で相互のデータ提供、取得を実現した。

## 1 研究の目的

データ連携は国内で閉じるわけではなく、むしろ国際的な連携が期待されている。しかし、国際連携においては国内連携とは異なる諸課題があり、この実施項目では具体的に国際的な相互連携を進めながら課題を明らかにして解決し、その結果をデータ連携基盤の機能として統合する。また、実際に国際連携のネットワークをつくることで、本プロジェクトの国際展開を図った。

分野を超えたデータ交換を促進するには、データの記述のもととなる、オントロジー\*1や語彙の公開が求められる。また、データの国際的な相互連携には、オントロジーや語彙が国際化されている必要もある。そこで、国内でつくられたオントロジーと語彙の国際化について、既存オントロジーの多言語化および国際的なデータ基盤を用いた国内語彙のデータ基盤を構築した。

さらに、語彙を安定的に提供する語彙基盤においても、

国際化が必要である。データの国際的相互連携においては、国内で定義され利用される語彙であっても国際的に利用できる必要があるため、語彙基盤も国際的に利用可能なものでないといけない。このための基盤づくりと語彙の提供を行った。

トラスト基盤連携として、国内外のデータ提供者から入手した情報を、本当にそのデータ提供者が作成したことを確認する手段が必要である。これを実現するには、CADDEやデータ取引市場をはじめデータを取り扱うアプリケーションへ、次のような共通的な機能を提供する必要がある。

- データ提供者およびデータ利用者が、データを安全に授受したことを保証
- データの発生元の統一的な確認
- データの統一的な改ざん検知
- 国外から受領したデータについても上記対応可能

本研究開発では、トラスト連携に必要な共通的な機能についてインターフェースを定義し、国内外のトラスト

\*1 対象世界をどのように捉えた（概念化した）かを記述するもの。

サービスベンダーと実証を行った。最終的には、国際的なデータ取引市場において相互運用可能な、トラスト連携基盤の社会実装を目指した。

欧州データ基盤との接続検証として、日欧で異なるシステム仕様とルールの中で、日本と欧州の分野間データ連携基盤（CADDE と GAIA-X）の対等な立場でデータ主権を保ったシステム間相互接続の実現を目指した。本研究における相互接続とは、日本から欧州へデータを横断的に検索でき、信頼性を相互に担保でき、多数のデータを扱える実用性を備えた状態を表す。具体的に相互接続を実現するには、インターフェースの差異の吸収やプロトコルの統一、さらには、ID 体系の統一または変換、信頼性を保証する監査やルール等の仕組みを検討し適応する必要があった。

相互接続実現に向け、本研究では CADDE コネクタ（日本）と GAIA-X のデータ交換を担う IDS コネクタ（欧州）との接続実証を行うことによって、CADDE と IDS 間の接続に必要な対応を確認した。接続実験を行い、円滑な相互接続の課題を抽出することで、国際間相互接続に必要な技術の進歩を図った。

最終的には世界規模のデータ流通を加速し、分野・都市間を横断したさまざまな知識や情報を連携させることで、日本のみならず世界各国の産業の発展に寄与することを目指した。

## 2 実施期間と方法

### (1) 実施期間

2018 年度～2022 年度（欧州データ基盤との接続検証は 2021 年度～2022 年度）

### (2) 実施方法

#### 1) オントロジーの国際化

オントロジーの国際化においてはすでに開発されているオントロジーと語彙を用いて、特定分野での国際連携を実施し、その中で課題の解決を図る。具体的には農業分野を取り上げ、農作業基本オントロジー（AAO）と農作業語彙体系（CVO、Corp Vocabulary）を使って台湾と連携し、データ統合やアプリケーション利用での連携を実施した。

#### 2) 語彙基盤の国際連携の仕組みの実装と普及

語彙は語彙をシステマティックに管理する、語彙基盤の上で運用されることが望ましい。ウィキデータの基盤であるウィキベース（Wikibase）は、語彙基盤としての機能を持つオープンソースであり、現在も継続して開発されているため、このシステムを利用した。ウィキベースに国内で利用される語彙である、法人番号データおよび保険医療機関コードデータを搭載し、既存のウィキデータにある法人および医療機関データと統合して提供をする。

#### 3) トラスト基盤連携

本研究では EU の技術標準やリモート署名 API のデファクトスタンダードである Cloud Signature Consortium（CSC）の既存のアーキテクトや API をベースに、リモート署名、タイムスタンプ、鍵管理、検証の四つの観点で「トラスト共通 API」の仕様策定を実施した。特に、鍵管理や検証については CSC においても API 定義はされていないため本研究の成果を CSC へ標準化の提案を実施した。

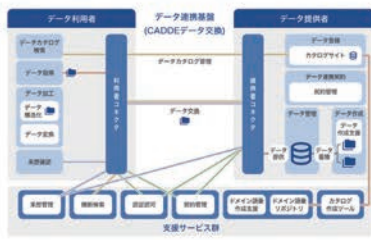
また、本研究では「トラスト共通 API」を利用したデータを取り扱うアプリケーションと、トラストサービス群（リモート署名システム、認証局、タイムスタンプ）における相互運用実証を行った。実証では、自然人による電子契約を想定したシナリオや、法人や組織がデータ生成元としてデータ提供を行う電子取引のシナリオを実施することで、API の技術的な課題や運用上の課題などについてフィードバックを行った。

#### 4) 欧州データ基盤との接続検証

接続検証にあたり、CADDE とドイツのフラウンホーファ研究機関が提供する、IDS コネクタの相互接続を実現するために必要となる機能実装の検証の第一歩として、CADDE 側からのデータ要求に基づき、IDS コネクタから CADDE コネクタへデータを転送するテストを行い、CADDE と IDS コネクタとの相互接続の条件や課題を明らかにした。

日本から欧州へのデータ取得と、その逆方向である欧州から日本へのデータ取得の二つのシナリオで実施した。本実証では、IDS のデータスペースとデータ交換するために、IDS の認証を通す必要があるため、フラウンホーファ研究機関が提供する認証システム DAPS（Dynamic Attribute Provisioning Service）を使用し、国

### 日本側：CADDEコネクタ



### 欧州側：GAIA-X/IDSコネクタ



### 実証実験概要 gaia-x

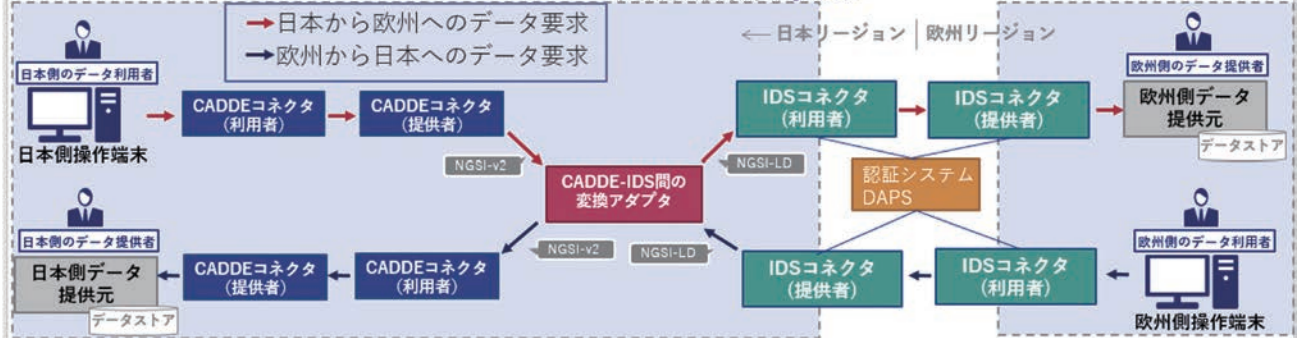


図1 CADDE側から欧州データ基盤との接続検証

内外のスマートシティ事業において多数の実績があるFIWARE関連技術、およびその接続仕様であるNGSIの技術を用いて、接続検証を実施した(図1)。欧州で実績があるデータ連携基盤であるFIWAREは日本でもスマートシティを中心に活用が進んでおり欧州とのデータ連携に対して技術的な優位性を確認しており、本実証において使用する技術として選定を行った。

## 3 研究の成果

### (1) オントロジーの国際化

今回、オントロジーの国際化として、農作物語彙体系(CVO)を対象とした。その上で、食品トレーサビリティシステムの国際相互運用性を例題として、農作物語彙体系に多言語対応など国際的運用に必要な要素を導入・拡張することで、国際相互運用性を確保できる仕組みを構築した。農作物語彙体系が国際相互運用性を確保するための必要条件は、「他言語表記の追加」、「代表表記の区分」、「識別子の変更」である。このほか、既存のCVOのデータを変更した。言語としては、日本語、中国語(台湾)、韓国語、英語に対応した(図2)。

これらの結果として、オントロジーの国際化は、オントロジー共有によるコストメリットがあること、またより包括的なオントロジー構築に貢献し得ることを確認した。

### (2) 語彙基盤の国際連携の仕組みの実装と普及

語彙基盤の国際連携の仕組みとしては、ウィキデータの基盤ソフトウェアであるウィキベースを採用した。その上で、ウィキデータとシームレスに連携できるような形で、データを搭載する仕組みを検討して実装した。例題としては、法人番号データと医療機関番号データを用いた。法人番号におけるウィキデータ連携は、ウィキデータにおいて法人を記述するデータ構造(type、property)を利用するとともに、ウィキデータ内の法人データを抽出して統合した。その結果、500万社以上が登録された。また、医療機関番号データも同様にウィキデータ連携を行った(図3)。

