

NTT docomo >>5G

大学ICT推進協議会 2021年度 年次大会

山口大学

デジタルを活用した大学・高専教育高度化プラン(PlusDX)

デジタル技術を活用した 「知の教授と技の伝承による智の育成」

～次世代MR技術を用いたオンラインHands-On実習システム～

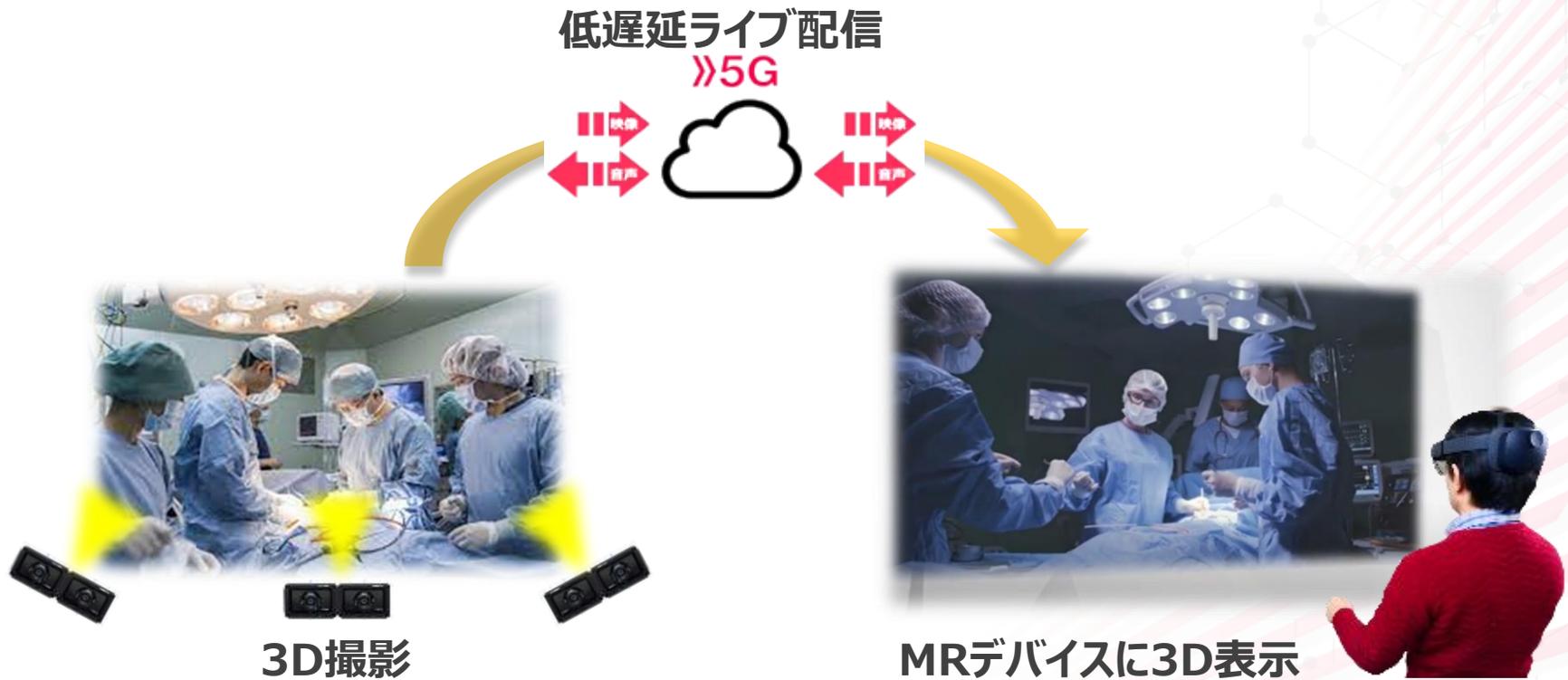
2021年12月15日

山口大学共同獣医学部
株式会社NTTドコモ

佐藤 晃一
渡辺 郁弥

システムの技術概要

遠隔Hands-on実習システムでは、遠隔地からの3D映像を低遅延でリアルタイムに配信する仕組みを採用



あたかもその場にいるかのような臨場感を伝えることが可能

前述の実現には、「3D映像」「リアルタイム・マルチ配信」「5G通信」の3つの技術要素が重要となる



① 3D映像

3D映像化技術には、色の再現性に優れ、立体感も豊かに表現できるSide by Side方式を採用。この方式により、実物を見ているかのような臨場感のある映像を表現可能。

② リアルタイム・マルチ配信

映像の配信技術には、映像や音声などの大容量データのリアルタイム送受信に加え、複数人との映像、音声のやり取りに優れたWebRTC(Web Real-Time Communication)を採用。この方式により、複数のユーザに対する3D映像のリアルタイム配信を実現可能。



③ 5G通信

5G通信は、4G通信で提供してきた高速・大容量をさらに進化させ、それに加えて低遅延・多数接続の特徴を持った通信。5G通信により、大容量な3D映像のリアルタイム・マルチ配信に必要な低遅延通信を実現可能。

