

アクティブ・ラーニングに導入するための

**創造性や主体性を伸ばす**

**安全教育**

東京都市大学 教育開発機構 教育開発室 伊藤通子



アクティブ・ラーニングに導入するための

# **創造性や主体性を伸ばす 安全教育**

東京都市大学 教育開発機構 教育開発室 伊藤通子

# 目次

---

概要	5
<b>1. アクティブ・ラーニングでリスク管理能力や安全配慮姿勢を育成する重要性</b>	
1-1. マニュアル順守型安全教育から主体的実践型の安全教育へ	6
1-2. 日本のアクティブ・ラーニングにおける安全教育の現状	6
1-3. 提案する安全教育プログラム	7
<b>2. 創造性や主体性を伸ばす安全教育とは</b>	
2-1. 安全教育で育成したい力	8
2-2. 現状から目指すべき安全教育を考える	8
2-3. 講義型から認知理論に基づいた体験型へ	10
<b>3. 教育プログラム開発の基本的な考え方</b>	
3-1. 教育プログラムをデザインすること	12
3-2. 動機づけ	12
3-3. メタ認知	13
3-4. 足場かけ	13
3-5. 認知領域のタキシノミー	14
<b>4. 教育プログラム</b>	
4-1. 風土や文化的な要因に働きかける取り組み	15
① 有識者や専門家による研修会	16
② 参加型の安全教育イベント	16
③ 問題発生時及び定常時における“マルチステークホルダー間”協議会の設置	16
4-2. 管理的な要因に働きかける取り組み	16
① 掲示物やマニュアルなどの工夫	16
② 設備の点検と整備	17
③ ハードおよびソフト両面からの一体的・継続的な取り組み	17

4-3. 訓練や知識不足など、未熟さに対処するための取り組み	17
4-3-1. 行動主義的教育プログラム	17
1 チェックシート・マトリックスと各種チェックシート	17
2 ヒヤリハットの教材化 I	23
4-3-2. 構成主義的教育プログラム	23
1 イラストを使った簡単な危険予知トレーニング	23
2 危険実験の演示	24
3 教育動画や DVD 等の視聴と演習問題や意見交換	24
4 ヒヤリハットの教材化 II	25
4-3-3. 状況主義的教育プログラム	27
1 ワークショップ型安全教育	27
学期、単元などの最初に行うワークショップ	27
起こったヒヤリハットや事故などの事例から教訓を得るために行うワークショップ	28
授業の最初の 5 分を利用して行うミニワークショップ	29
2 危険予知トレーニング	29
中央労働災害防止協会「KYT4 ラウンド法」を応用した危険予知トレーニング	29
3 HAZID 会議の手法を利用したハザードに対する感性を磨く訓練	33
4 アクションチェックリストの作成	36
5 ブラインド・シミュレーション	37
6 Problem/Project-Based Learning (PBL) に埋め込む安全教育	39

## 5. 検証と課題

.....	41
-------	----

参考文献.....	43
-----------	----

## 付録 海外の安全教育

- 韓国の事例
- デンマークの事例
- シンガポールの事例
- ドイツの事例



## 概 要

イノベーション（技術的革新による社会変革）を担う技術者教育として、近年、学生が地域に出て技術の社会実装プロセスを体験する教育・研究実践が盛んになってきた。学外での主体的活動は大きな教育効果が得られる一方、指導者は学生中心の自由な活動と安全性との両立に苦慮し、創造性や挑戦性を犠牲にってしまうという潜在的な問題がある。しかしながら、このような教育では、安心・安全を当然のものとして埋め込んだアウトカム型ものづくり・製品開発・プロジェクト提案の基となる「安全配慮姿勢」「安全創出意欲」の醸成および「リスク管理能力」を育成する好機会となり得る。

本書では、筆者の富山高等専門学校在職中の社会実装教育実践と、技術室にて取り組んだ環境安全教育研究の成果をふまえて、一般的なアクティブ・ラーニングにも適用できる、「安全性を重視したイノベーション力」と「リスク管理・安全行動能力」を効果的に育成する実効性の高い安全教育を提案する。

# 1. アクティブ・ラーニングで リスク管理能力や安全配慮姿勢を 育成する重要性

## 1-1. マニュアル順守型安全教育から主体的実践型の安全教育へ

近年、高等教育では従来の専門性に加え、主体性や創造性、問題解決能力を育成するための様々な教育実践が行われている。これらはアクティブ・ラーニング（学生自らの思考を促す能動的な学習）と呼ばれ、工学分野では、学生参加型、課題解決／探求型、Problem/Project Based Learning（以下PBL）などがアクティブ・ラーニング型教育として数多く実施されている。特に工学の、高等教育機関における教育・研究から生まれた、技術の社会実装プロセスを体験する社会連携型イノベーション教育は、これからの時代のエンジニアを育成する教育としてますます実践が増えることが予測される。

これまで高等教育では、産業界における組織的安全管理教育や法規制の順守教育等の既往研究を基にした、労働安全衛生の応用形ともいえる知識習得が中心のマニュアル順守型安全教育が主に行われてきた。

しかしながら、このような従来型の安全教育は、大学や高専の卒業生に求められる自主的・自律的な姿勢や、安全創出意欲を喚起して挑戦的に開発に取り組むことを促す教育とは本質的に異なっている。最先端の研究開発には、その過程に安全への配慮と実践が当然のこととして組み込まれているべきであり、学生が自らの身を守る「リスク管理能力」と、人・環境・社会の持続的発展を

見据えた安心・安全思想に基づく「事故抑制検討能力」が不可欠である。

筆者は、平成16年度より富山高専にて地域連携型社会実装教育に取り組み、その間、科学研究費補助金による「安心・安全型社会を創出する能力を育成するための工学系実験教育プログラムの開発（H17）」や、「認知主義・状況主義学習理論からアプローチするK O S E N型実技教育の再評価と標準化（H23～25）」で、また、現代GPによる「ものづくり環境教育（H19～21）」でも、工学系アクティブ・ラーニングの学びの質向上を担当した。平成25年度からは、東京高専が中心となり実施しているKOSEN発“イノベティブ・ジャパン”プロジェクトや社会実装コンテストにも関わっている。

その過程で、日本の高等教育では「学生自身の安全行動能力」と「安全性を考慮した開発力」を統合的かつ効果的に育成する安全教育の手法については未だ確立されていないことを知った。そこで、学外での活動の機会が多い他分野の社会連携型アクティブ・ラーニングにも適用可能な新しい『実践型の安全教育プログラム』開発が、今後の、学生の主体性を重視した教育に必要な欠くべからざる重要な課題であると確信するに至った。

## 1-2. 日本のアクティブ・ラーニングにおける安全教育の現状

日本では、実際に学生が地域社会に出かけて製品開発（ものづくり）を体験するような社会実装教育を含むアクティブ・ラーニングは、その重要性に対する認識が高まってきているとはいえ、授業として実施している事例は少なく、創造性や主体性の育成を重視した体系的な安全教育も実施されていない。

特に技術の社会実装教育は、授業以外の卒業研究や課外活動で行われていることが多い。その現場で起こったエピソードを紹介したい。創造性や主体性を伸ばす教育として代表的学習法であるProblem-Based Learning（PBL）の中で学生は実験計画を立てていた。専門知識

が十分でない段階であったことから危険試薬を使用することが計画に上がっていた。学生は日常的にホワイトボードミーティングを行っていたため、検討中に危険試薬の名がホワイトボードに記述された。それを通りすぎりに見た一人の教員が驚いて即刻中止せよと指示した。PBLでは、いくつかの計画案から実行可能性を検討させる。本事例のような場合、大抵は調査を進めるうちに学生たちは正しい判断に行きつくことが多い。しかしながら、本ケースでは、学生自らが学び判断する前に教員が介入してしまい、PBL特有の貴重な学びのプロセスを体験させることができなかった。



また、高学年では卒業研究など認知的徒弟制による少人数教育の中で、研究の熟達者としての教員から知識・スキル・姿勢を総合的に直接教授によって学ぶことが多い。そのため、自分の専門分野における安全文化への感性や知識は、卒業研究の指導教員のそれから強く影響を受ける。低学年の授業で安全メガネの着用など身についたと思ったことが、安全を重視しない研究室に配属されたらたん、いとも簡単に失われてしまう事例にもよく出

会った。

このように、「創造性や主体性を育むこと」と「学生の安全を確保すること」を両立させるべき事例は多いはずなのに、低学年では大抵は「安全性」を重視するため「創造性や主体性の育成」の機会を無自覚に奪っており、逆に高学年では「創造性や主体性」を重視する中で「安全への感性」をないがしろにしてしまうことになっている。

### 1-3. 提案する安全教育プログラム

一方、海外においては、産業界とも密接に結びついている社会連携型の教育（PBL）がカリキュラム化され、その中に安全教育が埋め込まれ統合的に学ぶデンマーク、また安全教育の必要性に対する世論に押され小学校からプロジェクト型 PBL による安全教育を 2017 年度より試行導入している韓国、法令等が整備されシステムティックな安全教育を組織的に強力に実施しており PBL と並行して実施するシンガポールなどに、参考となる事例があることが分かった。

さらには、カリキュラム全体が、Problem-Based となっているドイツのある学校では、親、地域、学校、ボランティアが一体となって取り組む大胆かつユニークな実践的安全教育が行われている事例もある。

そこでそれら海外の知見を、これまでの研究成果である認知主義や状況主義理論に基づいて開発した学生実験用の環境安全教育手法に付加して教育プログラムを開発することを試みた。

本書には、以下に示す「安全チェック手法」、「安全創出手法」および「事故抑制検討手法」を統合し、「アクティ

ブ・ラーニングの学習過程に組み込む安全実践教育プログラム」として報告する。

- A. 主体性や自律性を涵養する安全行動チェック手法
  - ① 作業・実験前 各種チェックシート，作業後の振り返りシート
  - ② 危険予知テストや危険予知トレーニング
- B. 自らの行動や体験を客観的に分析して、安全を創出する学習プログラム
  - ③ ヒヤリハットの報告と教育的応用
  - ④ 危険作業や危険実験の演示・体験プログラム
  - ⑤ 安全創出についての知恵や工夫をワークショップ型で議論
- C. 起こりうる事故の可能性を予知し、事故抑制への対応を検討するための手法
  - ⑥ 社会実装プロセスで実施するリスクアセスメントとリスクコントロール手法
  - ⑦ 作業や実験の安全環境の検討に基づく、場のデザインや設備の整備

# 2. 創造性や主体性を伸ばす 安全教育とは

## 2-1. 安全教育で育成したい力

安全教育で育成したい力は、社会的責任・貢献度と専門性の高さによって変化し、図2-1のように表される。

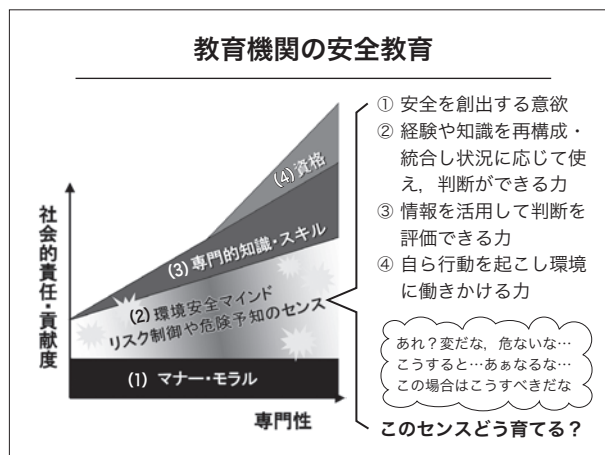


図2-1 教育機関の安全教育

(1) マナー、モラルを基本に、専門性や社会的責任が増すにつれて、(2) 環境や安全に対するマインドを育成する必要がある。さらには(3) 専門的知識やスキルが必要になり、社会では実践的な(4) 資格も必要となってくる。(1)は、技術者倫理やESD (Education for

Sustainable Development), 環境教育等をとおして身につける基礎的な力であり、(3)(4)は、それぞれの専門課程で習得する。

では、(2)の安全に関する“マインド”や、リスク制御や危険予知の“センス”というものはどのように体得するのが適しているだろうか。(2)の育成こそ、学生の創造性や主体性を伸ばす教育の前提として備わっているべき安全意識である。しかしながら、現実にはこのような意識は経験を積み重ねればやがては備わるとされており、社会実装教育の前段階に配置されている基礎的な演習や実験、実習でも行われていないことが多い。

(2)に相当するマインドやセンスは、具体的には以下の4つの能力である。

- ① 安全を創出する意欲、重要性に対する自覚
  - ② 経験や知識を再構成・統合し状況に応じて使い、判断ができる力
  - ③ 情報を取捨選択し活用して、下した判断を評価できる力
  - ④ 自ら行動を起こし、周囲や環境に働きかける力
- これらを効果的に育成することが必要である。

## 2-2. 現状から目指すべき安全教育を考える

図2-2は、工業高等専門学校にて、従来型の伝統的な安全教育を実施していた時のアンケート結果である。工学の学生(62名)対象の設問「学校で教えてもらった安全教育項目」と、教職員を対象とする「学生実験で教

えた安全教育項目」についての結果を重ね合わせた図である。アンケートは自由記述式で、図中の各項目は、前述の育成すべき能力に関連する学生の記述を次のように項目化して抽出し、出現頻度の割合を表したものである。

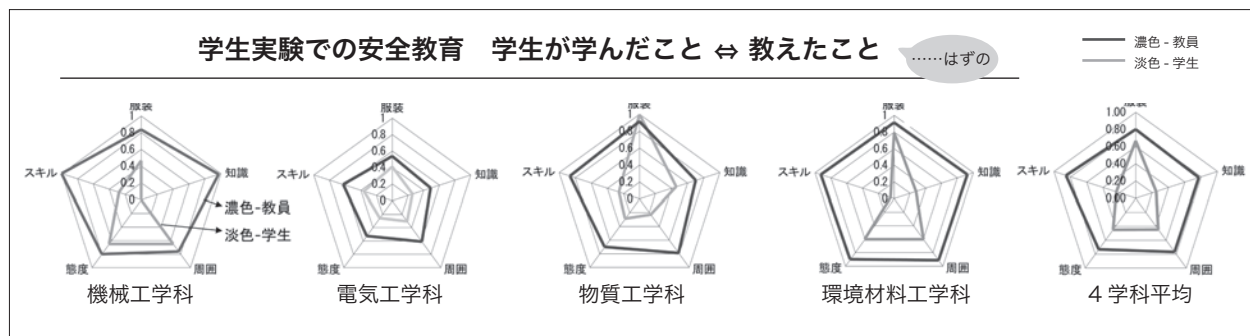


図2-2 学んだこと、教えたことに対する学生と教職員の意識の違い<sup>[1]</sup>

服装：白衣，作業着及び保護具の着用に関する記述  
 スキル：安全確認，危険予知，器具の使用法等の記述  
 態度：注意事項の遵守，集中力，油断などの記述  
 知識：実験の予習，試薬の事前調査などの記述  
 周囲：相互確認，周囲に注意を払うなどの記述

図 2-2 より，従来の安全教育では，教職員が考えているほどに，学習効果が上がっていないことがわかった。すなわち，教職員が教えたと思込んでいる知識はもとより，実験で自然に身につけているであろうと期待しているスキルや態度等も，学生には学んだ自覚がなく，身につけているとはいえないことが明らかとなった<sup>[1]</sup>。

しかしながら，安全に実験を行うための情報源については，図 2-3 に示すとおり，77%の学生が先生を挙げていた。このことから，教職員からの学生への教育的働きかけを改善強化する必要があることがわかった<sup>[1]</sup>。

さらに，筆者が創造性や主体性を伸ばす安全実践教育の構築と教育現場での実践の必要性を強く感じるようになった経緯には，これまでに体験した悲しい事故による影響も大きい。(図 2-4)

卒業生が就職先の企業で事故に巻き込まれる事例は決して少なくない。大切に育てて元気に送り出し前途洋々と

活躍するはずの卒業生が，勤務先の製造現場で命を落としたこともあった。学生時代に自分の身を守るような“センス”や“マインド”を習得するために，私たちにできることがもっと他になかったのだろうか，どんな小さなサインや前兆でも職場の問題として取り上げ組織として共有する“働きかけ力”を育成するチャンスがあったのではないだろうか，このような慚愧の念にさいなまれることがあった。

また，学生実験の準備や環境整備の過程で教職員に起こる事故もなかなか減らず，同様の事故が再発してしまう。ルーチンワークよりも挑戦的な仕事が多い教育研究の現場，少量だが多品種で新規の薬品・機器を扱うことが多い実験室や実習室，そして毎年毎年，気質や特性の異なる学生たちが入学し数年で入れ替わるという，常時，初心者が大多数の教育現場ならではの特徴である。

