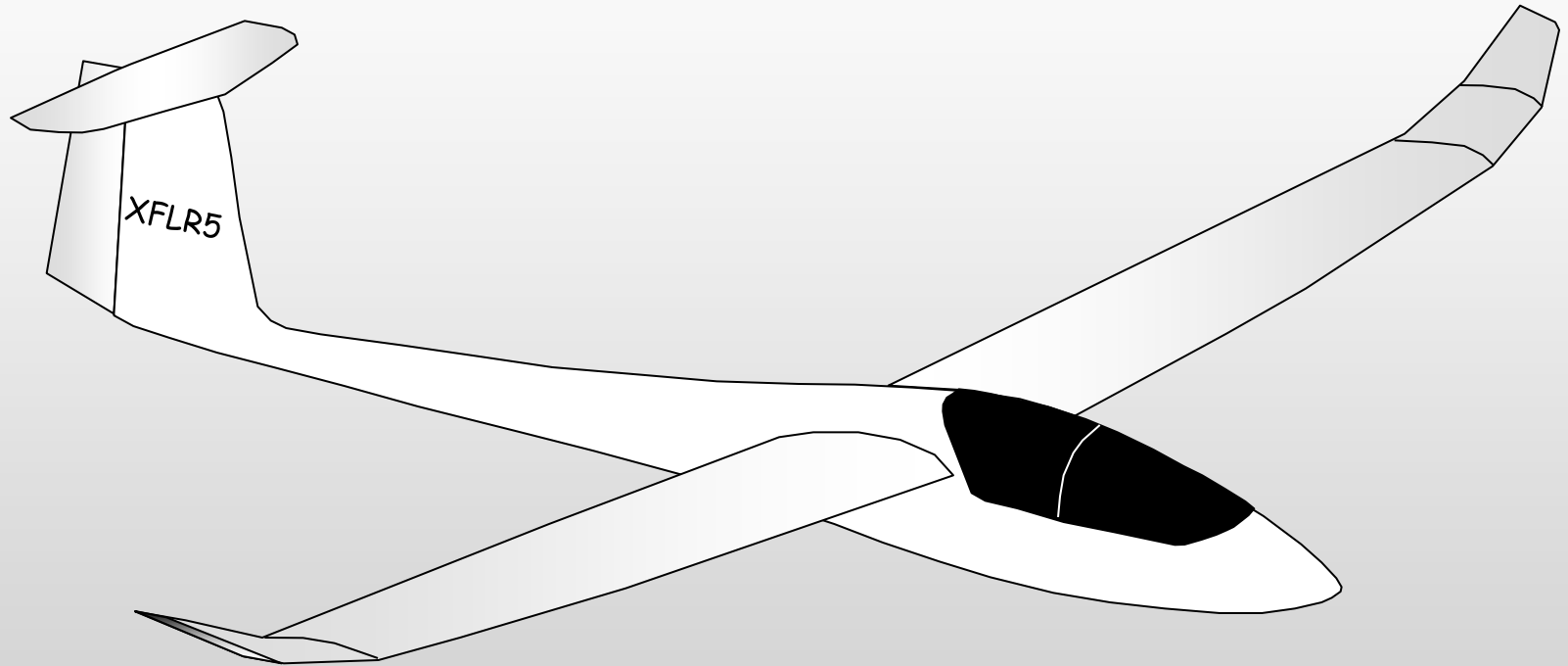


XFLR5による計算結果と実験値との比較



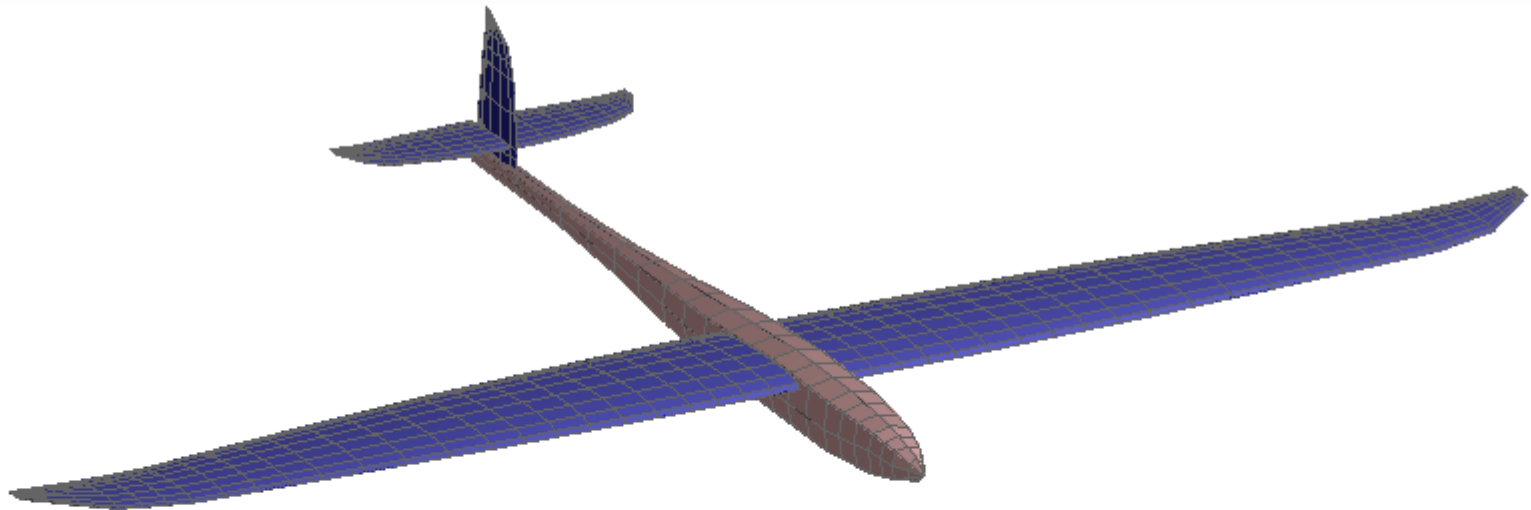
実験 - 概略

- 実験はフランスのトゥールーズにあるCEATのMatthieu Scherrerのチームによって2008年から実施された - 彼ら全員に感謝
- 詳細は右のサイトにある <http://sailplane-matscherrer.blogspot.com/>
- このブログにあるXFLR5の計算結果は、Matthieuたちが実機による測定を行うよりも前の古いバージョンのXFLR5を用いて求められたものである
- Francesco Meschia はXFLR5 V3.21 のVLMを使い、彼の結果は上のブログのグラフ上で“FMe”と書かれている - ありがとう, Francesco
- 筆者による計算結果はXFLR5 V4.00 を用いたものであったが、残念ながらこのバージョンは急いで書き上げたもので、控えめに言っても、完全に信頼できるとはいえない出来であった - 値を小さく見積もっていた
