

非機能要件に着目したシステムズエンジニアリング

※本資料は「オートモーティブソフトウェアフロンティア2019」で発表された内容の一部を抜粋したものです

ビジネスキューブ・アンド・パートナーズ株式会社

会社紹介

非機能要件に着目したシステムズエンジニアリング

システムズエンジニアリング導入のモチベーション

計測プロセス：Technical Measurement

Technical Measuresの同定

まとめ

会社名	ビジネスキューブ・アンド・パートナーズ株式会社
英表記、略称	Business Cube & Partners, Inc. (略称：Biz3)
設立	2000年7月
代表取締役社長	ファン・マヌエル・エステベス (Juan Manuel Estevez)
所在地	東京都渋谷区広尾1-13-1 フジキカイ広尾ビル5F
ビジネス領域	<ul style="list-style-type: none">・ プロセス改善、開発技術 コンサルティング (Automotive SPICE、AUTOSAR)・ 安全分析、安全設計 コンサルティング (各種安全認証規格)・ 製品開発マネジメントコンサルティング (開発管理会計)
サービス形態	<ul style="list-style-type: none">・ コンサルティング (定期訪問／単発訪問でのご支援)・ アウトソーシング (顧客拠点での半常駐型による業務代行のご支援)・ アセスメント (Automotive SPICE、ISO 26262に基づくプロジェクトの評価)・ トレーニング (一般開催/プライベート開催による人材育成のご支援)

- ◆ システムの安全性、信頼性向上を広く支援
 - 車載電子システム開発の現場におけるプロセス改善、エンジニアリング支援を得意とする
 - 自動車分野で培ったノウハウに基づき、医療機器・航空・宇宙・鉄道・サービスロボット等の分野にもサービスを拡大している

- ◆ プロジェクトレベルで国内と海外の橋渡し
 - アセスメントの経験・知見を生かして、国内自動車メーカー様に対して、海外サプライヤーのQCD管理を支援する

- ◆ お客様のビジネスゴールの達成に深くコミット
 - コンサルティングサービスのご提供にあたって、お客様との密接な協業によるプロジェクト推進を通じて、成果が得られるまで支援する

- ◆ Automotive SPICE PRM/PAM 公式日本語訳の翻訳／監修
- ◆ 国際アセッサー認証機構 (intacs™) 日本地域代表
- ◆ 日本を含むアジア地域のSPICEアセッサーの大多数を育成
 - 850名超 (2019年2月現在)
- ◆ 自動車および航空宇宙分野のアセッサーコミュニティの発起人
 - 日本SPICEネットワーク
- ◆ 各種出版物
 - Automotive SPICE 実践ガイドブック : 4冊
 - ISO 26262 実践ガイドブック : 2冊
- ◆ intacs™ 認定アセッサー弊社内育成実績
 - アジア地域最多の経験豊富なアセッサー
 - ▶ intacs™ 認定 アセッサートレーニング インストラクター
 - Competentレベルインストラクター : 7名
 - Provisionalレベルインストラクター : 8名
 - ▶ intacs™ 認定 Automotive SPICE Principalアセッサー : 8名
 - ▶ intacs™ 認定 Automotive SPICE Competentアセッサー : 13名
 - ▶ intacs™ 認定 Automotive SPICE Competentアセッサー : 30名



ISO 26262 実践ガイドブック シリーズ



Automotive SPICE 実践ガイドブック シリーズ

- ◆ 取引者数：219社
 - 完成車メーカー：7社
 - 部品サプライヤー：130社
 - その他（コンサル会社など）：82社

- ◆ 取引先ごとの取引継続年数
 - 10年超：15%
 - 10年以下：61%
 - 5年以下：24%

- ◆ 海外サプライヤーを採用しているADAS/ADプロジェクトの支援
 - Automotive SPICEを道具に、海外サプライヤーの開発プロセスの弱みを洗い出し、プロジェクトの潜在リスクの洗出し、サプライヤーのQCDをコントロールする仕組み

◆ 欧州における実績

- intacs™ 創設メンバー
- intacs™ 認定アセッサートレーニング機関
- intacs™ 日本地域代表
- 旧Ford グループ認定品質パートナー
- VDA Automotive Sys Conferenceにおける同時通訳



◆ 中国における実績

- 中国自動車技術研究センターの中国機能安全規格策定委員
- intacs™ 認定アセッサートレーニングの開催
- 各種シンポジウムでの講演多数
- サプライヤに対するギャップ分析、改善支援、公式アセスメント実施