私たちが行う教育は，学校内で学生たちが安全に学べるように働きかけるのみならず，学校外での活動，さらには卒業後，職業人として安全な社会生活を営めるところまでを視野に入れる必要があるのではないだろうか。

本研究のテーマである「創造性や主体性を伸ばす安全実践教育」はそのような筆者の問題意識に立脚している。

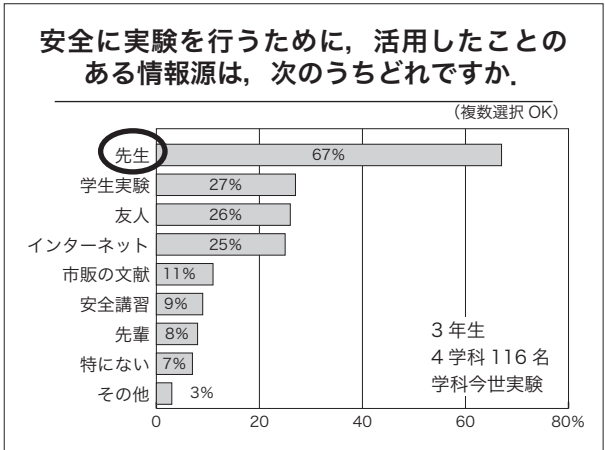


図 2-3 安全に関する情報源



図 2-4 安全教育でめざすこと

## 2-3. 講義型から認知理論に基づいた体験型へ

一般的に、企業の安全教育でも、講義型は知識を伝達したり指導者の考え方・やり方を知ったりするにはいいが、知識の定着や活用には限界があるとされ、実際に体験し、自分が使える知識や姿勢やスキルを体得する体験型がどんどん取り入れられている。

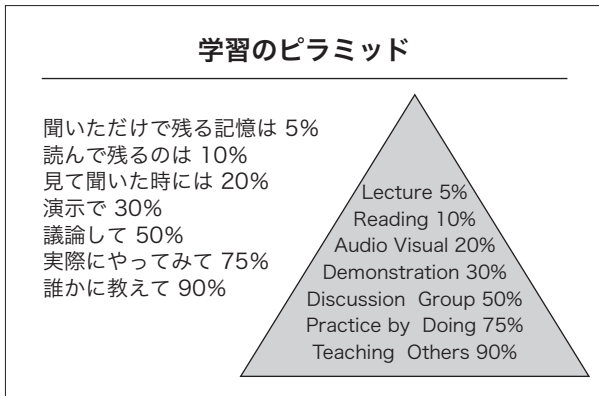


図 2-5 学習のピラミッド

E J Wood, Problem-Based Learning: Exploiting Knowledge of how People Learn to Promote Effective Learning, School of Biochemistry & Molecular Biology, and Learning and Teaching Support Network (LTSN) for Bioscience, University of Leeds, Leeds LS2 9JT, UK より引用の図を加工

学生の心身にしっかりと定着し創造性や主体性を伸ばす安全実践教育は、伝統的な知識習得重視型で実施することは難しく、学習者個々の内発的動機を促すことにより自ら知識を構成し理解していくとする、認知主義や構成主義の立場に立った教育を提供することが重要であるとする。筆者は、これらの学習理論をアクティブ・ラーニングや社会実装教育の根本原理として意識的に取り入れた教育プログラムを構築することを主張<sup>[2]</sup>しており、本研究における安全教育においても同様の考え方で教育プログラムを開発した。

表 2-1、図 2-6 にそれぞれの学習理論の概要とイメージを示し、表 2-2 に、提案する安全教育との関連をまとめた。

表 2-3 に、従来の安全教育との比較を示す。

表 2-1 3つの認知理論を組み合わせる

3つの認知理論の組み合わせ方を工夫してデザインし、教育効果を高める。

	知識の捉え方	働きかけ方	方法
行動主義	空っぽに詰め込む外から受け入れる	刺激に対し積極的反応 即時確認 スモール・ステップ 自己ペース	反復による熟達 ドリルと練習 外発的動機付け 報酬と懲罰
構成主義	概念や認識の構造を自ら構成して理解する	新しい情報を提示 既存知識と結びつける ヒントや質問で促す	演示（視覚教材） ケーススタディ シミュレーション 内発的動機付け
状況主義	他に存在する知識から共同で創造・共有・活用	学びの状況を整備 複雑な問題の提示 能動的経験の機会	プロジェクト型学習 現実問題に基づく・・・ コミュニティへの参加



図 2-6 行動主義、構成主義、状況主義のイメージ



表 2-2 それぞれの学習理論と安全教育プログラム

	行動主義	認知主義／構成主義	状況主義
学習	刺激と反応の結びつきをつくること	概念の構造や認識構造を変えたり利用したりすること	何かの実践をしている人々で形成されるコミュニティーへの参加を強めること
動機づけ	外発的動機づけを重視	内発的動機づけが不可欠	コミュニティー内部の人間関係が良好、そこでの実践が有意義だという認識
学習環境	指導者と学習者の間に効果的な知識の伝達が行われるように学習プログラムを設計 個人に合わせて学習を個別化することが有効	学習者が自ら情報を構造化できるように相互作用的な環境を用意することが望ましい	探求や社会的実践に学習者が参加する環境、自由に意見が言え、多様な人々や価値観が存在し、寛容である学習環境が望ましい
教師	知識をもち、伝達する技術をもつ人 学習助成者、知識配達人	学習者の頭の中で何が起きているか、学習者が何を考えているかを読み取る認知心理学者	
教育的応用	通常の講義／技能習得型の学生実験／反復練習による熟達をねらった e-Learning／試行錯誤学習／弁別学習／プログラム学習など	Project-based Learning／課題探求型等の応用的学生実験／Problem-Centered Learning／ケーススタディ／シミュレーション学習など	実践的な実技教育／Problem-based Learning／インタラクティブ・メソッドを使ったワークショップ／アクションリサーチなど
安全教育プログラム	・専門家による講演会 ・e-Learning	・服装チェックシートの記入 ・危険実験の演示 ・危険予知テスト ・DVDを視聴しながらの演習問題 ・気がかり・ヒヤリハット	・グループディスカッションをするワークショップ ・現実の問題に基づいた課題探求、解決型の自己主導型グループ学習
適用できる授業や科目	課外活動（講演会、講習会） 自主学习 学校主催の AED 講習、実験室火災を想定した消防訓練	通常の実験実習	アクティブ・ラーニング 社会実装教育

表 2-3 従来の安全教育との比較

	一般的な安全教育	提案する安全教育
目的	知識の獲得・蓄積 実験技術の向上 資格の取得	知識や情報の活用力 倫理観、責任感、働きかけ力 安全創出への意欲
価値の ありか	知っている	知識を使える、判断できる
	事故なしの結果重視	未然に防ぐプロセス重視
	量的価値	質的価値
学力観	行動主義的	認知主義・状況主義的
具体的 教授法	教える	学び合い自ら発見、行動する
	講義、テキスト準拠型	状況的学習
	総括的評価	フィードバックと形成的評価

2.

創造性や主体性を伸ばす安全実践教育とは

# 3. 提案する教育プログラム開発の基本的な考え方

## 3-1. 教育プログラムをデザインすること

従来の教育プログラムは、指導者側で教えたい（学習者に必要だと思われる）内容を用意し効果的に伝え、その第一の教育効果として、一定の空間内（実験室や実習室）と時間内（授業中など）に事故が起こらないこととする考え方で組み立てることが一般的である。

提案する教育プログラムでは、インタラクショナルデザイン手法を取り入れ、常に学習者を中心に考え設計することを重視した。学生がその教育プログラムを受ける時点で、どのような習熟度でどのような情報をもっており、何に興味があり、何を目標にしているかという学習者のニーズを把握するところから始める。それらをふまえて、内容や手法を決定し実践して、得られたフィードバックを学生の次の学びと教育プログラムの改善に役立てる（図3-1）。目標は、前述の図2-1および図2-4に示した力であり、他の授業や場においても発揮し、その積み重ねによって生涯持ち続けるセンスやマインドにつながっていくことを目指す。

様々な教育学の理論があるが、その中から本章で紹介する学習理論を教育プログラム開発の基本に置いた。本章で示す理論は、本安全教育にとって重要であると同様に、創造性や主体性を伸ばす他の教育プログラム構築においての重要性を筆者は報告している<sup>[2][9]</sup>。

に、創造性や主体性を伸ばす他の教育プログラム構築においての重要性を筆者は報告している<sup>[2][9]</sup>。

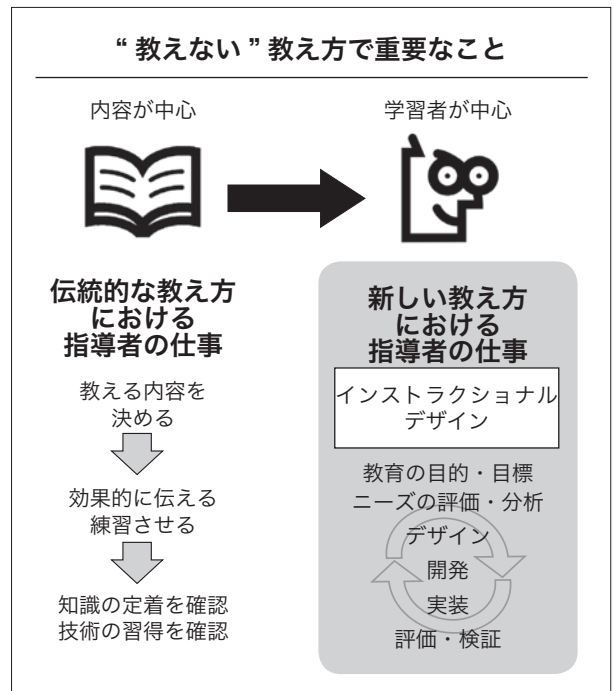


図3-1 “教えない” 教え方で重要なこと

## 3-2. 動機づけ

自らの意思に基づいて振舞っている、すなわち自らが行為の原因であると感じている心理状態が内発的動機づけで、他者や社会的条件など外的な環境に強いられて行為している、つまり自分の行為の原因が自分の外にあると感じている状態が外発的動機づけである。すなわち、外的に強いられているのではなく自ら進んで取り組んでいるという心理状態が内発的動機づけの特徴とされる。自ら選択したという感覚「自己決定性」と、やろうと思えばできるという「自己効力感や有能感」、学習がある成果に結びつくという感覚「随伴性認知」が高められれば内発的動機づけは増大するとされる<sup>[10]</sup>。

本教育プログラムには内発的動機づけを促すように働きかける工夫をすることが重要である。

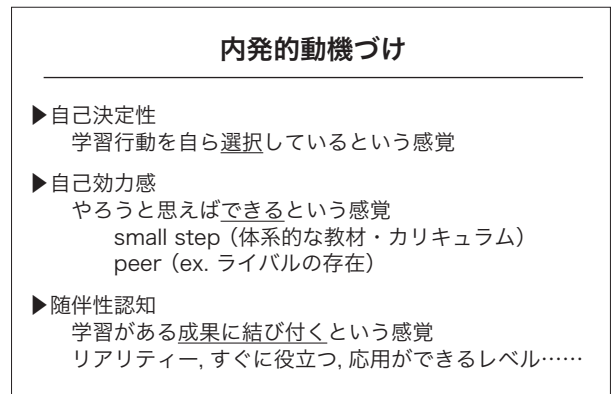


図3-2 3つの動機づけ理論

### 3-3. メタ認知

メタ認知とは、認知についての認知、すなわち認知活動を対象化してとらえることであり、メタ認知的知識とメタ認知的活動に大きく分かれる。メタ認知的知識は、①人間の認知特性についての知識、②課題についての知識、③課題解決の方略についての知識で表される。一方、メタ認知活動は、①メタ認知的モニタリングと②メタ認知的コントロールの二つに分けて考えることができる。

メタ認知は、学習者が効果的に学習を進めていくうえで欠かせない。とくに学習活動の改善に役立つため自己学習の基礎となり学習の転移や適応的熟達化を支えるものであることから、何らかの工夫や仕掛けによって学習者のメタ認知を促すことが重要である。

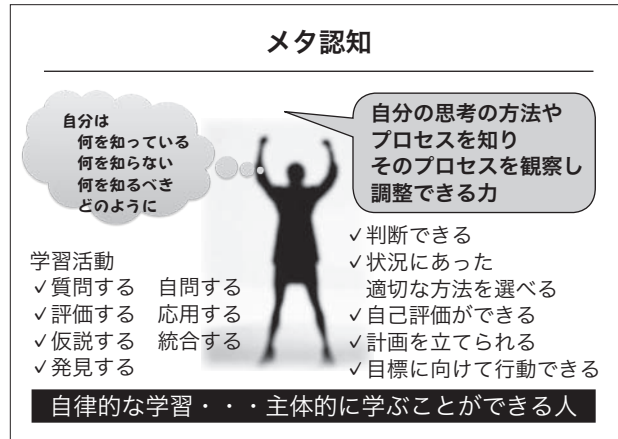


図 3-3 メタ認知<sup>[3]</sup>

### 3-4. 足場かけ

適切な足場かけの第1段階として、学生の理解や能力、発達度合を超えて有意味で文化的に望ましい課題に取り組むように方向づけ、奨励する。現実的には、様々な制約や枠組みがあり、その中で最大限に学びの効果が期待できる活動を選ばなくてはならない。

第2段階では、学生の現在の状態（理解や熟達の状況）を注意深く診断し、学びの過程に関与し、どの程度どのようにしてサポートするのが必要かを見積もる。一人ひとりへの援助というよりは、学びの共同体（グループやクラス）に対して他の学生たちや印刷物、学習支援ツールなど（分散化した知）が相乗的に関わることで、学生にとってより堅固な足場かけが行われるようにする。直

接教授、学習環境、様々な教育的的手法などを、効果的に組み合わせるようデザイン（課題の構造化：課題を可視化したり単純化したりして見通しをもって関われるようにすること ⇒ 問題化：何が重要か関わるべきかを特定し示すこと ⇒ 足場はずしの判断）する。

次の段階は足場かけの実践で、学生のモチベーションを上げるために一定の幅をもたせた範囲で学生に選択の余地を与えながら、直接教授、教室談話や問いかけ、ヒントの提示、ワークシートなどで具体的にサポートしていく。さらには、学生の熟達を見極めながら適切にサポートを減らし（足場はずし）て自立を促していく。

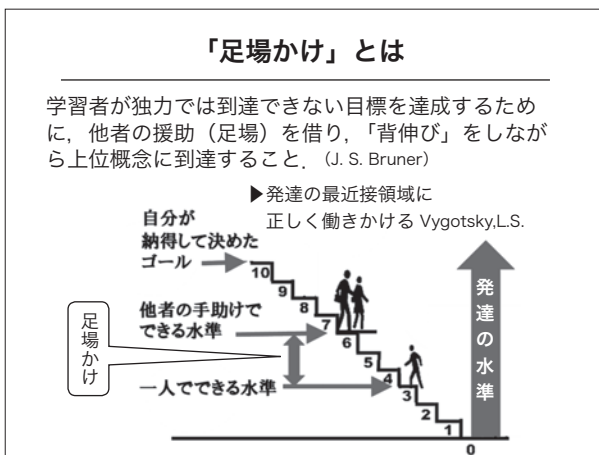


図 3-4 「足場かけ」とは

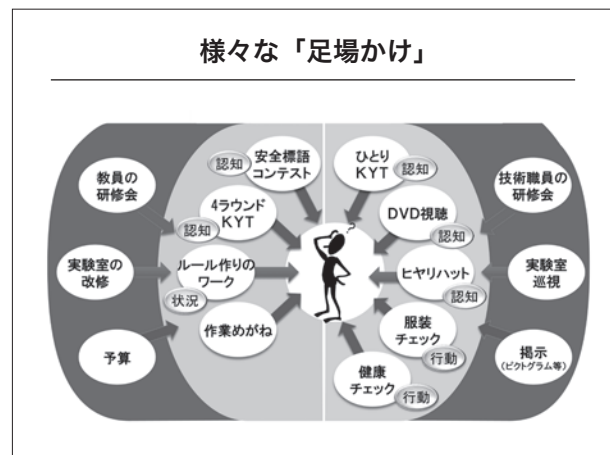


図 3-5 様々な「足場かけ」

### 3-5. 認知領域のタキソノミー

授業や学生実験の中で、知的好奇心を刺激して内発的動機づけを高めたり、問いかけ合いをしたりして深い学びへと誘うための足場かけ（指導者からの）やピア・足場かけ（チーム内の学生間での）を促すために、図3-6に示したブルーム（Bloom, B.S.）が提唱する認知領域のタキソノミーが示唆を与えてくれる。

