



- 神奈川工科大学でのテストベッド利用事例 -

B5G 共用研究開発テストベッドを用いた
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

神奈川工科大学 瀬林 克啓、丸山 充

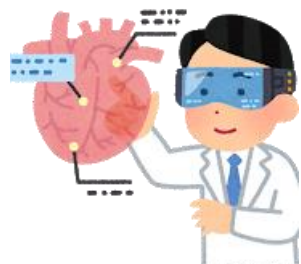
大同大学 君山 博之

ミハル通信株式会社 加藤 康久、青木 弘太

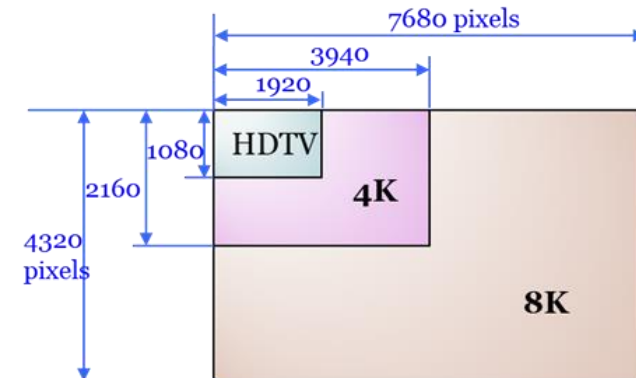
研究開発の取り組み

モチベーション

- 8K超高精細映像を使った**番組制作環境**をクラウドインフラで実現
 - 編集設備のアクセラレーションはできないか
- 医療用8K映像を用いた**遠隔診断・遠隔医療**を自在に行う環境をクラウドインフラで実現
 - 内視鏡映像や顕微鏡映像のデータベース化や医学教材としての利活用



ハイビジョンの16倍、4Kの4倍の空間解像度(7680 x 4320)を持つ映像



映像処理プラットフォーム技術

エッジ・クラウド上でのリアルタイム8K映像処理

映像レート: 24Gbps-48Gbps

伝送レート: 25.6Gbps-51.2Gbps

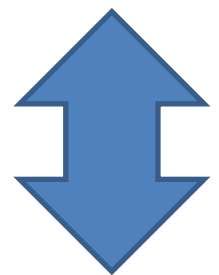


研究のスタンス

映像処理プラットフォーム技術

- ・ エッジ・クラウド上でのリアルタイム処理

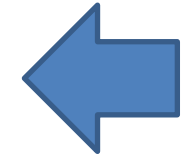
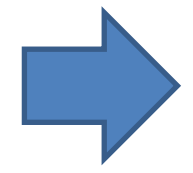
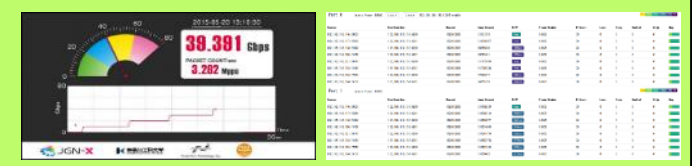
協調



フィードバック
市場性、技術の方向性

ネットワーク・クラウド制御技術

- ・ 高精度モニタ技術、仮想ネットワーク制御
- ・ 高精度CPUリソース監視



実証実験
SINET6
JGN

学生への
刺激の場

実践教育
の場

研究開発項目

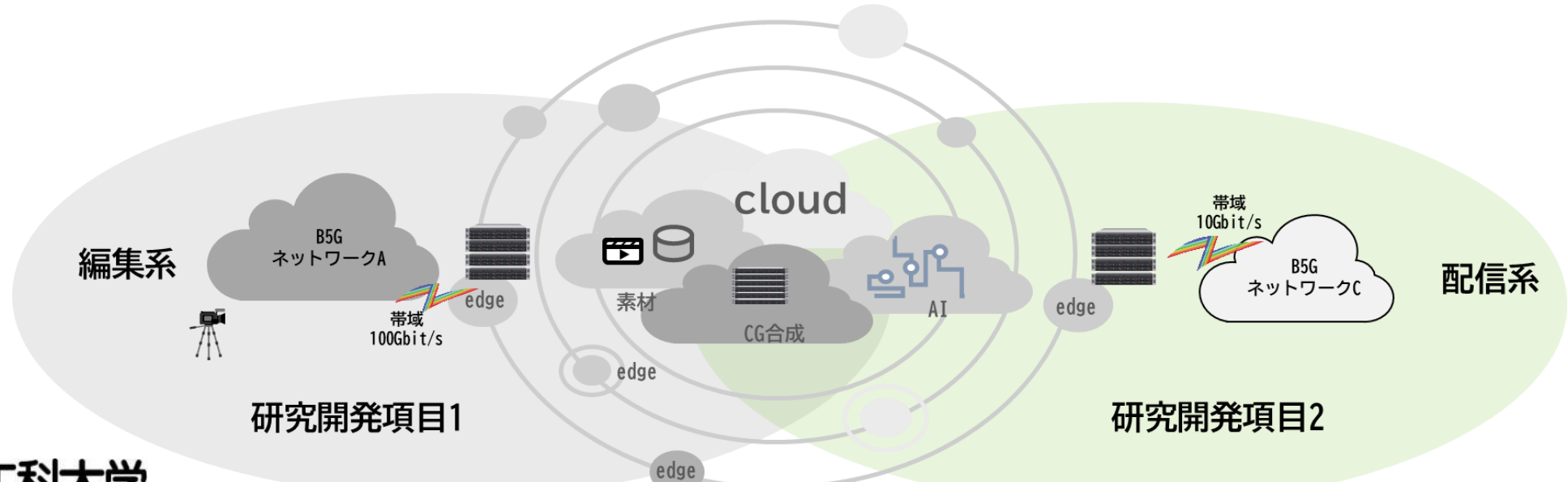
- 研究開発項目1【編集系】

サブTbpsの高精細映像処理が可能な低遅延大容量**通信処理プラットフォーム技術**の実現

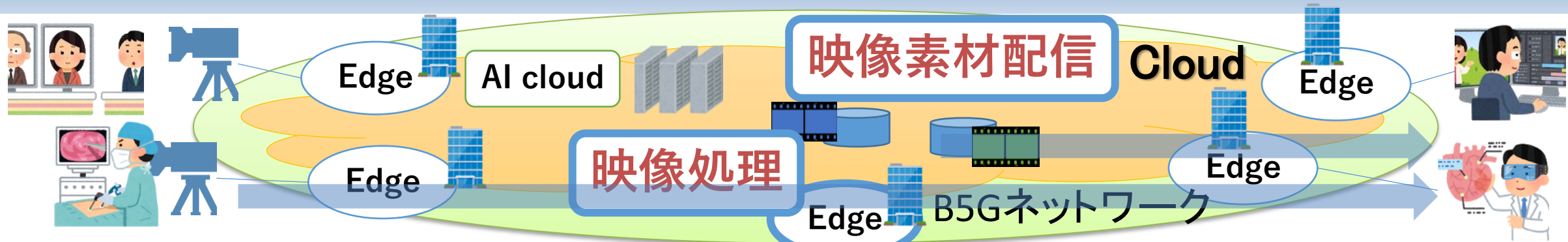
- 研究開発項目2【配信系】

多地点間での高臨場感通信を実現する**低遅延配信技術**の実現

- 疑似B5G環境における高臨場感通信の**アプリケーション総合実験**



広帯域・低遅延リアルタイム配信処理プラットフォーム



VVFを自由自在に組み合わせて
映像制作ワークフローを実現
(サービスチェイニング)

