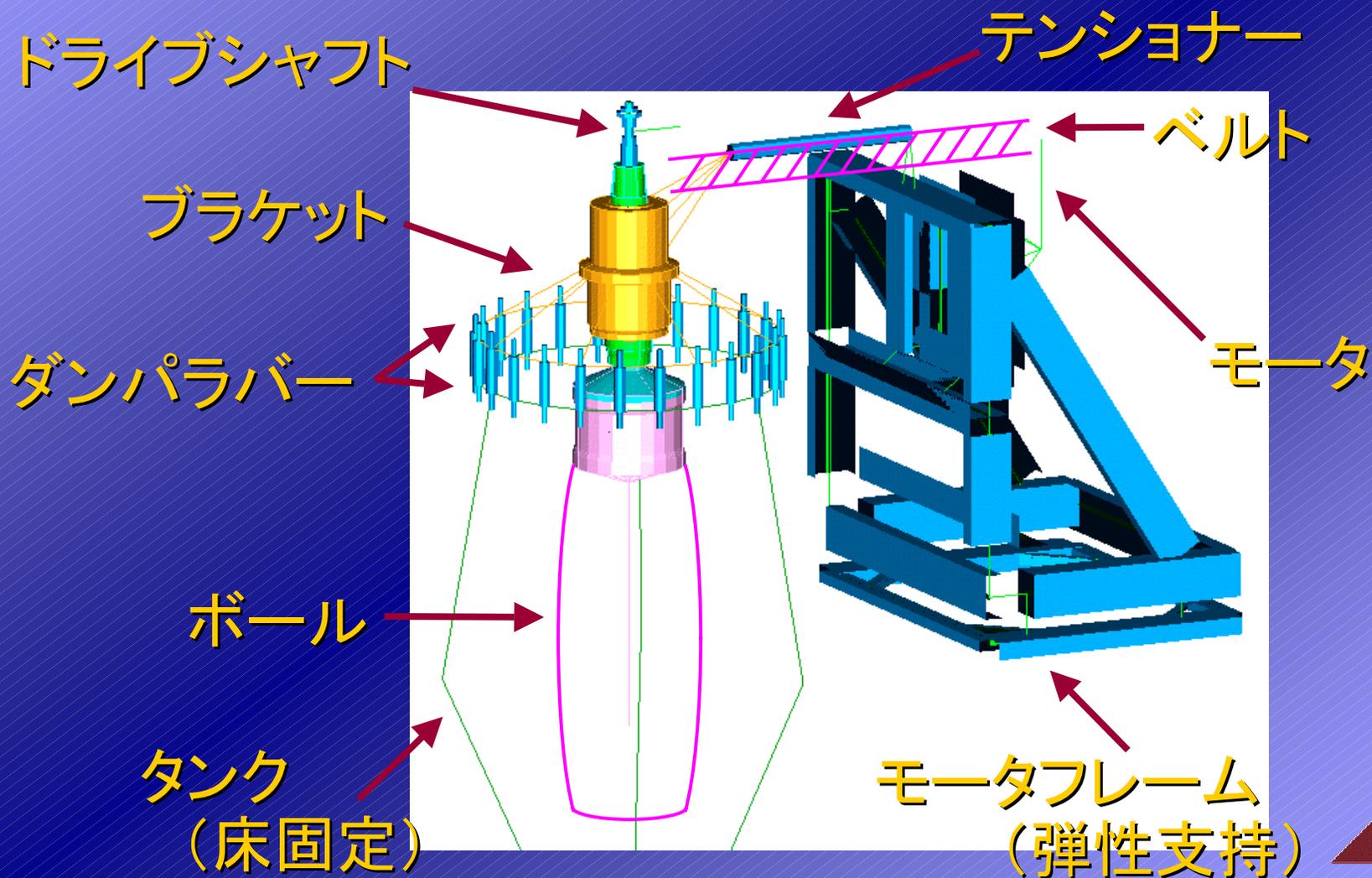


ADAMS User Conference 2001

大型回転機械の運動機能解析

福代 真一	巴工業株式会社 機械技術部
長尾 豊	株式会社エステック
山崎 賢二	メカニカル・ダイナミクス・ジャパン

大型回転機械の概要



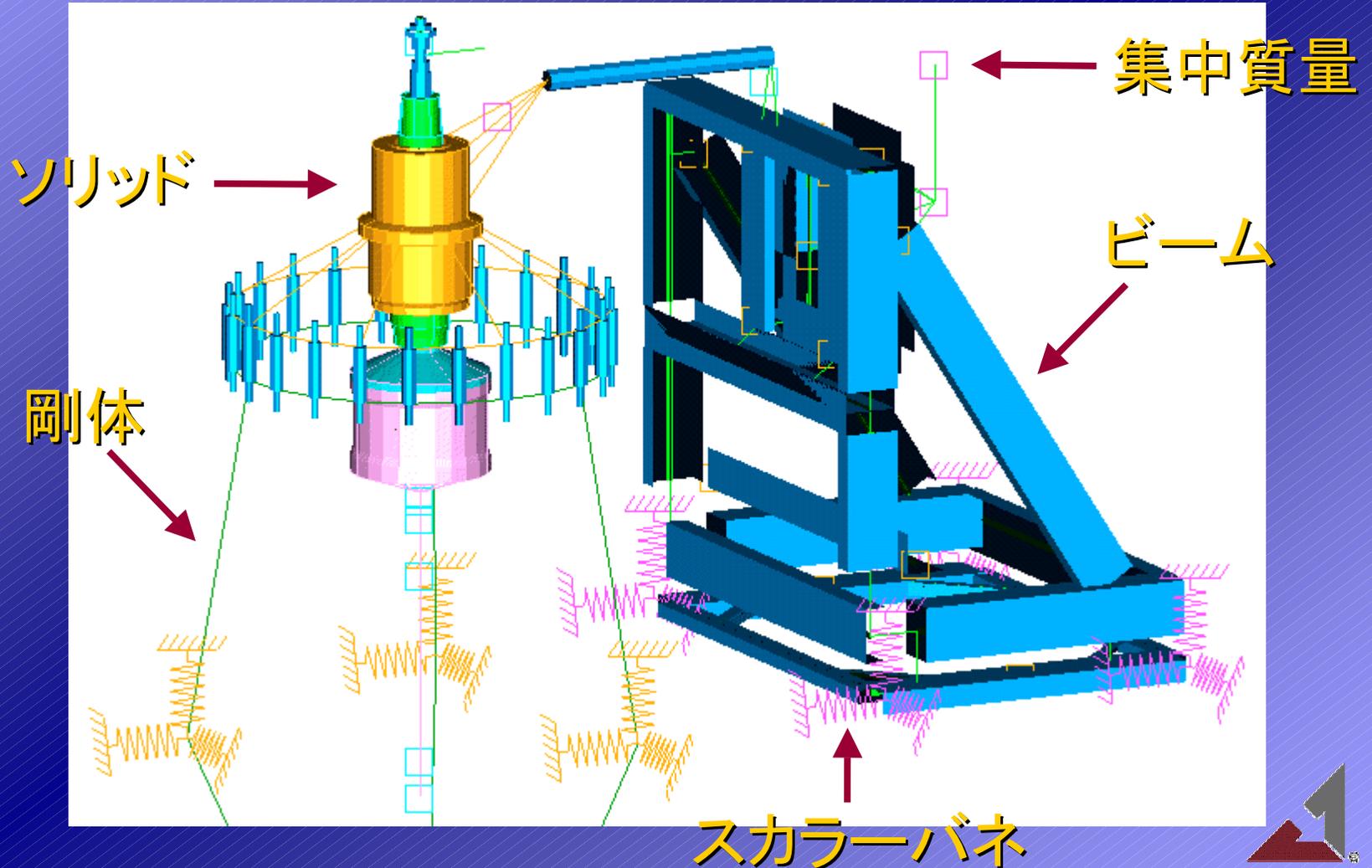
大型回転機械の運動機能

- 数トンにおよぶ回転機械
- 機能上避けられないアンバランスの発生
- 励起される振れ回り → 大事故の可能性
- 危険回転数は？（特に緊急停止時）
- 構造体に発生する応力レベルは？
- 設計時の事前検討が必須

