

危険物保安技術協会理事長賞

事故の原因究明・対策立案に対する行政機関の指導のあり方について

勢登 俊明（山口県宇部健康福祉センター）

1 はじめに

現代では保安に関する規制緩和が進み、一律の事前規制から事後規制に移行し、工場や事業場の安全を確保するには、最低要件である法令遵守に加え、事業者自らが安全確保の取組みを進める自主保安が不可欠なものとなった。⁽¹⁾

工場等において、火災や危険物等の流出などの事故が発生した場合、事業者は自ら事故原因の究明を行い、復旧に合わせ再発防止策を講じる。

また、事故に関係する法令を所管する行政機関は、事業者の対応に合わせ、事故調査、再発防止策の検討の指示や、事故調査の指導を行う。事業者は、所管法令による様々な権限を有している行政機関の指導等を真剣に受け止めざるを得ない。一方で、行政機関が権限による強権的な指導を行うだけでは、事業者による主体的な取組みが促進されない。

事故から単に復旧すれば、当面同じ事故の発生を避けることはできる。しかし、同様の事故を防いでいくには、設備やシステムの改善を図らなければならない。また、その改善に留まらず、さらなる安全を目指す企業風土の醸成が必要になる。すなわち、現代の行政機関には、自主保安を促進するための指導が求められている。

そこで、事故調査における行政機関の指導について検討を行ったので、以下に述べる。

2 事故調査の流れと行政機関の関わり

事故が発生した場合、事業者は調査を行い、原因究明、対策の検討を行う。通常、事故調査は、調査体制を整えた上で実施される。また、事業者によっては、事故が発生した場合の対応を規程化している。調査体制は事故の規模等に合わせて検討されるが、工場長を中心としたもの、本社役員を中心としたものや、学識者等の第三者により構成される第三者委員会などの形がある。

工場等の事故に関係する法令を所管している行政機関は、その所管法令に基づき、行政指導や行政処分を行う。また、法令に基づき調査等を実施することがある。さらには、事故調査委員会の設置⁽²⁾、事業者の調査結果の評価を行う委員会の設置や⁽³⁾、事業者の事故調査委員会にオブザーバーとして参加することがある。⁽⁴⁾

一般的な調査の流れを図1に示す。まず、事故当時の操業状態、操作内容等を確認し、時系列を整理する。並行して、機器の分析等を行いながら、原因を検討する。その後、事故の直接的な対策とともに、類似事故の再発防止策を検討する。原因、対策等が確定した段階で改善計画をまとめ、事故報告書とし、関係官庁へ説明することが多い。官庁からの承認、必要な許認可を得た後、計画した改善対策を講じれば、事故対応の一連の流れが完了となる。

