

JAMA デジタルエンジニアリングセミナー2019

CAE 先端技術開発の実施状況

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

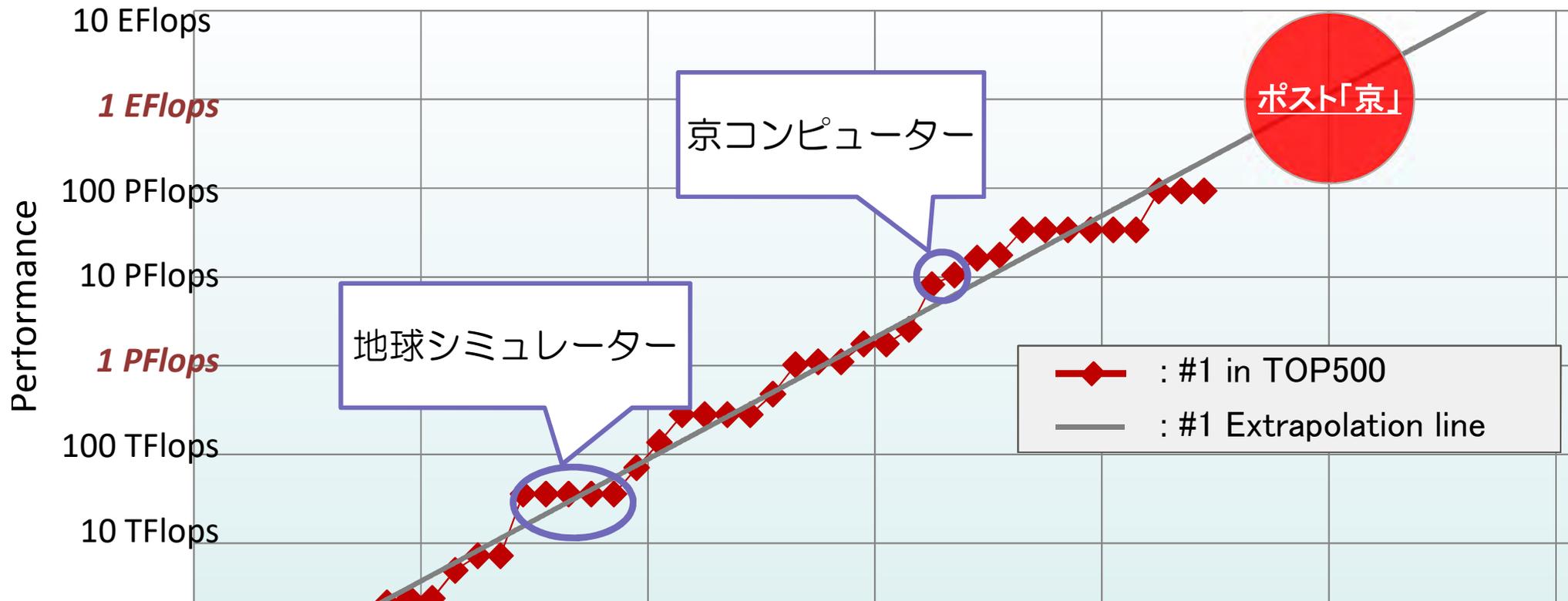
CAEWG

主査： 梅谷 浩之

2019年2月15日

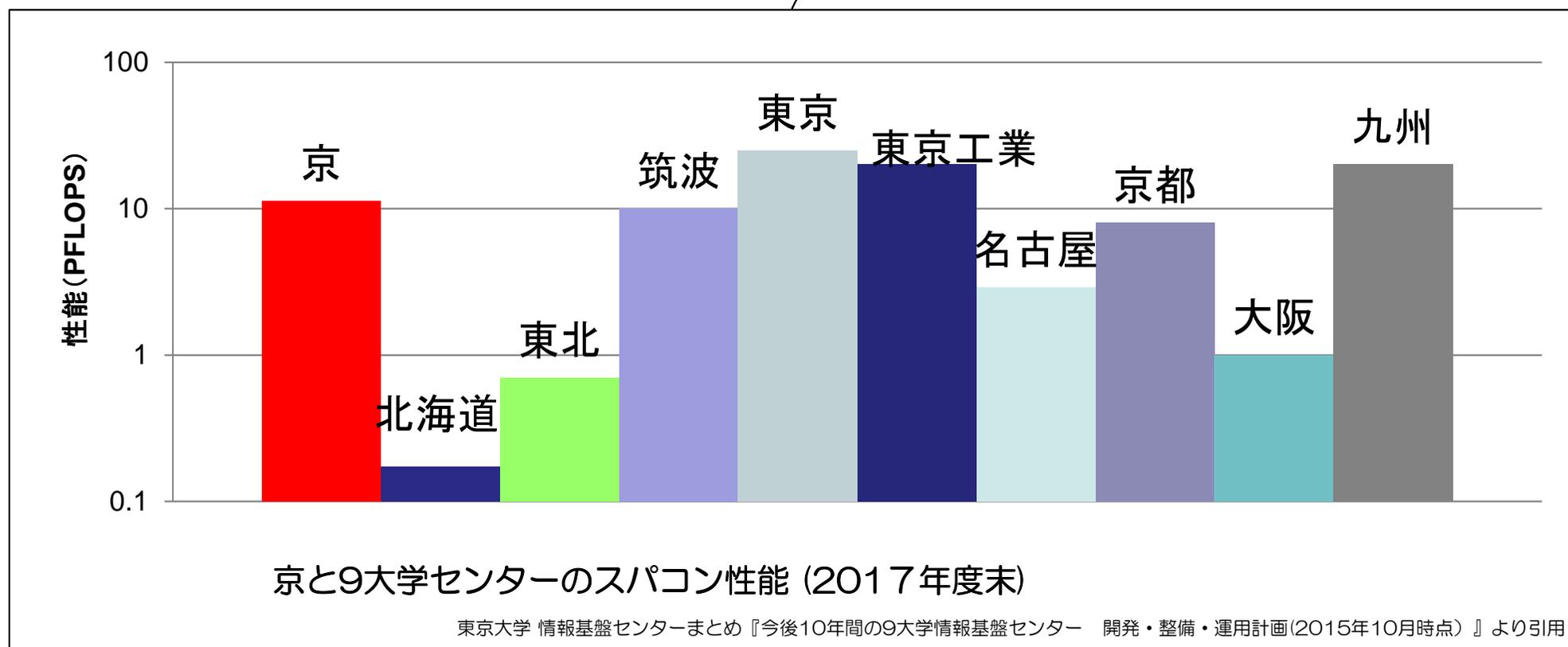
1	背景
2	活動の目的
3	活動内容と成果（移植・運用）
4	活動内容と成果（先端技術検証）
5	来年度の活動

