

グリーンコンピューティングシステム研究開発 センターでのマルチコア研究開発

早稲田大学

理工学術院基幹理工学部情報理工学科 教授
アドバンスト・マルチコア・プロセッサ研究所 所長

IEEE Computer Society理事

笠原博徳

1985年 早稲田大学博士課程了 工学博士
カリフォルニア大学バークレー客員研究員
1986年 早大理工専任講師, 1988年 助教授
1997年 教授、現在 理工学術院情報理工学科
1989年～1990年 イリノイ大学Center for
Supercomputing R&D客員研究員
2009年 IEEE Computer Society 理事
2012年 IEEE Computer Societyマルチコア戦略委員長

1987年 IFAC World Congress Young Author Prize
1997年 情報処理学会坂井記念特別賞
2005年 STARC(半導体理工学研究センター)共同研究賞
2008年 LSI・オブ・ザ・イヤー 2008 準グランプリ
2008年 Intel Asia Academic Forum Best Research
Award
2010年IEEE Computer Society Golden Core Member

査読付論文 191件, 招待講演110件, シンポジウム論文 30件,
研究会論文 138件, 全国大会論文 154件, 特許公開 39件
新聞・Web記事・TV等メディア掲載 467件

政府・学会委員等歴任数 226件

【経済産業省・NEDO】 情報家電用マルチコア及びコンパイラ等国家プロジェクトリーダー、NEDOコンピュータ戦略(ロードマップ)委員長、「グリーンネットワーク・システムプロジェクト(グリーンITプロジェクト)」技術委員長 【内閣府】 スーパーコンピュータ戦略委員会, 政府調達苦情検討委員, 【文部科学省・JST・JSPS・JAXA・原子力機構・海洋研】地球シミュレータ(ES)評価委員、情報科学技術委員、HPCI計画推進委員、次世代スパコン(京)中間評価委員・概念設計評価委員, ES2導入技術アドバイザリー委員長, IEEE, 情報処理学会, ACM Conf.PC, 高校生科学技術チャレンジ審査委員



さまざまなものにCPU(演算器)が入っている



自動車

レクサス:100個以上

プリウス:70個以上



スマートフォン 4個以上

スーパーコンピュータ

705,024個

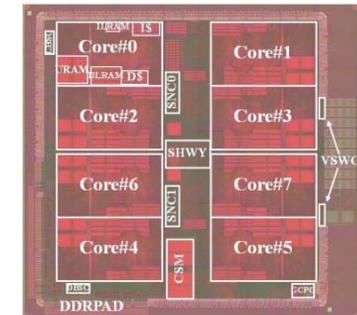




マルチコアと並列化コンパイラの必要性

マルチコア

- CPU動作周波数(演算速度)は5~6GHz程度が限界
(消費電力は周波数の3乗に比例して増加、冷却コストの増大)
- チップ当たりのCPU数はムーア(18ヶ月で2倍)の法則通り向上
⇒各CPUの周波数を落として発熱を防ぎ、
より多くのCPUを搭載するマルチコアが、
低消費電力・高性能化として有望。



8コア・マルチコアチップ拡大写真
(10.61mm x 9.88mm)
経産省PJ早大・日立・ルネサス開発

ソフトウェア(作動手順)の並列化

- ソフトウェアをそのままマルチコアで実行させると従来よりも遅くなる
⇒ソフトウェアを並列化(コアごとへ仕事配分)することで高速計算が可能
- 並列化作業は高コスト・長期間
(専門家が時間をかけて手作業で行う。不具合につながりやすい)
⇒早稲田大学のノウハウにより自動的に短時間で、自動並列化。
従って安価に並列化が可能になった。



グリーン・コンピューティング・システム研究開発センター



早稲田大学 グリーン・コンピューティング・システム研究開発センター概観と設備



目標:

