

平成 22 年 5 月 28 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20790946  
 研究課題名（和文）  
 手術支援ロボットを使用した手術創のない内視鏡下手術に関する基礎的研究  
 研究課題名（英文）  
 Experimental study of scarless surgery with robotic assistance  
 研究代表者  
 平能 康充（YASUMITSU HIRANO）  
 金沢大学・医学系・協力研究員  
 研究者番号：50422647

## 研究成果の概要（和文）：

Natural orifice transluminal endoscopic surgery（NOTES）において施行困難であった腸管の吻合等の手技が、手術支援ロボット（da Vinci surgical system）の使用により、重來の内視鏡手術では施行困難であった腸管の吻合等の手技が簡便に施行可能でとなることが検証された。

## 研究成果の概要（英文）：

This study proved the first potential technique for robotic anastomosis of the small intestine in natural orifice transluminal endoscopic surgery（NOTES）.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2009 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：ロボット外科学

科研費の分科・細目：外科系臨床医学・消化器外科学

キーワード：外科、手術用ロボット、ロボット手術

## 1. 研究開始当初の背景

手術支援ロボット（da Vinci surgical system）は、3次元的な空間の把握が可能であり、従来 of 腹腔鏡手術の問題点の1つであった手術野の立体的な認識を可能にしている。また、実際に手術を施行するアームが7自由度を有し、様々な方向からの病変へのアプローチが可能である。そのため、外科医が意図する手技をより忠実に再現可能であり、習熟に訓練を要した腹腔内での縫合などの

手技が簡便に施行可能である。さらには、病変が拡大視されること、手術アームにぶれがないことから、非常に微細な手技も可能にしている。これらの優位性により、従来施行が困難であった手術手技が、手術支援ロボットの使用により、高い精度を有しつつ、低侵襲に比較的容易に可能になるものと予想される。

一方、NOTES は 2004 年に開発された術式であり、体表面に切開層を置くことなく、

Natural Orifice (自然な入口) として口腔、肛門、膣、尿道を使用し、それぞれ胃壁、直腸壁、膣壁、膀胱壁を切開して腹腔内に到達し、腹腔を気腹して行う手術である。体表面に切開層を置くことないことから、従来の低侵襲手術の概念を大きく超えた手術と考えられている。2004年にKallooらがブタモデルで経胃的に腹腔内へのアプローチする方法を報告して以来多くの報告がなされている。これまで、実際に人に対して施行されたNOTESには、ReddyとRaoらによる腹腔鏡とNOTESのハイブリッドなテクニックにより行った経胃的な虫垂切除術とNew York-Presbyterian/Columbia University Medical Center、およびStrasburg Universityのそれぞれで、ほぼ同時期に施行された腹腔鏡補助下に施行された経膣的NOTES胆嚢摘出の計3報告しかない。

一般的にNOTESではフレキシブルな内視鏡を使用して、卵管の結紮や胆嚢摘出、胃空腸吻合、脾臓摘出、卵巣摘出などのさまざまな術式が施行されているが、その手術手技は極めて難易度が高く、手術の精度に関しても従来の腹腔鏡下手術にまで至らないのが現状である。従来の腹腔鏡手術と比較しても手術支援ロボットの使用により、高い精度を有しつつ、比較的容易に可能であることが明らかであり、NOTESで施行されていた手術手技が、手術支援ロボットの使用により容易に可能となり、さらには新たな手技・術式の開発が可能となるものと予想される。今回の研究により、手術支援ロボットによるNOTESが、より安全かつ簡便に高い精度で施行できることが証明できれば、日本のみならず世界的に普及することも期待できる。

海外ではNOTESに関する基礎実験は多く試みられており、報告も散見されるが(Arch Surg. 2005, Dis Colon Rectum. 2004)、NOTESに手術支援ロボットを使用した報告はない。また、本邦においてNOTESに関する基礎的実験もほとんど進んでいないのが現状であり、本邦で4台しか導入されていない手術支援ロボット(da Vinci)に関しても、新たな術式の開発を含めてほとんど研究等がなされていない。今回の研究が、手術支援ロボットによるNOTESが簡便に施行可能であり、今後世界に普及し得る手術手技等の開発に繋がる初めての研究である。

## 2. 研究の目的

われわれは、NOTESに当院で既に導入されている手術支援ロボット(da Vinci surgical system)を使用し、その特徴である3次元的空间の把握と7自由度を有するロボットアームの可動性を活用し、従来のNOTES手術では施行困難であった腸管の吻合

や臓器の摘出等の手技が簡便かつ安全に施行可能であることを検証する。

また今回の研究により、手術支援ロボットによるNOTESが、より安全かつ簡便に高い精度で施行できることが証明できれば、日本のみならず世界的に普及することも期待できる。

