

原因分析手法 ATOP の概要と実践

Overview and application of the causal analysis method “ATOP”

高城 美穂 (Miho Takagi)*¹

前田 典幸 (Noriyuki Maeda)*²

要約 事故・トラブルの原因分析手法として、ヒューマンファクターの観点と、組織要因の抽出に着目した分析手法「ATOP」が開発されている。本手法の特徴の1点目は、事故・トラブルといった事象を引き起こした人間の行動（エラー）は、当事者の「内部要因（認知・判断・行動）」と、当事者を取り巻いていた「外部要因（環境や状況、仕事の仕組みといった要因）」が重なって起こるものと捉えて要因分析を行う点である。その際、後知恵バイアスに影響を受けないよう、当時の当事者の視点で事象を理解するとともに、当事者が置かれていた状況を客観的に理解することを重視する。それにより、事象の発生プロセスや要因が正確に理解できると期待できる。

2点目は、組織要因を“日常的に存在する組織の脆弱性（問題）”と捉える点である。組織要因の分析では、分析のきっかけとなった事象の背景として、日常業務がどのように行われているかについての情報を広く集め、そこから組織要因を抽出する。すなわち組織要因分析は、発生した事象をきっかけとして、日常業務の中に潜在する問題を見つけ、改善するものと言える。

ATOPの分析の考え方を、重大な事象だけでなく、日常の些細なエラー事象やヒヤリハットにも活用することにより、事象の直接的な要因の背後には、組織的な問題が潜んでいることへの理解が進むと思われる。それにより、事象の再発防止はもとより、現場の継続的な安全の向上、リスクの特定や分析・評価、更には安全文化（安全に寄与する組織文化）の醸成にも役立てられると考えられる。

キーワード 原因分析, ヒューマンエラー, ヒューマンファクター, 組織要因, リスク, 安全文化

Abstract As a method for analyzing the causes of accidents and problems, the analysis method “ATOP” has been developed, and it focuses on the role of human factors and the extraction of organizational factors. The method has two characteristics: The first characteristic is that human behavior (error) that caused the accident or problem is analyzed as a combination of “internal factors (cognition, judgment, and behavior)” and “external factors (factors such as environment, situation, and work system)” surrounding the person involved. To avoid being influenced by the “hindsight bias”, the emphasis is on understanding events from the viewpoint of the person involved at the time, and on objectively understanding the situation in which he was placed. This is expected to provide an accurate understanding of the processes and factors involved in the occurrence of an event.

The second characteristic is that in this method, organizational factors are viewed as “organizational vulnerabilities (problems) that exist in daily operations”. In the analysis of organizational factors, a wide range of information on “usual work practices” is collected as background for the event that triggered the cause analysis, from which organizational factors are extracted. In other words, organizational factor analysis can be said to be a way to find and improve latent problems in daily operations triggered by events that have occurred.

By applying the concept of ATOP analysis not only to major events, but also to minor error events and near-misses in daily operations, it is expected that the understanding that organizational problems lie behind the immediate causes of events will be enhanced. This will help to prevent the recurrence of events, as well as to continuously improve safety at work sites, identify, analyze, and evaluate risks, and foster a safety culture (an organizational culture that contributes to safety).

Keywords cause analysis, human error, human factors, organizational factors, risk, culture for safety

*1 (株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所

*2 元(株)原子力安全システム研究所 社会システム研究所 現(公財)大原記念労働科学研究所

1. はじめに

発生した事故やトラブルの原因分析を行うことは、事故の再発防止や、類似事象の未然防止のために重要である。これまで多くの事故を経験し、再発防止のための知見が蓄積されることによって、事故を防止し、安全を更に向上させるために考慮すべきことの範囲は、技術的な要因から人的な要因(ヒューマンファクター)、組織的な要因へと拡大してきた。国際原子力機関 (IAEA: International Atomic Energy Agency) は、適切な安全対策を策定し、強固な安全文化を醸成するために不可欠なものとして、安全のためのリーダーシップ (Leadership for Safety)、安全のためのマネジメント (Management for Safety)、統合されたマネジメントシステム (Integrated Management System) とともに、技術的、人的および組織的な要因間の相互作用を適切に考慮して、システムを全体として理解し、取り扱うアプローチ (Systemic Approach) を指摘している (IAEA, 2016)。これを踏まえ、原子力規制委員会は、原因分析において「技術的、人的および組織的要因並びにこれらの間の相互作用を考慮すること」の重要性を強調している (原子力規制委員会, 2019)。

こうした安全に関する問題の捉え方、すなわち、事故・トラブルをどのように理解し、どのような考え方に基づいて要因の分析を行うかという考え方は、事象の規模に関わらず共通のものであり、重大な事象にも日常のヒヤリハットの事象にも同様に適用することで、効果的な事象の再発防止、未然防止 (リスクマネジメント) に繋げることができる。

原子力分野では、人的要因や組織的な要因を考慮した様々な原因分析手法が開発、活用されており (弘津ほか, 2006; 古濱ほか, 2007)、原因分析手法 ATOP (Analysis Tool for Organizational and direct causes of Problems) もその一つである。ATOPは、米国原子力発電運転協会 (INPO: Institute of Nuclear Power Operations) の「ヒューマンパフォーマンス評価システム (HPES: Human Performance Enhancement System)」を基に関西電力 (株) が開発した、「人間エラー発生 FT 図 (肥田ほか, 1994)」法を基に開発されたものである。「人間エラー発生 FT 図」法は、事象発生のかきつけとなったヒューマンエラーについて、ヒューマンファクターに関する専門的な知識をできるだけ必要とせず、その組織 (原子力発電所) の職員が分

析できることを目指した手法である。ヒューマンファクターに関する専門的な知識が分析フォーマットに可能な限り落とし込まれており、定式化されたフォールト・ツリー図 (Fault Tree) と呼ばれる樹状ダイヤグラムに従って、発生したヒューマンエラーの要因が抽出される (作田, 2004)。

曾根・前田 (2009)、前田・曾根 (2010) は「人間エラー発生 FT 図」法を基に、組織要因を分析する機能を強化するなどの見直しを行い、ATOPを開発した。開発にあたっては、実事例を用いた ATOP の試運用と実務者の意見聴取により、分析手法としての有効性や、利便性の検証が行われている。ただし、組織要因の分析については、分析のための基本的な枠組みは提示されているものの、詳細な手順については十分に示されていない。そこで本稿は、組織要因の分析方法について詳述するとともに、改めて、ATOP が依拠する分析の考え方と、分析手順の全体を整理する。

なお、ATOP は、人的要因 (ヒューマンファクター) や組織要因の観点から分析を行う手法であるため、物理的な故障や経年劣化といった、いわゆる事象発生に係る技術的な検討は、ATOP による分析とは別に実施される必要がある。ただし、機器配置や機器の扱いにくさ、表示の識別性など、人間の行動に影響を与える技術的な要因は、ATOP による分析の対象となる。

2. ATOP の概要

人的要因 (ヒューマンファクター) や組織要因の観点からの原因分析 (以下、「原因分析」という) は、ハードウェアのような技術的な原因究明とは異なり、“唯一の正解の分析結果”があつて、それを見つけ出すというものではない。原因分析は、調査した事実に基づき、分析者 (以下、分析をチームで行う場合も含めて「分析者」という) の知識と考え方に依拠して、事象の要因を探求するものである。そのため、例えば分析者が、事故の原因はエラーの当事者にあると考えていれば、当事者の要因ばかりが抽出され、分析結果は当事者の責任を追及するものとなるであろうし、あるいは、分析者が人間と機器・設備の相互関係に強い関心を向ければ、抽出される要因はマンマシンインターフェースの要因に偏り、職場の人間関係に目を向ければ人間関係の要因に偏ると思われる。

このように、原因分析には、端的に言えば“分析者が探しにいったものが見つかる”という側面がある。そのため、原因分析においては“どのような考え方で、何を探しに行くか”が重要であり、ATOPはそれを分析手順や分析フォーマットによって支援するものである。ただし、原因分析に必要な知識や考え方の全てを分析手順等に組み込むことは不可能であるため、分析を適切に行うためには、分析手法の理解に加えて、技術（仕事のやり方等を含む）、ヒューマンファクターや組織マネジメント、さらには組織文化等についての知識や考え方の習得が重要となる。

以下では、ATOPの特徴となる考え方や分析手順を述べる。

2.1 要因間の相互関係の想定

一般に原因分析では「なぜなぜ分析」がよく用いられる。この方法は分析対象の事象の原因を「なぜ」と問いかけ、推定された原因に対してさらに「なぜ」と繰り返し問いかけて、背景にある要因を探求してゆくものである。

なぜなぜ分析は、事象の要因間に因果関係が存在することを前提としている。しかし、分析対象の事象から、事象の要因の因果を遡るほど、一般に、要因間の因果関係を明確に指摘することは難しくなる。発生した事象とそれに直接関わる要因の間にはかなり明確な強い因果関係が認められることが多いが、因果関係を遡るにつれて、要因間の因果関係は明確な強いものとは言えなかったり、他の要因の影響など複雑な条件の重なり合いによって状況が引き起こされていると考えられたりするなど、要因のつながりの多くは次第に弱いものになる。

これを踏まえ、ATOPの分析手順は「分析シート1（以下、「シート1」という）」と「分析シート2（以下、「シート2」という）」の二種類のシートの組み合わせによって構成されている。各シートは図1、図2に後掲する。

まず「シート1」では、分析のきっかけとなった事象がどのように発生したかを分析する。このシートでは、要因間に明確な因果関係を想定しており、発生した事象とそれに直接的に影響を与えた要因を分析する。

次に「シート2」では、組織要因を分析することを目的に、「シート1」で分析した要因の背景を更

に探求する。この分析では、要因間には厳密な因果関係ではなく緩やかな因果関係を想定しており、要因は相互に複雑に関わり合い、その関係性は直線で繋ぐことができるほど単純なものではないことを前提としている。なお、組織要因は“事象発生背景として日常的に存在（潜在）していた組織の脆弱性”と位置づけられるため、分析のきっかけとなった一件の事象だけを基に特定することは難しく、その組織の日常的な仕事の行われ方を合わせて把握し、分析する必要がある。詳細は「2.3 組織要因（日常的に存在（潜在）する組織の脆弱性）の分析（分析シート2）」に示す。

このようにATOPは、二種類の分析シートを組み合わせることで、事象の要因を、事象発生に直接的に影響を与えた要因と、その背景として存在（潜在）していた組織要因に整理して分析する。シートが分けられていることにより、分析しやすく、また分析者以外の関係者にとっても分析結果が理解しやすいと思われる。

なお、事故モデルには、大別して、事象の連鎖モデル、疫学的モデル、相発的モデルの三つのモデルがあり、このうち事象の連鎖モデルは、因果関係がその本質であって、事故発生直前の要因間に強い因果関係が想定できる経緯を説明するのに適しているとされる。一方、事象の背後にある組織要因のようなものは、要因間の因果関係が明確ではなかったり、要因間に複雑な相互関係が想定されたりするため、事象の連鎖モデルではうまく扱えないことが指摘されている（ホルナゲル、2006；デッカー、2010）。ATOPはこうした指摘に照らしても無理がなく適切なものと言える。

2.2 事象の当事者および関係者の視点での分析（分析シート1）

シート1では、分析のきっかけとなった事象がどのように発生したかを分析する。その際、後知恵バイアスに影響されないよう、当時の当事者の視点で事象を理解するとともに、当事者が置かれていた状況を客観的にも理解する。

具体的には、事象発生に直接影響を与えた「人間の行動（エラー）」に着目し、事象の当事者や関係者（以下では、関係者も含めて「当事者」という）がなぜそのような行動をとったのかを分析する。ヒューマンファクターの考え方では、エラーは、

人間と人間を取り巻く状況・環境・仕事の仕組みといった様々な要因との相互関係により引き起こされると考えられる。従って、事象の再発防止・未然防止の観点からは、事象発生を「当事者」の責任に帰するのではなく、「当事者」と「当事者を取り巻く要因」の影響関係を明らかにすることが求められる。

しかし原因分析では、しばしば「当事者に関する要因」と「当事者を取り巻く要因」とが個別に抽出されるのみでその影響関係が検討されず、時に、“当事者が本来やるべきことを実施しなかった”というような「当事者に関する要因」が、事象を引き起こしたと捉えられてしまうことがあり、このような分析は好ましくない。