アプローチ

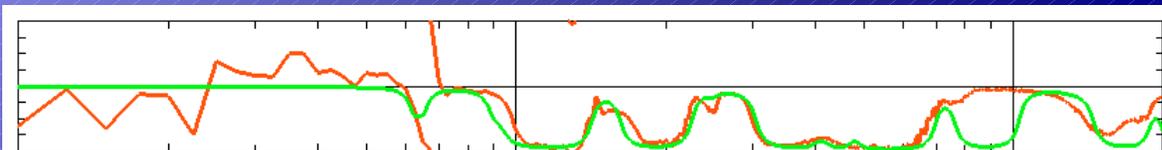
- ① 静止状態の加振実験による動特性把握
- ② 実稼動実験による実挙動把握
- ③ 有限要素シミュレーションモデルの構築
- ④ ADAMSによる実稼動特性の把握
- ⑤ I-DEASによる線形実稼動シミュレーション
- ⑥ 次期型機械の実挙動予測、着眼点の明確化

有限要素モデル

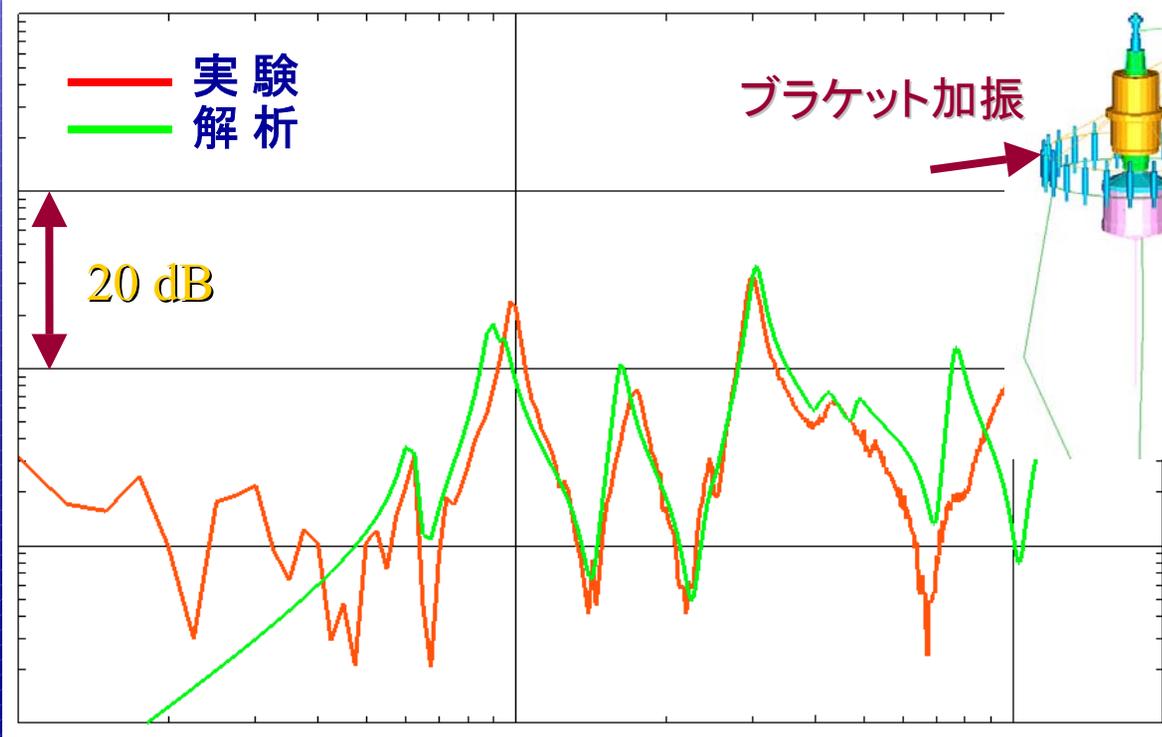


静止状態の加振実験との比較①

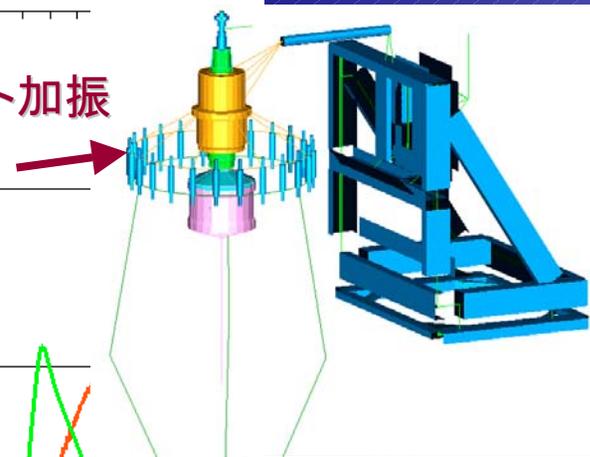
位相



加振点イナータンス



ブラケット加振



1

10

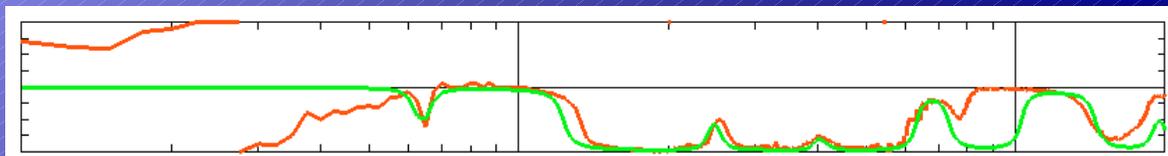
100

200

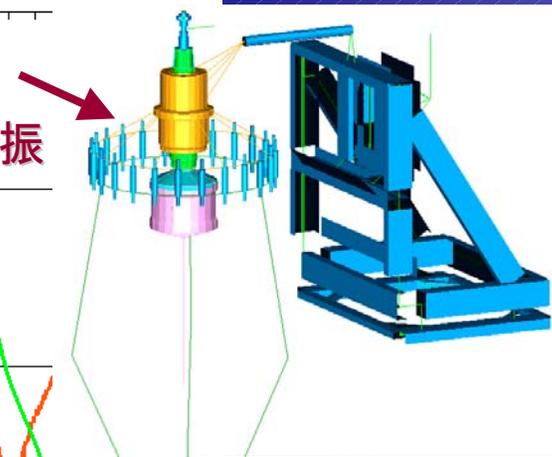
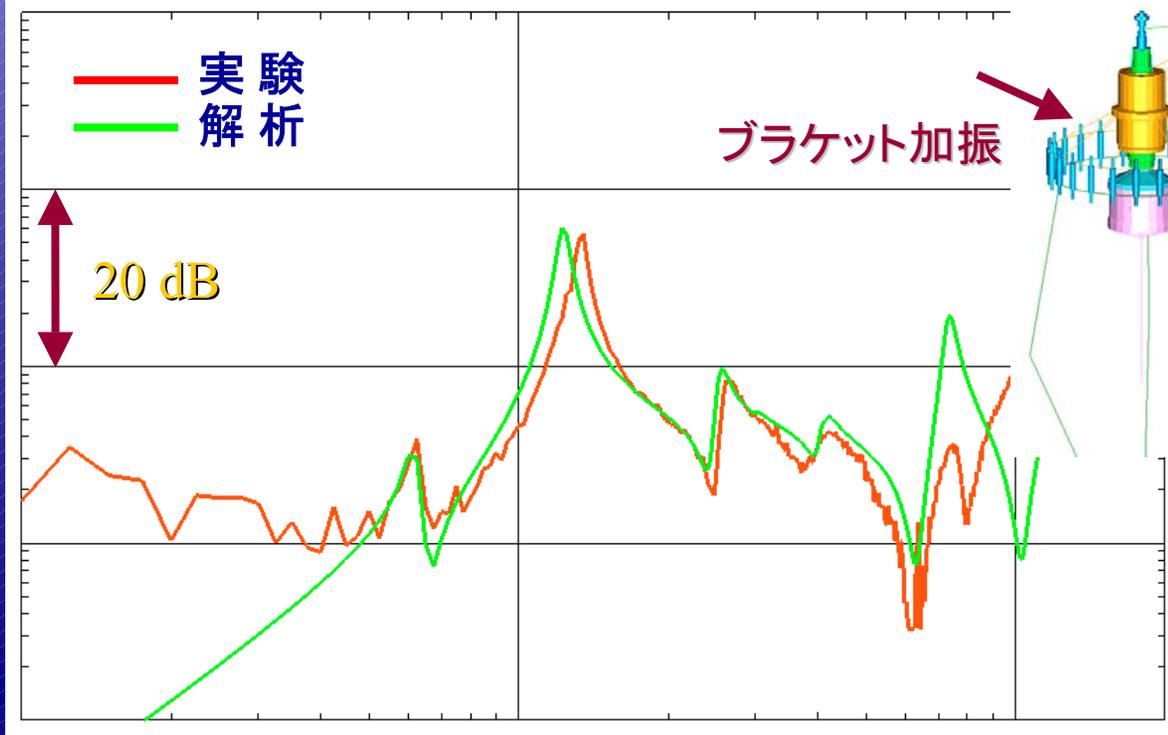
周波数 [Hz]

静止状態の加振実験との比較②

位相



加振点イナータンス



1

10

100

200

周波数 [Hz]

回転機械の実稼動挙動

- ジャイロ効果(コリオリ力)の影響
- 振れ回り現象の非線形性(振幅の増加)



- 線形解析で可能か？ 非線形解析が必要か？



ADAMS シミュレーション

ADAMS モデリング①

□ 100 → 2500 rpm (400 秒間、一定加速度)