会社紹介

非機能要件に着目したシステムズエンジニアリング

システムズエンジニアリング導入のモチベーション

測定プロセス : Technical Measurement

Technical Measuresの同定

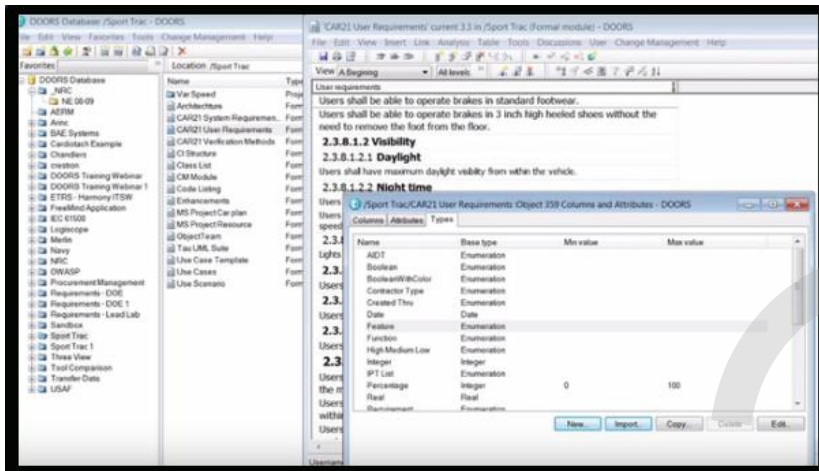
まとめ

システムズエンジニアリング導入 のモチベーションは何でしょうか？

システムズエンジニアリング導入 成果は評価されていますか？

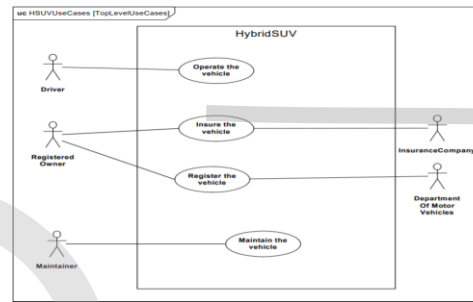
- ◆ システムエンジニアリング領域の専任部署を新設
- ◆ リバースエンジニアリング的に設計ドキュメントを生成しながら、MBSEプロセス構築を目指す
- ◆ SysMLモデルを利用した設計プロセス構築および設計ドキュメントは完成

Rational DOORSによる要件定義と管理

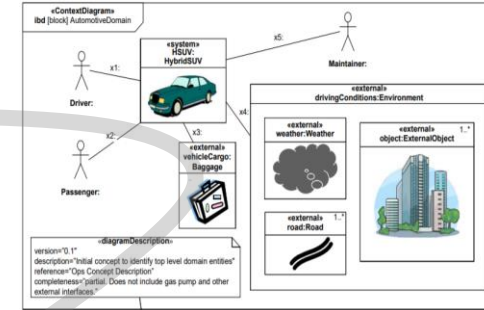


SysMLによるシステムアーキテクチャ記述

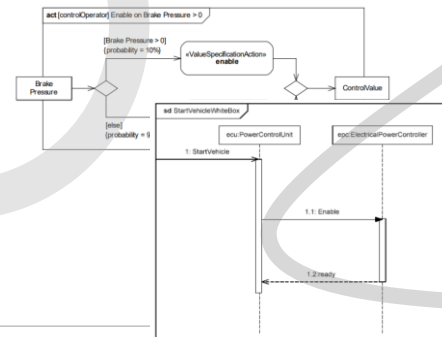
ユースケース



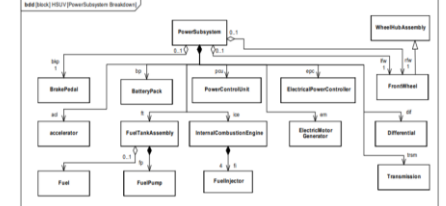
システムコンテキスト



振る舞い



構造



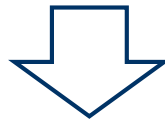
ドメイン設計チームからのフィードバック 性能目標や要件、設計制約 条件の情報がないと設計できない

◆ 反省

- システムズエンジニアリング導入の目的や成果が不明確
- 機能要件・振る舞い・構造モデルに注力(設計根拠が残っていなかった背景あり)
- 車両性能チームやドメインチームを活動に巻き込めなかった

