

第20部

インターネットを用いた高等教育環境 / AI³ & SOI Asia

大川 恵子、Achmad Husni Thamrin、植原 啓介、工藤 紀篤、前川 マルコス貞夫、宮北 剛己、明石 枝里子、有馬 俊、Fathima Assilmia、Leandro Navarro、池田 梨花、板垣 清子、Andrey Ferriyan、Imin Alanur、鈴木 莉保、村井 純

第1章 Part I: Executive Summary

AI³プロジェクト(Asian Internet Interconnection Initiative)は、1996年より衛星通信技術を利用してインターネット未整備の大学・研究機関と協力してアジアの研究教育ネットワーク基盤を開発してきた。SOI Asia (School on Internet Asia)プロジェクトは、2001年からAI³プロジェクトが整備した研究教育ネットワークの上で、パートナー組織と共に研究・教育の協力体制を構築し、実践し、各国の高等教育に貢献してきた。主に片方向衛星通信をインターネットの一部として利用するUDLRを用いたコミュニケーション環境は、大学間授業の共有とそれを軸としたインターネット技術者教育に成果を上げてきた。

2020年、AI³ & SOI Asiaプロジェクトは衛星技術を中心としたインターネット基盤から、高帯域地上回線と、多様な衛星技術を組み合わせ、よりレジリエントな通信環境を構築し、その上で研究教育活動を共に推進していく方向に舵を切った。すなわち、両プロジェクトは別々のプロジェクトではなく、パートナー機関の集合からなる『SOI Asia』として1つのアジアの研究教育コミュニティに変遷し、アジア太平洋地域のレジリエントな社会構築に貢献することを目標に掲げ、2024年度は、図1に示すプロジェクト構成で研究活動を推進した。

REN (Research and Education Network)およびResearch Network Testbed

図1の(1) (2)で示す研究教育ネットワーク(REN)の活動

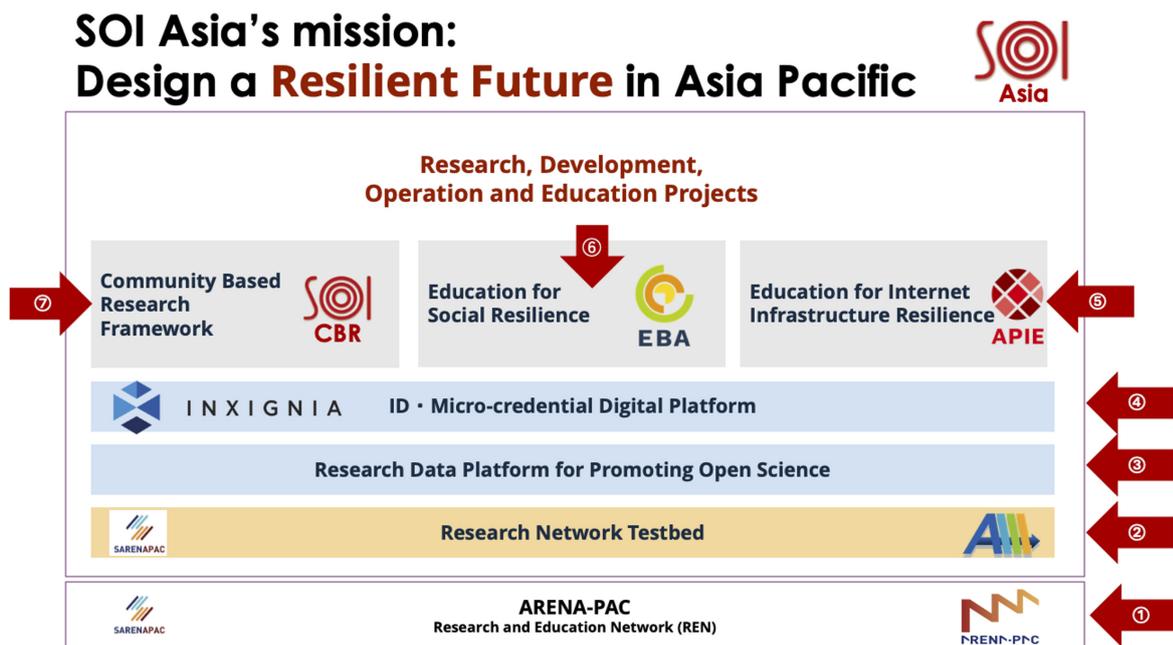


図1 SOI Asia - プロジェクト構成図

として、1)ARENA-PACプロジェクトが提供する広帯域インターネット環境、2)SARENA-PACプロジェクトによる、静止衛星(GEO)や低軌道衛星(LEO)にHAPS等を組み合わせた非地上系通信(NTN)等を組み合わせた、より『レジリエント』な基盤を目指して構築を進めている。また、その上で様々な実験活動を行うための準備を開始した。

2024年には、VPNベースのAI³を全パートナーに構築するプロジェクトを開始した。また、Starlinkを活用したdisaster drill第1回を実施した。報告は本稿のPart III CBR8及びCBR10に詳しく述べる。

ARENA-PACプロジェクトはSOI Asiaと協力体制にあるプロジェクトである。2024年度は、新たにSOI AsiaパートナーのUSM(マレーシア科学大学)とシンガポールの間を100Gbpsで接続するための準備が開始され、今後マレーシアのNRENであるMYRENとの連携も推進していく予定である。ARENA-PACの活動については本報告書の別章を参照のこと。

