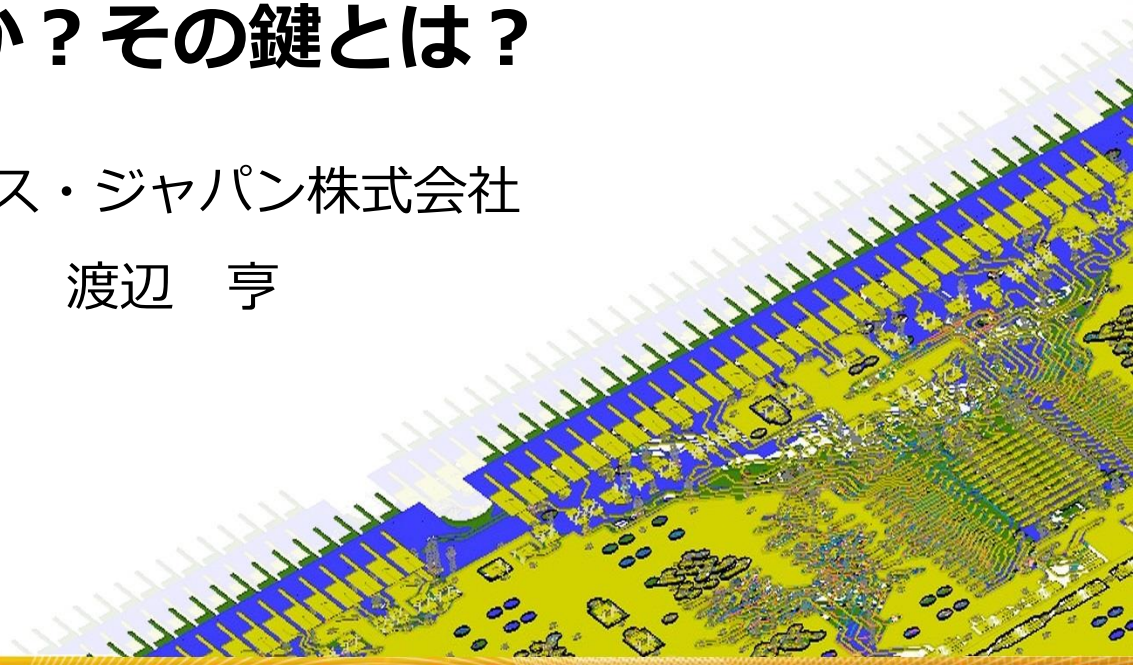
ANSYS®

設計上流でシステム（LPB）シミュレーションは可能か？その鍵とは？

アンシス・ジャパン株式会社

渡辺　亨



アジェンダ

- ANSYSについて
- Vモデルとシミュレーション
- ADAS検証における1Dシミュ―レーション活用事例
- システムシミュレーション実現のKey Technology
- 電子機器設計と1Dシミュレーション
- 電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

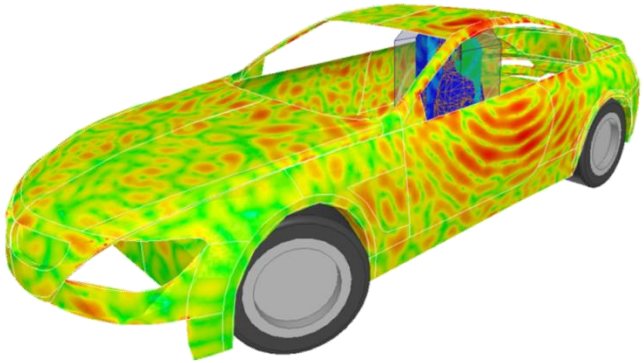
© 2017 ANSYS, Inc.

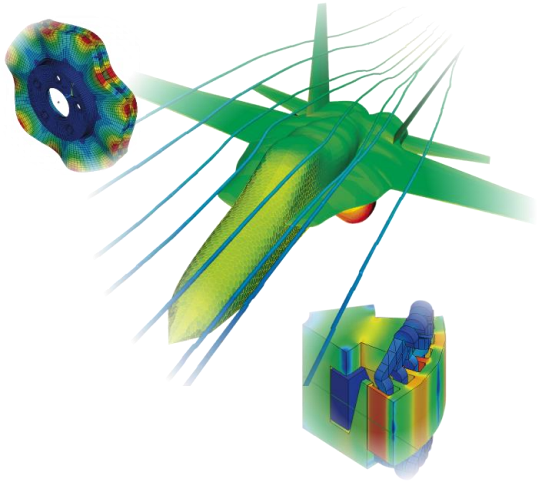
アジェンダ

- **ANSYSについて**
- Vモデルとシミュレーション
- ADAS検証における1Dシミュレーション活用事例
- システムシミュレーション実現のKey Technology
- 電子機器設計と1Dシミュレーション
- 電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

© 2017 ANSYS, Inc.

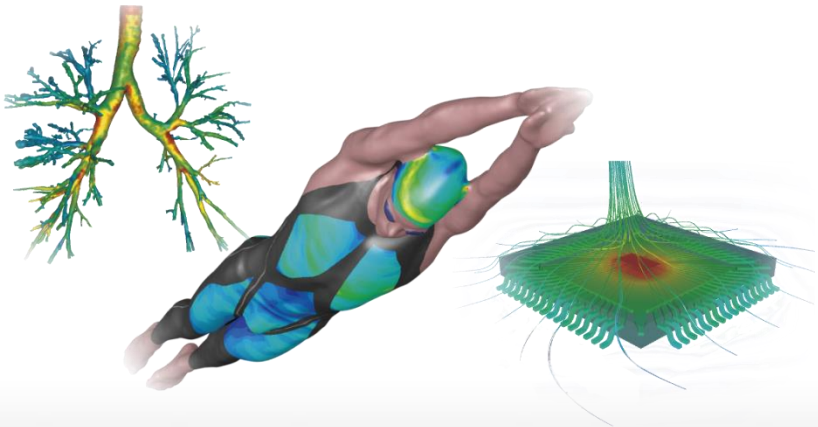
ANSYSについて





シミュレーション主導の製品開発（SDPD*）を支援する
CAEソフトウェアのリーディングカンパニー

*SDPD – Simulation-Driven Product Development™



Realize Your Product Promise®

その可能性を、確かな約束に。

ANSYS®

© 2017 ANSYS, Inc.

ANSYSについて

会社概要

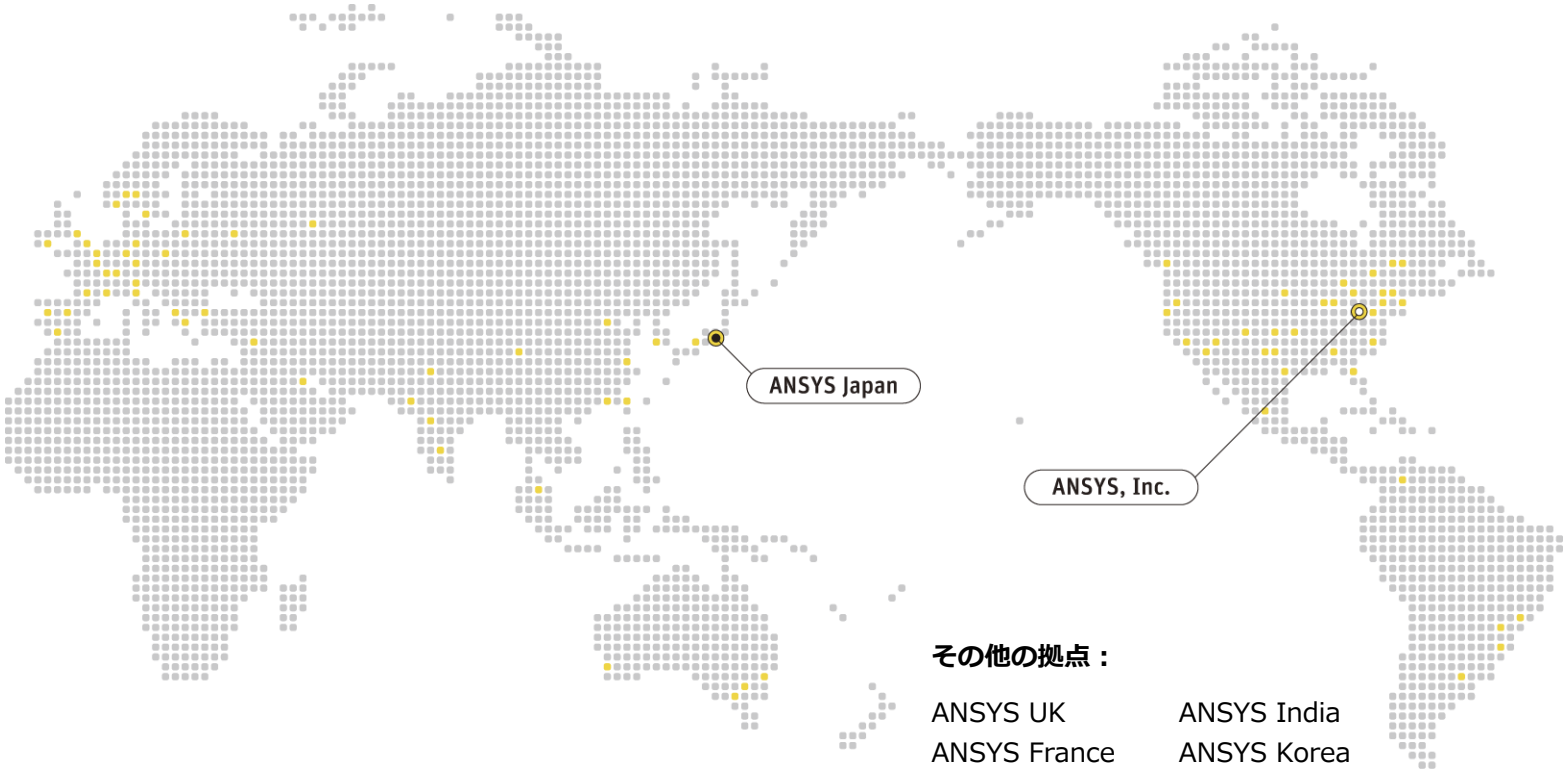
- **本社：　米国ペンシルベニア州　キャノンズバーグ**
- **NASDAQ上場（Symbol：ANSS）**
- **創業：　1,970年**
- **従業員数：　約3,000人**
- **顧客数：　4,000社以上**
- **沿革（トピックス）：**
  - 2008年　Ansoft社を買収
  - 2011年　Apache社を買収
  - 2012年　Esterel社を買収
  - 2015年　Delcross社を買収

© 2017 ANSYS, Inc.

ANSYSについて

- グローバルネットワーク

- 戦略的販売拠点：およそ７５
- 総従業員数：およそ３，０００名
- チャネル・パートナー：４０カ国以上



日本法人　アンシス・ジャパン株式会社

本社　新宿区西新宿

その他の拠点：

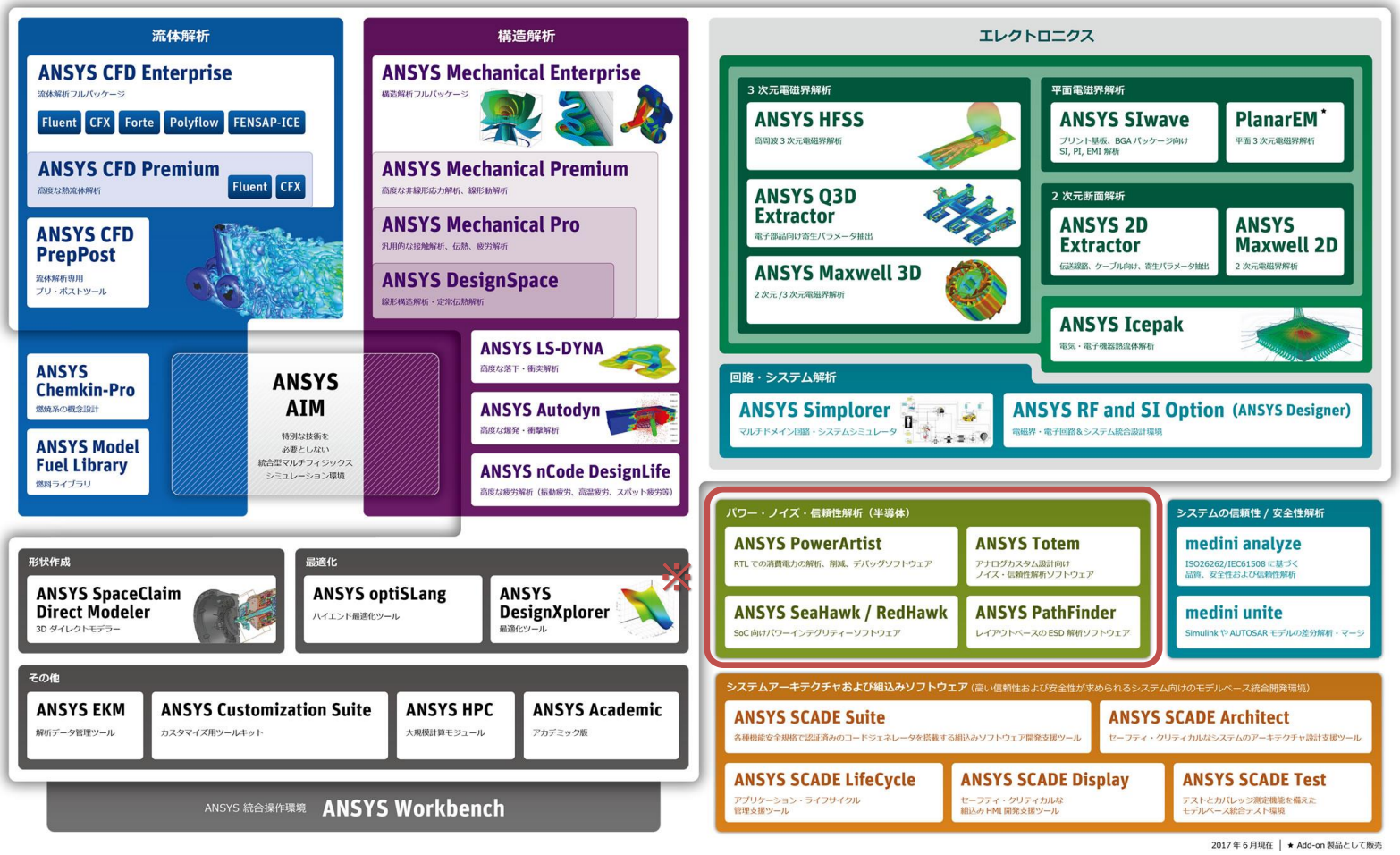
ANSYS UK
ANSYS France
ANSYS Germany
ANSYS Italy
ANSYS Canada
ANSYS India
ANSYS Korea
ANSYS China
ANSYS Taiwan

© 2017 ANSYS, Inc.

ANSYSについて

- CAE業界随一の豊富な製品ラインナップ

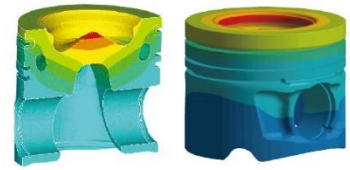
※旧Apache製品



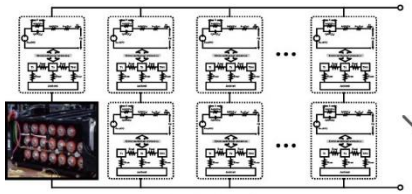
© 2017 ANSYS, Inc.

