

藤原 茂美  
S.Fujiwara

吉江 剛  
T.Yoshie

近年、消化器診断において内視鏡装置はなくてはならない診断装置の一つとなっている。大・中病院では従来のファイバースコープから電子内視鏡への置換えがかなり進んでいるが、規模の小さな診療所などではまだファイバースコープが使用されている。

当社は、小規模の診療所をターゲットに置いて、コストパフォーマンスの良い電子内視鏡装置 TRE-3600 を開発した。その特長は、①上位機種と同等の高画質、②シンプルな操作性と小型・軽量化、③スコープグリップの形状改善と軽量化、④洗浄消毒方法の簡易化などである。

Recently, the endoscope system has become one of the most important devices for gastrointestinal diagnosis. Although fiber endoscopes have been replaced by new TV endoscopes at many large or medium-size hospitals, fiber endoscopes are still commonly used at clinics and small hospitals.

In response to this situation, we have developed a widespread-use type TV endoscope system targeted at clinics and small hospitals. This paper discusses the image quality, operability, and washing tools provided in the new TV endoscope system.

### 1 まえがき

1983年に米国 Welch Allyn社によって開発された電子内視鏡装置は、現在では国内の各内視鏡メーカーによって種々の電子内視鏡装置が商品化されている。診断技術や治療法も目覚ましく発達し、内視鏡検査数も増加の一途をたどっている。内視鏡検査を実施する医師が所属する日本消化器内視鏡学会の会員数も毎年5%以上の増加を続けており、現在では2万人を超え、医学会第四位の会員数である。

内視鏡検査の増加に伴って、従来のファイバースコープと電子内視鏡スコープを合わせた販売量は増大し続け、特に1990年以降は電子内視鏡スコープが占める割合が増加し、1994年度ではついに電子内視鏡の販売量がファイバースコープのそれを上回るに至った。テレビモニタにより多人数で観察できるという電子内視鏡の特長から、大・中病院あるいは専門医院では従来のファイバースコープから電子内視鏡への置換えが進んだものと思われる。しかし、まだ約1/2以上は従来のファイバースコープが使用されていることも事実である。ファイバースコープを使用しているのは主に開業医や診療所が中心である。ここでは、医師の数も少なく患者も比較的に少ないため、価格の安いファイバースコープを選択しているものと考えられる。

そこで、開業医、診療所をターゲットにして電子内視鏡の

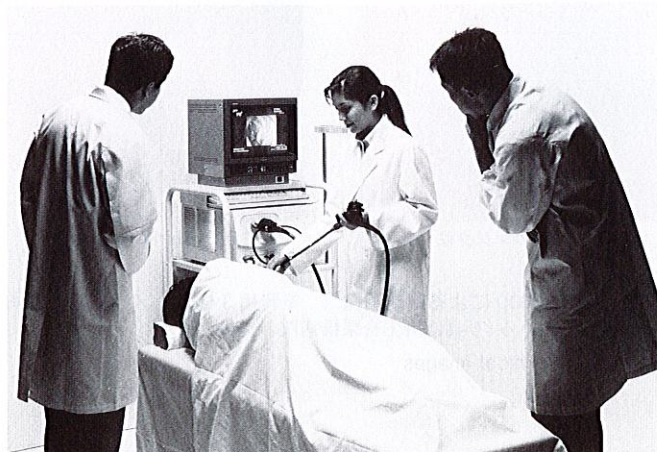


図1. 普及型電子内視鏡装置 TRE-3600 口からスコープを挿入して胃の内部を診断している。

TRE-3600 widespread-use type TV endoscope system

特長を損なうことなくコストパフォーマンスの良い普及型電子内視鏡装置 TRE-3600(図1)を開発した。

### 2 機能・性能の絞り込み

普及型電子内視鏡装置 TRE-3600 の販売ターゲットを開業医、診療所と想定して、従来装置の豊富な周辺機能部分を

思い切って省き、普及機として必要な機能だけを厳選した。

これまで当社は、画質の面で電子内視鏡市場をリードしてきた。今回、普及型電子内視鏡装置 TRE-3600 の開発にあたって、上位機種 TRE-3000 と同等以上の画質レベルを達成することを第一の開発コンセプトとした。一方で必要機能の徹底的な抽出を行い、シンプルな操作性を実現し小型・軽量化を図ることを第二の開発コンセプトとした。第三には、安全性の確保は医用機器開発における使命であり、あらゆる施策を盛込んだ。特に最近注目を浴びている洗浄消毒に対しても重点を置いた。「画質がよくて、使いやすく、安全な内視鏡」の3点に重点を置き、他の性能については思い切った割切りを実行した。

