

胆膵内視鏡治療におけるCUREVISTAと 新高速画像処理エンジンFAiCE-V NEXT STAGE1の有用性

Usefulness of CUREVISTA and New Image Processing Engine "FAiCE-V NEXT STAGE1"
in Endoscopic Pancreaticobiliary Interventions

木暮 宏史 Hirofumi Kogure
小池 和彦 Kazuhiko Koike

伊佐山浩通 Hiroyuki Isayama

東京大学大学院医学系研究科 消化器内科

ERCP(Endoscopic retrograde cholangiopancreatography)やInterventional EUS(Endoscopic ultrasonography)といった胆膵内視鏡治療には高画質のX線透視撮影装置が不可欠である。新高速画像処理エンジン(FAiCE^{*1}-V NEXT STAGE^{*2}1)(以下、FAiCE-V NS1と示す)を搭載した株式会社日立製作所製FPD(Flat Panel Detector)搭載X線透視撮影装置CUREVISTA^{*3}では、マルチ周波数処理技術(M-DRC: Multi-Dynamic Range Compression)、動き追従型ノイズ低減処理技術(MTNR^{*4}: Motion Tracking Noise Reduction)、フレームレート変換技術(FRC: Frame Rate Conversion)の透視像への適用が実現し、より高画質な透視像が得られるようになった¹⁾。本稿ではこれらの新高速画像処理の実臨床における有用性について報告する。

X-ray fluoroscopic apparatus of high image quality is essential for endoscopic pancreaticobiliary interventions such as ERCP(Endoscopic retrograde cholangiopancreatography) and Interventional EUS (Endoscopic ultrasonography).

In X-ray fluoroscopic apparatus CUREVISTA^{*3} with FPD (Flat Panel Detector) manufactured by Hitachi, Ltd. equipped with New high-speed image processing engine (FAiCE^{*1}-V NEXT STAGE^{*2}1) (hereinafter, show the FAiCE-V NS1), multi frequency processing technology (M-DRC: Multi-Dynamic Range Compression), motion tracking type noise reduction processing technology (MTNR^{*4}: motion tracking noise reduction) and frame rate conversion technology (FRC: frame rate conversion) can be applied to the fluoroscopic image, and therefore higher quality fluoroscopic image has been obtained¹⁾. In this paper, we report on the usefulness of these new high-speed image processing in clinical practice.

Key Words: ERCP, Interventional EUS, M-DRC, MTNR, FRC

1. はじめに

胆膵内視鏡治療は従来ERCP関連手技が中心であったが、近年、超音波内視鏡下穿刺吸引術(Endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration: EUS-FNA)を応用したInterventional EUSという新たな治療手技も登場し、今後さらなる進歩が予想される。

また、胆膵内視鏡治療には内視鏡システムだけでなく、高画質のX線透視撮影装置が不可欠である。われわれの施設では以前からCUREVISTA^{*3}を導入しており、その有用性を実感していたが、最近バージョンアップして新高速画像処理エンジンを搭載したCUREVISTAが使用可能となったため、

実臨床における使用経験を踏まえ新高速画像処理の有用性について報告する。

2. 胆膵内視鏡治療

ERCP関連手技は、ERCP(十二指腸内視鏡を用いて十二指腸乳頭から胆道・膵管にカテーテルを挿入して造影する)に引き続いて、胆管結石の除去や良悪性胆道狭窄に対するステント留置、慢性膵炎による膵管狭窄に対するステント留置や膵石除去などを行う。また、以前は内視鏡治療が困難で

あった胃や胆管・膵臓の手術後の胆管結石や胆管空腸吻合部狭窄などに対しても、ダブルバルーン内視鏡やシングルバルーン内視鏡といった小腸内視鏡を用いることで、内視鏡治療(ダブルバルーンERCP・シングルバルーンERCP)が可能となった。

