

ソフトウェア・ディファインド・ビークル(SDV)に求められる
クラウドネイティブなクルマづくりをどう進めるか

次世代EVの電動化技術における付加価値向上指針と、 そこに貢献できるモデルベース開発技術最前線

主催: ReVision Auto&Mobility (株式会社InBridges運営)

協賛: 日本アイ・ビー・エム株式会社

山本 真義

パワーエレクトロニクス研究室

名古屋大学 未来材料・システム研究所

名古屋大学大学院 工学研究科 電気工学専攻

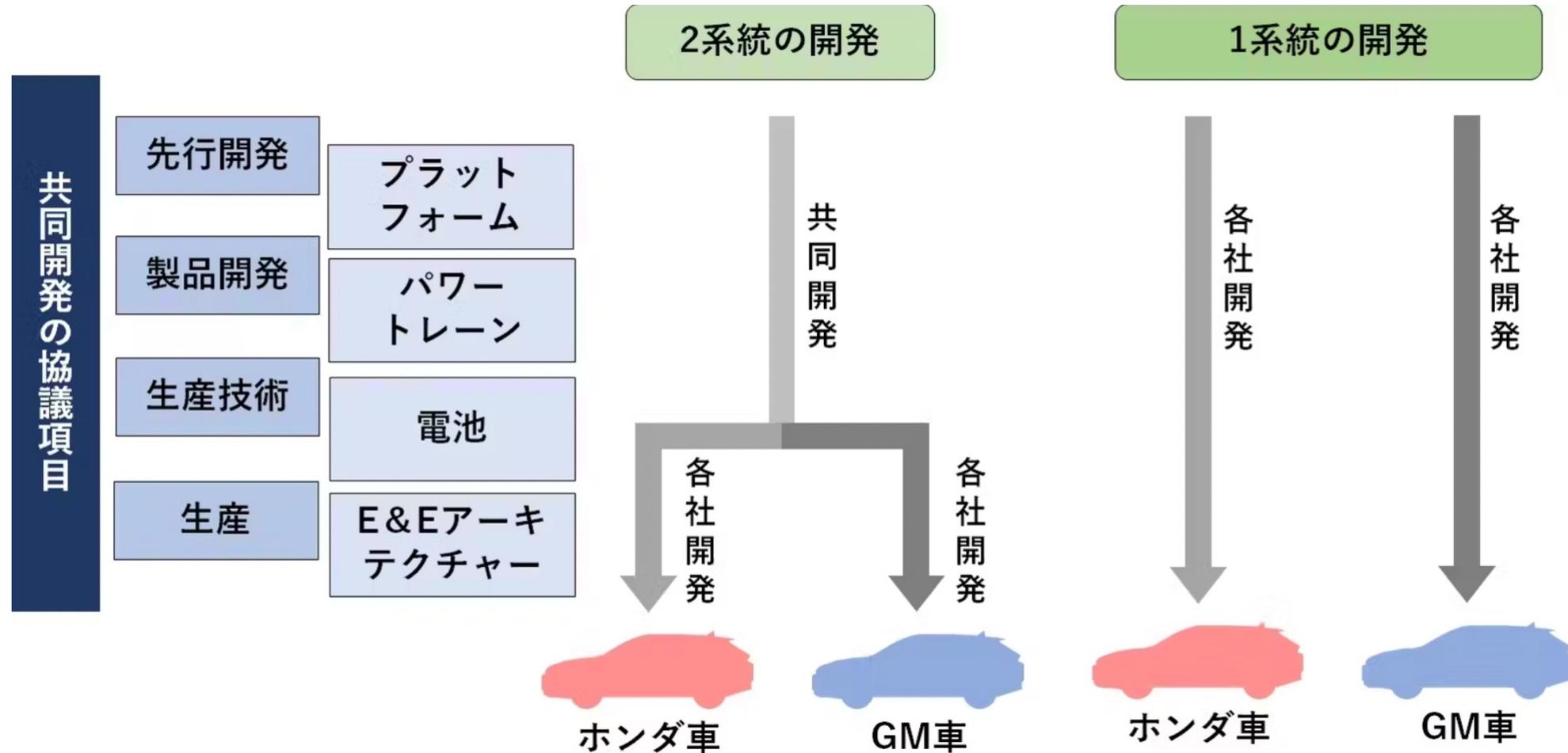


ホンダ・GM決裂の訳 ニデックも苦しむ量販型EVシフト

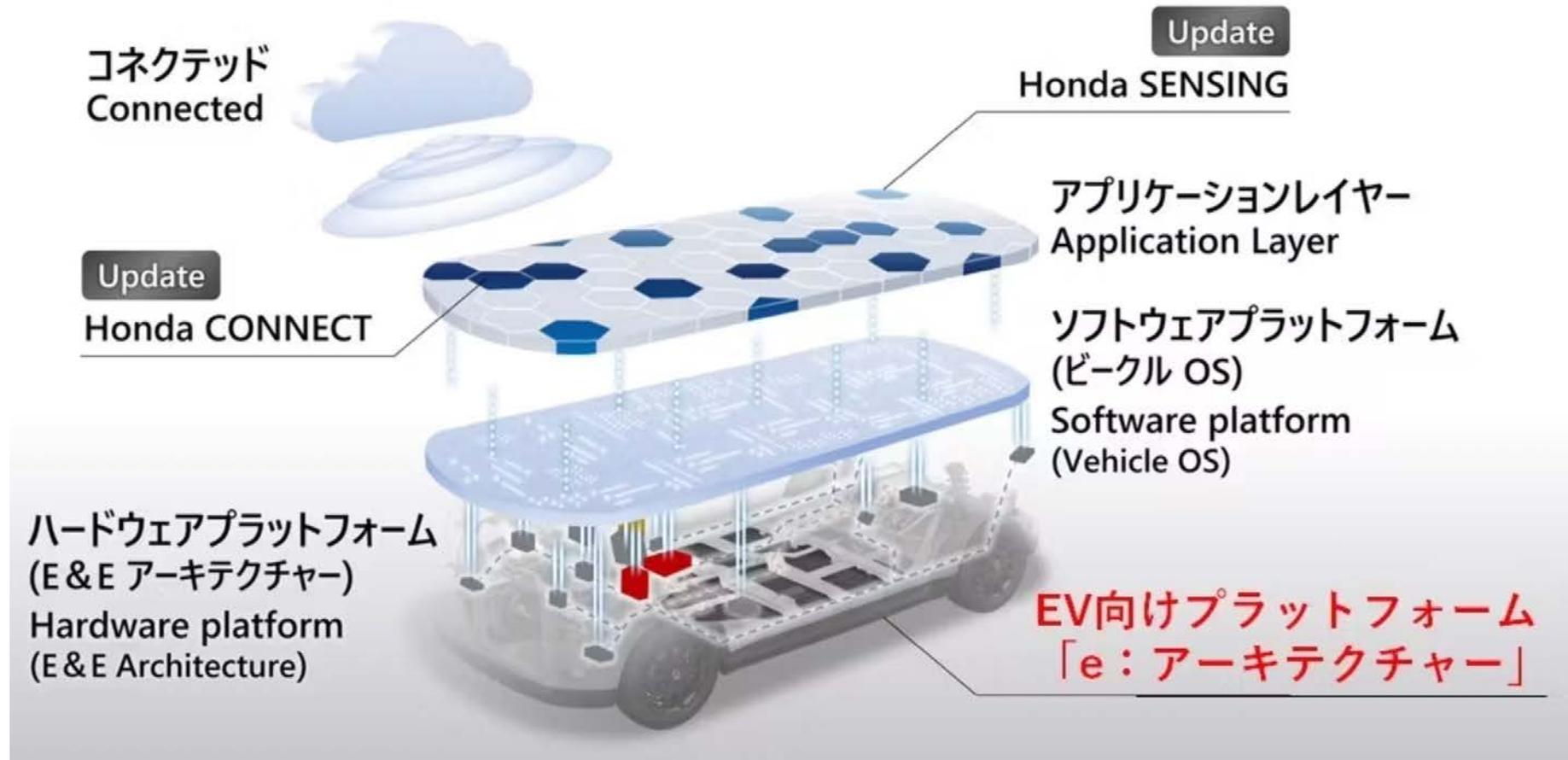


- ▶ ホンダがGMとの量販型EVの共同開発を中止。2027年以降に量産し、数百万台を世界で販売する計画が頓挫
- ▶ 両車ブランドを残す2系統の開発では「コストと商品性で利点なし」と判断
- ▶ EV市場はボリュームゾーン（量販車）で価格破壊が発生。ニデックの電動アクスル事業も赤字へ
- ▶ 「EVシフト」の本質はプレミアムシフトか。BYDも高級車領域への進出をうかがう
- ▶ ボリュームゾーン向けにHEV・PHEVの開発により力を入れるべきではないか

ホンダ・GM決裂の訳 ニデックも苦しむ量販型EVシフト



ホンダが開発を予定するe:アーキテクチャー



ホンダが開発を予定するe:アーキテクチャー



ホンダ・GM決裂の訳 ニデックも苦しむ量販型EVシフト



- ▶ニデックが電動アクスル事業で苦戦
- ▶続く下方修正（2023年度の目標）
94万9000台⇒54万5000台⇒35万台
利益が出るものだけを受注する方針に転換
- ▶2023年度は**150億円の赤字**の見込み
75億円の黒字予想から修正
- ▶**量産型EV**の領域で「**価格破壊**」
出力150kW以上の製品が振るわず、
より小型の70kWの開発に力を入れる

ニデックの高いコスト競争力すら
通用しない状況



ATTO 3

全長/全幅/全高 4,455mm / 1,875mm / 1,615mm ホールベース 2,720mm
座席数 5 モーター出力 150kw 電池容量 58.56kwh 最大トルク 310N.m
航続距離 (WLTC値自社調べ) 485km



全長/全幅/全高 4,290mm / 1,770mm / 1,550mm ホールベース 2,700mm
座席数 5 モーター出力 70kw / 150kw 電池容量 44.9kwh / 58.56kwh
(STANDARD) (HIGH GRADE) (STANDARD) (HIGH GRADE)
航続距離 (WLTC値自社調べ) 386km / 471km
(STANDARD) (HIGH GRADE)



SEAL

全長/全幅/全高 4,800mm / 1,875mm / 1,460mm ホールベース 2,920mm 座席数 5
モーター出力 230kw / 160kw (フロント) + 230kw (リア) 電池容量 82.56kwh
(RWD) (AWD)
航続距離 (欧州WLTP値) 555km



DENZA (デンツァ) シリーズ・D9



U8

SEAL



4,800 × 1,875 × 1,460

※ 全長 × 全幅 × 全高 (mm)

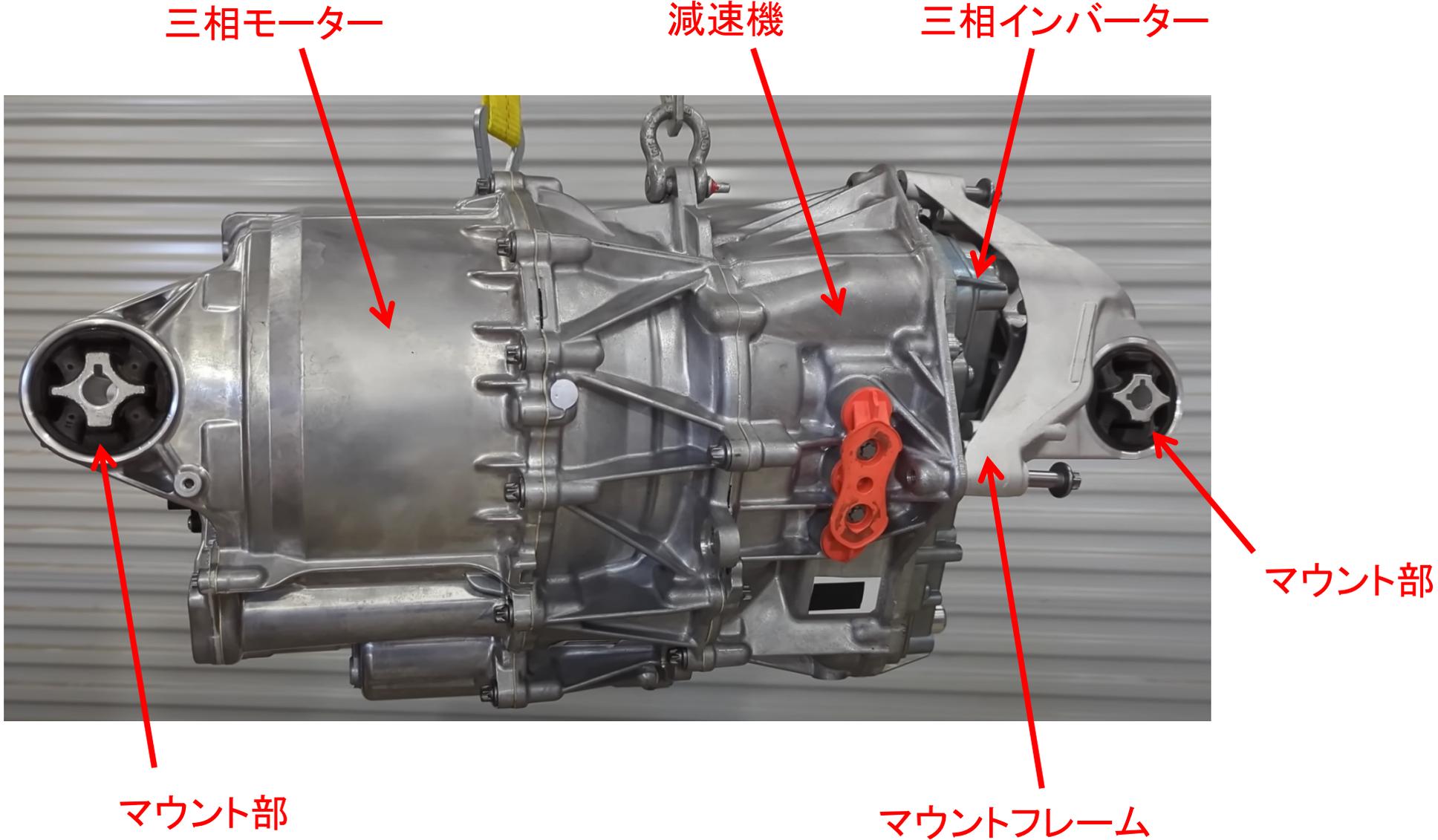
※ WB: 2,920 [mm]

Model 3 (TESLA)



4,690 × 1,850 × 1,440

※ WB: 2,880 [mm]

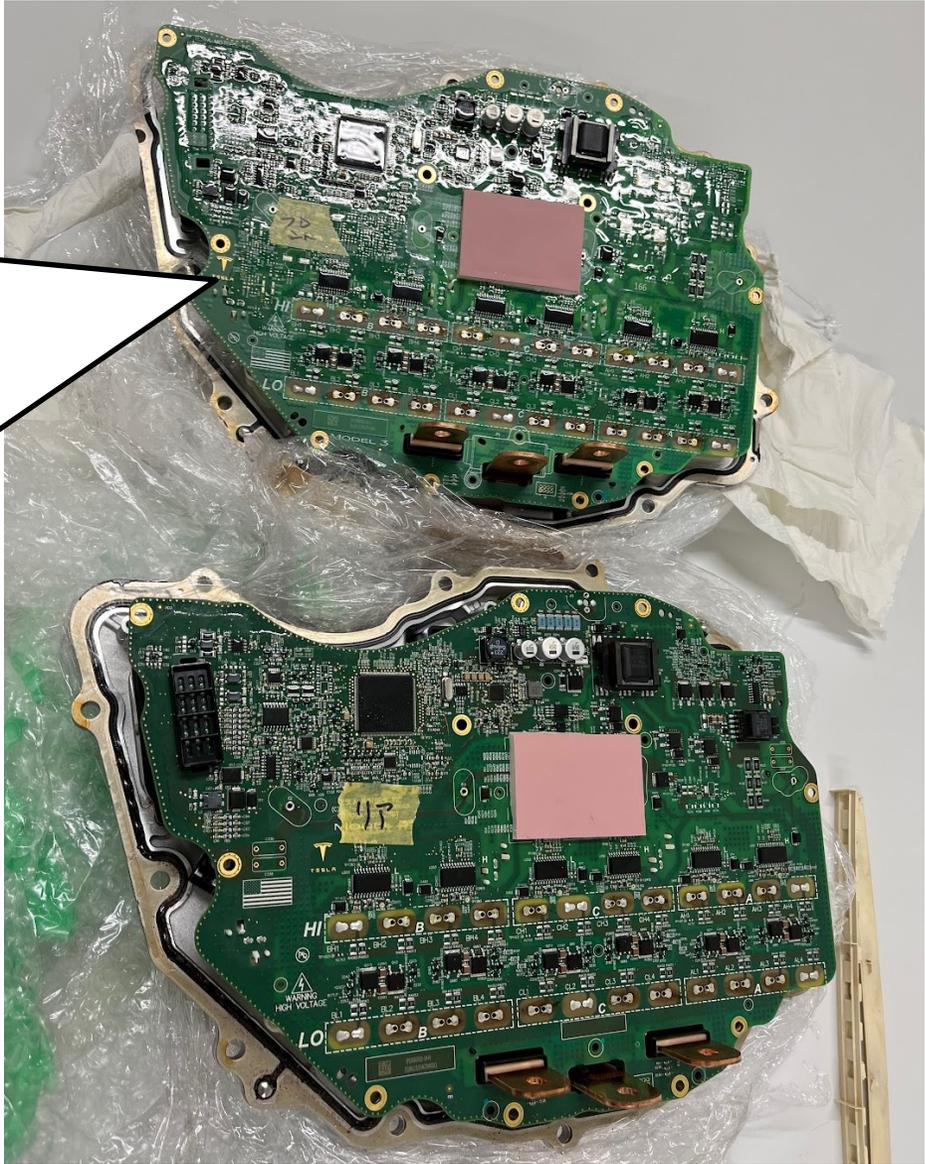
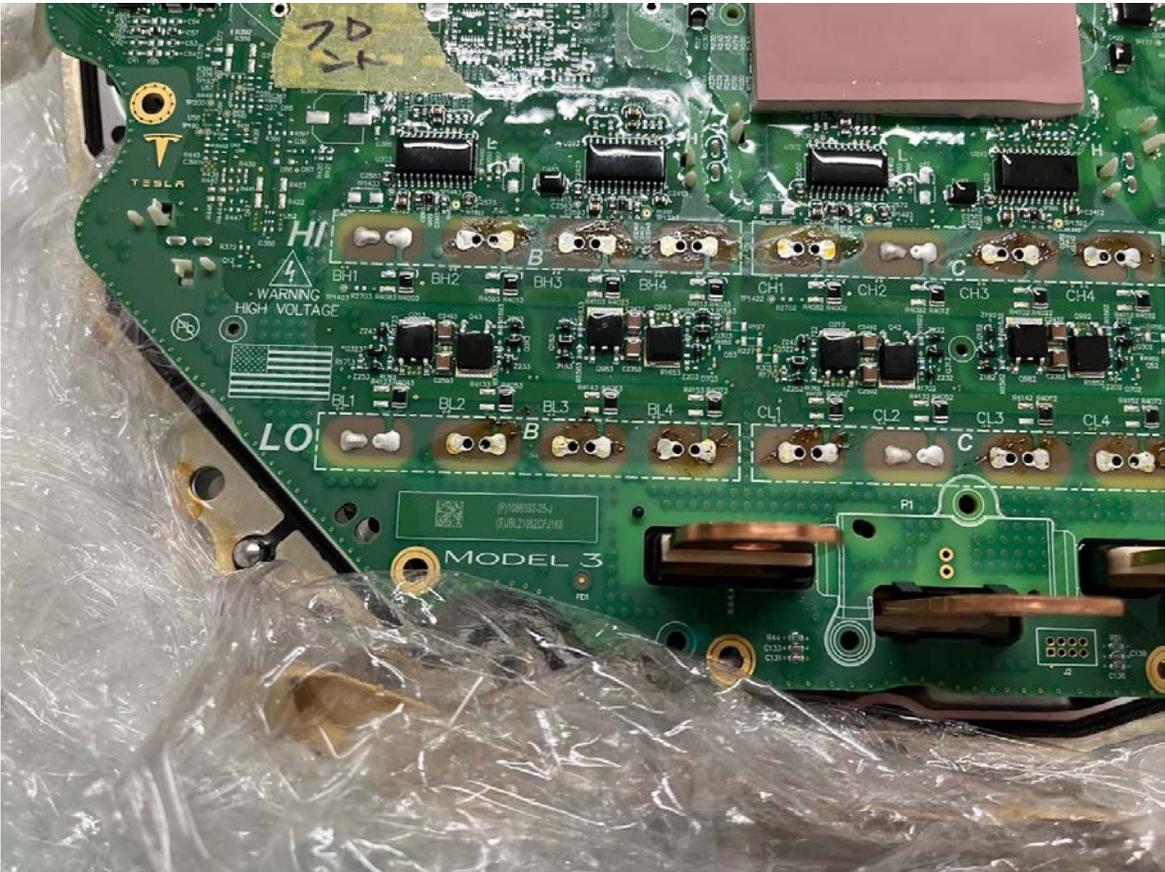




モデル3用
(2018年モデル)



モデルY用
(2022年モデル)



テスラ一人負け、強まる逆風（NY特急便）

NQNニューヨーク 川上純平

NY特急便 [+フォローする](#)

2023年11月11日 7:39 [会員限定記事]

 保存



Think! に投稿する

[山本真義さんの投稿](#) 



テスラの株価は弱含んでいる=ロイター

10日の米株式市場でダウ工業株30種平均は前日比391ドル高の3万4283ドルで終えた。このところ買いが継続し、相場は回復基調を強めている。けん引役は大型のハイテク株だが、その中で先行き不安から値動きのさえない銘柄がある。電気自動車（EV）のテスラだ。

テスラの株価は足元にかけて弱い動きを続けており、9月末との比較では11月10日時点で14.2%安となっている。ハイテク比率が高いナスダック総合株価指数は同期間で4.4%上昇した。同指数は今週に9連騰を記録。ハイテク株は全般に戻り歩調だったが、テスラにはそれほど積極的な買いが入らなかった。

米国では、テスラのほか[アップル](#)、[マイクロソフト](#)、[アルファベット](#)、メタ、[アマゾン・ドット・コム](#)、[エヌビディア](#)の7社をまとめて「マグニフィセントセブン（壮大な7銘柄）」と呼んでいる。9月末と比べるとテスラだけが下落しており、弱さが際立つ。他の銘柄はマイクロソフトが17.1%高、アマゾンは12.9%高などとなっている。

テスラ売りの背景には業績の伸び悩みに対する警戒感がある。10月に発表した2023年7～9月期決算は前年同期比の売上高の伸びが鈍り、大幅な減益だった。米金利の上昇がEVの販売に悪影響を与え、採算が悪化した。値下げによる需要喚起が必要な状況で、今後も利益率が切り下がるとの懸念が広がっている。中国勢の台頭による競争激化への懸念も大きい。テスラの株高継続を見込む強気派にとっては、シナリオの再考を迫られる決算となった。

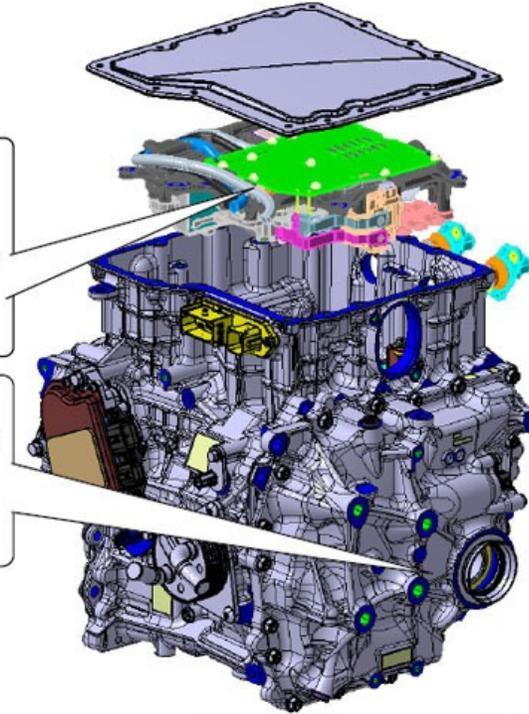
eAxleについて

【織り込み技術】※リア向けも同様

小型化技術

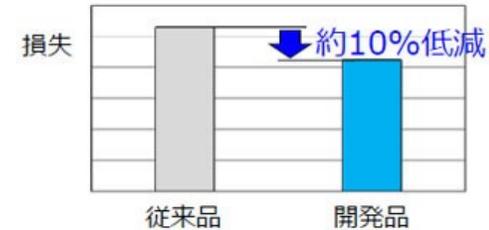
・インバーター内蔵トランスアクスル
インバーターをBuilt-in構造にすることでトランスアクスルに内蔵、取付部品を廃止し、eAxleを小型化。
⇒車室空間の拡大

・デフ軸間短縮
アウトプットシャフト採用により、モーターとデフの軸間を短縮。eAxleを小型化。
⇒車室空間の拡大



損失低減/動力性能向上技術

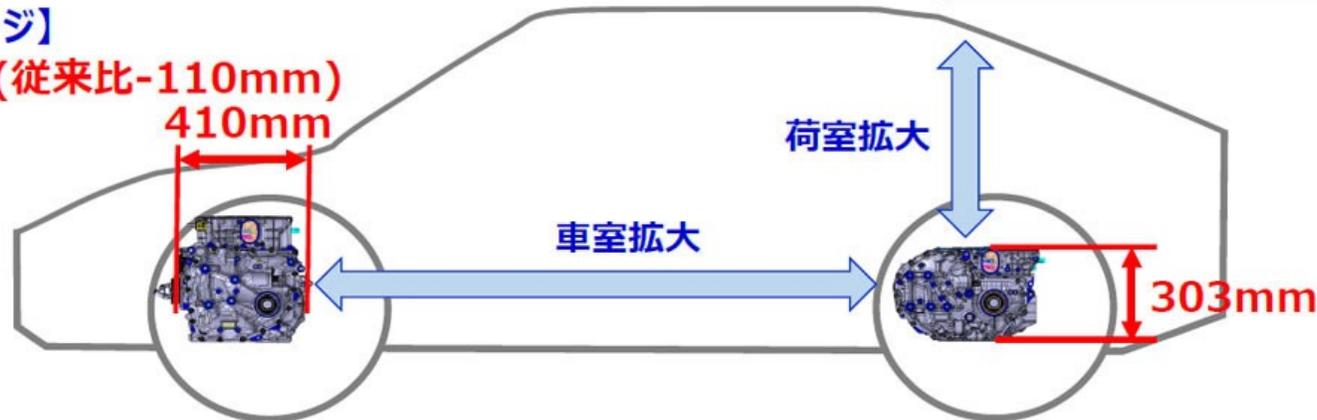
- ・モーター : 磁気回路最適設計
コイルエンド短縮接合技術
- ・トランスアクスル : 電動車向け低粘度オイル
- ・インバーター : 新RC-IGBT
ハイブリッド車の開発で培った技術をベースに、BEV向けに新開発。
従来品に対し約10%損失を低減。(NEDCEモード)
⇒EV走行距離の向上



