

# ICTのメガトレンドに向けたハイパーコネクテッド・クラウドへの取り組み

## Project on Hyper-connected Cloud to Embrace Megatrends in ICT

● 飯田一朗

---

### あらまし

ICT業界を取り巻く環境は日々劇的に変化しており、大きなパラダイムシフトやビジネス変革が起こる可能性のある重大な局面にある。富士通としても、従前のSIビジネスモデルを維持しつつ、新しい流れに対応できる技術基盤を準備しておくことが不可欠であり、研究開発を担う富士通研究所の役割は以前にも増してますます大きくなっている。

本稿では、近年のICTのメガトレンドと将来動向を技術面から概観しつつ、これから取り組んでいくべき「ハイパーコネクテッド・クラウド」の研究開発戦略と、それを実現するための研究課題について整理する。

### Abstract

With significant changes occurring on a daily basis, the information and communications technology (ICT) industry is coming to a major turning point, potentially facing an imminent paradigm shift or business revolution. Fujitsu Laboratories being part of it, it is crucial that we are prepared to embrace new trends while maintaining the previous system integrator (SI) business models. As the Group's R&D wing, Fujitsu Laboratories plays an increasingly significant role in the group-wide enterprise. In this paper, we present an overview of the recent ICT megatrends and future prospects from a technological perspective. We then describe the strategic R&D on the future "hyper-connected cloud," as well as the research themes for its realization.

---

## ま え が き

ICTの急速な発展が、人々の暮らしやビジネスのやり方に大きな変革をもたらしている。中でも、スマートフォンとクラウドサービスが融合したモバイルコンピューティングが普及したことで、人々のICTへの接し方が大きく変わり、サーバ、ネットワーク、端末といった物理的な存在から、サービス、データ、ユーザーインターフェースといった機能面に重点が移っている。更に、従来ホストコンピュータの相互接続という形で発展してきたインターネットが、人の操作を介さずデバイスを直接収容する形に拡張され（IoT：Internet of Things）、これらがクラウドサービスとして提供される方向に進んでいる。

このように、利用者視点で機能化・抽象化が進

み使いやすさが求められる一方で、システムを支えるインフラは、ますます多様化・複雑化する方向にある。したがって、サービスとインフラとの整合性を日々取りながら、システムを継続運用することがとても難しくなっている。更に、システムの利便性が向上するにつれて、セキュリティが損なわれていく傾向があり、利便性を維持したまま、安全性や堅ろう性をいかに確保していくかが重大な課題である。

本稿では、このようなICTのメガトレンドを整理し、このトレンドの上でICTのどこを強化し、どこを変革していくべきかを考察した上で、富士通研究所の研究開発の方向性を示す。

