

JAMA電子情報フォーラム2020

次世代スパコンを活用した自動車先端CAE 技術検証

Technical development of leading-edge automotive CAE
with advanced supercomputer

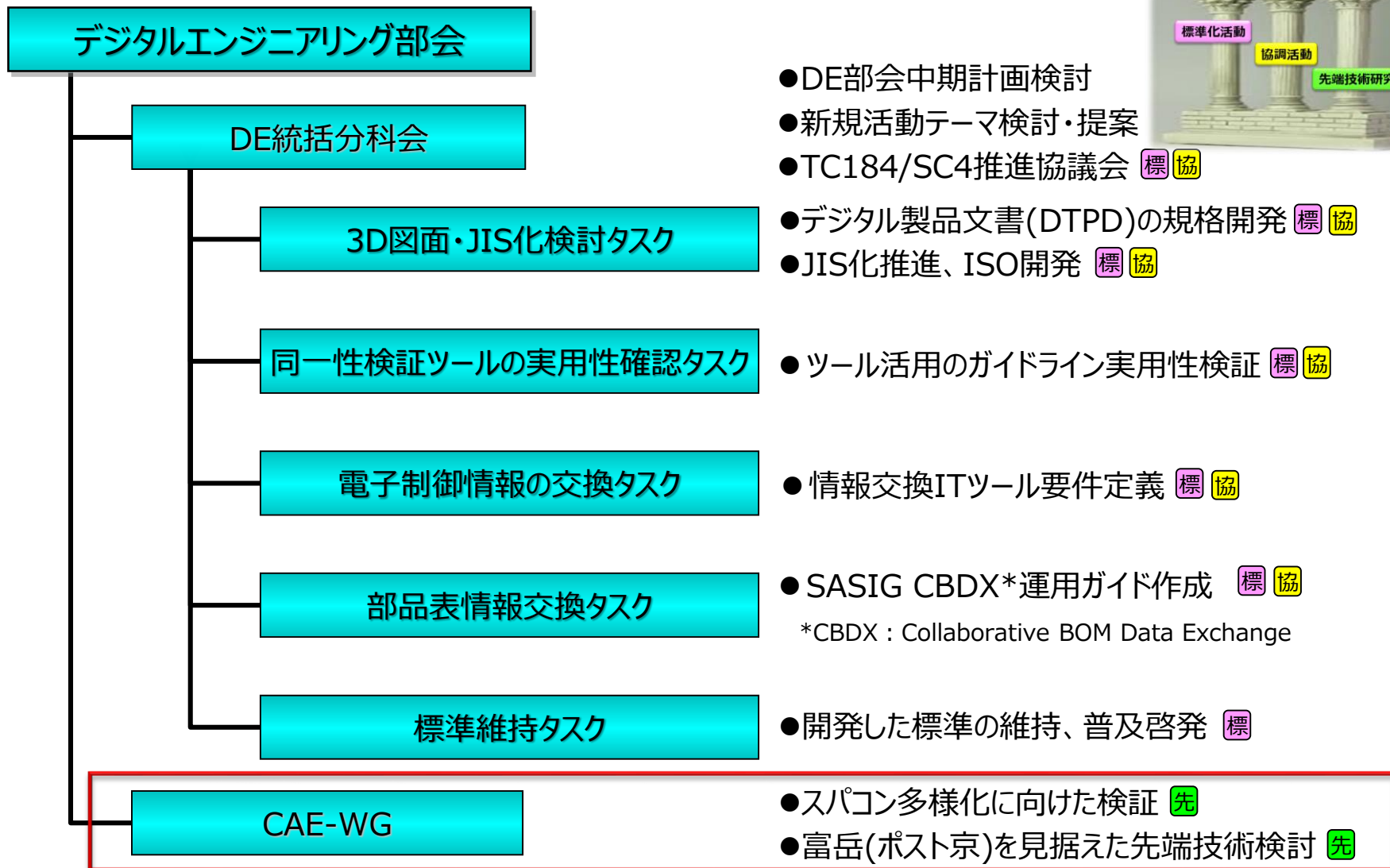
一般社団法人 日本自動車工業会

電子情報委員会
デジタルエンジニアリング部会
CAE WG

副主査： 松原 大

2020年2月13日

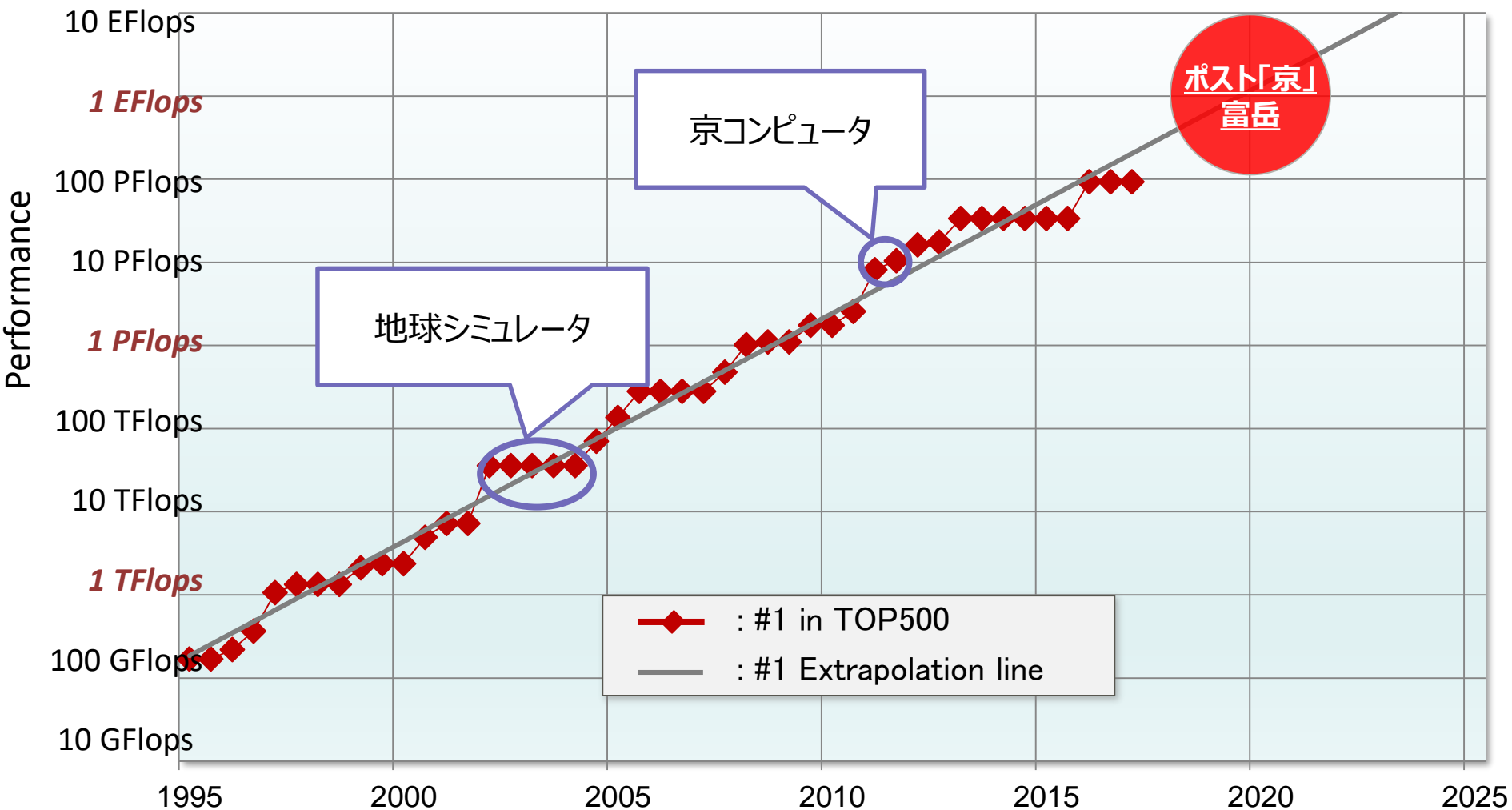
デジタルエンジニアリング部会活動概要



1	活動の背景・目的
2	活動内容と成果（先端技術検証）
3	活動内容と成果（スパコン多様化調査）
4	今後の活動内容
5	まとめ

1. 活動の背景・目的

世界 No. 1 スパコン性能推移



- ✓ 国のスパコンプロジェクトは、産業界の活用が前提となっており、推進のためには、産業界の協力が不可欠
- ✓ 国からは、産業界を代表する自動車業界への期待が特に高い
- ✓ 当初、国から個社へ協力要請
→ 自工会がとりまとめ、窓口統一 各社で知見共有
- ✓ 世界トップクラスのスパコンを活用したCAE先端技術開発に着手

