

# 超高精細映像 遠隔配信実験 2022

情報通信研究機構

サイバーセキュリティ研究所 サイバーセキュリティ研究室

遠峰 隆史

[tomine@nict.go.jp](mailto:tomine@nict.go.jp)

# JGN映像伝送実験

- 映像伝送実験
  - 2003年2月より毎年1回、同時期に実施
  - さっぽろ雪まつり映像を素材として国内外JGN回線を使った実験
  - 毎回技術テーマを設定
    - 環太平洋100Gbpsマルチパス・重複パケット高速排除処理による多重化配信(2018)
    - 映像機器へのセキュリティペネトレーション(2019)
    - 8K非圧縮同期による立体映像配信(2020)
- 実施体制
  - 産学官50組織前後、140人余りが参加 (Slack/ML参加者カウント)
  - 検証したい技術課題・研究テーマを持ち寄り、手弁当で実験を実施
  - 連携できる部分はお互いで補い合う
  - 今回のネットワークは、NII(SINET)、IPA、CKP、NICT(JGN)の協力によって構築



2020/02 さっぽろ雪まつり雪像(HTB)

# 2022年 さっぽろ雪まつりに関連した 実験計画

- さっぽろ雪まつり
    - 2022年2月5日(土)～12日(土) 8日間
      - 大雪像なしなどの規模を縮小した開催予定
      - イルミネーションや中小雪像を歩いて見て回る「通過鑑賞型」
    - 1月19日 中止決定
      - 昨年に倣った実験の実施
  - まん延防止等重点措置の実施決定
    - 1月9日 沖縄県
    - 1月21日 東京都
    - 1月27日 北海道、大阪府
- パブリックビューイングなどを実施せず規模を縮小した実験の実施

# 2022年 実験テーマ

- ウィズコロナ時代の  
リモートプロダクション・遠隔運用実験
- 映像配信・先進的ネットワーク技術
- 通信・放送系システムセキュリティ実験



# ウィズコロナ時代の リモートプロダクション・遠隔運用実験

## • 映像IPリモートプロダクション

- 取材が制限される中、注目されている遠隔での映像制作実験を放送局や映像機器関連企業、大学と連携して実施

## • 超高精度時刻同期(PTP)

- IPリモートプロダクションに必須となる超高精度の時刻動機を可能とするPTP(Precision Time Protocol:  $1\mu\text{s}$ (マイクロ秒:100万分の1秒)以下の時刻同期精度を担保)の長距離伝送および遅延補正実験を実施

## • ネットワーク遠隔運用トライアル

- 本配信実験のネットワーク運用そのものを遠隔で試みる。機器監視だけでなく、遠隔電源操作や映像を使った物理監視実験、ロボットを使った光ファイバの物理配線切り替え実験を実施