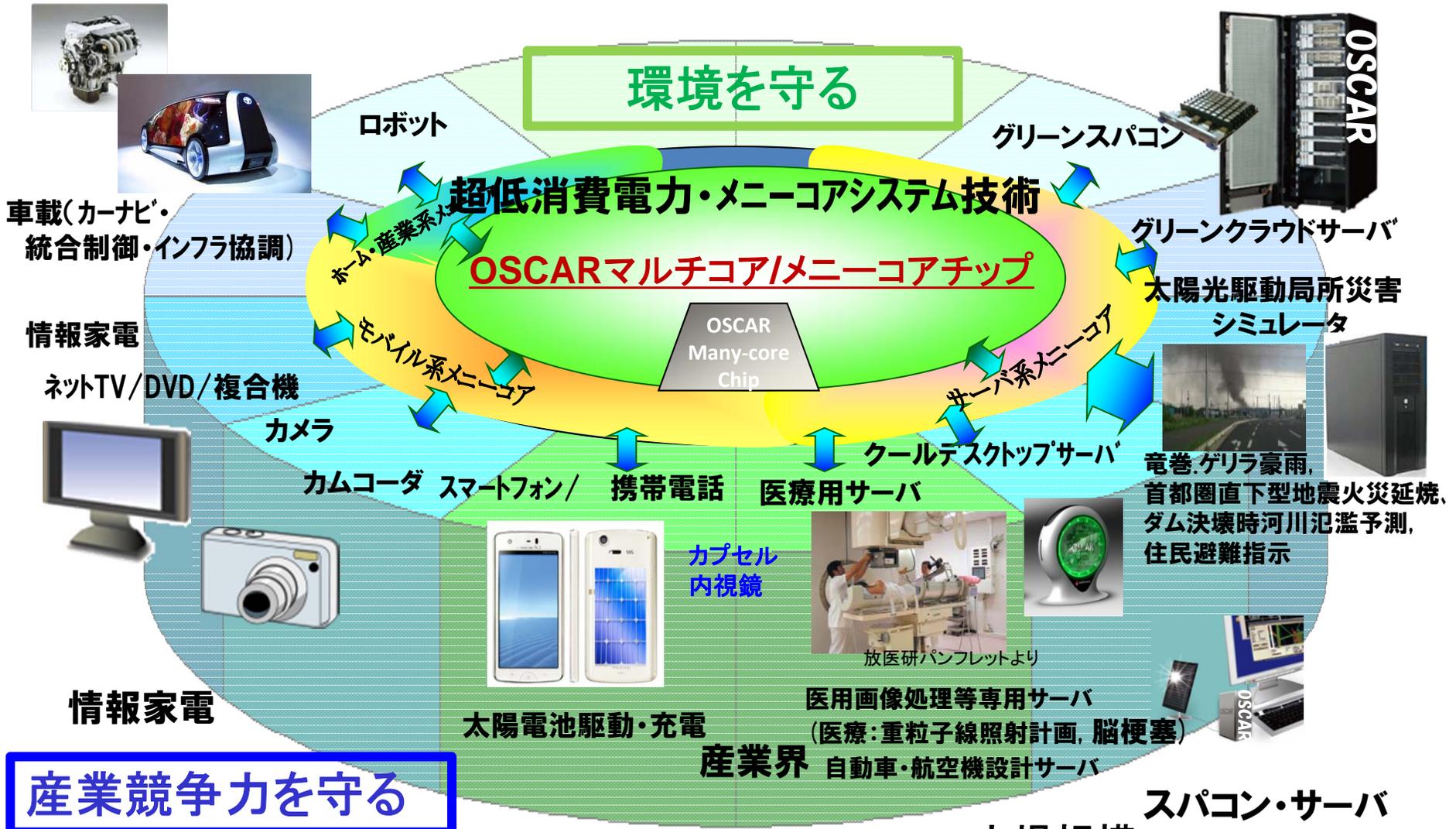
超低消費電力とコンピュータの高速化の目的でつくられた研究センター
(太陽電池で駆動可能、冷却ファン不要、複数CPUコア、
その他ハードウェア、ソフトウェア、応用技術の研究開発)

産官学連携:

