

日本学術振興会
プロセスシステム工学第143委員会
平成22年度 第2回研究会議事録

1. 日 時： 平成22年7月16日（金） 13：15～17：00

2. 場 所： 東京 キャンパス・イノベーションセンター（CIC）東京
（東京都港区芝浦 3-3-6）

3. 出席者：56名（順不同、敬称略）

委員長：長谷部伸治（京都大学）

委 員：轡 義則（住友化学）、末吉一雄（横河電機）、鈴木 剛（東洋エンジニアリング）、高田晴夫（三菱化学エンジニアリング）、山田 明（三井化学）、柘植義文（九州大学）、野田 賢（奈良先端科学技術大学院大学）、橋本芳宏（名古屋工業大学）、山下善之（東京農工大学）、加納 学（京都大学）、伊藤利昭、木村直樹（九州大学）、栗本英和（名古屋大学）、黒岡武俊（富山大学）、関 宏也（東京工業大学）、武田和宏（静岡大学）、殿村 修（京都大学）、濱口孝司（名古屋工業大学）、矢野智之（名古屋大学）、梅田富雄（青山学院大学）、石橋昌宏（横河電機）、川村継夫（オメガシミュレーション）、小崎恭寿男（日揮）、小松規秀（カネカ）、鈴木啓太（旭化成エンジニアリング）、大宮司理晴（J X 日 鉱日石エネルギー）、竹田浩伸（代理：島廻昭朗、三菱化学）、菊池康紀（東京大学）、高塚佳代子（宮崎大学）、山田幸治（宇部興産）、山北幸重（旭化成 E I C ソリューションズ）、西野由高（代理：今泉圭輔、日立製作所）、樋口文孝（出光興産）、伊藤秀之（富士電機システムズ）、滝波明敏（昭和電工）、讃岐 亮（J X 日 鉱日石エネルギー）、矢羽田喜彦（三井化学）、山岸学史（J X 日 鉱日石エネルギー）、村越俊二（出光興産）、高井 努（山武）、Ahmed Alauddin（アクセンチュア）、中川明浩（代理：入間田篤、日産化学工業）、大田原健太郎（クレハ）

委員以外の出席者：栃原平祐（東洋エンジニアリング）、舞弓奈央子（J X 日 鉱日石エネルギー）、川原裕記（三菱化学）、小林靖典（横河電機）、伏見 篤（日立製作所）、山中央彦（三菱化学）、山下俊也（横河電機）、佐藤信之（日立ハイテクコントロールシステムズ）、倉田浩二郎（東京大学）、塚本義仁（日産化学工業）、山本一三（出光興産）、笹岡英毅（山武）、梶原康正（カネカ）

4. 研究会

テーマ：アラームマネジメント ～ワークショップ No.28 成果報告～

（司会：野田 賢委員）

0) 研究会の趣旨説明

1) 「ワークショップ No.28 活動概要報告」

 《講演者》 野田 賢 委員（資料#1）

 [概要] 2010年3月までの2年間にわたるワークショップ No.28 の活動概要について報告された。また、最終報告書作成の状況と概要について紹介された。

2) 「日本の化学プラントにおけるアラームマネジメントの現状と課題～アンケート調査結果報告～」

 《講演者》 舞弓 奈央子 氏（資料#2）

 [概要] パネル計装時代から DCS 時代までのアラームシステムの設計、管理手法の変遷を概観された。また、アンケート調査結果に基づき日本の化学プラントのアラームマネジメントの現状と課題を整理された。

 <質疑応答>

 柘 植： 1) 11 枚目のスライドで、基準とルールの違いは？ 2) 削減活動が継続されていない原因は？そのあたりをアンケート調査しているのか？継続しないといけないけれども継続され

ていないのか？それとも、継続する必要がなくなったのか？

舞 弓： 1) ルールとは、明確なものはないけれども現場で経験やノウハウで培われたルールがあるという意味。事前に明文化されている場合、基準があると読んでいる。2) アラーム数を減らすことに注目しすぎていて、アラームの根拠まで追求できていない、また、資料がない、立ち戻れない現況があり、アラーム数を減らした後の継続作業に繋がっていないという意見が多いようだ。

