

プロジェクト管理における 動機づけに着目したSTAMP/STPAの適用

日下部 茂*，梅田 政信**，片峯 恵一**，石橋 慶一***

*長崎県立大学，**九州工業大学，***福岡工業大学短期大学部

2017年11月28日

PM学会九州支部(九州以外からの参加も歓迎)
ソフトウェアプロセス改善WG
TF5：育成・改善プロセスの定式化

アウトライン

- はじめに
- 動機づけモデル
- STAMP/STPA
- 適用事例
- おわりに

Broad view of Safety

"Accident" is anything that is unacceptable, that must be prevented. Not limited to loss of life or human injury!

プロジェクト管理！

今回の対象：教育プロジェクト

プロセスの教育プロジェクト

- プロジェクトでのソフトウェアの比重拡大
 - その調達や開発における品質管理
 - ビジネスの成功や安心・安全な社会を実現する上で必須
- 九州工業大学・ソフトウェアエンジニアリング実践的教育プロジェクト
 - Project-Based Learningなど実践的ソフトウェア開発
 - 高品質ソフトウェアを計画や予算内で開発できる技術力, チーム力, マネジメント力：プロセス教育
 - 個人：Personal Software Process (PSP)
 - ✓ ソフトウェア技術者のための継続的自己改善手法
 - チーム：Team Software Process (TSP)
 - ✓ 自律チームの構築とマネジメント

これまでの成果と課題

九州工業大学・大学院(以降,九工大)での実施事例

•規模と時間の見積り

- 見積り誤差が減少し、+/-に程良くバランスする傾向

•製品の品質

- プロセス欠陥除去率 \geq 約60%
- 50欠陥/KLOC \rightarrow 10欠陥/KLOC

•生産性

- コースの前後でほぼ同じ

•コースの修了率

- PSP(1)-Planningは2010年以降は**ほぼ** 100%
- PSP(2)-Qualityは20%程度 (= < 社会人50%程度)

PSP教育の改善に向けたシステム思考

- ・ 良いコースは積極的に受講する
- ・ 教材の完成度も高く遂行容易

教員

Blunt End/Work As Imagined

期待(作業,成果,...)
 $\{e_1, \dots, e_m\}$

ギャップ

学生

実際(作業,成果,...)
 $\{a_1, \dots, a_n\}$
Sharp End/Work As Done

実際は…

ギャップをなくすには系として何をどう制御？

これまでの原因の分析と対策

- プログラミングスキルの不足
 - ガイダンスの充実により解消
- 大きい演習負荷
 - (講義3時間 + 演習課題/レポート平均7時間) × 10回
- 時間管理スキルの不足
 - 研究活動との両立困難
- **動機づけが重要**
 - 一般的にも新しい技術や手法の導入, 定着に必要
 - 動機づけに関わる現在の指導方法は**経験とカン?**

