

# システム開発の手法

鎌田 正雄  
2009. 10. 29

SimTec.jp©

1  
2009/10/29

## はじめに

- 新規なシステム開発の必要を想定する
- システムズエンジニアリングによる効率的な開発
- システム開発には特有の技術がある
- 開発の目的を分析する
- 新規なシステムが要求される条件
- 客先と提案書
- システム計画の手順
- 開発のライフサイクル
- 開発計画(WBS、DR、コストモデル)
- 設計技術の要素
- 基本は計画(P)、実施(Do)、点検(C)、修正(A)
- 仕事と文化、技術者の職業倫理

SimTec.jp©

2  
2009/10/29

## 新規なシステム開発の必要性

- 競争的要件・・・外部の技術進歩、現システムの遅れの予想
- 経済的要件・・・利益率増加の鈍化、コスト高
- 技術進歩の要件・・・技術進歩の取り入れ、新材料、部品運用コスト削減、安全性、高信頼化等の要求
- インセンティブ
  - ・外部環境の変化が小さく、製品の優位性がある場合
    - ・・・将来技術の開発
  - ・外部環境の急激な変化、現製品の敗退の可能性・・・危機的状況
  - ・客先または経営上の要求・・・緊急性
- 可能な限り早く、低コストで開発の要求
- コスト、スケジュール、性能、運用要求を効率的に達成する手段がシステムズエンジニアリング

SimTec.jp©

3  
2009/10/29

## システムとシステムズエンジニアリング

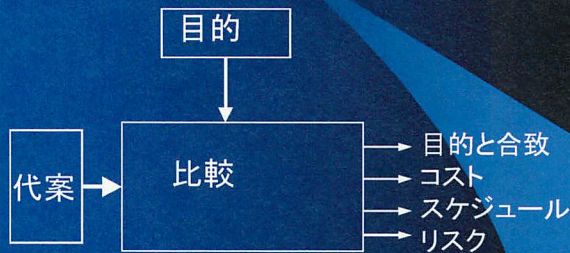
- システムの定義
  - ・システムとは多数の構成要素が有機的な秩序を保ち、同一目的に向かって行動するものである。
  - JIS 8121
  - 多数の構成要素・・・構成要素(サブシステム、ハード、ソフト、部品)
  - 同一目的・・・最終の目的がある
  - 有機的な秩序・・・構成要素が構造をなしている
  - 人工物である・・・作る過程がある
- システムズエンジニアリングの定義(要約)MIL-STD-499
  - ・全体システムについてPDCAを繰り返し、運用要求をシステム性能と構成の要求に変換し、設計の最適化を行い、コスト、スケジュール、技術的性能目的に合致するように信頼性、保守性、安全性、生存性、人間工学等の要素を総合するための科学的かつ技術的作業の遂行

SimTec.jp©

4  
2009/10/29

## システム開発の計画

- ミッション分析
  - ・問題点の把握、目的はなにか、今どうしているのか、なぜだめなのか
- 機能分析
- 運用概念
- 重要点と関連
- 代案
- サブシステム
- 性能
- 競争システム
- 評価モデル
- データを増やす
- コストの算定



SimTec.jp©

5  
2009/10/29

## ミッション分析

- ミッション分析: 求められているものは何かの明確化。
- 現状を明瞭に記述する。良い点、不利な点。
- なぜ新しいシステムが求められているのか、理由があるはず。技術進歩、競争的市場、新材料による革新等。
- 現状と新しいシステムの概念との相違を明確にする。
- 望ましいシステムの特徴が浮かんでくる。
- 多分最初は簡単な文章で表現される。
- 新しいシステムはどのように受け止められるか考える。
- 新しい技術要素は何か分析する。
- 鍵となる主要な問題が浮かび上がる。
- システムの概要と開発のシナリオが明確になる。

