

消防版HFACSの作成に関する研究

眞田 良仁* 小松原 明哲**

概 要

消防版HFACSを作成することによって、当庁のヒューマンファクターに起因する事故の分析支援及び事故データベースの体系化を図り、事故報告及び分析を効率化することによって、組織の事故の再発防止、事故の減少に寄与することを目的とし、研究を行った。その結果、事故要因抽出の容易さ及び様々な事故に対する網羅性がある消防版HFACSを作成し、組織全体の事故傾向を把握することができた。

1 背景・目的

東京消防庁（以下、「当庁」という。）ではヒューマンファクターに起因する事故が年間数百件生じており、現在、当庁では次のような課題を抱えている。

- (1) ヒューマンファクターに起因する事故調査について知識を有する者が少なく、重大事故以外の報告された全事故の分析を行えていない。
- (2) 事故の分析手法が統一されておらず、消防活動中の事故、救急活動中の事故、交通事故等それぞれが管轄する部で別々に調査している。
- (3) 前(1)、(2)のような調査をしているため、当庁全体の体系的な事故のデータベースがなく、事故の要因や傾向を業務や事故種別ごとに比較することが困難である。

そこで、広く様々な業界（航空¹⁾、²⁾、医療³⁾、鉄道⁴⁾、海運⁵⁾等）で活用されている事故分析手法の一つであるHFACSの当庁対応版となる「消防版HFACS」を作成することにより、当庁のヒューマンファクターに起因する事故の分析支援及び事故データベースの体系化を図り、事故報告及び分析を効率化することによって、組織の事故の再発防止、事故の減少に寄与することを目的とする。

2 HFACSとは

HFACS（Human Factors Analysis and Classification System）はWiegmann and Shappell⁶⁾がJ. Reason⁷⁾のスイスチーズモデルを基にして開発したヒューマンファクターの分析手法（図1）であり、元々は航空事故の分析に対して開

発された手法であったものが、現在では様々な業界（医療、鉄道、海運等）で応用されている。HFACSは、スイスチーズモデルの防護壁（チーズ）に当たる事故の影響を、「①当事者」、「②当事者の状態」、「③監督」、「④組織」の4階層に分類して、予め発生し得る事故要因をリスト化したもの（以下「要因リスト」という。）を作成し、発生した事故の要因をその要因リストから選定する分析手法である。本手法は、チェックリスト的に事故要因を選択していきながら、ヒューマンエラーを組織的な背後要因まで抽出することができ、さらに複数の事故データから組織の事故傾向を把握することを比較的容易に行えるといった特徴がある。

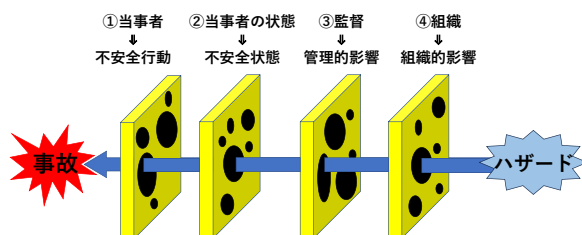


図1 4階層に分類したスイスチーズモデル

3 HFACSによる事故分析方法

HFACSでは次のような過程で事故分析が行われる。

(1) 事故データ収集

口述聴取や事故に関するデータの収集を行い、事故の時系列（出来事流れ図）を作成する。これらのデータを基に事故に直結したヒューマン

* 立川消防署（早稲田大学大学院派遣） ** 早稲田大学

エラーや背後要因の特定を行う。

(2) 要因リストからの事故要因選択

事故に直接影響した「①当事者の不安全行動」、その行動に影響した「②当事者の不安全状態」、その状態に影響した「③監督的管理的影響」、そのさらに背景として存在する「④組織的影響」を各要因リストから選択する。

(3) 複数の事故をデータとして集約

特定のエラーや背後要因の発生頻度、上位階層要因と下位階層要因の関連性を見出す。

4 HFACSの活用例

他業界におけるHFACSによる分析の成果及びHFACSの適用例を次に示す。

(1) 死亡事故を減少させた例⁹⁾

HFACSにより 1991 年以降のアメリカ国内の航空事故を分析したところ、致命的な事故は航空パイロットが違反行動をとった場合が多く、特に海軍パイロットに違反行動が多いことが分かった。さらに、海軍パイロットが違反行動をとるのは「海軍組織の成り立ちや組織風土」の関係から海軍パイロットが「他の組織のパイロットよりも裁量が与えられていること」や事故を起こした海軍パイロットが「リスクを取る傾向が強い性質」が要因であるという背後要因があることも分析の結果、明らかになった。1990 年代後半にアメリカ海軍組織はその分析結果に基づいた違反行動を抑止するプログラムを実施し、その結果死亡事故を減少させた。また、その対策の効果を確かめるためにも、事故要因の経年変化をHFACSで分析することによって把握した。

(2) 訓練効果の分析例⁹⁾

エアクルーコーディネーショントレーニング（以下「ACT」という。）は 1980 年代後半からアメリカ航空業界に導入されたクルーリソースマネジメント（以下「CRM」という。）向上のための訓練プログラムであり、アメリカ海軍では 1990 年代初頭に本格的に組み込まれた訓練プログラムである。当初は事故減少に対して訓練効果が表れているものと考えられていたが、HFACSで事故傾向を分析することによって、ACTの導入前後でCRMの影響が背後要因として生じる事故の割合が減少していない（反対に僅かに増加傾向である）ことが明らかになり、訓練内容を改めて検討することとなった。

