

特別インタビュー「内視鏡医療のさらなる発展」――



東京慈恵会医科大学 先進内視鏡治療研究講座教授
日本消化器内視鏡学会理事長

田尻 久雄 (たじり・ひさお)

1976年 北海道大学医学部卒業
1976年 北海道大学医学部附属病院第2内科研修医
1977年 (財)癌研究会附属病院内科
1981年 国立がんセンター中央病院消化器科医員
1990年 防衛医科大学校第2内科講師
1995年 国立がんセンター東病院内視鏡部長
2001年 東京慈恵会医科大学内視鏡科教授
2004年 東京慈恵会医科大学附属病院副院长
2005年 東京慈恵会医科大学内科学講座 消化器肝臓内科 主任教授
2012年 東京慈恵会医科大学 内科総括責任者
2015年 東京慈恵会医科大学 先進内視鏡治療研究講座教授(現任)

主な学会活動など

日本消化器内視鏡学会理事長、日本消化器関連学会機構(J-DDW)理事、アジア太平洋消化器内視鏡学会(APSDE): Vice President、日本成人病(生活習慣病)学会理事、日本力浦セル内視鏡学会理事長、日本門脈亢進症学会監事、Japan Consortium for Advanced Surgical Endoscopy (J-CASE) 代表世話人、日本胃癌学会評議員 など

Q: さまざまな医療機器がある中で、なぜこれほど消化器内視鏡が発展してきたのでしょうか?

A: 内視鏡の歴史は、1950年代に開発された胃カメラの臨床応用に始まり、1960年代は、見逃しがないように、くまなく「見る」時代でした。その後、ファイバースコープ、電子スコープと10~20年の周期で新しい機器が開発されるとともに、内視鏡診断・治療学も進展を遂げてきました。それら機器の進歩や診断理論の構築とともに、それまでの「見る」から、むしろ、積極的な態度で病変をさまざまな側面から「観」て、治療する時代へと大きく進歩しました。私が内視鏡に携わるようになったのはファイバー

スコープの時代からですが、ほかの医療機器による診断方法と比べて内視鏡の優位性は、生検による診断精度の向上や、処置具を使ったポリープの切除などの低侵襲治療まで行えるようになった点だと思います。

電子スコープが開発されてから約30年が経過した現在では、病変の良性・悪性の診断のみならず、範囲、深さ、異型度などから、リアルタイムに治療方針を決定できるようになっています。

特に、最近10年の変革を振り返ると、電子スコープの特性に着目して、より自然な観察画像から目的に応じた観察波長を用いた画像強調観察システムが臨床応用され、その結果、新たな診断方法と診断論理が展開されるようになりました。その代表であるオリンパスのNBI (Narrow Band Imaging : 狹帯域光観察) 技術の普及によって、これまで難しかった粘膜表面の微細血管観察に基づく精緻な診断が可能になり、従来の内視鏡診断学を飛躍的に発展させ、多くのエビデンスとともに診断学の世界的な標準化に弾みをもたらしています。

このように、早期診断と低侵襲治療が同時に進んできた点こそ、内視鏡が普及・発展してきた最大のポイントだと思います。

Q:多くの医療機器や診断・治療方法が欧米を中心に発展してきた中で、なぜ消化器内視鏡は日本を中心に発展してきたのでしょうか?

A: 消化器内視鏡のメーカーはオリンパスを含め、世界市場のほぼ100%近くを日本の企業が開発・製造しています。そのような圧倒的な技術基盤が日本にあることに加えて、日本内視鏡学会の前身である胃カメラ研究会の時代から、メーカーのエンジニアと創生期の内視鏡医たちが一緒に研究会をつくって、お互いに切磋琢磨しながら新しい内視鏡の技術開発に携わって、普及の努力をしてきたというのは、世界のどこを探してもなかったのだと思います。

私の場合もそうですが、常にメーカーのエンジニアと議論して、「次にどのようなものが求められるか?」「どのような改良・改善をするか?」など、長い間にわたってお互いに意見をぶつけ合っていたのが、今日の発展につながっているのだと思います。

以前、福島県にある内視鏡工場の会津オリンパスを見学する機会がありました。一日中、顕微鏡のぞきながら、レンズやネジ、そしてファイバーに至るまで、一点、一点をミクロの精度で、ほとんど手作業で製品がつくられている過程を見て、「内視鏡をつくる高度な製造技術は日本だからこそできるのだ」と実感するとともに、まさに「内視鏡の魂」をみる思いがして大変感動しました。

長年にわたって蓄積された高い生産技術に加えて、匠の技を支えてきた日本人の特性も、内視鏡が日本を中心にはじめて開拓してきました歴史と密接に関係していると思います。

Q:すでに十分な発展を遂げている現在の消化器内視鏡において、さらに改良されるべき点などはあるのでしょうか?

A:これまで、内視鏡はがんを中心に早期診断、低侵襲治療を追い求めてきて、確かに現在の内視鏡では、より高解像度で精緻な画像にたどり着きました。しかしながら、まだまだ課題はあると考えています。一つは、内視鏡の「挿入性」や「操作性」をさらに改良していくことです。やはり、患者さんことを考えると、できるだけ苦痛が少ない低侵襲な内視鏡が求められます。つまり、より細く、より小型化させながら、病変の死角をなくすような画角や高い解像度、そして、治療機能も同時に向上させていくことになるので、メーカーにとってはより高度な技術開発や製造技術が必要になると思います。

もう一つは、高度なイメージング技術を使った新たな内視鏡です。今でも、内視鏡の拡大機能とNBI機能によって、人間の目で見える2mm程度の病変であれば、良性か悪性かという病理学的な診断がわかるようになってきて

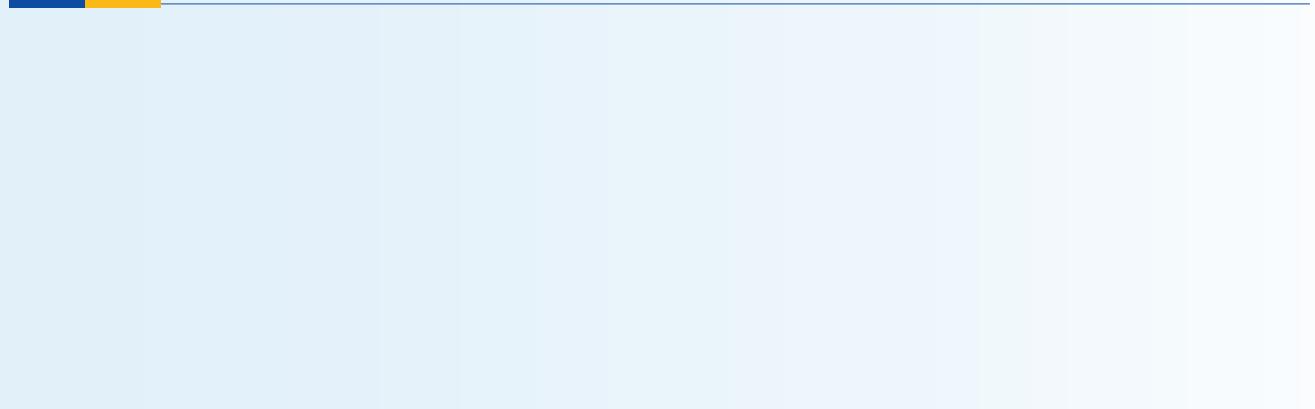
います。今後、「mm単位」ではなく分子レベルのリアルタイム診断を可能にするイメージング技術を搭載した新たな内視鏡が開発されれば、真の意味で診断と治療が融合した早期診断、低侵襲治療が実現できると思います。これにはイメージング技術の進歩が欠かせませんので、メーカーの技術陣には大いに期待しているところです。

Q:中長期な観点で、次世代の消化器内視鏡に期待される技術はどのようなものでしょうか?

