

WIDE プロジェクト 2023年度 研究報告書

2024 年 3 月

WIDE プロジェクト
代表： 江崎 浩

はじめに

2023年は、インターネットに関する重要な世界会合が日本で多数開催されました。3月には横浜でWIDEプロジェクトがホスト役として関係するスポンサー組織のみなさんと4回目の日本での開催となります第116回のIETF (Internet Engineering Task Force) 会合、6月には広島でG7、9月には京都でAPNIC Meeting、さらに10月には京都でIGF (Internet Governance Forum) が開催されました。インターネットの技術標準を議論・策定するIETF会合は、コロナ禍以降で初めてのアジアでの開催でした。多くの海外からの参加者があり、参加者の合計は1,000名を超えました。また、IGFの日本での開催は初めてであり、メインテーマとして「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)」が掲げられ、コロナ禍あけの最初の会合でもあり、これまでの会合の中でも最大の参加者数(現地参加者数6,279名、オンライン参加者3,000名以上)となり、インターネットの存在・利用を前提とした社会・経済活動をグローバルに政府を含むマルチステークホルダの環境で活性化・進化させるための議論を国内外に日本から発信する絶好の機会となりました。

インターネットは、多様な技術と多様な組織が構築・運用する物理資源を相互に接続し、地球上に共有のデジタルインフラストラクチャーを構築しました。地球を取り囲むこのグローバルなデジタル空間には、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、個人や組織が自身の意志で自由にインターネットを利用できなければなりません。マルチステークホルダでの世界インフラの運用と管理です。

初期のインターネットユーザーは、互いの信頼を前提とする技術者を中心としていましたが、インターネットの拡大・成長とともに、不適切な目的でインターネットを利用する個人や組織も現れるようになりました。このような状況を鑑み、日本がDFFT (Data Free Flow with Trust: 信頼性のある自由なデータ流通) を世界に向かって提唱しました。今回のIGF会合では、2023年のキーワードの一つである「生成AI」に関する積極的な議論が行われ、「AI開発者向けの国際的な指針及び行動規範」を提示するG7で提示された「広島AIプロセス」の加速が表明されました。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増加とその認識・認証が急激に難しくなることが広く認識されつつ、その一方で有効性と社会・産業的なインパクトが議論され、これから人類が取り組むべき多くのAGENDAが提示されたのです。

我々人類が持続的な活動を創造、そして成長を継続するために取り組まなければならない課題には、インターネットおよびデジタル技術が重要な役割と責任を持っていることを認識し、新しい時代のデジタルインフラを我々は、分断(=De-Coupling)することなく、協力して構築しなければなりません。すなわち、我々は、日本国内だけでなく地球の課題・問題を、世界の人々と協力して解決していかなければならないのです。

2020年9月に起動したデジタル庁の発足には、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、その設計と実装に深く関与しました。日本の政府と自治体さらに、全産業のデジタル

化を先導・牽引するコアの組織としての役割を果たさなければなりません。これは、2000年頃に提唱された、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というe-Japan構想の実実装です。当時WIDEプロジェクトでは、IPv6の役目を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、IoT (Internet of Things)の実現に関する研究開発活動に着手していました。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。2024年からは、IPv6の存在を前提にした次のインフラへの挑戦となるので、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)を終結させることになっています。これは、まさに、第5期総合科学技術基本計画の方向性よして打ち出された「Society5.0」の実実装の段階であり、小生も委員として参画させて頂きました第6期 科学技術・イノベーション基本計画では、第5期の科学技術基本計画で言及した「コロナ禍で明確となったSociety 5.0が実際には実装されていなかったことを確認・認識」、「多様性の尊重」と「Society 5.0の“実”実装」を大きな方向性と合致します。さらに、WIDEプロジェクトが創設以来認識してきた「社会イノベーションの実装・実現には、科学技術だけではなく、文系の知見を取り込んだ「総合知」が必須である」との認識のもと、分離融合の重要性が認識され、科学技術に関する研究開発に文系の力が必要であるとの認識がされ、新しい技術を用いた社会のイノベーションであり、そのためには、マルチステークホルダ環境での議論と実装が必要であるとの方針です。さらに、デジタルネットワーク環境を評価するのは、エンドユーザであり社会であると明記、これも、WIDEプロジェクト起動時からのミッションであったと認識しています。

