

「魔改造の夜」から考える： ものづくりの未来とモデルベース開発



30th May 2024

株式会社IHI
技術開発本部
佐藤 彰洋



<https://ihi-core.tech/makaizo/>

Today's Contents

1. 株式会社IHIについて
2. 「魔改造の夜」とは？
3. チーム“Aエイチアイ”の結果
4. 「ものづくり」へのフィードバック

株式会社 I H I

旧名称：石川島播磨重工業株式会社 ※2007年に改称
(旧英語名称：Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd)

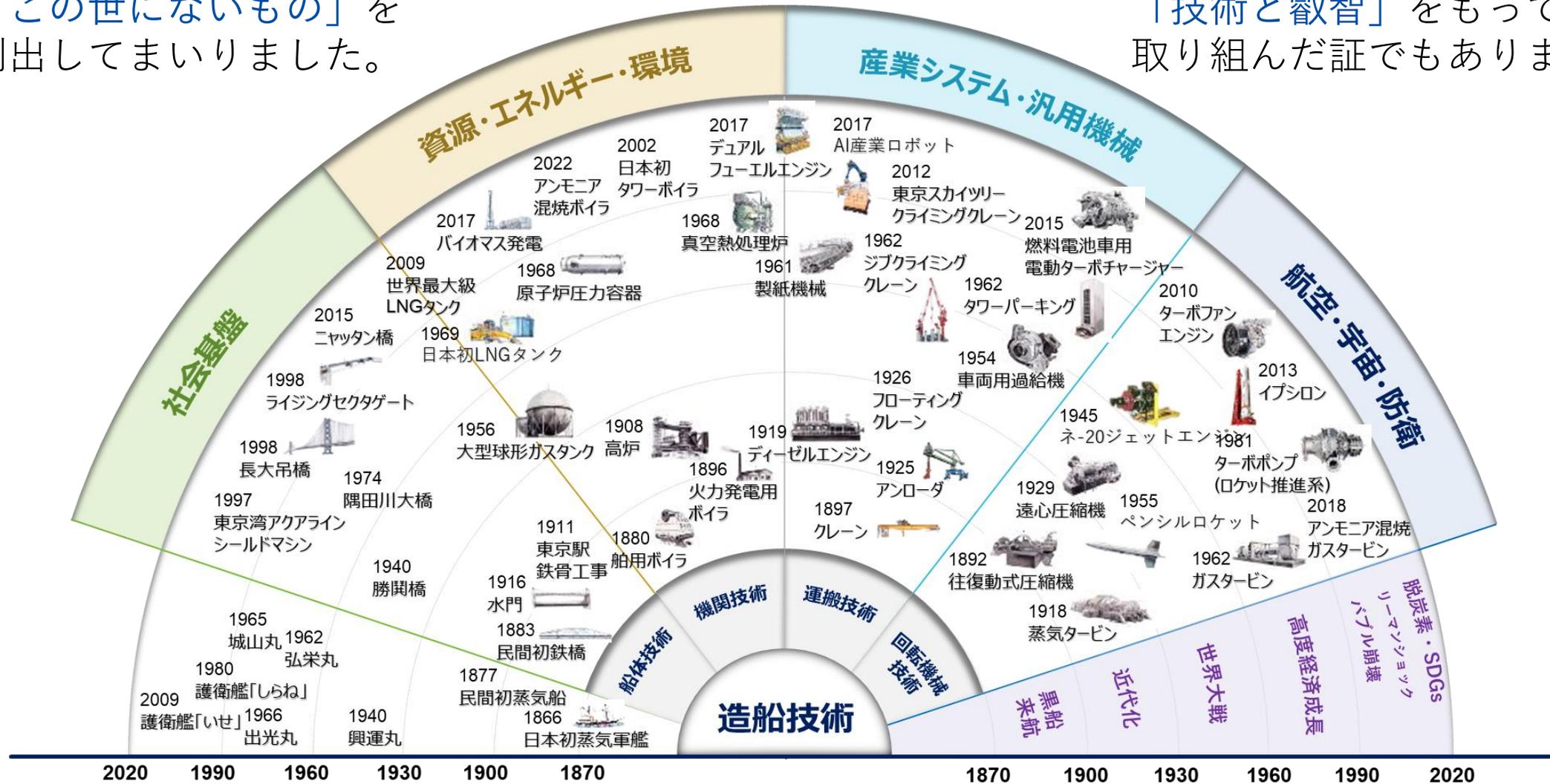
 本社	東京都江東区豊洲三丁目1-1 豊洲IHIビル
 創業	1853年(嘉永6年)
 資本金	1071 億円
 従業員	7,362名 (連結 28,486名) ※2023年3月期
 売上高 (連結)	1兆3529億円 ※2023年3月期

IHIグループの歴史は日本の重工業の歴史でもあります。
造船から始まった技術は、橋梁などの社会インフラや運搬機械などの産業用機械設備に受け継がれ、事業領域を海から陸、空へと広げ、総合重工業へと発展してきました。
今後も社会の変化に柔軟に対応し、持続的な発展を目指します。



