

第200回計算機アーキテクチャ研究会 記念パネルセッション



「ずっとときめいていること、  
いまときめいていること」

早稲田大学 理工学術院 基幹理工学部 情報理工学科  
IEEE Computer Society 理事  
笠原博徳

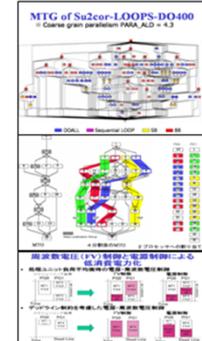
# 30年間ずっとときめいていること

- 逐次プログラムを自動で並列化するマルチグレイン並列化コンパイラを作ること
- コンパイラと協調して最高性能を出す、簡単に使えるマルチプロセッサシステムを作ること

## 世界をリードするマルチコア用コンパイラ技術

プロセッサ高速化における3大技術課題の解消

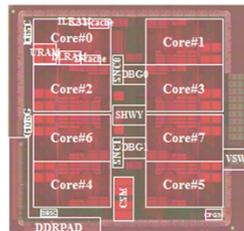
- 半導体集積度向上(使用可能トランジスタ数増大)に対する速度向上率の鈍化
  - 粗粒度タスク並列化、ループ並列化、近細粒度並列化によりプログラム全体の並列性を利用する**マルチグレイン並列化機能**により、従来の命令レベル並列性より**大きな並列性を抽出し**、複数マルチコアで速度向上
- メモリオール問題
  - コンパイラによる**ローカルメモリへのデータ分割配置、DMAコントロールによるタスク実行とオーバーラップによるデータ送達**によりメモリアクセス・データ送達オーバーヘッド最小化
- 消費電力増大による速度向上の鈍化
  - コンパイラによる**低消費電力制御機能**を用いたアプリケーション内での**きめ細い周波数・電圧制御・電源選別**により消費電力低減



1987  
OSCAR  
16 PE

2008  
RP2  
8コア

## RP2 8コア搭載マルチコアLSIチップ構成



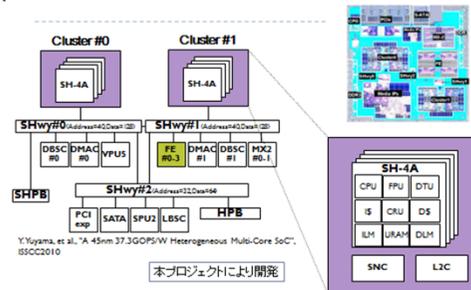
プロセス	90nm CMOS, 8層メタル, 3層Vth
チップサイズ	104.8mm <sup>2</sup> (10.61mm x 9.88mm)
電源電圧	1.0V-1.4V (コア), 1.8/3.3V (I/O)
動作周波数	600MHz
CPU性能	8640 MIPS (Dhrystone 2.1)
FPU性能	33.6 GFLOPS

低電力制御

- CPU毎に独立した周波数調整
- CPUコアのクロックを停止するスリープモード
- CPUコアの一部のクロックを停止する非キャッシュコヒーレンシ維持可能なライトスリープモード
- CPUコアの電源供給を停止するフル電源選別モード
- URAM以外のCPUコアの電源供給を停止するトランジューム電源選別モード

ISSCC08発表: ISSCC08論文番号145. MITO, et al., "An 8640 MIPS SoC with In-Device Control of 8 CPUs and 6 RAMs by an Automatic Parallelizing Comp

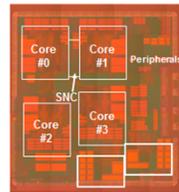
## 新規開発15コアヘテロシム マルチコア LSI RP-A



Y. Yusa, et al., "A 45nm 37.3GOPS/W Heterogeneous Multi-Core SoC", ISSCC2010

2009  
RPX  
15コア  
ヘテロ

## NECパーソナルシステム部が家電用標準マルチコアアーキテクチャに基づきルネサスが開発したマルチコアプロセッサRP1 (SH-X3) チップ構成



Process Technology	90nm, 8-layer, triple-Vth, CMOS
Chip Size	97.6mm <sup>2</sup> (9.88mm x 9.88mm)
Supply Voltage	1.0V (Internal), 1.8/3.3V (I/O)
Power Consumption	0.6 mW/MHz CPU @ 600MHz (90nm G)
Clock Frequency	600MHz
CPU Performance	4320 MIPS (Dhrystone 2.1)
FPU Performance	16.8 GFLOPS
I/D Cache	32KB 4-way set-associative (each)
ILRAM/OLRAM	8KB/16KB (each CPU)
URAM	128KB (each CPU)
Package	FCBGA 554pin, 29mm x 29mm

SH4A マルチコアSoCチップ写真  
ISSCC07発表: ISSCC07論文番号5.3. Yohida, et al., "A 4320MIPS Four-Processor Core SMP-AMP with Individually-Managed Clock Frequency for Low Power Consumption"

