

# スーパーコンピューティング ニュース

Vol.27 No.4, 2025.7



スーパーコンピュータシステム 利用負担金表

Miyabi スーパーコンピュータシステム 利用負担金表 (2025 年 1 月 8 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) Miyabi-G/C	申込 1 セット当り 300,000 円 (8,640 トークン)		申込 1 セット当り /work 5TB 利用者当り /home 50GB	
公募制度による申込 Miyabi-G	申込 1 セット当り 300,000 円 (8,640 トークン)	申込 1 セット当り 成果公開型の場合 360,000 円 成果非公開型の場合 1,200,000 円 (8,640 トークン)	申込 1 セット当り /work 5TB 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 Miyabi-C	申込 1 セット当り 240,000 円 (6,912 トークン)	申込 1 セット当り 成果公開型の場合 288,000 円 成果非公開型の場合 960,000 円 (6,912 トークン)	申込 1 セット当り /work 4TB 利用者当り /home 50GB	
一般申込 (最小セット) Miyabi-G/C	25,000 円 (720 トークン)		/work 5 TB 利用者当り /home 50 GB	
トークン量追加	25,000 円 (720 トークン)	成果公開型の場合 30,000 円 成果非公開型の場合 100,000 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)

※Miyabi-G のトークン消費係数は 1.00 (1 ノード当り) , 0.25 (MIG 利用時, 1 インスタンス当り), Miyabi-C のトークン消費係数は 0.80 (1 ノード当り)である。

※Miyabi-G の 1 ジョブで利用可能な最大ノード数は 256 ノード, Miyabi-C の 1 ジョブで利用可能な最大ノード数は 64 ノードである。

※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。

※公募制度による申し込みには審査を要する。

※企業利用(成果公開型, 成果非公開型)について、0.25 セット単位での申し込みができるものとする。0.25 セットでの計算機資源および負担金額は、1 セットにおける計算機資源および負担金額に 0.25 を乗じたものとする。

※/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。

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 2 月, 1 月から 3 月までは 3 月。
  - 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値である。

Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム 利用負担金表(2025年1月8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 成果公開型の場合 108,000円 成果非公開型の場合 360,000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 成果公開型の場合 324,000円 成果非公開型の場合 1,080,000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 成果公開型の場合 437,400円 成果非公開型の場合 1,458,000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)	成果公開型の場合 3,499,200円 成果非公開型の場合 11,664,000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 2TB 利用者当り /home 50GB	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)	成果公開型の場合 9,000円 成果非公開型の場合 30,000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。

※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。

※企業利用(成果公開型, 成果非公開型)について、0.25セット単位での申し込みができるものとする(ノード固定, GPU専有を除く)。0.25セットでの計算機資源量および負担金額は、1セットにおける計算機資源量および負担金額に0.25を乗じたものとする。

※/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(成果公開型)	企業(成果非公開型)
1	25,920	364,500円	437,400円	1,458,000円
2	51,840	729,000円	874,800円	2,916,000円
4	103,680	1,458,000円	1,749,600円	5,832,000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 2 月、1 月から 3 月までは 3 月。
  - 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

Miyabi スーパーコンピュータシステム (Miyabi-G) ジョブクラス制限値 (2024 年 9 月 13 日)

キュー名※1	ノード数※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
debug-g	1 ~ 16 (16)	30 分	100	○	○
short-g	1 ~ 8 (8)	8 時間	100	○	○
(regular-g)					
small-g	1 ~ 16 (16)	48 時間	100	○	○
medium-g	17 ~ 64 (64)	"	"	○	○
large-g	65 ~ 128 (128)	"	"	○	○
x-large-g	129 ~ 256 (256)	24 時間	"	○	○
challenge-g	1 ~ 1,090 (1090)	24 時間	100	★	★
(interact-g) ※4					
interact-g_n1	1 (1)	2 時間	100	○	○
interact-g_n8	2 ~ 8 (8)	10 分	"	○	○

★ 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("#PBS -q "キュー名" ")は、regular-g、debug-g、short-g を小文字で指定する

regular-g キューはノード数の指定("#PBS -l "select=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

※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)

qsub -q interact-g -W "group\_list=グループ名" -l "select=ノード数" -l

Miyabi スーパーコンピュータシステム (Miyabi-G: MIG 利用時) ジョブクラス制限値 (2024 年 9 月 13 日)

キュー名※1	MIG インスタンス数※2	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-mig	1, 2, 4	30 分	25	○	○
short-mig	1, 2, 4	8 時間	25	○	○
regular-mig	1, 2, 4	48 時間	25	○	○
(interact-mig) ※4					
interact-mig_g1	1	2 時間	25	○	○

※ MIG(Multi-Instance GPU の略)についての詳細は Web ページ

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/miyabi/service/mig.php> をご覧ください。

※1 キューの指定("#PBS -q "キュー名" ")は、regular-mig、debug-mig、short-mig を小文字で指定する

※2 トークンの消費係数は1MIG インスタンス当り0.25

※3 1MIG インスタンス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)

qsub -q interact-mig -W "group\_list=グループ名" -l "select=1" -l

Miyabi スーパーコンピュータシステム (Miyabi-C) ジョブクラス制限値 (2024 年 9 月 13 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-c	1 ~ 4 (448)	30 分	118	○	○
short-c	1 ~ 2 (224)	8 時間	118	○	○
(regular-c)					
small-c	1 ~ 16 (1,792)	48 時間	118	○	○
medium-c	17 ~ 32 (3,584)	"	"	○	○
large-c	33 ~ 64 (7,168)	24 時間	"	○	○
challenge-c	1 ~ 184 (20,608)	24 時間	118	★	★
(interact-c) ※4					
interact-c_n1	1 (112)	2 時間	118	○	○
interact-c_n2	2 ~ 2 (224)	10 分	"	○	○
prepost	1 (112)	6 時間	240	○	○
prepost1_n1 ~ prepost2_n1	1 (112)	1~6 時間	240	○	○
prepost1_n2	1 ~ 2 (224)	1~6 時間	240	○	○

★ 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("#PBS -q "キュー名" ")は、regular-c、debug-c、short-c を小文字で指定する

regular-c キューはノード数の指定("#PBS -l "select=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0.80

※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)

qsub -q interact-c -W "group\_list=グループ名" -l "select=ノード数" -l

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ノード当たり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, 2, 4 GPU	任意 ※4	56	×	×	○	×
"	1 ノード (8)	"	448	×	×	×	○
interactive-a ※5	1 ノード	10 分	448	○	○	○	○
share-interactive	1 GPU (8)	"	56	○	○	○	○

★ 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 当たり3.00

※3 1ノード当りもしくは1GPU 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) ユーザ ID 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]
	※ 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ユーザ ID(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。		
ディスク容量追加	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

2025 年 7 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。

### Miyabi スーパーコンピュータシステム

○ Miyabi 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
7月23日(水)	9:00 ~ 22:00 までサービス休止	月末処理
8月7日(木) ~ 8月14日(木)	8/7(木)9:00 ~ 8/14(木)17:00 までサービス休止	電力消費節減のためサービス休止
8月29日(金)	9:00 ~ 22:00 までサービス休止	月末処理
9月26日(金) ~ 9月29日(月)	9/26(金)9:00 ~ 9/29(月)20:00 までサービス休止	月末処理、空調機メンテナンス、柏キャンパスにおける特別高圧受変電設備点検・二次変電設備点検

- ・ Miyabi 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水曜日）はサービスを停止します。

○ Miyabi 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	
7月22日(火) 8:30 ~	7月23日(水) 9:00 まで
8月28日(木) 8:30 ~	8月29日(金) 9:00 まで
9月25日(木) 8:30 ~	9月26日(金) 9:00 まで

- ・ 上記期間中、Miyabi の debug-g/c/mig, short-g/c/mig, regular-g/c/mig, interact-g/c/mig, prepost, 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。

### 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
7月25日(金)	9:00 ~ 22:00 までサービス休止	月末処理
8月22日(金) ~ 8月27日(水)	8/22(金)9:00 ~ 8/27(水)17:00 までサービス休止	月末処理、電力消費節減のためサービス休止、柏IIキャンパスにおける特別高圧受変電設備点検・二次変電設備点検
9月19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	
7月24日(木) 8:30 ~	7月25日(金) 9:00 まで
8月21日(木) 8:30 ~	8月22日(金) 9:00 まで
9月18日(木) 8:30 ~	9月19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, GPU 専有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
9月26日(金)～ 9月29日(月)	9/26(金)9:00～9/29(月)17:00 までサービス休止	月末処理、空調機メンテナンス、柏キャンパスにおける特別高圧受変電設備点検・二次変電設備点検

- 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。
- \* 大規模 HPC チャレンジについて、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

(2025.5.1 - 2025.6.30 変更)

## 1. ハードウェア

- 1.1 Miyabi スーパーコンピュータシステム … なし
- 1.2 Wisteria/BDEC-01 スーパーコンピュータシステム … なし
- 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 Rocky Linux 9 (Miyabi)

#### ➤ Miyabi-G

Gromacs	v2025.1	(2025.5.28)
MAGMA	2.9.0	(2025.5.28)
FFTW	3.3.10	(2025.5.28)
ksh	v1.0.6-3	(2025.5.28)

#### ➤ Miyabi-C

ksh	v1.0.6-3	(2025.5.28)
-----	----------	-------------

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 8 (Wisteria/BDEC-01)

#### ➤ Guacamole サーバ

Apache Tomcat	v9.0.106	(2025.6.27)
---------------	----------	-------------

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。

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

## 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

Miyabi 及び 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。

- Miyabi スーパーコンピューティングシステムの演算加速ノード群 (Miyabi-G) 1,090 ノード (GPU 1090 基)、汎用 CPU ノード群 (Miyabi-C) 184 ノード (20,608 コア)
- 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または最先端共同 HPC 基盤施設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。
- センターまたは最先端共同 HPC 基盤施設主催、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。

\* Miyabi においては各月 Miyabi-G で 1 件、Miyabi-C で 1 件、最大 2 件まで受入可能、なお 1 グループで Miyabi-G、Miyabi-C 両方利用することも可能

\*\* 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、なお 1 グループで Odyssey、Aquarius 両方利用することも可能

### 3. 実施日程

2025 年度の「大規模 HPC チャレンジ」実施日程は表 1、表 2 のとおりです。

表 1. 2025 年度 Miyabi 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 2 回	2025 年 8 月 28 日(木) 9:00 ~ 8 月 29 日(金) 9:00	2025 年 7 月 22 日(火) 17:00【締切】	7 月下旬	8 月上旬
	2025 年 9 月 25 日(木) 9:00 ~ 9 月 26 日(金) 9:00			
	2025 年 10 月 28 日(火) 9:00 ~ 10 月 29 日(水) 9:00			
	2025 年 11 月 25 日(火) 9:00 ~ 11 月 26 日(水) 9:00			
第 3 回	2025 年 12 月 23 日(火) 9:00 ~ 12 月 24 日(水) 9:00	2025 年 11 月 17 日(月) 17:00【締切】	11 月下旬	12 月上旬
	2026 年 1 月 27 日(火) 9:00 ~ 1 月 28 日(水) 9:00			
	2026 年 2 月 24 日(火) 9:00 ~ 2 月 25 日(水) 9:00			
	2026 年 3 月 30 日(月) 9:00 ~ 3 月 31 日(火) 9:00			

