

## Phantom-GRAPE (無果汁)

東大天文、牧野研D1  
似鳥啓吾(にたどりけいご)

## Phantom-GRAPEとは

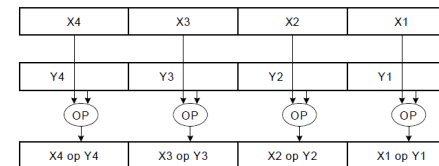
- 普通のCPUで重力相互作用を高速に計算するライブラリ
  - ただしx86限定、移植性とか可読性とか考えない
  - 安くて速ければいい
- GRAPE-5互換
  - ライブラリを差し替えてリンクするだけ
  - 実機と区別できないぐらい速い!?

## 性能

- 18.3Gflops@Core2Duo 2.4GHz (one core)  
480M相互作用/sec
  - 2コア使えば倍になる (pthread, OpenMP, MPI...)
- どうやってここまで速くしたか？
  - 最近の拡張命令(SSE)を利用
    - 超高速な逆数平方根専用命令がある
    - SSE: Stream SIMD Extension
      - SIMD: Single Instruction Multiple Data

## SIMD: Single Instruction Multiple Data

- 複数のデータに対して同一のオペレーション(いわゆるベクトル算)
- SSEでは単精度を4つ同時に計算



## さて、どうやってSSEを使うか

- 4つ同時に計算できるんだから4倍速？
  - 今までのプログラムがそのまま4倍速になるわけではない
  - 「コンパイラが自動的に並列度を抽出してベクトル化します。科学者の皆さんは従来どおり(ry)
    - 今更だれも騙されない
  - 組み込み関数を使う
    - 128bitのベクトル型と数々の演算を提供。GCCのものは最近かなり使えるようになってきた。
  - 禁断のアセンブラ
    - 手段は問わず最高の性能を

## とりあえず使ってみよう

- bunch??xにログイン
- ダウンロード:  
<http://grape.astron.s.u-tokyo.ac.jp/~nitadori/phantom/>  
からLimited accuracy versionの方を取ってくる  
(CUI環境ならwgetを使うのが便利)
- >tar -zxvfで解凍
- 解凍先に入って、  
>make -f Makefile.core2  
libpg5.aができれば成功

## bunch??xのpath等

- GRAPE-7
  - -I /usr/local/g7pkg/include  
-L /usr/local/g7pkg.lib -lg75 -lhib
- Pgplot
  - -I /usr/local/g7pgplot  
-L /usr/local/g7pgplot -lcpgplot -lpgplot
- Phantom-GRAPE
  - -I <解凍先> -L <解凍先> -lpg5

## おまけ

- 無駄を削ったforce loop
  - ただし対称性を使ってない
  - 可読性はむしろよい(と思う)
  - -ffast-mathをつけて  
コンパイル

```
void calc_force_opt(
int n, double m[], double x[][3],
double a[][3], double eps2)
{
int i, j;
for(i=0; i<n; i++){
double ax = 0.0, ay = 0.0, az = 0.0;
for(j=0; j<n; j++){
// if(j == i) continue;
// not necessary in softening run
double dx = x[j][0] - x[i][0];
double dy = x[j][1] - x[i][1];
double dz = x[j][2] - x[i][2];
double r2 = dx*dx + dy*dy + dz*dz + eps2;
double r2i = 1.0/r2;
double r3i = r2i * sqrt(r2i);
r3i *= m[j];
ax += r3i * dx;
ay += r3i * dy;
az += r3i * dz;
}
a[i][0] = ax;
a[i][1] = ay;
a[i][2] = az;
}
}
```