

スーパーコンピューティング ニュース

Vol.22 No.2, 2020.3



スーパーコンピュータシステム 利用負担金表

Oakbridge-CX スーパーコンピュータシステム 利用負担金表(2020年4月1日)

コース	負担金額(税込)		ディスク容量	備考	
	大学・公共機関等	企業			
パーソナルコース	申込 1 セット当り, 最大 3 セットまで 100,000 円 (8,640 ノード時間)		申込 1 セット当り /work 4TB 利用者当り /home 50GB	最大ノード数 256 ノード	
グループコース	一般申込	申込 1 セット当り 100,000 円 (8,640 ノード時間)	申込 1 セット当り 120,000 円 (8,640 ノード時間)	グループ 1 セット当り /work 4TB 利用者当り /home 50GB	最大ノード数 256 ノード
	ノード固定	申込 1 セット当り 150,000 円 (8,640 ノード時間)	申込 1 セット当り 180,000 円 (8,640 ノード時間)		
トークン追加	8,400 円 (720 ノード時間)	10,000 円 (720 ノード時間)			
ディスク追加	6,480 円 / (1TB*年)			1TB 単位で申込可 (/work のみ)	

※トークン消費係数は 1.00 である。

※括弧内のノード時間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。

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ノード時間積の換算表」を参照。

※ノード固定の申し込みには審査を要する。

※/home のディスク容量はパーソナルコースやグループコースに複数所属していても利用者当り 50GB 固定。

Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム 利用負担金表(2020年4月1日)

コース	負担金額(税込)		ディスク容量	備考
	大学・公共機関等	企業		
パーソナルコース	申込 1 セット当り, 最大 6 セットまで 50,000 円 (8,640 ノード時間)		申込 1 セット当り /work 1TB 利用者当り /home 50GB	最大ノード数 2,048 ノード
グループコース	申込 1 セット当り 50,000 円 (8,640 ノード時間)	申込 1 セット当り 60,000 円 (8,640 ノード時間)	グループ 1 セット当り /work 1TB 利用者当り /home 50GB	最大ノード数 2,048 ノード
トークン追加	4,200 円 (720 ノード時間)	5,000 円 (720 ノード時間)		
ディスク追加	6,480 円 / (1TB*年)			1TB 単位で申込可 (/work のみ)

※トークン消費係数は 1.00 である。

※括弧内のノード時間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。

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ノード時間積の換算表」を参照。

※/home のディスク容量はパーソナルコースやグループコースに複数所属していても利用者当り 50GB 固定。

Reedbush スーパーコンピュータシステム(Reedbush-U/H/L) 利用負担金表(2020年4月1日)

コース	負担金額(税込)		ディスク容量	備考
	大学・公共機関等	企業		
パーソナルコース	申込1セット当り, 最大2セットまで 75,000円 (8,640ノード時間)		申込1セット当り /lustre 1T 利用者当り /home 2GB	Reedbush-U 最大ノード数 128ノード Reedbush-H 最大ノード数 32ノード Reedbush-L 最大ノード数 16ノード
グループコース	一般申込	申込1セット当り 75,000円 (8,640ノード時間)		Reedbush-U 最大ノード数 128ノード Reedbush-H 最大ノード数 32ノード Reedbush-L 最大ノード数 16ノード
	公募制度 Reedbush-U	申込1セット当り 公募制度 75,000円 (8,640ノード時間)	申込1セット当り 公募制度 90,000円 (8,640ノード時間)	グループ1セット当り /lustre 1TB 利用者当り /home 2GB 最大ノード数 128ノード
	公募制度 Reedbush-H	申込1セット当り 公募制度 180,000円 (21,600ノード時間)	申込1セット当り 公募制度 216,000円 (21,600ノード時間)	グループ1セット当り /lustre 4TB 利用者当り /home 2GB 最大ノード数 32ノード
	公募制度・ ノード固定 Reedbush-L	申込1セット当り 公募制度 300,000円 ノード固定 450,000円 (34,560ノード時間)	申込1セット当り 公募制度 360,000円 ノード固定 540,000円 (34,560ノード時間)	グループ1セット当り /lustre 4TB 利用者当り /home 2GB 最大ノード数 16ノード
トークン追加	6,300円 (720ノード時間)	7,500円 (720ノード時間)		
ディスク追加	6,480円/(1TB*年)			1TB単位で申込可 (/lustreのみ)

※トークン消費係数は下記の通りである。

Reedbush-U: 1.00, Reedbush-H: 2.50, Reedbush-L: 4.00

※括弧内のノード時間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。

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ノード時間積の換算表」を参照。

※公募制度・ノード固定の申し込みには審査を要する。

※/home のディスク容量はパーソナルコースやグループコースに複数所属していても利用者当り2GB固定。

トークン移行におけるノード時間積の換算表

移行元 \ 移行先	Reedbush-U/H/L システム	Oakforest-PACS システム	Oakbridge-CX システム
Reedbush-U/H/L システム	—	1.5	0.75
Oakforest-PACS システム	0.6	—	0.5
Oakbridge-CX システム	1.3	2	—

移行先に追加されるトークン量(ノード時間) = 移行トークン量 × 係数

注意事項 (Oakbridge-CX, Oakforest-PACS, Reedbush, スーパーコンピュータシステム 共通)

- ・「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。
- ・パーソナルコース (ただし、本センターのスーパーコンピュータシステムに初めて登録された利用者) においてのみ、利用開始月の翌月末日までに利用を中止することができる。利用負担金はパーソナルコースの利用期間1ヶ月の金額を適用し、請求する。
- ・利用負担金は、原則として利用開始月に応じ、以下の月の初旬に一括して請求する。
 - 利用開始月が4月から7月までは10月、8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、7月初旬の請求となる。
- ・利用負担金額が減額となる変更はできない。
- ・コース間の変更については、利用負担金が増額になる場合のみ別途相談に応じる。(ただし、利用者番号変更の場合がある。)
- ・グループコースのディスク量は、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

Oakbridge-CX スーパーコンピュータシステム ジョブクラス制限値(2019年7月1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 (GB) ※3	パ ー ソ ナ ル コ ー ス	グループ コース	
							申 込 一 般	固 定 ノ ー ド
debug	1	~	16 (896)	30分	168	○	○	○
short	1	~	8 (448)	8時間	168	○	○	○
(regular)								
small	1	~	16 (896)	48時間	168	○	○	○
medium	17	~	64 (3584)	"	"	○	○	○
large	65	~	128 (7168)	"	"	○	○	○
x-large	129	~	256 (14336)	24時間	"	○	○	○
challenge	1	~	1368 (76608)	24時間	168	★	★	★
任意	申込数			任意 ※4	168	×	×	○
(interactive) ※5								
interactive_n1			1 (56)	2時間	168	○	○	○
interactive_n8	2	~	8 (448)	10分	"	○	○	○

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

regular 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 1.00

※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,node=ノード数"

Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム ジョブクラス制限値(2018年4月1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 (GB) ※3	パ ー ソ ナ ル コ ー ス	グ ル ー プ コ ー ス
debug-flat	1	~	128 (8704)	30分	96	○	○
(regular-cache)							
small-cache	1	~	128 (8704)	48時間	82	○	○
medium-cache	129	~	512 (34816)	"	"	○	○
large-cache	513	~	1024 (69632)	"	"	○	○
x-large-cache	1025	~	2048 (139264)	24時間	"	○	○
(regular-flat)							
small-flat	1	~	128 (8704)	48時間	96	○	○
medium-flat	129	~	512 (34816)	"	"	○	○
large-flat	513	~	1024 (69632)	"	"	○	○
x-large-flat	1025	~	2048 (139264)	24時間	"	○	○
challenge	1	~	8208 (558144)	24時間	82 / 96	★	★
(interactive-cache) ※4							
interactive_n1-cache			1 (68)	2時間	82	○	○
interactive_n16-cache	2	~	16 (1088)	10分	"	○	○
(interactive-flat) ※4							
interactive_n1-flat			1 (68)	2時間	96	○	○
interactive_n16-flat	2	~	16 (1088)	10分	"	○	○
prepost			1 (28)	6時間	222	○	○

★ 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-cache/flat, debug-cache/flat を小文字で指定する

regular-cache/flat 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 1.00

※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, pjsub --interact -g グループ名 -L "rscgrp=キュー名,node=ノード数"

(キュー名は interactive-cache/flat, トークン消費なし)

Reedbush スーパーコンピュータシステム (Reedbush-U) ジョブクラス制限値 (2020 年 2 月 28 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 (GB) ※3	パーソナル コース	グループコース		
					一般 申込	公募 制度	固定 ノード
u-debug	1 ~ 16 (576)	30 分	244	○	○	○	○
u-short	1 ~ 8 (288)	4 時間	244	○	○	○	○
(u-regular)							
u-small	4 ~ 16 (576)	48 時間	244	○	○	○	○
u-medium	17 ~ 32 (1152)	"	"	○	○	○	○
u-large	33 ~ 64 (2304)	"	"	○	○	○	○
u-x-large	65 ~ 128 (4608)	24 時間	"	○	○	○	○
任意	申込数	任意 ※4	244	×	×	×	○
u-challenge	1 ~ 420 (15120)	24 時間	244	★	★	★	★
(u-interactive) ※5							
u-interactive_1	1 (36)	30 分	244	○	○	○	○
u-interactive_4	2 ~ 4 (144)	10 分	"	○	○	○	○
(u-regular-low) ※6							
u-small-low	4 ~ 16 (576)	12 時間	244	▲	▲	▲	▲
u-medium-low	17 ~ 32 (1152)	"	"	×	▲	▲	▲
u-large-low	33 ~ 64 (2304)	"	"	×	▲	▲	▲
u-x-large-low	65 ~ 128 (4608)	6 時間	"	×	▲	▲	▲
u-small-ext ※7	4 ~ 16 (576)	6 時間	244	○	○	○	○
prepost	1 (28)	6 時間	500	○	○	○	○

- ▲ パーソナルコースは 最大 4 ノード、グループコースは申込ノード数まで実行可
- ※1 キューの指定("#PBS -q キュー名") は、u-short, u-regular, u-debug を小文字で指定する
u-regular 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 1.00
- ※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)
qsub -l -q u-interactive -l select=ノード数 -l walltime=XX:XX -W group.list=グループ名
- ※6 非優先ジョブクラス(低プライオリティキュー)は、トークンの追加申込が締め切られ、ジョブ実行に必要なトークン残量が不足した場合のみ実行可
- ※7 混雑緩和のため設置、Reedbush-H のノードを割当

Reedbush スーパーコンピュータシステム (Reedbush-H) ジョブクラス制限値 (2018 年 9 月 27 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 (GB) ※3	パーソナル コース	グループコース	
					一般 申込	公募 制度
h-debug	1 ~ 4 (8)	30 分	244	○	○	○
h-short	1 ~ 4 (8)	2 時間	244	○	○	○
(h-regular)						
h-small	1 ~ 4 (8)	48 時間	244	○	○	○
h-medium	5 ~ 8 (16)	"	"	○	○	○
h-large	9 ~ 16 (32)	"	"	○	○	○
h-x-large	17 ~ 32 (64)	24 時間	"	○	○	○
h-challenge	1 ~ 120 (240)	24 時間	244	★	★	★
(h-interactive) ※4						
h-interactive_1	1 (2)	2 時間	244	○	○	○
h-interactive_2	2 (4)	30 分	"	○	○	○
(h-regular-low) ※5						
h-small-low	1 ~ 4 (8)	12 時間	244	▲	▲	▲
h-medium-low	5 ~ 8 (16)	"	"	×	▲	▲
h-large-low	9 ~ 16 (32)	"	"	×	▲	▲
h-x-large-low	17 ~ 32 (64)	6 時間	"	×	▲	▲

- ▲ パーソナルコースは 最大 1 ノード、グループコースは申込ノード数の 4 分の 1 まで実行可(公募制度による申し込みの場合は申込ノード数まで実行可)
- ★ 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、h-short, h-regular, h-debug を小文字で指定する
h-regular 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 2.50
- ※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)
qsub -l -q h-interactive -l select=ノード数 -l walltime=XX:XX -W group.list=グループ名
- ※5 非優先ジョブクラス(低プライオリティキュー)は、トークンの追加申込が締め切られ、ジョブ実行に必要なトークン残量が不足した場合のみ実行可

