

デジタルツイン化技術がもたらす クルマ作りの変化とSDVへの対応

サイバー・フィジカル・エンジニアリング技術研究組合

常務理事 高山 光弘

2023年11月29日



<https://cpe.or.jp/>



リバースエンジニアリング活用 による製造業の戦略手法

海外動向

1 2013年

ドイツ、フラウンホーファー-EZRT

自動車丸ごとスキャンできる

超大型XCT装置



All Density Components



High & Medium Density Components

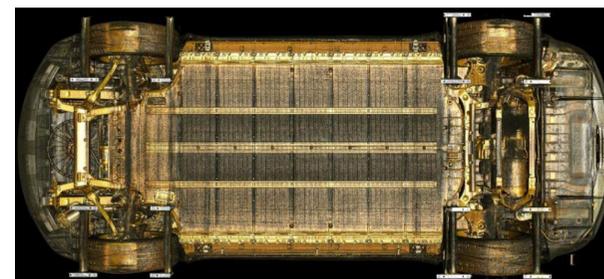


High Density Components

2 2016年

米国

超大型XCT撮像データを活用し、
電気自動車（Tesla Model Xなど）
のCADデータを作成、販売



High & Medium Density Components



X線CT技術の高解像度化によりSTL/CAD化が本格化

公開されるモノづくりデータ ⇒ CAD同等の性能評価 ⇒ 他社分析が必須条件

サイバーフィジカル・エンジニアリング = リバース + CAE

リバース
エンジニアリング

+

CAEによる推定技術
(性能・製造)

≡

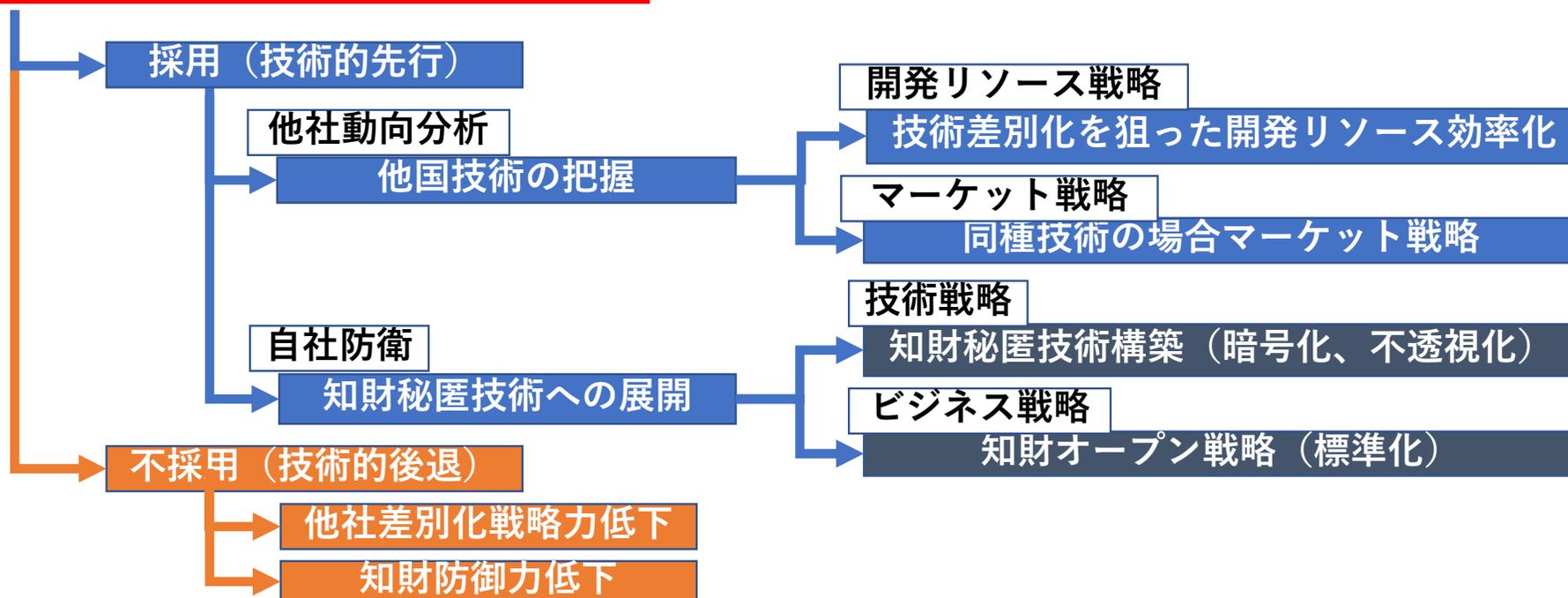
コピー技術 (劣化コピー)

