

油圧マイクロマニピュレーターが選ばれる理由

浮遊細胞へのマイクロインジェクションに適したマイクロマニピュレーターとして、油圧ジョイスティックタイプのマイクロマニピュレーターが選ばれています。その理由とは、今回のウェブニュースでは、油圧式 / 電動式 / 機械式と、駆動方式の違いによる特性を比較しました。

その1 操作部→駆動部の伝達リアルタイム性

浮遊細胞等のマイクロインジェクション操作では、精度高く、効率良く、短時間で操作完了出来る事がマイクロマニピュレーターへ求められます。このため、マイクロマニピュレーターには、手の動きのスピードと同じ次元で素早くダイレクトに動く事と、ゆっくり微妙な位置調整を行いたい時の繊細なジョイスティック操作へ正確に反応すること、その両立が求められます。

油圧式のジョイスティック操作は物理的にダイレクトに操作部側のフラムを押します。操作部側のフラムの形状変化は油圧チューブを介し瞬時に駆動部側のフラムに伝わります。メンテナンスがしっかり行き届いた、良い状態の油圧マニピュレーターの操作部→駆動部の反応速度はほぼ同時と言えます。

一方、例えば電動式の場合、ジョイスティック操作をエンコーダーで電気信号化し、駆動部のモーターを動かす方式であるため、座標計算の時間分とモーター駆動の立ち上がり等の為に、極微量のタイムラグを操作者は感じる事になります。

その2 遠隔操作性

油圧式のマイクロマニピュレーターは、オイルチューブを介してジョイスティックの操作を駆動部に伝える方式の為、操作部の手元振動が、駆動部(倒立顕微鏡全体)への振動として伝わることはありません。

一方、例えば機械式の場合、操作部の構造自体が倒立顕微鏡と一体になっているため、ジョイスティックを握る手の震えが針先の振動へとダイレクトに伝わってしまうことがあります。

その3 精度を徹底追及しつづける”匠”の技術

油圧式の駆動原理には、当然ながら分解能という概念がありません。言い換えれば、それは匠の技術でミクロの世界を表現してきた「極限の精密さ」への職人の挑戦の歴史でもあります。サブミクロンオーダーの分解能を謳っている電動式のマイクロマニピュレーターであっても、モーター駆動を針先の動きへと実現するまでには、必ず何らかの構造物(アリ溝・歯車等)が必要であり、パーツ一つに加工上・構造上の精度差が生じるのです。つまり、紙面上の仕様だけではわからないところでの製品精度に本当の良し悪しが隠れています。

精密機械の特性を知り尽くしたナリシゲは、実直な匠の技術研鑽の元、永年培ったマニピュレーター生産ノウハウを最大限に活かし、ミクロの世界で針先や電極を滑らかに動かすにはどうしたら良いのかを、日々深究しています。

電動式のマイクロマニピュレーターのカタログには必ず表記される”分解能”。これは、ステップ上に管理された座標上の移動距離の最小理論値です。あくまでも電気的な圧縮率からはじき出される計算値である為、非常に細かい数字が書かれていますが、実際にこの最小理論値を発揮している設定の場合、ジョイスティックの1ストロークの移動範囲が狭く、マイクロインジェクション操作の実用には向いていない場合があります。逆に、分解能の設定を粗くして、可動範囲を大きくすると、1ステップの移動距離が増大してしまい、針先がバタついて動くことがあります。これでは、操作者の「意のままに操る」ということにはなりません。

	電動式	油圧式	手動式
駆動原理	ジョイスティックの動きをエンコーダーにより電気信号化して駆動部に伝え、ステッピングモーターの動きとして位置制御する。	ジョイスティック側のフラムの収縮・拡大によって、オイルラインで接続された駆動部側のフラムが拡大・縮小し、その量で位置を制御する。	ジョイスティックの動きを機械構造(バネ・歯車・ハリ構造等)により縮小する。
メリット	遠隔操作で操作時の手元振動は駆動部へは直接伝わらない。座標位置を記憶させることが出来る為、高倍率でも光軸定点への復帰が簡易。	遠隔操作で操作時の手元振動は駆動部へは直接伝わらない。理論上の分解能はアナログ構造の為、無限小。ジョイスティックの微細な表現や広い可動範囲、速い動きへのリアルタイムな反応は他方式を凌駕する。	構造が単純なため、位置制御が直感的でわかりやすい。また、メンテナンス性に優れる。
デメリット	ジョイスティックの速い操作、微細な手元表現をデジタル信号としてしっかり拾える事、拾った信号をリアルタイムに駆動部の動きへ連動させる事、この2点に技術的限界がある。(針飛び・バタつき駆動タイムラグ等)	他方式に比べ、温度変化に弱い。操作部から駆動部を繋ぐ各軸のチューブが、顕微鏡周りを煩雑にさせている。	操作部と駆動部が一体構造である為、操作時の手元振動が針先を含めた構造全体にまで影響を及ぼす。このため、操作均一性を高めるには操作者の熟練を要する。
リアルタイム性	×	◎	◎
遠隔操作性	◎	◎	×
総合評価	△	◎	△

ご不明な点等がございましたら、お気軽に弊社までお問い合わせ下さい。

ナリシゲウェブサイト

URL: <http://www.narishige.co.jp/>