Reedbush スーパーコンピュータシステム (Reedbush-L) ジョブクラス制限値 (2019 年 11 月 29 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 (GB) ※3	パ ー ソ ナ ル コ ー ス	グループコース		
					一 般 申 込	公 募 制 度	ノ ー ド 固 定
l-debug (l-regular)	1 ~ 4 (16)	30 分	244	○	○	○	○
l-small	1 ~ 4 (16)	168 時間	244	○	○	○	○
l-medium	5 ~ 8 (32)	"	"	○	○	○	○
l-large	9 ~ 16 (64)	"	"	○	○	○	○
任意	申込数	任意 ※4	244	×	×	×	○
l-interactive ※5	1 (4)	24 時間	244	○	○	○	○
(l-regular-low) ※6							
l-small-low	1 ~ 4 (16)	12 時間	244	▲	▲	▲	▲
l-medium-low	5 ~ 8 (32)	"	"	×	▲	▲	▲
l-large-low	9 ~ 16 (64)	"	"	×	▲	▲	▲

▲ パーソナルコースは 最大 1 ノード、グループコースは申込ノード数の 4 分の 1 まで実行可 (公募制度・ノード固定による申し込みの場合は申込ノード数まで実行可)

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

l-regular 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 4.00

※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 168 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 (トークン消費あり)

qsub -l -q l-interactive -l select=ノード数 -l walltime=XX:XX -W group.list=グループ名

※6 非優先ジョブクラス (低プライオリティキュー) は、トークンの追加申込が締め切れ、ジョブ実行に必要なトークン残量が不足した場合のみ実行可

センターから

サービス休止等のお知らせ

2020 年 3 月下旬からの計算機サービス予定は以下のとおりです。

Oakbridge-CX スーパーコンピュータシステム

- Oakbridge-CX 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
3月31日(火) ↓ 4月3日(金)	3/31 火曜 9:00 ~ 4/3 金曜 17:00 までサービス休止	年度末処理
4月24日(金)	9:00 ~ 20:00 までサービス休止	月末処理
5月29日(金)	9:00 ~ 20:00 までサービス休止	月末処理

- Oakbridge-CX 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。

- Oakbridge-CX 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
3月30日(月) 9:00 ~ 3月31日(火) 9:00 まで 4月23日(木) 9:00 ~ 4月24日(金) 9:00 まで 5月28日(木) 9:00 ~ 5月29日(金) 9:00 まで

- 上記期間中、Oakbridge-CX の debug, short, regular, interactive, prepost, ノード固定 および 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。

Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム

- Oakforest-PACS 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
3月31日(火) ↓ 4月3日(金)	3/31 火曜 9:00 ~ 4/3 金曜 17:00 までサービス休止	年度末処理
4月24日(金)	9:00 ~ 22:00 までサービス休止	月末処理
5月29日(金)	9:00 ~ 22:00 までサービス休止	月末処理

- Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステムは、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。

○ Oakforest-PACS 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
3月30日(月) 9:00 ~ 3月31日(火) 9:00 まで

- ・上記期間中、Oakforest-PACS の regular-flat, regular-cache, debug-flat, debug-cache, interactive-flat, interactive-cache および 講義用キューのサービスを休止します。
ログインノード、prepost キューは通常どおり利用できます。

○ Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム サービスノード縮退のお知らせ

サービスノード縮退 実施期間
4月23日(木) 9:00 ~ 4月24日(金) 9:00 まで : 約3,000 ノード運転
5月28日(木) 9:00 ~ 5月29日(金) 9:00 まで : 約3,000 ノード運転

- ・上記期間中、2020年東京オリンピック・パラリンピック 期間中に実施予定の、関東地区における「ゲリラ豪雨」リアルタイム予報と情報通信の動作確認のための実験を実施いたします。
各キュー及びログインノードは利用できますが、縮退運転となります。

Reedbush スーパーコンピュータシステム

○ Reedbush スーパーコンピュータシステム (Reedbush-U, Reedbush-H, Reedbush-L) 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
3月31日(火) ↓ 4月3日(金)	3/31 火曜 9:00 ~ 4/3 金曜 17:00 までサービス休止	年度末処理
4月24日(金)	9:00 ~ 17:00 までサービス休止	月末処理
5月29日(金)	9:00 ~ 17:00 までサービス休止	月末処理

- ・Reedbush スーパーコンピュータシステムは、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。

○ Reedbush スーパーコンピュータシステム (Reedbush-U, Reedbush-H) 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
3月30日(月) 9:00 ~ 3月31日(火) 9:00 まで
4月23日(木) 9:00 ~ 4月24日(金) 9:00 まで
5月28日(木) 9:00 ~ 5月29日(金) 9:00 まで

- ・上記期間中、Reedbush-U の u-debug, u-short, u-regular, u-interactive および 講義用キューと、Reedbush-H の h-debug, h-short, h-regular, h-interactive, u-small-ext および 講義用キューのサービスを休止します。
Reedbush-L, ログインノード および prepost キューは利用可能です。

【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。

システム変更等のお知らせ

(2020.1.9 - 2020.3.6 変更)

1. ハードウェア

- 1.1 Oakbridge-CX スーパーコンピュータシステム … なし
- 1.2 Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム … なし
- 1.3 Reedbush スーパーコンピュータシステム (Reedbush-U/H/L) … なし

2. ソフトウェア

2.1 Red Hat Enterprise Linux 7, CentOS 7 (Oakbridge-CX)

GNU Compiler Collection (gcc)	7.5.0	(2020.01.31)
-------------------------------	-------	--------------

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 RedHat Enterprise Linux 7, CentOS 7 (Oakforest-PACS)

GNU Compiler Collection (gcc)	7.5.0	(2020.01.31)
-------------------------------	-------	--------------

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 RedHat Enterprise Linux 7 (Reedbush-U/H/L)

boost	1.7.1	(2020.01.10)
Anaconda3	2019.10	(2020.01.31)
Open MPI (UCX,CUDA10,GNU 版)	4.0.1	(2020.01.31)
HyperWorks	2019.1	(2020.01.31)
Singularity	3.5.2	(2020.02.28)

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ドキュメント閲覧より利用手引書または各資料をご覧ください。

3. その他

3.1 Reedbush-U サービス終了について

Reedbush-U スーパーコンピュータシステムは 2020 年 6 月 30 日 9:00 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す。なお、Reedbush-H/L は 2020 年度について運用を継続します。追加情報について決まり次第 Web ページ、メール、スーパーコンピューティングニュースにて順次ご連絡致します。

Reedbush-U サービス終了にあたっては以下の点にご注意ください。

- サービス終了後のスーパーコンピュータのご利用につきましては Oakbridge-CX、Oakforest-PACS、Reedbush-H/L をご検討ください。
- 一般利用にて Reedbush-U をご利用の方は「トークン移行」を行うことが可能です。Oakbridge-CX、Oakforest-PACS への移行をご検討の利用者様につきましては「トークン移行」も併せてご参考ください。「トークン移行」についての詳細は Web ページ(https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/application/transfer_token.php)をご参照ください。

- 6月30日9:00の時点にて、Reedbush-Uのキューに残存するジョブはすべて削除致します。
- 利用期間が6月30日までの利用者様のアカウントにつきましては、7月31日9:00までを利用者様による移行及びバックアップ期間として利用可能と致します。
- 上記期間におきましては、該当の各利用者様は各自のアカウントを用いてログインノードにログインし、ファイルにアクセスすることができますが、ジョブを実行し、残トークンを消費することはできません。なお、ログインノード上におきましてジョブを実行した場合は予告無く削除致しますのでご了承ください。
- 上記期間以降に利用期間が6月30日までの利用者様のアカウントの削除作業を実施致します。これ以降ファイルの復旧はできませんのでご注意ください。
- 6月30日以降Reedbush-H/Lもご利用の利用者様につきましては、移行及びバックアップ期間やファイル削除処理の対象とはなりません。

3.2 Reedbush におけるモジュール変更のお知らせ(2020年4月～)

Reedbush システムにおいて、3月31日(火)9:00からの年度末作業において Infiniband ドライバの更新を実施します。これに伴い旧ドライバを使用して作成された MPI ライブラリ(Open MPI、MVAPICH2、HPC-X)及び、それらを利用してビルドされたアプリケーションを廃止し、新しく構築し直します。

3月以前に上記の MPI ライブラリを利用してビルドされたプログラムは、新しい MPI ライブラリで再ビルドしていただくようお願いいたします。

廃止及び追加モジュール等の詳細は Reedbush 利用支援ポータルをご覧ください。

- Reedbush 利用支援ポータル「ドキュメント閲覧」-「Reedbush システムモジュール変更のお知らせ」(<https://reedbush-www.cc.u-tokyo.ac.jp/>)

2020年度 Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム運用に関するお知らせ

1. はじめに

最先端共同 HPC 基盤施設 (JCAHPC) と理化学研究所計算科学研究センター (理研 R-CCS) は、2020年東京オリンピック・パラリンピック期間中に、関東地区における「ゲリラ豪雨」リアルタイム予報と情報配信を協力して実施する予定です。ゲリラ豪雨は突発的で天気予報による正確な予測が困難な局地的豪雨であり、今回は Oakforest-PACS システム上で、理研 R-CCS の開発した「SCALE-LETKF」コードを使用して、埼玉大学に設置された世界初のマルチパラメータ・フェーズドアレイ気象レーダ (MP-PAWR) の観測データに基づき、リアルタイムシミュレーション及びデータ同化による予測を行います。併せて、4～6月の各月に1日間、動作確認のための実験を実施いたします。

上記対応に伴い Oakforest-PACS では2020年度はサービスノードの縮退を行う期間がございます。期間や運用ノード数の詳細につきましては「2. サービスノードの縮退予定」をご覧ください。この試みは、大規模シミュレーション、大規模データ解析の有用性を、オリンピック・パラリンピックという世界中が注目するイベントにおいてアピールすることのできる貴重な機会であり、Oakforest-PACS 利用者の皆様にも、何卒ご理解を賜りますようよろしくお願い申し上げます。

2. サービスノードの縮退予定

2020年3月6日(金)時点の縮退予定は下記の通りです。下記に記載のない期間につきましては8,192ノードでの運用となります。なお、縮退予定につきましては今後変更となる可能性があります。最新の情報は、本センター Web ページにて広報していますのでご確認ください。

期間	運転状況
【2020年4月】 2020年 4月23日(木) 9:00～4月24日(金) 9:00 2020年 4月24日(金) 9:00～22:00	約3,000ノード運転 サービス休止 (月末処理)
【2020年5月】 2020年 5月28日(木) 9:00～5月29日(金) 9:00 2020年 5月29日(金) 9:00～22:00	約3,000ノード運転 サービス休止 (月末処理)
【2020年6月】 2020年 6月25日(木) 9:00～6月26日(金) 9:00 2020年 6月26日(金) 9:00～22:00	約3,000ノード運転 サービス休止 (月末処理)
【2020年7月】 2020年 7月17日(金) 9:00～22:00 2020年 7月24日(金) 2020年 7月25日(土)～7月31日(金)	サービス休止 (月末処理) 約4,000ノード運転 約7,000ノード運転
【2020年8月】※ 2020年 8月1日(土)～8月9日(日) 2020年 8月21日(金) 9:00～22:00 2020年 8月25日(火) 2020年 8月26日(水)～8月31日(月)	約7,000ノード運転 サービス休止 (月末処理) 約4,000ノード運転 約7,000ノード運転
【2020年9月】 2020年 9月1日(火)～9月6日(日) 2020年 9月24日(木) 9:00～9月25日(金) 9:00 2020年 9月25日(金) 9:00～9月28日(月) 17:00	約7,000ノード運転 大規模HPCチャレンジ (予定) サービス休止 (月末処理・設備点検)

※ Oakforest-PACS では2020年8月に電力消費節減のためのサービス休止は行いません

¹ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/supercomputer/ofp/service/olympic.php>

利用負担金の改正について

スーパーコンピューティング部門

2020年4月1日より、利用規程を改正します。本改正では、トークン消費係数切替点の廃止、申込み単位の変更などを行います。改正点は以下の通りです。

(1) トークン消費係数切替点の廃止

これまでグループコースでは申込ノード数、パーソナルコースでは一定のノード数を超えるジョブを実行した場合に、超えたノード数分のトークン消費係数を基準値の2倍としていましたが、全てのシステムについてこれを廃止いたします。