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

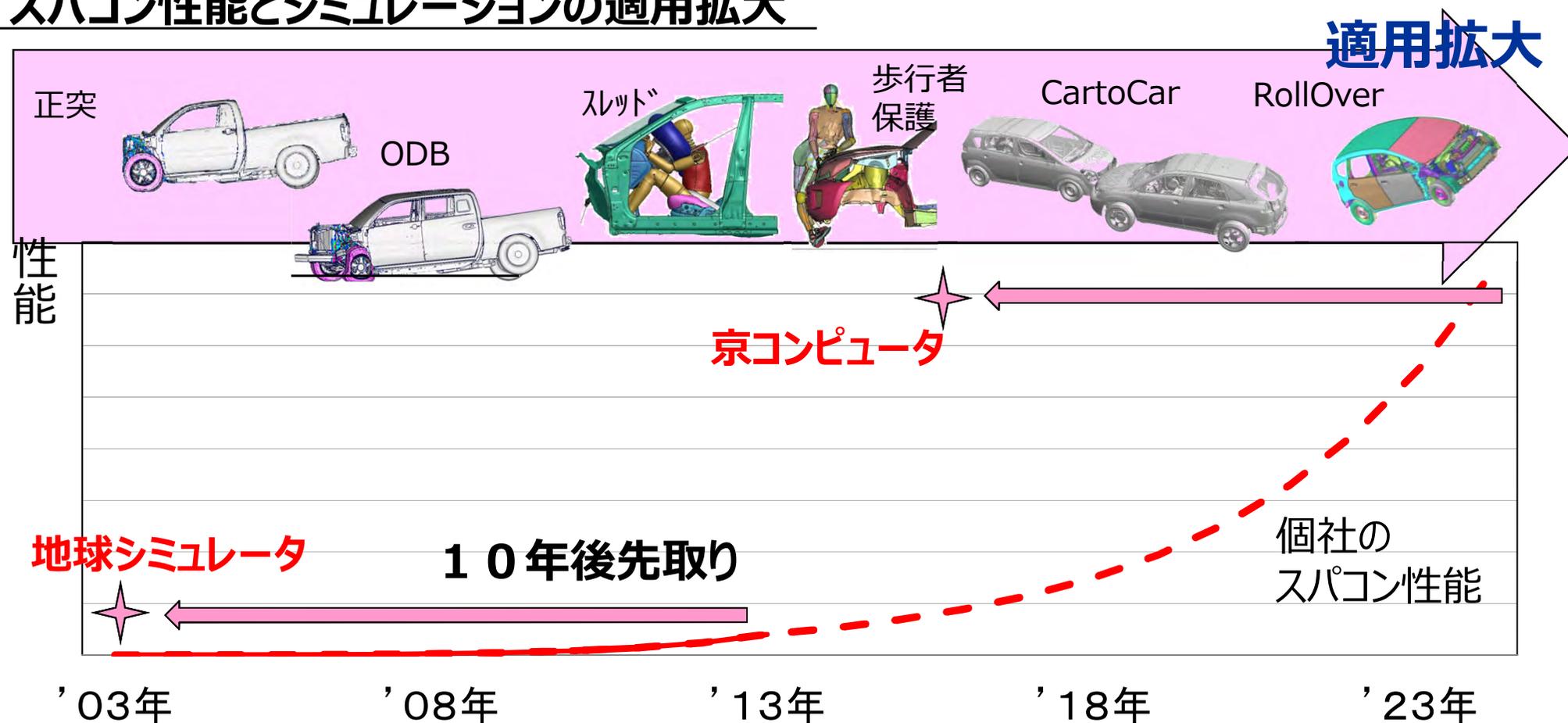
メニコア（東大）、加速器（東工大）は京の能力越え
京の稼働も19年度央まで
今年度は、京に加え東大スパコンも利用

