

令和5年5月25日(木)
第2回 北海道大学 定例記者会見 資料

日本製手術支援ロボット hinotori™を用いた 遠隔手術の実証研究

「世界初の遠距離ロボット胃切除術のカダバースタディー」



北海道大学

北海道大学大学院医学研究院 消化器外科学教室II

教授 平野 聡

北海道大学病院低侵襲外科診断治療学研究部門

特任教授 海老原 裕磨

2023年5月25日

自己紹介

海老原 裕磨（えびはら ゆうま） 1971年6月14日生まれ

北海道大学病院 低侵襲外科診断治療学部門 特任教授

学会資格

日本外科学会指導医・専門医

日本消化器外科学会指導医・専門医

日本内視鏡外科技術認定（消化器・一般外科）

ロボット外科学会専門医

特許取得

2012-16928 腹腔鏡センチネルリンパ節の検査方法

2013-041538 腹腔鏡

2014-054047 腹腔鏡を用いた検査方法及び検査装置

消化器外科医（低侵襲手術）



高度遠隔医療ネットワーク研究事業

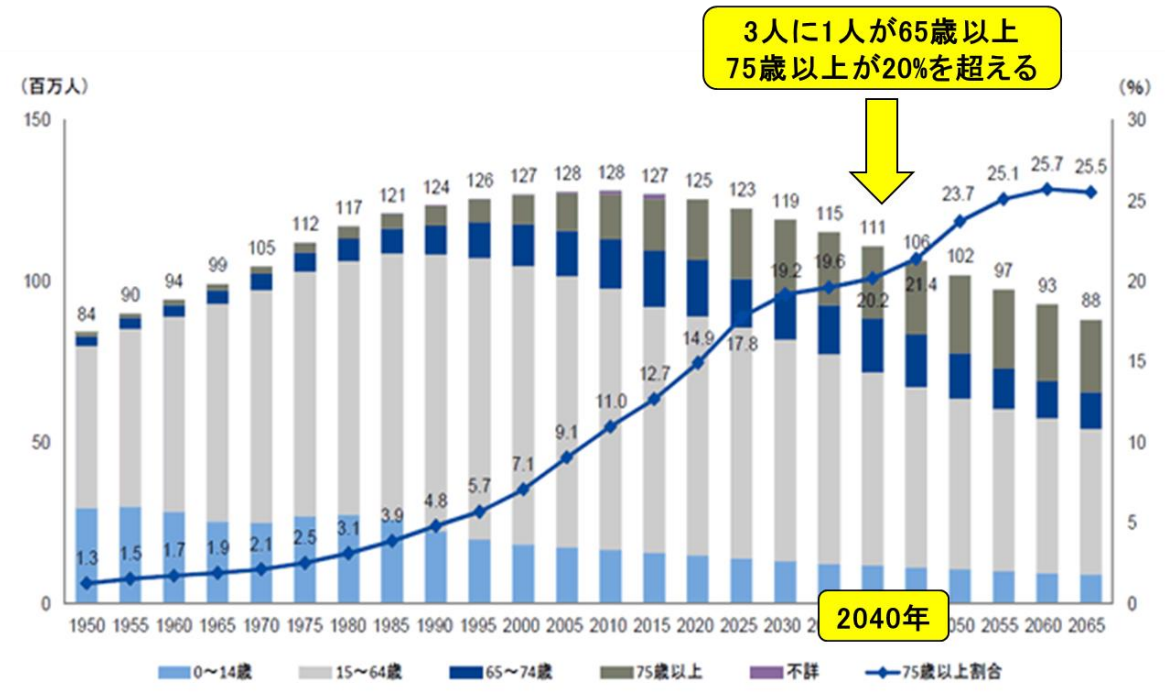
日本医療研究開発機構(AMED)の高度遠隔医療ネットワーク研究事業
「手術支援ロボットを用いた遠隔手術の実現に向けた実証研究」

