

ここ数年、研究用プログラムのパフォーマンスをより引き出すための秘訣

理化学研究所 情報基盤センター

2012/10/12 16:50-17:20 理研シンポジウム

中田真秀

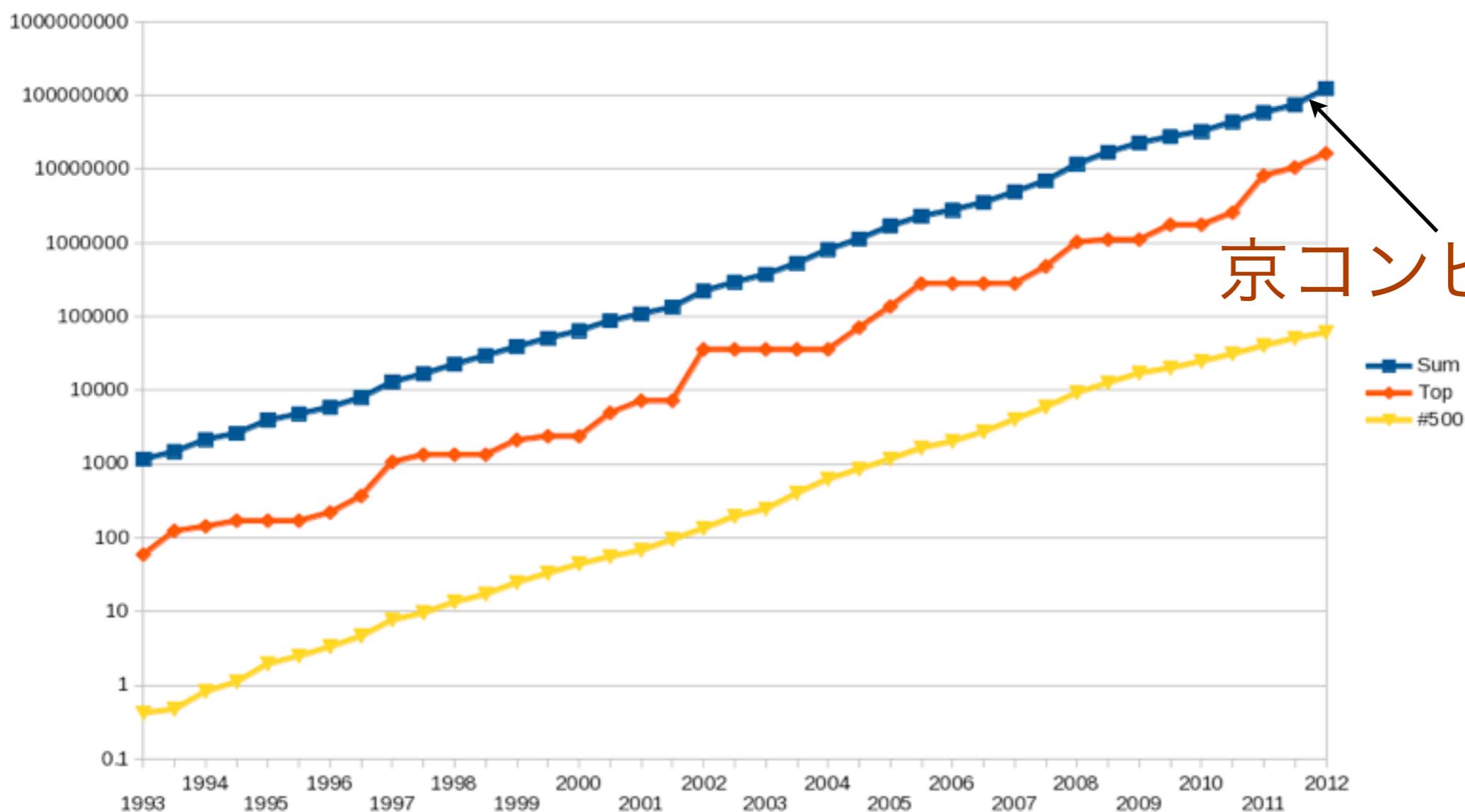
理化学研究所 「京コンピュータ」

2011年11月Top500で世界一達成:



順調にスピードアップしてきているように見えるが...

- 世界一のスピードのコンピュータ Top500より
- 縦軸が一秒間に何回演算できるか、横軸が年
- 京は約10PFlops = 10,000,000,000,000,000 Flops (=FLoating Point per Second)



京コンピュータ

今後、コンピュータはそのままだ高速にならない

- マルチコア(メニーコア)、GPU、超並列の時代へ突入
- メモリーのスピードがCPU、GPUに追いつかない。
- 電力消費の問題 (1MW=1億円/年、京のTop500世界一計測時:12.7MW)
- ストレージ(ハードディスクの量)は順調
- ネットワークのスピードの限界...