行政機関は、この一連の流れに合わせ指導を行う。この時、原因究明と対策立案時の指導が、その事故の改善結果に繋がることに留意しておく必要がある。

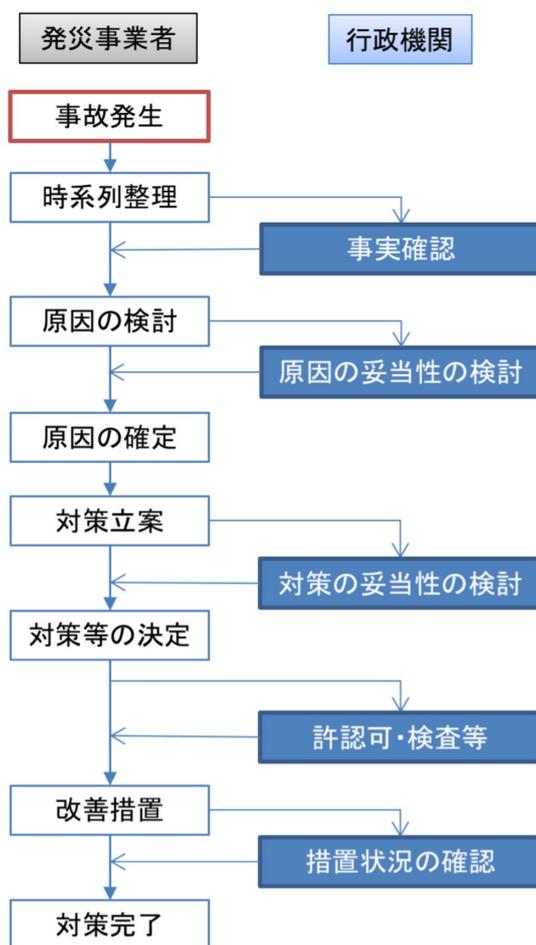


図1 事業者の事故調査と行政機関の指導の関係

3 事故調査時の指導スタンス

○行政指導と行政処分

事故に関係する法令は、保安と環境に関するものが主となる。⁽⁵⁾ これらの法令を所管する行政機関は、それぞれの法令の目的を達成するため、行政指導や行政処分を行う。

基本的に、事故の発生自体が直接的に法令の違反行為とはならない。そのため、行政機関は、行政指導により事業者に事故の再発防止を求めていくことになる。

この時、行政指導は事故の対策だけに留めてはならない。同様の事故が起きないように改善を図る必要がある。例えば、事故が発生した施設と同種の施設がある場合には、対策の水平展開が必要になる。また、事故により環境影響が発生した場合には、影響の解消とともに防災対策の強化が必要になる。これらは、それぞれの行政機関が、その所管法令の目的により事業者に指導する必要がある。

そして、違法な状態にある施設、違法行為により事故が発生した場合や、事故発生時の義務（行政機関への通報、拡大防止の応急措置等）を履行しなかった場合には、行政指導のみならず、行政処分の検討が必要になる。この場合には、報告徴収等の法令の権限を行使し、行政処分の検討を行う。

また、同種の事故が発生しないよう施設の停止を命ずるもの（高圧ガス保安法第39条等）がある。この行政処分は、事故が拡大しないように発令するもので、上述の行政処分とは趣が異なるが、事故の態様に依りて検討が必要になる。

○事故調査における資源の制約

事故後の施設の運転再開は、原因が究明され、対策が講じられた後となる。対策の内容は、単に原形復旧する場合でも、管理方法の見直しなど、リスク低減の方策を検討し、再発防止を図る必要がある。一方で、事故原因の究明に充てる資源（時間、金銭、人員等）を考慮し、事業活動へ多大な支障が生じないようにする必要もある。

大規模な事故が発生した場合、企業のトップは、事故が与えた社会的影響を受け止め、同様の事故を起こさないよう徹底した原因究明を行うことを公に向けて意思表示する。トップの意思表示は、資源の制約を大幅に緩和し、事故調査へ人員を割当て、時間をかけた調査を実施することを可能とする。一方で、小規模な事故では、トップへ報告がされるとしても、事故が与えた社会的影響より、取引先等の事業活動の影響が考慮されるなど、資源の制約から、対症療法的な調査、対策になることが多い。

事故の規模等により、事業者が用意できる資源の制約があることは当然のことで、ある程度は許容せざるをえない。しかし、対症療法だけでは抜本的な対策が進まず、深層に潜む問題は解決しないことがある。その部分の対策の必要性を認識させるのが行政機関の役割で、行政指導により気付きを与えることが重要になる。

○行政機関に求められるバランス

行政機関は、事業者が講じる対策の内容、水平展開の範囲、実現可能な範囲に合わせ、行政指導を行う。事業者に対する許認可等の権限を有し、強い立場から指導ができるとは言え、際限無く対策を拡大することはできない。また、過剰な対策を求める強制的な指導では、事業者の反発だけが強くなり、指導を真剣に受け止めなくなる。一方で、事業者の対応を追認するだけの指導では、指導機関の役割として問題が生じる。

そのため、行政指導には、事業者が講じる対策をできる限り多くし、展開することを対話によって求めていくことが重要になる。

また、対策の内容に対して、何度も指示を繰り返し、時間をいたずらに浪費させることもできない。指導内容は、速やかに検討し、その指導の意図までも明確に伝えることが重要である。