これらの結果より、大規模語彙(件数で日本語ウィキペディアの3倍程度)の公開と既存の国際的な語彙基盤との連携が実験的に確認でき、今後の利用の指針が得られた。

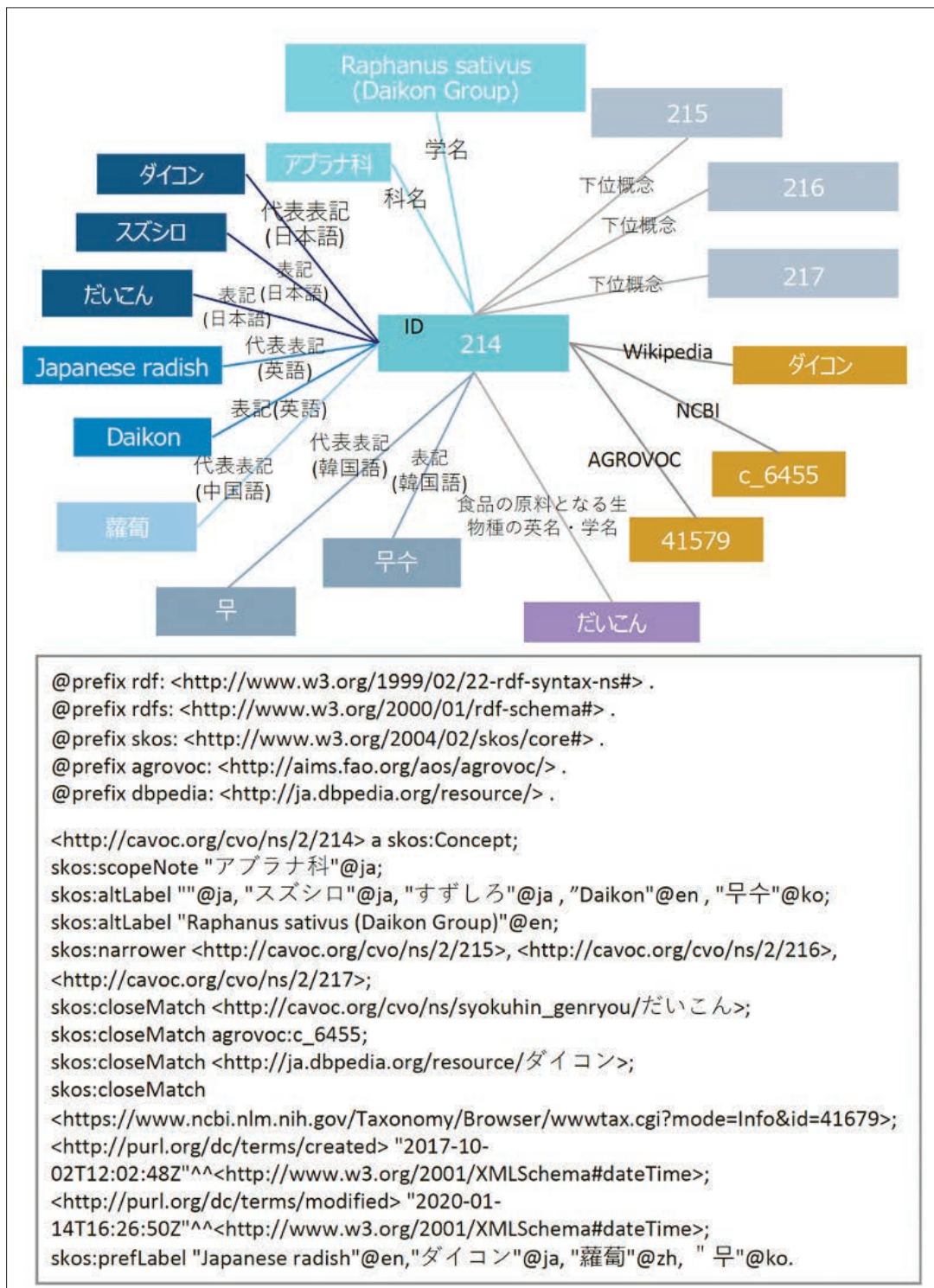


図2 農作物語彙体系を対象としたオントロジーの国際化

### (3) トラスト基盤連携

EUの技術標準や Cloud Signature Consortium (CSC) の中でリモート署名について提議されていたAPIに加え、国際的に定義されていなかった認証局とリモート署名サービスとの連携に必要と考えられる、鍵管理に関するAPIを定義した。欧州では認証局とリモート署名サービスは同一事業者が提供しているケースが多く、鍵管

理に関するAPIについてはCSC内でもスコープ外となっていた。しかしながら、日本においては認証局が必ずしもリモート署名サービスを運用しているわけではなく簡単に構築・運用できるわけではない。

リモート署名サービスが、鍵生成、証明書登録、鍵削除といった証明書発行に必要なAPIを提供することで他事業者である認証局とも相互運用が可能となる。

WikiCom

特別ページ

Wikicom内を検索

検索結果

ヘルプ

Q "株式会社日立"

検索

168 件中の 1 件目から 20 件目

本文ページ マルチメディア すべて 詳細

このウィキでページ「株式会社日立」を新規作成しましょう。検索で見つかった他のページも参照してください。

株式会社日立製作所 (Q12634)  
日本の総合電機メーカー  
文：108、サイトリンク：0 - 2021年12月7日 (火) 19:41

株式会社日立柏レイソル (Q21818)  
日本のサッカークラブ  
文：30、サイトリンク：0 - 2022年1月15日 (土) 17:27

**株式会社日立メドック (Q1391382)**  
文：7、サイトリンク：0 - 2022年1月12日 (水) 08:55

株式会社日立ゴルフセンター (Q1613127)  
文：6、サイトリンク：0 - 2022年1月13日 (木) 07:37

株式会社日立マシン (Q1270259)  
文：6、サイトリンク：0 - 2022年1月11日 (火) 19:07

株式会社日立アルミ (Q3032884)  
文：7、サイトリンク：0 - 2022年1月21日 (金) 17:22

株式会社日立エンジニアリング (Q2526301)  
文：7、サイトリンク：0 - 2022年1月21日 (金) 11:33

株式会社日立クリエイト (Q1623960)

WikiCom

Item 議論

株式会社日立メドック (Q1391382)

説明はありません

他言語の表示

設定

言語	ラベル	説明
日本語	株式会社日立メドック	説明はありません
英語	ラベルは設定されていません	説明はありません

文

法人番号 2050001040757  
1件の情報源

母語表記 株式会社日立メドック (日本語)  
1件の情報源

正式名称 株式会社日立メドック (日本語)  
1件の情報源

読み仮名 ヒタチメドック  
1件の情報源

分類 株式会社

図3 ウィキデータの国際連携例

国際的な相互運用を考えるとこの鍵管理に関する API は意義のあるものであり、CSC への標準化提案を実施し、CSC 技術委員会にて提案内容が正式に承諾された。

この活動は継続中であり、次期バージョンでの正式な標準化を目指している。

#### (4) 欧州データ基盤との接続検証

日本から欧州へのデータ取得において、CADDE と IDS の接続を仲介する変換アダプターを介して、日本の CADDE 側から欧州の IDS 側のリソースへデータ要求を実施した結果、IDS コネクタを経由して NGSI v2 形式で応答を受信し、データ取得に成功した。逆方向である、欧州から日本へのデータ取得においても同様に、NGSI-LD 形式で応答を受信し、データ取得に成功した。

その際の活用技術として、日欧が NGSI v2 と NGSI-LD という異なるデータ形式で送受信するために、コネクタ変換アダプターを開発した上、欧州にある正式版相当の認証システム (DAPS) の認証を通し、FIWARE 関連技術や NGSI を用いて、データ交換を実現した。

接続検証の結果、目的の整合性、信頼性の基礎となる概念の整合性、システム構成の互換性と機能間の相互連携、プロセスの相互連携の四つを大分類の課題と整理し、接続の条件として、これらの性質を形成する必要があると分かった。その中でも、技術的処置が必要な「システム構成の互換性・機能の相互連携」においては、カタログ管理システム、認証認可、来歴管理の三つの機能がデータ流通の根幹機能として、日欧間の接続の条件となることが分かった。

これらの結果より、日本と欧州間のデータ連携技術を前進させ、国際的な相互連携の発展を促進した。

## 4 まとめと今後の展望

### (1) オントロジーの国際化

データ交換を国際的に推進するには、データ記述のもとになるオントロジーの国際化が望ましい。オントロジーの国際化においては、ドメインにおける研究機関などの連携が不可欠である。農業においては、国際的な標準化も重要である一方、各国各地域での農業事情や食糧事情も尊重する必要がある。今回、台湾の機関と連携することで、当地での農作物の利用事情を知ることができ、それをオントロジーに反映できた。このような標準化と

多様性を両立した、オントロジーの国際化を進めていく必要がある。

### (2) 語彙基盤の国際連携の仕組みの実装と普及

語彙基盤の国際連携の仕組みとしては、ウィキベースを利用する方法を提案し実装した。この方法は語彙データの利活用において、識別子に基づくデータ統合等さまざまなに有用であることが分かった。一方、法人番号データ、医療機関番号データそれぞれにおいて、前者には規模と例外処理、後者には元データの多様性などの課題があり、どちらの場合もデータの前処理、統合処理、搭載の各段階でマニュアル的な作業が存在することからシステムの負荷も大きかった。今後は、データ搭載までのプロセスの (半) 自動化とシステムの最適化を行い、容易にデータ搭載・公開ができる仕組みを提供する必要がある。

### (3) トラスト基盤連携

リモート署名、認証局、タイムスタンプといったトラストサービス間およびデータを取り扱う業務アプリケーションと、トラストサービス間での相互運用を目的とした、トラスト共通 API の定義と実証を行った。

