

IPでのライブ映像システム

in ミクシィ

2021/01/29

吉野純平

TIPSTAR™

- 競輪で遊ぶサービス
- 365日のライブ配信



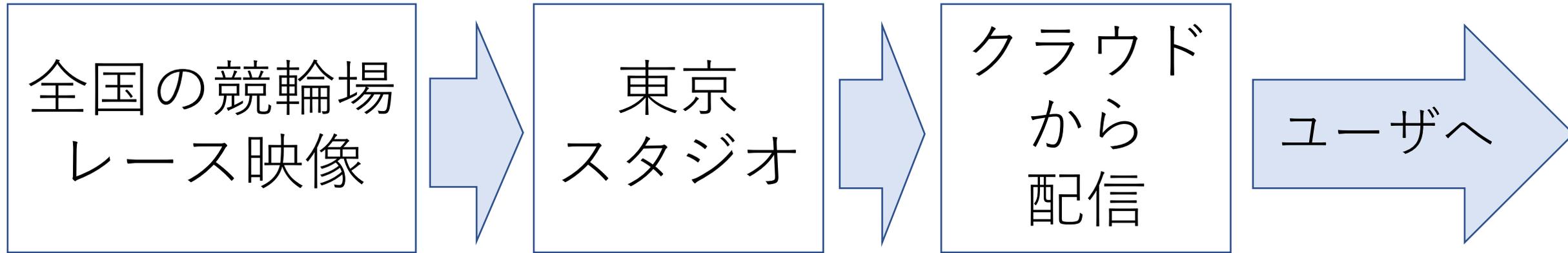
今日の主題

- **映像技術で戦ったことの共有**
- **（映像系の方は間違いあれば教えてください！）**
- **この映像の仕組みは tipstar.com で日々運用されています。興味あればチェックしてください！**

目次

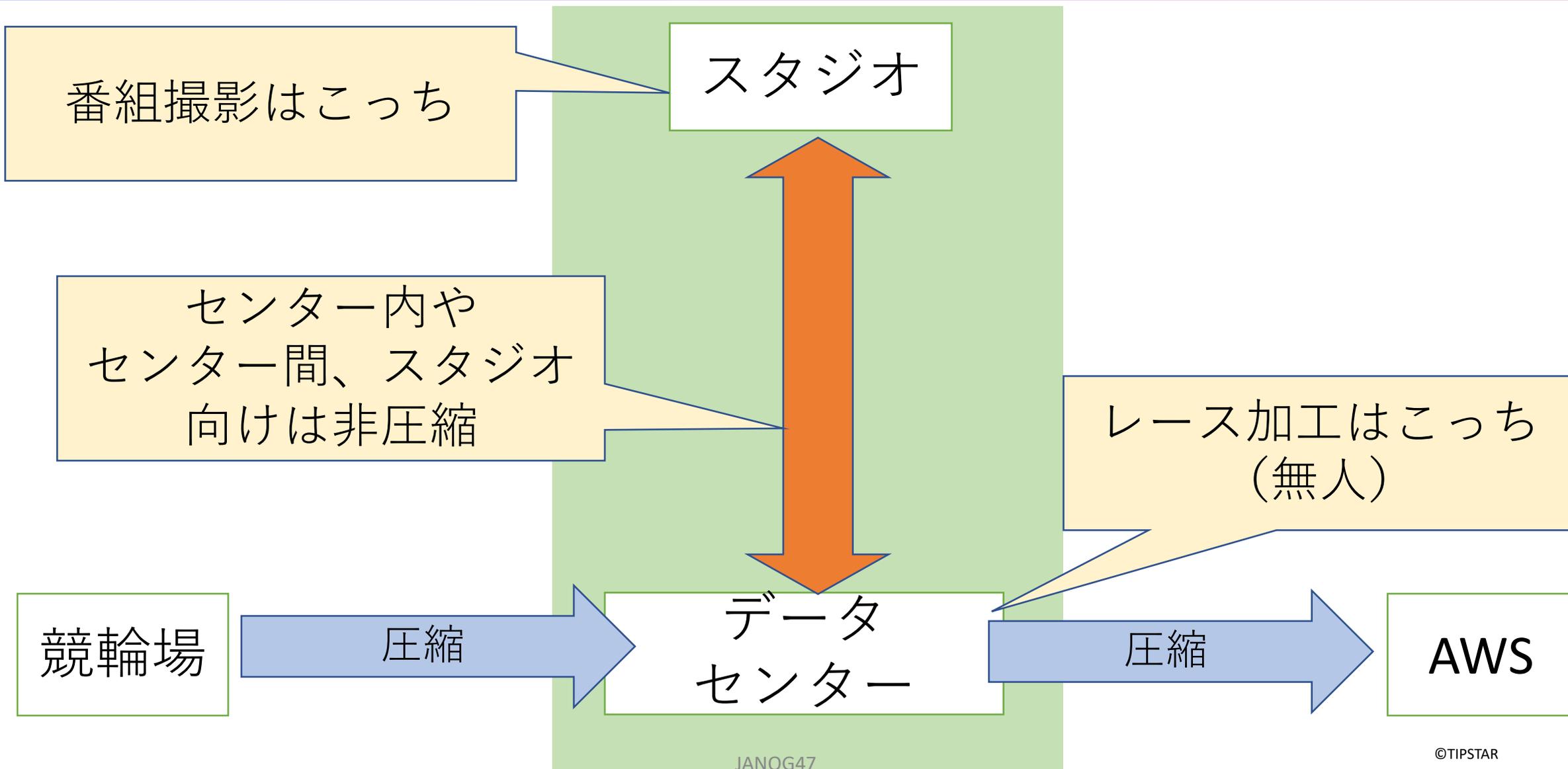
- 私たちの扱う映像の要件（さくっと）
- 映像技術に取り組んで学んだこと
 - SDIな世界
 - ケーブル, 同期, 色, 音, 遅延
 - IPな世界
 - どんな美味しさがあると感じているか
 - マルチキャスト
 - PTP
- 今挑戦していること