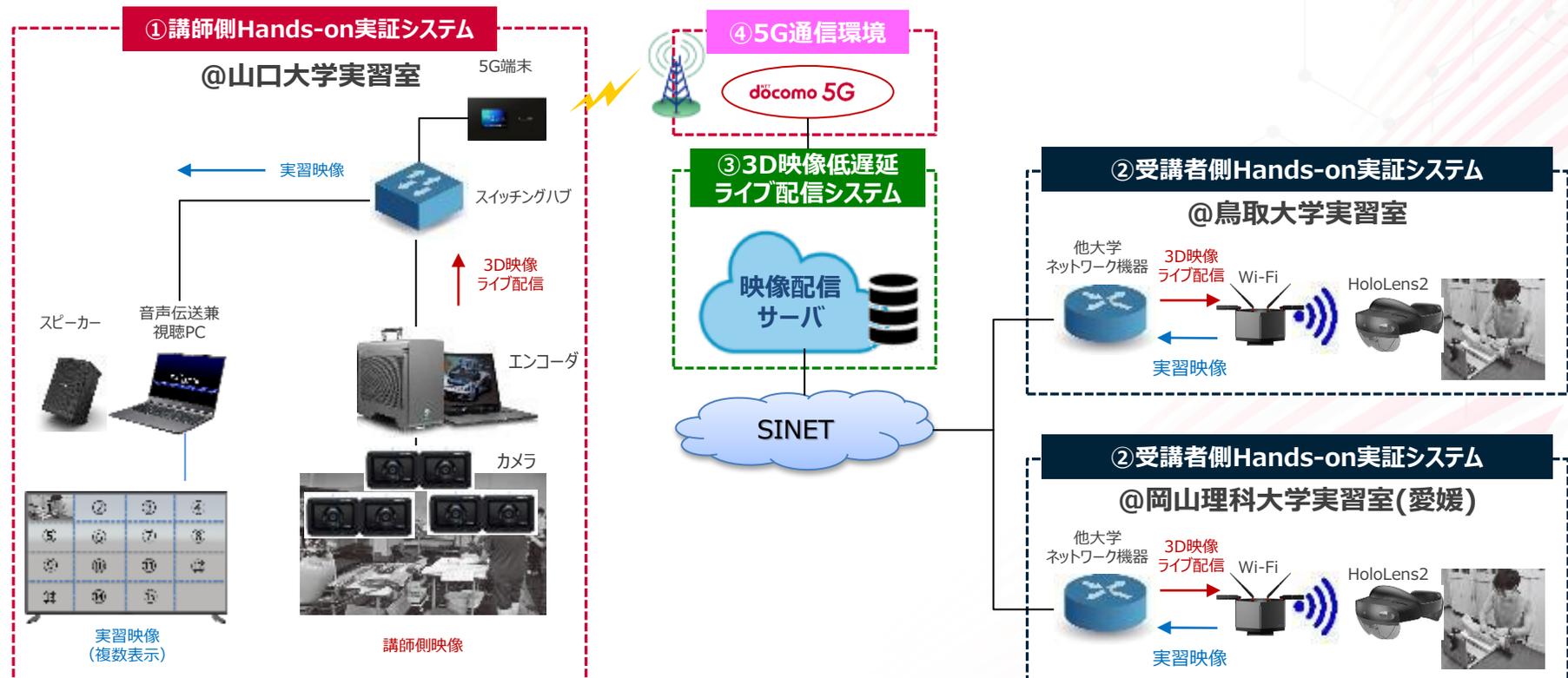
遠隔Hands-on実習システムは4つの領域で構成されている

① 講師側Hands-on実証システム

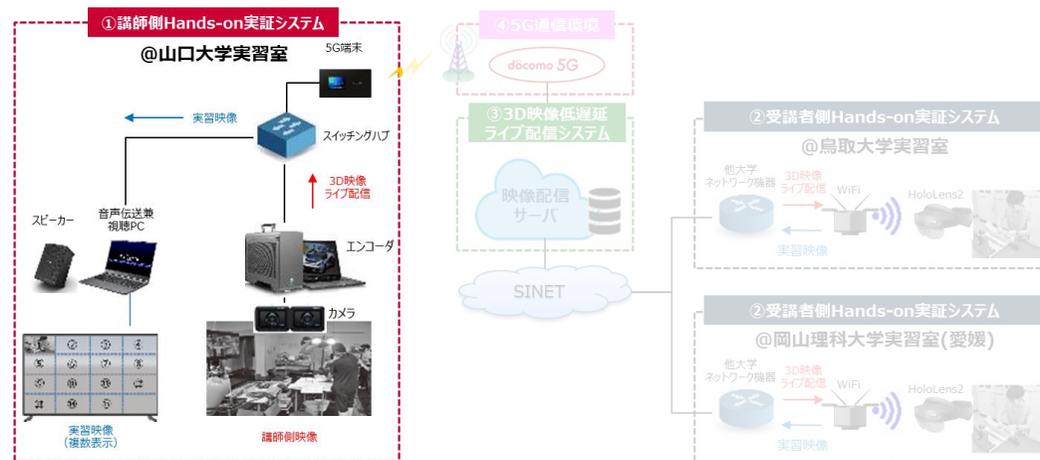
② 受講者側Hands-on実証システム

③ 3D映像低遅延ライブ配信システム

④ 5G通信環境

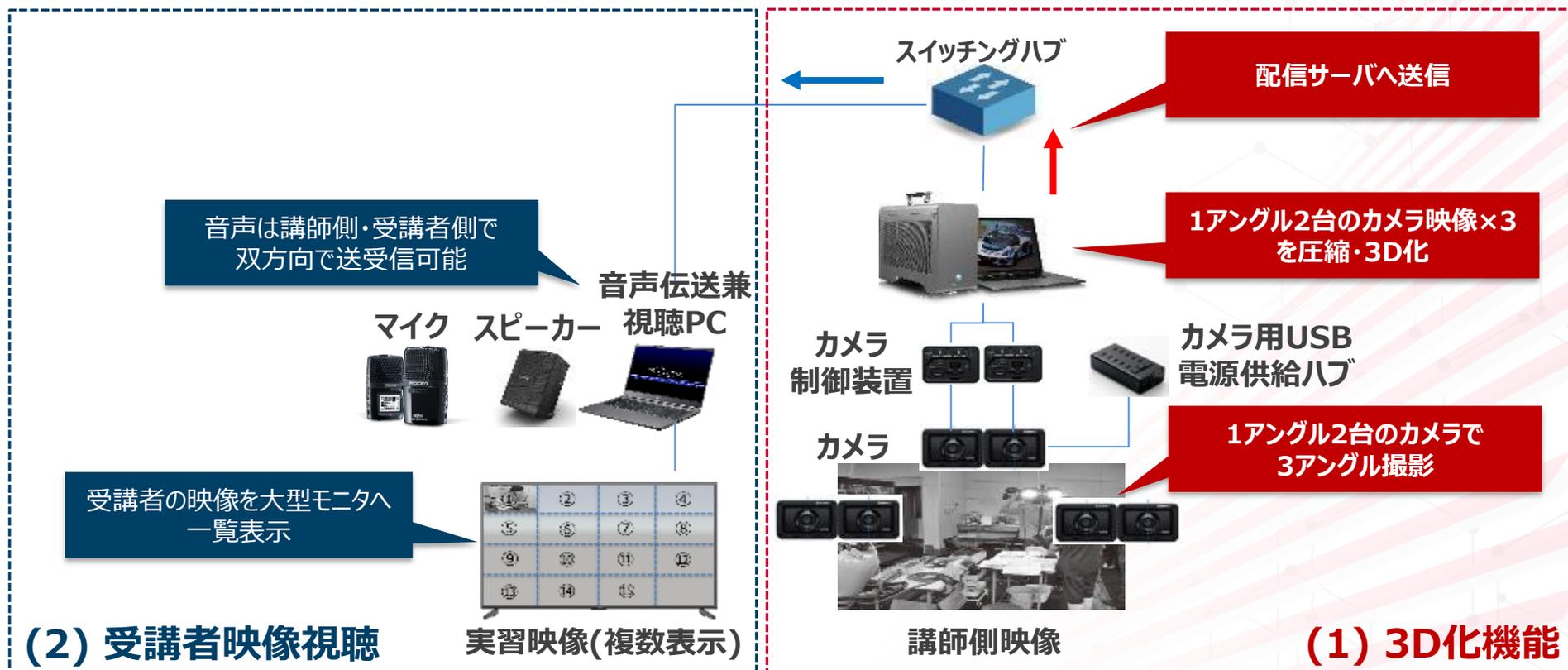


① 講師側Hands-on実証システム

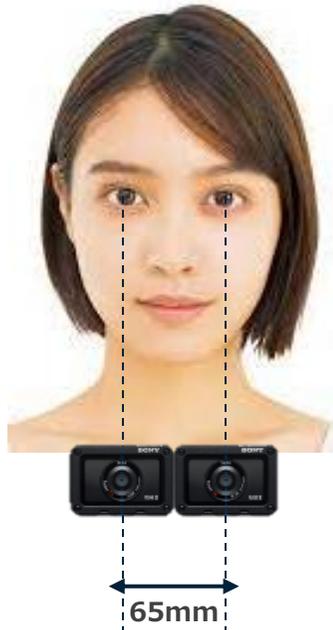


講師側システムの構成と機能は以下の要素となる

- ・ 講義模様を3アングルで撮影、3Dへ映像処理し、配信サーバへ伝送
- ・ 受講者の映像を講師が確認できるよう大型モニタへ一覧表示