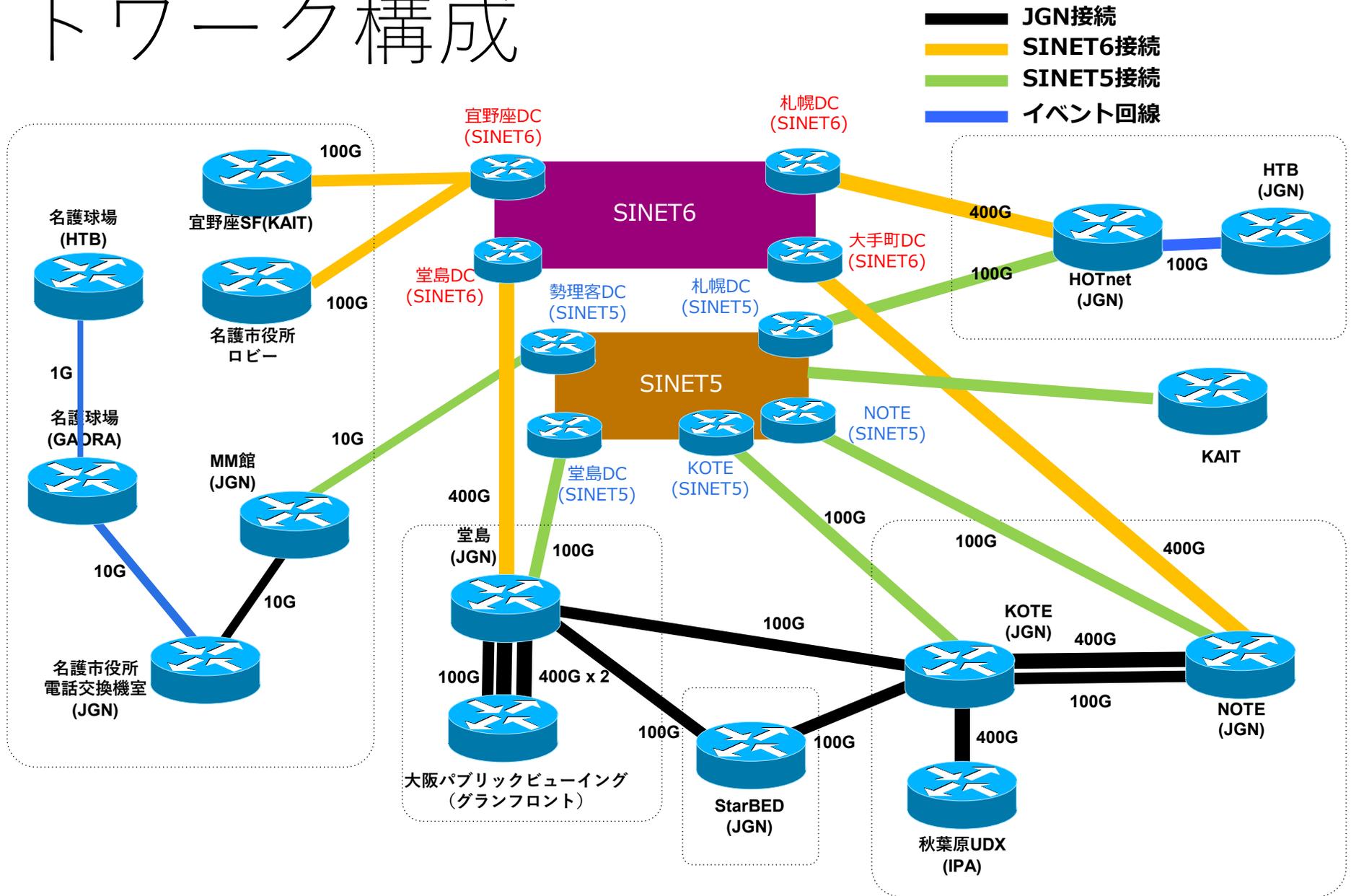
# 映像配信・先進的ネットワーク技術

- **400G回線運用**
  - 複数の8K映像(100Gbps超)の伝送をターゲットに400Gbps回線の運用実験
- **Over 10Gbps ソフトウェアトランスコーディングの基本機能の評価**
  - 8K映像のトランスコーディングや映像スイッチングなどの映像処理について評価
- **Kamuee/Eenow+NFV(Network Functions Virtualization)サーバ分散配信**
  - ソフトウェアルータKamuee/Eenowと複数拠点のNFVサーバを組み合わせ、24Gbpsのマルチキャスト配信実験
- **8K低遅延マルチキャスト伝送の基本性能の確認**
  - DPDK網ベースエミュレータにて各社システムの実験を行う。特性評価、IPsecダイジェストチェーン型マルチキャストの実験を行う。
- **100Gbpsトラフィックモニタリング**
  - 100Gbps通信経路上に計測装置を配置し、トラフィックキャプチャおよび解析を行う。また、プログラマブルな半導体デバイスであるFPGAによる高速トラフィック処理により、トラフィックの可視化も行う。