ANSYSについて

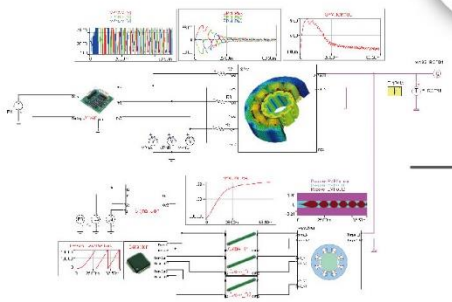
- マルチフィジックスソリューション



ディーゼルエンジンピストンの温度分布



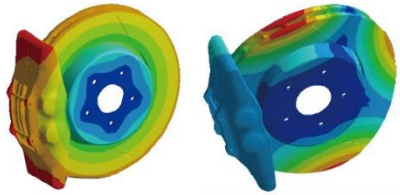
リチウムイオンバッテリー



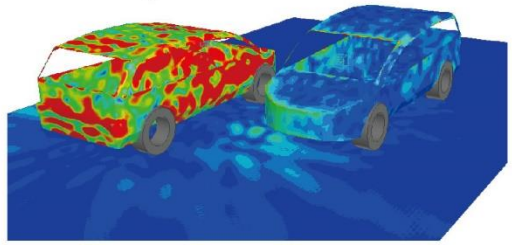
モーターシステム

資料提供：Sports Engineering

自転車競技者の圧力分布とパスライン



ディスクブレーキの静的熱変形（左）と
モーダル解析（右）

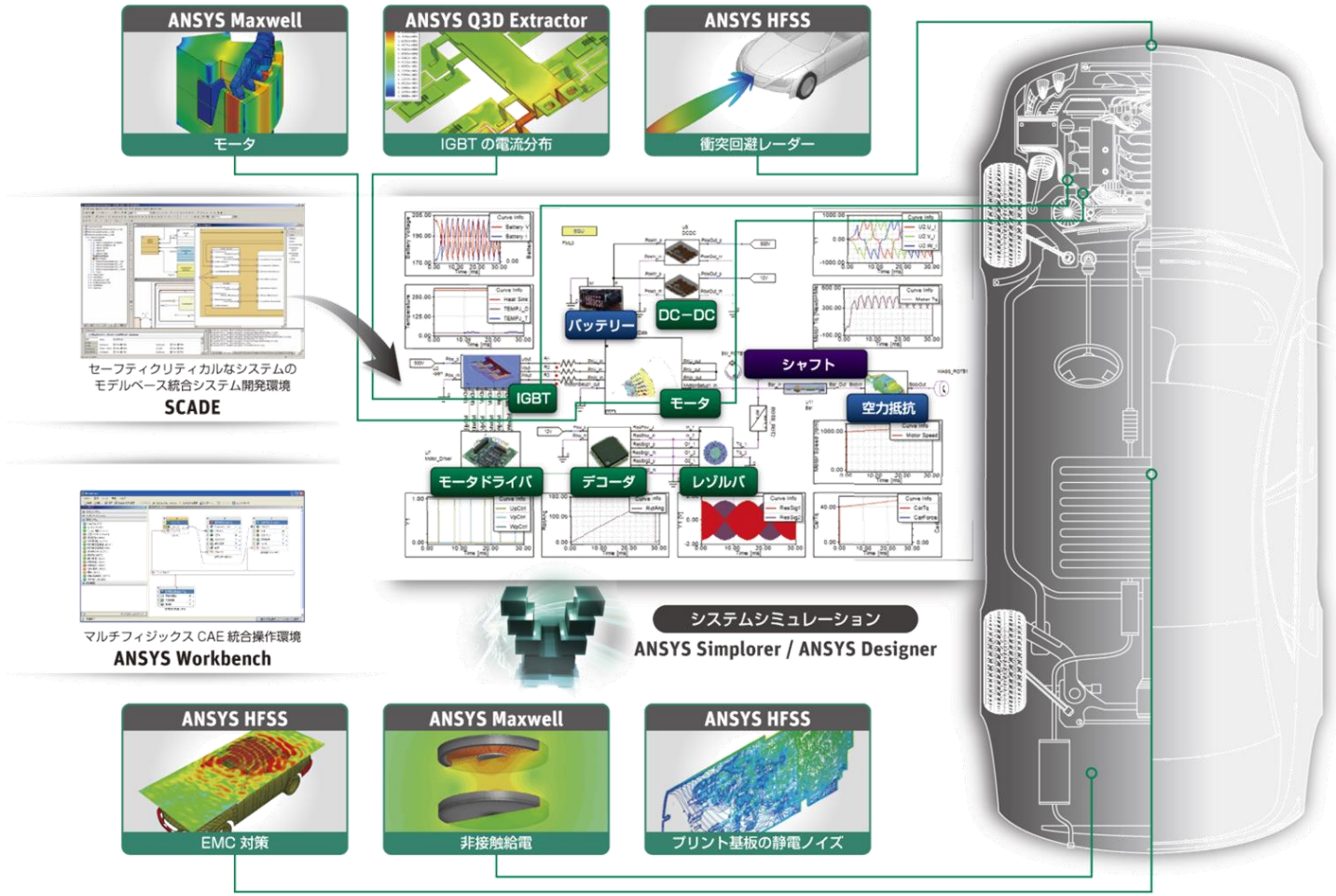


車車間通信

© 2017 ANSYS, Inc.

ANSYSについて

- マルチドメインソリューション



© 2017 ANSYS, Inc.

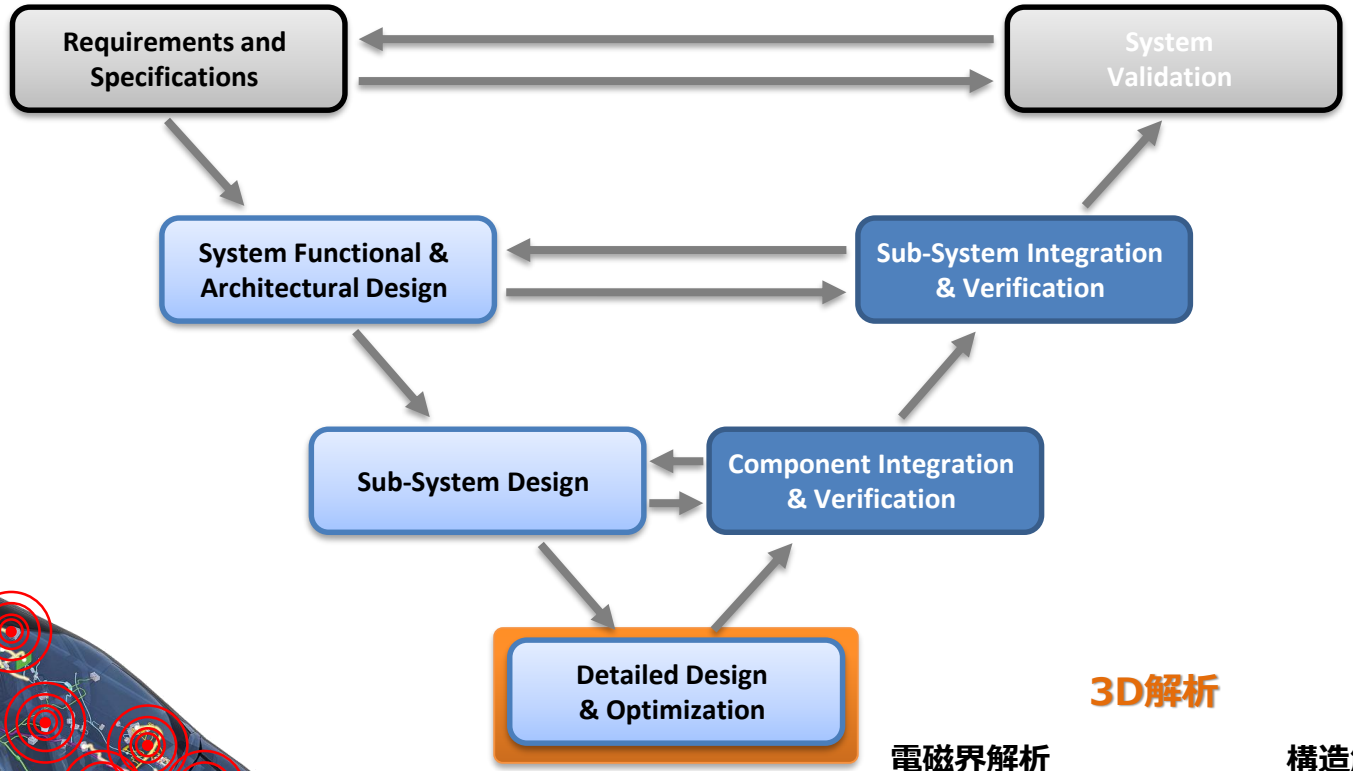
アジェンダ

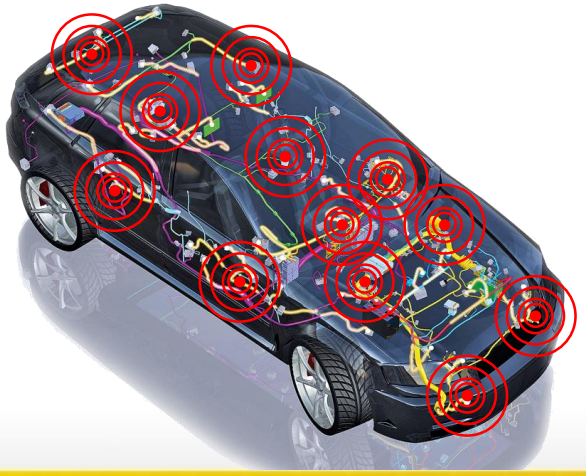
- ANSYSについて
- **Vモデルとシミュレーション**
- ADAS検証における1Dシミュレーション活用事例
- システムシミュレーション実現のKey Technology
- 電子機器設計と1Dシミュレーション
- 電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

© 2017 ANSYS, Inc.

Vモデルとシミュレーション

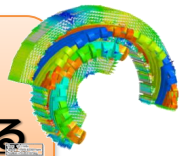
- 3D（物理）解析はどのプロセスで使われているか？　例．自動車設計



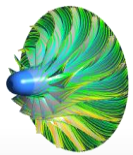


3D解析

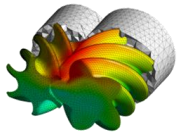
電磁界解析



熱流体解析



構造解析



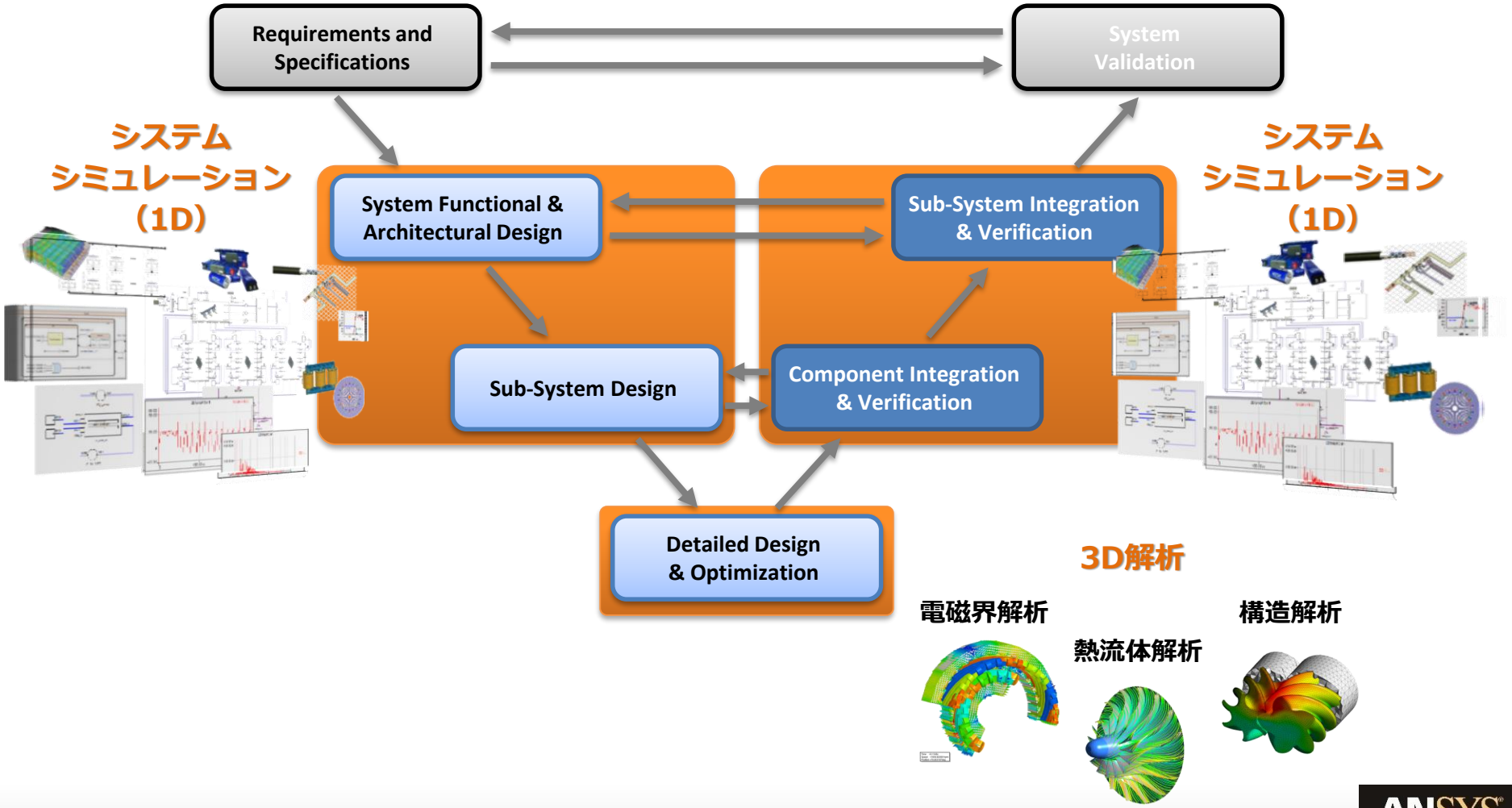
- 部品単位
- 精度は良いが**時間がかかる**

© 2017 ANSYS, Inc.

ANSYS Confidential

Vモデルとシミュレーション

- 他のプロセスにおいてシミュレーションは？　例．自動車設計



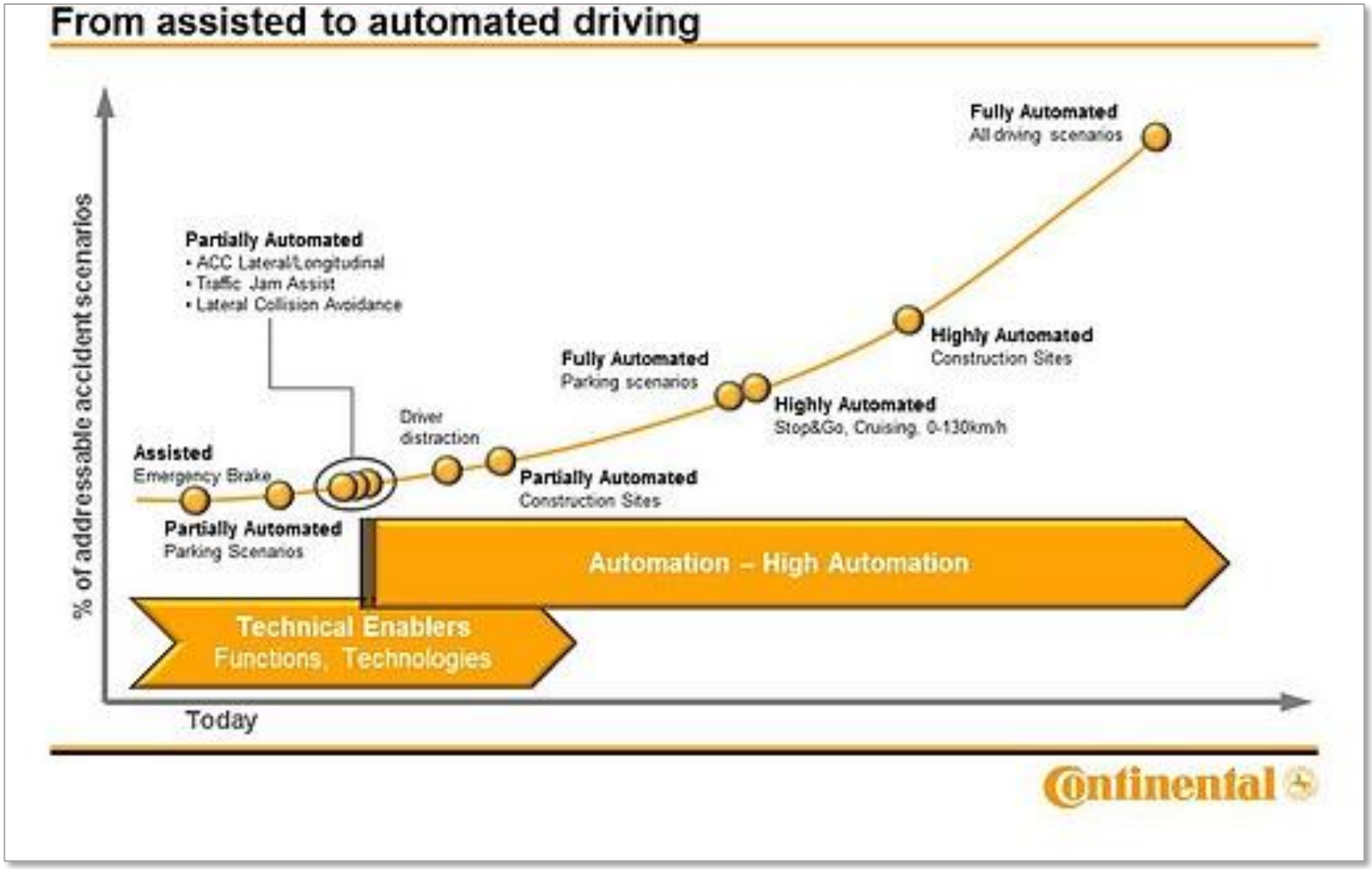
© 2017 ANSYS, Inc.

