

# 「要求モデリングの体系化に向けた取り組みとその課題」

平成21年 8月28日  
 株式会社NTTデータ 技術開発本部  
 システム科学研究所 所長  
 山本修一郎

Copyright 2009 NTT DATA CORPORATION

## 講演テーマの概要

8月28日	時間	内容	
13:30-14:00	午後1 30分	・要求モデリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・要求モデリングとは</li> <li>・非機能要求</li> <li>・問題フレーム</li> <li>・完全性基準</li> </ul>
14:00-14:30	午後2 25分	・ゴール指向要求モデリング	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ゴール指向要求工学</li> <li>・SysML</li> <li>・アシュアランスケース</li> </ul>
14:30-14:55	午後3 30分	・体系化に向けた課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>・要求とテスト</li> <li>・組込み要求工学</li> <li>・要求モデリングの社会学</li> </ul>

**書籍**

- (1) 共著書、誰も語らなかったIT 9つの秘密、ダイヤモンド社、2004
- (2) 共著書、Webサービスコンピューティング、電子情報通信学会、2005
- (3) 著書、要求定義・要求仕様書の作り方、ソフト・リサーチ・センター、2006
- (4) 共著書、IT戦略デザイン、リックテレコム、2006
- (5) 著書、ゴール指向によるシステム要求管理、ソフト・リサーチ・センター、2007
- (6) 著書、すりあわせの技術、ダイヤモンド社、2009

**解説**

- (1) ソフトウェア開発にとっての科学とは、科学、Vol.71, No.8, pp.1124-1125, 岩波書店, 2001
- (2) ICカードプラットフォームの動向、海外電気通信、2002年2月号、pp.5-24
- (3) ユビキタス・サービスが変革するITの世界、オペレーションズ・リサーチ、No.4, pp.238-234, 2004
- (4) 非機能要求とゴール指向要求定義、情報処理学会誌, vol.49, No.4, pp.371-379, 2008
- (5) アウトサイドイン指向ソフトウェア工学に向けて、情報処理学会誌, vol.49, No.7, 2008
- (6) 実践的セキュリティ要求工学, 情報処理学会誌, vol.50, No.4, pp.371-379, 2009
- (7) ゴール指向要求工学と推論, 人工知能学会誌, vol.24, No.4, pp.587-593, 2009

**Web記事**

- (1) 要求工学, <http://www.bcm.co.jp/site/youkyu/index.html>

# 1 要求モデリング

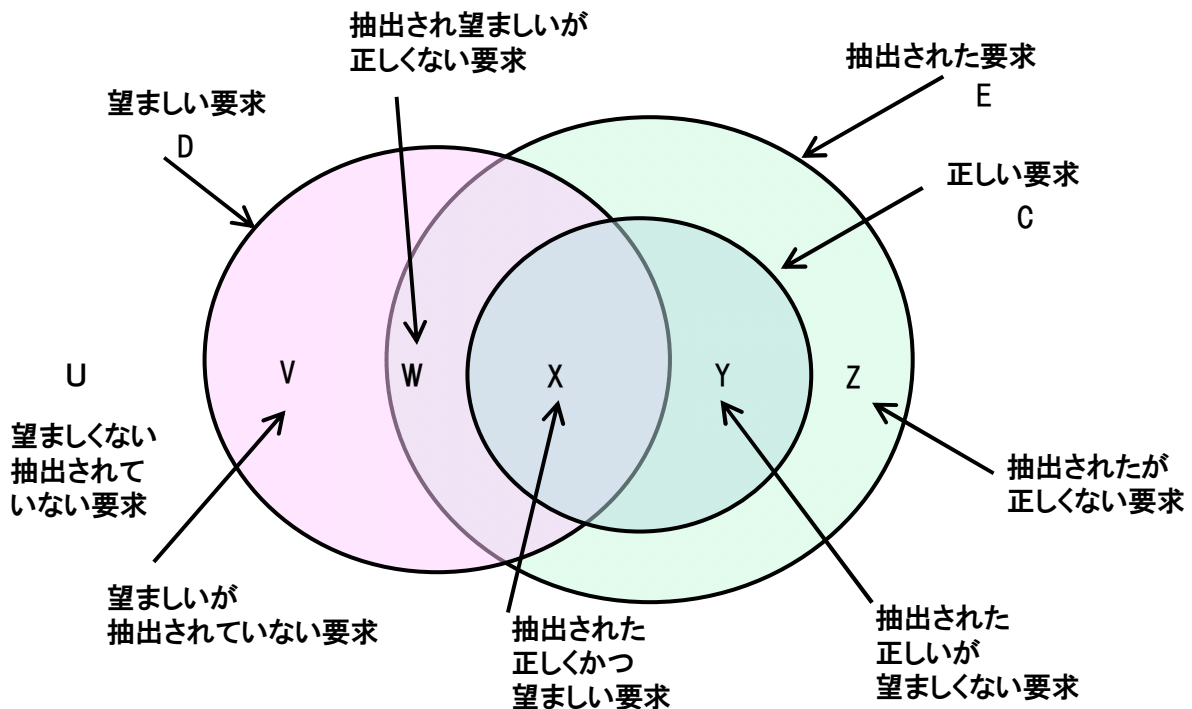
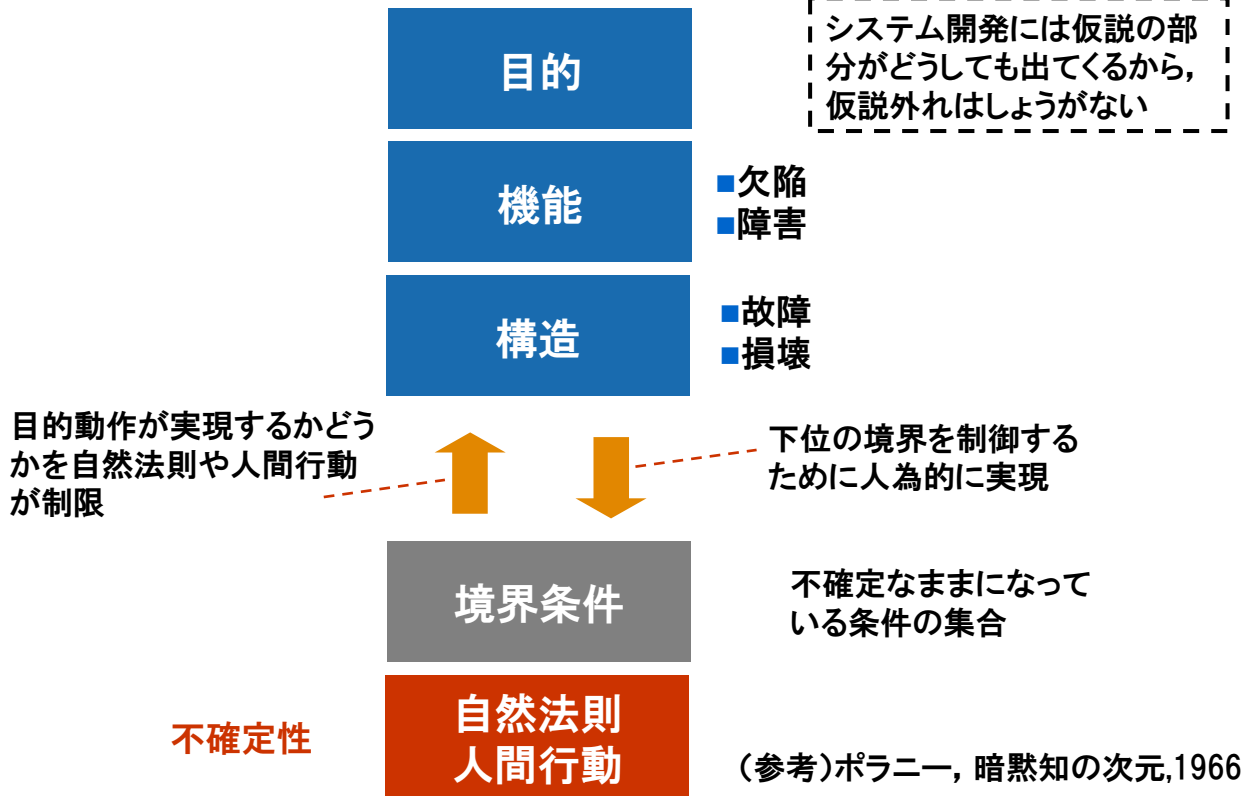
- 要求モデリングとは
- 非機能要求
- 問題フレーム
- 完全性基準



# 1.1 要求モデリングとは？

## SPE分類 ～Lehmanのソフトウェア類型～

S-型	問題と仕様を形式的に定義できるソフトウェア。	最小公倍数
P-型	問題は明確に定義できるが、近似解としての仕様しか定義できないようなソフトウェア。	将棋 天気予報 パターン認識
E-型	人間活動システムに組み込まれ、その一部として機能するソフトウェア。 人間行動の変化によって問題が変化してしまう。	OS 航空管制 在庫管理





共通点	説明	要求モデリングの可能性
期間	■ 希望に基づく不可能な見積り	■ 実現可能性の判断根拠
仕様化	■ 何を作るかについて利害関係者との合意に失敗	■ 実現対象の可視化
範囲	■ 追加要求による拡大	■ 影響範囲の可視化
要員	■ プロジェクトからの要員の離脱	■ 文書化による知識の継承
生産性	■ 予測と実態の乖離	■ 計測可能性

(参考) Tom DeMarco and Tim Lister, Risk Management during Requirements, IEEE Software, 2003



## 定義1 Ramamoorthy [4]

要求工学は、ユーザ要求を仕様化するプロセスである。作成された仕様がシステム開発の設計、製造、試験工程をガイドする。

## 定義2 SWEBOK [5]

要求工学は要求の系統的な処理を表す。ソフトウェア要求は要求工学プロセスから生じる生産物である。

## 定義3 Kotonya [6]

要求工学は、コンピュータシステムに関する要求の集合を、発見、文書化、保守することに関するすべての活動を対象とする。要求工学では系統的で反復可能な技術を用いてシステム要求が完全、無矛盾、実際的であることを確認する。

## 定義4 Loucopoulos [7]

問題分析時に相互作用的で協調的なプロセスにより要求を生成すること、観察結果を種々の表現形式により文書化すること、取得された理解の精度を検討すること、これらを体系的に行うプロセスのことをいう

## 定義5 Zave [8]

要求工学はソフトウェアシステムに関する実世界のゴール、機能、制約を扱うソフトウェア工学の分野である。要求工学では、これらとソフトウェアの振る舞いに関する正確な要求仕様との関係や、時間ならびに関連するソフトウェアに関してこれらの要因がどのように進化していくかについても扱う。



■ 文章で簡潔に表現すること

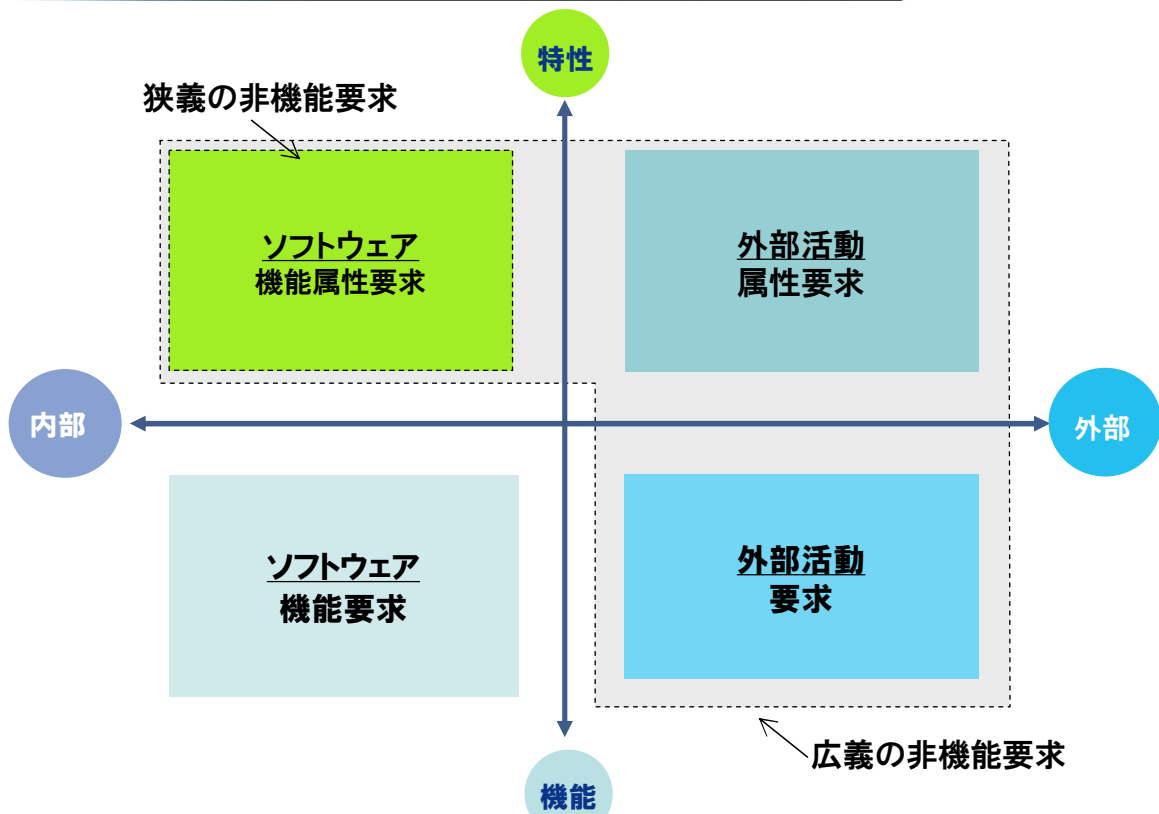
提唱者	入力	変換	出力
Ramamoothy	ユーザ要求	仕様化プロセス	設計,製造,試験工程をガイドする要求仕様
SWEBOK	要求	系統的なプロセス	ソフトウェア要求
Kotonya	システム要求の集合	発見, 文書化, 保守することに関するすべての活動. 系統的で反復可能な技術を用いて確認	完全, 無矛盾, 実際的であることが確認されたシステム要求
Loucopoulos	観察結果	システム化されたプロセス 相互作用的協調プロセスによる生成 文書化 理解精度の検討	要求 種々の表現形式
Zave	ソフトウェアシステム	ソフトウェア工学の分野	正確な要求仕様 実世界ゴール, 機能, 制約 ソフトウェアの振る舞い 進化(時間, 関連ソフトウェア)
例	要求 観察結果	系統的な協調プロセス 獲得, 分析, 仕様化, 確認, 変更管理, リスク管理に関する活動からなる	開発工程をガイドする 完全, 無矛盾, 有効であることが確認された要求仕様

