

JAMA電子情報フォーラム2018

最先端デジタル技術の実用検証

C A E 先端技術開発とスパコン多様化に向けた取り組み

一般社団法人 日本自動車工業会

電子情報委員会
デジタルエンジニアリング部会

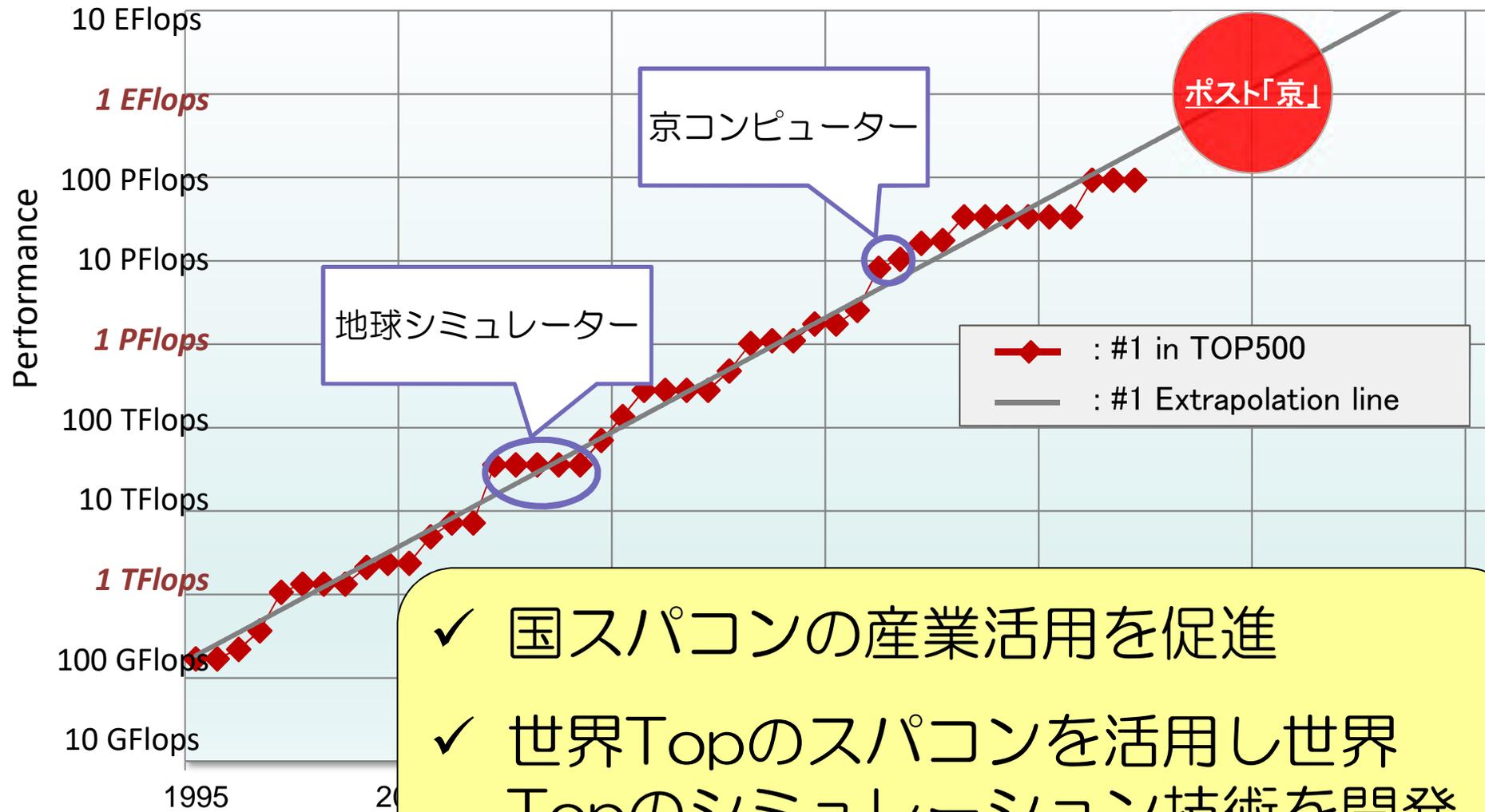
C A E W G

主査： 梅谷 浩之

2018年2月16日

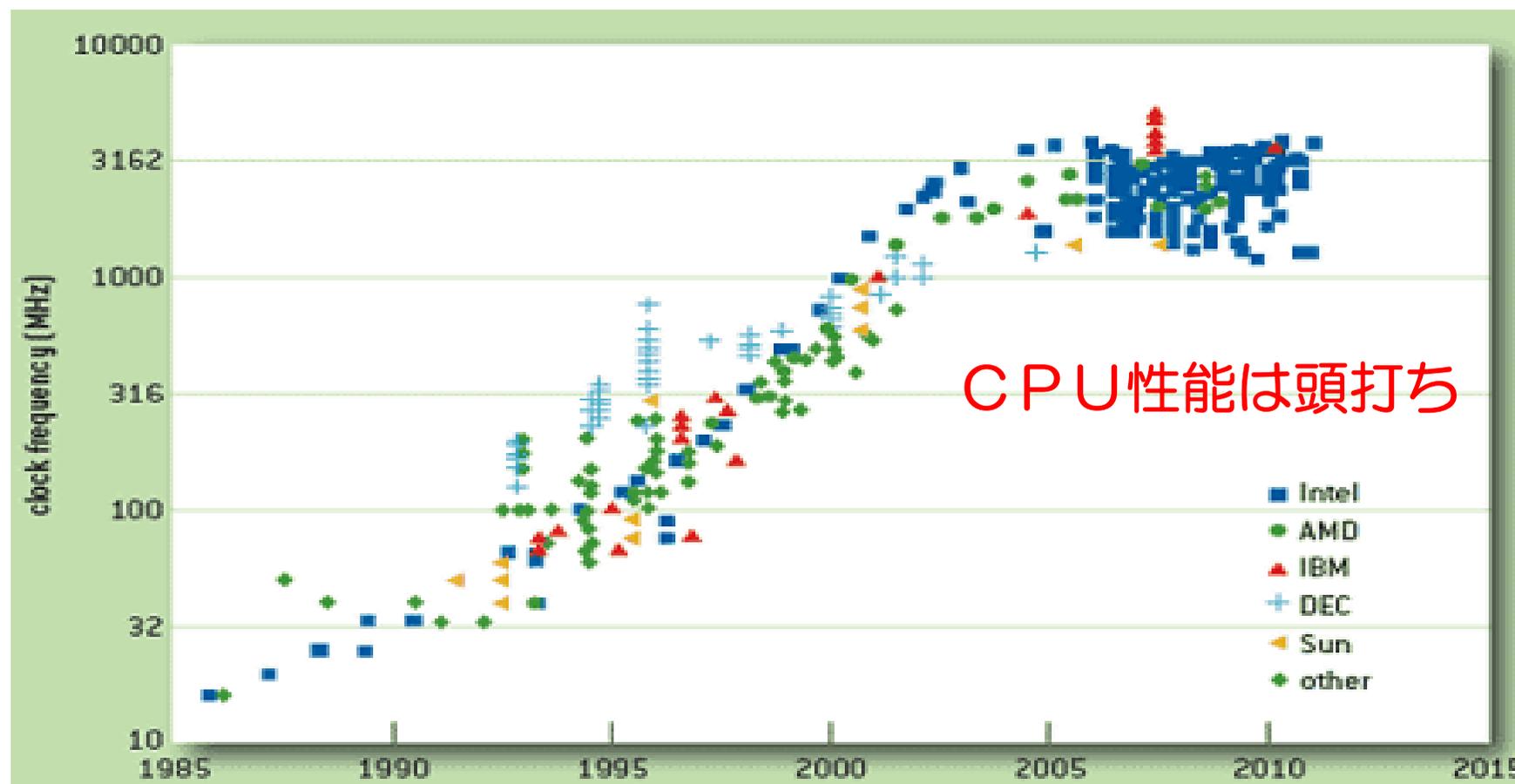
1	背景
2	活動の目的
3	活動内容と成果（スパコン多様化調査）
4	活動内容と成果（先端技術検証）
5	来年度の活動