4 原因究明に関する事項

事故調査を行う上で、最初に目指すことは原因の究明である。原因を究明せずに、対策を講じることはできない。原因の究明には、事実を収集し、それらから原因を検討する。

事故原因は、現場の状況からもある程度予測はできる。しかし、その予測を確定させるためだけに必要な事実のみを収集するのではなく、広く客観的な事実を収集しなければならない。その収集がある程度進展したところから、原因の妥当性を補完するための情報収集に移行する。

捜査権限がない行政機関は、事実確認を事業者が整理した情報に依存することになるため、その情報の信憑性、矛盾の有

無をしっかりと確認する必要がある。

○時系列に基づく事実確認

事実を確認する場合には、時系列の整理が重要になる。現在のプラントは、DCS制御によるものが多く、操作状況、計装データ、アラーム鳴動などの記録が残り、後から確認ができる。このため、プラント挙動を詳細に分析ができるようになっている。

手動操作のプラントであっても、関係者の証言を早々に整理すれば、当時の状況がはっきりとした形で確認できる。得られた証言と事実を突き合わせることで、信憑性は高くなる。証言の整理に時間をかけても、記憶の変化により事実を得られなくなる可能性がある。また、その事実を明らかにすることで、立場が不利になる場合、その事実を隠そうとする。事実確認は事故調査の第一歩で、その結果が後々の調査にも影響を及ぼす。そのため、当時の行動に責任を求めるための確認ではなく、客観的な事実を収集していることを明確にすることが重要になる。

○原因分析と科学的分析

事故の原因は、主原因と副原因の二つ程度に絞られることが多い。統計処理等を行う都合上、やむを得ない面もあるが、原因の数を限定する前提で調査を行えば、結果と事実を容易に結びつけ、他の要因を見ないように調査が進められる。その結果、本質的な改善を図るべき要因も見出だせなくなる可能性がある。

事故は、一つの原因だけで引き起こされるわけではなく、多面的な視点により、様々な要因を抽出する必要がある。また、その結果が対策の幅を広げ、対策の質の向上に繋がる可能性もある。

科学的分析は、事故の原因を直接究明するものではなく、原因の妥当性を補完するもので、調査の状況に合わせて、実施を促す必要がある。その内容は、機器等の破損箇所の検査と、化学反応等の再現実験が基本となる。これらの分析により、事実確認と対策の検討に繋げることができる。

破損箇所の検査は、破損に至った状況を詳細に判明させることができる。この検査は、事故後、速やかに行わなければならない。時間が経過すると錆の発生などにより、適切な結果が得られなくなる。ただし、非破壊検査は、速やかに実施するにしても、破壊検査は、その検査の特性上、その実施には慎重さも求められる。

また、再現実験による事故時の化学反応等の分析も重要である。化学反応等による熱・圧力変化を計算できれば、実際に起きた事象の妥当性が確認できる。

そして、その結果を異常の検知や、インターロック等の制御システムに展開すれば、運転管理システムの改善を図ることもできる。

○事故に至る道筋

事故の発生を概念化したものに、スイスチーズモデルがある。このモデルでは、複数の防護層に存在する穴が、一列に並んだ時に、防護層を通過する事故への道筋ができ、損害を与える事象(事故)が発生するとされる。⁽⁶⁾

例えば、機器や配管が腐食し、開口した結果、内部流体の漏えい事故が発生したとする。腐食は、材料を取り巻く環境と化学的、電気的、物理的、機械的な反応により、自然に発生するものであり、避けることはできない。そのため、腐食に対して点検や検査等を行う。防護層は、このような一つひとつの対応に当たる。

機器の設置から供用開始後の管理例を図2に示す。機器を設置する場合、運転条件、内部流体、外部環境等に合わせ、材質、強度等の仕様を決定する。その仕様により機器は設計、製造され、設置の工事を行い、運転の用に供される。

供用後は、日常点検、定期点検とともに検査を行い、その結果により設備を管理する。また、結果は、点検、検査内容を見直す上でも活用される。

防護層の一つが本質的対策となるならば、他の防護層はそれほど重要視する必要はない。腐食の本質的対策は、腐食しない仕様で設計することである。腐食しない設備では、腐食に関する点検等に時間をかける必要はない。