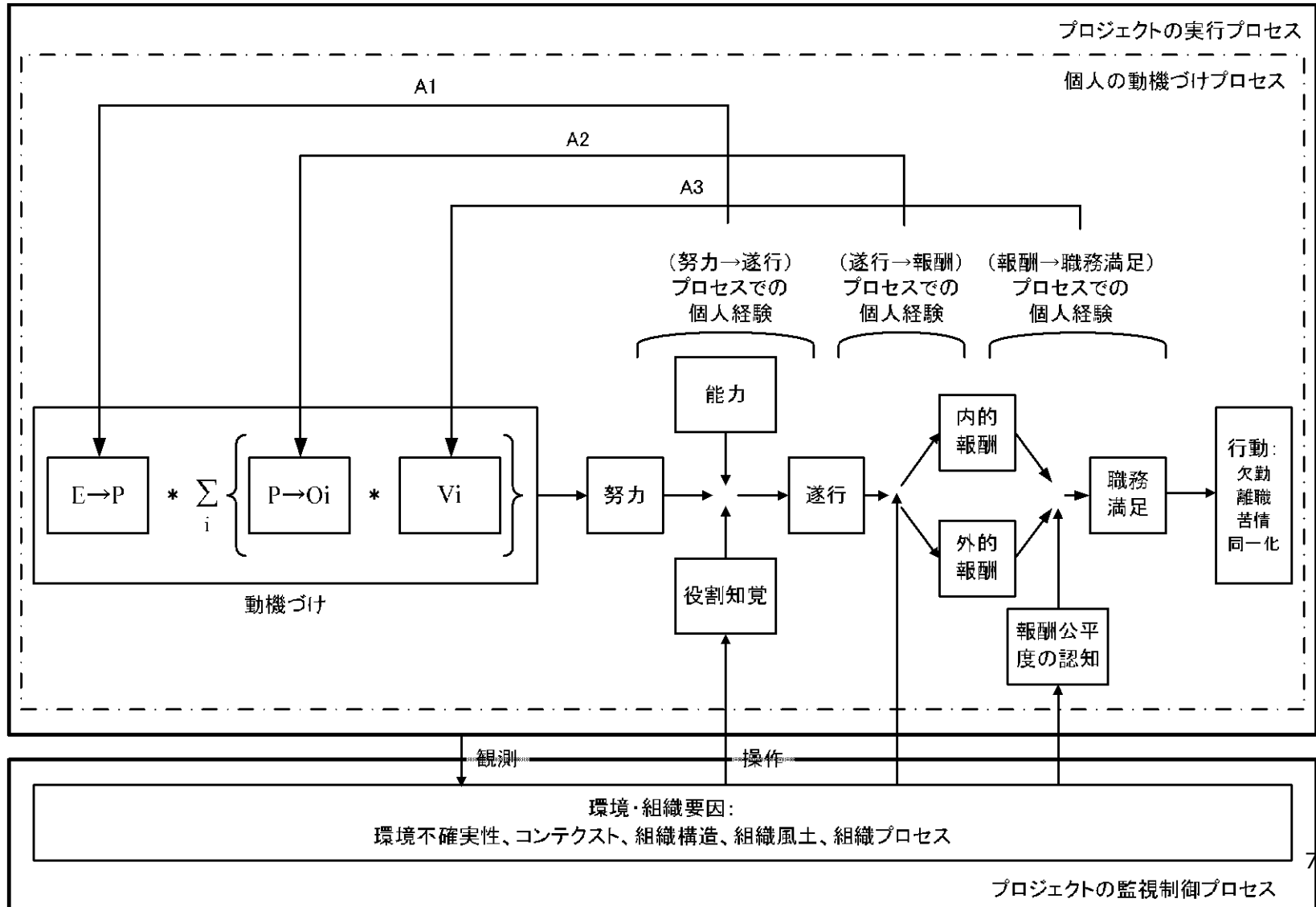


- PSPコースにおける**動機づけプロセスの定式化**
- **効果的な動機づけ**で教育プロジェクトの成功へ

動機づけに関する関連研究

- 動機づけ理論
 - 内容理論、過程理論など
- 動機づけの期待モデル(Lawler,1971)
 - 動機づけのプロセス
- 組織論的期待モデル(坂下,1981)
 - 個人の動機づけプロセスと環境や組織の要因との関係
- 動機づけプロセスの状態遷移モデル(石橋ら,2013)
 - 技術や手法の導入プロセスの分析に有効
 - PSPコースへの適用法は自己学習のモデルで不完全