ICTのメガトレンドと  
ハイパーコネクテッド・クラウド

図-1は、ICTのメガトレンドを三つの技術軸で

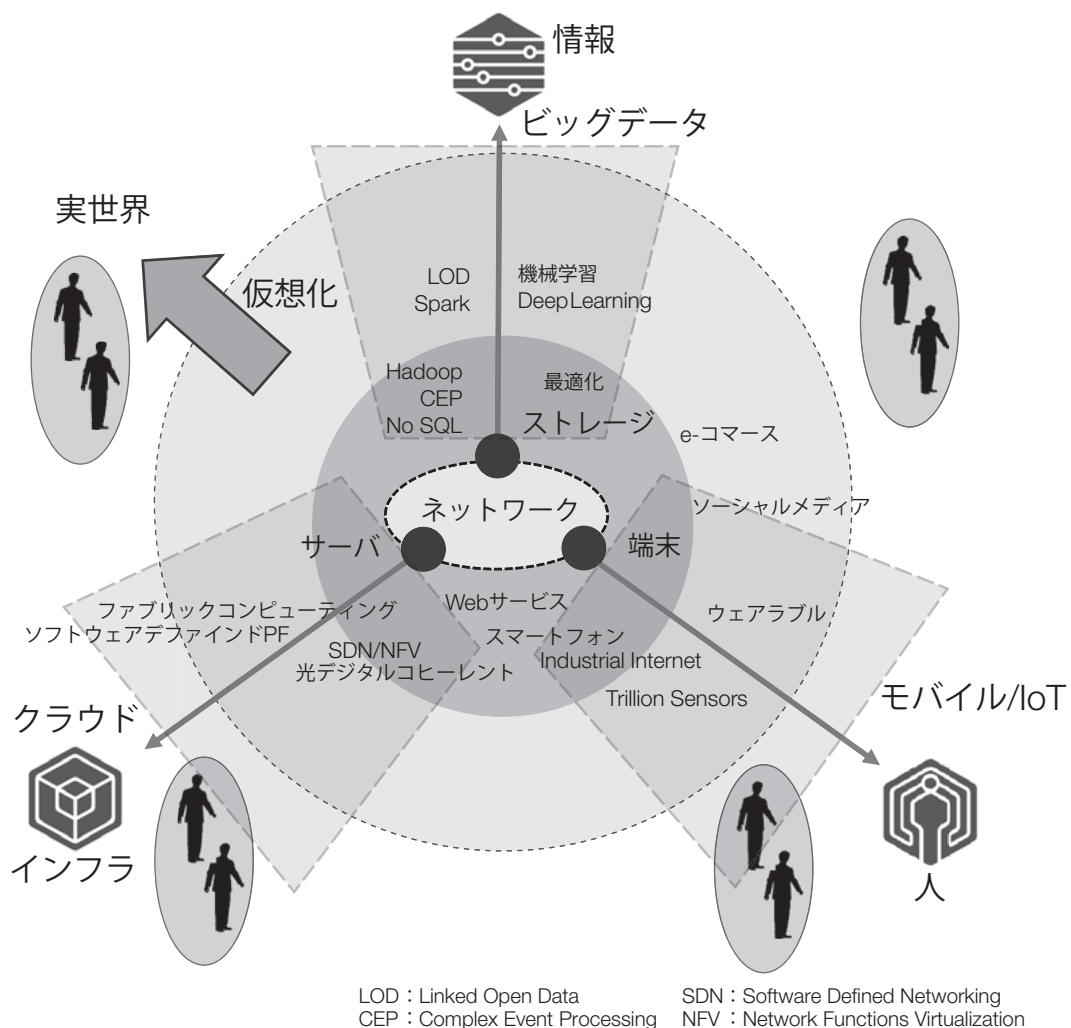


図-1 ICTのメガトレンド

整理したものであり、円の中心から周辺に向かって技術進化の流れを表している。従来は、物理的な端末、サーバ、ストレージがネットワークで相互接続する形で様々なシステムが構築されてきたものが、これらの3軸に沿って技術革新が進み、それぞれ「モバイル/IoT」「クラウド」「ビッグデータ」という形に進化してきた。今後は、3軸の物理境界が見えない方向に仮想化が進み、従来個別に発展を遂げてきた技術がサービスレベルで融合しながら、ICTに大きな変革をもたらしていくと考えられる。これら3軸に囲まれた複合領域の技術開発と、ビジネス領域拡大のための強化を図り、全体を支える技術基盤を構築していくことが特に重要になってくる。

富士通研究所では、3軸のメガトレンドが相互に連携しながら、デジタル世界と実世界が融合した巨大なクラウド空間全体が今後のビジネスプラットフォームの基本になると捉えている。そこで、今後の研究開発の方向性を「ハイパーコネクテッド・クラウド」というコンセプトで表現している。図-2は、これを模式的に表したものである。

従来のセンター集約型のクラウドにリモートでアクセスする形態から、実世界を含めたあらゆる空間がクラウドサービス化し、クライアントはそれぞれの視点で希望のサービスにアクセスする形態へと進化する。Web空間が、ハイパーテキスト

からハイパーサービスへと拡張され、必要なサービスがどこからでも利用できる世界の構築を目指したものである。

以下、このコンセプトに基づき、3軸に沿った領域の研究開発の進め方を、より具体的に論ずる。

### メガトレンドに対応した研究開発課題

#### (1) モバイル/IoT軸

ハイパーコネクテッドな世界を牽引しているのは、明らかにモバイル/IoT軸である。この動きを加速している最も重要な技術革新が、無線も含めたネットワーク仮想化の進展である。All-IPからAll-Webへと変革が進むネットワーク進化の大きな流れを図-3に示す。従来、TCP/IPがネットワークを支える共通プロトコルで、ほとんどのアプリケーションはこの上に構築されてきたが、現在これらが更にその上のWeb技術で統一される傾向にある。行く行くは、IPネットワーク自体の存在も隠蔽され、Web APIを組み込んだプログラムが自由にサービスを組み合わせしていく世界に進化していくと思われる。更に、IoTの登場によりこれが実世界にも拡張され、従来つながっていなかった実世界の非IPネットワークやプロトコル終端できない小さなデバイスもシステムとして統合しなければならなくなっている。すなわち、ネットワーク制御とアプリケーションシステムの運用管理が密に連