表 2. 2025 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 2 回	2025 年 8 月 21 日(木) 9:00 ~ 8 月 22 日(金) 9:00	2025 年 7 月 22 日(火) 17:00【締切】	7 月下旬	8 月上旬
	2025 年 9 月 18 日(木) 9:00 ~ 9 月 19 日(金) 9:00			
	2025 年 10 月 30 日(木) 9:00 ~ 10 月 31 日(金) 9:00			
	2025 年 11 月 27 日(木) 9:00 ~ 11 月 28 日(金) 9:00			
第 3 回	2025 年 12 月 18 日(木) 9:00 ~ 12 月 19 日(金) 9:00	2025 年 11 月 17 日(月) 17:00【締切】	11 月下旬	12 月上旬
	2026 年 1 月 29 日(木) 9:00 ~ 1 月 30 日(金) 9:00			
	2026 年 2 月 26 日(木) 9:00 ~ 2 月 27 日(金) 9:00			
	2026 年 3 月 30 日(月) 9:00 ~ 3 月 31 日(火) 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 ページ<sup>1</sup>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 ページ<sup>1</sup>をご覧ください。

#### 4. 研究対象

「大規模 HPC チャレンジ」では、採択基準に示すノード数を超え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（Miyabi については筑波大学計算科学研究センターの教職員も含む）、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。

#### 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（Miyabi については筑波大学計算科学研究センターの教職員も含む）、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

- 計算・結果の詳細を論文等も含めて公表できること。
- 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。
- システムごとに決められたノード数（Miyabi-G : 1,024 ノード、Miyabi-C : 184 ノード、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。
- 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）。
- 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。

<sup>1</sup> 「大規模 HPC チャレンジ」

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

- ※ 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  
点評価される場合があります。
- ※ 最大利用可能ノード数： Miyabi-G : 1,090 ノード、Miyabi-C : 184 ノード、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 ページ<sup>1</sup>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 情報基盤センター

### 【 問い合わせ先 】

E-Mail : uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp  
東京大学 情報基盤センター

## 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

Miyabi 及び 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<sup>1</sup>。

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：Miyabi

募集期間：2025 年度 第 1 回再募集 2025 年 3 月 21 日～4 月 21 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	Miyabi-G における HPL の電力最適化
代表者名(所属)	朴 泰祐 (筑波大学計算科学研究センター)
本研究では、Miyabi-G 全系を用いた HPL 測定を行い、その際のエネルギー最適化について検討する。Top500 における HPL 測定では、ノードの GH200 のパッケージ電力を 900 W、GPU 電力を 700 W に設定し、最大性能を発揮する条件の下で測定を行っている。この設定で HPL は 46.80 PFLOPS、電力あたり性能は 47.59 GFLOPS/W を達成した。しかし、より適切な電力制御を設定することで効率が向上する可能性がある。本研究では、CPUFreq governor の選択などを通じて、CPU と GPU の電力バジェットをバランスよく分け合い、全体の電力あたり性能を向上させることを目指す。測定結果を基に、より効率的な運用条件を探り、今後の各計算ノード設定を再検討する予定である。	

<sup>1</sup> 「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's navigation bar with '研究成果の取扱い' circled in green. Below, the '研究成果の取扱い' page is shown with a blue arrow pointing to the '研究成果登録のページ' link. The registration form is also shown with a green box around the account and password fields. Numbered annotations 1-4 point to these key elements.

- 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

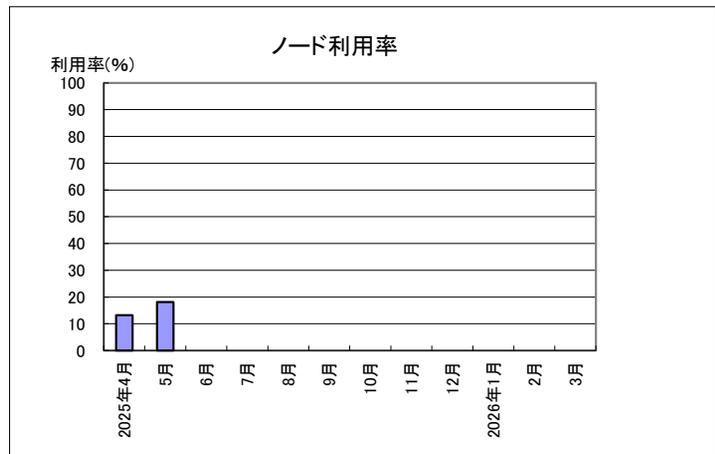
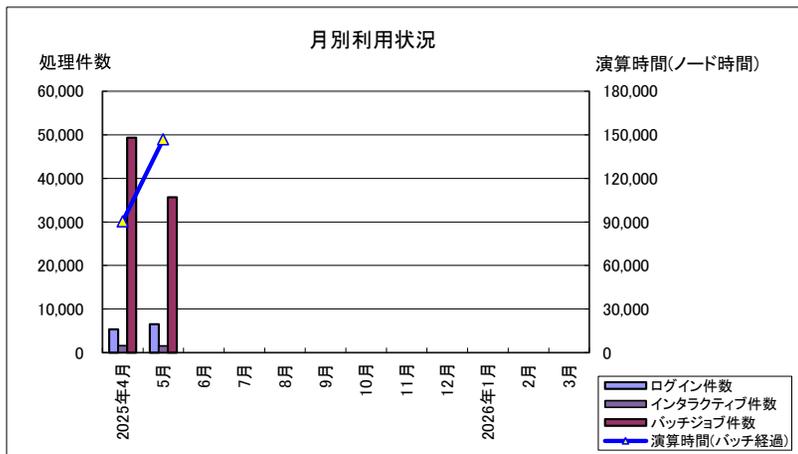
## 4・5月のジョブ統計

### 1. Miyabiスーパーコンピュータシステム(Miyabi-G)ジョブ処理状況 (Rocky Linux 9)

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		
2025年4月	1,856	470	5,348	23	1,582	49,357	25,944	1,639	128,617	1,433.55	33	990	90,485	148.0	13.2
5月	1,876	517	6,550	122	1,529	35,660	38,888	2,352	249,729	2,765.40	184	1,426	146,995	203.0	18.1
2025年1月	1,197	241	2,649	15	611	8,835	14,190	587	29,393	840.76	33	259	19,646	48.7	4.3
2月	1,289	261	3,626	14	765	37,267	23,188	1,127	78,352	1,397.19	50	491	64,672	98.9	8.8
3月	1,295	221	3,535	142	864	22,684	25,710	1,266	95,308	1,609.49	27	587	96,014	133.5	11.9
合計			21,708	316	5,351	153,803	127,920			8,046	327	3,753	417,812		

- ・2025年1月14日よりサービス開始
- ・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

- ・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=ノード利用率×総ノード数(1120)
- ・ノード利用率: サービスノードに対する利用率。 計算式=利用ノード時間÷サービスノード時間×100

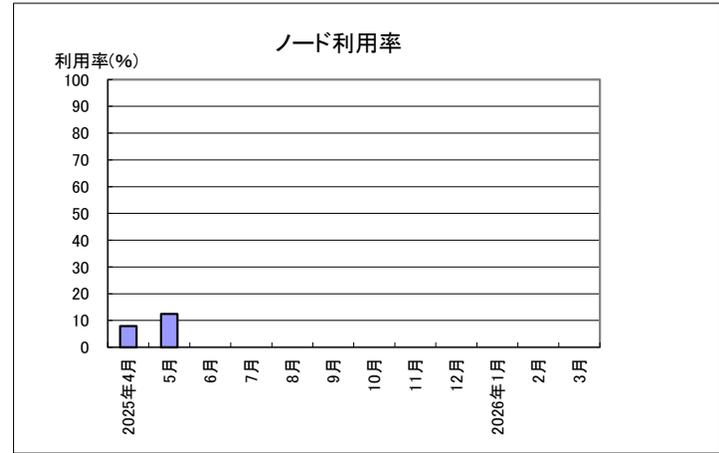
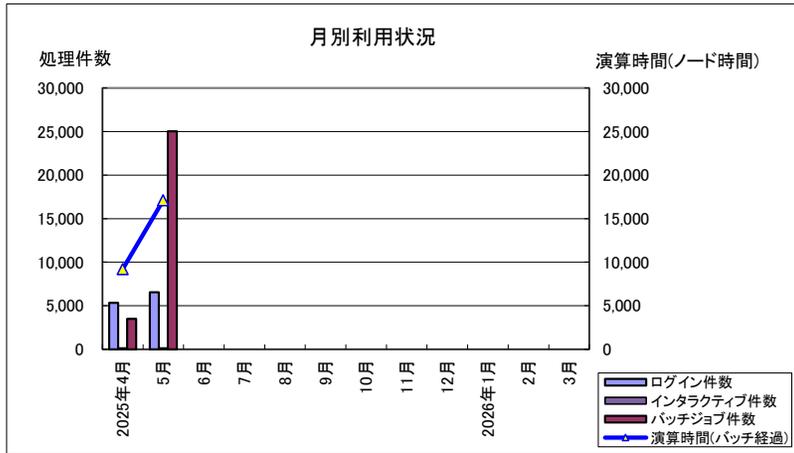


## 2. Miyabiスーパーコンピュータシステム(Miyabi-C)ジョブ処理状況 (Rocky Linux 9)

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		
2025年4月	1,856	470	5,348	23	148	3,512	25,944	1,639	128,617	1,433.55	33	99	9,214	15.1	7.9
5月	1,876	517	6,550	122	157	25,025	38,888	2,352	249,729	2,765.40	184	117	17,121	23.6	12.4
2025年1月	1,197	241	2,649	15	17	1,287	14,190	587	29,393	840.76	33	18	2,212	5.5	2.9
2月	1,289	261	3,626	14	4	2,622	23,188	1,127	78,352	1,397.19	50	0	22,292	33.8	17.8
3月	1,295	221	3,535	142	45	2,486	25,710	1,266	95,308	1,609.49	27	22	26,326	36.3	19.1
合計			21,708	316	371	34,932	127,920			8,046	327	256	77,165		

- ・2025年1月14日よりサービス開始
- ・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

- ・ノード利用数：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=ノード利用率×総ノード数(190)
- ・ノード利用率：サービスノードに対する利用比率。計算式=利用ノード時間÷サービスノード時間×100



