



TOHOKU
UNIVERSITY



Cyberscience
Center

スーパーコンピュータ AOBAの始動

東北大学サイバーサイエンスセンター
スーパーコンピューティング研究部 教授

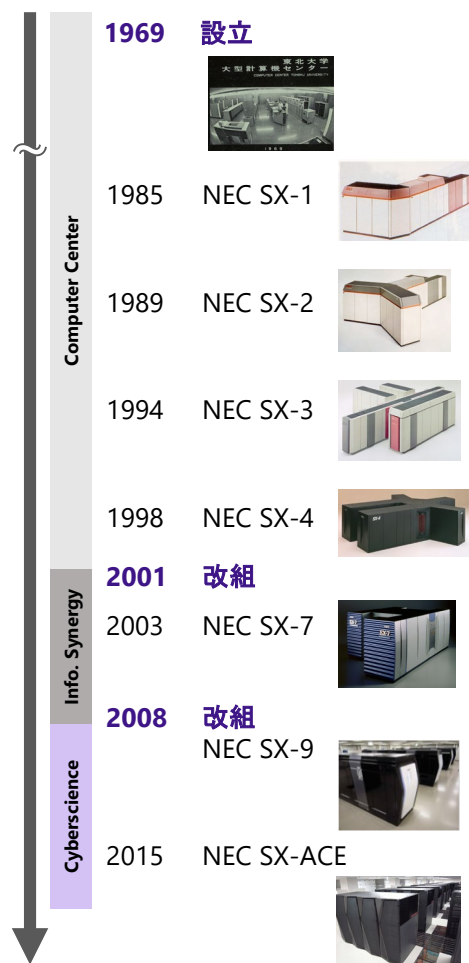
滝沢 寛之

<takizawa@tohoku.ac.jp>

歴史と使命

■ 沿革

■ 使命



• 全国の学術利用のために最先端の計算環境を提供

- **NEC SX-ACE ベクトル並列システム**を運用(7月末まで)
- **利用登録者数 1,556名** (2019年度)
- **利用者支援**
 - 性能測定, 性能解析, 高速化支援
 - 高性能計算に関するセミナーや講習会



• 高性能計算に関する研究開発

- 利用者や企業との共同研究
 - 高生産性かつ高性能な計算環境を実現するための次世代高性能計算システムやそのアプリケーションの創出

• 研究と教育

- 東北大学学部生・大学院生の指導

利用者支援・共同研究

■ 平成9年よりセンター教職員とベンダーの協働による高速化支援体制を構築

→ 利用者支援を重視

- ・ 技術職員1名あたり2～3件の高速化支援を常時担当

これまでの高速化支援実績

年度	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
件数	2	8	8	9	10	7	18	20	8	16	10	15	8	8	13	6	11	9	6	9	7	7
ベクトル化性能向上比	1.9	46.7	4.5	2.5	1.6	2.2	6.7	2.9	1.3	2.9	33	9.4	381	47	16.2	19.7	16.7	10.3	32	19.2	5.9	1.7
並列化性能向上比	11.1	18.4	31.7	8.6	4.9	2.8	18.6	4.5	5.3	8.1	1.9	5.1	3.6	48	17.2	15.3	12.9	8	5	3	1.2	3.6

- ・ システム規模は小さいけれども**利用者満足度でナンバー1**を目指している情報基盤センターです！

メモリバンド幅の重要性

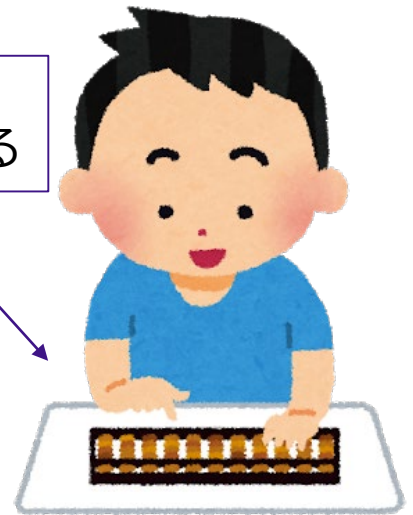
1024円なり 256円なり . . .



メモリ

超人的な腕前の持ち主
毎年指数関数的に腕をあげている

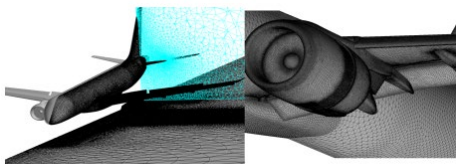
おっとりさん



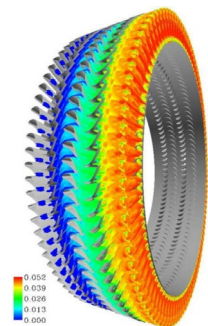
プロセッサ

多様な科学技術分野に貢献

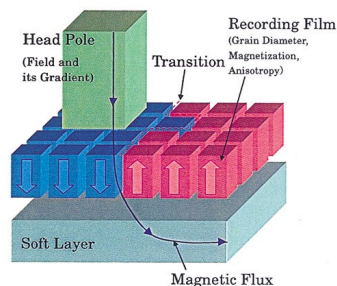
Next-Generation SuperSonic Transport



Turbine Design



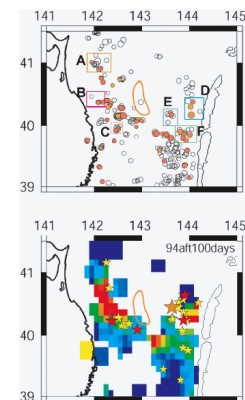
Perpendicular Magnetic Recording Medium Design



