

## 先端技術キーワード解説

# 知っておきたい最新の動き

## [ニューロモルフィックコンピューティング (neuromorphic engineering) ]

最近、「ニューロモルフィックコンピューティング」という用語をよく聞くようになりました。これは、人間の脳の働きを目指したコンピューティング技術とのことです。どのようなものなのでしょうか。

### 1. 人間の脳の特徴

(1) 電力効率：脳の消費電力は約 20W です。一方、通常のハイエンド・サーバの消費電力は、数十 kW と言われています。驚くべき電力効率です。

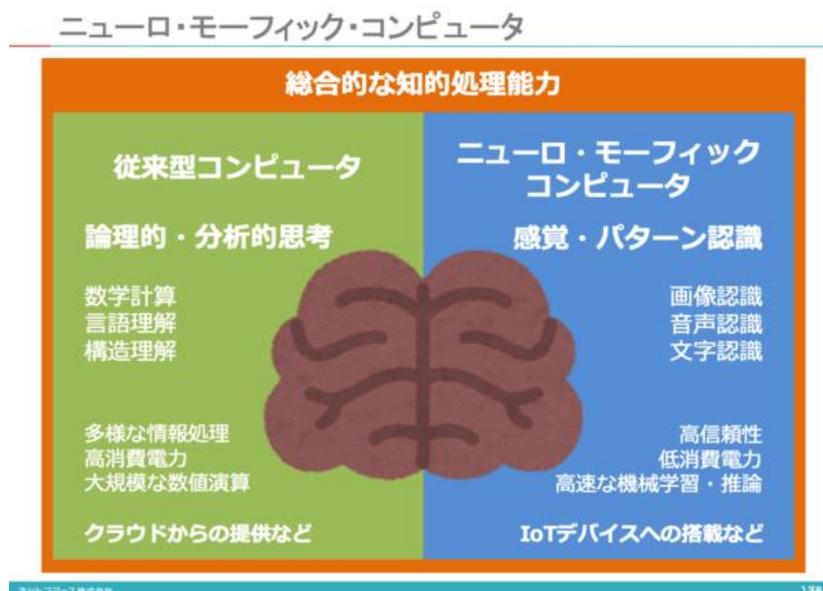
(2) 処理方式：「超並列処理」と「非ノイマン型アーキテクチャ」のふたつを同時に実現しています。

(3) 動作周波数：脳の動作周波数は何と約 10Hz です。一般に、マイクロプロセッサのクロック周波数は 5GHz 辺りの高い周波数で動作します。脳は、如何に多くの並列処理をしているかがわかります。

### 2. ニューロモルフィックコンピューティングとは

「ニューロモルフィックコンピューティング」は、脳の構造を模倣した計算システムを構築し、脳の機能を再現する試みです。

ニューロモルフィックという言葉は、神経系のモデル（知覚、運動制御、多感覚統合など）を実装したアナログ、デジタル、アナログ/デジタル混載 VLSI、およびソフトウェアシステムを指す言葉として使われています。



ハードウェアレベルでの実装は、酸化物系メモリスタ、スピントロニクスメモリ、しきい値スイッチ、およびトランジスタなどによって実現できます。

\*メモリスタ：通過した電荷を記憶し、それに伴って抵抗が変化する受動素子、第4の回路素子と呼ばれる。

\*スピントロニクスメモリ：スピントロニクスを利用し、TMR 効果を動作原理とする不揮発性メモリ。

### 3. ニューロモルフィックコンピューティングの原理

ニューロモルフィックコンピューティングは、スパイク発火の仕組み等を脳の構造を模倣することでハードウェア実装します。

特定のニューロンにおいて、そのニューロンのシナプスに先行して接続しているニューロンとの結合の強さが、特定ニューロンの発火条件と密接に関係があります。シナプスにおけるその結合の強さ（実効強度）は、その特定ニューロンにおける発火によるスパイクがそのシナプスに到着する時刻と、先行接続しているニューロンにおける発火によるスパイクが、そのシナプスに到着する時刻との差により決まるSTDP（Spike Timing Dependent Plasticity; 活動電位タイミング依存可塑性）とされています。これが脳の学習機能を形成しているとされています。

ニューロモルフィックコンピューティングでの学習機能は、このSTDPによる学習の仕組みを利用しています。

### 4. 市場規模

市場規模は、2021年の2274万3千ドルからCAGR（年平均成長率）89.1%で成長し、2026年には5億5059万3千ドルに達すると予想されています。人工知能や機械学習への需要の増加、業界を超えたパートナーシップやコラボレーションの増加などが、市場の成長を促す要因となるとされています。

[参考文献]

1)高野 茂幸：Thinking Machines — 機械学習とそのハードウェア実装』、インプレス R&D、2017

2)福田昭：VLSI シンポジウムが「AI ハードウェア」シンポジウムになる日

<https://pc.watch.impress.co.jp/docs/column/semicon/1197517.html>

3)【図解】コレ1枚でわかるニューロ・モーフィック・コンピュータ（図を引用）

[https://blogs.itmedia.co.jp/itsolutionjuku/2019/09/post\\_731.html](https://blogs.itmedia.co.jp/itsolutionjuku/2019/09/post_731.html)

(注)

本解説は、執筆当時の状況に基づいて解説をしております。ご覧になる時には、状況が変わっている可能性がありますので、ご注意をお願いします。

無断転載、転用は固くお断りいたします。

Copyright (C) Satoru Haga 2022, All right reserved.

<b>技術・経営の戦略研究・トータルサポーター</b>	工学博士 中小企業診断士 社会保険労務士(登録予定)
<b>ティー・エム研究所</b>	代表 <b>芳賀 知</b>
E-Mail: info_tm-lab@mbn.nifty.com	URL: http://tm-lab@a.la9.jp/