

第2部

特集2 ARENA-PAC

浅井 大史、遠峰 隆史、大川 恵子

第1章 はじめに

本稿では、アジア太平洋地域の研究教育目的広帯域バックボーンネットワークであるARENA-PAC (Arterial Research and Educational Network in Asia-Pacific, <https://www.arena-pac.net/>)の運用について報告する。ARENA-PACは、アジア太平洋地域のインターネットの発展のための基金であるAsia Pacific Internet Development Trust (APIDT)により長期使用契約された海底ケーブル網による研究教育目的の広帯域バックボーンネットワークである。ARENA-PACは、APIDTにより長期使用契約された海底ケーブル網に加えて、他の研究教育ネットワークとの相互接続などにより、ARENA-PACの名前が示すようにアジア太平洋地域に広がる「動脈(Artery)」とも言える広域大容量バックボーンネットワークを目指している。

今年度は、インドネシア(マラン)=グアム、フィリピン(マニラ)=グアムの100Gbpsの回線が開通し、当初計画したすべての回線が利用可能となった。本稿では、ARENA-PACの現在の運用状況および国際的な連携協力について報告する。

第2章 運用状況および回線状況

現在のARENA-PACバックボーンネットワークを図1に示す。昨年までに、東京=グアムおよびシンガポール=グアム(シンガポール=グアムは、AARNet、Internet2、インディアナ大学との共同コンソーシアムによる運用)の100Gbps回線の運用を開始している。これらに加えて、2023年は、2月にインドネシア=グアム(接続先: Brawijaya大学・Indonesia Research and Education



図1 ARENA-PACのバックボーンネットワーク

Network (IDREN)) の100Gbps回線、9月(開通は4月)にフィリピン=グアム(接続先: Philippine Research, Education, and Government Information Network (PREGINET)・DOST Advanced Science and Technology Institute (ASTI))の100Gbps回線の運用を開始した。これにより、ARENA-PACで当初計画したグアムをハブとした4回線すべての運用が開始された。

2023年に運用を開始した新規回線の開通を記念して、SOI Asia/AI³プロジェクトのパートナーでもある各回線の接続先組織主催での式典が開催された。

まず、2023年8月9日に、インドネシア=グアム回線の開通を記念して、マラン・Brawijaya大学において、Brawijaya大学・IDREN主催で“Operational Inauguration of ARENA-PAC Indonesia 100Gbps”と称して式典を開催した。本式典においては、本回線と東京=グアム回線を利用した後述の8K非圧縮映像伝送実験により、Brawijaya大学と慶應義塾大学日吉キャンパスとの二会場間で式典の様子を相互にリアルタイムに中継した。日吉キャンパスにて出席いただいたH.E. Heri Akhmadi駐日インドネシア共和国大使および慶應義塾大学岡田英史理事から中継を通じて祝辞を賜った。

2023年12月13日には、フィリピン=グアム回線の開通を記念して、マニラで開催されたDOST-ASTI主催の“3rd Joint PREGINET and COARE Stakeholders' Meeting”の中で式典を開催した。本式典においては、情報通信研究機構(NICT)や農林水産研究ネットワーク(MAFFIN)からも発表があり、高速ネットワークや研究教育ネットワーク間の連携の重要性が強調された。また、本式典においては、ARENA-PAC回線を用いたデモを実施予定であった。しかし、フィリピン=グアム回線が2023年12月3日に発生した障害により使用できなかったため、ARENA-PAC回線を用いたデモは実施できなかった。その代替として、MAFFINの協力により、MAFFINの東京=マニラ回線を利用して日本=フィリピン間での音楽セッションおよびデータ転送のデモを実施した。研究教育ネットワークにおける相互バックアップによる冗長性・堅牢性の重要性を示す結果となった。

第3章 ARENA-PAC回線を利用した実験

本節では、2023年にARENA-PAC回線を利用した3つの実験・デモについて報告する。

3.1 8K非圧縮映像伝送実験

先述の2023年8月9日に開催したインドネシア=グアム回線の開通を記念した式典において、8K非圧縮映像の伝送実験を実施した。慶應義塾大学日吉キャンパスとBrawijaya大学との間で非圧縮8K映像・音声を双方向で伝送し、二拠点間で超高画質・低遅延のリアルタイム映像伝送を実現した。8K映像の臨場感により、二会場に分かれた式典も滞りなく実施することができた。また、本実験では、会場間をつなぎ式典を中継するだけでなく、8K非圧縮映像の特性である低遅延を活かし、会場間(日本とインドネシア間)でアカペラ合唱のデモを実施し、成功した(<https://youtu.be/CgZiZsObYWU>)。

図2に本実験の準備、リハーサルおよび当日の式典中のトラフィック量を示す。この図に示したとおり、8K非圧縮映像は約42Gbpsのトラフィック量となる。このような実験は、広帯域の回線によりはじめて実現できるものであることがあらためて示された。

なお、本実験は、アストロデザイン株式会社、セイコーソリューションズ株式会社、Juniper Networks、Arista Networksの機材・技術協力およびSINET、GXP-Tokyoの協力により実現したものである。

