

# 国立がんセンターにおける CT Colonography

## — どうすれば高精度・高効率な CT Colonographyが実現できるのか？

飯沼 元 国立がんセンター中央病院 放射線診断部

第16回日本消化器関連学会週間 (JDDW 2008) が2008年10月1日 (水)～4日 (土) の4日間、東京・品川において開催された。10月3日 (金) に行われた、第46回日本消化器がん検診学会大会ならびに東芝メディカルシステムズ (株) 共催のランチョンセミナーでは、昭和大学横浜市北部病院消化器センターの工藤進英氏が座長を務め、国立がんセンター中央病院放射線診断部の飯沼 元氏が「国立がんセンターにおけるCT Colonography — どうすれば高精度・高効率なCT Colonographyが実現できるのか？」と題して講演を行った。

大腸がんの診断法である“CT Colonography” (CTC) は、欧米においては、すでに研究から臨床へと応用が進んでおり、各種のトレーニングコースにおいても具体的な診断技術の学習が行われている。一方、日本においては、CTCという言葉そのものはポピュラーなものとなったが、従来の注腸X線検査や内視鏡検査に基づく非常に優れた診断学が確立されており、CTCの普及には至っていない。そこで、本講演では、国立がんセンターにおける検査法やワークステーションによる画像処理法などを踏まえつつ、CTCにおける大腸診断の現状について報告する。

### 国立がんセンターにおける CTC検査の実際

#### ● 術前診断からスクリーニングへ

国立がんセンター中央病院では、4列マルチスライスCT (MSCT) が登場した当初から、大腸がんの術前診断にCTCを応用するための研究が進められてきた。はじめは、検査に時間がかかり、画像処理スピードが遅いなど課題も多く、

実臨床での応用には至らなかったが、2006年12月に64列MSCTが導入されると状況が一変した。

当センターの64列MSCTは東芝社製「Aquilion 64」であり、現時点で世界最小のスライス厚である0.5mmを実現している。被ばく低減に効果のある量子フィルタも搭載しており、短時間で高精細かつ低線量の撮影が可能である。すでに当センターでは術前診断で注腸X線検査は行わなくなっており、CTCと内視鏡検査の組み合わせによる、きわめて効率的な診断体系が確立されている。

さらに、次の段階として、大腸がんスクリーニングへの応用をめざした取り組みが進められている。2004年に開設された“がん予防・検診研究センター”では、いまのところ大腸がん検診は注腸X線検査と内視鏡検査によって行っているが、2009年2月からは、CTCによる大腸がんスクリーニングを開始する予定である。

#### ● CTC検査の流れ

CTC検査は、前処置、CT撮影、画像再構成の順で行われる。まず、大腸の残渣を取り除く前処置は、従来、内視鏡検査に準じた方法によって行われてきた。また、CT撮影にあたっては、経肛門的に空気を送気し、大腸を十分に拡張させてから、位置決めスキャン後に本スキャンを行っている。ポイントは、仰臥位と腹臥位の2体位で撮影することであり、これは欧米ではスタンダードである。体位を変換することで、残渣・残液の位置が変わるため、隠れていた病変の発見が可能になる。

さらに近年では、「デジタル前処置」、「炭酸ガス自動注入器」、「VGP表示」によって、より高効率に、より高精度な検査が行えるようになった。

### スクリーニングを可能にする CTCの新技术

#### ● VGP (Virtual Gross Pathology)

大腸内視鏡検査においては、半月ヒダの間に隠れたハウストラ、および屈曲

の内側が盲点となるため注意が必要だが、CTCにおいても、従来の仮想内視鏡像ではこれらが大きな課題となっていた。そこで、この課題を解決し、効率的な診断を可能にする表示法として開発したのが“VGP：仮想切除標本展開像”である(図1)。内腔面全体を短時間で見渡すことが可能であり、スクリーニングにおいては非常に優れた手法である。