動機づけプロセスとその構造



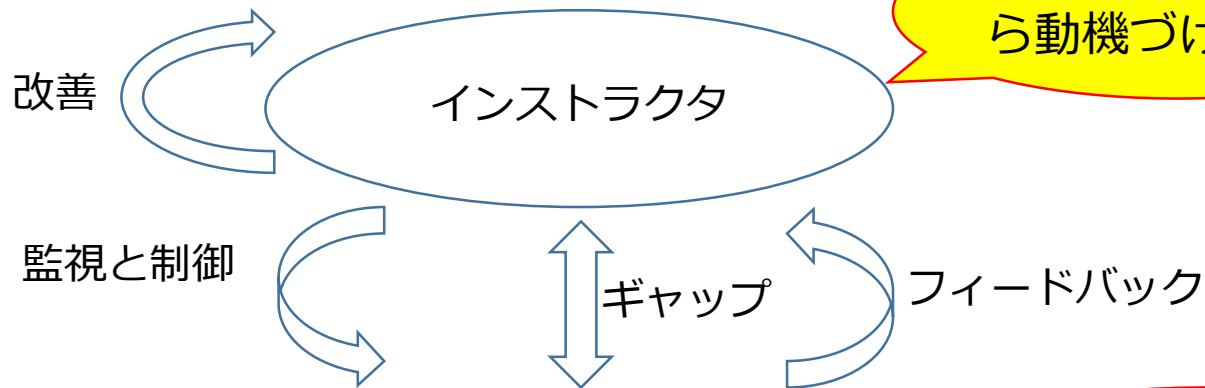
動機づけプロセスの状態遷移モデル

- 状態遷移モデル
 - 個人や組織を一つの**状態機械**と見なす
 - プロセスの状態とそれに対する操作により動機づけプロセスを定式化
- 状態集合
 - 要因 f の状態 S_f は有意な範囲で離散化可能とする
- 操作集合
 - 操作は、**役割知覚**、**遂行に対する報酬**、**報酬公平度の認知に影響を与える行為**
 - ✓例：技術の重要性を説明する、遂行のレベルをほめる
- 状態遷移
 - 状態遷移は非決定性（確率的に遷移）
- シナリオ
 - 初期状態 S_0 から最終状態 S_n に至る状態の時系列
 - ✓定着成功シナリオ：技術や手法の導入成功に至るシナリオ
 - ✓定着失敗シナリオ：技術や手法の導入失敗に至るシナリオ

PSPトレーニングの指導への適用

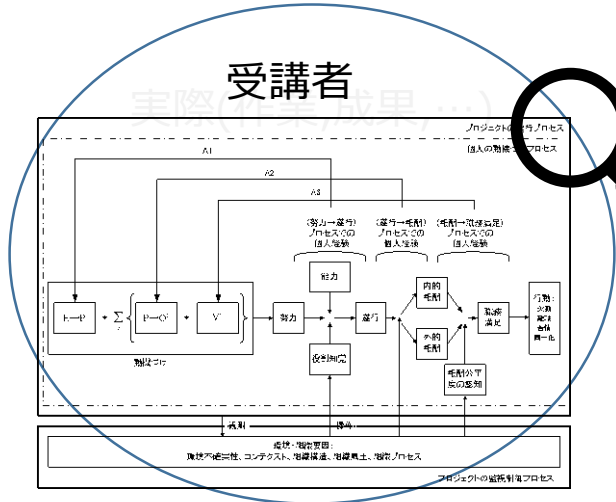
はじめに
 動機付モデル
 STPA/STPA
 適用事例
 おわりに

・動機づけ制御の構造



インストラクタから動機づけを制御

受講者を動機づけモデルを使い表現



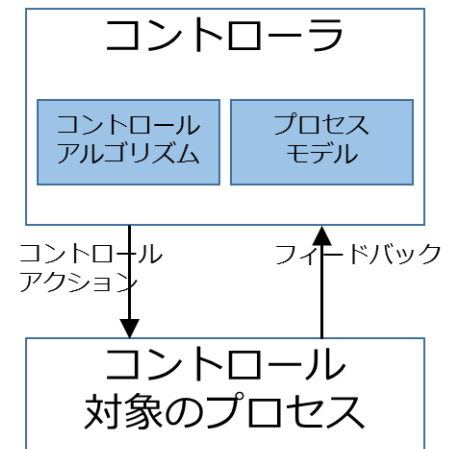
システム理論的因果律モデル STAMP (Systems-Theoretic Accident Model & Process)

はじめに
動機付モデル
STPA/STPA
適用事例
おわりに

- MIT のNancy Leveson 教授が提唱
 - SW集約システムだと従来の解析的還元論や信頼性理論には限界⇒システム理論に基づき,コンポーネント間の相互作用に着目した事故モデル

- 三つの基本モデル要素 :

- コントロールストラクチャ(CS)
 - ✓ システムの構成要素間の構造と, 相互作用を表したもの
- プロセスモデル
 - ✓ 対象プロセスに対する抽象表現とコントロールアルゴリズム
- 安全制約
 - ✓ 安全のために守るべき制約



- CSとプロセスモデルに対して, システムの安全制約が正しく適用されているかどうかに着目(コントロールの問題に着目)

STAMPに基づくツールとプロセス

ソフトウェアやハードウェア，社会システムも含んだ包括的な分析が可能な事故モデル

ハザード分析・事故分析手法を用いたプロセス改善分析

プロセス

システム工学(仕様記述，安全性ガイド設計，設計原理，など)

