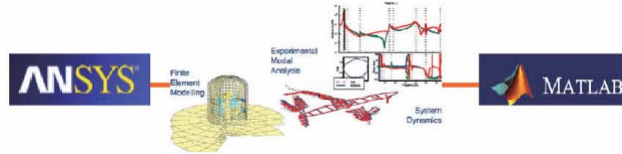


## 有限要素法解析・振動解析ツール 「Structural Dynamics Toolbox/FEMLink」

ANSYS-SDT-MATLABによる振動解析・制御系設計



つくる情熱を、支える情熱。  
**CYBERNET**

### SD Tools 最近の圧電デバイスの解析 VIBRATION SOFTWARE & CONSULTING

これまでの圧電デバイスの解析  
**線形範囲**の解析が一般的

解析精度の向上

解析ニーズの増加

さまざまな**非線形性**を  
考慮する必要性の高まり

**CYBERNET**

最近重要となっている非線形性の1つ  
非線形振動による損失

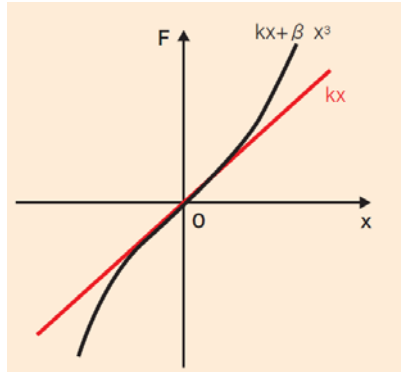


図1 変形量 vs. 反力

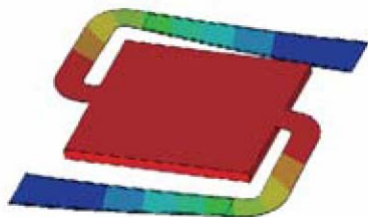
変形量の増加に伴い幾何学的剛性が変化し、反力も非線形的に変化します。

この現象は変形量の3乗で反力が働くことが一般的に知られており、**ダフィングの方程式**としても有名です。

CYBERNET

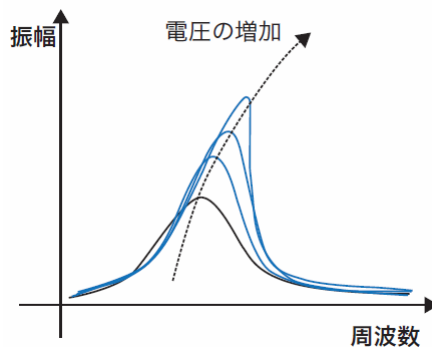
3

振幅が大きくなるほど復元力が増大し、共振周波数が振幅によって変化します。



圧電マイクロミラー

材料減衰の小さい圧電素子などはこの影響が大きく、圧電ミラーや超音波モータなどの振動問題で考慮する必要があります。

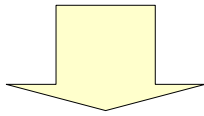


電圧増加に伴う共振周波数の変化

CYBERNET

4

一般的にこのような影響をANSYSで考慮する場合は、**大変形(幾何学的非線形)を考慮した過渡解析**を実施する必要があります。  
しかし、有限要素法の過渡解析は**計算コストが多く**、効率的ではありません。



**MATLAB/Simulink**を利用した手法をご提案

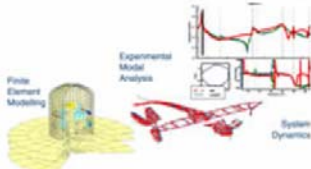
ANSYSとMATLABIによる  
ダフティングの方程式の影響を考慮した解析

使用するツール

StructuralDynamicsToolbox(SDT)/FEMLink  
MATLABの制御系設計や信号処理と、FEMなどの構造解析をリンクするMATLABの拡張モジュールです。



