

# 術前シミュレーションと術中ナビゲーション にて安全に施行可能であった完全腹腔鏡下 下行結腸切除術の1例

まつ ばら たけし ぞう たに ひとみ  
松 原 毅 象 谷  
た ばら ひで き  
田 原 英 樹

キーワード：ICG 蛍光法，腹腔鏡下結腸・直腸切除術，術前シミュレーション，体腔内吻合

## 要 旨

左側結腸症例における腹腔鏡下での消化管再建方法は、小切開創をおき機能的端々吻合で行うことが主流であるが腸管の授動範囲や体壁破壊が大きくなることに加え、動脈弓の形成不良や支配動脈切離による腸管の血流不足が問題となる。今回、3D CT-Angiography による術前シミュレーションと ICG 蛍光法による術中ナビゲーションを用いることで安全に、完全鏡視下に手術および体腔内吻合が可能であった下行結腸癌症例を提示する。体腔内吻合は手技の難易度が高くなるが、当院のような小規模病院における悪性腫瘍手術においても術前シミュレーションと術中ナビゲーションを用いることで術者の術中ストレスは軽減し体腔内での安全で的確な腸管切離と吻合を可能にすると思われる。

## はじめに

左側結腸領域における腹腔鏡下結腸切除術では脾損傷，腸間膜損傷だけでなく，辺縁動脈弓の形成不良により吻合部への血流が不十分となる危険性も考えられ広範な剥離，受動を必要とする場合が多い。我々は下行結腸切除症例や Double stapling technique (以下 DST) が困難な S 状結腸切除症例に対して2017年から体腔内吻合を導入し

ている。今回，術前 3D-CT Angiography による術前シミュレーションと Indocyanine green (以下 ICG) による ICG 蛍光法を用いることで腸管血流を可視化した術中ナビゲーションにより安全に手術および消化管吻合が可能であった下行結腸癌症例を経験したので文献的考察を加えて報告する。

## 症 例

【患者】 34才男性

【主訴】 便潜血陽性

【現病歴】 便潜血陽性を指摘され大腸内視鏡検査

Takeshi MATSUBARA et al.

出雲徳洲会病院外科

連絡先：〒693-8501 島根県出雲市塩冶町89-1

島根大学医学部消化器総合外科

を施行された。肛門縁から 30 cm の部位に Group 5 の I 型腫瘍性病変を認め手術加療目的で紹介となった (図 1)。

#### 【画像検査所見】

CT 所見：腫瘍部位のクリップを下行結腸に認めた。リンパ節転移，遠隔転移を示唆する所見は認められなかった。CT Angiography 所見では下腸間膜動脈 (以下：IMA) から左結腸動脈 (以下：LCA)，S 状結腸動脈 (以下：S1, S2) が順に分岐していた (図 2 A)。

支配動脈が LCA および S1 の下行結腸癌 cT2N0N0 cStage I と診断し腹腔鏡下下行結腸切除術 (D2 郭清) を予定術式とした。

#### 【手術手技】

腹腔鏡カメラシステムは米国ストライカー社製の腹腔鏡手術システム 1588 AIM を使用し，ICG は第一三共ジアノグリーン® 注射用 25 mg を使用した。

#### 1：手術室のセッティング

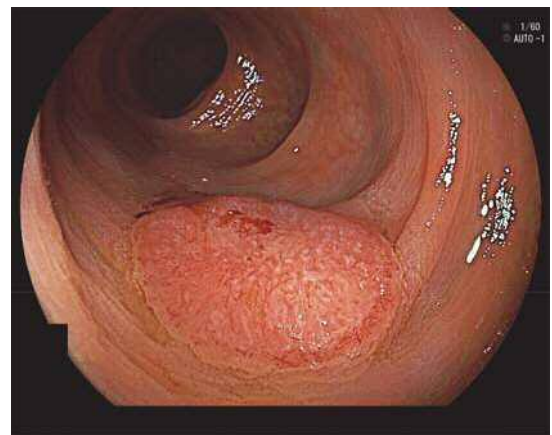


図 1 大腸内視鏡検査

肛門縁から 30 cm 程度の部位に 1 型の腫瘍性病変を認め生検にて Group 5 の診断に至る。

開脚位にて臍部に Open method で腹腔鏡用カメラポートを挿入し左上下腹部および右上腹部に 5 mm ポート，右下腹部に 12 mm ポートを挿入し 5 ポートで手術を行った。