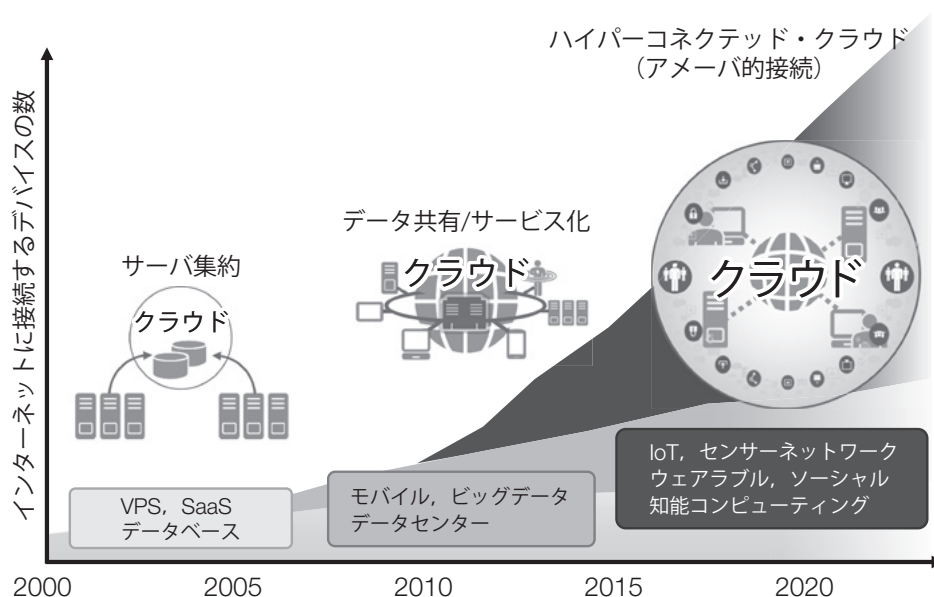


図-2 ハイパーコネクテッド・クラウド

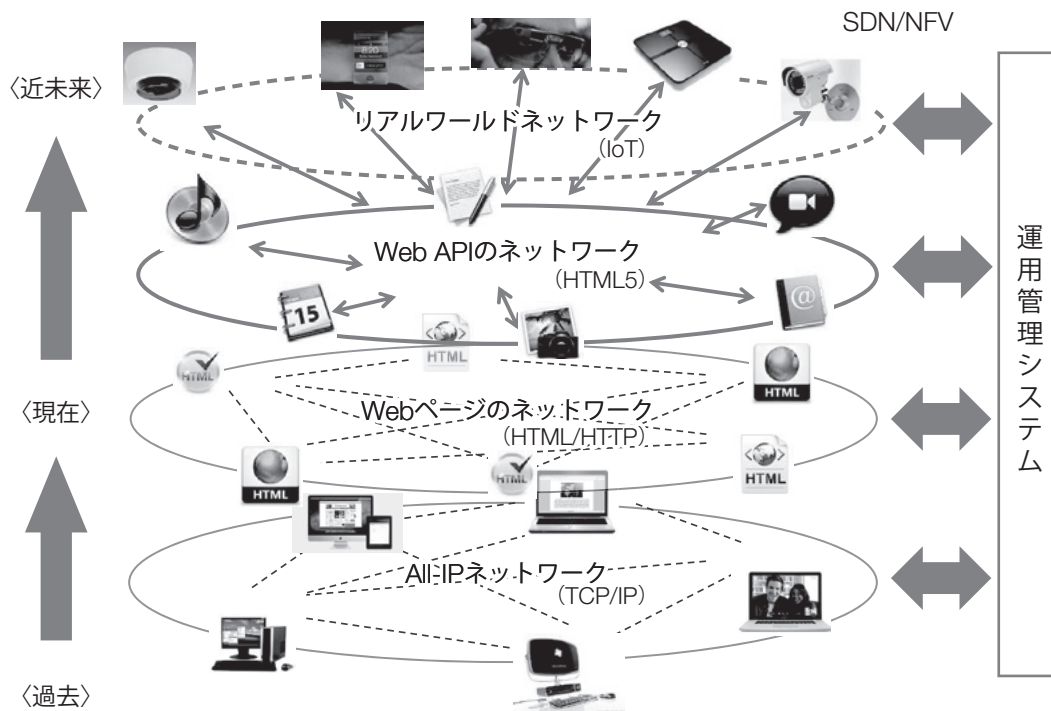


図-3 ネットワーク仮想化の進展

携したアーキテクチャーへと変革していかなければならない。

従来のクライアント/サーバモデルは、サービスを提供するサーバと、これを利用するクライアントを単位としていた。しかもこれらを別々のハードウェアとして実現し、ネットワークとアプリケーションの境界を固定化することにより、開発の容易性とコンピューティングモデルの継続性を維持してきた。このモデルは、WebブラウザベースのWeb 3階層モデルになっても基本的にはずっと維持されてきたと言える。ところが、スマートフォンの登場に触発される形でWeb API開発ツールや、HTML5が普及した。これにより、分散型のWeb-OS技術がフロントシステムを中心に浸透した。これと同時に、サービス機能はサーバだけでなく端末でも動作し、逆にクライアント機能をサーバ側でも持たなければならなくなっている。更にIoTの登場により、端末間の水平連携が加速されるとともに、M2M (Machine to Machine) やビッグデータではクライアントとサーバの方向が逆転する状況もしばしば発生する。このように、サービスの機能的な役割と物理的な実行場所、更には情報転送方向がハードウェアに依存せず、ソフトウェア

的に定義されるアーキテクチャーとなっており、開発方法や運用管理方法にも大きなインパクトを与えている。

図-4は、以上述べたフロント起点の新しいコンピューティングモデルを表したものである。場所やコンテキストごとに、デジタル世界のクラウドサービスと、実世界のデバイスアクセスサービスをクライアントアプリ (スクリプト言語で作成) がWeb APIで呼び出す形式を基本としている。これが状況に応じて、図の右に示したような物理的な実行場所に動的にマッピングされるような仕組みになる。

これが、富士通研究所が唱えているハイパーコネクテッド・クラウドの真の意味である。業務系は、サービスの部品化への対応や浸透が消費マ系に比べ遅いが、今後、紆余曲折はあるにせよ、この考え方に収斂<sup>しゅうれん</sup>していくものと思われる。

## (2) クラウド軸

クラウドコンピューティングとは、従来、サーバやデータベースが提供していたICTの基幹機能を、ネットワークを介したソフトサービスとして提供する概念である。システム構築時の設計においても、要求仕様から順番に機能に落としていく

