

## CO2消火設備が誤作動

2021-04-19

Q: どのような事故ですか？

A: 2021年4月15日、東京都新宿区下落合のマンション地下駐車場で、天井の張り替え工事中にCO2が充満して男性作業員4人が酸欠で死亡しました。CO2消火設備の誤作動が原因と見られています。この種の消火設備を取り扱う消防設備士などの資格者は現場に配置されていませんでした。総務省消防庁は資格者の立ち会いを求める通知を出していました。同設備は、CO2を放出して空間内の酸素濃度を下げて火が燃え広がるのを防ぐものでした。工事の元請け建設会社の幹部は「通知は把握していたが義務ではなく、事故を想定していなかった」と述べています。ただ、現場責任者は作業の前に「CO2消火設備があるから気をつけて」と注意喚起していたそうです。警察によると、地上にある起動ボタン付近の防犯カメラには、ボタンが押される様子は映っていませんでした。地下で作業中に設備に接触した可能性があるともみられています。地下1階にある立体駐車場の天井が水漏れにより腐食したため、石こうボード約200枚の張り替え工事が朝から行われていました。地下1階に住民が入ることはありませんが、作業員は専用のはしごで下りていました。工事の1日目の作業を終えて片付けをしていた午後5時ごろ、「火災が発生しました。消火剤を噴出します」とのアナウンスと警告音が流れて、CO2が噴出しました。警告音を聞いて自力で逃げた30代の男性は「天井にあるセンサーのカバーを取り付ける作業をしている時に警告音が鳴った」と話しています。



図.1 CO2消火設備の起動ボタン

Q: トップダウン思考で考えて、事故の原因は何だと思えますか？

A: 厳しいいい方かも知れませんが、ひと言でいえば「わが国の技術レベルの低さ」が原因といえます。消防庁は通知を守っていれば防げたかのようないい方をしていますが、これは責任回避のためとしか思えません。同種の事故は国内でこれまでも数多く起きています。消防庁はこれまでの事故を分析したレポートを出していますが、分析そのものが表層的といわざるを得ません。

Q: 国民はわが国が「先進技術大国」と思われていますが、「技術レベルの低さが原因」といういい方を聞けば反発するではないですか？

A: そういうのには明確な理由があります。総合大学には理学部と工学部があります。一般的にいっ

て、工学は理学にくらべて「より現実的な技術」を学ぶ学問といえます。「より現実的な技術」とは、ただ物を造るとかシステムを開発するだけの技術ではありません。人間に危害を及ぼさないための技術も含まれます。それがリスクマネジメント (Risk Management) です。ところが、わが国の大学ではリスクマネジメントを体系的に教えている工学部は皆無といえます。

Q: 日大の危機管理学部のように、リスクマネジメントを教える大学は皆無とはいえないのではないですか？

A: そうかも知れませんが、具体的な話をしなければ納得していただけないかも知れません。技術やシステムを新たに開発する際には、故障樹分析 (FTA: Fault Tree Analysis) と故障モード・影響分析 (FMEA: Failure Mode & Effect Analysis) という2種類の分析が不可欠です。これらの分析はヒューマンファクター分析の一種です。人間の特性や限界を理解していなければできません。FTAやFMEAは工学のあらゆる分野で必要ですが、わが国の大学の工学部には体系的に教えている学科がありません。日大の危機管理学部も例外ではないと思います。ヒューマンファクターを教えられる教職者がいないためだけでなく、産業界の養成がないために大学当局が重要視していないためだと思われる。

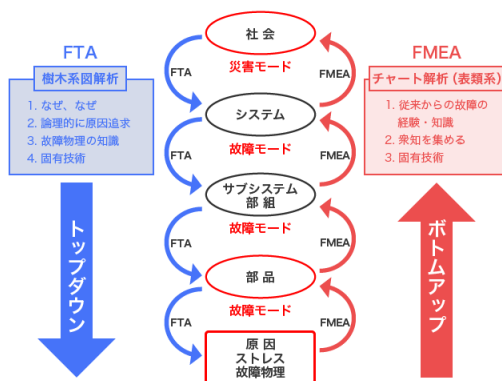


図. 2 FTAとFMEA

Q: 原子力業界など、わが国の産業界もFTAやFMEAを研究しているのではないですか？

A: それは事実ですが、わが国の原子力業界では研究者がヒューマンファクターを十分に理解していないために、FTAやFMEAが現場で実践されているとはいえません。原子力業界にも、チェルノブイリ原発事故を契機としてMORT (Management Oversight and Risk Tree) という、FTAやFMEAを原子力に特化させた分析手法があります。ですが、東京電力の技術者や原子力委員会のメンバーがMORTを活用できていれば、福島第一原発事故は起きませんでした。地震で全電源喪失が起きた後にマルチタウが起きる可能性があることを容易に予測できて、適切に対処できたからです。FTAやFMEA、ヒューマンファクターの知識をうまく活用できなかったことが国難をまねいたといっても言い過ぎではありません。