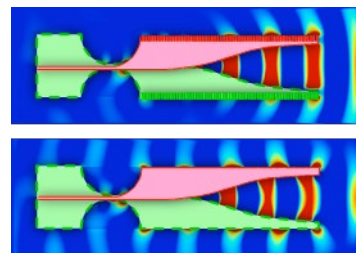
Nano Material Design



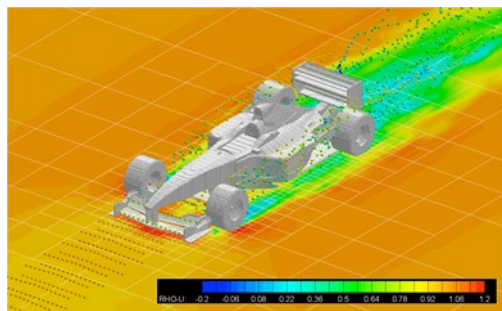
Earthquake Analysis



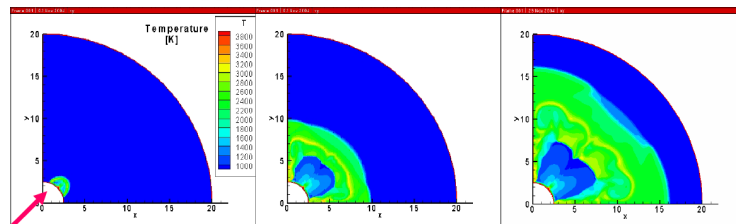
Antenna Analysis



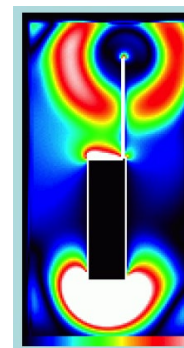
Next-Generation CFD Analysis



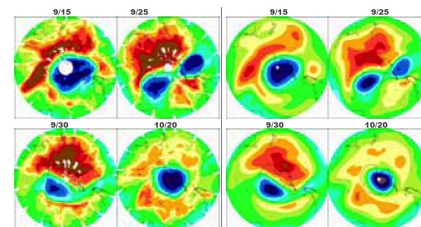
Combustion Flow Simulation



MRJ



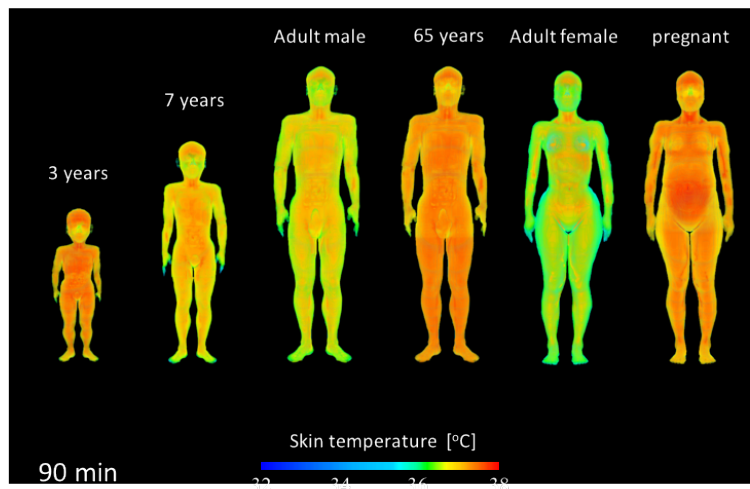
Ozone-hole Analysis



近年の代表的な成果例

■ 熱中症のシミュレーションを高速化して その成果を社会に還元 (江川隆輔(現東京電機大学教授)他)

熱中症シミュレーション (名工大平田教授開発)
環境に応じた人体の体温変化を計算し熱中症リスクを評価



スーパーコンピューティング研究部教員・技術職員による高速化支援により、従来7~16時間かかっていた1固体の評価を40秒程度で実現可能に。

H27~H29年度にかけて3度のプレスリリース、IEICE、IEEE共著学術論文、報道多数



日本気象協会、名工大と共に「熱中症セルフチェック」ウェブページを公開

新システムAOBAの始動

■ 愛称：スーパーコンピュータ **AOBA (あおば)**

- 公募期間：7月1日～31日
- 応募総数：346件
- 選定理由：
 - 新スパコンの愛称としての相応しさ・親しみやすさ
 - 36件の応募があり**他を圧倒する高い支持率** (10.4%)



10月1日 運用開始

AOBA運用開始記念サイト

<https://www.cc.tohoku.ac.jp/aobadebut.html>



東北大学サイバーサイエンスセンターは
令和2年10月1日(木)から 新スーパーコンピュータ「AOBA」の運用を開始しました

ご紹介

- 東北大の新スパコンAOBA始動！最先端科学から防災減災まで、現代社会を支えるスパコン
- 新スーパーコンピュータサービス開始のお知らせ
- バーチャルスパコン見学



ご挨拶

本日ここに、東北大学サイバーサイエンスセンターの新スーパーコンピュータシステムの更新にあたり、挨拶を申し上げます。

東北大学は、1907年の建学以来、113年にわたり「研究第一主義」の伝統、「門戸開放」の理念、「実学尊重」の精神のもと、多くの指導的人材を輩出し、さらに世界的に卓越した研究成果によって人類の知の地平を拡大して、未来社会へ向けた改革・イノベーションを先導してきました。また、2017年6月には、世界の有力大学と伍していくことを使命とする「指定国立大学法人」の最初の3校に指定されました。

現在、およそ17,800名の学生と6,300名の教職員を擁し、「杜の都」と呼ばれるこの仙台の地に、四季の気配を色濃く映す四つのキャンパスに10の学部と15の大学院研究科、3つの専門職大学院、6の附置研究所に加え、教育研究に携わる機構・センターと図書館・病院などを有しています。



東北大学理事・副学長
青木 孝文

東北大学サイバーサイエンスセンター長
菅沼 拓夫

文部科学省研究振興局参事官（情報担当）付 計算科学技術推進室長
宅間 裕子

日本電気株式会社 代表取締役 執行役員社長 兼 CEO
新野 隆

Director, The High Performance Computing Center (HLRS) in Stuttgart
Michael M. Resch

Director, Research Computing Center, Lomonosov Moscow State University
Vladimir Voevodin

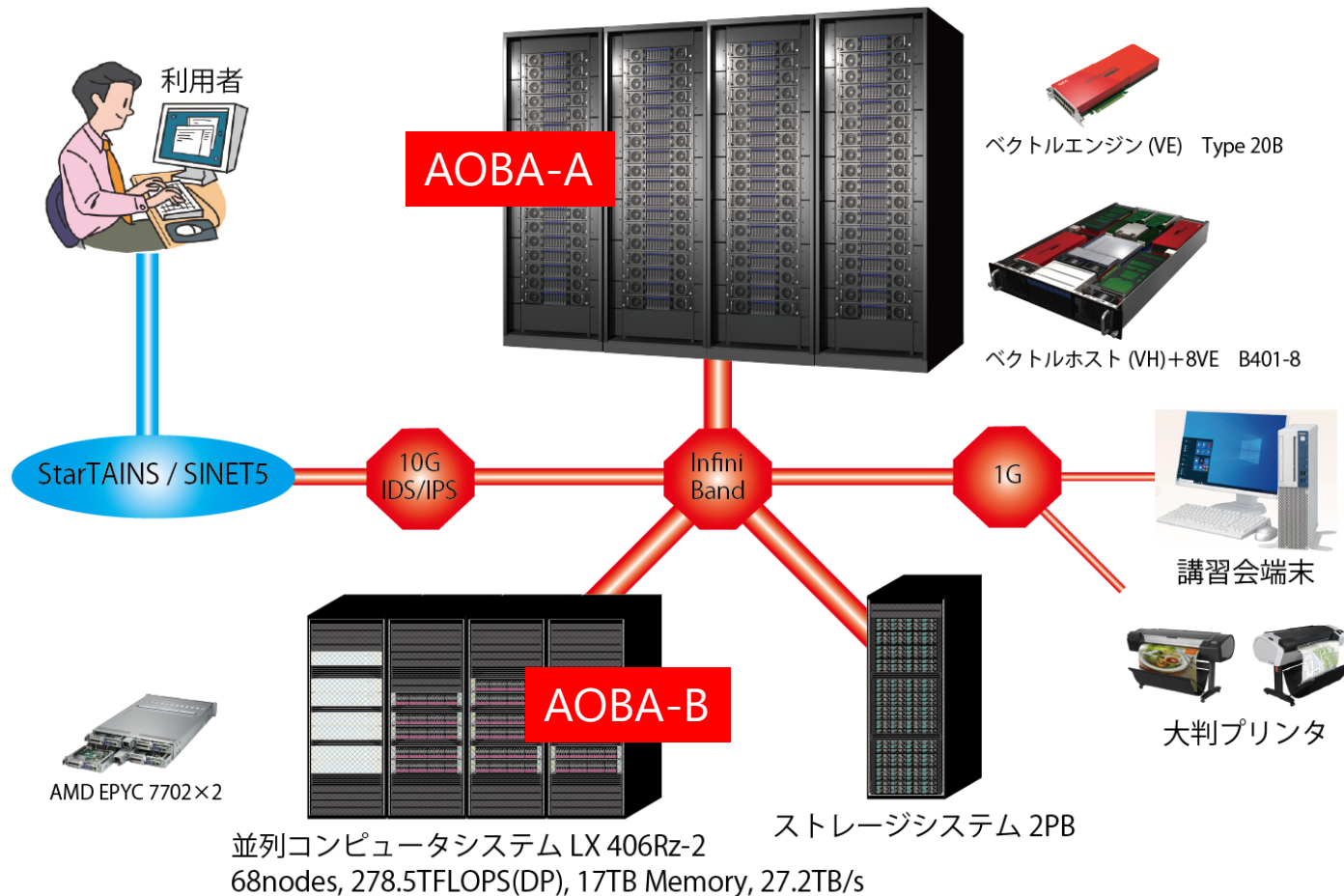
東京理科大学工学部情報工学科 教授 (JAXA 名誉教授)
藤井 孝蔵

NUG (NEC User Group) 会長、大阪大学サイバーメディアセンター 准教授
伊達 進

掲載順 (敬称略)

