

# Quad Power

新しいDS1006 Processor BoardによるHIL  
シミュレーションのパフォーマンス向上



dSPACE は、DS1006 Processor Board をアップグレードしました。このボードは dSPACE リアルタイムシステムの中核的なハードウェアであり、クアドコア AMD Opteron™ プロセッサを搭載しています。HIL (Hardware-in-the-Loop) シミュレーションの増大する要求に応えるため、このボードは非常に高い処理能力を備えています。プロセッサ処理負荷の高い大規模なモデルの処理は、プロセッサの複数のコアに容易に分散でき、同期して実行することができます。

#### 高いパフォーマンスを必要とする シミュレーション

HIL シミュレーションは常に、より高い計算処理のパフォーマンスを求めています。ハイブリッドドライブのモーターの HIL シミュレーションなど、実例は数え切れません。高い計算処理速度が要求される理由は、一部のタスクでは、たとえば、高いスイッチング周波数でもオーバーサンプリングできるように非常に短いサイクルタイムを必要とするからです。別の例として、バルブタイミングとバルブリフトが可変のガソリンエンジンが挙げられます。こうした事例の場合、通常の平均値モデルではもはや十分ではありません。より精度の高い、そしてそのためによりプロセッサ処理負荷の高いモデルが必要とされます。同様のことが、筒内圧計測を行うディーゼルエンジンにも当てはまります。新しい

DS1006 は、これらのすべてのアプリケーションに必要とされるパフォーマンスを提供し、更に他のタスクを実行できる十分な余裕があります。さまざまなパフォーマンステストの結果、新しい DS1006 は旧バージョンのマルチプロセッサシステムよりも最大 60% 高速化していることを示しています。

#### ソリューション：マルチコアプロセッサ

長い間、プロセッサの処理速度を向上させる最も一般的な方法は、クロック周波数を上げることでした。しかし、この方法は物理的な限界に直面しています。発生する熱を管理できなくなってきたからです。速度を向上させる 2 つ目の一般的な方法は、プロセッサアーキテクチャを改善することですが、これもほとんど改善の余地がありません。このジレンマを抜け出す

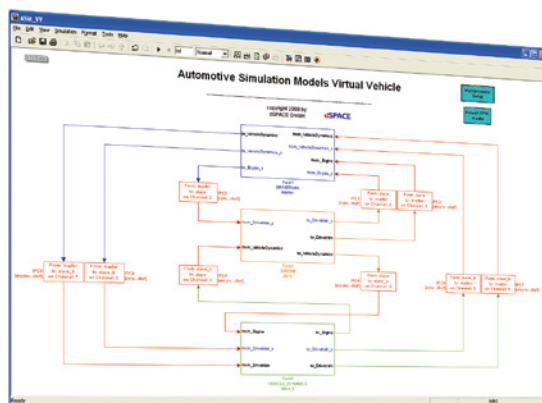


図 1：1 つのモデルを DS1006 の複数のコア全体に配分した例。3 つのサブモデル (Drivetrain、Engine (Soft\_ECU\_Gasoline 付き) および Vehicle Dynamics) から成る ASM 仮想車両が、DS1006 の 4 つのコアの内の 3 つに配分され、9 個の IPC ブロックを介して相互接続されます。

