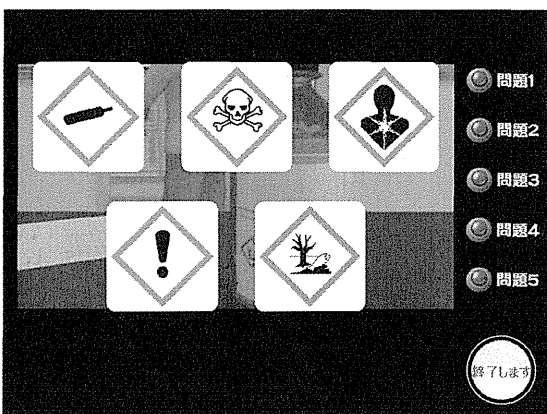


問題 1 解説

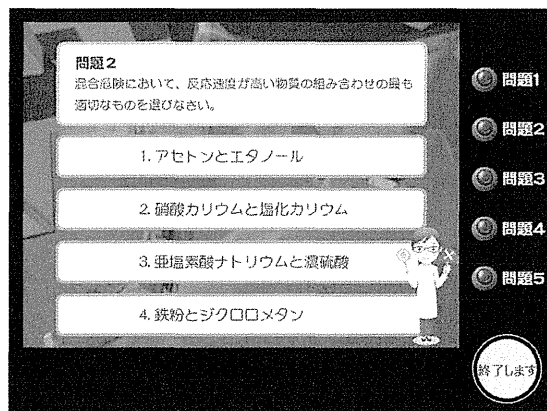
GHS(化学品の分類および表示に関する世界調和システム)には、他にもこのようなものがあります。覚えておくとよいでしょう。



問題 2

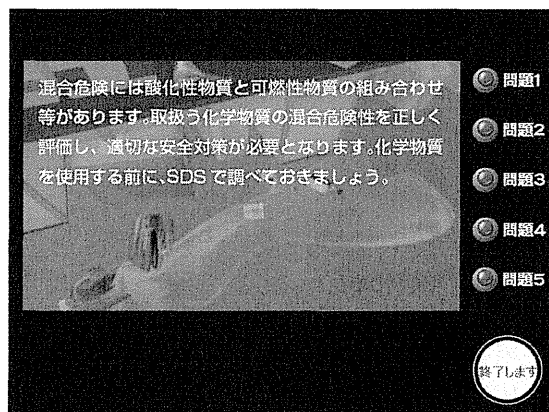
混合危険において反応速度が高い物質の組み合わせの最も適切なものを選びなさい。

1. アセトンとエタノール
2. 硝酸カリウムと塩化カリウム
3. 亜塩素酸ナトリウムと濃硫酸
4. 鉄粉とジクロロメタン



問題 2 解説

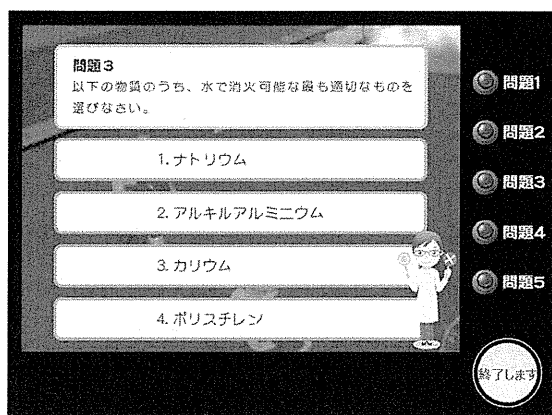
混合危険には酸化性物質と可燃性物質の組み合わせ等があります。取扱う化学物質の混合危険性を正しく評価し、適切な安全対策が必要となります。化学物質を使用する前に、SDS(化学物質安全性データシート)で調べると良いでしょう。



問題 3

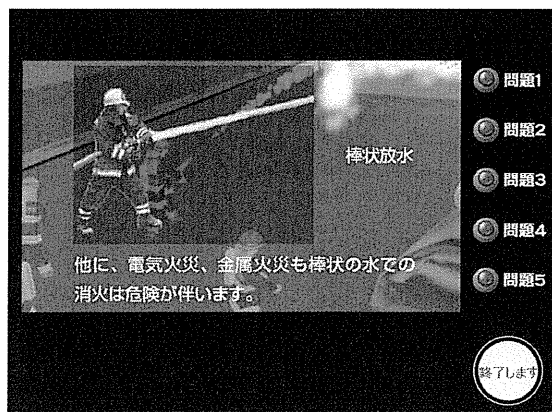
以下の物質の内、水で消火可能な最も適切なものを選びなさい。

1. ナトリウム
2. アルキルアルミニウム
3. カリウム
4. ポリスチレン



問題 3 解説

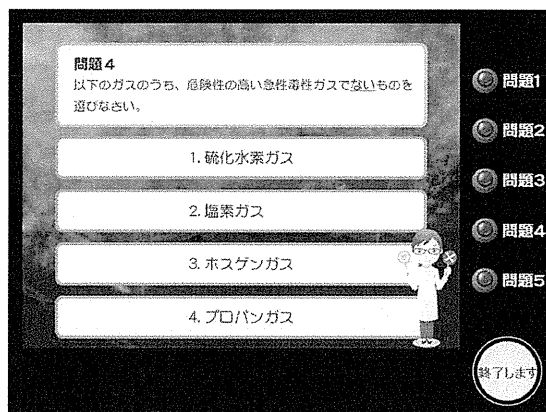
他の物質は棒状の水での消火には危険が伴います。他に、電気火災、金属火災も棒状の水での消火は危険が伴います。



問題 4

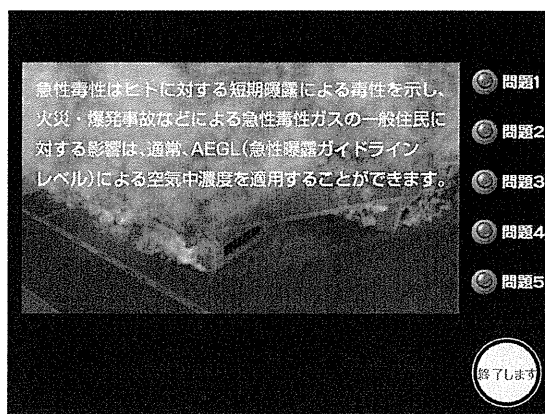
以下のガスのうち、危険性の高い急性毒性ガスでない(無いに下線(強調するため))ものを選びなさい。