DPDK*を用いてソフトウェアで
実現した映像処理機能(VVF)

広告挿入

AI機能

字幕挿入

モニタリング機能

遅延調整

自動翻訳

物体検出

フロー品質

映像処理機能

色調整

メディア
分離・合成

メディア同期

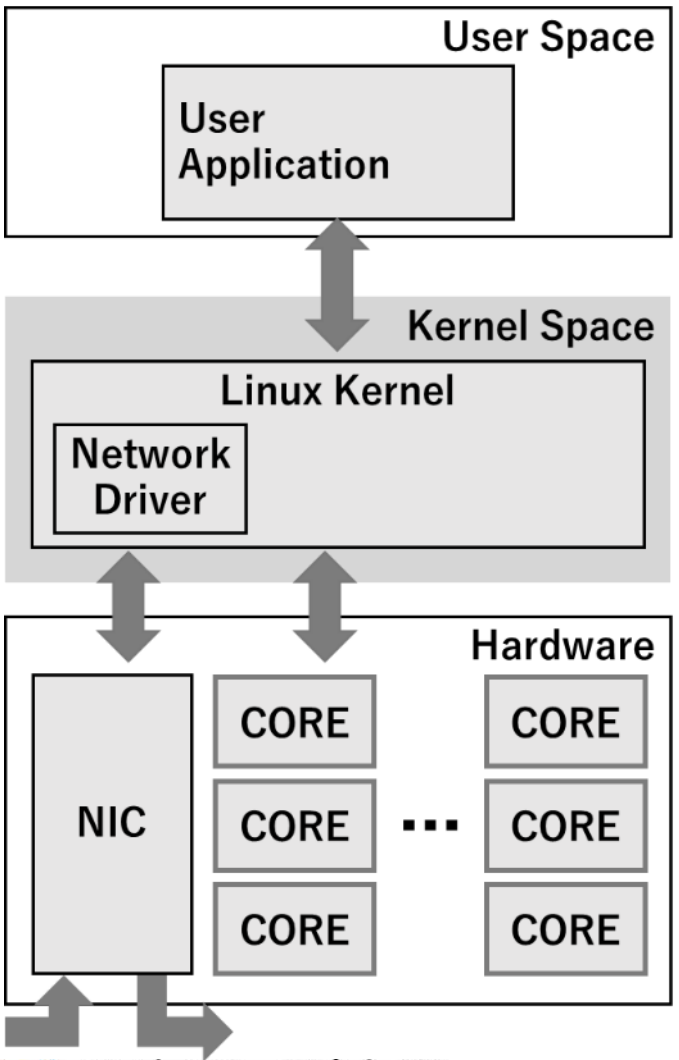
トラヒック特性

トランス
コーディング

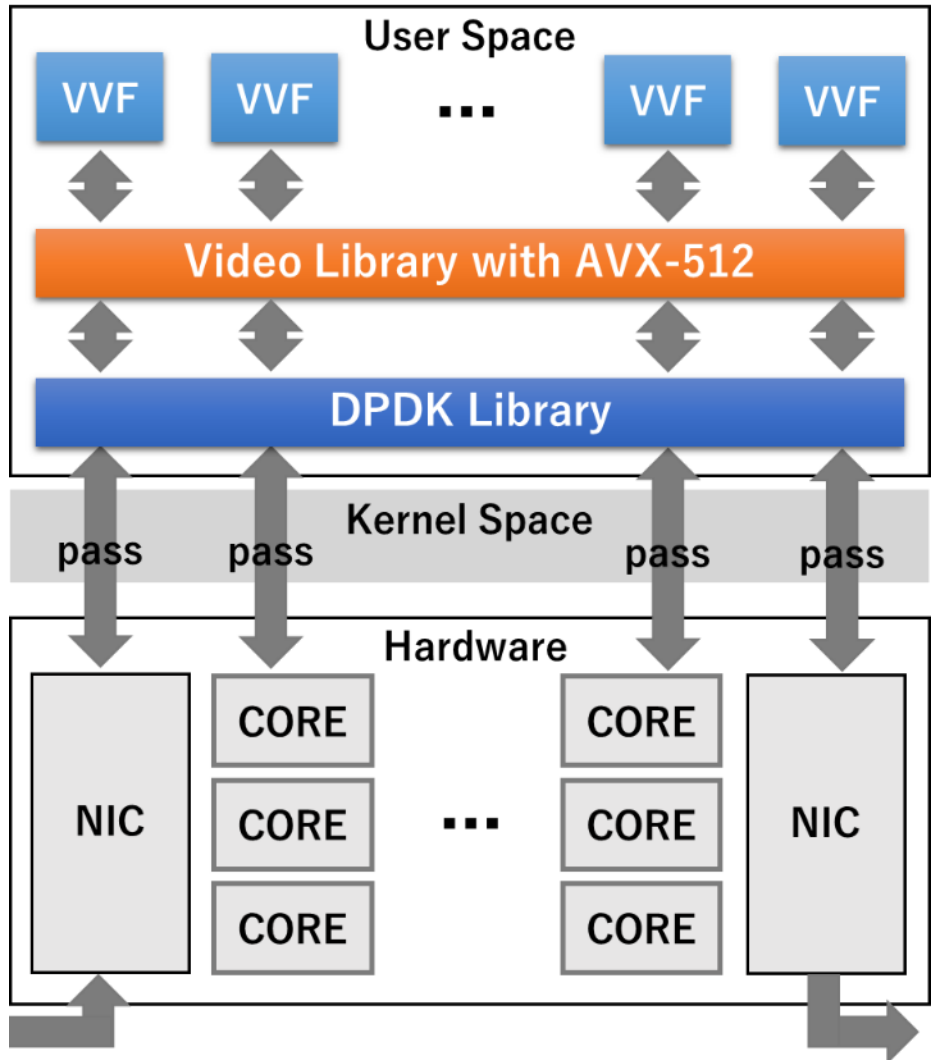


VVF (Virtualized Video handling Function)