(3) 組織の実情に適合させた例

アメリカ国防省におけるHFACSはDoD HFACS（Department of Defense HFACS）⁹⁾と

され、航空事故だけではなく、地上車両の事故、海上事故、さらには訓練中の事故やその他の安全上のインシデントなど、様々な状況での事故調査に適合する要因リストを基に利用されている。また、日本国内では航空自衛隊航空安全管理隊でHFACSの構成する要因リストを自衛隊組織に適合させたJ-HFACS¹⁰⁾を作成しており、事故要因をリスト化している。

5 消防版HFACS作成の意義

当庁に消防版HFACSを導入することにより、特に次のようなメリットが得られると考えられる。

(1) 事故要因の抽出が比較的容易

HFACSは事故要因が4階層で網羅的にリスト化されているため、それぞれの要因を抽出しやすく、抜け漏れが生じにくい。

(2) 事故調査者による分析結果のバラつきが小さい

基準となる要因リストがない4M4E分析、連関図法等は調査者の知識や経験によって案出する内容や数が大きく違うとされているが、前(1)の理由から、分析結果が調査官の個人的な能力に依存しにくい、ある一定以上の質を持った分析ができるようになる¹⁰⁾。

(3) 事故のデータベース化が容易

文章中心の調査結果や分析結果では、データを整理する際に、全ての結果に目を通す手間や、テキストマイニング等を活用した分析が必要となるが、HFACSは事故要因が元からリスト化されているため、事故データの整理が容易であり、収集したデータの分析も行いやすい。

(4) ヒアリングの聞き取り項目として活用

現在、事故が生じた際にどのような内容を聞き取るか、当庁には統一的指針がない。HFACSの網羅的にリスト化された事故要因を基にして聞き取り項目を作成することにより、抜け漏れが生じにくい調査や円滑な聞き取り準備ができる。

(5) 詳細な分析の補助的な活用

重大な事故が生じた際など、より詳細な分析が必要な際にも、HFACSの要因リストを参考に事故要因の抜け漏れを防止しながら、4M4E分析、連関図法等を行うことによって、分析の負担を軽減することができる。

これらのメリットにより、消防版HFACSが当庁で活用されることとなれば、これまで事故要因の抽出数や背後要因の分析内容にバラつきがあった消防署からの「報告・事故分析」を改善し、事故分析者の負担を軽減しながら、デ

ータを集約することができる。そして、その一定の質を持ったデータを基に傾向分析することにより当庁の事故傾向、弱点をより高い精度で把握することが期待できる。

6 消防版HFACS作成上の課題

4、(3)で前述したように、アメリカ国防省ではDOD HFACSにより様々な状況の事故調査をしていることから、当庁の多岐に渡る業務（消防、救急、救助、山岳、水難、航空等）においてもHFACSを応用することができると考えられる。しかし、次の課題を解決しなければ、組織内で消防版HFACSを活用することは困難であると考えられる。

(1) 消防組織の業務を網羅した要因リスト

組織全体の傾向を把握するためには、各業務を横断的に分析できる必要がある。そのため、当庁の多岐に渡る業務の様々な事故に対して網羅している要因リストが必要である。

(2) 要因リスト選択時の疑問の解消

効率的に事故分析を行うには、要因リストの選択時に混同するリストが存在することによる疑問や迷いができる限り生じないように要因リストを作成することが求められる。疑問や迷いが生じやすい場合、分析者間の分析結果のバラつきに影響が生じる恐れもあるため、対応が必須である。

(3) 消防版HFACSの教養及びマニュアル
HFACSは事故要因の抽出が比較的容易であるとはいえ、使用者のヒューマンファクターに関する事故分析の知識は必須である。分析者間の分析結果のバラつきを抑制するためにも消防版HFACS使用時の教養、各要因の説明がある分かりやすいマニュアルの作成が求められる。

7 消防版HFACSの作成

今回作成した消防版HFACSの要因リストを表1～4に示す。6、(1)の「消防組織の業務を網羅した要因リスト」に対応するため、次の作成過程により当庁の組織特性に適合させた特徴を持つ消防版HFACSを作成した。

(1) 消防版HFACSの作成過程

ア 試作版の作成

消防版HFACSの試作（以下「試作版」という。）の作成は主にJ-HFACS及びDOD HFACSの要因リストとカテゴリー分類を参考に行った。また、背後要因の表現等は宇宙航空研究開発機構（JAXA）で用いられるPSFリファレンスリスト¹⁴⁾も参考にした。

イ 当庁の組織特性・事故内容との整合

当庁の事故報告書又は事故の際に発出される再発防止通知（令和4年6月～令和5年5月分、計647件の事故）及び当庁で用いられている受傷時の背後要因分類¹²⁾を基に、試作版に不足している事故要因については追加し、当庁の組織特性には適合しない要因、表現については、カテゴリーも含めて整理・改変を行った。

ウ 意見収集・調整

当庁で事故の調査・分析を行う安全推進部安全技術課安全分析係（以下「安全分析係」という。）の職員5名から、前イで追加・削除・改変を行った試作版について意見を収集し、要因リストの整理、表現の調整をして消防版HFACSを作成した。

