

WIDE プロジェクト
2021年度 研究報告書

2022年3月

WIDE プロジェクト
代表： 江崎 浩

はじめに

2020年9月にデジタル庁が起動しました。デジタル庁の準備には、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されました。小職も、9月1日からChief Architectとして尽力させていただいております。まさに、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。

デジタル庁の役割は、これまでの、デジタル化の次の段階であるオンライン化によるすべてのシステムのデジタルによる相互接続環境の実現・実装になります。これは、2000年頃のe-Japan構想が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だったのですが、この頃すでにWIDEプロジェクトでは、IPv6の役目は、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、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。これが、正に、前期の日本における科学技術政策である第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」になります。小職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の総括として、選択と集中、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」が大きな方向性として打ち出されました。

さらに、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ました。まさに、WIDEプロジェクトの目的は、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認識と合致するものであると考えます。

もう一点、WIDEプロジェクトの理念が、デジタル庁のミッションに埋め込まれたのは「誰一人取り残されない、人に優しいデジタル化を」です。主役は「人」であり、人の活動をデジタルネットワークが支援する。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。これは、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。さらに、デジタル庁のビジョンは、「Government as a Service」と「Government as a Startup」です。

「Government as a Service」は、各省庁の壁を乗り越え、仮想的な組織を創造し目的を実現する形態を目指すというものです。各組織で閉じた排他的な環境ではなく、すべての組織の属する人が自由に交流・活動するプラットフォームを形成して、各組織を横断するチームを編成するというビジョンです。また、もう一つのビジョンである「Government as a Startup」は、動きながら変化・進化しようという考え方になります。このどちらもWIDEプロジェクトのビジョンと一致しています。

9月にデジタル庁での「仕事の進め方」を取りまとめてみました。

(1)プロジェクトベースで。

ステークホルダ(not only in デジタル庁)が集まり、課題を共有、必要な人を集めて、適切で戦略的な目標を成果を設定し、目標・課題を解決して、もとの仕事に戻る。

BoF: Birds of a Feather(翼を持った鳥{専門家}の集まり)

(2)“Small Start, Scale Fast“(=着眼大局、着手小局)

素早く(fast)大きく(scale)できる構造(architecture)を意識して、小さな規模(small)で着手・起動(start)する。動くもの(running code)を信用・尊重する。

最適化よりも、適合性・対処性・迅速性

(3)ユーザ・ファースト

1. すべてのEnd-Userのためのデジタル化と適切なユーザーインターフェース(UIの提供)を提供する。
2. 多様性を前提にした複数の選択肢を提供する。

(4)デジタル化(DX)は手段

デジタル化はツール(手段)であって、その目的は、手続きの効率化によるすべての国民業務(含 公的組織職員)の高品質化とサービスの拡大。

1. 本来業務の品質向上
2. 新サービスの創生

(5)双方向性

1. End-to-Endに基づいた、すべての人・組織が、サービスの提供者でありサービスに受容者となることを可能にする構造・規則であること。
2. 人材の流動性を推奨・支援する。回転ドア(Revolving Door)環境の実現。

(6)グローバル性

グローバルな技術の整合性と統治の連携を忘れずに、グローバルな空間の主要ステークホルダとなることを目指す。

(7)先駆的な見本&コアになる

1. アーリーアダプターとして、BCP(Best Current Practice)となる。
2. 構築する基盤は、マルチステークホルダ・インフラストラクチャーの重要コアの一つになる。

(8)動くものを信用&尊重、動かす

動かすための「内製化」であり、動くものを・動かせる人を信用し、双方向での連携を推進する。

(9) 自律・分散・協調

自律性と専門性を持った官と民の人材が、プロジェクトベースで分散協調して仕事を進める。文鎮型コミュニケーション環境による情報共有と協調を実現。

(10) 一人も取り残さない

Guaranteeではなく、Best-Effortの姿勢で、安心せず上限のない品質向上を目指す。一つの方法ではなく、多様な方法ですべての人へのサービス提供を目指す。

これは、インターネットの基本的な考え方・進め方ですし、WIDEプロジェクトにおける仕事の進め方です。特に、「グローバル性」は、21世紀における政府の政策において、自分の国に閉じない政策であり施策であることとして、デジタル庁における重要な方向性として「デフォルト化」を目指しています。

コロナ禍によるパンデミックは、社会の政治・経済・社会行動を大変革させつつあります。社会のデジタル化、そしてインターネット技術を用いた各組織の個別システムのオンライン化とその国境を越えたグローバルなネットワーク化、すなわち「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」への進化が加速されています。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、すでに、IoTの世界観が、仮想マシンの登場と普及によって、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。

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、持続的な発展、すなわち、SDGs (Sustainable Development Goals)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活用・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クが可能な都市づくり・街づくりを目指すというものです。