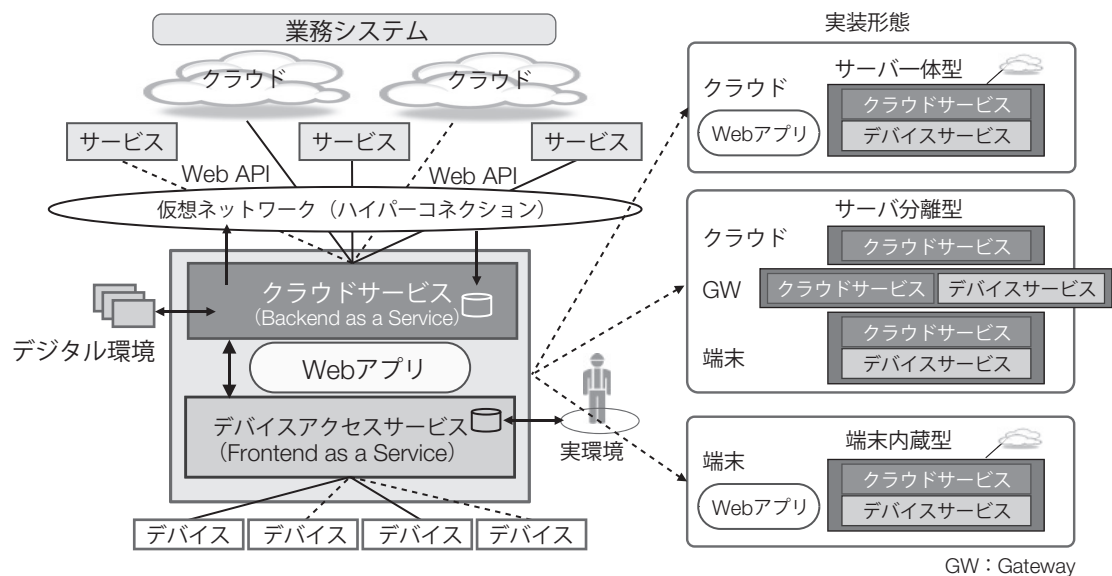


図-4 コンピューティングモデルの変革

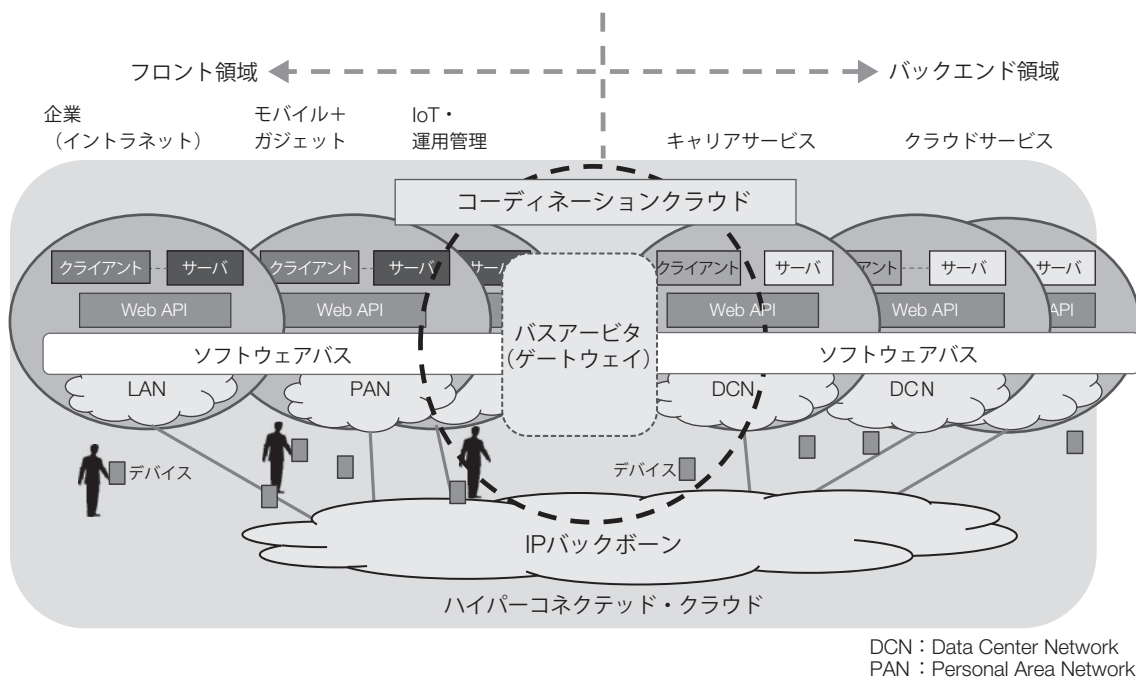


図-5 ハイパーコネクテッド・クラウドの論理構成

方法から、あらかじめ準備されたサービス部品を要求に応じて組み合わせていく形が基本になる。したがって、テスト、保守、更新の方法も従来と根本的に変わる可能性があり、運用管理系の刷新が必要になる。

図-5は、ハイパーコネクテッド・クラウドの論理構成を、ネットワークの運用管理視点から描き直した

ものである。SDN（Software Defined Networking）/ NFV（Network Functions Virtualization）により、ネットワークの仮想化と一元管理が進んできた。これにより、これからは個々のクラウドだけでなく、複数のクラウドが連携したり、従来型のフロントシステムとクラウドサービスを動的に連携したりする形態が増えると考えられる。このとき、クラ

ウドごとに構築しているインフラをネットワークレベルで共通化し、クラウド内、クラウド間、クラウド・端末間に関わらず、動的に提供できる仕組みをどう実現するかが課題である。言い換えると、上位のアプリケーションからはネットワークの細かいプロトコル上の差異が見えないソフトウェアバス相当の仕組みと、必要なサービスのみを動的に提供するようなアービトレーション機能が重要になる。

特に、企業の閉域網（イントラネット）や個人の端末を中心とするプライベート空間とオープンなクラウドサービスとを融合したソリューション提供の機会、今後ますます増えると考えられる。この基盤をSDN/NFVの技術で構築し、コーディネーションクラウドとして運用することにより、様々な顧客の要求に柔軟に対応する仕組みを構築できる。

### (3) ビッグデータ軸

ハイパーコネクテッド・クラウドでは、今までデータセンターに集約されていたデータが、アメーバのように各所に分散配備される形態に進化するため、データの扱い方にも変革が要求される。現状のデータベースシステムは、速度的に情報発生と蓄積・処理のバランスが取れているため、蓄積フェーズと利用フェーズの間にアプリケーション

