

機能共鳴分析のための 保証ケースの試み

- 背景
- 関連研究
- 保証ケースに基づく機能共鳴分析
- 適用例
- 考察

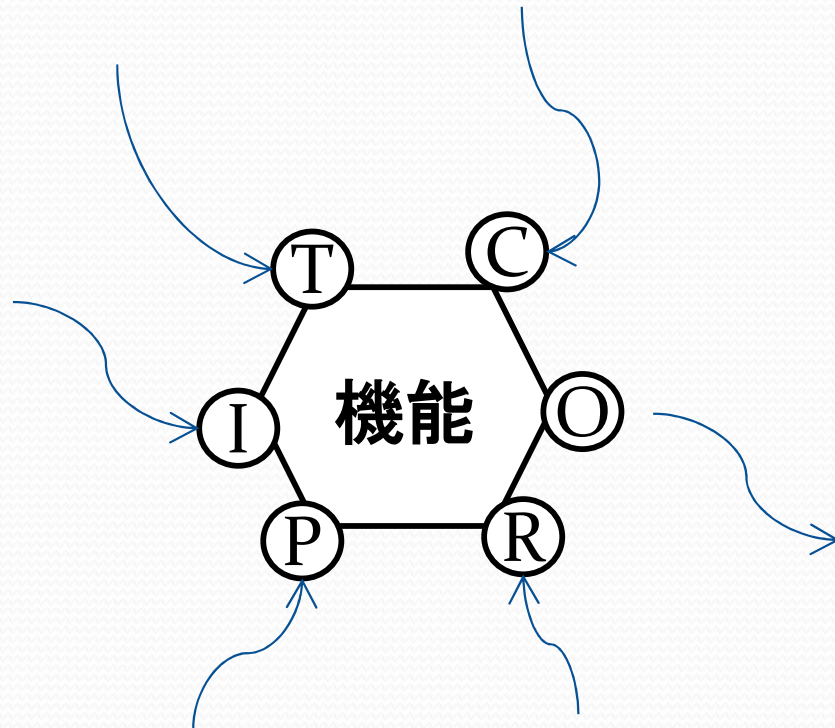
名古屋国際工科専門職大学 教授
名古屋大学 名誉教授 山本修一郎

FRAM

Functional Resonance Analysis Method

FRAM Functional Resonance Analysis Method

複雑な社会技術システムのモデル



I: Input
P: Pre-Condition
R: Resource
O: Output
C: Condition
T: Time

- 【手順1】機能識別
- 【手順2】機能変動判断
- 【手順3】機能間共鳴分析
- 【手順4】対策立案

Hollnagel, E.: FRAM - the Functional Resonance Analysis Method: Modelling Complex Socio-Technical Systems. Boca Raton: CRC Press (2012).

関連研究 FRAM(1/2)

- Patriarca ら [3] は、FRAM をサポートするオープンなツールを提案した。FRAM は現在、いくつかのアプリケーション分野で広く適用されている。Liu と Tian は、事故調査のための FRAM の事例研究を報告している [4]。Rossa ら [5] は、子供向けの歯科診療アプリケーションに関するシステム理論分析について紹介した。Gattola と Patriarca [6] は、FRAM を製造工場での機能的共鳴の分析に適用した。Smoczyński ら [7] は、都市交通における FRAM の適用可能性を示した。Patriarca らが FRAM の文献調査を実施している [8]。de Souza ら [9] は、機能の可変性を利用して IT 保守作業に FRAM を適用した。
- FRAM と他の方法との統合もいくつか提案されている。Sujan と Felici [10] は、Failure Mode 解析と FRAM の統合を提案した。Köpke らは [11]、FRAM を使用した安全性、セキュリティ、回復力を分析する協調的手法を提案した。Zheng と Tian [12] は、有限状態モデル チェック法を適用して、FRAM と安全解析アプローチを統合している。Pardo-Ferreira ら [13] は、他の方法との組み合わせによる FRAM の発展について議論している。de Carvalho [14] は、FRAM を適用して、複雑なシステムの復元性(Resilience)要求を導出している。

関連研究 FRAM(2/E)

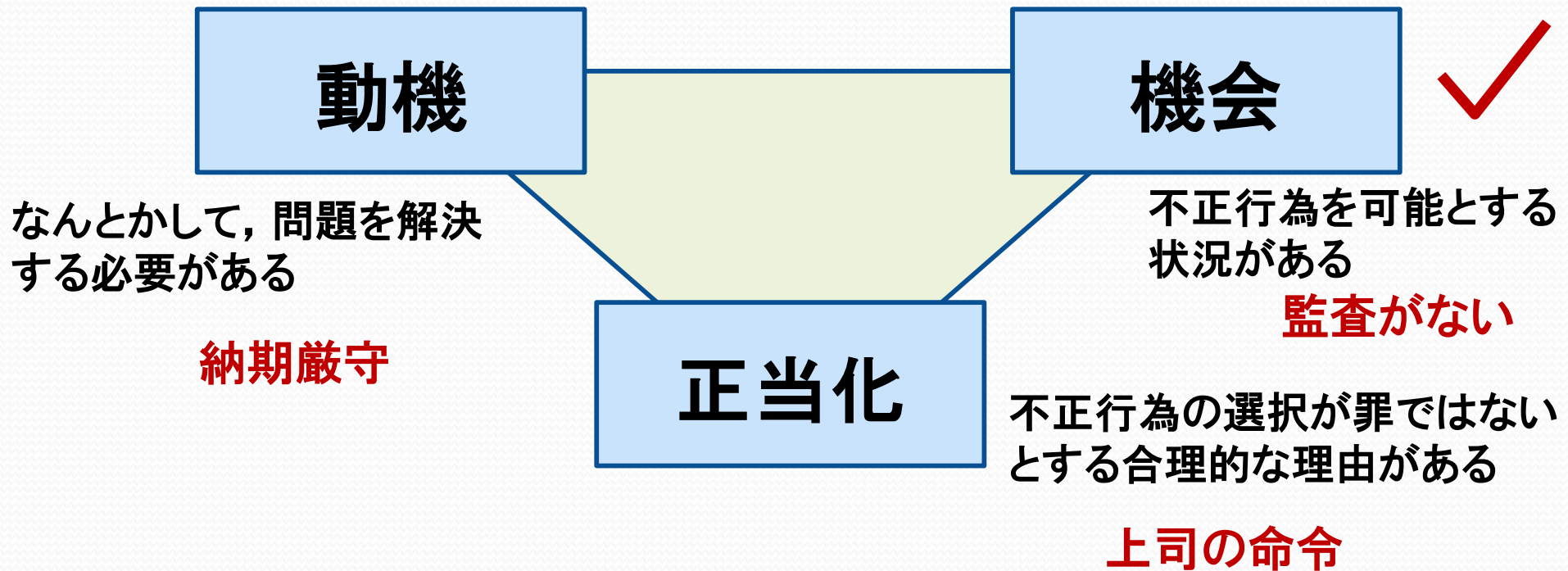
- FRAMの機能として、不正行為を記述することにより、不正行為が発生する状況に対する機能共鳴を分析する方法を山本が提案している[15,16,17]. 機会, 動機, 正当化からなる不正の三角形[18,19,20]を形成する機能としての行為が不正行為と機能共鳴関係にあることを指摘している.
- 意図的な組織不正だけでなく、誤送金のような過誤による組織の不祥事も発生する. どちらの場合でも、機能間の不適切な変動の連鎖によって、社会的に注目される事件になる.
- 不正行為の場合は、動機, 機会, 正当化に対する機能が同時に成立しないように監視を強化する必要がある. 過誤については、機能の誤りが生じないように資源としての担当者の能力向上と機能の適切性を管理すること、事前条件を明確に規定することが必要である.