【搭載イメージ】

(従来比-110mm)

410mm



eAxleについて

BLUeNexus AISIN DENSO

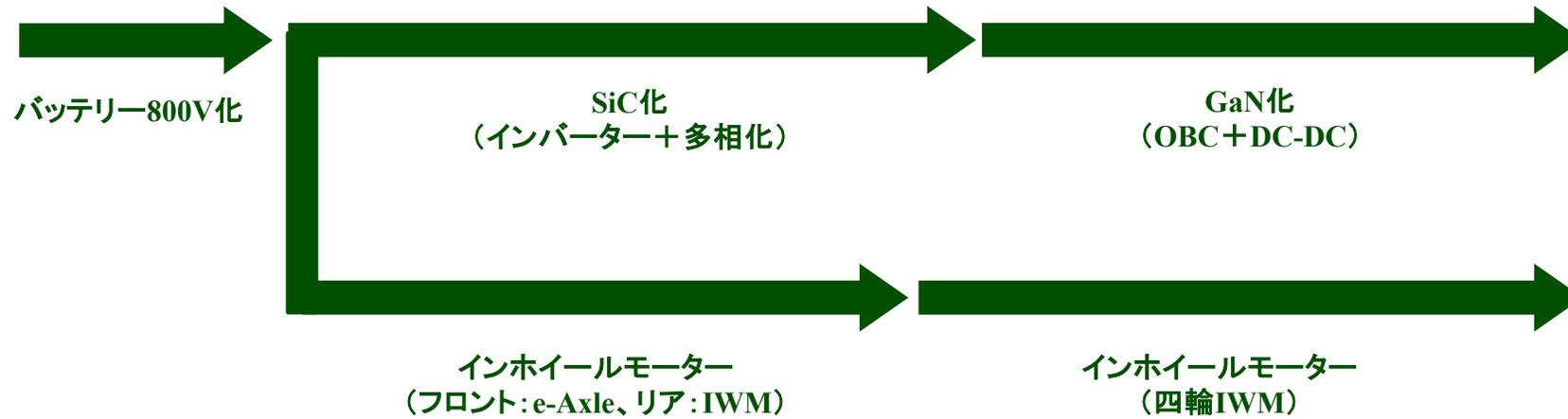
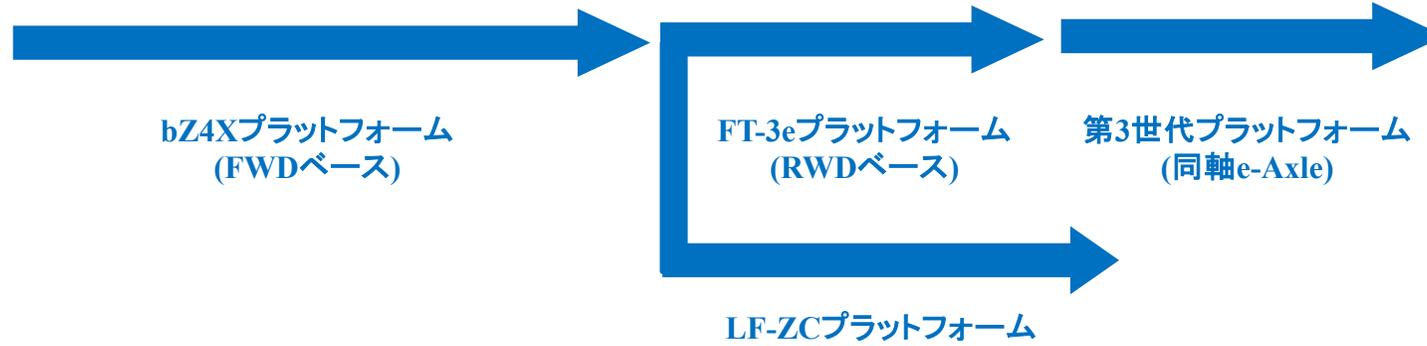
	フロント向け150kW/80kW eAxle	リア向け80kW eAxle
製品		
最大出力	150kW/80kW	80kW
体格	前後長:410mm 幅: 492mm 高さ: 420mm	前後長:444mm 幅: 427mm 高さ: 303mm

2023年

2025年

2030年

2035年





FT-3e(トヨタ)



FT-3e(トヨタ)

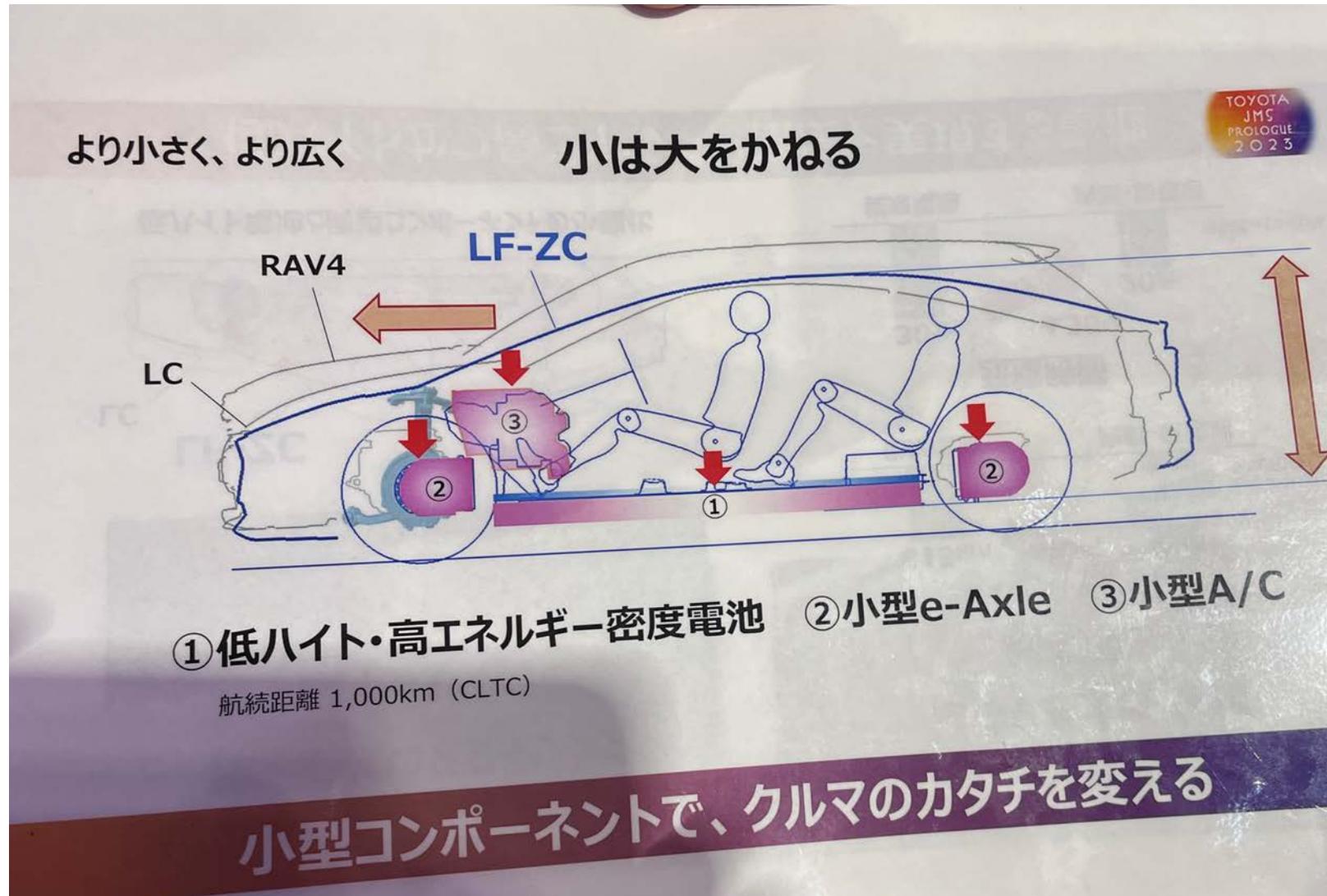


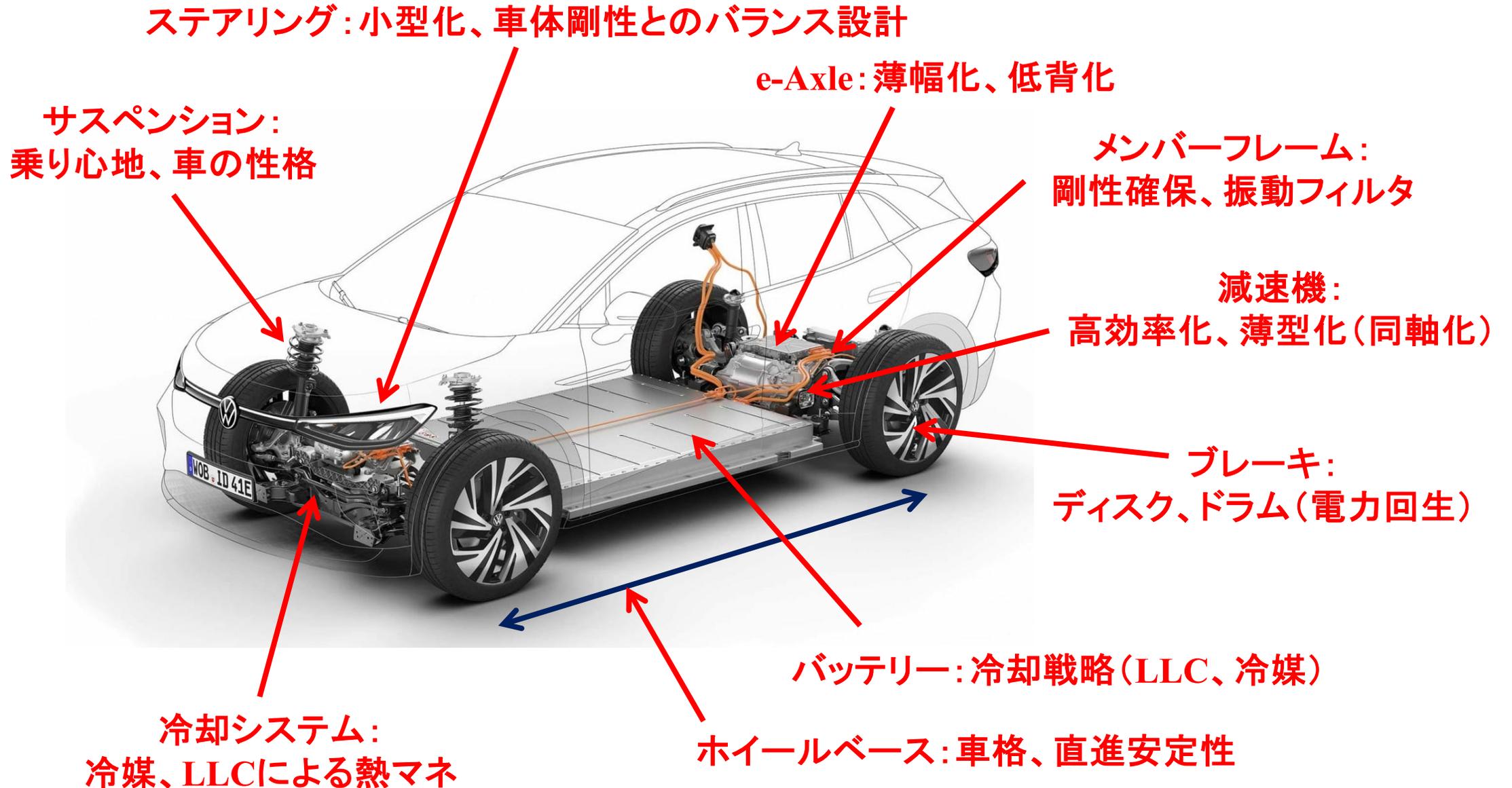
FT-Se(トヨタ)



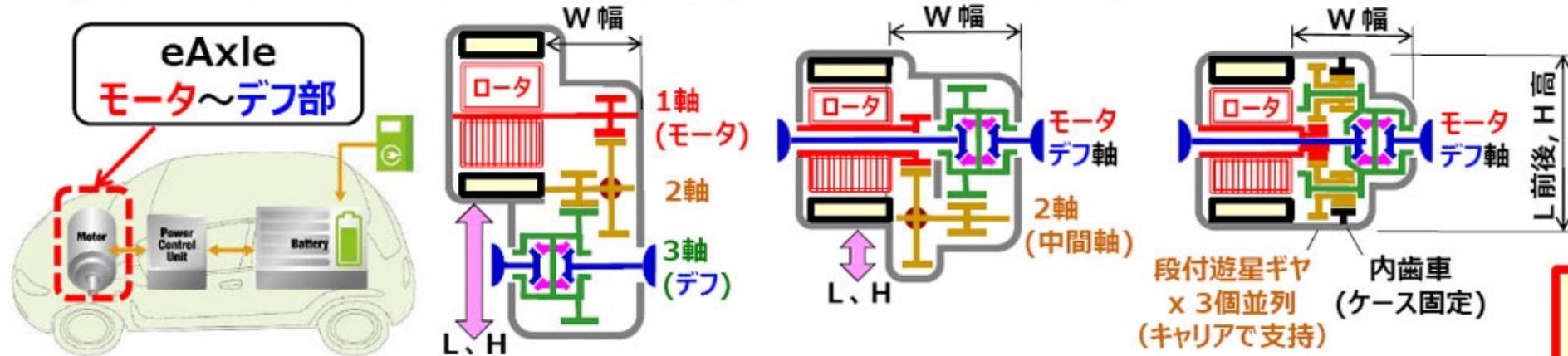
LF-ZC(レクサス)

EVにおけるパワーエレクトロニクスシステムに対するシステム要求





3. 代表的eAxleの構造と特徴

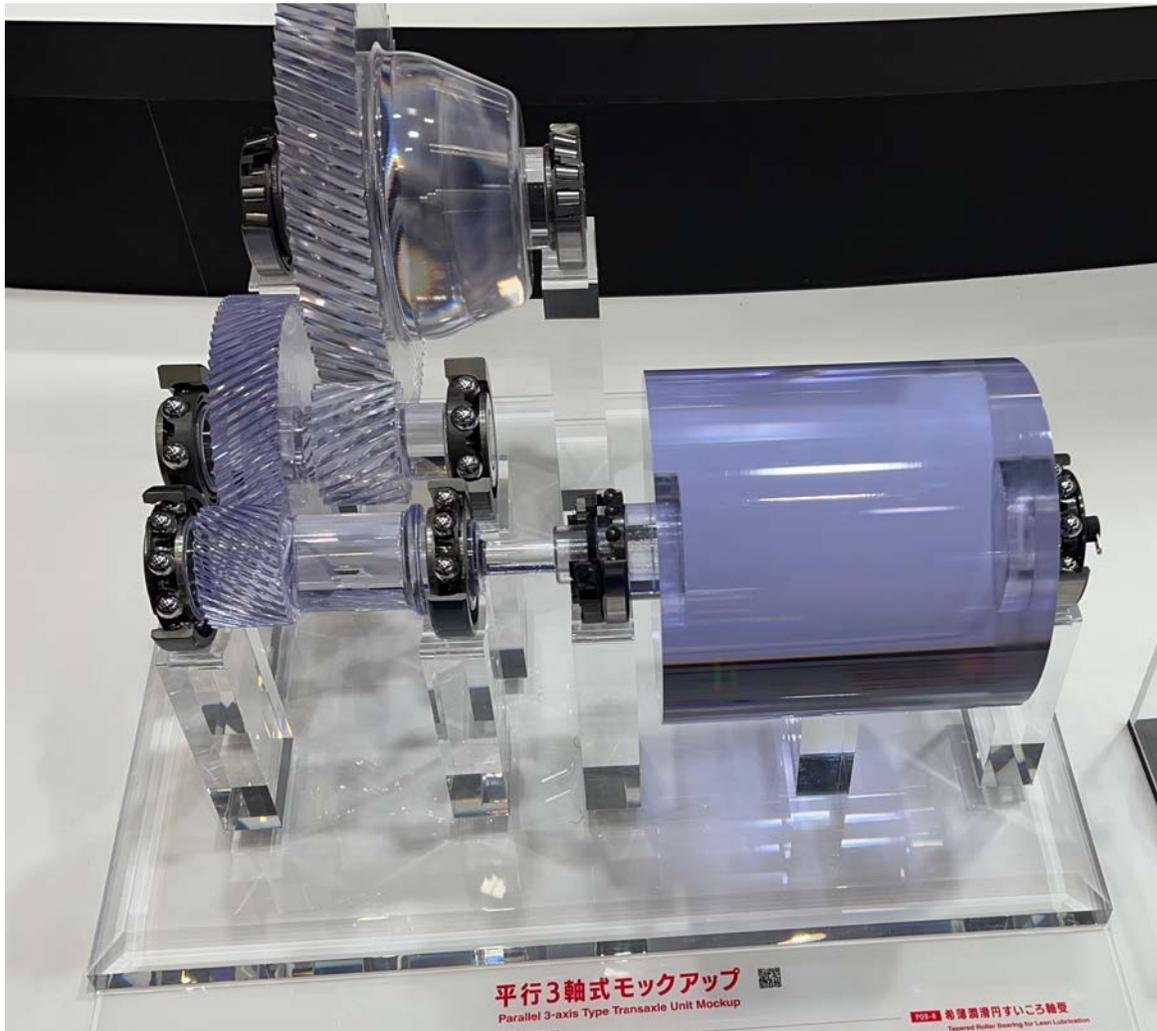


eAxle入出力軸配置		オフセット	同軸式 (モータ、デフ軸)	
減速機	主な減速機	3軸式	レイシャフト (2軸式)	ステップドピニオン遊星
	減速ギヤ構成、数	直列2段 ギヤ 4ヶ所	直列2段 ギヤ 4ヶ所	並列3遊星 2段 ギヤ 8
	減速ギヤサイズ	× 大径 & 歯幅広	× 大径 & 歯幅広	○ 並列3遊星ギヤ→小型
	W:幅寸法 (左右)	○ デフ幅の影響無し	× ギヤ&デフ幅,ケース	▲ デフ幅の影響あり
	L: 前後 H: 高さ	× 2軸、デフ軸が突出	▲ 中間軸が突出	○ モータ断面内も可能
減速ギヤ技術	全て外歯。 大小ギヤ間の回転位相不要		内歯車、段付遊星ギヤ	

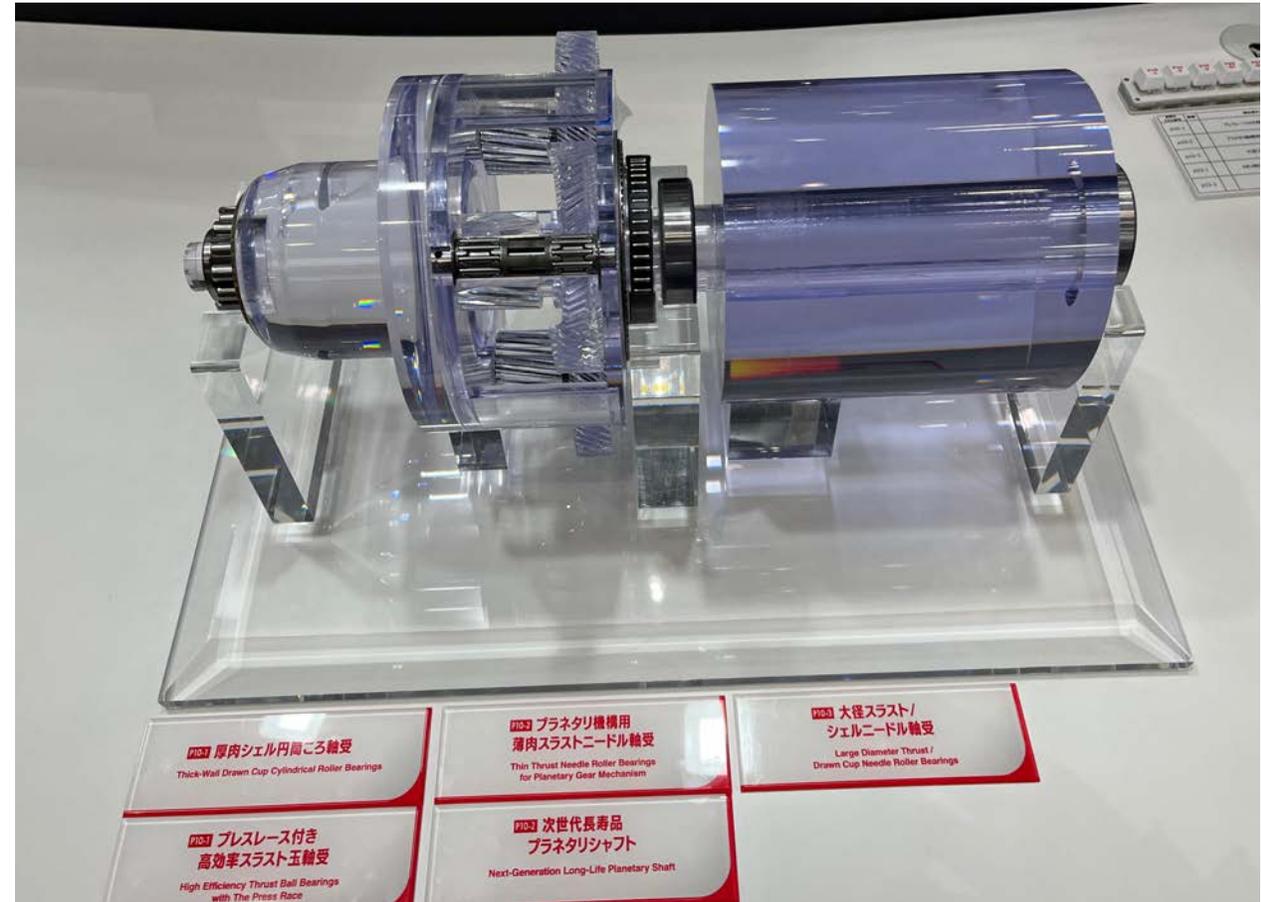
各国で挑戦的な
eAxle小型化
(高出力密度化)
の開発目標あり
例) 日本経産省
'30 : 3kW/kg
(現行比半減等)



