

# モータ制御マイコンの新しい時代をひらく TMPM370グループ

## CPU負荷低減に貢献するベクトルエンジン

TMPM370グループに搭載しているベクトルエンジン（以下、VE）は、モータのベクトル制御で実行される基本的な処理（座標軸変換、相変換、SIN/COS演算）や、電流制御に使用されるPI制御を自動的に実行する専用ハードウェアです。

VEは、3相PWM出力回路と12ビットADコンバータと連携して自動的に動作しますので、ソフトウェア処理が軽減され、CPU負荷の低減に貢献します。VEの回路構成は、

- 各種処理（VEではタスクと呼ぶ）を実行する演算ユニット
- 各タスクの動作を制御するスケジューラ
- ADコンバータやPWM出力とのインタフェース回路

となっています。

VEは、ADコンバータからの割り込みにより起動し、AD変換結果レジスタからのデータ取得、座標軸変換や相変換などの演算をおこないます。また、速度制御のためのPI制御から、空間ベクトルを用いた相変換、PWM出力回路へのデータセットも自動的におこないますので、ソフトウェアによる複雑な演算処理が不要となり、CPU負荷が大幅に削減できます（弊社のサンプルプログラムではソフト処理時間が約1/4に削減されました）。なお、自由度が求められるロータ位置推定や速度制御部についてはソフトウェアによる制御ができるようになっています。

## VEは自由度の高いハードウェア

VEでは、AD変換結果の処理から各種演算、PI制御からPWMへのデータ出力までの一連の処理を連続しておこなう基本スケジュールのほか、PI制御を含まないスケジュール、入力と出力のみのスケジュールを用意しています。また、各スケジュールでは処理を開始するタスクの指定や、スケジュールの繰り返し回数（最大15回）を設定することができます。さらに、スケジュールとは別に、各タスクを単独で実行することも可能です（シングルタスク実行）。

VEのタスクには、各処理で使用される入出力データに対してCPUからアクセスできる専用レジスタが設けられていますので、VEでの演算結果にユーザ自身の調整を加えてPWM出力させるといった独自の制御をおこなうこともできます。

このようにVEはユーザ自身のソフトウェアと組み合わせた様々な動作に対応させることができる自由度の高いハードウェアです。

## 機能強化したADCもCPU負荷削減に貢献

TMPM370グループに搭載されている12ビットADコンバータは、ソフトウェアによる通常の変換モードのほかに、以下の機能をもっています。

- PWM出力回路やタイマカウンタからのトリガによる変換開始モード
- 常時変換モード
- 変換結果自動比較機能

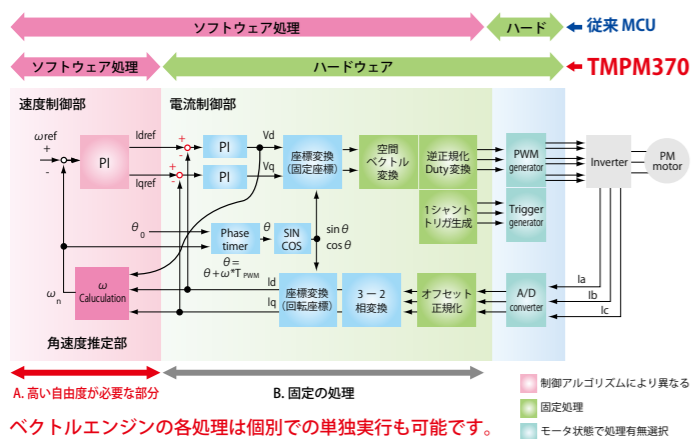


図1：ベクトルエンジン構成図

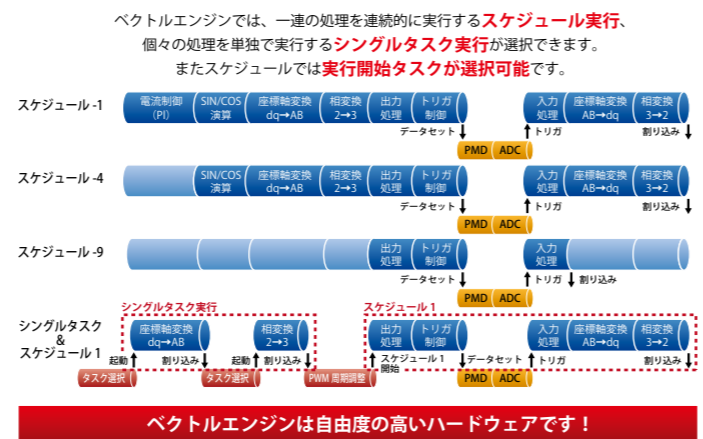


図2：ベクトルエンジンのスケジュール機能

PWM出力回路からのトリガは、PWMカウンタの任意のタイミングに設定することができ、3シャントや1シャントモードでの電流取得に対応したタイミングでAD変換を起動することができます。

