

令和 4 年 5 月 27 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K03004

研究課題名（和文）早期胃癌診断の国際遠隔医療教育における内視鏡画像品質の基準策定

研究課題名（英文）Standardization of Endoscopy Image Quality for International Telemedicine Education on Early Gastric Cancer Diagnosis

研究代表者

上田 真太郎（Ueda, Shintaro）

九州大学・大学病院・学術研究員

研究者番号：10823445

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：早期胃癌診断には高精細な内視鏡画像を用いることが重要となるが、このような内視鏡画像を国際遠隔医療教育において正常に配信するには多くのデータ量を要し、ネットワークが十分に整っていない海外の施設に配信する際、画像を圧縮して転送する必要があるが、過剰な圧縮は画像品質を劣化させ診断の妨げになる。そこで、本研究では、国際遠隔医療教育において早期胃癌診断を議論するのに最低限必要な内視鏡画像品質の基準を策定した。実際には早期胃癌診断で必要となる「病変の範囲診断」や「病変表面の粘膜構造や血管構造」を認識するためにそれぞれの必要な内視鏡画像の解像度とネットワークのビットレートの関係を明確にし、実運用で検証した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、九州大学病院に勤務している多数の内視鏡専門医の意見に基づき、送信側からみた早期胃癌診断のための内視鏡画像品質の基準を定めると同時に、受信側の理解度を調査することで、効率的かつ有効な国際遠隔医療教育のための内視鏡画像品質を策定した。これにより早期胃癌診断をトピックとした国際遠隔医療教育において必要とされるある一定の画像品質の内視鏡画像を用いた議論が確保され、日本の早期胃癌診断学の確立が世界中へ拡がり、胃癌死亡率の減少への貢献が期待されることが本研究の学術的意義や社会的意義になる。

研究成果の概要（英文）：It is essential to use high-definition endoscopy images when diagnosing early gastric cancer. Such endoscopy images require much network bandwidth when transmitted during international telemedicine education conferences, thus images must be compressed for transmission to overseas institutions with insufficient networks. However, excessive compression degrades the image quality and hinders diagnosis. Therefore, in this research, we developed the minimum endoscopic image quality standards required to discuss early gastric cancer diagnosis in international telemedicine education. To be specific, we clarified the relationship between the resolution of endoscopic images and the bit rate of the network, necessary to recognize "diagnosis of lesion extent" and "mucosal and vascular structures on the lesion surface," which are required for the diagnosis of early gastric cancer.

研究分野：遠隔医療教育

キーワード：国際遠隔教育 早期胃癌 画像品質

## 1. 研究開始当初の背景

胃癌の死亡率は全世界の全悪性腫瘍による死亡率の中で第3位を占めるが、日本では1968年をピークにその後減少傾向に転じている。その大きな要因は早期胃癌診断率の向上と考えられており、日本では胃癌の約7割は早期で発見される。一方、世界では胃癌の殆どが進行癌で発見されるため胃癌の罹患率と死亡率がほぼ同等であり、早期胃癌に対する知識や経験が乏しいため多数の早期胃癌症例が内視鏡検査中に見逃されていると推察される。日本の早期胃癌診療は洗練された高品質の内視鏡画像を基に多数の医師が多くの年月を掛けてディスカッションを重ねて築き上げた診断学が基盤にあり、若い世代にその診断法を習得させるべく早期胃癌の診断法に特化した研究会や症例検討会が既に30年以上に渡って開催され、正確な胃癌診断法が日本の隅々にまで定着してきた歴史がある。

これまでも日本の早期胃癌診断法を学ぶため、海外、特に胃癌罹患率の高い東アジアやロシアを中心に外国人医師が来日、または日本人医師が渡航するといった指導が行われてきたが、限られた地域における少人数を対象とした断続的な教育法には限界があった。しかし、近年のICTの技術革新に伴い医療分野でも多国間を接続する国際遠隔医療教育が実用的になり、日本から世界へ向けて早期胃癌の内視鏡所見の特徴を発信することで、その知識と経験を国際間で共有することが可能となった。

