



熱処理シミュレーションを実工程に 適用する為の研究開発

旭川工業高等専門学校
機械システム工学科 杉本剛



自己紹介



名 前 杉本 剛 (48歳)

出 身 広島県 広島市

所 属 旭川工業高等専門学校 機械システム工学科
材料・熱/エネルギー・生産分野を担当
キャリア形成室 室長

自動車技術会 北海道支部 理事
旭川市創造都市推進協議会 アドバイザー

専 門 金属材料・金属熱処理・モノづくり

経 歴 1998年 筑波大学 自然学類 地球科学専攻 卒業
2001年 筑波大学 大学院 理工学研究科 物質工学分野(修士) 修了
2001年 ~ 2020年 日産自動車(株) 生産技術部門・開発部門
2016年 ~ 2019年 埼玉工業大学 大学院 工学研究科 電子工学専攻(博士) 修了
2020年 ~ 現在 現職

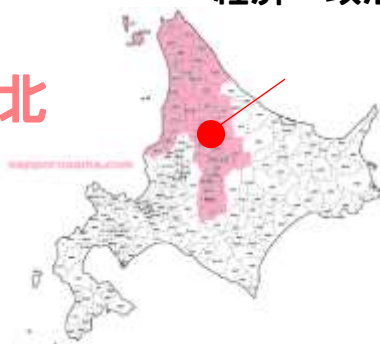
旭川高専と旭川について



旭川 道北の
経済・政治の中心



道北



クラフト・デザイン
(旭川家具・旭川駅にて)



旭川工業高等専門学校
〈日本最北から200mの工業系教育・研究機関〉
(最北は北見工業大学)



木材加工
(木材熱処理炉・
斎藤工業所様)



鉄構業
(建築用鉄骨 世良鉄工様)

林産業・クラフト・建築材料・家具・林産加工機, 農業加工機etc...

旭川・道北地区での製造業



旭川工業高等専門学校

地域のものづくり産業について



旭川は自動車産業の結節点にある



自動車関連試験研究機関



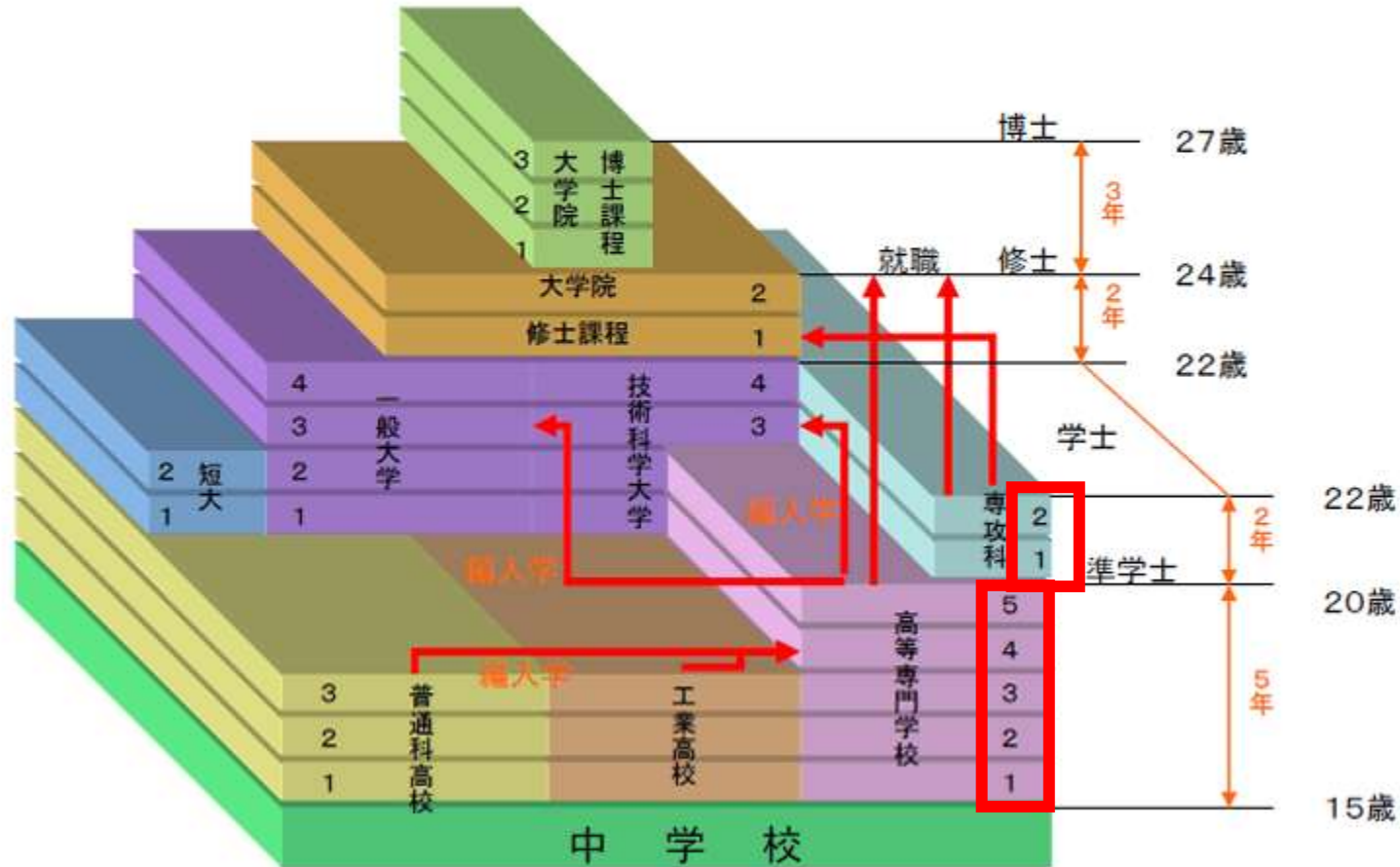
自動車ユニット・部品製造企業



高専について



高専と高校・大学との制度上の関係



高専とは

- ・ 中学卒業後に入学する5年制の学校
- ・ 本科の後に2年制の専攻科がある
- ・ 本科5年生(大学3年生相当)～専攻科2年までは卒業研究・特別研究を実施する

ということは...

- ・ 大学院博士まで進学すると...
 本科 1年間+専攻科2年間
 +修士2年間+博士3年間
 で 計 8年間の研究期間
 研究できる期間が長い！
- ・ 研究内容がより**実践的**、**学際的**である
 「モノづくり」教育も重視！