≡

高度戦略分析技術

サイバーフィジカルエンジニアリング分析

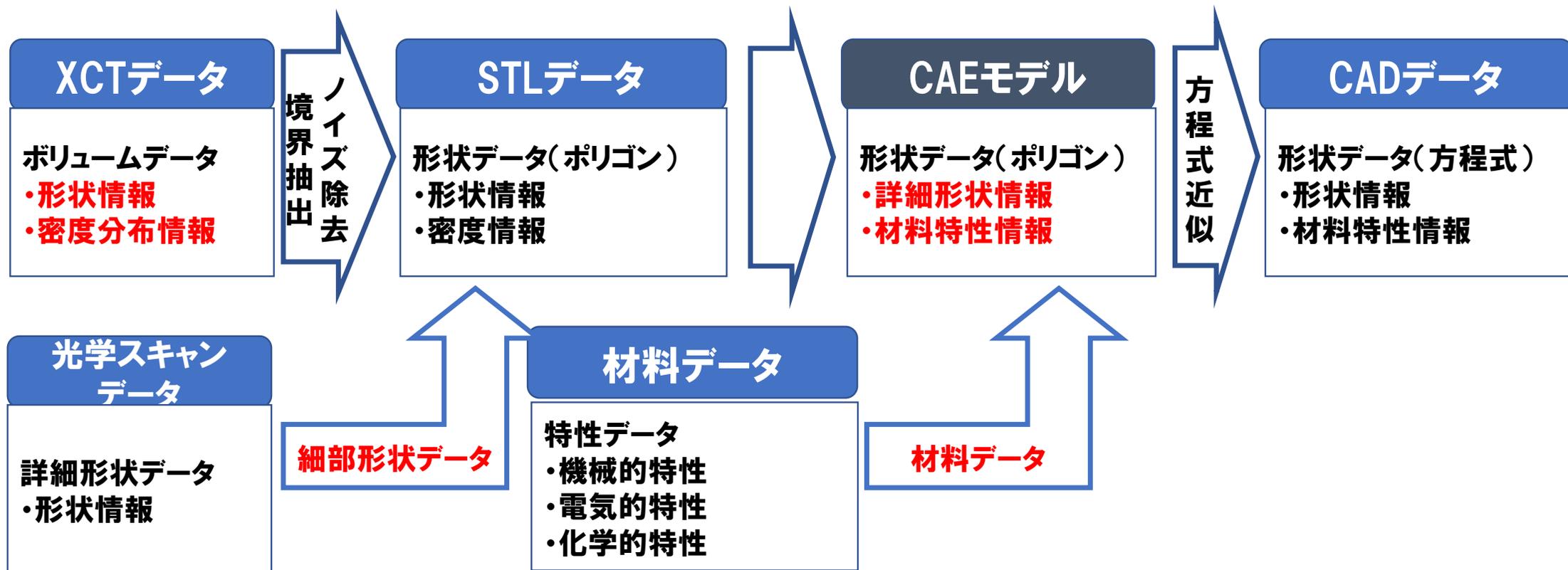
ビジネスモデル推定



サイバーフィジカルエンジニアリングは多面的分析によるビジネス戦略ツール

X線CTデータの利活用

X線CTデータ(形状データ)は下記のプロセスで変換され、情報粒度が変化する



X線CTデータ、CAEデータ、CADデータの情報は詳細度が異なり、活用方法を工夫可能

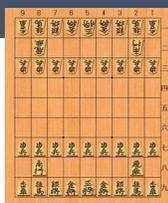
豊富なデータによる開発手法の価値

サイバーフィジカル・エンジニアリングによる技術変革

将棋

対戦相手 (量的観点)

戦術 (セオリー) (質的観点)



人型ロボット開発

論理的運動力学アプローチ

Key word : 卓越した論理式

論理的エンジニア発想



※出展 : 本田技研工業

将棋+人工知能

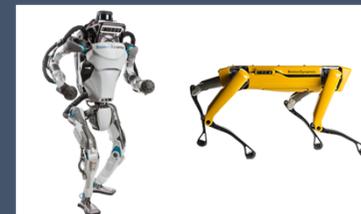
対戦相手 : 無限大 (量的観点)

戦術 : 多様化 (質的観点)

人型ロボット+人工知能

画像認識技術による運動特性を機械学習化

Key word : + 事例による学習



※出展 : Boston Dynamics

事例を用いたAI学習手法は論理的思考を支援し、効率向上可能

サイバーフィジカル・エンジニアリングによる技術変革

論理的エンジニア思考
(技術解明)

経験工学的エンジニアリング
(技術未解明)