1. 背景



- ✓ 国スパコンの産業活用を促進
- ✓ 世界Topのスパコンを活用し世界Topのシミュレーション技術を開発

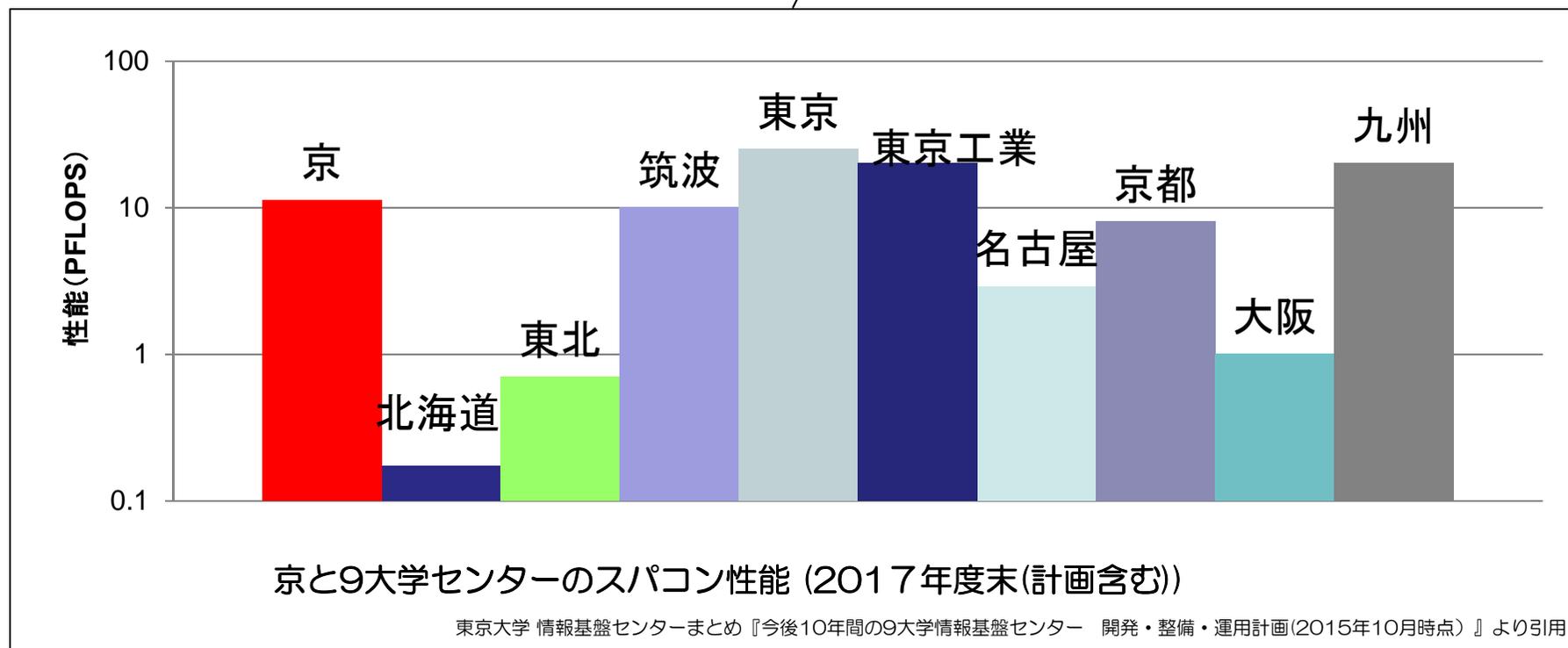
ムーアの法則終焉への対応
「最速スパコン」を自身でみつける必要がある

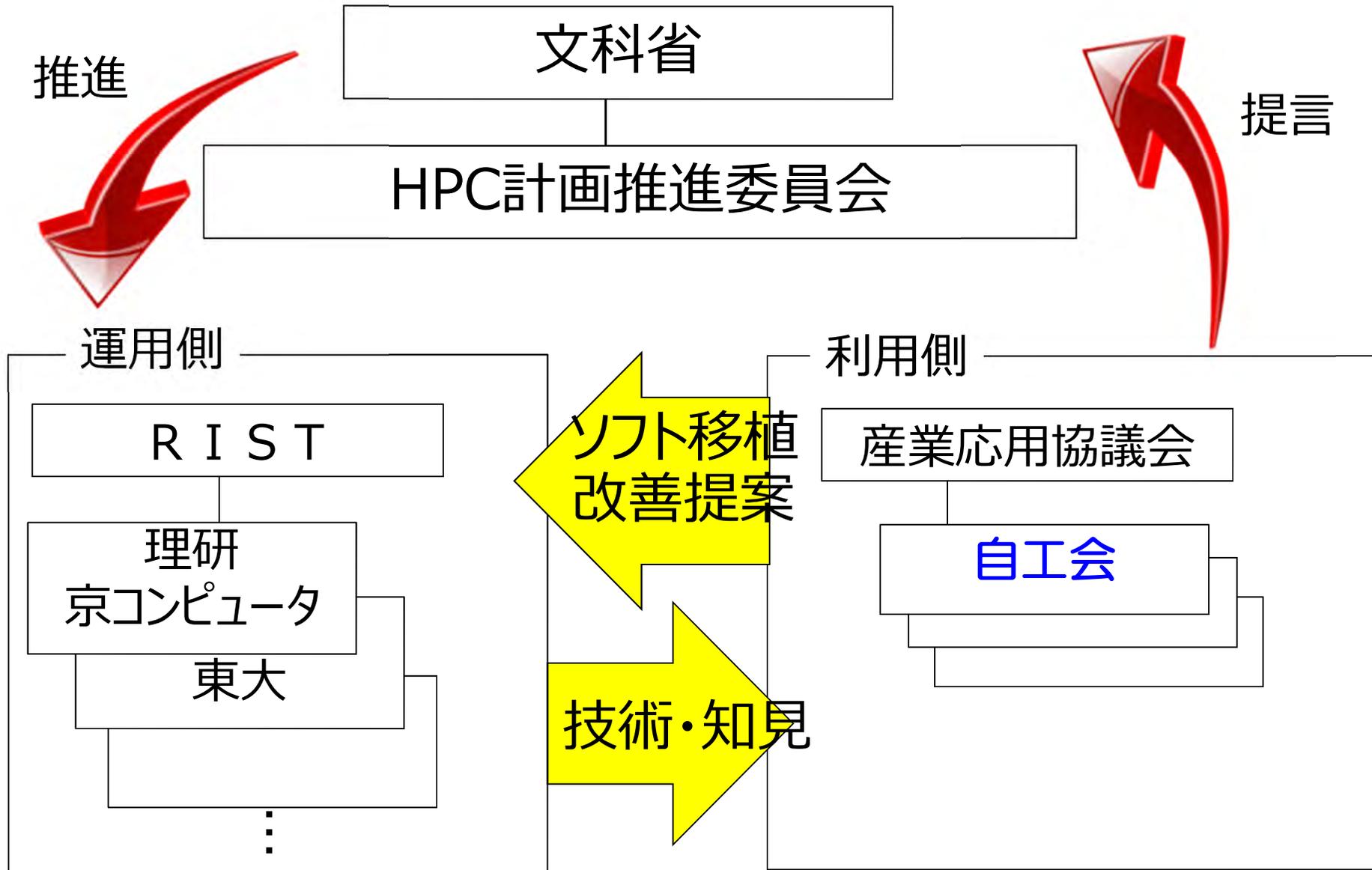