学会：日本外科学会、日本内視鏡外科学会、日本ロボット外科学会
大学：北海道大学、九州大学、弘前大学、東京医科歯科大学

社会実装へ向けてのガイドラインの策定

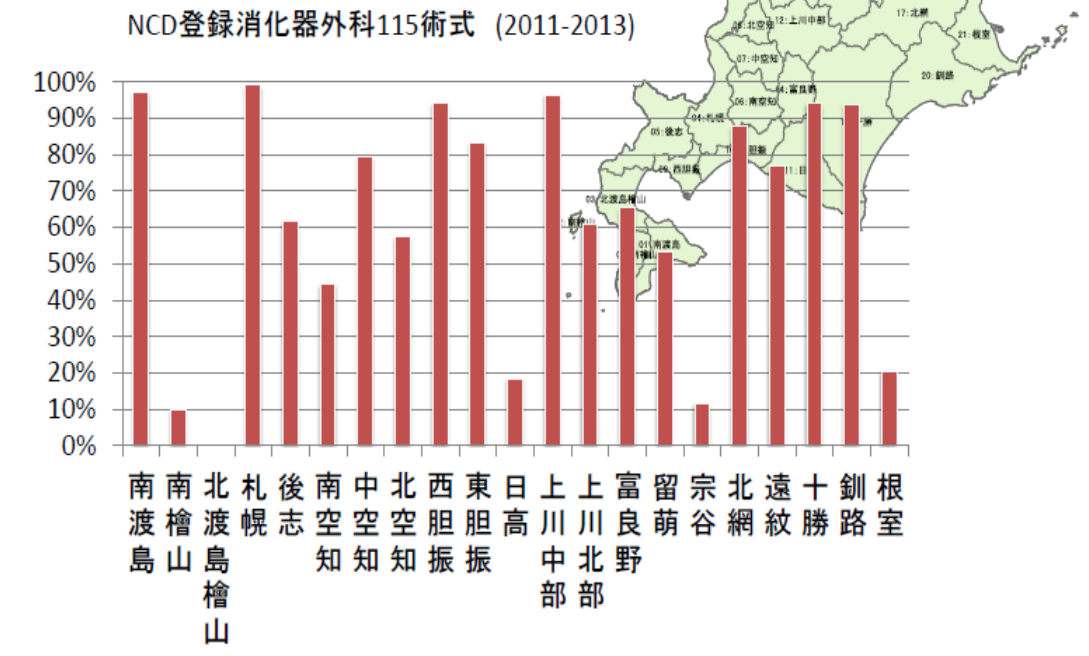
高度遠隔医療ネットワーク研究事業

高齢化社会・地域による医療格差



*内閣府 平成29年版「高齢社会白書」

居住二次医療圏内施設での手術達成率

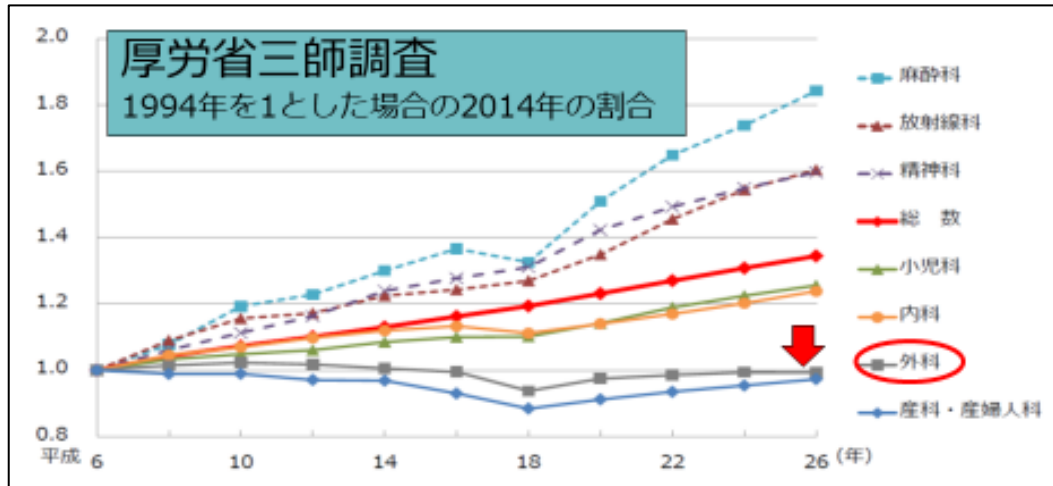


住居地区によって患者さんの人生を全うできない可能性がある。

高度遠隔医療ネットワーク研究事業

地域医療(外科)の問題

外科医師の減少推移*



2020年調査
外科：27,946名
(対1998年度比
-3.2%)

- ①患者(高齢者)人口の増加。
- ②若手外科医の減少と都市部への遍在。
- ③外科修練医師に対する指導体制の不足。



外科医療における地域格差の是正

高度遠隔医療ネットワーク研究事業

医師法第20条について: 対面診療の原則

平成9年12月 「離島・へき地の場合」遠隔診療を認める。
→在宅治療患者が対象

平成27年8月 「離島・へき地の場合」遠隔診療を認める。
→初診・急性期以外が対象

平成29年8月 閣議決定「新しい経済政策パッケージ」
→情報通信機器を用いた診療に関する検討会

平成30年3月 「オンライン診療の適切な実施に関する指針」
→平成30年度診療報酬改定(離島・へき地の文言が削除)

高度遠隔医療ネットワーク研究事業

「オンライン診療の適切な実施に関する指針」の改訂 令和元年7月31日

「情報通信機器を用いた遠隔からの高度な技術を有する医師による手術等」が追加された。

適応対象

高度な技術を要するなど遠隔地にいる医師でないと実施が困難な手術等を必要とし、かつ、患者の体力面などから当該医師の下への搬送・移動等が難しい患者を対象に行うこと。

- ✓ 情報通信機器について、手術等を実施するにあたり重大な遅延等が生じない通信環境を整え、事前に通信環境の確認を行うこと。
- ✓ また、仮に一時的に情報通信機器等に不具合があった場合においても、患者の側にいる主治医等の意思により手術の安全な継続が可能な体制を組むこと。

高度遠隔医療ネットワーク研究事業

現時点で法律上、術者が遠隔地の患者をリアルタイムに直接手術できる状況にある。

- ✓ 日本国内に500台以上の手術ロボットが導入されている。
(国産手術ロボット開発も進んでいる。)
- ✓ 全国を網羅する高速通信ネットワークと情報通信技術の発達

手術ロボットを用いた遠隔手術の可能性。

手術ロボット

ロボット手術件数の推移(日本)

	2016	2017	2018	2019
食道	24	15	158	413
接合部	17	13	42	94
胃	380	320	997	1751
大腸・直腸	255	223	949	2428
肝臓	-	-	14	19
膵臓	3	8	12	26

The 15th National Survey (JSES)

手術ロボット



- 鮮明なハイビジョン3次元画像と拡大視
- 鉗子の関節機能
- 手振れ防止
- Motion scaling (Scaling 1:2-1:5)