### 3. 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		
2025年4月	2,983	730	11,790	319	342	231,284	42,560	5,260	4,228,565	4,486.15	2,201	170	1,215,985	1,969.5	25.6
5月	2,500	674	10,583	493	484	159,215	63,165	5,281	3,515,011	4,329.57	2,465	210	928,094	1,269.8	16.5
2024年5月	2,581	836	14,356	455	1,037	102,288	67,883	4,064	3,413,075	4,138.19	1,051	487	1,918,358	2,624.7	34.2
6月	2,674	918	14,788	642	729	75,067	86,045	4,229	3,472,841	4,240.77	2,358	365	2,070,065	2,928.4	38.1
7月	2,815	847	14,041	587	772	90,717	81,792	4,504	3,682,226	4,853.91	3,256	369	1,728,179	2,364.6	30.8
8月	2,801	734	9,627	274	420	76,810	42,969	4,813	3,671,414	2,628.47	2,294	186	1,485,525	2,579.4	33.6
9月	2,792	777	14,604	398	362	152,888	92,462	4,971	3,893,704	6,224.34	2,551	200	2,130,550	3,013.5	39.2
10月	2,769	831	18,623	735	723	189,929	95,619	5,149	4,047,563	11,757.14	2,917	395	2,655,570	3,633.2	47.3
11月	2,704	865	19,738	607	781	194,719	99,543	5,541	4,325,599	19,003.25	2,912	394	2,347,168	3,386.3	44.1
12月	2,760	944	19,607	644	525	211,700	92,989	5,944	4,507,672	7,893.00	3,156	288	2,607,394	3,567.1	46.4
2025年1月	2,793	876	18,985	381	731	285,006	80,992	6,052	4,606,289	4,830.49	2,641	402	2,659,554	3,638.5	47.4
2月	2,751	810	13,711	321	642	332,898	66,612	6,248	4,761,158	3,588.52	2,294	290	2,248,534	3,412.1	44.4
3月	2,726	726	15,286	309	419	392,077	63,527	6,355	4,729,896	8,389.56	2,451	169	3,063,664	4,230.3	55.1
合計			181,383	5,710	6,930	2,392,310	908,275			82,225	31,496	3,438	25,140,282		

・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

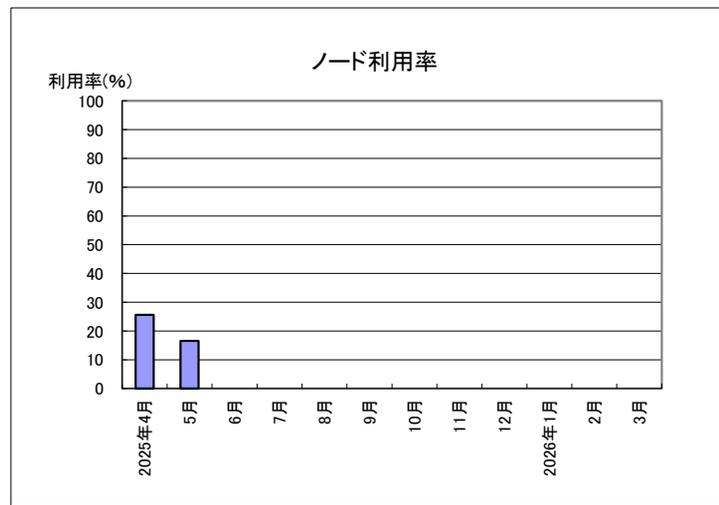
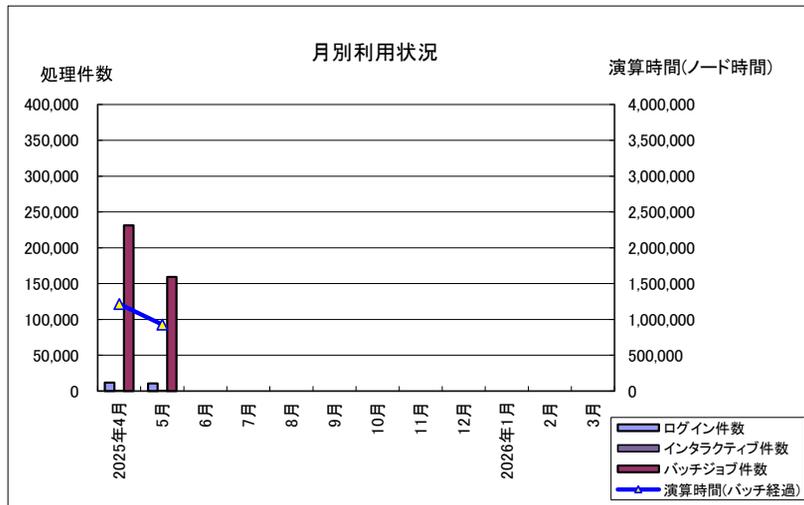
・ログイン(実CPU)： コア時間単位

・2024年5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ヶ月の稼働時間

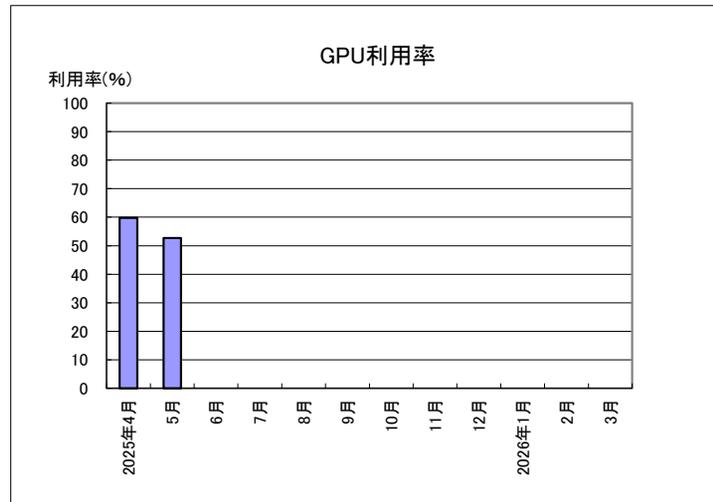
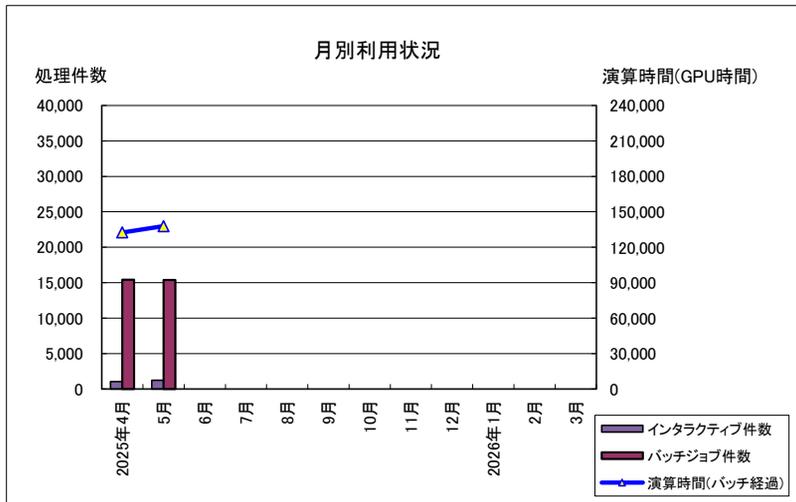
・ノード利用率： サービスノードに対する利用率。 計算式=ノード利用数÷サービスノード数×100



4. 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		
2025年4月	1,048	15,404	632	132,479	215.4	59.8
5月	1,273	16,297	792	152,588	209.8	58.3
2024年5月	1,224	15,366	821	137,871	189.7	52.7
6月	1,205	21,363	521	167,041	237.0	65.8
7月	984	19,244	497	157,112	215.6	59.9
8月	652	16,524	448	123,455	215.1	59.8
9月	1,256	24,774	860	182,158	258.8	71.9
10月	1,494	33,539	887	181,859	250.0	69.4
11月	1,903	32,795	984	187,523	270.7	75.2
12月	1,700	27,246	758	202,930	278.6	77.4
2025年1月	1,708	24,326	1,082	202,451	278.4	77.3
2月	855	16,304	616	187,902	286.0	79.5
3月	1,195	11,683	703	202,152	279.8	77.7
合計	15,273	259,499	8,780	2,079,650		

- ・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Wisteria/BDEC-01(Odyssey)と共通。
- ・2024年5月分は合計に含まない
- ・GPU利用数: 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



5. Ipomoea-01大規模共通ストレージシステム使用状況

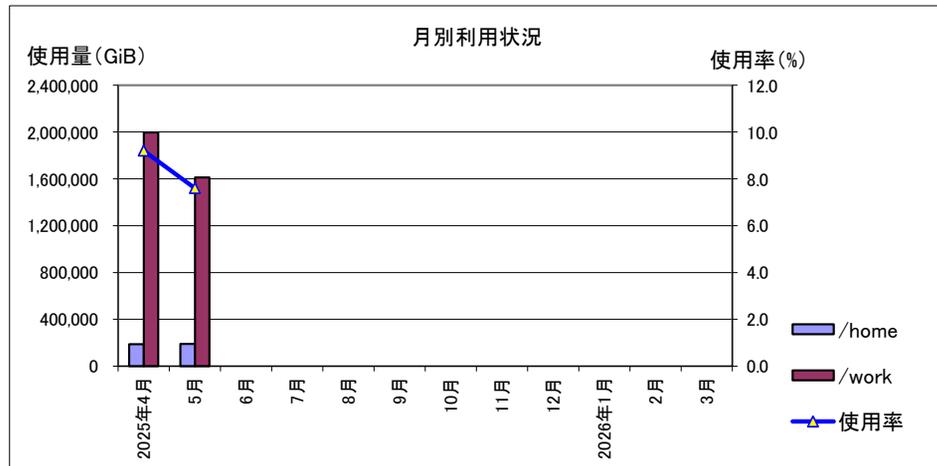
年月	登録者数	実利用者数	ログイン数	接続時間 [時間]	ログイン (実CPU)	ファイル使用量 [GiB]		使用率 (%)	実効容量 (GiB)
						/home	/work		
2025年4月	2,389	56	155	369	45.4	186,856	1,996,789	9.2	23,657,187.6
5月	2,193	48	145	571	24.7	185,485	1,955,689	9.0	23,657,187.6
2024年5月	2,052	37	159	802	24.4	189,159	1,612,688	7.6	23,657,187.6
6月	2,060	49	170	559	140.4	189,097	1,758,630	8.2	23,657,187.6
7月	2,148	45	207	1,688	241.5	189,063	1,770,802	8.2	23,657,187.6
8月	2,194	33	172	716	17.4	189,168	1,778,240	8.3	23,657,187.6
9月	2,249	47	173	1,294	12.5	195,807	1,690,726	7.9	23,657,187.6
10月	2,339	37	173	482	10.1	194,283	1,632,081	7.7	23,657,187.6
11月	2,416	53	219	552	21.4	195,871	1,665,902	7.8	23,657,187.6
12月	2,420	58	187	1,170	164.0	199,349	1,727,752	8.1	23,657,187.6
2025年1月	2,462	51	169	430	94.7	207,538	1,765,553	8.3	23,657,187.6
2月	2,480	31	126	581	51.3	204,557	1,769,776	8.3	23,657,187.6
3月	2,477	45	170	712	52.5	207,985	1,781,816	8.4	23,657,187.6
合計			2,066	9,124	876				

