

シンポジウム

## 内視鏡検査の現況と展望

## 消化管内視鏡検査の最近の進歩と将来的展望

## —特に電子内視鏡による画像診断の進歩について—

東京女子医科大学 消化器内科・\*内視鏡科

ミツナガ 光永	アツシ 篤	ハルキ 春木	コウスケ 宏介	カトウ 加藤	アキラ 明
ヨコヤマ 横山	サトシ 聡	ハシモト 橋本	ヒロシ 洋	クロカワ 黒川	きみえ きみえ
オバタ 小幡	ヒロシ 裕	ナガサコ 長廻	コウ 紘*	スズキ 鈴木	シゲル 茂*

(受付 平成元年12月11日)

## はじめに

ここ数年来の医用電子機器の進歩には、目覚ましいものがある。近年、内視鏡領域において特に目覚ましいものとして、超音波内視鏡と電子内視鏡の開発がある。超音波内視鏡は従来の内視鏡の先端部に超音波プローブを装着したもので、これによりこれまで、胃内ガスにより体外走査で観察が不十分となりやすかった膵臓の観察に有利なばかりでなく、消化管の壁構造を描出できることから、悪性腫瘍の深達度診断や粘膜下腫瘍の診断にも利用されて、新しい診断手法としてその地位を確立するに至っている。一方、電子内視鏡は1984年に米国ウェルチ-アリン社により初めて臨床に供され、その後、我が国においてもオリンパス光学、東芝-町田、フジノンにより続々と新機種の開発がなされ臨床応用されるに至っている。当センターにおいても1987年より、各種電子内視鏡を臨床の場で用いるようになり、現在では電子内視鏡観察が検査の主流を占めるに至っている。

## 電子内視鏡の原理

電子内視鏡(写真1)は、内視鏡先端部の CCD

により電気信号に変換された画像情報をモニターテレビ画面上に映して見る装置であり、得られる画像情報量は対象とする画像の条件が同じであれば、CCDの持つ画素数により規制される。すなわ



写真1 電子内視鏡装置

Atsushi MITSUNAGA, Kosuke HARUKI, Akira KATO, Satoshi YOKOYAMA, Hiroshi HASHIMOTO, Kimie KUROKAWA, Hiroshi OBATA, Koh NAGASAKO\* and Shigeru SUZUKI\*  
[Department of Gastroenterology and \*Department of Endoscopy, Tokyo Women's Medical College]:  
The progress of the gastroenterological endoscopy: Especially the progress of the video endoscopic examination

ち画素数が増加すると得られる画像はそれだけ緻密な像となり、ある程度の拡大によっても画質の低下が目立つことがない。現在、臨床応用されている最も画素数の多い電子内視鏡はフジノン社製のスーパーイメージ電子内視鏡であり、18万画像のCCDを装着している。電子内視鏡に使用されている画素数と他の電子機器の画素数とを比較したものが図1である。

電子内視鏡は画像情報をアナログ信号からデジタル信号に変換して伝達するシステムであり、アナログ信号をデジタル信号に変換するためには、各情報を量子化する必要がある。この量子化に8ビットパソコンを用いると図2のごとく、白から黒までの連続する色を256階調に分け、どの色も近似する整数値に置き換えられる。このようにして作られた色合いを示すスケールをグレイ・スケールと呼ぶ。このグレイ・スケールの全幅をダイナ

