

内容



- 現状システム
- 最新成果
- 次期システム構想
- 2010年のシステム

今後の利用・応用分野



	現在～近未来(ここ2～3年)	将来(3～7年後)
航空	小型航空機 エコエンジン SST実験機 ヘリコプタ 多分野統合	国産旅客機 クリーンエンジン コンピュータによる革新設計技術飛行実証 環境適合ヘリコプタ 安全性・環境保全 多分野統合最適化
宇宙	高速飛行実証 宇宙輸送、HIIA LE-7エンジン HIIA6号機原因究明	再使用宇宙輸送 次期基幹ロケット(設計、解析) 次期ロケットエンジン 衛星の設計開発支援 宇宙科学
その他	乱流・燃焼 騒音予測 数値風洞 コード検証、信頼性向上	乱流・燃焼、音響・騒音 混相流、電磁波 数値風洞 IT技術利用 構造材料、ナノテク

近未来の研究開発課題



テーマ	シミュレーションの内容	具体的な利用	技術課題	計算機要件	
				性能タイプ	10倍
多分野統合解析と最適化	<ul style="list-style-type: none"> 流体-構造、流体-制御等の2分野連成問題 今後は3分野連成も視野に 勾配法やGA等の最適化法とCFDを連携 	<ul style="list-style-type: none"> 静的空弾、フラッター 空力加熱 空力音響、騒音予測 空力形状最適化 多分野融合最適化 原因究明リバースシミュレーション 	<ul style="list-style-type: none"> 異分野間のデータ交換 高精度音響解析 最適化エンジン 	性能タイプ 困難さ 緊急性	10倍 2, 3 中 大
ロケットエンジンシミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> ターボポンプ内非定常流解析 ノズル内の燃焼と流れ解析 それらの結合モデル解析 	<ul style="list-style-type: none"> 非定常振動解析 キャビテーション エロージョン オーバープレッシャー ロケットエンジンシミュレータ 	<ul style="list-style-type: none"> キャビテーションモデル エロージョンモデル 燃焼モデル 多相流計算法 	性能タイプ 困難さ 緊急性	10倍 1 大 大
航空エンジンシミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> ファン/圧縮機/タービンなど多段ターボ回転要素を過ぎる流れの非定常解析 燃焼器内の燃焼流れ解析 それらの結合解析 	<ul style="list-style-type: none"> 動静翼干渉 サージング予測 エンジンバーチャルリグテスト 騒音低下、エミッション削減 航空エンジンシミュレータ 	<ul style="list-style-type: none"> 翼間干渉 燃焼モデル 大規模非定常解析 	性能タイプ 困難さ 緊急性	10倍 1, 2 中 大
航空機全機シミュレーション	エンジン/ナセル/パイロン、空力舵面などの構成要素を伴う全機モデルに対してのRANS解析やLES/DES解析	<ul style="list-style-type: none"> コンフィギュレーションスタディ(取り付け位置や部位形状の変更) 空力舵面の効き検証 風洞試験の代替と補完(数値風洞) 風洞試験模型と実機とのレイノルズ数効果の補間 機体の動安定特性解析 	<ul style="list-style-type: none"> 形状モデル作成 複雑格子生成 高速並列計算技術 大規模データ処理 	性能タイプ 困難さ 緊急性	10倍+ 1 大 中

タイプ1: 計算規模を 倍にしたい
 タイプ2: スループットを 倍速くしたい
 タイプ3: 同時に 個の計算をしたい

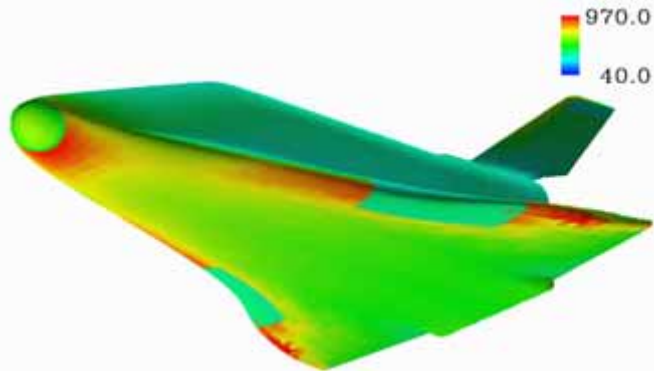
近未来テーマ(1)...設計開発



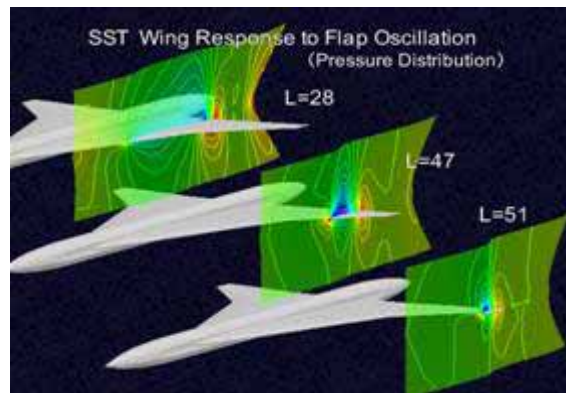
□ 多分野統合最適化

数100万点
10ジョブ/1週間
2分野連成
単一分野最適化
(応答曲面法)

