

Embedded
Multicore
Consortium

www.embeddedmulticore.org

組込みマルチコアコンソーシアム

ハードベンダ/ソフトベンダ/メーカを繋ぎマルチコア活用を支援

2021-11

名古屋大学 枝廣 正人

イーソル(株) 権藤 正樹

ガイオテクノロジー(株) 岩井 陽二

インテリジェント組み込みシステム 自動運転システム

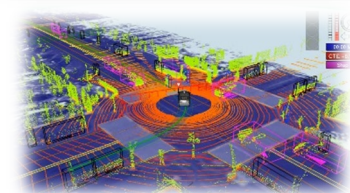
EMC
設立動機

- 自動運転技術はロボット技術とも多くの共通要素を持つ、今後有望視されるインテリジェント組み込みシステムの一つ
- 自動運転に至るまでの多くの技術が段階的に実用化されつつある
- 自動運転における認知、判断では非常に大きなコンピューティングパワーが必要
- 操舵においても、例えば欧州OEMでは3コアは量産済み、次は6コアと述べている

これらのセンサー情報は「センサーフュージョンによって統合しており、車両周囲の状況を正確に把握できるようにした」(同社)とする。センサーフュージョンには、マルチコアのプロセッサーを使用したという。

※日経エレクトロニクス2014年10月13日号

「JETSON TK1」を搭載した
車両による自動運転デモ



組み込みマルチコアの課題

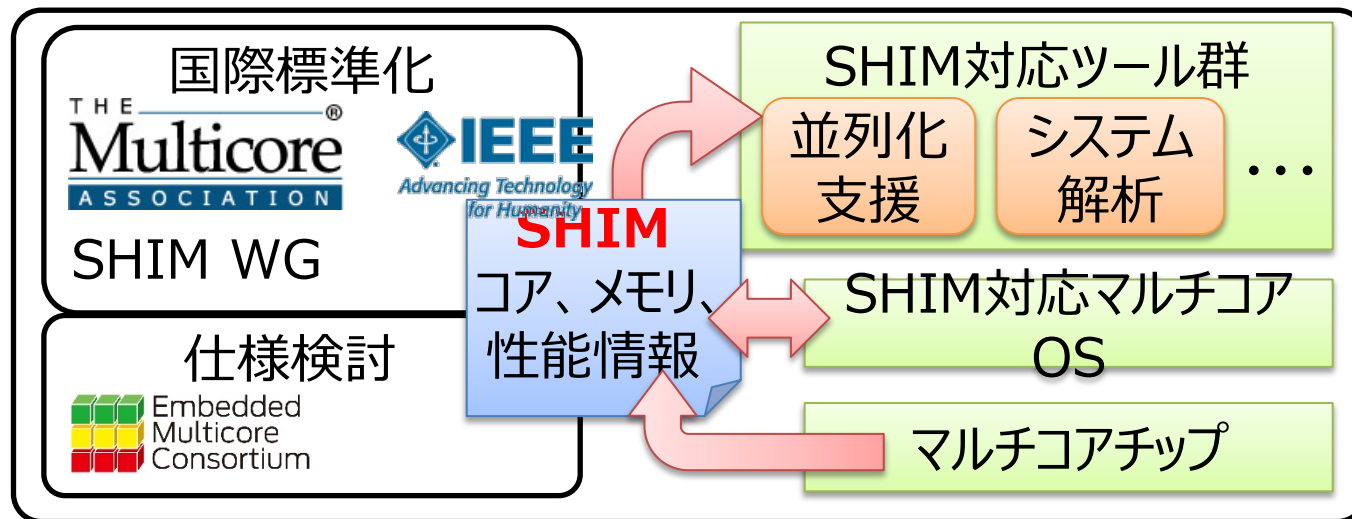
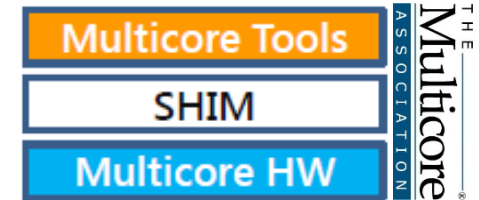
EMC
設立動機

- マルチコアプロセッサはアーキテクチャの自由度が高く、各種ツールやプラットフォーム支援が重要
- 様々な並列化手法、ライブラリ、ツールを組合せるには様々な知見が必要
- システムベンダから半導体ベンダまで、すべての関連技術の協働が必要
- 関連業界で協力・連携し、(1) 活用支援、(2) ビジネス推進、(3) 市場の活性化貢献を実現することが必要

