

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

落合 秀也、遠峰 隆史、豊田 安信、工藤 紀篤
永山 翔太、宮地 利幸、高田 敦生

第1章 2023年12月研究会および2024年3月合宿開催 報告

この部では、2023年12月に開催されたWIDEプロジェクト研究会および、2024年3月に開催されたWIDEプロジェクト合宿について述べる。

1.1 2023年12月研究会

開催概要

2023年12月のWIDE研究会では、
AIチップが生み出す新しいインターネット
をFeature Topicとして取り上げた。

研究会は2023年12月22日(金)から23日(土)にかけて
場所:東京大学本郷キャンパス 工学部2号館にて開催された(表1)。

現在、AIチップは1000円程度で誰でも入手できるレベルとなった。そして、その性能は今後も飛躍的に向上すると見込まれる。これまでの時代のAIや機械学習は、クラウド中心でしたが、今後はIoTやEdgeを始めとする、インターネットを構成する様々な機器に自然と組み込まれていくのが当たり前の時代になる。

AIや機械学習の驚くべき性能を鑑みるに、近年、研究として萌芽しつつある、

- (1) デバイス上での学習(On Device Learning)や、
- (2) デバイス間通信による協調学習(Collaborative Learning with Device-to-Device Communication)は、今後、IoT/Edgeの世界に新たな分野を切り拓く可能性を秘めている。

各WGによるWIDEでの活動に加えて、これらの新しい技術に目を向けていただける機会となった。また、学部や修士の学生達が彼らの目線で行ってきた新しい研究についての発表も多数実施された。

プログラム

Motto: 詰め過ぎない(吸収し、じっくり考える時間を確保する)。

20代が自己表現する場を作る。

1.2 2024年3月合宿

1.2.1 2024年春WIDE研究会(合宿)の運営方針

新たな合宿運営方針

COVID-19の感染拡大時期を経て、ホテル価格の高騰やホテルの人手不足によりこれまで通りの合宿運営体制での継続が困難となった。そこで、2024年春のWIDE研究会では、宿泊や食事手配を分離し各自で手配する新しいモデルで実施することとした。このモデルにより、同一施設内での食事や宿泊がないため、参加者が一堂に会して深夜まで会場で議論したり、全員が集合する懇親会(ワインタイム)でのコミュニティ形成が難しくなった。その一方で、コストの圧縮や、宿泊や食事の手配に関するPCメンバーの負担軽減が実現した。

実施体制

本合宿はプログラム担当のPC長を遠峰 隆史が担当した。また、新たな運営方針に基づいた実施体制を支援するためロジスティックス担当ボードとして工藤紀篤がプログラム委員会に参加した。

1.2.2 合宿プログラム

開催地と日程

2024年3月のWIDE合宿は、愛知県名古屋市の名古屋国際

センターで2024年3月5日から3月7日に開催された。

開催概要

今回の合宿では、時代はポストコロナとなり、世の中は従来の活動を取り戻しつつある中、WIDEプロジェクトでは、コロナ禍の大きな環境の変化の中で続けてきた活動がまとまりつつあり、様々な形で花開こうとしているWIDEプロジェクトの取り組みをWIDEプロジェクト全体

で推進する機会とすることを目的とした。プログラムでは、これまでに議論を進めてきた様々な分野の研究における議論を深めていくとともに、WIDEプロジェクトに参加する幅広い世代の皆様の発言を促進する機会となることを狙いとした。

今回は前述の通り従来の合宿と開催形態が異なるため、会場の部屋を日ごとに調整できるよう、初日はプレナリ

表1 プログラム

2023.12.22 (金)	2階 222講義室	4階 242講義室	4階 244講義室
10:00 - 10:05	Announcement (研究会長)		
10:05 - 10:10	Opening Remarks (Director)		
10:10 - 11:00	【基調講演】無線センサ向けオンデバイス学習技術と社会実装 松谷 宏紀(慶応義塾大学)		
11:00 - 11:10	休憩		
11:10 - 12:00	【一般講演】Machine Learning with Device-to-Device Communication 落合 秀也(東京大学)		
12:00 - 13:50	ランチ休憩		
13:50 - 14:50	【研究発表】 1. Beyond 5Gに向けた取り組み (仮) 中里 仁(東京大学) 2. AI for Cyber-Physical Systems Security Md. Delwar Hossain (NAIST)		
14:50 - 15:00	休憩		
15:00 - 17:00	【BoF】NSPIXP	【BoF】SDM	【BoF】xxx
17:30 - 19:30	忘年会 (場所: 山上会館) https://www.u-tokyo.ac.jp/campusmap/cam01_00_02_j.html		
2023.12.23 (土)	3階 電気系会議室1	4階 242講義室	4階 244講義室
09:00 - 10:30	【研究発表】 1. いろいろなインターネット会議に出てみる 大谷 亘(慶應義塾大学) 2. SRv6&SDNと、そのコンテナ基盤への組み込み(仮) 斉藤 栄(長野高専) 3. 宇宙環境を模擬したDTNソフトウェアエミュレータ 鈴木 翔太(慶應義塾大学) 4. Device-to-Device協調学習による撮影者の位置推定システム 上田 裕大(東京大学) 5. 協調型エッジ機械学習におけるパーソナライズ手法の実験 村松 篤弥(東京大学)		
10:30 - 10:45	休憩		
10:45 - 12:15	【研究発表】 1. 室内画像の自動合成によるディープラーニングを用いた建物設備制御の学習(仮) 相園 悠之(東京大学) 2. カメラ画像へのラベル付けによる建物設備の自動制御:照明点灯ケースの多様化による制御精度の向上 坂本 拓彌(東京大学) 3. Network Kernel API with the Control Socket for Extending Transport Protocols 柚山 大哉(慶應義塾大学) 4. TCP Simultaneous Openの実装と活用例 八谷 航太(慶應義塾大学)	【研究発表】 1. Keep Calm and Cross: Smart Pole Interaction Unit for Easing Pedestrian Cognitive Load Vishal Chauhan(東京大学) 2. 小規模ユーザサイトにおけるIPv6マルチホーム環境について 横尾 和真(広島大学) 3. Integrating Netfilter into SRv6 Routing Infrastructure of Linux as an SR-Aware Network 澤田 開社(慶應義塾大学) 4. RPKI ROV 関連 - VRP/RTRの遅延問題について 魏 心宇(慶應義塾大学)	
12:15 - 14:00	ランチ休憩		
14:00 - 15:30	【BoF】vSIX	【BoF】email	【BoF】Space Internet Working Group
15:30 - 15:45	休憩		
15:45 - 17:15		【BoF】TWO	

