

体感教育による 安全確保への取り組み

住友化学(株) 生産技術センター
丸野 忍

New Training in Safety for Core Engineers in Sumitomo Chemical

Sumitomo Chemical Co., Ltd.
Process & production technology center
Shinobu MARUNO

FE (Fire & Explosion) Training has been carried out as a new practical training course for all core engineers at Sumitomo Chemical since January 2007. It aims to develop the engineers' knowledge of safety and disaster prevention, and sensitivity to danger in the chemical industry so that they can complete safe and stable operations in all factories and safe work in all laboratories. The training curriculum makes them safely experienced the danger of fire and explosions. Every trainee will gain sure and practical knowledge supported by the experience.

はじめに

住友化学(株)では、あらゆる事業活動において、安全、環境、品質に関して最優先に取り組むべき事項を、「安全、環境、品質に関する基本方針」として定め、当社全部門、全従業員はもとより、国内外のグループ会社にもこの方針を伝達し、グループをあげ

て周知徹底を図っている (Fig. 1)¹⁾。また、社会的責任を果たし、事業活動を円滑に展開する上で不可欠なレスポンスブル・ケア活動について、「安全、環境、品質に関する基本方針」に基づき「レスポンスブル・ケア活動方針」を定め、重点的に取り組むべき事項を明確にしている (Fig. 2)¹⁾。そこには、安全防災に関連して「無事故、無災害の達成による安定操

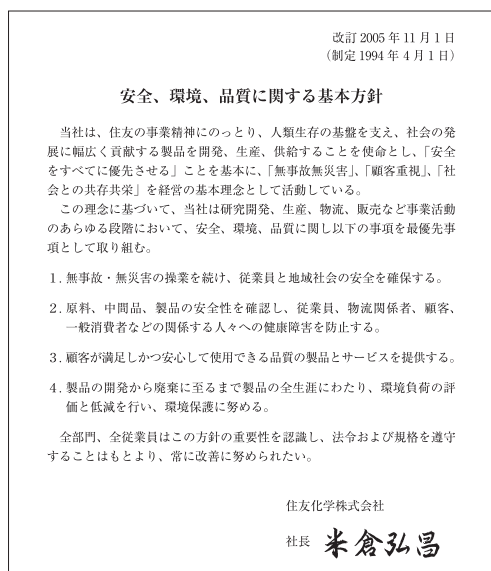


Fig. 1 Corporate Policy on Safety, Environment, and Product Quality
安全、環境、品質に関する基本方針