ブルームは教育目標を認知の領域、情意的領域、精神運動的領域に分けて、それぞれを低次から高次へと段階的に分類している。このうち、認知的領域（知的側面についての領域）を、低次から高次の順に、「知識」「理解」「応用」「分析」「総合」「評価」と構造化し、「知識・理解」は出発点として位置付けている。

この理論は、一般的に学習の習得度合いを評価する際に用いられるが、学びの過程に組み込む評価が、理解を深めるためのフィードバックの機能を果たすという場合にも使うことができる。

具体的な学習や訓練の方法やツールとして、図3-7に示すような多様な手法を用いた。具体的な使い方については、4章の教育プログラム事例の中で、本章で紹介した理論と共に説明を行う。

#### 問いかけの基となる理論

認知的領域のタキソノミー（Bloom, B.S.）

- 高いレベルの思考力 ↓
- ✓ 知識 ⇒ 暗記力(事実, 言葉, やり方などを知っている)
  - ✓ 理解 ⇒ 内容解釈する, 説明する, 推し量る能力
  - ✓ 応用 ⇒ 知識をある状況から別の状況に移すことができる能力
  - ✓ 分析 ⇒ 全体の中の部分を見つけたり, 分けられる能力
  - ✓ 統合 ⇒ 部分を組み合わせ統一された全体を創り出せる能力
  - ✓ 評価 ⇒ 基準を使って情報の価値や使い道を判断できる能力

図3-6 ブルームの認知領域のタキソノミー

#### 多種多様なツールを使う（学習方法、訓練方法）

- ・ チームビルディング
- ・ グループング
- ・ ファシリテート
- ・ ブレインストーミング
- ・ KJ法
- ・ なぜなぜ分析
- ・ ロジックツリー
- ・ 発表
- ・ 批判的な友達

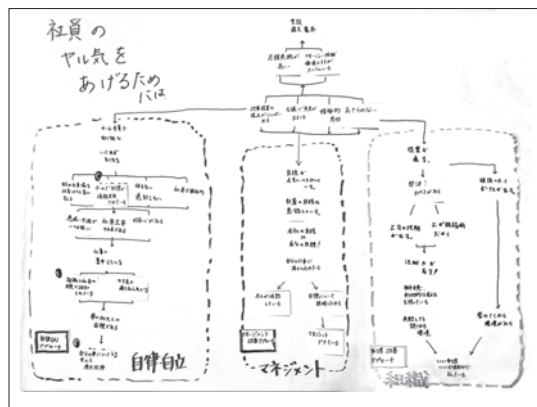


図3-7 教育プログラムに組み込む学習ツール  
社会人対象 課題解決力育成講座（富山高専）より



# 4. 教育プログラム

実験室で起こる事故（ヒヤリハット）の一例を図4-1に挙げたが、大きく分けると次の3つに分類されると考えた。

- (1) 風土や文化的な要因のもの
- (2) 管理的要因によるもの
- (3) 訓練や知識不足など、未熟さが原因のもの

(1)や(2)は一般的に従来の安全教育の中でも様々に取り組まれ実施されている。これらは、本書で提案する教育プログラムとの相乗効果をねらったテーマや時機などを選んで実施することが望ましい。(1)と(2)について簡単に述べた後、本章では(3)への対処として構築した教育プログラムを報告する。

道具	旋盤	とっさに	液体N <sub>2</sub> 凍傷		
道具	液体窒素タンク転倒100m 圧ター鳴	とっさに	ピーカー受けつぶす		
道具	カッター被覆取り切傷	とっさに	アルコール滅菌火傷		
道具	針刺し	想定外	廃液飛沫がかかる 保メ)		
道具	針指り	想定外	鉄溶液噴出しドラフト内に飛散		
道具	マイクローム	想定外	ガラスの破片が目に入る 保メ無)		
道具	カッタープラ板切傷	想定外	薬品飛び散り目に入る 保メ無)	過失	ガロン瓶落として割る薬品無し
道具	アンプルで切傷	想定外	蓋開け薬品目に入る 保メ無)	過失	マイクロームで刃に触れ切創、
道具	針刺し	想定外	試薬飛び出し目に入る (保)	過失	誤乾熱滅菌プラ溶け煙
道具	竹割りで鉋の振り損ね	想定外	薬品飛び散り目に入る 保メ無)	過失	ファンに指突っ込む
道具	マイクローム指2本7針	想定外	反応物飛び出し目に入る 保メ	過失	洗浄ピーカーぶつけ割れ
道具	竹パール	想定外	他者による不備-低温He凍傷	過失	割れピーカー洗浄
道具	テフロンコックでガラスに無理負荷割れ傷			過失	解剖メス交差刺傷
道具	窓破碎顔面裂傷、目に入る			過失	作品落下やけど
未熟	誤廃棄で白煙			過失	割れピーカー洗浄
未熟	薬品こぼれ引火ベンチ内				
未熟	フタルリチウム移し中発火				
未熟	隣の試薬が目に入る 保護メ無)				
未熟	ビベットゴム割れ				
未熟	試薬が飛散し目に入る 保メ無、コン)				
未熟	ガロン瓶濃硫酸飛散やけど				
未熟	有機合成成分が悪くなる				
未熟	ビベットゴム割れ				
未熟	ガラス管ゴムチューブ割れ				
老化	ビベッター挿入時ガラス割れ				

図4-1 実験室で起こる事故（ヒヤリハット）の一例

## 4-1. 風土や文化的な要因に働きかける取り組み



図4-2 有識者や専門家による研修会

① 有識者や専門家による研修会

その時々課題をテーマとして研修会やシンポジウムを開催、または外部で行われている研修会に参加する。内容としては次のような研修会が考えられる。

- 実験指導法や演示実験の指導法に関する実技講習(図4-2)



図4-3 教職員研修

- 他機関の安全管理担当教員や有識者による環境安全の講習(図4-3)

- ② 参加型の安全教育イベント(標語づくり, 保護具のデザインコンテストなど)(図4-4)
- ③ 問題発生時及び定常時における“マルチステークホルダー間”協議会の設置



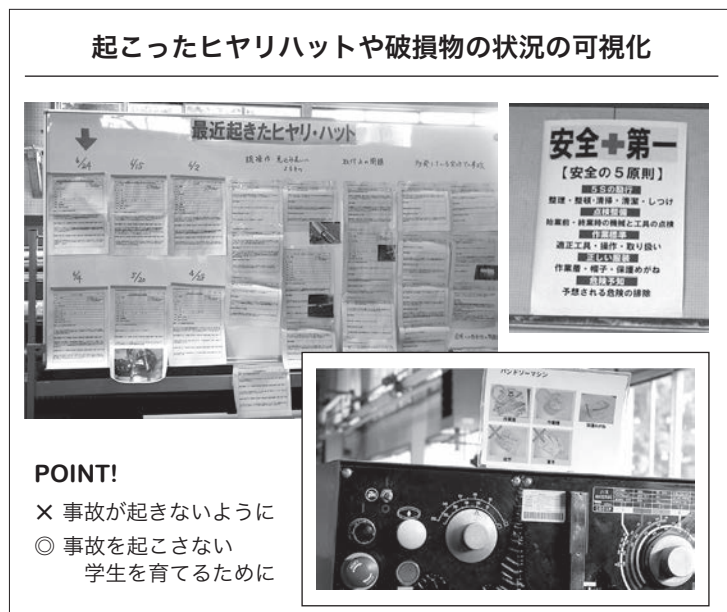
図4-4 環境安全標語コンテスト

4-2. 管理的な要因に働きかける取り組み

① 掲示物やマニュアルなどの工夫

- 起こったヒヤリハットや破損物の状況の可視化(図4-5)
- 学生が関心を持つようなデザインや言語等の工夫
- 掲示の目的に応じた場所や配置, 掲示期間の工夫

- パツと見て直感的に情報を読み取れる多文化対応型のピクトグラムの作成(図4-6)
- 学生自身による掲示物やマニュアルの作成
- 定常的掲示物と, 付箋などを利用した一時的, 参加型, 局所型掲示物の使い分けの工夫



**POINT!**  
 × 事故が起きないように  
 ◎ 事故を起こさない  
 学生を育てるために

図4-5 起こったヒヤリハットや破損物の状況の可視化



図4-6 ピクトグラムの作成

② 設備の点検と整備

法令に基づいた点検・整備に加えて、使用者・現場目線の工夫や自主点検

- 適正な機能を有する排気装置や高圧ポンプ等の適正な設置と保守点検，管理等
- ドアから引き戸への変更，排気ダクト等の露出化，薬品等管理棚など既存設備の見直し（図4-7）
- 数種類の消火器や消火砂，緊急シャワー，洗眼器の設置など，事故時対応用の設備の整備  
（例：緊急シャワーの場合，実際の使用を想定した，設置位置の決定，開閉栓の位置，排水設備やカーテン，汚染された衣服脱衣，厳寒期使用に備えたバスタオルなどの設置等の工夫も含む）
- 整理整頓の定期相互チェック
- 動線，気流，心理などを考慮した総合的な実験室・演習室設計

③ 施設や設備に関するハード的側面からの対応と，管理運営・文化醸成に関するソフト的側面からの対応の，一体的で継続性のある取り組みを実践する組織内部署の設置と専門人材の配置



図4-7 既存設備の見直し

4-3. 訓練や知識不足など，未熟さに対処するための取り組み

4-3-1 行動主義的教育プログラム

◆行動主義の学習理論

行動主義の学習観では、「知識」は刺激に対する反応の集まりと考え、「学習」は，刺激と反応の結びつきをつくることと定義する。「学習の転移」では，過去の学習との間の共通要素の量が学習の転移の大きさを左右する。「動機づけ」については，外発的動機づけを重視する。「学習環境」は，教師と学習者の間に効果的な知識の伝達が行われるように教授・学習プログラムを組織し，個人に合わせて，学習を個別化することが有効であるとされる。「教育評価」としては，知識の構成要素を測定し，独立した多数のテスト項目に対する学習者の反応を統計的に処理する手法がとられる。「教師の役割」は，知識をもち，伝達する技術をもつ人，学習助成者，知識配達人である。行動主義の学習理論の教育的応用は，通常の講義や技能習得型の学生実験，反復練習による熟達をねらったe-Learning，試行錯誤学習，弁別学習，オペラント条件づけの考えを応用したプログラム学習などである。

◆行動主義の学習理論とその応用教育プログラム

1 チェックシート・マトリックスと各種チェックシート

図4-8のようなチェックシート・マトリックスを考案した。チェックシートのような行動主義的な原理に基づいた学習法は，学生の主体性や創造性育成に直接働きかけるといよりは，その基盤となる基本的な知識の習得と，態度を育成するしつけ的な訓練に有効であると考えられる。

		① 服装 保護具	② 実験 環境	③ 危険 予知	④ 緊急時 用点検	⑤ 設備
しつけ (人格形成期) ↓ 安全創出 (専門家)	初めての 実験期A	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
	専門的 実験 開始期B	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5
	研究室 配属期C	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5
	研究者 としてD		D-2		D-4	D-5

図4-8 教育用チェックシート・マトリックス



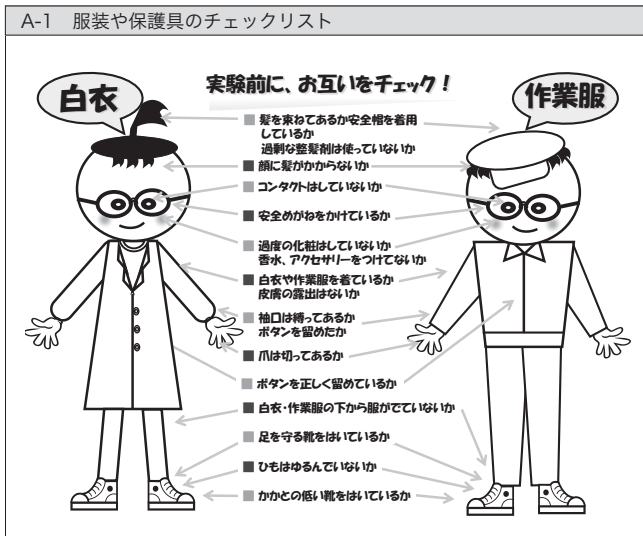


図 4-9 服装・保護具のチェックリスト A-1

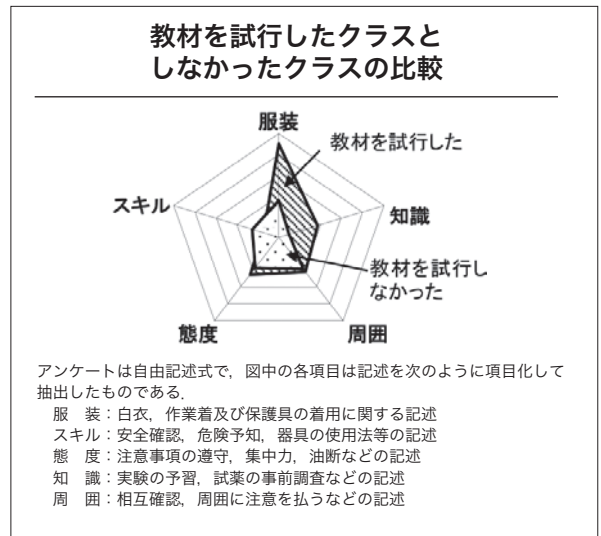


図 4-10 服装チェックリストの効果

チェックシート・マトリックスは、縦軸に発達度合いを、横軸にはテーマ項目を置いて、学生の発達度合いに応じてそれぞれのチェックシートを使用する目安とした。

図 4-9 は、初心者向けの学習用に開発したチェックシートの一例である。これは、服装や保護具について学ばせるためのチェックシートであり、特に初めての実験期に適している。マトリクスでは、**A-1** となる。

低学年の実験・実習において、本シートを用いて学生自身が自らの服装をチェックする習慣を身につけさせることを目的として作成した。その結果、図 4-10 に示したとおり他の項目に比べて服装に関する認識が高くなり、この方法による教育効果がみられた<sup>[1]</sup>。

初心者は、白衣と作業着の違いはわかっても、その機能の特色や正しい着方を知らない。なぜ髪を縛る必要があるのか、顔に髪が掛かるとがなぜ危険なのか、ある種の化学実験ではコンタクトレンズがなぜ危険なのか、袖口のボタンを留めないことや靴の紐がゆるんでいることがなぜ事故につながるのか等々、起こる可能性のある場面を「想像」しながら未然に防ぐことの「重要性」を認知し、そのための「行動」ができる能力を育成しなければならない。そのためには、過去の事故事例を紹

A・B-1-5 総合的チェックリスト

実験室 安全のためのチェックリスト  
(「当該実験室の使い方」指針に準じた内容とする)

服装

その実験室の決まりに従っている

実験室内の行動

食べ物・飲み物を持ち込んでいない

携帯電話は電源を切り、かばんに入れてある

かばんは床や机上に置いてない

いたずらやふざげた行動はしない、互いに注意し合う

実験操作

パーナーで目的にあった炎を調整できる

使用するガラス器具に傷や汚れがないか確かめて使っている

使用するガラス器具の適切な扱い方、注意事項を知っている

使用する試薬の性質を理解している

ドラフト・チャンバー（ヒューム・フード）は扉を閉めて使っている

緊急時の対処

緊急マニュアルを読んで理解した

事故が起こったときの避難経路を知っている

目に薬品が入った時の対処を知っている

人が突然倒れた時の対処を知っている

火傷をした時の対処を知っている

消化器、洗顔器、緊急シャワーの場所と使い方を知っている

図 4-11 総合的チェックリスト A-1 ~ 5, B-1 ~ 5

A-2 (初めての実験室 準備時にチェック)

《実験環境》	
実験台の上	<input type="checkbox"/> 実験に不必要なものは置いてないか (予習用・記録用ノート1冊、ペン1本、他必要なもの )
	<input type="checkbox"/> 実験器具の整理整頓はしてあるか
体調・身支度	<input type="checkbox"/> 体調は良いか
	<input type="checkbox"/> 今日の実験に適切な服装をしているか
	<input type="checkbox"/> 保護具を用意しているか
	<input type="checkbox"/> 携帯電話は電源を切ってカバンに入れてあるか
	<input type="checkbox"/> カバンを所定の場所に置いてあるか
実験室	<input type="checkbox"/> 振動で落下する危険のあるものを棚に置いてないか
	<input type="checkbox"/> 緊急時の連絡先が掲示されているか
	<input type="checkbox"/> 換気は十分か
	<input type="checkbox"/> 暑すぎたり、寒すぎたりしないか
	<input type="checkbox"/> 実験に集中できない環境ではないか
試薬	<input type="checkbox"/> 試薬の置き場所を知っているか
	<input type="checkbox"/> 本日の実験で使用する試薬の名前を知っているか
	<input type="checkbox"/> 本日の実験で使用する試薬の性質を知っているか