さらなるeAxle小型・高出力密度化に貢献するデフのニーズ有り



3軸方式

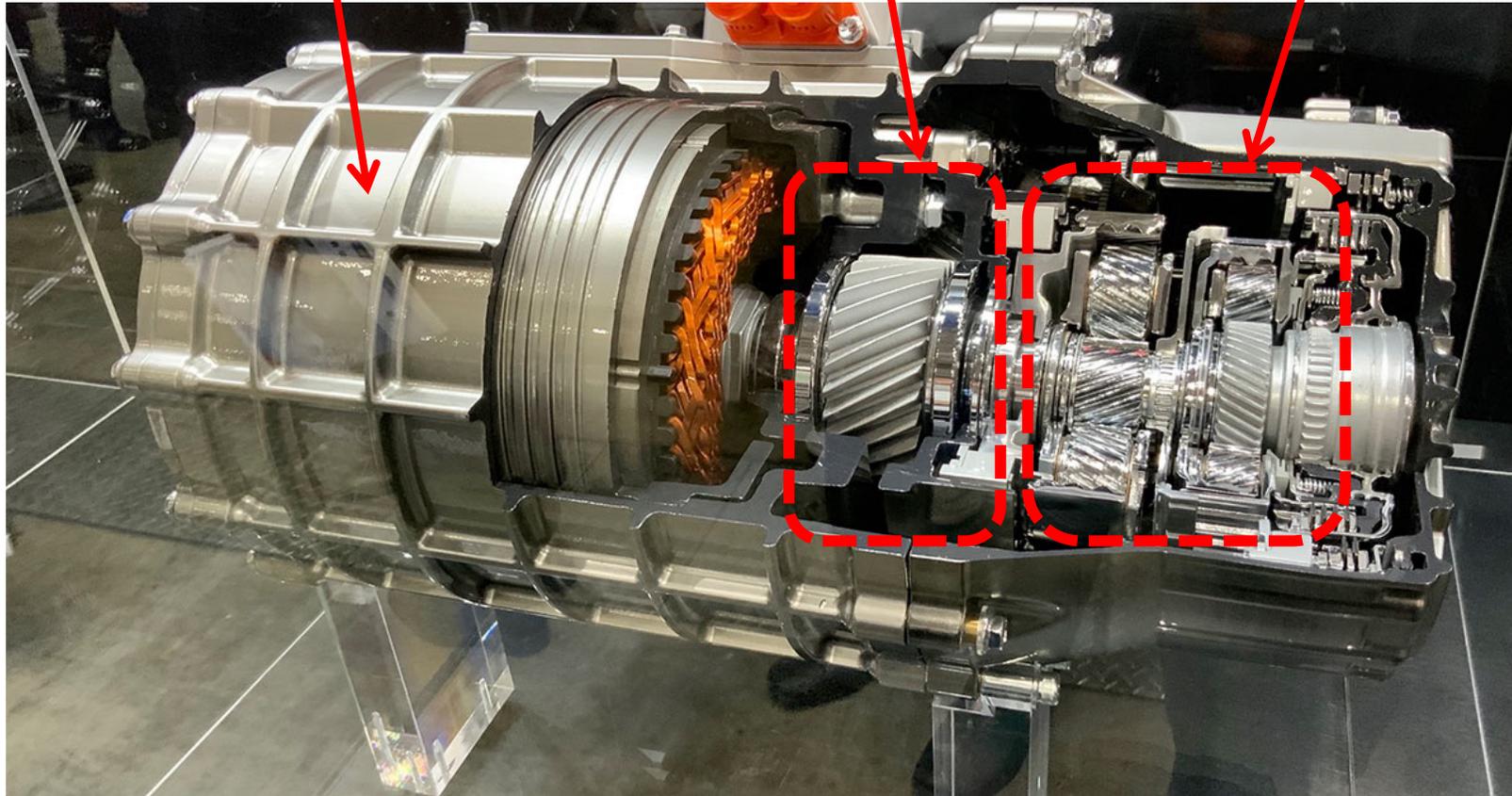


1軸方式

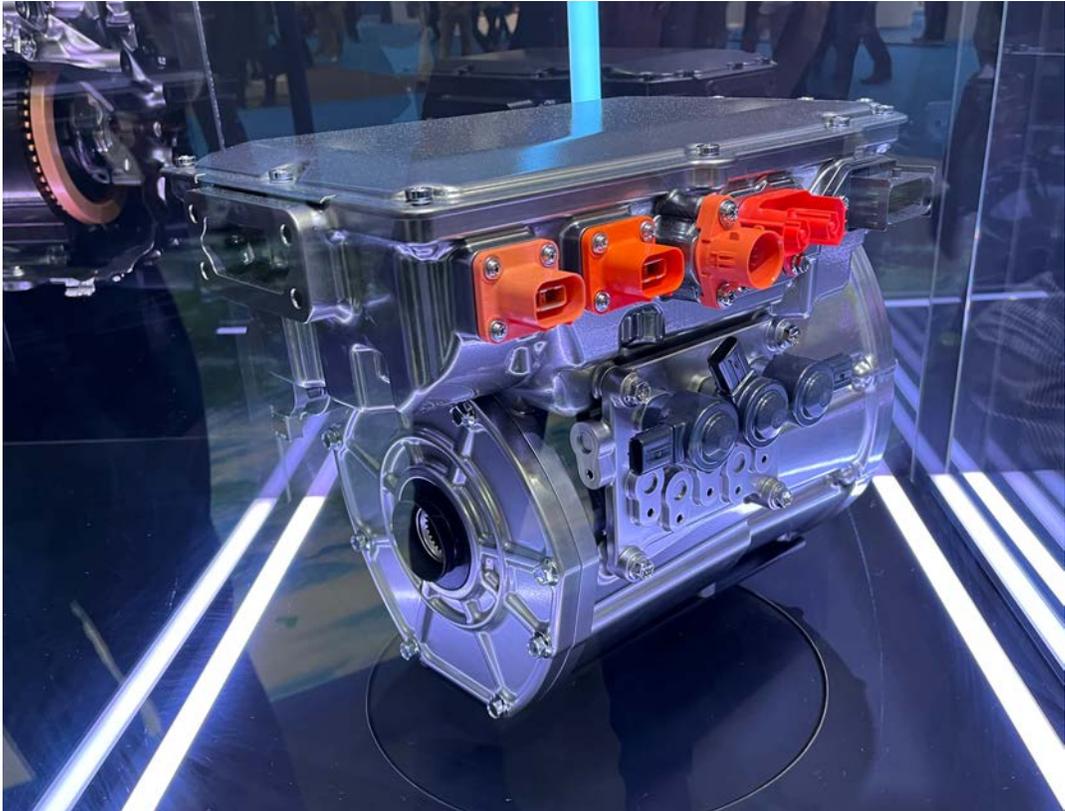
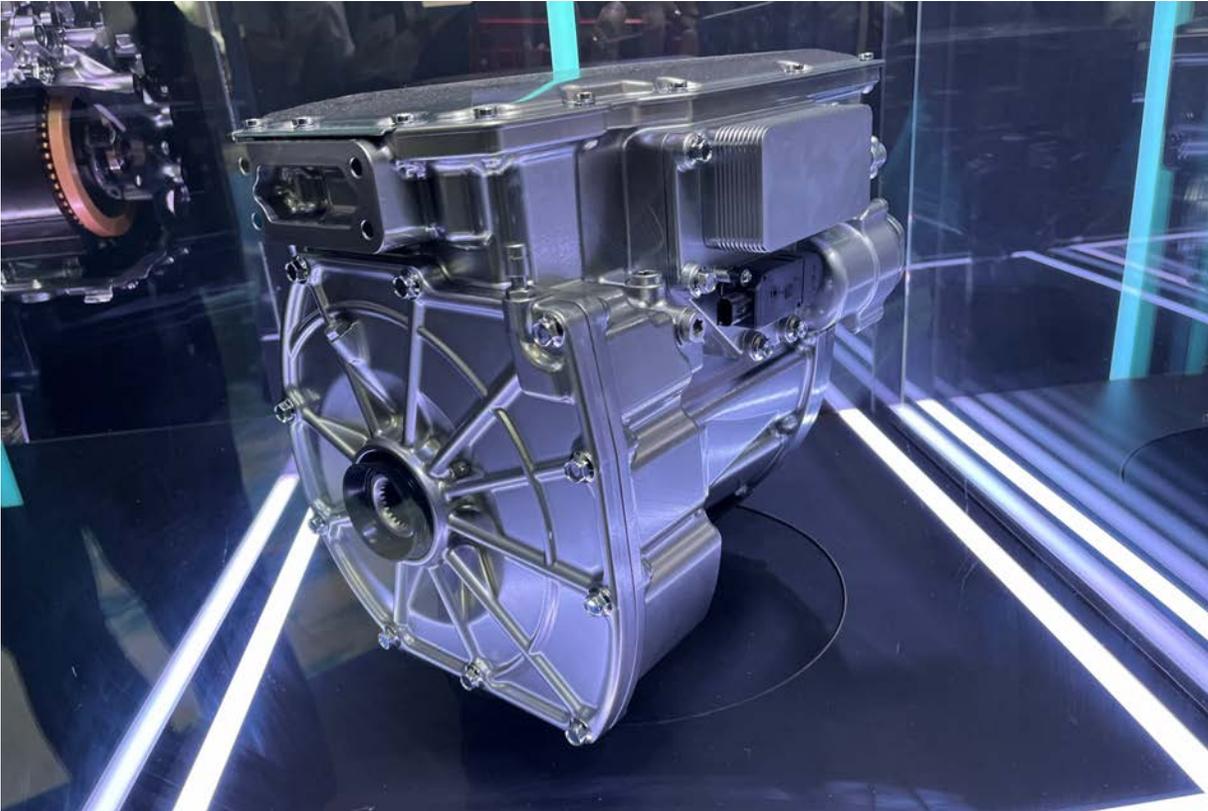
永久磁石同期モータ

遊星歯車

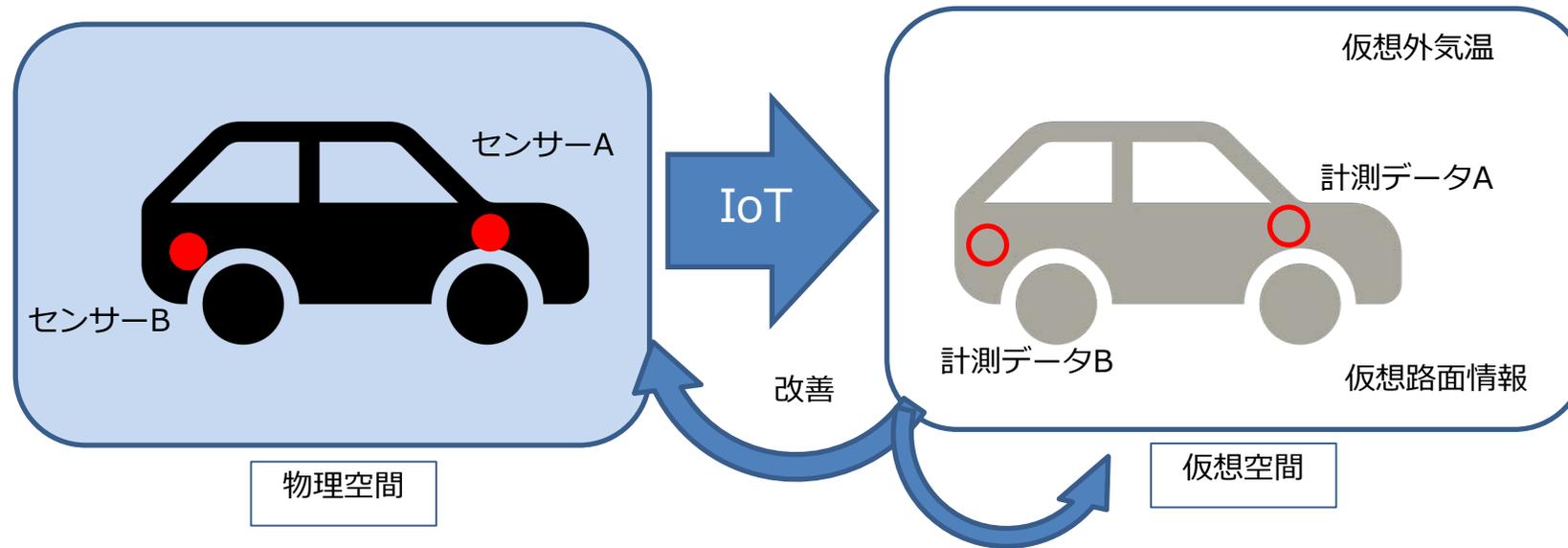
ディファレンシャルギア



1軸式e-Axle(アイシン)

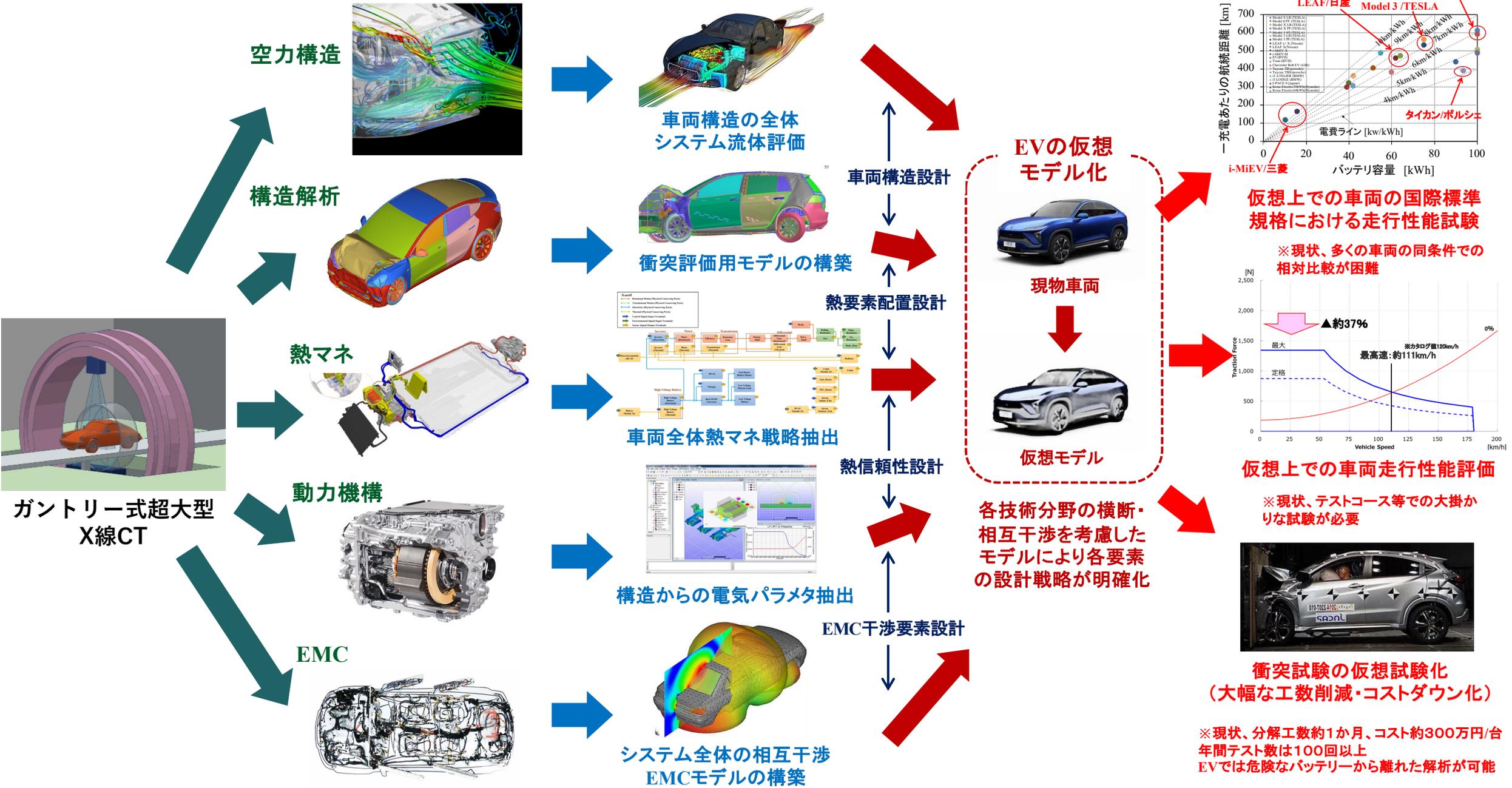






- デジタルツインとは物理空間にある現実の機器や設備，作業員の稼働状況や環境情報をリアルタイムで収集し，仮想空間上に構築された機器や設備のデジタル情報（モデル）を用いたシミュレーションに適用し，設計の改善や環境に応じた動作指示，故障予測などに用いることで，より効率的な設計開発や運用管理コストの最適化などを主な目的としている概念。

超大型X線CT(分解能100 μm)による次世代EV設計に対するインパクト



超大型X線CT(分解能100 μm)による次世代EV設計に対するインパクト



- XCT(分解能100 μm)の導入により車両全体システムの現物車両に忠実な仮想モデル構築可能
- 仮想化した3D車両モデルに様々な分野の技術要素を導入してシステム評価可能
- 技術要素導入効果を仮想上の車両システムの走行性能に反映させることでシステム付加価値を評価可能

我が国には様々な優れた素材、材料技術を保有しており、またパワー半導体応用技術も世界に先んじて研究開発が行われている。さらに長く自動車産業は日本の基幹産業として多くの技術分野を支えているが、その次世代における自動車のシステム要求に対して迅速に要素技術開発を行う戦略的な連携ができていない。

大型X線CTを用いて構築した仮想車両モデルは要素技術を車両システム技術を垂直統合での研究開発から市場導入の相互相乗効果を実現する基盤インフラとなる。

XCT(分解能100 μ m)による次世代EV設計に対するインパクト

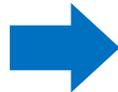
EVにおける車体設計の重要性



Model 3(テスラ): 0.23、タイカン(ポルシェ): 0.22
IONIQ 6(現代自): 0.21、EQS(メルセデス): 0.20

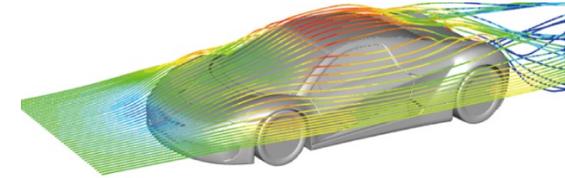
EVには仔細な空力設計に基づいた航続距離の
延長性能が新市場拡大には必要

XCT(分解能100 μ m)による 車体全体の3Dモデル化



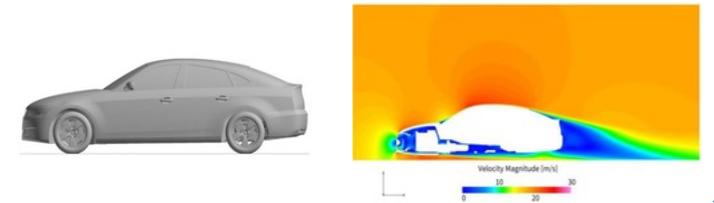
EVの仮想モデル化

仮想上での詳細な空力解析を実現



抵抗係数(C_d)値、揚力係数(C_L)値等解析

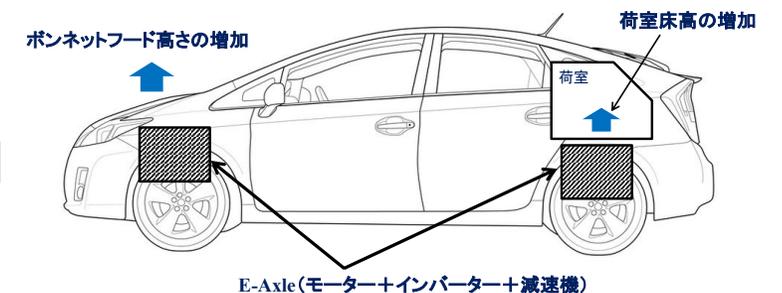
仮想上での正確な走行解析(WLTC等)



空力を考慮した電気システムの 研究開発促進(小型軽量化、設置戦略)



EVにおける電気駆動システムの次世代要求



国際競争力のある機械・電気融
合システムの設計開発ツールとして
自動車産業へ貢献

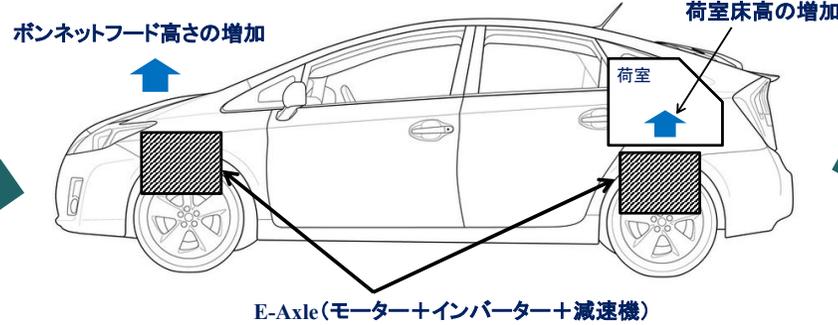


XCT(分解能100 μ m)による次世代EV設計用機械・電気融合シミュレーター

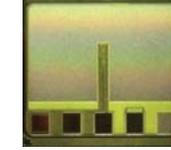
機械系視点での
e-Axle構造設計



e-Axleの低背化
構造設計の最適化



電気系視点での
e-Axle効率設計



SiCパワー半導体



電気システム(インバーター)

次世代パワー半導体の電気系
システムへの応用

XCT(分解能100 μ m)を用いた
車体モデル(機械・電気融合モデル)
による仮想走行試験

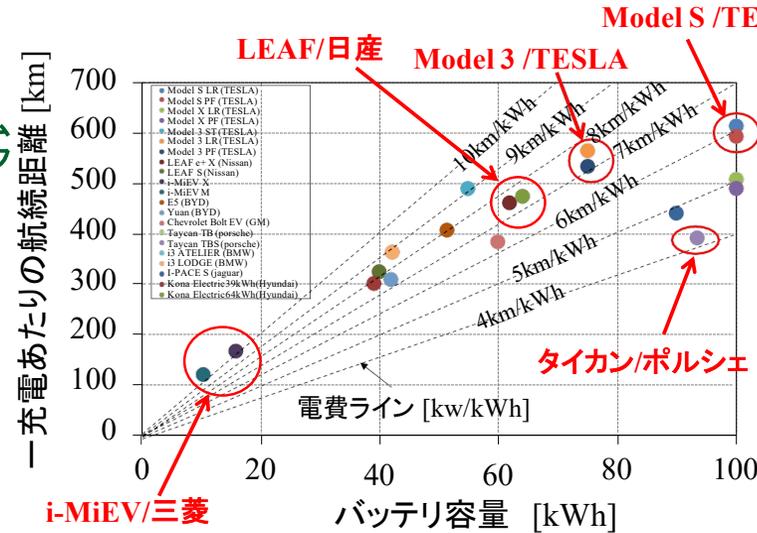
日本が得意とする
素材分野

新樹脂素材技術

新セラミックス
素材技術



業界へのシステム
要求フィードバック

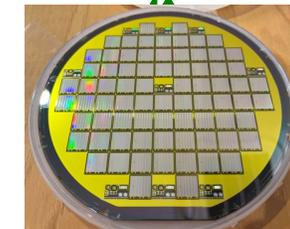


正確な航続距離等の算出が可能

業界へのシステム
要求フィードバック

世界を牽引する
次世代半導体分
野

次世代パワー半導
体

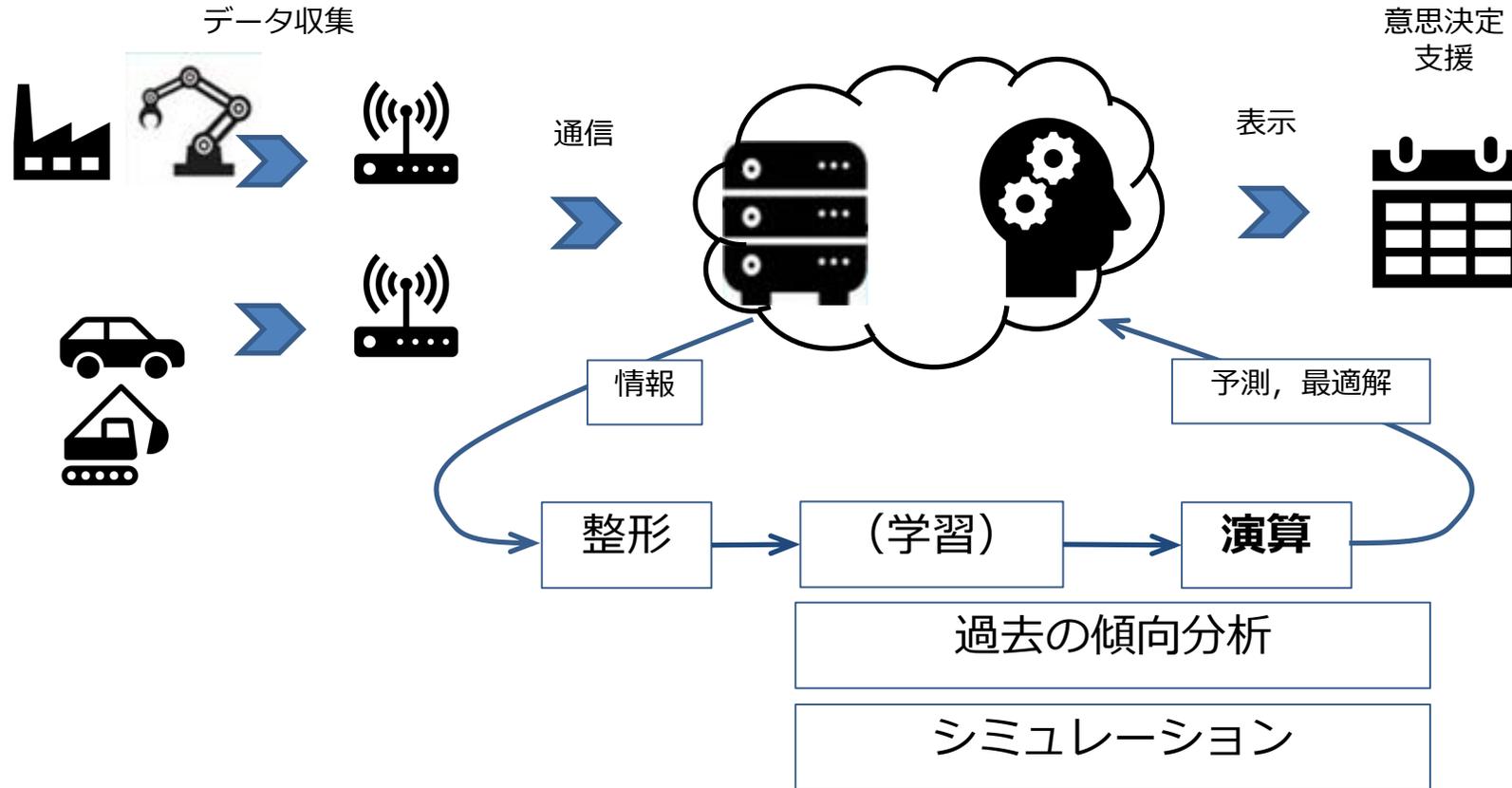


パワーエレクトロニク
ス
システム

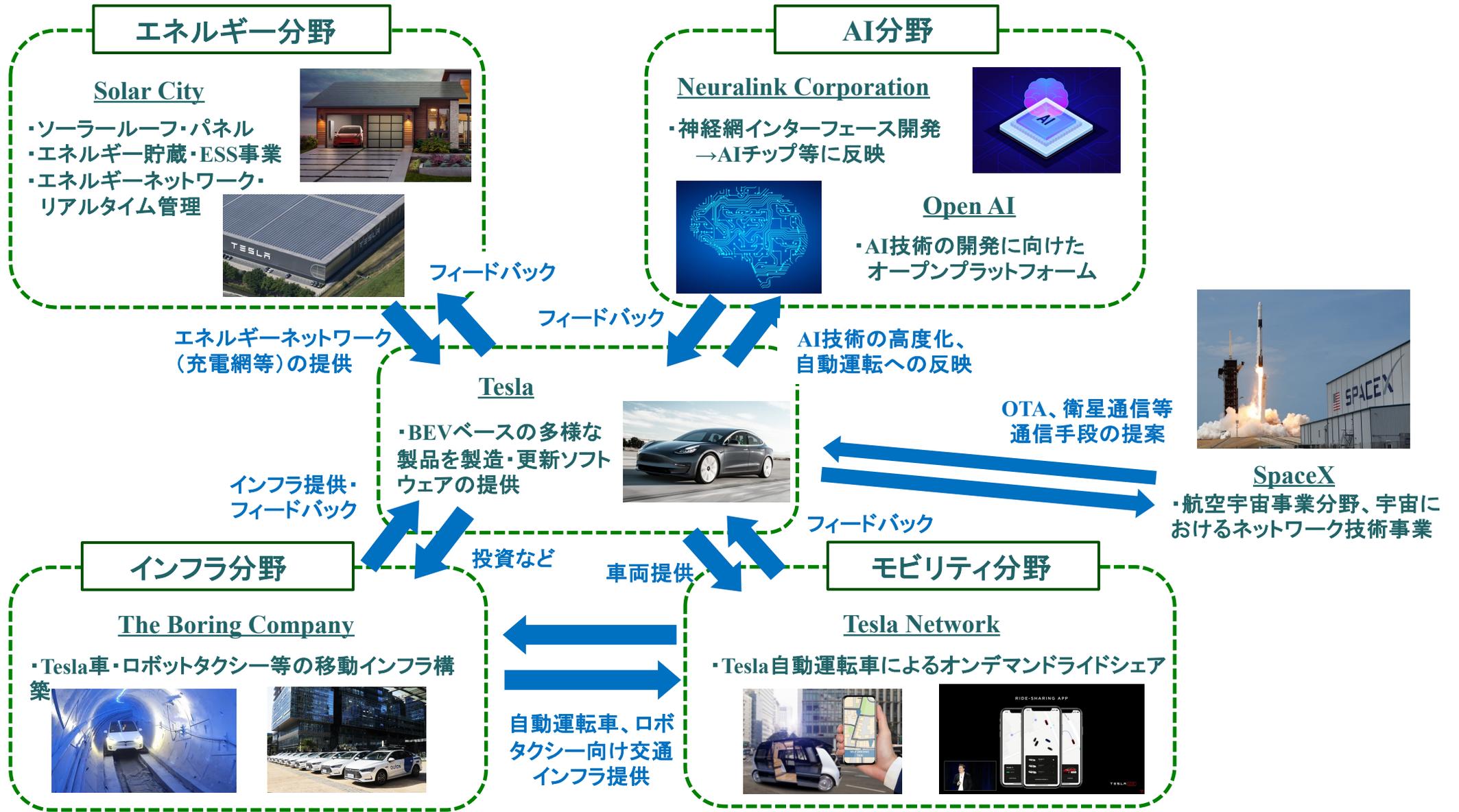




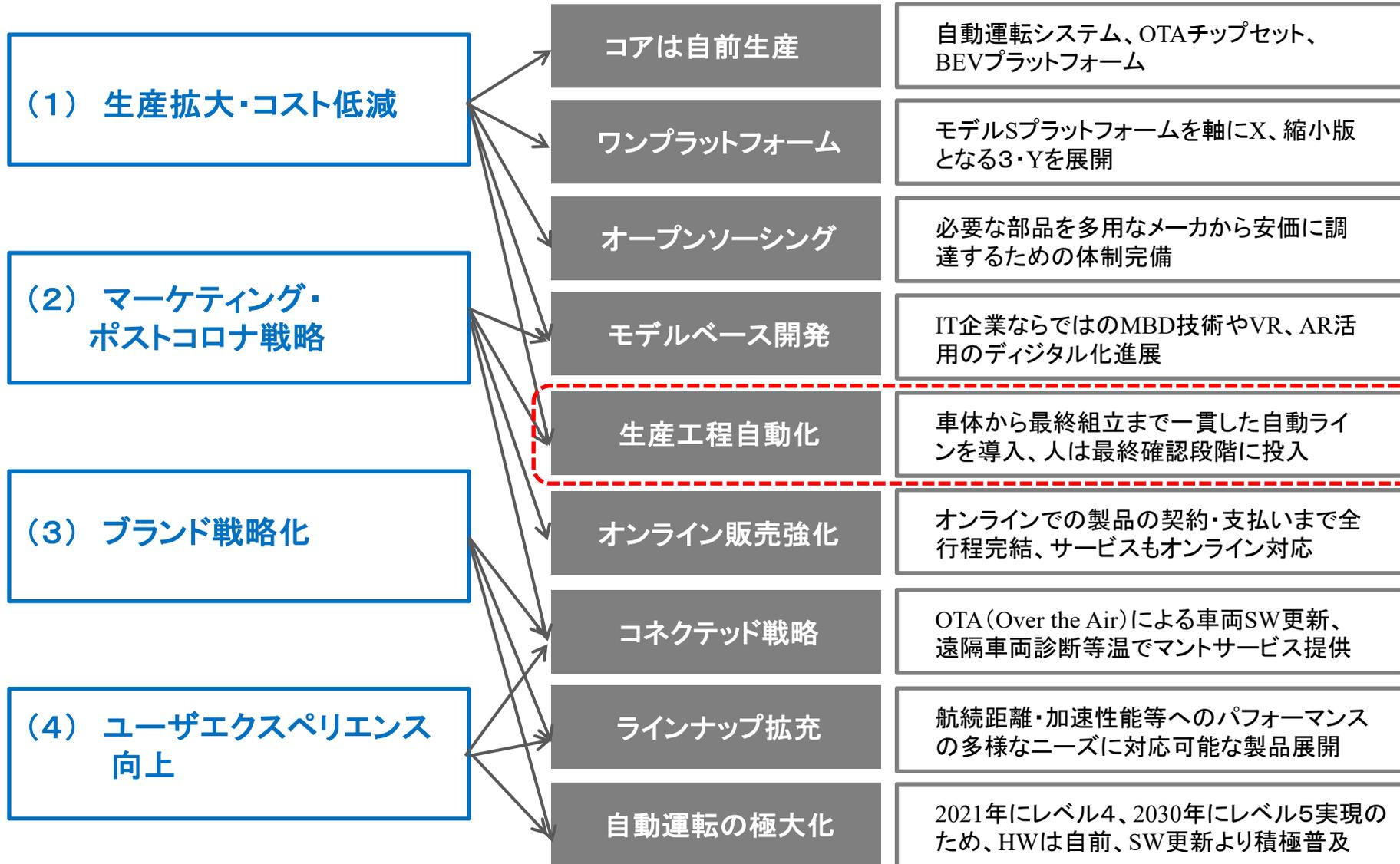
- 車のIT化により快適性や安全性の向上が実現され、更にクラウドと接続することにより様々な情報サービスの提供が実現している。
- 自動車のデジタルツイン活用の下地は整いつつある。