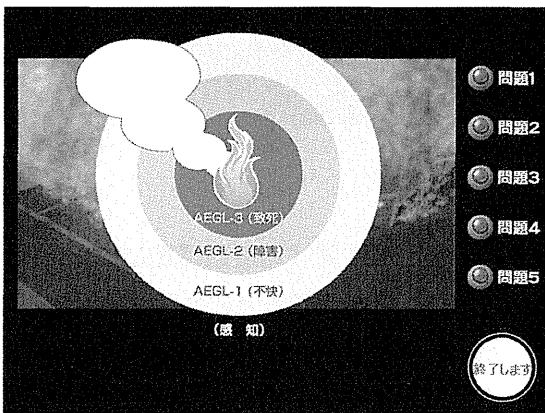
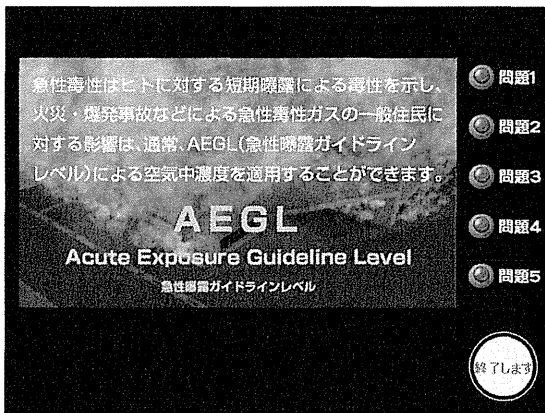
1. 硫化水素ガス
2. 塩素ガス
3. ホスゲンガス
4. プロパンガス



問題 4 解説

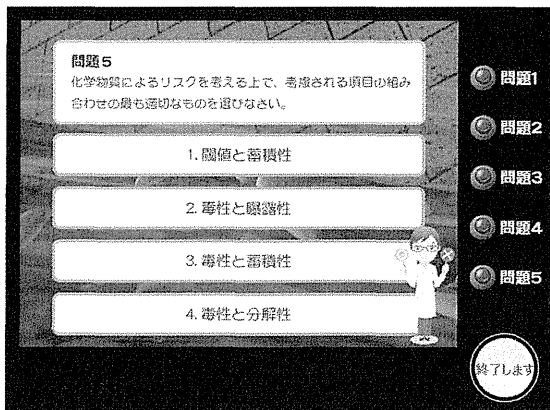
急性毒性はヒトに対する短期曝露による毒性を示し、火災・爆発事故などによる急性毒性ガスの一般住民に対する影響は、通常、AEGL(急性曝露ガイドラインレベル)による空气中濃度を適用することができます。これは、5つの曝露時間とそれぞれに対する健康被害を3段階の濃度(AEGL-1, AEGL-2, AEGL-3)で表しています。





問題 5

化学物質によるリスクを考える上で、考慮される項目の組み合わせの最も適切なものを選びなさい。

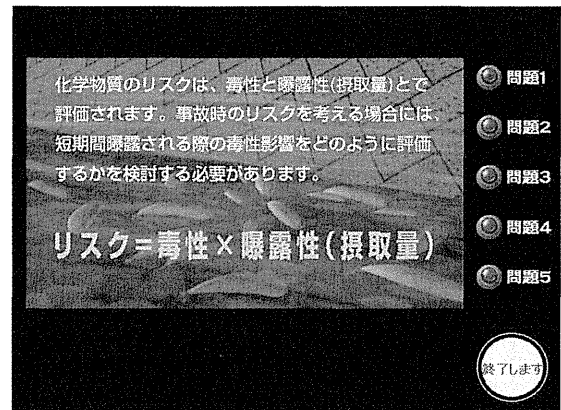


1. 閾値と蓄積性
2. 毒性と曝露性
3. 毒性と蓄積性

4. 毒性と分解性

問題 5 解説

化学物質のリスクは、**毒性と曝露性(摂取量)**とで評価されます。事故時のリスクを考える場合には、**短期間曝露**される際の**毒性影響**をどのように評価するかを検討する必要があります。



第7章 有識者による教育プログラムの検証

3年間、労働安全衛生総合研究事業として実施してきた「大学等教育研究機関における就業前及び若手技術者向けの安全工学教育プログラムの提案」を振り返り、安全工学を専門とする大学教授、企業で長い間安全に関わっている専門家の方2名に「安全工学教育」についてご意見を、また同時に、企業の現場で活躍している中堅技術者の方々6名に教育プログラムの検証をして頂いた。それぞれの経験や立場で感じている貴重なご意見を集約することで、今後社会から求められる「安全工学教育」を検証する材料とする。

7.1 安全工学教育プログラムについてのあ るべき姿

「大学等教育研究機関における就業前及び若手技術者向けの安全工学教育プログラムの提案」についての総評、安全工学教育の現状、今後あるべき姿について、安全工学を専門とする大学教授、化学系民間会社で安全工学の中核的役割を担う専門家の2名に話をうかがった。

7.1.1 実施日時

2015年1月19日 16時～

2015年1月24日 15時～

7.1.2 内容

7.1.2.1 安全工学に造詣が深い大学教員

安全確保では、化学産業などの現場に接すれば危険に対する印象が違う。自分の身は自分で守るという事がわかるが、安全工学の教育では、ある程度、知識が必要である。しかしなが

ら、効率的な安全工学教育において企業で働いた経験が絶対必要とは思わない。たとえば、卒業研究で実際に実験に取り組んでいる学生などに対しては、効果的であると思う。

安全工学の内容は、安全工学手法を使いこなすレベルまで達する必要がなくても、概要説明や具体的事例について説明すれば、学生はある程度理解してくれ、それが必要になった際に、講義資料を見直して重要性を理解している。つまり、学生に安全工学手法に関する引き出しを持たせることが重要である。工学リテラシーとしての安全工学を学生に植え付け、セーフティマインドをきちんと持ち、リスクゼロでない、リスクに対する感覚を持つような安全工学教育が必要である。