IHIは、日本初・世界初の「この世にないもの」を創出してまいりました。

歴史に刻まれた数々の製品は、「技術と叡智」をもって取り組んだ証でもあります。



資源・エネルギー・環境事業領域

地球にやさしいエネルギーを、創り出す



主要製品：

カーボンソリューション、原子力機器、貯蔵・プロセスプラント、原動機（ガスタービン、ガスエンジン、ディーゼルエンジン）・コンバインドサイクル諸設備など



写真提供：株式会社JERA（碧南火力発電所）

社会基盤事業領域

社会を支えるインフラを、築き上げる



主要製品：

橋梁、水門、交通システム、トンネル工事用シールド掘進機、コンクリート建材など



産業システム・汎用機械事業領域

世界の産業インフラの進化を、推し進める



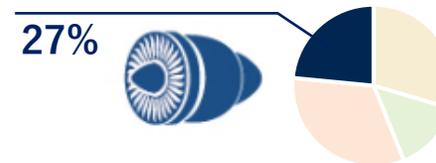
主要製品：

圧縮機、運搬機械、ターボチャージャー、パーキングシステム、物流システム、熱・表面処理、分離装置など



航空・宇宙・防衛事業領域

大空と宇宙の可能性を、切り拓く



主要製品：

ジェットエンジン、ロケットシステム・宇宙利用など



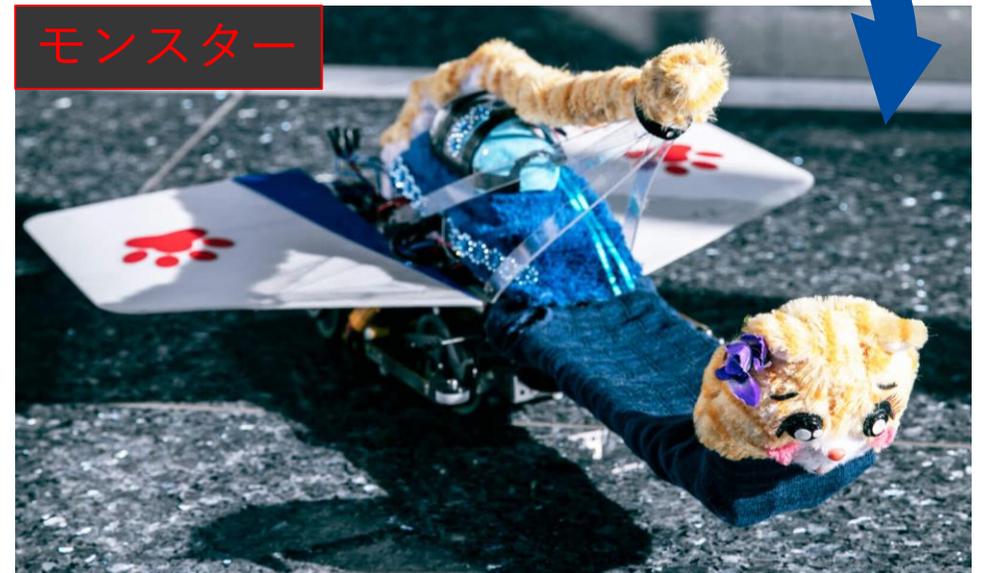
2. 「魔改造の夜」とは？

「魔改造の夜」とは？

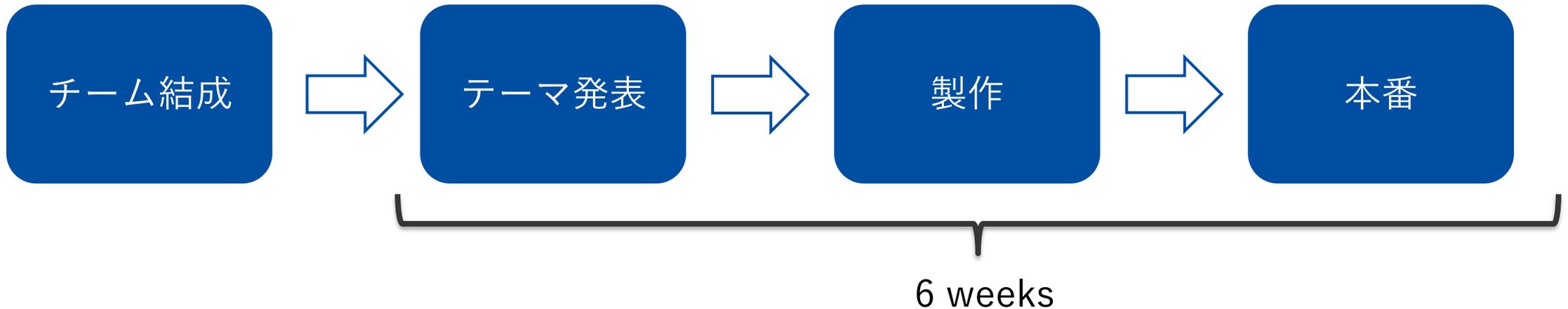
おもちゃの家電をモンスターへ改造し、ライバルチームとの競技に挑む、エンジニアのアイデアとテクニックを競う技術開発エンタメ番組！（NHKで放送）

- ネコちゃん落下25m走

- ネコちゃんの魔改造であること
- 25mを最も速く走ったチームを勝者とする
- 5m走り、6m落下し、20m走ること
- 着地ゾーンは幅5m、奥行き5m
- 「抱きしめたくくなるような愛らしさ」を残すこと
- 失敗しても構わない



競技の流れ



- テーマ発表後6週間後には競技が開始される
- テーマに沿った製品企画・設計・製作・試験まで6週間でこなす必要がある
- 普段の仕事と同じ（それ以上）能力が求められる

3. チーム“Aエイチアイ”の結果

IHI（番組内ではチーム“Aエイチアイ”）は2つの競技に取り組んだ
今回は「電気ケトル綱引き」を例にもものづくりについて考える

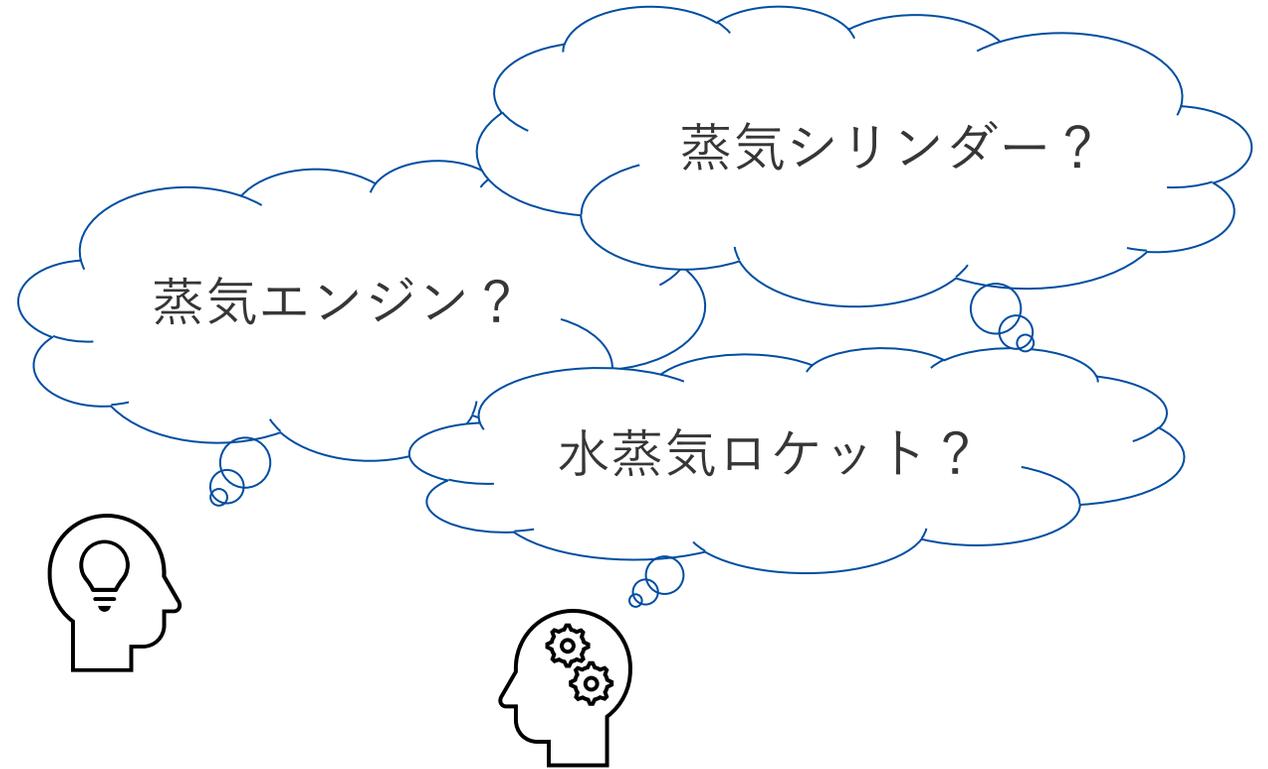
- 電気ケトル綱引き
 - 電気ケトルの魔改造であること
 - 3m先にロープを引っ張ったチームが勝者
 - 2分間で湯を沸かし、笛を鳴らすこと
 - 湯沸しには100V 1500Wの電源を使うこと
 - 沸かした湯の蒸気や熱を動力にすること
 - 3チームの巴戦、2連勝したチームの優勝
 - 失敗しても構わない



写真引用：[電気ケトル SEK-208 | シロカオンラインストア \(siroca.jp\)](#)