(例) Oakforest-PACS グループコースの場合

2019年度	2020年度
申込ノード数まで消費係数 1.00	消費係数 1.00 (一律)
申込ノード数超のとき消費係数 2.00	

(2) 申込単位の変更

Oakforest-PACS および Reedbush システムにおけるグループおよびパーソナルコースの申込単位を、期間当たり1ノード相当から申込可能とするよう改正いたします。なお、利用負担金の単価は変更ありません。

(例) Oakforest-PACS グループコース (利用期間12か月) の場合

2019年度	2020年度
【大学・公共機関等 400,000 円, 企業 480,000 円】	【大学・公共機関等 50,000 円, 企業 60,000 円】
トークン 69,120 ノード時間 (8 ノード×360 日相当)	トークン 8,640 ノード時間 (1 ノード×360 日相当)
ディスク容量 並列ファイルシステム グループにつき 8 TB (申込ノード数 8 ノード当たり)	ディスク容量 並列ファイルシステム グループにつき 1 TB (いずれも 1 セット当たり)

(3) 最小セット申込の新設

全てのシステムにおいてトークンを1ノード×1月分相当で年間利用が可能となる申込を新設いたします。

(例) Oakforest-PACS グループコースの場合

最小セット 【大学・公共機関等 4,200 円】	
トークン 720 ノード時間 (1 ノード×30 日相当)	利用期間 当該年度末まで
ディスク容量 並列ファイルシステム グループにつき 1 TB	利用登録番号数 制限なし

(4) トライアルユース利用負担金表の改正

(1)、(2) について有償/無償トライアルユースに適用いたします。

詳細は、本センターWeb ページに掲載の「利用申込書・記入要領」より、各システムおよびコースの利用負担金表をご覧ください。なお、利用規程につきましても、本センターWeb ページに掲載しておりますので併せてご覧ください。

- スーパーコンピューターシステム利用規程 (<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/application/rules.php>)
- 利用申込書・記入要領 (<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/application/guideline.php>)
- トライアルユース (<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/guide/trial/>)

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

Oakbridge-CX、Oakforest-PACS、Reedbush-U、Reedbush-H 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計算ノードを、最大 24 時間・1 研究グループで計算資源の占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：Oakbridge-CX

募集期間：2020 年度 第 1 回課題再募集 2020 年 1 月 10 日～2020 年 2 月 17 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	Oakbridge-CX 上での IHK/McKernel を使用した並列疎行列ソルバーの性能評価
代表者名(所属)	中島 研吾(東京大学情報基盤センター)
有限要素法、差分法等の偏微分方程式数値解法は、大規模な疎行列を係数行列とする連立一次方程式を解くことに帰着される。昨今は前処理付きクリロフ部分空間法が幅広いアプリケーションに使用されている。本研究では、代表者の開発した、①ICCG 法ソルバー、②多重格子法 (Multigrid) ソルバーの性能評価を Oakbridge-CX (OBCX) 上で実施するものである。①については、有限要素法による三次元固体力学コード GeoFEM の ICCG ソルバーを対象とする。②については、並列マルチグリッド法による三次元地下水シミュレーションプログラム pGW3D-FVM を対象として、応募者等が提案する Adaptive Multilevel hCGA (AM-hCGA) 法による並列性能向上を図るものである。また、①、②についてメニーコア向け OS 軽量カーネルである IHK/McKernel の評価も併せて実施し、性能向上への効果について検討し、OBCX 上での IHK/McKernel の普及に資するものである。	

¹ 「大規模 HPC チャレンジ」

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

システム : Oakforest-PACS

募集期間 : 2019 年度 第 3 回課題再募集 2019 年 11 月 14 日～2020 年 1 月 6 日

2 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	ゲリラ豪雨予測のリアルタイム実証実験
代表者名 (所属)	三好 建正 (理化学研究所 計算科学研究センター)
本申請課題では、理化学研究所において独自に開発している領域気象モデル・データ同化システム SCALE-LETKF を用いて、水平解像度 250m、100 メンバーで 120km 四方の領域をシミュレーションし、従来のレーダの 100 倍のデータを出力するフェーズドアレイ気象レーダの観測を 30 秒毎に同化するという、今までに例のない大規模な計算によって、これまでの技術では予測の出来なかったゲリラ豪雨の 30 分先までの予測をリアルタイムに行う実験を実施する。本実験で得られる知見を用いて、ビッグデータの転送・入出力、フェイルセーフなワークフロー、リアルタイムの全球予報から 250m 格子までのマルチスケールの接続、Oakforest-PACS における計算速度向上などの課題をクリアし、2020 年夏季の東京オリンピック・パラリンピックでの実証実験を実現することを目標とする。	

課題名	電子動力学アプリケーションの超並列システムにおけるボトルネック解析
代表者名 (所属)	廣川 祐太 (筑波大学・計算科学研究センター)
我々は、電子動力学アプリケーション SALMON (Scalable Ab-initio Light-Matter simulator for Optics and Nanoscience) の研究開発を進めている。本申請課題の目的は、SALMON による大規模電子動力学シミュレーションの遂行のために、Oakforest-PACS を代表とした大規模メニーコアクラスタにおける性能解析を実施し、さらなる大規模化のための知見を得ることである。SALMON は、古典的電磁気学と量子論的第一原理計算を組み合わせたマルチスケールの電子動力学シミュレーションを実現する世界初のアプリケーションである。これまで我々は比較的小さな系を対象としたマルチスケールシミュレーションを、Oakforest-PACS 全系を用いて実施してきた。SALMON では大規模系を対象とした電子動力学シミュレーションも実施可能だが、マルチスケールシミュレーションよりもさらに複雑な MPI プロセス分割、並列化を考える必要があり、超大規模システムで実行した場合のボトルネックを特定する必要がある。本申請課題では、(1) 初期状態 (SCF) 計算の性能評価、(2) 大規模 IO 処理性能、(3) 実時間発展 (RT) 計算の Weak scaling 性能、について評価を行い、大規模計算で顕在化するボトルネックの有無について評価を行う。	

「スーパーコンピューティングニュース」冊子 郵送サービス終了のお知らせ

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

本センターで隔月に発行している「スーパーコンピューティングニュース」につきましては、現在、希望される利用者の方に冊子を郵送しておりますが、誠に勝手ながら、今年度をもって利用者の方への郵送サービスを終了することとなりました。

なお、同記事につきましては、本センターのWebページにて電子版を公開しておりますので、来年度からはそちらをご覧くださいければ幸いです。

【スーパーコンピューティングニュース（電子版）】

<https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/public/news.php>

今まで冊子をご愛読いただきました皆様には厚く御礼を申し上げます。

これからも「スーパーコンピューティングニュース」をよろしくお願ひ申し上げます。

【本件に関する問い合わせ先】

〒113-8658

東京都文京区弥生2-11-16（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

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ー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、ご了解ください。

研究成果は、東京大学におけるスーパーコンピューターシステムの整備・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。



- ① 「研究成果」をクリック
- ② 研究成果ページの「研究成果登録」をクリック

研究成果登録

研究成果の登録をお願いいたします。

研究成果の登録は、本センターのスーパーコンピューター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。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、センター発行の広報誌及びWebページへの掲載に使用させていただきますことをご承諾ください。研究成果は、東京大学におけるスーパーコンピューターシステムの整備・拡充につながるものとなりますので、利用の皆様には何卒ご協力の程宜しくお願い申し上げます。

お使いのアカウント名と登録メールアドレスを入力し、登録しようとする業績を選択してください。

アカウント名	<input type="text"/>
メールアドレス	<input type="text"/>
登録したい業績	<input type="radio"/> 論文 <input type="radio"/> 口頭・ポスター発表 <input type="radio"/> 著書 <input type="radio"/> 受賞情報

- 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

JavaScriptを有効にしてお使いください。

成果登録内容の削除などの依頼、登録メールアドレスが不明といった際のお問い合わせは

Email: kenkyu_shien.adm@gs.mail.u-tokyo.ac.jp までお願い致します。

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
Supercomputing Division, Information Technology Center, The University of Tokyo

金田康正名誉教授

情報基盤センターで長らくご活躍いただいた本学名誉教授 金田 康正 先生は、令和2年2月11日にご逝去されました。享年70歳でした。

略歴

先生は、本学大学院の理学系研究科物理学専門課程博士課程修了後、昭和53年4月に名古屋大学プラズマ研究所附属電子計算機センターに助手として採用され、昭和56年5月に東京大学大型計算機センター助教授を経て、平成9年4月に東京大学大型計算機センター教授に昇任、組織が改組となった平成11年4月に東京大学情報基盤センター教授となり、平成27年3月のご退官まで東京大学情報基盤センターの発展のためにご尽力いただきました。

本学退官とともに名誉教授となり、以後、タイ環境研究所財団理事長付顧問、千葉工業大学惑星探査研究センター招聘主席研究員、静岡県 ICT 戦略顧問を務められました。

研究業績

- ・『スパコンとは何か』ウェッジ〈ウェッジ選書46〉、2012年6月
- ・『並列数値処理 高速化と性能向上のために』コロナ社〈並列処理シリーズ9〉、2010年4月
- ・『アドバンスド・コンピューティング 21世紀の科学技術基盤』培風館、1992年5月（共著）
- ・『 π パイのはなし』東京図書、1991年4月

受賞歴

- ・昭和58年5月20日/昭和58年度情報処理学会論文賞（邦文）
- ・平成7年5月19日/平成6年度情報処理学会 Best Author 賞
- ・平成10年5月20日/平成10年度情報処理学会論文賞（和文）
- ・平成15年1月6日/兵庫県揖保川町金もくせい賞（円周率計算桁数世界記録樹立に伴う社会貢献に対して）
- ・平成16年4月28日/新技術開発財団第36回市村産業賞貢献賞

先生の生前のご尽力ならびにスーパーコンピューティングの普及に関するご功績に深謝するとともに、謹んでご冥福をお祈りいたします。

編集幹事

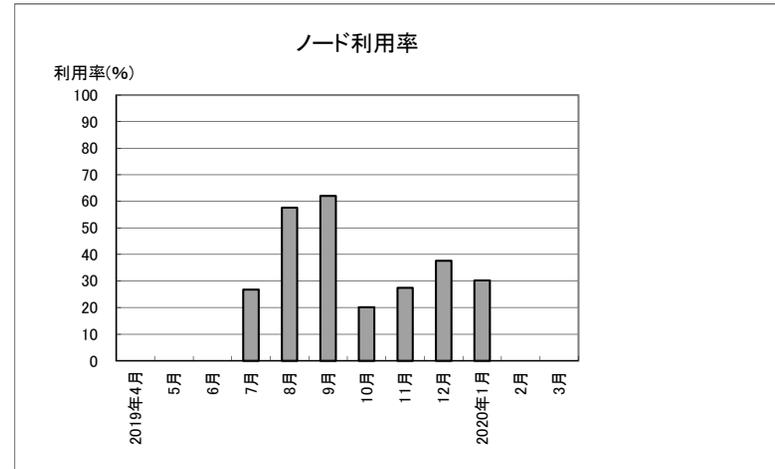
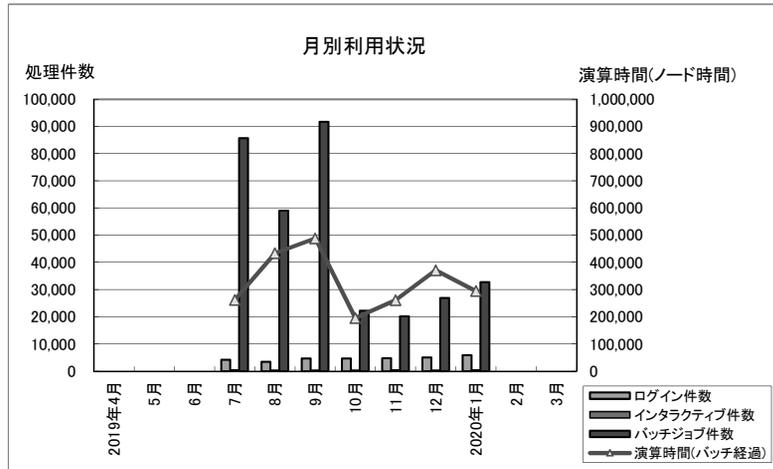
12・1月のジョブ統計

