

# 大腸がんスクリーニングへの応用をめざしたCTC用CADの開発と今後の展望

三宅 基隆 / 飯沼 元 / 荒井 保明 国立がんセンター中央病院放射線診断部  
森山 紀之 国立がんセンターがん予防・検診研究センター検診技術開発部  
杉村 和朗 神戸大学大学院医学系研究科放射線医学分野

CT三次元画像を用いた大腸診断学をCT Colonography (CTC) と総称し、大腸がんスクリーニングへの応用が盛んに研究され、CTを用いて大腸を診断することはすでに世界的な概念となっている。しかし、詳細な大腸三次元画像が得られるようになった反面、CTC1検査あたり約1000~2000枚の大量の画像が発生するため、読影医の負担が増大し、長時間の読影による診断能の持続性の低下や見落としが問題点として指摘されている。このため、診断精度を保ち、かつ効率的な診断環境を整備するため、CTCにおけるコンピュータ支援診断 (Computer-Aided Detection: CAD) の研究開発が積極的に進められている。

CTCにおけるCADは優れた病変検出能を有しており、病変の見落としの防止や読影時間の短縮が可能であり、CTCが臨床現場に普及するに伴い、CTC読影に際してはCADの併用が必須となると思われる。本稿では、大腸がんスクリーニングへの応用をめざしたCAD開発の現状と、臨床応用の見通しについて報告する。

## 大腸診断におけるCTCの導入

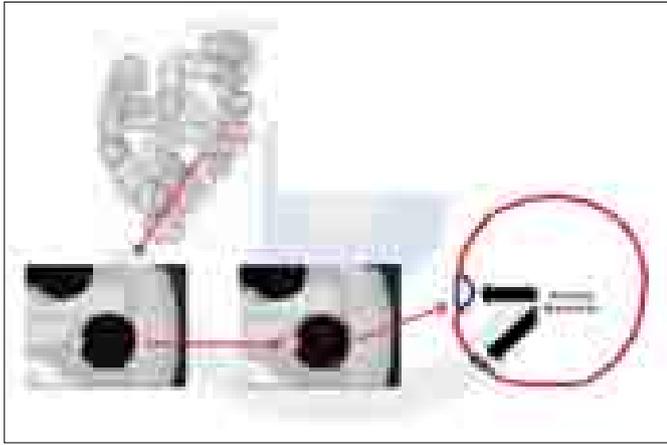
CTCは、比較的低侵襲かつ簡便に施行でき、MSCTの優れた検査処理能力を生かして短時間に多数の検査を行うことが可能である。さらに、CTC診断画像には客観性・再現性があり、他の大腸検査法と比較して検査を標準化できる可能性が高い。欧米では、腺腫癌化説 (adenoma-carcinoma sequence) に基づいた大腸ポリープの検出能を主体として、多数の読影実験を含めた研究が行われ、ポリープと進行がんの検出感度と特異度は大腸内視鏡検査と同等であることが多数報告されている<sup>1), 2)</sup>。米国におけるNational CT Colonography Trialにより、7~10mm大、10mm以上の腺腫性ポリープでのCTC検出感度はそれぞれ84%、90%と、大腸内視鏡検査に匹敵する診断能が示された<sup>3)</sup>。大腸がん予防および早期発見に対する意識の高まりやMSCTの普及、デジタル画像技術の進歩を背景に、National CT Colonography Trialの成功を受けて、いまや米国ではCTCによる大腸がんスクリーニングが現実のものとなっている。

## CTCにおけるCADの導入

CTC検査により大量に生じる大腸三次元画像情報に対して、診断能を落と

すことなく、短時間で見落としのない読影を行うことが重要となる。CTCのポリープ検出能を検討したこれまでの報告では、診断医の大腸ポリープ診断における検出能の“バラツキ”が問題となっており、その原因として、①CTC診断に対する読影医の熟練度、②大量のCTC画像に対する恒常的な診断能の持続性、③病変の見落としなどが挙げられている。前述のNational CT Colonography Trialにおいては、無症候性被検者が90%近く登録され、CT画像8000~1万枚に1枚の割合で病変が存在していた<sup>3)</sup>と報告された。また、平均的リスクを有する被検者に対するCTCによる大腸がんスクリーニングでは、10mm大のポリープ1個を確認するために解析が必要な画像は1万3000枚に及ぶと試算する研究もある<sup>4)</sup>。