関連研究

Contribution	Authors
a case study of FRAM for accident investigation	Liu and Tian
a systems theoretic analysis on the dental practice application for children	Rossa and others
FRAM for analyzing functional resonance in a manufacturing plant	Gattola and Patriarca
applicability of FRAM for in urban transportation	Smoczyński and others
FRAM for IT maintenance work using functional variability	de Souza and others
a combination of Failure Mode analysis and FRAM	Sujan and Felici
a joint approach of safety, security and resilience analysis using FRAM	Köpke and others
finite state model checking method to combine FRAM with safety analysis approach	Zheng and Tian
FRAM to elicit resilience requirements for complex systems	de Carvalho
FARM -- Functional Aspect Resonance Matrix	Yamamoto

不正のトライアングル

銀行の横領犯へのインタビューでCresseyが発見 (1953)
「3条件がそろったときに、良識ある人間が違法行為を犯す」
Albrechtが命名 (1991)

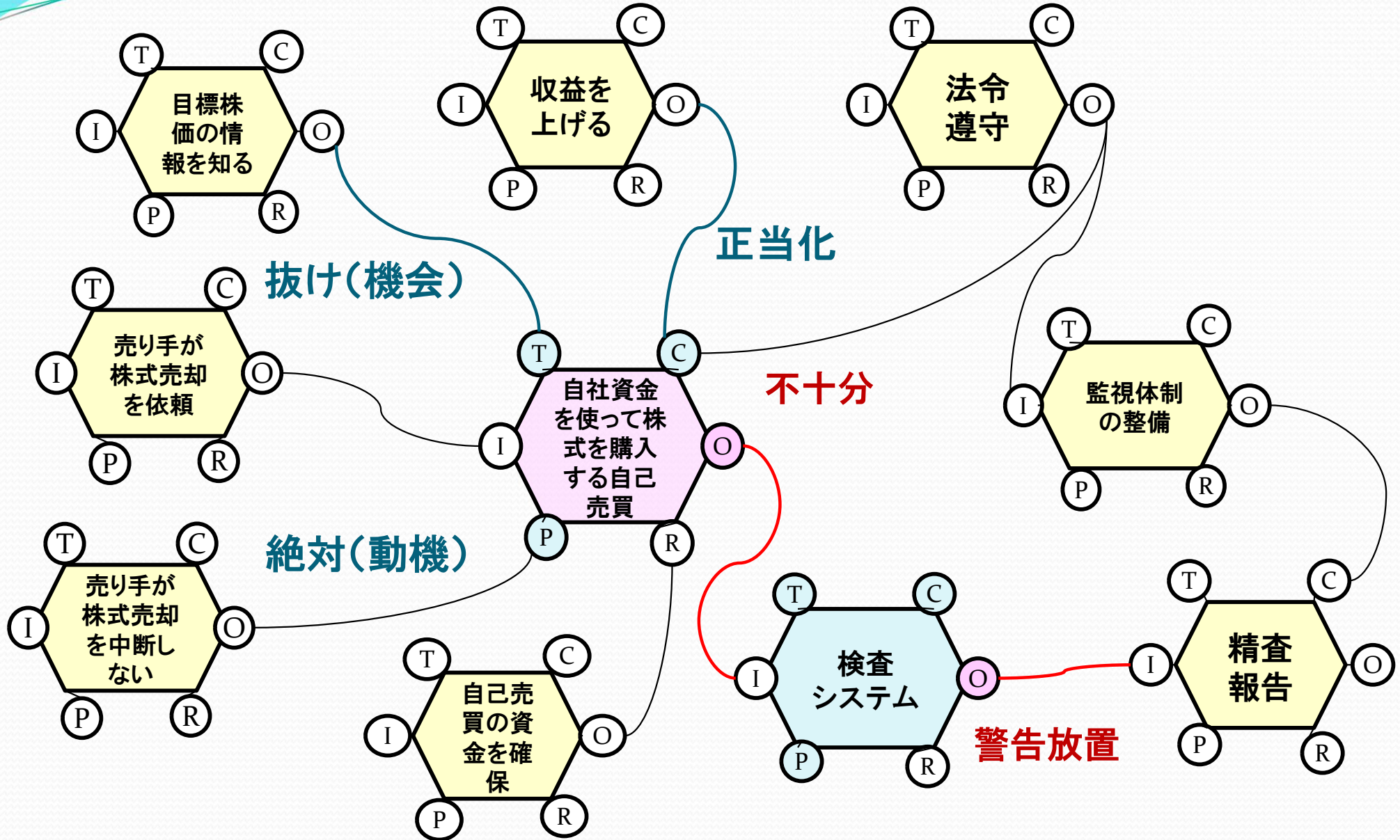


Albrecht, W. S. (1991) "Fraud in Government Entities: The Perpetrators and the Types of Fraud", *Government Finance Review*, Vol.7, No.6, pp.27-30.

機能共鳴行列

機能共鳴行列	説明	提案者
レジリエンス分析行列	RAM は関数間の伝搬関係を示す正方行列	Lundberg and Woltjer (2013)
関数アスペクト結合行列	関数のアスペクト結合から構成される正方行列	Patriarca ら (2018)
関数出力とアスペクトとの伝播関係行列	関数の出力アスペクトと他のアスペクトとの伝播関係を示す非正方行列	山本 (2022)

SMBC日興証券不正取引



山本修一郎, 監査の構造化に向けて, システム監査学会第36回研究大会, 特別講演, 2022.6.10

相場操縦に対するFARM

	5C	5P	5R	5T	7I	8I	9I	9C
1	0	0	0	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0
4	0	0	1	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	1	0	0	0
6	1	0	0	0	0	1	0	0
7	0	0	0	0	0	0	1	0
8	0	0	0	0	0	0	0	1


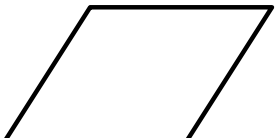


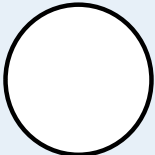
機能5「自己売買の資金を使って株式を購入する」を特定

機能共鳴行列の比較

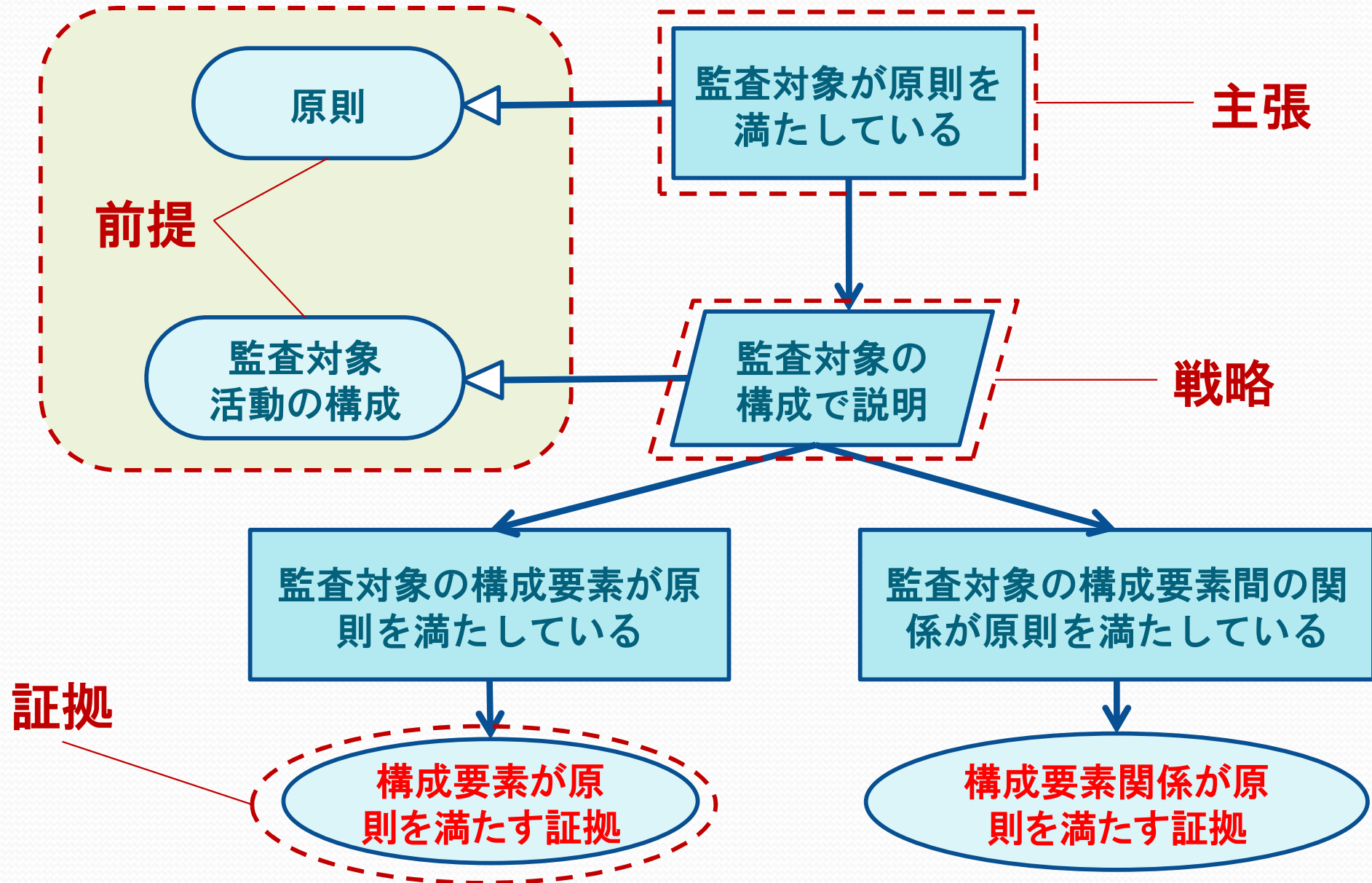
	LM	PM	FARM
形状	正方	正方	非正方
行	機能	共鳴関係	出力側面
列	機能	共鳴関係	非出力側面
要素	共鳴関係	共鳴関係の関係	共鳴関係