1. 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	/lustre		プリポスト	インタラクティブ ジョブ	バッチジョブ		
2019年7月	263	64	4,195	-	368	85,669	21,926	95	415,334	620.18	-	121	262,062	364.8	26.8
8月	361	79	3,377	-	361	59,048	16,728	153	2,390,289	922.77	-	153	433,971	784.0	57.6
9月	337	83	4,634	14	301	91,667	25,096	99	4,135,511	1,591.27	12	83	488,727	843.3	62.0
10月	445	70	4,603	0	302	22,159	24,772	198	5,102,808	1,436.98	0	129	195,762	273.4	20.1
11月	480	95	4,759	2	379	20,085	34,108	185	5,891,232	3,037.14	1	162	261,169	372.9	27.4
12月	529	114	5,019	1	276	26,914	35,531	393	14,788,166	2,489.42	0	138	371,203	511.4	37.6
2020年1月	562	117	5,831	0	377	32,698	43,594	495	15,790,227	3,237.89	0	141	294,689	410.2	30.2
合計			32,418	17	2,364	338,240	201,755			13,335.65		13	2,307,583		

- ・試験運転は、2019年7月1日より開始。正式サービスは、2019年10月1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

- ・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=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

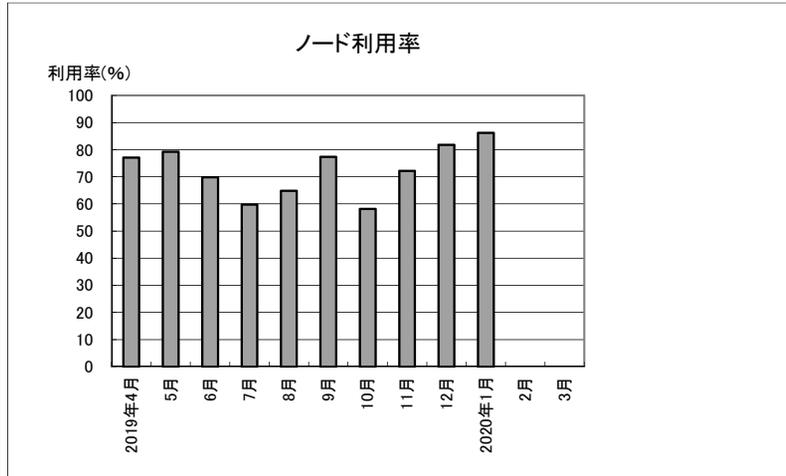
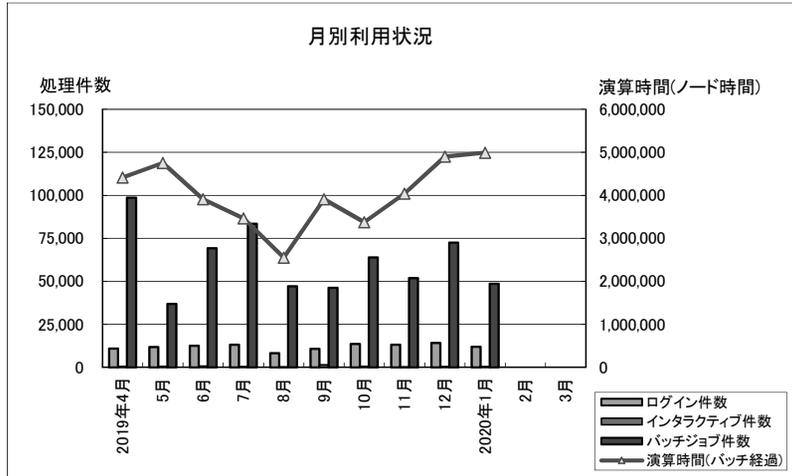


2. Oakforest-PACSスーパーコンピュータシステムジョブ処理状況 (RedHat Enterprise Linux 7、CentOS 7)

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		
2019年4月	1,954	446	10,972	208	560	98,570	76,952	3,130	3,752,207	7,607.40	560	242	4,413,130	6,327.4	77.1
5月	1,875	454	11,762	146	525	36,800	79,362	2,962	3,549,322	26,100.88	265	156	4,752,681	6,501.5	79.2
6月	1,617	409	12,594	270	726	69,196	77,859	2,837	3,869,613	8,610.48	507	236	3,907,590	5,732.0	69.8
7月	1,576	423	13,070	321	411	83,528	89,282	3,043	4,437,448	22,625.24	496	131	3,466,098	4,911.4	59.8
8月	1,604	395	8,227	95	290	47,167	47,333	3,232	4,639,620	10,901.40	179	72	2,551,643	5,314.8	64.8
9月	1,666	468	10,804	249	1,338	46,191	60,950	3,377	4,839,917	15,410.42	341	215	3,905,966	6,353.2	77.4
10月	1,734	483	13,519	341	468	63,874	76,261	3,460	5,035,415	4,566.66	625	320	3,372,187	4,779.1	58.2
11月	1,616	456	13,103	457	208	51,790	103,507	3,683	5,277,714	9,000.08	956	151	4,040,952	5,927.7	72.2
12月	1,618	454	14,180	470	437	72,460	89,295	3,659	5,615,226	5,920.77	976	214	4,901,470	6,718.1	81.8
2020年1月	1,598	445	11,965	408	378	48,545	118,573	3,725	6,034,310	9,427.65	666	217	4,990,626	7,072.5	86.2
2019年1月	1,452	375	13,066	413	540	48,497	77,182	2,756	3,501,720	3,710.62	867	254	4,619,186	6,319.1	77.0
2月	1,474	369	10,895	229	552	42,034	74,235	2,794	3,657,237	6,775.34	1,153	191	3,667,052	5,923.0	72.2
3月	1,804	352	10,897	406	794	50,781	66,273	3,102	4,313,793	6,958.00	2,521	293	4,738,294	7,367.1	89.8
合計			141,988	3,600	6,687	710,936	959,882			133,904.32	9,245	2,438	48,707,689		

- ・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
- ・2019年1月分は合計に含まない。

- ・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(8208)
- ・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

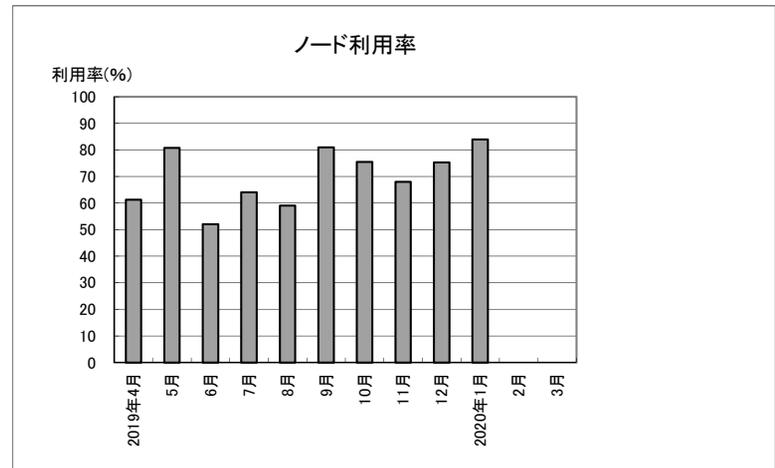
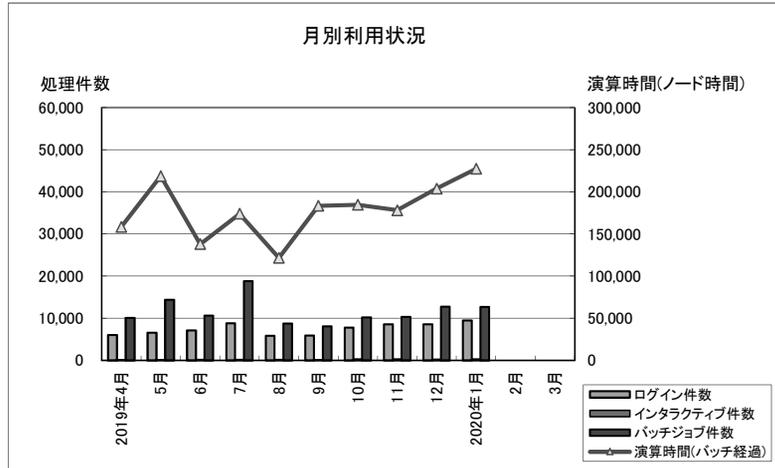


3. Reedbushスーパーコンピュータシステム (Reedbush-U) ジョブ処理状況 (RedHat Enterprise Linux 7)

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 利用率 (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		
2019年4月	1,523	312	6,023	47	72	10,057	7,887	133	528,956	15.01	16	19	158,355	225.4	61.2
5月	1,651	350	6,549	36	99	14,367	9,146	110	298,182	22.28	4	30	218,602	297.1	80.7
6月	1,368	415	7,091	86	221	10,640	9,373	122	309,531	6.92	37	53	138,002	193.0	52.0
7月	1,377	448	8,803	39	207	18,790	12,456	131	335,883	12.72	20	40	174,021	236.0	64.0
8月	1,356	262	5,850	0	221	8,738	8,173	138	361,872	6.43	0	61	121,728	217.1	59.0
9月	1,378	258	5,870	1	135	8,078	8,238	145	404,288	7.97	0	23	183,405	297.5	80.9
10月	1,256	312	7,778	0	305	10,210	11,357	153	423,068	12.62	0	82	184,602	277.9	75.5
11月	1,294	333	8,566	21	321	10,305	11,653	168	460,973	17.58	17	44	178,090	250.2	68.0
12月	1,254	324	8,563	0	240	12,750	13,520	176	520,955	18.00	0	36	203,904	277.1	75.3
2020年1月	1,241	316	9,461	1	325	12,649	15,181	186	541,491	13.84	0	23	227,303	308.9	83.9
2019年1月	1,343	321	8,613	51	442	15,639	14,327	138	513,819	13.89	10	178	237,655	323.0	87.8
2月	1,323	313	7,420	39	62	10,745	10,578	139	510,216	12.37	27	12	208,203	314.2	85.4
3月	1,483	234	5,910	89	60	6,323	9,644	118	507,195	15.88	22	11	198,999	292.2	79.4
合計			87,884	359	2,268	133,652	127,206			162	143	434	2,195,214		

- ・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
- ・2019年1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=ノード利用率÷サービスノード数×100

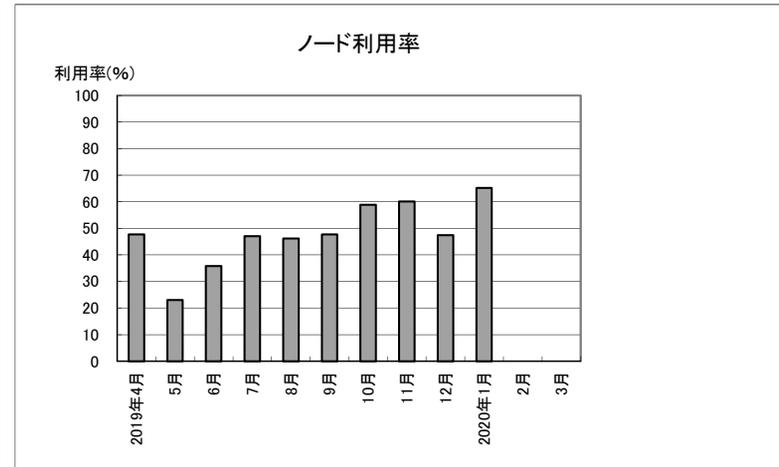
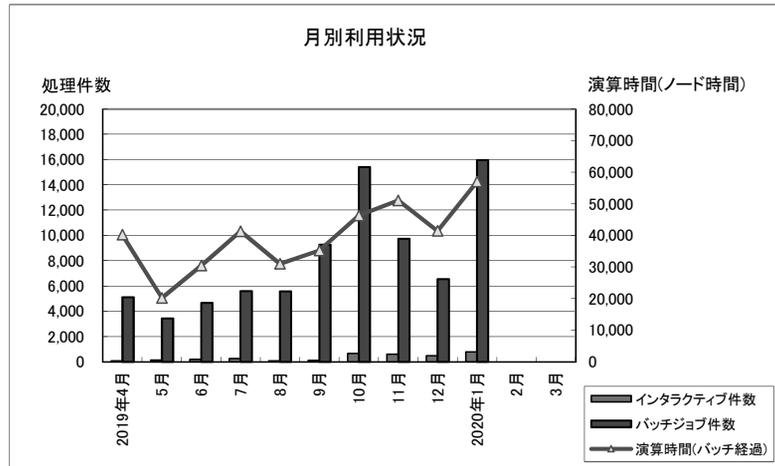


