

「新液浸冷却手法と 1,024 コアプロセッサを採用した、国産技術による 395TFLOPS の小型スーパーコンピュータ「ExaScaler-1」を高エネルギー加速器研究機構（KEK）で稼働開始」  
（初期試験において、本年 6 月時点の消費電力性能で世界第 2 位に相当する値を計測）

株式会社 ExaScaler（エクサスケーラー、以下 ExaScaler）と株式会社 PEZY Computing（ペジーコンピューティング、以下 PEZY）は、PEZY が NEDO の助成を受けて 2014 年 9 月までに開発していた世界最大規模となる 1,024 コアの低消費電力型メニーコアプロセッサ「PEZY-SC」を 256 個使用し、ExaScaler が 2014 年 9 月までに開発した完全開放型で高効率の新液浸冷却システム「ESLC-8」を 4 台による構成で、最大演算性能 395TFLOPS の小型スーパーコンピュータ「ExaScaler-1」を共同開発して、2014 年 10 月末に共同研究先である大学共同利用機関法人の高エネルギー加速器研究機構（機構長：鈴木厚人、以下 KEK）に設置致しました。11 月 1 日からはシステム名称「Suiren（睡蓮）」としての稼働を開始しており、初期試験において 2014 年 6 月発表のスーパーコンピュータ・ランキング「Top500」では 420 位に相当する 153.7TFLOPS の性能値と、同消費電力性能ランキング「Green500」では世界第 2 位の値に相当する 4.02GFLOPS/W を計測致しました。これらの計測結果は、今月開催される SC14 で発表される 2014 年 11 月版のスーパーコンピュータ・ランキング「Top500」と同消費電力性能ランキング「Green500」に、申請が行われる予定です。

SC14 では、KEK のブースで「Suiren（睡蓮）」が、別の共同研究先の東京大学のブースで「ExaScaler-1」がパネル展示され、期間中「Top500」と「Green500」の結果が発表されます。

HPC（High Performance Computing）分野においては、システムの小型化とシステム全体の高効率冷却に対する要請が高まっており、その双方を実現する方法として不活性液体にシステム全体を浸漬して冷却を行う「液浸冷却」が期待されています。液浸冷却を用いた HPC システムとしては、不活性合成油を用いた米 Green Revolution Cooling 社の「CarnotJet」を採用して 2013 年 11 月と 2014 年 6 月の「Green500」で二回連続して世界第 1 位を獲得している東京工業大学の「TSUBAME-KFC」が挙げられます。

ExaScaler で開発した「ESLC-8」は、新たに開発した独自の冷却手法を採用したことで、完全な開放型として極めて高い保守性を確保しながらも、これまでの液浸冷却装置と比較して高い効率での冷却を実現しています。

「ExaScaler-1」は、PEZY が独立行政法人の新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の助成を受けて開発した単精度浮動小数点演算性能 3.0TFLOPS、倍精度浮動小数点演算性能 1.5TFLOPS の 1,024 コアの低消費電力型メニーコアプロセッサ「PEZY-SC」を 64 個搭載し、ホストシステム 8 式を含むシステムを液浸した 4 台の「ESLC-8」で構成されています。「ExaScaler-1」では、冷媒を室外のポンプで循環させ、同じく室外の熱交換器、ならびに小型室外機により冷却することで、最大負荷時でもシステム全体を 40℃以下に保って稼働することが可能となっており、高性能 HPC システムの安定稼働、低故障率、長寿命化、低消費電力化を期待することができます。

KEK に設置された「ExaScaler-1」は、室内部分は小型の液浸冷却槽 4 台と冷媒循環用の配管だけの極めて小規模な構成により、6.3 平方メートル程の非常に小さな室内設置面積で非常に小型ながら冷却効率が高く、低消費電力なため、小規模スーパーコンピュータをオフィス環境で運用できる可能性も出てきます。

KEK の石川正准教授は、以下の様に述べています。

「KEK では、高エネルギー加速器を用いて宇宙や生命の誕生、素粒子・原子核・物質の根源などの解明を推進しており、国内外の関連分野の研究者にスーパーコンピュータシステムを使った研究活動の支援を行っています。これまで 56TFLOPS のシステム A (Hitachi SR16000 model M1) と、1,256TFLOPS のシステム B (IBM BlueGene/Q、システム名称「Sakura (桜)」、「Himawari (向日葵)」) を運用してきました。今回稼働が開始された「Suiren (睡蓮)」は、小規模ながら、システム B を凌ぐ 26 万コアの超並列システムです。

加速器による精密な実験には、精密な理論シミュレーションが必要です。素粒子物理学をはじめ基礎科学の分野ではメニーコアプロセッサを用いるなどして、より大規模な計算の必要性が増してきております。今回導入された 395TFLOPS の「Suiren (睡蓮)」は、非常にコンパクトな設計であり、新しい液浸冷却方式で消費電力の大幅な低減が期待されます。素粒子・宇宙・天文などのシミュレーションで実効性能消費電力性能や安定運用などを検証したいと考えております。」

