

# “超”広帯域ネットワークを活用した ライブTV番組制作システムへの挑戦

Challenge for Live TV Program Production  
using Ultra Wide Bandwidth Network

---

NHK 放送技術研究所  
Kawaragi Masahiro

株式会社インターネットイニシアティブ (IIJ)  
Takada Soukichi

2020/1/23  
JANOG 45 Meeting Day 2  
@札幌プリンスホテル

# 発表の流れ

---

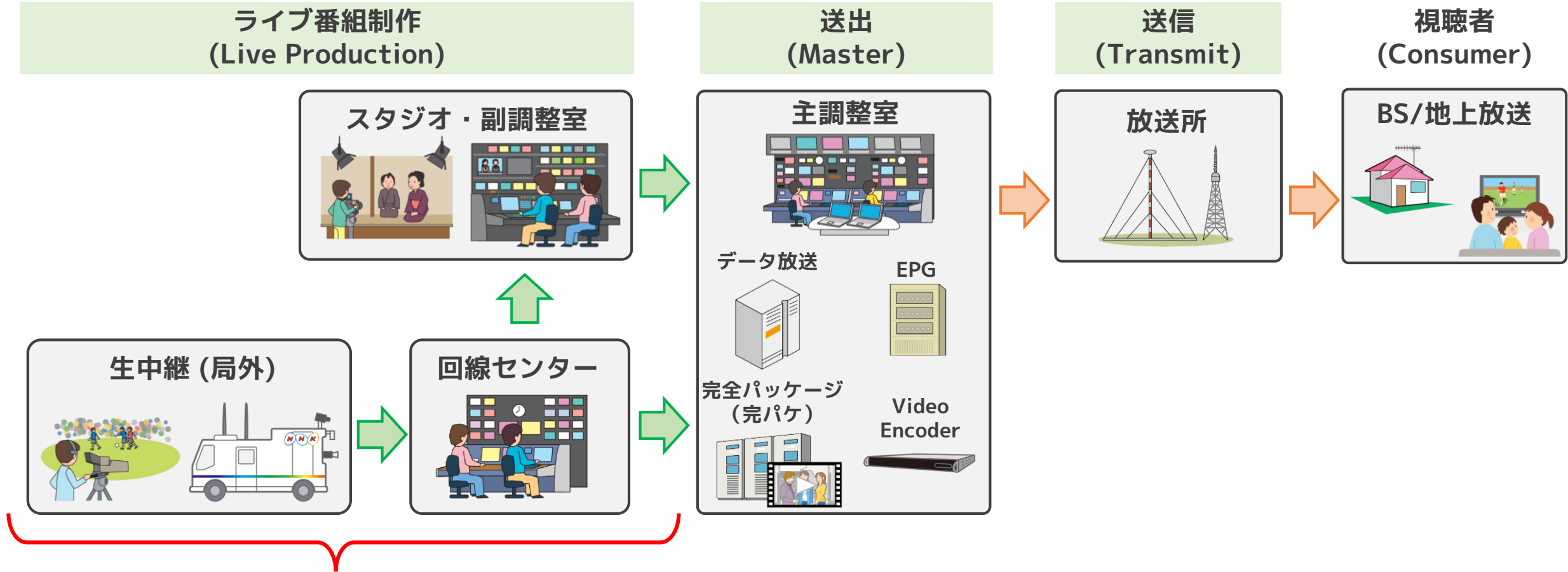
1. はじめに
  2. 現在の番組制作システム
  3. IP化された場合の番組制作システム
  4. ライブ制作システムのIP規格
  5. ライブ制作システムの実装
  6. IP化への課題
  7. ディスカッション
- } NHK 河原木
- } IIJ 高田
- } NHK 河原木  
IIJ 高田

# はじめに

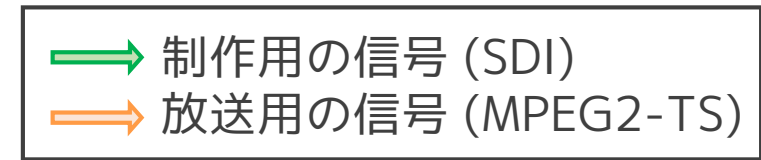
---

- 今、放送業界の番組制作領域において、ネットワーク技術を活用する取り組みが進んでいます。
- その状況を紹介することで、放送分野での取り組みに興味を持ってもらい、一緒に IP 化に取り組む仲間が増えたり、放送技術者とネットワーク技術者が協力し合うきっかけとなれば幸いです。
- ディスカッションでは意見や気づきを頂き、これからのシステム改善につなげていければと考えています。