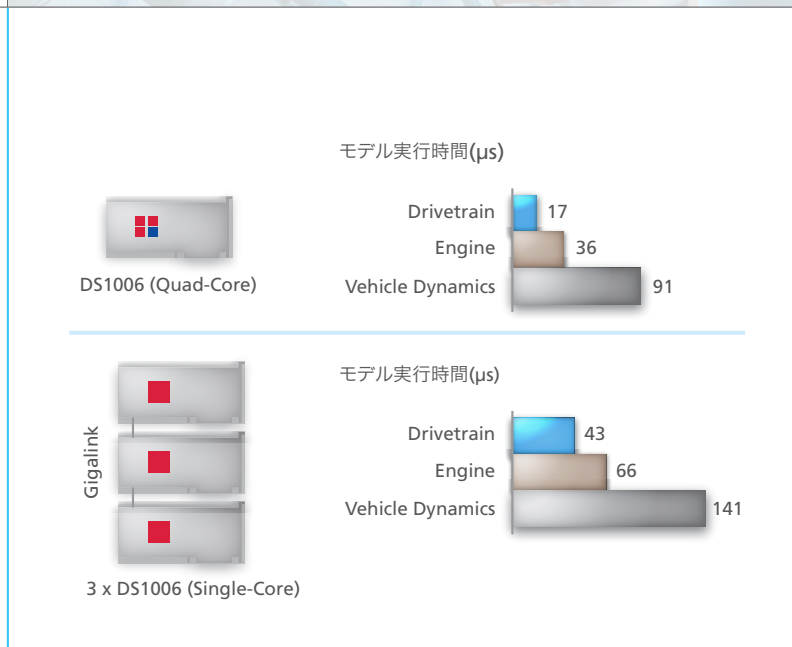


図2：クアドコア DS1006 2.8 GHz と旧バージョン DS1006 2.6 GHz (それぞれ I/O なし) のパフォーマンスの比較。ASM 仮想車両の3つのサブモデル (Drivetrain、Engine、および Vehicle Dynamics) が、クアドコア DS1006 の3つのコア上で同時に実行されます。

ための方法が、マルチコアプロセッサ、すなわち複数の CPU コアを搭載したプロセッサです。複数の CPU コアのそれぞれが、以前のシングルコアプロセッサよりも高いパフォーマンスを持ち、コア間の迅速なデータ通信も実現されています。したがって、リアルタイムシミュレーションでマルチコアプロセッサの強力なパワーを活かす上で課題となるのは、複数の異なるすべてのタスクを処理する方法、言い換えると、それらのタスクを最も有効に配分して並列処理し、それら相互の通信を最適に管理する方法を考案することにあります。

#### 要件に合わせた計算能力

これまでは複数の DS1006 シングルコアボードを使用しなければならなかった処理でも、今後は1枚のクアドコア DS1006 Processor Board だけで十分なケースが多くなると予想されます。これにより、HIL シミュレータがよりコスト効率の高いものになるだけでなく、拡張に対する柔軟性も向上します。もちろん従来と同様に、複数の新しいクアドコア DS1006 プロセッサを接続して、マルチプロセッサシステムを構築することもできます。このようにして、ユーザは、CPU

処理負荷の高いモデルの処理のみを行う場合でも、または個々の ECU または車両ドメイン向けのテストシステムから仮想車両を構築するためのモジュール型マルチプロセッサシステムを必要とする場合でも、特定の要件に合わせて計算能力を調整することができます。

#### Real-Time Interface を介したグラフィカルな制御

Real-Time Interface for Multiprocessor Systems (RTI-MP) は、ユーザが自分のシステムで大規模なプロセッサ処理負荷の高いモデルのサイズ調整する際に、ユーザを支援する実装ツールです。ユーザは、1枚のクアドコア DS1006 ボードを使用する場合でも、または複数のボードから1つのシステムを構築する場合でも、この1つのユーザインターフェース上で必要なすべての手順を実行できます。RTI-MP を使用すると、ユーザはモデルを分割して、複数のプロセッサコアを最適に利用できるようになり、マルチプロセッサシステムの場合と同様に、クアドコア DS1006 のコア間におけるデータ転送用の通信チャンネルを定義して指定することができます。通信パラメータは、プロセッサ間通信 (interprocessor communication: IPC) を介して定義することができます。このとき、実際の物理的な通信の実行方法、つまり、複数のプロセッサコア間が内部 Gigalink で接続されているのか、異なるプロセッサボード間が光 Gigalink で接続されているのかは関係ありません。新しいクアドコア DS1006 の各コアは、複数のタスクを同期的に計算処理するだけでなく、同期されていない複数のモデルも一度に実行することができます。

