PRESS RELEASE

2026年11月25日

愛知から東京の顕微操作システムを遠隔操作し、マウスの顕微授精を実施、産仔作出に成功
～約250km離れた施設間で遠隔顕微授精の概念実証～

藤田医科大学（愛知県豊明市）、公益財団法人実中研（神奈川県川崎市）、名古屋大学（名古屋市千種区）、株式会社ニコンソリューションズ（東京都品川区）、日本精工株式会社（東京都品川区）などの研究グループは、顕微授精（ICSI）※1を遠隔地から操作できるデジタル制御型顕微操作プラットフォームを開発し、マウスを用いた概念実証（Proof of Concept：PoC）を行いました。

従来型の手動顕微操作、デジタル制御型プラットフォームによる同一室内操作、同一建物内の別室からの遠隔操作、約250km離れた場所からの遠隔操作による顕微授精の4群を比較したところ、卵子の生存、正常受精率※2、胚盤胞形成率※3、胚移植後の着床および出生について、4群間に統計学的な有意差は認められませんでした。一方、約250km離れた場所から操作した長距離遠隔操作群では、胚が各発生段階に到達するまでの時間がわずかに延長しました。本研究はマウスを用いたPoC研究であり、ヒトにおける安全性や有効性を示すものではありませんが、将来的に、専門的な顕微操作技術を施設間で共有し、遠隔地の生殖医療や胚培養士の技術指導を支援する基盤となる可能性があります。

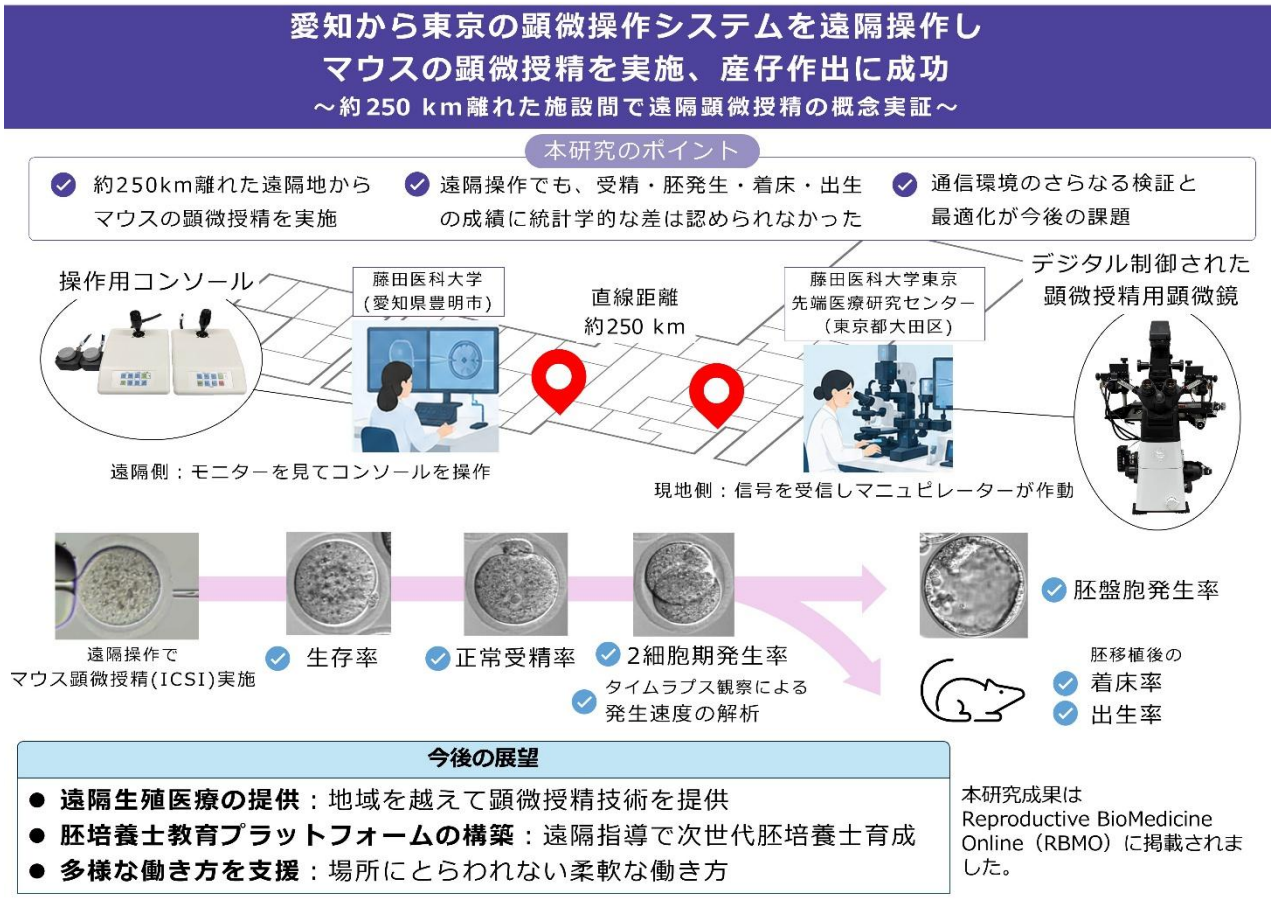
本研究成果は、英国の学術誌「Reproductive BioMedicine Online（RBMO）」（11月13日）に公開されました。