SimTec.jp©

6  
2009/10/29

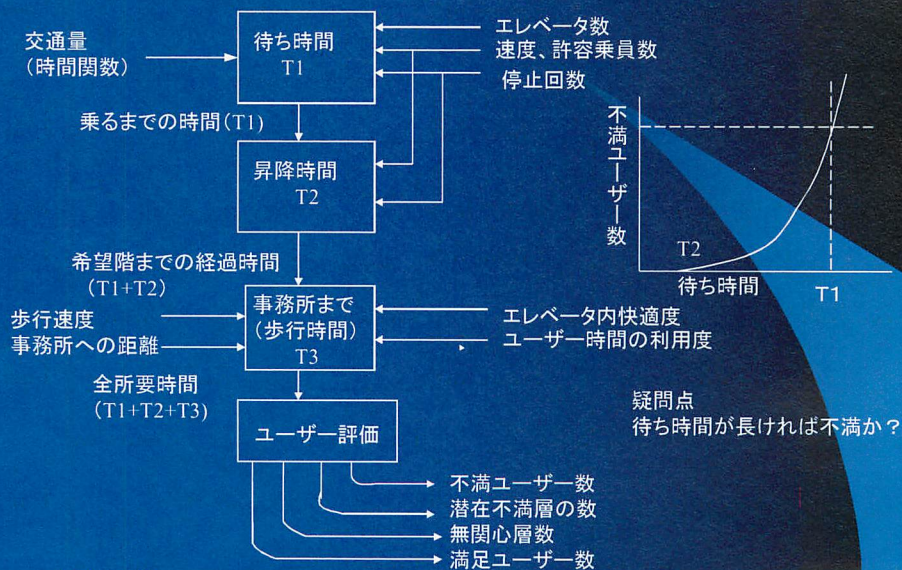
## モデル

- 記述モデル  
システムを記述する。フェーズごとに詳細化
- 機能モデル  
機能とそのつながり
- 構造モデル
- 質量モデル
- 電力モデル
- 動的モデル
- 熱モデル
- 信頼度モデル
- コストモデル
- コスト対システム性能モデル(予備設計のみ)  
各フェーズごとに見直し、最終的には部品まで到達する