山 田： アラーム設定が厳しいところを緩めたら直ったケースもあるだろうし、制御をしっかりとやってアラームがなくなかったというケースもあるだろうし、設備改善によってアラーム数が減ったというケースもあるだろう。そういったところの議論はあったのか？また、アンケートはとられたのか？

舞 弓： そういったところまでのアンケート調査していない。

加 納： 1) 9 枚目のスライドで、丸印の大きさは各プラントの生産量か？ 2) 超安定・準安定・不安定の区分けは各社共通か？ばらばらか？

舞 弓： 1) プラントの入出力変数に対応している。2) 各社ばらばら。オペラビリティというより、安定化活動というところで見えていただきたい。

3) 「EEMUA191/ISA18.2 におけるアラームマネジメント」

《講演者》 川原 裕記 氏 (資料#3)

【概要】 EEMUA191/ISA18.2 におけるアラームマネジメントの特徴について紹介され、また、日本の化学プラントの現状を踏まえたアラームマネジメントのあり方について考察された。

<質疑応答>

伊 藤： Rationalization のところで IPL の思想に基づいて分類するという事は、HH は IPL4 のところのアラームである。そうすると、それは違うシステムで独立にするということがその段階で決まっていくということの意味しているのか？

川 原： IPL4 に到達したことをお知らせして安全に操作しなさいという indication である。HH, LL というのはそういうレベルのアラームである。IPL3 から 4 へ移行するプリシャットダウン情報という意味でアラームを鳴らす。IPL3 から 4 へ移行する、IPL4 に到達したというときに HH や LL を使う。

伊 藤： 正常から外れたときにアラームが鳴り、それ以降は出てこないという話なのか？一番低いところでアラームを出しましょうと解釈し、そうすると、途中どのようにプロセスが進展しようとする運転員に何ら伝えられないというところを気にしたのだが。

川 原： 付いている計器次第。全ての段階で計器があれば検知できる。例えば、最初の変動は液面でキャッチし、次に圧力、最後に温度、ということになるのかもしれない。

山 中： Time to respond と priority でマトリクスをつくって判断基準を今回設けている。IPL4 に該当する事象が今回なかった。今回に限っては、DCS のアラームだけで捉えようという前提なのでこのようになっている。実際には、インターロックの止めるスイッチだとかがあるのだけれども。

伊 藤： アラームというのはいろんな性格を持っている。状態が変化したこと、シーケンスの状態が変化したこと、つまり、運転員に知らせたいことをアラームにしていたために、アラーム数が増えていたと思う。そういうものはまた別に設計するのか。例えば、バッチのプロシージャの移行のようなものは外してしまうのか。

川 原： オペレーショナルガイダンスだったり、アラートと言う話になってくる。ここで取り扱うアラームはプロセスの遷移に限定している。それ以外はアラートのガイドに従ってやって下さいというスタンスである

伊 藤： 間に合わないアラームは出しても仕方ない、という考え方で設計していくのか？Time to response の定義は？

川 原：今回はそのようなケースはなかったのだが、実際には、トリップしてそれをお知らせすることは必要だろう。洪水防止のためにフィルタリングするという機能を今後使うべきだろう。Time to response の定義は、オペレータが作業に取りかかるまで待ってもいい時間という意味である。

4) 「HAZOP 解析を用いたアラームシステム設計法」

《講演者》 栃原 平祐 氏 (資料#4)

【概要】安全評価手法の1つである HAZOP 解析をアラーム設計用に拡張し、拡張 HAZOP ワークシートを用いたアラームシステム設計法について説明された。

＜質疑応答＞

長谷部：19枚目のスライドで、冷却水に関しては、0.12に達してもハイアラームがならないということか。優先度が低いものは、ハイアラームが鳴って欲しいのに鳴らないということにならないのか。