Interventional EUSは、超音波内視鏡を用いて、胃や十二指腸などから経消化管的に穿刺して、胆道・膵管・腹腔内膿瘍などのドレナージを行う手技である。ERCPで胆管挿管困難・不能例に対する超音波内視鏡下胆道ドレナージ(EUS-guided biliary drainage : EUS-BD)、急性膵炎後の膵仮性

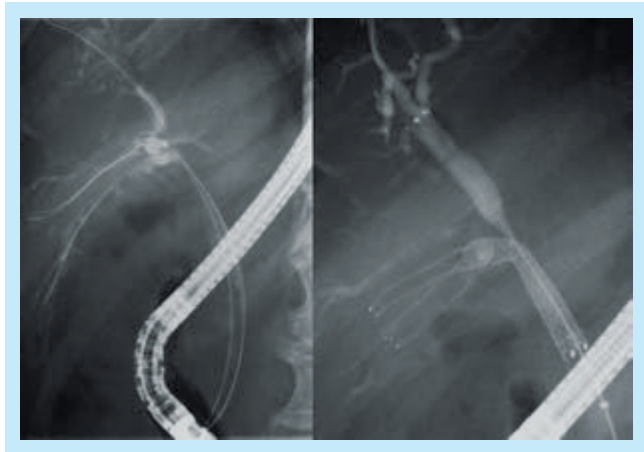


図1：ERCP関連手技
肝門部悪性胆道狭窄に対しMetallic stent(X-Suit^{®5} NIR：オリンパス株式会社製)を3本留置



図2：ダブルバルーンERCP
胆管空腸吻合部狭窄に対しPlastic stent(QuickPlace V^{®6}：オリンパス株式会社製)を2本留置

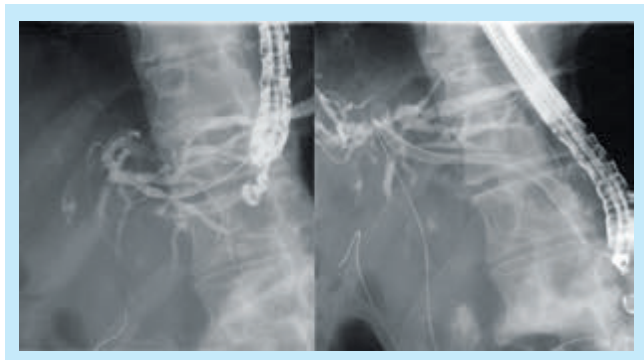


図3：Interventional EUS
超音波内視鏡下肝胃吻合術(EUS-guided hepaticogastrostomy : EUS-HGS)、Bare-end type Niti-S biliary S-type stent (TaeWoong Medical Co.,Ltd.製)を留置

嚢胞に対する超音波内視鏡下膵仮性嚢胞ドレナージ(EUS-guided pseudocyst drainage : EUS-PCD)などがある。

われわれの施設では通常のERCP関連手技(図1)だけでなくダブルバルーンERCP(図2)やInterventional EUS(図3)も積極的に行っている。

3. CUREVISTAの有用性

従来のX線透視撮影装置では目的部位に視野を合わせる際に透視台のテーブルを左右に動かしたり、場合によっては患者自身を持ち上げて移動させたりする必要があった。その点、CUREVISTAでは2ウェイアーム(図4)により映像系(管球とFPD)のみの動きで縦横方向に視野を移動可能であり、ERCPにおいて内視鏡を挿入している状況やInterventional EUSや経皮経肝胆道ドレナージ(Percutaneous transhepatic biliary drainage : PTBD)において針を穿刺している状況で、患者を動かさずに安全・快適に手技が施行可能である。

また、CUREVISTAはオフセットオープンデザイン(オフセットアーム、オフセットテーブル)(図5)により、テーブルの両側や患者の頭側に十分なスペースが確保されている。そのため、術者や介助者は患者の左右両側から容易にアクセスす

