

平成22年度科学研究費補助金実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号 3 2 6 9 2      2. 研究機関名 東京工科大学
3. 研究種目名 基盤研究(B)      4. 研究期間 平成22年度～平成24年度
5. 課題番号 2 2 3 6 0 0 4 2
6. 研究課題名 有限節点法，境界節点法の完全メッシュレス化とその工学的応用

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
7 0 3 1 8 8 6 4	イクノ 生野 ソウイチロウ 壮一郎	コンピュータサイエンス学部	准教授

8. 研究分担者(所属研究機関名については、研究代表者の所属研究機関と異なる場合のみ記入すること。)

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名
0 0 2 2 4 6 6 8	カミタニ 神谷 アツシ 淳	山形大学・大学院理工学研究科	教授
2 0 4 0 0 5 3 3	サイトウ 齋藤 アユム 歩	兵庫県立大学・大学院工学研究科	助教
8 0 4 3 3 8 5 3	イトウ 伊東 タク 拓	成蹊大学・理工学部	助教
5 0 5 0 7 8 4 5	タダノ 多田野 ヒロト 寛人	筑波大学・大学院システム情報工学研究科	助教

9. 研究実績の概要

下欄には、当該年度に実施した研究の成果について、その具体的内容、意義、重要性等を、交付申請書に記載した「研究の目的」、「研究実施計画」に照らし、600字～800字で、できるだけ分かりやすく記述すること。また、国立情報学研究所でデータベース化するため、図、グラフ等は記載しないこと。

本研究の目的は、境界形状の表現と補間関数の構成を要素から完全に切り離すことによって、要素の概念を全く用いないメッシュレス法を開発することである。本年度は、有限節点法と境界節点法に関して、次の研究成果を得た。

1) EFG法やMLPG法等の有限節点法では、従来、Lagrange未定乗数法やペナルティ法を用いて基本境界条件を弱形式の中に組み込んでいた。本年度の研究では、Lagrange未定乗数法やペナルティ法を全く介さないで、有限節点法を定式化することに成功した。それ故、試験関数と試行関数の選択方法として、Galerkin法だけでなくPetrov-Galerkin法も採用できるようになった。また、基本境界条件を実装する手法として、Lagrange補間関数を用いる従来法だけでなく、選点法も採用した。その結果、4種類の有限節点法を導くことに成功した。さらに、4種類の解法に基づいて2次元Poisson問題を解くための数値コードを開発し、同コードを用いて解法の精度を数値的に検証した。

2) 3次元完全境界節点法によってLaplace問題を解くための数値コードを開発した。さらに、同コードの高速化を目指して、影響係数を計算するための効率的アルゴリズムを開発した。その結果、完全境界節点法に要するCPU時間を境界要素法の4倍にまで短縮することに成功した。また、両法が示す解の精度が同程度であることが判明した。

一方、現時点の完全有限節点法で離散化すると、混合型境界値問題は必ず非対称疎行列をもつ連立1次方程式に帰着する。これはNeumann境界条件を含む場合に、完全有限節点法はCPU時間をむやみに浪費することを意味する。そこで、混合型境界値問題からも対称疎係数行列が生み出されるように、完全有限節点法の定式化を修正する必要がある。この問題を次年度の研究課題の1つとする。

10. キーワード

- (1) メッシュレス法      (2) 陰関数曲面      (3) 数理工学
- (4) シミュレーション工学      (5) ペナルティ法      (6) ラグランジェ未定乗数法
- (7)      (8)      (裏面に続く)

## 11.研究発表（平成22年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計（28）件 うち査読付論文 計（28）件

著者名	論文標題			
T. Takayama, A. Kamitani	Numerical simulation of permanent magnet method: Influence of experimental conditions on accuracy of $j_c$ -distribution			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
PHYSICA C	有	470	2010	1354-1357

著者名	論文標題			
A. Kamitani, S. Ikuno	Numerical simulation of inductive method for determining spatial distribution of critical current density			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
PHYSICA C	有	470	2010	1189-1192

著者名	論文標題			
T. Takayama, A. Kamitani	Numerical Simulation of Permanent Magnet Method: Applicability to $j_c$ -Measurement in HTS Thick Film			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. APPL. SUPERCOND.	有	20	2010	1021-1024

著者名	論文標題			
S. Ikuno, A. Kamitani	Weight Function Control of Moving Least-Squares Interpolants: Application to Axisymmetric Shielding Current Analysis in HTS			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. MAGN.	有	46	2010	3097-3100