◆ システムの実現を成功させることができる複数の専門分野にまたがるアプローチおよび手段

引用元 : INCOSE Systems Engineering Handbook v.4



目標達成までの道のりとGAPを可視化し、トレードオフ関係にある目標をバランスよく達成することに向けて複数の専門分野で意思決定・エンジニアリング活動を行う

- システムの実現や成功の評価指標の決定
- プロジェクト進行中の指標計測と評価
- 評価結果に基づく意思決定

会社紹介

非機能要件に着目したシステムズエンジニアリング

システムズエンジニアリング導入のモチベーション

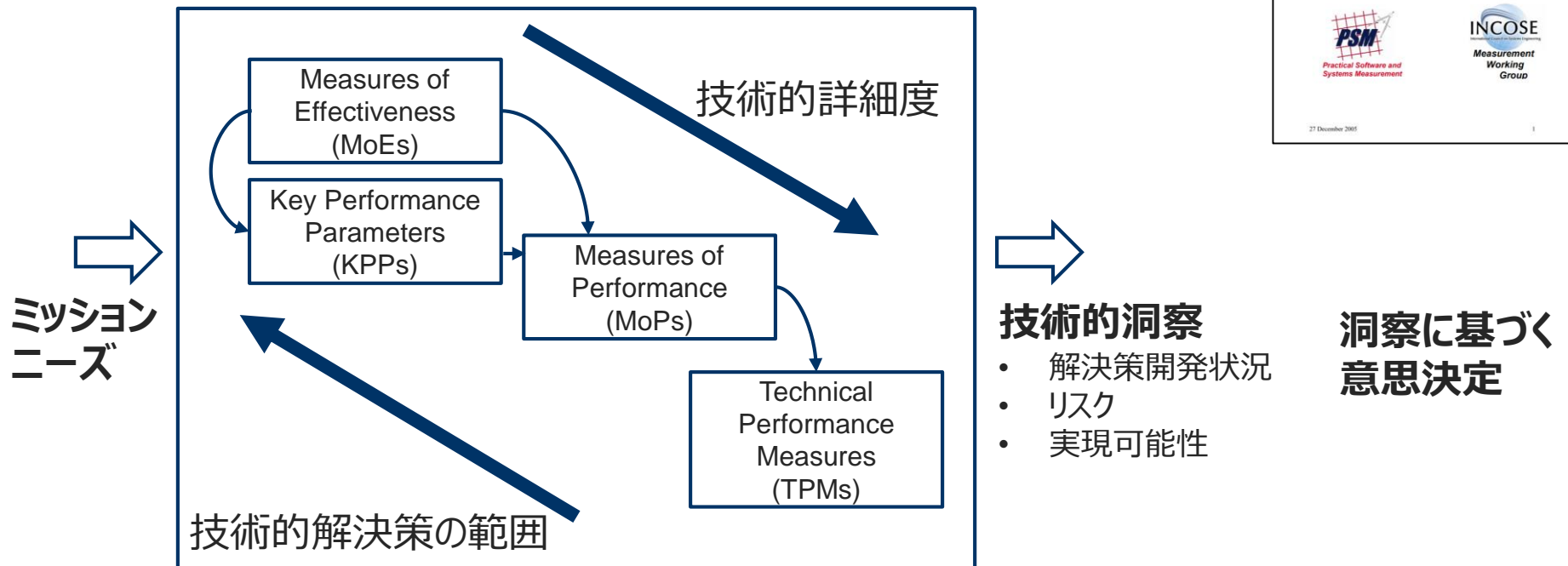
測定プロセス : Technical Measurement

Technical Measuresの同定

まとめ

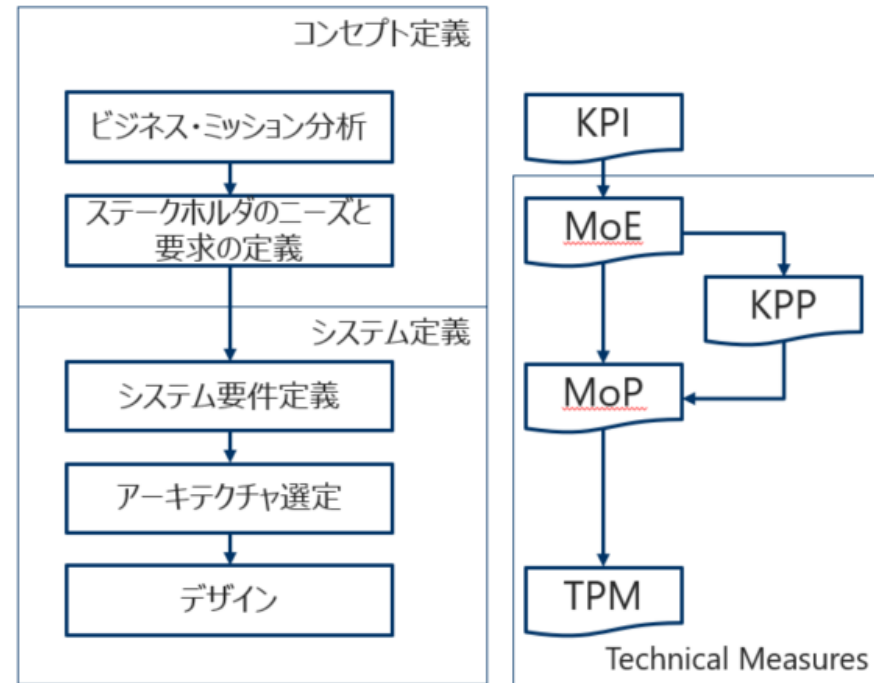
◆ 下記の技術的洞察を提供するために使用される一連の測定活動

- 目標達成に向けた技術的解決策の定義とその開発
- 技術的解決策の開発に関連するリスクと問題の継続的な評価
- 取得者の基本的な目的を達成する可能性



※INCOSE Technical Measurementドキュメントより出典

- ◆ MoE Measure of Effectiveness
 - **取得者(Acquirer)側の観点**で、任務(Mission)やオペレーション目標の達成を評価する尺度
- ◆ KPP Key Performance Parameters
 - オペレーション目標達成に特に寄与するパラメータ群
- ◆ MoP Measure of Performance
 - **供給者(Supplier)側の観点**で、MoEを計測可能な尺度に洗練したもの
- ◆ TPM Technical Performance Measure
 - 実装される**システムのアーキテクチャ構成要素のレベル**にMoPを詳細化したもの



- ◆ Technical Measureは開発ライフサイクルの間、継続的にモニター・レビューされ、技術進捗とリスクの評価に利用→正しい意思決定をもたらす

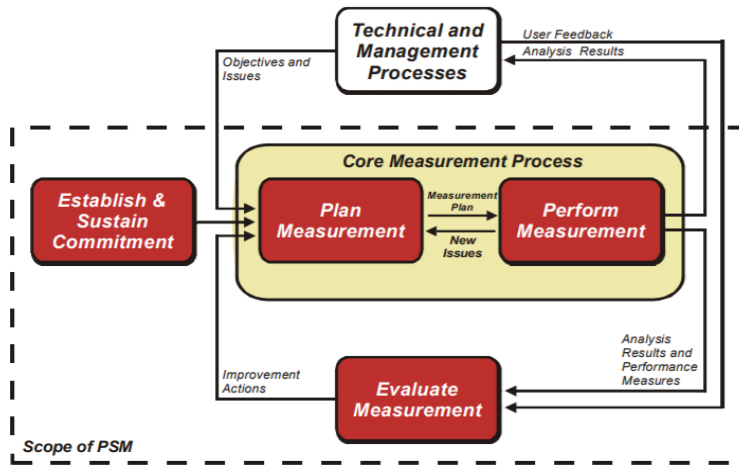
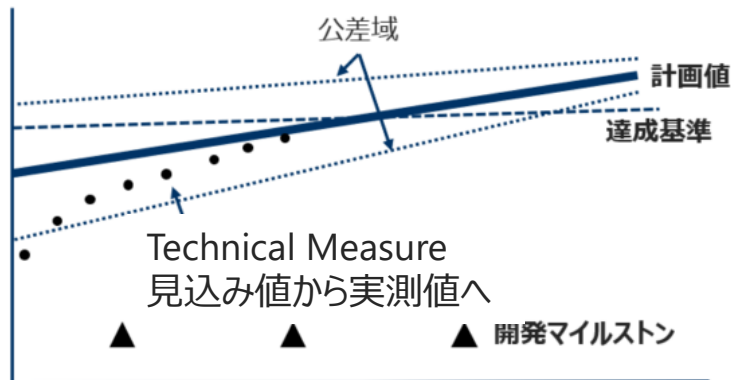