術後合併症の軽減

当日投影のみ

当日投影のみ

手術ロボット

デュアルコックピットについて

操作ユニット

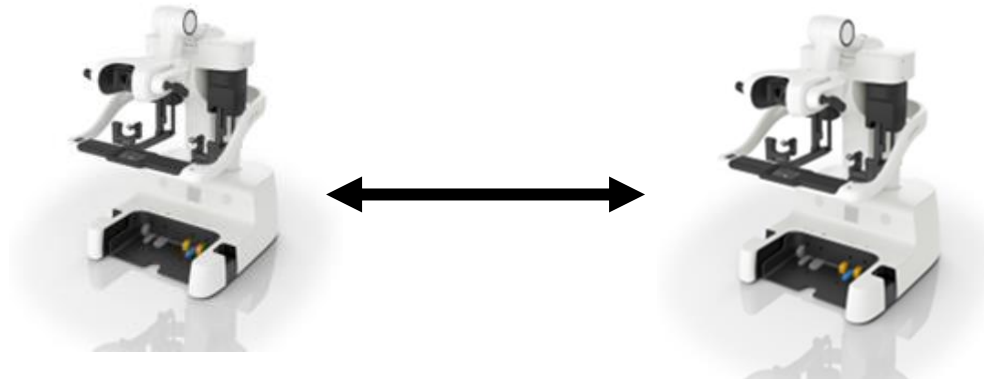


手術室内



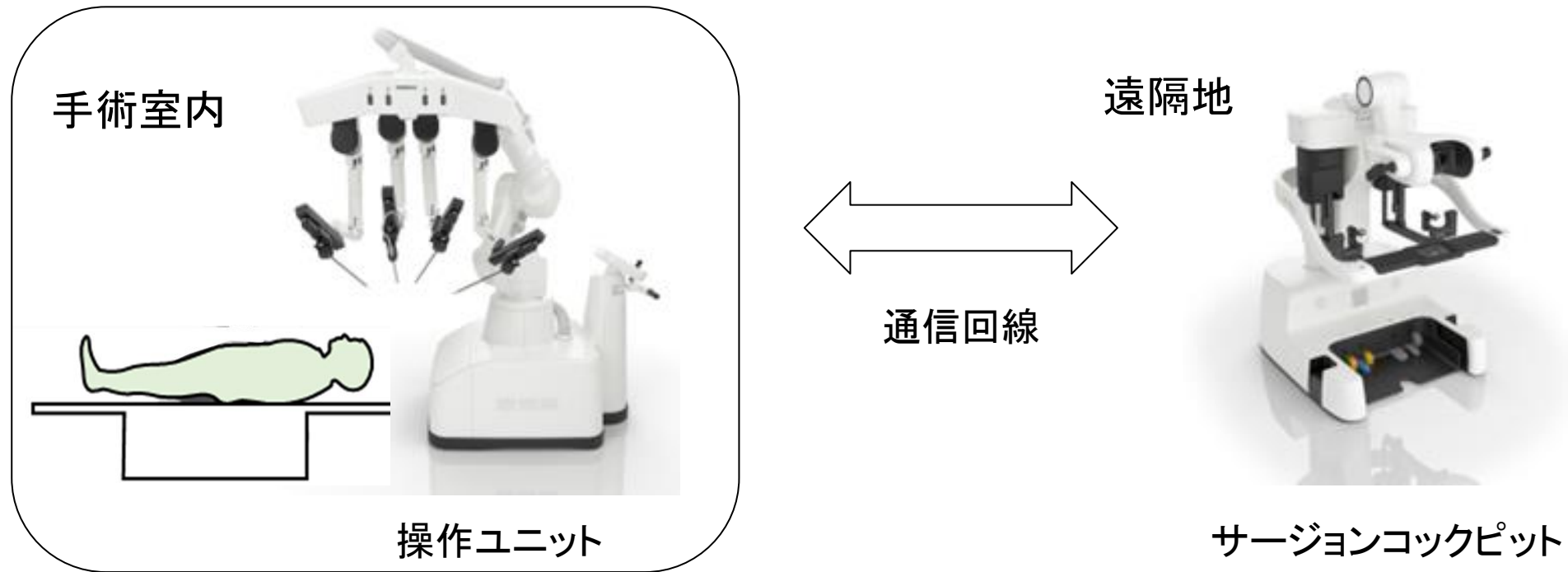
術者コックピット

指導医コックピット



手術ロボット(遠隔手術とは?)