1995

2000

2005

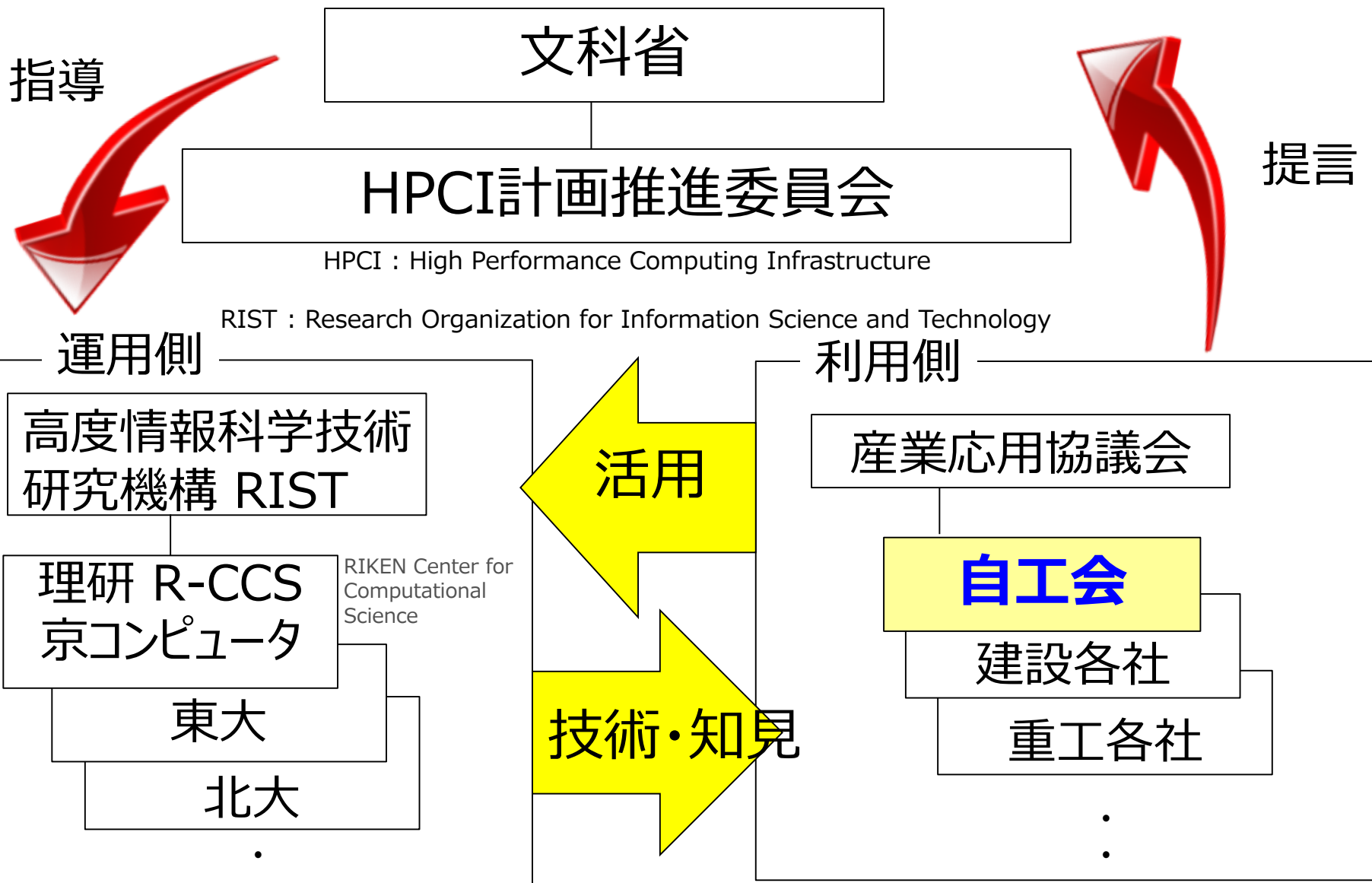
2010

2015

2020

2025

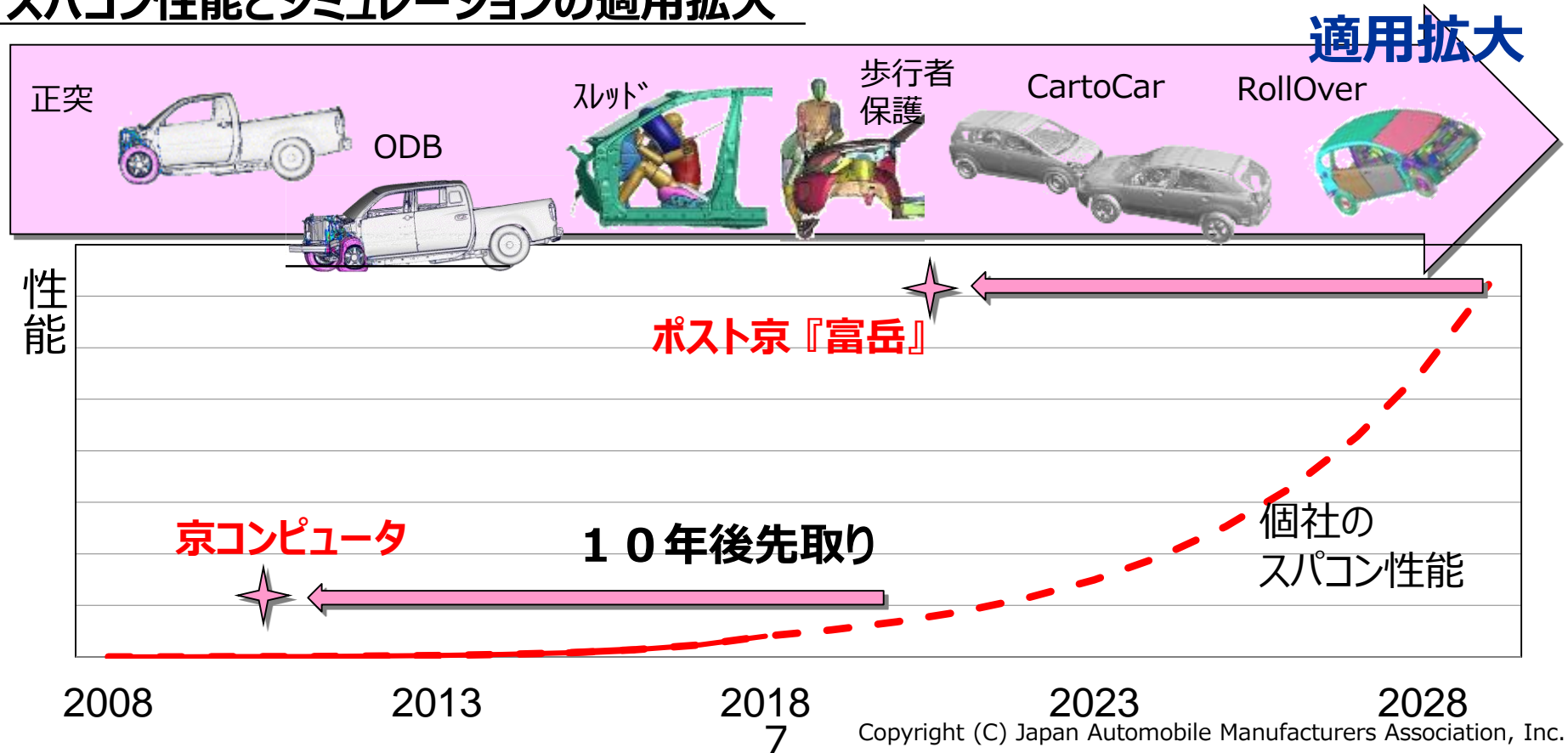
背景 国のスパコンプロジェクトの枠組み