IHIグループの様々な会社・部門から有志が集まって参加

Original



写真引用：[電気ケトル
SEK-208 | シロカオンライン
ストア \(siroca.jp\)](#)

目的（勝利）を達成するためのベストな形態は？

スチームパンクビクトリー

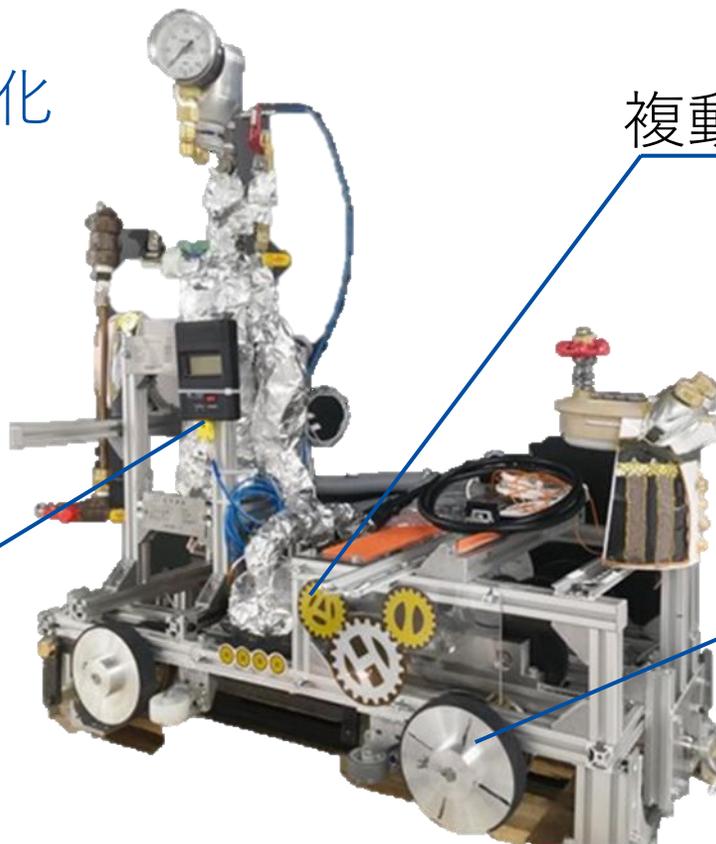
Concept

電気ケトルの蒸気機関車化

電気ボイラー

複動式レシプロエンジン

4WD駆動

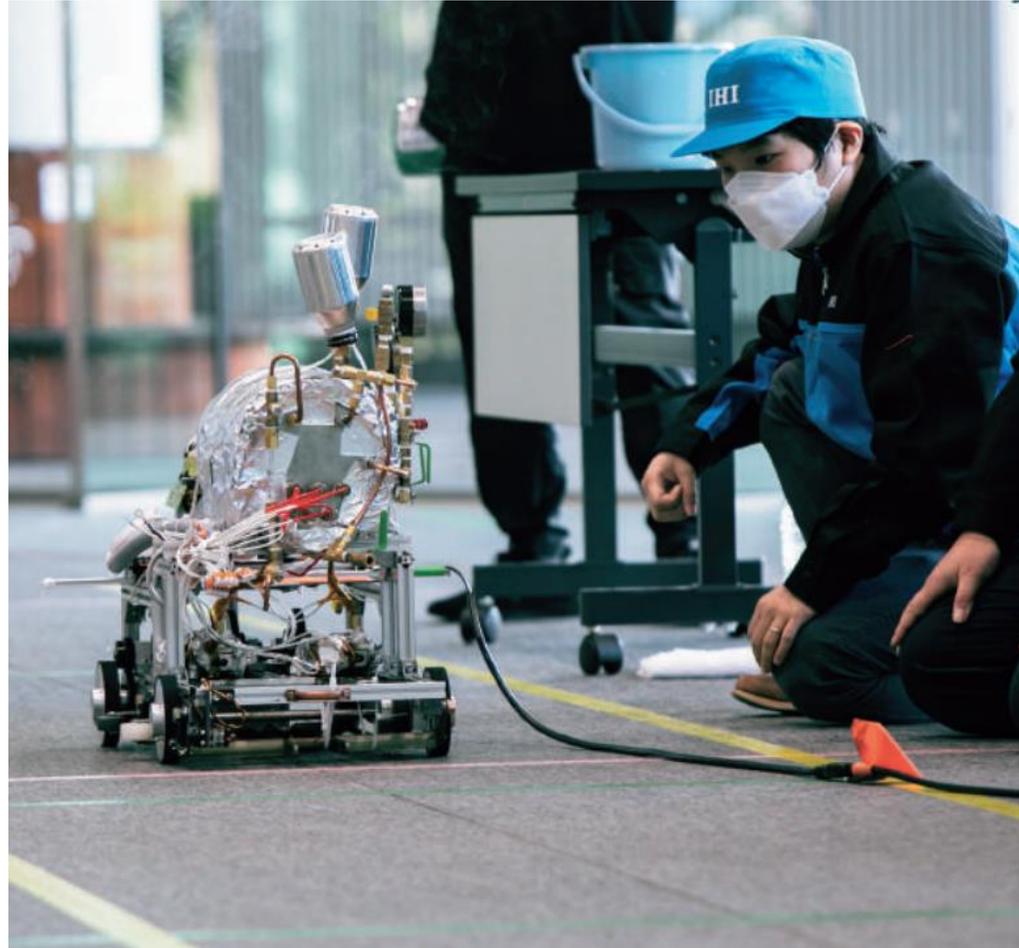


開発中のトラブル1 -規定時間でお湯が沸かない-

- 原因：ボイラーが耐圧構造で重く大きいので、温度が上がりにくい
- 対策：強度設計をやり直し、閉止部の重量を大幅に低減

開発中のトラブル2 -エンジンの手前で蒸気が復水する-

- 原因：始動直後は配管が冷えている
- 対策1：断熱材で保温⇒効果不足
- 対策2：水加熱電力の一部を配管を直接加熱するヒーターにまわす



画像は後日作動させている様子

Sニー、T京オールアンドデーと戦ったが、1勝1敗で優勝ならず

4. 「ものづくり」へのフィードバック

航空機、原子力など失敗が許容されない組織（高信頼性組織*）

ルール内、スペック内でもものを作る必要がある

⇒ルール、スペックの背景がわからない社員、失敗の経験がない社員が増える

⇒外部環境が大きく変化したとき、確実に失敗する組織

* 福島真人「学習の生態学 —リスク・実験・高信頼性」(ちくま学芸文庫)

イノベーションが創出されにくい組織

- ・スピード感に欠ける
- ・部門間の横通しの不足

○部門の壁を越えた連携

- 有志で集まった様々な部門の知見を設計・製造・試験にフィードバック
 - 研究所
 - ターボチャージャ
 - 圧縮機
 - 鉄道車両
 - 情報マネジメント
 - プロセス装置
 - トンネルマシン
 - etc.
- 通常業務では考えられないほどの部門間連携に成功した