映像の規模や内容

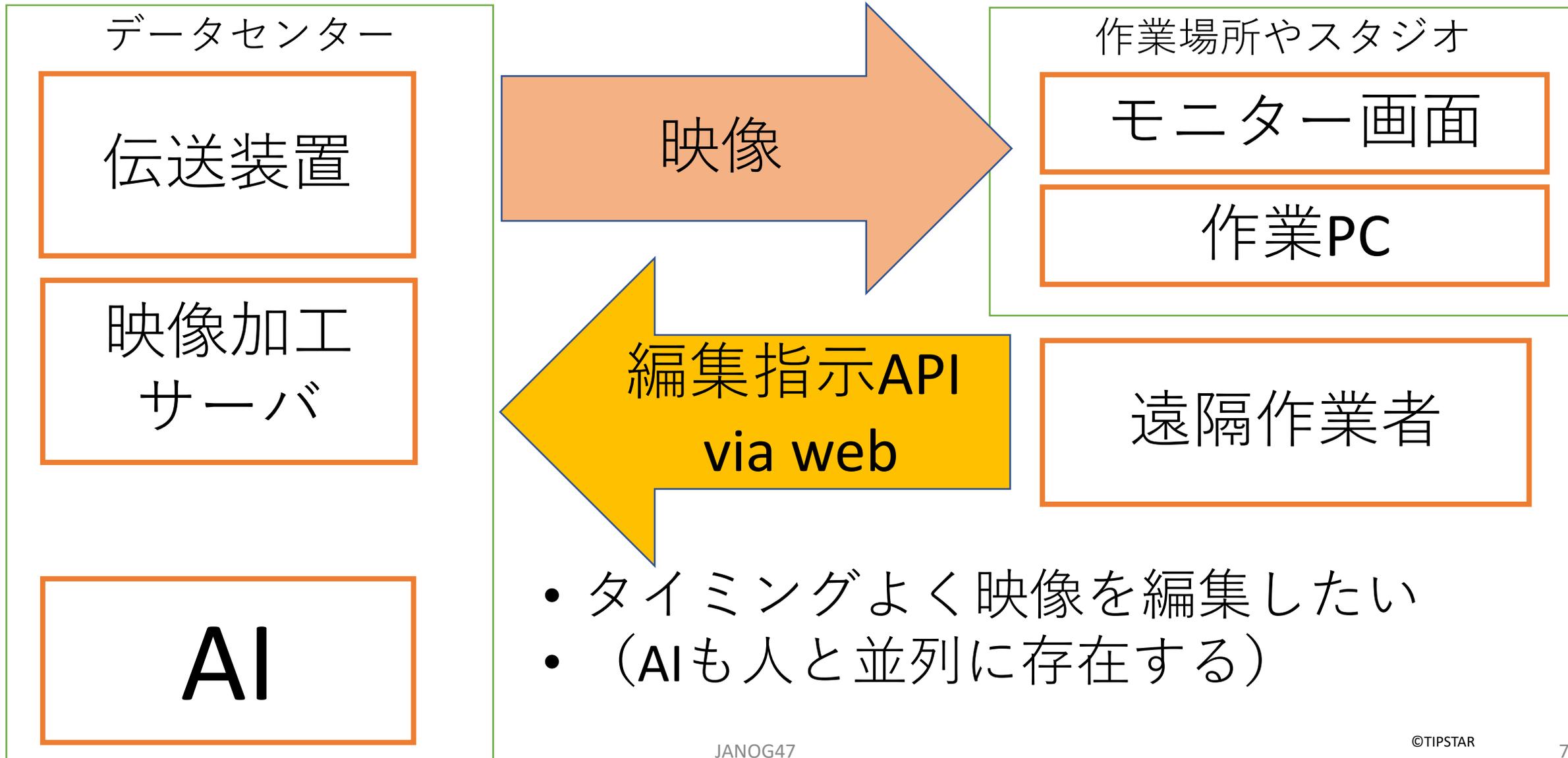


- **全国43箇所**
- **未加工の映像**
- **年20000レース以上**
- **1日に10場開催等があることもある**
- **東京まで圧縮伝送、東京で加工して、ユーザへ配信**

