

# Cause-Effect モデルに基づくアラームシステムの設計

(静大工) ○ (学) 大西 智士, (正) 武田 和宏\*, (名工大) (正) 浜口 孝司,  
(九大工) (正) 木村 直樹, (奈良先端大) (正) 野田 賢

## はじめに

プラントのオペレータは多数設置されたアラームからの信号を参考にしながら運転している。異常時にオペレータは、発生したアラーム信号から異常原因を推定し、対応措置を決定して実行する。しかし、アラーム信号を発生する測定器は制御や監視を目的として設置されているため、異常原因を十分な精度で推定できない可能性がある。アラームシステムを異常原因の推定に適した設計とするため、Cause-Effect モデルを用いてシステムチックにアラームシステムを設計する手法を検討した。

## 1. アラームシステム設計手順

Step 0. 識別すべき異常原因を特定

Step 1. アラームを設定する測定点の配置を仮定。

ただし、識別すべき異常原因からの影響が相反する測定点にアラームを優先的に仮定する

Step 2. 異常診断性能 (識別すべき異常原因が識別できるか) を計測

Step 3. 識別すべき異常原因が識別できなければ Step 1 へ戻る

## 2. Cause-Effect モデル

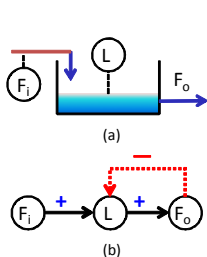


Fig. 1 SDG

対象プラントの因果関係の定性的モデルとして符号付有向グラフ(SDG)<sup>1)</sup>を採用した。Fig.1(a)はFig.1(b)のSDGで表現できる。大規模なSDGになると構造を把握しづらくなるため、機器を基準としてモジュール化して表現した(Fig.2)。各モジュールにおいて変数を内部変数、インターフェイス変数、制御関連変数に分類した。対象システム全体を俯瞰する場合は、

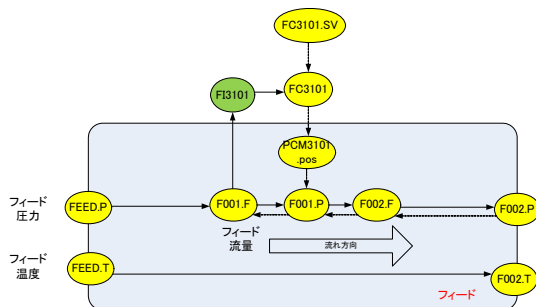


Fig.2 SDG のモジュール表現

内部変数を表示しないことで、全体像を把握しやすい表現とした。

さらに、SDG 上で異常伝播を演算するために、隣接行列で表現した。Fig.1(b)の隣接行列を Table 1(a)に示す。SDG では有向枝に+ (-)の属性があるため、Table 1(a)から可達行列を求めようとすると伝播する影響が振動する可能性がある。そこで、Table 1(b)のように各点を+(-)に分けて表現することにより、伝播する影響が振動することを防ぐ。

Table 1 SDGの行列表現

原因		Fi		L		Fo	
		+	-	+	-	+	-
結果	Fi						
	L	1			-1		
Fo	+			1			
	-					1	

## 3. ケーススタディ

Propane, n-butane, i-butane を分離する蒸留塔のダイナミックシミュレータを対象として検討した。異常原因は Table 2 の 12 種類を想定した。対象プラントのSDGは約 100 個の点と約 300 個の枝で構成される大規模なSDGとなった。

Table 2 想定異常

分類	想定異常
外乱	フィード元圧ダウン
	スチーム元圧ダウン
機器故障・異常	還流ポンプトリップ
	還流パイプつまり
	塔頂からガス漏れ
計器故障	塔底レベル計固着
劣化	コンデンサ伝面
	リボイラタンク伝面
制御系異常	バルブスティック
	レンジオーバー
ミスオペレーション	手動/自動設定ミス
プロセス異常	段効率低下

おわりに Cause-Effect モデルを用いてシステムチックにアラームシステムを設計する手法を検討した。紙面の都合上、ケーススタディの結果は講演時に示す。

謝辞 本研究は日本学術振興会第 143 委員会 WS28 の協力を得た。ここに感謝の意を示す。

## 参考文献

- 1) 日本学術振興会第 143 委員会テクニカルレポート No.4

\*tktaked@ipc.shizuoka.ac.jp