#### 新しい DS1006 と旧バージョンの比較

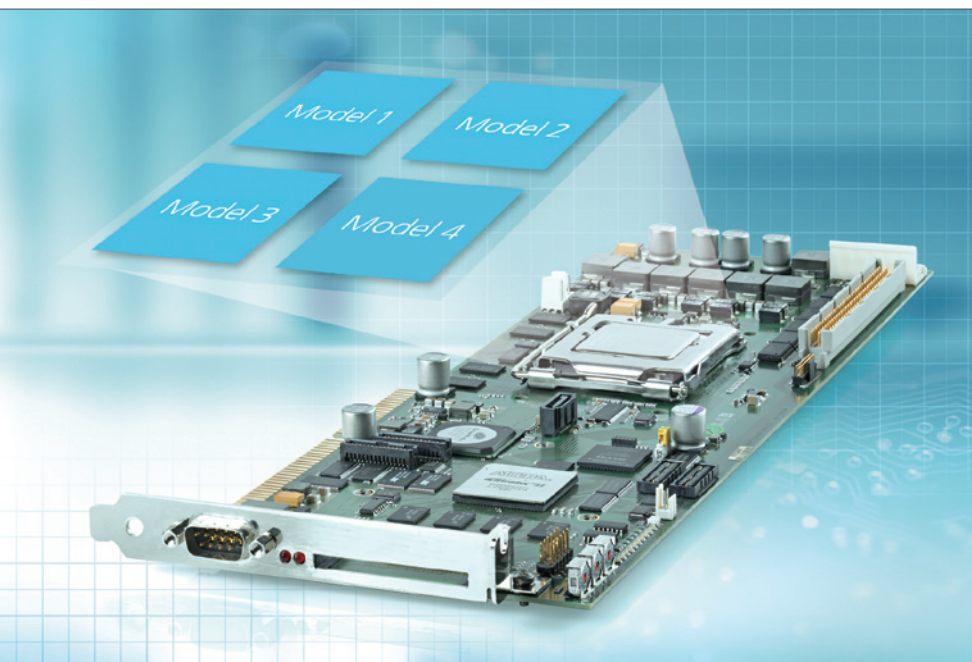
新しいクアドコア DS1006 ボードのパフォーマンスが明確に発揮されるのは、さまざまな dSPACE 自動車用シミュレーションモデル (ASM) が計算処理され (図2 および図3)、各サブモデルがボードの各コア上で実行される場合です。各コアは、すべて内部 Gigalink を経由して接続されています。

旧バージョンのボードであるシングルコア DS1006 では、各 ASM モデルがそれぞれのボードで実行されます。複数のシン

#### 新しい DS1006 Processor Board の特長

- クアドコア AMD Opteron™ プロセッサ、2.8 GHz
- コア当たり 512 kB L2 キャッシュ、6 MB L3 キャッシュ
- 1 GB ローカルメモリ (リアルタイムモデル実行用)
- コア当たり 128 MB グローバルメモリ (ホスト PC とのデータ交換用)
- 2 MB オンボードブートフラッシュメモリ
- CompactFlash ボード上のオプションのアプリケーションフラッシュメモリ (リアルタイムアプリケーションの自動的なホストに依存しないブート用)





## まとめ

新しいクアドコア AMD Opteron™ プロセッサにより、新バージョンの DS1006 Processor Board は旧バージョンに比べて大幅にパフォーマンスが向上しています。さまざまなテストの結果、モデルによっては、旧バージョンのマルチプロセッサシステムより最大 60% の速度向上を実現することがわかりました。他の dSPACE ボードの場合と同様、新しい DS1006 Processor Boards を複数使用すると、さらにパフォーマンスが向上したマルチプロセッサシステムを構築することができます。より強力な計算処理能力を必要とする用途の代表的な例として、ハイブリッドドライブのモーター、可変バルブタイミングのガソリンエンジン、および筒内圧計測を行うディーゼルエンジンの HIL シミュレーションが挙げられます。ユーザは、1 枚の DS1006 で処理を行う場合でも複数のボードから成るシステムで処理を行う場合でも、Real-Time Interface for Multiprocessor Systems (RTIMP) ソフトウェアを使用して、すべての計算処理タスクを容易に分割することができます。

クアドコア DS1006 ボード間は、外部 Gigalink を経由して接続されます。I/O が接続されていない場合 (図 2)、計算処理されているモデルに応じて、時間が 35% ~ 60% 削減されます。これは、旧バージョンに比べてクロック周波数が高いことと、プロセッサアーキテクチャが向上していることに加えて、内部 Gigalink 接続の帯域幅が大きな原因となっています。I/O が接続されている場合でも (図 3)、

両方の DS2211 への I/O アクセスが共通のプロセッサ インターフェースを経由して実行されているという事実にもかかわらず、新しいボードの方が処理が速くなっています。その理由は、クアドコア DS1006 の内部 Gigalink 接続が高速であることです。ここで転送されるデータの量は決して Gigalink の能力を使いきることはありません。■

図 3 : クアドコア DS1006 2.8 GHz と旧バージョン DS1006 2.6 GHz (I/O ボードあり) を比較したパフォーマンスデータ。ASM 仮想車両の各主要コンポーネント (この場合、Gasoline Engine Basic および Vehicle Dynamics) は、それぞれクアドコア DS1006 の各コア上で実行されます。