参加企業:トヨタ、デンソー、オリンパス、日立、富士通、ルネサス、NEC、三菱電機
経済産業省先端イノベーション拠点整備事業の一貫として設立

早大マルチコア開発の位置づけと将来構想

命を守る



産業競争力を守る

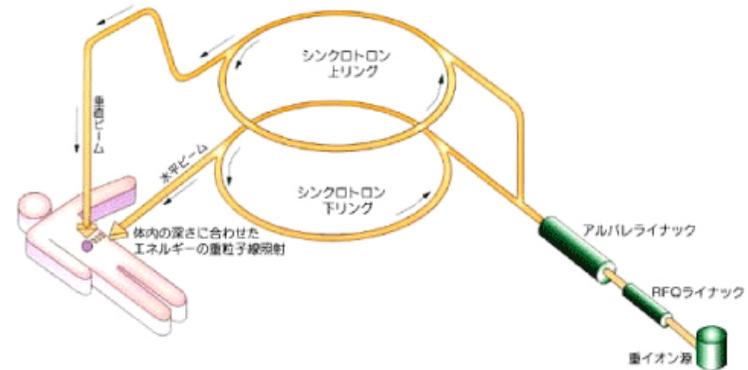
市場規模:
情報家電・携帯電話系 数10兆円

市場規模:
スパコン・サーバ系 1兆円

♥ 病気から生命を守る

重粒子線がん治療

重粒子線(炭素イオン)を極めて正確に制御・照射し、癌細胞のみを消滅させる治療法
開腹手術不要・痛みなく治療が可能



放射線医学研究所

装置の大きさ: 60メートル × 40メートル
施設のコスト: 120億円
国内設置台数: 3台

従来は照射計画計算に長時間を要していた

⇒ 1日に処置可能な患者数は数十名程度と限られる

⇒ 350万円程度と高額・保険適用外

三菱電機共同研究

♥ 病気から生命を守る

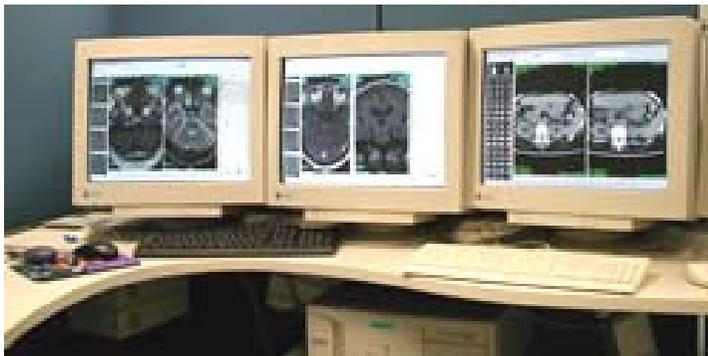
重粒子線がん治療装置

線量分布計算の自動並列化により高速計算可能

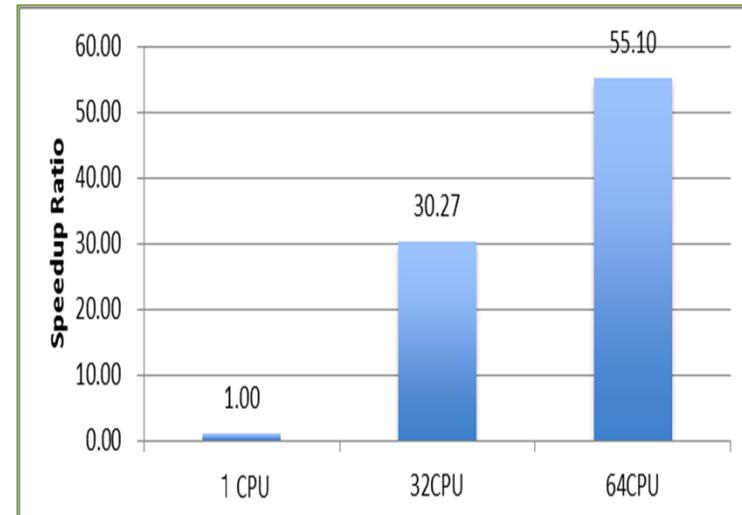
重粒子線照射計画計算を早大独自ノウハウで55倍の高速化に成功。

1日の治療可能患者数増加・低治療費化・健康保険適用へ道

計算時間 20分⇒22秒(並列)