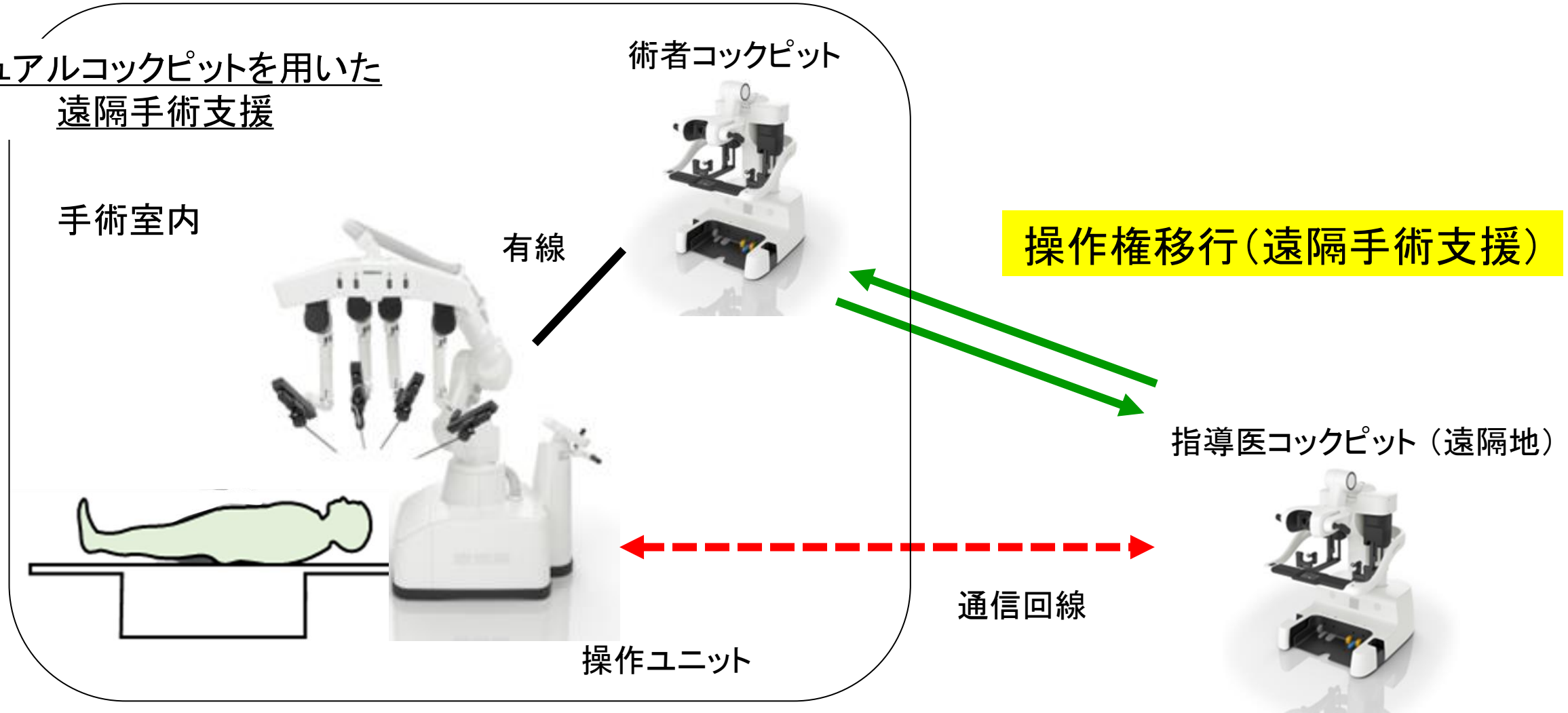
- ・手術ロボットを通信回線で接続し、遠隔操作で手術を行うこと。



hinotori™サージカルロボットにおいて、通信回線を用いた遠隔操作システム導入に向け開発中

手術ロボット(遠隔手術支援とは?)

デュアルコックピットを用いた
遠隔手術支援



高度遠隔医療ネットワーク研究事業

プロジェクトの目的

地域医療(外科)の問題解決

- ① 遠隔手術支援システムによる地域医療格差の是正
- ② 外科修練医師に対する教育の均てん化

社会実装へ向けてのガイドラインの策定

高度遠隔医療ネットワーク研究事業

	実施日	実施地	回線*	ロボット	研究成果・研究内容
第1回	2020.7.31	東京 (Riverfield) 医科歯科大	屋内Emulator	Riverfield	<ul style="list-style-type: none"> 必要帯域の検証 遅延の許容時間の検証
第2回	2021.2.22	弘前大一むつ	G-1Gbps B-1Gbps	Riverfield	<ul style="list-style-type: none"> 通信帯域・必要帯域の検証 通信環境評価(遅延、揺らぎ、時間帯等)
第3回	2021.7.28	九大一北大	SINET	Medicaroid (hinotori™)	<ul style="list-style-type: none"> 通信帯域の検証 通信環境評価(遅延、揺らぎ、時間帯等)
第4回	2021.8.21	弘前大一むつ	G-500Mbps B-1Gbps	Medicaroid (hinotori™)	<ul style="list-style-type: none"> 通信帯域の検証 屋内 vs 遠隔操作比較
第5回	2021.9.18	北大—釧路	B-1Gbps	Riverfield	<ul style="list-style-type: none"> 必要帯域の検証 (手術機器追加) 通信環境評価(遅延、揺らぎ、時間帯等)
第6回	2021.10.23	弘前大一十和田	G-10Mbps B-1Gbps	Riverfield	<ul style="list-style-type: none"> 冗長化検討 (通信遮断実験)・通信暗号化 動物実験
第7回	2021.12.22	神戸 (Medicaroid)	屋内Emulator	Medicaroid (hinotori™)	<ul style="list-style-type: none"> 許容される映像の質・許容遅延時間の検証 動物実験
第8回	2022.3.25	九大一別府	G-40Mbps B-1Gbps	Riverfield	<ul style="list-style-type: none"> アノテーション・デュアルコンソール 動物実験
第9回	2023.3.14	北大—釧路	G-1Gbps	Medicaroid (hinotori™)	<ul style="list-style-type: none"> 通信の暗号化技術の検証 アノテーション・デュアルコンソール カダバースタディー

* G: Guarantee型, B: Best effort型

遠隔手術ガイドライン (2022.6.22公開)



