

# IIJR

Internet  
Infrastructure  
Review

Jun.2026

Vol. 70

フォーカス・リサーチ (1)

## ホームネットワーク機器構成基本参照 モデル

フォーカス・リサーチ (2)

## OCPサーバ導入の経緯とORv3商用化 までの流れ

フォーカス・リサーチ (3)

## データスペース技術の社会実装に向けた アーキテクチャ検証と実用化への展望

IIJ

Internet Initiative Japan

# Internet Infrastructure Review

June 2026 Vol.70

エグゼクティブサマリ .....	3
<b>1. フォーカス・リサーチ(1)</b> .....	4
1.1 はじめに .....	4
1.2 標準化の必要性 .....	4
1.3 ホームネットワーク標準化における織的課題 .....	5
1.4 IEC TC 100 TA 18の役割 .....	6
1.5 IEC 62608:マルチメディアホームネットワークの構成管理 .....	7
1.6 IEC 62608策定の経緯と今後の展望 .....	8
<b>2. フォーカス・リサーチ(2)</b> .....	10
2.1 はじめに .....	10
2.2 IJにおけるサーバ調達思想の変遷 .....	10
2.3 ORv2に着手できた理由 .....	10
2.4 ORv2の導入構成と実運用で得た知見 .....	11
2.5 ORv3をすぐには導入しなかった理由 .....	11
2.6 転換点となったOCP Global Summit .....	12
2.7 IJが評価したORv3のポイント .....	12
2.8 2025年に導入したORv3商用環境構成 .....	12
2.9 OCPサーバの保守運用をどう成立させたか .....	12
2.10 OCPサーバの導入場所を限定する理由 .....	13
2.11 SPR世代で見た電力密度の課題と次期構成の検討 .....	13
2.12 おわりに .....	13
<b>3. フォーカス・リサーチ(3)</b> .....	14
3.1 はじめに .....	14
<b>3.2 データスペースを実現するアーキテクチャ</b> .....	14
3.2.1 信頼に基づく連携とデータ主権の維持 .....	14
3.2.2 データスペースの4層アーキテクチャ .....	14
3.2.3 自律分散型連携のメカニズム .....	15
<b>3.3 検証システムの設計と実装</b> .....	15
3.3.1 アイデンティティ層(L3)における信頼モデルと認可制御 .....	15
3.3.2 データ連携基盤とL2コネクタの実装 .....	16
3.3.3 バックエンドシステムとデータ層(L1)の統合 .....	16
3.3.4 アクセス制御と将来的な拡張性 .....	16
<b>3.4 実証シナリオによる技術的有効性の検証</b> .....	16
3.4.1 広域設備連携によるサイバーレジリエンス強化の必要性 .....	16
3.4.2 属性ベースのアクセス制御による保守プロセスの高度化 .....	17
3.4.3 信頼の連鎖を用いたサポート情報の動的共有 .....	17
3.4.4 実証成果の総括 .....	17
<b>3.5 技術的考察と今後の展望</b> .....	17
3.5.1 社会実装に向けた技術的課題とトラストモデルの高度化 .....	17
3.5.2 価値を創出するデータエコシステムの形成 .....	18
3.5.3 汎用的インフラとしての展望とAIとの融合 .....	19
<b>3.6 おわりに</b> .....	19

## エグゼクティブサマリ

先日、当社ではAIに関する事業戦略を発表しました。これまで社内においてAI活用の実証や一部業務への適用を通じて成果の蓄積を進めてきましたが、現在はその段階を超え、AIを事業の基盤として全社的に組み込むフェーズに入ったことから、あらためて全社AI戦略として発表したものです。

IJは創業以来、インターネットを中核とした社会基盤を提供するという役割のもと、優秀なエンジニアによる高い技術力・運用力で事業を支えてきました。これは当社の大きな強みであり、その価値の根幹でもあります。こうした現場の経験や判断といった「個人の暗黙知」をAIによって形式知化し、「会社の資産」として蓄積し、社員一人ひとりの能力を最大限に発揮できるようにすることを目指します。具体的な取り組みについては、今後折を見て紹介していく予定です。

さて、本号では、インターネットに関連する基盤技術の進化に焦点を当て、ホームネットワーク、サーバインフラ、データスペースという3つの観点からIJの取り組みを紹介します。

第1章では、国際規格IEC 62608に基づくホームネットワークの基本参照モデルを取り上げています。家庭内ネットワークは、接続される機器の多様化と台数の増加により、もはや個別機器の単純な接続ではなく、システム全体としての管理が求められる段階にあります。本章では、従来の機器単位の連携を超え、ネットワーク全体を一括して把握・管理するための枠組みと、その標準化に至る経緯を整理し、今後のホームネットワーク管理の方向性を示しています。

第2章では、IJにおけるサーバインフラの進化として、Open Compute Project(OCP)ベースのサーバ導入の経緯と、Open Rack v3(ORv3)の評価ポイント及び商用環境での構成について解説しています。従来のエンタープライズサーバから、よりスケラブルで効率的なOCP構成への移行を進める中で、調達モデルや設計思想も大きく変化しました。ORv2で得られた知見を踏まえ、電力効率、ラック利用効率、運用性といった観点から検証を重ねた結果、ORv3の導入に至っています。IJのサービスを支える基盤として、OCPサーバは調達及び構築における重要な選択肢の1つとなりました。

第3章では、データスペース技術の実証を通じた分散型データ連携基盤の可能性を取り上げています。従来の集中型プラットフォームとは異なり、データ主権を維持したまま安全にデータを連携する枠組みとして、欧州を中心に提唱されてきたデータスペースの概念について、IJの実証結果を基に具体的に解説しています。実証では、通信インフラのサイバーレジリエンス強化をユースケースとし、属性に基づくアクセス制御やポリシーに基づくデータ流通の有効性を確認しました。更に、今後の課題として、セマンティクスの標準化やトラストモデルの高度化、そしてデータ流通を基盤としたエコシステム形成の重要性についても整理しています。

当社は「技術で社会を支える」という使命のもと、本号で紹介したネットワーク、サーバインフラ、データといった基盤技術の高度化に加え、今後はAIを適切に組み込みながら、持続的なサービスの進化に取り組んでまいります。



染谷 直 (そめや なおし)

IJ常務執行役員 ネットワークサービス事業本部 クラウド本部長。1998年、IJ入社。直後にIJテクノロジー(2010年にIJに吸収合併)へ出向。IJテクノロジーではSI事業の立ち上げに携わり、多くのインターネットシステムの構築やコンサルティングに従事。その後、16年よりIJのサービス事業部門に異動し、クラウド事業の中期事業戦略を担当。19年、クラウド事業責任者に就任。昨年度より「IIR」編集長に就き、IJにおけるリアルな技術情報を横断的かつ積極的に読者の皆様へ届けたいと考えている。

# ホームネットワーク機器構成基本参照モデル

## 1.1 はじめに

家庭内ネットワークにどのくらいの数の機器が接続されているか、改めて数えてみたことはあるでしょうか。PCやスマートフォン、タブレット、プリンターといったIT機器に加え、ゲーム機、テレビ、更には炊飯器、エアコン、オーディオといった家電製品もWi-Fi機能を備え、ネットワークに接続されるようになりました。1人でスマートフォンとタブレットなど2台以上のモバイル端末を持っていることも一般的になり、家族のいる世帯であれば接続台数が10台を超えることも珍しくありません。

加えて、家庭で利用される機器は、オフィス環境よりもはるかに多種多様です。オフィスで使われるIT機器の多くは、IPアドレスや接続性を確認するための標準的なツールが備わっています。一方、テレビなどの家電製品では、割り当てられたIPアドレスやMACアドレスを確認することは容易ではなく、その操作体系もメーカーや機種ごとに異なるのが一般的です。しかも家庭内では、有線ネットワークやWi-Fiといった一般的なネットワーク規格に加えて、オーディオ専用ケーブルやBluetoothなどの近接通信も混在して利用されています。

更に、家庭内には必ずしもITの専門知識を持つ人がいるわけではありません。例えば、高齢者の住む実家のネットワークトラブルへの対応を頼まれ、その解決に苦心した経験がある方も多いのではないのでしょうか。「つながらない」「動かない」という訴えに対し、原因が個別の機器にあるのか、ネットワーク設定の不備なのか、あるいは周辺機器との競合なのかを、一括して把握する手段は現状存在しません。また、外部から状況を正確に把握する手段も乏しいため、結果として「現地に行かなければ直せない」という事態を招いています。