3.2 遠隔手術

ARENA-PACおよびWIDEプロジェクトは、SINET、JGN、SingARENとともに、2023年10月9日から12日にかけて行われた藤田医科大学とシンガポール国立大学間の遠隔手術の実証実験に協力した。本字証実験において、ARENA-PACおよびWIDEプロジェクトは回線を提供するだけでなく、SingAREN、SINET、JGNの各研究教育ネットワークとの連携において貢献した。

本実証実験は、約5,000キロ離れた日本とシンガポール間の遠隔手術の実証実験であり、そのネットワークポロ

ジューを図3に示す。シンガポール側にコックピット、日本側に手術ロボットを設置し、その間をVPNにて接続した。本実証実験では、遅延の異なる3つのパス(図中(1)～(3)。(4)はバックアップ。)を切り替えながら利用し、遅延の大きい長距離での遠隔手術の実現可能性を示した。

3.3 SIGGRAPH Asia 2023におけるインタラクティブ・ボリュメトリックライブ

ARENA-PAC は、2023 年 12 月 15 日 に SIGGRAPH Asia2023にて行われたインタラクティブなボリュメトリック映像ベースのライブ・パフォーマンス(デモ)にも協力した。本デモは通常のインターネット回線では実現

が困難な、高速かつ安定した情報の転送が要求されるものであったため、研究教育ネットワークの連携により、要求を満たすネットワークを構築した。具体的には、Australia's Academic and Research Network (AARNet) およびGuam Open Research & Education eXchange (GOREX) との連携により、シドニーのカンファレンス会場である International Convention & Exhibition Centre (ICC Sydney) からグアム(GOREX)を通じて、大手町まで 100Gbpsのパスを準備した。また、大手町から東京のスタジオ(TOKYO NODE)まで接続を延伸し、ICC Sydneyと TOKYO NODE間で本デモ用のVLANを設定し、L2ネットワークを構築した。