栃原：そういうことである。他のタグに冷却水停止のアラームが付いているかどうかを確認する手順を加えた方がいいとかもしれない。

梅田：WSの目的に明示されているように、マネジメントを管理と見るか経営と見るかで違いである。今のカテゴリーで、環境とかセーフティとか様々な情報が出てきて、それらの情報を使っていかねばならない。ネットワーク化により簡単に情報が共有化されるとなると、現場の人だけにアラーム処理を任せるのではなく、スタッフも自分の問題として参加をすることが必要だろう。シビアな状況が起こったときに相当なダメージを受けるのだから。マネージメントシステムとして考えたとき、そこまで広げて考えていくことが重要だろう。最新の Chemical Engineering Progress に関連記事が出ている。自分のやったことを評価してもらうため、エンジニアがコミュニケーションする際にビジネスの言葉で話していくといった内容が記事になっている。

5) 「フィルタリングによるアラームシステムの適正化」

《講演者》 山田 幸治 委員 (資料#5)

【概要】アラームのフィルタリング手法の紹介とともに、デプロパナイザのダイナミックシミュレータによる検証結果について報告された。

＜質疑応答＞

橋本：装置前後にパイプがあって、ラインがあって、それぞれに流量変化がある場合、原因は1つだけどころどころにズレが生じる。重複性をつぶしながらやっていくと網羅性が確保されると思うが、提案法を使う場合、どのような形で網羅性が破綻したのか。

山田：今回、代表アラームを絞ったので網羅性が破綻した結果の1つだと思う。計算タグも考えて入れなかった。友連れアラームも今後考えていかねばならない。アラームだけではどうにもならなくて、DCSのマンマシンインターフェースの機能など、いろんな方面から考えて行かねばならないだろう。

山中：HAZOPスタディに必要な人を揃えていなかった面もあって、デビエーションのリストアップの時点で抜けがあると思う。山田さんが言われたのは、結果性の網羅性の欠如である。ラインとノードの分割に関して、影響の伝播はプロセス全体で考えられている。アラームの特定は全体で考えられている。同じ配管上に流量計が2個ある場合、異常は伝搬するが、本来片一方だけを特定したいのに両方出てしまう、といったように、解析に甘さが残ってしまっている。

加納：フィルタリングの妥当性が気になった。そもそも設計の段階で、こういうものは表示させないと決めてしまっただろうか。

山田：個人的には、ユニット毎に考えて行くことが重要だと思う。ユニット単位の区切りが必要

だったかもしれない。報告書にその結果を載せている。設計時に全て考慮できれば問題ないだろうが、オペレータの許容負荷を超えているときに、プライオリティの高いものに対応したい（抜けを防止したい）。

伊藤：友連れアラームがあるということは HAZOP でわかっている。オペレータに何をどう伝えるのが重要だろう。そのあたりの検討はされたのか。HAZOP の知識をオペレータにどのように移植していくか。フィルタをかけると、もう一段違うことをオペレータに教えなければならないと思う。

小林：異常事象と検知を 1 対 1 対応になっていることが理想的だが、投資対効果でそうはならない。運転員に見やすくするための手段としての機能と思って欲しい。

産側新委員紹介と挨拶：山北 幸重 委員（旭化成 E I C ソリューションズ）、鈴木 啓太 委員（旭化成エンジニアリング）、Ahmed Alauddin 委員（アクセンチュア）

6) 「Cause-Effect モデルを用いたアラームシステム設計法」

《講演者》 武田 和宏 委員（資料#6）

[概要] プラントで想定される異常原因発生後の状態変数の異常伝播を表す Cause-Effect モデルから、想定異常を静的には完全に識別することができるアラーム変数の組合せをシステムティックに導出する方法を説明された。また、Cause-Effect モデルの可到達行列から、アラームシステムの適切性やユニーク性を反映したアラーム変数の選好度評価法を提案された。

＜質疑応答＞

加納：プラント規模が大きくなってきたときに大変になるだろう。モデリングやって設計していく負荷はどの程度まで許容できるのか。メンテナンスが手に負えないという問題がソフトセンサの分野でもあるのだが。

武田：できる限り共通に使えるモジュールを用意し、例えば、80%くらいまではモジュールの組み合わせでできるようにしたい。

関：通常の HAZOP の結果を使ってやろうという話なのか。

武田：HAZOP の結果ではない。ズレの原因を考え、原因はどのように影響していくかを考え、原因に対するアラーム設定時に、競合して区別できないということを、HAZOP をやりながら検討する手法である。