A:内視鏡の技術が発展してきた歴史を振り返ってみると、1970年代のポリペクトミー、1980年代のEMR、2000年代のESDなど、おおよそ約15年周期で内視鏡による治療方法のイノベーションが起きています。つまり、直近のイノベーションであるESDの開発からすでに15年程度が経過していますので、より安全で、より効果的な新技術が変革をもたらすタイミングに近づいていると思います。例えば、ロボティックテクノロジーを活用した内視鏡治療などは、その一翼を担う可能性があると考えています。

ロボティックテクノロジーというのは、ロボットが人間の体内に入って治療するものではありません。内視鏡医の考え方や動きに合わせて、より正確で微細な動きをロボッ





ト技術がアシストすることで、これまで以上に高度で安全な医療行為が行えるようになるのではないかと期待しています。

ただし、このような新しい技術が実際に製品化され、普及するまでに乗り越えるべき大きな課題があります。これまで、内視鏡の新たな技術は、われわれドクターと医療機器メーカーのエンジニアが常に「産学」一体となって開発してきましたが、今後は、これに厚生労働省などの「官」を加えて、お互いにしっかりと意見交換を行っていくことが大事だと思います。日本から新しいイノベーションを生み出すために「産学官」が一体となって、規制緩和や保険償還も含めたさまざまな議論がなされ、次世代の技術を搭載した新しい内視鏡がスムーズに実用化されることを期待しています。

Q：消化器内視鏡のさらなる普及に向けて世界レベルの標準化を進めるためには、どのようなことが考えられるでしょうか？

A：内視鏡による早期診断、低侵襲治療をグローバルに普及させていくためには、日本や欧米といった先進国だけではなく、新興国も含めた世界レベルでの標準化と内視鏡医の育成を並行して進めていくことが重要だと考えています。今後、より早期のがんを発見・診断し、低侵襲で効果的な内視鏡治療に結びつけていくためには、正確で効率的なスクリーニング体制を構築し、グローバルスタンダードの確立に向けた標準化の取り組みを進めていく必要がありますので、まずは日本において、Japan Endoscopy Database (JED) という新たな取り組みをスタートさせました。これは、内視鏡診断と治療技術において世界最高水準にある日本の研究機関に蓄積されている内視鏡関連手技・治療情報を集計・分析することで、医療の質の向上に役立て、患者さんに最善の医療を提供することを目指すものです。世界で初めての試みであり、患者さんだけではなく医療を提供する側にとっても、大きな

利益をもたらすものと期待しています。

こうした標準化の動きに合わせて、欧米や新興国との合同シンポジウムの開催や、アジア諸国などの学会組織と連携したハンズオンコースなどの内視鏡指導についてもこれまで以上に積極的に行っていきたいと考えています。

Q：オリンパスに期待することはなんでしょうか？

A：オリンパスの医療事業が掲げる理念と、われわれドクターの考えは、医療の発展によって人々の利益に資するという点で共通しています。私たちドクターは、内視鏡という医療機器を使って、ハイリスクの患者さんを早い段階で見つけられるスクリーニング体制をどうやって構築するか、また、いかに低侵襲の治療を提供できるのかを日々追求しています。つまり、内視鏡医療というのは、われわれドクターのものでも、医療機器メーカーのものでもなく、患者さんのためにあるという視点を持ち続けることが重要だと考えています。だからこそ、これからもオリンパスには患者さんにとってより良い内視鏡検査・治療を提供するための技術革新、開発・改良を私たちドクターとともにひたむきに続けていってほしいと願っています。



開発者インタビュー「内視鏡が実現する早期診断」



オリンパス株式会社 医療第1開発本部
本部長

木村 英伸 (きむら・ひでのぶ)

1950年に世界で初めて胃カメラを実用化し、消化器内視鏡の世界シェア7割を持つオリンパスは、がんの早期診断という価値を提供し続けています。内視鏡による早期診断の意義や、製品の開発秘話、そしてオリンパスを目指す姿について、開発責任者である木村英伸がお話しします。

がんで亡くなる患者さんを減らしたい

Q：まず、早期診断は医療においてどのような意義を持つのでしょうか。

A：一言で言えば、がんで亡くなる患者さんを減らすことだと思います。がんはご本人が苦しいのはもちろん、周りのサポートするご家族の皆さんにとっても大きな負担になると思いますので、患者さんとそのご家族のQOL (Quality of Life : 生活の質) を上げることが早期診断の一番の効果だと私は思っています。

もう一つ大きいのが医療費用の削減ですね。高齢化の中で社会保障のコストが増大している現状がありますので、そこへの効果は非常に大きいと思います。

Q：早期診断の重要性は以前から意識されていたものでしょうか。

A：そうですね。1950年に胃カメラの最初の実験機がつくられ、実用的な内視鏡が誕生して以来ずっとだと思います。当時、診断もできないまま胃がんによって目前で亡くなっていく患者さんが大勢いらっしゃったと思

うんですけれども、そういう人たちを助けたいという意識から、早期診断というところにつながっていったのではないかと思っています。

Q：早期診断の手立てとしては、例えば血液検査など、内視鏡以外にもいろいろな方法があります。その中で内視鏡検査が持っている利点はなんでしょうか。

A：例えば昔は、胃の診断はレントゲン検査が一般的だったと思います。しかし、レントゲンでは微細な早期がんを発見することは難しく、見つかった後の対応においても患者さんの負担が大きくなる場合があります。それが、内視鏡によって、微細な粘膜異常を診断しやすくなり、早期発見が容易になることで、患者さんの負担の軽い処置で対応できるようになりました。

また、内視鏡であれば見ている個所の組織を採取することも可能です。それを顕微鏡で病理の先生方が見て、適切な診断ができるのも大きなメリットです。

Q：早期診断という価値を提供していく上で、まず検査を受ける人を増やしていく必要があるかと思います。

A：そうですね。私も叔母を大腸がんで亡くしています。会うたびに内視鏡検査を受けようねと話はしていましたんですけども、それでもなかなか受けないんですよね。そうやって亡くなっていく患者さんがまだまだ多くいらっしゃると思うんです。ですから内視鏡をつくるだけではなく、しっかりと啓発活動をして認知度を上げていくのは非常に重要なと思います。

もう一つは、内視鏡検査は苦しいから受けたくないとか、あるいはすごくお金がかかるんじゃないかというような不安をお持ちの方も多くいらっしゃると思います。そこを啓発活動の中で、最近の内視鏡検査はかなり苦痛が軽減されていますとか、どういう場合に保険が適用されて費用はどれくらいというように、内視鏡検査というものを広く正確に知ってもらうことも大切だと思います。



医師とともに内視鏡を進化させてきた

Q：オリンパスは現在、全世界で消化器内視鏡シェアの7割以上を持っています。オリンパス製品がこれだけ幅広く受け入れられている理由はどこにあるのでしょうか。

A：まず、オリンパスが胃カメラを最初に実用化し、それを医師と一緒に進化させてきたということがあると思います。内視鏡はとても繊細な操作を必要とする機械ですが、その繊細な操作性はわれわれが医師と相談しながら細かい仕様を改良する長年の積み重ねによってできたものですから、他社製よりも私どもの製品を選んでいただけているものと思っております。

Q：改良を重ねた内視鏡も年々進化してきています。その中でも特に大きな変化があったのはどういった点ですか。

A：大きな変化点は二つあります。まずは胃カメラからファイバースコープになったとき。そしてファイバースコープからビデオスコープになったときが大きなイノベーションであったと言われています。

