

# Tutorial

EMSolution Tutorialにおいては、例題を通じて EMSolutionの機能と使用法を説明します。リンクされたデータファイルはそのまま EMSolutionの入力ファイルとして使用できます。メッシュ生成やポスト図形出力は、特に断らない限り FEMAP 形式を用いています。このため、他のファイル形式を用いる場合は、ファイル名および入力データの一部を変更する必要があります。また、説明を簡単にし、試計算を容易にするため、精度は度外視してモデルを小さくしています。

EMSolutionの機能と使用法に限らず、電磁場解析の手法や注意点等についても説明していますので、ご参考いただければと思います。

## 1. 静磁場解析

静磁場解析を、EMSolutionで用意している電流磁場ソースの使用例を交えて説明します。磁性体の非線形特性や異方性を扱うことができます。

1. [ELMCUR \(要素電流ソース\) を用いた静磁場解析](#)
2. [SDEFCOIL \(表面定義電流ソース\) を用いた静磁場解析](#)  
[SDEFCOILの正規化](#)
3. [PHICOIL を用いた静磁場解析](#)
4. [COIL \(外部電流磁場ソース\) を用いた静磁場解析](#)
5. [非線形静磁場解析](#)

## 2. 交流定常解析

磁性体を含まない線形材料での渦電流を含む正弦波交流定常解析を、電流磁場ソースの使用法を交えて説明します。

1. [渦電流を含む解析](#)
2. [表面インピーダンス法による渦電流解析](#)
3. [SUFCUR \(面流入電流ソース\) を使った解析](#)
4. [過渡解析との熱発熱の比較](#)

## 3. 過渡解析

正弦波、もしくはそれ以外の条件での渦電流を含む過渡解析について説明します。

磁性体の非線形特性や異方性を扱うことができます。

1. [簡単な平板上の渦電流解析](#)
2. [定電圧電源を接続したコイルの解析](#)
3. [定電流、定電圧電源の相互使用](#)

#### 4. 電磁力解析

電磁力解析手法である節点力法と、その注意点について説明します。ローレンツ力についても説明します。

1. [節点力法とMaxwell応力法の関係](#)
2. [電磁力解析の問題点](#)  
[電磁力解析の改善](#)
3. [磁性体に働く表面力](#)
4. [ギャップ要素面内節点力解析の問題点](#)
5. [ローレンツ \(JxB\) 力の節点出力](#)
6. [非磁性体における節点力とローレンツ力](#)

#### 5. ギャップ要素を用いた解析

非常に薄い空気ギャップを二次元面要素として模擬できるギャップ要素について説明します。閉ループのコイルを作成する場合にも使用されます。

1. [磁気回路中の空気ギャップ](#)
2. [導体中の絶縁ギャップ](#)
3. [閉ループでの面流入電流ソース \(SUF CUR\)](#)  
[SUF CURの非対称位置あるいは周期境界での使用法](#)
4. [ギャップ要素面の交差](#)
5. [ギャップ面で絶縁されたバルク導体の解析](#)

#### 6. 非磁性薄板の面要素による解析

板厚の薄い非磁性体を二次元面要素として模擬できる非磁性薄板要素について説明します。磁気シールドや基板上の銅箔の解析に適用できます。

1. [非磁性薄板の面要素による解析](#)
2. [異方性非磁性薄板の解析](#)
3. [薄板導体面のギャップ要素による切断 \(その1\)](#)
4. [薄板導体面のギャップ要素による切断 \(その2\)](#)
5. [角形スパイラル状インダクタの解析](#)

6. [非磁性体における節点力とローレンツ力](#)

7. **磁化および電流の積分空間磁場**

ビオ・サバル則に基づく任意座標での磁束密度を求めることができる手法について説明します。

1. [磁化および電流の積分空間磁場](#)
2. [回転周期対称性と磁化磁場積分](#)
3. [磁化積分\(B INTEG\)による空間磁場の計算精度](#)

8. **モータの解析**

永久磁石同期モータ、誘導電動機の解析例を示します。回転子は次項に示すスライド法ですべり運動させています。

永久磁石同期モータ：

1. [永久磁石モータのコギングトルク二次元解析](#)
2. [永久磁石モータのコギングトルク三次元解析](#)
3. [直流ブラシレスサーボモータの解析（スイッチ機能を使用）](#)
4. [直流ブラシレスサーボモータのダイナミック解析解析（SWITCHの位置によるON-OFF機能）](#)
5. [直流ブラシレスサーボモータのインパクト負荷解析](#)
6. [モータの巻き線へのCOILの適用](#)

誘導電動機：

1. [誘導電動機の解析](#)
2. [滑りのある場合の回転機AC定常解析](#)
3. [かご型誘導機の二次元解析におけるロータバーとエンドリングの取り扱い](#)

9. **スライド法を用いた解析**

メッシュを切りなおすことなくすべり運動を扱えるスライド法について説明します。

1. [滑りのある場合の回転機AC定常解析](#)
2. [スライド面を2面使用した解析](#)
3. [スライド面が中心軸を含む場合の解析](#)
4. [スライド運動解析時における外部電流磁場ソースの使用](#)
5. [スライド法における形状データ精度の影響](#)
6. [閉じたスライド面を使用した解析](#)