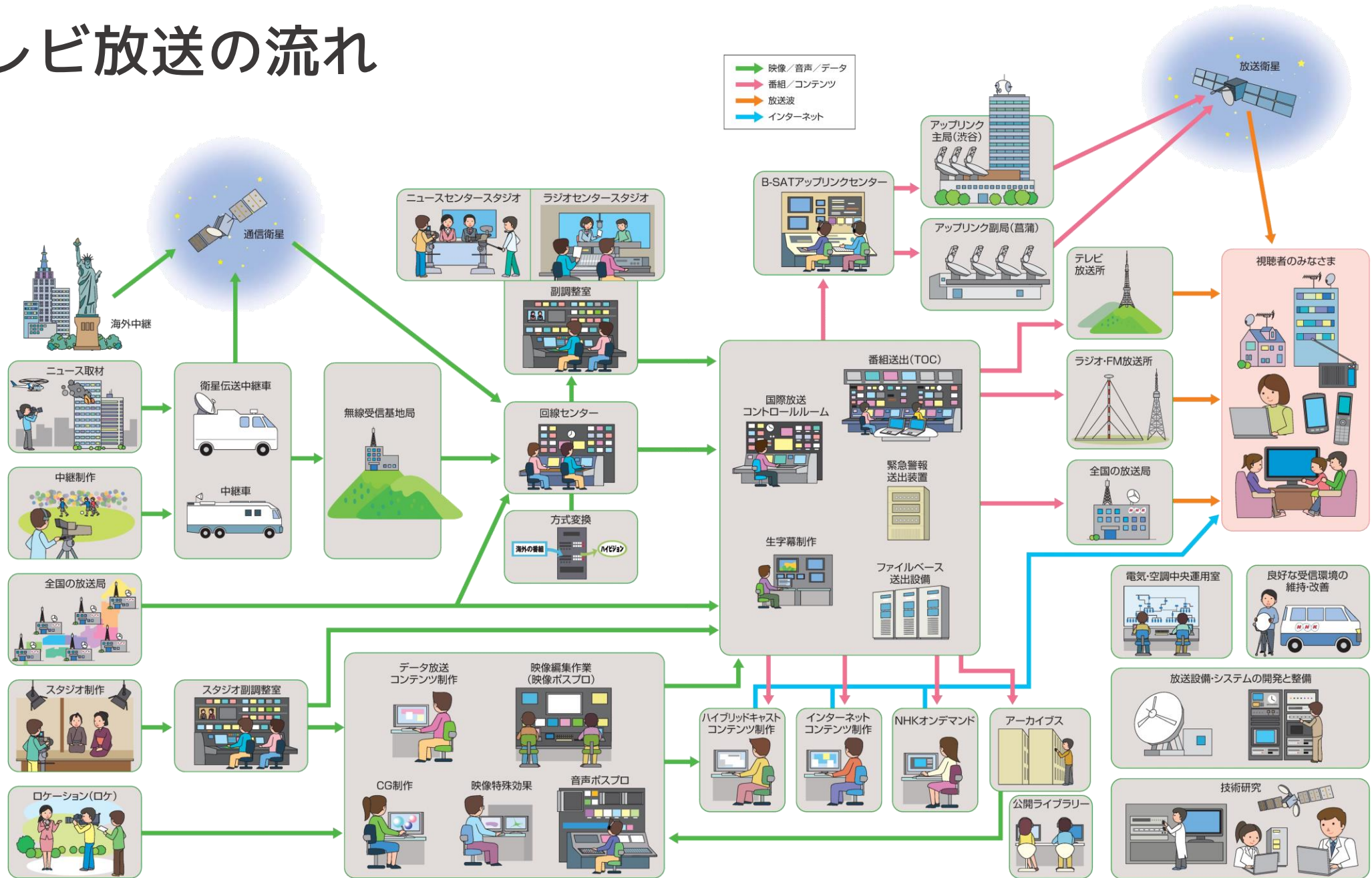
# テレビ放送の流れ



**IP 化が進みつつある領域  
(今日する話はこの部分)**

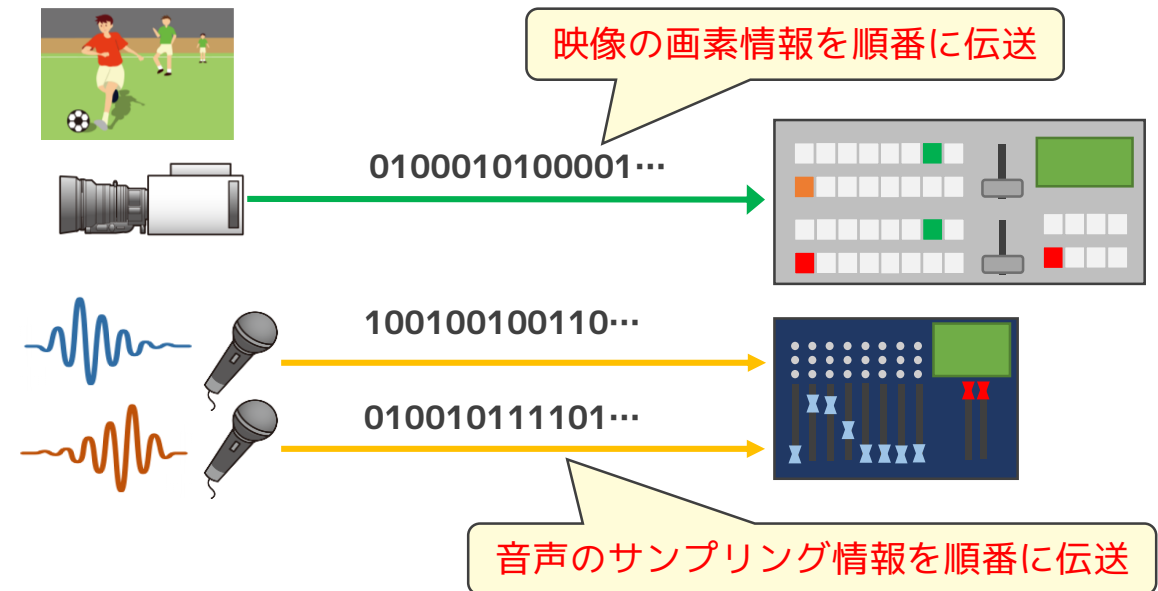
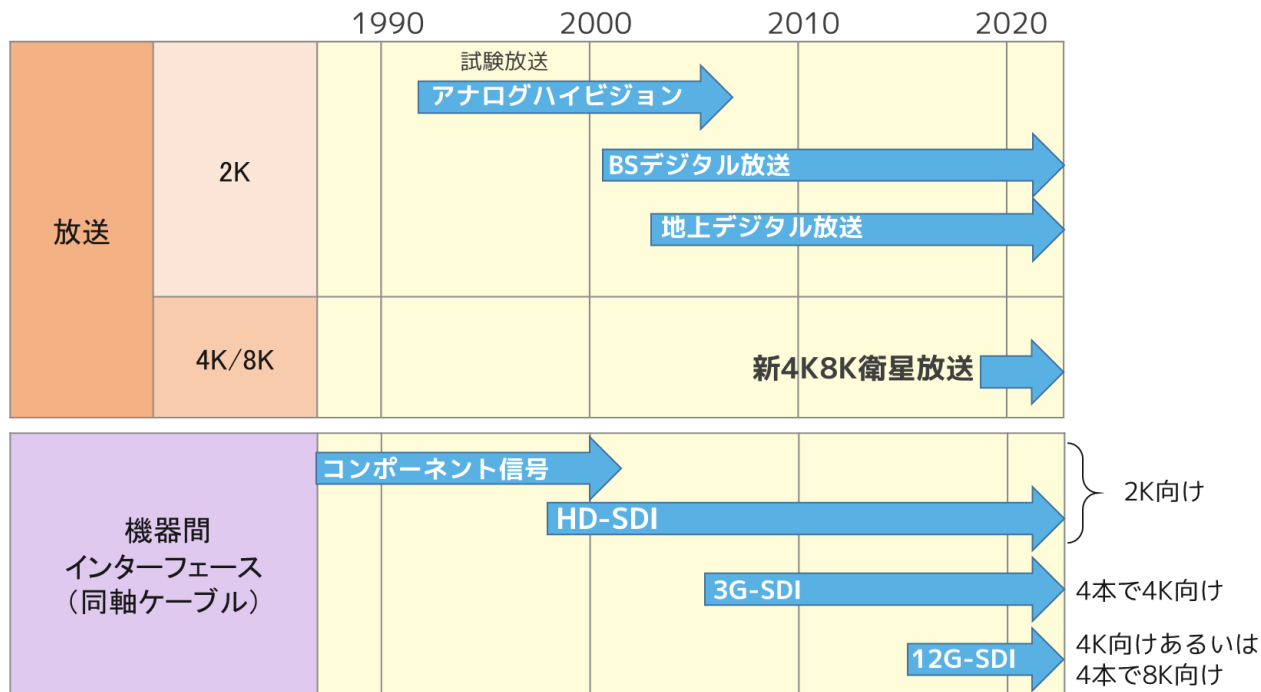