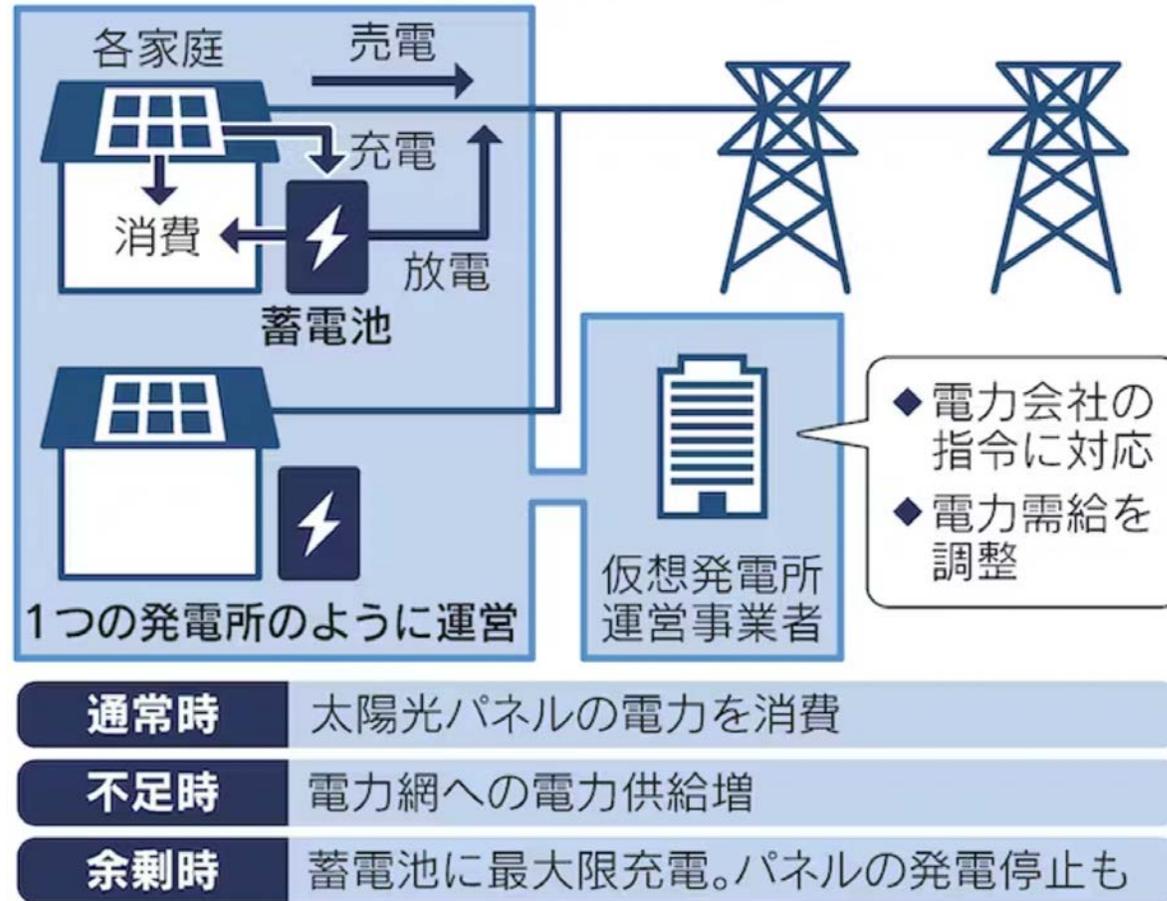
- IoTの登場により、広範囲に分散されたモノの情報を詳細に、かつリアルタイムで取得することが可能になった。
- これらの情報を収集し、的確に処理、演算、分析することで運用管理や経営などの意思決定に必要な情報を提供することが目的。



Appleの自動車版、自動車のみならず、エネルギー・コネクテッド・モビリティサービスをすべてつなぐ

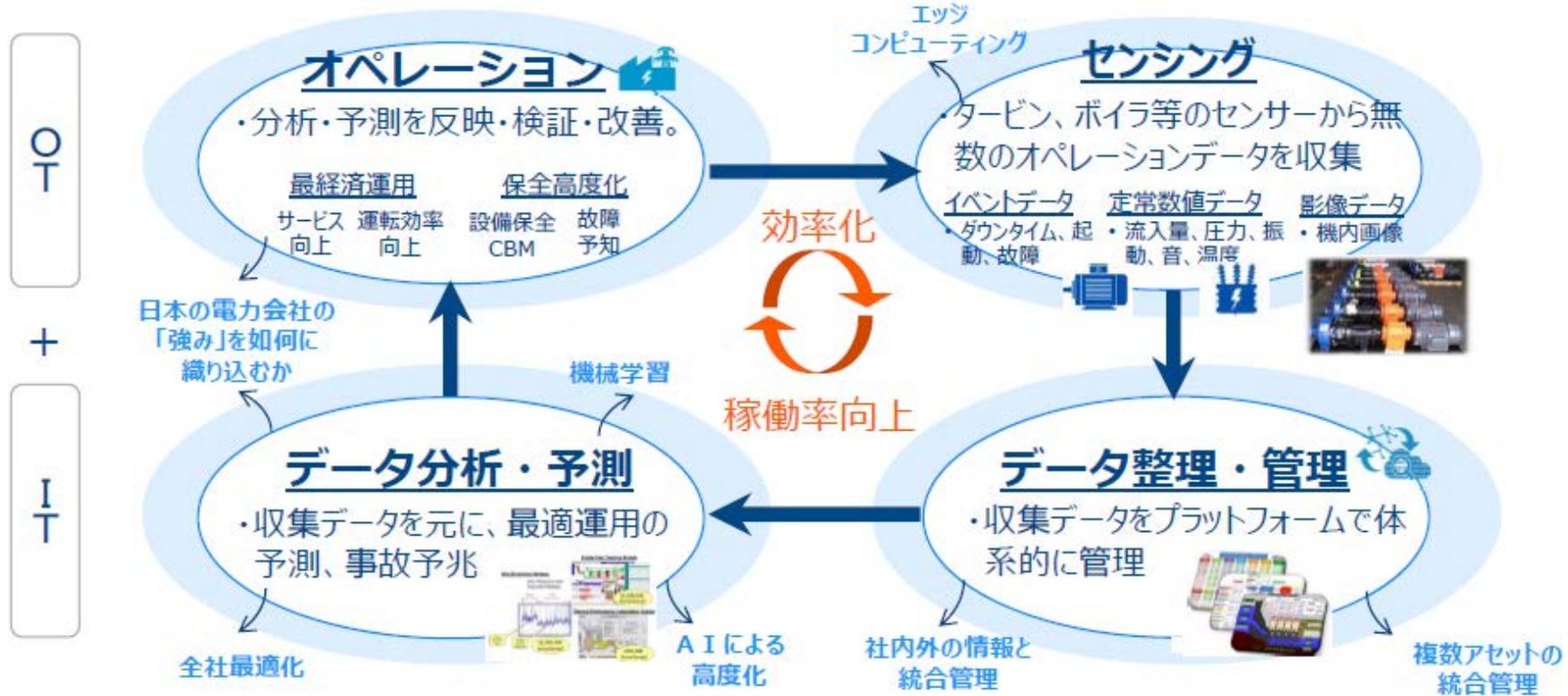


テスラが構想する仮想発電所 (VPP)

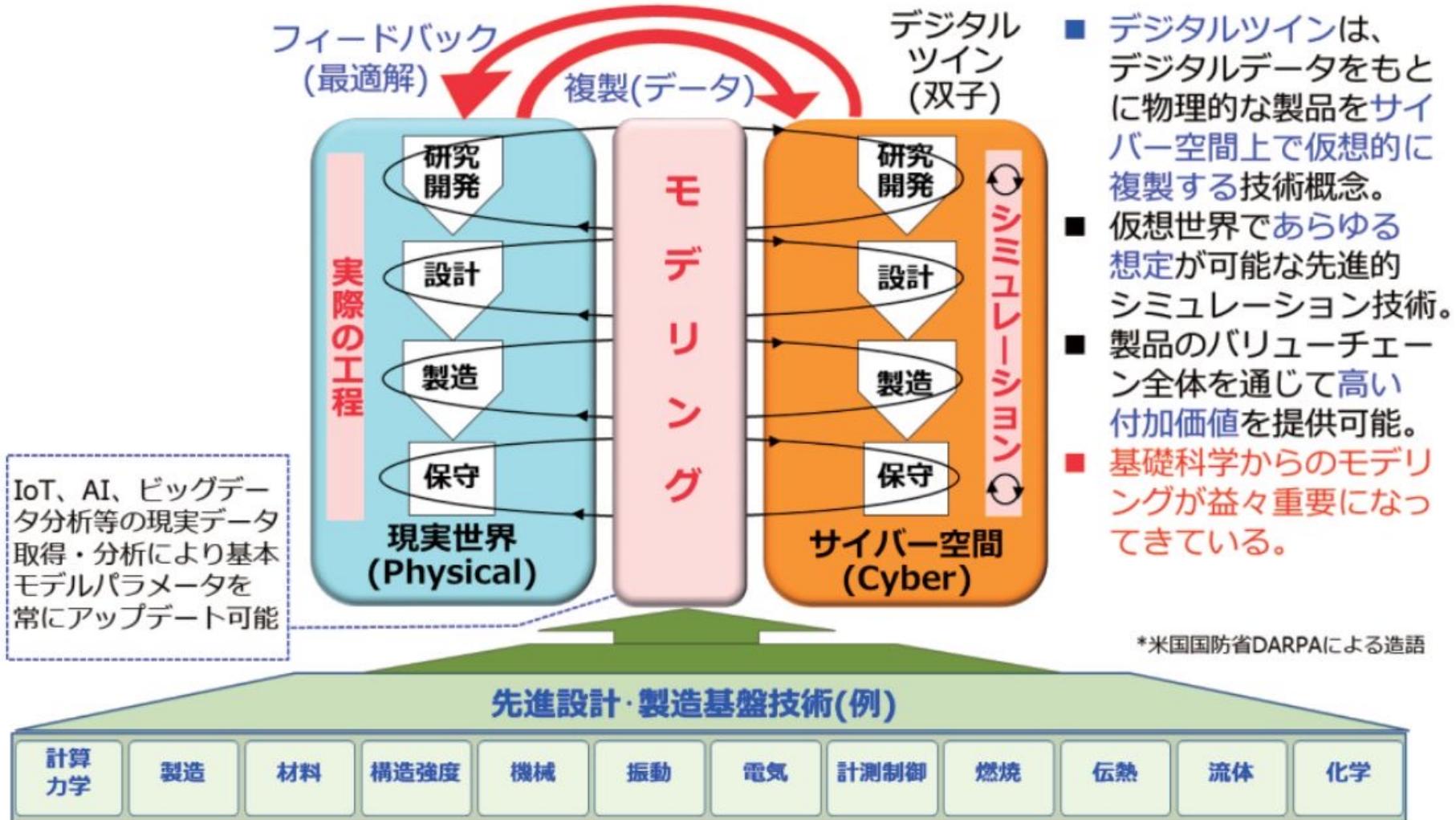


カリフォルニア州では地元の電力大手とともに5000世帯超が参加する最大級のVPPを手掛ける。日本では沖縄県内の電力システム開発会社と組み、宮古島市でパワーウォールを使った商用のVPPを運営している。23年度末までに600台の導入目標を掲げる。

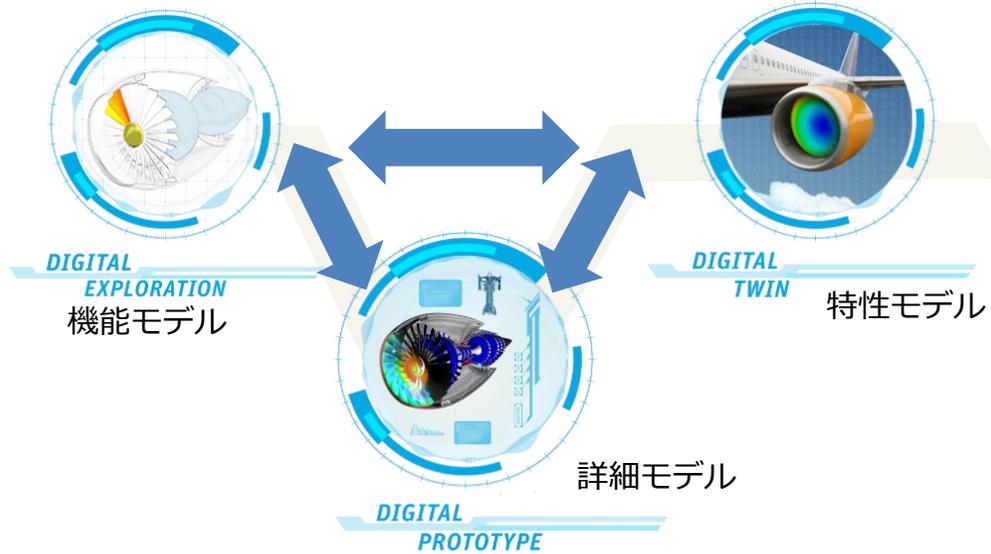
＜発電分野のデジタル化のイメージ＞



- ・ 電力インフラシステムの自動車に関するデジタルツイン活用案などについては、積極的なサービス提供の検討が今のところ見受けられない。
- ・ 製造プロセスの改善とサービスの向上のための交通・電力インフラシステムのデジタル情報との連携とデジタルツイン活用法についての調査研究が今後の課題。

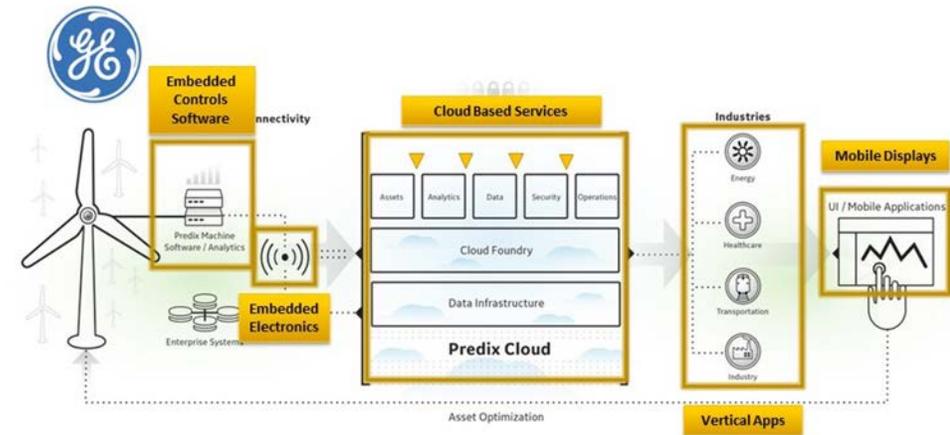


出典) 国立研究開発法人科学技術振興機構研究開発戦略センター, 「(戦略プロポーザル) 革新的デジタルツイン ~ものづくりの未来を担う複合現象モデリングとその先進設計・製造基盤技術確立~」, <https://www.jst.go.jp/crds/report/report01/CRDS-FY2017-SP-01.html>



航空機エンジンメンテナンスサービスの提供

Example: GE Predix Architecture for Wind Turbines

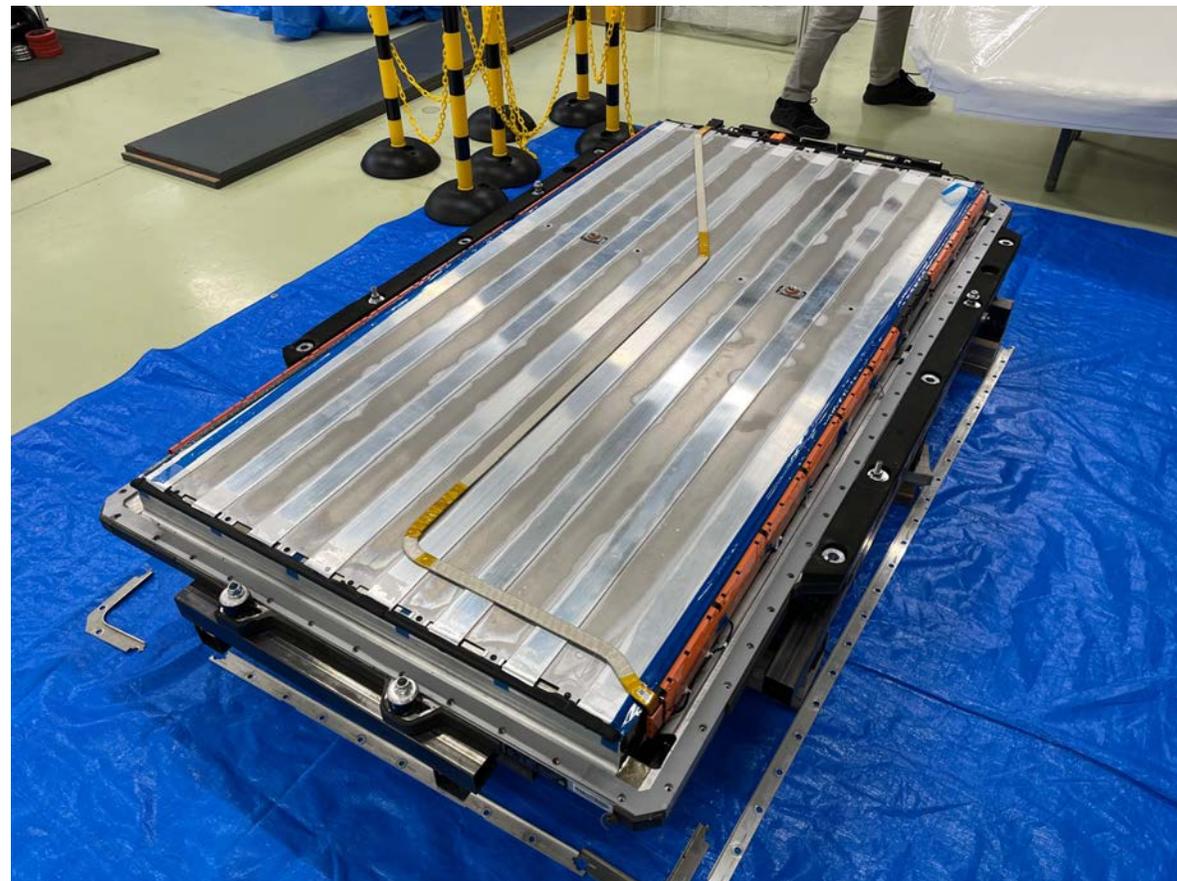
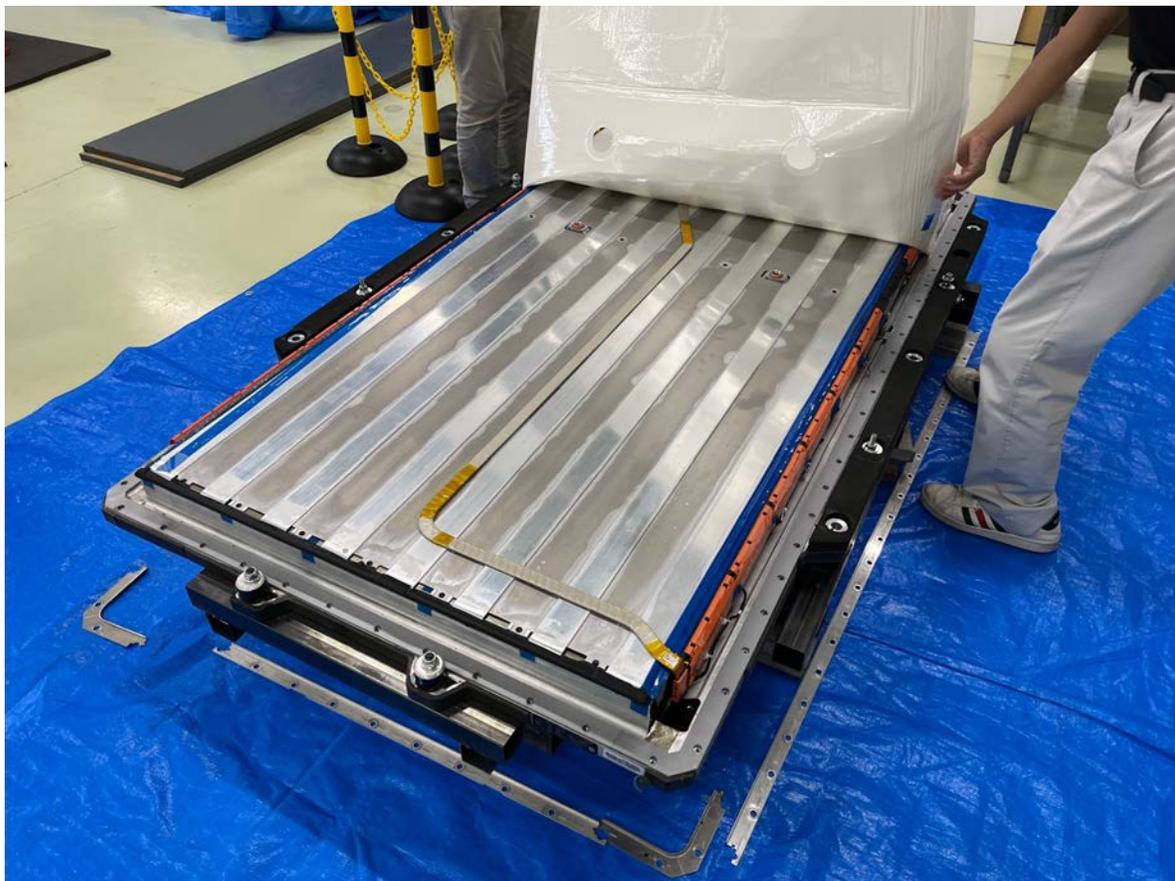


大規模風力発電ファームの稼働状況最適化

- GEでは設計・エンジニアリング時に利用したデジタルツインモデルを資産のライフサイクル管理に利用し、顧客へのサービス向上に活用。







■ ATTO3

- LxWxH-WB (mm) 4,455x1,875x1,615-2,720 最小回転半径5.35m
- モーター定格出力65kW、最高出力150kW、最大トルク310Nm、8 in1 e-Axle
- 総電圧390.4V、総電力量58.56kWh、LFP 126本ブレード(内4本ダミー)、CTB

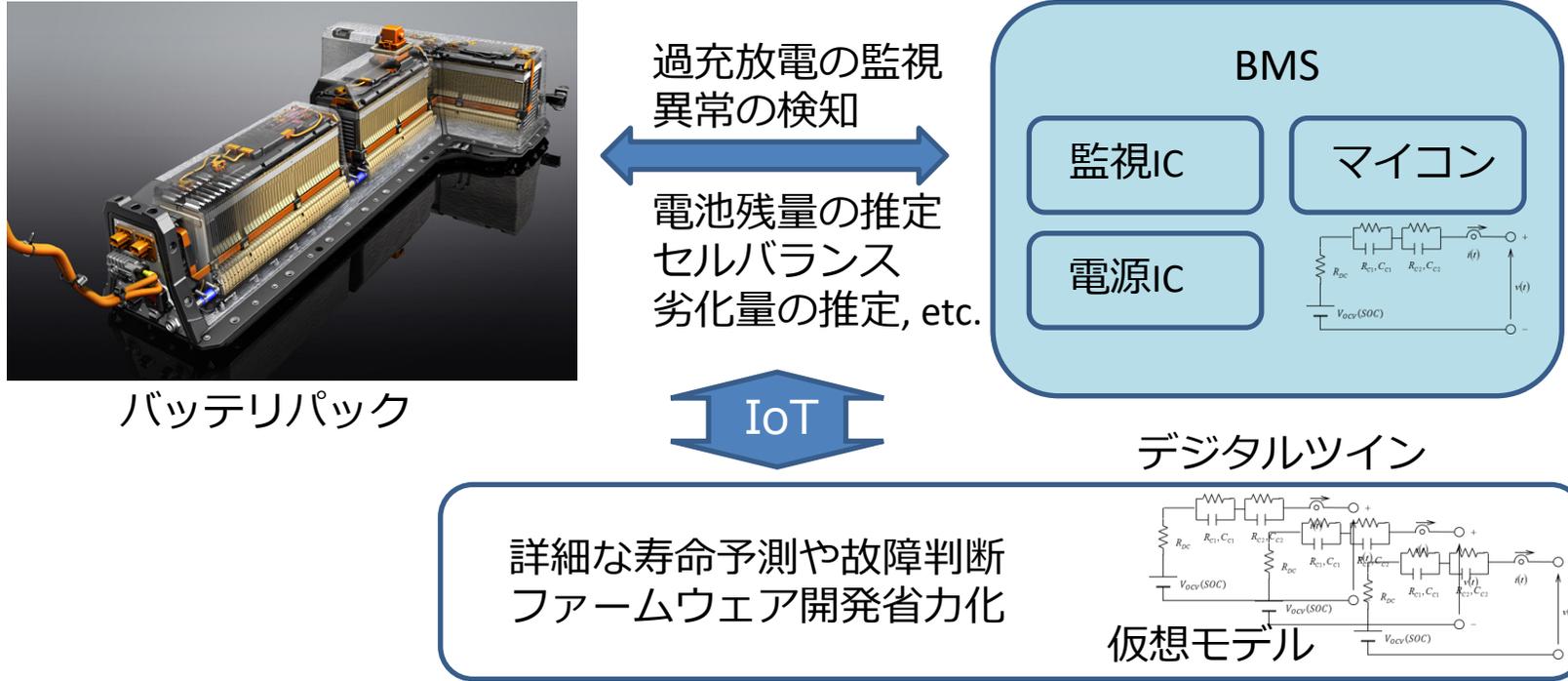
■ bZ3

- トヨタとBYDの合併会社BYD TOYOTA EV TECHNOLOGYと一汽トヨタで共同開発 BEV用PF「e-TNGA」に、BYDのLFPブレード電池搭載。一汽トヨタより生産販売予定
- 現地価格約17万/19万/20万元、発売日は2023年4月上海モーターショーとの予想。
- LxWxH-WB (mm) : 4,725x1,835x1,475-2,880 モーター : 135kW/303Nm
標準電池49.9kWh、航続距離517km(CLTC) 長航続用電池容量65.3kWh、616km