- ・ 講師の音声を伝送し、受講者の音声を受信



2台のカメラを人間の目の間隔である65mmに配置し被写体を撮影することで、3D映像を生成するために必要な左右の映像を同時に撮影する



2台のカメラ(SONY RX0 II)を人間の目の間隔
65mm程度想定(被写体までの距離で調整)

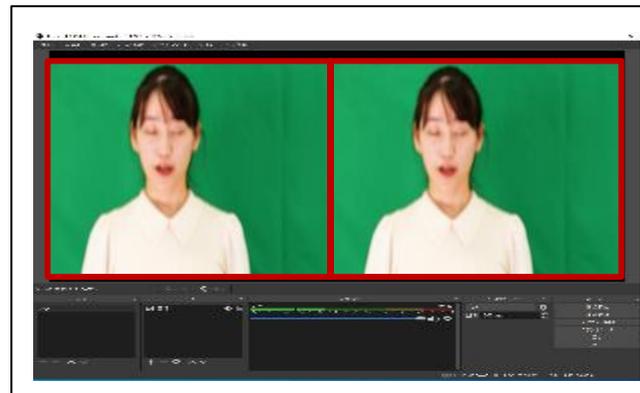


HDMI映像出力×2本(4K30fpsまで可能)で
3D映像生成及び配信用パソコンへ

3D映像用の2つの映像は配信用パソコンでキャプチャし、 受講者側Hands-on実証システム側に投影する3D映像用にレイアウト (Side by Side)

キャプチャした映像をOBS STUDIOで
3D用にレイアウト(Side by Side)