腐食しない仕様で設計できない場合には、点検等により腐食を管理しなければならない。点検等は、管理的対策であって、本質的対策とはならない。腐食により開口する前に、点検結果等から補修や更新を行えるようにしているのである。

しかし、点検や検査の見落としや、点検等をしていない部分で腐食が発生すれば、事故に

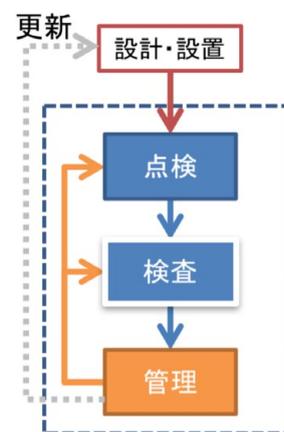


図2 施設供用におけるフロー

至ることがある。これは、点検、検査の盲点が防護層に新たな穴を発生させ、事故に至る道筋を生み出した結果である。

（図3参照）

事故原因の究明時には、新たに生じた穴のほうに目が行きやすく、これを原因としやすい。そのため、点検の見落とし等が原因とされやすい。

しかし、従来の点検、検査にも問題がある。新たな穴と潜在的な穴が、事故への道筋を繋げていることから、両方の穴に着目することが必要になる。

人的要因に分類される事故の場合は、人の操作等のエラーを防止するための仕組みが防護層になる。これらは、チェックリストやインターロックなどが該当する。防護層の穴は、誤った操作を引き起こす作業環境などが該当し、作業環境や当時の状況などに着目する必要がある。

事故の道筋は、様々な防護層と防護層にある穴の存在を示す。それぞれの穴を要因とすれば、要因に対する対策の実現可能性や効果等から最適な対策を検討できる。新たな穴には目が行きやすいが、原因究明時は潜在的な穴にも目を向け、対策の可能性を広げておくことが重要になる。原因の数を絞るのは、その後でも十分にできる。

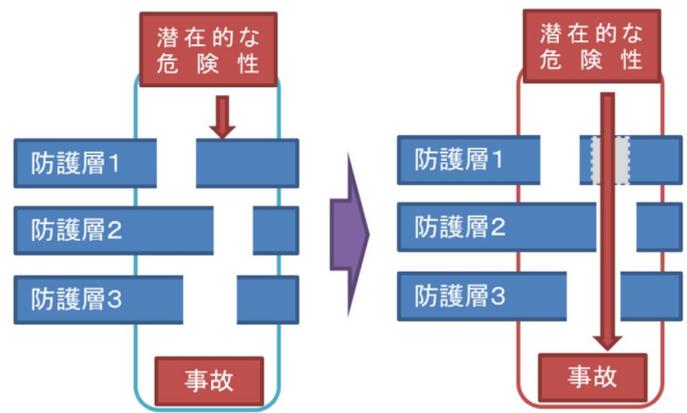


図3 防護層と事故に至る道筋
変化等により、新たに穴が生じた場合、潜在的な穴と合わせて、道筋が出来る場合に事故に至る。

5 対策立案に関する事項

原因の推定、究明が進むと、その原因に対する対策の検討を行う。対策は、①事故からの復旧、②復旧に合わせたリスク低減措置、③類似事故の防止のためのシステム改善が基本となる。

○復旧とリスク低減措置

設備の破損等を伴う事故の場合、その設備を健全な状態に復旧しなければならない。ただし、単に原形復旧するだけでは、その事故の発生するリスクは低減されず、再発防止とはならない。復旧をする場合には、リスクの低減措置を講じる必要がある。

リスク低減措置は、リスクアセスメントにおいては、本質的対策→工学的対策→管理的対策→個人対策の順に検討する。⁽⁷⁾この順序自体は、事故の対策としても同様である。本質的対策、工学的対策は、復旧に際し設計上の改善を伴う。事故をきっかけに本質的対策が講じられることが望ましいが、資源的な制約から、実現できないことも多い。実現できない場合には、原形復旧と管理的対策を併用するなど、リスクの低減に繋がる対策を求めていく必要がある。