様々なベンダや大学が集まり連携するための場が求められている
→2014年10月組み込みマルチコアコンソーシアムを設立

組み込みマルチコアコンソーシアムの取り組み

- SHIM 1.0 の標準化に貢献 (Software-Hardware Interface for Multi-many-core)
 - 多様なマルチコアチップを抽象化したXML記述
 - コア種類・数、メモリ配置、アドレスマップ、通信、コア→メモリ性能情報等が、数百ページの説明書を読まずとも、機械的に読める
 - 性能情報の例：コアAからメモリ番地Xにアクセスしたときの(best, typ, worst)レイテンシ
 - ツール群、OS等がSHIM対応することにより、多様なマルチコアチップを共通的に扱えるようにすることが目的



```
<MasterSlaveBinding slaveComponentRef="LRAM_B
  <Accessor masterComponentRef="CPU_B0C0P2">
    <PerformanceSet>
      <Performance>
        <accessTypeRef>Instruction_Fetch</acc
        <Pitch best="1.0" typical="1.0" worst
        <Latency best="1.0" typical="1.0" wor
      </Performance>
      <Performance>
        <accessTypeRef>Load_Aligned_Byte</acc
        <Pitch best="1.0" typical="1.0" worst
        <Latency best="1.0" typical="1.0" wor
      </Performance>
```

コア→メモリ性能情報
SHIM記述例

これまでの会員向け公開成果

- マルチコア技術導入ガイド
 - 主にマルチコア特有の技術に関し、基本的な事項を経験豊かな専門家によってわかりやすく解説。⇒EMC WWWより一般公開
- SHIM利用文書およびサンプルプログラム類
 - ⇒一部GitHubのopenshimより一般公開
- モデルベース並列化プログラム類（名古屋大版評価バイナリ配布）

1-2 可視化を行う理由（2）OSオブジェクト状態の可視化

組み込みシステムではOS（RTOS）を使う事が多い、RTOSはOSオブジェクトの状態をログとして記録する機能があるが、ログからは現象の把握は容易ではないため、可視化が重要である

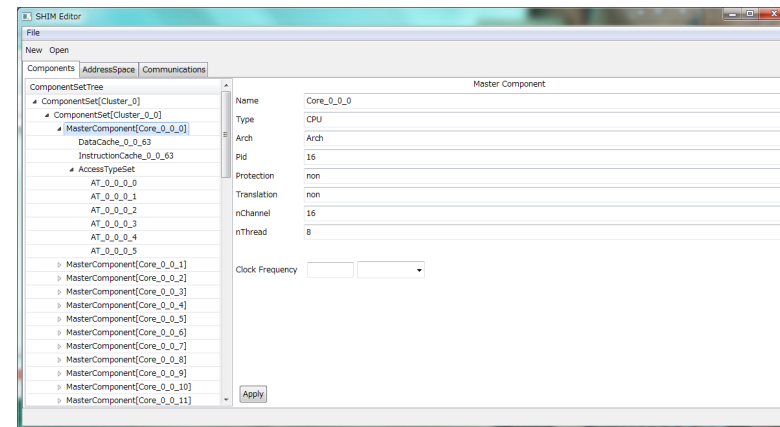
- ログでは、各コアのイベントが1次元で並んでいるため、コア間の関係が読み取りづらい

デッドロックが発生している例

```
[60690867]: [1]: enter to wai_sen semid=1.
[60691406]: [1]: leave to wai_sen state=0.
[60691582]: [2]: enter to wai_sen semid=1.
[60691593]: [2]: task 1 becomes WAIT.
[60691788]: [1]: enter to sig_sen semid=1.
[60691975]: [1]: leave to sig_sen state=0.
[60692360]: [2]: task 2 becomes RUNNABLE.
[60692484]: [2]: dispatch to task 2.
[60692586]: [2]: leave to wai_sen state=0.
[60692708]: [1]: enter to wai_sen semid=1.
[60692798]: [1]: task 1 becomes WAIT.
[60692914]: [2]: enter to wai_sen semid=2.
[60692920]: [2]: task 2 becomes WAIT.
```

8

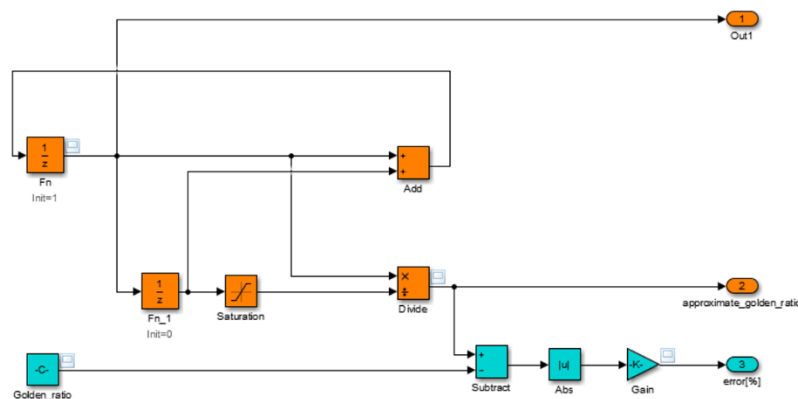
←マルチコア
技術導入ガイド



↑SHIM Editor

これまでの一般向け公開成果

- MCA MPP和訳 (Multicore Programming Practice)
 - マルチコアを利用するための基本知識とベストプラクティス集
 - 2017.3組込みマルチコアコンソーシアム ダウンロードページに公開
 - 2020.11現在 595ダウンロード
- モデルベース並列化サンプル
 - 簡単なサンプルモデルと結果