Research Data Platform for Promoting Open Science

本コミュニティで実践される様々な研究データを蓄積し広く研究コミュニティに共有するためのSOI Asia共通プラットフォームを開発し運用の準備を行っている(図1(3))。また、2021年よりUNESCOと協力しながらオープンサイエンスをコミュニティ内でプロモーションする活動を実践しているが、2024年UNESCOとSOI Asiaは、更なるコラボレーションを促進するため、新たにMoUを締結した。その枠組みの中で、2024年は、インドネシア2大学および、ネパールの大学と共にデジタルヒューマンティの視点からオープンサイエンスの活動が本格化し、今後はプラットフォームがどのようにこれに貢献できるのかを検証していく。

オープンサイエンスの活動については、本稿Part IIで報告する。また、プラットフォームについては、共同研究の枠組みであるCBR(Community Based Research)フレームワークで実施されており詳細は、Part III CBR4のセクションで述べる。

ID & Micro-Credential Digital Platform - INXIGNIA

本コミュニティで実践される様々なフォーマル・ノンフォーマル教育プログラムを受講する人がその受講履歴を在学中だけでなく生涯を通して記録、収集し、証明していくためのデジタルバッジプラットフォームINXIGNIA(インシグニア)を開発し運用している(図1(4))。2024年度は、INXIGNIAの一部として稼働していた認証部分を、様々な教育プログラムで利用するために独立させたSOI Asia IdPを開発し、2025年2月から運用を開始している。

SOI Asiaの個々のパートナー大学や関連団体との連携も進んでおり、現在INXIGNIAに興味を持つ複数の大学が試用を始めている。今後の持続的な運用のためINXIGNIA Consortiumの設立を議論しており、また欧州との意見交換も開始した。

これらの研究・開発は、各レイヤーでの標準化の動向を見据えながらWIDEプロジェクトの各方面とも連携しており、アジアで標準的に運用していく体制構築をめざして活動を行っており、現在、Open Badge 2.0ベースのINXIGNIAバージョン1を運用しながら、並行して、DID(Decentralized Identifiers)/VC(Verifiable Credentials)をベースのINXIGNIAバージョン2を開発始めている。

また、INXIGNIAで可視化される学習履歴を基盤として、学生が自らラーニングパスウェイを設計するなどの機能を実装してキャリアパス設計のサポートを行う機能や、SOI Asiaコミュニティ内での学生モビリティ向上を促進するプログラムとの連携を進めている。これをまとめた論文は、CSEDU 2024においてBest Position Paperを受賞した。

本年度の活動の詳細は、本報告書の特集『INXIGNIA』において報告する。

APIE(Asia Pacific Internet Engineering)

インターネット基盤がレジリエントであるためには、それを担う人材が不可欠であるが、昨今、若者層がインフラ系技術から離れる傾向がアジア共通の課題となっている。私たちは、その解決が急務であることを認識し、

APNIC、高度ITアーキテクト育成協議会(AITAC)と協力し、アジア太平洋地域におけるRENの運用を担う人材や、インターネット分野の研究者を目指す若手人材を醸成することを目的として、2021年よりAPIE Project(図1 (5))を開始した。

エントリーコースとして、オンラインでともに学ぶ約10週間のAPIE Core Courseを2022年より開始した。2024年は4月(第4バッチ)と8月(第5バッチ)に学生を受け入れ、アジア各地から927名の学生が参加した。コアコースではセルフペースのオンラインコース“Understanding the Internet”および“Operating the Internet”で各自の学びを進めつつ、隔週土曜日1時間半のZoomミーティングで集合し、オンラインコースの復習やゲスト講師から最先端の技術や仕事の話を書くなどのプログラムに加えて、議論や実習を小グループで行うなど、他国・他大学の学生たちとともに学ぶ環境を提供している。さらに学生がインターネットエンジニアを自分のキャリアパスとして認識してもらうためのイベントとして、Meet the Engineerを企画し、フィリピンセブで第1回を開催した。

コアコースを修了できた学生は、オンラインで学んだことを実際の機材で実習するAPIE Campに応募することができる。APIEでは2023年2月に日本で実施した内容をベースに共通のCampプログラムを開発し、2023年ITB開催を皮切りに、2024年は2月、8月、11月にUSM(マレーシア)、UNHAS(インドネシア)、USK(インドネシア)と、各パートナー大学によって積極的に開催されるようになってきた。APIE Camp修了者向けに、APIE Advanced Campを設計し、第1回を2024年3月に日本で開催した。2024年、これらのCampには7カ国9大学から92名の学生が参加した。

APIEは、常に複数の国や地域の学生たちが共に学ぶ環境を作り、国際的なコラボレーションができるインターネットエンジニアを育成していることが特徴の1つだが、上述のように、運営側も国際コラボレーションを前提としており、ホストだけでなく、APIE CampはAPNICからの講師派遣、APNIC Community Trainersの協力なども得ながら実践している。2024年は特に、ベトナムとの新しいコラボレーションが開始され、VJU(大学)において、

APIE Onlineで提供するコースを単位の中のプログラムとして採用されるという嬉しいニュースもあった。

2024年の大きな成果は、2022年から徐々に育った人材が、コアコースやAPIE CampのTAを務めたり、また各大学内で学習コミュニティの形成に大いに貢献するようになってきたことである。また、APIE communityの中から、APIE Campで利用するネットワークを設計実践するAPIE Camp NOCチームが結成され、毎回のCampの実施で新しいことに挑戦し、また論文にもつながっていることも大きな成果の一つであり、今後が楽しみである。