XCTエンジニアリング+AI発想

自社製品：自社経験による知見
(量的観点) 自社データ
(質的観点) 図面、テストデータ

他社製品：自社にはなかった知見
(量的観点) 他社データ
(質的観点) 製品形状データ

より多くの学習データ活用手法が“モノづくり“を変える
⇒データ活用法が優劣を決める

車両一台分データ計測利用の可能性

XCTデータ

車両一台分データによる
構造・システム理解

コンセプト設計自動化

CAEモデル

車両詳細構造データ
による性能・製造推定

詳細設計自動化

CADデータ

車両データ方程式化に
よる設計自由度向上

詳細設計自動化

自動設計

膨大な製品データから多様性の高いAI学習、
エンジニアの経験値を上回る発想を実現する

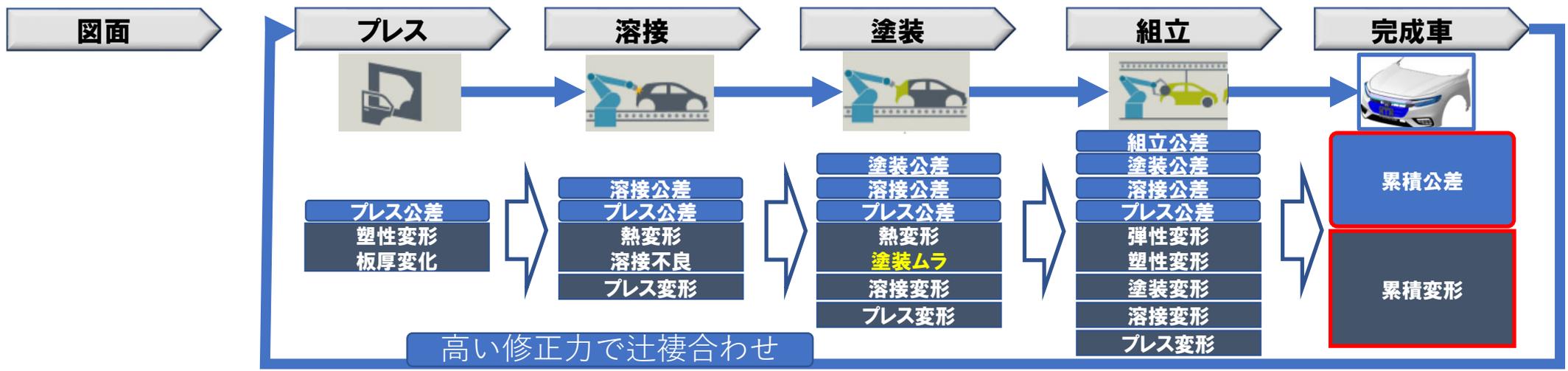
- ・高性能
- ・省人力
- ・高効率

形状データ価値は大量のデータ学習手法により、“データドリブンなモノづくり”に移行
一方ソフトウェア価値は？

自動車産業スタートアップの躍進にみる ハードウェア価値の変化

EV化による日本の製造業への影響