プログラミングは複雑になる...

マルチコア(メニーコア)、GPU、超並列の時代へ

- CPUも数を持って加速する必要性が出てきた。

- 京コンピュータのCPU数は88,128個 (並列)
 - コア数でいうと約70万個(マルチコア、メニーコア)
- cf. 東京ドーム収容人数は55,000人
- GPUで加速
 - ゲーム分野で発達
 - 限られた処理をCPU比5~10倍高速化
 - 得手不得手あり

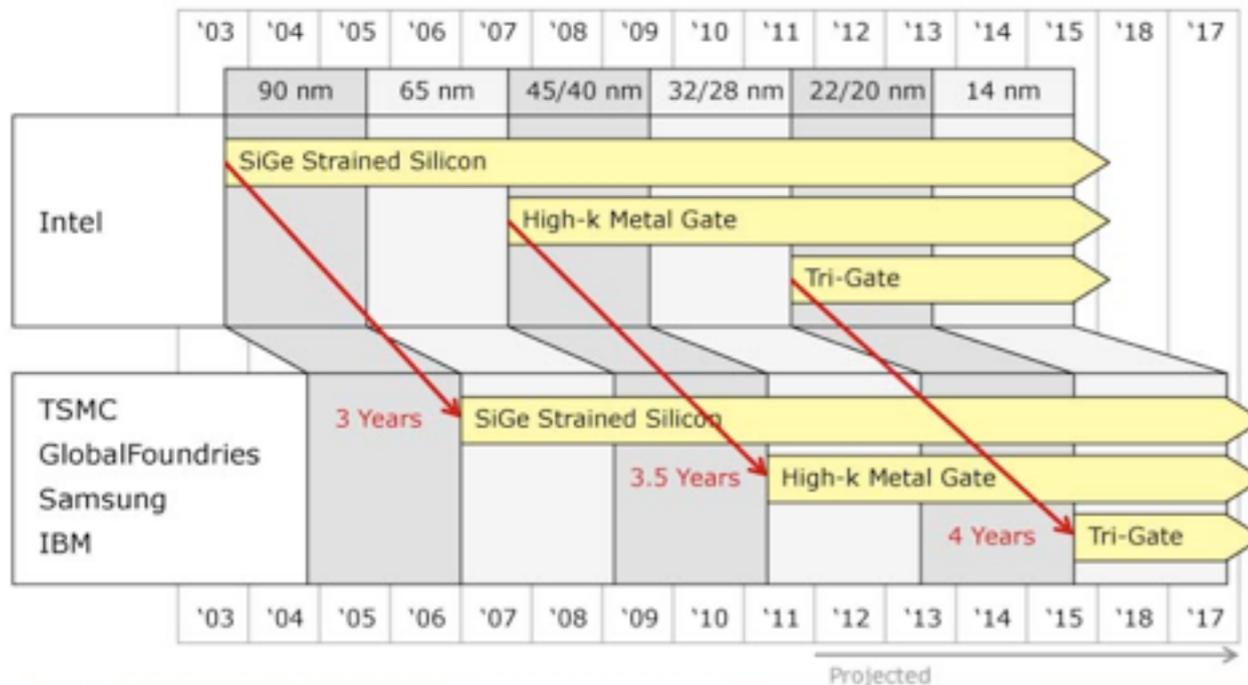


CPU/co Processor/GPUの今後のトレンド

- CPUは今後は12-16コア製品が主流になる。クロック数は横ばい。最大4GHz程度
- 3Dトランジスタ集積でトランジスタ密度は今後も上がる。
- 2014年でのプロセスルールは22-16nm程度か。