リスク管理

管理の原則/組織設計

運用

規制

ツール

事故/イベント分析(CAST)

ハザード分析(STPA)

早期概念分析(STECA)

組織的/文化的リスク分析

先行指標識別

セキュリティ分析(STPA-Sec)

STAMP：理論的因果律モデル

STPA:STAMPに基づくハザード分析

STPA(Systems Theoretic Process Analysis)

- 典型的にはトップダウンのアプローチ
- 詳細化などに伴い繰り返し・再帰的に行われる
- 手順例『STAMP手法に関する調査報告書』版
 - 準備1 : アクシデント, ハザード, 安全制約の識別
 - 準備2 : コントロールストラクチャの構築
 - Step1 : 安全でないコントロールアクション (Unsafe Control Action : UCA) の識別
 - Step2 : 非安全なコントロールの原因の識別

九工大事例：指導方針

- SEIによるPSP修了基準(全課題完了)を満たさずコースをやめる
 - TSP/PSP報告会や産業界講師による講演といった産学連携を通じ、就職後も念頭にPSP修了の重要性と魅力を伝える
- 大学の単位修得要件(課題の2/3完了)を満たさずコースをやめる
 - 単位修得要件を明示し、単位修得を促す
- プロセスを改善できずに同じ誤りを繰り返す
 - 改善できない原因の究明の手助けをすると同時に、対応する指導を繰り返し行う
- プロセスの改善点の一般化ができない
 - 回答を与えずに、気づくまで繰り返し指導を行う
- 進捗が遅延し課題を予定通り完了できない
 - 毎回の講義開始時や事前に遅れが察知された時点で進捗を確認し、適宜(週単位で)講義日時の変更や追加説明を行う
- 分析が不十分で適切な改善提案ができない
 - 適宜気づきを促す助言を与える
- Engineeringのスキルの低さによりプロセス改善効果がでない
 - Software Engineering視点で助言を与える。

STAMP/STPA Step0

プロセス改善系(システム)には様々な要素・サブシステム.

安全制約を守れずアクシデントになり得るハザードの原因：

- 対処されない環境外乱や環境条件
- 対処されなかったりコントロールされなかったりするコンポーネントの障害
- コンポーネント間の非安全な相互作用
- 適切に協調されていない複数のコントローラによるコントロールアクション

開始準備を整える(Step0)