2024年の活動は、APAN Pulseでも紹介され、APANコミュニティとの連携も今後期待している。本年度の活動の詳細は、本報告書の特集『APIE Program』において報告する。

EBA (Evidence Based Approach)

EBAプロジェクトは、レジリエントな社会のために、社会課題をエビデンスをベースに分析し、コミュニケーションができる人材を育成することを目的として、2016年より文科省の支援を得て、慶應義塾大学を中心とした幾つかのアジアのパートナー大学と協力して開始した教育プログラムであるが、2021年からは、SOI Asiaコミュニティの中の教育プログラムの柱として活動を行っている(図1 (6))。フィールドワークを中心とした教育プログラムで、データの収集、分析、ストーリーテリングの3つのスキル教育と課題を共有するコミュニティ形成を促進している。今年度の活動については、本稿Part IIを参照のこと。

CBR (Community Based Research) Framework

AI³/SOI Asiaでは、パートナー大学間の共同研究の推進を目的として、CBR (Community Based Research)という新たな枠組みを、2022年度より開始した(図1 (7))。枠組みは、特に以下を意識して設計されている。

- マルチステークホルダー共同研究の推進
- コミュニティ内の問題を解決するイノベーションの奨励
- 若い世代の研究活動への参加
- ネットワークや人材などコミュニティの持つ資産を活用して価値を創造

CBRのプロジェクト発足と運営の手順は以下の通りで、定期的に提案を受け付け、AI³/SOI Asia運営会議での承認ののち、慶應義塾大学との各参加大学との研究契約を締結して開始に至る。

1. Research topics are proposed and defined by the community in AI³ /SOI Asia meetings
2. A research advisory committee composed of voluntary faculty members of
3. AI³ /SOI Asia develops research plans, which include descriptions, goals, duration, and deliverables. AI³ /SOI Asia project prepares and sends out a call for participation for each CBR
4. Partner universities will sign up as a team, and the research advisory committee will select 2 or 3 teams.
5. Project will start
6. The research advisory committee will periodically review the research progress in each CBR.

2024年には、以下のCBRプロジェクトが終了した。

- CBR1a Dynamic Network (Institut Teknologi Bandung (ITB), Universiti Sains Malaysia (USM)): 本プロジェクトはインドネシアのITBにて、ネットワーク研究用のP4スイッチを使用した高速LAN環境を構築した。本LAN環境は、パートナーは実験のためにアクセスできる。ITBは本LAN環境利用のワークショップを実施した。
- CBR3a IoT - Transport (USM, Universitas Brawijaya (UB), Universitas Syiah Kuala (USK)): 本プロジェクトはマレーシア ペナンUSMキャンパスバス、インドネシア マラン市営路線バス、及びインドネシア バンダアチェ市営路線バスにBLE通信でバス停の到着や通過を特に監視し、機械学習で到着時刻を推定する。本プロジェクトの成果をステークホルダーと共に、実際の運用を議論する予定。
- CBR3b IoT - Smart Agriculture (USK, UB, USM, Universitas Hasanuddin (UNHAS)): 本プロジェクトはグアバ、パイナップル等のサイズや形を機械学習で分

類した。本プロジェクトの成果をもとに、各大学やステークホルダーと今後の具体的な運用方法について議論している。

本年度のCBRの枠組みによる研究活動の詳細は、本稿Part IIIにおいて報告する。

Community Engagement

SOI Asiaでの研究教育活動は、SOI Asiaパートナー、およびAPAN、APNICといったアジア太平洋地域との連携が不可欠である。SOI Asiaそのために、各組織とのMoUの締結、パートナーとの定期的なミーティングの開催、および、各種コミュニティの会議へ参加し発表の機会を積極的に利用して情報共有、意見交換を行っている。詳細は、Part IIを参照のこと。

第2章 Part II: Sub-Project Summary

2.1 Open Scienceに関する活動

2019年からSOI Asiaメンバー間で活発に議論してきたOpen Science (OS)に関する研究開発について、2024年は具体的な取り組みとして「Community-Centric Open Science Infrastructure for Digital Humanities in the Asia-Pacific」と題して、パートナー 3大学および協力先とともにパイロットプロジェクトを実施した。以下に、対象としている文化資源と概要を述べる。

•ネパール(カトマンズ)の伝統楽器サランギ

Institute of Engineering, Tribhuvan University (IOE-TU)と協働。ネパール(カトマンズ)の伝統的な弦楽器であるサランギの音色と楽器自体をデジタルアーカイブ化し、ネパールの音楽文化の保存と普及を図る。

•インドネシア マラン市の古代寺院

Universitas Brawijaya (UB)と協働。古代寺院(Chandi)をドローンや3Dスキャナーなどを駆使して3Dデジタルアーカイブ化し、歴史的遺産の保存と教育活用(市内の教育・研究機関と連携予定)を目指す。

・インドネシア バンダアチェ市の墓石群

Universitas Syiah Kuala (USK)と協働。イスラム王朝の繁栄と衰退を物語る貴重な墓石群(墓碑)をデジタルアーカイブ化し、地域住民や研究者がその文化的価値を新たなかたちで共有し、活用できる環境を創出することを目指す。

今年、本活動はパイロットプロジェクト(初年度)としてフィールドリサーチを現地で複数回実施したほか、デジタル化を進めるにあたって機材の操作方法に関するレクチャーを実施した。また、定期的にオンラインミーティングを実施することで、相互に協力体制を構築している。