そこでATOPは、当事者に関する要因（これを「内部要因」という）と、当事者を取り巻く要因（これを「外部要因」という）とを明確に区別して抽出し、事象がどのように発生したかを“内部要因と外部要因の相互関係”によって表現する手法としている。内部要因には人間特性が関わるため、これに直接対策を打つことは難しい。そのため事象の再発防止・未然防止の観点からは、外部要因（当事者を取り巻く要因）に焦点を当てて対処することが重要となる。すなわちATOPは、内部要因に影響を与え、好ましくない結果を生じさせた外部要因こそが、対処すべき事象の要因であることを明確に示す手法といえる。

2.3 組織要因(日常的に存在(潜在)する組織の脆弱性)の分析(分析シート2)

シート2では組織要因の分析を行う。

原因分析における組織要因の定義は必ずしも明確ではなく、組織要因は、事象の“個々の要因”との対比で理解することが適切と思われる。すなわち、ある組織における様々な事象で見られる“個々の要因”を統括したもの、あるいはそれらの“個々の要因”に共通する特徴や傾向を組織要因と呼ぶことは、およそ理解が得られるであろう。つまり組織要因は、発生した事象の背景にあるとともに、発生した事象だけに関わるのではなく、組織に日常的に存在し、様々な日常業務や人々の行動に対して影響を与えているものと言える。そこでATOPでは、組織要因を“事象発生の背景として日常的に存在(潜在)していた組織の脆弱性”と位置付けている。

従って、組織要因を分析するためには、発生した

事象の経緯やその時の状況に加えて、その組織の“いつもの仕事のやり方”、すなわち、日常業務がどのように行われているかについての情報が必要となる。例えば、事故・トラブルが発生した当該の作業は、従来はどのように行われていたのか、また当該の作業に似た同種作業や、同じような業務を行う他のチームではどうであるのか、作業に関わるルールや手順、管理方法・体制、また過去の不具合等の改善活動、教育訓練の内容はどのようなものであるか、さらには組織や管理者が何を重視しているのか、職員に対してどのように指示・命令等をしているのかなど、関連すると思われる様々な情報を、発生した事象の情報と合わせて包括的に検討し、事象発生に影響を与えたと思われる、“日常的に存在(潜在)していた組織の脆弱性(問題)”を考察することによって、組織要因が抽出される。言い換えれば、組織要因の分析は、発生した事象をきっかけとして、日常的に存在する組織の問題を抽出することとも言える。

このように、組織要因分析(シート2)は、発生した事象の要因分析(シート1)とは分析の対象範囲が異なり、より深く広いものとなっている。

2.4 ATOPによる原因分析の論理性

これまでに述べたとおり、原因分析は調査した事実に基づきながら、分析者の知識と考え方に依拠して分析を行うものである。従って、把握した事実からどのような要因を抽出するか、要因間の関係をどのように考察し整理するかは、いわば分析者の推論である。ただし推論ではあっても、心理学、人間工学等の知見や社会通念に照らして、適正といえる範囲がある。原因分析の論理性は、いわゆる工学的な意味での論理性とは異なり、その適正な範囲にあって、関係者のコンセンサスが得られるかどうかによって成立すると言える。ATOPはこの考え方に立脚した分析を行う。

3. ATOPの分析手順

一般に原因分析は、およそ下記の(1)～(4)の流れで行われる。ATOPにおいても同様の流れである。この流れに沿って、ATOPの分析手順を3.1～3.4に詳述する。また手法の理解のために、一つの事例を想定し、ATOPによる分析例を示す。想

定事例の内容は、本稿の末尾に示した。

(1) 事象の把握 (情報収集)

事象に関わる情報を可能な限り収集し、事象を把握する

(2) 事象の整理 (時系列表の作成)

事象の流れや、事象に関係すると思われる問題点を整理する

(3) 要因分析の実施

事象の背後にある要因を分析する

(4) 対策立案

抽出された要因に対して、対策を立案する

3.1 事象の把握 (情報収集)

発生した事象を把握するために、何が起きたか、事象の関係者は何を考えて、どのような行動をとったのか、作業の条件、組織・体制など、その事象に関する情報を収集する。

また、組織要因を分析するために、発生した事象に関する情報に加えて、その組織の日常業務がどのように行われているかについての情報も収集する。

情報収集の代表的な方法は、現場調査、文書・記録の調査、事象の関係者へのインタビュー等がある。

3.2 事象の整理

時系列シート of 作成例を表1に示す。

(1) 時系列の整理

いつ、誰が何を、どのように事象が起きたかを把握するため、「日時」、「プラント・機器等の状態」「関係者の操作 (作業)、指示、連絡、打合せ等の内容」を、時系列に整理してシートに記載する。

時系列の記述の始まりは、事象発生に関係すると思われる時点からとする。記述の終わりは、事象の発生防止を目的とする場合は事象発生の時点まで (例：廃液中の有機物の揮発による異臭の発生) とする。また、事象発生後の影響についても検討が必要な場合は、その検討に必要な時点まで (例：異臭の工場敷地外への拡散、住民への対応など) とする。本稿は、前者 (発生した事象の原因分析) を主眼とするが、事象発生後の影響の検討においても原因分

析の考え方を準用することができる。

(2) 問題点の抽出

(1) で整理した情報を基に、事象の経緯から読み取ることのできる問題点を、シートの「問題点」の欄に記載する。その際、発生した事象も、それを直接引き起こした人間の行動も問題であり、これも合わせて「問題点」として記載する。

表1では、例として、「弁操作時の基本である『表示灯確認』をしていない」「試料採取ラインからの流水停止を確認していない」など5つを記載している

この段階では、いわば表層的な事実関係 (何を実施したのか、何が実施されなかったのか) を時間軸に沿って整理し、問題点を抽出しているに過ぎない。そのため、抽出される問題点は、例えば「管理者が立ち会っていない」など時系列に記された内容がルールに合うものであるか否かの単純な指摘であったり、あるいは、「この行動は問題だ」など分析者の考え方や価値観に影響された問題点であったりすることも多い。しかしこの時点では、思いついた問題点は否定せず全て記載する。特に分析をチームで行う場合は、分析者によって意見が異なる問題点について、なぜそのことを問題点だと思うか、あるいは思わないかを議論することによって、分析の視点の多様化に繋がると期待できる。

なお、抽出した問題点は、「時系列シートでの問題点抽出」の結果として一旦留保しておき、次の手順である要因分析が終了した段階で、分析シート (シート1およびシート2) で抽出した要因と突き合わせて再度整理を行う (詳細は「3.3.3「要因」(分析シート) と「問題点」(時系列シート) の確認」に示す)。

3.3 要因分析の実施

「シート1」と「シート2」により、要因分析を行う。シート1は3.3.1、シート2は3.3.2でそれぞれ解説する。シート1の様式と分析例を図1に、シート2の様式と分析例を図2に示す。

表 1 時系列シート (作成例)

日付 時間	機器等 の状態	環境安全課		施設運転課	問題点
		分析係員 A	主任, 係長		
5/10 08:30 頃		係内ミーティングを実施 (本日の予定を確認)		運転員, 課長	
09:30 頃		<ul style="list-style-type: none"> 現場に移動。 エチレン生産ラインのオンライン分析装置による定期試料採取・自動分析を実施。(頻度: 1回/週) 			
09:40 頃		<ul style="list-style-type: none"> 廃液処理棟のサンプリング室に移動 			
	V-310 閉→開	<p>[まず, A 廃液貯留タンク内廃液のサンプリングを実施]</p> <ul style="list-style-type: none"> サンプリングの前で, V-310 操作スイッチ (閉→開) 操作実施。(弁表示灯は未確認) V-310 から, 用意していたポリビン 3 つに試料採取。 ポリビンを紙ウエスで拭いて, 置き台に置いていた試料収納箱に入れた。 試料採取後, V-310 操作スイッチ (開→閉) 操作実施。(弁表示灯は未確認) 			
	V-310 開→閉				
	V-320 閉→開	<p>[続いて, B 廃液貯留タンク内廃液のサンプリングを実施]</p> <ul style="list-style-type: none"> V-320 操作スイッチ (閉→開) 操作実施。(弁表示灯は未確認) V-320 から, 用意していたポリビン 3 つに試料採取。 ポリビンを紙ウエスで拭いて, 試料収納箱に入れた。 試料採取後, V-320 操作スイッチ (開→閉) 操作実施。(弁表示灯は未確認) 			<ul style="list-style-type: none"> 弁操作時の基本である「表示灯確認」をしていない 試料採取ラインからの流水停止を確認していない
	V-320 開→閉				
	V-330 閉→開	<p>[最後に, C 廃液貯留タンク内廃液のサンプリングを実施]</p> <ul style="list-style-type: none"> V-330 操作スイッチ (閉→開) 操作実施。(弁表示灯は未確認) V-330 から, 用意していたポリビン 3 つに試料採取。 ポリビンを紙ウエスで拭いて, 最後のポリビンを, 試料収納箱に左手で入れると同時に, 右手で V-330 操作スイッチ (開→閉) 操作実施。(弁表示灯は未確認) 弁の閉止音と思われる音(「ブシュ」というエア音)を聞いたような記憶があり, 弁が閉止したと思いつみ, スイッチから右手を離して, 収納箱を持って分析室に移動した。 試料採取ラインからの流水停止は確認していない。 			<ul style="list-style-type: none"> V-330 の閉操作が不完全で, 弁が開放されたままとなった
	V-330 開→(閉)				

日付 時間	機器等 の状態	環境安全課		施設運転課	問題点
		分析係員 A	主任, 係長		
09:50 頃		分析室にて, 採取した試料を分析開始.		運転員, 課長	
11:30 頃		分析が完了したので事務所に戻った.			
12:40 頃	C 廃液貯留タンク水位の低下	<p>ちようど電話に出た分析係員 A は「午前中にサンプリングを行った」と回答.</p> <p>ひよっとしたらと思い,</p> <p>「試料採取弁を確認してください」と伝えた.</p>	<p>主任, 係長は報告を受け, 「閉めたよね?」と聞いた</p>	<p>運転員から分析係に問い合わせ: 「廃液処理棟内の C 貯留タンク水位がわずかに低下しているが何かしているか?」</p>	
12:45 頃	異臭発生	工場東側の住民の方から, 「異臭がする」と総務課に苦情があった.			<ul style="list-style-type: none"> 異臭が発生した (廃液中に含まれる有機物が揮発し, サンプリング内上部の排気ファンを通して, 外部に放出された) 異臭が工場敷地外へ拡散した
12:45 頃	V-330 開→閉	<p>分析係員 A は, 施設運転課からの問い合わせがあり, 弁状態の確認を依頼したことを, 主任・係長に報告.</p> <p>分析係員 A は, 「閉めました」「閉止音聞きました」と回答した.</p>	<p>主任, 係長は報告を受け, 「閉めたよね?」と聞いた</p>	<p>運転員は, V-330 から廃水が流れているのを確認し, 弁を閉止. 施設運転課長に連絡した</p>	
12:55		<p>分析係員 A は, 係長から「開いていた」と聞き, 「アチャッ」と思った.</p> <p>なんでそうなったのか理解できなかった.</p>	<p>分析係長は, 施設運転課長からの連絡を受領</p> <p>係員 A に連絡</p>	<p>施設運転課長は, 分析係長に連絡</p>	

3.3.1 分析シート1

シート1では、事象発生に直接影響を与えた「人間の行動（エラー）」に着目し、事象がどのように発生したかを分析する。

(1) 分析シート1の概要

[シートの構成]

シート1では、事故やトラブルなどの事象発生の過程を、“人間の行動が機器・設備などに何らかの影響を与えることによって、事象が発生する”と捉え、事象発生に直接影響を与えた「人間の行動」に着目する。

一般に、人がすべきことをしなかった、あるいは、すべきでないことをしたときに、その行動はエラーと言われるため、事象発生に影響を与えた「人間の行動」は、事故やトラブルなどが起きてから振り返れば、“エラー”と言える。事象の再発防止や類似事象の未然防止の観点からは、事象の発生をエラーの当事者の責任に帰するのではなく、「当事者」と「当事者を取り巻く様々な要因」の影響関係を明らかにすることが重要である。そこでATOPでは、事象発生に直接影響を与えた「人間の行動（エラー）」を分析対象とし、①当事者はその行動に際して、どのような情報処理（認知・判断・行動）をしたか、②当事者を取り巻く要因にはどのようなものがあったかを分析する。

