

スーパーコンピューティング ニュース

Vol.25 No.6, 2023.11



東京大学情報基盤センター
INFORMATION TECHNOLOGY CENTER, THE UNIVERSITY OF TOKYO

スーパーコンピュータシステム 利用負担金表

Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム 利用負担金表(2023 年 4 月 1 日)

区分	負担金額(税込)		ディスク容量	備考
	大学・公共機関等	企業		
一般申込 (基本セット) Wisteria-O/A	申込 1 セット当り 90,000 円 (8,640 トークン)		申込 1 セット当り /work 2TB 利用者当り /home 50GB	利用期間 12 ヶ月の金額・トークン量 (利用期間は1ヶ月単位で設定可)
公募制度による申込 Wisteria-O	申込 1 セット当り 90,000 円 (8,640 トークン)	申込 1 セット当り 108,000 円 (8,640 トークン)	申込 1 セット当り /work 2TB 利用者当り /home 50GB	
公募制度による申込 Wisteria-A	申込 1 セット当り 270,000 円 (25,920 トークン)	申込 1 セット当り 324,000 円 (25,920 トークン)	申込 1 セット当り /work 6TB 利用者当り /home 50GB	
GPU 専有申込 (公募制度の申込可) Wisteria-A	申込 1GPU セット当り 364,500 円 (25,920 トークン)	申込 1GPU セット当り 437,400 円 (25,920 トークン)	申込 1GPU セット当り /work 6TB 利用者当り /home 50GB	利用期間 12 か月の金額・トークン量 (利用期間は1ヶ月単位で設定可) 1, 2, 4GPU のみ申込可, 申込単位は下表参照
ノード固定 (公募制度の申込可) Wisteria-A	2,916,000 円 (207,360 トークン)	3,499,200 円 (207,360 トークン)	/work 48TB 利用者当り /home 50GB	利用期間 12 か月の金額・トークン量 (利用期間は1ヶ月単位で設定可) 1 セットのみ申込可
一般申込 (最小セット) Wisteria-O/A	7,500 円 (720 トークン)		/work 2 TB 利用者当り /home 50 GB	利用期間は当該年度末まで
トークン量追加	7,500 円 (720 トークン)	9,000 円 (720 トークン)		
ディスク容量追加	6,480 円／(1TB*年)			1TB 単位で申込可 (/work のみ)

※Wisteria/BDEC-01 においてはパーソナルコースとグループコースの区分を廃止し、これまでのパーソナルコースは一般申込に統合した。

※Wisteria-O のトークン消費係数は 1.00 (1 ノード当り) , Wisteria-A のトークン消費係数は 3.00 (1GPU 当り)である。

Wisteria-O にトークン消費係数 1.50 のノード群(優先利用向け)を全体の 15%程度設ける。

※Wisteria-O の 1 ジョブで利用可能な最大ノード数は 2,304 ノード, Wisteria-A の 1 ジョブで利用可能な最大 GPU 数は 64GPU

※括弧()内は付与するトークン量。実行したジョブのノード時間積または GPU 時間積と消費係数に応じてトークンが消費される。

付与したトークンは、利用期間内に全量が使用できることを保証するものではない。

トークンは利用期間内に限り有効とし、利用終了後に残量がある場合でも繰越や利用負担金の返還は行わない。

トークンの他のシステムへの移行については、「トークン移行におけるトークン量の換算表」を参照。

※公募制度による申し込み、ノード固定の申し込みには審査を要する。

※/home のディスク容量は複数のグループに所属している場合でも利用者当り 50GB 固定。

※GPU 専有申込の申込単位

GPU 数	トークン量	大学・公共機関等	企業
1	25,920	364,500 円	437,400 円
2	51,840	729,000 円	874,800 円
4	103,680	1,458,000 円	1,749,600 円

注意事項

- 「大学・公共機関等」は大学、高等専門学校及び大学共同利用機関、文部科学省所管の独立行政法人、学術研究及び学術振興を目的とする国又は地方公共団体が所管する機関、並びに文部科学省科学研究費補助金の交付を受けて学術研究を行う者に適用する。
- 「企業」の申し込みには、企業利用申込書添付書類の提出および審査を要する。
- 利用期間は、利用開始月から終了月の末日またはサービス休止前までとする。利用期間内に計算機利用を中止した場合であっても利用負担金額の変更は行わない。年度の途中で利用開始または終了する場合の負担金額は月数別利用負担金表(Web ページ)を参照すること。
- 前掲の利用負担金表は基本セットの内容であり、最小セットについては Web ページを参照すること。
- 利用負担金は、原則として利用開始月に応じ、以下の月に一括して請求する。
 - 利用開始月が 4 月から 9 月までは 12 月、10 月から 12 月までは 3 月、1 月から 3 月までは 3 月末。
 - 前年度内に事前申込をした分については、利用開始月に関わらず、11 月の請求となる。
- 利用負担金額が減額となる変更はできない。
- ディスク量は、グループ全体の上限值である。

スーパーコンピュータシステム ジョブクラス制限値

Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム (Wisteria-O) ジョブクラス制限値 (2022 年 8 月 2 日)

キュー名※1	ノード数※2 (最大コア数)	制限時間 (経過時間)	メモリー容量 (GiB)※3	一般申込	公募制度 による申込
debug-o	1 ~ 144 (6,912)	30 分	28	○	○
short-o	1 ~ 72 (3,456)	8 時間	28	○	○
(regular-o)					
small-o	1 ~ 144 (6,912)	48 時間	28	○	○
medium-o	145 ~ 576 (27,648)	"	"	○	○
large-o	577 ~ 1,152 (55,296)	"	"	○	○
x-large-o	1,153 ~ 2,304 (110,592)	24 時間	"	○	○
priority-o	1 ~ 288 (13,824)	48 時間	28	○	○
challenge-o	1 ~ 7,680 (368,640)	24 時間	28	★	★
(interactive-o) ※4					
interactive-o_n1	1 (48)	2 時間	28	○	○
interactive-o_n12	2 ~ 12 (576)	10 分	"	○	○
prepost	1 (56)	6 時間	340	○	○
prepost1_n1 ~ prepost4_n1	1 (56)	1~6 時間	340	○	○
prepost1_n4	1 ~ 4 (224)	1~6 時間	340	○	○
prepost1_n8	1 ~ 8 (448)	1~6 時間	340	○	○

★ 審査による課題選定の上、月1回の一定期間のみ利用可能(原則として月末処理日前日の朝～翌日朝)

※1 キューの指定("#PJM -L "rscgrp=キュー名" ") は, regular-o, debug-o, short-o を小文字で指定する

regular-o キューはノード数の指定("#PJM -L "node=ノード数" ") でノード数別のキューに投入される

※2 トークンの消費係数は1ノード当り1.00。ただし priority-o は優先利用ノード群のためトークン消費係数は1.50

※3 1ノード当りの利用者が利用可能なメモリー容量

※4 インタラクティブジョブの起動は次のとおり (トークン消費なし)

pjsub --interact -g グループ名 -L "rscgrp=interactive-o,node=ノード数"

Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム (Wisteria-A) ジョブクラス制限値 (2021 年 5 月 14 日)

キュー名※1	ノード数・GPU 数※2 (最大 GPU 数)	制限時間 (経過時間)	メモリー 容量 (GiB) ※3	一般申込	公募制度 による申込	GPU 専有申込	ノード固定
debug-a	1 ノード (8)	30 分	448	○	○	○	○
short-a	1 ~ 2 ノード (16)	2 時間	448	○	○	○	○
(regular-a)							
small-a	1 ~ 2 ノード (16)	48 時間	448	○	○	○	○
medium-a	3 ~ 4 ノード (32)	"	"	○	○	○	○
large-a	5 ~ 8 ノード (64)	24 時間	"	○	○	○	○
share-debug	1, 2, 4 GPU	30 分	56	○	○	○	○
share-short	1, 2, 4 GPU	2 時間	56	○	○	○	○
(share)							
share-1	1 GPU	48 時間	56	○	○	○	○
share-2	2 GPU	"	"	○	○	○	○
share-4	4 GPU	24 時間	"	○	○	○	○
challenge-a	1 ~ 39 ノード (312)	24 時間	448	★	★	★	★
任意	1 ノード (8)	任意 ※4	448	×	×	○	○
interactive-a ※5	1 ノード	10 分	56	○	○	○	○
share-interactive	1 GPU (8)	"	"	○	○	○	○

★ 審査による課題選定の上、月1回の一定期間のみ利用可能(原則として月末処理日前日の朝～翌日朝)

※1 キューの指定("#PJM -L "rscgrp=キュー名" ") は, regular-a, debug-a, short-a を小文字で指定する

regular-a キューはノード数の指定("#PJM -L "node=ノード数" ") でノード数別のキューに投入される

※2 トークンの消費係数は1GPU 当り3.00

※3 1ノード当りの利用者が利用可能なメモリー容量

※4 申込ノード数の合計以内ならば、キュー名・制限時間(原則 48 時間以内)は相談の上、任意に設定可能

※5 インタラクティブジョブの起動は次のとおり (トークン消費なし)

pjsub --interact -g グループ名 -L "rscgrp=interactive-a,node=ノード数"

大規模共通ストレージシステム 利用負担金表

大規模共通ストレージシステム(第1世代、Ipomoea-01) 利用負担金表(2022 年 6 月 1 日)

区分	負担金額(税込)		
一般申込	【大学・公共機関等 7,200 円、企業 8,640 円】(1TB の場合、年額) (ディスク容量ごとの負担金額は下表参照、利用期間は 1 ヶ月単位で設定可) 利用者番号登録数 制限なし		
	並列ファイルシステム ディスク容量	大学・公共機関等	企業
	1 TB	7,200 円/年	8,640 円/年
	[10 TB まで 1 TB 追加当たり]	[4,200 円/年]	[5,040 円/年]
	10 TB	45,000 円/年	54,000 円/年
	[100 TB まで 1 TB 追加当たり]	[3,000 円/年]	[3,600 円/年]
	100 TB	315,000 円/年	378,000 円/年
	[1,000 TB まで 1 TB 追加当たり]	[2,400 円/年]	[2,880 円/年]
	1,000 TB	2,475,000 円/年	2,970,000 円/年
	[以降 1 TB 追加当たり]	[2,100 円/年]	[2,520 円/年]
ディスク容量追加	※ 東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータシステムのいずれかに利用者番号(教育利用、講習会を除く)を有する場合、利用者ごとにディスク容量 5 TB を無償で付与し、グループごとに登録されているシステム(トークン移行先のシステムを除く)で付与されているディスク容量の 15%を無償で付与する。いずれも申込不要。		
	申込時点のディスク容量に応じて、1 TB 追加当たりの負担金額は下表参照 (無償で付与されたディスク容量は「申込時点のディスク容量」に含まない)		
	申込時点のディスク容量	大学・公共機関等	企業
	1 TB 未満	7,200 円/年	8,640 円/年
	1 TB 以上 10 TB 未満	4,200 円/年	5,040 円/年
	10 TB 以上 100 TB 未満	3,000 円/年	3,600 円/年
	100 TB 以上 1,000 TB 未満	2,400 円/年	2,880 円/年
	1,000 TB 以上	2,100 円/年	2,520 円/年

※利用期間については利用開始月から当該年度のサービス終了月までとし、年度を超えないものとする。利用期間の指定がある場合は利用終了月までとする。

※ディスク容量は利用期間内に限り有効とし、利用終了後に残存しているデータは削除するものとする。

※ディスク容量追加の負担金額は追加単位額に追加する資源量および利用期間を乗じたものとする。

※ファイル、ディレクトリの総数制限についてはディスク容量に比例した値を別途定めるものとする。

センターから

サービス休止等のお知らせ

2023 年 11 月下旬からの計算機及びストレージシステムのサービス予定は以下のとおりです。

Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム

○ Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム サービス休止のお知らせ

日 付	利用者サービス	センター内作業
11 月 22 日 (水)	9:00 ～ 22:00 までサービス休止	月末処理
12 月 22 日 (金)	9:00 ～ 22:00 までサービス休止	月末処理
1 月 26 日 (金)	9:00 ～ 22:00 までサービス休止	月末処理

- ・ Wisteria/BDEC-01 システムは、原則 24 時間サービスを行っています。
ただし、月末処理日（原則として毎月最終金曜日）はサービスを停止します。

○ Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム 大規模 HPC チャレンジ のお知らせ (*)

大規模 HPC チャレンジ 実施期間	
11 月 21 日 (火) 8:30 ～ 11 月 22 日 (水) 9:00 まで	
12 月 21 日 (木) 8:30 ～ 12 月 22 日 (金) 9:00 まで	
1 月 25 日 (木) 8:30 ～ 1 月 26 日 (金) 9:00 まで	