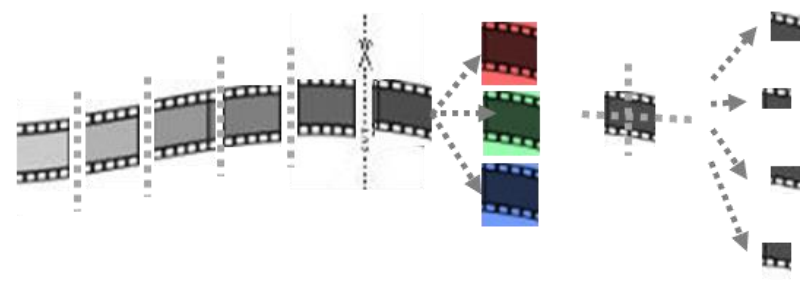
通常の処理



DPDKを使用したVVFの処理



- DPDK*を用いてソフトウェアで実現した映像処理機能
- Over 100Gbpsのパケット処理性能を達成

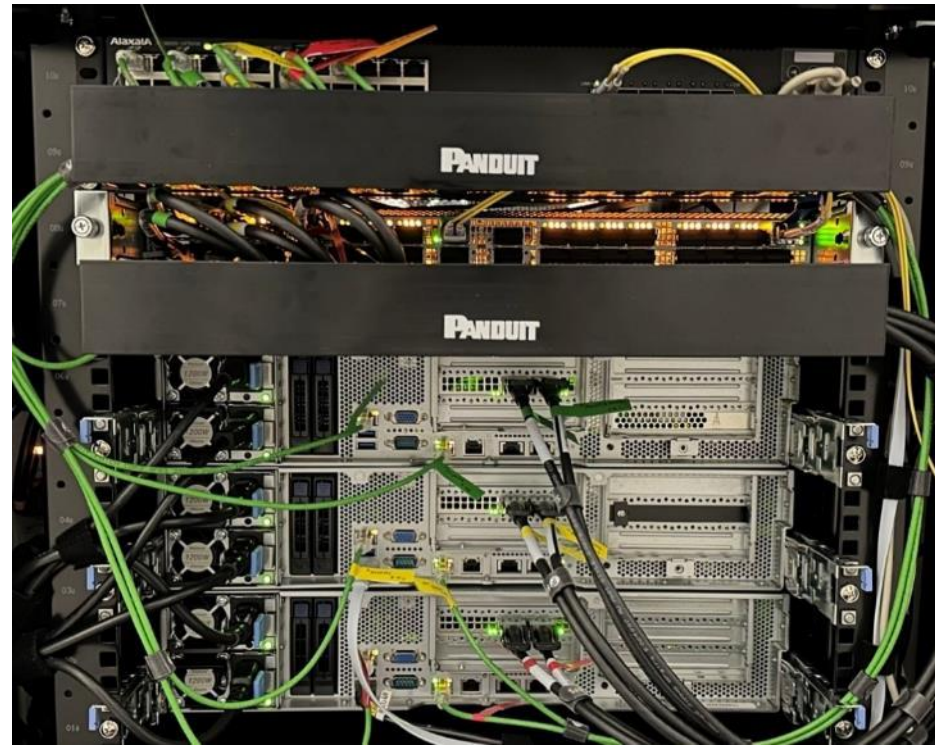
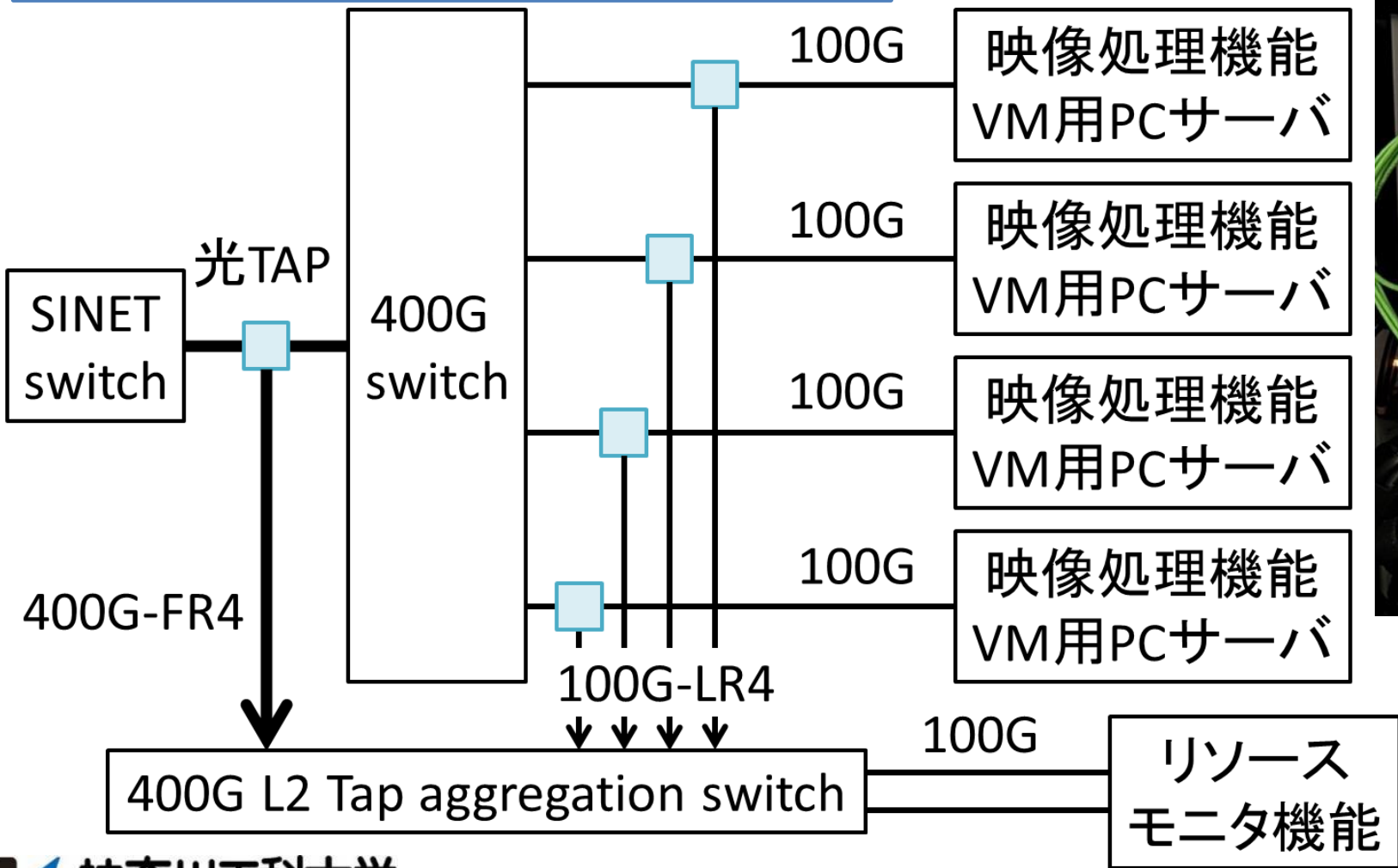