Q: 航空の分野ではどうなのですか？

A: 航空機をFAAなどの当局の耐空性 (Airworthiness) 証明を取得した後に市場に投入するには、FTAやFMEAによるリスク分析が不可欠です。そのことは、米国の連邦航空規則 (FAR) などに明確に規定されています。FTAやFMEAによるリスク分析の結果は、航空機の整備方式にも反映されます。

**HuFac Solutions, Inc.**

Q: FTAやFMEAによるリスク分析が航空機の整備方式に反映されている実例がありますか？

A: 今般の事故にも関係しています。今般の事故原因は、工事の作業者が不用意にCO2消火設備のセンサーに触れてしまったためと思われます。水漏れの影響でセンサーが敏感になっていたことも、誤作動の背景要因かも知れません。航空機の整備でも、同じような状況で作業する場面は数多くあります。航空機の整備マニュアルには対策が明確に規定されています。人間やシステムに危害を及ぼす危険な作業の前には、電源や油圧源、高圧空気源といった動力源をすべて切断するよう規定されています。動力源の操作スイッチやセンサーなどにも、操作禁止や立ち入り禁止の表示をするという2重の安全処置が求められています。今般の事故も、作業前にCO2消火設備の電源を切断していれば防止できたと思われれます。電気回路のサーキットブレイカーはそのためにあります。

Q: 航空機の整備では、整備マニュアルの規定だけで事故を防げているのですか？

A: 残念ながら、完全に防げているとはいえません。整備士が整備マニュアルの対策を「押付けられた対策」と受動的 (Passive)にとらえているからです。ヒューマンファクターの専門家は、産業界で最も進んでいると思えるFARの規定さえも批判的にとらえています。「整備士が自身に降りかかる危険をもっと能動的 (Active)にとらえなければ注意喚起の効果がでない」と考えて、FAAに変革を迫っています。

Q: ヒューマンファクターの専門家がFAAに変革を迫ったというのは、具体的にどういうことですか？

A: ヒューマンファクター訓練の一種であるCRM訓練の導入をFAAに求めました。CRM訓練とは、整備士やパイロットがマニュアルの規定を真面目に遵守するだけでなく、自らの意思で積極的に危険を回避する方策を考えることを促すための訓練といえます。つまり、受動的な対応ではなく能動的な行動を求めています。

Q: わが国の航空界はそのことを理解してCRM訓練を行なっているのですか？

A: まったく理解していません。航空当局 (JCAB) はCRM訓練を半年ごとのパイロットの免許更新の条件にしています。パイロットは生活のためにやむなくCRM訓練に応じているのが現状といっても過言ではありません。JCABも、CRM訓練の本当の意義を理解できていないようです。

Q: 今般の事故で「能動的な危険回避」の阻害要因は他にもあったと思いますか？

A: あります。それは、現在のコロナ禍による作業者の注意力散漫 (Distraction) です。狭い空間での工事で、作業者はCOVID-19による感染を恐れていたと考えられます。作業を短時間で簡単に終わらせようと思うと、面倒な安全対策をする気にはなれません。消防庁が表層的な注意喚起を通知しても、受動的な作業者の耳に入ったとは思えません。

Q: 今般の事故の背景要因は他にもあると思いますか？

A: あります。CO2による消火は放水にくらべて電気機器や電子部品に被害を及ぼしにくい消火方法です。CO2消火設備は古くから用いられていました。ところが、人身事故を起こしやすいという理由で、ある時からハロゲン化物消火設備が用いられるようになりました。ところが、近年になってハロゲン化物が上空にオゾン層を形成して地球温暖化の原因となるとの説が広まりました。そのために、経費がかからないCO2消火設備が再登場することとなりました。ボトムアップ思考の技術者は、狭い視野

