

平成 29 年（2017 年）2 月 27 日

実用化に向けた「水没コンピューター」の長期実験を開始 ～高性能なマザーボードで PC クラスタを構築、2 年以上の安定運用が目標～

大学共同利用機関法人 情報・システム研究機構 国立情報学研究所（NII、所長：喜連川 優、東京都千代田区）アーキテクチャ科学研究系 准教授、鯉淵 道紘（こいぶち・みちひろ）の研究チームは、コンピューターの効率的な冷却のため、CPU などが搭載されたマザーボードを水槽や海に沈めて直接水で冷やす「水没コンピューター」の研究に取り組んでおり、3 月からスーパーコンピューター（スパコン）やデータセンターで使われている高性能なマザーボードを水中で長期間稼働させる実験を開始します。この実験では、水中で 2 年間以上安定的に動作する「水没コンピューター」の実現を目標としています。

【背景】

10 メガワット^(*1)級の消費電力のスパコンやデータセンターに代表される大規模コンピューターは極めて大きな発熱を伴うため、冷却技術の確立が急務となっています。従来のファンを用いた空冷だけでなく、「フロリナート」^(*1)、「Novec」^(*2)、鉱物油などにマザーボードを浸して冷却する液浸冷却技術が研究されています。液浸冷却のメリットは、液体の熱伝導率が空気と比べてはるかに大きいため、より効率的な冷却が実現できることです。その結果、コンピューターを高密度に設置することが可能になり、コンピューターの電力性能比の向上に貢献できることが分かっています。一方で、冷却に使用する液体が極めて高価だったり、可燃性の高い冷媒の場合は安全面への配慮が必要だったりというデメリットがあります。

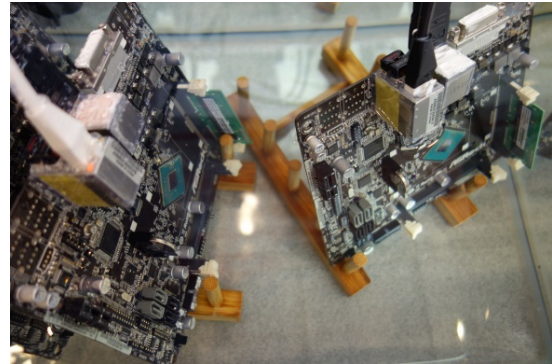
【研究チームのこれまでの取り組み】

《水槽＋淡水での実験》

鯉淵准教授ら研究チームは平成 25 年（2013 年）11 月から、コンピューターを水に浸して直接冷却する技術について研究開発を行っています。目的は、空冷の利点である「扱いやすさ」と液浸冷却の利点である「効率性」を両立する冷却技術を確立することです。平成 27 年（2015 年）3 月、汎用のマザーボードにパリレン樹脂^(*3)を常温で真空蒸着し、膜厚 120μm のコーティングを施すことで、マザーボードを水道水（淡水）の中に水没させたまま動作させることに成功しました（写真 1、写真 2）。このマザーボードは同年 3 月 15 日から 6 月 10 日までの間、水道水の入った水槽の中で動作しました。



〈写真 1〉

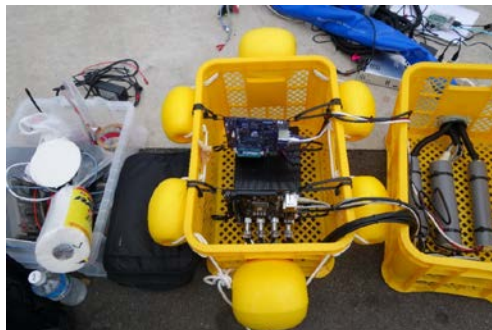


〈写真 2〉

《自然環境 + 海水での実験》

水道水を循環して冷却に使う場合、従来の液浸冷却技術で用いられていた鉱物油などと同様に冷媒となる水道水を冷やすための冷却設備が必要となります。鯉淵准教授ら研究チームは昨年7月～8月、この冷却設備を不要とするために、海中にマザーボードを設置して海水に直接排熱する実験を行いました。実験は国立研究開発法人 海洋研究開発機構 (JAMSTEC) にご協力いただき、JAMSTEC 横須賀本部 (神奈川県横須賀市) の岸壁で実施しました。この実験では、最長で40日間、海中でマザーボードを動作させることに成功しました。