ADAMS 8.2 Beta モーダル法

莫大な計算時間

剛体部品 + スカラーバネ

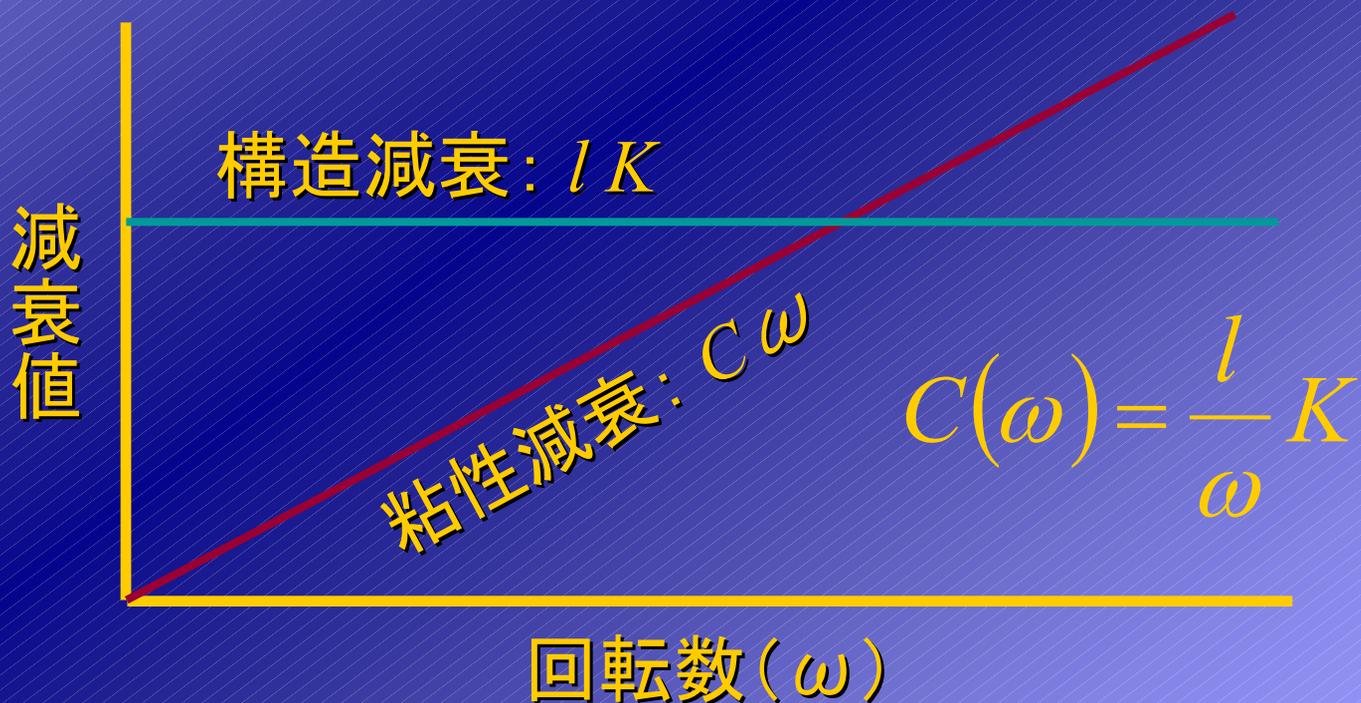
ADAMS モデル

等価

I-DEAS モデル

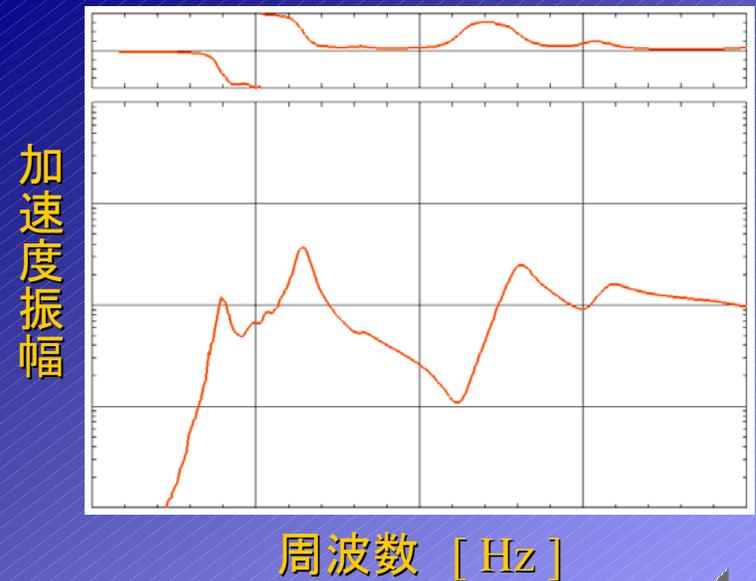
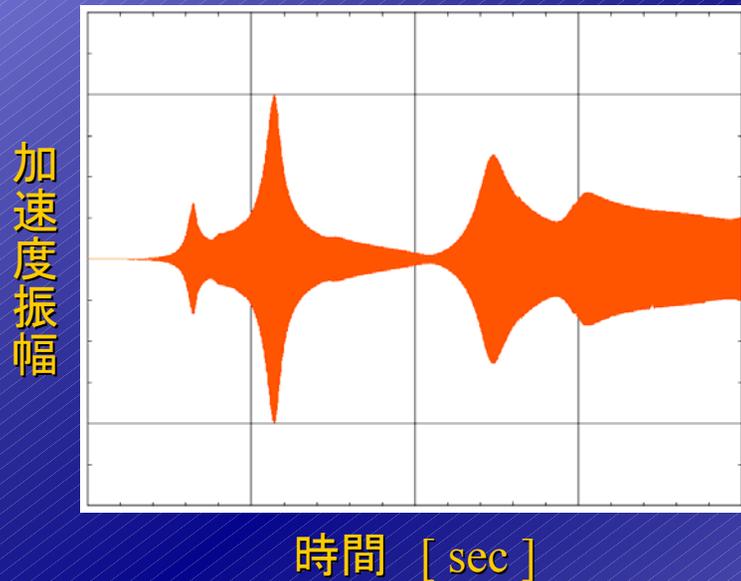
ADAMS モデリング②

- 減衰項 → 構造減衰係数のモデル化
- 実稼動実験 → 回転 1 次成分が支配的



ADAMS モデリング③

- アンバランス → 指定位置への集中質量
- 時系列加速度応答 → 次数比分析