# テレビ放送の流れ



# 現在のライブ番組制作で使われる SDI ケーブル

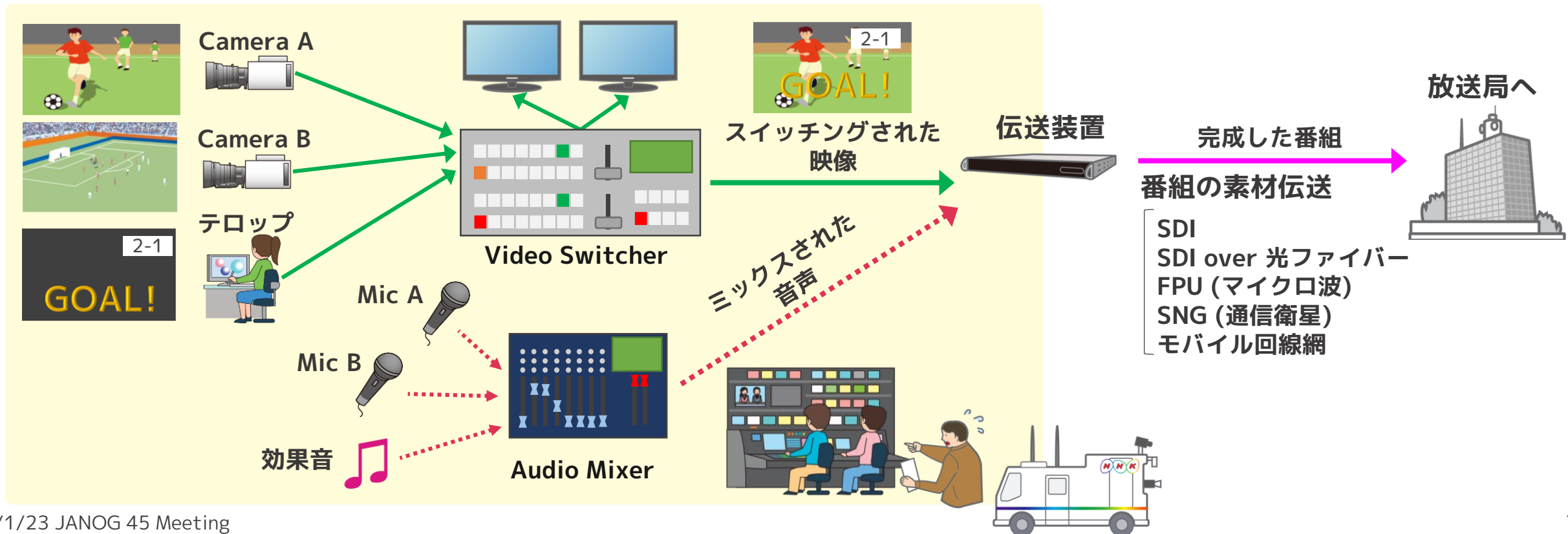
- SDI (Serial Digital Interface) の略。同軸ケーブルを使用
- 制作現場向けに作られた規格で最大伝送距離は100m程度
- 片方向伝送のみ
- 仕組みが単純なため信頼性が高く、接続するだけで絵音が出る
- 解像度の向上に伴い、HD-SDI → 3G-SDI → 12G-SDIと進化





