

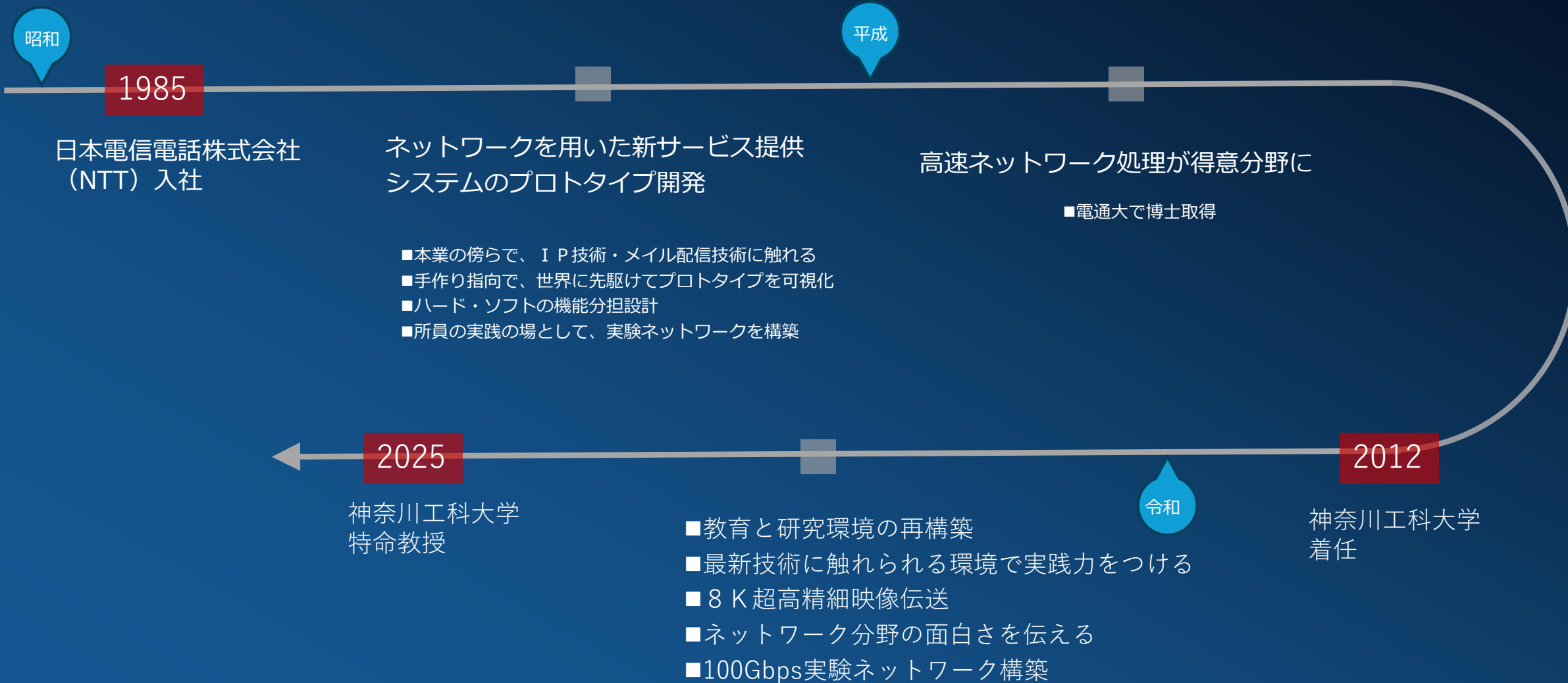
NICT総合テストベッドシンポジウム2026

**テラビットオーダ超高速低遅延大容量データ
処理プラットフォームに関する研究開発**

2026.3.9

神奈川工科大学 丸山 充

自己紹介

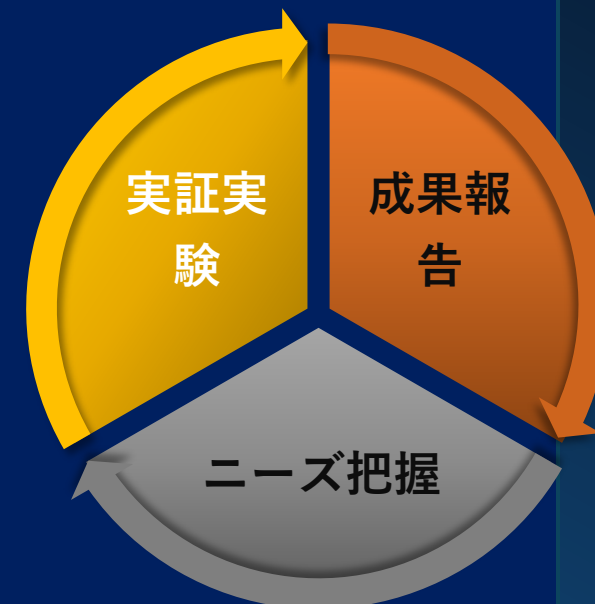


NICT総合テストベッドを用いた実証実験

- 早期実用化を目指し、NICT総合テストベッドやSINET6の実網環境を用いマイルストーン毎に実証実験を実施

広帯域ネットワークリソースが使える実証実験の場
Interop Tokyo, SC(米国) , NICT雪まつり実験

- 実証実験は学生や若手研究者の実践教育の一環として実施
→ ネットワーク技術に興味を持つ学生の輩出



発表の構成

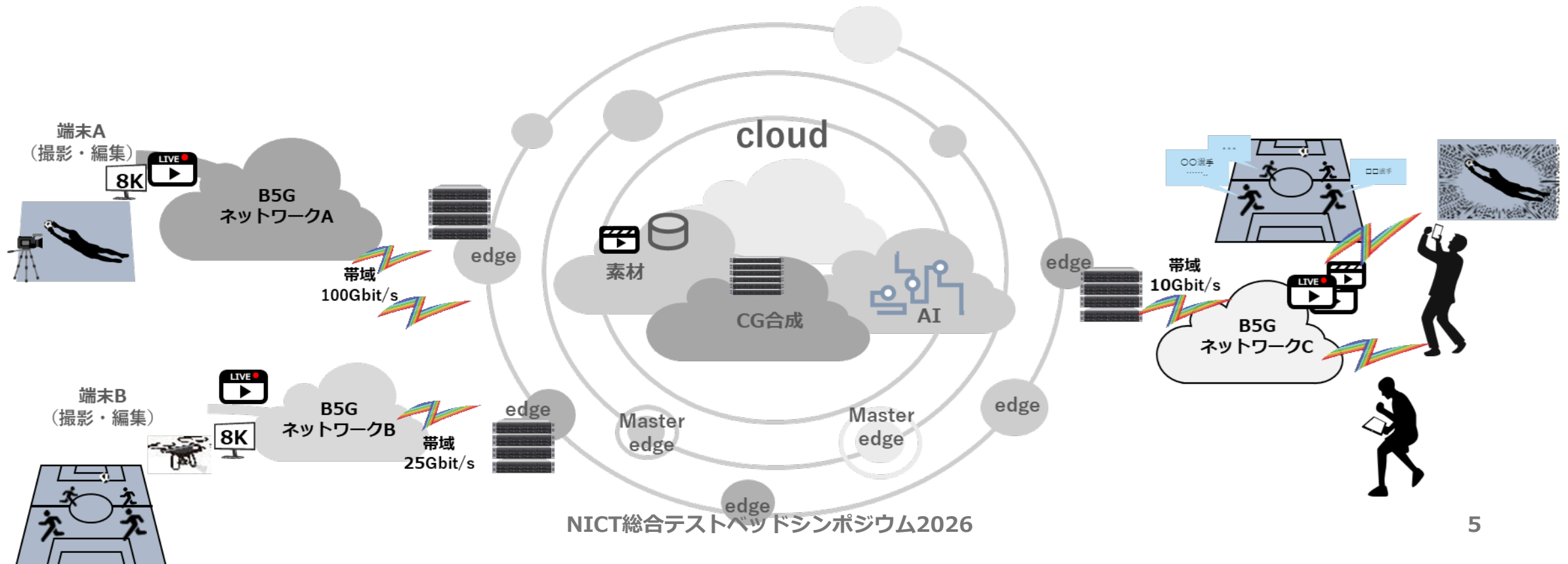
01 NICT委託研究での活用