高専の実践的なものづくり教育



2021年高専ロボコン
旭川



高専ロボコン



デザインコンテスト



高専のものづくり教育 学生フォーミュラ



学生フォーミュラ：高専・大学・専門学校が参加する自動車技術会主催の自動車競技



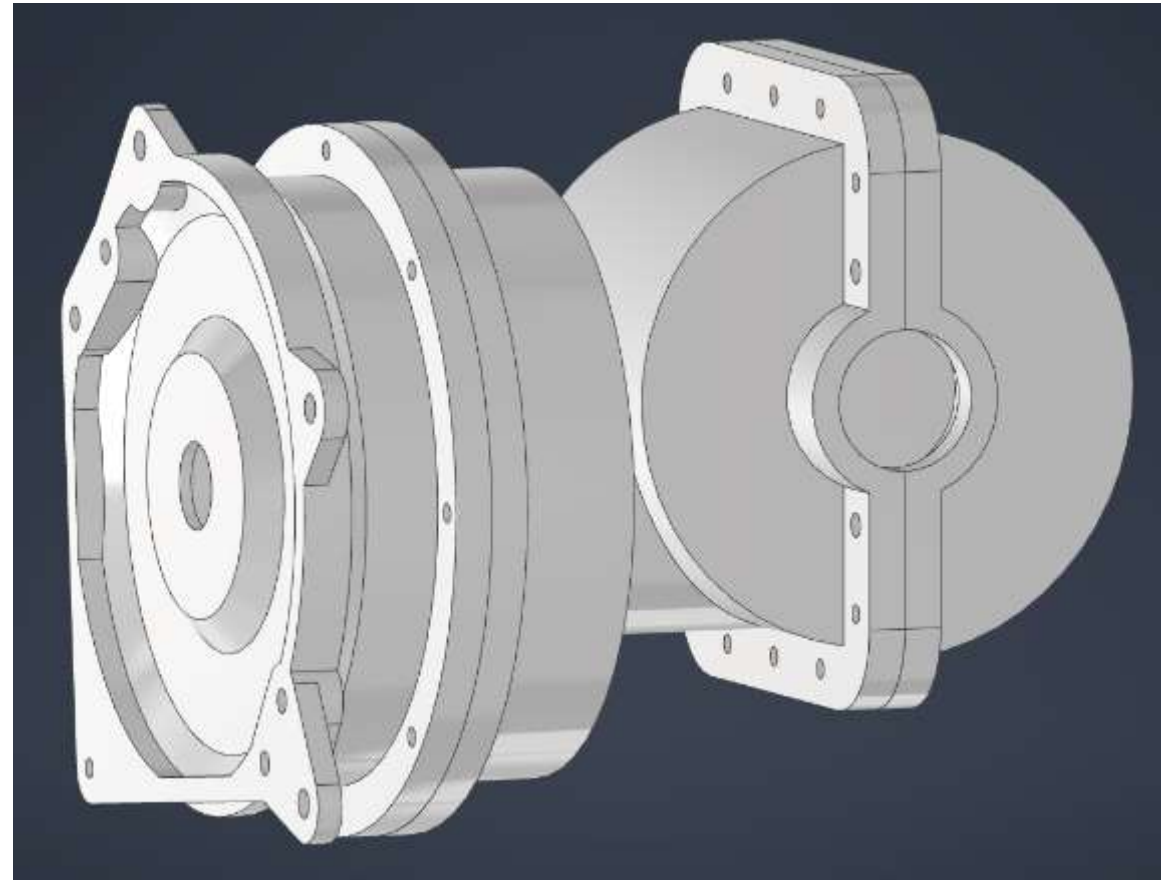
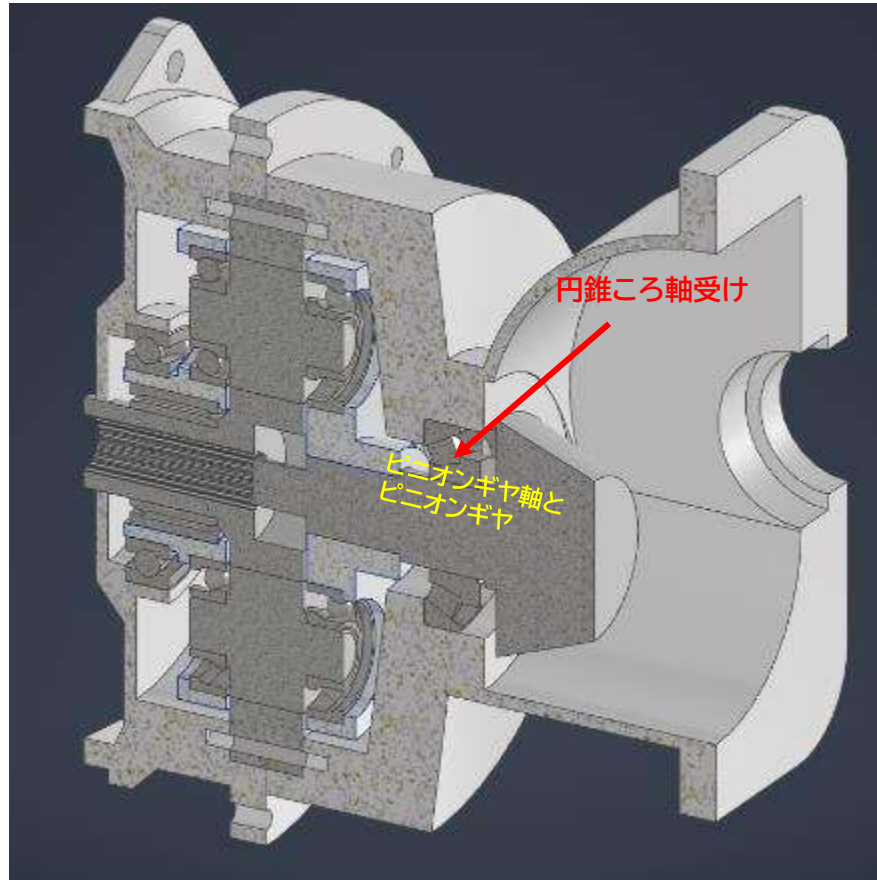
製作中の旭川高専車両



独 Stuttgart 工科大 Green Teamの車両

国内大会ではEVはまだガソリン車に較べ下位にいるが欧州では既にEVの方が速くなっている

高専のものづくり教育 学生フォーミュラ



トルク40N・mを伝える高減速比ユニットを製作中！

是非ご協力をよろしくお願いします！！





今日の内容

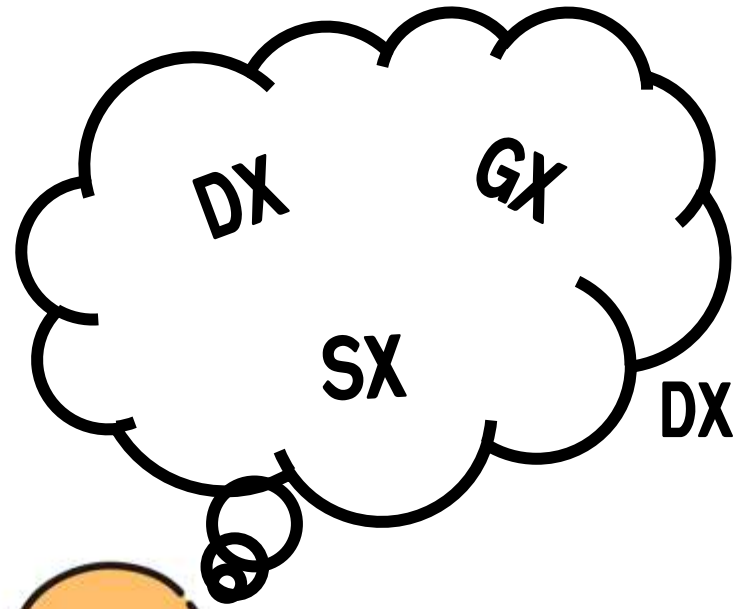
1. DX・GXとモノづくりのおかれる状況
2. モデルベース開発（MBD）とは
3. 材料・熱処理 分野におけるMBD
～マテリアルインテグレーション・プロセスインテグレーション～
4. なぜシミュレーションは普及しないのか？
5. 実用的な熱処理シミュレーションのために



今日の内容

1. DX・GXとモノづくりのおかれる状況
2. モデルベース開発（MBD）とは
3. 材料・熱処理 分野におけるMBD
～マテリアルインテグレーション・プロセスインテグレーション～
4. なぜシミュレーションは普及しないのか？
5. 実用的な熱処理シミュレーションのために

DX・GXとモノづくりのおかれる状況



DX: Digital Transformation
デジタル化によって企業の競争力を高めること

GX: Green Transformation
環境問題の解決と「経済成長」

SX: Sustainable Transformation
社会の持続可能性を目指し、成長すること





DX・GXとモノづくりのおかれる状況

DX: Digital Transformation
デジタル化によって「社会の成長」

コンピュータを「使って」
色々なことをすればよい??



GX: Green Transformation
環境問題の解決と「社会の成長」



モノを作っても環境に負荷が
ないようにすればよい?

SX: Sustainable Transformation
社会の持続可能性を目指し「社会の成長」

製造業による跳ね返りを
減らそう!



DX・GXとモノづくりのおかれる状況



DX: Digital Transformation
デジタル化によって「社会の成長」

コンピュータを「使って」
色々なことをすればよい??



GX: Green Transformation
環境問題の解決と「社会の成長」

CAD・CAE・CAM etc...???

モノを作っても環境に負荷が
「コンピュータ」の製品製造の中での位置づけは?

