

WIDE プロジェクト  
2014年度 研究報告書

2015年3月

WIDE プロジェクト  
代表： 江崎 浩



## はじめに

2015年にはIETFを横浜で開催するとともに、IETF横浜の前の週に札幌でW3C TPACを開催することになりました。この2つの会合を日本で連続した週で開催するのは、IETFとW3Cの戦略的協調関係・連携活動を起動させることを目指すものです。IoT (Internet of Things)において、すべてのモノ(Things)へのアクセスは、インターネットインフラを用いたWEBのインターフェースに向かっていきますし、ますます高度化・高精細化するデジタルメディアもWEBのインターフェースを主眼において、研究開発と技術の標準化が進められているからです。さらに、2020年のオリンピック・パラリンピックの東京での開催に向けて、新IT戦略が策定され、インターネットを前提にした社会インフラのスマート化を推進しなければなりません。2015年と2020年に向かって、WIDEプロジェクトとして、我々の研究開発の成果をもとに、グローバル社会への貢献が期待されています。このような機会が、我々に与えられたことに感謝しなければならないと思います。

我々は、毎年夏に開催しているボードメンバーを中心にした合宿において、今回は『WIDEプロジェクトの次の一手』をテーマとしました。これまでの研究活動を棚卸しし、今後の研究開発の方向性を議論し、次の段階のインターネットの設計(これを『WIDE DESiGN』と命名しました)を行うことにしました。これまでのインターネット技術の研究開発の方針と同じく、「Rough Consensus and Running Code」の考え方にたって、大きなシステムアーキテクチャと要素技術の整理を行い、実装可能なものを設計・実装しながら研究開発活動を展開します。『WIDE DESiGN』は、必ずしもTCP/IPを前提にするものではありませんが、グローバルに展開する広域分散コンピューティング環境の再設計を目指すものです。2012年のテーマであった『ビッグデータ』の具現化も、その重要な機能となります。

『WIDE DESiGN』のシステムは、地球全体を覆うグローバルなコンピュータネットワークであり、センサーネットワークとして、地球自身の持続性と地球上での人類の活動の持続性と発展性を実現するものでなければなりません。グローバルを、たぶん、最初に実感したのは、宇宙飛行士かもしれません。宇宙からの地球をみると、そこには、国境などありません。大きな綺麗な球体が存在するのみです。興味深いことに、昼の地球は青、白、緑からなる自然が見えます。一方、夜の地球は、黒い地面に光の筋が見えます。光の筋は、鉄道と道路、そして、建造物の照明です。すなわち、夜の地球は、人工物、すなわち文明の姿です。地球は、自然と人工物/文明が共存しつつ、表と裏をなしている有限な球体なのです。また、飛行機に乗って見る地球の表面は平面で、境界がありません。すなわち、無限に広がる空間に思えます。しかし、宇宙船や衛星から見る地球は、球体で境界のある有限な存在であることが分かります。つまり、飛行機から見る世界は開放系で無限の空間が存在するように見えますが、一方、衛星や宇宙船からは地球は有限の空間で自然と人工物/文明がエコシステムを形成しているように見えます。サイバー空間は、境界のないグローバルな空間で、境界のない無限に拡大可能な空間に思えます。一方、サイバー空間が広がっていきつつある実空間は無限ではなく、有限な空間なのです。我々は、このように、物理的に無限ではなく有限な実空間の上で、唯一の共有されるコモンスの空間(=インターネットおよび「インターネット・バイ・デザイン」に基づいて形成される共有プラットフォーム)を、構築し運用していきながら、持続的なイノベーションを継続するような構造を維持しなければならないのです。自由に拡大可能と思われるサイバー空間が、有限の大きさを持った実空間とどのような相互作用を持ちながら21世紀の社会・

産業基盤を形成するのか、その姿は、次の世代が具現化するのでしょうか。まさに、21世紀のグローバルな自然と共生するサイバーシステム・人工構造体からなるエコ・システムの設計と構築です。