02 JST CRONOSでの活用

03 まとめ

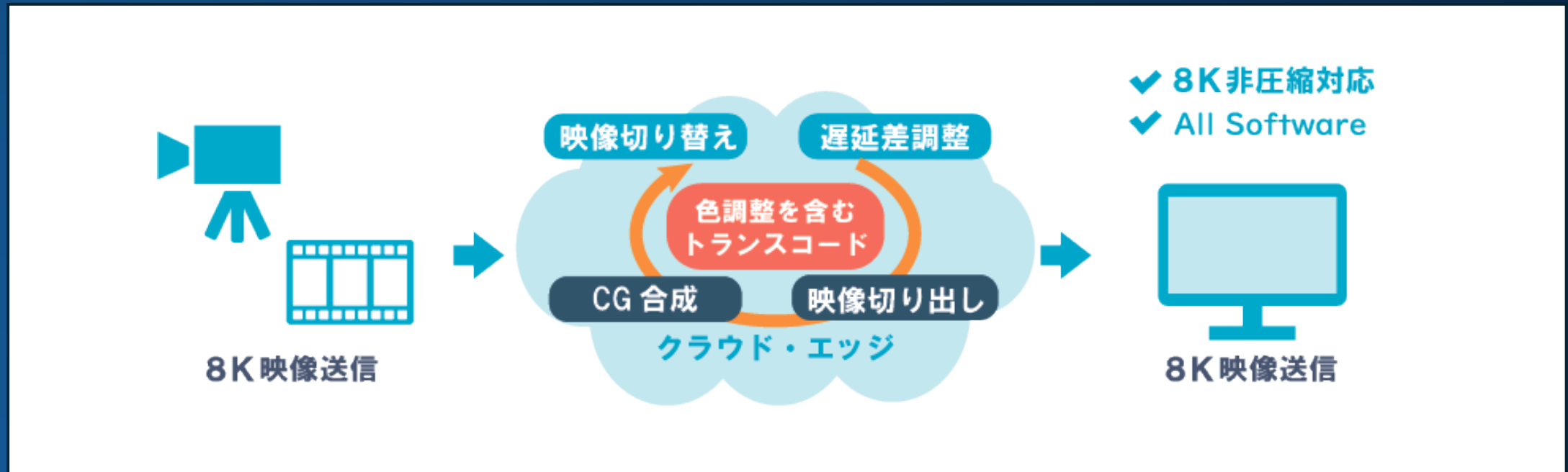
NICT委託研究「広帯域・低遅延リアルタイム配信処理プラットフォームの研究開発」(2021-2023年度)

- Beyond 5G端末の広帯域・低遅延データ転送機能と、網上の**エッジコンピューティング**や**クラウド**など様々な**コンピューティングリソース**を**協調連携**させた高臨場感通信環境を研究開発し、誰もが8K高精細映像をはじめとする10Gbpsを超える高精細映像を使った高臨場感通信ができる環境を実現する。



VVFを用いたリアルタイムサービスチェイニングの実現

- 8K映像ストリームをパケットレベルで処理する機能を連結させ、一連の処理をソフトウェアのみで実現するアーキテクチャ
- DPDKを用いた高速VVF(Virtualized Video handling Function)
- ワークフローに応じて様々な映像処理機能を自在に結合可能

