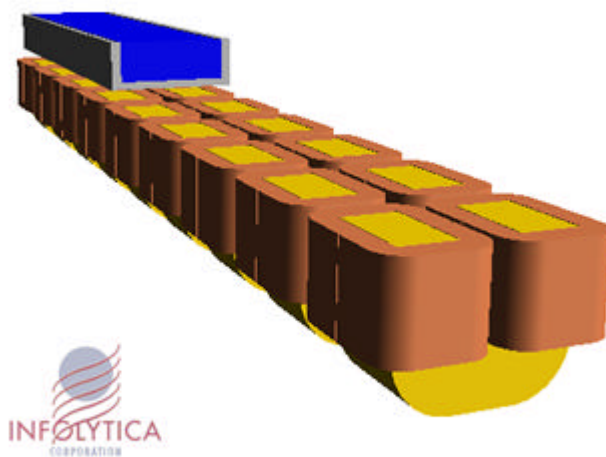


### 3 次元リニアモータの軌道



リニアのサスペンションシステムには 2つの基本的なタイプがあり、1つは吸引力、もう1つは渦電流からの反発力によるものです。ここでは、後者のタイプの変化を紹介합니다。理論的には空中浮揚と推進の両方に同じコイルを使用します。ここで紹介するモータは、シャトル発射システムのための NASA MagLev のプロトタイプで使用されたものと同様の、進行方向に対し直角に入る磁束を発生させるコイル構造です。単相電源の代わりに、コイルは、トラックに沿って移動する磁場を発生させる三相交流を印加しています。

この解析のソルバーは、Infolytica 社の 3DwithMotion ソルバーが最適です。

駆動部は、荷を乗せたアルミニウムチャンネルとします。また、駆動部にはロール、ピッチおよび軸の振れに対する回転に加え、3方向の移動(上下、左右、前後)に対し合わせて 6 自由度を与えています。駆動部は初期状態で、補助によりトラックの 1 cm 上に設置されています。コイル通電時には、つり合いの位置 (0.5cm 上) で駆動します。

結果；

[アニメーション 1](#) は、異なった観測点から見た、発射の様子です。

シミュレーションは電源のスイッチが入った後の 0.1 秒間を計算しています。

振動は、このタイプのリニアの典型的な現象です。このタイプが普及しない理由の 1つになっています。

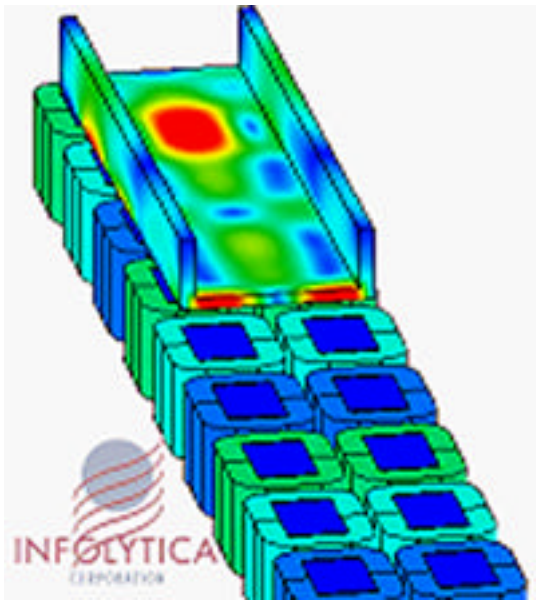
実際、この例の駆動部は短すぎるためピッチ軸の周囲で安定していませんし、シミュレーションの最後では駆動部後方の下側がトラックと衝突しています。



アニメーション 1

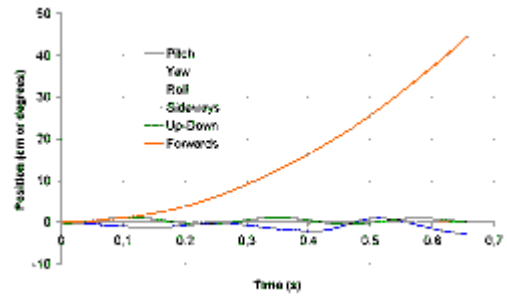
アニメーション2では、電流密度の分布を確認出来ます。この結果にはいくつかの興味深い現象が確認出来ます。最初に、急にスイッチを On にし 3 相電流を流すことで、初期ステップで大きな誘導現象が起きています。その誘導は一時的ですが、その影響は駆動部に対して最初に急激な上向きの加速を与えてしまいます。次に、駆動部が昇り、トラックから離れるにつれて、誘導電流の絶対値は減少します。

これは、トラックに沿っての推進力にも影響し、トラックと駆動部の距離が近い時に最も大きくなります。



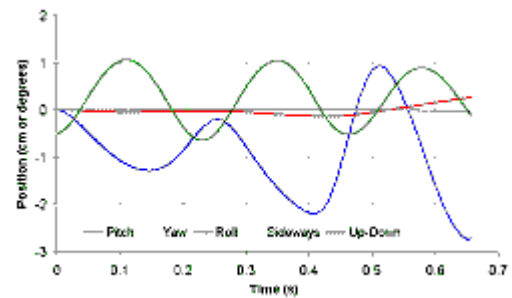
アニメーション 2

グラフ 1 は、時間に対する駆動部の 6 自由度総ての移動位置を表しています。駆動部はトラックに沿って安定した加速度で進み、また、駆動部のピッチと上下の運動が重要であることが見ることが出来ます。これは、初期電源 On 時の影響によるものですが、リニアシステムでは良く知られた現象で、「Dolphin Effect」と呼ばれています。



グラフ 1

これは、上と同じグラフですが、前進方向の移動量以外の 5 自由度をより明確に見るため拡大しています。注目する点としては、左右とロールの値が対称モデルのため予想されたゼロではないということです。これは、リニアの不安定性によって拡大された有限要素メッシュの小さなひずみが原因と考えられます。

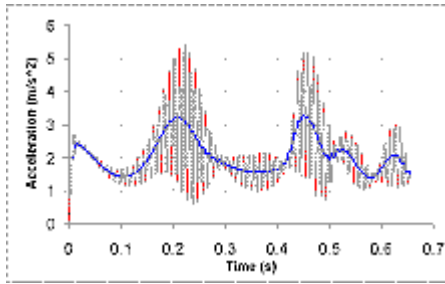


グラフ 2

グラフ 2 は、シミュレーションした駆動部の加速の結果を示します。赤い線は瞬時に起こっている加速ですが、青い線はその移動平均です。変化は以下のいくつかの要素によって引き起こされます；

- ・ トラック上の高さ
- ・ 極に関連した駆動部の位置
- ・ 励振の位相

また今回のシミュレーションの結果として、MagLev は 27m/s の同期速度の 5% である 1.34m/s の速度を達成しました。



総解析ステップ数: 0 to 657 ms. (788 time steps).

CPU: AMD Athlon© 2800+.

使用メモリ (RAM); 514 MB.

平均要素数: 1,000,000.

平均リメッシュ要素 ; 100,000.

計算時間: 137 hours 48 minutes.

1ステップあたりの計算時間: 10 minutes 57 seconds.

初期メッシュ作成時間: 5 minutes 13 seconds.

1ステップあたりの平均リメッシュ時間: 1 minute 8 seconds.

アニメーション1 : [http://www.infolytica.com/en/coolstuff/ex0102/MagLevII\\_side\\_view.avi](http://www.infolytica.com/en/coolstuff/ex0102/MagLevII_side_view.avi)

アニメーション2 : <http://www.infolytica.com/en/coolstuff/ex0102/MagLevII J.avi>