

8K超高精細映像技術とその医学応用

～8K技術による内視鏡手術から今後の医学教育まで～

メディカル・イメージング・コンソーシアム(MIC) 副理事長
ニューヨーク州立大ストーニーブルック大学医学部 研究教授
カイロス(株) テクニカル・アドバイザー
(元NHK放送技術研究所)

谷岡 健吉

本日の講演の要点

医療の映像技術は超高精細8Kスーパーハイビジョンの活用に向かって急速、確実に動き始めた



8K内視鏡カメラが2017年9月に製品化された
(カイロス製 カメラヘッド 370g)

8Kスーパーハイビジョン 医療応用への期待

自治医科大学 学長 永井良三

永井良三先生の2014年
NHK技研公開でのご講演
の資料より

概要

高精細の8Kスーパーハイビジョン（SHV：Super Hi-Vision）が開発され、医療応用への期待が高まっている。実用化には、いくつかの技術的課題があるが、通信技術と組み合わせることによって、医療現場での診断、治療法の決定、教育、医療開発研究などに貢献すると期待されている。とくに遠隔病理診断や内視鏡手術では、高精度の画像によって従来困難だったがんを診断できるようになる。また、手術法の決定だけでなく、新しい術式の開発も可能になると予想される。さらに、顕微鏡や拡大鏡を用いた手術では、術者以外の医師も8K SHVを介して、手術の状況や細かい技術を把握することができるようになり、その教育効果は極めて大きい。基礎研究では、近年、細胞の状態をさまざまな手法で画像化する技術が進歩している。8K SHVを用いてこれらの画像を提示することができれば、大きな科学的インパクトを与えることができる。

テレビの規格は画面の水平方向の画素数でよばれている (昔は走査線本数)

2Kテレビ (ハイビジョン) (約200万画素)	水平画素数: 1920 約2000のため2K	垂直画素数:1080
4Kテレビ (約800万画素)	水平画素数: 3840 約4000のため4K	垂直画素数:2160
8Kテレビ (スーパーハイビジョン) (約3300万画素)	水平画素数: 7680 約8000のため8K	垂直画素数:4320

まず8Kスーパーハイビジョンを生み出した NHK放送技術研究所(NHK技研)の紹介

放送の進歩発展に関わる技術の調査・研究を基礎から応用まで実施



NHK技研 東京 世田谷区 砧

設立 1930年

所員 258名
(研究者230名)
博士 87名

(2018年3月末現在)

衛星放送、ハイビジョン、デジタル放送、
PDPテレビ、超高感度テレビカメラなど
の技術を開発、実用化

究極の高臨場感テレビ

次世代テレビとして2000年に8Kスーパーハイビジョンの開発に着手

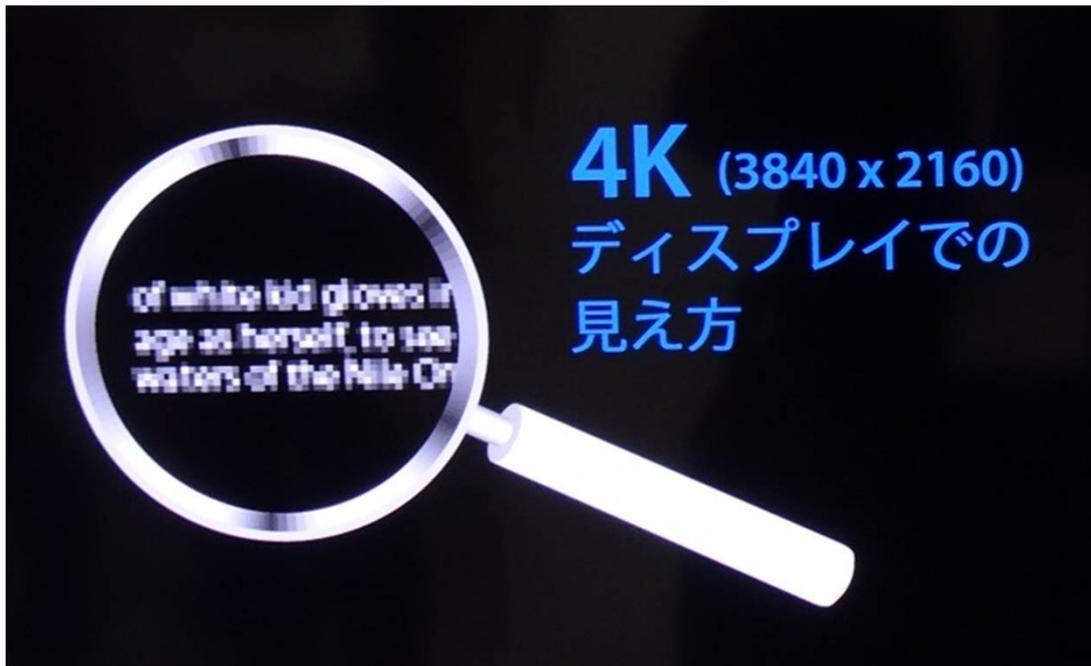
なぜNHK技研の技術が医学に？

先進映像技術は医学研究、医療に役立つ！

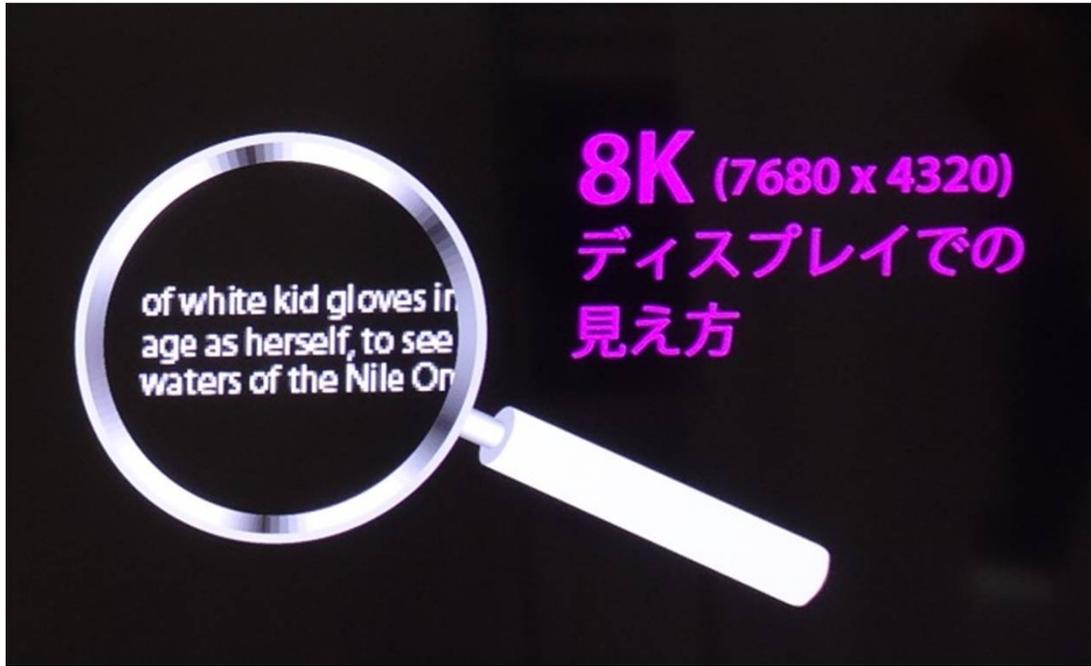
いずれも医学研究に活用

NHK技研における3つの“超”のイメージング技術

- 超高感度撮像技術
超高感度HARP（ハープ）撮像管とそのカメラ
- 超高速撮像技術
超高速CCDとそのカメラ
- 超高精細映像技術
8Kスーパーハイビジョン（ハイビジョンの16倍の画素数）