(2) 階層について

消防版HFACSの階層はJ-HFACS及びDOD HFACSと同様に次に示す4階層で構成し、監督、組織の階層に対応する役職等を定めた。

ア 当事者の不安全行動

当事者とは結果的にエラーを起こした者とし、その当事者のエラーの分類を示す。

イ 当事者の不安全状態

エラーを起こした当事者の状態（背後要因）を示す。

ウ 監督の管理的影響

監督とは当事者の行動及び状態に影響を及ぼす監督の立場にある者として、主に大隊長、中隊長、小隊長、係長、主任等を示す。

エ 組織的影響

組織とは消防署等の所属単位、又は本庁の各部を含めた当庁組織全体を示す。

(3) 消防版HFACSの特徴

消防版HFACSを作成する上で参考にしたJ-HFACS及びDOD HFACSとの主な変更部分を次に示す。

ア 物理的環境（当事者の状態）

(ア) 「狭隘路」、「傾斜、段差による影響」

特に車両運行時に狭隘路や傾斜、暗所の影響を受けて生じる事故が発生するため追加した。

(イ) 「暗所による影響」、「作業スペースの影響」、「強い輻射熱、熱気、火炎の影響」

様々な現場の中で作業スペースが狭い状況で活動を行う場合や、火災時には熱の影響を受けて受傷することや、資器材が損傷することがあるため追加した。

イ 車両・装備・資器材環境（当事者の状態）

(ア) 「必要資器材の不足、準備不足」、「資器材、機能の不活用」

例えば、冷却ベストが足りず、着用しなかつ

たことにより熱中症になった場合、ナビゲーションシステムを使用しなかったことによって出場経路を誤った場合等、資器材の不足、又は資器材を活用しないことによって生じた事故に対応するため追加した。

(イ) 「整理、管理状況不適」

資器材等の整理や管理ができていない状況により、誤った判断、動作に繋がった事故、紛失する等の事故が発生することから追加した。

ウ 身体能力的影響（当事者の状態）

(ア) 「知識の不足」、「技量、経験の不足」、「不慣れな動作、作業、処理」

「知識の不足」と「技量、経験の不足」は当初「知識、技術の不足」として1つのまとめた要因としていたが、知識ベースエラーと動作エラーで事故に至る過程が異なるため、明確な区別を要すると考え分割した。また、知識や技量によるエラーとは言えない、知識や技量が備わった者でも生じる事故状況を区別するため、「不慣れな動作、作業、処理」を追加した。

(イ) 「無理のある姿勢、不安定な姿勢」

現場活動中や訓練中等で不安定な体勢で力を入れる動作を行い、受傷する事故が発生することから追加した。

エ 認知的要因（当事者の状態）

「紛らわしい」について、同じ容器に別の燃料（軽油と灯油）が入っていてコンタミが生じることや、似た住所を見間違えるような混同が生じたことによるエラーが発生することから追加した。

オ チームワーク（当事者の状態）

「支援人員の不足、不適切な単独行動」と「不適切な連携」は当初「不適切な相互支援」として1つのまとめた要因としていたが、支援が不足していた状況と支援がありながら連携がうまくできなかった状況で明確に区別を行うため分割した。

カ 不適切な監督（監督の管理的影響）

(ア) 「指導、教育の不足」

監督者が行うべき指導、教育を行っていなかったことによって生じたエラーの背後要因として具体的に要因リストに追加した。

(イ) 「監督者自身の知識不足、経験不足」

監督、指導する者自身に知識、経験が不足していたことによって生じたエラーの具体的な背後要因として追加した。

キ 不適切な運用計画（監督の管理的影響）

(ア) 「労務、休憩時間の管理」

当事者の過剰な労務時間や休憩が取れない状況が続く等、労務管理の調整が不適切となった

場合に生じたエラーの具体的な背後要因として追加した。

(イ) 「必要資器材等の未把握」

業務に必要とされる資器材、消耗品等が無い場合や不足していることを監督者が把握していないことによって生じたエラーの背後要因として追加した。

(ウ) 「不適切な業務の進捗管理、執行管理」

主に事務作業において、監督者が行うべき業務の進捗管理、執行管理がされていなかったことによって生じたエラーの背後要因として追加した。

ク 組織的影響

組織的影響については、各消防署特有の要因や各消防署の権限により解決できる要因と本庁各部を含めた当庁全体による対応を求められる要因で区別をするため、各要因を（署）と（本庁）の2種類で選択できるものとした。

例：「不十分、不適切な資機材、車両等」を選択する場合、消防署の権限、予算で納入する資器材の不足等は（署）を選択し、本庁で納入し各消防署に配置される資器材等は（本庁）を選択する。

表 1 当事者の不安全行動要因リスト

知覚エラー
・無知覚エラー ・誤知覚エラー
意思決定エラー
・誤った判断 ・注意、警告の無視 ・早すぎたタイミングエラー ・遅すぎたタイミングエラー
動作エラー
・意図しない操作、動き ・手順のエラー ・オーバー/アンダーコントロール
違反
・省略、手抜き ・日常的違反 ・自制心の欠如による違反 ・リスク評価に基づく違反
不可避状態
・不可避状態の影響