○短期的対策と中・長期的対策

復旧に際し、設計上の改善を講じる場合、その内容は、限られた時間、費用で実現できるもので、短期的視野で検討されやすい。時間、費用面でのコストが膨大になる改造は、本質的対策が講じられるものであっても、実現可能性が低いとされ、選択はされない。

しかし、事故後の復旧として、実現可能性が低い場合でも、長期的視野に立てば、その可能性は変化する。施設の管理上、大規模な定期修理や機器の更新等を行う時機は必ず存在する。本質的対策をこれらの時機に実施することも事故の対策になる。また、長期的な対策として、認識しておくことは、その事故の教訓を風化させない歯止めにもなる。

このような対策は、内容を具体化しておいたとしても、新技術等の開発により、その時に最善の策となるかは予想出来ない。そのため、事故の教訓を設計仕様等に組み入れ、システムとして活用できる形にすることが望ましい。

○ヒューマンエラーとシステム改善

誤操作、誤判断などに分類される、いわゆるヒューマンエラーと呼ばれる事故は、それほど珍しいものではない。⁽⁸⁾むしろ、現代では事故の原因として、ヒューマンエラーに着目されることが増えている。一方で、人は誰でも間違える可能性があり、ヒューマンエラーを完全になくすことは、不可能とされている。⁽⁹⁾

事故を引き起こした誤操作をした個人を責め、その個人に改善を促したとしても、本人は注意するようになるが、誤操作を

引き起こす環境の改善はされない。また、その失敗を責めることが、精神的なプレッシャーを引き起こし、逆にミスを引き起こしやすくなることもある。そして、本人や周囲は責められることを避けるため、ミスを隠蔽するようになる。

事故の原因をヒューマンエラーとして、個人の行動に帰結させるのではなく、その行動を引き起こした環境、システムに着目し、改善に繋げることが必要になる。誤操作であれば、誤操作が発生しづらい環境の整備や、誤操作ができないよう安全装置の設置などが対策となる。検査結果のデータを誤って入力し、設備管理上の不備が生じたのであれば、その入力ミスを防ぐ仕組みを考える。システムを運用するのは人であるため、その運用時のエラーの発生を最小限にするための改善が重要となる。

○相互補完的対策の立案

事故原因は、多くの場合で人的要因、設備的要因に分類される。⁽¹⁰⁾ ヒューマンエラーを完全になくすことは困難で、設備も半永久的に使用できるものではなく、故障等により寿命を迎える時がある。

人的要因の事故を防ぐには、人にミスをしないよう意識させることが、一つの方法である。ミスを意識的に注意すれば、エラーは減少する。個人の注意に頼るだけでなく、チェックリスト、二重確認や相互確認を行うことも効果的である。さらには、フェイルセーフ等の設計により設備、システム改善を図り、人のミスを許容できる仕組みを対策として講じることが重要である。その結果、対策がより強固なものとなる。

また、設備的要因の事故の場合、修理や交換することで、同様の事故は、しばらくは発生しない。しかし、設備は自らの劣化等を修復することは基本的にはできず、人の管理は不可欠である。そのため、設備管理システムの改善が必要になる。事故の原因等から、点検等の方法を見直し、施設全体の管理の盲点を減らしていくことが重要である。

○事故時の判断力の養成

1972年11月、北陸トンネル内で発生した鉄道車両火災事故は、異常時は現場で停止するというマニュアルにより、トンネル内で停止し、一酸化炭素中毒により30名の死者が発生する事故となった。⁽¹¹⁾ この事故の教訓として、事故・異常時にマニュアルに盲従することの危険性が示唆されている。⁽¹²⁾

また、この火災の3年前の1969年12月、北陸トンネル内で発生した鉄道車両火災事故は、運転士がトンネル内の停止は危険と判断し、トンネルを出た直後に停車し、被害の拡大を免れた。⁽¹¹⁾

この判断のように、事故など予期せぬ状況になった場合に、マニュアルを逸脱した操作をとることがある。それは、本人がその緊急時に様々なことを想定し、判断、対応した結果である。知識や長年の経験が蓄積されたマニュアルを逸脱することは、基本的には問題がある。安全確保等がされていない作業方法等を認める余地はない。