日本の製造業は**製造現場にすり合わせ技術を持った職人**がおり、製造工程で発生する変形やバラつきを修正することで高い製造スペックを達成してきた。



日本の“モノづくり“に特徴的な”すり合わせ技術“による高品質

EV業界に見られるスタートアップ

◆ガソリン車

内燃機関が持つ車両全体システムへの影響評価の難しさが技術的参入障壁

⇒ すり合わせ技術の必要性:大

EVシフト

◆電気自動車

コンポーネントのモジュール化によりシステム複雑度が低下し、問題解決が容易

⇒ すり合わせ技術の必要性:小



Tesla Motor

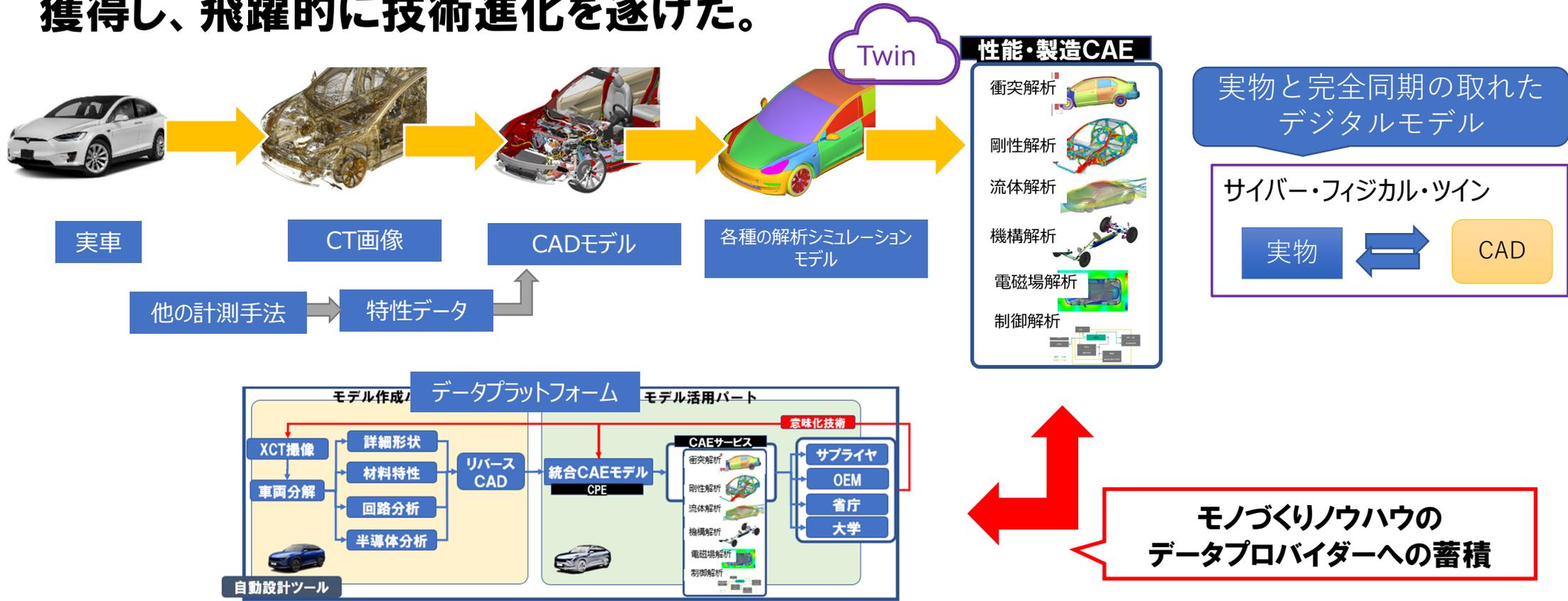


BYD

EVシフトによるシステム複雑度低下はスタートアップ企業に追い風

データプロバイダーによる自動車会社スタートアップ支援

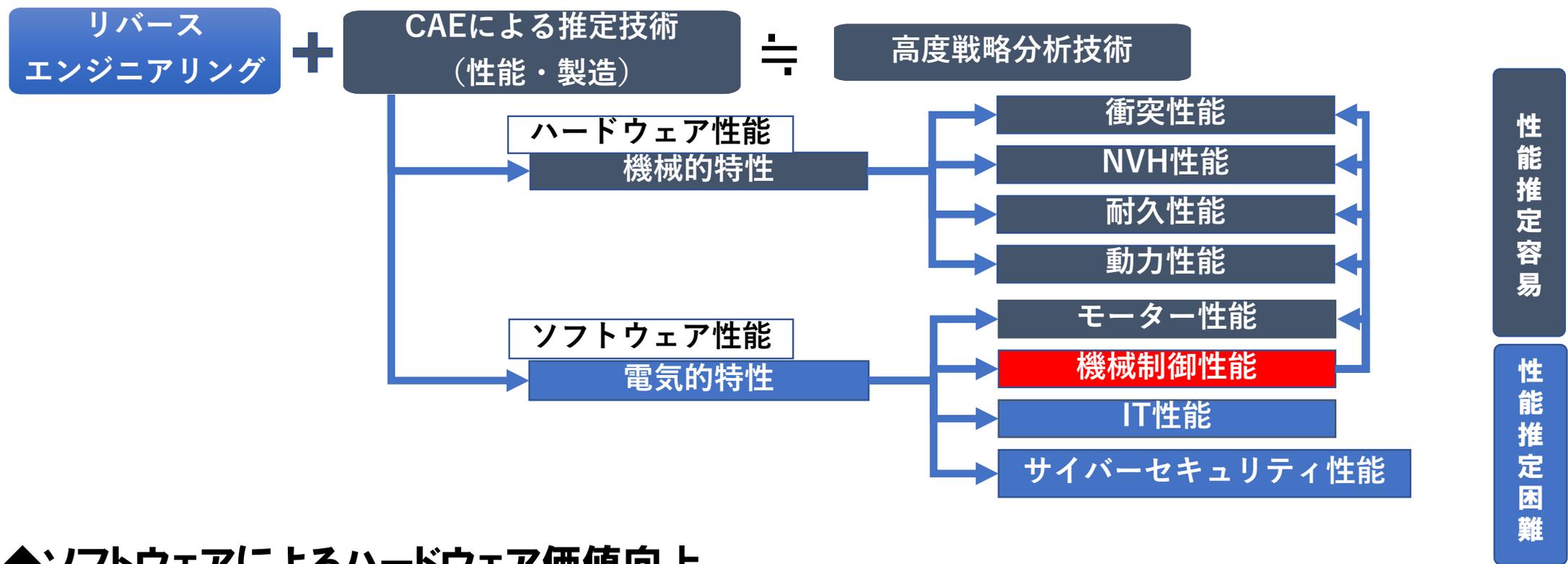
自動車関連のスタートアップ企業は車両開発経験不足を補うため、車両一台分のデータプロバイダーを利用することで実績のある構造から技術的ノウハウを獲得し、飛躍的に技術進化を遂げた。