# 通信・放送系システムセキュリティ実験

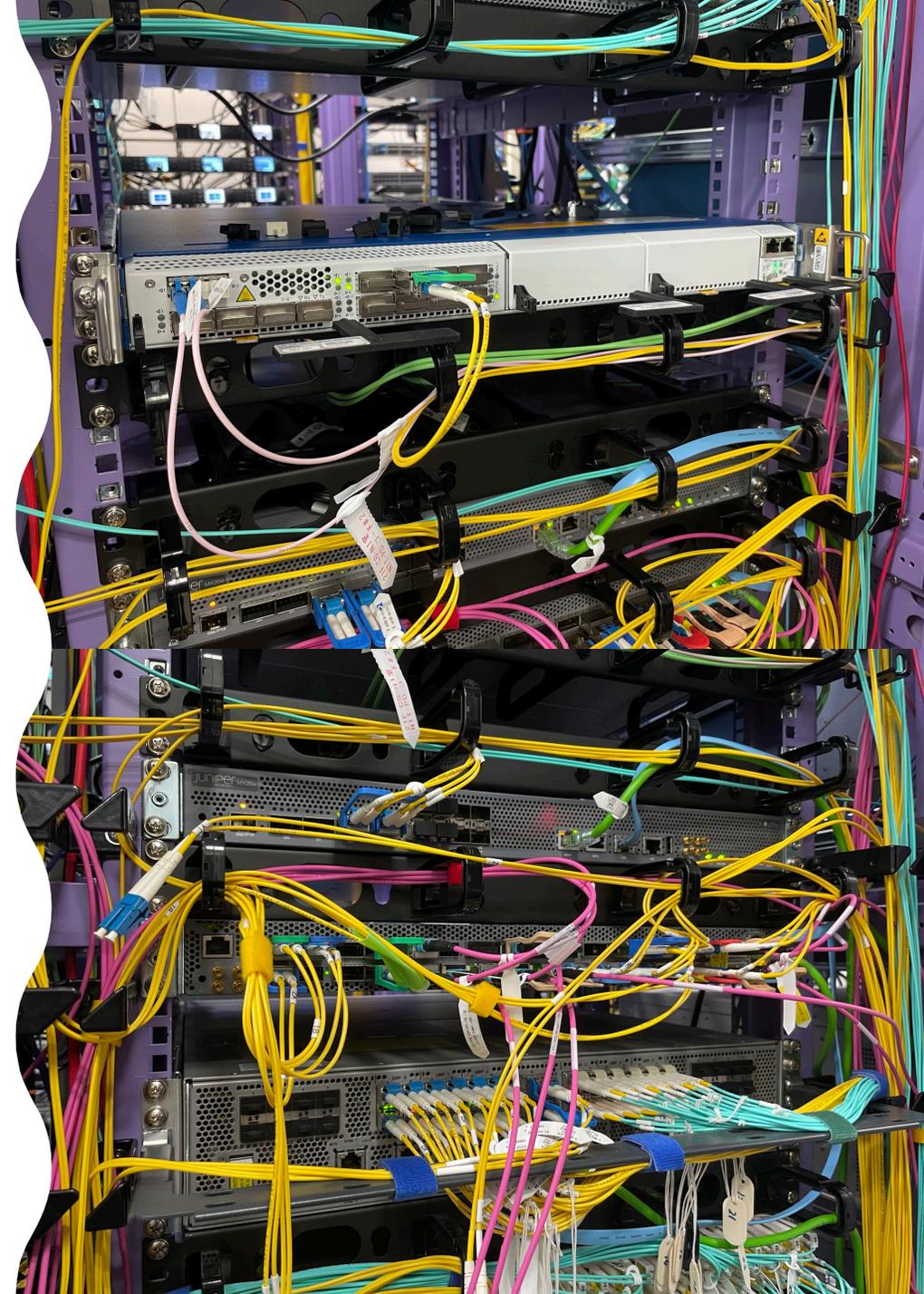
- **通信機器・映像系機器への各種ペネトレーションテストの実施**
  - 放送・通信機材や実験ネットワークそのものに対して、対サイバー防御性能を試験
  - 例年多数機器の脆弱性発見、ファームウェア更新につながっている
- **広帯域回線におけるDoS検証**
  - 400Gbps回線におけるDoS模擬トラフィックの生成
    - 2台のPCから合計396Gbpsのトラフィック
  - 回線品質や機器性能の測定

