

Magnetic moment distribution analysis software with SVD method for MNPs (Version 1.00) 簡易マニュアル

九州大学大学院システム情報科学研究院

電気システム工学部門

笹山 瑛由・吉田 敬・圓福 敬二

1. ソフトウェアの概要

特異値分解（SVD）法を用いて磁気ナノ粒子（MNPs）の磁気モーメントの粒子数の分布を求めます。計算は、計算対象が超常磁性体であり、かつ、磁気ナノ粒子間の相互作用は無視できるという仮定の下で行います。解析結果として、磁気モーメント m の分布、磁気ナノ粒子コアの直径 d_c の分布、および求めた磁気モーメント分布から計算される M-H 曲線を得ることができます（図 1）。

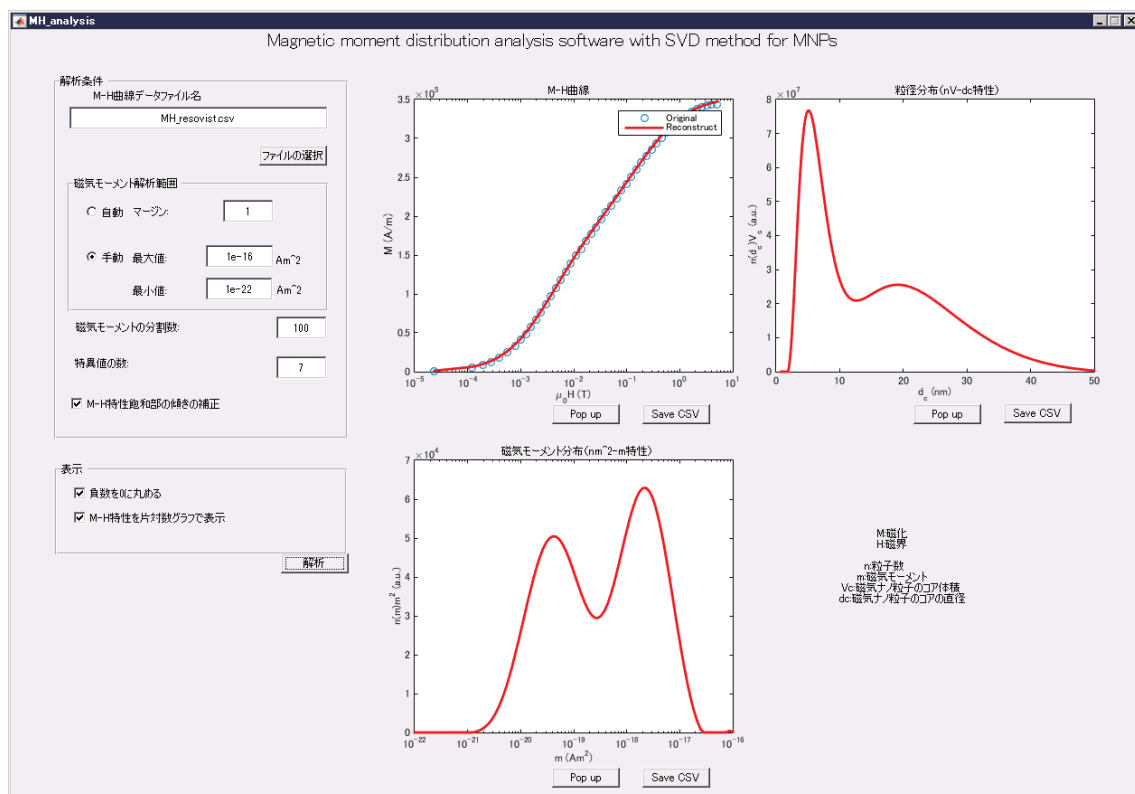


図 1：解析ソフトウェアの外観図

2. 動作環境

MATLAB Runtime (MATLAB R2014b)が動作する環境.

確認済み動作環境：Windows 7 (64 bit), Windows Server 2008 R2 Enterprise

3. インストール

実行ファイル (MH_analysis32.exe (32 bit 版) もしくは MH_analysis64.exe (64 bit 版)) を適当なフォルダにダウンロードして実行してください.

なお, MATLAB R2014b(8.4) 32 bit/64 bit でコンパイルされているため, 実行する場合は MATLAB Runtime のインストールが必要になります. 下記 URL より当バージョンに対応した MATLAB Runtime をダウンロード・インストールしてください.