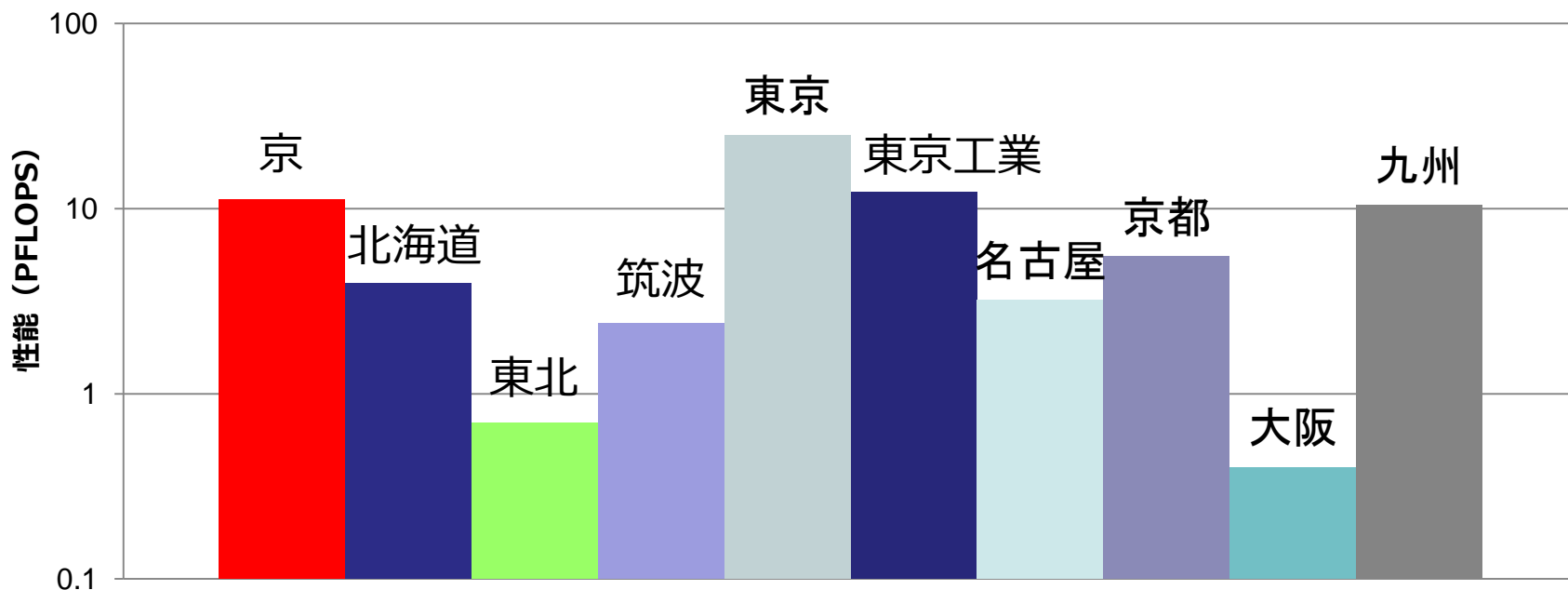
活動の目的 先端シミュレーション技術開発

世界トップクラス性能をもつポスト京『富岳』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