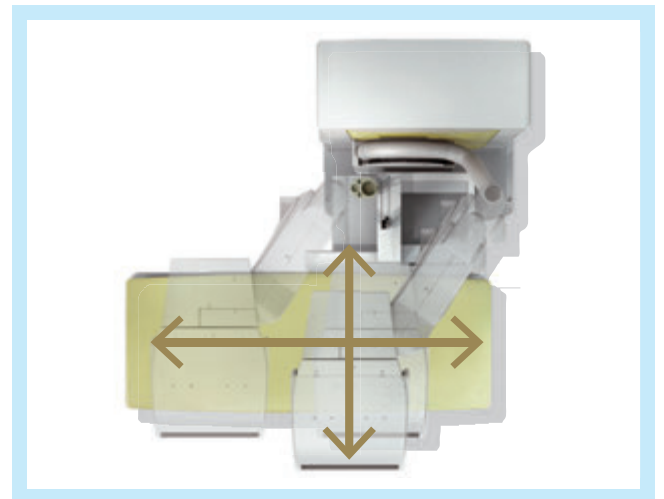


図4：2ウェイアーム

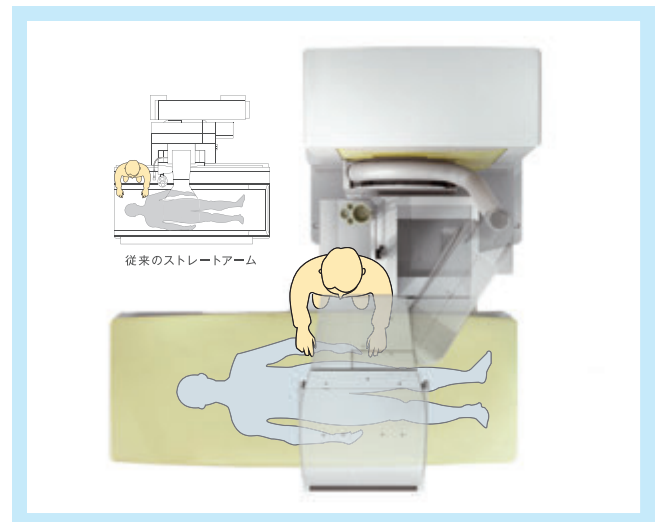


図5：オフセットオープンデザイン

ることができ、経口胆道鏡(Peroral cholangioscopy : POCS)などの際に患者の頭側に複数の内視鏡システムを並べ手技を行うことが可能である。

さらに、株式会社日立製作所製高画質透視画像録画装置 VC-1000を用いることで、内視鏡画像や超音波画像などの画像と、高画質の透視画像をPicture in Pictureでリアルタイムに一緒に表示・録画することが可能である。時間軸にずれのない2つの映像を記録することができ、高画質録画のためガイドワイヤーやステントなどの視認性も良く、若手医師教育のために手技を振り返ることや学会発表、論文などで使用する高画質のビデオを作成することが容易である。

4. 新高速画像処理

4.1 透視画像への要望

CUREVISTAは従来のX線透視撮影装置より高画質な透視画像が得られ、ERCP関連手技やInterventional EUSに適したX線透視撮影装置だが、胆膵内視鏡治療の進歩は目覚ましく、ガイドワイヤーやデバイス等の性能向上、それに伴う治療手技の複雑化により、今まで以上に高画質な透視像が求められており、まだ十分とはいえない。具体的にはガイドワイヤーやデバイスの視認性向上、特に細かい動きが見えるように動きボケ(残像)を抑制すること、金属ステントの網目などの細部が明瞭に見えること、消化管ガスによるハレーションを抑えること、さらなる拡大表示などが臨床の現場では求められていた。これらの要望に応えるため、新高速画像処理エンジンが開発された。

4.2 新高速画像処理エンジン FAiCE[®]1-V NEXT STAGE[®]21

肝門部悪性胆道狭窄に対してMetallic stent(MS)複数本留置後のMS閉塞に対する再治療の際には、従来の透視画像ではMS内でガイドワイヤー操作を行う時に詳細透視(HR)モードを多用していた。詳細透視モードは、Normal透視画像と比較し、撮影時と同じ解像度が得られるため、より細かいガイドワイヤーの視認性が向上する(図6)。