Figure 4-1 Four Key Activities of the PSM Measurement Process



- ◆ コミットメントの確立と継続
 - 計測プロセスに係るリソース、トレーニング、ツールの定義
 - 経営層・意思決定者の関与 → **重要なコミットメント**
- ◆ 測定の計画
 - MoE、MoP、TPMの選定と決定
 - 目実分析の計画
- ◆ 測定の実行
 - 測定と分析の実行(進捗、リスク、実現可能性)
 - 洞察の結果としてのレコメンデーション
- ◆ 測定の評価
 - 測定プロセスの有効性や改善点の評価
- ◆ 技術・管理プロセス
 - **意思決定(進捗、リスク有無、達成見込み)**

※INCOSE Technical Measurementドキュメントより出典

Confidential Information

会社紹介

非機能要件に着目したシステムズエンジニアリング

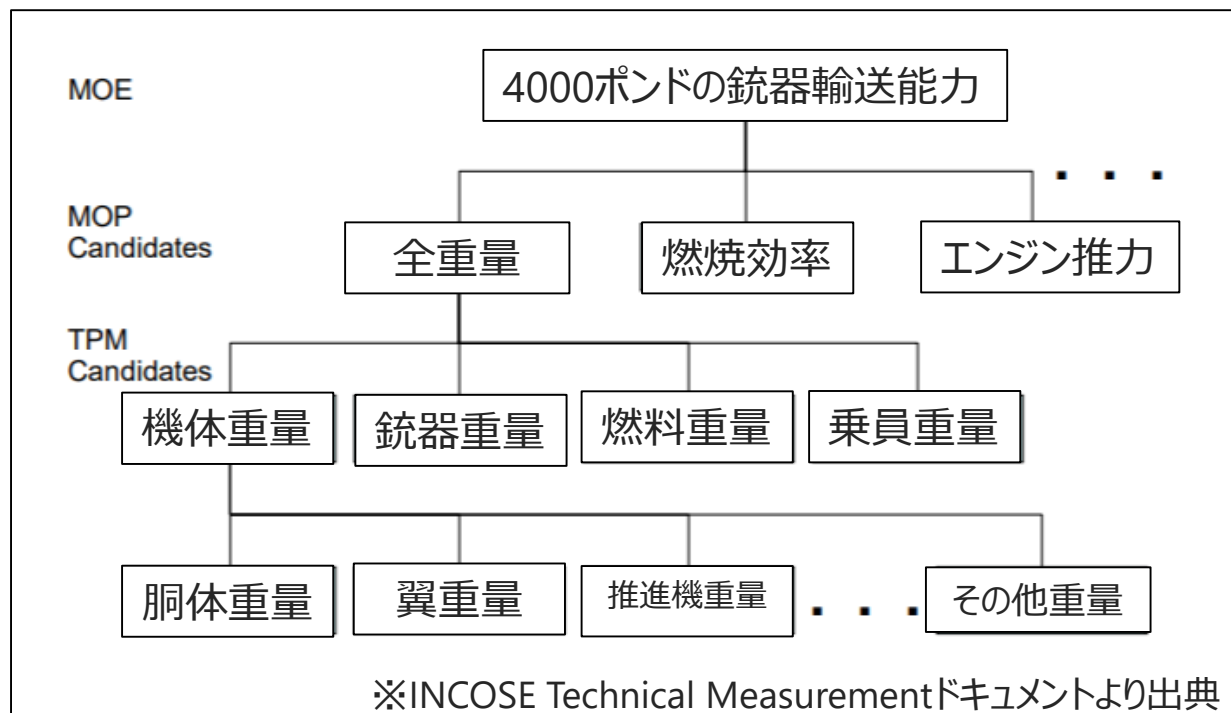
システムズエンジニアリング導入のモチベーション

計測プロセス : Technical Measurement

Technical Measuresの同定

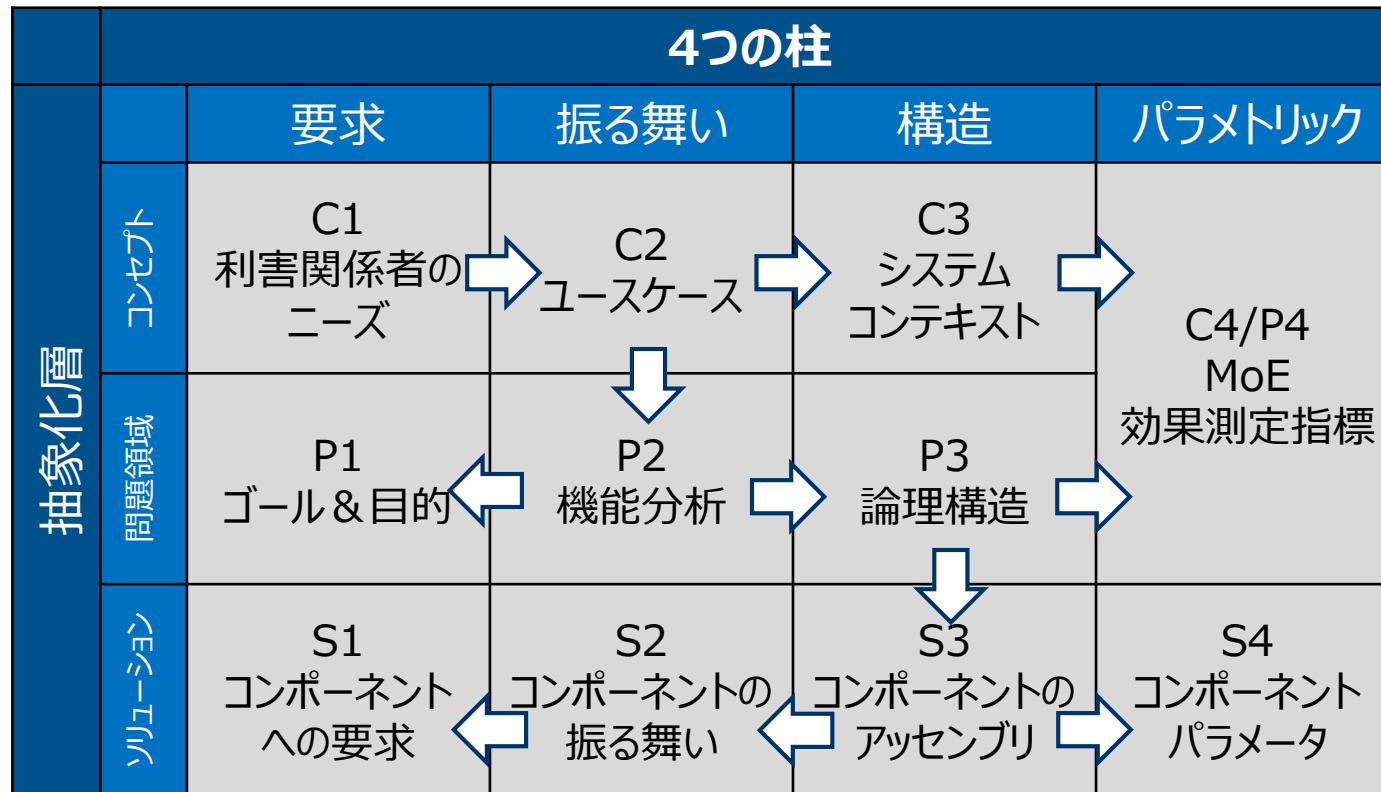
まとめ

- ◆ ミッション・オペレーション目標達成に寄与するTMsを同定する
 - ミッション：4000ポンドの銃器を空路輸送、出発地から300マイル以上離れた目標地点までリフィルなしで往復可能