・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

・2024年5月分は合計に含まない



# 低レイノルズ数のバフェットによる三次元性への影響に関する研究

藤野 献

東京大学大学院工学系研究科航空宇宙工学専攻

## 1. はじめに

本研究では、低レイノルズ数領域 ( $Re \sim 10^4$ ) における遷音速バフェットに類似し多長周期の振動に関する研究である。遷音速バフェットとは、遷音速領域で飛行する航空機の翼における、衝撃波と境界層の干渉による自励的な振動である [1]。航空機の翼における遷音速バフェットは、航空機の構造に悪影響を及ぼし、航空機の運航領域に制約を与えることから、これまで盛んに研究がなされている。これまでの研究においては、実際の航空機を想定した高レイノルズ数領域 ( $Re = 10^6 \sim 10^7$ ) にて、現象の解明・予測・制御に関する研究がなされている (例えば [2, 3])。

こうした高レイノルズ数で研究が行われている遷音速バフェットに対して、低レイノルズ数領域 ( $Re \sim 10^4$ ) の研究が近年なされている。低レイノルズ数の高マッハ数領域 ( $M \sim 0.8$ ) の翼においても、遷音速バフェットに類似した長周期の振動の発生が確認されている [4-7]。こうした翼における低レイノルズ数の長周期の振動は、剥離せん断層の振動により特徴付けられている [8]。本研究では、低レイノルズ数と高レイノルズ数の領域の違いが明らかでないという点から、低レイノルズ数領域における長周期の振動を低レイノルズ数のバフェット [8] と呼ぶこととする。近年低レイノルズ数のバフェットの観点から、(高レイノルズ数の) 遷音速バフェットのメカニズムに関する考察が行われている [7, 8]。

こうした低レイノルズ数の高マッハ数領域は、圧縮性低レイノルズ数流れと呼ばれている。圧縮性低レイノルズ数流れは、例えば、低密度、低温かつ二酸化炭素に覆われた火星を飛行する火星航空機の環境などにおいて生じる。近年火星航空機を利用したミッションが JAXA などにより提案されており [9]、圧縮性低レイノルズ数領域に注目が高まっている。圧縮性低レイノルズ数流れでは、マッハ数の増加に伴い、三次元的な流れ場の二次元化といった、流れ場の安定化が確認されている [10, 11]。低レイノルズ数のバフェットは、これまで多くの研究で二次元の数値計算や限られた三次元的な計算領域により再現されているため [4-8]、流れ場の三次元性に関して明らかでない。マッハ数の増加に伴う圧縮性による安定化の一方で、剥離せん断層の不安定性が想定される。そこで低レイノルズ数のバフェットにおける三次元性の影響を明らかにする必要がある。

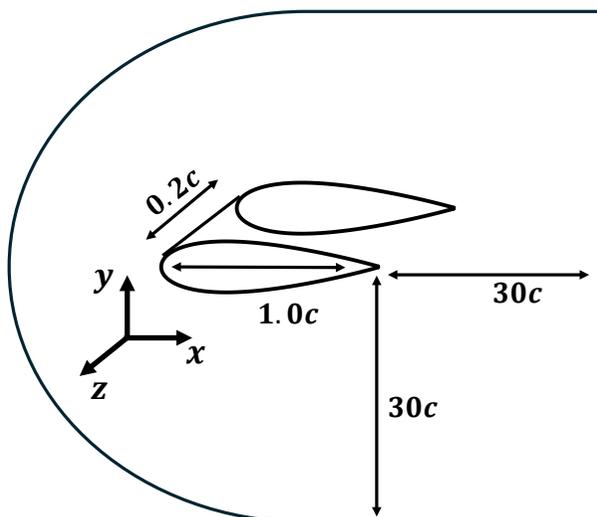
圧縮性低レイノルズ数の領域は、風洞などを用いた実験が困難である。このため、三次元性を取り入れた数値計算により、低レイノルズ数のバフェットを再現する必要がある。しかし、低レイノルズ数流れは、乱流遷移する前に層流剥離するため、高レイノルズ数流れに用いられる乱流モデルの適用は困難である。このため三次元数値計算により流れ場の詳細を明らかにするためには、支配方程式をモデル化せず、直接数値シミュレーションといった高精度・高コストな計算手法の適用が必要となる。また低レイノルズ数のバフェットは、長周期の振動という特徴を有するため、大規模な非定常計算が必要となる。以上の高精度な三次元計算及び長周期の非定常

計算の必要性から、スーパーコンピュータを用いることが必要となる。

本研究では、低レイノルズ数におけるパフエット現象の三次元性について、三次元直接数値シミュレーションを通じて明らかにすることを目指す。

## 2. 計算手法・並列化手法

本研究における計算対象として、これまでの研究で用いられてきた翼型である、NACA0012 翼型とする。第1図のように、 $x, y, z$ 軸を設定し、C型格子を用いる。翼のスパン方向長さ（ $z$ 方向長さ）を翼型のコード長 $c$ を用いて、 $0.2c$ とする。低レイノルズ数流れの翼の三次元計算において、コード長の長さを $0.1c \sim 0.2c$ 程度とれば、三次元性を考慮した空力係数の予測において十分であることが確認されている[12]。格子点数に関して、 $1505 \times 276 \times 100$ 点の合計約 4000 万点である。壁面方向の最小格子幅は $3.94 \times 10^{-4}c$ 、である。スパン方向には、周期境界条件を課す。壁面に滑りなし境界及び断熱境界条件を課す。外部境界条件に関して、リーマン境界条件を課す。



第1図：計算領域に関する図。

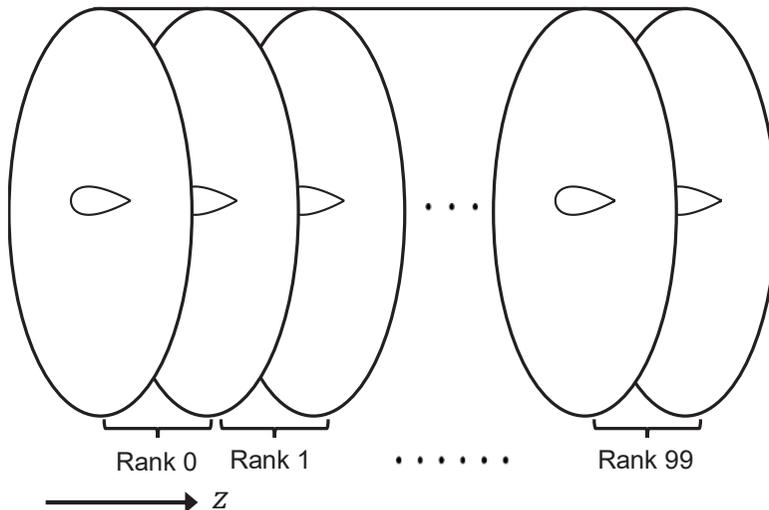
計算領域として、C型格子を用いる。スパン方向長さ（ $z$ 軸方向長さ）を $0.2c$ とし、スパン方向に周期境界条件を課す。

計算に用いる支配方程式として、圧縮性ナビエ・ストークス方程式を用いる。比熱比を1.4、プラントル数を0.72とする。計算条件に関して、これまで二次元の計算で低レイノルズ数のパフエットの発生が確認されている[8]、 $M = 0.8, Re = 3.0 \times 10^4, \alpha = 0^\circ$ をベースとする。ベースとしたケース及びマッハ数を $M = 0.6$ へ変化させたケースを対象として、三次元計算を行う。計算の初期条件として、事前に二次元計算により得られた瞬時場を初期条件として用いる。

圧縮性ナビエ・ストークス方程式の離散化手法に関して、これまでの筆者の二次元計算手法[8]と同様である。移流項の離散化に関して、SLAU2スキーム[13]を用い、五次精度WENO-Z内挿[14]により再構築を行う。粘性項の離散化に関して、四次精度中心差分[15]を用いる。時間積分を三次精度TVD-Runge Kuttaスキーム[16]を用いる。これらの計算手法の妥当性に関して、筆者のこ

れまでの先行研究[8]において、二次元計算に関して検証されている。

並列計算手法に関して、Hybrid MPI + OpenMP を用いる。本研究では、Wisteria/BDEC-01 Odessey を用いる。用いるノード数を 25 とし、MPI のプロセス数を 100、OpenMP のスレッド数を 12 とする。領域分割手法に関して、スパン方向（z軸方向）に分割するものとする。分割されたそれぞれの領域は、スパン方向に 1 点ずつ有している。第 2 図に計算格子における領域分割に関する図を示す。これらの並列化手法により、低レイノルズ数のバフェット一周期にあたる無次元時間 15 を約一日で計算可能である。