- このとき以来コードはデバッグ・改善されていて、以降のスライドでは解説付きの新しい結果が得られている
- 実験値そのものの妥当性の検証は行っていない

試験用グライダー



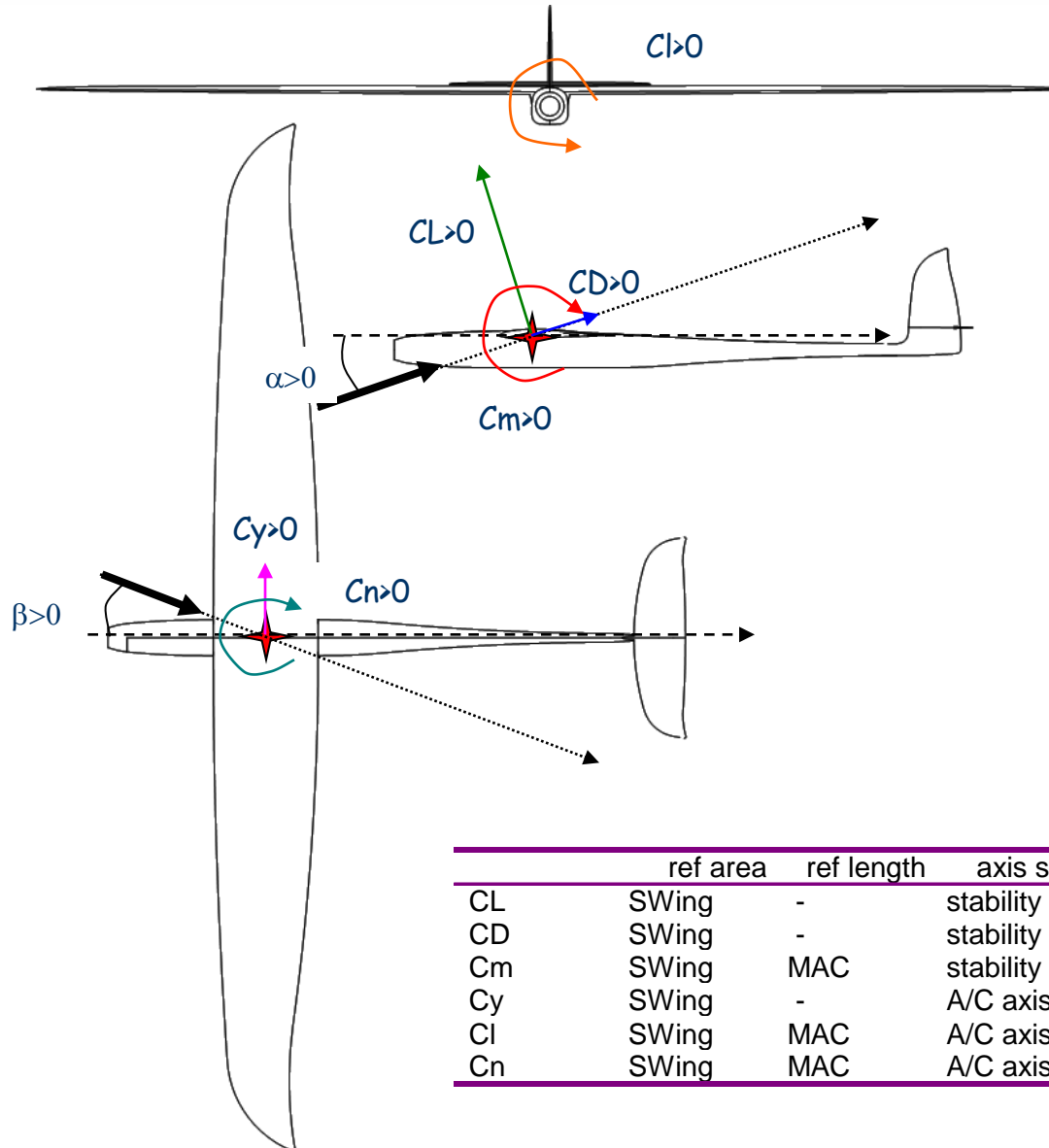
モデル



```
Jibe2 Plane with Body  
Wing span      = 1370.00 mm  
Wing area      = 15.15 dm2  
Plane weight   = 800.00 g  
Wing load      = 52.788 g/dm2  
Tail Volume    = 0.56  
Root chord     = 140.00 mm  
M.A.C.         = 118.32 mm  
Twist at tip   = 0.0 °  
Aspect Ratio   = 12.4  
Taper Ratio    = 7.6  
Rt-Tip sweep   = 5.0 °
```