図 4-12 準備のチェックリスト A-2

A-3, A-4 (初めての実験室チェック)	
《緊急時用点検》	
シャワー等	<input type="checkbox"/> 緊急シャワーの位置は確認したか <input type="checkbox"/> 緊急シャワーの開栓方法は確認したか <input type="checkbox"/> 洗眼器の位置は確認したか <input type="checkbox"/> 洗眼器からきれいな水が出ることを確認したか
避難経路	<input type="checkbox"/> 緊急時の通報用電話の設置場所を知っているか <input type="checkbox"/> 緊急時、教員に大声で知らせることを知っているか <input type="checkbox"/> 教員の指示があった時、避難する扉はどこにあるか <input type="checkbox"/> 扉までの経路に障害物はないか <input type="checkbox"/> 扉の開け方を知っているか
消火器	<input type="checkbox"/> 消火器、消火砂の場所、種類、使い方を確認したか
《実験室の環境や掲示》	
	<input type="checkbox"/> 振動で落下する危険のあるものを棚に置いてないか <input type="checkbox"/> 緊急時の連絡先が掲示されているか <input type="checkbox"/> 換気は十分か <input type="checkbox"/> 暑すぎたり、寒すぎたりしないか <input type="checkbox"/> 実験に集中できない環境ではないか
《試薬》	
	<input type="checkbox"/> 試薬の置き場所を知っているか <input type="checkbox"/> 本日の実験で使用する試薬の名前を知っているか <input type="checkbox"/> 本日の実験で使用する試薬の性質を知っているか

図 4-13 緊急時用点検のチェックリスト A-3, A-4

A-5 (初めての実験室チェック)	
《実験設備》	
シャワー等	<input type="checkbox"/> 緊急シャワーの位置は確認したか <input type="checkbox"/> 緊急シャワーの開栓方法は確認したか <input type="checkbox"/> 洗眼器の位置は確認したか <input type="checkbox"/> 洗眼器からきれいな水が出ることを確認したか
避難経路	<input type="checkbox"/> 緊急時の通報用電話の設置場所を知っているか <input type="checkbox"/> 緊急時、教員に大声で知らせることを知っているか <input type="checkbox"/> 教員の指示があった時、避難する扉はどこにあるか <input type="checkbox"/> 扉までの経路に障害物はないか <input type="checkbox"/> 扉の開け方を知っているか
消火器	<input type="checkbox"/> 消火器、消火砂の場所、種類、使い方を確認したか
《試薬》	
	<input type="checkbox"/> 試薬の置き場所を知っているか <input type="checkbox"/> 本日の実験で使用する試薬の名前を知っているか <input type="checkbox"/> 本日の実験で使用する試薬の性質を知っているか

図 4-14 実験室設備のチェックリスト A-5

B-1, C-1 (実験室での服装チェック)	
<p>君は大丈夫かな？ 化学博士を目指すケミちゃんより</p>	<input type="checkbox"/> 髪を束ねてある <input type="checkbox"/> 顔に髪がかからない <input type="checkbox"/> コントクトはしていない <input type="checkbox"/> 安全めがねをかけている ・材質 ・安全機能の特色 ・本実験での耐薬品性等
	<input type="checkbox"/> 過度の化粧はしていない <input type="checkbox"/> 白衣を着ている ・材質 ・安全機能の特色 ・本実験での耐薬品性等
	<input type="checkbox"/> 袖口は縛ってある <input type="checkbox"/> 爪は切ってある <input type="checkbox"/> ボタンを正しく留めているか <input type="checkbox"/> 白衣の下から服がでていない <input type="checkbox"/> 足を守る靴をはいている <input type="checkbox"/> ひもはゆるんでいない <input type="checkbox"/> かかとの低い靴をはいている

図 4-15 服装・保護具のチェックリスト B-1, C-1

B-2 (そろそろ慣れてきた頃の実験環境チェック)	
実験環境	
《実験開始時・実験中》	
実験計画	<input type="checkbox"/> 事前に実験内容を把握しているか <input type="checkbox"/> 試薬の毒性や取扱いの注意事項を知っているか
服装	<input type="checkbox"/> 実験にふさわしい服装で実験している(白衣、安全な靴、頭髮、肌の露出) <input type="checkbox"/> 保護めがねは着用しているか
体調管理	<input type="checkbox"/> 寝不足、体調不良などはないか
実験台	<input type="checkbox"/> 試薬を使用するときはトレイ等に入れ台の中央に置くようにしているか <input type="checkbox"/> 実験台が乱雑になっていないか
換気	<input type="checkbox"/> 試薬に応じて、ヒュームフードの使用や換気を行っているか
電気機器	<input type="checkbox"/> タコ足配線になっていないか <input type="checkbox"/> コードが通路にでて、転倒の恐れはないか <input type="checkbox"/> コンセントに水がかからないようになっているか
廃液タンク	<input type="checkbox"/> タンクの下にパットを敷いてあるか <input type="checkbox"/> 分類が分かりやすいか
その他	<input type="checkbox"/> 実験室で飲食をしていないか <input type="checkbox"/> 携帯電話の電源を切ってカバンに入れてあるか
《実験終了後》	
実験台	<input type="checkbox"/> 台上に試薬や器具が置きっぱなしになっていないか <input type="checkbox"/> 実験台および床の清掃を行ったか
器具の収納	<input type="checkbox"/> 器具を適切に収納したか <input type="checkbox"/> 転倒・落下防止対策はしてあるか(特にバランスの悪い器具) <input type="checkbox"/> 使用器具の洗浄をしたか
廃液	<input type="checkbox"/> 適切な保管、処理をしたか
装置	<input type="checkbox"/> 天秤の周りに薬品がこぼれたままになっていないか <input type="checkbox"/> 使用した装置は手順に従い、停止させたか
体調管理	<input type="checkbox"/> 気分が優れない、薬品に触れた等、気になることはないか

図 4-16 実験環境のチェックリスト B-2

B-3, B-4 (そろそろ慣れてきた頃 危険予知・緊急時用点検)	
《緊急時用点検》	
装置	<input type="checkbox"/> 今日、使用する機器の緊急時の対応の仕方を知っているか (他の装置やボンベとつながっている場合など) <input type="checkbox"/> 収納の重心バランスはよいか (重いものは下に) <input type="checkbox"/> 収納物の転倒・落下対策はされているか
避難経路	<input type="checkbox"/> 出入り口が2箇所以上あるか <input type="checkbox"/> 避難時の動線シミュレーションをしてあるか <input type="checkbox"/> 扉の前が塞がっていないか <input type="checkbox"/> 通路が確保されているか <input type="checkbox"/> 出入り口付近の棚や収納物が転倒・落下で扉を塞ぐ恐れはないか
緊急連絡	<input type="checkbox"/> 緊急時の連絡先、避難後の集合場所を知っているか

図 4-17 緊急時用点検のチェックリスト B-3, B-4

B-5 (そろそろ慣れてきた頃 設備のチェックリスト)	
《実験室設備》	
キャスター付き装置の固定	<input type="checkbox"/> キャスターのストッパーがONになっているか <input type="checkbox"/> ストッパーの無いキャスターの滑り止め対策はしてあるか
装置の固定	<input type="checkbox"/> 転倒・落下防止対策はしてあるか
試薬	<input type="checkbox"/> 転倒・落下防止対策はしてあるか (間仕切り、柵など)
掲示	<input type="checkbox"/> 緊急時に身を守る対処法が掲示されているか <input type="checkbox"/> 連絡先が明示されているか
冷蔵庫	<input type="checkbox"/> 振動によって収納物が飛び出さない措置がしてあるか <input type="checkbox"/> 収納物の管理 (揮発、収納期間など) が適切か <input type="checkbox"/> 食品を入れてないか

図 4-18 実験室設備のチェックリスト B-5

C-2, D-2 (研究室の一員となる頃)	
《実験開始時》	
実験計画	<input type="checkbox"/> 事前に実験内容を把握しているか <input type="checkbox"/> 試薬について調べてあるか <input type="checkbox"/> 反応生成物の安全性について調べてあるか
服装	<input type="checkbox"/> 実験にふさわしい服装であるか (白衣, 安全な靴, 頭髮, 肌の露出) <input type="checkbox"/> 保護メガネは着用しているか <input type="checkbox"/> コンタクトレンズははずしているか (特に有機溶剤を大量に使用する場合など)
体調管理	<input type="checkbox"/> 寝不足, 体調不良などはないか
《実験中》	
実験台	<input type="checkbox"/> 試薬を使用するときはトレイ等に入れ台の中央に置くようにしているか <input type="checkbox"/> 複数の試薬を同時に使用するときは, ふた, 試薬を間違えないような策を講じているか <input type="checkbox"/> 実験台が乱雑になっていないか
加熱器	<input type="checkbox"/> 加熱する機器の周辺に可燃物, 可燃薬品が置かれていないか <input type="checkbox"/> 加熱するものに適した温度と安全性を確保できる加熱機器を使用しているか <input type="checkbox"/> オープン, 乾燥機などを高温で使用中の場合, 温度等が明示されているか
換気	<input type="checkbox"/> 試薬に応じて, ドラフト・チャンバー (hume food) を使用し換気を行っているか <input type="checkbox"/> 有機溶剤が実験室内に充滿しないように策を講じているか <input type="checkbox"/> ドラフト・チャンバー (hume food) の面速は適切か
電気機器	<input type="checkbox"/> タコ足配線になっていないか <input type="checkbox"/> コードが通路上にあり, 転倒の恐れはないか <input type="checkbox"/> コンセントに水がかからないようになっているか <input type="checkbox"/> アースをつないでいるか
廃液タンク	<input type="checkbox"/> 蓋を開けた状態のときは下にトレイを敷いているか <input type="checkbox"/> 廃棄方法による分類がなされているか <input type="checkbox"/> 内容物が明示されているか
その他	<input type="checkbox"/> 実験室内で飲食していないか <input type="checkbox"/> 携帯電話を切っているか <input type="checkbox"/> 実験に関係のない人が実験室でたむろしていないか
《実験終了後》	
実験台・作業台	<input type="checkbox"/> 台上に試薬や器具が置きっぱなしになっていないか <input type="checkbox"/> 実験台および床の清掃はしたか <input type="checkbox"/> 椅子は通路に飛び出したままになっていないか
薬品庫	<input type="checkbox"/> 薬品庫の鍵はかけたか <input type="checkbox"/> 使用した劇物等薬品の減量をノートに記載したか
ガラス器具の収納	<input type="checkbox"/> 使用した器具を適切に洗浄したか <input type="checkbox"/> 器具を適切に収納したか <input type="checkbox"/> 特にバランスの悪い器具など転倒・落下防止に配慮して収納したか
廃液	<input type="checkbox"/> 廃液の適切な処理をしたか <input type="checkbox"/> 廃液の保管場所は適切か <input type="checkbox"/> 廃液からの発火, 揮発, 混合による反応などがおこる恐れはないか
装置	<input type="checkbox"/> 使用した装置は手順に従い, 停止させたか <input type="checkbox"/> 天秤の周りに薬品がこぼれたままになっていないか
体調管理	<input type="checkbox"/> 気分が優れない, 薬品に触れた等, 気になることはないか <input type="checkbox"/> 手を洗ったか
その他	<input type="checkbox"/> 危険な物質が作業着等に付着して実験室外に漏えいしないよう必要な措置を講じたか

図 4-19 実験環境のチェックリスト C-2, D-2

C-4, D-4 (研究室の一員となる頃)	
装置	<input type="checkbox"/> 緊急時の対応の仕方を知っているか (他の装置やボンベとつながっている場合など)
避難経路	<input type="checkbox"/> 収納の重心バランスはよいか (重いものは下に)
確保	<input type="checkbox"/> 収納物の転倒・落下対策はされているか <input type="checkbox"/> 出入り口が2箇所以上あるか <input type="checkbox"/> 扉の前が塞がっていないか <input type="checkbox"/> 通路が確保されているか <input type="checkbox"/> 出入り口付近の棚や収納物が転倒・落下で扉を塞ぐ恐れはないか <input type="checkbox"/> 非常出口の開錠方法, 避難ばしこの使い方などを知っているか
緊急連絡	<input type="checkbox"/> 緊急時の連絡先, 避難後の集合場所を知っているか

図 4-20 緊急時用点検のチェックリスト C-4, D-4

C-5, D-5 (研究室の一員となる頃)	
<p>装置等の固定</p> <p>ポンベ <input type="checkbox"/> ポンベラックが床面固定してある  <input type="checkbox"/> 金具のゆるみや固定のゆるみがなく手で揺らしてもグラグラしない  <input type="checkbox"/> ポンベを金属製チェーンもしくはバンドで2点固定してある  <input type="checkbox"/> チェーンがフックから外れにくくなっている  <input type="checkbox"/> 掛けたチェーンに緩みがない</p> <p>棚 <input type="checkbox"/> 棚を、金具で、壁面もしくは床に固定している  <input type="checkbox"/> 固定金具のねじが締まった状態にある  <input type="checkbox"/> 棚の中のものに転倒・落下防止対策がしてある  <input type="checkbox"/> 棚の上に落下すると危険な重量物が置いてない  <input type="checkbox"/> ダンボールの積み上げは安定しており適切である</p> <p>キャスター付棚、装置の固定 <input type="checkbox"/> キャスターのストッパーが ON になっている  <input type="checkbox"/> ストッパーの無いキャスターに滑り止め対策がしてある</p> <p>小型装置の固定 <input type="checkbox"/> 転倒・落下防止対策がしてある  <input type="checkbox"/> 装置の危険箇所について明確な表示がある</p> <p>薬品 <input type="checkbox"/> 扉、間仕切り、柵などにより、転倒・落下防止対策がしてある  <input type="checkbox"/> 混触禁止物質は別々に保管してある  <input type="checkbox"/> 振動による扉の自然閉閉防止対策がしてある  <input type="checkbox"/> 薬品庫に常に鍵がかかっている  <input type="checkbox"/> 薬品庫が床または壁に金属金具で固定されている  <input type="checkbox"/> 薬品庫に名称、使用者、処理の方法等が明記してあり不明の薬品はない</p> <p>避難経路の確保 <input type="checkbox"/> 収納の重心バランスや大小バランスを確認してある(重いものは下)  <input type="checkbox"/> 収納物の転倒・落下対策がしてある  <input type="checkbox"/> 出入口が2箇所以上ある  <input type="checkbox"/> 扉の前が塞がっていない  <input type="checkbox"/> 出入口付近の棚や収納物が転倒・落下で扉を塞ぐ恐れがない  <input type="checkbox"/> 消防隊入り口(▼)の前に物が無い  <input type="checkbox"/> 通路にまたぐ必要のあるモノが置いてない  <input type="checkbox"/> 何らかの理由で通路が狭隘になっていない  <input type="checkbox"/> 緊急時の連絡先、避難後の集合場所が周知されているか</p> <p>実験台・作業台 <input type="checkbox"/> 台上に使用者がわからない試薬が置きっぱなしになっていない  <input type="checkbox"/> 使用中の試薬はバット等に入れ台の中央に置いてある</p>	<p><input type="checkbox"/> 文房具と実験器具の置き場所は適切である  <input type="checkbox"/> 火気の近くに可燃性、引火性のモノが置いてない</p> <p>ガラス器具の収納 <input type="checkbox"/> 器具を詰め込みすぎでない  <input type="checkbox"/> バランスの悪い器具が不安定な状態になっていない  <input type="checkbox"/> 転倒・落下防止対策はしてある  <input type="checkbox"/> 欠けやヒビがある器具が混じっていない</p> <p>アングル等で作った自作棚 <input type="checkbox"/> キャスターはストッパーを ON にしてある  <input type="checkbox"/> 転倒防止対策をしてある  <input type="checkbox"/> 重心が下になるように収納してある  <input type="checkbox"/> 収納物の落下防止対策がしてある</p> <p>冷蔵庫 <input type="checkbox"/> 振動によって収納物が飛び出さない措置がしてある  <input type="checkbox"/> 間仕切りの固定がしてある  <input type="checkbox"/> 収納期間など、収納物の管理が定期的に行われている  <input type="checkbox"/> 食品を入れてない  <input type="checkbox"/> 防爆装置のない冷蔵庫に揮発性の薬品がはいっていない</p> <p>廃液タンク <input type="checkbox"/> 振動による中身の噴出防止対策がしてある  <input type="checkbox"/> タンクはバットに入っている  <input type="checkbox"/> 表示はルールに従い適切にしてある</p> <p>コンセントと配線 <input type="checkbox"/> タコ足配線になっていない  <input type="checkbox"/> コードが床(特に通路)に出ていない  <input type="checkbox"/> コンセントに水がかからないようになっていない  <input type="checkbox"/> コンセントにホコリがたまっていない  <input type="checkbox"/> ひとつのコンセントで使用している電気容量の合計は適切である</p> <p>装置 <input type="checkbox"/> 緊急時の対応策は使用者に周知されている  <input type="checkbox"/> 緊急時に連絡する担当者がわかりやすく明記されている  <input type="checkbox"/> 間違った使用方法、不適切な使用方法をしていない</p> <p>掲示 <input type="checkbox"/> 緊急時の対処法がわかりやすく掲示されている  <input type="checkbox"/> 連絡先が明示されているか</p>