Intelの今後のプロセスルール

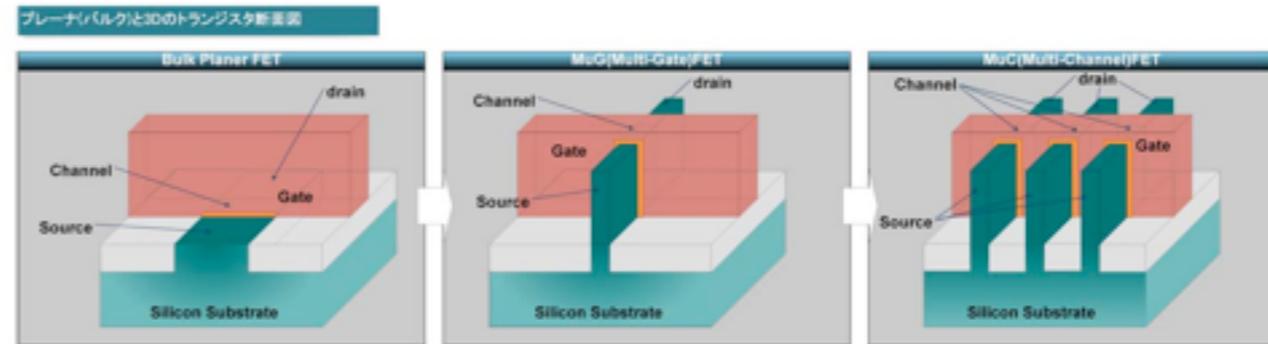
Intel® Transistor Leadership



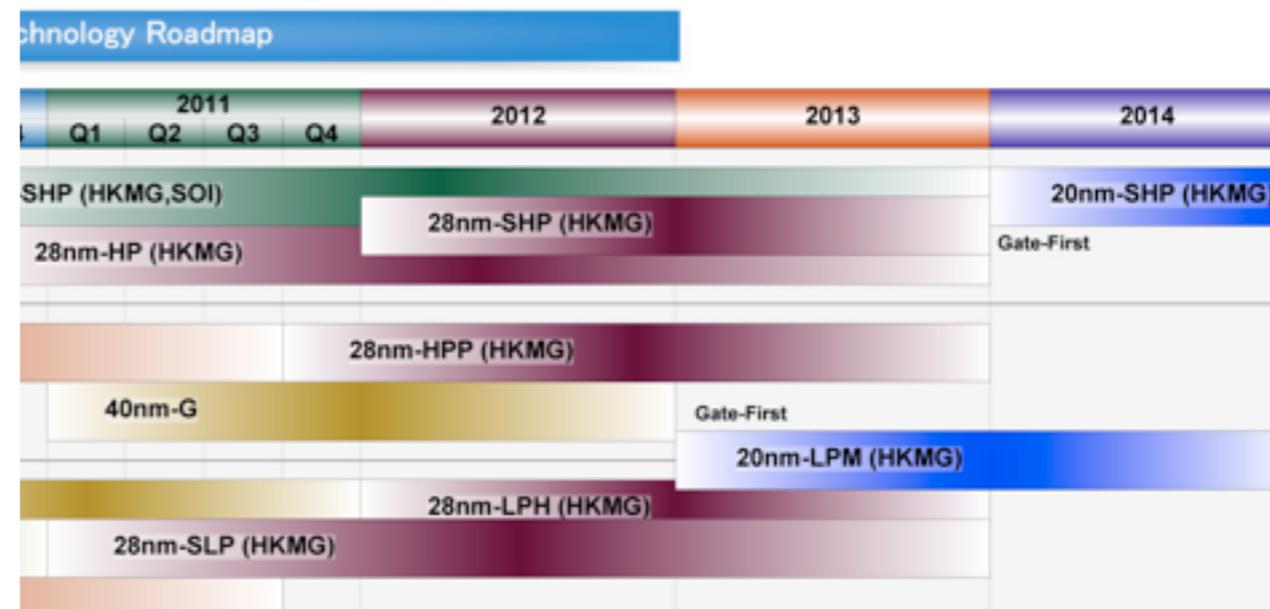
Intel leads the industry in introducing new technology generations and revolutionary transistor technologies

IDF2011
INTEL DEVELOPER FORUM

Copyright © 2012 Hiroshige Goto All rights reserved.