VGPの研究は、欧米ではシングルスライスCTの時代から行われてきたが、診断に耐えうる画像が得られず、臨床応用には至っていなかった。しかし、われわれとザイオソフト社との共同研究によってアルゴリズムを改良し、優れた画像が得られるようになった。特に、半月ヒダや結腸ひもといった構造物がきちんと表示できるようになったことから(図2)、十分に病変の拾い上げが可能なレベルに達していると考えている。もちろん、デジタル処理によって画像を切り開き、伸ばしているため、部位によっては画像に歪みが出るが、それを理解することで正常構造から逸脱した病変を拾い上げ、所見としてとらえることが可

能である。

ワークステーションによるVGPの作成は近年、非常に高速化されている。CTCによる大腸スクリーニングは、データ選択→大腸三次元画像再構成→VGPによるチェック診断→仮想内視鏡像による存在診断、という4つのステップで行われるが、VGPによるチェック診断から仮想内視鏡像による存在診断までは平均4～5分である。病変が疑われる場合は、その場で簡単に表示法を変更し、詳細に確認することも可能である。

### ● デジタル前処置

デジタル前処置は、すでに欧米では、CTCの前処置法として臨床応用が進んでいる。その原理は次のとおりである。まず、CTC検査前日にバリウムやガストログラフィン、軽い下剤を摂取してもらい、検査当日にガスで大腸を拡張してCT撮影すると、残渣・残液部分が高濃度領域として認識された画像が得られる(図3)。この高濃度領域に標識(タギング)し、デジタル処理して取り除くことで腸管全体をとらえることが可

能となり、残渣・残液に隠れているポリープが確認できるようになる(図4, 5)。現状では、画像処理上の課題によって境界面にアーチファクトが残るが、盲点のない仮想内視鏡像やVGP像が得られるという点では非常に有用である。米国では、すでにCTC用のバリウム製剤が販売され、実臨床で使用されている。将来的には、検査前の下剤の投与が省略できるようになり、被検者の負担軽減にもつながると考えている。

### ● 炭酸ガス自動注入器

当センターではCT撮影の際、大腸の拡張は空気ではなく、腸管吸収の速い炭酸ガスを使用している。また、送気は手動ではなく、米国のEZ-EM社製の炭酸ガス自動注入器を使用している。空気の注入を手動的に行うと、一度にまとまった量の空気が注入されるため、被検者が注入初期に訴える痛みの原因になりやすい。しかし、自動注入器では一定圧で緩やかに持続注入が可能のほか、管腔内圧をコントロールすることで大腸の伸展が保たれ、画像解析の際にも連続した大腸の評価が可能となる。