# ネットワーク構成



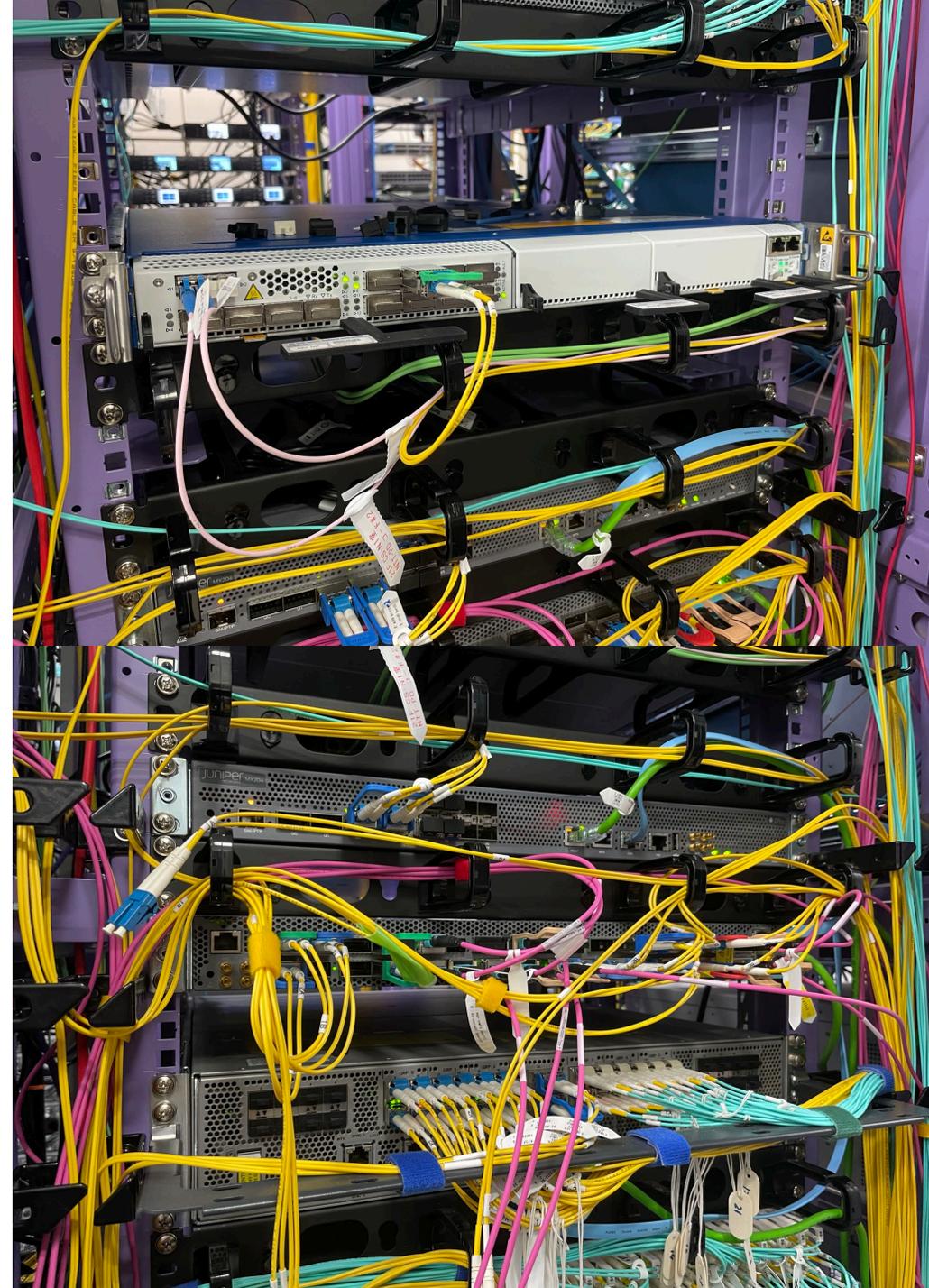
# 400G回線による映像伝送

- JGN・SINETによる400G回線運用開始
  - この春から
  - SINETはSINET6の運用とともに
- 400G回線の運用
  - 主な拠点間の接続は400G回線を利用
  - 一部区間は100GのLAG