セッションのみとし、小部屋を使用するBoFセッションを2日目以降の実施とした(表2)。

表2 プログラム

Day1 (3/5)

Time	Contents
13:00-13:20	TAO of WIDE Takashi Tomine
13:30-14:20	Opening Takashi Tomine, Yasunobu Toyota, Noriatsu Kudo
14:20-14:50	Opening Keynote(Director) Hiroshi Esaki
14:50-15:20	Opening Keynote(Founder) Jun Murai
15:20-15:40	Opening Keynote(President of Fujita Health Univ.) Yukio Yuzawa
15:40-15:50	Break
15:50-16:20	dot2net: A labeled graph approach for template-based configuration of emulation networks Satoru Kobayashi
16:20-16:50	What Starlink is and what it isn't, and what we can actually tell about it Ulrich Speidel
16:50-17:00	Break
17:00-18:00	Towards Internet of Realities Takuro Yonezawa
18:00-18:10	Break
18:10-20:00	AI and WIDE(Board Plenary)

Day2(3/6)

	Hall	Conf room1	Conf room2
9:20-10:40	LENS		APIE
11:00-12:20	Re-Arch		DNS
12:25-13:30	Lunch		
13:30-14:50	TWO	delight	APIE mini-internet
15:10-16:30	MAWI	space	
16:50-18:30	Poster session		
19:00-21:00	Social		

Day3(3/7)

	Hall	Conf room1	Conf room2
9:20-10:40	Trustworthy email	shinoda&z in Lab	NSPIXP
11:00-12:20	ARENA-PAC	shinoda&z in Lab	SHINDAN
12:25-13:30	Lunch		
13:30-16:30	Closing		

参加者数

本合宿には、社会人56人、学生40人の合計96人が参加した。

1.2.3 ロジスティクス面からの今後の合宿に関する考察

本合宿は、宿泊を伴い24時間会議室を利用できる環境を前提としてきたこれまでの合宿とは異なるスタイルで開催された。

会場の利用時間による制約でプログラム構成や、運営面ではこれまでとの差分が多々あったが、図1に示すように大きな不満はなく参加者にとっても満足度の高い合宿を実現できた。

その一方で、図2に示すように、従来型のホテルでの合宿形式への強い要望があることも、参加者アンケートから明らかとなった。本合宿では、プログラムの終了後に各自で食事に行くなど懇親会を開催する等していた。しかし、これまでのワインタムのようなグループ間の交流が創出されやすい仕組みではないため、研究グループや所属組織を超えた交流が発生しにくい点は今後の合宿において改善が必要である。

1.2.4 合宿ネットワーク

本節では、2024年3月合宿において合宿参加者向けに提供されたネットワークおよび、それをを用いた実験について述べる。

コンセプト

本合宿では“Portable”、“Reliable”をテーマとしたネットワークを構築し、合宿参加者・実験参加者へ向けたインターネットサービスの提供を行った。

以下にそれぞれの項目の詳細および、それを達成するために行った取り組みに関して述べる。

Portable

- 自前配線の最小化:本合宿に利用した会場は会議に利用した部屋が複数の建物・フロアに跨っていたため、会議室間に新たにLAN配線を敷設することが不可能

であった。本合宿ネットワークでは既設の会場ネットワーク上でイーサネットオーバーレイ技術(VXLAN)を用いることで、新たに配線を敷設することなく、各会議室に同一のLANを展開することが可能となった。

- 設営の効率化: 会場の予約状況の都合により、従来のWIDE合宿のように会期前日からネットワーク設備をあらかじめ会場に展開することが叶わなかった。本合宿では、短時間でネットワークを展開するため、物流の効率化による展開時間の短縮を目指した。具体的には、ネットワークに利用する機材にはできるだけ小型・軽量なものを選び、可搬性の高い折りたたみコンテナを運搬に活用したうえで、事前に展開先の部屋ごとに機材を梱包することで効率的な物流を実現した。図3は本ネットワークに利用した機材の輸送時の写真であ

る。ほとんど全ての機材が折りたたみコンテナに収納され、輸送用カゴ一つに収まっている。

Reliable

- マルチホーム化: 後述するように、本合宿ネットワークはVirtual Private Network (VPN) 技術を用いてWIDEインターネット(以下WIDE-BB)へ接続している。WIDE-BB側にはVPN収容装置を複数設置し、動的経路制御技術により切り替えが可能な構成とすることで、WIDE-BB側設備に問題が発生した場合でもネットワーク停止時間を最小化できる。実際に、会期中に1台のWIDE-BB側VPN収容ルータが停電によって利用不能となったが、数秒で別のルータへ切り替えることで大きな支障をきたすことなく運用を継続できた。