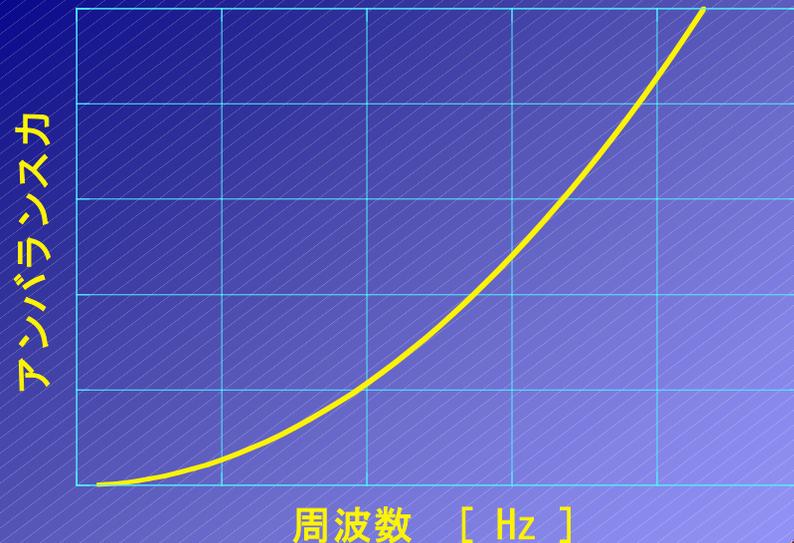


I-DEAS モデリング

- ❑ 実稼動挙動 → 周波数応答解析
- ❑ 減衰項 → 構造減衰係数
- ❑ アンバランス → 周波数依存力(遠心力)

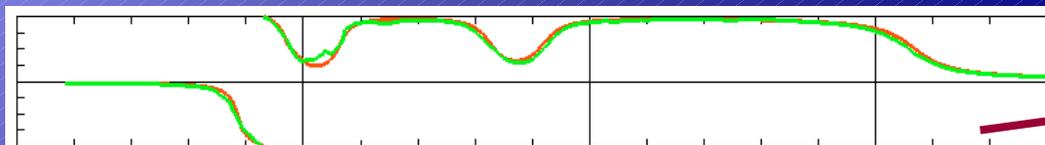
$$F = m r \omega^2 (x + i y)$$

- m : アンバランス質量
r : アンバランス半径
 ω : 回転角加速度
i : 虚数単位
x, y : 軸直平面単位ベクトル

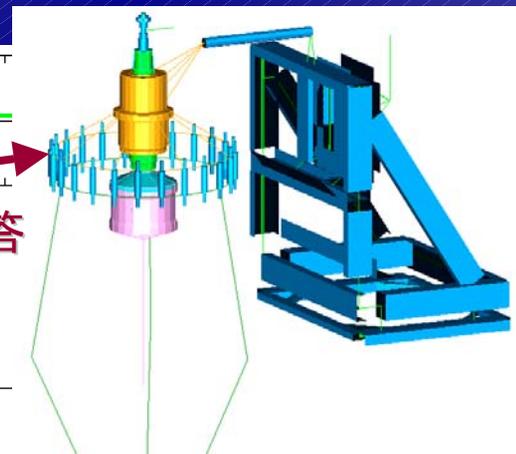
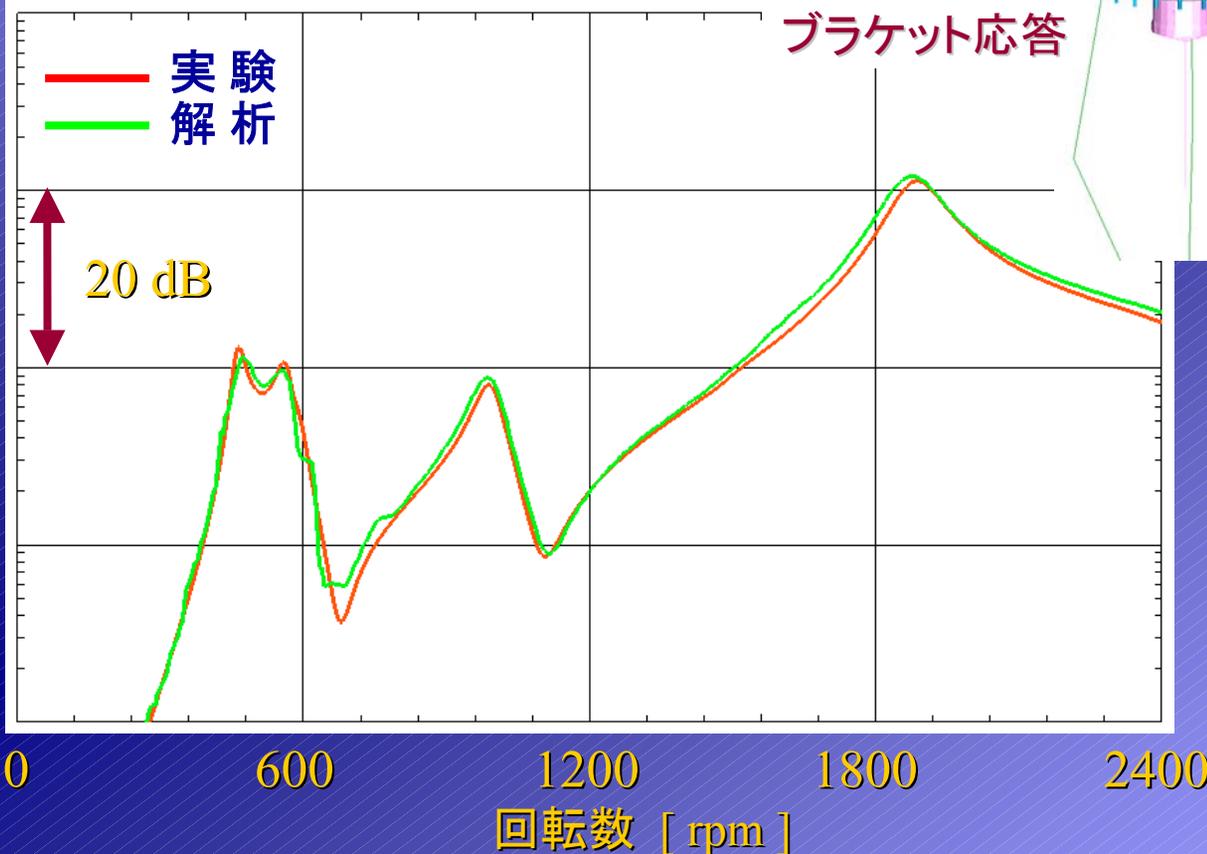


