

Q and A

EMSolution に関して多く寄せられますご質問に順次お答えいたします。プログラム開発者にとっては、皆様から寄せられるご質問は貴重なものです。今後ともご遠慮なくご質問をお寄せください。なお、プログラムのバグや不具合に対するご質問に関しましては、[Known Bugs](#) をご参照ください。

1. Q56

- * Q56:EMSolutionでは外部回路の定義法として、CIRCUITとNETWORKがありますが、どのように対応しているのでしょうか。また三相回路をCIRCUITで設定するにはどのようにすればよいのでしょうか。(2011/3/30)
- * A56:EMSolution Handbookに設定方法を載せておりますが、NETWORKとの対応をわかりやすく“[三相回路におけるNETWORKとCIRCUITの設定](#)”にまとめましたのでご参照ください。

2. Q55

- * Q55:EMSolutionで変圧器、電磁石の三次元解析を行いたいのですが、どのように行えばよろしいのでしょうか。またどのような機能を使用することができますでしょうか。(2011/3/30)
- * A55:“[プランジャ型電磁石およびヒンジ型電磁リレーの変形を伴う三次元解析](#)”、[“変圧器解析”](#)の解析事例を作成しましたのでご参照ください。また[Tutorial](#)にもモータ等の例題を載せておりますので、そちらも合わせてご参照ください。

3. Q54

- * Q54:Q48:“[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](#)”にあるように、NETWORKを使ってエンドリングを仮想抵抗として設定する方法は、一極分のモデルにも適用できるのでしょうか。(2010/9/30)
- * A54:仮想抵抗のつなぎ方を変えることにより、一極分のモデルにも適用可能です。また、“[誘導電動機の解析](#)”で示したSUF CURを使用する場合でも適用可能です。詳しくは、“[かご型誘導電動機の一極分でのモデル化について](#)”をご参照ください。

4. Q53

- * Q53: NETWORKを使った SWITCHの入力で、PHASE_OP = 0とした場合、実時間入力はどうのようなデータを用意すればいいのでしょうか。(2010/6/30)
- * A53: [" 直流ブラシレスサーボモータの解析 \(スイッチ機能を使用\) "](#) に追加説明しました。

5. Q52

- * Q52: 磁化積分(B_INTEG)による空間磁場の計算を行っていますが、計算時間が非常にかかり困っています。また、磁性体近くの精度が悪く改善できないでしょうか。(2010/6/30)
- * A52: 磁性体近傍の磁場を求めるためには、磁化積分のガウス積分次数を上げる必要があります。磁性体要素全てに対して体積積分しておりますので、計算時間は、積分次数の3乗(積分点数)、磁性体要素数および評価点数に比例して大きくなります。詳細は [" 磁化積分 \(B_INTEG\) による空間磁場の計算精度 "](#) をご覧ください。

6. Q51

- * Q51: EMSolutionの遠方境界条件の設定項目に「無限境界要素」がありますが、精度はどの程度でどのような時に使用したらよいのでしょうか。(2009/11/13)
- * A51: [" 無限境界要素の適用 "](#)、[" 境界条件と無限要素 "](#) にも説明がありますように、開領域を解く場合に遠方領域の解析メッシュを削減することが可能です。軸対称解析には有効な方法ですが、三次元解析の場合は、収束が遅くなりますので、メッシュと計算時間との兼ね合いでご使用ください。[" 無限境界要素によるコイルインダクタンスの計算 "](#) に、COILのインダクタンスを計算したのも載せましたので、ご参照ください。

7. Q50

- * Q50: 非線形解析において、解析モデルによっては非線形繰り返し計算の収束が悪く収束値が得られない、または収束しても結果を見ると磁束密度ベクトル分布等がおかしいことがあるのですが、オプションにより改善することはできますか。(2009/7/27)
- * A50: 解析モデルに六面体要素や三角柱要素を多く含む場合、EMSolution Handbook「6. ガウス積分点」のMAT_POINTS=1: **全ガウス点で計算**とした方が0: 要素中心でのみ計算の場合と比べてやや計算量が増えますが、収束特性は向上するようです。デフォルト(無設定)では0と設定されてしまいますので、明示的に1と設定してください。四面体要素が混在していても1と設定して構いません。

また、渦電流を含む非線形過渡解析では、「5.収束条件」のNON_LINEAR_CONVにて収束させても、鉄心内部では局所的に収束値を得られていないことがあります。NON_LINEAR_CONVでは非線形繰り返し計算にて全体要素マトリクスの残差（誤差）がNON_LINEAR_CONV以下となれば収束値として判定されてしまいますが、「5.収束条件」のCHECK_Bに負値、たとえば-0.01と設定すれば、すべての要素において磁束密度の最大変化分が0.01T以下になりましたら収束したと判定しますので、計算結果の精度を向上することができます。詳しくは、[”収束条件と解析精度”](#)をご参照下さい。なお、CHECK_Bに正值、たとえば0.01と設定しておけば、収束自体はNON_LINEAR_CONVでされますが、0.01T以上の磁束密度の最大変化分等はoutputファイルに出力されますので、収束条件をどの程度まで厳しくしたらよいかなどの判断基準としてご参考にしていただければと思います。

8. Q49

* Q49: EMSolutionではコイルをモデル化する様々な磁場ソースが用意されていますが、モータのコイルをモデル化する際、どれを使用したらよいのでしょうか。（2007/10/11）