このような状態は、単に不便だけでなく、ネットワーク全体にセキュリティ面で影響を及ぼす可能性もあります。実際に、ホームルータやWebカメラなどの脆弱性を突かれ、大規模なDDoS攻撃に加担するボットネットの一部となった事例も報告されています。ホームネットワークが生活インフラとして重要性を増していく中、個別の機器が「つながる」段階を超え、

システム全体として「管理できる」状態になることが求められています。

こうした背景から、家庭内のマルチメディア機器の構成管理を体系化し、相互運用性を確保するための共通の枠組みが模索されてきました。本稿では、IEC TC 100 TA 18(現在はWG31が担当)において策定された国際規格「IEC 62608-1 Ed. 2.0:2025 Multimedia home network configuration - Basic reference model - (マルチメディアの家庭内ネットワーク機器構成 - 基本参照モデル-)」について、その策定に至るまでの経緯と、規格が定義する技術的な内容を解説します。なお筆者は、IEC 62608の初版策定から、リーダーとして標準化を推進している立場です。

## 1.2 標準化の必要性

ホームネットワークのように多種多様な機器が混在する環境において、相互運用性を確保するためには「標準化」が不可欠です。家電は同一メーカーで揃えることが好まれた時代もありましたが、種類が多様化し、異なるメーカーの製品を組み合わせる利用することが一般的になってきています。機器同士を物理的につなぐケーブルや端子は徐々に標準化が進んできています。しかし、例えば異なるメーカーのテレビとレコーダを接続した場合には、連携機能が期待どおりに動作しないことは少なくありませんでした。ネットワーク接続の方式や前提も様々であり、メーカーによって独自の工夫がなされた結果、異なるメーカー間ではデータの転送ができないといった場合もありました。

ところで、標準化と一言で言っても、その成立過程や役割によっていくつかの種類が存在します。国際標準化は、大きく分けて以下の3つの形態があります。

1. デファクト標準(De Facto Standard) : 公的な合意ではなく市場で広く採用されたことにより、事実上の標準として普及したものです。特定の企業が開発した技術や、特定の団体(IETFやW3Cなどのフォーラム)が定めた仕

様が、圧倒的なシェアや利便性によって業界の標準となったものを指します。インターネット関連のプロトコルの多くはこの形態をとっており、「動くこと」が優先されます。

2. デジュール標準(De Jure Standard): 公的な標準化機関によって、国際的な合意に基づいて定められた規格です。今回紹介するIEC (国際電気標準会議)や、ISO(国際標準化機構)、ITU (国際電気通信連合)などが策定するものがこれに該当します。各国の代表が集まり、所定の手続きに沿って審議、規格化されます。
3. コンソーシアム標準: 特定の目的のために結成された企業連合(コンソーシアム)によって策定される規格です。USB Implementers Forum(USB-IF)によるUSB規格や、Wi-Fi AllianceによるWi-Fi、Bluetooth SIGによるBluetooth、更には機器の自動発見を目的としたUPnP ForumによるUPnP(Universal Plug and Play)や、マルチメディア共有のためのDLNA(Digital Living Network Alliance)などがこれに該当します。

今回紹介するIEC 62608は、国際的な公的機関が定める「デジュール標準」です。

これまで、UPnPはデバイスの自動発見や制御を容易にし、DLNAはその上でマルチメディアコンテンツを共有する仕組みを確立してきました。IEC 62608-1でもこれらの規格を参照しています。しかし、これらは「特定のサービスを動かすこと」を実現しましたが、ネットワーク全体を「1つのシステムとして構成管理する」という観点では十分ではありませんでした。各機器が組み合わされてホームネットワーク内でどのような構成情報を持ち、どのように動作するかを俯瞰できる「参照モデル」は用意されていませんでした。

IEC 62608の目的は、既存の個別プロトコルを統合し、上位から全体を管理するための共通の枠組みを提供することです。この階層での標準化により、以下のメリットが期待されます。

- マルチベンダー環境での一括管理: メーカー独自の管理ツールに依存せず、共通のモデルを介してホームネットワーク内の機器の状態把握が可能になる。
- 遠隔からの監視・診断: 構成管理が定型化されることで、外部からの正確な現状把握と迅速なトラブルシューティングが可能になる。
- 技術変化への柔軟性: 特定の通信プロトコルに依存しない「基本参照モデル」を定義することで、将来新しい通信技術が登場した際も、管理手法の継続性を維持できる。

このような標準化は利用者にとって有益ですが、いまだ実現はされておらず、IEC 62608もまだ普及したとは言えない状態です。この実現のためには、技術的な議論だけでなく、国内外の標準化組織のスコープや影響範囲に関する課題に対応する必要がありますがありました。

### 1.3 ホームネットワーク標準化における組織的課題

歴史上、通信規格と機器(製品)規格は、それぞれ異なる行政機関や標準化組織によって管理されてきました。特に家電製品は、機器としての独立した強力な世界市場とコミュニティを持っています。しかし、近年のインターネットの普及と機器のネットワーク化によって、それぞれの専門領域(スコープ)の境界は曖昧になりつつあります。

そのため、ホームネットワークの構成管理を標準化する上では、技術的な検討と並行して、標準化組織及び行政のスコープに起因する調整が必要となりました。図-1に示す及び、ホームネットワークは、境界となる「ホームゲートウェイ」を境に2つの異なる標準化の世界に分かれています。それぞれのスコープは以下のとおりです。

- 左側: IEC / JEITA (機器・家電の世界) ホームゲートウェイの内側、つまり宅内のテレビ、オーディオ、白物家電などを対象とします。国際的にはIEC(International

Electrotechnical Commission)の担当範囲であり、国内では主に経済産業省が所管しJEITAが担当します。主に「製品としての機能」に焦点が置かれます。

- 右側:ITU /TTC (通信・インターネットの世界)ホームゲートウェイの外側、つまりインターネットへつながる通信路を対象とします。国際的にはデジュール標準はITU-T、デファクト標準はIETF(Internet Engineering Task Force)が担当し、国内では主に総務省が所管しTTCが担当します。

ユーザが利用するサービスは、家庭内の「機器」と外の「インターネット」がホームゲートウェイを介してシームレスに接続することで成り立ちます。ホームゲートウェイは、一般に家庭と外のインターネットを接続するだけでなく、アドレス変換(NAT)やファイアウォールの役割を担っており、技術的にはインターネット側の使用に基づいたネットワーク機器として設計されています。家庭内の機器に対してネットワークに接続するための機能は提供していますが、管理についての議論はされていませんでした。

IEC 62608の策定にあたっては、この両方それぞれの動きをフォローしながら進める必要がありました。そこで私たちは、JEITAを主軸としつつも通信側のTTCに参加し、またTTC側からもJEITAに参加していただくといった、情報交換

体制を構築しました。このように国内での連携によって整理された内容は、日本からの提案としてIECの国際会議に提出されました。

## 1.4 IEC TC 100 TA 18の役割

国際標準化の提案先となったIEC(国際電気標準会議、International Electrotechnical Commission)は、1906年に発足した電気工学、電子工学、及び関連した技術を扱う国際的な標準化団体です。正会員・準会員合わせて90カ国以上が参加し、発電や送電などのエネルギー関連、電気音響学、マルチメディア、遠隔通信、またこれらに関連する用語や記号、互換性、測定や性能、信頼性などのデジュール標準を定めています。

IECの活動は、分野ごとの「技術委員会(TC:Technical Committee)」に分かれて行われます。本規格を提出したTC 100(Audio, video and multimedia systems and equipment)は、オーディオ、ビデオ、マルチメディアシステムと機器を専門に扱う委員会です。更にその下には、特定の技術領域を受け持つ「WG(Working Group)」が置かれています。

本規格を議論したWG31は、「エンドユーザネットワーク向けのマルチメディアホームシステム及びアプリケーション、Multimedia home systems and applications for end-user networks」をスコープとしています。