しかし、全ての状況がマニュアル通りの状況となるわけではない。事故という異常時に、マニュアル通りに物事が進展することは稀で、人の判断に頼らざるをえない部分が必ず存在する。この判断は、教育や訓練で培うしかない。

事故後には、その事故を教材とし、対応を学習するための教育がされる。また、事故時の状況のように、全容がはっきり見通せない状況下での判断をする教育も必要になる。施設停止に至るほどの対応が必要な機会は明らかに減少している中⁽¹³⁾、トラブル等の実践経験を積むことが難しく、教育で補う必要がある。

施設の不調等が起きた場合には、最後の砦は変化に追従できる「人」である。どんなに高度な技術が集約された施設も、絶対に事故が起きないと言い切れるまでは、「人」による安全確保の技術は不可欠である。

○変化への追従とシステムの見直し

事故が発生した際に検討される対策は、従来の管理方法から不十分とされる点を解消するために新たな防護層を設けるものである。場合によっては、過剰な措置を講じることもある。事故直後に過剰な措置を講じることは、意識的に浸透させるために重要ではあるが、浸透の状況を鑑み、ある程度の段階で負担の軽減を図り、その時期に見合ったシステムへと切換えていく必要がある。

逆に、システムが適切に機能し、新たな防護層として定着することもあれば、時間の経過とともにその効果が薄れることもある。それらの変化や、想定している防護層を補完する防護層も意識しておく必要がある。(表1参照)

一度決めたからと、その方法に固執することは、時間の経過による様々な変化に追従できず、固定化されたシステムが出来上がる。固定化されたシステムは、その改善の提案も受け付けることなく、惰性による活動が行われ、システムを作り上げた頃の目的を意識しなくなる。システムの見直し等は、変化に追従するため継続的に行い、補完する防護層を作り出していく必要がある。

表1 腐食を原因とした事故における防護層と補完防護層の例

想定防護層	事故に繋がる穴	補完する防護層と対策例	
運転条件に合わせた材質選定	設計条件との乖離 (温度、不純物等)	点検、検査、管理	点検時における運転条件の確認、検査方法の拡大、逸脱の影響の反映
塗 装	塗装の劣化	点検、検査	塗装の点検、劣化部位の重点検査
寿命管理	寿命計算の係数変化	管理	寿命評価システムの見直し
代表点による検査	他部位の劣化	管理、点検	検査管理の見直し、点検結果の展開

6 事故原因の活用方法

事故の未然防止には、失敗に学ぶことが重要とされ⁽¹⁴⁾、過去の事故事例を参考にし、改善を図ることは、一般的に行われている。また、その改善に資するため、事故情報に関するニーズが存在し⁽¹⁵⁾、行政機関、業界団体は、事故事例等を様々な形で公開している。⁽¹⁰⁾ しながら、その事故原因だけを説明するだけでは、他者が対策に繋げることは難しい。

○統計データの活用の難しさ

国内で公開されている事故の情報は、消防法（総務省消防庁）、高圧ガス保安法（経済産業省）によるものが中心である。⁽¹⁰⁾ 事故の原因分類は、それぞれによって異なるが、概ね人的要因、設備的要因に分類され、腐食、誤操作などに細分化される。これらは、事故統計という形で集計されている。事故が発生しやすい原因から対策を講じていくことは、合理的であり、統計から対策を講じることも重要である。

一方で、取組みを行う事業者からは活用しやすい形での情報提供を望まれている。⁽¹⁶⁾ これまで、私自身も講習会等の場で事故情報の説明を数多く行う中、受講者から、「その物質は扱っていない」、「現象が起きることが想定できず、対策をとることが難しい」と発言されたことがある。また、安全管理の基準は、業種によって大きく異なり、「このような事故が起きる理由がわからない」という発言もあった。事故情報を事業者の改善のきっかけにするには、物質や現象、事故原因だけ示すのではなく、より活用しやすい方法で示す必要がある。