今後は、安心安全なデータ取引市場の社会実装の実現に向け、データ取引市場の担い手となるデータ取引サービス事業者と、より具体的なサービス運用を含めた議論を継続する必要がある。将来的には、データ取引市場において、複数のデータ取引サービス事業者と複数のトラストサービス事業者が参加した、相互運用可能なエコシステムの提供を目指す。

### (4) 欧州データ基盤との接続検証

二つの実証シナリオによる日本と欧州双方向のデータ交換を実現し、CADDE、IDS コネクタ相互のアーキテクチャ間の連携を目的とした実証を行った。今後は、国際的なデータ連携の拡大を目指すにあたり、CADDE-IDS 間において、連携できていない機能もあるためさらなる高度な機能連携が必須となり、技術課題の解決に向けた実証を継続する必要がある。また、本実証は技術的な連携に着目しており、技術以外にもガバナンスやビジネス等の多面的な課題がある。将来的には、日本-欧州間における信頼性のある自由なデータ交換を実現し、世界規模でのデータ流通を目指す。



## データ連携基盤を活用した取り組み

## 分野間データ連携基盤の普及促進・連携拡大

株式会社日立製作所、SBテクノロジー株式会社、日本電気株式会社、富士通株式会社、  
大学共同利用機関法人情報・システム研究機構国立情報学研究所、株式会社エヌ・ティ・  
ティ・データ

- SIPの研究開発成果の周知・普及を目的として、2022年2月にWebサイトを立ち上げ、本SIPの研究目的や活動内容の紹介、成果物の提供を行った。
- データ連携基盤（CADDE）の認知向上および利用の動機付けを目的として、自治体や民間事業者に対する説明会を11回開催した。説明会後も、個別勉強会および試行環境の利用につなげた。
- SIP第2期終了後の成果の移管先として、2021年3月に一般社団法人データ社会推進協議会（DSA）を設立。同年6月公表された国のデータ戦略には、データ流通推進団体として明記された。
- コネクタの社会実装のため、SIPデータ基盤やそのほかのデータ基盤に対する実装支援を行った。SIPの七つのデータ基盤間の相互接続の検証を実施した。

## 1 研究の目的

組織や業界の壁を越えたデータの流通と活用により、人間中心の社会（Society 5.0）を実現するには、技術開発のみならず、研究成果の社会実装を両輪で進める必要がある。特に、本研究テーマである分野間データ連携基盤は、単体の団体・組織が導入しても効果は得られず、二つ以上の複数組織がコネクタを導入し、データを相互に流通させ活用することで初めて恩恵が受けられる。また、多くの組織が本研究成果であるデータ連携基盤（CADDE）とつながることで、多種多様なデータにリーチでき、より便益を実感できるようになる。このようにネットワーク効果が発現されれば、自律的に社会実装が加速するようになる。

本研究開発では、初期段階として、まずは研究テーマの世間における認知向上を図り、研究内容への興味関心を集めて研究成果物の試用につなげることで、各組織・団体へのCADDEの実装を進めることを狙いとする。あわせて、SIP事業終了後もCADDEが継続的に運用されるように、運営団体の創設を図った。

## 2 実施期間と方法

## (1) 実施期間

2018年度～2022年度

## (2) 実施方法

連携拡大作業では、成果を周知・普及させる活動と成果を社会実装させる活動の二つを実施した（図1）。

## 1) 成果公表Webサイトの構築

SIPの研究目的や活動内容を広く世間に周知し、開発成果の普及を図る目的でWebサイトを構築した。コンテンツとしては、本事業のコンセプトである「安心安全なデータ流通のコモンズの提供」を掲載するとともに、分野間データ連携基盤のアーキテクチャ、研究開発体制、技術概要、実証実験の紹介、リソース提供などを行うこととした。

## 2) 成果普及説明会の開催

SIP事業に対する一層の理解を促進させるため、説明会を開催した。対象者としては、国のデジタル田園都市

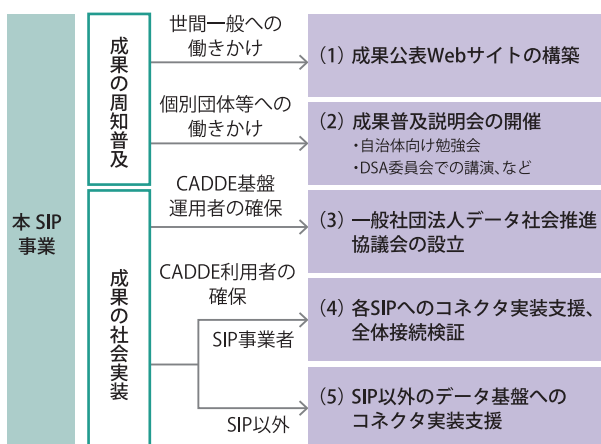


図1 連携拡大のための作業概要

国家構想などの政策を背景にエリアデータ連携基盤（都市OS）の整備を進める地方自治体、データの提供や利用に関心を有する民間企業を対象とした。なお、自治体への説明会の声掛けにあたっては、自治体ICTシステムの標準化を推進する一般財団法人全国地域情報化推進協会や自治体のデータ利活用促進を支援する一般社団法人オープン&ビッグデータ活用・地方創生推進機構に協力をいただき、メーリングリストを用いることで広くアナウンスした。

### 3) 一般社団法人データ社会推進協議会の設立

データ連携に係る既存の取り組みが協調した、連邦型の実分野を超えたデータ連携を目指し、産学官のメンバーから構成されるデータ流通の推進団体が設立されるに至った。日本ですでにデータ流通や活用を支援する次の主要な5団体にて、設立準備協議会（会長：越塚登サブプログラムディレクター）を立ち上げた。SIP分野間データ連携基盤は設立準備協議会の事務局を担い、準備活動を牽引した。

- 一般社団法人官民データ活用共通プラットフォーム協議会
- 一般社団法人データ流通推進協議会
- 一般社団法人日本IT団体連盟
- 一般社団法人オープン&ビッグデータ活用・地方創生推進機構
- 国立情報学研究所サイバーフィジカル情報学国際研究センター

設立準備協議会の推進会議を通じて（通算20回開催）、団体の活動内容、定款および各種規定、事業計画立案を行い、2021年4月に推進母体である、一般社団法人官

民データ活用共通プラットフォーム協議会と一般社団法人データ流通推進協議会が合併され、一般社団法人データ社会推進協議会（Data Society Alliance：DSA）が設立された。

### 4) 各SIPへのコネクタ実装支援、全体接続検証

各SIP事業者へのコネクタ実装に向け、コネクタの仕様を説明するとともに、試行環境の提供、実装に向けた設計を支援した。また、2022年度は七つのSIP事業者を招集した全体接続検証タスクフォースを開催し、SIP間の相互接続によるユースケース検討を実施した。さらに、2022年の10月から12月にかけて、検討したユースケースに基づくCADDEの有効性検証、ならびに本格運用に向けた改善課題の抽出を実施した。

### 5) SIP以外のデータ基盤へのコネクタ実装支援

SIP事業者以外の民間事業者や自治体に対してもコネクタなどの成果を実装してもらうため、説明会を通じて関心を持ってもらった団体に対して、試行環境の提供や仕様の紹介、実装に向けたサポートなどを行った。

## 3 研究の成果

### (1) 成果公表 Web サイトの構築

一般の方に分野間データ連携基盤事業への理解を促すため、Webサイト（<https://sip-cyber-x.jp/>）を構築した（図2）。本サイトを通じて、SIPで開発した成果の公表および提供を行った。

### (2) 成果普及説明会の開催

2020年度から2021年度にかけて合計11回の説明会を開催し、本研究の理解周知および成果の普及を行った。2020年度は、SIPの課題テーマごとに構築してい



図2 分野間データ連携基盤のWebサイト

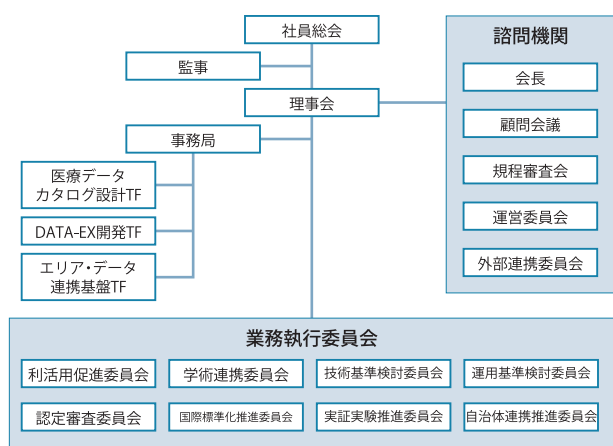


図3 2021年に設立された一般社団法人データ社会推進協議会の組織図（出典：<https://data-society-alliance.org/about/organization/>）

るデータ連携基盤（SIP データ基盤）を対象にして、コネクタ実装に向けた説明会を4回開催し、51名が参加した。また、SIP データ基盤以外への一般事業者向けにも説明会を3回開催し、32の組織や団体が参加した。

2021年6月には、DSA 技術基準検討委員会 WG1 で分野間データ連携基盤の説明会を開催し、約100名が参加した。また、同年12月には、DSAの第15回マッチングWGにて分野間データ連携基盤の勉強会を開催し、36名が参加した。2021年度は、自治体向けにも説明会を2回開催し、23の組織や団体、59名が参加した。説明会後のアンケートでは、回答者の半数以上から、分野間データ連携基盤を利用してみたいという意向を得られた。

### (3) 一般社団法人データ社会推進協議会の設立

2021年4月にDSAが設立され、2022年8月時点で167の組織や団体が加盟している。DSAは、理事会を協議会運営の意思決定機関として、八つの業務執行委員会と三つの専門タスクフォースを中心に活動している(図3)。