* A49: コイルの断面の電流密度を一定としたい場合、ELMCUR、SDFECOILによりモデル化すれば、そのような分布にすることができます。コイルが直線形状であれば、PHICOILでも電流密度を一定とすることができます。また、簡易にですがCOILでもモデル化できると思います。詳しくは、[”モータの巻き線へのCOILの適用例”](#)をご参照下さい。なお、COILはスライド法によりメッシュを運動させる場合、静止側と固定側の両方に含めることはできません。どちらか一方のみの対応となりますのでご注意ください。

[”マルチポテンシャル法”](#)により、COILを静止側と固定子側両方に含めることができるようになりました（2009/7/6）。

9. Q48

* Q48: 二次元のかご型誘導機の解析において、エンドリングまで考慮できる良い方法はありますか。（2007/4/19）

* A48: 通常エンドリングも有限要素として三次元解析を行う必要がございますが、NETWORK moduleを使用すれば、等価的な抵抗を接続することにより、二次元解析でも現実に近い形で解析することができます。詳しくは、[”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”](#)をご参照下さい。

NETWORK moduleでの三相交流の設定の注意点等は[”Q47”](#)をご参照下さい。

ロータバーの導電率の設定法に間違いがありましたので訂正しました（2007/6/12）。ロータバーの導電率はREGION_FACTORによらず、物性値そのものの

値を設定してください。

10. Q47

- * Q47:三相交流回路を簡単に設定したいのですが、どのように設定すれば良いのでしょうか。(2007/4/19)
- * A47:CIRCUIT機能を使用しても設定可能ですが、素子間のコネクションをマトリックスで入力する必要があり、容易ではありません。NETWORK moduleを使用すれば、そのままの回路を入力することができ、また抵抗だけでなくキャパシタンスやダイオードなどの非線形要素も使用することができます。詳しくは、["Y結線と結線"](#)をご参照下さい。

11. Q46

- * Q46:長時間かかる多大ステップの過渡解析では、計算が終了するまで結果を見ることができません。計算途中でも結果を見れる方法はないのでしょうか。(2007/4/2)
- * A46:計算された結果はsolutionsファイルに書き込まれていますので、ポスト処理 (POST_PROCESSING=1、PRE_PROCESSING=MAKING_MATRICES=SOLVING_EQUATIONS=0)により、それまで計算された結果を出力することが出来ます。注意点として、計算実行中の同じフォルダ内で行いますと、outputファイル等が上書きされてしまいます。そこで、ご面倒ですが別フォルダにsolutionsファイルをコピーしてポスト処理を行ってください。その際、mesh_data等の中間ファイルが必要となりますので、適宜コピーして行って下さい。

12. Q45

- * Q45:["PHICOILについて"](#)では、PHICOILの電流流入面は周期境界面にも使用できると書いてあるが、最近のバージョンでは解析できなくなっているのではないのでしょうか。(2007/4/2)
- * A45:ご指摘のとおり、r9.8.5で修正を行った結果、できなくなっておりましております。ご不便をお掛けしますが、周期対称面以外に電流流入面を定義してご使用下さい。詳しくは、["周期境界面におけるPHICOIL"](#)で説明しておりますのでご参照下さい。

13. Q44

- * Q44:メッシュ変形運動解析を行う場合、pre_geomメッシュの位置POSITION1等、基準位置からの相対位置を入力するようになっていますが、マニュアルには基準

Q and A

位置の説明がなく、どのように決めたらよいか知りません。(2007/3/2)

- * A44: 基準位置はユーザが自由に決められる可動部の位置を表します。POSITION1等の可動部の位置はこの基準位置からの相対位置で与えます。出力される、変動位置もこの相対位置で出力されます。詳しくは、["メッシュ変形運動解析における基準位置"](#)をご覧ください。

14. Q43

- * Q43: 非磁性体の場合で、節点力法 (NODAL_FORCE) とローレンツ力法 (FORCE_J_B) はどのように使い分ければよいのでしょうか。(2006/10/13)
- * A43: 両手法は理論上等価なものですが、数値解析手法が異なりますので、必ずしも解析結果が一致するとは限りません。["非磁性体における節点力とローレンツ力"](#)で両手法の関係と違いを説明しておりますのでご参考ください。

15. Q42

- * Q42: スライド運動でAC定常解析を行う場合、すべりが0の場合の計算ができるでしょうか。(2006/9/28)
- * A42: 誘導モータ等の過渡解析で、初期状態を解析するための、すべりを入れた線形交流解析を考えます (Tutorial ["誘導電動機の解析"](#))。この場合で、すべりが0の時ですが、["SUF_CUR \(面流入ソース\)"](#) がロータ側で使われてしまうと、解析が実行できません。その原因は、すべりが0ですとロータ内は磁場が変化せず静磁場の解析となるためです。静磁場解析にはSUF_CURを使用することができません。そのような解析を行いたいときは、SUF_CURを解析からはずしてください。このAC定常解析結果を初期値として、過渡解析を行うには、SUF_CURを加えてリスタートすることができます。ただし、SUF_CURは電源の最後に加えてください。
すべりが0の時の入力データ例は、Tutorial ["誘導電動機の解析"の最下部分](#)に用意してありますのでご参照ください。メッシュデータは同上のものをご利用ください。