*DPDK: Data Plane Development Kit

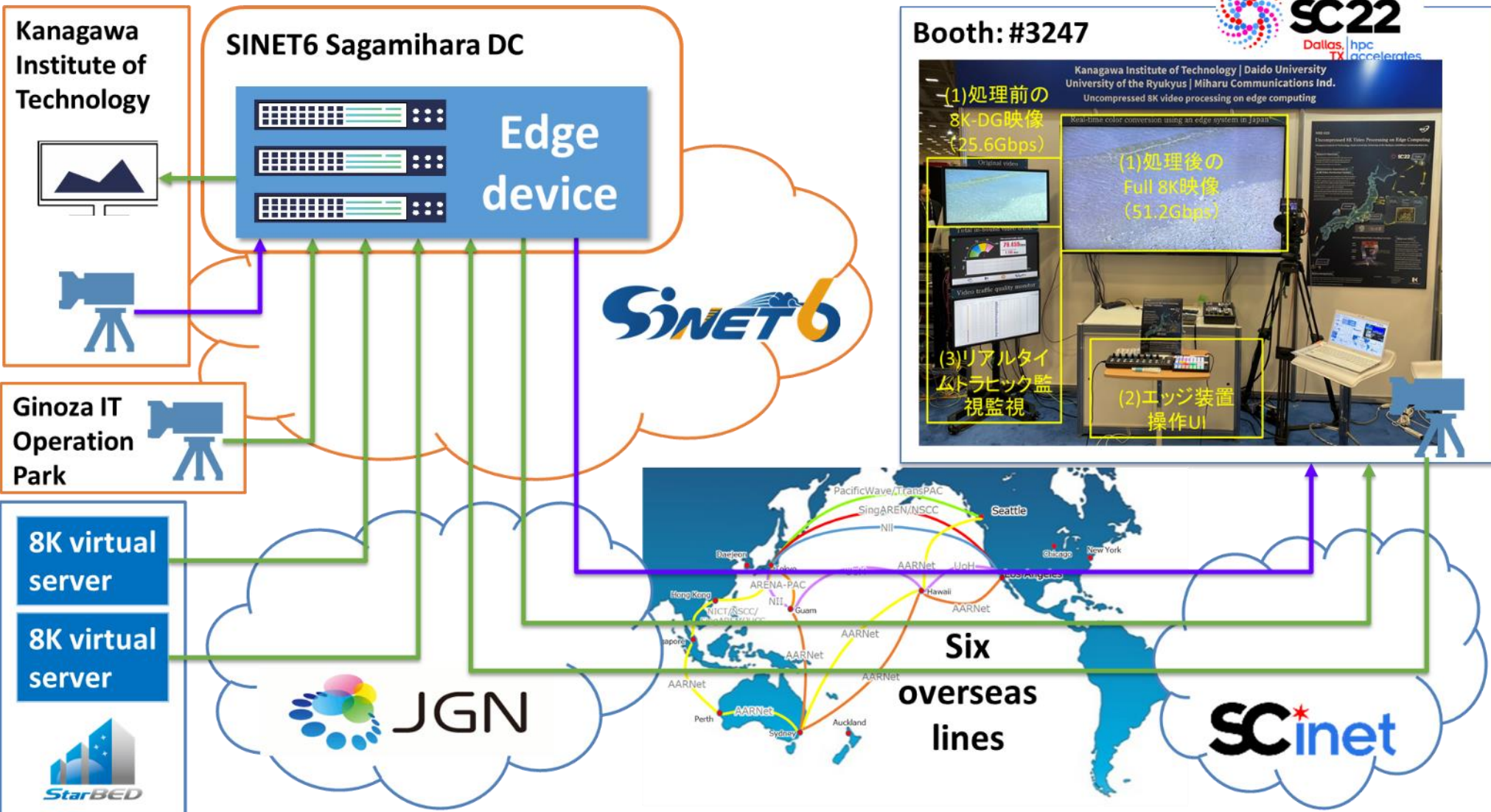


相模原DCのエッジ装置

400Gbpsの処理性能



国際回線を用いたSC22 NRE 実験展示

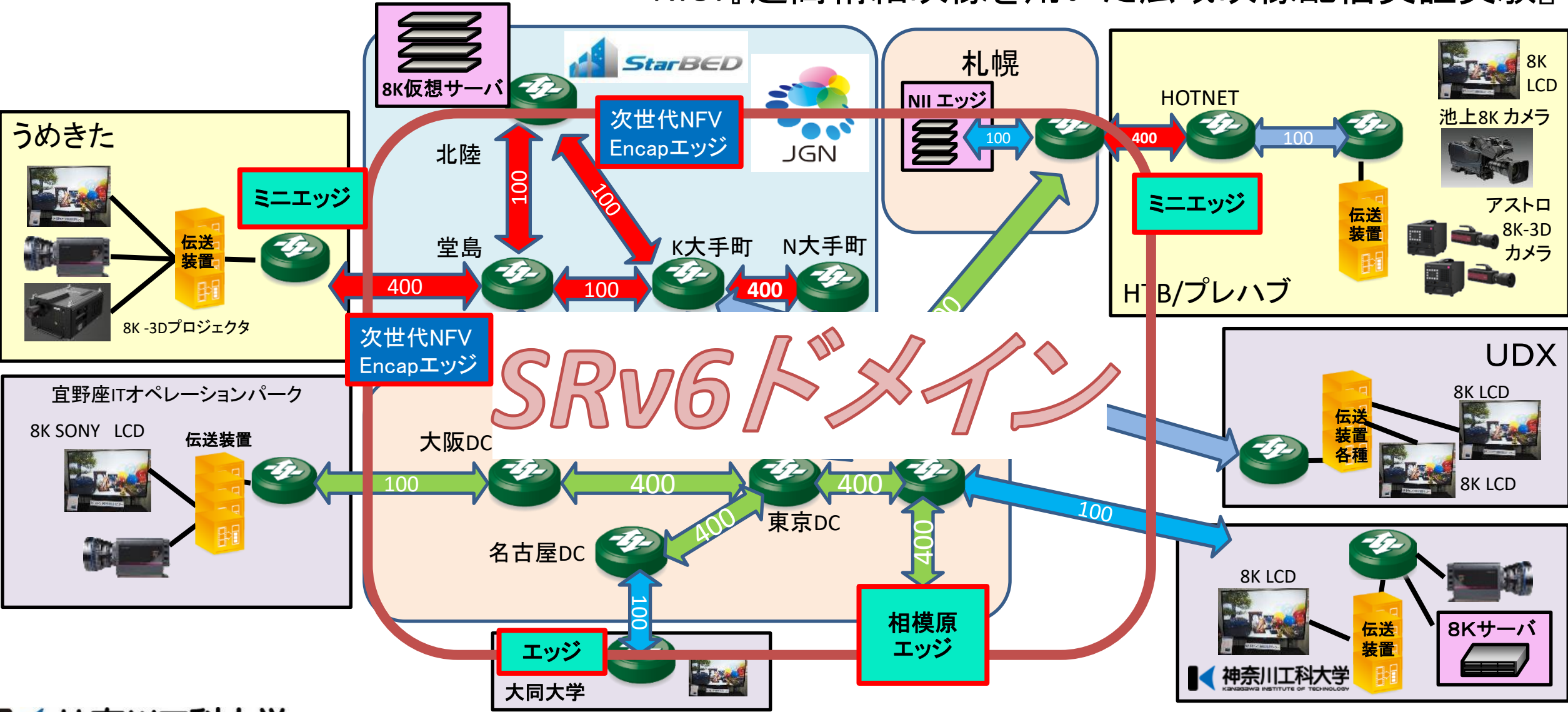


- 神奈川工科大学 (KAIT)
- 大同大学
- 琉球大学
- ミハル通信株式会社
- 国立情報学研究所 (NII)
- 情報通信研究機構 (NICT)