## 10. 運動方程式と外部回路系を連成した電磁場解析

電磁力を外力とした運動方程式と外部回路を連成した解析例と、メッシュ変形を含む解析例を示します。

1. [プランジャの運動解析](#)
2. [変形運動の改良](#)
3. [メッシュ変形運動解析における基準位置](#)
4. [直流ブラシレスサーボモータのダイナミック解析解析 \(SWITCHの位置によるON-OFF機能\)](#)

## 11. 直流場渦電流解析

導体が一定速度で一方向に運動する場合に適用できる直流場渦電流解析と、その解析例を説明します。

1. [直流場渦電流解析について](#)
2. [直流場渦電流解析法](#)
3. [直線運動導体 \(山崎モデル\)](#)
4. [リターダモデル](#)
5. [磁気軸受モデル](#)

## 12. 電流磁場ソース

コイルとして使用できる有限要素法ベースの電流磁場ソースについて補足説明します。

1. [SDEFCOILとPHICOIL](#)
2. [周期境界におけるPHICOIL](#)
3. [ポテンシャル電流ソース \(PHICOIL\) によるループ電流](#)
4. [閉ループでの面流入電流ソース \(SUF CUR\)](#)
5. [回転周期z反転対称性におけるPHICOIL](#)
6. [静磁場解析結果からのSUF CURを用いたリスタート過渡解析](#)

## 13. 外部電流磁場ソースCOILを用いた解析

有限要素法とは独立に定義できる、ビオ・サバル則を基にした電流磁場ソースCOILについて説明します。

1. [COIL使用時の注意点 \(トータルポテンシャル領域と変形ポテンシャル領域\)](#)
2. [変形ポテンシャル領域に配置するCOILのICCG法収束性に対する影響](#)

## Tutorial

- [3. GCE\(直方体電流要素\)使用上の留意点](#)
- [4. 並進周期性のある場合の外部磁場電流ソースの問題点](#)
- [5. COIL移動について](#)
- [6. 外部磁場電流ソース\(COIL\)におけるインダクタンスの取り扱い](#)
- [7. COIL\(外部電流磁場ソース\)のインダクタンス計算](#)
- [8. COILのインダクタンスおよび電磁力計算](#)
- [9. COIL\(外部電流磁場ソース\)のみでの回路計算](#)
- [10. COILのみの磁場分布計算](#)
- [11. 6面体要素メッシュによるCOIL\(外部電流磁場ソース\)の定義](#)
- [12. マルチポテンシャル法について](#)

### 14. 外部回路系との連成解析

コイルに接続する外部電気回路とコンデンサ、ダイオード等を含む外部回路との連成解析について説明します。

- [1. Y結線と 結線](#)
- [2. 時間依存の可変抵抗要素](#)
- [3. 電源入力方法](#)
- [4. シミュレーションツール PSIMとの連成解析](#)

### 15. 永久磁石、積層鉄心の取り扱いと鉄損解析

永久磁石の磁化入力法について説明します。

磁気特性、導電率の三方向独立異方性を扱うことができます。拡張機能である非線形二次元異方性磁気特性と、積層鉄心の考慮法である均質化法について説明します。

。ポスト処理による積層鉄心の鉄損算出法についても説明します。

- [1. 関数によるMAGNETの磁化入力](#)
- [2. 非線形二次元異方性磁気特性の解析](#)
- [3. 均質化法による積層鉄心の解析と積層鉄心鉄部の磁束密度の出力](#)
- [4. ポスト処理による鉄損算出](#)
- [5. 半周期性を利用した鉄損算出](#)

### 16. 静電場解析

静電場解析について説明します。

- [1. 三相気中送電線の解析](#)
- [2. 交差リングの解析](#)

## 17. 低周波誘導電流解析

低周波で誘導電流が作る磁場が無視できるような系に有効な解析手法について説明します。

### 1. [低周波磁場変動下の誘導電流解析](#)

## 18. EMSolutionでの二次元解析

EMSolutionでは二次元解析を一層拡張した三次元解析として解析します。その説明と注意点について説明します。

1. [EMSolutionでの二次元解析](#)
2. [二次元近似による解析](#)
3. [ピラミッド\(四角錐\)要素を用いた二次元軸対称問題の計算](#)
4. [軸対称計算での軸付近での不具合に対する改良\(+無限長ソレノイドコイル\)ソレノイドコイル磁場の三次元解析](#)
5. [一点で軸に接する四角形要素の三角形要素への分割](#)

## 19. 収束特性改善、高速化手法

EMSolutionの機能である収束特性改善法と、高速化手法について説明します。

1. [INIT\\_OPTIONの効果](#)
2. [非線形オプション比較](#)
3. [収束条件と解析精度](#)
4. [扁平四面体要素の問題点とその解決法](#)
5. [節点二次辺一次要素](#)
6. [6面体要素と4面体要素の接合](#)
7. [扁平・扁長要素の収束性の改善](#)
8. [周期的に印加される磁場に対する解の収束性](#)
9. [時間周期問題の定常解への高速収束](#)
10. [簡易版時間周期法による誘導電動機の定常解析](#)

## 20. 無限境界要素と境界条件

境界条件手法である無限境界要素と境界条件について説明します。

1. [無限境界要素の適用](#)
2. [境界条件と無限要素](#)
3. [無限境界要素によるコイルインダクタンスの計算](#)

## Tutorial

4. [多重周期性の解析](#)

21. Quiz

1. [クイズ](#)