CEATEC 2015
シャープ様の展示より



8Kスーパーハイビジョンについて

8Kテレビ（3300万画素）は4Kテレビ（800万画素）
との画素数競争で生まれたものではない

人間科学的アプローチによる開発

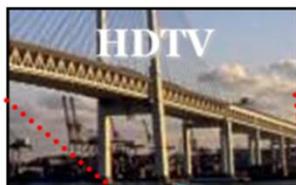
NHKが目指す未来のテレビ 8Kスーパーハイビジョン

究極の高臨場感

3300万画素

ハイビジョン
約200万画素

1920



1080

画面高×3



7680

4320



100°

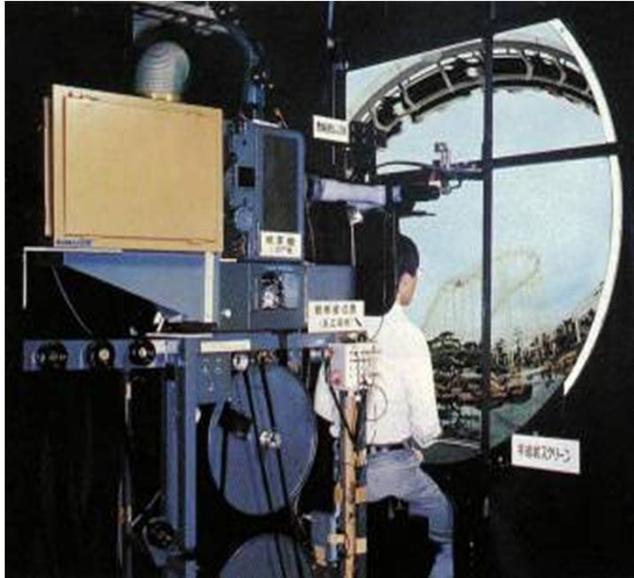
画面高×0.75



NHK資料より 10

観視画角と心理効果（誘導効果）

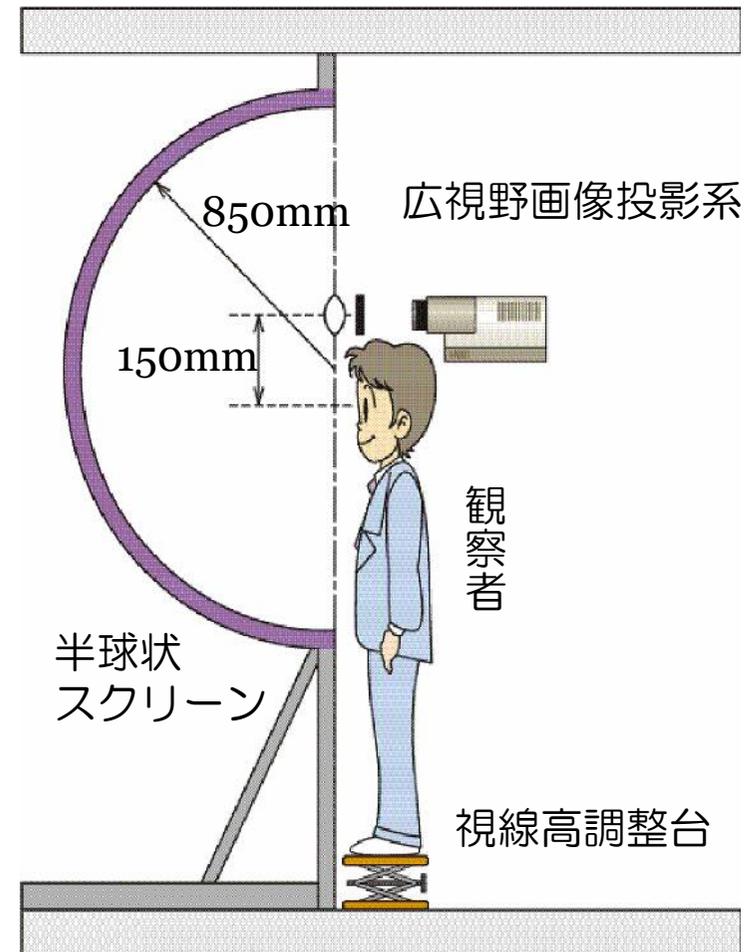
半球ドームでの誘導効果の測定



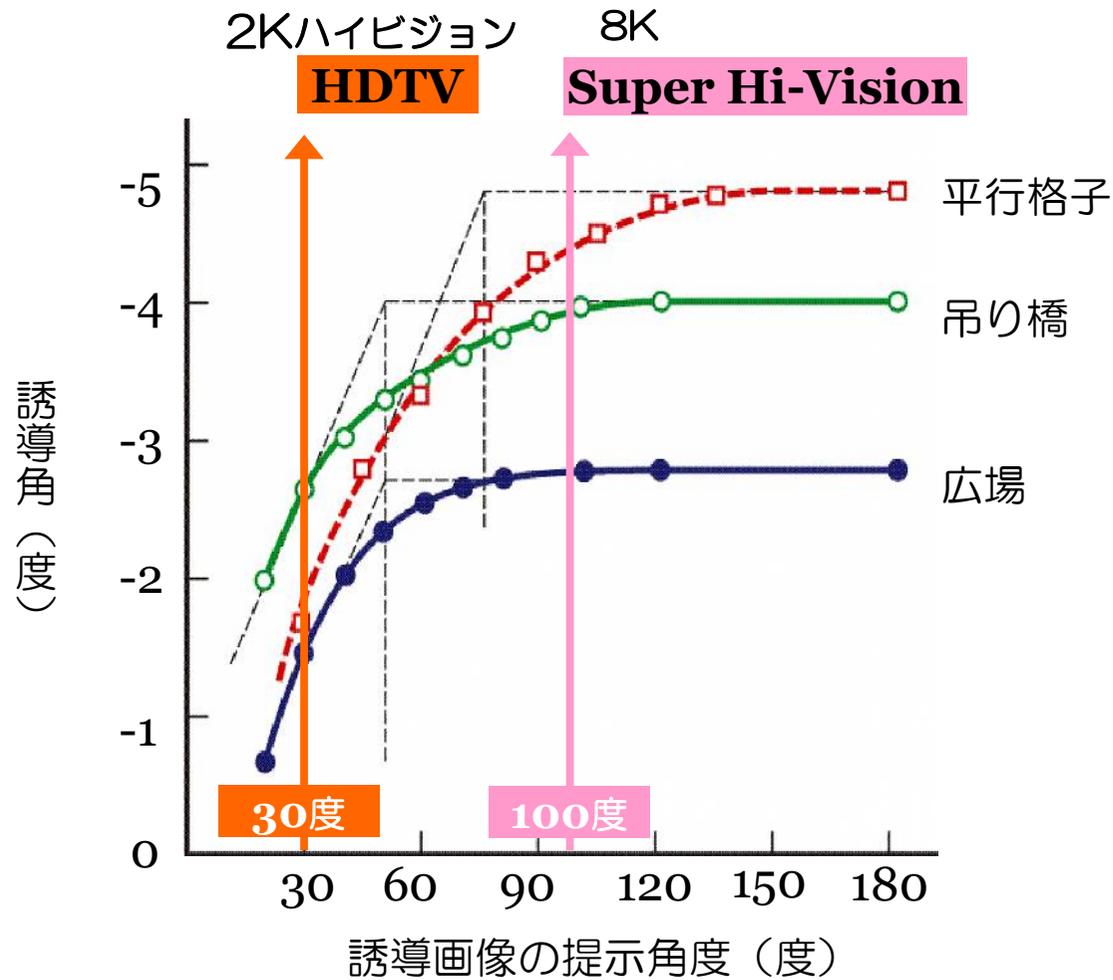
傾けられた静止画の大きさを変える



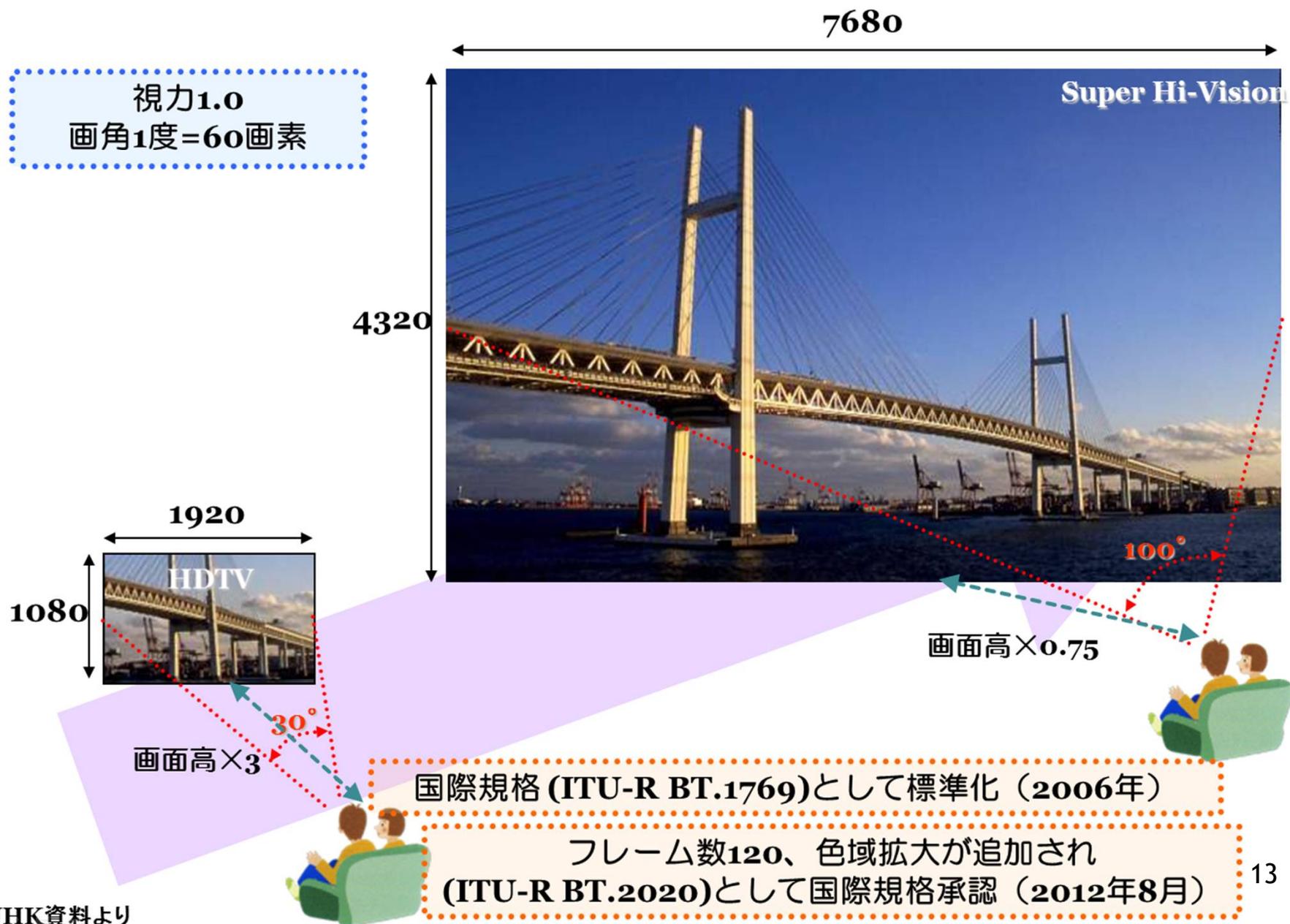
観察者の主観的な体の傾きを測定



観視画面角と心理効果（誘導効果）



NHKが目指す究極の高臨場感 Super Hi-Vision



8Kスーパーハイビジョンの仕様（2Kとの比較）

	8Kスーパーハイビジョン (SHV)	2Kハイビジョン (HV)
画素数	7680×4320 (3300万)	1920×1080 (200万)
横縦比	16 : 9	16 : 9
標準観視距離 (H : 画面の高さ)	0.75H	3H
標準画角 (水平面)	100度	30度
音響システム	22.2ch	5.1ch

ヒューマンサイエンスに関する研究成果を基に決定

8Kスーパーハイビジョンカメラ (1)

1st Generation (2002)



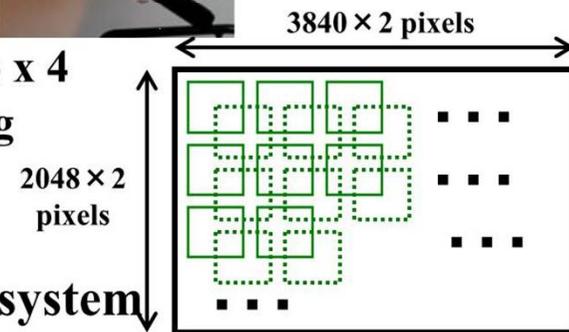
CCD (8 million pixels) x 4
2.5-inch optics, 80 kg

2nd Generation (2004)



CMOS (8 million pixels) x 4
1.25-inch optics, 40 kg

Pixel arrangement for Dual-Green system



8Kスーパーハイビジョンカメラ（2）

第3世代(2010年)



**CMOS (8 million pixels) x 4
1.25-inch optics, 20 kg**

小型カメラ(2012年)

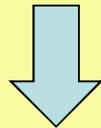


単板方式(2.5インチCMOS) 5Kg

この技術を基に医療用小型
8Kカメラ(2.5Kg)を開発

2006年ごろの8Kスーパーハイビジョンの状況

8Kの要素技術はNHKを中心に日本では固められていたが、海外、特にヨーロッパの放送機関との次世代TVシステムに関する研究連携の実現が課題であった(国際標準化促進の観点から)



2006年9月、アムステルダムで研究連携の提案ミーティング

欧州公共放送機関とNHK技研との連携による研究推進

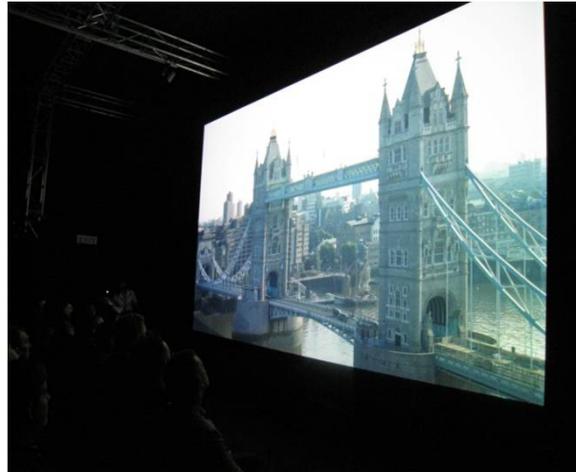
EBU（欧州放送連合）、イギリス BBC、イタリア RAI、ドイツ IRT



調印式 2007年2月8日NHK技研

8Kスーパーハイビジョンなどの次世代放送技術は国際連携
で研究開発を進める

2008年9月、アムステルダムでの国際放送展(IBC)で、英国BBC、イタリアRAIなどと初の8Kスーパーハイビジョンの国際伝送共同実験を展示



ロンドンからのIP光伝送実験の展示



トリノからの衛星伝送実験の展示

14GHz→12GHz



欧州の公共放送研究機関等との連携による次世代放送技術の開発をアピール

国際標準化を促進する8K開発の国際連携については一定の評価

しかし新たな問題が発生！
(2008年)

新たな問題とは

ある8K機器開発メーカーからの苦情:

NHK技研から開発発注があっても、単発的で継続性がなく、8K放送実用化までどのようにして自社の開発部隊を維持するかが深刻な問題

NHK技研への協力が
難しくなるとの話

多くのエレクトロニクス関係メーカーが医療事業に参入する動きの中で8K医療応用に関心

先進映像技術での社会貢献の必要性
超高感度HARPカメラによる医学応用経験

8Kの医療応用実験を
NHKと国立成育医療研究センターなどとの連携
でスタート(2009年)