SRv6を用いたサービスチェイニング

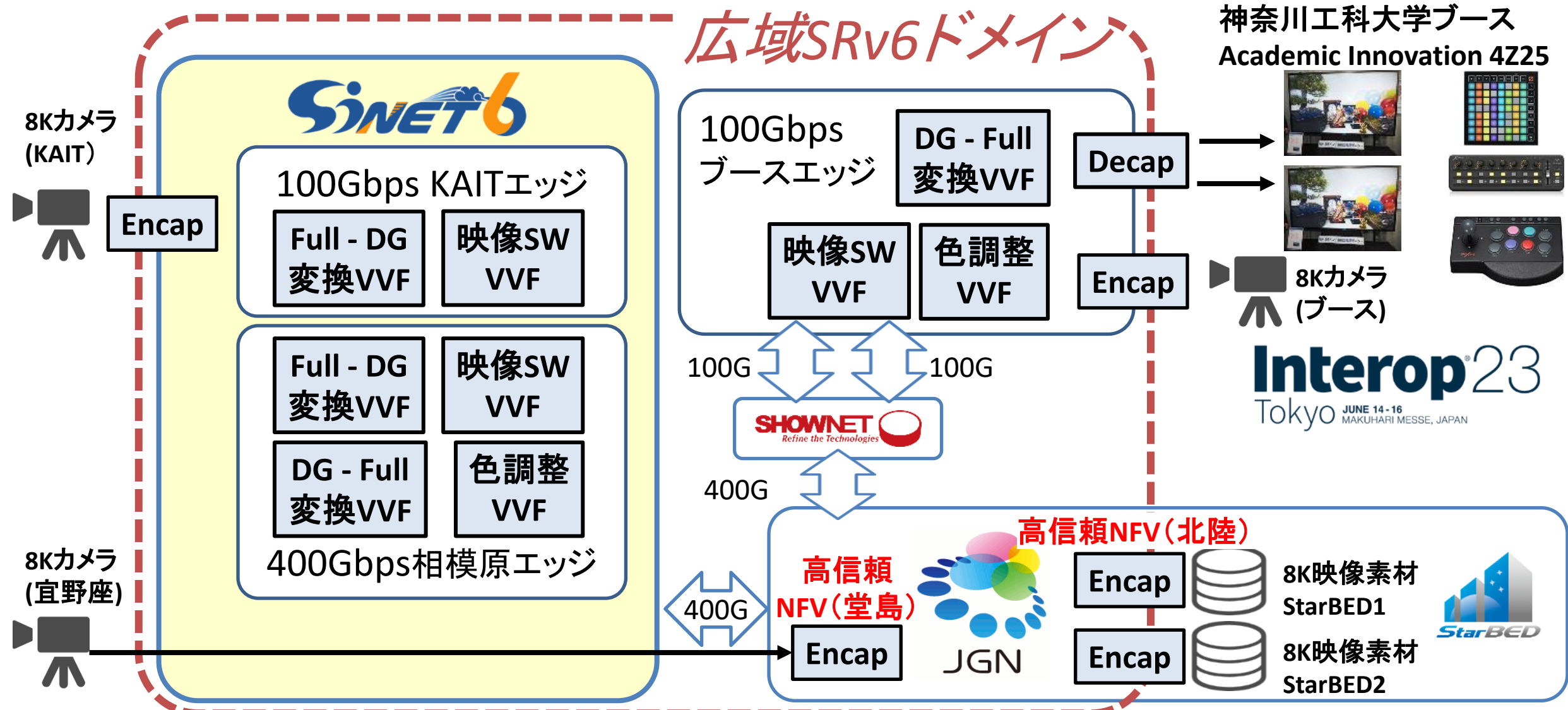
NICT『超高精細映像を用いた広域映像配信実証実験』





Interop Tokyo 2023 (6月14日~16日@幕張メッセ)

