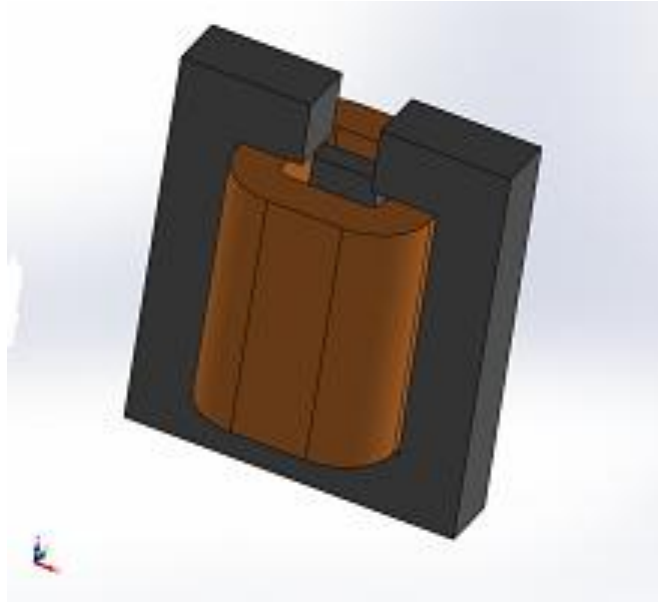


## 三次元静解析による磁気力のベンチマーク

### T.E.A.M. Problem20



静的な磁気力計算のベンチマークのために設計されたモデルの解析例を紹介します。

モデルの構造は、非線形材料のヨークとポール、およびポールに巻いたコイルからなり、コイルは直流電流で励起します。この紹介事例では磁気力、磁場分布の計算といった静磁場解析における MagNet for SolidWorks の能力を示します。

1000,3000,4500,5000AT の 4 種類の電流値でコイルを励起したときのポールにかかる力と、ポール・ヨーク間のギャップ部の磁束密度を評価します。

この解析事例は Testing Electromagnetic Analysis Methods (T.E.A.M.) problem #20: 3-D Static Force Problem を基準とし、詳細は International Compumag Society の web サイトでご確認いただけます。

<http://www.compumag.org/jsite/images/stories/TEAM/problem20.pdf>

#### ○メッシュ制御について

より正確な磁気力を計算するためにポール部のメッシュを改善する必要があります。計算に使用したメッシュを図 1 に示します。

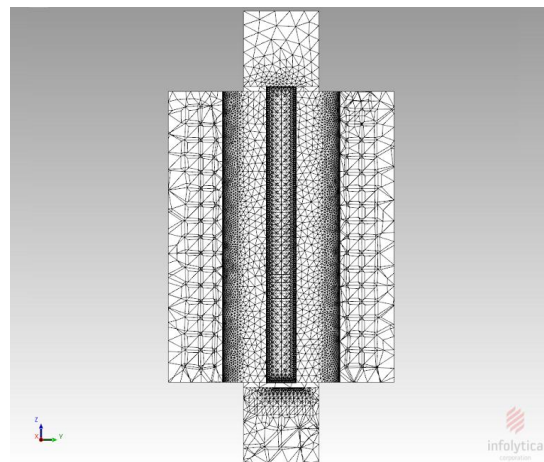


図 1：解析メッシュ

○材料特性について

ヨークとポールに指定された材料の B-H 曲線は MagNet for SolidWorks 内部でモデリングし、ライブラリに追加することが可能です。追加した材料データのプロパティ画面を図 2 に示します。

Magnetic Permeability  
Type: Nonlinear, Isotropic, Real

Temperature: 20 °C

H (A/m)	B (T)
0	0
27	0.01
58	0.025
100	0.05
153	0.1
185	0.15
205	0.2
233	0.3
255	0.4
285	0.5
320	0.6
355	0.7
405	0.8
470	0.9
555	1
673	1.1
836	1.2
1065	1.3
1220	1.35
1420	1.4
1720	1.45
2130	1.5
2670	1.55
3480	1.6
4500	1.65
5950	1.7
7650	1.75

