

産業安全の推進に向けた 人材育成を考える

—産業安全教育の体系化および共有化と学校安全教育の構築—

総合安全工学研究所 理事長
東京大学名誉教授

田村 昌三 Masamitsu Tamura

1. はじめに

近年、産業の進展にともない、安全問題は多様化・複雑化してきている。今後、産業安全を推進していくためにはそれに対応できる人材の育成が一つの重要な課題である。

ここでは、まず、近年の産業安全問題の要因と背景について考察し、これからの産業安全推進の方向性とそのための人材育成について述べる。次いで、その基本となる体系的な安全教育プログラムの構築と推進について概説し、当面、検討すべき産業安全教育の体系化および共有化と将来に向けた学校安全教育の構築について提案する。

り、また、高圧ガスに係る事故も増加傾向が見られる。石油等の危険物や高圧ガス(以降、危険物等という)の貯蔵・取扱量の多い石油コンビナートでは深刻な被害が生じる可能性がある爆発や火災も依然として発生しており、その要因として危険物等の危険性に関する知識の不足や取り扱いについての安全意識の低下、危険物等に起因する異常の早期発見と対応力の不足等の現場力の低下が問題となっている。

(2) 産業安全問題の背景 (図2)

これらの産業安全問題の背景について考えてみると、産業は発展し、経済も進展することにより我々の生活はある意味では豊かになったが、産業は高度化、多様化、国際化、

2. 近年の産業安全問題の 要因と背景

(1) 産業安全問題の要因 (図1)

近年、製造業における労働災害による死亡者数は減少傾向にあるが、死傷者数には増加傾向が見られる。一方、石油等の危険物を取り扱う危険物施設においては危険物施設数は減少しているが、火災事故や流出事故の発生件数は増加してお

図1 近年の産業安全問題の発生と要因

近年の化学関連産業における火災・爆発事故の発生と要因

1. 認定事業所等大手、安全に熱心な化学会社：
火災・爆発事故発生
2. 火災・爆発事故の要因
緊急装置誤作動、用役トラブル、非定常作業：トリガー異常時、緊急時、非定常時への対応：不適切
異常反応の開始、異常反応の状況把握不十分
発火・爆発危険性に関する知識不十分
3. 現場力(日本の特徴)の低下のおそれ：
感性の低下、異常時・緊急時への対応力不足
知識不足

情報化が進展し、AIの導入、DX化への検討が進み、一方、人・社会のものの考え方は大きく変わってきた。

人・社会の変化については、少子化、核家族化、国際化が進み、個人を尊重し、物質的な豊かさは感じるが、倫理観の低下、危険への感性の低下、価値観の多様化、社会性の低下等が見られるようになってきた。

一方、産業の高度化、多様化、国際化、情報化は進展し、危険物等の製造、貯蔵、輸送、消費、廃棄等のプロセスにおいて取り扱う物質、設備・機器、作業、管理面における潜在危険は増大してきている。作業の分化、専門化、AI化、DX化が進み、全体像や中身がわからなくなってきており、また、合理化、世代交代が進み、経験者が不足してきており、問題発生時の対応が困難になってきている。さらに、危険物等のプラント建設の国際化に伴い国内でのプラント建設の機会が減少し、また、プラントの立ち上げや停止の機会も減少することによりプラントの中身を熟知する機会が少なくなってきており、技術伝承をいかに行うかも重要な課題となっている。

3. これからの産業安全の方向性と人材育成 (図3)

21世紀は環境安全調和社会と言われており、産業活動は危険物等の生産、貯蔵、輸送から消費、廃棄に至るすべてのライフサイクルにおいて、ヒト、社会、環境との調和が求められており、安全は産業活動の基盤となっている。技術立国を目指す我が国は安全・環境・品質・安定生産に配慮した物づくりに