○高速プロトタイピング

- 1.5か月で成果を出すために、試作の高速化を実施
- 設計⇒試作⇒試験のサイクルを繰り返すことでブラッシュアップしていった

そのほか、

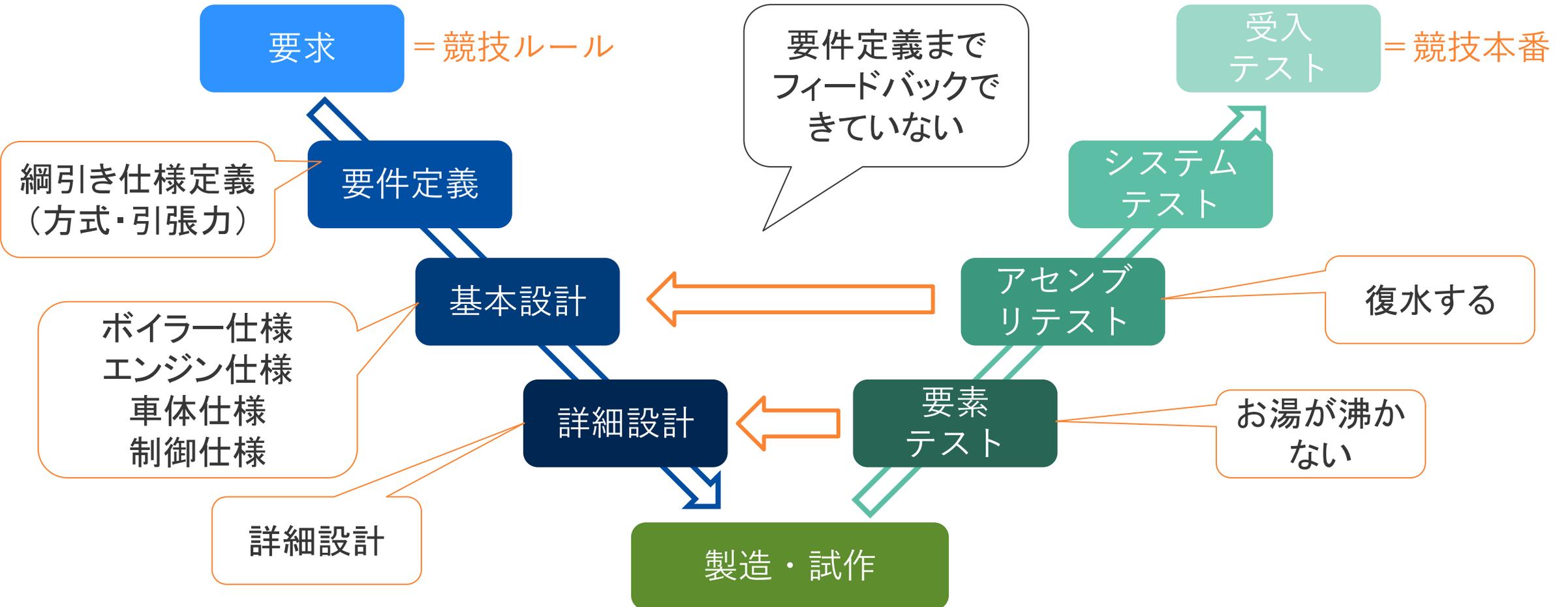
○「社内副業」制度の活用による社員のエンゲージメント向上
なども得られた

⇒何よりも、具体的でリアルな経験を積むことができた価値は大きい

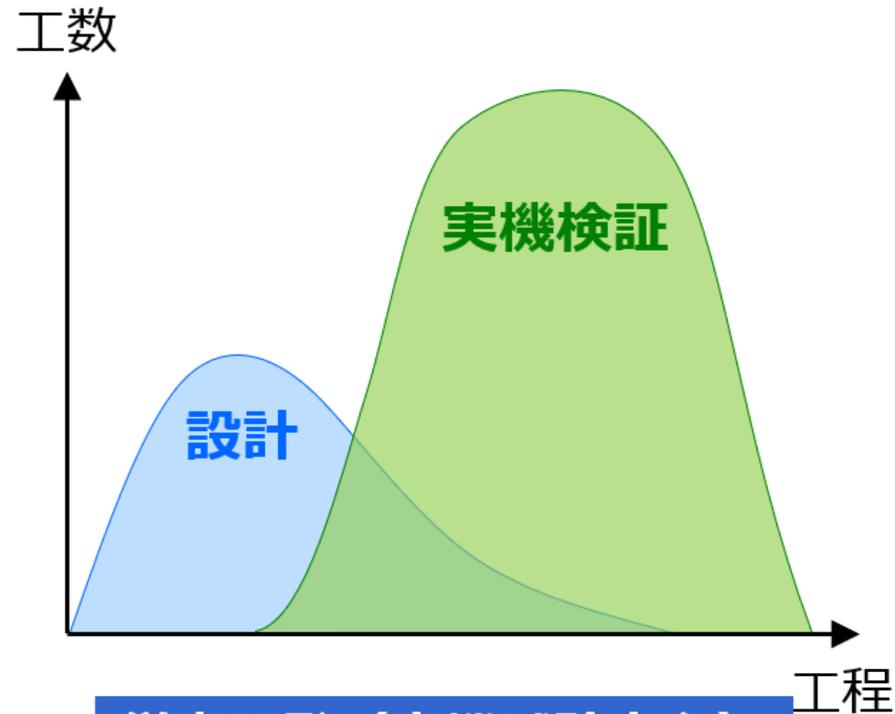
“生活習慣病は、薬を飲んだり、手術をしたりで治すことはできません。～中略～
そして、それを克服するためには「できる範囲で違う習慣を試してみる」しかありません。症状をいくら詳しく熱心に分析して、特定の原因をつきとめたところで、
カラダはよくなりはしないのです。”

若林恵（黒鳥社コンテンツディレクター、もとWIRED編集長）

魔改造の夜をV-Processに当てはめてみる

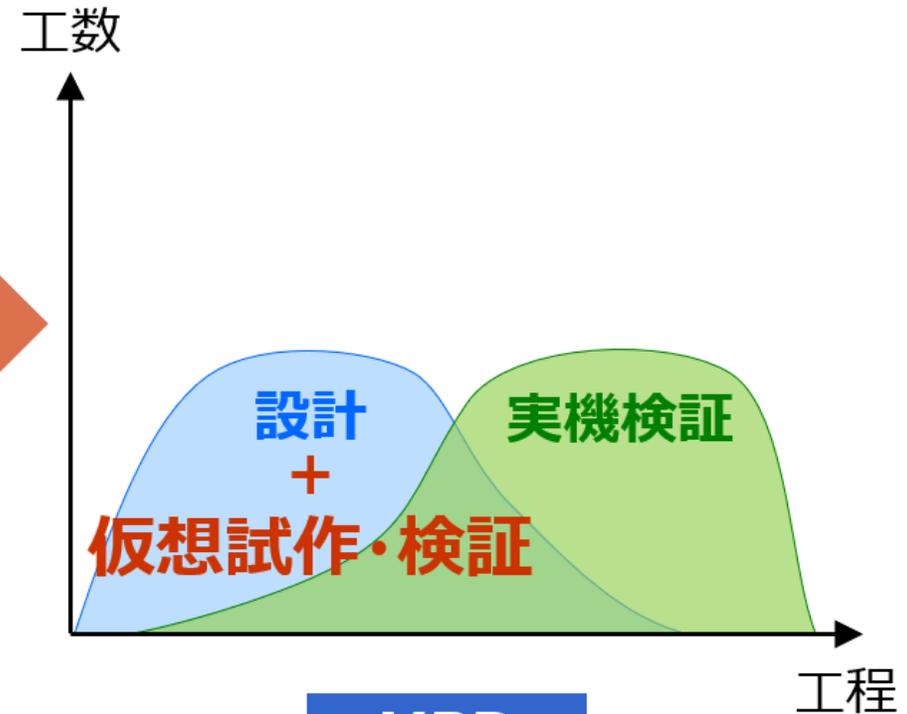
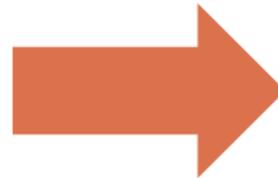