一般社団法人

日本外科学会 JAPAN SURGICAL SOCIETY

セミナー・eラーニング 雑誌 研究・教育 専門医制度 会員手続き

Information

学会からのお知らせ

周知依頼

更新履歴

2022年6月23日 New

令和4 (2022) 年度の外科領域専門研修プログラム一次審査結果について

2022年6月22日 New

AMED高度遠隔医療ネットワーク研究事業の遠隔手術ガイドラインを公開しました。

2022年6月20日 New

eラーニングで配信中の「令和2年度外傷講習会コース1；ダメージコントロール」(単位認定あり)は、2022年6月30日で配信を終了いたします。まだ受講、及び受講証を発行されていない場合は、期間内に対応いただきますようお願いいたします。

2022年6月7日 New

第123回定期学術集会のHPを公開しました。

2022年6月1日 New

教育委員会U-40WGの委員募集を終了いたしました。多数のご応募をいただきありがとうございます。結果発表は6月初旬を予定しています。

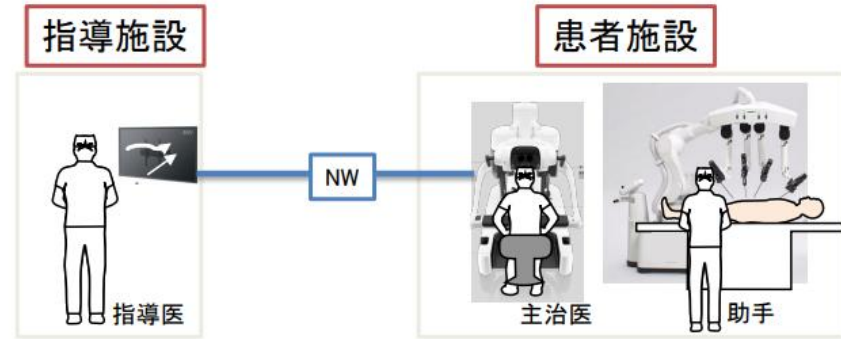
PAGE TOP

遠隔手術の種類

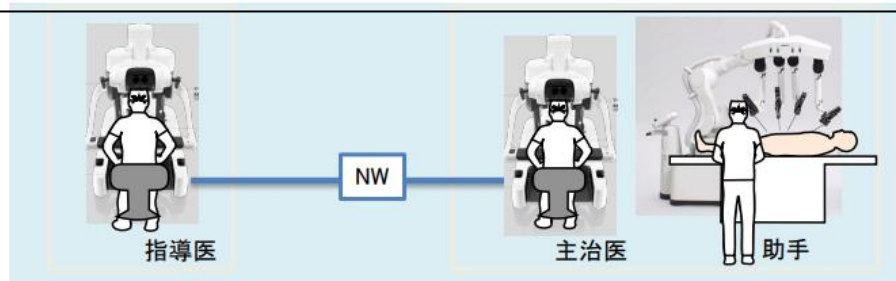
- ①遠隔手術指導 (Telementoring)
- ②遠隔手術支援 (Telesurgical support)
- ③完全遠隔手術 (Full telesurgery)

手術ロボット(遠隔手術とは?)

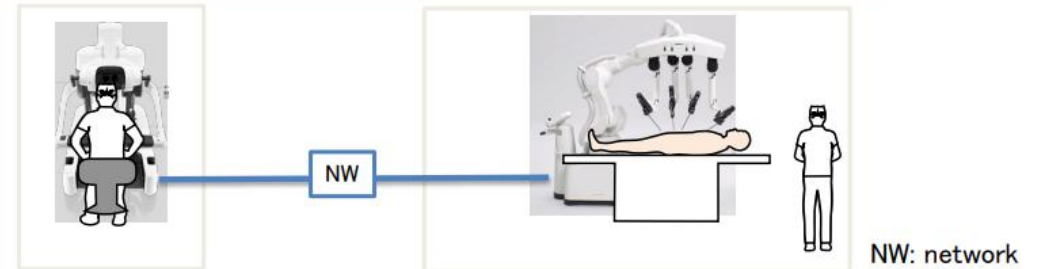
①遠隔手術指導 (Telementoring)



②遠隔手術支援 (Telesurgical support)



③完全遠隔手術 (Full telesurgery)



研究の概要

目的

手術ロボットによる遠隔手術（支援）における通信状況ならびに手術操作の実際を、献体されたご遺体を用いた胃切除術により評価し、社会実装の可能性を検証する。

ご遺体を用いた臨床医学の教育研究(カダバースタディー)

本研究により、ヒトでしか確認できない消化器外科手術手技の遠隔操作(支援)につき、その操作性や通信遅延・通信帯域を確認することができ、手術ロボットによる遠隔手術における安全性の確保に寄与する。

- 北海道大学解剖学教室で管理する遺体(2体)
- 白菊会会員で、ご本人から生前に臨床医学の教育研究に対する遺体使用について同意を得ており、死後に遺族の同意をいただいていること。
- 北海道大学病院 生命・医学系研究倫理審査委員会の承認(022-0363)を得て施行された。
- 本研究は、「臨床医学の教育及び研究における死体解剖のガイドライン」ならびに「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」を遵守して施行された。

研究施設(北海道大学医学部内)