OBS 上では、16:9(3840×2160)の
解像度でレイアウト



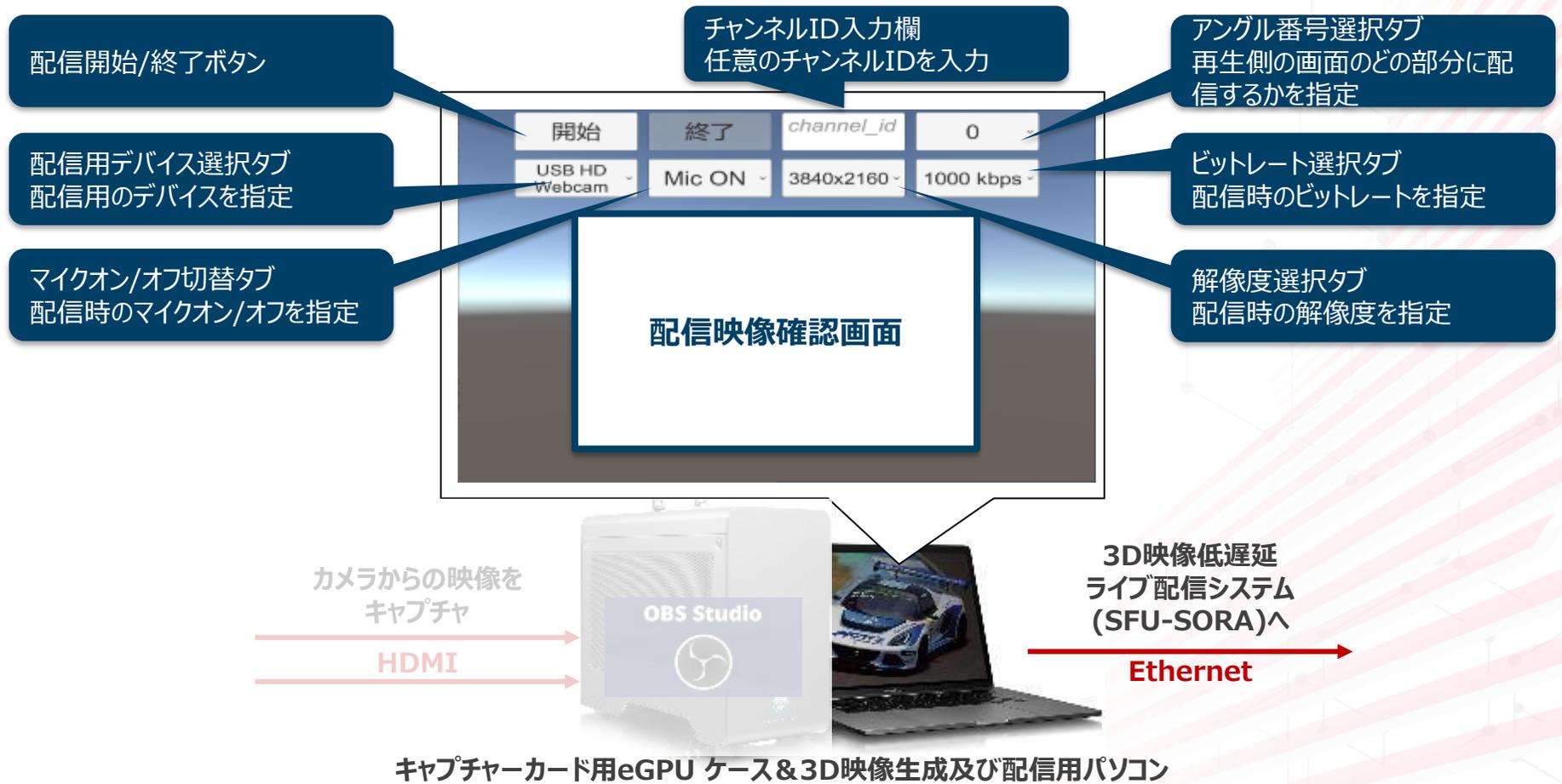
ハーフサイズにしてSide by Sideで
HoloLens2に最適化して
16:9(1920×1080)の解像度へサイズ
変更し、仮想カメラでSFU-SORA向け
配信アプリへ受け渡し