開発のフロントローディング



従来開発（実機試験中心）

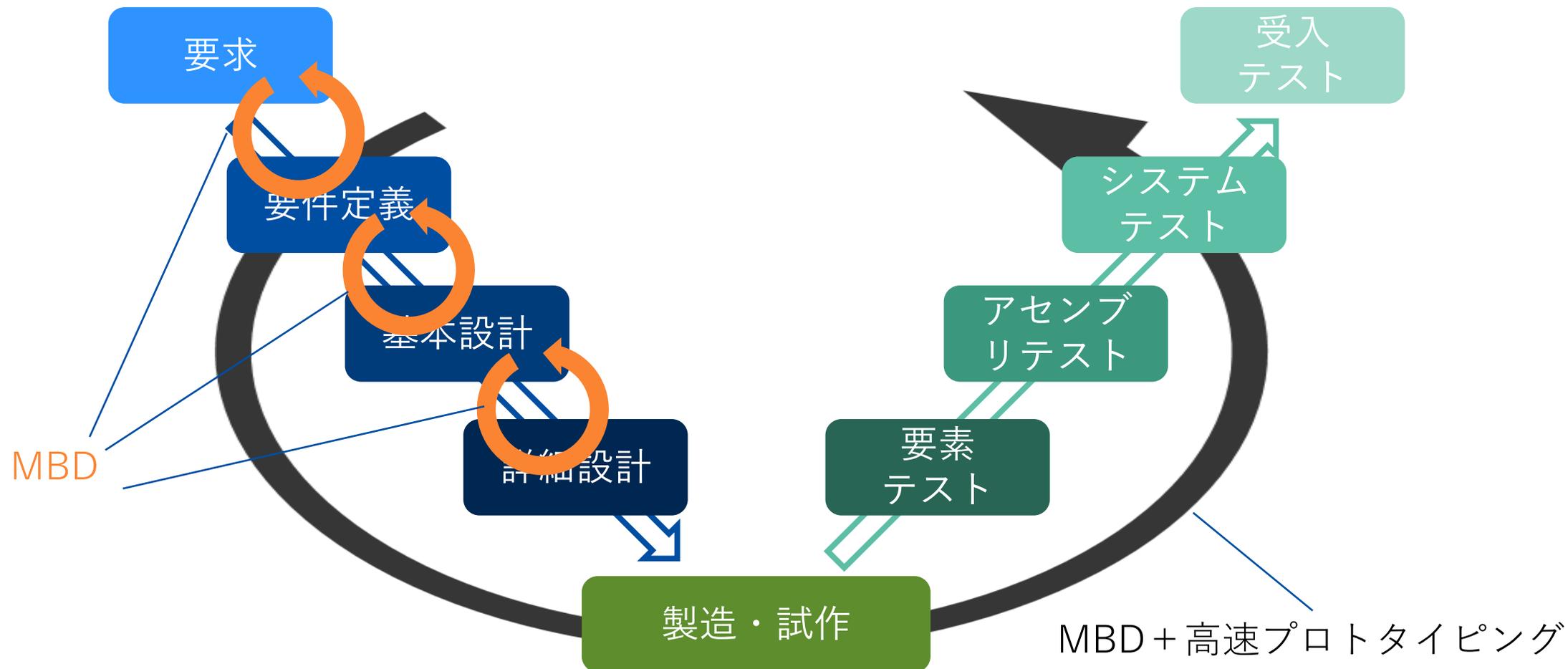
- 不具合修正コストが高い
後工程にテストが集中
- 設計抜け漏れが起こり易い



MBD

- 不具合修正コストが低い
開発上流にテストを前倒し
- 設計抜け漏れを早期に発見・修正

モデルベースによる小さなサイクルをプラスする

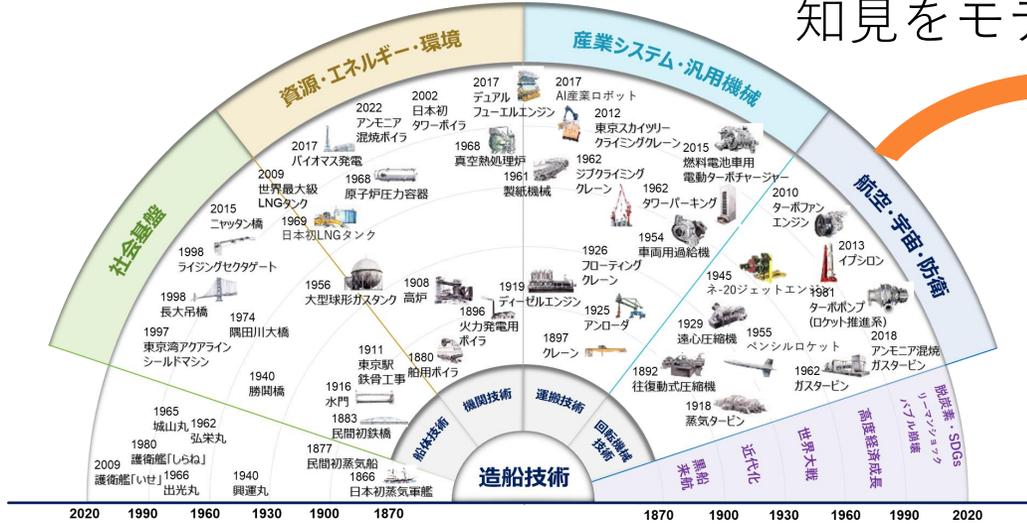


「ものづくり」へのフィードバック

貯めこんだ知見をモデルで集約・共有

「みんなが使える！
IHI版モデルライブラリ」
の構築を進めていきたい

各部門の専門的な
知見をモデル化



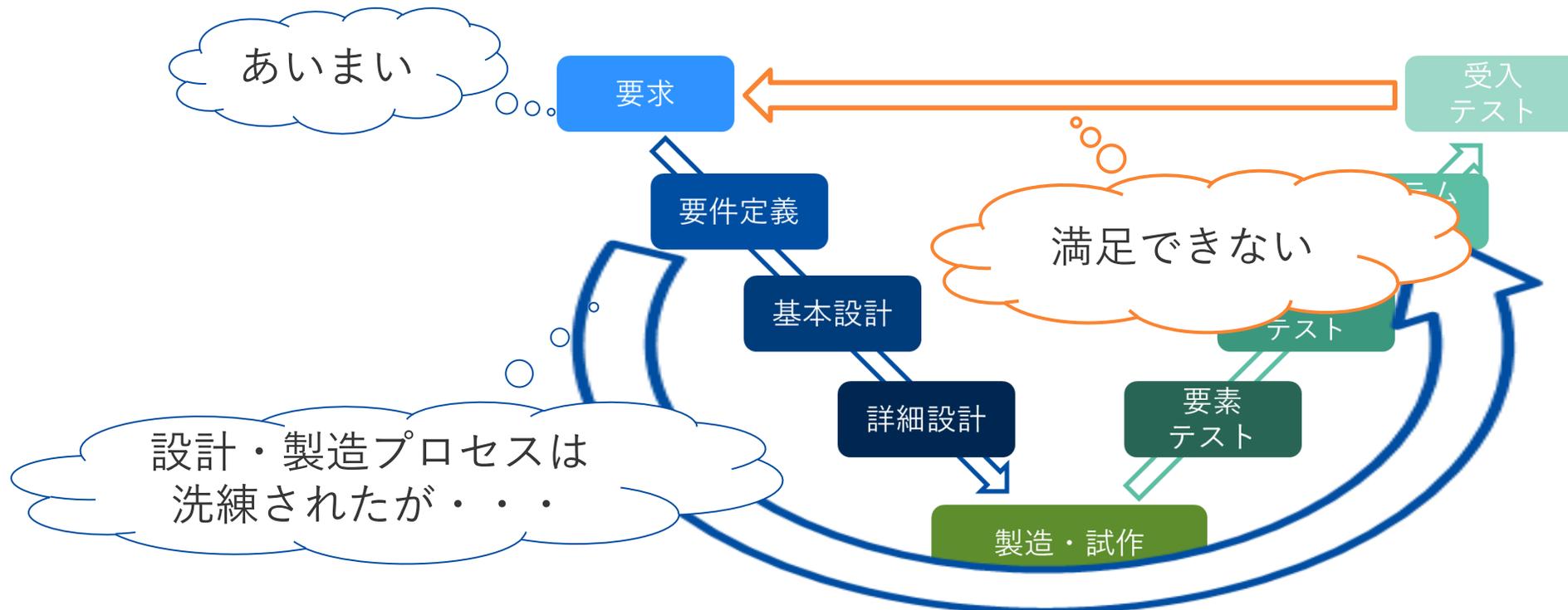
カスタム コンポーネントとカスタム ライブラリの作成

<p>車両 HVAC システム</p> <p>この例では、車両の暖房、換気、および空調 (HVAC) システムにおける湿り空気の流れをモデル化します。車室は、外部環境と熱を交換する湿</p>	<p>航空機の環境制御システム</p> <p>この例では、圧力、温度、湿度、オゾン (O3) を制御して快適かつ安全な機内環境を維持する、航空機の環境制御システム (ECS) をモデル化</p>	<p>PEM 燃料電池システム</p> <p>この例では、プロトン交換膜 (PEM) 燃料電池スタックをカスタム Simscape™ ブロックでモデル化する方法を示します。PEM 燃料電池</p>