Source : <http://gigazine.net/news/20130725-40-year-cpu-history/>

背景 スパコンの多様化

メニコア（東大）、加速器（東工大）など大学・研究機関のスパコンが多様化。能力も京を越えるものが複数存在



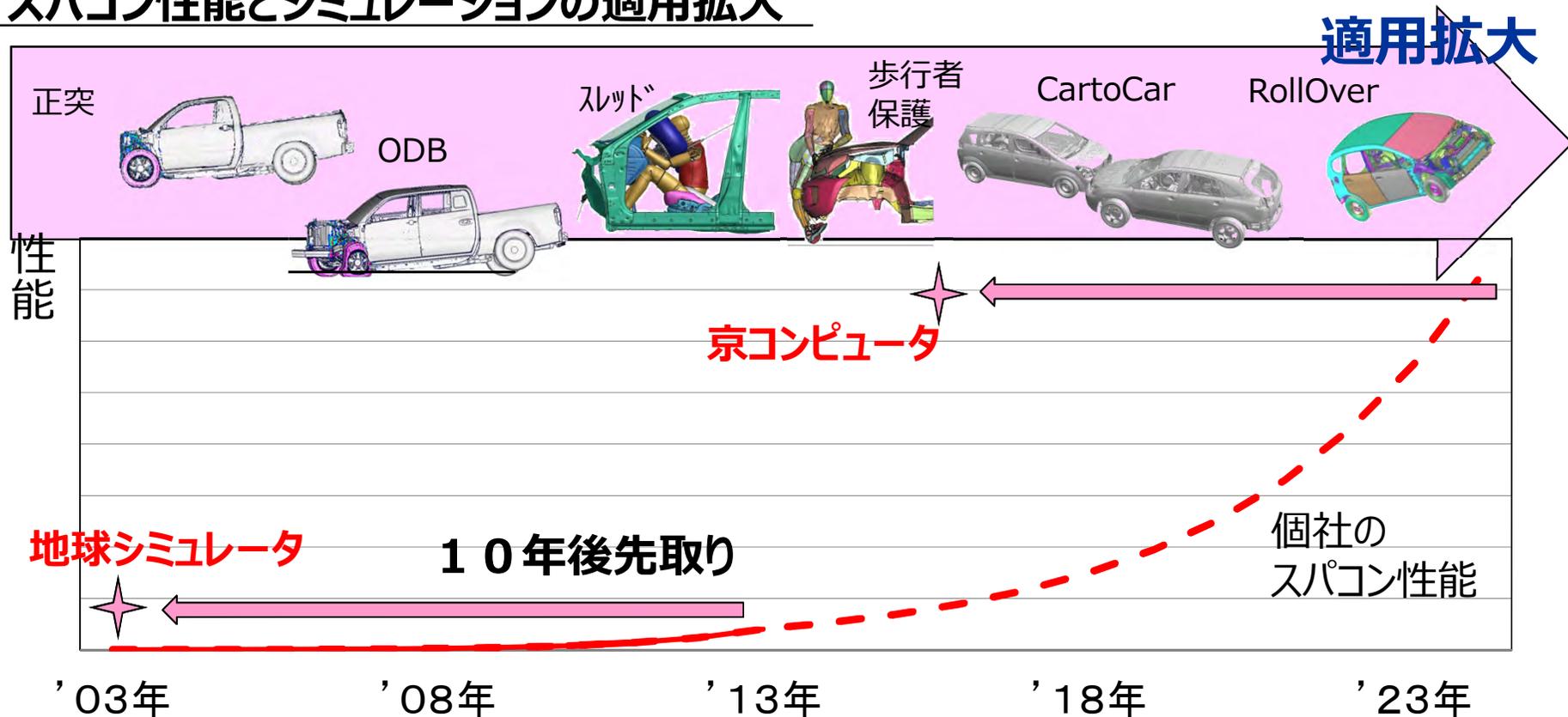


2. 活動の目的

活動の目的 先端シミュレーション技術開発

世界トップクラス性能をもつ京など国のスパコンを活用し