- アクシデント(損失), ハザードの決定
- コントロールストラクチャの構築

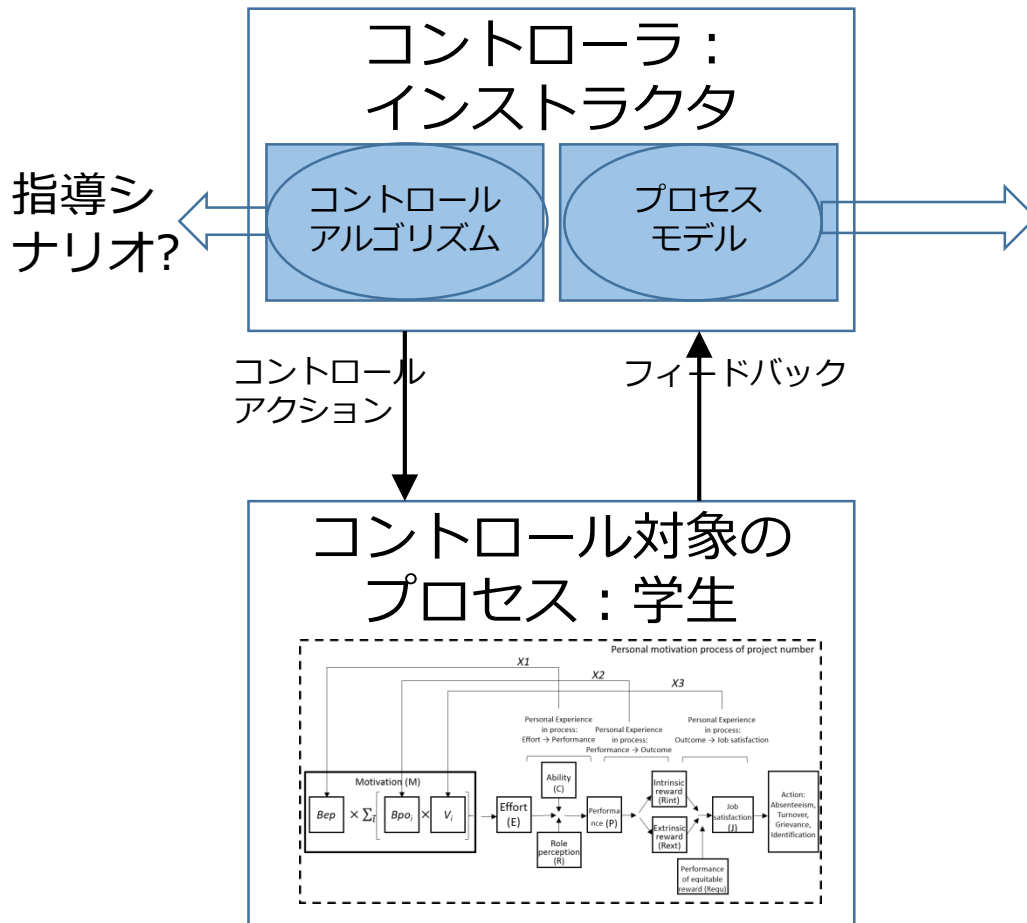
九工大事例：Step0

- **SEIによるPSP修了基準(全課題完了)を満たさずコースをやめる**
 - TSP/PSP報告会や産業界講師による講演といった産学連携を通じ、就職後も念頭にPSP修了の重要性と魅力を伝える
- **大学の単位修得要件(課題の2/3完了)を満たさずコースをやめる**
 - 単位修得要件を明示し、単位修得を促す
- **プロセスを改善できずに同じ誤りを繰り返す**
 - 改善できない原因の究明の手助けをすると同時に、対応する指導を繰り返し行う
- **プロセスの改善点の一般化ができない**
 - 回答を与えずに、気づくまで繰り返し指導を行う
- **進捗が遅延し課題を予定通り完了できない**
 - 毎回の講義開始時や事前に遅れが察知された時点で進捗を確認し、適宜(週単位で)講義日時の変更や追加説明を行う
- **分析が不十分で適切な改善提案ができない**
 - 適宜気づきを促す助言を与える
- **Engineeringのスキルの低さによりプロセス改善効果がでない**
 - Software Engineering視点で助言を与える。

アクシデント

(アクシデント前
の)ハザード状態

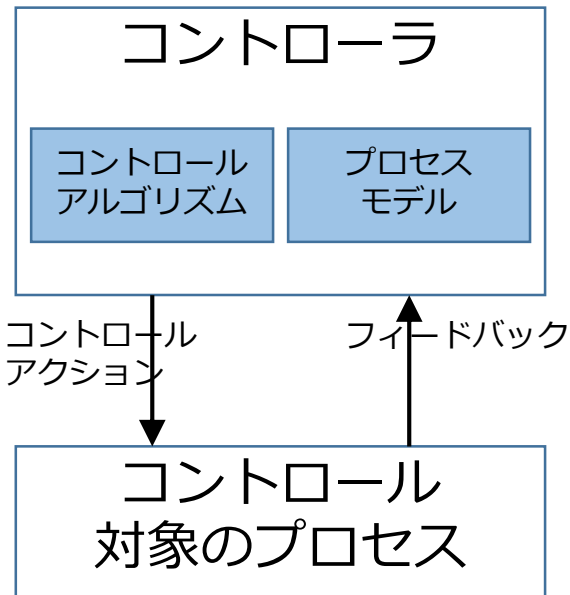
コントロールストラクチャ



PSPコース用プロセスモデル変数

Factor	State value set
Bep	{VeryHigh, High, Low, Unknown}
Bpo	{High, Low, Unknown}
V	{High, Low, Unknown}
Effort E	{VeryHigh, High, Low, Unknown}
Ability C	{VeryHigh, High, Low, Unknown}
Role Perception R_i ($i=1..87$)	{Perceived, NotPerceived, Unknown}
Performance P_j ($j=1..10$)	{Accomplished, NotAccomplished}
Assignment A_j ($j=1..10$)	{NotGiven, Given, PlanningCompleted, Completed}
Intrinsic Reward	{Given, NotGiven}
Extrinsic Reward	{Given, NotGiven}
Job Satisfaction	{HighLevel, LowLevel}