2007  
RP1  
4コア

1985-  
OSCAR  
コンパイラ

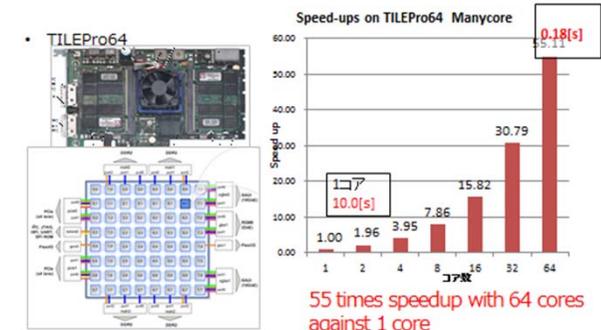


# 壁に当たりながらふと気がついてみると

➤ できるようになったこともたくさん

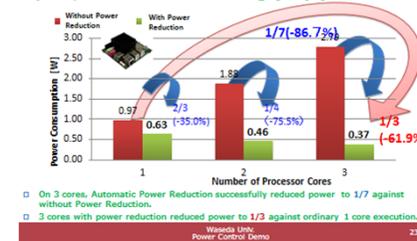


Automatic Parallelization of Still Image Encoding Using JPEG-XR for the Next Generation Cameras and Drinkable Inner Camera



JPEG-XRエンコードがTile64上で55倍

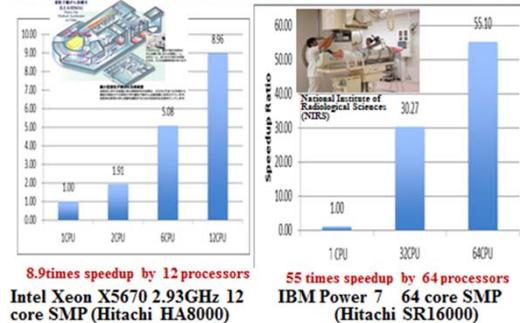
Automatic Power Reduction for MPEG2 Decode on Android Multicore  
ODROID X2 ARM Cortex-A9 4 cores  
[http://www.youtube.com/channel/UCS43NVEIkC8i\\_KlgFZYQBQ](http://www.youtube.com/channel/UCS43NVEIkC8i_KlgFZYQBQ)



Android ARM 3コア上で1コアに比べMPEG2 デコード電力1/3

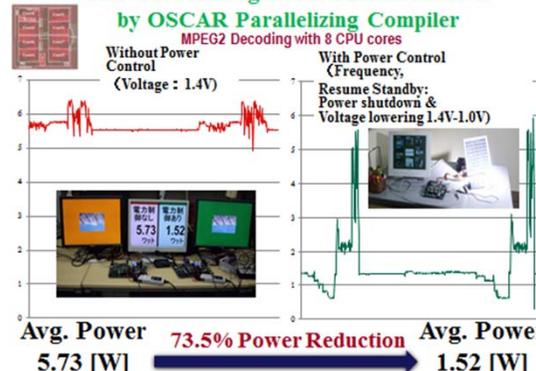
## Cancer Treatment Carbon Ion Radiotherapy

(Previous best was 2.5 times speedup on 16 processors with hand optimization)



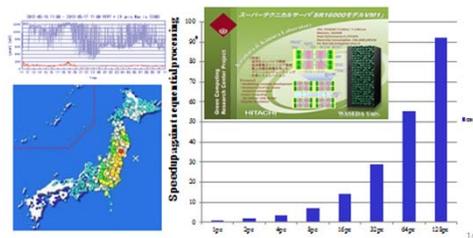
重粒子線癌治療Xeon 12コアで9倍,  
P7 64コアで55倍

## Power Reduction of MPEG2 Decoding to 1/4 on 8 Core Homogeneous Multicore RP-2 by OSCAR Parallelizing Compiler



MPEG2デコードの電力がSH上で1/4

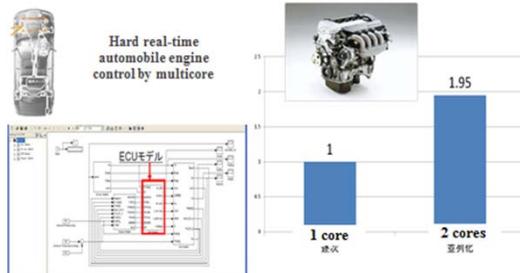
## 92 Times Speedup against the Sequential Processing for GMS Earthquake Wave Propagation Simulation on Hitachi SR16000 (Power7 Based 128 Core Linux SMP)



地震波伝搬Power7  
128コアで92倍

## Engine Control by multicore with Denso

Though so far parallel processing of the engine control on multicore has been very difficult, Denso and Waseda succeeded 1.95 times speedup on 2core V850 multicore processor.



分岐と代入文のみでループのないエンジン制御が2コアで1.95倍

# いまときめいていること

- 自動的に並列化及び電力削減ができるベクター付きマルチコア・メニーコアチップ、それを用いた太陽光駆動コンピュータを作りたい
  - ◆ 30年前と同じ？
  - ◆ コードネーム：プラチナ（いつまでも光るシニア技術）  
富士通研 高村フェロー、 広島市立大 北村先生、  
富士通 神谷さん・鈴木さん（ベクトルコンパイラ大家）  
早稲田招聘研究員 山本さん（Linux, Android, 電力測定大家）  
日立 小高名誉フェロー、 内山技師長  
名古屋大学 荒川先生、ルネサスシステムデザイン長谷川さん  
等々。サムライ達との議論 楽しい。絶対作りたい。
  - ◆ 多くの人に役に立つものを作りたい。論文、特許だけでなく。

# 作りたいもの

命を守る

環境を守る



産業競争力を守る