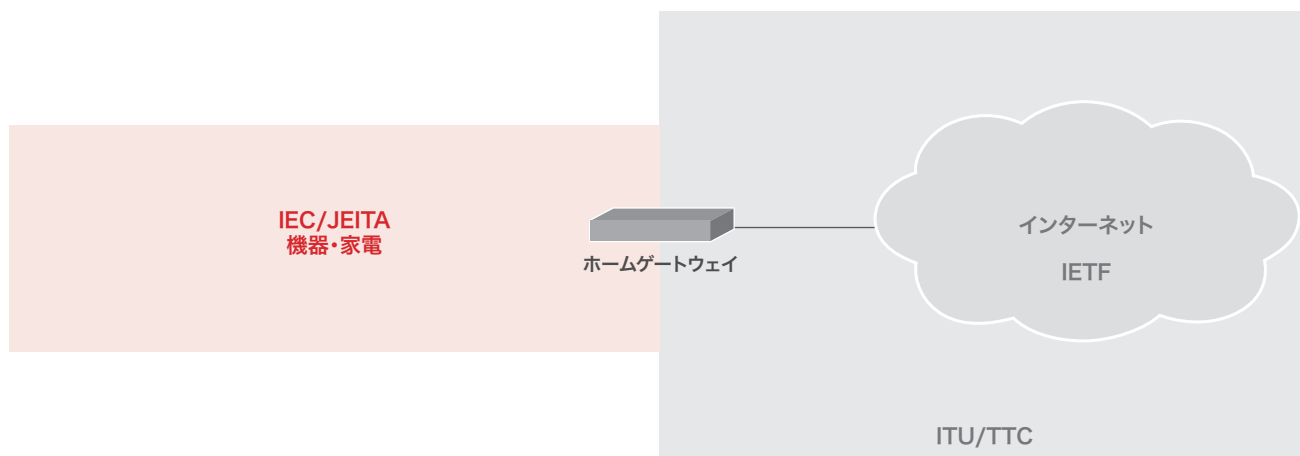


図-1 標準化の専門範囲と本規格の位置付け

WG31の前身であるTA18は、我々に身近な技術の国際標準化を多数制定してきました。その代表例がUSBです。USBの仕様そのものは、企業連合であるUSB-IF (USB Implementers Forum) が策定したコンソーシアム標準ですが、これをIEC 62680シリーズとして国際標準化し、管理しています。

昨今、欧州連合(EU)ではSDGsの取り組みとして電子廃棄物削減の動きがあり、特定の電子機器の充電端子をUSB-Cに統一する無線機器指令の改正(欧州司令2022/2380)が発行されました。これにより、特定のポータブル電子機器にUSB-C充電インタフェースの使用が義務付けられました。電子機器ごとに異なる充電器やケーブルを用意することなく、手持ちのUSB-Cを再利用できるようになります。ここで技術的な参照規格として引用されているのが、IEC 62680シリーズの国際規格です。

IEC 62608は、このようなエンドユーザの接続も意識しつつ、ホームネットワークの論理的な管理の国際規格として策定を進めてきました。

## 1.5 IEC 62608:マルチメディアホームネットワークの構成管理

IEC 62608は、多種多様な機器が混在するホームネットワークを1つの統合されたシステムとして管理するための「基本参照モデル」を定義しています。

本シリーズは、2014年にPart1: System Modelが、2017年にPart2: Operational Modelがそれぞれ制定、発行されました。しかし、初版の発行から時間が経過し、クラウドサービスや無線LANの普及など、ホームネットワークを取り巻く状況は大きく変化しました。

こうした状況を受け、2021年にPart1の改訂作業に着手し、2025年に最新版となるIEC 62608-1 Ed. 2.0:2025が発行されました。本節では、この基本参照モデルの概要と改訂の経緯、及び技術的な特徴について説明します。

図-2に示すとおり、本規格のシステムモデルではネットワーク上の機能を「管理する側」と「管理される側」の2つの論理的なエンティティに分離して定義しています。

- Configurator: ネットワーク全体の構成情報を把握し、各機器に対して設定の指示や状態の確認を行う主体です。Ed. 2.0では、宅内のホームゲートウェイだけでなく、クラウド上のサーバやスマートフォンなどもConfiguratorとしての役割を担うことが想定されています。
- Agent: 機器上で動作し、Configuratorからの要求に応じて自身の属性情報を回答し、必要に応じて構成を変更するソフトウェアです。テレビ、オーディオ、白物家電などの個別のマルチメディア機器上で動作することを想定しています。

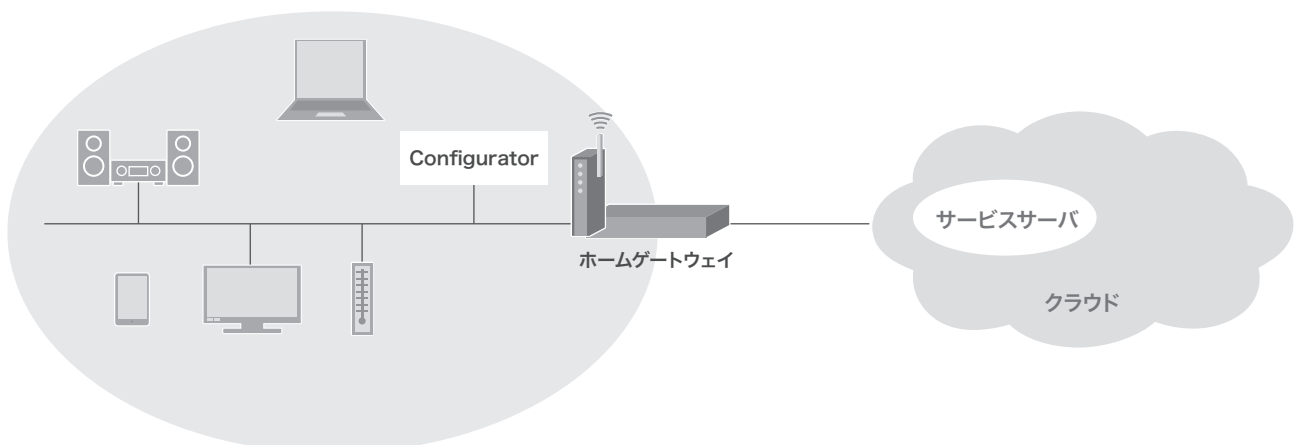


図-2 IEC 62608の参照モデル

なお、本規格におけるConfiguratorやAgentは、特定の機器や製品を指すものではなく、あくまで役割として定義されています。そのため、1つの機器が複数の役割を担ったり、利用形態に応じて役割の配置が変わったりすることも想定されています。この考え方は、機器やネットワークの環境変化や利用形態の変化に対応できるよう意図されたものです。

さて、初版の発行時には、無線LANがあまり普及していなかったため、有線ネットワークのみを対象としていました。またクラウドを介したデータ共有も一般的ではなかったため、言及していませんでした。当時の環境においてホームネットワーク間でデータを共有するには、何らかの方法でホームネットワーク内を接続する必要があったのです。

今回の改訂版では、実態に即するように無線LANを対象を含め、クラウド利用を前提としたサービスサーバという概念を導入しました。これにより、構成管理の対象を宅内ネットワークの範囲に限定せず、外部に配置された機能との関係を含めて整理できるようになっています。また、機器とネットワークの関係について、実態(機器)と機能(実現すること)とが混同されやすいという課題に対し、階層構造を導入することで役割を明確にしました。

更に、具体的な適用イメージを共有するため、付録にユースケースを追加しました。図-3はスタジオでのオーディオ機器

の自動設定にIEC 62608の参照モデルを利用する例です。マルチメディアとオーディオ機器のエキスパートが集まるWG31 (IITA18)だからこその視点であり、メンバーの方々からのアイデアとアドバイスによって作成されました。

## 1.6 IEC 62608策定の経緯と今後の展望

実は、IEC 62608の構想は、2002年ごろまでさかのぼります。当時、インターネットの標準化団体IETFで、ネットワーク機器の遠隔設定プロトコルXMLCONF(現在のNETCONF)が提案されました。この話をTC100メンバーに共有したところ、いずれホームネットワークにも必要になるだろうというアイデアが出されました。

しかし、装置の設定管理は人手で個別に行っていた当時、XMLCONFはIETFでも必要性に対する理解が得られにくく、標準化は難航していました。またこの頃は、家電がネットワークにつながることも一般的でなく必要性も理解されず、ネットワーク接続機能がある方が売れないような時代でした。従って、先進的な一部のメンバーで活動はしていたものの、TC100側でもなかなか理解が進みませんでした。

それから20年以上を経て、インターネットもホームネットワークを取り巻く環境も大幅に変わりました。インターネットはNETCONFの標準化と運用管理の自動化、ホームネットワークは、無線LANの普及、クラウドの登場、スマートフォンの普