有用な国際遠隔医療教育には高品質の内視鏡画像を用いたディスカッションが必須であるが、早期胃癌診断に関する国際遠隔医療教育における内視鏡画質の基準は明確でない。高精細な内視鏡画像はデータサイズが大きいため、地域や施設の要因でネットワーク帯域や機器などに制限がある場合には映像や音声の通信が不安定となり、良好なディスカッションを行うことが困難になる。これを避けるために送信元が圧縮した内視鏡画像を伝送する必要があるが、過剰な圧縮は画質の劣化をきたし内視鏡画像を中心としたディスカッションの妨げになる。すなわち、伝送する内視鏡画像の圧縮率と、早期胃癌の特徴を正確に伝えることができる画質のバランスが大変重要となる。

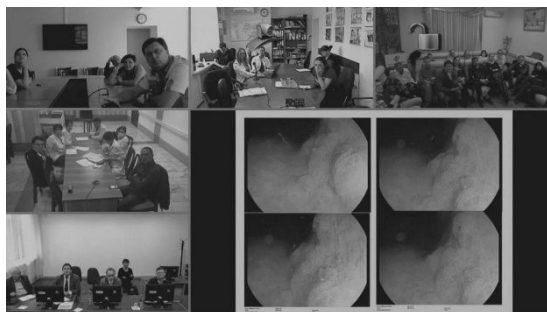


図1. 早期胃癌に関する国際遠隔教育の様子

そこで本研究では、早期胃癌が呈示された内視鏡画像を様々な圧縮率で調整し、これらを日本人医師および外国人医師により専門的な目で評価することで、円滑かつ質の高い早期胃癌に関する国際遠隔教育を提供するための内視鏡画像品質の基準を策定する。本研究の結果を基にして、日本の早期胃癌診断法を情報通信環境が乏しい国へも効率的に拡げることが可能となり、世界における早期胃癌の診断率向上、ひいては胃癌死亡率の減少に貢献することが期待される。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、円滑かつ質の高い早期胃癌に関する国際遠隔医療教育を提供するための内視鏡画像品質の基準を策定することである。

## 3. 研究の方法

本研究では日本人内視鏡医と綿密に連携し、早期胃癌診断に関する効果的な国際遠隔教育に必要とされる内視鏡画像品質の基準を決定し、それらを実際の国際遠隔医療教育に用いて外国人医師の理解度を調査した。3年間のスケジュールを準備、基準策定、実証の3つのフェーズに区分した。

・準備(上田・森山)

実臨床で撮影された早期胃癌を撮影した内視鏡画像を用いて、画像品質の要素である解像度・ビットレートを段階的に劣化させた。解像度を例に、次の範囲で低下させた:ハイビジョン(1080)、WXGA(768)、SVGA(600)、QVGA(240)。接続先のネットワーク帯域における画像品質への影響を考慮し、ビットレートを次の範囲で段階的に低下させる:4Mbpsから256kbps。それぞれの要素において一検査画像あたり25枚を準備した。画像圧縮プロトコルは遠隔会議システムにおいて一般的なH.264を用いた。

・基準策定（上田・森山・工藤）

準備した検証用画像を 19 名の内視鏡医にどの段階の圧縮率までであれば早期胃癌の診断が可能かの検証を行った。オリジナルの内視鏡画像に比べて劣化させた内視鏡画像を交互に閲覧し、病変の範囲診断及び表面性状が検討可能か、オリジナルの内視鏡画像に比べて劣化させた内視鏡画像について Visual Analog Scale (VAS) で評価した。この結果を基に早期胃癌診断を実施する際の必要最低限の画像品質の基準を定めた。検証画像提示方法と検証評価に関しては画像品質検証研究の方法に則って DSCQS 法に基づいた評価を行った。統計解析では 0.05 を有意水準とした。

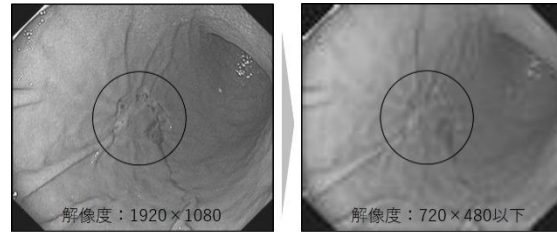


図 2. 解像度劣化に伴い、病変辺縁と正常粘膜の境界が不明瞭化

・実証（上田・清水・森山・工藤）

策定した基準を基にロシア・中央アジアと実施している国際遠隔医療教育で早期胃癌内視鏡画像を用いたディスカッションを行った。本プログラムはロシア・中央アジアの十以上の施設と接続して行われた。教育を受ける受信側の画像品質を録画すると同時に、「早期胃癌診断の際に注目する特徴の理解度・診断ができたか」について評価を行った。また、配信された内視鏡画像の品質に関して、日本の内視鏡医も評価を行った。最初に策定した内視鏡画像品質の基準を満たしているかを検証することによって双方で国際遠隔医療教育に対する満足度や理解度を確認した。