保証ケース

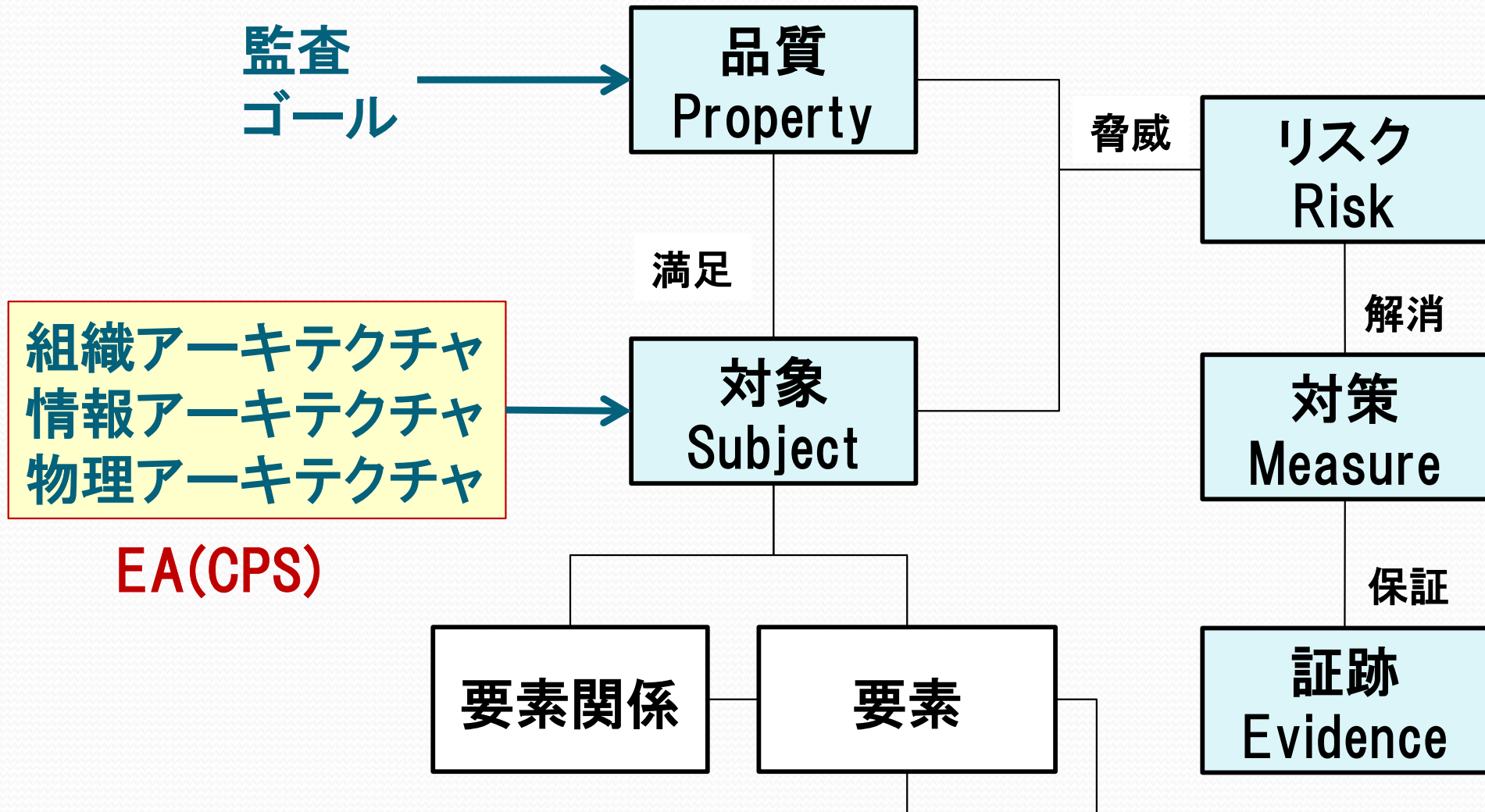
保証ケースの構成要素

名称	図式要素	説明
主張 (ゴール)		システムが達成すべき状態(性質)。 下位の主張や説明に分解。 (例)システムは安全である
説明 (戦略)		主張の達成を導くために必要となる説明。 下位の主張や説明に分解。 (例)~による論証
前提 (コンテキスト)		主張の説明が必要となる理由となる外部情報。 (例)想定するリスク
未定義要素		具体化できていない主張や説明を明示。
証拠 (ソリューション)		主張や説明が達成できることを示す証拠(証跡)。 (例)テスト結果