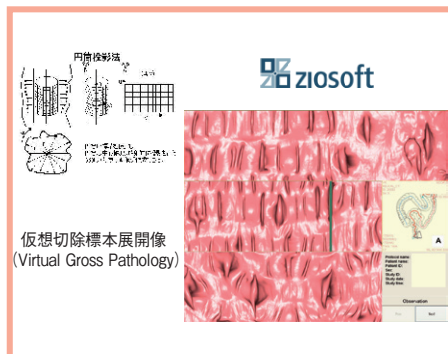


図1 VGP (Virtual Gross Pathology) 像  
スクリーニングにおける効果的な診断方法の  
開発

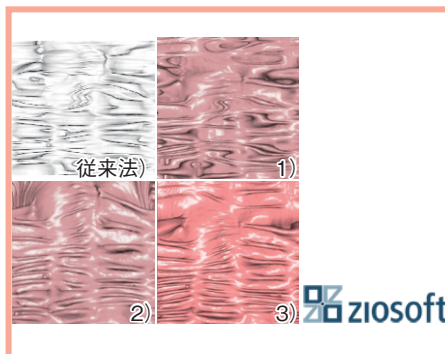


図2 VGP画像解析アルゴリズムの改良  
左上：従来手法による展開画像  
1) → 2) → 3) の順に改良を重ねている。

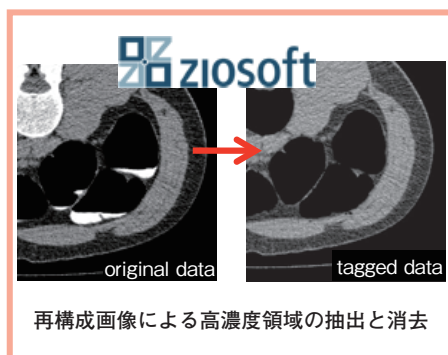


図3 デジタル前処置法の開発

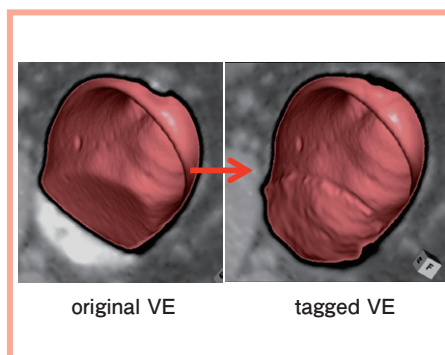


図4 デジタル前処置前後の仮想内視鏡像

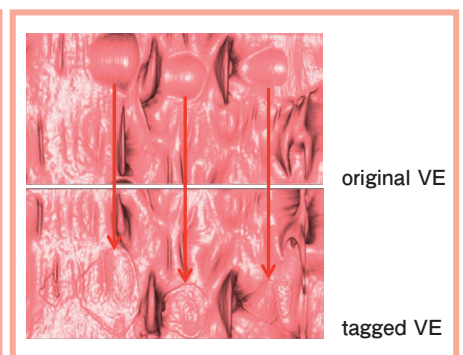


図5 デジタル前処置前後のVGP像

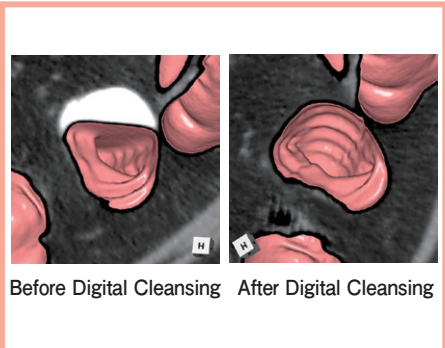
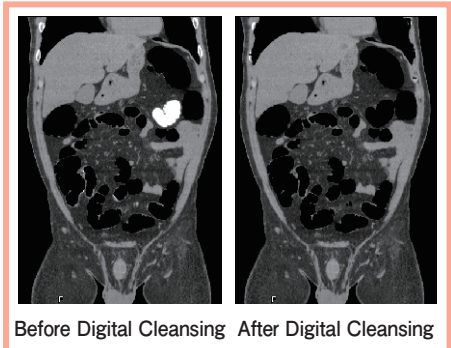