昔の現場では、装置や設備の原理原則がわからないと運転できなかったが、今はボタンで操作・運転をする。大学の研究室でも実験設備をボタンで操作する時代になっている。さらに大学では、化学工学の基礎をきちっとわかる教育を重点的に実施し欲しいが、基礎的な研究をしていると、研究費の取得や論文を執筆することが困難であるため、先端分野の研究を実施している。従って、たとえば、化学系の企業で化学工学を専攻した学生を入社させても、現在は違和感を感じる人が多いのではないかと。

7.1.2.2 化学系民間企業で安全工学の中核的役割を担う専門家

安全工学だけの問題でなく、学生に限らず若い技術者は、コミュニケーション能力、論理的に考える力が低下傾向にある印象を受ける。現場では、インターネットで情報を集めるのではなく、人間や機械の状態を見極め、改善策の提案などをする必要があるが、それが弱くなっている。そこをどう鍛えるのか。が重要となる。

最近では、大学では各分野の基礎技術に関する実験や研究より、先端の実験研究を実施する向にあるが、本来ならば、化学工学と機械工学などの産業界で基礎となる技術分野と連携しながら、安全に関する教育に取り組む必要がある。法規とか規則などは会社に入ってから取り組むべき課題であり、学部教育としては、現在提案している程度の安全工学教育資料で十分な印象を受ける。

安全工学を修得した技術者の良いところは、業務で必要になった際に、スムーズに FTA や QRA などの手法を用いた解析に取り掛かることができる。また、安全とは「リスクが許容できる状態」だが、安全工学を修得していない技術者の多くはリスクゼロと考えられている。現場では継続的なリスクの低減が大事であり、安全工学を修得した技術者は常にリスク低減について考えている印象を受ける。

7.2 安全工学に関連する中堅技術者による教育プログラム有効性の検証

労働安全衛生総合研究事業の一環として 6 単位相当の「安全工学教育モジュール」として教材を作成した。この教材について、民間企業で技術系社員として働く中堅社員 6 名にアンケートを実施した。

上記「教材」の内容について意見を伺うとともに、企業が抱える「社員の安全意識や知識」の問題や企業が求めている「安全教育」について状況を把握することにより、安全工学教材やプログラムの改良や「安全教育」に関して民間企業から求められている大学の役割など今後の方向性を検討する材料とすることを目的とする。

7.2.1 アンケート実施概要

民間企業で活躍をしている中堅技術者 6 名に直接会い、インタビュー形式でアンケートを実施した。

実施期間:2015 年 2 月上旬～3 月下旬

7.2.2 アンケート項目

アンケート項目を以下に列記する。

●技術系新入社員教育用教材として下記のご質問にお答えください。

Q1. 全体的に見てニーズはあるでしょうか？

Q2. 教材の量は適切でしょうか？

Q3. 全体的なレベルは問題ないでしょうか？

Q4. 不足しているあるいは不要な教育内容や具体的な項目があればお教えてください。

●学部学生に対する教育用教材として下記のご質問にお答えください。

Q5. 新卒学生が学んでくる内容として適切でしょうか？

Q6. 教材の量は適切でしょうか？

Q7. 全体的なレベルは問題ないでしょうか？

Q8. 不足しているあるいは不要な教育内容や具体的な項目があれば教えてください。

●安全工学に関するカリキュラムを履修してきた方々と履修をしていない方々と安全に関する考え方など違いを感じることはありませんか？もしあればどのような場合でどのような内容かをお聞かせください。

●その他にお気づきの点

7.2.3 アンケート結果

アンケート結果を以下に列記する

●技術系新入社員教育用教材として下記のご質問にお答えください。

Q1. 全体的に見てニーズはあるでしょうか？

【回答内容】

(A氏) 教育用教材という点では社員教育で社内学校のような制度はなく、現在はセミナーなどで教育を行っているので不要。ただし部分的にニーズはある。無料で配布してくれるのであれば使いたい。

(B氏) ニーズはあるが、教育コストの調整が必要。安ければ取り入れたい。危険性を甘くみている社員も多くいる。教育コストを気にしないでよいのであれば、「教育」の必要性はあると思っている。

(C氏) ニーズはあると思う。資料をみる限り、ここまで知識のある人はいない。今後、安全の知識を持っている人が必要だという意識を広めたいし広めなければならないと思う。熱エネルギー管理士の国家資格は広範囲にわたって学ばなければならない、工場で使用するエネルギーの規模に応じて配置しなければならないが、安全も同様の資格が必要という流れにしたい。

(D氏) 全体的にみて、必要な部分もある。社員教育としては有用な可能性を感じた。これをきっかけに安全教育を進めていくことが出来るし、さらなる専門性にもつなげることが出来る。

このように体系化された教材は会社にはないので有益だと思う。

(E氏) 内容的にはニーズはあると思う。基本的なベースとしてもこれでいいと思う。興味の内容は会社や部署の業務内容等によっても異なると思われるため、さらに、可能であれば個々の会社の業務に関連した事項を加えるなどした方

がより効果的なものとなると思う。

(F氏) ニーズはあるが、大企業であれば各社なんらかの教育教材は持っていると思う。それらは各企業の製品、プロセスにカスタマイズされているのが普通だと思うが、今回の教材は大学の専門講義向けで総論的なもので、そのまま使ってもらえそうなところは少ないかもしれない。工場の運転員向けとしてはどちらかといえば不向きで、環境安全部や防災担当者の基礎知識習得用としてはニーズがあると思う。中小企業向けであれば、その企業の設備、プロセス、取扱い物質、事故例等にマッチした教材でないとなかなか受け入れてもらえないかもしれない。

Q2. 教材の量は適切でしょうか？

【回答内容】

(A氏) 多い。学問として知識を深める必要はない。企業で必要な内容を選択し、使用出来ればと思う。

(B氏) 多い。会社の業務に関係ない部分も多くあり、また内容も深い。的を絞る必要がある。

(C氏) ポリュームを少なくしようとしている努力は感じるが、その分ストーリー性を感じず、わかりづらい。また文字数も多い。スライドではなく本にしたほうがよいのでは。