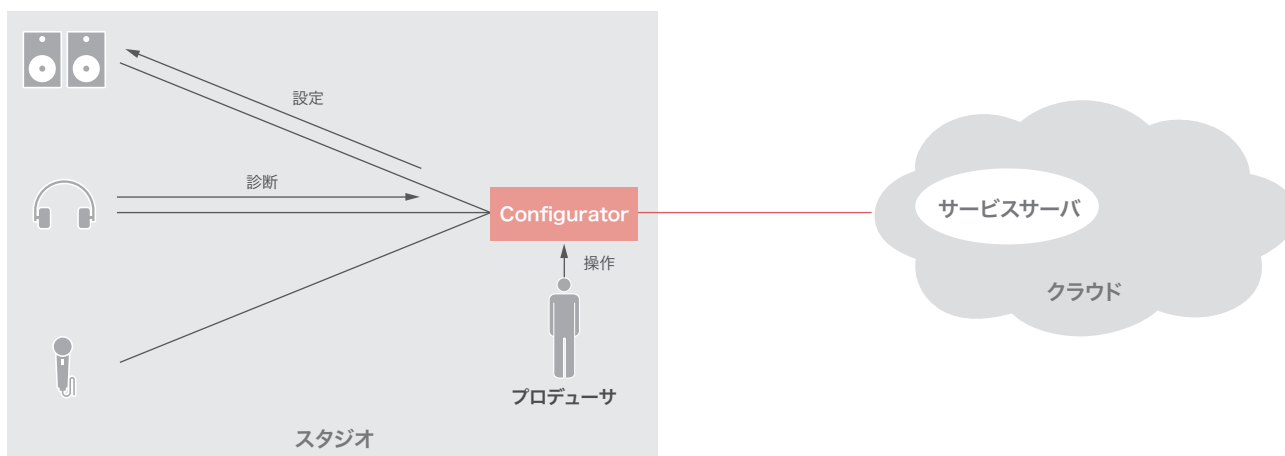


図-3 スタジオ設定のユースケース

及、家電のネットワーク化、など、当時とはまったく違う状況になっています。ホームネットワークの管理はこれから真に求められるフェーズになるだろうと感じています。

IEC 62608のPart1の改訂は完了しましたが、Part2:Operational Modelも時代に合わない状況になっており、改訂が必要な状態にあります。Part2は、ホームネットワーク管理のための情報収集や設定の手順を定めており、TTC TR-1062「ホームネットワークサービスにおけるカスタマーサポートユースケース」と密接に対応しています。

そのため、Part2の改訂時にはTR-1062も同時に改訂していく必要があります。再び2つの分野をまたがって調整していくことになりますが、運用管理を容易にしたいという動機は共有しています。多くの関係者の協力を得ながら、進めていけるものと信じています。

昨今、スマートホームの世界ではMatterという新しい規格が登場しました。これにより多種多様な家電やセンサー、ドアロックなどまでがホームネットワークに接続されるようになりました。Matterは、接続手順やアプリケーションが洗練されていて分かりやすく、家電の操作やセンサーデータの閲覧が簡単にできるようになります。もはやネットワークは意識されな

しかし、ネットワークを意識しなくてもつながるようになればなるほど、いざつながらない、動かない、といったトラブル時に、情報がなければ原因の特定や対応が困難になります。特にネットワークのトラブルは機器などの単体に閉じることなく、ソフトウェアや設定など複数の原因の複合で起きやすいからです。このようなときにIEC 62608に基づいた構成情報を得ることができれば、対処・復旧の助けになるはずです。本規格は、普段は意識されない縁の下の力持ちのような存在として、ホームネットワークの信頼性を支えるものになると信じています。

最後に、国際標準化活動について触れたいと思います。最近、自社で革新的な技術を開発しながら標準化も先導するような企業が現れてきました。標準化することが市場に有利となる場面もあります。これからの新規技術動向調査においては、標準化活動の動きを追うことも重要になってくると感じています。

標準化団体は、デジュール・デファクトという違いだけでなく、団体によって参加方法も標準化手順も文化も違います。その違いを超えて、リエゾンという形で団体同士の協力関係も築かれています。本規格もこれからも多方面と協力しながら、活動を推進したいと考えています。



執筆者：  
新麗（あたらし れい）

IJ技術研究所研究企画室。人に優しいインターネットの実現を目指し、誰もが使いやすい自動化インフラに関する研究開発および標準化活動に取り組んでいる。

# OCPサーバ導入の経緯とORv3商用化までの流れ

## 2.1 はじめに

本稿では、株式会社インターネットイニシアティブ(以下、IIJ)がOpen Compute Project(以下、OCP)ベースのサーバをどのように位置付け、Open Rack v2(以下、ORv2)で得た知見を踏まえて、なぜ Open Rack v3(以下、ORv3)世代のサーバを商用導入するに至ったのかを振り返ります。

OCPは、サーバやラック、電源などの仕様を公開し、複数のメーカーが同じ仕様で製品を作れるようにする取り組みです。Open Rackは、その中でもラックや給電方式を定める仕様群を指します。

IIJでは、自社データセンターの電源やラック仕様に合わせられるか、国内で継続して調達できるか、運用現場で支障なく扱えるか、コスト面で妥当かといった観点からORv2を導入し、商用環境で運用してきました。

ORv3についても、製品が出そろい国内で実装できる見通しが立ってからPoCを開始し、2025年に商用導入しました。

以下では、サーバ調達に対する考え方の変化、ORv2で得た知見、そしてORv3の評価から2025年の商用導入に至るまでの流れを順に見ていきます。

## 2.2 IIJにおけるサーバ調達思想の変遷

IIJでは1990年代半ば、PICMG規格のCPUボードやI/Oボードを組み合わせたサーバを運用していました。当時は完成品サーバをそのまま使うのではなく、必要な構成要素を組み合わせたIIJ専用サーバを調達していました。

2000年代に入るとPICMG関連製品の選択肢は減り、調達台数も増えたため、以前のやり方では納期やコストの面で対応が難しくなっていました。

その後はSunのSPARCサーバや、NECのExpress5800シリーズ、COMPAQ ProLiant DLシリーズといったエンタープライズ向けx86サーバへ軸足を移しました。この頃から、部材ごと

の最適化よりも、調達のしやすさ、保守体制、製品としての完成度を重視するようになりました。

PICMGのように自社に合わせて構成を組み立てるやり方は続けにくくなりましたが、IIJにとって最適なサーバ構成を考える必要がなくなったわけではありませんでした。実際には、調達ボリュームや保守体制を考えると、完成品メーカーが提供するスペックの中で検討せざるを得ないのが実情でした。必要なスペックのサーバを自前で組み立てるという選択肢もありましたが、運用規模を考えるとスケールしにくいことは見えていました。

大きな転換点になったのが、2009年のIIJ GIOサービス立ち上げです。初期導入だけで約1,000台規模のサーバを調達することになり、サーバ単体の仕様だけでなく、電源やラック、熱設計、保守体制まで含めて全体として無理のない構成を考える必要がありました。

その後、年間5,000台を超える規模の設置にも対応するため、ラックを工場へ持ち込み、サーバ搭載やケーブルリングまで済ませてからラック単位で搬入する方法を採るようになりました。こうした進め方により、現地作業時間を抑えつつ大量導入を進められるようになりました。

その後、OCPサーバの存在を知りましたが、IIJの調達規模ではエンタープライズ向けサーバでも十分にコストを抑えられていたので、すぐにOCPサーバを選ぶ強い動機はありませんでした。そのため、この時点では既存の調達モデルを前提に、いかに早く構築を完成させるかを優先することになりました。

## 2.3 ORv2に着手できた理由

2018年の春頃に伊藤忠テクノソリューションズ株式会社(以下、CTC)からORv2の提案を受け、従来のエンタープライズ向けサーバよりも安く調達できる可能性が見えてきました。そこで2018年9月にCTCと共に台湾のODMメーカーを訪問し、製品ラインナップや今後の開発計画、保守体制を確認しました。

併せて、ハイパースケラーの調達手法も学びました。サーバ完成品の価格のうち、マザーボードやシャーシの比率はそれほど大きくないため、CPU、メモリ、SSDといった主要部材については、パーツメーカと直接条件を詰めた方が安くなることが多いという考え方です。

ちょうどその頃、半導体メーカーの代理店をご紹介いただいていたこともあり、翌月に韓国へ出張した際に現地本社も訪問し、メモリやSSDについてはIIJの条件でODMメーカーに調達してもらう前提で条件を詰めることができました。また別の半導体メーカーについては代理店を通じてとなりましたが、同様に条件を詰めることができました。

この調達モデルの特徴は、大量調達を前提に部材レベルまで踏み込んで条件を詰め、ODMメーカーから自社の条件に合う構成で調達するところにあります。IIJでも、そうした進め方は自社の規模やデータセンター運用の前提の中で十分成り立ち、無理のないコスト構造を作れると考えました。

## 2.4 ORv2の導入構成と実運用で得た知見

2019年に白井データセンターキャンパスへ導入したORv2システムでは、1ラック当たり42ノードを搭載し、集中電源は単相230Vを4系統引き込んでいます。この構成は、当時見学した国内データセンターの先行事例を参考にしたものです。

