

WIDE プロジェクト  
2015年度 研究報告書

2016年3月

WIDE プロジェクト  
代表： 江崎 浩



## はじめに

2015年10月の最終週から11月の第1週にかけての2週間に、第94階IETF会合(於 横浜)とW3C TPAC (於札幌)を連続して開催するとともに、ACM IMC2015やIEEE CSCNなどの国際会議も同時に開催することができました。この2つの会合を日本で連続した週での開催は、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あり、成功裏に会合を終えることができました。さらに、会合中には、ISOC(本部)とISOC-JP、IGCJ(日本インターネットガバナンス会議)、WIDEプロジェクトの共催による「Collaborative Security and Collaborative Internet Governance」に関するExecutive Briefingも開催することができ、インターネットガバナンスと特にインターネット原理に基づいたセキュリティーに関する情報共有と方向性の確認を行うことができました。なお、IETF会合には、過去最大の52か国から合計で約1,400名の参加となりました。日本での開催は、2002年(横浜)、2009年(広島)に続いて3回目の開催であり、WIDEプロジェクトのメンバー組織を中心に多数のスポンサー組織によるご支援によるものであり、ご支援をいただきましたWIDEプロジェクトの参加組織の皆さまには、深く感謝の意を表させていただきます。

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、多くの研究開発と技術の標準化が進められています。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戦略が策定されるとともに、2015年10月には「IoT推進コンソーシアム」がWIDEプロジェクト ファウンダーの村井純を会長として発足するなど、インターネットを前提にした社会インフラの高度化とスマート化が推進されなければなりません。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。インターネットが社会に広く普及し、商用のインターネットサービスの品質の向上に伴い、インターネットに関する研究開発の必要性・重要性が低く評価されている場合が見受けられますが、以下の理由から、ますますグローバルな教育研究を目的としたインターネットテストベッドの継続的なアップグレードと拡大を進めなければなりません。一つには、インターネットが一般化し産業・社会活動の基盤となったために、政府がインターネットのコントロールをナショナルセキュリティーという観点・理由から強化しようとしていることが挙げられます。あるいは、グローバルに連携可能な人材が自由に交流可能な環境を提供し続けなければならないこと、グローバルシステムを自身で設計・実装・構築・運用する知見と経験が継続的なイノベーションにとって必須であることです。このような背景のもと、WIDEプロジェクトでは、華為技術社殿やシスコ社殿をはじめとした多くのWIDEメンバー組織の方々やグローバルなパートナー組織の方々のご支援によって、WIDEインターネットの基幹部分の100G化とその北米の研究教育テストベッドとの接続を実現することができました。WIDEインターネットを用いた、新しい段階の研究開発を起動させなければならないと考えています。

2000年頃のパソコンは、2010年頃にはスマートフォンになり、いよいよ最近ではUSBメモリくらいの大きさになりました。さらに、これらを動作させるために必要な基本ソフトウェアもオープンソフトウェア化が急激に進化した結果、誰でも自作で面白い小型・高性能機器を創作できるようになってきました。すべての小型・高機能デバイスが、最先端の無線通信技術でインターネットに接続され、さまざま膨大な量のデータがイン

ターネット上に展開されているデータセンター内のサーバに転送され、莫大な数のサーバを用いたビッグデータ解析が行われ、さまざまなサービスが創成されるとともに、実空間の管理と制御が行われスマートなインフラが実現されるというビジネスストーリーです。思い出してみると、このようなビジョンは、我々 WIDE プロジェクトは、1990年代後半に、IPv6に関する議論として行っており、インターネット自動車やスマートビルなど実践的な研究開発活動を展開してきました。当時の一番の懸念は、TCP/IPを実装したいろいろなシステムがインターネット産業以外の分野で導入・展開される場合に、これらが、インターネットに接続されない固有のサイロを形成し、固有の相互接続されないネットワークを形成し運営されることでした。現在のIoTは、グローバルな接続性を提供可能なTCP/IPは利用するかもしれないけれども、Walled Gardenとよく言われる「保護された空間」を意図的に形成して、ユーザを囲い込むVertical Lock-onのシステムが構築され、多数のFragmentされた空間を生成しようとしているのではないのでしょうか。この「保護された空間」で用いられるアプリケーションレイヤでの識別子などは、グローバル性や他の「保護された空間」との相互接続性を考慮しないものになってしまう場合が非常に多く見られます。W3C(World Wide Web Consortium)が進めるWoT(Web of Things)は、このような、FragmentされたWebの空間にならないよう努力をしていますし、さまざま組織がインターネットのFragment化への懸念を表明していますが、インターネットは、現在、地球上で唯一の共通のプラットフォームという重要な特性を維持できるかどうかの瀬戸際にあるように思えます。Fragmentを防止することこそがIoTの成功の必須条件のはずなのですが。

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『人工知能・深層学習とインターネット』をテーマとしました。ここでの議論でも、サイバー空間と実空間の融合と、グローバル規模でのスケーラブルなコンピューティング環境、さらに、これを実現する革新的なコンピューティングプラットフォームの必要性和重要性を再確認することができるとともに、人工知能や深層学習の分野とこれまでのインターネットの融合・統合に関する研究開発の必要性を認識・確認することができました。

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ズの空間(=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。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「純粹基礎研究」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。