著者名	論文標題			
A. Kamitani, S. Ikuno	Novel Applications of Inductive Method for Measuring Critical Current Density			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. MAGN.	有	46	2010	3073-3076

著者名	論文標題			
A. Saitoh, T. Itoh, A. Kamitani	Application of Two Dimensional Extended Boundary Node Method to Potential Problem			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	5	2010	S2108

著者名	論文標題			
T. Itoh, A. Saitoh, A. Kamitani	Three Dimensional Extended Boundary Node Method to Potential Problem			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	5	2010	S2111

著者名	論文標題			
A. Kamitani	High Performance Analysis of Shielding Current Density in High Temperature Superconducting Thin Film			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	5	2010	S2112

著者名	論文標題			
T. Takayama, A. Kamitani	Numerical Simulation of Contactless Methods for Measuring $j_c$ Distribution of High Temperature Superconducting Thin Film			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	5	2010	S2113

著者名	論文標題			
S. Ikuno	Numerical Investigations of Variable Preconditioned GCR with Mixed Precision on GPU			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	5	2010	S2115

著者名	論文標題			
S. Ikuno, T. Itoh	High Performance Iterative Solver for Linear System using Multi GPU			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
S. Nakata, S. Ikuno	Parallel Algorithm for Meshfree Radial Point Interpolation Method on Graphics Hardware			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE Trans. Magn.	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
A. Kamitani, S. Ikuno	Numerical investigations on contactless methods for measuring critical current density in HTS: application of modified constitutive-relation method			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
PHYSICA C	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
A. Kamitani, S. Ikuno	High-Speed Method for Analyzing Shielding Current Density in High-Temperature Superconductor			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. MAGN.	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
A. Saitoh, T. Itoh, A. Kamitani	Development of Two-Dimensional Meshless Approaches without Using Integration Cells			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. MAGN.	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
A. Kamitani, S. Ikuno	High-Performance Simulation of Shielding Current Density in HTS by Constitutive-Relation Relaxation Method			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. APPL. SUPERCOND.	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
T. Takayama, A. Kamitani	Numerical Investigations on Applicability of Inductive Method/Permanent Magnet Method to $j_c$ -Measurement in HTS Thin Film			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. APPL. SUPERCOND.	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
S. Ikuno, A. Kamitani	Numerical Investigations on Edge Effects of Shielding Current Density in HTS Thick Film			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. APPL. SUPERCOND.	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
S. Ohshima, S. Ikuno, A. Kamitani	Detection of Critical Current Density Distribution of YBCO Coated Conductors by Permanent Magnet Method			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
IEEE TRANS. APPL. SUPERCOND.	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
A. Kamitani, T. Itoh	Extension of Meshless Galerkin/Petrov-Galerkin Approach without Using Lagrange Multipliers			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
A. Saitoh, T. Itoh, A. Kamitani	New Implementation Method for Essential Boundary Condition to Extended Element-Free Galerkin Method: Application to Nonlinear Problem			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
T. Itoh, A. Saitoh, A. Kamitani	Efficient Evaluation of Influence Coefficients in Three-Dimensional Extended Boundary-Node Method for Potential Problems			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
T. Takayama, A. Kamitani	Numerical Investigation on Accuracy Improvement of Permanent Magnet Method for Measuring $j_c$ in High-Temperature Superconducting Film			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
H. Maruo, A. Saitoh	Smoothing method of shape measurement for low-cost 3D-scanner			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Plasma and Fusion Research	有	(in press)	2011	

著者名	論文標題			
I. Yamazaki, H. Tadano	A Block Sparse Approximate Inverse with Cutoff Preconditioner for Semi-Sparse Linear Systems Derived from Molecular Orbital Calculations			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
JSIAM Letters	有	2	2010	41-44

著者名	論文標題			
J. Asakura, H. Tadano	A Numerical Method for Polynomial Eigenvalue Problems Using Contour Integral			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
Japan J. Indust. Appl. Math.	有	27	2010	73-90

著者名	論文標題			
H. Ohno, H. Tadano	A Quadrature-Based Eigensolve with a Krylov Subspace Method for Shifted Linear Systems for Hermitian eigenproblems in Lattice QCD			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
JSIAM Letters	有	2	2010	115-118

著者名	論文標題			
Y. Futamura, H. Tadano	Parallel Stochastic Estimation Method of Eigenvalue Distribution			
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁
JSIAM Letters	有	2	2010	127-130

【学会発表】計（33）件    うち招待講演 計（0）件

発表者名	発表標題	
T. Itoh, A. Saitoh, A. Kamitani	Development of Three-Dimensional Extended Boundary-Node Method for Potential Problem	
学会等名	発表年月日	発表場所
The 14 <sup>th</sup> Biennial IEEE Conference on Electromagnetic Field Computation	2010年5月11日	Hyatt Regency Hotel O'Hare, Chicago, USA