4. Reedbushスーパーコンピュータシステム(Reedbush-H) ジョブ処理状況 (RedHat Enterprise Linux 7)

年月	処理件数		演算時間(ノード時間)(経過時間)		平均ノード	ノード
	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	利用数 (ノード)	利用率 (%)
2019年4月	78	5,094	37	40,225	57.3	47.7
5月	138	3,433	78	20,238	27.6	23.0
6月	184	4,659	96	30,493	42.9	35.8
7月	253	5,579	239	41,317	56.4	47.0
8月	72	5,576	59	31,020	55.4	46.2
9月	114	9,254	55	35,234	57.2	47.7
10月	661	15,397	493	46,355	70.5	58.8
11月	589	9,721	247	51,108	72.1	60.1
12月	472	6,545	386	41,445	56.8	47.4
2020年1月	787	15,949	537	57,031	78.2	65.2
2019年1月	827	10,098	136	56,409	76.8	64.0
2月	130	6,698	91	51,638	78.4	65.3
3月	86	5,480	34	56,525	83.1	69.2
合計	3,564	93,385	2,352	502,629		

・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Reedbush-Uと共通。
・2019年1月分は合計に含まない。

・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=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

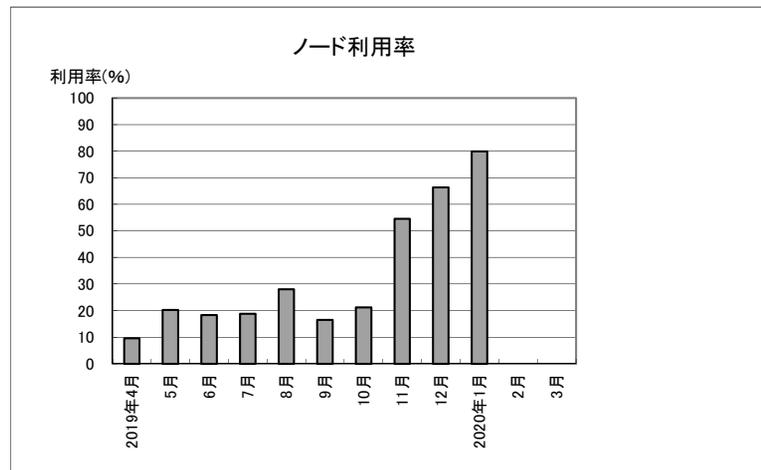
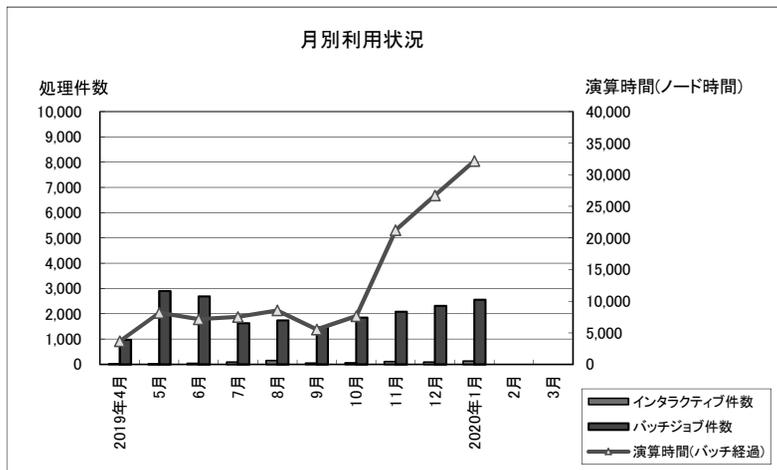


5. Reedbushスーパーコンピュータシステム(Reedbush-L) ジョブ処理状況 (RedHat Enterprise Linux 7)

年月	処理件数		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 (%)
	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		
2019年4月	15	971	11	3,682	5.3	9.6
5月	6	2,902	3	8,153	11.1	20.2
6月	43	2,693	26	7,158	10.1	18.3
7月	99	1,625	82	7,517	10.3	18.8
8月	158	1,738	95	8,553	15.4	28.0
9月	55	1,474	49	5,542	9.1	16.5
10月	61	1,847	90	7,640	11.6	21.2
11月	118	2,083	91	21,247	30.0	54.5
12月	93	2,313	80	26,748	36.5	66.3
2020年1月	133	2,560	158	32,196	44.0	79.9
2019年1月	30	3,496	8	15,879	21.6	38.5
2月	53	4,882	25	9,941	15.1	28.0
3月	26	4,430	17	23,882	35.1	65.0
合計	860	29,518	727	162,259		

・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Reedbush-Uと共通。
 ・2019年1月分は合計に含まない。

・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=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



次世代気象気候ライブラリを用いた雷の発生プロセスの解明

佐藤 陽 祐

北海道大学理学研究院

1. はじめに

雷はそれ自身が高度に電子化された現代社会において大きな脅威となるだけでなく、豪雨をもたらす積乱雲に伴って発生することから、古くから気象学の研究対象であった。気象学では、観測、理論研究、室内実験と並んで、数値実験が現象を明らかにするための一つの重要な手法である。数値実験を使った最も身近な例は日々の天気予報（数値予報と呼ぶ）であろう。しかしながら、数値予報に用いられる数値気象モデルをはじめとした、多くの数値気象モデルにおいては雷を直接計算しているものはほとんどない。アメリカやフランスのグループの一部が使用している数値モデル^{1,2}は雷を直接計算しているが、数値予報には用いられていない。その原因の一つは2章で示すように、雷を直接扱った計算には大きな計算資源が必要なことである。そこで本研究では将来的に数値予報で雷を直接扱った計算を行うことを見据え、雷コンポーネントを開発して、大型計算機で性能が出るように設計されている次世代気象・気候ライブラリに開発した雷コンポーネントを実装して、数値実験を行うことを目指した。具体的には、台風周辺で発生する雷と台風のライフサイクルの関係について数値実験の結果から考察を行うことを目指した。

台風は災害を引き起こすことから精度の良い予報が求められている。近年の観測的研究から、台風に伴って発生する雷の頻度と台風のライフサイクルに関して関係性が報告され、台風周辺の雷が台風の発達・減衰の指標として利用できる可能性が指摘されている³。具体的には、台風の強度が最大となる約24時間前に雷の頻度が最大になるという報告がされている。

しかしながら、別の先行研究では、台風の強度が最大になる24時間前ではなく、台風が急発達（Rapid Intensification, RIと呼ばれ、急発達後に台風は最大強度となる）する24時間前に雷頻度が最大になるという報告⁴だけでなく、台風が減衰する直前に雷頻度が最大になるという報告⁵もあり、台風のライフサイクルと雷の最大頻度に関する統一的な見解は得られていない。また、観測学的研究からはそのようなライフサイクルと発雷頻度に関する原因の考察が十分に行われていない。

そこで本研究では、台風周辺で発生する雷と台風のライフサイクルの関係を、雷コンポーネントを実装したSCALEで再現し、台風周辺で発生する雷と台風のライフサイクルの関係を生み出す原因を調査することを目指した。

2. 手法と実験設定

2.1. 数値モデル

実験に用いたアプリケーションは次世代気象気候ライブラリ Scalable Computing for Advanced Library and Environment (SCALE^{6,7}) version 5.3.1に雷コンポーネント⁸を実装した気象モデルである。SCALEは有限体積法によって空間離散化を行い、大気密度、温位、比湿などのスカラー量はグリッドの中央で、3次元の運動量はグリッドの側面に定義するArakawa-

C 格子を採用している。時間積分は3段の Runge-Kutta 法を採用し、比湿などのトレーサーについては非負保証のスキームを用いて、負値が発生することを抑制している。素過程として雲微物理過程⁹⁻¹¹、乱流輸送¹²⁻¹⁴、地表面フラックス¹⁵、放射モデル¹⁶、都市モデル¹⁷などが実装されている。本研究で用いた雷コンポーネントはこれらの素過程の一つであり、著者が自ら開発して SCALE に実装し、本研究でその妥当性を評価した。

この雷コンポーネントは、雲粒を含めた水物質が持つ電荷を予報変数とし、電荷分離過程（水物質が電荷を獲得する過程）、電荷の移動、電場の計算、放電（中和：水物質が電荷を失う過程）から成る。電荷分離は Takahashi (1978)¹⁸ の室内実験によって提唱された着氷電荷分離機構を以下のように実装した。着氷電荷分離機構では、雲内であられ (Graupel) と氷または雪が衝突し、併合せずに弾む際に電荷分離が生じるという機構である。SCALE の雲微物理モデル内で、あられを含んだ水物質が衝突するプロセスは陽に計算されている。この計算から得られる、あられと氷・雪との衝突の割合などを用いて、単位時間あたりにあられ、雪または氷が獲得する電荷分離量 ($d\rho_g/dt$, $d\rho_{i,s}/dt$) は式(1), (2)のように計算される。

$$\frac{d\rho_g}{dt} = \delta\rho \int_0^\infty \int_0^{r_2} n_g(r_1)n_{i,s}(r_2)\pi(r_1+r_2)|V_g(r_1)-V_{i,s}(r_2)|E_{coll}(1-E_{coal})dr_1dr_2, \quad (1)$$

$$\frac{d\rho_{i,s}}{dt} = -\frac{d\rho_g}{dt}. \quad (2)$$

ここで n は水物質（あられ、雪、氷など）の数濃度、 V は水物質の終端落下速度、 r は水物質の半径であり、下付き文字の g , i , s などであられ、氷、雪を表す。また E_{coll} は衝突確率、 E_{coal} は併合確率である。 $\delta\rho$ は1回の衝突と弾みによってあられが獲得する電荷分離量であり、Takahashi (1978)¹⁸ の室内実験により作成されているルックアップテーブルからデータベースを作成した。式(1)右辺の $\delta\rho$ 以外の部分が単位時間あたりにあられと雪または氷が衝突して弾む確率である。

電荷分離過程によって電荷を獲得した水物質は風や水物質の落下とともに移動する。水物質の密度やサイズの違いによって雲内に電荷の空間分布が生成される。この電荷密度の空間分布と電位 (ϕ) の関係式

$$\Delta\phi = -\frac{\rho(x,y,z)}{\epsilon}, \quad (3)$$

を用いて、計算領域全体の電位が、また電位と電場 (E) の関係

$$E = -\nabla\phi, \quad (4)$$

を用いて計算領域全体の電場が求まる。これらの計算で計算領域内の水物質がもつ電荷密度、電位、電場が3次元で求まる。

放電（中和）過程はその物理プロセス自体に未解明な部分が多いため、経験的なパラメタリゼーションにより実装した。具体的には放電経路を予測する MacGorman (2001)¹⁹ のパラメタリゼーションと放電経路を予測しない Fierro et al. (2013)²⁰ のパラメタリゼーションを導入した。これらのパラメタリゼーションでは式(4)の計算で得られた電場の絶対値が、ある閾値 (E_{int}) を超えた場合に放電が起こり、水物質の電荷密度の絶対値を小さくする（すなわち中和する）。これらのパラメタリゼーションの詳細は参考文献を参照されたい。

表 1 に雷コンポーネントの計算に必要な計算時間を示す。電場の計算に必要な計算コストが高い。これは式(3)がポアソン方程式であり、この計算に全通信が頻繁に必要であるためである

と考えられる。このように雷コンポーネントは電荷密度を予報することで、予報変数を通常より多く必要であることに加え、ポアソン方程式を含んでいるために非常に大きな計算コストが必要となる。本研究で Oakforest-PACS の資源を使うことでこのような計算が可能になった。今後は高速に式 (3) を解く高速ポアソンソルバーの導入などを行う必要がある。