モノづくりノウハウのデータプロバイダーへの蓄積

スタートアップ企業の技術格差キャッチアップ（機械性能が中心）

データプロバイダーによる自動車会社スタートアップ支援

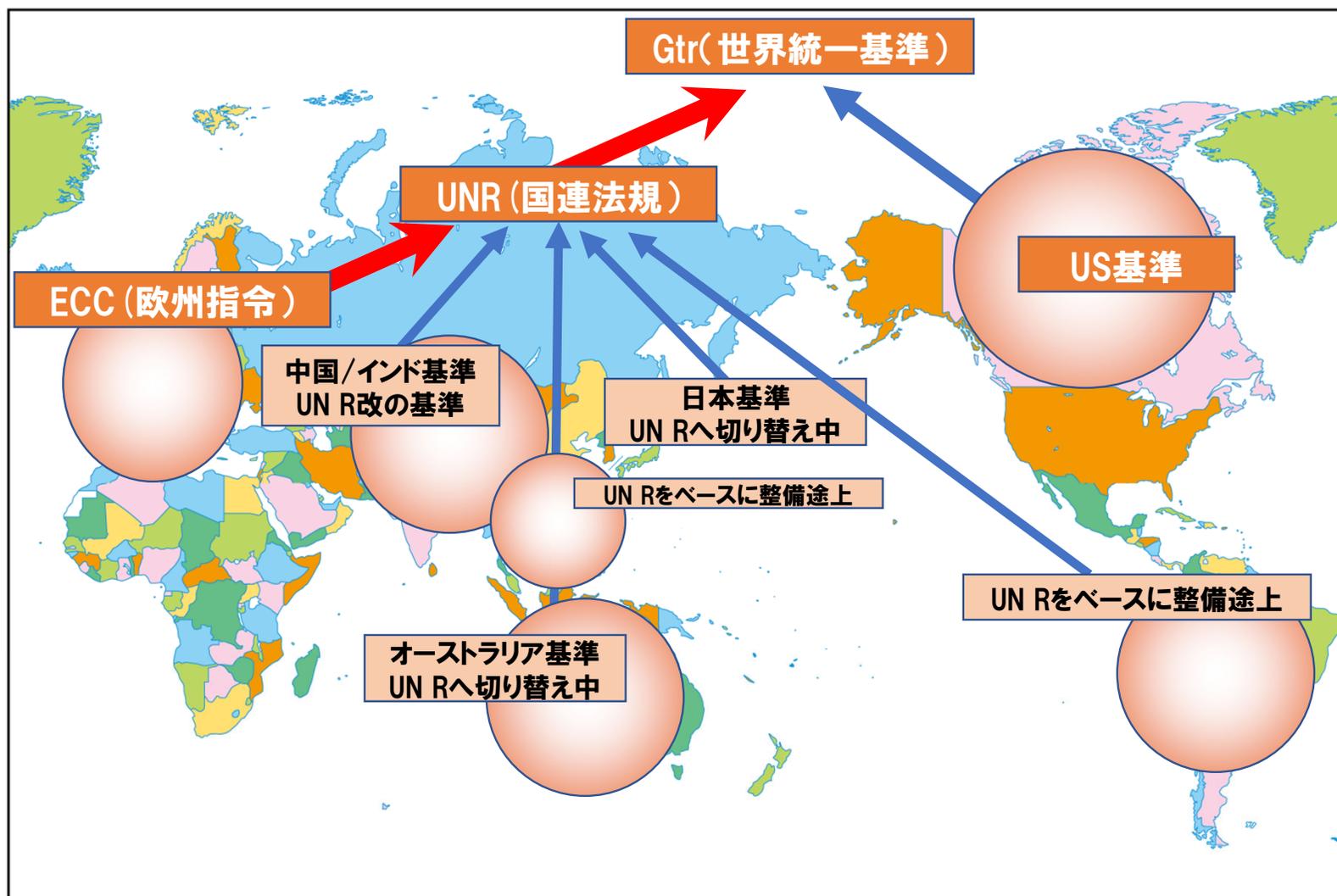


◆ソフトウェアによるハードウェア価値向上
近年、制御技術とコンピュータ性能の向上により、**制御プログラムによる機械性能向上**が進んでいるが、情報秘匿の点からも制御プログラムへの技術移行が進む。