胃カメラの時代は、胃の中が見えない状態で写真を撮って、後でその写真を見て診断していました。これがファイバースコープになると、医師が胃の中を直接見ることができます。怪しいところがあればさらに寄って観察したり、その組織を採取することもできるようになりました。

その後ビデオスコープになると、いろいろな人が一緒に画像を見ることができるようになりました。これも大きな変化です。例えばスペシャリストの先生が診断しながら若い医師を指導することもできます。さまざまな知識を持った先生方が集まってリアルタイムで画像を見

ながら議論をすることもできます。これによって診断精度の向上や内視鏡医のスキル向上、医学の発展に大きく貢献したと思います。

コンセプトは「使いやすさ」「高診断」「信頼性の向上」

Q：主力の内視鏡システムについて伺います。海外向けのEVIS EXERA III、国内向けのEVIS LUCERA ELITEの製品開発における具体的な開発目標をお教えください。

A：コンセプトとしては、「使いやすさ」と「高診断」、そして「信頼性の向上」いう、大きな三つの柱を持っていました。

「使いやすさ」というのはすごく重要で、医師のニーズも常に進化していく部分です。前機種からNBI（Narrow Band Imaging：狭帯域光観察）の機能を搭載し、この機能自体は大変高い評価をいただきました。一方で、NBIの光は通常光に対して、光が出る幅を狭帯域化、つまり絞っていくので、出てくる光の総量が少なくなります。そうすると必然的に画像が暗くなる。これをもう少し明るくして使いやすくしてくれないかというご要望がありました。これは物理的にどうしても暗くなってしまうものなので難しいチャレンジでしたが、開発者たちのアイデアで克服できました。

Q：オリンパス独自の技術であるNBIが使いやすさの点で進化したということですね。次に「高診断」です。これは診断性能の向上を意味するのですか。

A：はい、画質をどうやって上げていくかということです。一つ前の機種で初めてハイビジョン画質の機種を投入したのですが、これは一部のハイエンド製品のみでした。それで多くの医師から、ハイビジョンはすごくきれいに見えるという高評価をいただいており、できればもっと広く多くの製品、特に細いスコープにもハイビジョンを適用してほしいとのご要望がありました。そこで、今回はスタンダードな機種のラインナップをすべてハイビジョン化しようと開発に取り組みました。

画像を高精度化していくと、レンズのちょっとした傷であるとかごくわずかな汚れなどの、今まで見えなかつたものが見えてきてしまい、この微細なものがきれいな画面の中で目立ってしまうんです。したがって、レンズの加工や良品・不良品を判断する品質管理などの製造部門でも、高精度の部品を加工し組み立てる技術、および

設備、さらに製品の品質をチェックするための検査装置や規格などの開発に取り組んでもらいました。

Q：「信頼性の向上」とは具体的にはどういうことですか。

A：内視鏡が壊れない、いつでも適切な検査ができるということです。内視鏡は検査後の薬品による消毒の際、今まで壊れないように電気コネクターを守るための防水キャップを付けていました。しかし、多忙な看護師さんや内視鏡技師の方々がそれを忘れてしまうケースがあり、そうすると内視鏡が壊れてしまいました。キャップを付ける必要もなく簡単に消毒できるようになれば、取り扱いが楽になりますし、病院も修理の負担が軽くなるということで、今回は完全防水を目指して開発しました。開発中に多くの看護師さんや内視鏡技師の方々から意見を伺ったところ、非常に評判が良かったです。

内視鏡診断のさらなる広がりを目指して

Q：内視鏡診断の今後の発展に対して、オリンパスには何が期待されているとお考えですか。

A：これまで、消化器内視鏡はがんの早期発見を目的として開発されてきましたが、実はそれ以外にも広く使える医療機器だと考えています。例えば、食道の嚥下（えんげ）障害に対する内視鏡的手術として、POEM（Per-Oral Endoscopic Myotomy）という手技が開発されています。これはがんではなくて機能障害を内視鏡で発見して処置をするものです。このように利用される分野を広げていくことも、今後の内視鏡に期待されている点であると思っています。

Q：今後という意味で、新興国における内視鏡検査についても教えていただけますか。新興国にはまだ内視鏡が普及しきってないと思うのですが。

A：そうですね。新興国においても内視鏡検査自体は手段として存在はしているのですが、多くの人たちが受診できるところまで広がってきてはいないのが課題です。早期段階で十分な診断が行われないまま亡くなってしまう患者さんもいらっしゃるわけです。

そういう方々を助けていかなくてはいけないという使命が、オリンパスにはあると思います。中国やタイではトレーニングセンターをつくって先生方が内視鏡の使い方を訓練する場を提供していますし、インドでも現地法人がしっかりとサポートをして、内視鏡の普及に努め

ています。

以前、新入社員の面接官を担当した際に、ある学生さんに「あなたはなぜオリンパスを希望したのですか」と質問をしました。その学生さんは「世界の人口が70億人いる中で7割のシェアを持つということは、50億人の病気に対する責任をこの会社は持っている。そういう会社だから自分もその会社に入って一緒にやっていきたい」と答えました。私は、学生さんに仕事の責任の重さを教えられ、言葉に詰りました。目に見えている範囲だけで技術開発を行っていては駄目で、世界中で通用する内視鏡をどうやってつくり上げていくかをしっかりと考えなくてはと肝に銘じました。

Q：世界シェア7割と言っても、現状では日本、欧米といった先進国が市場の大半を占めているわけで、そこから新興国も含めた世界中全体の7割を目指していくなければいけないということですね。

A：はい。当然、各地域の医師としっかりコミュニケーションを取りながら、各国の内視鏡医療の普及に寄与する製品仕様も取り込んでゆかなくてはならないと考えています。もしかすると、今ある内視鏡とは違った方向性のものを開発する必要性が生じる可能性もあります。そういう現場のニーズをくみ取る活動を通して、新興国へのアプローチは今後非常に重要になってくると思っています。



内視鏡の歴史とオリンパス

ルーツは古代ギリシャ

「人間の体内をこの目で見たい。生命の神祕を解き明かしたい」。古来、医学の分野では、体内を観察する方法が探求されてきました。その歴史は、紀元前4世紀、古代ギリシャで医聖ヒポクラテスが活躍した時代にまでさかのぼります。当時は馬が主要な交通手段で痔を患う人が多く、肛門の内側を観察する機械で、痔を焼いて治していたようです。これが、内視鏡のルーツと言われています。

近代的な内視鏡は、ずっと時代を下り、ドイツの医師ボッティニが1805年に製作した「導光器」から始まります。ランタンのような外観で、金属製の筒を尿道や直腸、咽頭に挿入し、ランプの光で観察する仕組みでした。

フランスで「内視鏡」命名

1853年にはフランスの医師デソルモが尿道や膀胱を観察する器具を作成。初めて、「エンドスコープ（内視鏡）」と名付けました。

ドイツの大道芸人で検査

世界で初めて、胃の観察に成功したのは、ドイツの医師クスマウルです。1868年、デソルモの内視鏡を発展させ、医療機械店に長さ47cm、直径13mmの金属管をつくらせ、剣を飲む大道芸人の検査に用いました。

しかし、ランプの光では光量が不足し、体内を十分に照らし出すことができません。そのため、内視鏡の実用化には、電気照明の登場を待つ必要がありました。

1879年にドイツの医師ニツツェとオーストリアの電気技師ライターが電気照明を光源とした膀胱鏡、その後、食道鏡と胃鏡をつくります。1881年にはライターの協力を得たポーランドの医師ミクリッヂにより、先端部の3分の1を屈曲した硬性胃鏡がつくられました。