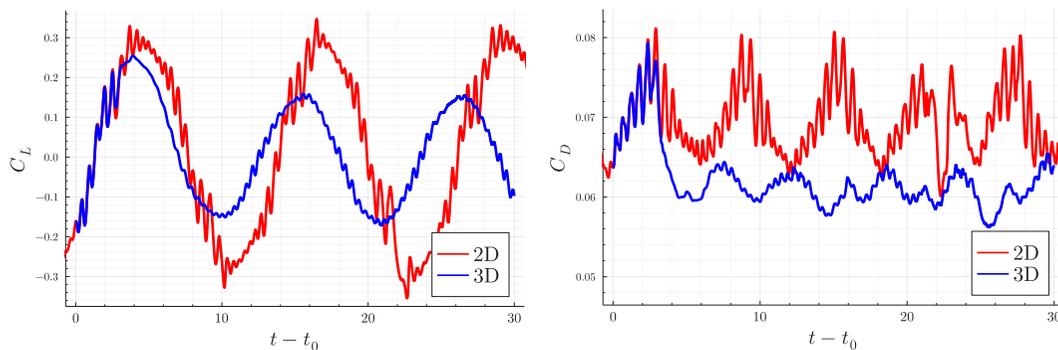


第 2 図：計算格子における領域分割に関する図。

図のように、MPI のプロセス数に応じて、スパン方向に 100 個の領域に分割される。

### 3. 結果

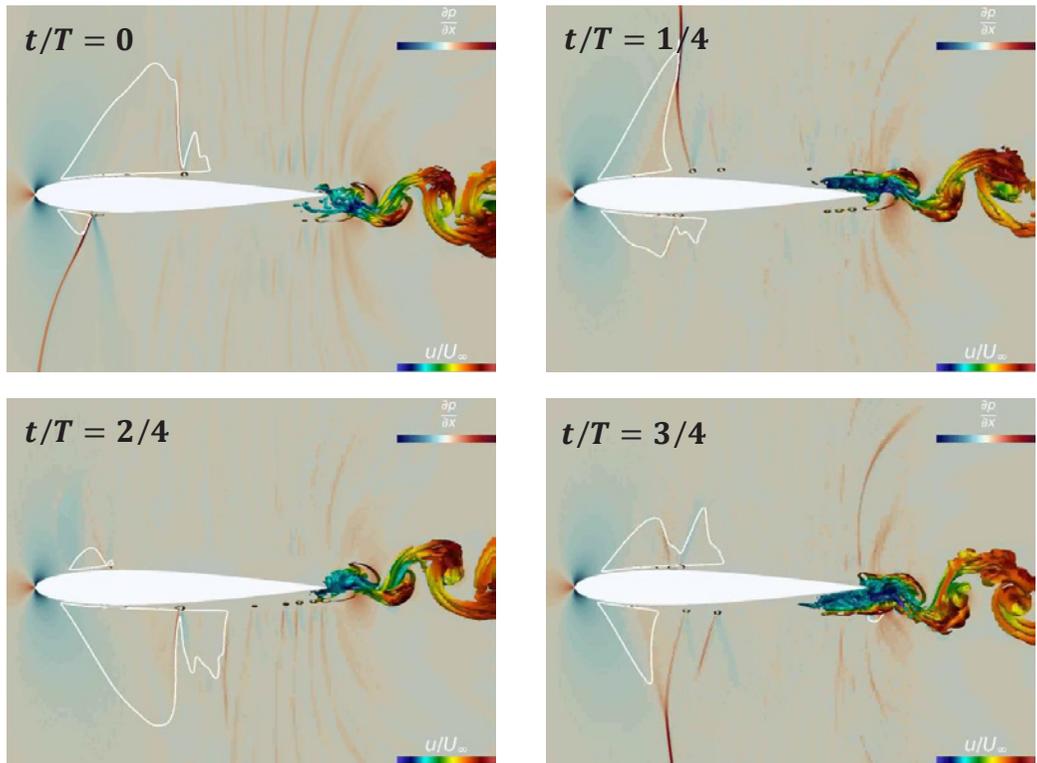
最初に  $M = 0.8, Re = 3.0 \times 10^4, \alpha = 0^\circ$  の場合の結果について述べる。第 3 図に揚力係数 ( $C_L$ ) 及び抗力係数 ( $C_D$ ) の時間変化を示す。二次元計算と三次元計算の比較のため、両者（赤線：二次元計算，青線：三次元計算）を同じ図に示す。



第 3 図：揚力係数 ( $C_L$ )，抗力係数 ( $C_D$ ) の時間変化。図の赤線：二次元計算。青線：三次元計算

第3図から、 $C_L$ 及び $C_D$ のいずれの時間変化も三次元計算において、振動の振幅の減衰が確認される。また二次元計算と比べて、三次元計算における $C_D$ の減衰が確認される。これは次の第4図に示すように、三次元的な流体構造の発達によるものと思われる。

第4図に三次元計算の結果による流れ場の低レイノルズ数のバフェットの1周期における時間変化を示す。圧力勾配 $\partial p/\partial x$ 分布及び速度 $u$ により色付けられた $Q$ 値の等値面を可視化している。 $Q$ 値の等値面により、三次元的な流体構造の発達を表している。図の白線は、音速線( $M = 1$ )を表しており、白線で囲まれた領域は、超音速領域を表している。

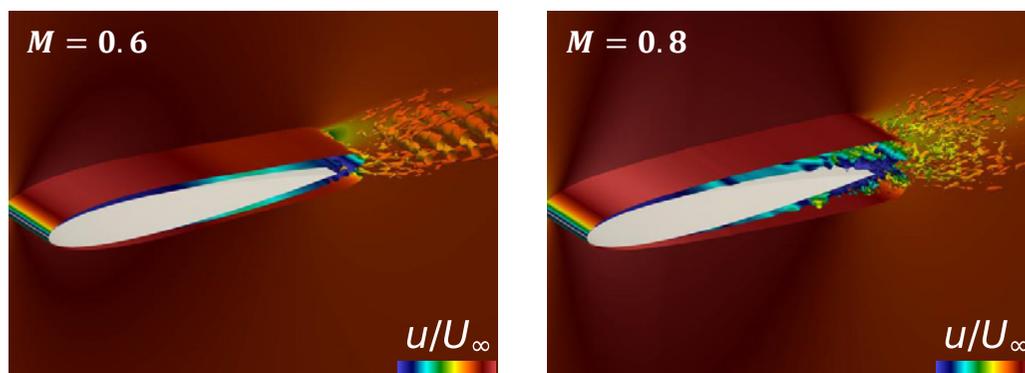


第4図：三次元計算の結果における低レイノルズ数のバフェットの1周期における時間変化。圧力勾配 $\partial p/\partial x$ 分布及び速度 $u$ により色付けられた $Q$ 値の等値面 ( $Q = 20$ )。白線：音速線 ( $M = 1$ )。

図の白線の音速線で囲まれた超音速領域が、低レイノルズ数のバフェットの周期に応じて、翼の上下面で交互に生じることが確認される。同様に翼型の上下面で、三次元的な流体構造が交互に生じることが確認される。こうした翼型の上下面で交互に生じる三次元的な流体構造は、低レイノルズ数のバフェットの振動による剥離せん断層の不安定性に起因しているものと思われる。こうした翼面上で三次元的な流体構造が生じることで、第3図における三次元計算の低レイノルズ数のバフェットの振動の振幅の減衰が生じたものといえる。

続いて、マッハ数の違いの比較を低レイノルズ数のバフェットの発生が確認されない $M = 0.6$ 及び低レイノルズ数のバフェットが発生する $M = 0.8$ の場合の比較を行う。なおレイノルズ数及び迎角は、同様である。第5図に $M = 0.6$ 及び $M = 0.8$ の場合の三次元計算における時間平均流れ

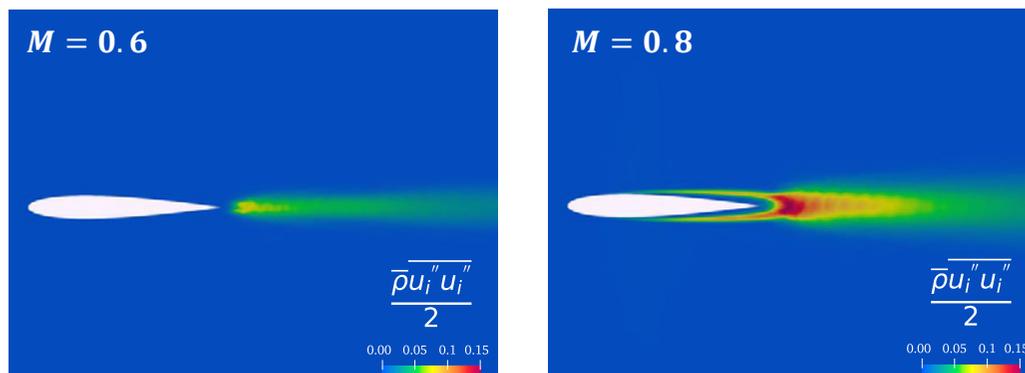
場の結果を示す．第5図では，速度 $u$ の時間平均流れ場及び，三次元性を可視化するため， $Q$ 値の等値面を同時に示している．



第5図：三次元計算の結果における速度 $u$ の時間平均流れ場．速度 $u$ により色付けられた $Q$ 値の等値面 ( $Q = 1$ )．左:  $M = 0.6$ . 右:  $M = 0.8$ .

第5図から，マッハ数の $M = 0.6$ から $M = 0.8$ に増加するにつれ，三次元的な流体構造の翼面上での顕著な発達が見られる．こうしたマッハ数の増加に伴う，三次元的な流体構造の発達は，これまでの圧縮性低レイノルズ数流れにおいて確認されてきた，マッハ数の増加に伴う流れ場の安定化とは異なる傾向である．

第6図に非定常性による変動を可視化するため， $M = 0.6$ 及び $M = 0.8$ の場合の三次元計算における乱流運動エネルギー分布を示す．



第6図：三次元計算における乱流運動エネルギー ( $\overline{\rho u' u' + v' v' + w' w'}/2$ ) の可視化．左:  $M = 0.6$ . 右:  $M = 0.8$ .

第6図から，マッハ数の $M = 0.6$ から $M = 0.8$ への増加に伴い，翼の後方の後流で顕著な変動の増加が確認される．低レイノルズ数のパフェットの顕著な発生により，変動が増幅されたものといえる．

#### 4. 結論及び今後について

以上より，本研究の結論を述べる．本研究では，低レイノルズ数におけるパフェット現象の三次元性を明らかにするため，NACA0012 翼型を対象として，三次元直接数値シミュレーションを行った．二次元計算と三次元計算の比較の結果，三次元的な流体構造の形成に伴う，低レイノルズ数のパフェットの振動の振幅の減衰が確認された．またマッハ数の増加に伴う，低レイノルズ

数のバフフェットの発生に伴い、三次元的な流体構造の発達や非定常な変動の増幅が確認された。今後、三次元性の影響に関して、より詳細な議論を行っていく予定である。

## 謝辞

本研究は、東京大学情報基盤センターの「若手・女性利用者推薦（インターン）」制度による支援を受けて実施したものです。

## 参考文献

- [1] N. F. Giannelis, G. A. Vio, and O. Levinski. A review of recent developments in the understanding of transonic shock buffet, *Prog. Aerosp. Sci.*, **92** (2017), pp. 39–84.
- [2] J. D. Crouch, A. Garbaruk, D. Magidov, and A. Travin. Origin of transonic buffet on aerofoils, *J. Fluid Mech.*, **628** (2009), pp. 357–369.
- [3] Y. Iwatani, H. Asada, C. A. Yeh, K. Taira, and S. Kawai. Identifying the self-sustaining mechanisms of transonic airfoil buffet with resolvent analysis, *AIAA J.*, **61**(6) (2023), pp. 2400–2411.
- [4] A. Bouhadji and M. Braza. Organised modes and shock-vortex interaction in unsteady viscous transonic flows around an aerofoil part I: Mach number effect, *Comput. Fluids*, **32** (2003), pp. 1233–1260.
- [5] S. Bourdet, A. Bouhadji, M. Braza, and F. Thiele. Direct numerical simulation of the three-dimensional transition to turbulence in the transonic flow around wing, *Flow Turbul. Combust.*, **71** (2003), pp. 203–220.
- [6] L. Jones, R. D. Sandberg, and N. D. Sandham. Direct numerical simulation of an airfoil with unsteady wake, In Proceedings of European Conference on Computational Fluid Dynamics (ECCOMAS CFD 2006), pp. 1–18, September 2006.
- [7] P. Moise, M. Zauner, and N. D. Sandham. Connecting transonic buffet with incompressible low-frequency oscillations on aerofoils, *J. Fluid Mech.*, **981** (2024), A23.
- [8] K. Fujino and K. Suzuki. Mechanism of periodic oscillation in low-Reynolds-number buffet around an airfoil at angle of attack 0, *Phys. Fluids*, **36** (4) (2024), 046126.
- [9] A. Oyama and K. Fujii. A study on airfoil design for future Mars airplane, AIAA Paper 2006-1484, 2006.
- [10] K. Kusama, T. Nagata, M. Anyoji, T. Nonomura, and K. Asai. Investigation of Mach number effects on flow over a flat plate at Reynolds number of  $1.0 \times 10^4$  by Schlieren visualization, *Fluid Dyn. Res.*, **53** (2021) pp. 1–18.
- [11] H. Mukohara and M. Anyoji. Computational analysis of compressibility effect on flow field and aerodynamics at low Reynolds number, *Phys. Fluids*, **34** (2022), 056109.
- [12] W. Zhang and R. Samtaney. Assessment of spanwise domain size effect on the transitional flow past an airfoil, *Comput. Fluids*, **124**(2) (2016), pp. 39–53.
- [13] K. Kitamura and E. Shima. Towards shock-stable and accurate hypersonic heating computations: a new pressure flux for AUSM-family schemes, *J. Comput. Phys.*, **245** (2013),

pp. 62–83.