山田：私の発表では、HAZOP の結果があれば、その結果を利用して拡張していくというコンセプトである。

伊藤：HAZOP スタディ時に異常伝搬を中で検討しているので、恐らく CE グラフも出来上がっていくのだろうと思う。ユニットプロセスの CE あって、それらを配管でつないで全体の設計ができるようになるだろう。前回の合宿で、PFD のトポロジーから CE に近いものを説明されていたが、そのようなアプローチを採用すればなんとかなるのではないか。P&ID を修正すれば CE も変更される仕組みをつくれればメンテナンスもできると思う。期待しています。

7) 「オペレータの認知情報処理モデルによるアラームシステムの評価」

《講演者》 野田 賢 委員（資料#7）

[概要] オペレータの認知情報処理モデルを用いたプラントアラームシステムの定量的評価法を説明された。

＜質疑応答＞

小崎：オペレータのモデルになっているのか？

野田：あくまで 1 つのメジャーとして導入したという位置づけの研究であると考えている。手軽に簡単に評価できる方法である。このあとデータがとれれば改めて評価できるので、後の

講演も聴いていただきたい。

伊 藤：たとえば、人間の短期記憶のモデルが入っていて、画面展開時にどこかの時間が落ちてくる、操作回数が増えてくる、という形で答えが出てくる、と捉えればいいのか。

野 田：もっともらしい原因を特定するために状況証拠を集めなければならない、それらの情報が様々なところにあれば画面展開の数が増えてくる。そのような使い方である。

長谷部：CEモデルで、Eの方に時系列情報は入れられるか？

野 田：議論になっている。プラントない状況での議論は難しいが、シミュレーションをうまくつかっていききたい。

8) 「8 特性によるアラームシステム性能の総合評価法」

《講演者》 高井 努 委員，島廻 昭朗 委員（資料#8）

【概要】 アンケートおよびデータ解析によるアラーム 8 特性に基づくプラントアラームシステム総合評価方法を説明された。

＜質疑応答＞

橋 本：安定運転されているプラントで重大アラームがない状態でアンケートもしくはデータをとると、お知らせアラームの確率が高いほど、適時性も一意性も高く評価されるのではないのか。

高 井：お知らせアラームに対してアラームマネジメントがとられていないところでは、操作相関性に対しては件数が低くなる。無駄なアラームが入ってくると操作との対応性が見えてこないことが多い。実際に（個人的なデータになるが）アラーム発生率が多いところになると操作相関性が低い数値で出ている。

長谷部：安定運転のときの評価と異常のときの評価、2つの面の評価が必要で、今回は前者の評価をみる指標になっているのか。

高 井：安定運転の中では非常に特性は見やすい。異常運転と見られる状況での評価はできていない。

山 田：バッチプラントで非定常操作に関して連続プラントと同じ軸では評価できないと思うのだが、どのように評価されているのか。

高 井：データ解析技術の話では、あるバッチとか連続といった特性に関係なくイベントの相関が見えてきている（そういう経験をもっている）。プロセスの特性を見ずして、同じ評価をあてがえるかどうかについて、バッチの観点からみたときに答えは出せていない。

8) 「イベント相関解析による運転課題および運転知識の抽出」

《講演者》 樋口 文孝 委員（資料#9）

【概要】 運転ログに記録されるアラーム・操作のイベントデータ間の相関解析に基づく新しい運転課題および運転知識の抽出手法を提案し、実プラントへの適用結果を報告された。

配布資料：

- #1: ワークショップ No.28 「アラームマネジメント」活動概要報告【野田委員】
- #2: 日本の化学プラントにおけるアラームマネジメントの現状と課題【舞弓氏】
- #3: EEMUA191/ISA18.2 におけるアラームマネジメント【川原氏】
- #4: HAZOP 解析を用いたアラームシステム設計法【栃原氏】
- #5: フィルタリングによるアラームシステムの適正化【山田委員】
- #6: Cause-Effect モデルを用いたアラームシステム設計法【武田委員】
- #7: オペレータの認知情報処理モデルによるアラームシステムの評価【野田委員】
- #8: 8 特性によるアラームシステム性能の総合評価法【高井委員】
- #9: イベント相関解析による運転課題および運転知識の抽出【樋口委員】

以上