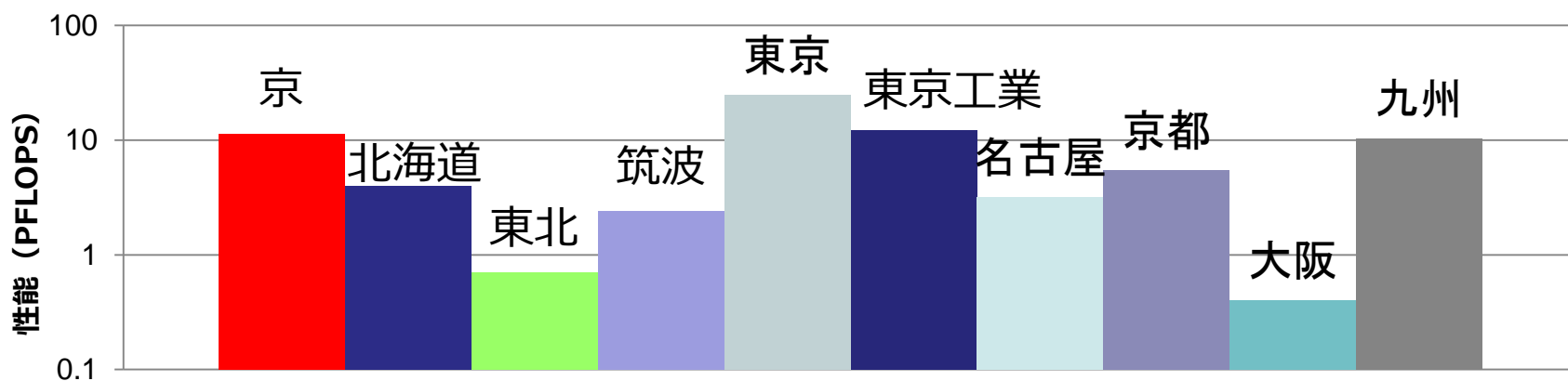


メニコア（東大）、加速器（東工大）など大学・研究機関のスパコンが多様化。能力も京を越えるものが複数存在



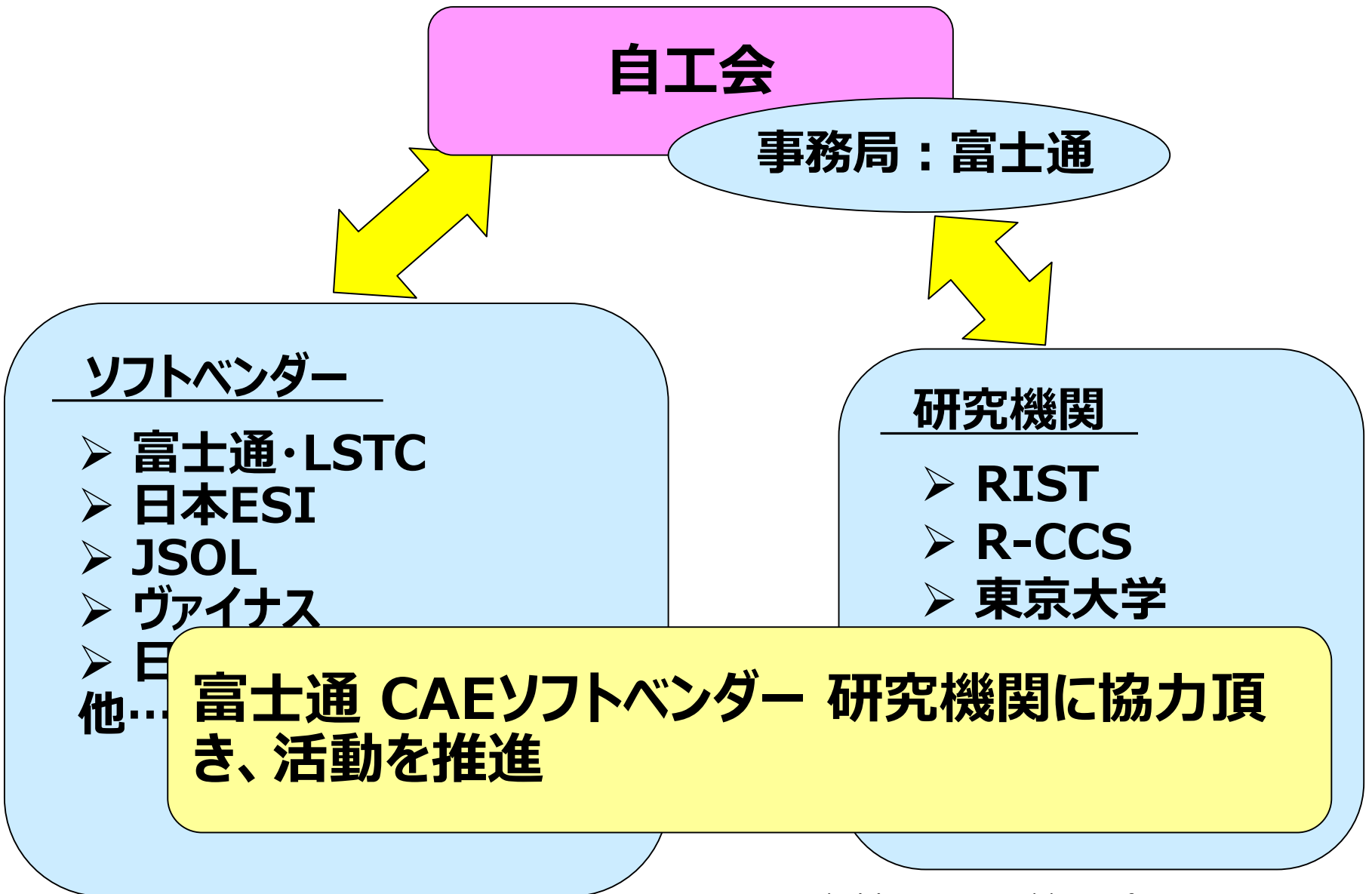
京と9大学センターのスパコン性能 (2019年度)