合宿全体の満足度 Overall satisfaction with the WIDE Camp

55件の回答

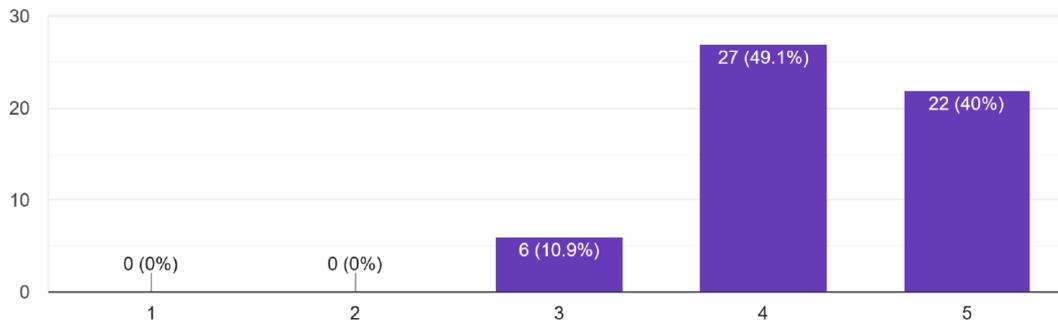


図1 合宿全体の満足度

今後の合宿の開催形態への希望を教えてください Which style do you like to have for next WIDE Camp

56件の回答



図2 今後の合宿開催形態への希望

- 安定した技術の積極的採用:本合宿が行われた会場は、これまでにWIDE合宿を開催した経験がなく、安定したネットワークを提供できるか不安があった。本合宿

ネットワークでは技術的な新たな挑戦よりも安定性を優先し、構築メンバーがこれまでに稼働させた実績のある技術のみを組み合わせることでネットワークを構築した。



図3 折りたたみコンテナに収納されたネットワーク機材

合宿ネットワークの設計

本合宿ネットワークに用いた機材の物理的な接続関係の概略図を図4に示す。

上述したように本合宿に利用した会議室は異なる建物・フロアに別れていたため、既設の構内ネットワークを利用し、VXLANによるイーサネットセグメントの延伸を行うことで、各会議室に同一のLANを展開することが可能となっている。図4上の青いノードは、各会議室間に仮想的にセグメントを延伸するVXLAN Tunnel End Point (VTEP)の役割を担うホストである。これらのホストは安価に入手可能な小型PCを用いている。VTEPで延伸されたVLANは、各部屋に設置されたアクセスポイントにブリッジされ、合宿参加者はどの部屋でも同一ネットワークに接続することができる。

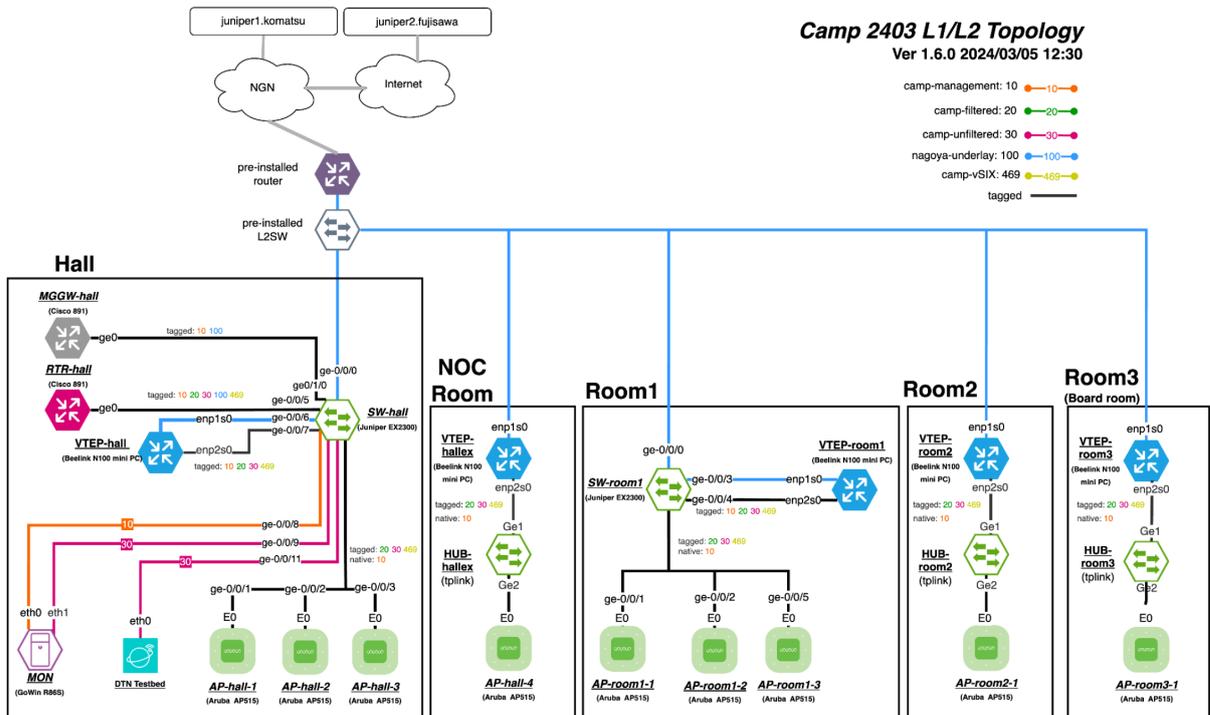


図4 合宿ネットワークにおける各機器の物理的な接続関係

1.3 終わりに

3日間の合宿期間中、最大約150台のデバイスが接続し、合計297GBのダウンロードトラフィックと189GBのアップロードトラフィックを合宿ネットワーク経由で処理した。アクセスポイントの不具合により一部の会議室で短時間のサービス停止が生じたものの、大きな障害はなく、参加者には安定したインターネットアクセスを提供できた。