2016年3月

江崎 浩

## WIDEプロジェクト 2015

WIDEプロジェクトは1984年に開始したJUNETのコミュニティを中心に次の自律分散オペレーティングシステムやネットワークに関する議論から生まれた。JUNETの開始は記録上は1984年となっている。これはその接続の記録や経緯から誤りはないと思われる。モデムによるデジタルデータの転送を電話回線上で行うことで開始したJUNETを情報処理学会で東京大学の和田英一先生(当時)にお話した時に「とても大事なことで支持するが、いろいろ難しいので目立たないように頑張れ」と励ましていただいたことを覚えている。「いろいろ難しい」ということには、そもそも電話回線の利用を規制する電気通信事業法が施工されたのが翌年1985年だったわけで、合法性すらはっきりしていない状態だったことも背景にはあった。あれから30年、2015年は法の施行30周年ということで全国でさまざまな記念事業が開催された年だった。つまり我が国のデジタルネットワーク30歳の年だったことになる。

それもあってか、2015年のデジタルテクノロジーの環境には落ち着きから生まれる新しい波が動き出した印象がある。インターネットが行き渡り、スマートフォンの個別技術も物珍しさがなくなった。一方でTVや空調をはじめとする家電製品が家庭のWi-Fiを前提にして個別のサービスのためにインターネットに繋がるのが当たり前になってきた。個別の機能を果たすために収集される機器から生まれる各種のデータは、インターネットを前提とすれば無限の価値を生み出すことができる。この研究開発はWIDEプロジェクトでは1990年半ばからインターネットカープロジェクトとして行っていたことである。当時は位置情報を測定するGPS機器が何十万円もして、実験のチケット代金は青天井で千台以上の自動車を実験をしたWIDEプロジェクト自体がバケ死状態だった。

2015年にはGPSはスマートフォンに組み込まれ、無線上のインターネットですら定額となり、家電に組み込まれるセンサーは新しい物が組み込まれ、あふれるデータを用いた知恵比べのような状況が始まってきた。IoTと呼ばれるこの動きはデータの活用だけでなく、ドローンやロボットなどの新しい機器と連携し、かなり景色の違う社会をイメージできるようになった。中国におけるドローンだらけの農業の様子は子供の頃から夢見ていた空飛ぶ自動車だらけの景色を彷彿とさせる。

WIDEの領域としても多くの課題をつきつけられている。ドローンや自動車を含む分散処理環境を大規模に広域に設計していくためには、新しい無線技術や自律分散協調システムへの要求を踏まえたデータ通信とデータ処理のアーキテクチャを設計し、展開する必要がある。

インターネットやIoTの社会基盤の急激な発展に伴って、安心と安全への対応も従来のネットワークセキュリティとは異なる、新しい基準で評価されるようになった。サイバーセキュリティの領域でのテクノロジーから政策へのアクションは、技術環境の構築との表裏一体の作業として私達が自ら進める必要がある。

2016年からのWIDEプロジェクト関連領域は、冒頭に述べた30年前の新世界の開拓と同じような状況であると考えられるが、この分野の社会基盤性を前提とすると、当時を遥かに超えた更に広大な課題に挑戦することになる。2015年度の参加者への感謝をするとともに、これからのWIDEプロジェクトへの積極的な参加をお願いしたい。

2016年3月

ファウンダー

村井 純



# WIDEプロジェクト報告書2015年度 目次

|      |   |     |
|------|---|-----|
| 第1部  | 特集1 IETF94 .....  | 10  |
| 第2部  | 特集2 StarBEDを中核とした北陸地区での研究開発の取り組み .....                        | 17  |
| 第3部  | 特集3 Software Defined Media活動報告2015 .....                      | 21  |
| 第4部  | 特集4 次世代NSPコンソーシアム 2015年活動報告書 .....                            | 34  |
| 第5部  | 特集5 YETI - A Live Root-DNS Testbed .....                      | 45  |
| 第6部  | 特集6 高速PCルータ研究会 .....  | 51  |
| 第7部  | 特集7 Internet of Things in WIDE Project -2つの実証実験を通じて- ...      | 54  |
| 第8部  | 特集8 NECOMAプロジェクト: 日欧協調による<br>マルチレイヤ脅威分析およびサイバー防御の研究開発 .....   | 72  |
| 第9部  | クラウドコンピューティング基盤の構築と運用 .....                                   | 81  |
| 第10部 | ウェブアプリケーションのセキュリティ技術の研究 .....                                 | 83  |
| 第11部 | サイバーセキュリティ情報交換技法 .....  | 84  |
| 第12部 | 環境情報の自律的な生成・流通を可能にするインターネット .....                             | 85  |
| 第13部 | 医療・災害医療現場での情報技術活用技術の研究 .....                                  | 87  |
| 第14部 | ネットワークおよびソフトウェア技術者・研究者連盟 .....                                | 88  |
| 第15部 | インターネットを用いた高等教育環境 .....                                       | 89  |
| 第16部 | 公開鍵証明書をを用いた利用者認証技術 .....                                      | 91  |
| 第17部 | 分散型量子計算のネットワーク応用技術 .....                                      | 93  |
| 第18部 | Integrated Distributed Environment with Overlay Network ..... | 94  |
| 第19部 | 自動車を含むインターネット環境の構築 .....                                      | 95  |
| 第20部 | ネットワークトラフィック統計情報の収集と解析 .....                                  | 98  |
| 第21部 | Asian Internet Interconnection Initiatives .....              | 99  |
| 第22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<br>の構築 .....                    | 101 |
| 第23部 | ネットワーク管理とセキュリティ .....   | 102 |
| 第24部 | JB Project .....  | 104 |
| 第25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 .....                           | 105 |
| 第26部 | DNS extension and operation environment .....                 | 108 |
| 第27部 | M Root DNS サーバの運用 .....                                       | 110 |
| 第28部 | WIDEネットワークの現状 .....   | 112 |
|      | 参考文献 .....  | 113 |
|      | 執筆者一覧 .....   | 117 |
|      | 研究者一覧 .....   | 118 |
|      | 協力組織一覧 .....  | 127 |