多様化するスパコンでCAEソフトを性能検証 今後の技術課題を明確にし、産業界で活用できる土壌作り



京と9大学センターのスパコン性能 (2019年度)

- ✓ 各大学・研究機関の多様なスーパーコンピュータは市販アプリケーションの動作実績無し
- ✓ 多様なスパコンに市販ソフトを移植、性能検証を実施 今後のスパコン動向を見極める
- ✓ その上でCAE先端技術開発を実施、知見を共有する



2. 活動内容と成果 (先端技術検証)

これまでの活動成果

区分	活動テーマ	年度
衝突・安全	自転車衝突シミュレーション	13 - 14

**‘13～18年度で、17件の個社ではできない
大規模シミュレーションの研究テーマを実施
海外8件を含む31件の成果発表済**

成果としては、大きく3つに分類できる

- 1. リアルワールドシミュレーション**
- 2. 新たな製品開発手法の開発**
- 3. 実車評価しかできないものをCAE化**

製造	高精度射出成型シミュレーション	13
	焼入れ工程を想定した沸騰流れ現象の非定常解析	18

19年度は安全と省エネ・製造品質について5テーマを実施

【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

路面衝突時の歩行者頭部傷害解析〔狙い〕

〔背景〕①交通事故死亡者の内、歩行者が占める割合が最も多く、死者の主な損傷部位は頭部(図1)。②車両速度10~30 km/hでも死者数は100名前後(図2)。③歩行者・車両の双方の回避行動で衝突歩行は様々(図3)。

〔狙い〕10~30 km/h走行時の車両と歩行者との衝突において、路面衝突時の頭部傷害(頭蓋骨折, 脳損傷)発生リスクと車両速度・歩行者の向きとの関係を明らかにする。

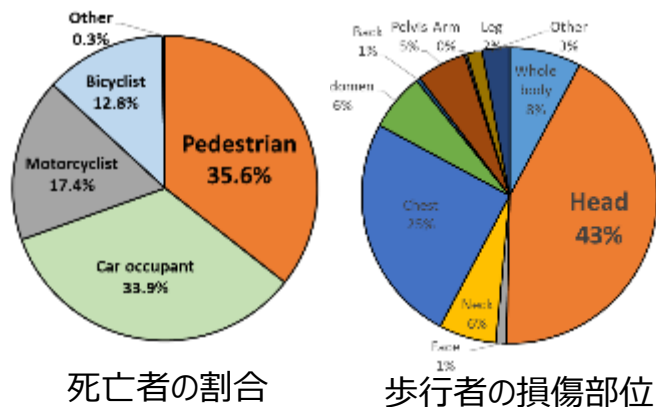


図1. 2018年中の交通事故死亡者の割合と歩行者の損傷部位¹⁾

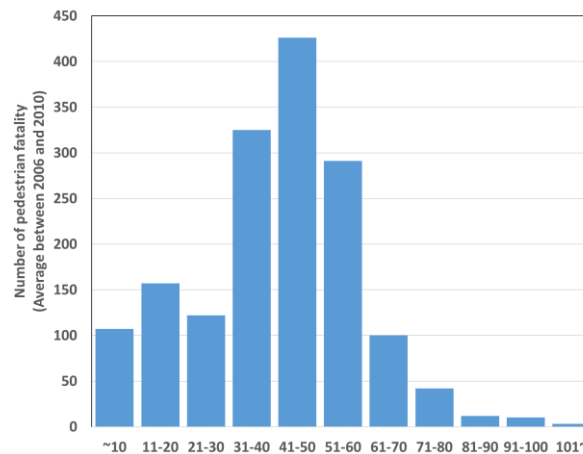


図2. 車両速度と歩行者(死亡)数の関係²⁾



図3. 衝突直前の歩行者姿勢の例³⁾

1) 2019年 警察庁交通局統計

2) ITARDAインフォメーションNo.79 (2009) 3) Y. Hang et al, IRCOBI 2017.