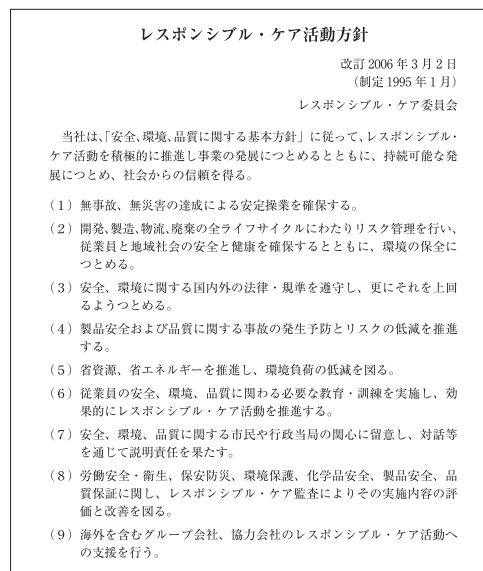


Fig. 2 Policy on Responsible Care Activities
レスポンスブル・ケア活動方針

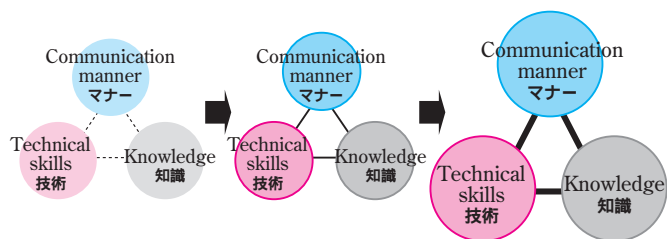
業を確保する。」「開発、製造、物流、廃棄の全ライフサイクルにわたりリスク管理を行い、従業員と地域社会の安全と健康を確保するとともに、環境の保全につとめる。」といった方針が掲げられている。これらに対して、生産部門における安全・安定操業、研究開発部門における業務の安全遂行をになう社員一人一人が、安全防災に対する知識や危険に対する鋭い感受性をもたなければ、各職場や各業務での安全を確保することは難しい。また、当面の状況として、当社では団塊世代の大量定年退職を迎えることなどから、実践的な保安防災の知識を有した後継技術者を育成する必要がある²⁾。さらに、化学プラントの安全操業における制御技術の高度化や長期にわたる安定した制御成績などにより、生産現場での災害や異常体験の機会がなくなっている。昨今のこうした背景から、生産現場の新入社員あるいは生産部門や研究開発部門の技術者や研究者に対する安全教育において、机上の学習だけでは完全に習得するのが難しい危険に対する感受性や知識の向上のための体感教育の必要性が増している。当社では、危険災害に関連する事象を安全に体感できる「体験型の危険災害教育・訓練システム」を取り入れて従業員のレベルアップをはかっている。

当社の体感教育システム

当社で行っているおもな体感教育の研修コースとして、「オペレーター新入社員研修」と「FE（火災・爆発）体感研修」がある。それぞれの1回の研修には、各職場から1コースにつき規定人数の受講者が総務部（愛媛工場および大分工場）あるいは人事部HRディベロップメントセンターを通じて選抜され、一定期間集合研修の形式で参加する。

1. オペレーター新入社員研修について（愛媛工場および大分工場にて実施）

事業場採用新入社員を対象とした「原理・原則を踏まえ、基本を忠実に実践できるオペレーター」を目指した教育訓練カリキュラムである。従来は座学中心の教育プログラムであったものを見直し、生産現場業務での安全操業のための基礎知識を徹底的に反復学習するとともに、生産現場での日常と同じ作業環境での「実習・実技を通した基本動作、役割意識の習得」（2ヶ月間）プログラムに改めた。現場作業での基本動作や役割意識についての諸事項を「マナー」「技術」「知識」の3つの側面から、体験、体感して習得するカリキュラムとなっている（Fig. 3）。また、技能研修における「基本動作」については、日常の現場作業で「してはいけない行為をしてしまった



Repeat training everyday
 安全操業に関する基礎知識の反復学習
 ⇒ Thoroughly getting into three basic factors for on-site job safety
 実習・実技を通した基本動作、役割意識の習得

Fig. 3 New worker training course
 オペレーター新入社員研修



Fig. 4 Experiential training how to handle piping trouble safely for inexperience operators
 給液配管作業でのトラブルシミュレーション

場合（敢えてすることでどうなるか）の危険を知る（体得する）」という方法を採用している。Fig. 4は、現場を模した給液配管作業でのトラブルシミュレーションを行っているところである。

2. FE（火災・爆発）体感研修について（FE：Fire & Explosionの略称）

このコースは、全社の生産部門・研究部門の核となる管理者・技術者・監督者を対象とした化学工場内での火災爆発に対する安全防災教育として2007年1月から運用を開始した。本コースの運営は、人事部HRディベロップメントセンターと生産技術センター

安全工学研究室が共同で行っている。また、本コースでは、机上学習と引き続いて内容的につながりのある充実した体感実習を通して、防災の知識を経験に裏打ちされた真に自らのものとする事ができる。受講者は、この研修で得られた知識やより高められた感受性を活用し、これまではなかなか見出し難かった自職場での安全課題の抽出、それらの解決のための防災におけるハード面・ソフト面の改善、部下の指導や同僚への啓発を行い、火災爆発事故・トラブルの未然防止を図れるようになることを目指している。なお、使用されるプログラムは、生産技術センター安全工学研究室によって作成されたものである。以下に、このFE体感研修について紹介する。

FE体感教育のための研修施設

FE体感研修に必要な教育機材を常備し、安全かつ効率的に集合研修を実施するための専用設備として、FE体感研修棟を新たに愛媛工場内に建設した（Fig. 5）。この体感研修棟には、後述のカリキュラムに組み込まれたそれぞれのカテゴリーの体感実験が可能な実験室と、座学を行う為の講義室を研修の運用目的にかなうよう配置している。また、受講者を少人数に班分けし、各班ごとに実習ないしは座学を受けてローテーションするという形式になっている。各班の受講者が積極的に参加するという意識付けができるように、各班の人数に上限を設けている。各実験室の規模も、受講者が現象をより近くで体感できるよう考慮されている。