SimTec.jp©

7  
2009/10/29

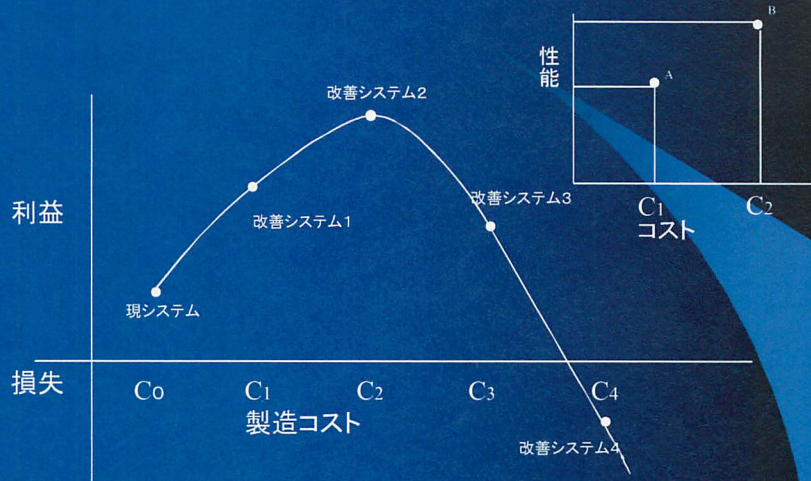
## 機能モデルの例:エレベータ問題



SimTec.jp©

8  
2009/10/29

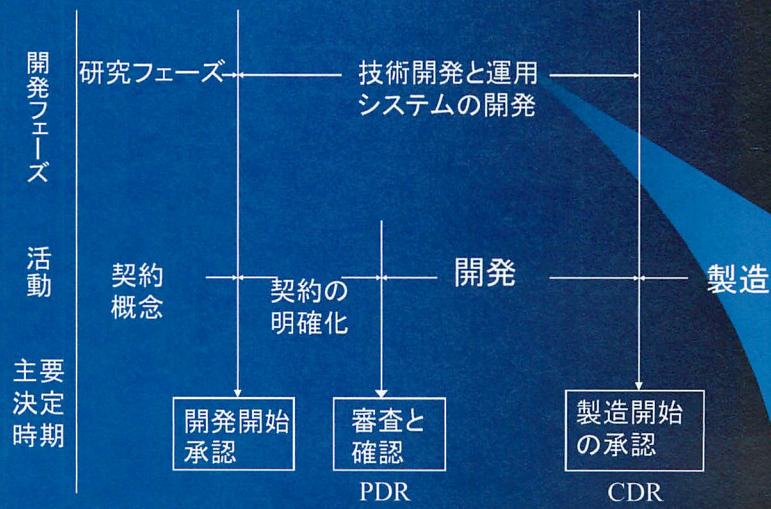
## コスト対システム性能モデル



SimTec.jp©

9  
2009/10/29

## ベースライン管理とDR



AFCM 375-1

SimTec.jp©

10  
2009/10/29

## システム開発のライフサイクル

		PDR		CDR	
フェーズA 概念設計	フェーズB 予備設計	フェーズC 基本詳細設計	フェーズD 製作・運用		
<ul style="list-style-type: none"> <li>・目的</li> <li>・実現可能性</li> <li>・必要性</li> <li>・検討事項</li> <li>・必要な技術</li> <li>・実施計画</li> <li>・代案との比較</li> <li>・他の計画との関連</li> <li>・コスト</li> <li>・スケジュール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・代案の詳細化</li> <li>・システム解析</li> <li>・一次仕様書</li> <li>・製造試験の問題</li> <li>・新規技術開発項目</li> <li>・コストの見直し</li> <li>・スケジュール見直し</li> <li>・管理計画</li> <li>・各案の評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・開発仕様書作成</li> <li>・部品材料リスト</li> <li>・製造計画</li> <li>・品質/信頼性/構成管理計画</li> <li>・WBS</li> <li>・解析計画</li> <li>・設備計画</li> <li>・詳細コスト</li> <li>・開発モデル作成</li> <li>・試験</li> <li>・製造/試験手順書</li> <li>・納入文書</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実機製作</li> <li>・試験</li> <li>・組立整備</li> <li>・審査納入</li> <li>・輸送</li> <li>・打上整備</li> <li>・打上</li> <li>・飛行解析</li> </ul>		

SimTec.jp©

11  
2009/10/29

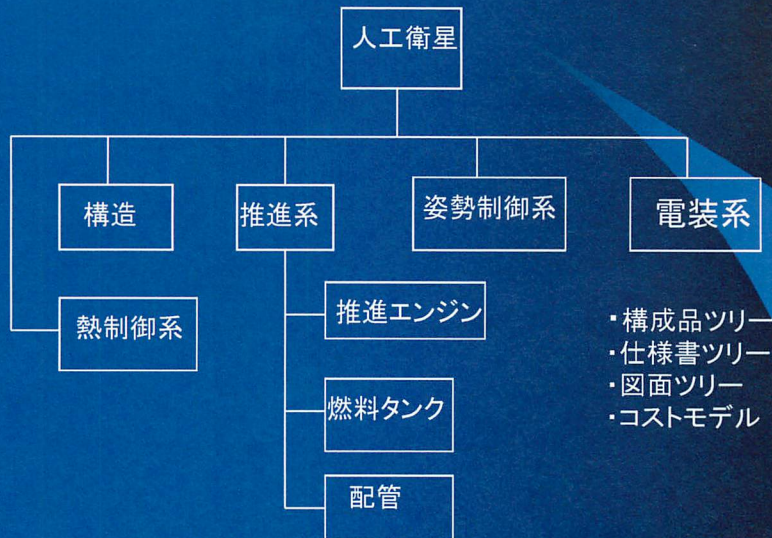
## SOW (Statement of Work)

- 納入品目
- スケジュール表
- WBS
- 設計要求
- 構成管理要求
- 信頼性管理要求
- 安全性管理要求
- 品質管理要求
- 文書管理要求
- 進捗管理要求

SimTec.jp©

12  
2009/10/29

## WBS (Work Breakdown Structure)



SimTec.jp©

13  
2009/10/29

## 設計計画書

- 仕様サマリー
- 配置図/外形概要
- 構成品表
- 質量サマリー/慣性モーメントサマリー/重心/重量分布
- ブロック図
- 設計方針サマリー
- インタフェース項目
- 技術的問題点/解決法
- 設計解析項目/解析方法
- トレードオフ解析
- 部品材料購入方針
- 試験装置項目と概要
- 環境条件及び試験項目
- 仕様書ツリー
- 製作工程概要
- スケジュール