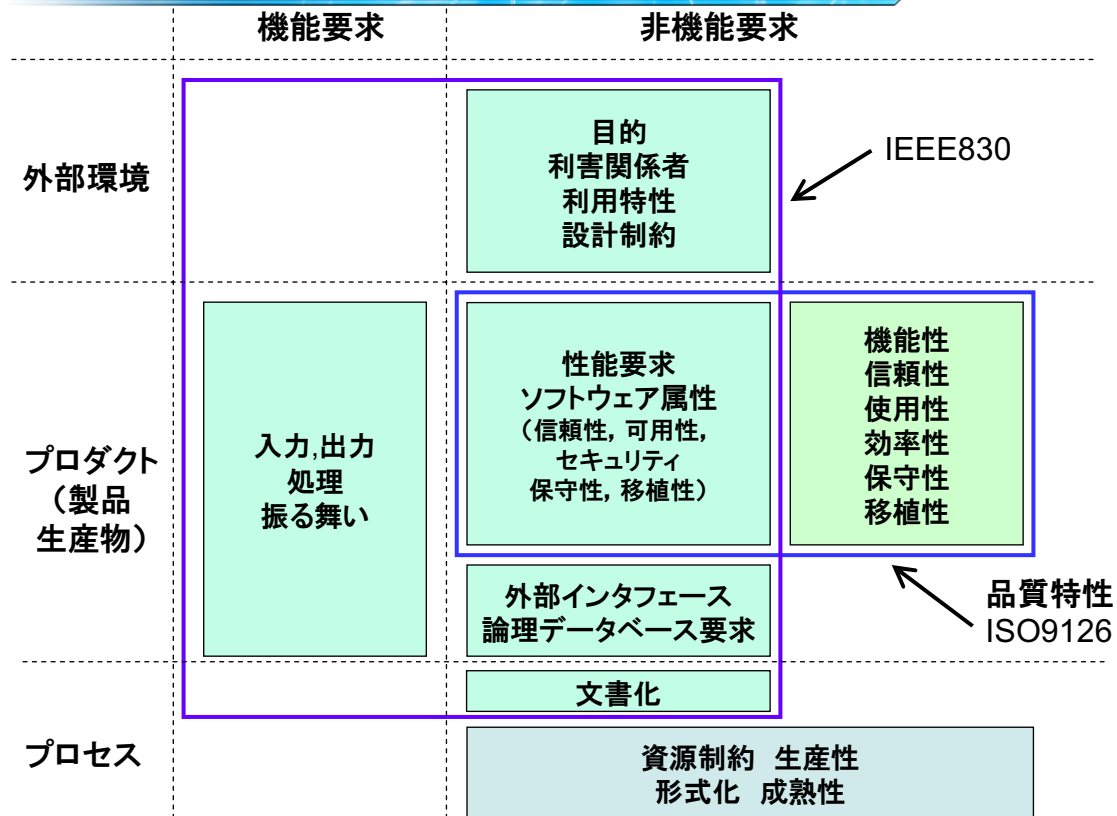
## 1.2 非機能要求

システムが実現すべき事項をいい、機能要件と非機能要件から成る。

(情報システムの信頼性向上に関するガイドライン(案), 経済産業省, 平成18年4月4日)

機能要件	利用者の要求を満足するためにソフトウェアが実現しなければならない機能
非機能要件	機能要件以外のすべての要素(性能、容量、情報セキュリティ、拡張性等)





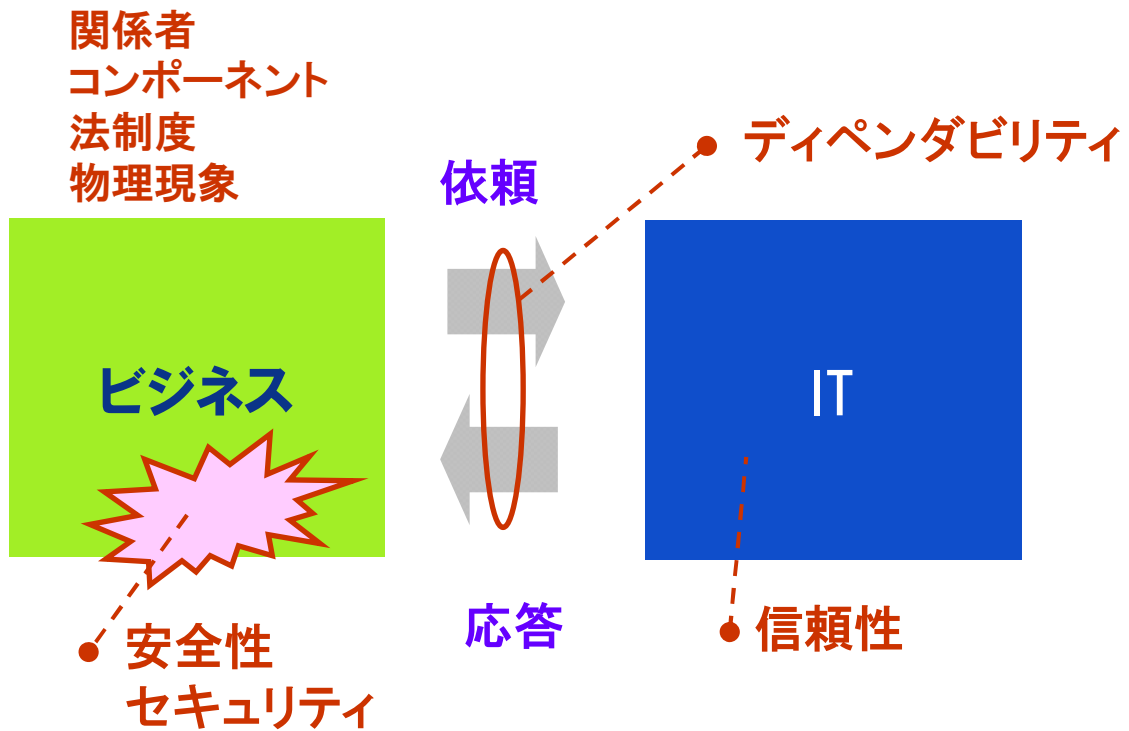
	目次	重要. 一般的構成
1	はじめに	1-1 目的 1-2 範囲 1-3 定義、頭文字、省略形 1-4 参考文献 1-5 概要
2	概要説明	2-1 製品の背景 2-2 製品機能 2-3 ユーザ特性 2-4 制約 2-5 仮定および依存性 2-6 延期要求
3	具体的要求	3-1 外部インターフェース 3-2 機能 3-3 性能要求 3-4 論理データベース要求 3-5 設計の制約 3-6 ソフトウェア・システムの属性 3-7 要求仕様の構成 3-8 追加コメント
	付録	支援情報. 付加的
	索引	重要. 一般的構成

製品の背景	◆ インタフェース ◆ 環境条件
製品機能	◆ソフトウェアが実行する主要機能全体の構成
ユーザ特性	◆製品が対象とするユーザの一般的特性として 教育レベル、 経験、 専門知識などを記述
制約	◆開発者の選択肢を制約する要求項目を記述
仮定および依存性	◆要求項目に影響を及ぼす要因を列挙
延期要求	◆次期開発に延期される可能性のある要求を明記

(参考)要求仕様

<http://www.bcm.co.jp/site/2004/2004Dec/04-youkyuu-kougaku-12/04-youkyuu-kougaku-12.htm>



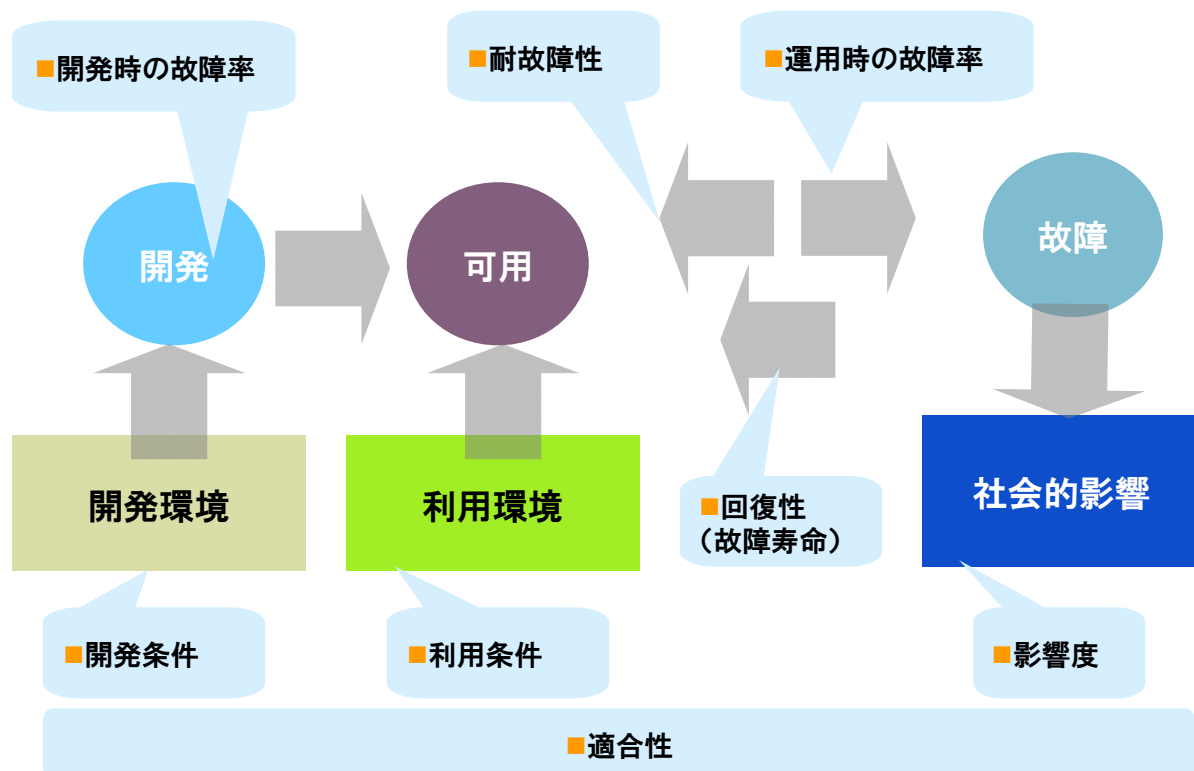


明示的主張 Explicit claims	システムがディペンダブルであるというためには具体的な性質を明示的に主張する必要がある。
証拠 Evidence	ディペンダビリティの主張を支持する証拠がない限り、システムに依存することはできない。
知識 Expertise	ディペンダブルなソフトウェアを実現するには単純性が重要である。 <u>ベストプラクティス(留意事項)</u> システムレベル 10個 モジュールレベル 4個 コードレベル 9個 プロセスレベル 8個

(参考) Jackson, D. et al, Software for dependable systems– sufficient evidence?, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2008

要求の優先順位	要求を優先順位付け, 重要な性質を簡潔に明確化する
要求と仕様化	要求: 環境へのシステムの期待効果 仕様: 環境インタフェースにおけるシステムの振る舞い
現実的な要求	可能な資源に基づく妥当な要求
環境仮説	システムへの要求と環境やオペレータへの要求を区別する
障害解析	潜在的なハザード(障害)を解析し, 適切に緩和する
ディペンダビリティ ケース	ディペンダビリティケースにより, 実行条件下で優先要求を満足することを示す
操作性テスト	ユーザインタフェースを開発の早期段階でテストし反復する
形式モデリング	形式手法により仕様を正確に記述する
分析ツール	要求と仕様上の欠陥を発見し正当性に対する確信度を向上する
標準	アルゴリズムやプロトコルについての標準解を活用する

(参考) Jackson, D. et al, Software for dependable systems- sufficient evidence?,  
NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2008

