

# 各種計算機アプリケーション性能比較

---

平成25年度第2四半期

## 目次

### 1.はじめに

### 2.DD形式

#### 2.1 行列積計算

#### 2.2 量子モンテカルロ法による物性スペクトル計算

##### 2.2.1 x5570,e5430の並列化効果

##### 2.2.2 実行時間

### 3. ieee754-2008形式

#### 3.1 x5570,e5430でのDD形式とieee754-2008形式の比較

#### 3.2 整数演算方式とDQ方式

#### 3.3 DQ方式のsmp並列

##### 3.3.1 x5570 DQ形式での8smpの台数効果

##### 3.3.2 DQ形式smp実行

#### 3.4 スループット

## 各種計算機

アーキテクチャの相違は性能のみならず,精度,コンパイラの最適化機能,互換性にも影響が出てきます。主に使用した計算機は以下の2つです。

(ア)SR16000/M1

プロセッサ:power7

周波数:3.83GHz

1ノード当たり

CPUコア数 32(物理的),64(論理的)

理論最大性能 980.48 GFLOPs

メモリ容量 256GB

メモリアーキテクチャー NUMA,(16論理コア単位でflat)

SIMD(Single Instruction Multiple Data)を

サポートするVSX機構付き

L3キャッシュ On-Chip 32MB/8コア

演算器/物理コア 乗加算器4つ

(イ)BG/Q

周波数 1.6GHz

1ノード 16core 論理性能 204.8GFLOPs

L1 キャッシュ 16/16KB (Core)

L2 32MB (node)

Main storage 16GB (Core)

Smt=1,2,4

これらのほかに

x5570 8コア 2.93GHz キャッシュ 8MB/コア

e5430 16コア 2.66GHz キャッシュ 12MB/コア

T2kシステム

などとも比較しています。

## 1.はじめに

今回は主に量子モンテカルロ法による物性スペクトル計算が多くの機種で動作しているのでそれを中心にまとめました。

並列化に関しては,DD形式はSR16000/M1 で最も性能が出たソースに対して,PPGENを使用してOPENMPソースを作成し,BG/Q,X5570, E5430,T2Kで実行しています。

またDD形式で作成したソースをx5570,t2kでは,ieee754-2008形式4倍精度をベースとした、SR16000/M1,BG/Qでm倍精度の演算を2m倍精度の演算にした。

これを使用してieee754-2008形式での8倍精度,16倍精度演算のDQ方式と整数方式の性能を比較した。

**量子モンテカルロ法では,特に記述がなければ**

**$N=100, L=448$**

**6倍精度  $\beta = 10, u=6$**

**8倍精度  $\beta = 20, u=8$**

**10倍精度  $\beta = 20, u=10$**

**の条件で実行している。**

**行列積, QDR積は $N=100$ , 実行回数1000回  
の実行時間(秒)を測定している。**

## 2. DD形式

### 2.1 行列積計算

精度	SR16000/M1	x5570	e6430
	1ノード	8way	8way
6倍精度	35.5	7.3	7.7
8倍精度	37.7	8.0	7.7
10倍精度	35.8	7.5	7.5

**どの計算機も十分な並列化効果が出ている。**

## 2.2 量子モンテカルロ法による物性スペクトル計算

### 2.2.1 x5570,e5430の並列化効果

SR16000/M1 1ノード 4倍精度、自動並列での  
並列化効果 32coreで1coreの7.2倍

x5570,e5430 8smpの 台数効果一覧表		
精度	x5570 8way	e5430 8way
6倍精度	2.8	3.2
8倍精度	3.0	3.2
10倍精度	3.0	3.2

台数効果/core数は35-40%で  
SR16000/M1に比べて良い。

## 2.2.2 実行時間

最高性能実行時間(秒)一覧表

精度	SR16000/M1	BG/Q	x5570	e5430	T2K
	1ノード	1ノード	8way	8way	1ノード
6倍精度	24	263	180	235	320
8倍精度	42	731	327	424	549
10倍精度	91	1628	770	979	1256