今日の話は緑色のエリアの話



拠点間伝送に低遅延を求めた



今は技術的には在宅ライブプロダクションも可能に



『BreezeCast』画面のキャプチャ

- webRTCを使って遠隔からもリアルタイム映像が見られる
- 機械学習組み込み

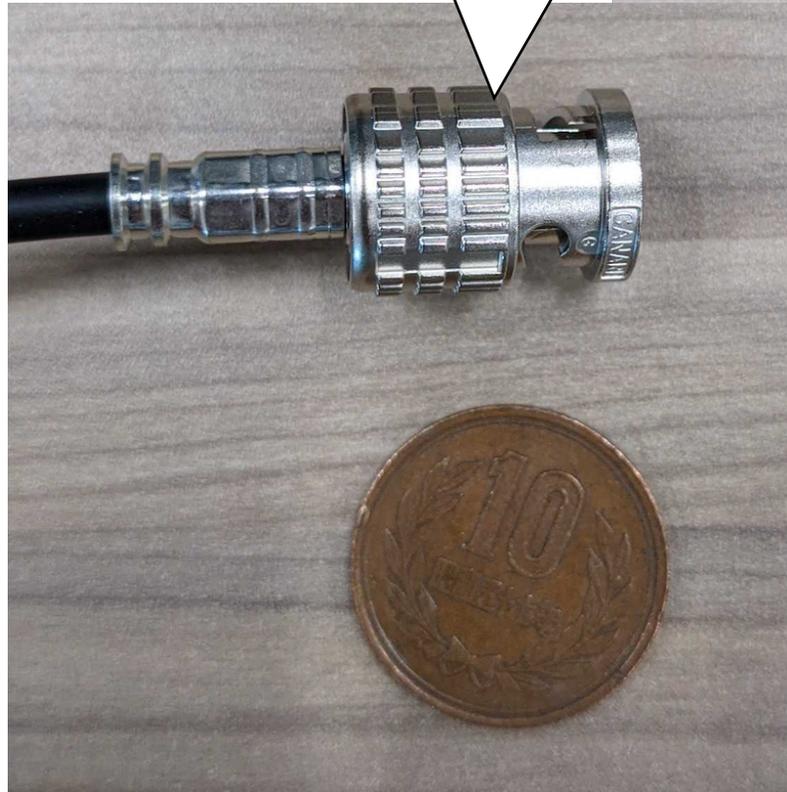
映像技術関連の話題

前提

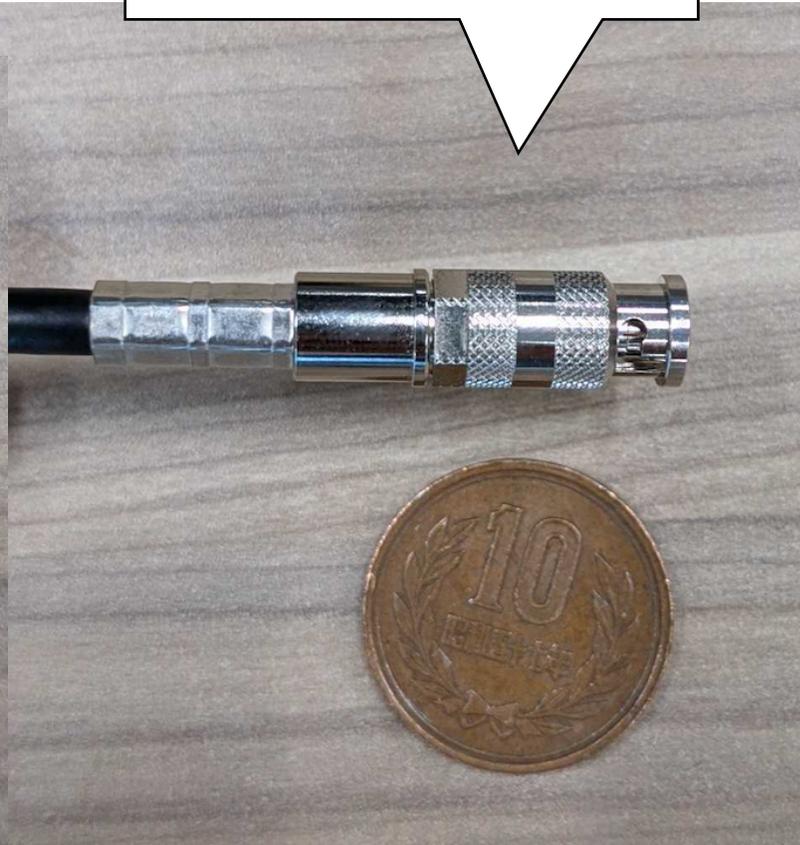
- HD動画(1080i59.94)を前提とし話します
- 4kの話は話題にしません

SDIケーブルのコネクタの種類が多さ

BNC



HD-BNC



DIN



フレームシンクロナイザー

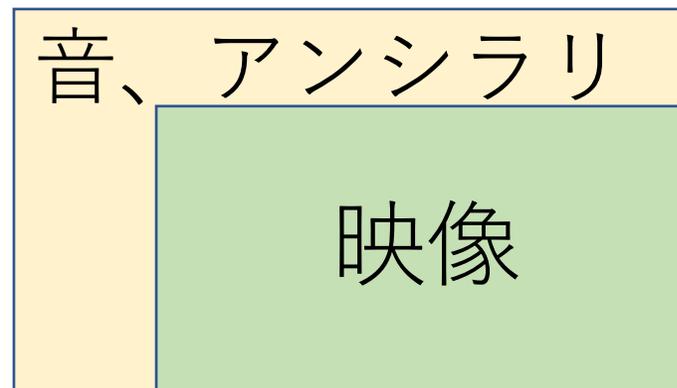
- フレームを同期する機材かと思えますよね？
- それだけじゃなかった！
 - 遅延調整（たとえばrip-sync）
 - 色味の調整
 - 音の調整

IPの話

要素は、**伝送範囲・耐障害・帯域**

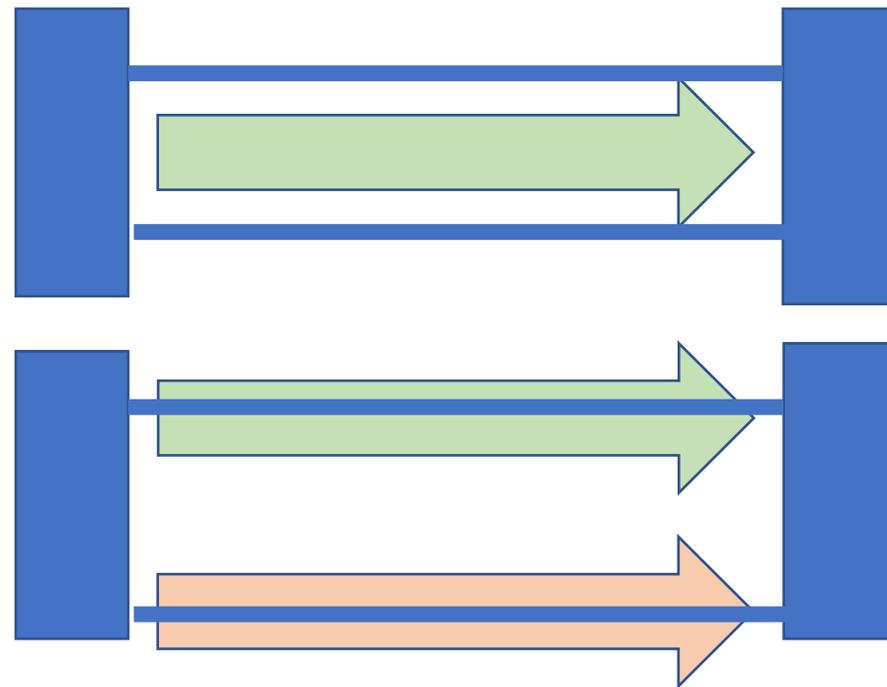
伝送可能な範囲

- 映像と音声はだいたい伝送可能
- 気になるのはアンシラリ部分の伝送
 - 例えばタイムコード(SMPTE 12M)
- 高圧縮タイプの機種でアンシラリは、高い機種がサポートばかりの印象



耐障害

- **一部パケロスの回復**
 - FEC(例えばSMPTE 2022-1)
- **2重送信での回復**
 - 独自プロテクション
 - SMPTE 2022-7



**バーストするパケロスには2重送信しかない
FECでL3障害迂回があれば映像に影響する**

帯域:先のHD動画の場合

H.264/AVC

例 : 数Mbps

TICO圧縮

例 : 約400Mbps

SMPTE 2022-6

約1.5Gbps

SMPTE 2110

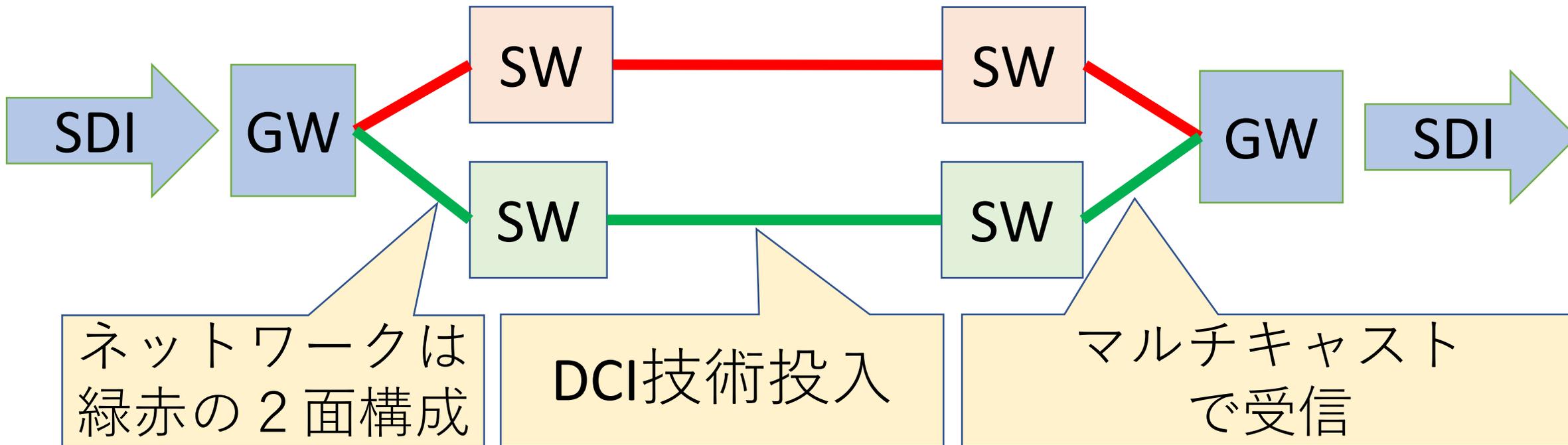
例 : 約1.3Gbps (映像のみ)

