

WIDE プロジェクト
2024年度 研究報告書

2025年3月

WIDE プロジェクト
代表： 江崎 浩

はじめに

2023年10月に京都で開催されたIGF (Internet Governance Forum)では、「私たちの望むインターネット～あらゆる人を後押しするためのインターネット～ (The Internet We Want - Empowering All People)」、そして、2024年12月にアラブ首長国連邦リアドでは「Building our Multistakeholder Digital Future」がメインテーマに掲げられました。

我々は、多様な技術と多様な組織が運用する自律ネットワークを、共通の統一技術(TCP/IP)をコア基盤として、相互に接続し、地球上に共有のデジタルインフラストラクチャー (インターネット)を構築しました。最初の日本でのTCP/IPネットワークは、JUNETであり、2024年に40年の誕生日を迎えました。JUNETは、Japan UNIX Networkであり、UNIXを共通のOS基盤としたデジタル・コンピュータ・ネットワークでしたし、そのネットワーク構造はTCP/IPをOSとしたUNIXシステムと同じ構造・アーキテクチャでした。JUNETは世界の先進的な研究者が運用するネットワークと相互接続されました。当初から、地球を取り囲むこのグローバルなデジタル空間に、多様なコミュニティが形成され、国境を含む地理的制約を受けることなく、個人や多様なコミュニティや組織が自身の意志で自由にこのデジタル・コンピュータ・ネットワーク(インターネット)を利用することを目指していました。近年のTerminologyでは、マルチステークホルダでの世界インフラの運用と管理と表現することができるとでしょう。このデジタル・コンピュータ・ネットワーク空間は、地球の表面だけではなく、上空から大気圏外、さらに月など宇宙へと、これまでは人が定住・カバーすることのなかった空間へと拡大しようとしています。

2024年11月には、ハイパーテキストの提唱者でもある Ted Nelson博士の来日を実現し、計算を行うのがコンピュータも仕事であるという1960年代において、ディスプレイの意味、データの相互参照(ハイパーリンク)による、人の創造的活動の刺激・支援をコンピュータ+ネットワークが実現するという、インターネットの本質を発見・提唱された歴史を、共有させていただきました。インターネットは、デジタルデータの操作を行い(一つの操作が計算である)、このデータを自由に参照・移動・利用するためのネットワーキング機能を提供したということ、再確認することができました。これは、近年の人工知能(AI)の社会・産業活動に対するインパクトの本質ともつながる重要なポイントであったのではないのでしょうか。

ここ数年のキーワードの一つである「生成AI」に関する研究開発や事業展開は、2024年にはますます急拡大することになり、日本の「エネルギー基本計画」をも大きく変更させるに至りました。AIに代表されるデジタル社会の基盤となる半導体産業およびデータセンターに代表されるデジタルインフラ産業は、今後の社会・産業における効率化だけではなく全社会・全産業構造変革と進化に必須の産業であり、これらの産業の拡大に伴う我が国の総電力消費量の増加は許容せざるをえず、さらに、エネルギーインフラの増強と通信インフラとの戦略的な連携整備の必要性が提言されるに至りました。生成AIに代表される先進的デジタル技術は、既存(AS IS)システムの効率化を加速させるだけではなく、デジタル・ネイティブの新しい(TO BE)システムを創成させ

ることになりますし、TOBEシステムの創成はWIDEプロジェクトの責任の一つではないでしょう。すなわち、私たちは、インターネットをさらに進化させ、さらに最大限に利用可能として、AS ISだけではなく、TO BEのシステム・産業の進化を持続させなければなりませんし、それなしには地球温暖化に対処できなくなってしまうと考えなければならぬのではないのでしょうか。

生成AIは、これまでも大きな問題と認識されていた偽情報の爆発的な増加とその認識・認証が急激に難しくなることが、2024年に行われた多くの選挙においても広く認識されることになりました。11月の米国大統領選挙や兵庫県知事選挙によって、広く多くの人にその問題点が共有されました。我々は、生成AIの良い面と悪い面の両方を認識し、生成AIとの共存を前提とした個人と社会のあり方を模索しなければならない状況にあります。