16. Q41

- * Q41: 電流ソース入力としてSDEF_COILとPHI_COILがありますが、どのように違うのでしょうか。(2006/6/9)
- * A41: 生成されるソース電流密度分布が異なります。矩形断面コイルの場合は、SDEF_COILを推奨します。詳しくは["SDEF_COILとPHI_COIL"](#)をご覧ください。

17. Q40

- * Q40:運動オプションMOTION=1の場合に、コイル運動として、並進と回転が同時に与えられますが、並進と回転の座標変換はどちらが先に行われるのでしょうか。(2006/6/6)
- * A40:座標変換という意味では、コイル座標をまず回転変換し、次に並進変換を行っています。コイルを剛体と考え、それに固定された回転軸の周りの回転と、剛体の並進運動が同時に起こると考えることができます。例を含んだ説明をご覧ください。 [” COIL移動について ”](#)

18. Q39

- * Q39:outputファイルに出力される、材料ごとに加わる力(FxFyFz)と、forceファイルに出力される、節点ごとに加わる力(節点力 fxfyfz)の総和が一致しないように思えます。
- * A39:実際計算されて一致しないので御疑問に思われたのかもかもしれません。対称条件がある場合、表示が自然に見えるように、forceファイルには対称面で対称部も含めた節点力を出力しているため、総和は一致しません。一致させるためには、ファイル出力オプションFORCE_NODAL=-1として出力ください。この場合、上のような処理をせず出力しますので、総和は一致するはずです。

19. Q38

- * Q38:プリポストとして、FEMAPを使用しているのですが、I-deas**形式**でメッシュデータをファイル出力して、EMSolutionで計算すると、計算がうまくいきません。どうやらMaterialとPropertyがひっくり返って認識されてしまっているようです。
- * A38:材質、部品の定義法として、I-deasでは、Physical PropertyとMaterial Propertyがあり、FEMAPでは、MaterialとPropertyがあり、それぞれ、Material Property = Material、Physical Property = Propertyと対応付けされているようですが、EMSolutionでは、I-deas**形式**の場合はMaterial Propertyを、FEMAP**形式**の場合はPropertyを使用しております。そのためご質問のようなことが発生してしまいます。

紛らわしく、申し訳なく思いますが、ご理解の上ご使用頂きたいと思っております。この問題を除く方法としては、お手数ですが、Material (Material Property)、Property(Physical Property)を同一定義してご使用ください。また、EMSolutionで出力されるI-deas**形式**のpost_geomファイルでは、同一定義されております。

20. Q37

Q and A

- * Q37: スライド法を使用していますが、ICCG法が十分に収束しません。スライド面で固定部と可動部のメッシュが重なるときは良く収束するのですが、中間の位置に来ると収束しません。FITNESS=0.1としています。(2004/9/29)
- * A37: メッシュデータの精度が問題の可能性がります。スライド面上の周期位置にある節点座標の精度を充分に取る必要があります。詳しくは、["スライド法における形状データ精度の影響"](#)をご覧ください。

21. Q36

- * Q36: 簡単なリングコイルの磁場をELMCURを用いて計算しましたが、解析解と較べて精度が悪いです。境界条件等の設定が悪いのでしょうか。(2004/5/19)
- * A36: 空芯コイルのような磁性体で閉磁路を構成していない場合には、磁場がかなり遠方まで達し、解析領域や境界条件の影響が大きくなります。簡単な場合について調べてみましたので、["境界条件と無限要素"](#)をご参照ください。二次元軸対称問題の場合は、無限要素が使える、精度の向上が見られます。

22. Q35

- * Q35: PHICOILあるいはSUFCURに対して、[節点二次辺一次要素](#)は使えるでしょうか。(2004/3/9)
- * A35: これらの要素については現状一次要素から二次要素への自動変換は行われません。このため、コイル定義の体積および面要素を二次要素で定義する必要があります。この様に定義しますと、NODE_ORDER=2, EDGE_ORDER=1にすることにより、節点二次辺一次要素が使えます。ただし、二次要素で定義したメッシュファイルを使い一次要素の計算はできません。

23. Q34

- * Q34: 磁石や磁性体内の磁場を**磁化積分**によって求められるでしょうか。(2004/1/20)
- * A34: EMSolutionでは、有限要素法解析結果より、磁化に寄る磁場を積分し、空間磁束密度を求める機能があります。磁性体内の観測点に対して適用できるかどうかですが適用は困難です。本計算方法について["磁化および電流の積分空間磁場"](#)に述べていますが、各要素の磁化によるものを、ガウス積分により求めていません。磁石や磁性体内部の観測点に対しましては、特異積分となり単純なガウス積分ではうまく行きません。実際計算してみますと、要素形状、ガウス積分点数、要素と観測点の位置関係に大きく依存した結果になります。ガウス点数を増やしても値は収束しません。
座標点のみから磁束密度が求まり、本機能は便利なのですが、上のように磁石や磁性体内の点には使用できず、有限要素法によって求めた要素あるいは節点

値を使用する必要があります。将来的には改善したいとは思いますが、一般的にはかなり難しい問題ですぐには解決しそうにありません。

24. Q33

- * Q33:ギャップ要素やスライド法を、二次要素計算で使うことができるでしょうか。(2003/10/30)
- * A33:二次要素を使用した計算では、ギャップ要素やスライド法を現状、適用することができません。将来的には拡張してゆきたいと考えています。