おいて国際的先導性をもつ必要がある。そのためには経営層のリーダーシップの下、我が国の強みとしての現場力の一層の強化が重要であろう。

危険物等の取り扱いにおける安全化を図るためには、まず、各危険物等の取り扱いプロセスにおける安全の基本を理解する必要がある。すなわち、各プロセスにおけるハザード

図2 産業安全問題の背景

産業の進展、経済の発展と生活向上：人・社会の変化、産業環境の変化
産業環境変化：高度化、多様化、国際化、情報化、AI化、DX化
設備老朽化、高齢化

1. 人・社会の変化：少子化、核家族化、国際化、個人尊重と物質的豊かさ等
 - 1) 倫理観の低下：安全の重要性、ルール遵守意識希薄
 - 2) 危険への感性低下
安全環境：危険経験小
 - 3) 価値観の多様化
円熟期：高度成長期のような活躍の場減少、生活重視
 - 4) 社会性の低下：組織的活動困難
2. 教育の変化：画一化
 - 1) 問題挑戦意欲の低下
 - 2) 情報と解析中心、非体験型
3. 産業環境の変化(高度化、多様化、国際化、情報化、AI化、DX化
設備老朽化、高齢化)
 - 1) プロセス(設備・機器、運転、マネジメント)等：潜在危険増大
 - 2) 作業の分化・専門化・AI化・DX化：全体像不明、内容不明
 - 3) 合理化、世代交代：変化への対応困難、経験者不足、ベテラン不足、
技術伝承問題

図3 これからの産業安全の方向性と人材育成

- 21世紀 : 環境安全調和社会
産業活動 : 製品の生産から消費、廃棄に至る全ライフサイクル
ヒト、社会、環境との調和
安全 : 産業活動におけるキー要素
 - 技術立国を目指す我が国 : 安全・環境・品質に配慮したものづくり技術
産業安全における先導性
 - 現場力低下の兆し
- ☆ これからの産業安全の方向性 :
1. 経営層のリーダーシップの下、現場力の強化による産業の健全化と国際競争力の強化
 2. 社会安全環境の醸成
- ☆ 体系的安全教育プログラムの構築と推進による人材育成

を把握し、適切なリスクアセスメントとリスクマネジメントを行うことであり、そして各プロセスの安全化を推進できる安全環境の醸成を図ることである。そのためにはそれらを担う人材の育成が必須となる。

(1) 危険物等取り扱いプロセスの安全の基本

危険物等の取り扱いプロセスの安全化を図るためには、まず、各プロセスにおいて取り扱う危険物等、設備・機器、取り扱い作業等に関するハザードを漏れなく抽出することが重要である。それらのハザードは取り扱う条件によっては顕在化し、災害の発生を起こす。この災害の発生確率と災害が発生した場合の影響度を評価し、その積としてのリスクを算定することができる。

このリスクレベルが許容できない場合は発生確率あるいは影響度の点から危険物等、設備・機器、作業方法等についてリスクの低減に努める必要がある。すなわち、各プロセスの災害発生のリスクの算定と必要によるリス

クの低減のためのリスクアセスメントとリスクマネジメントを適切に行う必要がある。ここにおいて、最も重要なことは、漏れなくハザードを抽出することである。ハザードが抽出されるとそれらのハザードの顕在化の発生確率と影響度を従来の種々の知見を得て、リスクを算定し、必要により安全対策を講じることができる。しかしながら、ハザードが抽出されなければリスクアセスメントもリスク低減のためのリスクマネジメントも行うことができない。

(2) 危険物等取り扱いプロセスの安全を推進する人材の育成

危険物等取り扱いプロセスの安全を推進するためには、産業界においては産業安全を推進する人材の育成が中心となるが、一方では、産業安全を理解する社会安全環境の醸成が必要である。ここでは、そのための体系的な安全教育プログラムの構築と推進について述べる。

図4 体系的安全教育プログラムの構築と推進

1. 体系的安全教育の目的
 - 1) 現場力の強化：リスクの低減、リスク拡大防止
産業安全の向上、国際競争力の強化
 - 2) 社会安全環境の醸成：リスクの理解と対応力、
リスクコミュニケーション、危機対応
社会生活における安全の確保、産業安全の理解
 - 3) 安全の分かる人材の育成
 - ①安全の分かる経営層、管理者、技術者、研究者、作業者の育成
 - ②安全の専門家の育成
 - ③安全の分かる市民の育成
 2. 体系的安全教育の構築と推進
 - 1) 体系的安全教育プログラムの構築
 - 2) 各段階における安全教育プログラムの推進
家庭教育、初等・中等教育、高等教育、企業教育、社会人教育
- 当面の課題
- 1) 産業安全教育の体系化と共有化
 - 2) 学校安全教育の構築

4. 体系的な安全教育プログラムの構築と推進 (図4)

(1) 人材育成のための体系的な安全教育プログラム

産業安全を推進していくためには、経営層のリーダーシップの下、現場力を強化することによりリスクを低減し、リスクの拡大防止を図ることが重要である。また、社会安全環境を醸成して、リスクの理解とリスクへの対応力を持ち、適切なリスクコミュニケーションを行うことにより危機対応をとることができる社会を構築していくことが求められる。