本活動は人文系の知識を有する現地大学教員との協働が求められるものであり、パートナー大学内においては、SOI Asia担当教員が所属する学部以外との連携を強化する契機となった。これにより、パートナー大学内においてSOI Asiaの活動を広く浸透させ、OSをテーマとした具体的なプロジェクトや取り組みを展開するための体制も整い始めており、今後は学際的な協力を通じて活動の影響力を一層拡大することを目指す。

次年度以降は、(デジタル)アーカイブ化されたデータの具体的な活用方法について、議論をしていく予定である。

2.2 EBA

EBA (Evidence Based Approach)プロジェクトは、2021年よりAPNIC Foundationの寄附を得てSOI Asiaプロジェクトのサブプロジェクトとして活動を行っている。2024年は慶應義塾大学主催の日本国内フィールドワーク1件、パートナー大学主催のアジア地域におけるフィールドワーク1件の合計2件のフィールドワークを実施した。また、2023年11月に開催した教員会議での議論を踏まえ、EBAフィールドワーク参加者がフィールドワーク前に受講する共通学習コンテンツ(共通コース)の開発に着手し、オンデマンド動画視聴を主体としたコースと、リアルタイムオンラインセッションを主体としたコースの2種類のパイロット版を、2件のフィールドワーク参加者に対して別々に試験実施した。また、EBAパートナー大学であるUniversity of the Philippines Diliman (UPD)、Chulalongkorn University (CHULA)、Universiti Malaya

(UM)の3大学を訪問し、参加学生の選出方法やEBAプログラム参加にあたっての課題についてヒアリングを行うと共に、今後、EBAフィールドワークを主催するための具体的なマイルストーンやパートナーシップの在り方についてディスカッションを行った。

・EBA水俣フィールドワーク

2024年8月1日から7日の日程で熊本県水俣市でのフィールドワークを実施した。国外9大学(マレーシア:Universiti Malaya (UM)、Universiti Sains Malaysia (USM)・インドネシア:Universitas Brawijaya (UB)、Universitas Hasanuddin (UNHAS)、Sam Ratulangi University (UNSRAT)、Universitas Syiah Kuala (USK)・バングラデシュ:Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET)、ベトナム:Hanoi University of Science and Technology (HUST)、フィリピン:University of the Philippines Diliman (UPD))に加え、慶應義塾大学に所属する大学生・院生合計13名が参加した。参加者は地域社会が直面している問題を掘り下げ、水俣市の持続可能な発展のために可能な解決策を提案した。

・EBA ITBカリマンタンフィールドワーク

2024年6月28日から7月6日の日程でパートナー大学であるInstitut Teknologi Bandung (ITB)主催のインドネシア・東カリマンタンにおけるフィールドワークを実施し、国外7大学(マレーシア: Universiti Malaya (UM)、インドネシア: Institut Teknologi Bandung (ITB)、Universitas Brawijaya (UB)、Universitas Hasanuddin (UNHAS)、Universitas Syiah Kuala (USK)、バングラデシュ: Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET)、タイ: Chulalongkorn University (CHULA))に加え、慶應義塾大学に所属する大学生・院生合計12名が参加した。本フィールドワークでは、インドネシアの首都移転予定地である東カリマンタン州をフィールドに、そこから得たデータをもとに「持続可能な都市」の定義を人間、文化、自然の側面から考え、そのコンセプトを映像化した。

・EBA共通コース開発

共通コースは、EBAプロジェクトにおける新たな取り組みであり、学生がエビデンスに基づいて課題を特定し、取り組むための準備を進めることを目的とし、EBAフィー

ルドワークに参加する前の学生を対象に開講される。本講座を通して、学生はエビデンスに基づくリサーチ・マインド、基本的なデータの取り扱いと探索スキル、リサーチ・コミュニケーション・テクニックを習得させることを目指している。

本コースでは、学生が実際のフィールドでEBAメソッドのサイクル(エビデンスの収集→データの分析→ストーリーテリング)を実践し、様々なバックグラウンドを持つ仲間と協力しながら、総合的なフィールドワークを体験できるように設計されている。2024年は、前述の2つのフィールドワーク参加者に対し、別々のパイロットコースを実施し、得られたフィードバックを基に、学生がフィールドでの学びを最大限に活用できるようなコース強化が図られる。

・今後の予定

2025年7月にUSK主催のインドネシアにおけるフィールドワーク、8月に水俣フィールドワークを実施予定であり、2025年も海外学生の日本(慶應義塾大学)への受け入れとパートナー大学主催のアジア地域でのフィールドワークへの学生の派遣を予定している。特に、USK主催のフィールドワークでは、本稿Part IIIのOpen Scienceの取り組みを拡張する形で、文化遺産のデジタル化をテーマとする予定で、SOI Asia内のシナジー創出の可能性を探る。また、今年パイロット版を試験実施したEBA共通コースを改良し、異なる2つのフィールドワーク参加者に

対し、参加前の同時期にコースを実施する運用方法を試みる予定である。そして、2025年5月にはCHULA主催で教員会議を実施し、引き続きパートナー大学と連携しながら、EBAフィールドワークを主軸とした包括的な教育プログラムの開発に注力すると共に、互いの学生が参加しやすいプログラムの枠組みの構築を目標として、教員向けのワークショップの実施、学生支援の仕組みの整備を行う予定である。