Fig. 5 The Experiential FE (Fire & Explosion) Training Center
FE体感研修棟

FE体感教育の進め方と集合研修

1. 進め方

当社は、プロセスの研究開発からプラントの設

計・建設を経て運転・維持、最終的な廃棄にいたるまで、各ステージでの安全性評価を行い、無事故・無災害の達成に努めている³⁾。それぞれのステージでのプロセス危険性評価を適切に行うために、各種保安防災指針が編集、製本され社内各部署に配布されている（Fig. 6）。FE体感研修では、各種保安防災指針の中から、基礎的かつ重要な「静電気安全対策指針」、「混合混触危険安全指針」、「化学プロセス安全指針」、「事故トラブル文献集」を教材として活用している。



Fig. 6 The Company's Internal Disaster-prevention Guidelines
各種保安防災指針

一連の教育の流れは、まず事前にこれらの保安防災指針を自習（2ヶ月間）し、テストによって一定の理解度に達したことを自己チェックした後、研修施設での集合研修（座学・体感実習）に臨むこととしている。さらに、集合研修を終えてからその成果をふまえた各自の職場での安全に対する取り組みに関するレポートを提出して一連の教育が終了する（Fig. 7）。

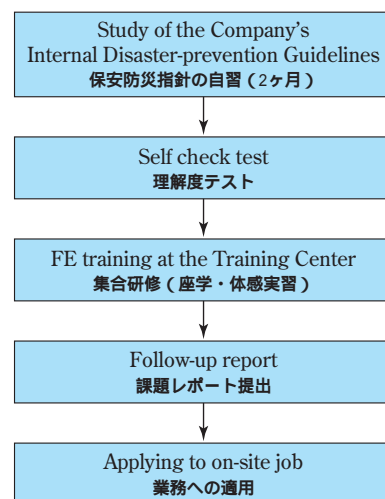


Fig. 7 Flow of the Experiential FE Training
FE体感研修の進め方

2. 集合研修

集合研修は、数種のカテゴリー（「混合危険・熱安定性」、「着火燃焼性・粉じん爆発」、「静電気」など）からなるカリキュラムについて、2日間で座学と体感実習を実施する。

(1) 座学

座学では、それぞれのカテゴリーに分類される事故事例とそれらから得られる危険性評価方法、安全対策、教訓などについて紹介している。この時間は、受講者が受身にならないように講師と受講者のクイズを交えたディスカッション形式を採用している。本形式により、活発な意見交換が促され受講者と講師の間、あるいは、受講者同士で貴重な情報を共有することができる（Fig. 8）。また、生産技術センター安全工学研究室の課員が講師を担当しているため、受講者は自職場の安全に関する疑問や研修中に感じた安全に関する疑問について集合研修の間に相談し、アドバイスを受けることができる。このような座学に対して、受講者から以下のような意見を得ており、ディスカッション形式の採用が知識の習得に有効であることがわかった。



Fig. 8 A scene of the lecture
座学

- ・ディスカッション形式で進行するので、集中力を高め、興味深く、記憶に強く残って良いと思う。
- ・事例紹介を通してのディスカッション+説明だったので、考えながら学んでいくことができ、スムーズに理解を深めることができたと感じた。
- ・受講者に対する質問が多いので、緊張感があってよい。
- ・受講者が集中して考えながら聞く研修になっている。
- ・質問事項にすぐに解答してもらえるのでありがたい。解答してもらった内容を参考に安全対策を検討していきたい。

(2) 体感実習

① ねらい

FE体感研修では、カリキュラムの中のいくつかのテーマについて、それぞれ下記のようなねらいで安全に体感することが可能な教材を準備している。

- ・混合危険：混合危険の評価方法の理解。取り扱い物質の混合危険の体感。
- ・静電気・ガス爆発：各種静電気現象の理解。静電気による帯電および着火体感により、静電気危険の事前発見能力、安全対策を実施できる能力を養う。
- ・着火・燃焼性：取り扱い温度と引火点の関係による危険性の体感により、可燃物取り扱い現場での着火・燃焼現象について、実際的理解と安全対策を実施できる能力を養う。
- ・粉じん爆発：粉じん爆発の理解。粉じん爆発の体感により、粉体取り扱いに関する危険感受性の向上、安全対策を実施できる能力を養う。
- ・熱安定性：冷却システムの重要性和安全対策の理解。実際の熱暴走（ビデオ）の体感により、安全対策を実施できる能力を養う。