#### 2：中枢側リンパ節郭清と支配血管処理

D2 郭清予定であったため IMA 根部までは露出せず，LCA 分岐部やや頭側から剥離を行った。

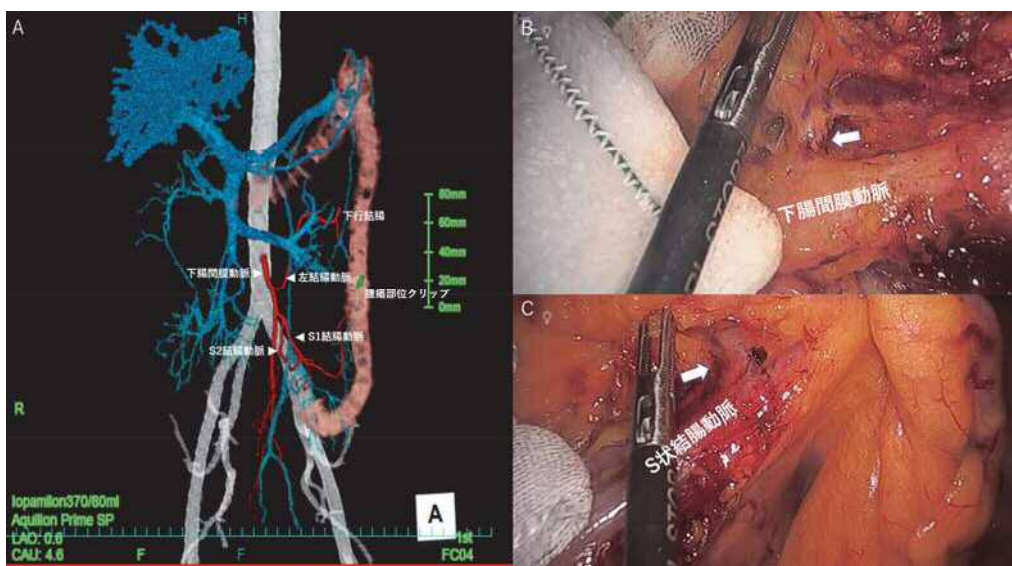


図 2 術前 CT および術中所見

A：術前 3D-CT 画像。IMA の分岐形態の確認やアーケード形成の確認に有用である。

B：術前画像通り IMA から分岐する LCA を確認できる (矢印)。

C：術前画像通り S 状結腸動脈の細分岐を確認できる (矢印)。

術前のCT Angiography で確認したLCA 根部，S2 分岐後のS1 根部を同定し，クリッピング切離した（図2 B,C）。その後，剥離を後腹膜下筋膜に沿って外側，頭側方向へ行った。

### 3：腸管切離予定線の決定

術中内視鏡で腫瘍を確認し，10 cm に切離した血管テープを用いて切離予定線を決定し腸間膜の処理を体腔内で行った（図3 A）。

### 4：ICG 蛍光法および腸管切離

ICG 7.5 mg を静脈内注射した後，血流を評価（図3 B,C,D），切離ラインの変更は不要と判断し切離予定線にて腸管切離を行った。口側腸管は挿入孔が正面視出来るように腸間膜の面に垂直に切離した。

### 5：体腔内吻合（Overlap 法）

臍部に3 cm の小切開を加え標本を摘出した。再気腹ののちに，腸間膜付着部に対して口側腸管は90度，肛門側腸管は180度の位置に小孔を作成，

Linear Stapler にてOverlap 法による体腔内吻合を施行した（図4 A,B）。

### 6：挿入孔の閉鎖（図4 C,D）

挿入孔は正面視出来ており V-Loc® にて連続縫合にて閉鎖した。腸間膜欠損部は閉鎖せず腹腔内洗浄，ドレーン挿入を行い閉創とした。手術時間は217分，出血量は37 gであった。

### 【術後経過】

術後経過良好で術後3日目から経口摂取開始し術後7日目に軽快退院となった。

## 考 察

近年，腹腔鏡下結腸切除術における体腔内吻合の有用性および長期成績の報告が散見されるようになったが<sup>1,2)</sup>多くは右側結腸切除術での報告であり，左側結腸切除術に対する報告は比較的稀<sup>3)</sup>である。一般的には左側結腸切除術における腹腔鏡下手術の消化管吻合は体腔外で吻合を行うことが