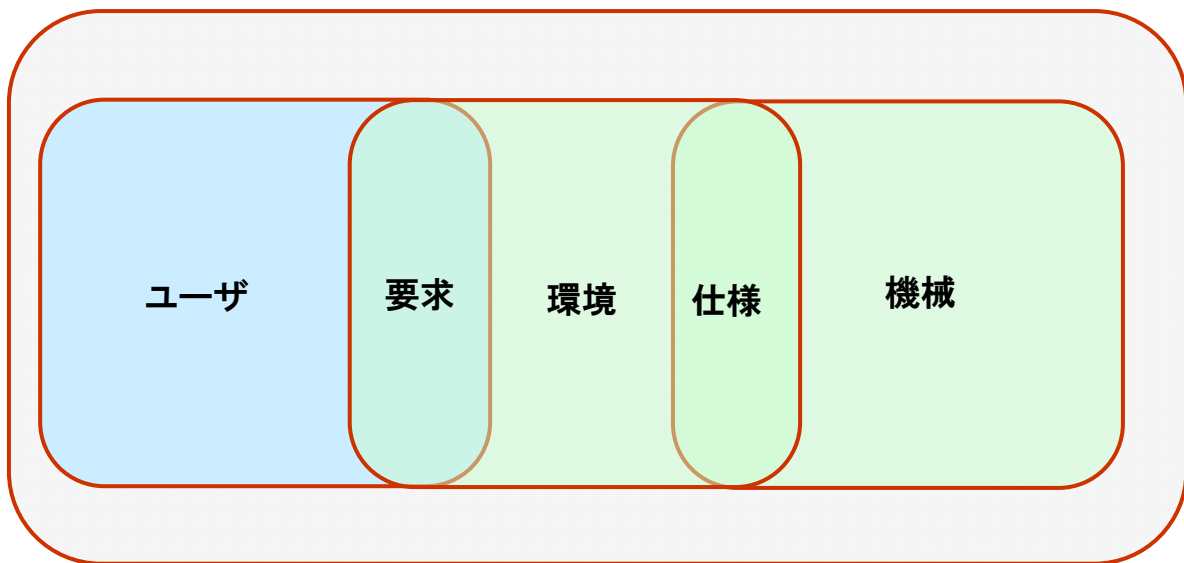


## 1.3 問題フレーム

Copyright 2009 NTT DATA CORPORATION

## 要求と仕様の関係

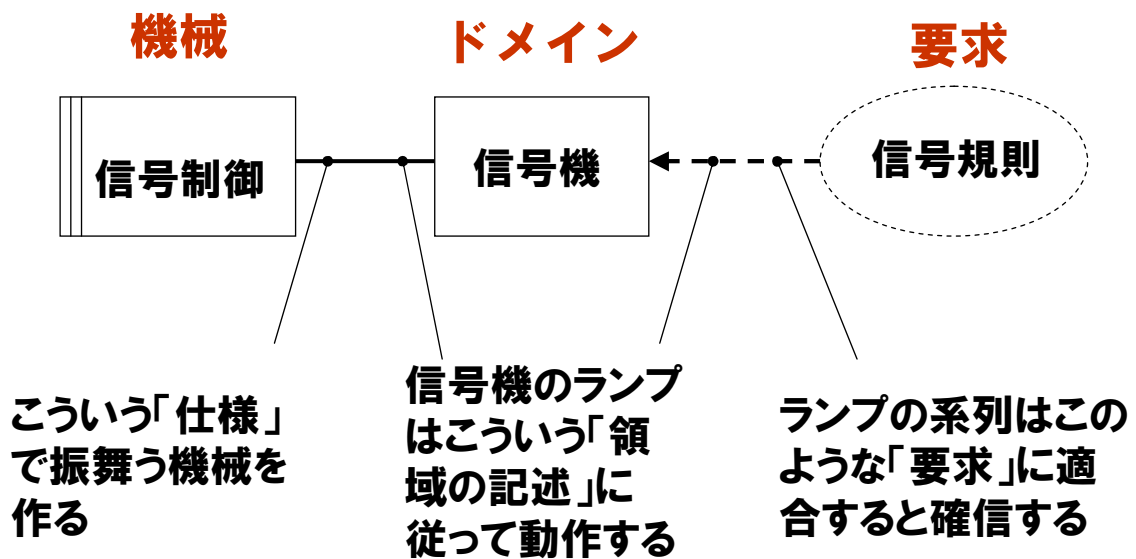
世界



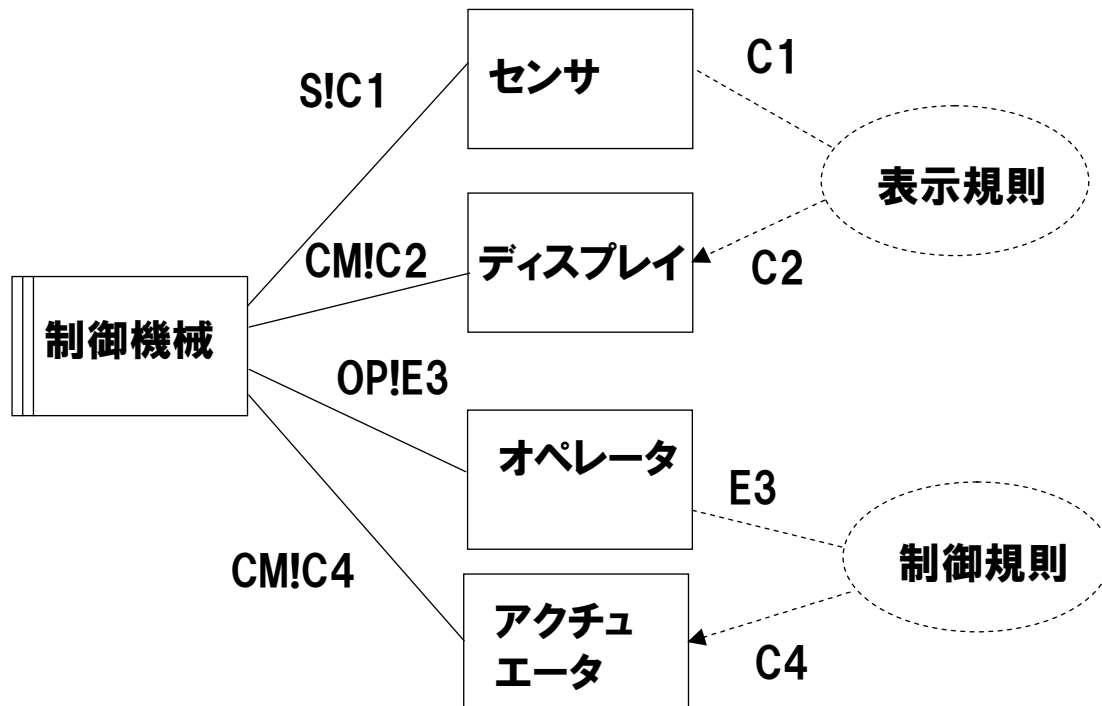
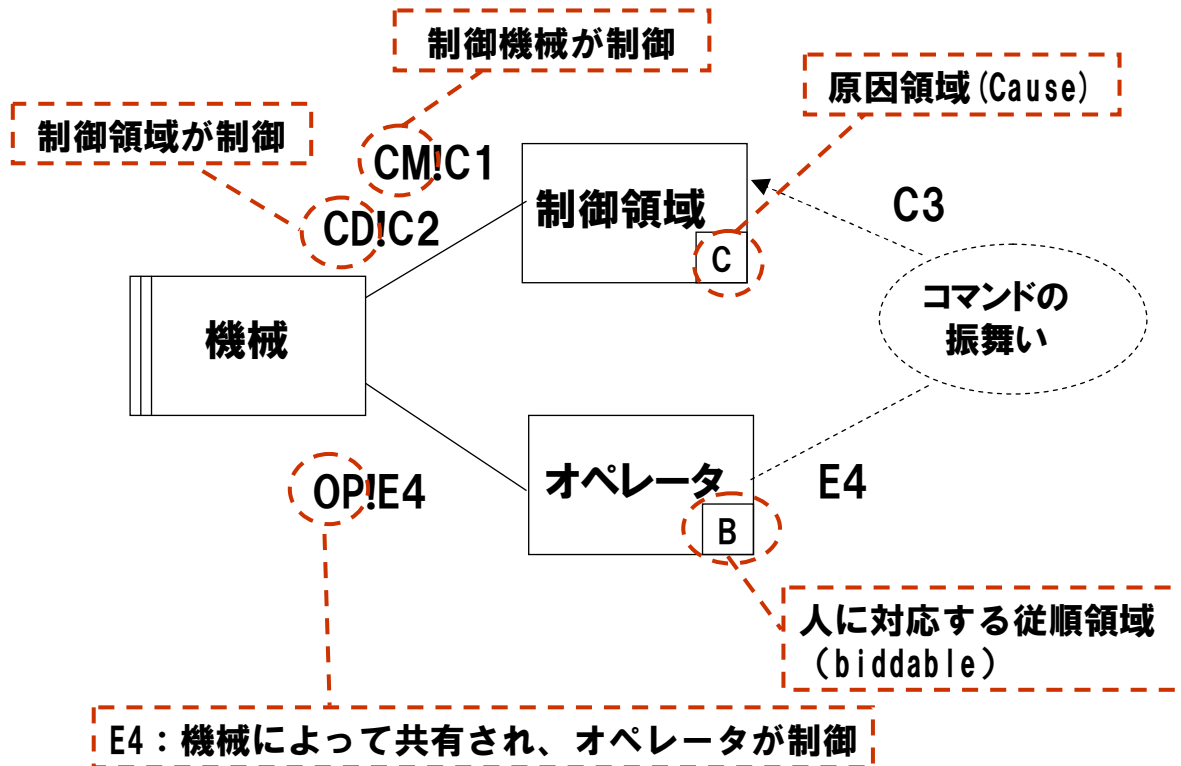
(参考) Jackson, D. et al, Software for dependable systems- sufficient evidence?, NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2008



図形	主体	制御/制約	観測/参照
	機械	a	b
	領域	b	a
	機械	a	b
	モデル	b	a
	要求		a
	要求	a	



(参考) ジャクソンの問題フレーム, <http://www.bcm.co.jp/site/2005/2005-09/05-yokyu-09/05-yokyu-09.html>



	オペレータ	制御装置	物理装置
オペレータ		入力	@制御規則
制御装置	出力		制御信号
物理装置	@表示規則	センサ検出信号	アクチュエータ出力 センサ入力

物理装置が検出した信号に対する  
制御装置の表示に対する要求

オペレータが制御したボタンによる  
物理装置の動作に対する要求

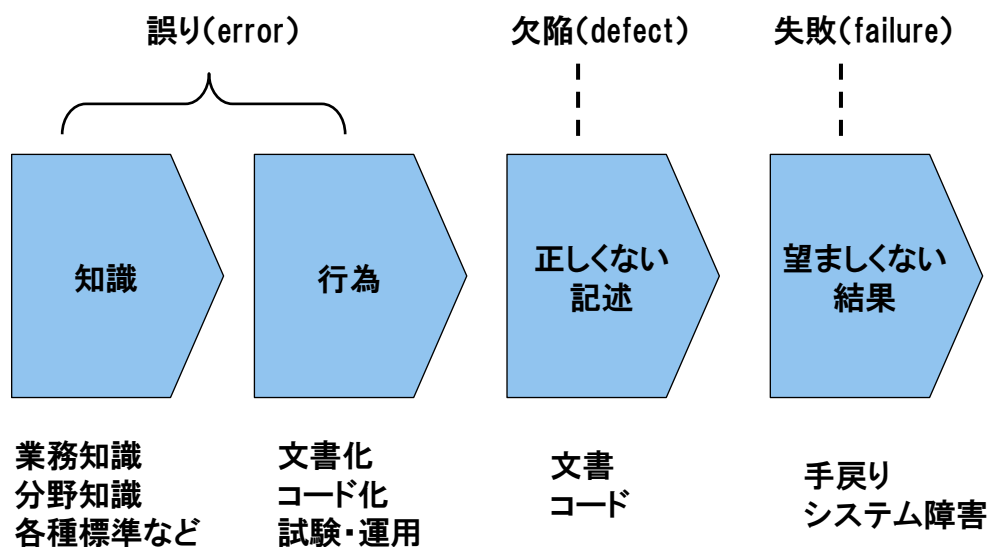
## 1.4 要求仕様の完了基準とは？

尽くさなければ終わらない  
残された課題はいつか必ず顕在化する

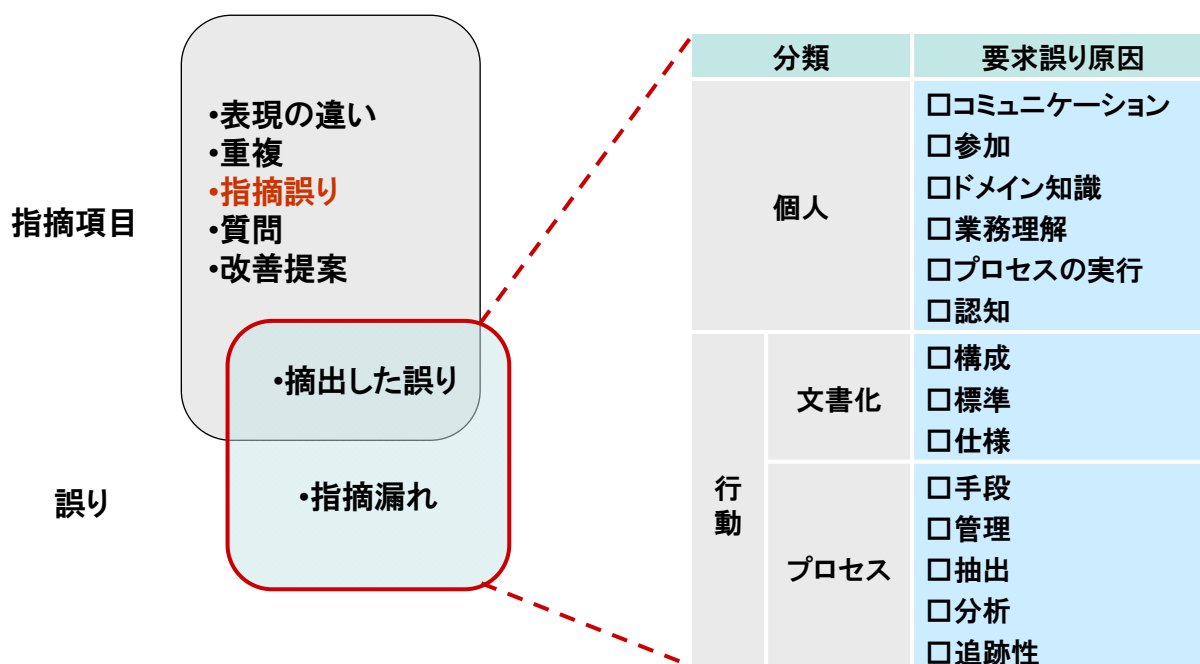


項目	内容
人間・コンピュータ・インタフェース	警報: イベント, 型, 個数, 順序構造, 通知, 確認, 削除 トランザクション: 構成要素, 優先制御
状態	正常/異常状態での期待入力 想定外入力の考慮
入出力	デバイス入出力: データの種別 操作の対称性: 例えばオープンしたらクローズがあるはず
イベント発生契機	ロバスト性 非決定性 値・タイミング: 前提条件, 間隔, 容量・負荷
出カイベント	環境の許容量, データの寿命, 遅れ
入出カイベントの関係	応答性
状態間関係	到達性, 回帰性, 可逆性, 優先性, ロバスト性

