



報道機関 各位

早稲田大学広報室

**マルチコアプロセッサシステム上で、並列プログラムの高速・低消費電力動作を可能とする  
世界初のソフトウェア標準(OSCAR API ver. 2.0)を開発・無料公開**

--IT・半導体・ソフトウェア 12社と3大学は、組み込み機器からスパコンまでに使われる各種のマルチコア(ホモジニアスマルチコア<sup>\*1</sup>及びヘテロジニアスマルチコア<sup>\*2</sup>)、メニーコア及び共有メモリ型マルチプロセッササーバ上で、並列プログラムを高速かつ低消費電力で動作させることができるソフトウェア標準(OSCAR API ver. 2.0)を開発致しました。OSCAR APIを用いて並列化されたプログラムは、CあるいはFortranプログラムからOSCAR並列化コンパイラを用いて自動生成可能なため、ソフトウェアの開発コスト・期間を飛躍的に低減できます。また各社の異なるマルチコア・メニーコア間でのソフトウェアの移植が簡単に行えるようになります。すでに、スマートフォンで要求されるマルチメディア処理、自動車エンジン制御計算、重粒子線ガン治療、地震波伝搬解析などの各種計算が、種々のマルチコア及びマルチプロセッササーバ上で、自動並列化及び自動消費電力最小化され、動作しています。--

早稲田大学(所在地:東京都新宿区、総長:鎌田 薫)理工学術院の笠原博徳教授らのグループは、早稲田大学グリーンコンピューティングシステム研究機構アドバンスドチップマルチコアプロセッサ研究所内に設置されたマルチコア・メニーコア・アーキテクチャ・アプリケーションAPI委員会にて、イーソル(株)、オリンパス(株)、ガイオ・テクノロジー(株)、キャッツ(株)、(株)デンソー、(株)東芝、東邦大学、名古屋大学、日本電気(株)、(株)日立製作所、(株)富士通研究所、三菱電機(株)、ルネサス エレクトロニクス(株)、(株)ルネサスソリューションズ(社名五十音順)と共に、ホモジニアスマルチコア、ヘテロジニアスマルチコア、メニーコア及び共有メモリ型マルチプロセッササーバ用の低消費電力高性能並列プログラムを記述するためのソフトウェア標準 OSCAR API ver. 2.0を開発致しました。このAPIは、各社のマルチコアプロセッサ上で、情報家電(スマートフォン等)、自動車、医療、科学技術計算用の並列プログラムを短期間・低コストで開発することを可能とします。APIの詳細仕様は、2012年4月25日より<http://www.kasahara.cs.waseda.ac.jp/>で公開、無料でダウンロードできます。

この標準は、NEDOプロジェクトで開発し、2008年11月14日に公開したホモジニアスマルチコア用OSCAR API ver.1.0を発展させたもので、C及びFortran言語用のコンパイラ指示文の集合体となっています。これにより、ホモジニアスマルチコアに加え、ヘテロジニアスマルチコア、キャッシュコヒーレンス制御機構を持たないメニーコア、共有メモリ型マルチプロセッササーバ上でも動作する高速・低消費電力の並列プログラムを、簡単に作成できます。このOSCAR API ver.2.0で記述された並列プログラムは、早稲田大学OSCAR並列化コンパイラにより、逐次プログラムから自動生成することができ、マルチコアで問題となるソフトウェアの開発コスト・開発期間を大幅削減できます。またユーザによる、並列プログラムの手動作成も可能です。

OSCAR APIでは電力制御指示文も用意しており、これを用いてCあるいはFortranプログラム中から、各プロセッサコア、メモリ、コネクションネットワークの動作周波数、電圧、電源遮断も行えるため、チップ消費電力の大幅削減が可能です。

さらに、自動車等の組込システムで要求されるハードリアルタイム処理も行えるように、タイマー管理機能、ローカルメモリ、DMAC(データ転送ハードウェア)制御指示文も用意されています。