コロナ禍後、「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」への進化が継続されています。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・実現するビジョンです。WIDEプロジェクトでは、IoTの世界観が、仮想マシンの登場と普及によって、IoTの段階からIoF(Internet of Function)の段階に進化し、IoFの世界を実現するための研究開発にも早い段階から着手していました。サービスとハードウェアのアンバンドルであり、Un-Wire-ingされたグローバルシステムへの進化です。

さらに、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・人類の力は儼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。「コンパクト&ネットワーク」と、環境省による「地域循環共生圏」の考え方は、各地域にコンパクトでSDGsを実現する都市・街を創り、それをネットワーク化するという、自律分散型ネットワークの創成であり、デジタル田園都市構想にもつながるものです。自然災害などによる非常事態への対応能力とリスク管理能力を持ちつつ、グローバルなネットワーキングが可能な都市づくり・街づくりを目指します。

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し、さらに社会に貢献する責任がますます増していると考えています。

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、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、コロナ禍収束後の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。

代表

江崎 浩

ごあいさつ

WIDEプロジェクト：2024年からの新しい使命に向けて

歴史的なグローバルパンデミックからなんとか復帰し、社会は元の勢いを取り戻しつつあるようにも見える。しかし、この三年間のCOVID-19の影響で、私たちが取り組んでいるデジタルインフラストラクチャーの環境を取り巻く情勢は大きく変わった。

一つはデジタル技術のサービスの価値や意味に対する評価が国民の間で大きく変わったことにある。何度も話していることだが、デジタル技術やインターネットに対する理解や期待が広がるために、私たちは過去に多大な時間をかけてきた。この時間が10倍20倍で加速したという事実は、決して未来にスローダウンすることがないことを考えると、今後の研究開発への追い風は、追い風どころか暴風の様相を呈してくるかも知れない。

昔教えていた、セーリング(ヨット)の操縦法で真後ろから当たる風を目いっぱい受けるために、メインセール(船の後方にある大きな帆)とジブセール(船の前方にある小さな帆)を左右に分けて開いてしまい、スピードを楽しむ「危険な」航法を観音開き、Wing-and-Wingと呼ぶ。これが楽しいけど危ないんだ！風が強すぎると船首から潜水艦のように沈没していくことがある。あの状況のようなイメージも私は持っていた1年だった。

奇しくもCOVID-19の前から準備をしていた、20年ぶりに衣替えを目指していた新しい国のデジタル政策が強力に推進し、新しい基本法とそのための組織づくり、つまりデジタル庁の誕生に結び付く。さらに、すべての政策課題をデジタルで解決しようという、デジタル田園都市国家構想、さらに、深刻に踏み込む、デジタル行政改革会議。日本政府があらゆる課題解決を推進するためにデジタル技術を前提とすることに大きく舵を切った。

2023年はWIDEにとっても突っ走った年だった。まず3月はIETFの横浜開催のホストを務めた。ここでの議論はパンデミックを超えた新しい会議で、私たちの守備範囲の技術とそれを取り巻くさまざまなデジタル社会の状況を、技術者だけでなく、ポリシーメーカーも交えた大きな議論が推進された。

2023年の11月にはインターネットガバナンスフォーラム(IGF)が京都で開催され、WIDEはブースもだし、WIDEメンバーも若手を含めて、たくさんの会議に参加した。IGFは国連の会議のくせに、オープンで、何を議論しても良く、結論や宣言は出さないと決めている、いわゆる、マルチステイクホルダーベースのユニークな会議でなんと、6000人を超える物理参加者が集った。

さらに、2023年はG7議長国としての役割があった。G7は会議やサミットだけでなく一年間を通じて議長国なので、発言力が強い。この年に流行した生成AIなどの扱いをめぐる、議長国日本を中心とした世界との対話が行われた。

生成AIだってデジタルデータのコンピューター処理で、主戦場はデータセンターとインターネットである。この期待が国民や、全ポリシーメーカーによって着目された一年は、「暴風」状態の追い風であったことが分かる。