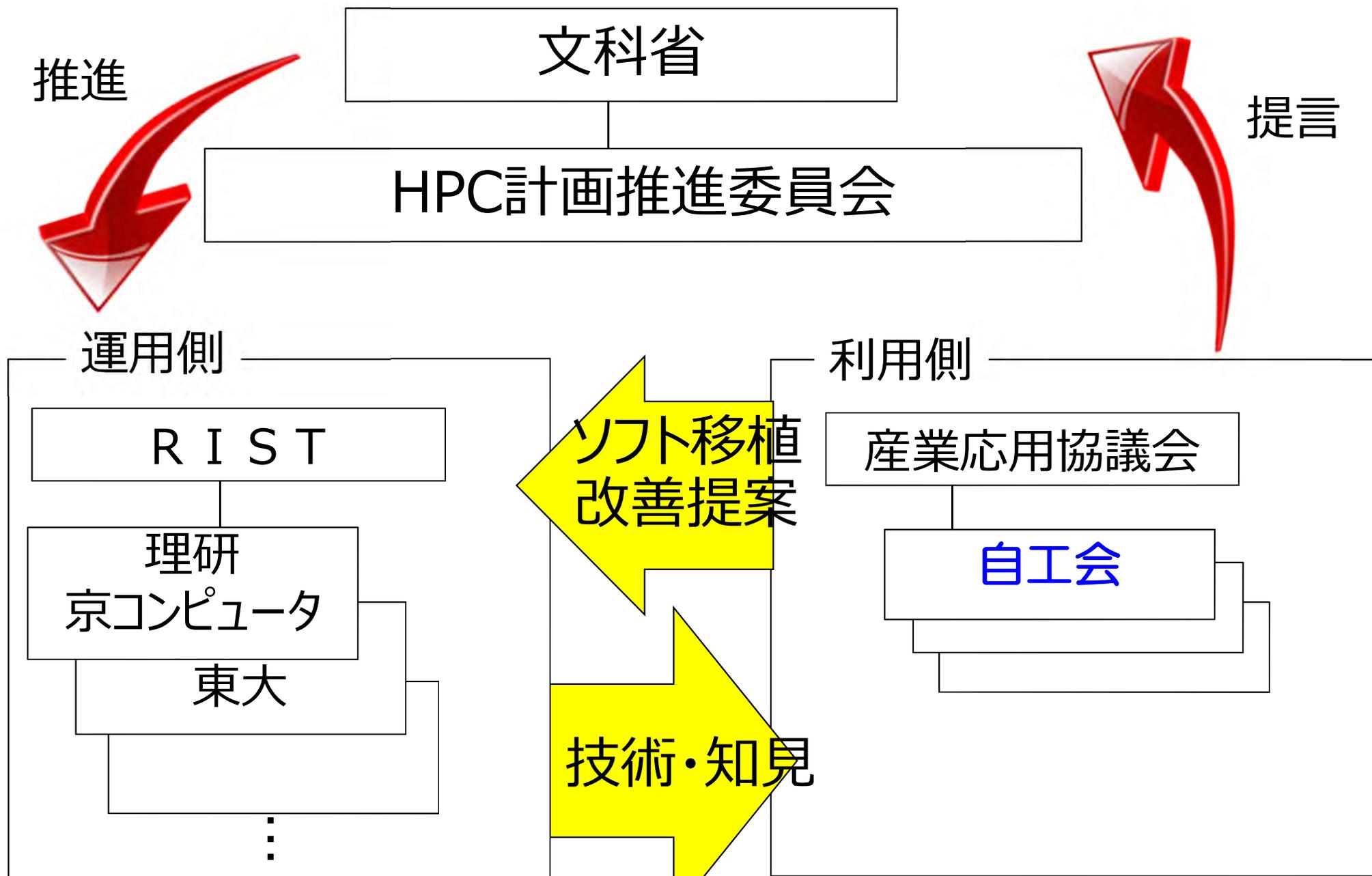


2. 活動の目的

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





自工会

事務局：富士通

ソフトベンダー

- 富士通・LSTC
- ESI
- JSOL
- ヴァイナス
- E

研究機関

- 東京大学
- AICS
- RIST

関係各所のご協力がなければ成り立たない
皆様のご協力に感謝

3. 活動内容と成果 (移植・運用)

PowerFlow（空力解析ソフト）東大移植結果

	ノード数	コア数 ／ノード	総コア数	システム OP	ソフト OP	Xeon比
Test1	1	1	1	なし	なし	---
Test2	1	30	30	なし	あり	約10倍
Test3	10	30	299	あり	あり	約10倍

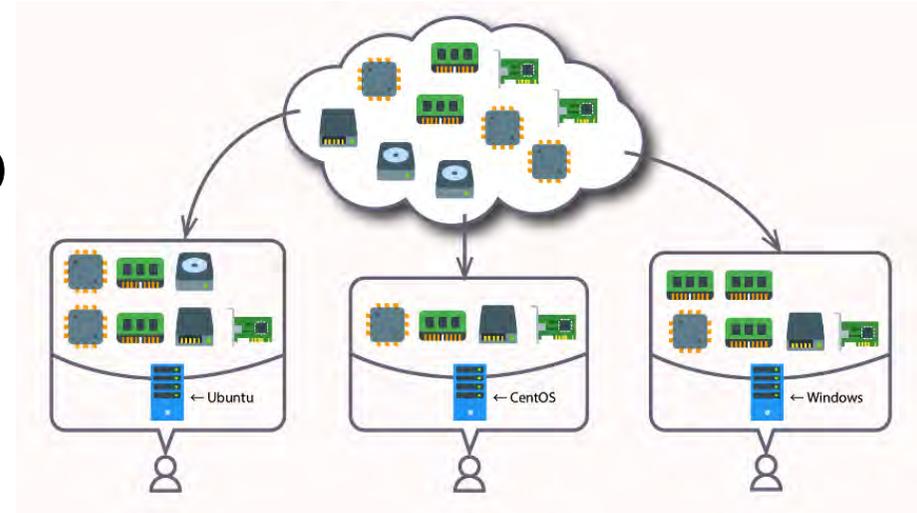
- 移植は完了
- 高速化については、システム・ソフトウェアオプションについて種々検討したものの高速化できず
高速化を断念