- ◆ ただし凡例のようにTMsの関係性が分かりやすいものばかりではない・・・
 - 応答性、快適性、NVHなど、様々な要素の組合せ→ 寄与する特性分析が必要

- ◆ システムを様々な観点からモデリングする際に、観点に対するルールを与える
- ◆ ひらめき・経験に頼らず、ルール化されたアーキテクティングを行うことで網羅的に要件をコンポーネントへ割り当てる



※Dassault Systems社様(No Magic)のModel Based Systems Engineering with MagicGridより出典

事例：エアコンシステム

要求	振る舞い	構造
C1：利害関係者のニーズ	C2：ユースケース	C3：システムコンテキスト

常に車室内で快適に
過ごしたい(ユーザー)

心地
よさ

環境性能をあげたい
(取得者)

省エネ

環境規制の遵守
(法規・標準)

法令
遵守

制約：搭載性、コスト、品質
(取得者)

真夏、乗車直後
冷房フルON

応答性

真冬、乗車直後
暖房フルON

応答性

真夏、渋滞中
アイドルストップ状態

静粛性

効率性

メンテナンス時

環境
保護

パラメトリック

C4

MoE※1

効果測定指標

応答性

効率性

静粛性

環境
保護

・冷・暖房能力[W]

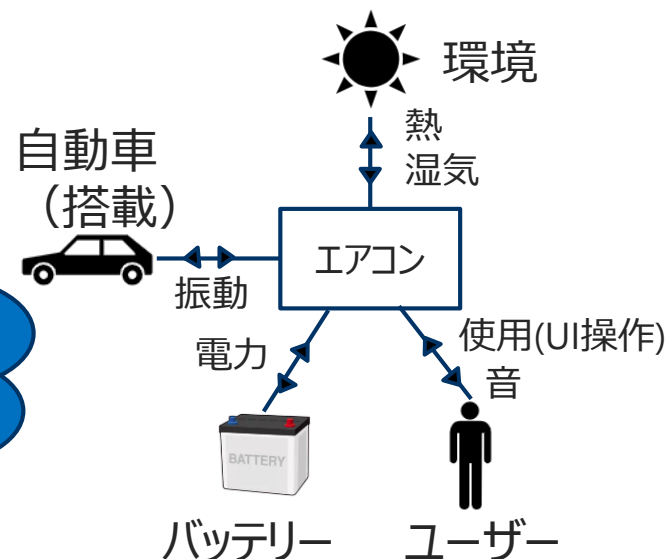
・エネルギー消費効率(COP)

冷房能力[W] ÷ 消費電力[W]