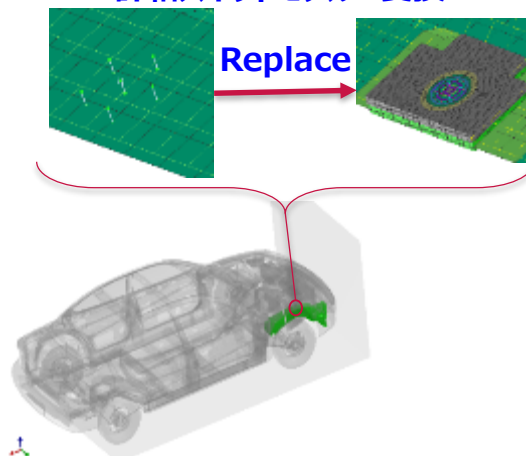
狙い：衝突試験におけるスポット溶接破断による破壊進展現象を精度よく予測できるシミュレーション技術の開発

実施内容：CAEシミュレーションでは従来簡易的な表現に留められていたスポット溶接モデルを、溶接シミュレーションを用いスポット溶接を詳細にモデル化した車両衝突解析を実施。材料破断の発生および進展に対する予測精度向上の可能性を示す。また、モデル化および計算に関する課題も本検証で確認する。

溶接シミュレーションを行い
スポットの物性計算



車両モデル上のリンクモデルを
詳細スポットモデルへ変換



車両+詳細スポットの
マルチスケールモデルとして計算



HPCIスパコン

効果：自社HPCでは困難な詳細化大規模モデルでシミュレーションを行い、予測精度向上の可能性と適用のための課題、必要となる計算リソース量を確認できる。

空力性能・通風性能の多数目的最適化手法の検討（狙い）

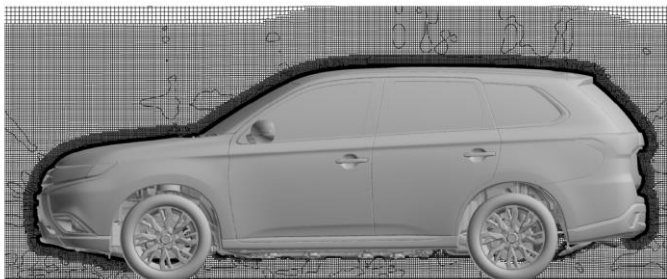
狙い： 計算が長時間化する流体計算における、背反する空力性能と通風性能の両立。

目標： 多数目的最適化手法を用いた空力と通風性能を両立した複数の車体形状を短時間に抽出。

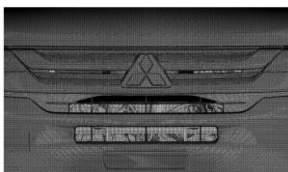
実施内容：

- ・オープンソース空力解析ソフト「Helyx」を北大スパコンへ移植
- ・計算ステップと計算時間の妥当性検証
- ・パラメータスタディ
- ・進化計算

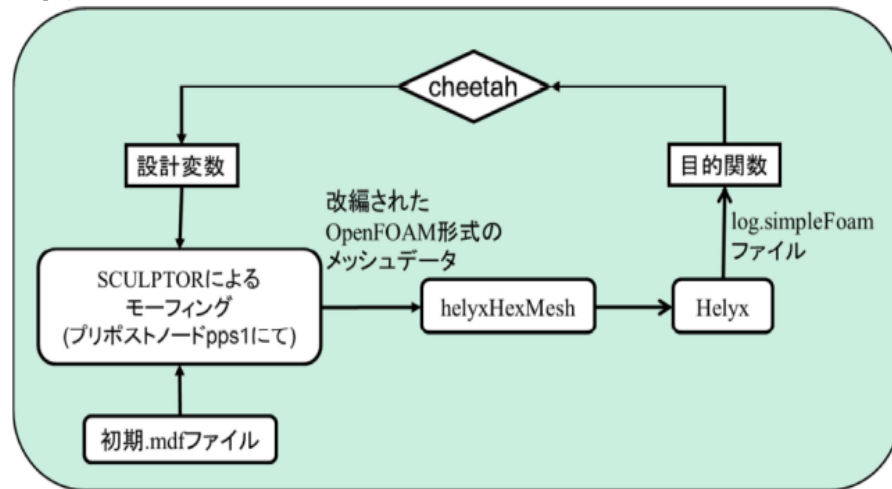
計算用SUVモデル（要素数：1億2千万）



フロントエンド周辺



最適化計算フロー



効果： 自社HPCでは困難な、計算コストが高い流体計算を多数目的最適化アルゴリズムで検証し、最適化計算の課題と必要な計算リソース量を確認できる。

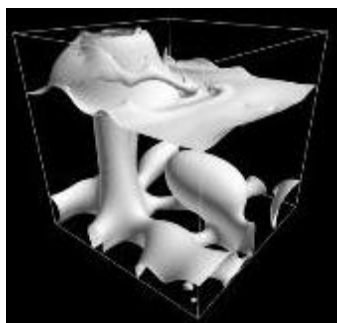
焼き入れを想定した大規模沸騰伝熱解析 (狙い・実施内容)

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。

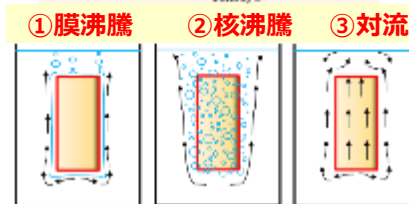
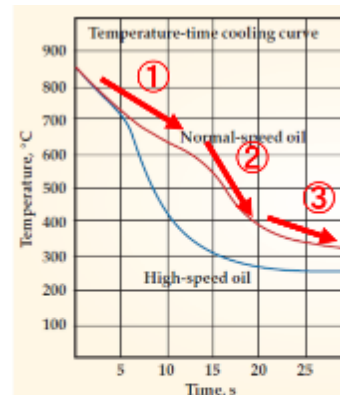
- 目標：**
- ・焼き入れ熱処理工程の沸騰流れと熱伝達の非定常連成シミュレーションの実装と検証
 - ・ギア焼き入れを想定した大規模並列計算の実装と検証

- 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 J I S 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



3. 活動内容と成果 (スパコン多様化調査)