25. Q32

- * Q32:ギャップ要素を用いて、要素面内方向の電磁力を計算したのですが、結果がおかしいようです。計算できるのでしょうか。(2003/8/22)
- * A32:ギャップ要素と直交する電磁力は精度良く求まりますが、面内方向の電磁力は精度が悪く、使えないと考えてください。モーターなどのトルク計算において、ギャップ要素をロータ、ステータ間に挟んでトルクを計算することはできません。収束が悪くなるかもしれませんが、通常要素で解析してください。 [”ギャップ要素面内節点力解析の問題点”](#)

26. Q31

- * Q31:outputファイルに、使用メモリ(used memory)が出力されますが、最近のリリースで値が違ってきています。どのように算出しているのでしょうか。(2003/8/22)
- * A31:used memoryは EMSolution実行時に、ダイナミックにアロケートされたメモリの最大量を出力します。OSによりメモリの取り方が異なり、通常アロケートされたメモリの間で使用されないメモリ空間が空きます。出力値はその無駄な空間を除いたものですので、実行には出力値以上のメモリを必要とします。最近のリリースでは出力ファイルalloc_outを読み、この計算をしています。このことにより、Windowsでの不具合や、OS間の違いが無くなりました。

27. Q30

- * Q30:非線形収束を早めるためのオプションがあるようですが、教えてください。(2003/5/7)
- * A30:r9.2 より、REGULARIZATIONオプションを加えました。また、r9.3より、SCALING、RENUMBERING、LINE_SEARCHオプションを加える予定です。TEAM Workshop問題#20での非線形収束に関連するオプションの比較を行いました。 [”非線形オプション比較”](#)

28. Q29

- * Q29: 非線形収束条件の中にINIT_OPTIONがありますが、どのような働きをするのでしょうか。
- * A29: このオプションは非線形繰り返し計算を始める前に、初期値として前のステップの値を使う(INIT_OPTION=0)か、ゼロクリアする(INIT_OPTION=1)かを指定します。非線形収束が充分で無い場合には、解は初期値の影響を受けます。特に2ポテンシャル法でCOIL(外部電流磁場ソース)を使用しますと、ICCG法の収束が悪くなり、非線形収束も悪くなり、その影響が大きくなります。INIT_OPTION=1としますと、前のステップの影響は無くなりますが、最初から非線形計算を始めますので計算時間は多くかかります。詳しくは[”INIT_OPTIONの効果”](#)をご覧ください。

29. Q28

- * Q28: **滑りのある場合の交流定常解析**について教えてください。回転子が逆回転しているようなような場合を取り扱えますか。
- * A28: 滑りのあるAC定常解析は、実際は回転している回転子を固定し、回転子が固定子側から受ける磁場の周波数が固定子側の周波数のs(滑り係数)倍になるとして計算します。固定子、回転子はともに一般的には回転方向に一樣でなく、磁場は回転方向に高調波成分を含みますが、これを無視し、基本波成分のみと考える近似をします。この様な近似をしますと、例えば回転子が固定子磁場に同期している場合(s=0)には、回転子は静磁場中にあるように見えます。また、s=0.5の場合は、回転子は固定子周波数の半分の周波数の磁場を感じるようになります。滑りを1より大きいs=2.0としますと、回転子は固定子磁場と逆方向に動くことになり、倍の周波数を感じるようになります。r9.2より、1より大きな滑り係数を入力できるようになりました。詳しくは[”滑りのある場合の回転機AC定常解析”](#)をご覧ください。

30. Q27

- * Q27: **外部電流磁場ソース(COIL)**を使用したときのインダクタンスの取り扱いがよくわかりません。
- * A27: 外部電流磁場ソース(COIL)を用いて計算するときには、ソース磁場自体は変形ポテンシャル領域では解析されません。ソースの磁気エネルギーは変形ポテンシャル領域では含まれず、インダクタンスもその分だけ差し引かれたものとして計算されます。定電流源で磁場や渦電流を解析するときには、ソースのインダクタンスは関係ありませんので、これで充分なのですが、ソースが定電圧源に接続され、電流自体が未知数になる場合には、回路計算が連立され、インダクタンス

が関係します。このために、外部インダクタンスとして、空芯のソースインダクタンスを入力するものとしていますが、その取り扱いは若干複雑で、お困りのお客様がおられるかと思えます。詳しくは [”外部電流磁場ソース\(COIL\)におけるインダクタンスの取り扱い”](#) をご覧ください。

31. Q26

- * Q26: r8.6 で **ギャップ要素**の適用範囲が広がりましたが、周期境界条件の場合に制限がありますか。
- * A26: 周期境界面を横切る様なギャップ面は定義できません。周期境界面にもギャップ面があり、それに交わるギャップ面は許されます。

32. Q25

- * Q25: 三次元解析で **断面が長方形でないコイル**を定義したいのですが、どうしたらいいでしょうか。コイルは電流方向に曲折しています。
- * A25: EMSolutionでは、現状かなりやっかいな問題です。いくつかやり方は考えられますので、以下に示します。

1. **ELMCUR (内部電流ソース) の使用** コイルを6面体あるいは3角柱で繋がったメッシュを作成します。恐らく、電流方向に断面寸法が異なってきますので、電流密度でなく、要素断面を通過する電流で定義する必要があります。また、コイル断面内の要素もそれぞれ寸法が異なりますので、それぞれ別物性で定義する必要がありますが出てきます。