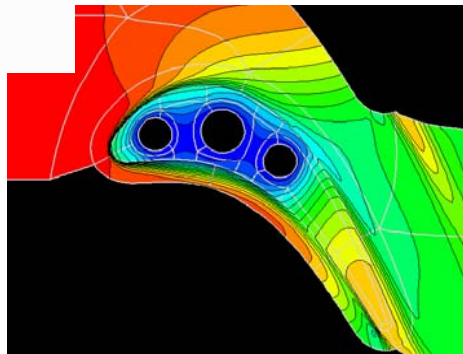
数1000万点
数10ジョブ/1日
3分野以上連成
多分野最適化
(進化的アルゴリズム)



空力加熱(流体 - 熱)

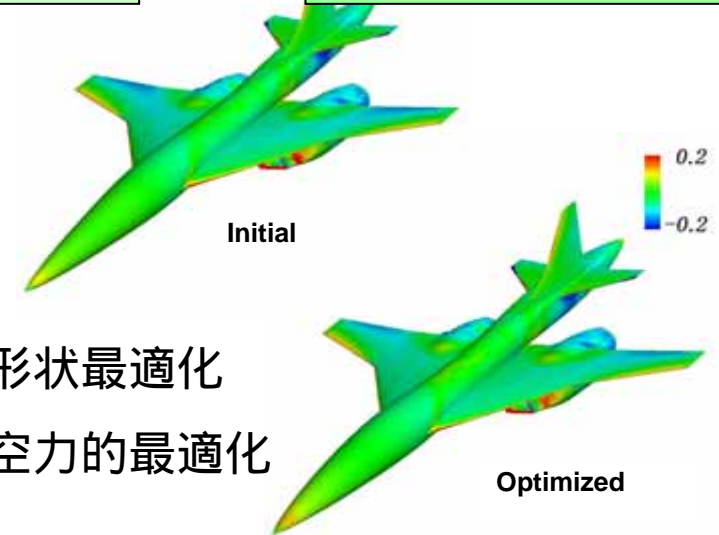


フラッター(流体 - 構造)



伝熱(流体 - 熱)

多分野統合解析



形状最適化
空力的最適化

逆問題/最適化

多分野統合最適化

設計開発支援
コスト削減・期間短縮

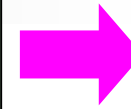


近未来テーマ(2)...ロケットエンジン

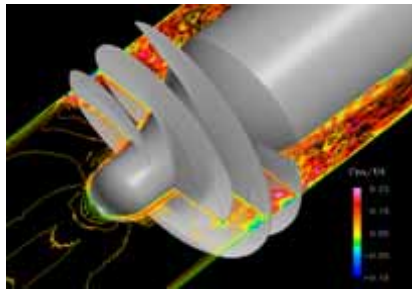


ロケットエンジンシミュレータ

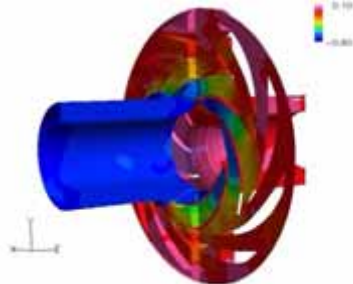
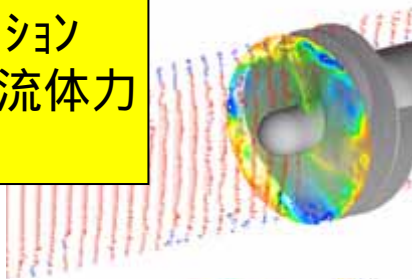
数100万点
単独モデル