表2 当事者の不安全状態要因リスト

物理的環境 ・狭隘路 ・傾斜、段差による影響 ・暗所による影響 ・通常ない障害物による影響 ・雑音による影響 ・外力による影響 ・作業スペースの影響 ・強い輻射熱、熱気、火炎の影響 ・暑熱、寒冷によるストレス ・振動による影響 ・気象条件による視認性の低下 ・降雨、降雪による動作、操作への影響 ・他の車両等の照明による視認性の低下	身体・能力的影響 ・知識の不足 ・技量、経験の不足 ・不慣れな動作、作業、処理 ・体格、体力的問題 ・無理のある姿勢、不安定な姿勢 ・物理的な過負荷 ・意識消失 ・急性的な疲労 ・疲労の蓄積 ・業務中のケガの影響 ・既往の病気、ケガの影響 ・脱水 ・暗順応 ・低酸素 ・過呼吸 ・栄養状態 ・Gの影響 ・体腔内ガスによる障害 ・血液中ガス発生による障害	心理的要因 ・焦り、タイムプレッシャー ・過信、能力の過大評価 ・油断、リスクの過小評価 ・不安感、動揺、恐怖 ・習慣的行動 ・過度の積極性 ・不十分なモチベーション ・思い込み・先入観 ・懲罰、面倒な処理を回避したい ・精神的な疲弊（バーンアウト） ・感情的状態の影響 ・プライベートのストレス ・人間関係に関わる不適切な性格特性 ・精神疾患
車両・装備・資機材環境 ・計器、警告システムの問題 ・視界制限（気象に関係しない） ・表示視認性による影響 ・操作部の配置、形状による影響 ・自動化システムの影響 ・システム等の未更新 ・作業空間と人間の不適合 ・個人装備による影響 ・通信機器の障害 ・性能・負荷の限界 ・必要資器材の不足、準備不足 ・資機材・車両等の不備 ・機能の不足 ・資器材、機能の不活用 ・不十分なマニュアルの影響 ・座席、拘束具による影響 ・整理、管理状況不適 ・劣化（経年含む）	知覚的要因 ・目測の誤り、見間違い ・計器の誤認識、誤読 ・聞き間違い ・時間感覚の影響 ・空間識失調 ・錯覚（運動） ・錯覚（平衡感覚） ・錯覚（視覚）	チームワーク ・支援人員の不足、不適切な単独行動 ・不適切な連携 ・不適切な作業配分 ・不適切な権威勾配 ・不十分な主張 ・情報の伝達、共有不足 ・適切な用語の不使用 ・ミスコミュニケーション ・事前の打合せ不足
	認知的要因 ・注意量の減少 ・一点集中 ・情報過多 ・忘却、失念 ・混乱 ・変更の影響 ・注意の逸れ ・紛らわしい	健康管理 ・運動不足 ・休憩機会の不活用 ・報告のない健康不良 ・アルコールの影響 ・服薬の影響

表3 監督の管理的影響要因リスト

不適切な監督 ・不適切な指示、監視 ・不安全な行動、状態の未特定、未把握 ・不安全な行動、状態の未修正 ・指導、教育の不足 ・監督者との対人関係 ・不適切なロールモデル、部下への悪影響 ・不適切な活動方針 ・情報への対応不足、情報共有不足 ・監督者自身の知識、経験不足	不適切な運用計画 ・不適切なリスク評価、安全管理 ・経験不足者への任務付与 ・能力を超える任務付与 ・不必要なリスクを伴う任務承認 ・チーム編成の問題 ・不適切な訓練計画 ・労務、休憩時間の管理 ・必要資器材等の未把握 ・不適切な業務の進捗管理、執行管理	監督者違反 ・ルールの不履行 ・不文律を標準とする ・違反の指示 ・無資格者への任務付与 ・要件不足の者への職務認定
---	--	---

表4 組織的影響要因リスト

リソースマネジメント	組織プロセス
・不適切な人事選考（本庁） ・不適切な人事配置（署） ・不適切な人事配置（本庁） ・予算不足（署） ・予算不足（本庁） ・不十分、不適切な資機材、車両等（署） ・不十分、不適切な資機材、車両等（本庁） ・資機材、車両等の不適切な撤去、更新（署） ・資機材、車両等の不適切な撤去、更新（本庁） ・不十分な施設（署） ・不十分な施設（本庁） ・不十分な情報（署） ・不十分な情報（本庁） ・運用者に対する不十分な支援（署） ・運用者に対する不十分な支援（本庁）	・個人又は部隊に対する負荷（署） ・個人又は部隊に対する負荷（本庁） ・組織的な計画、方針の不適切なリスク評価（署） ・組織的な計画、方針の不適切なリスク評価（本庁） ・組織的に不適切な訓練、教育（署） ・組織的に不適切な訓練、教育（本庁） ・不適切な手順ガイダンス、資料（署） ・不適切な手順ガイダンス、資料（本庁） ・不適切な事業管理（署） ・不適切な事業管理（本庁）
組織風土	
・組織における文化・価値観が不安全な任務を許容（署） ・組織における文化・価値観が不安全な任務を許容（本庁） ・資機材・車両等に対する不適切な認識（署） ・資機材・車両等に対する不適切な認識（本庁） ・組織構造が不明確または不適切（署） ・組織構造が不明確または不適切（本庁） ・定例事業の不適切な更新・廃止（署） ・定例事業の不適切な更新・廃止（本庁）	