- ◆ プリポスト処理がリモートアクセスで可能な環境がないため大容量データ送付が都度必要

- ◆ 「K Pre-Post Cloud」開始
⇒ 18年11月に内容ヒアリング

- ◆ プリポスト処理アプリ動作に必須である、nVIDIA製GFXボードがないことが判明
⇒ Pascal x4、Volta x4 が2019年3月に導入予定

- ◆ 導入後に接続～評価実施予定。なお、基本的にIaaSサービスのため、WindowsOSおよびリモート接続アプリは、利用者で準備する必要あり（理研側で今後の対応は検討中）



<http://www.r-ccs.riken.jp/ungi/prpstcloud/>

4. 活動内容と成果 (先端技術検証)

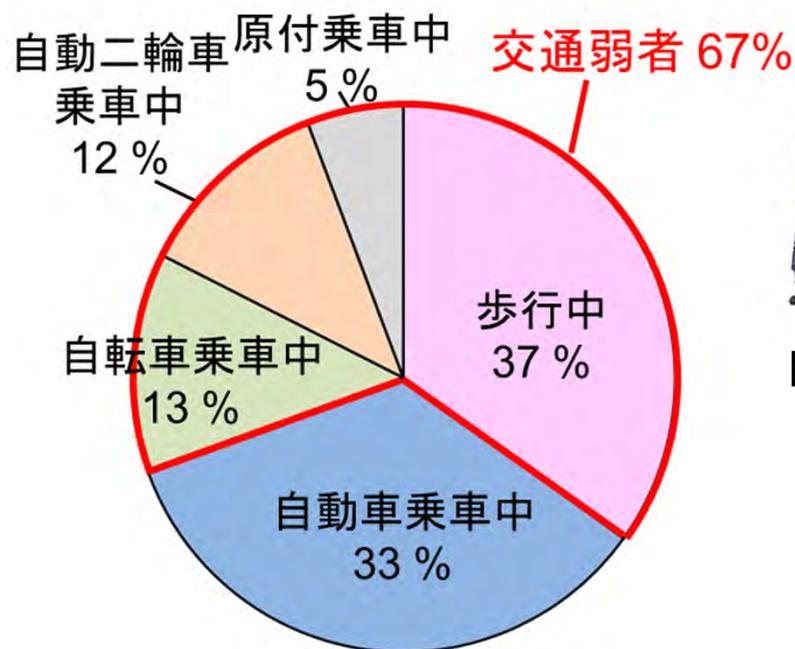
今年度は安全・環境について6テーマを実施中

- ①路面衝突時の交通弱者保護の研究
- ②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
- ③ロバスト性が高い車体軽量化の探求
- ④空力性能・通風性能の多目的最適化手法の検討
- ⑤高精度走行シミュレーションの検討
- ⑥焼き入れを想定した大規模沸騰電熱解析

①路面衝突時の交通弱者保護の研究〔狙い〕

〔背景〕日本の交通死亡事故の約7割を交通弱者が占める。交通弱者の頭部と車両の衝突による傷害を解明してきたが、頭部の路面との衝突による傷害発生メカニズムは不明な点が多い。

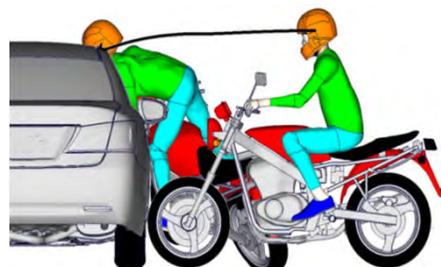
〔狙い〕人体FEモデルを用い、自転車乗員の頭部と路面衝突時の傷害発生メカニズムを明らかにする。



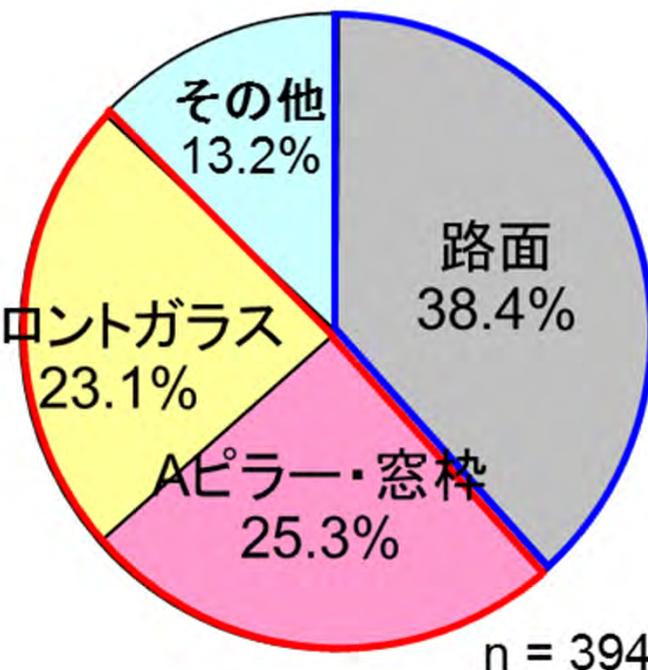
平成30年の日本の交通事故死亡者の内訳¹⁾



自転車対車両衝突(2014年)