(D氏) ちょっと多い印象。これより多いと頭に入らない。

(E氏) 燃焼とか理論的な説明が資料の多くを占めており、全体のバランスを考えると理論的な内容が少し多いような気がする。(後日談:たまたま仕事上爆発下限界の条件を調べる必要があり、この資料が参考になったのでこれらの理論的な情報が有効になりうることを実感した。よって、全体的な情報量としては適切であると見なせると思う。)

(F氏) 材料安全工学の教材量が少な目に感

じた。

Q3. 全体的なレベルは問題ないでしょうか？

【回答内容】

(A氏) 完成度は高いが、レベルも高すぎ。細かい説明がわかりにくいので先生の講義がないと難しい。化学系の製造業の理系の修士卒レベル。

(B氏) もう少し難度を下げた方がよい。

(C氏) 難しいというわけではないが、教材で使うには、ストーリー性がなく、レイアウトもバラバラでわかりづらい。学問でやっている人と会社で必要としている内容の違いを感じる。

(D氏) 新入社員としては十分。新人にはちょうど良い。ただ専門分野の人には物足りないと思う。

(E氏) レベル的には問題ないと思うが、基本的な説明資料としての理論的な内容はもう少し簡単にし、細かい説明は補足資料的な扱いにしてもいいかもしれない。理論に関して深い知識が必要となる人は少ないのではと思われる。また、概要を把握するという観点からはもう少し、簡単にした方が内容を捉え易くなると考えられる。しかしながら、個々の意味をきちんと理解しようとした場合、それらの情報も有効に成り得るため、全体の量はそのまま扱ったレベルに段階を設けてもいいと思う。会社や担当部によって、多少重要とする点を変えるなどの工夫があればよりいいと思う。

(F氏) 3つの教材のレベルは比較的合っているとと思う。

Q4. 不足しているあるいは不要な教育内容や具体的な項目があれば教えてください。

【回答内容】

(A氏) 不足している内容は3点。まずは、人間工学について。「人」が災害を起こさないための意識が大切。もっとヒューマンエラーの内容を含んで欲しい。2点目は、GHSについて。安全衛生をやっていると、GHSの話がとても多く出てくる。入社後、衛生管理者や高圧ガス関係の資格を取らなければならないので必要だと思う。スライドの中にも少し記載はあったが。3点目は、世界の管理制度について。管理方法は国によって違っているので輸出の時に問題がおきやすい。学問ではないかもしれないが、必要な情報であり重要です。

(B氏) 全体的に不足している内容は、「具体例、事故と具体的対策」。以下教材別に記載。

・「化学安全工学」の教材について

「燃焼」の定義や説明、「爆発」の説明が難しい。実際に事故が起きた時の影響の大きさなどイメージをつかめるようにしてから話を進めていってはどうか。また説明がくどいので、キーワード的なものに絞り、理論的な説明より図解や写真を多くしたらよいと思う。さらに実際の事件事例と写真をもっと多くし危険に対するイメージがわくようにして欲しい。実際には爆発や燃焼について、燃焼限界などやってはいけないという法律だけに頼るケースがある。必ずしも決まった条件で起こるわけではないので、もっと要件を広範に検討して欲しいと誤解のない範囲で記載して欲しい。安全対策は厳しい条件下でも対策をする必要があると思う。

・「材料安全工学」の教材について

化学系の会社なので直接業務に関係がない部分が多い。ただ、やはり事件事例や写真など具体例から、対策も一緒に記載してくれるとわかりやすい。そうすると、点検や検査についての意識も高まると思う。説明文が多いので汎用性のない事象はカットした方が見やすいかも。材料

安全に関しては、保守保全の担当者には認識を持ってもらうべきだが、それ以外でも事務担当者にも同様に認識してもらいたい。見た目で大丈夫だと費用が計上してもらえないので、安全保持のために必要。

・「環境安全工学」の教材について

もっと具体的な内容が欲しい。例えば、実際の被害(例えば水質汚染の影響や環境ホルモン、地球温暖化の影響など)や、摂取基準値を超えたらどうなる、など。ドイツなど世界の環境対策の具体例などもよい。

(C氏) 震災を経験して、物質漏えいをどう処理するかが一番必要な知識となった。化学物質、分解、熱の問題についてどう冷やすのか、放っておいてよいなど「安全工学の知識」が必要だと思う。またヒューマンファクターについて。産業としていつも悩む要素の1つ。

不足内容ではないが、自分の会社に照らし合わせると不要な教育内容が多い。また教材として使用するならば全体の流れがわかりづらいので、内容の精査が必要。以下教材別に記載。

・「材料安全工学」の教材について

材料の強度、回転体、共鳴振動の問題に常にさらされているその内容が欲しい。

スライド全体的にストーリー性を感じない。例えば最初に総論や背景から入り、次にキャビテーション破壊の話が始まる。そしてET、FTの話になり保全の話が続く。項目ごとのつながりがわかりづらいと思う。

・「化学安全工学」の教材について

事件事例について数値的な部分も含めると興味がわくのではないか。また事故の影響など具体的な内容も入れ込まれていると、もっとわかりやすくなる。以前燃焼の講義で漏えいの影響度を学んだが勉強になった。

(D氏) 潜在とか環境とか暴露に関して非常に

厳しい会社。特に物を作る研究開発では、どういう物質が環境に悪いのかを総合的に勉強しておくのが重要。安全に関して得意分野の部署があるので全部を網羅する必要ない。スライドの内容として、全体的な背景がもっと欲しい。またこの三科目を教えるという事的前提。以下教材別に記載。

・「化学安全工学」の教材について

歴史、各論がしっかりしている。内容としても良いと思う。化学安全工学は知らない社員も多く重宝される内容。燃焼・爆発に特化しているが、粉じん爆発は会社でも大切。生産現場においては重要視しているし、もっと内容を充実してもよいかもしれない。会社でもしっかり勉強させられる。また粉体・物を混ぜる時の安全対策についても記載が欲しい。会社ではGHSが必要とされていて、そこをもっとブラッシュアップして欲しい。また安全性のSDSを重要視している。SDSを作るのに重要なデータを法令に併せて作っていく。その他、食品や薬も扱っているので毒性は重要な課題。人の体にはいるもの、皮膚に接触するもの、水に流すものを扱っており、研究職は勉強しておかないといけないので。