**HuFac Solutions, Inc.**

で地球温暖化防止という目的だけを考えて、CO2消火設備によるリスクを軽視していたようです。

Q: 最後に、FTA や FMEA の重要性を如実に物語る逸話があれば話していただけますか？

A: あまり知られていませんが、ボーイング 777がFAAの耐空性証明を取得した際の苦労話があります。777は、ボーイングがコンピュータによるFBW (Fly By Wire) を本格的に採用した最初の機種です。FAAは新しい技術のリスク審査に迷って、米国民間航空輸送協会 (ATA: Air Transport Association) のヒューマンファクター・タスクフォースに助言を求めました。マイアミ大学の教授であったNASAのE. ウィー氏をリーダーとするヒューマンファクターの専門家チームが、777の設計をヒューマンファクターの観点から見直すことになりました。その結果、777の設計が大幅に変更されてFAAの耐空性証明を取得することができました。その後にボーイングは787や737MXなどの新機種を開発しましたが、今でも777を自信作と考えているようです。ボーイングは、わが国の政府専用機や米国の大統領専用機に777を推薦しました。

Q: 777の耐空性証明取得の際の逸話とはどのようなものですか？

A: FBW機では、電磁干渉 (EMI) による電子機器の故障が頻発します。そのため、電線などの木目細かい点検と整備が必要になります。電線は主翼の燃料タンクの内部にも配線されています。整備士は、狭い燃料タンクの内部に入って作業することを強いられます。FBW機では、整備士が容易に燃料タンクの内部に入って電線を入念に点検、整備できるアクセスと作業環境を確保しなければなりません。ところが、初期の777の設計ではその配慮が十分にはされていませんでした。ATAのヒューマンファクター専門家チームは、ヒューマンファクターを考慮したリスク分析でその状況を予測することと、CATIAという3次元画像処理技術を航空機の設計に導入することをボーイングに進言しました。777は、当初はFAAの耐空性証明を取得できませんでしたが、ATAのヒューマンファクター専門家チームの進言を受け入れて耐空性証明を取得することができました。わが国でその経緯を知る人は少ないと思います。弊社代表はたまたまATAのヒューマンファクター・タスクフォースのメンバーであったことから、その経緯を知らされています。

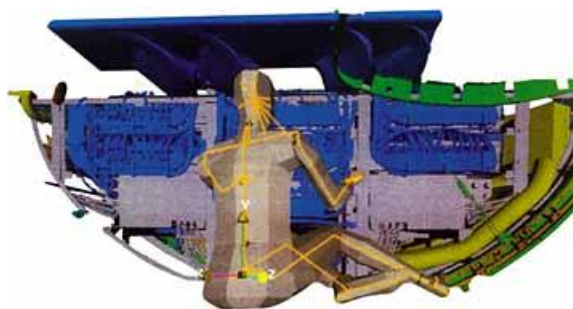


図. 3 CATIAを活用した777の整備環境設計

Q: 消防当局やメーカーがCO2消火設備のFTAやFMEAを実施してヒューマンファクター訓練をしていれば今般の事故を防げたであろうことはわかりましたが、わが国ではなぜそのような対策がとれないのでしょうか？

A: 何時も話していることですが、わが国の学校教育ではボトムアップ思考の教育ばかりでトップダウン思考

***HuFac Solutions, Inc.***

の教育がなされていないからだと思います。そのために、大学の工学部ではFTAやFMEA、ヒューマンファクター訓練の重要性が教えられていません。

Q: 大学の工学部でFTAやFMEA、ヒューマンファクターが教えられていないことで、具体的な実害があるのでしょうか？

A: 大いにあります。ですが、ボトムアップ思考の関係者はそのことにすら気づかないようです。政府は現在、「CO2 ニュートラル」という政策を積極的に推進しようとしています。この政策を実現するには、原子力発電をさらに推進して、電気自動車（EV）などの電力を確保しなければなりません。ですが、福島第一原発の事故などでわが国の原子力安全の能力は疑問視されています。福島第一原発事故の再発は絶対に許されません。前述のように、FTA や FMEA、ヒューマンファクターを理解して適切な原子力のリスクマネジメントができる人材を大量に養成しなければ、原発を安全に稼働させることはできません。これまでのボトムアップ思考の教育では、適切なリスクマネジメントができる人材は育ちません。残念ながら、わが国の政治家や知識人にはそのことが理解できないようです。幸か不幸か、コト禍における今般の事故がそのことを炙り出して、社会に警告してくれているようです。弊社は、大学の工学部でトップダウン思考のFTA や FMEA、ヒューマンファクターを教えることから変革を開始することを提言したいと思います。

本情報に関する連絡先：

(株)ヒューファクトリソリューションズ

URL: <http://www.hufac.co.jp>

E-mail: [info@hufac.co.jp](mailto:info@hufac.co.jp)