発表者名	発表標題	
齋藤歩, 伊東拓, 神谷淳	積分セルを用いない領域型および境界型メッシュレス法の開発	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本シミュレーション学会	2010年6月19日	山形大学米沢キャンパス (山形県)

発表者名	発表標題	
高山彰優, 神谷淳	高温超伝導薄膜内を流れる遮蔽電流密度の高性能解析	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本シミュレーション学会	2010年6月20日	山形大学米沢キャンパス (山形県)

発表者名	発表標題	
伊東拓, 齋藤歩, 神谷淳	3次元拡張境界節点法のためのMRBF法をベースとした陰関数生成	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本シミュレーション学会	2010年6月19日	山形大学米沢キャンパス (山形県)

発表者名	発表標 題	
生野壮一郎	Meshless法より得られる連立1次方程式の反復解法 -GPUを用いた精度混合型反復法の提案-	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本シミュレーション学会	2010年6月19日	山形大学米沢キャンパス (山形県)

発表者名	発表標 題	
T. Minemoto, A. Saitoh	Detection of Tumors on Stomach Wall in X-ray Images	
学会等名	発表年月日	発表場所
IEEE World Congress on Computational Intelligence (WCCI2010)	July 18-23, 2010	Barcelona, Spain

発表者名	発表標 題	
M. Hata, A. Saitoh	Spatio-temporal characteristics of honeybee, apis cerana japonica, in shimmering behavior	
学会等名	発表年月日	発表場所
International Union for the Study of Social Insects (IUSSI2010)	Aug. 8-14, 2010	Copenhagen, Denmark

発表者名	発表標 題	
J. Ohtsuka, H. Tadano	Implementing Localization Scheme on ZigBee Wireless Sensor Network	
学会等名	発表年月日	発表場所
SICE Annual Conference (SICE2010)	Aug. 18-21, 2010	Taipei, Taiwan

発表者名	発表標 題	
多田野寛人	近似解の精度劣化を回避するBlock 積型 Krylov 部分空間反復法について	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本応用数理学会	2010年9月6日	明治大学駿河台キャンパス (東京都)

発表者名	発表標 題	
齋藤歩, 伊東拓, 神谷淳	2次元境界型及び領域型拡張メッシュレス法の開発	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本応用数理学会	2010年9月6日	明治大学駿河台キャンパス (東京都)

発表者名	発表標 題	
伊東拓, 齋藤歩, 神谷淳	3次元拡張境界節点法における影響係数評価の高速化	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本応用数理学会	2010年9月6日	明治大学駿河台キャンパス (東京都)

発表者名	発表標 題	
柳沢洋平, 伊東拓	エレメントフリー Galerkin法によるGPUにおける高速化	
学会等名	発表年月日	発表場所
日本応用数理学会	2010年9月7日	明治大学駿河台キャンパス (東京都)

発表者名	発表標 題		
高山彰優, 神谷淳	多層型高温超伝導体内の遮蔽電流密度解析		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
日本応用数理学会	2010年9月9日	明治大学駿河台キャンパス (東京都)	

発表者名	発表標 題		
川口優樹, 生野壮一郎	RBF法から得られる連立1次方程式の反復解法の数値的評価		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
日本応用数理学会	2010年9月7日	明治大学駿河台キャンパス (東京都)	

発表者名	発表標 題		
橋野隆弘, 生野壮一郎	Webアプリケーションを用いた並列処理付き多倍長演算線形方程式解法システム		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
日本応用数理学会	2010年9月7日	明治大学駿河台キャンパス (東京都)	

発表者名	発表標 題		
N. Kamiura, H. Tadano	Energy Reduction Using Two Static Voltage Scheduling Approaches for Real-Time Multi-processor Systems		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
The First Russia and Pacific Conference on Computer Technology and Applications (RPC2010)	Sep. 6-9, 2010	Vladivostok, Russia	

発表者名	発表標 題		
A. Saitoh, T. Itoh, A. Kamitani	New Method for Implementing Essential Boundary Condition to Element-Free Galerkin Method		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
8th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM2010)	Sep. 19-25, 2010	Rhodes, Greece	

発表者名	発表標 題		
T. Itoh, A. Saitoh, A. Kamitani	Generation of a Smooth Implicit Function Distributed Over the Entire Domain from Large Scattered Point Data		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
8th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM2010)	Sep. 19, 2010	Rhodes, Greece	