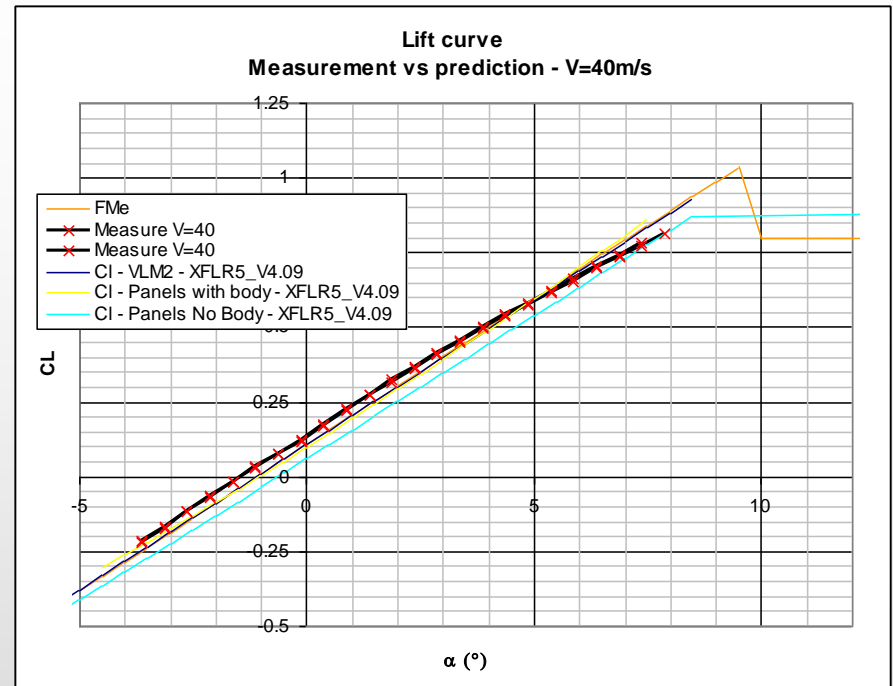
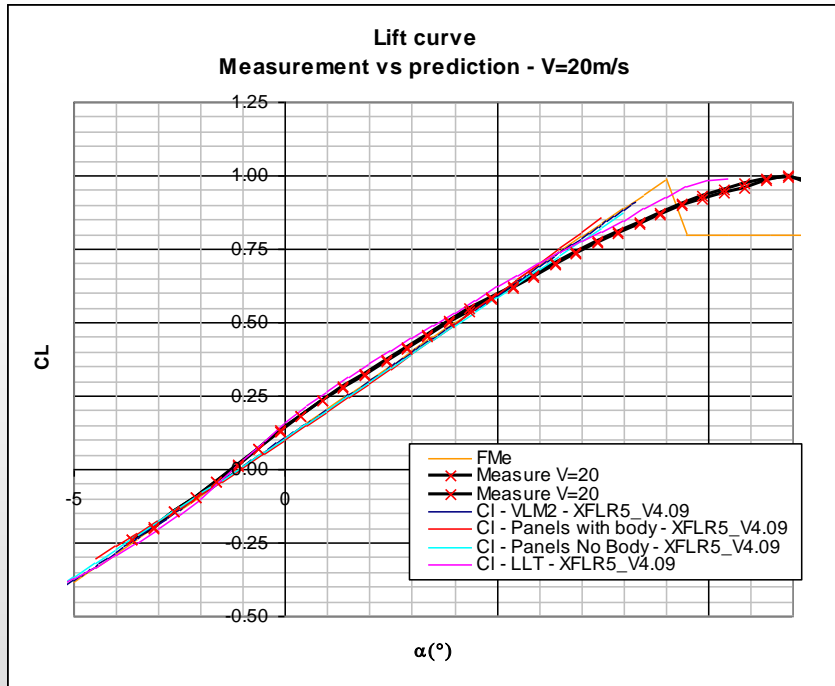
解析はLLT, 3次元パネル法, VLMの3つの手法で
それぞれで胴体のある場合と無い場合で行われた