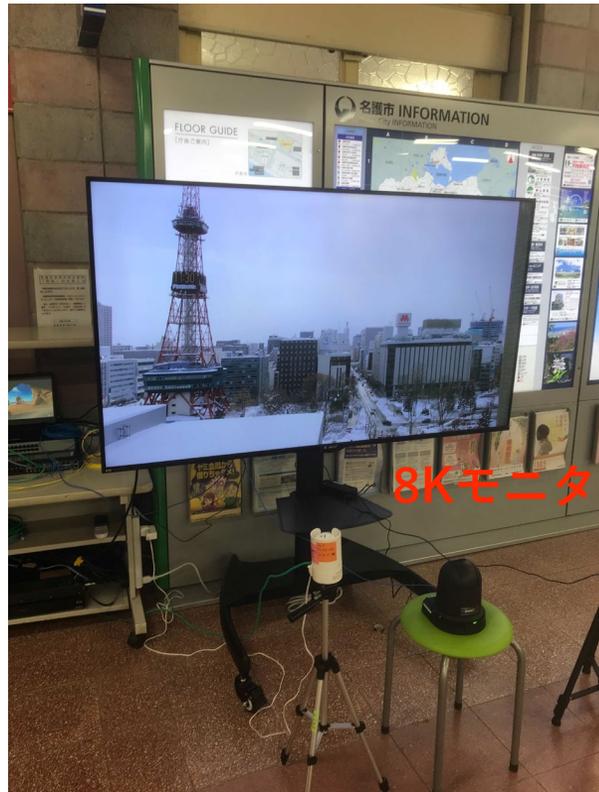


# 広帯域回線と 広帯域通信運用の難しさ

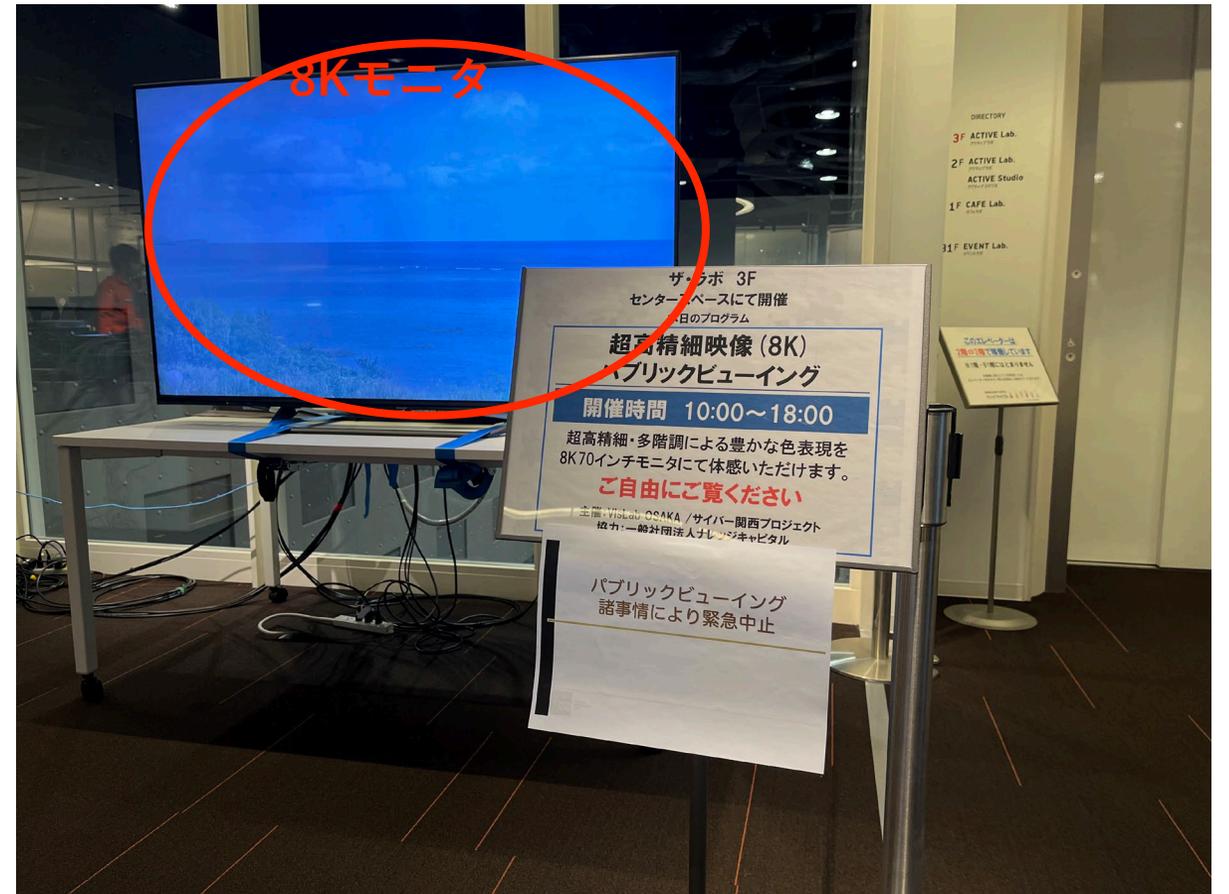
- すべての区間が400Gではない
- 区間によっては100GのLAG
  - LAG区間における到達順序の問題
- 機器との接続は100Gが多い
  - スイッチ内などでの異速度接続
  - バッファリング問題