ADAMS と I-DEAS との比較①

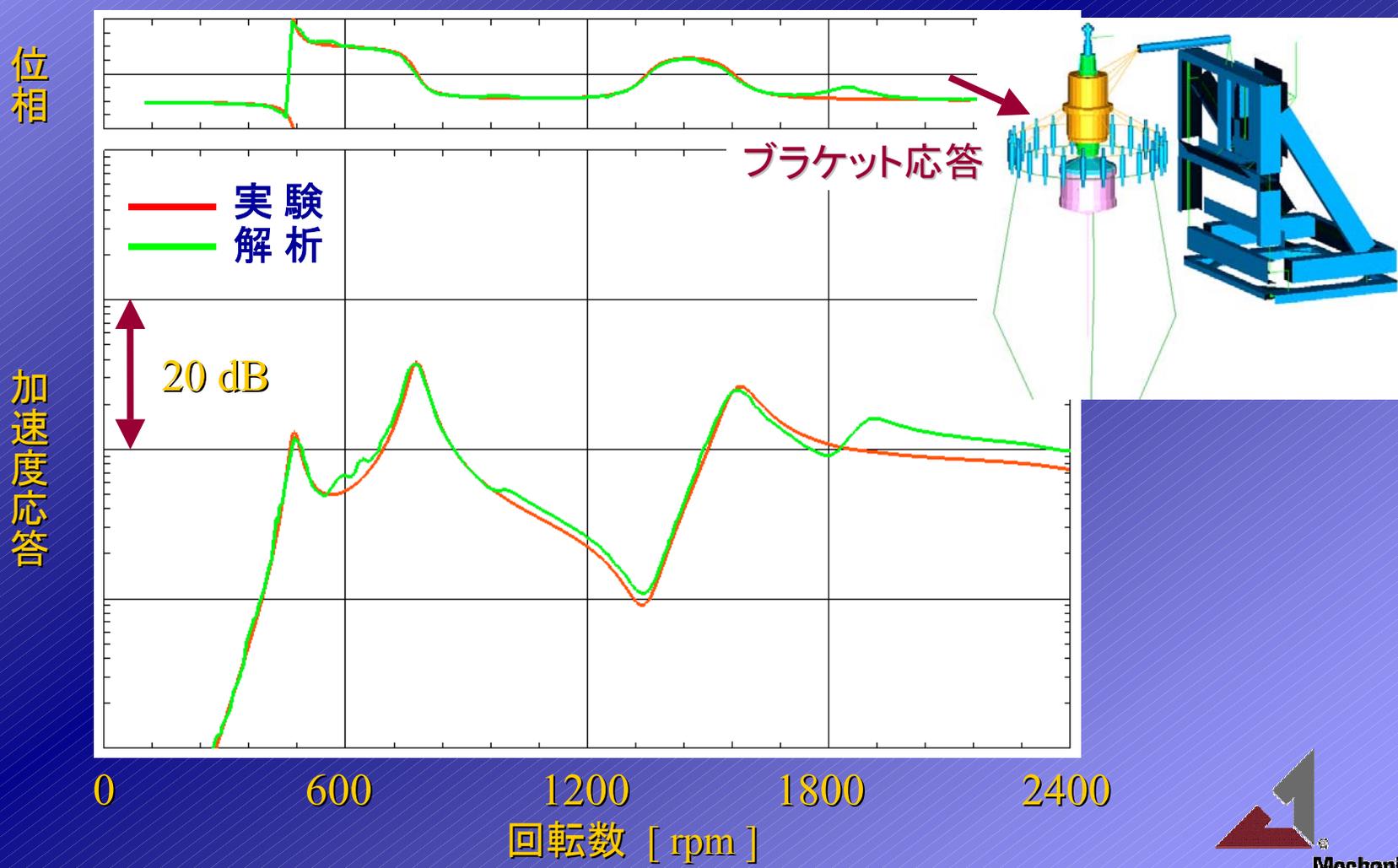
位相



加速度応答



ADAMS と I-DEAS との比較②



ADAMS 解析のまとめ

- ❑ 線形解析とほぼ同等な加速度応答
- ❑ 回転機械特有の現象は支配的でない



今回の条件下では

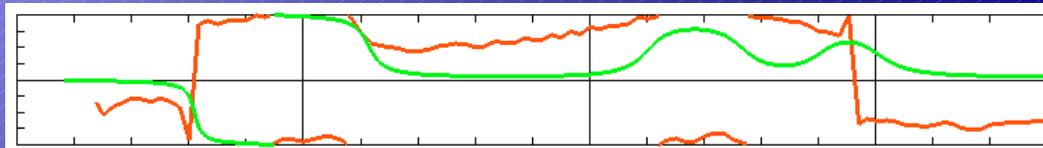
- ❑ 計算時間、利便性等から線形解析を採用