SimTec.jp©

14  
2009/10/29

## 構成管理

- 構成品の識別
- 変更点の識別
- 変更管理
- 部品番号と実物の対応の検証
- 納入品リストには完全な対応を証明する
- 構成管理は会社の最重要なインフラ
- IT化なしではほとんど不可能
- 通常は構成管理プログラムとして明文化し提示する

## 信頼性管理

- 信頼性管理プログラムに基づく
- 設計解析の実施(性能、強度、振動、熱、EMI、電力、ストレス)
- 技術仕様書
- 試験計画書
- 設計審査の実施
- FMEAの実施
- 信頼度予測
- 部品材料仕様書
- PPLの作成
- 図面ツリー
- 部品リスト
- 製作図
- 製造/試験/納入
- 工程/手順書/成績書/TDR/故障解析報告書/納入文書
- 標準化



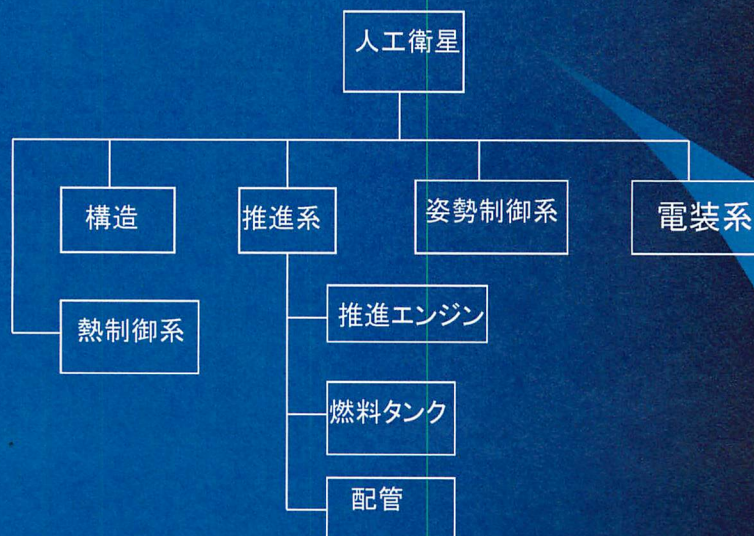
## 設計審査

- 設計審査は信頼性活動の一環
- 開発計画時にDRの種別、開催目的、時期を規定
- 通常はPDR、CDR、複雑な場合には
- RR,PDR,CDRの3段階、さらに試験ごとに審査会開催
- データパッケージ
  - ・システム記述書
  - ・要求事項対達成表
  - ・性能サマリー
  - ・基礎データサマリー
  - ・進捗状況サマリー
  - ・変更点リスト
  - ・アクションアイテム・フォローアップ