符号の慣例



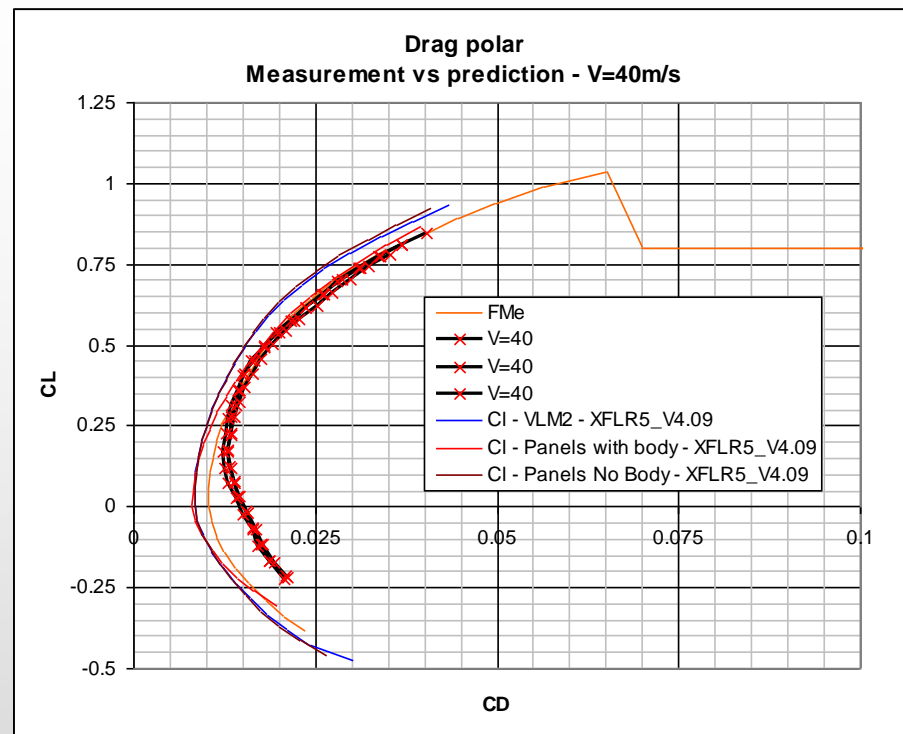
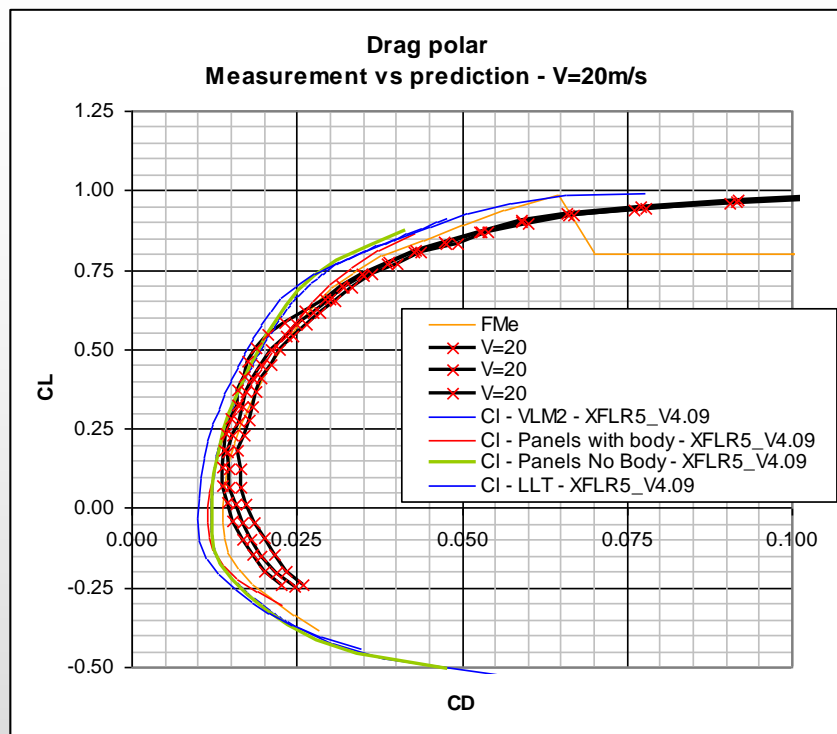
	ref area	ref length	axis system
CL	SWing	-	stability axis
CD	SWing	-	stability axis
Cm	SWing	MAC	stability axis
Cy	SWing	-	A/C axis
Cl	SWing	MAC	A/C axis
Cn	SWing	MAC	A/C axis