○防護層の差異による気付き

防護層は事業者が保有するシステムであり、どのような形で存在するかは様々である。通常、潜在的な危険性に対して防護層は複数用意される。それは、本質的対策とならない防護層に潜在的な穴があり、その他の防護層で補完する必要があるためである。ただし、一つの防護層が本質的対策となる場合は、その他の防護層を手薄にするか、又は設置しなくとも、事故に至る可能性は低い。上述した事業者の発言を生み出しているのは、この防護層の差異で、事業者の安全管理の差異でもある。例を、事業者A、B、Cとして図4に示す。

この時、図4におけるAにおいて、事故が発生したとする。原因究明の結果、防護層1にエラーが発生し、穴が生じていたことが判明する。多くの場合で、この穴を事故の原因とし、Aが持つ防護層2、3の潜在的な穴は、特段着目されない。

事故の原因とした防護層1に生じた穴をB、Cに説明した場合、それぞれの防護層の状況から、Bは、事故の可能性を感じ、Cは、事故は起きないと考える。(図5参照) Bにとっては、この事故事例が参

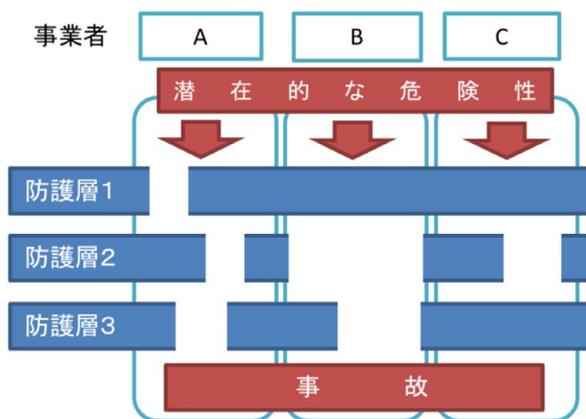


図4 事業者が保有する防護層の差異
A、B、Cは、それぞれのシステムにより防護層の潜在的な穴の位置が異なる。

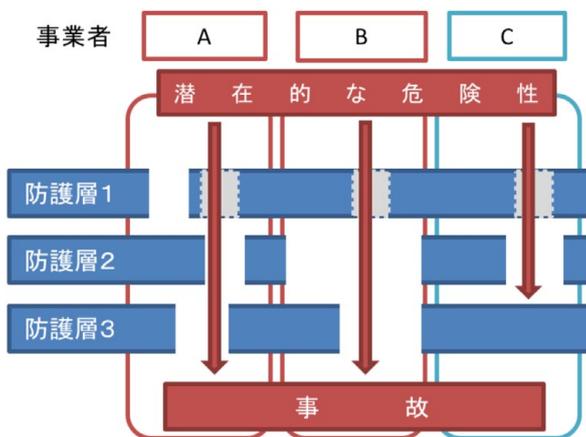


図5 防護層の差異による事故への到達状況
Aの防護層1に生じた穴が、B、Cにも同様に発生した場合、Bでも事故に至る道筋が繋がり、事故の発生の可能性を感じ、Cは、防護層3の存在により、事故は発生しないと考える。

考になり、改善を図る契機となる。

一方で、Cは、防護層3があるため、事故は起きないと考え、事故情報が参考にならない。しかし、Aの防護層2、3にある潜在的な穴も、事故の要因として説明すれば、Cの防護層3を確認する契機となる。その結果、Cの防護層3に気付いていなかった穴が発見された場合には、改善を行う機会になる。穴が見つからない場合にも、防護層3の本質的対策の効果が実感できる。

一つの原因だけでなく、要因を事故情報として示せば、活用の幅が広がる可能性がある。そのためには、事故調査時に要因にもしっかりと着目し、事故原因だけでなく、事故の道筋を生み出した要因も見出しておく必要がある。

7 行政機関の指導のあり方について

事業者の保安の確保に向けた取組みは、防護層を充実・強化し、潜在的な穴を塞ぐために実施される。システムが問題なく機能している状態では、防護層が持つ特長、潜在的な穴に気付くのは難しい。