スパコンAOBAの全体像

スーパーコンピュータシステム SX-Aurora TSUBASA
576VEs (72VHs), 1.48PFLOPS(DP), 45TB Memory, 895.68TB/s

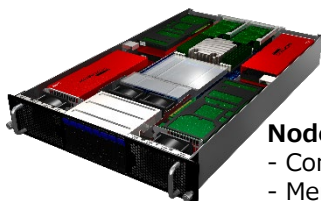


システム構成

サブシステム AOBA-A



NEC SX-Aurora TSUBASA B401-8 x 72

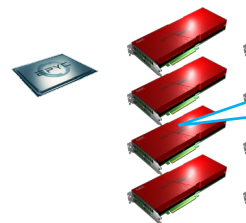


Node Performance

- Comp. : **20.7 TF**
- Mem size : 640 GB
- Mem BW : **12.4 TB/s**

第2世代VE

AMD EPYC 7402P x 1
NEC Vector Engine Type **20B** x 8



Vector Engine Core x 8
HBM2E Module x 6



サブシステム AOBA-B



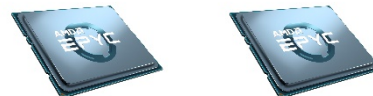
NEC LX 406Rz-2 x 68



Node Performance

- Comp. : **4.1 TF**
- Mem size : 256 GB
- Mem BW : **0.41 TB/s**

AMD EPYC 7702P x 2



システム全体性能: **1.78 Pflop/s**, **924 TB/s**

ベクトルプロセッサ

ベクトルプロセッサ



高速

2020年6月現在
NEC調べ

世界トップクラスの
コア性能

307GFlops(DP)
614GFlops(SP)



高速

2020年6月現在
NEC調べ

ダントツの
データアクセス性能

1.53TB/s



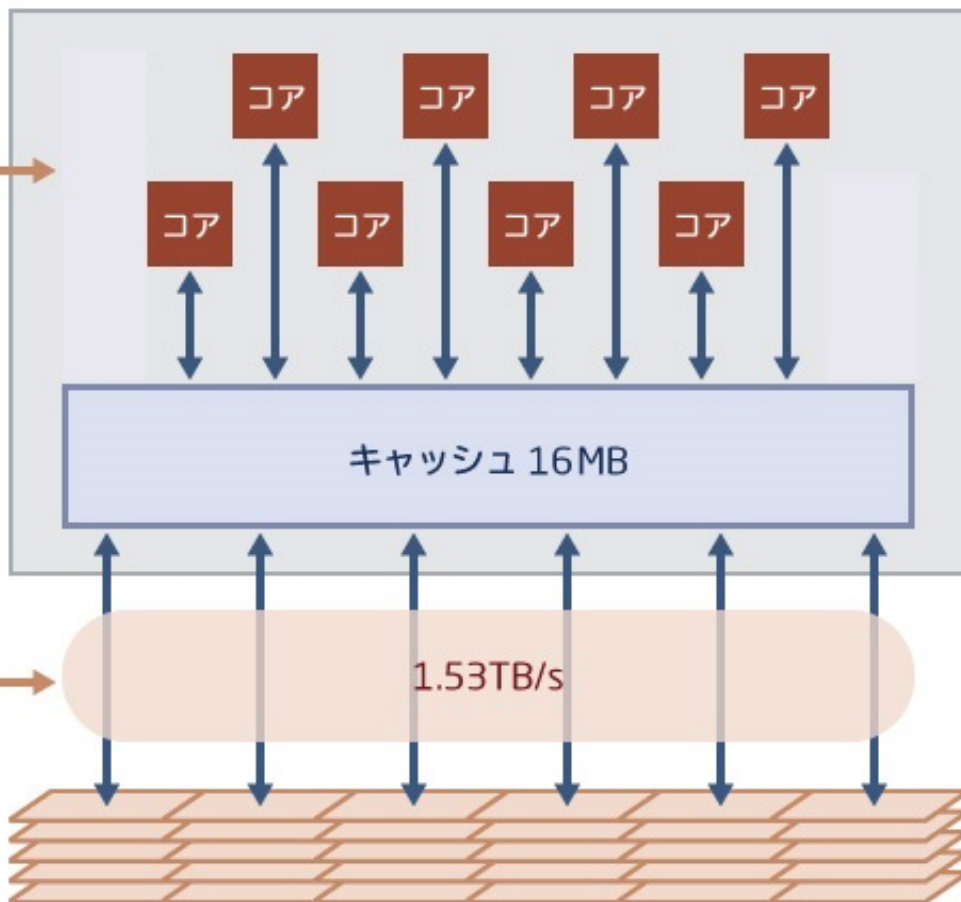
世界初

テクノロジー

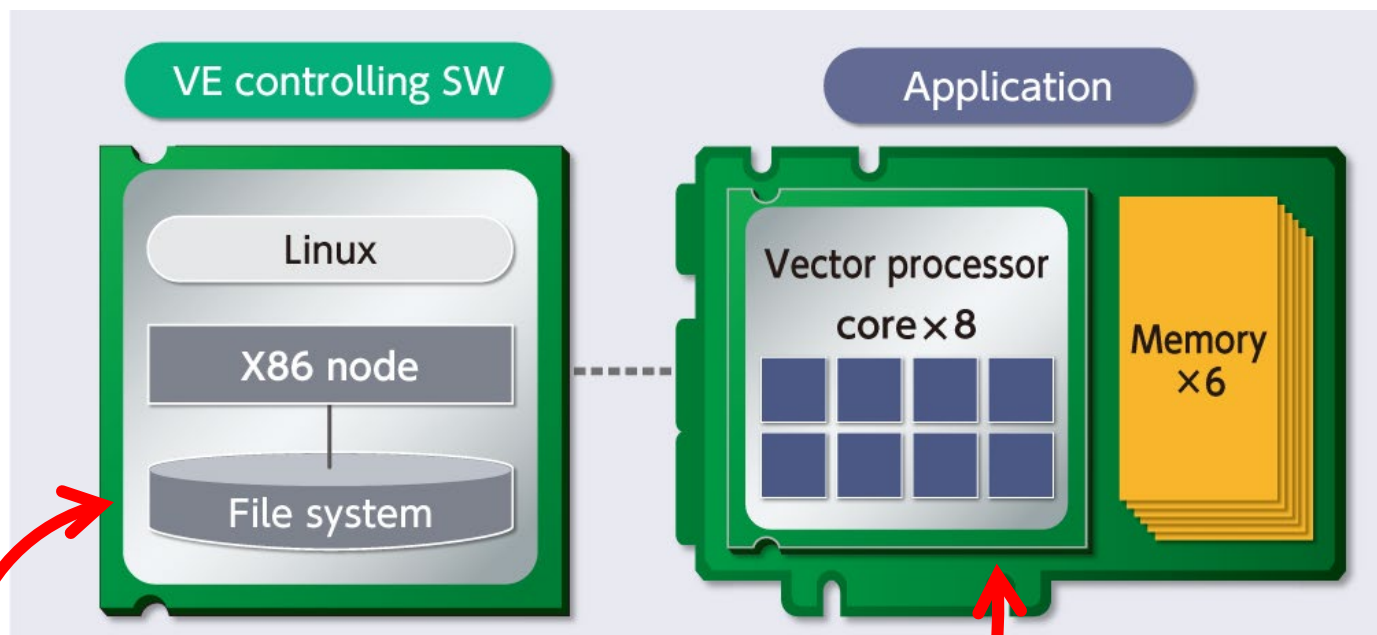
世界初HBM2 x6実装



世界初となるCPUと6個の
3次元積層メモリHBM2搭載技術
をTSMC社と共同開発



標準ソフト + 専用ハード



Vector Host (VH)