## 3. 研究の方法

### 1. NOTESモデルの作成

Tuebingen MIC-Trainer (Richard Wolf GmbH, Knittlingen, Germany) (図1)を使用し、Anal Ringに牛の直腸を固定しTEM (Transanal Endoscopic Microsurgery) 用のチューブを挿入する。

Tuebingen MIC-Trainer内にブタ小腸30cm (両側は直視下に縫合閉鎖)を留置し、NOTES小腸切除吻合モデルを作成する(図2)。



図1. Tuebingen MIC-Trainer (Richard Wolf GmbH, Knittlingen, Germany)

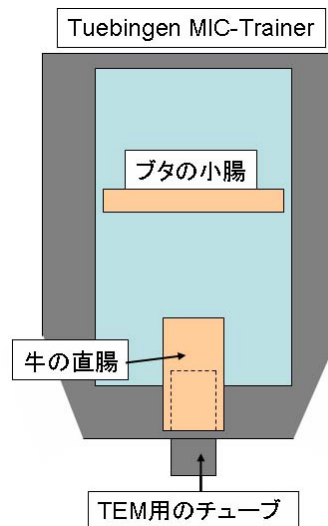


図2. NOTES小腸切除吻合モデル

## 2. NOTES 小腸吻合術の施行 (図 3)

① Tuebingen MIC-Trainer に固定した TEM チューブより、手術支援ロボット (da Vinci surgical system) のカメラ、手術用鉗子 (図 4) を挿入し直腸の壁を切開して、TEM チューブ自体を切開した直腸壁に挿入する。

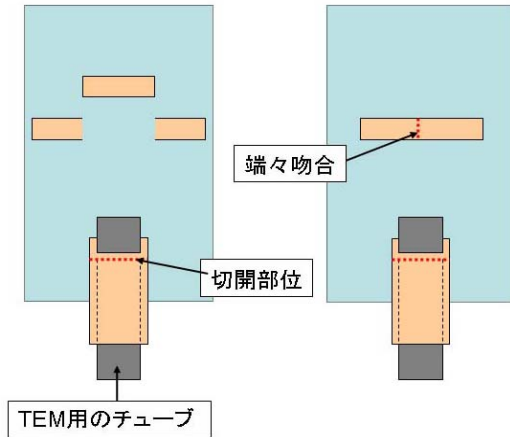


図 3. NOTES 小腸再建術



図 4a. 手術支援ロボット (da Vinci surgical System)

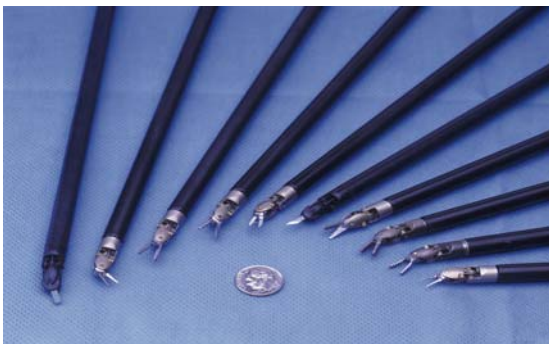


図 4b. da Vinci surgical system の手術用鉗子



図 4c. da Vinci surgical system のコンソール

また、通常の腹腔鏡手術用の鉗子 (図 5) を使用し同様に小腸の切除・切除を行う。



図 5. 通常の腹腔鏡手術用の鉗子

## 4. 研究成果

### 1. NOTES モデルの作成

Tuebingen MIC-Trainer を使用し、Anal Ring に牛の直腸を固定し TEM 用のチューブを挿入した。Tuebingen MIC-Trainer 内にブタ小腸 30cm (両側は直視下に縫合閉鎖) を留置し、NOTES 小腸切除吻合モデルを作成した。

### 2. NOTES 小腸吻合術の施行

#### ①NOTES 小腸吻合の施行

手術支援ロボットを使用して Tuebingen MIC-Trainer に留置してある小腸の吻合を施行した。吻合後、切開した直腸壁を手術支援ロボットを使用して縫合閉鎖した。

#### ②TEM 小腸吻合の施行

同術式を通常の内視鏡手術鉗子使用して施行した。

手術支援ロボットを使用により本術式の施行が可能となった。手術支援ロボットの使用により、重来の内視鏡手術では施行困難であった腸管の吻合等の手技が簡便に施行可能

でとなることが検証された。

5. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

なし

6. 研究組織  
(1) 研究代表者  
平能 康充 (YASUMITSU HIRANO)  
金沢大学・医学系・協力研究員  
研究者番号：50422647