・「材料安全工学」の教材について

背景が欲しい。なぜ材料のここを見ないといけないのか、具体的に知りたい。現在、材料安全に関して多くの知識は必要ないが、破壊・腐食・知識は重要。

・「環境安全工学」の教材について

なぜこういうものが必要なのかという背景が欲しい。歴史はともかく現状。

環境安全工学は、研究職にとってほとんど必要な知識。学生時代は十分に理解ができなかった。世の中の「規制がどうしてあるのか」それを伝えてほしい。理解しやすいと思う。

(E氏) 学生にとっては現状通りでいいかもしれ

ないが、会社としては安全工学を分野として化学、材料、環境の三つの独立した分野として扱う必要はなく、安全工学という一つの分野の中で、(化学、材料、環境)を考慮するとした方がわかりやすいのではないか。同様に安全工学の歴史は、化学、材料、環境の区別なく、いずれにも関わってくるものと思うが、“化学安全工学”の中のみはその記載があり、他の材料、環境との関係が明記されていない。その辺りの相互関連性を明確にした方がいいと思う。作成された各分野の資料の内容に関して、作成方法に全体としての統一感に欠ける感じがする。特に企業向けについてはそれらを総合的に安全という観点でとらえた説明が少しばかりあった方がいいものと思う。全体的な統一はこれから行うのだと思いますが、タイトルを“化学安全工学”“材料安全工学”“環境安全工学”とするならばこれらの言葉が入った方がいいと思う。目次もないので、何を説明しようとしているのかわかりにくい面があります。以下教材別に記載。

・「化学安全工学」の教材について

燃焼の理論に関する記述が多いように感じられる。一部の理論的な項目に関しては上記でも述べたが情報としてあってもいいと思うが、企業からすれば実用的な面に関する記載を多くした方が分かり易いものと思う。また、全体の内容を全て同じトーンとするのではなく、一部は参考資料のような扱いで学びたい人が学ぶようなスタイルにしてもいいのでは。

・「材料安全工学」の教材について

ETとFTはこれを行うことにより、どう実際の設計や診断等に反映されるのか？もしくはETとFTは具体的には何に使用されるか。以降の設備の寿命、保全活動・・・、劣化現象・・・とは直接に関係なさそうなので。材料安全科学といいながら、別に材料に限定した事柄ではなく一般的に

安全性を評価する手法の一つなのではないか。保全活動も一般的なことでは。安全工学としての一般的なことと、材料、化学、環境に特有の事象と分けた方がよりわかりやすくなるものと思う。劣化現象の傾向と検出技術との関係というタイトルが長く続き、最後に1枚だけ、材料の欠陥検出技術となっています。劣化現象の傾向と検出技術との関係というタイトルに副題で材料の欠陥検出技術なっている箇所もあり、最後一枚だけ異なる理由はあるか。もしくは、設備診断技術は“材料の欠陥検出技術”に該当するのか？

(F氏) 知識を具体的な生産現場にどう生かすかという点が不足していると思う。仕事、設備等の具体例を例示し、この問題を解決するためにこの知識をこう使うというような教材が理想だと思う。以下教材別に記載。

・「化学安全工学」の教材について

製造業の技術系新入社員教育教材という用途ならば以下の点を補えば更に良い教材になると思う。

- ・静電気の教材を追加した方が良いと思う。静電気は例年、危険物施設の火災原因の第一位になっているので外せないと思う。
- ・熱暴走、熱発火理論を追加した方が良いと思う。近年、国内でも重大事故が発生しているので。
- ・総論的で網羅的な教材であるという利点は、一方で具体的生産設備との関連が連想しにくいと思う。事故例を挙げ、原因、教訓、対策を示したり、業務別、工程別、設備別等に分類した教材とすることで取捨選択できるようになり、更に使ってもらいやすい教材になると思う。
- ・火炎に関する教材は大学教育向けで生産現場向けではないと思う。(理由:教材の目

的が着火防止であるならば、既に着火した火の性質を勉強するのは少々の外れかもしれない)

・FTA, ETA, HAZOP, LOPA, QRAも追加した方が良いと思う。これらはリスクマネジメントという点で今後、重要性が一層高まっていくと思う。また、リスクアセスメントは労安法で努力義務が盛り込まれており、防災面でも静電気分野で取組が始まっていたりしている。

・安全工学の歴史は国、地域、宗教、文化等で異なると思う。それらを踏まえた教材であれば更に良いと思う。

・「材料安全工学」の教材について

ET, FTは材料安全の例示を入れると更に分かりやすくなると思う。

●学部学生に対する教育用教材として下記のご質問にお答えください。

Q5. 新卒学生が学んでくる内容として適切でしょうか？

【回答内容】

(A氏) 特になし

(B氏) 適切だと思う。ただし、実際の会社の現状を把握したほうが良い。会社に入ってからギャップを感じることもあるので。

(C氏) この教材はよいもので適切だと思う。ただ学んで終わりではなく、学んだことが安全工学の全体のマップの中でどこに当てはまるのか理解することが必要。学んだことを実例とか絵とか印象に残すことも大切です。

(D氏) 十分です。これだけ頭に入っていれば即戦力。

(E氏) どのタイミングで教材を利用するかはわからないが、学部学生にとっては、自分の専門に近い内容と思われるため、ニーズはあると見

ていいのでは。

(F氏) ニーズはあると思う。

知識を具体的な生産現場にどう生かすかという点が補強できれば更に良いと覆います。仕事、設備等の具体例を例示し、この問題を解決するためにこの知識をこう使うというような教材が理想だと思う。そのような教材は学生の進路選択に大いに役立つと思う。

Q6. 教材の量は適切でしょうか？

【回答内容】

(A氏) 特になし

(B氏) 質的に深すぎる部分もある。もう少し重要なポイントに意識を集中させるために少なくしても良いかも。

(C氏) 特になし

(D氏) 充実している。過去の授業は各論がところどころ理論とか全体的な必要性や背景を意識していなかったのでこの教材はわかりやすく出来ている。

(E氏) 安全工学を選択する学生にとっては重要と思われることが詰められていると思うので、教材としては別に多くてもいいのではないかと。講義で使用するのか、自主学習なのか不明だが、例えば講義で全て話せなくても時間がなければ残りは自主学習させるとか、どうとでもできるものと思う。