SX: Sustainable Transformation
社会の持続可能性を目指し「社会の成長」

製造業による跳ね返りを
減らそう!





DX・GXとモノづくりのおかれる状況

CAD・CAE・CAM etc...???

「コンピュータ」の製品製造の中での位置づけは？ →

サービス・ソフトウェアを活かすためにハードウェアを作る時代になってきた

DX社会では？

従来

ニーズ



ハードウェアを活かすために
ソフトウェア・サービスが存在した

ニーズ

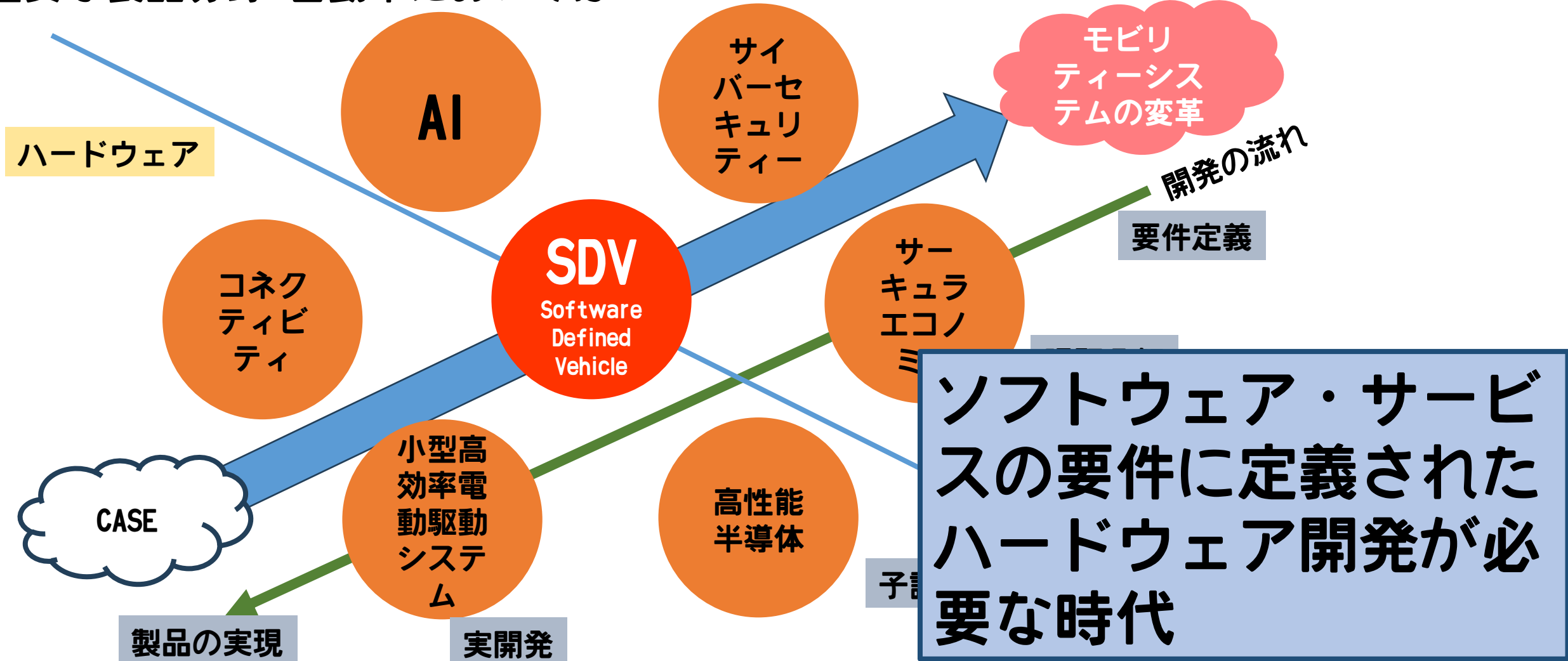


ソフトウェアを活かすために
ハードウェアが必要

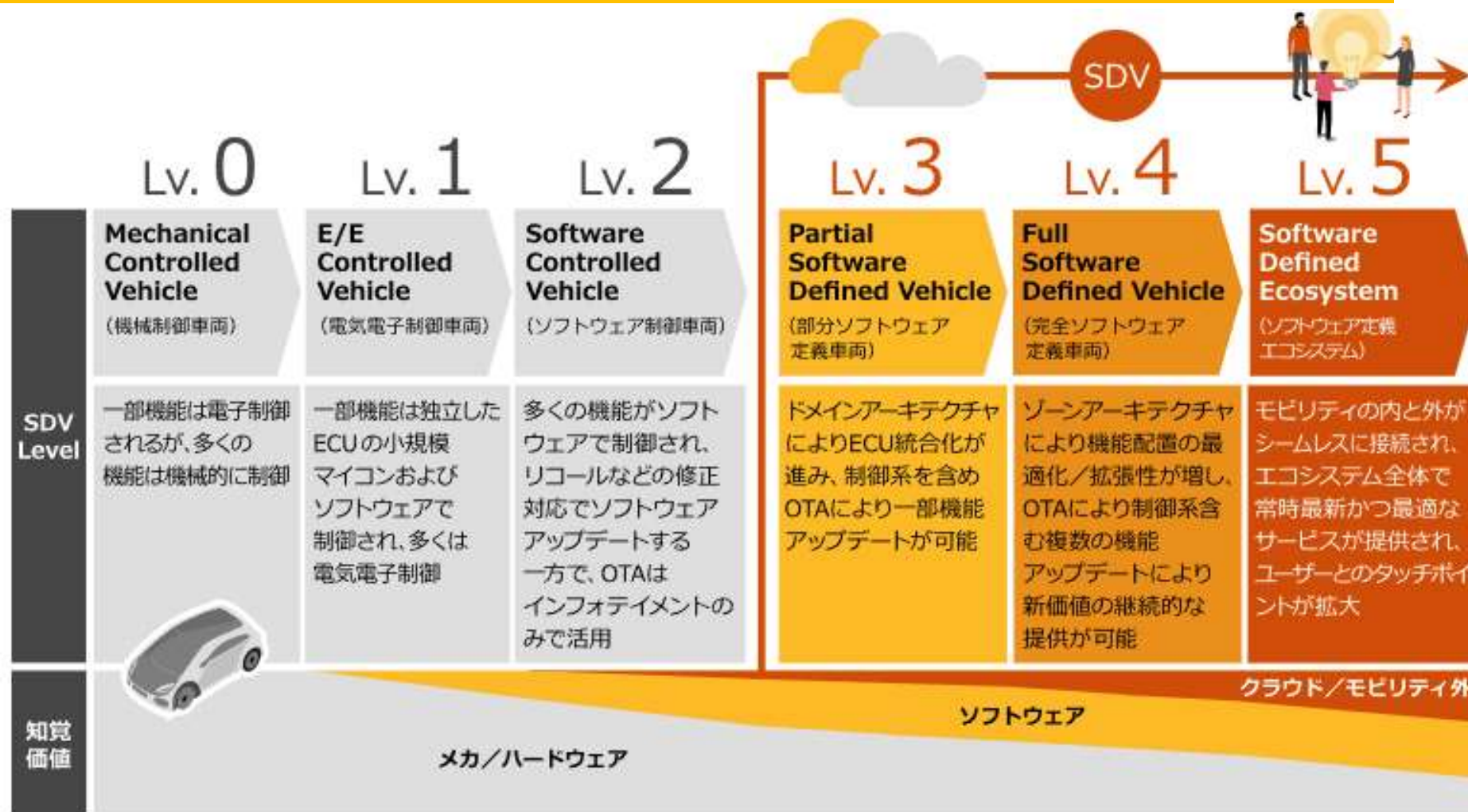


DX・GXとモノづくりのおかれる状況

主要な製品分野=自動車においては・・・



DX・GXとモノづくりのおかれる状況



SDV (Software Defined Vehicle) とは何か。クルマだけではないSDVの世界を定義する
<https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/column/definition-of-sdv.html>