発表者名	発表標 題		
S. Ikuno, T. Itoh	Web Application for Evaluating Performance of Linear System Solver Using GPU		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
8th International Conference of Numerical Analysis and Applied Mathematics (ICNAAM2010)	Sep. 20, 2010	Rhodes, Greece	

発表者名	発表標 題		
神谷 淳	修正構成方程式法による高温超伝導体内遮蔽電流密度解析		
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所	
第4回シミュレーション科学シンポジウム	2010年9月14日	核融合科学研究所 (岐阜県)	

発表者名	発表標 題		
高山彰優, 神谷淳	多層型高温超伝導体内の遮蔽電流密度解析		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
第4回シミュレーション科学シンポジウム	2010年9月14日	核融合科学研究所 (岐阜県)	

発表者名	発表標 題		
伊東拓, 齋藤歩, 神谷淳	3次元拡張境界節点法のための全領域で定義される陰関数生成		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
第4回シミュレーション科学シンポジウム	2010年9月14日	核融合科学研究所 (岐阜県)	

発表者名	発表標 題		
生野壮一郎, 伊東拓	RBF法より得られる連立1次方程式の可変の前処理付き反復法の数値的評価とGPUによる高速化		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
第4回シミュレーション科学シンポジウム	2010年9月14日	核融合科学研究所 (岐阜県)	

発表者名	発表標 題		
生野壮一郎, 伊東拓	可変の前処理付き反復法のGPUによる高速化とそのWebアプリケーション		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
静止器/回転機合同研究会	2010年9月28日	かごしま県民交流センター, (鹿児島県)	

発表者名	発表標 題		
N. Kamiura, H. Tadano	On Selection of Intraocular Power Formula Based on Data Classification Using Self-organizing Maps		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
2010 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics (SMC2010)	Oct. 10-13, 2010	Istanbul, Turkey	

発表者名	発表標 題		
S. Ikuno, A. Kamitani	Novel Numerical Method for Analyzing Shielding Current Density in Various Shaped HTS		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
23 <sup>rd</sup> International Symposium on Superconductivity	2010年11月3日	エポカル筑波 (茨城県)	

発表者名	発表標 題		
T. Takayama, A. Kamitani	Numerical Simulation of Permanent Magnet Method for Measuring Critical Current Density of HTS Thin Film: Influence of Crack on Accuracy		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
23 <sup>rd</sup> International Symposium on Superconductivity	2010年11月3日	エポカル筑波 (茨城県)	

発表者名	発表標 題		
神谷 淳, 生野壮一郎	構成方程式修正法による高温超伝導体内遮蔽電流密度解析		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
第19回MAGDAコンファレンス in 札幌	2010年11月23日	北海道大学学術交流会館 (北海道)	



発表者名	発表標 題		
生野壮一郎, 神谷淳	EFG法を用いた超伝導内遮蔽電流密度シミュレーション		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
第19回MAGDAコンファレンス in 札幌	2010年11月23日	北海道大学学術交流会館 (北海道)	

発表者名	発表標 題		
M. Kimura, A. Saitoh	An Analysis on Image Recognition in Complex-Valued Synergetic Computers		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
Joint 5th Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS 2010)	Dec. 8-12, 2010	Okayama Convention Center, Okayama, Japan	

発表者名	発表標 題		
T. Takata, A. Saitoh	Performance Analysis of Quantum-Inspired Evolutionary Algorithm		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
Joint 5th Conference on Soft Computing and Intelligent Systems and 11th International Symposium on Advanced Intelligent Systems (SCIS & ISIS 2010)	Dec. 8-12, 2010	Okayama Convention Center, Okayama, Japan	

発表者名	発表標 題		
S. Umata, A. Saitoh	Video Object Segmentation Using Color-Component-Selectable Learning for Self-Organizing Maps		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
16th International Conference on Artificial Life and Robotics (AROB 16th '11)	Jan. 27-29, 2011	B-Con Plaza, Beppu, Oita, Japan	

発表者名	発表標 題		
多田野寛人	Block BiCGSTAB法の安定化について		
学 会 等 名	発表年月日	発表場 所	
日本応用数学会2011年研究部会連合発表会	2011年3月7日	電気通信大学 (東京都)	

【図 書】 計 (0) 件

著 者 名	出 版 社		
	書 名	発 行 年	総ページ数

12. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

【出 願】 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

【取 得】 計 (0) 件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別

13. 備考

※ 研究者又は所属研究機関が作成した研究内容又は研究成果に関するwebページがある場合は、URLを記載すること。

--