日本ではデータセンター内の設置スペースも重要になるため、IIJではラック利用効率を高めることを重視しました。一般的なエンタープライズ向けサーバラックでは、消費電力の最大値を見込んで搭載台数を抑えることも少なくありませんが、実際のワークロードではそこまで電力を使い切る場面は多くありません。IIJでは自社利用分が中心で、必要に応じて別ラックへの移行を利用側と調整できる前提もあったため、ORv2では設計余力を見込み過ぎず、ラックを上から下まで使い切る前提で構成を設計しました。集中電源には株式会社村田製作所の集中電源を用い、ラックは日東工業株式会社に700mm幅で前後扉付きのORv2仕様として製作してもらいました。これは、IIJの

マシンルーム側の前提に合わせつつ、ラック内配線の余裕を確保するためでした。

ORv2の実運用からは、明確な成果も得られました。IIJが導入した構成では、同程度のスペックの市販サーバと比較すると消費電力が約30%削減できたことを確認しています。要因は1つではありませんが、まずIIJが評価した範囲では、ODMメーカーが製造するサーバは用途に対して必要十分な構成を選びやすく、消費電力を抑えやすい傾向がありました。これに加えて、OCPサーバでは集中電源を採ることで電力変換効率を高められるため、更に省電力化しやすかったと見ています。一方で保守の面では、完成品サーバに比べて現地側の切り分けや交換作業がやや増え、部材単位で状態を見ながら作業できるスキルが求められることも分かりました。

CPU交換のように現地の手間が増える作業はありましたが、管理機能についてはIPMI経由のシリアルコンソールで十分運用できたため、ODMメーカーのシンプルな管理機能でも大きな問題にはなりませんでした。

## 2.5 ORv3をすぐには導入しなかった理由

本来は、ORv2を導入した後も同じラックを生かしたままサーバを更新していく想定でした。しかし実際には、IntelのCPU世代更新に伴うソケット形状の変更や、市場全体でAMD EPYC向けに開発リソースが寄る流れもあって、ORv2対応製品の選択肢は次第に狭まりました。その結果、ORv2ではラックを維持したままサーバだけを更新し続けることが難しくなりました。

一方で、ORv3の仕様は2020年に公開されていたものの、当時はラック、集中電源、対応サーバといった主要要素の対応製品が十分にそろっておらず、商用環境で採用判断を行える状況にはありませんでした。IIJにとって重要だったのは、規格が存在することではなく、国内で継続して調達できるか、障害時の保守部材を確保できるか、データセンター運用の中で無理なく扱えるかという点です。そのため、この時期に新規で調達するサーバについてはOCPサーバではなく、エンタープライズ向け

サーバを選択し、ORv3については製品が出そろい、国内で実装できる見通しが立つまで待つことにしました。

## 2.6 転換点となったOCP Global Summit

転機になったのが、2024年に米国サンノゼで開催されたOCP Global Summitでした。IIJが見ていたのは、国内で継続して調達できること、保守部材を確保できること、そして自社データセンターで無理なく実装できることです。

事前に、日東工業がORv3対応ラックを、村田製作所がORv3対応集中電源を展示するという情報は得ており、その時点で主要構成要素の準備が進みつつあることは見えていました。現地で実機展示を確認したことで、国内でも構成要素をそろえて評価できる見通しが立ち、帰国後すぐにPoCへ進みました。

ラックと集中電源は現地で実際に見た同仕様のものを借用し、サーバは複数メーカーのORv3対応製品を評価しました。1OUに1ノード、2OUに2ノードの構成を比較しましたが、IIJでは冷却効率の面から後者を採用しています。

ここで見ていたのは、サーバ単体として成立するかどうかだけでなく、既存のデータセンター運用の中で無理なく扱えるかどうかでした。

## 2.7 IIJが評価したORv3のポイント

PoCで特に見ていたのは、給電方式の変更が実運用にどう影響するか、ラック幅や配線性に無理がないか、そして商用構成としてそのまま持ち込めるかという点でした。

ORv3では、サーバへの給電電圧が12Vから48Vに変わりました。CPUやメモリ、アクセラレータの高性能化で消費電力が増える中では自然な変更です。また、集中電源をラック中央に置く必要がなくなった点も設計自由度の向上につながりました。

PoCでは、日東工業に前後扉付きの600mm幅ラックを用意してもらいましたが、ケーブルの抜き差しや配線ルートの確保

に無理があることが分かりました。そのため、ORv2と同様に700mm幅で設計し直してもらうことになりました。

村田製作所の集中電源は、ORv3対応品になったときにサービスコンセントがなくなりました。そのため、IIJの構成ではサービスコンセントから給電していた分について別途PDUを用意する必要がありました。こうした判断は、次節の商用構成にもそのまま反映されています。

## 2.8 2025年に導入したORv3商用環境構成

こうしたPoCを経て、IIJでは2025年7月からORv3の構築を行いました。1ラック当たり34ノード、13kVA設計で、電源は三相交流を2入力する方式です。ORv3でも、ラックを上から下まで使い切る前提で構成を組んでおり、ラック利用効率を高く保ちながら、ORv2時代より高い電力密度に対応できるようにしています。

この構成で採用したToRスイッチはJuniper製で、ORv3仕様ではありません。このため別途单相230V給電が必要であり、ラックに引き込んだ三相交流2系統から单相電源を取り出す構成を探りました。特注ケーブルをHartingに製作してもらい、その先に单相PDUを接続してToRスイッチへ給電しています。相バランスはラック単体ではなく設備全体の中で準標準化する設計としました。

## 2.9 OCPサーバの保守運用をどう成立させたか

OCPサーバでは、完成品として一体で保守するのではなく、障害時に部材単位で切り分けながら復旧を進める場面が少なくありません。IIJではODMメーカーの保証範囲を前提に、現地での一次切り分けと部品交換を自社で行い、故障部品の返送やベンダーとの調整はCTCが担う方式を採っています。必要に応じて故障部品は台湾の修理拠点へ送付されます。

完成品メーカーの保守とは進め方が異なるものの、役割分担を明確にすることで、IIJではOCPサーバの保守運用を実際の商用環境で成立させています。

## 2.10 OCPサーバの導入場所を限定する理由

IJがOCPサーバの導入先を限定しているのは、松江データセンターパークや白井データセンターキャンパスといった自営データセンターです。理由は、OCPサーバやOpen Rackを導入するには、電源方式、ラック仕様、施工条件について、データセンター側と事前に細かくすり合わせる必要があるためです。加えて、実際のワークロードではラック全体の消費電力が常に上限まで張り付くわけではない一方で、高密度に実装したラックでは局所的に発熱が高い状態が生じます。そのため、OCPサーバの高いラック利用効率を生かすためには、空調や配置の条件も含めて、データセンター側と調整しながらどこまで実装できるかを詰める必要がありました。場合によっては、局所的に空調の設定温度を下げたり、風向を調整したりすることもあります。

一般的な19インチラック向けサーバのように、どこにでも同じ条件で持ち込める機器ではありません。そのため、小規模かつ単発で導入するより、ある程度まとまった規模で導入した方が効率的です。これはIJが2009年頃から得てきた「調達をまとめることで設計の自由度が上がる」という知見にも通じています。

## 2.11 SPR世代で見た電力密度の課題と次期構成の検討

2025年の商用導入を進める一方で、IJでは次期構成の検討も進めていました。IJが2024年秋から評価していた第4世代Intel Xeon Scalable Processor (Sapphire Rapids-SP、以下SPR)世代では、性能向上と引き換えに消費電力も増えており、サーバ単体の性能よりもラック当たりの電力密度や給電設計が重要になっていました。

そのため論点はCPU単体の性能比較ではなく、電力密度の上昇に対してラック全体をどう無理なく成立させるかにありました。

2026年に採用するCPUとしては、Intel Xeon 6 (Granite Rapids、以下GNR)と第5世代AMD EPYC (Turin) を選択しています。電力効率ではTurinが有力ですが、現行のIntel Xeon搭載サーバからのライブマイグレーション先としてはCPU世代互換性の観点からGNRも必要でした。

筐体構成についても、SPR世代で電力効率が良かった2U2NodeをGNR世代でも選択しています。CPU単体の性能だけでなく、ラック当たりの搭載数、必要な電力、サービス特性に対して無理のない構成にできるかまで含めて判断したためです。