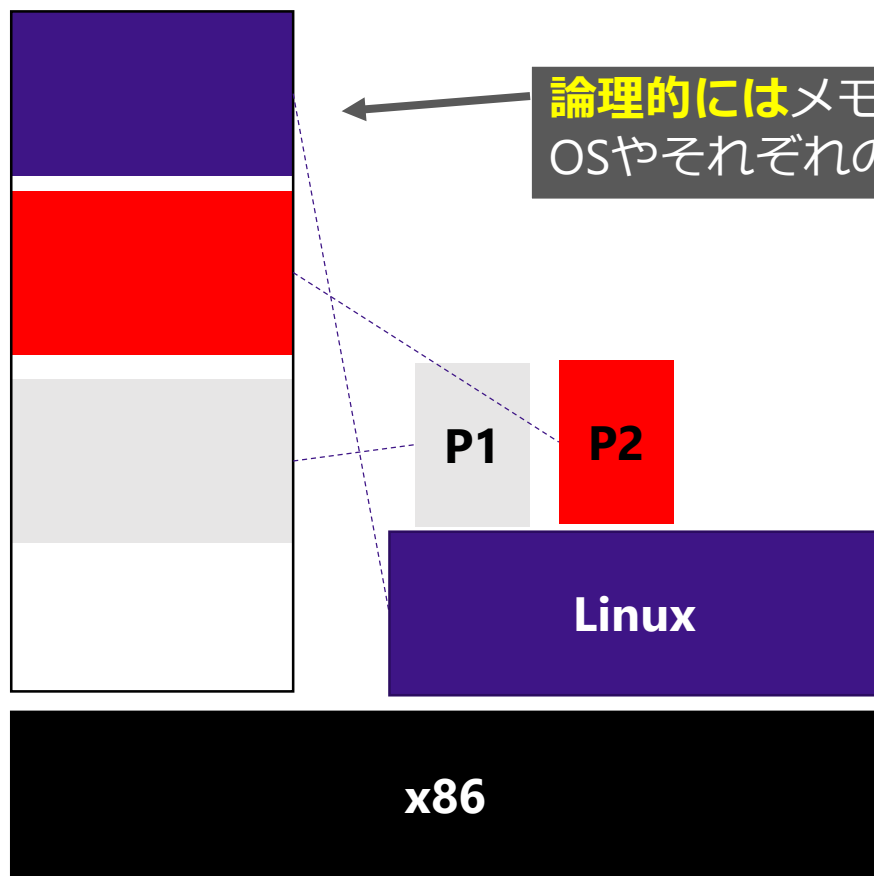
Vector Engine (VE)

```
$ gcc matmul.c -o matmul
$ ./matmul

$ ncc matmul.c -o matmul
$ ./matmul
```

