

課題番号	GR082
------	-------

**先端研究助成基金助成金(最先端・次世代研究開発支援プログラム)
実施状況報告書(平成23年度)**

本様式の内容は一般に公表されます

研究課題名	価格性能比と消費電力効率を極限まで追求した超並列計算機システムの実用化に関する研究
研究機関・ 部局・職名	国立大学法人長崎大学 先端計算研究センター 准教授
氏名	濱田 剛

1. 当該年度の研究目的

<<平成23年度>>
 本年度では、GPU型スパコン DEGIMA システムの省エネ管理機構を実現し、ベンチマーク性能評価・スパコンランキング登録および、応用ソフトウェアの開発を進める。次年度以降で重点的に開発をすすめる応用分野を選定し科学的・社会的出口を明確化する。

2. 研究の実施状況

応用ソフトウェアの一つとして、ナノテクノロジー分野での展開を想定し、量子論に基づく電子物性シミュレータの開発に着手した。ここでは、プロセッサ間の通信量が少なく、高い並列化効率を達成することが可能な実空間差分法に基づく第一原理電子状態計算手法を採用した。これまでに OpenCL ベースのテストコードを DEGIMA へ実装し、性能確認を行うとともに実用性の検討を行った。これにより、コード最適化の方針や、実用化に向けた課題点を明らかにした。



また、スパコンの省エネ化に対する取り組みの一つとして、DVFS(Dynamic Voltage and Frequency Scaling)の独自な方式を提案し現行の DEGIMA システムに実装し評価を完了することができた。これは、従来の GPU では粗粒度にしか電圧・周波数を調整できなかったが、我々の方式を用いること

様式19 別紙1

でより細粒度で調整を可能にするものである。DEGIMA システムで評価した結果はスパコン省エネ性能ランキングへ登録し、2期連続で国内第一位の省エネ性能を達成した(2011年6月および2011年11月)。また同時に近年スパコンで主流になりつつあるアクセラレータベースのスパコンとして世界で最も省エネ性能が優れているスパコンに認定(2期連続)されるとともに、低価格なスパコンとして評価された。

- ・スパコン省エネランキング GREEN500 プレスリリース(長崎大学に関連する部分を抜粋)



Energy-Efficient Accelerators

The greenest accelerator-based supercomputer in the world is the DEGIMA Cluster, a self-built supercomputer from Nagasaki University in Japan. The DEGIMA Cluster is accelerated by AMD/ATI Radeon graphics processing units (GPUs) on a thrifty supercomputing budget of NZ\$600,000 or approximately US\$500,000. Six other accelerator-based machines round out the ten greenest supercomputers in the world - three with GPU accelerators (one more from AMD/ATI and two from NVIDIA) and three with IBM Cell-based accelerators.

- ・スパコン省エネランキング GREEN500・2011年6月版リストおよび認定証

Green500 Rank	MFLOPS/W	Site*	Computer*	Total Power (kW)
1	2097.19	IBM Thomas J. Watson Research Center	NNSA/SC Blue Gene/Q Prototype 2	40.95
2	1684.20	IBM Thomas J. Watson Research Center	NNSA/SC Blue Gene/Q Prototype 1	38.80
3	1375.88	Nagasaki University	DEGIMA Cluster, Intel i5, ATI Radeon GPU, Infiniband QDR	34.24
4	958.35	GSIC Center, Tokyo Institute of Technology	HP ProLiant SL390s G7 Xeon 6C X5670, Nvidia GPU, Linux/Windows	1243.80
5	891.88	CINECA / SCS - SuperComputing Solution	iDataPlex DX360M3, Xeon 2.4, nVidia GPU, Infiniband	160.00
6	824.56	RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS)	K computer, SPARC64 VIIIfx 2.0GHz, Tofu interconnect	9898.56
7	773.38	Forschungszentrum Juelich (FZJ)	QPACE SFB TR Cluster, PowerXCell 8i, 3.2 GHz, 3D-Torus	57.54
8	773.38	Universitaet Regensburg	QPACE SFB TR Cluster, PowerXCell 8i, 3.2 GHz, 3D-Torus	57.54
9	773.38	Universitaet Wuppertal	QPACE SFB TR Cluster, PowerXCell 8i, 3.2 GHz, 3D-Torus	57.54
10	718.13	Universitaet Frankfurt	Supermicro Cluster, QC Opteron 2.1 GHz, ATI Radeon GPU, Infiniband	416.78