技術開発を10年先取り

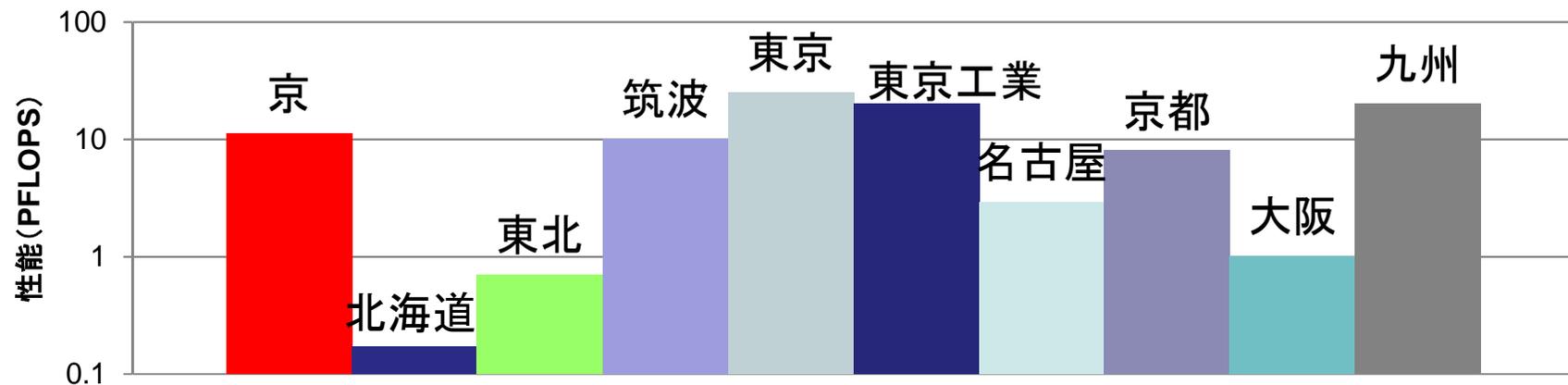
スパコン性能とシミュレーションの適用拡大



活動の目的 スパコン多様化調査

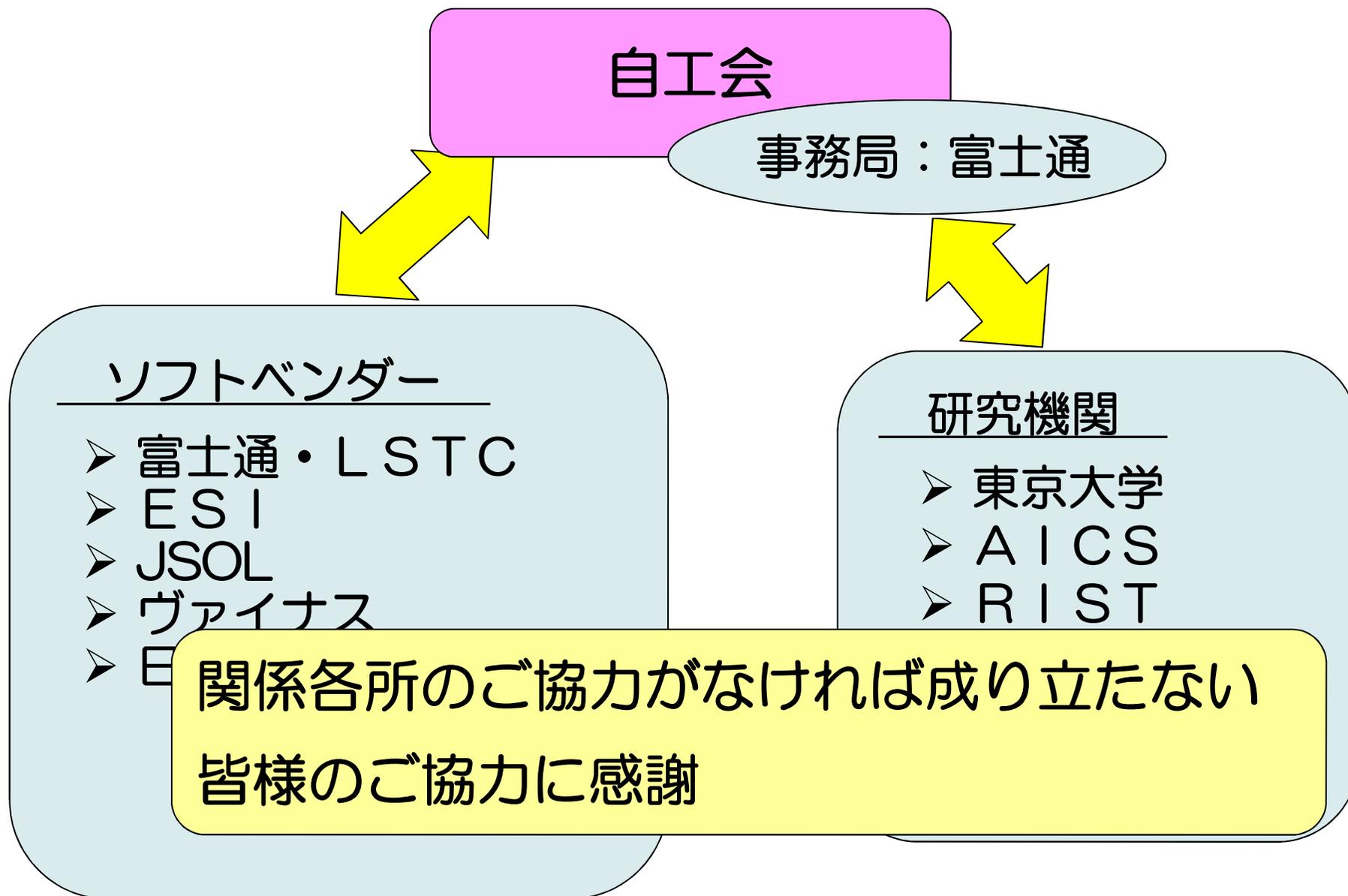
これまで) 毎年、スパコン性能が向上
ユーザーはその恩恵をうけられた
今後) ハードとソフトの組み合わせ・改良で
努力して性能向上をはかる時代