<p>エンジン冷却システム</p> <p>この例では、カスタム熱流体ブロックを使用して基本的なエンジン冷却システムをモデル化する方法を示します。固定容量型ポンプは冷却回路</p>	<p>カスタム コンポーネントをもつブレイトンサイクル (ガス タービン)</p> <p>この例では、ブレイトンサイクルに基づくガス タービンの補助動力装置 (APU) をモデル化します。Compressor ブロックと Turbine</p>	<p>ランキン サイクル (蒸気タービン)</p> <p>この例では、ランキンサイクルに基づく蒸気タービンシステムをモデル化します。サイクルには過熱および再加熱が含まれており、それぞ</p>

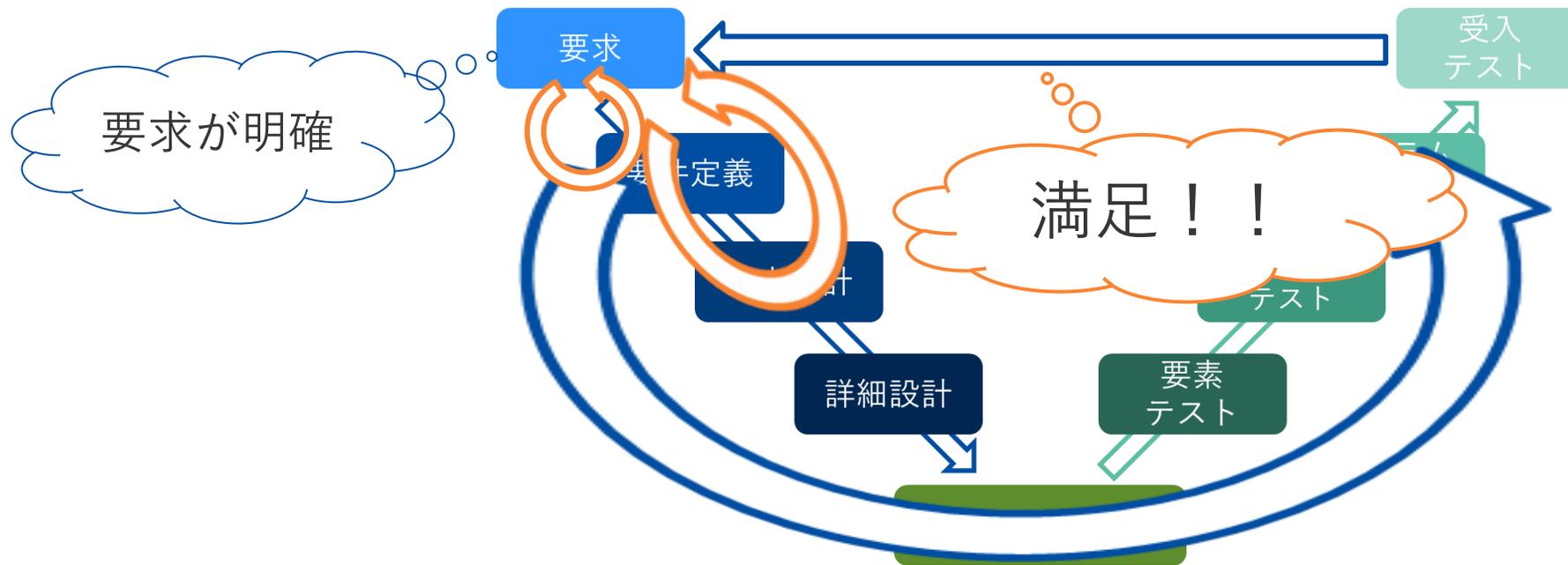
MathWorks ウェブサイトより

(<https://jp.mathworks.com/help/simscape/examples.html>) 24

- 変化の激しい時代に待ち受けること
 - 顧客・ユーザーも真に必要なものを把握できない or 明文化できない
 - 要求されたものを短期間・高品質でつくるだけでは真の顧客満足を得ることができなくなる
- 自社プロセス内でのフィードバックの高速化から更に進んで、顧客・世の中からのフィードバックの高速化に取り組む必要がある。