■ IONIQ5

- LxWxH-WB (mm) : 4,635x1,890x1,645-3,000
- 価格(税込み) : 479~589万円 最小回転半径5.99m
- モーター最高出力(kW) : 125~225
最大トルク (Nm) : 350~605
- 電池総電圧 (V) : 523~653
総電力量 (電池容量kWh) : 58.0~72.6
- 一充電走行距離(km) : 498~618 (WLTC)

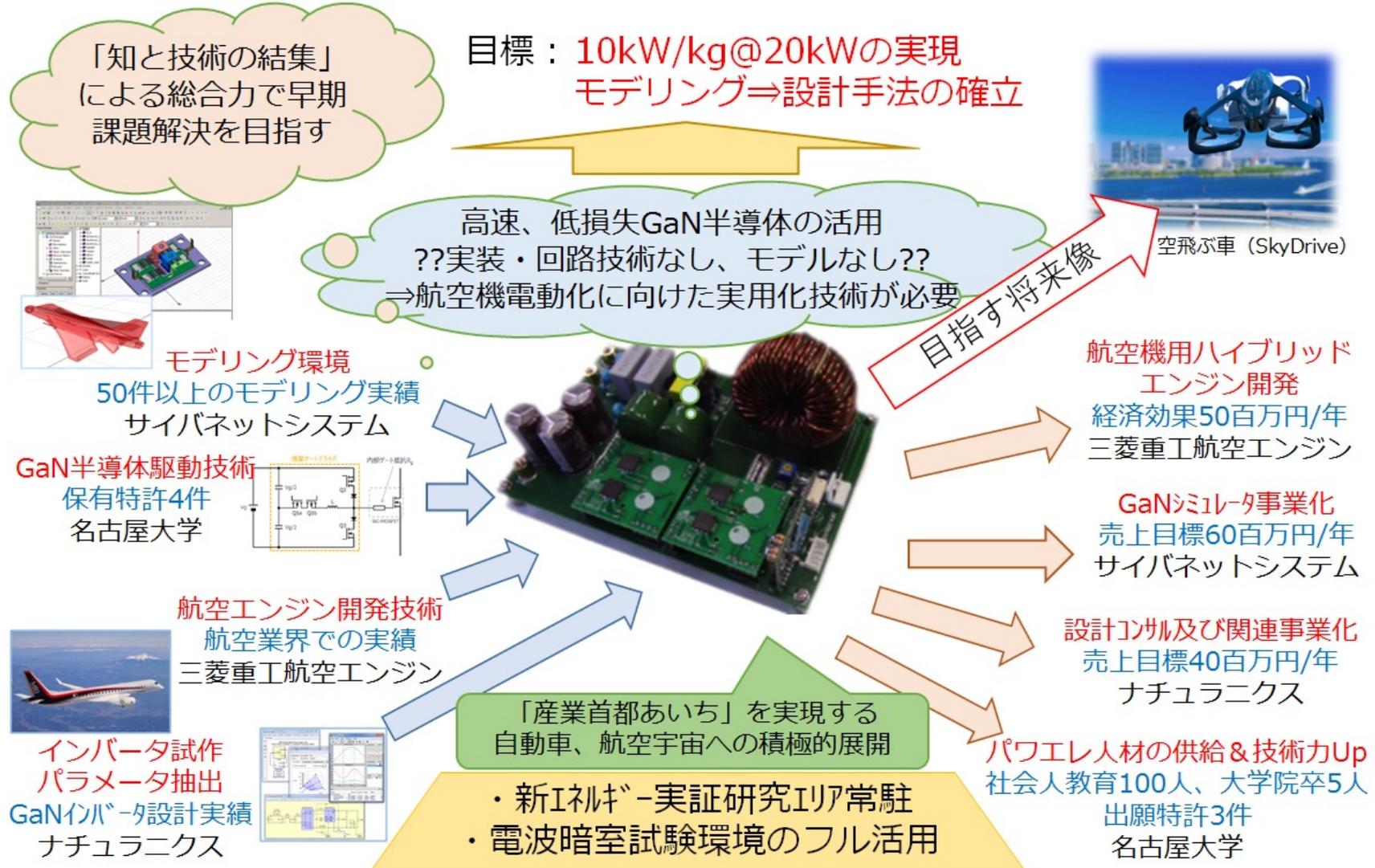




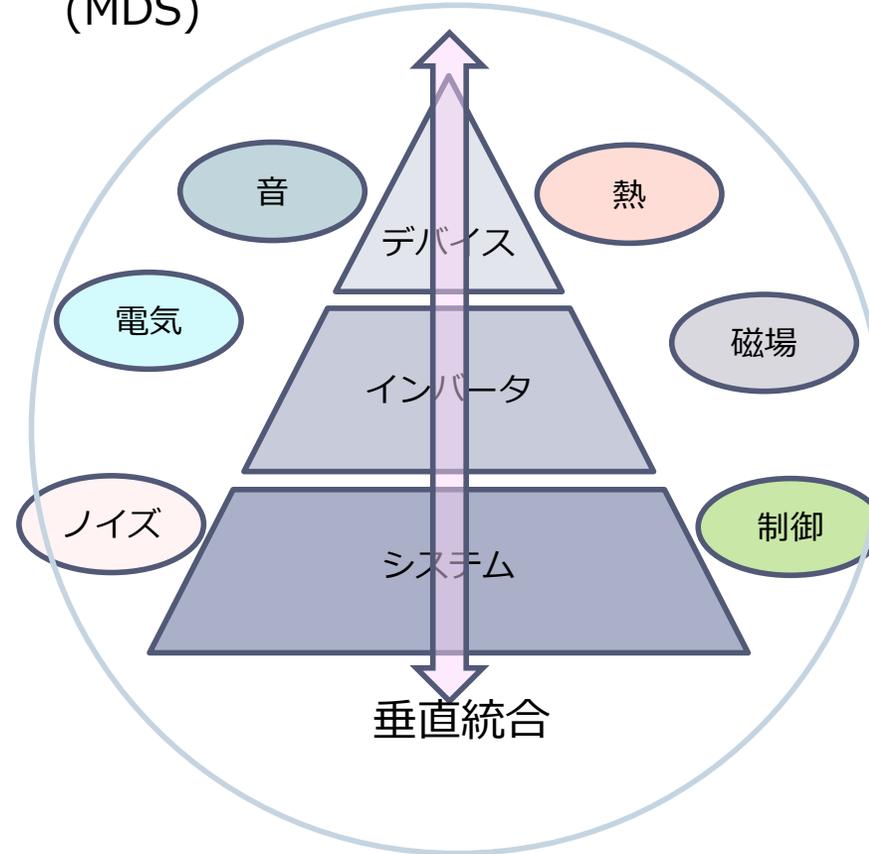
- バッテリー性能の最適化や動作状態の検出と抑制，寿命回復などを制御。
- 内部に仮想モデルを組み込むが，全てのセルを詳細に検知することは困難。
- デジタルツインモデルの仮想センサを用いてより詳細なサービス提供が可能。

目的：航空機電動化に向けた高電力密度インバータ設計手法の確立と実証

全体図

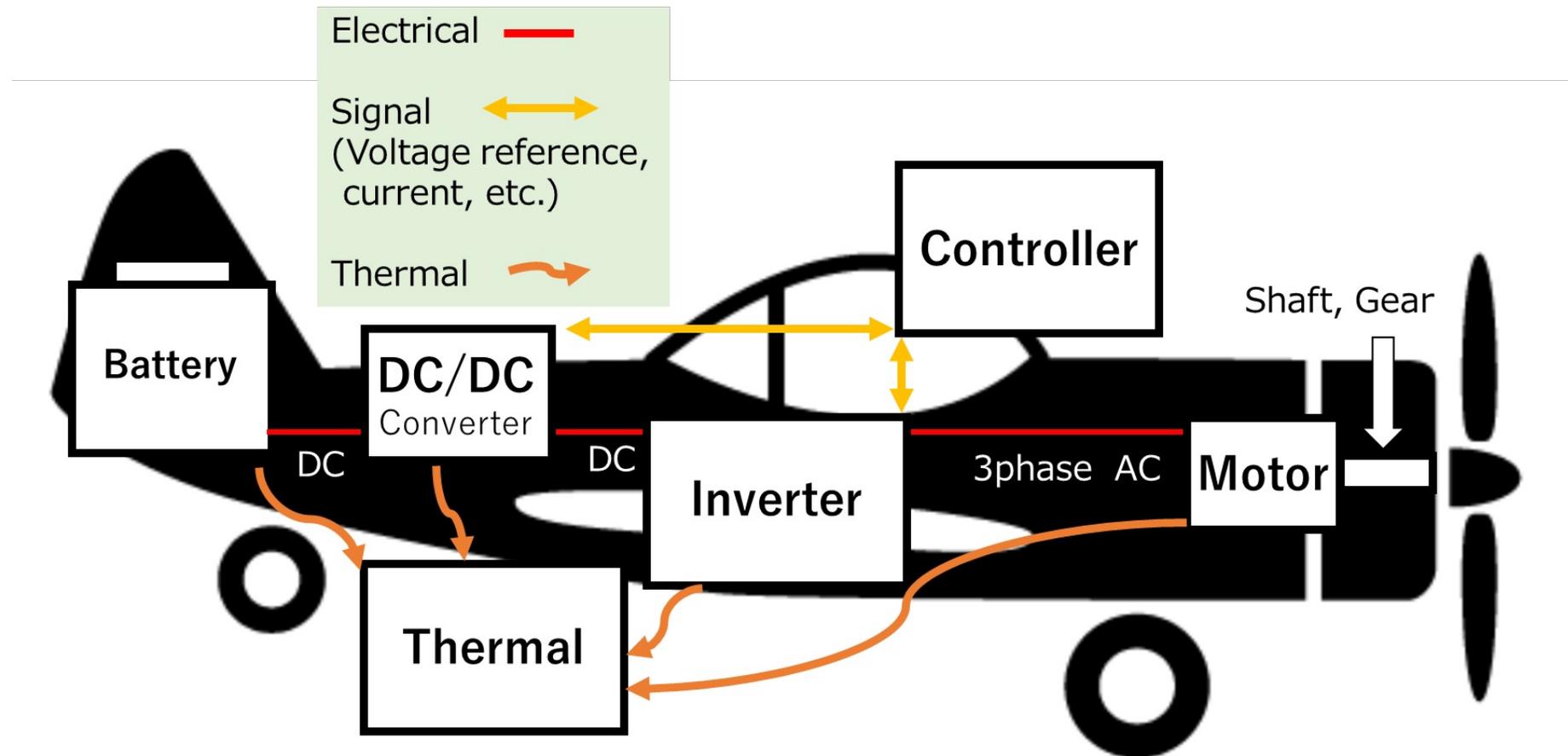


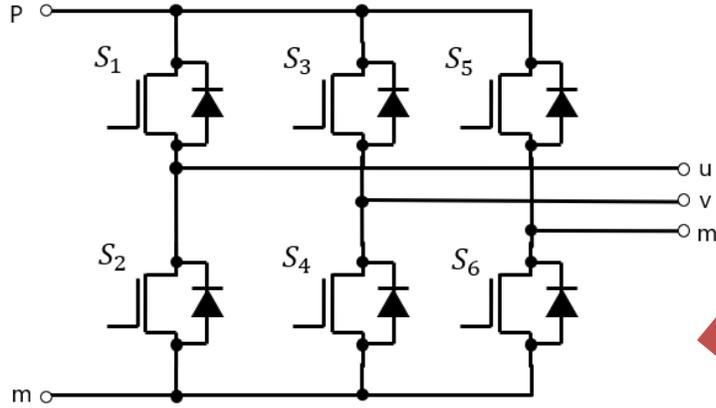
マルチドメイン
(MDS)



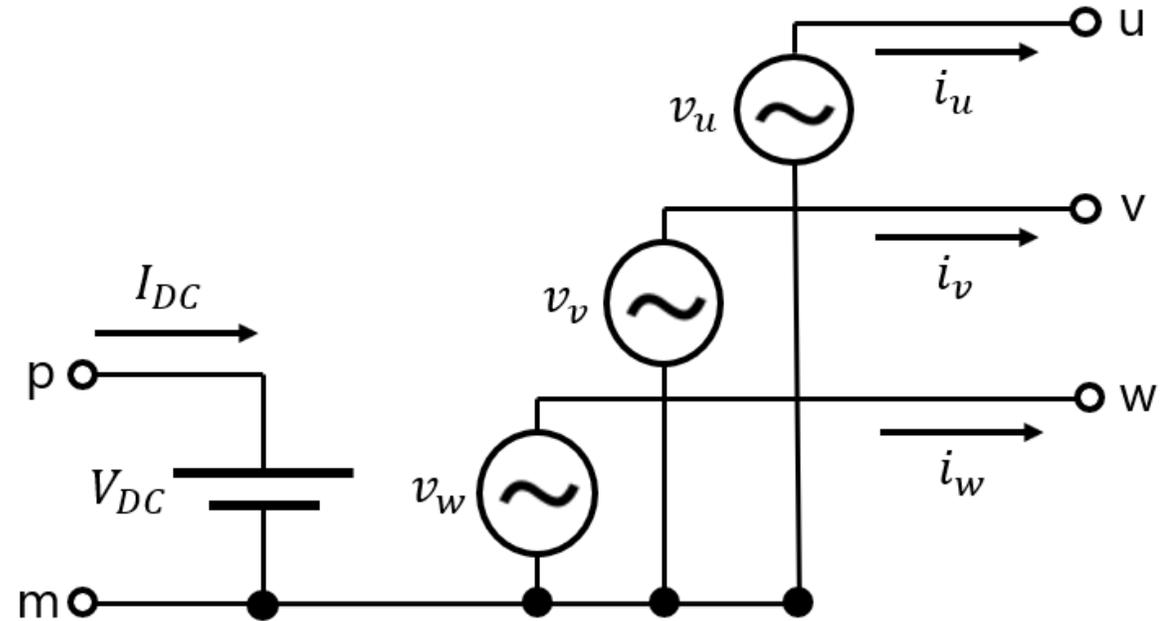
システム全体のシミュレーションには**電気** + **熱** + **制御**などの
「総合力」が鍵

マルチドメインシステムを一つのプラットフォームモデルに集約



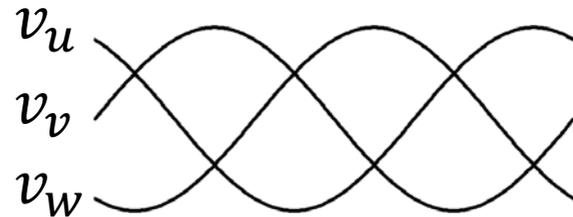


三相インバータ回路

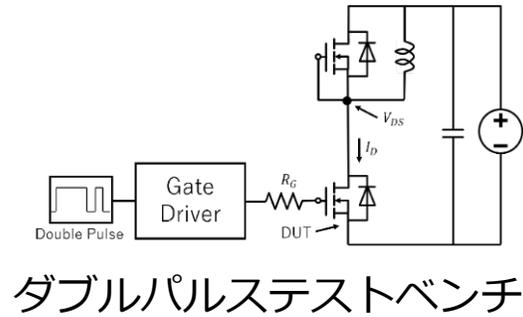


半導体素子
 スイッチングを省略
 ⇒解析時間の
 大幅な短縮

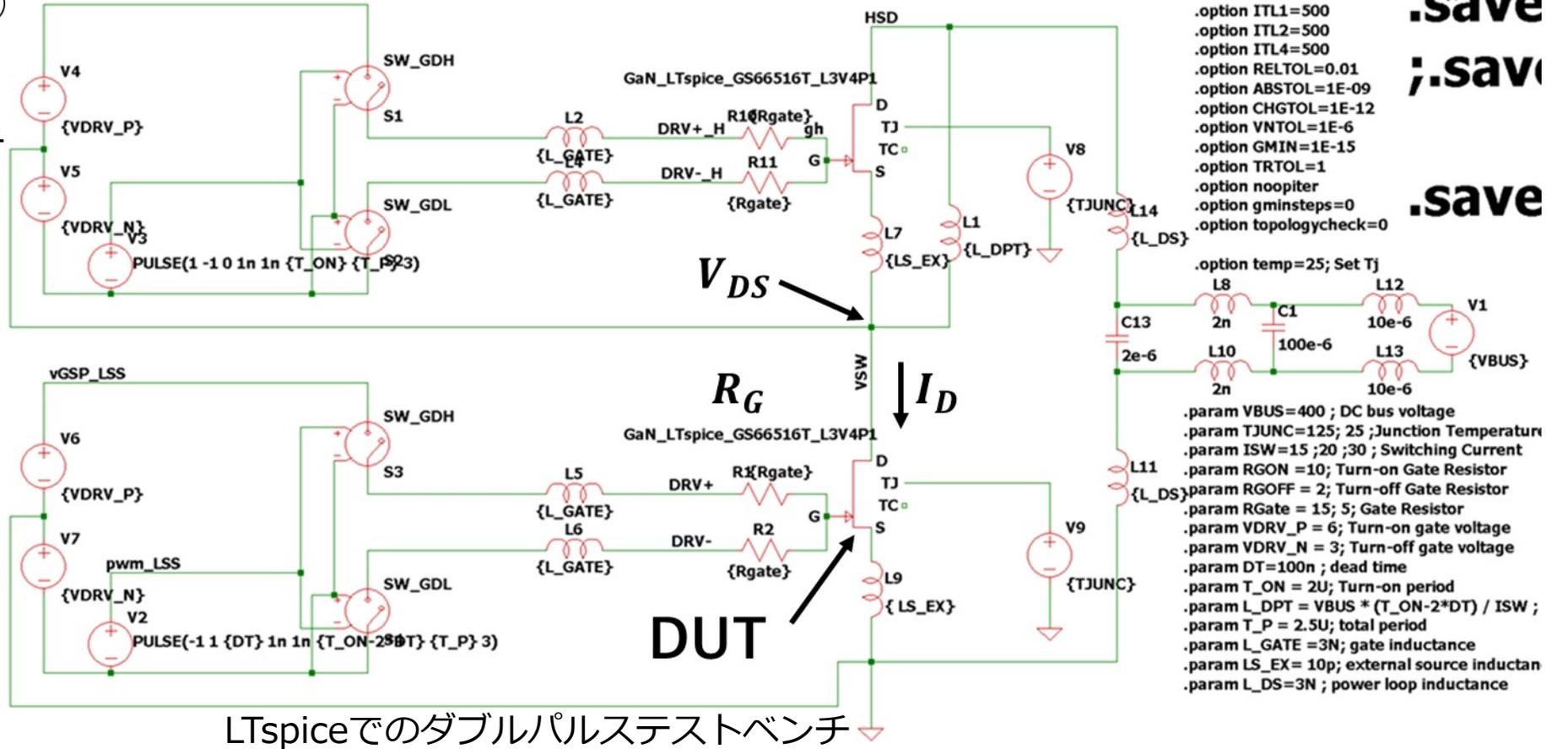
$$V_{DC} \times I_{DC} - loss = (v_u \times i_u + v_v \times i_v + v_w \times i_w)$$



出力電流・電圧
 平衡三相交流



ダブルパルステストベンチ

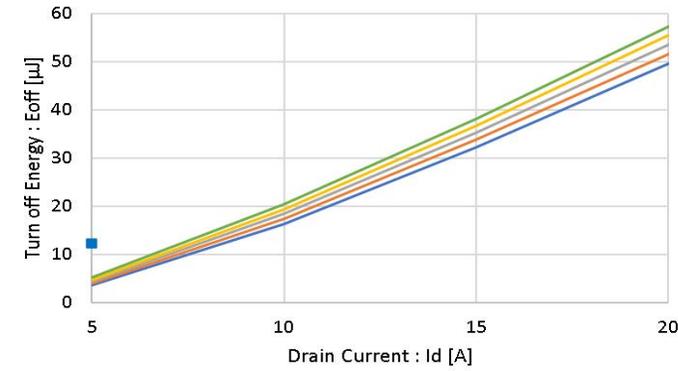
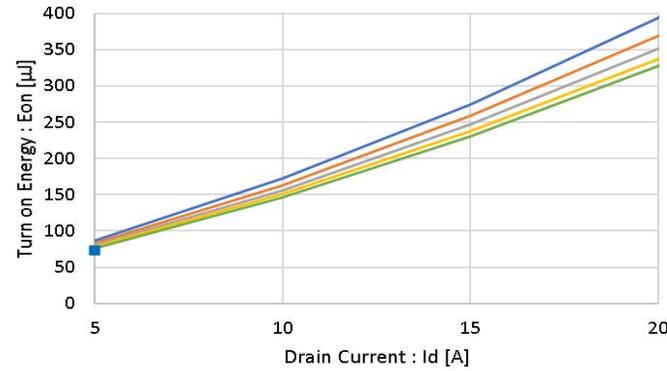


LTspiceでのダブルパルステストベンチ

対象 : IGBT, SiC Mosfet, GaN Transistor
 ▶今回はSiC Mosfetを用いたときの結果を示す

$R_g = 5 \text{ } [\Omega]$

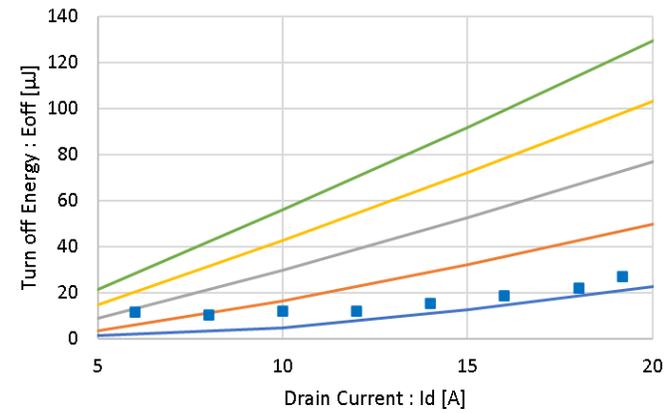
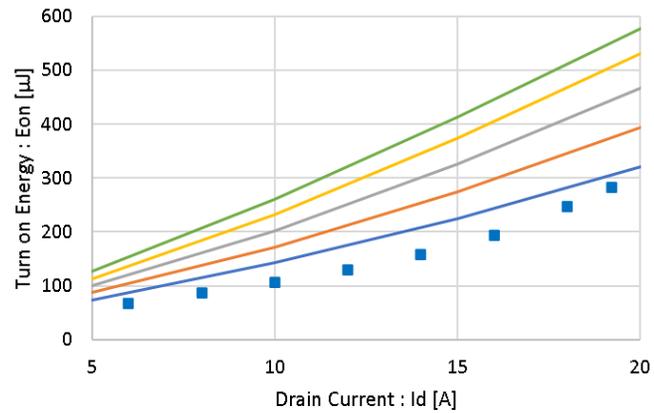
$V_{ds} = 600 \text{ [V]}$
 $V_{gs} = 18 \text{ [V]} / 0 \text{ [V]}$
 $L = 750 \text{ } [\mu\text{H}]$



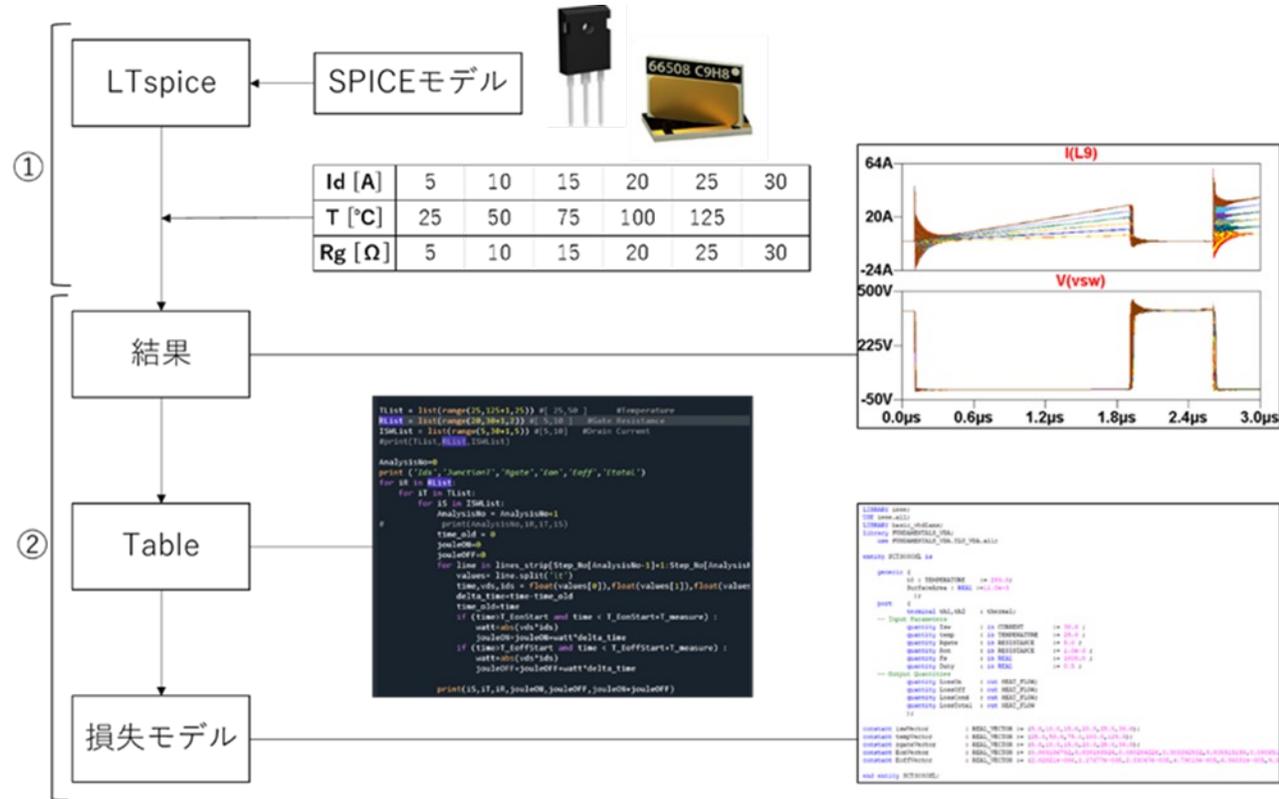
— T=25 °C — T=50 °C — T=75 °C
 — T=100 °C — T=125 °C ■ T=25 °C (Data sheet)