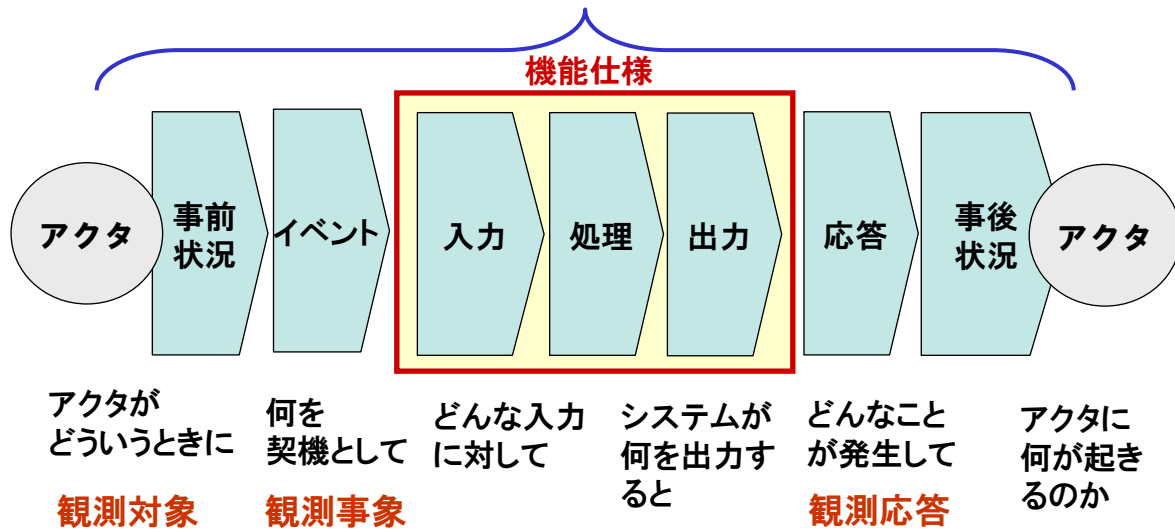
(参考) Leveson, N.G., SAFEWARE – System Safety and Computers, Addison Wesley, 1995



手法	説明
CBR Checklist based reading	レビュー参加者がチェックリストを用いて要求仕様書を検査する。チェックリストの質問事項に回答することにより要求誤りを発見する。
DBR Defect based reading	欠陥分類ごとに専門のレビュー参加者が要求仕様書を検査する。
SBR Scenario based Reading	誤り分類ごとに摘出するための手続きとしてのシナリオを用いて要求仕様書を検査する。シナリオでは、役割と関心事、情報の抽出手順、抽出した情報についての質問を記述する。
PBR Perspective based Reading	ステークホルダの立場(Perspective)から要求仕様書を検査する。ユーザ、設計者、試験者など立場ごとに異なる欠陥を発見することができる。
UBR Usage based reading	ユースケースごとに要求仕様書を検査する。ユーザの視点に立つことで欠陥の発見を効率化する。



曖昧性: 範囲, 内容, 関係の多義性・不明性



(参考) 要求の曖昧さ, <http://www.bcm.co.jp/site/youkyu/youkyu38.html>

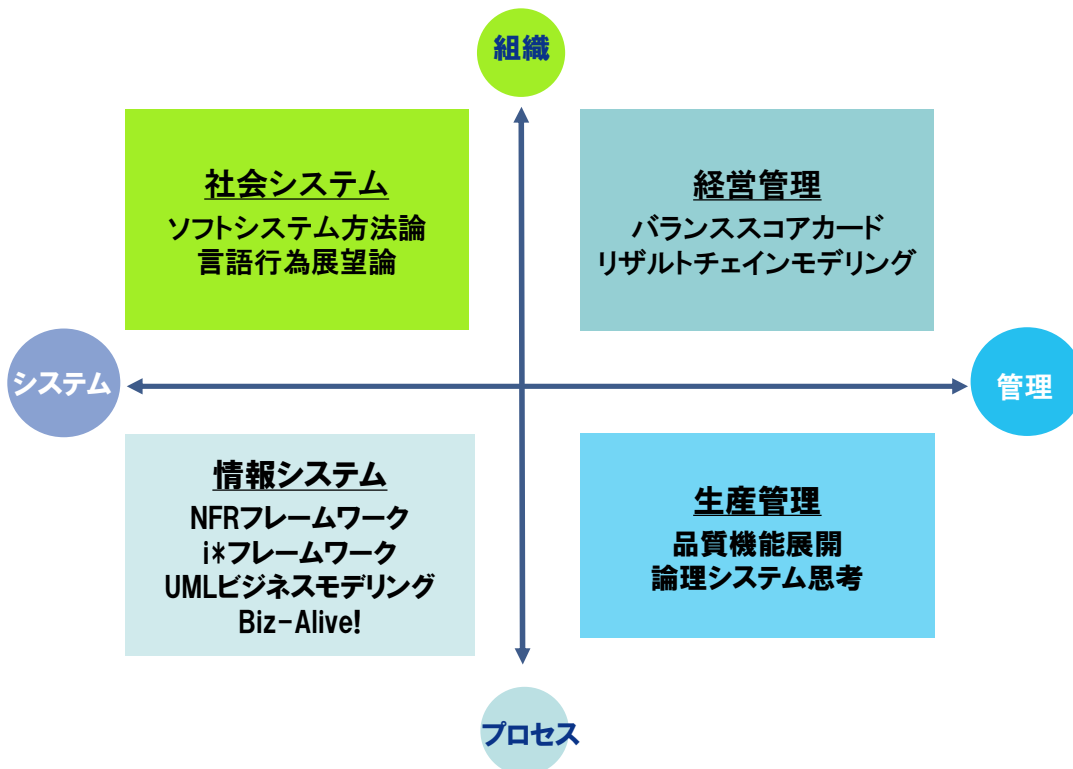
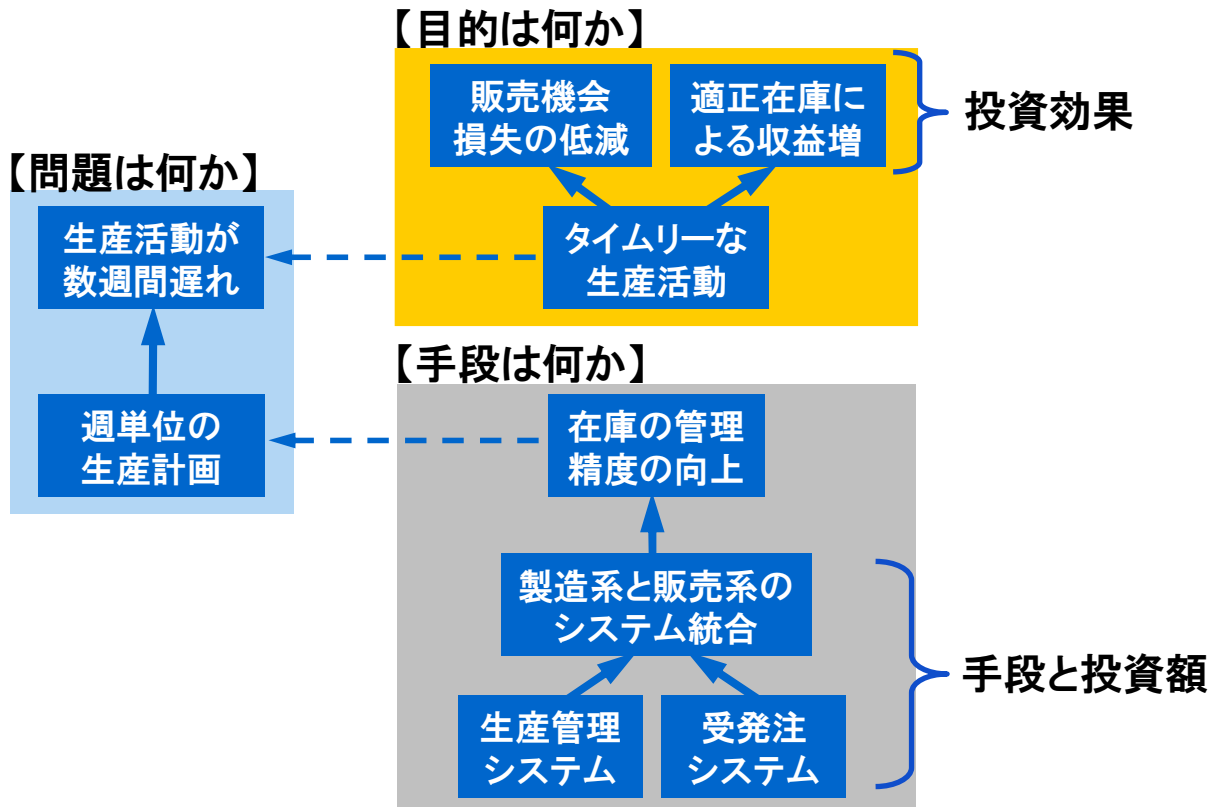
項番	分類	内容
1	依頼元アクタ	値Aの入力者をお客様から運用管理者に変更する
2		業務Aの利用者として、端末Xの操作者がもれていたのを追加する。
3	依頼元アクタ 状況	利用者が一定時間経過してもコネクション開放を行わない場合の処理を追加する
4		状況Aにおいても、ある情報の入力・変更が行われる場合があるので処理を追加する。
6	イベント	イベントAの送信間隔を、X秒に1回からY秒に1回に変更する
7		ある処理の終了指示イベントは、外部ではなく内部で発生させる必要がある。
8	入力	入力情報を、チェックボックスにより入力させるように変更する。
9		ログイン時に入力が必要な情報が漏れていたのを追加する。
10	処理	入力された値の正当性チェックに関する処理を追加する
11		電文の通番の設定値に誤りがあるので修正する
12		計算式に誤りがあるので修正する。
13	出力	出力時の画面項目定義に関する誤りを修正する。
14		ポップアップ出力画面に表示する内容を明確化する。
15		ある指示について、表示期間を明記する。
16	結果状況	情報を結果アクタに送信する際のまとめの単位は、X単位でなくY単位である必要がある。 ( YはXよりも大きな単位。 例:Xは個人、 Yは組織)
17		画面レスポンスの改善及び表示項目の絞込みのため、検索条件として新たな項目を追加する。
18	結果アクタ	配信される情報の受け取り手として、利用者Aが漏れていたのを追加する。



## 2 ゴール指向要求モデリング

- ゴール指向要求工学
- SysML
- アシュアランスケース

### 2.1 ゴール指向要求工学



	説明	特徴
要求抽出	<ul style="list-style-type: none"> <li>■望ましい願望としての要求を抽出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■なぜシステムが必要なのかを説明</li> </ul>
要求分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ゴールを達成するための論理的な条件を明確化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■要求間の矛盾や対立をゴールにより検出して解消</li> </ul>
要求仕様化	<ul style="list-style-type: none"> <li>■開発の目的, 機能要求, ソフトウェア属性をゴールで記述</li> <li>■ゴールを達成するために必要な要求がそろっていることを確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ゴールに対して要求仕様の必要性を確認することで過剰な仕様化を防止</li> <li>■要求の漏れがないことを確認</li> </ul>
要求管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ゴール間の関係や外部環境等との追跡性を管理</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■要求が必要となる根拠をステークホルダーに説明</li> </ul>
代替案の探索	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ゴールに関して設計の代替案を比較</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ゴールに対する貢献関係を用いることで代替案を比較</li> </ul>

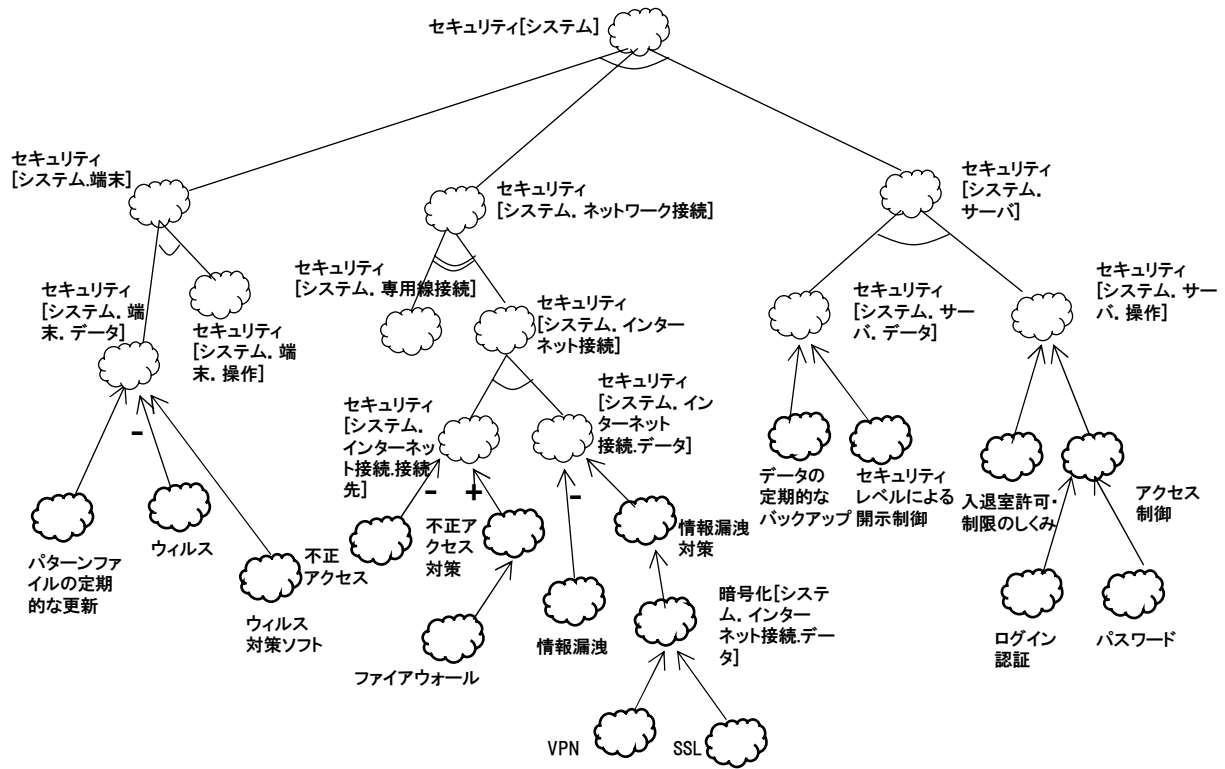
項目	説明
対象	対象とするゴールの本質は何か？
使用法	ゴールモデリングの目標は何か
表現	ゴールをどのように表現するのか
作成プロセス	どのようにゴールモデルを作成するのか？

属性	説明
種別	ゴールの分類種別
名前	ゴールの名称
型	セキュリティ, 性能, 操作性などのソフトウェア属性
パラメータ	ゴールが参照する対象の属性としてのパラメータ
満足化の度合い	ゴールがどれくらい満足化されるかを表す
意味付け	ゴールの意味を限定する動詞:改善する, 増加する, 削減する, 効率化するなど.
優先順位	必須/選択がある. ゴール選択や対立の解消に用いる定性的な値
視点	ゴールを抽出する観点. 財務, 顧客, プロセス, 学習など