図 4-21 実験室設備のチェックリスト C-5, D-5

D-2 実験環境 (整理整頓の基準)	
<p>緊急用品 <input type="checkbox"/> 救急箱・保護具・保護メガネ等は適正管理され使用可能状態にある  <input type="checkbox"/> 緊急用シャワー・アイシャワーは使用可能状態にある  <input type="checkbox"/> 避難具・救急用品が戸口など見つけやすいところにある  <input type="checkbox"/> 消火器・消火栓等が設置され、まわりに物品が置かれていない</p> <p>実験環境 <input type="checkbox"/> 通路に物が置かれておらず、椅子は実験台に寄せられている  <input type="checkbox"/> 通路は 80 cm 以上確保されており、器具や装置が出っ張っていない  <input type="checkbox"/> 部屋の出入口付近に出入りを妨げる物を置いていない  <input type="checkbox"/> 窓が3分の2以上塞がれていない  <input type="checkbox"/> ドラフト等の局所排気装置内に物を常時保管していない  <input type="checkbox"/> 換気扇等排気装置が十分に機能している状態にある  <input type="checkbox"/> 実験に使う台の上に、作業上必要でない器具や薬品が常時置かれていない  <input type="checkbox"/> 照明器具の劣化・汚れ・破損がない  <input type="checkbox"/> 棚等が転倒防止金具で床または壁に固定されている  <input type="checkbox"/> 紐、ワイヤー等により内容物の落下防止がなされている  <input type="checkbox"/> 棚に保存しているガラス器具には落下してこないための措置がなされている  <input type="checkbox"/> 1.5 m 以上高所に 10 kg を越える重量物を置いていない</p> <p>薬品保管 <input type="checkbox"/> 薬品が実験台の上及びその周辺に放置されていない  <input type="checkbox"/> 薬品類は転倒・流出の防止措置が施されている棚に保管してある  <input type="checkbox"/> 毒劇物は医薬用外毒物表示の保管庫で施錠保管されている  <input type="checkbox"/> 薬品保管庫の鍵は適正に管理されている  <input type="checkbox"/> 発火性・引火性・爆発性の薬品等は火気・熱源から隔離されている</p> <p>廃液管理 <input type="checkbox"/> 実験廃液が適切に分別され、他に影響を与えない場所に保管されている  <input type="checkbox"/> 実験廃液の内容が表示されている  <input type="checkbox"/> 廃棄物を適正に分別するゴミ箱が設置されている  <input type="checkbox"/> 廃棄物が長期間放置されていない</p>	<p>電気・ガス <input type="checkbox"/> 配線ケーブルやガスホース類が実験・歩行の支障にならないよう固定されている  <input type="checkbox"/> ガスホース接続部はしっかりと固定され、ガスホース上に重い物が乗っていない  <input type="checkbox"/> 1000 W を越える電気器具の電源を複数台同じコンセントからとっていない  <input type="checkbox"/> 配電盤はすぐに開けられる状態にある</p> <p>ポンベ <input type="checkbox"/> ポンベは金属鎖またはワイヤーで、確実に固定されている  <input type="checkbox"/> 使用していないポンベにはバルブ保護キャップをしている  <input type="checkbox"/> 3年以上使用していない、または使用済みのポンベがない  <input type="checkbox"/> 横倒しで保管されているポンベがない</p> <p>標識 <input type="checkbox"/> 緊急連絡先が電話・戸口付近などわかりやすい場所に張ってある  <input type="checkbox"/> 避難用経路・出口が明示されている  <input type="checkbox"/> 危険区域等の標識は整備されている  <input type="checkbox"/> 放射線・X線等の標識は整備されている  <input type="checkbox"/> 薬品類の表示・標識は整備されている  <input type="checkbox"/> 消火器を示す標識が吊るしてある</p> <p>その他 <input type="checkbox"/> 廊下に家具、箱などを置いていない  <input type="checkbox"/> 実験室に飲食物が置かれていない  <input type="checkbox"/> ダンボール、紙類が火気・熱源のそばに保管されていない</p>

図 4-22 実験環境のチェックリスト D-2



介したり白衣や作業服の種類や機能を説明したりして、チェックシートで自らを確認し、知識を定着させ、行動を習慣化する、という目標に向けて訓練することが不可欠である。

学年が進み専門的実験開始期になると、白衣や作業服も、扱う薬品や工具、危険の対象物によって使い分ける必要性が出てくる。例えば生地や外部露出の付属品にも、難燃性素材、耐薬品性素材、帯電防止素材などがある。そのような知識習得と同時に継続的な着衣の習慣づけにも対応できる [B-1] [C-1] のようなチェックシートとなる。

さらに、研究室配属期となると、知識やスキルも習得し経験値もあるがゆえに、逆に、過信から安全創出に対するセンサーが緩くなることが多い。結果として安全な場であることが圧倒的に多い当然の状況に慣れてしまい、リスク管理の感覚が鈍化する。その結果、研究室付属の実験室では安全と研究遂行との優先順位が逆転してしまい、低学年の時の学生実験室では保護具装着が当然であった習慣をいとも簡単に手放してしまう例が散見する。そうすると、チェックシートのみでは記入そのものが形がよい化していくため、4-1の風土や文化的な要因に働きかける取り組みや、4-2の管理的に働きかけることも必要になってくる。

[A-1] から [D-5] まで、富山高専技術室において開発したものを、本研究にて筆者が加筆、修正したそれぞれのチェックシートの例を挙げる。しかし、これは、あくまでも一例であり、法定やルールの変更、学生の気質などを考慮し、それを使用するそれぞれの時機や現場に適合したチェック項目を付加、または削除して使用する必要があると考える。


#### ――― 授業への導入方法

チェックシートは、実施するタイミングが重要であった。


[A-1] は、実験室に初めて入る日のオリエンテーションで、実物を提示しながら丁寧に説明を加えて行う。その後、少し気持ちが緩みそうな日（天候やカレンダー、行事などの影響で）やタイミングを見計らって継続的に行うことで効果が上がった。3回目くらいになると、学生同士で相互にチェックさせることも効果があった。マンネリ化を避け、チェックシート記入が形がよい化しないように時機や方法を工夫することが重要であった。

服装については、乱れている個人に対して指導を行うことが多いが、当該学生の服装の様子を一般論として取り上げ紹介して、クラス全体で情報を共有し、改善策を考え、全員で安全を作り出すという雰囲気や文化を醸成

ある年の梅雨明け間近の蒸し暑い午後のことです。  
一生懸命実験しているまじめな2人に起こったことは……？



実験で多い「もらい事故」

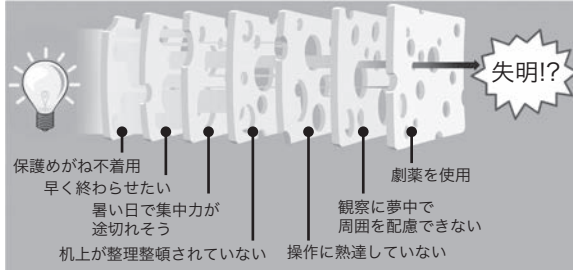


どのようにすれば防げるのか、話し合ってみましょう！

---

### ヒヤリハットの共有と対策の意義

幸いこの例は重大事故になりませんでした。それは、最後のチーズに穴が無かったからです。幸運だったとしか言いようがありません。



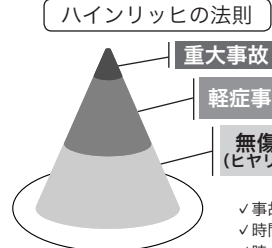
保護めがね不着用  
早く終わらせたい  
暑い日で集中力が途切れそう  
机上が整理整頓されていない

劇薬を使用  
観察に夢中で周囲を配慮できない  
操作に熟達していない

**スイスチーズモデル**  
複数の要因が偶然重なった時に大きな事故が起こることを示したモデル。事故を起こさないためには、チーズの穴（実験者の不注意・誤判断、実験環境・設備の不具合など）を減らすことが大切である。

出典：理科ネットワーク（一部加工）

**ハイリッヒの法則**



突然重大事故が起こる

もしこれを隠してしまったら……

**出発点**  
ピーカーに手が引っかかったはずみで落下し、内容物が隣の人の顔や素足にかかった。

- ✓ 事故を起こさないために
- ✓ 時間に余裕を持たせた計画を立てる
- ✓ 時々周囲を配慮してチェックし合い声を掛け合う
- ✓ 器具の配置を考える
- ✓ 暑いので休憩を適切に取る
- ✓ 時間に余裕を持つ

不安安全行動・不安安全状態  
→これを減らせば事故も減る!!

ハイリッヒの法則とは1930年代の災害事故防止論です。ハイリッヒはアメリカ労災保険会社の研究部長であり、50万件以上の労働災害事例の分析を行いました。一つのaccident（事故）の陰には29のincident（軽傷事故）があり、さらにその奥には300のirregularity（ニアミス、危険）があったのです。accidentを防ぐにはその奥にあるincident, irregularityに対する対策が必要ということになります。  
アメリカのフランク・バードは1969年に約175万件の事故分析を行い、重傷災害1件に対し、軽傷災害が10件、物損事故が30件、インシデントが600件発生していたと報告しました。

図 4-23 ヒヤリハットの実例から作成した教材



することが効果的だった。特に初期にそのような一斉指導を行うことで、その後の学生同士の相互チェック機能も働くようになった。教員からの一方的な指摘より、学生相互に指摘し合う経験が安全文化の醸成にはプラスとして働くのである。

いずれも、5分～15分程度のショートプログラムとして、通常の学生実験の最初または実験の流れの中にタイミング良く埋め込むことが効果的であった。

## 2 ヒヤリハットの教材化

一般的に事故事例の紹介は、リアリティがある教訓として学生は興味を持ちやすい。

加えて、一般論の紹介よりも、自分たちが行う同じ実験、同じ実験室で起こった事故事例は学生にとって特にインパクトが大きく記憶に残りやすい。そこで、同じ実験で起こったヒヤリハット事例をすぐにイラストや写真にして教材化することにより、従来の安全教育では知識伝達型または自然に覚えていく自然習得型と考えられている基礎知識を紐づけて説明する教材を作成した。

例えば、「スイスチーズモデル」や「ハインリッヒの法則」などは、安全教育の基本として必ず教える内容だが、図4-23に示す教材のようにして説明することにより、より確かな知識の定着をねらった。他の安全関連の知識も、このようにして説明することで効果的な教育ができると考える。

同じ学生実験では、同様のヒヤリハットや事故が起こりやすい。そのような事故の直後にその事例を教材化する



図 4-24 危険予知テスト (KY) ワークシート

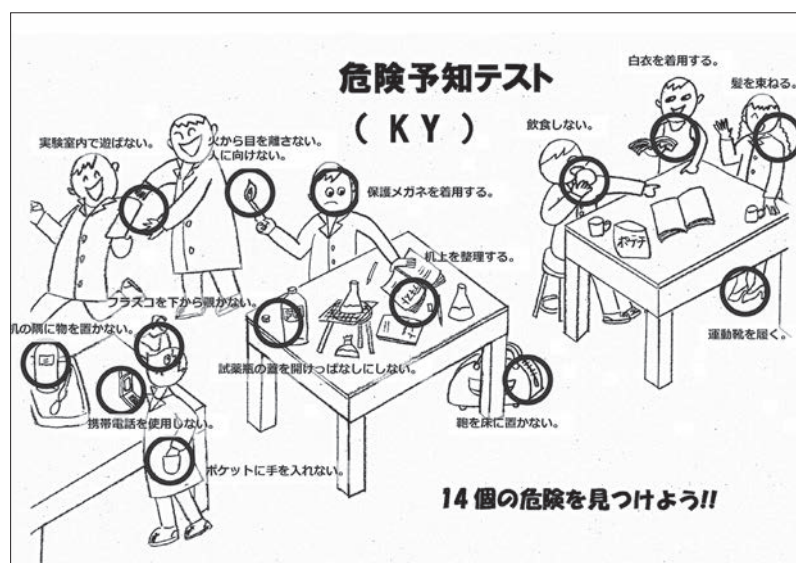


図 4-25 危険予知テスト (KY) 回答

ることが、教育効果が大きいと考えられる。

## 4-3-2 構成主義的教育プログラム

### ◆構成主義の学習理論

構成主義の学習観では、「知識」とは、構造をもった情報であり記号を理解したり自ら構成したりするものとする。「学習」は概念の構造や認識構造を変えたり、利用したりすることと定義される。「学習の転移」はある領域にある概念や規則が一般性をもつようになり起こる。「動機づけ」は内発的な動機づけが不可欠である。「学習環境」は、学習者が自ら理解をつくりあげられるように相互作用的な環境を用意することが望ましい。「教育評価」には多様な知能を評価できるような多様な評価基準を設ける。「教師の役割」は、学習者の頭の中で何が起きているか、学習者が何を考えているかを読み取る「認知心理学者」である。認知主義の学習理論の教育的応用は、工学における基礎的な実技教育や Project-based Learning, 課題探求型の応用的実験, ケーススタディ, Problem-Centered Learning などが挙げられる。

### ◆構成主義の学習理論とその応用教育プログラム

#### 1 イラストを使った簡単な危険予知トレーニング

図4-24は、初期の化学実験で通常よく見られる危険な態度等について、それが危険であることを認識し、どのような態度で臨むべきかについて考えさせるために開発・作成したワークシートである。

実験に入る前に実施し、クイズゲーム的な要素も加えて注意を促すことをねらった。一定時間内に組みませた後、グループで話し合わせるなどをして、最終的に図4-25の回答を与えた。初心者の実験の際には、危険であることの理由も考えさせるようにした。

特に、学生たちは、割とわかりやすい不安全状態や行動にはすぐに気づくものの「誰も保護メガネをかけていない」に気づかないことが多かった。日頃は当たり前になっていることでも、何のヒントも与えないとわかりと見逃しがちになることに気づかせ、安全行動をとることの重要性はもちろん、誰も気づかないことにいち早く気づくという「センス」を身につけることの大切さについて考えさせる良い機会とした。

## 2 危険実験の演示

実験前に使用する薬品や機材等の取り扱いについて、口頭で説明していた従来の方法（行動主義的）に加えて、簡単な演示実験を組み合わせて行うことが効果的であった。

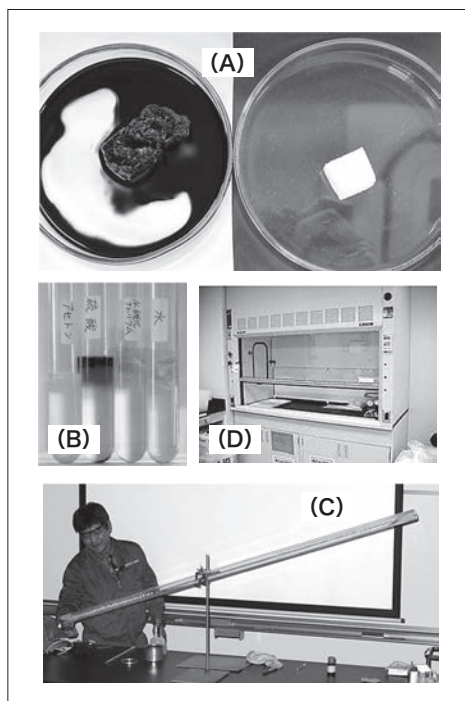


図 4-26 危険実験演示の様子

危険実験のネタはどれだけでもあるが、演示するには必ずあらゆるリスクをコントロールして絶対に失敗しないように、薬品の量や温度などの条件を精査した上で予備実験やリハーサルを十分に行ってから学生の前で演示を行うことが肝要である。