このAPIとOSCARコンパイラを同時に用いることにより、スマートフォン、次世代カメラ、ゲーム機等の情報家電用マルチコア、自動車エンジン制御用ハードリアルタイム用マルチコア、医療用自然冷却(無冷却ファン)静音衛生的マルチコア、低消費電力クラウドサーバ用マルチコア、スーパーコンピュータ用ヘテロジニアスマルチコアあるいはメニーコアなどの低消費電力並列プログラムを、短期間・低コストで作成できます。

また、本APIで記述された並列プログラムは、異なるメーカーのマルチコア間で簡単に移植が行えます。

※本ご案内は、文部科学記者会、科学記者会、経産省記者会、経済団体記者会、新聞・通信各社の科学部様にお送りしております。

【本件に関するお問い合わせ先】早稲田大学 理工学術院 情報理工学科 教授 笠原博徳

TEL: 03-5286-3371 FAX: 03-3232-3594 E-mail: kasahara@waseda.jp

【情報発信元】早稲田大学広報室広報課 担当 木綿

TEL:03-3202-5454 FAX:03-3202-9435 E-mail:koho@list.waseda.jp URL:http://www.waseda.jp/



WASEDA UNIVERSITY  
Press Release

これらにより、各種製品の開発サイクルの短縮、スマートフォン等の低消費電力化（充電頻度の軽減）が可能となり製品国際競争力を強化できます。マルチプラットフォーム化に関しては、現在までに SuperH、ARM、FR-V、V850、SPARC、Intel プロセッサ、AMD プロセッサ、IBM Power プロセッサ等、OS についても Linux、AIX、Solaris、Windows、eT-Kernel Multi-Core Edition、LWOS<sup>\*3</sup> 上での動作が確認されています。

マルチコア/メニーコアチップあるいはマルチプロセッササーバ上で、API で並列化されたプログラムを動作させるのは、当該プロセッサ用の逐次コンパイラと、早稲田大学より無料配布される API 解釈系があれば簡単に行えます。このため、巨額の費用が必要な当該チップ用並列化コンパイラの開発、あるいは並列 API をサポートするためのコンパイラの修正等が不要になります。サーバ上でも、逐次コンパイラが用意されていればプログラムの並列実行が可能です。また、OpenMP では定義されていない電力制御あるいは DMAC を用いたデータ転送などの指示文がコメント文として扱われるようになっているため、OSCAR API で記述された並列プログラムは、OpenMP コンパイラを用いても簡単に実行できます。

生成された並列プログラムのデバッグには、各種市販ツールがそのまま利用できます。

OSCAR API ver. 2.0 と OSCAR 並列化コンパイラを用い、以下のような高速化及び電力削減が実現されています。

- 携帯音楽プレーヤでも使用される AAC エンコード（オーディオ・データ圧縮）の SH4A ベース 8 コア・ホモジニアスマルチコア RP2（日立・ルネサス・早大開発）上でのリアルタイム処理時の消費電力を 1/9 に削減。
- デジタルテレビで使われる MPEG2 デコードの RP2 上でのリアルタイム処理で、電力を 1/4 に削減。
- ルネサス NaviEngine 4 コア(ARM MPCore)Linux 上で MPEG2 エンコードを逐次に比べ 3.6 倍高速化。
- 3 コア NaviEngine リアルタイム OS eT-Kernel 上で AAC エンコードを逐次に比べ 2.9 倍高速化。
- ヘテロジニアスマルチコア RPX（日立・ルネサス・東工大・早大開発）上でのオプティカルフロー計算（動画像において移動する物体を追従するプログラム）において、8 つの SH4A プロセッサと 4 つのアクセラレータ FEGA（動的再構成可能プロセッサ）利用時に逐次に比べ 33 倍高速化。
- RPX 上で、リアルタイムオプティカルフロー計算の消費電力を 1/3 に削減。
- 富士通 FR-V プロセッサベースの 4 コアマルチコア FR1000、及びルネサス SH4A ベースの 4 コアマルチコア RP1 上で、各種マルチメディア処理を 1 コアに比べ平均 3.4 倍高速化。
- 8 コア RP2 マルチコア上で、OSCAR 並列化コンパイラによる自動ソフトウェアコヒーレンス制御により、MPEG2 エンコードを逐次に比べ 6.6 倍高速化。
- 富士通 SPARC Enterprise M9000（SPARC64 VII ベース 64 コア Solaris SMP）上で、SPEC2000 171.swim ベンチマークプログラムを逐次に比べ 36 倍高速化
- 日立 SR16000（Power7 ベース 64 コア Linux SMP）上で GMS<sup>\*4</sup>地震波伝搬シミュレーションを逐次に比べ 41 倍高速化。
- SR16000 上で三菱電機重粒子線ガン治療装置用線量計算を、逐次に比較し 55 倍高速化。