- ❑ 実稼動実験結果との比較
- ❑ I-DEAS による実稼動応力解析

実稼動実験との比較①

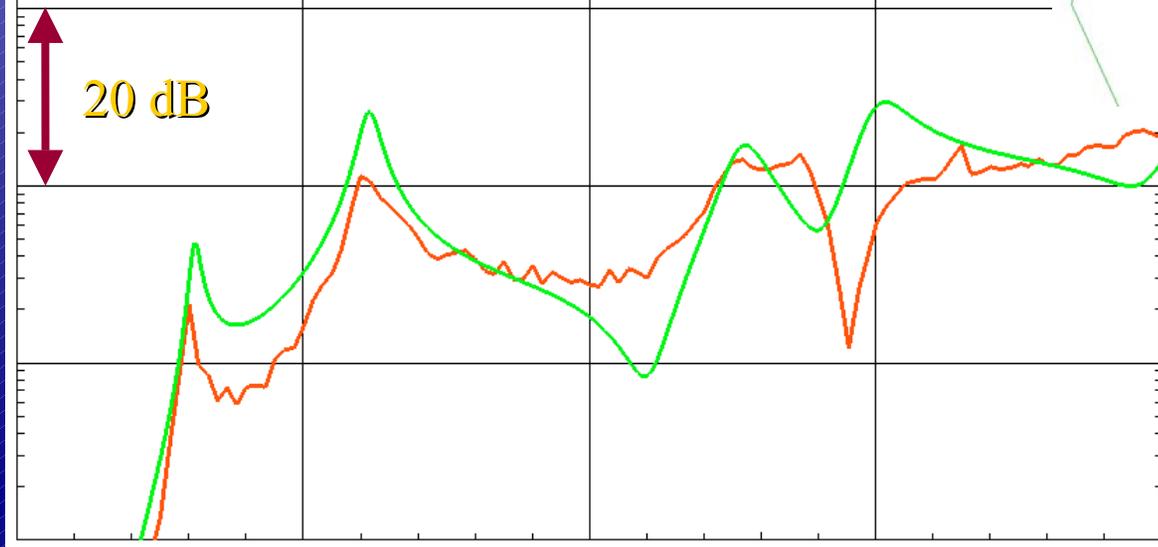
位相



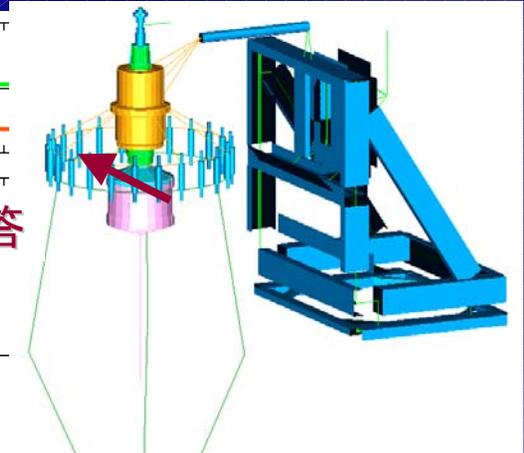
— 実験
— 解析

ブラケット応答

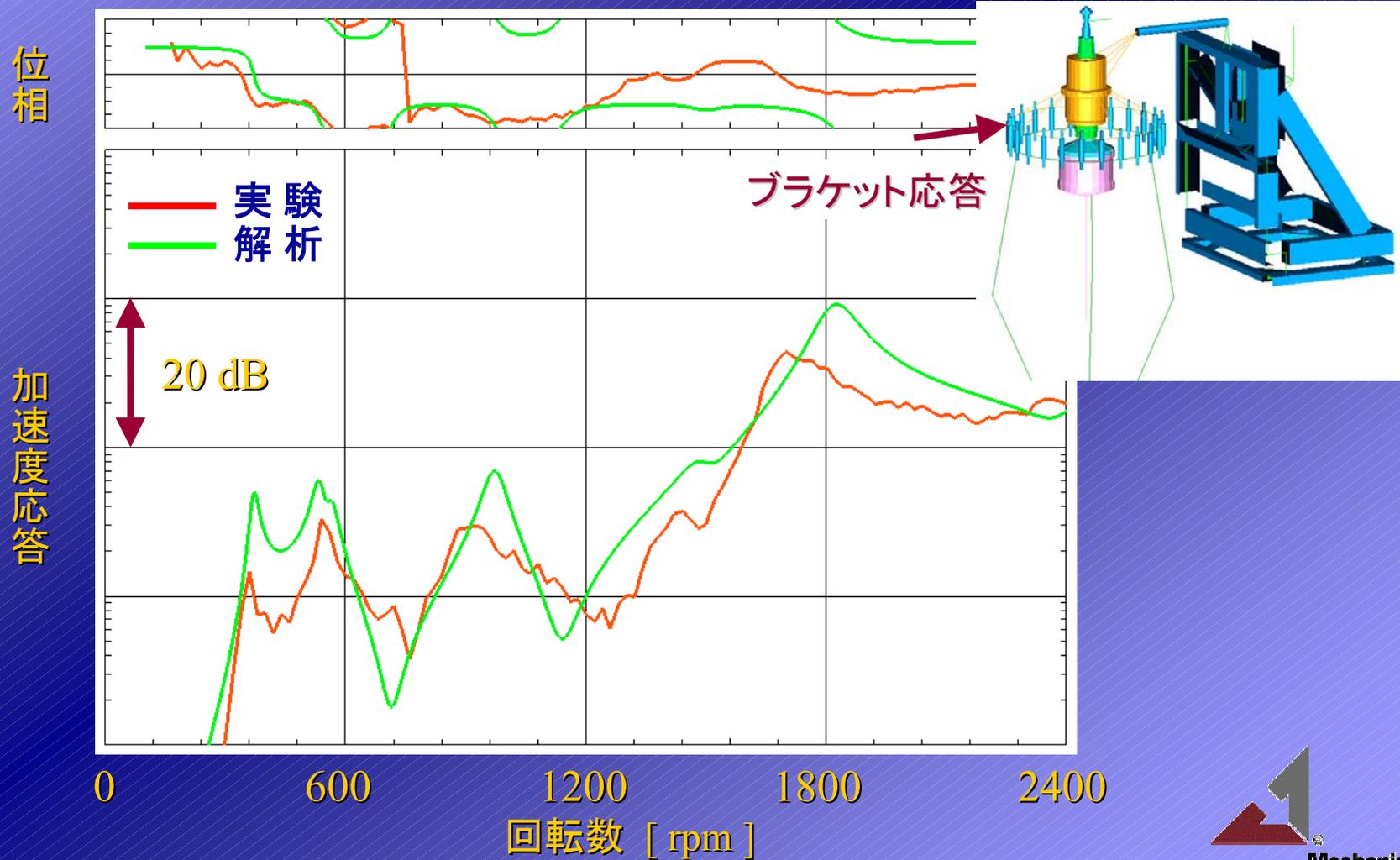
加速度応答



0 600 1200 1800 2400
回転数 [rpm]