表 1. 計算の最後 12 時間での電場の計算, 中和, 電荷分離を含む他の雲物理過程の計算に要した計算時間

	電場の計算	放電の計算	他の雲微物理過程 (電荷分離を含む)
計算時間 [s]	23979	7.18	4768

2.2. 実験設定

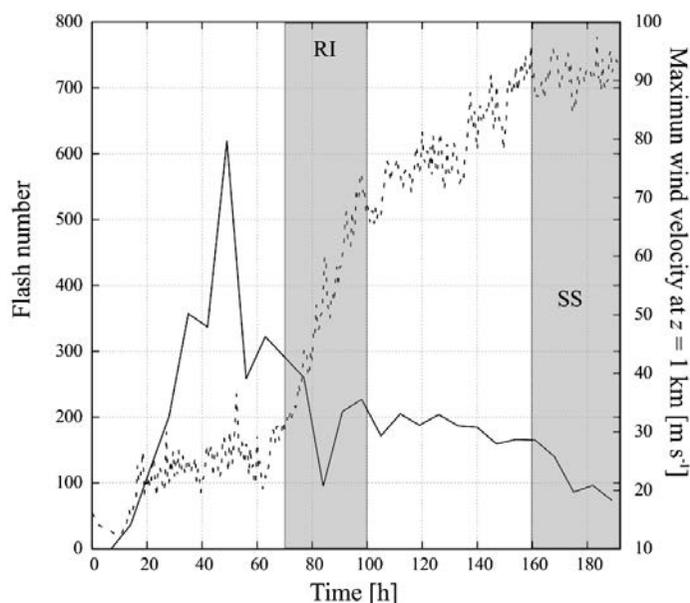
実験設定は、先行研究²¹に基づいた理想実験とした。先行研究では雷を考慮した数値実験は行われていなかったため、本研究で雷を考慮した数値実験を行なった。この実験設定では周期境界条件の計算ドメイン (3000 km 四方) の中心に、半径 750 km (最大の渦半径は 120 km, 最大風速は 20 ms^{-1} とした) の渦を初期に置き、 f -面近似でコリオリ力 ($f = 1 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) を与え²², 台風の発生から定常状態に達するまでの数値実験を行う。水平解像度は 5 km, 鉛直解像度は 200 m ~ 1040 m (上層ほど粗い) とし、モデル上端は 21 km に設定した。積分時間は 193 時間, $\Delta t = 15 \text{ s}$ で実験を行なった。また雲微物理モデルは Seiki and Nakajima (2014)¹⁰, 乱流モデルは Nakanishi and Niino (2006)¹³, 放電モデルは Fierro et al. (2013)²⁰ を $E_{int} = 110 \text{ kV m}^{-1}$ として用いた。また、下層フラックスは Uno et al. (1995)¹⁵ を用いて、海水温を一定 (300 K) として計算した。なお実験設定の詳細は先行研究²¹を参照いただきたい。

3. 結果

本稿では台風のライフサイクルと雷の発生頻度の関係について主に議論を行う。また本研究で用いる雷コンポーネントの発雷数は必ずしも観測される発雷数には対応していない。発雷数に関数する観測を用いたモデルの検証は今後の課題であるが、相対的な発雷頻度の大小関係を議論することは現時点での計算結果でも可能である。そこで、本研究では主に発雷頻度の大小関係のみを議論する。

図 1 は計算開始時刻から計算終了時刻までの発雷数と台風の強度の指標となる高度 1 km での最大風速である。最大風速は計算開始から 60 時間程度は 20 ms^{-1} 程度であるが、 $t = 70$ 時間程度から急激に最大風速が強くなり (RI), その後、徐々に風速の強化が続き、 $t = 160 \text{ h}$ から風速が一定となる定常状態 (Steady State, SS) となる。この傾向は実験設定の参考とした先行研究²¹と同様の傾向であり、SCALE によって台風のライフサイクルが再現されたと言える。

次に再現された台風のライフサイクルごとの発雷頻度を見ると、RI の直前に雷頻度が増加し、その後、発雷頻度が減少して、SS では発雷頻度は小さく推移している。このような傾向は近年



第1図：(実線) 領域全体の雷発生頻度と(点線) 高度1 kmでの最大風速の時系列。
 発雷頻度は計算領域全体の積算値であり、前後210分の移動平均とした。またRIとSSはそれぞれ Rapid Intensification, Steady State の略である。それぞれの意味は本文中で定義

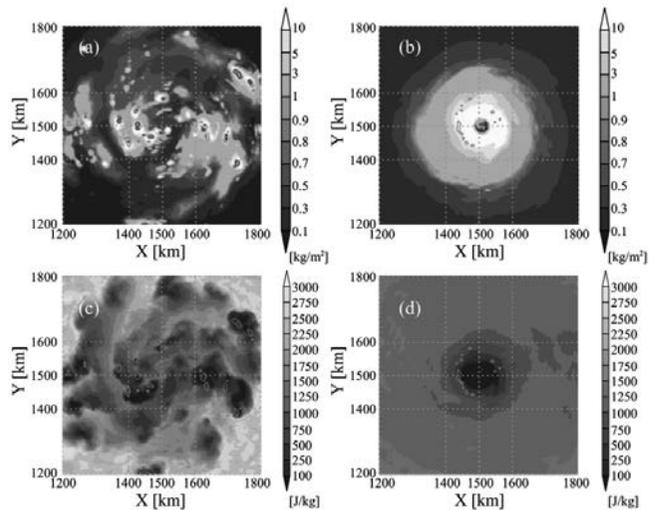
の観測⁴によって報告されている、台風が急発達する約24時間前に雷の頻度が最大になるという事実と矛盾しておらず、台風のライフサイクルと発雷頻度の関係が再現できた。次に再現されたライフサイクルと発雷頻度の関係を生み出す原因について、雷が最大となっているRI直前の $t = 50$ hと雷がSSに達した $t = 190$ hの違いを議論することでライフサイクルと発雷頻度の関係をもたらす原因を考察する。

図2a, bは $t = 50$ h, 190 hでの雲と雷の水平分布(鉛直積算した水物質の質量), 図2c, d対流エネルギー(Convective Available Potential Energy: CAPE)の水平分布である。CAPEは対流雲を発生させるエネルギーの大きさを表し、これが高いほど、何かのきっかけで雷を発生させる対流雲が発生しやすいことを表す(対流が発生した後はエネルギーが消費されCAPEは小さくなる)。

図2aから、RI直前はEyewallと呼ばれる壁雲の構造が明瞭ではなく、孤立した積乱雲が発生しており、それらの孤立した積乱雲の周辺で、雷が高頻度で発生している(図2a, 赤色や青色線の等値線が多く見られる)ことがわかる。これらの雷が発生している領域は周囲よりCAPEが低く(図2c), CAPEを消費して対流が発生し、その対流によって生まれた対流雲の周辺で雷が発生していることが見て取れる。

一般的にCAPEを消費して発生する対流では鉛直流が強く、水物質の鉛直方向の混合が起こりやすい。そのため、このようなCAPEを消費して起こる対流によって発生する対流雲の内部ではあられと雪、またはあられと氷の衝突が起こりやすく、電荷分離も頻繁に発生している。RI直前ではCAPEを消費して発生する対流が主な対流雲の発生要因であるため、電荷分離が頻繁に起こり、雷の頻度も大きくなっていると考えられる。

一方、SSに達した後は、台風自身が持つ循環(2次循環という)による上昇流は起こり、台風



第2図：(Contour) 発雷数と(a, b)鉛直積算した雲水量，(c, d)CAPEの水平分布。

(a, c), (c, d)はそれぞれ計算開始から50時間，190時間後の瞬間値，発雷頻度はそれぞれの時間の前30分での発雷数であり，黄，青，赤線は30分間に1，3，5回の雷が発生したことを示す

の壁雲が明瞭になり壁雲で雷は発生しているものの(図2b)，その頻度は小さい(図2bでは30分に1回を示す黄色線のみしかない)。またRI直前に見られたような雷とCAPEとの間に明確な関係が見られない。そのため，CAPEを消費して発生する対流は起こっておらず，2次循環による上昇流によって生じる対流雲が主な雲である。

一般的に2次循環によって起こる上昇流は，CAPEを消費して発生する対流によって発生する上昇流に比べて弱く，水物質の鉛直方向の混合は小さいとされている。このような対流で発生する対流雲の内部では，あられと雪，またはあられと氷の衝突の発生頻度が，CAPEを消費して発生する対流雲に比べ相対的に低くなるため，電荷分離もRI前に比べて起こり難い。そのため，雷の発生頻度も小さくなっていると考えられる。以上のようにRI前と，SSでは雷をもたらす積乱雲を形成する対流のタイプが大きく異なっているため，雷の頻度もRI前とSSで異なっていることが本研究により示された。

では，なぜRI直前に発雷の頻度が活発になるかを考察する。複数の先行研究によれば，台風が急発達する直前に，Preconditioningと呼ばれる成長ステージがあり²⁴⁻²⁶，このPreconditioningの際にCAPEを消費するような対流(すなわち雷が高頻度で発生しやすい対流)が一番多く発生すると報告されている。この本実験でも $t = 50$ h前後で最も多くCAPEを消費する積乱雲が発生しており，Preconditioningの状態であると言える。そのため，急発達直前の発雷頻度が最大となる現象はPreconditioningの際に発生するCAPEを消費する積乱雲の多さに起因していると考えられる。従来の観測ではこのようなライフサイクルと発雷頻度の関係を引き起こす原因を調査することは困難であったが，数値実験によって台風の発生からSSまでを通した積分によってこのような関係をもたらす原因を考察できた。

4. 結論とまとめ

本研究では，著者らが独自に開発した雷コンポーネントを次世代気象・気候ライブラリSCALE

に実装し、台風の発生から定常までの数値実験を行い、台風のライフサイクルと発雷頻度の関係を再現した。また再現した結果を解析し、発雷頻度とライフサイクルの関係をもたらし原因を考察した。解析の結果、RI直前に雷の頻度が最大になることはPreconditioning時に発生するCAPEを消費して発生する対流雲が多くなっていることに対応していることが明らかとなった。

謝辞

本研究は東京大学情報基盤センター、若手・女性利用制度のほか、文部科学省科研費（基盤C：17K05659）、理化学研究所基礎科学特別研究員制度（XXVII-008）の助成を受けて行われました。

参考文献

1. Mansell, E. R., MacGorman, D. R., Ziegler, C. L. & Straka, J. M. Charge structure and lightning sensitivity in a simulated multicell thunderstorm. *J. Geophys. Res.* **110**, D12101 (2005).
2. Barthe, C., Chong, M., Pinty, J.-P., Bovalo, C. & Escobar, J. CELLS v1.0: updated and parallelized version of an electrical scheme to simulate multiple electrified clouds and flashes over large domains. *Geosci. Model Dev.* **5**, 167–184 (2012).
3. Price, C., Asfur, M. & Yair, Y. Maximum hurricane intensity preceded by increase in lightning frequency. *Nat. Geosci.* **2**, 329–332 (2009).
4. DeMaria, M., DeMaria, R. T., Knaff, J. A. & Molenaar, D. Tropical cyclone lightning and rapid intensity change. *Mon. Weather Rev.* **140**, 1828–1842 (2012).
5. Zhang, W., Zhang, Y., Zheng, D., Wang, F. & Xu, L. Relationship between lightning activity and tropical cyclone intensity over the northwest Pacific. *J. Geophys. Res. Atmos.* **120**, 4072–4089 (2015).
6. Nishizawa, S., Yashiro, H., Sato, Y., Miyamoto, Y. & Tomita, H. Influence of grid aspect ratio on planetary boundary layer turbulence in large-eddy simulations. *Geosci. Model Dev.* **8**, 3393–3419 (2015).
7. Sato, Y. *et al.* Impacts of cloud microphysics on trade wind cumulus: which cloud microphysics processes contribute to the diversity in a large eddy simulation? *Prog. Earth Planet. Sci.* **2**, 23 (2015).
8. Sato, Y., Miyamoto, Y. & Tomita, H. Effect of aerosols on charge distribution in a tropical cyclone ~ Numerical study using a meteorological model coupled with a lightning component. *Prog. Earth Planet. Sci.* submitted (2019).
9. Tomita, H. New microphysical schemes with five and six categories by diagnostic generation of cloud ice. *J. Meteorol. Soc. Japan* **86A**, 121–142 (2008).
10. Seiki, T. & Nakajima, T. Aerosol effects of the condensation process on a convective cloud simulation. *J. Atmos. Sci.* **71**, 833–853 (2014).
11. Suzuki, K., Nakajima, T., Nakajima, T. Y. & Khain, A. P. A study of microphysical mechanisms for correlation patterns between droplet radius and optical thickness of warm clouds with a spectral bin microphysics cloud model. *J. Atmos. Sci.* **67**, 1126–1141 (2010).
12. Brown, A. R., Derbyshire, S. H. & Mason, P. J. Large-eddy simulation of stable atmospheric boundary layers with a revised stochastic subgrid model. *Q. J. R. Meteorol. Soc.* **120**, 1485–1512