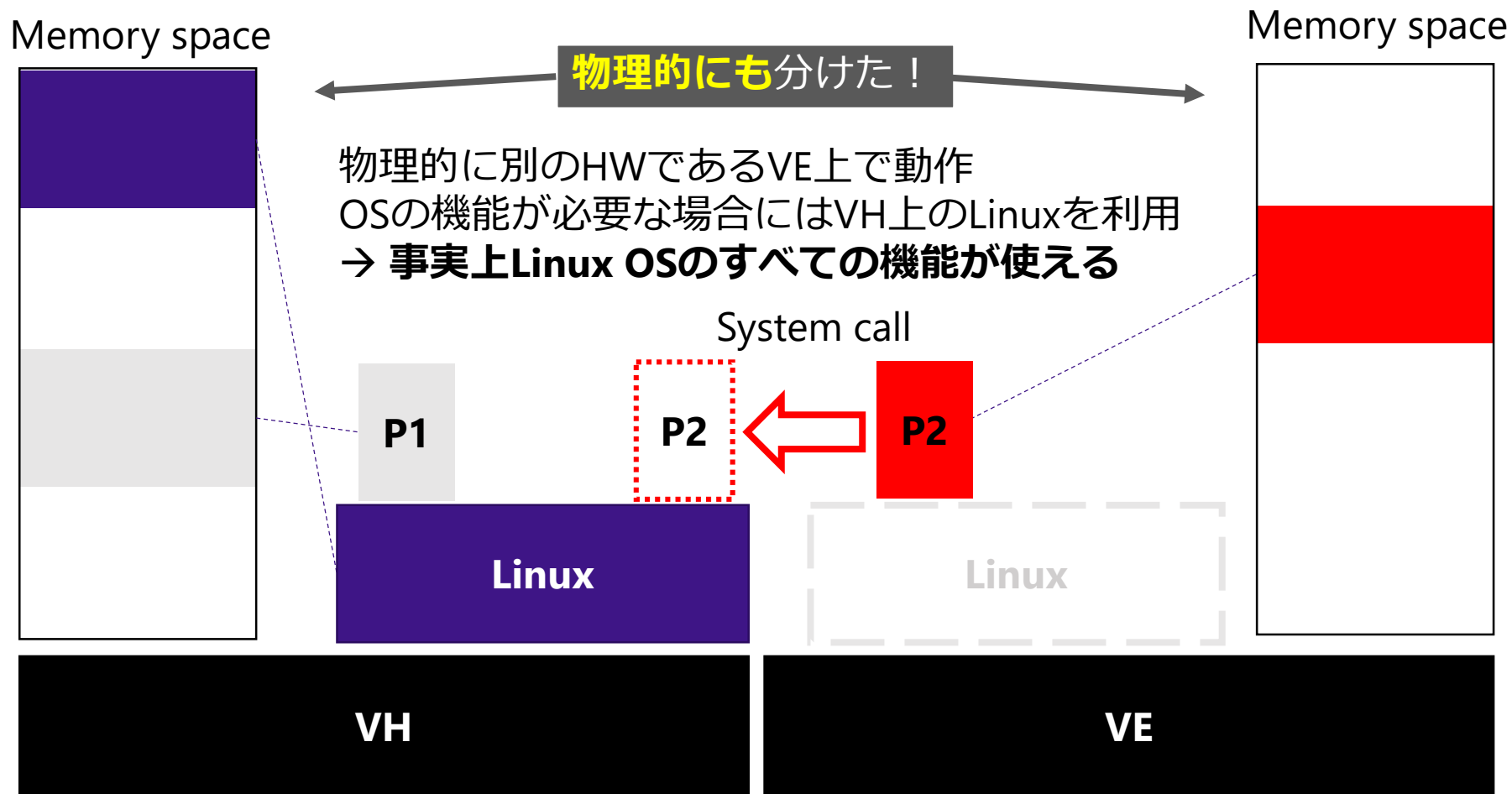

通常のプログラム実行

Memory space



論理的にはメモリ空間が分割されて
OSやそれぞれのプロセスに割り当てられている

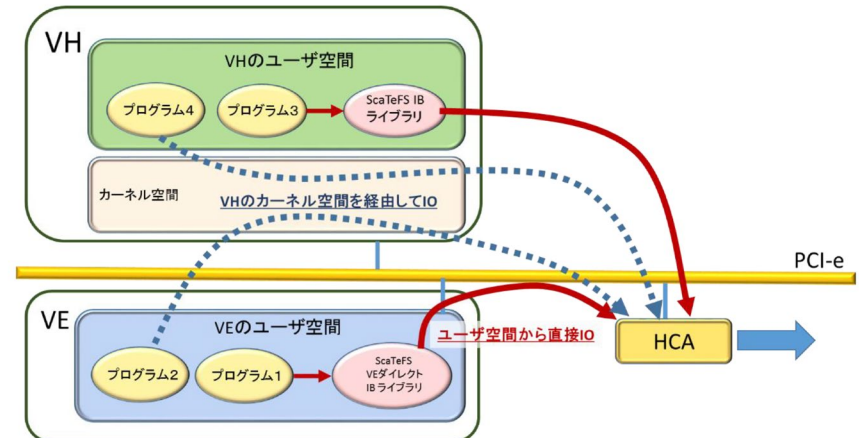
VEでのプログラム実行



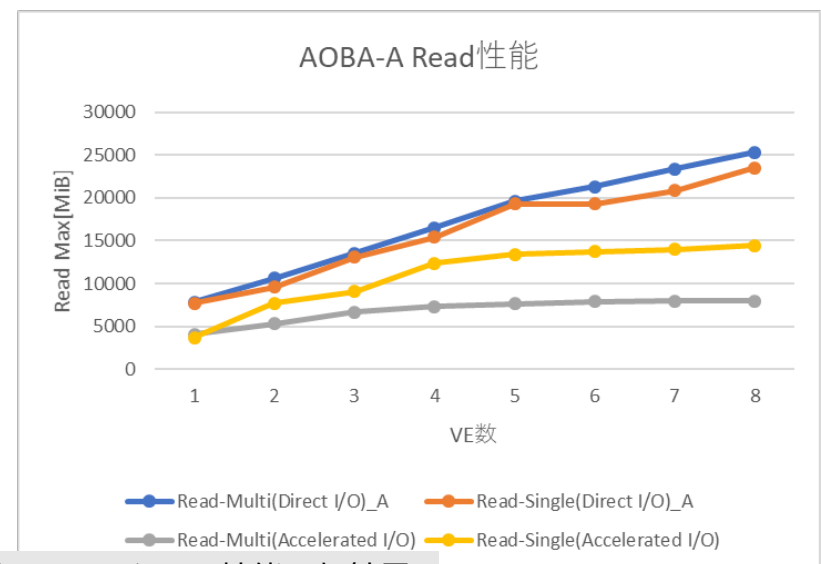
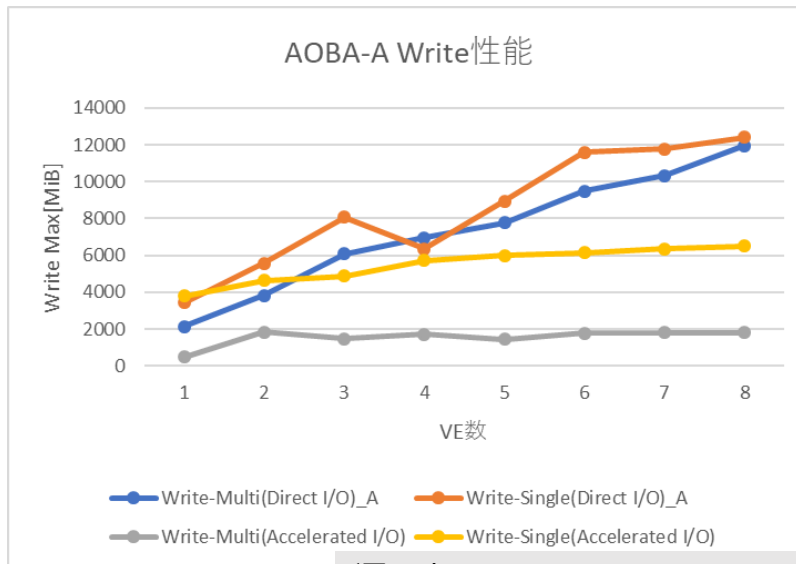
オーバヘッド低減

■ Direct I/O

- VHを経由せずにI/O



図：NEC Scalable Technology File System (ScaTeFS)運用手引の手引より



運用中のAOBA-AでのIOR-3.4によるファイルI/O性能評価結果

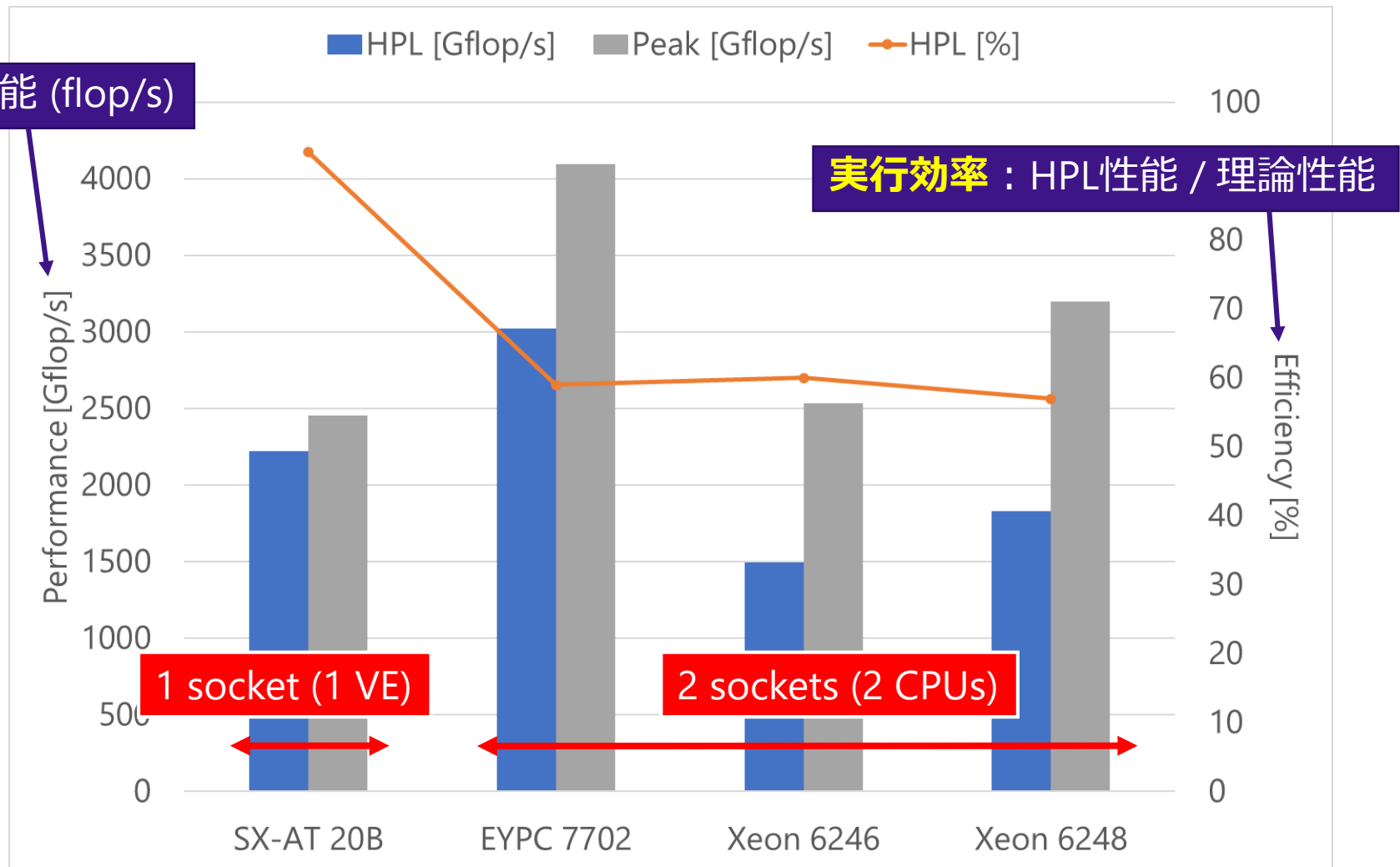
評価環境

		SX-ACE	SX-AT 10B	SX-AT 10AE	SX-AT 20B	EPYC 7702	Xeon 6246	Xeon 6248
Core	Clock Freq. [GHz]	1	1.4	1.58	1.6	2	3.3	2.5
	Peak Perf. [Gflop/s]	64	268	304	307	32	105	80
Socket	No. of Cores	4	8	8	8	64	12	20
	Peak Perf. [Gflop/s]	256	2150	2433	2457	2048	1267	1600
	Mem BW [GB/s]	256	1228	1352	1536	204	140	140
Node	No. of Sockets	1	1	1	1	2	2	2
	Peak Perf. [Gflop/s]	256	2150	2433	2457	4096	2534	3200
	System B/F	1	0.56	0.56	0.62	0.1	0.11	0.09