$T = 25 \text{ } [^\circ\text{C}]$

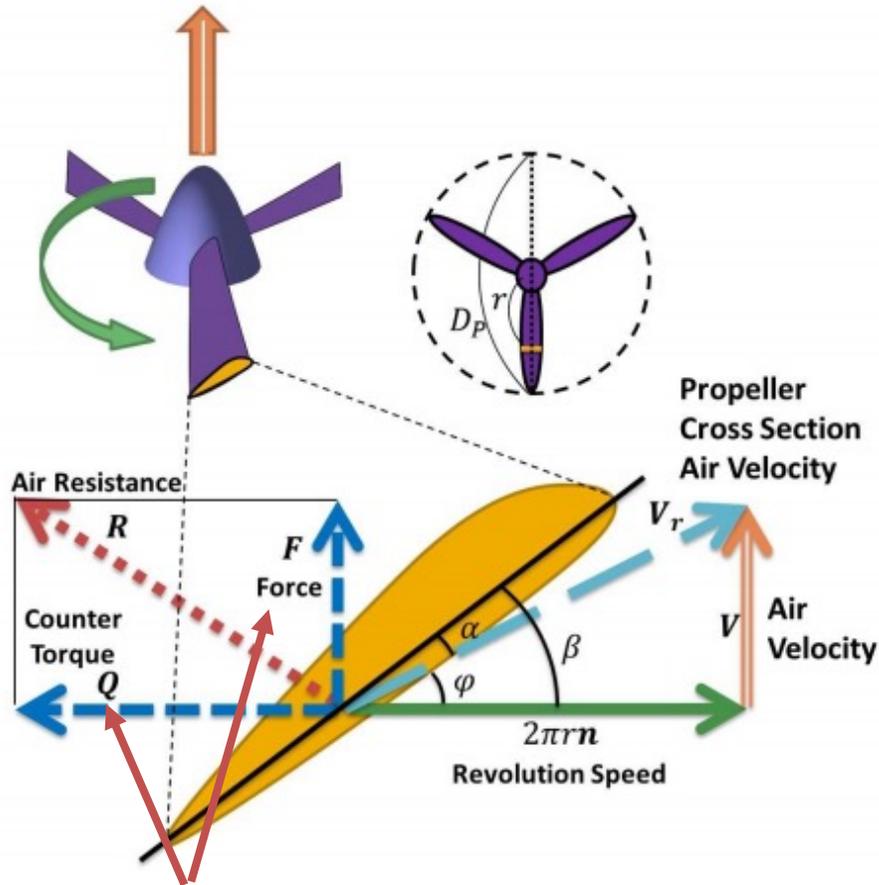
$V_{ds} = 600 \text{ [V]}$
 $V_{gs} = 18 \text{ [V]} / 0 \text{ [V]}$
 $L = 750 \text{ } [\mu\text{H}]$



— $R_g = 0 \text{ } \Omega$ — $R_g = 5 \text{ } \Omega$ — $R_g = 10 \text{ } \Omega$
 — $R_g = 15 \text{ } \Omega$ — $R_g = 20 \text{ } \Omega$ ■ $R_g = 0 \text{ } \Omega$ (Data sheet)



異なるパワー半導体で発生する損失の比較が可能



プロペラにかかる力

プロペラトルク

$$Q = \frac{1}{2\pi} C_p \rho D_p^5 \left(\frac{N_p}{60}\right)^2 [Nm]$$

推力

$$F = C_t \rho D_p^4 \left(\frac{N_p}{60}\right)^2 [N]$$

トルク係数

$$C_t = C_{t2}J^2 + C_{t1}J + C_{t0}$$

推力係数

$$C_p = C_{p2}J^2 + C_{p1}J + C_{p0}$$

$C_{t2}, C_{t1}, C_{t0}, C_{p2}, C_{p1}, C_{p0}$ は機体の翼, プロペラ等の形状で決まる
どちらも進行率 J の関数として表される

対気密度	$\rho [g/m^3]$	機体の速度	$V [m/s]$
プロペラ回転数	$N_p [rpm]$	進行率	$J = \frac{V}{N_p D_p}$
プロペラ直径	$D_p [m]$		

高橋健一郎 他, 電気モータの制御性を生かした電気飛行機の
プロペラ推進のモデル化と制御の基礎検討, 東京大学

① 静止時

$$A = 0$$

$$RC = 0$$

推力 < 静止摩擦力

② 滑走時

$$A = \{T - D_g - \mu(9.81W - L)\} / W$$

$$RC = 0$$

$T > D_g$ 加速

$T < D_g$ 減速

③ 飛行時

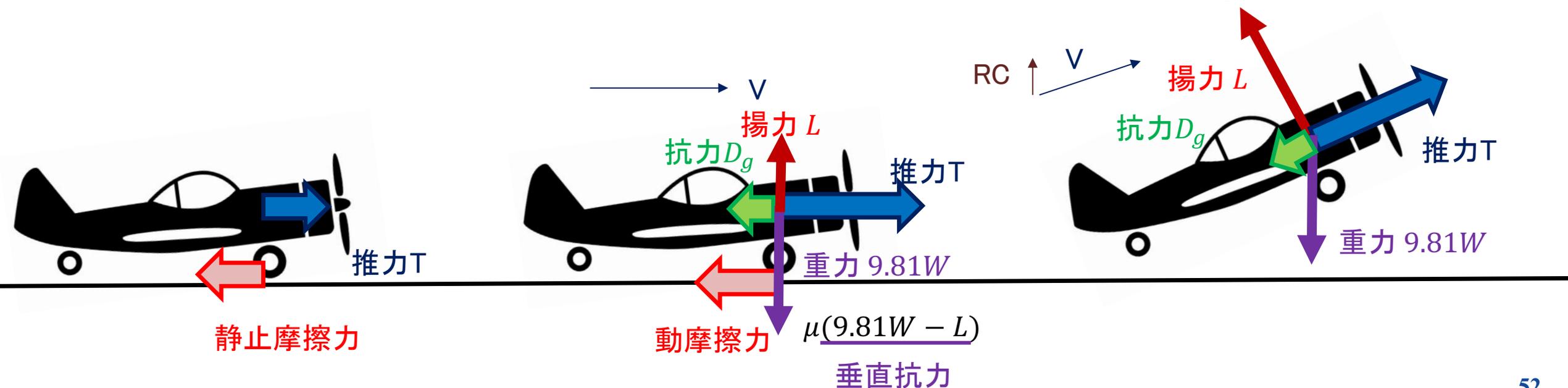
$$A = 0$$

$$RC = V(T - D_g) / 9.81W$$

$T > D_g$ 上昇

$T = D_g$ 巡航

$T < D_g$ 降下



実機試験機の飛行試験との実験値比較

- 揚力 L ・抗力 D_g

$$L = 0.5 \times C_L \times \rho \times V^2 \times S$$

$$D_g = 0.5 \times C_d \times \rho \times V^2 \times S$$

航空機の速度 V の関数

C_L, C_d :航空機の形状に依存

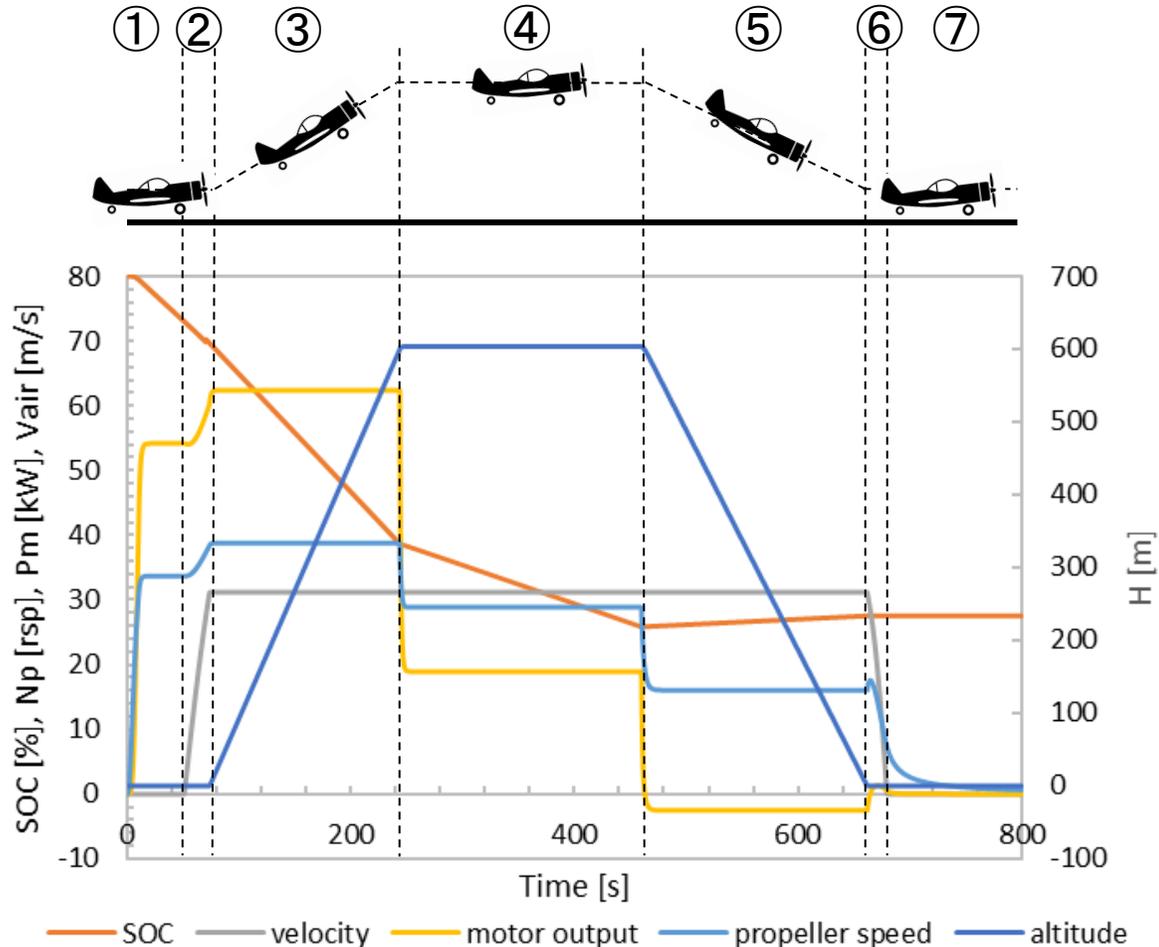
- トルク係数 C_t ・推力係数 C_p

$$C_t = C_{t2}J^2 + C_{t1}J + C_{t0}$$

$$C_p = C_{p2}J^2 + C_{p1}J + C_{p0}$$

揚力・抗力	
抗力係数 C_L	0.04872
揚力係数 C_d	0.84386
対気密度 ρ	1.22 kg/m ³
翼面積 S	15.3 m
プロペラ	
プロペラ直径 D_p	1.75 m
C_{t2}	-0.1738
C_{t1}	0
C_{t0}	0.11267
C_{p2}	-0.0808
C_{p1}	0
C_{p0}	0.0694

作成した航空機モデルをある経路で飛行させたときの出力確認



航空機の飛行経路

停止⇒滑走⇒上昇⇒巡航⇒降下⇒滑走⇒停止
 ① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

停止⇒滑走⇒上昇 フル出力(81 N·m)

上昇⇒巡航 高度600 m

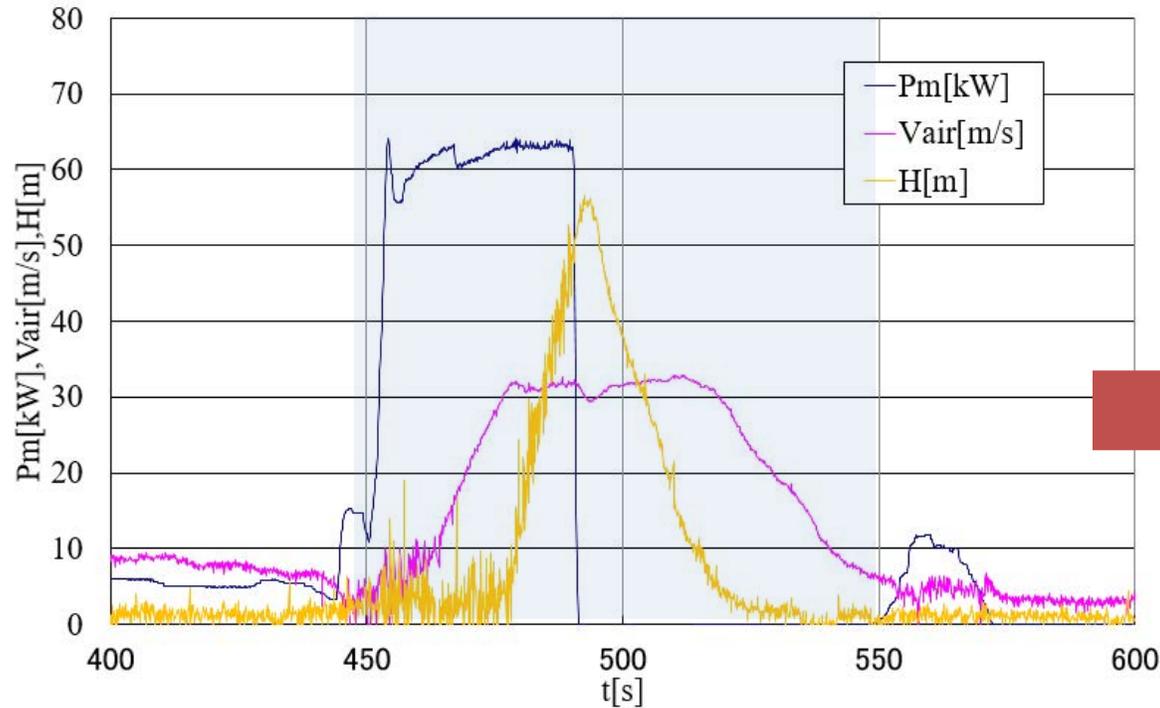
巡航⇒降下 SOC25 %

航空機の初期条件

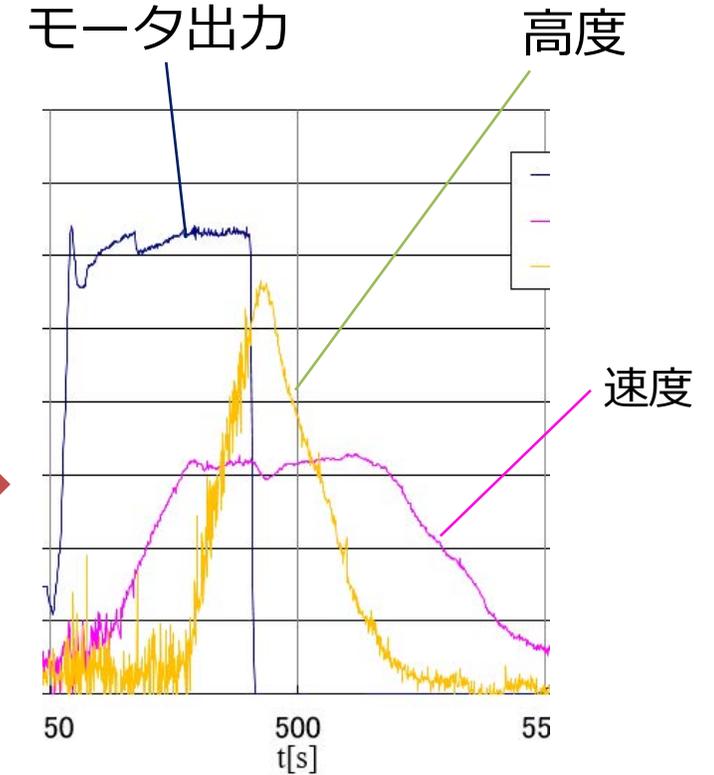
航空機の重量 780 kg

初期SOC 80 %

JAXA実証試験機の飛行試験の一例



実機飛行データの
 滑走⇒離陸⇒上昇
 ⇒降下⇒着陸⇒停止
 の過程を評価
 シミュレーション結果と比較



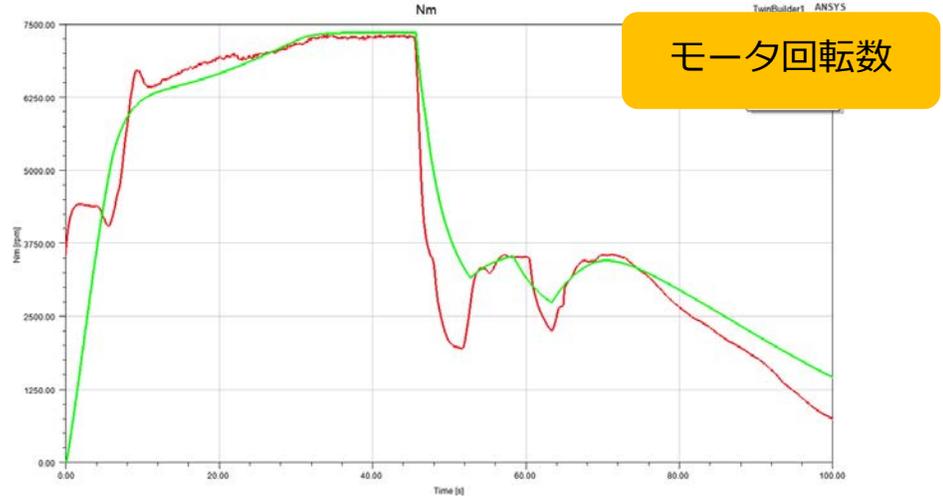
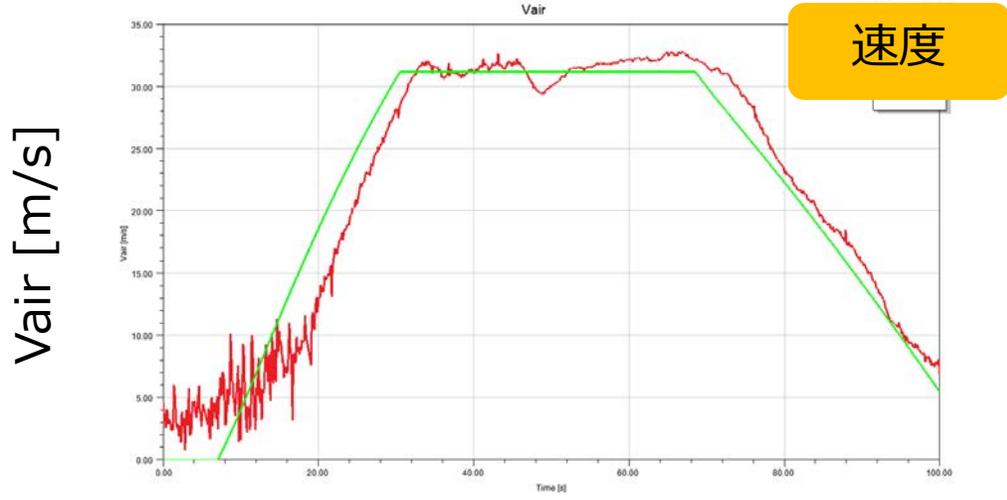
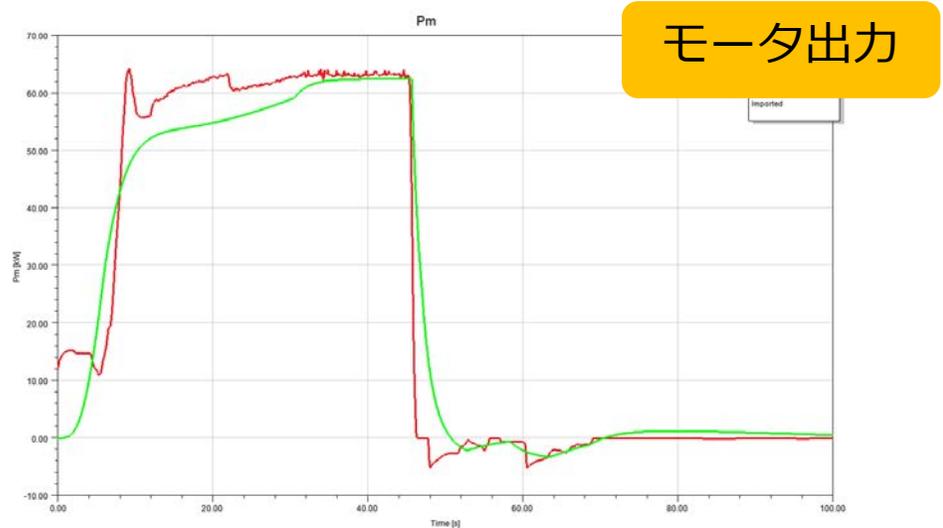
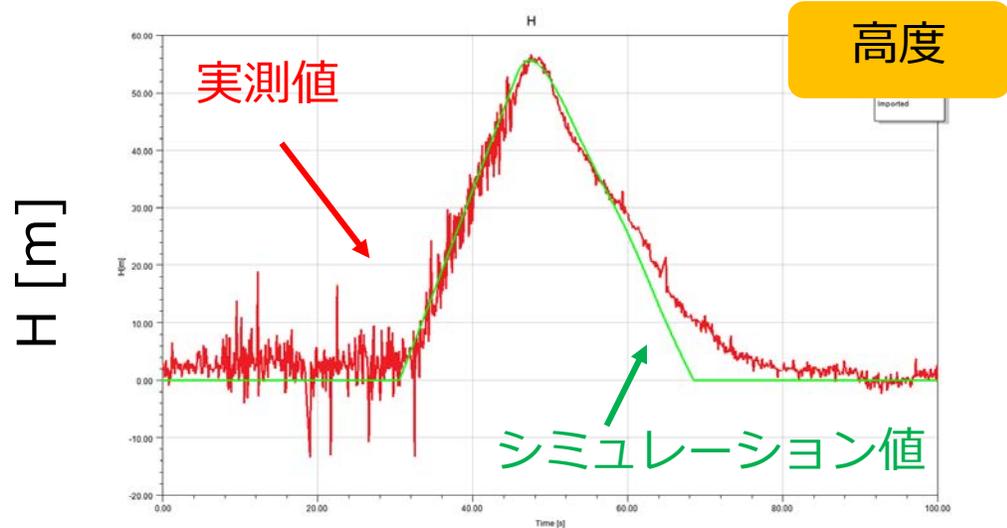
1. フル出力(81N・m)

