

もう一度重要になる気がする プロセッサ開発のセンス

第4回

スパコンだけでなく組み込みでも！
ベクトル・プロセッサ

西村 成司

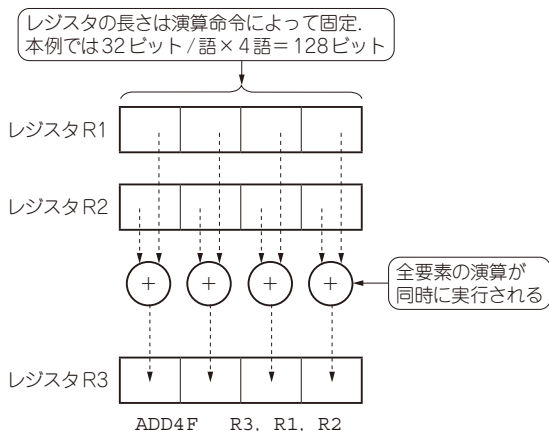
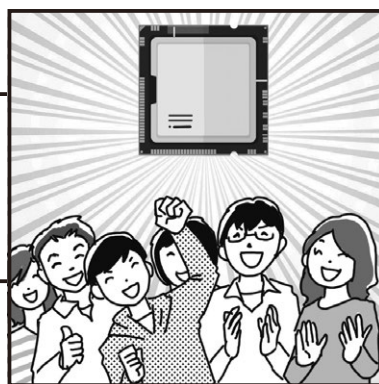


図1 SIMD命令の例

長さ4のSIMD命令を示す。SIMD命令ではあらかじめ決められた長さのレジスタ(この例では32ビット/語×4語=128ビット)に対して演算を行う。レジスタ上の全ての要素の演算は同時に行われる

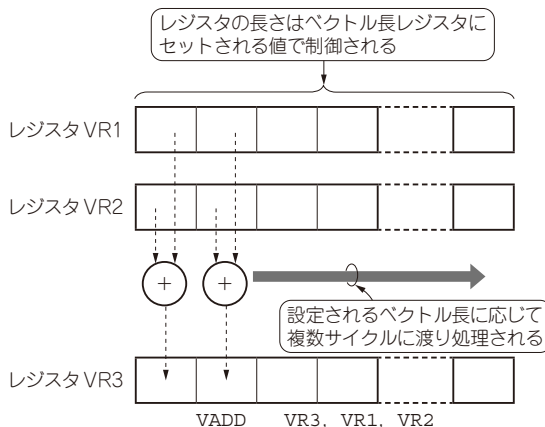


図2 可変長ベクトル命令の例

可変長ベクトル命令では、ベクトル・レジスタの長さはベクトル長レジスタと呼ばれる特別なレジスタに設定され制御される。クロック当たり何要素の加算が行われるかはプロセッサのマイクロアーキテクチャによって決まっており、一般には複数サイクルに渡って1つの演算命令が処理される

● RISC-Vもベクトル・プロセッサ

今回はベクトル・プロセッサに焦点を当てます。近年、オープンな汎用プロセッサISA (Instruction Set Architecture) として、RISC-Vが注目を集めます⁽¹⁾。RISC-Vの特徴の1つとして、RVV (RISC-V Vector extension) と呼ばれる可変長ベクトル命令が定義されていることが挙げられます。

● かつてスパコンと言えばベクトル・プロセッサだった

可変長ベクトル命令を有するプロセッサは、ベクトル・プロセッサと呼ばれています。1970年代後半～2000年代前半のスーパー・コンピュータと言えばベクトル・プロセッサのことを指していました。当時のベクトル・プロセッサは1CPUでも人の背丈ほどに大きく、消費電力も桁違いでした。初期のベクトル・プロセッサの仕様を見ると、1CPUで高さ1.9m、幅2.6m、消費電力115kWとあります⁽⁵⁾。しかし、現在では半導体プロセスの微細化と省電力化によって100mm²以下というSoC (System on a Chip) に収まるサイズかつ消費電力10W程度で実現可能となってきました。

さらにRISC-V ISAの普及により、ベクトル・プロセッサは組み込み用途でも拡大の兆しを見せています⁽²⁾。

SIMD命令と可変長ベクトル命令の違い

現在用いられる高性能プロセッサのほとんどは、データ・レベルでの並列性を生かすためにSIMD (Single Instruction Multiple Data) 命令と呼ばれる命令セットを持ちます。例えばインテルx86_64のAVX、Arm AArch64のNEONが代表的なSIMD命令セットです。

一方で、RISC-VではRVVと呼ばれる可変長ベクトル命令が定義されています。これらは1つの命令で複数のデータを一括処理するという性質が似ていますが、幾つかの異なる性質も持ち合わせています。図1、図2は、SIMD命令と可変長ベクトル命令の違いを示しています。両者の違いはおのおのが出てきた背景の違いに起因するものです。