2020年9月に起動したデジタル庁の活動には、ファウンダーの村井純教授をはじめとして、多くのWIDEプロジェクトの関係者が、その起動に関与するとともに、現在も深く関与しています。これは、2000年頃のe-Japan構想での日本中のコンピュータをブロードバンドのインターネットに接続する環境の整備の実装であり、WIDEプロジェクトは、「全産業の相互接続と全デジタルデバイスのIP化と相互接続環境の実現と認識し、IPv6の研究開発とその社会展開をIoT (Internet of Things)の実現に関する研究開発活動とともに進めてきました。日本におけるIPv6の普及は、有線環境で80%を越え、携帯電話環境でも70%に届こうとしており、一つの節目を迎えました。WIDEプロジェクトが中心となって設立したIPv6普及高度化推進協議会、IPv6社会実装タスクフォース(前身はIPv4アドレス枯渇対応タスクフォース)を、2024年3月に終結させました。

コロナ禍の中、「オンライン社会の存在を前提にしたサイバー・ファーストの社会産業インフラ」への進化が、「デジタル田園都市国家構想」として、岸田政権によって提唱されました。地球上のすべての人、すべての産業、そして、すべてのデジタル機器を、“透明に(Transparent)”に相互接続させることで、これまで存在していない創造的なサービスを創生・実現するインフラビジョンです。コロナ禍は、差別と格差の拡大など、コロナ禍が発生する前の社会が抱えていた問題を拡大・顕在化させたとともに、自然の力の前には人間・人類の力は儂いものであることなどが認識されることとなり、特に、持続的な発展、すなわち、SDGs (Sustainable Development Goals)およびカーボンニュートラルの重要性が強く認識されることになりました。SDGsの実現にあたってはインターネットのアーキテクチャを「すべての社会・産業インフラ」に適用・覚醒させなければならないと考えます。

WIDEプロジェクトは、インターネット技術のエキスパート集団として、分断(=De-Coupling)することなく、新しい時代の宇宙空間を含むグローバルなデジタル空間を、世界中の仲間と協力して維持し、次の世代に引き継がなければなりません。私たちは、日本国内だけでなく地球そして宇宙のさまざまな課題・問題を、デジタル・コンピュータ・ネットワークのエキスパートとして、世界の人々と協力して解決していかなければなりません。

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ユニークで実践的な成果を創出してきました。さらに、『常に、「グローバル」(さらに宇宙という規模・視点に拡大)な視点で、システム全体と個別システムを捉える』。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、「遺伝子」であり、今後もこの「遺伝子」を維持・発展、そして進化させなければならないと考えています。

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、組織の方々に改めて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、そして新しい参加者・参加組織のご紹介・ご招聘をお願い申し上げます。皆様方との協力・連携を礎として、新しいグローバルなデジタル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。

2025年3月

代表

江崎 浩

ごあいさつ

「デジタルインフラストラクチャの未来とWIDEプロジェクトの新たな使命」

WIDEプロジェクトは、1988年の発足以来インターネット技術の発展と普及に貢献してきた。2025年は、デジタルインフラストラクチャを取り巻く環境が大きく変化し、新たな課題と機会が生まれる年となった。ここでは、デジタルインフラストラクチャの現状と課題を概観し、WIDEプロジェクトが2025年度に取り組むべき新たな使命を議論する。

デジタルインフラストラクチャは、コンピュータ、デジタルデータ、インターネットという3つの要素に加え、それを支える電気エネルギーによって構成される。一方、現代社会において、全ての重要インフラストラクチャは、もはやデジタル技術を基盤としており、その持続可能性を考慮すると、電気エネルギーを含めたインフラストラクチャ全体を「デジタルインフラストラクチャ」として合成的に捉える必要がある。

サイバーセキュリティ

WIDEプロジェクトは、地震などの災害時におけるインターネット復旧活動や、そのための技術開発に長年携わってきた。インターネットの持続的な運用と障害からの回復は、サイバー攻撃への対応だけでなく、サイバーセキュリティ全体のスコープにおいても重要な要素となる。2025年には、国としてサイバーセキュリティに関する新たな体制が整備される。WIDEプロジェクトは、これまで培ってきた普及・持続性・耐障害性を備えた運用ノウハウに加え、ダークネットやDNSなどの安全性を通じて、インフラストラクチャ全体の安全性向上に貢献してきた。