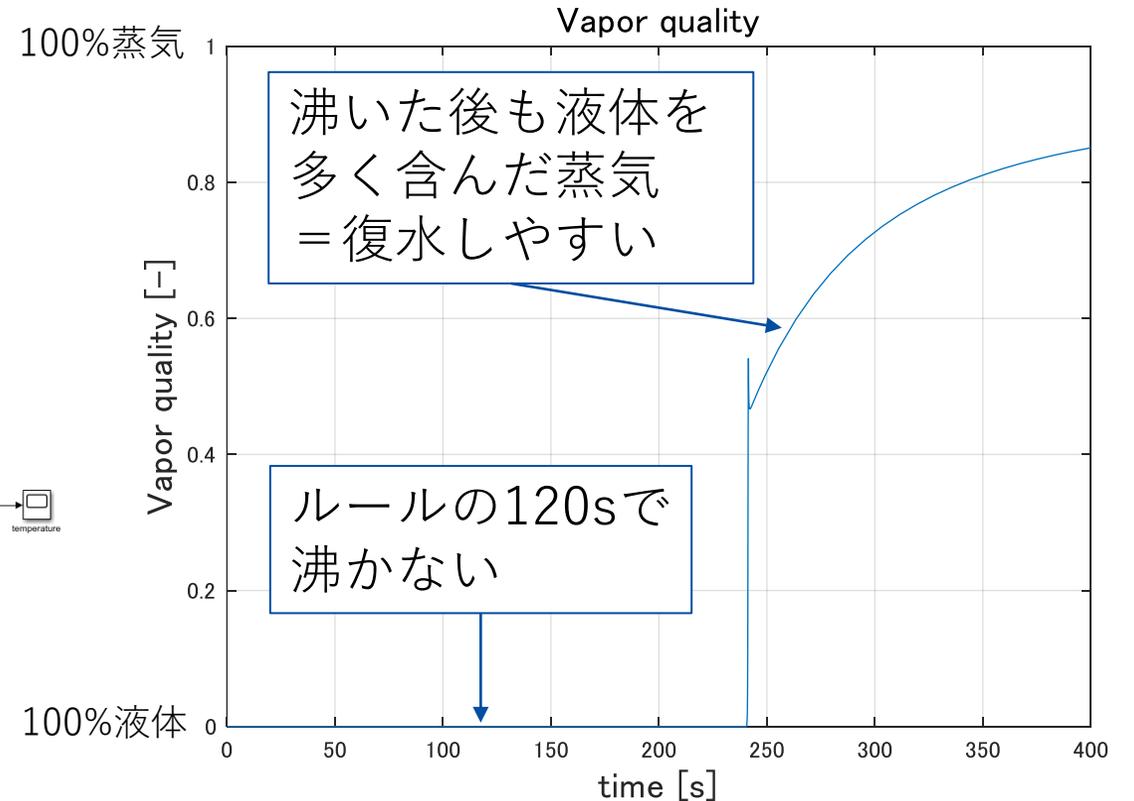
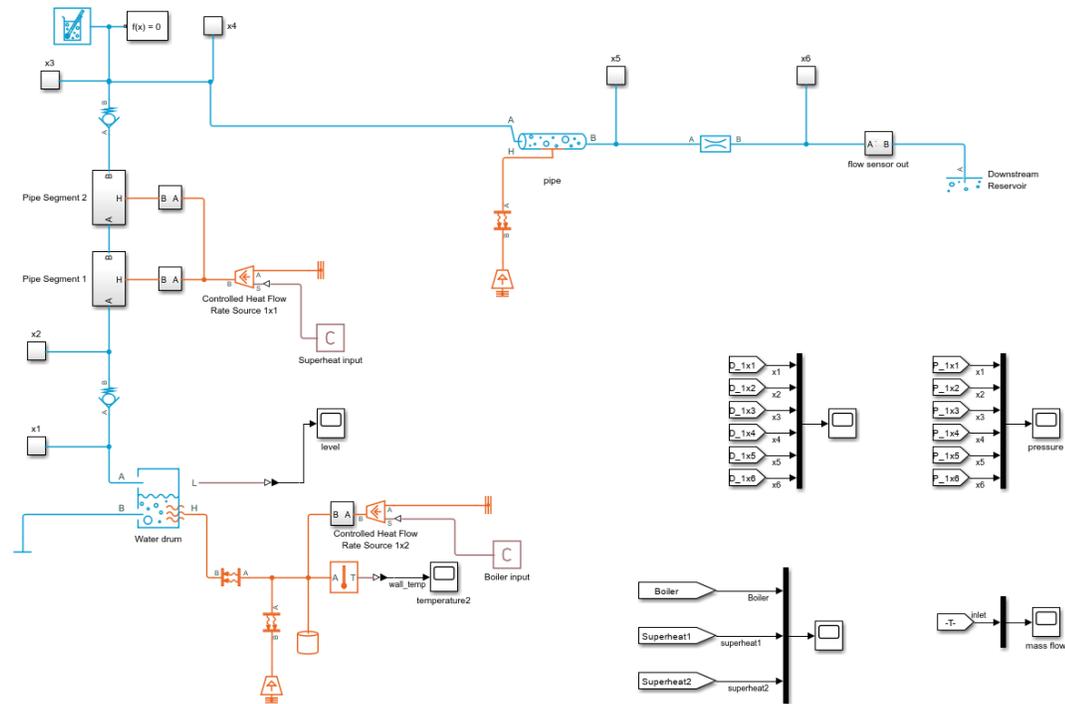
- 顧客が満足できる提案、要求のすり合わせにはのために高速なフィードバックサイクルが必要
- 顧客も含んだサプライチェーン全体にモデルベース開発が浸透すると
 - モデルを使った提案や要求のすり合わせが可能となる
 - その結果を元に素早く要求を修正できる