(F氏) 適切だと思います。

Q7. 全体的なレベルは問題ないでしょうか？

【回答内容】

(A氏) 特になし

(B氏) 問題ない。

(C氏) 難度が高いわけではない。後は学ぶ人の動機づけが大切。

(D氏) 問題はない。新入社員がこれだけ知っ

ていたらありがたい。特定分野は勉強しているが全体が出来ている人はいないので十分。

(E氏) 理論的なもの、演習もあつたりするため学生向きであると思う。

(F氏) 問題ないと思います。

Q8. 不足しているあるいは不要な教育内容や具体的な項目があれば教えてください。

【回答内容】

(A氏) Q4. でも記述したが、世界の管理制度について勉強しておいて欲しい。

その他、災害事例・欧米と日本の違い・安全の考え方^(※1)・HE 対策・5S・安全の3原則(整理整頓・点検整備・標準作業)や実験時の RA、メンタルヘルス、法律の概略、健康安全の三管理、喫緊の課題(トピックス胆管癌など)、交通安全など。

(※1)安全の考え方・・・日本の5Sのような考え方があるが、欧米のRAという考え方など。

また、体感教育も大切。

(B氏) 事例。

(C氏) ストーリー性。

(D氏) Q4 と同じです。学生に対しては理論が多くなっており、影響や対策の事例をわかりやすく多く入れてほしい。そうしないと頭に入らない。原因、現状、理論、対策などのつながりが欲しい。不足というわけではないが、学部のうちから「危険物の資格」を取っておくのも良いかも。法的な知識や必要性は役に立つと思う。会社に入ると自分の専門分野以外のこともやることがある。知識の幅をひろげておくことが重要。

(E氏) Q4 同様。

(F氏) 知識を具体的な生産現場にどう生かすかという点が不足していると思う。仕事、設備等の具体例を例示し、この問題を解決するためにこの知識をこう使うというような教材が理想だと

思う。以下教材別に記載。

・「化学安全工学」の教材について

静電気、暴走反応、熱発火理論、リスクアセスメント、HAZOPあたりを追加すれば更に良いと思う。

・「材料安全工学」の教材について

ET、FTは材料安全の例示を入れると更に分かりやすくなると思う。

●安全工学に関するカリキュラムを履修してきた方々と履修をしていない方々と安全に関する考え方など違いを感じることがありますか？もしあればどのような場合でどのような内容かをお聞かせください。

【回答内容】

(A氏) 安全工学を「学んだ、学んでいない」に関わらず、役職が上の人ほど安全の考え方や感度が高いと実感している。それは部下の怪我や過去の災害を経験してわかっているからだと思う。一方、入社当時を思い出すと同期の中でも学んでいない人は安全に対しての意識が低いと感じた。やはり前例(痛ましい事故など)などを学んでいる、いないの差はあると思う。

(B氏) 安全に関する考え方の違いは感じる。履修をしてきた人はやはり怖さを知っているので取扱が慎重になる。逆に履修をしていない人はものすごくいい加減な事をすることがある。ただ、40歳代になってくると労災はなくてもヒヤリハットなどの経験をしているので安全に対する認識は出てくる。さらに年配の人の安全意識はとても強い。それに比べると若い人たちは危険行動を起こす率が高いので注意が必要。

(C氏) 履修したことにより、設備投資や最終的な判断に役に立っている。また、過酸化水素の漏洩など突発的にある出来事に対して学んだことから対処法について話ができたということはあ

った。履修した人とならない人でのリスクの概念の差を感じることはあったが、安全について会社ごと工場ごとに叩き込まれるので大きな違いはあまり感じない。

(D氏) 違いはあります。開発の現場では問題が起きて理由を考えることが多い。なんで？と考えるまえに危ないという予見、予測ができる人間があまりいない。問題が起きたとき、なんで？と思うのは遅く、事前に勉強しておけば危ないことやらないで済むので予備知識を持って欲しい。失敗も勉強だが、やっていけない失敗もある。それは、効率が悪いという事もあるし、取り戻すことが大変だし、取り戻せないこともあるから。「大丈夫」と「予測」するのと「確信」をもつのは違う。安全に対する確信や感性、そこが違う点だと思う。そうは言っても、同年代の人たちの間では、安全工学を履修したから、しないから、という差は大きくは感じない。やはり上の人は失敗も経験しており、より慎重になる。上の立場に立って経験を積んで初めて安全の大事さが分かってくると感じる。業務として納期などの制約の中で、安全の議論も十分にできなくなっている上に、教える人も少なく、また教える機会も減少している。産業界の実状をかんがえると現場力の低下に対し、安全教育の充実は大事だと思う。

(E氏) 他人の Background がどのようなものか深く知っているわけではないので、特に他人との違い云々を意識することはありません。安全に関して言えば、業務の中で通常考慮すべきことがあり、一般化されたそれらの手順、手法などに基づいて検討を行うため予備知識がなかったとしても慣れてしまえばそれなりに対応ができるものであると思う。それでも、自らの中に安全工学出身で一通り学んだという意識が頭の片隅にあり、安全に関わる事項については一通りの

知識を持ち、常にできるだけ正しい対応をすべきという意識が働き、安全という言葉に対し多少は敏感になっているところはあるかもしれません。例えば、設計過程で検討する必要が生じた爆発を防止するための希釈条件を検討した際などは、過去の知識を思い起こしより慎重に確実に調べて対応を行おうという意識が働いていたと思う。

(E氏) 安全工学者は歯止め役、生産現場と化学工学者が本質的に生産優先志向なのは当たり前です。これらの関係者が建設的に議論して安全投資を最適化することが出来れば、それでよいと思う。

安全に対する考え方が安全工学に関する大学の数単位のカリキュラムで簡単に変わることは稀ではないかと思う。安全工学を志す人の中にも車の運転が荒かったり、ヘビースモーカーだったりする人がいる。これらの人はタバコの害や免許更新時の交通安全教育を受けても簡単に変わるものではないと思う。通常は安全人間でも気分のムラで変わってしまうこともあり、これには性格ともいえる個人差がある。解決には小学校高学年程度から日常生活、産業活動、健康問題等の様々な安全問題やリスクに関する継続的な教育が必要だと思う。