数1000万点
複合システム

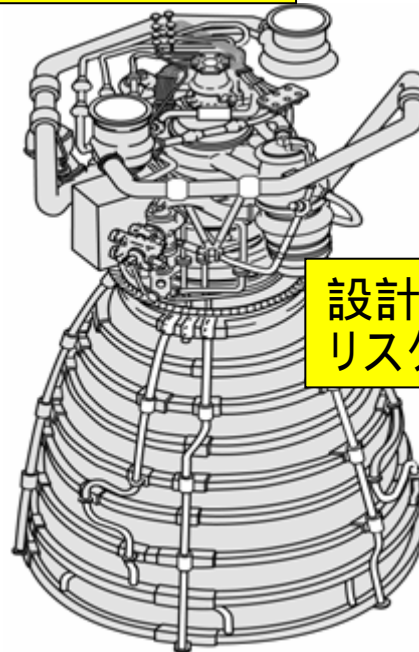


キャビテーション
非定常流体力
軸振動



ポンプ・タービン

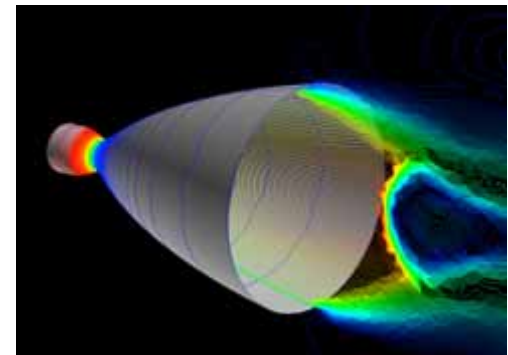
配管系、流体混合
連結モデル
複合システム



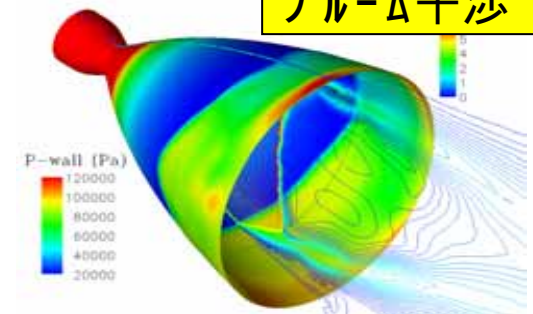
設計法
リスク評価

固体ロケット

燃焼、エロージョン
分離、プルーム干渉



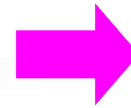
非定常振動
燃焼、高温流
プルーム干渉



燃焼器・ノズル

近未来テーマ(3)...原因究明