② 体感実習内容

以下におもな実習内容について少し詳しく述べる。原則として化学工場内で実際に行う作業、使用する道具、装置や材料を教材に使っている。

(i) 可燃性液体移し替え時の静電気帯電危険

一例として、ペール缶に入った高引火点溶剤（18L以下）を非接地状態の金属製漏斗を用いて絶縁ポリ容器に移し替える作業中に、漏斗の電位が上昇して放電し、可燃性ガスに着火させるという体感実習を行っている（Fig. 9）。受講者は、この実習により、漏斗（導体）のアースは安全上、極めて重要であることを理解することになる。また、漏斗の電圧測定結

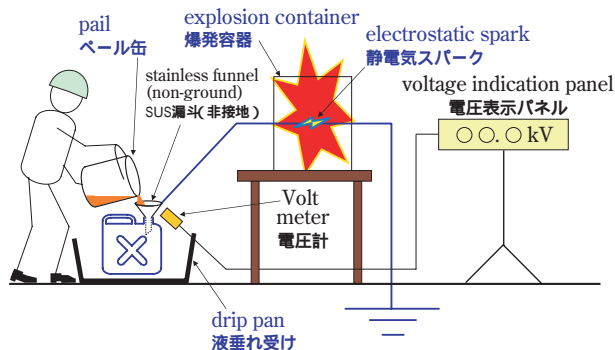


Fig. 9 An example of explosion training by static electricity
可燃性液体移し替え時の静電気帯電危険

果と静電容量から蓄積エネルギーを計算し、可燃性ガスの最小発火エネルギーと比較させることによって着火の理由も定量的にわかりやすく説明している。

(ii) 粉じん爆発危険性

近年、化学工場内では原材料や中間体、製品を粉体で取り扱う工程の多様化や取扱量の増加とともに、粉じん爆発の潜在的危険性の増加が、懸念されるようになってきている⁴⁾。とはいえ、粉じん爆発を経験する機会はほとんどない。そこで、粉じん爆発が発生する様子を実際に確認することにより、受講者は、粉じん爆発で発生する閃光と爆発威力の大きさを直接体感することになる (Fig. 10)。また、受講者が自職場で取り扱っている粉体をサンプルとして使用することもあり、身近な物質の粉体の潜在危険性を直接再認識できる。



Fig. 10 An experiment of dust explosion
粉じん爆発実験

(iii) 混合危険

混合危険とは、2種以上の物質、主として液体が混合された場合に、混合熱が発生したり、ときには化学反応を伴い、発火爆発のような危険性が生じたり、原物質より危険性が増大することを言う⁵⁾。関東大震災の際の出火地点88ヶ所のうち69ヶ所がこの混合危険に由来するものであるともいわれており、最近では運転手や通行人ら23人が負傷した首都高速道路におけ

る過酸化水素積載タンク車の爆発など、混合危険は化学品の貯蔵や運搬も含めた取り扱いにおいて特に等閑視できない重要な問題である⁶⁾。そこで、体感実習では、安全を確保した上で過酸化水素と触媒を混合し、タンク車の事故での化学反応を再現している。本体感実習の実験設備を使用すれば、この事例に限らず様々な混合危険を安全に体感することも可能である。

FE体感研修の教育効果

本体感研修の教育効果について、集合研修後にとった受講者のアンケートと事後レポートの内容を解析した。以下その結果について述べる。

1. アンケート結果

アンケートは、研修前後の理解度の変化と研修に関する意見についてである。理解度評価は、研修前後でのレベルを1 (研修前：全く知識が無かった、研修後：まったく理解できなかった) ~ 5 (研修前：よく理解していた、研修後：よく理解でき、部下の教育や業務に応用できる) の5段階に分けて受講者が自己の理解度の段階がどう変化したかを評価したものである。研修前後における理解度段階の変化の平均値をTable 1に示す。結果として、管理社員および一般社員 (技術スタッフ、監督者) の「静電気・ガス爆発」、「混合危険・熱安定性」、「着火・燃焼性、粉じん爆発」に関する理解度上昇の平均値は、1.7 ~ 1.9であり、それぞれの危険性に関する知識の習得が確実に進んだと実感していることを確認することができた。また、研修に対する受講者の意見の一部を紹介するが、研修後の安全に対する意識の向上や、研修に体感実習を組み込み座学の内容とマッチさせることで知識をスムーズに習得できたという実感も確認することが出来た。