本合宿でのネットワーク設計・構築・運用を通じ、多くの学生・若手研究者がネットワーク運用に関する知見をさらに深めることができた。このような合宿ネットワークの取り組みは、WIDEプロジェクトの研究を支える重要な一助となることが期待される。

第2章 2024年度5月WIDE研究会

以下に、2024年5月に開催されたWIDE研究会の報告書を示す。本報告書では、研究会が特集した「インターネット技術が量子コンピュータや量子インターネットにどのように貢献できるか」というテーマを軸に、実際に行われた講演・研究発表・BoFセッションなどの内容を総括する。本研究会で得られた学術的意義や今後の展望についても言及し、学界・産業界双方への示唆を含めた報告を行う。

2.1 はじめに

2024年5月に開催されたWIDE研究会では、量子コンピュータおよび量子インターネット技術に着目した特集セッションが実施された。量子コンピューティングは依然として実験的な技術要素が多いが、近年はクラウドを介して量子コンピュータを提供する動きが国内外で加速している。これは、従来のデジタルネットワーク技術との連携をいかに構築していくかという新たな課題を突きつけるものであり、本研究会はそうした課題の解決策や今後の方向性を議論する貴重な機会となった。

研究会では、量子ネットワークのテストベッド紹介や量子OSに対する考察、さらに国産量子コンピュータシステムに関する実運用上の課題が取り上げられた。また、若手研究者・学生による最新の研究発表や、BoFセッション

によるWG活動報告・議論も行われ、量子計算技術とインターネット技術が融合する最先端の学術的潮流を共有する場となった。

2.2 開催概要

- 日時: 2024年5月17日(金) ~ 18日(土)
- 主催: WIDE Project
- 研究会長: 永山 翔太(慶應義塾大学)
- 場所: かわさき新産業創造センター
- テーマ: 「インターネット技術が量子コンピュータや量子インターネットにどのように貢献できるか」

本研究会ではWIDEの複数ワーキンググループから発表が行われただけでなく、量子ネットワークや国産量子コンピュータ開発の最前線を担う研究者が招待講演を行い、幅広い知見が共有された。参加者は大学・研究所・企業など多岐にわたり、オンライン中継とオンサイト開催を組み合わせるハイブリッド形式によって、多数の聴講者が各セッションに参加した。

2.3 プログラム概要

2.3.1 1日目(5月17日)

研究会長挨拶・基調講演(11:00 - 11:35)

- 研究会長挨拶: 永山 翔太(慶應義塾大学)
- 基調講演: 「代表挨拶」
 - 発表者: 江崎浩(東京大学)

研究会初頭では、WIDE研究会長の永山より、今回の研究会で量子コンピュータとの融合にフォーカスする意義が強調された。また基調講演では、WIDE Project全体の活動方針と近年の研究動向がまとめられ、量子コンピューティング技術への積極的な取り組みが提案された。

一般講演「量子ネットワークテストベッド説明」(11:35 - 12:30)

- 発表者: 永山 翔太(慶應義塾大学)

量子通信を実証するためのテストベッドや、実機実験について紹介された。量子ビット間の相互作用・エラー訂正・ルーティングなど、今後の実証実験に向けての具体的アプローチが提示され、参加者からは量子ネットワーク実装における課題やリソース管理の

方法について多くの質問が寄せられた。

昼休憩・ポスター発表(12:30 - 14:30)

昼休憩中に、量子ネットワークラボやIBM量子コンピュータの施設見学ツアーが行われた。さらに並行してポスター発表が実施され、学生・若手研究者による最新の試みや、実システム導入に向けた提案事例が議論された。ポスターのトピックは量子インターネットのアーキテクチャ設計から、ネットワーク仮想化ツールの開発、ハードウェア制御・ミドルウェア設計など多岐にわたった。

BoFセッション(14:30 - 16:00)

• Software Defined Media (SDM WG)

- 発表者: 塚田 学(東京大学)

主題: 映像や音声を含むマルチメディアデータを、ソフトウェアで適応的に制御する技術の最新動向を議論した。将来的には量子ネットワーク上で高品位メディア通信を行う可能性を見据えた取り組み事例の紹介もあった。

• Trustworthy Email

- 発表者: 石原 匠(慶應義塾大学)

主題: SPFやDKIM、DMARCといった不正メール対策技術の標準化動向が紹介された。WIDEドメインにおける運用実績を踏まえ、利用者の利便性と安全性を両立するための改善アイデアが議論された。

招待講演(16:10 - 17:40)

1. 国産量子コンピュータ・システムの概要と課題(16:10 - 16:55)

- 発表者: 東野 仁政(大阪大学)

国内で提供されつつあるクラウド型量子コンピュータサービスの実態と、ITシステムとしての量子コンピュータが抱える運用上の課題が整理された。量子ビットのハードウェア開発からソフトウェアスタックまで一貫して自国で開発する意義が示され、今後の標準化・人材育成の方向性も言及された。

2. 量子計算機にOSは必要か？(16:55 - 17:40)

- 発表者: 鈴木 泰成(NTT研究所)