SimTec.jp©

17  
2009/10/29

## 仕様書ツリー



SimTec.jp©

18  
2009/10/29

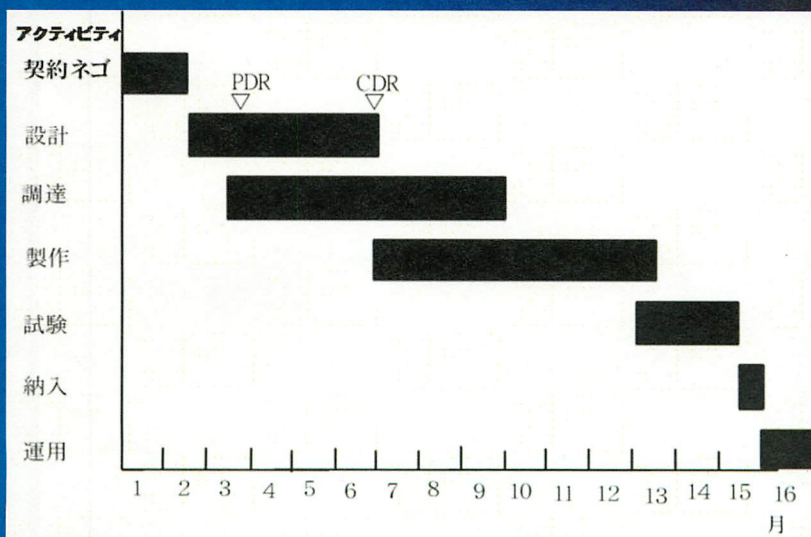
## 部品材料

- 軍用、宇宙用は環境条件が厳しいため認定材料部品を使用するのが通常
- しかし、これはコストが高く、最近では商用部品の品質向上が著しいので、必ずしも軍用・部品材料に限らない
- 十分なバックアップデータが存在することが条件
- 使用部品材料リストを作成し、バックアップデータの根拠を示す。
- 部品メーカーの示すデータはシステム側の要求と一致しないのが普通。解析、試験で証明する必要。
- 例  
電子部品は加速度、温度、振動等を規定。単純なデータではほぼ不一致。共振周波数の相違点により実際の振動が要求より低いことを証明。

SimTec.jp©

19  
2009/10/29

## バーチャート



SimTec.jp©

20  
2009/10/29

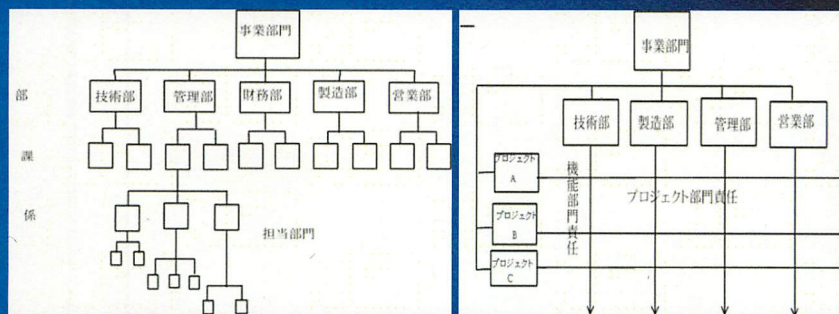
## 試作試験

- BBM
  - ・機能面だけに着目して製作する。
  - ・耐環境性、生産性、質量等は無視
- EM: 技術モデル
  - ・ほぼ実機と同様に製作
  - ・耐環境性、製造/試験も実機と同じ
  - ・部品・材料の品質は商用
- PM: 認証試験用モデル(最近はほとんどない)
- FM: 実機

SimTec.jp©

21  
2009/10/29

## プロジェクト管理の組織



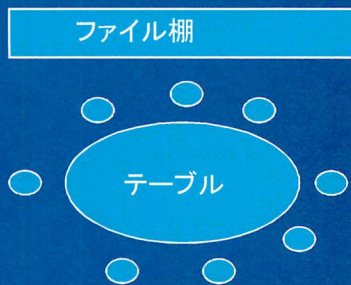
従来組織をそのまま適用  
 利点: 技術管理は容易  
       専門分野は最新  
 欠点: プロジェクトに責任を持つ人がいない  
       客先思考にならない  
       プロジェクトのモチベーション低い

マトリックス型組織  
 利点: プロジェクト責任が明確  
       レスポンスが早い  
       客先思考  
       人員の有効活用  
 欠点: 報告するポストが二人  
       管理が難しい

SimTec.jp©

22  
2009/10/29

## 日本的マネジメント

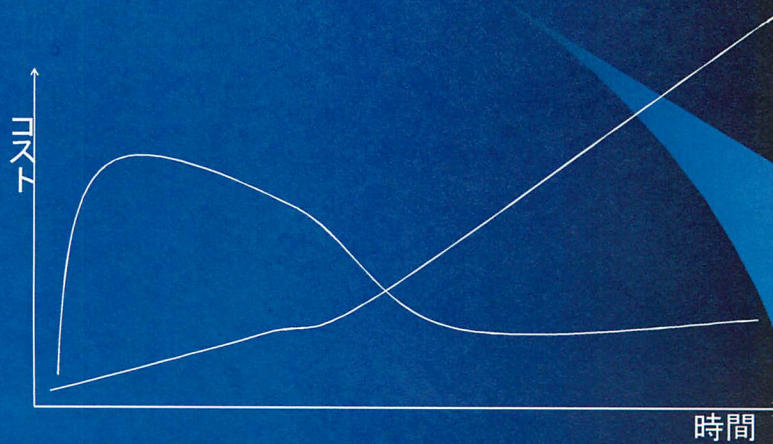


- 利点:
- ・全員がほぼ同一データを共有
  - ・コミュニケーションが良い
  - ・目的に対し忠実
- 欠点:
- ・プロジェクトサイズが大きいと意思決定が遅れる。
  - ・専門性が浅い
  - ・残業が多くなる