技術基準検討委員会では、データカタログのデジュールスタンダード\*1の策定を進めており、本研究開発で策定したデータカタログ項目との差分について反映を提案している。また、利活用促進委員会では、CADDE 活用の呼びかけなどを実施している。さらに、DATA-EX 開発タスクフォースでは、CADDEの基本仕様を参照し、本格運用に向けたアーキテクチャを議論している。

なお、2021年6月にデジタル庁が公表した「包括的

データ戦略」において「SIP（第2期）で分野間データ連携基盤のツールを開発し、DATA-EXにおいて本格運用を行う」と明記された。

### (4) 各SIPへのコネクタ実装支援、全体接続検証

SIP データ基盤のうち、「国家レジリエンス（防災・減災）の強化」をテーマとしたSIP4Dについては、2020年度からコネクタの適用検討を実施し、2021年度に実装した。SIP テーマ「スマートバイオ農業・農業基盤技術」のSIP4A およびSIP3Bについても、2021年度に設計・実装するとともに、SIP4Dとの間で接続検証を行い、相互接続できることを確認した。

SIP テーマ「AI ホスピタルによる高度診断・治療システム」、SIP 自動運転、SIP 光・量子についても2022年度にコネクタの設計・実装を行った(図4)。

また、SIP7 基盤を招集した、全体接続検証タスクフォースを開催した。各SIPが提供可能なデータを調査し、65件のデータセットを収集した。また、当該データを活用したユースケースを検討し、11件のユースケースを創出した。2022年第3四半期には、ユースケースをもとにしたCADDEの有効性検証を実施し、産学官の各分野でのCADDE適用における改善ポイントを抽出した。より着実な社会実装を目指す。

### (5) SIP以外のデータ基盤へのコネクタ実装支援

2021年度は、国土交通データプラットフォームへのコネクタ実装に向けて、AIGIDの環境内でのコネクタ構築を支援した。また、SIP4Dとの接続試験を実施した。G空間センター\*2への普及支援としてカタログ作成ツールを提供し、SIP データカタログ項目仕様に沿ったカタログデータを作成した。さらに、神奈川県が2023年度に構築を予定している県のデータカタログサイトに対して、SIP データカタログ項目仕様の紹介および提供を行った。

## 4 まとめと今後の展望

成果公表 Web サイトや各種の説明会、講演会を通じて、SIP 分野間データ連携基盤事業の目的や活動内容に

\*1 公的な標準化団体によって定められた標準のこと。

\*2 産官学のさまざまな機関が保有する地理空間情報を流通させ、社会的価値を生み出すことを支援する機関。

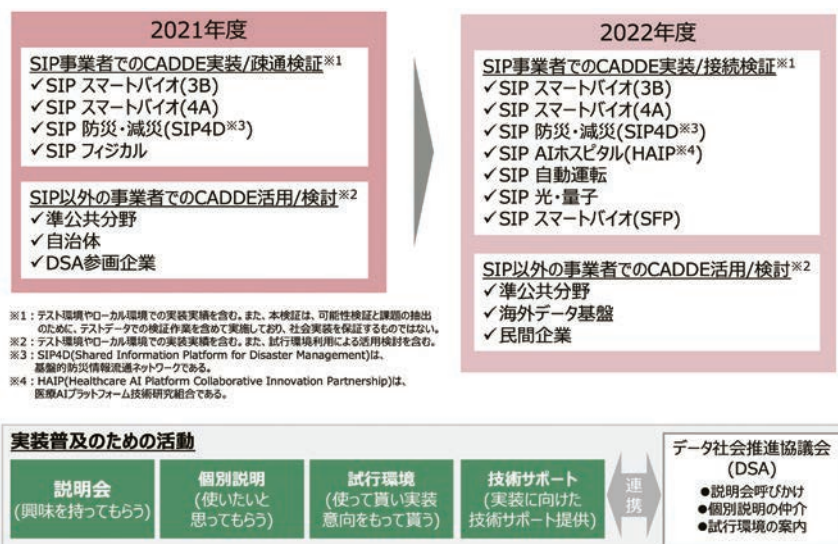


図4 各 SIP へのコネクタ実装支援、全体接続検証

分野間データ連携基盤・構築のマイルストーン

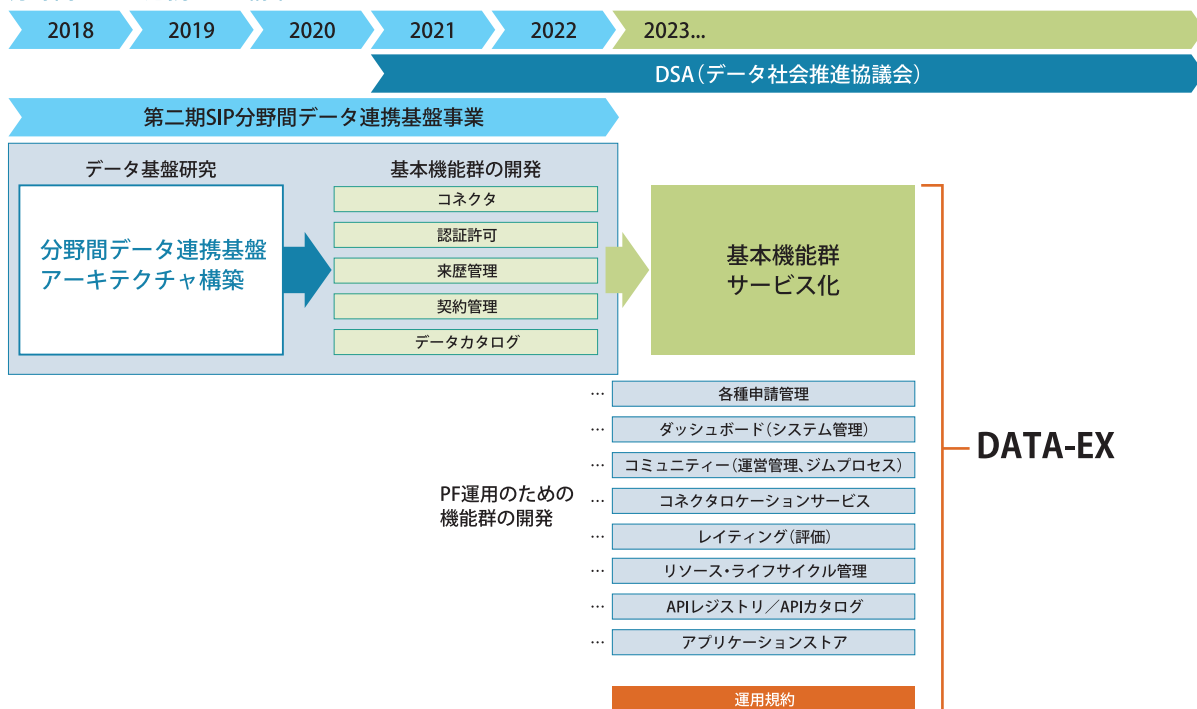


図5 分野間データ連携基盤・構築のマイルストーン (出典: [https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic\\_page/field\\_ref\\_resources/c709efef-0641-4877-b144-4b85bba05d13/20211202\\_meeting\\_data\\_strategy\\_wg\\_03.pdf](https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/c709efef-0641-4877-b144-4b85bba05d13/20211202_meeting_data_strategy_wg_03.pdf))

ついて、一定程度、世間での認知が得られた。また、研究成果の仕様書やソフトウェア、ツール類についても公開し、民間団体などによって再利用されている。データカタログ項目仕様も参照・準用されており、日本のデジタル化に貢献できたといえる。

また、異なる分野のデータ基盤である SIP 同士を接続し、ユースケースの創出およびデータの連携検証まで行ったことは先進的な試みであり、例えば、医療分野と防災分野が交差する災害時医療という課題に共同で検討できる基礎が構築できた。

今後は、本事業成果を DSA が引き継ぎ、DATA-EX の実装に活用していくことが予定されている (図 5)。DSA では、本 SIP の研究成果をベースに DATA-EX アーキテクチャの将来像を検討しており、社会インフラとして実運用されるプラットフォームが構築されると想定される。

また、日本国内でのデータ流通に閉じず、DSA が MOU (基本合意書) を締結する GAIA-X などともシステムが相互接続され、欧州の企業や団体ともデータ連携ができるようになると期待される。

## AI間連携基盤技術

# AI間連携によるバリューチェーンの効率化・柔軟化

日本電気株式会社、沖電気工業株式会社、豊田通商株式会社、国立大学法人東京農工大学、国立大学法人東京大学

- 受発注会社間での商取引条件の調整を支援・自動化する、自動交渉基盤技術の研究開発を実施した。
- 受発注者双方にとって、Win-Win となる条件の発見を容易にし、製造や物流のバリューチェーンの効率化・柔軟化を実現することで、日本の産業競争力の増大に資することをビジョンとした。
- 共同実施先を含む9機関からなる産官学連携の体制を組成し、2018年度から2022年度までの活動期間を想定して研究開発を推進した。

## 1 研究の目的

社会のさまざまな分野でAI活用が進展すると、個別システムの効率化や最適化では対応できない利害調整の必要が生じてくる。そこにAI間連携技術を適用することで、大きな価値を創造することが本研究開発の大ビジョンである。特に、バリューチェーン上で製造システムや物流システムを稼働させている各企業がそれぞれエージェントとなるAIを持ち、これらのAIが協調・連携動作を行うことで、発注者と受注者の双方にとってメリットとなる取引相手・取引条件が速やかに発見できるようにすることを想定ユースケースとして、活動を進めた。これにより、各企業の利益を増大しつつ、企業間取引の社会全体における効率化・柔軟化を並行して実現することを目指した。