本 API の仕様書、API 解釈系(近日)、並びにリリースに伴う説明資料は下記ページより無料ダウンロードできます。

URL: <http://www.kasahara.cs.waseda.ac.jp/>

以上

\*1 ホモジニアスマルチコア：同種のプロセッサコアから構成されるマルチコア

\*2 ヘテロジニアスマルチコア：汎用プロセッサと特定の計算を低消費電力で高速実行することが可能なアクセラレータから構成されるマルチコア

\*3 LWOS：NEDO“リアルタイム情報家電用マルチコアプロジェクト”での評価に使われたマルチコア用 Light Weight OS

\*4 GMS：(独)防災科学技術研究所より公開されている Grand Motion Simulator プログラム

※本ご案内は、文部科学記者会、科学記者会、経産省記者会、経済団体記者会、新聞・通信各社の科学部様にお送りしております。

【本件に関するお問い合わせ先】早稲田大学 理工学術院 情報理工学科 教授 笠原博徳

TEL：03-5286-3371 FAX：03-3232-3594 E-mail：kasahara@waseda.jp

【情報発信元】早稲田大学広報室広報課 担当 木綿

TEL：03-3202-5454 FAX：03-3202-9435 E-mail：koho@list.waseda.jp URL：<http://www.waseda.jp/>



WASEDA UNIVERSITY  
Press Release

(ホモジニアス/ヘテロジニアス)マルチコア・メニーコア用プログラム開発

API: Application Programming Interface



※本ご案内は、文部科学記者会、科学記者会、経産省記者会、経済団体記者会、新聞・通信各社の科学部様にお送りしております。

【本件に関するお問い合わせ先】 早稲田大学 理工学術院 情報理工学科 教授 笠原博徳  
TEL: 03-5286-3371 FAX: 03-3232-3594 E-mail: kasahara@waseda.jp

【情報発信元】 早稲田大学広報室広報課 担当 木綿  
TEL: 03-3202-5454 FAX: 03-3202-9435 E-mail: koho@list.waseda.jp URL: http://www.waseda.jp/



WASEDA UNIVERSITY  
Press Release

## OSCAR Heterogeneous API

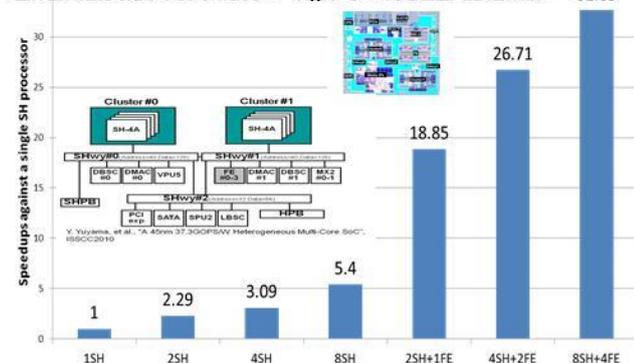
[http://www.kasahara.cs.waseda.ac.jp/api/regist\\_en.html](http://www.kasahara.cs.waseda.ac.jp/api/regist_en.html)