●その他にお気づきの点

【回答内容】

(A氏) スライドの構成として、キーワードだけを示し、文字を少なくした方がわかりやすい。内容に関して言えば、企業の場合、「学問」よりも「事例」が知りたいと思う。また、企業の役割、大学の役割を整理して欲しい、と思う。

(B氏) 数式や文字の難しい説明が多いので、イメージをつかみやすい工夫があるとよい。

(C氏) 現実には法令の点検など外的なしばりではなく、内的に安全を考えていない。そうではなく、内的に安全について考えていけるのが理想。ただ企業内で安全を評価する基準がないし、どう評価するのかさえもないのが現実。事故がないことが、「安全工学」の効果なのか、ただの運なのか、安全があまりに当たり前になっているので「評価する」「考える」「導入する」難しさがある。安全に関しては法的体制という行政、国の力で安全工学の導入または国家資格の取り組みをし意識を変えた方がよいと思う。

デザイン面ではフォーマットを揃えストーリー性を統一する必要がある。あまりにまとまっていない。

スライドの文字数も多い。仕方がない部分もあるが会社のプレゼンだったら許されるものではない。学問の安全と会社の安全の落差を感じた。学問は一つ一つの追求だが実社会ではそうではない。

(D氏) 構成として、どの分野も目次をつくりわかりやすくしておくこと。情報をもっと細かくするとわかりやすい。字が多く会社のプレゼンでは見えてくれない。キーワードの列挙は良いが説明書きはだめ。この状態だと本の方がよい。

(F氏) 自習させる教材ならば更に作り込みが必要、eラーニングであればナレーションが重要、座学教材であれば講師がどれだけ生産現場の実例を踏まえた講義が出来るかがカギになると思う。

安全評価は危険に気付くことから始まる。危険に気付くためには危険に対する感受性が大変重要ですが、これには大きな個人差がある。危ないかも、と思えることと、誰に相談すれば解決できるかさえ知っていれば、かなりの事故は防げると思う。その点で特に体感教育(事故の模擬体験)は非常に重要だと思う。

交通事故や交通違反で捕まると安全運転に対

する感受性が跳ね上がるように、製造現場の事故の模擬体験を講師の話の中にどれだけ盛り込めるかが勝負だと思う。

設備設計や運転操作も事故防止では重要であり、これらは人に依存する部分も多々あるので、それらを扱うヒューマンファクターに関する項目を盛り込めると更に良い教材になると思う。

●その他

アンケート回答対象者ではない民間企業の社員から貴重な意見が寄せられたので以下に特記する

セーフティエンジニア要請のための5日程度の短期的なリスクアセスメントの化学版になるような講座があると良い。」「セーフティエンジニアリーダー養成のための中期・土日・夜間開催で半年程度実施され、セーフティエンジニアのリーダーを育てることのできる教育体制が必要。」基盤的な部分は外部講習機関でも比較的充実しているが、コストや教える人材の問題などから、上述したような上級コースはなかなか成立していない。

現在、大学は社会人学生を正規の教育プログラムに受け入れると研究中心の教育に比重をおくこともミスマッチングの原因の一つと考えられる。今後の産業の安全レベルを上げるためにはリーダークラスの人材養成は非常に重要である。しかし、民間レベルではこの形が成立しにくいことを鑑みると、恒常的にこれを支援できる公的な組織を構築するなど柔軟な支援を行う必要があるのではないかと考えられる。

第8章 まとめ

平成 24～26 年度の3か年の成果を以下に示す。

平成 24 年度は、就業前教育の一環として実施できる効果的な安全工学教育プログラムとして燃焼、火災、爆発、混触などを中心に扱う化学安全工学、大気・土壌・河川などの環境汚染と浄化及び化学物質の管理に係る環境安全工学、座屈、疲労による破壊や腐食及び非破壊検査や防食方法などの対策を中心に扱う材料安全工学の3つの柱からなる専門プログラムに、包括的なリスク/危機管理を加えた6単位相当の教育プログラムパッケージを開発した。さらに、学生の教育受容性や理解・達成度等をアンケート及び事前事後の意識調査を行うためのアンケートテンプレートの開発と学生の教育受容性や安全工学の基礎的事項に関する理解度調査を在学生約 300 名に対し実施してその状況を解析した。安全工学に対する関心や自己のキャリア形成に必要と考える学生が大半を占める一方、基礎的な事項に関する理解が浅い点も多く存在することが判明した。さらに、国外調査としてイギリスのアバディーン大学、シェフィールド大学、ラフボロー大学における安全工学教育プログラムの詳細な調査を行った。その結果、産業界と密接に連携した 1 週間の集中的なモジュール教育が重要なことが明らかになった。しかしながら、産業分野を限定した上で民間企業からの実務家教員で構成されるプログラムが多く、安全工学を包括的に扱う教育プログラムは整備されていないことが明らかとなった。また、国内調査においても学部レベルで共通的な安全工学プログラムを実施する教育機関等はほとんど認められないため、包括的内容を有し、かつコンパクトな安全工学教育モジュールの構築

が非常に重要であることが分かった。

次に 25 年度においては、これまでに開発した総合的な安全工学教育プログラムを強化するために、主に京浜京葉工業地帯に所在するモノづくり企業に対するアンケート及びヒアリング調査を行ったところ、就業前教育として概ね企業ニーズに合致しているとの評価を得た。さらに、企業において新卒社員や中堅技術者の安全意識を向上させるために体感教育が相当充実していることが分かった。その根底にあるのは産業現場における世代の移り変わりにより、KYT 等で若者が危険を想像できなくなっている状況があり、体感教育に加えてグループ討論も重要視されていた。石油化学系企業の安全活動においては、ワーストケースシナリオの構築としての影響度スクリーニング評価手法、安全性評価手法や事件事例データベースを用いたリスク低減対策に関連した各種教育活動へのニーズが高いことが分かった。それ以外にも近年の化学物質製造施設の爆発火災事故調査によれば、直接原因に対する要因として、技術伝承の不足、安全管理力の低下、ルールの軽視、リスクアセスメント不足などが指摘されており、社内教育の充実により安全を担う人材育成の強化が急務であるという指摘があった。国外調査としては、米国化学プロセス安全センター、米国化学事故調査委員会、米国ウェストバージニア州教育省等の調査を行い、教育プログラムに盛り込むことができる教材や教育システムに関する情報を収集した。