一般論で、圧縮されたほうが遅延が大きい

私たちの都合と選択：初期は2022-6の機材

- **タイムコードを含めて伝送、分配したかった**
 - HLS出力の機材の冗長同期に利用する
 - 圧縮率の高い機材のコスパが悪い
- **非圧縮：帯域はDCIの経験が活かせた**
 - Goldstoneはこっちのサービスでは検討中
 - PTP TC機能ほしい
 - 現在は10G CWDMを何本かで運ぶ
 - 構築中のスタジオは100G波長
- **2110はPTPが必要だが、十分な準備がなかった**

こんな感じで使っています



ネットワークは
緑赤の2面構成

DCI技術投入

マルチキャスト
で受信

SFP+

HD-SDI端子



写真で見る利用の仕方



3ポート SFP+

SDIゲートウェイ

SFP+2本

写真で見る利用の仕方



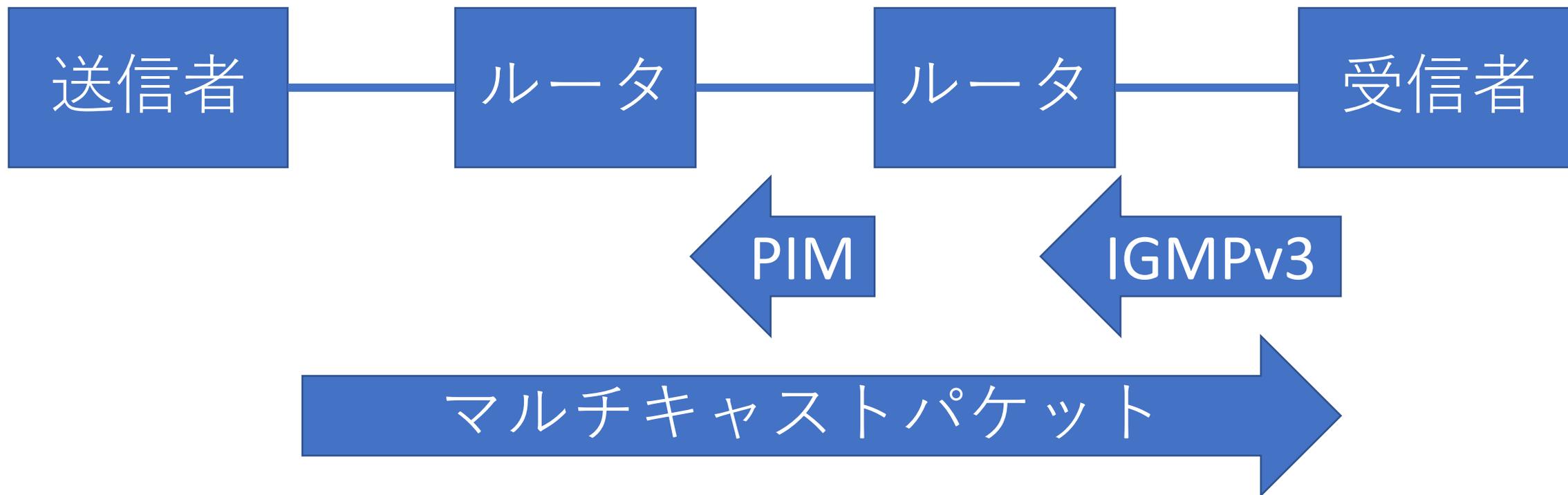
映像業界的には
パッチ盤じゃなくて**端子版**

電源供給だけする箱に
モジュール詰め

10G-SRでネットワーク機器
2台に接続

マルチキャスト(PIM-SSMのみ)の話

PIM-SSMの場合のマルチキャスト動き解説



IGMPv3のincludeモードとexcludeモード

- **Includeモード**

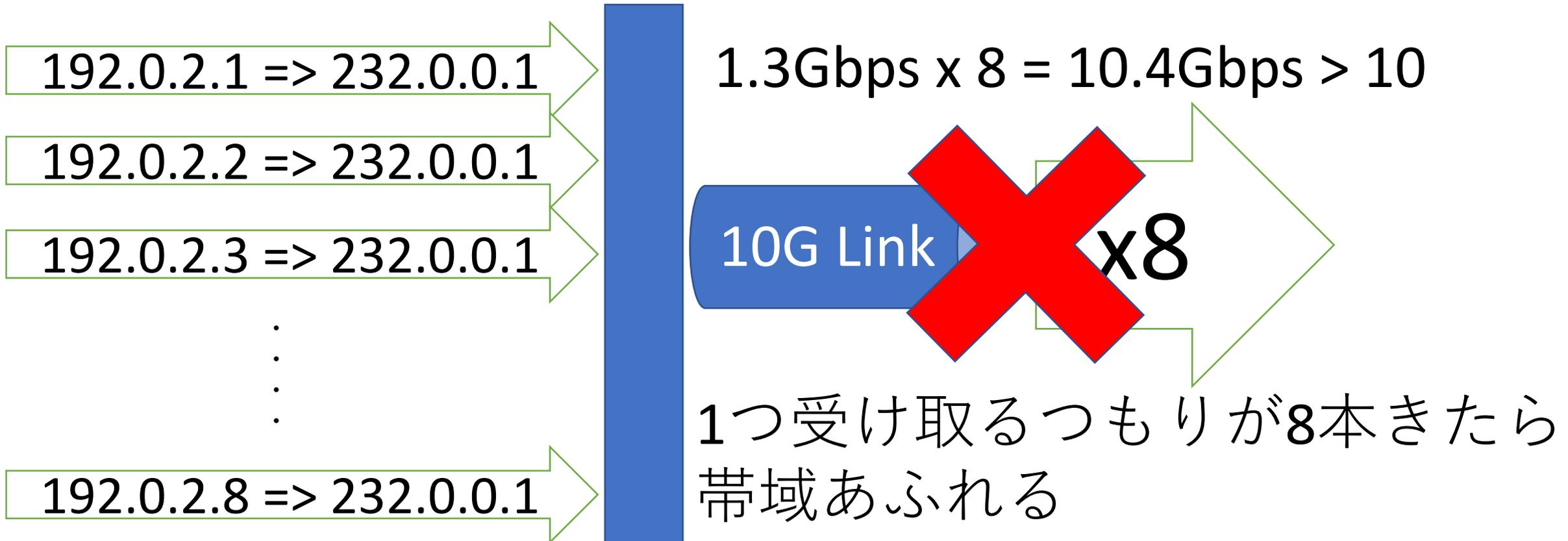
- 指定したソースアドレスからだけ受け取る
- Nullの場合には何も受け取らない