保証ケースの例

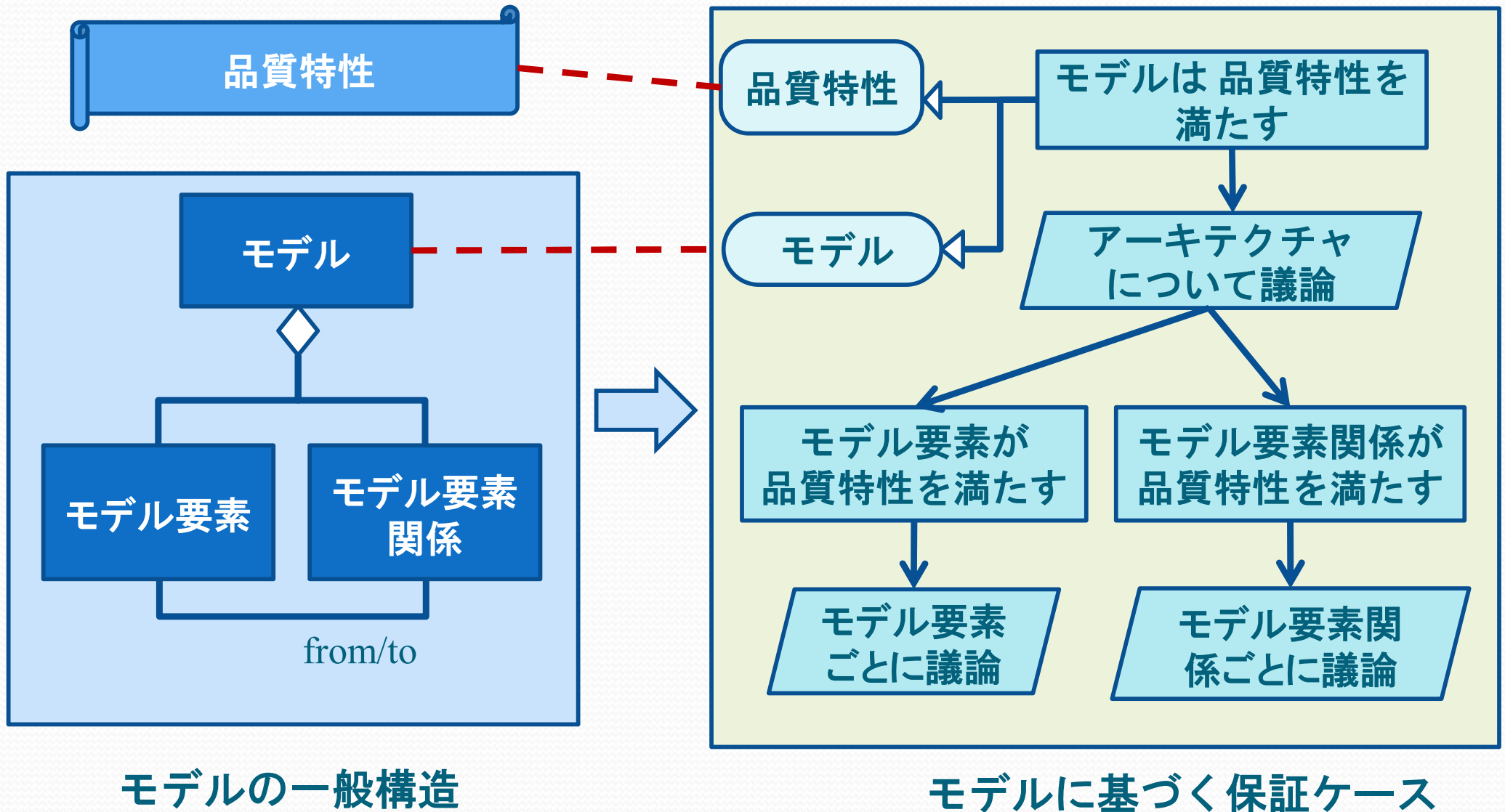


SPRMEモデル



参考)国立大学法人名古屋大学, 2015年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業「保証ケース作成支援方式の研究」成果報告書, 2016