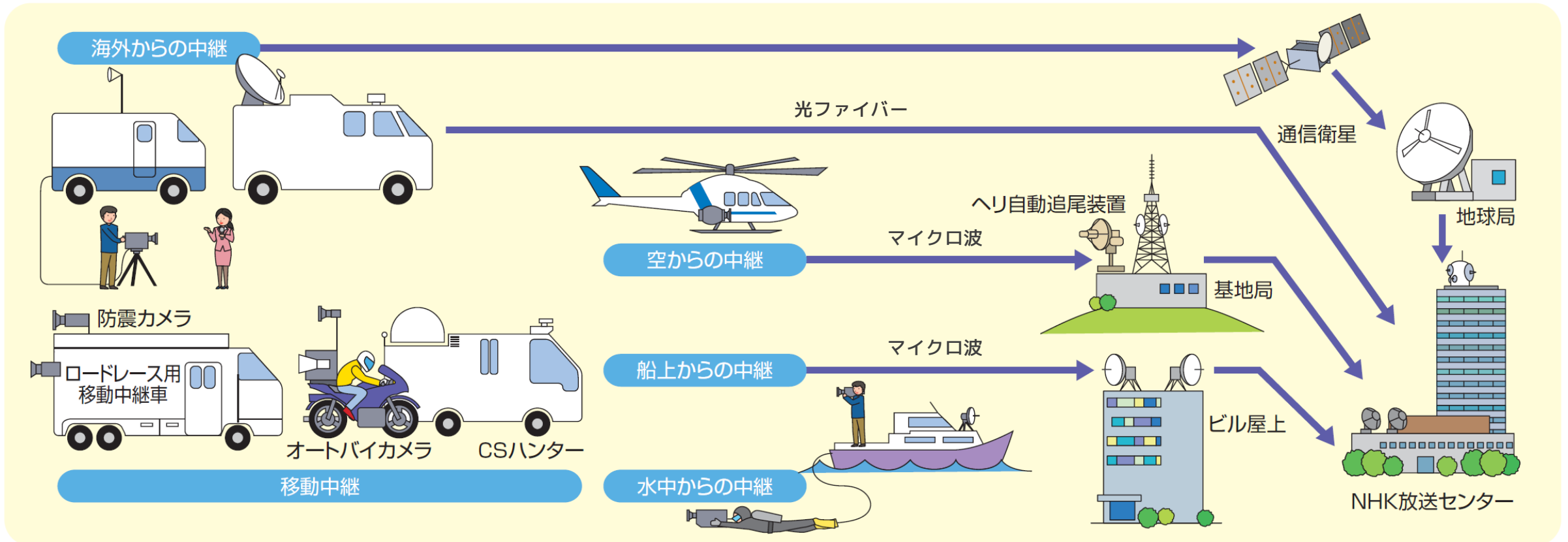
# ライブ番組制作システム

- 複数のカメラ映像・音声、VTR 映像、テロップ文字などを組み合わせてリアルタイムに番組を制作するための仕組み
- 映像の切替/合成を行うスイッチャー、映像素材の再生を行うビデオサーバー、テロップ文字等のCG、音声のミキシングを行うコンソールなどが置かれる
- 中継現場から放送局へ完成した番組(素材)を送るときは、伝送機器を別途使用する



# 中継現場から放送局への伝送

- 現場の環境に合わせて伝送手段を選択
- 放送の大元となる素材となるため、可能な限り低遅延・高品質が要求される
- 同時に伝送できる素材数は1つ or 2つが限度
- 近年は、モバイル回線を使用した伝送も増えている

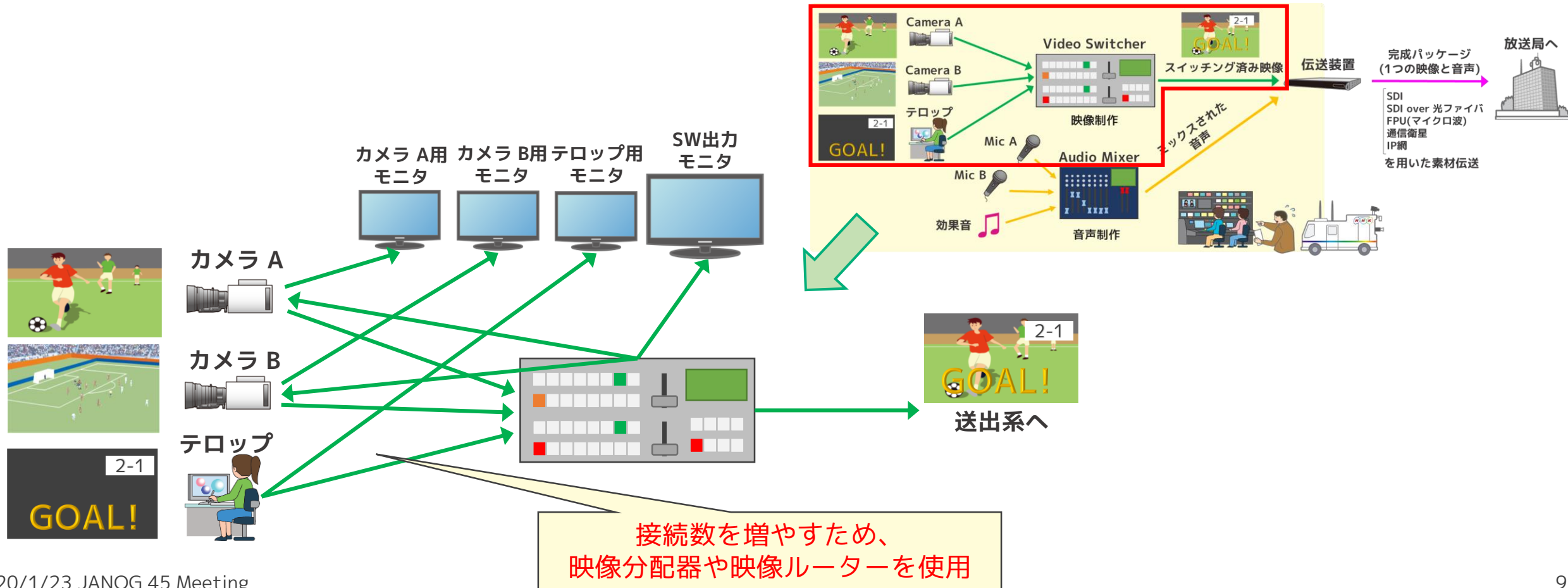




# SDI による番組制作システムの接続具体例 (1)

## 1つの素材は複数の機器で必要とされる

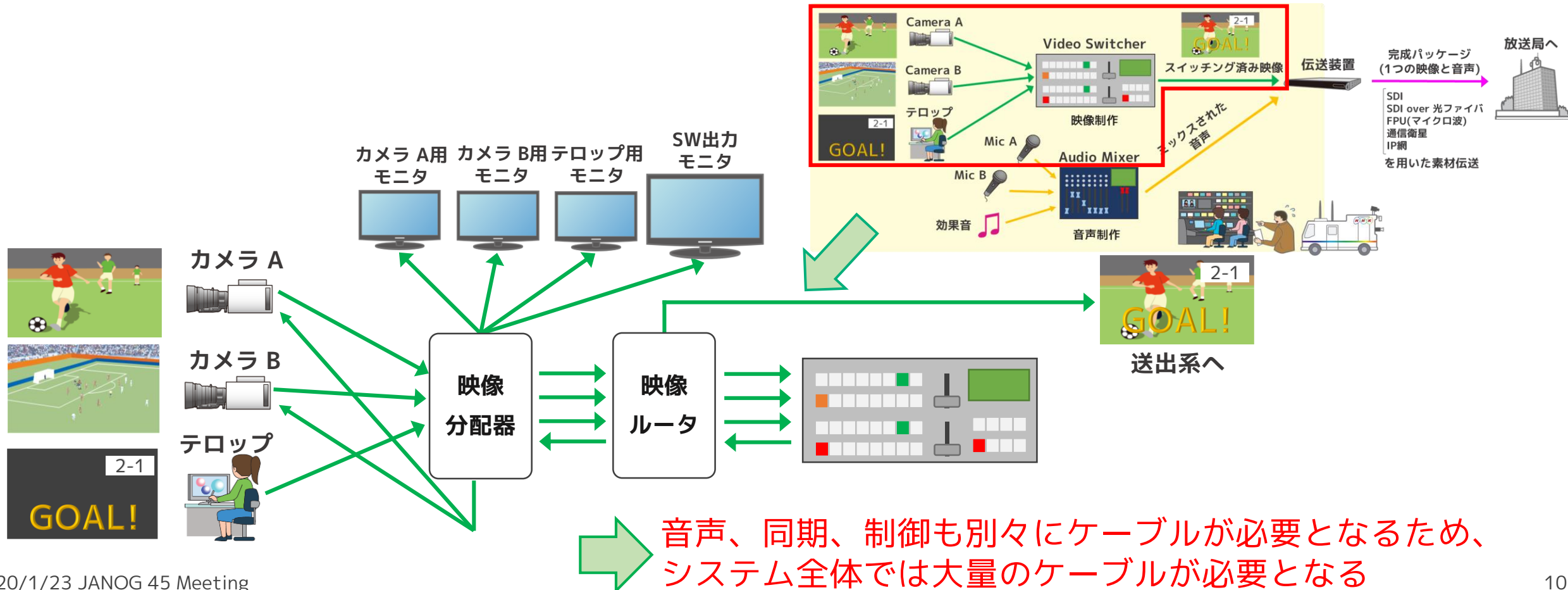
- スイッチャーを操作する人は、カメラ映像やスイッチャー出力をモニターで確認したい
- カメラマンはスイッチャー出力映像を確認したい
- スイッチャー出力は、本線映像として送出系へも渡される