シート1（図1）は、「分析対象」、「内部要因（人間の情報処理段階）」、「外部要因」で構成される。「分析対象」は、「分析対象（行動）」と「結果」に整理され、前者には、事象発生に直接影響を与えた「人間の行動（エラー）」、後者には、その結果発生した事象が記載される。

「内部要因（人間の情報処理段階）」には、当事者がどのような「認知-判断-行動」を行ったのかを推定した内容が記載される。ATOPでは、当事者の情報処理（認知-判断-行動）を、当事者自身の要因という意味で「内部要因」と呼ぶ。

また、当事者を取り巻く要因を「外部要因」と呼ぶ。「外部要因」の欄には、人間のパフォーマンスに影響を与える43個の要因が、4Mモデルに基づき「マシン」「メディア（環境含む）」「マン（関係者）」「マネジメント」の4つに分類されて示されている。

シート1を概観すると、「内部要因」と「外部要因」

が重なって、「分析対象（行動）」である「人間の行動（エラー）」が起これ、その結果、事象が発生する、という構成である。なお、シート1には回路図記号（AND、OR）が記載されているが、これは概念的に使用されているため厳密な意味での解釈は不要である。

[分析の考え方]

シート1での分析は、エラーの当事者がなぜそのような行動をとったのか、行動の背景にどのような状況があったのかを、後知恵バイアスに影響されないよう分析する。後知恵バイアスとは、原因分析でよく起こり得る心理的傾向のことである（デッカー、2010）。分析者は既に何が起きたかを知っているため、過去を振り返って事象を理解することになる。そのため分析者は、事象の当事者（たち）の様々な判断や行動に対して、「彼はこう判断・行動すべきだった」、あるいは「このような判断・行動はすべきでなかった」と容易に指摘しがちである。

しかし、当事者の判断や行動は、結果としてエラーであったが、当時の当事者にとっては妥当なものであり、決定的な問題を感じるようなものではなかったと考えるのが自然である。当事者は業務を無事に遂行しようと努めていたと考えられ、もしその判断や行動によって事故が起きるとわかっていたら、その判断・行動を回避したはずだからである。

そこで分析では、“当事者は（意識的でない場合も含めて、）そのようにすることが適切であり、これでもうまくいくと考え行動した（あるいは、その行動をとることに決定的な問題を感じなかった）”という認識に立ち、「なぜ当事者は、そのように行動することが適切であり、これでもうまくいくと思ったのか、当事者にそのように思わせ、行動させた理由は何だったのか」を考えることによって、当事者の内部要因と、当事者を取り巻いていた外部要因を抽出する。すなわちシート1では、当時の時間の流れの中に身を置いて当事者（たち）の時間の流れを順に辿り、当事者の視点で事象を理解するとともに、当事者の置かれていた状況を客観的にも理解して、当時の状況を再構築する分析を行っているといえる。

この分析によって、当事者（たち）のエラーと言われる判断や行動が、状況や環境の影響によって引き起こされていることが理解・納得できるものとなる。つまり、「（当事者が）この行動（エラー）をし

たとき、当事者の周りにはこのような状況（外部要因）があり、そのような状況があれば、当事者がこういう認知・判断・行動（内部要因）を行ったのは妥当である」ということの説明が可能となる。

[組織要因の分析（シート2）との関係]

シート1での分析は、事象がどのように発生したかを要因の因果関係に基づいて分析するものであるが、これを丁寧に行うことで、組織要因、すなわち“事象発生の背景として日常的に存在（潜在）していた組織の脆弱性”を考察するためのきっかけが見えてくることが多い。事象について「なぜこうなっているのだろう」、「ここに問題があるのではないか」、「これが影響しているのではないか」など、色々な視点から考えることによって、組織要因の分析に必要な日常の仕事の行われ方の調査範囲（事実確認をする範囲）がおおよそ見えてくる。同時に、事象発生の背景となった要因を広く深く考察することにも繋がり、その様子を具体的に把握できることも多い。シート1での分析は、シート2における組織要因分析の糸口をつかむという重要な役割を果たしている。従ってシート1で丁寧な分析が行われなければ、組織要因を適切に分析することは難しいと言えよう。

[要因を記述するときの留意点]

エラーの当事者の責任を追及するような分析にならないようにするためには、要因を記述するときにも、配慮が必要である。例えば、要因の内容を「～した」「～していなかった」という過去形で表現すると、“すべきでないことをした”、あるいは“すべきことをしなかった”といった印象を読み手に与え、また分析者自身の思考もその表現の影響を受ける可能性がある。そこで、表現上の工夫の一つとして、同じ内容を「～している」「～していない」という現在形で表現することにより、当事者を追及するニュアンスを和らげることができる。このような配慮は、シート1でもまたシート2でも同様に必要である。

(2) 分析シート1の分析手順

シート1では、まず、分析対象となる「人間の行動（エラー）」を特定し、次に、内部要因、外部要因の順に分析を行う。以下に分析手順を示す。

1) 分析対象の決定

分析対象として、事象発生に直接影響を与えた「人間の行動（エラー）」を特定する。

時系列シート（表1）に記載された「問題点」の中から、発生した事象と、それに直接影響を与えた人間の行動（エラー）を特定し、前者をシート1の「結果」欄に、後者を「分析対象（行動）」欄に記載する。

図1の「分析対象（行動）」欄には、時系列シートの「V-330の閉操作が不完全で、弁が開放されたままとなった」という「問題点」から、「C廃液貯留タンク 試料採取弁V-330の閉止操作が不完全であった」という、事象発生に直接影響を与えた人間の行動（エラー）を特定し、記載している。なお、この例では「(弁が開のままとなっていた)」という、理解を助けるための補足を追記している。また「結果」欄には、「分析対象（行動）」の結果として発生した事象、すなわち「廃液中に含まれる有機物が揮発し、サンプルシンク内上部の排気ファンを通して、外部に放出され、異臭が発生した」を記載している。

分析対象を決定する際に注意しなければならないのは、事象発生に直接影響を与えた人間の行動ではなく、時間的に事象発生時点よりも更に以前の行動を分析対象としてしまうことである。例えば、「事象発生の根本的な原因は、1か月前に作られた手順書の記載が間違っていたからである」と考え、「誤った手順書の作成」を分析対象としてしまうと、事象発生までの1か月の様々な事柄や、当日の作業の体制、指示の仕方、作業のやり方など、事象発生までの間に起きている様々な事柄が分析の対象から除外されることになる。例えば、「事前に作業手順書の読み合わせをしていない」という問題や、事象発生の当日、「作業監督者は作業者に明確な指示をせずに現場を離れた」、「作業者は作業監督者を待たずにスイッチを操作した」という問題があったとしても、原因分析の中で扱われないことになってしまう。これを防ぐため、ATOPでは、事象発生に直接影響を与えた（直接つながった）人間の行動、すなわち事象発生に時間的に最も近い行動を分析対象とすることと規定している。それにより、事象発生の時点より前に起きた事柄全てを分析の対象範囲とした、抜けのない要因分析を行うことが可能となる。

なお、事象発生後の影響（例えば、想定事例でいえば「異臭の工場敷地外への拡散」や「住民への対応」など）についても検討が必要な場合は、それらを分析対象とすると良い。

2) 内部要因の分析

【分析の視点】

分析対象の「人間の行動（エラー）」が起きたときの、当事者の情報処理（認知－判断－行動）を推定する。

内部要因の分析は、当時の時間の流れの中に身を置き、当事者の視点に立って、当事者がその時行った情報処理（認知－判断－行動）を推定し、再現するものである。推定にあたっては、“当事者は（意識的でない場合も含めて、）そのようにすることが適切であり、これであまうと考へて行動している（あるいはその行動をとることに決定的な問題を感じていない）”という認識に立つ。この分析を行うことによって、当事者の情報処理を理解でき、その情報処理に影響を与えた外部要因を適切に分析することができる。

【欄の構成と記載方法】

図1のとおり、「内部要因」欄は人間の情報処理段階である「認知段階」「判断段階」「行動段階」で構成される。分析者は、当事者の行動（エラー）が、認知・判断・行動のどの段階で起きたか（どの情報処理段階でのエラーと推定されるか）、「内部要因」欄のいずれかの段階を一つ選択し、選択した段階に吹き出しを付けて、当事者の情報処理の具体的な内容を記載する。選択した情報処理段階に繋がる経路は、点線から実線にすることで強調する。

図1の分析例では、「判断段階」に「V-330を閉止するという意図は正しいが、試料採取弁を閉止するという慣れたスイッチ操作であり、また、「ブシュ」という閉止音を聞いた（と思い込んだ）ため弁が閉止したと思った。（その結果、流水停止を確認しなかった）」と記載している。

【分析の要点】

事象を正確に理解するためには、エラーが情報処理（認知－判断－行動）のどの段階で起きたかを理解することが重要である。情報処理段階の推定（選択）の仕方について、「作業者が操作する弁を間違

えた」という事例を用いて説明すると、例えば、作業員（当事者）が、「周囲が暗く弁銘板が汚れていたため、銘板を見誤り、当該弁番号と認識した」のであれば、認知段階で起きたエラーである。また、「手順書に記載された弁番号が誤っており、『この弁で良いのかな』と気になったものの、手順書に従って操作した」のであれば判断段階で起きたエラーである。どちらの場合も、最終的には操作する弁を間違えて操作しているため、「行動」の段階のエラーのように見えるかもしれないがそうではなく、これらは“誤った認知、あるいは誤った判断による正しい行動”であるため、それぞれ「認知」や「判断」の段階でのエラーとなる。なお行動段階でのエラーとは、自動車のアクセルの踏み間違いのように、正しく認知し正しく判断した（例：赤信号と認識し、ブレーキを踏もうと意図した）が、「ブレーキではなくアクセルを踏んでしまった」といったケースが当てはまる。

このように、当事者の情報処理（認知－判断－行動）の内容を丁寧に推定することで、その情報処理に影響を与えた外部要因の抽出が的確なものとなる。

3) 外部要因（「直接要因」および「背景要因」）の分析

【分析の視点】

行動（エラー）の当事者の内部要因に影響を与えた要因（外部要因）を抽出する。分析者は、当事者の判断や行動は、当時の当事者にとっては妥当なものであり、決定的な問題を感じるようなものではなかったという認識に立ち、当事者に影響を与え、「そのように行動することが適切であり、これであまうと誤って思ってしまった要因を特定する。

更に、シート1では「人間の行動（エラー）」と「結果」を合わせて「分析対象」としているため、当事者の内部要因には影響を与えていないが「結果」に影響を与えた要因も、外部要因として抽出する。この視点での分析では「バリア分析」の考え方（当事者の行動（エラー）に対する「バリア」）が参考となる。一般に企業活動においては、人間がその目的を達成できるように、作業環境等も含めて様々な仕組みやルール等が整えられている。これらは、事前に用意されている物理的あるいは管理的な仕組み（バリアという）等であり、エラーが生じにくいよ

うに、そしてたとえエラーが生じたとしてもそれが有害な結果をもたらさないように意図されたものである。つまり、好ましくない事象の発生は、当事者の周囲に存在するこれら様々なバリアが有効に機能しなかった、あるいはバリアが用意されていなかった結果であると言え、これを外部要因として抽出することができる。

また、これらの二つの視点での分析に際し、「変化・変更分析」の考え方も参考となる。これは、当事者を取り巻いていた要因の中にいつもと違う事柄や、今までと変わった事柄があるとエラーに繋がりがやすいという考え方に基づくものであり、計画変更、プロセス変更、役割変更、システムやツール変更、体制変更、作業環境の変化など、様々な外部の変化・変更が当事者の内部要因や事象の発生に影響を及ぼすこともある。このように、外部要因の分析では様々な考え方を併せ持ち、発生した事象を多様な観点から検討することが大切である。

【欄の構成と記載方法】

図1のとおり、「外部要因」欄は、「マシン」「メディア（環境含む）」「マン（関係者）」「マネジメント」の4つから成っており、そこに43個の要因が提示されている。各要因の詳しい説明は、表2に示す別紙により提供される。この43個の要因は、文献や過去の事例を基に、人間のパフォーマンスに影響を与える要因として整理されたものであり、これをリファレンスとして使用することによって、分析者の興味・関心に偏った分析となることを防ぎ、バランスの良い視点での分析が可能となる。なお、43個の要因に当てはまりにくい場合は、任意に要因を追加することも可能としている。