常時変換モードでは連続的にAD変換を実行します。この連続変換は、最大で12チャンネルを指定することができます。なお、常時変換中にPWM出力回路からのトリガが発生した場合は常時変換を直ちに中断、電流測定が優先的におこなわれるのでモータ制御処理を妨げることがありません。

変換結果自動比較機能は、12個ある変換結果レジスタのうち、2個に対して大小比較、判定確定までの比較回数（1～16回）を設定することができる機能です。自動比較機能が設定されると、変換結果は監視レジスタ（12ビットのデジタル値）と自動的に比較され、設定した条件を満たした場合、割り込みが発生します。この機能は過電流、過電圧の自動検出に有効です。

このようにADコンバータでもCPU負荷の低減に貢献します。

## 複数のモータ制御で威力を発揮するVE

エアコン室外機や洗濯機など、同時に複数のモータを制御する必要があるアプリケーションは多岐にわたります。これらのシステムにおけるベクトル制御をソフトウェアによって制御する場合、PWMキャリア周波数が高くなればなるほど、限られた時間内に各種演算を完了させる必要があります。たとえば、PWMのキャリア周波数が16KHzの場合、ベクトル制御処理に必要な時間は62.5usとなりますが、この間に2モータの制御処理をおこなおうとするとCPUクロックは80～

100MHz程度のスピードが必要となり、これだとマイコンの消費電力も増加してしまいます。

TMPM370FYFG/DFGのVEは2モータ分のベクトル処理に対応しており、また、VEでの演算中もCPUにてもう一方のモータ制御処理が実行できるため、理論上約47us@40MHz<sup>※</sup>でも2モータの制御ができる計算となり、低消費電力に貢献します。

今後、TMPM370グループでは、3モータ制御の製品ラインアップも計画、制御するモータが増えるほどハードウェア処理によるVEの威力が発揮されるものと確信しています。

なお、弊社ではTMPM370FYDFGによるモータ制御用のリファレンスモデルもあわせて準備しており、去る7月、テクノフロンティア2010のモータ技術展（東京ビックサイト）において、ベクトルエンジンによる2モータ（S-DDモータとファン）制御のデモを実施しました（図4）。

※弊社サンプルプログラムによる見積もり値です。  
 ●Cortexは、ARM社の商標です。●NANO FLASHは株式会社東芝の商標です。

お問い合わせ先

**株式会社東芝 セミコンダクター社**

システムLSI営業推進第一部  
 マイコン営業推進担当  
 TEL：03-3457-3459 FAX：03-5444-9321

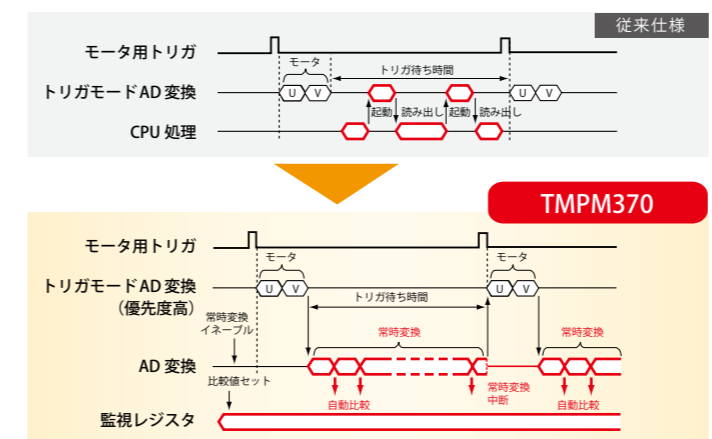


図3：12ビットADコンバータの常時変換、自動比較機能



図4：モータ技術展に出展した2モータ制御のリファレンスモデル