並列化モデル

データ読み書き間の依存性は計算の部分的な順序を決定する。順序を制限するデータ依存には3つのタイプがあり、真のデータ依存、逆依存、出力依存がある。(図8)

真のデータ依存は、あるデータ値への書き込みが終わるまでは読み込みができないような操作間の順序を示す。これはアルゴリズム内の基本的な依存であるが、このデータ依存性の影響を最小化するようアルゴリズムを改良することもできる場合もある。

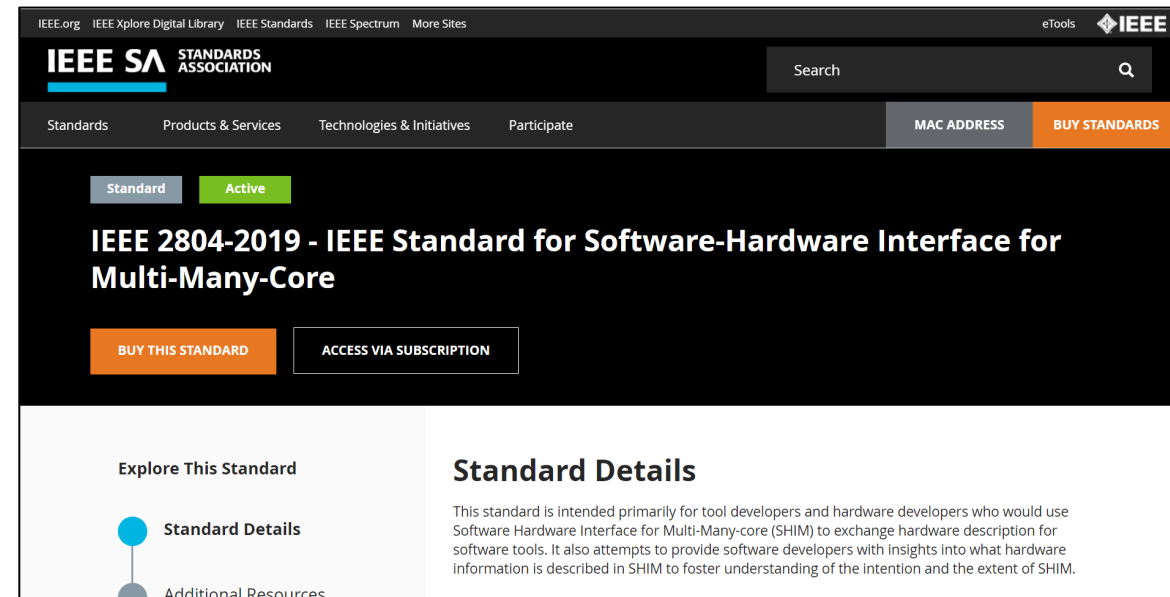
MPP

組込みマルチコアコンソーシアム最近の取り組み

- SHIM2.0
 - 2019年IEEE標準化(IEEE2804-2019)⇒IEC標準に向けて活動中
 - ヘテロジニアス拡張、アーキテクチャ詳細記述、電力記述, etc.
 - GitHub openshimに計測ツール公開（後の講演）
- Multicore Association資料公開
- マルチコア技術導入ガイド公開
- マルチコア向けプログラミング手法(EMC Blog)
 - 2020年：はじめての並列化、2021年：並列処理の不具合と対策
 - 本日の講演「マルチコアソフト開発実践編 ～並列処理の不具合と対策～」

SHIM2.0がIEEE標準に！

- SHIM2.0では以下の課題について強化
 - ヘテロジニアス対応 / LLVM-IRでは表しきれない命令
 - ハードウェアが持つ画処理・知能処理関数アクセラレータ等
 - 電力見積
 - DVFS (Dynamic Voltage & Frequency Scaling)
 - 通信競合
 - 特にマルチコアでの見積に重要
 - アーキテクチャの表現強化
 - Out-of-Order, SIMDなど
 - キャッシュ/メモリアーキテクチャの表現強化
 - モジュール化による記述量削減
 - etc.



- IEEE標準として承認⇒IECとのDual Logoに向けて活動中



Search or jump to...