#### 4. 研究成果

本研究では、国際遠隔医療教育において早期胃癌診断を議論するのに最低限必要な内視鏡画像品質の基準を策定した。実際には早期胃癌診断で必要となる「病変の範囲診断」や「病変表面の粘膜構造や血管構造」を認識するためにそれぞれの必要な内視鏡画像の解像度とネットワークのビットレートを明確にした。

オリジナルの内視鏡画像と劣化させて内視鏡画像の VAS の差 (値) は解像度 QVGA を除いて、全てのビットレートにおいて強い負の相関を示した ( $r=0.725$ ) (図 3)。

早期胃癌の範囲診断については内視鏡画像の解像度がハイビジョンならビットレートが 2Mbps まで、WXGA, SVGA, VGA であれば 1Mbps までは可能と判断された(図 4)。病変の表面性状は、ハイビジョンと WXGA では 2Mbps まで、SVGA, VGA では 1Mbps までが評価可能と判断された(図 5)。一方、QVGA についてはビットレートに関わらず評価不可能との回答であった。

2021 年度に早期胃癌をテーマとした国際遠隔医療教育カンファレンス 2 回 (2021 年 7 月、2022 年 2 月) を本研究の実証対象としていたロシアと周辺諸国と実施した。計画では研究代表者がカンファレンス時にロシアへ渡航し、ロシア側の施設でカンファレンスに出席し、受信した内視鏡画像を録画したうえで、帰国し日本の内視鏡医がその内視鏡画像を用いた早期胃癌診断の可否を調査することを予定していた。しかし、新型コロナウイルス感染拡大の影響で渡航ができなかった。そのため、急遽録画設備が備わっている施設に限られたが、実際のカンファレンスの受信内視鏡画像の録画を依頼し、録画データを収集した。また、各カンファレンス後に実施したアンケートにおいて、受信の内視鏡画像が早期胃癌診断に必要な画質かどうかの回答結果と受信側のカンファレンス時の解像度やビットレートの実データから調査を行い、2020 年度に定めた早期胃癌診断に必要な最低限の内視鏡画像品質の基準値と調査の結果と差異はないことが確認できた。