二輪車対車両衝突(2014年)



自転車乗員(交通事故死亡者)の頭部衝突位置²⁾

JAMAでの交通弱者
衝突解析

1) 2019年警察庁交通局統計
2) 2012年ITARDA研究報告書

②車両駆動用モータの電磁界解析(狙い・実施内容)

背景：

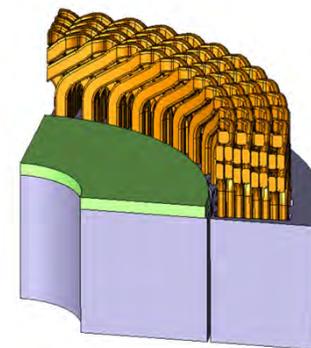
車両駆動用モータの高効率化のための電磁界現象の解明と対策技術の確立
詳細モデルを用いた電磁界解析の高精度化と大規模解析の高速化

目標：詳細モデルによるモータ設計指標(モータ効率マップおよび損失)の高精度化

活動内容：

- ① 3次元詳細モデルを用いた高精度プラントモデル作成(多ケース大規模解析)
- ② シミュレーション電流および詳細モデルを用いた損失, 効率高精度計算
 - > 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



超並列計算が可能な京コンピュータを用いることで、3次元詳細モデルを用いた高精度なプラントモデル生成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

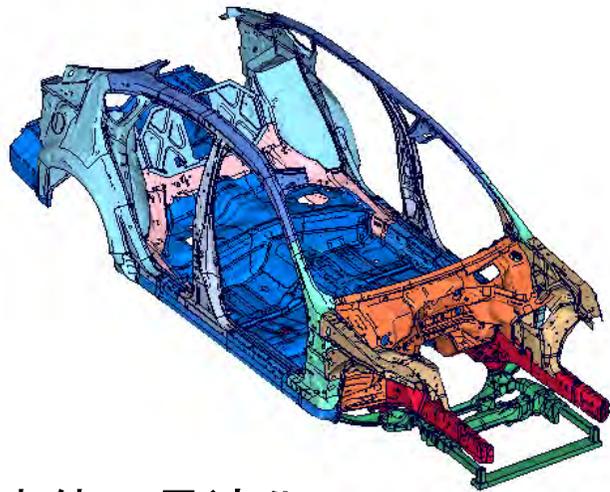
③ロバスト性が高い車体軽量化の探究(狙い)

狙い: ロバスト性が高く、安全・軽量な車体構造の提案

目標: 緻密なパラメータスタディを行うことで、各設計案のばらつきを把握する

実施内容: 車体部品を構成する設計変数について13部位に分割, それぞれ10変数 ~ 30変数程度の範囲で振り, パラメータスタディを実施。TOTAL 200変数。評価性能 20 * 衝突形態。

As is



車体の最適化

DoE × 衝突形態 = 3000ケース

To be



部位ごとに、限なく変数を設定し、部位ごとの交互作用を把握する

部分最適化と組み合わせ分析を実施

DoE × **13部位** × 衝突形態 = **40000ケース**

効果: 自社HPCでは困難なケース数で緻密にパラメータスタディを行うことで、衝突性能最適化を行うと共にロバスト性を評価し、ロバスト性と安全・軽量を両立するヒントを探ることができる