2. 高度50mに達した直後に出力 ≤ 0 N・m

滑走⇒離陸⇒上昇

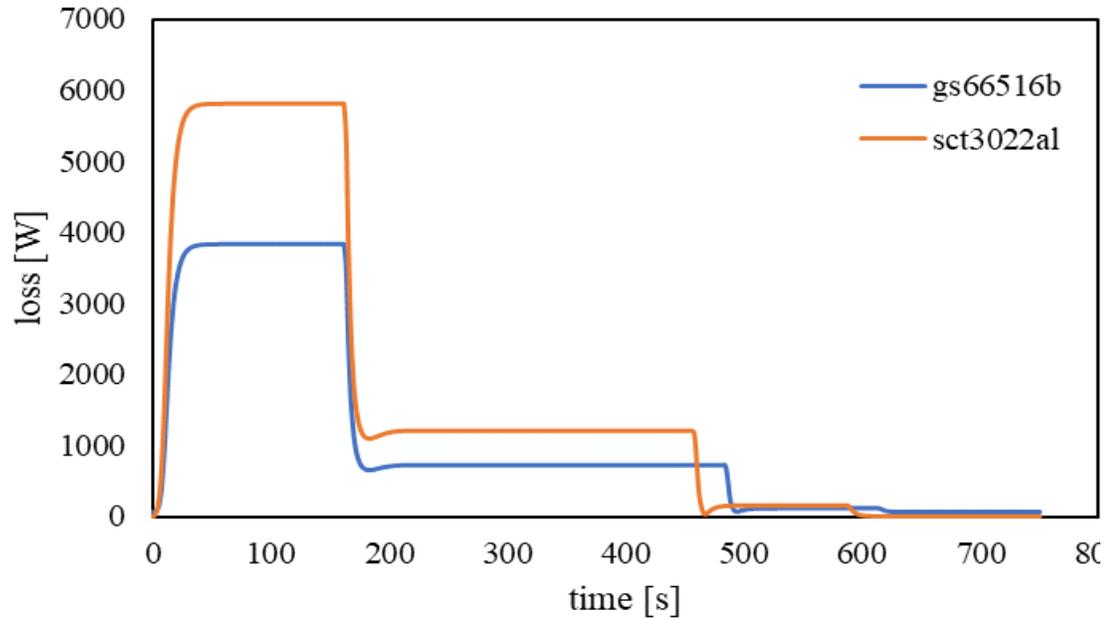
降下⇒着陸

* 条件：航空力学の形状係数⇒JAXAの実証試験機と同等な値

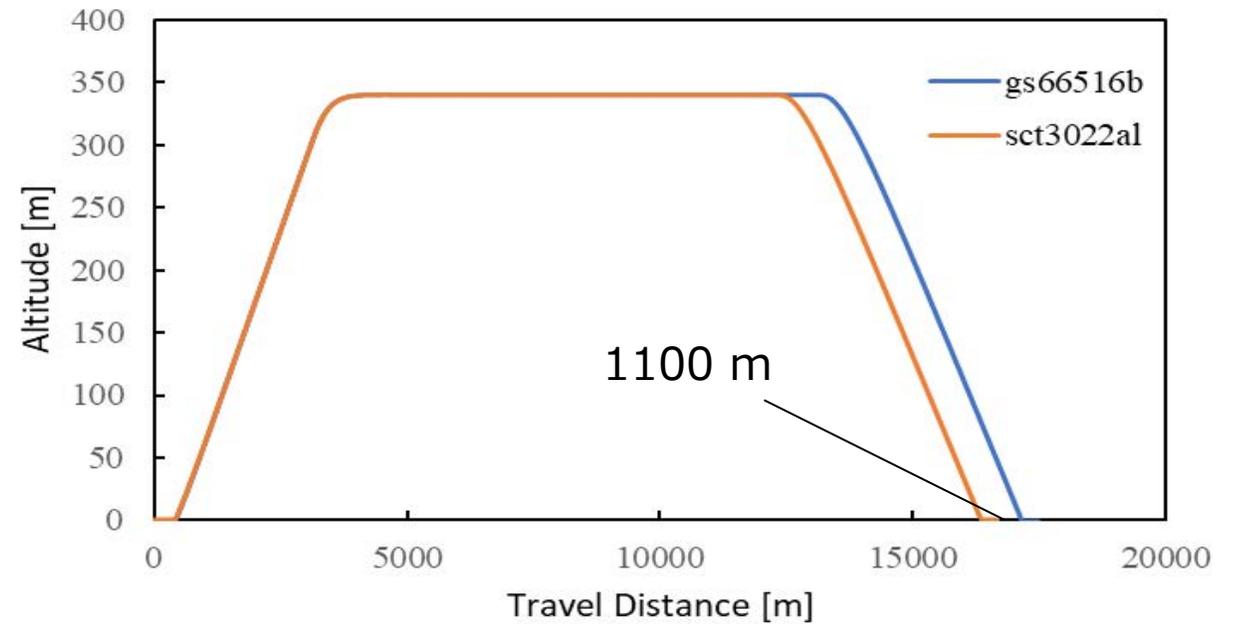


実際の電動航空機の挙動を再現できている

パワー素子の違いによる損失・航続距離の違い



損失

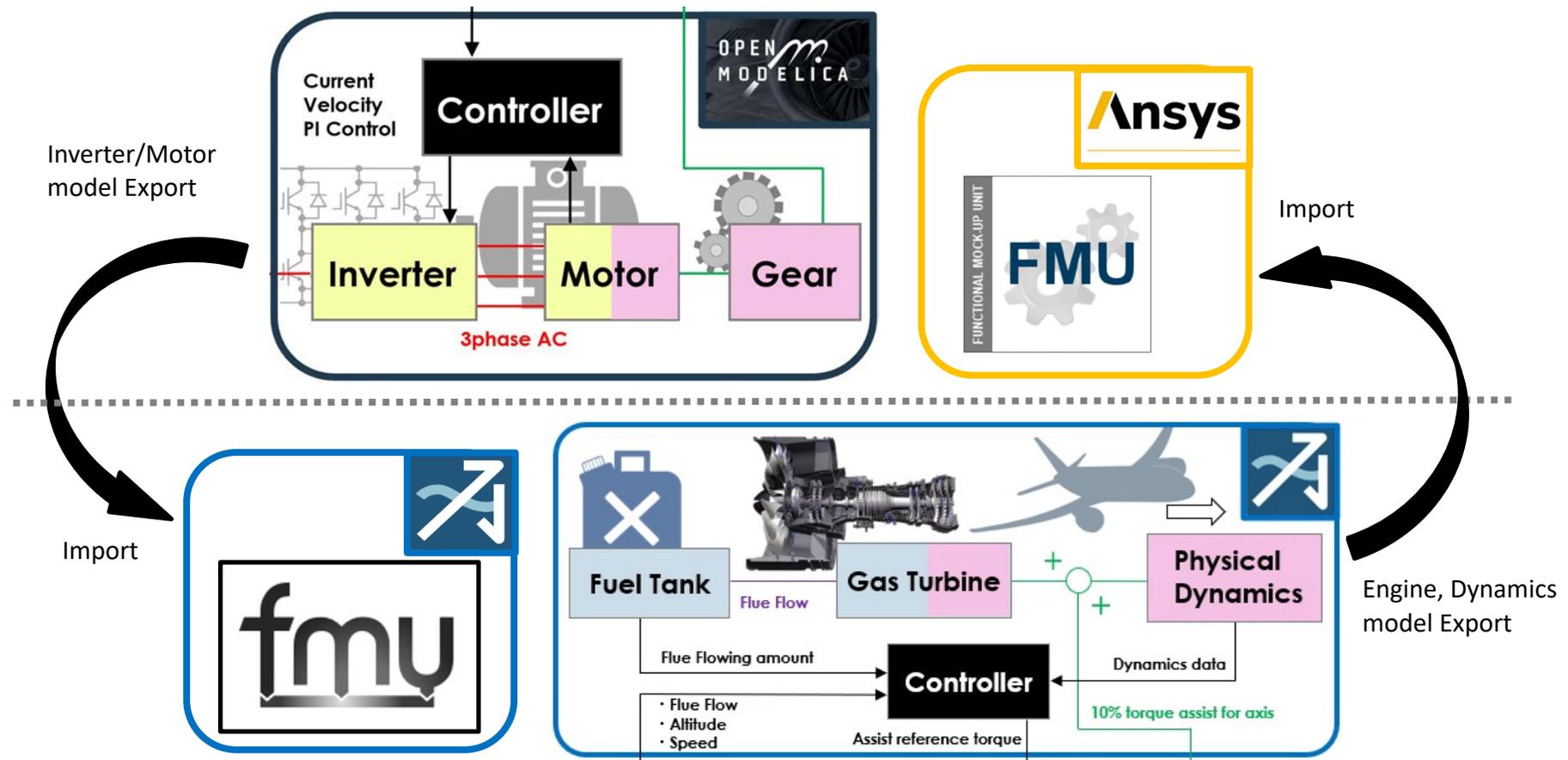


航続距離

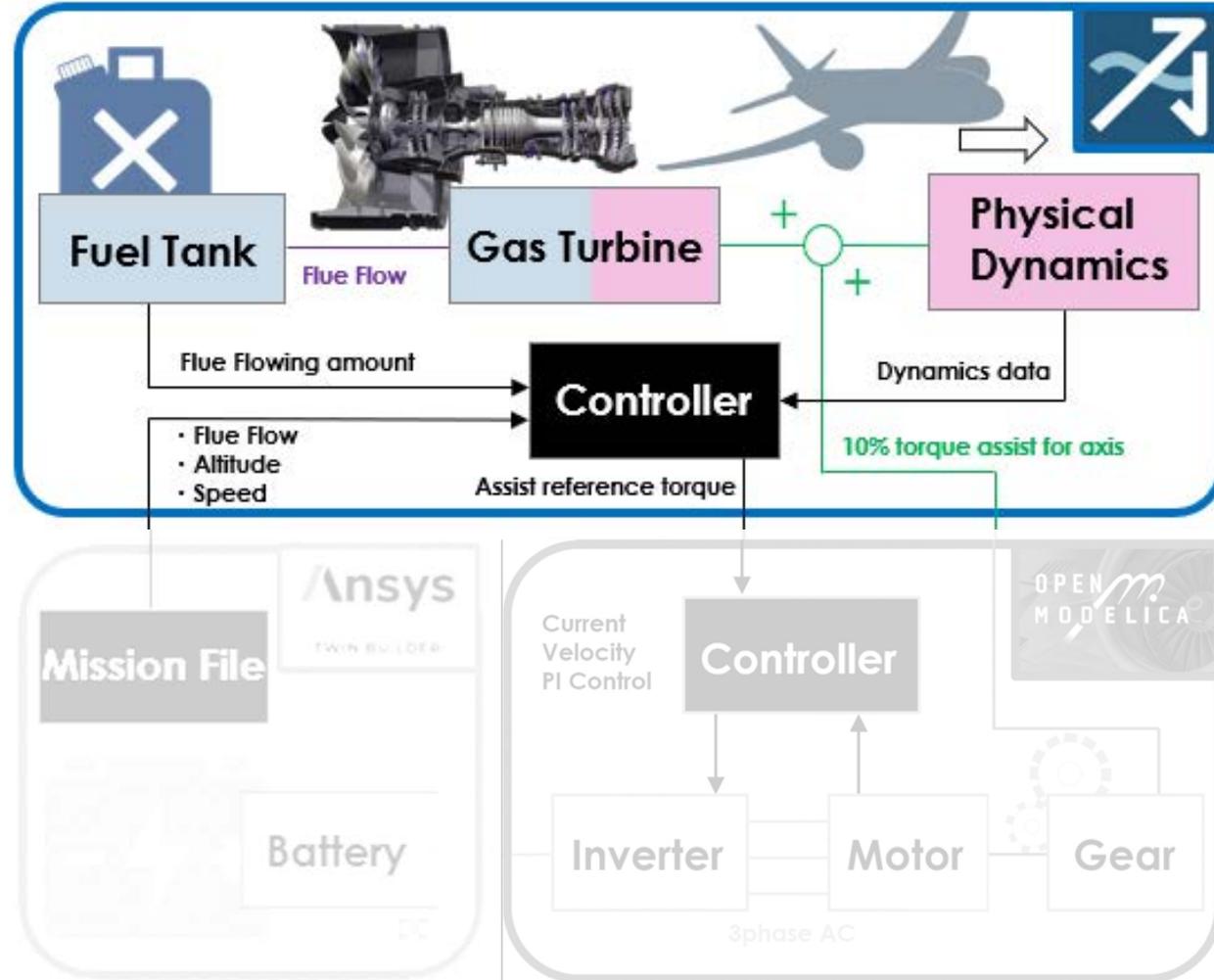
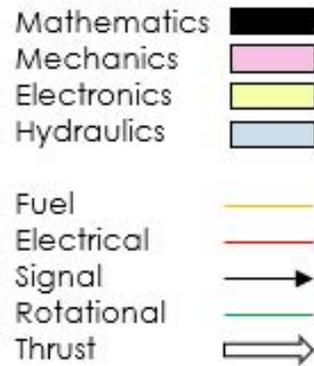
パワー半導体の違いによる損失, 航続距離の差を確認できた

ハイブリッド航空機のシミュレーション

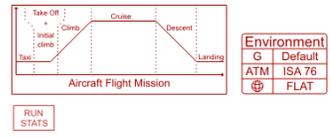
- 一般的にシミュレーションは油圧系，電気系と異なる環境でモデル作成と評価を行う。
- FMI(Functional Mockup Interface)を用い，異なるプラットフォーム間でモデルを共有化，評価を可能とした。



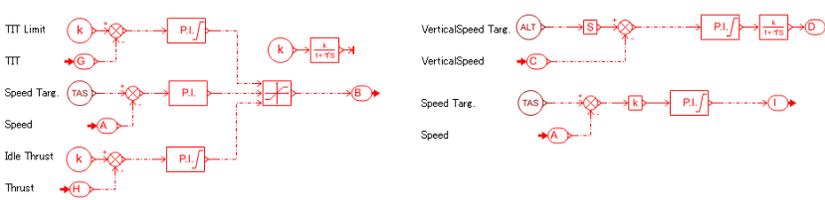
- ガスタービンエンジンを中心に、おもに油圧系のダイナミクスモデルをAMESIMで記述



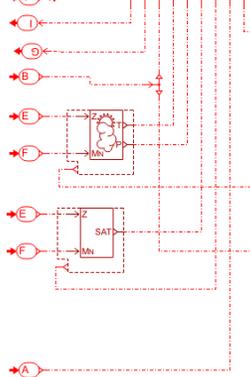
飛行ミッション 定義モデル



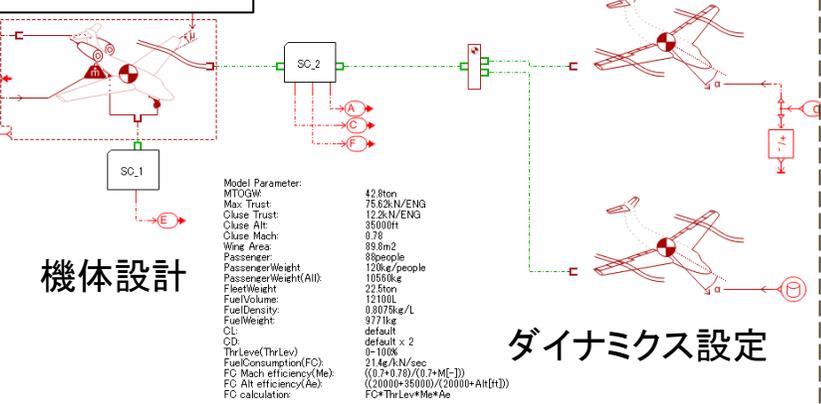
制御モデル(飛行制御, 燃料流量制御)



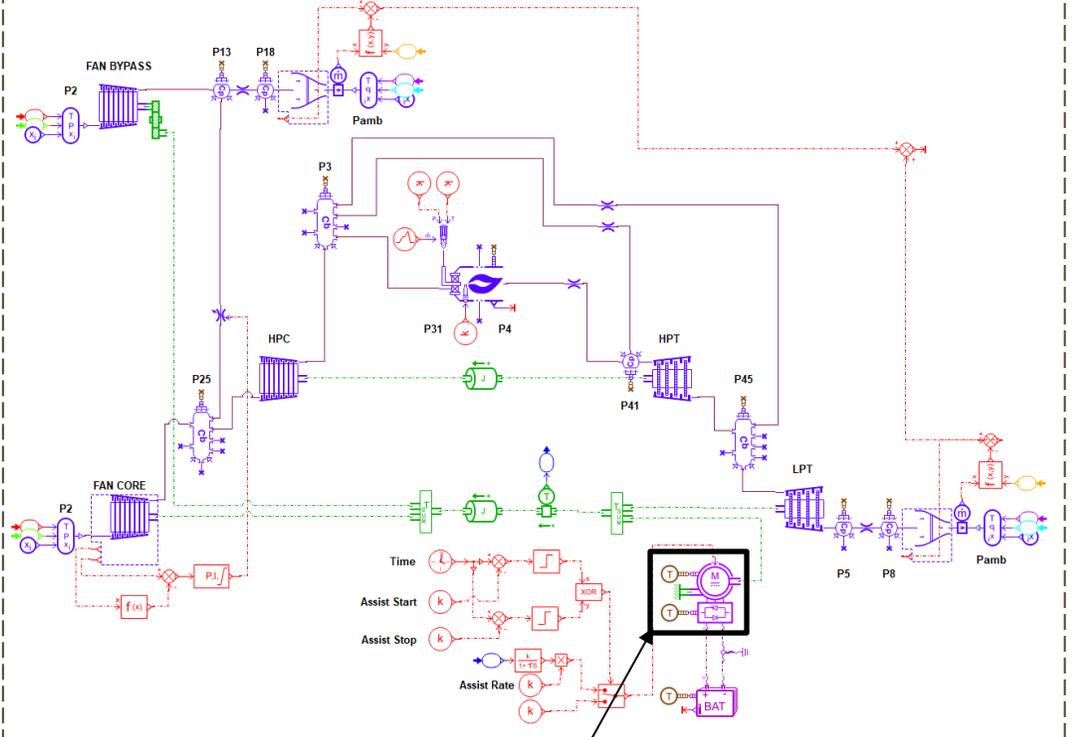
ハイブリッドエンジン



航空機モデル

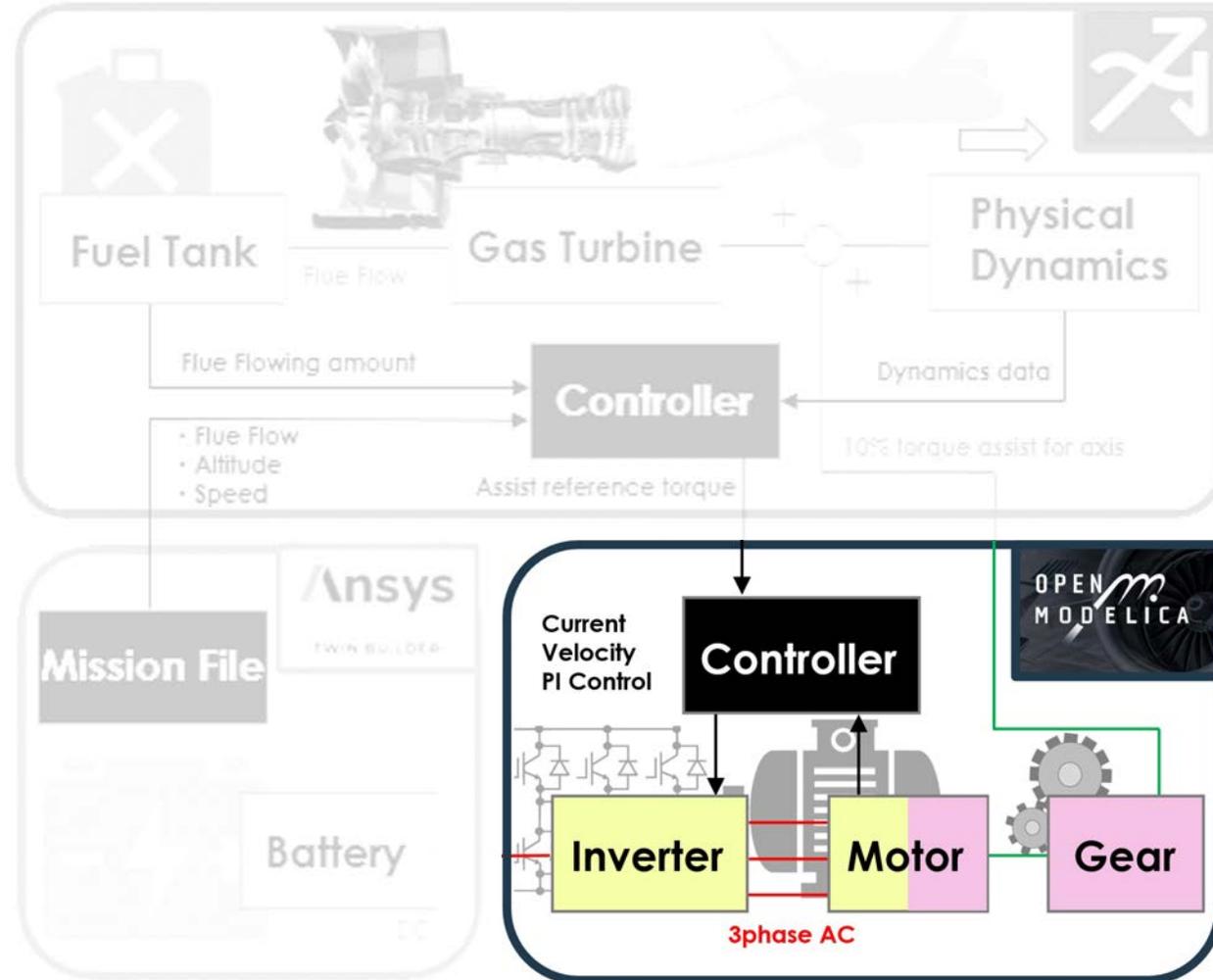
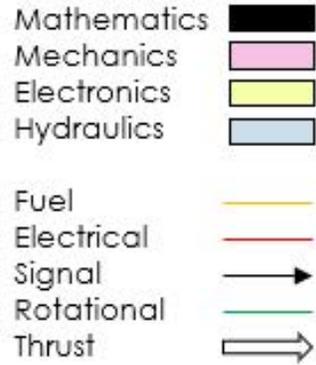


ハイブリッドエンジンモデル

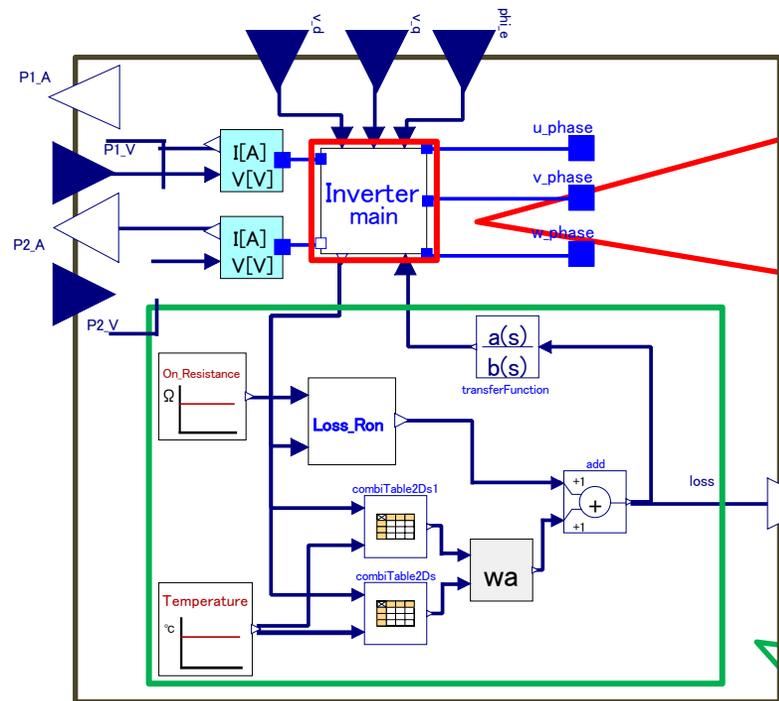


ソフトウェア: AMESim

- インバータ, モータ, コントローラ等 電気系のシステムレベルモデルをModelicaにて記述



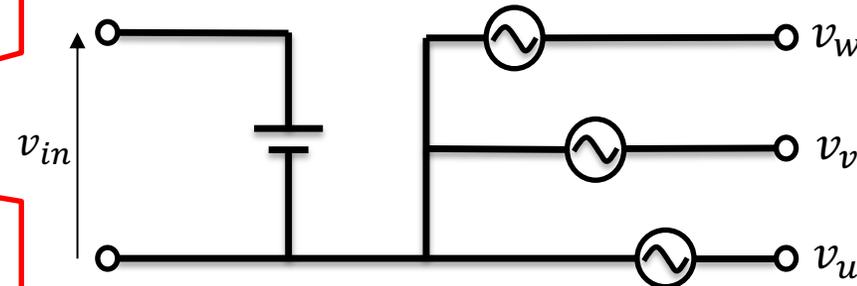
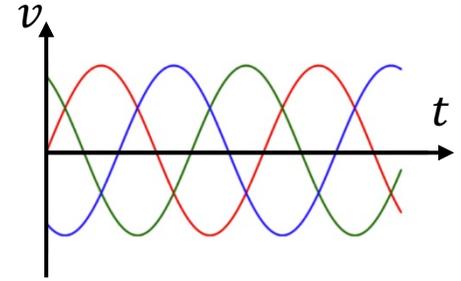
インバーターモデル with Loss



Inverter text

入力 v $v_i = \text{constant}$

出力 $\begin{pmatrix} v_u \\ v_v \\ v_w \end{pmatrix} = \begin{cases} V_{DC} \sin(\omega t) \\ V_{DC} \sin(\omega t + \frac{2}{3}\pi) \\ V_{DC} \sin(\omega t - \frac{2}{3}\pi) \end{cases}$

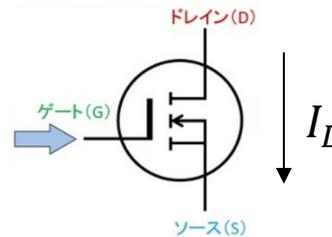


$$\underbrace{v_i \times i_i}_{\text{入力側}} = \underbrace{(v_u \times i_u) + (v_v \times i_v) + (v_w \times i_w)}_{\text{出力側}} + \underbrace{\text{loss}}_{\text{損失}}$$

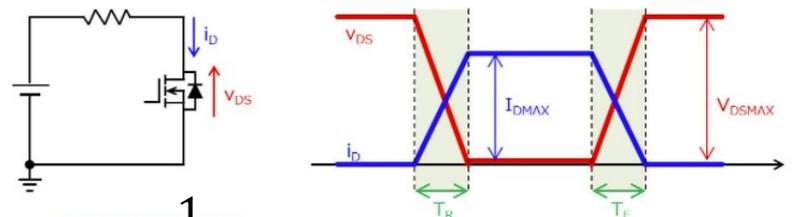
heat(損失)計算部

①ON抵抗損失

$$P_D = R_{ON} \times I_D^2$$



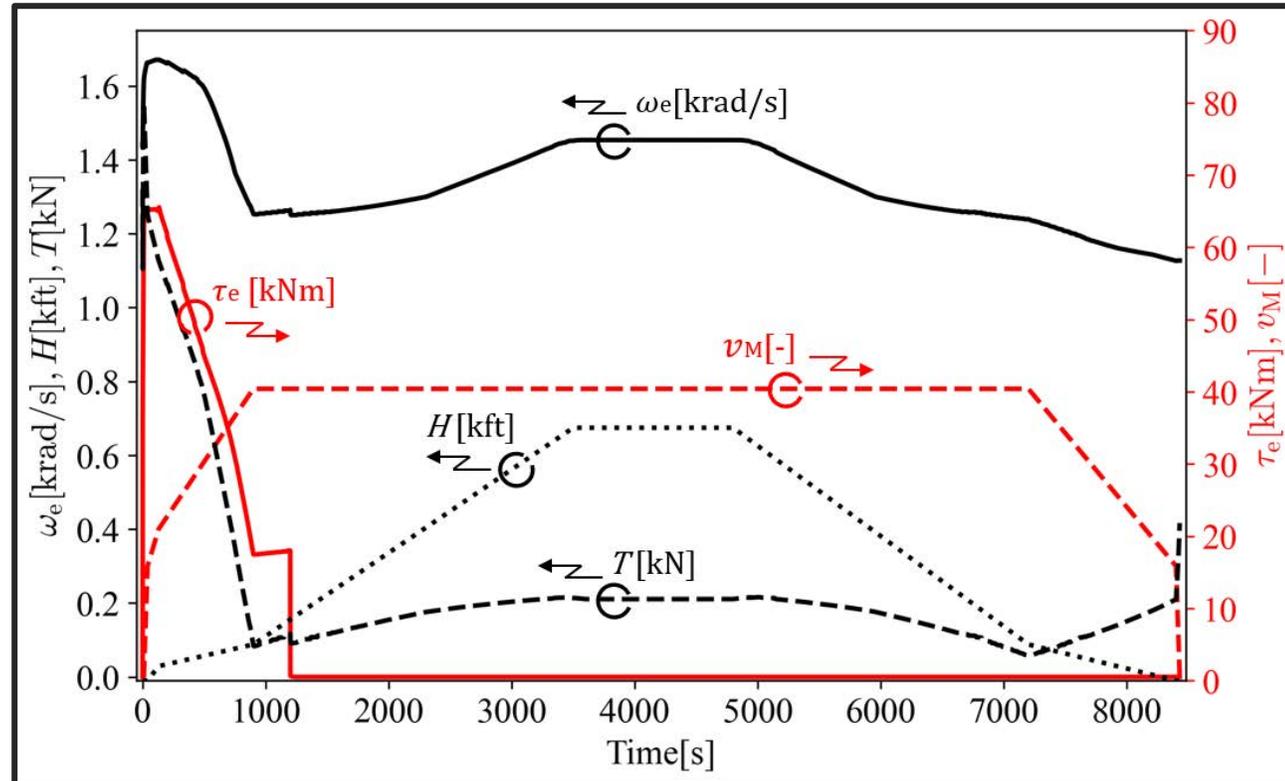
②スイッチング損失



$$P_{sw} = \frac{1}{6} I_{D\text{MAX}} V_{D\text{S}\text{MAX}} \times (T_R + T_F) \times f_{sw}$$

ハイブリッド航空機のシミュレーション結果

- 中型機規模の運航において、典型的な運航条件(高度, 速度)を与えた 8430秒の解析を行った。
- 燃料消費の激しい離陸開始から1200秒まで航空機エンジントルクをモータにより10 %アシストした結果を示す。



その他条件

- 想定乗客人数 : 88人
- 離陸前総重量 : 42.8ton
- 巡航高度 : 35,000ft
- モータ最大出力 : 2.2MW
- 燃料重量 : 9771kg

ω_e : モータの回転速度[krad/s], H : 高度[kft], T : 機体にかかる推力[kN],
 τ_e : モータの出力トルク[kNm], v_M : 速度(音速)[- (無次元)]

まとめと今後

- 電力変換回路の損失を考慮する上で基盤となる電動航空機の運航状態を模擬できる基本的なシステムモデルの構築を行った。
- 半導体素子のスイッチング損，導通損を考慮可能であることを確認した。
- 電動航空機の構築したシステムモデルのシミュレーション結果と実機試験の結果を比較し，挙動を十分に表現できていることを確認した。

