超高精細　先端技術

8K+αが引き出すReality

8K文化財 洛中洛外図屏風（舟木本）

洛中洛外図屏風（舟木本）番組スタジオ（約5cmの人物まで拡大）

ハイビジョンの跡を継ぐ日本独自「8K」技術は北風と太陽に囲まれているようだ。現状の北風は「8K放送の鈍さ」だろうか。太陽は進化する最先端技術と結び付いて、これまでにない可能性を見せてくれるRealityだろう。3月に2つの提案が発表になった。

事例1　東京国立博物館×NHK共同研究「8K文化財プロジェクト」

写真提供：8K文化財プロジェクト、本誌編集部

プロジェクトについて

東京国立博物館とNHKが共同で研究している「8K文化財プロジェクト」の報道陣に向けた発表会が3月15日に東京国立博物館で行われた。

昨年9月に発足した8K文化財プロジェクトについて、東京国立博物館の井上洋一副館長は次のように話す。「COVID-19により世界の美術が新たな鑑賞を模索している。NHKと共同で貴重な文化財について、8K技術や最先端のスキャナー、フォトグラメトリ技術を使って『8K文化財』を制作し、さまざまなデジタルツールと効果的に組み合わせて、肉眼では見ることが難しい所まで見ることを可能にする。そうすることで、心の豊かさを味わえる美術鑑賞を追求する」。また、その目的については、「見たことのない文化財を目にすることで文化財に興味をもってもらい、実物に会いに博物館に来てもらいたい」とした。

技術について

発足翌月の10月には、緑のレーザー光の反射を利用した3Dスキャナーで重要文化財の「遮光器土偶」の計測と撮影を行い、8K文化財を制作〔**写真❶**〕。この技術について、

遮光器土偶　3Dスキャンの様子

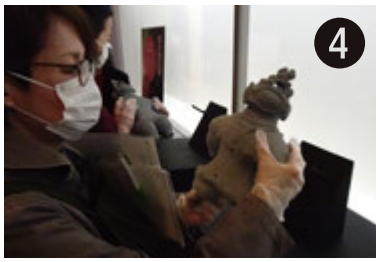
NHK制作局の国見太郎チーフプロデューサーは「テレビカメラを使わずに、3Dスキャナーで形や色・質感を計測・記録したデータと、一眼レフカメラで約260カ所を撮影し解析したデータを統合するフォトグラメトリ技術を使って、8192×8192ピクセルの超高精細な3DCGモデルを作成した」と説明する。こうして制作された文化財の超高精細3DCGを「8K文化財」と呼ぶ。

所蔵品をなぜ8K文化財にしたのか。「8K（7680×4320ピクセル）より高い解像度（8192×8192ピクセル）なので、テレビカメラでは撮り切れない迫力ある映像や作品内部を映像として再現することができる。また、アーカイブすることで、その後の活用に幅がもてる。例えば、3Dプリンターで実物と同じ形状、重さを感じるような演出もできる」（国見氏）と、鑑賞の領域が広がると話す。展示では、実際にコントローラーを使って好きな角度や距離から文化財を眺めたり〔**写真❷**+**❸**〕、レプリカを手にすることができ〔**写真❹**〕、好奇心をくすぐられる。

成果と今後について

東京国立博物館の松嶋雅人研究員は、「展示は前後左右からの鑑賞に限られるが、8K文化財は観察角度が自由で、遮光器土偶はCGスキャンデータにより内部構造の観察もできる。また、国宝『洛中洛外図屏風 舟木本』では描かれている人物を5cmに拡大させて鑑賞することも可能〔**写真❺**〕。それによって筆線を引くスピードなど、筆さばきの違いがより鮮明にわかる」と、新たな鑑賞体験になると説明する。

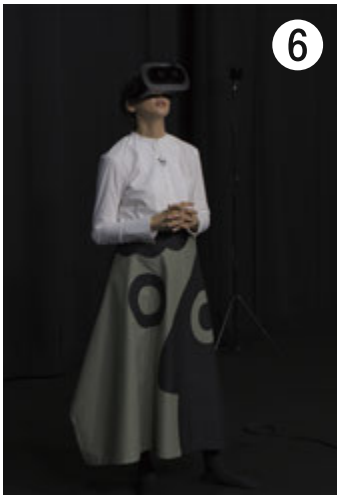
今後の活用について、「第1弾として8K文化財の『遮光器土偶』と『洛中洛外図屏風 舟木本』をNHKのBS8KとBSプレミアムで放送するが、8K文化財は番組づくりを変えた。これまでは一般的に美術の専門家が視聴者に作品解説をするスタイルだが、8K文化財の番組化では、番組ナビゲーター（杏さん）が普段の博物館では見られないさまざまな角度や至近距離で見たり、裏側まで動かしながら、それが生まれた時代を訪ね、人の息吹や手のぬくもり、当時の暮らしを感じてもらうという新しい展示ショーを目指した」（国見氏）〔**写真❻**〕。