Table 1 Mean value of each categories' knowledge step-up by self estimation after the FE Training
研修前後における理解度段階の変化平均値

	Managers 管理社員	Specialists 技術スタッフ 監督者
Electrostatic hazard 静電気		
Gas explosion ガス爆発	1.7	1.8
Incompatible hazard 混合危険		
Thermal stability 熱安定性	1.7	1.9
Ignitability and combustibility 着火・燃焼性		
Dust explosion 粉じん爆発	1.7	1.8

- ・通常「危険性」については、机上でしか学ばないのでイメージが明確でないが、反応の様子など実際に体感してイメージが鮮明になり非常によかった。
- ・体感実習は、視覚的、感覚的に経験できるため、非常にわかりやすかった。
- ・本研修の体感で学んだ内容は、現場で安全に運転する上で非常に重要な知識&経験であると強く感じる。本研修で得た知識と経験を活用し、今後も安全・安定操業できる職場を目指す。
- ・座学と体感実習がうまくマッチングしており、非常に理解しやすかった。

2. 事後レポート

事後レポートについては、研修で得た知識、体験を各自の職場の安全性を確保する上で、受講者がどのカテゴリーの危険性に特に注目していく必要があると感じているかを解析した (Fig. 11)。その結果、管理社員および技術スタッフ、監督者共に「静電気」の危険性の注目度が最も高いことがわかった。静電気は目視で確認することが困難な現象であるが、研修を通じて実感し、知識を充実させたことで、今までと違ってより積極的に対応し、職場の安全を確保していこうという受講者の意識の高揚を感じ取ることが出来た。

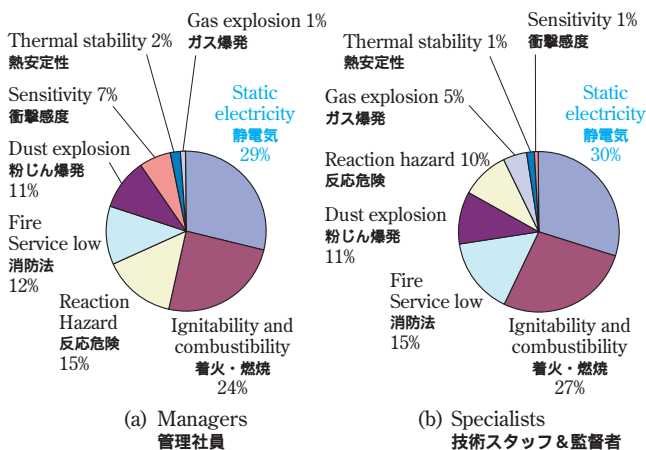


Fig. 11 Percentage of the follow-up report categories by managers and specialists
各種カテゴリーにおける危険性注目状況

3. 職場の潜在危険性の発掘と防災情報の水平展開

研修を受けたある受講者から、職場の粉体の取り出し作業において、使用している掻き出し器具からの静電気放電により着火する危険性がないか相談があった。これは、体感研修を受講したことにより、危険に対する感受性が高まった結果、職場に存在する潜在危険性に注目した好例であるといえる。相談を受けた安全工学研究室の課員は、本人自らが問題を

を考え、評価(実験)して解決することが、真のレベルアップに繋がると考え、その受講者と共に実験にて静電気評価を行った。その結果、相談された作業ではトラブルが発生する危険性が低いことを結論づけることが出来た。この例のように、受講者がFE体感研修を通じて体得した知見を活用して担当職場の生産現場や研究室の状況を改めて見直し、安全工学研究室へ相談することで、必要な対策の提言や情報の全社および関係会社への水平展開を、より効果的に行うことができると考える (Fig. 12)。また、体感研修が工場・研究部門と安全工学研究室との連携を更に強化し、より効果的な潜在危険性の発掘と防災対策の実施に繋がり、レスポンスフル・ケア活動の活発化とその高揚に寄与するものと考えている。