2.3 Community Engagement

・大学間MoU

大学間の学生交換、教員交換などを促進するために、パートナー大学とのMoUを再締結・新たに締結するプロセスを2022年から開始している。2024年は、2大学と締結し、合計17大学とのMOUが締結されている。

・AI³/SOI Asia Online Monthly Seminar

SOI Asia/AI³では、コミュニティ全体の活性化と各種プロジェクトの情報共有のため、2021年10月より、毎月最終水曜日にMonthly SeminarをOnlineにて実施している。研究・教育に関する情報交換と議論、学生による研究発表など、様々な目的でのセミナーを実施している。2024年のOnline Monthly Seminarの一覧を表1に示す。

・57th AI³/SOI Asia Directors Meeting (セブ・フィリピン)

2024年6月20日から21日にわたり、AI³/SOI Asia Directors MeetingをUniversity of San Carlos (USC)と

表1 2024年Monthly Seminar一覧

No	Date	Topics
27	Jan 31	Projects update
28	Feb 21	Projects update
29	Mar 27	APIE Camp final presentation
30	Apr 24	CBR presentations
31	May 22	APIE Advanced Camp final presentation
32	Jun 26	Research presentation from CCRC, projects update
33	Jul 31	W3C sharing, research presentation, CBR Proposal discussion
34	Aug 21	Projects update
35	Sep 25	APIE Camp final presentation
36	Nov 27	SOI Asia meeting-showcase plan, INXIGNIA update
37	Dec 18	SOI Asia showcase preparation, projects update

*10月セミナーは58th AI³/SOI Asia Meeting と重なったため、キャンセルとなった。

協働で、フィリピン、セブ島にて開催した。10カ国から59名のコアメンバーが、オンライン・オンサイトに会し、各大学の教育現場の状況やプロジェクトの進捗の報告及び今後の活動に関する議論がなされた。また今回はAPIE programにて前述の通り“Meet the Engineer”セッションを設け、SOI Asiaパートナーが、USCの学生とともに直接対話し、インターネット技術の現場で活躍するエンジニアとしてのキャリアについて語る貴重な機会を提供した。

• 58th AI³/SOI Asia Online Meeting (Online)

2024年10月22日から24日の3日間、Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET) と協働でOnlineで開催し、15カ国から86名が参加した。各大学の教育現場の状況の報告に加え、Capacity Building、Inxignia、Open Science、Infrastructureの4つのテーマでパネルディスカッションを行い、各分野の専門家をパネリストに迎え、活動内容の共有と今後のSOI Asiaの活動に対する期待が寄せられた。本会議についての詳細は、報告書を参照のこと。

• APNIC 57 in Bangkok

Representing Asia Pacific's largest international Internet conference, Asia Pacific Regional Internet Conference on Operational Technologies (APRICOT) draws many of the world's best Internet engineers, operators, researchers, service providers, users and policy communities from over 50 countries to teach, present, and do their own human networking. APRICOT 2024 was held from 21 February to 1 March 2024, in Bangkok, Thailand. In addition to the regular program schedule, the SOI Asia met with the APNIC Foundation team, CBR-related meetings with specialists and partners who were also attending the event.

• APNIC 58 in Wellington

In the first week of September, SOI Asia representatives Noriatsu Kudo (APIE program lead) and Marcos Sadao Maekawa (APNIC Foundation) attended the APNIC 58 conference in Wellington, New Zealand. They shared SOI Asia and APIE updates with the Asia-Pacific

Internet community and explored new opportunities of collaboration.

Some of the main keywords from this edition were multistakeholder governance, resilient internet and younger generations. Kudo introduced SOI Asia and presented the APIE program in the AP Star Retreat and the NexGen BoF sessions. At the AP Star retreat, a collaborative network of organizations that supports the growth and stability of the Internet in the region, participants raised that all the member organizations should collaborate more and also emphasized the need to bring and focus on younger generations to the Internet community.

The NexGen BoF gathered representatives of programs contributing to building the next generation of community leaders who will continue carrying out the APNIC vision of a global, open, and stable Internet. APIE shared information about one of its online courses, “Understanding the Internet,” available on the MOOC platform FutureLearn. Kudo and Marcos also talked to young participants who were interested in the program.

第3章 Part III. CBR - Community Based Research Projects

SOI Asia Part IIIではCBR Frameworkのもとで進められている各プロジェクトについて報告する。

3.1 CBR1 - Dynamic Network

This research built a small-scale testbed as in Figure 1 experiments in high speed and programmable networks. The testbed is located at Institut Teknologi Bandung (ITB), Indonesia, and Universiti Sains Malaysia (USM) as well as ITB are the main partners that perform experiments on this testbed.

ITB has conducted an online workshop on how to use this testbed for SOI Asia partners in 2024 and another workshop is planned in February 2025.

3.2 CBR2 - Network Management - Real-time Malicious TLS Traffic Detection

This research installed a system to malicious traffic in real-time at five SOI Asia partners: Universitas Hasanuddin (UNHAS), Universitas Brawijaya (UB), Universitas Syiah Kuala (USK), Universiti Sains Malaysia (USM), and Bangladesh University of Engineering and Technology (BUET). The system monitors traffic at a university gateway, analyzes the traffic using machine learning to determine whether a flow is malicious or benign.

An objective in this research is sharing dataset to cybersecurity researchers around the world. A challenge in achieving this is label data, especially the malicious ones. This research added honeypots on the network to create properly labeled malicious traffic dataset.