アジェンダ

- ANSYSについて
- Vモデルとシミュレーション
- **ADAS検証における1Dシミュレーション活用事例**
- システムシミュレーション実現のKey Technology
- 電子機器設計と1Dシミュレーション
- 電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

© 2017 ANSYS, Inc.

ADASと自動運転車の開発



自動運転車の安全性確保には・・・

「自動運転車の開発には、シミュレーションも含めて、
88億マイルものテスト走行が必要になると試算されています」

Paris Auto Showにおける トヨタ自動車社長 豊田章男氏の発言

© 2017 ANSYS, Inc.

自動運転車の安全性確保には・・・

RAND CORPORATION
OBJECTIVE ANALYSIS.
EFFECTIVE SOLUTIONS.

「安全への道のり」

自動運転車の信頼性を実証するために必要な走行距離は？

Driving to Safety

How Many Miles of Driving Would It Take to Demonstrate Autonomous Vehicle Reliability?

by Nidhi Kalra, Susan M. Paddock

Related Topics: Autonomous Vehicles, Traffic Accidents, Transportation Safety

- Autonomous vehicles would have to be driven hundreds of millions of miles and sometimes hundreds of billions of miles to demonstrate their reliability in terms of fatalities and injuries.

自動運転車がその信頼性を死傷者数という形で示すには、条件次第で**数億～数千億マイル**ものテスト走行が必要になると考えられます。

自動運転車の安全性確保には・・・

- 百億マイルに及ぶテスト走行・・・
- 評価コストは桁違いに増大！

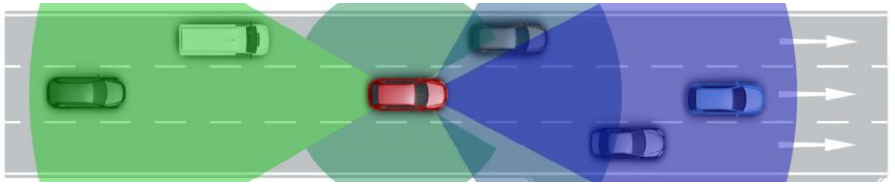
シミュレーションによる仮想テストは必須！

© 2017 ANSYS, Inc.

安全な自動運転の為の前提条件

周囲のセンサー観測

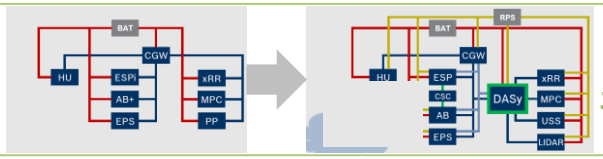
- 360°周囲を観測するための異なるセンサーの組み合わせ
- 高速運転のための長/中距離-レンジのレーダーシステム
- それぞれのエリアをカバーする複数のセンサーによる信頼性要求の満足



信頼性の高いシステムアーキテクチャー

- 処理ユニット、インターフェース、電源供給の冗長性
- 変化を完遂するオンボードネットワーク

フェイル - セーフ



フェイル - オペレーショナル

サイバーセキュリティーの脅威低減

- 故意の攻撃の阻止
- 気密性、完全性、可用性

セキュリティの漏れが
安全を危険にさらす
可能性がある

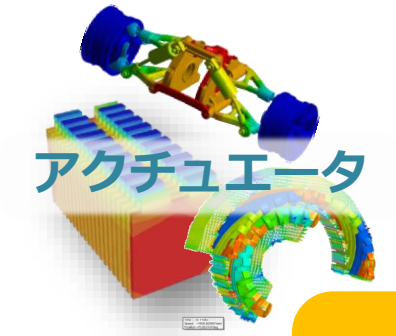
堅牢なソフトウェア

- 自己学習アルゴリズム
- ソフトウェアの臨界分析

信頼性の高い作動

- 安定化、ブレーキおよびステアリングシステムにおける冗長性
- モジュラーアクチュエーションコンセプトは自動運転のための完璧なソリューションを提供

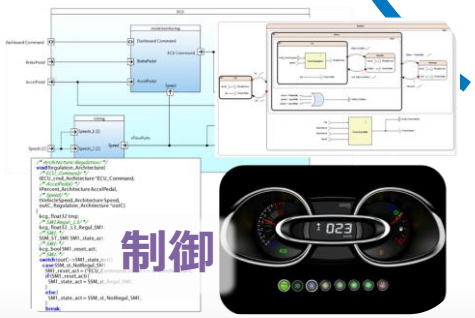
自動運転技術 – 制御ループ



現実世界

センサー類

制御装置

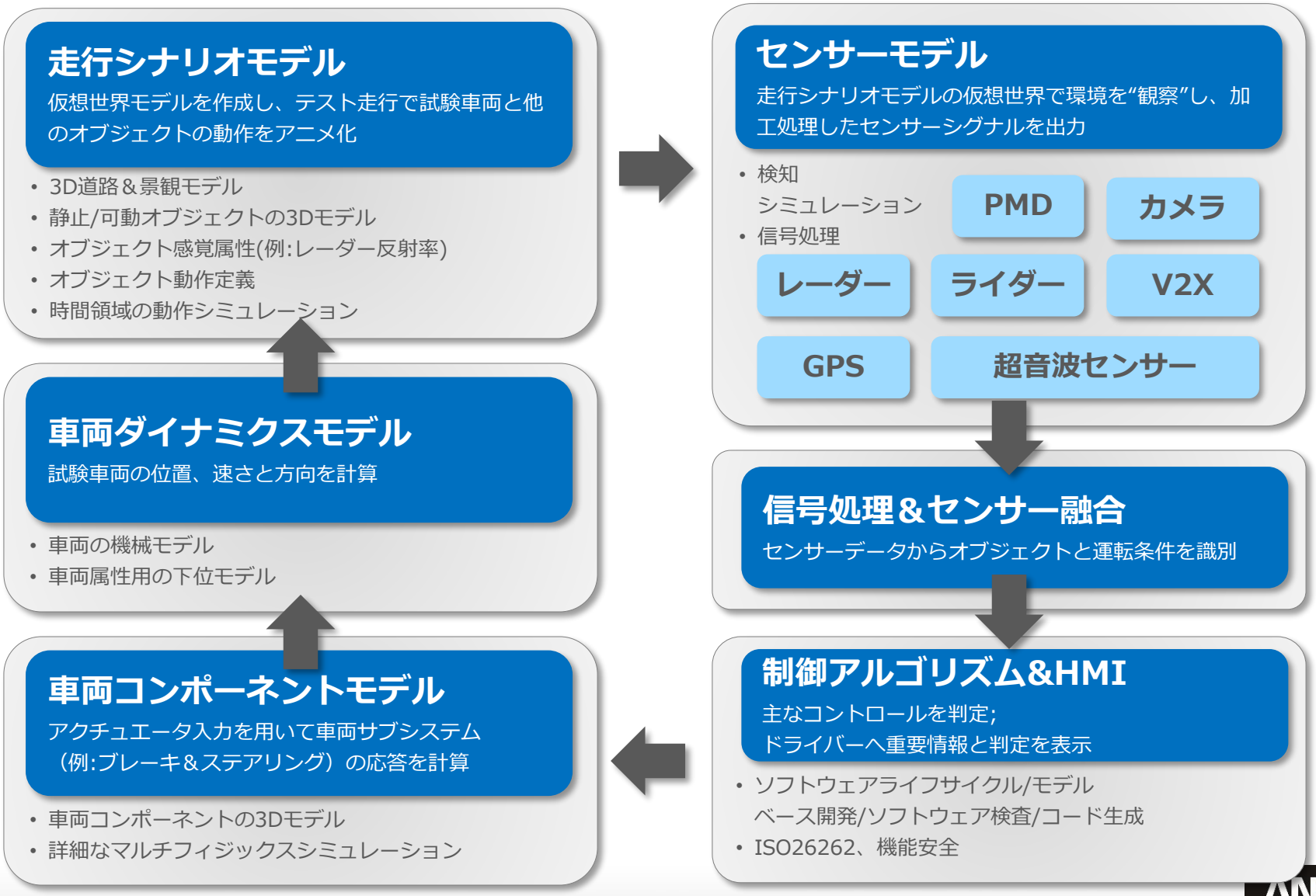


アクチュエータ

© 2017 ANSYS, Inc.

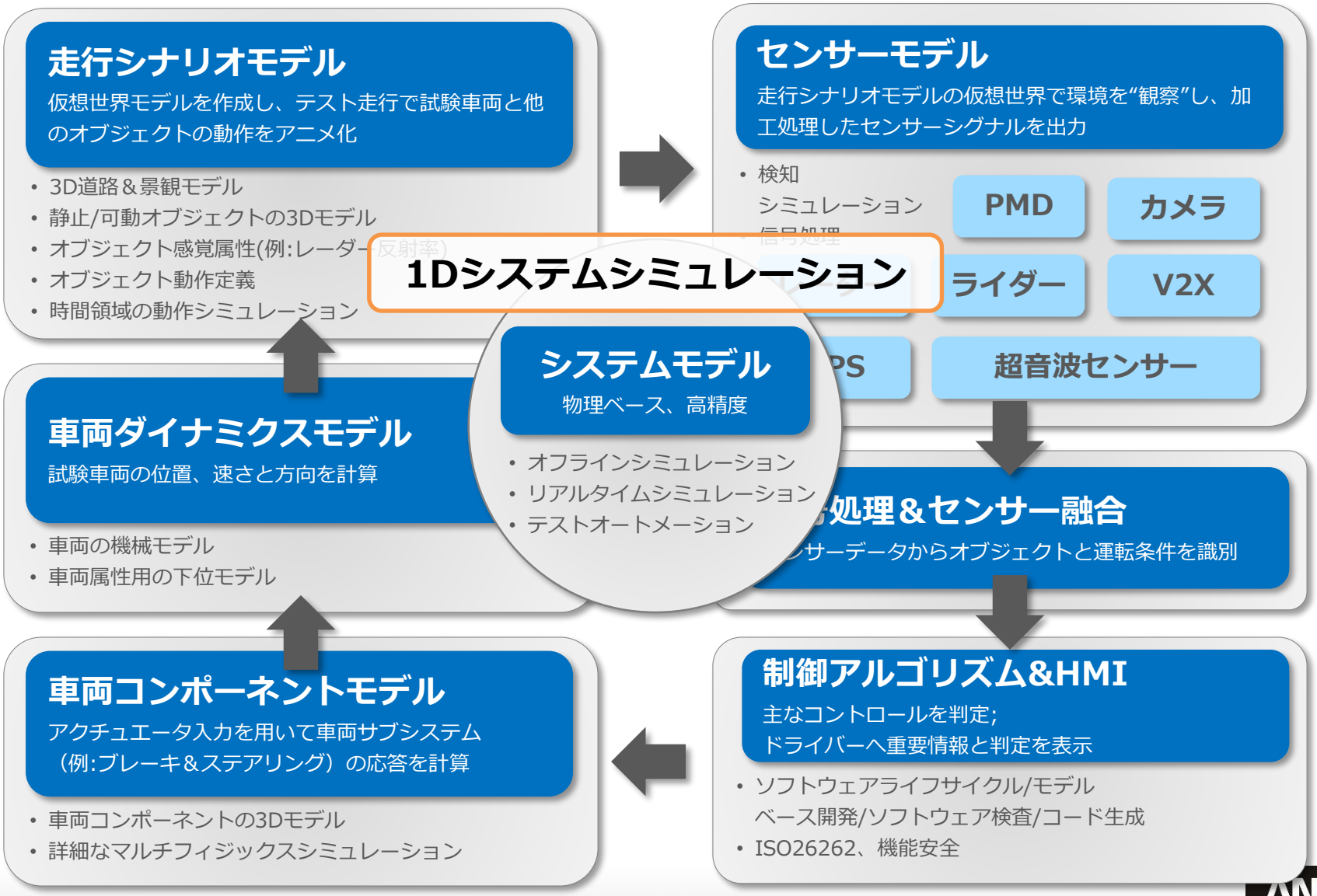
ANSYS Confidential

自動運転車制御ループのシミュレーション



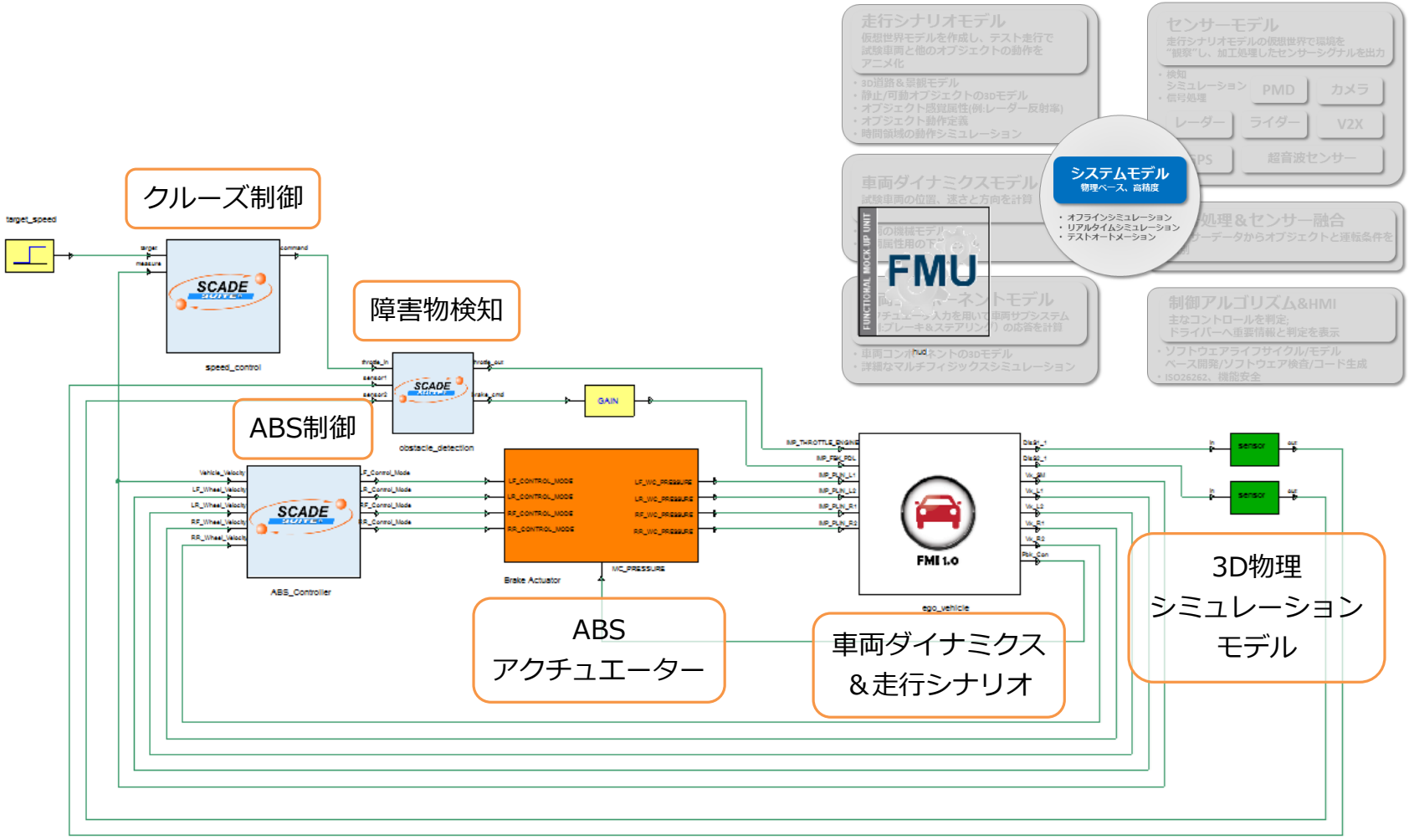
 © 2017 ANSYS, Inc.

自動運転車制御ループのシミュレーション



© 2017 ANSYS, Inc.