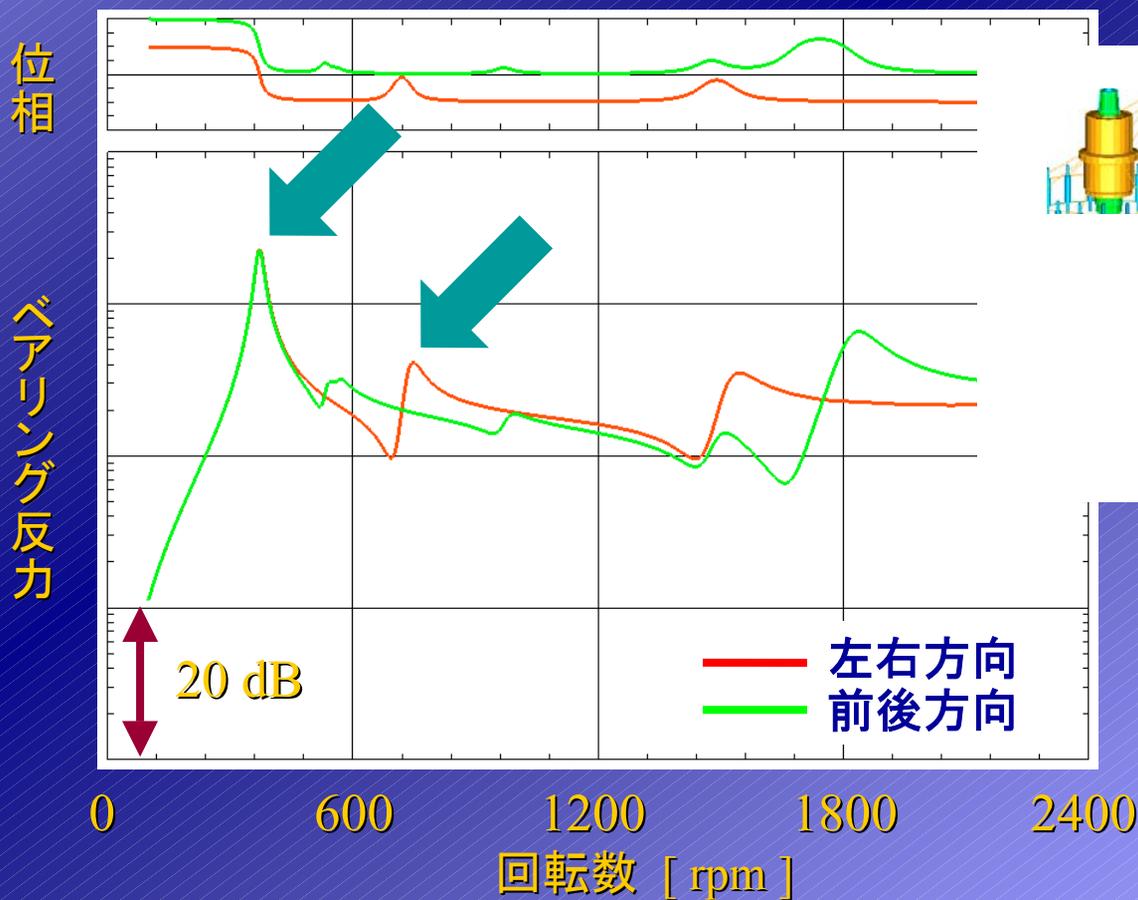


実稼動実験との比較②



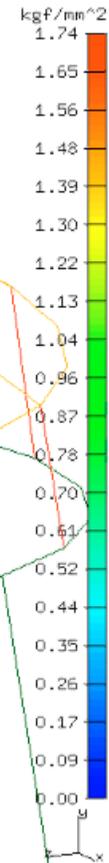
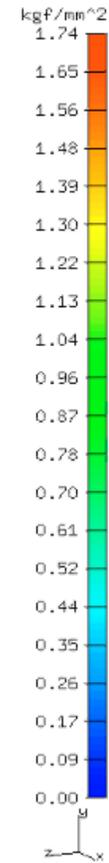
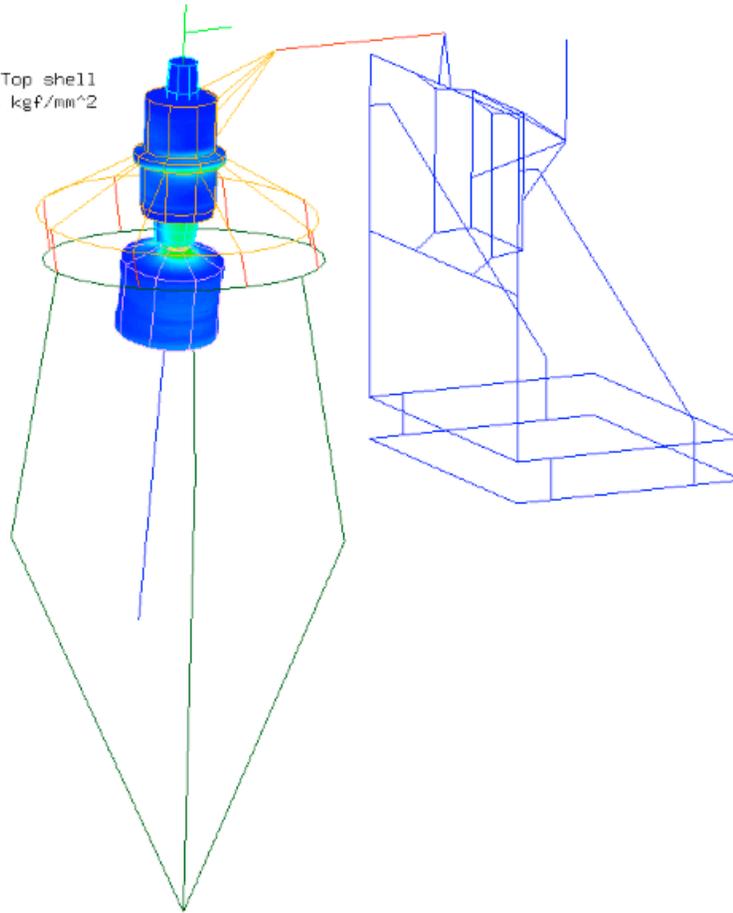
実稼動挙動の分析

□ 着目点 → ベアリング反力と周辺の応力



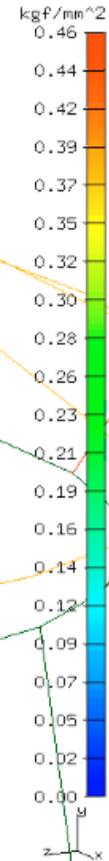
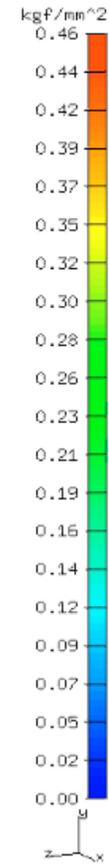
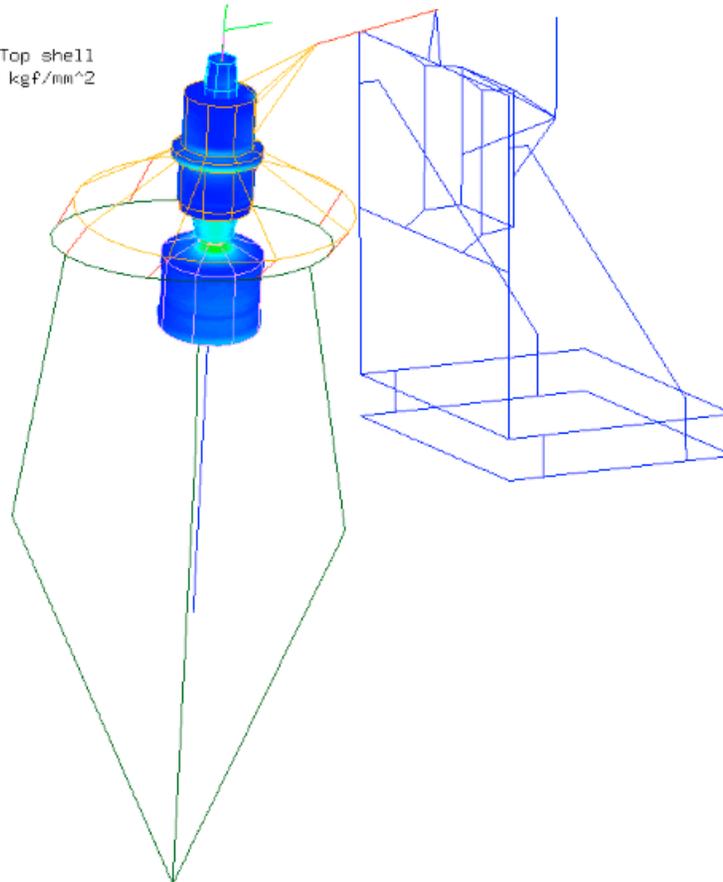
実稼動応力の予測 (370 rpm)