[Pull requests](#) [Issues](#) [Marketplace](#) [Explore](#)

[openshim / shim2](#) Public

[Watch](#) ▾

2

[Star](#)

1

[Code](#)

[Issues](#) 1

[Pull requests](#)

[Actions](#)

[Projects](#)

[Wiki](#)

[Security](#)

[Insights](#)

[master](#) ▾

[1 branch](#) [0 tags](#)

[Go to file](#)

[Add file](#) ▾

[Code](#) ▾

About

No description, website, or t

[Readme](#)

[MIT License](#)

Releases

No releases published

[Create a new release](#)

Packages

No packages published

[Publish your first package](#)



[masakigondo](#) Update README.md

152951e 12 days ago [14 commits](#)

docs	first	10 months ago
plugins	plugin check	9 months ago
samples	first	10 months ago
schema	add shim20.xsd	16 months ago
shim-measure		12 days ago
sources		10 months ago
tools		3 months ago
LICENSE.txt	add new file	2 years ago
README.md	Update README.md	12 days ago

shim-measure: 計測ツール
tools: SHIM Editor

MCA仕様書

[\[To English Page \(英文ページへ\)\]](#)

2020年にMCA (Multicore Association)が解散した後、一部の仕様書類は組込みマルチコアコンソーシアム (EMC) に寄贈されました。本ページではそれらの仕様書類をWikipediaにおける解説と共に公開しています。

Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Multicore_Association (referred on June 9, 2021).

● MCAPI V2.015

2008年、Multicore Communications API (MCAPI) ワーキンググループは、MCAPI と呼ばれるMCA最初の仕様をリリースしました。MCAPIはメッセージパッシングAPIであり、組込みシステム内の比較的近距離に分散する要素（チップ上の複数コアや回路基板上の複数チップ）間に必要な通信と同期の基本APIを提供します。MCAPIは複数次元の不均一性 (heterogeneity) に適用可能です。不均一性の例としては、プロセッサコア、インターコネクトファブリック、メモリ、オペレーティングシステム、ソフトウェアツールチェーン、プログラミング言語などがあります。

NEWS · 2021/09/30

2020 EMC 「マルチコア適用ガイド」資料公開

「マルチコア適用ガイド」統合版にてリニューアル致しました。下記「ダウンロード」ボタンより資料ご参照ください。また、ガイドに関して、下記のコメント欄から皆さまのご意見をお聞かせ下さい。



マルチコア適用ガイドVer1.0.pdf

PDFファイル [10.2 MB]

ダウンロード

マルチコア適用ガイド Ver1.0

<“マルチコア適用ガイド”の各章>

- 1章 <並列化フロー> 完成度の高いマルチコアソフトウェアを効率よく作成するための開発手順
- 2章 <動作の見える化> マルチコアの問題解決に役立つ可視化の技術
- 3章 <テスト設計> マルチコア用プログラムを対象としたテストの勘所
- 4章 <品質評価> 組込みシステムをマルチコア化したときに確保すべき品質とは
- 5章 <自動車応用> 車載システム向けのドメインごとの特徴とマルチコア対応
- 6章 制御系マルチコア・ハードウェアの特徴とユースケース
- 7章 自動車 機能安全へのマルチコア適用
- 8章 並列処理ソフトウェアの課題と対策技術
- 9章 <Appendix>組込みマルチコア用語集

コンソーシアム活動

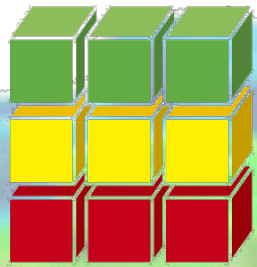
- マルチコア向け開発支援ツールのためのハードウェア抽象化記述SHIM標準化と導入支援 (SHIM委員会)
 - SHIM (Software-Hardware Interface for Multi-Many-Core)
 - SHIM WG, Multicore Association (Chair: M. Gondo (eSOL))
 - NEDO省エネPJから仕様提案、MCA標準として2015年2月V1.0、2019年1月V2.0、2019年秋IEEE標準に
- リファレンスとしてSHIMを利用したマルチコア向け設計支援ツール群を開発
 - MCAとしても公開するSHIM Editorと性能計測ツールに加え、設計支援ツール群を会員向けに無償公開。所定の期間経過後に一般にも公開する可能性有
 - モデルベース並列化委員会
- 様々な並列化手法の知見共有とガイドラインの検討
 - マルチコア適用委員会
- セミナー開催、技術情報提供、MCAとの連携

今後のEMC

- SHIM2.0のIEC標準化、SHIM3へ
 - SHIM3ではプラットフォーム（基本ソフトウェア含む）のレイテンシについて検討
- ヘテロジニアス向けMBPをはじめとしたツール類の会員向け公開
- マルチコア初心者が開発を成功させるための方法論
- マルチコアに関する知見のフィードバック
 - アンケートにご記入ください
- 活動にご意見をいただくとともに一緒に検討しましょう！