自動運転車制御ループのシミュレーション

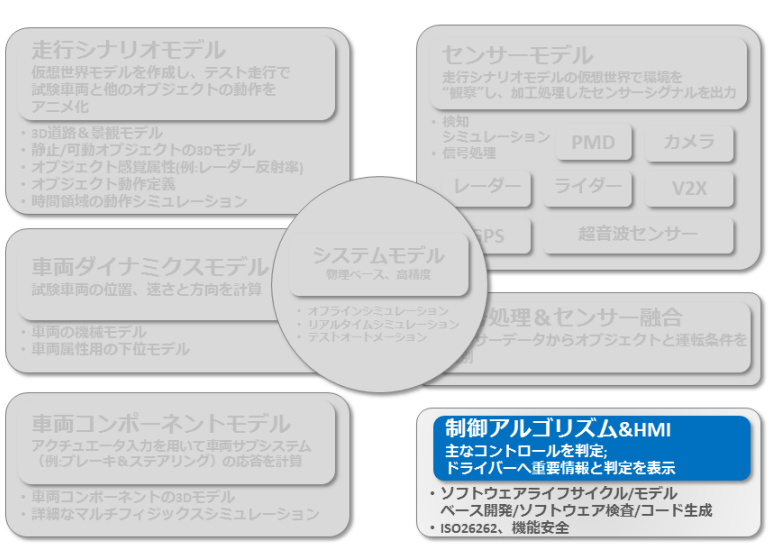


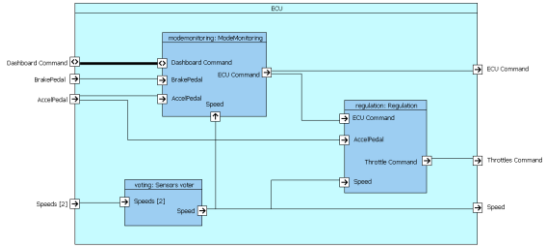
ADAS自動ブレーキシステム／ANSYS Simplorer

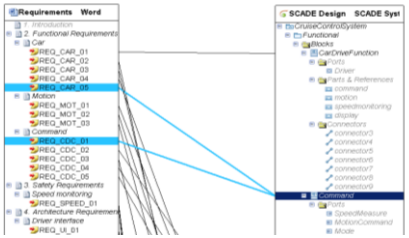
© 2017 ANSYS, Inc.

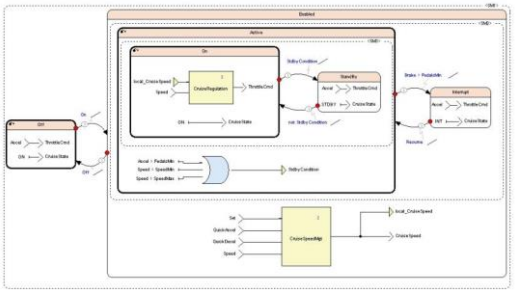
例．ADAS自動ブレーキシステムの1Dシミュレーション

- **制御アルゴリズム ＆ HMI**









SCADE Suite

SCADE Display

例．ADAS自動ブレーキシステムの1Dシミュレーション

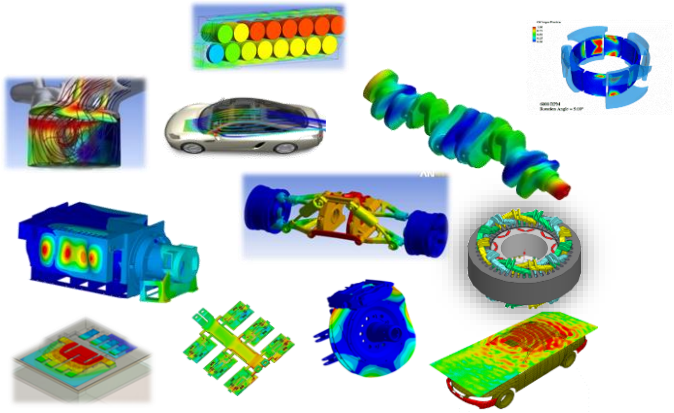
- 車両コンポーネントモデル

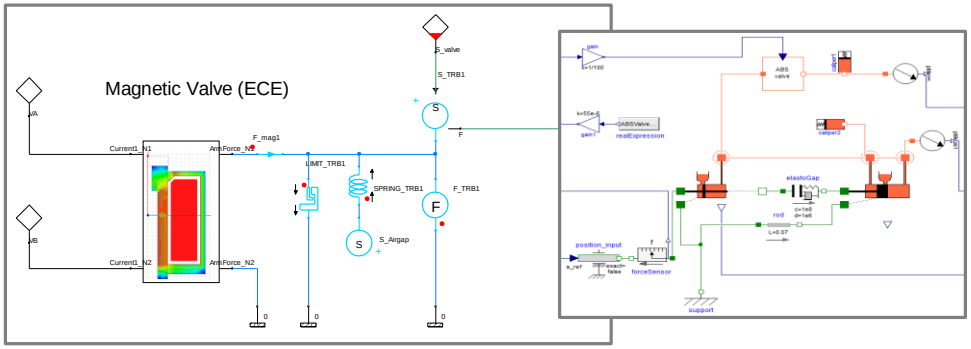
ANSYS

Multiphysics

Workbench

Simplorer





走行シナリオモデル
仮想世界モデルを作成し、テスト走行で試験車両と他のオブジェクトの動作をアニメ化
- 3D道路＆景観モデル
- 静止/可動オブジェクトの3Dモデル
- オブジェクト感覚属性(例:レーダー反射率)
- オブジェクト動作定義
- 時間領域の動作シミュレーション

センサーモデル
走行シナリオモデルの仮想世界で環境を"観察"し、加工処理したセンサーシグナルを出力
- 検知シミュレーション
- 信号処理

PMD　カメラ　レーダー　ライダー　V2X　GPS　超音波センサー

システムモデル
物理ベース、高精度
- オフラインシミュレーション
- リアルタイムシミュレーション
- テストオートメーション

車両ダイナミクスモデル
試験車両の位置、速さと方向を計算
- 車両の機械モデル
- 車両属性用の下位モデル

処理＆センサー融合
センサーデータからオブジェクトと運転条件を

車両コンポーネントモデル
アクチュエータ入力を用いて車両サブシステム（例:ブレーキ&ステアリング）の応答を計算
- 車両コンポーネントの3Dモデル
- 詳細なマルチフィジックスシミュレーション

制御アルゴリズム&HMI
主なコントロールを判定、ドライバーへ重要情報と判定を表示
- ソフトウェアライフサイクル/モデルベース開発/ソフトウェア検査/コード生成
- ISO26262、機能安全

MODELICA

Modelon

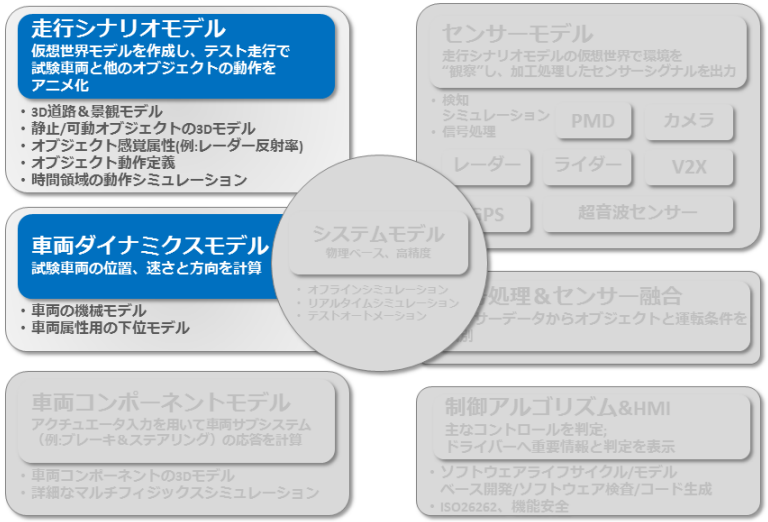
© 2017 ANSYS, Inc.

ANSYS Confidential

例．ADAS自動ブレーキシステムの1Dシミュレーション

- 車両ダイナミクスモデル・走行シナリオモデル

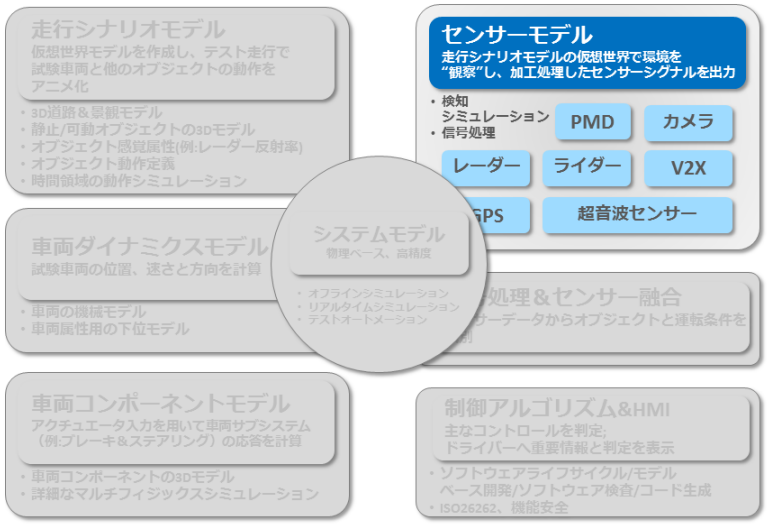
CarSim®
Mechanical Simulation

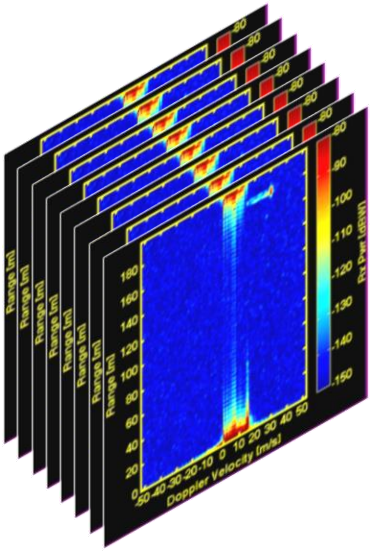


 © 2017 ANSYS, Inc.

例．ADAS自動ブレーキシステムの1Dシミュレーション

- センサーモデル





各瞬間において一連の正確なレーダー応答を生成

一連のレーダー応答をリアルタイムシミュレーションに使用

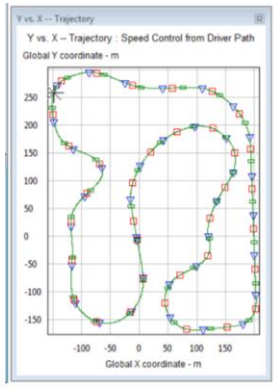
ANSYS

HFSS/Savant

Mechanical

運転シナリオモデルをCarSimで作成

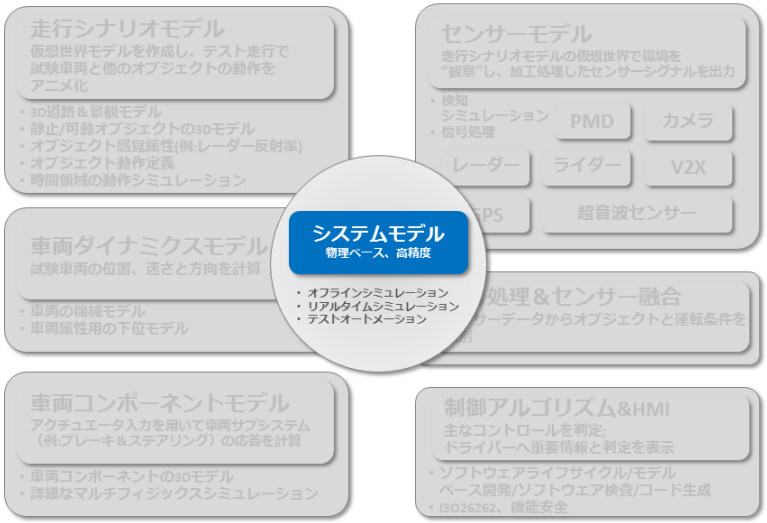
CarSim
Mechanical Simulation



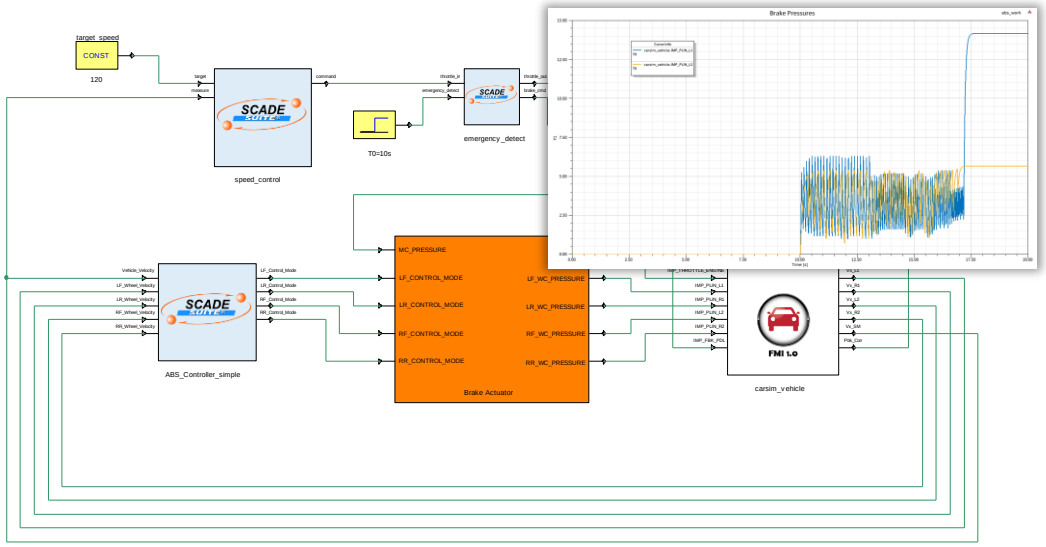
© 2017 ANSYS, Inc.

例．ADAS自動ブレーキシステムの1Dシミュレーション

- システムモデル



FUNCTIONAL MOCK-UP INTERFACE



ANSYS Simplorer

EKM

 © 2017 ANSYS, Inc.

例．ADAS自動ブレーキシステムの1Dシミュレーション

「ADAS自動ブレーキシステムシミュレーション」
のアニメーションをご覧下さい。

© 2017 ANSYS, Inc.

アジェンダ

- ANSYSについて
- Vモデルとシミュレーション
- ADAS検証における1Dシミュレーション活用事例
- **システムシミュレーション実現のKey Technology**
- 電子機器設計と1Dシミュレーション
- 電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

© 2017 ANSYS, Inc.

システムシミュレーション実現のKey Technology

モデル化
...忠実度の維持

次数低減モデル化
（ROM: Reduced Order Modeling）

アセンブリ
...再利用の実現

相互運用性

シミュレーション
...高速化、高精度化

シミュレーション技術

© 2017 ANSYS, Inc.

システムシミュレーション実現のKey Technology

モデル化
...忠実度の維持

次数低減モデル化
（ROM: Reduced Order Modeling）

アセンブリ
...再利用の実現

相互運用性

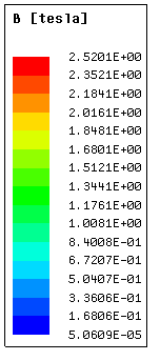
シミュレーション
...高速化、高精度化

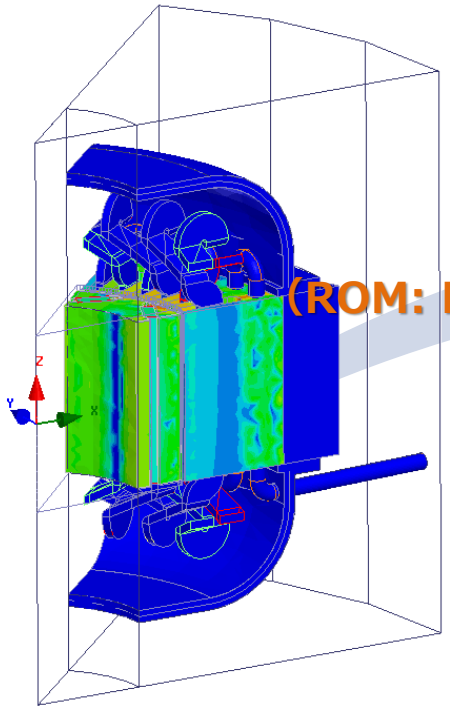
シミュレーション技術

© 2017 ANSYS, Inc.