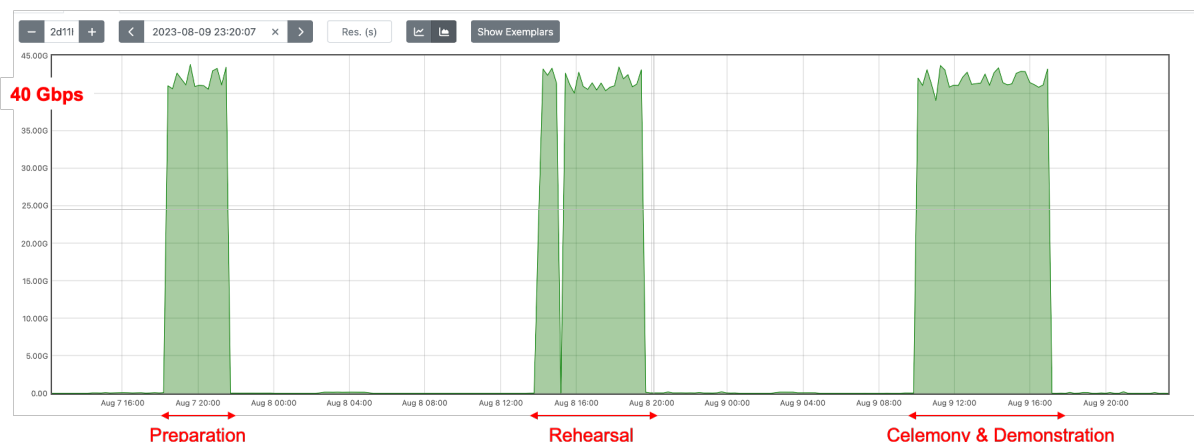


図2 インドネシア開通記念式典における通信量

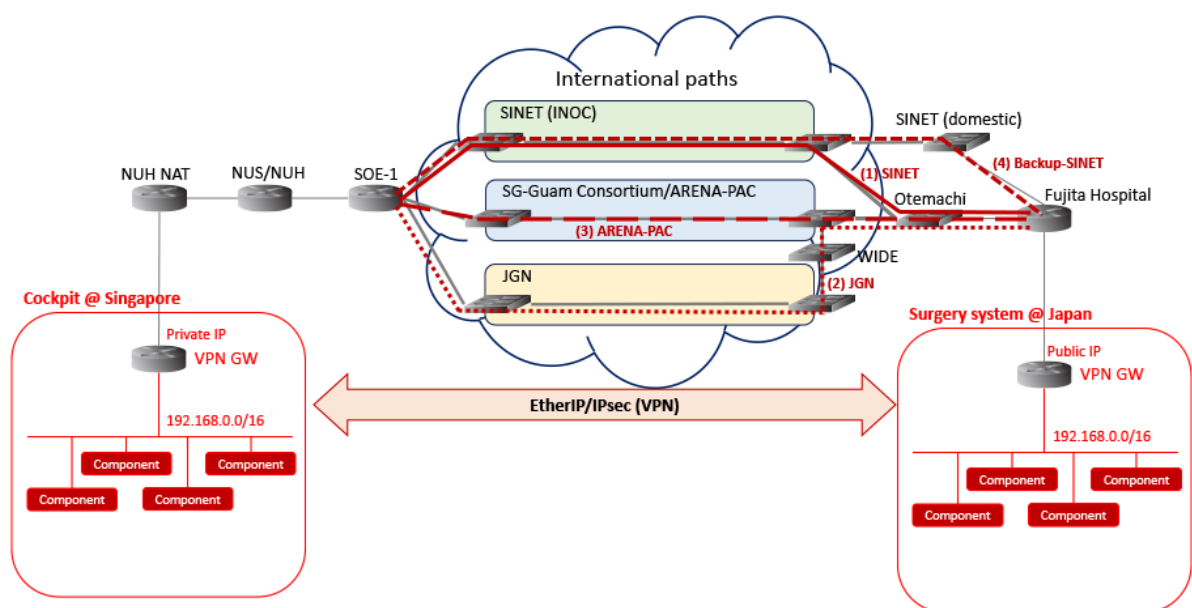


図3 遠隔手術実証実験のネットワークポロジ

本デモは、図4に示すとおり、スタジオから約7,800km離れた会場の観客にボリュメトリック映像を使ったライブパフォーマンスを届けるものであった。本デモでは、東京の演奏者とシドニーの観客が即興音楽を共創することができた。

第4章 まとめ

本稿ではアジア太平洋地域の研究教育目的広帯域バックボーンであるARENA-PACの運用について報告した。今後もARENA-PACの運用、大学・研究機関との共同研究や実証実験、デモ、APOnetとの連携などを通じて国際的なインターネットの発展に継続して貢献していく予定である。

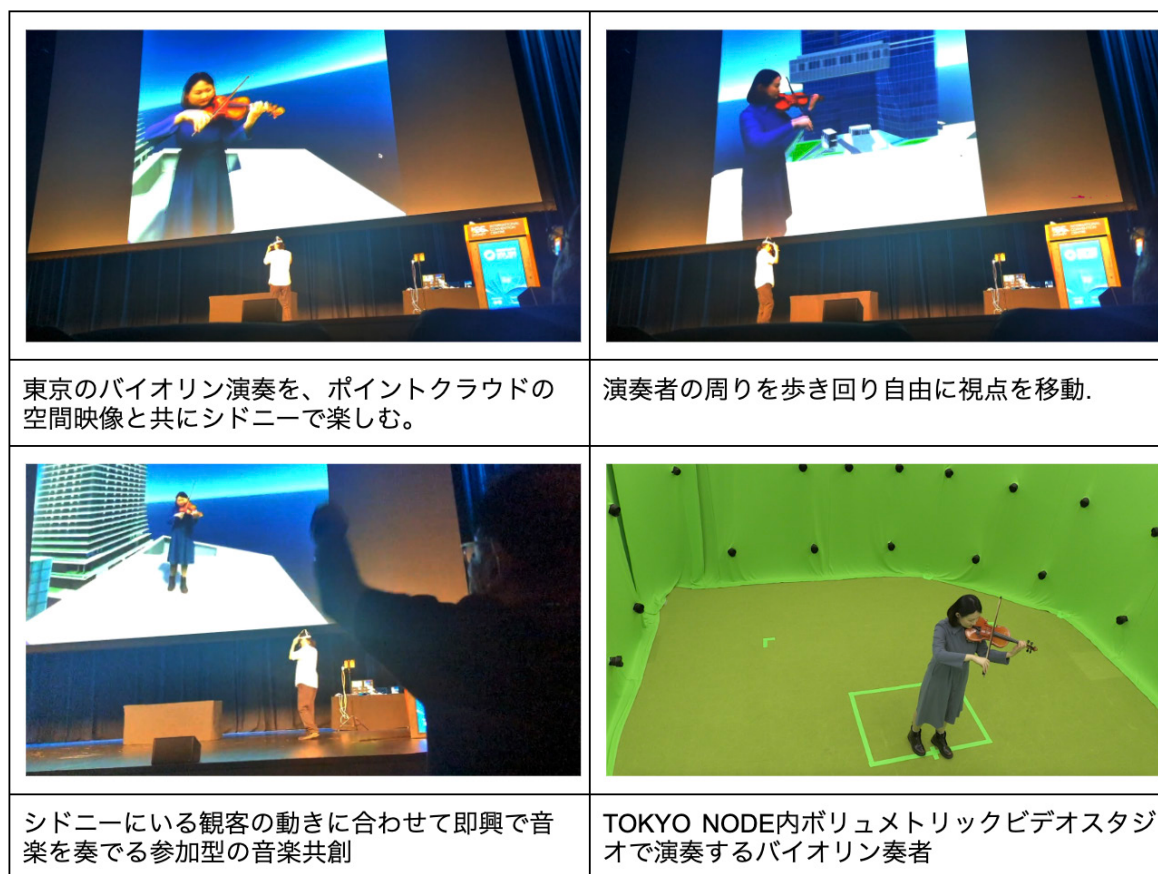


図4 SIGGRAPH Asia 2023におけるインタラクティブ・ボリュメトリックライブ