# SDI による番組制作システムの接続具体例 (1)

## 1つの素材は複数の機器で必要とされる

- スイッチャーを操作する人は、カメラ映像やスイッチャー出力をモニターで確認したい
- カメラマンはスイッチャー出力映像を確認したい
- スイッチャー出力は、本線映像として送出系へも渡される



# SDI による番組制作システムの利点と課題

## 利点

- ケーブルと流れている信号が対応しているため系統が分かりやすい
- モニターに接続するだけで、映像や音声を確認できる
- 複雑ではあるが、機器の接続系統図面を作ることでシステム設計が可能
- 図面と物理配線が 1 対 1 に対応しているため、障害ポイントを追いやすい

## 課題

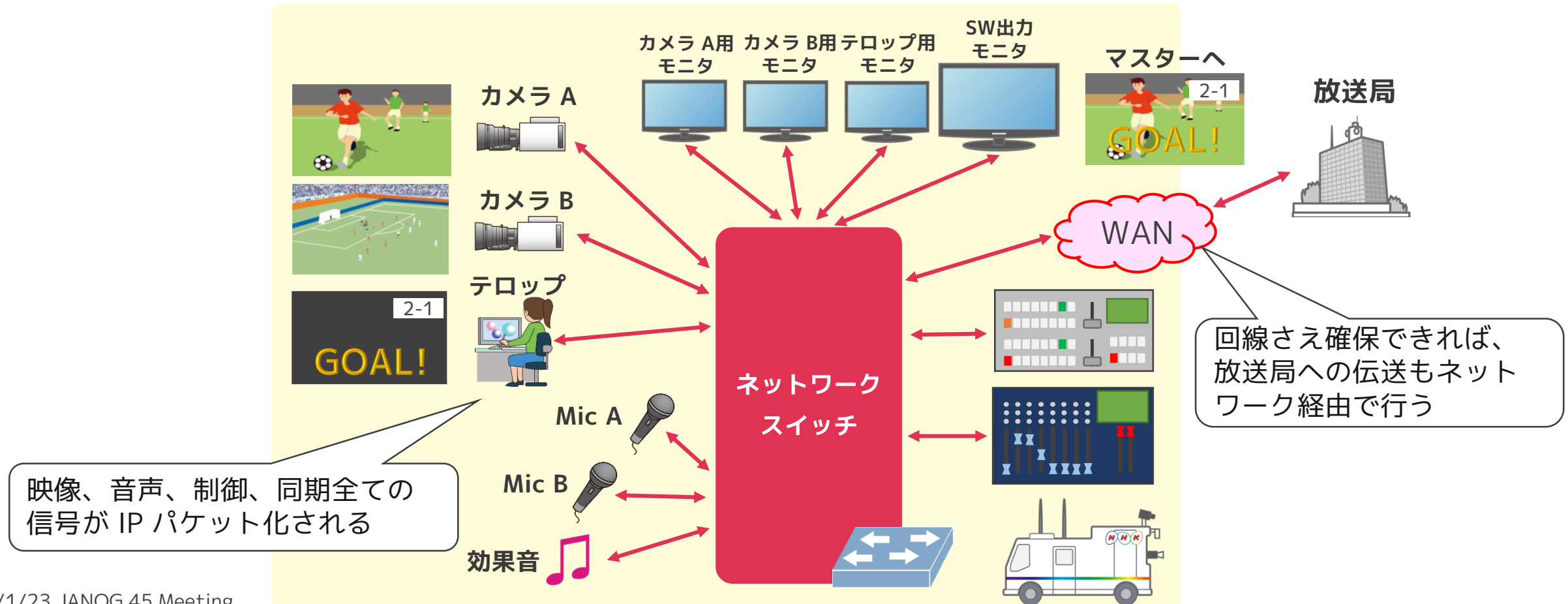
- SDI のこれ以上の高速化は難しく、4K や 8K では複数本のケーブルを束ねて使用  
→ 中継車内や放送局内のスペースや重量が課題に
- 系統変更のたびにケーブルを引き直す必要があるため柔軟性に乏しい
- 入出力の多いビデオマトリクス of 整備が難しい
- 長距離伝送には 1 信号ずつに伝送装置が必要
- 中継のたびに機材運搬し、何百本のケーブルを引き、番組が終わったら撤収するのは大変



IP 化で解決しようとする動き

# 番組制作システムの IP 化

- 機器間の接続インターフェイスを IP/Ethernet にする
- バッファ容量の拡大、冗長化技術による信頼性向上、低遅延伝送、高速インターフェイスの普及、PTPによる高精度な時刻同期といった要素技術の登場により、IP ネットワーク上での実現が可能になりつつある