[14] R. Borges, M. Carmona, B. Costa, and W. S. Don. An improved weighted essentially non-oscillatory scheme for hyperbolic conservation laws, *J. Comput. Phys.*, **227** (2008), pp. 3191–3211.

[15] Y. Shen, G. Zha, and X. Chen. High order conservative differencing for viscous terms and the application to vortex-induced vibration flows, *J. Comput. Phys.*, **228**(22) (2009), pp. 8283–8300.

[16] S. Gottlieb and C. W. Shu. Total variation diminishing Runge-Kutta schemes, *Math. Comput.*, **67**(221) (1998), pp. 73–85.

# 中等教育の探究学習におけるスパコン利用について

大山 紘平, 石原 昇陽

公文国際学園中等部・高等部

## 1. はじめに

横浜市に位置する公文国際学園は、1993年に設立された中高一貫の私立学校である。本校では、探究学習として、中学1年生から高校2年生にかけて生徒の興味・関心を起点とする独自のカリキュラムによる探究学習を行っている。SSH指定校ではない学校にとって、高度な理数教育環境を整備することは容易ではないが、それでも探究の質を高めるための取り組みとして、高等部一年次に「プロジェクト・スタディーズ (PS)」および「トモシビ・プロジェクト」を実施している。特に後者は11月以降により探究を深めたい生徒を対象に、大学生や大学院生をメンターとして迎え、オンラインで月に2回程度のメンタリングを行ってもらうこと生徒一人ひとりの探究活動を継続的に支援している。

本報告では、高等部一年次に実施されたPSおよびトモシビ・プロジェクトにおいて、「ロケットにおけるジェットエンジン併用による推進システムの研究」に取り組んだ事例とともに、中等教育におけるスパコン活用の可能性について報告する。

## 2. 実施した研究の概要と結果

本研究は、個人探究として「ロケットにおけるジェットエンジン併用による推進システムの研究」に取り組んだものである。従来型のロケット推進では、高度0~25kmの上昇において大量の燃料および酸化剤を消費する。これに対し、空気吸入型エンジン（ジェットエンジン等）を併用することで酸化剤使用量の削減と燃料効率の向上、さらには環境負荷の低減を目指した。

研究においては、東京大学情報基盤センターのスーパーコンピュータ「Wisteria/BDEC-01」を利用する申請を行い、流体シミュレーションにはAutodesk CFDを予定していたが、Linux非対応のため、急速OpenFOAMへの切り替えを余儀なくされた。

初めてのスパコン利用であることに加え、準備・実行期間が短く、エラーへの対応やスケジューリングに課題を残したことから、十分な成果には至らなかった。とはいえ、ロケットの側面流をシミュレーションし、空気抵抗の少ない機体形状の設計を目指すプロセスそのものが、次につながる知見を数多く得る機会となった。

## 3. 中等教育におけるスパコンの教育利用の可能性

中等教育における探究学習では、生徒の多様な興味関心に応じた学びを保障することが求められるが、教員の専門性の限界、設備・予算面での制約、外部資源との連携の難しさなど、数多くの課題が存在する。その中で、今回スパコンという先端技術資源に触れる機会を得たことは、生徒自身が主体的に学び、試行錯誤しながら課題に向き合う「探究の姿勢」を体現するものであった。結果として得られた知見やプロセスは、成果以上に意味のある学びであり、今後の探究活動の土台となるものである。今後も、外部機関との連携を活用しつつ、生徒の可能性を広げる探究的な学びを支えていきたい。

## 2024 年度の流れ

プロジェクト・スタディーズ (PS) とトモシビ・プロジェクトの 2024 年度の流れは以下のよ  
うな時程で実施した。

[PS の実施概要]

時期	内容
4 月	PS の概要説明
5 月	偏愛マップの作成による興味関心の可視化
6 月	マインドマップによる分野横断的な思考の展開
7 月	ゼミ活動の開始。教員やゼミメンバーとの相互対話による深まり
8 月	夏期課題として探究活動の継続
9 月	調査結果の発表と振り返り
11 月～3 月	トモシビ・プロジェクト (メンタリング全 15 回、報告会 2 回を実施)

[トモシビ・プロジェクトの実施概要]

時程	内容
11 月 12 日	研究内容の説明と研究方向の確認
11 月 30 日	研究方法の検討
12 月 9 日	使用可能なスパコンを調べる。
12 月 18 日	スパコンを決める。
12 月 21 日	スパコン利用申請書の確認
1 月 10 日	論文作成に向けての調査
1 月 22 日	スパコンの秘密鍵、公開鍵の作成
1 月 27 日	スパコンの秘密鍵、公開鍵の作成
2 月 17 日	Linux 環境の操作方法の確認
2 月 28 日	研究のサーチと、スパコン利用の確認
3 月 7 日	研究のサーチと、スパコン利用の確認
3 月 11 日	研究のサーチと、スパコン利用の確認
3 月 18 日	研究のサーチと、スパコン利用の確認
3 月 24 日	今後の方向性の確認
3 月 28 日	今後の方向性の確認

2025年度 お試シ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242回	2025年4月21日	「GPUプログラミング入門」 <sup>1</sup> Miyabiスーパーコンピュータシステム (Miyabi-G) 山崎 一哉	事前登録者	24	4.57	
			参加者	大学・研究機関教職員		9
				企業の方		5
				学部学生		2
				大学院生		1
				その他		0
合計	17					
第243回	2025年4月23日	「MPI基礎：並列プログラミング入門」 <sup>2</sup> Wisteria/BDEC-01(Odyssey) 三木 洋平	事前登録者	19	4.23	
			参加者	大学・研究機関教職員		4
				企業の方		5
				学部学生		4
				大学院生		2
				その他		0
合計	15					
第244回	2025年4月25日	「Miyabi実践」 <sup>3</sup> Miyabiスーパーコンピュータシステム (Miyabi-G,Miyabi-C) 埴 敏博	事前登録者	25	4.00	
			参加者	大学・研究機関教職員		10
				企業の方		2
				学部学生		1
				大学院生		7
				その他		0
合計	20					
第245回	2025年5月19日	「MPI+OpenMPで並列化されたFortranプログラムのGPU への移行手法」 <sup>4</sup> Miyabiスーパーコンピュータシステム (Miyabi-G) 山崎 一哉	事前登録者	7	4.50	
			参加者	大学・研究機関教職員		4
				企業の方		0
				学部学生		1
				大学院生		2
				その他		0
合計	7					
第246回	2025年5月21日	「OpenFOAM入門・キャピティ流れ解析」 <sup>5</sup> Miyabiスーパーコンピュータシステム (Miyabi-G,Miyabi-C) 今野 雅	事前登録者	6	4.00	
			参加者	大学・研究機関教職員		2
				企業の方		2
				学部学生		0
				大学院生		1
				その他		0
合計	5					
第247回	2025年6月3日	「OpenMPで並列化されたC++プログラムのGPU移植手 法」 <sup>6</sup> Miyabiスーパーコンピュータシステム (Miyabi-G) 三木 洋平	事前登録者	6	4.00	
			参加者	大学・研究機関教職員		3
				企業の方		0
				学部学生		1
				大学院生		1
				その他		0
合計	5					

## 2025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248回	2025年5月26日	「『CUDA-Q+Miyabi』で『量子・HPCハイブリッド』を体験してみよう!」 <sup>7</sup>  Miyabiスーパーコンピュータシステム (Miyabi-G, Miyabi-C) 中島 研吾、住元 真司	事前登録者	37	3.70	
			参加者	大学・研究機関教職員		10
				企業の方		18
				学部学生		0
				大学院生		5
				その他		0
			合計	33		

※「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。

<sup>1</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/242/>

<sup>2</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/243/>

<sup>3</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/244/>

<sup>4</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/245/>

<sup>5</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/246/>

<sup>6</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/247/>

<sup>7</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/248/>

# 第 242 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

## 「GPU プログラミング入門」実施報告

山崎一哉

東京大学情報基盤センター

本稿は、2025 年 4 月 21 日にオンライン会議システム Zoom を用いて開催された『第 242 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会：GPU プログラミング入門<sup>1</sup>』の開催報告である。

本講習会では、GPU を用いるために必須である、GPU の特性やプログラミング手法に関する講義および実習を行った。対象 GPU としては主に NVIDIA 社の GPU を、GPU 向けの並列化プログラミング環境として OpenACC を用いた。講義では、GPU を活用するうえで必要となる並列計算の基礎から始め、GPU の構造や、GPU 向けのプログラムを作成する方法、GPU プログラミングを行う上で役に立つツールの使用方法、CPU-GPU 間のデータ転送の最適化を適用するまでの手順を紹介した。実習では拡散方程式のカーネルなど、HPC において利用される基本的な計算問題を題材として、OpenACC による指示文を挿入してプログラムを GPU 化する作業を、順を追って解説した。

本講習会では、2025 年 1 月 14 日より運用を開始したスーパーコンピュータシステム Miyabi<sup>2</sup>（筑波大学計算科学研究センターと本センターが共同で運用）の Miyabi-G サブシステムを用いて実習を行った。Miyabi-G は 1 ノードあたり 1 基の NVIDIA GH200 Grace Hopper Superchip を搭載している。GH200 は CPU と GPU とを密に結合した製品であり、CPU から GPU メモリに直接アクセスする Unified Memory の機能がサポートされているため、従来はほぼ必須であった「CPU-GPU 間のデータ転送の最適化」という工程を省いてもかなりの性能が得られる。そこで、本講習会では OpenACC の機能のうち、まず GPU 上で計算するのに必要な最低限の機能を解説・実習し、次にデータ転送を最適化するための機能を扱うことで、入門のしやすさと性能可搬性の確保を両立するよう配慮した。