モデルに基づく保証ケースの作成法

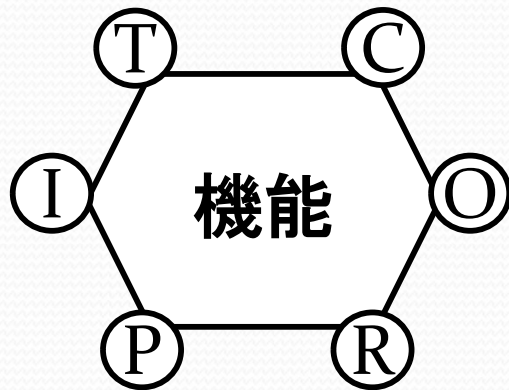


参考)国立大学法人名古屋大学, 2015年度ソフトウェア工学分野の先導的研究支援事業「保証ケース作成支援方式の研究」成果報告書, 2016

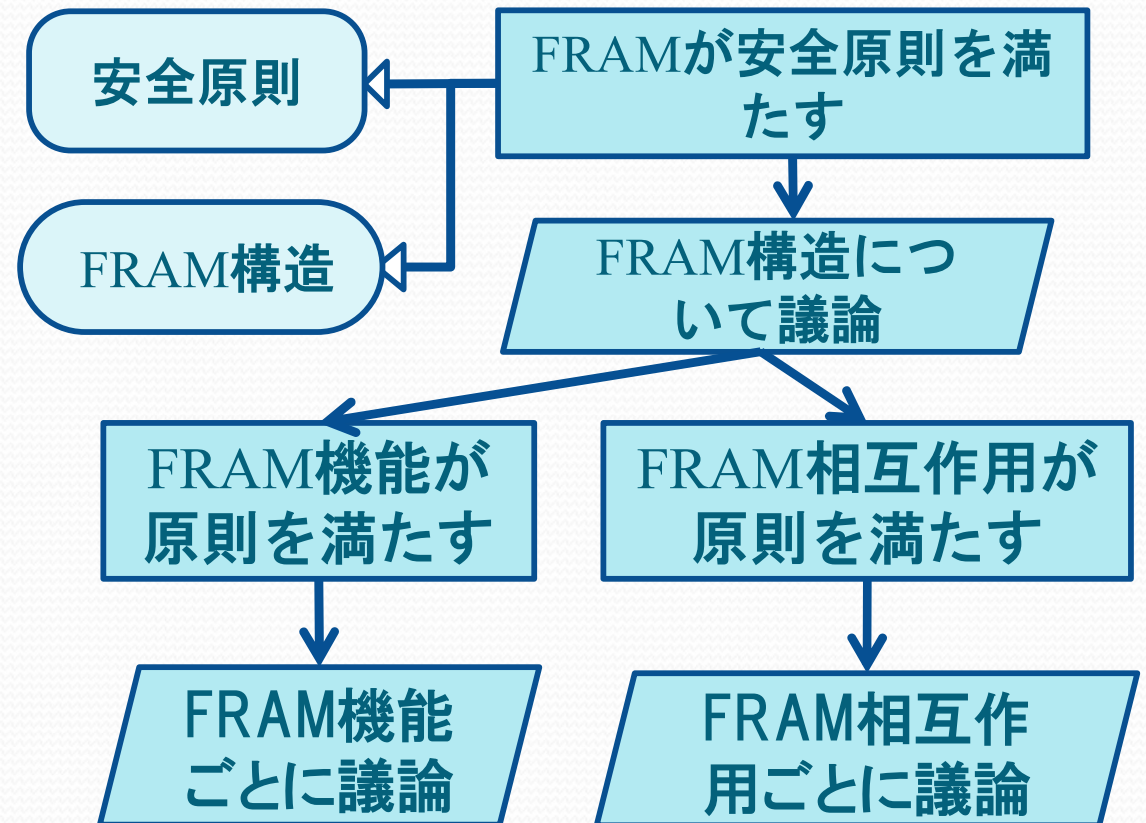
保証ケースによるFRAM の保証法

保証ケースによるFRAMの保証法

FRAM構造

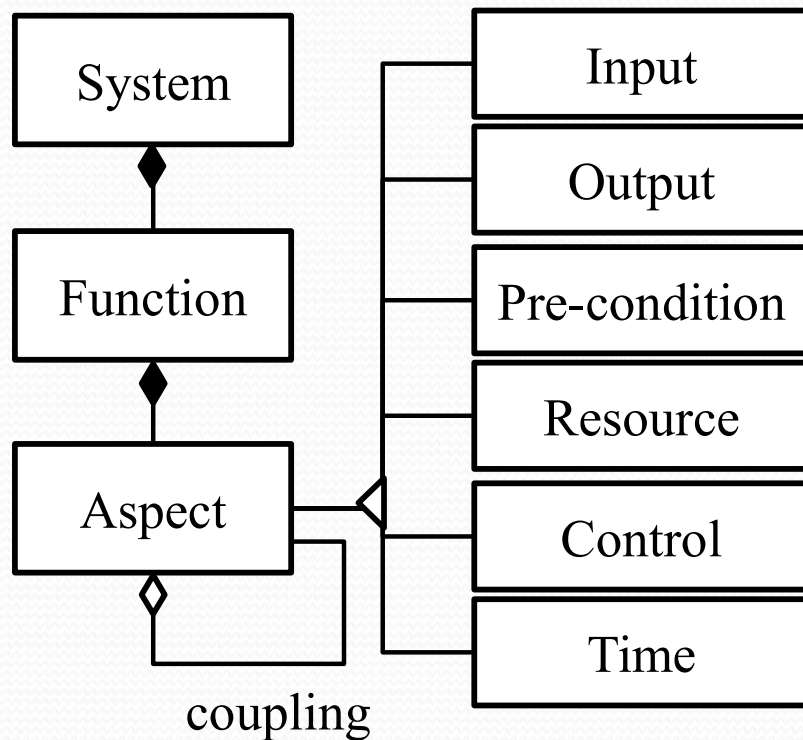


FRAMの保証ケース

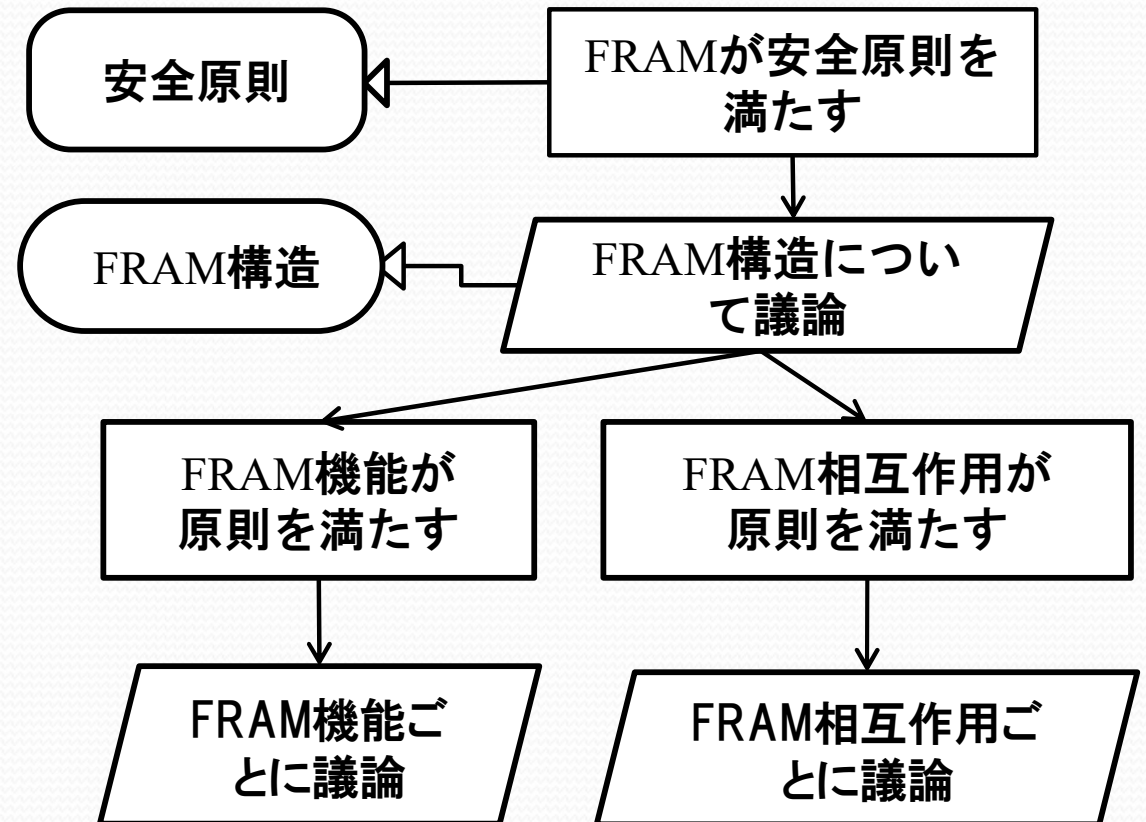


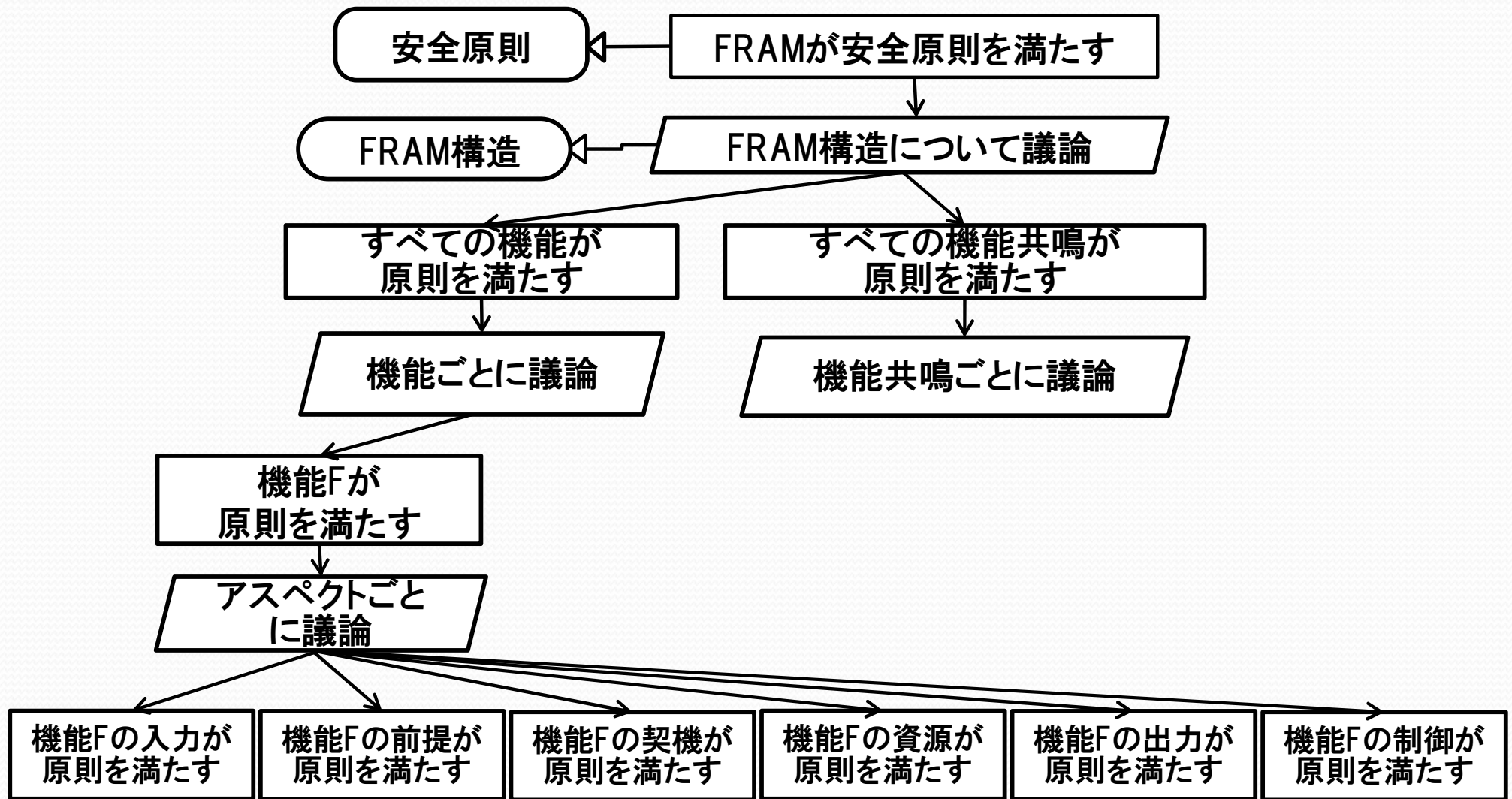