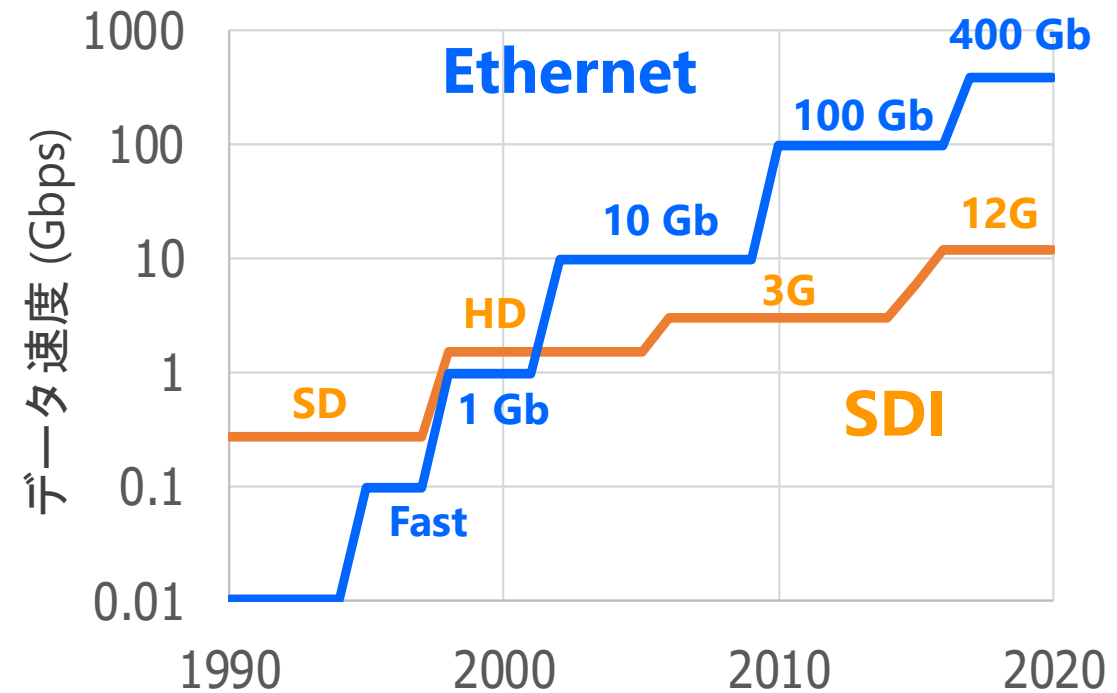
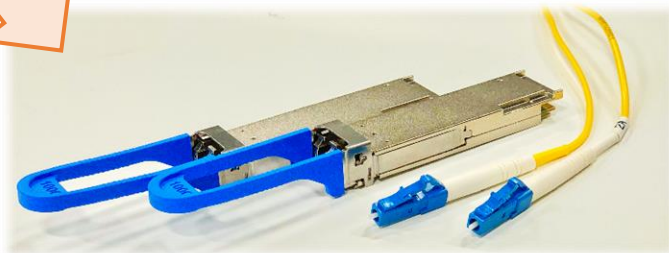
# なぜ IP 化するのか？ (その1)

## ■ ケーブル量の削減

- Ethernet の速度向上率は圧倒的
- 複数の映像や音声を1本のケーブルに多重可能。しかも双方向通信
- 4K, 8K では効果大

## ■ COTS (汎用品) 活用による費用対効果の高い投資

- 通信機器の市場規模は SDI より圧倒的に大きい
- 普及に伴う価格破壊が大きい



# なぜ IP 化するのか？ (その2)

## ■ リモート制作による生産性の向上

- 番組制作環境の改善
- 出張や移動時間の削減
- 制作スタッフの効率的な働き方
- 機材の運搬時間削減による機材の有効活用

## ■ 設備配置の自由度向上と効率化

- IP には接続距離の制約がない
  - ローカル接続だけではない機器接続 (ネットワークの相互接続)
  - ネットワークで接続されていれば、場所に関係なくリソース共有が可能
- 将来的は、各放送局や各中継車に積載している機材を拠点に集約化可能に？

## ■ クラウド技術の応用

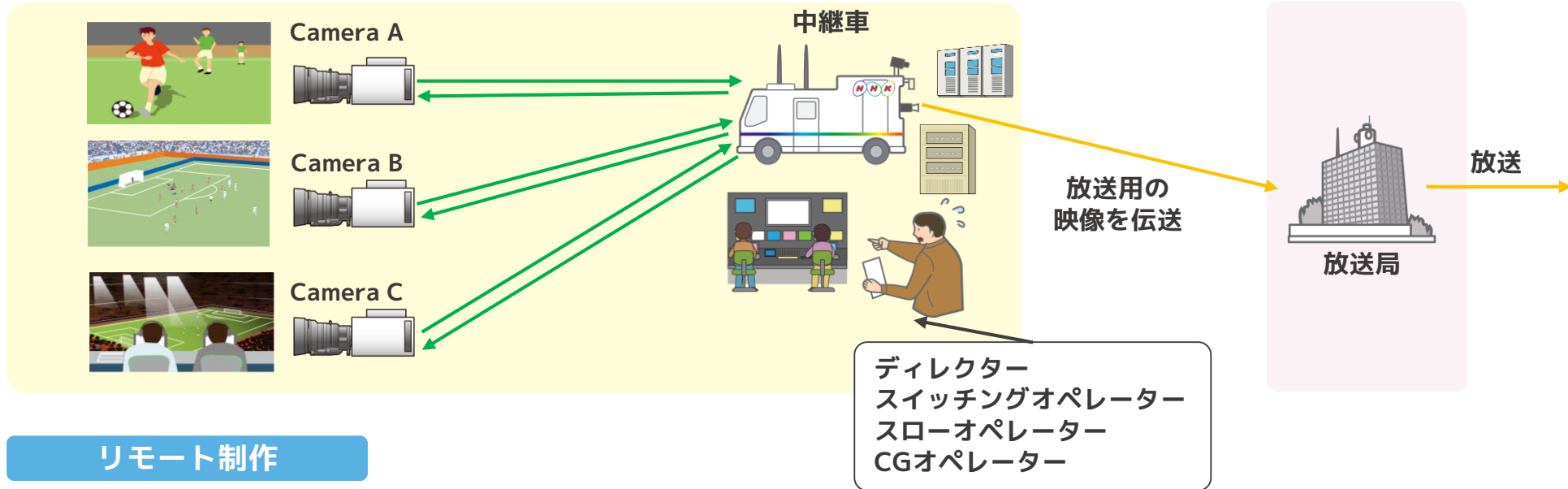
- IP 化で PC でメディアデータを扱うことが容易に。アクセス回線の確保や品質が満たすならばクラウド化も可能に？

