

高画質と高操作性を追求した電子内視鏡装置

TV Endoscope System Offering High Image Quality and Operability

菊池 克也
K. Kikuchi

岩越 恵一
K. Iwakoshi

志村 靖
Y. Shimura

電子内視鏡装置は、CCD（電荷結合素子）の画素数の増加と信号処理技術の進歩によって、画質の改善が進んでいる。当社は、高画質化のニーズにこたえた電子内視鏡装置 TRE-3680 を開発した。

TRE-3680 は、電子スコープに 41 万画素 CCD と、信号処理に 10 ビットのデジタル信号処理 IC を採用して、色の再現性と解像度の優れた内視鏡画像を得た。また、スコープグリップ部の形状を一新してコンパクトと軽量化を図り、操作性の改善を実現した。さらに、デジタル画像ファイリング装置とのインタフェース機能を標準装備したことにより、画像ファイリングの拡張が可能である。

The image quality of TV endoscopes has increased in line with the progress in the number of pixels of charge-coupled device (CCD) image sensors and image processing technologies.

We have developed a new TV endoscope system, the TRE-3680, in response to the need for high image quality. The TRE-3680 incorporates a 410,000-pixel CCD and a 10-bit digital signal processing IC, enabling images with excellent color reproduction and high resolution to be obtained. The newly designed grip of the scope is compact, offering improved operability.

The TRE-3680 is also equipped with an interface for a digital image filing system, thus allowing the capabilities of this endoscope system to be expanded to image filing.

1 まえがき

消化器系の疾患の多いわが国において、消化器診断には従来 X 線診断装置が広く使用されてきた。ところで、最近の 10 年間に内視鏡装置を用いた診断が急激に増加し、消化器系のルーチン検査として実施されている。診断だけでなく、内視鏡を用いた治療法も多く開発されており、今後、内視鏡検査はさらに増加することが予測される⁽¹⁾。

電子内視鏡は 1983 年に米国 Welch Allyn 社によって開発されたが、その後は日本のメーカーによって商品化されている。現在では、従来のファーストスコープに置き換わり、広く普及している。

当社は、86 年に電子内視鏡を発売して以来、高画質を特長とした製品を開発してきた。95 年には、開業医への普及を主目的とした普及型電子内視鏡装置 TRE-3600 を製品化した。今回、TRE-3600 のシリーズ製品として、高画質と操作性を特長とした電子内視鏡装置 TRE-3680 を開発した。ここでは、この装置の技術的特長を紹介する。

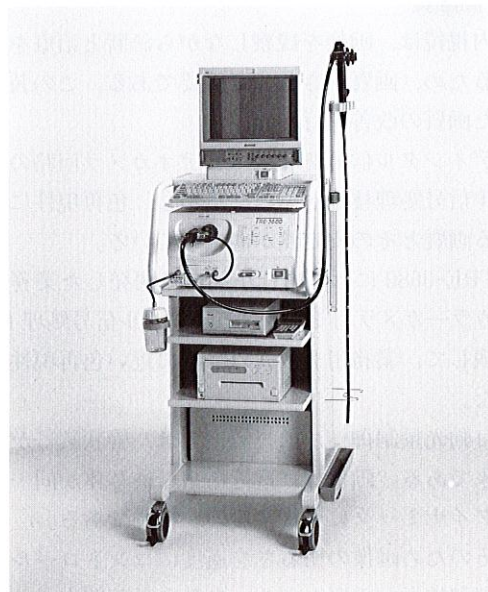


図 1. 電子内視鏡検査装置 TRE-3680 本体に電子スコープを接続した外観写真。

TRE-3680 TV endoscope system

2 開発コンセプト

図 1 に TRE-3680 の外観を、図 2 にシステム構成を示す。

スコープは、用途に応じて上部用および下部用スコープが接続される。このスコープの先端には画素数が 41 万の CCD センサが組み込まれている。

本体中の信号処理ユニットは、CCD からの画像信号を標準のビデオ信号に変換するユニットである。光源ユニットには、体腔(こう)内を照明するために高輝度キセノンランプが使用されている。送気/送水/吸引ユニットは、スコープ先端のレンズ面をつねにクリアに保つための洗浄機能

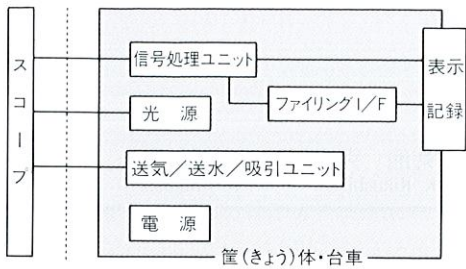


図2. TRE-3680のシステム構成 機能ブロックを示している。システムは信号処理ユニット、光源、送気/送水/吸引ユニット、ファイリングI/Fなどで構成している。

Configuration of TRE-3680 system

と、体液・残渣(さ)を吸い出す吸引機能を受け持つユニットで、当社独自の電磁バルブ方式を採用している。ファイリングインタフェース(I/F)は、当社のデジタル画像ファイリング装置 TOSPACS とのインタフェースである。

この装置のコンセプトは、高画質、高操作性、ファイリングシステムへの拡張性に優れた実用的電子内視鏡装置である。

3 本体部の特長

3.1 高画質

電子内視鏡は、画像を観察しながら診断と治療を行う装置であるため、画質がきわめて重要である。この装置では徹底した画質の改善を行った。

(1) デジタル信号処理 ビデオカメラ回路のデジタル信号処理技術が急速に進歩し、色再現性に代表される画質とその安定性が向上している。

TRE-3680には、当社が独自に開発した業務用単板式カラーカメラ用1チップデジタル信号処理IC⁽²⁾を搭載して、業務用3板式カメラに近い色再現性を実現した。

(2) 自動光量制御 内視鏡検査は、管状臓器が観察の対象である。画像は、遠近に富む被写体が同一画面上でダイナミックに変化するのが特長である。

そのため画像の明るさを適度にコントロールする光量制御技術が重要となる。自動光量制御方式として、当社独自のヒストグラム測光方式を採用している。CCDから得られる輝度信号成分のヒストグラムをリアルタイムに作成し、その分布を基に明るさを制御する。診断の妨げになるハレーションを低減し、かつ画面全体が適度な明るさを保つ画像を実現している。