ハードウェア価値は技術解明が容易となり相対的にソフトウェア価値が向上する

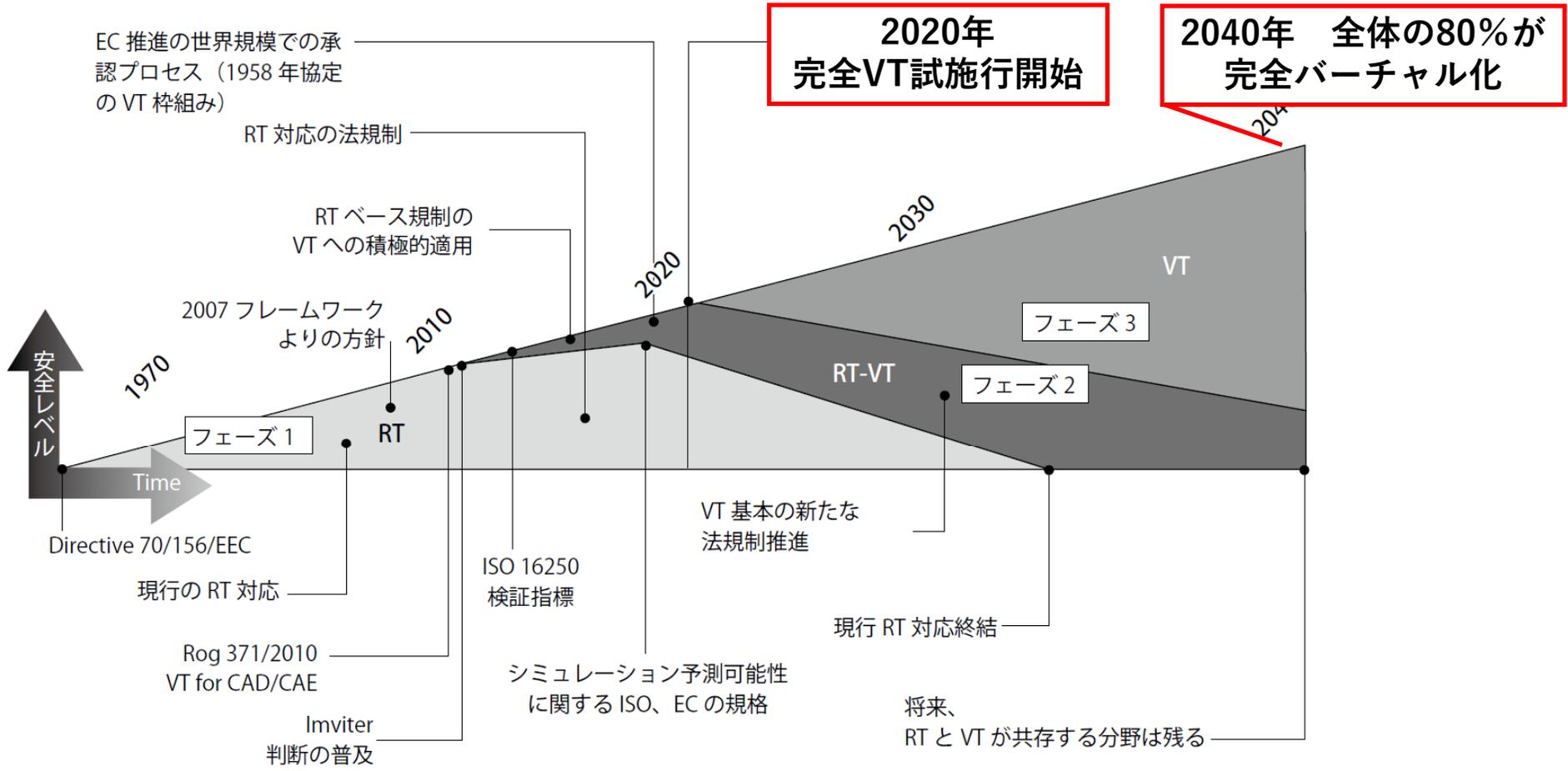
欧州ヴァーチャル認証の動向

世界法規体制



自動車関連の世界法規は欧州が起案して世界統一基準に向かうものが主流である

Inviter 欧州におけるヴァーチャルテスト化 ロードマップ



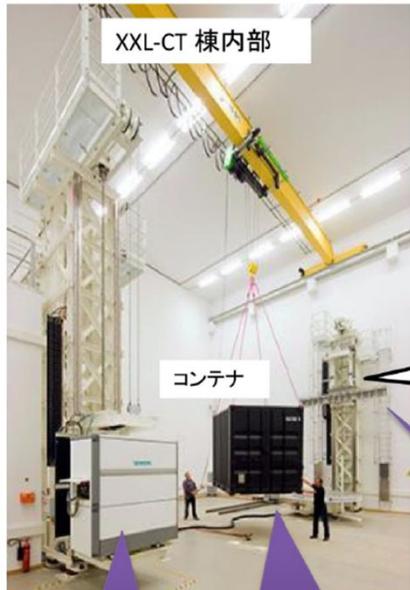
出典：Inviter 公式ホームページ、一部筆者追加

『機械設計』(2019年12月号、日刊工業新聞社「バーチャルエンジニアリングの衝撃 第12回)より

ヴァーチャルテストによる性能評価は機械的性能が中心であり、その情報公開が進む

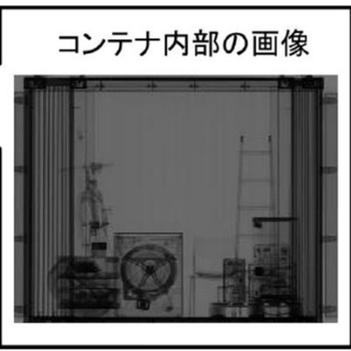
独フラウンホーファーEZRTの超大型XCT装置の概要（世界的ベンチマーク拠点）

世界初の超大型XCT装置（2013年稼働）



応用分野

- 自動車＝丸ごと、エンジンブロック
- 安全＝貨物コンテナ
- 航空機＝胴体、複合材部品
- エネルギー＝タービン、ロータブレード
- リサイクル＝廃棄物コンテナ
- 輸送＝船用、鉄道車両エンジン



X線源

回転テーブル

検出器



フラウンホーファーEZRTはXCTデータ(自動車その他)の利活用についての検討を開始

・利用用途

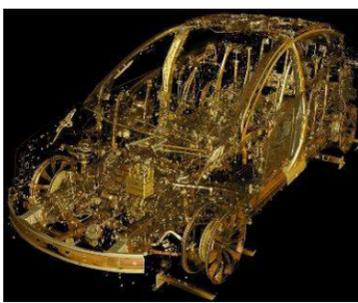
- ◆CAEモデル ⇒ CAEシミュレーション(従来利用)
- ◆XCTデータ ⇒ 生産部門、サービス部門
⇒ 販売部門、マーケットデータ
(新しい利用価値を創出)