例えば、濃硫酸や水酸化ナトリウムは使用頻度の多い

一般試薬であり、その危険性は知識としては、学生は皆、知っている。しかしながら、使用時に保護メガネを忘れていたり、白衣の腕まくりをしたりしたままで取り扱うことが多い。そこで、危険性を口頭で説明する際に、濃硫酸で有機物が炭化する様子（図4-26（A））を見せたり、水酸化ナトリウム等の種々の溶液にタンパク質として実際の肉を入れて変化する様子（B）を演示して見せたりした。また、高温にした水蒸気で満たしたアルミ製の一斗缶を密封して急冷すると大きな音と共に一斗缶がつぶれる様子が観察できる。このようにあらかじめリスクをコントロールして行う危険実験を見ることにより知識がリアリティを伴って記憶され、試薬の扱い方や保護具の必要性について、知識が定着し活用（行動化）できるようになることをねらった。

揮発性のある引火性の試薬を使い、どのような種類の液体がどのように引火しどのくらいのスピードでアクリル筒内を走るのかを見せる実験（C）なども効果的だった。

また、ヒュームフードと発煙機を使って、実際に気流を視覚化して見せる（D）ことにより、正しいヒュームフードの使い方を身につけることも行った。

以上のように、その薬品や機材を使う直前の説明の際に、対応する危険実験を行うことが効果的であった。

## 3 教育動画やDVD等の視聴と演習問題や意見交換

DVD等の動画教材は一般的に、学生実験全般にわたるガイダンス的要素を含んでいるため実験を初めて行う段階に効果があると考え導入した。教材として、「山口和也、山本仁 著：基礎化学実験 安全オリエンテーション、東京化学同人(2007)」を使用し、付属のDVDを視聴しながら、巻末の演習問題を段階的に解かせるという方法で行った。他の市販の動画教材や、WEB上で公開されている動画も同様に利用できる。動画に適した演習問題を作成する、または、動画をテーマにしたグループディスカッションを行うというように応用ができると考える。

これらDVD視聴などの認知的教材を試行した学生(延べ116名)に与えた効果について、筆者らは次のとおり報告<sup>[1]</sup>している。

図4-27のとおり、本教材を試行していない初年次学生(159名)を対象に行った調査で「事故の可能性について常に考えるか」の問いに対してYESと答えた学生の割合は25%であった。2年年長の本教材を試行しな

かった学生 62 名は約 5% の増加に留まっているのに対し、試行した学生 54 名は約 2 倍の 50% に増加し、本教材を試行したことによる効果が認められている。

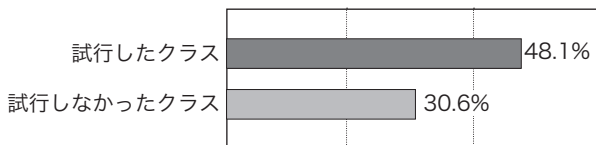


図 4-27 「事故の可能性について常に考えるか」の問いに YES と答えた学生の割合

このように視覚から五感に訴える効果がある教材は、学習者が元々もっている概念を利用して、その構造や認識構造を変えることによる効果が得られると考える。動画が持つアピール性は興味関心を引きやすく内発的動機づけにも有効に働く。教材の提供は、学習者が自ら情報を構造化できるように相互作用的な環境を用意することが望ましいと考える。

#### 4 ヒヤリハットの教材化 II

事故の管理や状況把握を主な目的としていたヒヤリハット報告書の書き込み欄の文言等を変えることにより、指導者や学生間のコミュニケーションを促し、認知的働きかけが活発になることをねらった。

ガラス器具の破損、薬品がこぼれたなどの軽微な事故

の際、懲罰的にならないよう予め点数に影響のないことを学生に知らせたうえで図 4-28 のように開発した用紙に記入させた。最初の頃は、学生は、図 4-29 の左のように、今後の注意事項として「注意して行動する」といった、情緒的、抽象的で危険要因が不明瞭な記述しかできない。これでは、効果的な対策をとるところまで思考が働かず、同一人物による同様事故の再発を防げない。

そこで、学生が記入した記述を教職員が一緒に見ながら、その原因に学生が到達するまで何度も問いかけることを行った。問いかけの内容は、認知領域のタキノノミー（本書 p 14 に前述した理論）に基づいて行う方法とした。

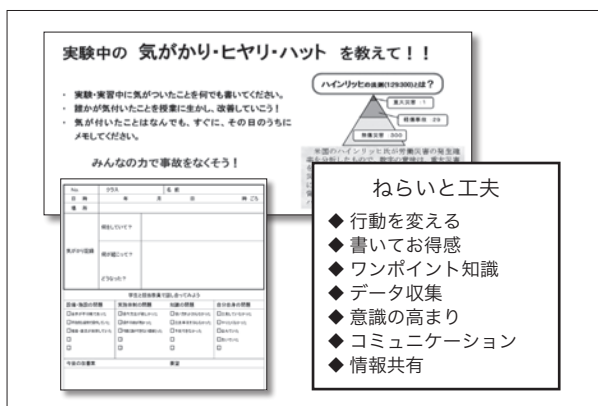


図 4-28 ヒヤリハットを教材に

例えば、図 4-30 のような学生とのやり取りを、図 4-31 の理論を応用して、図 4-32 のような問いかけに変えるのである。それによって図 4-29 の右のように記述

No.	クラス	名前
日時	23年 4月 25日	2時 ごろ
場所	実験室	
何をしています?	炎反応の実験	
気がかり記録	何が起こって? 試験管とうっかりぶつかって どうなった? 試験管が割れた	
学生と担当教員で話し合ってみよう		
設備・施設の問題	実施体制の問題	知識の問題
<input type="checkbox"/> 表が不明瞭であった <input type="checkbox"/> 手順が不明瞭であった <input type="checkbox"/> 手順・器具が整理していた <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 操作方法が難しかった <input type="checkbox"/> 操作が簡単だった <input type="checkbox"/> 手順・器具が整理していた <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 知識が不足していた <input type="checkbox"/> 知識が豊富だった <input type="checkbox"/> 知識が豊富だった <input type="checkbox"/>
今後の改善案	注意を促す行動をする。	

落とす理由は? ...  
 「気を抜いたから」  
 「不注意だったから」  
 今後の改善案は? ...  
 「注意して行動する、気を抜かない」

No.	クラス	名前
日時	23年 5月 9日	16 時 ごろ
場所	実験室	
何をしています?	びーカーと洗剤を洗ってはい時	
気がかり記録	何が起こって? ビーカーを洗剤で洗ってしまい、洗剤をこぼしてしまいました。 どうなった? ビーカーが割れてしまいました。	
学生と担当教員で話し合ってみよう		
設備・施設の問題	実施体制の問題	知識の問題
<input type="checkbox"/> 表が不明瞭であった <input type="checkbox"/> 手順が不明瞭であった <input type="checkbox"/> 手順・器具が整理していた <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 操作方法が難しかった <input type="checkbox"/> 操作が簡単だった <input type="checkbox"/> 手順・器具が整理していた <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 知識が不足していた <input type="checkbox"/> 知識が豊富だった <input type="checkbox"/> 知識が豊富だった <input type="checkbox"/>
今後の改善案	洗剤をこぼして落とすのは、洗剤をこぼさないようにするため、洗剤をこぼさないように洗剤の底面近くで洗うようにする。	

理由は?  
 「洗っていたビーカーを高い位置から落としたため割れてしまった」  
 今後の改善案は?  
 「流し台の底面近くで洗う」

※ 学生が自ら 「あー、そうだったのか」と気づき、納得することが大切

図 4-29 問いかけによって記述が変化する事例





図 4-30 通常の対応例

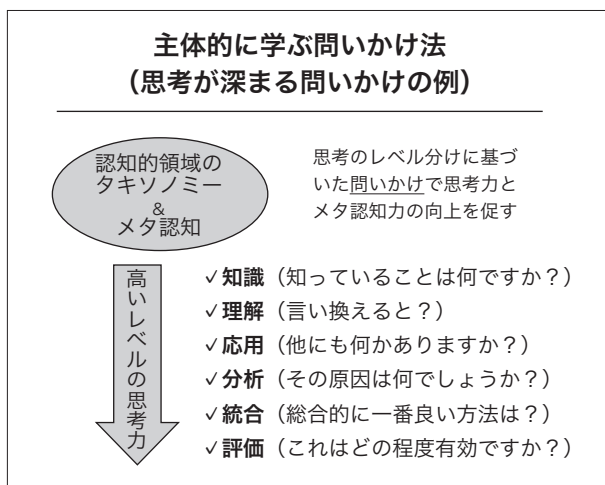


図 4-31 問いかけのモデル

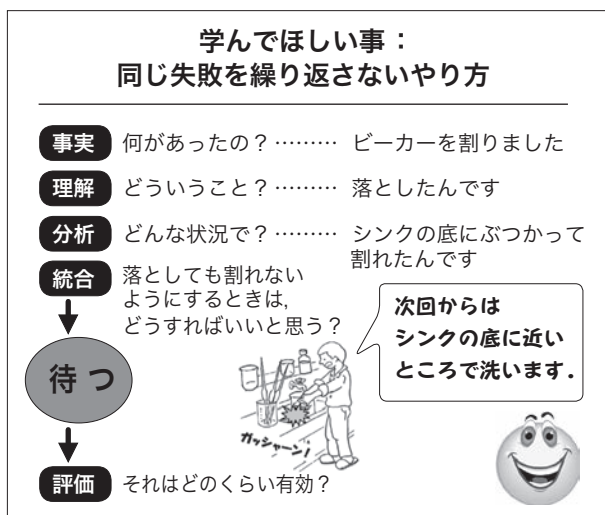


図 4-32 問いかけで思考を深める方法

が変化した。すなわち、「もしビーカーをすべらして落としてしまっても割れないようにするために、洗いのをする際は、洗面台の底の近くで洗うようにする」というように、具体的で実行可能な記述である。

このように、高いレベルの思考力を身に着けることを

「問いかけ」によって促すのである。

思考のレベル分け (ベンジャミン・ブルーム)

- 〈1〉知識 ⇒ 暗記力 (事実、言葉、やり方、分類を知っている)
- 〈2〉理解 ⇒ 内容を解釈、言い換える、説明する、推し量る能力
- 〈3〉応用 ⇒ 知識を一つの状況から別の状況に移すことができる能力
- 〈4〉分析 ⇒ 全体の中の部分を見つけたり、分けたりできる能力
- 〈5〉統合 ⇒ 部分を組み合わせさせて統一された全体をつくりだせる能力
- 〈6〉評価 ⇒ 基準を使って情報の価値や使い道を判断できる能力

認知主義的な学びを意識して開発した本教材の特徴は、実験中に起こった軽微な事故を、教員とともに振り返ることで、なぜヒヤリとしたのか、どのようにすれば安全であったのか、自分は何ができて何ができないのかを考えさせ、学生に自分の行動を振り返る機会を与えたことのみならず、教職員自身にも施設・設備、実施体制を見直すきっかけが与えられることである。最終的には、学生自らが考えた対応策について、〈6〉の評価を加えるところまで行くとよい。

学生の学びを促す足場かけとしての問いかけの応用として、図 4-33 や図 4-34 に示した、「開いた質問・閉じた質問」も効果があった。

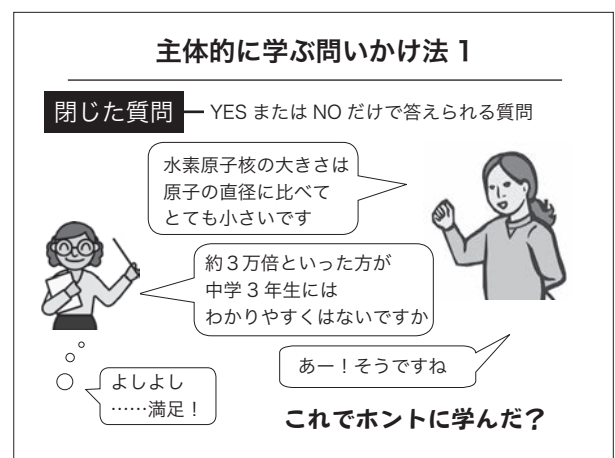


図 4-33 閉じた質問の例

## 主体的に学ぶ問いかけ法 2

開いた質問 —YES または NO だけは答えられないような質問



図 4-34 開いた質問の例

### 4-3-3 状況主義的教育プログラム

#### ◆状況主義の学習理論

「知識」は人、物、技術、組織などの中に散らばった形で存在するとされる。「学習」は何かの実践をしている人々で形成されるコミュニティへの参加を強めることと定義され、「学習の転移」は同じコミュニティで異なる課題への参加、または他のコミュニティへの参加として現れる。「動機づけ」はコミュニティ内部の人間関係が良好、そこでの実践が有意義だという認識で起こる。「学習環境」は、探求や社会的な実践に学習者が参加する環境。また、自由に意見が言え、多様な人々や価値観が存在し、寛容である学習環境が望ましい。「教育評価」は、コミュニティへの参加そのものへの評価や、コミュニティの実践を大きく捉えた評価を工夫する。「教師の役割」は、認知主義と同様に、学習者の頭の中で何が起きているか、学習者が何を考えているかを読み取る「認知心理学者」である。認知主義の学習理論の教育的応用は、工学における実践的な実技教育、Problem-based Learning, インタラクティブ・メソッドを使ったワークショップ、アクションリサーチなどがこれにあたる。

#### ◆状況主義の学習理論とその応用教育プログラム

### 1 ワークショップ型安全教育

ワークショップ型で安全な実験について議論をさせることは、あらゆる学生実験や授業の中に組み込むことができる。本研究の目的に対する教育効果の高い有用な方法である。しかしながら教育効果の高いワークショップ運営には、学生側の基礎力と指導者側の教育ファシリテーションの知識やスキルが必要であるため、なかなか導入が進まない現状がある。本報告書の3章に示した指導者側に必要な最低限の理論は3つの学習理論と、「動機づけ」「メタ認知」「足場かけ」「問いかけ」の各理論であり、応用するための方法はいくつかの汎用的なツール(図3-7)とチームワーク指導である。

以下に、様々な授業や実験に導入可能ないくつかのワークショップを紹介する。

#### 学期、単元などの最初に行う

#### ワークショップ

#### 進め方

実験や活動を始める前、自分たちが取り組む内容が明確になった時点で、その活動(実験、実習、演習を含むタスクやプロジェクト)を行うチームでルール作りのワークショップを行う。進め方は次のとおりである。

1. チームでその活動の成功のイメージを共有する。終えた時に得られていること(目標)でも良いし、最終的に得る成果や制作物でも良い。大切なのは、チームの全員が明確で具体的なゴールを描き共有することである。
2. ブレインストーミングにより付箋紙に「その活動を成功させるために必要なこと」を書き出す。
3. 全員の付箋紙を集め、大判紙上でマッピング、グルーピング、ラベリングを行い、チームのメンバーで合意された考えを構造化、視覚化する。

※ マッピング: 地図作成や対応付けなどを意味する英単語からきている。学習活動では、ブレインストーミングなどにより出てきた要素を、さらに分析する際に使うツールの一種で、分析目的に応じた一定の規則に沿って、要素とその関係性を分析しながら適切な場所に配置して、地図のように視覚化する手法をさす。

4. 完成したマッピングを文章化する。
5. 特に安全に関する項目について、どのような具体



図 4-35 チームのルールを作るワークショップ

- 的な方策を講じることによってそのルールが守れるのか(安全が確保できるのか)について話し合う。
- 最終的に、自分たちのルールとそれを守る具体的な方法を考えて実行に移すためのアクションプランを作成する。
  - 活動の途中でそれが実行されているか、またどの程度有効であるか検証を行う。
  - 安全を創出するためのより優れた方法へとブラッシュアップすることをねらって、他のチームを参考にできるよう発表会や評価会などを行う。

ワークショップで作成したマッピング図の例を図 4-35, 4-36 に示す。

### 起こったヒヤリハットや事故などの事例から 教訓を得るために行うワークショップ

#### 進め方

- 題材とするヒヤリハットや事故について事実確認を行う(事故記録, 写真, イラスト, 当事者や目撃者の経験談などを使う)。
  - ブレインストーミングにより付箋紙に「その事故が起こった原因」を書き出す。
  - 全員の付箋紙を集め, 大判紙上でマッピング, グループング, ラベリングを行い, チームメートの考えを構造化, 視覚化する。
- ※ マッピングの過程で, 学生が気づかない視点については指導者から提示して検討させる必要がある。例えば, 以下の視点などがある。
- モノ, 人, 機器類を対象とした作業の流れの中に