揚力曲線 - 横滑り無し



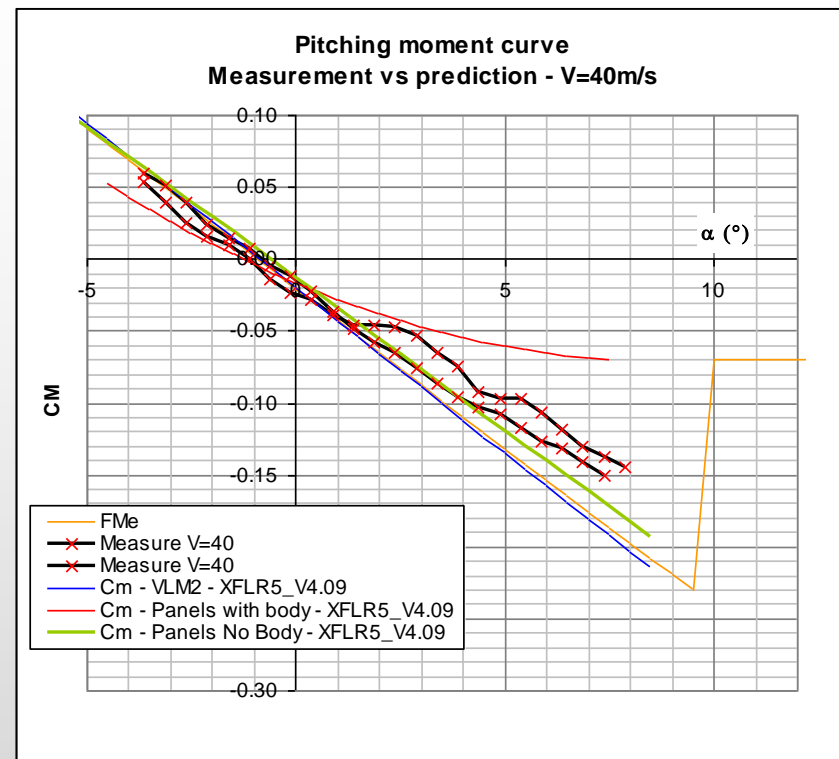
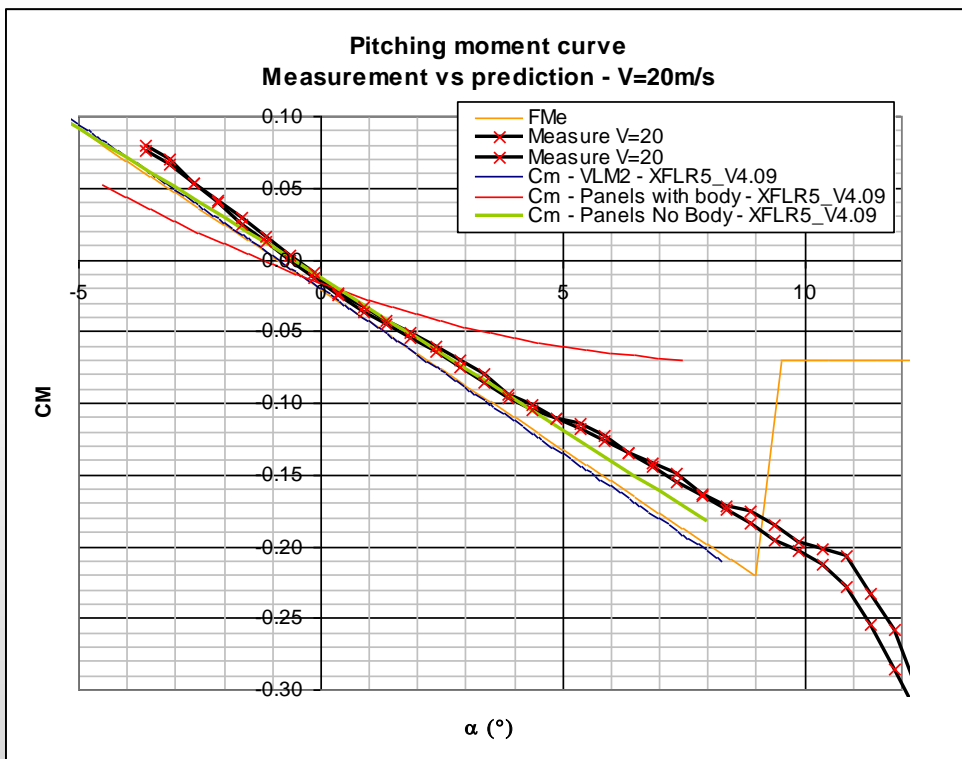
- LLT, VLM, パネル法のいずれの手法でも、ゼロ揚力角の値（この場合約 -1.25° ）の値を正しく計算している
- LLTは非線形な揚力曲線に一番良く当てはまっている手法
- いずれの方法も高迎角時の揚力の減少を小さく見積もる傾向がある：LLTが一番妥当な傾きを出す

ポーラーカーブ - 横滑り無し



- LLT, VLM, パネル法のいずれの方法でも抗力の合計を小さく見積もる傾向がある
- 誘導抗力、粘性抗力のどちらが小さく見積もられているのか判断するのは難しいが、私は粘性抗力だと推測している
- これはいくつかの原因による:
 - 風洞の条件は期待するほど層流ではない
 - 翼のコード方向に沿ったある位置で流れが層流から乱流へ遷移している
 - XFOILでポーラーカーブのグラフを作るときNcritの値が小さすぎる
 - 2次元の粘性の補間による3次元での粘性は粘性抗力を小さく見積もる