- ・ 上記期間中、Wisteria/BDEC-01 の debug-o/a, short-o/a, regular-o/a, priority-o, interactive-o/a, prepost, share, share-debug, share-short, share-interactive, ノード固定及び講義用キューのサービスを休止します。
ログインノードは通常どおり利用できます。

大規模共通ストレージシステム (Ipomoea-01)

○ Ipomoea-01 サービス休止のお知らせ

日 付	利用者サービス	センター内作業
	2024 年 3 月 29 日までサービス休止の予定なし	

- ・ Ipomoea-01 は、原則 24 時間サービスを行っています。
ただし、月末処理等実施のためサービスを停止する場合があります。
- ・ Ipomoea-01 サービス休止期間中においては、他システムからの Ipomoea-01 ストレージへのアクセスも行うことはできません。

【注意事項】

- ・ サービス休止等の計画は原稿作成時の予定です。やむを得ずサービスを変更したり、休止したりする場合がありますので、最新の情報は login 時のメッセージ及びスーパーコンピューティング部門の Web ページの運用スケジュール (<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/schedule.php>) をご確認ください。
- ・ 平日の 9:00～17:00 以外、休日（土・日・祝日等）は、システム障害等でサービスが停止した場合、運転を継続できない場合があります。その場合は、その時間をもってサービスを中止しますのでご了承ください。
- * Wisteria/BDEC-01 における大規模 HPC チャレンジについて、新型コロナウイルス感染症の状況次第で実施時間・実施条件の変更や、中止となる可能性があります。詳細は Web ページ(<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/hpc/>) をご覧ください。

システム変更等のお知らせ

(2023.9.1 - 2023.10.31 変更)

1. ハードウェア

- 1.1 Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム … なし
- 1.2 Oakbridge-CX スーパーコンピュータシステム … 2023 年 9 月 29 日 サービス終了
- 1.3 Ipomoea-01 大規模共通ストレージシステム … なし

2. ソフトウェア

2.1 Red Hat Enterprise Linux 8 (Wisteria/BDEC-01)

➤ Odyssey

FrontISTR	5.5	(2023.9.22)
PETSc (再インストール)	3.15.0	(2023.9.22)
富士通社製コンパイラ (Fortran77/90/95/2003/2008、C、C++)	1.2.38	(2023.10.27)

➤ Aquarius、ログインノード

CMake	3.24.0	(2023.9.22)
CUDA Toolkit	12.2	(2023.9.22)
NCCL	2.18.5	(2023.9.22)
cuDNN	8.9.4	(2023.9.22)
Open MPI	4.1.5	(2023.9.22)
HyperWorks	2022.3	(2023.10.5)
NVIDIA HPC SDK	23.9	(2023.10.27)

➤ ログインノード

富士通社製コンパイラ (Fortran77/90/95/2003/2008、C、C++)	1.2.38	(2023.10.27)
---	--------	--------------

➤ Guacamole サーバ

Apache Tomcat	9.0.82	(2023.10.27)
---------------	--------	--------------

インストールを実施しました。利用方法については、利用支援ポータルのお知らせ、またはドキュメント閲覧より利用手引書をご覧ください。

2.2 Red Hat Enterprise Linux 7, CentOS 7 (Oakbridge-CX) … 2023 年 9 月 29 日 サービス終了

2.3 Red Hat Enterprise Linux 8 (Ipomoea-01) … なし

3. その他

3.1 Oakbridge-CX サービス終了について

Oakbridge-CX スーパーコンピュータシステムは 2023 年 9 月 29 日 17:00 をもってシステムを停止し、すべてのサービスを終了致しました。ご利用ありがとうございました。

2024 年度の利用申込（新規・継続）について

情報戦略課研究支援チーム
情報基盤センタースーパーコンピューティング部門

2024年度のスーパコンピュータシステム利用申込（新規・継続）は下記のとおり取り扱い
ます¹。利用申込の内容によって、利用申込期限が異なりますのでご注意ください。

なお、この情報は本稿作成時点での内容のため、変更する場合があります。最新の情報につ
いては、スーパーコンピューティング部門Webページ（<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/>）でご
確認ください。

また、2024年4月からの利用に関する「利用登録のお知らせ」の送付については、2024年3月
末を予定しておりますので、予めご了承ください。

1. 新規利用申込

Wisteria/BDEC-01 【通常利用】

2024年1月下旬にスーパーコンピューティング部門Webページ
（<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/>）にて2024年度版の利用申込サイトを公開します。スーパー
コンピュータシステム利用規程等をよくお読みになり、利用申込を行ってください。

申込は随時受け付けますが、2024年4月初めからのご利用を希望される場合は、利用申込期限
までに手続きを行ってください。

なお、申込状況により利用のお断りもしくは希望セット数どおりの提供ができない場合があり
ます。

■利用申込期限：2024年2月9日（金）（早めに手続きを行ってください）

¹ 企業利用、若手・女性利用、教育利用、講習会、大規模 HPC チャレンジ、萌芽共同研究公
募課題「AI for HPC」、学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点及び HPCI 等の公募制度
による利用を除きます。

2. 継続利用申込

Wisteria/BDEC-01 [通常利用]

2024年1月下旬に代表者の方に2023年度の登録内容を記載した「継続手続きの案内」を送付します。2024年度も継続利用される場合は、案内に従い、利用申込期限までに手続きを行ってください。

なお、申込状況により利用のお断りもしくは希望セット数どおりの提供ができない場合があります。

また、提供セット数の決定にあたっては、2023年度利用実績、研究成果登録状況等を参考にさせていただきます場合があります。

■利用申込期限：2024年2月9日（金）（早めに手続きを行ってください）

3. 問い合わせ先

〒277-0882

千葉県柏市柏の葉6-2-3（東京大学情報基盤センター内）

東京大学情報システム部

情報戦略課研究支援チーム

E-mail : uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp

2023年度 インターン・後期 東京大学情報基盤センター「若手・女性利用者推薦」採択課題

スーパーコンピューティングチーム

東京大学情報基盤センター（以下、本センター）では、若手研究者（2023年4月1日時点において40歳以下）、女性研究者（年齢は問わない）または学生による、スーパーコンピュータ、データプラットフォームなどの大型計算資源を使用した研究を対象とした公募型プロジェクトを実施しています。センターの教員による審査の上、年間で数十件の優れた研究提案課題を採択する予定です。採択された課題では申請した計算資源を無料で使用することができます。

前期・後期に募集を行う一般枠（最長で1年間の利用が可能）と、学部学生・大学院生を対象とし、主に夏期における利用を想定したインターン制度があります。各制度では、一名で行う研究課題を募集します。

一般枠で採択された課題のうち、特に優れた課題で「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）」の萌芽型共同研究課題の条件を満たすものについては、本センターより同拠点萌芽型共同研究課題として推薦する予定です。同拠点共同研究課題審査委員会で審査の上、JHPCNの萌芽型共同研究課題としても採択された場合、毎年7月に開催されるJHPCNのシンポジウムにて発表の機会が与えられる場合があります。本制度に採択された課題は終了後、得られた成果をもとに、「学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点（JHPCN）」の公募型共同研究（一般課題、国際課題、企業課題）等へと進展することが大いに期待されます。なお、インターン制度で採択された課題はJHPCN萌芽型共同研究課題としての推薦は行いません。

このたび、以下の基準による厳正な審査のうえ、2023年度インターンは3件の課題を、後期は6件の課題を採択いたしました。

- 本制度が提供する計算機システムを利用することで、学術的にインパクトがある成果を創出できると期待される提案を積極的に採択します。
- スーパーコンピュータの利用環境の改善に寄与すると期待されるソフトウェア開発に関する提案を歓迎します。
- 現状の環境にとどまらず、将来の先端的なスーパーコンピュータ環境を目指した提案は特に歓迎します。
- 特に、mdxについては、理工系・人文系にまたがる多様なデータの収集・整備、研究コミュニティにおけるデータの共有やプラットフォームの整備、そして機械学習等の先端的なデータサイエンス手法を用いたデータ解析など、多様なデータ科学・データ利活用研究を歓迎します。

本制度の詳細は、以下のHPをご覧ください。

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/young/>

■ 2023年度 インターン 採択課題

課題名	低レイノルズ数の遷音速バフエットによる三次元性への影響に関する研究
代表者名 (所属)	藤野 献 (東京大学 工学系研究科)
利用システム名	Wisteria/BDEC-01 Odyssey
実施期間	半年
本研究は低レイノルズ数における遷音速バフエットの三次元性の有無を調査する研究である。低レイノルズ数において、遷音速流れのようなマッハ数の高い流れでは、流れ場が安定化し三次元性が消失することが確認されている。一方で遷音速バフエットにより生じる大規模な剥離せん断層は不安定化しやすいことが知られている。このため低レイノルズ数における遷音速バフエットによる三次元性への影響に関して調査する必要があるものと思われる。本研究では高次精度三次元圧縮性ナビエストークス方程式を直接数値シミュレーションにより解くことで、低レイノルズ数流れにおける遷音速バフエットの三次元不安定に対する影響を調べる。	

課題名	Numerical modeling of mesoscale dynamics around enormous mountains on Mars
代表者名 (所属)	HOU CHENGZE (東京大学 理学系研究科)
利用システム名	Wisteria/BDEC-01 Aquarius
実施期間	半年
地球の地形とは異なり、火星の Tharsis Montes 地域は、惑星の大気上界に達する巨大な山脈を誇り、これが地域の大気力学と中尺度現象に数多くの未知の変数を導入しています。毎火星年の冬、Tharsis Montes に位置する Arsia Mons の風下斜面では、European Space Agency (ESA) の軌道探測器が一日で数千キロメートルに伸びる広大な水氷雲を一貫して記録しています。この持続的な気象現象は、その地域の複雑な大気循環パターンを強調しています。現在の科学的な合意は、これらの巨大な山脈によって引き起こされる中尺度現象が、このような異常な気象現象の主要な原因であると指摘しています。この地域に火星探査車が到達したことがないことを考慮に入れて、我々の先駆的な研究は、過去の観測の包括的なレビューとこの地域特有の理論的なモデル構築を含みます。その後、実際の火星の地形と大気力学を利用して、この地域の複雑な中尺度現象のリアルなモデリングに取り組む予定です。	

課題名	Mining User Preference Transition based on Knowledge Graph for Next POI Recommendation with Implicit Check-in Data
代表者名（所属）	徐 小航（東京大学 情報理工学系研究科）
利用システム名	Wisteria/BDEC-01 Aquarius
実施期間	半年
Point-of-interest(POI) recommendations often require the user's explicit check-in record, but in reality, users' mobility is typically uncertain (i.e., imprecise check-in location and missing or incomplete check-in information). This research plans to infer users' preferences and provide POI recommendation services based on graph neural networks with implicit check-in data.	

■ 2023年度後期 採択課題

課題名	データ駆動数値流体力学の創成
代表者名 (所属)	柴田 寿一 (東京大学 医学部附属病院放射線科)
利用システム名	Wisteria/BDEC-01 Aquarius
実施期間	半年
流体を支配するナビエ・ストークス方程式の直接計算 (DNS: Direct Numerical Simulation) あるいは準直接計算 (LES: Large Eddy Simulation) に必要な計算コストは、レイノルズ数 (Re 数) の増加とともに劇的に増加する。一方、実用上重要な旅客機やロケット周囲の流体 (空気) は非常に高い Re 数を持つので、現在の計算機資源では DNS は実施できず、LES も簡単ではない。ここに本研究では、2023 年度 JST-AIP チャレンジ採択課題 (課題名: 高解像度な体積画像を扱う拡散モデルの確立、研究提案者: 柴田寿一) の下で応募者が提唱した高解像度体積画像を扱う拡散モデルを応用し、この困難に挑戦する。具体的には、計算の容易な比較的低い Re 数の流れ場で学習した拡散モデルを用いて比較的高い Re 数の流れ場を効率的に生成する。将来的には、FFVHC-ACE 等の圧縮性乱流ソルバーで計算された航空機全機周りの流れ場からそれよりもさらに高い Re 数の流れ場を効率的に生成することを目指す。	

課題名	強固有磁場環境が太古火星の電離大気散逸に与える影響の研究
代表者名 (所属)	坂田 遼弥 (東北大学 理学研究科)
利用システム名	Wisteria/BDEC-01 Odyssey
実施期間	半年
現在よりも強力な太陽 XUV 放射および太陽風に曝されていた太古火星における電離大気散逸過程に対して惑星固有磁場環境が与えた影響について、電離圏から磁気圏までを包括的に解くグローバル多流体磁気流体力学モデルによる数値シミュレーションに基づいて検証する。特に、先行研究で想定したものよりも強い固有磁場の存在下において電離大気の散逸がどのように起きるのかを検証するとともに、固有磁場を保持していた太古火星における電離大気散逸が大気損失にもたらした寄与を評価する。	

課題名	Impact of electrostatic interactions on colloidal gelation
代表者名 (所属)	Joeri Opdam (東京大学 先端科学技術研究センター)
利用システム名	Wisteria/BDEC-01 Aquarius
実施期間	半年
The goal of this project is to study the gelation of charged colloidal particles, which is important in both biological systems and industrial products such as foods and cosmetics. We will use Fluid Particle Dynamics simulations that incorporate hydrodynamics in an efficient but effective manner to study gelation mechanisms of colloids for different salt and colloid concentrations. With this we attempt to show how electrostatic interactions can change gelation pathways and gel structure.	

