

研究責任者名 Name	小野 寛太 Kanta Ono	所属機関 Affiliation	高エネルギー加速器研究機構 KEK
受理番号 Proposal No.	大型 12/13-03	研究課題名 Program title	磁気構造シミュレーションによる永久磁石の保磁力モデルの構築

研究を終了しましたので、下記の通り報告します。

<p>成果の概要 Abstract (和文)</p> <p>磁性材料の磁化過程の理解は、磁気特性を知る上で重要であり、これまでもマイクロ磁気シミュレーションによる磁化反転プロセスの計算が行われてきた。次世代高性能磁石の開発などで大規模シミュレーションへの期待が高まっているが、ワークステーションやGPUを用いたシミュレーションでは、CPU性能やメモリ量、通信帯域幅などの問題で、数十万セル程度の小規模な計算に留まっていた。今回、スーパーコンピュータを用いることにより、反磁場計算を含み、さらに1億セルを超える大規模シミュレーションが可能なマイクロ磁気シミュレータを実装した。本計算には、KEKのスーパーコンピュータHitachi SR16000/M1を使用した。計算コードは自動並列コンパイラを用いた共有メモリ型並列化とMessage Passing Interface(MPI)による分散メモリ型並列化を併用するハイブリッド並列化を行った。巨視的な反磁場の影響を避けるため周期境界条件を課し、反磁場の計算は3次元FFTを使用した。本研究により、スーパーコンピュータを用いることで、1億セルを超えるような大規模計算が1日程度という現実的な時間で可能であることが明らかとなった。大規模セル数での計算が可能になったことで、実際の磁石材料サイズのシミュレーションによる磁性材料開発への展開が期待できる。</p> <p>(英文)</p> <p>We have successfully performed a large-scale micromagnetics simulation for more than 100 million cells with long-range dipolar interaction using the fast Fourier transform method. The recent demand for a coercivity mechanism in permanent magnets requires an extremely large simulation size, requiring a large-scale micromagnetics simulator. We have developed a large-scale micromagnetics simulator in which a magnetostatic energy calculation is implemented using fast Fourier transform. A hybrid parallel algorithm, which is a combination of shared-memory and distributed-memory parallel algorithms, is used to handle large data arrays. The simulation was carried out on a Hitachi SR16000/M1 supercomputer. One calculation step can be processed in only 0.33 s, and it is estimated that a full hysteresis loop can be calculated in about 22 h. The 512×512×512 cells correspond to a cube with sides of 2.5 μm with a cell grid length of 5 nm, and the calculation reproduces the realistic size of crystal grains and grain boundaries in a permanent magnet.</p>				
--	--	--	--	--