ピッチングモーメント - 横滑り無し

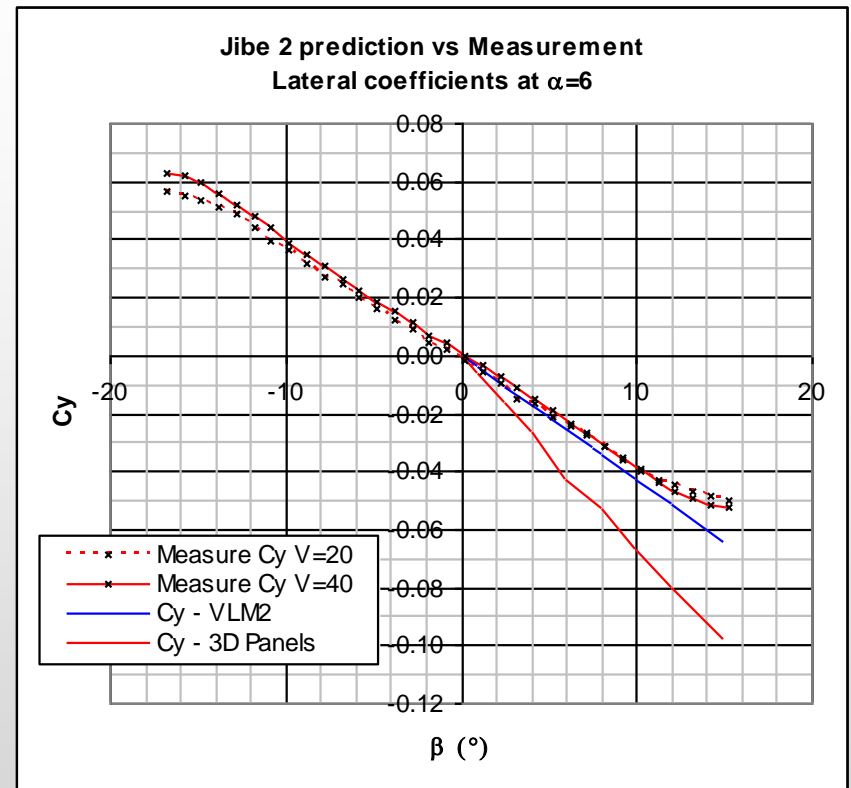
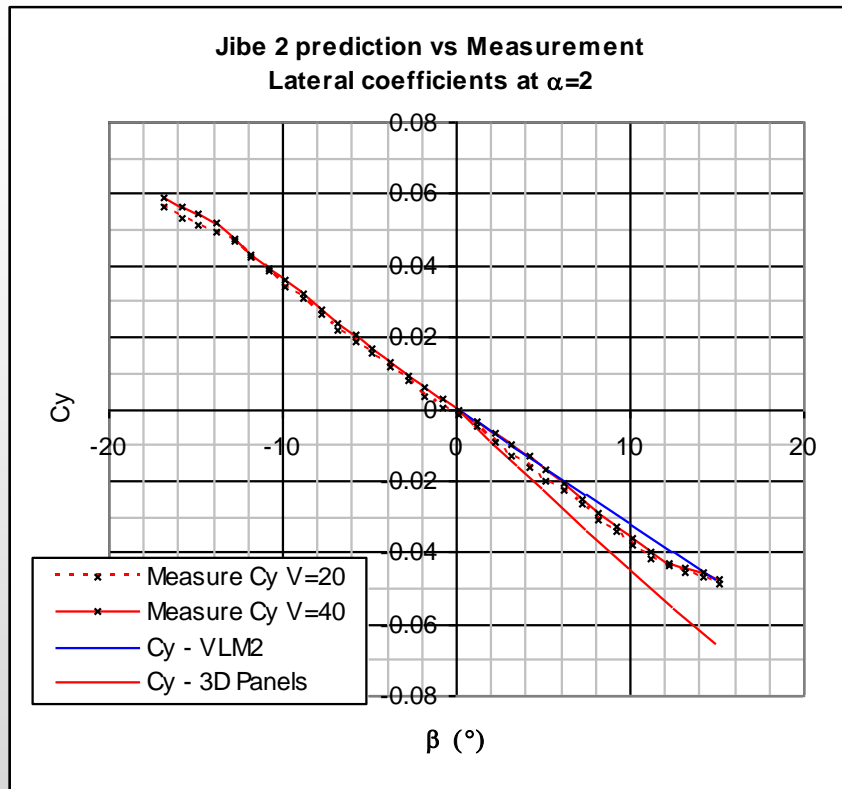


- LLT, VLM パネル法の全ての結果はゼロ揚力でのモーメント係数 C_{m_0} とゼロモーメントでの揚力係数 C_{l_0} を正しく計算する。ただし胴体を含むモデルは除く
- 胴体のある場合のパネル法を除いて、全ての手法で $C_m = f(\alpha)$ の傾きについて適当な値を得られる
- 胴体があると数値的なノイズを生むようだ：これは翼と胴体の結合部のモデルが難しいからだろう