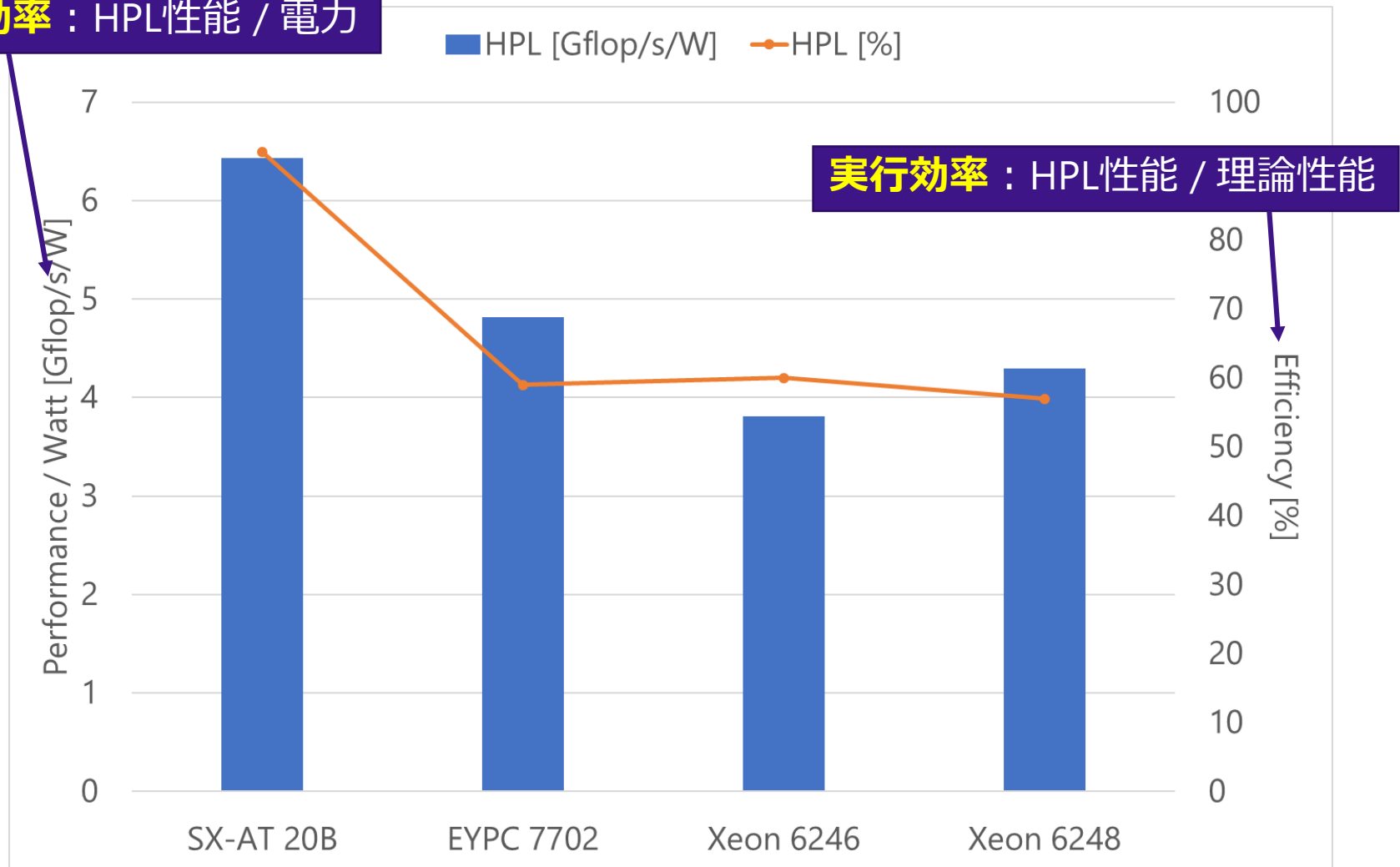
HPL 性能

演算性能 (flop/s)



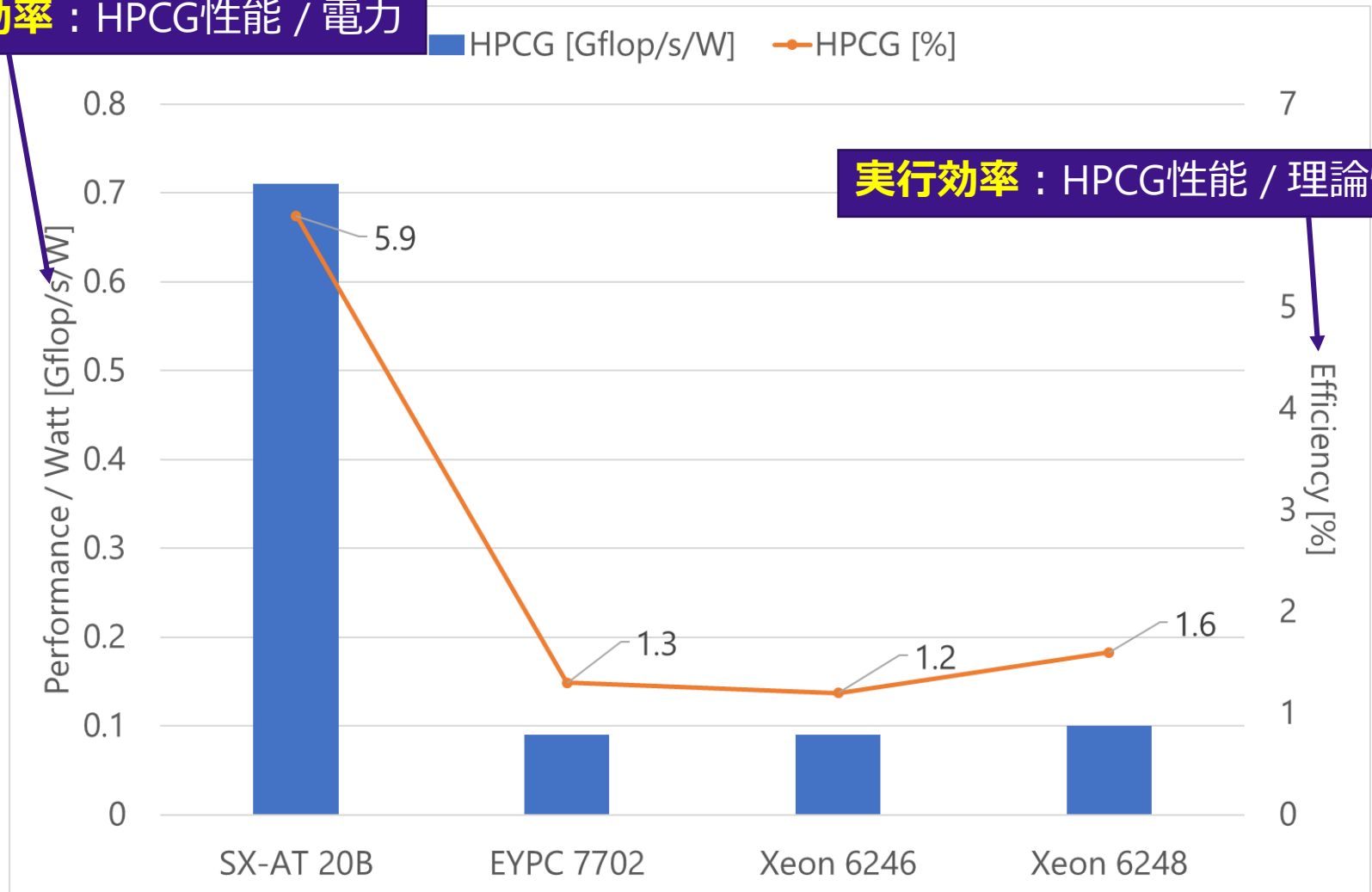
HPL 電力効率

電力効率 : HPL性能 / 電力



HPCG 電力効率

電力効率 : HPCG性能 / 電力



HPCG & HPL on AOBA

Egawa et al.@PMBS20



Subsystem AOBA-A



NEC SX-Aurora TSUBASA B401-8 x 72



Node Performance

- Comp. : 20.7 TF
- Mem size : 640 GB
- Mem BW : 12.4 TB/s

【SX-Aurora】

72VH(576VE) Peak 1415.6TF

HPL : 1140.1TF (Efficiency 80.5%)