ExaScaler の創業者で、PEZY の代表取締役社長の齊藤元章は、以下の様に述べています。

「ExaScaler と PEZY 共同で、非常に短い開発期間で開発された「ExaScaler-1」が、この度、KEK で無事に稼働を開始して、初期試験でほぼ予定通りの性能を計測することが出来ました。本開発と設置に関わった全ての関係者の方々の御尽力に感謝を致します。

昨年末に「自分達で独自のスーパーコンピュータを開発する」という構想を打ち上げた時には、PEZY 社内でも誰も真剣に受け止める社員がいない状態から出発しました。ExaScaler に至っては、今年 3 月末にはまだ存在していない状態でした。最終的に PEZY でプロセッサ開発を完了してから 7 か月、実際のサンプルチップを入手してから 3 か月で、独自開発したスーパーコンピュータを稼働させた例は、世界中を見渡しても前例が全く見当たりません。また同時並行で、高効率で保守性にも優れた独自冷却システムを僅か 6 ヶ月の期間で開発出来ましたことは、2 つの会社を併せても 20 名強の社員数でしかないことを考えますと、異例尽くしの開発であったと言えます。

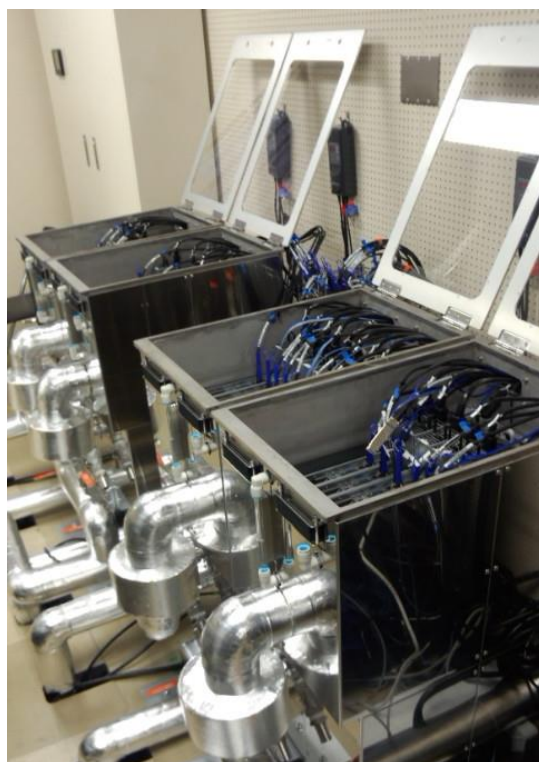
今回、KEK に設置をさせて頂いて稼働を開始しました「Suiren (睡蓮)」は、初期試験において本年 6 月時点のランキング「Top500」では世界 420 位に相当する演算性能を、また今後のスーパーコンピュータの開発方向を見極める上で非常に注目されている消費電力性能のランキング「Green500」では、世界第 2 位に相当する値を確認出来ました。特に「Green500」のランキングの上位 16 以内は、世界第 1 位の東京工業大学の「TSUBAME-KFC」を含めて、全てのシステムが Intel 社の CPU と NVIDIA 社の GPGPU の組合せでありました。その中の世界第 2 位に相当する省電力性能の値を、独自に開発した低消費電力型メニーコアプロセッサを使用して達成できたことには、大きな意義があると考えております。また、冷却装置に関しましても、冷却効率が高く、保守性にも優れた冷却装置を新たに独自開発して、スーパーコンピュータを稼働させられたことに関しては、これからシステムを一体開発していく上で、重要な意味があると考えております。

今後は、KEK に設置をさせて頂きました「Suiren (睡蓮)」を、KEK の共同研究などのために安定して使用して頂ける様に努めて参りますと同時に、更に性能の高いシステムに仕上げて行き、まずは日本の数多くの優秀な研究者の方々に使用して頂けます様に、引続き開発を鋭意進めて参る所存であります。」

ExaScaler は、「ExaScaler-1」の開発で培った小型で高性能の HPC システムの構築技術を活用して、汎用の液浸冷却システム「ESLC-8」と共に、液浸冷却 HPC システム製品と液浸冷却データセンタシステム向けの製品を開発して、事業展開を行っていく予定です。

PEZY は、ExaScaler と共同で開発した「ExaScaler-1」から得られるフィードバックを基に、現時点では世界最大規模である 1,024 コアの省電力メニーコアプロセッサ PEZY-SC を用いた事業展開と、更に次世代の大規模メニーコアプロセッサの開発を推進していく予定です。

Suiren (睡蓮) システムの室内部



液浸冷却用 PEZY-SC モジュール



Suiren (睡蓮) システムの室外部 (チラー+熱交換器)