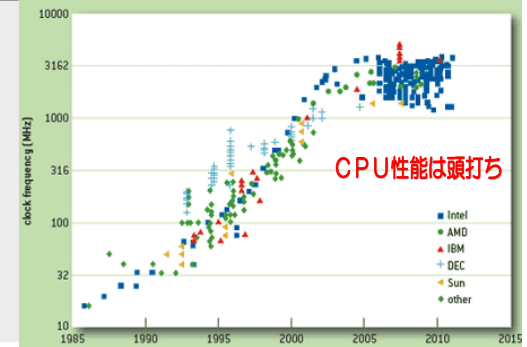
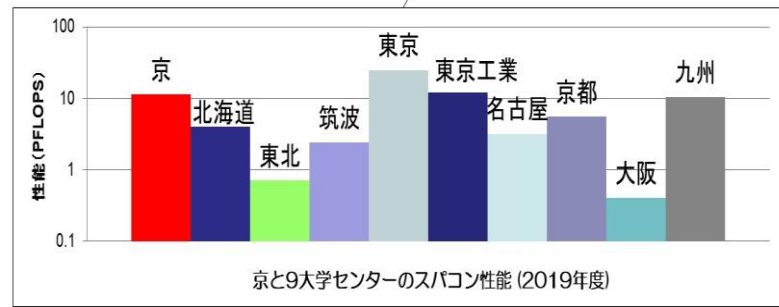
19年度 スパコンベンチマーク

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。能力も京を超えるものが複数存在



京
スパコン



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

スパコンベンチマーク

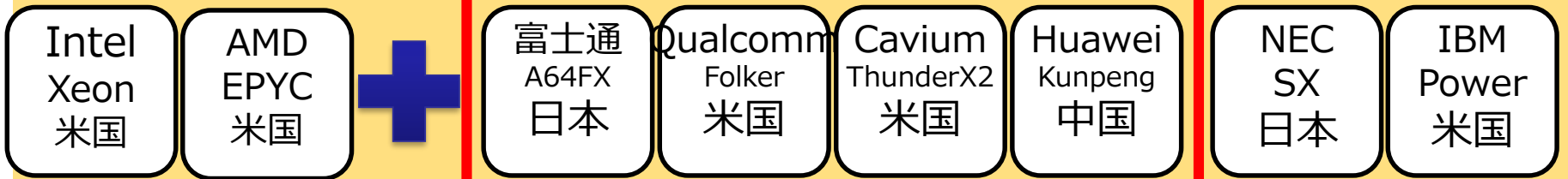
新しいCPUメーカーの台頭



x86

ARM

Others



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

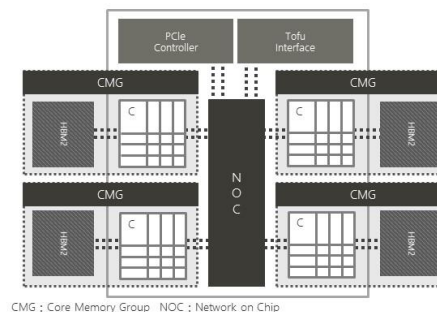
ARM課題

- 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

富岳CPU“A64FX”概要

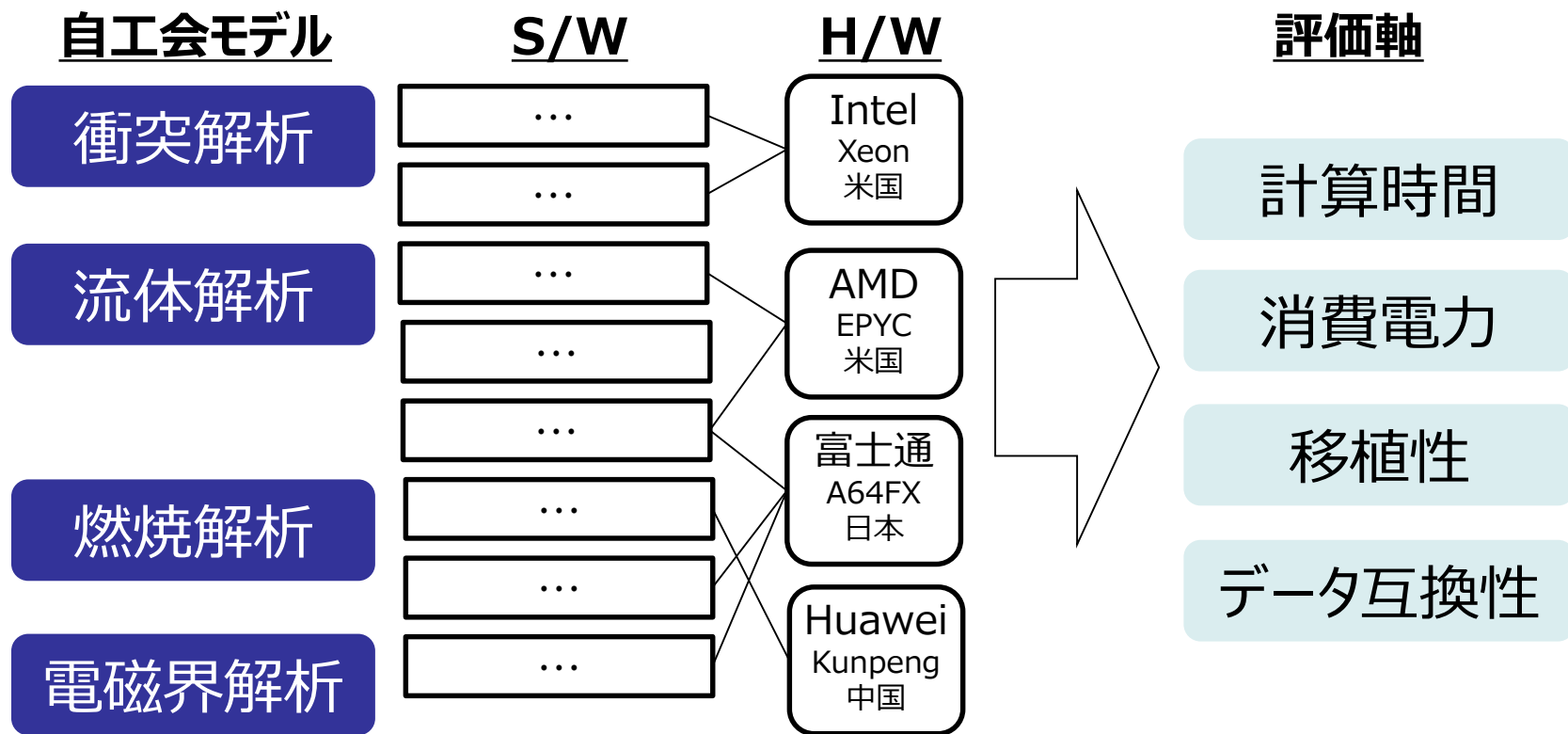
- Arm SVEを採用した高性能・高効率CPU
 - 倍精度演算性能 2.7+ TFLOPS, 90+%@DGEMM
 - メモリバンド幅 1024 GB/s, 80+%@STREAM Triad