### 3 装置の性能と特長

#### 3.1 高画質

電子内視鏡装置は画像を観察し診断を行う機器であるため、画質についてはいっさいの妥協を排し、上位機種と同等以上の画質を達成した。

図2に、TRE-3600による臨床画像を示す。

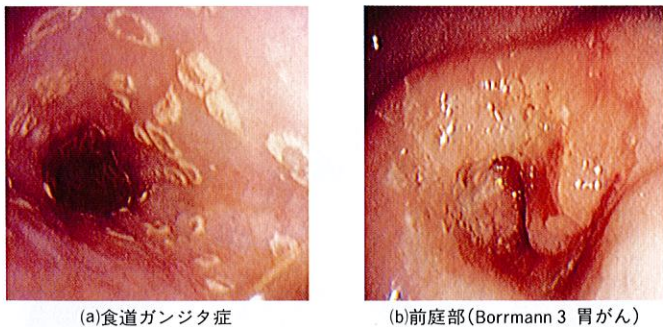


図2. TRE-3600による臨床画像 業務用3板式カメラに近い良好な画像を得ている(写真は済生会栗橋病院の提供による)。

Example of clinical images

**3.1.1 デジタル信号処理システムの採用** 昨今、ビデオカメラ回路のデジタル化が急速に進んでいる。デジタル技術を用いた信号処理により、色再現性に代表される画質とその安定性の向上を実現している。TRE-3600は、当社のマルチメディア技術研究所が独自に開発した業務用単板カラーカメラに使用する1チップデジタル信号処理ICを搭載して、業務用3板式カメラに近い良好な色再現性を達成している。また、エンコーダ回路もデジタル化して性能の安定化と正確な調整を可能にしている。TRE-3600は、当社初の“デジタル電子内視鏡装置”である。

**3.1.2 自動光量制御** 自動光量制御方式は当社独自のヒストグラム測光方式を採用している。CCD(電荷結合素

子)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で作成し、その分析結果を基に明るさを制御するため、診断の妨げになるハレーションを低減した画像を常時提供できる。また、DGC(Dynamic Gain Control)回路の採用によって当社比で2倍以上の明るさが得られるように改善した。内視鏡診断装置で診断する場合、患者には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は検査のためつねに動いている。このため、シャッタースピードを速くしてブレの少ない画像を提供することが重要である。シャッタースピード、光源光量とDGC回路ゲインを適応型制御により最速のシャッタースピードが得られるとともに、適正なスピードでゆらぎのないスムーズな自動光量制御を実現した。

**3.1.3 ダイナミックレンジの拡大** 内視鏡検査では明るい部分から暗い部分まで広い範囲を映像化して適正に表示する必要がある。したがって、CCDに取り込む信号のダイナミックレンジは十分広く確保される必要がある。ファイバースコープは、純粋に光学的な観察系のためダイナミックレンジが広い。このため、電子内視鏡では広いダイナミックレンジの確保が大きな課題である。TRE-3600では信号圧縮技術により当社比で約1.5倍のダイナミックレンジを達成した。

#### 3.2 本体スイッチの操作性

内視鏡装置として必要な機能について徹底的な絞込みを行い、操作パネルには明るさ制御、ポンプ制御と洗浄の制御スイッチだけを配置した(図3)。これによりシンプルな操作性が達成されている。常時設定する必要のないその他の調整機能は、表のパネル面には出さずに、回路基板上のスイッチによって設定できるようにした。

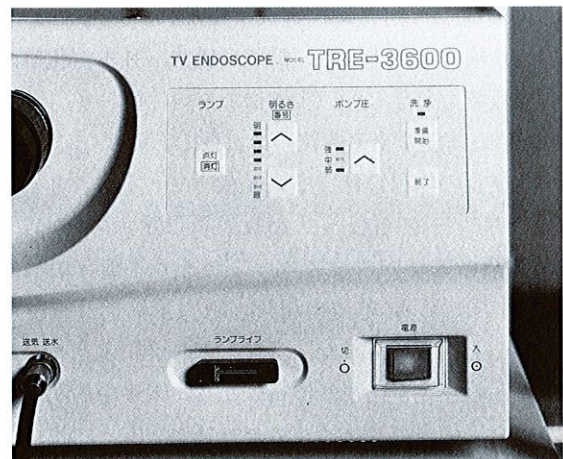


図3. 操作パネル 必要最小限のスイッチを配して余分な操作をなくした。

Operation panel

#### 3.3 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

の使用による部品点数の半減化と、基板間の信号の受渡しにマザーボードを使用せずにコネクタ接続方式を採用することによって、小型・軽量化を徹底し、質量も従来の2/3とした。