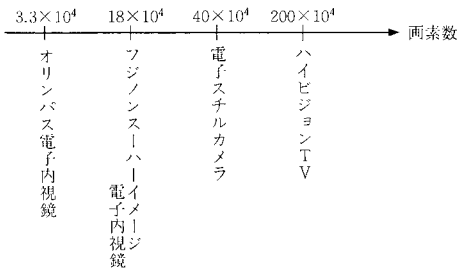


図1 電子内視鏡とその他の電子機器の画素数の比較

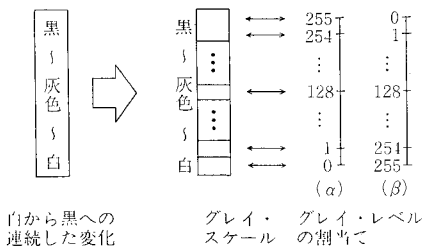


図2 情報の量子化\*

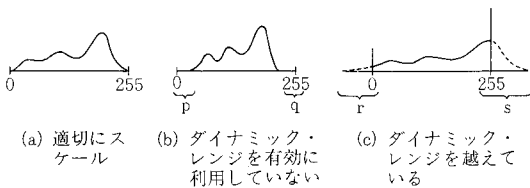


図3 入力画像の性質とヒストグラムの関係\*

ミック・レンジと呼び、図3 (a)のごとく「画像情報がダイナミック・レンジいっぱい広がっている画像では、画像情報も多く、適切な画像と言える。これに対し、ダイナミック・レンジを十分に活かしていない画像ではコントラストが乏しく、ダイナミック・レンジを越える画像では一部の情報が欠落する。そこで図3の(b)や(c)のような不適切な画像情報に対し、それをより適切な画像に変換する手法として、各種の画像処理があり、これは劣化した画像を我々の目により見易いものとするための手法である。次に画像強調処理のうち代表的な2つの手法について紹介する。

画像強調処理

1) ヒストグラムの平坦化処理：一般に画像は濃度の分布が密な部分（ヒストグラムの山）と疎な部分（ヒストグラムの谷）があるが、ヒストグラムの平坦化によって前者の部分が引き伸ばされ、後者の部分が圧縮される。この際、一般に引き伸ばされる部分に属する画素の数が多く、その結果、コントラストが強調されることになる（図

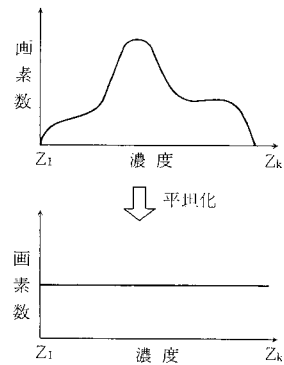


図4 ヒストグラムの平坦化\*

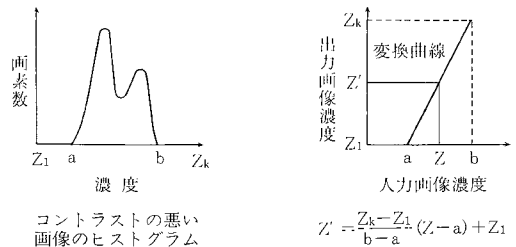


図5 ダイナミック・レンジの拡大\*

\*「コンピューター画像処理入門」  
田村秀行監修，総研出版より抜粋

4).

2) ダイナミック・レンジの拡大：画像のヒストグラムが許された濃度範囲の一部にしか分布していない画像は、コントラストが低く、画像の境界などが判読し難い。そこで、ヒストグラムの分布を許された濃度範囲いっぱい引き伸ばすことによって、コントラストを強調することができる(図5)。

写真2はUマチックビデオテープに記録した電子内視鏡画像を実際に画像処理しているところで、ピアス社製画像処理装置 LA500とパーソナルコンピュータを用いたシステム(写真3)によって、そのメニュー画面(写真4)からリアルタイムにダイナミックレンジの拡大・ヒストグラムの平坦化といった画像強調処理を行ないことができる。

#### 画像強調処理の実際

実例を示す。写真5は36歳女性の胃前庭幽門部の電子内視鏡画像である。注視すると大弯側に菱形を呈する小さいIIb病変が認められるが、周囲萎縮粘膜との境界が不明瞭で、存在診断にも困難を伴う。これに対して、ヒストグラムの平坦化処理をしたものが写真6左であり、ダイナミック・レンジの拡大処理をしたものが写真6右である。いずれの方法においても病変部と周囲粘膜との境

界が明瞭となり、病変の存在診断とともにその境界を明瞭にすることが可能である。

写真7は映像技術用に作られた朋映社製カラーコレクターであるが、これを用いることによってリアルタイムに上記のような画像強調処理を行なうことができる。写真8はこれによる処理画像で、左のII a+II c型早期胃癌の原画像に対して、右