横滑りについてのメモ

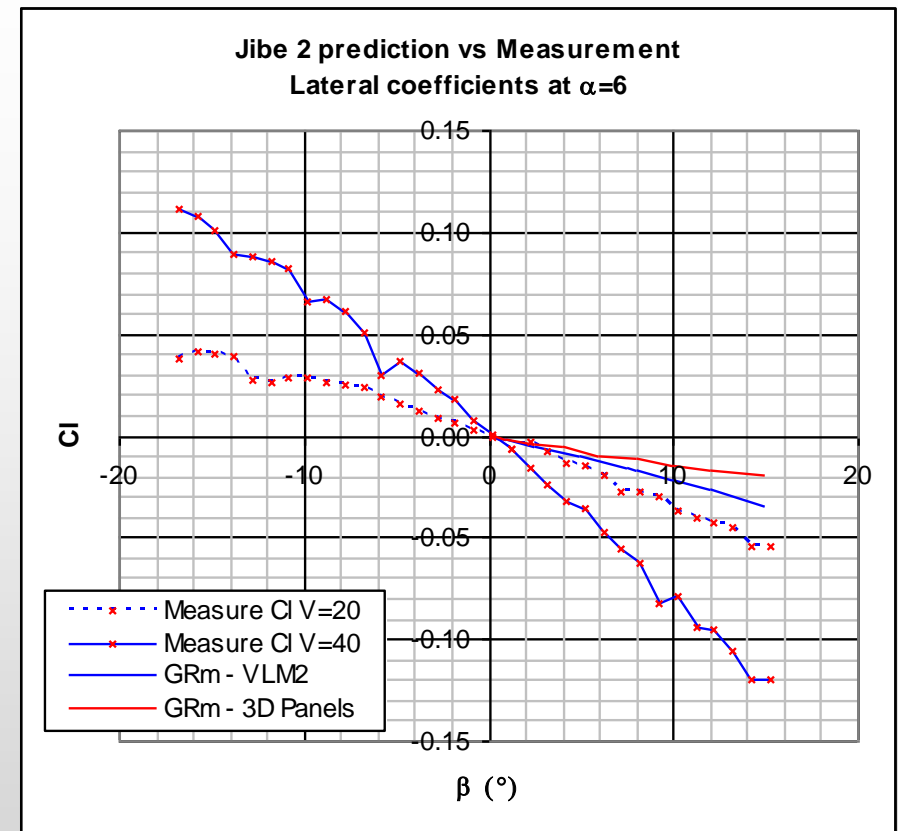
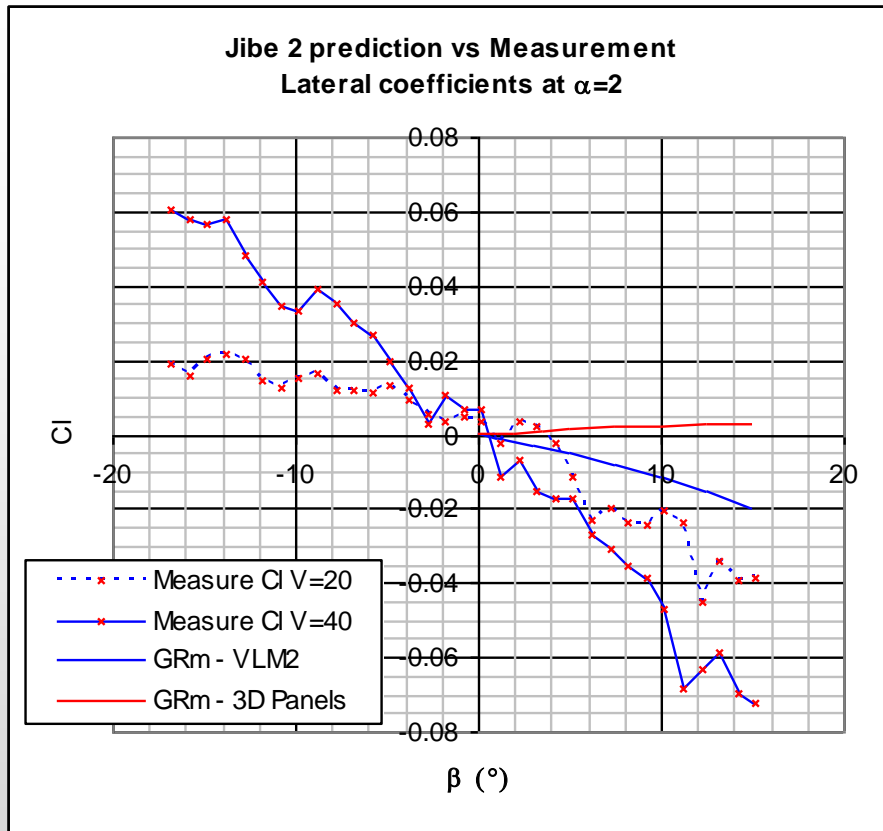
- 横滑りのシミュレーションはXFLR5 v4.09 で導入された
- 適応される迎え角と横滑りの順番が大切
 - XFLR5において横滑りはz軸回りの回転を基準にしている
 - 作られたモデルは従来型のVLMとパネル法を使われて解析される
 - この方法はプログラムの実装が簡単なので好まれるが、通常の慣例では迎え角が最初に当てはめられて、次に横滑りが計算される
 - 結果として、モデルの位置は高迎え角や高横滑り角において実験と比べて厳密に正確にならない
- ロールモーメントとヨーモーメントと横方向の力はVLMとパネル法の非粘性項から生じる。したがっていかなる速度においても同じになる、したがって実験の結果とは異なるが、粘性が圧力の分布に影響することによって異なるようだ