量子計算機を汎用OSで制御するかどうかという根本

的な問いに対し、量子デバイス特有のアーキテクチャ的制約と、従来型OSとの共存の可能性が論じられた。アクセラレータに近い扱いが妥当という意見と、ユーザ・デバイス間の抽象レイヤを提供するOSの価値を再考すべきという意見が交錯し、活発な議論が展開された。

2.3.2 2日目(5月18日)

BoFセッション(10:00 - 11:30)

• BoF:dot2net Tutorial

- 発表者: 小林 諭(岡山大学)

仮想環境下での大規模ネットワーク模倣に用いる設定基盤「dot2net」を紹介するチュートリアルが行われた。参加者は実際の実験用スクリプトに触れ、ネットワーク構築・管理の効率化について活発に情報交換した。

• Space Internet Working Group

- 発表者: 内田 祥喜(慶應義塾大学)

宇宙空間でのインターネットアーキテクチャ構築をめぐる研究報告が行われた。遅延耐性ネットワーク(DTN)や地上と衛星間をつなぐルーティングプロトコルが議題となり、未来の宇宙探査・宇宙インフラ基盤を支える技術としての関心が高まった。

BoFセッション(11:40 - 13:10)

• NSPIXP BoF

- 発表者: 西野 大(ブロードバンドタワー株式会社)

インターネットエクスチェンジ(IX)に関わる現状と今後の拡張性、DIX-IE/PIX-IEの運用状況が報告され、新しいIX拠点設計やサービスモデルについて議論が行われた。

• net kick off

- 発表者: 高田 敦生(JAIST)

新たに発足するネット関連プロジェクト「net」のキックオフとして、プロジェクトの目的や将来計画が説明された。参加者間で具体的なタスク分担が検討され、協力体制を強化する流れとなった。

一般講演「プレゼンテーションが成功するってどういうこと？」(14:00 - 15:00)

- 発表者: 篠田 陽一(JAIST)

プレゼンテーションを「意図した行動変化を引き起こす行為」と定義し、研究者のみならず広範な分野に必要な基本スキルの整理が行われた。JAISTの篠田・宇多研究室での実践例をもとに、説得力のあるスライド設計や話し方などが解説され、聴衆からは「今後の研究発表に直結する内容で大変参考になった」という声が多く聞かれた。

研究発表(15:00 - 17:00)

1. ポストコロナ時代の接触追跡技術:現状の課題と将来展望

- 発表者: 奥村 貴史(北見工業大学)

コロナ禍で運用された接触確認アプリの実証結果を踏まえ、ユーザのプライバシー保護やシステムのアップデート容易性など、長期運用における新たな課題が提示された。

2. OSS利用者の意思決定に役立つソースコード開発におけるリスク定義と可視化

- 発表者: 光澤 加偉(慶應義塾大学)

ソフトウェアの依存関係を一覧化するSBOMを拡張して、OSS開発コミュニティやメンテナの状況を可視化する「eSBOM」およびSCMVツールの有用性が実証された。OSS利用におけるセキュリティリスクへの新たな知見が示され、参加者からは実装例や運用指針への期待が寄せられた。

3. ネットワークログの対話的因果解析の検討

- 発表者: 小林 諭(岡山大学)

ネットワーク障害をトラブルシューティングする上で因果解析は重要であるが、ログの粒度制約などから精度を高める工夫が求められる。本研究ではオペレータのフィードバックを取り込む対話的技術を提案し、可視化手法や評価方法について議論がなされた。

4. Outer Header Translatorのご紹介とIETF 6man WGへの提案

- 発表者: 松平 直樹(WIDE Project)

IPv6に関連した新技術であるOuter Header Translatorの概要が紹介され、IETF 6man WGへ投げかけられている技術的課題や提案が示された。IPv6パケットの翻訳処理や運用コストに関する意見が交わされ、標準化へのアプローチが今後の注目点として示された。

閉会挨拶(17:00 - 17:10)

研究会全体を振り返りつつ、研究会長からは量子分野とインターネット技術とのさらなる協働や、WIDE全体の活動への参加が呼びかけられた。参加者による質疑応答や意見交換がその後も続き、今後のコラボレーションの可能性が大いに期待される形で幕を閉じた。

2.4 学術的意義と得られた成果

1. 量子コンピュータとインターネット技術の接点明確化
本研究会では、量子コンピュータがクラウドサービスの形で提供されるにあたり、既存のインターネット技術がどのように支援できるかを具体的に示す発表が多くなされた。量子コンピュータにおけるデータ転送やエラー訂正、リソース管理などネットワーク面での課題が一層明らかになり、学界・産業界双方にとって新たなアプローチや共同研究の機会が広がった。

2. 量子計算機のOS・ソフトウェアスタックに対する深い議論

「量子計算機にOSは必要か?」という招待講演をはじめ、量子ハードウェアにおける制御ソフトウェアの役割が再検討された。量子アクセラレータとしての位置づけから、既存OSとの統合モデルまで、幅広い可能性が論じられたことは大きな学術的貢献といえる。

3. 若手研究者の発表による新規アイデアの創出

ポスターセッションおよび一般講演では、学生や若手研究者が量子計算・クラウド環境・大規模ネットワーク制御など様々なテーマで新しい試みを報告した。これらの研究発表は参加者間の活発な議論を誘発し、将来的な国際共同研究や実装実験への発展が期待される。

4. BoFにおけるコミュニティ形成と方向性の確認

SDM WGやSpace Internet WG、Trustworthy Email WG

など、WIDE内の各ワーキンググループの活動報告や議論はコミュニティ横断的な情報共有を活性化させた。各WGの成果が量子インターネットや新世代ネットワークデザインに応用される可能性も高く、今後の連携が強化される見込みである。