暖房能力[W] ÷ 消費電力[W]

・騒音レベル[dB/A]

・GWP(地球温暖化係数) 150以下

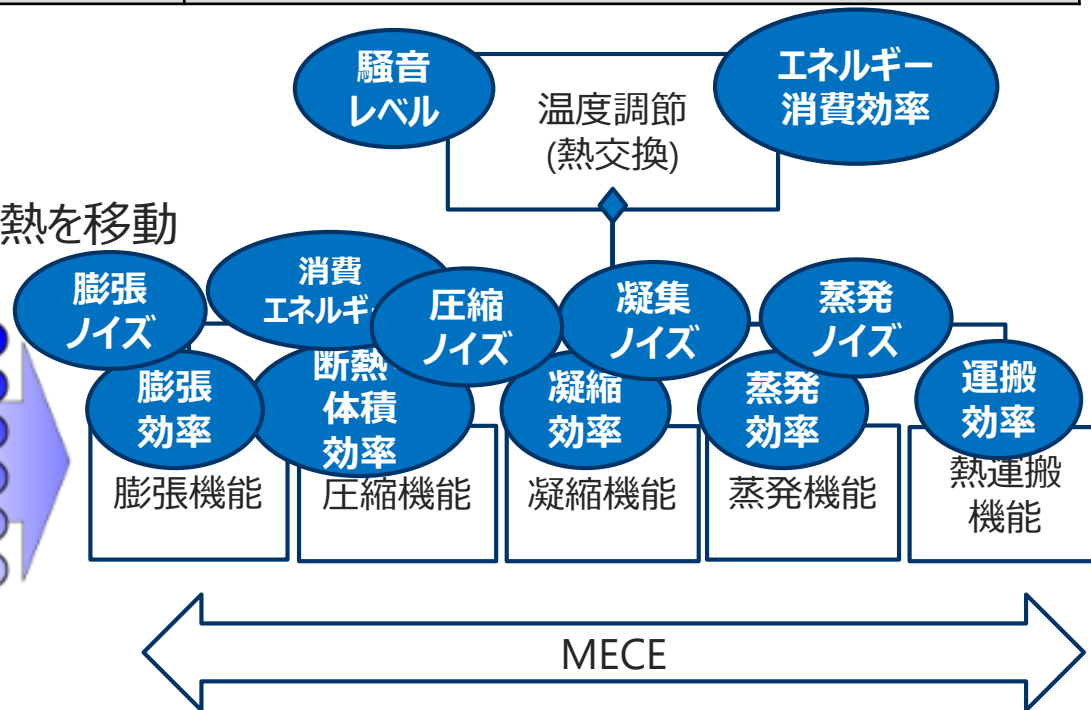
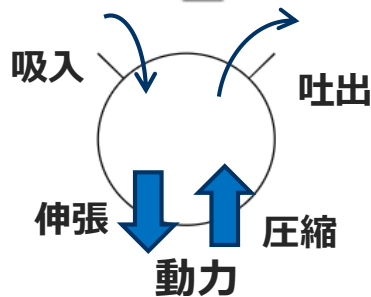
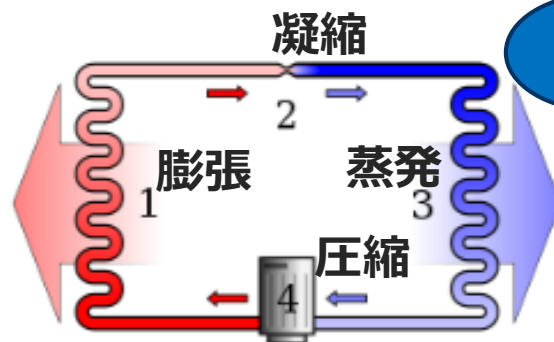


要求	振る舞い	構造
P1 : ゴール&目的	P2 : 機能分析	P3 : 論理構造

エネルギー変換
ロスの最小化による
能力・効率の向上

作動ノイズ・
伝達ノイズ最小化

ヒートポンプ方式
 ・圧縮すると温度上昇
 ・膨張すると温度低下
 ・温度差があるものを接触、熱を移動



TPMの同定(ソリューション層)