SimTec.jp©

23  
2009/10/29

## コスト配分の方式



SimTec.jp©

24  
2009/10/29

## グローバル時代と技術者の対処法

- 暗黙の文化と明示の文化
  - ・日本のマネジメントは暗黙の文化
  - ・文書は最小になる。全員が言わずとも了解
  - ・コストは低く見えるが、効率は必ずしも良くない
  - ・技術伝承は人から人。今後は困難
  - ・外部からの批判が困難
- システムズエンジニアリングは明示の文化
  - ・文書化を積極的に実施、訓練、技能も明示
  - ・プロセスの透明化
  - ・効率向上をし易いので長期的コストは低い
  - ・技術の伝承は文書化と教育により容易
  - ・外部からの批判が容易
- グローバル時代はどうか  
個人としての対処、組織としての対処

SimTec.jp©

25  
2009/10/29

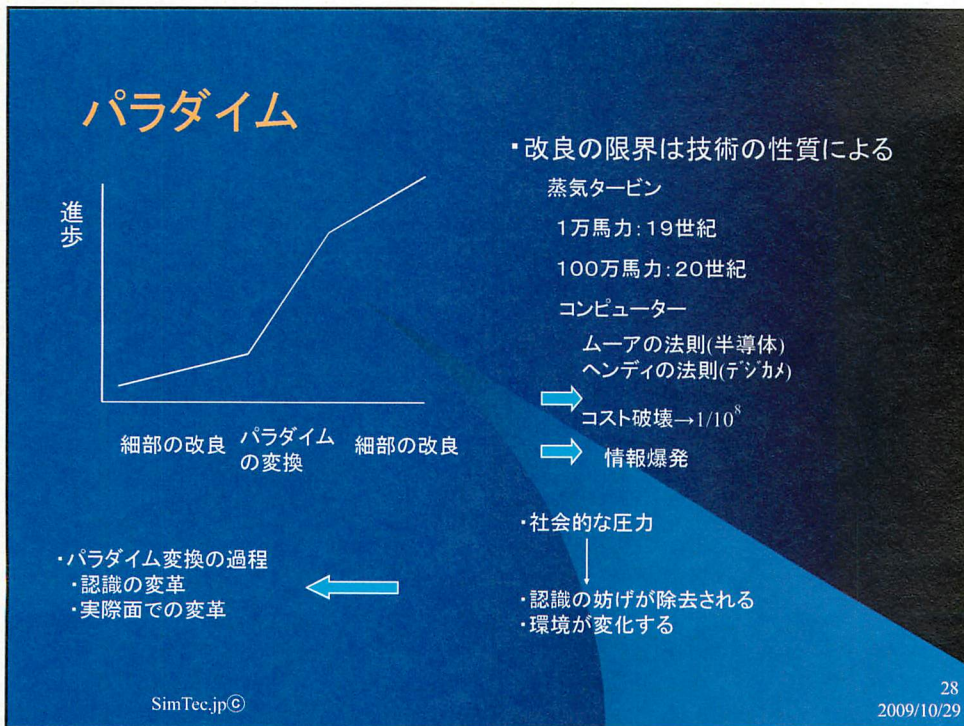
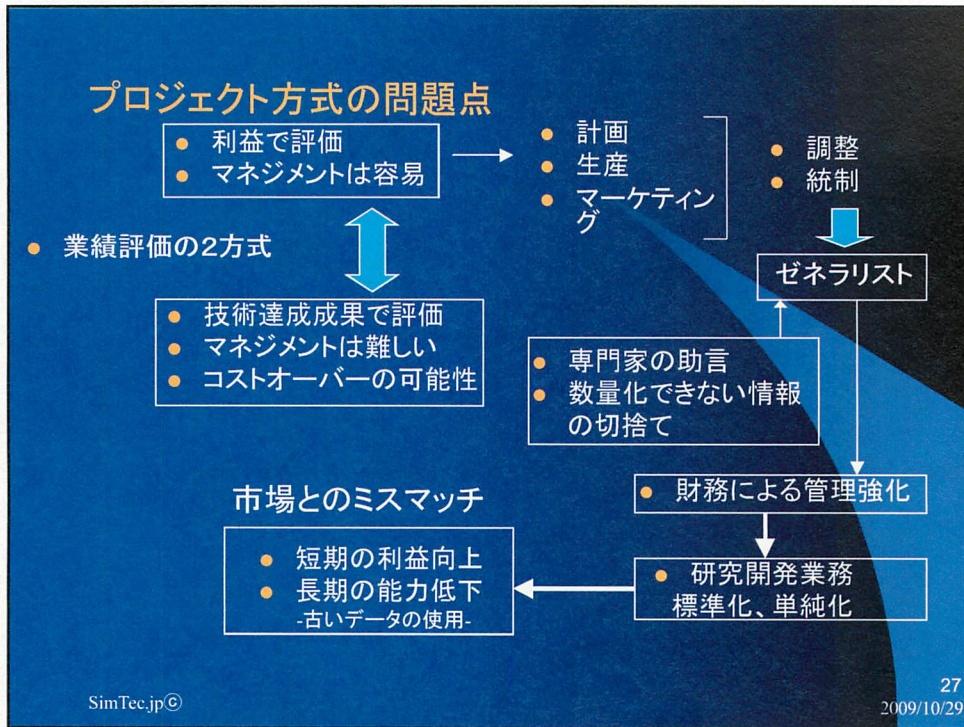
## 重要管理技法: AI