遺体固定法の改良により通常手術と同様の剥離、切離操作が可能

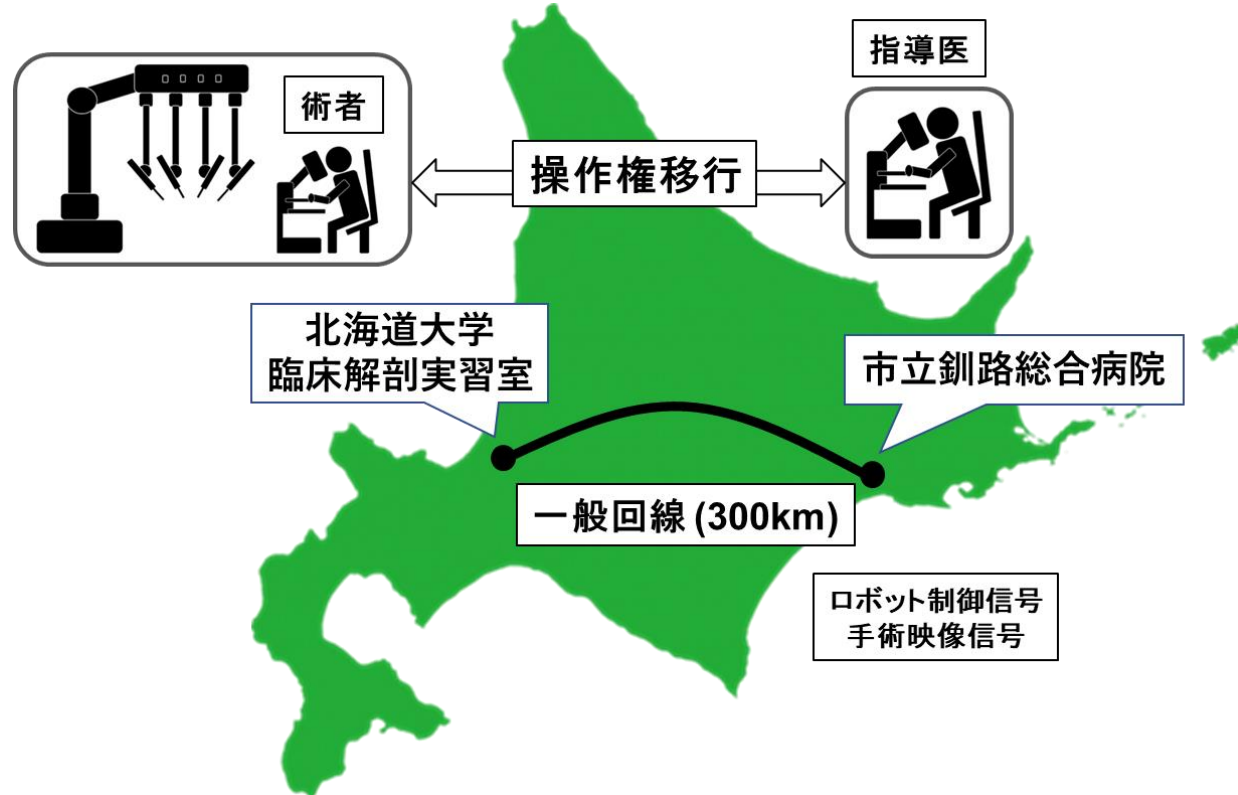


先端医療技術教育研究開発センター:
臨床解剖実習室 CAST-Lab.(2022年4月～)

当日投影のみ



研究の概要



概要

- CAST-Lab.と市立釧路総合病院を一般回線で接続し手術ロボットを操作
- 献体を用いた遠隔ロボット操作による胃切除術の実証研究(カダバースタディー)
- 遠隔手術・操作権移行による遠隔手術支援
- 施行時間と操作性を評価

北海道大学病院生命・医学系研究倫理審査委員会承認 (022-0363)

研究の概要

検証方法

- ① 胃臓器モデルを用いた遠隔手術ならびに遠隔手術支援
- ② 献体を用いた遠隔操作による幽門側胃切除術・遠隔支援による胃全摘術

評価項目

- 手術完遂時間・通信遅延時間・通信帯域
 - デュアルコックピットを用いた模擬手術の実施における操作性の評価
- ①技術評価 (GEARS, GOALS), ②使いやすさ評価 (RUS, SUS), ③術者疲労度(PFS-12)

研究の方法

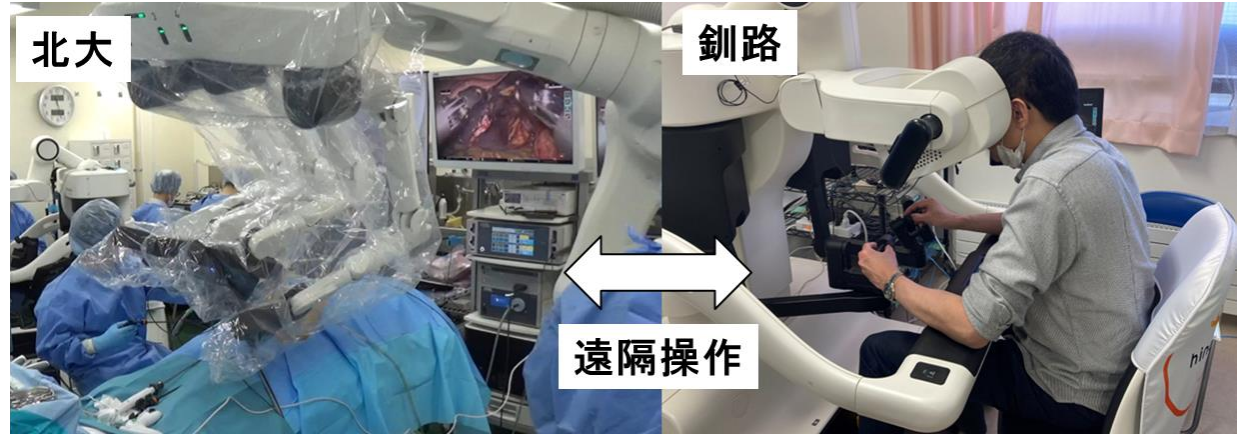
hinotori™ (メディカロイド社)