横滑りの結果 – 横方向の力



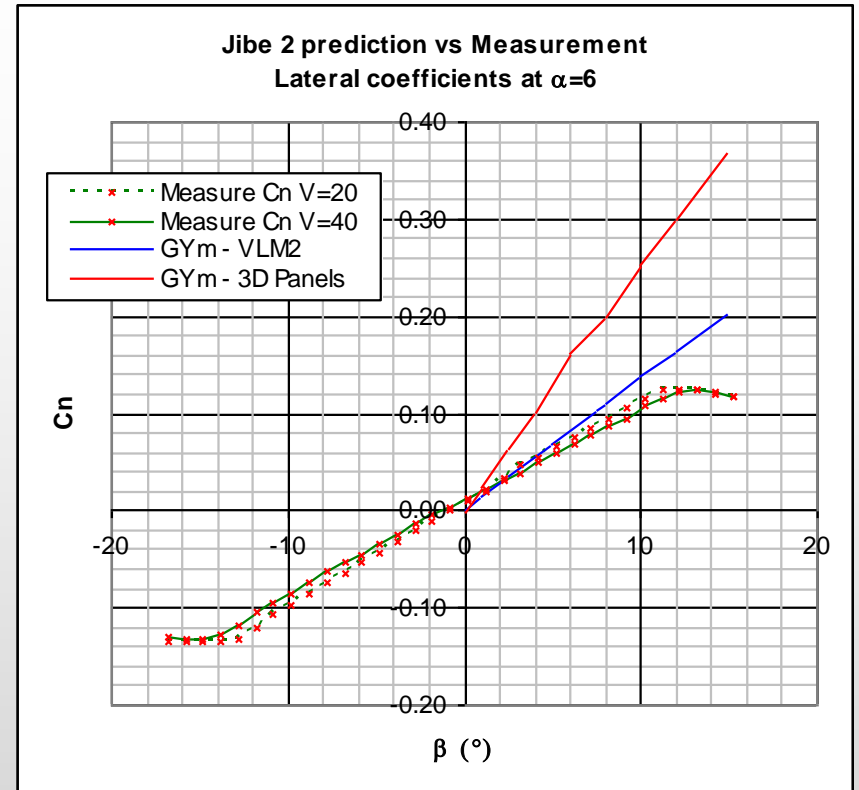
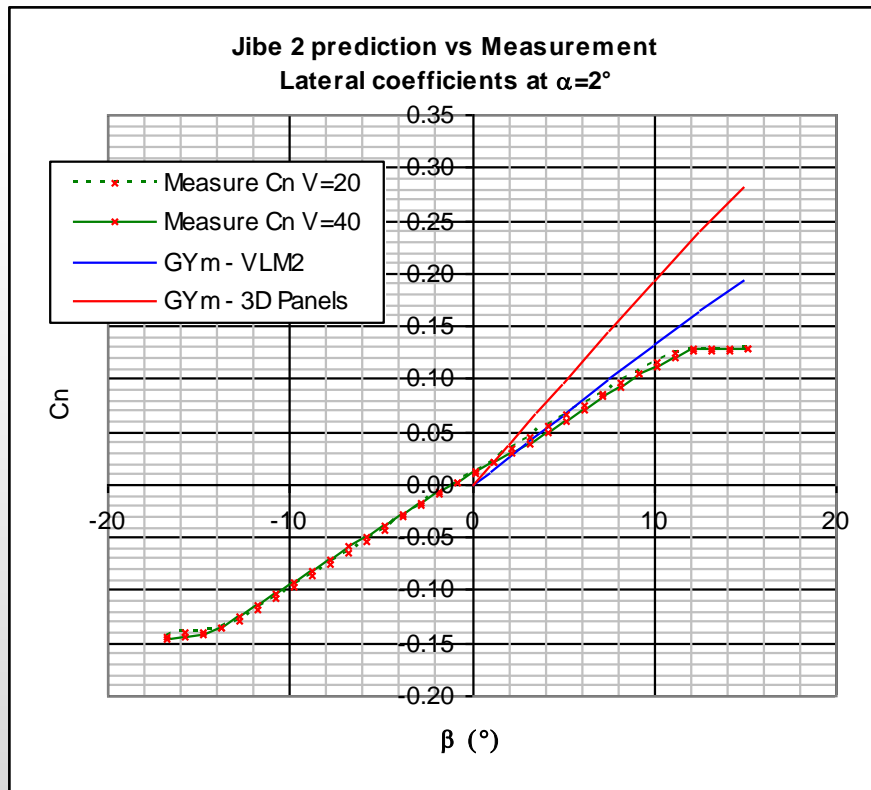
- 横方向の力の計算結果は十分合っている。しかし揚力係数の予測ほど正確ではない

横滑りの結果 - ロールモーメント



- 横滑りはロールモーメントを生む；これはラダー・エレベーターの2軸で操舵するときの基本である
- この例のように上半角のない飛行機ではロールモーメントは小さく，したがって予測が難しい

横滑りの結果 - ヨーモーメント



- ヨーモーメントの計算結果は傾向は正しいが、値は信用できない

まとめ

- VLMの解析はほとんどの場合で十分正確である
- LLTは粘性の影響を考慮した正確な揚力曲線が必要なときは有用である
- 3次元パネル法は結果の正確性に目立った改善が無い
- すべての手法は抗力を小さく見積もる傾向がある - おそらく粘性抗力の部分
- 胴体を含めたシミュレーションは手助けというより邪魔になっている

**このヘルプが
お役に立てば何よりです！**