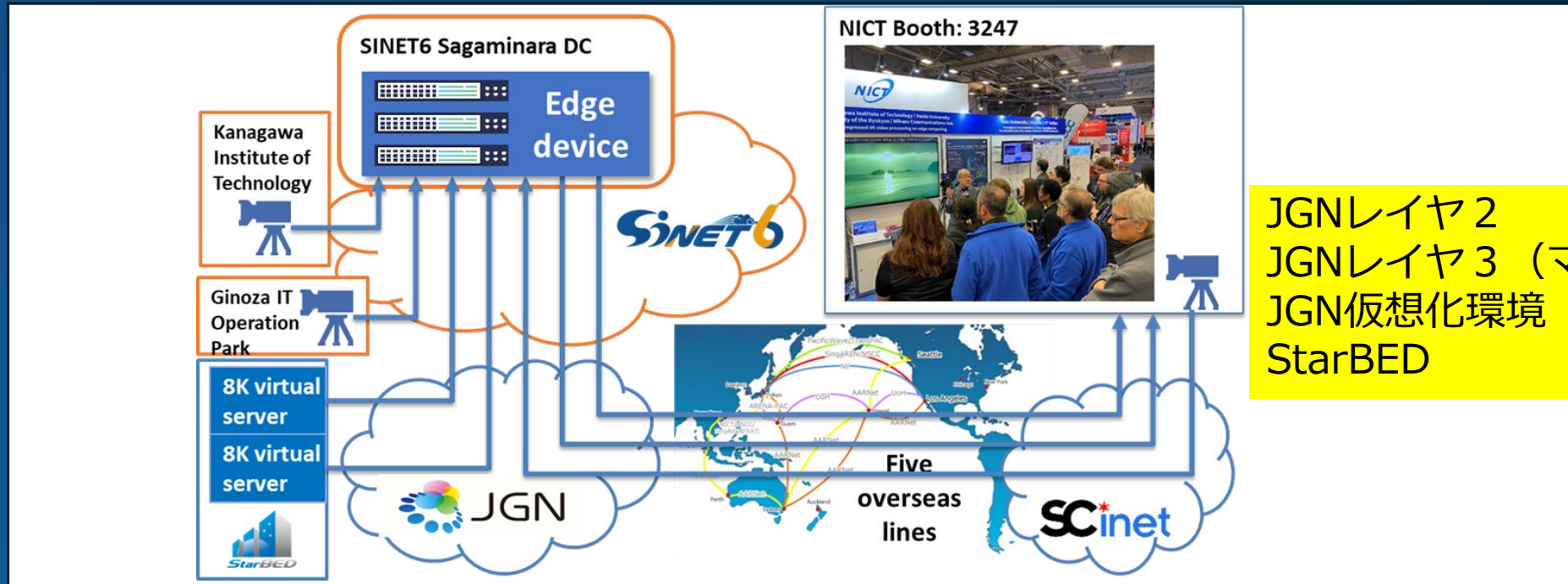


NICT総合テストベッドを使用したアプリケーション実験

- エッジ装置を用いたVVFのアプリケーション実験を実施
 - 2022.2 超高精細映像を用いた広域映像配信実証実験
 - 2022.6 Interop Tokyo 2022
 - 2022.11 SC22
- SRv6を適用し複数のエッジ装置を用いたアプリケーション実験を実施
 - 2023.2 NICT雪まつり実験2023
 - 2023.6 Interop Tokyo 2023(会場までSRv6延伸)
 - 2023.11 SC23(米国会場までSRv6延伸)
- 8K-3D映像処理と22.2ch音声伝送による高臨場感アプリケーション実験を実施
 - 2024.2 NICT雪まつり実験2024

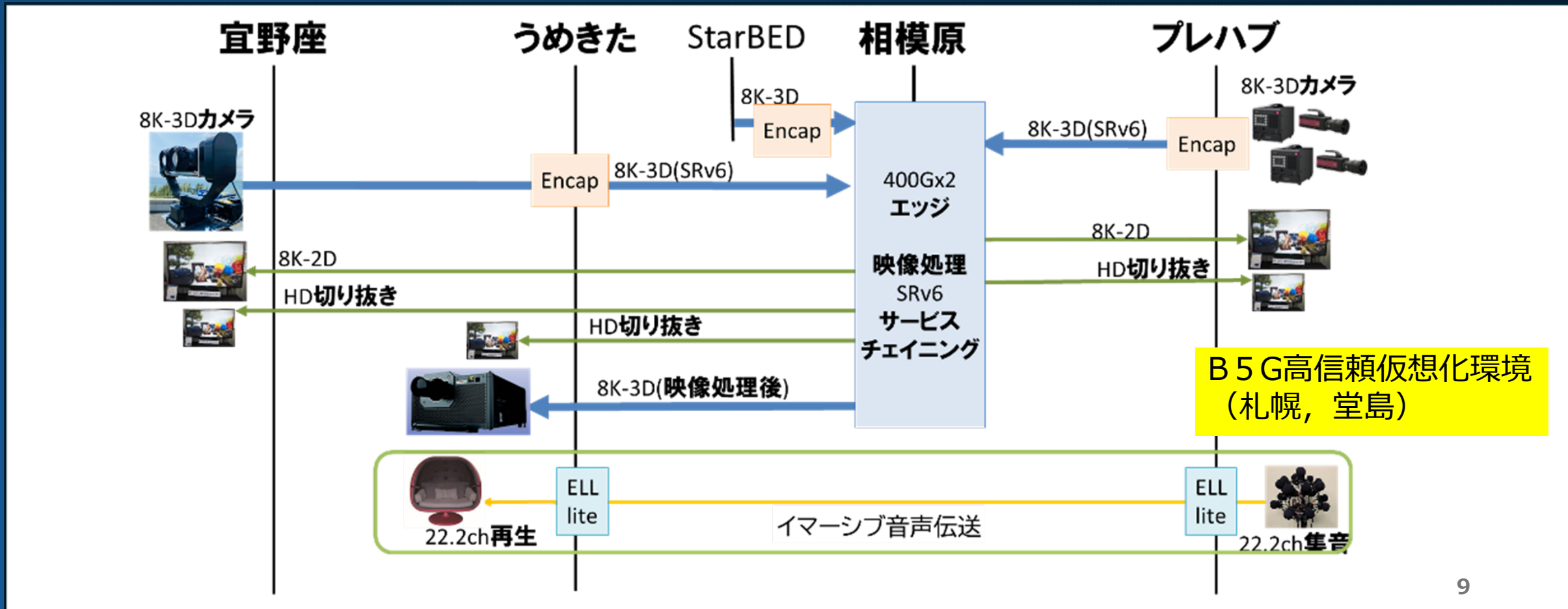
展示実験 in SC22 Dallas

- ダラス会場から相模原エッジ装置をリモート操作(RTT136ms)
- 操作抵抗感なく映像スイッチング・カラーコレクティングが可能なことを実証
- NRE(Network Research Exhibition)に採択. イノベーションアワードをNICTブースが受賞