## 2.12 おわりに

本稿では、IJがORv2に着手し、ODMメーカを前提とした調達や集中電源を含むラック全体の構成を実運用で検証してきた経緯を振り返りました。その上で、ORv2で得た知見を踏まえ、主要構成要素がそろい、自社の運用条件の中で無理なく扱える見通しが立った段階で、ORv3のPoCと商用導入へ進んだ流れを整理しました。

その過程では、サーバの選び方だけでなく、調達や構築の進め方についても従来とは異なる対応が必要になりました。調達の面では、完成品メーカの製品を比較するだけでなく、ODMメーカを前提に構成や価格を考える場面が増えました。構築の面でも、サーバ単体ではなく、ラック、給電、配線、保守運用まで含めて全体を成立させる必要がありました。

結果として、OCPサーバの導入はIJにとって調達や構築の選択肢を広げる取り組みになりました。一方で、導入場所や運用条件を選ぶ仕組みでもあることが明らかになっています。今後もIJでは、そうした前提を踏まえながら、OCPサーバを選択肢の1つとして活用していく考えです。

執筆者:

高畑 雅弘 (たかはた まさひろ)

IJ ネットワークサービス事業本部 基盤エンジニアリング本部 基盤技術部 システム基盤技術課長。

2001年に入社以来、サーバ基盤の設計・構築に従事。2008年にIJサービス向け基盤であるNHNの立ち上げに中心メンバーの一人として参画し、2009年にIJ GIOの基盤構築を担当。以降、NHNの基盤運用を中心に業務を担当し、2011年には松江データセンターパークにてコンテナ型データセンターにおけるサーバ基盤設備の展開を実施。2019年には白井データセンターキャンパスの竣工を契機にOCPサーバ(ORv2)の導入を実施し、2025年からはOCPサーバ(ORv3)の導入を進めている。



## データスペース技術の社会実装に向けたアーキテクチャ検証と実用化への展望

### 3.1 はじめに

デジタル社会の進展に伴い、膨大なデータを一箇所に集約して管理・活用する従来の一極集中型のプラットフォームモデルに加え、データの主権(Data Sovereignty)を保持したまま、自律分散的に相互接続を行う「データスペース(Data Space)」が注目されています。これは、組織を跨いだデータの利活用が不可欠となる一方で、営業秘密の漏えいや意図しない目的外利用といったリスクを構造的に排除し、データ流通における「信頼」と「統制」を両立させたいという本質的な要求が背景にあります。

こうした動きは欧州を起点としており、Gaia-XやInternational Data Spaces(IDS)などの先行事例を通じて、信頼に基づいたデータ連携の枠組みが提唱されてきました。国内においても、産官学が連携した参照アーキテクチャ「ODS-RAM」の整備が進むなど、社会実装に向けた動きが加速しています。

当社では、この新たなデータ連携の枠組みにおける技術的実効性を検証すべく、2026年4月に技術実証(PoC)を実施しました。本検証の主眼は、分散型環境においてデータ主権を維持しつつ安全に連携を行うための基盤技術の確立にあります。具体的には、ODSに準拠したデータ転送モジュールと当社の「IIJクラウドデータプラットフォーム」を組み合わせた接続環境を構築し、関係性に基づくアクセス制御(ReBAC)などの認可仕組みと連携させることで、その有効性を確認しました。更に、これらの検証成果をベースに、経済安全保障重要技術育成プログラム(NEDO)<sup>\*1</sup>の一環として開発を進めている高度なデータ保護基盤技術との将来的な連携を見据え、より厳格なガバナンスが要求される領域への拡張可能性についても技術的な考察を行いました。

本稿では、今回のPoCにおいて検証したデータスペース技術の基本アーキテクチャ、具体的な実装構造、及び通信事業者のサイバーレジリエンス強化を想定した実証シナリオとその成果について紹介します。

### 3.2 データスペースを実現するアーキテクチャ

データスペースを技術的に定義づける要素は、中央集権的なデータ蓄積ではなく、参加者間での「自律的な信頼」に基づく連携です。本節では、データスペースを構成するアーキテクチャの骨子と、各コンポーネントの役割について解説します。

#### 3.2.1 信頼に基づく連携とデータ主権の維持

最大の特徴は、提供者がデータに対するコントロール権を保持し続ける「データ主権」の実現にあります。従来の連携モデルでは、プラットフォームにデータを預けた時点で利用制御を委ねる必要がありました。これに対しデータスペースでは、ポリシーベースのアクセス制御を導入することで、提供側が利用条件を定義し、受領側がそれを技術的に遵守する仕組み(Usage Control)を構築します。

これを支えるのが、組織の枠を超えた信頼の枠組みです。ODS-RAMではとりわけ「信頼を前提とするのではなく、設計によって構築する(Trust by Design)」という考え方を基本原則に置いており、あらかじめ固定的な連携関係がない参加者間であっても、Verifiable Credential(検証可能な資格情報)に基づくアイデンティティ証明を介することで、安全なデータ交換を開始することが可能となります。なお、認証された主体と信頼して良い主体は必ずしも同一ではなく、リスクや用途に応じて必要なトラストレベルを合意し、検証・署名・時刻保証などの手段を組み合わせる「用途適合型の信頼構造」を構築する点が重要です。

#### 3.2.2 データスペースの4層アーキテクチャ

今回の実証では、国内の標準参照モデルであるODS-RAMが定義するレイヤー構造を参照しつつ、ミニマム構成での実装を行いました。データスペースのアーキテクチャは概念的に以下の4つのレイヤーで構成されます。各レイヤーは互いに独立しており疎結合しているため、ドメインやユースケースの成熟度に応じて必要な層を選択的に実装できる設計となっています。

\*1 経済安全保障重要技術育成プログラム(NEDO)データの保護と流通の自動化技術の研究開発(<https://www.ij.ad.jp/news/pressrelease/2023/1108.html>)。

#### ■ L1:データレイヤー

利用制御(Usage Control)、データ改ざん防止、及びデータ品質の問題を解決する層です。実データは提供者のインフラ内にとどまり続け、データ提供者が自己決定に基づく利用制御を行使できることが要件となります。

#### ■ L2:トランザクションレイヤー

データの形態や転送方式に依存しない方式で、提供者と利用者のトランザクションプロセス全体を制御する層です。物理的な転送に加え、ルーティング、ポリシーの自動執行、合意条件の技術的反映までを担います。この役割を担うのは各参加者のエッジに配置されるコネクタであり、中央集権的なハブ型の構成とは根本的に異なる分散設計です。

#### ■ L3:アイデンティティレイヤー

参加者の認証(Authentication)と認可(Authorization)の問題を解決する層です。クレデンシャルを検証可能な形で提供し、データ提供者が定める利用条件に基づくアクセス制御を行います。ODS-RAMはアイデンティティを「実在性の検証」「認証」「認可」の3要素に分解しており、技術的な認証の成立と、信頼の判断を分けて扱う点が特徴です。

#### ■ L4:セマンティクスレイヤー

データの宛先(Addressability)と意味(Semantics)の問題を解決する層です。メタデータをアクセス可能な形で提供することで、異なる組織間でのデータの発見・解釈・利用の相互運用性を実現します。

### 3.2.3 自律分散型連携のメカニズム

前述の各レイヤーが連携することで、中央集権的なプラットフォームを介さずとも、以下のプロセスによって信頼性の高いデータ連携が成立します。

#### ■ アイデンティティとポリシーの動的結合

L3(アイデンティティ層)によって証明された参加者の属性に対し、L1(データ層)の提供者が定義した利用ポリシーをL2(ト

ランザクション層)で動的に照合します。これにより、事前の個別契約がない相手であっても、その場の属性確認のみで安全なアクセス認可が可能となります。

#### ■ エッジにおけるポリシー執行

データスペースの核心は、データの出口(エッジ)に位置するコネクタがL2の役割を果たし、ポリシーを物理的に執行する点にあります。データが提供者の管理下を離れる前に認可判断と制御を行うことで、提供側によるデータへの統制力が失われるのを防ぎ、提供後の利用条件までを技術的に担保するデータ主権を実現します。

これらのメカニズムが機能することで、参加者は自らのデータを自律的に管理しつつ、必要な時に必要な相手とだけ情報を分かち合う「信頼のネットワーク」を形成することが可能となります。

## 3.3 検証システムの設計と実装

本検証では、第2節で述べたアーキテクチャを具現化するため、ODS-RAMに準拠した外部のデータスペース基盤サービスと、当社のサービスアセットを相互接続した実証環境を構築しました。今回の検証は、迅速な技術的実効性の評価を目的としたミニマム構成を方針としており、アーキテクチャの4レイヤーのうちL1(データレイヤー)、L2(トランザクションレイヤー)、L3(アイデンティティレイヤー)を中心に実装を行っています。そのため、データの意味定義を担うL4(セマンティクスレイヤー)については今回の検証対象外としました。また、ガバナンスやセキュリティ、トラスト(Trust by Design)といった横断的な設計要素についても、今回はその基本的な考え方を設計指針として参照するにとどめています。以下に、これら各レイヤーの機能を具体的なコンポーネントへ割り当てた実装構造を詳述します。