## 2 実施期間と方法

### (1) 実施期間

2018～2020年度

### (2) 実施方法

#### 1) 研究開発項目①：並列交渉

特定の市場参加者が複数の交渉を並列に行う「並列交渉」で有効に働く、並列交渉プロトコルとナイーブなエージェント戦略を開発し、それらを検証した。特に、現実世界で重要な、並列交渉のユースケースに基づく交渉モデルに対して有効に働くナイーブな並列交渉プロトコルと、エージェント戦略や交渉戦略と交渉プロトコル間をつなぐ方式を複数提案し、交渉シミュレーションにより比較評価を行った。

#### 2) 研究開発項目②：動的ロバスト交渉

自動交渉が動的閉ループシステムであるとの観点から、制御理論の考えに基づき自動交渉理論の開発を目指した。具体的には、当初予定されていた研究期間（4.5年）の間に、相手のエージェントの提案条件と受け入れ可否の履歴から相手の効用関数\*1や交渉戦略を予測し、効用関数が不確かで動的に変化し、あるいは外乱が混入する場合にも有効な「動的ロバスト交渉」の確立を目的とした。

#### 3) 研究開発項目③：交渉プラットフォーム

さまざまな自動交渉ユースケースを実現するための基

\*1 消費者がものやサービスを購入して得られる満足感。

盤を設計し、基本部分を構築するため、当該業種の専門家や実務者との意見交換を通して、実務の観点から交渉プラットフォームの設計・開発を行った。また、30分以内に合意案を発見する交渉を実現するために ATP（有効在庫数量）・CTP（生産可能在庫量）を活用することで、交渉中の効用計算を高速化する方式を導入。具体的なユースケースにおいて、入れ子交渉・分岐交渉・相見積交渉を含む実用的な交渉の実現を検証した。研究開発項目④で検討した製造ユースケースに適用し、本交渉プラットフォーム上で動作することを検証した。

#### 4) 研究開発項目④：製造業務システム統合とユースケース実証

製造ユースケースにおける「表現方法が標準化された、数量、納期、価格に関する調整」について、動作実現のための設計・開発、標準化関連設計、デモシステムの試作を行った。受発注両側の市場参加者、および取引条件調整の基本動作を全体として実行する市場参加者システムを検討し、交渉プラットフォーム上で動作するデモを構築。一部現実の工場とつないでのデモンストレーションにより、一般的な商習慣と乖離なく連動可能であることを検証した。また、ユースケース動作実現のための全体アーキテクチャ設計およびデモ詳細開発を行い、市場参加者システムの原理面のデモンストレーションを実現した。

#### 5) 研究開発項目⑤：物流業務システム統合とユースケース実証

具体的な物流業への、AI間連携基盤技術の適用を検討した。実際に事業者とユースケースの妥当性や実証実験の可能性について合意できるものについて、実証実験を行うことを目指した。また、定義した交渉シナリオを完遂できるよう、デモシステムの構築、設計、開発を行った。リソース管理システムを簡易的な業務システムとし、それらと交渉システムを連結させたデモシステムの構築、設計、開発を行った。

#### 6) 研究開発項目⑥：レファレンスアーキテクチャ

交渉に基づく合意形成システムを、業界ごとに分けて設計するのではなく統一的に設計・開発すれば、世の中全体での投資効率が高まる。そこで、Industrie4.0、IIC

(Industrial Internet Consortium)、IVI (Industrial Value Chain Initiative) などで設計の整理を行うレファレンスアーキテクチャの活動を参考に、自動交渉におけるレファレンスアーキテクチャを検討した。

#### 7) 研究開発項目⑦：国際連携と標準化活動

AI間連携によるサプライチェーンの効率化・柔軟化の社会実装において、効率化・柔軟化の向上につながるネットワーク外部性が期待できる参加者の増加を促進するため、技術的・ビジネス的な参加障壁を下げる国際団体の活用を試みた。相互運用性を高めるための交渉プロトコル標準化を目指して、国連の下部機関である CEFAC (United Nations / Centre for Trade Facilitation and Electronic Business) に参加した。また、ビジネス効果をアピールするプロモーションを目指して IIC に参加した。

さらに、学术界での当該分野の発展と普及、および日本におけるプレゼンス向上を促すために、国際的な自動交渉エージェントの競技会である ANAC (Automated Negotiation Agent Competition) において、SCM (サプライチェーンマネジメント) リーグを主催した。

#### 8) 研究開発項目⑧：調整制度

本研究に関しては、技術開発およびその社会実装を支える諸制度、特に法制度が国際的に未整備であり、その制度設計の国際協調が進んでいないという課題がある。このため、調整制度に関する戦略、政策、制度、特に法制度に関する状況を把握しつつ、国際協調に資すると思われる議論に参加することを目的とした。

具体的には、先行研究、文献研究、研究者および政府や国際機関などの関係者へのヒアリングの実施、また国際協調のさまざまな検討過程に参加した。

#### 9) 研究開発項目⑨：マーケットプレイスとの安定性と安全性

マーケットにおいて、自動的に不公正取引や談合を行うプログラムの作成可能性の検証や分析に加え、安定性や安全性を分析するエージェントシミュレーションを用いた、取引き主体の行動分析などを行った。

\*2 貨物を確保したいトラック事業者と、荷物を確保したい荷主のニーズをマッチングさせる Web システム。

### 10) 研究開発項目⑩：情報共有による再調整・交渉モデルの開発

荷主側の要求や、物流側のリソースに関する情報の一部を、求貨求車システム\*2のような配車計画作成の催行者（あるいは信頼できる仲介者）と共有する仕組みを設け、その情報を参照し、催行者は複数の荷主の要求から積載率向上といった公益性をより良くさせる、輸配送計画の最適化状態を探索する横断探索機能を開発した。これにより、個別の荷主と物流企業間で立案した配送計画よりも、さらに省リソース化・効率化された配送計画を算出できることを目指す。

## 3 本研究の成果

### (1) 研究開発項目①：並列交渉の成果

2019年度目標である製造ユースケースの想定で、1社対5社程度の並列交渉を10秒オーダーで収束させることを実現した、並列交渉プロトコルを提案した。論点を単価と納期に絞った交渉シミュレーションで、提案した交渉プロトコルが交渉を破綻させることなく、実用的な実行時間で合意できることを明らかにした。

2020年度目標である二者間交渉プロトコル、およびその下で動作する自動交渉エージェントの開発にあたり、ユニキャスト、同期マルチキャスト、非同期マルチキャストの三つの方式の提案と実装を行い、論点を単価と納期に絞った交渉シミュレーションでの比較検証によって、各方式がどのような並列交渉モデルに対して有効かを明らかにした。

### (2) 研究開発項目②：動的ロバスト交渉の成果

約2年間の研究期間において、「ミクロな機能(最適化・推定)の設計手法の確立」と「マクロな振る舞いの解析」という大きく二つの結果を得た。具体的には、前者においては最適な提案列と交渉相手のモデル推定を導くアルゴリズムを提案し、後者においては相互推定する二者間交渉の収束性について結果を得た。関連して、マルチエージェントシステムにおける最適制御点問題・最適入力信号列の求解アルゴリズムについて結果を得た。

### (3) 研究開発項目③：交渉プラットフォームの成果

2018年度目標に関し、交渉におけるメッセージ送信の頻度は1日に片道1回から数往復以上が要求されるため、メッセージ送信のたびに生産計画を行うのは時間オーダーとして適切ではないことが判明。実務の観点から、交渉プラットフォームの設計・開発において、交渉時間30分を実現できることを目標とした。

2019年度目標に関し、リソースID、日付、利用可能数、予約済数、追加調整可能な数(CTP)などのフィールドからなるATP(Available To Promise)テーブルをデータベースとして、交渉中に生産計画を再度回すことなく、相手からのオファーを受理しても問題ないかどうかを判断できる機能を設計・開発した。これにより相手の提案を受け入れるかどうかの判断や、自分からの提案を作成する際に生産計画を行う必要がなくなり、交渉時間30分以内を実現することができた。

2020年度目標に関し、入れ子交渉・相見積交渉・分岐交渉のような並列交渉を実現するよう交渉プラットフォームを拡張した上で、研究開発項目④で検討した製造ユースケースのシナリオに適用し、本交渉プラットフォーム上で動作することを検証した。

### (4) 研究開発項目④：製造業務システム統合とユースケース実証

製造ユースケース実証として、受発注両側の市場参加者および取引条件調整の基本動作を全体として実行するための市場参加者システムを検討し、交渉プラットフォーム上で動作するデモを構築して、一部現実の工場とつないだデモンストレーションによって、一般的な商習慣と乖離なく連動可能であることを確認した。具体的には、ユースケースの妥当性に関してアドバイザーからフィードバックを収集するために、GUIを試作して要件の明確化と修正を行った。また、仮想経済空間上での最小限の評価環境を構築し、一部現実の工場とつないでのデモンストレーションを交渉プラットフォーム上で動作することを確認した(図1)。



図1 試作した自動交渉 GUI (個社ダッシュボード)

### (5) 研究開発項目⑤：物流業務システム統合とユースケース実証

将来自動交渉が発達し交渉への障壁が下がると、物流需要家同士が物流リソースを融通しあう、もしくは各プレイヤーにとって都合の良い条件を探索することにより、物流リソースの活用最大化や、全体の利益にかなう物流リソースの活用が図られることが期待されるであろうことを示した。

また、現状の実装において、空輸会社、物流会社ともに、主要な機能である受諾可否判定機能、オファー作成機能がどちらも数秒程度で動作することを確認した。交渉の推移と並行して、リソース管理システム上の変化を観察する可視化を目的に、物流会社用リソース可視化 GUI を試作し、交渉前後での画面変化により業務システムと交渉システムが連携して動作したことを確認した(図2)。