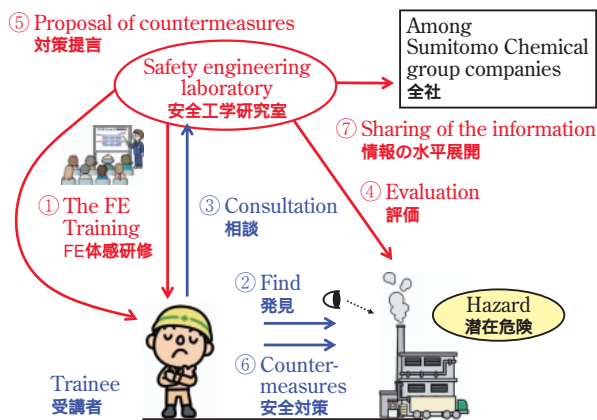


Fig. 12 The effect acquired from the FE Training
FE体感研修による効果

今後の課題と進め方

FE体感研修は、2007年1月から開講し、2007年度末の時点で計341名の社員が受講した。しかし、エビングハウスが提唱したように、人間は忘れやすい生き物であり時間と共に記憶が薄れていく⁷⁾。FE体感研修の受講者についても、体感研修で得た感受性や知識が時間と共に薄れていくであろう。したがって、受講者がこれらを更新して高いレベルで保持するために、本FE体感研修は、5年に一度の頻度で繰り返す予定である (Fig. 13)。また、より効果的な研修を行うためには、現場で起こりうるさまざまな危険性について安全に体感することが可能な教材をさらに充実させることが重要である。そのためにも、適宜体感教材のブラッシュアップを行っていく予定である。

今後も、当社および関係会社の安全を確保するために社員および関係会社社員が、保安防災に関する高い知識と感受性を維持できるように計画的にかつ遅滞なくFE体感研修を運営していく予定である。

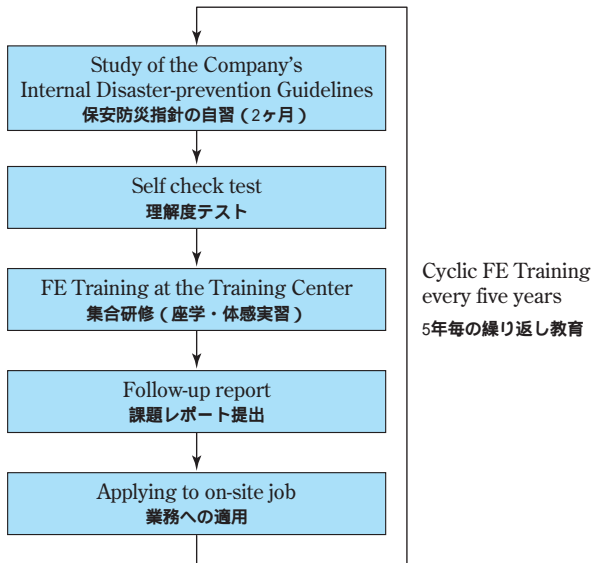


Fig. 13 The Cyclic Experiential FE Training for the training plan
FE体感研修の今後の進め方

引用文献

- 1) 住友化学(株), “CSRレポート 2008”, p.24,25.
- 2) 田代 宏, 安全と健康, 8 (1), 26 (2007).
- 3) 住友化学(株), “環境・安全レポート2003 - 住友化学のレスポンシブル・ケア -”, p.22.
- 4) 榎本 兵治, “粉じん爆発 - 危険性評価と防止対策 -”, オーム社(1991), p.3.
- 5) 前澤 正禮, “概説 安全工学”, 共立出版(1973), p.92.
- 6) 松井 英憲, 安藤 隆之, 熊崎 美枝子, 安全工学, 41 (2), 114 (2002).
- 7) ヘルマン・エビングハウス, 宇津木 保 (訳), “記憶について - 実験心理学への貢献 -”, 誠信書房 (1978).

PROFILE



丸野 忍
Shinobu MARUNO
住友化学株式会社
生産技術センター
研究員