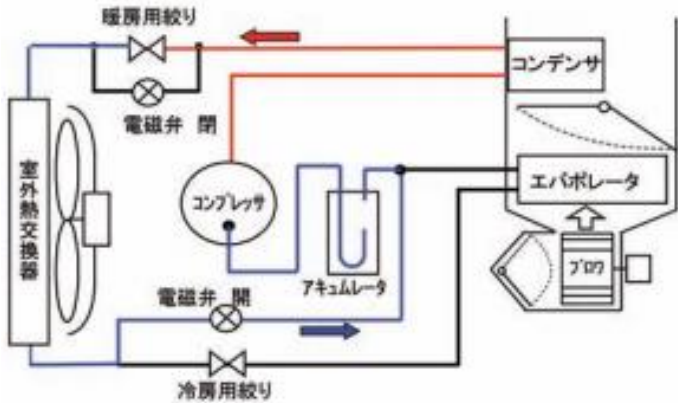
振る舞い

構造

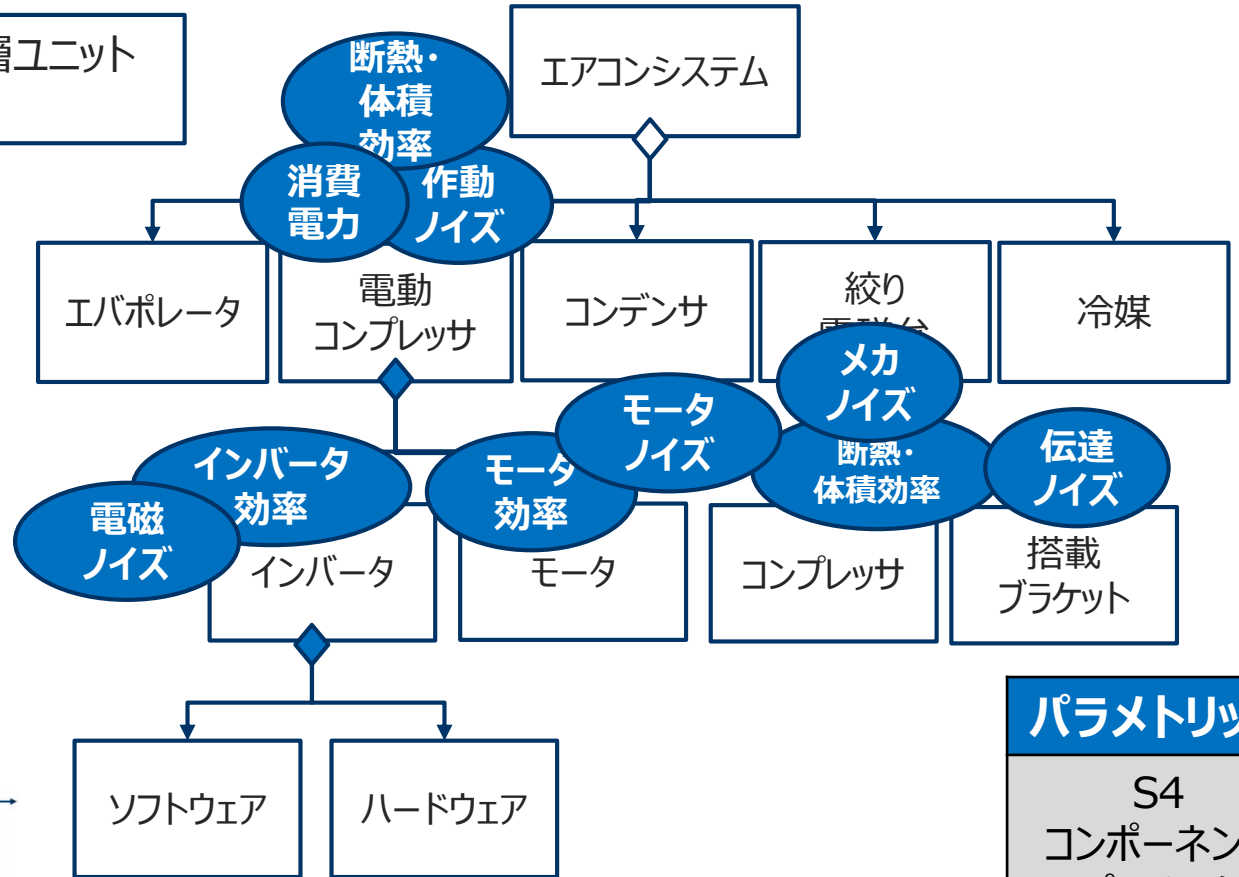
S2 : コンポーネントの振る舞い

S3 : コンポーネントのアセンブリ

方式選択 : 電動コンプレッサー + 内外気2層ユニット
 選択根拠 : エネルギーロスの最小化

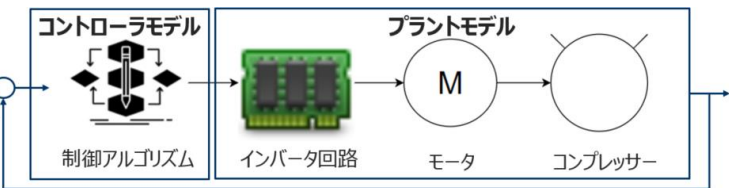


株式会社デンソー様論文より出典

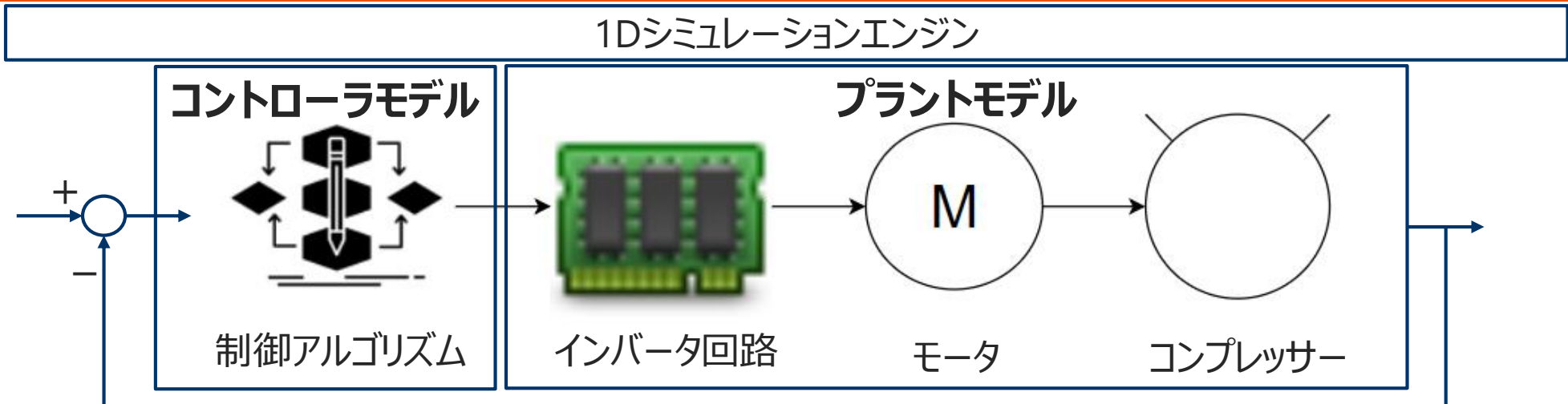


パラメトリック

S4
 コンポーネント
 パラメータ



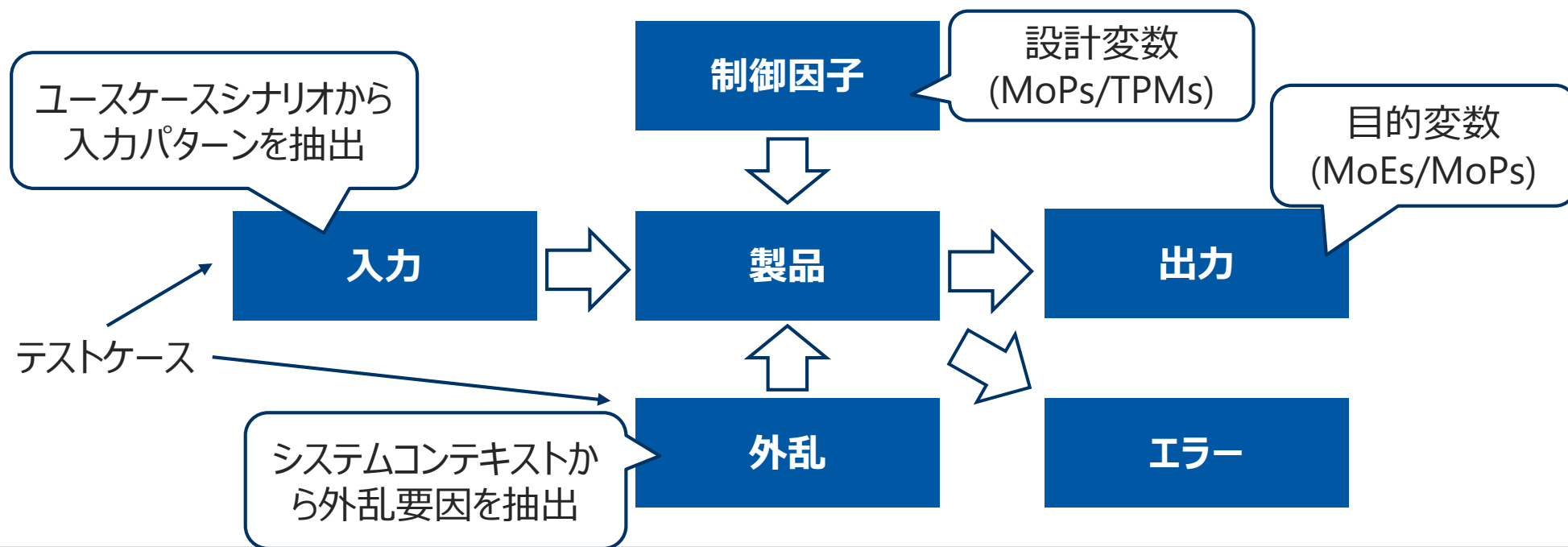
最適化技術活用による設計とシミュレーション評価



目的変数	総合効率最大化 モータ作動ノイズ最小化		圧縮効率・ 体積効率最大化 作動ノイズ最小化
	インバータ効率最大化 電磁ノイズ最小化	モータ効率最大化 モータノイズ最小化	

パレート 最適解探索 ↓ 利害関係者 で最適解を 意思決定	設計変数 キャリー周波数 制御方式 etc.	設計変数 スイッチング損失 定常損失 etc.	設計変数 ステータ巻き数 ステータ巻き方 ステータ巻き線材 スロット数・極数 磁石材 etc.	設計変数 圧縮方式 容量・体積 入出力ポート形状 圧縮室形状 各種寸法、公差 etc.
--	--	---	---	---

- ◆ 機能を安定化させるために影響する因子(パラメータ)を抽出