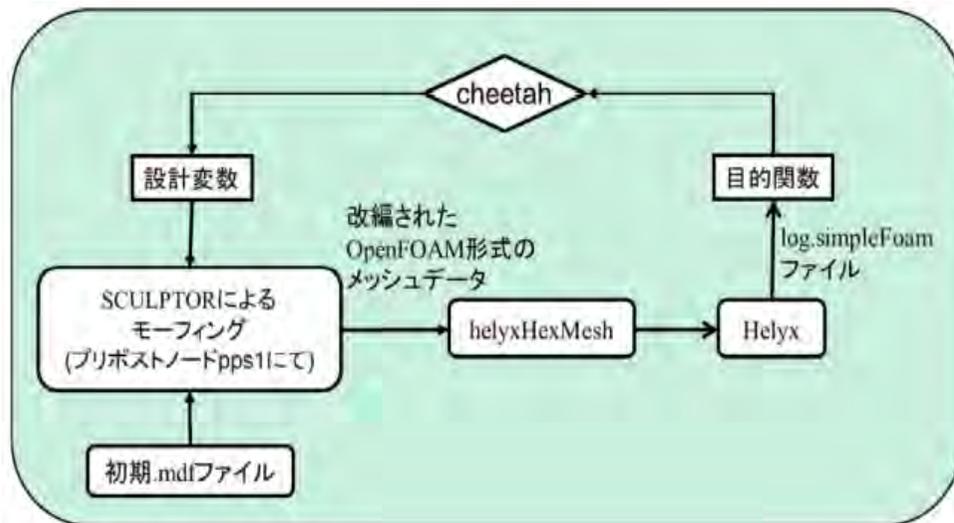
④空力性能・通風性能の多目的最適化手法の検討（狙い）

狙い： 計算が長時間化する流体計算における、背反する空力性能と通風性能の両立。

目標： 多目的最適化手法を用いた空力と通風性能を両立した車体形状のアイデア創出

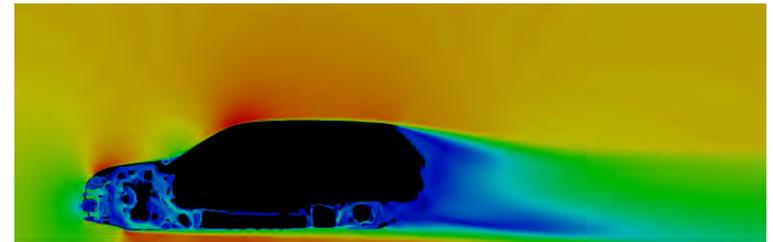
実施内容：

大規模多目的最適化手法を開発し、空力と通風性能のパレート最適解を取得



- パラメータスタディ（応答曲面作成）
- 進化計算

計算用SUVモデル



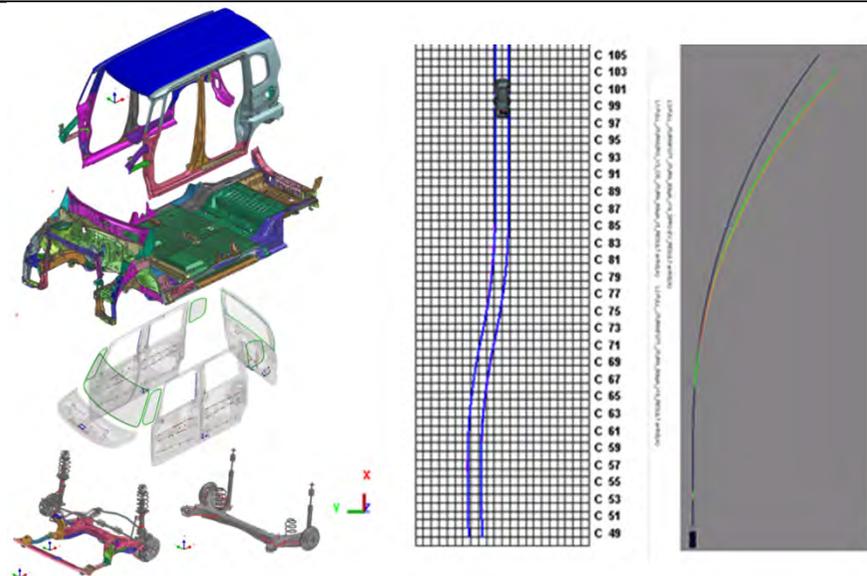
効果：スパコンを用いることで計算コストが高い流体計算でも、多くの設計変数を用いた多目的最適化計算が可能である。応答曲面の分析から、各設計変数の寄与度がわかり、空力と通風性能を両立させる知見が得られた。

⑤高精度走行シミュレーションの検討(狙い)

狙い：
車体軽量化のための車両1台分完全フル
弾性ビークルモデルを使用した走行解析
研究

目標：
最適軽量バランスの組み合わせを
アウトプット

実施内容：
1. 車両の設計変数を100パターン程度変更し、
最適なパラメータを検討
2. 背反する性能目標に対して関係性を把握



効果：
超並列計算が可能な東大スパコン Oakforest-PACSを用いることで、詳細モデルを用いた高精度走行シミュレーションを実行可能になり、背反する性能目標に対してバーチャル環境で仕様検討が可能になる

⑥焼き入れを想定した大規模沸騰伝熱解析(狙い・実施内容)

狙い：

ギアなど金属部材の焼き入れ熱処理工程に生じる沸騰現象を伴う非線形伝熱特性を、気液相変化流れと構造物熱伝達の非定常連成シミュレーションにより予測し、熱処理工程の合理的な熱流れ設計を可能とする。

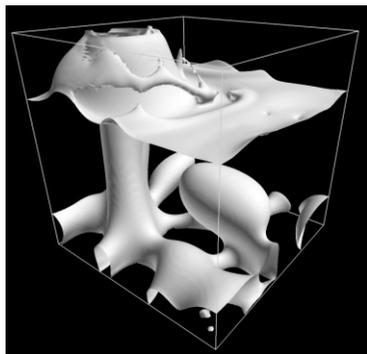
目標：

- ・焼き入れ熱処理工程の沸騰流れと熱伝達の非定常連成シミュレーションの実装と検証
- ・ギア焼き入れを想定した大規模並列計算の実装と検証

実施内容：

- ① プール沸騰遷移現象の直接予測シミュレーションによる予測検証
- ② JIS標準試験による焼き入れ熱伝達特性の予測検証
- ③ ギヤ焼き入れを想定した大規模解析のための並列計算効率の実証

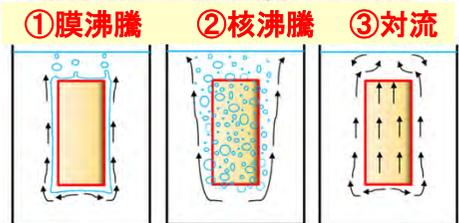
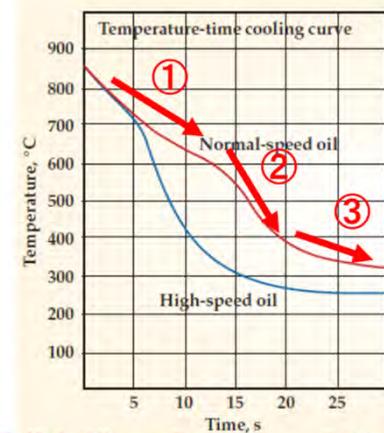
①基礎検証