広域SRv6サービスチェイニングを用いた映像制作



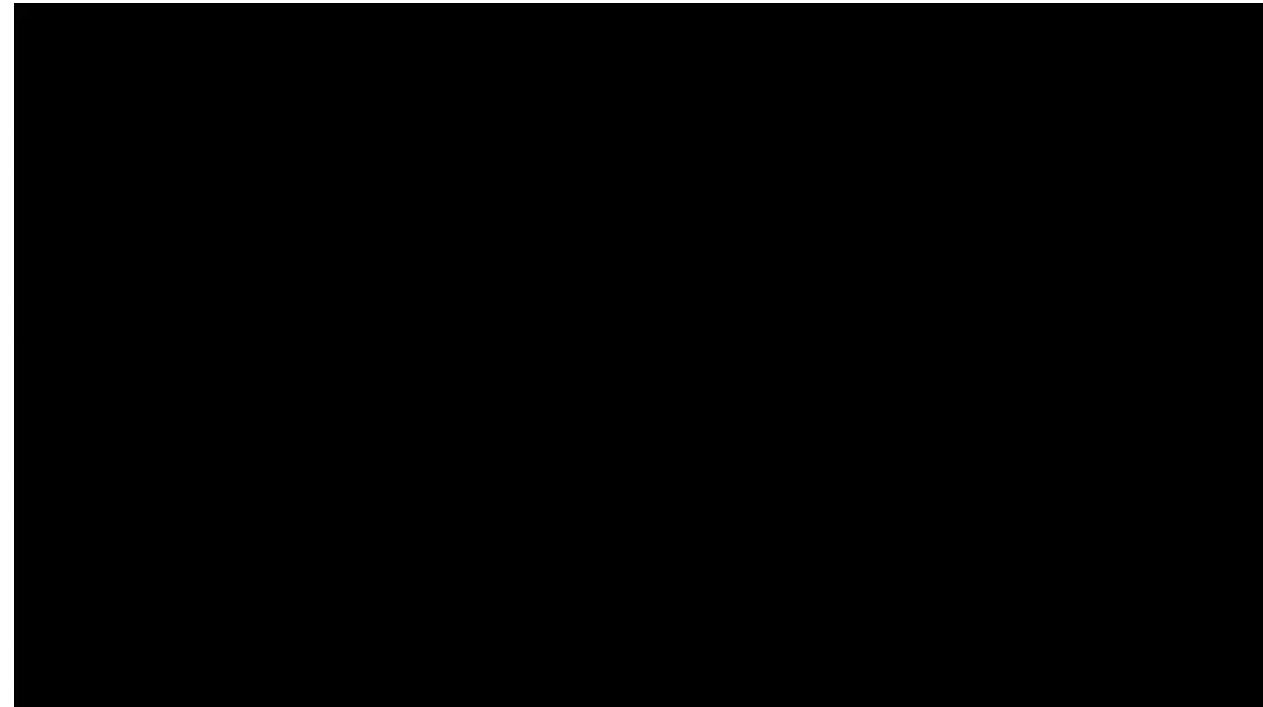
神奈川工科大学ブース
Academic Innovation 4Z25

Interop[®]23
Tokyo JUNE 14-16
MAKUHARI MESSE, JAPAN



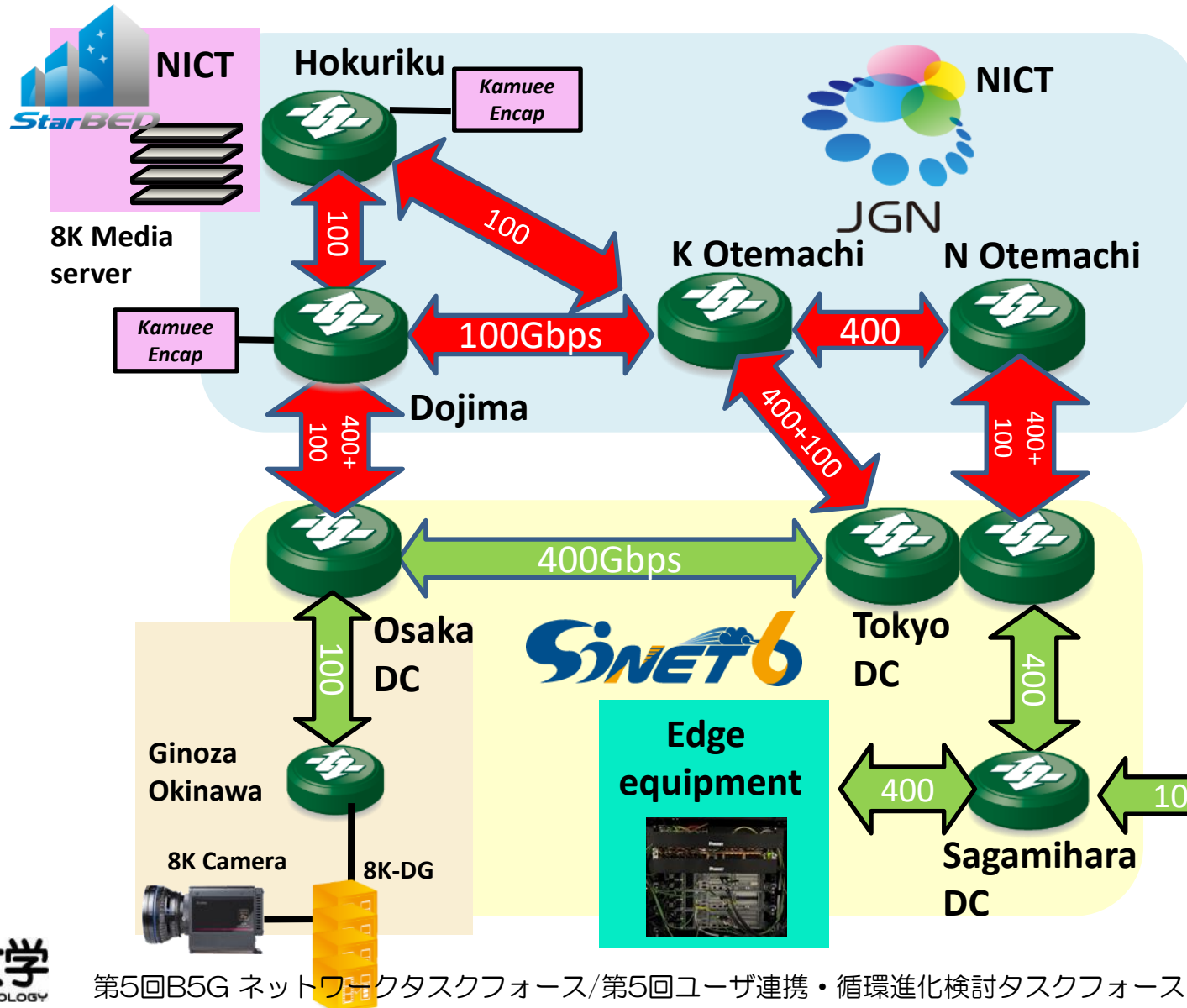
デモンストレーションビデオ

- 構築したエッジ装置からの映像を会場で受信し、トランスコード処理前の映像と処理後の映像の比較や、映像切り替え、色調整、映像切出しのデモンストレーションビデオ
- MIDIコントローラによる制御
– 簡易的なライブスイッチャー