多様なスパコンによる、性能調査を実施



京と9大学センターのスパコン性能 (2017年度末(計画含む))

東京大学 情報基盤センターまとめ『今後10年間の9大学情報基盤センター 開発・整備・運用計画(2015年10月時点)』より引用



3. 活動内容と成果 (スパコン多様化調査)

狙い:

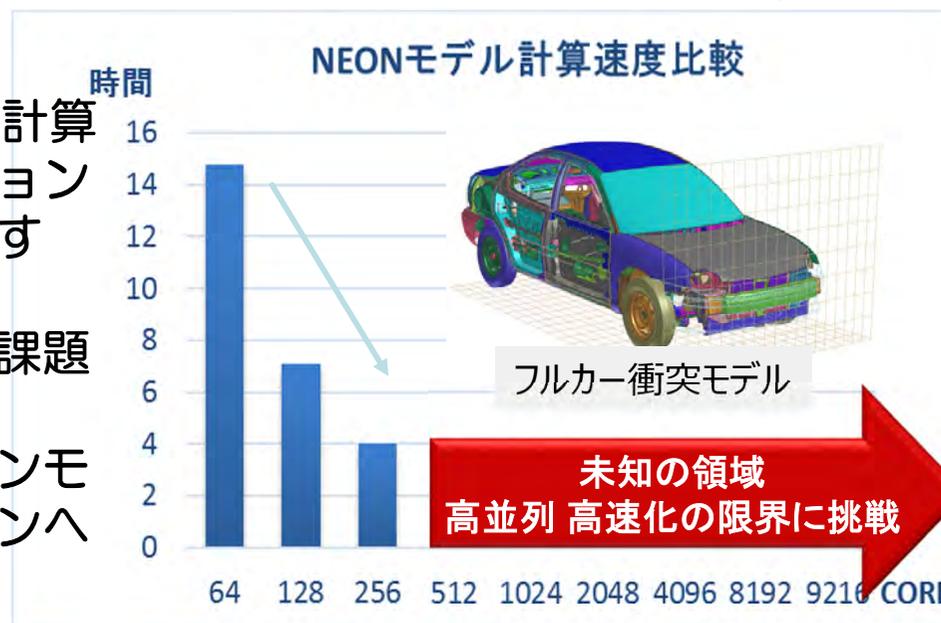
多様化するスパコンの1つ ManyCoreタイプのスパコンにおける CAEソフト速度検証・実力把握

目標:

ManyCoreスパコン 高並列計算の限界性能・技術課題の把握

実施内容: 衝突シミュレーションソフト ESI VPS Solver による高並列大規模計算性能検証

- ManyCoreの特徴である高並列計算処理が現在の衝突シミュレーションソフトで利用可能であるか確認する。
- 並列処理の限界性能・将来技術課題を把握する。
- 検証には複数のシミュレーションモデルを用い、各シミュレーションへの適性・実用性を確認する。



- 効果:**
- ManyCoreスパコンにおける衝突シミュレーションの適性確認
 - 高並列計算技術によるリアルタイムシミュレーションの実現性・技術課題の把握 例: 現状数十時間の衝突解析を1時間以内

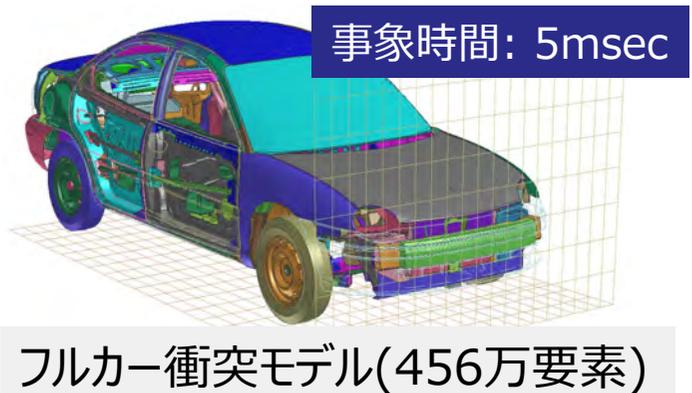
初期に生じた技術課題

■ 計算使用CPU

KNL (Intel(R) Xeon Phi(TM) CPU 7250 @ 1.40GHz)