研究成果をNHKで番組化できる可能性あり

8Kの医療応用は

なぜ国立成育医療研究センターで始まったか？

国立成育医療研究センター研究所の千葉敏雄医師
(現メディカル・イメージング・コンソーシアム理事長)
が、NHK技研に超高感度HARP(ハープ)撮像技術の
胎児手術用内視鏡カメラへの応用の相談に来られた
ことが大きく関係している

NHK番組より



超高感度HARPカメラ CCDカメラ

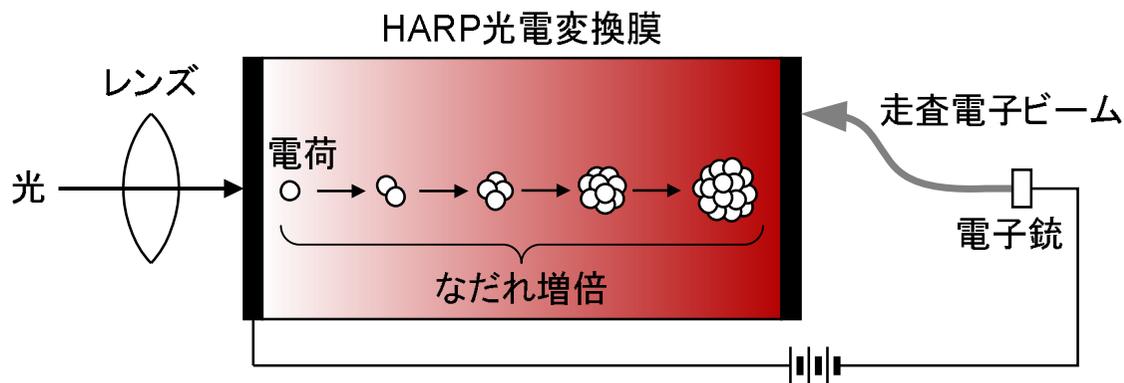
全日空機ハイジャック事件夜間緊急報道
(函館空港 1995年6月22日午前3時半ごろ)

ハイジャック事件の超高感度HARPによる夜間緊急報道の映像を再放送番組で見られたとのこと

HARP(ハーブ)とは？

平成8年恩賜発明賞受賞

- アモルファスセレン半導体の中で生じる「なだれ増倍現象」を利用した高感度な光電変換膜(1985年NHK技研で原理発見)



HARP光電変換膜



HARP: High-gain Avalanche Rushing amorphous Photoconductor

暗くても鮮明に撮れる



超高感度HARPカメラ

(被写体照度 0.3ルクス、レンズ絞り開放)



通常の放送用カメラ(CCDカメラ)

8Kスーパーハイビジョンの医療応用への取り組み

(NHKと国立成育医療研究センターとの連携)

最初の動物実験 2009年7月28日

8Kスーパーハイビジョンの医学応用実験（世界初）

国立成育医療研究センターとNHKの共同実験



ウサギの肝臓手術の実験を撮影

(2009年7月28日) 国立成育医療研究センター研究所 千葉研究室

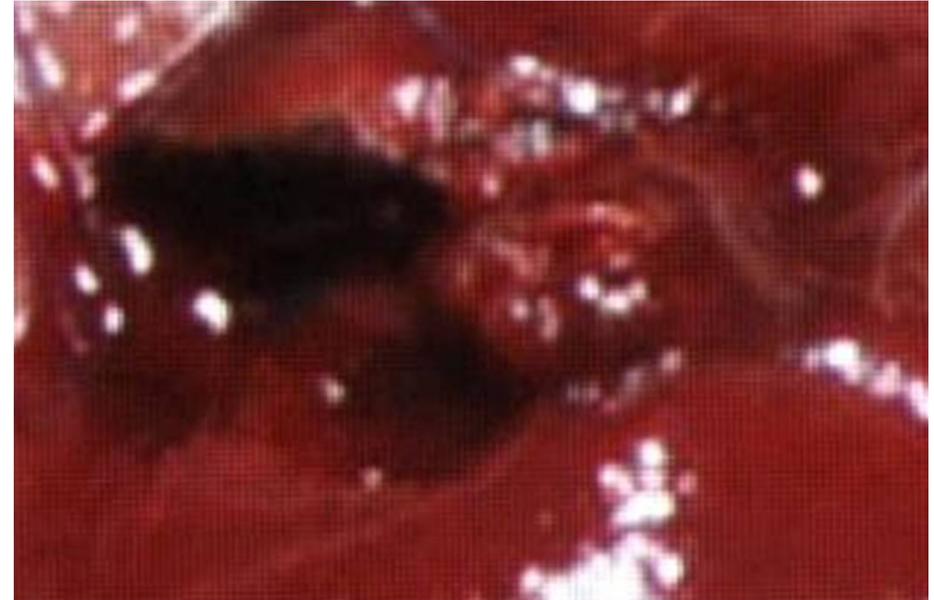
ウサギの肝臓手術実験の撮影例

(国立成育医療研究センター 2009年7月28日)

8Kスーパーハイビジョンカメラ撮影



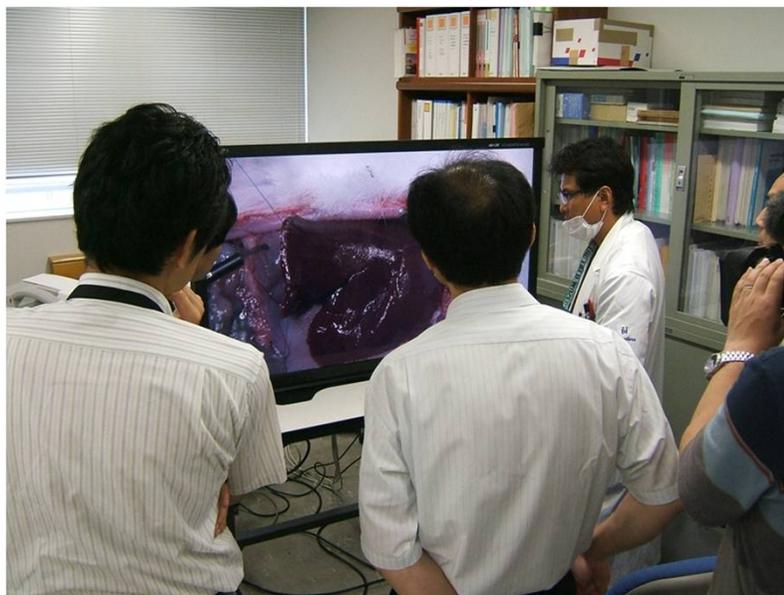
2Kハイビジョンカメラ撮影



8Kと2Kの映像の左右上下を切り取り、双方を等倍拡大

8Kスーパーハイビジョンの医学応用実験

(2009年7月28日)



国立成育医療研究センター

実験参加の医師の意見

- 双眼ルーペ（3.5倍）で直接見るよりも情報量が多く、また、執刀医以外の医療スタッフも同時に手術の状況を把握できるので安全性の向上が期待できる
- 遠隔病理診断や医学教育に役立つ

放送より先に医療分野で実用化される可能性あり

医学関係者のみならず、カメラメーカー、ディスプレイメーカー等も医療応用に強い関心

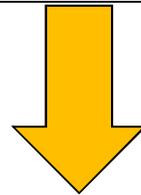
2012年10月1日

メディカル・イメージング・コンソーシアム(MIC)を設立

一般社団法人化:2013年8月7日

理事長 千葉敏雄(医師)
副理事長 谷岡健吉
事務局長 上野直樹

設立したコンソーシアムを通して、医学、工学などの関係者が同じ土俵で議論し、また、それぞれの現場を知って互いに協力することで、真に役に立つ高度なメディカル・イメージング技術の開発を加速させる



人の幸せに直結する医学の進歩

新産業の創出



8Kシステムの 内視鏡（硬性鏡）手術への応用

2013年12月7日

動物による実験

2014年11月10日

臨床応用

医療応用、でもなぜ内視鏡手術なのか？

どのような内視鏡手術においても必ずカメラとディスプレイが用いられることから、8Kのテレビシステムが持つ超高解像度特性を最も有効に活かせると考えた

内視鏡手術は低侵襲治療、患者の体にやさしい治療

内視鏡手術用8Kカメラ (2013年2月開発)

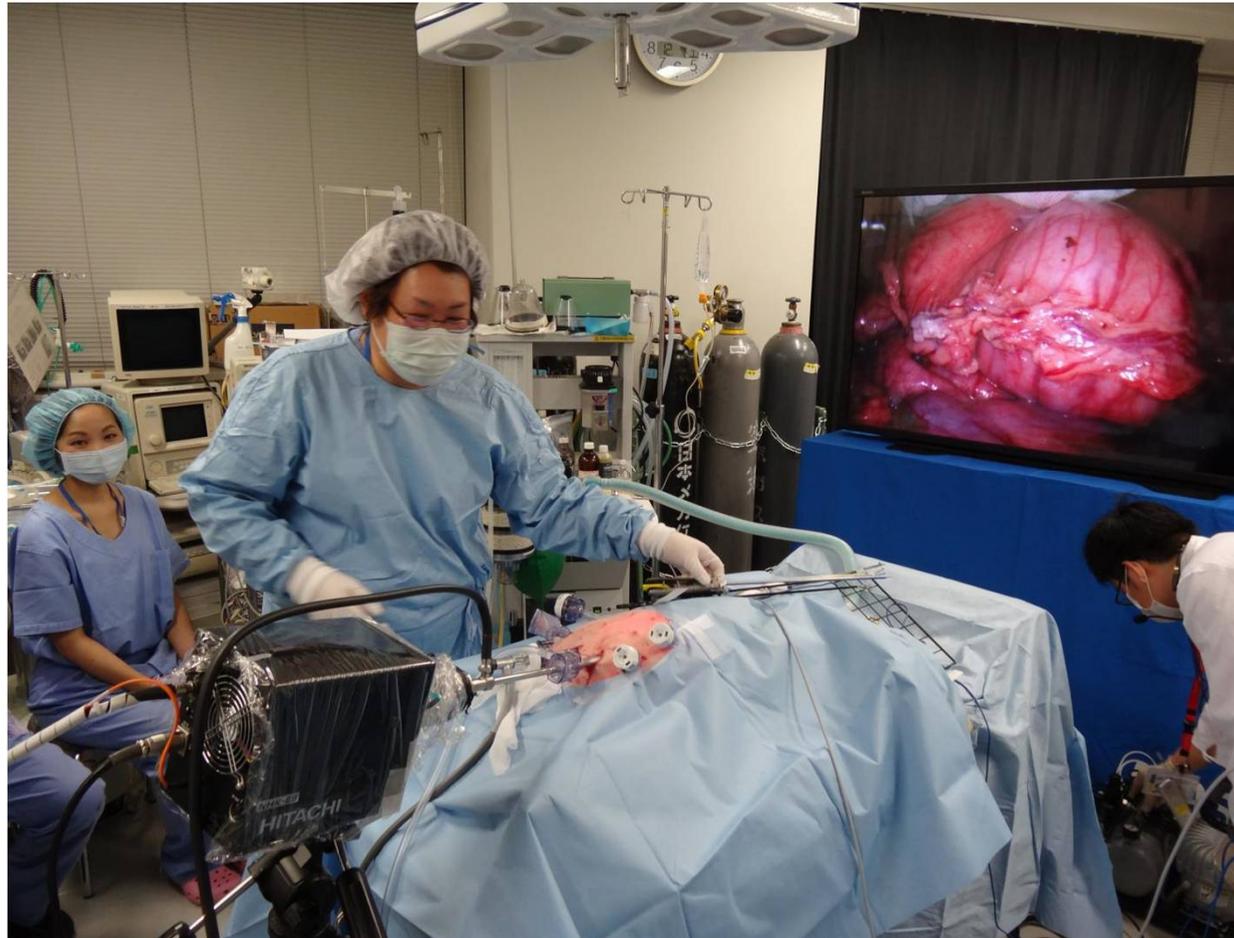
第1世代



高さ(H): 170mm
幅(W) : 140mm
奥行(D): 200mm
重量 : 2.5Kg

内視鏡手術用としては、大きさ、重量の問題はあるが、
当時は世界最小の8Kカメラ

8K内視鏡による動物手術実験の様子



国立成育医療研究センター研究所実験室

2013年12月7日

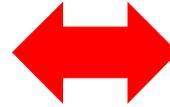
2Kハイビジョンの16倍の
画素数(3300万)