DX・GXとモノづくりのおかれる状況



	すり合わせ (垂直統合型)	組み合わせ (水平分業型)
ものづくり の常識	製品全体での最適設計 (足し算の文化, 一部が欠けていれば他で補う)	規格化されたモジュールの組み合わせ (掛け算の文化, 欠けがあると全体に影響)
設計に 求める力	対話重視, 最終製品を理解した個別設計	専門特化, 最終性能を前もって厳密にネゴシ エーション
生産に 求める力	他工程との調整力, フレキシビリティー	厳密に契約を履行できるモノづくり
組織の文化	外部要求を部門間調整をしながら実現する	部門の掛け算でできる性能を, 外部(社会)と調 整する
マーケティ ング	テクノロジー駆動, ハードウェア駆動	ソフトウェア駆動・マーケット駆動

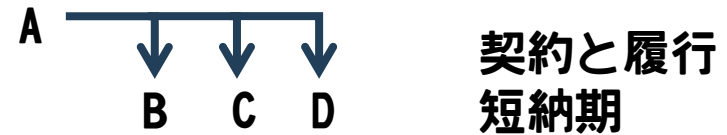
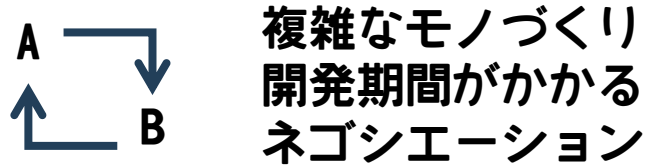


DX・GXとモノづくりのおかれる状況



	すり合わせ (垂直統合型)	組み合わせ (水平分業型)
ものづくりの常識	製品全体での最適設計 (足し算の文化, 一部が欠けていれば他で補う)	規格化されたモジュールの組み合わせ (掛け算の文化, 欠けがあると全体に影響)
設計に求める力	対話重視, 最終製品を理解した個別設計	専門特化, 最終性能を前もって厳密にネゴシエーション
生産に求める力	他工程との調整	調整する
組織の文化	外部要求を部門(社会)と調整する	調整する
マーケティング	テクノロジー駆動, ハードウェア駆動	ソフトウェア駆動・マーケット駆動

すり合わせ型と組み合わせ型が混在したモノづくりが増える



DX・GXとモノづくりのおかれる状況

自動車って何点の部品でできていると思いますか？



1955式 ダットサン 112



1989式 スカイライン GT-R
普通乗用車(高級車)



電気自動車 2017式 日産リーフ

DX・GXとモノづくりのおかれる状況



自動車って何点の部品でできていると思いますか？



電子部品を固定するネジの一例



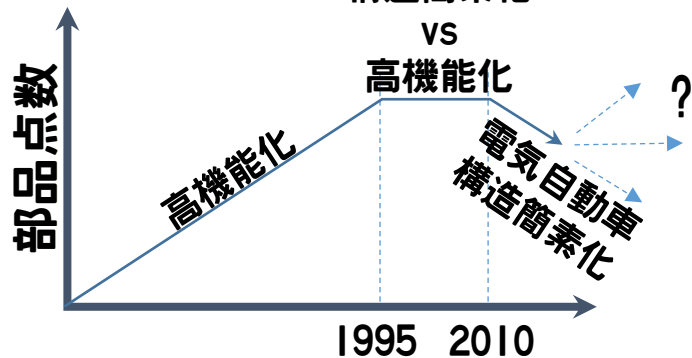
1955式 ダットサン 112

7000点

構造簡素化

VS

高機能化



一番小さな部品：電子部品を固定するねじ
一番大きな部品：ホワイトボディ

車体



1989式 スカイライン GT-R

普通乗用車(高級車)

約30000点



2017式 日産リーフ

電気自動車

約20000点



- ✓ 短納期，複雑な要件に対して短納期かつ定量的に答える必要がある
- ✓ 部品点数が大幅に減る
⇒ 個々の部品の付加価値を上げる必要がある





DX・GXとモノづくりのおかれる状況

DX: Digital Transformation
デジタル化によって「社会の成長」

コンピュータを「使って」
色々なことをすればよい??



GX: Green Transformation
環境問題の解決と「社会の成長」



モノを作っても環境に負荷が
ないようにすればよい?

SX: Sustainable Transformation
社会の持続可能性を目指し「社会の成長」

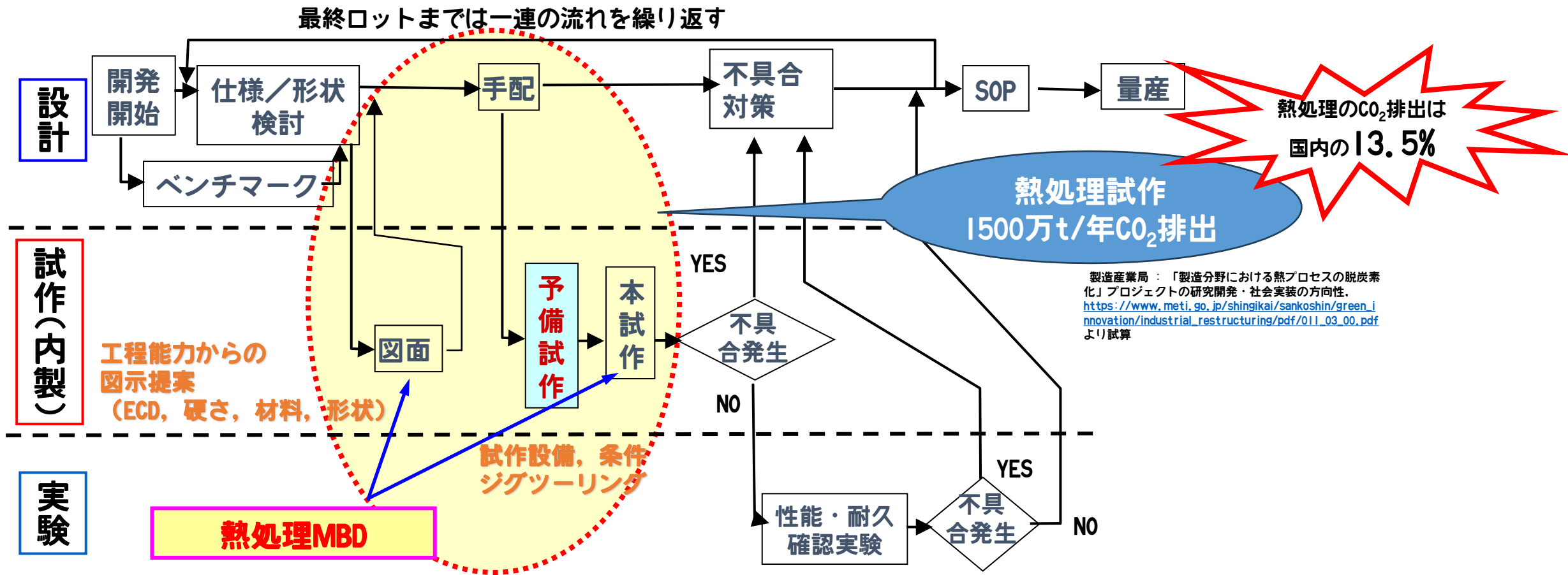
製造業による跳ね返りを
減らそう!