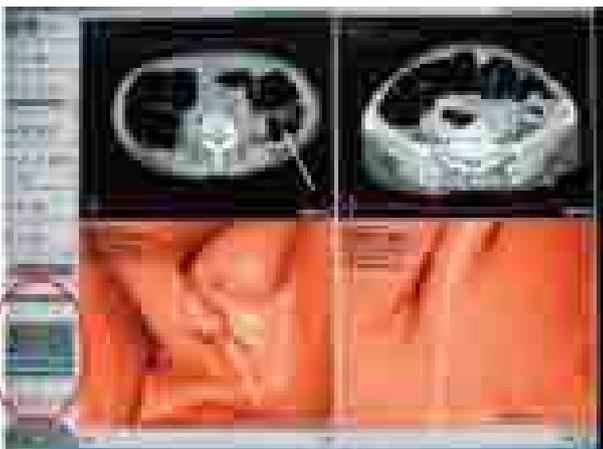
このように、大集団のスクリーニング検査において病変を見落としなく恒常的に拾い上げることは、読影医にとって大きな精神的・肉体的負担となる。そのため欧米では、シングルスライスによるCTCの時代から、診断精度を保ち効率的な診断環境を整備するため、CTCにおけるCADの研究開発が積極的に進められてきた。現在、複数の企業や研究室からCADシステムが提供され、大腸ポリープを検出対象とした診断システムは十分に臨床応用可能なレベルに達している。また、国立がんセンター中央病院では、英国のメディックサイト社を通じてロンドン大学とCTCのCAD開発に



**図1 Overview-CAD Algorithm**  
大腸全体を認識した後、大腸内腔面に突出する領域を raised objects (突出物) として認識する。



**図2 sphericity index (SI)**  
sphericity index を用いて突出物の形状を解析することで、半月襞や他の構造をポリープ等の隆起型病変と区別し、病変候補として検出する。



**図3 CAD解析画面**  
CADにより病変部がマーキングされており(↑), 2D view, 3D view ともに表示されている。右側の赤丸(○)で囲んだ領域に、CADにより病変候補としてチェックされたリストが表示されている。このリスト上でマーキングNo.をクリックすると、2D view, 3D view ともに瞬時に病変候補の画像が表示される。

起成分を大腸内腔面の突出物として形状認識する(図1)。この突出物に対し、各種の画像解析アルゴリズム、フィルタを介して、襞やパウヒン弁、残渣などの偽病変を除外した後、残ったものを病変候補として画像上に提示する(図2)。多種多様な画像解析アルゴリズムが存在するが、メディックサイト社の画像解析アルゴリズムを例にとると、同社が開発した球形度(sphericity index: SI)と呼ばれる画像解析アルゴリズムは、検出した対象の「丸さ」を計測し、SIが高く球状に近いと判断された構造をポリープとして画像上に示すものである(図3)。

CADはまた、腸管が十分に拡張したことを前提に処理を行うため、拡張不十分な領域は偽陽性や偽陰性を生じうる。また、残渣や残液に埋没した領域は、CADによる判定が困難であるばかりではなく、病変自体の検出が困難となる。偽陽性を示す頻度の高いものとして、固形の残渣(図4)、半月襞の重なり、襞の突出、壁外からの圧排像、パウヒン弁や送気用のチューブがあるが、これら偽陽性の多くは読影に際して比較的簡単に判定可能で、熟練者が読影する際には問題になることはほとんどない。また、画像解析アルゴリズムの改良によって、これらの偽陽性率は初期のCADと比較すると著明に改善しつつある。



**図4 固形の残渣**  
a: 仮想内視鏡像。管腔内の隆起成分に一致して多数のCADマークを認める。  
b: 造影CT水平断像。隆起成分内(↑)には多数のairが含まれ、残渣だと容易に判断できる。

おける共同研究を行っており、その成果を国内外の学会・論文で報告してきた<sup>5)~7)</sup>。

## CTCにおけるCADの病変検出アルゴリズム

腺腫癌化説が支配的な欧米では、

CTCによる大腸がんスクリーニングにおける早期診断の対象は隆起型病変であり、CADもポリープなどの隆起型病変を検出することを主眼に開発されてきた。

CTCのCADは、まず大腸内腔面の形状抽出を行い、肛門から盲腸までの全大腸を認識し、次に、大腸内腔面に突出する半月襞や大腸ポリープなどの隆

## CADによる病変検出能

大腸ポリープや大腸がんのほとんどが、