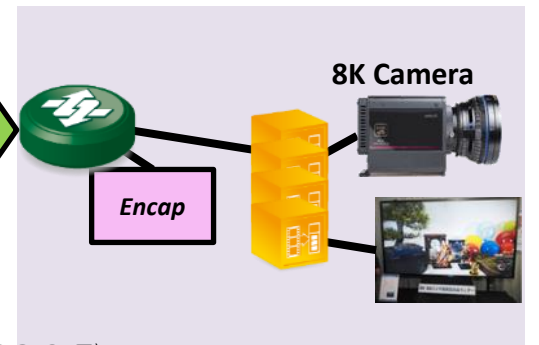


8K Video Processing Experimental Environment



常時使用可能

KANAGAWA INSTITUTE OF TECHNOLOGY



研究開発項目

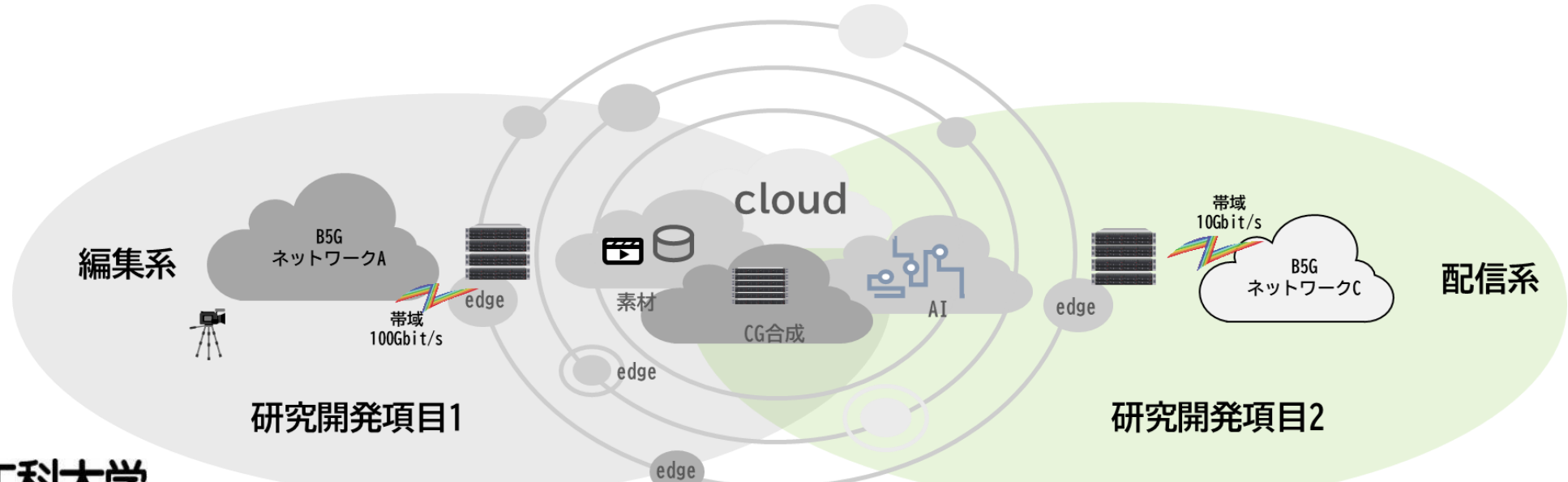
- 研究開発項目1【編集系】

サブTbpsの高精細映像処理が可能な低遅延大容量**通信処理プラットフォーム技術**の実現

- 研究開発項目2【配信系】

多地点間での高臨場感通信を実現する**低遅延配信技術**の実現

- 疑似B5G環境における高臨場感通信の**アプリケーション総合実験**



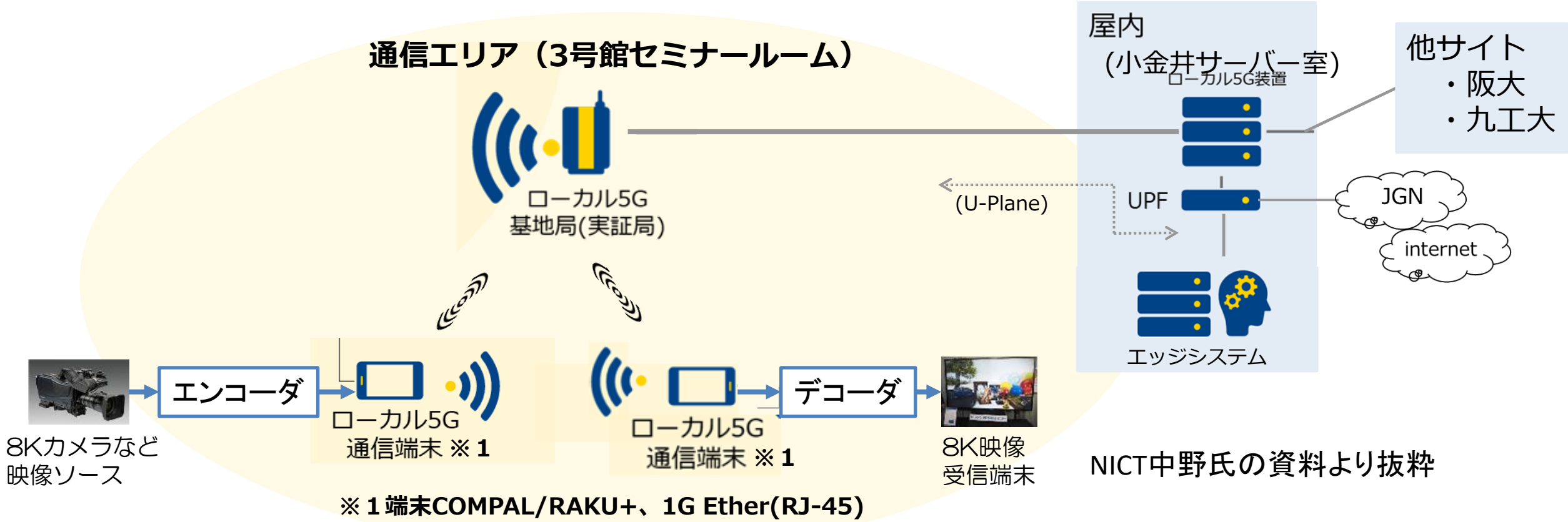


B5Gモバイル環境での8K映像配信実験

【NICT小金井 2023.5.22】

スループット試験

- SRTを使って、8K映像は伝送できるか？
- マルチキャストがそのまま伝送できないため、VPNルータを利用





スループット試験

- 上りは100Mbps程度が限界（通信装置の位置によってかなり変化あり、安定しない）
- 下りは、エッジ装置との間であれば、900Mbpsも超える

上りのスループット試験

```

3(0.000%)
2023-05-22T16:45:17+0900 71.5Mbps 6734pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_total
3(0.000%)
2023-05-22T16:45:21+0900 new stream 0xb6e2290e from 172.17.11.14:13906
2023-05-22T16:45:21+0900 63.0Mbps 5930pps skip:56 loss:112(0.012%) loss_t
al:56(0.001%)
2023-05-22T16:45:22+0900 102.1Mbps 9606pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota
:56(0.001%)
2023-05-22T16:45:23+0900 99.5Mbps 9366pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota
56(0.001%)
2023-05-22T16:45:24+0900 100.2Mbps 9428pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota
:56(0.001%)
2023-05-22T16:45:25+0900 100.1Mbps 9422pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota
:56(0.001%)
2023-05-22T16:45:26+0900 91.5Mbps 8610pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota
56(0.001%)
2023-05-22T16:45:27+0900 83.5Mbps 7864pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota
56(0.001%)
2023-05-22T16:45:28+0900 92.9Mbps 8747pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota
56(0.000%)
2023-05-22T16:45:29+0900 97.4Mbps 9168pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota
56(0.000%)
2023-05-22T16:45:30+0900 114.7Mbps 10801pps skip:0 loss:0(0.000%) loss_tota

```

下りのスループット試験

```

2023-05-22T16:43:19+0900 952.6Mbps 89664pps skip:7 loss:386(0.004%) loss_to
tal:1239(0.000%)
2023-05-22T16:43:20+0900 952.7Mbps 89676pps skip:4 loss:194(0.002%) loss_to
tal:1243(0.000%)
2023-05-22T16:43:21+0900 952.6Mbps 89664pps skip:10 loss:979(0.011%) loss_t
otal:1253(0.000%)
2023-05-22T16:43:22+0900 952.7Mbps 89678pps skip:14 loss:559(0.006%) loss_t
otal:1267(0.000%)
2023-05-22T16:43:23+0900 952.6Mbps 89663pps skip:21 loss:1565(0.017%) loss_
total:1288(0.000%)
2023-05-22T16:43:24+0900 952.7Mbps 89678pps skip:7 loss:253(0.003%) loss_to

```

高さや距離を変化させてスループット試験





8K映像伝送（80Mbpsモードにして到達）



SRTでも吸収できずに以下のような形になる事も



- 準同期モードのサポートをお願いします。
- マルチキャストパケットが通るようにして頂きたい。



B5Gモバイルアプリケーション実証環境を使った評価実験 (大同大学)

- 実験の目的
 - 委託研究で実装中のエッジサーバを使った映像変換機能（QoS制御機能付き）を使って非圧縮8K映像から変換した圧縮映像が，実証環境内のモバイルネットワークを介して，なるべく**高い品質で途切れなく配信できる**ことを確認する
- 評価実験の進め方
 - B5Gモバイル実験網を用いた基本性能評価実験
 - QoS（可用帯域，ジッター，遅延時間）評価，QoS安定性評価
 - B5Gモバイル実験網を使った映像伝送実験

