



MEMS用設計・解析支援システム

MemsONEメッシュ分割手法の紹介

1. メッシュ分割機能の種類
2. メッシュ分割機能の特徴比較
3. メッシュ分割機能の内部処理ロジック概要
4. 6面体メッシュ分割の手法
5. メッシュ分割に関わる周辺機能と留意事項
6. 3次元メッシュ分割手法の適用ガイドのまとめ

MemsONEサポートセンター

日本ユニシス・エクセリユーションズ株式会社

前田 幸久

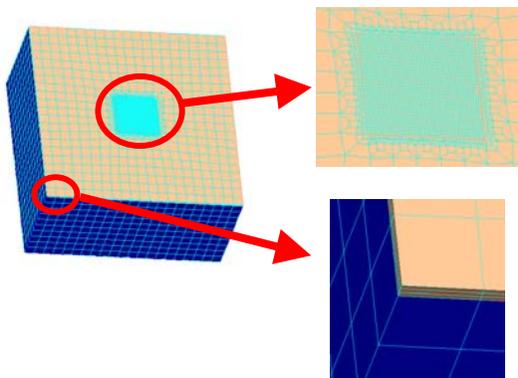




1. MemsONEにおけるメッシュ分割機能の種類

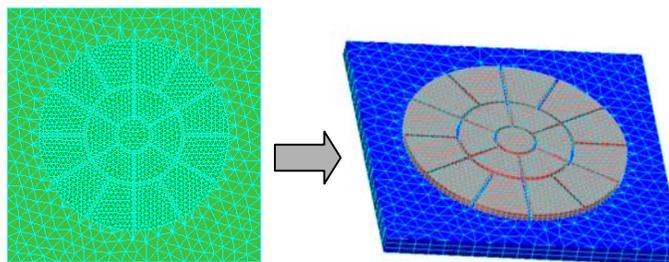
□ソリッドメッシュ

①6面体メッシュ



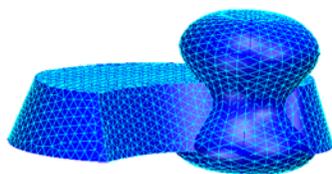
立体毎、軸方向毎にサイズ指示

②シェル要素のSWEEP(6面体、5面体)



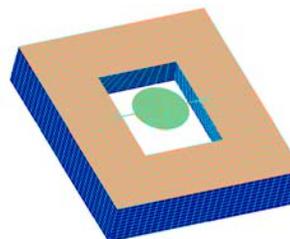
構成面毎、sweep方向毎にサイズ指示

③4面体メッシュ



立体又は構成面毎に
サイズ指示

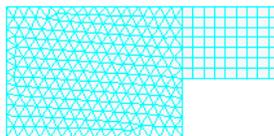
④6面体と4面体の組み合わせ



6面体と4面体の結合例

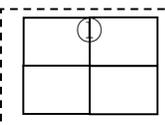
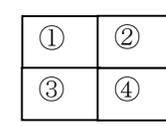
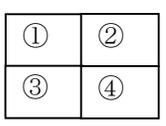
□シェル要素、2次元メッシュ

⑤4角形メッシュ、3角形メッシュ



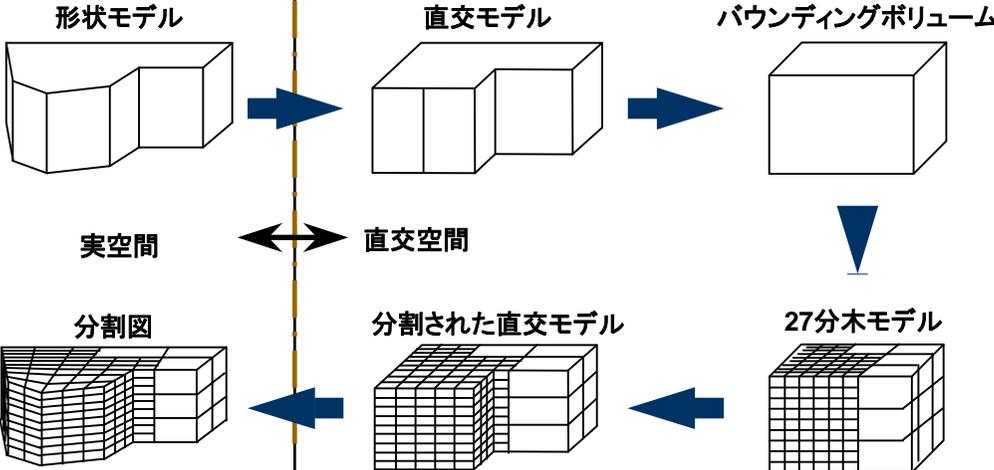
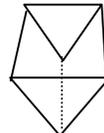
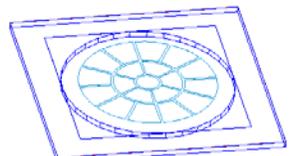
4角形と3角形の結合例