三菱電機共同研究

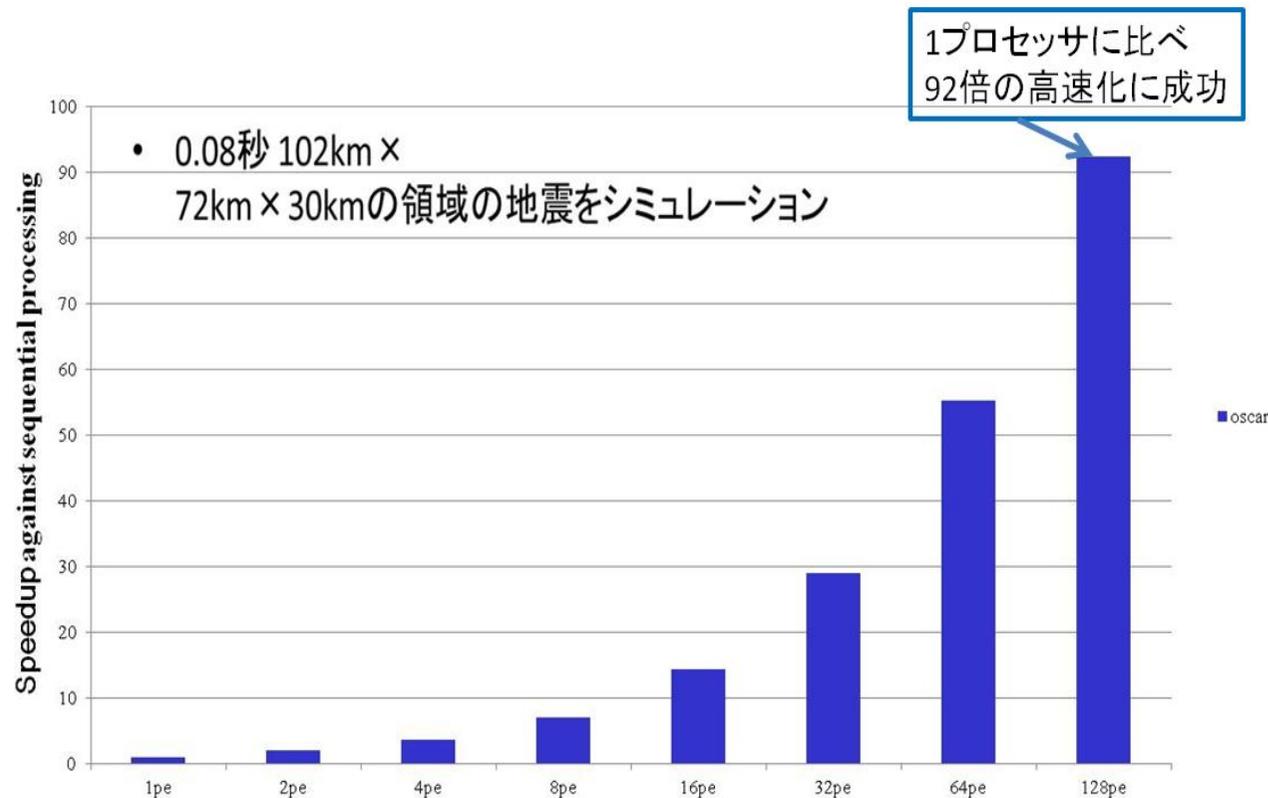
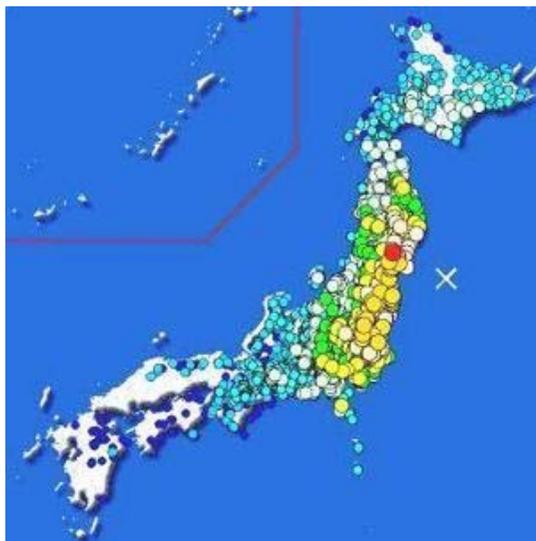
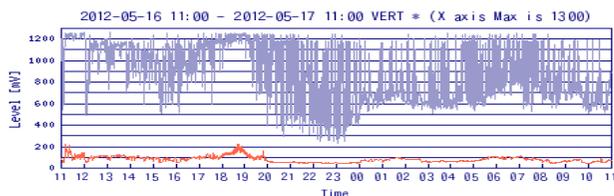


