

エアロビジョン

頭部センサー連動 空気圧駆動 内視鏡ホルダー

Surgical system that respects surgeon's commandes with 99.99% accuracy



熟練スコピストを超えた!?

～内視鏡が意のままに動き、手術をサポート～

患者への身体的負担が少ないため、急速に増加している内視鏡下手術。

スコピストによる内視鏡保持では、術者との円滑な意思疎通や手ぶれなどが大きな課題となっています。

内視鏡ホルダー エアロビジョンは、スコピストの代わりにロボットアームが内視鏡を保持、術者の頭部に装着したセンサーの動きに高い精度で連動、内視鏡を操作します。

手ぶれがなく安定した視野、頭の動きと連動する直感的な内視鏡操作は、まさに熟練スコピストを超えた存在と言えるかもしれません。

● 内視鏡下手術でのこれまでの課題

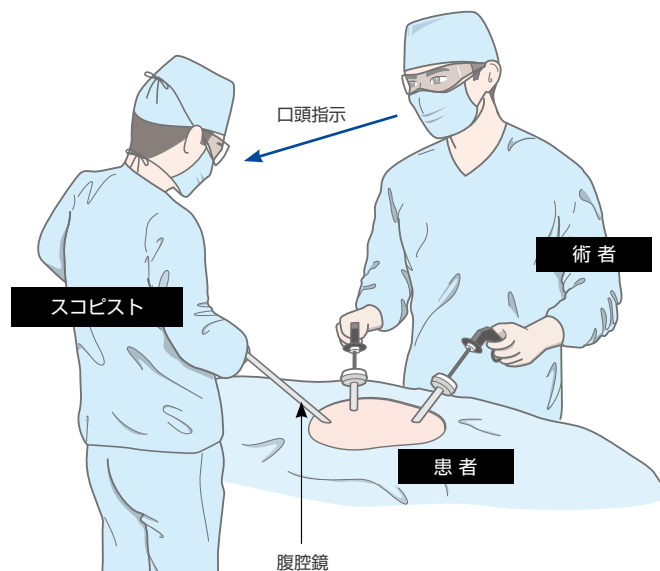
スコピストに熟練が必要

スコピストには手術内容の十分な理解・熟練が求められ、術者との円滑な意思疎通が要求されます。

手ぶれによる視野の不安定さ

視野が揺れるため患部や鉗子の動きを注視する労力が大きくなります。

また、3Dヘッドマウントディスプレイを使用した場合、3D映像では、酔いを起こしやすいため、さらに大きな問題となります。



術者が頭部を動かすと、角速度センサーが動きを感知。頭の動きに連動してロボットアームが動作、内視鏡を頭が動いた方向へ動いた量だけ動かします。術者の頭と内視鏡が一体となったかのように同期して動くので、術者は自分の思いどおりに患部を見ることができます。