②実証検証



③実用化



沸騰場の伝熱特性

5. 今後の進め方

来年度は安全と省エネ・製造品質について5テーマを応募

【安全・開発期間短縮】

自動ブレーキを想定した低速車両衝突後の歩行者の路面落下解析

最新CAE技術を用いた衝突解析における破壊進展予測の検討

衝突安全のためのAIを活用した最適化手法の研究

【省エネ・開発期間短縮】

複雑形状変形による空力・冷却構造多目的設計手法の検討

【製造品質・開発期間短縮】

焼入れ工程を想定した沸騰流れ現象の非定常解析

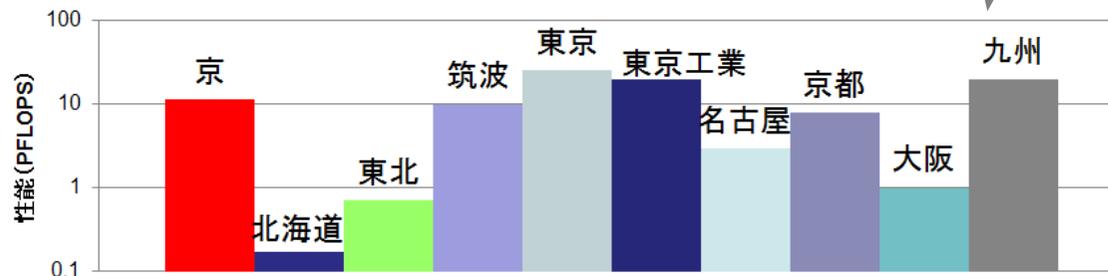
来年度 スパコンベンチマーク

先端技術検証

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

ムーアの法則の
終焉

京
スパコン



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

スパコンベンチマーク

CPUメーカーの台頭

カンブリア
爆発

x86

ARM

Others

Intel
XEON
米国



富士通
A64FX
日本

Qualcomm
Folker
米国

Cavium
ThunderX2
米国

HiSilicon
Hi1616
中国

NEC
SX
日本

IBM
Power
米国

ARMをベースとしたCPUが台頭している

ARM利点

- 消費電力が低い
- コストがx86系よりも安価
- x86プロセッサに匹敵する計算性能
- ポスト「京」の中核となるCPUにARMを採用
- 携帯のみならず車載向けプロセッサとして普及が見込まれる

ARM課題

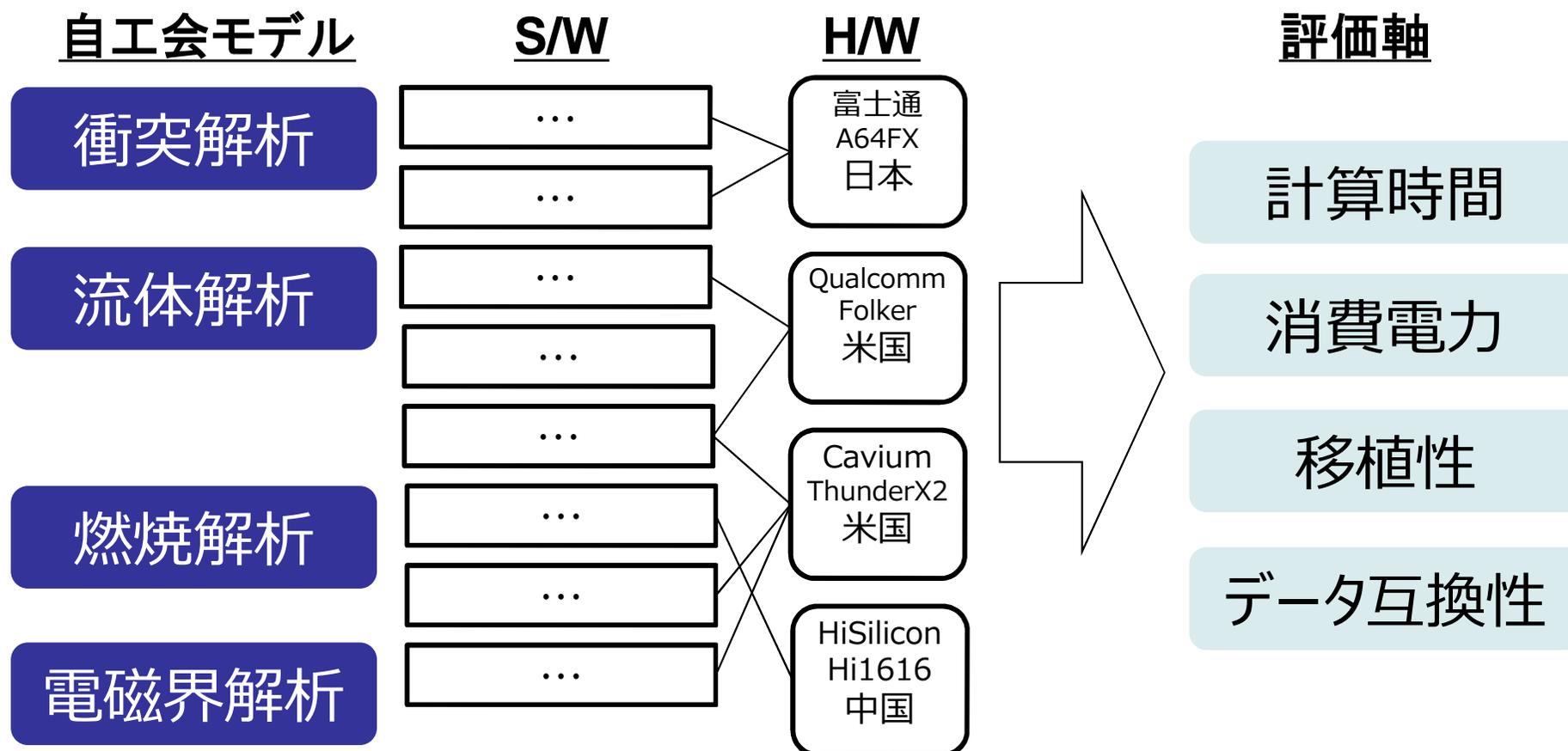
- データセンター、HPC分野は適用がこれから
- CAEアプリの環境対応ならびに精度検証がなされていない