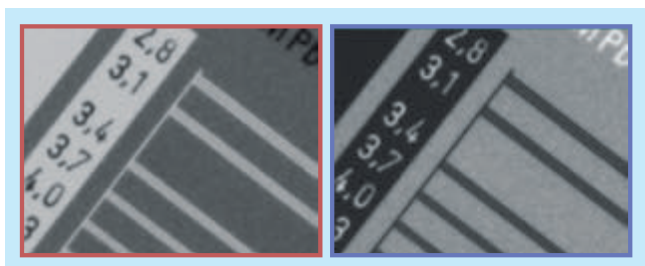


図6：チャート比較(詳細透視(左)／撮影(右))

これに対して新高速画像処理エンジンFAiCE-V NS1ではNormal透視像でもMSの網目やガイドワイヤーの視認性が向上し、MS内でのガイドワイヤー操作がしやすくなり、MSの網目を通して目的部位へガイドワイヤーを誘導することが容易となった。

さらに、HRモードは、後述のM-DRC処理により、ガイド

ワイヤーとステントにコントラストがつき、MS内からガイドワイヤーで探りMSの網目を越す操作がさらにに行いやすくなった(図7)。

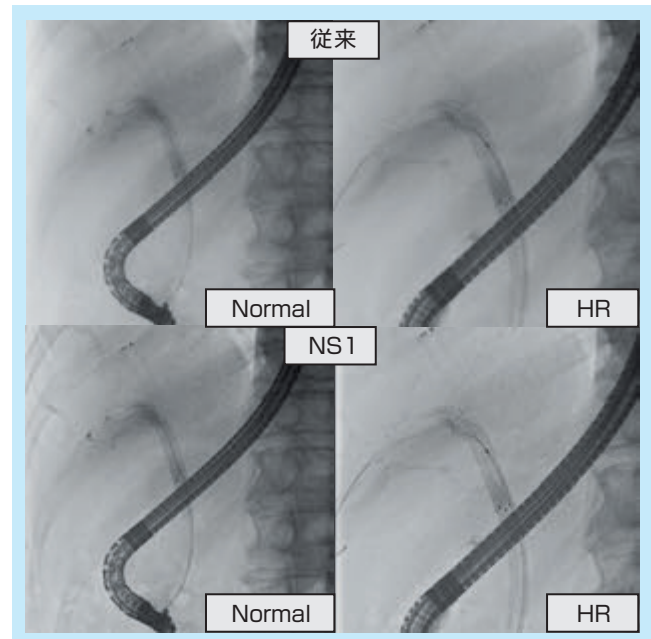


図7：従来画像処理のNormal透視画像と詳細透視(上段)、NS1画像処理のNormal透視画像と詳細透視(下段) 図1と同一症例、ガイドワイヤー(0.035inch Radifocus[®]7 (テルモ株式会社製))で探りMetallic stentの網目を突破

(1)マルチ周波数処理技術 M-DRC

M-DRC処理は、複数の空間周波数に画像を分け、それぞれの周波数画像(例えばデバイス、造影剤および消化管ガス)に強調または圧縮処理(GainまたはLUT(Look Up Table))をかけ、再合成する処理である(図8)。