複数の配信アプリは同一チャンネル内に映像
ストリームを配信

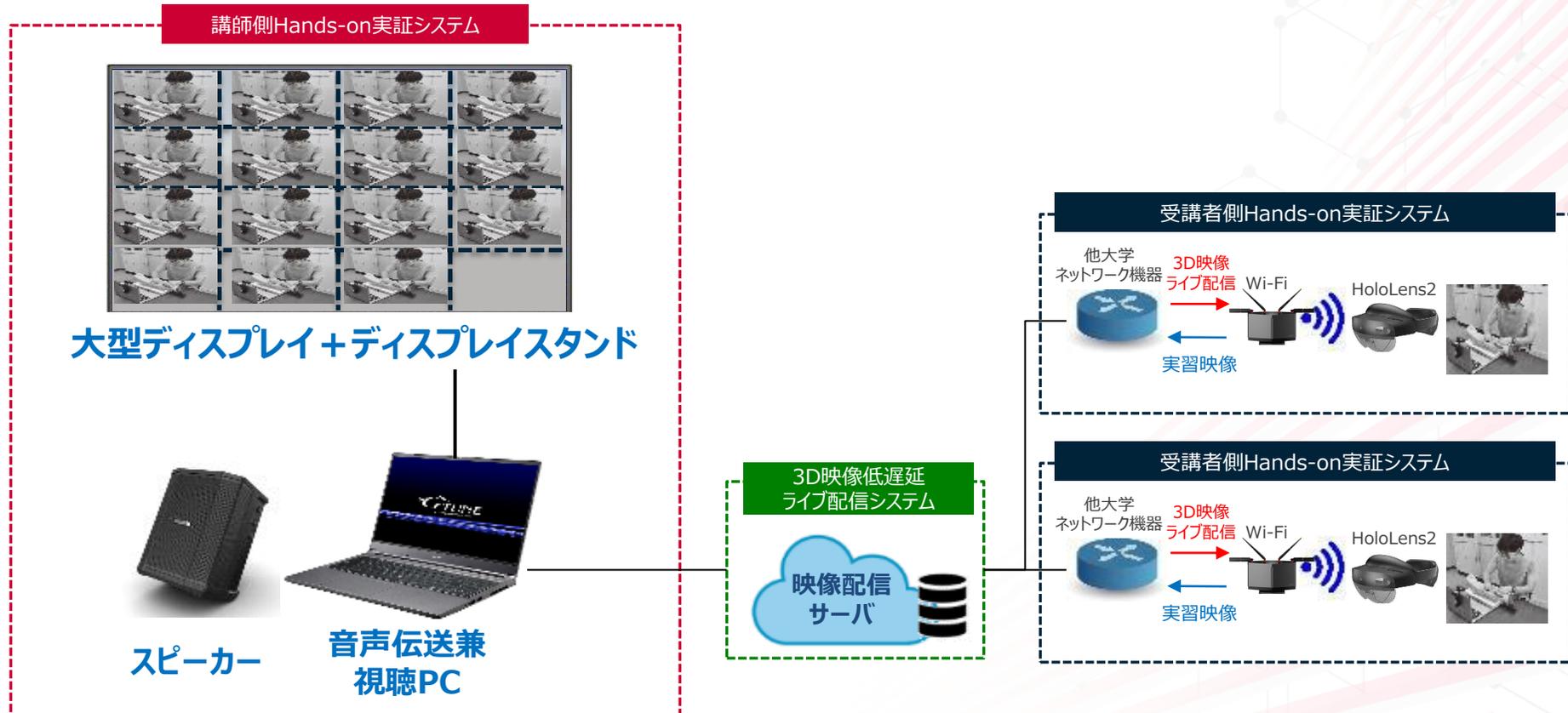


キャプチャーカード用eGPU ケース&
3D映像生成及び配信用パソコン

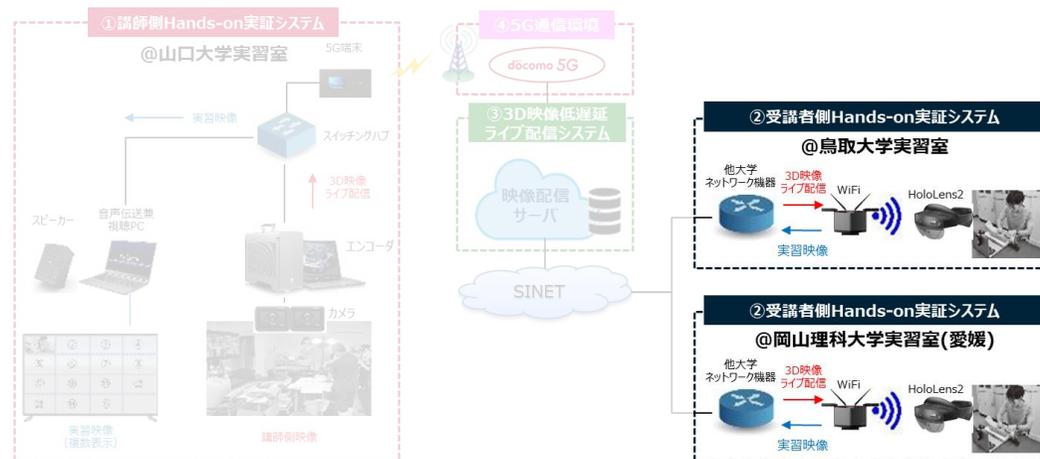
配信用パソコンは、3D映像低遅延ライブ配信システムへ3D映像用にレイアウトされたデータを配信する



受講者映像をタイル状に表示し、実習映像および音声を受信し再生 配信アプリの配信映像と同一チャンネル内に音声ストリームを配信する

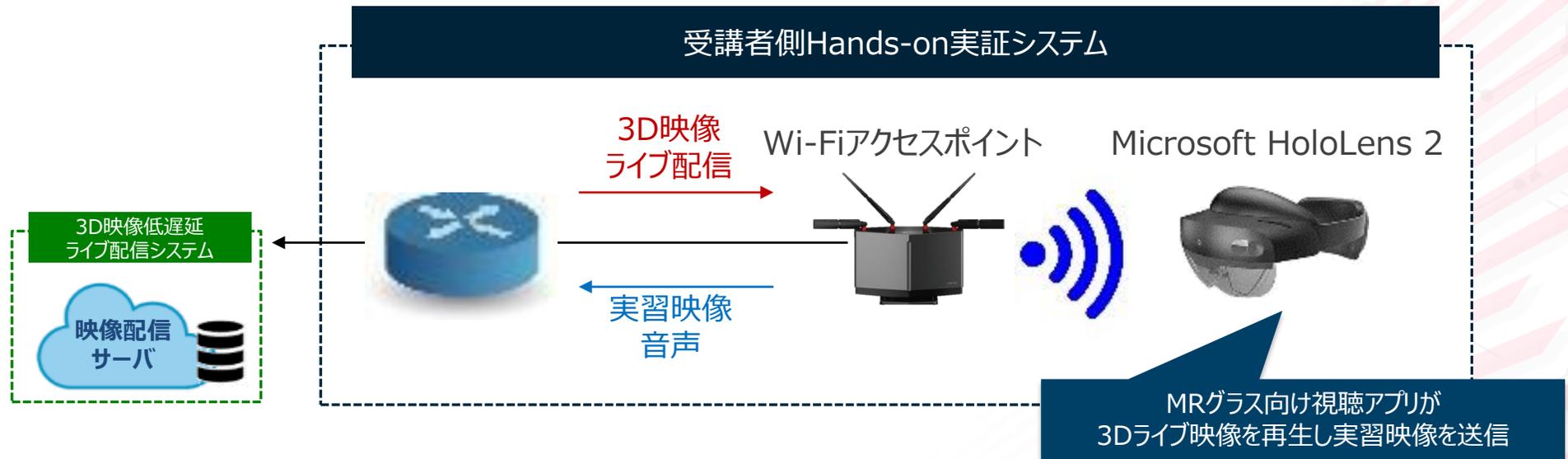


② 受講者側Hands-on実証システム



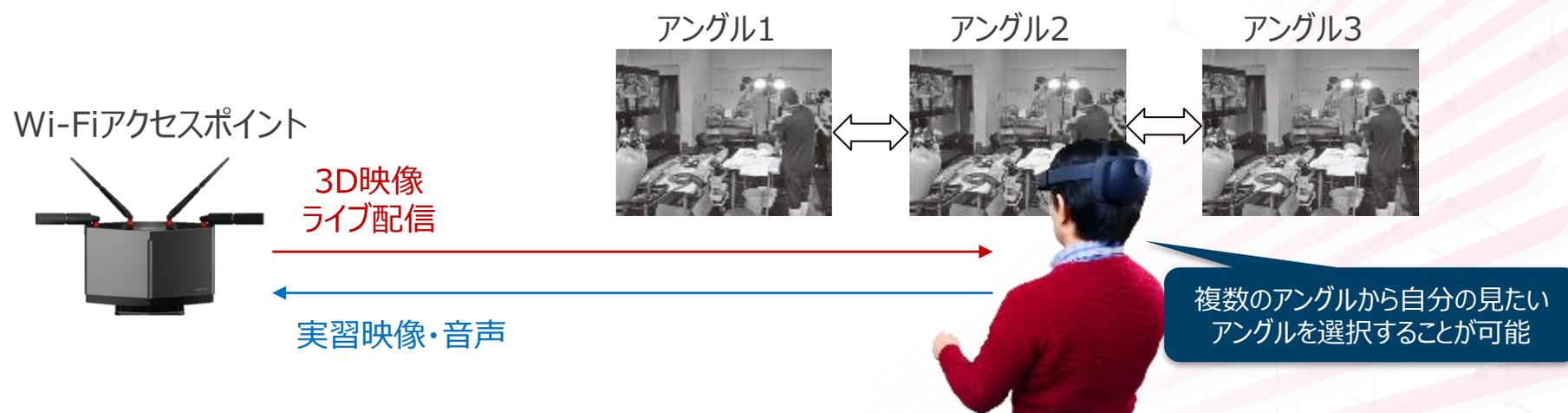
受講者側システムは以下の機能を有する

- 映像配信サーバから送られてきた3D映像と音声をMRグラスで再生する機能
- MRグラスで取得した実習映像を映像配信サーバに送信する機能
- 1つのアクセスポイントに対しては最大5台接続が可能