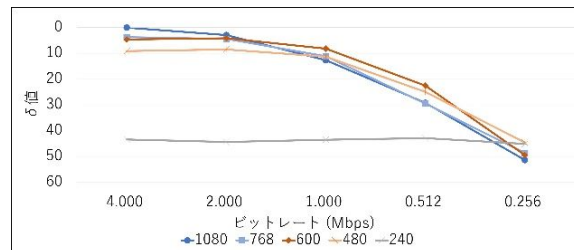


図 3. オリジナルと劣化画像の画質比較

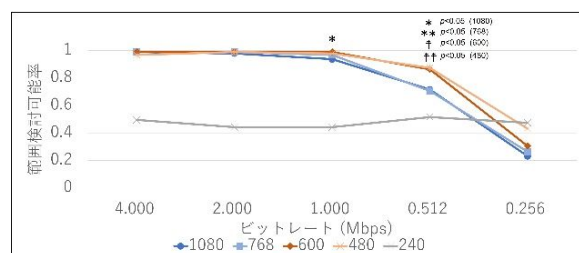


図 4. 範囲診断に必要な画像品質

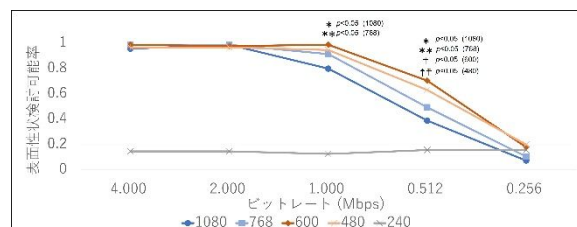


図 5. 病変性状に必要な画像品質

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 10件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Shintaro Ueda, Kuriko Kudo, Shunta Tomimatsu, Shuji Shimizu, Tomohiko Moriyama	4. 巻 17
2. 論文標題 Lecturers' and students' perspectives toward the shift to online teaching owing to COVID 19: a case at Kyushu University School of Medicine	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本遠隔医療学会雑誌	6. 最初と最後の頁 108-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 富松俊太, 吉田直久, 木村哲也, 工藤孔梨子, 上田真太郎, 清水周次, 森山智彦	4. 巻 17
2. 論文標題 遠隔会議ソフトウェアを用いたHD画質での内視鏡ライブ配信の評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本遠隔医療学会雑誌	6. 最初と最後の頁 120-123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 工藤孔梨子, 上田真太郎, 富松俊太, 早田美帆, 清水周次, 森山智彦	4. 巻 17
2. 論文標題 オンラインでの国際間遠隔医療教育技術研修の実施と評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本遠隔医療学会雑誌	6. 最初と最後の頁 104-107
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Tomimatsu Shunta, Kudo Kuriko, Shimizu Shuji, Ueda Shintaro, Moriyama Tomohiko, Hirai Yasuyuki	4. 巻 1
2. 論文標題 Development and Evaluation of a Technical Information Sharing System for International Remote Medical Education	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology	6. 最初と最後の頁 1090-1098
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ueda S, Kudo K, Moriyama T, Tomimatsu S, Shimizu S	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Barriers against and Improvement Measures of Discussion during Bilateral Video-conferencing in an Early Gastric Cancer Case Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Conference Proceedings of the 11th Biennial Conference of the Asia-Pacific Association for Medical Informatics	6. 最初と最後の頁 77-81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kudo K, Ueda S, Shitoh H, Narikiyo T, Tomimatsu S, Watanabe S, Nakahara T, Nakashima N, Moriyama T, Nakano T, Shimizu S	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Participants' Evaluation of a Virtual Academic Conference: Report from the 24th Japan Association of Medical Informatics Spring Symposium	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Conference Proceedings of the 11th Biennial Conference of the Asia-Pacific Association for Medical Informatics	6. 最初と最後の頁 71-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomimatsu S, Kudo K, Moriyama T, Ueda S, Hirai Y, Shimizu S	4. 巻 N/A
2. 論文標題 Technical Support for Rapid Replacement of Face to face Events with Online Events due to the COVID 19 Pandemic: a Case Study from Kyushu University Hospital	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Conference Proceedings of the 11th Biennial Conference of the Asia-Pacific Association for Medical Informatics	6. 最初と最後の頁 66-70
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shimizu S, Tomimatsu S, Kudo K, Ueda S, Kekalih A, Makmun D, Estiasari R, Oki A, Moriyama T	4. 巻 8: e6
2. 論文標題 Remote Medical Education in Indonesia: Analysis of 10 Years of Activities	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the International Society for Telemedicine and eHealth	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 工藤孔梨子, 森山智彦, 上田真太郎, 富松俊太, 清水周次	4. 巻 15
2. 論文標題 アジア発展途上国を対象とした遠隔医療教育技術研修の実施と評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本遠隔医療学会雑誌	6. 最初と最後の頁 119-122
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 富松俊太, 工藤孔梨子, 上田真太郎, 森山智彦, 平井康之, 清水周次	4. 巻 15
2. 論文標題 技術環境の指標作成を目的とした国際間の医療教育における遠隔会議の機材構成分類	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本遠隔医療学会雑誌	6. 最初と最後の頁 115-118
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計18件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 6件)