また、第6期総合科学技術・イノベーション基本戦略とデジタル庁の基本計画では、インターネットが社会に広く普及し、さまざまなインターネットを前提としたサービスが展開されている中、「トラスト(Trust)」品質の向上が重要課題として、認識されました。

グローバルな研究開発ネットワークを自身で設計・実装・構築・運用するという知見と経験を産みだし創生する環境の維持と発展の重要性を改めて強く確認し、メンバー組織のみなさんと共有しているWIDEプロジェクトの責任を再認識しなければならないのではないのでしょうか。

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。さらに、常に、「グローバル」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、コロナ禍を大きな契機に変貌を遂げる（しかし、我々がこれまで共有していた方向に）グローバルな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。

2022年3月

代表
江崎 浩

ごあいさつ

WIDEプロジェクト2022年度に向けて

ロシアのウクライナへの侵攻が実行され、国際社会は近年になく緊張の度合いを増してきた。これを期に、サイバー攻撃や当該国のインターネットの閉鎖への要求など、国際社会でのインターネットに対する、これまでの学術、技術や経済の発展とは全く別の議論が活発化している。

インターネットは1990年のWEBの出現までに、そのグローバルインフラとしての全体像を概ね世界で確立することができた。WIDEプロジェクトは1992年に神戸でINET'92を開催することで、世界の中におけるインターネットの役割を強く認識し確立するに至った。以来、WIDEプロジェクトは基本的なプロトコルやシステムのコンピューターサイエンスとしての、また分散処理としての研究活動に加えて世界のインターネットの発展にも中心的に関わってきた。インターネット周りの技術は、どのような経緯を経てきたのかをもう一度振り返ってみよう。

1. まずは、すべてのコンピューターをつなぐネットワーク

コンピューターネットワーク、そして分散システム。こういった基盤がWIDEプロジェクトあるいはその前のUNIXをベースとしたJUNETからの研究の系譜となる。オペレーティングシステムとコンピューターネットワーク、そして、それらで処理をする分散処理体系の研究分野である。コンピューターをつなぐという議論をした時に、どれだけのコンピューターをつなぐだろうという議論もしていた。コンピューター科学部門を持っている大学を全部繋ぐのか？そもそも大学は全部繋ぐのか？企業もつなぐのか？そういったことを考えたとき、すでに1986年の段階で「世界中のコンピューターを全部つなぐ」というシステムを考えて、それを前提とした分散処理を研究領域とするべきだという議論がおこなわれていた。ただ、そのときの世界のコンピューターのイメージも総数も現実から空想までの大きな広がりがあった。

2. そして、すべての人がインターネットを使う Internet is for Everyone

WIDEプロジェクトはInternet Society (ISOC)を通じた世界のインターネットの発展を、主軸の一つとして活動してきた歴史もある。95年にはInternet is for EveryoneというISOCの新しいモットーを、当時の座長を務めていたVint Cerfと議論して決めたのを記憶している。「すべての人のためのインターネット」を目標にしようじゃないかという議論をしたこのときには、実はインターネット利用者は全人口の1%にも満たしていなかったと思う。(2000年のインターネット利用者が全人口の6%であることから推察)。そんなときに、残りの99%に使ってもらおうというビジョンは、社会科学や政治学や経営学としては前のめりすぎるフレーズだと思う。しかし、技術的な設計として、それに耐えるシステムの構造を考えると、システムデザイン工学としては至極当然のことだ。ただ、人がどのようにインターネットを利用するかは、空想すら広げることができなかったのかもしれない。

3. さらに、すべてのモノがインターネットに Internet of Things

WIDEプロジェクトの研究活動はインターネットそのもののプロトコルやそれに関わるハードウェア、無線技術などのアーキテクチャとその中身を幅広く守備範囲としてきた。その幅の広さ故に、全く新しい技術にも常に研究投資できる体制があった。WIDEプロジェクトが非常に広範囲の、また多くの多様なスポンサーに支えられていたために成し得たことである。研究のインキュベーションができる研究体制を運営できたことはWIDEプロジェクトの歴史の中で非常に幸福なことだったと思う。そうした中で一風変わった研究活動をスタートした。

MITのメカニカルエンジニアリングの連中が、当時Kevin Ashtonをトップとして、画像のバーコードではない、電子的なバーコードすなわちRFID(radio frequency identifier)の技術標準を一緒にやろうという話を持ちかけてきた。Auto-IDラボラトリの開設である。RFIDというのは全てのものをグローバルに識別するIDを付与できるところが従来のバーコードと違う。すなわちバーコードではプロダクトコードをプロダクト毎に割り当てられることだったけれども、RFIDは個体を識別することができて、しかも無線でそれを実現することができる。当時KevinとRFIDの議論をしていた時、だからモノのインターネットのようなものだよ、という議論をした。これが後にIoT (Internet of Things)という言葉になったと(Wikipediaでは)言われている。RFIDそのものはIPのプロトコルを喋らないのでインターネットノードではない。従って、厳密な意味でモノのインターネットとしての、あるいは全てのモノがインターネットにつながるというコンセプトに向かったの第一歩にすぎなかったわけだ。