ARM 魅力あるが課題も大きい

来年度 スパコンベンチマーク

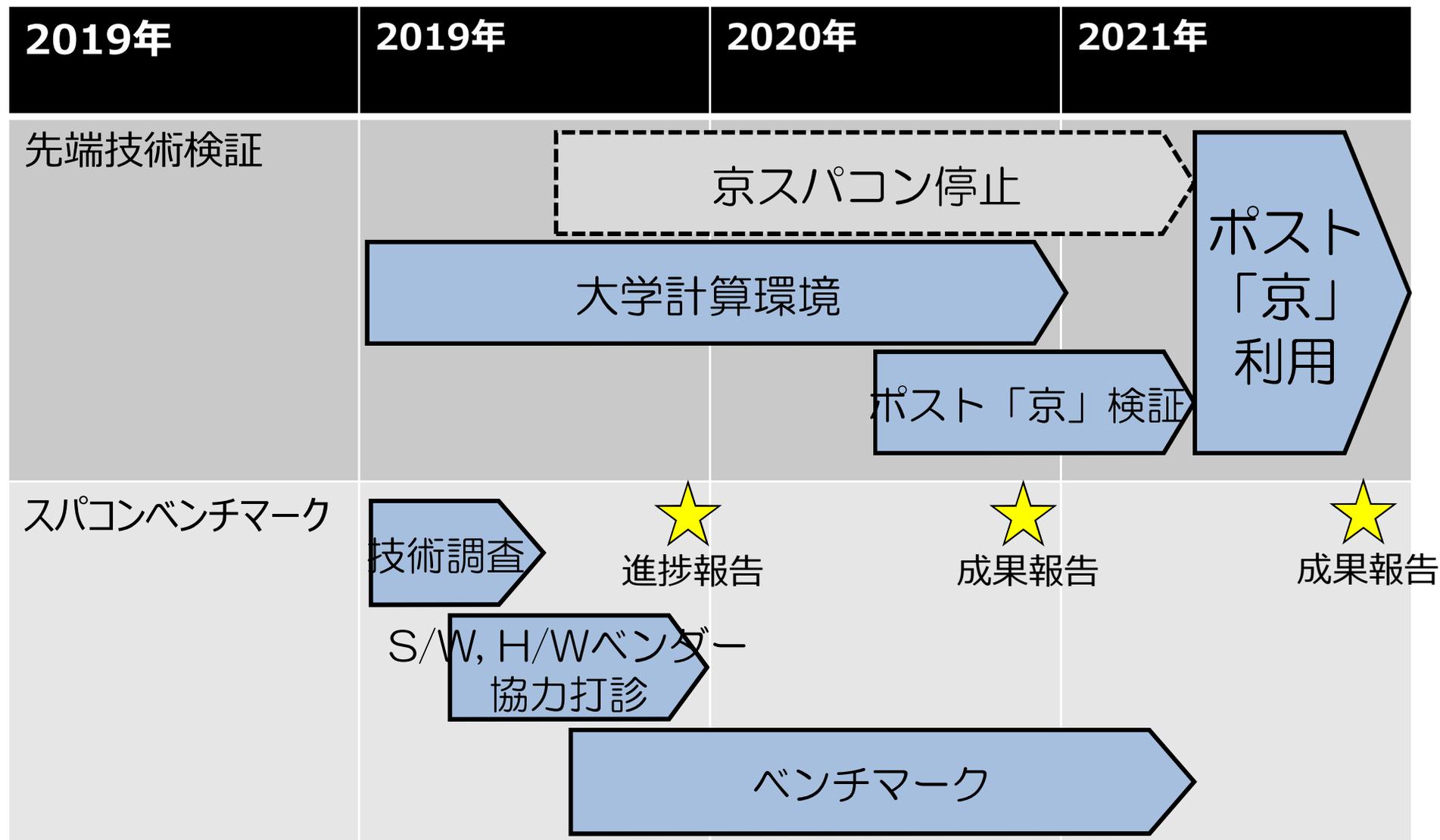
狙い

- ◆ スパコン多様化に向けた検証
解析分野毎に**実用的な**スパコンを見極め
- ◆ ポスト京を見据えた先端技術検討
ポスト京Prjに対し、要件を提示



先端 C A E 技術開発に対応できる計算環境が見極める

来年度 スパコンベンチマーク



「京」スパコンが利用できない、2019年~21年に
スパコンベンチマークを推進しポスト「京」につなげる

- ◆ 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
- ◆ 京コンピュータの年央停止を受け、大学スパコンを活用する
- ◆ スパコンの性能停滞を受け、ベンチマークを実施
今後の自動車シミュレーションの基盤となるスパコンの方向性を明確にする
- ◆ ベンチマーク活動をポスト京の活用につなげる

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。