- ・スパコン省エネランキング GREEN500・2011年11月版リスト

様式19 別紙1

Green500 Rank	MFLOPS/W	Site*	Computer*	Total Power (kW)
1	2026.48	IBM - Rochester	BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom	85.12
2	2026.48	IBM Thomas J. Watson Research Center	BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom	85.12
3	1996.09	IBM - Rochester	BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom	170.25
4	1988.56	DOE/NNSA/LLNL	BlueGene/Q, Power BQC 16C 1.60 GHz, Custom	340.50
5	1689.86	IBM Thomas J. Watson Research Center	NNSA/SC Blue Gene/Q Prototype 1	38.67
6	1378.32	Nagasaki University	DEGIMA Cluster, Intel i5, ATI Radeon GPU, Infiniband QDR	47.05
7	1266.26	Barcelona Supercomputing Center	Bulx B505, Xeon E5649 6C 2.53GHz, Infiniband QDR, NVIDIA 2090	81.50
8	1010.11	TGCC / GENCI	Curie Hybrid Nodes - Bulx B505, Nvidia M2090, Xeon E5640 2.67 GHz, Infiniband QDR	108.80
9	963.70	Institute of Process Engineering, Chinese Academy of Sciences	Mole-8.5 Cluster, Xeon X5520 4C 2.27 GHz, Infiniband QDR, NVIDIA 2050	515.20
10	958.35	GSIC Center, Tokyo Institute of Technology	HP ProLiant SL390s G7 Xeon 6C X5670, Nvidia GPU, Linux/Windows	1243.80

・ GREEN500 認定証

[左]2011年6月 GREEN500, [右]2011年11月 GREEN500



[左]2011年6月 Little GREEN500, [右]2011年11月 Little GREEN500



様式19 別紙1

3. 研究発表等

<p>雑誌論文 計 4 件</p>	<p>(掲載済み一査読有り) 計 3 件 ○ Lei Liu, Guillermo Marcus Martinez, Peter Berczik, Tsuyoshi Hamada, Ingo Berentzen, Andreas Kugel, Reinhard Manner, Robi Banerjee, Ralf Klessen, Rainer Spurzem: Astrophysical SPH Simulations with raceSPH Library. CSE 2011: 595-601 ○ Rio Yokota, Jaydeep P. Bardhan, Matthew G. Knepley, Lorena A. Barba, Tsuyoshi Hamada: Biomolecular electrostatics using a fast multipole BEM on up to 512 gpus and a billion unknowns. Computer Physics Communications 182(6): 1272-1283 (2011) ○ Rainer Spurzem, Peter Berczik, Ingo Berentzen, Keigo Nitadori, Tsuyoshi Hamada, Guillermo Marcus Martinez, Andreas Kugel, Reinhard Manner, J. Fiestas, Robi Banerjee, Ralf Klessen: Astrophysical particle simulations with large custom GPU clusters on three continents. Computer Science – R&D 26(3-4): 145-151 (2011) (掲載済み一査読無し) 計 1 件 ○ 村崎誠, 濱田剛, Felipe A. Cruz. “DEGIMA における LINPACK 電力性能評価”, 情報処理学会 第 191 回 計算機アーキテクチャ研究発表会, 2011</p>
<p>会議発表 計 7 件</p>	<p>専門家向け 計 5 件 3 月 27 日 3rd ICCS Manycore and Accelerator-based High-performance Scientific Computing Workshop 招待講演, “How to build a cost-efficient supercomputer?”, Tsuyoshi Hamada 3 月 28 日 3rd ICCS Manycore and Accelerator-based High-performance Scientific Computing Workshop 一般講演発表, “Multi-Scale Physics Simulations on Large GPU Clusters”, Felipe A. Cruz, Tsuyoshi Hamada 3 月 28 日 情報処理学会 第 191 回 計算機アーキテクチャ研究発表会 招待講演, “DEGIMA における LINPACK 電力性能評価”, 濱田剛 一般向け 計 2 件 5 月 10 日 日本船舶海洋工学会 西部支部構造研究会 招待講演, “長崎大学における GPU 型スパコン DEGIMA への取り組み”, 濱田剛 10 月 22 日 長崎大学耳鼻咽喉科同門会総会 招待講演, “長崎大学におけるエコなスパコン DEGIMA の紹介”, 濱田剛</p>
<p>図書 計 0 件</p>	
<p>産業財産権 出願・取得状況 計 0 件</p>	<p>(取得済み) 計 0 件 (出願中) 計 0 件</p>
<p>Webページ (URL)</p>	<p>http://nacc.nagasaki-u.ac.jp/</p>
<p>国民との科学・技術対話の実施状況</p>	<p>5 月 10 日 日本船舶海洋工学会 西部支部構造研究会 招待講演 5 月 12 日 Kennesaw State University (米・ジョージア州立大学機構) 訪問団 DEGIMA 見学会 7 月 6 日 全国同時七夕講演会(一般向け) 8 月 25 日 「サイエンス塾」未来の科学者発掘プロジェクト(小学生向け)</p>
<p>新聞・一般雑誌等掲載 計 2 件</p>	<p>太田出版「ケトル」 vol.1 June.2011 7 月 1 日 朝日新聞 『省エネのスパコン、長崎大「デジマ」が世界3位』</p>
<p>その他</p>	<p>4 月 1 日 長崎市特別表彰 6 月 20 日 The PRACE Award 7 月 11 日 KTN『スーパ- Gopan』生出演 12 月 12 日 NBC『報道センター』</p>