8 消防版HFACSによる事故分析方法

当庁の事故傾向を把握することを目的とし、前7により作成した消防版HFACSを用いて、当庁で実際に生じた事故を分析・要因抽出をし、事故傾向の分析を行った。

(1) 分析対象

令和4年6月から令和5年5月までに東京消防庁安全推進部に報告された事故の内、ヒューマンエラーに関わるもの（計647件）

(2) 分析に用いた資料等

交通事故、受傷事故、資器材故障・損傷・亡失の速報又は各所属内で発出された再発防止通知等（以下「事故資料」という。）

(3) 分析手順

各事故の分析、データ化は次のア～ウにより行った。

ア 出来事流れ図の作成

事故資料を基に事故の出来事流れ図を作成し、事故の概要を細分化する。

イ 要因リストの選択

前アの出来事流れ図を基に事故に直結したヒューマンエラーや背後要因の特定を行い、消防

版HFACSの要因リスト（表1～4）から事故要因を選択する。この際、事故資料に明記された要因を選択し、事故資料には明記されていない憶測的な要因は選択をしないこととした

（例：事故資料に当事者に「焦りがあった」又は類似する記載が無いにも関わらず、火災出場で焦っていたのだろうと推測して「焦り、タイムプレッシャー」を選択することはしない。）

ウ データ化

事故要因を選択後、各事故に「事故 No.」（報告順）を付与し、「事故年月」、「事故発生時刻」、「発生場所」、「事故結果」、「業務内容」、業務内容を細分化した「種別」、種別を細分化した「細目」、当事者の「隊・係」を選択して属性別に分析できるようにした。

9 消防版HFACSによる事故分析結果

図2及び3に当庁の事故647件分の抽出要因集計結果、共起率及びオッズ比による関連性を示す。

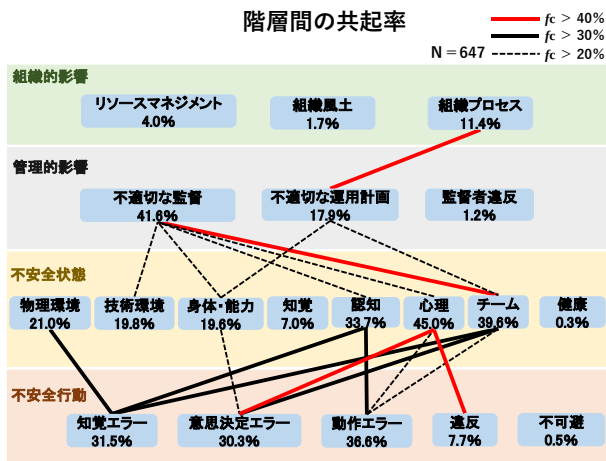


図2 各カテゴリー抽出率及び階層間の共起率

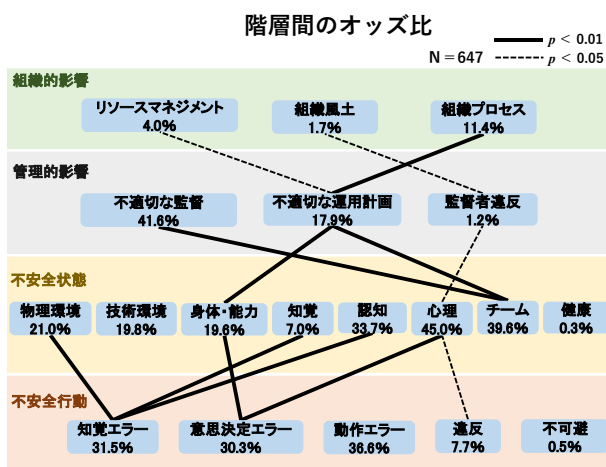


図3 各カテゴリーの抽出率及びオッズ比による階層間の関連性

(1) 抽出要因集計結果

ア 当事者の不安全行動

当事者本人が意図しない動作をしてしまう「動作エラー」(36.6%)が最も多く、次にハザードを適切に知覚できない「知覚のエラー」(31.5%)、当事者が誤った判断をしてしまう「意思決定エラー」(30.3%)の順に多い。上位3つのカテゴリーはいずれも全体の3割程度の抽出率であり、それぞれの抽出率に顕著な差はなかった。また、当事者が意図的にルールから逸脱する「違反」は全体の7.7%、当事者が意識消失する等、事故をどうしても避けられない状況のエラーである「不可避状態」は0.5%程度の抽出率であった。

イ 当事者の不安全状態

油断、焦り、思い込みといった要因が含まれる「心理的要因」が当庁で生じるエラーの半数近く(45.0%)に影響しており、最も多い頻度で抽出された背後要因のカテゴリーであった。

その他にも隊・係の不適切な連携等を要因として含む「チームワーク」(39.6%)、注意の逸れ等によりハザードを適切に認知することができない要因を含む「認知的要因」(33.7%)のカテゴリーが特に多くエラーに影響を及ぼしていた。

ウ 監督の管理的影響

不適切な指示、監視、不安全行動の未把握といった要因を含む「不適切な監督」(41.6%)が最も多く当事者の不安全状態に影響を及ぼしているカテゴリーであることが分かる。次に不適切な安全管理、チーム編成といった要因を含む「不適切な運用計画」(17.9%)のカテゴリーが多く影響を及ぼした。

エ 組織的影響

監督の管理的影響と同様に、組織的影響要因を確認できる記載がされている事故資料が少なかったため、組織的影響の要因抽出数(111個)は事故件数(647件)に対して2割未満の抽出に留まった。