### (6) 研究開発項目⑥：レファレンスアーキテクチャ

レファレンスアーキテクチャの構成を踏まえて検討した結果、「仲介の有無」、「交渉と合意の時間的な粒度」、「交換される情報のセマンティクスとシンタックス」、「交渉主体が人であるか AI であるか」、「交渉セッション間の依存関係」、「効用関数と戦略の種類」という六つの主要な軸で整理すると良いという結論を得た。

### (7) 研究開発項目⑦：国際連携と標準化活動

交渉プロトコルの標準化プロジェクトが、2020年9月のCEFACT理事会で正式承認され活動をスタートした。社会実装を目指す研究において、価値のプロモーションと必要な技術の標準化は、共に重要な活動であることが確認できた。また、各活動共に、2020年度末現在において、2020年度目標は達成しており、最終年度である2022年度目標において明示的なマイルストーンが置かれている、標準化活動とプロモーション活動に関しては、当該年度にそれらを十分に達成する見込みである。

### (8) 研究開発項目⑧：調整制度

国際的に最先端の状況を、課題を含めて常に把握し、国際的な議論の場に恒常的に参加した上、課題の整理のみならず、制度や基準の整備に関する検討に関わって貢献してきた。EDI約款の検討からは、その課題の整理のみならず、談合・価格カルテル、相場操縦、買い占めによる競合者の妨害・転売、買い占めによる自社製品の価格つり上げなど不正取引の可能性について、ルール作成や制度整備を検討することができた。

国際機関および欧州の各国政府の動向調査、専門家調査、文献調査からの知見は、メンバーからの疑問や質問に対する回答などに活用されたのみならず、研究成果が多くの国際学会での報告、基調講演、学術論文にまとめられた。





図2 物流需要家用手動交渉 GUI 画面例

### (9) 研究開発項目⑨：マーケットプレイスとの安定性と安全性

自動交渉プラットフォームにおける、実践的な不正行為を実証したほか、簡易的なサプライチェーンモデル内で強化学習を用いた、価格決定アルゴリズムに基づいて価格を決定した場合に、明示的な通信がなく、談合現象が発生することを示した。

さらに、強化学習の種類を変えた場合に、その談合水準が変化することを示した。加えて、より現実的なサプライチェーンを想定したシミュレーションを作成し、市場参加者の取引行動がサプライチェーン全体に与える影響について調査した。

### (10) 研究開発項目⑩：情報共有による再調整・交渉モデルの開発

横断的輸配送計画マージ方式や求貨求車マッチング方式、メタヒューリスティクス強化学習を用いた輸配送最適化手法の3方式を構築した結果、任意の輸配送計画セットの入力に対して、入力以上に輸送効率の高い輸配送計画セットが出力できることを証明した。

また、メタヒューリスティクス強化学習を用いた配送最適化手法については、原理モデルを構築するとともに、複数の配送情報を用いて物流会社ごとに最適配送ルートの生成を行い、ドライバーの選好情報に応じて交渉プラットフォーム上で入札・交渉することで、積載率などの効率化が検討可能であることを示した。

横断的輸配送計画マージ方式について、2020年度人工知能学会全国大会や日本オペレーションズ・リサーチ学会などに発表した。

## 4 まとめと今後の展望

2020年度目標に対しては、予算減額分を大規模なマッチングファンド・自己投資で補うことで、「デモシステムの稼働」、「国際標準化に資するプロトコルなどの候補群の開発」、「国際標準化団体において、自動交渉に関する標準化作業に着手」、「自動交渉AIの国際競技会でリーグの主催」の全てについて達成度100%となった。

最終年度（2022年度）の目標に対しては、2020年度で本研究開発が終了したことにより、2021年度、2022年度に計画していた事項について未達成であるが、2021年度に社会実装を加速させるため、自律調整

SCM コンソーシアムを立ち上げた。

また、2022年度は実際の部品購買業務において、自動交渉AIを活用した実証実験を行うなどの自主的な活動を継続しており、2023年度以降の実用化を目指している。

## AI間連携基盤技術

## 健康・医療・介護AI連携基盤の構築

学校法人慶應義塾大学、国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人国立成育医療研究センター、国立大学法人佐賀大学、東京都立小児総合医療センター

- 健康・医療・介護分野におけるAIの大きな可能性と貢献する範囲を考慮し、当該分野におけるAIの開発においてAIが連携・連動して個人を支えられるよう、標準化と相互の情報流通を可能にした。
- 各事業者の協調と競争を両立する、AI連携基盤の構築とユースケースによる検証を行った。
- 慶應義塾大学が構築してきた情報流通基盤を東京都立小児総合医療センターが支援し、理化学研究所が構築してきた調整技術と連携することで、AI間連携基盤の実装を進めた。
- ユースケースとして、成育医療研究センターや佐賀大学を中心にした救急診療を検証した。

## 1 研究の目的

「多様なデータの連携と各種AIシステムの相互連携」に向け、リファレンスアーキテクチャがAI間連携基盤に接続された各AIシステム間で適切にデータ連携され、それぞれのAIシステムや基盤が正しく動作することを検証した。これらの連携・統合機能を実証し、より高次のサービスモデルを実現した。

また、「協調と競争の両立を実現するアーキテクチャの開発と基盤の構築」に向け、健康・医療・介護に至るあらゆる情報を統合・再構成する基盤技術CDMS（情報流通基盤システム）を原型として採用する。その成果を取り込みながら拡張し、健康・医療・介護分野における拡張性のある分散配置を可能とするリファレンスアーキテクチャを開発した。個人がそれぞれ期待する生活像を表現した、多次元からなる指標・接続可能な各AIシステムの前条件や基準を検証した。

さらに、「本アーキテクチャやプロトコルを標準規格として海外に提案」するため、次世代の臨床技術・創薬開発情報基盤のアーキテクチャおよび体制が海外でも受容され、国際的な展開が可能になるよう、国際的準化団体・コンソーシアム組成の検討も含め、国際的な発信に向けた準備を進めた。

## 2 実施期間と方法

## (1) 実施期間

2018～2020年度

## (2) 実施方法

健康・医療・介護分野における各AIが連携・連動して個人を支えられるよう、標準化と相互接続を可能とし、協調と競争を両立するAI連携基盤の構築とユースケースによる検証を進めた。慶應義塾大学が構築してきた情報流通基盤をベースとして、東京都立小児総合医療センターがこれを支援し、理化学研究所が構築してきた調整技術と連携することにより、AI間連携基盤の実装を進めた。また、国立成育医療研究センターや佐賀大学を中心にした救急診療をユースケースとして、検証に向けて取り組んだ（図1）。

## 1) 各種プロトコルの策定

2018年度は、過去の検討状況の整理、通信プロトコルの仕様や基盤を策定した。標準的な通信プロトコルを策定するため、各種プロトコルに関する過去の検討状況を整理した。これをもとに、通信プロトコル拡張における基本データ構造の設計を策定した。

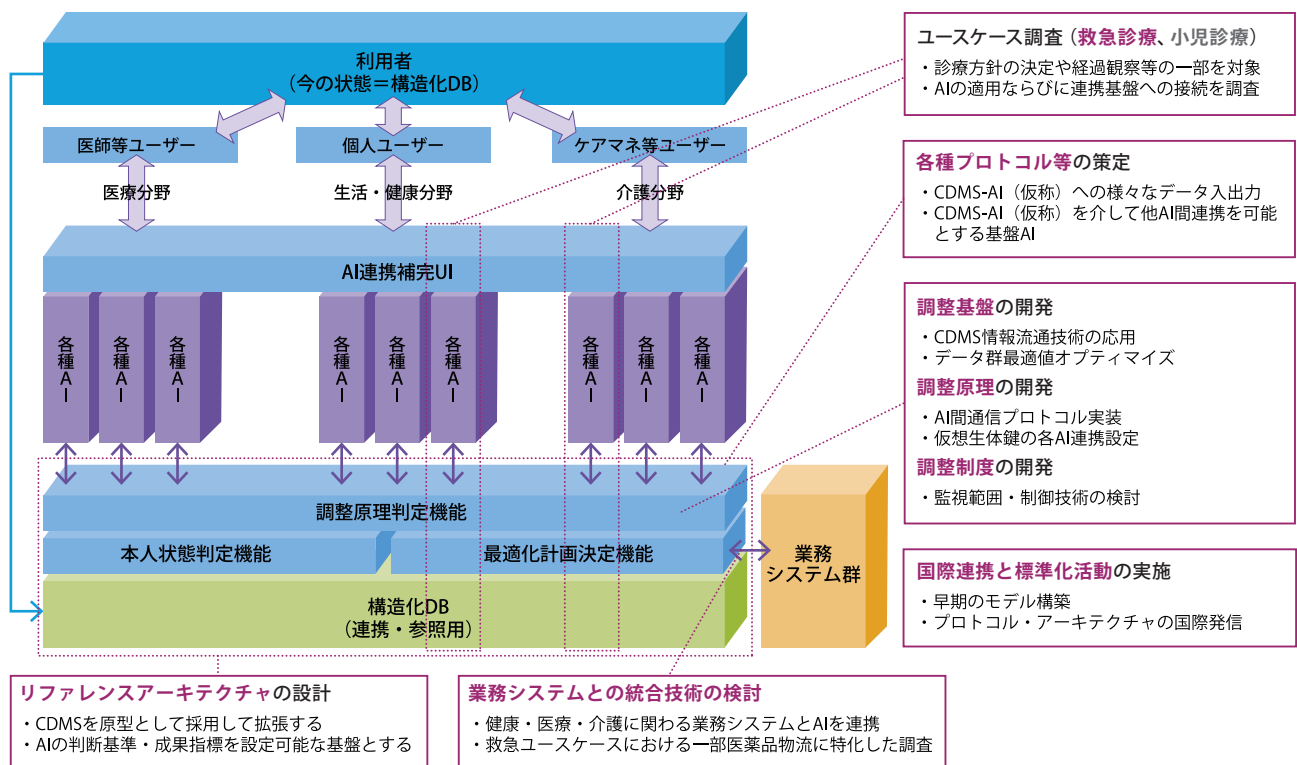


図1 研究開発計画の概要

## 2) リファレンスアーキテクチャの設計

2018年度は、関連するリファレンスアーキテクチャを調査した。2019年度は、小児と薬事業、およびAMED研究事業で採用されたデータ流通・制御基盤のアーキテクチャを整理し、構造化データセットの保持やデータの品質管理・監視の方法、同意制御の可否、セキュリティのレベルについて調査して情報流通制御技術について整理した。2020年度は、AI間連携基盤を次世代の医療情報交換規格（HL7 FHIR：Fast Healthcare Interoperability Resources）に対応させ、さまざまな業務システムや関連システム連携まで見据えた拡張設計が可能か検討した。