2.5 今後の展望

今回のWIDE研究会を契機として、量子コンピュータの実用化および量子インターネットの構築に向けた取り組みが一層加速すると考えられる。エラー訂正のリアルタイム処理や大容量データ転送、ネットワーク冗長化、信頼性の高いセキュリティプロトコル設計など、インターネットと量子技術の境界領域には数多くの未解決課題が存在する。本研究会で培われた知見とネットワークが、これらの課題解決に寄与し得ることが期待される。また、国産量子コンピュータ開発に関わる大学・研究所・企業が参加した意義は大きい。標準化団体や国際共同プロジェクトとの連携を深めることで、さらなる技術進歩と研究者コミュニティの拡充が見込まれる。加えて、若手研究者の育成・支援の観点からも、量子分野とインターネット分野を横断する高度人材の育成が急務である。

第3章 2024年9月WIDE合宿

2024年度WIDE秋合宿は2024年9月10日から12日の日程で、石川県金沢市のITSビジネスプラザ武蔵にて開催された。今回の合宿も前回に引き続きオフラインを前提とし、WIDEメンバーの深い交流を図った。また、2024年1月には能登半島での大きな地震もあり、大規模災害からの復旧へのICT技術の貢献や、近年急速に開発・導入が進んでいるGenerative AIによる変革についての議論の場ともなるようテーマ設定を行った。

本合宿では、招待講演2件、研究発表1件、ポスター発表7件、ピッチ1件、14件(15コマ)が実施されWIDE内外の研究開発活動についての情報共有や議論が行われた。

•招待講演

1. 非競争分野の企業網管理におけるセキュリティ運用実態について

- 講演者: 浅見 徹 氏(特定非営利活動法人 けいはんな アバターチャレンジ理事長)

- 講演概要: 本講演では、誰でもどこからでもアバター運動会に競技者として参加できる「けいはんなアバターチャレンジ2025」のプレイベントを実施した際に浮かび上がった、アバターロボットを操縦する人物が本当に想定している本人であるかを検証する必要性を切り口に、通信先を正しく認証するための課題について議論が行われた。特に、企業の非競争分野においてセキュリティ人材が不足している現状を踏まえ、技術やツールを活用して各企業のセキュリティレベルをどのように確保するかについて、海外の事例を参考に日本での対応可能性を探った。

2. さくらインターネットの内側 / OCXについて

- 子園舎: 江草 陽太 氏(さくらインターネット株式会社 執行役員 / 最高情報セキュリティ 責任者 / 最高情報責任者) / 川畑 裕行 氏(BBSakura Networks株式会社)

- 講演概要: 本講演では、さくらインターネットでは、どうやったらパブリッククラウドがつけれるのか、また、さくらインターネットと外部クラウドやデータセンターを接続可能なOCXの機能について紹介された。参加者とのやりとりでは、このようなサービスの活用の可能性やさくらインターネットでの新たな機能追加ポリシーなどに基づきWIDEとしてできることはなにかといった議論が行われた。

•研究発表

1. Performance of Quantum Networks Using Heterogeneous Link Architectures

- 発表者: スーン 憲人サミュエル(慶應義塾大学)

- 発表概要: The heterogeneity of quantum link architectures is an essential theme in designing quantum networks for technological interoperability and possibly performance optimization. However, the performance of heterogeneously connected quantum links has not yet been addressed. Here, we investigate the integration of two inherently different technologies, with one link where the photons flow from the nodes toward a device in the middle of the link, and a different link where pairs

of photons flow from a device in the middle towards the nodes. We utilize the quantum internet simulator QuISP to conduct simulations. We first optimize the existing photon pair protocol for a single link by taking the pulse rate into account. Here, we find that increasing the pulse rate can actually decrease the overall performance. Using our optimized links, we demonstrate that heterogeneous networks actually work. Their performance is highly dependent on link configuration, but we observe no significant decrease in generation rate compared to homogeneous networks. This work provides insights into the phenomena we likely will observe when introducing technological heterogeneity into quantum networks, which is crucial for creating a scalable and robust quantum internetwork.

•ピッチ

1. dot2net実験結果

- 発表者: 小林 諭(岡山大学)
- 発表概要: 5月よりWIDEメーリングリストでご案内していた模倣ネットワーク設定基盤dot2netの実験について、簡単に結果を報告いたします。

•ポスター発表

1. ビザンチン障害耐性を持つ論理ウォールクロックアルゴリズムの提案

- 発表者: 竹村 太希(慶應義塾大学)
- 発表概要: 分散システムにおいて、イベントの順序づけに論理クロックが用いられます。特に分散データベースでは、“壁掛け時計”のような論理クロックサーバーが配置されます(論理ウォールクロック)。従来は、この論理ウォールクロックがシステムの単一障害点となっていました。また、近年ウォールクロックをレプリケーションする高性能な分散アルゴリズムが提案されていますが、クロックノードのクラッシュリカバリ時に非単調なクロック値を生成してしまうという課題を抱えていました。私の研究では、非単調なクロック値を返すなどビザンチン故障をしているノードが(N-1)/2個存在していても、単調増加するクロック値を生成する論理ウォールクロックアルゴリ

ズムを提案します。

2. IYPChat: Investigating the usage of LLMs on the Internet Yellow Pages

- 発表者: Dimitrios Giakatos (Internet Initiative Japan Inc.)
- 発表概要: Large Language Models (LLMs) have gained widespread popularity globally as powerful tools for streamlining language-related tasks, such as text classification, content generation, toxicity detection, and code generation. Our goal is to integrate LLMs into the Internet Yellow Pages, a knowledge database that gathers information about Internet resources. Accessing this knowledge is challenging, as it requires familiarity with querying a Neo4J database and writing Cypher code. By leveraging LLMs, we are exploring the application of LLMs to generate Cypher code from English text, aiming to provide easy access to the Internet Yellow Pages.