分析者は事実関係を基に、43個の要因を参考にしながら、当事者を取り巻いていた状況を分析し、該当する要因を選択して、その要因に吹き出しを付けて具体的な内容を記載する。これを、事象発生や当事者の行動（エラー）に直接に影響を与えた要因という意味で「直接要因」と呼ぶ。直接要因の分析では、前述したように、①当事者の情報処理や事象の発生に影響を与えた要因の分析、②バリア分析、③変更分析など、様々な視点から事象を検討し、要因の抽出を行う。

次に、「直接要因」の背景を分析し、直接要因に吹き出しを付けて具体的な内容を記載する。これを、直接要因の背景にある要因という意味で「背景要因」

と呼ぶ。シート1に記載した直接要因と背景要因には、それぞれ「直接」「背景」と付記して区別する。43個の要因のうち選択した要因に繋がる経路は、点線から実線にすることで強調する。

図1の分析例では、「マシン」の直接要因として「スイッチは「開」ポジションから、30°を超えた位置まで「閉」方向に廻さないと、「開」ポジションに戻ってしまう構造である」が抽出され、背景要因の記載はない。同様に「マシン」の直接要因として「弁開閉表示灯は、スイッチと離れたサンプリングフードの上（頭上）にあり、操作結果のフィードバックとしては、見にくい位置に設置されている」が抽出され、その背景要因として「ハード面での、人間特性への配慮が足りない」が抽出されている。その他、「メディア」、「マネジメント」でも同様に要因が抽出されている。

【分析の要点】

外部要因は、当事者の“外部”，すなわち外側において、当事者や事象発生に影響を与えている要因である。そのため外部要因（直接要因）を抽出する場合には、主語は「機器の配置が・・・」や「管理者は・・・」のように、マシン、メディア、マン、マネジメントのいずれかとなり、行動（エラー）の当事者が外部要因の主語となることはない。例えば「Aさん（当事者）はルールを守っていない」という主旨の要因は、主語が当事者であるため、外部要因ではなく内部要因に相当する。従ってこの場合、「Aさんが何らかの理由でルールを守っていない」という要因を「内部要因」欄に記載し、「外部要因」欄に「ルールの存在が知られていない」、「ルールが現状に合っていない」、「職場にそのルールを守らなくても黙認される雰囲気がある」・・・など、Aさんに影響を与えた外部要因を抽出し記載する。外部要因の分析では、「機器・設備はどうであるか（マシン）」、「作業環境や手順書などはどうであるか（メディア）」、「関係する人はどうであるか（マン）」、「職場の運営や組織の慣習はどうであるか（マネジメント）」のように、外部要因（4M）を主語として問いかけて要因を分析しても良い。要因の主語を意識することによって、内部要因と外部要因が混乱することが避けられ、外部要因が適切に分析できる。

また、一つの直接要因には原則として一つ以上の背景要因を抽出する。ただし、背景となる要因が分析できない、あるいは分析の必要がないと判断され

表2 分析シート1 要因の解釈例

- 【注意点】 ● 解釈例はあくまで例であり、絶対的なものではない
● 迷った場合は、分析者自身の解釈を優先する

要因	要因の解釈例
〈マシン〉 機器・設備に問題があったことが原因でエラーが起きた場合、その要因を「マシン」の要因とする	
機器配置が悪い	機器・設備が、動線を考慮した配置ではない、または作業スペースが確保されていないなど、作業性を損なう配置になっている状態
機器の識別性が悪い	まったく違う機能の機器同士が似通った外見をしているなど、機器同士の区別がしにくい状態 機器の系統がわかりにくい、あるいはわからない状態も含む
作業性が悪い	設備・機器の仕様や環境などが、作業しやすすくない状態
対象機器が扱いにくい	作業を行っている設備・機器が扱いにくい状態
操作の訂正が困難	一度操作を行ってしまったら、それが間違っていた場合でも取り消し・訂正ができないまたは非常に困難であること エラーに気付いても波及防止措置をとることができないため、影響が大きくなる
部品等設計不良	設備・機器の設計に問題がありエラーや故障を誘発してしまう状態
劣接近性	配置などの関係で、作業対象の設備・機器に容易に近付けられないこと 遠隔作業を強いられる
情報の提示方法が悪い	設備・機器や関連作業に対する情報が、気付きにくかったり誤解を招いたりする方法で提示されること
情報量が不適切	機械から発信される情報が多すぎたり少なすぎたりすること 少なすぎると情報が足りない状態での作業を強いられることになり、多すぎると利用すべき情報がわからなくなる
表示の配置が悪い	情報が誤解を招いたり気付きにくかったりするような配置で提示されている状態 情報同士のつながりが見えにくい場合もある
表示・操作器具の識別性が悪い	対象機器の表示や操作方法、またはその機器が本当に操作対象かどうか非常にわかりにくい状態
表示の判読性が悪い	表示が消えかけている、色の組み合わせが良くないなどの理由で表示が読み取りにくくなっている状態
劣予測性	表示や機器の状態を見ただけではその後の展開が予測できない状態
劣確認性	表示や機器の状態が確認しづらく、現状が把握しにくい状態
危険な作業対象物	作業の対象が非常に危険なため、注意がそちらに集中してしまう状態 作業対象以外の危険に意識が向きにくい
〈メディア〉 作業環境、手順書など、工程上は補助的な役割だが作業を行う上で機器や人に大きな影響を与える要素の、ハード面・ソフト面の問題	
作業のやり方が悪い	作業手順どおりに作業していない、または作業手順に従っていてもその手順が不安全である状態
技量が表れない作業	作業の難易度が低い、特別な技術を必要としないなど、本人のもっている技術・技能を活かしきれない作業
誰もが無関心な作業	誰でもできる作業と思われがちであったり、重要度が低いとみなされがちであったりするため、作業者の関心を引きにくい作業
連絡が困難	ルールや基準がはっきりしていなかったり物理的に困難だったりするために作業に必要な情報が伝達されにくい状態
劣作業予測性	自分や他の作業者が今現在何をしているか、次に何をやるかが予測しにくい状態 互いに離れた場所で作業をしている、連絡が困難など
作業基準が不適切	作業基準に従って作業を行ったとき、その結果が上手くいかなかったり不安全だったりする状態 作業基準の記載や名称がわかりにくく正しくない手順書に基づいて作業を行ってしまう場合も含む
長時間作業	長時間にわたる作業で、身体疲労や集中力の低下が起こった状態
表示・標識が悪い	作業の手がかりとなる表示や標識がわかりにくい、間違っているなどの理由で、正しい情報が得られず手順書の選択や作業が正しく行えない状態
作業基準が未確立	作業基準が確立されておらず正しい作業、安全な作業の基準がわからない状態
作業が孤立しやすい	作業手順や機器配置、役割分担など何らかの理由で作業者が孤立した状態で作業を行わなくてはならなくなること 連絡やコミュニケーションの面でもエラーを招きやすい
劣注意集中性	何らかの理由で集中が乱される状態 ランプの点滅、騒音など勝手に注意をひきつけるものの他、気温が高すぎる・低すぎるなどの慢性的なものも含まれる

要因	要因の解釈例
〈マン〉 上司や同僚などの、当事者に関係する人がエラーの直接的・間接的な引き金になった場合 または、上司や同僚との人間関係が悪かったり依存的だったりしてエラーが起きやすい状態になっていた場合	
監視・協力等が悪い	不安全行動やエラーの種に対し感性が鈍って気づきにくくなっていたり、体制が整っていないなどの理由で互いに協力して注意の抜けを補い合うことができていない状態
ルール不履行に無関心	互いに自身や他者がルールを外れた行動をしていたとしても気付かない、または気付いても放っておくなど、ルールが守られているかどうかに関心がなく、意図的かどうかに関係なくルール違反によるエラーを防げない状態
役割分担・人間関係が悪い	共同作業の役割分担がはっきりしておらず責任の所在が曖昧なグレーゾーンがしやすい、また、グレーゾーンを互いに補い合う人間関係ができていない状態
指揮命令・情報伝達が悪い	上司からの指示や作業者間の情報が伝わらない、伝わったとしても曖昧であったり間違っていたりする状態 連絡の際に互いが共有していると思っていた背景が共有できていない場合など
〈マネジメント〉 会社や事業所の経営方針、組織文化などがエラーを招いた場合 教育、環境整備などの形で現れる	
模擬訓練が不適切	模擬訓練を行っていない作業員に作業に当たらせる、行い方が適切とはいええず受講者が模擬訓練の意味や意図を理解できないなど、模擬訓練と実際の作業が連動していない状態
作業遂行上の教育が不適切・不十分	作業を行う上で最低限必要な知識や技能を身に付けるための訓練が不足していたりその内容が当該作業との関連が薄かったりする状態 また、教育の方法が受講者の特性に合っておらず教育効果が上がらない場合
不安定な作業環境	不安定な場所や高所、危険な対象などの作業条件における安全対策が不十分または不適切な状態
管理監督が不適切	作業管理や監督が、安全を確保できる形になっていない状態 安全よりも作業効率を優先させている、ルールに過度にこだわる、ルールの適用方法が正しいとはいえない、など
職場の悪習慣	ルール無視や不安全行動などの不適切な行動や機器・設備・環境の危険箇所を放置している、作業効率の向上につながる不安全行動・ルール無視を推奨するなど、安全とはいえない職場の習慣
些細な欠陥・エラーに無関心な雰囲気	設備・機器、手順書などの致命的ではない不具合や大きな事故・事象につながらなかったエラーに関心がなく、気付かない、または気付いても報告しない状態 本人に報告する意思があっても報告しづらい雰囲気が出来上がっていることもある
準備不足・予定外作業	作業に当たって十分な準備を行っていない、または予定外の作業が入るなどして、当該作業に関して十分な準備ができていなかった状態
専門教育が不十分・不適切	当該作業に必要な専門的な知識・技能に関する教育を十分に受けていない者を作業に当たらせたり、教育によって身に付けた専門教育が実際の作業とずれていた状態 また、教育の形態などが受講者に合っておらず教育が身につけていない場合
一般知識・技能不足	その職業では最低限身につけているとされる知識や技能が身につけていない状態 教育不足、間違っ覚えていたなどの状況が考えられる
時間的制約	使える時間の長さに対して作業量が極端に多い状態 一般的には時間的制約がないように見えても作業者が時間が足りないと感じていた場合は時間的制約があると解釈する
過大な外部からの注目	外部から作業に寄せられる注目を意識しすぎて普段どおりの作業ができない状態 実際に通常よりも注目されている場合も本人が普段と同じ程度の注目を普段より強いと意識した場合も過大な外部からの注目があつたと解釈する
経験・訓練不足	作業または環境に慣れないために安全な注意配分ができないこと 危険ではない作業対象物が「危険な作業対象物」になることもある
稀事象への対応	めったに起こらない事象への対応 経験が少ないため、対応に多くのリソースを要したり、事態の推移の予測が困難であったりする

る場合は、無理に分析を展開することはしない。一つの直接要因に複数の背景要因が抽出される場合もあるし、一つの背景要因が二つ以上の直接要因に関わっている場合もある。

なお、外部要因の「マン（関係者）」の要因が抽出された場合は、当該のシートでの背景要因の分析は行わず、その要因（マンに抽出された直接要因）

を分析対象とした新たなシート1を作成し、その関係者を当事者とした分析を同様に行う。シート1での分析は、「マン（関係者）」に要因が抽出されなくなるまで続けられる。ただし、「マン（関係者）」の要因が個人というよりも、組織（職場）全体の振る舞いと見なされる場合は、外部要因の「マネジメント」に整理する。

このようにシート1では、分析が必要と認められる一人ひとりの行動に焦点を当て、事象に関わった当事者や関係者の認知-判断-行動(情報処理)と、当事者や関係者を取り巻いていた状況・環境を分析するという、「人」を中心とした分析が行われる。シート1は個人一人につき一枚作成するため、分析対象とする人の数だけシート1が作成される。

シート1で内部要因と外部要因を分析・記載し終えたら、当事者の内部要因(情報処理)に最も影響を与えた外部要因と内部要因を破線で繋ぎ、その影響関係を明示する。図1の例では、「サンプリングは、ルーチン作業であり、特に意識をしなくても実施できる」という外部要因と、「V-330を閉止するという・・・(以下略)」という内部要因が破線で繋がれている。これによって外部要因と内部要因の関係が明確になり、分析者が分析結果を整理したり、関係者に説明したりする際の支援になる。