<http://jp.mathworks.com/products/compiler/mcr/>

4. アンインストール

レジストリの変更は行っておりませんので, 実行ファイル (MH_analysis32.exe, MH_analysis64.exe) を削除するだけです.

5. 使用方法

5.1 使用方法の概要

1) 解析の設定

解析対象となる M・H 曲線データ (CSV ファイル) を「ファイルの選択」ボタンをクリックして選択するか, テキストボックス内に手入力することで指定します. 続いて, 解析パラメータ, 解析条件を設定します (設定項目の詳細は 5.3 節を参照してください).

2) 表示方法の設定

結果の表示方法を設定します (設定項目の詳細は 5.4 節を参照してください).

3) 解析

「解析」ボタンをクリックします. 解析終了後に, 各々の図の下にある「Pop up」ボタンを押すと, 図を別ウィンドウに表示できます. また「Save CSV」ボタンを押すと, グラフのデータを CSV 形式にエクスポートできます.

5.2 M・H 曲線データの書式

当ソフトウェアで読み込むことができる M・H 曲線のデータ形式は CSV 形式であり, 第 1 列目に磁界 (単位 : T), 第 2 列目に磁化 (A/m) を格納します (図 2). 格納する M・H 曲線は第一象限のデータで, M, H とともに昇順 (単調増加) とします*. 数値の表記は指数形式, 小数形式いずれも可能です.

*負の M, H の値が格納されている場合, 当ソフトウェアではその値を無視します.

```
例) MH_resovist.csv
2.35E-05,1076
0.00012249,5622.7
0.00019177,8771.9
.
.
.
5, 364000
```

図 2 : M・H 曲線のデータ形式

5.3 解析パラメータ, 解析条件

○磁気モーメント解析範囲

- ・「自動」ラジオボタン

M・H 曲線データにおける H の最大値 H_{\max} および最小値 H_{\min} から解析で求める磁気モーメントの分布の範囲を自動的に求めます (計測磁場強度が 1 T 以下を想定).

$$\text{磁気モーメントの最小値 : } m_{\min} = \frac{k_B T}{H_{\max}} \cdot \frac{1}{\alpha}$$

$$\text{磁気モーメントの最大値 : } m_{\max} = \frac{k_B T}{H_{\min}} \cdot \alpha$$

k_B : ボルツマン定数 (1.38×10^{-23} J/K)

T : 絶対温度 ($T = 300$ K)

α : マージン (デフォルト : 1)

- ・「手動」ラジオボタン

磁気モーメントの分布の範囲を手動で設定します.

○磁気モーメントの分割数

磁気モーメントの分割数 K を指定し、磁気モーメントの計算点を次式で求めます.

$$m_k = m_{\min} \left(\frac{m_{\max}}{m_{\min}} \right)^{(k-1)/(K-1)}, k = 1, 2, \dots, K$$

○特異値の数

特異値を何個使用するか指定します. 数学的には数が多い方がより良い近似解が得られますが, 多くしすぎると数値計算上は不安定になりえます. したがって, 適切な値を見出して設定する必要があります.

○M・H 曲線飽和部の傾きの補正

M・H 曲線において, 最も H が大きい箇所では飽和していると仮定し, その部分での傾きが 0 になるよう次式を用いて補正します.

$$M_{\text{new}}(H) = M_{\text{old}}(H) - H \cdot \left. \frac{dM_{\text{old}}}{dH} \right|_{H=H_{\max}}$$

5.4 表示

・負数を 0 に丸める

磁気モーメント分布計算において得られた値が負となったものを 0 とします.

・M・H 曲線を片対数グラフで表示

解析前の M・H 曲線および磁気モーメント分布より得られる M・H 曲線の表示形式を片対数グラフで表示するか否か設定します.

6. 利用許諾

本ソフトウェアはフリーソフトウェアです. 著作権は作者である笹山 瑛由, 吉田 敬, 圓福 敬二が保有しています. 本ソフトウェアを使用したことによるいかなる損害に対しては, 作者は一切の責任を負いません.

7. 開発環境

Windows Server 2008 R2 Enterprise

MATLAB R2014b(8.4) 32 bit 版/64 bit 版

8. 連絡先

九州大学 大学院システム情報科学研究所 電気システム工学部門

笹山 瑛由 sasayama@sc.kyushu-u.ac.jp