- **Excludeモード**

- 指定したソースアドレスからだけ受け取らない
- Nullの場合には全て受け取る

モード設定ミスができるとどうなるか

- includeを想定してたところでexcludeのミスは？
- SSMレンジの場合は、excludeを無視=>セーフ



PIMの動作 (SSMの場合)

- **以下の情報を元にjoinする**
 - マルチキャストグループアドレス
 - 送信元アドレス
- **ルーティングに従い送信元アドレスの方向へjoin**
 - 繰り返してマルチキャストの転送テーブルを作る
 - ユニキャストのベストパスと同じルートでマルチキャストグループアドレス宛パッケージが飛んでいく

反省して現在修正している物

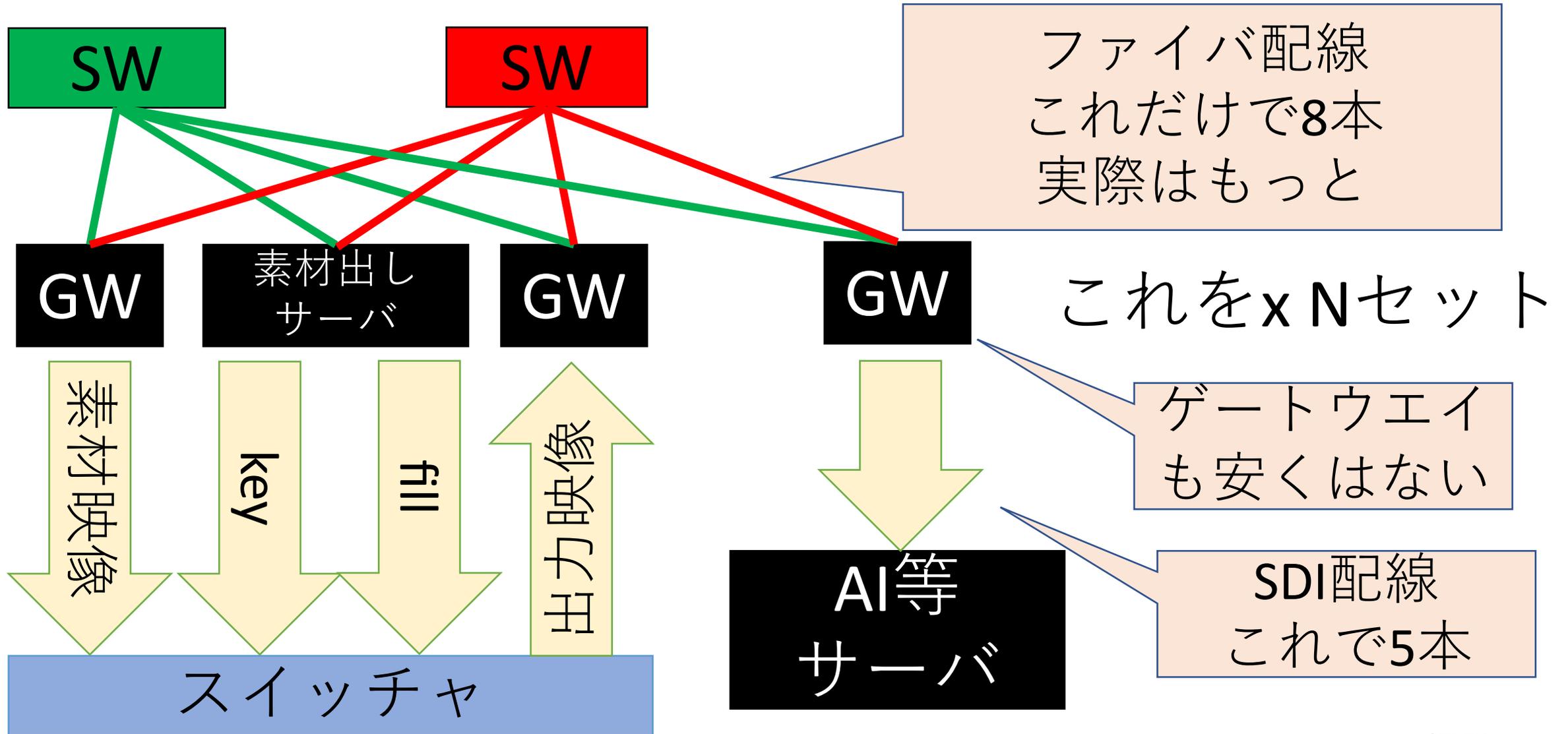
1) PTPもっと早くから網にデプロイしてれば

- **SMPTE2110にはPTPが必要**
- **チャンスは何回かあったのに . . .**
 - GPSアンテナを立てるのが大変
- **2110って美味しいの？**
 - 美味しさもある！
 - 派手な演出加工、多くのAIに見せてやりやすい
 - 今は一部2110になった