8Kカメラ適用で
どんな効果があったか
(動物実験)



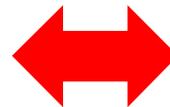
8K技術による三つの大きな効果

新しい(魔法の)
手術空間



引いた位置から撮影(4Kディスプレイ
使用では電子ズームによる拡大視も可)

細い血管・神経等・臓
器同士の境界の識別



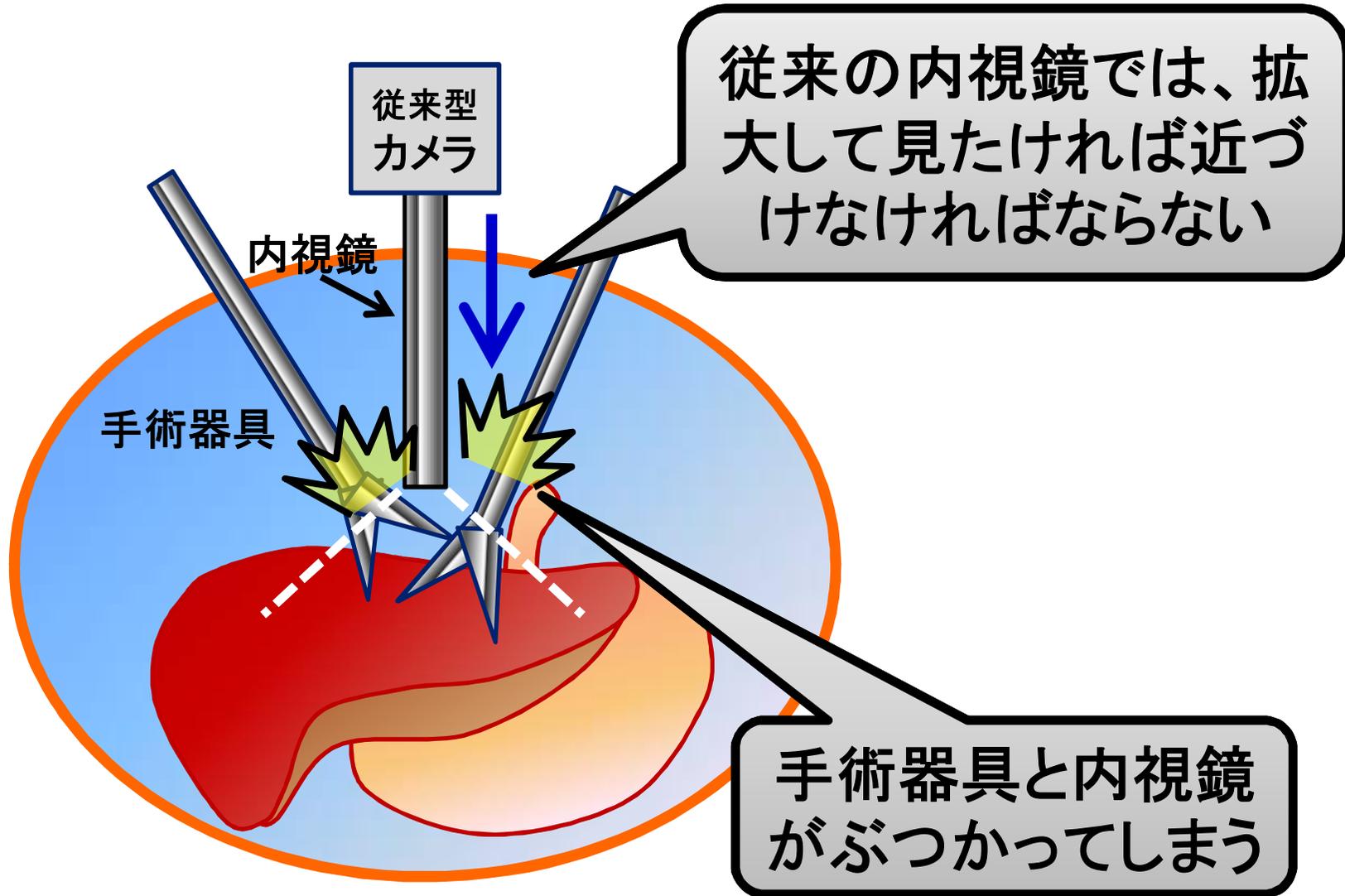
超高精細

遠隔医療・医学教育

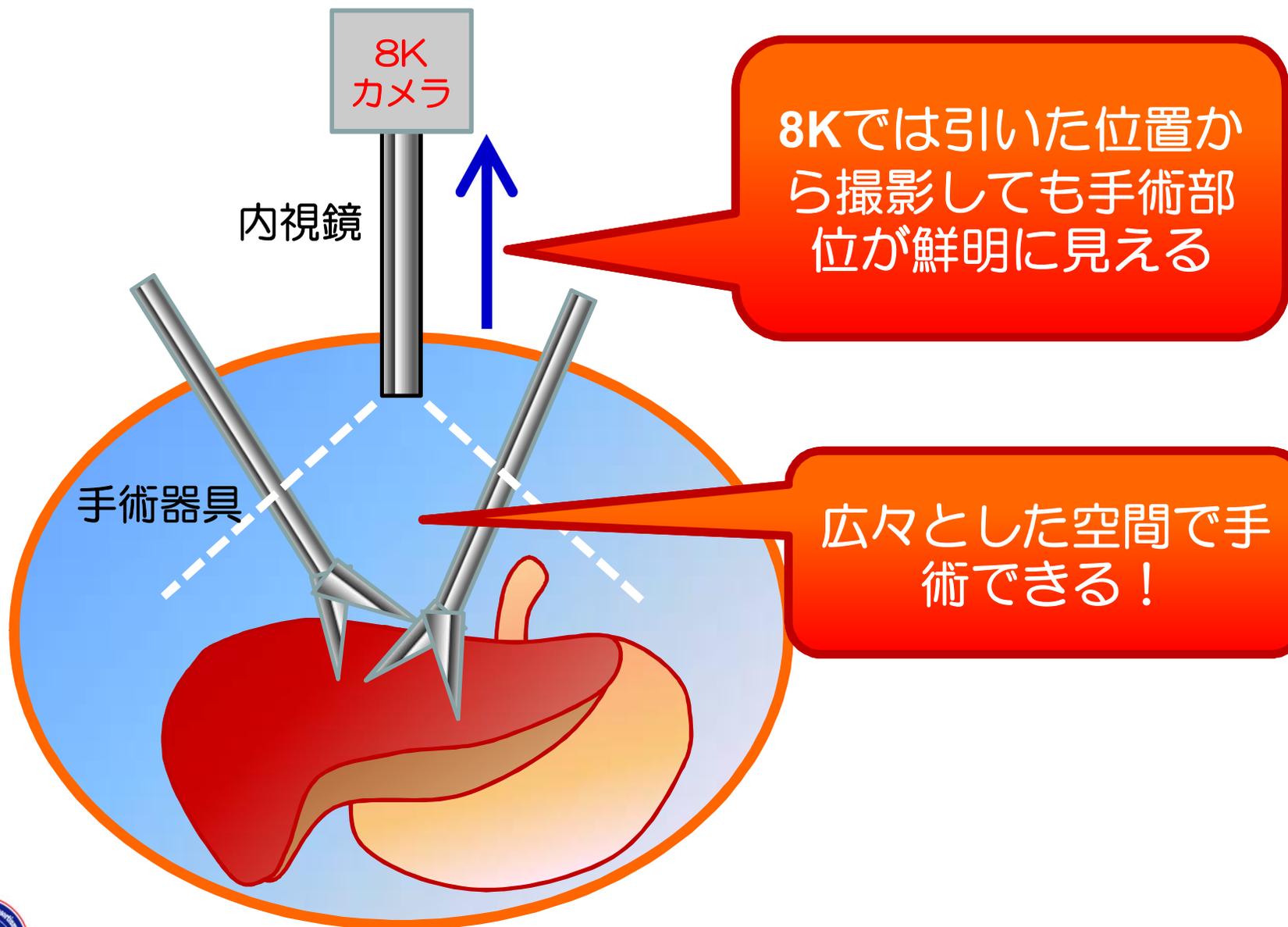


大画面・臨場感

これまで医師がイライラしていたコト

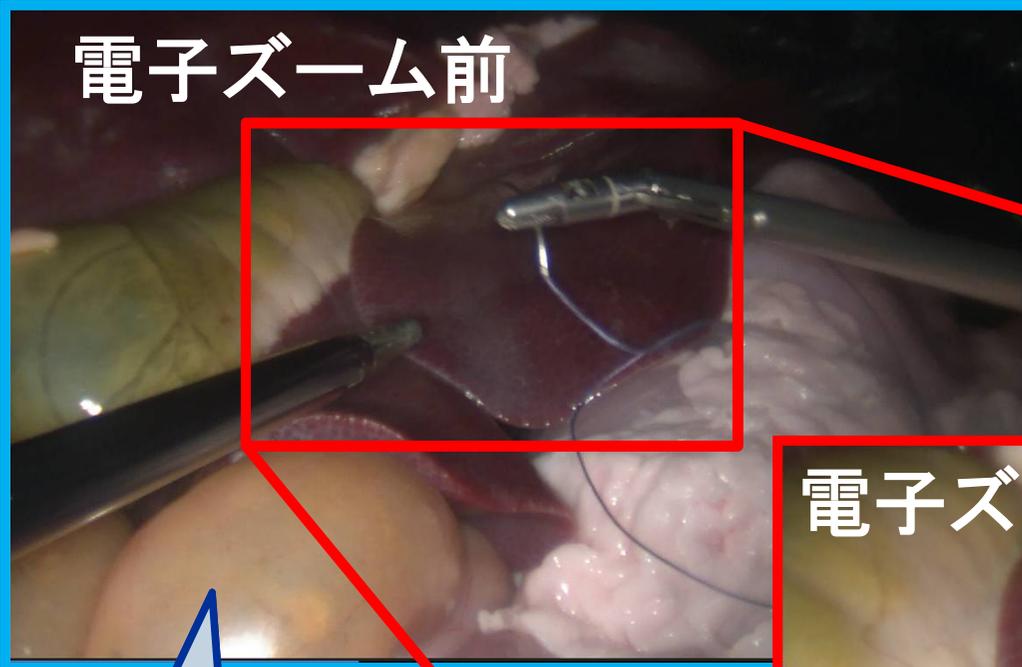


8K適用により新しい手術空間が生まれる



新しい手術空間が生まれた！

電子ズーム前



内視鏡を近づけなくとも細かく見える！

電子ズーム後 (4Kディスプレイ使用時の例)