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Parallel Execution API           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; parallel_sections *</li> <li>&gt; flush *</li> <li>&gt; critical *</li> <li>&gt; execution</li> </ul> </li> <li>□ Memory Mapping API           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; threadprivate *</li> <li>&gt; distributedshared</li> <li>&gt; onchipshared</li> </ul> </li> <li>□ Synchronization API           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; groupbarrier</li> </ul> </li> <li>□ Timer API           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; get_current_time</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Data transfer API           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; dma_transfer</li> <li>&gt; dma_contiguous_parameter</li> <li>&gt; dma_stride_parameter</li> <li>&gt; dma_flag_check</li> <li>&gt; dma_flag_send</li> </ul> </li> <li>□ Power control API           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; fvcontrol</li> <li>&gt; get_fvstatus</li> </ul> </li> <li>□ Heterogeneous API           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; accelerator_task_entry</li> </ul> </li> <li>□ Cache control API           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; cache_writeback</li> <li>&gt; cache_selfinvalidate</li> <li>&gt; complete_memop</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Hint Directive           <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; accelerator_task</li> <li>&gt; oscar_comment</li> </ul> </li> </ul> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

\* Directives from OpenMP

### ヘテロジニアスマルチコアRP-X上での処理性能

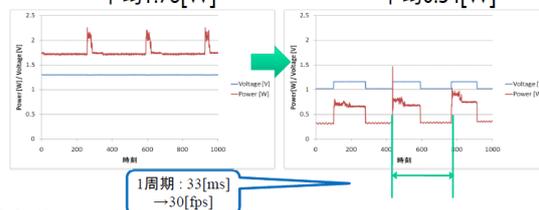
NEDO情報家電用ヘテロジニアスマルチコアプロジェクト(2006-09)  
画像動作自体のためのオプティカルフロー演算のコンパイラ自動並列化(世界初)



### オプティカルフロー(ライブラリ利用)に対するリアルタイム処理時の消費電力制御

コンパイラ制御なし  
平均1.76[W]

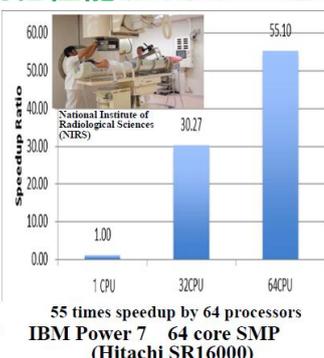
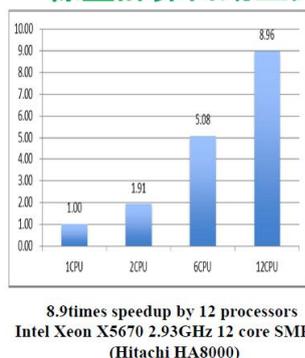
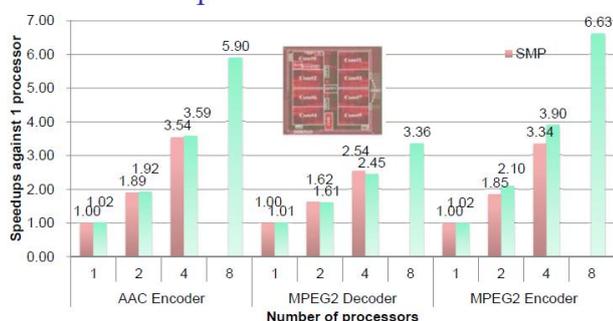
コンパイラ制御適用  
およそ70[%]の電力削減  
平均0.54[W]



### 重粒子線ガン治療装置

線量計算自動並列化性能(従来手動で16コアで2.5倍)

### Software Cache Coherent Control by OSCAR Compiler and API on RP2



※本ご案内は、文部科学記者会、科学記者会、経産省記者会、経済団体記者会、新聞・通信各社の科学部様にお送りしております。

【本件に関するお問い合わせ先】早稲田大学 理工学術院 情報理工学科 教授 笠原博徳

TEL: 03-5286-3371 FAX: 03-3232-3594 E-mail: kasahara@waseda.jp

【情報発信元】早稲田大学広報室広報課 担当 木綿

TEL: 03-3202-5454 FAX: 03-3202-9435 E-mail: koho@list.waseda.jp URL: <http://www.waseda.jp/>