4. その他特記事項



Award 2011

TITLE

Astrophysical Particle Simulations with Large Custom GPU Clusters on Three Continents

AUTHORS

R. Spurzem, P. Berczik, T. Hamada, K. Nitadori, G. Marcus, A. Kugel, R. Manner, I. Berentzen, J. Fiestas, R. Banerjee and R. Klessen

AFFILIATION

Chinese Academy of Sciences & University of Heidelberg



*We congratulate
Hamburg, June 20, 2011*

Richard Kenway
EPCC, UK
Chairman of the Award Committee

Achim Bachem
Forschungszentrum Jülich, Germany
Chairman of the PRACE Council

実施状況報告書(平成23年度) 助成金の執行状況

本様式の内容は一般に公表されず

1. 助成金の受領状況(累計)

(単位:円)

	①交付決定額	②既受領額 (前年度迄の 累計)	③当該年度受 領額	④(=①-②- ③)未受領額	既返還額(前 年度迄の累 計)
直接経費	128,000,000	37,500,000	0	90,500,000	
間接経費	38,400,000	11,250,000	0	27,150,000	
合計	166,400,000	48,750,000	0	117,650,000	0

2. 当該年度の収支状況

(単位:円)

	①前年度未執 行額	②当該年度受 領額	③当該年度受 取利息等額 (未収利息を除 く)	④(=①+②+ ③)当該年度 合計収入	⑤当該年度執 行額	⑥(=④-⑤) 当該年度未執 行額	当該年度返還 額
直接経費	37,422,620	0	0	37,422,620	13,766,006	23,656,614	
間接経費	11,220,000	0	0	11,220,000	1,892,865	9,327,135	
合計	48,642,620	0	0	48,642,620	15,658,871	32,983,749	0

3. 当該年度の執行額内訳

(単位:円)

	金額	備考
物品費	5,344,400	Infinibandスイッチ、マザーボード等
旅費	3,573,446	研究打合せ(京都大学、国立天文台等)等
謝金・人件費等	3,593,112	非常勤職員人件費、短期パート職員人件費
その他	1,255,048	動力計算ライブラリ委託費、展示ブース参加料等
直接経費計	13,766,006	
間接経費計	1,892,865	
合計	15,658,871	

4. 当該年度の主な購入物品(1品又は1組若しくは1式の価格が50万円以上のもの)

物品名	仕様・型・性能 等	数量	単価 (単位:円)	金額 (単位:円)	納入 年月日	設置研究機関 名
Infinibandスイッチ	MHQB19B-XTR	2	698,800	1,397,600	2011/4/15	先端計算研究 センター
Infinibandスイッチ	MIS5025Q-1SFC	1	698,800	698,800	2011/5/26	先端計算研究 センター
				0		