8K文化財を触って鑑賞

来年も3件程度を研究対象とし、2022年に迎える東京国立博物館創立150周年には集大成となる企画を予定しているという。

（レポート：古山智恵・本誌編集部）



遮光器土偶　番組スタジオ（VR体験）

コントローラーを使って（写真右）見たい所を300インチの大画面に拡大表示して鑑賞

コントローラーで遮光器土偶を好きな角度や距離から眺められる

想定：8K内視鏡手術の映像で指示する専門医側

専門医は内視鏡手術の8K映像を見ながらアドバイス

想定：8K内視鏡手術の執刀医側

遠隔地にいる専門医の指示・指導が表示される8Kモニターを見つつ、8K内視鏡カメラを使った手術

事例2　8Kと5Gで医療の地域格差に挑む

医療へのアクセスの良さから「医療大国」と言われていたが、コロナ感染で「医療崩壊」に近い事態となった。その一方、デジタル技術による医療支援に産業横断的な関心は高い。超高精細映像の8Kを高速・大容量・低遅延の5G通信で遠隔と結んで、手術中のリアルタイムサポートに活用できるかという技術検証が行われた。（レポート・写真：吉井 勇・本誌編集部）

実施した2つの技術検証

患者の治療で開腹・開胸の手術法から、腹腔や胸腔に直径５～10mmの細長い内視鏡カメラを入れ、モニターに映し出される患部を見ながら行う内視鏡手術が広がっている。傷も小さく、術後の回復も早く、体への負担が少ない低侵襲の手術だからだ。

この内視鏡手術をさらに高度化する8Kの超高精細映像を最新の5G通信で伝送し、遠隔地の専門医が治療部位や操作などを教える技術実証実験が3月18日、報道陣に公開された。総務省の実証事業「4K8K高度映像配信システムの産業横断的な活用にむけた調査研究」の一環で、一般財団法人NHKエンジニアリングサービス（NES）、株式会社三菱総合研究所、富士通株式会社、一般社団法人映像配信高度化機構（高度化機構）、株式会社NTTドコモ（ドコモ）が連携したプロジェクトである。

実証実験は2つの技術テーマで行われた。一つが8K映像5G伝送による術中の遠隔指導で、もう一つは高度化機構が開発する「4K8K高度映像配信システム」に蓄積しながら、5Gによる複数の8Kモニターへの配信で、どちらも遅延や画質の劣化などを検証した。

システム概要〔**図**〕は、新宿「ドコモ5Gオープンラボ Yotsuya」を手術室とし、NESが中心となって開発する小型8K内視鏡をセット。撮影した手術の8K映像をドコモオープンイノベーションクラウド「クラウドダイレクト」（ドコモ網）で渋谷「スクランブルホール」に送り、会場の8Kモニターに5G伝送し、専門医がその映像を見ながらアドバイスするという想定で実施。もう一つは、インターネットとCDNを経由して横浜のデータセンターに送り、蓄積した8K映像を渋谷会場の複数の8Kモニターへ5Gでストリーミング配信（MPEG-DASH方式）した。

遅延時間は800ミリ秒

5Gも含めた8K伝送は、クラウドダイレクトという専用線サービスで送り、遠隔指導の現場で5G伝送した経路であるが、課題となる伝送の遅延時間はどうだったのか。NESシステム技術部特別主幹・伊藤崇之氏は、「医療関係者の評価実験では手術映像を見ながらのリアルタイム指示に違和感がない条件は、遅延1,300ミリ秒以下だったが今回のトータルの遅延は800ミリ秒で条件を満足している」と報告した。また、専門医は画面に指示を書いたりしてアノテーション情報を手術現場に送り返し、音声も遅延なくコミュニケーションができたという。これは商用インターネットの別ルートで行っている。

もう一つのインターネット・CDN経由によるデータセンターからの場合、遅延時間は10秒ほどで、講義や教育などに有効なアーカイブ視聴として十分に活用できると話す。

遅延を大きく左右するもう一つの要因が、圧縮技術「コーデック」である。8K映像を効率良く伝送するコーデック技術として使ったのが、ドイツに本社があるSpin Digital（スピンデジタル）のHEVC（H.265）である。リア