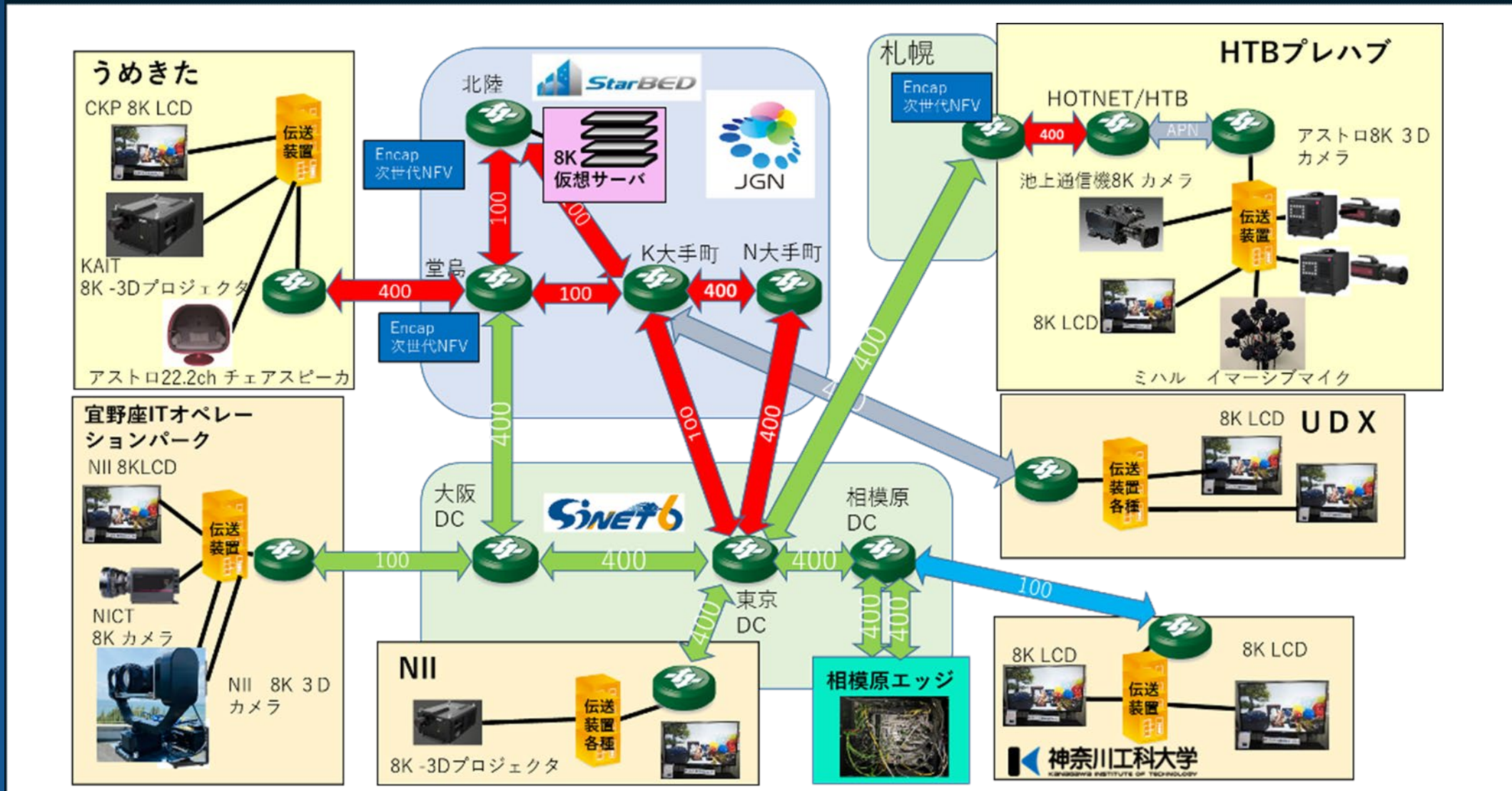


実証実験 NICT雪まつり実験2024

- 2024.2 8K-3D映像処理と22.2ch音声伝送の組み合わせで、高臨場感伝送実験を実施



NICT雪まつり実験2024における実験構成



発表の構成

01 NICT委託研究での活用

02 JST CRONOSでの活用

03 まとめ

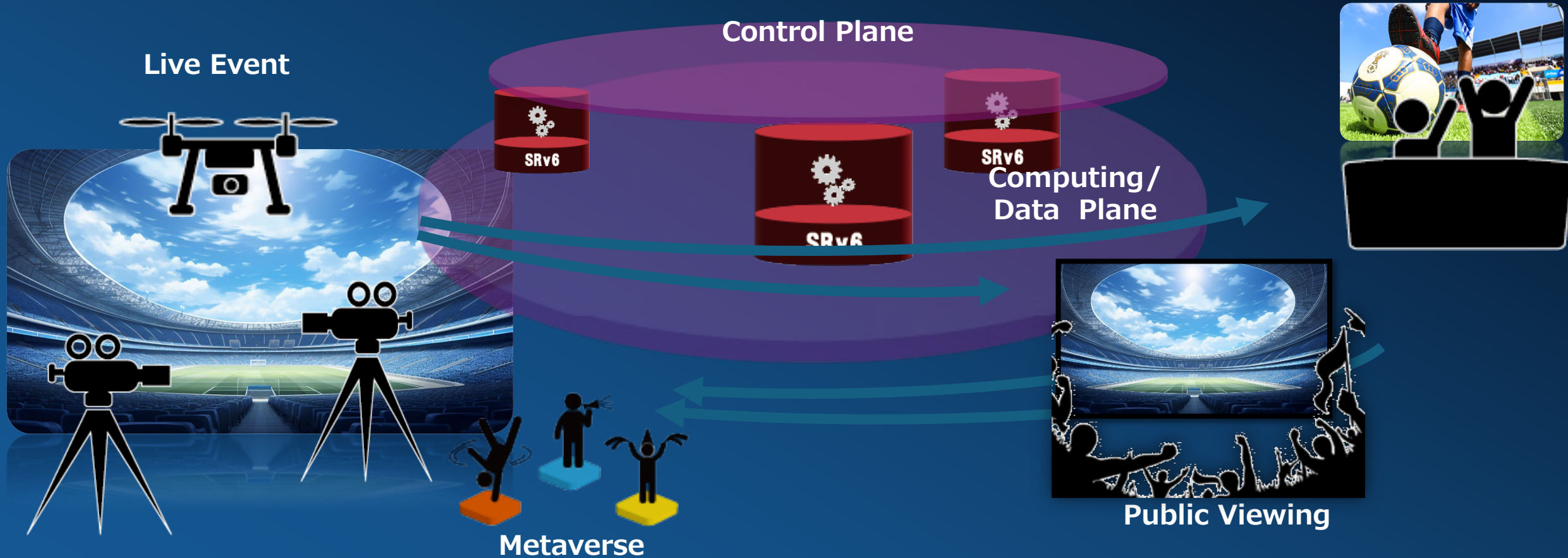
JST CRONOS 「広帯域インラインコンピューティングの実現」 2024.10～