課題名	Large Language Model Enhanced News Recommender System
代表者名 (所属)	楊 博銘 (東京大学 情報理工学系研究科)
利用システム名	mdx
実施期間	半年
In this research proposal, our goal is to leverage LLMs and GNNs as tools for feature engineering and data augmentation. We fully utilize the logical reasoning ability and open-world knowledge of large language models without imposing an excessive additional burden on the training and inference of downstream news recommendation models. By combining the use of fine-tuning LLM,we propose an elegant approach to enhance news recommendation.	

課題名	アルツハイマー病特異的タウ線維のマウスにおける再構成モデルの確立
代表者名 (所属)	鹿野 真吏重 (東京大学 薬学系研究科)
利用システム名	Wisteria/BDEC-01 Aquarius
実施期間	半年
高齢化の進行に伴いアルツハイマー病 (AD) の患者数は劇的に増加しているが、根本的治療法は存在しない。その要因として、AD 研究のモデルマウスの妥当性の低さが挙げられる。AD 病理として脳全体でのタウの凝集・蓄積が挙げられる。このタウ蓄積の拡大は認知機能低下とも相関することから A D 病理の本丸であると考えられる。近年凝集タウは神経細胞内で paired helical filament (PHF) という疾患特異的な線維構造をとることが解明された。また線維の構造特異性が病理の疾患特異性を司るとされている。しかし既存のモデルマウスで PHF 形成を再現できた例は存在しない。そこで、本研究では実験の代わりに計算機の中で PHF 構造を仮想的に再現し、その仮想構造に対して変異による構造形成・安定性の変化を調べる計算を行う。具体的には、分子動力学シミュレーションをベースにした自由エネルギー摂動法計算を行うことで、あるアミノ酸残基を別のアミノ酸残基に変異させた際の自由エネルギー変化を求める。変異に伴うの計算を、既に別のシミュレーションから絞り込んでいる部位に対して網羅的に行うことで、PHF を形成・安定化するために有効な配列条件を 同定し、患者と同一構造を持つタウ線維の再現モデルを確立する。	

課題名	Long time series forest type classification and change detection in northern Japan
代表者名（所属）	Pei Huiqing (Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)
利用システム名	Wisteria/BDEC-01 Aquarius
実施期間	半年
It is essential to better understand the long-term change in forest type and the effects of typhoon disturbance on forest structure at a local scale. Recent developments of remote sensing technology and deep learning methods allow researchers an easy and efficient approach to monitoring forest change under the management and natural disturbances. This project aims to fuse multi-modal remote sensing data with novel deep learning methods to implement the understanding of forest change under the management and disturbances to hemiboreal forest ecosystems in Northern Japan.	

スーパーコンピュータシステム「大規模 HPC チャレンジ」課題募集のお知らせ

Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステムでは、「大規模 HPC チャレンジ」を実施しています。「大規模 HPC チャレンジ」は、スーパーコンピュータシステムがもつ最大規模のノード数を、最大 24 時間・1 研究グループで計算資源の専有利用ができる公募型プロジェクトです。採択条件等については、以下をご覧ください。皆様からの課題応募をお待ちしております。

1. 提供資源

以下のスーパーコンピュータシステムのノードを最大 24 時間専有利用することができます。
(今後の状況次第で変更となる可能性があります)

- Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステムのシミュレーションノード群 (Odyssey) 6,144 ノード (294,912 コア)、データ・学習ノード群 (Aquarius) 36 ノード (GPU 288 基)

2. 利用案内

- 1 ヶ月に 1 回、原則として月末処理前日の 9:00～翌 9:00 までの最大 24 時間、提供資源を専有利用することが可能です。
- 課題は公募制とし、現ユーザーに限定せず、広く課題を募集します。個人、及びグループによる応募が可能です。各月に 1 グループの採用 (*) を原則とします。
- **本制度により得られた成果については公開して頂きます。**成果公開には東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータシステムを利用し、「大規模 HPC チャレンジ」制度によって実施した旨を明記していただきます。また、「スーパーコンピューティングニュース」や広報誌等への成果報告記事の執筆などを行っていただきます。
- センターの主催、共催するセミナー、ワークショップ等でご発表いただく場合があります。
- 利用料金は無料です。

*Wisteria/BDEC-01 においては各月 Odyssey で 1 件、Aquarius で 1 件、最大 2 件まで受入可能、ただし 1 グループで Odyssey、Aquarius 両方利用することも可能

3. 実施日程

2023年度の今後の「大規模 HPC チャレンジ」実施日程は表 1 のとおりです。

※ 新型コロナウイルス感染症の状況次第で、実施時間や実施条件の変更、中止となる可能性もあります。

表 1. 2023 年度 Wisteria/BDEC-01 大規模 HPC チャレンジ実施日程

	実施日時	募集締切	審査	採択通知
第 3 回	2023 年 12 月 21 日(木) 9:00 ~ 12 月 22 日(金) 9:00	2023 年 10 月 30 日 (月) 17:00 【締切】	11 月上旬	11 月中旬
	2024 年 1 月 25 日(木) 9:00 ~ 1 月 26 日(金) 9:00			
	2024 年 2 月 21 日(水) 9:00 ~ 2 月 22 日(木) 9:00			
	2024 年 3 月 28 日(木) 9:00 ~ 3 月 29 日(金) 9:00			

- ・ メンテナンス等の都合により募集スケジュールが変更となることがあります。最新情報は Web Page¹をご覧ください。
- ・ 年複数回を申し込むことも可能ですが、申込状況によりご希望に添えない場合もありますのであらかじめご了承ください。また、一回の申し込みで利用可能なのは一回のみです。
- ・ 表に掲載されている以外の日程でも募集を行うことがあります。最新情報は Web Page¹をご覧ください。

4. 研究対象

「大規模 HPC チャレンジ」では、提供する最大ノードを使用する大規模計算を実施する研究に限定します。申込者及び研究グループのメンバーは、国内外の並列計算機を利用した大規模計算の実績があることを前提とし、以下のような「High-Performance Computing」に関連した幅広い分野の研究を対象としています。

- ・ 大規模シミュレーション
- ・ 大規模データ処理
- ・ 大規模ベンチマーク、演算・通信システム性能評価
- ・ その他、大規模計算に関係するソフトウェア実行

5. 利用資格

利用資格は、申込書を基に、東京大学情報基盤センタースーパーコンピューティング研究部門の教職員、及び、外部委員により構成される審査委員会において審査されます。現ユーザーである必要はありません。

なお、申込者は「国内の大学、公共機関に所属する研究者、及び民間企業に所属する者」とします。

¹ 「大規模 HPC チャレンジ」

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/hpc/>

6. 採択基準、審査方法

応募課題は、以下の基準により、東京大学情報基盤センタースーパーコンピューティング研究部門の教職員、及び、外部委員より構成される審査委員会により採択課題を選考し、できるだけ速やかに公表を行う予定です。

主な採択基準

- A) 計算・結果の詳細を論文等も含めて公表できること。
- B) 計算結果が科学的に有用、あるいは社会的なインパクトがあると考えられること。
- C) システムごとに決められたノード数 (Odyssey : 4,096 ノード、Aquarius : 36 ノード) 以上の利用を目標としていること。
- D) 計画に実現性があり、短期間で効果を示すことが可能であること (一回の使用時間は最大 24 時間です)。
- E) 本システムの運用、ユーザーにとって有用な情報を提供すること。

※ 項目 A) ～ D) は、必須となります。項目 E) は必須ではありませんが、申込書に該当する記述がある場合、加點評価される場合があります。

※ 最大利用可能ノード数 : Odyssey : 6,144 ノード、Aquarius : 36 ノード

7. 利用申込

募集要項、スーパーコンピュータシステム利用規程等をよくお読みの上、申込書及び研究グループメンバー情報に必要事項をご記入ください。ご記入頂いた申込書及び研究グループメンバー情報、論文は以下の提出先まで、電子メールにてお送りください。書類のご提出は PDF 形式 (研究グループメンバーの情報はエクセル) にてお願いいたします。

申込書に必要な項目・提出書類は以下の通りです。

1. 申込年月日
2. 利用希望時期
3. 申込者情報 (氏名、所属、職名、連絡先住所、E-mail、電話)
4. 研究課題名 (和文、英文)、概要
5. 研究課題の内容、目標
6. 申込者、研究グループメンバーの当該分野における研究業績のうち、大規模計算機利用の実績として代表的な論文 1 編の別刷り
7. プログラム情報、利用スケジュール等
8. 要望事項、特記事項
9. 研究グループメンバーの情報

8. 問い合わせ先

申込等ご不明な点は、電子メールでお問い合わせください。
(電話でのお問い合わせはご遠慮ください。なお、詳細は本センター Web Page¹でもご案内しておりますので、あわせてご覧ください)。

【提出先】

E-Mail : koubo@cc.u-tokyo.ac.jp
東京大学 情報システム部 情報戦略課 研究支援チーム

【問い合わせ先】

E-Mail : uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp
東京大学 情報システム部 情報戦略課 研究支援チーム

スーパーコンピュータシステム「大規模 HPC チャレンジ」採択課題のお知らせ

1. はじめに

Wisteria/BDEC-01 では「大規模 HPC チャレンジ」を実施しています。「大規模 HPC チャレンジ」は、スーパーコンピュータシステムがもつ最大規模のノード数を、最大 24 時間・1 研究グループで計算資源の専有利用ができる公募型プロジェクトです¹。

課題審査委員会による厳正な審査の結果、以下の課題を採択しましたのでお知らせいたします。

2. 採択課題

システム：Wisteria/BDEC-01

募集期間：2023 年度 第 2 回再募集 2023 年 9 月 4 日～9 月 25 日

1 件の応募があり、以下の課題を採択しました。

採択課題一覧

課題名	低通信超並列チャンネル流 DNS コードの開発
代表者名(所属)	山本 義暢 (山梨大学 大学院総合研究部)
世界最高レイノルズ数条件下における壁面乱流場直接数値計算の実現を目指し、超並列・低容量・低通信擬スペクトル法コードを開発している。本コードでは、擬スペクトル法の主要演算部である高速フーリエ変換(FFT)方向の x(or y)軸と壁垂直方向 z 軸の 2 次元領域分割により超並列計算を実現している。FFT 方向(x & y 軸)の計算においては並列効果を得るために分割軸の転置(x $\leftrightarrow$ y)が必要となり、alltoall 通信(a2a)が発生する。この a2a コストは x (ory)軸分割領域を FX システム特有の tofu インタコネクタにおける近接ノード配置とすることで低減される。実際コード上の領域分割(2 次元)と tofu インタコネクタ上の形状(2 次元)を一致させ、FFT 方向分割を tofu 座標上の 2(12 ノード)程度に配置することにより高効率演算が実現可能となっている。しかしこの方法では FX システム最大構成クラスの利用が困難となる。そこで本研究では、tofu インタコネクタ 3 次元形状においてコード上の 2 次元領域分割配置を最適化することにより、FX システム最大構成での高効率演算を可能とすることを目標とする。	

¹ 「大規模 HPC チャレンジ」
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/hpc/>

研究成果の登録のお願い

情報戦略課研究支援チーム
情報基盤センタースーパーコンピューティング部門

研究成果の登録は、本センターのスーパーコンピュータシステムを利用して得られた研究成果のうち、論文、口頭発表、著書、受賞情報についてご報告いただくものです。研究成果の登録は、本センタースーパーコンピューティング部門の Web サイト (<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/>) から「研究成果登録」に進んでください。なお、ご報告いただいた内容は、研究成果データベースへの登録、本センター発行の広報誌及び Web ページに掲載させていただきますので、ご了承ください。

研究成果は、東京大学におけるスーパーコンピュータシステムの整備・拡充につながるものとなりますので、利用者の皆様には何卒ご協力くださいますようお願い申し上げます。

The screenshot shows the website of the Supercomputing Division, Information Technology Center, The University of Tokyo. The navigation bar includes links for Home, System, Utilization, Support, FAQ, Research Events, Publications, Research Results, Research Department, Research Activities, and Wisteria/BDEC-01. The 'Research Results' link is circled in green and labeled ①. Below the navigation bar, the 'Research Results' section is highlighted, and a green arrow points to the 'Research Results Registration' link, labeled ②. The 'Research Results Registration' page is shown, with a green circle around the 'Research Results Registration' link, labeled ③. The registration form is shown, with a green circle around the 'Login' button, labeled ④. The form includes fields for Account Name, Email Address, and a dropdown for 'Select a result to register'. The 'Login' button is labeled 'ログイン'.