なお、分析シート1による外部要因の分析と、時系列シートにおける「問題点」の抽出は独立のものである。外部要因の分析では、時系列シートの「問題点」の欄に記載した問題点からは一旦離れ、新たな目で、要因の分析を行う。時系列シートに記載された「問題点」を、分析シート1の43個の外部要因に当てはめていくことはしない。

3.3.2 分析シート2

(1) 分析シート2の概要

[シートの構成]

シート2の様式と分析例を図2に示す。シート2は「背景要因」、「組織要因分析(事実・分析内容等)」、「組織要因」で構成される。

シート2では、シート1で抽出された要因の背景として、その組織の日常業務の行われ方を分析し、組織要因を抽出する。なお、シート1は「人」を中心とした分析であるため、事象の関係者一人につき一枚のシートが作成されるが、シート2では組織の問題を分析するため、一枚のシートのみ(分析結果の記載が多ければ複数枚)が作成される。

[分析の考え方]

ATOPにおける組織要因は、“事象発生の背景として日常的に存在(潜在)していた組織の脆弱性”

である。その脆弱性は日常的に存在し、様々な日常業務や人々の行動に対して影響を与えていると言える。従って組織要因の分析は、組織の日常業務の行われ方に関する事実を基に、「これまで事故やトラブルという結果には至っていなかったが、おそらく分析対象事象の発生時と同じような環境や人々の行動が日常的に存在しており、そういった状況(仕事の仕方、組織の運営方針、職員に与えられている様々な条件など)が影響して、事象が発生したのではないか」という視点で、日常業務を分析するものと言える。分析者は、分析対象事象の直接要因の背後に共通して存在する組織的な問題があるのではないかとという視点と、発生した事象だけに囚われない広い視野をもって分析を行うことが求められる。

組織要因として抽出されるものは、例えば組織体制やルールといった組織の仕組みから、マネジメントの行われ方、更には組織文化のようなものまで幅広い。目に見える状況を組織要因として抽出することもできるし、更に、なぜそのような状況が起きているかという背景を考察することで、組織構成員に共有されている物事の行われ方や考え方、価値観、優先順位といったものが抽出されることもある。どの程度の範囲を調査して、どの程度の要因を抽出するかは、事象の重大さなどを勘案し、分析者あるいは組織が判断する。

また、組織要因の分析においては、組織の状況(仕事の仕方など)は、何らかの背景や理由があって現状のようなものになっていることを理解した上で、その状況にある問題点を指摘することが重要である。すなわち現状のやり方などによって担保されていることを考慮して、その上で、その不足や行き過ぎを組織要因として指摘することが適切である。

(2) 分析シート2の分析手順

1) 背景要因を転記する

シート1で抽出された背景要因をシート2の「背景要因(シート1背景要因再掲)」欄に転記する。図2の分析例では、「分析係員はベテランばかりである」「一人作業であるサンプリング操作(業務)への関心が低い」「ハード面での、人間特性への配慮が足りない」という3つの背景要因が転記されている。

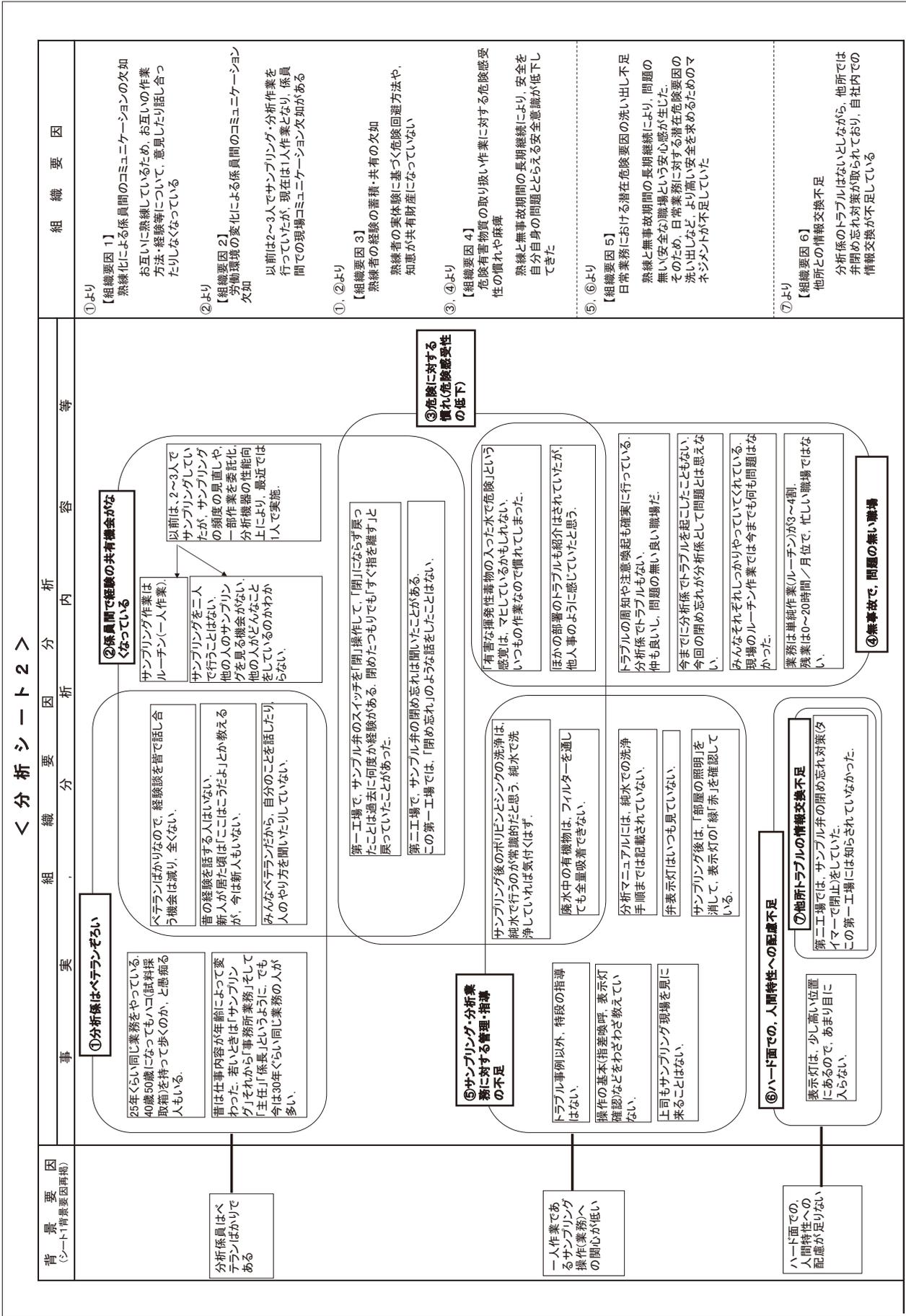


図2 分析シート2の様式と分析例

2) 背景要因に関連する背景や事実の整理

転記した背景要因に関連する、発生した当該の事象や、当該事象と類似の作業（業務）におけるいつもの業務の行われ方、組織の日常業務における管理の仕方・指示の仕方、仕事の仕組みやルールなどの“組織の日常業務の行われ方に関する事実”（以下、「データ」という）を調査し、その関係を整理、分析する。整理、分析した事柄を、シートの「組織要因分析（事実・分析内容等）」欄に記載する。図2では図示しているが、記載の方法は任意であり、文章のみなどで記述することも問題ない。

本稿では図2の例に沿って、データを整理、分析する手順を説明する。なお、この分析には、質的なデータの分析方法であるKJ法（川喜田，1967，1970）などの考え方も参考となると思われる。

① 類似・関連する事実をまとめる

組織要因を分析するという目的を念頭にデータを読み込み、類似・関連したものをグループにまとめる。まとめられたデータ群を、「まとまり」と呼ぶ。図2の分析例では、例えば、「分析係員はベテランばかりである」という背景要因に関連する事実として、「25年くらい同じ業務をやっている。40歳50歳になってもハコ（試料採取箱）を持って歩くのか、と愚痴る人もいる」、「昔は仕事内容が年齢によって変わった。若いときは「サンプリング」それから「事務所業務」そして「主任」「係長」というように。でも今は30年くらい同じ業務の人が多し」、「ベテランばかりなので、経験談を皆で話し合う機会は減り、全くない」、「昔の経験を話す人はいない。新人が居た頃は「ここはこうだよ」とか教えるが、今は新人もいない」、「みんなベテランだから、自分のことを話したり、人のやり方を聞いたりしていない」の5つのデータから、一つの「まとまり」が作成されている。他の「まとまり」についても同様である。

② 「まとまり」の意味することを短い言葉で表す

前項①で作成した「まとまり」の意味することを短い言葉で表し、各「まとまり」に付す。例えば前項①で取り上げた、5つのデータからなる「まとまり」は、分析係では係員がベテラン揃いであるという状況を指摘していると言えることから、「①分析

係はベテラン揃い」と付している（図2）。同様に残りの6つの「まとまり」についても、その意味内容から、それぞれ「②係員間で経験の共有機会がなくなっている」、「③危険に対する慣れ（危険感受性の低下）」、「④無事故で、問題の無い職場」（以下略）と表している。

「まとまり」の意味することを言葉で表すときには、まずは現状を、価値判断を交えずに捉え、組織の“現状の特徴”として記述するようにする。次に、一つひとつの「まとまり」、あるいは「まとまり」の組み合わせによってどのような良くない影響、どのような問題が生じる（生じている）と考えられるかを考察する。これが次項の③である。

③ 「まとまり」を基に、組織要因の考察を行う

「まとまり」やデータの全体を眺め、そこに記述された状況にどのような問題があるのかを明確にしたり、「まとまり」間の相互関係や、更にその背景を整理したりするなどして、組織要因の考察を行う。分析は、基本的には「なぜなぜ」と考えていくことで進めるが、厳密な因果関係である必要はなく、様々な要因（状況を含む）の重なり合いや相互の影響関係を考慮して組織要因を導出する。

例えば図2では、「①分析係はベテランぞろい」という「まとまり」に表された状況を組織要因の観点から検討し、“職場の全員がベテランという状況”は、良い面も多い一方で、互いをベテランとして尊重するがゆえに、いつの間にか他の同僚の仕事の仕方には踏み込まないようになり、その結果として知識や経験を共有する機会が失われているのではないか、という考察から、「組織要因」欄に示す【組織要因1】が導出されている。

次に、「②係員間で経験の共有機会がなくなっている」という「まとまり」に含まれる事実から、以前は2～3人で行われていたサンプリング・分析作業を、様々な理由から現在は一人で実施しており、そのために、以前であれば互いのやり方を目にするので自然と行われていた、知識や経験の共有の機会がなくなっているという事実に基づき、現場における状況を考察することによって【組織要因2】が導出されている。

そして、①と②の状況と【組織要因1,2】を統合した考察を行うことによって、ベテランの経験に基づく危険回避方法や知恵が職場の共有財産となって

いないのではないかと、という【組織要因3】が導出されている。

このように、「まとまり」やデータの全体を眺め、組織要因を考察する。「まとまり」間に因果関係が見つかる場合もあるかもしれないし、それらの更に背景の要因が見つかる場合もあるかもしれない。また「まとまり」やその相互関係は一通りしかないというものではないため、データは様々な視点から眺めて、「まとまり」やその相互関係を分析する。

上述の①～③の手順の全ての過程において、データを丁寧に読むことが重要である。データを丁寧に読むことで、「このデータとこのデータは似ている」とか、「このデータとこのデータは現象としての現れ方は違うが、同じような要因に影響されているのではないかと」といったことが分析者に感じられてくると思われる。それを手掛かりに「まとまり」を作ったり、「まとまり」間の相互関係を分析したりするとよい。

または、分析者には、情報収集からシート1での分析までを通して、気になることが既にぼんやりと感じられていることもあると思われるため、それを分析の取り掛かりとすることもできる。ただし、それに頼りすぎて、予め想定した枠組みにデータをそのまま当てはめるのではなく、改めて丁寧にデータを読み、分析を行うことが重要である。それによって新たな視点が得られたり、分析や考察が更に進んだりすることも期待できる。

3) 組織要因を記述する

上述の手順の中でも既に述べたとおり、分析した結果を、組織要因として「組織要因」欄に記述する。図2の例では、例えば、「組織要因分析（事実・分析内容等）」欄の「①分析係はベテランぞろい」という状況（まとまり）に対し、「熟練化による係員間のコミュニケーションの欠如（【組織要因1】）」という組織要因を指摘している。他の組織要因についても同様である。