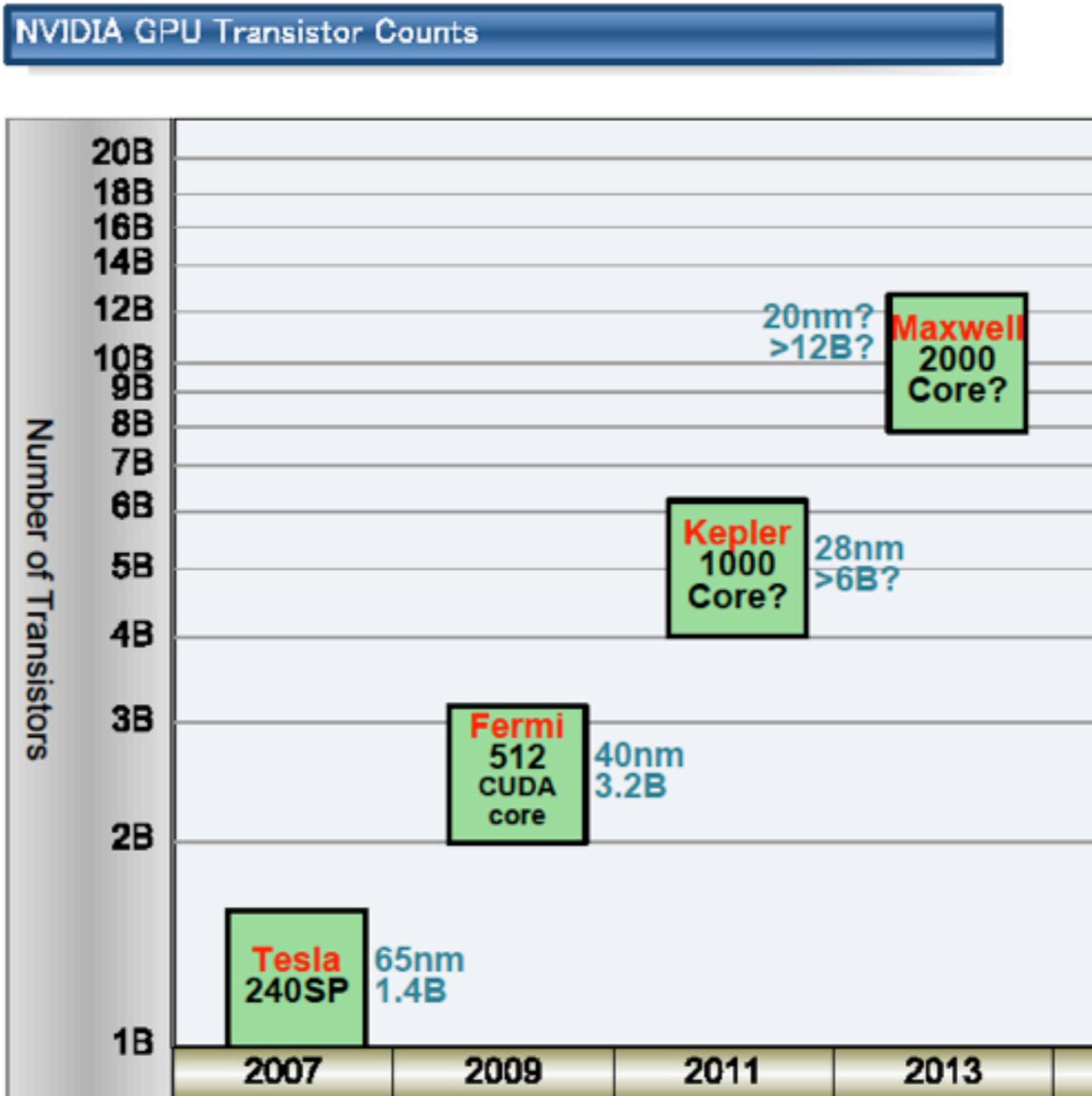


AMDの今後のプロセスルール



GPUの今後のトレンド

- NVIDIA GPUのRoadmapからは今後もトランジスタ数は順調に増えてゆく。さらにメニーコアのプログラミングが重要となる。

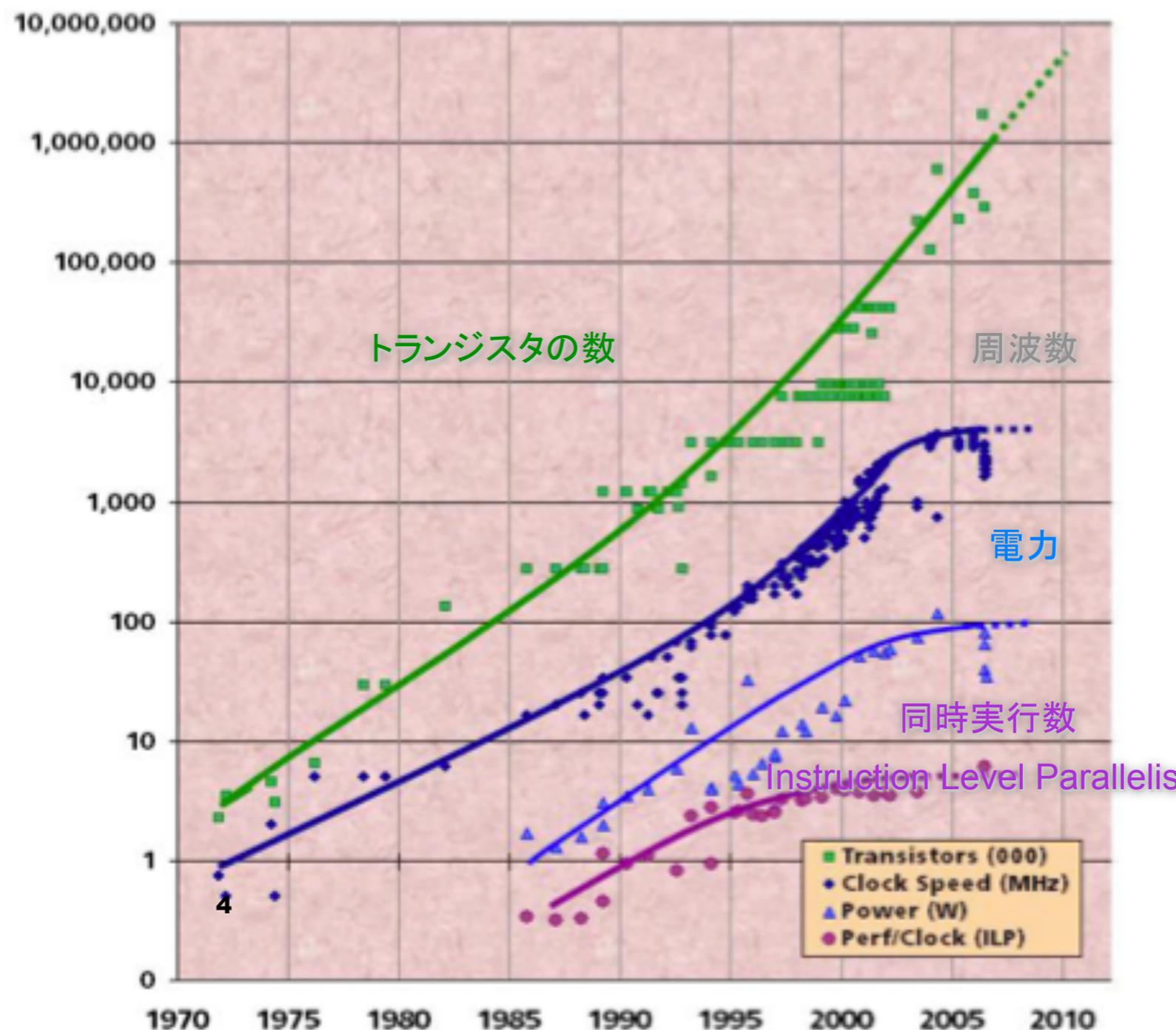


Copyright (c) 2010 Hiroshige Goto All rights reserved.

CPU/coprocessor/GPUの今後のトレンド

- パッケージあたりのトランジスタ数は順調に増えてゆく。
が
- クロック周波数、電力、
- 同時命令数
- SIMDまたはベクトル化
すべて頭打ちとなる。

パラレルプログラミングがさらに重要になってゆく。



メモリーのスピードがCPU、GPUに追いつかない。

- メモリのバンド幅、容量もゆっくり上昇
- DDR3 : (今RICCなどで使われているもの) 最大12-16GB/s
- DDR4 : 2014年頃出回るもの: 24-32GB/s (予想)