■ 技術課題 1

VPSソルバーの計算実行は可能だが、モデル規模や実行環境によらず、**速度が著しく遅い** (通常Intel CPUの100倍)



	node/core	KNL(Oakforest)	KNL(intel)	Broadwell (intel)
フルカー衝突モデル	1 node/68core	4,300 min*)	5,640 min*)	49 min (44core)

■ 技術課題 2

複数ノードによる**並列計算実行ができない**

Broadwell: E5-2680 v4 @ 2.40GHz

*)10時間経過時の進捗から推定

以下対応策で解決

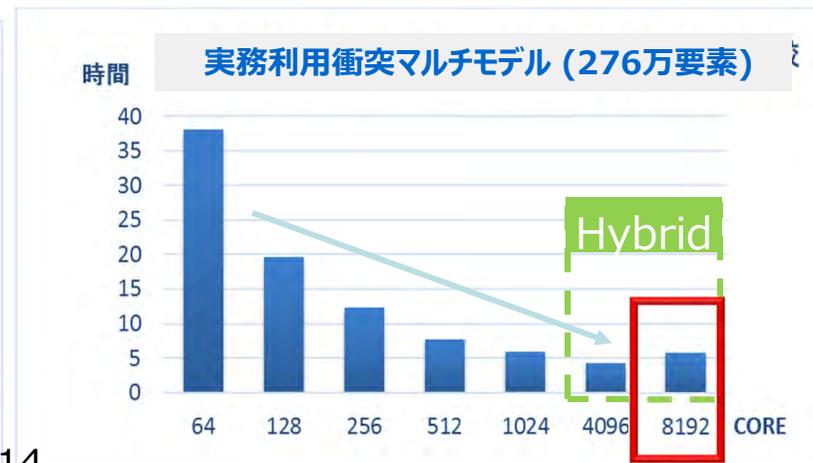
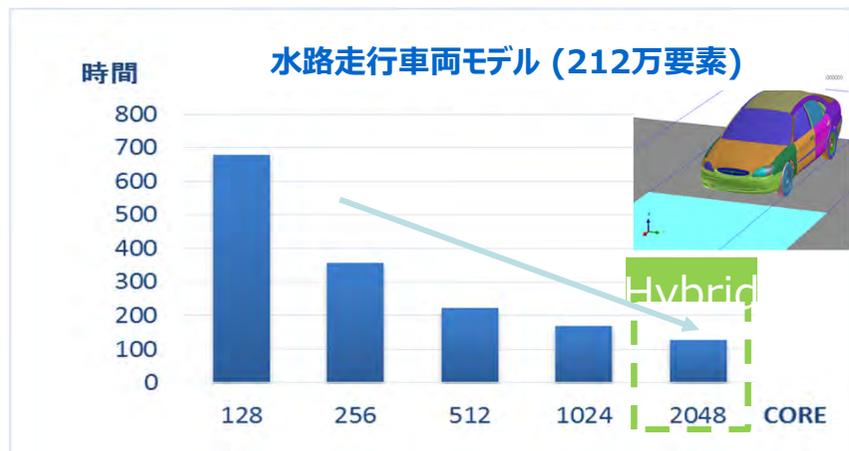
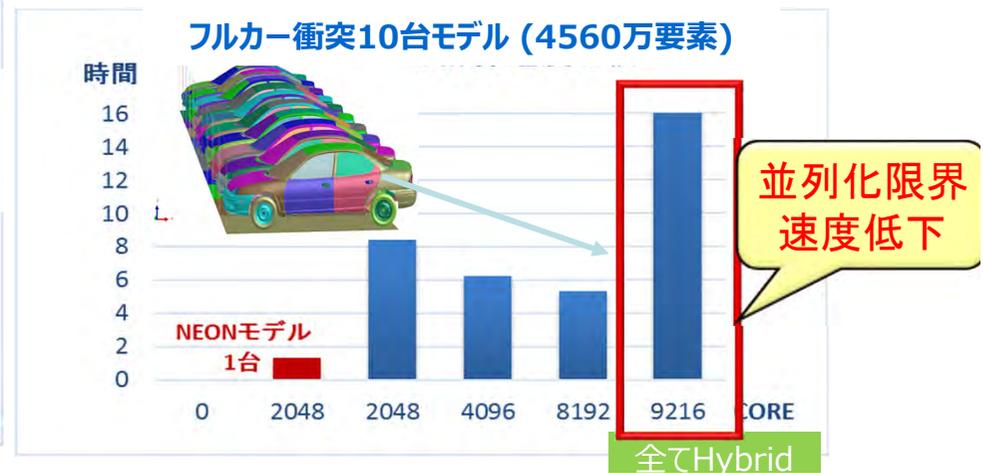
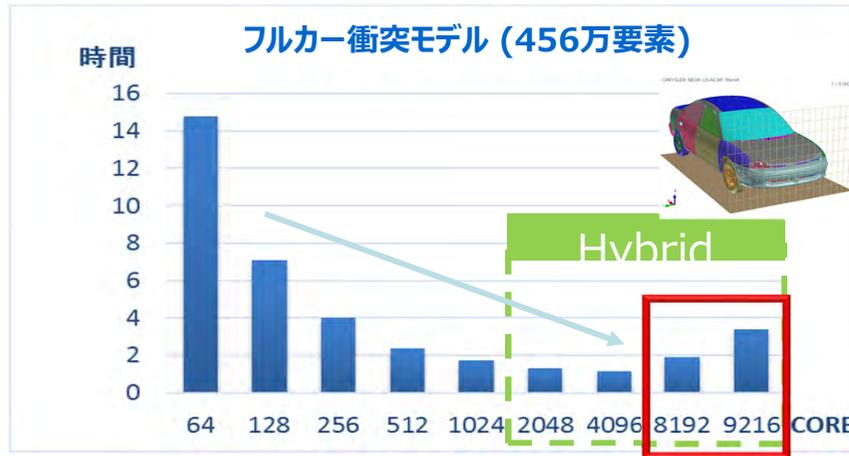