そのためには、安全の分かる経営層、管理層をはじめ、安全の専門家、安全を推進する技術者、作業員、研究者の育成が必要となる。また、安全の分かる市民の育成も重要となる。

(2) 体系的な安全教育プログラムの構築と推進

体系的な安全教育プログラムを図5に示す。体系的な安全教育プログラムとしては、安全の基本の理解、基本的な安全知識の習得、安全知識・安全技術を有する安全管理者、安全技術者の育成、安全の専門家の育成からなる。

そしてこれらの安全教育プログラムは図6

図5 体系的な安全教育プログラム

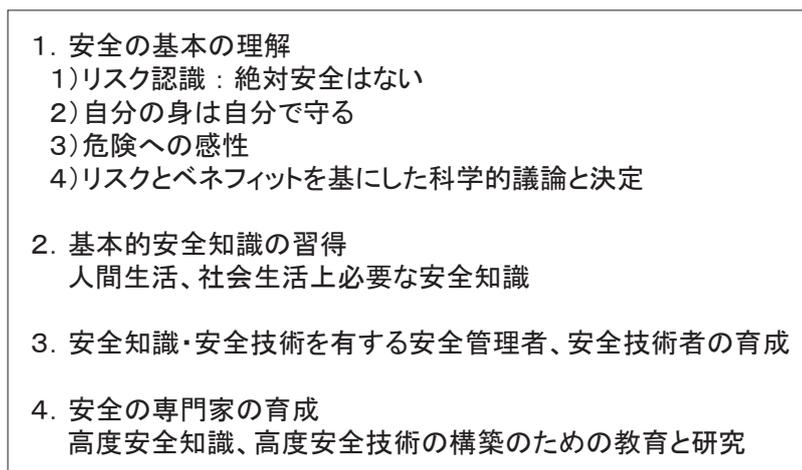
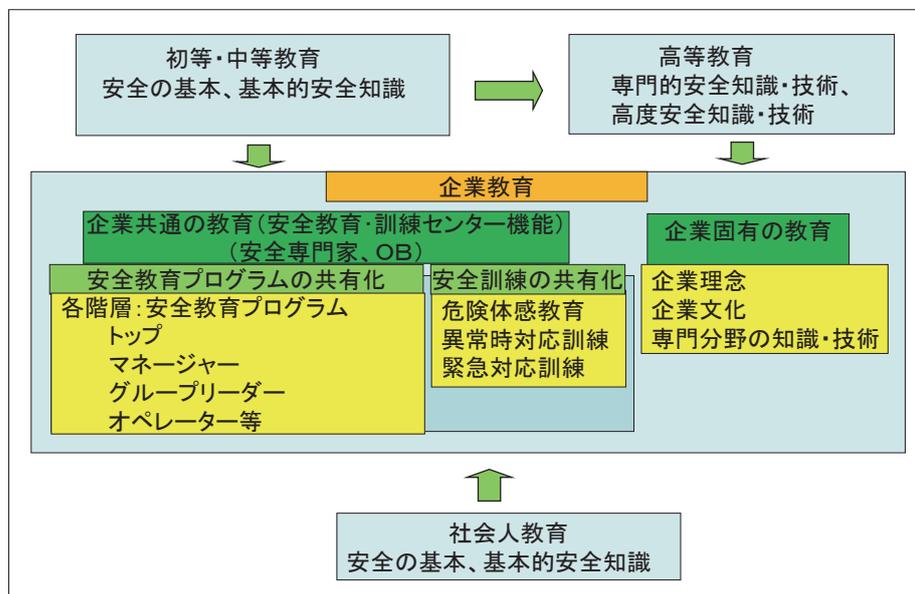


図6 体系的な安全教育プログラムの各段階での実施



に示すように初等・中等教育、高等教育、企業教育、社会人教育の各段階において適切に実施する必要がある。

ここで、初等・中等教育で行う安全の基本とは、リスク認識をもち、自分の身は自分で守ることを実感するとともに、危険への感性をもち、リスクとベネフィットによる科学的判断ができる素養を身につけることである。また、基本的安全知識は、われわれが生活する上で必要な知識であり、安全の基本とともにすべての人が身につけるべきものである。高等教育においてはその上で必要により高度あるいは専門的な安全知識・技術を身につけるべきである。企業においては初等・中等教育、高等教育を身につけたものが入社するわけであるから、企業教育は企業固有の専門分野の知識・技術と各階層が必要とする安全についての教育を行うことになる。また、社会人教育は安全の基本および安全の基本的知識をリマインドするための場となることが望ましい。