STPA step1: Unsafe Control Action の識別



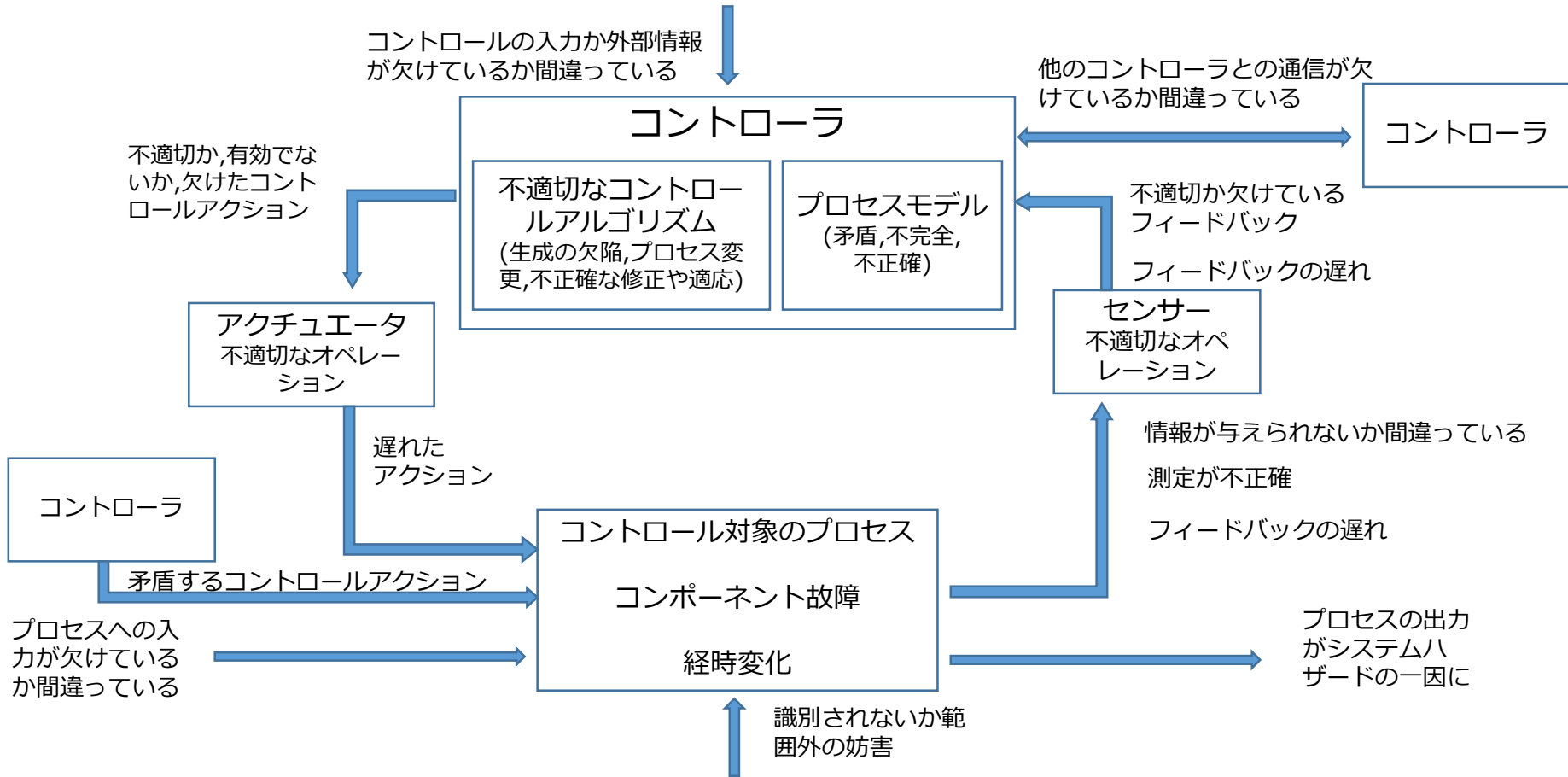
- プロセスモデルが正しくないときに事故がしばしば起きる
- 四つのタイプの非安全なコントロールアクション
 - 安全のために必要なコントロールコマンドが与えられない
 - 非安全なものが与えられる
 - 潜在的な安全コマンドが早すぎ/遅すぎて与えられる
 - コントロールがすぐ止まりすぎ、長く適用されすぎ

コントロールアクション (コントロールアクション)	与えられないと ハザード (条件)	与えられると ハザード (条件)	早すぎ、遅すぎ、 誤順序でハザード (条件)	早すぎる停止、長すぎ る適用でハザード (条件)
...