## 3) 調整基盤の開発

2018年度は、基本となるデータ連携基盤を構築し、医療分野における機能拡張部分、各種プロトコル・標準語彙基盤の機能をデータ連携基盤に拡張した。

## 4) 調整原理の開発

2018年度は、健康・医療・介護データと、開発している健康プラットフォームの構築に向け、CDMSプラットフォームのアーキテクチャと双方のデータ形式を確認した。2019年度は、神戸での1,000人計測データに基

づいた健康指標のAPI化を行った。このAPIを利用して、次に指標として標準化された入力と構造化データからなる、医療データを入力としたアンサンブル機械学習のモデルを設計し、最適なアンサンブル機械学習のアルゴリズムを選択可能なフレームワークを作成した。2020年度は、介護に係る「記録」と「気づき」のデータ収集システムを介護フィールドへ導入し、現場のデータ取得システムを開発。これらのデータを活用し、調整原理として、AI間の自動連携の基本方式を策定し、事例となるAIとして、被介護者と介護者間のQOLを最適化するAI間の調整原理を構築した。

## 5) 業務システムとの統合技術開発

2018年度は、関連システムの実態調査やデータ・システム間連携・統合機能の検討とプロトタイプを設計・開発した。AI間連携基盤において、電子カルテやレセプトなど、医療分野における業務システムとの間で、適切にデータおよび動作を連携・統合する機能を新たに実装するために、協力の得られた中小病院6施設で医療業務システムの実態を調査し、データフォーマット、データ内容、データの状況について、標準規格への準拠状況を整理した。異システム間連携のアーキテクチャをベースに拡張し、電子カルテやレ

セプトなど、医療分野における業務システムと、AI 間連携基盤に接続された各 AI との間で、適切にデータおよび動作を連携・統合する機能を新たに実装するため、システム間連携・統合機能の検討とプロトタイプを開発し、テスト環境での各種 API 動作を検証した。

2019 年度は、電子カルテやレセプトなど、各分野における業務システムのうち、救急ユースケースにおける医療品物流の一部について、AI 間連携基盤に接続された各 AI との間で、適切にデータおよび動作を連携・統合する機能を調査、検討し、PoC（概念実証）のための評価システムを準備した。2020 年度には、AI 間連携基盤を活用したさまざまなサービスの現場実装を進めた。

### 6) ユースケース実証

2019 年度は、防災・救急救命現場の有益なユースケースをヒアリングし、防災・救急救命領域における医療活動の基盤拡張に関するニーズを検討した。2020 年度は、AI 間連携基盤に接続された個人に関するデータをユースケースとして、データ提供元とデータ提供先との間で行われる同意形成に基づく、データ制御を用いたリファレンスモデルとの実装方法を設計した。

### 7) 調整制度の開発

2018 年度は、AI 間連携ルールの設計に関わる実態を調査した。調査対象として、AI 基礎技術、AI と自他が呼称しているサービスやシステム、特に医療分野における活用目的、利用度合い、市場規模、市場シェアについて調査した。2019 年度、2020 年度は AI 基盤の監視に関する制御技術やその使用技術化、法的側面における行政運用の課題を検討した。

### 8) 調整原理や調整制度を国際的に展開するために国際連携と標準化活動の実施

2019 年度、2020 年度は国際的な展開のための現状の整理と、取るべき方策を検討した。また、AI 活用や健康医療データの活用など、多分野において国際的な連携や情報発信の手法について検討した。

## 3 本研究の成果

### (1) 各種プロトコルの策定の成果

通信は HTTPS で共通、データ形式については WAGRI（農業データ連携基盤）および CDMS は JSON\*1 である一方、小児と薬事業における電子カルテデータは HL7 3.0 形式の CDA でデータを蓄積しており、抽出する際には XML 形式になるため、WAGRI-小児と薬事業間でデータの受け渡しを行う場合はデータ形式の変換が必要だった。電子カルテマッピング実態調査を行い、WAGRI から登録した医療情報が CDMS で取得できることが確認できた。

通信プロトコルの仕様、基盤（DynamicAPI による語彙間連携を含む）、通信プロトコル拡張における基本データ構造を設計した。

### (2) リファレンスアーキテクチャの設計の成果

国内における健康・医療・介護分野の主要な AI として、重症化リスク予測システム、コンピューター利用診断支援ツール、げんき予報を選定し、AI 間連携を実現するための同意制御技術、仮想生態鍵技術を基礎とする情報流通制御技術について、主に交換性、利活用性、市場性の観点から調査し、CDMS を原型とした基盤拡張について整理した。得られた結果から、リファレンスアーキテクチャの標準化・AI 間連携プロトコルの標準化の整備が必要であることが明らかになった。また、AI 間連携による事業化は調整原理と各種 AI、および補完 UI を有する AI 間連携基盤を介して、情報利活用者などとの間で合意形成を果たして利活用が進む形が想定される（図 2）。

CDMS を HL7 FHIR規格に対応させ、CDMS が HL7 FHIR規格との間での接続し、相互運用性があることを確認した。これにより AI 間連携基盤を介し、HL7 FHIR を活用することで、業務システム間での情報連携が可能となり、いかなる業務システムとも連携できるリファレンスアーキテクチャを提案した。分散化 CDMS をさまざまな業務システムや関連システム連携まで見据えた、拡張性のあるリファレンスアーキテクチャとして整理して CDMS 基盤を拡張し、PoC のための評価システムを準備した。AI 間連携基盤で、AI の判定結果を公開デー

\*1 JavaScript のオブジェクト記法を用いたデータ交換フォーマット。

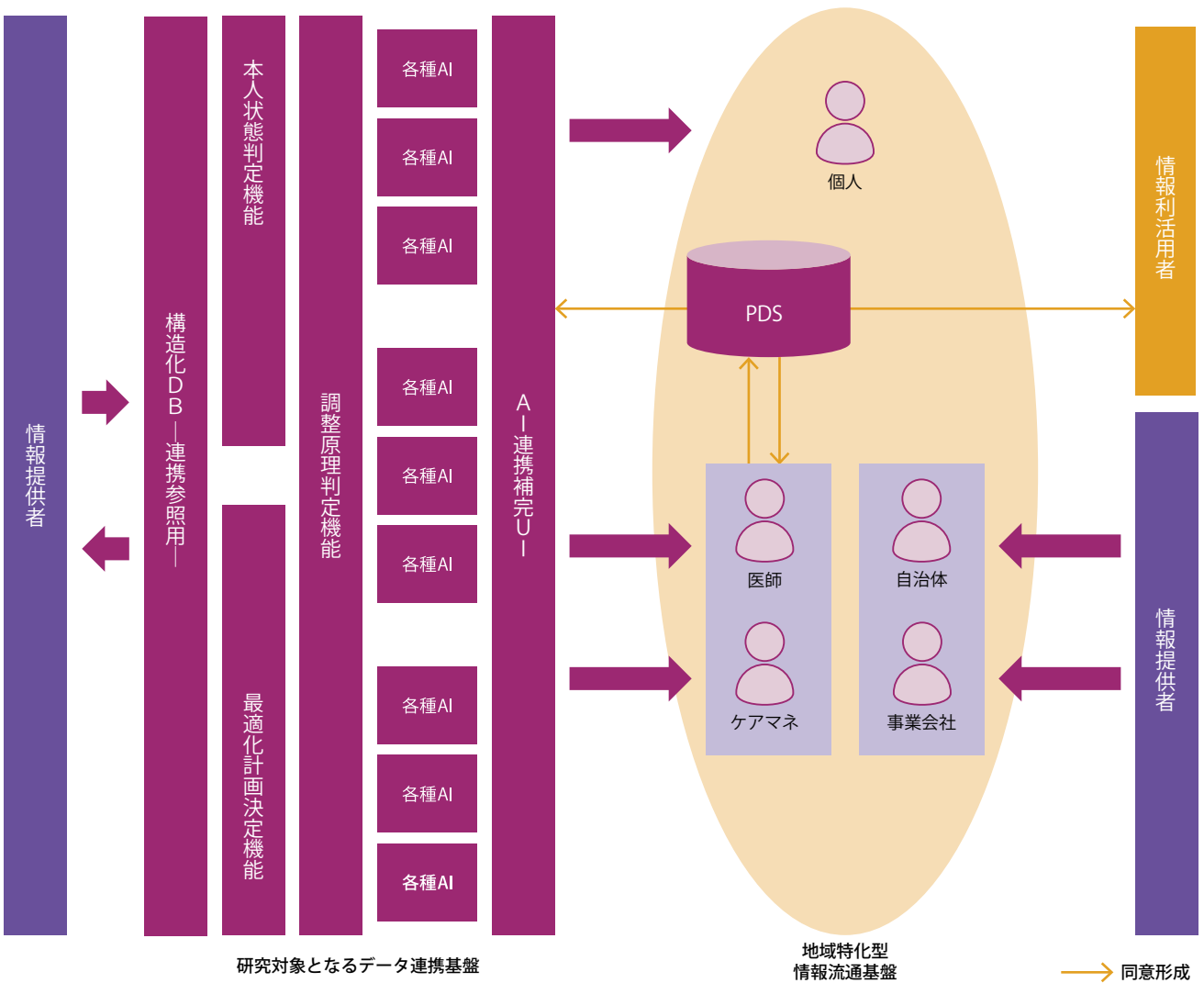


図2 AI間連携による事業化イメージ

タセットの1項目として参照できることを確認した。

### (3) 調整基盤の開発の成果

調整基盤の医療分野における機能拡張として、「農業データ連携基盤」のアーキテクチャをベースに必要な機能を拡張し、新たに基本となるデータ連携基盤を構築(医療分野における機能拡張部分、各種プロトコル・標準語彙基盤の機能をデータ連携基盤に拡張)した。分散したデータソースを集約する情報流通基盤から、同意設定された必要なデータのみを制御下で流通させるため、AI間連携基盤との連携APIの仕様を拡張した。連携API拡張仕様に基づき、健康・医療・介護分野のAI間連携基盤を、同意設定された必要なデータのみが流通できる情報流通制御基盤へ接続した。