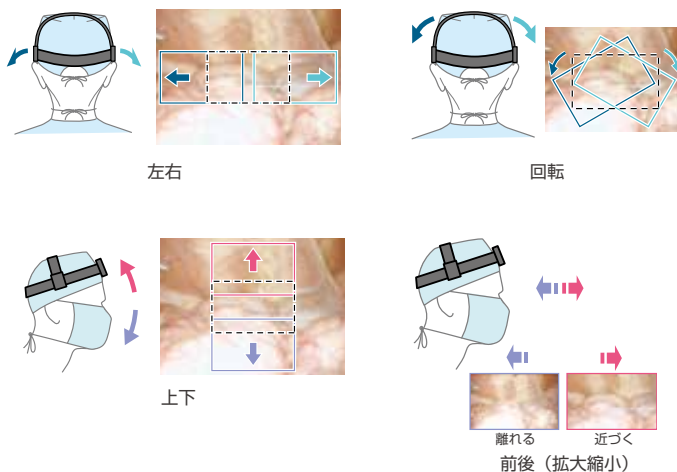
ヘッドマウントディスプレイを使用すると、視野との連動感がいっそう増加します。

スコピストによる操作で課題となっている、口頭指示による意思疎通の難しさ、疲労による手ぶれなどが解決し、安定感のある映像が手術時の直感性をこれまでになく高めます。

● 頭部のセンサーと視野が4自由度で連動

術者の頭部に装着したセンサーの動きとディスプレイに映る映像（内視鏡の視野）は、上下、左右、回転、前後（拡大縮小）の4自由度で連動します。

まるで自身の目で患部を見ているような、ダイレクトな感覚で施術できます。



「空気圧駆動」という発想

～コンパクトで軽く柔らかな動きから生まれる高い安全性～

空気圧駆動による柔軟で滑らかな動作。

その柔軟さは、駆動制御中に保持アームを手で簡単に動かせるほど。

内視鏡が移動して患者の臓器に触れた場合も、柔らかく優しく触れるため、傷つけることはありません。

さらに、一定以上の力で保持アームを動作させないための駆動力上限の設定、保持アームの可動範囲の設定も可能。二重三重に安全性を確保する設計です。

機構上、静音性が高く、手術室で問題なく使えることも大きなメリット。「空気圧駆動」という発想から生まれた、これまでにない画期的な内視鏡ホルダーです。



● 駆動中でも手で動かせる柔らかさ

保持アームに対する外部からの力に対して、駆動用空気が緩衝材の働きをするため、保持アームの動きは非常に柔軟です。

駆動制御中でも手で簡単に止め、動かすことができます。

これはモーター駆動などでは、ほぼ不可能。

空気圧駆動だからこそ可能になりました。

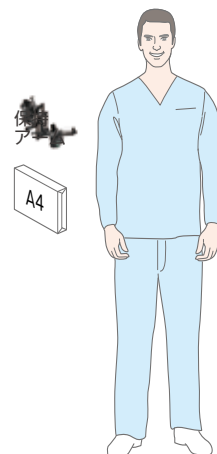
柔らかさは、患部や体内の状態などに応じて自由に設定できますので、術者の望むレベルの安全性を確保して手術に臨むことができます。

● 軽さ0.9kg 小ささA4サイズ

空気圧駆動のためモーターなどが存在せず、保持アームは非常に軽くコンパクト。

0.9kgという軽さ、A4コピー用紙1束（500枚）とほぼ同じ※という小ささを実現しています。

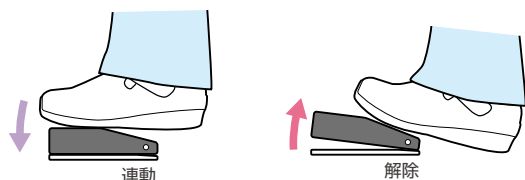
※209mm×276mm×41mm（突起部を除く）



● 一瞬で連動を解除

頭部のセンサーと保持アームは、術者がフットペダルを踏んでいるときだけ連動。

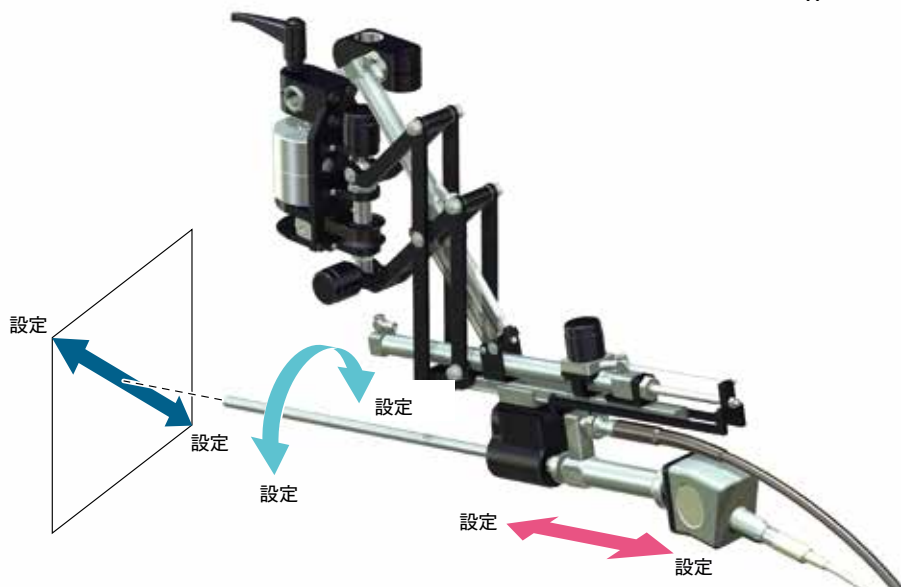
フットペダルを離すとセンサーと保持アームの連動が解除され、保持アームはその位置で停止します。