HPCG : 75.3TF (Efficiency 5.32%)

Subsystem AOBA-B



NEC LX 406Rz-2 x 68



Node Performance

- Comp. : 4.1 TF
- Mem size : 256 GB
- Mem BW : 0.41 TB/s

【AMD Rome 7702】

68node Peak 278.5TF

HPL : 161.7TF (Efficiency 58.08%)

HPCG : 2.55TF (Efficiency 0.92%)

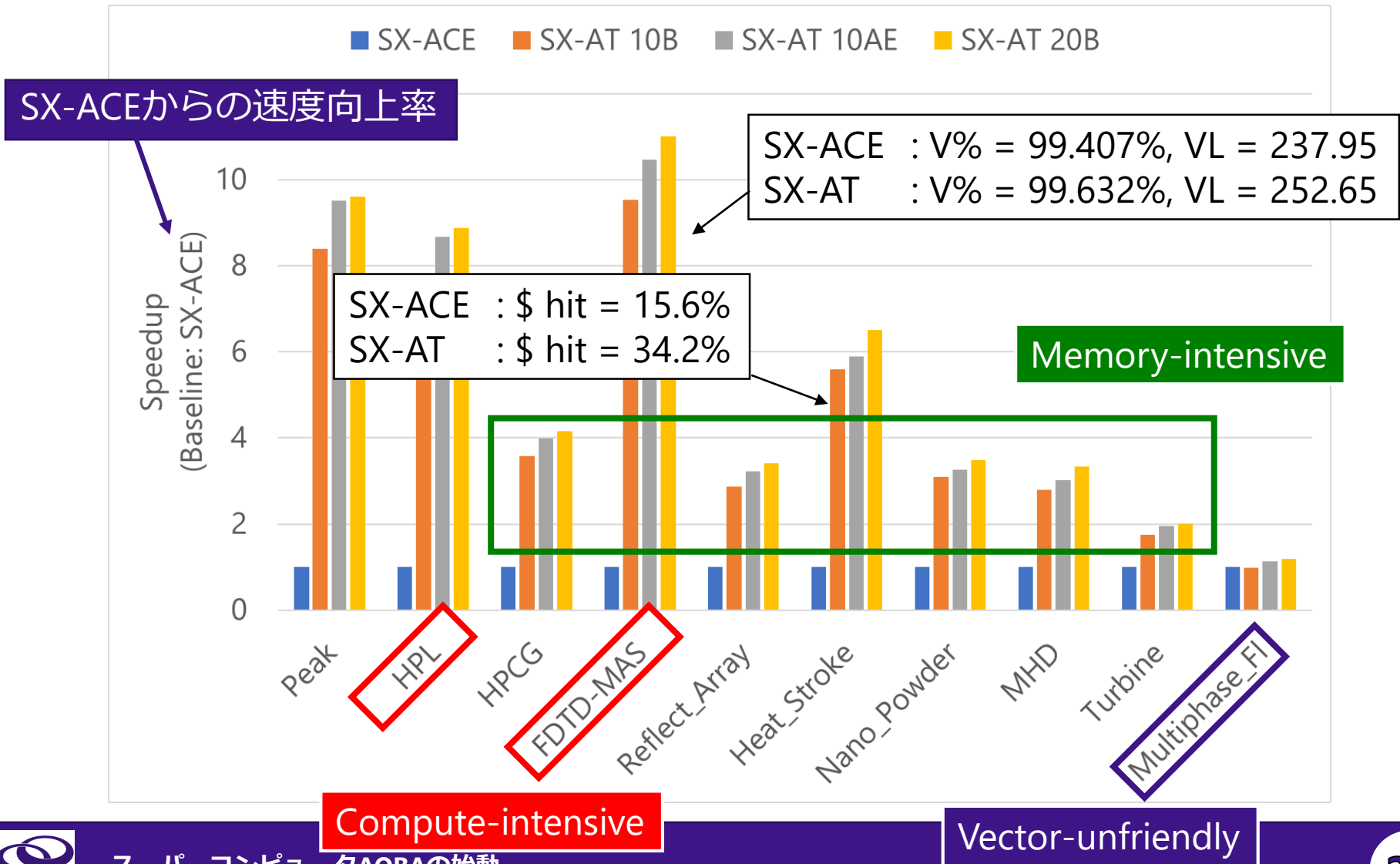
一般的なx86サーバと比較して圧倒的に高い効率を達成

実アプリによる評価

	Vectorization [%]	Ave Vec Len	No. of Processes	No. of VEs	B/F
HPL	99.3	254.4	256	32	0.31
HPCG	99.0	237.5	Compute-intensive		11.08
FDTD-MAS	99.6	252.7	1	1	0.29
Reflect_Array	98.8	216.1	8	1	3.74
Heat_Stroke	99.3	214.2	160	20	1.87
Nano_Powder	98.9	255.1	32	32	2.40
MHD	99.6	249.6	Memory-intensive		1.33
Turbine	92.0	175.5	159	20	2.52
Multiphase_FI	29.1	18.0	1	1	12.88