64coreで55倍の高速化に成功
従来手動で2.5倍が限界



災害からいのちを守る

- **広域**: 地震発生から数秒～数分で津波の各地域の高さを予測し避難指示配信
- **局所**: 直下型地震時火災延焼、ダム決壊時の河川氾濫、ゲリラ豪雨、竜巻
シミュレーションと地域住民への避難指示(携帯電話等利用)



日立共同研究

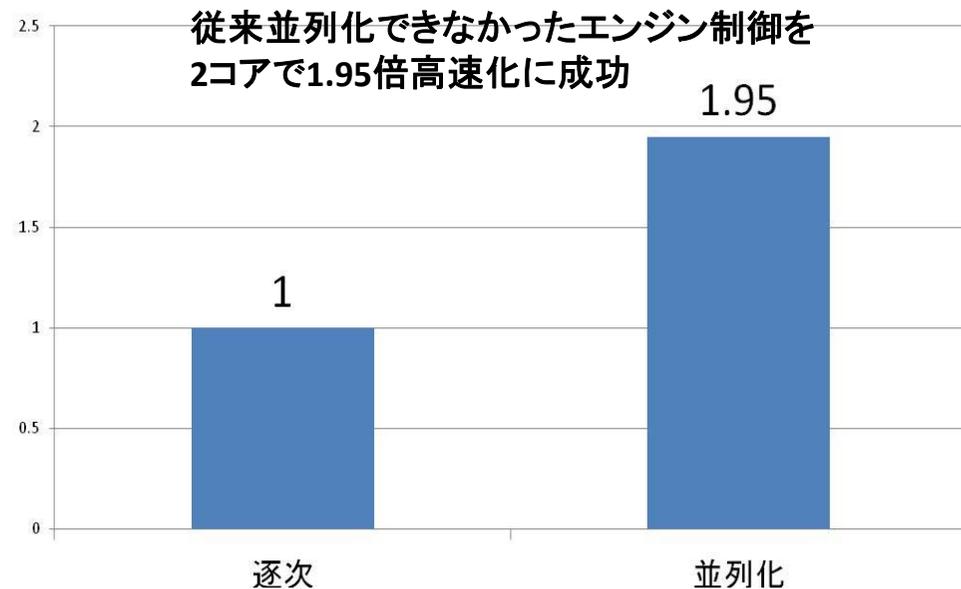


国際産業競争力を高める

「走る・曲る・止る」のクルマの基本性能と安全性能は
電子プログラムが制御する時代へ



マルチコアによるエンジン制御



エンジン制御プログラムの高速化・低燃費化・高機能化に貢献
⇒ハイブリッド、EVでは低消費電力化重要。

(カメラ等多くのセンサーからの情報、ネットワークからのを瞬時に解析し、
エンジン、ブレーキ、サスペンション、ステアリングなどを統合的に制御することにより
より安全、快適、環境に優しい自動車の開発を目指す)