九工大事例：Step1

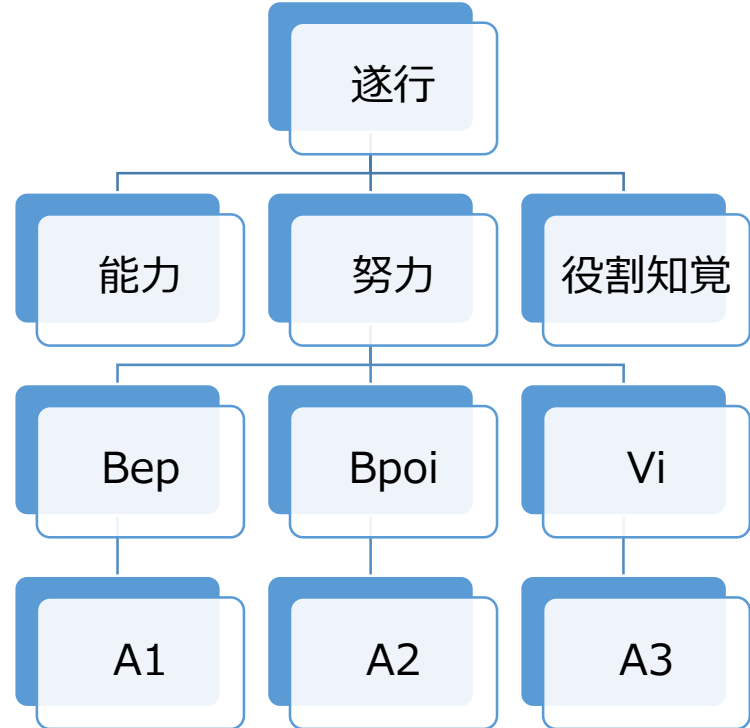
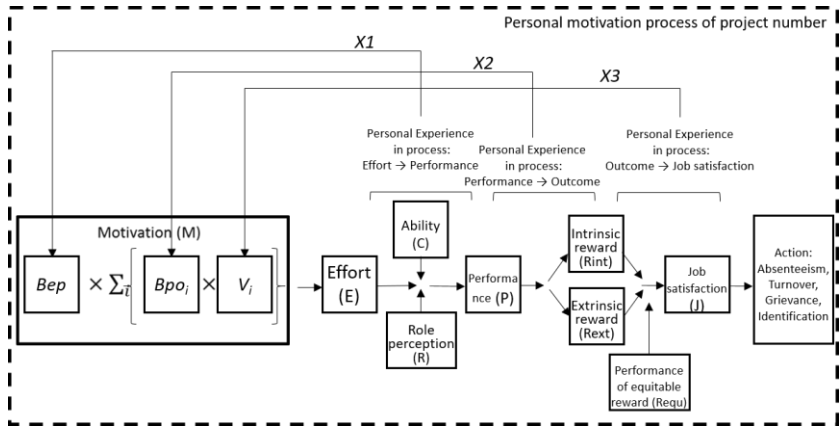
コントロールアクション	与えられないとハザード	与えられるとハザード	早すぎ,遅すぎ,誤順序でハザード	早すぎる停止、長すぎる適用でハザード
課題提出指示	...	不適切な想定にもとづく課題提出指示	努力が遂行に結びつかない状況での課題提出指示	...
...
指導アクション	努力を遂行に結び付けるために必要な追加の指導が与えられずハザード	不適切な方法での指導のため望ましい状態遷移が起きずにハザード	準備ができていない時期の指導, 時期を逸した指導, 誤順序の指導などでハザード	継続的实施の必要がある遂行の指導を早くやめすぎるなどでハザード
...