### 3.4 スコープグリップの操作性

検査数が専門病院と比較して少ない診療所では、より使いやすく、検査のストレスを少なくするくふうが必要である。スコープのグリップ部は、検査中はずっと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部分である。今回の開発においては、操作性の良いグリップにするためいくつかのくふうを加えた。

#### 3.4.1 グリップの形状

握りやすいグリップにするため、今回の開発では内部部品の設計からではなく外形から決めていき、決まった外形内に必要な機能を後から設計する方法を採用した。外形の検討には、当社デザインセンターおよび生産技術研究所とも協力して徹底した現場主義のデザインを目ざした。まず、最初に複数のモデルを作成して基本デザインの方向を決定した。絞り込んだ3種類の形状検討案を図4に示す。その後病院を訪問し、実際に病院の先生方に握っていただき、何度も修正を加えた結果、図5のような最

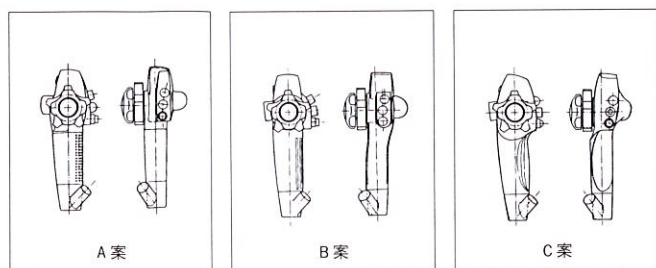


図4. 操作グリップの検討 初期の段階で基本の3種類を検討した。

Research on shape of grip



図5. 操作グリップの最終形状 詳細検討の結果得られた最終形状。

Shape of grip

終形状を決定した。

#### 3.4.2 グリップの軽量化

グリップの形状と並んで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設計を試みた。当社生産技術研究所の開発した、簡易組立性評価法を活用して、構造の見直しも行った結果、図6に示すようにグリップ質量は従来の30%削減し、他社製品と比較しても最軽量のグリップが完成した。

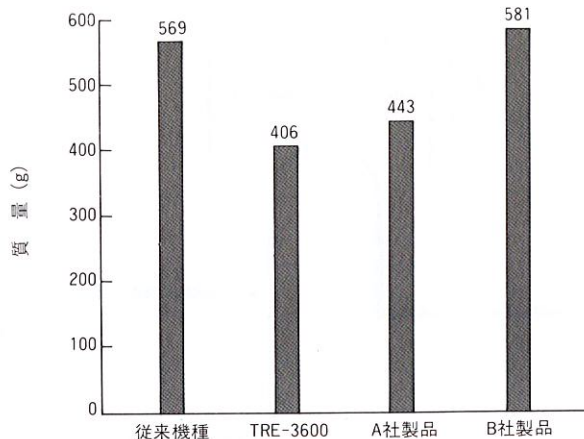


図6. 従来のグリップとの質量比較 従来の約30%の軽量化ができた。

Comparison of weight of grips

#### 3.4.3 グリップ操作トルク

スコープの先端は、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っ張られ、曲げられる構造になっている。そこで、ノブの回転力をワイヤ引張り力に伝達するプーリを小径化することによって、操作トルクを約35%軽減し、微妙なアングル操作をしやすくした。

## 4 安全性への取組み

### 4.1 電気安全性

安全性の確保は医用機器の開発における使命である。TRE-3600は、普及機でありながら、患者回路を他の信号処理回路から電氣的に絶縁するIEC安全規格BF型機器として開発した。送気/送水/吸引の自動停止機能、CCDへの過電流検出回路、スコープスイッチ制御線の常時監視機能、光源の異常監視機能と合わせ高い安全性を確保している。