デンソー共同研究



グリーンコンピューティング

2008年の第74回総合科学技術会議にて、福田総理(当時)が
早稲田大学 笠原研究室が開発したマルチコアの省電力性能を体験



指で触れても熱を感じない
低消費電力

省電力でクールで高速なマルチコア



インテル副社長 CTO Dr. Justin Rattner
等国内外多くのリーダーが笠原研究室を訪問

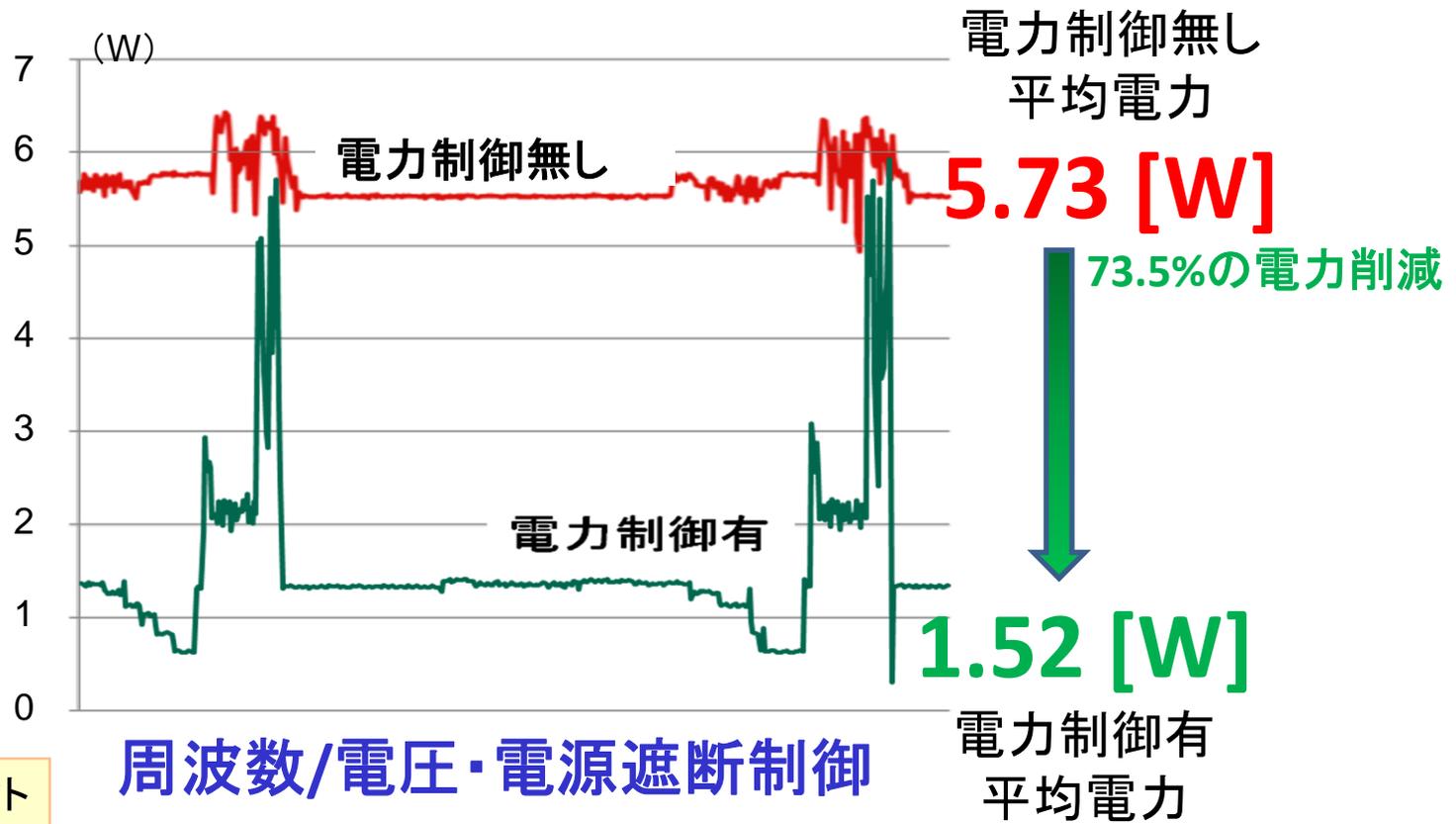
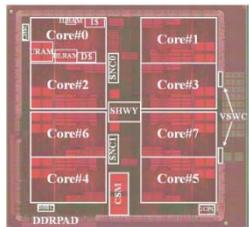


太陽光のみで稼動するマルチコア・
コンピュータのデモンストレーションを見学



グリーンコンピューティング

デジタルテレビの映像処理を8コアの自動並列化と
世界唯一の技術である電力自動制御により、**1/4**へ省電力化



NEDOプロジェクト

周波数/電圧・電源遮断制御

デジタルテレビで使用されている映像処理



マルチコア・並列化将来目標



次世代自動車

- より安全・より安心・より快適・より環境に優しい
- エンジン・モータ制御、ブレーキ、サスペンション制御
- カメラ・ネットワーク等情報系と統合した制御系へ

スマートフォン



- 1日一回の充電から、1週間以下の充電へ。
- 非常時でも太陽光充電



高度医療サーバ

手術室内設置可能で、停電時でも非常電源、太陽光で動作する衛生的・静音・高性能サーバ



パーソナルスパコン

太陽光充電可能な電力1/100以下のサーバ
(局所災害シミュレータ等)