今後の予定

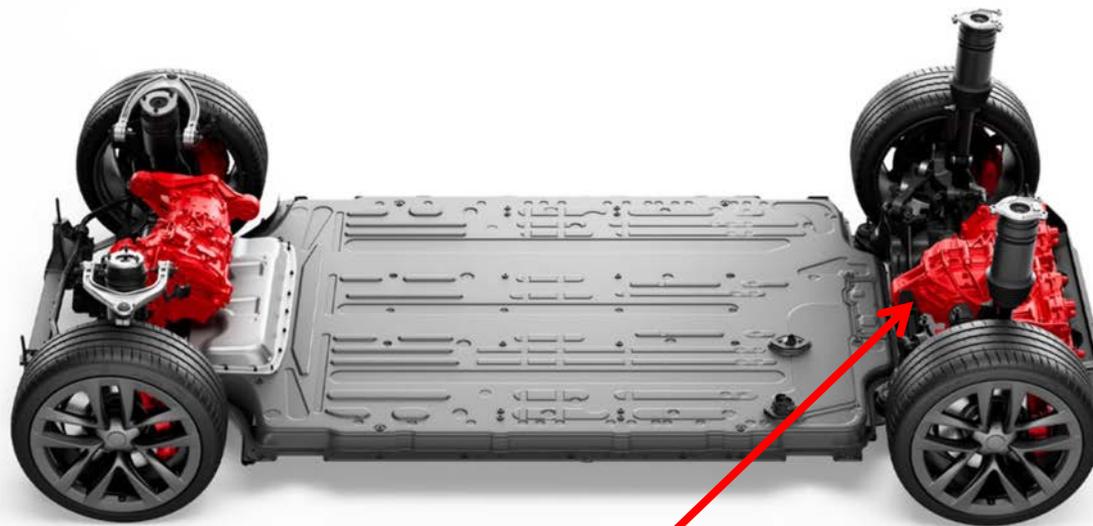
- 電力変換回路の温度評価及び冷却システムの考慮
- 機体の力学式において，機体の回転運動を考慮
- モデルの精度向上



風神(東風汽車)



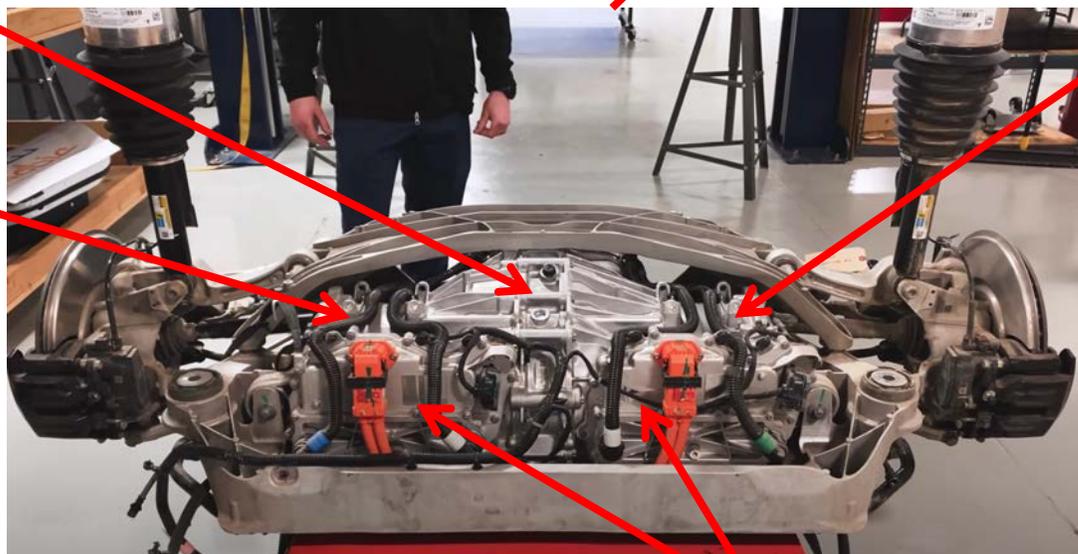
Protean社水冷インホイールモータを搭載



減速機

三相モーター

三相モーター

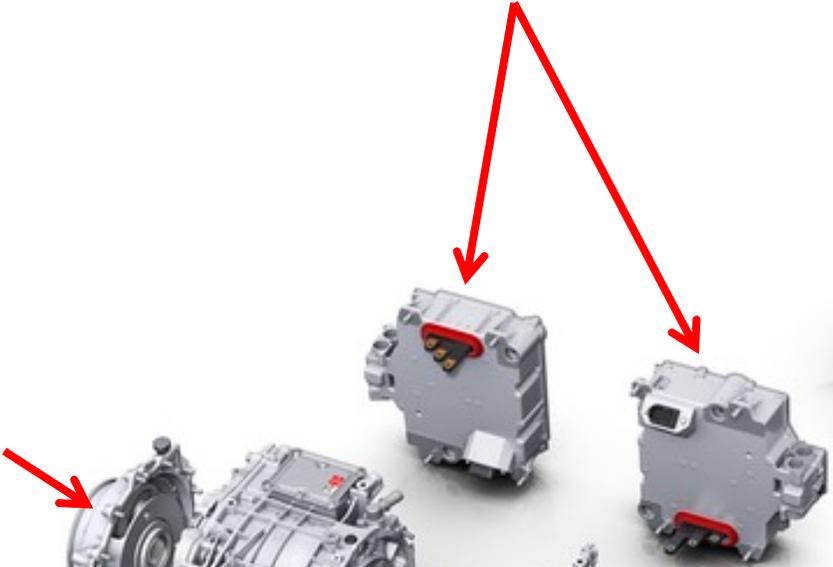


三相インバーター



三相インバーター
(400V/480A・日立アステモ製)

減速機

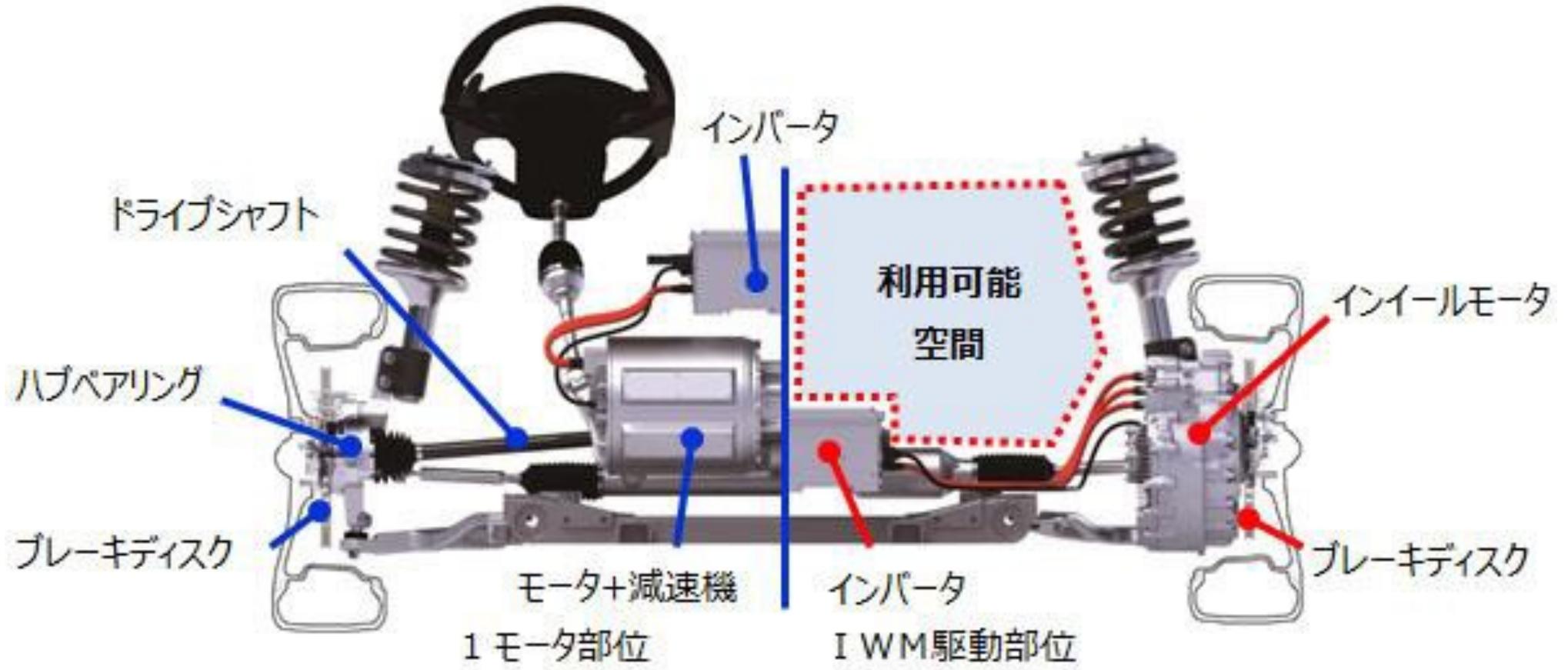


三相モーター



減速機

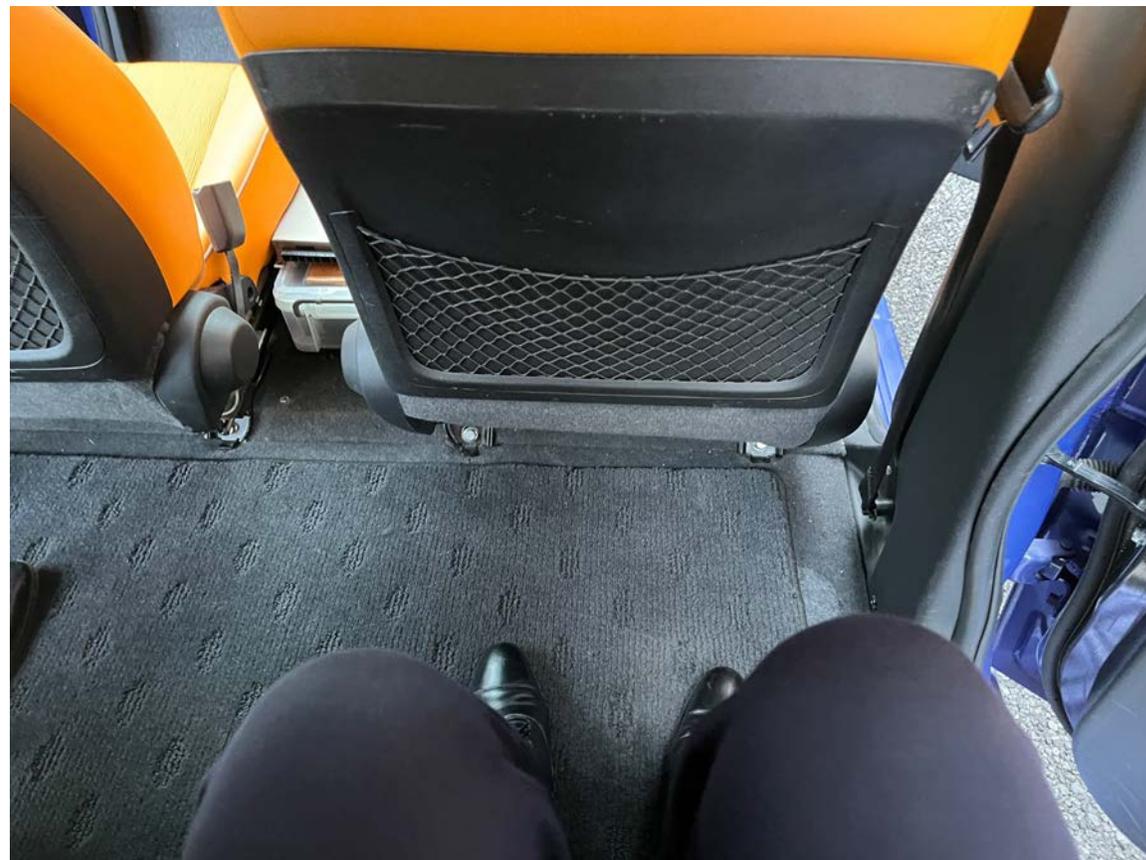
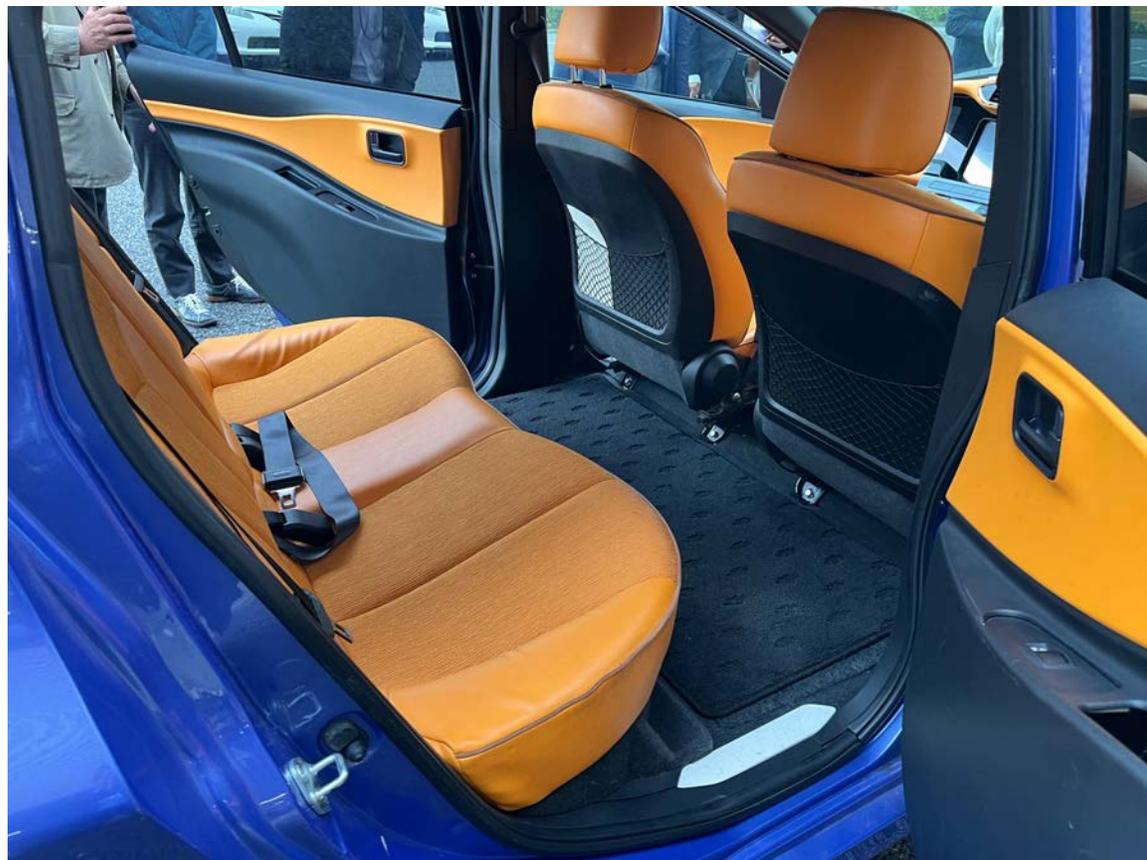




インホイールモーターの利点 (e-Gle・第14世代)



インホイールモーターの利点 (e-Gle・第14世代)



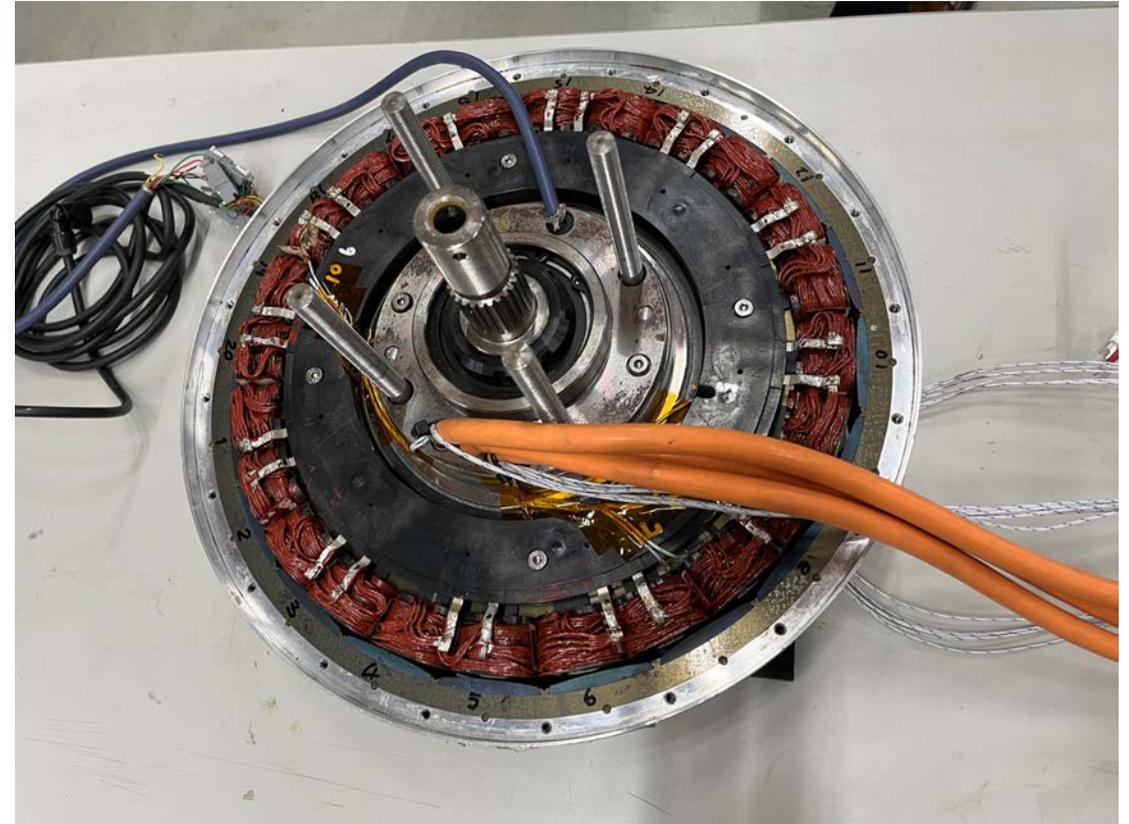
インホイールモーター(e-Gle・第4世代)



インホイールモーター (e-Gle・第4世代)



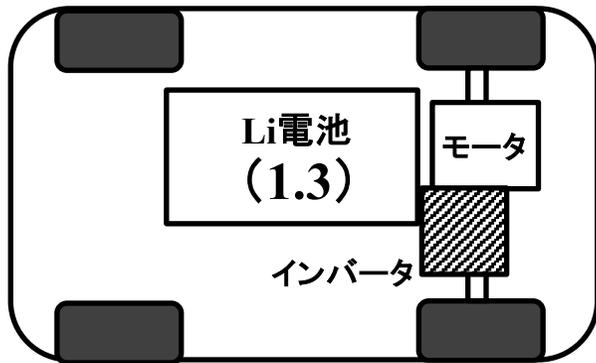
最大トルク: 620Nm (0-1000rpm)
最高出力: 65kW
最高効率: 95%
重量: 35±1kg



形式: 分数溝(24)方式・SPM
極数: 20
冷却: 空冷
外径: 399mm

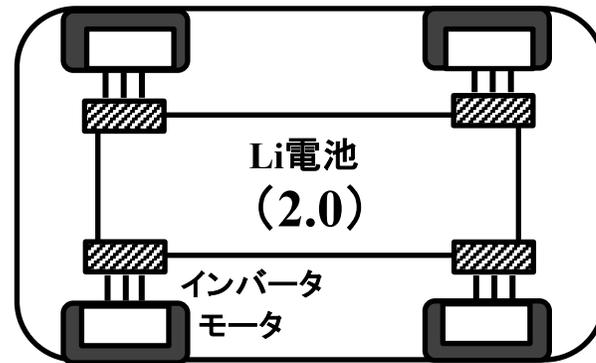
【2020年】

走行距離：350 km
車両重量：1.6 ton



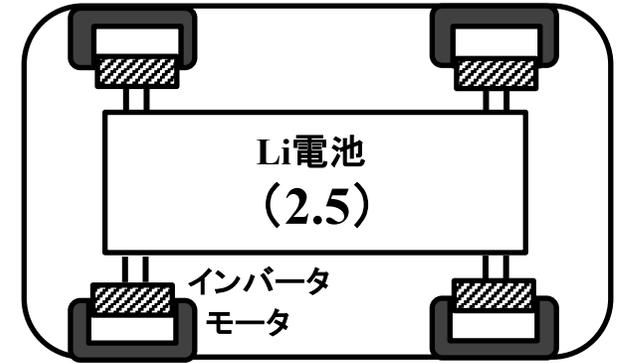
【2030年】

走行距離：500 km
車両重量：1.4 ton



【2035年】

走行距離：700 km
車両重量：1.3 ton



次世代電気自動車は自動運転技術の進化に伴いインホイールモーター化が進む

インホイール式EVの実現に向けて小型・軽量の直接駆動システム「Direct Electrified Wheel」を開発
モーターで世界トップクラスのパワー密度2.5kW/kgを実現するとともに、モーター、インバーター、ブレーキ
を一体化してホイール内に搭載

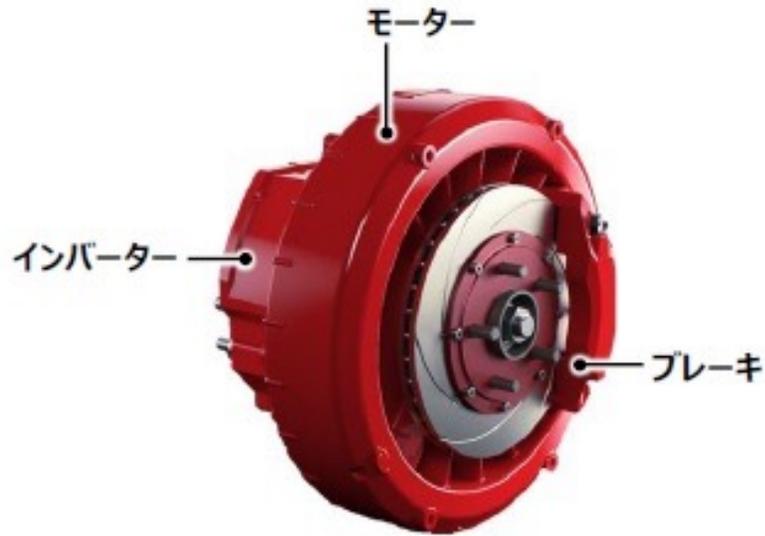
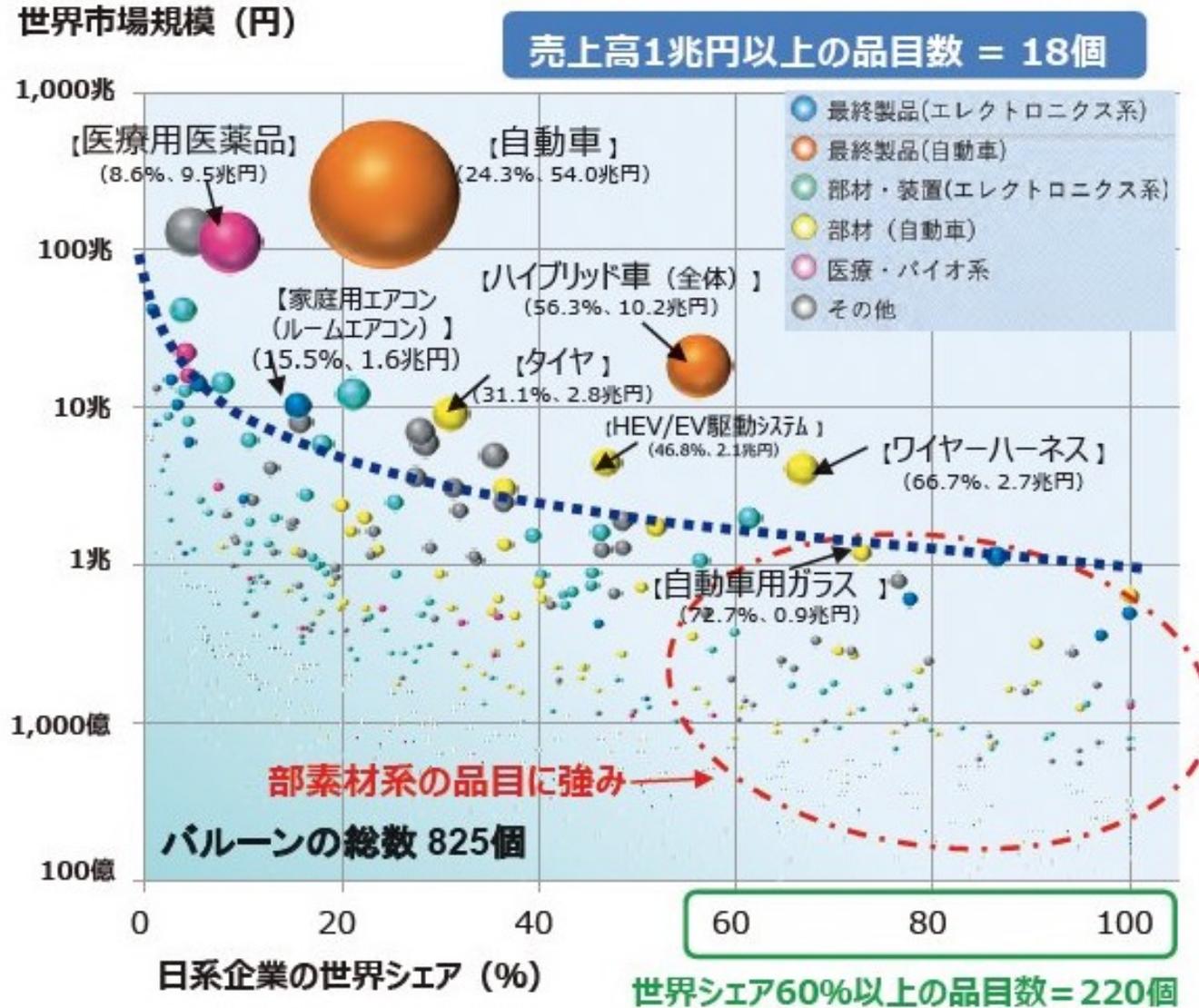


図1 直接駆動システム「Direct Electrified Wheel」
(赤色部分をホイール内部に搭載)



図2 「Direct Electrified Wheel」をホイール内部に
搭載したEV(モックアップ)

図511-1 主要品目における日系企業の売上高・世界シェア（2020年）



資料：(国研) 新エネルギー・産業技術総合開発機構「日系企業のモノとITサービス、ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集」(2022年3月)より経済産業省作成

2010年



高付加価値EV



ミドルレンジEV



超小型EV



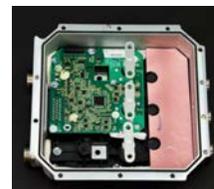
2020年



超高電力密度パワエレ機器



高温対応パワエレ機器



低コストパワエレ機器



空飛ぶクルマ



自動運転マイカー



配達用自走式超小型EV

2030年

図5. 現在のパワーエレクトロニクスの開発方向は2030年の次世代EVのミライへ繋がっている！