写真2 画像処理装置



写真3 画像処理装置 LA500とパソコンのシステム

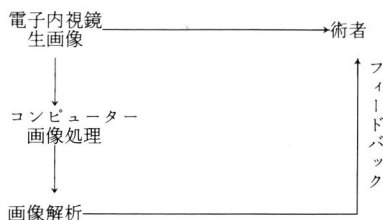


図6 電子内視鏡観察の進展

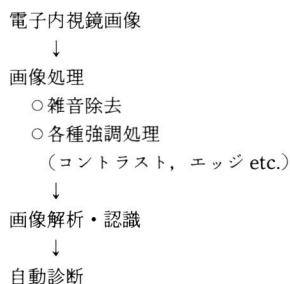


図7 電子内視鏡画像の自動診断

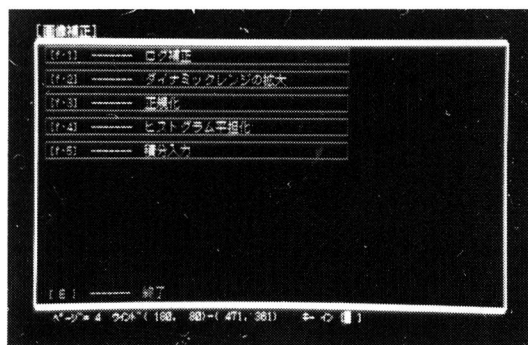


写真4 メニュー画面

の処理画像では病変部の広がりにより明らかにされており、インジゴカルミン散布などの色素内視鏡検査によらずに簡便に病変の境界を描出することが可能である。

写真9は電子内視鏡画像をリアルタイムに画像処理する目的でオリンパス光学社により作られたカラーエンハンサーであり、この装置によってもカラーコレクター同様、電子内視鏡画像の強調処理を行なうことができる。写真10はこれによる処理画像で、左の食道静脈瘤の原画像に対して、その右処理画像では、食道静脈瘤および拡張した毛細血管がくっきりと描出されている。

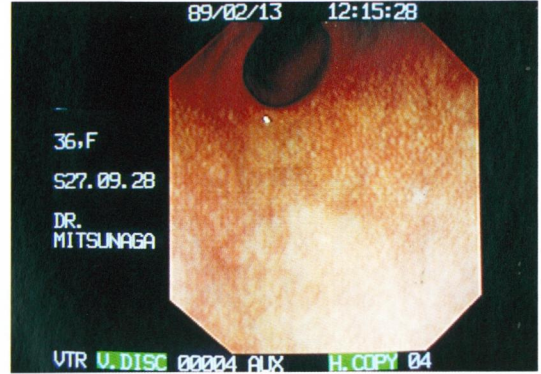


写真5 幽門前庭部の IIb 型早期胃癌の電子内視鏡像

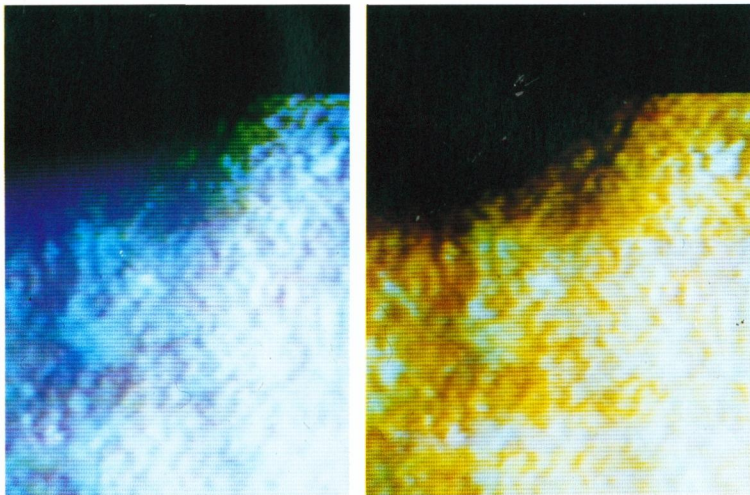


写真6 画像強調。左：ヒストグラムの平坦化処理像，右：ダイナミック・レンジの拡大処理像

### おわりに

これまで内視鏡診断学は術者の経験に左右されることが多く、診断にあたっては術者に対し画像情報の側から積極的に働き掛けたといったことはなかった。しかし、現在ではリアルタイムに行なえる画像処理によって、生画像と同時に処理画像を術者にもたらしことによって、術者の診断の手助けとなることができるようになる(図6)。更には、この処理画像情報をマイクロコンピュータを用いて解析することによって、電子内視鏡画像の自動診断への道が開かれる可能性がある(図7)。