事故や不祥事等を契機にシステムの見直しに着手する場合でも、自身が持つ潜在的な穴に気付いていなければ、その本質は解消せず、再び同様の事象が起きる可能性がある。

保安を確保するためには、「規制」だけでは困難で「自主的な活動」も必要な時代となった。規制による最低限の対応は必要不可欠であるものの、決められた規制の対応を求める指導だけでは、後追いの対策しか取られない。行政機関は、事業者に先手を打つことを促さなければならない。

行政機関は、その立場における事業者との関係から、様々なシステムに触れる機会があり、システムの強い面と弱い面を知見として有している。その知見を活用し、事業者に自身のシステムの穴に気付かせ、改善のきっかけを与える指導が必要になる。また、事故などの契機がなくとも、日常の様々な関わりの中で、事業者の主体的な取組みが促進されるよう導くことが求められる。

8 終わりに

事業者が行う自主的な活動には、これをすれば事故が起きないというものはない。また、これをしなかったからと、事故が発生するものでもない。その事業者が持つ防護層によって、必要な活動は異なる。

事故の対策も同様で、事故後には、これを実施しなければならないというものもなく、事故の対策としての万能薬は存在しない。対策立案に関する事項で、システム改善を重視しているのは、事業者の将来を見据えた指導により、将来に同様の理由での事故を防止することを目指しているからである。

事故を契機とした改善を対症療法的な対応で済ませるのも一つの方法ではあるが、一歩先を見据えて、将来に繋がるものを考えておかなければ、安全を次世代に引き継ぐことはできない。

本稿は、行政機関の指導のあり方を示したものであるが、指導の要素を事業者が主体的に取り組むことは妨げるものではない。消防機関に限らず事故に携わる行政機関と事業者が、事故の対策の立案に悩んだ際の参考とされ、工場等における将来の安全の確保に繋がることを期待したい。

9 参考文献

- (1)武富義和 行政の立場から見た産業安全 安全工学 51-6 pp386-394(2012)
- (2)山口県 出光石油化学(株)徳山工場爆発火災事故概要
- (3)三菱化学(株)鹿島事業所火災事故調査等委員会 三菱化学(株)鹿島事業所火災事故調査等委員会報告書
<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g80410b05j.pdf>
- (4)東ソー株式会社 南陽事業所 第二塩化ビニルモノマー製造施設 爆発火災事故調査対策委員会報告書
<http://www.tosoh.co.jp/news/pdfs/20120613001.pdf>
- (5)勢登俊明 環境保全の視点を取り入れた産業事故の防災対策について Safety & tomorrow No.175 pp21-31(2017)
- (6)ジェームズ・リーズン 組織事故とレジリエンス 日科技連出版社(2010)
- (7)厚生労働省,危険性又は有害性等の調査等に関する指針
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/roudou/an-eihou/dl/060310.pdf>

(8)高圧ガス保安協会 高圧ガス事故統計資料等

https://www.khk.or.jp/activities/incident_investigation/hpg_incident/statistics_material.html

(9)米国医療の質委員会／医学研究所 人は誰でも間違える 日本評論社(2000)

(10)石油コンビナート等災害防止3省連絡会議3省共同運営サイト 事故事例・事故統計資料

http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList4_16/jiko_shiryo.html

(11)久宗周二他 トンネル内列車火災事故発生時の人間行動 高崎経済大学論集 54-4 pp109-120(2012)

(12)中尾政之 北陸トンネルでの列車火災【1972年11月6日、北陸トンネル内】失敗知識データベースー失敗百選

<http://www.shippai.org/fkd/hf/HA0000605.pdf>

(13)勢登俊明 これからの事故防止に求められること(4) 高圧ガス 52-4 pp20-25(2015)

(14)畑村洋太郎 失敗学のすすめ 講談社(2000)

(15)平成29年度第1回石油コンビナート等災害防止3省連絡会議配布資料 3省共同運営サイトの改修について

http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/fieldList4_16/pdf/h29/O1/O4-2.pdf

(16)國武浩介他 危険物事業所に対する効果的指導への取り組み～管内における過去10年間のデータ分析をふまえて～
Safety & tomorrow No.175 pp32-39(2017)