ルタイムの高圧縮コーデックシステムはハードウェアが多い中、ソフトウェアのHEVCを採用し、8K医療映像として十分な画質の80Mppsで伝送したという。

その技術特性について、「HEVCはフレーム間予測とフレーム内圧縮の2つを生かして高圧縮化する。具体的に言うと、2つの方向から映像を参照するが、時間の順方向だけでなく、時間の逆方向も含まれるので遅延が生じる。一方で、遅延の生じにくいHEVC構造をソフトウェア演算処理することを考えた場合、たくさんのコアを持つCPUを効率的に使用する処理が必要となり、これは一般的に難しい。そのため、ソフトウェア処理では低遅延向きの構造ではない大きなバッファを持たせた並列演算処理とせざるを得ないので遅延が大きくなる。それを100コア以上のCPUでリアルタイムに順次処理できる独自技術で、8K用の超高速かつ高効率なエンコードを実現した」と、Spin Digital Asia Pacificの永良彰英氏は解説する。

内視鏡カメラシステムは「8K対応」画質

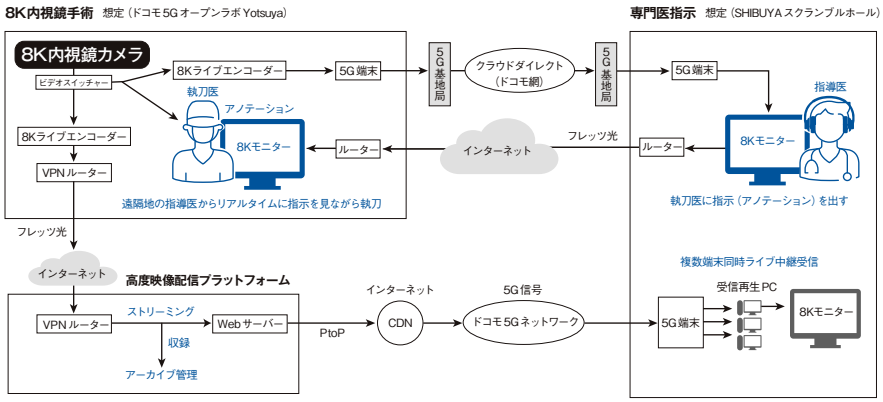
8Kの解像度画質はどうか。8K内視鏡カメラの小型化に取り組むNESでは、硬性鏡の接岸レンズにセットする8Kカメラ部は撮像素子などの小型化により本体重量210グラムのカメラを、池上通信機と2019年に開発を終えている。硬性鏡は、「オリンパスが、もともと4K内視鏡として製品化していたものを改良して高解像度化した」と説明する。体内に挿入する径が10mmほどの硬性鏡の先端部には対物レンズとライドガイドが組み込まれている。

「解像度チャートを撮影して測定したところ、約3600TV本の性能があるという結果を得た。理論的に8Kは4320TV本だが、3600TV本は最高解像度の8割以上であることから、『8K性能を有する』と評価した」

内視鏡映像は円形の表示で、有効画素数は3840×3840（4K×4K）、16：9画角8Kの7680×4320を2つに分けた画面サイズである。もう一つの半面に電子ズームで2倍に拡大した映像や患者データなどを同時表示することもできるという効果的な運用をデモで示した。

また、手術は長時間に及ぶこともあるため、医療用のエアコントロールで8K内視鏡カメラを半固定できる。210グラムの軽量とはいえ、長時間の運用では欠かせない装置だという。

【図】8K内視鏡カメラの手術映像を5Gライブ配信する技術実証実験の概要



重さ210グラムという小型の8K内視鏡カメラ

5G伝送になぜ取り組んだか

内視鏡手術ができる病院は光ファイバーの固定網が整備されているだろう。では、5G伝送による遠隔医療になぜ取り組んだのか。

NES伊藤氏は、「あくまでも5Gが8K医療映像伝送での選択肢の1つとなり得るかどうかの検証として取り組んだ。固定回線が病院内のITインフラとして整備されているとして、それに干渉することなく8K映像を独立して流すネットワークが必要というケースや、セキュリティの観点で一般のインターネットから切り離した回線で伝送するケースなども想定される。どのような場面で、どういった利用形態があるかは、今後より詳細な検討がなされると思う」と説明する。

ドコモの関係者は、「社会的問題となっている高度医療従事者の不足に伴う医師の負担増大や、地域医療における医師偏在などへの対応、コロナ感染症などで入室可能な医療スタッフが限定された状況でのリモートによる手術支援など、5G通信が大きな役割を果たしていくと考えている」と、医療分野での活用を展望している。

8Kと5Gが人の命を支えるために、医療格差克服の手段として注目されている。これは日本だけでなく、世界各国で動いていることだ。