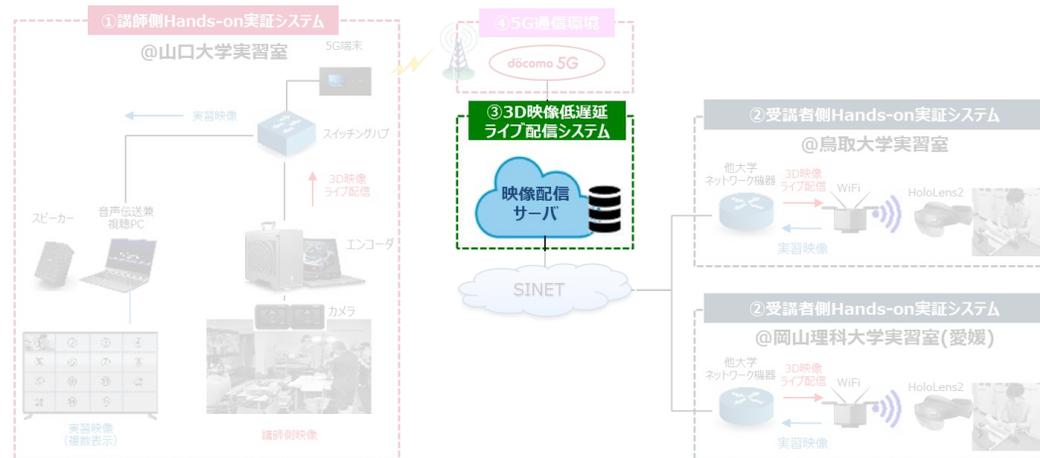


MRグラス向け視聴アプリは以下の機能を有する

- 他のMRグラス向け視聴アプリなどから配信した音声を受信し再生する機能
- 配信アプリの配信映像と同一チャンネル内に映像/音声ストリームを配信する機能
- MRグラスで取得した実習映像・音声を映像配信サーバに送信する機能
- 自分のマイクおよびカメラのオン・オフを切り替える機能
- 映像配信サーバから送られてくる3D映像のうちどのアングルから見るか選択できる機能

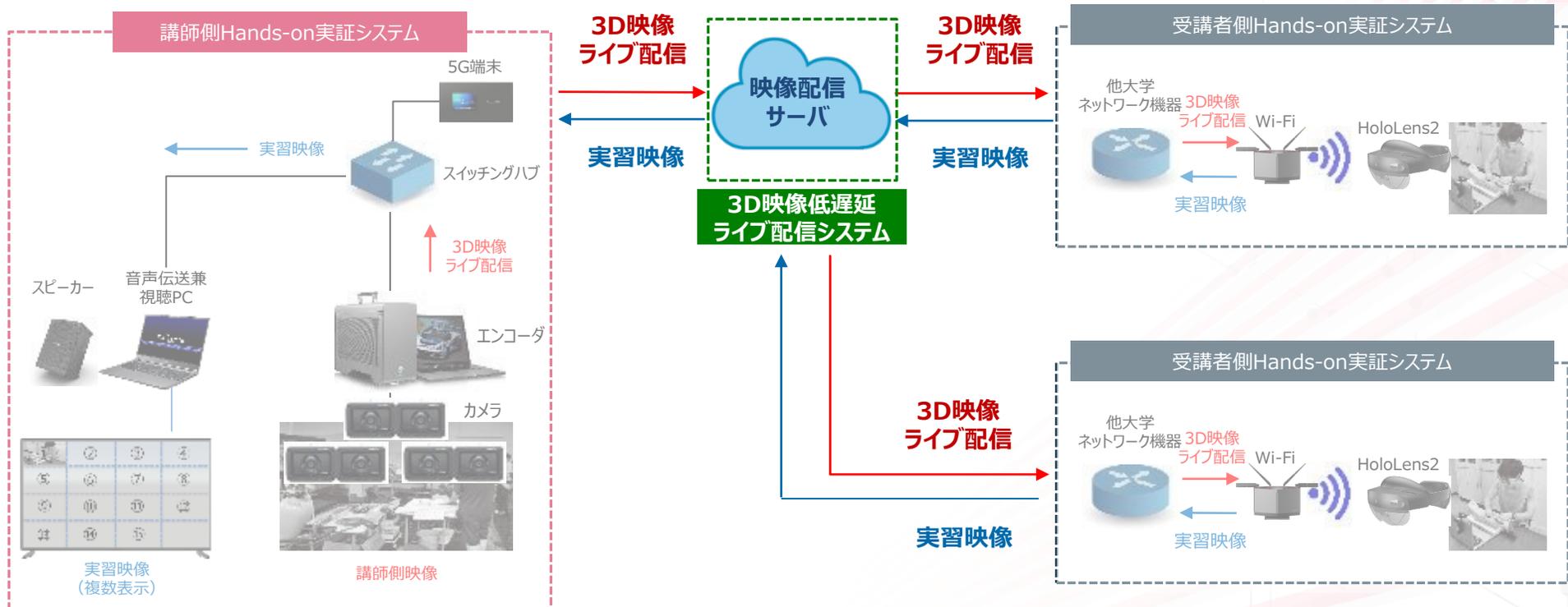


③ 3D映像低遅延ライブ配信システム

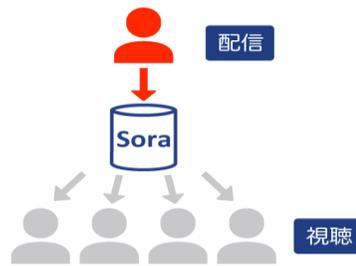


3D映像低遅延ライブ配信システムは、以下の機能を有する

- ・ 講師側と受講者で双方向に映像を配信する機能
- ・ 講師側から受講者宛てに音声を送信する機能



3D映像低遅延ライブ配信用に使用するソフトウェアには、WebRTC SFU SORAを使用し、以下の機能を有する



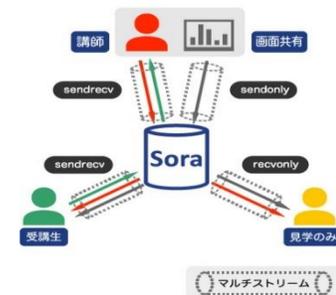
・サーバー(SFU)による高解像度での低遅延配信機能

WebRTC SFUは、P2Pではなく、音声や映像を「サーバー(SFU)経由」で配信する技術であり、Soraでは、クライアントに対して、ビットレートの上限值を引き上げるように通知することで、最大4k、30fps、15Mbps という高いビットレートの映像の配信が可能。