2. **SDEF COIL (表面定義電流ソース) の使用** コイルをいくつかの四辺形断面を持つ SDEF COILで定義します。このとき、表面を定義する要素はそれぞれ SDEF COILに対して多重に定義する必要があります。断面が平行四辺形からずれますと電流分布の偏りが出てきます。大体、辺の長さに反比例して電流が偏ると思って下さい。これですと、要素は何でも構いません。少し内部で偏りができても、ATは同じですので、許容されるかと思えます。

3. **COIL (外部電流磁場ソース) の使用** (F)GCEや (F)ARC等の COILを使用することが考えられます。ただ、スライド運動を用いる場合は使用できません。この場合、コイルのある領域を変形ポテンシャル領域にする必要があります。また、磁性体等のあるトータルポテンシャル領域からコイルを要素1層分以上離す必要があります。メッシュと関係なく入力できます。ただ、収束計算の収束が悪くなる可能性があり、ご注意願います ([Q1](#) , [Q4](#))。

いずれにしても、一般のコイルに一樣な電流を定義することはかなりやっかいです。今後、より使いやすいように改良して行きたいと考えます。

33. Q24

- * Q24:4 **面体要素**を使用し渦電流解析を行いました。その分布がおかしいと思われ
れます。
- * A24:扁平な4面体一次要素を使用しますと、メッシュ分割により、渦電流の分布
が正常に計算されない場合があります。二次要素(辺一次節点二次)を使用する
か、メッシュを工夫する事が考えられます。 [”扁平4面体要素の問題点とそ
の解決法”](#)

34. Q23

- * Q23:ホームページにリンクされているファイルを見ますと、改行が無く見難いで
す。
- * A23:リンクをダウンロードし、wordpad等で見ると、ブラウザ上で「表示」→
「ソースを表示」としてご覧下さい。

35. Q22

- * Q22:ソレノイドコイルのような磁場を二次元解析してみたのですが、二次元解析
できるでしょうか。(2001/4/6)
- * A22:EMSolutionでは、二次元解析として、磁場がx y面にあるz方向に変化のな
い場合と、磁場がr z面内にある回転方向に一樣な軸対称の場合に対して二次元
解析が出来るようにしています。プログラム内では一層の三次元要素に拡張して
解析を行っています。
ソレノイドコイル磁場(無限長と仮定すれば二次元問題となります)はz方向磁
場であり、そのままでは二次元解析を行うことが出来ません。少なくとも1層の
三次元メッシュを用意していただく必要があります。二次元メッシュをz方向に
引き延ばすだけです。簡単に作れると思います。ソレノイドコイルの外には
、原理的に磁場は漏れませんので、コイル外周までをモデル化すれば十分です。
境界条件は注意が必要です。詳しくは[”ソレノイドコイル磁場の解析”](#)をご参照
下さい。

36. Q21

- * Q21:Windows 版で実行中、出力ファイルを見ることができません。(2000/12/14)
- * A21:Wordpadでは見ることができませんが、Notepadで見ることが出来ます。ま
た、DOS窓で> type **ファイル名** で見ることも出来ます。Batchバージョンで
は、モニターがでませんので、収束状況等は、output、checkファイルを見て
ご確認下さい。

37. Q20

- * Q20: **内部電流ソース (ELMCUR)** で OPTION=0で通過電流量、OPTION=1で電流密度を入力するようになっていますが、両者で計算してみたのですが、結果が違います。電流密度はコイル電流をコイルの断面積で割って求めました。どうしてでしょうか。(2000/8/21)
- * A20: OPTION=1 で電流密度を入力した場合、プログラム内部で、電流流入面の面積を掛けて通過電流量に変換します。このときの計算された面積と想定された面積が異なってきたため、電流量が異なってきたと考えられます。プログラム内では面積を 3角形あるいは 4辺形として計算します。
OPTION=1は面の面積が要素毎に異なり、電流密度で入力した方が便利な場合があります、用意しています。ただ、上のように、電流量が想定したものと異なってしまふことが有りますので、御注意下さい。できれば、OPTION=0で入力されることが望まれます。

38. Q19

- * Q19: Windows 版でバッチ実行は可能でしょうか。パラメータを変えていくつかのジョブを連続的に実行したいと考えています。(2000/7/12)
- * A19: 従来の Windows版はバッチ実行ができません。バッチ実行が出来るモジュールを作成しましたのでご利用下さい。詳しくは ["Windows版のバッチ実行\(2000/7/12\)"](#) をご参照下さい。

39. Q18

- * Q18: 境界条件で NO_A_0_LINE 以下に辺上の磁気ベクトルポテンシャルを 0に指定できるようになっていますが、どのような場合に使うのでしょうか。
- * A18: 回転周期条件等の対称性があり、中心軸を持つ様な場合にその軸上のベクトルポテンシャルをゼロにしておくことができます。このような場合、遠方境界を $B_n=0$ すなわち遠方境界上のベクトルポテンシャルをゼロとしますと、結果は自動的に軸上のポテンシャルもゼロになるはずですが、誤差の影響で若干ずれる場合があります。このようなとき、磁気面を書きますと対称性がないように見えます(磁気面の書けるのは二次元解析に限ります)。中心軸回りの磁束の変化は一般的に小さく、少しの誤差で大きくずれます。このオプションで軸上のポテンシャルを強制的にゼロとしますと、きれいに対称性を見ることができます。
中心軸のポテンシャルがゼロにならないことが解っているときには、この指定をしてはいけません。例えば、二次元解析で回転周期条件があっても z 方向の電流の対称部分も含めた領域での総和がゼロにならない場合は、指定してはいけません。これを指定しますと、磁気と遠方境界でポテンシャルがゼロとなり、その間