STPA step2: Causal Factor の識別

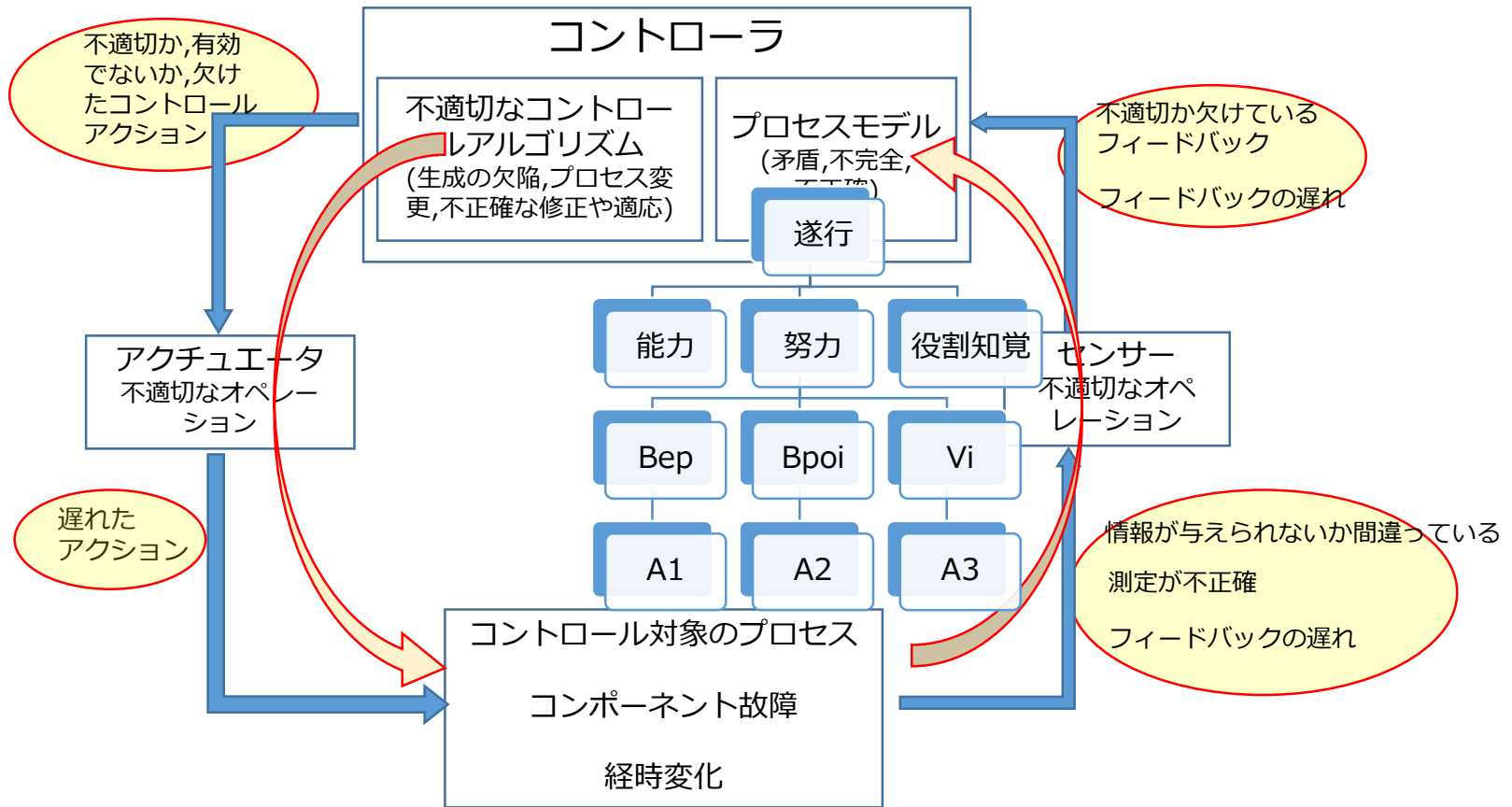


階層的制御構造への視点転換

トップダウンの
階層的視点



STPA step2: Causal Factor 識別例



おわりに

指導される学生が動機づけモデルで表現される
として、教師側の指導方法をSTAMP/STPAを用
いて分析するアプローチを提案

非系統的に考案・運用されていた指導

⇒ トップダウンに分析・再構築

動機づけモデルの要因もトップダウン的に
階層的に網羅・優先順位づけ

実践結果の分析・再構築の繰返しで知見の蓄積

今後：チームレベルや組織レベルも