組織要因を記述するときには、内容をあまり抽象化せず、できる限り問題点を具体的に記述することが大切である。例えば、図2の【組織要因1】では「熟練化による係員間のコミュニケーションの欠如」と表現しているため、何がどのように問題かが理解できる。しかし、仮にこれが「コミュニケーション不

足」という表現であったとすると、具体的な問題点が不明確で、何をどのように改善してよいかを理解できないことになる。「コミュニケーション不足」と記載された場合、それは「部署内の情報伝達不足」なのか、「部署内の情報伝達はできているが部署間での不足」なのか、あるいは「挨拶や雑談は気兼ねなくできるが、安全やリスクの情報については言えることと言えないことがある」のかなど、様々な状況が考えられ、それぞれが異なる問題点を示唆している。

このように、「コミュニケーション不足」というような抽象的な表現を用いると、問題点が明確にならず、改善に繋げることが難しくなる。特に「前例主義」「縦割り」「安全文化の劣化」といった紋切型の表現は、状況を包括的に表しているようでいて問題点を具体的に指摘していない。こうした表現を安易に用いるべきではなく、問題点が具体的に理解できるような丁寧な記述が欠かせない。そのためにも、図2の例示にもあるように、「熟練化による係員間のコミュニケーションの欠如」のような形での指摘に加えて、その具体的な問題点や指摘の意図が伝わるような説明（「お互いに熟練しているため、お互いの作業方法・経験等について、意見したり話し合ったりしなくなっている」）を記しておくことが大切である。

なお、実際の分析では、シート1で抽出された要因（特に背景要因）が、シート2での分析の結果、「組織要因」としても抽出される場合がある。これは、シート2で抽出された要因が、直接的にも間接的にも事象発生に影響していたということであり、特にどちらかのシートに限定する必要はなく、両方のシートに記載しておいてよい。

3.3.3 「要因」（分析シート）と「問題点」（時系列シート）の確認

分析シートによる要因の抽出に漏れがないかを確認するため、時系列シートで整理した「問題点」と、シート1およびシート2で抽出した「要因」とを見比べる。

時系列シートの「問題点」は、事象の経緯を概観した、いわば表層的に整理された状況の経緯に基づいて、直感的・規範的に問題点を指摘していることが多い。一方、分析シートによる分析は、人間特性

の理解に基づいて事象の当事者と状況との相互関係を一つひとつ確認し、また、組織の日常的な仕事の行われ方の影響などを詳細に検討した、いわば、ヒューマンファクターや組織要因（文化的要因も含む）の影響の理解に基づく分析である。こうした異なる見方の分析で抽出した「問題点」と「要因」とを見比べることによって、原因分析に見落としがなしかを確認する。

見比べた結果、次のケースが想定されるので、その場合の手順を示す。

- a. 時系列シートに記載した「問題点」のうち、分析シートの「要因」として扱われていないものがある場合

その「問題点」は、今回の分析で分析対象とした「人間の行動（エラー）」に関わる問題か、それとも別の問題かを判別する。「人間の行動（エラー）」に関わる問題と判定された場合は、分析シートでの要因抽出に漏れがあった可能性があるため、その「問題点」を分析シートの「要因」に加えて再度検討を行う。

また、「人間の行動（エラー）」とは別の問題と判定された場合は、分析対象事象自体が別のものであると考えられる。つまり、今回分析対象とした「人間の行動（エラー）」に関わる問題ではなく、それとは別の（独立した）問題ということである。この場合は、必要であれば、その「問題点」を別個の分析対象として新たな分析を行う。もし分析を行うまでもないなら、対策を講じるだけで良い。

あるいは、時系列シートの「問題点」は、事象の経緯を眺めていわば直感的に気づいたものであるため、分析シートによる分析を行った後に改めて振り返ると、「実は問題点と言えるものではなかった」と結論付けられることもある。その場合は、不要なものは時系列シートから消去して整理し、原因分析結果の全体の整合性をとるとよい。

- b. 分析シートで抽出された「要因」の中に、時系列シートの「問題点」として扱われていないものがある場合

これは、分析シートによって分析を行った結果、時系列シートで「問題点」を挙げた時点では抽出できていなかった要因が抽出できたと考えられる。従って、時系列シートに遡ってそれらの要因を「問題点」に加える必要はない。^{*3}

3.4 対策立案

分析結果を基に対策立案を行う。

図1の分析例（シート1）では、「弁の閉止操作が不完全であった（弁が開のままとなっていた）」という分析対象（行動）の外部要因として4つの直接要因が抽出されている。例えば、「マシン」に挙げられた「弁開閉表示灯」は、おそらく人間にエラーが生じたとしてもそれが有害な結果をもたらさないように事前に用意されていたバリアの一つであって、それがこの事象では有効に機能しなかったと言える。対策としては、「表示灯の位置」「弁開閉に伴う（警報）音」あるいは「表示灯の点滅」など、当事者が気づきやすいような情報の提示方法に物理的に改善する案が考えられる。あるいは、インタビューにおいて、係員Bは「サンプリング室を出るとき『部屋の照明』を消して確認してます。照明を消して、真っ暗だと表示灯がはっきり見えて、全部『緑』ならOK、『赤』なら何かし忘れてるってわかる」と述べており、そのような管理的な対策も改善策の一案となる。また、主任は以前の職場で「タイマーでの閉め忘れ対策」があったことを述べており、これを導入することも考え得る。

このように、対策には物理的な対策も管理的な対策もあり、さらには組織文化的な対策も必要に応じて検討する。また、この想定事例のように、同僚や他事業所での状況を把握することも、対策立案に繋がる。

一方、組織要因として抽出された「熟練化による係員間のコミュニケーションの欠如（図2【組織要因1】）」に対する対策は、コミュニケーションが欠如しているからと言って、「コミュニケーションを改善しよう」では単なるスローガンにしかならず、具体的な対策案とは言えない。

例えば、インタビュー結果からは、「新人の時に、

*3 ただし、それらの要因を時系列シートに遡って「問題点」として加えるほうが、分析結果として整合性が取れると組織として判断する場合は、遡って記載することもよい。

先輩に教えてもらったやり方以外には、ほかの人のやり方を見たりしたことはない」との発言や、「経験を話す人はいません。新人が居た頃は「ここはこうだよ」とか教えるので活性化しますが、今は新人もいません。」などの様子を述べる発言から、この職場では上述した係員Bのような確認の仕方を共有していないことがわかる。また係長は「みんなベテランなので、サンプリングなどの現場作業を確認することはしていない。」と述べており、管理者もこの作業に関心を向けていないことが読み取れる。これらを勘案すると、例えば、「一人作業」で行っている業務について、相互に確認する機会を作って定期的にピアレビューする、また、管理者は現場作業の状況を確認する機会を設けるなどして、相互のコミュニケーション機会を増やし経験を共有する、そして、「40歳50歳になってもハコ（試料採取箱）を持って歩く」（係員C）となかば自嘲的に語られているほど、注目もされず特別なやりがいも感じにくい業務であるという点に鑑み、管理者を含めてサンプリング業務への関心を高めて、業務へのやりがいや誇りを高めることなども、対策案として必要ではないかと考えられる。

このように、組織要因については、「これを改善すれば事象の再発を防止できる」とは言い切れないことが多い。組織要因は、要因同士の因果関係が緩やかで、かつ複雑に関係し合っているため、ある一つの対策が事象の再発防止に直結した効果を発揮するものではない。しかし、組織要因は日常的に存在し、今回発生した事象だけでなく、様々な日常業務に対して影響を与えている。組織要因が抽出できたなら、その対策を検討するにあたっては、分析者側だけで対策を検討するのではなく、当該現場のメンバーの意見をよく拾い上げて、実効性ある対策を立案することが何より重要である。

対策立案シートの一例を図3に示す。ATOPでは対策立案シートの様式は任意であり、必ずしもこの様式に従う必要はないが、対策立案時には中條ほか（1985）の提案した「フルプルーフ化の原理」の活用を推奨している。フルプルーフ化の原理は「発生防止（排除、代替化・適合化、容易化）」と「波及防止（異常検出、影響緩和）」からなっている。対策立案の際は、発生防止、特に排除の考え方を優先し、代替化、容易化、波及防止にも考えを拡げていく。発生防止と波及防止は必ずしも二者択一する必要はなく、発生防止の対策が機能しなかった場合

の位置づけで波及防止の対策を考えるとよい。

4. ATOPの特徴のまとめと展望

ATOPの特徴の一つは、エラーは人間の特性により起こるものであることを前提に、人間に影響を与える外部要因を抽出して、外部要因に対処することを明確にしていることである。そしてもう一つは、分析の対象を「発生した当該の事象」から「日常業務がどのように行われているか」に転じて、組織要因を分析することである。

ATOPの組織要因分析では、普段はうまくいっている（期待された結果を出している）日常の仕事の行われ方を点検し、問題となる潜在的な要因（リスク）を特定し、分析・考察している。これはいわばリスクアセスメントと言え、発生した事象をきっかけにしていることにより、組織・職場におけるリスクの明確化と認識の共有において、関係者の理解も得られやすいと思われる。

またATOPによる分析は、直接要因と組織要因を分析する際に、組織の状況や環境、要因間の複雑な相互関係を考慮して考察するという点で、組織文化（安全文化）のアセスメントの基本的な考え方（IAEA, 2016）と同じと言える。つまり、安全文化のアセスメントが、組織構成員の会話や振る舞い、組織の方針、社内の基準、インシデントなどを基に調査・考察することによって、その組織がどのように安全の問題に関わっているかを探求しているように、ATOPもまた、どのように事象が発生し、どのように日常業務が行われているかを調査・分析することによって、組織がどのように安全の問題に関わっているかを探求していると言える。

このようにATOPは、事故・トラブルの原因分析を通してヒューマンファクターを理解し、また、普段の仕事の仕方のアセスメントの一端を担うことができる手法と言え、更に、ATOPの分析手順や考え方を重大な事象だけでなく、日常の些細なエラー事象や災害、ヒヤリハットにも活用することにより、それらの事象の直接的な要因の背後には組織的な問題が潜んでいることへの理解が進むと思われる。こうした理解が進むことは、事象の再発防止はもとより、現場の継続的な安全の向上、リスクの特定や分析・評価、更には安全文化（安全に寄与する組織文化）の醸成にも役立てられると考えられる。

今後は、原因分析を個別の取り組みと捉えるので

対策検討項目と重要度評価シート

要因(組織要因含む)

1. 熟練化による係員間のコミュニケーションの欠如
お互いに熟練しているため、お互いの作業方法・経験等について、意見したり話し合ったりしなくなっている

2. 労働環境の変化による係員間のコミュニケーション欠如
以前は2~3人でサンプリング・分析作業を行っていたが、現在は1人作業となり、係員間での現場コミュニケーション欠如がある。