3. Optimal Switching Networks for Paired-Egress Bell State Analyzer Pools

- 発表者: 小山 真里衣(慶應義塾大学)
- 発表概要: To scale quantum computers to useful levels, we must build networks of quantum computational nodes that can share entanglement for use in distributed forms of quantum algorithms. In one proposed architecture, node-to-node entanglement is created when nodes emit photons entangled with stationary memories, with the photons routed through a switched interconnect to a shared pool of Bell state analyzers (BSAs). Designs that optimize switching circuits will reduce loss and crosstalk, raising entanglement rates and fidelity. We present optimal designs for switched interconnects constrained to planar layouts, appropriate for silicon waveguides and Mach-Zehnder interferometer (MZI) 2×2 switch points. The architectures for the optimal designs are scalable and algorithmically structured to pair any arbitrary inputs in a rearrangeable, non-blocking way.

4. Interactive Visualization of Causal Information in Network Logs

- 発表者: 石井 宏典(岡山大学大学院)

- 発表概要: We propose an architecture of interactive visualization for understanding the behavior of network systems to make it easier for operators to interpret causal analysis results of network logs. Based on logdag, an existing log causal analysis platform, we implemented a system that visualizes the results of causal analysis along with log time series. In this presentation, we will demonstrate the implemented visualization system and future issues.

5. 宇宙インターネットにおけるコンタクト情報配布手法の実装と評価

- 発表者: 鈴木 翔太(慶應義塾大学)

- 発表概要: 宇宙で使われているDTN技術では、事前に予測されたノードのコンタクト情報に基づいてルーティングが計画される。しかし、そのコンタクト情報の更新方法は定義されていない。本研究では、この連絡先情報を更新するための方法を検討し、それらが宇宙環境に適しているかどうかを定量的に検証する。

6. ML in eBPF for High Performance Anomaly Detection

- 発表者: 大崎 敦也(慶應義塾大学)

- 発表概要: eBPF and XDP are promising technologies that are capable of accelerating packet processing inside the Linux kernel. While it is known to boost throughput when packet processing is performed entirely inside the kernel, there are challenges to porting machine learning based anomaly detection algorithms to eBPF programs. This is due to the rigorous restrictions that are imposed to eBPF programs in order to protect the kernel. Our research aims to overcome these challenges and answer the question to the feasibility of machine learning inside eBPF, in comparison with less-compute intensive alternatives such as entropy-based approach. In our poster, we share the expected challenges and our potential approaches, as well as our preliminary evaluations of entropy-based anomaly detection

inside the kernel.

7. Guideline for Constructing a Trapped-Ion Quantum Node

- 発表者: 徳山 萌音(慶應義塾大学)

- 発表概要: Fault-tolerant quantum computers require millions of qubits, achievable through either monolithic or modular approaches. Trapped-ion quantum nodes are a key modular solution. Given the current limitations on the number of qubits per node, constructing multiple ion traps is essential to meet the qubit demands of various applications. This project aims to clarify the complex steps involved in ion trap construction, offering insights and practical tools to make the process more accessible. These efforts ultimately contribute to the mass production of trapped-ion quantum nodes, towards a quantum network.

なお、参加者からの投票の結果、以下の4件の発表がポスター賞を受賞した。

1. ビザンチン障害耐性を持つ論理ウォールクロックアルゴリズムの提案 竹村 太希(慶應義塾大学)
2. Optimal Switching Networks for Paired-Egress Bell State Analyzer Pools 小山 真里衣(慶應義塾大学)
3. 宇宙インターネットにおけるコンタクト情報配布手法の実装と評価 鈴木 翔太(慶應義塾大学)
4. Guideline for Constructing a Trapped-Ion Quantum Node 徳山 萌音(慶應義塾大学)

• BoF

1. vSIX
今後のvSIX網の運用及び研究の方針に関する議論。
2. lens (2コマ)
最近のインターネットに関連する問題(裁判、立法、etc)についてディスカッションします。
3. dot2net meeting
Discuss future direction of dot2net project. Note that this is a closed meeting, so contact the organizer (sat)

if you prefer to join.

4. DNS

Discuss issues regarding DNS protocol itself and DNS operation

5. NSPIXP (DIX-IE)

IXPの実験であるDIX-IEやNSPIXP3の運用や展開についての議論を行う。

6. SINDAN

The SINDAN project discuss with topics related to quality assessment and troubleshooting of wireless LAN networks.

7. TWO

We will discuss about current operations and the design of WIDE Internet.

8. Delight

本BoFでは、分散型テクノロジーの研究開発、そして信頼の概念について議論する。また、現在Delightメンバーで取り組んでいるデジタルアイデンティティウォレット開発プロジェクトについても進捗を報告する。

9. APIE CampNet

At the APIE Camp, a part of the APIE (Asia Pacific Network Engineering) Program curriculum within the SOI-Asia project, the CampNet team will provide a hands-on environment, share their initiatives, and engage in discussions.

10. MAWI

MAWI is a working group on measurement research. We will introduce recent activities within WIDE.

11. Space-Time Sync

時間と空間を同期する技術を議論するBoF。

12. Trustworthy Email

不正メールと標準化されているその対策技術、現状

のWIDE本ドメイン・サブドメインでの運用を紹介し、ユーザと運用者にとってより快適なメール運用について議論する。

13. Space WG

宇宙空間におけるインターネットアーキテクチャを研究開発する。

14. Re-Arch & ARENA-PAC

This is a joint BoF session of Re-Arch and ARENA-PAC.