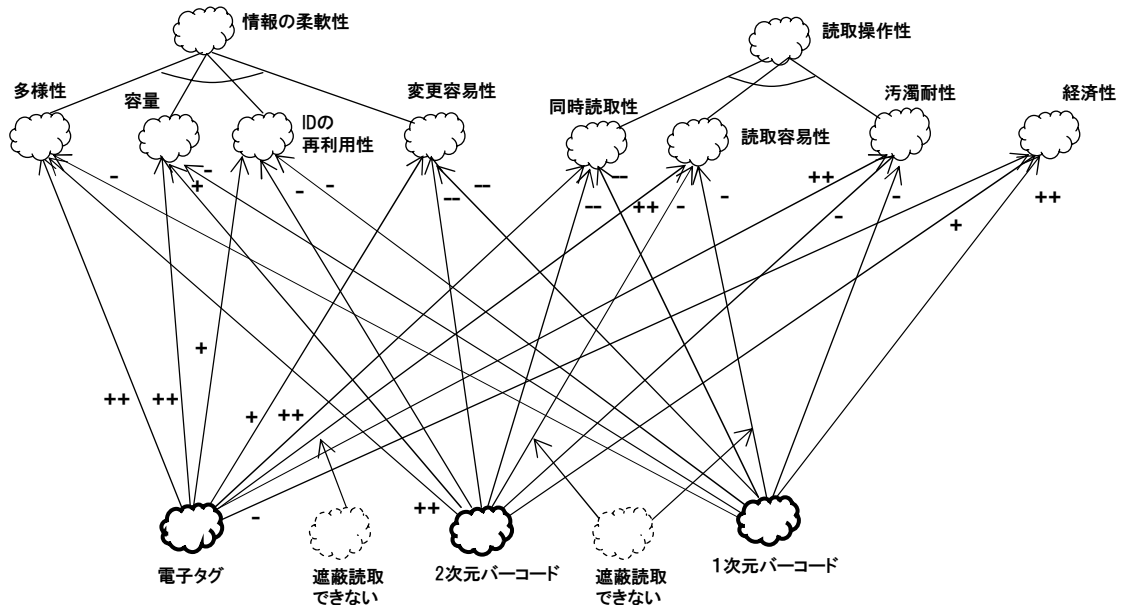
関係	説明
論理関係	AND/OR関係
満足化関係	ソフトゴール間の関係
操作化	ソフトゴールとハードゴールの関係
評価関係	貢献/対立関係
根拠関係	ゴールや関係の理由を説明する関係
因果関係	ゴールに対する定量的なデータ間の依存関係
シナリオ関係	ゴールを達成するためのシナリオとゴールとの関係
アクタ関係	ゴールを協調的に達成するアクタ間の関係

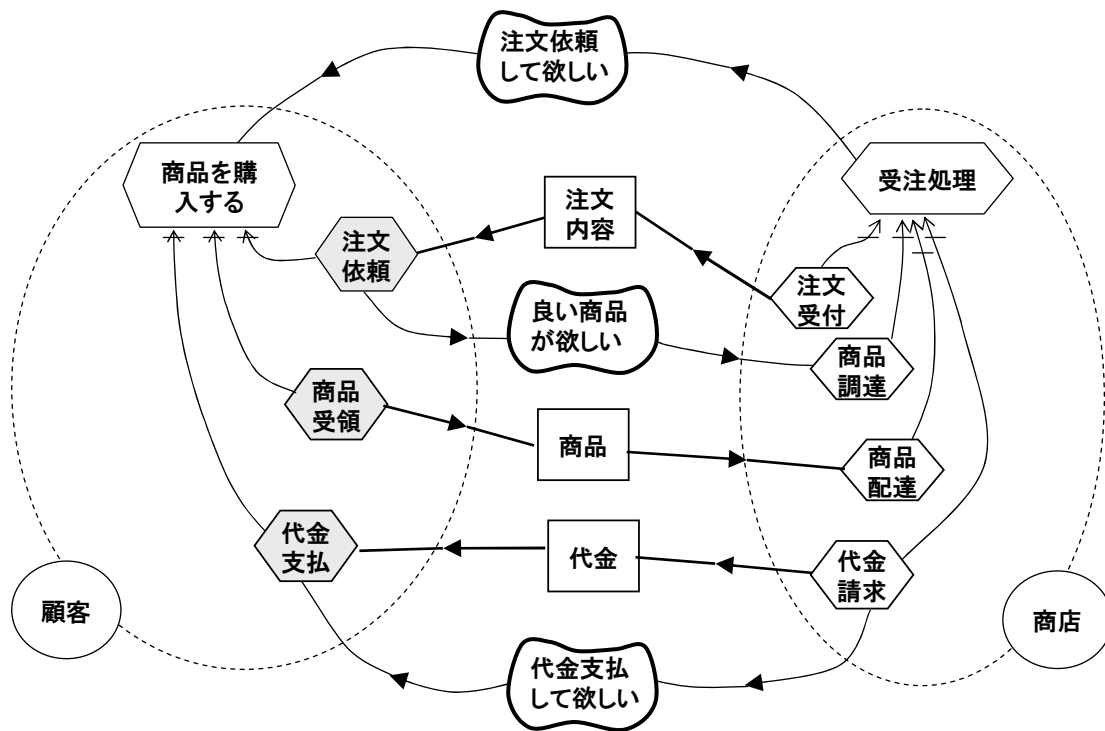


# セキュリティのNFR分析例



# NFRフレームワークによる電子タグとバーコードの比較

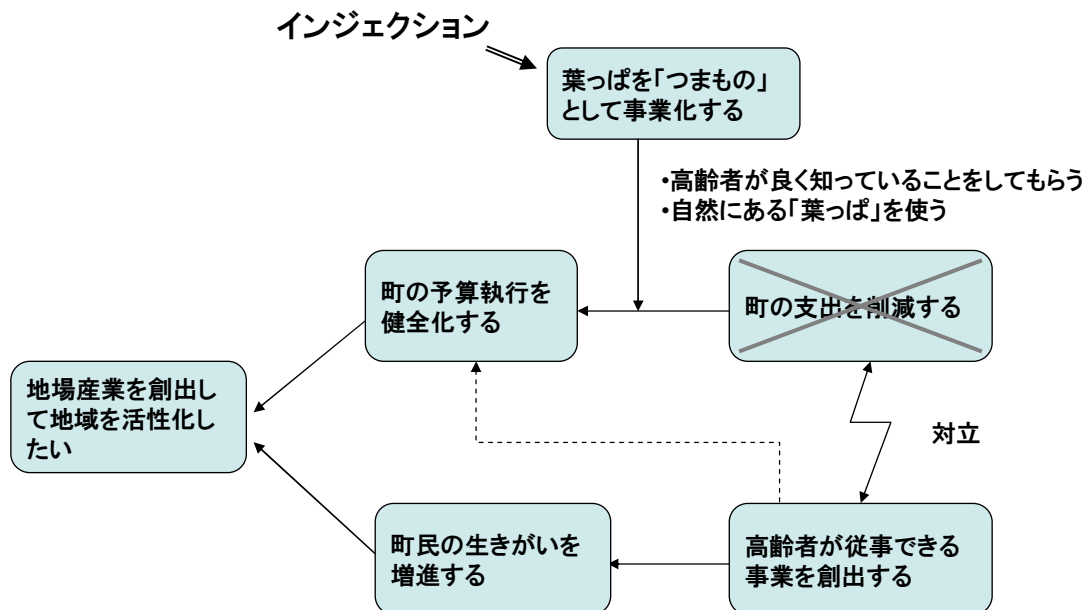




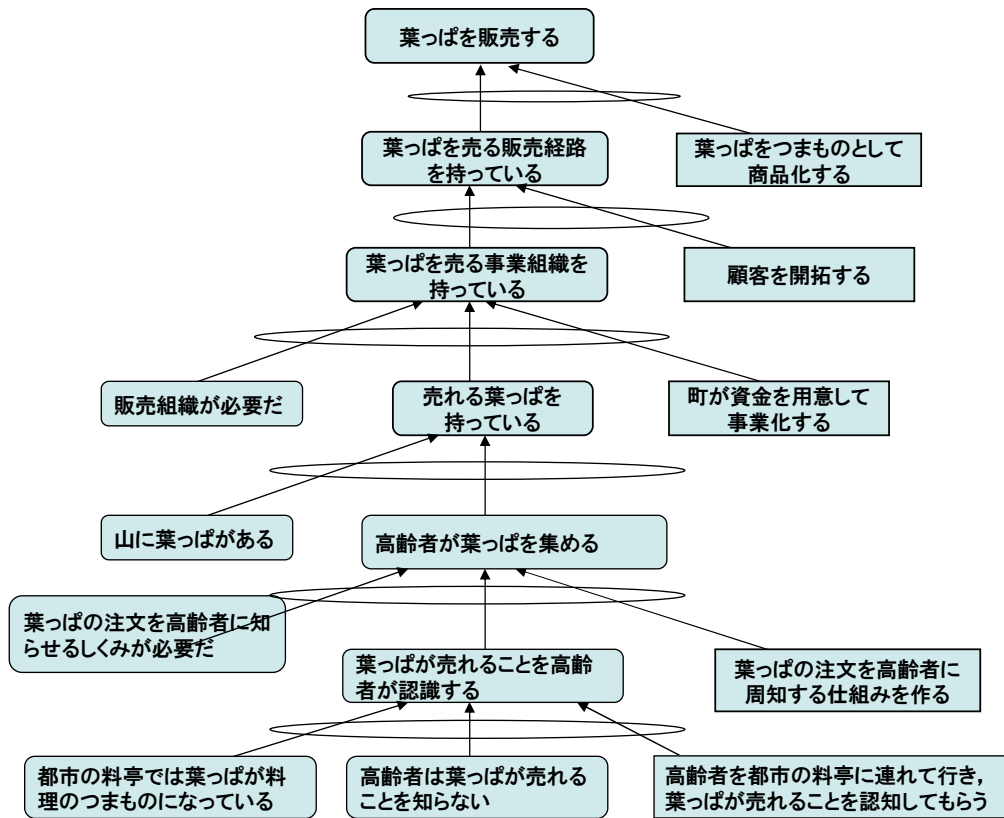
SR: Strategic Rational

ゴール	目的	増進する
	課題	売上げ
	対象:プロセス	注文受付処理
	視点	販売管理者
	質問	現在の注文受付時間はどうなっているか？
	測定基準	平均処理時間 標準偏差 受付処理時間超過件数
	質問	注文受付時間の改善効果は出ているか？
	測定基準	平均注文受付処理時間/注文受付基準処理時間 販売管理者の満足度
	質問	現在の在庫確認時間はどうなっているか？
	測定基準	平均処理時間 標準偏差 在庫確認時間超過件数
	質問	現在の注文受付中断件数はどうなっているか？
	測定基準	受付中断までの平均時間 標準偏差

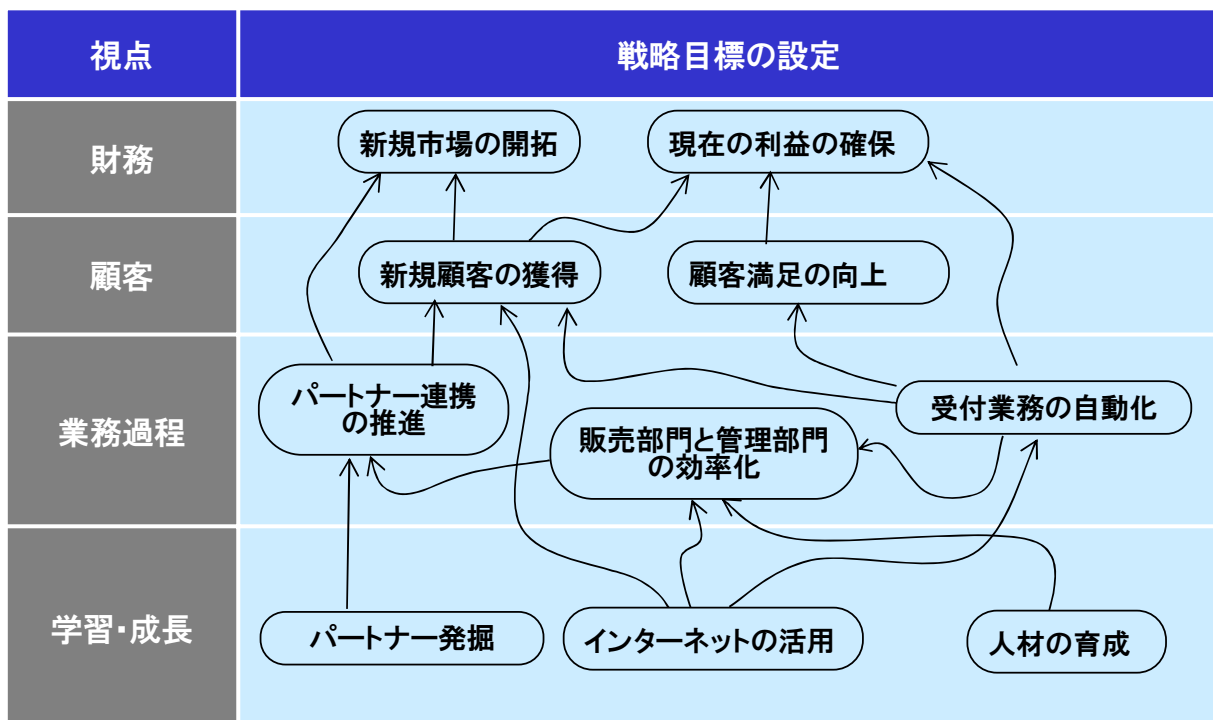
改革の問い	図式	説明
何を	現状分析ツリー	現状の問題点とその根本原因との因果関係を論理的に分析する
何に	対立解消図	ゴール,ゴール達成の要件,要件の前提の相互関係を分析することにより,前提間の対立を解消するインジェクションを発見する
	未来実現ツリー	インジェクションと因果関係に基づいて,想定される好ましい結果とネガティブブランチの可能性を明らかにする
	ネガティブ・ブランチ	最悪の事態に備える.
どのように	前提条件ツリー	最終目標と障害や中間目標としての行動の時間的な依存関係を具体化する.
	移行ツリー	どのように変革を完成するかを示す行動の時間的な順序関係を具体化する.