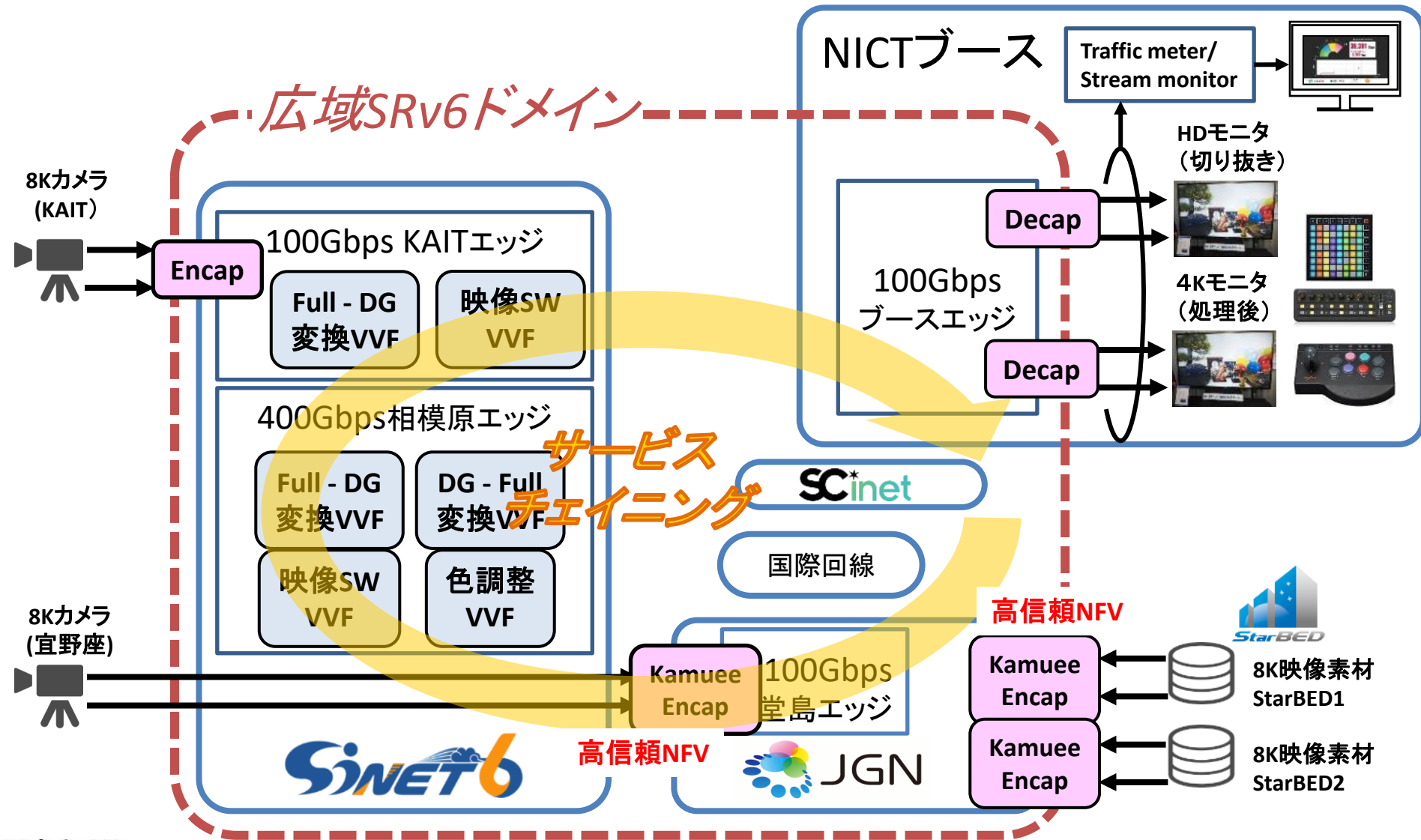


今後の予定

- 800Gbpsの処理能力を持つエッジ装置を構築し、サブTbpsの低遅延大容量通信処理プラットフォーム技術を実証する。
- 映像制作業者やネットワーク事業者との総合アプリケーション実験を通して性能および有効性を実証し、実用化への道筋をつける。
- 多地点への配信ができることを実証するため、映像符号化方式やネットワーク帯域などの環境が異なる複数の映像クライアントに対して、同時に配信ができること、低遅延な方式が選択出来ることをBeyond 5G共用研究開発テストベッド等の実証実験環境により検証する。
- SC23 NRE、NICTさっぽろ雪まつり実験2024



SC23 NRE@DENVER, CO ・ NOV 12-17





謝辞

- いつも迅速にご対応頂き、ありがとうございます。

<研究助成等>

本研究成果の一部は、NICTの委託研究「高臨場感通信環境実現のための広帯域・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」（採択番号03101）およびJSPS 科研費 22K12021、 22K12003 により得られたものである。



**ご清聴、
ありがとうございました。**



以下、質問対応



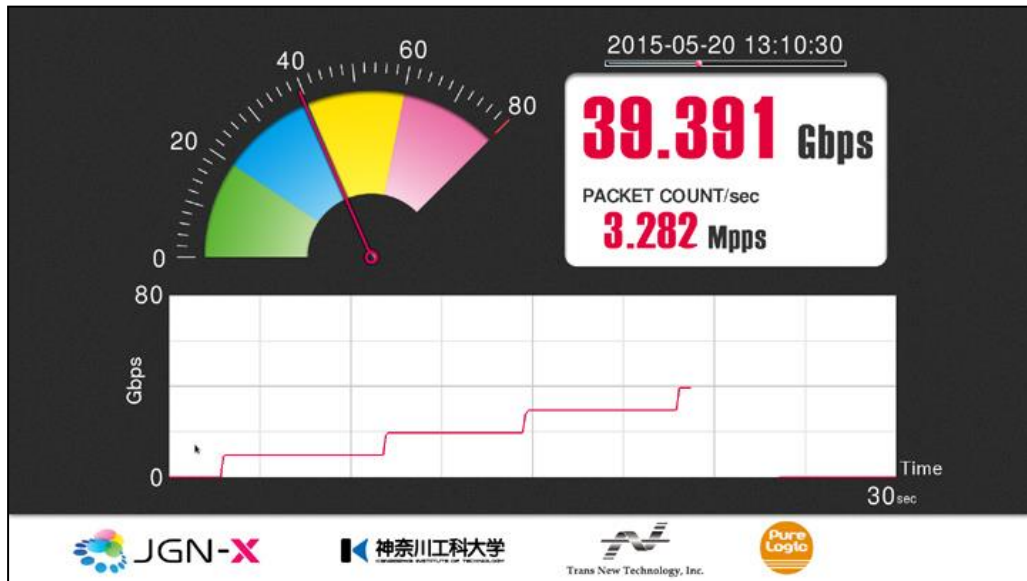
ネットワークリソースのリアルタイム可視化技術

ストリームモニタ

- コンフィグにより様々なストリーム解析結果の表示が可能
- 以下はレーン間の遅延差の可視化例

8K映像トラヒックメータ

- 解像度、パケット量・転送レートの上限、グラフ表示の変更がキーボードから可能



Port 0 latest frame: 18560 [Enable] [Disable] 163, 138, 193, 182:12345 enable

Source	Destination	Second	Nano Second	Diff	Frame Number	F Count	Loss	Drop	Rewind	Skip	Gap
192.168.118.116:60503	192.168.110.151:6200	1529612800	915013491	0ns	18863	30	0	0	0	0	
192.168.118.117:45683	192.168.110.151:6201	1529612800	918360857	2ns	18863	30	0	0	0	0	
192.168.118.118:34603	192.168.110.152:6200	1529612810	68976300	153ns	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.120:41458	192.168.110.152:6201	1529612810	69725481	153ns	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.121:60415	192.168.110.153:6200	1529612809	917779795	1ns	18883	30	0	0	0	0	
192.168.118.122:51492	192.168.110.153:6201	1529612809	917285535	1ns	18883	30	0	0	0	0	
192.168.118.123:47572	192.168.110.154:6200	1529612810	77305727	161ns	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.124:35193	192.168.110.154:6201	1529612810	76905789	161ns	18878	30	0	0	0	0	

Port 1 latest frame: 18555

Source	Destination	Second	Nano Second	Diff	Frame Number	F Count	Loss	Drop	Rewind	Skip	Gap
192.168.118.116:60503	192.168.110.151:6200	1529612800	910166339	0ns	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.117:45683	192.168.110.151:6201	1529612800	91956612	392µs	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.118:34603	192.168.110.152:6200	1529612800	910500777	321µs	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.120:41458	192.168.110.152:6201	1529612809	919554848	346µs	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.121:60415	192.168.110.153:6200	1529612809	910541178	392µs	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.122:51492	192.168.110.153:6201	1529612809	919567478	379µs	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.123:47572	192.168.110.154:6200	1529612809	910021643	333µs	18878	30	0	0	0	0	
192.168.118.124:35193	192.168.110.154:6201	1529612809	919504121	310µs	18878	30	0	0	0	0	

レスポンス時間重視
8K映像が乱れた瞬間の状況を表示

ストリーム毎の統計情報表示
8K映像の乱れの原因のあるスリームを特定