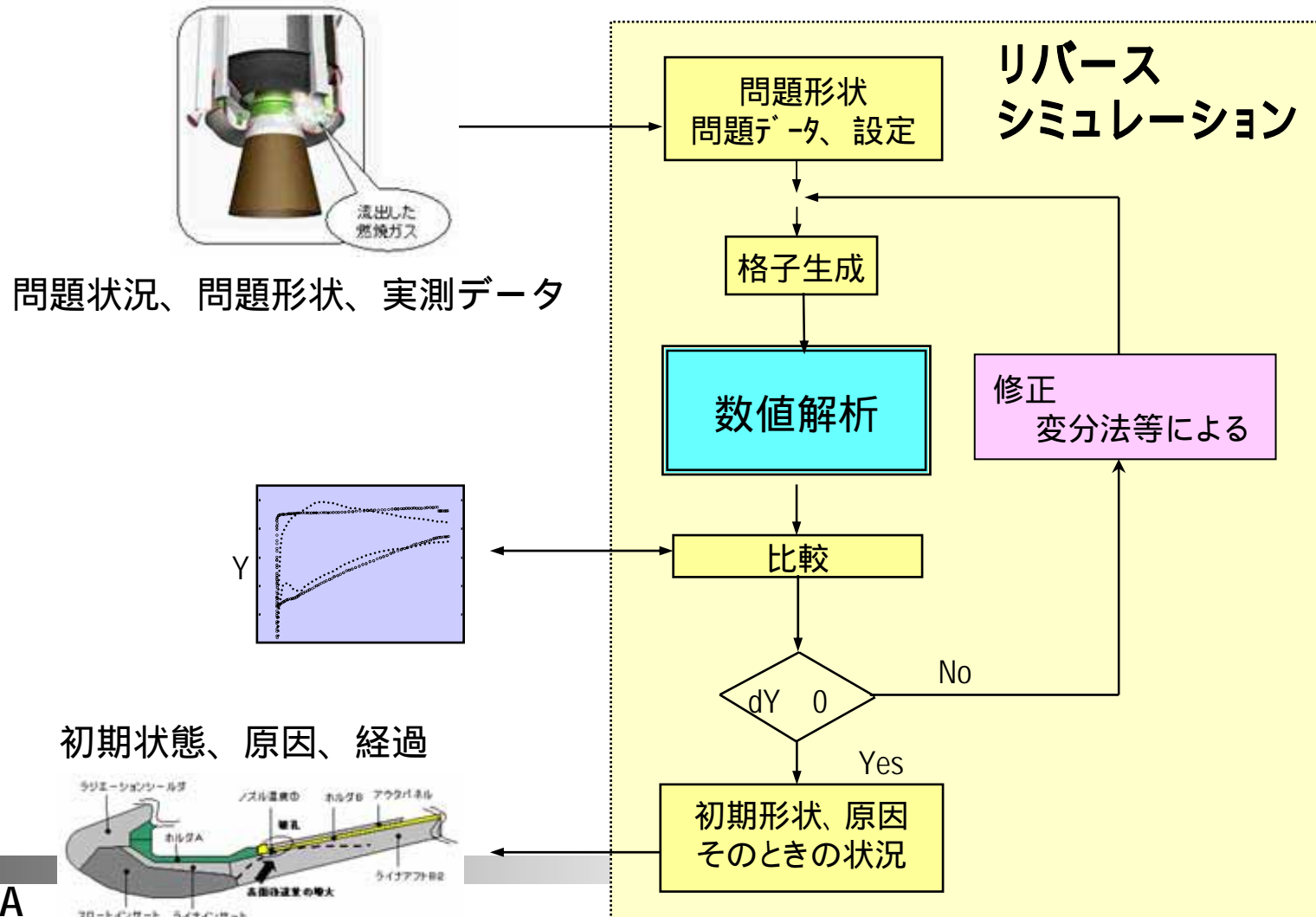
数100万点
10ジョブ/1週間



数1000万点
数10ジョブ/1日



□リバーシミュレーション...逆問題解析の応用による原因究明、トラブルシューティング



近未来テーマ(4)...騒音問題、空力音響



□ 空力音響シミュレータ

➤ 航空

- 機体騒音
 - 胴体、高揚力装置、脚、突起物
- ジェット騒音
- ヘリコプタ騒音
- ソニックブーム

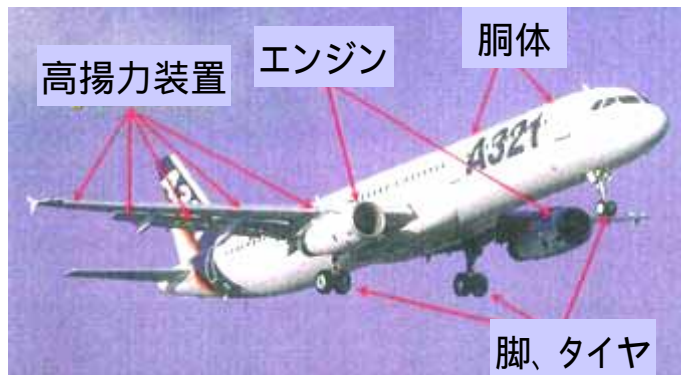
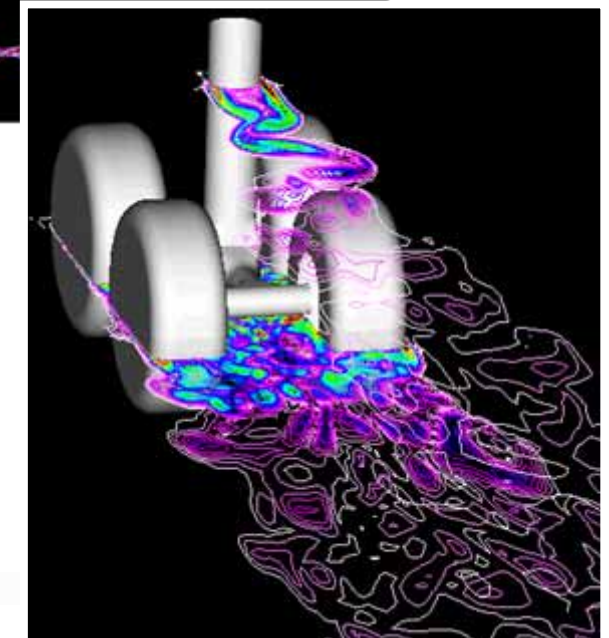
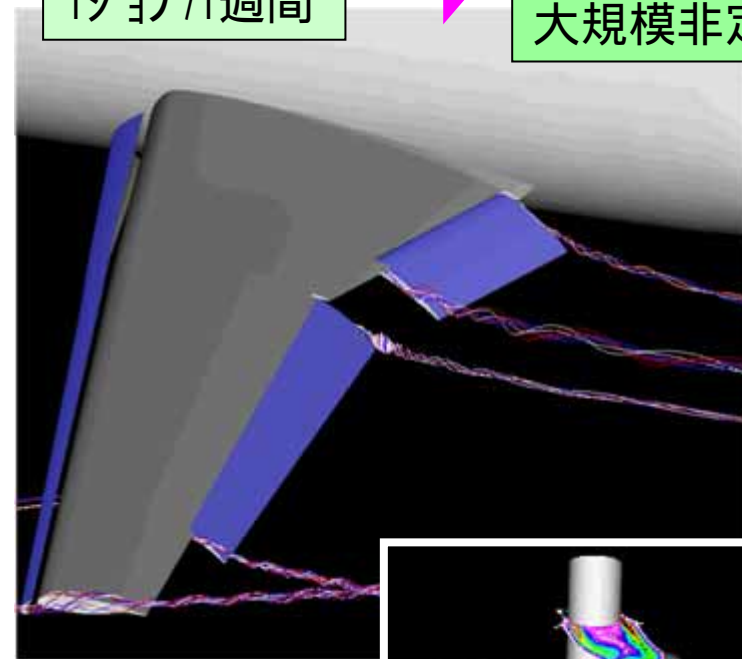
➤ 宇宙