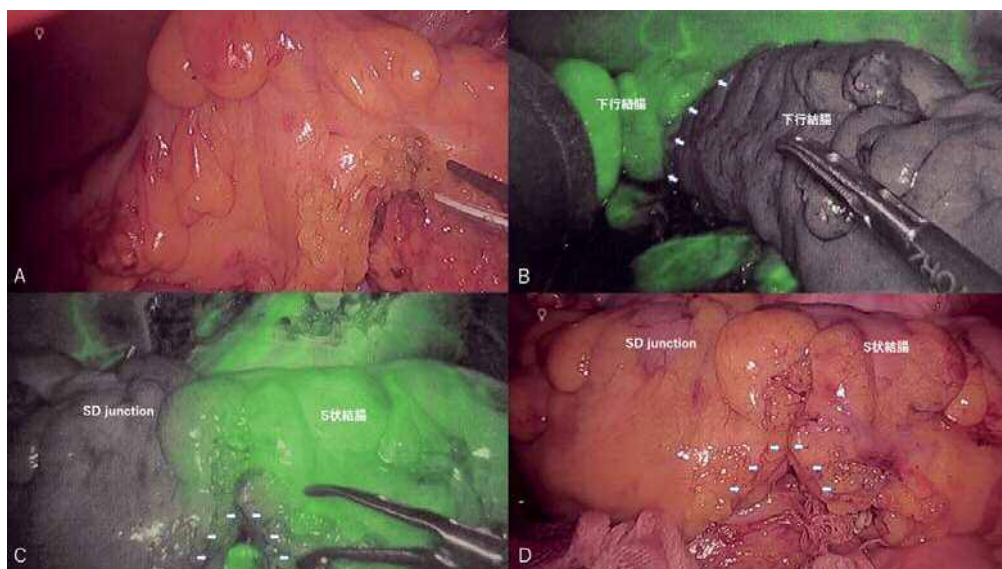


図3 術中所見

- A：体腔内で助手と協調しながら腸間膜の処理を行う。
- B：ICG 蛍光法を用いることで血流を可視的に判断できる（矢印）。（近赤外光観察）
- C：ICG 蛍光法を用いることで腸間膜処理部を境界とした血流を可視的に判断できる（矢印）。（近赤外光観察）
- D：Cと同一術野における白色光観察

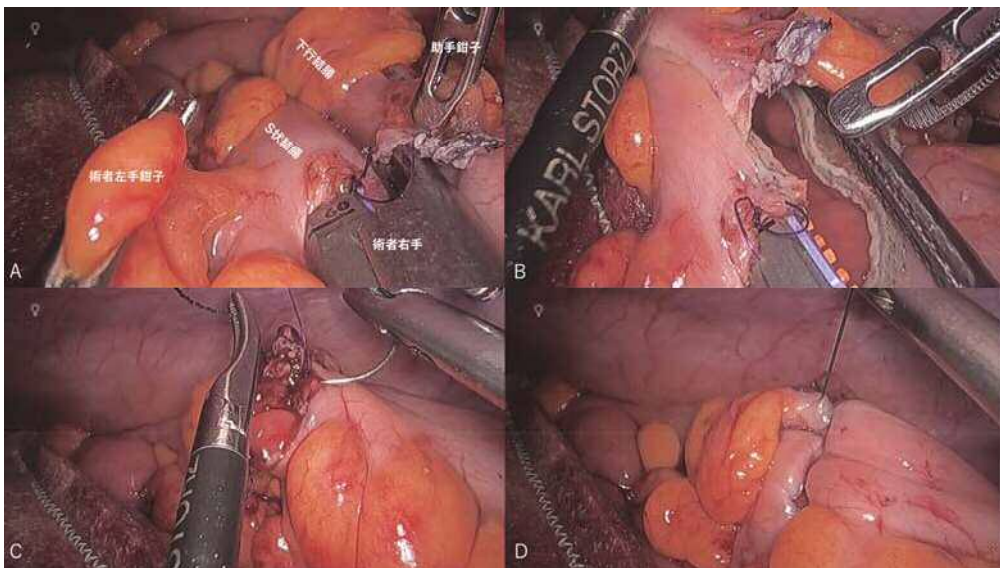


図4 体腔内吻合 (Overlap 吻合)