WIDEプロジェクトは、メンバー組織の皆様との産学連携コンソーシアムとして運用されています。企業における「目的基礎研究」でもなく、独創性・独自性を要求する「純粋基礎研究」でもない、「実践的基礎・応用研究」の環境を提供することで、従来の研究組織にない成果を創出してきました。これは、WIDEプロジェクト特有のプロジェクト統治モデルであり、今後も維持・発展させなければならないものであると考えています。

これまでのWIDEプロジェクトの活動に、ご参画ならびにご支援いただきましたすべての皆様方、組織の方々に感謝と敬意を表しますとともに、ますますのご参画・ご協力・ご指導・ご鞭撻をお願い申し上げます。皆様方との協力・連携を礎として、新領域の開拓と安心・安全を実現する社会インフラの実現に向けた協調活動の拡大を皆様と推進できることを期待しております。

2015年3月

江崎 浩

## 広域で大規模な自律分散環境：2014-2015

WIDEプロジェクトのスタートアップとなるUNIXの分散処理とJUNETの広域ネットワークの研究開発の開始から30年が経過した。

30年の間に、データの抽象化、ファイルの名前、プロセスの並列処理と分散処理、デバイスとの接続、ネットワークなどアーキテクチャとその実装はインターネットを舞台として、みるみる発展し、当時イメージしていたWIDEが目指す広域大規模分散環境のコンセプトは完成し、基盤の基礎は出来上がったように感じる。ということは、30年も掛けてようやく準備が整ったということだ。整った準備を経て、何をするのが今のWIDEでの議論の面白いところだ。

さて、毎年この原稿で考えるITバズワード。ちょっと前まではビッグデータやIoT、最近では、なんとAI（おかしな言い方）シンギュラリティ、そして、インテリジェンスやディープラーニング。そういえば、カーツワイルのシンギュラリティ年、すなわち、インターネット上のAIが人間を追い抜く年、2045年までにはちょうど今から30年ある。今からの30年の面白いところはインターネットを前提にしているからこそある。

### 新しい応用

2013年以来、我が国のIT戦略は閣議決定となり、文字通り全ての分野の基盤がITを前提に機能するという方針が明確化した。一方、インフラとして3GからLTEへのモバイルのシフトも順調に進み、FTTHの普及率も上がっている。これによって地域としての住宅と産業拠点と都市空間の「ブロードバンド」インターネットカバレッジはほとんど完成している。こうなるとインターネットを前提としたあらゆる産業のIPによる通信基盤はできあがったことになる。

それなのに、この国のIT利用は極めて遅れていることになっている。実際、企業や行政が「ITとデータのインターネット前提環境を賢く活用している国」ランキングではみじめな下位に位置されるのが日本である。この状況に対しての技術的な貢献の可能性は何か。高度なインフラは充実している。これからも手を緩めるつもりはない。つまりインフラで負けることは今までもないし、これからも無いだろう。

さて、あらゆる産業がインターネット上で展開されるということは、全ての産業に於ける多くのサービスがインターネット環境を前提に変化することになる。ここがうまくない。サービスや業務がインターネットを前提に進化してない。サービスとサイエンスとエンジニアリングでモデル化する学問としてサービスサイエンスがある。ここではサービス提供者とサービス受益者との双方向のやりとり（サービスとリアクション）で双方の価値が増大化するようなモデルが一般的だ。このようなサービスモデルのインターネット上での展開は、インターネット利用者とサービス提供者とのやりとりがあり、利用者バウンドのデータの流れがサービス、提供者バウンドのデータの流れがリアクションだろう。そして相互に価値が増大化するためには、リアクショントラフィックとサービストラフィックのコンテンツの質や量が増大し、サービス提供者の質が向上し、利用者は幸せになる。現状のインターネット上のアプリケーションは大方こんなモデルになっている。提

提供者の制作したドラマが流れる、どんな視聴をされているかの情報が把握される、全てのセンサー情報が視聴者から提供者に流れる、そのデータをかき集めて分析し、次のドラマを作る。Netflixが新作のドラマをインターネット上のビッグデータで作る方法だが、そんなモデルになっている。こんなことがあちこちで起こって発展しているのがサービスをコアにしたインターネット社会の発展だとすると、当然データの分析や解析などの能力が問われてくる。