AI

AIへの急速な期待と発展は、デジタルインフラストラクチャ全体にとっての新たな要求となり、計算処理、データ流通、ネットワーク技術は、AIの需要に応じた進化を遂げることが期待されている。その意味で、WIDEが目指してきた、自律分散システムとしてのコンピュータアーキテクチャは、AIに最適化された新しい仕組みとして、提案し直したほうが良いだろう。特に、データセンターの分散や、データセンターにおける計算システムの設計にはWIDEプロジェクトの研究者・エンジニアが活躍しているところである。また、社会におけるAI学習・推論システムの急速な需要増加は、データセンターやデバイスなどの自律分散処理システムとして、インターネットの新たな構成の要素になる。

ロボット

WIDEプロジェクトが参加してきたRFIDの開発から発展したIoTチップやデバイスは、十分な計算機能とメモリを搭載した自律ロボットシステムへと進化してきた。NTNやモバイルなどの地理的カバレッジの完全性と共に、ドローンや自動運転車の発達は、2025年に新たなシステム環境を構築する。これを支える

自律的な分散システムアーキテクチャは、センサーデータに基づいた新たなサービス体系を必要とする。WIDEプロジェクトは、1995年からのインターネットカー研究開発以来、この分野の技術開発と標準化に貢献してきた。日本が誇るロボット文化と才能が、この分野で更なる貢献を果たすことが期待される。

海底ケーブル

AI3やSOI Asiaを通じて東南アジア諸国の大学を接続してきたWIDEプロジェクトは、ARENA-PACとしてアジア地区での新たな展開を開始した。2025年からの5年間には、アジア太平洋地域や北極海に予定されている海底ケーブルとの連携を深め、アジア太平洋地域のみならず、EU、アメリカ、南米を結ぶ各国のREN間を相互接続する計画が始動する。グアム、インドネシア、フィリピン、シンガポール、マレーシアに加え、東ティモール、ミャンマーのRENとの接続も計画されており、大学の研究・教育連携だけでなく、アジア太平洋地域におけるデジタルデバイド解消にも貢献する。

WIDEプロジェクトの未来

昨年、WIDEプロジェクトの前身であるJUNETの40周年イベントが開催された。2026年には、WIDE研究会発足40周年を迎える。この間、WIDEプロジェクトはインターネットとデジタル技術の発展に貢献してきたが、今後は次世代、次々世代が中心となって活動を活性化させはじめた。ファウンディングメンバーの長年勤めてきた職からの引退が始まるなか、WIDEプロジェクトは、これらの新世代メンバーを中心にこれらの新しい活動に注目していきたい。この新しい活動に関心をもっていただき、新たなご指導とプロジェクトへの引き続きの活発な参加をお願いしたい。

2025年3月

ファウンダー

村井 純

WIDEプロジェクト報告書2024年度 目次

第1部	特集1 AIとWIDE	10
第2部	特集2 ARENA-PAC	14
第3部	特集3 DIX-IE3:次世代の光ネットワーク相互接続を見据えたIX	18
第4部	特集4 Interplanetary network	46
第5部	特集5 Quantum Internet	58
第6部	特集6 Asia Pacific Internet Engineering (APIE) プログラム	79
第7部	特集7 INXIGNIA	91
第8部	特集8 IAB Workshop on AI Control報告	96
第9部	特集9 Cybersecurity Operations Architecture for Secured Internet Infrastructure	98
第10部	特集10 JUNET40年 記念シンポジウム	106
第11部	特集11 テッド・ネルソン氏招へい特別シンポジウム「Ted Nelson 過去と 未来を語る ハイパーテキストを生んだ現代のダ・ヴィンチ」の開催	108
第12部	Delight WG:非中央集権的なデータセキュリティとトラスト	109
第13部	vSIX WG: IPv6 前提インターネットの運用実験基盤	116
第14部	SoftwareDefinedMediaコンソーシアム	120
第15部	電子メール基盤運用技術の高度化	125
第16部	公開鍵証明書を用いた利用者認証技術	128
第17部	ネットワークトラフィック統計情報の収集と解析	130
第18部	ネットワークモニタリング	141
第19部	ネットワーク管理とセキュリティ	144
第20部	インターネットを用いた高等教育環境 / AI ³ & SOI Asia	147
第21部	DNS extension and operation environment	159
第22部	M-Root DNS サーバの運用	161
第23部	ネットワークおよびソフトウェア技術者・研究者連盟	165
第24部	先端技術研究会の開催および研究会用仮設ネットワークによる高度 な実験運用	166
第25部	WIDEネットワークの現状	181
	参考文献	193
	執筆者一覧	200
	研究者一覧	201
	協力組織一覧	211