The proposed system works as follows:

● Capturing Network Traffic

The main tool we use is Suricata with XDP to enable capturing at fairly high speed. We focus on TLS traffic

with appropriate packet filtering to preserve privacy.

● Features Extraction

Proposed systems extract important features from flow records and transform into more ML friendly. Feature Extraction aims to reduce the number of features in a dataset by creating new features from the existing ones (and then discarding the original features).

● Light-weight ML model for classification

We focus on using XGBoost for the classification as it is relatively fast and small. A challenge in this classification is how to fit as many models as possible to the GPU in the malicious detector for fast and accurate classification.

3.3 CBR3a - IoT-based transport data collection and analytics framework using Bluetooth proximity beacons

We concluded this project as a CBR in 2024 and the systems are still running to track public buses and predict the arrival time at the next bus stops, to make it easier for the passengers to determine when they should

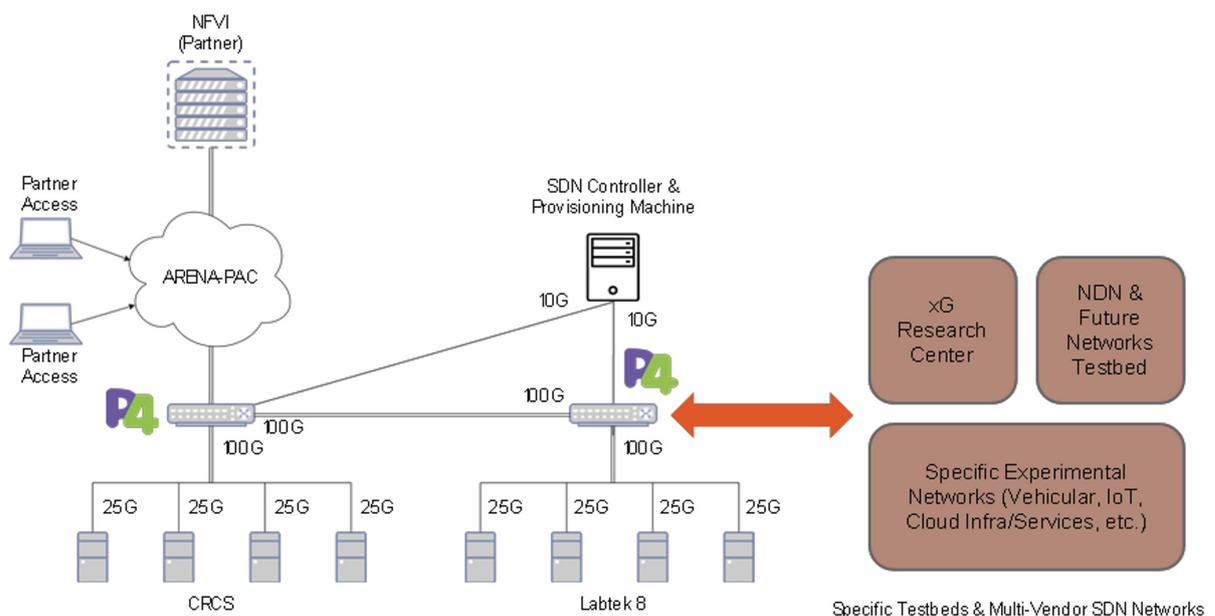


Figure 1: Dynamic network testbed with experiments by ITB and USM.

be at the bus stop.

The system is installed in three cities: 14 points in Universiti Sains Malaysia (USM) campus commuter bus, 13 points in a Malang school bus line, and 20 points in a Banda Aceh public bus line. The system uses BLE beacons from Estimote and mounts the beacons at a safe and non-intrusive place on the bus, such as in Figure 4. The IoT gateway is developed as an Android phone application, and the phone and power system are deployed inside a container mounted at a bus stop, such as Figure 5. The system is now under a testing phase where users use the mobile application, as in Figure 6.

The next challenge for this research is to discuss with stakeholders for sustainable operations, in the view that measuring public transport can be a proxy metric for traffic in the cities where we installed the system.

3.4 CBR3b - IoT system to classify and predict the quality of produce in smart agriculture

We concluded the CBR3b project in 2024, where partners in Indonesia and Malaysia developed a system to classify and predict the quality of select produce using computer vision and machine learning. The produce are guava in East Java (Indonesia); chili in South Sulawesi (Indonesia); melon, watermelon, and pineapple in Aceh (Indonesia); and guava and pineapple in Penang (Malaysia).

This research focuses on the produce classification to ship the produce with the target quality to the distributors. Domain experts determine the grade and this research classifies produce, such as guava (Figure 5). The produce are placed on a sorting machine as in Figure 6 for the classification.