Vector-unfriendly

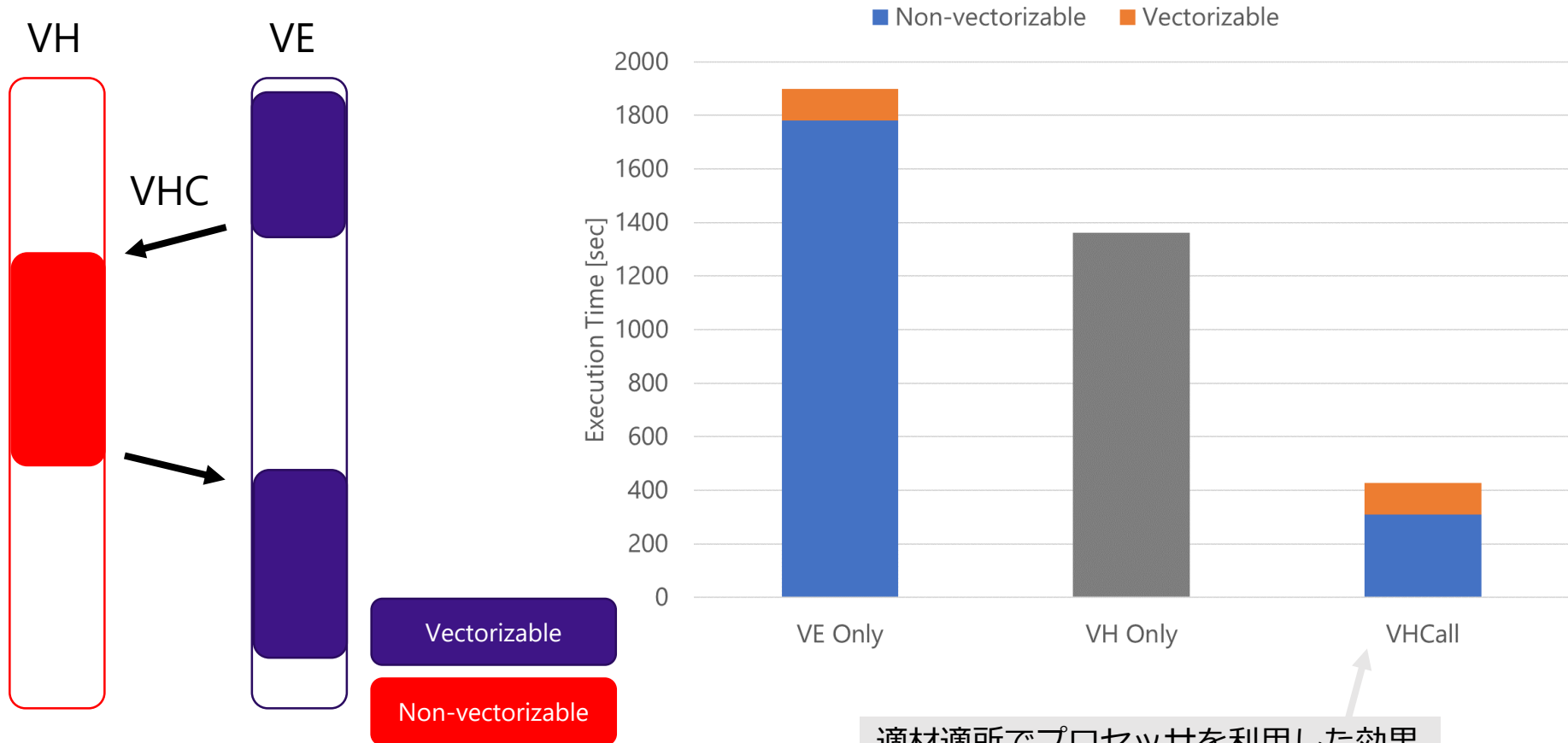
性能評価結果



VHとVEの連携

■ Vector Host Call (VHC)

- ベクトル化できない部分を**VE**から**VH**にオフロード



適材適所でプロセッサを利用した効果

スパコンAOBAの特長

■ 標準的ソフトウェア、特色あるハードウェア

- ソフトウェア (=使い勝手) は**標準的なLinux環境**
 - 研究室にある演算サーバと同じ環境で利用可能
 - データ科学やAI分野で世界的に使われているソフトウェアも利用可能
- ハードウェア (=性能) は**特色あるベクトル型**
 - 高いメモリ性能とそれを活用するためのベクトル演算
 - AOBAで採用されているベクトルプロセッサは最大512演算を1命令で実行可能 (VFMA)
 - 研究者自身が開発しているソフトウェアを高速化
 - 特別なハードウェアにもかかわらず普通のプログラミングで利用可能

→ **使い勝手と性能の両立 = 真に役立つスパコン**

アカウント登録は**無料**です！ 詳しくはウェブで！

<https://www.ss.cc.tohoku.ac.jp>

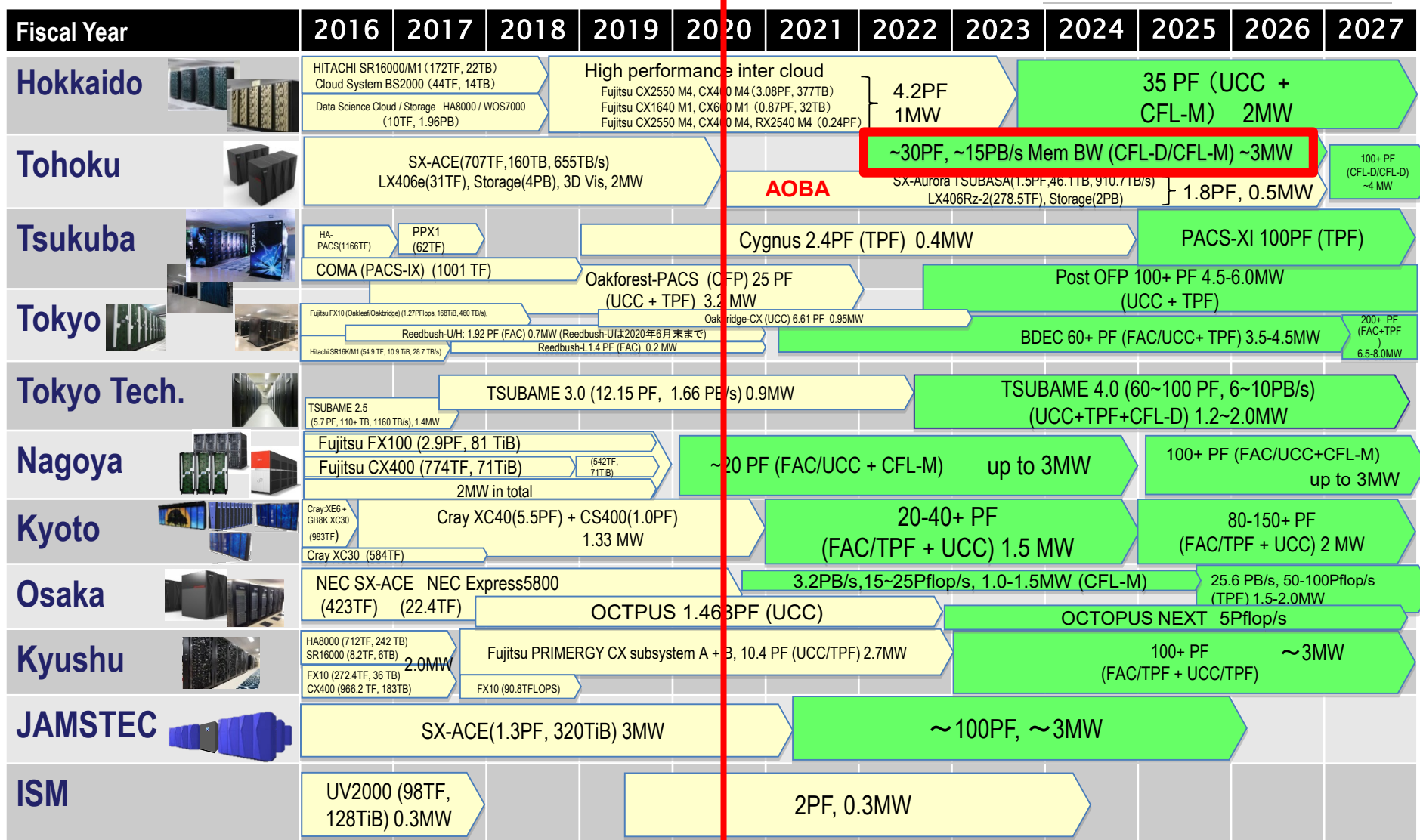
サブシステムAOBA-A (SX-Aurora TSUBASA)

利用形態	負担額および利用可能 VE 時間
共有 (無料)	利用 VE 数 1 (実行数, 実行時間の制限あり) 無料
共有 (従量)	課金対象時間 = (利用 VE 数 ÷ 8 を切り上げた数) × 経過時間 (秒) ← ≡ ノード時間 課金対象時間の合計 1 時間につき 125 円 課金対象時間は半期毎 (4~9 月および 10~3 月) に合計し, 1 時間未満を切上げて負担金を請求する。
共有 (定額)	負担額 10 万円 につき 課金対象時間の合計 800時間
占有	利用 VE数8 , 利用期間 3ヶ月 につき 270,000円

サブシステムAOBA-B (LX 406-Rz2)

利用形態	負担額および利用可能ノード時間
共有 (従量)	課金対象時間 = 利用ノード数 × 経過時間 (秒) 課金対象時間の合計 1 時間につき 22 円 課金対象時間は半期毎 (4~9 月および 10~3 月) に合計し, 1 時間未満を切上げて負担金を請求する。
共有 (定額)	負担額 10 万円 につき 課金対象時間の合計 4,600時間
占有	利用 ノード数1 , 利用期間 3ヶ月 につき 47,000円

HPCI Tier 2 Systems Roadmap (As of June 2020)



現在

Power is the maximum consumption including cooling

システム更新計画