● パケットフォワード機能と演算処理を融合したネットワーク内コンピューティングアーキテクチャの導入により、広帯域・低遅延が必要な高臨場感メディア処理を実現

● 網状態やコンピューティングのリソース状況に従って再構成可能なアーキテクチャにより、障害にも堅牢なネットワーク環境の提供



ライブイベントと高臨場感メタバース空間の融合 Call and Response

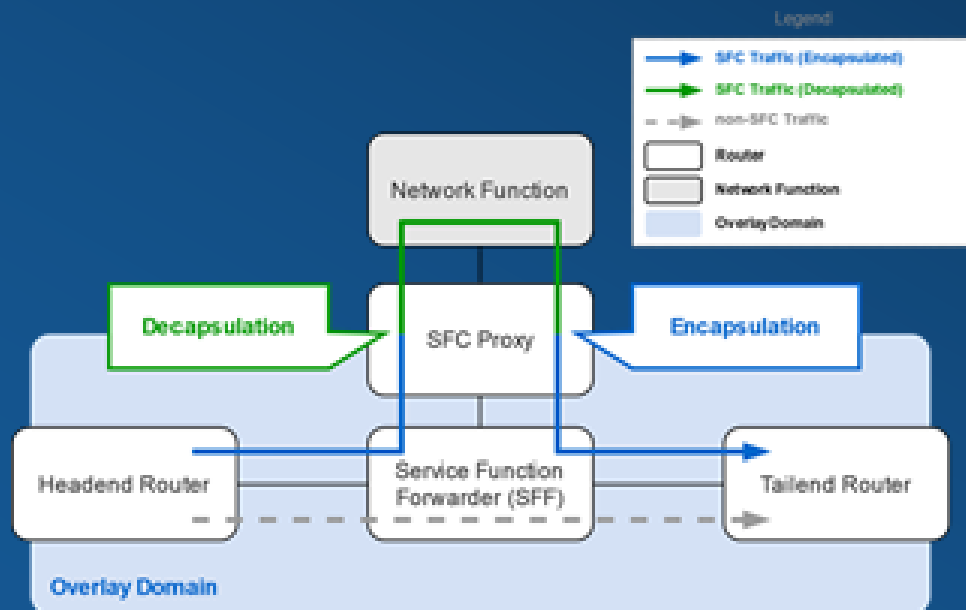


①SRv6 End.ANのモデル化

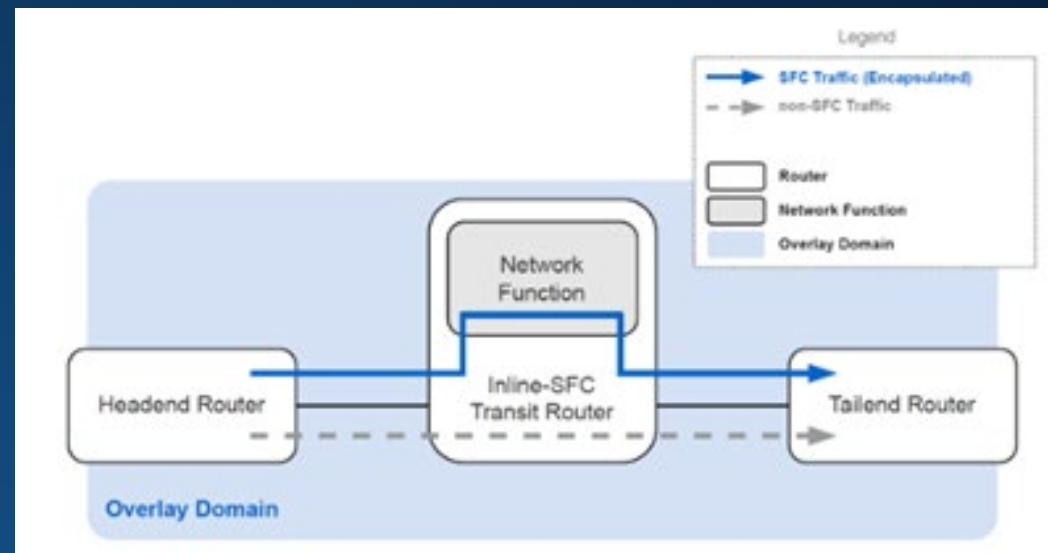
SRv6 インラインSFC (Service Function Chaining)

SRv6 End.AN(Application Native)