3. 熟練者の経験の蓄積・共有の欠如
熟練者の実体験に基づく危険回避方法や、知恵が共有財産になっていない。

4. 危険に対する慣れ(危険感受性の低下)
4.危険有害物質の取り扱い作業に対する危険感受性の慣れや麻痺

5. 日常業務における潜在危険要因の洗い出し不足
熟練と無事故期間の長期継続により、安全を自分自身の問題ととらえる安全意識が低下してきた。

6. ハード面での、人間特性への配慮不足
6.他所との情報交換不足

7. 他所トラブルの情報交換不足
分析係のトラブルはないとしながら、他所では弁閉め忘れ対策が取られており、自社内での情報交換が不足している

対策検討項目(案)	エラーブルー		評価		採	考
	化	理	効果	難		
	排	代	有	易	作	策
	除	替	効	性	用	備
	化	換	性	性	否	考
	化	出	(A)	(B)	(F)	
		和	(C)	(D)	(E)	
			(D)	(E)	(F)	
			(E)	(F)	(G)	
			(F)	(G)	(H)	
			(G)	(H)	(I)	
			(H)	(I)	(J)	
			(I)	(J)	(K)	
			(J)	(K)	(L)	
			(K)	(L)	(M)	
			(L)	(M)	(N)	
			(M)	(N)	(O)	
			(N)	(O)	(P)	
			(O)	(P)	(Q)	
			(P)	(Q)	(R)	
			(Q)	(R)	(S)	
			(R)	(S)	(T)	
			(S)	(T)	(U)	
			(T)	(U)	(V)	
			(U)	(V)	(W)	
			(V)	(W)	(X)	
			(W)	(X)	(Y)	
			(X)	(Y)	(Z)	
			(Y)	(Z)	(AA)	
			(Z)	(AA)	(AB)	
			(AA)	(AB)	(AC)	
			(AB)	(AC)	(AD)	
			(AC)	(AD)	(AE)	
			(AD)	(AE)	(AF)	
			(AE)	(AF)	(AG)	
			(AF)	(AG)	(AH)	
			(AG)	(AH)	(AI)	
			(AH)	(AI)	(AJ)	
			(AI)	(AJ)	(AK)	
			(AJ)	(AK)	(AL)	
			(AK)	(AL)	(AM)	
			(AL)	(AM)	(AN)	
			(AM)	(AN)	(AO)	
			(AN)	(AO)	(AP)	
			(AO)	(AP)	(AQ)	
			(AP)	(AQ)	(AR)	
			(AQ)	(AR)	(AS)	
			(AR)	(AS)	(AT)	
			(AS)	(AT)	(AU)	
			(AT)	(AU)	(AV)	
			(AU)	(AV)	(AW)	
			(AV)	(AW)	(AX)	
			(AW)	(AX)	(AY)	
			(AX)	(AY)	(AZ)	
			(AY)	(AZ)	(BA)	
			(AZ)	(BA)	(BB)	
			(BA)	(BB)	(BC)	
			(BB)	(BC)	(BD)	
			(BC)	(BD)	(BE)	
			(BD)	(BE)	(BF)	
			(BE)	(BF)	(BG)	
			(BF)	(BG)	(BH)	
			(BG)	(BH)	(BI)	
			(BH)	(BI)	(BJ)	
			(BI)	(BJ)	(BK)	
			(BJ)	(BK)	(BL)	
			(BK)	(BL)	(BM)	
			(BL)	(BM)	(BN)	
			(BM)	(BN)	(BO)	
			(BN)	(BO)	(BP)	
			(BO)	(BP)	(BQ)	
			(BP)	(BQ)	(BR)	
			(BQ)	(BR)	(BS)	
			(BR)	(BS)	(BT)	
			(BS)	(BT)	(BU)	
			(BT)	(BU)	(BV)	
			(BU)	(BV)	(BW)	
			(BV)	(BW)	(BX)	
			(BW)	(BX)	(BY)	
			(BX)	(BY)	(BZ)	
			(BY)	(BZ)	(CA)	
			(BZ)	(CA)	(CB)	
			(CA)	(CB)	(CC)	
			(CB)	(CC)	(CD)	
			(CC)	(CD)	(CE)	
			(CD)	(CE)	(CF)	
			(CE)	(CF)	(CG)	
			(CF)	(CG)	(CH)	
			(CG)	(CH)	(CI)	
			(CH)	(CI)	(CJ)	
			(CI)	(CJ)	(CK)	
			(CJ)	(CK)	(CL)	
			(CK)	(CL)	(CM)	
			(CL)	(CM)	(CN)	
			(CM)	(CN)	(CO)	
			(CN)	(CO)	(CP)	
			(CO)	(CP)	(CQ)	
			(CP)	(CQ)	(CR)	
			(CQ)	(CR)	(CS)	
			(CR)	(CS)	(CT)	
			(CS)	(CT)	(CU)	
			(CT)	(CU)	(CV)	
			(CU)	(CV)	(CW)	
			(CV)	(CW)	(CX)	
			(CW)	(CX)	(CY)	
			(CX)	(CY)	(CZ)	
			(CY)	(CZ)	(DA)	
			(CZ)	(DA)	(DB)	
			(DA)	(DB)	(DC)	
			(DB)	(DC)	(DD)	
			(DC)	(DD)	(DE)	
			(DD)	(DE)	(DF)	
			(DE)	(DF)	(DG)	
			(DF)	(DG)	(DH)	
			(DG)	(DH)	(DI)	
			(DH)	(DI)	(DJ)	
			(DI)	(DJ)	(DK)	
			(DJ)	(DK)	(DL)	
			(DK)	(DL)	(DM)	
			(DL)	(DM)	(DN)	
			(DM)	(DN)	(DO)	
			(DN)	(DO)	(DP)	
			(DO)	(DP)	(DQ)	
			(DP)	(DQ)	(DR)	
			(DQ)	(DR)	(DS)	
			(DR)	(DS)	(DT)	
			(DS)	(DT)	(DU)	
			(DT)	(DU)	(DV)	
			(DU)	(DV)	(DW)	
			(DV)	(DW)	(DX)	
			(DW)	(DX)	(DY)	
			(DX)	(DY)	(DZ)	
			(DY)	(DZ)	(EA)	
			(DZ)	(EA)	(EB)	
			(EA)	(EB)	(EC)	
			(EB)	(EC)	(ED)	
			(EC)	(ED)	(EE)	
			(ED)	(EE)	(EF)	
			(EE)	(EF)	(EG)	
			(EF)	(EG)	(EH)	
			(EG)	(EH)	(EI)	
			(EH)	(EI)	(EJ)	
			(EI)	(EJ)	(EK)	
			(EJ)	(EK)	(EL)	
			(EK)	(EL)	(EM)	
			(EL)	(EM)	(EN)	
			(EM)	(EN)	(EO)	
			(EN)	(EO)	(EP)	
			(EO)	(EP)	(EQ)	
			(EP)	(EQ)	(ER)	
			(EQ)	(ER)	(ES)	
			(ER)	(ES)	(ET)	
			(ES)	(ET)	(EU)	
			(ET)	(EU)	(EV)	
			(EU)	(EV)	(EW)	
			(EV)	(EW)	(EX)	
			(EW)	(EX)	(EY)	
			(EX)	(EY)	(EZ)	
			(EY)	(EZ)	(FA)	
			(EZ)	(FA)	(FB)	
			(FA)	(FB)	(FC)	
			(FB)	(FC)	(FD)	
			(FC)	(FD)	(FE)	
			(FD)	(FE)	(FF)	
			(FE)	(FF)	(FG)	
			(FF)	(FG)	(FH)	
			(FG)	(FH)	(FI)	
			(FH)	(FI)	(FJ)	
			(FI)	(FJ)	(FK)	
			(FJ)	(FK)	(FL)	
			(FK)	(FL)	(FM)	
			(FL)	(FM)	(FN)	
			(FM)	(FN)	(FO)	
			(FN)	(FO)	(FP)	
			(FO)	(FP)	(FQ)	
			(FP)	(FQ)	(FR)	
			(FQ)	(FR)	(FS)	
			(FR)	(FS)	(FT)	
			(FS)	(FT)	(FU)	
			(FT)	(FU)	(FV)	
			(FU)	(FV)	(FW)	
			(FV)	(FW)	(FX)	
			(FW)	(FX)	(FY)	
			(FX)	(FY)	(FZ)	
			(FY)	(FZ)	(GA)	
			(FZ)	(GA)	(GB)	
			(GA)	(GB)	(GC)	
			(GB)	(GC)	(GD)	
			(GC)	(GD)	(GE)	
			(GD)	(GE)	(GF)	
			(GE)	(GF)	(GG)	
			(GF)	(GG)	(GH)	
			(GG)	(GH)	(GI)	
			(GH)	(GI)	(GJ)	
			(GI)	(GJ)	(GK)	
			(GJ)	(GK)	(GL)	
			(GK)	(GL)	(GM)	
			(GL)	(GM)	(GN)	
			(GM)	(GN)	(GO)	
			(GN)	(GO)	(GP)	
			(GO)	(GP)	(GQ)	
			(GP)	(GQ)	(GR)	
			(GQ)	(GR)	(GS)	
			(GR)	(GS)	(GT)	
			(GS)	(GT)	(GU)	
			(GT)	(GU)	(GV)	
			(GU)	(GV)	(GW)	
			(GV)	(GW)	(GX)	
			(GW)	(GX)	(GY)	
			(GX)	(GY)	(GZ)	
			(GY)	(GZ)	(HA)	
			(GZ)	(HA)	(HB)	
			(HA)	(HB)	(HC)	
			(HB)	(HC)	(HD)	
			(HC)	(HD)	(HE)	
			(HD)	(HE)	(HF)	
			(HE)	(HF)	(HG)	
			(HF)	(HG)	(HH)	
			(HG)	(HH)	(HI)	
			(HH)	(HI)	(HJ)	
			(HI)	(HJ)	(HK)	
			(HJ)	(HK)	(HL)	
			(HK)	(HL)	(HM)	
			(HL)	(HM)	(HN)	
			(HM)	(HN)	(HO)	
			(HN)	(HO)	(HP)	
			(HO)	(HP)	(HQ)	
			(HP)	(HQ)	(HR)	
			(HQ)	(HR)	(HS)	
			(HR)	(HS)	(HT)	
			(HS)	(HT)	(HU)	
			(HT)	(HU)	(HV)	
			(HU)	(HV)	(HW)	
			(HV)	(HW)	(HX)	
			(HW)	(HX)	(HY)	
			(HX)	(HY)	(HZ)	
			(HY)	(HZ)	(IA)	
			(HZ)	(IA)	(IB)	
			(IA)	(IB)	(IC)	
			(IB)	(IC)	(ID)	
			(IC)	(ID)	(IE)	
			(ID)	(IE)	(IF)	
			(IE)	(IF)	(IG)	
			(IF)	(IG)	(IH)	
			(IG)	(IH)	(II)	
			(IH)	(II)		

謝辞

本稿は関西電力株式会社のご協力のもとに執筆できたものである。厚く感謝申し上げる。

なお本文中のシート1 (図1), シート2 (図2) は, 関西電力株式会社の様式を一部変更して示している。

引用文献

- International Atomic Energy Agency (2016). Leadership and Management for Safety, General Safety Requirements No.GSR Part 2.
- 原子力規制委員会 (2019). 原因分析に関するガイド. 令和元年12月25日 原規規発第1912257号-6.
- 弘津祐子・蛭子光洋・淡川威・松原克幸 (2006). トラブル未然防止に向けたヒューマンファクター事象の傾向分析 ―分析手法と結果の活用法の検討―. 電力中央研究所報告 研究報告: Y05010.
- 古濱寛・渡邊邦道・奈良順一・岩淵剛・西勝寛朗・中山志敏・中條厚・村山武・坂井秀夫・吉澤由里子・吉田久・吉岡理穂 (2007). 根本原因分析 (RCA) 手法の改良と展開. 日本原子力学会 2007年秋の大会 K8.
- 肥田善雄・前田典幸・竹内鎮男 (1994). 現場に有効なヒューマンファクター分析手法の開発. 日本原子力学会 1994年秋の大会 C41.
- 作田博 (2004). 第3節 要因分析手法 2. 樹状ダイアグラムの応用法. 行待武生 (監修). ヒューマンエラー防止のヒューマンファクターズ, 141-146. テクノシステム.
- 曾根美美子・前田典幸 (2009). 不適合事象の組織・直接要因分析手法 (ATOP) の開発. INSS Journal, 16, 14-21.
- 前田典幸・曾根美美子 (2010). 不適合事象の組織・直接要因分析手法 (ATOP) の改良. 2010年度日本プラント・ヒューマンファクター学会大会 予稿集.
- エリック・ホルナゲル (著). 小松原明哲 (監訳) 清川和宏・弘津祐子・松井裕子・作田博・氏田博士 (訳) (2006). ヒューマンファクターと事故防止 海文堂.
- シドニー・デッカー (著). 小松原明哲・十亀洋 (監

- 訳) (2010). ヒューマンエラーを理解する―実務者のためのフィールドガイド 海文堂.
- 川喜田二郎 (1967). 発想法 創造性開発のために 中央公論社.
- 川喜田二郎 (1970). 続・発想法 KJ法の展開と応用 中央公論社.
- 中條武志・久米均 (1985) 作業のフルプルーフ化に関する研究 品質, 15 (1): 41-50.
- International Atomic Energy Agency (2016). Performing Safety Culture Self-assessment, Safety Report Series No.83.