・サーバー(SFU)による多：多の双方向での低遅延配信機能

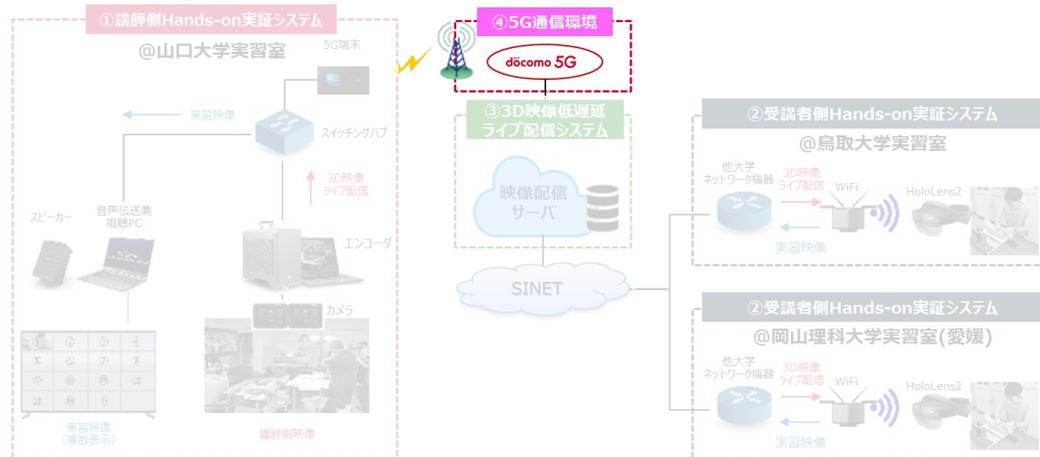
受講者側から講師側への映像配信に関して、受講者側のMRグラスのカメラの映像を最大でHD(1280×720ピクセル)の解像度で、30fpsのフレームレートで最大15本同時に配信可能。また、講師側から受講者の双方向での音声の配信や受講者と受講者の双方向での音声の配信が可能。



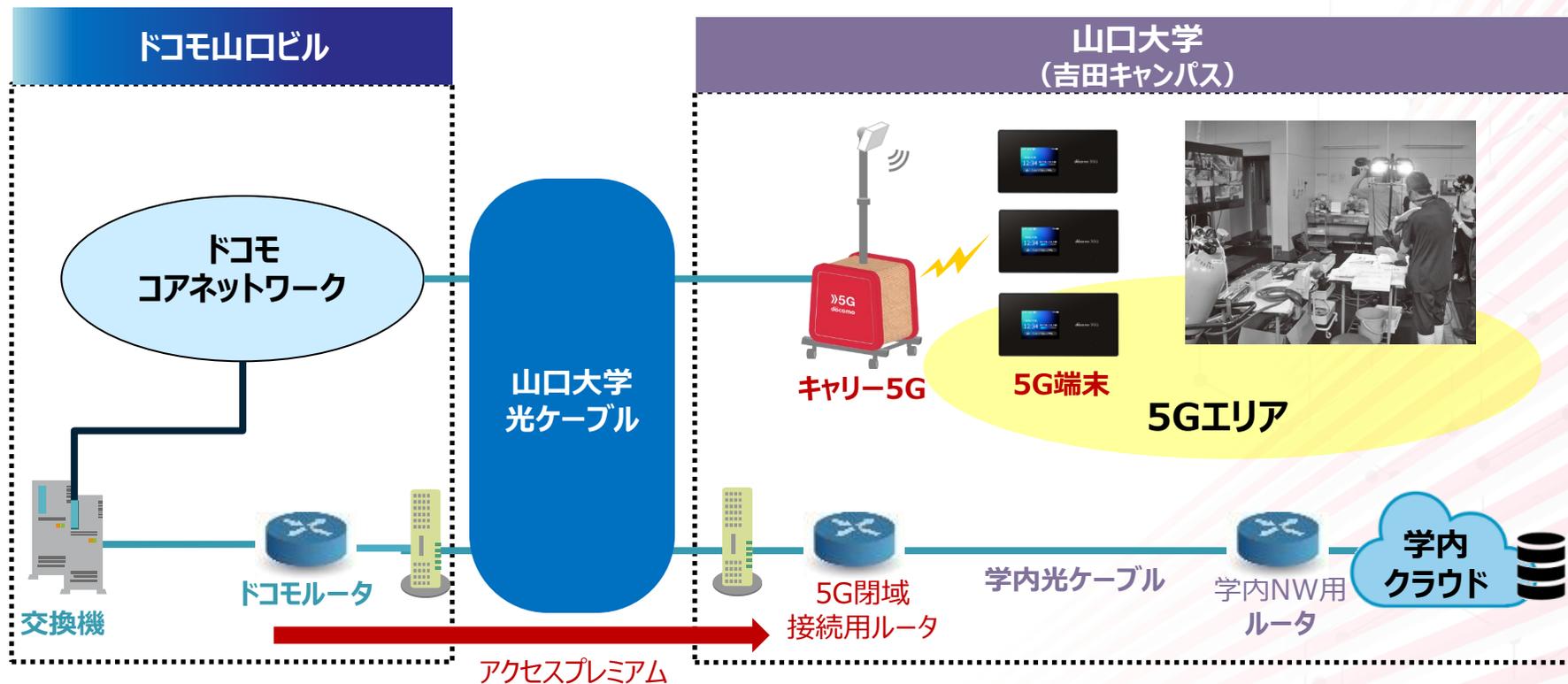
・WebRTC SFUの接続の管理機能

WebRTC SFUは、マルチストリーム機能により、複数の音声や映像を動的に追加したり削除するなど、接続の管理が可能。このマルチストリームを用い、利用者毎に「配信と視聴(sendrecv)」、「配信のみ(recvonly)」、「視聴のみ(recvonly)」を指定することが可能。