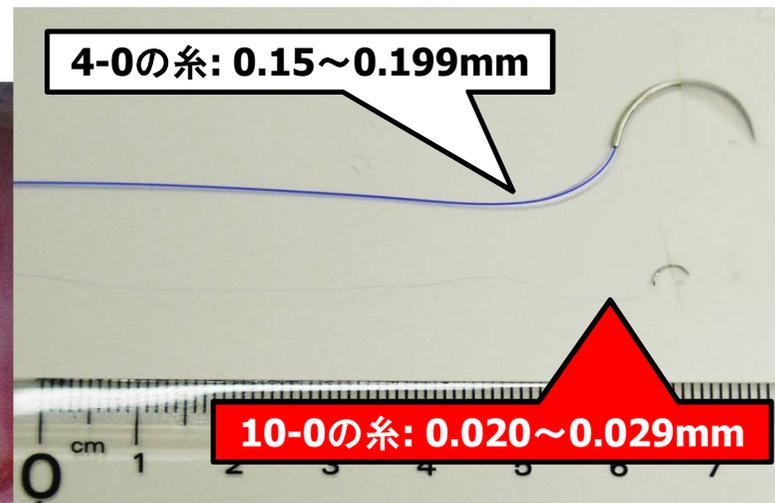


同じ広い手術空間！



肉眼で見づらい極細の糸が内視鏡で見えた！

モニターがTV顕微鏡になる！
(超高精細の効果)



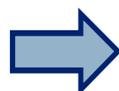
4倍ズーム

8K

中央を切り出し表示(4K相当)

8K遠隔医療・医学教育

遠隔医療
伝送技術



8K国際伝送はロンドンオリンピックのパブリックビューイングなどで実証済み

NHK資料



リンドバーグ手術

(ロボット遠隔制御による手術)



医学教育



従来にない超高精細映像の効果に期待



手術室で何が変わるのか？ (動物実験の結果から)

■ 血管や神経の判別がつきやすくなる

- 微細な血管の脈動まで見える(蛇口医師)
- 血管や神経の吻合(つなぎ合わせ)が容易に(青木医師)
- 腹部だけでなく、心血管外科、整形外科、形成外科、脳神経外科、耳鼻科、眼科領域などの手術も容易に(青木医師)

8K応用の効果
(予測を含む)

■ 臓器の膜構造や組織の表面形状を把握しやすい

- 虚血(局所的な貧血)の判定が容易になる(蛇口医師)
- 一般にわかりづらい臓器と周辺組織(血管や神経、リンパ節など)の境界が判別しやすくなり、重要な部位を傷つけることなく剥離などの操作が容易に(赤星医師、蛇口医師、青木医師)
- がん組織とそうでない部分の見分けが付き、摘出が容易に(青木医師)

■ 管状組織の吻合操作が容易に

- 腸管-膵管吻合、胆管吻合、尿管吻合などにも有効(青木医師)

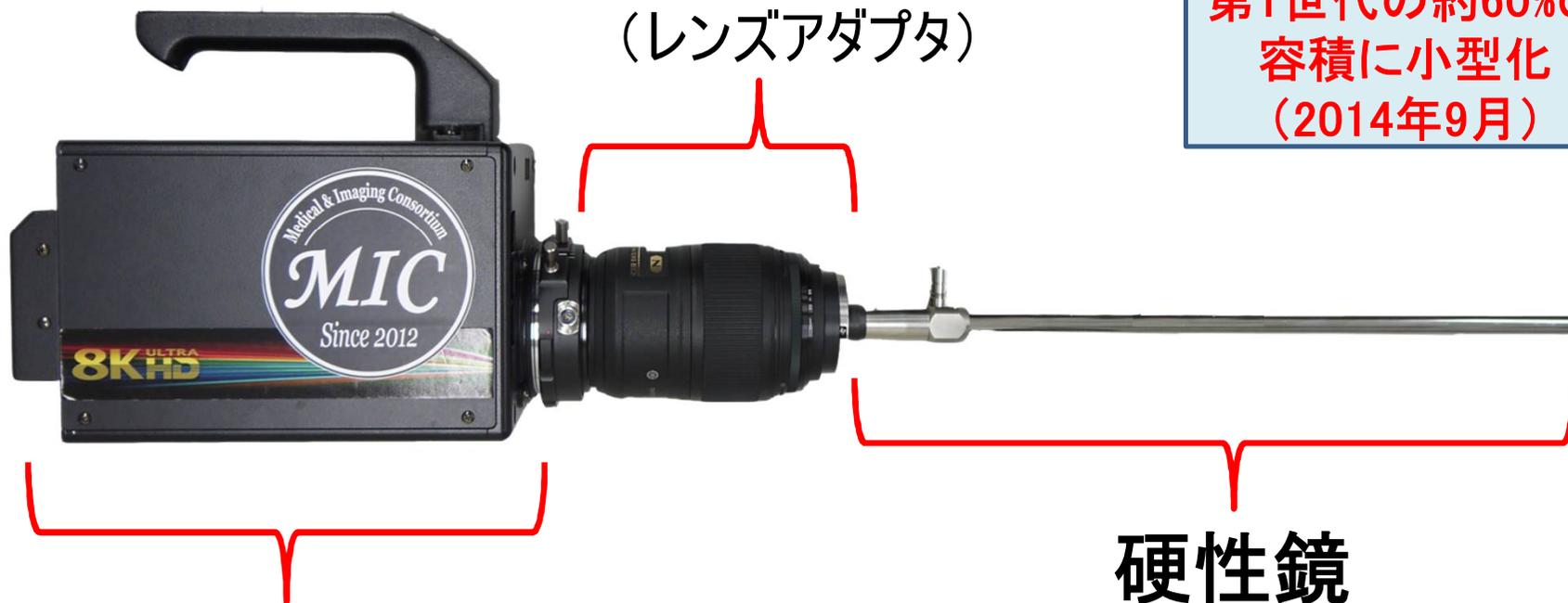
■ 臓器や組織を直接見ているような感覚で手術できる



第2世代8K内視鏡カメラ(臨床研究用)

視野拡大用レンズ
(レンズアダプタ)

第1世代の約60%の
容積に小型化
(2014年9月)



8Kカメラヘッド
2.5インチCMOS撮像素子
単板式3300万画素
(2.2kg、125x130x185mm)

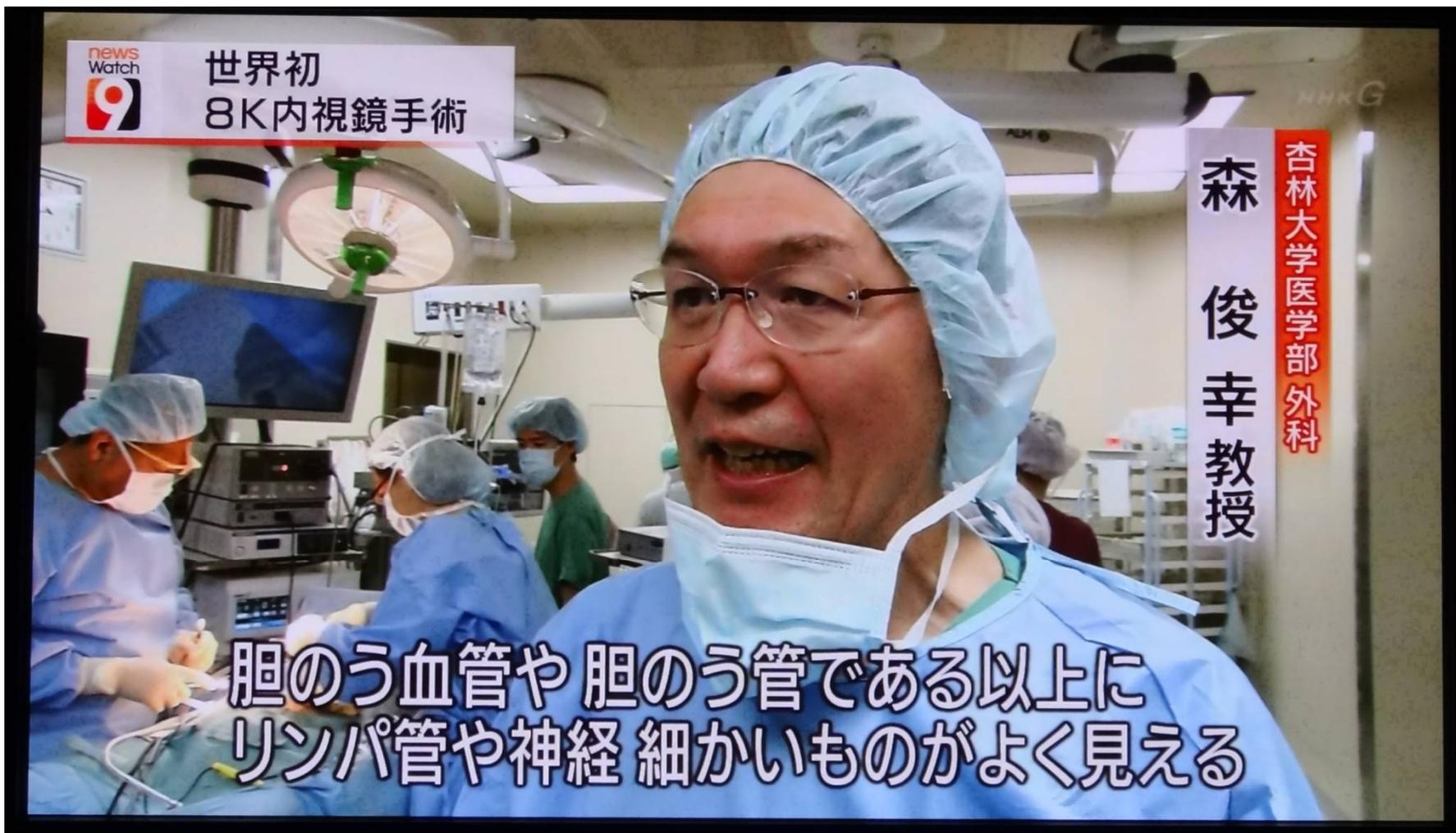
硬性鏡
30°斜視, 外径10mm
レンズ径6mm

70代男性患者二人の胆のう摘出手術を 8K内視鏡カメラを用いて実施



杏林大学医学部附属病院

NHKニュースウオッチ9より(2014.11.10)



杏林大学医学部附属病院

NHKニュースウオッチ9より(2014.11.10)

8K内視鏡の利点と課題(臨床応用後)

○利点

- ・照明が十分な条件では、従来にない極めて鮮明な画像が得られた
- ・立体感・実物感(見た目のリアルさ)に優れていた
- ・目が疲れにくかった

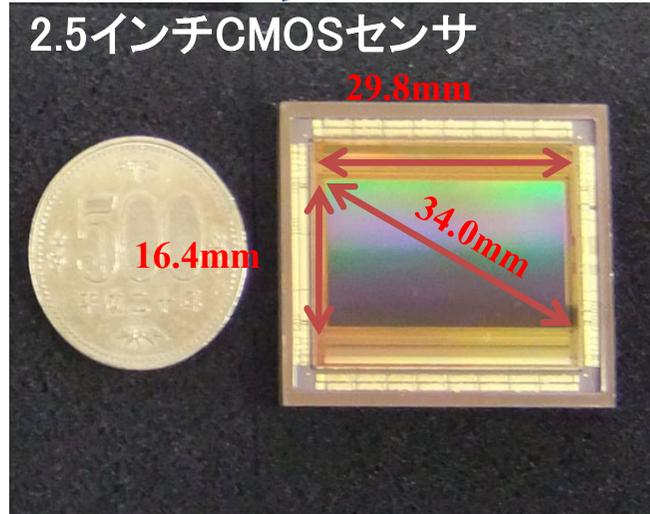
●課題

- ・感度不足であり、暗い場合には色合いにも影響した
- ・カメラヘッドが大きく、手術野に干渉した
- ・カメラヘッドが重く、支えるのが大変だった
- ・画像中心部に比べての周辺部解像度が劣化
- ・ディスプレイを見る位置で、色、コントラストが変化