図6 症例1：バリウムによるデジタル前処理が有効だった症例

図7 図6の仮想内視鏡像

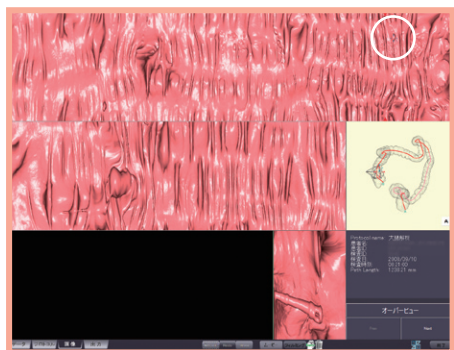


図8 症例2：治療前にCTCを施行し、デジタル前処置を行ったVGP像

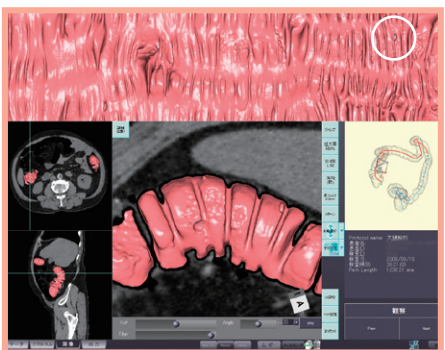


図9 図8の断層像

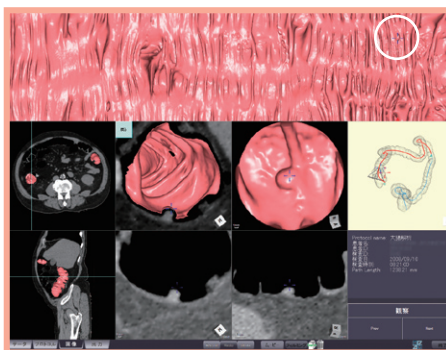


図10 図8を詳細モードで表示

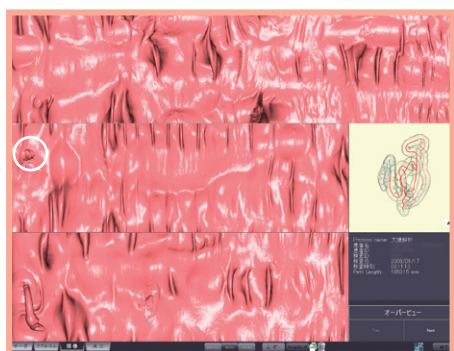


図11 症例3：上部直腸の病変の内視鏡治療目的で紹介された症例。VGP像でいくつかの病変が指摘できる。

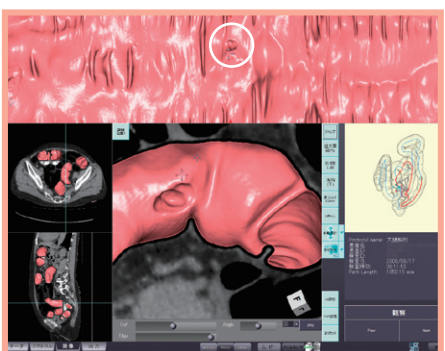


図12 症例3で、前医で指摘し得なかったポリープ

## ワークステーションによる画像解析の実際

### ● 症例1 (図6, 7)

この症例では、前日に検査食を摂った後、バリウムのみを投与し、下剤は使用していない。しかし、翌日午後のCT撮影では、残渣・残液がバリウムによって高濃度に標識された画像が得られ、デジタル前処置によってきれいに取り除くことができた(図6, 7)。

### ● 症例2 (図8～10)

図8は、治療前CTCを施行し、デジタル前処置を行ったVGP像である。病

変が疑われる箇所については、クリックをしていだけでマーキングされる。さらに、その指摘した箇所をクリックすれば、瞬時に断層像が表示される。例えば図9では、断層像を見ると壁と同程度の均一な濃度が認められるため、ポリープと診断することができる。その際、より詳細な観察を行いたい場合は、MPR像やくりぬき画像などの詳細モードに切り替えて観察することもできる(図10)。

### ● 症例3 (図11, 12)

当センターでは現在、まずCTCで検査を行い、その後内視鏡検査を行って、CTCの所見を基に内視鏡像を評価する

研究を行っている。図11は、そのうちの1症例に対して行ったCTCだが、デジタル前処置を行っていないものの、VGPで病変が疑われる箇所をいくつか指摘することができる。この被検者は、上部直腸の病変の内視鏡治療が目的で他院から紹介されたが、指摘されていたのは直腸の病変のみだった。しかし、残渣の中に均一な濃度の病変が認められ(図12)、ポリープであることがわかる。前医では、このポリープは指摘されていなかったが、実は、この病変部はSDジャンクション近傍にあり、鉗子で押さないと病変が見えてこないため、指摘が難し

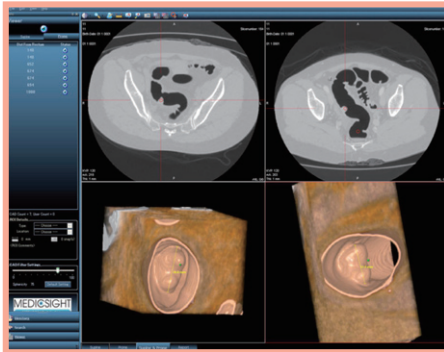


図13 開発中のCADのモニタ画面  
(Medicsight社提供)