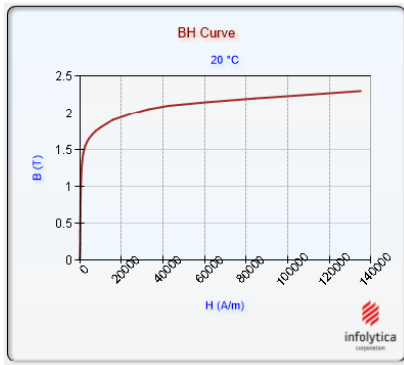


図 2 : 材料プロパティ

○磁束密度分布

電流値を 5000AT に設定したときの、コイルの中心を通る断面の磁束密度分布を図 3 に示します。

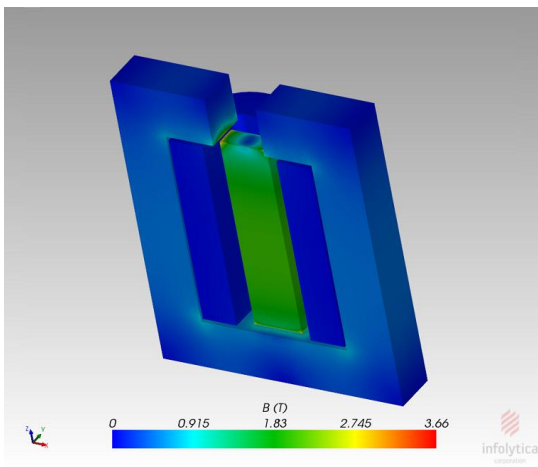


図 3 : コイル中心を通る面の磁束密度分布

○直線上の磁束密度

各電流値でコイルを励起した際の、ポール-ヨーク間のギャップ部の縦方向 10mm (T.E.A.M. Problem20 で定義された a-b 間)の磁束密度を図 4 に示します。

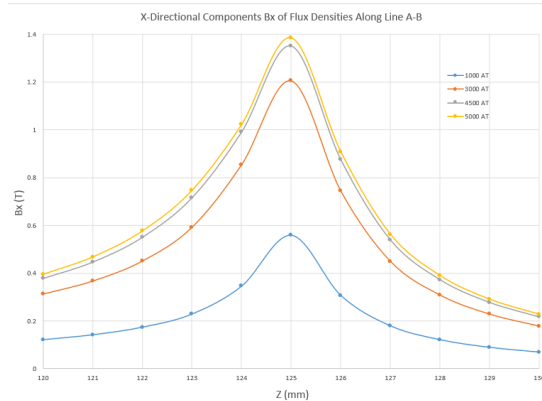


図 4 : a-b 間の Bx

○ポール部にかかる磁気力

各電流値に対する、ポール部にかかる磁気力の計算値と測定値の比較を図 5 に示します。測定値と比較して計算値がよく一致していることが確認できます。また、電流値に対して比例しないことから、モデリングした材料の非線形性が適用されていることも確認できます。

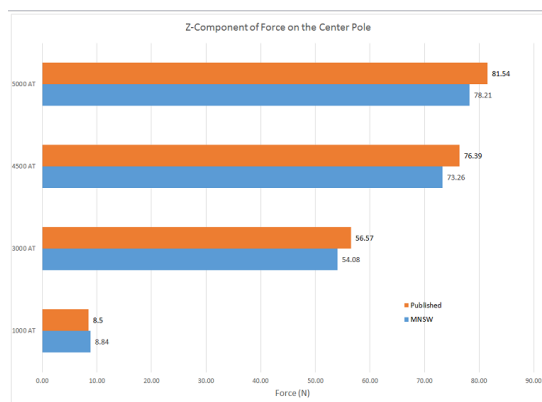


図 5 : ポールに働く力