その後さまざまな技術開発を経て、本当に多種多様なモノが直接IPを喋るインターネットノードとしてインターネットに参加するようになった。これによってセンサーカメラ、スピーカーなどをはじめとした多くのデバイスが「正規の」インターネットノードとなり、今やほとんどの新しい家電はWi-Fiを経由してインターネットにつながることになる。WIDEプロジェクトがIPv6としてOS内のプロトコルスタックの開発を世界の中で先導し、インターネットのフルプロトコルスタックがどのようなデバイスに入れ込めるのか、その性能はなにか、このような点にはWIDEプロジェクトの研究が主流として貢献した。それもあって、この発展はあっという間で、まさにモノはインターネットに接続された。そこから発生される大量のデジタルデータを、クラウドコンピューティングの環境でデータ処理やAI処理をおこなうことで、あらゆるサービスの大革命が発生した。

4. そして、再び、すべての人のためのインターネット環境 Internet of Human

その後SNSが発展し、映像や動画やもちろんテキストで個人の発言が自由におこなわれるようになった。そしてまたそれらを分析することで、データサイエンスやAIの技術が発展してきた。人間の脳や感性が発する言語がSNSのメッセージとなり、直接世界の人と共有され、それを分析することで人の状態や思考や感性までも分析できるようになってきた。

今回のウクライナ侵攻においても、各国のトップのメッセージは、従来メディアでなく、SNSから直接世界の人々に共有された。このような状態で、センシティブだったフェイクニュースやミスインフォメーションに対する信頼などのあり方はWIDEプロジェクトでも議論されてきたし、そのためのアーキテクチャも発展しつ

つある。人の発する言語や映像を通じたこのような情報の流通は、AIによる処理や分析を通じて、新しい時代が始まっている。2012年に国連がインターネットへのアクセスは人権だ、という議論を始めたときに、一抹の不安を感じた。国連で人権としてインターネットアクセスを位置づけると、政府の規制が不必要に強くなってしまわないかと考えたからである。今、差別と、それに連携した分断が国際社会のあちこちでおこっているときに、個人がいかに常時つながっていて、その考えや感性が共有できるか、というのは、酸素や水といった従来の生命のライフラインと同様、またはそれ以上に、個人の心と精神、つまり、脳のライフラインとしての役割を果たし始めている。

WIDEプロジェクト2022年度へ

社会の信頼は、インターネット上で共有される人やモノから発生されるデータと、インターネットを大前提とするすべての人類の生活空間になり、分散オペレーティングシステムとしてとらえた、グランド・インターネットシステムのアーキテクチャや設計に組み込まれていなければならない。WIDEプロジェクトでは、量子インターネットからTrusted Webまで、このようなアーキテクチャを俯瞰した議論が続けられ、研究活動が発展している現状はプロジェクトの本質的なDNAが息づいていると感じている。

WIDEプロジェクトの開始から35年を経て、いまだに当初の目標を一貫して追求することで研究活動を多くの仲間たちと続けていられることは極めて稀な状況である。このことの幸福感を噛みしめて、ここまで支えてきたあるいは参加してきた仲間たちにファウンダーとして心からの感謝を申し上げたいと思う。

2022年3月

ファウンダー

村井 純

WIDEプロジェクト報告書2021年度 目次

第1部	特集1 WIDEボード夏合宿(2021)開催概要	12
第2部	特集2 Internet Re-Architecting	16
第3部	特集3 Trusted Webの2021年度における活動	20
第4部	特集4 Quantum Internet	21
第5部	特集5 vSIXプロジェクトの取り組み	36
第6部	特集6 SINDAN	47
第7部	特集7 AI ³ プロジェクト25周年とSOI Asiaプロジェクト20周年	59
第8部	特集8 ARENA-PAC	64
第9部	特集9 APIE: Asia Pacific Internet Engineer プログラムにおける人材育成	67
第10部	特集10 Evidence Based Approach	74
第11部	特集11 SoftwareDefinedMediaコンソーシアム	79
第12部	特集12 インターネット技術のエッセンスーCOVID-19の経験からー	97
第13部	電子メール基盤運用技術の高度化(概要版)	108
第14部	公開鍵証明書を用いた利用者認証技術	110
第15部	ネットワークおよびソフトウェア技術者・研究者連盟	112
第16部	Integrated Distributed Environment with Overlay Network	113
第17部	自動車を含むインターネット環境の構築	114
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	117
第19部	ネットワーク管理とセキュリティ	119
第20部	MRoot DNSサーバの運用	121
第21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)	125
第22部	WIDEネットワークの現状(概要版)	128
	参考文献	135
	執筆者一覧	145
	研究者一覧	146
	協力組織一覧	155