肉眼型	病変数	検出率
隆起型		
Ip+Ilc	2/2	(100%)
Isp	24/24	(100%)
Is	9/9	(100%)
Is+IIa	38/38	(100%)
Is+IIc	9/9	(100%)
表面型		
IIa	20/33	(60.6%)
IIa+IIc	38/51	(74.5%)
IIc	0/1	(0%)
計	140/167	(83.8%)

図14 早期大腸がんのCAD検出率(167病変)

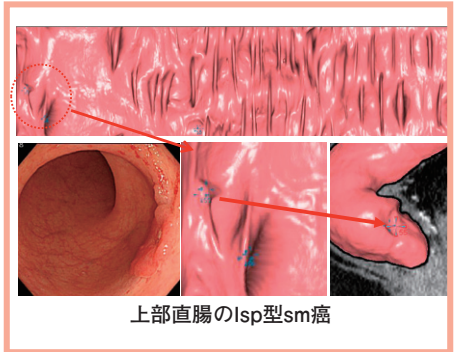


図15 開発中のVGP + CADシステム

い。しかし、このような病変でも、CTCでは容易に診断可能である。

## 国立がんセンターにおける CTC研究の現状と展望

### ●CADの有用性

欧米では、ポリープを対象にCAD(コンピュータ支援検出)の研究が非常に進んでおり、当センターにおいても、英国のメディックサイト社と共同で開発に取り組んでいる。図13はCADのモニタ画面だが、CT像では直腸の病変部に赤い丸が、仮想内視鏡像では緑の点が、CADによって自動的にマーキングされている。内視鏡検査で確認すると、上部直腸のIsp型sm癌であることがわかった。また、図14は、当センターにおける早期大腸がんのCAD検出率をまとめたものだが、隆起型病変については100%の検出率を誇るものの、表面型病変については6~7割の検出率であり、

課題も残されている。このほか、CADの解析結果をVGP上に表示するシステムの開発も進めている(図15)。

### ●CTCの臨床応用へ向けて

CTCが国内でさらに発展していくためには、検査法の標準化が必須である。その最大のポイントがデジタル前処置であり、高精度なデジタル処理を行うためには、バリウム投与方法の適正化と炭酸ガス自動注入器の開発が必要である。

炭酸ガス自動注入器については、いまのところ国内薬事未承認のため入手は困難だが、当センターでは現在、メディックサイト社と共同開発を行っており、すでにプロトタイプが完成している。また、CTCに適したバリウムについても、伏見製薬と共同開発を進めている。

CTCには、①64列MSCTでは1時間に約6人の検査が可能であるなど処理能力が優れている、②術者の技量に検査の質が左右されない、③画像診断に

客観性、再現性があり、検査を標準化できる可能性が高い、④デジタル画像のメリットを生かした画像表示、CAD、デジタル前処置が可能、⑤検査が単純であり安全性が高いなど、多くのメリットがあり、スクリーニング法としての可能性は非常に大きい。また、現在の大腸がんスクリーニングの主流である便潜血反応と大腸内視鏡検査の間にCTCを取り入れることで、内視鏡検査のマンパワー不足などの課題の解決にもつながると考えている。

約20年前に、大腸内視鏡検査は注腸X線検査を圧倒した。これを大腸診断における第一革命とするならば、このCTCによって、次の時代の大腸診断学が達成されるのではないかと期待している。内視鏡診断に基づいたCTCをさらに発展させていくことで、日本が誇る大腸の診断学を世界に向けて示していきたいと考えている。



飯沼 元 Gen linuma

国立がんセンター中央病院放射線診断部医長

1986年、岐阜大学医学部卒業。同附属病院放射線科、秋田赤十字病院胃腸センター、国立がんセンター放射線診断部、国立がんセンターがん予防・検診研究センター検診部総合検診室長を経て、2007年から現職。



座長  
工藤 進英

昭和大学横浜市北部病院  
消化器センター