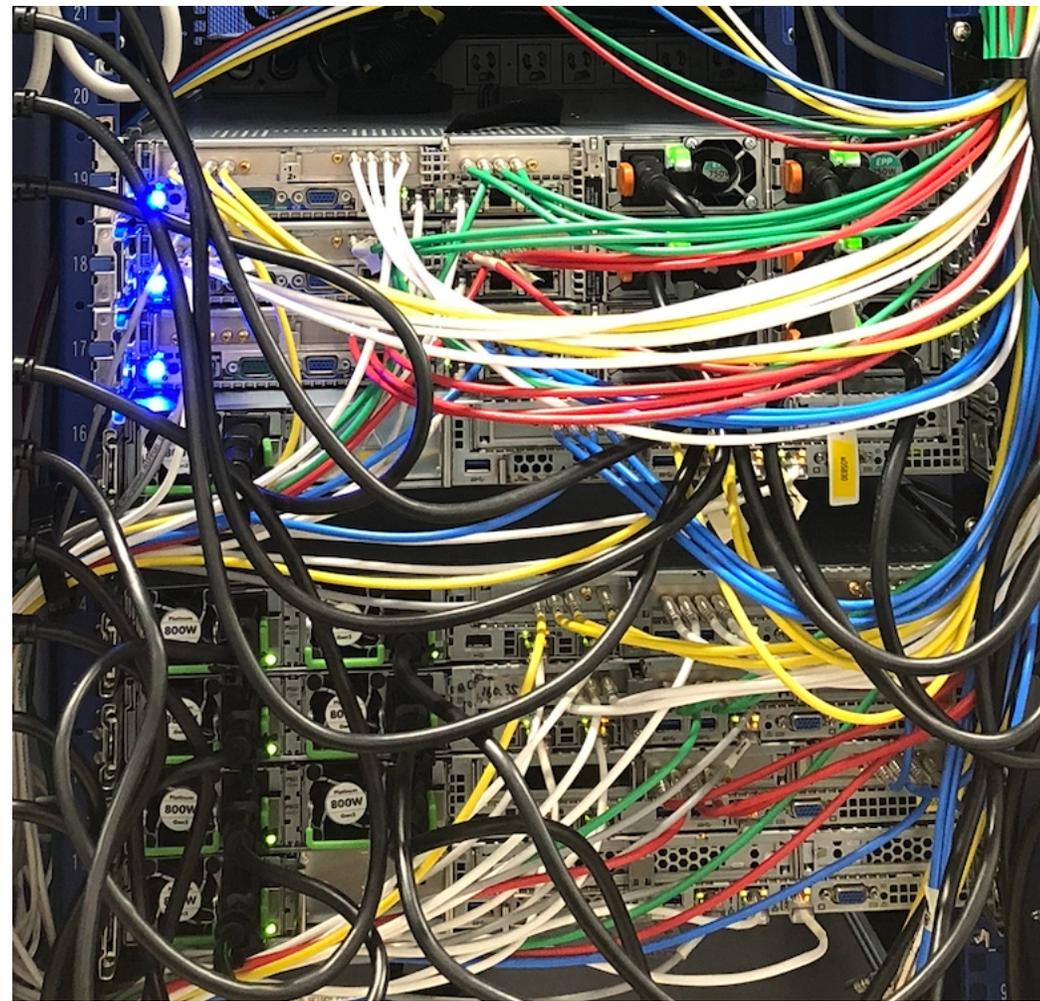
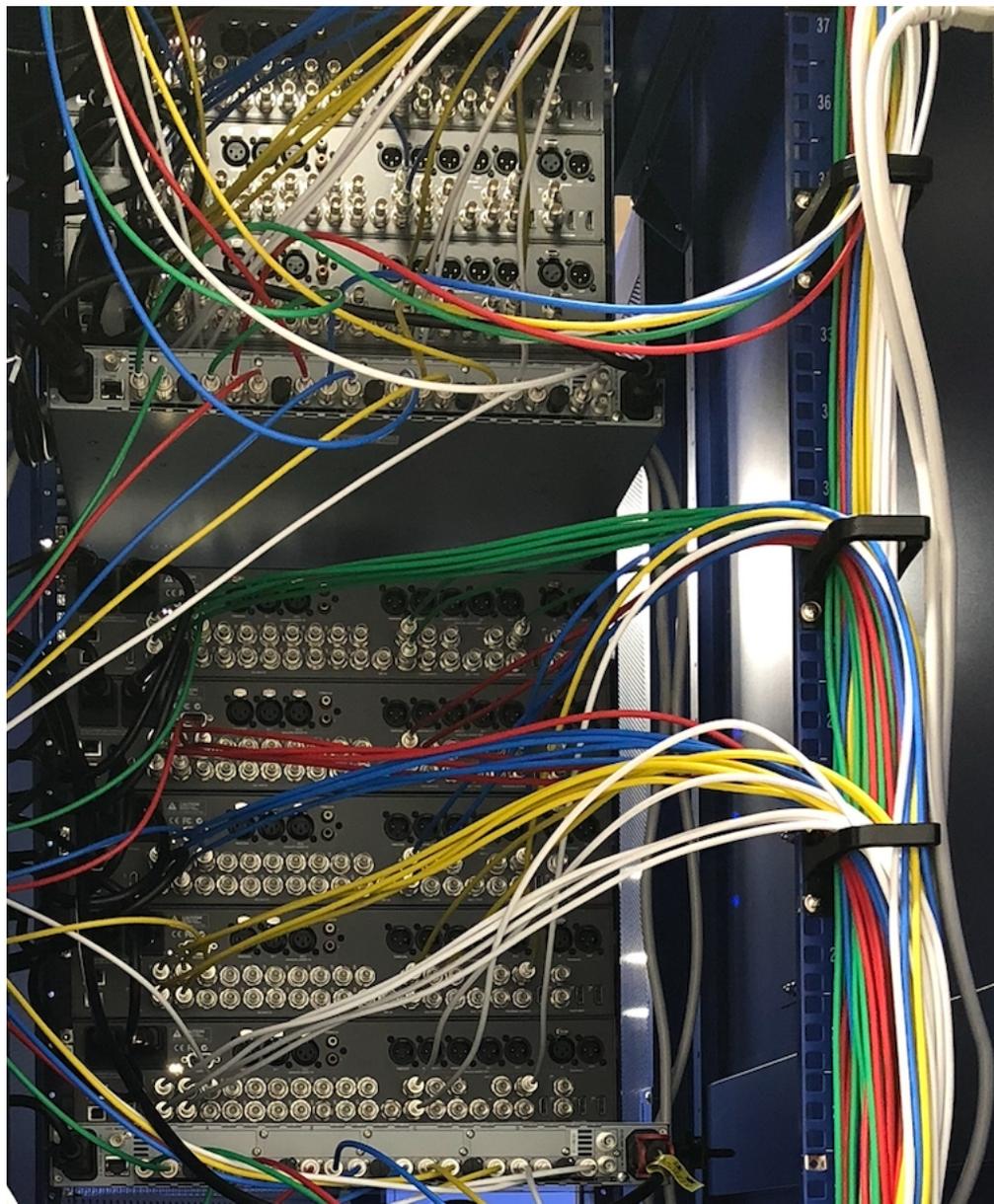
美味しい！現実にしようとしている夢

- **デプロイがしやすい映像開発をしたい**
 - 本番配信と並行して新しいものを試せるか
 - 派手な演出を開発する
 - AIの編集の進化と継続的ライブテスト
- **配線の制約をなくしたい**
 - 加工するのに必要な素材を自分で引き込める