All Density Components



High & Medium Density Components



High Density Components

X線CTデータの規格化、バーチャル認証適用、AI設計への展開が予想される

リバーズエンジニアリングおよびヴァーチャル認証による 自動車産業への影響とその対応

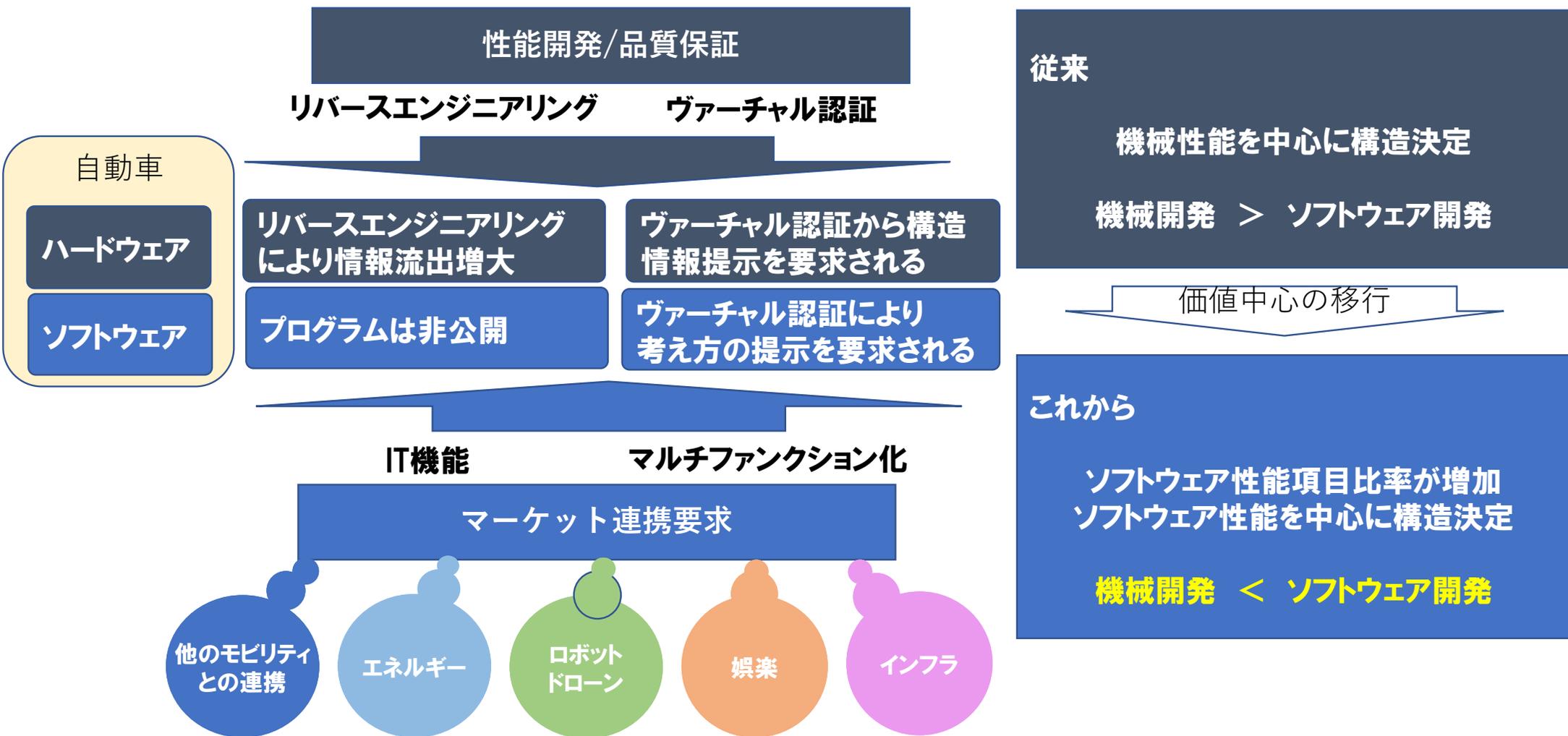
新しい技術そのものやルール改定が及ぼす変化

リバースエンジニアリング ⇒
・豊富な他社データによるAI学習
・機械的構造情報入手性向上

ヴァーチャル認証 ⇒ 品質保証のために情報提示義務
(構造情報、製造情報など)