# 映像の様子



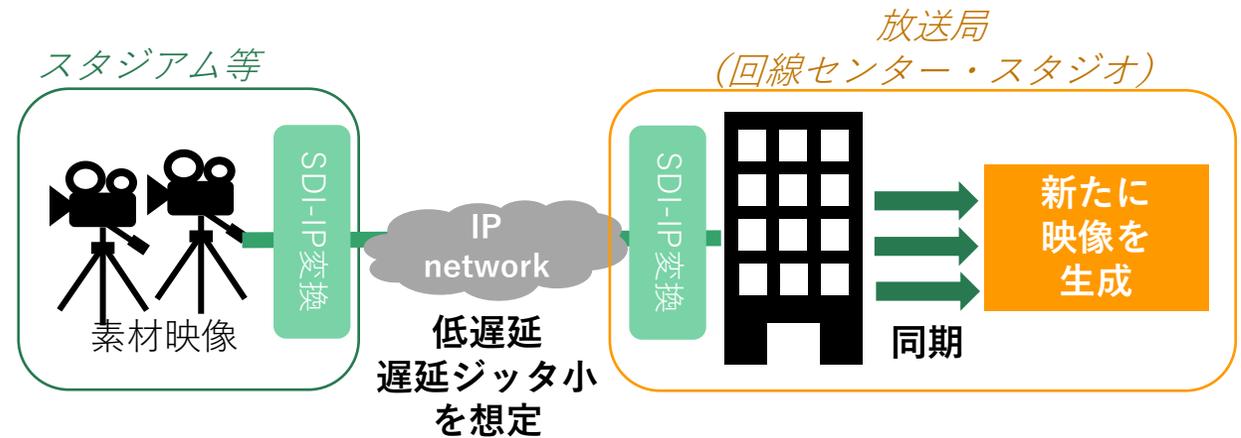
沖縄名護会場(市役所)



大阪うめきた会場

# IPリモートプロダクション

- 遠隔での映像制作が注目
  - 放送局で進む局内IP化
  - コロナでの取材制限
- 遠隔地間の映像機器制御
  - 従来は編集機器など中継車で全部運んでいた
  - NMOSを用いた機器の自動検出・制御により遠隔地はカメラのみ
  - カメラの入出力制御、映像素材の編集はすべて編集拠点で可能
- 映像伝送と同期
  - 映像信号同期のため、各拠点での高精度時刻同期が必須