- 対応1 並列計算用MPIライブラリの変更 (Platform MPI 9.1.2 > Intel MPI 5.1.3)
- 対応2 ソフトウェアの標準実行方法ではなく、MPI並列プログラムの標準実行コマンドを使用

	node/core	KNL(Oakforest)	KNL(intel)	Broadwell (intel)
フルカー衝突モデル	1 node/68core	59 min	5,640 min	49 min (44core)

課題解決の結果として得られた成果

- 大規模モデル（4560万要素）および、実務利用モデル（マルチモデル）の計算実行を確認できた
- 通常モデルで4096並列、大規模モデルでは8192並列計算までのスケラビリティを確認できた



4. 活動内容と成果 (先端技術検証)

今年度は安全と環境について2テーマを実施中

<安全>

子供自転車衝突解析

<環境>

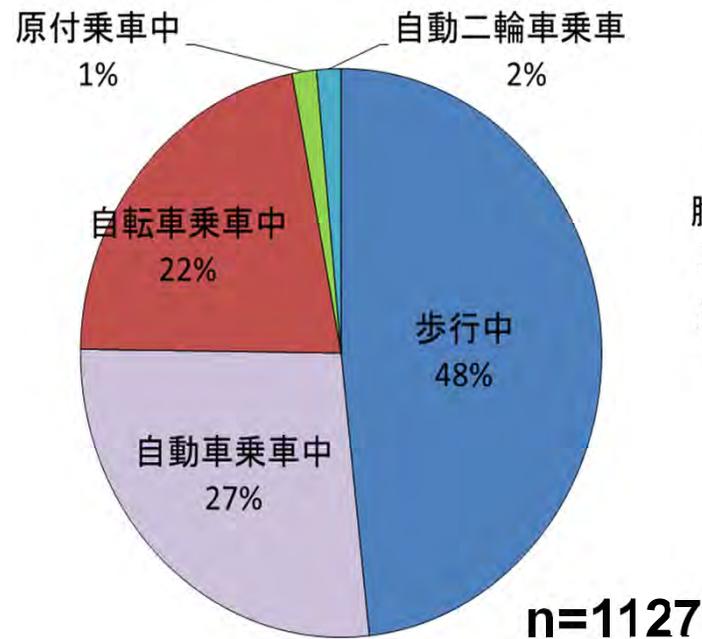
モーター開発のための高精度磁場解析

高精度空力シミュレーション

子供自転車衝突 〔狙い〕

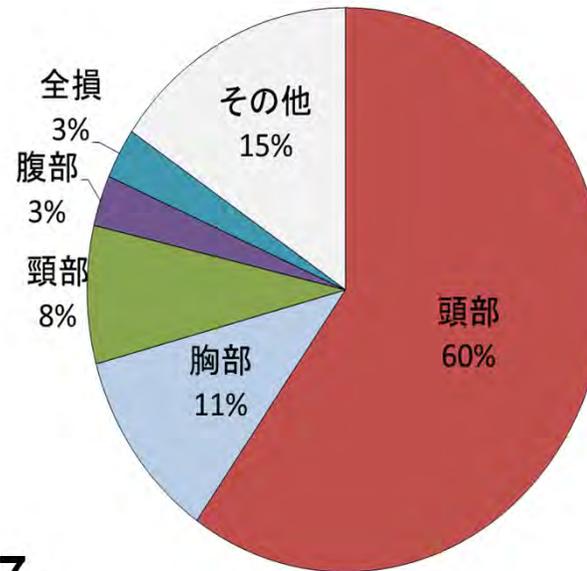
〔背景〕 15歳未満の子供自転車乗員の交通事故死者は、全体の約1/4を占める。主に頭部(頭蓋骨・脳)を損傷。

〔狙い〕 脳・内臓を有する人体FEモデルを用い、自動車衝突時の子供自転車乗員の傷害発生条件を調査し、自動車の安全性向上の一助とする。



平成17年~27年の子供(15歳未満)の交通事故死亡者の割合¹⁾

1) 2017年警察庁交通局統計



自転車乗員の損傷部

位別死亡者割合¹⁾ (THUMS Version4 10YO)



人体FEモデル

モータ開発のための電磁界解析技術の高度化(狙い)

狙い：

車両駆動用モータの高効率化のための電磁界現象の解明と対策技術の確立
詳細モデルを用いた電磁界解析の高精度化と大規模解析の高速化

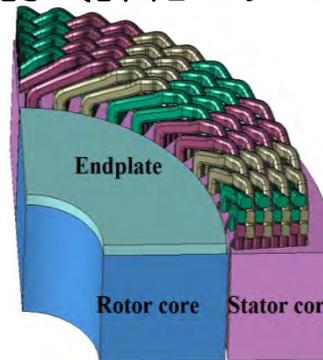
目標：

詳細モデルによるモータ設計指標（モータ効率マップ）の高精度化
多目的最適化によるモータ効率向上のための最適緒元の探索と評価

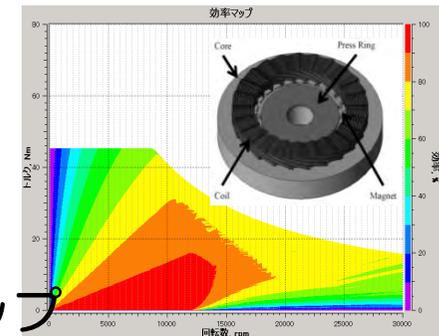
実施内容：

- ① 高精度モータ効率マップ作成のための詳細モデルを用いた多ケース大規模解析
- ② 多目的最適化のための設計変数の検討（詳細モデルを用いた大規模解析）
 - ＞ 平角銅線内の詳細な損失分析
 - ＞ モータ損失分析の高精度化