想定事例：廃液処理プラントにおける臭気の発生について

【事象の概要】

水島第一工場内で発生する各種廃液は、一旦A～Cの廃液貯留タンクに送られ、その後廃溶媒タンクに投入し、有害有機物の除去など、県の排水規制基準値以下に処理している。

廃溶媒タンク投入の際は、貯留タンク内廃液の各種有機溶剤濃度（アセトンやクロロホルムなど）が所定の管理基準値以内であることを確認するため、廃液のサンプリング・分析を実施している。なお、これは毎日実施し、管理基準値以内であることを確認している。

20××年5月10日（木）

08時30分頃 環境安全課分析係でミーティングを行い本日の作業予定を確認。

09時30分頃 分析係員Aは、現場に移動し、エチレン生産ラインのオンライン分析装置による1回/週の定期試料採取・自動分析を行った。

09時40分頃 次に、廃液処理棟のサンプリング室に移動し、A貯留タンク内廃液のサンプリングを行った。

- ・ サンプルシンクの前で、V-310操作スイッチ（閉→開）操作実施。
- ・ 弁表示灯「緑→赤」は確認していない
- ・ 試料採取弁V-310から、用意していたポリビン3つに試料採取。
- ・ ポリビンを紙ウエスで拭いて、試料収納箱に入れた。
- ・ 試料採取後、V-310操作スイッチ（開→閉）操作実施。
- ・ 弁表示灯「赤→緑」は確認していない。

引き続き、B貯留タンク、C貯留タンクの試料採取（それぞれV-320、V-330にて操作）を同様に行った後、隣の分析室に移動した。

09時50分頃 分析室にて、採取した試料を分析開始。

11時30分頃 分析が完了したので事務所に戻った。

12時40分頃 施設運転課運転員から「廃液処理棟内のC貯留タンク水位がわずかに低下しているが何かしているか？」と分析係に電話があった。ちょうど電話に出た分析係員Aは、午前中にサンプリングを行ったことを回答するとともに、ひょっとしたらと思い、「試料採取弁を確認してください」と伝えた。

12時45分頃 工場東側の住民の方から、「異臭がする」との苦情が総務課にあった。

12時55分 施設運転課長より、分析係長に、試料採取弁V-330が開いていたとの連絡があった。

なお、臭気については、試料採取弁が閉まっていなかったことにより、弁から流れ出ていた廃液中に含まれる有機物が一部揮発し、サンプルシンク内上部の排気ファンを通して、外部に放出されたものと確認された。

この排気ファンは、吸い込み後、活性炭フィルターにより処理しているが、どうしても全量を吸着させることは出来ず、長時間の揮発により臭気が感じられたものと確認された。

○インタビュー結果

○分析係員A

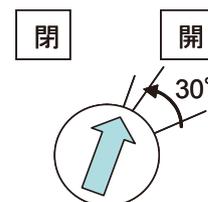
- ・ 入社以来この第一工場で分析係です。約30年になります。
- ・ 廃液貯留タンクのサンプリングは、分析係員4名が1か月交代で実施しています。5月は私の担当です。
- ・ 当日も、いつもと同じ手順で実施しました。AタンクからB、Cタンクの廃液をそれぞれ、ポリビンに採取しました。Cタンクの最後のポリビンを、試料収納箱に左手で入れると同時に、右手で弁（V-330）を閉めました。
- ・ 弁の閉止音と思われる音（「ブシュ」というエア音）を聞いたような記憶があり、弁が閉止したと思いつき、スイッチから右手を離して、収納箱を持って分析室に移動しました。
- ・ 試料採取ラインからの流水停止は確認していません。
- ・ 弁表示灯「赤→緑」についても確認していません。弁表示灯はいつも見ていないです。

だって、いつも弁閉止のエア音がして、目の前で水が止まりますから。

- ・運転員から問い合わせがあったとき「あっ、ひょっとしたらサンプル弁が開いているかも」と思い、弁の確認をお願いしました。
- ・この日が特に忙しいわけでもなく、余裕のある日でした。
- ・いつもは、きっちりと水が止まるのを確認しているのですが……。そのときは、収納箱を持ち上げながら、スイッチの操作をしていたように思います。
- ・サンプリング（分析）のマニュアルは見たことはありますが、ルーチンですから見なくてもできます。
- ・廃水中の有機物が揮発することは知っていました。でもフィルターで吸着されるので、外部に出るとは思いませんでした。知っていたらもっとよく確認したと思います。

（参考）弁開閉スイッチの構造

- ・スイッチは「開」ポジションから30°を超えた位置まで閉方向に廻さないと、手を離すと「開」ポジションにスプリングで戻る。この場合は、エア音はしない。
- ・廻すのが固いようなスイッチではない。



○分析係員B

- ・私は、以前倉敷工場で分析係をしていて、15年前にこの水島第一工場に移動してきた。
- ・この工場では、サンプル弁のスイッチを「閉」操作して、「閉」にならず戻ったことは過去に何度か経験があります。閉めたつもりでも「すぐ指を離す」と戻っていたことがあった。シンクの洗浄をしようとして廃液が流れているから気が付いたことがあった。
- ・サンプリング後のシンクの洗浄は、常識的にすると思う。廃液を流しているのだから、当然残らないように洗い流すはず。今回の「閉め忘れ」の話聞いたときに「なんで？」と思った。洗浄していれば気付くはずなので。
- ・倉敷工場では、この水島第一や、第二工場で生産している製品が違うので、廃液もここより濃度が高いので、サンプリングしたポリビンと、シンクは最後に純水で洗ってから、ウエスで拭いて、試料収納箱に入れていましたので、その癖で、ここでもそうしています。そのほうが安全でしょ。
- ・第一工場は廃水濃度が低いので、「フィルターを通して全量吸着できない」ことへの意識が低いのかも。しれない。
- ・分析マニュアルには、そこまで（洗浄手順）は記載されていません。
- ・それと、これも倉敷工場の時からしていますが、サンプリング室を出るとき「部屋の照明」を消して確認しています。照明を消して、真っ暗だと表示灯がはっきり見えて、全部「緑」ならOK、「赤」なら何かし忘れてるってわかるので。
- ・みんな、いろいろと自分なりの確認方法を持ってやっているといますよ。みんなベテランだから、自分のことを話したり、人のやり方を聞いたりしてないですが。
- ・新人の時に、先輩に教えてもらったやり方以外には、ほかの人のやり方を見たりしたことないですね。
- ・廃液をサンプリングする時の感覚は、「有害な揮発性毒物の入った水で危険」という感覚は、マヒしているかもしれない。いつもの作業なので慣れてしまった。危険な有機物を含んだ廃液を取り扱っているんだという意識が薄いかもしれない。
- ・今回、分析係でトラブルを起こしたが、今までほかの部署で起こしたトラブルも紹介はされていたが、関係ない、他人事のように感じていたと思う。

○分析係員C

- ・私も、ずっとこの第一工場で分析係です。サンプリングなどの実務は先輩から教えてもらって勉強しました。係に分析マニュアルはありますが、しっかりと見てないですね。だって、やっていることが書いてあるだけですから。
- ・サンプリングの時は、普通にポリビンに採取して、ウエスで拭いて収納箱に入れます。純水で洗ったことはないです。表示灯は、少し高い位置にあるので、あまり目に入らないですね。

- ・弁が閉まらなかった経験はないです。そういう話も聞いたことがないですね。
- ・サンプリング作業はルーチンであり、一人で作業を行っています。
- ・サンプリングを二人で行うことはないです。他の人のサンプリングを見る機会がないので、他の人がどんなことをしているのかわかりません。
- ・上司もサンプリング現場を見に来ることはないです。
- ・課長から、トラブル事例の紹介はありますが、係長や主任からは、特段の指導はありません。トラブルも他部署のことだし、内容も違うのでピンときません。
- ・昔は仕事の内容が年齢によって変わっていましたが、若いときは「サンプリング」それから「事務所業務」そして「主任」「係長」というように。でも今は30年ぐらい同じ業務の人が多いです。
- ・私も今は25年ぐらい同じ業務をえています。たまに、40歳50歳になってもハコ（試料採取箱）を持って歩くのか、と愚痴る人もいます。ベテランばかりですから仕方ありませんが。
- ・業務は単純作業（ルーチン）が3～4割、それ以外は技術的な検討を行っています。残業は係員がだいたい0～20時間／月ぐらいで、忙しい職場ではないです。生き生きと普通に仕事しています。特に問題のない職場だと思います。

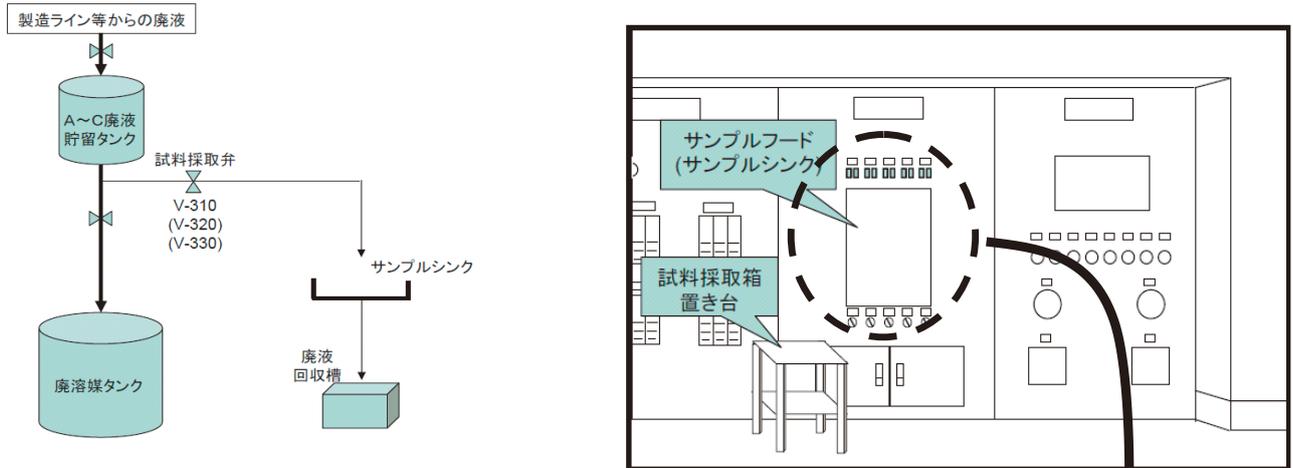
○分析係主任

- ・過去にサンプル弁の閉め忘れは聞いたことがある。第二工場で聞いた。この第一工場に来てからは、「閉め忘れ」のような話をしたことはない。
- ・私は、以前第二工場にいたが、サンプル弁の閉め忘れ対策をしていた。タイマーで閉め忘れても閉止されるもの。この第一工場には知らされていなかったようだ。
- ・昔の経験を話す人はいません。新人が居た頃は「ここはこうだよ」とか教えるので活性化しますが、今は新人もいません。
- ・分析係はベテランぞろいなので、何かトラブルがあってもすぐに対応できるし優秀な係です。知識も技能もみんな持っているし、今までに分析係でトラブルを起こしたこともなく、作業も定型業務です。たまたまと言ってはなんですが、一人が弁の閉め忘れをしたからといって、分析係として何か問題があったとは思えません。
- ・今回は人間のエラーというか、一人一人が注意する以外にどうしようもない。あとはハードで徹底的に対策するしかカバーできないと思う。
- ・課長からも、他課で起きたトラブルはきちんと紹介している。事象内容が分析係の仕事とあまり関係ないが、しっかりやってきていたつもりです。

○分析係長

- ・みんなベテランなので、サンプリングなどの現場作業を確認することはしていない。
- ・分析マニュアルは、ルーチン的な内容なので、見るとしても新人かと思う。
- ・新人に教えるときも、いちいちマニュアルで教えたりしない。
- ・操作の基本（指差喚呼、表示灯確認）などをわざわざ教えていない。
- ・ずっと以前は、2～3人でサンプリングしていたが、サンプリングの頻度の見直しや、一部作業を委託化をしたり、分析機器の性能向上で、最近では1人で実施している。
- ・ベテランばかりなので、現場のことを皆で話し合う機会は減っている。全くない。
- ・トラブルの周知や注意喚起も、他課と比べて丁寧に説明もしているし、確実にやっている。課長がいつもやっている。係長としては、特に自係でトラブルもないので、それ以上はしていない。みんな仲も良いし、問題の無い良い職場だと思う。
- ・みんなそれぞれがしっかりやってくれていると思っていたし、現場のルーチン作業では今までも何も問題はなかった。今回のようなうっかりミスは、確認をしっかりすれば防げると思う。しかし、トラブルを起こして本社からお叱りを受けているし、絶対に再発しない様にするには、ハード的な対策しかないと思う。

(参考)



廃液処理棟のサンプリング室

拡大図