名称だけ決まっていて、標準化されていなかった



従来のSFC技術



インラインSFC

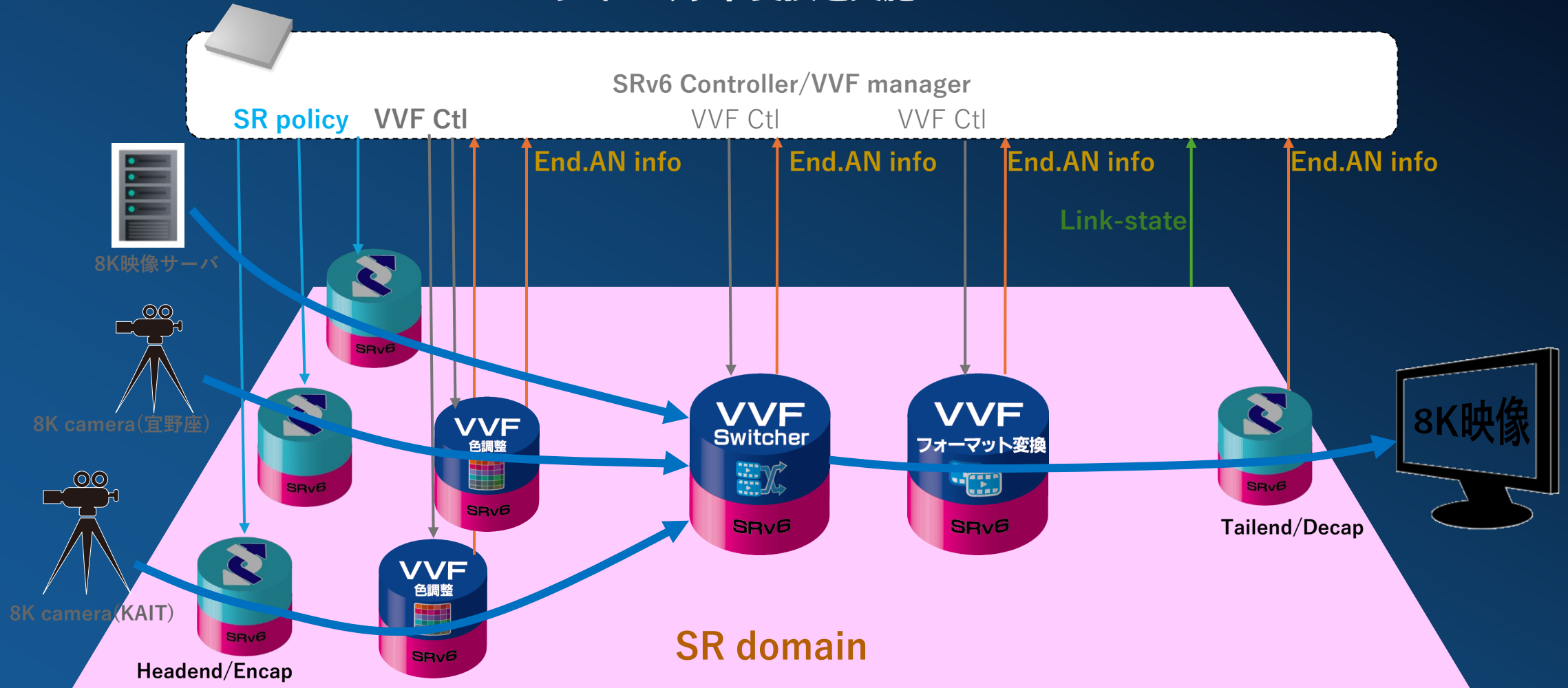
IETF標準化提案とHackathonでの実装を

SRv6 End.ANでIETF RFC化を目指すと共に賛同者を増やす
アーキテクチャ・データプレーン・コントロールプレーン

- 2024.11 IETF 121 (2024.11.2-8 Dublin, Ireland)のSPRING-WGで発表
 - BGP-LSを用いたコントロールプレーンのhackathonを会場とオンラインで実施
 - draft-watal-spring-srv6-sfc-sr-aware-functions-01
- 2025.3 IETF 122 (2025.3.15-31 Bangkok, Thailand)のSPRING-WGでの発表
 - draft-watal-spring-srv6-sfc-sr-aware-functions-02
 - Hackathon 会場とオンラインで2つ実施
 - BGP-LS Advertisement of Segment Routing Service Segments
 - BGP Flowspec with SR Policy & PCEP (古河ネットワークソリューションズ様と連携)
 - **Interop Tokyo 2025 (Hackathonの成果を実網で実証)**
- 2025.7 IETF 123 (2025.7.19-26 Madrid, Spain)のSPRING-WGの参加
 - Hackathon: SRv6 SFC Architecture with SR-aware Functions
- 2025.11 IETF 124 (2025.11.1-7 Montreal, Canada)のSPRING-WGで発表
 - draft-watal-spring-srv6-sfc-sr-aware-functions-03 → **Adoption queue** へ追加成功
 - Hackathon

広域分散映像処理への適用

ネットワーク上で色変換、スイッチング、フォーマット変換を実施



②SRv6ソフトウェアルータの開発

1 商用化の 早期実現

検討メンバーが自由に触れるSRv6ソフトウェアルータの開発を前倒しすることでSRv6対応End.AN機能の開発を加速化

2 普及につながる 味方づくり

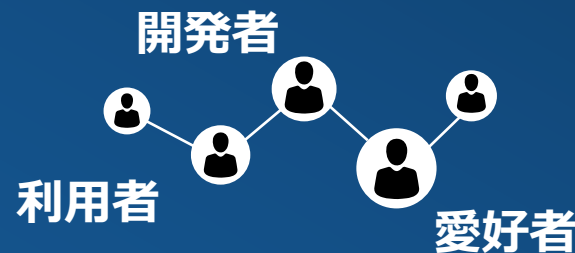
SRv6ソフトウェアルータを先行してOSSとして公開することで、オープンソフトウェアコミュニティを立ち上げ仲間を増やす