Q and A

の磁束量がゼロと強制されます。これは、電流の与え方と整合しません。
この境界条件を指定して良いかどうか迷われるときは、指定しないのをお薦めします。これを指定する場合は滅多にありません。

40. Q17

- * Q17: **スライド運動**を使用するときは、周期境界条件が必要なようですが、**回転運動で対称性のない場合** スライド運動を使用できるのでしょうか。また、どのようにすれば良いのでしょうか。
- * A17: 対称性のない場合でも、回転スライド運動の計算ができます。基本的には、360度周期対称と考えて下さい。その場合、メッシュモデルは、対称性を考慮する必要はありません。ファイル input 入力、1 4 . 周期境界条件で、CYCLIC=2, SYMMETRY=0, ANGLE=360. として計算して下さい。

41. Q16

- * Q16: SUFCUR (面流入電流ソース) に定電圧電源を接続した解析を、静磁場解析で ELMCURを使った解析結果を初期条件として行いたいのですが、可能でしょうか。
- * A16: 可能です。ELMCUR あるいはSDEFACOIL で所定の電流分布を与えた静磁場解析結果を初期条件として、SUFCURを用いた過渡解析を行い、それ以降の電流分布の変化を調べることができます。詳しくは ["メモ"](#) をご覧下さい。

42. Q15

- * Q15: inputの中で、外部電流ソース COILと面流入電流ソース SURFCURには、TIME_IDにより起磁力電流の時間変化が入れられるようになっており、一方、電源に接続しても起磁力を与えることができます。この二つの関係がよく解りません。
- * A15: COIL、SUFCURの TIME_IDはできるなら使わないで下さい。できれば、このオプションを無くしたいのですが、経緯上残しています。TIME_IDと電源入力を重ねて入れますと、二重に印加する事になります。COIL、SUFCURの TIME_IDで印加は可能ですが、紛らわしいので使用しない方が良いと思われれます。今後、データを作成される場合は、MAGNET以外、必ず、電源に結線して使うように御願いいいたします。従って、必ず、COIL、SUFCURの TIME_IDはゼロとして下さい。

43. Q14

- * Q14: 一定断面を持つ長い導体に、垂直に磁場が加わった場合の渦電流の解析を **二次元解析** で行いたいのですが、どのようにすればよいでしょうか。
- * A14: EMSolutionでは、二次元解析も [Q5](#) に述べましたように、一層の三次元メッ

シュに拡張して解析を行います。二次元メッシュを入力として計算を行われる場合は、上下面の境界条件 ($B_n=0$) は自動的に課されます。一層の三次元メッシュを直接用いて計算を始められる場合は、上下面の境界条件を入力する必要があります。また、多くの場合、 z (長さ) 方向の電流の総和はゼロのなりますが、その条件は面流入電流ソース (SUFCUR) を用いて課することができます。詳しくは [”二次元近似による解析”](#) をご覧ください。

44. Q13

- * Q13: **節点力法**と Maxwell 応力法は非常に違うように見えますが、どのような関係にあるのでしょうか。(2000/6/23)
- * A13: 非常に密接な関係があります。トータルの力やトルクを求める場合は、基本的に変わらないといえます。 [”節点力法とMaxwell の応力法の関係”](#) をご覧ください。

45. Q12

- * Q12: 磁性材の板に働く電磁力を **節点力**により求めたのですが、その分布が良く理解できません。(1999/10/7)
- * A12: 磁性体内からの Maxwell 応力を考慮したためです。磁性体内の Maxwell 応力については諸説有り、確定しておりません。磁性体内からの応力を無視した方が、直感的に合う場合もあります。 [”磁性体に働く表面力について”](#) をご覧ください。

46. Q11

- * Q11: SUFCUR (**表面流入電流ソース**) は $B_n=0$ の対称面しか定義できないのでしょうか。 [”Tutorialの例”](#) を見ますとそれ以外でも使えそうなのですが。(1999/10/7)
- * A11: ギャップ要素と組み合わせれば、どの位置でも定義できます。また、回転周期対称の時も、その端面に定義することができます。 [”計算例”](#) をご覧ください。

47. Q10

- * Q10: 表面インピーダンス法で、**ジュール発熱**を出力したいのですが、出力できません。 [”Tutorial のデータ”](#) で試してみましたが、やはり出ません。
- * A10: r6.7以降入力方法を変更したため、出なくなりました。 [”Tutorial”](#) を変更修正しましたので、参考下さい。表面インピーダンス法での発熱は 1周期平均として出します。このため、Inputで、10.入出力ファイル AVERAGE=1として下さい。このとき、磁場分布ファイル等の各フェーズで求められる量は出力されま