操作ユニット

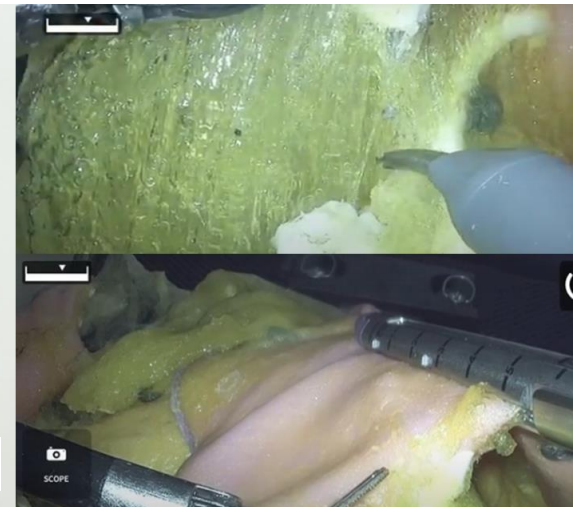


術者コックピット



胃臓器モデル

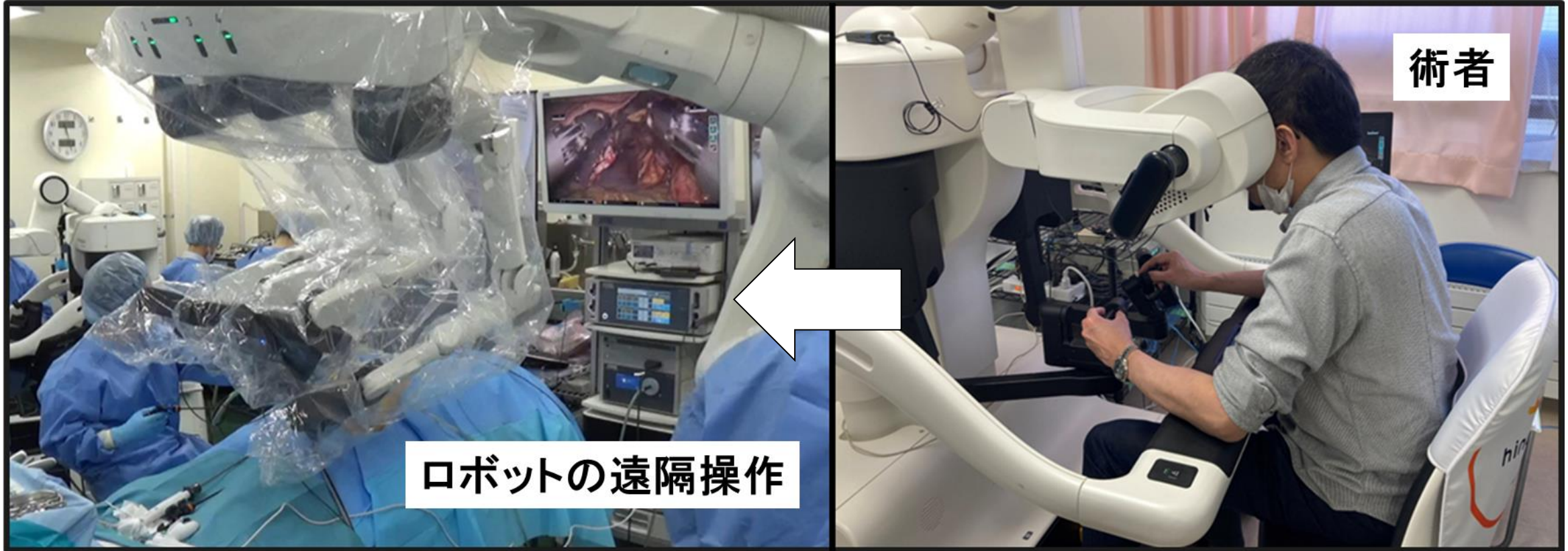
ファソテック社



研究の方法(遠隔手術)