Interop, ENOG, CKPでのPR

3 OSSコミュニティで 若者育成

OSSコミュニティでの協調的開発モデルを体験

現在、全国の7名の若者と開発中



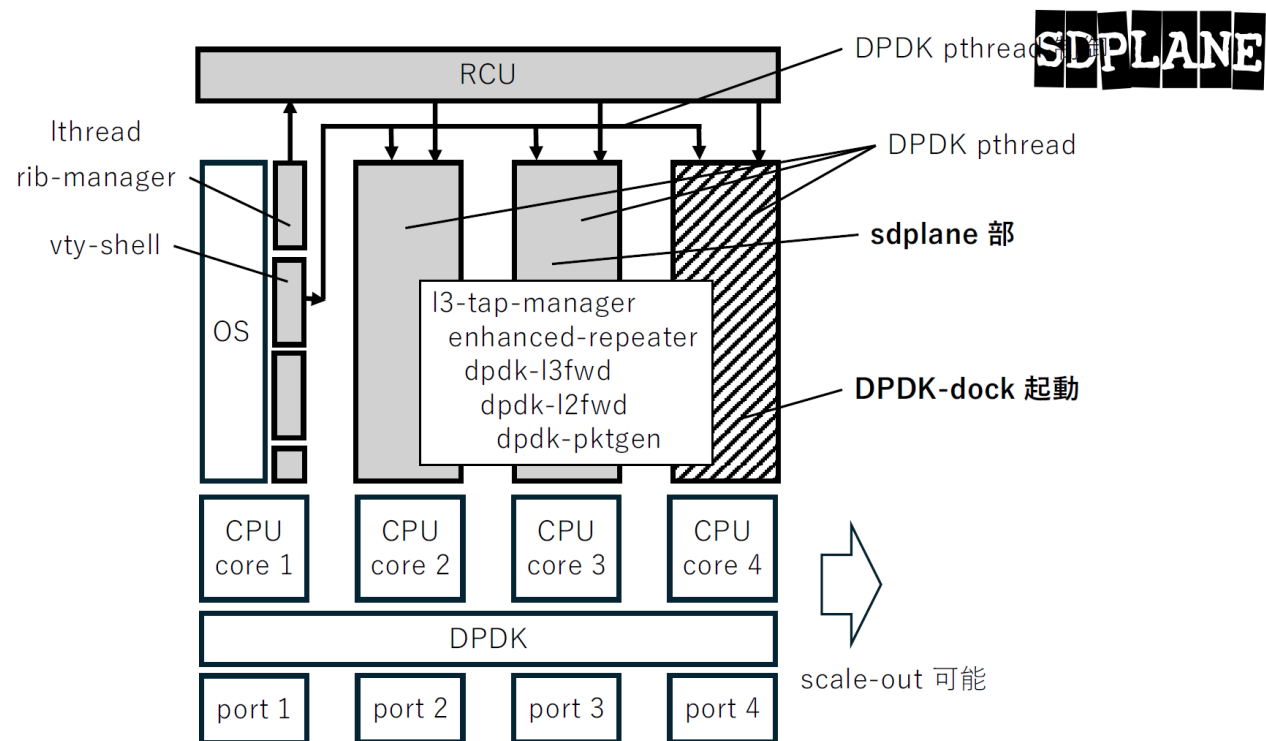
NICT総合テストベッドシンポジウム2026



SRv6 ソフトウェア ルータの 構成

01 DPDK スレッドベースの スケジューリング

DPDK スレッド (pthread + lthread) と高速な排他制御・同期処理 (RCU: Read Copy Update) を組み合わせた設計

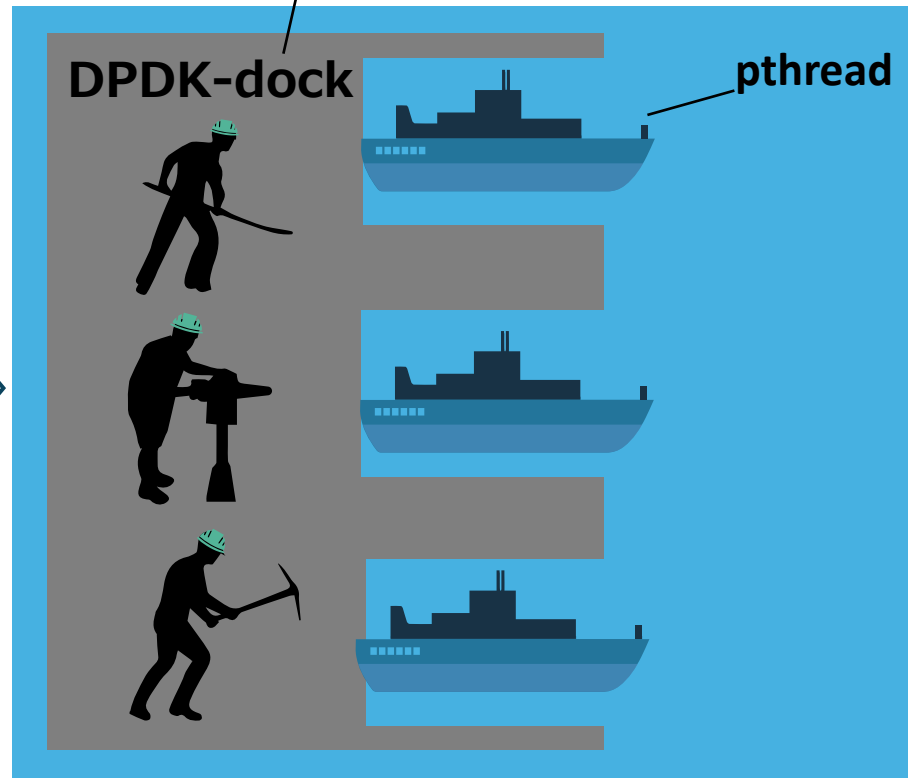
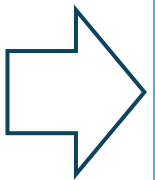
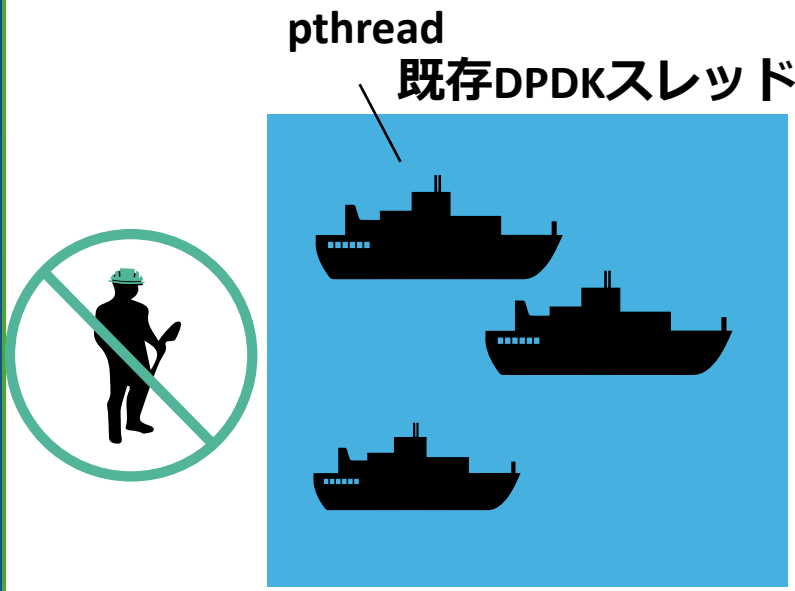