より実用的な胃鏡は1932年に登場します。ドイツの医師シンドラーが開発した軟性胃鏡です。長さ75cm、直径11mmで先端の3分の1がある程度曲がります。ただ、いずれの内視鏡も、金属の管を体内に挿入するため、患者さ

んの苦痛が大きく、臓器を突き破るなどの事故の恐れもあり、戦前までは、欧州や日本的一部で普及するのにとどまりました。

胃カメラの構想

それに対し、やわらかい管の先端部に超小型カメラを装着し、消化器内を撮影する胃カメラの構想が、欧米で19世紀末に浮上します。1898年にドイツの医師、ランゲとメルチングが開発を発表しましたが、得られた画像は不鮮明で、実用化には至りませんでした。

オリンパス、 世界で初めて実用化

世界で初めて、胃カメラの実用化に成功したのは、オリンパスです。1949年、「日本人に多い胃がんをなんとか治したい」という東京大学附属病院・小石川分院外科の宇治達郎医師からの依頼で、オリンパスの技術陣が胃カメラの開発をスタートしました。胃の中を明るく照らす超小型電球、広い範囲を映し出す広角レンズ、フィルム巻き取

胃カメラの「生みの親」と「育ての親」

東大分院外科で林田健男助教授の支援の下、宇治医師がオリンパスの技術陣と試作した胃カメラは、1952年「ガストロカメラI型(GT-I)」として発表されました。しかし、初期の製品は故障が多く、撮影術も確立していなかったため、なかなか普及にまでは至りませんでした。胃カメラ事業も赤字が続き、オリンパス社内でも、このまま事業を継続すべきか、議論があったようです。

そうした中、胃カメラの可能性に着目し、普及に尽力したのが、東大本院第一内科(田坂内科:田坂定孝教授)第8研究室です。

田坂内科では、まず、ユーザーの立場から故障対策を助言しました。さらに大きな課題だったのが、胃内の撮影技術の確立でした。胃カメラは、ファイバースコープとは違い、医師が胃の中を直接確かめることはできません。手探しの中で、良好な画像を得るのが非常に難しかったのです。



臨床試験に臨む宇治医師(中央)
の中を直接確かめることはできません。手探しの中で、良好な
画像を得るのが非常に難しかったのです。



世界初の実用的な胃カメラ



ファイバースコープ



ビデオスコープ

り装置、体内に挿入する蛇管部分の素材選びなど、さまざまな要素技術の開発を重ね、1950年に試作機の開発に成功しました。その後も、医師との二人三脚で機器の改良は急ピッチで進み、消化器疾患の診断術も飛躍的に発達しました。

ファイバースコープの登場

しかし、胃カメラにも問題点はありました。胃鏡と違い、胃の中を直接、リアルタイムに見ることができないので、その問題を解決したのが、1957年に登場したファイバースコープでした。

オリンパスは、1964年に撮影画像が鮮明な胃カメラの強みを活かしたファイバースコープ付き胃カメラを発売

し、高い評価を得ました。ファイバースコープは、直径が8ミクロンと髪の毛の10分の1の極細のグラスファイバーを数万本束ね、画像を光学的に送るもので、スコープ本体が柔軟に曲がります。医師の目で体内を直接、確認できるため、検査に必要な技術が簡単になり、急速に普及しました。診断領域も食道、十二指腸、大腸、気管支、胆道や外科領域と大きく広がりました。

さらに、大きなメリットは、治療が可能になったことです。体内を観察しながら、鉗子チャンネルから挿入した処置具で病変の手術をすれば、体の表面にメスを入れることなく、低侵襲の手術が可能になりました。

ビデオスコープで新時代に

1983年に米国でビデオスコープが登場します。オリンパスは満を持して1985年に発売しました。先端部に撮像素子であるCCD (Charge Coupled Device: 電荷結合素子) が組み込まれ、その信号をビデオ信号に変え、テレビモニターに表示します。複数の医師や医療従事者で共有できるようになり、診断の精度が飛躍的に向上しました。

その後も、画像のハイビジョン化、NBI (Narrow Band Imaging: 狹帯域光観察) による腫瘍の診断など、さまざまな技術的進展がありました。これによって、内視鏡の治療面での応用も加速しています。

そこで、胃カメラと胃の中の各部位の位置関係を探るため、X線を使い、一例ごとに胃カメラの挿入度合い、軸のひねり具合、胃への送気量などを記録するなど、気の遠くなるような作業を繰り返しました。こうして1956年頃に撮影術が確立します。

田坂内科が中心となって設立した「胃カメラ研究会」(現日本消化器内視鏡学会)の役割も忘れることはできません。1955年に第1回胃カメラ研究会が開かれ、胃がんを中心に研究報告がされました。1958年の第5回研究会では、発表が16題、出席者も200人を超えた臨床への応用が進みました。

メーカーであるオリンパスとの間では、1955年に技術連絡会(後のガストロカメラ推進連絡会)を設置。毎月一度、故障対策や機器の改良について意見交換がされました。こうした取り組

みが、胃カメラ普及の原動力となったのです。

胃カメラにとって、東大分院外科が「生みの親」とすれば、田坂内科は「育ての親」と言えるでしょう。



第1回胃カメラ研究会（壇上は田坂教授）

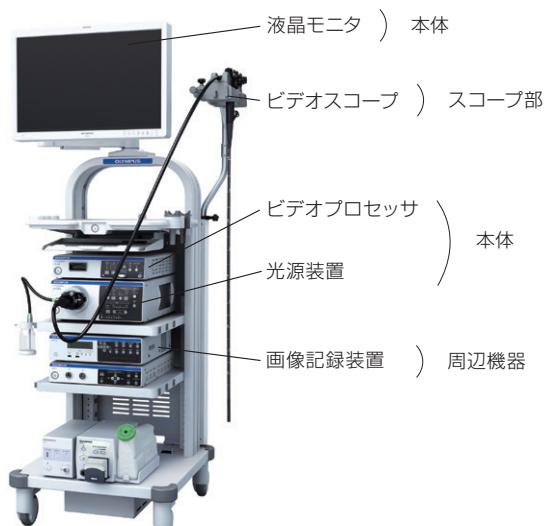
内視鏡の構造と仕組み

内視鏡のタイプ

内視鏡は大きく分けると、口、鼻、肛門、尿道など自然の開口部から挿入するタイプと、体表に小さな穴を開けて挿入するタイプの2種類があります。前者は主に内科医が、後者は主に外科医が使用します。オリンパスが世界で初めて実用化した胃カメラとそれに続く消化器内視鏡は、前者に相当し、内科の分野で使われてきました。

内視鏡システムの構成

胃や大腸などの検査に使う消化器内視鏡は、現在、先端部に撮像素子（主にCCD）を搭載したビデオスコープが主流です。ビデオスコープシステムは、①口や鼻、肛門から挿入し、体内を観察するスコープ部分、②スコープに光や空気、水を供給したり、画像を表示する本体部分および周辺機器から構成されます。



ビデオスコープシステム

スコープの構成

スコープは、操作部、挿入部、接続部の3つの部分からなります。

操作部

操作部のアングルノブはワイヤで内視鏡先端部とつながっています。アングルノブを回すことにより、スコープ先端の湾曲部が上下、左右に曲がり体内への挿入を容易にするほか、体腔内を360度観察できます。

また、吸引ボタンと送気・送水ボタンがついています。ボタンを操作することで、空気や水を送り込んだり、吸引します。操作部の根元には、鉗子チャンネルがあり、ここから処置具を出し入れします。