2. メッシュ分割機能の特徴比較

NO	作成される有限要素	分割対象形状	立体毎のメッシュ分割の逐次性	補足	
①	ソリッドメッシュ	6面体メッシュ	多面体立体 (曲面系立体は対象外) 	全立体を一度に指示 ・立体毎、座標軸毎のサイズ指示が可能(*)	
②		シェル要素の sweep	シェル要素	構成面単位で、シェル要素を逐次sweep ・構成面毎、Sweep方向毎のサイズ指示が可能(*)	
③		4面体メッシュ	曲面系立体もOK	立体毎に逐次メッシュ分割可能 	・立体毎のメッシュ分割が可能 ・メッシュデータ量が増大
④		6面体+4面体	6面体は多面体立体	6面体メッシュを最初に作成	
⑤	シェル要素 2次元メッシュ ・4角形、3角形	複合面の構成面 (曲面もOK)	逐次処理方式 	3次元シェル要素 3次元軸対称要素 2次元解析用要素(平面歪、平面応力)	

(*) 薄膜の積層構造の多いMEMSでは必須

3. メッシュ分割機能の内部処理ロジック概要

NO	メッシュ分割手法	内部の処理ロジック概要	備考
①	6面体メッシュ	<p>実空間の形状モデル(立体群)を直交座標系の矩形モデルと位相的(*)に対応付ける。 (形状認識法)</p> <p>(*)位相的対応: 頂点、境界線、構成面の対応 特に、境界線を3軸(X,Y,Z)のいずれかに適切に対応付けるがポイント</p>  <p>・直交座標空間でメッシュ分割し、実空間に逆写像</p>	<p>実空間モデルと直交空間モデルの対応付けが必ず出来るとは限らない。</p> <p>例1) 三角柱は原理的に直方体との位相対応付けが不可</p>  <p>例2) 斜めの境界線を多数有する立体の場合には対応付けに苦労</p> 

3. メッシュ分割機能の内部処理ロジック概要(続き)

NO	メッシュ分割手法	内部の処理ロジック概要	備考
②	シェル要素のsweep	シェル要素を一定の方向にsweepし、ソリッドメッシュを作成する。(立体も同時に作成される。) アルゴリズム的には安定しており、原則として、必ずメッシュが生成される。	Sweep方向にテーパ角のない形状であれば、適用可能
③	4面体メッシュ	Step1) 立体の境界線上にメッシュ節点を求める Step2) 境界線上の節点を元に、立体の構成面を3角形分割する Step3) 立体の構成面の3角形をもとに、立体内部を4面体分割する。 	概ね安定的に作成される
④	6面体+4面体	上記、6面体メッシュ作成と、4面体メッシュ作成の組み合わせ	
⑤	シェル要素 2次元メッシュ ・4角形、3角形	Step1) 立体の境界線上にメッシュ節点を求める Step2) 境界線上の節点を元に、立体の構成面を3角形分割する。 補) Step1, Step2は、4面体メッシュ分割と同じ	概ね安定的に作成される。 4角形指示の場合でも3角形が発生することあり。



4. 6面体メッシュ分割の手法

6面体メッシュ分割が出来ない場合の対応手法

① メッシュサイズを変更してトライ

- ・まづ、最初に、サイズを変更してみる。
- ・特に、薄い立体や、狭い幅の溝／梁を持つ形状に対して、大きなメッシュサイズを指定してエラーになった場合は、メッシュサイズをよききめ細かに変更することでOKとなる場合有り。