02 DPDK-dockの実現

DPDKソフトウェア資産を自在に制御する仕組み

Shell(zcmdsh)とDPDKスレッド実行環境(sd-plane)を一体化

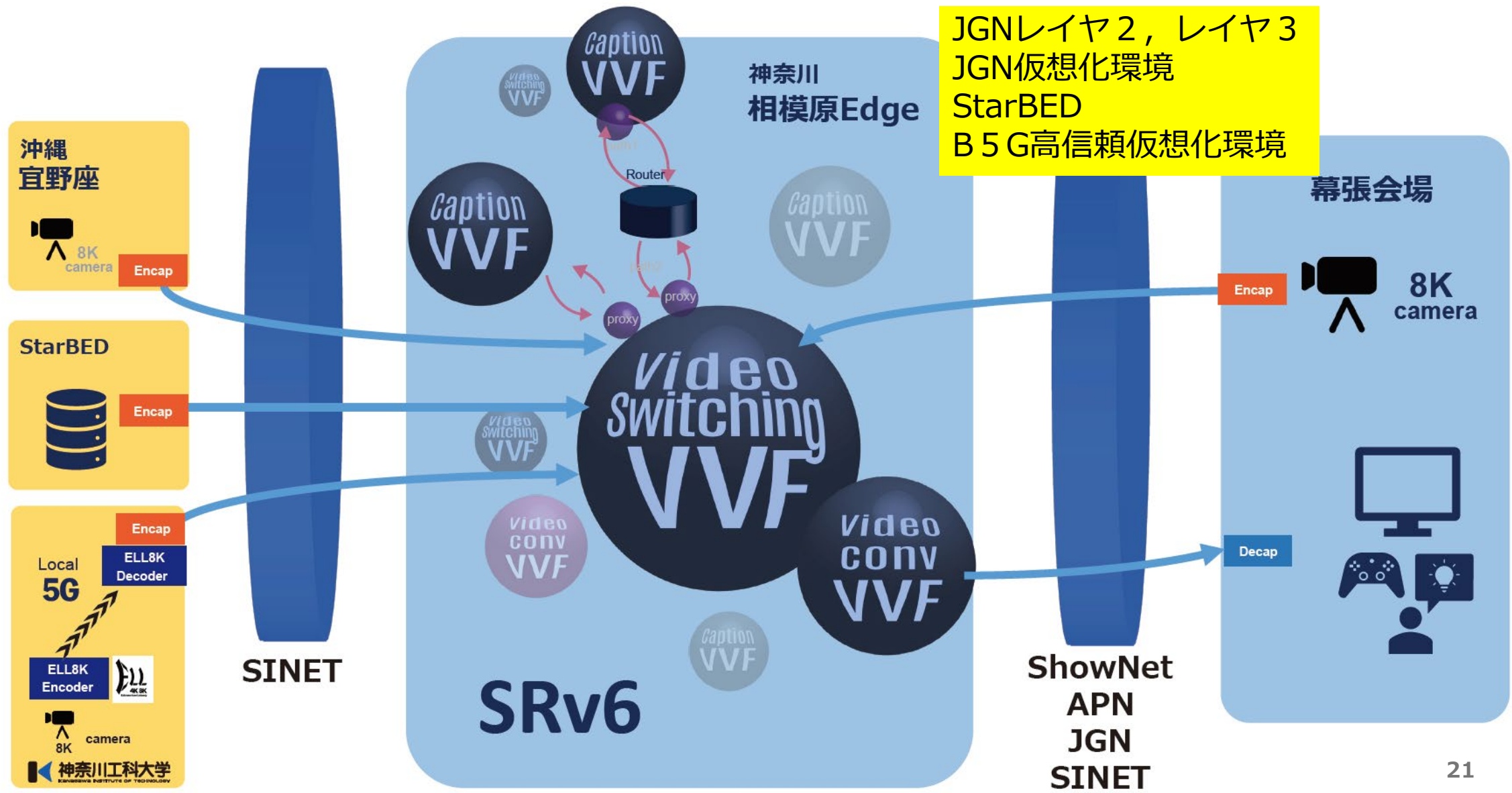
【従来のDPDKアプリケーション】



- ・ DPDKアプリケーションを周りから自在に制御→実運用が容易
- ・ 既存DPDKアプリケーションの若干の変更で搭載可能

SRv6ソフトウェアルータの成果と今後の予定

- DPDK-dock (sdplane+shell)の開発と汎用のアプリケーション例を含めて**先行的なOSS展開** 2025.9.8
 - Github アクセスclones 124, visitors 1728 (2026.2.3現在)
 - 大学プレスセンターの反響が1位 (サンデー毎日 2025.11.9号)
- DPDK-dockを用いたSRv6ルータの開発中
 - 2026年3月17日 **SRv6ソフトウェアルータの基本部分をOSS化予定**
- SRv6の各種Function/behavior(End)を実装した汎用ルータとしての開発を**2026年度に実施決定**



Interop Tokyo 2025 実証実験

SRv6制御プレーンの可視化

Local 5Gを用いた 超低遅延圧縮8K映像伝送



「技術の社会実装」に向けての課題

- 企業にいた時からの課題
 - 研究提案レベルのサービス構想と市場が要求している技術の差
 - 例えば、企業の時に取り組んでいた、放送局の本線のIP化
 - 提案 2001年ごろ プロトタイプ販売 2005年
 - 実際の浸透 2017年標準化, 2020年ぐらいから
- アンカー会社とのコラボレーションは感謝
- 公開実証イベントにおいてのお客様からのフィードバックは有益



- コミュニティを作成し、市中の賛同者と共に技術の育成が必要
- プロダクツのプロトタイプ商品化
- メーカーとのコミュニティ形成に向けた標準化作業

まとめ

- NICT総合テストベッドの利用により、実網を使った実証研究の推進に役立ち大変感謝している。
- イベントでは、メーカ品のデバッグ作業も並行して実施。
- 実証実験に関わった学生は、ネットワーク技術が好きになった学生が多い、大手キャリアやISPへの就職に繋がっている。
- 今後も実証環境を用いて、成果創出につなげたい。
 - **IETF標準化** SPRING-WG SRv6 End.ANの提案
 - SRv6ソフトウェアルータの開発を推進、**OSS展開**
- インラインコンピューティングを用いたアプリケーションの実証を進め実用化の検討を目指す。

将来のインフラネットワークを支える**人材育成に貢献**。