保証ケースによるFRAMの保証法

FRAM構造



FRAMの保証ケース



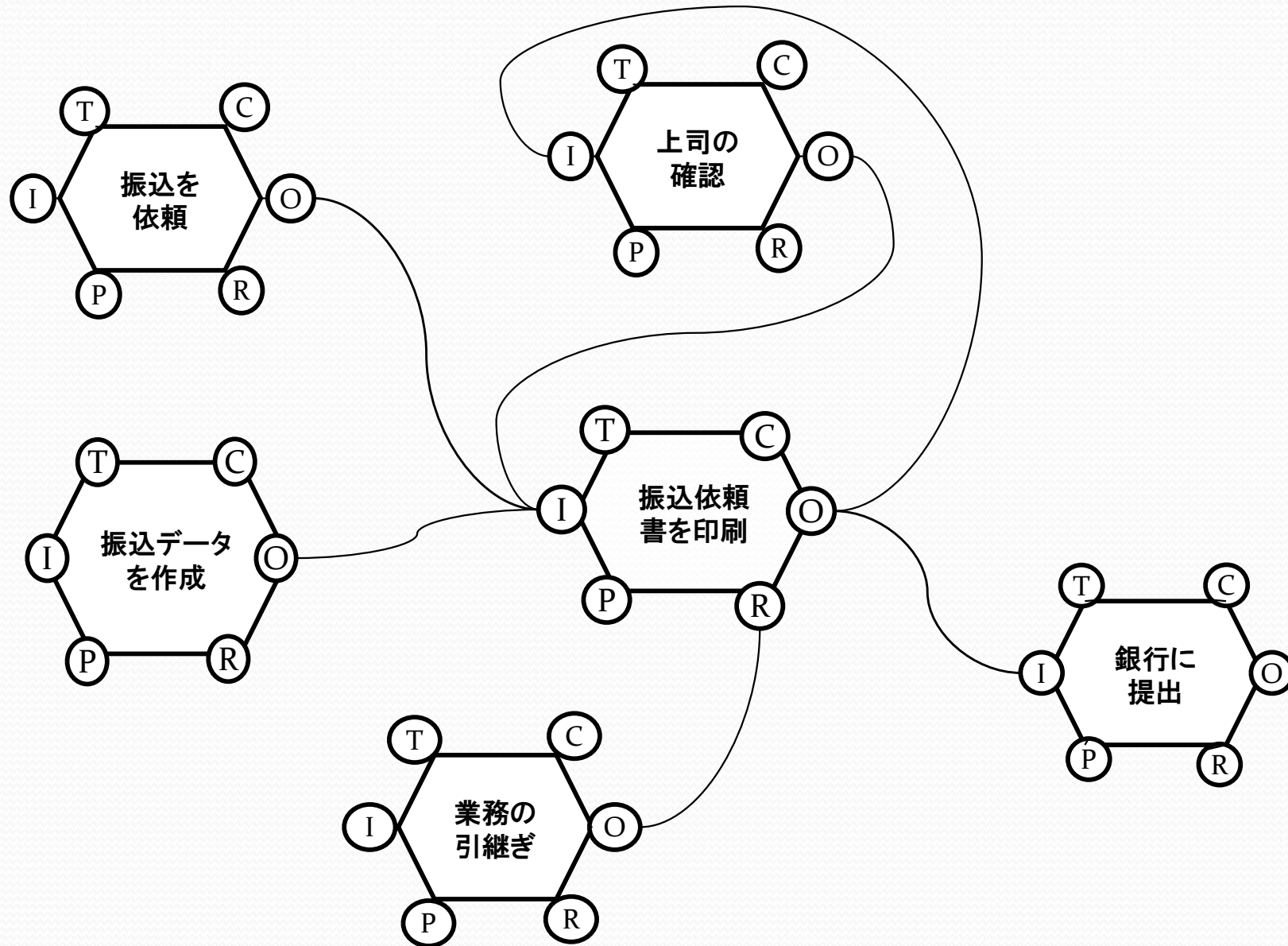


適用例

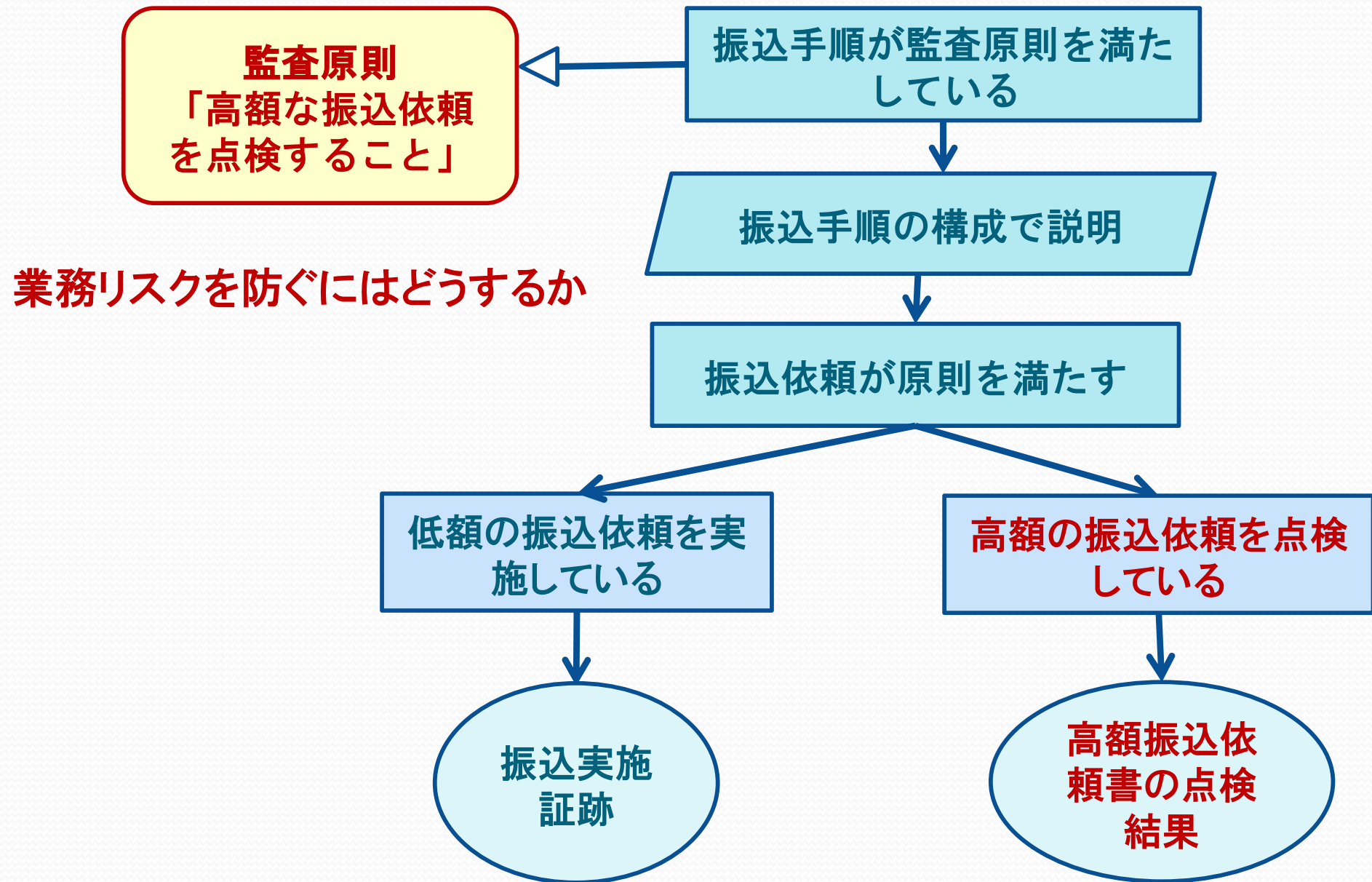
給付金の誤送金事件

- 山口県阿武町で、担当者が463世帯に10万円を振込む際に、自動的に印刷される振込依頼書を誤って銀行に提出した[40].
- 本来は住民の口座情報などを「フロッピーディスク」に入れて銀行に渡すことになっていた.
- 印刷された振込依頼書では、振込合計金額と、名簿の先頭住民の名前だけが記載されていた.
- 銀行にはフロッピーだけを提出し振込依頼書を渡す必要がなかった.
- このため、上司は振込依頼書を確認しなかった.