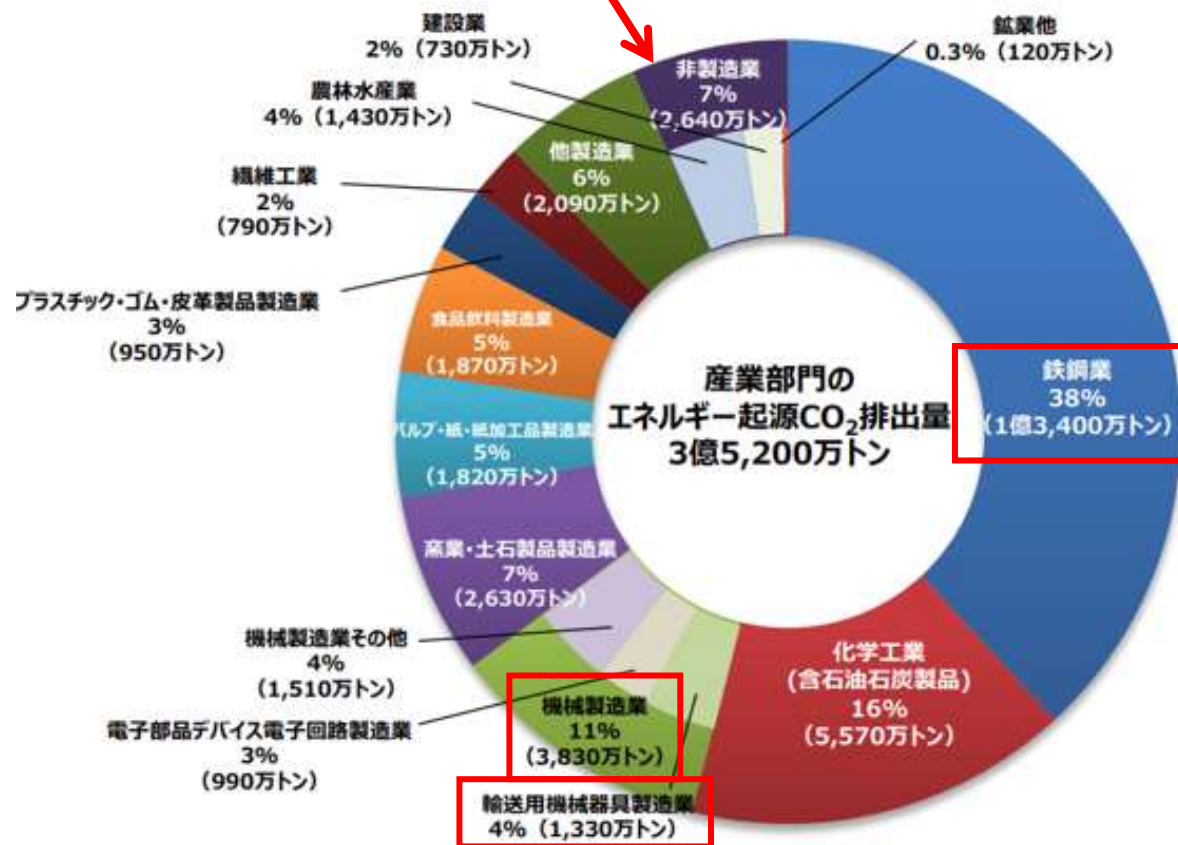
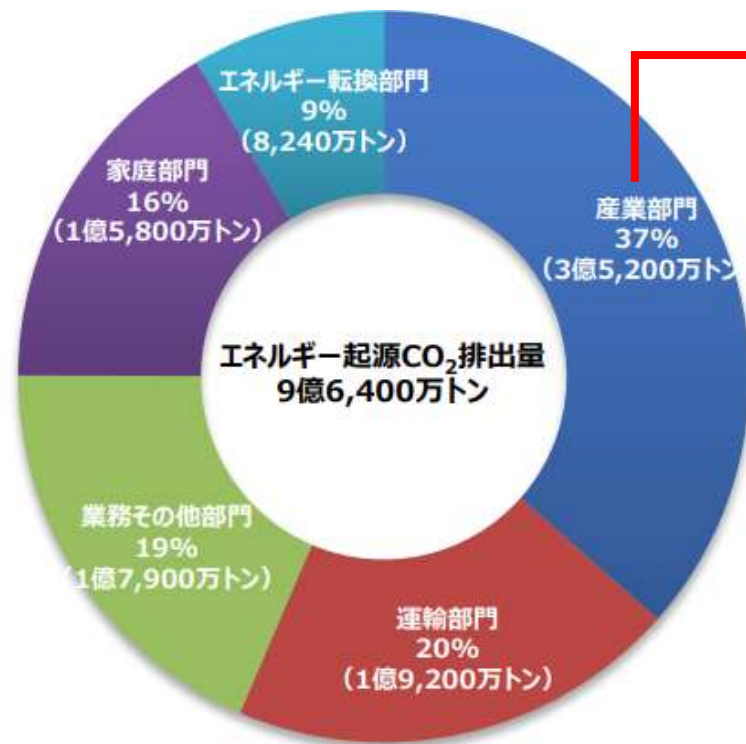
DX・GXとモノづくりのおかれる状況