1. 発表者名 上田真太郎, 工藤孔梨子, 富松俊太, 清水周次, 森山智彦
2. 発表標題 早期胃がん診断の遠隔医療教育に必要な内視鏡画像解像度とネットワーク環境
3. 学会等名 第25回日本遠隔医療学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 工藤孔梨子, 上田真太郎, 富松俊太, 早田美帆, 清水周次, 森山智彦
2. 発表標題 オンラインでの国際間遠隔医療教育技術研修の実施と評価
3. 学会等名 第25回日本遠隔医療学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 富松 俊太, 吉田 直久, 木村 哲也, 工藤 孔梨子, 上田 真太郎, 清水 周次, 森山 智彦
2. 発表標題 遠隔会議ソフトウェアを用いたHD画質での内視鏡ライブ配信の評価
3. 学会等名 第25回日本遠隔医療学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田真太郎, 工藤孔梨子, 富松俊太, 清水周次, 森山智彦
2. 発表標題 Lecturers' and students' perspectives toward the shift to online teaching owing to COVID 19: a case at Kyushu University School of Medicine
3. 学会等名 第25回日本遠隔医療学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shintaro Ueda
2. 発表標題 How to improve content quality during telemedicine conferences
3. 学会等名 15th Asia Telemedicine Symposium (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ueda S, Kudo K, Moriyama T, Tomimatsu S, Shimizu S
2. 発表標題 Barriers against and Improvement Measures of Discussion during Bilateral Video-conferencing in an Early Gastric Cancer Case Study
3. 学会等名 11th Biennial Conference of the Asia-Pacific Association for Medical Informatics (APAMI2020)(国際学会)(国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shintaro Ueda
2. 発表標題 How to Activate Interaction in Remote Medical Education: Findings from Endoscopy Teleconference with Russia
3. 学会等名 14th Asia Telemedicine Symposium (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田真太郎
2. 発表標題 国内外の遠隔医療教育における技術的課題
3. 学会等名 遠隔医療とデータ・ガバナンスの共創 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ueda S, Kudo K, Tomimatsu S, Moriyama T, Shimizu S
2. 発表標題 Students' perspective toward the rapid shift to online teaching due to the COVID-19 pandemic: a case at Kyushu University School of Medicine
3. 学会等名 日本教育工学会 2021年春季全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kudo K, Ueda S, Shitoh H, Narikiyo T, Tomimatsu S, Watanabe S, Nakahara T, Nakashima N, Moriyama T, Nakano T, Shimizu S
2. 発表標題 Participants' Evaluation of a Virtual Academic Conference: Report from the 24th Japan Association of Medical Informatics Spring Symposium
3. 学会等名 11th Biennial Conference of the Asia-Pacific Association for Medical Informatics (APAMI2020) (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年



1. 発表者名 工藤孔梨子, 磯部紀子, 森山智彦, 上田真太郎, 富松俊太, 波々伯部佳子, 中島直樹, 清水周次
2. 発表標題 日本の国立大学病院における国際化対応の現状と課題: ICTを用いた遠隔教育の視点から
3. 学会等名 グローバルヘルス合同大会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kudo K, Ueda S, Tomimatsu S, Antoku Y, Kudo T, Kimura T, Moriyama T, Isobe N, Shimizu S
2. 発表標題 Developing Course Objectives for Engineering Training Programs in Remote Medical Education in Asia
3. 学会等名 日本教育工学会 2021年春季全国大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomimatsu S, Kudo K, Shimizu S, Moriyama T, Ueda S, Hirai Y
2. 発表標題 An Exploratory Analysis of Technical Issues in Remote Education between International Medical Institutions
3. 学会等名 Applied Human Factors and Ergonomics 2020 (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomimatsu S, Kudo K, Moriyama T, Ueda S, Hirai Y, Shimizu S
2. 発表標題 Technical Support for Rapid Replacement of Face to face Events with Online Events due to the COVID 19 Pandemic: a Case Study from Kyushu University Hospital
3. 学会等名 11th Biennial Conference of the Asia-Pacific Association for Medical Informatics (APAMI2020)(国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 富松俊太, 工藤孔梨子, 上田真太郎, 森山智彦, 平井康之, 江藤正俊, 清水周次
2. 発表標題 リアルタイム双方向型オンラインでの学術集会に対する技術支援の実施および参加者からの評価:日本泌尿器科学会福岡地方会の例
3. 学会等名 第24回日本遠隔医療学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shintaro Ueda
2. 発表標題 Technical Issues in Telemedicine Conferences
3. 学会等名 1st Telemedicine Workshop in Kyrgyzstan (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shintaro Ueda
2. 発表標題 Technical Review for Russia Session
3. 学会等名 APAN48 Medical Working Group TET Engineering Workshop
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shintaro Ueda
2. 発表標題 Introduction and Hands-on Training of Video Conferencing Systems
3. 学会等名 First Bhutan Telemedicine Workshop (招待講演)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Tomimatsu S, Kudo K, Shimizu S, Moriyama T, Ueda S, Hirai Y	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer International Publishing, New York	5. 総ページ数 1411
3. 書名 An Exploratory Analysis of Technical Issues in Remote Education between International Medical Institutions (Advances in Usability, User Experience, Wearable and Assistive Technology)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	森山 智彦 (Moriyama Tomohiko)  (20452758)	九州大学・大学病院・准教授  (17102)	
研究分担者	工藤 孔梨子 (Kudo Kuriko)  (50644796)	九州大学・大学病院・助教  (17102)	
研究分担者	清水 周次 (Shimizu Shuji)  (70274454)	九州大学・大学病院・名誉教授  (17102)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------