- A : Linear stapler を用いて順蠕動にて下行結腸 S 状結腸吻合を行う。  
 B : 挿入孔は正面視となる。  
 C : V-Loc を用いて挿入孔を閉鎖する。  
 D : 縫合終了

ほとんどである。しかし、左側結腸切除術で体腔外吻合を行うためには結腸の広範囲な授動、小切開創の延長などが必要となり、肥満症例では更なるストレスとなり腸間膜血管の損傷などを惹起することとなる。そのため我々は2017年から腹腔鏡下に左側結腸切除を要する症例は完全鏡視下体腔内吻合を導入しているが体腔内吻合の問題として、腸管血流が不十分となること、そして手技的問題が挙げられる。まず腸管血流が不十分となる要因に関しては、結腸間膜処理の方向を誤認することによるアーケード血管の損傷、さらに左側結腸の場合、LCA の血流が途絶えることに加えて辺縁動脈弓の形成不良により吻合部への血流が不十分となることが挙げられる。吻合腸管の血流の不足は重大な合併症を引き起こすことは容易に想像できる。そのため当院では放射線科と協力して全症例 3D CT-Angiography を作成し支配動脈の同定のみならず、辺縁動脈弓の形成を評価する術前

シミュレーションを施行している。本症例においても S 状結腸動脈の細分岐形態を把握することで郭清の担保とともに残存腸管血流の温存に有用であった。縫合不全は周術期死亡率の増加、局所再発率や患者生存率にも影響を及ぼすという報告があり<sup>4,5)</sup>、外科医は症例ごとに不安と戦っているのが現状である。消化管吻合における手術手技上の要素として我々は tight な吻合、緊張のない吻合、吻合部への十分な血流、の3要素が重要であると考えている。その中でも血流は縫合不全を回避するための非常に重要な因子である<sup>6)</sup>。これまで腸管血流は、様々な方法で外科医が術中に判断していたが大腸手術では縫合不全の危険性を的確に評価出来ないと報告されている<sup>7)</sup>。今回、血流のナビゲーションとして用いた ICG は血漿蛋白と結合し 750~810 nm 波長の光を励起光として照射することで約 840 nm にピークをもつ蛍光を発する特性をもつ。2010年に Kudszus らが大腸

切除術において、局所腸管血流を評価する ICG 蛍光法の有用性を報告<sup>8)</sup>して以来、縫合不全発生率の低下に有用であると多数報告<sup>9,10)</sup>されている。ICG は血管および組織の血流評価として薬事承認・保険適用されたことから、当院のような地域の小規模病院でもこの特性を利用した局所腸管血流を評価するナビゲーション手術が可能になった。本症例では LCA, S1 を切離したが S2 を温存できており術前シミュレーションおよび術中ナビゲーションにより腫瘍から 10 cm 離れた結腸には十分な血流が温存、確認できた。しかし、ICG 投与量や蛍光輝度に関して現在は定性的評価が主流であることが問題点としてあげられる。術中画像で発光のコントラストが明瞭であることから、発光確認可能部位は血流良好であると判断したが今後、定量的評価に関しても更なる検討が必要であると思われる。

次に腹腔鏡下大腸切除術における体腔内消化管吻合には各種報告されており<sup>11,12)</sup>我々は過去には tension free の観点からデルタ吻合に準じた吻合を報告している<sup>13)</sup>。体腔内吻合は体壁破壊など侵襲を軽減できる利点があるが手技的問題点として切離腸管の長さの計測を体腔内で施行するため過不足が生じる可能性、腸管内容物の汚染に加え、進行癌の場合は癌細胞の散布の可能性が考えられる。また当然手技の煩雑性、難易度が高くなることも考えられる。本症例ではあらかじめ長さを計った血管テープを使用し距離を測定、術中内視鏡での腸管内容物の吸引、腸管切離まで腸管開放を行わないことで汚染、散布に関しては問題ないものと考えられた。右側結腸癌に対する体腔内吻合

と体腔外吻合の比較では疼痛、在院日数、腸管蠕動の回復などの面では体腔内吻合が勝っていたが手術時間は有意に長かったとの報告が多い<sup>14)</sup>。本症例においても腸間膜処理、ICG 評価、腸管切離、標本摘出、腔内吻合という一連の手技に45分程度要している。そのため腸管切離の方向や Hand-eye coordination の工夫に加え、術者の技量、助手、スコピストの技量、協調運動も重要である。