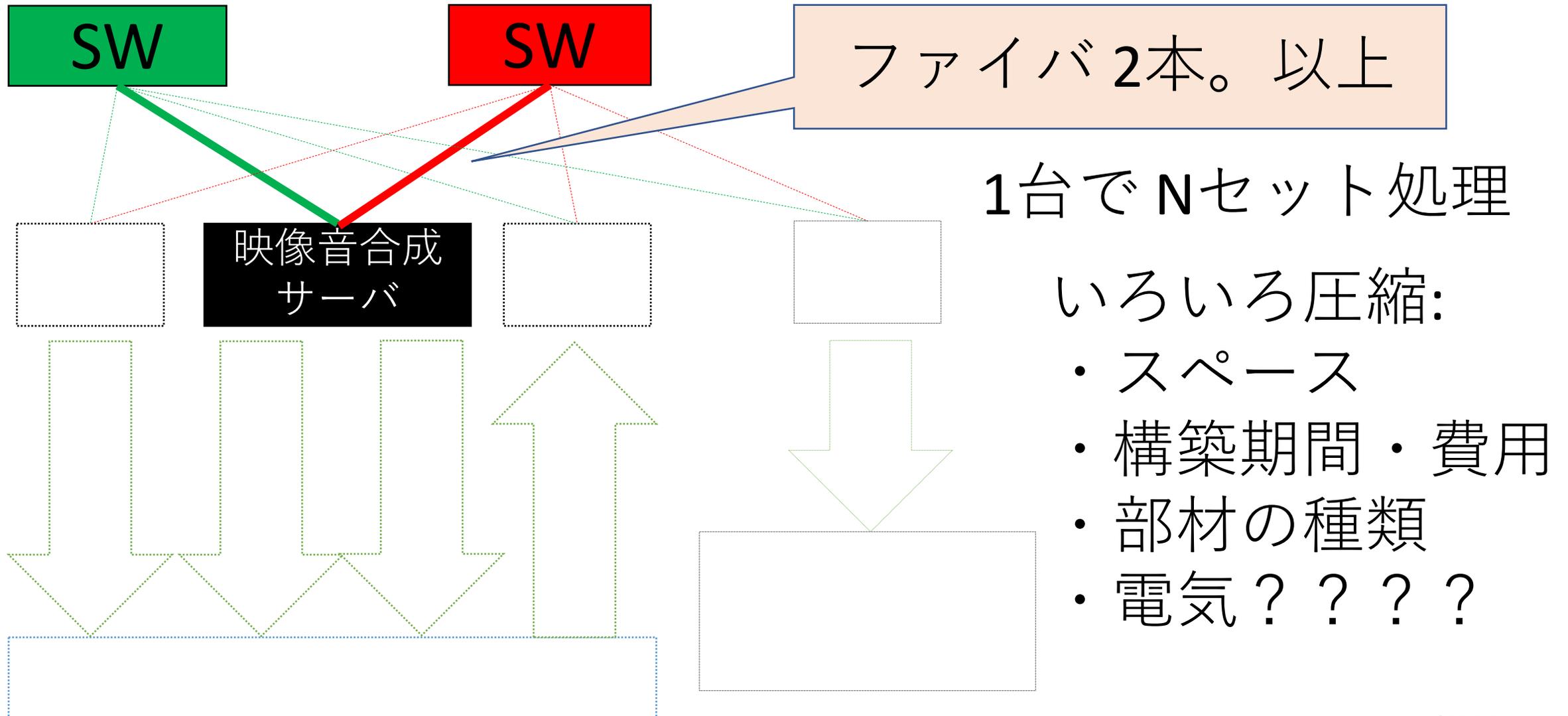
Before



10セットでこうなる



after



それ以外のポイント

- **密度が高い新機種が使いたい**
 - 2022-6を捨てている機材が多い
 - マーケットで投資対象じゃないと想像

PTPってどんな感じ？

- **UDP:port 319,320**

- **プロファイル**

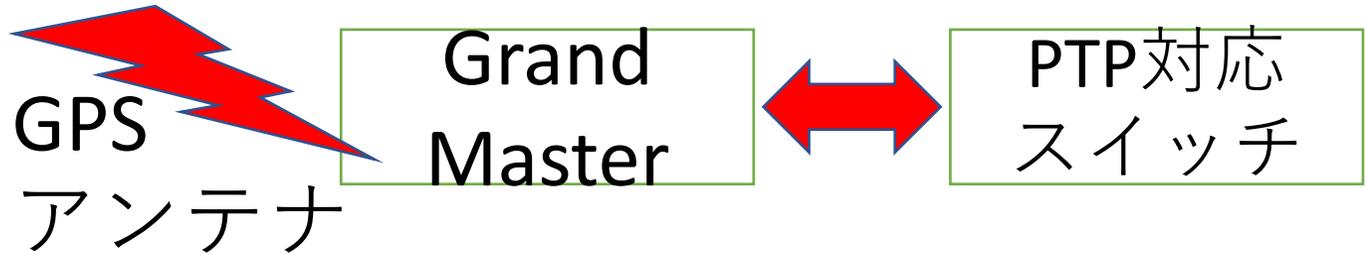
- 選べるパラメータ範囲やらが違う
- 同期の間隔とかいろいろ
- (他の要素もあるかも)
- General, ST2059などなど

- **マネジメントメッセージ**

- ST2059: デフォルトフレームレートとか入れられる

- **うまくつながらない時がすごくわかりづらい**

- なんかつながっている感があるが、同期できない時とか辛い



PTPの用意手段は2つ

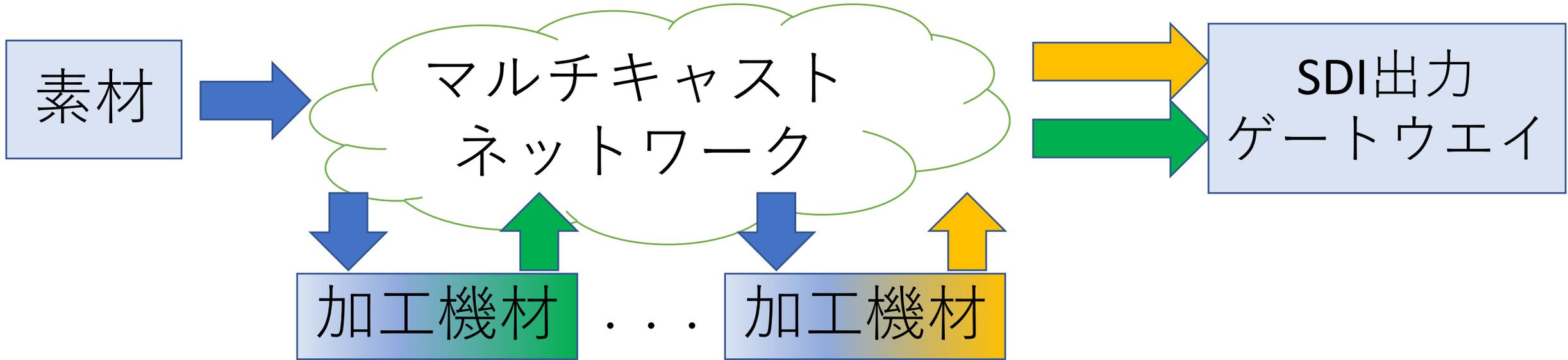
- **PTPサービスを活用：運用中**
 - データセンターで提供されていることがある
 - 希望のパラメータじゃないことがある
 - 変換するための機材が必要？
- **GPSアンテナを立てる：構築中**
 - 本当に大変
 - 条件を満たした建物や敷地が必要
 - 引き込みをする必要がある