受講者には 1 ヶ月有効なアカウントを提供しており、Miyabi-G において 4 ノード 30 分までのジョブが実行可能である。合計 24 名の事前登録者があり、17 名（学生：3 名、大学・研究機関教職員：9 名、企業：5 名）が受講した。講習会終了後にアンケートを実施した（14 名より回収）。表 1 は質問項目と回答（5 段階評価）の人数分布である。本講習会で扱ったサンプルプログラムは容易に並列化可能なものが大半であったため、アンケートの自由記載欄において、GPU 化の失敗例やトラブルシューティングのノウハウを紹介してほしいというコメントが寄せられた。2025 年 8 月 26 日に予定している、次回の「GPU プログラミング入門」講習会においては、トラブルシューティングのような実践的な内容も盛り込んでいきたい。

<sup>1</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/242/>

<sup>2</sup> <https://www.jcahpc.jp/supercomputer/miyabi.html>

表1 アンケート集計結果

	評点	1	2	3	4	5
(a) 講習会時間	短い⇔長い	0	0	13	1	0
(b) 講習会講義内容 (プレゼン)	簡単⇔難	0	3	9	2	0
(c) 配布資料内容	簡単⇔難	0	2	11	1	0
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難	0	3	10	1	0
(e) 満足度	不満⇔満足	0	0	1	4	9

# 第 244 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

## 「Miyabi 実践」実施報告

埜 敏博

東京大学情報基盤センター

2025 年 4 月 25 日（金）に、第 244 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会「Miyabi 実践」が開催されました。他の講習会と同様、Zoom を用いたオンライン講習会として実施されました。

本講習会は、東京大学内および学外における当センターのスーパーコンピュータの利用を考えているユーザに加え、社会貢献の一環として、高性能計算や並列処理の技術習得を目的にした企業に所属する研究者、技術者の方が参加可能になっております。

受講者は、学部学生：1 名、大学院学生：7 名、大学・研究機関教職員：10 名、企業の方：2 名、計 20 名の方にご参加いただきました（事前申込は 25 名）。

1 ヶ月有効となるお試しアカウントが与えられ、2025 年 1 月 14 日に運用を開始した最先端共同 HPC 基盤施設の新スーパーコンピュータシステム Miyabi を用いて、Miyabi-C と Miyabi-G の利用方法、特に、OpenMP, OpenACC および MPI (Message Passing Interface) を用いた実践的なプログラミングと実行方法について、講義と演習が以下の日程で行われました。

- 4 月 25 日（金）
  - 13:00 – 13:30 Miyabi システム紹介
  - 13:30 – 14:15 Miyabi-C : OpenMP 並列化、MPI+OpenMP ハイブリッド並列、性能分析（講義+演習）
  - 14:30 – 15:45 Miyabi-G (1) : ノード単体: Grace における OpenMP 並列化、Hopper のプログラミング (OpenACC, OpenMP, Solomon, CUDA) (講義+演習)
  - 16:00 – 17:15 Miyabi-G (2) : MPI による並列化、コンテナの利用、性能分析 (講義+演習)

15 名の参加者について、講習会に関するアンケートをご提出いただきました。主要な項目の集計結果を以下に示します。

プログラミング経験については、20 年以上が 7 名、うち 30 年以上の方が 5 名もいらっしゃいました。並列プログラミングについては、知識があることを前提にしていましたが、経験なしの方も 3 名いらっしゃいました。使用しているプログラミング言語について

は、Pythonが他の言語を上回り11名いました。他には、Fortranが10名と多く、C言語が9名、C++が8名（複数回答可）となつてほぼ同水準です。

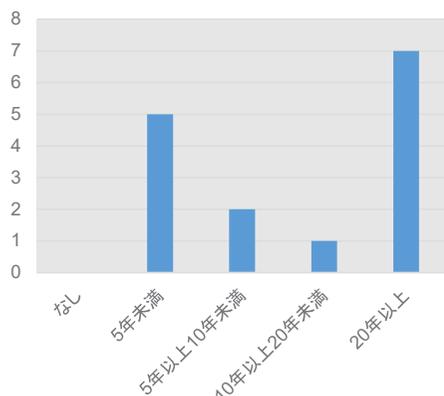


図 1 プログラミング経験

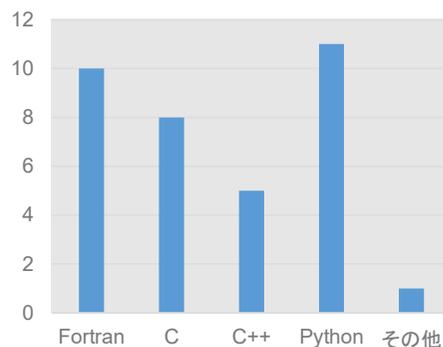


図 2 普段使用するプログラミング言語

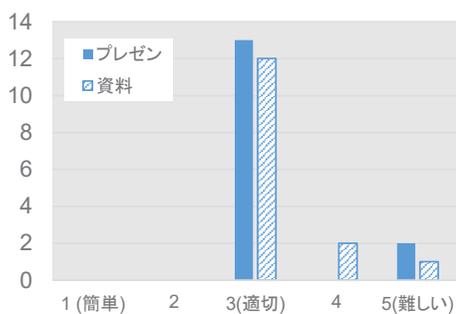


図 3 講習会の内容

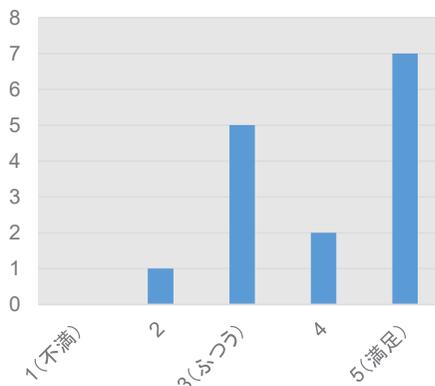


図 4 講習会参加の満足度

講習会の満足度は図4に示すようにおおむね満足度が高かったようです。平均値は4.0でした。

今回もZoomを用いての完全オンライン開催でしたので、オンライン開催に関する回答をいただきました。オンライン開催で良かったことについての主な回答は

- 往復の移動時間と交通費が不要なので、ありがたい。
- ノートパソコンでなく、普段利用している大型のディスプレイが複数台使えるので、作業が楽
- 慣れた環境で手を動かしながら講習を受けることができる
- 自分の研究室から参加できる

一方悪かったことについては、

- 音声で会話できるとは言えコミュニケーションが取りづらい
- やや質問しづらい

との意見をいただきました。遠隔地からの参加、使いやすい環境で講義を受けられることで、概ね好評だったようですが、コミュニケーションの取りづらさは課題が残ります。

また、以下のような感想をいただきました。

- GH200 の解説がとても分かり易く理解が深まりました。コンテナや Open OnDemand の実演もとても興味深かったです。ありがとうございました。非常によくわかりました。
- キューの確認などの後、ベンチマークやデバッカの説明が主になったが、それは時間をとって別に講習会をしてもらった方が嬉しいかなと思いました。それよりは、オーソドックスに、キューの投入方法、ライブラリの使い方、GPU の使い方、Jupyter からのキューの投入などの miyabi での導入部分の説明などが欲しかったです。範囲が広くて難しいかと思いますが、よろしく、お願いします。
- 個人的には演習の速度は速かったのですが、分かりやすい資料と後ほど公開される録画によってしっかりと理解できそうです。本日は誠にありがとうございました。
- もう少し演習の時間が長く、難易度が高くても良いと思いました。

同様の講習会があれば、「また受りたい」という回答が 12 名で、感想からもその他の講習会にも期待されていることが伺えます。

Oakforest-PACS においては「KNL 実践」講習会と「OFP 実践」講習会を合わせて 8 回開催、さらに Wisteria/BDEC-01 についても「Wisteria 実践」講習会を 8 回開催し、好評を得てきました。Miyabi についても今後も内容を見直しながら、「Miyabi 実践」を定期的で開催していきたいと考えております。

また、本講習会資料、録画データも公開しております。復習に役立てたり、参加が合わなかった方に自習に使っていただければ幸いです。

以上

# 第 245 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

## 「MPI+OpenMP で並列化された Fortran プログラムの GPU への移行手法」 実施報告

山崎一哉

東京大学情報基盤センター

本稿は、2025 年 5 月 19 日にオンラインで実施した「MPI+OpenMP で並列化された Fortran プログラムの GPU への移行手法<sup>1)</sup>」の開催報告である。

近年では省エネルギーの観点から、GPU を搭載したスパコンが一般的となってきた。2025 年 1 月に、筑波大学計算科学研究センターと本センターが共同で運用開始した Miyabi<sup>2)</sup>においても、GPU 搭載サブシステム Miyabi-G の比重を、CPU のみのサブシステム Miyabi-C より大きく設定しており、大規模な計算は GPU を活用して行うことが適している。このような背景から本講習会では、既存のスパコンユーザに多い MPI+OpenMP によって CPU 向けに並列化された Fortran プログラムを対象とし、GPU 環境への移植手法を解説した。

本講習会では、Fortran で書かれたプログラムに対する GPU 向けの並列プログラミング手法である OpenACC、OpenMP target、Fortran の言語標準の並列化 (do concurrent の利用)、CUDA Fortran についてそれぞれの特徴を解説し、Miyabi-G において実習を行った。Miyabi-G は 1 ノードあたり 1 基の NVIDIA GH200 Grace Hopper Superchip を搭載している。GH200 は CPU と GPU とを密に結合した製品であり、CPU から GPU メモリに直接アクセスする Unified Memory の機能がサポートされているため、従来はほぼ必須であった「CPU-GPU 間のデータ転送の最適化」という工程を省いてもかなりの性能が得られる。そこで、まず GPU 上で演算を行う方法に絞って解説し、それに引き続いて、性能可搬性を確保するのに重要なデータ転送の制御方法を解説した。さらに、OpenMP で CPU 向けに並列化された Fortran の有限要素法のプログラムを題材とし、GPU への移植の演習を行った。

この講習会は、大学・研究機関の教職員・学生だけでなく、企業に所属する研究者や技術者も対象としている。受講者には 1 ヶ月有効なアカウントを提供しており、Miyabi-G において 4 ノード 30 分までのジョブが実行可能である。今回は、合計 7 名 (大学研究機関教職員: 4 名、大学院学生: 2 名、学部学生: 1 名) の事前申込者があり、全員が当日受講された。講習会終了後に実施したアンケートの質問項目と、6 名より頂いた回答の人数分布は表 1 の通りである。

表 1 アンケート集計結果

	評点	1	2	3	4	5
(a) 講習会時間	短い⇔長い			6		
(b) 講習会講義内容 (プレゼン)	簡単⇔難			5	1	
(c) 配布資料内容	簡単⇔難			5	1	
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難			5	1	
(e) 満足度	不満⇔満足				3	3