== 以下は、サイズ変更でNGの場合の対応方法を紹介する ==

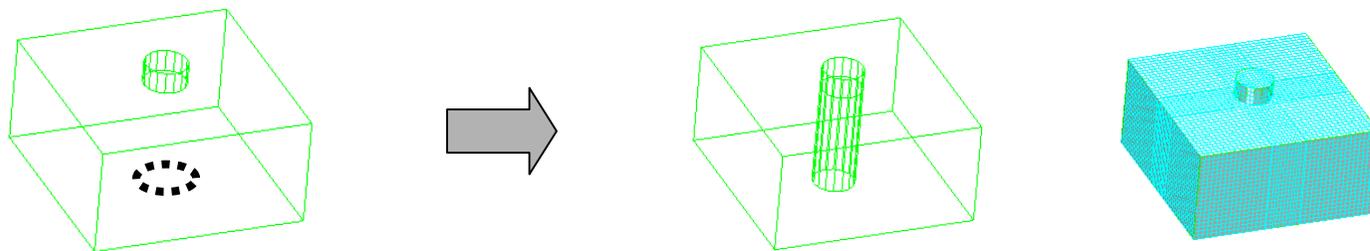
6面体メッシュ分割できない場合、内部処理的に実空間モデルと直交モデルとの位相対応付けで失敗していることが多い。
→対応付けを成功させるため、実モデル立体の位相情報を追加する手法(考え方)を説明する。



4. 6面体メッシュ分割の手法(続き)

② **立体を分割**する…メッシュサイズの細分化のための立体分割と同じ手法

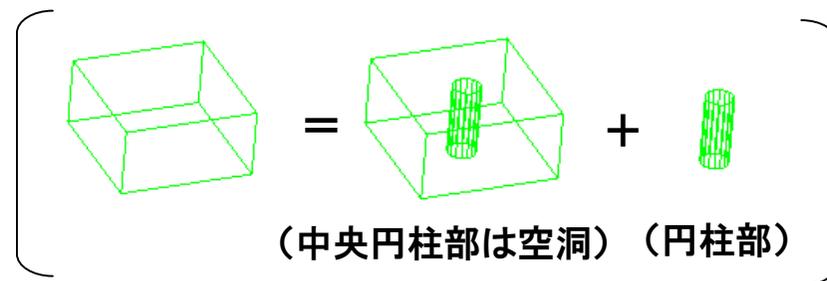
例)直方体上に円柱が乗っているモデル(円柱:斜め境界線が多い)



直交空間での底面近辺での位相の
対応に失敗した場合を想定

(補)V30では、この形状パターンは、
本手法を適用しなくても、概ねOK

直方体の中心部分を円柱形状で分割





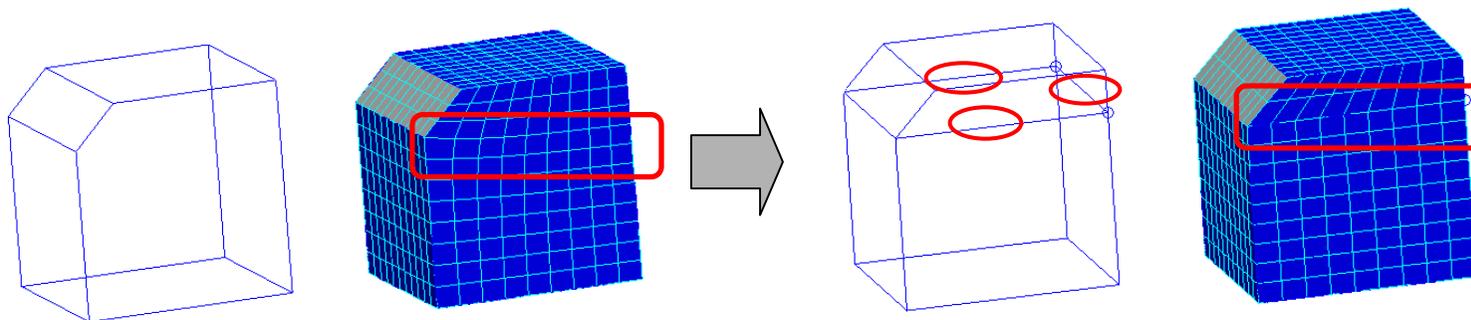
4. 6面体メッシュ分割の手法(続き)

③境界線の附加

メッシュ分割対象立体に対し、直接境界線を追加する
(位相変更機能／境界線附加コマンドを使用)

例)(境界線附加をしなくても、メッシュ分割が可能なパターン)