① 「研究成果」
→「研究成果の取扱い」
をクリック

② 「研究成果の取扱い」ページ下部の「研究成果の登録について」→「研究成果登録のページ」をクリック

③ 「アカウント名(利用者番号)」及び「メールアドレス」を入力し、登録したい業績を選択

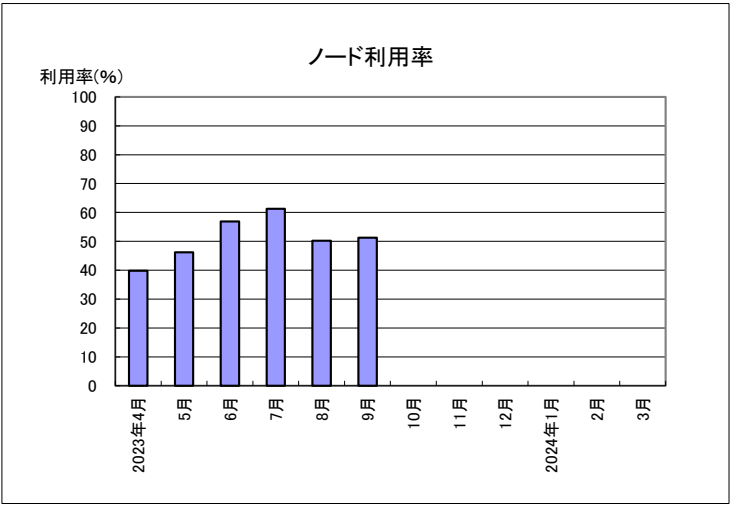
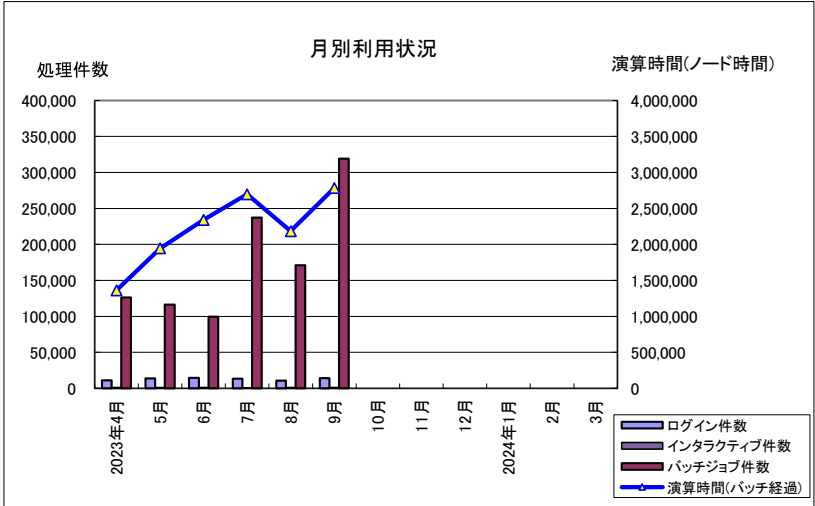
④ 「ログイン」をクリックし、成果登録ページで研究成果の登録をお願いいたします

8・9月のジョブ統計

1. Wisteria/BDEC-01スーパーコンピュータシステム(Odyssey) ジョブ処理状況 (RedHat Enterprise Linux 8)

年月	登録者数	実利用者数	処理件数				接続時間 [時間]	ファイル使用量 [GiB]		ログイン (実CPU)	演算時間 [ノード時間] (経過時間)			平均ノード* 利用数 (ノード)	ノード* 利用率 (%)
			ログイン	プリポスト	インタラクティブ ジョブ	バッチジョブ		/home	/lustre		プリポスト	インタラクティブ ジョブ	バッチジョブ		
2023年4月	2,490	609	10,918	199	1,015	126,222	52,135	2,287	3,249,272	2,972.28	374	590	1,362,467	3,059.4	39.8
5月	2,120	642	13,766	417	1,129	116,362	81,229	2,501	2,896,836	3,647.63	1,078	710	1,944,613	3,548.2	46.2
6月	2,214	697	14,341	482	1,018	99,350	67,039	2,712	3,115,214	7,363.70	1,016	519	2,342,234	4,367.8	56.9
7月	2,260	663	13,306	292	817	237,419	60,686	2,975	3,279,405	6,165.45	688	459	2,696,378	4,707.3	61.3
8月	2,305	562	10,539	264	968	171,053	37,527	3,231	3,469,397	7,280.53	804	505	2,185,461	3,851.7	50.2
9月	2,376	637	14,040	352	960	319,152	67,675	3,532	3,588,203	4,683.01	1,048	486	2,783,625	3,937.6	51.3
2022年9月	1,869	451	23,670	276	920	43,593	46,290	1,905	3,123,150	8,952.28	689	757	2,535,439	3,587.1	46.7
10月	1,979	603	15,652	581	707	95,094	87,929	1,947	3,365,263	7,017.55	1,251	453	2,389,834	3,299.9	43.0
11月	1,941	585	25,443	455	975	90,678	80,522	2,154	3,515,919	13,344.25	1,038	603	2,530,095	3,579.2	46.6
12月	1,962	626	14,321	500	632	77,350	80,043	2,323	3,774,096	5,404.18	964	316	3,164,631	4,335.5	56.5
2023年1月	2,021	609	14,159	471	535	163,311	99,128	2,421	3,932,926	3,854.64	1,103	257	3,817,548	5,222.5	68.0
2月	2,038	581	11,857	359	754	202,793	76,333	2,483	3,693,712	5,734.78	826	363	3,593,710	5,453.6	71.0
3月	1,984	542	12,085	344	575	356,988	66,373	2,668	3,696,232	4,037.06	1,113	358	3,875,012	5,316.0	69.2
合計			170,427	4,716	10,085	2,055,772	856,619			71,505	11,303	5,619	32,685,608		

- ・試運転は、2021年5月14日より開始。正式サービスは、2021年8月2日より開始
- ・接続時間： ログイン時間の累計
- ・ログイン(実CPU)： コア時間単位
- ・2022年9月分は合計に含まない
- ・ノード利用率： インタラクティブおよびバッチジョブの経過時間を1ノードが100%動作したと仮定した場合の利用ノード数。
計算式＝1ヶ月のインタラクティブおよびバッチジョブ経過時間合計÷1ヶ月の稼動時間
- ・ノード利用率： サービスノードに対する利用率。 計算式＝ノード利用数÷サービスノード数×100



2. Wisteria/BDEC-01スーパーコンピュータシステム (Aquarius) ジョブ処理状況 (RedHat Enterprise Linux 8)

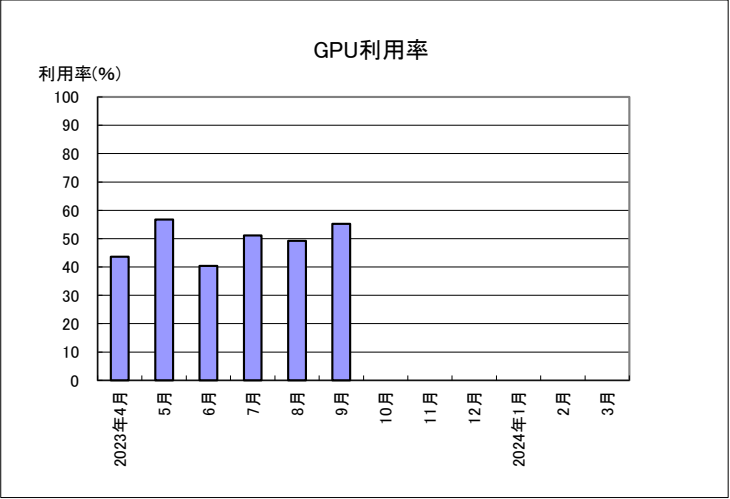
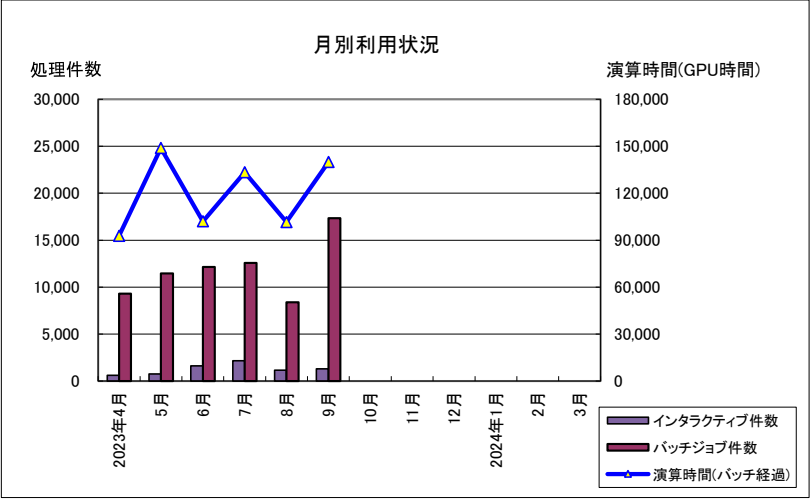
年月	処理件数		演算時間 (GPU時間) (経過時間)		平均GPU 利用数 (GPU)	GPU 利用率 (%)
	インタラクティブ ジョブ	バッチジョブ	インタラクティブ ジョブ	バッチジョブ		
2023年4月	604	9,295	378	92,830	156.9	43.6
5月	757	11,461	453	148,834	204.2	56.7
6月	1,605	12,148	847	101,998	145.5	40.4
7月	2,165	12,566	1,181	133,352	184.0	51.1
8月	1,151	8,399	555	101,555	177.3	49.2
9月	1,304	17,342	614	139,913	198.8	55.2
2022年9月	711	29,980	633	71,306	101.7	28.3
10月	965	6,389	865	102,722	141.7	39.4
11月	2,224	11,601	1,878	130,383	187.1	52.0
12月	3,271	15,738	3,041	148,889	207.8	57.7
2023年1月	971	18,776	953	167,789	230.8	64.1
2月	713	11,134	428	120,574	183.6	51.0
3月	952	8,630	660	158,282	218.0	60.6
合計	16,682	143,479	11,853	1,547,121		

- ・試運転は、2021年5月14日より開始。正式サービスは、2021年8月2日より開始

・登録者数、実利用者数、ログイン件数、接続時間、ファイル使用量、ログイン(実CPU)はWisteira/BDEC-01(Odyssey)と共通。

・2022年9月分は合計に含まない
- ・GPU利用率： インタラクティブおよびバッチジョブの経過時間を1GPUが100%動作したと仮定した場合の利用GPU数。
計算式＝1ヶ月のインタラクティブおよびバッチジョブ経過時間合計÷1ヶ月の稼働時間