システムシミュレーション実現のKey Technology

- **ROM（次数低減モデル）**
  - 解析時間やストレージ容量の削減のため、支配的な効果や本質的な挙動を維持しながら、高忠実度の動的モデルを簡略化する手法



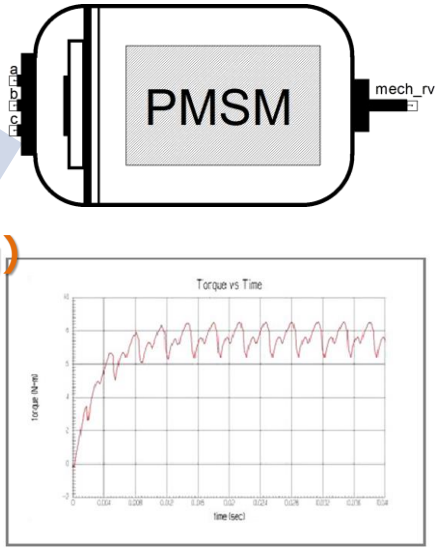


高忠実度の3D物理解析モデル

次数低減モデル化

（ROM: Reduced Order Modeling）

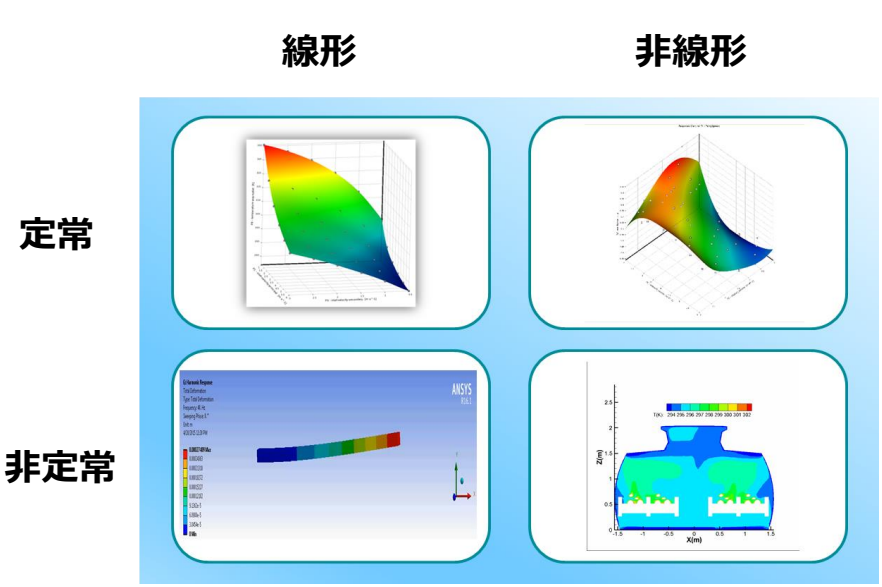
Maxwell

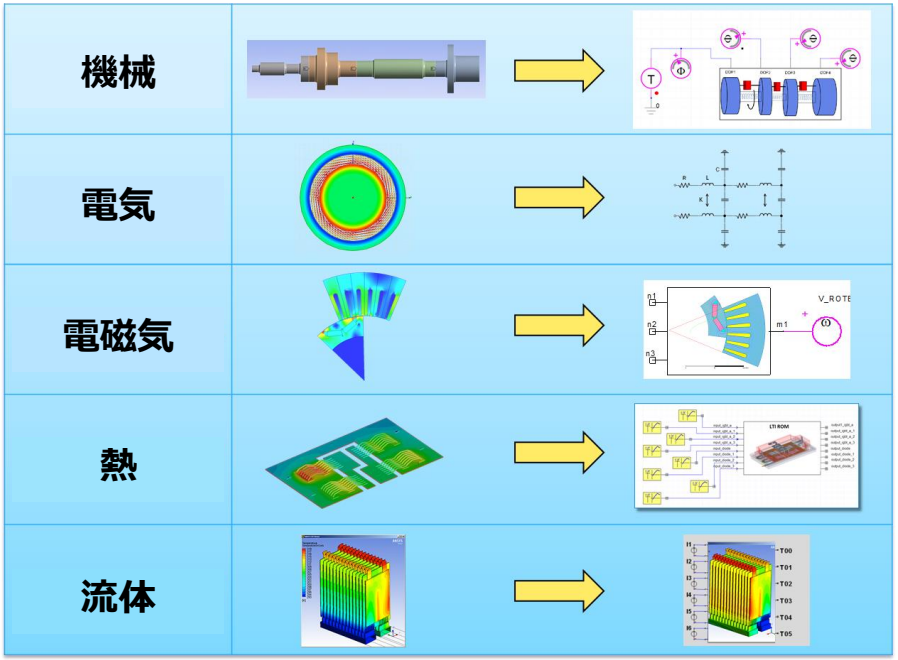


システムレベルの挙動を
数式/データベース化

システムシミュレーション実現のKey Technology

- **ROM（次数低減モデル）**
  - ANSYSのマルチフィジックスROM

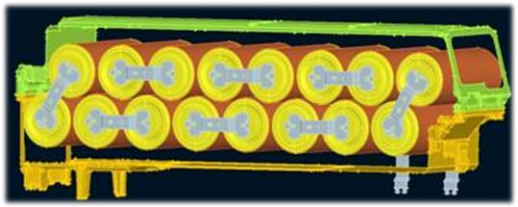


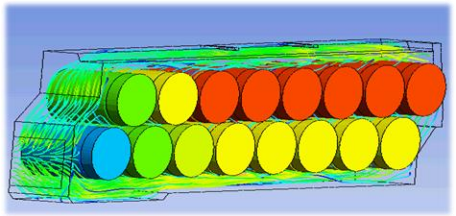


システムシミュレーション実現のKey Technology

- **ROM（次数低減モデル）**
  - 車載用バッテリーの熱流体解析とROM

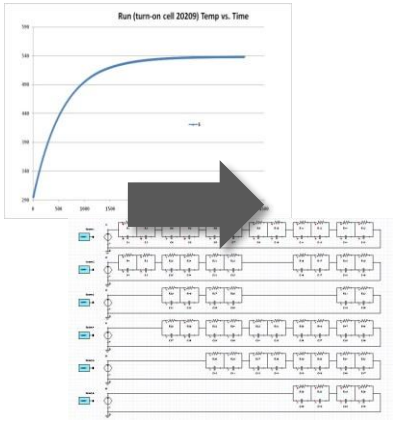
車載用バッテリー



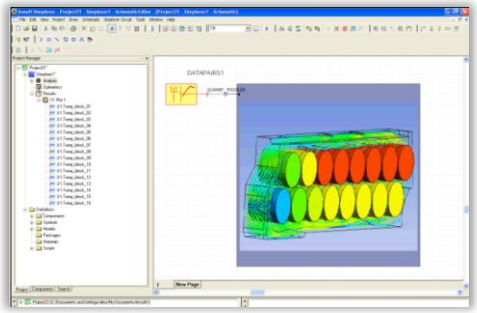


電池パッケージ熱流体解析

Fluent



ROMを生成して
システムシミュレーションへ



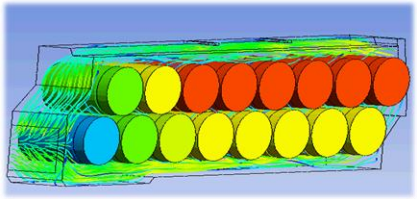
過渡変化するセルへの入力電力に応じた
温度変化をシミュレーション

Simplorer

© 2017 ANSYS, Inc.

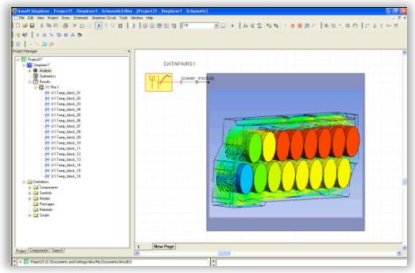
システムシミュレーション実現のKey Technology

- **ROM（次数低減モデル）**
  - 車載用バッテリーの熱流体解析とROM

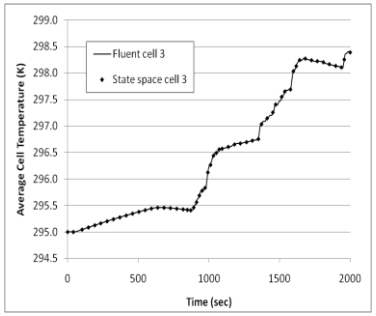


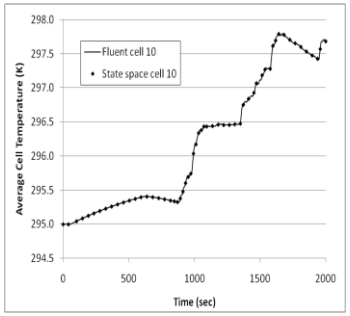
3D熱流体解析

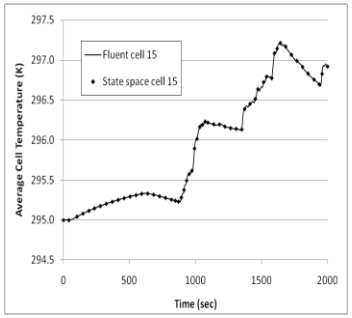
V.S



1Dシミュレーション







個別セルの温度上昇（FluentとSimplorerの比較）

✓ 3Dでは2時間 v.s 1Dシミュレーションでは20秒。精度は同等。

© 2017 ANSYS, Inc.

システムシミュレーション実現のKey Technology

モデル化
...忠実度の維持

次数低減モデル化
（ROM: Reduced Order Modeling）

アセンブリ
...再利用の実現

相互運用性

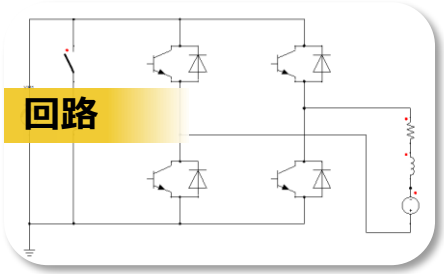
シミュレーション
...高速化、高精度化

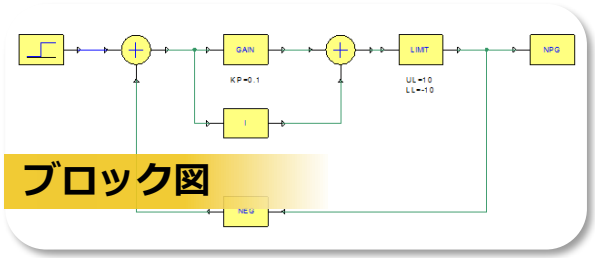
シミュレーション技術

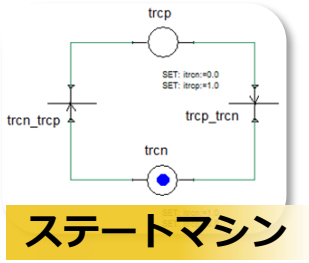
© 2017 ANSYS, Inc.

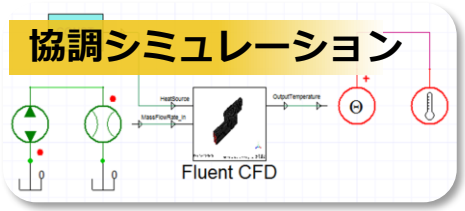
システムシミュレーション実現のKey Technology

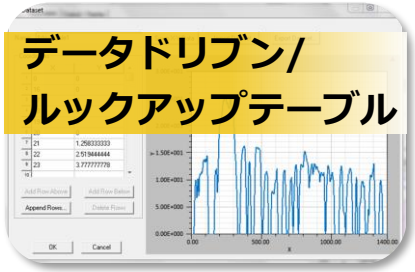
- **相互運用性**
  - 製品開発における様々な挙動モデル

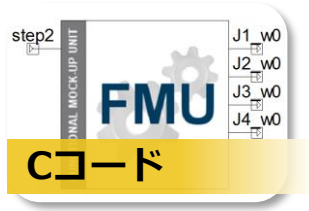


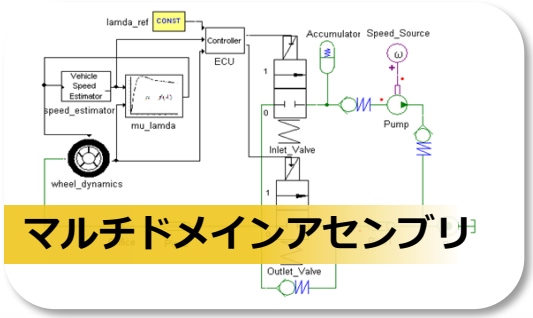


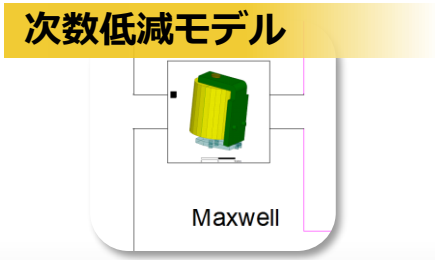


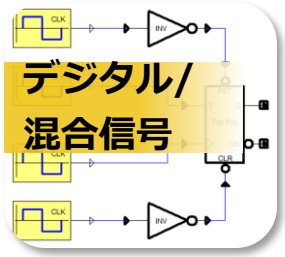












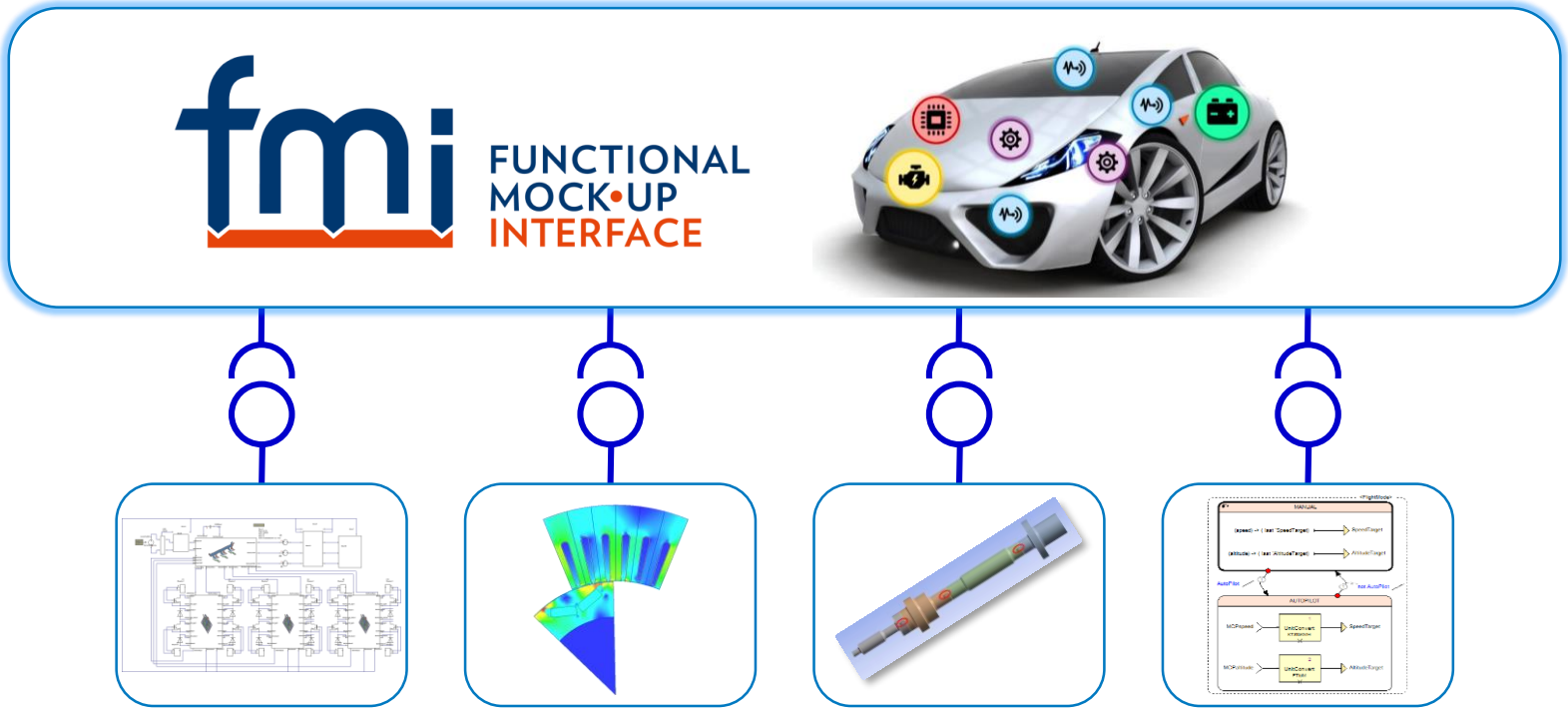
© 2017 ANSYS, Inc.