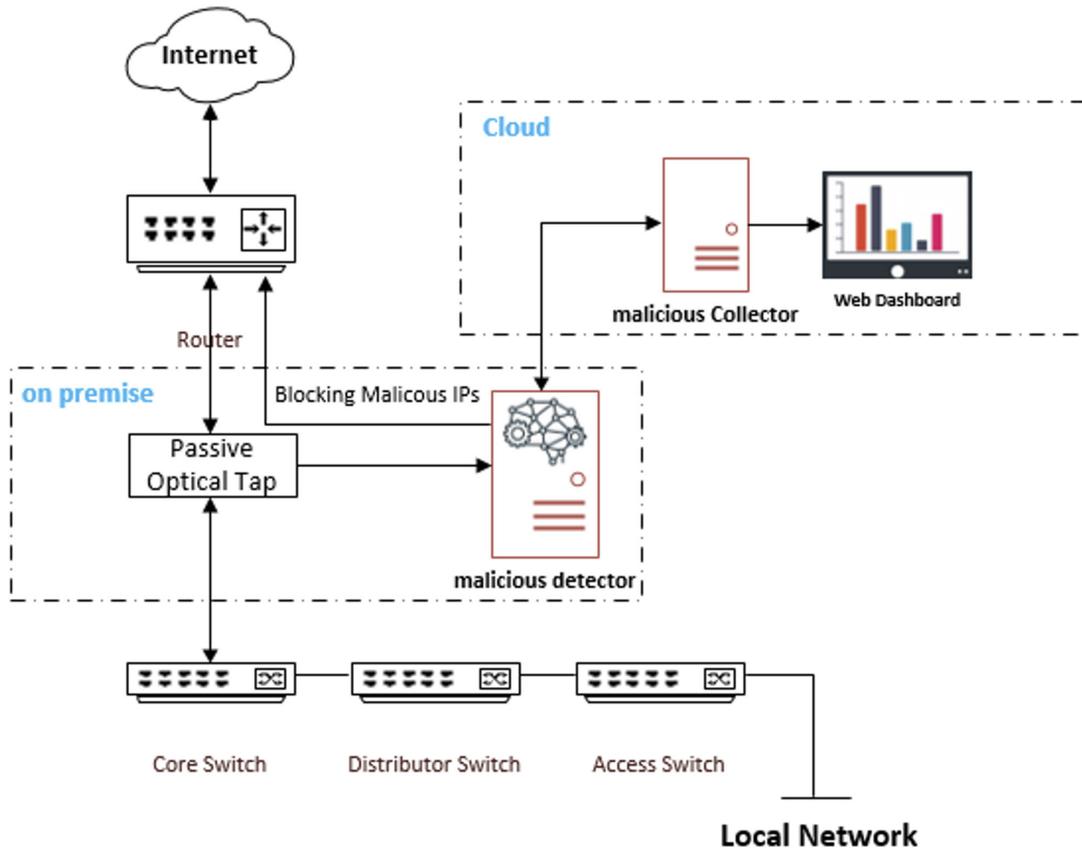


Figure 2: A typical malicious traffic detection system architecture installed by partners for CBR2 research.

The next challenges of this research include how to properly classify produce according to standards that are agreed by ASEAN countries.

3.5 CBR4 - Research data platform

This research develops a high-speed and high-capacity research data platform where all partners in other Community Based Research (CBR) projects in SOI Asia can store their research data as well as perform training for the machine learning systems that they develop. The main objectives of this project are: 1) to provide a high speed and high-capacity system for partners to store and perform training of their research data as well as for data sharing for Open Science; and 2) to prepare the network infrastructure for future high speed network research and development.

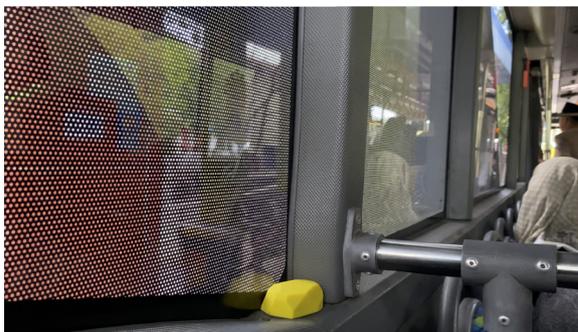


Figure 3: A beacon is mounted inside a bus in Banda Aceh.



Figure 4: An Android IoT gateway is deployed inside a container box mounted on a bus stop pole in USM.

In this research, we perform research and development in three works that are closely related to each other.

1. High-speed network infrastructure

Our network is mainly for research and development and is planned to enable high-speed data transfer with global REN. Such data transfer includes uncompressed



Figure 5: Guava grading testing comparing the classification result with the label from domain experts.



Figure 6: Sorting machine for large produce such as pineapples.

video conference, dataset mirroring, and research data transfer for data store and machine learning. We connect the our network to WIDE Fujisawa with 100 Gbps to maximize capacity for future networking research, while the servers will use 10 or 25 GbE interfaces.

2. Research data store

Research in SOI Asia community uses and produces data. This system will store the data and sync the data to cloud services provided by ARENA-PAC. The data store may use APIs that are compatible with popular cloud APIs such as S3 and FiWare.

3. Compute resource sharing system

Research in the SOI Asia community uses compute resources for processes such as machine learning. This system has 128 cores, 512 GB RAM, and an A6000 GPU with 48GB memory. This system will be able to handle GPU intensive processes and CPU intensive processes at the same time.

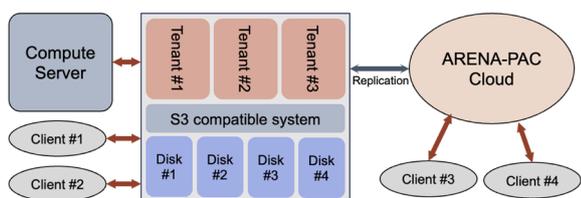


Figure 7: Diagram of research data store system

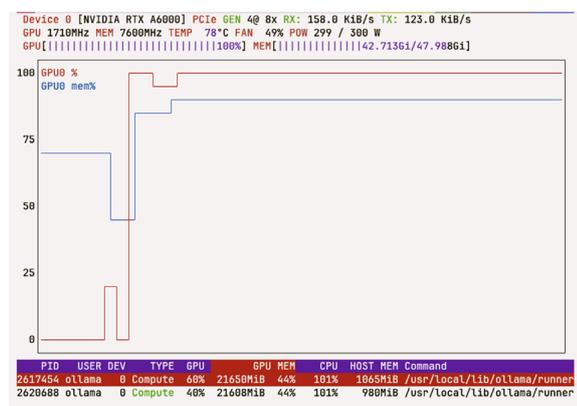


Figure 8: Compute system runs to two LLM models in parallel during a testing.