術者として 3D CT-Angiography と ICG 蛍光法による術前シミュレーション、術中ナビゲーションを併用することで血流を視覚的に確認出来ることの安心感は非常に大きく、吻合に必要な3要素の一つが担保されていることは術中のストレスを大きく軽減してくれる。術前シミュレーションと術中ナビゲーションは、腹腔鏡下に施行する左側結腸切除症例の体腔内での安全で的確な腸管切離と吻合を可能にすると考えられる。

## おわりに

術前シミュレーションと術中ナビゲーションを用いた完全腹腔鏡下結腸切除術での体腔内吻合を経験した。術者自身の技量の向上のみならず助手、スコピストとの協調運動が重要であるが、術前シミュレーションと術中ナビゲーションを用いることで術者の術中ストレスは軽減し体腔内での安全で的確な腸管切離と吻合を可能にすると考えられた。

「利益相反：なし」

## 参 考 文 献

- 1) Feroci F, Lenzi E, Garzi A, et al. Intracorporeal versus extracorporeal anastomosis after laparoscopic right hemicolectomy for cancer: a systematic review and meta-analysis. *Int J Colorectal Dis* 28: 1177-1186, 2013
- 2) Shapiro R, Keler U, Segev L, et al. Laparoscopic right hemicolectomy with intracorporeal anastomosis: short- and long-term benefits in comparison with extracorporeal anastomosis. *Surg Endosc* 30: 3823-3829, 2016
- 3) Swaid F, Sroka G, Madi H, et al. Totally laparoscopic versus laparoscopic-assisted left colectomy for cancer: a retrospective review. *Surg Endosc* 30: 2481-2488, 2016
- 4) Kang CY, Halabi WJ, Chaudhry OO, et al. Risk factors for anastomotic leakage after anterior resection for rectal cancer.: *JAMA Surg* 148: 65-71, 2013
- 5) Snijders HS, Wouters MW, van Leersum NJ, et al. Meta-analysis of the risk for anastomotic leakage, the postoperative mortality caused by leakage in relation to the overall postoperative mortality.: *Eur J Surg Oncol* 38: 1013-1019, 2012
- 6) Kingham TP, Pachter HL. Colonic anastomotic leak: risk factors, diagnosis, and treatment. *J Am Coll Surg* 208: 269-278, 2009
- 7) Karliczek A, Harlaar NJ, Zeebregts CJ, et al. Surgeons lack predictive accuracy for anastomotic leakage in gastrointestinal surgery. *Int J Colorectal Dis* 7 24: 569-576, 2009
- 8) Kudzus S, Roesel C, Schachtrupp A, et al. Intraoperative laser fluorescence angiography in colorectal surgery: a noninvasive analysis to reduce the rate of anastomotic leakage. *Langenbecks Arch Surg* 395: 1025-1030, 2010
- 9) Jafari MD, Wexner SD, Martz JE, et al. Perfusion assessment in laparoscopic left-sided/anterior resection (PILLAR II): a multi-institutional study. *J Am Coll Surg* 220: 82-92, 2015
- 10) Degett TH, Andersen HS, Gögenur I. Indocyanine green fluorescence angiography for intraoperative assessment of gastrointestinal anastomotic perfusion: a systematic review of clinical trials. *Langenbecks Arch Surg* 401: 767-75, 2016
- 11) Fukunaga Y, Higashino M, Tanimura S, et al. Triangulating stapling technique for reconstruction after colectomy. *Hepatogastroenterology* 54: 414-417, 2007
- 12) 茅野 新, 野村栄治, 町田隆志, 他. 完全腹腔鏡下結腸切除術における体内吻合の手術手技 *手術71*: 301-306, 2017
- 13) 松原 毅, 瀬下達之, 田原英樹. デルタ吻合にて体腔内吻合を施行した完全腹腔鏡下結腸切除術の経験. *島根医学* 38: 18-22, 2018
- 14) Zheng MH, Feng B, Lu AG, et al. Laparoscopic versus open right hemicolectomy with curative intent for colon carcinoma. *World J Gastroenterol* 11: 323-326, 2005