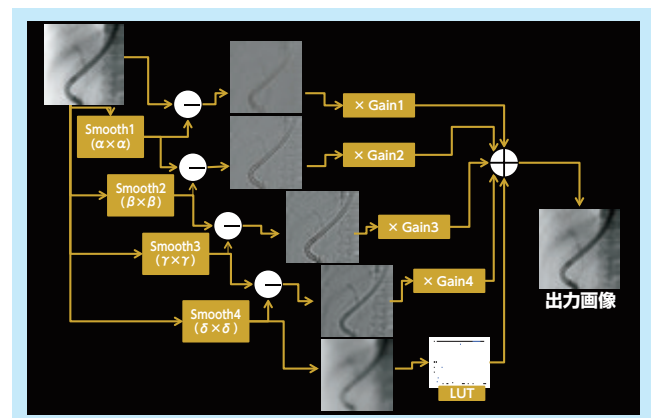


図8：M-DRCの演算概要

従来の透視画像では、ダブルバルーン内視鏡を用いたERCPにおいて内視鏡を進めていく時に腸管の走行が分からなかったが、今回のM-DRC処理の圧縮処理によりハレーションが抑えられ腸管壁が分かりやすくなったため、透視下に腸管の走行が把握できるようになり、内視鏡を進めていく際にガイドとして有用である(図9)。

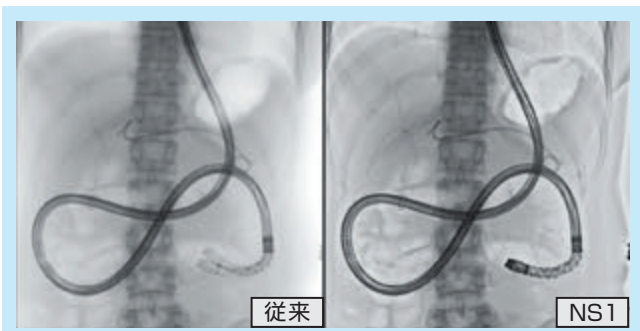


図9：従来画像処理(左)／FAiCE-V NS1 (M-DRC処理あり)(右)ショートタイプのダブルバルーン内視鏡(EI-580BT：富士フィルム株式会社製)を挿入

(2)動き追従型ノイズ低減処理技術 MTNR^{*4}

MTNRは、画像の中で時間フィルタを適用する領域と空間フィルタを適用する領域を画素単位で判断して処理することで、リカーシブフィルタと同等のノイズの低減効果を発揮しつつ、フレーム間の動きを検出し、その動きに追従させて時間フィルタを適用することで動きボケが抑制できる。

従来の透視画像は呼吸による動きがない時は造影された膵管とガイドワイヤーが明瞭に描出されていたが、呼吸による動きが生じると、内視鏡、膵管、ガイドワイヤーがボケた画像となっていた。これは、従来の透視画像では、リカーシブ

フィルタ法を採用しており、同じ位置の画素を用いて加算するため、動きに対応することが難しかったためである。

今回のMTNR処理では、前後の画像で動きの量と方向を検知し、呼吸によって動いた領域と呼吸とは異なる方向に動いた内視鏡とガイドワイヤーなどを別処理することで、ボケない画像となった。このため、呼吸性変動が大きい場合でも、内視鏡や造影された胆管や膵管、ガイドワイヤーなどの残像が少ない明瞭な画像が得られるため、ガイドワイヤーで探って目的部位に進める操作が行いやすくなった(図10)。また、バスケットカテーテルを胆管内で上下に動かして胆管結石を把持する際にも、動きボケが少ないため確実に結石を把持できているか視認しやすくなり、効率良く結石除去を行えるようになった。

(3)フレームレート変換技術 FRC

FRCは、時間的に前後のフレームを用いて中間フレームを生成し補間する手法である(図11)。中間フレームは単純な補間画像ではなく、前述のMTNRの原理を用いた動き補間を適用した画像を利用するため高画質な上、フレーム数が倍増する。そのため、フレームレートを下げても、バスケットカテーテルで胆管結石を把持して除去している最中などデバイスや内視鏡の動きがある場合でも、動きが滑らかな画像を表示でき、被ばく線量を従来よりも低減できる(図12)¹⁾。