Jedec DRAM Memory Roadmap

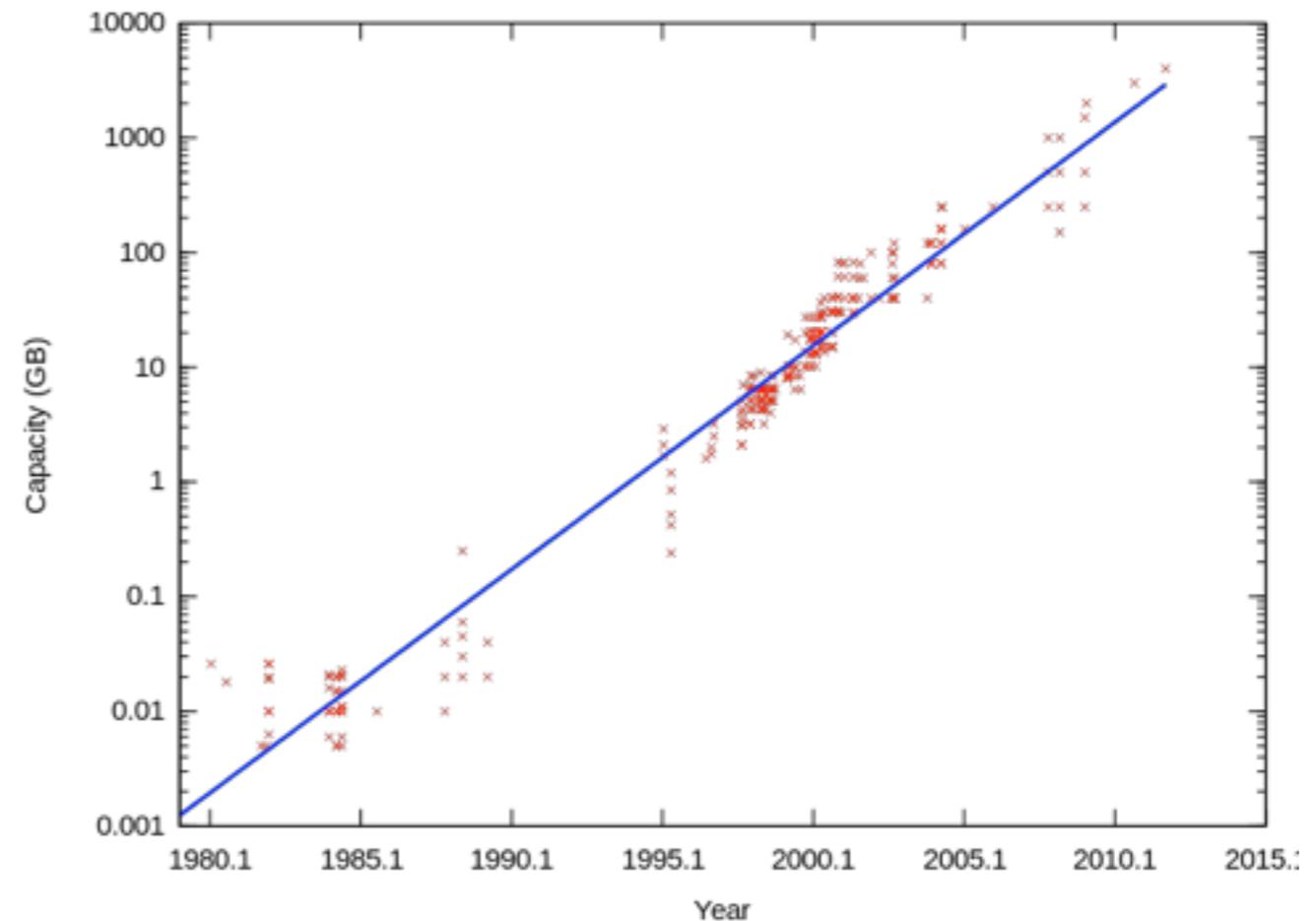
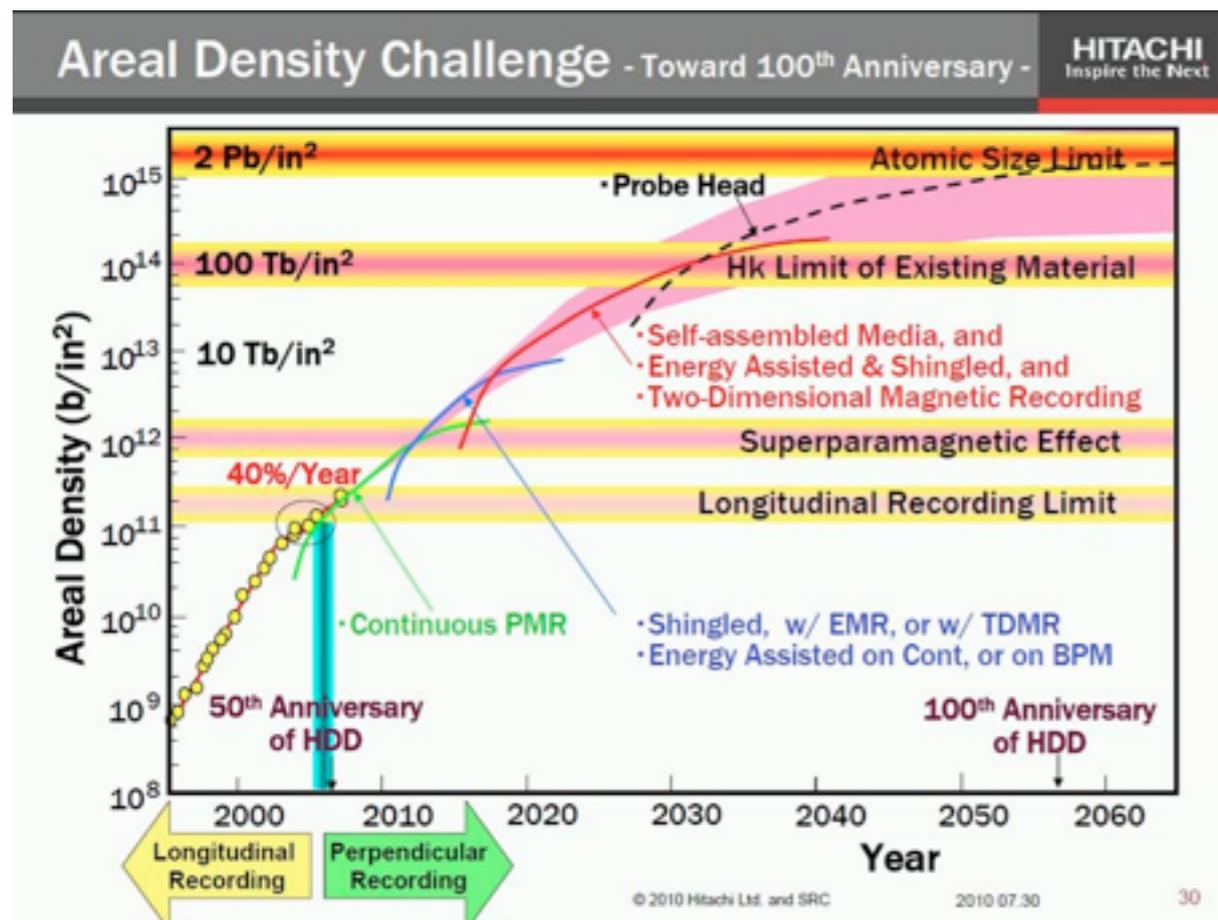
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Process	3x nm		2x_H		2x_L		1x_H		1x_M	
DDR3	1600		1866							
DDR3L	1333		1600							
DDR4			1866	2133	2400	2667				
DDR4L						2400	2667	2667	2932	3200
Device		2Gb								
Device			4Gb							
Device						8Gb				
Device									16Gb	
DIMM	8GB	16GB		32GB		64GB	64GB			128GB
3DS/TSV				<i>DDR4_2H</i>	<i>DDR4_4H</i>	<i>DDR4_8H</i>				