まず、すべての業務のリストアップをし、Due Dateを定める。

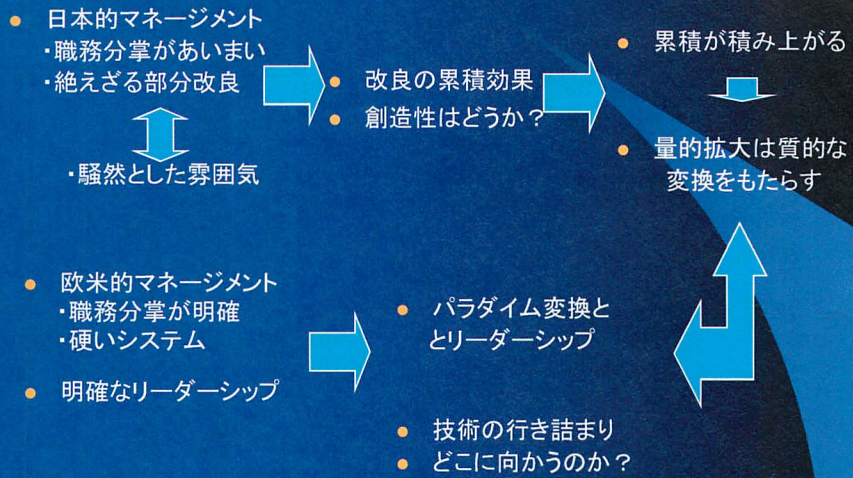
- 重要度A:
  - ・将来的に技術、コスト、スケジュールの大きな影響をもたらす計画、関連調査、打合せ
  - ・緊急性のある業務
  - ・業務計画、技術概念の作成
  - ・見積もり
  - ・重要な不具合
  - ・決定されたAI
  - ・客先要求のAI
- 重要度B
  - ・業務のフォローアップ
  - ・仕様書の作成
  - ・設計、試験計画、手順書作成
  - ・重要な立会い
  - ・重要な打ち合わせ
  - ・次工程に影響を与える業務
- 重要度C
  - ・そのほかの業務
  - ・定型業務(委託の決定をする)