IP 化は単なるケーブル量の削減にとどまらず、これまで不可能だった働き方を実現したり、設備のあり方を大きく可能性を秘めている

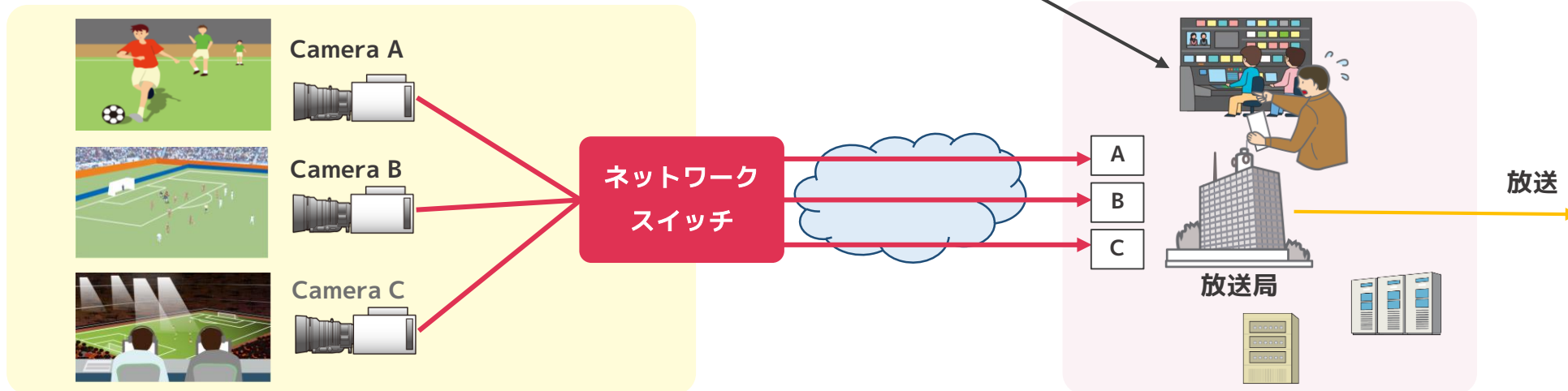


# リモート制作

## 従来の制作方法 (SDI)

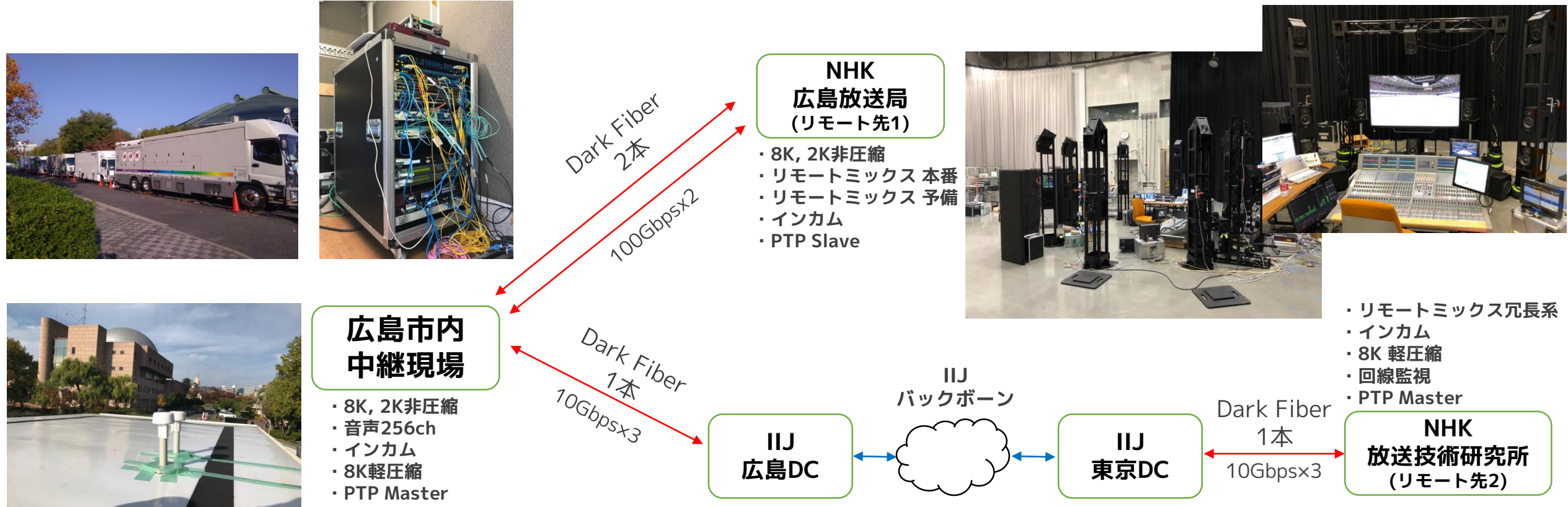


## リモート制作

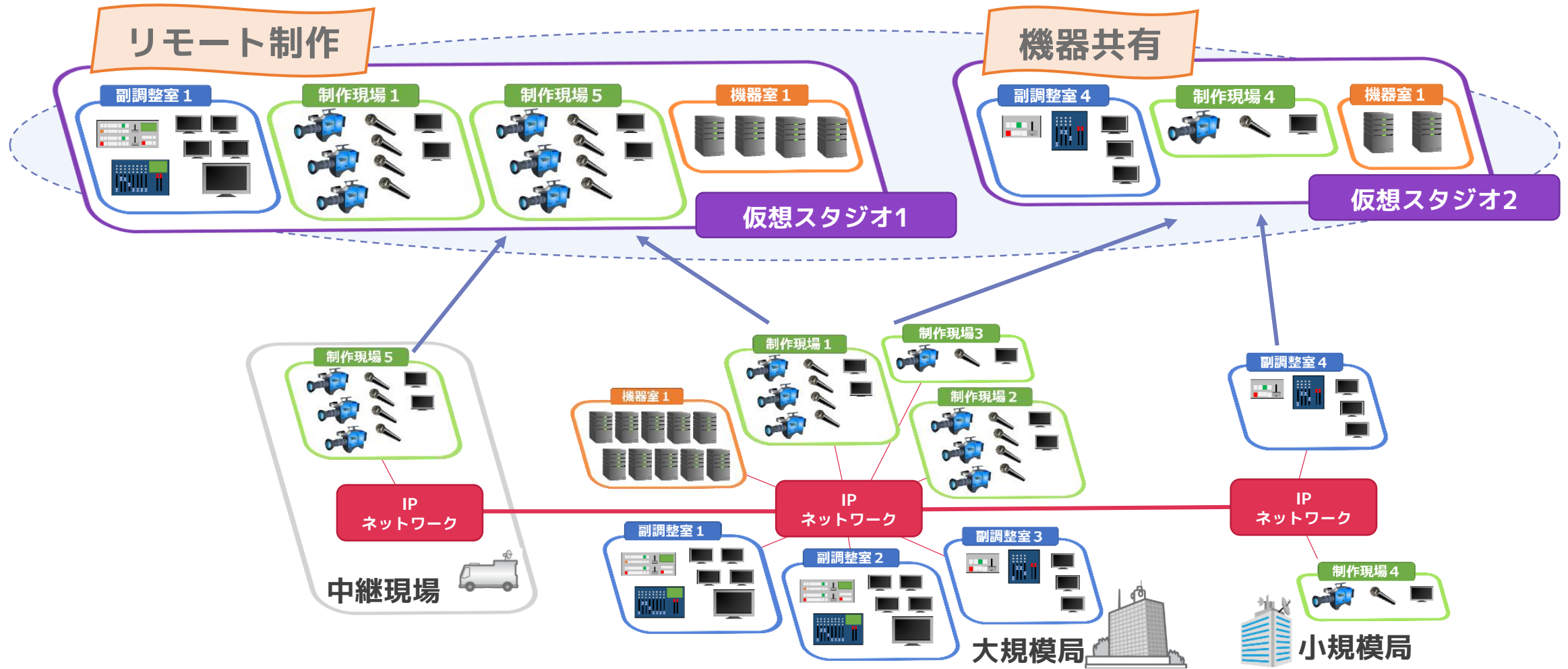


# リモート制作のトライアル

- 2018 NHK杯国際フィギュアスケート競技大会の8K番組制作にて、22.2ch音声のリモート制作にてミックス
- NHK広島放送局のスタジオ内に、音声ミックス環境を仮設して実施
- 車両サイズに制限のある音声継車では実現できない物理スペースを確保
- GNSS を時刻源とした PTP による時刻同期



# リソース共有



- リソース共有により、離れた場所の機材が使用可能に
- 機材の運搬時間がなくなるため利用率の向上が期待できる

# ライブ制作システムの IP 規格

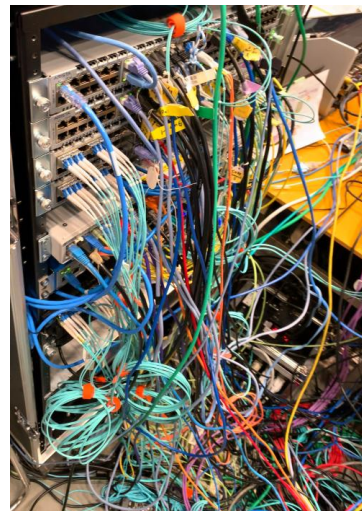
---

IIJ 高田さんへバトンタッチ



# IP 対応番組制作設備の接続検証

- IP に対応した制作機器はまだ発展途上
- 海外では単一ベンダーで組む事例も多く、マルチベンダーで組んだ際の挙動が不明
- 現状の各ベンダー機器の実装状況や相互接続互換性を確認するため、2週間程度の検証会を2018年から4回に渡って実施
- ネットワークの組み方に起因する課題やIGMP のバージョン混在時の挙動、各機器のデフォルト値の違いによる問題等について検証



# IP 化による課題 (技術面)

## ■ ネットワーク設計

- ネットワーク構成、IGMP vs. SDN 等についての議論が続いている
  - 日常的なネットワークの追加と削除を考慮 (リモート制作など)
  - 輻輳させない、波及させない仕組み
  - マルチキャストも考慮したネットワークのスケラビリティ
- 自動化 (省力化) の規格化はまだ進行中
- セキュリティも考慮していく必要

## ■ ネットワーク監視

- SDI に比べてプロトコル階層が深いため、障害時の切り分けが難しい