### 情報処理

技術で貢献できるのは、高速なインターネットのインフラと、賢い分散処理の環境である。特に、サービスの発展が分野を超えたヨコ展開の社会基盤として効率良く提供されるためには、コンピュータシステムを領域とした今までの分散処理ではなく、インターネット全体を領域とした新しい分散処理が必要になる。地球外知的生命体探査の計算に数百万人が参加したSETI@HOMEがインターネット全域の分散処理を開始したのは1998年。それが2001年の計算量部門のギネス。2007年には、グリッドコンピューティング部門でPlayStation3がギネスを獲得している。SETIは人間が積極的に関わり、PS3は均一のハードウェアでソフトが流通した分散処理だ。最近の超大規模分散処理はブラウザの上で行われる。ブラウザベースの計算はOSプラットフォームに依存しない。WebRTCはサーバーを介さない通信を提供するので、ブラウザをベースにしたP2Pが氾濫すると仮定すれば、近いうちに新しい分散計算のギネス？が次々と生まれるかもしれない。

使えるCPUの能力はもちろん発展し、そして、それらを利用できる分散処理環境が変化すると、いよいよ並列計算とデータ処理のとんでもない力が生まれる期待が大きくなっている。これがテクノロジーの担い手に対するバズワードから見る30年後へのメッセージだとしてみよう。

### そして、ネットワーク

WIDEプロジェクトでは、WIDEクラウドでの仮想計算の分散化などの技術を運用面に取り入れて、インターネット上の分散処理の研究開発を進めている。また、ネットワークサービスの抽象化による仮想化を発展することにより、データセンターのネットワークやネットワークオペレーションが、大規模で広域の分散処理により、賢く(知的に)制御され、自動化できるプラットフォームの開発と運用に取り組んでいる。超高速グローバルネットワークのコミュニティを通じた、新しい大規模広域分散環境のイメージがより明確になってきている。

2015年3月

村井 純

# WIDEプロジェクト報告書2014年度 目次

第1部	特集1 WIDE DESIGN .....	8
第2部	特集2 視聴空間サービスのソフトウェア制御 (Software Defined Media) .....	15
第3部	特集3 次世代 NSP コンソーシアム 2014年活動報告書 .....	23
第4部	特集4 高度情報インフラストラクチャの構築に関する研究 .....	26
第5部	特集5 NPO 法人 位置情報サービス研究機構(Lisra)の活動について ...	39
第6部	特集6 MOOC講座「インターネット」 .....	42
第7部	特集7 DISANETプロジェクト .....	54
第8部	クラウドコンピューティング基盤の構築と運用 .....	65
第9部	ウェブアプリケーションのセキュリティ技術の研究 .....	66
第10部	サイバーセキュリティ情報交換技法 .....	67
第11部	IPv6デプロイメント .....	68
第12部	医療・災害医療現場での情報技術活用技術の研究 .....	70
第13部	ネットワークおよびソフトウェア技術者・研究者連盟 .....	71
第14部	公開鍵証明書を用いた利用者認証技術 .....	72
第15部	Integrated Distributed Environment with Overlay Network .....	74
第16部	自動車を含むインターネット環境の構築 .....	75
第17部	コミュニティ活動支援のためのシステム構築 .....	77
第18部	ネットワークトラフィック統計情報の収集と解析 .....	78
第19部	無線によるインターネットサービスネットワークの構築 .....	79
第20部	Asian Internet Interconnection Initiatives .....	80
第21部	実ノードを用いた大規模なインターネットシミュレーション環境 の構築 .....	82
第22部	ネットワーク管理とセキュリティ .....	83
第23部	JB Project .....	85
第24部	大規模な仮設ネットワークテストベッドの設計・構築とその運用 .....	86
第25部	DNS extension and operation environment .....	89
第26部	M Root DNS サーバの運用 .....	90
第27部	WIDEネットワークの現状 .....	92
	参考文献 .....	93
	執筆者一覧 .....	95
	研究者一覧 .....	96
	協力組織一覧 .....	105