挿入部

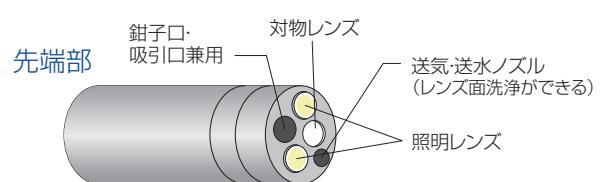
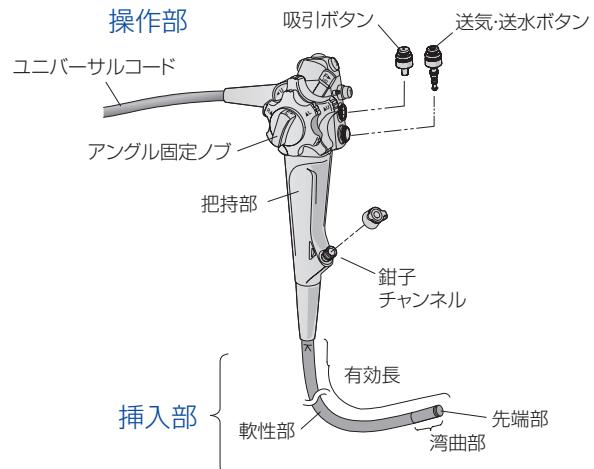
挿入部の先端部は、主に①対物レンズと撮像素子、②光源装置からの光で体内を照らす照明レンズ、③処置具の出し入れと吸引口を兼ねた鉗子口（かんしこう）、④水や空気を送り出すノズルの4つから構成されます。

対物レンズは標準仕様が超広角レンズです。病変をより詳細に観察するため、拡大ズーム機能がついたものもあります。最新の機種は高精細のハイビジョンに対応しています。

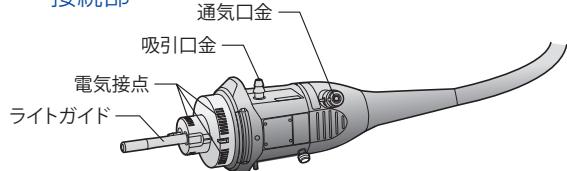
照明レンズは、ファイバーバンドル（光ファイバー）で導かれた光源装置の光で体腔内を明るく照らし出します。鉗子口から処置具を出し入れし、組織を採取したり、病変を切り取ったりします。ノズルは、レンズ部分に水をかけ、洗浄するほか、空気を送り込み体腔内を膨らませる機能があります。

接続部

接続部は、ユニバーサルコードを通じて、ビデオプロセッサ、光源装置とつながります。空気や水の供給もここを通じて行います。



接続部



本体と周辺機器の構成

本体と周辺機器は、①ビデオプロセッサ、光源装置、テレビモニタの本体部分、②画像記録装置などの周辺機器からなります。

ビデオプロセッサは、スコープ先端部の撮像素子がとらえた電気信号を映像信号に変換し、液晶モニタに映し出します。最新の機種はハイビジョンのほか、色彩強調、狭帯域光観察などさまざまな画像処理に対応しています。

光源装置は、キセノンランプで自然光に近い光を発生させ、スコープ内のグラスファイバーバンドルを通じて、スコープの先端部に光を送ります。ビデオプロセッサと連動し、自動調光（明るさを自動的に調整する）機能がついています。オリンパスの場合は、NBI（Narrow Band Imaging：狭帯域光観察）をはじめ、光デジタル法による画像強調観察ができるのが特徴です。光源装置は、水や空気を送るポンプも内蔵しています。

画像記録装置では、高精細な内視鏡画像（動画／静止画）の記録・管理・編集に至る一連のプロセスを円滑に行います。



ビデオプロセッサ



光源装置



画像記録装置

画像強調観察とNBI

オリンパスが1950年に開発した胃カメラは、早期胃がんの診断学を大きく発展させました。その後の研究の積み重ねにより、消化器内の粘膜表面の微妙な色の変化により、早期の病変が発見できることがわかつてきました。

そうした中、病変の疑いのある粘膜に色素を散布し、早期の病変を発見する「色素法」が1970年代以降急速に普及しました。

オリンパスは、この原理を発展させ、光学的な手法により病変部を浮かび上がらせる技術を開発しました。それが、NBIに代表される「光デジタル法による画像強調観察技術」です。

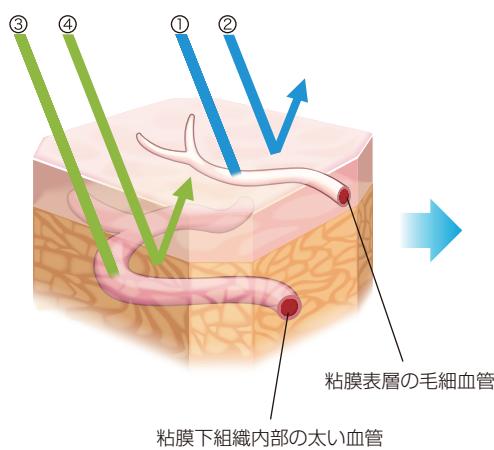
NBI (Narrow Band Imaging : 狹帯域光観察)

がんなどの腫瘍は、細胞を増殖させるため、毛細血管を使ってエネルギーを集めます。血管がない場合は、自分でつくります。この現象は、「血管新生」と言われます。

一方、狭い帯域の青い光は、血管中のヘモグロビンに強く吸収される性質があります。

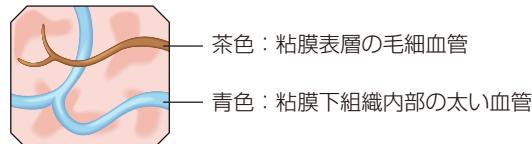
NBIは専用の光学フィルタにより、光のスペクトラムを狭帯域化します。ヘモグロビンに強く吸収される波長で粘膜表面の毛細血管を浮かび上がらせることで、病変部を見つけ出します。

通常光の内視鏡の「色素法」に似ていますが、NBIは光学的な手法であるため、粘膜の状態の影響を受けにくく、色素散布の手間もいりません。



- ① 青色の光：組織の浅い部分にある毛細血管中のヘモグロビンに強く吸収され反射しません
- ② 青色の光：粘膜表層で強く反射します
- ③ 緑色の光：深部の血管中のヘモグロビンに強く吸収され反射しません
- ④ 緑色の光：深部の粘膜下組織内部で強く反射します
- ⑤ 反射した光と反射しない光を統合し判別しやすく映像化します

⑤ NBIモード時のモニター画像



主な軟性鏡と対象となる部位

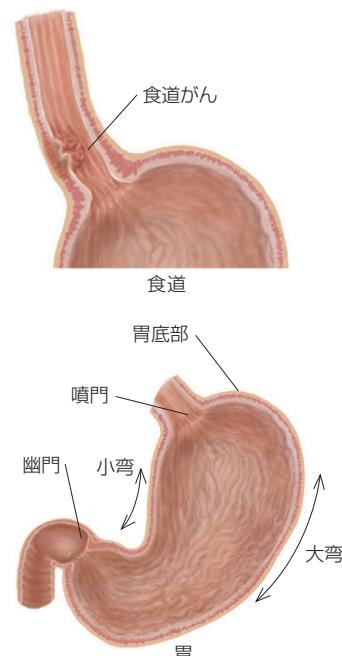
オリンパスはさまざまな部位に対応する、多種多様なスコープを用意しています。

食道・胃

主な病気

・**食道がん**: 食道の壁は多層の粘膜や筋肉から形成され、この一番内側の粘膜に食道がんは発生します。「扁平上皮がん」と呼ばれ、日本人の食道がんの9割以上はこのタイプを占め、飲酒やタバコの習慣がリスク要因とされています。欧米では「腺がん」と言われるがんがあり、欧米人の食道がんの6~7割を占めます。胃酸が食道に逆流し、食道粘膜が炎症を起こすバレット食道が原因と見られています。食生活の欧米化で今後日本でも増加する可能性があります。