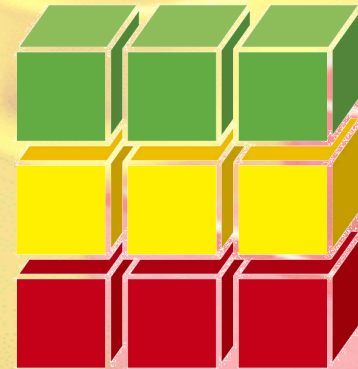
メンバーシップ

- 会員（2021年11月現在14団体）
 - アイシン精機、ルネサス エレクトロニクス、NSITEXE、eSOL、ガイオテクノロジー、萩原エレクトロニクス、三菱電機、大阪大学、埼玉大学、名古屋大学、早稲田大学アドバンスドマルチコアプロセス研究所、他
 - 相互協力：JASA、MCA(Multicore Association)
- メンバーシップ構成
 - 正会員（入会金なし、年会費20万） 準会員、特別会員
 - 詳細は <http://www.embeddedmulticore.org/>
- （参考）SHIM WG Primary Contributing Members
 - Cavium Networks, CriticalBlue, eSOL, Freescale, Nagoya University, PolyCore Software, Renesas, Texas Instruments, TOPS Systems, Vector Fabrics, and Wind River.



Embedded
Multicore
Consortium

www.embeddedmulticore.org



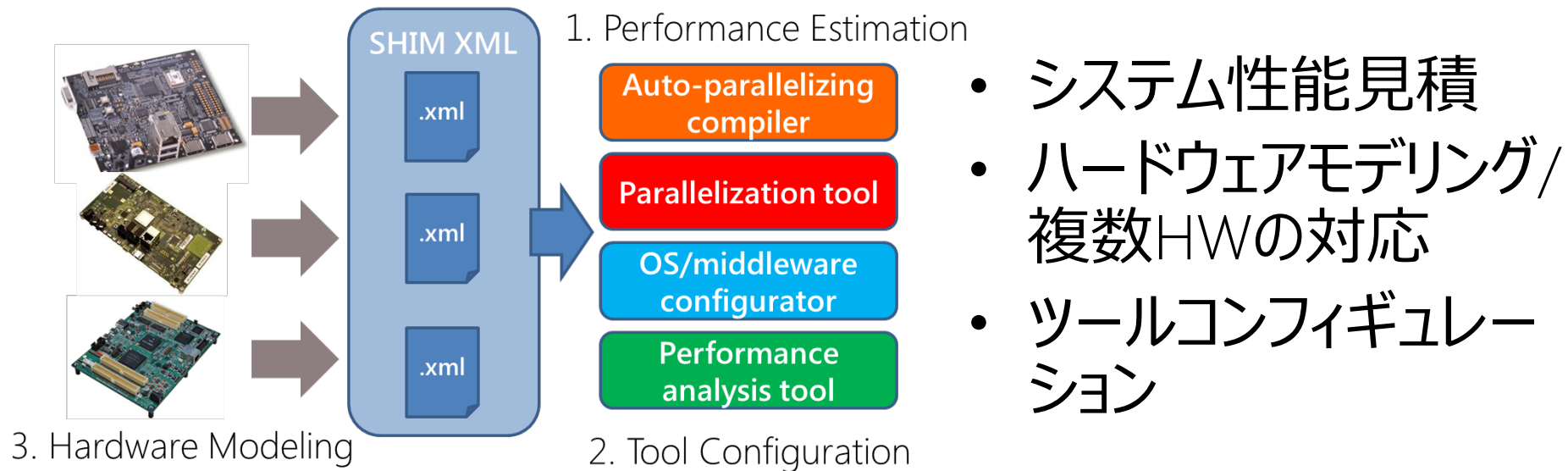
Embedded
Multicore
Consortium

www.embeddedmulticore.org

SHIM委員会