(2) 階層間の共起率

下位の階層に影響を与えた要因についてカテゴリーごとに共起率(Co-occurrence Frequency: f_c)を算出した。

ア 不安全行動に影響した不安全状態

(ア) 知覚エラーに共起した不安全状態

知覚エラーが生じた際、特に多く共起していた不安全状態は「物理的環境」(33.8%)、「認知的要因」(39.7%)、「チームワーク」(33.3%)に関連する要因であった。

「物理的環境」が影響した知覚エラーの内、「狭隘路」や「暗所による影響」といった要因が無知覚エラーに多く共起した。

「認知的要因」が影響した知覚エラーの内、別のことに気を取られる「注意の逸れ」や、視野が狭くなる「一点集中」といった要因が無知覚エラーに多く共起した。

「チームワーク」が影響した知覚エラー(の内、「支援人員の不足」や、「不適切な連携」、「事前打ち合わせ不足」といった要因が無知覚エラーに多く共起した。

(イ) 意思決定エラーに共起した不安全状態

意思決定エラーが生じた際、特に多く共起していた不安全状態は「身体・能力的影響」(29.1%)、「心理的要因」(59.7%)、「チームワーク」(35.7%)に関連する要因であり、大半の意思決定エラーの背後要因は「心理的要因」が占めていた。

「身体・能力的影響」が影響した意思決定エラーの内、「知識の不足」が要因となって生じ

る誤判断エラーが多く共起した。

「心理的要因」が影響した意思決定エラーの内、「油断」や「焦り」、「思い込み」が要因となって生じる誤判断エラーが多く共起した。

「チームワーク」が影響した意思決定エラーの内、「支援人員の不足」、「事前打ち合わせ不足」といった要因が誤判断エラーに多く共起した。

(ウ) 動作エラーに共起した不安全状態

動作エラーが生じた際、特に多く共起していた不安全状態は「認知的要因」(32.9%)、「心理的要因」(28.3%)、「チームワーク」(29.1%)に関連する要因であった。

「認知的要因」が影響した動作エラーの内、「忘却、失念」によって業務プロセスの一部が抜けてしまう、手順エラーが多くを占めていた。

「心理的要因」が影響した動作エラーの内、「焦り」や「油断」といった要因が多く共起した。

「チームワーク」が影響した動作エラーの内、人足がありながらも連携がうまくいかない「不適切な連携」、「情報の伝達不足」といった要因が動作エラーに多く共起した。

(エ) 違反に共起した不安全状態

違反が生じた際、背後要因の半数は「心理的要因」(50.0%)である。「心理的要因」が影響した違反の内、「油断」や「焦り」、「思い込み」といった要因が違反に多く共起した。

(オ) 不可避状態に共起した不安全状態

不可避状態は当事者の「意識消失」や避けることができない「資器材の劣化」の影響が該当するため、不可避状態自体の抽出数(3個)が非常に少なく、傾向を把握できるほどの共起する不安全状態が抽出できなかった。

イ 不安全状態に共起した管理的影響

(ア) 物理的環境に共起した管理的影響

監督者が「物理的環境」に影響を与えることは少なかったが、「傾斜、段差の影響」や「通常ない障害物」等の不安全状態を監督者が「未把握」であったことが確認されたため、「不適切な監督」の共起率がやや高かった。

(イ) 車両・装備・資器材環境に共起した管理的影響

「不適切な監督」カテゴリーでは「整理、管理状況不適」や、「必要資器材の不備」、「必要資器材の不足」等の環境を監督者が「不安全状態の未把握」だった場合が多く、「不適切な運用計画」カテゴリーでは監督者の「不適切なリスク評価、安全管理」が「不十分なマニュアル」に影響を及ぼすことが多く確認された。

(ウ) 身体・能力的影響に共起した管理的影響

「不適切な監督」カテゴリーでは、監督者の「指導、教育不足」や「監督者自身の知識、経験不足」が当事者の「知識不足」や「技量、経験不足」に影響を及ぼすことが多く、「不適切な運用計画」カテゴリーでは、監督者の「労務、休憩時間の管理」が不適切であったこと、「能力を超える任務付与」から当事者の「疲労の蓄積」に影響を及ぼすことが多く確認された。

(エ) 知覚的要因に共起した管理的影響

知覚的要因が抽出された内のほとんどが「目測の誤り、見間違い」及び「聞き間違い」といった不安全状態の要因であるが、これらの要因に対する管理的影響はほとんど確認できなかった。

(オ) 認知的要因に共起した管理的影響

認知的要因に影響を及ぼした管理的影響の多くは「不適切な監督」カテゴリーから共起した。その内、監督者の「不適切な指示、監視」の影響で当事者が必要な手順を「忘却、失念」する状態が多く確認された。

(カ) 心理的要因に共起した管理的影響

「不適切な監督」カテゴリーでは、当事者が「油断」や「思い込み」をしている状態を「不適切な指示、監視」で是正することができなかった場合が多く、「不適切な運用計画」カテゴリーでは当事者が「油断」や「焦り」を感じている状態を「不適切なリスク評価、安全管理」で是正することができなかった場合が多く確認された。

