



末吉敏則

熊本大学

Toshinori SUEYOSHI [正会員] sueyoshi@cs.kumamoto-u.ac.jp

熊本大学大学院先端科学研究部教授。工学博士。1978年九州大学大学院工学研究科修士課程修了、同年九州大学助手。同助教授、九州工業大学を経て、1997年熊本大学教授（現在に至る）。



[No.95]

やわらかいハードウェアによる イノベーション

大学の情報工学科を卒業してから40年余りが経つ。創設間もない情報工学科の教育用計算機システムはメインフレームやミニコンであったが、卒研で配属された研究室にて出現して間もない4ビットマイクロプロセッサに出会い、すっかりマイクロプロセッサの虜になった。当初は参考資料がほとんどなく、本会誌の4ビットマイクロプロセッサ紹介記事が役立ったことを思い出す。メインフレームに実装したクロスアセンブラを使ってパンチカードで制御プログラムを開発し、手作りのROMライターでヒューズROMを焼いてX-Yプロッタなどの周辺装置をお手軽にメインフレームに繋ぐことができた。その後も、新たなマイクロプロセッサが各社から発表されるたびに入手し、マイコン開発に夢中になった。

大学院からは複数のマイクロプロセッサからなる並列計算機の研究を開始し、1980年代初めに稼働した並列計算機HYPHEN C-16や可変構造並列計算機の開発に従事した。並列計算機の実装に再構成可能なロジックデバイスを用いたのが、「やわらかいハードウェア」との付き合いの始まりである。

そして、20年ほど前に本会誌で「やわらかいハードウェア」と題した特集企画¹⁾を提案した際に、編集委員会で次のように問われたのを思い出す。“世の中では、ハードウェアは「硬いもの」、ソフトウェアは「柔らかいもの」というのが常識である。「やわらかいハードウェア」とはいったい何?”とのご質問である。

従来のハードウェアは、いったん設計・製作してしまうと変更が難しい。ちなみに、ノイマン型コンピュータの特徴の1つは、その構造ならびに機能が固定的なことである。しかし、再構成可能なロジックデバイスの発達とともに、ハードウェアによる動的な適応性を求めるアプローチが現実味を帯び、とりわけFPGA(Field Programmable Gate Array)が出回り始めた1980年代後半から、アプリケーションごとにデータパスを含めたハードウェア構成を変更できるシステムの研

究開発が行われ始めた。日本では1990年代後半に、FPGAでなく、ダイナミックリコンフィギュラブルプロセッサなど新しいカテゴリで起業したメーカーが現れたが、買収されるか業務終了したメーカーが多く、現在も存続するメーカーでもビジネス的に大きな成功を収めているとはいえない。

2010年代になると、FPGAベンダとクラウド企業によるビッグデータ解析、機械学習などへの活用や、IoTエッジコンピューティング指向のSoC FPGAが現れた。Microsoft社Catapultを契機として、Amazon社AWSクラウドサービスがFPGAを搭載したEC2 F1インスタンスを提供し、さらに中国の大手IT企業Huawei, Baidu, Alibaba, TencentがFPGAクラウド事業に参入し、データセンタ市場にサービスとしてのFPGA(FPGA-as-a-Service)が拡がりつつある。一方、SoC FPGAは高性能な画像処理・音声処理・通信・リアルタイム制御に適用でき、ソフトウェア開発可能なエッジコンピューティング向けの産業用IoTデバイスとして注目され、SoC FPGAを用いたエッジ製品が増加している。ただし、アプリケーション評価でCPU, GPU, FPGAを比較すると、ハードウェア記述言語による開発では生産性がCPUと比べて50倍、GPUと比べても8倍ほど悪く、FPGA設計手法による生産性改善が不可欠である。高位合成やDSL(Domain Specific Language)の活用や、FPGAアクセラレータの開発・共有・配布の容易化を実現するオープンハードウェアに向けた開発プラットフォームによる生産性改善に向けてFPGAベンダのみならずユーザも注力している。

我が国のAIチップ開発加速のためのイノベーション推進事業も始まり、やわらかいハードウェアを発展させた革新的AIチップの登場を期待する。

参考文献

1) 末吉敏則, 稲吉宏明(編): 特集「やわらかいハードウェア」, 情報処理, Vol.40, No.8, pp.775-801(1999).

(2018年9月26日受付)