- ロケット打ち上げ時の騒音
- 打ち上げ時オーバープレッシャー

数1000万点
1ジョブ/1週間



数億点
1ジョブ/1日
大規模非定常解析

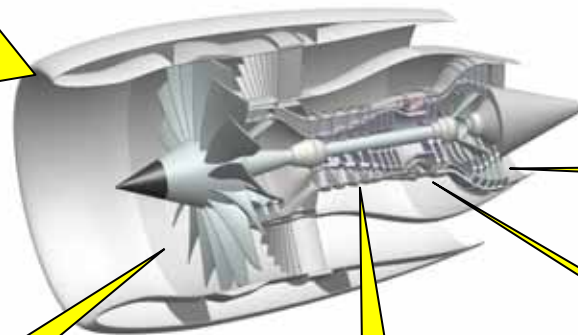


近未来テーマ(5)...航空エンジン



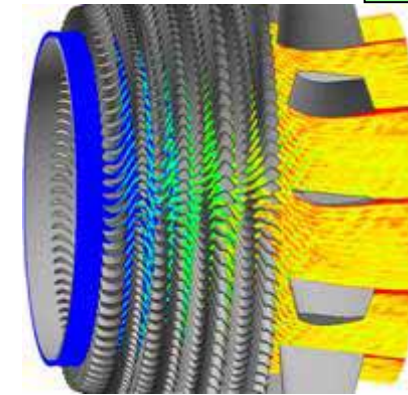
□ ジェットエンジンシミュレータ

省エネ
低騒音
ゼロエミッション

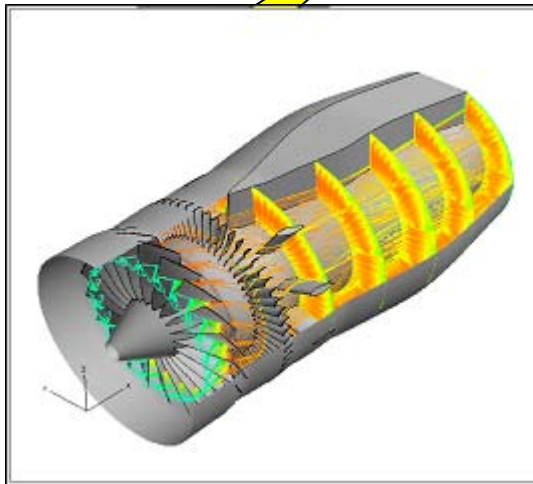


数1000万点
1シヨブ/1ヶ月

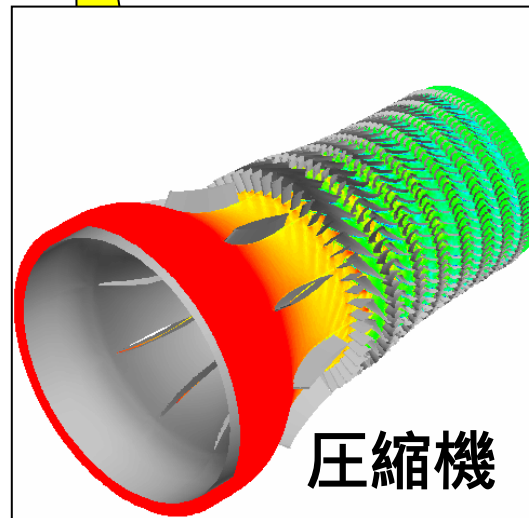
数10億点
1シヨブ/数日
大規模非定常解析



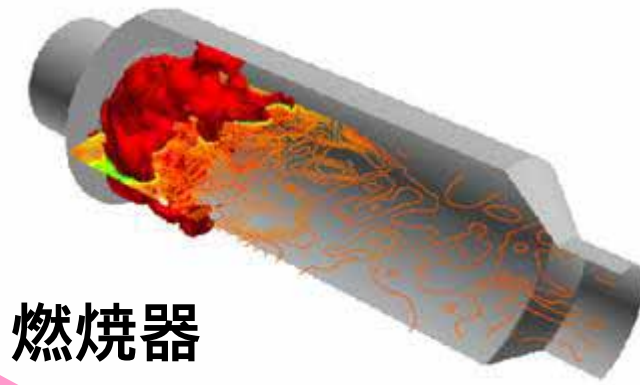
タービン



ファン+バイパス流



圧縮機

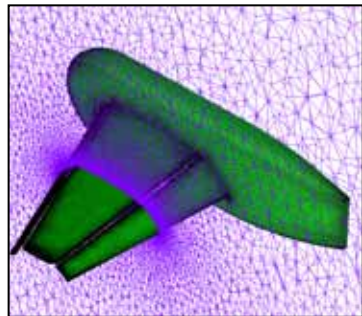
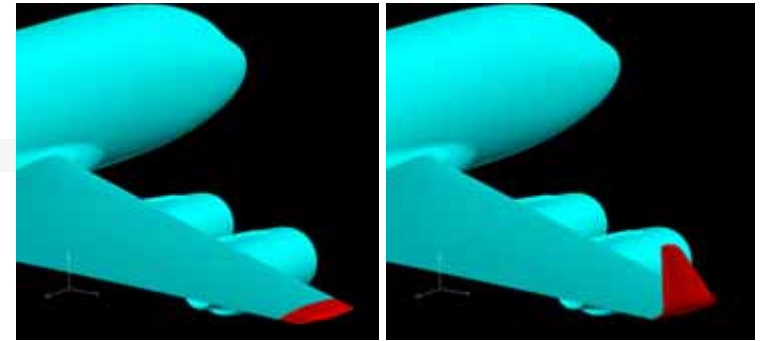


燃焼器

バーチャルリグ
(リグ試験の代替)

近未来テーマ(6)...設計開発(2)