医療応用(内視鏡手術用)8Kカメラの感度



8Kカメラ(第2世代)



2.5インチCMOSセンサ

29.8mm

16.4mm

34.0mm

2.5インチのイメージセンサを使用

本8Kカメラの感度: 2000 lx F4.8

この感度は2/3インチ系センサ(対角線長11mm)の場合に換算すると 2000 lx F1.6

2/3インチ系センサ使用の放送用ハイビジョンカメラの感度は2000 lx F10

本8Kカメラの感度は、ハイビジョンカメラの約1/40

○新開発の8K用CMOSセンサは感度が約4倍向上との情報

カメラの感度向上を期待

8K内視鏡用(医療用)カメラ



さらに大幅な小型・軽量化が必要！

世界最小・最軽量8Kカメラの開発に成功(2016年5月)



OPIE' 16 メディカル&イメージングEXPO(2016年5月18~20日、
パシフィコ横浜)で世界最小・最軽量の開発8Kカメラを初公開





平成28年7月29日

8K技術の医療への応用に関する実演



説明を受ける安倍総理1



平成28年7月29日

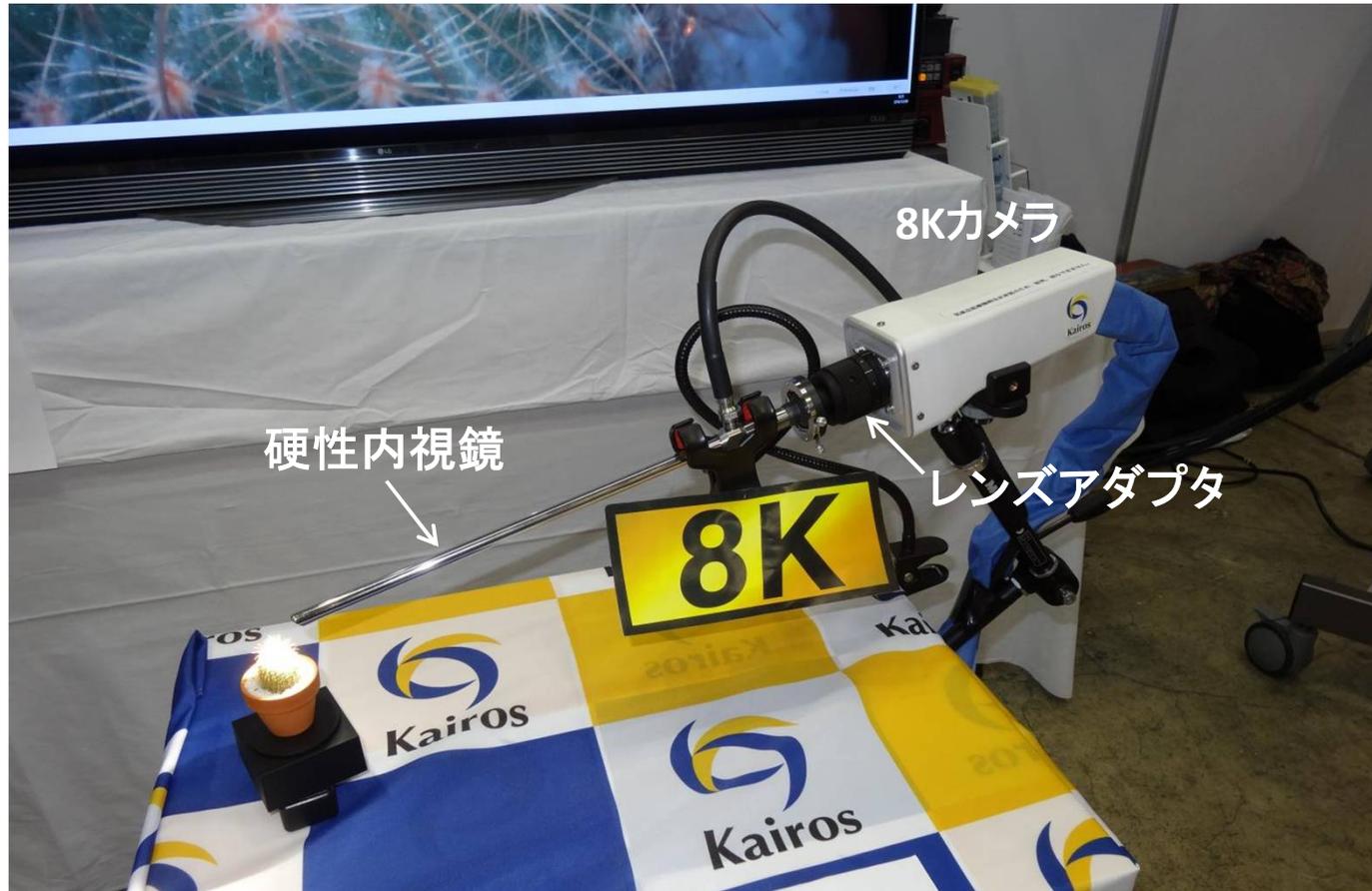
8K技術の医療への応用に関する実演

平成28年7月29日、安倍総理は、総理大臣官邸で8K技術の医療への応用に関する実演に出席しました。

総理は、出席者から説明を受けた後、次のように述べました。

「伊勢志摩サミットの折に、G7の首脳の方々に8Kの実際の画面を見ていただいたわけではありますが、その際、私も実際に初めて8Kを見たと言ってもいいですが、大変景色がきれいだなという程度であったわけでありまして。今日こうして拝見させていただいて、内視鏡の手術を飛躍的に進化させて患者さんの負担も軽くなり、かつ手術の成功率も上げるということを今、実感させていただきました。視野が広がり、肉眼で見るよりも更に細部が確認ができるし、作業もむしろ精密な作業が可能になる。

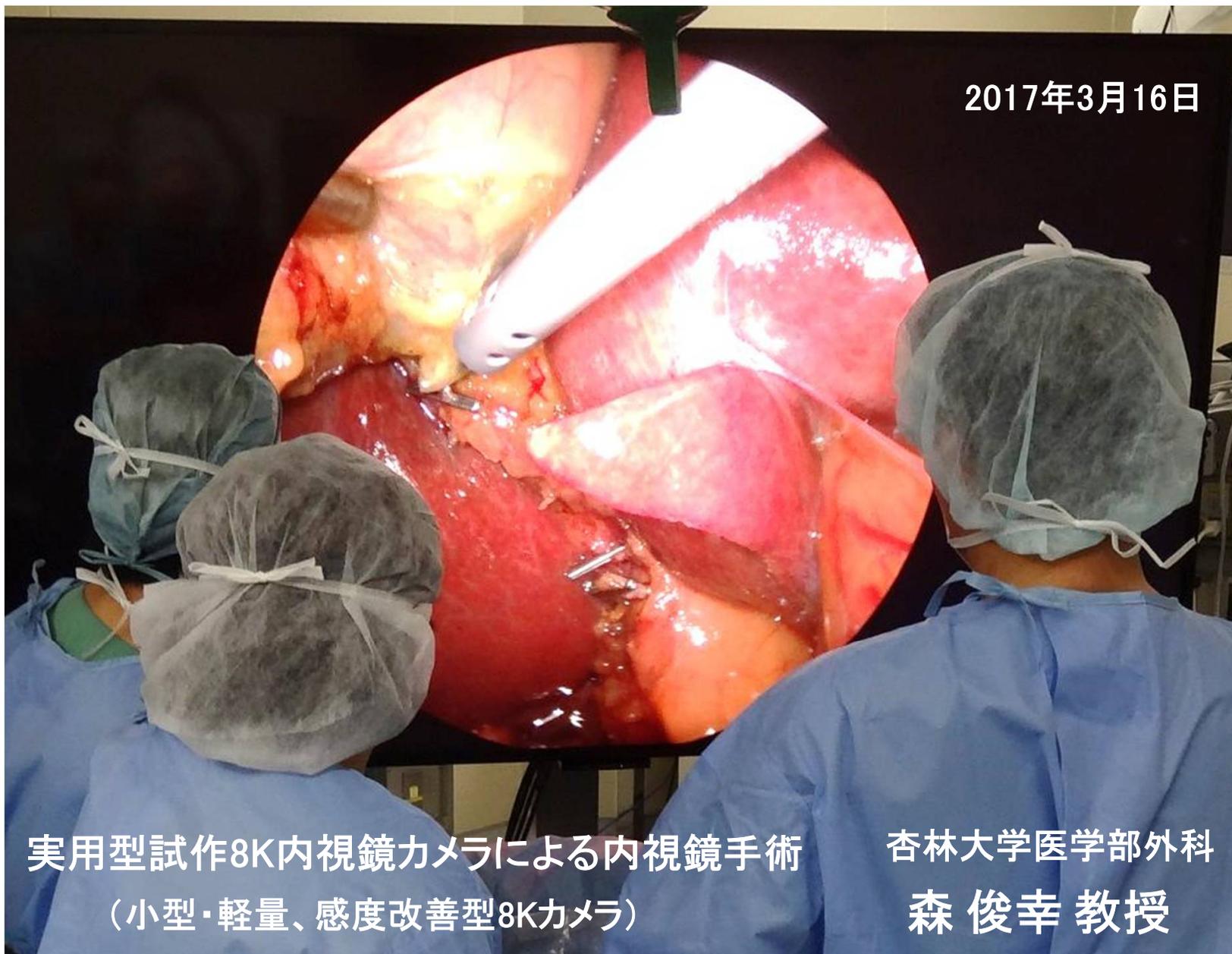
私が今本部長を務めております健康・医療戦略推進本部においても、こうした先端の医療技術をしっかりと戦略的に支援していきたい、こう考えています。それは、国民の医療にとってもそうですし、また国際的に我々のこうした技術を売り込んでいく、これは大きな魅力となっていくんだろうと思っています。これは正に、医療分野あるいは工学分野、そして巧の技術、そうしたものを全て総合した力なんだろうと思います。日本ならではの技術を皆さんと一緒に、更に高次元に高めていきたいと思っていますのでよろしくお願いします。」



実用型試作8K内視鏡カメラ(重量450g、2016年12月2日完成)

日本大学、メディカル・イメージング・コンソーシアム、カイロス(株)による8K内視鏡カメラとそれによる手術映像の展示

(2016年12月8日～10日、日本内視鏡外科学会総会展示会場、パシフィコ横浜)