せん。必要な場合は、 AVERAGE=0でリスタート下さい。

48. Q9

- * Q9: 導体中にたくさんの **絶縁ギャップ**があり、絶縁面要素を入れて計算したところうまく作動しませんでした。絶縁要素が体積要素一層しか挟んでいませんでしたので、二層入れますとうまく計算できました。何故でしょうか。また、一層だけでは駄目なのでしょうか。
- * A9: お尋ねの通りとなります。まず、一つの体積要素は、1面以上の絶縁要素(ギャップ要素も同様です。)に接しないようにモデルを作成して下さい。現状、4面体要素等の節点あるいは辺のみが絶縁要素と共有するような場合も扱えませんが、これも合わせて、今後改良したいと考えます。ただ、一層の体積要素を絶縁要素で挟むようなモデルでは、渦電流等の分布が正しく近似されるとは思われません。少なくとも2層、あるいはそれ以上の総数が必須だと思われれます。

49. Q8

- * Q8: 要素特性入力の所で、 EXTEND_TOTALのオプションがありますが、どのような意味があるのでしょうか。
- * A8: 節点力を求める場合は、節点がトータルポテンシャル領域内にある必要があります。周りの空間が少なくとも一層トータルポテンシャル領域になっている必要があります。一方、外部電流磁場ソース (COIL)を使用する場合は、それを含む領域を変形ポテンシャル領域に指定する必要があります。磁性体や導体の周りに薄いトータルポテンシャル領域を前もって定義するのは、手間がかかります。そこで、このオプションをたてることにより、自動的に、トータルポテンシャル領域の外側一層の要素を、 EMSolution内部で自動的に、トータルポテンシャル領域に変更することができるようにしました。このことにより、メッシュ作成時に、上の薄い層を定義する必要はありません。
注意していただきたいことは、一層トータルポテンシャル領域が磁性体や導体の外側に一層拡張されますので、 COILがその中に入ってしまうと、計算がおかしくなります。このため、 COILが磁性体や導体の直近にある場合には、注意して下さい。このような場合、必ず、 COILと磁性体、導体の間に空気層が少なくとも一層あるようにメッシュを作成して下さい。それが困難な場合は、ELMCURや SDEF COILを使用されることをお勧めします。
EXTEND_TOTAL が必要な場合は、上の節点力を求める場合と、薄板非磁性を変形ポテンシャル領域に定義した場合です。また、空気領域に磁気スカラーポテンシャルを用いた場合、透磁率の大きく異なる面を、ポテンシャル境界とすると結果がおかしくなることが報告されています。弊社でも確認済みです。従いまして、この場合で磁性体の周りを変形ポテンシャル領域とした場合も、

EXTEND_TOTAL=1とする事が必要です。

50. Q7

- * Q7:下の質問に関連しますが、**並進周期対称性**の場合や、**平行な二面が対称面** の場合、 GCEや ARCで外部磁場を表したとき、無限個必要なことになってしまいませんか。
- * A7:実はその通りなのですが、解析領域の周りに数周期分のコイルを配置すれば大丈夫のようです。あるいは、ARCや GCEを解析領域に含め(もちろんこれらは変形ポテンシャル領域の中に有る必要があります。)、その周りの領域をトータルポテンシャル領域とすることで、解析領域内だけの定義で充分となります。詳しくは [" 並進周期性のある場合の外部磁場電流ソースの問題点 "](#) をご覧下さい。

51. Q6

- * Q6:外部電流磁場ソース(COIL)の一樣磁場入力には、 A_FORMのオプションがありますが、よくわかりません。
- * A6:一般的に、外部電流磁場ソースの磁場は、計算の境界条件と整合している必要があります。例えば、 $B_n=0$ ($A_t=0$)面が指定されていますと、その面ではやはりソース磁場の A_t もゼロになっている必要があります。また、周期境界条件の場合には、ソース磁場も同じ周期性を持っている必要があります。一樣磁場を磁気ベクトルポテンシャルを表現する式として、入力に示していますような 3種の形が考えられ、オプションで選択できるようにしています。A_FORM=0の形では磁気ベクトルポテンシャルは磁場に直交する成分のみを持ちます。従って、例えば z軸方向の磁場に対して、 $B_n=0$ 面が z 軸を含む面の時使用できます。 $z=a$ および $z=b$ の二面で $B_n=0$ の場合(二次元 z並進対称計算もこの場合に入ります。)には、この形は使えません。A_FORM=1,2を使いますと、 A_z のみで磁気ベクトルポテンシャルが表せます。 B_x のある時は A_FORM=1、 B_y のある時は A_FORM=2を使用します。両方ある時はこれらの重ね合わせを使います。

52. Q5

- * Q5:EMSolution では**二次元解析**を三次元解析に焼き直して解析しているそうですが、どういうことでしょうか。また、使用上の注意があれば教えて下さい。
- * A5:EMSolution の二次元解析 (z並進、軸対称)では、入力は二次元メッシュとしますが、内部で z ()方向に一層拡張し、たとえば四角要素は 6面体要素に変換し、三次元解析として計算します。その z ()方向の拡張幅が入力の DELTA_Z(DELTA_THETA)となります。 post_geomを見ていただければどのような三

次元データに焼き直されているかがわかります。三次元メッシュへの変換においては、二次元メッシュの面要素の向きは自動的に全て正向きに変換されます。DELTA_Zを大きくした場合、非常に細長い要素が生成されますが、問題はありません。軸対称の場合、要素はセクター型要素でなく台形型の要素に角度方向に拡張しますので、あまり DELTA_THETAが大きいと良くありません。1度程度にして下さい。z=0および z=DELTA_Z (=0および =DELTA_THETA)の面は $B_n=0$ の境界条件を自動的に課します。このため、磁場が z () 方向にを向いているような場合には適用できません。その場合は三次元メッシュで始めて下さい。また、二次要素は適用できません。