・GPU利用率： サービスGPUに対する利用率。 計算式＝GPU利用数÷サービスGPU数×100



3. Oakbridge-CX スーパーコンピュータシステムジョブ処理状況（Red Hat Enterprise Linux 7、CentOS 7）

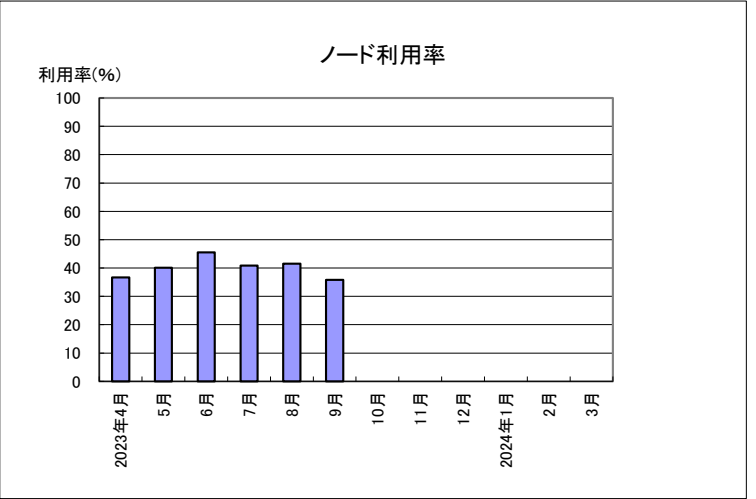
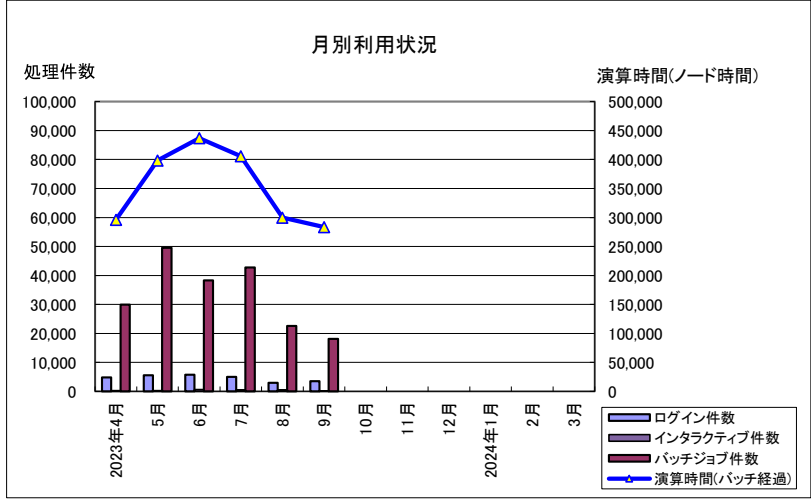
年月	登録者数	実利用者数	処理件数				接続時間 [時間]	ファイル使用量 [GiB]		ログイン (実CPU)	演算時間 [ノード時間] (経過時間)			平均ノード 利用数 (ノード)	ノード 利用率 (%)
			ログイン	プリポスト	インタラクティブ ジョブ	バッチジョブ		/home	/work		プリポスト	インタラクティブ ジョブ	バッチジョブ		
2023年4月	1,502	302	4,832	109	287	29,917	19,902	1,463	1,128,574	14,732.31	3,445	177	295,842	502.3	36.7
5月	1,163	261	5,516	37	245	49,563	29,742	1,494	1,126,349	4,033.16	1,447	108	398,187	548.5	40.1
6月	1,132	323	5,731	111	585	38,282	25,079	1,562	1,204,025	1,576.83	4,452	369	436,805	622.5	45.5
7月	1,122	308	5,045	63	536	42,789	30,778	1,549	1,270,789	4,398.18	2,574	365	405,606	559.1	40.9
8月	1,144	217	2,939	72	522	22,588	10,568	1,563	1,220,451	2,684.24	2,704	294	299,796	568.3	41.5
9月	1,068	249	3,511	100	72	18,089	14,847	1,576	1,025,488	1,958.52	4,101	24	283,455	489.2	35.8
2022年9月	1,272	341	7,722	0	801	51,870	39,136	1,708	1,792,729	1,968.39	0	562	638,117	1,042.9	76.2
10月	1,296	385	11,115	0	755	74,026	54,840	1,765	1,947,947	11,911.11	0	424	800,362	1,098.9	80.3
11月	1,345	390	12,505	0	1,064	77,586	49,303	1,933	2,141,452	2,616.03	0	582	820,444	1,161.4	84.9
12月	1,385	417	13,241	137	1,069	60,117	52,149	2,008	2,285,229	5,469.01	313	668	843,667	1,155.4	84.5
2023年1月	1,400	396	12,568	207	1,196	53,663	62,502	2,078	2,267,070	8,192.62	674	606	851,952	1,165.9	85.2
2月	1,446	402	10,235	242	557	38,386	44,910	2,125	2,175,157	4,861.32	3,501	344	787,522	1,195.2	87.4
3月	1,405	381	9,446	217	428	54,554	41,165	2,032	1,659,862	29,978.80	3,851	272	851,618	1,175.4	85.9
合計			96,684	1,295	7,316	559,560	435,785			92,412	27,062	4,233	7,075,256		

- ・接続時間： ログイン時間の累計

・ログイン(実CPU)： コア時間単位

・2022年9月分は合計に含まない
- ・ノード利用率： インタラクティブおよびバッチジョブの経過時間を1ノードが100%動作したと仮定した場合の利用ノード数。
計算式＝1ヶ月のインタラクティブおよびバッチジョブ経過時間合計÷1ヶ月の稼動時間

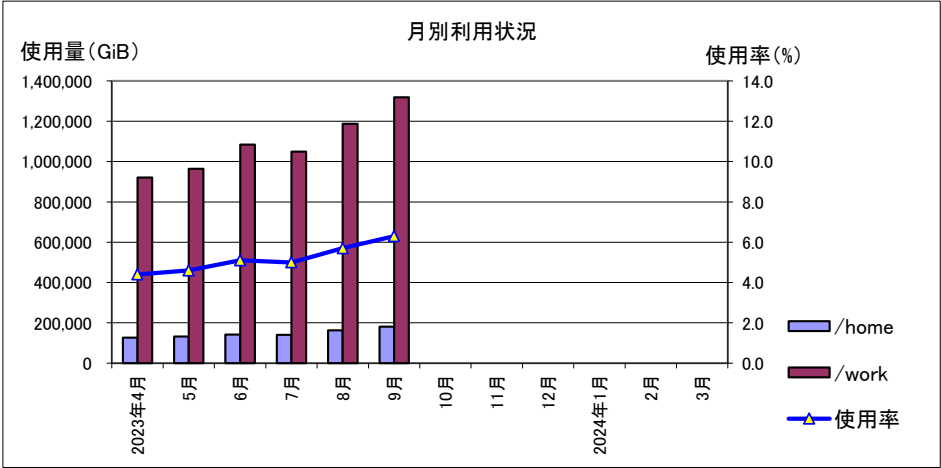
・ノード利用率： サービスノードに対する利用率。 計算式＝ノード利用数÷サービスノード数×100



4. Ipomoea-01大規模共通ストレージシステム使用状況

年月	登録者数	実利用者数	ログイン数	接続時間 [時間]	ログイン (実CPU)	ファイル使用量 [GiB]		使用率 (%)	実効容量 (GiB)
						/home	/work		
2023年4月	2,074	52	176	1,339	17.7	126,821	920,839	4.4	23,657,187.6
5月	2,066	36	155	660	17.5	132,266	963,614	4.6	23,657,187.6
6月	2,063	31	106	621	6.7	142,578	1,084,425	5.1	23,657,187.6
7月	2,118	32	229	570	35.3	140,976	1,049,941	5.0	23,657,187.6
8月	2,147	41	158	626	20.9	162,691	1,187,456	5.7	23,657,187.6
9月	2,206	46	222	986	36.9	181,450	1,318,998	6.3	23,657,187.6
2022年9月	2,241	36	140	452	262.5	960,684	213,876	4.9	23,657,187.6
10月	2,332	46	155	947	95.5	891,698	223,457	4.7	23,657,187.6
11月	2,403	58	194	618	63.8	671,496	489,011	4.9	23,657,187.6
12月	2,295	25	68	246	0.3	108,139	370,835	2.0	23,657,187.6
2023年1月	2,353	31	101	385	5.1	114,720	359,196	2.0	23,657,187.6
2月	2,371	35	178	618	272.5	118,832	609,324	3.0	23,657,187.6
3月	2,352	29	212	591	57.1	122,422	807,757	3.9	23,657,187.6
合計			1,954	8,206	629				

- ・接続時間： ログイン時間の累計
- ・ログイン(実CPU)： コア時間単位
- ・使用率： 実効容量にに対する使用比率。計算式=ファイル使用量÷実効容量×100
- ・2022年9月分は合計に含まない



第 44 回 ASE 研究会実施報告

Exploring Accelerated-supercomputing: GP—GPU vs. IPU

住 元 真 司

(東京大学情報基盤センター)

東京大学情報基盤センターASE 研究会 (Advanced Supercomputing Environment) は内外からの講演者をお招きして不定期に開催しています。2023 年 4 月に約 3 年ぶりに現地開催を含む形態での研究会を開催しました。今回、第 43 回 ASE 研究会に続いて、8 月 20 日～25 日に東京で開催される ICIAM 2023 (10th International Congress on Industrial and Applied Mathematics) 参加のために来日した Langguth 博士 (Simula, Department of High Performance Computing) をお招きして、ハイブリッド形態でのセミナーを開催しました。Langguth 博士には心臓シミュレーションの最新の AI プロセッサ (Graph Core IPU, Cerebras WSE) による高速化についてお話しいただきました。加えてセンター教員から心臓シミュレーションと GPU の性能評価に関する講演、本学の大学院生 Ziheng Yuan 氏による GPU における標準 C++ による最適化についての講演を実施しました。

表 1 にプログラムを示す。会議は現地開催 (柏 II キャンパス)、オンラインのハイブリッドで開催され、申込数は合計 36 名、参加者は講演者も含め 24 名 (online 含む) であった。

本研究会の様子は録画されており、東大情報基盤センターの YouTube チャンネルから視聴可能です。

表 1 第 44 回 ASE 研究会プログラム

15:00 -15:05	Shinji Sumimoto(The University of Tokyo) Welcome
15:05 -15:20	Kengo Nakajima (Video) Kengo Nakajima (Information Technology Center, The University of Tokyo, Japan), Xing Cai (Simula Research Laboratory, Norway) High resolution simulation of cardiac electrophysiology on realistic whole-heart geometries
15:20 -15:55	Johannes Langguth (Simula Research Laboratory, Norway) Transitioning Scientific Computations to Novel AI Hardware: the Example of Cardiac Electrophysiology Simulations
16:05 -16:30	Yohei Miki (Video) (The University of Tokyo) Performance evaluation of N-body code on NVIDIA H100 PCIe and AMD MI210
16:30 -16:55	Ziheng Yuan (Online) (The University of Tokyo) Accelerating lattice Boltzmann method using C++ standard parallelization on GPU
16:55 -17:10	Shinji Sumimoto (The University of Tokyo) Current Status of OFP II
17:10 -17:15	Shinji Sumimoto (The University of Tokyo) Closing



写真 1:Langguth 博士 (Simula, Department of High Performance Computing) による講演の様子



写真 2:Langguth 博士 (Simula, Department of High Performance Computing) による講演の様子

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/ase/44/44.php>

<https://www.simula.no/people/langguth/>

<https://www.jcahpc.jp/>

<https://www.youtube.com/watch?v=sTmFnbxTY>

SED フィッティングによる大規模データからの 若返り銀河の検出

田 中 匠

東京大学大学院理学系研究科天文学専攻 / Kavli IPMU (WPI)

1. はじめに

一般に銀河は、活発な星形成を行う星形成銀河と、ほとんど星形成を行わない非星形成銀河に大別される。星形成銀河がある程度成長すると何らかの要因で星形成活動が抑制され、星形成銀河が非星形成銀河に進化する、という一方通行の銀河進化シナリオが広く考えられている。星形成活動の評価は銀河進化を理解するうえで非常に重要な要素であり、一般に天文学分野では単位時間あたりに作られる恒星の総質量である星形成率 [太陽質量/年] を用いて星形成活動を評価することが多い。

一方で近年の大規模なサーベイ観測の進展や解析手法の開発を背景に、銀河内での星形成率を時間の関数としてみた星形成史の議論が進むようになってきた。その結果、星形成の抑制を経験し非星形成銀河に進化した上で直近に星形成を再開した「**若返り銀河**」と呼ばれる銀河が発見されている [1, 2, 3]。この若返り銀河は、上記の広く支持される銀河進化シナリオでは説明できない銀河であり、銀河進化の理解を深めるうえで非常に重要な種族である可能性がある。しかし、若返り銀河の先行研究では、サンプル数が小さい、研究により定義がばらばらである、そもそもバイアスのある母サンプルから探査している、といった問題点があり、結果的に若返り銀河の持つ性質の統計的な議論は進んでいない。そのため若返り銀河において星形成を再開する(若返り現象を起こす)メカニズムや、若返り銀河の銀河進化における重要性なども判明していない。

そこで我々は星形成史を用いた解析を通じて若返り銀河に関する未解決問題を解決することを目指とする HINOTORI¹プロジェクトを立ち上げた。HINOTORI プロジェクトの第一段階である本課題では、先行研究よりも大規模かつ統一的な定義で選択された若返り銀河のサンプルを作成し統計的な議論を行った。なお本課題の成果は日本天文学会が出版している Publications of the Astronomical Society of Japan (PASJ, 欧文研究報告) 誌に accept 済みであり、プレプリント版も公開済みである [4]。研究成果を詳しく知りたい方はそちらを参照いただきたい。

2. 若返り銀河の選択手法

本研究では Prospector [5] と呼ばれる MCMC を用いた SED フィッティング手法を用いて大量の近傍銀河の星形成史を推定し、若返り銀河を選択した。SED フィッティングとは、銀河の観測データをモデルスペクトルでフィッティングすることで、星形成史や質量などの銀河の物理量を推定する手法である。Prospector では、銀河の時間進化を複数のビンに区切り、各ビンにおいて一定の星形成率を仮定したノンパラメトリックな星形成史を仮定したフィッティングが可能である。一般的な SED フィッティング手法では、銀河の星形成史として指数的な減少など簡単な関