ANSYS  
複数場(構造/熱/電気/磁気/流体)の影響を考慮できる解析ツールです。



MATLAB/Simulink  
汎用数値解析プログラムです。

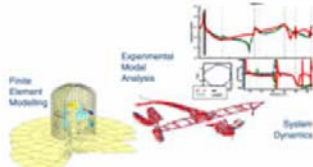
ANSYSとMATLABによる  
ダフイングの方程式の影響を考慮した解析

各ツールの役割

StructuralDynamicsToolbox(SDT)/FEMLink  
ANSYSの圧電解析モデルをMATLABに組み込み、縮退  
化します。



ANSYS  
圧電解析モデル  
を作成します。



MATLAB/Simulink  
大変形による非線  
形項を追加し、ダ  
フイングの方程式の  
影響を考慮した解  
析を行います。

CYBERNET

7

SD Tools ANSYSとMATLAB/Simulinkの連携フロー

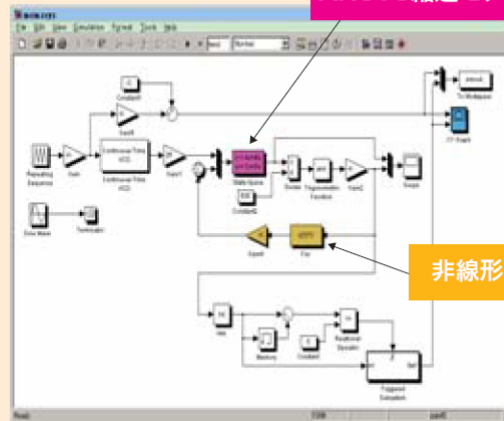
ANSYSによるモデル化

SDTによる縮退化

周期荷重(交流電圧)を負荷

大変形による非線形効果  
をフィードバック

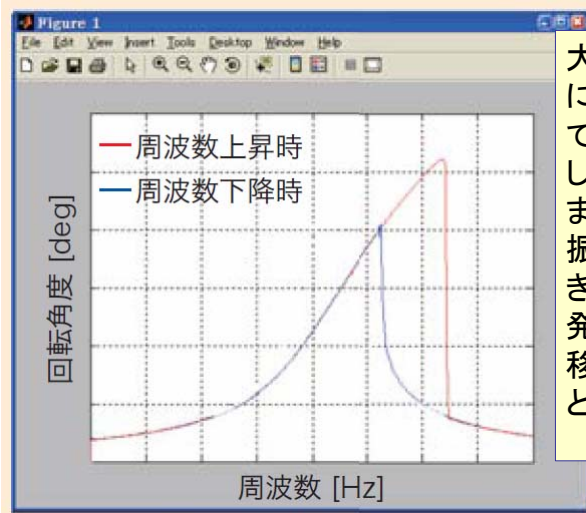
ANSYS縮退モデル



非線形項

CYBERNET

8



大変形を考慮したことにより、変形量に伴って共振周波数が増大しています。  
また、変形量による共振周波数の変化が大きくなると不安定性が発生し、振幅の飛び移り現象を確認することができます。

CYBERNET

9

1. **解析時間**は注目する入出力間で必要なモード数を表現する最小次数のモデルを用いているため、**有限要素モデルで解析するのに比較すると、格段に速い時間で計算**できます。
2. 一度**MATLAB/Simulinkのモデル**に変換すれば、解析中の応答確認や、ノイズの印可、ステップ応答など、**さまざまな環境&条件下で解析**することが容易となります。
3. **ANSYSとMATLAB/ Simulinkを統合**し、それぞれの良い点を利用することで、精度を追及し、かつ解析時間を短縮でき、設計の可能性を広げることができます。

CYBERNET

10

## SD Tools VIBRATION SOFTWARE & CONSULTING SDT/FEMLinkとは？

**Structural Dynamics Toolbox (SDT)**は、有限要素解析 (FEM)、実験モード解析、テスト／解析相関を**MATLAB環境**で実現します。

**FEM Link**は、ANSYSなどの解析結果をインポートするSDTのオプションです。

**SDT/ FEM Link**を使うと、**MATLAB**の制御系設計や信号処理と、FEMなどの構造解析を組み合わせることができるようになります。

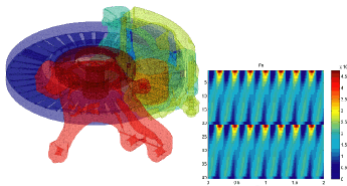


CYBERNET

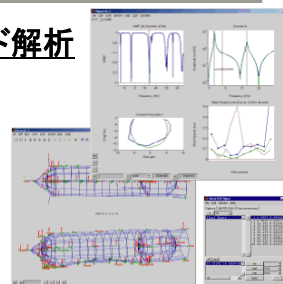
11

## SD Tools VIBRATION SOFTWARE & CONSULTING SDT/FEMLinkの主な機能

### 有限要素法解析 (FEM)

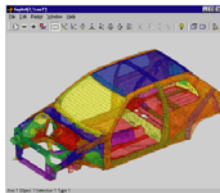


### 実験モード解析

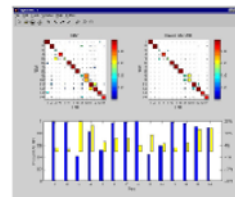


### FEMなどの解析結果をインポート

FEMLink



### テスト／解析相関



CYBERNET

12



SDT/FEMLinkの無料評価版を  
ご用意しております。

SDT/FEMLinkの詳細および最新情報は、  
開発元 **SDTOOLS** のホームページ  
(<http://www.sdtools.com/>) をご確認ください。

SDTバージョン	MATLABバージョン	プラットフォーム
6.1	7.6 (2008a) to 6.5 (R13)	Windows 32 & 64, Linux Intel 32 & 64, Macintosh (G4 & Intel)

対応ソフト	FEMLink 3.4対応状況
Ansys	Reads binary .rst and .emat files
Abaqus	Reads binary .fil files for
Nastran	Read/write BULK files
Ideas	Universal Files : experimental and FE datasets.
Permas	reads PERMAS (> 7.0) files