ANSYS Confidential

システムシミュレーション実現のKey Technology

- **相互運用性**

モデルの移植性
ツールの相互運用性
エンタープライズ規模の展開性

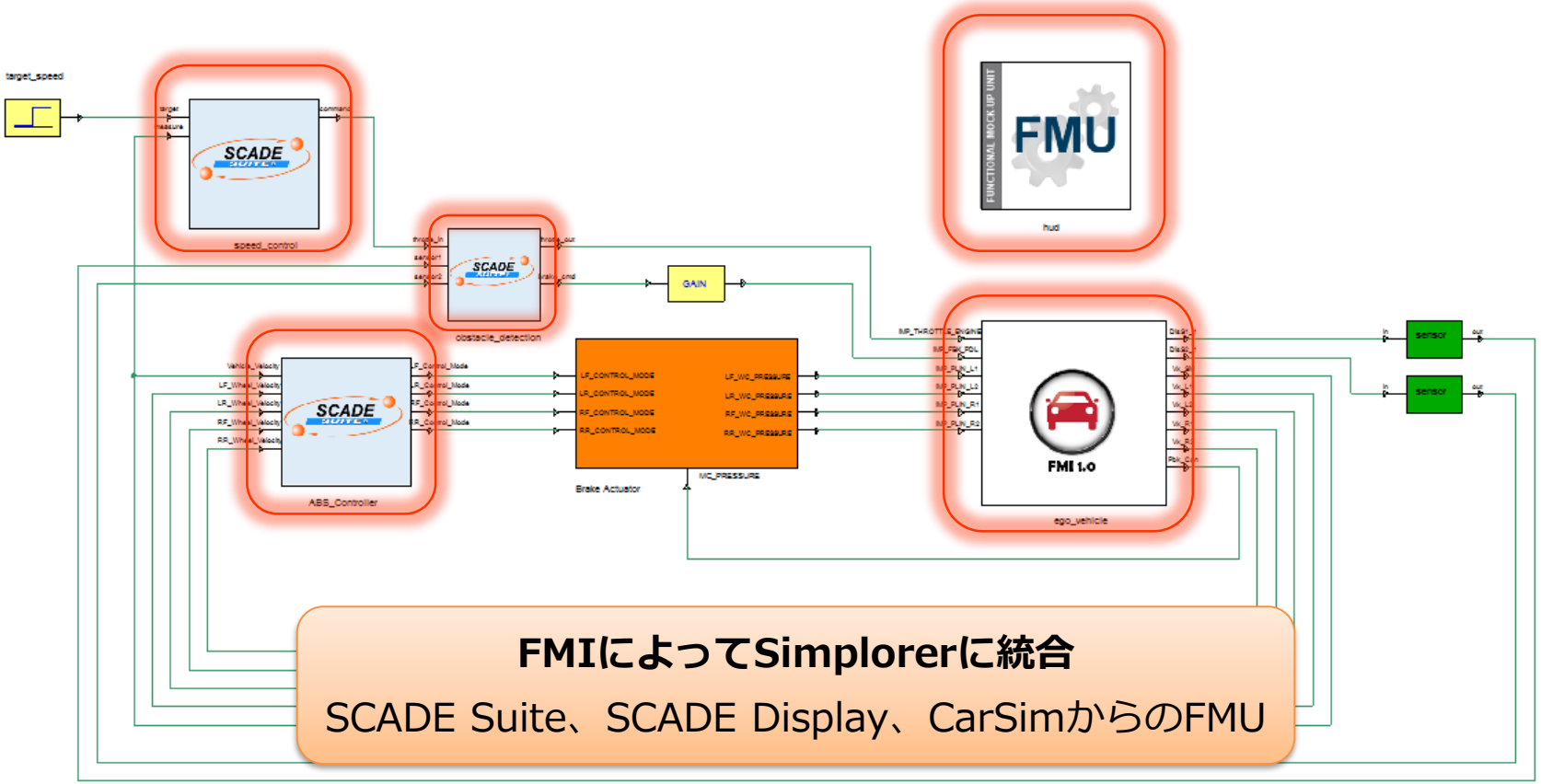


 © 2017 ANSYS, Inc.

システムシミュレーション実現のKey Technology

- **相互運用性**

  例．自動運転車制御ループのシミュレーション



© 2017 ANSYS, Inc.

システムシミュレーション実現のKey Technology

モデル化
...忠実度の維持

次数低減モデル化
（ROM: Reduced Order Modeling）

アセンブリ
...再利用の実現

相互運用性

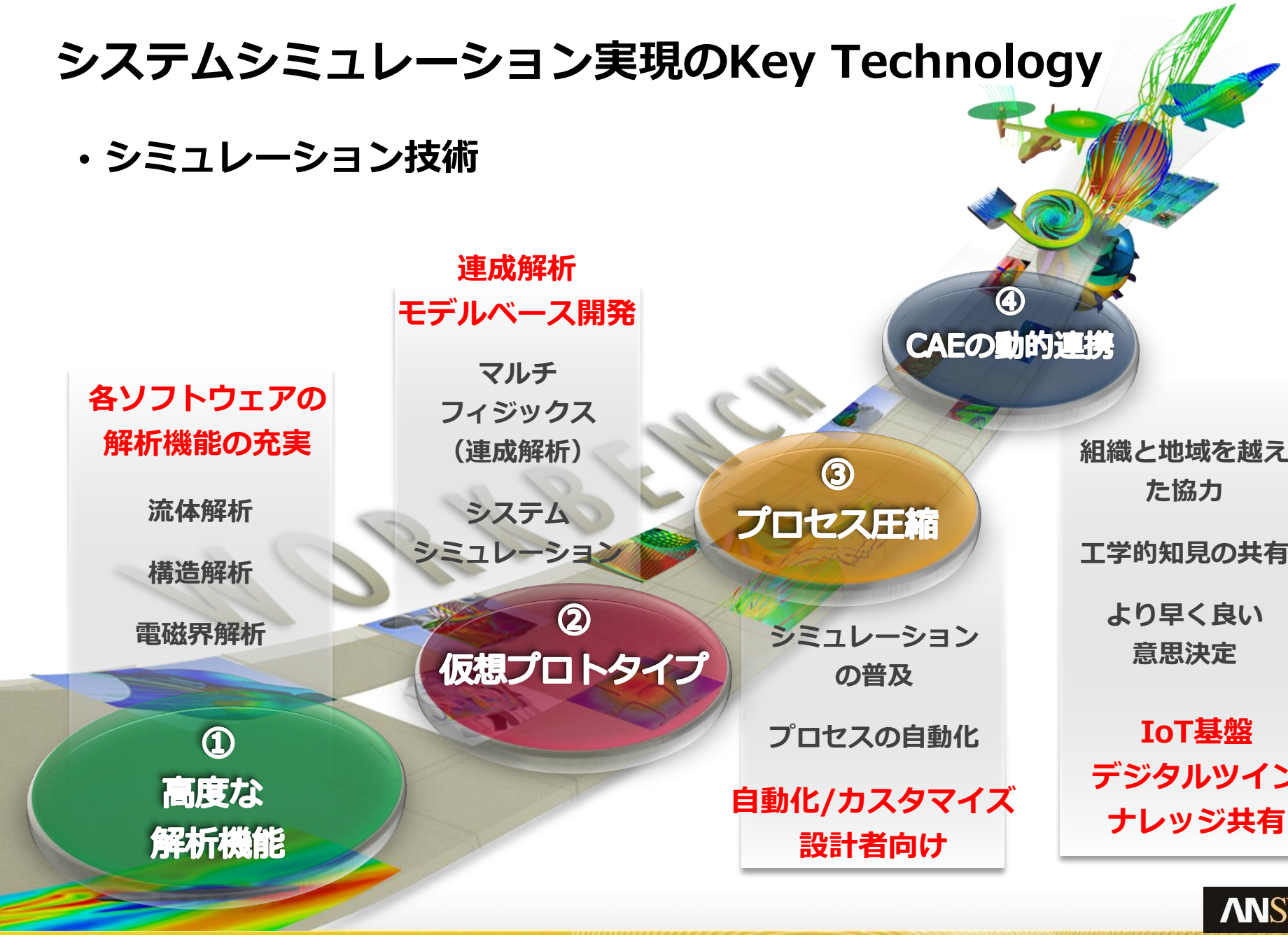
シミュレーション
...高速化、高精度化

シミュレーション技術

© 2017 ANSYS, Inc.

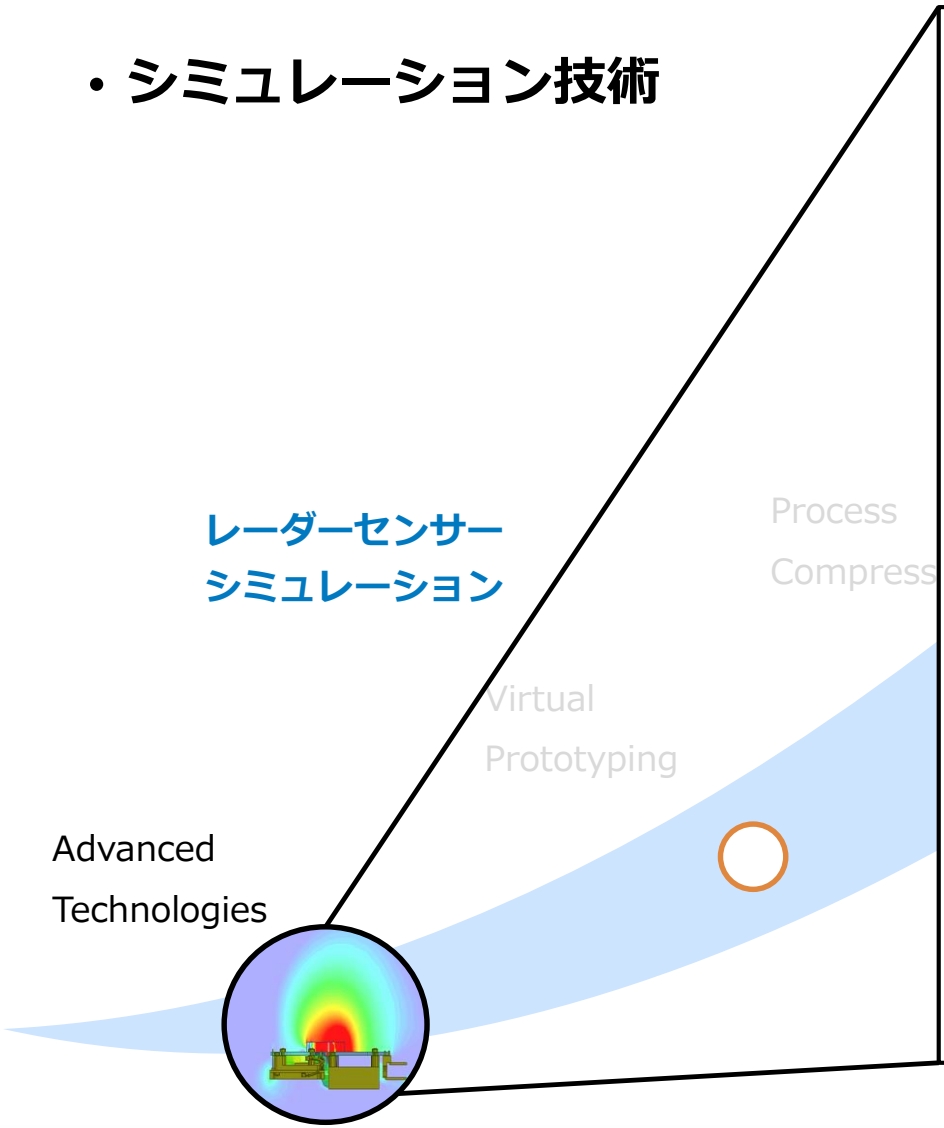
システムシミュレーション実現のKey Technology

・シミュレーション技術

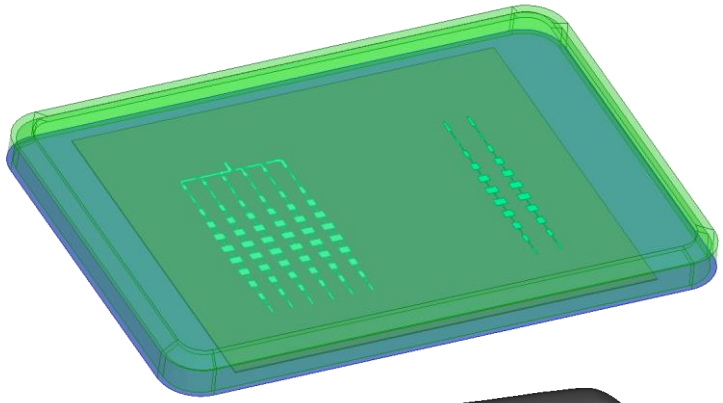


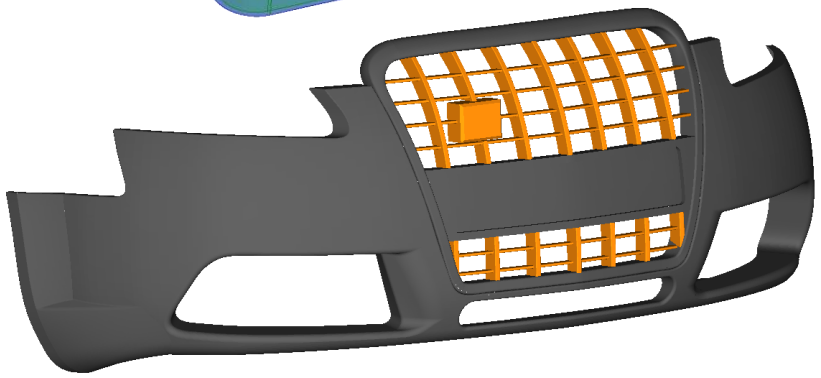
システムシミュレーション実現のKey Technology

- シミュレーション技術



レーダーセンサーとその搭載





ANSYS HFSSはアンテナ及びレーダーシミュレーションの
“ゴールドスタンダード”です
単独のみならず車に搭載された状態でも実行可能です

システムシミュレーション実現のKey Technology

- シミュレーション技術

実使用環境でのレーダー
シミュレーション

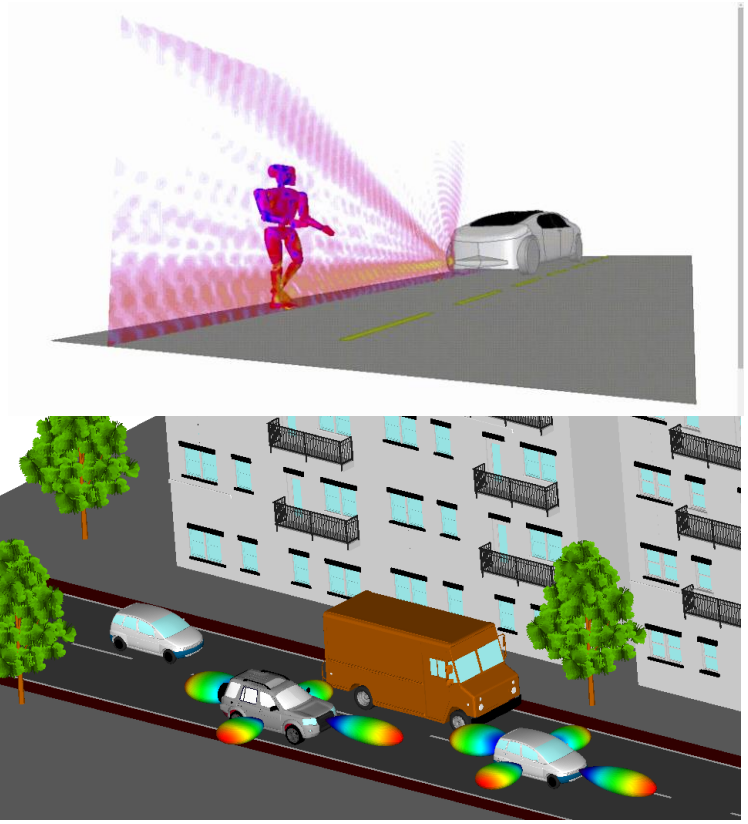
Process

Compress

Virtual
Prototyping

Advanced
Technologies

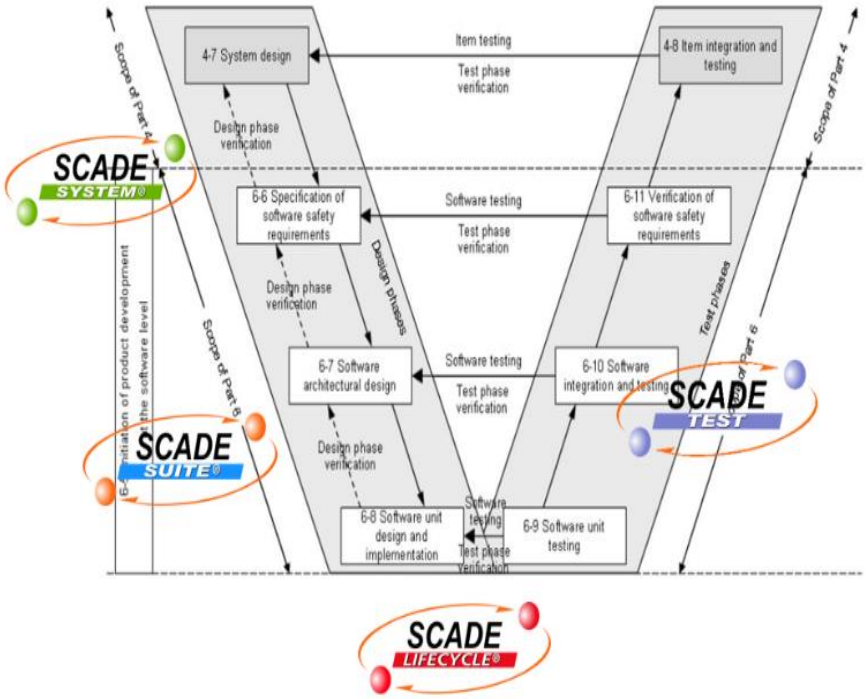
実使用環境でのレーダーシミュレーション



ANSYS Savant は巨大な現実社会を想定した条件での
レーダーシミュレーションを可能にします

システムシミュレーション実現のKey Technology

制御ソフトウェア開発



AUTOSAR準拠、ISO26262認証済みの組み込みコード
生成は生産性と安全性を大幅に改善します

Dynamic CAE
Collaboration

制御ソフトウェア開発

AUTOSAR準拠
ISO26262認証済

© 2017 ANSYS, Inc.