### 3.3.1 アイデンティティ層(L3)における信頼モデルと認可制御

アイデンティティ層(L3)の実装においては、外部の基盤サービスを信頼の起点を管理するアンカーとして利用しました。本検証における認証プロセスには、Keycloakを用いたOpenID

Connect (OIDC)を採用し、参加主体の正当性を確認する仕組みを構築しています。また、認可制御については、L2及びL3においてReBAC (Relationship-Based Access Control: 関係性に基づくアクセス制御)を実装しました。これにより、組織間の関係性や権限に基づいた動的な認可照合を可能としています。業界標準の仕様に準拠した外部基盤と認可情報を連携させる構成をとることで、将来的なマルチドメイン間での相互接続性を担保できることを確認しました。

### 3.3.2 データ連携基盤とL2コネクタの実装

トランザクション層(L2)の中核となるコネクタ機能には、ODSのL2仕様に基づき開発されたデータ転送モジュールを採用しました。これに対し、当社が展開するクラウド型のデータ連携基盤(IIJクラウドデータプラットフォーム)は、L1のデータソースとL2の転送モジュールを中継し、連携を円滑化する高度なハブ機能を提供します。それぞれの役割は以下のとおりです。

#### ■ ポリシーの技術的強制(Policy Enforcement)

L2データ転送モジュールが、L3基盤の認可情報と提供側の利用ポリシーをリアルタイムに照合します。認可された受信者に対してのみ、指定された条件下でデータを送出する制御を行うことで、提供側のデータ主権を維持するための技術的障壁として機能させています。

#### ■ インタフェースの抽象化とプッシュ通知の代行

IIJクラウドデータプラットフォームは、L1データソースごとのインタフェース差異を吸収し、L2モジュールに対してHTTP APIによる統一的なデータアクセスを提供します。更に、本来プル型であるデータスペースの通信モデルを補完するため、データの取得指示を相手方にプッシュ通知する機能を代行し、実用的なデータ連携プロセスを実現しました。

### 3.3.3 バックエンドシステムとデータ層(L1)の統合

データ層(L1)については、将来的な運用管理システムとの連携を想定し、設備情報のサブセットを抽出したデータセットを利

用しました。実装上のポイントは、既存の業務システムに直接的な改修を加えることなく、前述のデータ連携基盤を介して必要なデータのみを動的に抽出・提供する構成をとった点にあります。この仕組みにより、既存システムに蓄積された静的なデータを、その機密性を維持したまま、データスペース上の動的な資産として迅速かつ安全に公開・利活用できる手法を確認しました。

### 3.3.4 アクセス制御と将来的な拡張性

データスペースとの接点(境界)には、L2転送モジュールとL3の認可仕組み(ReBAC)を組み合わせたアクセス制御機構を配置しました。この機構は、L3基盤によって認可されたリクエストのみを通過させ、意図しない第三者への情報露出を防ぐ堅牢な保護機能を提供します。3.2.1項で述べた「用途適合型の信頼構造」に基づき、通信路の暗号化に加えて認可情報の厳密な検証を組み合わせることで、データの信頼性を担保しています。

今回採用したL3の認可の仕組みは、L2モジュール以外からも参照可能な汎用性を備えています。そのため、将来的には当社の他サービスや、経済安全保障重要技術育成プログラム(NEDO)の一環として開発を進めている高度なデータ保護基盤技術との柔軟な連携が期待されます。この研究成果をより発展させ、データの機密性と利活用を高度に両立させる技術や、組織を跨いだ統制を司るポリシー制御技術とアクセス制御を統合することで、より厳格なガバナンスが要求される領域においても、安全性と柔軟性を兼ね備えたデータ流通基盤へと発展させる可能性があります。

## 3.4 実証シナリオによる技術的有効性の検証

データスペース技術がどのような価値をもたらすかを検証するため、当社は「通信事業者広域設備データスペース」を想定した実証を行いました。

### 3.4.1 広域設備連携によるサイバーレジリエンス強化の必要性

通信インフラへの攻撃が高度化する中、一事業者の対策だけではサプライチェーン全体のリスクに対応することが困難と

なっています。特に、組織間に跨る機器の脆弱性把握や保守状況の共有において、情報のサイロ化や伝達リードタイムの遅延が構造的な課題となっていました。本検証では、これらの課題を「自律的な情報連携」によって解決することを目指しました。

**3.4.2 属性ベースのアクセス制御による保守プロセスの高度化**  
最初のシナリオでは、通信事業者とパートナー間での保守更新対象機器の特定を題材としました。

サポート終了(EOSL)の把握漏れを防ぐことはリスク回避のみならず、事業継続性の確保や最新技術への適応といった「戦略的なシステム更改」を適切なタイミングで実行するための不可欠な判断材料となります。実証では、属性(クレデンシャル)に基づき認可された範囲内でデータを限定公開・取得するプロセスを確認しました。これにより、更新が必要な機器の特定を迅速化し、計画的な設備投資を可能にする実用性を確認しました。

**3.4.3 信頼の連鎖を用いたサポート情報の動的共有**  
第2のシナリオでは、メーカ発の脆弱性情報を運用担当者へ確実に届けるプロセスを検証しました。

ここでは、情報の真正性を担保しつつ、データ連携基盤を介して必要な対象者が必要なタイミングで情報を取得するフローを構築しました。人を介在させることによる情報の劣化や遅延を排除し、インシデント初動のリードタイムを極小化できることを確認しています。

**3.4.4 実証成果の総括**  
一連のシナリオを通じて、データの主権を守りつつ、属性に基づいて「見せるべき相手にのみ開示する」という機密性と透明性の共存(Controlled Transparency)が、技術的に十分実装可能であることを確認しました。今回の実証で得られた主な成果は以下のとおりです。

■ **自律的な信頼関係による連携リードタイムの短縮**  
従来、組織間での設備データ連携には、個別の秘密保持契約の

締結や専用ネットワークの構築といった多大な調整コストを要していました。本検証では、L3基盤による属性認証とL2コネクタによるポリシー執行を組み合わせることで、信頼された相手に対して即座に、かつ安全にデータを手繰り寄せるフローを実現しました。これは、サイバー攻撃などの緊急時において、組織の壁を越えた迅速な意思決定を支える基盤となります。

■ **既存システムを活かしたデータ資産化の実効性**  
統合運用管理サービス(UOM)という既存の稼働資産に大きな改修を加えることなく、コネクタを介した「オンデマンド抽出」のみでデータスペースへの適応が可能であることを示しました。この手法は、膨大なレガシー資産を抱えるインフラ事業者にとって、既存投資を保護しつつ最新の分散型データ連携へ移行するための、現実的かつ極めて有効なアプローチであると言えます。

■ **インフラ全体のレジリエンス向上の初動確立**  
事業者ごとにサイロ化されていた構成情報や脆弱性情報が、データスペースを通じて「必要な範囲で」疎結合につながることで、サプライチェーン全体のリスクを準リアルタイムに可視化する道筋がつかまりました。これは、個別の事業者の対策をつなぎ合わせ、社会インフラ全体のサイバーレジリエンスを底上げする、新たなデータ連携の姿を提示するものです。

## 3.5 技術的考察と今後の展望

本検証を通じてデータスペースの有効性が確認された一方、広域な社会インフラとしての実装、及び持続可能なエコシステムの形成に向けた課題と展望も明らかになりました。

**3.5.1 社会実装に向けた技術的課題とトラストモデルの高度化**  
更なる実用性向上に向けては、まずデータ流通の「動態」と「意味の共有」に関する技術的課題を解決する必要があります。

1点目は、情報の即時性を高めるイベント駆動型の配信メカニズムの実装です。現状のオンデマンドなデータ抽出に加え、特定の事象(イベント)をトリガーとして、コネクタが自律的に関連組織へ情報をプッシュ配信する仕組みが求められます。

例えば、設備の異常検知や脆弱性の発覚といったインシデント対応はもちろん、在庫状況の変動や環境センサーの閾値超過など、時機を逃さず共有すべき情報が生じるあらゆるユースケースにおいて有効に機能します。これにより、情報を能動的に引き取りに行く静的な連携から、必要な情報が適切なタイミングで届く動的な連携へと、データスペースの活用幅が広がります。