**SR16000/M1 ではユーザーサブルーチンのインライン化と、演算量の多いソースに対する最適化が非常にうまく行われている。**



### 3. ieee754-2008形式

#### 3.1 x5570,e5430でのDD形式と ieee754-2008形式の比較

精度	$\beta$	u	x5570	e5430
DD形式8倍精度	20	8	992	1339
DD型式10倍精度	20	10	2314	3109
2008形式8倍精度	20	10	1457	2031
2008型式10倍精度(推定)	20	10	2049	2856

推定方法

$$\text{精度比} = \frac{10}{8} = 1.25$$

$$\text{加減算} 1.25 \quad \text{乗算} 1.25^2 = 1.5625$$

加減算数:乗算数 = 1:1とし

$$\frac{1.25 + 1.5625}{2} = 1.40625 \text{より}$$

実行時間は

10倍精度演算は8倍精度演算の1.40625倍  
としている

**DD形式8倍精度とieee754-2008形式の  
8倍精度演算では,正しく計算出来る  
パラメータ領域に差がある。**



**一概にどちらが良いとは言えない**

**$\beta = 20, U = 8$ ではDD形式8倍精度が良い。  
 $\beta = 20, U = 10$ ではDD形式では10倍精度を  
使用する必要があり,ieee754-2008形式  
の8倍精度が良い。**

**10倍精度演算ではieee754-2008形式の方  
が性能が良いと考えられ,GPU等の  
アクセラレータで8倍精度演算までのDD形式を  
適用している理由とも合う結果となっている。**

## 3.2 整数演算方式とDQ方式

**DD方式の倍精度演算を4倍精度演算にしたものをDQ方式とする。**

cpu	整数演算方式	DQ方式	DQ方式/整数演算方式
x5570	1457	7200	4.9
e5430	2031	9677	4.8

**(注)  $u = 9$ としたのは、 $u = 10$ ではDQ形式は10進10桁まで結果が一致しない事による。**

cpu	整数演算方式	DQ方式	DQ方式/整数演算方式
x5570	5029	51621	10.2

**精度を上げる時、演算量は**

**整数演算方式は**

**加減算は精度比に、乗算は精度比の二乗に比例**

**DQ方式では**

**加減算は精度比の二乗に、乗算は精度比の三乗に比例**

**するので精度が上がると実行時間比では**

**DQ形式/整数演算方式の値は大きくなる。**

## 3.3 DQ方式のsmp並列

### 3.3.1 x5570 DQ形式での8smpの台数効果

L=448,n=100			
x5570 DQ形式」での8smpでの台数効果			
精度	$\beta$	$u$	台数効果
DQ	20	9	3.1
TQ	50	8	2.8
QQ	50	10	2.8
FQ	50	10	2.8

**台数効果/コア数は35から38.75%とDD形式の並列化効果と同じ。**

### 3.3.2 DQ形式smp実行

L=448,n=100, $\beta =20,u=9$ 8倍精度 実行時間(秒)一覧表		
CPU	smp数	実行時間
x5570	8	2332
e5430	8	3095
T2K	16	3744

### 3.4 スループット

X5570,e5430では複数ジョブのうち最初のジョブが実行した時間から最後のジョブが終了した時間までを測定。

T2Kではフラットmpiで実行。

ジョブは整数演算方式とDQ形式の8倍精度演算を使用。

L=448,n=100, $\beta = 20,u=9$  8倍精度

x5570,e5430  $\beta = 20,u = 5.5,6.0,\dots,8.5,9.0$  の8ケース

T2K  $\beta = 20,u = 1.5,2.0,\dots,8.5,9.0$  の16ケース

実行時間(秒)一覧表

CPU	ケース	整数演算方式	DQ方式	DQ形式/整数演算方式
x5570	8	1547	7282	4.7
e5430	8	2031	9677	4.8
T2K	16	2468	14227	5.8

MPIがサポートされていれば,ieee754-2008形式の整数演算方式の多倍長精度演算をフラットmpiで実行するのが最も良い方法と言える。