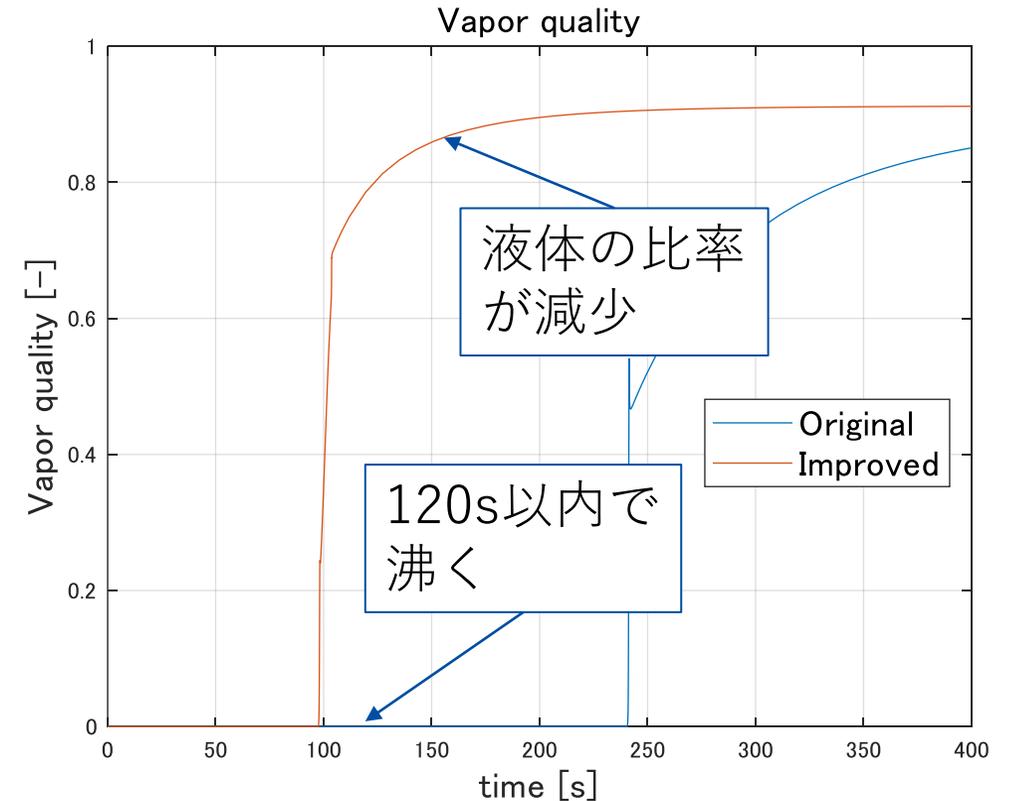
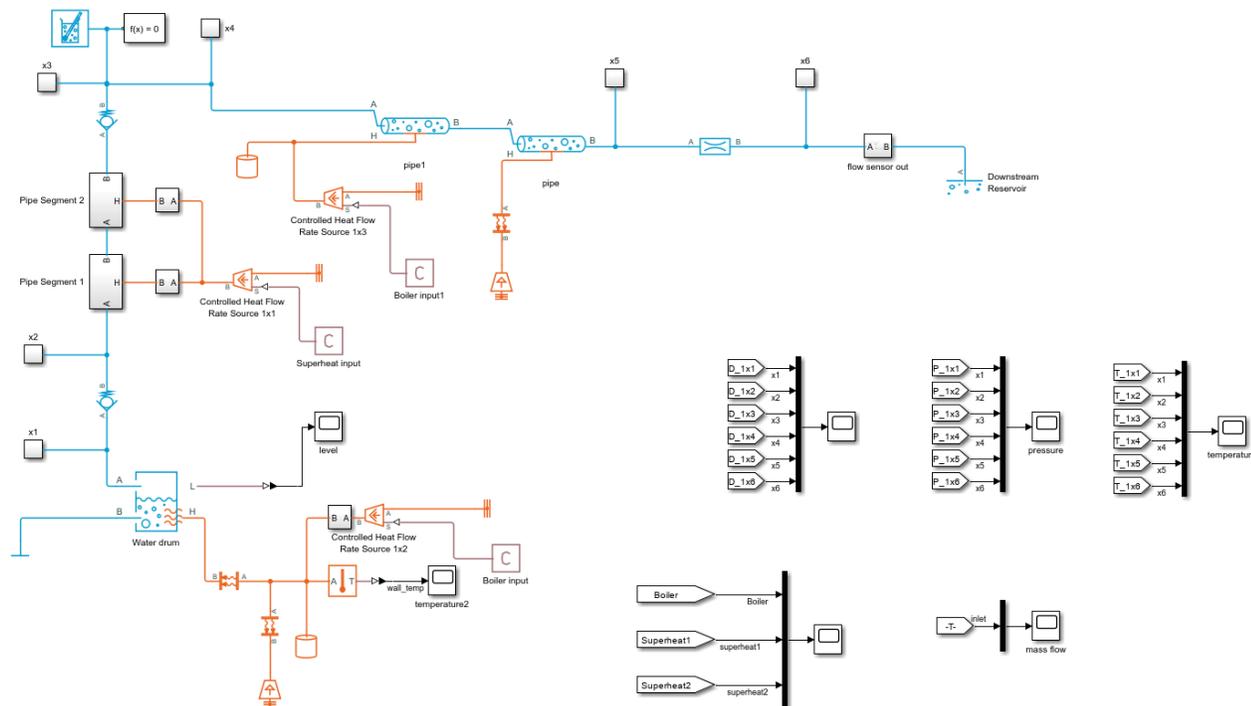
モデルベース開発で解決していきたい

おまけ1 魔改造マシンのモデルを作ってみた

- 初期設計のボイラー + 配管をSimscapeでモデル化
- シミュレーション結果は試験中に起きた問題と同じ結果を示している



- 最終形のボイラー + 配管の要素を追加
- お湯はルール通り120s以内で沸いており、水蒸気の品質も初期型より高い
- モデルを作るのに慣れていれば、小規模開発でも十分に役立つ





- 出場メンバーを中心に社内サークル「Maker's Vector-0」を設立
- 自ら手を動かしてものづくりを行うことでの手ごたえを得られる
- 様々な部門のメンバー間のコミュニケーション
- これまでに作ったもの（例）
 - 電気ケトル蒸気機関車（2代目）
 - 改造ミニ電動4輪駆動車
 - ヴァイオリン型スピーカー
 - 紙飛行機用蒸気カタパルト

「魔改造の夜」をきっかけに様々な活動が生まれる



ものづくりサークル設立：Maker Faire Tokyo, STEAM教育, アートプロジェクト



2023年度技術開発本部新入社員ものづくり研修

Future Makers Challenge

今年度入社した技術開発本部の新入社員20名が4名×5チームに分かれ、約8週間、創意工夫を凝らしマシンを製作しました。タイム、プレゼンなどの点数を競います。栄冠はどのチームに輝くか？未来のものづくりを担う新入社員のチャレンジをぜひ観戦ください！

事前申込み
はこちら



日時: 2023年6月30日(金)
 第一試技 9:30 (~11:00予定)
 第二試技 13:00 (~16:00予定)
 場所: i-Baseプレゼンテーションドック
 Teams配信あり

*事前申込み無しでも参加可能ですが人数把握のためなるべく申込みください。Knowledge Gatewayでもご案内します。詳細はそちらをご覧ください。

お問合せ先: (事務局) 技業人担 関根, 技理部 佐藤, もの推部 大岩

機体名 **Buggy on Buggy**

Presented by ものづくり研修5班 Yokohama Drinkers

バギーの上にはバギー、そしてYokohama Drinkersの夢と希望、賞品への熱い思いがのっています

文書番号: もの2305-2000-001

子Buggy

タイヤ止め設置

遊び心のカメラ: 走行風景をモニター可能

衝突後の転倒防止

横転防止

チームロゴ!

出力10倍! ウルトラダッシュモータ

親Buggy

コンセプト
とにかく**確実に・最速で**走破したい!

- 段差はやぐらで“確実に”
- 反転可能&速い機体で“最速”を目指す

こだわりポイント

- アクリル板・木材を基調とした**デザイン性**
- ステアリング機構, 自作回路による**直感的で精密な**操作
- 遊び心**でカメラ搭載

反転走行モード

落下に伴う反転に対応

ステアリング機構

【子Buggy 前輪部】

既存のステアリング機構

3DPで作成

サーボモータ

既存のステアリング機構を改造し制御可能に!

- 直感的な操作を実現
- スムーズなコーナリング

コントローラ

切替スイッチ

ジョイスティック

“一から”回路を設計し製作

- 反転モード切替スイッチ(D⇔R)
- 精密な**加減速機能**(PWM)
- 自由自在なカスタマイズ**が可能

今後、MATLABの活用も期待

- 「魔改造の夜」に出場し日常の業務とは違った条件でプロジェクトに挑むことで、部門の壁を越えた連携や高速プロトタイピングを達成した
- 具体的でリアルな経験を積むことができた価値は大きい（生活習慣病を克服するためには、習慣を変え、体を動かし続けるしかない）
- モデルベース開発を利用した設計プロセスの構築やモデルの共有を達成することで、「魔改造の夜」で得た成果の「ものづくり」へのフィードバックが可能であると考え
- サプライチェーン全体へモデルベース開発を広げていくことで、ものづくりをよりよい形へと変えていくことができると信じる

IHI

Realize your dreams

プレゼン資料作成協力

株式会社IHI

技術開発本部

崎坂 亮太