軸対称計算で z 軸に接する要素は必ず四角形として下さい。三角形が1点で接する要素は三次元に変換できません。(ピラミッド型の要素は EMSolution では用意していません。)

体積要素の面番号は底面 (z=0, =0) が 1、その反対が 2とされます。このため、ELMCURで電流ソースを入力する場合は、必ず、流入面が 1で流出面が 2か、その逆となります。二次元メッシュの面要素はそのまま、面流入電流ソース (SUF CUR) の定義面として使えます。

結果は全て三次元に焼き直して出力されます。すなわち、出力される磁束量、発熱量、電磁力等は全て、DELTA_Z(DELTA_THETA)の間の積分量です。z 並進対称の場合はこれらの量は DELTA_Zに比例するはずですが、軸対称の場合は、DELTA_THETAには比例しません。電源の所で、REGION_FACTORの入力がありますが、例えば軸対称で1度の計算をしており、CIRCUITの入出力を360度分としたときは REGION_FACTOR=360.として下さい。

二次元計算の場合は、magneticファイルに節点量の第5成分として、磁束量を出力しています。この磁束量もまた、DELTA_Z(DELTA_THETA)の間の積分量です。磁場は等磁束面に沿って流れます。

z 並進解析の場合、境界条件を十分に考えて下さい。例えば、トータルとして z 方向に電流が流れる場合、外境界条件を $H_t=0$ で計算するとおかしなことになります。 H_t の外周積分が z 方向電流成分の積分に等しくなるはずだからです。

二次元を三次元に変換して計算すると効率が悪くなるとお考えかもしれませんが、確かに、要素積分等は三次元積分をしますので、要素行列等を作るときに時間がかかります。また、節点データもほぼ倍になる等、計算容量も大きくなります。また軸対称の場合は、DELTA_THETAにより、結果が異なってきます。しかし、未知数量は二次元計算と全く同じになり、行列を解く段階では、二次元計算と同じになります。A法辺要素法においては、二次元計算の節点量 A_z 、 A) と、三次元計算の z () 方向の辺量が全く等価になります。プログラムの一貫性から、完全 2次元化は見送っております。

53. Q4

- * Q4:複雑な曲がったコイルを GCEだけで模擬したいのですが、問題ないでしょうか。ARCデータはやっかいです。
- * A4:曲線のつなぎ目で電流連続が満たされなくなり、ICCG法の収束が悪くなります。できれば、ARCデータで結んでいただきたいのですが、断面積が小さい場合は、線電流で模擬することができます。r7.5バージョンより、GCEおよびARCの線電流版 (FGCE, FARC) を用意いたします。r7.4バージョン以前でも断面積を非常に小さくしますと線電流となり、電流不連続は小さくなります。 [” GCE \(直方体電流要素\) 使用上の留意点 ”](#) をご参考下さい。

54. Q3

- * Q3:output ファイルの最後に出てくる**使用メモリ** (used region)はどのように計算されているのですか。どうもおかしいのですが。
- * A3:ダイナミックに取りに行くメモリの番地の最大値から最小値を取っております。メモリを連続的に取りに行く場合はこれで使用されたメモリ量が示されます。メモリのアロケーションはシステムに任せておりますので、実際には連続的に取られないことがあるようです。このため、出力される値はシステムによって異なり、また意味のないものになる場合があります。ちなみに弊社使用の Sun Sparc Solaris, Solaris 2.5.1 1CPU ではかなりな精度があります。残念ですが、参考値程度と考えて下さい。
どうしても必要な場合は、実行開始時に使用メモリ量を与えて下さい (UNIX, Linux, Windowsバッチ実行の場合可能)。この場合、十分に余裕を持たせて下さい。
もし、最大ダイナミックアロケート量を計量するご存じの方がおられましたらお教えいただければ幸いです。

55. Q2

- * Q2:**電磁力**がうまく求まりません。電磁力が平衡してトータルゼロになる場合でも、トータル力が出てきます。誤差としてはかなり大きすぎます。
- * A2:電磁力が平衡している近くの電磁力を精度良く求めることはかなり困難です。対称性がある場合は、メッシュをできるだけ対称なものにしてください。また、誤差は平衡位置にあまり寄りませんので、平衡位置の値を差し引くことが考えられます。一例を [” 電磁力解析の問題点 ”](#) に示しますので、ご参考ください。

56. Q1

- * Q1:変形ポテンシャル領域で**外部磁場電流ソース** (COIL) を使用すると、ICCG法

Q and A

の収束が悪くなることがあります。どうしてでしょうか？どうすれば改善されるでしょうか。

- * A1: ソースがトータルと変形ポテンシャルの境界の近くにきますと、境界条件として与えるソース項の積分誤差が悪くなり、収束しなくなります。対策としては、コイル近傍のメッシュを細かくすること、ガウス積分の次数を上げること、トータルポテンシャル領域として ELMCURあるいはSDEF COIL等と与えることが考えられます。詳しくは、[”変形ポテンシャル領域に配置する外部磁場電流ソースのICCG法収束性に対する影響”](#) をご覧ください。