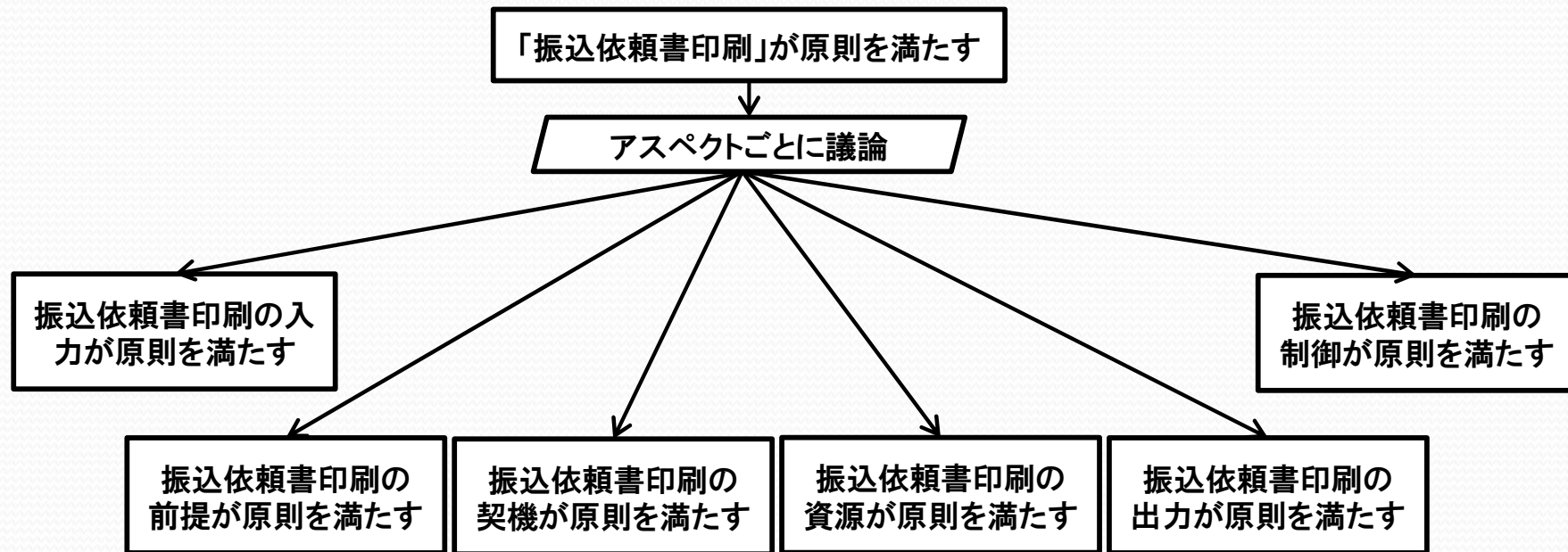
給付金の誤送金



振込依頼の保証ケース例



FRAM機能についての保証ケース要素



振込依頼書印刷におけるアスペクト保証原則

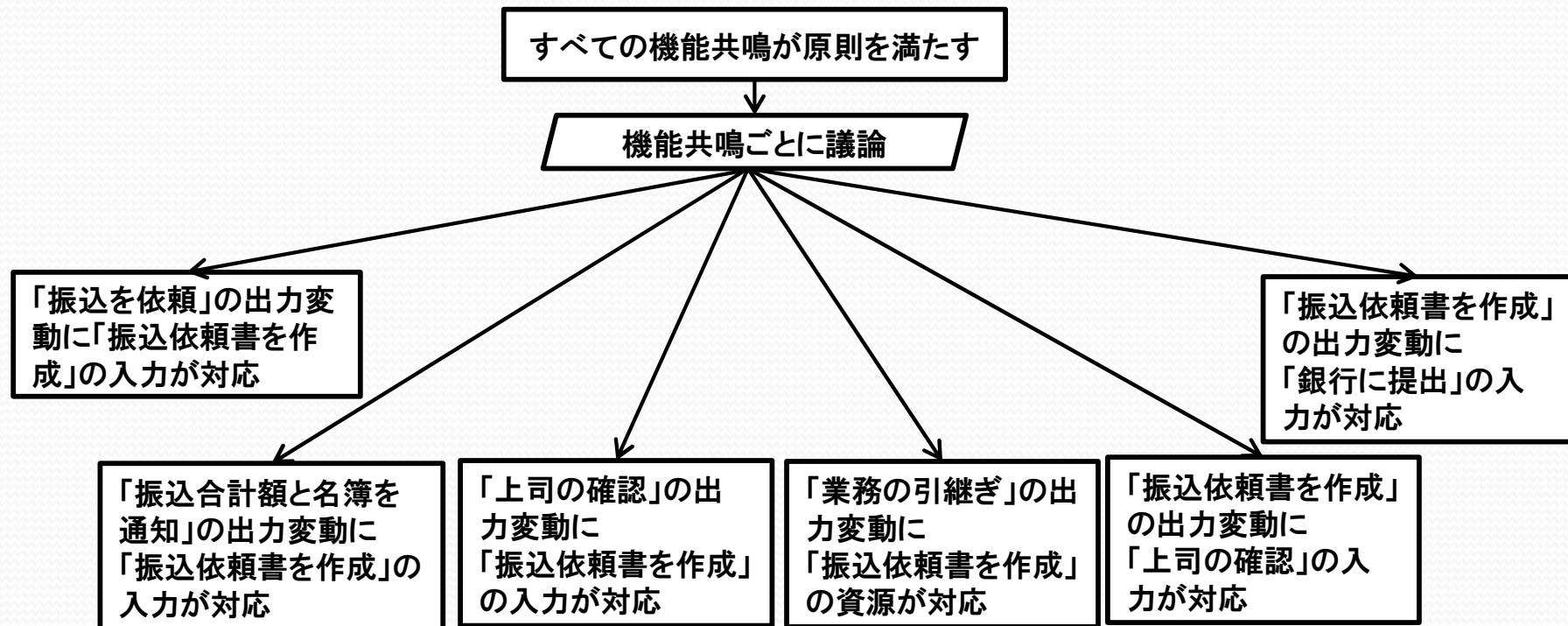
- [入力] 振込依頼書印刷の入力情報が正しいこと
- [前提] 振込依頼書印刷の前提条件が明確であること
- [契機] 振込依頼書の印刷契機が適切であること
- [資源] 担当者が振込依頼書の印刷知識を持つこと
- [出力] 振込依頼書の記載内容が適切であること
- [制御] 振込依頼書が規則通りに作成されていること

実際には、「振込依頼書を印刷して銀行に提出してはいけない」ことを担当者が知らなかったことに問題の原因があった。

【阿武町による再発防止策】

振込依頼書が印刷できないようにシステムを改修すること、
公金支払をフロッピーによる支払いだけに限定すること、
人事異動では文書による業務の引継ぎを徹底すること

FRAM機能共鳴の保証ケース要素



業務を適切に実行するために、機能共鳴を保証ケースと紐づくように設計する

アスペクトに対する保証ケースの下位ゴールが機能共鳴関係を誘導できる

振込依頼書の作成担当者が資源として十分な知識を獲得するためには、研修機能が必要になる



発見!