	A64FX
ISA (Base, extension)	Armv8.2-A, SVE
プロセステクノロジー	7 nm
倍精度ピーク性能	2.7+ TFLOPS
SIMD幅	512-bit
コア数	48 + 4
メモリ容量	32 GiB (HBM2 x4)
メモリバンド幅	1024 GB/s
PCIe	Gen3 16 lanes
インターコネクト	TofuD integrated

狙い

- ◆ スパコン多様化に向けた検証
解析分野毎に INTEL, AMD, ARM の実力比較
- ◆ ポスト京を見据えた先端技術検討
ARMの性能・移植など解決すべき課題を明確化

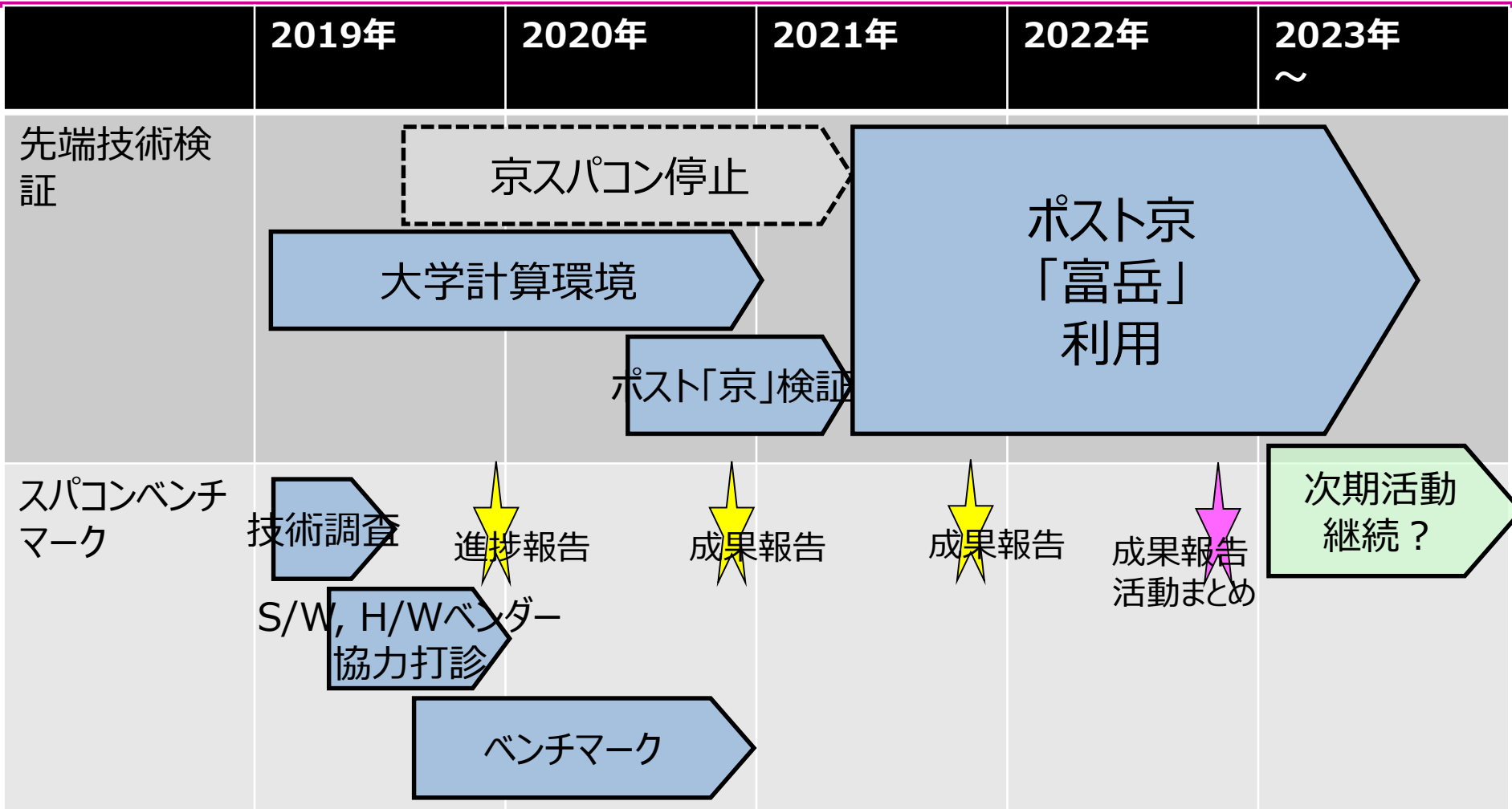


ポスト京に向けてARMの解決すべき課題を明確化

4. 今後の活動内容

- ◆ 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
- ◆ ポスト京 富岳の検証が開始できるまでは、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 富岳の活用につなげる

19年度以降の計画



スパコンベンチマークを推進し、「富岳」で採用されるARMプロセッサでCAEソフト検証、「富岳」への要望・提言を図る

5. まとめ

5. まとめ

- **世界トップクラス性能を持つHPCIスパコンを活用させて頂き、CAEシミュレーションの先端技術検証を世界に先駆けて実施。手法の有効性確認、将来課題の明確化含め、成果を上げることができた。**
- **将来主流と目される超並列計算検証を共同で実施し、現状実力を確認。ソフトウェアベンダーとともに10年先を見据えた動きを取ることができている。**
- **実施にあたり、理研、R I S T、富士通、ソフトウェアベンダー、ハードウェアベンダー他関係各所の皆様には、多大なご協力を頂きました。ここに深く感謝いたします。**

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。