# 徳島県上勝町の移行ツリー

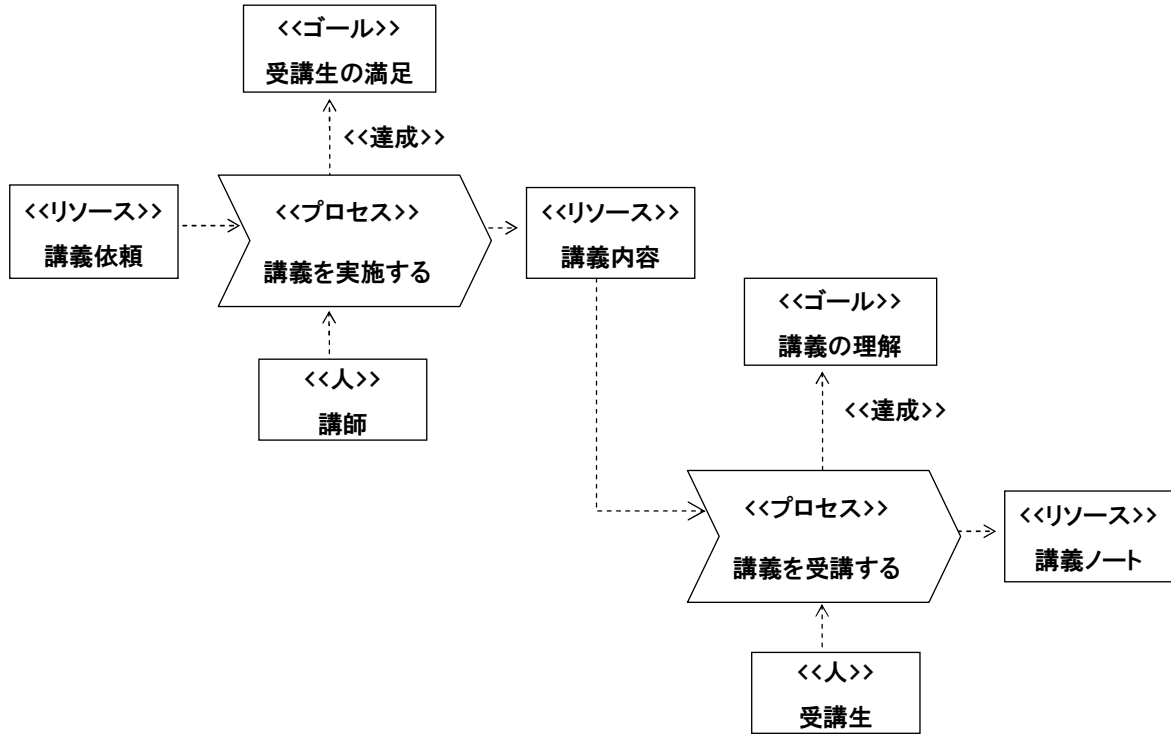


# BSCの戦略目標の設定

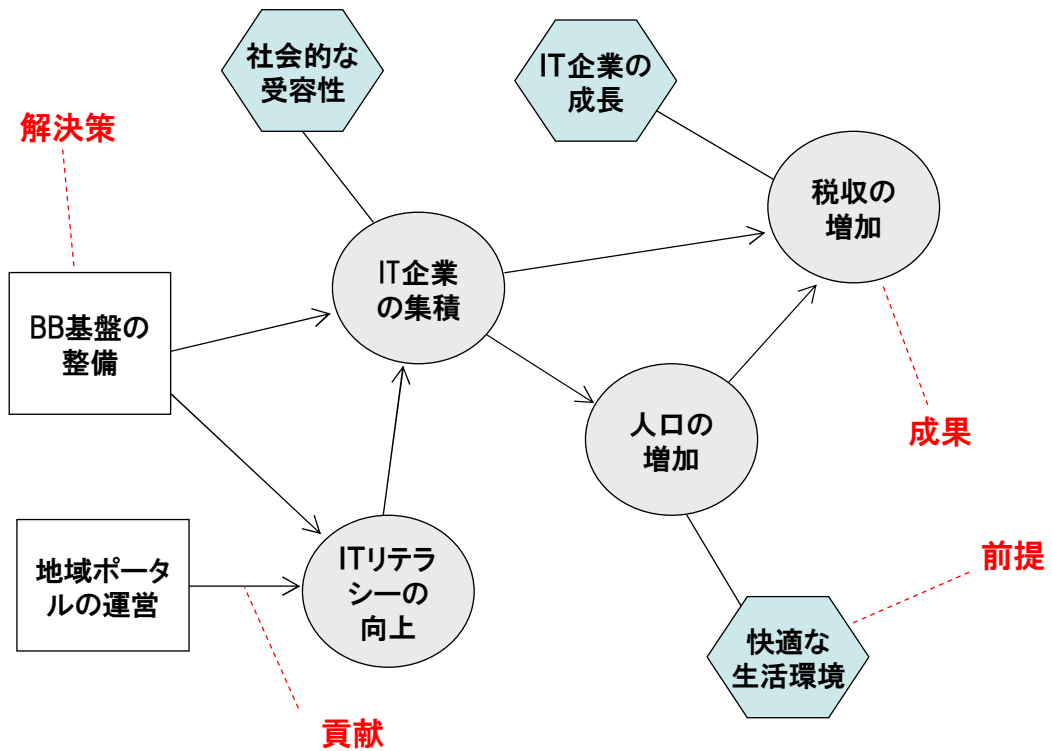




# UMLビジネスモデリングの例 ～講師と受講生のビジネスプロセス分析～



# リザルトチェーン分析の例 ～情報化による地域経済の活性化～



ゴール指向手法	ゴール	問題	理由	資源	プロセス	関係	評価	組織	視点
SSM	○				○	○	○	○	
LAP	○				○	○		○	
BSC	○				○	○		○	○
RCM	○		○		○	○			
QFD	○		○	○	○	○		○	
LTP	○	○	○		○	○			
NFRFW	○		○		○	○	○	○	
i*	○		○	○	○	○		○	
UML-BM	○	○		○	○	○		○	
Biz-Alive!	○	○	○		○	○	○	○	○
GQM	○			○	○	○	○	○	○
備考			制約	物理資源 情報資源 プロダクト	タスク シナリオ イベント	論理 因果 対立 貢献 否定	属性 質問 KPI 影響	アクタ エージェント	

(表注)SSM:ソフトシステム方法論, LAP:言語行為展望論, BSC:バランススコアカード, RCM:リザルトチェーンモデリング  
QFD:品質機能展開, LTP:論理思考プロセス, NFRFW:NFRフレームワーク, UML-BM:UMLビジネスモデリング

## 2.2 SysML要求図

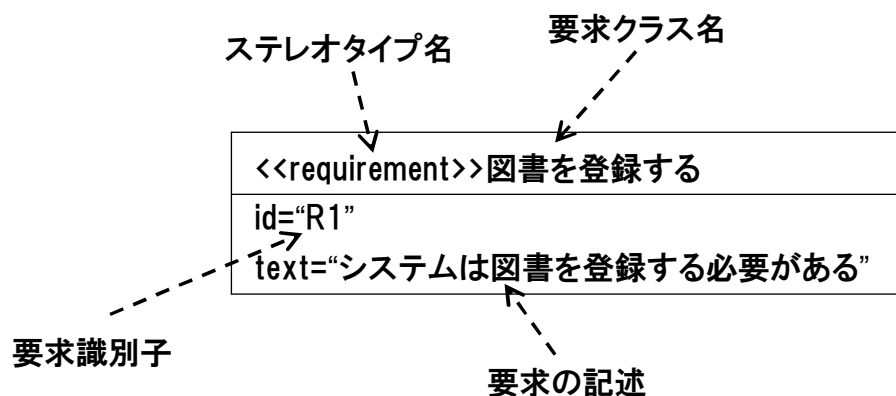


2008年12月にSysML1.1版が公開。

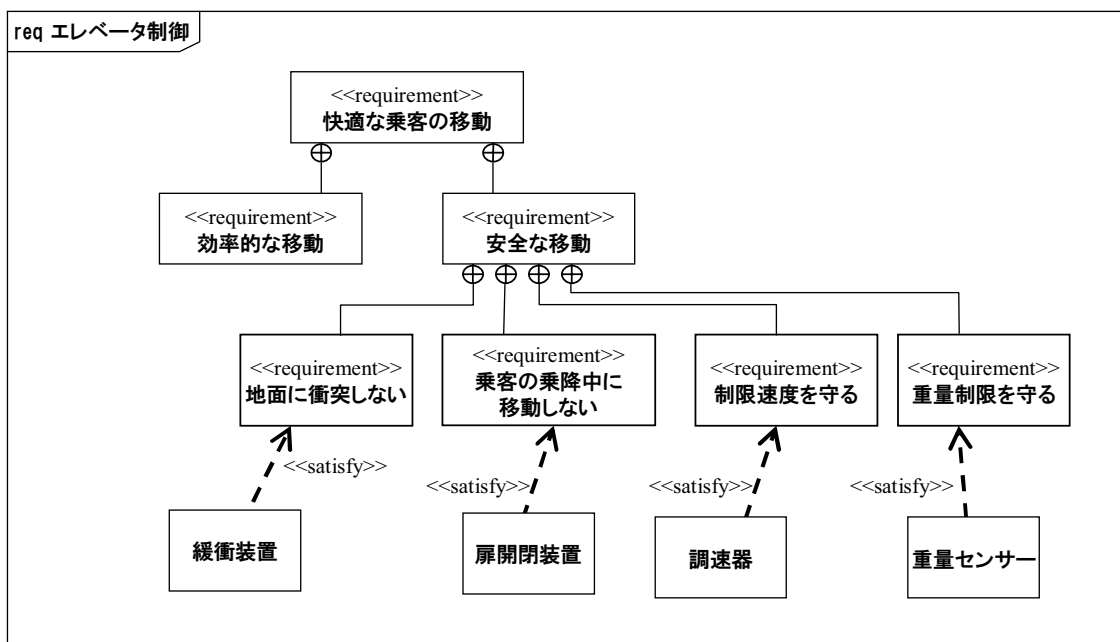
SysML要求図(Requirement Diagram)では要求を表現するモデル要素とそれらを他のモデル要素と関係付けるためのモデル要素を提供。

システムが実行する機能要求だけでなく、性能条件などの非機能要求を記述できる。

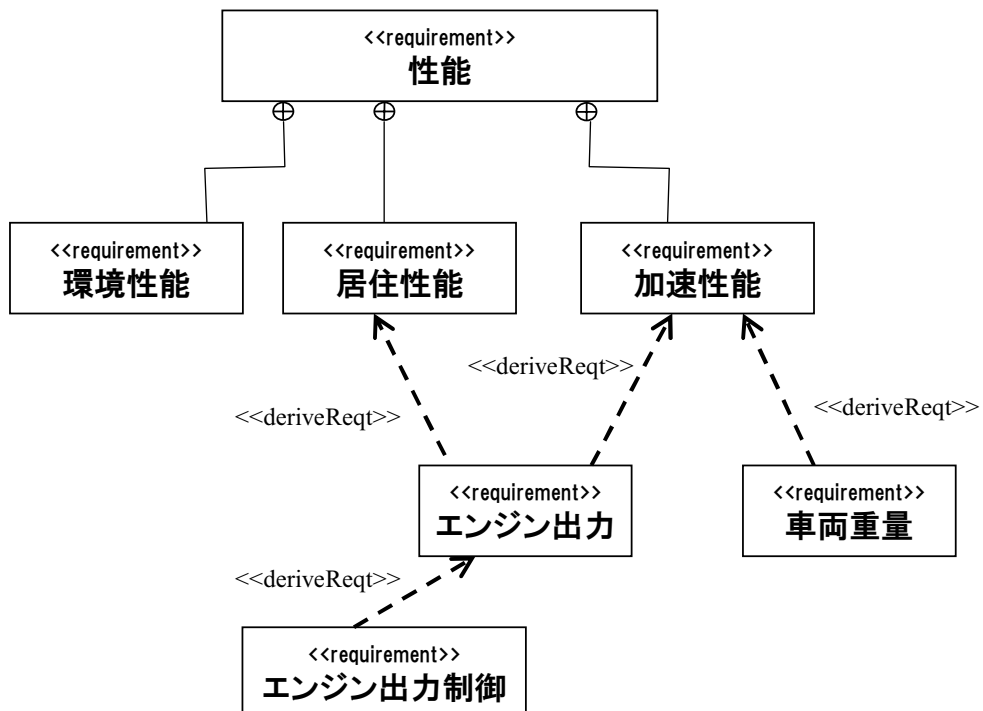
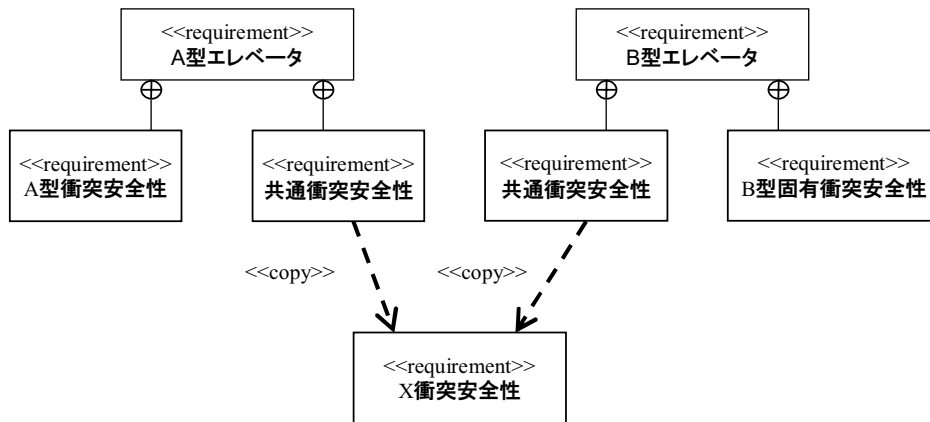
図式		変更の有無
要求図		SysMLで新規に追加
振舞い図	アクティビティ図	UML2.0から変更
	シーケンス図	UML2.0と同じ
	状態図	UML2.0と同じ
	ユースケース図	UML2.0と同じ
構造図	ブロック定義図	UML2.0から変更
	内部ブロック定義図	UML2.0から変更
	パラメトリック図	SysMLで新規に追加
	パッケージ図	UML2.0と同じ