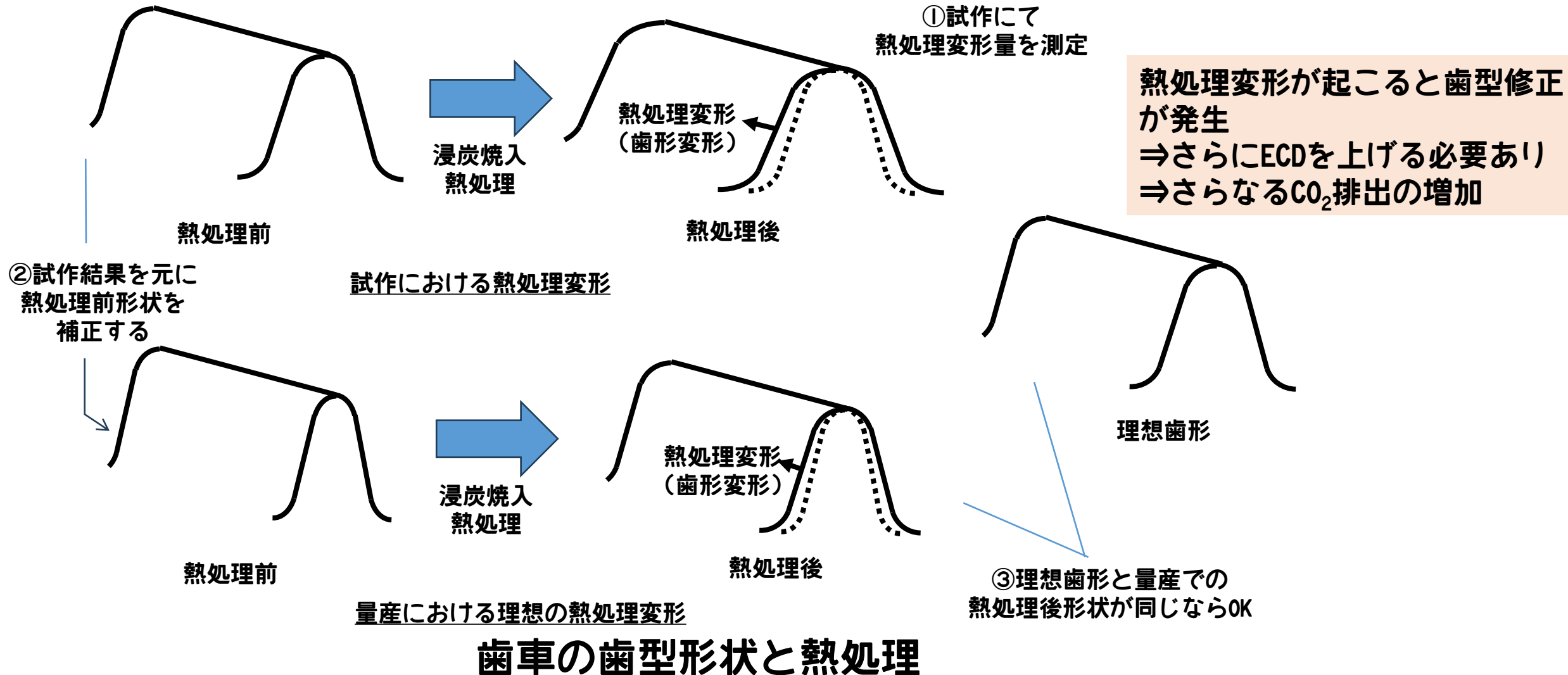
目的：図面ベースでの熱処理品質予測によりLCCO₂の大幅な低減につながる



DX・GXとモノづくりのおかれる状況



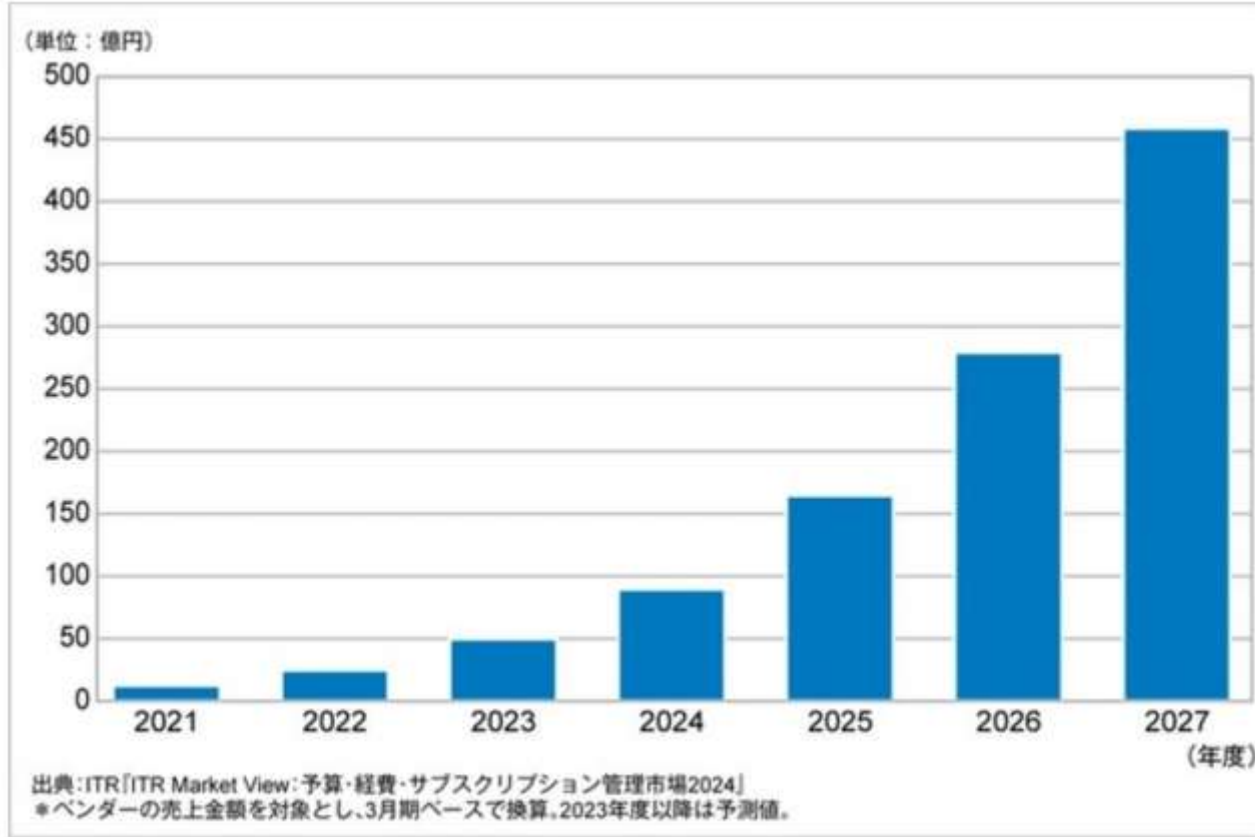
DX・GXとモノづくりのおかれる状況





- ✓ 頼りになる熱処理シミュレーションがあれば熱処理試作が大幅に減る
- ✓ 熱処理条件ももっと最適化できる
- ✓ ものづくり工程の中でも特に熱処理は「ばらつき」要素が大きいため対応要

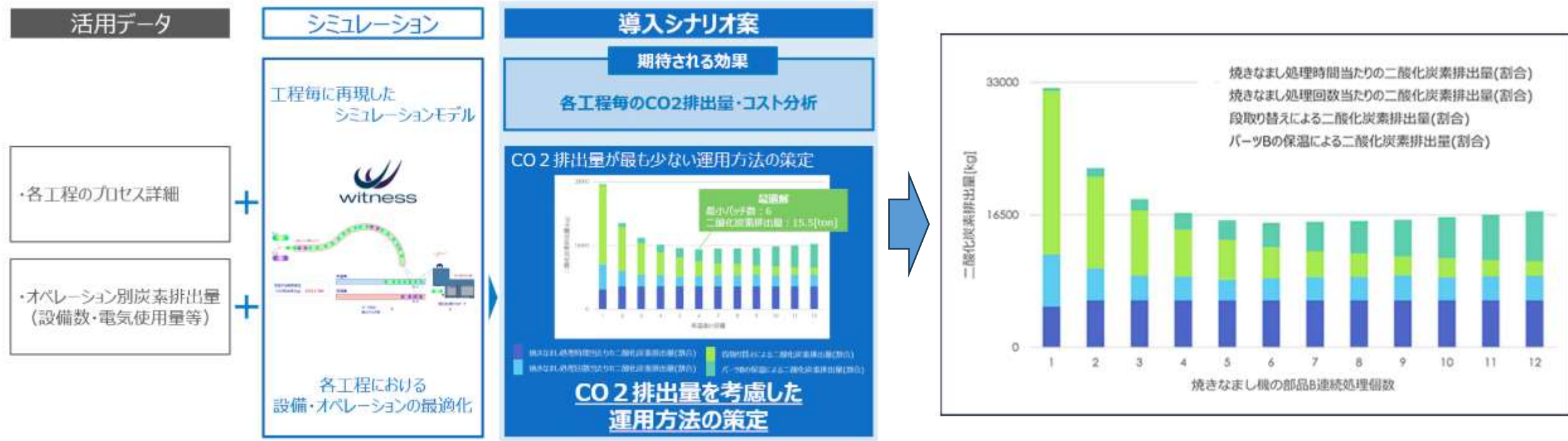
DX・GXとモノづくりのおかれる状況



国内GX市場の成長
→この13.5%が**熱処理の**
取り分になりうる！？



DX・GXとモノづくりのおかれる状況



統合工程シミュレーションソフトウェア Witnessによる 焼なまし工程でのCO2排出量削減

<https://x-simulation.jp/blog/10>,

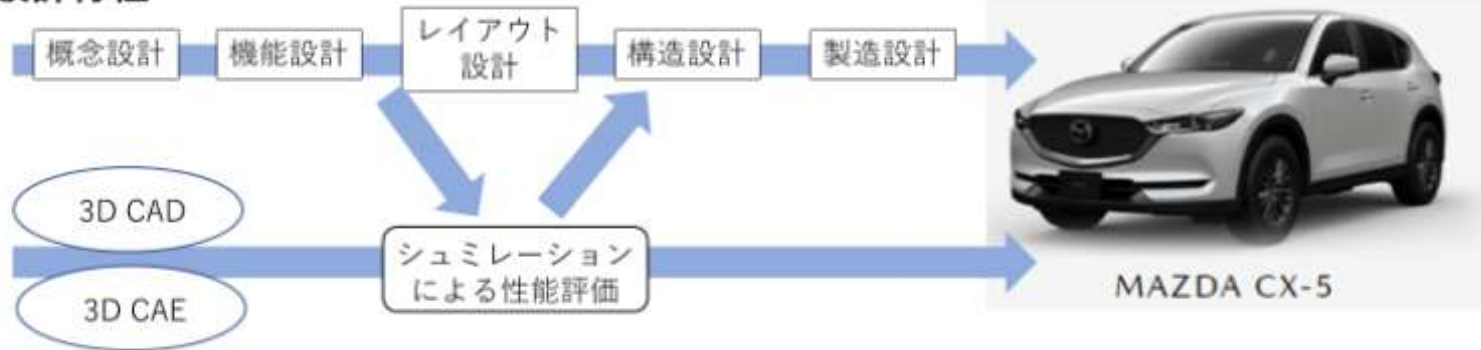


今日の内容

1. GX・DXとモノづくりのおかれる状況
- 2. モデルベース開発（MBD）とは**
3. 材料・熱処理 分野におけるMBD
～マテリアルインテグレーション・プロセスインテグレーション～
4. なぜシミュレーションは普及しないのか？
5. 実用的な熱処理シミュレーションのために