- (1994).
13. Nakanishi, M. & Niino, H. An improved Mellor–Yamada level-3 model: its numerical stability and application to a regional prediction of advection fog. *Boundary-Layer Meteorol.* **119**, 397–407 (2006).
 14. Deardorff, J. W. Stratocumulus-capped mixed layers derived from a three-dimensional model. *Boundary-Layer Meteorol.* **18**, 495–527 (1980).
 15. Uno, I., Cai, X.-M., Steyn, D. G. & Emori, S. A simple extension of the Louis method for rough surface layer modelling. *Boundary-Layer Meteorol.* **76**, 395–409 (1995).
 16. Nakajima, T., Tsukamoto, M., Tsushima, Y., Numaguti, A. & Kimura, T. Modeling of the radiative process in an atmospheric general circulation model. *Appl. Opt.* **39**, 4869 (2000).
 17. Kusaka, H., Kondo, H., Kikegawa, Y. & Kimura, F. A simple single-layer urban canopy model for atmospheric models: comparison with multi-layer and slab models. *Boundary-Layer Meteorol.* **101**, 329–358 (2001).
 18. Takahashi, T. Riming electrification as a charge generation mechanism in thunderstorms. *J. Atmos. Sci.* **35**, 1536–1548 (1978).
 19. MacGorman, D. R., Straka, J. M. & Ziegler, C. L. A lightning parameterization for numerical cloud models. *J. Appl. Meteorol.* **40**, 459–478 (2001).
 20. Fierro, A. O., Mansell, E. R., Macgorman, D. R. & Ziegler, C. L. The implementation of an explicit charging and discharge lightning scheme within the WRF-ARW model: benchmark simulations of a continental squall line, a tropical cyclone, and a winter storm. *Mon. Weather Rev.* **141**, 2390–2415 (2013).
 21. Miyamoto, Y. & Takemi, T. A transition mechanism for the spontaneous axisymmetric intensification of tropical cyclones. *J. Atmos. Sci.* **70**, 112–129 (2013).
 22. Rotunno, R. & Emanuel, K. A. An air–sea interaction theory for tropical cyclones. part II: evolutionary study using a nonhydrostatic axisymmetric numerical model. *J. Atmos. Sci.* **44**, 542–561 (1987).
 23. Stevenson, S. N., Corbosiero, K. L. & Abarca, S. F. Lightning in eastern north Pacific tropical cyclones: a comparison to the north Atlantic. *Mon. Weather Rev.* **144**, 225–239 (2016).
 24. Titley, D. W. & Elsberry, R. L. Large intensity changes in tropical cyclones: a case study of supertyphoon Flo during TCM-90. *Mon. Weather Rev.* **128**, 3556–3573 (2000).
 25. Wang, Z. & Hanks, I. Moisture and precipitation evolution during tropical cyclone formation as revealed by the SSM/I–SSMIS retrievals. *J. Atmos. Sci.* **73**, 2773–2781 (2016).
 26. Yoshida, R., Miyamoto, Y., Tomita, H. & Kajikawa, Y. The effect of water vapor on tropical cyclone genesis: a numerical experiment of a non-developing disturbance observed in PALAU2010. *J. Meteorol. Soc. Japan. Ser. II* **95**, 35–47 (2017).

東京大学工学部・工学系研究科共通科目「スパコンプログラミング(1)および(I)」

埴 敏博

東京大学情報基盤センター

1. はじめに

工学部および工学系研究科の共通科目「スパコンプログラミング(1)および(I)」を通年科目(Sセメスター、Aセメスター共通)として開講している。前任者から引き継いで2016年度から実施しているものであり、2019年度Aセメスターで連続26回の開講を数える。後期教養教育科目にも登録されており[1]、後で述べるように、工学部や工学系研究科以外の学生も数多く受講している。また、2017年度より計算科学アライアンスの認定講義にもなっている[2]。

2019年度は、本講義の受講生に対してOakforest-PACS(2016年12月運用開始)を用いた演習を行った。さらに、2017年3月に導入されたReedbush-Hスーパーコンピュータシステムも講義で利用した。受講生にとって、最新、最先端のスパコン環境を使用できることで、より高い動機付けになると考えている。

Oakforest-PACSでは16ノード(68コア×16ノード=1088コア)、Reedbush-Hでは2ノード計4GPUが利用可能であり、教育利用であっても十分に高い並列数を扱うことができている。

2. 講義内容

本講義で行った講義内容を表1に示す。内容については、前年度からの大きな変更は行っていない。用いたアプリケーションは、行列-ベクトル積、べき乗法(行列-ベクトル積を応用した固有値・固有ベクトルの初等的な数値計算法)、行列-行列積、LU分解法の4種類である。

加えて、講義の一環として、受講生が参加できる「プログラミングコンテスト」を開催した。すべての出題を解答できるプログラムを提出したコンテストの参加者には、成績に加点した。さらに、コンテストにおける入賞者(1位~3位)においては、無条件で「優」以上を与えた。

演習には、表2に示す10本のサンプルプログラムを教材として用いている。受講者はこれらをダウンロードした上で、動作確認した上で演習を実施する。それぞれ、C言語版とFortran版を用意している。

表1 講義内容

講義回数	講義内容
ガイダンス	初回ガイダンス、高性能計算の基礎
第1回	並列数値処理の基本演算
第2回	スパコンを利用しよう：スパコン(Reedbush-U)を用いた実習
第3回	高性能プログラミング技法の基礎(1)：階層メモリ、パイプライン処理、ループアンローリング、キャッシュヒット率
第4回	高性能プログラミング技法の基礎(2)：キャッシュブロック化、OpenMP超入門

第 5 回	行列-ベクトル積
第 6 回	ベキ乗法
第 7 回	行列-行列積(1): ループ交換法、ブロック化(タイリング)法、 Cannon のアルゴリズム、Fox のアルゴリズム、簡単な並列化
第 8 回	行列-行列積(2): 完全な並列化
第 9 回	LU 分解法(1): LU 分解法(ガウス・ジョルダン法、ガウス消去法、枢軸選択、LU 分解法(外積形式、内積形式、クラウト法、ブロック形式ガウス法、縦ブロックガウス法、前進・後退代入))、コンテスト課題発表
第 10 回	LU 分解法(2): LU 分解のアルゴリズム詳細
第 11 回	LU 分解法(3): LU 分解の並列化
第 12 回	非同期通信、GPU プログラミング(OpenACC による Reedbush-H の利用、性能比較)

表 2 サンプルプログラム一覧

	サンプルプログラム内容
Samples-ofp (第 2 回)	並列版 Hello プログラム、並列円周率計算プログラム、逐次転送方式による並列総和演算プログラム、二分木通信方式による並列総和演算プログラム、時間計測方法の並列プログラム
Mat-Mat-noopt-ofp (第 3 回)	行列-行列積の逐次プログラム(逐次チューニング用)
Mat-Mat-openmp-ofp (第 4 回)	行列-行列積の逐次プログラム(OpenMP 並列化用)
Mat-vec-ofp (第 5 回)	行列-ベクトル積の逐次プログラム
PowM-ofp (第 6 回)	ベキ乗法の逐次プログラム
Mat-Mat-ofp (第 7 回)	行列-行列積の逐次プログラム(お手軽並列用)
Mat-Mat-d-ofp (第 8 回)	行列-行列積の逐次プログラム(完全分散並列用)
LU-ofp (第 9~11 回)	LU 分解法による連立一次方程式の求解の逐次プログラム
Isend-ofp (第 11 回)	非同期通信の並列プログラム
Mat-mat-acc (第 12 回)	行列-行列積の逐次プログラム(OpenACC 並列化用)

3. 受講者についての統計データ

(1) 受講者数

2019 年度の S セメスターの履修登録者は 35 名(学部: 17 名、大学院: 18 名)、A セメスター

の履修登録者は25名(学部:20名、大学院:5名)であった。そのうち、単位取得者は、31名(学部:18名、大学院:13名)であった。

(2) 受講者の所属

今年度の履修登録者について、以下の通りである。

- 工学部: 36名
 - 工学部建築学科: 1
 - 工学部機械工学科: 2
 - 工学部電子情報工学科: 11
 - 工学部電気電子工学科: 2
 - 工学部計数工学科: 4
 - 工学部マテリアル工学科: 8
 - 工学部応用化学科: 1
 - 工学部化学システム工学科: 1
 - 工学部化学生命工学科: 1
 - 工学部システム創成学科: 5
- 法学部: 1名
 - 法学部第2類(法律プロフェッション・コース): 1
- 総合文化研究科: 1名
 - 総合文化研究科広域科学専攻: 1
- 工学系研究科: 16名
 - 工学系研究科社会基盤学専攻: 3
 - 工学系研究科建築学専攻: 1
 - 工学系研究科航空宇宙工学専攻: 2
 - 工学系研究科システム創成学専攻: 3
 - 工学系研究科電気系工学専攻: 3
 - 工学系研究科マテリアル工学専攻: 1
 - 工学系研究科化学システム工学専攻: 1
 - 工学系研究科原子力国際専攻: 1
 - 工学系研究科技術経営戦略学専攻: 1
- 情報理工学系研究科: 6名
 - 情報理工学系研究科電子情報学専攻: 2
 - 情報理工学系研究科知能機械情報学専攻: 2
 - 情報理工学系研究科創造情報学専攻: 2

以上から、学内の多様な学部・学科から受講生が集まっていることがわかる。

本講義を通じて、本センターのスーパーコンピュータシステムの利用者を育成するだけでなく、スーパーコンピュータの活用を通じて学際領域分野に貢献できる人材を輩出していると考

えられる。また、スパコン利用の経験が多く多くの学生に広がることにより、学界のみならず、産業界においてスパコンを利活用できる人材育成につなげていけるものと考えている。

参 考 文 献

- [1] 東京大学 後期教養教育科目について
<http://www.u-tokyo.ac.jp/stu04/koukikyoyou.html>
- [2] 東京大学 計算科学アライアンス <http://www.compsci-alliance.jp/>

工学系研究科電気系工学専攻博士演習

Oakforest-PACS を用いた深層学習

埜 敏博

東京大学情報基盤センター

本稿は 2019 年度 9～10 月にかけて実施された、大学院工学系研究科電気系工学専攻博士演習の実施内容について紹介する。博士演習は同専攻の博士課程の学生が二人 1 組となって、2 ヶ月の間に、各教員が提供する課題に基づき演習を行うもので、原則として受講者の専門と異なる分野の課題を選択することとなっている。

今回の受講者は、それぞれ、高電圧工学、マルチメディア情報処理を専門にしている学生であった。このように大きく異なる分野でも今後共通に使えるであろう技術として、深層学習をスパコン上で試してもらおうこととし、以下のようなステップで課題を設定した。

1. アカウント付き並列プログラミング講習会「MPI 基礎」の内容で Oakforest-PACS の利用方法に慣れる。
2. ChainerMN の環境を構築し、MPI を用いた複数ノードでのデータ並列による学習を実現する。
3. 画像分類の CIFAR100 データセットを用いて、複数ノードでデータ並列による学習を実行する。プロセス数、スレッド数などの組み合わせを変えて、性能について議論する。
4. (オプション) CIFAR 以外の異なるタイプの深層学習でも試してみる。

実際には 11 月まで延長し、2 名ともにオプションまで含めて実施できた。一人は、くずし字の平仮名の識字を行う Kuzushiji-49 の学習、もう一人は DCGAN (Deep Convolutional Generative Adversarial Networks, GAN:敵対的生成ネットワーク)によるアニメ顔画像生成に挑戦した。前者はデータセットが多く、クラスが 49 文字であるため、CIFAR100 よりもむしろ高い汎化性能を得られた。後者は、十分な学習が行われず、データ並列学習にはもう一工夫必要そうである。

今回は、教育利用の 16 ノード (68 コア×16 ノード=1088 コア)、15 分のジョブキューで実施したが、chainer のチェックポイント&リスタート機能を使って何度も再実行を繰り返すことで、十分な学習を実現できている。

博士学生であったことや、すでにスパコン利用経験があった学生もおり、当初想像したよりもトラブルが少なく実施することができた。

参 考 文 献

[1] Chainer, <https://chainer.org>

[2] The CIFAR100 Dataset, <https://www.cs.toronto.edu/~kriz/cifar.html>

第 127 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

「OpenFOAM 中級」実施報告

今野 雅

東京大学情報基盤センター客員研究員

2020年1月21日(火)、東京大学情報基盤センター(以降、センター)4階413遠隔会議室にて、PCクラスタコンソーシアム(実用アプリケーション部会・HPCオープンソースソフトウェア普及部会)、オープンCAE学会との共催で、第127回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会「OpenFOAM中級」が開催された。本講習会は、センターに設置されたスーパーコンピューター(以降、スパコン)の利用促進とスパコンを用いた数値流体解析の普及を目的として実施されたものである。なお、本講習会はセンターのお試しアカウント付き並列プログラミング講習会として行われた15回目のOpenFOAMの講習会である。受講者は、大学院学生(修士)2名、大学院学生(博士)1名、助教1名、企業の方7名であり、受講者合計は11名であった。センターが運営するスパコンOakbridge-CXを用い、Oakbridge-CXの概要、利用方法、OpenFOAMの演習が1日終日の日程で行われた。当日のプログラムを表1に掲載する。なお、講習会終了後約1ヶ月有効なお試しアカウント(Oakbridge-CX, 最大ノード数8, 最大実行時間15分)が受講者に与えられた。