Frame 1 of 12
 phase angle <deg>: 0.0
 Frequency = 6.2
 STRESS Von Mises Averaged Top shell
 Min: 0.00 kgf/mm² Max: 1.74 kgf/mm²
 DISPLACEMENT XYZ Magnitude
 Min: 0.01 mm Max: 1.90 mm



実稼動応力の予測 (750 rpm)

Frame 1 of 12
 phase angle <deg>: 0.0
 Frequency = 12.45
 STRESS Von Mises Averaged Top shell
 Min: 0.00 kgf/mm² Max: 0.46 kgf/mm²
 DISPLACEMENT XYZ Magnitude
 Min: 0.00 mm Max: 0.67 mm



実稼動シミュレーションのまとめ

- ❑ 加振実験、実稼動実験に基づくモデル構築
- ❑ ADAMS による非線形特性の影響把握
- ❑ 線形解析を用いた実稼動応力の予測



- ❑ 測定が困難な部分の挙動を予測
- ❑ 大型回転機械設計における着眼点の明確化

次期型設計への応用

- ❑ 次期型設計に対するポイントの洗い出し
- ❑ 相似な形状、構成 → モデリング技術の応用



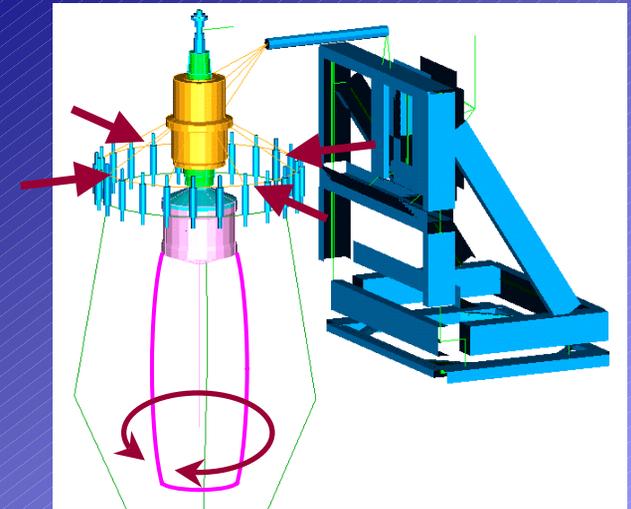
- ❑ 次期型モデルの構築
- ❑ 次期型機械に対する着眼点の明確化
- ❑ 予測される問題点への対策案検討

次期型設計における対策案の例①

- ❑ 超大型 → 当該機械の約 3.5 倍の重さ
- ❑ ボール振れ回りによる接触防止が必須

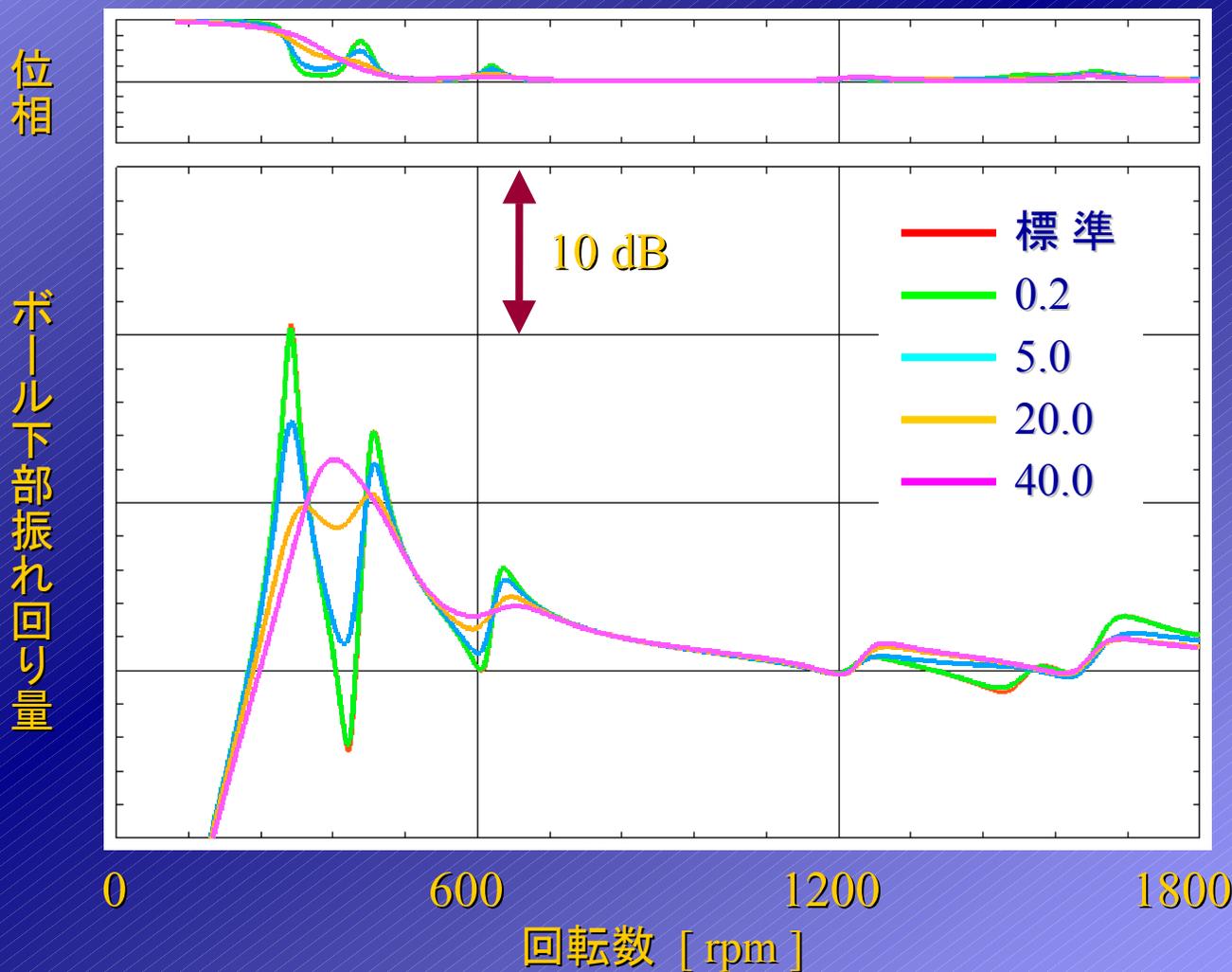


- ❑ ブラケットにアブゾーバ付加
 - 減衰値は？
 - 多機能への影響は？



ボール振れ回り

次期型設計における対策案の例②



まとめ

- ❑ 既存大型回転機械のモデリング技術が確立
- ❑ ADAMS を用いた実回転挙動特性の把握
- ❑ 次期型機械の問題点予測と対策案検討



- ❑ 新規設計に対するポイントの洗い出し
- ❑ 問題点の事前予測 → 後付け対策の軽減
- ❑ より信頼性の高い設計への有用な情報