境界線附加により、位相対応付けが変化し、結果、作成されるメッシュも変化する様子を示す。



○の部分に境界線を附加

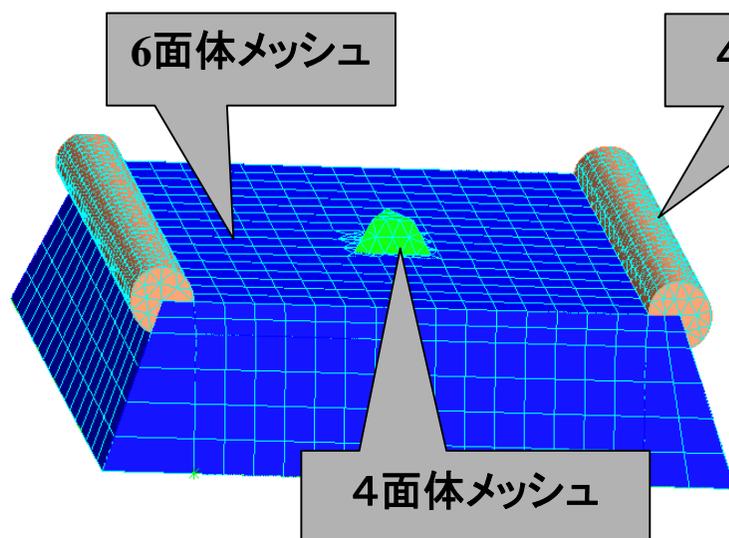


4. 6面体メッシュ分割の手法(続き)

④ 6面体メッシュ に 4面体メッシュ を接続

基板部分あるいは主要立体を6面体メッシュ分割し、残りの立体を4面体分割する

例) 基板上に、円筒(曲面)と三角柱を附加したモデル。(人工モデル)



操作手順:

ソリッドメッシュコマンドにて、

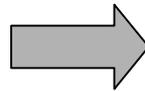
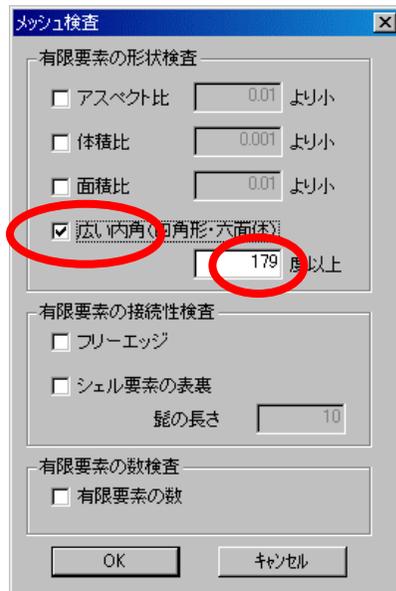
- 1)前処理(接続構成面の共有化)
 - 2)基板立体の6面体メッシュ分割
 - 3)円筒立体の4面体メッシュ分割
 - 4)三角柱立体の4面体メッシュ分割
- を順次実行。



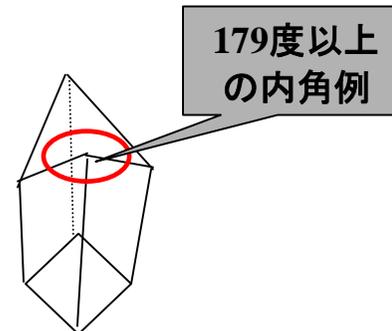
5. メッシュ分割に関わる周辺機能と留意事項

① メッシュの検査コマンド

179度以上の内角をもつ検査結果に対する、
6面体の自動分割オプション(紹介)



該当する6面体メッシュが存在する場合、
6面体を2つの5面体に分割して、
179度以上の内角を解消するオプション
機能あり。





5. メッシュ分割に関わる周辺機能と留意事項(続き)

②集合演算や切断分離後の、材質情報の確認と再設定 (留意事項)

- ・立体の集合演算→切断分離を行うと、立体の内部IDが変更され、それまで立体に追加されていた材質情報が変わります。
→材質情報の確認(材質番号による表示ONOFF)を行い、必要あれば、材質情報を再設定してください。

③立体削除とメッシュ削除の順番(留意事項)

- ・メッシュが作成されてい立体を削除する際は、原則として、メッシュの削除のあと、立体の削除を行ってください。(立体の削除ではメッシュは削除されません)
(メッシュ削除の前に立体削除を行った場合は、モデル全体のメッシュ削除を使用してください)

④FEMデータの一括削除

- ・何らかの原因により、メッシュデータや解析条件データが利用できなくなった場合、幾何要素以外のデータを一括削除し、幾何要素から作業を再開する為の運用上の特殊機能です。
- ・FEM関連データとして、有限要素、解析条件データ、材質情報を全て削除します。



6. 3次元メッシュ分割手法の適用ガイドのまとめ