以上、電子内視鏡検査の現状とその臨床応用について述べた。

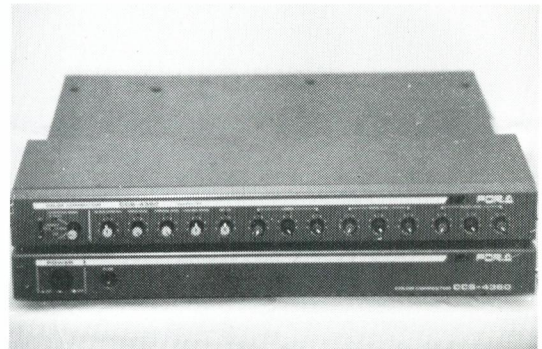


写真7 朋映社製カラーコレクター装置



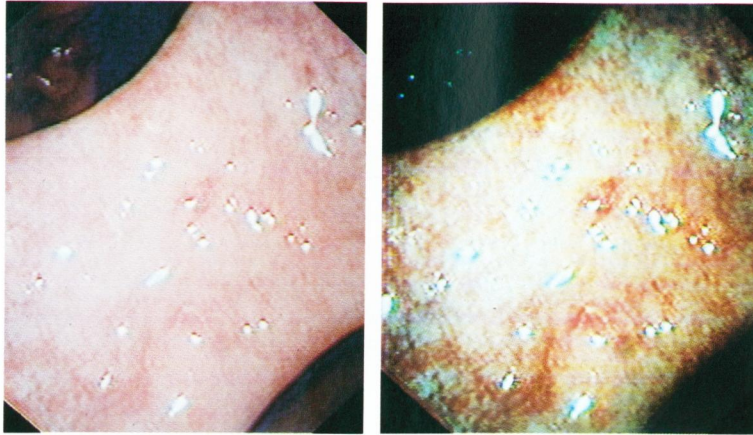


写真8 カラーコレクターによる画像強調処理。左：原画像（II b 類似早期胃癌），右：処理画像

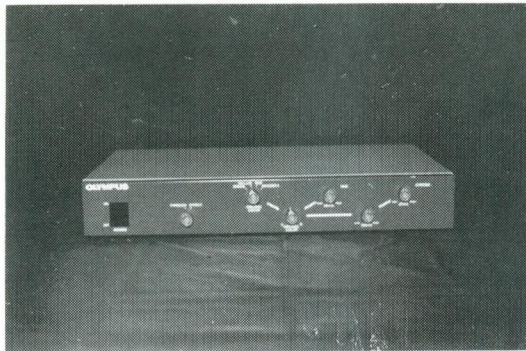


写真9 オリンパス光学社製カラーエンハンサー装置

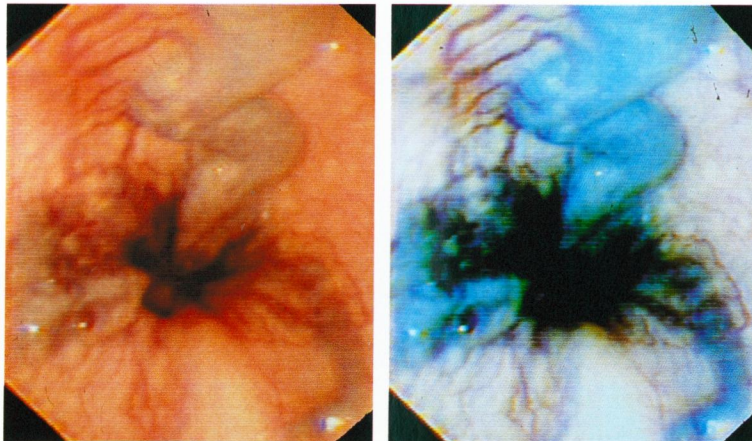


写真10 カラーエンハンサーによる画像強調処理。左：原画像（胃潰瘍），右：処理画像