### 4.2 洗浄消毒方法

検査数の多い病院では、スコープの洗浄消毒には自動洗浄器を使用しているが、小規模の診療所では手洗い消毒をすることも多い。手洗い消毒の場合は、スコープの表面だけでなく送気送水管路や鉗(かん)子を挿入するための鉗子チャンネル内部の消毒が問題となる。そこで、TRE-3600では容易にスコープ管路と吸引をチューブでつなぐだけで洗浄ができる器

具を付属した。

図7のように、スコープの送気送水口と吸引口を全管路洗浄具で本体につなぎ、鉗子口洗浄のための吸引洗浄アダプタをつなぐことによりスコープ管路は洗浄できる。また、本体側にも送水管路系があり、この洗浄消毒を目的とした洗浄器具も用意した。図8のように送水管路洗浄具と、全管路洗浄具を逆につなぐことによって洗浄が可能である。

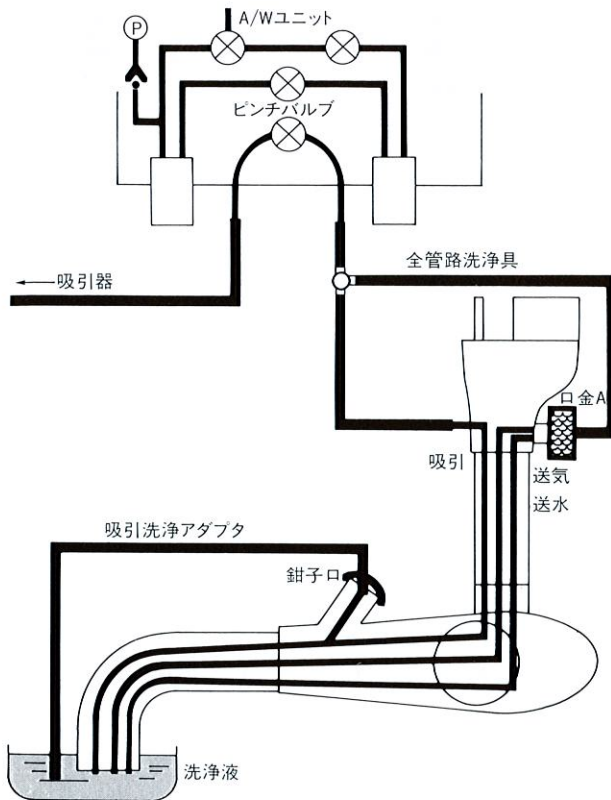


図7. スコープの簡易洗浄方法 アダプタをつなぐことで洗浄液を管路に流すことができる。

Washing scope

## 5 あとがき

電子内視鏡装置をさらに普及させ、より高度な医療を低コ

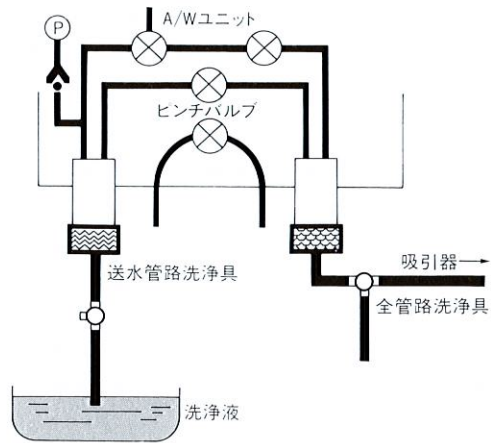


図8. 本体管路の洗浄 本体管路にも洗浄液を流すことができる。  
Washing of main unit

ストで実現するために、電子内視鏡装置の基本性能である画質性能、操作性の向上、さらに洗浄消毒に対する当社の取り組みを述べた。

診断治療技術が見覚ましく進歩しているなかで、新しい医療技術をサポートする道具を提供するだけでなく、高度な医療を低コストで普及させていくために、基本性能のいっそうの充実を図っていく所存である。

## 文献

- (1) 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)
- (2) 吉江 剛: 電子内視鏡装置 TRE-3000, 東芝レビュー, 48, 2, pp.143-146(1993)



藤原 茂美 Shigemi Fujiwara

1976年入社。X線診断装置、結石破碎装置および内視鏡装置の開発設計に従事。現在、医用機器事業部総合企画部課長。

Medical Systems Div.



吉江 剛 Tsuyoshi Yoshie

1981年入社。超音波診断装置の開発設計に従事。現在、那須工場第三技術部主査。

Nasu Works