(キ) チームワークに共起した管理的影響

チームワークは共起した管理的影響が特に多く抽出された。「不適切な監督」カテゴリーでは、監督者が具体的な指示を行わなかった「不適切な指示、監視」によって、当事者が「不適切な連携」の状態となることや、「支援人員の不足」、「事前の打合せ不足」となる状態が多く確認された。「不適切な運用計画」カテゴリーでは、監督者の「不適切なリスク評価、安全管理」、「チーム編成の問題」によって、当事者が「不適切な連携」、「支援人員の不足」の状態となることが多く確認された。

(ク) 健康に共起した管理的影響

健康カテゴリーの抽出数自体が「運動不足」と「報告のない健康不良」それぞれ1個ずつだけの計2個と非常に少ないため、傾向を把握できるほど共起する管理的影響を抽出できなかった。

ウ 管理的影響に共起した組織的影響

(ア) 不適切な監督に共起した管理的影響

監督者の「不適切な監督」カテゴリーには、「組織プロセス」カテゴリーがやや多く共起した。「組織プロセス」カテゴリーの内、「不適切な手順ガイダンス、資料」、「不適切な教育、訓練」といった組織的影響要因が、監督者の「不適切な指示、監視」、「指導、教育不足」、「不安全な行動、状態の未特定、未把握」に影響した場合が多く確認された。

(イ) 不適切な運用計画に共起した管理的影響

監督者の「不適切な運用計画」カテゴリーには、「組織プロセス」カテゴリーが半数近く共起し、「リソースマネジメント」カテゴリーがやや多く共起した。

「組織プロセス」カテゴリーの内、「個人又は部隊に対する負荷」による組織的影響要因が監督者の「労務、休憩時間の管理」に影響した場合が特に多く確認された。「個人又は部隊に対する負荷」は（署）と（本庁）の合計で最も多く管理的影響に共起した。次に「不適切な手順ガイダンス、資料」による組織的影響要因が監督者の「不適切なリスク評価、安全管理」に影響した場合が多く確認された。

また、「リソースマネジメント」カテゴリーの内、「不適切な人事配置」による組織的影響要因が監督者の「チーム編成の問題」や「能力を超える任務付与」に影響した場合が確認された。

(ウ) 監督者違反に共起した組織的影響

「監督者違反」カテゴリーの抽出数自体が 8 個のみであり、傾向を把握できるほど共起する組織的影響の要因抽出ができなかった。

(3) 階層間のオッズ比による関連性

高い共起率を示していた関係が多いが、「知覚エラー」と「知覚的要因」の関係（ $fc = 19.1\%$ ）及び「心理的要因」と「監督者違反」の関係（ $fc = 7.1\%$ ）は、共起率が高くはなかったが有意な関連性が示された。

(4) 考察

ア 抽出要因集計結果について

前(1)～(3)のように抽出した要因を集計することによって、不安全行動は「知覚エラー」、「動作エラー」、「意思決定エラー」が同程度の割合で多く生じていること、不安全状態は「認知的要因」、「心理的要因」、「チームワーク」が多く生じていること、管理的影響では「不適切な監督」が多く生じていること、組織的影響は「組織プロセス」が多く生じていること等、組織内で多く生じたエラーやエラーに影響する背後要因が階層ごとに分かった。

しかし、今回の事故分析資料による要因抽出では、事故件数（647 件）に対して管理的影響

要因（393 個）及び組織的影響要因（111 個）の抽出数が少なかったことは問題であり、傾向を判断するには留意すべきである。事故によっては実際に管理的影響や組織的影響がほとんどないこともあるが、今回の分析では事故資料に記載されている内容が不十分であったことにより、要因を抽出できなかった事故が多かったと考えられる。管理的影響は具体的な要因の記載が少なく、記載があったとしても「隊長の具体的指示がなかった。」という文言で背後要因を要約されてしまうことが散見された。そのため、記載のとおり事故分析、抽出すると管理的影響要因が「不適切な指示、監視」の要因抽出にどうしても偏る傾向があった。組織的要因も同様の理由により記載が少なくなった。また、「不適切な手順ガイダンス、資料」が多く抽出されたのは、「マニュアルや資料の不足」のような問題は事故資料に顕在化しやすいため要因抽出に偏りが生じたためであると考えられる。このことから、今回の抽出結果のみを見て、「組織的にマニュアルや資料が不足している」、「指示能力がない監督者が多い」と判断するのは早計であり、正確な傾向の分析をするためには報告される事故資料の質の向上が求められる。

イ 階層間の共起率について

カテゴリーごとの共起率を見ることによって、下位の階層に影響を及ぼした背後要因が具体的に分かるため、発生を抑えたいエラーに対してその背後要因にも焦点を当てた対策を提案することができると考えられる。例えば「意思決定エラー」の発生を抑えたい場合、「油断」や「思い込み」といった「心理的要因」や「チームワーク」の要因全般が共起していたことから、確認行為の重要性を教養することや、オープンなコミュニケーションの醸成といった対策をとることが効果的であると考えられ、さらにその「心理的要因」や「チームワーク」といった要因の不安全状態を是正するために、監督者と部下とのコミュニケーションや高い水準での下命・報告のやりとりの推奨といった「不適切な監督」の要因に対しての対策が提案できる。

ウ 階層間のオッズ比による関連性について

オッズ比による関連性を見ると他のカテゴリーと比較してどのように特徴的な背後要因が影響しているかが分かることから、たとえ共起率が低くとも、関連性が高い要因が潜在的に影響していることも考えられる。