# NMOSによる機器制御

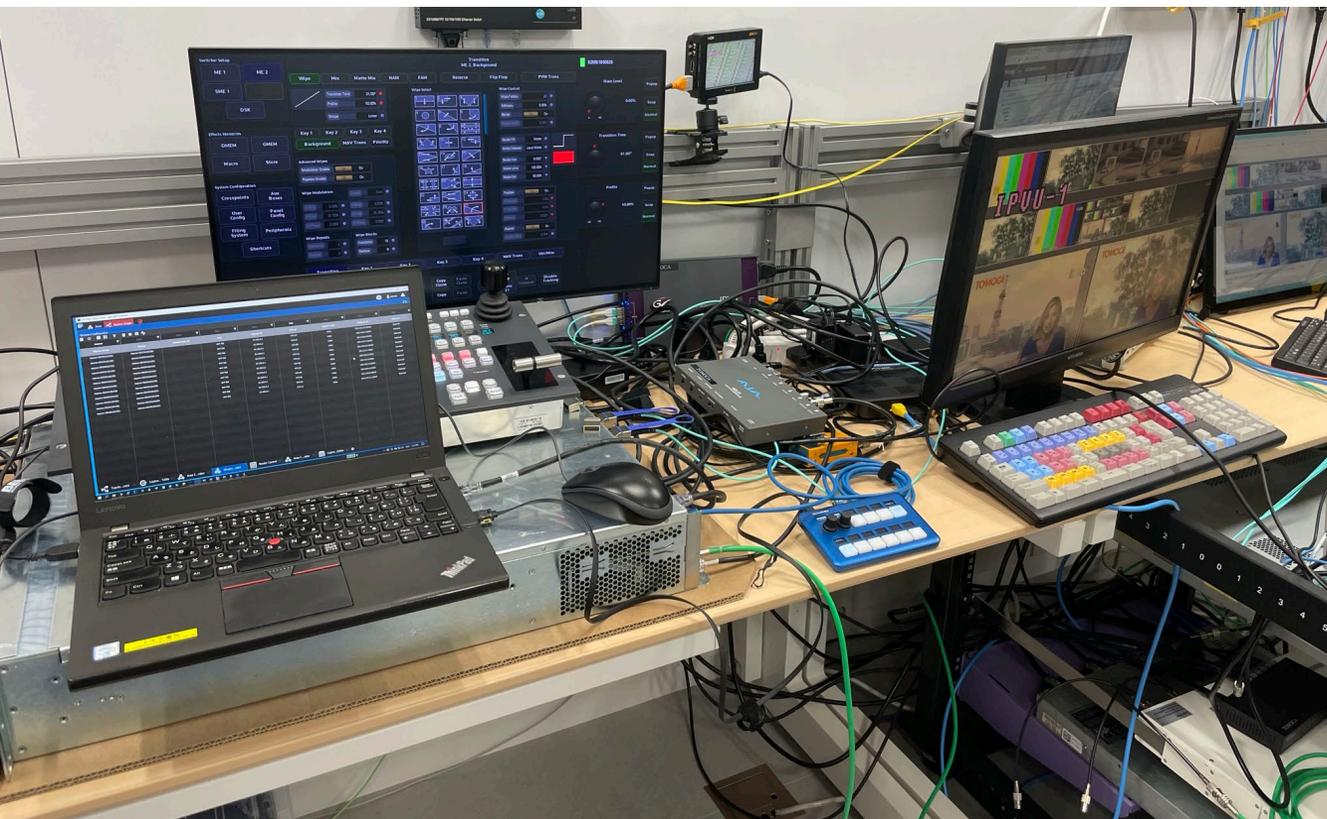
- 映像機器をIPで制御するために作成された仕様
  - Network Media Open Specification
  - 機器の自動検出と登録が可能
  - IP Multicastの受信Multicastを切り替えることによる映像切り替え
- スタジオマスター機能を集約した映像制作が可能
  - 映像関連機器は同軸ケーブルの範囲内に縛られない
  - 映像素材収録用のカメラだけ現地にあればよい
- 実験中のMixした映像はYouTube Liveで配信
  - <https://www.youtube.com/watch?v=teoj36dVb7M>



# リモートプロダクション中の動的な経路変更

- リモートプロダクション中の経路変更対応
  - 途中経路障害
  - 途中経路の輻輳
    - 映像伝送は広帯域が必要
    - 他に大きなトラフィックがあると輻輳が発生しやすい
- 拠点間の経路を動的に変更
  - EVPN
  - SR-MPLS

# リモートプロダクション機器



# 通信・放送系システムセキュリティ実験

- 実験で利用する機器へのペネトレーションテストの実施
  - 今回で4回目
  - ネットワーク機器
    - 設定不備
    - ログイン設定の問題
  - 映像系機器
    - ログイン設定の問題
    - 映像通信の乗っ取り
    - 映像通信の妨害
- ペネトレーションテストの結果からの対応
  - 今年からは対応チームまで組織