□ 全機統合解析



数1000万点
数ジョブ/1週間

数億点
1ジョブ/1日



コンフィグレーションスタディ

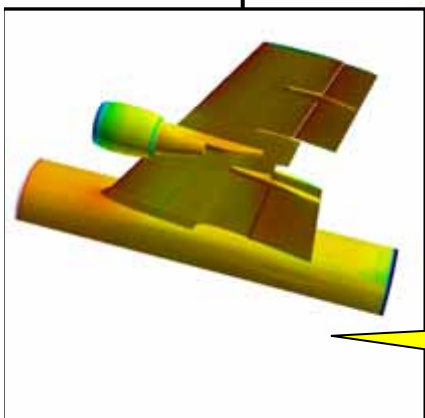
レイノルズ数効果

機体の動安定解析・トリム

空力/構造連成

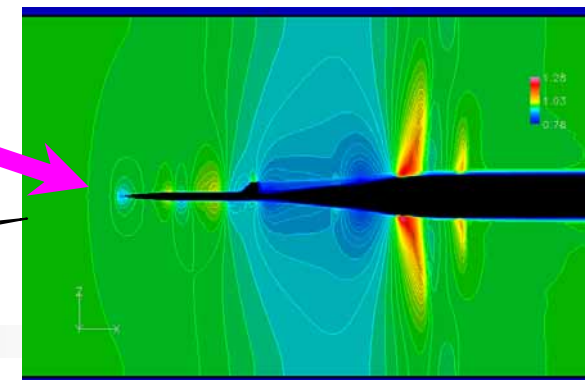
空力舵面の効き

バフエット/フラッタ限界

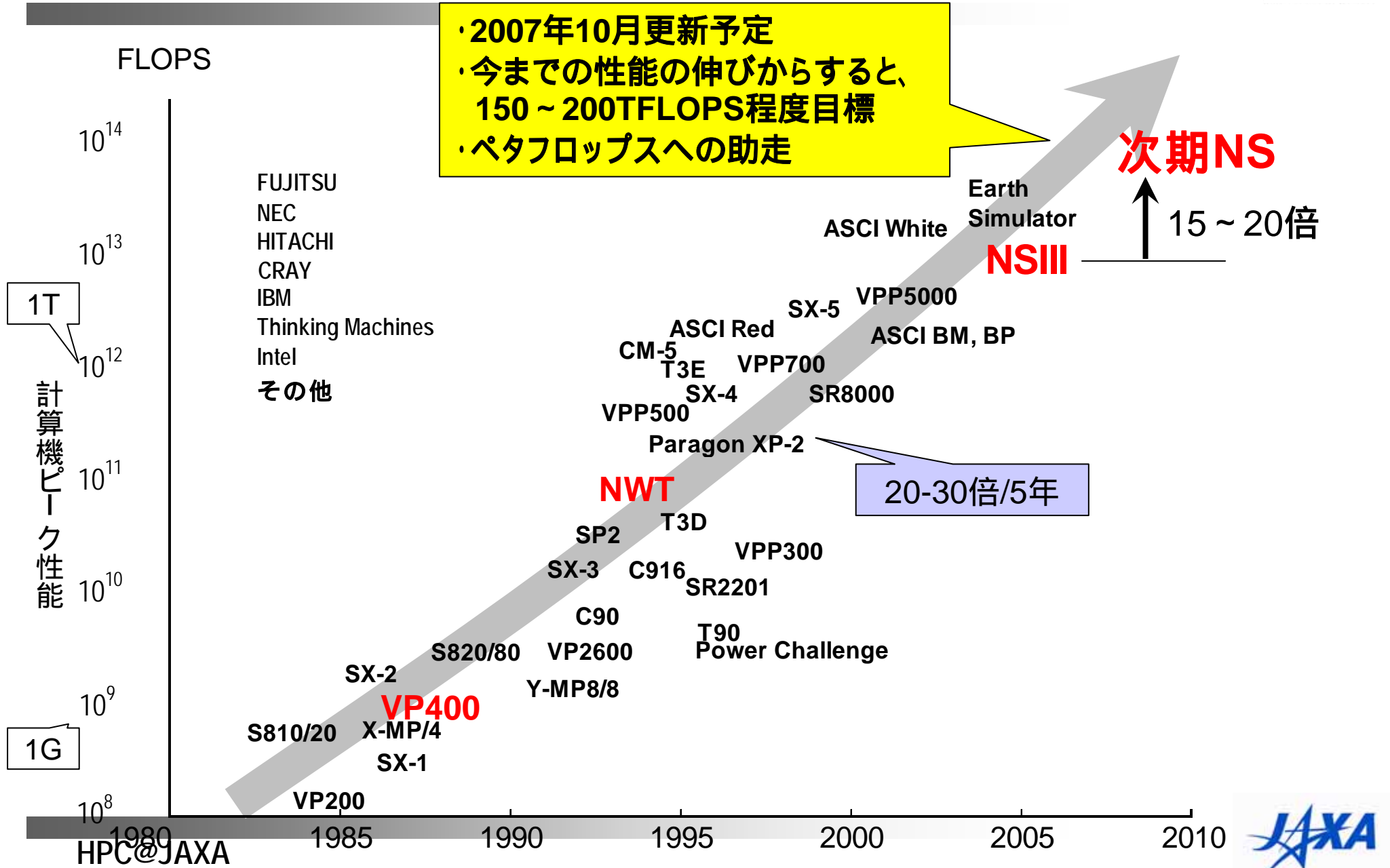


切り出し解析

数値風洞



次期システム NS-IV



次期システム NS-IV...目標性能・機能



□ 目標全体性能

	目標、ポイント	目標値
処理性能	<ul style="list-style-type: none">・ 実用モデル(数1000万点)に対して次の日には答えがほしい・ 今後の利用分野への対応には現行の10倍以上の性能・ その時点で日本最高ピーク性能・ Linpack及び実アプリで国内最高・ 実効効率20%以上	ピーク150Tflops 実効30Tflops
メモリ	<ul style="list-style-type: none">・ 100億格子点の科学計算・ 今後の利用分野への対応には現行の10倍以上の容量・ 同時進行100ケースの最適化計算・ ノードあたり256GB以上の共有メモリ	50TB (TB/TFLOPS>0.5)