表1 講習会プログラム

【2020年1月21日(火)】

- 09:30 - 10:00 受付
 - 10:00 - 10:40 Oakbridge-CX へのログイン
 - 10:40 - 11:00 Oakbridge-CX 概要
 - 11:00 - 11:30 OpenFOAM 概要
 - 12:30 - 14:00 3次元ダムブレイク流れ演習 I
 - ・解析対象概要(Kleefsman らによる段波・構造物衝突流れ実験)
 - ・blockMesh と snappyHexMesh による格子生成
 - ・自由表面二相流ソルバーinterFoamによる解析
 - 14:15 - 15:45 3次元ダムブレイク流れ演習 II
 - ・解析結果の時系列サンプリング・実験値との比較
 - ・ParaViewによる格子・解析結果可視化
 - ・演習課題の説明
 - ・格子生成演習
 - 16:00 - 18:00 3次元ダムブレイク流れ演習 III
 - ・解析演習
 - ・解析結果可視化演習
 - ・より高度な設定や関連情報の紹介
 - ・質疑応答
-

講習会終了後のアンケート集計結果(回答数 8)を表 2 に示すが、参加した満足度の平均は 5 点満点中、4.13 と高かった。また、参加者から表 3 に示すご意見を頂いた。今後の講習会の参考にしたい。

表 2 アンケート集計結果

評点	講習会の時間		講習会の講義内容 (プレゼン)		配布資料の内容		サンプルプログラム 内容		参加した満足度	
1	短い	0	簡単	0	簡単	0	簡単	0	不満	0
2		1		0		0		0		1
3	適切	6	適切	5	適切	7	適切	7	普通	1
4		1		2		1		1		2
5	長い	0	難	1	難	0	難	0	満足	4
	平均	3.00	平均	3.50	平均	3.13	平均	3.13	平均	4.13

表 3 講習会に対するご意見

- 満足です。
- いつも勉強させていただいております。次回も楽しみにしております。
- 入門、初級に続いての参加ですが、今回も大変勉強になりました。
 - ①paraview の並列可視化の仕方
 - ②OpenFOAM ソースコードの場所と参照
 - ③領域分割と再構築 (mpi 計算)
 が、実用的内容で、ためになりました。一方解析条件の設定の部分は、やはり難しく経験が必要と痛感しました。ありがとうございました。
- 講習会の開催ありがとうございました。講習時間内ではスクリプトをそのまま動かすだけになってしまったので、手を動かして復習しようと思います。
- 高度な専門性を有する講義内容ではあるが、その専門性が弊社の専門性と合致し、有意義な内容で、とても参考になった。今後も続けてほしい。

第 128 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会

「第 1 回 GPU ミニキャンプ～GPU 化にチャレンジする会～」

下川辺 隆史

東京大学情報基盤センター

2020 年 1 月 22 日（水）、23 日（木）の 2 日間にわたり、東京大学情報基盤センター4 階 413 遠隔会議室にて、第 128 回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会「第 1 回 GPU ミニキャンプ～GPU 化にチャレンジする会～」が開催されました。

本講習会では、初めての試みとして、これから GPU を利用される方またはすでに利用されているが効率化を進めたい方、スパコンの GPU を利用したい方、を対象に、情報基盤センターに設置されたスーパーコンピュータ Reedbush (Reedbush-H) を活用した実践を行いました。ミニキャンプは参加者がコードやデータセットを持ち込み、各自のペースで GPU 化や GPU 利用効率向上などを実践する形で進行します。情報基盤センター教員に加えて、GPU のスペシャリストがメンターとして参加し、受講者はコードの GPU 化や利用率向上の作業を進めるにあたり随時相談することができます。

本講習会は、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（実用アプリケーション部会）の共催で開催され、下記の皆様にチューターとしてご協力いただきました（敬称略）。

- 成瀬 彰（エヌビディア合同会社 シニアデベロッパーテクノロジーエンジニア）
- 村上真奈（エヌビディア合同会社 シニアソリューションアーキテクト）
- 阮 佩穎（エヌビディア合同会社 ディープラーニングソリューションアーキテクト）
- 丹 愛彦（エヌビディア合同会社 HPC ソリューションアーキテクト）

本講習会のスケジュールは表 1 の通りです。本講習会では、図 1 のように、OpenACC、CUDA、深層学習など、取り組む内容ごとに受講者が集まり、チューターや他の受講者とも相談をしながら各自の作業を進めていきました。受講者には実習で使用した Reedbush-H を受講後 1 ヶ月間利用できるお試しアカウントが与えられます。

表1 スケジュール

日付	時間	内容
1月22日	09:30 - 10:00	受付
	10:00 - 10:20	Reedbush-Hの使い方講座
	10:20 - 10:40	自己紹介と目標設定など
	10:40 - 12:00	実践
		(休憩)
	13:00 - 17:00	実施
1月23日	10:00 - 12:00	実践
	12:00 - 13:00	(休憩)
	13:00 - 16:30	実践
	16:30 - 17:00	結果の共有とアンケート記入・終了



図1 講習会の様子

今回の講習会では、合計 18 名の事前申込者があり、その全員が受講しました。受講者の内訳は、学部学生：2 名、大学院（修士）学生：3 名、大学院（博士）学生：2 名、准教授：1 名、助教：2 名、技術職員：1 名、研究機関研究員：3 名、企業の方：4 名でした。講習会終了後に実施したアンケートの質問項目と回答の人数分布は表 2 の通りです。自由回答では、下記の回答をいただきました。

- 右も左もわからない学生に対して手厚く指導していただきました。ありがとうございました！
- 非常によかった
- とてもよかったです。またぜひやって頂きたいです。2 日だと出張しやすいです。
- 2 日間ありがとうございました。集中できて、進展もあり、今後の研究に活かすことができそうです。
- とてもよかったです。コードの GPU 化に対して全く知識がなかったので、0 から永寧に教えていただけたのがよかったです。説明もわかりやすく、理解しながら組むことが出来ました。
- 色々勉強になりました。2 日間ありがとうございました。
- また是非開催をお願いします。
- （予定が合わせるのは大変だとは思いますが）2 日連続ではなく 1day+1day もしくは 2day+1day とかにすると、”単にトラブルシューティングする”という時間を減らせるかなとおもいます
- このようなハンズオンがあればまた参加したい。アカウントも 1 か月利用できてとてもよかったです。
- 2 日間集中するというのは非常に新鮮だったと思います。
- 取り組んでいる課題に対してダイレクトに取り組めたので、非常に有意義な時間を過ごせました。

アンケート集計結果を見ると、多くの方に満足してもらえたようで、改善点を踏まえて、次回以降の開催を検討したいと考えております。今回は 1 月という学生にとっては参加しにくい時期となってしまいましたが、アンケートでも夏頃に開催して欲しいというご意見もありましたので、開催時期の変更も検討してまいります。

表 2 アンケート集計結果の人数分布と平均

	あり	なし					
GPU プログラミング経験	8	9					
	評点	1	2	3	4	5	平均
講習会時間	短い <-> 長い		2	14	1		2.9
講習会講義内容（プレゼン）	簡単 <-> 難	1	3	10	1	2	3.0
配布資料内容	簡単 <-> 難	2	6	8		1	2.5
満足度	不満 <-> 満足				3	14	4.8

第 40 回 ASE 研究会実施報告

中 島 研 吾

東京大学情報基盤センター

2020年2月4日(火)に開催された第40回ASE研究会¹では、Aleix Roca Nonell氏(Barcelona Supercomputer Center (BSC), 理研 R-CCS 国際インターンシップのため日本滞在中(当時))をお招きし、機械学習ワークロードのOSサポートによる性能向上についてご講演いただいた。当センターで2019年7月より運用を開始したOakbridge-CXシステム(OBCX)に搭載されているIntel Platinum 8280(Cascade Lake, CLX)は、新たにVNNI(Vector Neural Network Instructions)と呼ばれるAVX512の拡張命令に対応し、従来のCPUよりもよりディープラーニング/マシンラーニングの処理が高速になる「Intel Deep Learning Boost」などの新機能が搭載されている。Nonell氏は2011年11月より、理研・東大で実施している共同研究「ポスト京のプロセッサアーキテクチャ、電力制御技術、システムソフトウェアおよび数値計算ライブラリに関する研究」の一環として、本機能の評価を実施しており、当日はその途中経過についても紹介された。学内外から合計18名の出席者があり、活発な議論が行われた。

表1 プログラム

時間帯	講演者	題 目
15:45 - 16:00	Kengo Nakajima (ITC/University of Tokyo)	Introduction to IHK/McKernel and Experiences on the Oakforest-PACS System
16:00 - 17:00	Aleix Roca Nonell (Barcelona Supercomputer Center)	Operating System Support for Machine Learning Workloads: Preliminary Results
17:00 - 17:05	Kengo Nakajima (ITC/University of Tokyo)	Closing

¹ <https://www.cc.u-tokyo.ac.jp/events/ase/40/40.php>

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ー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 原稿枚数には特に制限はありませんが、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、印刷出来上がり寸法がB5判で文字の大きさ9ポイントを標準とし、印字部分は必ず左端を2.5cm以上空けて、縦21cm、横14cmになるようにしてください。A4サイズの場合はB5サイズに縮小した場合に上記のサイズになるようにしてください。
併せて、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 まで提出願います。
- 8 投稿原稿は返却しません。
- 9 採用された原稿は、本センターのWebページ上でも掲載させていただきます。
希望がある場合は、1タイトルにつき50部の別刷を差し上げます。

【スーパーコンピュータシステム利用案内】

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://obcx-www.cc.u-tokyo.ac.jp/ (Oakbridge-CX) https://ofp-www.jcahpc.jp/ (Oakforest-PACS) https://reedbush-www.cc.u-tokyo.ac.jp/ (Reedbush)

お問い合わせ内容	お問い合わせ先
利用申込関係	電子メール : uketsuke@cc.u-tokyo.ac.jp スーパーコンピュータシステム利用申込書提出先 〒113-8658 東京都文京区弥生 2-11-16 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/#SOUNDAN
システムに関する要望・提案	voice@cc.u-tokyo.ac.jp

【IP ネットワーク経由時のホスト名】

システム	ホスト名
Oakbridge-CX スーパーコンピュータシステム	obcx.cc.u-tokyo.ac.jp 以下のホストの何れかに接続します※ obcx0{1-6}.cc.u-tokyo.ac.jp
Oakforest-PACS スーパーコンピュータシステム	ofp.jcahpc.jp 以下のホストの何れかに接続します※ ofp0{1-6}.jcahpc.jp
Reedbush スーパーコンピュータシステム (Reedbush-U/H/L)	reedbush.cc.u-tokyo.ac.jp 以下のホストの何れかに接続します※ reedbush-{u{1-4},h1}.cc.u-tokyo.ac.jp

※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
 〒113-8658 東京都文京区弥生2-11-16
 (電話) 03-5841-2717 (ダイヤルイン)
 (FAX) 03-5841-2708

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
2020年度Oakforest-PACSスーパーコンピュータシステム	
運用に関するお知らせ	5
利用負担金の改正について	6
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
「スーパーコンピューティングニュース」冊子 郵送サービス終了 のお知らせ	9
研究成果登録のお願い	10
部門の人事異動	11
訃報	12
12月・1月のジョブ統計	13

ユーザーから

次世代気象気候ライブラリを用いた雷の発生プロセスの解明	18
-----------------------------	----

教育活動報告

東京大学工学部・工学系研究科共通科目 「スパコンプログラミング(I)および(I)」	25
工学系研究科電気系工学専攻博士演習 Oakforest-PACSを用いた深層学習	29
第127回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 「OpenFOAM中級」実施報告	30
第128回お試しアカウント付き並列プログラミング講習会 「第1回GPUミニキャンプ～GPU化にチャレンジする会～」	32
第40回ASE研究会実施報告	35

原稿募集	36
------	----