# ペネトレーションテストから見える対応

- 設定不備関連
  - 毎回の確認が必要
  - 運用手順の再確認
- プロトコルの性質による問題
  - IP Multicast
    - 映像系ではよく使われている
    - 以前よりプロトコルはあるものの多く利用されていない
    - プロトコルの不備や不十分な実装の洗い出し

# まとめ

- コロナ下での運用自体を実験テーマ
  - 個々の実験の遠隔対応
    - それぞれの映像・ネットワーク系実験がどこまでリモート対応可能か
  - 実験運用の遠隔対応
    - 構築をはじめとする物理作業をどうするか
    - スケジューリング
    - 現地での変更は困難
    - 情報の可視化→どこまでできるのか
- IPリモートプロダクション
  - 超長距離での映像プロダクションに初めて成功
  - より商用ネットワークに近い環境でのトライアル

# プレスリリース等

(順不同)

- 北海道テレビ放送
  - HTB、JGN回線を活かした8K非圧縮映像配信実験に成功  
(2022/02/14)
  - <https://nordot.app/865867919575777280?c=388701204576175201>

# 2022年実験参加団体(2022/02/09現在 74組織)

## 主催:

- 国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT)

## 実験参加団体 (順不同):

- 北海道テレビ放送株式会社 (HTB)
- 株式会社GAORA
- 株式会社毎日放送(MBS)
- NTTコミュニケーションズ株式会社
- NTTテクノクロス株式会社
- NTTアドバンステクノロジー株式会社
- 株式会社NHKテクノロジーズ
- 西日本電信電話株式会社
- KDDI株式会社
- 北海道総合通信網株式会社 (HOTnet)
- エクシオグループ株式会社
- 株式会社オービス (OBIS)
- トラストコミュニケーション株式会社
- ファットウェア株式会社
- アリストネットワークスジャパン合同会社
- FXC株式会社
- キーサイト・テクノロジー株式会社
- シスコシステムズ合同会社
- ジュニパーネットワークス株式会社
- パロアルトネットワークス株式会社
- フォーティネットジャパン株式会社
- アストロデザイン株式会社
- 株式会社アルファコード
- 池上通信機株式会社
- 株式会社ヴィレッジアイランド
- グラスバレー株式会社
- サン・エレナ株式会社

- シャープ株式会社
- セイコーソリューションズ株式会社
- 株式会社創夢
- 株式会社Tスポット
- 株式会社テクノハウス
- デジタルリサーチ株式会社
- Telestream Japan合同会社
- TOiNX 東北インフォメーション・システムズ株式会社
- トモカ電気株式会社
- 株式会社マクニカ
- エヌビディア合同会社(NVIDIA)
- PacketLight Networks Ltd.
- 株式会社アイランドシックス
- ピュアロジック株式会社
- 古河ネットワークソリューション株式会社 (FITELnet)
- ミハル通信株式会社
- 輝日株式会社
- 株式会社理経
- RIEDEL Communications Japan株式会社
- アラクサラネットワークス株式会社
- リーダー電子株式会社
- 株式会社フォトロン
- オタリテック株式会社
- DIGIcas合同会社
- ヒビノ株式会社
- ヒビノインターサウンド株式会社
- サーヴァンツインターナショナル株式会社
- 株式会社インターネットイニシアティブ

- 大阪学院大学
- 学校法人幾徳学園 神奈川工科大学
- 京都産業大学
- 慶應義塾大学
- 東京大学
- 奈良先端科学技術大学院大学
- 琉球大学
- 大同大学
- 大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所(NII)
- 独立行政法人 情報処理推進機構(IPA)
- 沖縄県名護市
- 沖縄県北部広域市町村圏事務組合
- 特定非営利活動法人 NDA
- 宜野座村ITオペレーションパーク
- 一般社団法人ナレッジキャピタル
- VisLab OSAKA
- サイバー関西プロジェクト (CKP)
- WIDEプロジェクト

ご協力いただいた各団体に  
感謝いたします。