¹ star-formation History INvestigation TO find RejuvenatIon プロジェクト

数を仮定することが多く、弱い仮定の下で自由度の高い星形成史でのフィッティングが可能である点は Prospector の強みである。

本研究で採用したモデルでは 8 つの時間ビンからなるノンパラメトリック星形成史を仮定しており、星形成史のほかにも質量、金属量など計 16 個のフリーパラメータを持つ。我々は結果の事前分布依存性を考慮するため、星形成史の事前分布として 2 つの異なる事前分布を仮定して実行した。フリーパラメータの数も多く、各モデルスペクトルの作成もコストが高いために、上記の設定では 1 コアで 1 天体実行するために 1 日程度の時間が必要となる。さらに後述するように天体数は約 1 万天体にもおよぶ。これらの高い計算コストに対応するため、本課題では「若手・女性利用者推薦制度」のインターン枠を利用し、Oakbridge-CX を利用することで上記の SED フィッティングを実行した。

サンプルは面分光²サーベイである MaNGA サーベイ [6] により観測された約 8857 天体の銀河を用いた。これらの天体は面分光データを持つために、若返り銀河選択後に詳しい個々の銀河の観測が可能であるというメリットを持つ。MaNGA サーベイによって得られた面分光データを次元に圧縮した分光データに加え、紫外線から赤外線までの測光データを Prospector に入力し、フィッティングを行った。

推定した星形成史を基に、我々は直近 1 億年以内に非星形成銀河から星形成銀河に戻った星形成史を持つ銀河を若返り銀河として選出し、1071 天体からなる若返り銀河サンプルを制作した。直近 1 億年という短い³期間に注目しているのは、一般に SED フィッティングにおいては星形成から時間が経過するごとに時間分解能が低下していくために、1 億年以前の星形成史を直近 1 億年と同程度の時間分解能で再現することが難しいためである。

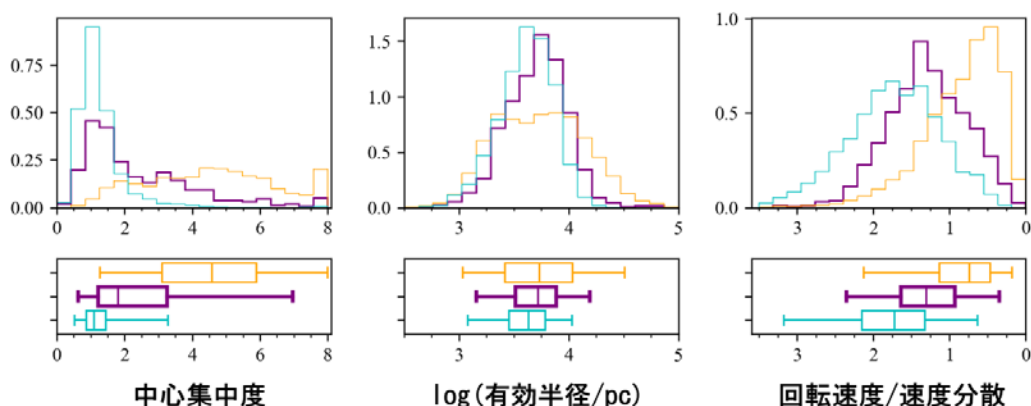
なお本研究では、様々な星形成史を仮定したモデルにより作られた模擬銀河データを用いて手法の検証も行った。その結果、上記の我々の手法では、若返りによって再開した星形成によって全星質量の約 0.1%程度が形成されたような若返り銀河を 66%程度の精度で選択することが可能であることを確認した。また MaNGA サンプルはすでに様々な研究がなされているサンプルであり、ノンパラメトリックな星形成史を仮定しない SED フィッティングにより推定された物理量のカタログも公開されている。本研究により得られた星質量やダスト減光量などの物理量は、既存のカタログともコンシステントな結果であることも確認済みであり、我々の結果の正当性を支持している。

3. 結果

本研究にて構築した若返り銀河サンプルより、若返り銀河は全銀河の約 8%程度を占めることが判明した。また若返り銀河は星形成を活発に行っている銀河の中でも大質量側に多く分布しており、星形成銀河よりも大きな質量を持つ傾向のある非星形成銀河から進化したとする定義と一致した結果となっている。

² 空間方向に分割したビンごとに分光を行うことで、空間的に広がった天体の場所ごとの分光データを手に入れることができる観測のこと。

³ 銀河進化の時間スケールから見れば非常に短い時間スケールであることに注意。



第1図: 銀河の形態指標を比較したヒストグラム, および箱ひげ図。

(左) 銀河の光学的プロファイルの中心集中度を比較している。値が小さいほど中心集中度の弱い円盤銀河のようなプロファイルであることを示す。(中) 銀河の光学的なサイズの指標である有効半径を比較している。有効半径は、各銀河の半分の光度が含まれる半径に対応する。(右) 銀河の力学的な形態指標である回転速度と速度分散の比を比較している。値が大きいほど回転が卓越した円盤銀河のような力学的構造を持つことを示す。各グラフにおいて、オレンジ、紫、水色がそれぞれ非星形成銀河、若返り銀河、星形成銀河を示している。

次に銀河の形態に注目する。第1図は銀河の力学的指標を、若返り銀河、非星形成銀河、星形成銀河で比較している。一般に星形成銀河は円盤状の広がった形態を、非星形成銀河は楕円状の中心集中度の高い形態を示す傾向があることが知られている。光学的な形態指標である中心集中度や、力学的な形態指標である回転速度/速度分散の比の値を比較した結果、若返り銀河は星形成銀河と非星形成銀河の中間的な形態を示し、非星形成銀河よりも明確に円盤状な構造を持つことが判明した。

他にも本課題では、銀河の環境や、分光データの特徴などの比較も行っているが、本記事では割愛させていただく。詳細な解析結果については論文[4]を参照いただきたい。

4. 考察

星形成史を基にした選択手法は、若返り銀河を選ぶ手法として最も直接的な手法であるうえに、本研究で構築したサンプルは過去最大の若返り銀河サンプルであり、若返り銀河の特性を探るための統計的な解析も可能となる。本章では、初の若返り銀河の統計的解析により示唆された、若返り銀河の重要性や、星形成再開のメカニズムなどについて、簡単に報告する。

4. 1. 若返り銀河の重要性

最も直近の時間ビンにおける星形成率を用いて、現在の宇宙における全星形成率において若返り銀河における星形成活動の占める割合を計算した結果、約20%となった。この値は特に大質量側で高く、現在の宇宙における（特に大質量銀河での）星形成活動を考える際に、若返り銀河が無視できない種族であることを意味している。

また若返り銀河において、全星質量に占める直近1億年以内に形成した星質量の割合も計算した。その結果概ね0.1%程度となり、各銀河の質量進化において1回の若返り現象の持つ役割は小さいと考えられる。ただし、前述したように我々の手法は全星質量の0.1%程度を再開した星

形成活動で形成したような若返り銀河のみを選択する傾向があることにバイアスされている可能性がある。一方で、後述する単一の銀河で複数回若返りが起こる可能性や、1 億年以内に再開した星形成活動が今後長い間継続する可能性を考えると、上で議論した値は各銀河の質量進化における再開した星形成の寄与を過小評価している可能性がある。

4. 2. 複数回若返る可能性

今回の SED フィッティングにより推定した星形成史の分析から、星形成再開のタイムスケール、すなわち再開した星形成が継続する時間は平均して 3 億年程度の時間であると推定された。単一の銀河が直近の約 80 億年⁴の間に若返り現象を起こした回数を、若返り銀河の全銀河に占める割合がこの期間の間ずっと一定であるという仮定⁵の下で計算すると、約 2.1 回となった。さらに、前述したように若返り銀河は大質量な銀河ほど多くなるため、この質量依存性を考慮したうえで銀河内の星質量が 10^{11} 太陽質量を超える銀河に限定して直近 80 億年に若返りを起こした回数を計算すると、約 4.4 回となる。

以上のことから、特に大質量の銀河は銀河のその進化の中で複数回若返り減少を経験した可能性が高いと考えられる。この結果は、銀河は一度星形成をやめて非星形成銀河になったとしても、タイムスケールで星形成の抑制と再開を繰り返すという描像を示唆している。

4. 3. 若返りのメカニズム

結果で述べたように、多くの若返り銀河は光学的にも力学的にも非星形成銀河よりも円盤状（あるいは回転運動が卓越した）形態を示している。一方で、定義上若返り銀河は星形成を再開する前には非星形成銀河であったはずである。若返り現象のタイムスケールは数億年程度と、銀河の形態を第 1 図にも表れているほど大きく変えるには短すぎると考えられる。これらを踏まえば、若返り銀河は非星形成銀河と同様の形態を持っているはずである。

我々は若返り銀河と非星形成銀河との間の形態の不一致を説明するシナリオとして、円盤状の形態を持つ希少な非星形成銀河こそ若返り銀河の前駆体であり、そうした銀河が選択的に若返り現象を起こす、というシナリオを考えている。今後、電波での観測により若返り銀河内のガスの分布や運動を議論することとで、若返り現象のメカニズムを含め、若返り銀河の円盤状の形態の起源についても議論する予定である。

5. まとめ

本課題では、面分光サーベイである MaNGA のサンプル 8857 個からなる分光・測光データを SED フィッティング手法で解析し、推定した星形成史を基に 1071 天体からなる過去最大の若返り銀河サンプルを構築した。このサンプルの統計的解析から、若返り現象は現在の宇宙における星形成の 20%程度に貢献していること、単一の銀河が何回も若返り現象を経験した可能性があること、円盤状の形態を持つ非星形成銀河が選択的に若返り現象を起こしている可能性があること、などが判明した。今後は MaNGA サーベイにより得られている面分光データや電波観測のデータを用いて個々の若返り銀河を詳しく解析することで、若返り現象のメカニズムを議論する予定である。

⁴ 赤方偏移 0 から 1 の時間を想定。

⁵ 赤方偏移約 0.8 (約 70 億年前) でも、少数サンプルの解析より 10%程度の割合が報告されているため [1, 3]、それなりに妥当性のある仮定であると考えている。

謝 辞

本研究では東京大学理学部 “2022 Undergraduate Research Abroad in Science Program”, および東京大学情報基盤センター スーパーコンピューティング部門「若手・女性利用者推薦」の支援を受けました。

参 考 文 献

- [1] Chauke, P., van der Wel, A., Pacifici, C., et al. (2019). Rejuvenation in $z \sim 0.8$ Quiescent Galaxies in LEGA-C. *The Astrophysical Journal*, 877, 48. doi:10.3847/1538-4357/ab164d
- [2] Mancini, C., Daddi, E., Juneau, S., et al. (2019). Rejuvenated galaxies with very old bulges at the origin of the bending of the main sequence and of the ‘green valley’. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 489, 1265. doi:10.1093/mnras/stz2130
- [3] Tacchella, S., Conroy, C., Faber, S. M., et al. (2022). Fast, Slow, Early, Late: Quenching Massive Galaxies at $z \sim 0.8$. *The Astrophysical Journal*, 926, 134. doi:10.3847/1538-4357/ac449b
- [4] Tanaka, T. S., Shimasaku, K., Tacchella, S., et al. (2023). HINOTORI I: The Nature of Rejuvenation Galaxies. Accepted to Publications of the Astronomical Society of Japan. doi:10.1093/pasj/psad076 (arXiv:2307.14235)
- [5] Johnson, B. D., Leja, J., Conroy, C., & Speagle, J. S. (2021). Stellar Population Inference with Prospector. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, 254, 22. doi:10.3847/1538-4365/abef67
- [6] Bundy, K., Bershad, M. A., Law, D. R., et al. (2015). Overview of the SDSS-IV MaNGA Survey: Mapping nearby Galaxies at Apache Point Observatory. *The Astrophysical Journal*, 798, 7. doi:10.1088/0004-637X/798/1/7

Wisteria-0 におけるノード間の電力ばらつきとその応用

三 輪 忍

電気通信大学大学院情報理工学研究科

1. はじめに

数千台（多いものでは数十万台）もの計算ノードによって構成されるスーパーコンピュータは膨大な電力を消費しており、その運用に必要とされる費用の大部分を電気料金が占めることで知られている。特に近年は電気料金が大幅に高騰したことにより、一部の計算機センターではシステムの運用方法そのものを見直さざるを得ない状況に追い込まれている。例えば、Wisteria-0 では 2023 年 4 月からユーザの利用負担金を 1.5 倍値上げしたのに加えて、25% のノードを稼働停止する縮退運転を同年 7 月まで実施していた。また、「富岳」でも 3 分の 1 のノードを稼働停止する縮退運転が 2022 年度に実施されており、さらに 2023 年度からは、ユーザに対して省電力化を促すために消費電力削減量に応じてジョブを優先実行する仕組みを導入している。このように、多くの計算機センターにとってシステムの省電力化は喫緊の課題である。