管理的影響の「不適切な運用」と組織的影響の「リソースマネジメント」の関係は共起率が 16.3%と高くはないが、オッズ比による関連性は

有意である。内訳を見ると「リソースマネジメント」カテゴリーの「不適切な人事配置」が管理的影響の「不適切な運用計画」に特に影響を与えていたことを示していた。事故資料の中には管理的影響や組織的影響まで要因を抽出することができず、抽出数及び共起率が低く示された関係も存在する。しかし、このような場合であっても、有意な関係を明らかにすることによって、抽出数や共起率には表れない関連性の高さを見出し、効果的な対策を提案することも可能であると考えられる。

(5) まとめ

消防版HFACSによる分析で抽出した事故要因を集計し、組織内のヒューマンエラーに係る事故の傾向を概ね把握することができた。階層間の共起率やオッズ比による関連性を明らかにすることによって、発生したエラーに対して管理的要因や組織的影響まで踏み込んだ傾向の把握をし、対策アプローチを行うこともできると考えられる。また、共起率とオッズ比による関連性についてはそれぞれ異なるアプローチで階層間の関係を分析していることから、両方用いて抽出した要因の分析をするべきであると考えられる。

10 おわりに

今回の分析では組織的影響や管理的影響要因の抽出数が少なく、組織的影響要因の傾向を明言するまでには至らなかったが、抽出率や共起率、オッズ比による関連性を確認することによって事故に至る概ねの傾向は示すことができた。今回の事故資料では監督的影響、組織的影響を抽出することができない資料が多く存在したが、消防版HFACSはその問題を改善するために作成した側面が大きい。今後、消防版HFACSの要因リストを補助的に用いて事故報告が行われることによって、今回辿ることが困難であった組織的影響要因の傾向まで分析できる良質なデータを収集することができるようになることに期待したい。

謝辞

派遣先の早稲田大学大学院創造理工学研究科小松原明哲教授研究室各位に心から感謝いたします。広く議論をいただき、本研究に関することのみならず、幅広い安全の知識、人間工学に関する知識等を深めることができました。

また、大学等委託研修という貴重な機会を下さった人事部人事課の皆様、安全推進部の皆様に深く感謝申し上げます。研修期間の事前段階

も含め、多くのご支援をいただいたことにより、大過なく充実した研修を終えることができました。研修で得た経験、知見を当庁に還元できるよう、今後も精進いたします。

[参考文献]

- 1) Lenne, M.G., Ashby, K. and Fitzharris, M. (2008) Analysis of general aviation crashes in Australia using the human factors analysis and classification system. *International Journal of Aviation Psychology*, 18, 340-52.
- 2) Li, W.-C. and Harris, D. (2006) Pilot error and its relationship with higher organizational levels: HFACS analysis of 523 accidents. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 77, 1056-61.
- 3) El badissi, A.W., Wiegmann D.A., Dearani, J.A., Daly, R.C. and Sundt, T.M. (2007) Application of the human factors analysis and classification system methodology to the cardiovascular surgery operating room. *Annals of Thoracic Surgery*, 83, 1412-18.
- 4) Baysari, M.T., McIntosh, A.S. and Wilson, J. (2008) Understanding the human factors contribution to railway accidents and incidents in australia. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 1750-7.
- 5) Celik, M. and Cebi, S. (2009) Analytical HFACS for investigating human errors in shipping accidents. *Accident Analysis and Prevention*, 41:1, 66-75.
- 6) Wiegmann D.A., Shappell SA : A human error approach to aviation accident analysis, Ashgate (2003) pp. 1-71
- 7) Reason, J.: Managing the risk of organizational accidents, Ashgate Publishing Limited, 1997 (塩見弘(監訳), 高野研一・佐相邦英(訳) 1999 組織事故-起こるべくして起こる事故からの脱出 日科技連)
- 8) Wiegmann D.A., Shappell SA : A human error approach to aviation accident analysis, Ashgate (2003) pp. 99-121
- 9) U.S. Department of Defense HP. "DOD HFACS 8.0 GUIDE". U.S. Department of Defense. 2023.
<https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Human%20Factors/DAF%20HFACS%208%20Guide%201%20April%202023.pdf?ver=FAc16L6acsZKobxk8tcgw%3d%3d>, (参照 2023-06-01)
- 10) 中村彰, 岡野晃二, 相羽清彦. ヒューマン・ファクター分析技法 J-HFACS 作成に関する研究. *安全工学*. 2012. vol.51, no.5, p.241-247
- 11) 宇宙航空研究開発機構 HP. “ヒューマンファクター分析ハンドブック”. 宇宙航空研究開発機構. 2017.
<https://sma.jaxa.jp/TechDoc/Docs/JAXA-JERG-0-018A.pdf>, (参照 2023-06-01)
- 12) 東京消防庁. (2003) 心理学から見た消防活動現場における安全管理の在り方研究会検討結果報告書.

Study on How to Create a Firefighting HFACS

SANADA Yoshihito* KOMATSUBARA Akinori**

Abstract

This study focused on how to prevent recurring accidents and reduce the number of accidents in the Tokyo Fire Department by streamlining accident reporting and analysis. This involves the creation of a firefighting version of the human factors analysis and classification system (HFACS), which will help analyze accidents caused by human factors in the organization and systematize the accident database.

We were able to create a firefighting HFACS that can easily extract accident factors while comprehensively covering different types of accidents. This in turn allows us to track accident trends across the organization.

*Tachikawa Fire Station **Waseda University