

物理学実験用の小型スパコンの世界

今どき 浮動小数点演算ワールド

ご購入はこちら

中里 直人, 台坂 博, 石川 正

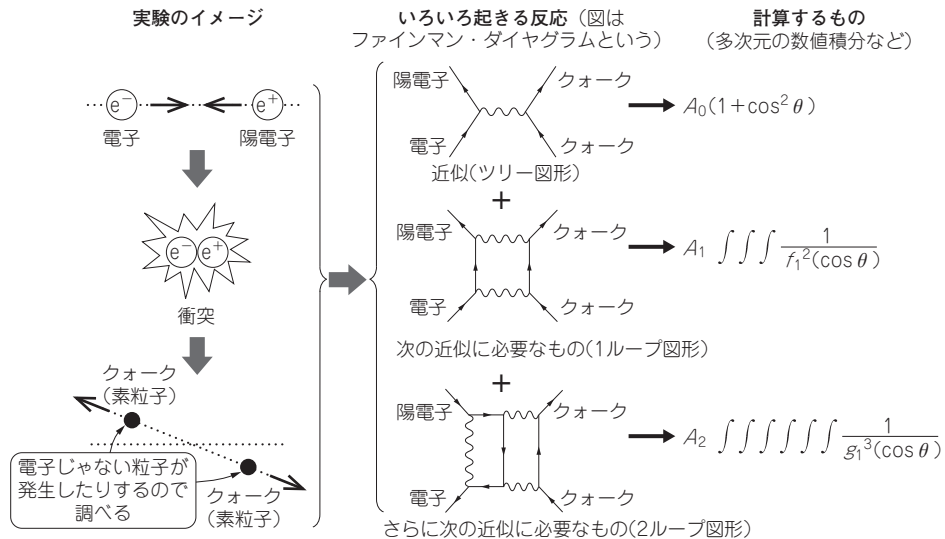


図1 素粒子の性質を詳細に調べる実験では多次元の数値積分を高速に行う必要がある⇒専用浮動小数点演算が行える小型スパコンがほしい
図の真ん中には、衝突実験で起こりえる反応を示すファインマン・ダイアグラム (Feynman Diagram) の一部を示す。電子と陽電子が衝突すると、衝突エネルギーがクォーク (Quark) と呼ばれる別の素粒子へ変化する。この過程にはさまざまな場合があり、それぞれに応じて理論で決定されるファインマン・ダイアグラムがあり、それらを数値計算で調べる必要がある

筆者らは、素粒子の性質を詳細に調べるための実験で、多次元の数値積分を高速に行う必要があります (図1)。本稿では、実験解析用に作った小型FPGAスパコンを紹介します。

浮動小数点計算機の世界

● 標準浮動小数点演算は大抵CPU/GPUを使う

数値計算を行うには、通常は浮動小数点演算を利用します。浮動小数点演算では、図2に示すような数値フォーマットを利用します。

現在、CPUやGPUに実装されている浮動小数点演算器では、32ビットの単精度フォーマットと64ビットの倍精度フォーマットだけが採用されています。それぞれ、指数部 (N_e) と仮数部 (N_m) のサイズは8/23ビット、11/52ビットと規定されています (IEEE 754規格)。

● 最近はFPGAにもFPUが入ってきている

これまでFPGAの浮動小数点演算性能はあまり高くありませんでした。CPUなどとは異なり、これまでのFPGAには整数の加算/乗算を専用に行うDSP (Digital Signal Processing) ブロックしか実装されていなかったためです。浮動小数点演算専用の演算ブロックは搭載されていませんでした。

最近になって、その状況は変わりつつあります。最新のFPGAには浮動小数点演算ブロックが搭載されはじめました。それを利用することで、CPUやGPUを越える高性能な数値計算アプリケーションを実現することが可能になりつつあります⁽¹⁾。

● 特別なリアルタイム浮動小数点演算を行いたい場合はFPGA

アプリケーションの要求に専用にFPGAに演算器を作り込むことで高性能な浮動小数点演算を実現することも可能です。それは、非標準な浮動小数点演算を