  - マルチキャストテーブルや PTP の状態、回線ジッタ等も考慮
  - 高トラフィックなので、パケットキャプチャによる解析が難しい
- リアルタイムな監視技術が求められている
  - Telemetry 技術に期待。一方、マルチベンダーで構築時に課題
- IP フロー (映像や音) ごとの監視
  - 数十 Gbps なフローと数 Mbps のフローの混在している環境での IP フロー分析

Video Protocol		Audio Protocol	
SMPTE	Clock	AES/EBU	
Physical Cable			

SDI の階層構造

Video Protocol		Audio Protocol	
SMPTE 2110	SMPTE 2059	AES 67	
RTP Multicast	PTP	RTP Multicast	
UDP			
IP			
Ethernet			
Physical Cable			

IP 制作システムの階層構造



# IP 化による課題 (運用等)

---

## ■ 回線

- リモート制作やクラウド化を行うには広帯域な回線が必要！
- 回線事業者との新たな協力関係が不可欠
- 放送局側のニーズや回線要件を明確にしていく必要

## ■ 人や運用について

- 番組制作と IP ネットワーク双方の知識を持った技術者が必要になる
- リモート制作やリソース共有により、設備整備のあり方や働き方が変わる。最大限のパフォーマンスを発揮するためのワークフローも変えていく必要

# 議論したいポイント

---

## ■ IP 技術を使った番組制作システムについてどう思いましたか？

- IGMP vs. SDN
- ネットワーク監視  
(大小のIPフローが共存する場合のフロー監視、テレメトリ等によるリアルタイム監視など…)

## ■ 広帯域回線の将来的な需要

- リモート制作やクラウド化により、広帯域回線の需要が生まれそう
- PTPに対応したり、マルチキャストを通したいといった要望があるかも

## ■ システム運用など

- ネットワークスイッチはどの部署が管理していますか？  
(基幹部分は1部署が管理して、他の部局がそこに接続しに行くなど…)
- IPに関する専門知識を持った人が少ない場合、どのように解決していききましたか？