研究機能の出力が振込依頼書作成の資源アスペクトと共鳴関係を持つ必要がある

新規性

- 従来から、FRAMに基づく事故分析研究がある。しかし、作成されたFRAMが事故を防止することを保証する条件は明確ではなかった。本稿で提案した手法では、この問題を保証ケースとFRAMを組み合わせることで具体化している点に本手法の新規性がある。

有効性

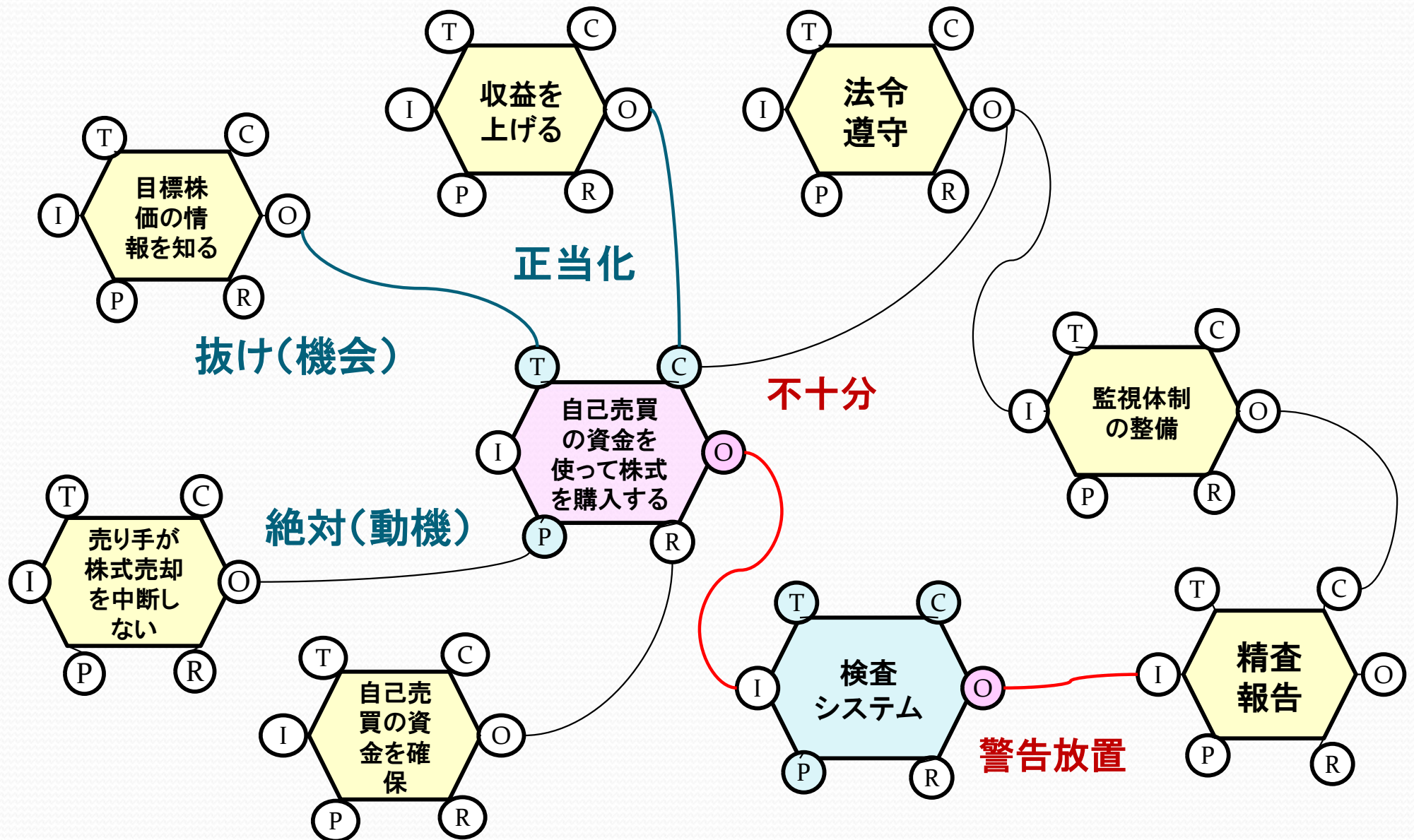
- 提案手法によって、FARMと保証ケースに基づいて人間活動システムの過誤が発生する可能性（脆弱性）に対する防止策を明確化できる。
- 実際に提案手法を、給付金の誤送金事件に適用することにより、業務過誤の再発防止策を立案できることを明らかにした。

適用性

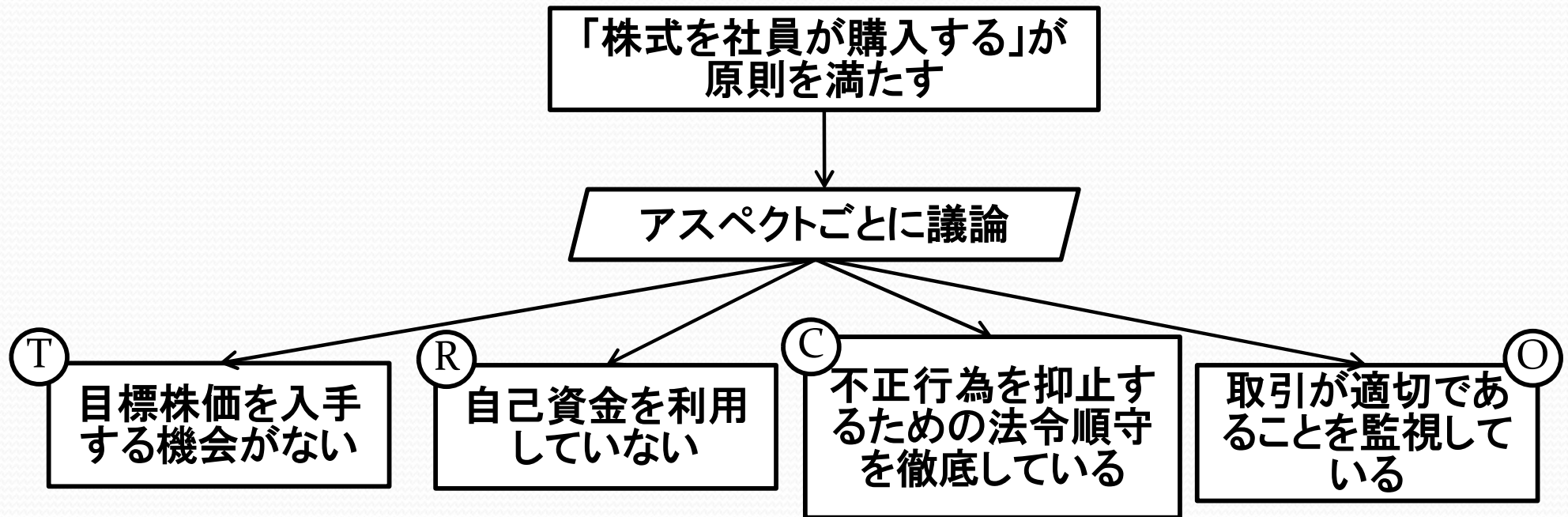
- 日興証券の相場操縦事件[41]では、自己売買資金で株式を購入することで、売手が株式を売却しないように、相場を操縦するという不正行為が発生
- FRAMで、「株式を社員が購入する」行為を機能とすると、
入力アスペクトで目標株価を入手していないこと、
制御アスペクトで不正行為を抑止するための法令順守を徹底していること、
資源アスペクトで自己資金を利用していないこと、
出力アスペクトで取引が適切であることを監視していること

が必要であることを抽出できる。

SMBC日興証券不正取引



不正行為を抑止するための保証ケース



FRAMと保証ケース

構成要素	FRAM	保証ケース
機能	○	△機能の主張
アспект	○	×
共鳴関係	○	×
主張	△アспект条件	○
前提	×	○
証拠	×	○
分解関係	×	○

限界

- 一般的な人間活動システムに提案手法を適用したわけではない。たとえば、情報システムの運用や組込みシステムの安全性保証などへの適用可能性を評価する必要がある。
- 提案手法の知識が十分ではない被験者に対して提案手法の有効性を定量的に確認する必要がある。
- 提案手法を従来手法と客観的に比較するために、同じ例題に対して、FRAMだけを適用した場合と提案手法を適用する場合とを比較評価実験が必要である。
- 本稿の適用事例以外について提案手法を適用して定量的に評価する必要がある。
- 本稿で提案した手法を実際に展開するためには、本手法の研修教材を開発することにより、教育上の課題を解決していく必要がある。

まとめ

- FRAMと保証ケースに基づく機能の保証手法を提案
- 給付金の誤送金事件に適用
- 業務過誤の抑止に適用性が判明