設置時
(2016.5.11)



補修時
(2016.8.26)

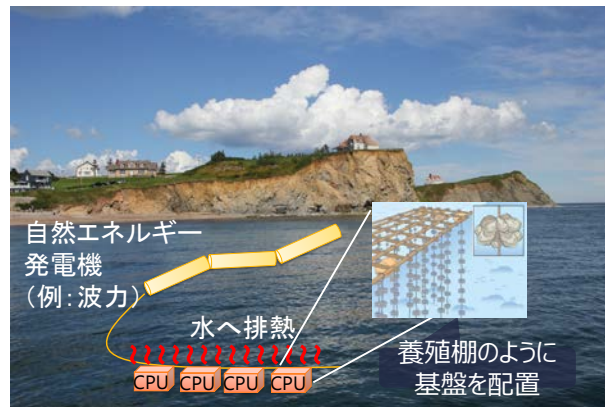


設置風景



(写真左下) 補修時に海中から引き揚げたマザーボード。海中生物などが多数付着していたが動作している。

海中で「水没コンピューター」の動作に成功したことは、自然の力によるコンピューターの排熱の実現の可能性を示すものです。これにより、クーラーなどの熱交換機を介してコンピューターの熱を遠くへ輸送する冷却設備をなくすことができるようになります。また、現在は巨大なビルの1室に置かれているスパコンやデータセンターを下図のように水中に設置できるようにすることで、今後のスパコンやデータセンターの設置のあり方を大きく変える可能性があります。



こうした「水没コンピューター」の研究開発の成果については、平成 27 年（2015 年）と平成 28 年（2016 年）の「NII オープンハウス（研究所一般公開）」、平成 27 年（2015 年）の国際会議「SC15」^(*5) と「大学共同利用機関シンポジウム 2015」でデモ展示を行い、公表しています。

【今回の実験の目的】

従来は演算能力（1 秒間に実行できる浮動小数点数演算数）が低い CPU を搭載したマザーボードをそれぞれ別個に検証してきましたが、今回の実験では、スパコンやデータセンターでの利用を想定した高い演算能力を持つ CPU を搭載したマザーボードを複数相互接続した PC クラスタを初めて構築します。この PC クラスタは屋内に設置した水槽の淡水の中で運用します。パリレン樹脂のコーティング膜の厚さの最適化やマザーボードの改造などで耐久性を向上し、2 年間を目標とした本格的な長期実験により、その効果を定量的に評価、提示します。また、マザーボードで故障が起りやすい箇所を特定するために故障検知機能を持った模擬マザーボードの導入も行います。

本実験により、熱を逃がす一方で電気は通さず、かつ、高い耐久性を持つコーティングの方法やマザーボードの適切な構成や改造など、「水没コンピューター」の実用化に向けて必要な所見を示すことで、産業界に貢献したいと考えています。

以上

〈メディアの皆様からのお問い合わせ先〉

情報・システム研究機構 国立情報学研究所

総務部企画課 広報チーム

TEL : 03-4212-2164 E-mail : media@nii.ac.jp

(*1) メガワット : 1メガワットは百万ワット (1,000,000 ワット)。

(*2) 「フロリナート」 : 高い電気絶縁性をもつフッ素系不活性液体。「フロリナート」は3M社の登録商標。

(*3) 「Novec」 : 電子部品や半導体の製造工程で洗浄に使われるフッ素系溶剤。「Novec」は3M社の登録商標。

(*4) パレリン樹脂 : 真空蒸着によって対象物表面に薄膜を形成する樹脂素材。絶縁性・防水性・熱安定性に優れる。

(*5) 「SC15」 : ハイパフォーマンスコンピューティング分野の国際会議・展示会。米オースチンで開催。 <http://sc15.supercomputing.org/>