SimTec.jp©

26  
2009/10/29



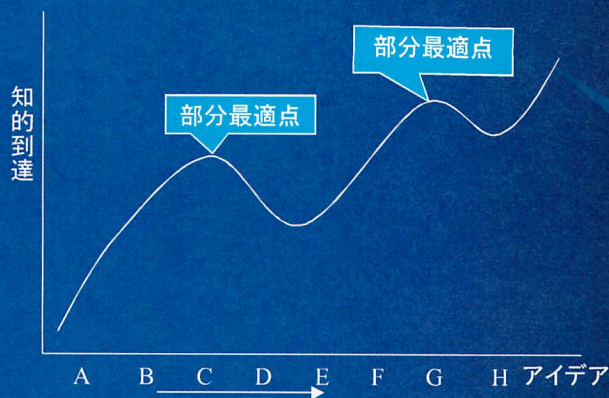
## パラダイム変換と文化



SimTec.jp©

29  
2009/10/29

## パラダイム変換と文化: 続き



- 小集団による部分改良は部分最適になる
- 飛躍は部分改良では得られない
- リーダーシップ文化は飛躍もあるが破滅もある

SimTec.jp©

30  
2009/10/29

## 技術者の職業倫理

- 専門職は幅が広い・・・弁護士、医師、会計士
- 技術者・・・一般的に高学歴、数年以上の経験
- 結果は社会的な影響・・・建築、プラント、交通
- 技術者も事故の際には法的責任
- 専門家にはある種のイメージ、社会の信頼
- 社会における安全、健康、福利を考えないと問題
- 個人のモラルと社会に対するモラル
- 勤務技術者のモラル・・・守秘義務、会社への忠誠心
- 内部告発・・・社会の安全と組織の安全、個人のモラル
- 技術者と経営者の見方は異なり、対立を生みやすい
- 考えることが重要
- 専門性を磨き、尊敬を勝ち得るように努力する
- チームの行動協力、粗野ではうまくいかない。人格。

SimTec.jp©

31  
2009/10/29

## 技術者の職業倫理：続き：ケーススタディー

- スペースシャトル・チャレンジャー事故
- 1986年1月27日  
NASA-MSFCとサイヤコール社との電話会議
  - ・低温環境での固体ロケットシール性能に懸念
  - ・主任技術者 Roger Boisjoly は発射中止を強硬に主張
  - ・MSFC は中止勧告に疑問、予定どおりに発射したいとの意向
  - ・低温でのシール性能は疑わしいがデータは不十分
  - ・サイヤコール社はNASAとの大型契約を予定
  - ・サイヤコール社副社長は技術責任者 ロバート・ルンドに君も経営のことを考えよと圧力をかける
  - ・サイヤコール社は発射中止の勧告を引っ込めた

SimTec.jp©

32  
2009/10/29



## 設計技術者への助言

- 単純なものほどよい結果をもたらす。
- 自信のもてないものは捨てる。
- 設計が正しいといえるのはお客の満足を勝ち得てから。
- ねらいがなにかを一言でいえるようにせよ。
- お互いの円滑なコミュニケーションなくして成功はない。
- 説明しにくく理解しにくい“高性能”はトラブルの元。
- 少しでもおかしくなりそうなものは必ずおかしくなる。
- “多分大丈夫”は“やっぱりだめか”になる。
- 設計は良いが“製造が悪い”とか“使い方が悪い”ということはない。
- 信頼性がなんといっても大事。

## 設計技術者への助言: 続き

- 問題を抱え込まない。
  - ・うまくいかないときは上司に報告する。
  - ・衆知を集める。ふだんからコミュニケーションに心がける。
  - ・根性がものをいう場合もあるが、無理筋はあきらめる。
  - ・頑張りすぎてはいけない。疲労による思考力低下、最悪はうつ病。
- 問題を複雑にしない。
- 常に現場を見てから考える。
- まめに記録をとる。できれば日記をつける。記録から見ることがある。
- テーマごとに技術ノートを作る。技術の幅を広げる努力が大事。
- コアはなにか常に考える。技術者は細かいことに囚われがち。
- 筋が良い技術と悪い技術を見分ける力をつける。  
筋が良いと困難と思えても努力すれば必ず解決できる。  
見極める力をつけるには日々の努力あるのみ。
- コストダウンに振り回されない。コスト効果性に着目する。
- 不具合は宝、不具合解決は財産になる。

## まとめ

- システムズエンジニアリングは複雑大規模なシステム開発のために開発された技術である。
- システム開発のライフサイクルに応じて適切かつ効率的な業務を行い、失敗を最小にする。
- 完全な計画はありえないので、PDCAのサイクルをまわす。
- プロジェクトではマネジメントのスタイルがいろいろある。
- 日本的マネジメントでも類似のマネジメントは可能である。
- グローバル時代では技術者にとっても従来と異なった対応が迫られるようになった。