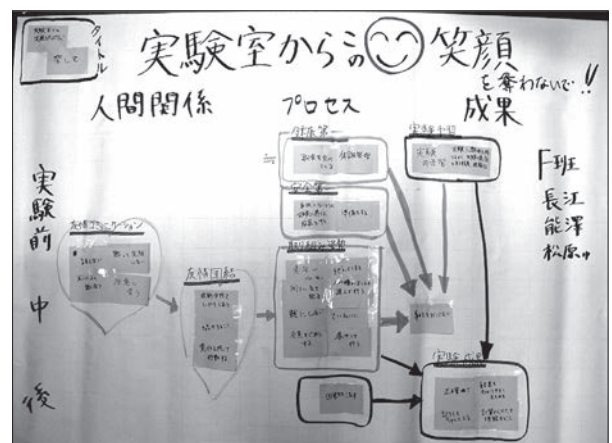


図 4-36 プロジェクトを成功させるために大切なこと

- 事故の原因はないか
  - 経路や動線について検討したか
  - リンク解析(連合作業分析)は十分か
  - 作業内容を細かい動作に分解してみて問題点はないかを検証したか
  - 作業環境のレイアウトの中の原因は検証したか
  - 作業者の疲労感など体調不良に対する原因とその背景や遠因は検証したか
  - 作業中の不自然な姿勢ややりにくさについて検証したか 等々
- ラベリングにより出てきた項目を, 別の付箋紙に書き移しランキング(順位づけ)を行う。ダイヤモンドランキングなどの手法が使いやすい。
- ※ ダイヤモンドランキング: 項目を9つ程度にして, 順位付けについて意見を出し合い, チームメンバーが同意した優先順位に従って, 最も重要な意見を1つ, 2番目に重要な意見を2つ, 3番目を3つ, 4番目を2つ, 最も重要でない意見を1つ選んで右図のようにダイヤモンド型に並べる。

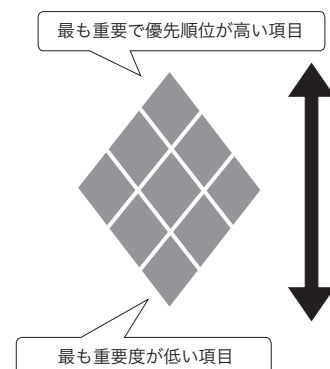


図 4-37 ダイヤモンドランキングのイメージ



- 発表会等により各チームの結果を共有して、さらに自分たちの考えをブラッシュアップする。
- ダイヤモンドランキングを見直し、話し合ったことを文章化または図式化して教訓とする。

### 授業の最初の5分を利用して行う ミニワークショップ

#### 進め方

- チームまたは個人で、当日の活動の手順をなるべく具体的にイメージしながら確認する。
- これまでの経験から自分の癖や特性または当日の体調や心境などをふまえて、作業を安全に行うための自分、またはチーム全員への留意点を付箋に書き出す。付箋1枚に1項目を、なるべく短いキーワードで表すようにする。
- 作業に関連する場所、例えば作業中必ず目に留まるような目立つ場所に付箋を張り付けておく。
- 自分の付箋はもちろん、チームメンバーの付箋にも気を配り留意のために声を掛け合う。
- 作業終了時に付箋をはがし、その作業における安全創出について気づいたことを振り返り、次回や同様作業に役立つように文章化または図式化しておく。

## 2 危険予知トレーニング

### 中央労働災害防止協会「KYT4 ラウンド法」を 応用した危険予知トレーニング

#### 《KYTとは》

危険予知訓練は、作業や職場にひそむ危険性や有害性等の危険要因を発見し解決する能力を高める手法であり、危険（キケン, Kiken）のK、予知（ヨチ, Yochi）のY、トレーニング（トレーニング, Training）のTをとって、KYTと呼ばれる。

危険予知訓練は、もともと住友金属工業で開発されたもので、中央労働災害防止協会が職場の様々な問題を解決するための手法である問題解決4ラウンド法と結びつけ、さらにその後、旧国鉄の伝統的な安全確認手法である指差し呼称を組み合わせた「KYT4 ラウンド法」としたものが標準とされている。中央労働災害防止協会によ

ると、危険予知訓練は、「職場や作業の状況のなかにひそむ危険要因とそれが引き起こす現象を、職場や作業の状況を描いたイラストシートを使って、また、現場で実際に作業をさせたり、作業してみせたりしながら、小集団で話し合い、考え合い、分かり合って、危険のポイントや重点実施項目を指差唱和・指差呼称で確認して、行動する前に解決する訓練」と説明されている（参考：JISHA 中災防のWEB ページより）。

#### 進め方

進め方は、以下に示す問題解決の4つの段階（ラウンド）を経て段階的に進めていく。

- 1 ラウンド 現状把握（どんな危険が潜んでいるか）
- 2 ラウンド 本質追究（これが危険のポイントだ）
- 3 ラウンド 対策樹立（あなたならどうする）
- 4 ラウンド 目標設定（私たちはこうする）

これを応用して、学生を対象にクラス全体で授業として実施するための教育プログラムとして、A. 学生配布用の教材、B. 教職員用参考資料（中央労働災害防止協会「KYT4 ラウンド法」のマニュアル）、C. 教職員用台本を作成した。準備物は、大判紙、名刺大の付箋紙3色、フェルトペン3色、黒のサインペンである。

A. 学生配布用の教材 p1～p5（図4-39～4-43）

B. ワーク進め方（指導用）（図4-44）

図4-38は、実際の様子である。

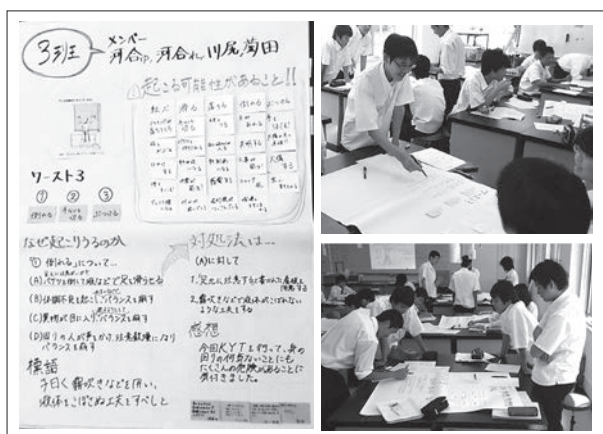


図4-38 KYT4 ラウンド法を実施する様子

#### 《教育効果を上げるための指導上の留意点》

認知主義的な教育プログラムとして、学生の指導上、特に気をつけるべきことは、図4-45のとおりである。

多くの問題解決における問題点について、学生は「問題＝ダメなこと」と捉えがちだが、「問題＝変えるべき状

## 授業用 危険予知トレーニング (KYT)

### KYTとは

「安全」は用意されているものではない。

どんな環境、作業にも危険は存在し、私たちは危険を予知することによって事故を防ぎ、安全を創り出していかなければならない。

KYTは、危険要因を発見、把握、解決するとともに、一人ひとりが危険に対する感受性や問題解決能力を高めることを目的としており、行動する前に危険要因を発見する「感受性を高めるため」に行う方法である。

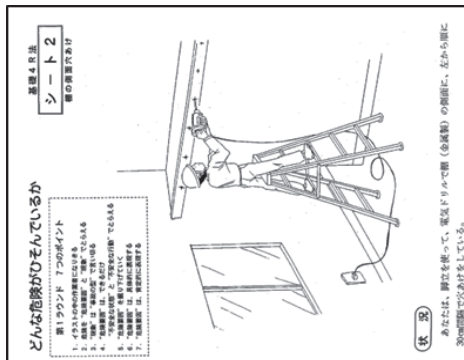
### ～ KYT の進め方 ～

4名で1グループ

1. イラストに描かれている状況や作業をイメージし、自分もその作業になりきって、身近に起こりそうなものを付箋に短い言葉で書く。
2. グループで話し合い、その中からベスト3を選ぶ。
3. 2の中で、1番重要と思われるものを1つ選び、なぜ起こりうるのか危険要因を発見し、掘り下げてみよう。
4. 具体的に表現しよう。「～なので、～になる」「～だから、～になる」という具合に、短い言葉で書き出す。
5. どう対処すれば良いかという対処の方法を考える。対処法は、必ず「～を～」で終わる文にすること。

- \* 「～しない」という対処法はダメ!
- 6. 各班毎に発表し、他の班の意見や発想を聴く。

例題イラスト



### 大判紙の書き方

班番号

メンバー名

課題4 足場  
シート2  
壁の取付け作業

あなたには、壁を使って、電気ドリルで壁（金属製）の取付け、足場から落ちて怪我の恐れがあります。

起こる可能性があること

ベスト3

① 転ぶ

② 落ちる

③ 目に障が入る

なぜ起こりうるのか

「② 落ちる」について

(A) はしごを降りるときに、足元にあるコードが引っかかるから  
 (B) 滑りやすい靴をはいているから  
 (C) 無理な姿勢になりバランスをくずし、よろけて落ちる  
 (D) 窓の外から人が声をかけて、注意散漫になり落ちる

対処法は

(C)に対して

1. 作業中に、人が声をかけたり通ったりしないように看板を立てる
2. こまめに、はしごの位置を変えながら作業する
3. 不安定な脚立ではなく、もっと安定した足場を用意する
4. 靴が滑りやすい、引っかかりやすい、脱げやすいなどの確認をする

感想

図 4-39 学生配布用 KYT 教材 (P1)

図 4-40 学生配布用 KYT 教材 (P2)

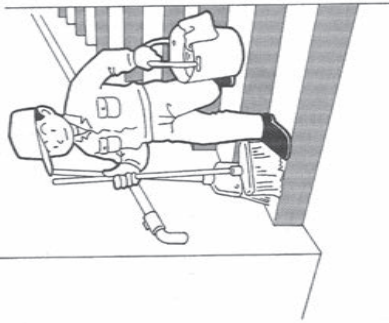


### 危険予知訓練シート

学生配布用の教材 P.3

#### シート1 床清掃

\*あなたは、2階の清掃を終了し、2階から1階に戻ろうとしている。



#### シート2 厚紙切り

\*あなたは、マットの上で、カッターナイフを使って厚紙を切っている。



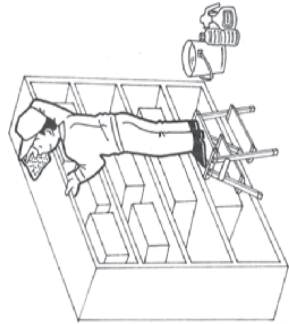
#### シート3 玄関扉掃除

\*あなたは、ビルの玄関扉のガラスを掃除している。



#### シート4 棚上部清掃

\*あなたは踏み台の上で棚の拭き掃除をしている。



### 危険予知シートの危険要因

#### シート1 床清掃

- 1 階段を下りているとき  
モップの先を足を踏んで  
前のめりに転ぶ。  
2 急いで階段を下りたとき  
こぼれて 足が滑って転ぶ。  
3 両手で清掃用具を持って 1階の床に降りたとき  
モップが足にからんで 転ぶ。  
4 急いで階段を下りたとき  
横から他の人が歩いてきて ぶつかるところ。

#### シート2 厚紙切り

- 1 カッターで厚紙を一度に重ね切りしようとして刃を入れたとき  
刃が滑り  
押さえていた左手を切る。  
2 カッターで切っているとき  
手が滑って 紙と一緒に左手を切る。  
3 まとめて切ろうとしてカッターに力を入れたとき  
カッターの先が折れて飛び 目に入る。  
4 カッターを持ったまま次の厚紙を取ろうとして手を交差させたとき  
刃に触れ 手を切る。  
5 カッターで切ったとき  
軟マットに刃が食い込んで動いたので 手元が狂い左手を切る。  
6 押さえ紙を手前に引き過ぎたために 押さえ紙が天群になってはね 顔面を打つ。  
7 カッターに力を入れすぎて 自分の腹部を切る。

#### シート3 玄関扉掃除

- 1 拭きムラを見よると後ずさりしたとき  
後ろのバケツに足を引っ掛けて  
転ぶ。  
2 上部を拭こうと背伸びしたとき  
足元がふらついて ガラスに顔を打つ。  
3 通路にバケツを置いてあるので 通行人がつまずいて 転ぶ。  
4 扉ガラスがきれいになり過ぎたため 通行人が開いているものと思い込んで 閉じた扉のガラスに 顔をぶつける。  
5 中から出てきた通行人が 床にごぼれた洗剤で 滑って転ぶ。  
6 扉の上部に洗剤を吹きつけたとき  
風で飛んだ洗剤が 目に入る。

#### シート4 棚上部清掃

- 1 階高から後ろ向きで降りたので  
床のバケツに  
足を引っ掛け転ぶ。  
2 棚の角に左手を当てているので 伸び上がったとき  
角で手を切る。  
3 伸び上がった棚の上を掃こうとしたとき  
ホコリが飛んで 目に入る。  
4 端を掃こうと身体を移動したとき  
踏台が動いて 落ちる。  
5 棚の掃除が終わって 階高から降りたとき  
ふらつき 足を痛める。

出典：KYT4 ラウンド法イラスト集②、中央労働災害防止協会

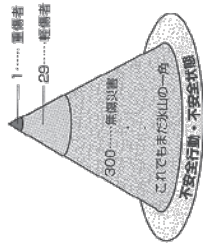
図 4-41 学生配布用 KYT 教材 (P.3)

図 4-42 学生配布用 KYT 教材 (P.4)

### ハイランリッヒの法則

ハイランリッヒの法則（1:29:300の法則）は、アメリカの損害保険会社の安全技師であったハイランリッヒが発表した法則です。「同じ人間が起こした330件の災害のうち、1件は重い災害（死亡や手足の切断等の大事故のみではない。）があったとすると、29回の軽傷（応急手当だけで済むかすり傷、傷害のない事故（傷害や物損の可能性があるもの）を300回起こしている。」というもので、300回の無傷害事故の背後には数千の不安定行動や不安定状態があることも指摘されています。また、ハイランリッヒは、この比率について、鉄骨の組立と事務員では自ずから異なっているものではなく、事故と災害の関係を示す法則としては、現在も十分に活用できる考え方をします。

ハイランリッヒの法則(1:29:300)



同様の研究としては、バードの事故比率があり、297社の175万件の事故報告を分析して、1（重傷又は廃失）：10（物損のみ）：600（傷害も物損もない事故）の比率を導き出しています。

これらの研究成果で重要なことは、比率の数字ではなく、災害という事象の背景には、危険有害要因が数多くあるということであり、ヒヤリハット等の情報をとるだけ把握し、迅速、的確にその対処策を講ずることが必要であるということです。

（参考 厚生労働省のHP、「新しい時代の安全管理のすべて」中災防発行、西尾レントオール株式会社HP安全くん）

たった一度でも大きな事故を起こさないようにすることはもちろん、その下の29の軽度の事故もおおこさないようにするためには、さらにその下の300のヒヤリハットをしっかり検証して対処策を早め早めに講じることが大切です。

KYTは、300のヒヤリハットの下にある、不安定行動や、不安定状態にいち早く気付いて、取り除く力をつけるために行います。

時間(分)	指導(説明)	学生	配付物
2/2	【KYT(危険予知トレーニング)】をすることの意義を説明する 「安全」は用意されているものではない。どんな環境、作業にも危険は存在し、私たちは危険を予知することによって事故を防ぎ、安全を創り出していかなければならない。		
3/5	例題イラスト(テキストにある)を示し、例をあげながら、ブレインストーミングの要領(短く、否定しない、質より量、人が気づかないような意見を)で記述することを説明 ×状況説明(不安定、危ない、バランスが悪い...) ○具体的な結果(転ぶ、倒れる、すべる...)	1班4人でチーム作成 1人ブレインストーミング ↓ ↓	大判紙 付箋(小) ペン類
2/7	課題のイラストを配付(各班1枚)		
5/12	このイラストの中の作業者になりきり、起こる可能性があることを、「具体的な結果」の形でどんなことかを書き出す		
3/15	同じ内容のカードを集めて、枚数が多い順に1〜3番を選び、色違いの付箋に、3つを書くことを指示する	個々のカードを出し合いグループ作業により同じカードをまとめ枚数を数える	3色付箋
7/22	3つから1項目を選び、なぜ起こりうるのかを書き出させる(なるべくたくさん)(～がないから)、(～しなかったから)は使ってはいけない、「電気コードが足に引っかかって...」「誰かがふいに声をかけて...」	グループで話し合う 話し合いには適宜介入して学生間の話し合いが進むようにファシリテートする	
7/29	起こらないようにするにはどう対処すればよいかを話し合わせ書き出させる(～をしない)は使ってはいけない、「電気コードを床に粘着テープで貼り付けておく」など具体的な対処方法を考える		
11/40	発表 各班を見回り、なるべく違う意見のグループを発表させる(発表は1班2分程度から授業の許容時間に応じて適宜) (発表内容)ベスト3/選んだ項目となぜ起こるか/対処法 自分と違う視点や対策 意見の多様性に気づかせる	発表する、発表を聴く クラス全体で考えよう 促す	
5/45	感想を書かせる(班ごと/個人で)	感想を書かせる	