・**胃がん**: 胃炎や萎縮を起こしている胃の粘膜から発生すると考えられています。胃の粘膜に萎縮が起こると、萎縮性胃炎となり、その後、腸粘膜に置き換わる「腸上皮化生」が発生、胃がんに変わることがわかっています。最近では、これにヘリコバクター・ピロリ菌が関わっていることが判明しています。ピロリ菌が胃粘膜の炎症を起こし、萎縮性胃炎や腸上皮化生を引き起こすと見られています。



使用されるスコープ

・上部消化管用スコープ

上部消化管用スコープは、挿入部の長さが主に1,030mmで、食道から胃、十二指腸までを診ます。先端部は、正面にレンズが向いている直視型で、正面を観察するのに適しています。太さは、口から挿入する標準タイプで直径約10mm、鼻からも入れられる細径タイプで半分の約5mmです。

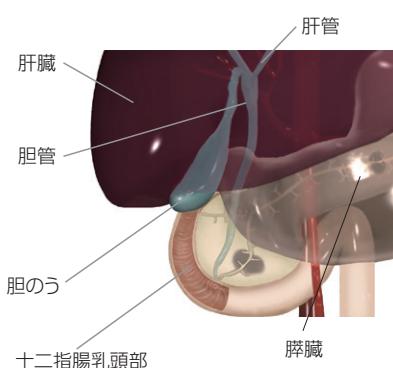


胆道・膵臓

主な病気

・**胆石**: 最も多いのは胆道*に石ができる胆石です。特に、胆のうにできる胆のう胆石が多くなっています。また、胆のうや胆管にできるがんを総称して「胆道がん」と言います。発生する部位によって「胆のうがん」と「胆管がん」に分かれます。胆道結石(胆石)と関連があることがわかっています。胆石が胆道を刺激して、炎症を起こし、それが長期化するとがんになると考えられています。

*胆道: 肝管、胆のう、十二指腸乳頭部の総称



・**膵臓がん**: 膵臓細胞から発生します。膵臓がんは、外分泌系(消化酵素の分泌系)と、内分泌系(ホルモンの分泌系)の2つのタイプに分けられます。外分泌系のがんが95%を占め、中でも膵管の上皮から発生する浸潤性膵管がんが全体の85%を占めます。膵臓がんは、50~70歳、特に高齢の男性に多く発症します。



いる側視型です。これは、十二指腸経由で胆管を造影するERCP (Endoscopic Retrograde Cholangio Pancreatography : 内視鏡的逆行性胆道胆管造影) や総胆管結石(胆石)の除去を行うEST (Endoscopic Sphincterotomy : 内視鏡的乳頭括約筋切開術) という手技に対応するためです。鉗子が側面90度を向くようにする起上装置が内蔵されています。長さは1,240mmです。

大腸

主な病気

・**大腸がん**：食生活の欧米化で、日本人の間に増加傾向にあります。大腸がんには直腸がんと結腸がんがありますが、特に結腸がんが急速に増えています。動物性の脂肪を摂ると、消化を助けるために胆汁酸が多く分泌されます。脂肪の消化の際に発生する物質の中に発がん物質があり、大腸の粘膜にがんが発生すると考えられています。

腺腫と呼ばれる良性のポリープが粘膜にできることがあります。大腸がんの多くは、このポリープが深く関係していると考えられています。また、粘膜から直接発生する平坦型や陥凹(かんおう)型のがんもあることが最近わかつてきました。大腸がんのできやすい部位ですが、直腸とS状結腸で約7割を占めます。



使用されるスコープ

・大腸用ビデオスコープ

大腸用ビデオスコープは、成人で長さが1.5mに達する大腸に対応するため、標準で1,330mm、長尺タイプが1,680mmと上部消化管より長いのが特徴です。先端部は直視型です。大腸への挿入性を確保するために、挿入部の硬さが硬度可変ダイヤルで変えられるようになっています。直径も12mmと上部消化管用に比べて少し太くなっています。



小腸

主な病気

・**潰瘍**：十二指腸の病気は主に潰瘍です。潰瘍が深くなると出血を起こします。まれにですが、乳頭部にがんなどの悪性腫瘍が発生する場合があります。そのほかの部位では、下痢、腹痛、発熱などを伴う炎症性疾患のクローゼン病が見られることもあります。



使用されるスコープ

・小腸用ビデオスコープ

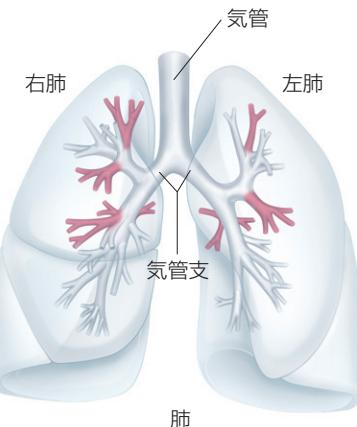
先端に風船(バルーン)がついた外筒を使用し、膨らませた風船で腸管を固定し、内視鏡を進ませていきます。口から挿入する方法と肛門から挿入する方法があります。通常の内視鏡のように鉗子口(かんしこう)を備えているので、生検や簡単な処置をすることもできます。小腸を観察するため、長さは1,830mmと長く、直径は約9mmです。



肺・気管支

主な病気

・**慢性閉塞性肺疾患 (COPD)**: タバコなどの有害物質の吸入によって肺や気管支が炎症を起こし、それがもとになり、進行性の気流制限（呼吸困難）が現れる病気です。末梢気道では炎症でダメージを受けた細胞を修復しようと、新たに上皮細胞が形成されますが、長期間有害物質を吸入していると、この炎症と修復の過程が繰り返され、その結果、気道壁が厚くなり狭窄します。



使用されるスコープ

・呼吸器用ビデオスコープ

気管支や肺を診る呼吸器用スコープは、ビデオスコープ、ファイバースコープ、両方を組み合わせたハイブリッドスコープの3種類があります。口から入れて、細い気管支内腔を見ます。ビデオスコープは高解像度のCCDで鮮明な画像を得られます。ファイバースコープは先端が細く、気管支の末梢部（先端部）まで挿入できるのが特徴です。

ハイブリッドタイプは、先端部にファイバーを、手元操作部にCCDを内蔵したものです。ビデオスコープとファイバースコープ双方の利点を兼ね備えた、高い挿入性と高画質を両立しています。



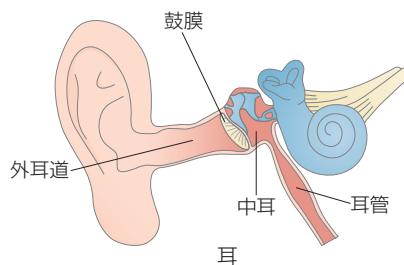
呼吸器用ビデオスコープ

スコープ先端部

耳・鼻・のど

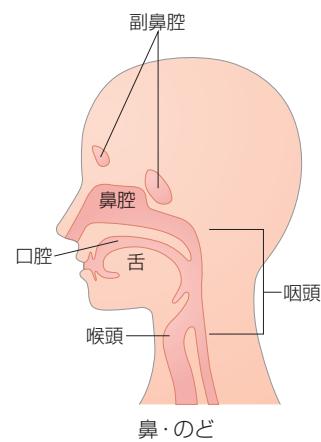
主な病気

・**中耳炎**: 風邪をきっかけに鼓室に細菌やウイルスなどが入って炎症が起き、膿や水がたまる病気です。頭痛・めまいや難聴・耳のつまり感などを引き起します。



・**副鼻腔炎**: 通称「蓄膿症（ちくのう症）」は副鼻腔が、風邪や花粉症のほか、虫歯などにより炎症を起こしてしまう病気で、鼻がつまり、色のついた粘り気のある鼻水が出ます。そのほか、嗅覚異常、頭痛などの症状があります。

