

「ExaScaler-1.4」向けの、液浸冷却専用最適化された最小構成  
システムの開発に成功し、液浸冷却環境下での初期動作を確認

株式会社 PEZY Computing（以下、PEZY 社）は、2015 年に入り株式会社 ExaScaler（以下、ExaScaler 社）から依頼を受け開発していた、同社の第二世代液浸冷却専用 HPC システム向けの、液浸冷却に初めて最適化された最小構成システムを完成し、液浸冷却環境下での初期動作の確認に成功致しました。

PEZY 社は、独立行政法人 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 1,024 コアの MIMD 型メニーコアプロセッサ「PEZY-SC」に DDR3 メモリを接続した「PEZY-SC Module」と専用の「PCIe Base Board」を組み合わせて、ExaScaler 社の初代液浸冷却 HPC システムである「ExaScaler-1」用の演算処理システムを開発して提供してきました。これまでの演算処理システムは、空冷専用開発された 19 インチラック向けの汎用 1U ブレードサーバーに組み込んで使用する仕様であり、液浸冷却を前提に設計されたものではありませんでした。今回、ExaScaler 社から 2015 年 2 月に依頼を受けて、完全に液浸冷却に特化し最適化された構成を目指して開発された新しいシステムは、マザーボードを含めて液浸冷却を前提に、最も冷却効率が高く、また性能・体積密度を高められる様に設計されています。これは、ExaScaler 社が提案している新方式の液浸冷却に、世界で初めて最適化された設計のシステムと言えます。

新しい最小構成システムは、インテル社 Xeon E5-2600 v3 シリーズの CPU1 個を搭載した専用の「Xeon Module」1 枚と、DDR4 メモリを接続し PCIe Gen3 を 32 レーン接続可能とした新しい「PEZY-SC Module」4 枚とを、マザーボード機能を集約した専用の「Carrier Board」に 2 セット組み付けて、更にこれも専用開発された、56Gbit InfiniBand アダプタカード 2 枚と 1,200W の PSU（Power Supply Unit）を 1 台組み付けた「IF Board」を上下方向に組み合わせた構成を取っています。その結果、これまでの空冷前提で設計されたマザーボードとは大きく異なり、多数の PCB 基板をコネクタで積層した、細長い直方体形状となっています。また、これまでの空冷前提で設計されたマザーボードでは多数の電源供給のためのケーブル類が存在して、液浸冷却環境での冷媒の効率的な循環を阻害していたものを、今回開発された最小構成システムでは、基板内の配線とネジ及びスペーサーを用いた新しい給電手法を採用することで、複雑な多積層構造でありながらも、完全なケーブルレス構成を実現した画期的な構造となっています（写真 1、2）。

この最小構成システムに採用されている新しい「PEZY-SC Module」上に搭載されている「PEZY-SC」は、これまでの「ES (Engineering Sample)」品から量産前段階品に変更されたことで、より高い動作周波数での安定動作が得られています。「ExaScaler-1」用の演算処理システムと比較して、インテル社 Xeon が v2 から v3 に変更となり、InfiniBand の帯域が 2 倍となっていることと合わせ、ノード (ExaScaler-1 の 1U ノード換算) 当たりの性能が向上しています。また、「ExaScaler-1」用の演算処理システムでは使用していた PCIe Gen3 用の Switch Chip を排したことと、液浸冷却専用設計構造とすることで、更に冷却効率が高くなり、消費電力性能の向上も得られています (比較表 1)。

今回の開発では、本来は 4 枚の「PEZY-SC Module」間での 1 対 3 の双方向プロセッサ間通信を実現する計画でしたが、今回のタイミングでは実現が叶わず、「ExaScaler-1.5」としての完成は次のタイミングに持ち越されることとなりました。今回開発された最小構成システムを用いた第二世代の液浸冷却 HPC システムは、ExaScaler 社より「ExaScaler-1.4」として近日中にリリースされる見込みですが、それまでの期間、PEZY 社は今回開発した最小構成システムの各種の性能最適化を進めて参ります。

以上

株式会社 PEZY Computing について：

PEZY 社は、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」の開発に成功しています。2014 年には、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、現在は第三世代となる 4,096 コアの「PEZY-SC2」の開発を行っています。

問い合わせ先：

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

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>

写真 1



写真 2



比較表1: ExaScaler-1(最適化後)とExaScaler-1.4(初期動作時)の比較表

HPC System		ExaScaler-1	ExaScaler-1.4
HPL演算行列サイズ		155,648	155,648
計測時期		2015年3月19日	2015年6月4日
計測状態		最適化後	初期動作時
システム構成	ホストプロセッサ	Intel Xeon E5-2660 v2	Intel Xeon E5-26138L v3
	ホストメモリ	DDR3 (1,600MHz)・128GB	DDR4 (1,866MHz)・64GB
	ホスト主演算部間接続	PCIe Switch (Gen3 x16)	PCIe 直結 (Gen2 x8)
	主演算部プロセッサ	PEZY-SC (690MHz)	PEZY-SC (766MHz)
	主演算部メモリ	DDR3 (1,333MHz)・32GB	DDR4 (1,600MHz)・16GB
ノード数(U)		1	2(ExaScaler-1の1ノード相当)
ノード構成		Xeon*2 (QPI) + PEZY-SC*8	Xeon*2 + PEZY-SC*8
ネットワークアダプタ		56Gb InfiniBand *1	56Gb InfiniBand *2
ノード当たり性能(GFlops)		6,305.61	<b>6,669.12</b> 改善率 <b>5.76%</b>
ノード当たり消費電力(W)		1,234.69	<b>1,252.88</b> 改善率 <b>-1.47%</b>
平均消費電力性能(MFlops/W)		5,107.06	<b>5,323.06</b> 改善率 <b>4.23%</b>