論文URL：【https://www.rbmojournal.com/article/S1472-6483(26)00617-6/abstract】

＜研究成果のポイント＞

- 愛知県の藤田医科大学から、東京（羽田）の藤田医科大学東京 先端医療研究センターに設置したデジタル制御型顕微操作システムを遠隔操作し、約250km離れた施設間でマウスの顕微授精を実施
- 遠隔操作によって得られた胚が胚盤胞まで発生し、胚移植後に出生することを確認。卵子の生存、正常受精、胚盤胞形成、着床および出生について、4群の操作条件間に統計学的な有意差は認められなかった
- 施設内遠隔操作では、主要な発生・出生成績に統計学的な有意差は認められなかった。一方、長距離遠隔操作群では、胚が各発生段階に到達するまでの時間がわずかに延長。今後、通信環

境を含む遠隔操作条件について、さらなる検証と最適化を進める



＜背　景＞

顕微授精（ICSI）は、顕微鏡で卵子を観察しながら、細い針を用いて精子を卵子の細胞質内に直接注入する生殖補助医療技術です。精密な顕微操作には専門的な訓練と経験が必要であり、胚培養士[※4]の技術や経験が受精や胚発生に影響する可能性があります。一方、地域や施設によって、熟練した胚培養士を継続的に確保することが難しい場合があります。近年、顕微操作のデジタル化や遠隔操作技術の開発が進んでいますが、遠隔顕微授精によって得られた胚について、受精、胚盤胞形成率、胚発生のタイミング、着床および出生までを一連に評価した研究は限られていました。そこで本研究では、デジタル制御型顕微操作プラットフォームを用い、施設内および約250km離れた施設間で遠隔顕微授精の概念実証（PoC）を行いました。

＜研究手法・研究成果＞

研究グループは、電動マニピュレーター、電動ステージ、電子制御式インジェクターなどから構成されるデジタル制御型顕微操作プラットフォームを開発しました。マウス卵子を用い、①従来型プラットフォームによる手動顕微操作、②デジタル制御型プラットフォームによる同一室内での操作、③同一建物内の別室からの遠隔操作、④愛知県の藤田医科大学から東京（羽田）の藤田医科大学東京 先端医療研究センターへの約250kmの長距離遠隔操作、の4条件で顕微授精を実施しました。

顕微授精後の胚をタイムラプス撮影※5によって観察し、卵子の生存、正常受精、体外での受精卵（胚）の発生※6を評価しました。さらに、一部の胚を仮親に移植し、着床と出生を調べました。

その結果、卵子の生存、正常受精率、2細胞期への発生および胚盤胞形成について、4群間に統計学的な有意差は認められませんでした。卵子の変性率※7にも有意差は認められませんでした。胚移植後の着床および出生についても、同じマウスに移植された胚の影響を考慮した統計解析を行った結果、4群間に統計学的な有意差は認められませんでした。

一方、長距離遠隔操作群では、胚が2細胞期、4細胞期、8細胞期、桑実胚期および胚盤胞期に到達するまでの時間（発生速度※8）がわずかに延長しました。

今回の遠隔操作では、顕微操作システムを動かすための信号をVPN経由で送り、顕微鏡の映像はZoomを使って遠隔地の操作者と共有しました。施設内での遠隔操作には通信速度1Gbpsの施設内ネットワークを使用し、通信の往復にかかる時間は1ミリ秒未満でした。愛知―東京間の遠隔操作には通信速度100Mbpsの広域ネットワークを使用し、通信の往復には約6～8ミリ秒かかりました。今後、通信環境、デジタル制御による操作手順、システムの応答性、操作者の習熟などの影響を定量的に検証し、長距離遠隔操作のさらなる最適化につなげることが課題です。