ごとの変換処理をバッチ型で行っても間に合っている。しかしIoT時代には、データ発生速度とデータ量が桁違いに大きくなるため、収集しながら目的別に整理するような逐次高速処理の仕組みが必須となる。今後、構造化されていない非テキスト型のリアル情報がネットワークで大量に収集されるようになると、この傾向はますます加速され、データベースという実体が見えなくなっていくであろう。このとき、分散配置されたデータに対するアクセスをいかに管理するか、アーキテクチャ的にも大きな課題になる。例えば、アクセスされるデータをアクセスメソッドと一体化するなどの新しい取り組みが重要になってくる。

図-6は、今まで述べた要素技術を統合したハイパーコネクテッド・クラウドを階層モデルで表したものである。これからは、クラウドが提供するデジタルサービス環境と人が活動するフロントの物理環境を統合したソリューションを様々な形で提供していかなければならない。これを垂直統合型のSoR（Systems of Record）型システムで一つずつ作っていくことは現実的でなく、これらの垂直指向システムを運用状況に応じて水平連携させるSoE（Systems of Engagement）の仕組みをクラウドシステム全体として提供することが重要になる。図中、上位2階層が従来のセンター型クラウド

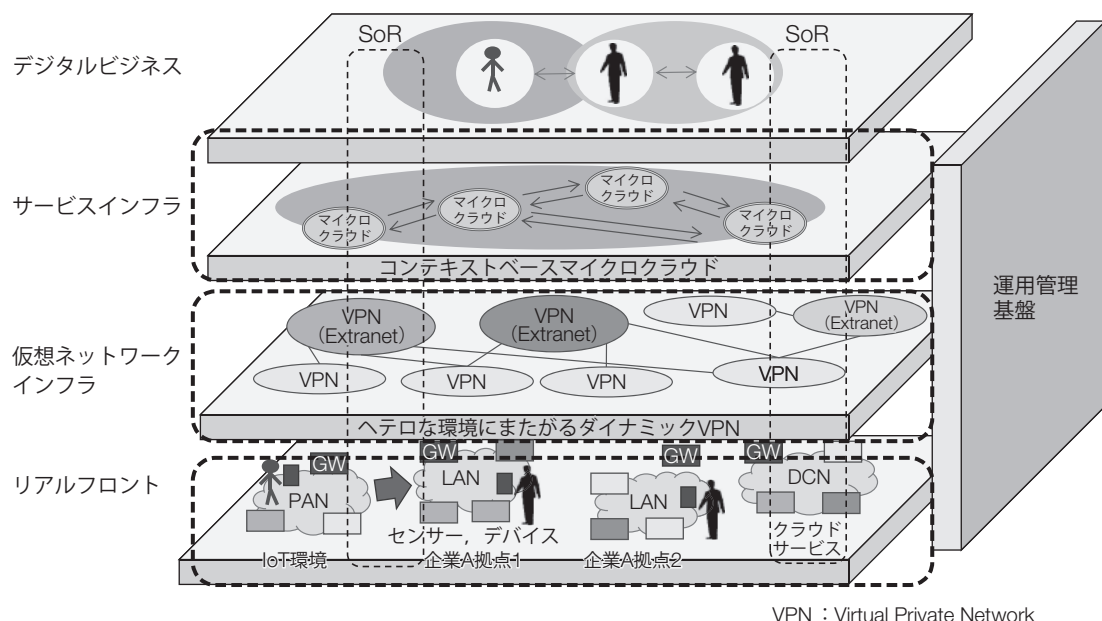


図-6 システムアーキテクチャー

ドを、最下位層がリアルフロントでの物理的な端末・ネットワーク構成を表し、その間を仮想ネットワークインフラで動的につなぐ構成である。これらの階層を、運用管理基盤を介して動的に制御することで、SoE型のシステム運用が可能となる。

### む す び

本稿では、ICTのメガトレンドを整理した上で、今後の主流になるであろうハイパーコネクテッド・クラウド実現に向けた富士通研究所の研究開発の

方向性について述べた。世の中は今、確実に仮想化と超分散化の方向に進んでおり、深い技術知識がなくとも基本部品を組み合わせでシステムを動かしたり、機能変更したりすることが容易になってきた。その反面、システム全体としての性能、安全性、堅ろう性をきちんと矛盾なく提供し続けることがとても難しくなっている。この分野こそ、富士通のようなICTインテグレータの重要な役割である。

## 著者紹介

---



**飯田一郎** (いいた いちろう)  
富士通研究所 フェロー