システムシミュレーション実現のKey Technology

全ADASループシミュレーション

Drive Scenario Model
Creates a model of the virtual world and animates motions of the test car and other objects in a test drive

Partner software

Sensor Models
"Observe" the surroundings in the virtual world of the drive scenario model and output processed sensor signals

- Sensing simulation
- Signal processing

ANSYS HFSS, Savant Mechanical
Vendor proprietary models for DSP

Radar | Lidar | Cameras | GPS | Ultrasonic Sensors

Vehicle Dynamics Model
Computes position, velocity and orientation of test vehicle

Partner software MODELICA

ANSYS Simplorer
System Modeling & Simulation
WorkBench
3D Modeling & Simulation
EKM
Simulation Process & Data Management

Control System Model
Makes decisions based on sensor inputs and outputs commands to actuators

- AUTOSAR and ISO26262 compliant

Human-Machine Interface Model
Displays critical information and decisions to the driver

ANSYS SCADE Suite
SCADE Display

Vehicle Component Models
Uses actuator inputs and computes response of vehicle sub-systems such as brakes and steering

ANSYS Multiphysics Reduced-Order Modeling

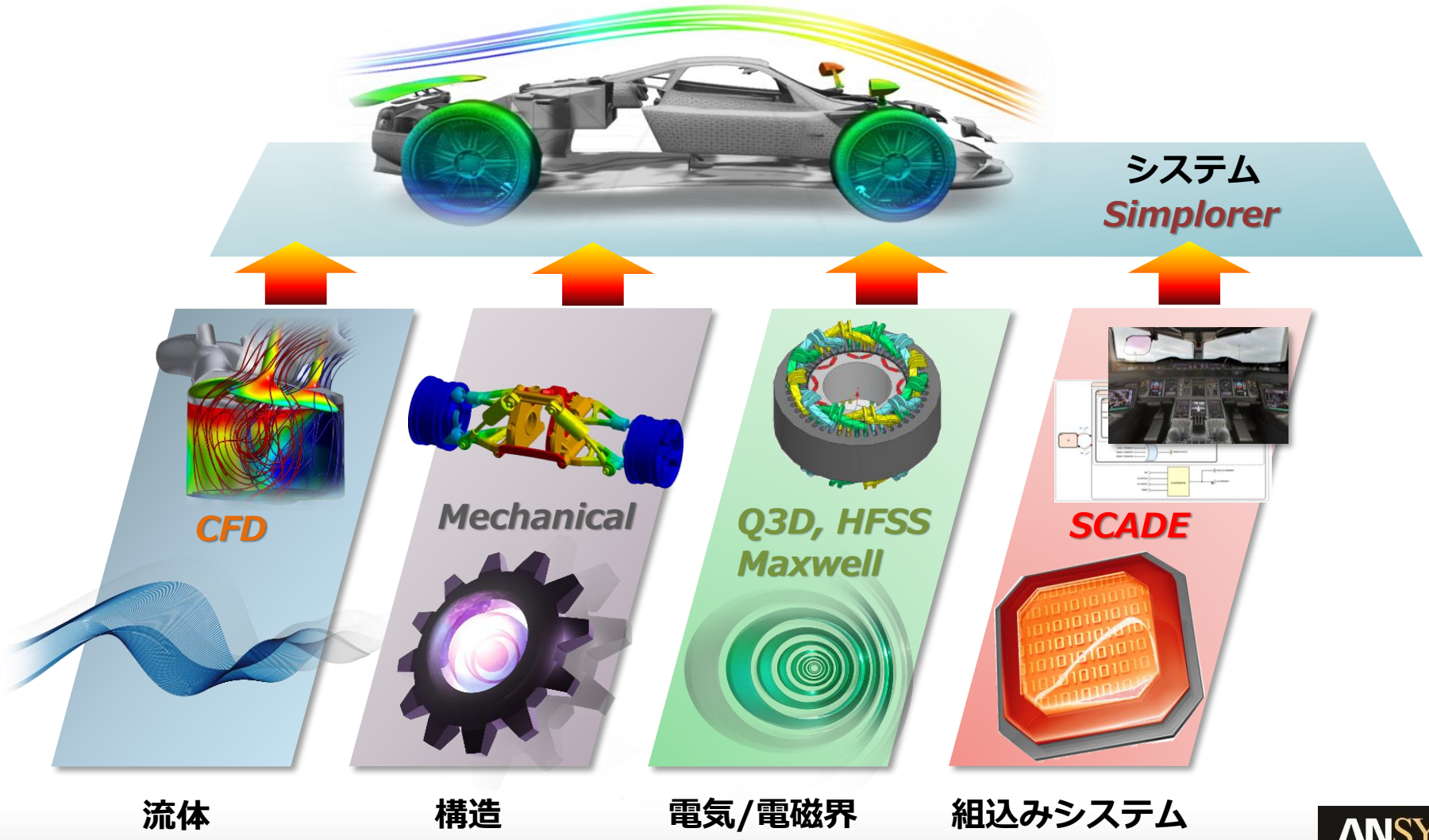
センサーモデル、制御システムモデルと運転シナリオモデルを含む実使用環境下のADASシステムの完全な評価

Dynamic CAE
Collaboration

完全ADASループシミュレーション

システムシミュレーション実現のKey Technology

- シミュレーション技術



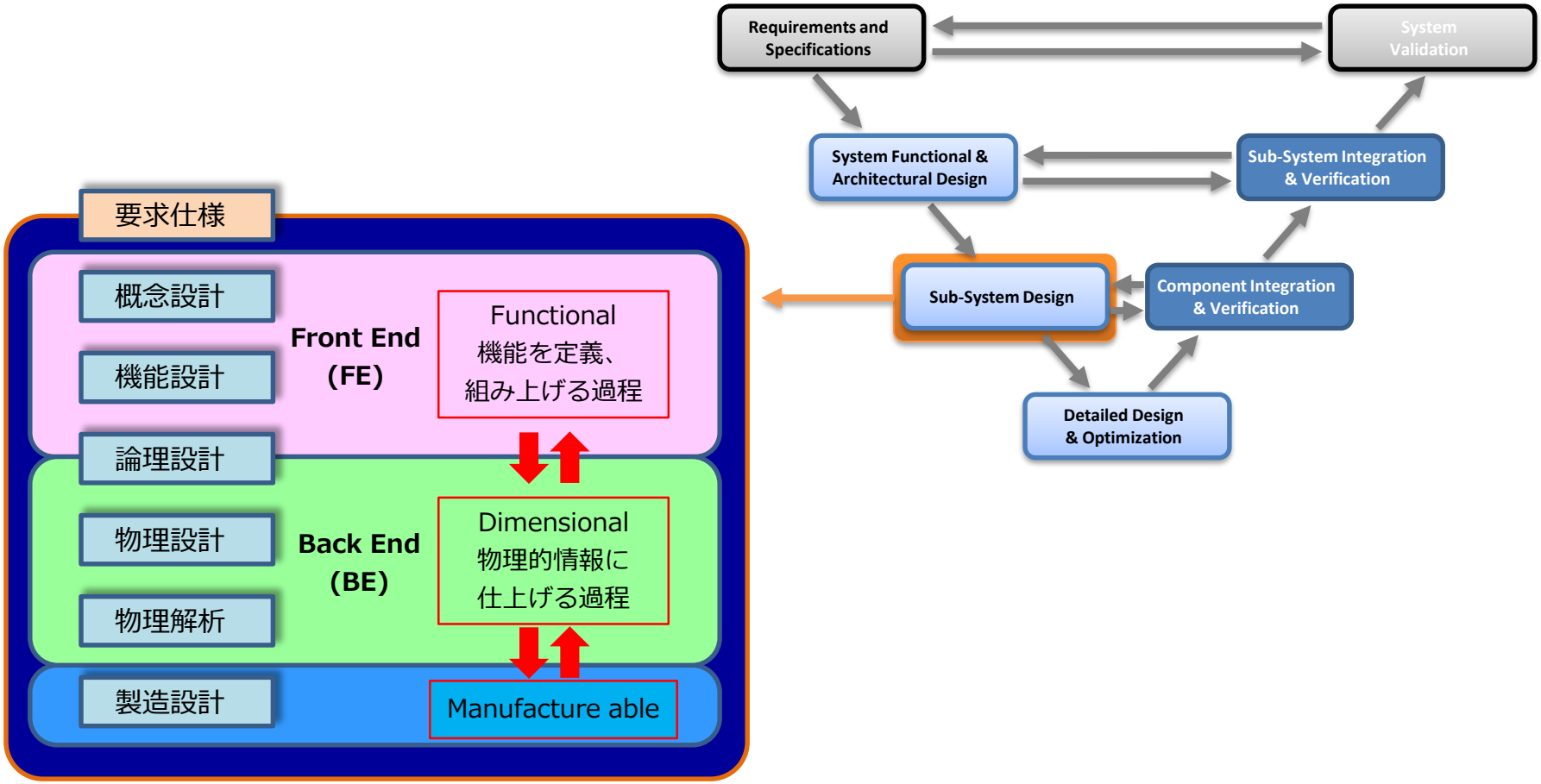
© 2017 ANSYS, Inc.

アジェンダ

- ANSYSについて
- Vモデルとシミュレーション
- ADAS検証における1Dシミュレーション活用事例
- システムシミュレーション実現のKey Technology
- **電子機器設計と1Dシミュレーション**
- 電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

電子機器設計と1Dシミュレーション

- 電子機器設計：特にプリント配線板（LPB）設計

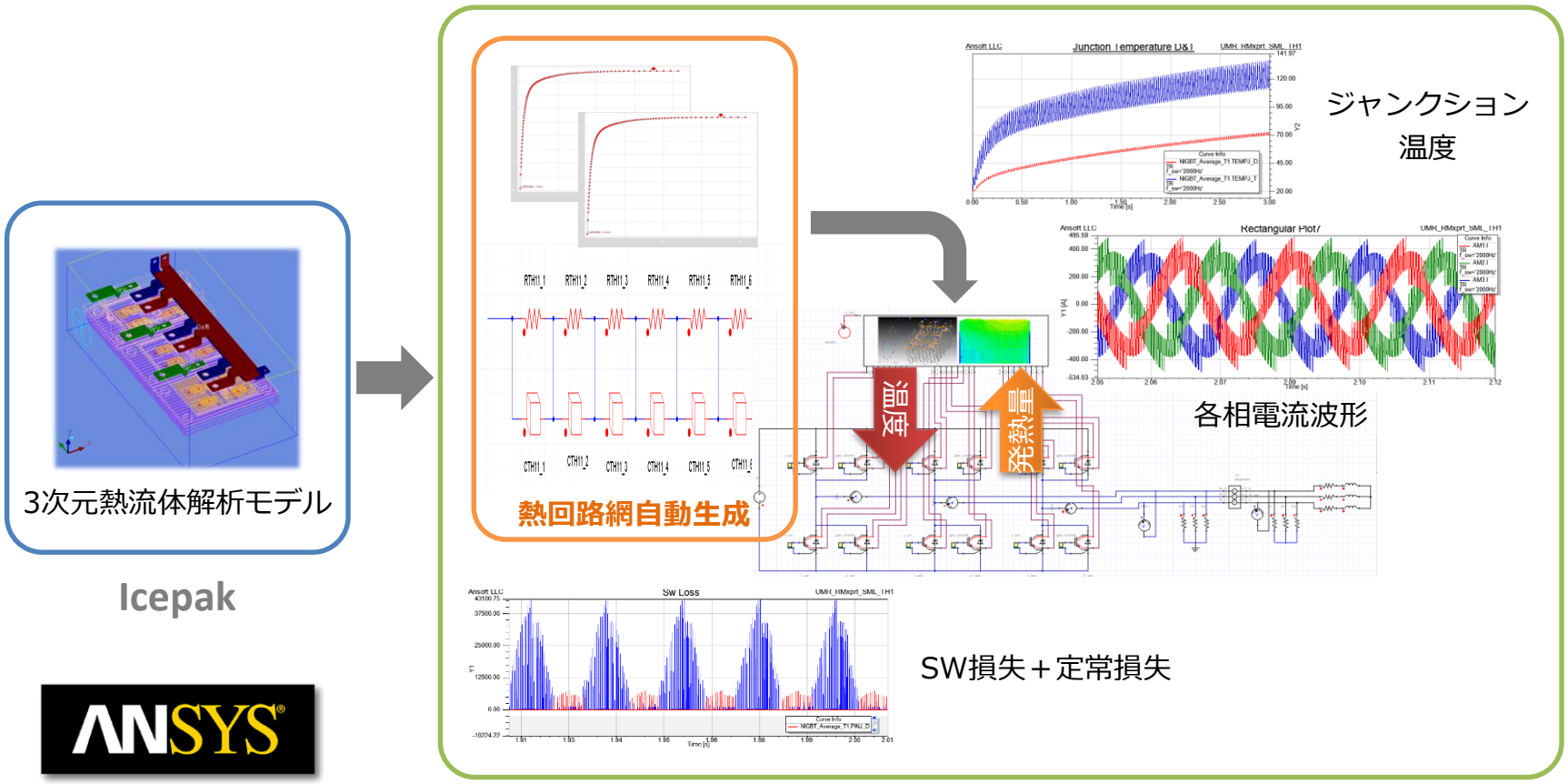


© 2017 ANSYS, Inc.

電子機器設計と1Dシミュレーション

- **熱解析**

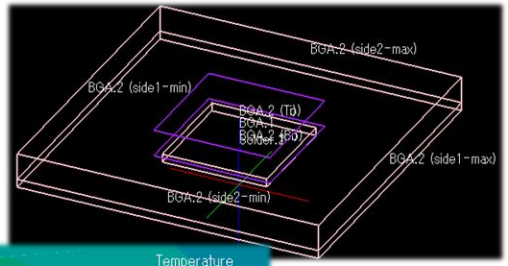
例．パワーモジュールのスイッチング波形における過渡応答解析（1D）

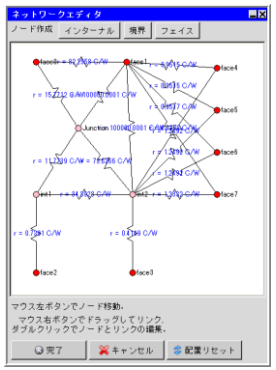


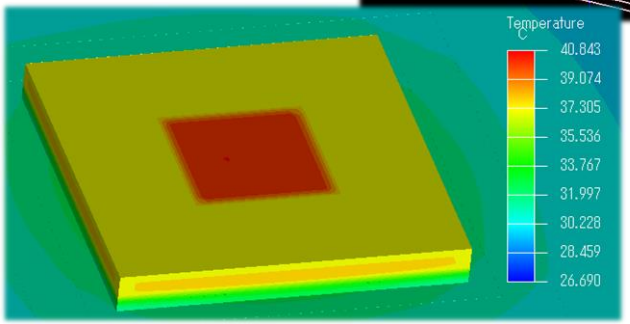
© 2017 ANSYS, Inc.

