

# 特集: やわらかいハードウェア

## 編集にあたって

＊ 熊本大学工学部 ＊ 末吉 敏則

＊ 電子技術総合研究所 ＊ 稲吉 宏明

本特集で取り上げる「やわらかいハードウェア」という題は、多くの人々を困惑させるかもしれない。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ろう。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、現在主流となっている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。ただし、その機能は汎用性を備えているので、ユーザがコンピュータの構造・機能に解法（アルゴリズム）を合わせてプログラムを作成することで解決を図っている。

しかしながら、この固定的な構造・機能に現在のコンピュータが抱える問題の多くが起因しているという指摘が古くからなされ、適応性を求める各種の試みが行われてきた。コンピュータに適応性を求める試みは、(1) ハードウェアによる再構成アーキテクチャ、(2) ソフトウェアによる適応可能アーキテクチャ、(3) マイクロプログラム技術によるマイクロプログラムアーキテクチャに大別される。そして、動的な適応性に関しては、ハードウェアおよびソフトウェアによる方法は現実には難しく、従来の主役はマイクロプログラム技術（ダイナミック・マイクロプログラミング）であった。

ところが、PLDやFPGAといういつでもどこでもカスタム化できるプログラマブル・デバイスの登場によって、ハードウェアによって動的な適応性を求めるアプローチが現実味を帯びてきた。とりわけ、FPGAが出回り始めた1990年代初頭から、アプリケーションごとにハードウェア構成を適応的に変更（最適化）できるリコンフィギャラブル・コンピューティング（Reconfigurable Computing）の研究開発が世界各地で活発化し、コンピュータ分野のみならず半導体分野、家電分野、計測制御分野などからも注目を集めている。さらには、最適化を自律的に行ってしまう進化型ハードウェア（Evolvable Hardware）も提案され、着実に成果を上げて産業応用への展開が狙える段階まで研究が進み、世界的にも関心が高まっている。本特集記事は、以上のように研究開発が活発に行われている「やわらかいハードウェア」を取り巻く分野に関するものである。

以下に、各特集記事を簡単に紹介する。まず第1編

は、ソフトウェアならびにハードウェアの両分野の方々に「やわらかいハードウェア」のイメージを捉えていただくために、アプリケーションの処理内容に合わせてハードウェア構成を変更するリコンフィギャラブル・コンピューティングについて解説する。第2編では、本特集で取り上げている「やわらかいハードウェア」の構成要素、あるいは「やわらかいハードウェア」そのものともいえるFPGAに代表されるプログラマブル・デバイスについて解説する。第3編では、ハードウェアとソフトウェアからなる電子システムの最適化設計手法であるハードウェア/ソフトウェア・コデザイン（Hardware/Software Co-Design）の立場から「やわらかいハードウェア」について解説する。最後の第4編では、リコンフィギャラブル・コンピューティングでのハードウェア変更が従来基本的に設計者の介入で行われるのに対し、遺伝的アルゴリズムや遺伝的プログラミングに代表される進化型計算と「やわらかいハードウェア」を組み合わせることによってハードウェアの機能があくまで自律的に変化する進化型ハードウェアについて解説する。

いうまでもなく、本特集で取り上げたものが「やわらかいハードウェア」に関連する最近の話題すべてではない。たとえば、データバスを再構成できる次世代マイクロプロセッサ・アーキテクチャ、特定用途向けに合成可能なコンフィギャラブル・プロセッサコア（Configurable Processor core）、可変構造型並列コンピュータの話題などがある。一方、「やわらかいハードウェア」とは方向性が異なるが、従来はソフトウェア実装が当たり前だったインターネット接続機能（通信プロトコル）の専用回路化、たとえばインターネット・チューナ（米iReady社）なども話題を集めている。まさにハードウェアとソフトウェアにおいてもボーダーレスの時代である。コンピューティング自体は目的ではなく手段であるから、本来そうあるべきで当然ともいえる。本特集がきっかけとなって「やわらかいハードウェア」を取り巻く研究の新たな潮流に興味を持ってくださる方々が増えれば幸いである。

最後に、多忙にもかかわらず執筆を快諾いただいた筆者の方々、「やわらかいハードウェア」の定義がいまだ明確でない中で特集の方向性を議論いただいた会誌編集委員の方々、ならびに読者の方々に感謝する。

（平成11年7月12日）