株式会社 ExaScaler について：

ExaScaler は、独自の液浸冷却システムの各種製品の開発と販売を目的に 2014 年 4 月に設立されました。2014 年 7 月までに新しい液浸冷却の実験システム開発に成功し、8 月には基本特許の申請を行い、9 月には ESLC-8 の開発に成功しています。

2014 年 8 月 28 日、ExaScaler は大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構の計算科学センターと共同研究契約を締結しました。

2014 年 10 月 7 日、ExaScaler は東京大学理学部情報科学科と共同研究契約を締結しました。10 月末、ExaScaler は「ExaScaler-1」を KEK 計算科学センターに設置しました。

株式会社 PEZY Computing について：

PEZY は、高性能スーパーコンピュータを実現するための省電力小型メニーコアプロセッサ製品の開発と販売を目的に 2010 年に設立されました。独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）などからの支援を得て、2012 年に第一世代の 512 コアのメニーコアプロセッサ「PEZY-1」の開発に成功し、2014 年 9 月には、NEDO の平成 24 年度戦略的省エネルギー技術革新プログラムからの助成を再び得て、第二世代の 1,024 コアのメニーコアプロセッサ「PEZY-SC」の開発に成功しました。

2014 年 10 月 7 日、PEZY は東京大学理学部情報科学科と共同研究契約を締結しました。

SC14 (The International Conference for High Performance Computing, Networking, Storage and Analysis 2014) について：2014 年 11 月 16 日から 21 日まで米国ルイジアナ州ニュー・オーリンズ Ernest N. Morial Convention Center で開催される、スーパーコンピュータ関連の国際学会・展示会。11 月 18 日に「Top500」、11 月 20 日に「Green500」の表彰式が執り行われます。

問い合わせ先：

〒101-0052 東京都千代田区神田小川町 2-1 木村ビル 3F

株式会社 ExaScaler

研究開発部長 CTO 鳥居 淳

TEL: 03-5577-3835

E-mail: [info@exascaler.co.jp](mailto:info@exascaler.co.jp)

<http://www.exascaler.co.jp>

〒101-0063 東京都千代田区神田淡路町 1-4-1 友泉淡路町ビル 5F

株式会社 PEZY Computing

取締役副社長 COO 鈴木 大介

TEL: 03-3525-4291

E-mail: [info@pezy.co.jp](mailto:info@pezy.co.jp)

<http://www.pezy.co.jp>

高エネルギー加速器研究機構「Suiren（睡蓮）」システム諸元：

|               |                                    |
|---------------|------------------------------------|
| 設置場所          | 高エネルギー加速器研究機構(KEK)                 |
| 運用サイト         | KEK 計算科学センター                       |
| サイトシステム名      | Suiren(睡蓮)                         |
| システム製品名       | ExaScaler-1 (ExaScaler 社)          |
| システム構成        |                                    |
| 全体システム        |                                    |
| 液浸槽システム       | ESLC-8 (ExaScaler 社)               |
| 液浸槽ラック数       | 4 台                                |
| 総ユニット数        | 32U                                |
| システム総演算性能     | 395TFLOPS (サブシステムプロセッサ 733MHz 駆動時) |
| マザーボード        | X9DRG-HTF (Supermicro 社)           |
| 冷却装置能力        | 55,200kcal/h (循環冷媒温度 25 度時)        |
| 冷媒循環ポンプ能力     | 400L/min. (4 台合計)                  |
| 主要演算部(サブシステム) |                                    |
| メニーコアプロセッサ    | PEZY-SC (PEZY Computing 社)         |
| 総コア数          | 262,144 コア (プロセッサ当たり 1,024 コア)     |
| 演算性能/駆動周波数    | 1.5TFLOPS (倍精度)/733MHz             |
| 搭載個数/総演算性能    | 256 個/384TFLOPS                    |
| 搭載メモリ/駆動周波数   | DDR3/1,333MHz                      |
| 搭載メモリ容量       | 8TB (プロセッサ当たり 32GB)                |
| ホストシステムとの接続   | PCIe 3.0 x16 (128 接続)              |
| ホストシステム       |                                    |
| ホストプロセッサ      | Xeon E5-2660v2 (Intel 社)           |
| プロセッサコア数      | 10                                 |
| プロセッサ駆動周波数    | 2.2GHz                             |
| 搭載個数/総演算性能    | 64 個/11.26TFLOPS                   |
| 搭載メモリ/駆動周波数   | DDR3/1,866MHz                      |
| 搭載メモリ容量       | 8TB (プロセッサ当たり 128GB)               |
| インターコネクト      |                                    |
| 通信カード         | MCX354A-FCBT (Mellanox 社)          |
| 通信種別          | InfiniBand FDR                     |
| 通信速度          | 56Gb/s                             |
| ポート数/使用ポート数   | 64/32                              |
| スイッチ          | SX6025 (Mellanox 社)                |
| スイッチポート数      | 36                                 |