CAST-Lab. at HU

KCGH

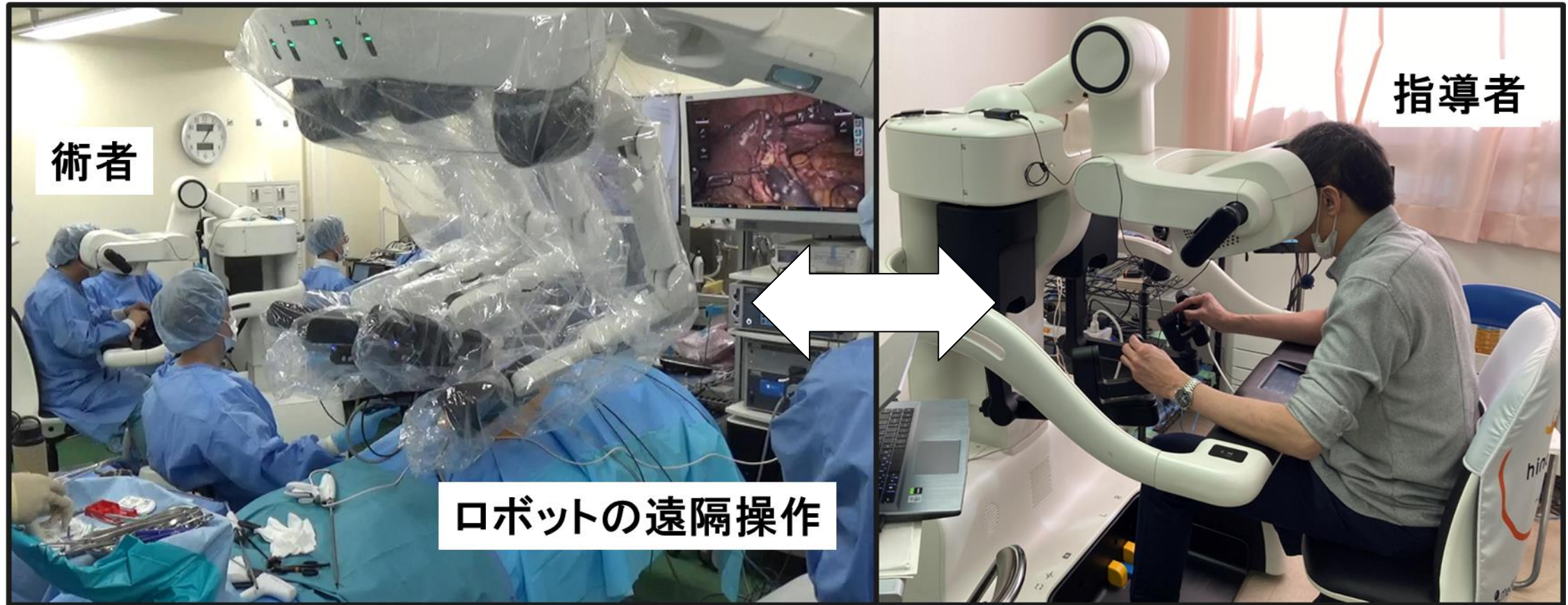


HU:北海道大学、KCGH:市立釧路総合病院

研究の方法(遠隔手術支援)

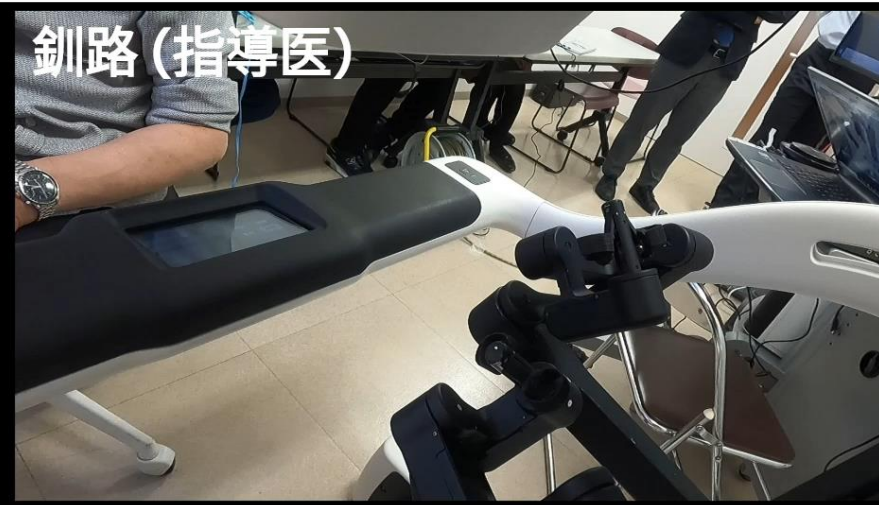
CAST-Lab. at HU

KCGH



HU:北海道大学、KCGH:市立釧路総合病院

胃臓器モデルにおける遠隔手術支援



ロボット胃切除術のカダバースタディー

遠隔操作による幽門側切除術(カダバー)

当日投影のみ

遠隔操作による幽門側切除術(カダバー)

当日投影のみ

遠隔手術支援による胃全摘術(カダバー)

当日投影のみ

遠隔手術支援による胃全摘術(カダバー)

当日投影のみ

結果

	胃モデル		カダバー	
	遠隔手術	遠隔手術支援	遠隔手術	遠隔手術支援
手術時間(分)	150	166	199	204
画像評価*	5	5/5	5	5/5
技術評価				
GEARS	30	25	28	23
GOALS	25	20	25	20
使いやすさ				
RUS*	38	36/40	34	34/27
SUS*	36	33/40	40	33/37
疲労度				
PFS-12*	26	19/17	26	10/22

*術者/指導者

結果

- 全ての作業工程において通信は安定しており、画像劣化・動作トラブルは認められなかった。
- 遅延(RTT)は平均40 ms (36.5–55 ms)。
- 通信帯域は、140–150Mbps (IPsecなし:142.5Mbps、IPsecあり:147Mbps)。
- 手術時間は、遠隔手術(幽門側胃切除術)199分・遠隔手術支援(胃全摘術)204分。
- 技術評価(GEARS, GOALS)、使いやすさ評価(RUS, SUS)、術者疲労度(PFS-12)は、通常手術とほぼ同等。

まとめ

- 世界初の遠距離ロボット胃切除術のカダバースタディーを行った。
- 国産手術ロボットが、一般回線で約300kmの距離間を接続した場合でも
現地と同等のロボット操作が可能である。
- 遠隔地からのロボット手術(支援)が安全に実施可能である。

今後の展開

- 手術ロボットを用いた遠隔手術支援の臨床試験にむけ、準備を進めている。
- 具体的な対象疾患や術式などの詳細な適用対象につき、各学会がガイドラインなどを作成する。
- 北海道の地域医療や医療過疎地域に貢献する。