さて、これとは独立して、WIDEプロジェクトの研究開発は新しい要素が加わりますますます活発になってきた印象がある。インフラストラクチャーそのものの議論では、ネットワークやコンピュータ機器への光技術の浸透は、運用技術面でも、経路制御技術の新しい世界が開かれ、インターネットのオペレーションに関する新しい取り組みも始まった。運用の中に下位レイヤーとの関係で、光の技術がどのようにインターネットのオペレーションにインパクトを与えるのかを正しく理解して新しい運用体制などを切り開くのはお家芸のような部分がある。ベンダーの開発に新しい技術に対するフィードバックを伝えていけるのは各分野の専門家が集っているWIDEプロジェクトの力であり続けたし、数を増やしている学生をはじめとする新しい若い力が集っていることの意味は大きい。若いといえば、2023年にはついに高校生世代の参加が認められ、研究にも活発に参加して、2024年にはWIDE系大学に無事入学するというニュースもある。

このような光とネットワークの関係は海底ケーブルの技術にも新しい動きが起こり2020年から開始しているアジア太平洋の研究教育ネットワークのデザインにも、海底ケーブルにおけるレイヤー 1のオペレーションを含んだ分岐や上陸のシステムの設計に取り組めたことは歴史的な新しい時代の幕開けとなった。

衛星やHAPSなどのNon Terrestrial Networkも発展を見せ実用化が進み、地表のカバレッジ100%の新しいインターネット時代は、人をつなぐインターネットからIoTのようなものをつなぐインターネット、そしてドローンのような自律ロボットのためのインフラストラクチャー全体を統合的にアーキテクチャーとして捉える技術議論ができるのはWIDEプロジェクトの特別な役割だ。

2023年には地球という惑星から飛び出して月や火星とのプロトコルを再構築して行く議論をJAXAとの共同研究として開始できたことも自律分散処理の大規模化を目指してきたWIDEにとっては新しい挑戦となっている。

このように、2023年に足がかりとして形が見えてきた未来の大規模広域分散環境は、まさにWIDEプロジェクトの開始以来の使命であり、大きな視点で捉えつつ、個々の技術の発展やその評価を実行し、未来に向けた研究開発を進めていくべきだと考えている。

あらためて、これまでの30数年に渡るさまざまなご理解と熱心な参加、そして大きな支援をいただいた皆様に心より感謝をするとともに、暴風のように押し寄せる新しく取り組むべき使命と役割を着実にこなすことで、楽しく有意義な研究・開発・運用活動がメンバー全体で行われることを進めていきたいと思っています。2024年度もよろしくお願いいたします。

ファウンダー

村井 純

WIDEプロジェクト報告書2023年度 目次

第1部	特集1 RPKI Invalid経路及びBGP異常との関連性に関する調査	8
第2部	特集2 ARENA-PAC	32
第3部	特集3 Quantum Internet	36
第4部	特集4 Internet Governance Forum 2023 日本開催に伴う活動報告	53
第5部	特集5 Asia Pacific Internet Engineering (APIE) プログラム	60
第6部	特集6 WIDE APN	69
第7部	特集7 Interplanetary Network (IPN)	72
第8部	特集8 Trusted Web	78
第9部	特集9 DXによる地球温暖化対応スマートインフラ	80
第10部	Delight WG: 非中央集権的なデータセキュリティとトラスト	104
第11部	vSIX WG: IPv6 前提インターネットの運用実験基盤	106
第12部	SoftwareDefinedMediaコンソーシアム	110
第13部	電子メール基盤運用技術の高度化	153
第14部	公開鍵証明書を用いた利用者認証技術	155
第15部	自動車を含むインターネット環境の構築	157
第16部	ネットワーク相互接続の実証実験	160
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	164
第18部	ネットワークモニタリング	166
第19部	ネットワーク管理とセキュリティ	169
第20部	インターネットを用いた高等教育環境 / Asian Internet Interconnection Initiatives	172
第21部	MRoot DNSサーバの運用	192
第22部	ネットワークおよびソフトウェア技術者・研究者連盟	196
第23部	Integrated Distributed Environment with Overlay Network	197
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(概要版)	198
第25部	WIDEネットワークの現状(概要版)	201
	参考文献	205
	執筆者一覧	215
	研究者一覧	216
	協力組織一覧	226