A challenge in operating this system is the GPU computing resources are limited for research and applications using LLMs as good models require large memory. Hence the use of CPU and GPU should be properly balanced when multiple processes compete for the resources.

3.6 CBR 6 - Deployment of UNTL Connectivity to REN

This work connects the Faculty of Engineering of National University of Timor-Leste (UNTL) to the research and education network by deploying a new link to UNTL engineering campus in Hera, which is located 12 kilometers to the east of UNTL main campus in Dili.

The main objective is to enable UNTL to participate more in the REN community activities. This 20 Mbps link started in June 2023 and is due to conclude the contract after 2 years in 2025.

The Timor Leste government is deploying a submarine cable which is planned to be ready for service at the end of 2024. We have conducted a discussion with the relevant government agency on how to connect UNTL and TLREN to the global REN. At the same time, we are also considering using Starlink as the link for UNTL to connect to global REN after the current contract concludes.

3.7 CBR 8 - Non-Terrestrial Network Development (SARENA-PAC)

This proposal develops non-terrestrial connectivity at several AI³ & SOI Asia partners for research and education in disruption tolerant networks, for providing backup connectivity in the event of network disruptions and emergency situations, as well as providing drop-in connectivity for related activities outside the campus. The main objectives of this project are:

1. To provide a non-terrestrial backup connectivity for network disruptions.
2. To provide a drop-in connectivity for research and

education activities outside the campus.

3. To research disruption tolerant networks on LEO satellite networks.

The activities in this proposal are: 1) deploying LEO network terminals at several partner sites; 2) developing and performing experiments on a DTN platform; and 3) developing a network emergency platform and conducting emergency drills.

We have conducted an emergency network drill in UNSRAT, Indonesia, in November 2024 with the assumption that UNSRAT campus is disconnected from the Internet while it has to keep on premise services running by connecting to UB, which is an ARENA-PAC POP in Indonesia.

Disruption Tolerant Network system

The DTN system consists of three components: DTN Server, DTN Edge, and Client. The DTN Edge continuously monitors the connectivity using a very low volume traffic to DTN Servers to understand the disruption patterns and to determine the optimal connectivity methods. The DTN Edge informs the Client the optimal connectivity methods. The Client decides how to make use of the information from DTN Edge.

Emergency Network System

The Emergency Network System (ENS) connects VPN Edge located inside the Starlink network to a VPN Server located in AI³ network. The ENS intermittently disconnects and then reconnects the VPN to test the readiness of the ENS. The VPN Edge should be able to connect Partner Devices that are important to restore the connectivity of the partner network.

3.8 CBR 10 - Development of AI³ VPN POPs at ARENA-PAC (SARENA-PAC)

This proposal develops AI³ VPN point of presences at ARENA-PAC to enable partners to have connectivity to resources and services provided by ARENA-PAC, such

as cloud, that are available only to ARENA-PAC. This VPN will be used to access ARENA-PAC services as well as for research and experiments, mainly in SRv6, traffic engineering, and IPv6 multiprefix operations.

The activities in this project are: 1) deployment of VPN servers at ARENA-PAC POPs; and 2) deployment of VPN clients at partner sites.

This work is in its initial phase, where we start with SFC and Tokyo, then connect to IDREN in Malang and PREGINET in Manila. We expect it to be operational in 2025.

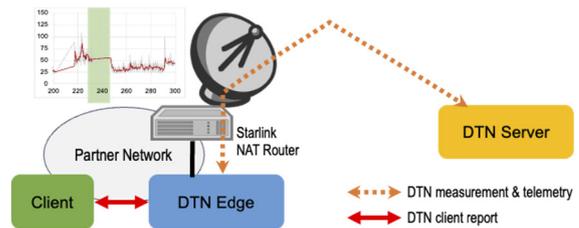


Figure 9: Disruption Tolerant Network System

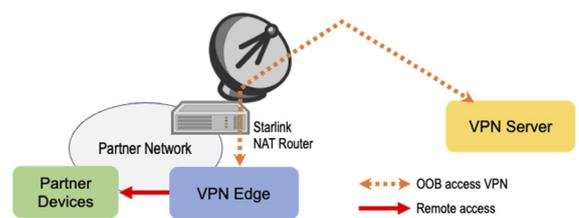


Figure 10: Emergency Network System

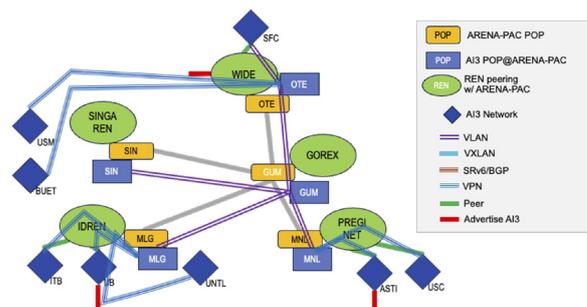


Figure 11: AI³ VPN POPs are connected using VLAN