④5G通信環境

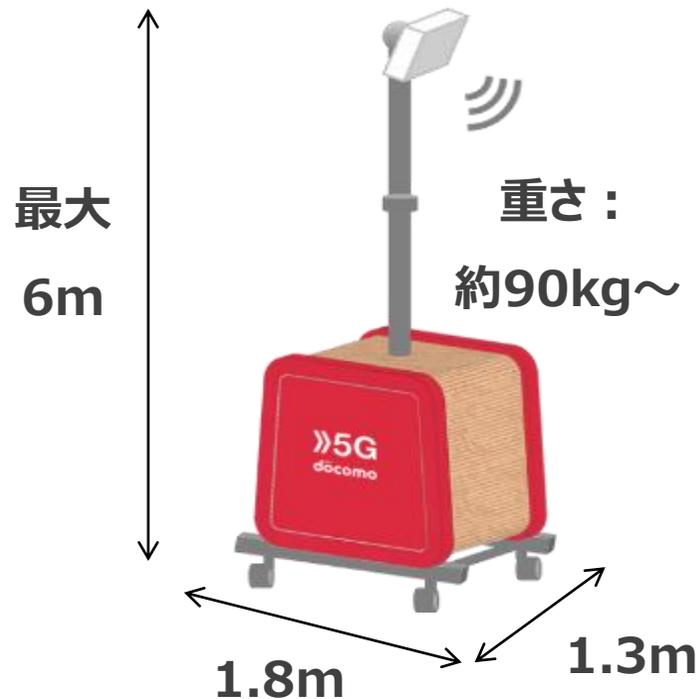


5Gを活用した閉域接続のネットワーク構成は以下を予定している



5Gエリアの構築には、期間限定での利用に最適な「キャリア5G」を予定
要望に応じた周波数帯での利用選択および可搬型の基地局のため、
大規模な工事を行う必要がなく、撤去もスムーズに行える

■外形寸法



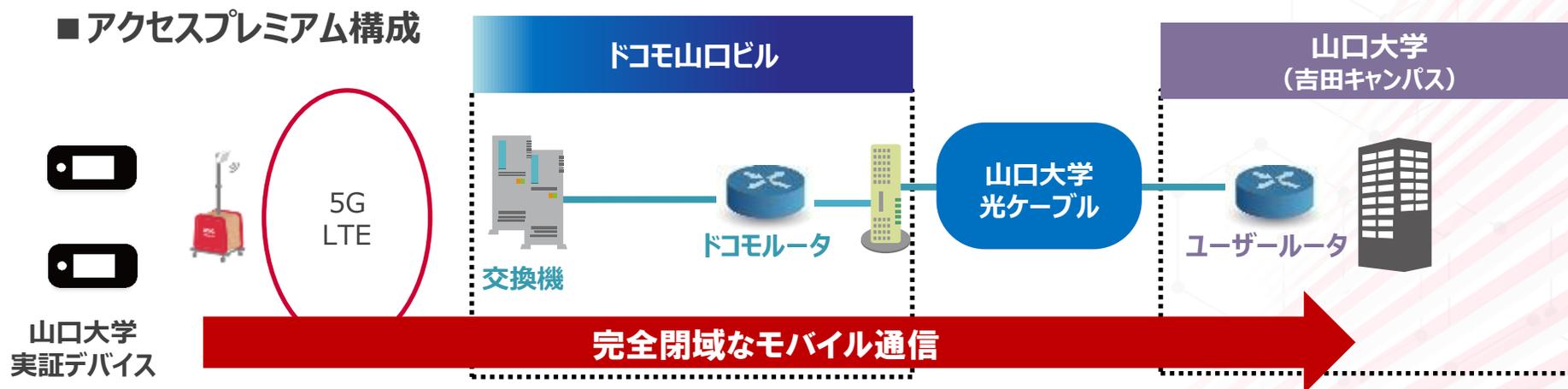
■エリア形成イメージ



ドコモの5Gは3つの新周波数帯で高速・大容量を実現
その中1つである4.5GHzのSub6帯を利用し、衛星受信設備に対する
干渉影響を考慮し、5G環境が利用可能



5G閉域接続にはアクセスプレミアムを利用予定 光ケーブルで大学ネットワークを5Gネットワークにダイレクト接続可能 インターネットを介さないため、完全閉域なモバイル通信が実現



<特長>

1. インターネットを経由しないお客様専用の
閉域ネットワーク
2. 他利用者の影響を受けない帯域保証型サービス
3. IPアドレス割当方式、電話番号認証
(CLOSE)有無等カスタマイズが可能
4. 汎用的なアプリケーションが利用可能
(プロトコル制限はない)

実証実験の報告(中間)

今回は講師側となる山口大学からの実習模様の映像を2大学の受講者がMRグラスより視聴しながら実習を行った

- 講師側** : 山口大学からの実習模様を映像伝送
 - 5G/SINETを利用した通信 → AWS(配信サーバ)へ有線(LAN)接続
 - 3アングル撮影 → 1アングル撮影
 - 講師側と受講者双方向の映像・音声配信 → 講師側からの一方向映像配信(双方向の音声、受講者からの実習映像はWeb会議用ツールで代用)
- 受講者側** : 鳥取大学／岡山理科大学の受講者がMRグラスを利用して遠隔実習
 - SINETへWi-Fi接続 → LTEモバイルWi-Fiルータへ接続し、MRグラスを利用



変更点

山口大学(講師側)から2大学への一方向映像配信(双方向の音声と受講者からの実習映像はWeb会議用ツールで代用)

NTT
docomo