

メカトロニクスのプロになるための行動指針4カ条

——メカを知り、書に親しみ、疑問を持ち、そして思考する

セサミアン新選組(二上貴夫・岸田昌巳・三浦 元・岩橋正実)

メカトロニクスのプロフェッショナルを目指すなら、ぜひともここで解説する四つのことを実践してください。これらは、この分野で10年、20年の経験を積んだみなさんの先輩からのメッセージです。
(編集部)

1 メカを知ろう

現代のメカトロニクス機器は非常に複雑な動きを必要とするものが多く、それらに意味のある動きを与える役目は、ほとんどの場合、ソフトウェアが担っています。

ところで、ソフトウェアが動きを与えるメカ(機械、機構系)には、大きさと重さがあります。モニタ画面に何かを表示する、といったようなくあいにはなかなかいきません。なぜそのように制御しなければならないのかを考え、ソフトウェアが与える動作の意味をよく理解してプログラムを作る必要があります。

また、ソフトウェアは直接メカを制御できるわけではありません。エレキ(電子回路、電子系)を介してしかメカを制御できないのです。ということは、ソフトウェアの担当者はメカのことでもエレキのことでもある程度わかっていないと正しく動かすことができない、と言えるでしょう。だから、「私はソフトウェア担当だから、メカやエレキはわからなくても問題ない」と考えているようだとおおいに問題です。

● 機構担当技術者の作業工程を理解しよう

もちろん機構や電子回路を設計できるようにまでなる必要はありませんが、まずは、設計、加工、組み立て、調整の各段階で、機構担当の技術者や電子回路担当の技術者がどのような作業を行っているかを理解できればよいと思い

ます。それと並行して、用語、部品名など、機構担当や電子回路担当の技術者が話していることを理解できるようになりましょう。仕様を理解するうえでも、トラブル対策を行ううえでも、ソフトウェア以外を担当する技術者と良好なコミュニケーションを保つこと(仲良くなること)が最終的な課題の解決を早めることにつながります。

特に、機構の調整項目や調整手順を理解することは重要でしょう。機構に絡んだトラブルが発生したとき、早期に原因を究明できるようになります。

● 機構を観察しよう

機構に慣れるには、機構担当の技術者がふだんどのような作業を行っているのかを見たり、機構担当技術者との雑談の中から知ったりするのが近道だと思います。また、自分の担当製品でなくても動作している機構をよく観察し、どのような部品が使われているのか、どのような機構がどのように組み合わさって動作しているのかを日ごろから見とくようにしましょう(筆者は新人時代、プログラム作りに疲れると、気分転換を兼ねて、実験室でテストされている装置のあちこちの動作を眺めていた)。「このような部品はこのように動作するものだ」といった感覚が身につくと、プログラムを書くうえでも、テストを行ううえでも、変な回り道をしなくてすむようになります。

● 機構には公差がある、LSIにはゆらぎがある

機構は多かれ少なかれ公差を持っています。公差とは、簡単に言えば機構の図面に記入された要求精度のことです(p.36のコラム「メカトロニクス用語集：寸法編」を参照)。一つの部品であれば、その寸法±公差とか、組み立てた結果の寸法±公差といったように、部品加工や組み立て時に

許容される寸法のばらつき範囲を指定します。

メカトロニクス機器の機構系は高い精度を扱うものが多いと思います。筆者が過去に関係したシステムの機構は、だいたいサブミクロン(0.1 μm)からミクロン(1 μm)の単位の移動制御を行っていました。このようなシステムでは、特に機構を組み立てるときの公差の扱いによって個体差が大きくなることがあります。試作の段階ではまだ組み立て要領や調整要領が固まっていなかったことが多いので、なおさらです。「あっちの号機と違って、こっちの号機ではどうして同じ位置に来ないの?」といったトラブルの原因の一つは、たいがいこういったものです。

また、電子回路の部品として重要な位置を占めるLSIに

は、応答時間などに時間幅(ゆらぎ)があります。例えば、読み出し時間が70nsとして出荷されているメモリのすべてについて、ちょうど70nsで読み出せるわけではなく、ある範囲のばらつきがあります。さらに、このばらつきはLSIの動作温度によって変化します。詳しくはLSIのデータ・シートをぜひ見てください。