・**咽喉がん**: 男性に多いのどのがんです。のどの痛み、声の枯れなど、風邪と似た症状が現れます。



使用されるスコープ

・耳鼻咽喉用ビデオスコープ

耳、鼻、咽頭部を診るためのスコープです。最新のビデオスコープは超小型の高性能CCDを採用して、従来に比べ、画像の解像度を大幅に上げたのが特徴です。NBI (Narrow Band Imaging: 狹帯域光観察) による観察も行えます。



耳鼻咽喉用ビデオスコープ

先端部に高性能CCD

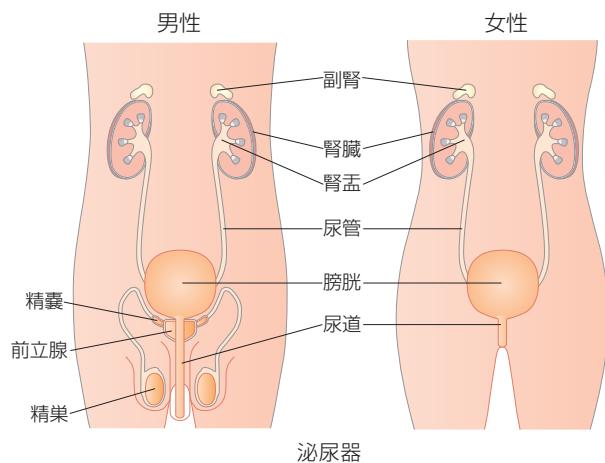
泌尿器

主な病気

・**前立腺肥大症**：膀胱の下にある前立腺が肥大して、尿道を圧迫し、排尿障害を起こす病気です。一度に出る尿の量が減るのでトイレに行く回数が増え、残尿感などの症状が出ます。

・**尿路結石**：尿の中にある成分が、なんらかの原因で結晶となり、石のように固まってしまう病気です。激しい痛み・血尿・排石（尿に石が混ざること）が典型的な症状で、食生活の欧米化が原因と言われています。

・**膀胱腫瘍（膀胱がん）**：尿路上皮ががん化することによって引き起こされます。大部分（90%以上）は尿路上皮がんという種類ですが、まれに扁平上皮がんや腺がんの場合もあります。症状として主なものは、血尿、排尿時の痛みなどです。



使用されるスコープ

・泌尿器用ビデオスコープ

泌尿器用スコープは、尿道から膀胱、さらに尿管から腎臓を診るために用います。オリンパスは、ビデオスコープとファイバースコープの両方を用意しています。スコープ先端部の直径は3～5mm弱です。ビデオスコープは高性能CCDによる高解像度画像や、NBI観察にも対応しています。また、膀胱頸部の観察を容易にするため275度のDown側湾曲角、180度のUP側湾曲角を実現しています。

※耳鼻咽喉用および泌尿器用スコープは、オリンパスでは外科手術用内視鏡システムに接続して使います。

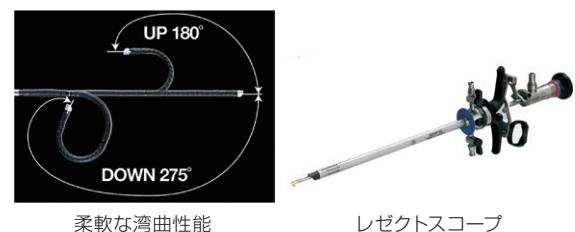
※レゼクトスコープは尿道および膀胱を観察・治療する硬性鏡です。



泌尿器用ビデオスコープ



スコープ先端部



柔軟な湾曲性能

レゼクトスコープ

・超音波ビデオスコープ

通常の内視鏡のほかに、スコープの先端部に超音波探触子（プローブ）を装備した「超音波ビデオスコープ」があります。これは、超音波を使い、臓器の表面からは見えない、深い位置の病変部を発見するために用います。消化管では、粘膜の下に隠れている腫瘍やがん、食道静脈瘤、胆道・膀胱では、がんや胆石、膀胱の検査に使われています。穿刺ができるタイプでは、目視できない粘膜下の腫瘍の診断、および、膀胱のう胞の診断や治療に使用されています。



超音波ビデオスコープ



超音波プローブ（ピンク部）と穿刺針

処置具

処置具の歴史

内視鏡による手術には、内科的なアプローチと外科的なアプローチの2つがあります。内科的なアプローチとは、口や鼻、尿道、肛門などの自然の開口部に内視鏡を挿入し、病変の切除などを行う手法です。外科的なアプローチは、従来の開腹、開胸手術を内視鏡下に置き換えたもので、体表に穴を開ける必要があります。

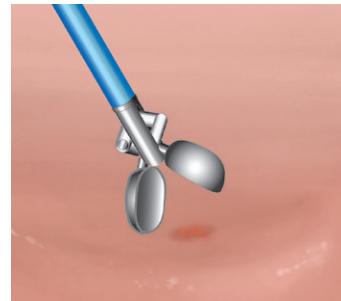
医療の現場では、前者を「内視鏡的処置術」、後者を「内視鏡外科手術」と呼んで、区別しています。これから紹介する処置具は、この内視鏡的処置術で用います。



生検からスタート

最初に行われた処置術が、生検でした。オリンパスは鉗子チャンネルを内蔵した生検用のファイバースコープを1966年に市場に投入しました。生検鉗子を使って、組織の一部を採取し、病理医が顕微鏡で細かく検査することによって、早期胃がんの診断体制が大きく整備されました。

1968年に入ると、胃ポリープのスネア（ループ状のワイヤ）による切り取り、高周波電流を流した生検鉗子などによる切除事例が学会で相次いで発表されました。



生検

胆道、膵臓でも大きな発展－1960年代後半の話－

1960年代末には、胆道、膵臓分野でも大きな発展がありました。造影チューブを使って、X線下で胆道、膵臓を映し出しながら、腫瘍などの病変を発見するERCP (Endoscopic Retrograde Cholangio Pancreatography: 内視鏡的逆行性胆道膵管造影術) が開発されました。また、胆管内の胆石を碎いて摘出すEML (Endoscopic Mechanical Lithotripsy: 内視鏡的機械的碎石術) などの研究も進みました。



EML

より広範囲の病変を切除－1980年代の話－

医師とオリンパスの共同開発により、1980年代に、EMR (Endoscopic Mucosal Resection: 内視鏡的粘膜切除術) が実用化されました。早期の胃がんや大腸がんなどの病変組織と正常組織の間に、生理食塩水を注射して膨らませ、スネアで病変を切り取る手術方法（手技）です。処置具の発達により、2002年にはより広範囲の早期病変が切り取れるESD (Endoscopic Submucosal Dissection: 内視鏡的粘膜下層剥離術) が登場しました。



ESD

処置具を使った主な手技

現在では、オリンパスが揃える処置具は1,000種類に及びます。その使われ方によって、診断用、治療用に分かれます。

処置具を使った診断方法

生検

生検は、病変の疑いのある組織を採取し、顕微鏡で病理学的に調べる検査方法です。そのために使われるのが生検鉗子や細胞診ブラシです。生検鉗子は、標準型や粘膜表面での滑りを防止する針の付いた針付き鉗子が使われます。そのほか、食道で使う片開き型、固い粘膜に用いる鰐口型などさまざまな種類があります。