2点目は、今回の検証で対象外とした組織間でのデータ解釈を自動化するセマンティクスの標準化です。データスペースが拡大するにつれ、各参加者が独自に定義するボキャブラリの差異や、同一の実体に対して組織ごとに異なるIDが付番されているケースが、連携の構造的な阻害要因となります。前者には共通オントロジーに基づく動的マッピング、後者にはDID (Decentralized Identifier: 分散型識別子) によるグローバル識別子の付与が有効なアプローチです。いずれも、各参加者が自組織の既存定義やIDを変更することなく相互運用性を確保できる点が重要であり、前述のイベント駆動型配信と組み合わせることで、データの「流通」と「解釈・同定」を一体的に支える基盤となります。

これら情報の動態と意味の共有を支える土台として、トラストモデルの段階的な高度化と、それを支える制度的枠組みの構築が不可欠です。今回の検証では特定の認証基盤をトラストアンカーとして利用する「コミュニティ型」のモデルを採用しましたが、今後はこれを起点として、VC (Verifiable Credential) を基盤としたより自律性の高い分散型トラストモデルへと拡張していくことが技術的なマイルストーンとなります。

その過程においては、単に技術的な署名を検証するだけでなく、その資格情報が誰によって、どのような基準で保証されているのかを動的に判定する仕組みが鍵となります。具体的には、Gaia-X で提唱されているクリアリングハウス (Clearing House) のような、参加者の適合性を検証し取引の証跡を記録・監査する機能と、データ資産やポリシーをカタログ化して参加者間で共有するフェデレーテッドカタログ機能の整備が必要です。

こうした仕組みにおいて、信頼の起点となるトラストアンカーを誰が担うのかというガバナンスの定義は、技術実装と表裏一体の課題です。提供側と利用側の双方が、動的に変化するトラストレベルを共通のフレームワークに則って判断・参照できる環境を整えることで、参加組織が増大した際にも信頼性を維持しつつ、相互接続コストを劇的に低減させることが可能となります。

### 3.5.2 価値を創出するデータエコシステムの形成

データスペースを一時的な実証で終わらせず、持続可能な枠組みとするためには、単なる「交換」の場から、流通する情報を実業務の価値に直結させる「エコシステム」へと進化させる必要があります。そのためには、データを提供・取得する参加者だけでなく、その上で価値を生み出す第三者 (アプリケーション開発者・分析サービス提供者など) が自律的に参入できる構造を設計することが重要です。

欧州の先行事例に見られるように、データそのものだけでなく、それを処理・分析する解析機能 (役務) をパッケージとして提供するマーケットプレイスの整備が有効です。データの提供と利用だけでは、参加者にとっての直接的な便益が見えにくく、接続コストを上回る動機が生まれにくいという課題があります。Catena-X ではこの問題に対し、マーケットプレイスに掲載されるアプリケーションやサービスをすべて認定済みのものに限定することで、参加者がベンダー選定の手間なく安心して利用できる環境を整えています。これにより接続への障壁が下がり、参加者が増えるほどデータの多様性と分析の精度が高まるという「ネットワーク外部性」が働きます。

第三者のエコシステムへの参入を促す仕掛けとしては、KIT (Knowledge・Implementation・Tooling) のような標準化された参入路の整備も重要です。ユースケースごとに必要な技術仕様・実装ガイドライン・ツール群をパッケージとして提供することで、アプリケーション開発者は一からの調査や個別交渉を経ることなく、標準に準拠した形でエコシステムに参入できます。

併せて、このエコシステムの健全な拡大を支えるためには、基盤となる技術スタックの中立性を担保することが不可欠です。特定のベンダーに依存しないオープンソースソフトウェア(OSS)ベースのコンポーネント活用や、誰でも準拠可能なオープンな標準仕様を基盤とすることで、参加組織に対する公平な接続機会を保證できます。こうした中立性と透明性の確保が、多様なステークホルダーの安心感と参入を促し、プラットフォーム上での価値創出の担い手を広げ、エコシステムを自己強化的に成長させていく原動力となります。また、中小規模の組織がマネージドサービスとして低コストで接続できる選択肢を用意することも、エコシステムの裾野を広げる上で欠かせない要素です。

### 3.5.3 汎用的インフラとしての展望とAIとの融合

かつてインターネットが通信の障壁を解消し社会構造を変容させたように、データスペースもまた、データの利活用を「特別な試み」から「標準的な業務基盤」へと進化させていく可能性を秘めています。その実現には、技術的な標準化の進展に加え、参加者がデータスペースに接続することで得られる具体的な便益が広く認知されることが前提となります。

社会実装のステップとしては、まず特定の業界や目的を共有するクローズドなコミュニティ型トラストから着手し、運用ルールに基づく信頼関係を構築していくことが現実的なアプローチとなります。その上で、検証可能な資格情報(VC)を用いた機械検証による汎用型トラストへと段階的に移行・拡張していくことで、異なるエコシステム間での相互接続性が担保され、真にオープンなデータ流通基盤へと発展していきます。

こうしたトラスト基盤の進化は、AI技術との高度な融合を更に加速させます。例えば、大規模言語モデル(LLM)を活用することで、複雑なポリシー設定やデータマッピングを意識するこ

となく、自然言語による問いかけに対して必要な情報を安全かつ自動的に取得・統合する環境の構築が視野に入りつつあります。このとき、汎用型トラストによってデータの所出や権利関係が機械的に保証されていれば、AIが生成するアウトプットの信頼性も飛躍的に高まります。

逆に、データスペースはAIにとっても重要な基盤となります。高品質かつ真正性が明確なデータが組織横断で流通する環境は、AIモデルの学習精度向上とガバナンス確保に直結するからです。データが組織の壁を越えて流通することが標準的な形態となることで、サイバーレジリエンスの強化にとどまらず、カーボンニュートラルやサプライチェーン最適化といったあらゆる領域で新たな価値創出の土壌が形成されるでしょう。

## 3.6 おわりに

本検証は、次世代のデータ連携を具現化する一歩として、通信インフラという高い信頼性が求められる領域において、データスペースのコンセプトを実践的に適用した試みです。ここで得られた知見は、特定の業界課題にとどまらず、これからのデータ流通が備えるべき柔軟な姿を示唆しています。

私たちが目指すのは、データが組織の境界に縛られることなく、信頼を伴って安全かつ効率的に利活用される社会の実現です。その実現に向け、AIなどの先端技術を実装の簡素化に役立て、データスペースという新しいインフラが、誰もが自在に活用できるオープンなサービスとして幅広く浸透し、発展していく未来を切り拓いていきます。

当社は、今後もステークホルダーと連携し、技術と役務の両面から、新たなデータ駆動社会の実現に向けた取り組みを継続していきます。



執筆者：  
鳥海 恭史 (とりうみ やすし)

IIJ エンタープライズ営業本部事業開発室。

入社以来、主にシステムインテグレーション領域においてプロジェクトマネージャーとして従事し、インテグレーション事業の拡大を狙ったソリューションビジネスの立ち上げを行う。現在は事業開発部においてテクノロジー・ストラテジストとして、主にデータ流通基盤の構築やその活用を通じたデータ駆動社会の実現に向けた取り組みを推進している。



Internet Initiative Japan

### 株式会社インターネットイニシアティブ(IIJ)について

IIJは、1992年、インターネットの研究開発活動に関わっていた技術者が中心となり、日本でインターネットを本格的に普及させようという構想を持って設立されました。

現在は、国内最大級のインターネットバックボーンを運用し、インターネットの基盤を担うと共に、官公庁や金融機関をはじめとしたハイエンドのビジネスユーザに、インターネット接続やシステムインテグレーション、アウトソーシングサービスなど、高品質なシステム環境をトータルに提供しています。

また、サービス開発やインターネットバックボーンの運用を通して蓄積した知見を積極的に発信し、社会基盤としてのインターネットの発展に尽力しています。

本書の著作権は、当社に帰属し、日本の著作権法及び国際条約により保護されています。本書の一部あるいは全部について、著作権者からの許諾を得ずに、いかなる方法においても無断で複製、翻案、公衆送信等することは禁じられています。当社は、本書の内容につき細心の注意を払っていますが、本書に記載されている情報の正確性、有用性につき保証するものではありません。

本冊子の情報は2026年6月時点のものです。

©Internet Initiative Japan Inc. All rights reserved.  
IIJ-MKTG019-0070

### 株式会社インターネットイニシアティブ

〒102-0071 東京都千代田区富士見2-10-2 飯田橋グラン・ブルーム  
E-mail: info@ij.ad.jp URL: <https://www.ij.ad.jp>