モデルベース開発 (MBD) とは

設計行程



シミュレーション

藤川智士, 「マツダの目指すモデルベース開発」, 『マツダ技報』, 2013, 31, pp.44-47

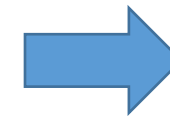


熱処理



自動運転

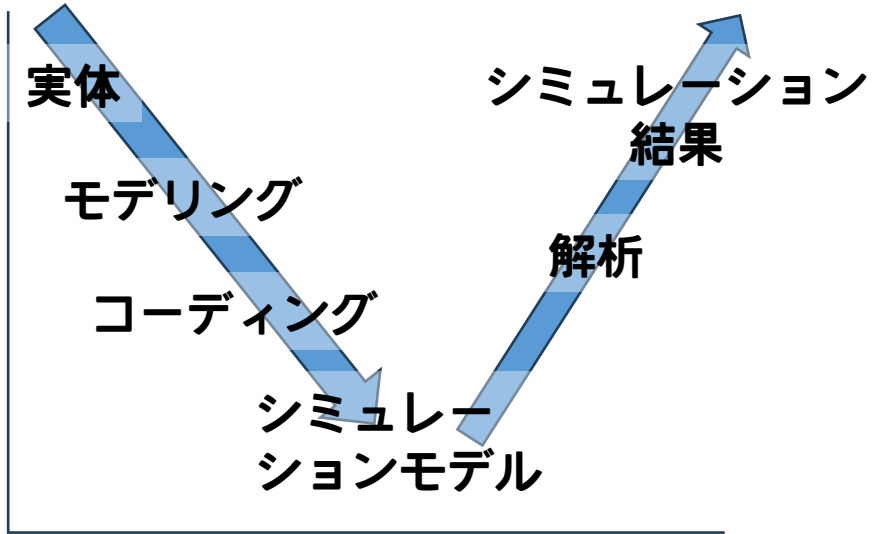
製品設計はCAE(Computer Aided Engineering)から
MBD(Model Based Development)に移行しつつある



材料・材料プロセス
開発もMBDに移行し
なければ!



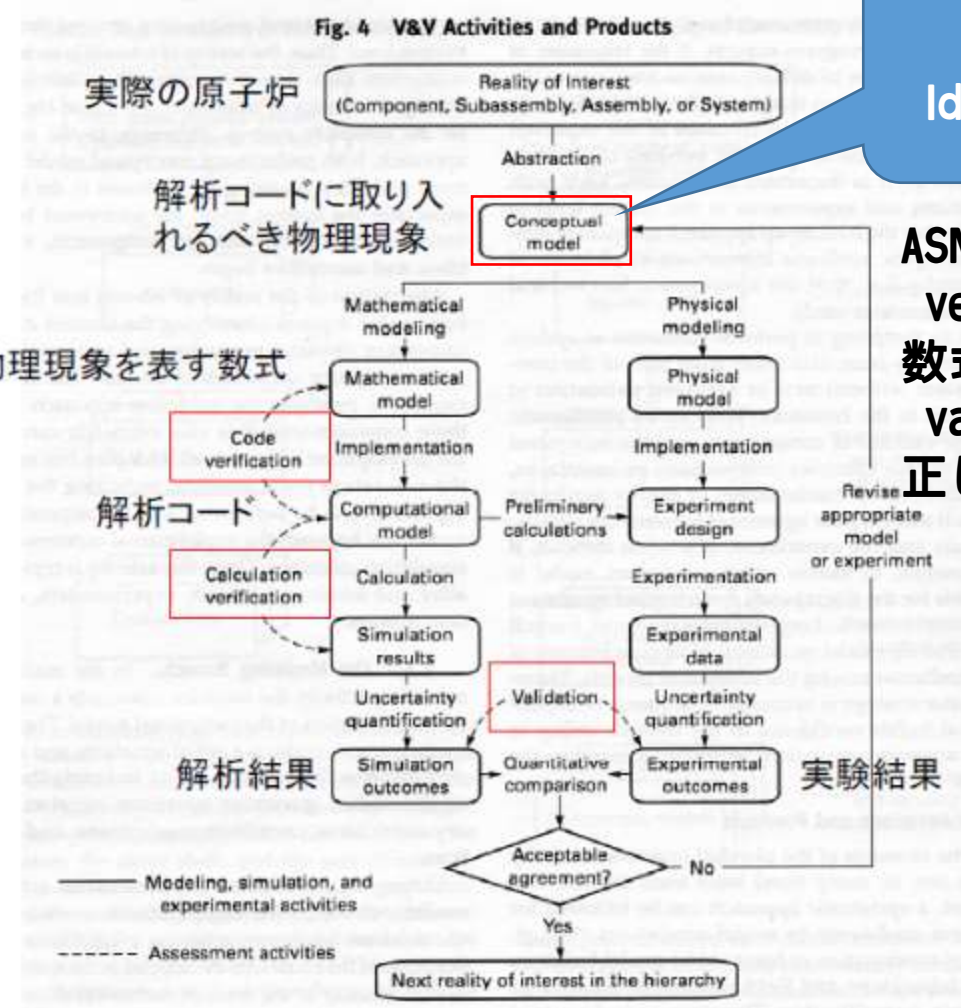
モデルベース開発 (MBD) とは



モデリングとモデルを用いたシミュレーションによる開発



モデルベース開発 (Model Based Development, MBD)



PIRT (Phenomena Identification Ranking Table)

ASME V&V 10-2006 verification: 数式を正しく解いているか? validation: 正しい数式を解いているか?





モデルベース開発 (MBD) とは

参考にするシミュレーションからMBDに移行すると. . .

- ・ 品質保証が求められる
- ・ 開発期間がシミュレーションリードタイムに影響されるようになる
- ・ 多くの事を考えないといけなくなる

The table is a detailed PIRT (Phenomena Identification and Ranking Table) for a heat treatment process. It lists various phenomena such as '加熱' (heating), '冷却' (cooling), and '焼入れ' (quenching) across different stages. The table includes columns for identification, ranking, and specific parameters. Some cells are highlighted in yellow to indicate critical or high-risk areas.

熱処理PIRT

PIRT (Phenomena Identification and Ranking Table)



今日の内容

1. GX・DXとモノづくりのおかれる状況
2. モデルベース開発（MBD）とは
- 3. 材料・熱処理 分野におけるMBD
～マテリアルインテグレーション・プロセスインテグレーション～**
4. なぜシミュレーションは普及しないのか？
5. 実用的な熱処理シミュレーションのために