一方、スーパーコンピュータを構成する各ノードには**電力ばらつき**が存在することが知られている。スーパーコンピュータの各計算ノードには同じ製品仕様の CPU や GPU が利用されることが多いが、これらの CPU や GPU は、理論上、同じアプリケーションに対して同じ消費電力を示すことが期待される。しかしながら、実際のシステムにおいては、LSI の製造ばらつき¹やマシンルーム内の温度ばらつき²などの影響により、アプリケーションの実行に使用する CPU や GPU によって消費電力が異なることが報告されている (B. Rountree, et al. 2012; D. Hackenberg 2014; K. Yoshida, et al. 2022; P. Sinha, et al. 2022)。この現象を電力ばらつきと呼ぶ。なお、性能に関しては、一部のアプリケーションとシステムを除き、ノード間のばらつきはほとんどない³ことがわかっている。そのため、上記の性質をうまく利用すれば計算サービスの質を維持しつつシステムの消費電力を削減することが可能であり、電力ばらつきを考慮した電力管理手法の開発が行われている (Y. Inadomi, et al. 2015; E. Totonni, et al. 2015; B. Acun, et al. 2016; R. Sakamoto, et al. 2017; D. Chasapis, et al. 2019)。

我々の研究グループでは、2022 年 4 月から、Wisteria-0 における電力ばらつきの調査と電力ばらつきを考慮した縮退運転方法の開発を行っている(草場智也ら 2023)。これまでの研究では、Wisteria-0 を構成する 7,680 台のノードの中から無作為に抽出した 2,304 台のノードにおいて OpenMP 版の NAS Parallel Benchmark (NPB) を実行したところ、最大 26.4% の消費電力差を示す

¹ 製造工程において発生する LSI の不均質性。

² マシンルーム内の温度は一定の温度以下となるように管理されているが、空調の位置やラック内の位置によってコンピュータの周辺温度は異なる。また、LSI の静的電力はチップ温度に依存するため、同じ処理を行う場合でも、チップの周辺温度が異なる場合は消費電力が異なることが報告されている (池淵大輔ら 2010)。

³ ノード間の性能ばらつきは CPU や GPU の消費電力が制限電力に到達した場合に自動的に周波数を低下させる機能が原因で発生するが、多くのシステムとアプリケーションの組み合わせでは CPU や GPU の消費電力が上記の制限電力に到達することはない。

項目	詳細
総理論演算性能	25.9 TFLOPS
総ノード数	7,680
総主記憶容量	240TB
インターコネクト	Tofu interconnect D

第1図: Wisteria-0 のシステム構成。

項目	詳細
プロセッサ	A64FX (48+2 or 4 コア)
理論演算性能	3.3792 TFLOPS
製造プロセス	TSMC 7nm
メモリ	32GB, 1,024GB/s

第2図: Wisteria-0 のノード構成。

ことを確認している。さらに、上記の電力ばらつきを考慮して縮退運転時の稼働停止ノードを選択した場合には、システムの消費電力削減量が最大 10.2%増加することを確認している。しかしながら、Wisteria-0 の全 7,680 ノードにおける電力ばらつきと、電力ばらつきを考慮して稼働停止ノードを全 7,680 ノードの中から選択した場合の縮退運転の効果は未確認であった。

このような背景から、2023 年 7 月に実施した大規模 HPC チャレンジにおいて、我々の研究グループは Wisteria-0 の全 7,680 ノードを対象に電力ばらつきの調査を実施した。より具体的には、Wisteria-0 の各ノードにおいて計 8 種類のアプリケーションを実行した時の消費電力を計測し、分析を行った。また、上記の実験によって求めた各ノードの消費電力データをもとに、縮退運転時に稼働停止するノードを変更した場合の消費電力削減効果の見積もりも行った。その結果、1) Wisteria-0 のノードには大きな電力ばらつきが存在すること（平均消費電力の差は最大 42%）、2) ノードの消費電力の大小関係はアプリケーションによって差がほとんどないこと（あるアプリケーションを実行した時の消費電力が大きいノードは、他のアプリケーションを実行した時の消費電力も大きい）、3) 電力ばらつきを考慮して稼働停止ノードを選択することで縮退運用時の消費電力削減量が最大 25.7%増加すること、が確認できた。本稿では、その詳細について報告する。

本稿の構成は以下の通りである。まず次章では、実験環境である Wisteria-0 のアーキテクチャについて述べる。続く 3 章では今回行った実験の方法について説明し、4 章では実験結果を示す。最後 5 章でまとめと今後の展望を述べる。

2. Wisteria-0

Wisteria-0 は、東京大学情報基盤センターが 2021 年 8 月に正式運用を開始したスーパーコンピュータ Wisteria/BDEC-01 のサブシステムである。Wisteria-0 のシステム構成を第1図に示す。Wisteria-0 は「FUJITSU Supercomputer PRIMEHPC FX1000」20 ラックから構成されており、後述する Fujitsu A64FX プロセッサによって構成されたノードを計 7,680 台搭載している。各ノードは 6 次元メッシュ／トラス結合の Tofu interconnect D によって接続されており、総理論演算性能は 25.9PFLOPS、総主記憶容量は 240TB である。

Wisteria-0 のノードの諸元を第2図に示す。各ノードは CPU として SVE（Scalable Vector Extension）を実装した A64FX プロセッサを 1 台搭載する。SVE は Armv8-A 64 ビットアーキテクチャのスーパーコンピュータ向け拡張である。A64FX は TSMC 7nm 半導体プロセスを用いて製造されており、約 90 億個のトランジスタによって構成されている。CPU あたり計算コアを 48 個、アシスタントコアを最大 4 個搭載しており、ピーク演算性能は倍精度浮動小数点演算で 3.3792TFLOPS である。メインメモリは 4 スタックの HBM2 で構成されており、容量は 32GB、バンド幅は 1,024GB/s である。

アプリ名	最大 (W)	最小 (W)	電力差 (W)	アプリ名	最大 (W)	最小 (W)	電力差 (W)
CG	217	177	40 (18.4%)	CG	199	153	46 (23.1%)
EP	142	127	15 (10.6%)	EP	119	104	15 (12.6%)
FT	202	167	35 (17.3%)	FT	183	144	39 (21.3%)
IS	134	119	15 (11.2%)	IS	112	95	17 (15.2%)
LU	174	150	24 (13.8%)	LU	155	127	28 (18.1%)
MG	248	198	50 (20.2%)	MG	230	175	55 (23.9%)
DGEMM	239	177	62 (25.9%)	DGEMM	222	153	69 (31.1%)
STREAM	237	191	46 (19.4%)	STREAM	219	169	50 (22.8%)

第 3 図: GIO ノードの電力ばらつき。

第 4 図: BIO ノードの電力ばらつき。

Wisteria-0 のノードには、通常の計算処理に加えて特殊な処理を行うノードが存在する。1 つは FEFS ファイルシステムとの間の I/O 処理を行うグローバル IO ノード (GIO ノード)、もう 1 つは各計算ノードのブートディスクを保持しブート処理を行うブート IO ノード (BIO ノード) である。また、通常の計算処理のみを行うノードに関しても、Tofu インターフェースであるアクティブ光ケーブルの電力を担うノード (AOC ノード) と担わないノード (非 AOC ノード) の 2 種類がある。これらのノードは同じアプリケーションを実行した場合でも消費電力が大きく異なることから、本研究では電力ばらつきをノードの種類ごとに分析する。

3. 実験方法

実験には OpenMP 版の NPB に含まれるアプリケーション 6 種類 (CG, EP, FT, IS, LU, MG) に、計算/メモリバウンドなアプリケーションとして DGEMM と STREAM の 2 種類を加えた計 8 種類のアプリケーションを使用する。NPB の問題サイズは C とし、OpenMP のスレッド数はいずれのアプリケーションも 48 とした。

消費電力の計測は Power API (Sandia National Laboratories 2023) を用いて行う。Power API で測定可能な電力には推定電力と実測電力の 2 種類がある。推定電力は CPU の命令発行数などに基いて推定した電力量であり、1 ミリ秒ごとに更新される。推定電力にはノードの個体差が反映されておらず、同一アプリケーションを実行した場合には常に同じ値を示す。一方、実測電力はノード内の電力計測素子によって計測された電力量であり、5 ミリ秒間隔で更新される。実測電力にはノードの個体差が反映されていることから、本研究では実測電力を使用する。

なお、Power API を用いた電力計測ではアプリケーションのカーネル部分の消費電力の計測も可能であるが、本研究で使用したアプリケーションはカーネル以外の部分の計算時間が全体の実行時間に占める割合が小さいことから、アプリケーション全体の消費電力を計測対象とした。また、測定間のばらつきを排除するために、各アプリケーションはそれぞれのノードで 40 回ずつ実行し、その平均消費電力を求めた。

4. 実験結果

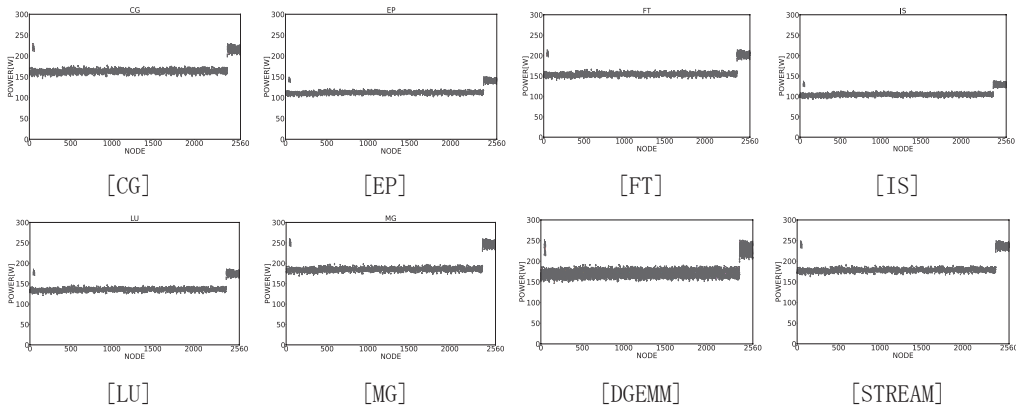
GIO ノードと BIO ノードの測定結果を、それぞれ、第 3 図と第 4 図に示す。表の第 2 列と第 3 列は、それぞれ、当該アプリケーションの実行において最も大きな/小さな電力を消費したノードの平均消費電力を表す。また、表の第 4 列は消費電力が最大のノードと最小のノードとの間の

アプリ名	最大 (W)	最小 (W)	電力差 (W)
CG	230	147	83 (36.1%)
EP	150	100	50 (33.3%)
FT	214	139	75 (35.0%)
IS	138	93	45 (32.6%)
LU	186	121	65 (34.9%)
MG	261	169	92 (35.2%)
DGEMM	252	147	105 (41.7%)
STREAM	250	164	86 (34.4%)

第5図: AOC ノードの電力ばらつき。

アプリ名	最大 (W)	最小 (W)	電力差 (W)
CG	217	138	79 (36.4%)
EP	138	92	46 (33.3%)
FT	202	130	72 (35.6%)
IS	126	84	42 (33.3%)
LU	174	113	61 (35.1%)
MG	249	160	89 (35.7%)
DGEMM	239	139	100 (41.8%)
STREAM	238	155	83 (34.9%)

第6図: 非 AOC ノードの電力ばらつき。

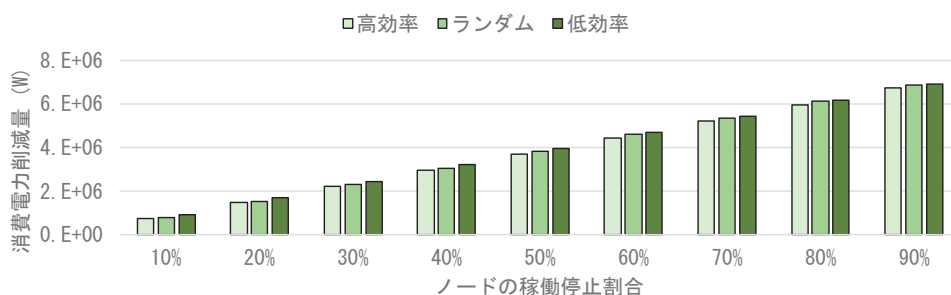


第7図: AOC ノードの消費電力。

消費電力差を表しており、括弧内の数字はその差を最大消費電力（第2列の値）で割った値である。表より、いずれのアプリケーションにおいても電力ばらつきが存在し、電力ばらつきの大きさはアプリケーションによって異なることが確認できた。また、いずれのノードにおいても DGEMM が最大の電力ばらつきを示しており、その大きさは GIO ノードでは 62W (25.9%)、BIO ノードでは 69W (31.1%) であった。