機械的構造情報の秘匿が困難になり易い

SDVによってもたらされる自動車開発への影響



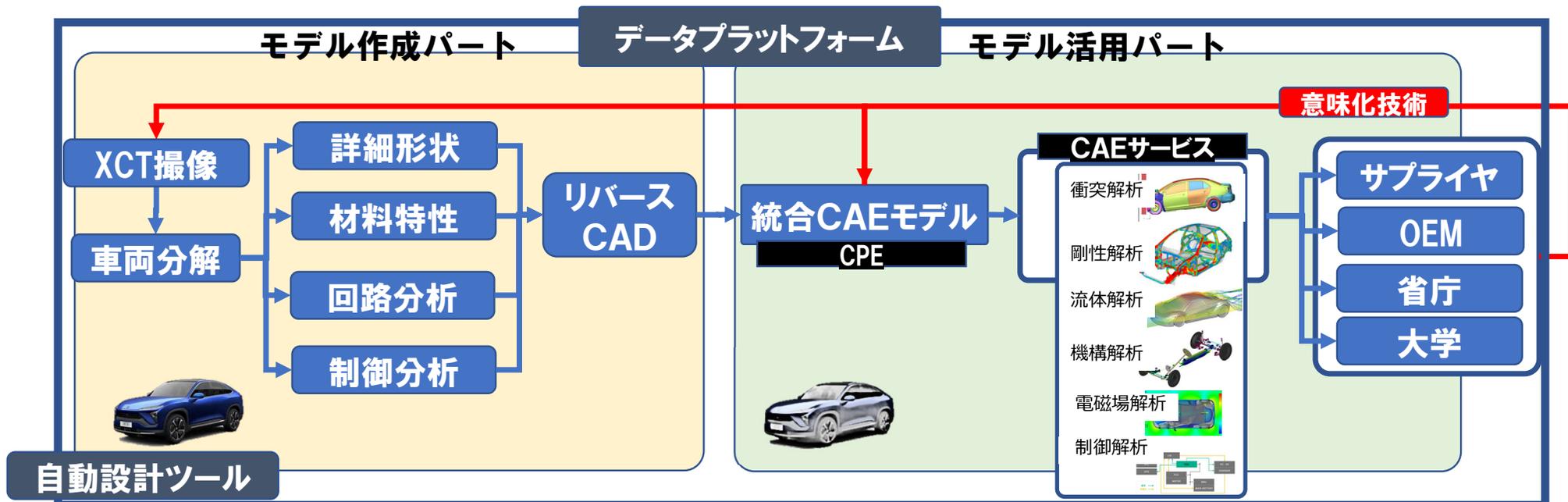
機械的価値の相対的低下により、ソフトウェア開発ベースでハードウェア開発が具現化機能を開発

デジタルツインデータプラットフォーム

実物と等価なデータプラットフォームを構築し、ユーザー価値を自律的向上可能な場を形成

- ◆ デジタルモデル作成
- ◆ デジタルモデル活用
- ◆ ユーザーフィードバック

計測データを基に計測、モデル化、CAEの**連携データシステム**を構築
全体システム評価可能なモデルを構築し、多様なCAEニーズに対応
モデル化技術、計測技術、装置技術への**改善情報を還流**させる
(知見の還流・蓄積を可能とする)



計測、モデル作成と利活用がリンクした“データプラットフォーム”をスパイラルアップ

超大型X線CT装置を活用したサイバーフィジカルエンジニアリング（CPE）技術に関する研究開発(F-REIへの提案)

産業用X線CT装置（CT:コンピュータ断層撮影）は非破壊で内・外部を含めて3Dデジタル計測可能な唯一の手法。近年この、データを活用するCPE技術（仮想空間と現実を統合する産業技術）に関する研究開発が国内外で急速に展開されている。

本研究開発は世界初の高エネルギー・ガントリー式超大型XCTをドイツ・フラウンホーファとの国際連携のもとに開発実装するとともに、高速化・高画質化等の画像処理基盤技術やシミュレーション等のCPE技術を開発し、本装置を核に世界的拠点化を図る。

この取組により、自動車、航空機等の大型機械部品をはじめ、自動車部品や電気部品等広範な分野における福島発のDX化を推し進め、2030年を目標に、高度化する製造業の環境、安全、自然災害、SDGs等のニーズに日本型イノベーション等で貢献する。

【詳細】

①超大型X線CT技術

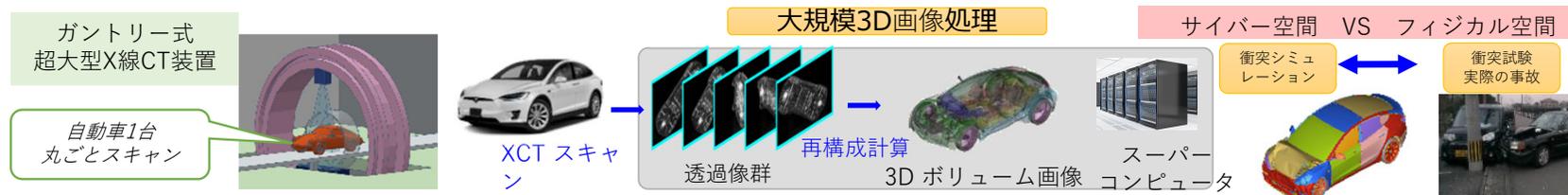
- ・自動車、航空機体、風力発電ブレード等の大型機械部品や電気部品のデータを丸ごと取得。
- ・世界初の高エネルギー・ガントリー式超大型XCT装置を設計開発し実装する

②超大型X線CT画像処理基盤技術

- ・超大型X線CT装置で計測したデータを処理し、被検体の非破壊検査や形状計測を実施。
- ・高画質化、高速化、大規模3D画像処理および他の装置由来のデータのハイブリッド化・標準化研究開発を行う

③X線CTデータ活用CPE技術

- ・処理済みのデータを活用し、CADデータを作成（ソフト・ハード両面から情報を統合）
- ・電気、機械、エネルギー面の構造・性能の評価・シミュレーション等への活用に係る技術研究開発を行う



ご清聴ありがとうございました



Cyber
Physical
Engineering