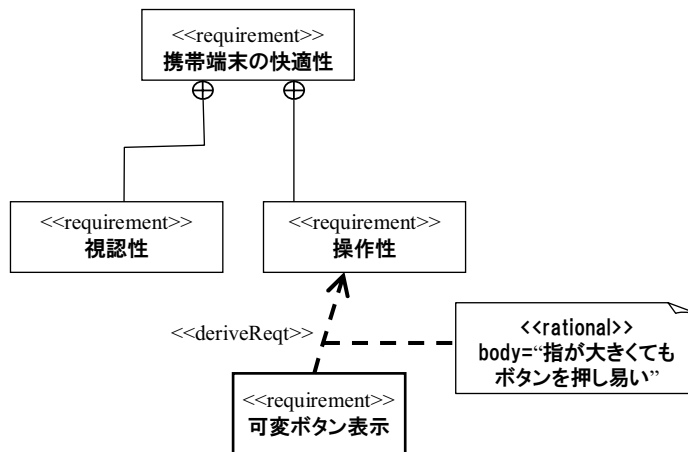


要求関係	関係線	ステレオタイプ
階層関係	親要求 ⊕ — 子要求	
複製関係	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>関係元</span> <span>← - - - -</span> <span>関係先</span> </div> <p>&lt;&lt;ステレオタイプ名&gt;&gt;</p>	<<copy>>
派生関係		<<deriveReq>>
満足関係		<<satisfy>>
検証関係		<<verify>>
洗練関係		<<refine>>
追跡関係		<<trace>>
理由関係		関係 - - - - 理由



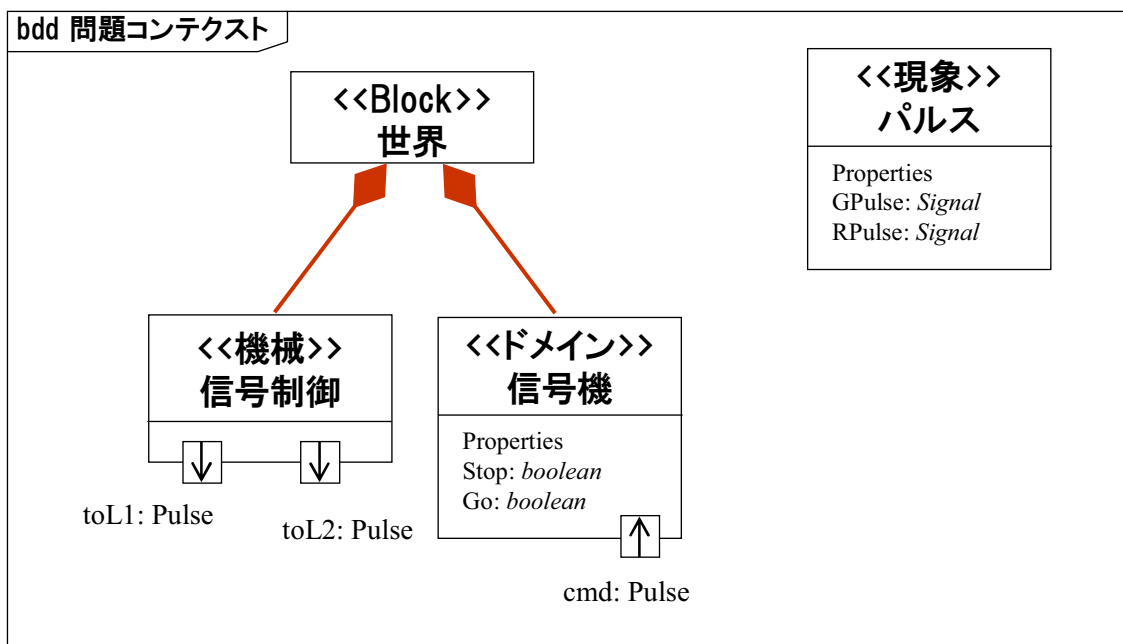


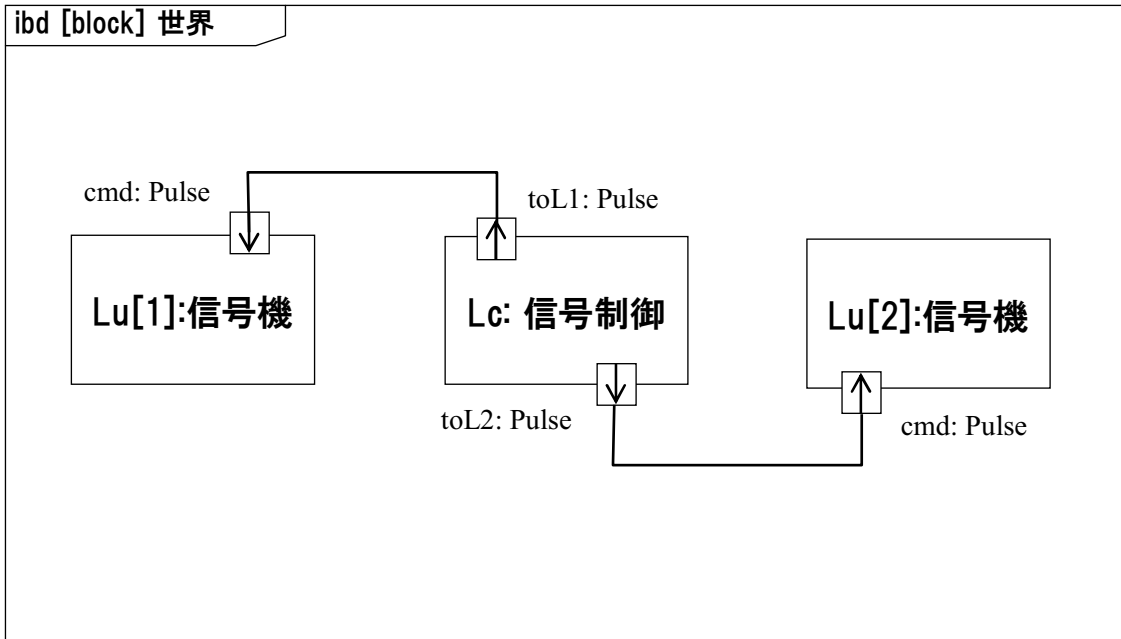




要求識別子	要求名	要求内容
ELR1	快適な乗客の移動	エレベータ制御システムは乗客が快適に移動できる必要がある
ELR1.1	効率的な移動	エレベータ制御システムは乗客が効率的に移動できる必要がある
ELR1.2	安全な移動	エレベータ制御システムは乗客が安全に移動できる必要がある
ELR1.2.1	地面に衝突しない	エレベータのかごが地面に衝突しないように制御する必要がある
ELR1.2.2	乗客の乗降中に移動しない	乗客の乗降中にエレベータのかごが移動してはいけない
ELR1.2.3	制限速度を守る	エレベータのかごの移動速度が制限速度を越えてはいけない
ELR1.2.4	重量制限を守る	乗客を乗せたエレベータのかごの重量が制限を越えてはいけない





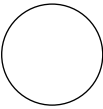
識別子	要求名	関係	識別子	要求名	関係	要求名
VC3	加速性能	派生		車両重量		
VC3	加速性能	派生	DE1	エンジン出力	派生	エンジン出力制御
VC4	居住性能	派生	DE1	エンジン出力	派生	エンジン出力制御

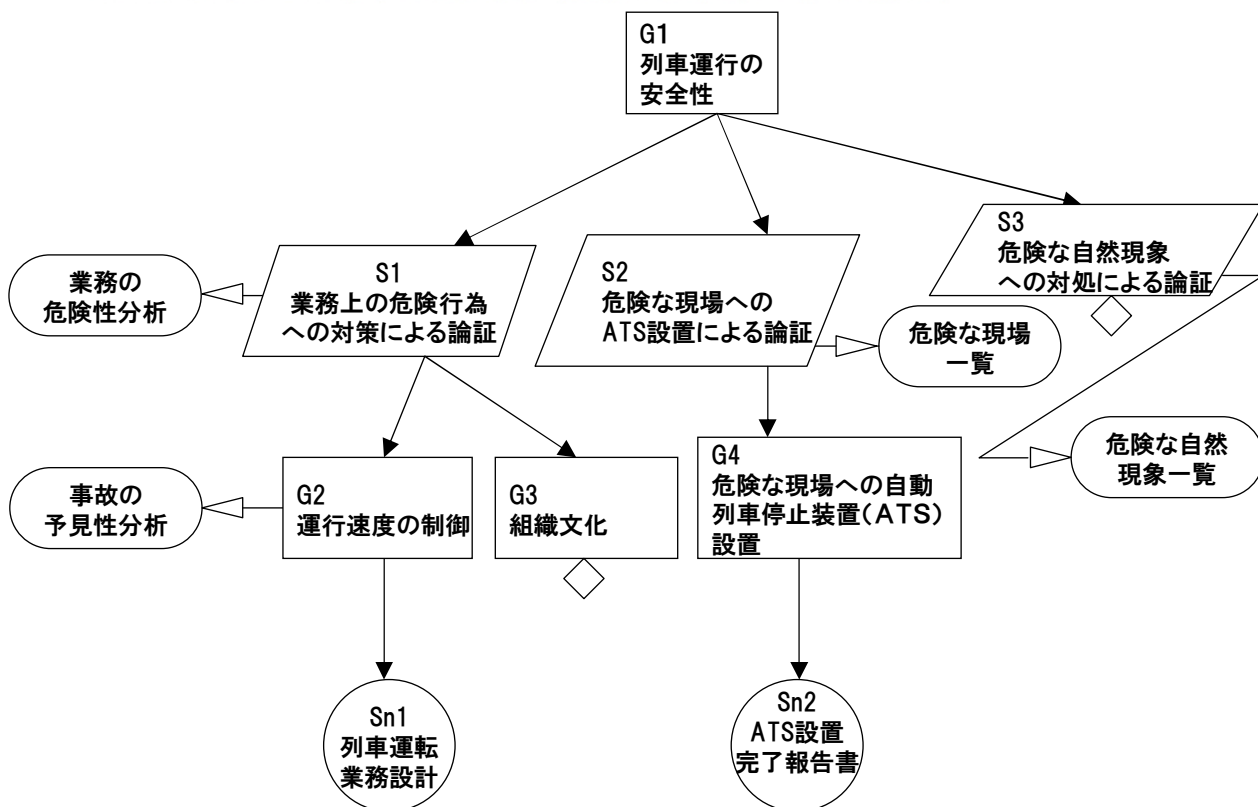




## 2.3 アシュアランスケース



名称	図式要素	説明
ゴール		システムが達成すべき性質を示す。下位ゴールや戦略に分解される
戦略		ゴールの達成を導くために必要となる論証を示す。下位ゴールや下位戦略に分解される。
コンテキスト		ゴールや戦略が必要となる理由としての外部情報を示す
未展開要素		まだ具体化できていないゴールや戦略を示す
ソリューション		ゴールや戦略が達成できることを示す証跡



適用機関	安全性確認事例
航空機	戦闘機の航空電子システム
英国国防省	サイト
英国地方鉄道	信号システム
潜水艦	推進システム
英国軍	航空管制システム
英国地下鉄	ジュービリー線の拡張システム
スウェーデン	航空制御システム
ロールスロイス	エンジン制御システム
アエロスペース	GPS

課題	対策
開発方式	アシュアランスケースの作成プロセスを開発することにより、管理を容易化
再利用	アシュアランスケースをパターン化することにより再利用を容易化
生産性	アシュアランスケースをモジュール化することで作成を効率化
確信性	前提の成立確率に基づき、アシュアランスケースの充足可能性を推論

## 3 体系化に向けた課題

- 要求とテスト
- 組込み要求工学
- 要求モデリングの社会学

Copyright 2009 NTT DATA CORPORATION

### 3.1 要求とテスト

Copyright 2009 NTT DATA CORPORATION



神話	姿勢と問題	対策
要求が最初でテストが最後	「まだテストを考える段階ではない。要求に集中すべきだ」 最終テスト段階で要求変更が発生	要求レビューにテスト専門家が参画することで良い要求を確認できる 顧客の参加が重要
システムができないとテストできない	「テスト専門家はシステムの動きをみるだけだ。紙ではテストできない」 欠陥の早期発見ができない	事業目的に対して要求仕様書の完全性と正当性をテストすべきである
要求をテストで使ってもその逆はない	「要求をテストするのではなく、要求を用いてテストせよ」 開発者は曖昧な仕様を書く傾向がある	要求の具体例がテスト What if質問 特定のユーザを考える
テスト作成が難しいのはテストだけの問題	「今のテスト専門家は我々の要求からテストを作成できないようなので、別のテスト専門家を探すのがよさそうだ」 曖昧な非機能要求の定義は困難。	非機能要求を測定する適切な基準を考えることでテストする
小さな要求変更がプロジェクトに影響することはない	「画面の入力欄を少し広げたい」 小さな変更の影響範囲が大きくなることもある	変更によって影響を受ける状況でシステムが正常であることを確認 副作用の影響がないことを回帰テストで確認
テスト専門家は要求を必要としない	「要求がなくてもシステムが何をしているかを確認できるだろう」 システムが何をしているかと何をすべきかの差を埋めることがテスト専門家の役割	テスト専門家は答を知っているのが前提 入力、事前条件、事後条件は要求がないと分からない
テスト専門家は要求がないとテストできない	「ちゃんとした要求がないとテストできない」 不十分な要求の下での変更に対してテスト専門家の知識に基づくテストが必要になる	探索テストによりシステムの挙動を調査 テスト計画、テスト仕様などからなるテストウェアを要求仕様になる

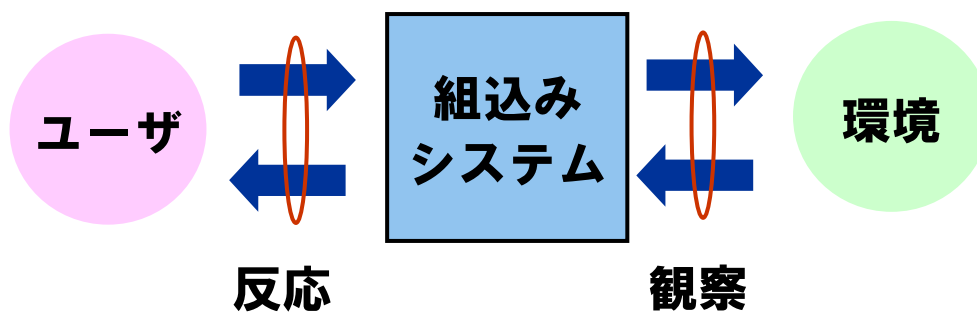
連携策	利点	課題
テスト専門家の早期参加	計画段階でのテスト活動の考慮 ドメイン知識の獲得 要求品質の向上	テスト専門家の確保 分散開発 開発プロセス
要求レビューへの参加	要求の欠陥と漏れの摘出 テスト困難な要求の発見	間違った視点からの指摘 詳細すぎる指摘の増加
要求とテストの追跡性	テスト網羅性の向上 変更管理の効率化 欠陥摘出の効率化	追跡性の維持が困難 高い要求品質が前提条件
要求担当とテスト専門家のコミュニケーション	テスト専門家による推測の削減 低い要求品質を補完 テスト結果の信頼性の向上	要求責任者の負荷が増加 業務知識専門家の確保が困難 情報の信頼性が絶対条件
テスト専門家による要求発見	テスト可能性の向上 テスト工数削減と工期短縮	指摘内容の質の向上 指摘内容の優先順位