● 保持アームの可動範囲を自由に設定

保持アームを手で動かし、最大可動範囲のティーチングを行うと、可動範囲を制限することができます。

4自由度に対応した、それぞれのプラスマイナス方向の最大位置を自由に設定することができます。

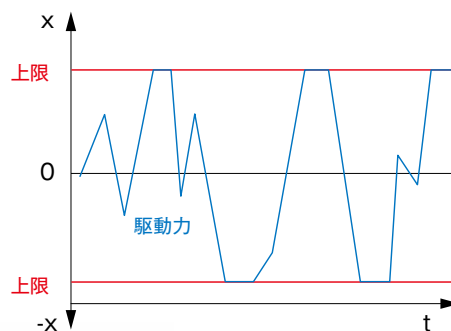


● 駆動力の上限を設定可能

アーム駆動力の上限（最大発生力）を設定しておけば、供給圧力を減圧弁で自動調整します。

患者の体内の状態に応じた上限を設定すれば、内視鏡によって臓器を傷つけることはありません。

内視鏡を患部に近づけてアップで見える場合にも安全です。



「一体感」と「フレキシブル」の追求

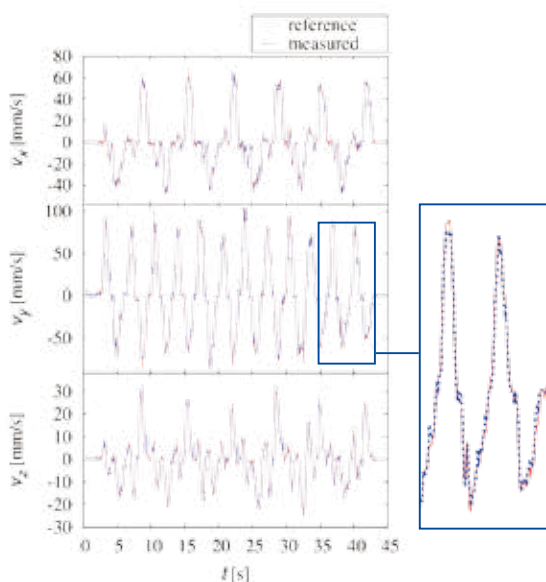
～そのこだわりが驚きの使いやすさへ～

術者の頭部の動きと「視野」とがほぼタイムラグなしでぴったりと追従して動くので、ストレスのない高い一体感を生み出します。

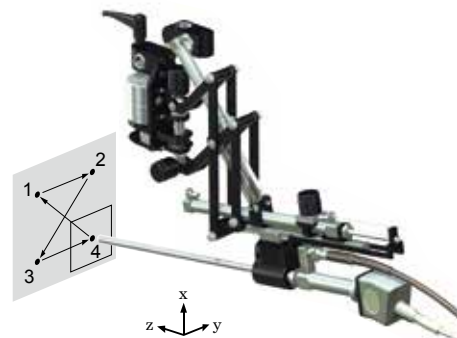
また、頭部と保持アームの動作スピード比率は自由に変更可能。術者や手術の内容に合わせて最適なスピードに設定できます。