2) マルチキャストグループのアドレッシング

- × 機材 10.a.b.c => 232.a.b.c
- 映像の中身 => 232.a.b.c
- **コントロールIPがわかれば全部決められると思った**
- **ソースIPもコントロールから逆算してた**
- **SSM前提なので情報量ロスしている**
- **映像の中身でマルチキャスト、機材でソースIPが決まると良いのではないか**

どんなふうを活用するのか

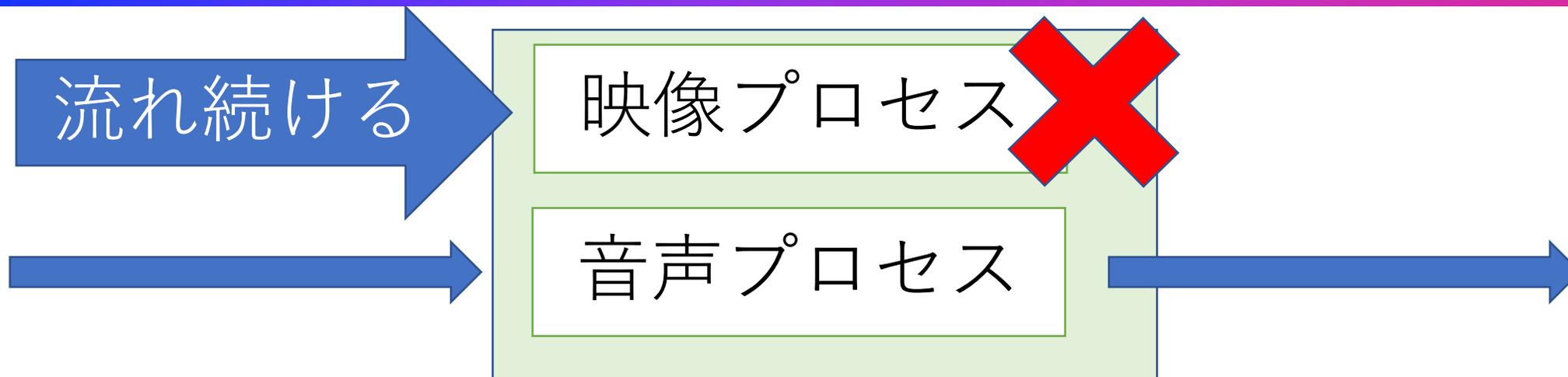


- 複数の加工機材で同じ素材を加工
- いろいろな加工を並行運用
- 同じマルチキャストアドレスで、ソースIPで選択
- 新演出の開発などがしやすく、デプロイ・切り替えできる

ソフトウェア処理と2110とアドレッシング

- **2110は映像とそれ以外が分離されている**
 - ソフトウェアでの処理も独立できる
 - 映像のプロセス、音のプロセス
- **デプロイの自由度と障害回避**
 - ソースと宛先を細粒度である必要がある

同じアドレスのペアを使うときの不幸の例



- **映像のプロセスだけ死んだ場合(図の例)**

- 音は動いているのでマルチキャスト流入が止まらない
- サーバのネットワークスタック全体で止まること

- **デプロイの制約**

- 映像と音の処理を別のマシンでやりづらくなる
- 理由は上と一緒

一旦、まとめ

- **いろいろ知った。映像まったくわからん**
- **意外と戦えた**
 - マルチキャストも体感すれば難しくない
 - PTPは何とか戦っているが、まだいろいろありそう
 - 2重送信があるのは気楽
- **さてみんな映像をやらう**
 - 次項からは2110開発の要点を書いておきました
 - ドキュメントではわかりづらいものの実際なところ
- **みなさんアドレッシングどうしていますか？**

ここからPacketと映像の各種いろいろを書く

- **話を簡単にするためにHD動画の前提にします**
- **“SMPTE ST2110 in 60 Minutes”で学べる**
 - が、噛み砕きや実際のパケット眺めは必要
- **これ以降を読めばあなたも2110開発！**

RTP Timestampの決め方

- **各メディアのclock**
 - video/ANC 90kHz
 - Audio 48kHz or 96kHz
- **n=Seconds since SMPTE/PTP Epoch**
- **video $\leq (n * 90k) \% 2^{32}$**
 - 59.94Field/SecでFieldごとに1501.5増える計算
- **audio $\leq (n * 48k) \% 2^{32}$**
 - 1msecで1packetごとに48増える計算

2110-20メモ1

- **YCbCr 422 と RGB**

- 色の表現の変換
- 422はクロマサンプリング

- **BT.709**

- RGBとの変換式などの定義 ITU-R
- YCbCrの値域を決めている

- **色は演算を頑張る**

2110-20メモ2

- **GPM(RFC4175) と BPM**

- Block Packing mode 180byte単位

- General Packing mode

- 1920 x 1080だったら、 $1920/4=480$ pixel単位

- 1画面で $4*1080=4320$ packet

- YCbCr422だと2pixelで5byte

- $480/2*5 = 1200$ byte

- **パケット構造**

- UDP + RTP(8) + RTP-Payload header(12) + Payload()

- **タイムスタンプは、フィールドorフレームで同一**

2110-2xメモ

- **2110-21**

- パケットペーシング
- Narrow Gap
- Narrow Linear
- Wide

- **2110-22**

- 圧縮フォーマット
- JPEG-XS

2110-30メモ

- PCMオーディオ
- 周波数 48k or 96k ??
- 量子化ビット数 24bit/16bit ? => 24が多そう
 - 24bit big endianつらい。
- パケット間隔
 - 1msec => 48sample/packet => $48 * 3 = 144$
 - => 2ch 288byte, 8ch 1152 byte
 - 125usec => 6sample/packet => $6 * 3 = 18$
 - => 64ch 1152 byte
- 全パケットでタイムスタンプが違ふ
- 1msec 48k => Class A => AES67と一緒に？

- **付属情報？**

- タイムコード SMPTE12M-2
- 字幕
- 広告信号

- **Githubにdissectorがあった！**

TIPSTARTM