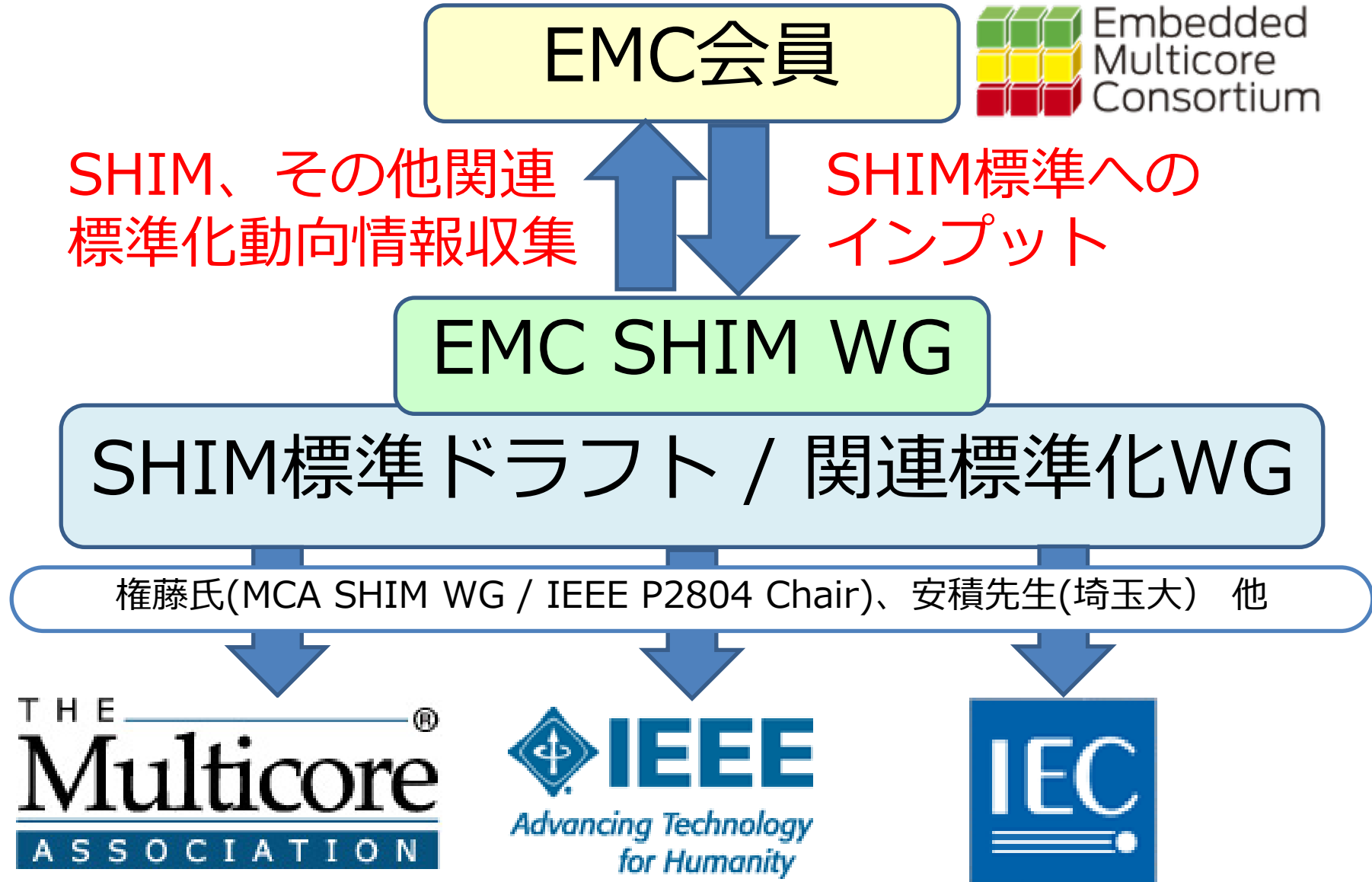
- WG構成
 - 委員長：権藤（イーソル）
- 活動計画
 - 定例委員会を開催
- 期間：2015/3～2022/3（原則として継続）
- 対象：SHIM仕様及びその適用
- 最近の話題
 - SHIM v2.0、2019年1月MCAより公開、IEEE標準に
 - パイプラインアーキテクチャ、メモリ階層、バス・ネットワーク、電力、ヘテロジニアス構造、などを強化
 - Editor、計測ツールを公開
 - SHIM v3.0 検討開始

SHIMのユースケースとメリット



- マルチコアにおけるアプリケーション実行性能見積
- マルチコア選定時のアプリケーション実行性能比較
- 異なるマルチコアへのアプリケーション移植の際の性能見積
- 複数マルチコアをターゲットとしたソフトウェア部品開発
- 特定アプリケーション向けに特化したマルチコアを企画する際の性能評価
- マルチコア向け開発支援を行う各種ツールの開発コスト低減とSHIM対応ツールエコシステム

SHIM委員会と会員メリット



モデルベース並列化委員会 (MBP)

- WG構成
 - 委員長：枝廣（名大）
- 活動計画
 - 定例委員会を開催
- 期間：2015/3～2022/3（原則として継続）
- 対象：Simulinkモデルベースからマルチコア向けの設計方法論

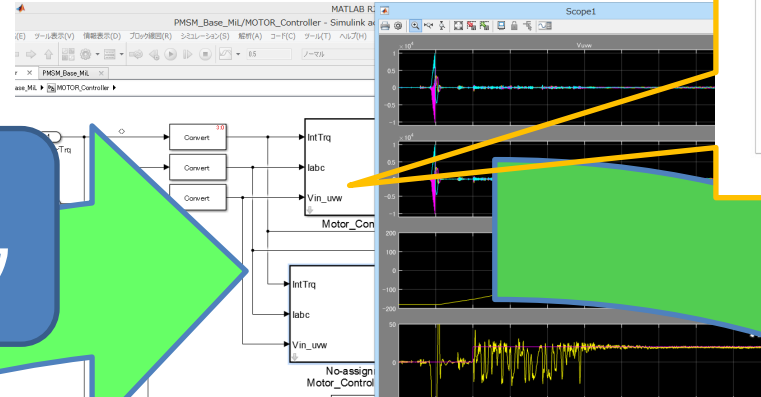
- 最近の話題
 - ヘテロジニアス・アーキテクチャ対応
 - モデルレベルでの並列性能向上