最終年度である平成 26 年度は、化学を専攻する学生とそれ以外の工学系学生について、安全衛生に関する基礎事項の認識度調査を行い、その比較を行うとともに、課題の抽出や情報整理を行った。また、これまで実施した海外動

向調査及び企業に対するアンケート調査についての解析を行い、公開セミナーにおいて広く情報発信と関係者との意見交換を行い、カリキュラムの発展・向上に関する今後の方向性を明らかにした。特に今回開発したカリキュラムは基盤的能力の付与には効果的であるが、産業界としては技術伝承の不足、安全管理力の低下、ルールの軽視、リスクアセスメント不足に関連するヒューマンエラーに関するカリキュラムの発展も期待されていた。さらに、大学機関に属するあるいは化学系企業の安全部門を牽引する外部の専門家に対するヒアリングを行い、カリキュラムの有効性を検証するとともに産業界との最適な役割分担や連携のあり方について提言を行った。また、国外調査としてチェコ・オストラバ工科大学、オランダ・デルフト工科大学の安全工学関連教育プログラムの調査・情報収集を行った。その結果、豊富な経験を有する産業界の非常勤講師の効果的な活用がなされていると同時にそれをコーディネートする教員の尽力が欠かせないものとなっていることが分かった。また、教育カリキュラムはモジュールになっており、それにより短期間で高い教育効果が得られている様子が伺えた。

以上の結果の総括として、本事業において開発した安全工学教育基盤モジュールは、化学安全・環境安全・材料安全とそれを包括するリスクに関する教育カリキュラムから構成されるが、3カ年にわたって実施したアンケート調査や大学機関あるいは化学系民間企業の一線で活躍する外部専門家に対するヒアリング調査などから就業前学生や民間企業の若手技術者に対して実施することの有用性や一定のニーズが存在することが明らかとなった。さらに、国外・国内調査を通じた外部機関との連携により視聴覚教

材や演習等、カリキュラムを強化した。本プロジェクトで得られた研究成果を公開セミナーにより発信し、そこでの議論した結果、カリキュラムに盛り込むべき内容や形態など更なる改善点も明らかになった。本教育プログラムは安全に関する高い意識をもった技術者の育成とその結果としての労働災害の減少に十分資するものと考えられる。特に、各企業においてOJTを実施する体力が減少している近年の経済情勢の中、卒業後に産業界にて主体となって活動する将来の技術者に対して、適切な安全についての教育を事前に実施することができるため、労働災害自主管理に関する能力の早期向上に役立つものと期待できる。さらに我が国の先端技術の安全レベルや信頼性向上が一層向上すれば、国際競争力強化と雇用促進の一助にもなると考えられる。

研究成果の刊行に関する一覧表(平成 24～26 年度)

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
—	—	—	—	—	—	—	—

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
鈴木雄二	大学の安全管理 その2	環境・安全シンポジウム	—	P.11- 14	2015
T. Shibutani, N.Kasai, H. Kobayashi, H. Akatsuka, T. Takahashi, T. Yamada	STATISTICAL ANALYSIS OF ACCIDENTS DUE TO FATIGUE AND CORROSION AT FACILITIES PRODUCING HIGH PRESSURE GAS	Proceeding on NEW METHODS OF DAMAGE AND FAILURE ANALYSIS OF STRUCTURAL PARTS,			2014
鈴木雄二, 岡崎慎司, 笠井尚哉, 小柴佑介, 澁谷忠弘	安全教育に関する 事例研究	平成 26 年度 北海道 大学総合技術研究会 報告集	—	DVD 11-04	2014
Yuji Suzuki, Tadahiro Shibutani, Naoya Kasai, Shinji Okazaki, Yusuke Koshihara, Yasushi Oka, Takeshi Kobayashi, Mieko Kumasaki, Atsumi Miyake, Hideo Ohtani	Improvement of safety engineering education in a university	1 st Asian Conference on Safety and Education in Laboratory	—	0-13	2014

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
鈴木雄二	大学の安全工学教育	日本機械学会誌 2014. 8	Vol. 117 No.1149	P.567- 568	2014
鈴木雄二, 小柴佑介, 伊藤大輔, 岡崎慎司, 笠井尚哉	横浜国立大学における安全工学教育の改善	日本機械学会 産業・化学機械と安全 部門研究発表会 2013 秋講演論文集	—	P.15-16	2013
鈴木雄二, 笠井尚哉, 岡崎慎司, 小柴佑介, 伊藤通子, 山田修一,	安全に関する教育 の実践と改良	平成 25 年度 鳥取大 学機器・分析技術研 究会 報告集	—	P.147- 148	2013
Yuji Suzuki , Naoya Kasai , Shinji Okazaki , Yusuke Koshiha , Yasushi Oka , Takeshi Kobayashi , Mieko Kumasaki , Atsumi Miyake , Hideo Ohtani	The investigation for the safety engineering education in a university	The 7th Asia Pacific Safety Symposium (Singapore)	—	—	2013
鈴木雄二, 笠井尚哉, 岡崎慎司, 岡泰資, 小林剛, 熊崎美枝子, 三宅淳巳	横浜国立大学での 安心・安全に 関する研究と教育	工業教育	Vol.49, No.290	P.40-43	2013

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
岡崎慎司, 笠井尚哉	大学等教育研究機関における就業前及び若手技術者向けの安全工学教育プログラム	平成 24 年度 関東甲信越地区 大学安全衛生研究会 兼公開セミナー 「教育機関及び企業の 安全衛生管理と人材 育成」	—	—	2012
小林剛, 岡崎慎司, 笠井尚哉, 熊崎美枝子, 鈴木雄二	横浜国大での リスク管理技術者 養成教育とリスクア ナリストへの学会に よる支援の期待	日本リスク研究学会 第 25 回年次大会 講演論文集	Vol.25, Nov.9-11	P.75	2012