市販のさまざまな内視鏡が使用でき、立体内視鏡を使用すれば3Dヘッドマウントディスプレイとの組み合わせでリアルな奥行感や距離感が得られます。

● 高い追従性が一体感の源泉



エアロビジョンの保持アームは、頭部の動きにぴったりと追従して動きます。追従性を検証したグラフを見ると、頭部の動きを示す一線と、内視鏡の動きを示す…線のズレ（タイムラグ）はごくわずか、非常に高い追従性があることがわかります。この高い追従性がストレスのない一体感を生み出します。



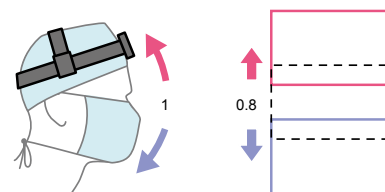
<追従性検証方法>

内視鏡先端から約100mmの位置に、4つの点が描かれたA4用紙を設置。図の順に、各点が視野の中心に位置するよう、内視鏡を頭の動きで操作。

● 頭部と保持アームの動作スピードの比率を自由に変更

たとえば狭い範囲をアップで見るときには頭部の動きよりも内視鏡の動きを遅くするなど、術者の最もコントロールしやすい比率に調整することができます。

4方向が独立して変更できますので、特定方向の動きだけを速くしたり遅くしたりすることもできます。



● 頭部の動きと「視野」の動きが連動するよう、保持アームの動きをコントロール

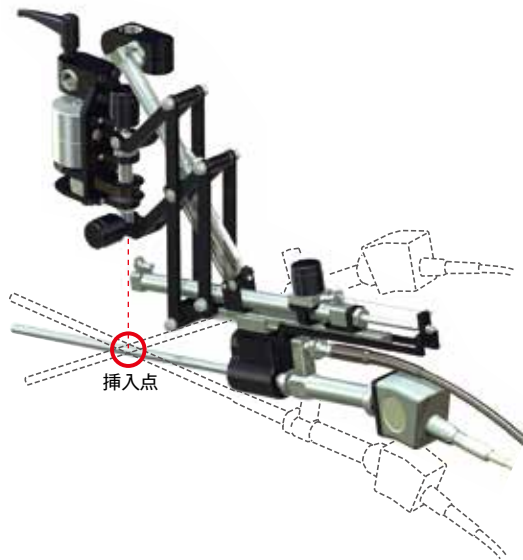
エアロビジョンは、頭部の動きと「視野」の動きを一致させるために、保持アームの最適な動きを計算し、コントロールします。たとえば、内視鏡を45度傾けて取り付けた場合は、①頭部を上動かすと、②保持アームが45度の方向へ動き、③視野が上に移動します。

エアロビジョンは、内視鏡カメラが保持アームに対してどのような位置関係になっても、頭部と視野の動きが適切に連動するようコントロールします。



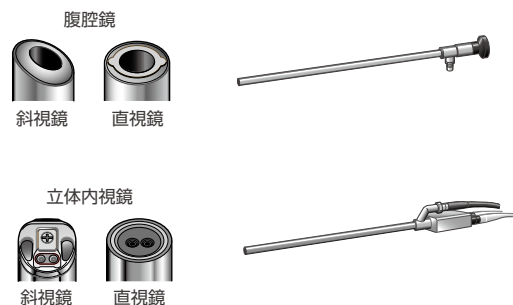
● 保持アームが動いても、体内への挿入点は常に不動

保持アームがどのように動作しても、内視鏡の体内への挿入点は常に不動です。これは、並行リンク機構とジンバル機構を組み合わせ、内視鏡の挿入点を中心として保持アームが動作するよう設計されているからです。



● 市販のさまざまな内視鏡に対応

腹腔鏡、胸腔鏡など、内視鏡下手術で使われる市販の硬性鏡のほとんどが使用できます。一般的な直視鏡や斜視鏡はもちろん、立体内視鏡を使用すれば、3Dヘッドマウントディスプレイとの組み合わせで、リアルな奥行感や距離感が得られます。





第1版

2013年10月1日 発行

東京工業大学 精密工学研究所 香川—只野研究室

www.k-k.pi.titech.ac.jp