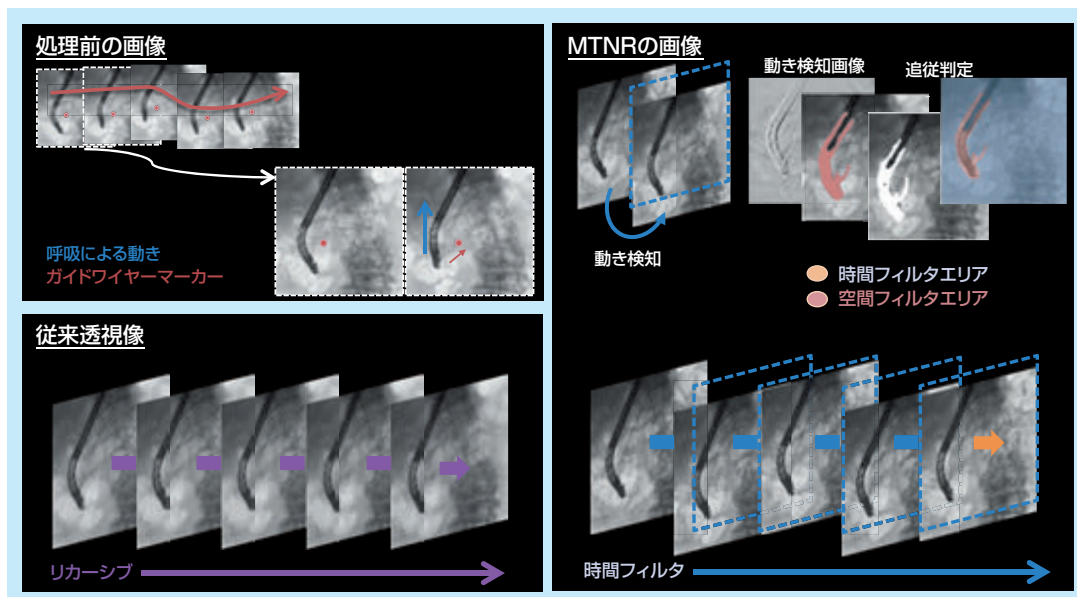


図10：MTNRの原理

膵管をガイドワイヤー(0.035inch Radifocus(テルモ株式会社製))で探っている

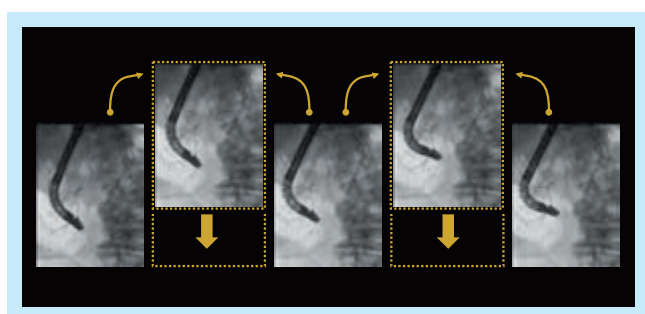


図11：FRCの原理(補間の様子)



図12：バスケットカテーテル(TetraCatch[®] V：オリンパス株式会社製)で胆管結石を把持して除去しているFRC処理画像

5. まとめ

CUREVISTAは、以前からERCPやInterventional EUSといった胆膵内視鏡治療に適したX線透視撮影装置であったが、M-DRC、MTNR、FRCといった新高速画像処理エンジンが加わることで、動きボケが少なく、かつ、細部が明瞭な透視画像が得られ、ガイドワイヤーやデバイスの視認性が向上し、被ばく低減も実現し、胆膵内視鏡治療により最適なX線透視撮影装置に近づいたと思われる。

※1 FAiCE-VおよびFAiCE、※2 NEXT STAGE、※3 CUREVISTA、※4 MTNRは株式会社日立製作所の登録商標です。

※5 X-Suit、※6 QuickPlace Vおよび※8 TetraCatchはオリンパス株式会社の登録商標です。

※7 Radifocusはテルモ株式会社の登録商標です。

参考文献

- 1) 中村 正,ほか: FPD搭載X線透視診断装置の新高速画像処理エンジン“FAiCE-V NEXT STAGE1”の開発, MEDIX, 64: 29-32, 2016.