AOC ノードと非 AOC ノードの消費電力測定結果を、それぞれ、第5図と第6図に示す。表より、GIO ノードや BIO ノードと比べて、AOC ノードと非 AOC ノードの電力ばらつきは全体的に大きいことが確認できる。特に DGEMM に関しては、AOC ノードでは最大 105W (41.7%)、非 AOC ノードでは最大 100W (41.8%) の消費電力差が存在することがわかった。この結果は先行研究 (Y. Inadomi, et al. 2015) で報告されている CPU の電力ばらつき（最大 23%）と比べて明らかに大きい。その理由として、Power API が報告する消費電力量は A64FX プロセッサだけでなく HBM2 の消費電力量も含んでおり、HBM2 にも電力ばらつきが存在することが原因と考えられる。

AOC ノードの全ノードの消費電力を第7図に示す。GIO、BIO、非 AOC の全ノードの消費電力データは AOC ノードと同様の傾向を示したため割愛する。各グラフの横軸はノード番号を表しており、縦軸は消費電力を表す。グラフより、ノードの消費電力の大小関係はアプリケーションによってほとんど変わらないことが確認できる。すなわち、あるアプリケーションに対して相対的に大きな（小さな）消費電力を示すノードは、他のアプリケーションに対しても相対的に大きな（小さな）消費電力を示す。



第 8 図：STREAM の消費電力データを用いて稼働停止ノードを選択した場合の消費電力削減量

また同グラフより、いずれのアプリケーションにおいても、2400 番台のノードが他のノードと比べて著しく大きな電力を消費していることが確認できる。これらのノードでは何らかの不具合が発生している可能性があり、このような測定結果となった原因については東京大学情報基盤センターに現在問い合わせ中である。

上記の実験結果を踏まえて、縮退運転時に稼働停止するノードを変更した場合の消費電力削減量の見積もりを行う。まず前提として、PRIMEHPC FX1000 は 1 ラック (384 ノード) に GIO ノードが 8 台、BIO ノードが 24 台、AOC ノードが 160 台、非 AOC ノードが 192 台存在する。そのため、稼働停止ノードの選択は上記のノード比を保った状態で行う。また、PRIMEHPC FX1000 では非 AOC ノードと GIO/BIO/AOC のいずれかのノードが対となり、1 つの CMU (ボード) を構成している。実際に Wisteria-0 のノードの一部を停止させる場合は Tofu のトポロジーを考慮して停止ノードを選択する必要があるが、本研究では CMU 単位でノードを (ボードごと) 交換した上で Tofu のトポロジー的な制約を満たすようにノードを停止することを想定し、稼働停止ノードを CMU 単位で選択する。

結果を第 8 図に示す。図は、STREAM 実行時の各ノードの消費電力データを用いて稼働停止ノードを選択した上で、全ノードで STREAM を実行した場合の消費電力削減量である。ノードの選択に使用するアプリケーションを変更した場合の消費電力削減量は、ほぼ同様の結果が得られたため省略する。グラフの横軸は Wisteria-0 の全ノードに対するノードの稼働停止割合を表しており、縦軸は稼働ノード数が 100% の状態において全ノードで STREAM を実行した場合の消費電力に対する縮退運転時の全稼働ノードで同アプリケーションを実行した場合の消費電力削減量を表す。稼働停止割合ごとの 3 つの棒グラフは、左から順に、電力効率の高いノードから順にノードを停止した場合、停止ノードをランダムに選択した場合、電力効率の低いノードから順にノードを停止した場合を表す。

グラフより、電力ばらつきを考慮して稼働停止ノードを選択する方法は、ノードの稼働停止割合が小さい時ほど効果が高い。特にノードの稼働停止割合が 10%, 20%, 30% の場合において、電力効率の低いノードから順に停止する方法は電力効率の高いノードから順に停止する方法に対して、それぞれ、25.7%, 15.3%, 11.2%、ランダムにノードを停止する方法に対して、それぞれ、18.7%, 10.3%, 7.0% の電力を追加で削減できることがわかった。

5. まとめと今後の展望

本稿では、2023 年 7 月の大規模 HPC チャレンジにて行った、Wisteria-0 におけるノードの電

力ばらつきの実験結果について報告した。今回の実験では、Wisteria-0 の全 7,680 台のノードには有意な電力ばらつきが存在しており、ノードの電力の大小関係はどのアプリケーションを実行した場合でもほとんど同じであることが確認できた。また、縮退運転時には、今回の実験で明らかになった電力効率の低いノードから順に停止させることによって、システムのさらなる省電力化が見込めることも確認した。

今後は、電力ばらつきの計測に使用するアプリケーションを増やして実際のワークロードに近づけることで、運用中のシステムの消費電力に対する電力ばらつきの影響を評価したいと考えている。また、「富岳」でも同様の実験を行うことにより、Wisteria-0 だけでなく「富岳」にも応用可能な省電力運用技術を開発する予定である。

謝 辞

本研究は、東京大学情報基盤センター「Wisteria/BDEC-01 大規模 HPC チャレンジ」における採択課題「Wisteria-0 における CPU の電力性能ばらつきと縮退運転への応用に関する研究」によって行われた。実験とデータ分析に関しては、電気通信大学の草場智也君に大いに協力していただいた。また、本研究を進めるにあたり、電気通信大学の本多弘樹教授、八巻隼人准教授、および、東京大学の塙敏博教授には非常に有意義なご意見をいただいた。ここに感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 池淵大輔ら、『細粒度パワーゲーティングを適用した汎用マイクロプロセッサ Geyser-1』, 情報処理学会研究報告 2010-ARC-187/2010-EMB-15, No. 1, pp. 1-6, 2010
- B. Rountree, et al., “Beyond DVFS: A First Look at Performance Under a Hardware-Enforced Power Bound,” IPDPS Workshops (HPPAC), pp. 947-953, 2012
- D. Hackenberg, “Node Power Consumption Variability,” Energy-Efficient HPC WG Workshop, 2014
- Y. Yoshida, et al., “Analyzing Performance and Power-Efficiency Variations among NVIDIA GPUs,” International Conference on Parallel Processing (ICPP), No. 65, pp. 1-12, 2022
- P. Sinha, et al., “Not All GPUs Are Created Equal: Characterizing Variability in Large-Scale, Accelerator-Rich Systems,” International Conference on High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis (SC22), No. 65, 15 pages, 2022
- Y. Inadomi, et al., “Analyzing and Mitigating the Impact of Manufacturing Variability in Power-Constrained Supercomputing,” SC15, No. 78, pp. 1-12, 2015
- E. Toton, et al., “Scheduling for HPC Systems with Process Variation Heterogeneity,” PPL Technical Report, 10 pages, 2015
- B. Acun, et al., “Variation Among Processors Under Turbo Boost in HPC Systems,” ICS, No. 6, pp. 1-13, 2016
- R. Sakamoto, et al., “Production Hardware Overprovisioning: Real-world Performance Optimization using an Extensible Power-aware Resource Management Framework,” IPDPS, pp. 957-966, 2017
- D. Chasapis, et al., “Power Efficient Job Scheduling by Predicting the Impact of

Processor Manufacturing Variability,” International Conference on Supercomputing (ICS), pp. 296-307, 2019

草場智也ら, 『A64FX プロセッサにおける電力・性能ばらつきの評価・分析』, 情報処理学会研究報告 2023-HPC-188, No. 21, pp. 1-6, 2023 (情報処理学会コンピュータサイエンス領域奨励賞受賞)

Sandia National Laboratories, “Power API,” <http://powerapi.sandia.gov/> (2023 年 10 月 3 日アクセス)

2023年度 お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 開催状況

	開催日	内容	区分	人数	満足度※
第212回	2023年9月20日	「OpenFOAM初級・自動車空力解析」 ¹ Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) 今野 雅	事前登録者	8	5.00
			参加者	大学・研究機関教職員	1
				企業の方	1
				学部学生	0
				大学院生	3
				その他	0
				合計	5
第213回	2023年10月4日	「MPI基礎：並列プログラミング入門」 ² Wisteria/BDEC-01 (Odyssey) 三木 洋平	事前登録者	13	3.88
			参加者	大学・研究機関教職員	1
				企業の方	2
				学部学生	4
				大学院生	3
				その他	0
				合計	10
第214回	2023年10月11日	「MPI上級編」 ³ Wisteria/BDEC-01(Odyssey,Aquarius) 塙 敏博	事前登録者	8	3.25
			参加者	大学・研究機関教職員	1
				企業の方	0
				学部学生	0
				大学院生	3
				その他	1
				合計	5

※「満足度」は講習会参加後に提出されたアンケート（「参加した満足度」の項目）から、その平均値を算出している。1 不満 ↔ 満足 5 の5段階評価。

¹ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/212/>

² <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/213/>

³ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/214/>

原稿募集

本誌では利用者の皆様からの原稿を募集しています。以下の執筆要項に基づいて投稿してください。

執筆要項

- 1 内容は、本センターのスーパーコンピュータシステムの利用者にとって有意義な情報の提供となる原稿とします。
- 2 掲載可否については当編集委員会で決定させていただきます。
- 3 掲載可とした投稿原稿に対して、加除訂正を行うことがあります。
- 4 原稿枚数には特に指定はありませんが、シリーズに分割することもあります。
- 5 プログラムの実例が大量になる場合（概ね 1 頁を超える）は、本文には一部のみを記述し、投稿者の Web ページ等に全体を掲載し、その URL を引用するようにしてください。
- 6 原稿は横書きにしてください。
- 7 原稿は、A4 サイズで、ページの余白は上下 20mm、左右 26mm、ヘッダー15mm、フッター10mm に設定してください。詳しくは原稿様式をご参照ください。PDF 形式（フォント埋め込み）の完全原稿を電子メールにて uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp までご提出願います。
- 8 採用された原稿は、本センターの Web ページに掲載いたします。
<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/news.php>

【スーパーコンピュータシステム・ストレージシステム利用案内】

お知らせ	Web ページ
サービス案内、運転状況など	https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/
公開鍵登録、マニュアル閲覧など	https://wisteria-www.cc.u-tokyo.ac.jp/ (Wisteria/BDEC-01) https://ipomoea-www.cc.u-tokyo.ac.jp/ (Ipomoea-01)

お問い合わせ内容	お問い合わせ先
利用申込関係	スーパーコンピュータシステム・ストレージシステム 利用申込書提出先 uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp 東京大学情報システム部 情報戦略課研究支援チーム
プログラム相談・システム利用に関する質問	https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supports/contact/#SOLDAN

【IP ネットワーク経由時のホスト名】

シ ス テ ム	ホ ス ト 名
Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータ システム (Odyssey/Aquarius)	wisteria.cc.u-tokyo.ac.jp 以下のホストの何れかに接続します※1 wisteria0{1-6}.cc.u-tokyo.ac.jp
Ipomoea-01 システム (大規模共通ストレージシステム(第1世代))	ipomoea01.cc.u-tokyo.ac.jp 以下のホストの何れかに接続します※1 i01login{1-2}.cc.u-tokyo.ac.jp

※1 どのホストに接続しても同じです。

【編集】

東京大学情報基盤センタースーパーコンピューティング研究部門
東京大学情報システム部情報基盤課スーパーコンピューティングチーム
〃 情報戦略課研究支援チーム

【発行】

東京大学情報基盤センター
〒277-0882 千葉県柏市柏の葉6-2-3
(電話) 04-7133-4663 (ダイヤルイン)

目 次

センターから

サービス休止等のお知らせ	1
システム変更等のお知らせ	2
2024年度の利用申込（新規・継続）について	3
2023年度インターン・後期 東京大学情報基盤センター 「若手・女性利用者推薦」採択課題	5
スーパーコンピュータシステム 「大規模HPCチャレンジ」課題募集のお知らせ	11
スーパーコンピュータシステム 「大規模HPCチャレンジ」採択課題のお知らせ	14
研究成果の登録のお願い	15
8月・9月のジョブ統計	16

研究報告

第44回ASE研究会実施報告	20
----------------------	----

ユーザーから

SED フィッティングによる大規模データからの若返り銀河の検出	22
Wisteria-0におけるノード間の電力ばらつきとその応用	27

教育活動報告

2023年度 お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 開催状況	34
--	----

原稿募集	35
------------	----