3.1 2024年9月合宿ネットワーク

本節では、2024年9月に開催されたWIDE合宿2024における、研究会用仮設ネットワークによる実験運用について述べる。

3.1.1 概要

今回の合宿ネットワークでは、実験的な運用を行わず、ネットワーク構築初学者に向けた実践的な施設ネットワーク構築をテーマに活動を進めた。本活動の目的は、初学者がバックボーンネットワークの構築からAPの提供まで、一連の作業を学ぶことで、実践的なスキルを身につけるとともに、将来的に自身が取り組みたい分野を明確にする機会を提供することを目標としていました。

3.1.2 ネットワーク

構築したネットワークの詳細な構成図を図6に示す。今回合宿ネットワークに関する詳細を対外接続、監視に分けてそれぞれ説明する。

対外接続

会場用の臨時回線の工事を行い、対外接続にはWIDE (AS2500)を用いた。会場にはそれぞれに対応するSSIDを提供した。会場に設置した最上流のルーターからWIDEのネットワークに対してはL3トンネルによって接続し、JAIST NOCに接続し、冗長化をとった。

制御部管理

合宿ネットワークの制御部では、Vyosを使用してファイアウォール(FW)の構築を行いました。このファイア

ウォールは対外回線に対するセキュリティを確保する役割を担い、安全で信頼性の高いネットワーク環境を提供した。

ワークと、ファイアウォールが構築されていないネットワークの2つに分割し、異なる利用用途に応じたネットワーク環境を提供した。

無線管理

無線ネットワークの管理には、Arubaを使用しました。ネットワークは、ファイアウォールが構築されたネット

監視

今回の監視システムでは図7のようなOSSの監視ツールを活用した。また、監視データを会場内のモニターに表

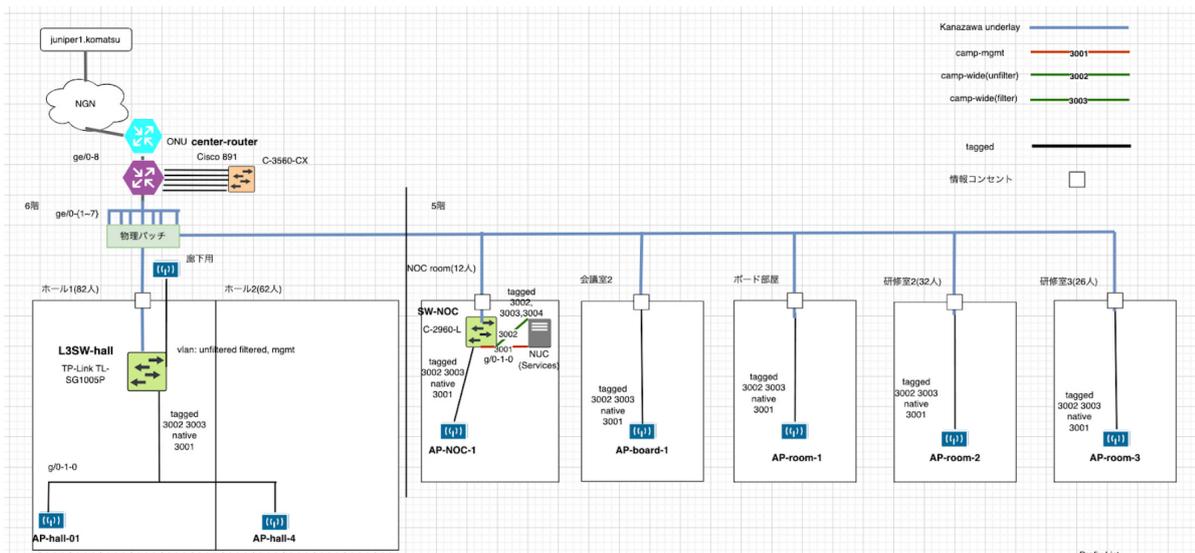


図6 2024年9月合宿ネットワークポロジ



図7 2024年9月合宿ネットワーク監視部門によるスクリーンショット

示することで、ユーザーにネットワーク状況を可視化し、情報提供を行った。

総括

全体として、今回の合宿ネットワークは満足する結果を得ることができた。参加者への合宿後のアンケートにおいても、ネットワークの品質や取り組みについて多くの良い評価を得られた。参加メンバーの努力と、機器を提供してくださった方々のご協力に感謝する。

3.1.3 実施中のトラブルと対応

Hot-stage中には、誰も使用しないようなSWの設定変更が全ての問題を解決する場面があり、トラブルシューティングの重要性を再確認することができた。また、実運用中にはVyOSが突然シャットダウンするという予期しない事態が発生し、その原因についてメンバー全員で議論と考察を重ねるなど、問題解決能力を磨く機会となった。

今回の合宿は、初めての会場での開催であり、運営上の課題が多く発生した。しかし、その中でもメンバーが積極的に活動したことで、人材育成において大きな成果を上げることができた。特に、未経験者や初学者が主体的にネットワーク構築に関わることで、技術的スキルを磨き、実践的な経験を積む機会を提供できたことは、大きな意義があった。

今後も、こうした取り組みを継続・改善し、より多くの初学者にとって有意義な学びの場を提供していきたい。また、人材育成の観点からも意義のある活動だった。合宿運営を経験したメンバーには本格的な実験環境を設計、提供できる人材としての活躍を期待する。