これが本来各段階で行うべき体系的な安全教育プログラムといえるが、初等・中等教育、あるいは高等教育において各教育プログラム

が十分に実施されているとはいえず、産業を推進する企業の安全教育にひずみが生じているのが実態であろう。

産業安全を推進する上でも安全教育の体系化に基づく各段階での適切な安全教育プログラムをしっかりと実施する必要がある。

ここでは、産業安全の当面の課題であり、産業安全推進のベースとなる産業安全教育の体系化および共有化と、将来のための産業安全の基礎と社会安全を理解する場ともなる学校安全教育の構築について述べる。

5. 産業安全教育の体系化と共有化

産業安全教育の体系化を行うに当たっては、各企業団体、各企業が行っている経営層、事業所長、部課長、環境安全スタッフ、係長・職長、課員、新入社員等の階層別安全教育の実態を把握し、各階層が行うべき安全教育プログラム（講義概要、講師、提供団体等）の体系化を検討すべきである。そして階層別安全教育プログラムの共有化（産業界共通、各産業団体共通、各企業共通）に努め、効果的

図7 階層別安全教育プログラム（化学産業例）

安全教育科目	階層					
	A 本社安全スタッフ	B 事業所長	C 部課長	D 安全スタッフ	E 係長・職長	F 一般・新入社員
1. 安全の基本（ハザード、リスク、リスク管理）	○	○	○	○	○	○
2. 安全理念・方針等	○	○	○	○	○	○
3. 安全推進計画等	○	○	○	○	○	○
4. 安全法令等	○	○	○	○	○	○
5. 安全管理体制	○	○	○	○	○	○
6. 製造における安全						
1) ハザード：物質・材料			○	○	○	○
設備・機器（含工事）			○	○	○	○
作業（運転等）			○	○	○	○
作業環境			○	○	○	○
2) リスクアセスメント・リスクマネジメント			○	○	○	○
3) 安全基準等：マニュアル・ガイドライン（含点検・検査等）			○	○	○	○
4) 安全活動等：安全基本行動、KY、安全改善提案、HE防止、安全意識醸成			○	○	○	○
5) 安全教育：製造分野固有の安全教育、体感教育			○	○	○	○
7. 事故事例の収集・解析と危険予測			○	○	○	○
8. 防災：防火・防爆、地震・津波対策	○	○	○	○	○	○
9. 危機管理（クライシスコミュニケーション、BCP等）	○	○	○	○	○	○
10. 安全監査（社内、社外）	○	○	○	○	○	○
11. 安全文化	○	○	○	○	○	○

な産業安全教育を推進することが望ましい。

化学産業における階層別安全教育プログラムの一例を図7に示す。

6. 学校安全教育の確立

学校安全教育の目的は産業安全・社会安全のベースとなる安全の基本を理解し、基本的安全知識を習得することにある。一方、我が国が科学技術立国として国際的先導性を保持していくためには理科実験教育を充実させ、科学技術振興の基礎作りを行う必要がある。この理科実験教育は安全の体験学習にもつながる。

しかしながら、学校安全教育の現状としては、産業安全・社会安全の基礎となる安全教育の重要性や科学技術振興のための理科実験教育の必要性は十分に理解されているとは言えず、また、教材、教育人材、設備・機器等の制約もあり十分な実施状況にはない。このことを考えると我が国の将来の方向に課題があると云わざるをえない。学校安全教育を確立していくため、産業会、学会等による支援について考える必要があろう。

7. まとめ

近年の産業安全問題の要因と背景について考察し、これからの産業安全の方向性とそれを担う人材の育成が重要であることを述べた。そして、人材育成のための基本となる体系的な安全教育プログラムの構築と推進について概説するとともに、いま、検討すべき産業安全教育の体系化および共有化と将来のための学校安全教育確立の必要性について提案した。

たむら ● まさみつ

東京大学大学院工学系研究科燃料工学専門課程博士課程修了、東京大学工学部反応化学科教授、大学院工学系研究科化学システム工学専攻教授、大学院新領域創成科学研究科環境学専攻教授を歴任し、定年退官、名誉教授。横浜国立大学安心・安全の科学研究教育センター特任教授、火薬学会会長、安全工学会会長を歴任し、内閣総理大臣、通産大臣、総務大臣表彰受賞。現在公益財団法人総合安全工学研究所理事長。