 - 出力を安定化させるために制御可能な因子
 - 発生すると安定状態から外れるノイズ因子(制御不能)
- ◆ 安定化のために寄与する設計変数群を探索、最適化
- ◆ コンポーネント単体・統合システムで狙い通りになっているか評価



会社紹介

非機能要求に着目したシステムズエンジニアリング

システムズエンジニアリング導入のモチベーション

計測プロセス : Technical Measurement

Technical Measuresの同定

まとめ

◆ 本セッションで、お話したこと：

- システムズエンジニアリング導入のモチベーションとして
 - ▶ 製品・プロジェクト成功の評価指標の可視化と意思決定
- 意思決定のための計測プロセス
 - ▶ Technical Measureの決定
 - ▶ 計測と評価(技術的進度、リスク、実現可能性)
- Technical Measure同定のテクニック
 - ▶ ビューポイント活用による網羅的なシステム分析
 - ▶ 最適化、シミュレーション技術活用による最適設計解の探索と評価
 - ▶ 品質工学の活用による制御因子の探索とロバスト設計

◆ 期待できる効果：定量値目標に基づく設計→評価→意思決定により、適切なシステムを効率的(コスト、スケジュール)に実現する



Business Cube & Partners

お問合せは下記までお気軽にご連絡ください。

ビジネスキューブ・アンド・パートナーズ株式会社
コンサルティング事業部

consulting@biz3.co.jp

<http://biz3.co.jp>