研究成果を公開しているホームページアドレス

研究成果の公表	口頭研究発表 件数	査読つきの 学術論文数	プロシーディング 論文数	その他 (投稿中を含む)
	2	1	0	0

成果の公表リスト（それぞれの枠に番号をつけて記入願います。）

口頭研究発表 Presentations at scientific meetings concerning the program									
1. 井波暢人, 三俣千春, 岩野薫, 石川正, 武市泰男, 柳原英人, 喜多英治, 小野寛太, “高速フーリエ変換を用いた3次元大規模マイクロ磁気シミュレーション”, 第37回日本磁気学会学術講演会, 2013/9/3 (札幌).									
2. 李昇珍, 井波暢人, 石川正, 岩野薫, 三俣千春, 小野寛太, 柳原英人, 喜多英治, “ナノ結晶のランダム磁気異方性のシミュレーション”, 第37回日本磁気学会学術講演会, 2013/9/4 (札幌).									
査読付きの学術論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載) (* 不足する場合には追加願います。 Refereed Journal Articles (name of journal, volume, page, year)									
1	<table border="1"> <tr> <td>著者名 Author</td> <td>N. Inami, Y. Takeichi, C. Mitsumata, K. Iwano, T. Ishikawa, S.-J. Lee, H. Yanagihara, E. Kita, and K. Ono,</td> </tr> <tr> <td>タイトル title</td> <td>“Three-Dimensional Large-Scale Micromagnetics Simulation Using Fast Fourier Transformation”,</td> </tr> <tr> <td>雑誌名 name of journal</td> <td>IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 50, NO. 1(2014)1400304</td> </tr> <tr> <td>URL</td> <td>http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6692942</td> </tr> </table>	著者名 Author	N. Inami, Y. Takeichi, C. Mitsumata, K. Iwano, T. Ishikawa, S.-J. Lee, H. Yanagihara, E. Kita, and K. Ono,	タイトル title	“Three-Dimensional Large-Scale Micromagnetics Simulation Using Fast Fourier Transformation”,	雑誌名 name of journal	IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 50, NO. 1(2014)1400304	URL	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6692942
著者名 Author	N. Inami, Y. Takeichi, C. Mitsumata, K. Iwano, T. Ishikawa, S.-J. Lee, H. Yanagihara, E. Kita, and K. Ono,								
タイトル title	“Three-Dimensional Large-Scale Micromagnetics Simulation Using Fast Fourier Transformation”,								
雑誌名 name of journal	IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 50, NO. 1(2014)1400304								
URL	http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=6692942								
2	<table border="1"> <tr><td>著者名</td><td></td></tr> <tr><td>タイトル</td><td></td></tr> <tr><td>雑誌名等</td><td></td></tr> <tr><td>URL</td><td></td></tr> </table>	著者名		タイトル		雑誌名等		URL	
著者名									
タイトル									
雑誌名等									
URL									
3	<table border="1"> <tr><td>著者名</td><td></td></tr> <tr><td>タイトル</td><td></td></tr> <tr><td>雑誌名等</td><td></td></tr> <tr><td>URL</td><td></td></tr> </table>	著者名		タイトル		雑誌名等		URL	
著者名									
タイトル									
雑誌名等									
URL									
プロシーディング論文(雑誌名等には 巻、頁、発表年を記載) (* 不足する場合には追加願います。 International Conference Proceedings (name of journal, volume, page, year)									
1.	<table border="1"> <tr><td>著者名 Author</td><td></td></tr> <tr><td>タイトル title</td><td></td></tr> <tr><td>雑誌名等 name of journal</td><td></td></tr> <tr><td>URL</td><td></td></tr> </table>	著者名 Author		タイトル title		雑誌名等 name of journal		URL	
著者名 Author									
タイトル title									
雑誌名等 name of journal									
URL									
2.	<table border="1"> <tr><td>著者名</td><td></td></tr> <tr><td>タイトル</td><td></td></tr> <tr><td>雑誌名等</td><td></td></tr> <tr><td>URL</td><td></td></tr> </table>	著者名		タイトル		雑誌名等		URL	
著者名									
タイトル									
雑誌名等									
URL									
3.	<table border="1"> <tr><td>著者名</td><td></td></tr> <tr><td>タイトル</td><td></td></tr> <tr><td>雑誌名等</td><td></td></tr> <tr><td>URL</td><td></td></tr> </table>	著者名		タイトル		雑誌名等		URL	
著者名									
タイトル									
雑誌名等									
URL									
その他 (学位論文、紀要、投稿中の論文を含む) (URL を記載) Others (thesis for a degree, bulletin, papers to be published, etc.)									
1. URL: 2. URL:									
特記 (本研究に関係した、新聞記事・著作、受賞など) (過去に遡っても構いません。) Special Notes (newspaper article, literary works, awards, etc.)									
1. 2.									

実施報告書

課題グループ名：scmag

高エネルギー加速器研究機構

小野寛太

①研究組織

小野寛太 (おの かんた)

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 准教授

研究責任者、シミュレーションと放射光・中性子実験結果の解析と保磁力メカニズム

岩野薫 (いわの かおる)

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 研究機関講師

非平衡統計物理シミュレーションによる保磁力モデルの構築

井波暢人 (いなみ のぶひと)

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 特任助教

大規模磁気構造シミュレーション

三俣千春 (みつまた ちはる)

高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所 共同研究員

計算モデルの構築、非平衡統計物理とマイクロ磁気学との融合

柳原英人 (やなぎはら ひでと)

筑波大学 数理物質系 准教授

計算モデルの設定、シミュレーションデータ解析

喜多英治 (きた えいじ)

筑波大学 数理物質系 教授

計算モデルの設定、シミュレーションデータ解析

時井真紀 (ときい まき)

筑波大学 図書館情報メディア系 講師

新規アルゴリズム開発、シミュレーション結果の3次元可視化

②当該期間の実施報告の詳細