Note:

- * DRAM speed: device raw speed, in Mbps.
- * DIMM density: sweet spot density.
- * 3x = 30-39 nm, 2xH = high 20's nm, 1xH = high teen nm, 1xM = mid teen nm
- * DDR4L: 1.0V, TBD.

ストレージ

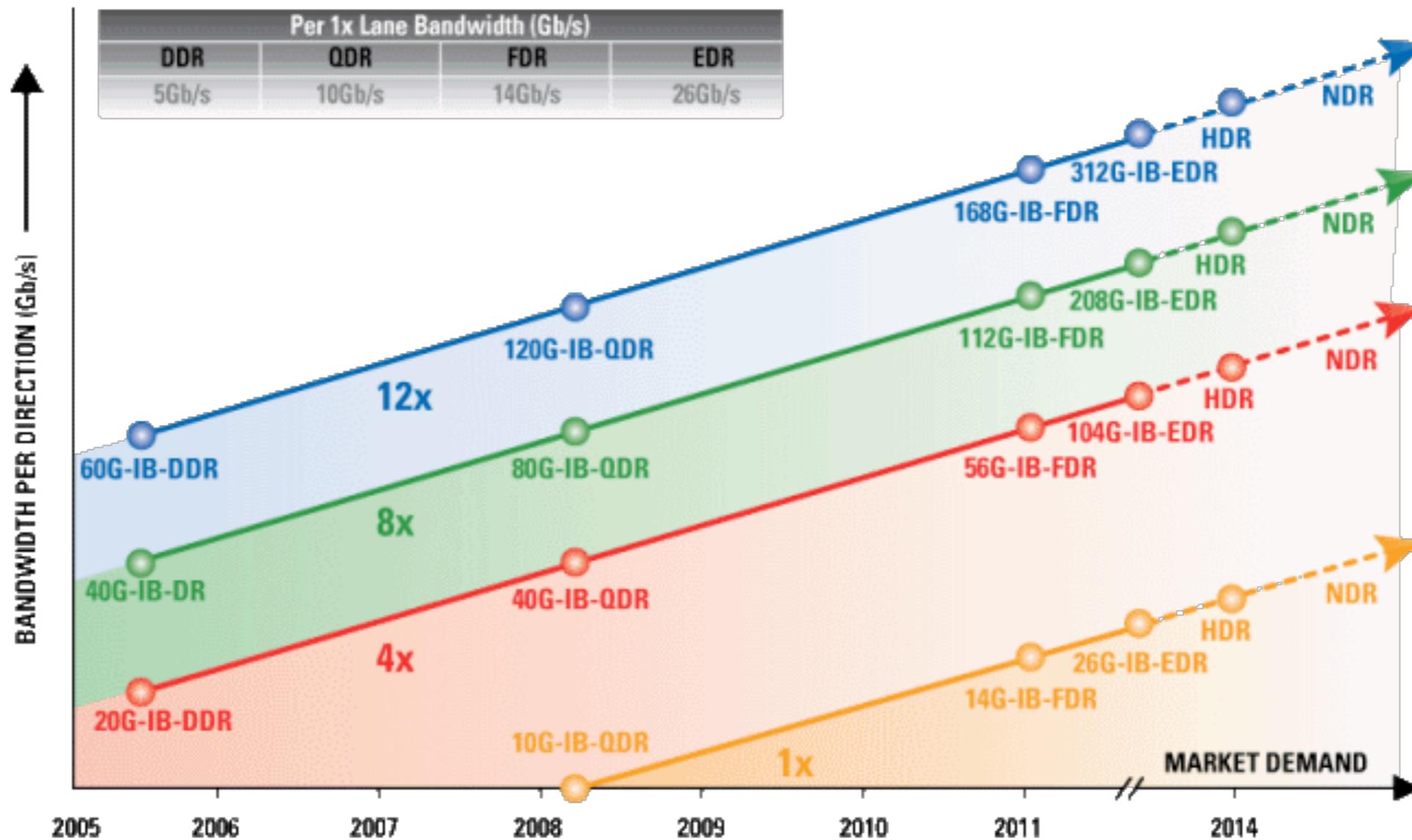
- HDDは記録密度は今後も高められる。
- SSDは高速だが補助的な記憶媒体となるか?耐久性、容量なども今後は未知数。



- DISKCON JAPAN 2010, http://en.wikipedia.org/wiki/Moore%27s_law より

ネットワークのスピードは順調に...

- InfiniBandのロードマップ (http://www.infinibandta.org/content/pages.php?pg=technology_overview)
- 2013年には100Gb/s程度に到達する。



電力消費の問題

- 電力予算の問題

- 日本では1MW=1億円/年, RICCのピークは850kVA (だいたい1MW)

- 京は10MW程度

- 電力容量の問題

- 冷却施設の問題

- RICC: 約710Mcal/h

高速なコンピュータはより電力を消費

どれほどの物が設置できるか？

今後の計算機のトレンドは？

●CPU/coprocessor/GPU

- CPUのクロックはあがらず。コアの数は増える(100-10000?)。性格の違うヘテロなコアを持ち、それに伴いピーク演算性能はこれまで通り上がる。

●メモリ

- 容量、スピードもそんなにはあがらない。より高速かつ低容量、または、低速かつ大容量の選択をすることになる。いずれにせよByte/Flopは下がるのみ。

●ストレージ

- SSD,HDDは今後とも順調に記憶容量、転送速度は上がってゆく。

●インターコネクトネットワーク

- InfiniBandは2013年に100Gb/s程度まで達成され、次、次世代の規格も順調。

●電力供給とデバイスの限界

- 今後電力供給能力が非常に大きな制限となる。また、微細化も進み、デバイスの物理的な限界(量子論的なノイズ)に近づいている。

今後どんな風にプログラミングをすれば良いか？

- 覚悟していただきたいこと:**プログラミングは複雑になる。**
 - 今まで通りでは期待する性能は得られない。
 - いずれにせよ学ぶ必要あり。
- **単純な処理能力は、今まで通り上がるが...**
 - マルチコア、メニーコア、GPU、超並列を使いこなすことが必要となる。
 - **メモリバンド幅を要求するようなアプリケーションは高速化されない**
 - **アルゴリズムをメモリバンド幅を要求しないように書き換える必要性**
 - **QCDシミュレーション、CFD(流体力学)、FFTを使う場合などは注意!!**
- ハイパフォーマンスコンピューティングの専門家との協力が重要となる
 - どうすればよいかの話を良く聞き、プログラムすべし。
 - コラボレーションができれば楽かもしれない。