<sup>1)</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/245/>

<sup>2)</sup> <https://www.jcahpc.jp/supercomputer/miyabi.html>

# 第 248 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 「『CUDA-Q+Miyabi』で『量子・HPC ハイブリッド』を体験 してみよう！（ハイブリッド）」実施報告

中島 研吾

東京大学情報基盤センター

本稿では、2025 年 5 月 26 日（水）に開催した第 248 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会「『CUDA-Q+Miyabi』で『量子・HPC ハイブリッド』を体験してみよう！」<sup>1</sup>（共催：東京大学情報基盤センター，エヌビディア合同会社，PC クラスタコンソーシアム（HPC オープンソースソフトウェア普及部会），協賛：「量子・スパコン連携プラットフォームの構築」プロジェクト（JHPC-quantum）（NEDO ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／ポスト 5G 情報通信システムの開発「計算可能領域の開拓のための量子・スパコン連携プラットフォームの研究開発」））<sup>2</sup>）について紹介する。

東京大学情報基盤センター（本センター）は、NEDO ポスト 5G 情報通信システム基盤強化研究開発事業／ポスト 5G 情報通信システムの開発「計算可能領域の開拓のための量子・スパコン連携プラットフォームの研究開発」の一環として実施されている「量子・スパコン連携プラットフォームの構築プロジェクト（JHPC-quantum）<sup>2</sup>」（理化学研究所，ソフトバンク）に大阪大学とともに協力機関として参加している。本プロジェクトでは、IBM・Quantinuum 社製による量子コンピュータ実機とスーパーコンピュータ群（富岳，東大・阪大のスパコン群）を実際に結合した「量子・HPC ハイブリッド連携環境」を構築し、2025 年秋以降に「量子・HPC ハイブリッド連携」サービスの提供を開始し、新しい科学技術、価値の創造に貢献する。

本センターは、「計算・データ・学習（S+D+L）」融合スーパーコンピュータシステム「Wisteria/BDEC-01<sup>3</sup>」の運用、「S+D+L」融合を実現する革新的ソフトウェア基盤「h3-Open-BDEC<sup>4</sup>」研究開発によって得られた成果・知見に基づき、「量子・HPC ハイブリッド連携環境」を実現するためのシステムソフトウェアの研究開発を担当している。

「Wisteria/BDEC-01」のうち「Aquarius（データ・学習ノード群）」は NVIDIA A100 Tensor core GPU を 360 基搭載した GPU クラスタで、2024 年 10 月から NVIDIA が開発している量子古典ハイブリッド計算のためのオープンソースプラットフォーム「NVIDIA CUDA-Q<sup>5</sup>」を利用可能となっている。2024 年 12 月には、「『CUDA-Q+Wisteria/BDEC-01+h3-Open-BDEC』で『量子・HPC ハイブリッド』を体験してみよう！」<sup>6</sup>をエヌビディア（NVIDIA）合同会社の全面的協力のもとに開催し、まず「NVIDIA CUDA-Q」の利用方法を講義・ハンズオンを通して学んでいただいた。その他、Aquarius 上の CUDA-Q を「量子コンピュータ」，「Wisteria/BDEC-01（Odyssey）（シミュレーションノード群，Fujitsu/Arm A64 搭載）」を「スパコン」と見立て、h3-Open-BDEC によって

<sup>1</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/248>

<sup>2</sup> <https://jhpc-quantum.org/>

<sup>3</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/wisteria/service/>

<sup>4</sup> <https://h3-open-bdec.cc.u-tokyo.ac.jp/>

<sup>5</sup> <https://developer.nvidia.com/cuda-q>

<sup>6</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/lectures/238>

両者がリアルタイムに連携する「量子・HPC ハイブリッド連携」シミュレーション環境を使用して「量子・HPC ハイブリッド連携」を体験していただいた。これはシミュレータではあるものの「量子・HPC ハイブリッド連携」を、世界に先駆けて体験できる機会を提供した。アプリケーションとしては、Python で記述された VQE (Variational Quantum Eigensolver) に関する簡単なプログラムを使用し、Odyssey 1 ノード, Aquarius 1GPU を使用した。

今回は、同じ内容について、2025 年 1 月に運用を開始した「Miyabi<sup>7</sup>」を使用したチュートリアルを実施した。Miyabi は、筑波大学と東京大学が共同で運営するシステムで、NVIDIA GH200 を 1,120 ノード搭載した「Miyabi-G」、Intel Xeon Max 9480 を 190 ノード搭載した「Miyabi-C」から構成される最新のシステムである (図 1)。Miyabi-G に CUDA-Q をインストールした。

図 2 が、VQE の Miyabi 上での実行イメージで、サンプリング部分に「量子コンピュータ」と見立てた Miyabi-G 1 ノード (1 GPU)、最適化部分に「HPC (スパコン)」と見立てた Miyabi-C 1CPU を割り当てた。

IB-NDR (400Gbps)		
IB-NDR200 (200)	IB-HDR (200)	
<b>Miyabi-G</b> NVIDIA GH200 1,120 78.2 PF, 5.07 PB/sec	<b>Miyabi-C</b> Intel Xeon Max (HBM2e) 2 x 190 1.3 PF, 608 TB/sec	<b>File System</b> DDN EXA Scaler 11.3 PB, 1.0TB/sec

図 1 Miyabi 上の量子-HPC ハイブリッド連携環境

- Compute the minimum eigenvalue and its eigenvector for a matrix  $H = \sum_i H_i = \sum_i a_i P_i$

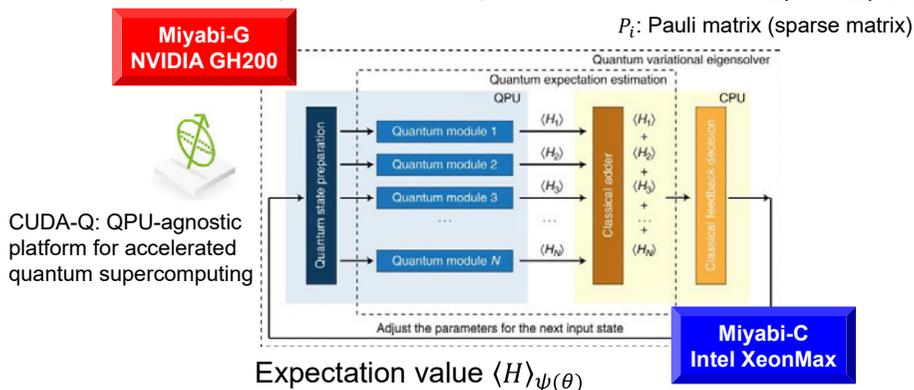


図 2 VQE (Variational Quantum Eigensolver) の Miyabi 上での実行イメージ

<sup>7</sup> <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/miyabi/service/>

表 1 スケジュール

10:00-10:10	挨拶・趣旨背景（中島研吾（東京大学情報基盤センター））
10:10-10:30	NVIDIA Quantum の紹介（座学） <sup>8</sup> （丹愛彦（NVIDIA））
10:30 - 12:00	CUDA-Q 入門（座学+演習） <sup>9</sup> （濱村一航（NVIDIA））
13:00 - 14:30	発展的な利用例（座学+演習）VQE（Variational Quantum Eigensolver） <sup>10</sup> （濱村一航（NVIDIA））
15:00 - 17:00	量子・HPC ハイブリッド連携環境（座学+演習） <sup>11</sup> （荒川隆（CliMTech, 東京大学情報基盤センター））
17:00 - 17:30	Miyabi 見学

表 1 は講習会のスケジュールである。各スロットの講演の録画の視聴が可能である。事前登録者は 37 名、出席者は 33 名（大学院生：5 名，大学・研究機関教職員：10 名，企業・その他：18 名）で、現地参加人数は 11 名であった。講習会終了後にアンケートを実施した（回収本数：20）。表 2 は質問項目と回答（5 段階評価）の人数分布である。**全体的な満足度の平均値は 5 点満点で 3.80 であり、前回（4.33）を下回った。**

受講者の自由コメント欄によると、「進度が速すぎてついて行けなかった」、「理論的背景に関する説明が必要」という指摘が多かった。理論的背景については、事前に資料を準備するなどして対応することを検討したい。

表 2 アンケート集計結果

	評点	1	2	3	4	5
(a) 講習会時間	短い⇔長い	1	2	11	6	
(b) 講習会講義内容（プレゼン）	簡単⇔難			7	10	3
(c) 配布資料内容	簡単⇔難	1	1	8	8	2
(d) サンプルプログラム内容	簡単⇔難	1	2	7	9	1
(e) 満足度（平均 3.80）	不満⇔満足		4	2	8	6

<sup>8</sup> <https://youtu.be/a5-p8b3lvC4>

<sup>9</sup> <https://youtu.be/nDck1lsFsp>

<sup>10</sup> <https://youtu.be/sWwJhhq9y4Q>

<sup>11</sup> <https://youtu.be/JcwFNsii6xU>

# 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](mailto: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	<a href="https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/">https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/</a>
公開鍵登録、マニュアル閲覧など	<a href="https://miyabi-www.jcahpc.jp/">https://miyabi-www.jcahpc.jp/</a> (Miyabi) <a href="https://wisteria-www.cc.u-tokyo.ac.jp/">https://wisteria-www.cc.u-tokyo.ac.jp/</a> (Wisteria/BDEC-01) <a href="https://ipomoea-www.cc.u-tokyo.ac.jp/">https://ipomoea-www.cc.u-tokyo.ac.jp/</a> (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 情報基盤センター
プログラム相談・システム利用に関する質問	<a href="https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supports/contact/#SOUDAN">https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supports/contact/#SOUDAN</a>

【IP ネットワーク経由時のホスト名】

システム	ホスト名
Miyabi スーパーコンピュータシステム (Miyabi-G/Miyabi-C)	Miyabi-G と互換性のある CPU 搭載 miyabi-g.jcahpc.jp 以下のホストの何れかに接続します※1 miyabi-g{1-3}.jcahpc.jp Miyabi-C と互換性のある CPU 搭載 miyabi-c.jcahpc.jp 以下のホストの何れかに接続します※1 miyabi-c{1-2}.jcahpc.jp
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	3
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	4
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	7
研究成果の登録のお願い	8
4・5月のジョブ統計	9

### ユーザーから

低レイノルズ数のバフェットによる三次元性への影響に関する研究	14
--------------------------------	----

### 教育活動報告

中等教育の探求学習におけるスパコン利用について	21
2025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	23
第242回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 「GPUプログラミング入門」実施報告	25
第244回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 「Miyabi実践」実施報告	27
第245回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 「MPI+OpenMPで並列化されたFortranプログラムのGPUへの移行手法」 実施報告	30
第248回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 「『CUDA-Q+Miyabi』で『量子・HPCハイブリッド』を体験してみよう！ (ハイブリッド)」実施報告	31

原稿募集	34
------	----