針付き鉗子



標準型鉗子

細胞診

細胞診は、ブラシで粘膜をこすり、組織を採取します。管腔が細い気管支などで使われます。



気管支の細胞診



細胞診ブラシ

色素散布

早期の腫瘍などの病変を発見しやすくするために、ルゴール液などの色素を組織に散布して、粘膜表面の変化を観察しやすくなることがあります。そのときに、散布チューブを使います。



散布チューブ

EBUS-TBNA（超音波ガイド下経気管支針生検）

肺がんリンパ節転移診断を目的に、気管や気管支経由で超音波画像ガイド下にリンパ節へ針を刺し、細胞・組織を吸引採取する手技です。



超音波プローブ（ピンク部）と穿刺針

処置具を使った治療方法

食道静脈瘤治療

食道静脈瘤は、肝硬変により静脈血が行き場を失い、食道壁に沿った静脈が瘤を形成する病気です。ひとたび破裂・出血してしまった場合、有効な手段を講じなければ死に至る恐れもあります。

食道静脈瘤結紮（けっさつ）術は、静脈瘤を留置スネアやリングを使って結紮して血流を遮断する手技です。

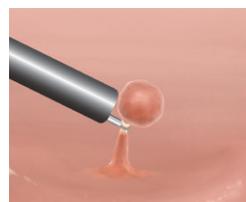
食道静脈瘤硬化療法は、注射針を使って、硬化剤を静脈瘤に注入し、粘膜ごと硬化させて脱落させてしまう手技です。



スネアやリングを使い、膨れ上がった静脈瘤を縛って結んでいる様子

ポリペクトミー

粘膜上皮に局所的に隆起した病変であるポリープの切除に使われる手技です。高周波スネアをポリープの根元にかけて絞りながら電気を流して焼き切り、把持鉗子で回収します。



ポリペクトミー



高周波スネア

ホットバイオプシー

より小さなポリープやくびれのないポリープの場合は、高周波通電ができるホットバイオプシー鉗子でつまんで切除します。この鉗子は切除と止血が同時にできます。



ホットバイオプシー



ホットバイオプシー鉗子

EMR (Endoscopic Mucosal Resection: 内視鏡的粘膜切除術)

EMRは、隆起が少ない・平らな早期の腫瘍などの病変を切除する方法です。病変は高周波スネアによって切除しますが、手技は複数あり、その一つが「吸引法（EMRC法）」です。粘膜下層に生理食塩水などを注入して粘膜下層を厚くし、病変部を盛り上げ、内視鏡の先端部に付けた透明なキャップ内に吸引し、キャップに添えた高周波スネアで切除して、病変部を吸引しながら回収します。



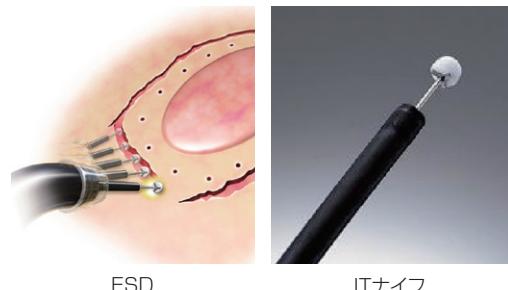
EMRC法



透明キャップ

ESD (Endoscopic Submucosal Dissection: 内視鏡的粘膜下層剥離術)

EMRでは切除できる病変部が2センチ以内に限られています。そのため、より広範囲の病変部が切除できる手技として開発されたのが、ESDです。まず、針状メスを用いて病変部の周囲をマーキングし、次に粘膜下に生理食塩水を注入して盛り上げます。次にオリンパスが開発した「ITナイフ」などを用いて病変部の全周を粘膜切除し、それから、粘膜下層を剥離し、把持鉗子で回収します。ITナイフは針状ナイフの先端にセラミック製の絶縁体を装着した処置具です。絶縁体によって消化器に穴を開ける穿孔リスクを避けながら、広範囲の粘膜切除を可能にしました。



ESD ITナイフ

止血

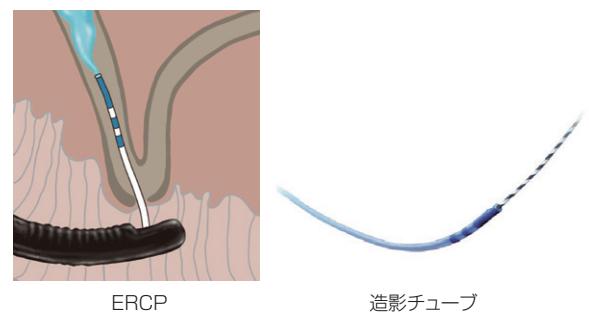
ポリープや病変部を切除した後に出血する場合があります。そのために、止血のための手技と処置具が開発されています。クリップ止血法では、血管や粘膜をクリップでつまんで圧迫し、クリップ先端部をそのまま留置します。薬剤局注止血法は、直接、患部にエタノールなどの薬液を注入して血液を凝固させます。高周波を用いた止血鉗子は、手技中に見られる太い血管や硬く滑りやすい組織をしっかりとつかみ、凝固止血させてから切開することができます。



クリップ止血法 高周波止血鉗子

ERCP (Endoscopic Retrograde Cholangio Pancreatography: 内視鏡的逆行性胆道膵管造影術)

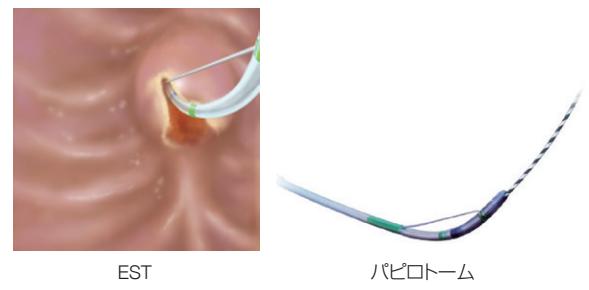
内視鏡を用いて行う胆道や膵管の検査方法です。造影チューブを十二指腸の乳頭から挿入し、造影剤を膵胆管内に注入し、X線で透視します。膵臓がん、胆管がん、胆石などの病気の有無を検査します。



ERCP 造影チューブ

EST (Endoscopic Sphincterotomy: 内視鏡的乳頭括約筋切開術)

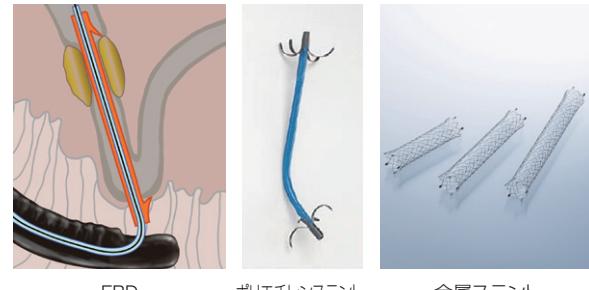
胆石の除去などを狙いとした手技です。十二指腸の乳頭の開口部にパピロトームを挿入し、高周波で乳頭括約筋を切開して広げ、胆石を排出します。排出には、バルーンカテーテルやバスケットカテーテルを使います。



EST パピロトーム

EBD (Endoscopic Biliary Drainage: 内視鏡的胆道ドレナージ)

胆石や病気による狭窄により、十二指腸への胆汁の流れが悪くなった場合に、その経路を確保するため、胆管内にポリエチレンステントや金属ステントを留置する手技です。



EBD ポリエチレンステント 金属ステント