モデルベース並列化 (MBP)

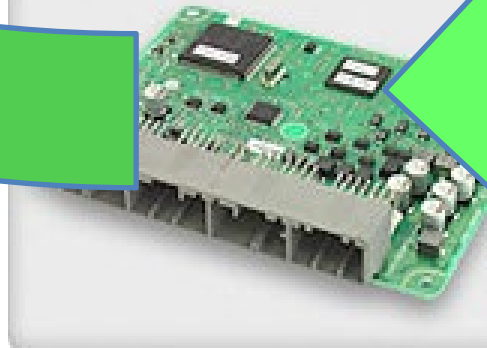
制御設計に
フィードバック

制御設計での並列性考慮が
実機での制御性能・実装性能の鍵

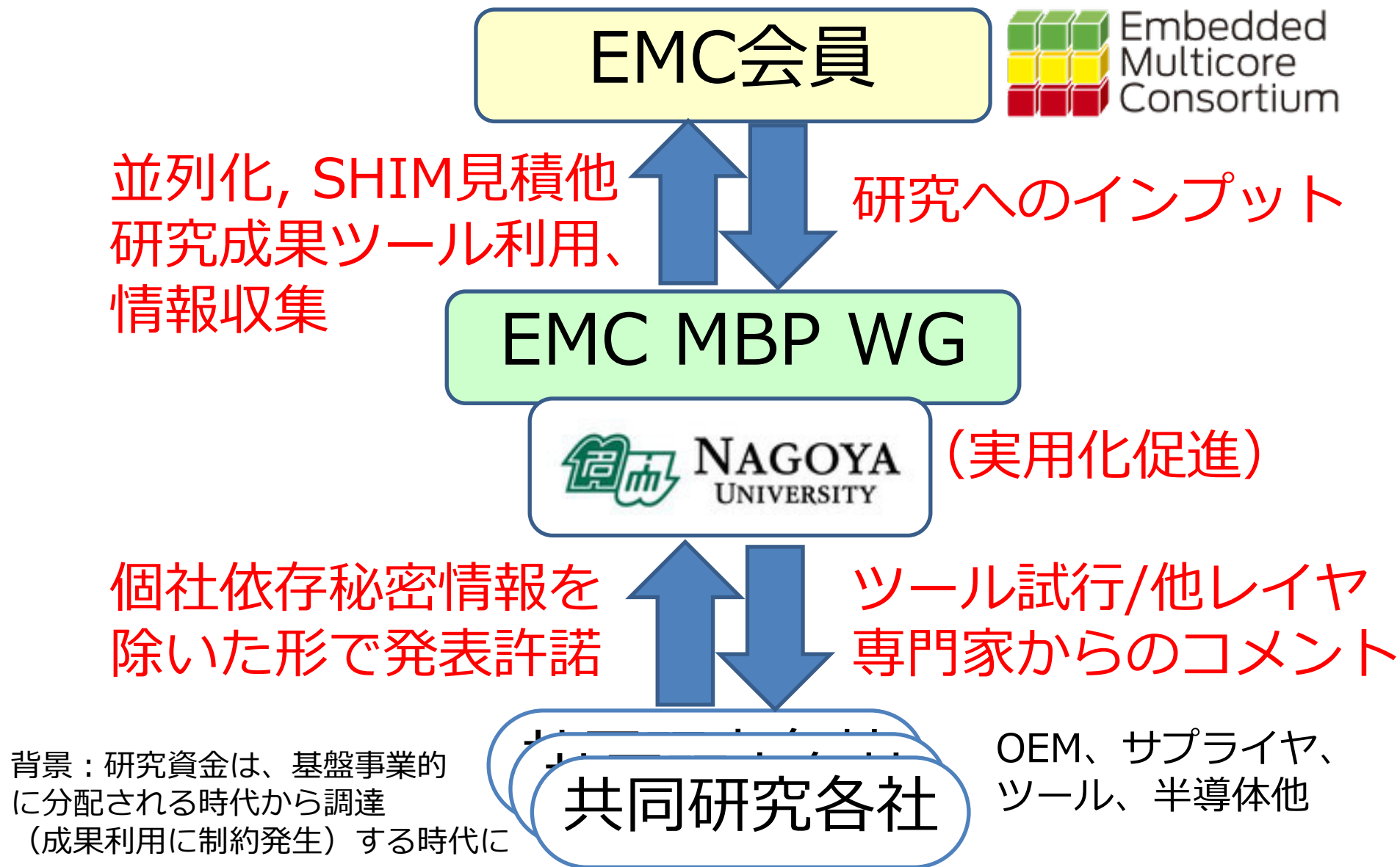
モデルレベルで
並列性を抽出し、
並列化コード生成



ハイブリッド専用ECU



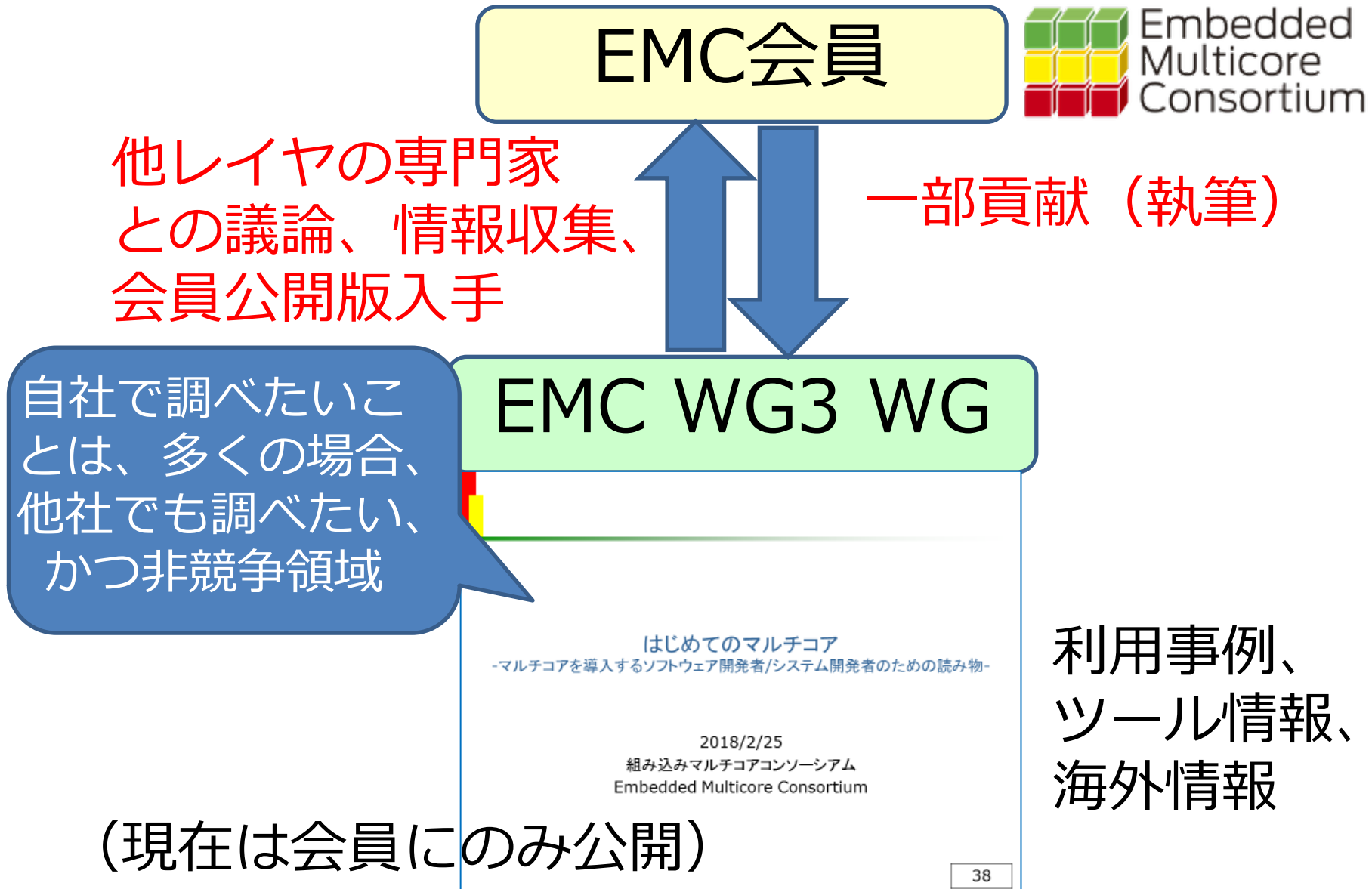
MBP委員会と会員メリット



マルチコア適用委員会 (WG3)

- WG構成
 - 委員長：岩井（ガイオテクノロジー）
- 活動計画
 - 定例委員会を開催
- 期間：2017/1～2022/3（原則として継続）
- 対象：マルチコアを積極的に活用する方法やマテリアル
- 最近の話題
 - 「マルチコア技術導入ガイド」
 - マルチコア初学者向け活動（EMC Blog）
 - 知見のフィードバック
 - マルチコアに関する相談⇒アンケート
 - 実証プロジェクト

マルチコア適用委員会と会員メリット



参考: 海外での組込みマルチコア活動

- EUのマルチコア向けプロジェクト（自動車/航空/鉄道）
 - ARAMIS II : 安全系マルチコアプラットフォーム（24Mユーロ）
 - PANORAMA, AMALTHEA4public, APP4MC : オープン・マルチコア開発環境（旧AMALTHEA, AMALTHEA2）
 - PROXIMA: マルチコア・確率的時間解析（7Mユーロ）
 - ALMA: 並列アルゴリズム（3Mユーロ→スピナウト）など
- Multicore Association : 米国中心のマルチコア技術標準化団体