平角銅線を用いた埋め込み型永久磁石同期モータの3次元詳細モデル



モータ効率マップ



効果：

超並列計算が可能な京コンピュータを用いることで、詳細モデルを用いた大規模電磁界解析が現実的な時間で可能となる。詳細モデルから得られる正確な解析結果は、本来可視化することができないモータ内部で生じる複雑な電磁界現象を把握することを可能とし、モータ設計者がさらなる高効率化のための知見を得ることができる。

2016年度 当初のプロジェクト目標と進め方

目標

実車走行環境を反映した高精度空カシミュレーションモデル（5億要素）

- タイヤ及びファン等の回転体の影響
- 自然風の乱れの影響
- 横風（風向き変動）の影響
- 走行時の車両姿勢の変化
- 空気力による部品（泥除け樹脂等）の変形の影響
- 路面凹凸の影響

進め方

- ステップ1：プログラムの移植
→動作確認、Linuxとの結果の一致性、計算時間、スケーラビリティ、待ち時間、研究完了までに必要な計算時間の見積り
- ステップ2：プログラムの新機能開発
→新機能の京スパコンでの動作確認
- ステップ3：実走行空力解析検証
→風洞CFDと実走行CFDの違いや10年後の実用性検証

高精度空カシミュレーション（昨年度振返り）

	当初目標 プロジェクト開始前の初期計画	課題 プロジェクト開始後の技術課題	2017年度に向けた対応 課題解決のために講じた対応
計算サーバー	<ul style="list-style-type: none"> 京コンピュータ 	<ul style="list-style-type: none"> 京コンピュータのメモリ上限が小さい(13.9GB) 	<ul style="list-style-type: none"> 共有メモリ型UV2000 統計数理研究所所有
プログラム	<ul style="list-style-type: none"> CMX(京コンピュータ版) 	<ul style="list-style-type: none"> 京コンピュータ版独自の技術課題(スモールΔtなど) 	<ul style="list-style-type: none"> CMX(Linux版) UV2000への移行に伴う変更
計算条件	<ul style="list-style-type: none"> タイヤ及びファン等回転体 自然風の乱れ 横風(風向き変動) 走行時の車両姿勢の変化 空気力による部品(泥除け樹脂等)の変形 路面凹凸 	<ul style="list-style-type: none"> 走行時の車両姿勢の変化、空気力による部品の変形、路面凹凸は機能およびリソース上の理由により困難 	<ul style="list-style-type: none"> 走行時の車両姿勢の変化を中止 空気力による部品(泥除け樹脂等)の変形を中止 路面凹凸を中止
モデル詳細度	<ul style="list-style-type: none"> 計算格子数約5億 	<ul style="list-style-type: none"> 計算格子数約5億はプリプログラム上限を上回る 	<ul style="list-style-type: none"> 計算格子数約1.7億 プログラム上限を下回る格子数
現象時間	<ul style="list-style-type: none"> 5秒(40,000ステップ) 	<ul style="list-style-type: none"> 京コンピュータ版CMXでスモールΔt(Linux版の1/10) 	<ul style="list-style-type: none"> 5秒(40,000ステップ) Linux版CMXの使用に伴い解決
並列度	<ul style="list-style-type: none"> 2048以上 	<ul style="list-style-type: none"> 512が限界 	<ul style="list-style-type: none"> 480

上記の経緯により、当初ステップ3として予定の「実走行空力解析検証」は、実施が不可能となった。2017年度の成果として、「対応」の欄にまとめた実施内容の結果を報告する。

高精度空カシミュレーション（狙い）

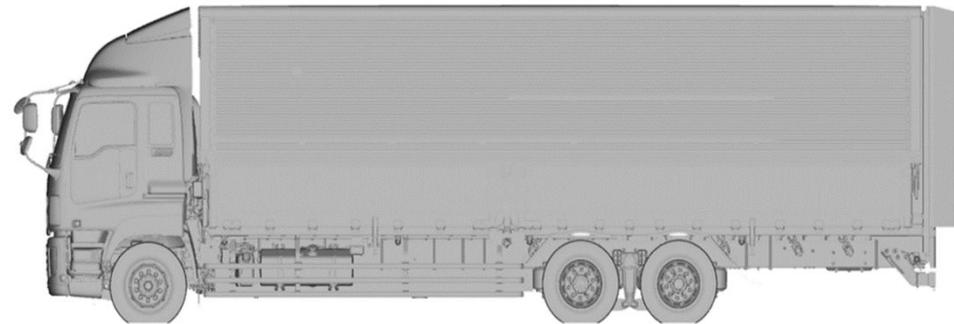
狙い：トラックの空カシミュレーション精度を高め、環境にやさしい車創りに寄与

目標：実車走行時の空カシミュレーションを実現させ、風洞との違いを明らかにする

実施内容：

大型トラックの実走行を模擬した非定常空カシミュレーション

- 再現する挙動
 - タイヤ・ファンの回転
 - 自然風の乱れ
- 計算ソフト：CMX(ESI社)
- スパコン：統計数理研究所
UV 2000



効果：自社スパコンでは超並列計算を仮定した場合でも1ケース当たり3日間要する大規模計算を「統計数理研究所」のスパコン活用により20ケース実行することで、空気抵抗の変動メカニズムの知見を得た

5. 今後の進め方

来年度は安全と環境と快適性について4テーマを実施中

<安全>

路面衝突時の交通弱者保護の研究

<環境>

高効率車両駆動用モータ開発のための
大規模電磁界解析

車体軽量化のための最適化手法の確立

空力・通風性能の多目的最適化手法の検討

来年度の活動内容

- ◆ これまで実施してきた課題の検証内容を更に高め、最先端のシミュレーション技術開発を実施する
- ◆ 今年度、ソフト移植、高速化を実施した東大スパコン上で先端技術開発に取り組み、成果の実をあげる
- ◆ R I S T、富士通と協力し、ポスト京への市販アプリ移植検討に着手する

ご清聴ありがとうございました。

引き続きJAMA活動へのご理解とご協力を
宜しくお願い致します。