ストレージ	<ul style="list-style-type: none">・ ディスクはメモリの10倍以上・ テープはメモリの100倍以上	ディスク500TB テープ5,000TB

□ 機能等

- I/O ...データ入出力を数分以内(~ 10GB/s)
- ファイル ...ユーザからは単一ファイルに見えること
- 導入当初より通常運用可能(=試験運用なし、安定性・可用性重視)
- 他本部・遠隔からの利用の利便性、セキュリティ

次期システム NS-IV...構成案

□ 条件・前提

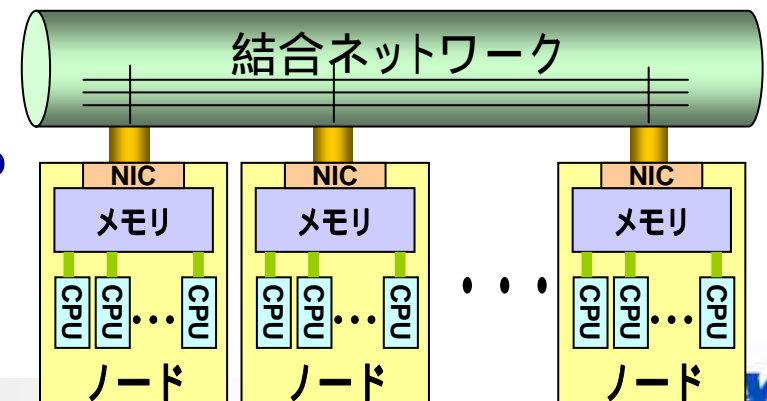
- CPUは、既存の汎用チップをベース
- 安定性、可用性重視 (=導入したらすぐ使える)
- 高い実効性能、使いやすさ
- 現行のプログラム資産の移行性

□ 2007年に150TFLOPSを実現するには

- CPU: 20GFLOPS (2.5GHz × 4命令同時実行 × 2コア)
- CPU数: $150,000 / 20 = 7,500$ 個
- ノード: 32CPU/ノードとすれば234ノード、256GB程度共有メモリ