＜今後の展開＞

本研究により、顕微授精の技術を「人が移動する」のではなく、「技術そのものを遠隔地へ届ける」ための概念実証（PoC）が得られました。将来は、患者さんがどこに住んでいても、地域の医療施設にいながら熟練した胚培養士による顕微操作の支援を受けられる環境の実現を目指します。教育の面では、大学や胚培養士の養成施設にいる学生、若手胚培養士に対して、熟練した胚培養士が遠隔地から操作画面を共有し、リアルタイムで技術指導を行うことが考えられます。指導者が現地にいなくても専門的な教育を受けられるようになれば、地域や施設による教育機会の差を小さくし、次世代の胚培養士育成にも貢献できます。

遠隔操作の実用化は、胚培養士の働き方を広げることにもつながります。安全な通信環境や品質管理体制を整備することで、将来的には自宅などの遠隔地から専門技術を提供できる可能性があります。育児や介護などによって医療現場を離れている熟練胚培養士が、その経験と技術を再び生かせる仕組みとしても期待されます。さらに、日本で培われてきた高度な顕微授精技術を海外の医療施設へ届けることで、国境を越えた技術支援や人材育成へ発展する可能性があります。今後、システムの応答性、通信環境、安全対策、情報セキュリティおよび標準作業手順の整備を進め、距離に左右されず生殖医療の専門技術を共有できる社会の実現を目指します。

＜用語解説＞

※1 顕微授精（ICSI）：顕微鏡で観察しながら、細い針を用いて精子を卵子の細胞質内に直接注入する方法です。生殖補助医療では広く用いられている受精方法です。

※2 正常受精率：顕微授精後、正常な受精が成立した卵子の割合です。本研究では、受精後に2つの核（2PN）が確認されたものを正常受精として評価しています。

※3 胚盤胞形成率：胚盤胞とは、受精卵が細胞分裂を繰り返して発生した段階の一つで、将来胎児になる細胞と胎盤などになる細胞に分かれ始めた状態です。胚盤胞形成率は、胚盤胞まで

救える力を、創りだす。
藤田医科大学

体外発生した胚の割合です。

※4 胚培養士：生殖補助医療において、卵子や精子、受精卵（胚）の取り扱いや培養を専門的に行う技術者です。顕微授精や胚の観察、凍結保存、胚移植に関わる業務などを担当します。

※5 タイムラプス撮影：培養中の胚を一定の時間間隔で連続撮影し、胚を培養器から取り出すことなく、発生の過程を経時的に観察する方法です。

※6 体外での受精卵（胚）の発生：顕微授精後、受精卵が細胞分裂を繰り返し、2細胞期を経て胚盤胞まで発生する過程を指します。これを調べることで、顕微授精後の胚が着床前の段階まで順調に育つ力を評価できます。

※7 卵子の変性率：顕微授精後に卵子が変性した割合です。卵子の生存性や顕微操作による影響を評価する指標の一つです。

※8 発生速度：受精後、胚が2細胞期、4細胞期、8細胞期、桑実胚期、胚盤胞期などの各段階に到達するまでの時間を指します。本研究ではタイムラプス撮影により、各発生段階に到達するまでの時間を比較しています。

＜研究費＞

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業（科研費、課題番号：26K12356）および藤田医科大学のFujita Research and Development Program（Fujita preA）の支援を受けて実施されました。

＜文献情報＞

論文タイトル：Comparative proof-of-concept evaluation of conventional and digitally controlled micromanipulation platforms for teleoperated ICSI in mice

著　　者：小林達也[1,3]、江藤智生[2]、樋口香子[1]、乾優花[1]、斎藤朱里[3]、及川彰太[4]、青山忠義[5]、高根沢聡太[6]、田中伸明[7]、藏本吾郎[1]、宮村浩徳[4]、西尾永司[4]、西澤春紀[4]、浜谷敏生[1]

所　　属：[1]藤田医科大学 羽田クリニック リプロダクションセンター、[2]公益財団法人実中研、[3]藤田医科大学 大学院 医療科学研究科、[4]藤田医科大学病院、[5]名古屋大学大学院工学研究科、[6]株式会社ニコンソリューションズ、[7]日本精工株式会社

D　O　I：10.1016/j.rbmo.2026.106076 External Link

救える力を、創りだす。
藤田医科大学