また、DGC (Dynamic Gain Control) 回路を採用して、遠景の被写体観察時には自動的に明るさを増加させることにより、当社従来比で2倍以上の明るさを実現した。

内視鏡検査では、患者に呼吸性などの動きがある一方、CCDが搭載されているスコープ先端がつねに動いている。このため、動きふれの少ない静止画像を得ることが重要である。シャッタースピード、光源光量およびDGCゲインの三つのパラメータを適応型制御でコントロールしている。この結果、最速のシャッタースピードが選択されるとともに、明るさが適性に变化し揺らぎの少ない画像が実現している。

(3) ダイナミックレンジ拡大 内視鏡検査では明るい部分から暗い部分までの広い範囲を映像化する必要がある。したがって、CCDから取り込む信号のダイナミックレンジは広く確保される必要がある。CCD信号のダイナミックレンジを確保し、かつ適性に表示するための信号圧縮処理技術をくふうして、当社従来比1.5倍のダイナミックレンジを実現した。

図3(a), (b)に臨床画像を提示する。



(a)胃



(b)大腸

図3. 臨床写真 胃および大腸の臨床例で、鮮明な画像が得られている。

Clinical images of (a) stomach, and (b) colon

3.2 操作性

内視鏡装置としての必要な機能を徹底的に絞り込み、操

作パネルには明るさ制御、ポンプ制御と洗浄制御だけを配置した。これによりシンプルな操作が実行できる。通常時に設定の変更が不用な他の機能は、回路基板上のスイッチにより設定可能とした。

3.3 ファイリング装置への接続

内視鏡画像を画質の劣化がないデジタル画像でファイリングするニーズが強い。当社のデジタルファイリング装置 (TOSPACS) への画像ファイルを行うインタフェース機能を装備した。スコープのスイッチから希望する画像のファイリングを可能としている。

3.4 小型・軽量化

1チップデジタル信号処理 IC, ASIC (用途特定 IC) などの集積回路の採用により部品点数を半減した結果、本体の質量が従来比の 2/3 となり、大幅な小型化を実現できた。

4 スコープ部の特長

スコープグリップ部は、検査中つねに握っている部分であり、装置の使いやすさを大きく左右する。開発のコンセプトを軽量で片手操作可能なグリップとし、これを実現するためのくふうを加えた。

- (1) グリップ形状 握りやすいグリップにするため、まず操作性を満足させる外形を徹底して検討し、決まった外形内に必要な機能を収納する設計方法を採用した。最初に複数のモデルを作成して基本デザインの方角を決定した。絞り込んだ複数の形状検討案を医師に握ってもらい、何度も修正を加えて、最終形状を決定した。スコープグリップ部の外観を図 4 に示す。

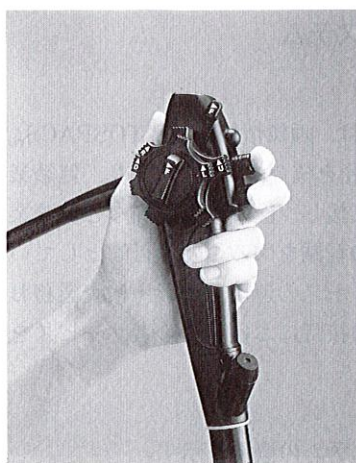


図 4. 電子スコープのグリップ 握りやすく、軽く、操作しやすいグリップとした。
Grip of electronic endoscope

- (2) グリップ質量の低減 操作時の疲労を軽減するために、グリップの質量についても大幅な軽量化を試みた。内部構造の形状と材質の最適化、部品点数の削減を行った結果、当社従来比 30% の質量の削減が実現できた。

- (3) グリップ操作トルク スコープ先端部は、グリップ部にあるノブを回すことによって内蔵されているワイヤが引張られ曲げられる構造になっている。ノブの回転角と先端部の回転角の関係を見直し、ノブの操作トルクを従来比の 33% 軽減して、微妙なアングル操作を行いやすくした。

5 あとがき

高画質・高操作性、ファイリング装置への拡張性に優れた電子内視鏡装置 TRE-3680 を開発した。

内視鏡検査は、早期段階での悪性病変の診断、高度な治療への対応が求められている。今後、内視鏡検査のニーズにこたえる装置の開発に努力していく。

謝 辞

臨床データをご提供いただいた 埼玉県 済生会栗橋病院 片山 修先生に深く感謝の意を表する次第である。

文 献

- (1) 小黒八七郎：認定医制度の展望, Gastroenterol. Endosc., 37, 5, pp. 1082-1085 (1995)
- (2) 阿部達朗, 他：業務用単板カラーカメラのデジタル信号処理システム, 東芝レビュー, 49, 1, pp.55-58 (1994)



菊池 克也 Katsuya Kikuchi, Ph.D.

那須工場 第三技術部参事, 理博。
電子内視鏡の開発に従事。日本物理学会会員。
Nasu Works



岩越 恵一 Keiichi Iwakoshi

那須工場 第三製造部参事。
電子内視鏡の製造技術に従事。
Nasu Works



志村 靖 Yasushi Shimura

那須工場 第三技術部主務。
電子内視鏡の開発に従事。
Nasu Works