□ 全体構成

- ノード...中～高SMPまたはベクトルSMP
- 結合ネットワーク...クロスバ



次期システム NS-IV...アプリからの要請

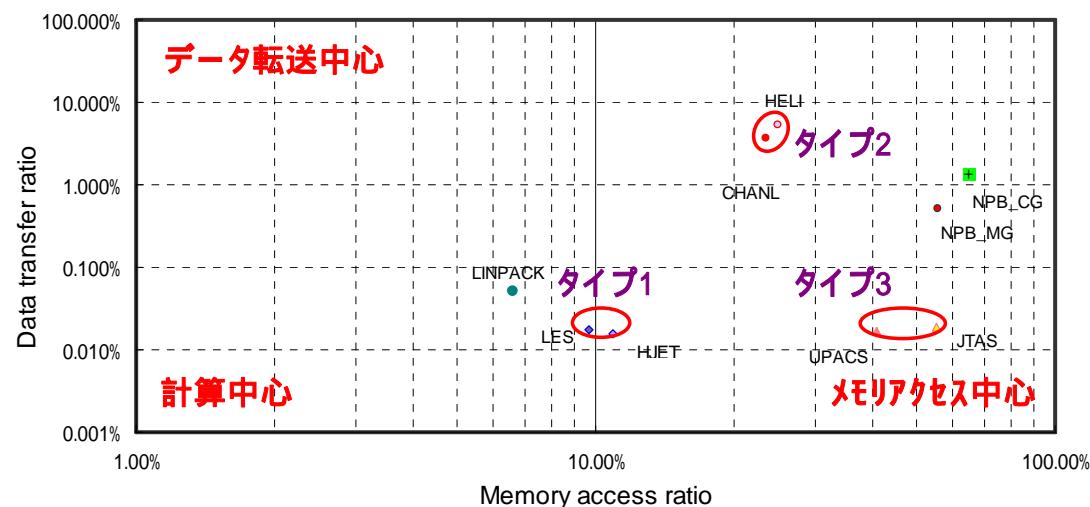


□ 現行のアプリ性能(単体CPUあたり)

アプリ	タイプ1	タイプ2	タイプ3
浮動小数点演算数	1.31E+12	4.52E+11	6.37E+10
実効性能	791MFLOPS	599MFLOPS	197MFLOPS
実効効率(対ピーク)	15.4%	11.5%	3.9%
メモリアクセス測定値	256MB/s	788MB/s	857MB/s
メモリコスト	9.7%	23.6%	55.3%

□ BF比

- 現行の数倍(4~5倍)のメモリアクセス性能比
- 現行の数倍(2~4倍)のインターコネクト性能比



次期システム NS-IV...課題



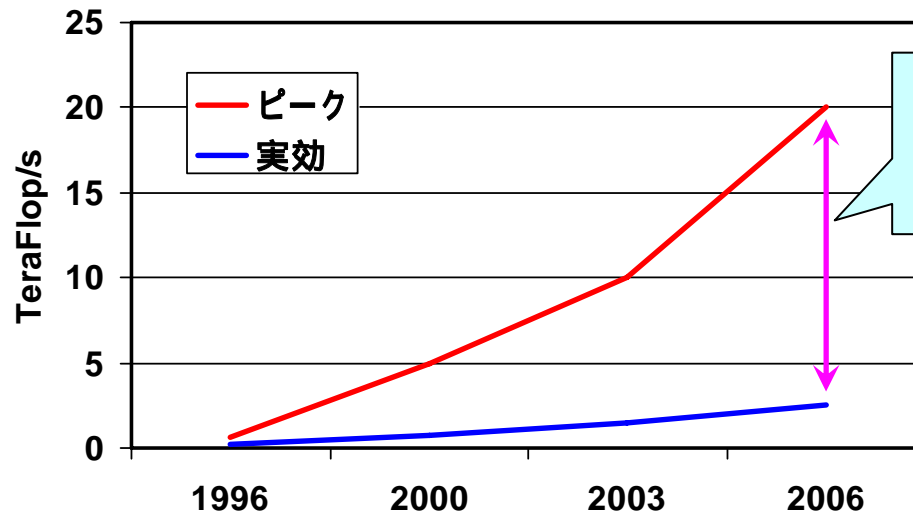
□ 設備

➤ 設置スペース、電力、空調

□ B/F比....メモリアクセス速度 or 転送速度

	PE性能	メモリBW	B/F比	結合ネットワーク BW	B/F比
NWT	1.7GFLOPS	6.6GB/s/PE	4.0B/Flop	0.421GB/s	0.25B/Flop
CeNSS	5.2GFLOPS	133GB/s/128CPU	0.2B/Flop	4GB/s	0.024B/Flop

□ 発散問題



ピーク処理速度と実効処理速度の差が、ピーク処理速度の上昇とともにどんどん広がる