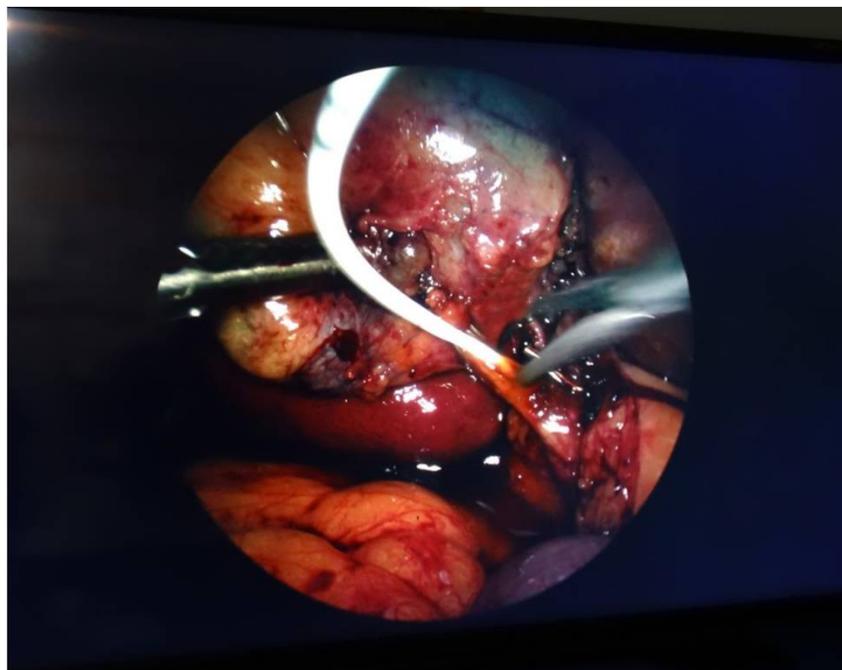


2017年3月16日

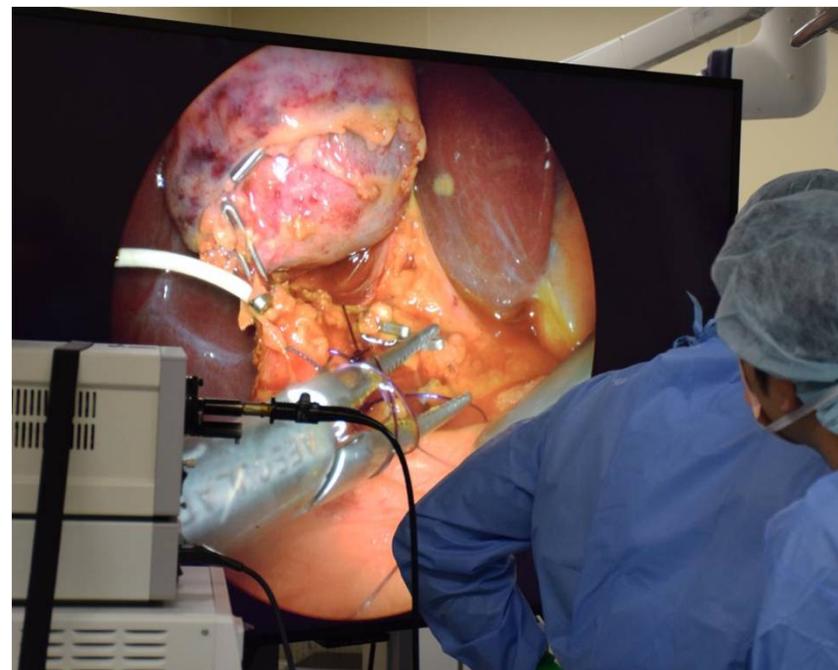
実用型試作8K内視鏡カメラによる内視鏡手術
(小型・軽量、感度改善型8Kカメラ)

杏林大学医学部外科
森 俊幸 教授

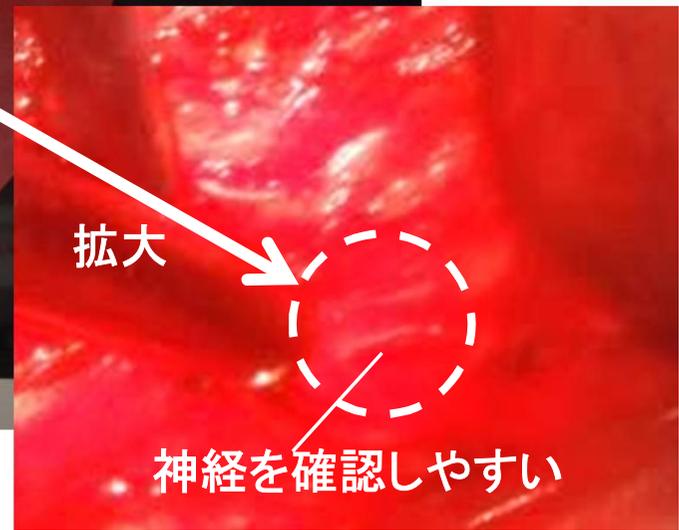
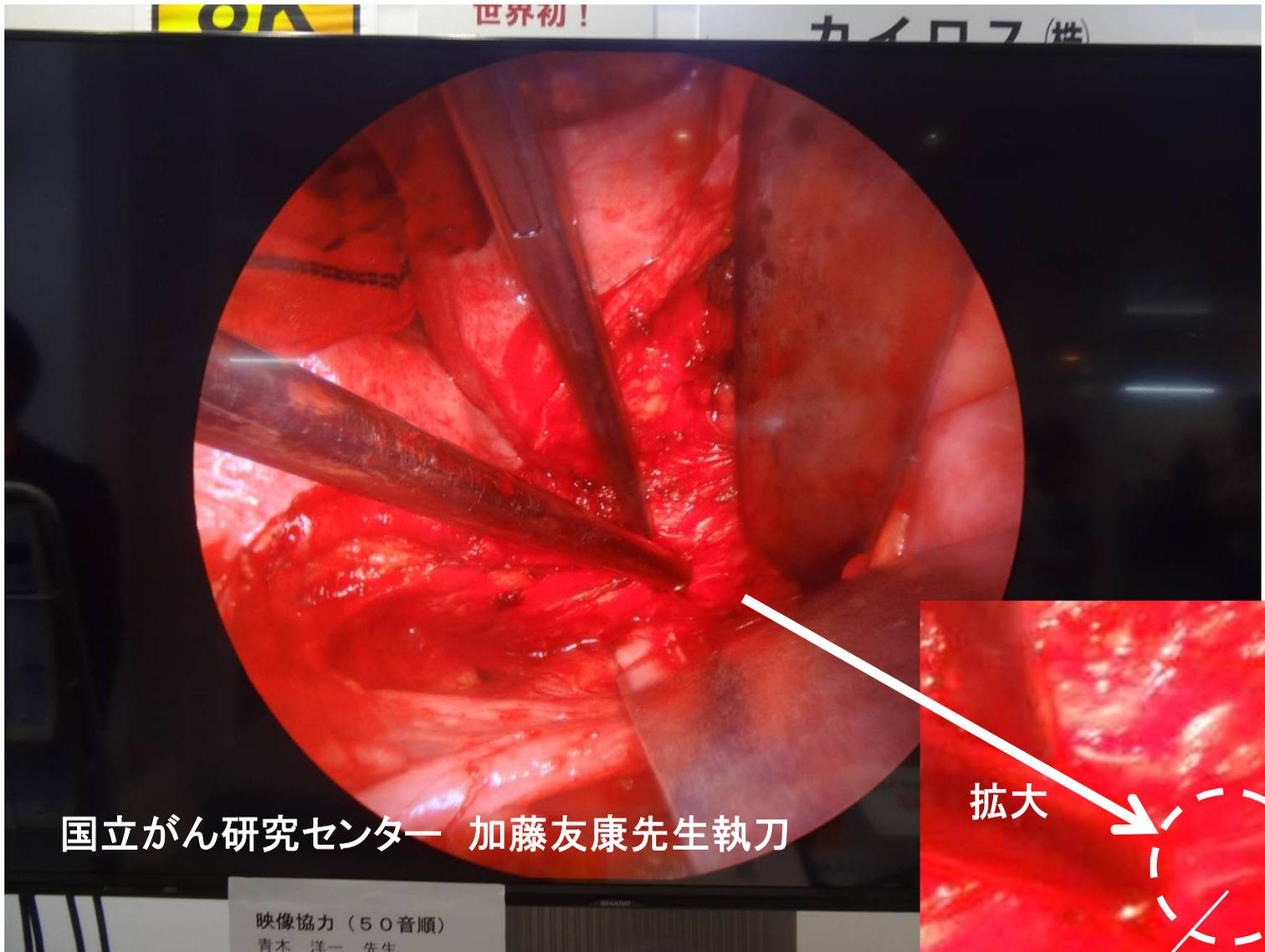
新開発小型8K内視鏡カメラでは**実効感度が約10倍向上**



旧8K内視鏡カメラによる
胆のう摘出手術
(2014年11月10日、杏林大学病院)



新開発小型8K内視鏡カメラによる
胆のう摘出手術
(2017年3月16日、杏林大学病院)