### (4) 調整原理の開発の成果

医療・健康・介護データ基盤上に接続される各AIについて、判断基準となる多次元の埋め込みによる指標を設定した。ユースケースとして介護モデルを採用し、介護者と被介護者における効用を最大化するためのそれぞれのAIエージェント間で両者を最適化する方法を用い、調整原理を検証した。

### (5) 業務システムとの統合技術開発の成果

異システム間連携を基盤とし、電子カルテやレセプトなど、各分野における業務システムと、AI間連携基盤に接続された各AIとの間で、適切にデータおよび動作を連携・統合する機能を新たに実装した。医療機関も含めて接続・連携され、同意の取れた必要なデータのみが流通するために必要な、新たなアクセスログ管理や証跡保存、各AIの挙動のリアルタイムモニタリングなどを

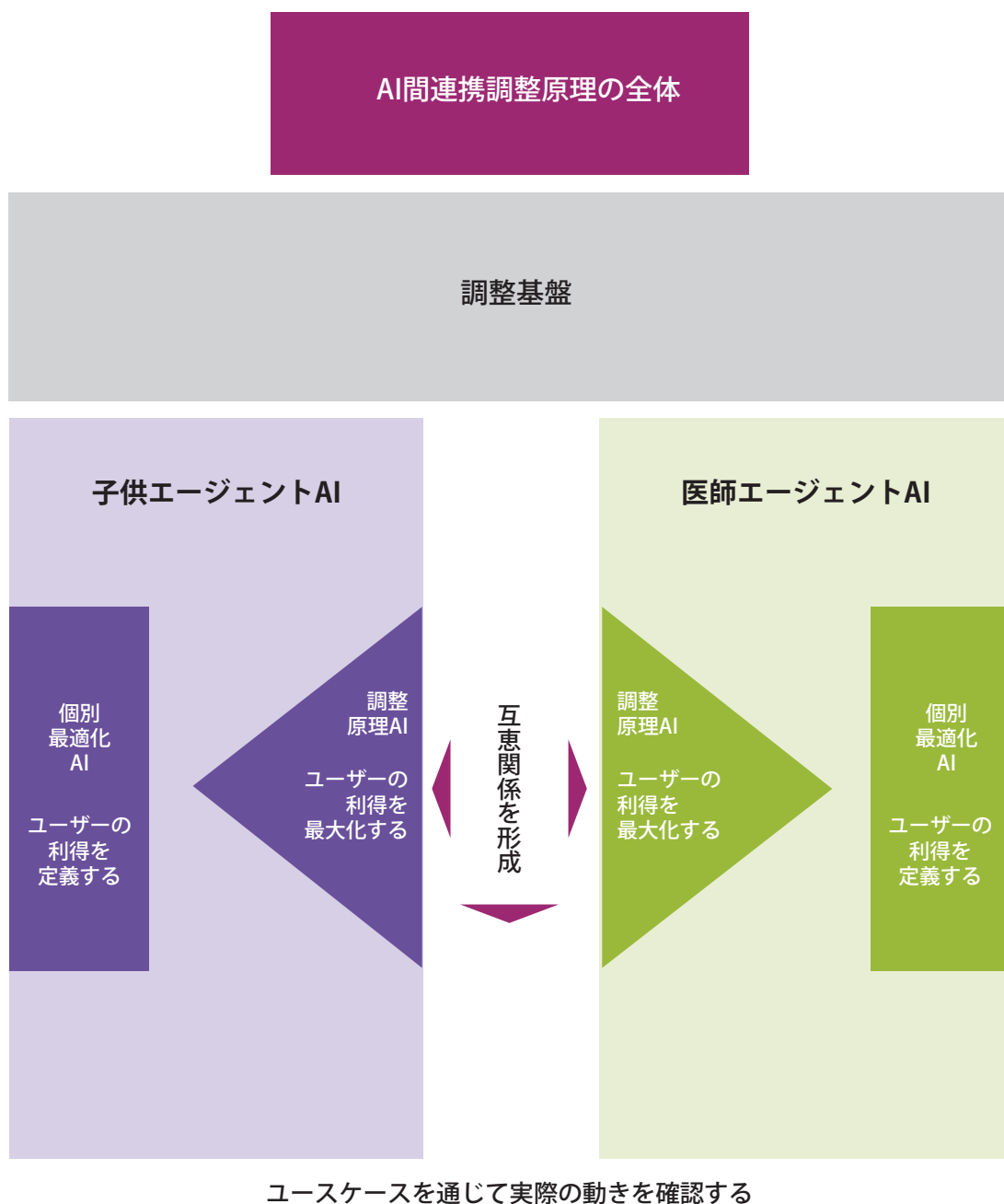


図3 ユースケース実証として実施したAI間調整原理の全体概要

可能とする改修を実施した。また、情報流通基盤で流通する情報が、同意流通制御に基づいて適切に流通可能となるよう接続仕様を設計した。さらに、北海道地域の成人・脳神経外科専門医療機関において、AIを活用したスマート問診を導入したほか、新型コロナウイルス感染症に対応した健康把握サービス（問診システム）の実サービスへの活用を拡大した。

### (6) ユースケース実証の成果

防災・救急救命領域における医療活動の基盤拡張に関するニーズを検討し、複数ベンダーのシステムにそれ

ぞれ分散型CDMSを組み込み、それらをPOPS（Person-condition Oriented Proxy System）と連携することで、マトリクス型の同意を介して公開データセットが確実に流通できることを確認した。また、AI間連携基盤規格で収集された医療情報を活用した、AI間調整原理についてのユースケースを実証した（図3）。

### (7) 調整制度の開発の成果

AI間連携ルールの設計に関わる実態を調査し、AI間連携ルール設計にかかる機能要件を整理した。

AI間連携ルールの設計に関わる実態として、AI基礎

技術、AIと自他が呼称しているサービスやシステム、特に医療分野における活用目的、利用度合い、市場規模、市場シェアについて調査した。業種ごとのAI活用状況として金融・流通・製造・インフラ・自動運転・農業・防犯・エネルギー・教育・物流・行政を対象として活用状況、市場規模、課題と対策などの実態を明らかにし、AI間連携ルール設計にかかる機能要件について整理した。

#### (8) 調整原理や調整制度を国際的に展開するために国際連携と標準化活動の実施の成果

国際的な展開のための現状の整理と取るべき方策、および、AI活用や健康医療データの活用など、多分野において国際的な連携や情報発信の手法について検討した。新生児医療現場で利用されるAIシステムは国外医療機関とも連携して開発が進んでおり、これは本研究で開発するAI間連携基盤で稼働するものであり、SIP第2期の発展・拡張性、国際的な発展可能性を提示するものである。また、AI間連携基盤と次世代電子カルテ規格である「HL7 FHIR」との連携を実証した。これにより電子カルテとの連携が容易になるとともに、国際的な展開が可能となる。

アプリなどの開発を加速推進する。同時に、現在多言語化も進み、海外のさまざまなアプリ開発企業への環境提供も戦略的に計画している。

2019年には「健康医療社会システム協議会」を設置し、企業との密接なアライアンス関係を構築した。この協議会が契機となり、本基盤技術の活用を積極的に検討する企業が新たに増えるなど、社会基盤としての継続性と盤石な展開が可能になって、本研究開発を発展的に浸透させている。本研究開発の5か年計画は、2年6か月で目標を達成し、3年で当初計画の範囲を超えて実現した。また、急速に成長する市場に対応すべく、今後5年で基盤利用の情報流通における市場の50%超獲得を目指す。これによって、本研究をビジネスにおけるスケラビリティへと展開させることから、SIP第2期の枠組みを終了し、AI間連携基盤の社会実装へとシフトする。

## 4 まとめと今後の展望

SIP第2期「ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術」におけるAI間連携基盤技術／健康・医療・介護AI連携基盤の構築として研究開発を進めてきた内容は事業化が進み、今後は企業間のビジネス上の制約や秘密保持の観点などから、実業としての発展を加速させる。このAI基盤を全国に実装する環境は整い、その上で動く診療支援システム、例えば問診支援や診療録作成支援などに加え、そこで蓄積されたデータ分析により、患者ごとの個別医師の対応予測の最適化、待ち時間の最適化、そのほか病院単位、地域単位での医療の質比較分析をリアルタイムで提供することを可能とする。さらに、本技術を社会基盤として拡充することで、新たな感染症の発生に対しても、迅速な医療資源の再配置を計画・提案することも可能になる。

本研究開発によって実証したAI間連携基盤の構造化データの流通・制御技術こそがこれらを可能とし、それをもとにした医療分野におけるさまざまな革新的AIア