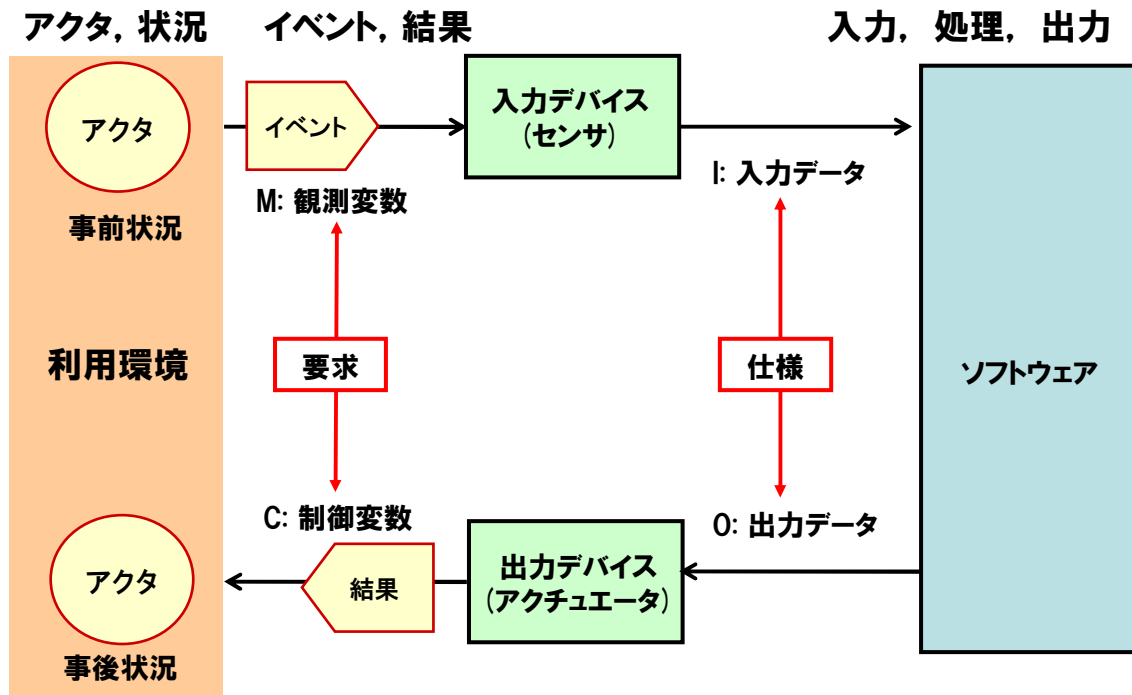


## 3.2 組込み要求工学

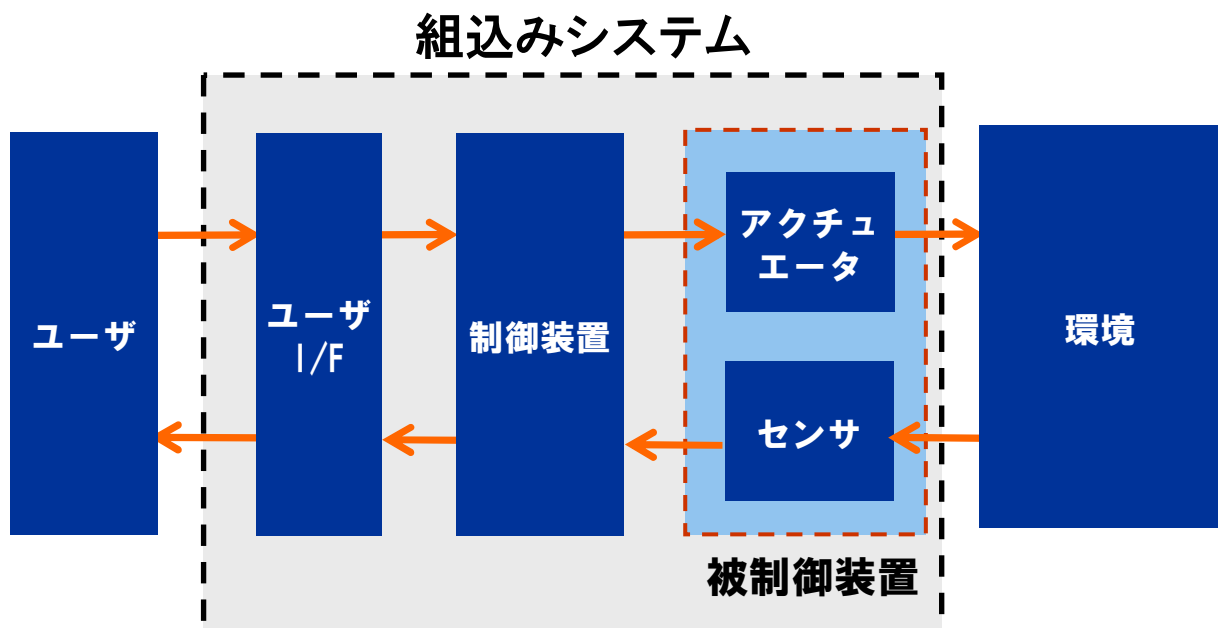
Copyright 2009 NTT DATA CORPORATION

### 組込みシステムの位置付け





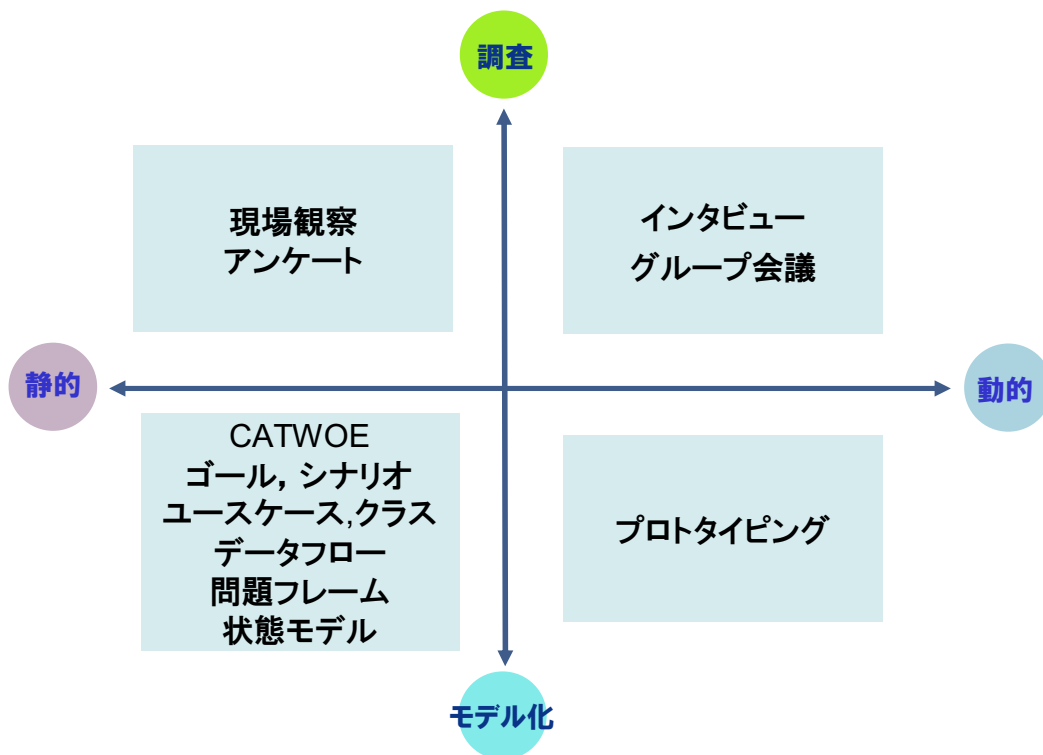
(参考) Parnas, D. & Madey, J., Functional documents for computer systems, 1995



(参考) Manfred Broy, Requirements Engineering for Embedded Systems

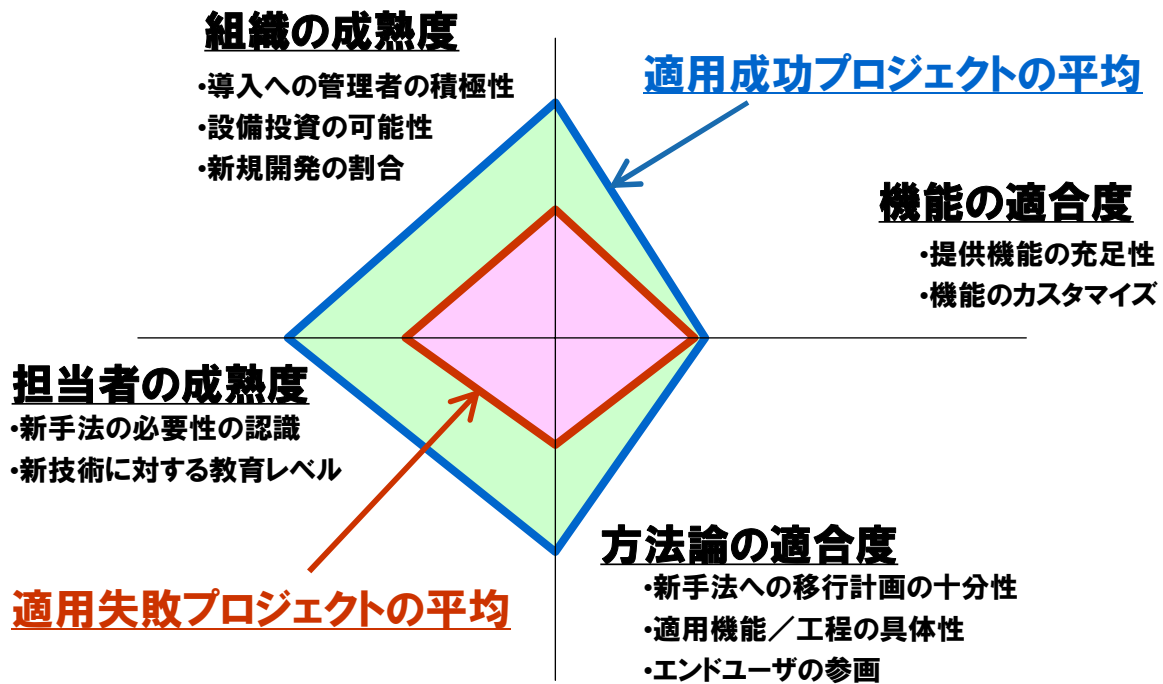
	ユーザ	制御装置	物理装置
ユーザ		入力	
制御装置	出力		制御信号
物理装置		センサ検出信号	アクチュエータ出力 センサ入力

## 3.3 要求モデリングの社会学



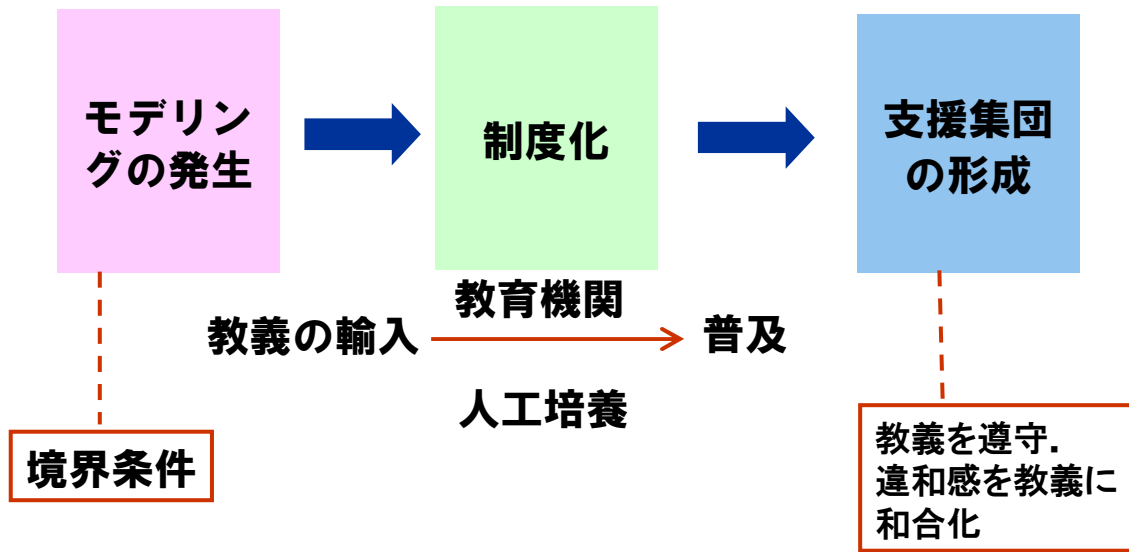
要求獲得モデル	アクタ	アクタ関係
CATWOE	受益者, 遂行者, 所有者, 環境	変換プロセス 世界観
コンテキスト図	外部, システム	イベント データフロー
ユースケース	アクタ	ユースケース
状態図	アクタ内部状態	状態遷移
クラス図	クラス	クラス関係
ゴール図	アクタ	ソフトゴール, ゴール, タスク, リソース
シナリオ	アクタ	シナリオ
問題フレーム	デバイス, オペレータ, 制御機械	要求, 制御仕様





要求番号				担当者	
要求	名称			提出者	
	内容				
対処策	案1			検討者	
	案2				
	案3				
評価		案1	案2	案3	承認者
	観点1				
	観点2				
	観点3				
	総合評価				回答者
決定	決定内容				
	決定理由				

・ 外来モデリングの輸入



「モデリングはみかけどおりではない」



変える力を、ともに生み出す。

NTT DATAグループ