←8K内視鏡カメラ

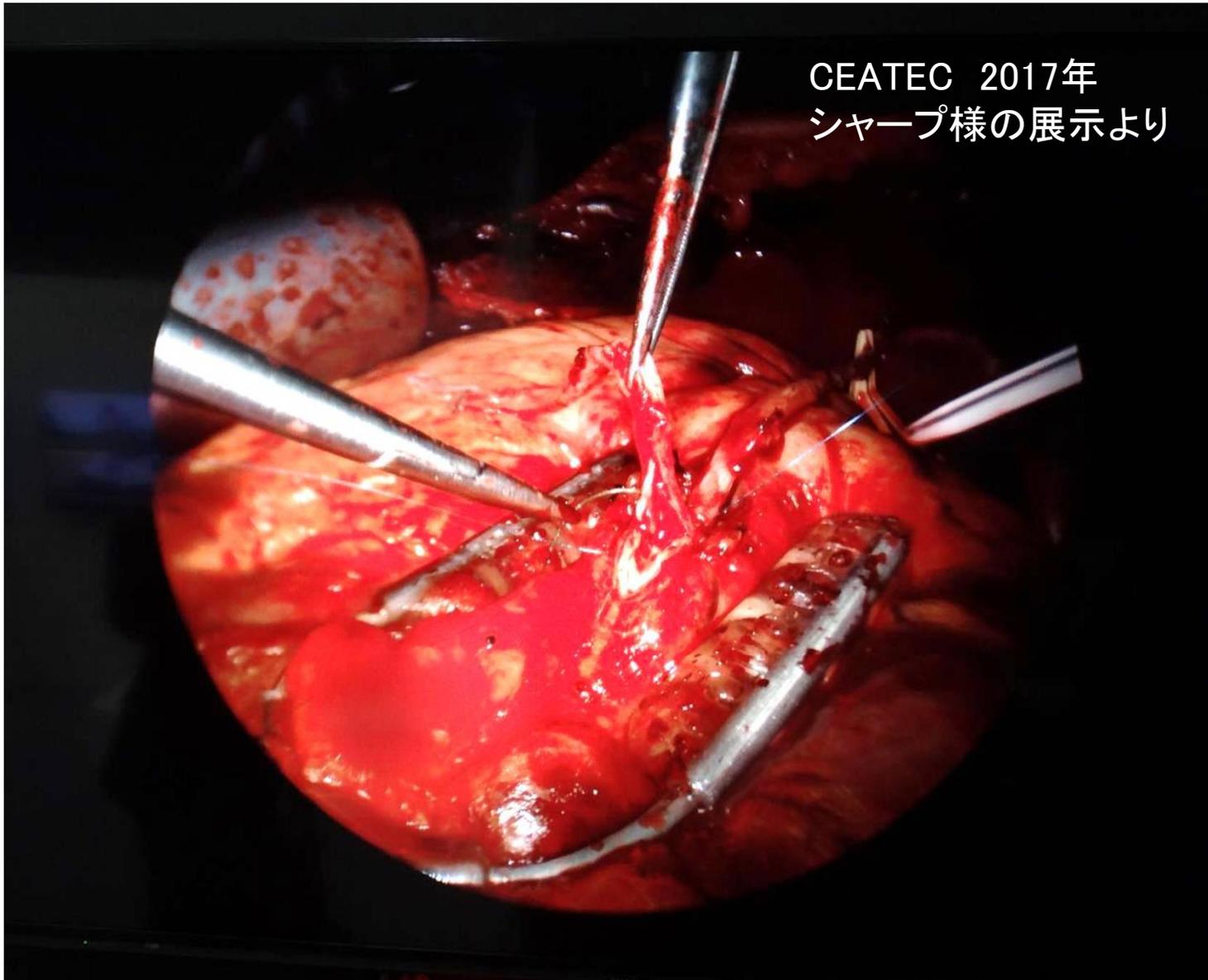


8K内視鏡カメラ

←硬性内視鏡レンズ

2017年6月19日

順天堂大学 順天堂医院 院長 天野篤先生による心臓手術を新開発8K内視鏡カメラで撮影

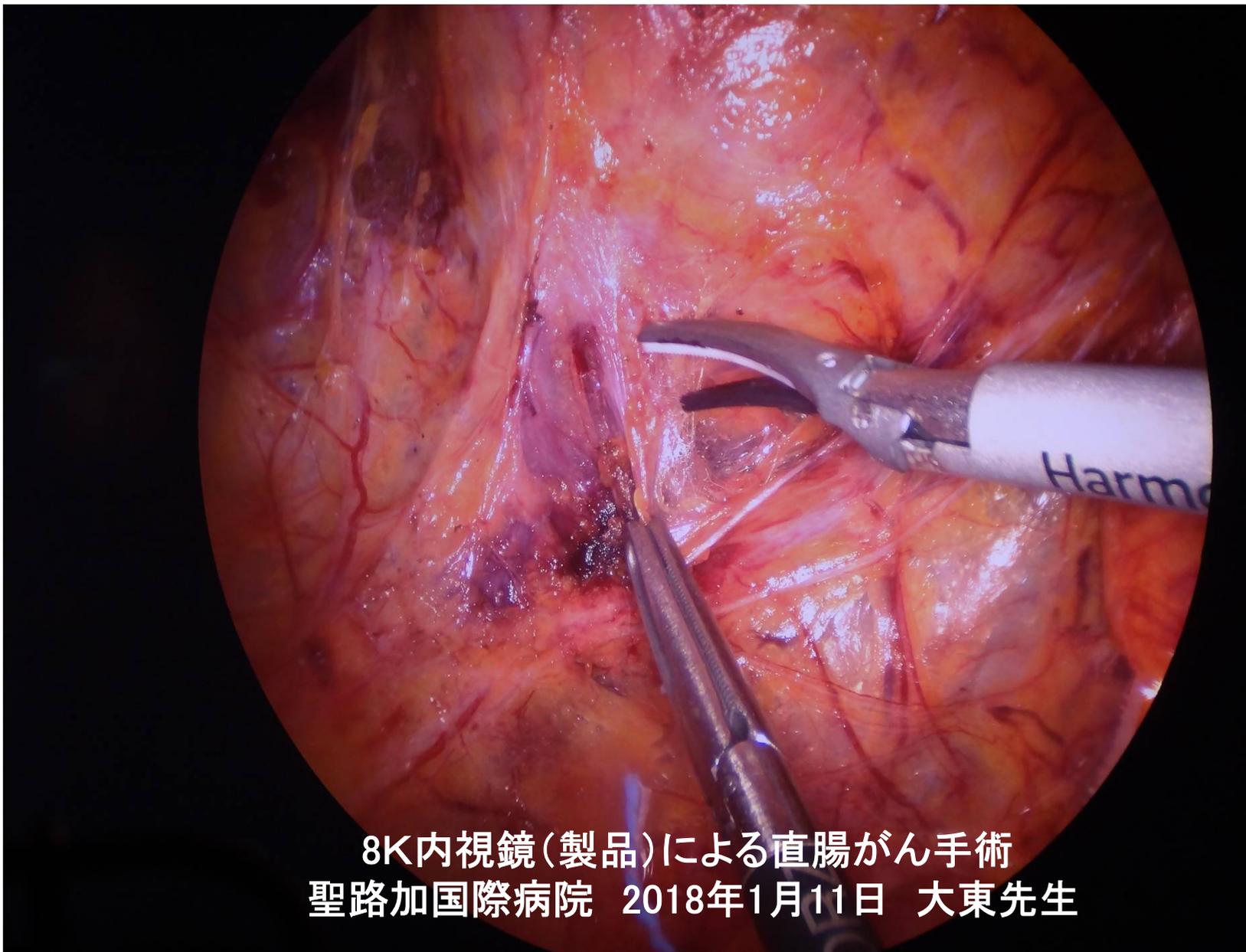


順天堂大学 順天堂医院 院長 天野篤先生による心臓手術を新開発
8K内視鏡カメラで撮影 2017年6月19日

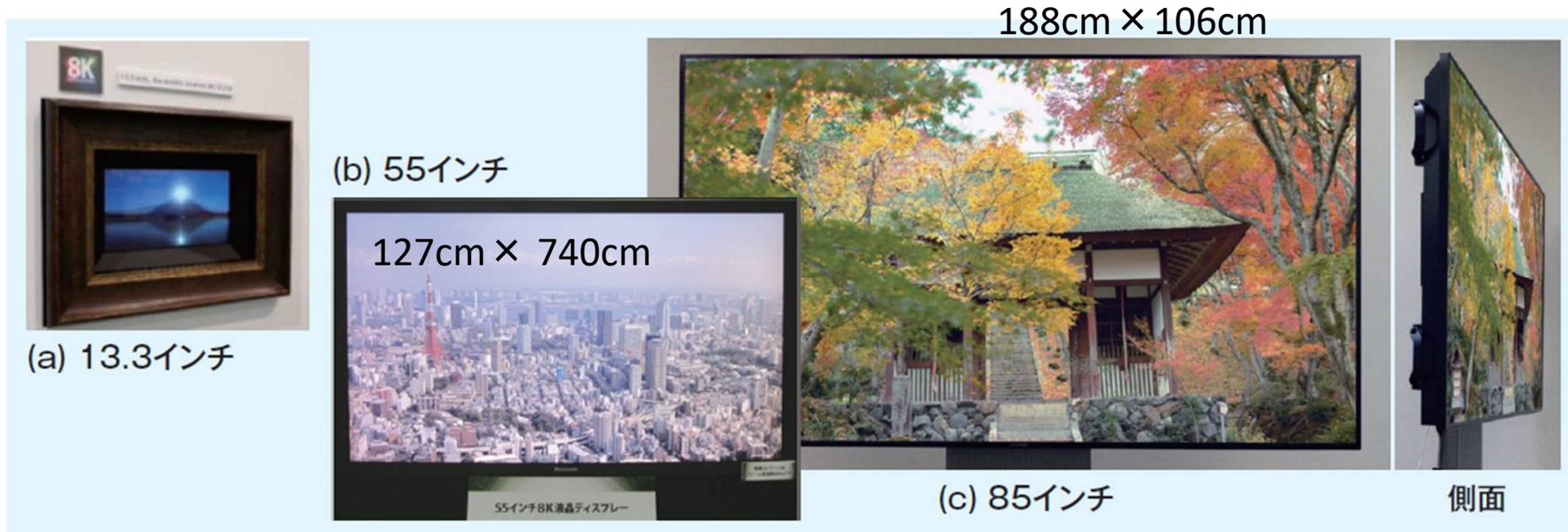
2017年9月29日 世界初の8K内視鏡システムの製品化発表



開発に際して一部、国立研究開発法人日本医療研究開発機構(AMED)からの助成を受けました



8K直視型ディスプレイ



NHK技研 R&D/No.152/2015.8より

このほか17インチ、27インチ、30インチ、70インチ、98インチ、110インチ型などが開発されている。今後様々なサイズの8Kディスプレイが製品化されるとみられる



シャープ70インチ型8Kディスプレイ 153.9cm × 86.6cm

約42.5kg

約470W

2017年6月30日発売

8K手術顕微鏡の臨床応用(眼科三宅病院)



2014年12月5日 眼科三宅病院(名古屋)



©2013-2018 Medical Imaging Consortium. All rights reserved.

第69回日本臨床眼科学会

学会長幹シンプジウムG-3



Late-breaking session

映像技術の 眼科手術への応用

日時 10月24日(土) 15:00~16:30

会場 名古屋国際会議場 第2会場
(1号館4F レセプションホール)

○ガナイザ○

- 三宅 謙作 (眼科三宅病院)
- 北岡 隆 (長崎大)

演 者

- 太田 一郎 (眼科三宅病院)
- 吉田 育弘 (シャープ/大阪大・情報科学)
- 鈴木 潔 (京都大)
- 大野 尚登 (西葛西・井上眼科病院)

ディスカッサント

- 谷岡 健吉 (東京電機大・工学)
- 門之園一明 (横浜市立大・医療センター)
- 山本 哲也 (岐阜大)

○ガナイザ○のこぼ

眼科は病巣部を比較的非侵襲的に直接観察できる専門分野である。このために手術用顕微鏡を含む多くの光学器械が使われている。この共通する欠点は、光毒性、高画質の実験を多人数でリアルタイムに観察できないことなどであった。映像技術特にテレビ映像技術は日本が世界の先頭を走っており、進歩は著しい。

新しいテレビシステムがなぜ眼科を含む医療分野に進出しているのか。高画質すなわちリアリティがあり、加えて高感度3Dシステムを付加した技術が可能であること、大画面で高画質の情報提供は、医学会などの集団教育、研修に適している。さらにテレビ技術独自の圧縮技術、デジタル化などを含む伝送適性、データベース適性、高画質での保存、検索、加工適性などがポイントに事欠かない。本シンポジウムでは従来のいわゆるハイビジョンである2Kの200万画素の約16倍3200万画素を有する8Kスーパーハイビジョンの眼科手術用顕微鏡手術の初回応用について予備的に報告する。ここでは高解像なるがゆえに手術用顕微鏡にそのカメラアダプターの部分に存在する問題、また眼球のいくつかの光学系の収差等を扱うことによる画像劣化と改善の方向性を解説する。今1つは、以前から存在した3D方式で、近年の高画質化とデジタル化による画像の劣化が顕著、種変りし、多方面で再び使用されている。この技術を、顕微鏡手術を中心に眼科手術に使用し、手術教育で大きな成果が期待できる。また3Dモニターを見ながら手術するヘッドアップサージャリーも可能で、困窮を抑えた光毒性の少ない手術の可能性を紹介する。

ハイビジョンの16倍の解像度! 初の超高解像8Kカメラによる眼科手術公開講演



同時開催

85型液晶モニターによる
8K映像上映会

日時: 10月24日(土) 8:30~17:00

会場: 名古屋国際会議場 1号館1F イベントホール
併設器械展示会場内

主催: 第69回日本臨床眼科学会

共催: 一般社団法人 メディカル・イメー징・コンソーシアム / 医療法人南山会 眼科三宅病院
協力: アストロデザイン株式会社 / シャープ株式会社 / 株式会社JVCケンウッド

2015年10月24日(名古屋国際会議場)



約600名の眼科医が参加



8Kカメラの顕微鏡眼科手術への応用等について議論

3D化による8Kヘッドアップサージャリー実現への期待が大



OPIE2017 4月20日(パシフィコ横浜)
MIC、カイロス社展示ブース

55インチ8K液晶3Dディスプレイ展示

パナソニック液晶ディスプレイ社、アストロデザイン社と共同開発

8Kで医療を変える
超・高精細映像がひらく 未来の医療

NHK Eテレより

Eテレ 2017年9月16日放送 TVシンポジウム



NHK Eテレより

Eテレ 2017年9月16日放送 TVシンポジウム

今後の取り組みなどについて

多数の症例による8K超高精細内視鏡の有効性の検証、
8K手術顕微鏡(8K-3D)の開発などを進める

このほか「産総研、光ネットワーク超低エネルギー化技術拠点」との連携による遠隔医療の実験を開始する

8Kの医療、防災、芸術などのさまざまな分野への展開の成功が、8K放送普及の後押しとなる！！

ハイビジョン(2K)の発展は放送分野がリードしたが、8Kはそれとは異なった展開になるとみている





ご清聴有り難うございました

谷岡健吉