電子機器設計と1Dシミュレーション

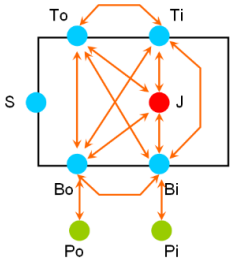
- **熱解析**
  - ICパッケージ熱抵抗回路モデル（ROM?）の例
    - Simplorerモデル
      - 熱抵抗 & 熱容量
    - DELPHIモデル
      - 熱抵抗

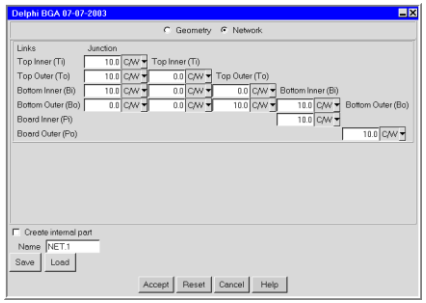






ANSYS Icepak



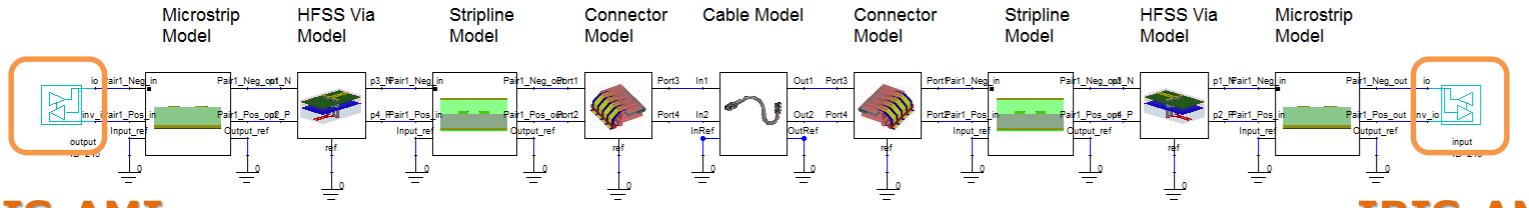


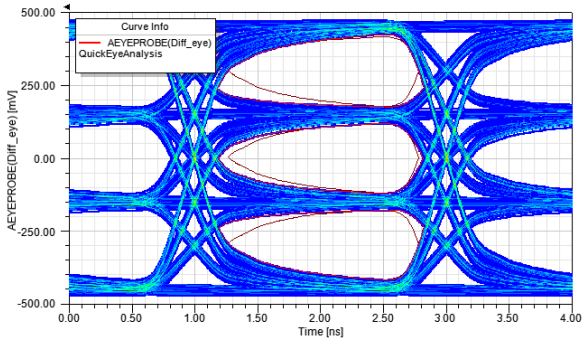
✓ 構造や物性などの情報を含まないため、ユーザーへの開示が容易
✓ 劇的にシミュレーション時間が短縮されるため、上流でも活用可能

電子機器設計と1Dシミュレーション

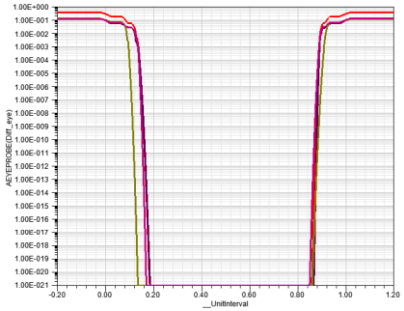
- **Signal Integrity（電気）**

  例．IBIS-AMIモデルを用いた高速シリアルチャンネルのシミュレーション





PAM4アイパターン



バスタブ曲線

ANSYS

RF/SI Option

✓ イコライザ、プリエンファシスなどの設定を試行できる

電子機器設計と1Dシミュレーション

- **Signal Integrity（電気）**
  - IBISモデル
    - シミュレーション時間：　◎
    - 精度：　○
    - 普及度・入手性：　◎
    - 守秘性：　◎
    - 普及度：　◎

参考．）IBIS Open Forum - https://ibis.org/

- IBISモデル　⇒　縮退モデル？ROM？
- プリレイアウト設計でもシミュレーションを活用できる

© 2017 ANSYS, Inc.

電子機器設計と1Dシミュレーション

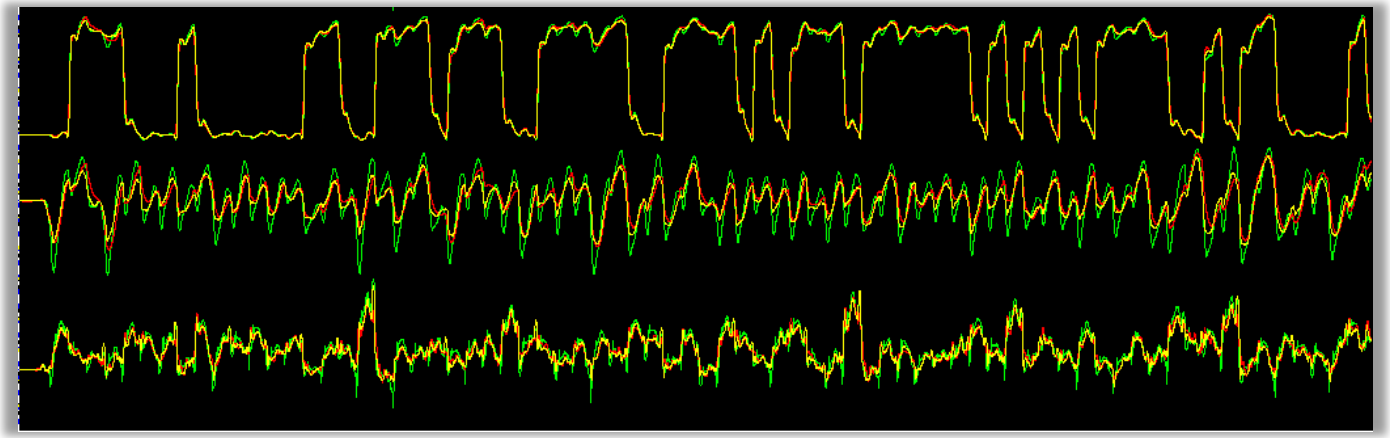
- **Power Aware SI（電気）**
  - 例．DDR I/F シミュレーション

ANSYS RedHawk

上段波形：Victimネット

中段波形：Powerネット

下段波形：Groundネット



32ビットトランジスタモデル使用

32ビットCSM使用

5ビットトランジスタ、それ以外にIBISモデル適用

	解析時間（s）	電源変動（V）	SPICEノード数	SPICEコンポーネント数	MOSFET数
全トランジスタ	12,000	0.24	1,021,805	1,701,143	113,088
全CSM数	1,750	0.239	7,328	7,805	0
トランジスタ+IBIS	4,070	0.38	160,073	266,336	17,670

© 2017 ANSYS, Inc.

電子機器設計と1Dシミュレーション

- **Power Aware SI（電気）**

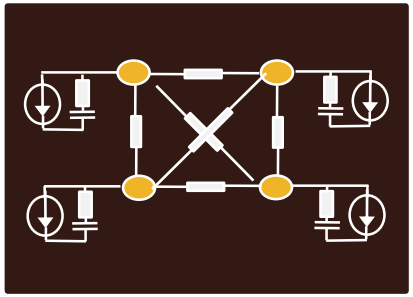
CPM（Chip Power Model）

- PIシミュレーション向け縮退モデル

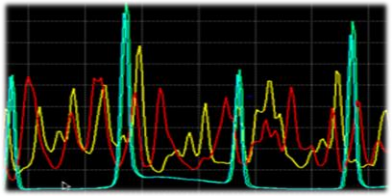
CSM（Chip Signal Model）

- CPM + Signal（Power Aware SI向け）

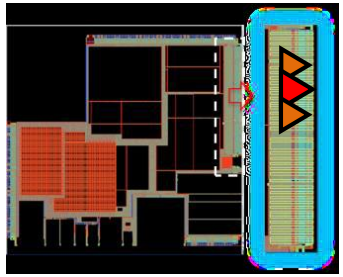
ANSYS RedHawk



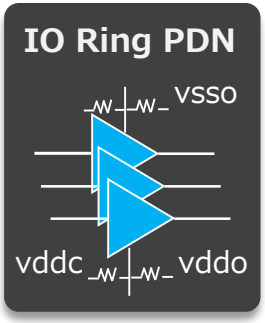
チップ内電源インピーダンス



電流プロファイル



PDNの寄生成分抽出

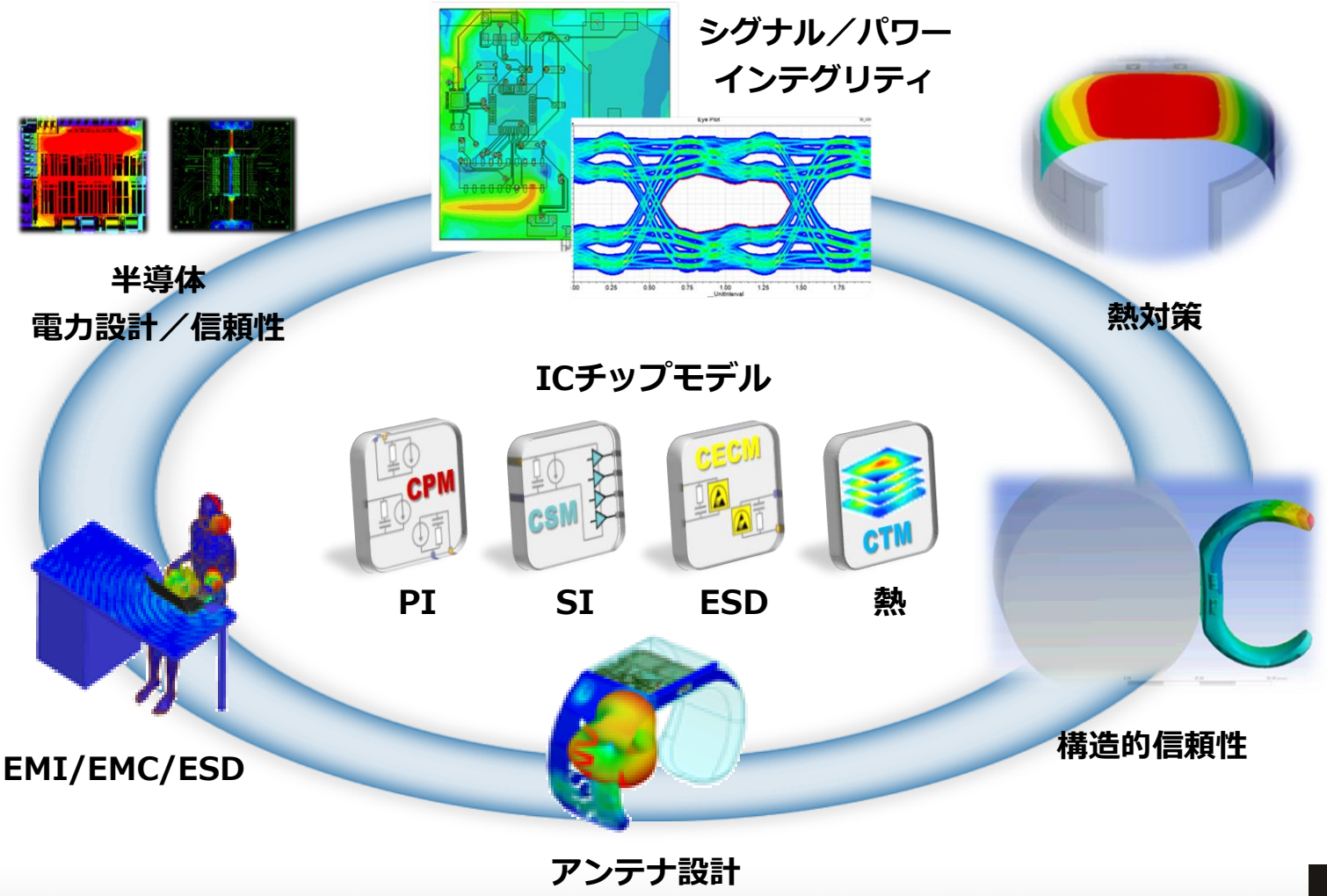


- 縮退モデルで電気特性のモデル化とシミュレーション時間短縮を実現

© 2017 ANSYS, Inc.

電子機器設計と1Dシミュレーション

- ANSYSのICチップモデル



© 2017 ANSYS, Inc.

電子機器設計と1Dシミュレーション

- **現状は？**

  ✓ 熱解析では1Dシミュレーションは設計上流において活用されている

  - では、電気系の解析はどうか？
    - IBISモデルを用いたSIシミュ―レーション（1D?）は広く行われている
    - PI, EMCでも使われ始めているが、まだ一般的とは言えないか・・・
      - 電源モデル、EMCモデルの普及度はまだまだ・・・

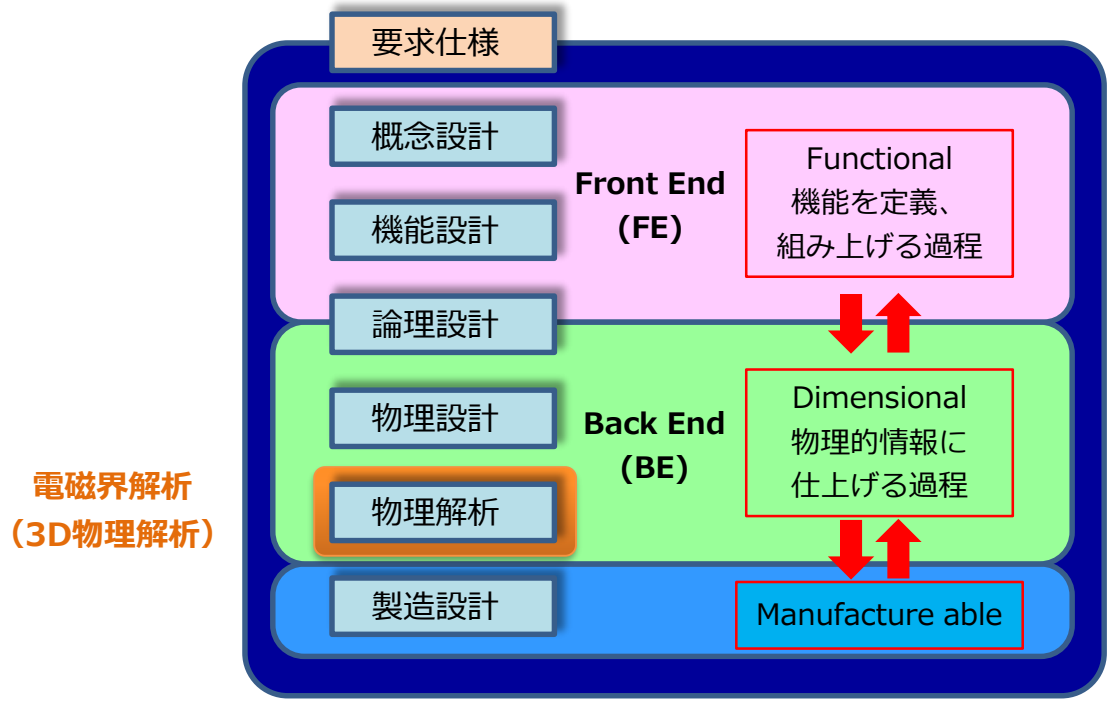
© 2017 ANSYS, Inc.

アジェンダ

- ANSYSについて
- Vモデルとシミュレーション
- ADAS検証における1Dシミュレーション活用事例
- システムシミュレーション実現のKey Technology
- 電子機器設計と1Dシミュレーション
- **電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？**

電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

- **シミュレーション活用の現状**
  - 電磁界解析（3D）⇒　ポストレイアウト（**BE**）における検証が主流
  - 上流（**FE**）では？　⇒　回路（機能検証）、ルールチェッカーが主流？



© 2017 ANSYS, Inc.

電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

- **上流でシミュレーションが使えるようになるには？**
  - 劇的に解析時間（設定を含むTAT）が短縮されないと難しい・・・

上流でのシミューションは1Dで ＝ モデルベース設計

とすれば、その為のKey Technologyは？

電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

- 上流で（1D）シミュレーションが使えるようになるには？

モデル化
...忠実度の維持

次数低減モデル化
（ROM: Reduced Order Modeling）

アセンブリ
...再利用の実現

相互運用性

シミュレーション
...高速化、高精度化

シミュレーション技術

© 2017 ANSYS, Inc.

電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？

- 上流で（1D）シミュレーションが使えるようになるには？

モデル生成・流通
…部品ベンダー？

次数低減モデル化
（ROM: Reduced Order Modeling）

共通I/F企画の制定？
…標準化団体？

相互運用性

解析技術の向上
…EDAベンダー

シミュレーション技術

おわりに

- **電子機器設計の上流でシミュレーションは可能か？**
  - 熱解析など一部で活用されているが、PIやEMCなどになると中々難しい
  - 現実的には1Dシミュレーション

－1Dシミュレーションを実現するKey Technology－

- モデル作成・流通
- 共通I/F規格の制定？
- 解析技術の向上　←　ここは弊社が頑張ります！

© 2017 ANSYS, Inc.