● 最悪値を考えてプログラムを作ろう

機構や電子回路は、見た目ほどかちつとした厳密なものではなく、寸法やタイミングに前述のような「やわらかさ」や「あいまいさ」を持っています。機構担当技術者や電子回路担当技術者の作成した仕様書には、たいがい寸法幅、時

Column

メカトロニクス用語集：寸法編

メカトロニクス分野といっても製品範囲は非常に広いのですが、ここではモータによる移動制御を行うメカトロニクスで使用する用語をいくつか挙げてみました。SESSAMEのホームページ(<http://www.sesame.jp/>)に掲載されている、組み込み技術者のためのオンライン用語集もぜひ参考にしてください(メカトロニクス用語は本稿執筆時点では少ないが、今後拡張する予定)。

● 公差

機構の設計では、設計図面の中で加工精度を、組み立て図面の中で組み立て精度を指定します。これらの、許容される寸法の幅を公差と呼びます。機構が単一のブロックだけで使用されることは非常にまれです。特にメカトロニクスでは、かなりの数の機構部品を組み合わせたシステムとして使用されることがほとんどでしょう。そうすると、公差を持ったパーツを組み立てた際に「ずれ」が発生することは容易に理解できると思います。

もちろん、機械技術者は最終組み立て時の公差も指定していますから、このずれはある範囲内にならず納まるように組み立て・調整を行っています(行っているはずである)。

● メカ・リミットとソフト・リミット

例えば、モータで一定の範囲を移動させる機構がある場合、機構的にどうしてもこれ以上は動けない(それ以上無理に動くと壊れてしまう)範囲があります。これをメカ・リミット、あるいはハード・リミットと呼びます。この範囲の内側(安全圏内)に、ソフトウェアで制御可能な移動範囲を設定しますが、この範囲をソフト・リミットと呼びます。

ソフトウェアによる移動制御は、このソフト・リミット内に収まるように行うのが基本です。

注A：動作から位置や速度の情報を電気信号として取り出すものをエンコーダと呼ぶ。位置に関しては、多くのエンコーダは「ある角度の回転ごとやある距離の移動ごとに1パルスの信号を発生する」といった相対的な位置測定しかできないが、現在位置を絶対値で知ることのできるエンコーダもある。

● 原点

モーション制御を行うためには、制御に先立って、動作のための座標系(対象とするモーションによるが、例えばXYZ直交座標系や極座標)とその基準点を確立しておかなければなりません。基準点を実際に知るために、現在位置を絶対値で知ることのできるエンコーダ^{注A}を使用することもあります。多くの場合は、特定の位置を知るためのセンサ(例えば、発光部と受光部が対向しているフォトインタラプト・センサ)を移動範囲内(ハード・リミット内)のどこかに設置し、ソフトウェアで機構を移動させながらそのセンサに達したかどうかで基準位置を判定するなどの方法をとります。この基準点を「原点」と呼び、このような目的で使用するセンサを「原点センサ」と呼びます。

原点センサとしては、ほかに磁気を使用したもの、機械的な接点を使用したものなどがあります。

● フォトインタラプト・センサのヒステリシス特性

光を使用したフォトインタラプト・センサは、遮光板が差し入れられて「光がさえぎられた」という信号を出力する位置と、遮光板が抜き出されて再び「光を受けている」という信号を出力する位置が微妙にずれます。これを、「フォトインタラプト・センサにはヒステリシス特性がある」と言います(図A)。

原点位置を検出する際には、機構の移動制御で発生する振動によってセンサ出力がちょうどチャタリングのような現象に注意する必要があります。それと同様にこのヒステリシスにも注意しなければなりません。ヒステリシスによる影響を避けるために、原点位置の検出はかならず1方向から行うようにします。

原点位置検出のプログラムを書くときは、使用するセンサの種類や特性を、データ・シートなどを見てよく理解するようにしましょう。

● バックラッシュ

モータを時計回りに90度回転させ、続けて反時計回りに90度回転させたとき、モータの回転軸の位置はどうなると思いますか?「軸は