材料・熱処理 分野におけるMBD ～マテリアルインテグレーション・プロセスインテグレーション～

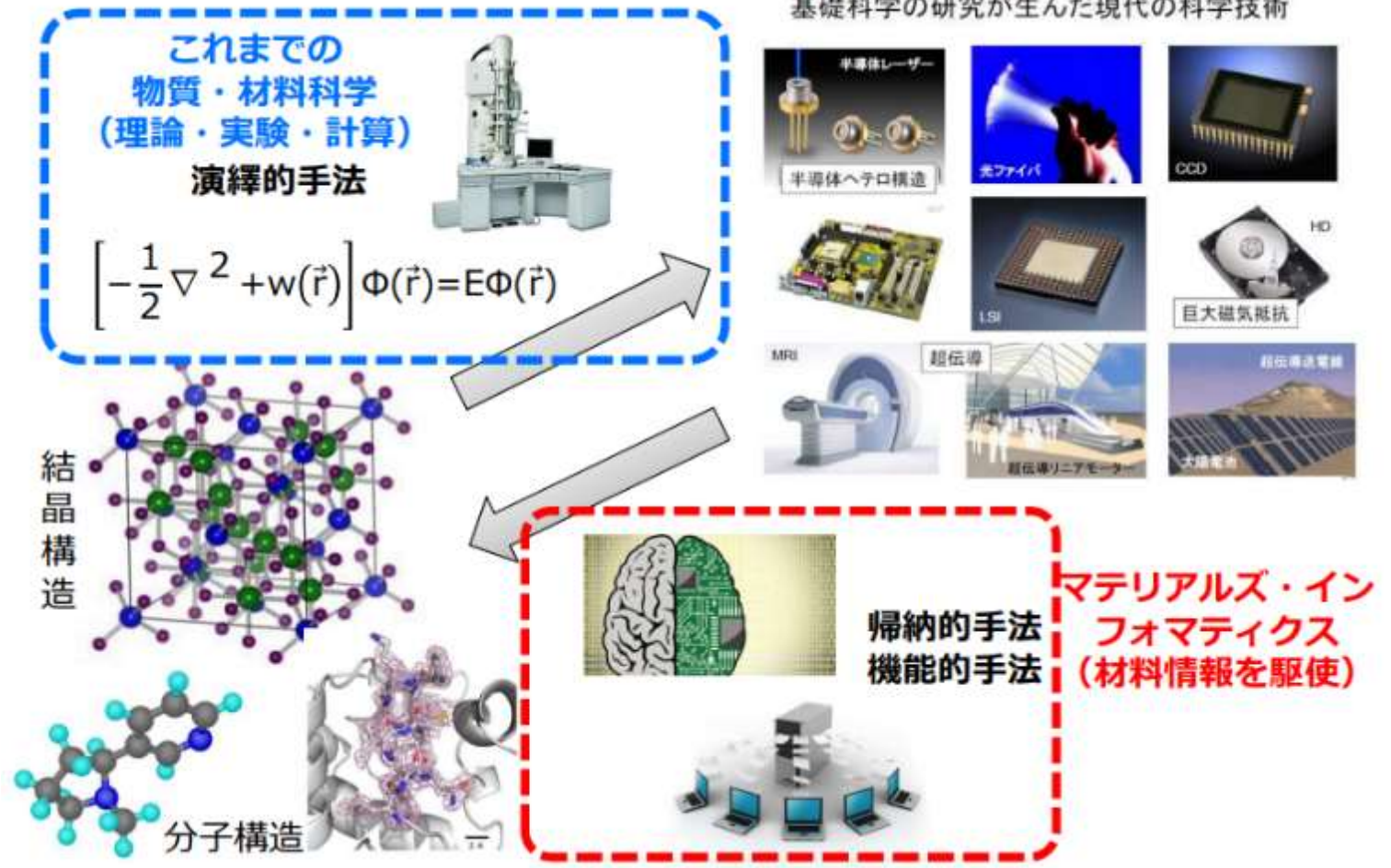


バラク・オバマ元アメリカ大統領(Wikiより)

次は材料だ！@2011
“Material Genome Initiative”

機能から考える

材料の開発・適用スピードを二倍にする

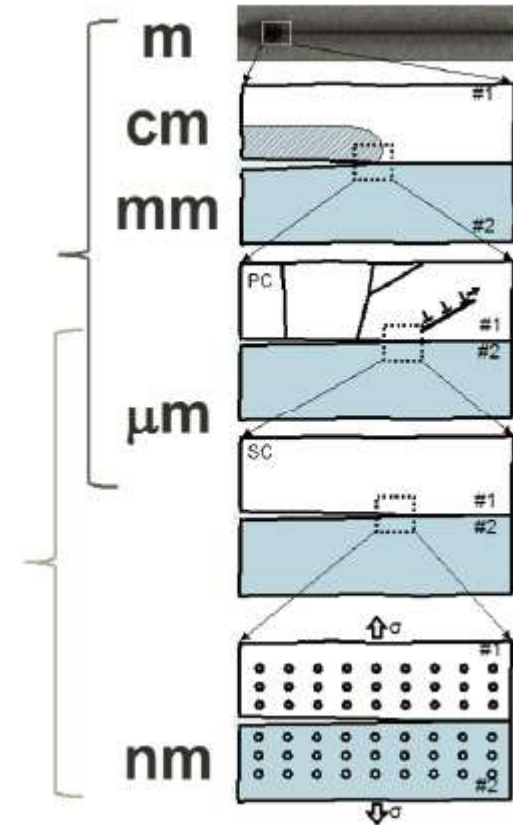
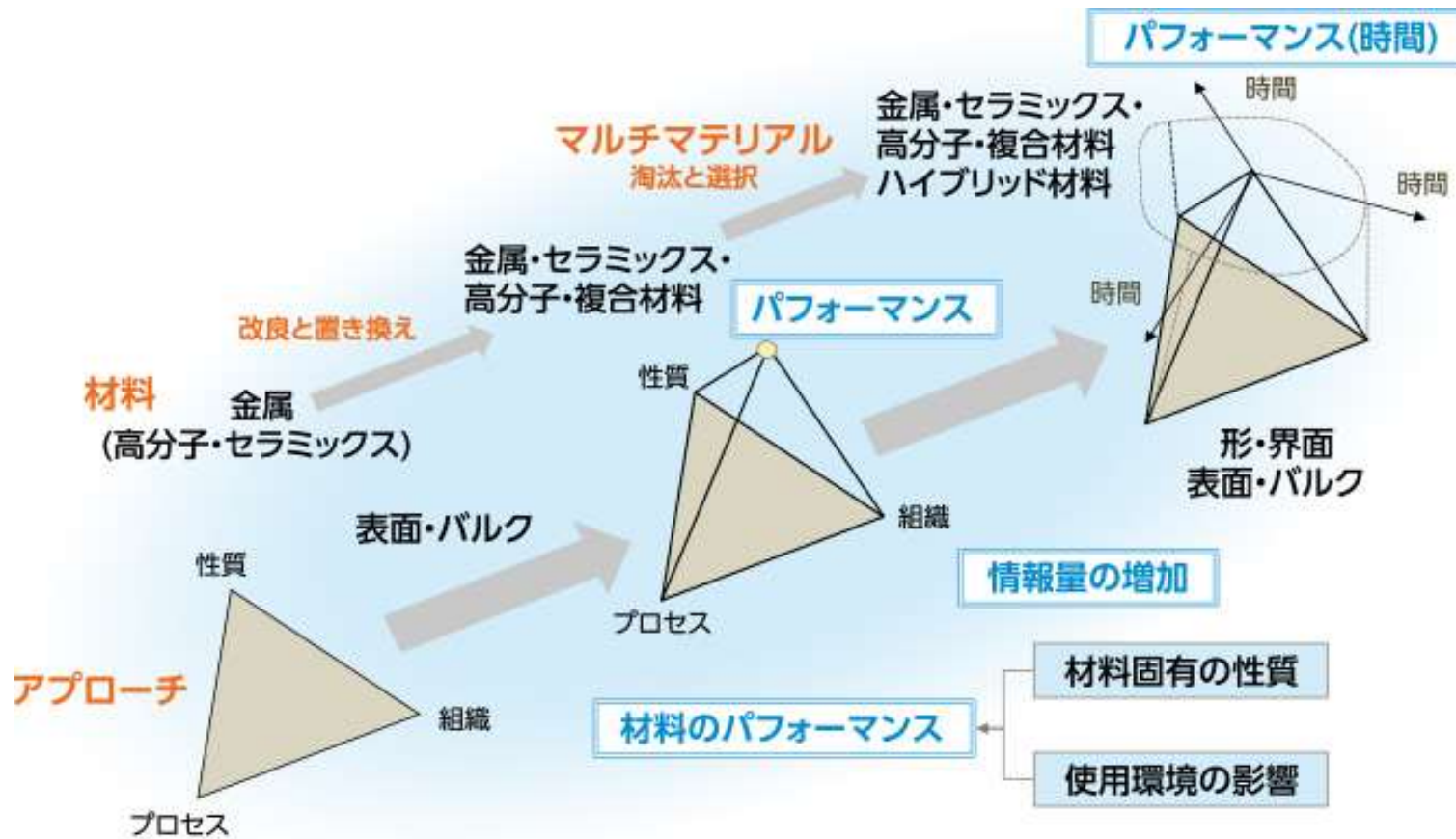


物質・材料研究機構資料, オープンサイエンスを巡る世界の最新動向, 2017より



材料・熱処理 分野におけるMBD

～マテリアルインテグレーション・プロセスインテグレーション～



具体的事例： 第一原理計算