図 4-43 学生配布用 KYT 教材 (P5)

図 4-44 指導用 KYT ワークの進め方

況」であることを説明するようにした。問題をダメな事実として挙げるとその後の解決策を考える場面でつまづいてしまう。例えば、「図で危険なところは？」という問いに対して、「高所で作業している」という“事実”で答えると解決策は「高所で作業しない」となり問題解決の幅が狭まる。しかし、この問いに対して「バランスを崩してガラス窓に突っ込みそうだ」という“状況”で答えるようにすると、多くの解決策が考えうる。すなわち、困っていることや不適切なことを“状況や状態＝移り変わる物事のその時々のある様、様子”として捉え言葉として述べるができるような訓練とすることが重要である。

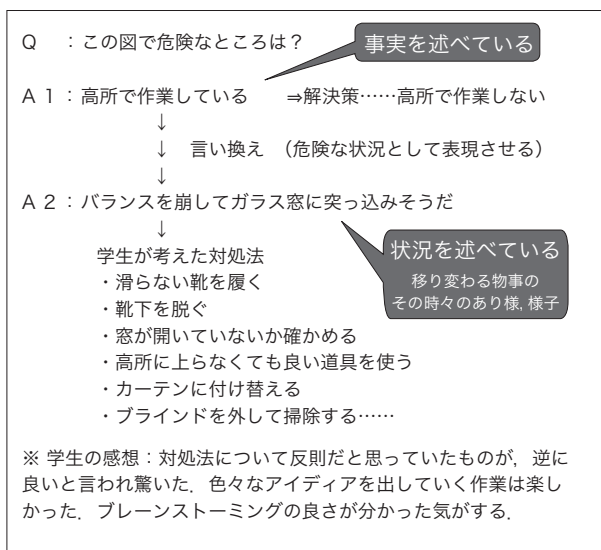


図 4-45 事実ではなく状況を述べること

以上のように指導方法に少し工夫をこらすと、KYTはその訓練として良い機会となる。

このようなセンスを磨く機会はあまりないようで、学生は驚くことが多かった。日頃の生活では、そもそも危険な環境からあらかじめ遠ざけられていることが多い。そのうえ、「…をしてはいけない」とか「マニュアルに従うように」という指導を受けることの方が多いため、危険予知のセンスが不必要となり鈍化していると感じる。このような KYT トレーニングによって、現代社会で体得しにくい危険予知のセンスを身に着けさせることが重要だと思われる。

図 4-44 の KYT ワーク進め方 (指導用) のような時間が確保できないときには、図 4-23、4-24 のような、

KYT の簡易版を行い、その場で簡単なグループを組んで話し合わせる方法もある。この場合も、前述した「問題を状況で表す」ことに対しての指導は必要である。

### 3 HAZID 会議の手法を利用したハザードに対する感性を磨く訓練

《HAZID とは》

新しい構造物やシステムを作る場合に、その存在や使用によって人命や財産の安全、環境などにどのような影響を及ぼすかを様々なシナリオを想定して検討することが行われる。このような安全性や環境影響を評価する手法として近年広く利用されているものに、リスクに基づく安全性評価法がある。分野により用いられるリスクベース安全性評価には様々な手法があり一定の手順で行われる。

リスクベース安全性評価手順に「Hazard および想定災害の同定」があり、HAZID (Hazard Identification) と呼ばれいくつかの手法がある。これらの手法では Hazard の同定だけに留まらず、リスク評価や対処措置までを検討し、Hazard が同定されると、想定事故などのシナリオ抽出と設定が行われ、リスク解析および評価 (同定された Hazard がシステム全体におよぼす影響、具体的には人命損失や被害の程度を解析)、さらに Hazard がどの程度の頻度で発生するかの解析も同時に行われる。リスクを被害度×頻度のスカラー量として表し目標リスクと対比させて評価する場合もあるが、ここでは、マトリックスを用いた 2 次元的な評価を紹介する。

Hazard の同定作業は複数の専門家による HAZID ミーティングをとおして行うことがあり、この場合の影響度や安全策の妥当性等を評価する代表的な手法として、What-if 法がある。学生への安全教育に応用するのは、What-if 法の改良版で構造化 What-if 法 (Structured What-If Technique : SWIFT) である。構造化されたワークシートを用いて、“What-if”, “How could”, “It is possible” といった質問をもとにブレインストーミングを実施することで、チームレビューを中心によりシステムティックな議論の進行を行えるようにした方法である。

SWIFT ではあらかじめ、ガイドワードを用意してお

き、議長役はこれにしたがって質問を構築していく。記録用のワークシート（SWIFT ワークシート）を用意することで、よりシステマティックに議論が進行する。SWIFT の特徴をふまえ、次のように行う。

〈1〉ワークシートの作成自体をミーティングの場で行う。  
 〈2〉産業界では SWIFT は、通常、議長、記録係および検討中の課題に対して十分な経験を有する数名がミーティングに参加し一般に 7～10 名のグループが結成されるが、議論に不慣れた学生の場合は一人ひとりの参加度を上げるため 4～5 名でグループを組む。

〈3〉リスク評価基準の設定では、影響度指数と発生頻度指数のランクを設定してリスクマトリックスを作成する。ランクの設定は教員側で準備しても良いが時間的に可能であれば学生と一緒に作成する。影響度指数と発生頻度指数の評価には、事故についてのデータベースに基づく確率評価が必要となるが、データの入手が困難である場合やデータが十分でない場合は、確率の推定が難しい。学生用の教育プログラムでは、確率に幅を持たせた定性的な評価として感度分析に基づいてハザードの重要度評価を行うのが合理的である。

〈4〉Hazard の同定過程では、あらかじめ設定されたガイドワードに対して議長が質問を行い会議が進んでいく。ガイドワードの例として以下のものが考えられる。

- 自然災害に関するもの（異常な気温、津波、地震、大雨、台風）
- 外的影響に関するもの（テロ、火災・爆発、来場者が多いイベント）
- ヒューマンファクターに関するもの
- 機器・用具の故障に関するもの
- 運用の失敗に関するもの
- 緊急時オペレーションに関するもの（退避、救出）
- 既存設備の検査や保守に関するもの

**進め方**

ワークシート（表 4-1）に記入しながら進めるが、ワークシートの内容や記入順序は適宜、変更しながらやりやすい方法で進める。

- 〈1〉施設／システムの記述  
 〈2〉Hazard および想定災害の同定（HAZID）

関連する事故やトラブル情報の収集を行い、これらを参考にして、Hazard の同定

想定事故や故障のシナリオの抽出と設定

リスク評価基準の設定  
 ガイドワードの抽出、影響度指数（SI）、発生頻度指数（FI）、（表 4-2、4-3 参照）

使用するリスクマトリックスの決定（表 4-4 参照）

図 4-46 リスクベース安全性評価の流れ図

- 〈3〉リスク解析および評価  
 〈4〉事故防止や拡大抑制措置の対策の立案  
 〈5〉対策後のリスクの再評価

対策を講じることによるリスクの低減と発生するコストを考慮して適用するか否かを検討

表 4-1 ワークシートの例

ハザード NO.	
ハザードの定義	ハザードの概略を簡素に記入
原因	考えられる原因を簡条書きで全て記入
結果	考えられる結果を簡条書きで全て記入
予定されている防御手段	現在のシステムで講じられている予防措置等を記入
勧告	Hazard 防御のために講じることが望ましい措置等を記入
リスク情報	SI（深刻度を指数で記入） FI（頻度を指数で記入）
備考	

表 4-2 SI 影響度指数（深刻度、影響度）の例

番号	深刻度分類	事故の結果
1	軽微	軽傷以下
2	中程度	軽傷
3	重大	重傷
4	かなり重大	1 名死亡
5	非常に重大	10 名死亡
6	大惨事	100 名死亡

表 4-3 FI 発生頻度指数（頻度）の例

番号	頻度分類	年間頻度
1	ほぼ発生なし	10 <sup>-5</sup>
2	発生し難い	10 <sup>-4</sup>
3	発生しうる	10 <sup>-3</sup>
4	まれに発生	10 <sup>-2</sup>
5	たびたび発生	10 <sup>-1</sup>
6	日常的に発生	1



表 4-4 リスクマトリックスの例

		深刻度・影響度					
		1	2	3	4	5	6
頻度	6						
	5						
	4						
	3						
	2						
	1						

	受容領域
	中間領域 (ALARP)
	受容不能領域

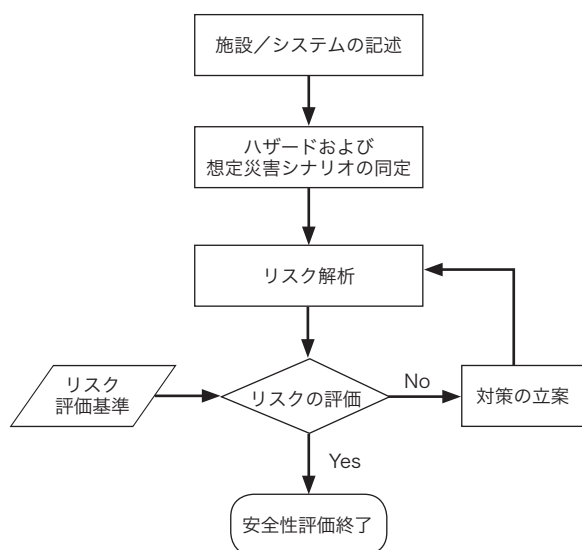


図 4-46 リスクベース安全性評価の流れ図

### ○訓練の例

学校内の場所、例えばグラウンド、実験室など、学生が実際に何らかの活動を行う場所をフィールドとして、4～5人のチームで観察し、そこに潜むハザードを同定する。その後、リスク解析や評価、改善案につなげ、学長など組織の責任者への提言という形で発表(情報発信)の機会を設ける。

### ○教材の特徴

「知る」・・・ワークが活性化すれば色々なことを“知りたい”欲求が自ずと生まれるため、振り返りでの質問事項をきっかけにするなどして効果的に新しい知識が獲得されるようにする。

「感性」・・・能動的なグループワークで小さな成功体験をすることにより有能感(自分はできるという実感)を得、さらに、振り返りの時間に、気づきの楽しさや他の

人の感性に触発されることの有効性を確認することによって、ハザードに対する感性を身につける。

### ○準備

- なるべく大きいホワイトボード/チーム
- ホワイトボード用の強粘着付箋
- 補足記入用のマーカー
- 個々用のサインペン(付箋記入用、ボールペンや鉛筆だと他の人に見えにくいため)
- 1チームは4名+ファシリテーター(教員でもよい)
- 事前課題として、有事を想定して学内で危ない場所を挙げてみておく、何らかの専門家の視点(役割)をもたせることも効果がある。キャンパスのハザードマップがあれば使うことも可能。
- 成果物として学長への提案書を作成(ワークシートなど)
- 正しいブレインストーミングの訓練 → HAZIDでの議論はブレインストーミングのスキルに依存する(ルールの確認、雰囲気作り、アイスブレイクなど)

### ○進め方の工夫

- いくつかのガイドワードから自分たちが取り組むもの2～3つ決める。選択肢があることはモチベーション向上(p12 3章参照 動機付け理論:学習の選択の機会)への仕掛け
- 流れを説明、特に最後の学長への提案書作成が成果物であることを示す。ゴールが明確であることが主体的な活動にとって重要(動機付け理論:随伴性認知の促し)
- 議論や話すだけではなく書くことによる思考の言語化、作図による視覚化によって創造性が刺激を受ける
- カードによるブレインストーミングとマッピングによる合意の視覚化で、創造性を刺激し、議論の結果を俯瞰的に捉える、議論への参加度も高まる。
- ワークの途中で1～2回ワークの進捗チェックと質問タイム、フォーメーションを変える工夫をすることで深い思考へと導く。
- このワークのアイスブレイキングとして、①ブレインストーミングの練習、②リスクの評価基準について議論、③いくつかの(当たり前でも)前提を確認することが有効である。

○教員（ファシリテーター）の役割

- 図 4-34 の開いた質問（ヒントではなく）で問いかけ続け、新しい視点や可能性に気づかせる。
- 学生のアイデアを引き出すために、学生を信じ待つ（空白の時間の大切さ）ことが重要である。
- 教員が説明的になり話し過ぎると、受け身として聞いて理解することに一生懸命になってしまい、良いアイデアが出るチャンスを奪うことになる、むしろハングリーになるように工夫する。
- インタラクティブな学びとなるように個々へ、全体へと働きかける（個→チーム→全体→個を繰り返すようにファシリテートする）
- 考えるための前提のどこまでを決め、どこまでを決めないでおくか（リアリティを感じさせるために）を明確にしておく。

○教員と学生との関係性

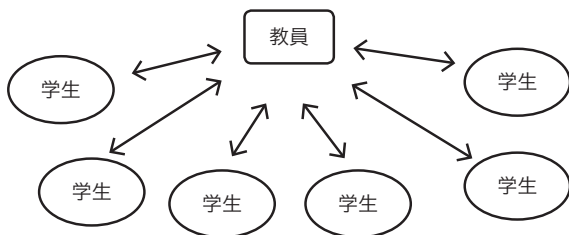


図 4-47 教育効果が低くなりがちな教員と学生との関係

図 4-47 では、教員の役割は、学生個々の意見の取りまとめ役となり、学生によるチームとしての機能を奪ってしまうことになる。個々の能力は高いと信じて、引き出そうとすることが重要である。効率的にすると結果重視に陥りやすい。学生のセンスの醸成のためにはプロセスが重要である。

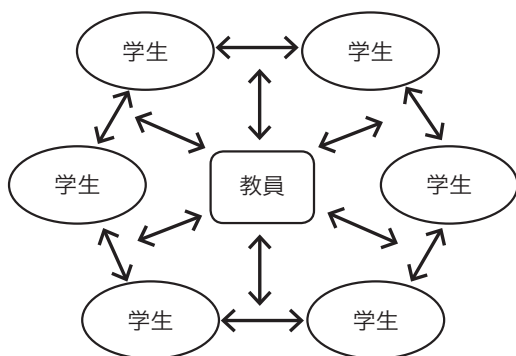


図 4-48 状況主義の教育効果を高める教員と学生との関係

一方、図 4-48 では、教員の役割は、学習共同体の形成を支援する立場である。教員がこのような立場に立つと、共同体内のコミュニケーションを促進し、学生の感性を刺激、鼓舞、目覚めさせ、学習共同体の形成による学び合いの効果が高くなる、学習者の参加度を高める＝プロセス重視という学習が機能する。

○ 効果的な振り返りの方法と設問の例

振り返りの目的は“学生へのフィードバック”と“手法の評価”である。学生個々が書いてから、シェアした方が深まる。

- HAZID という手法に関すること
- 進め方に関すること
- 自分の変化や気づきに関すること（あった、なかったも含めて）
- 残った疑問
- 改善点

表 4-5 ワークのタイムテーブル例

min	内容
	概要説明
5	リスク評価基準を示す ※学生に作成させる場合はもう少し時間が必要
7	やり方説明 地図を見ながら、あらかじめ観察してある危険箇所を例としていくつか挙げる ガイドワードを示し、どのような場面を想定するかを伝える
80	ブレインストーミングと合意形成をしながら、リスクマトリックスを作成する
5	休憩
10	費用対効果が高いもの、すぐできるもの、高リスクのものを 1 人 3 つ考える
15	各々の 3 つを挙げ、対策案をまとめる
	振り返り

4 アクションチェックリスト<sup>[4]</sup>の作成

1910 年代に誕生した F.W. テイラーの、科学的管理法にのっとなった Industrial Engineering (IE) 思想に基づいた改善活動は日本の産業界で大きく発展した。しかし、IE は生産性の向上を目指す効率至上主義であったことの反省から、労働の人間化、労働生活の質の向上 (QWL) を目指した考えとして、1950 年代に Louis E. Davis らが中心となって「職務設計」という考え方が生まれた。

神代らは、職務設計を「作業者が仕事に与える影響と

仕事が作業者に与える影響の両面から、そこに働く人間にとって働きやすい作業条件、職場環境を設計し、生産効率を高めるための活動」と捉えている。さらに、働く人々の職務満足感の低下やアブセンティズム（欠勤、遅刻、早退）などを防ぐための作業組織編成を指す職務再設計という考え方もある。

このような観点から提案された労働の人間化と生産性の向上の共存を図るためのツールは、学生自らが教育設備や環境の改善に携わり自らの安全を創出するためのセンスを磨く教育に応用できると考えた。

日本では1968年に日本人間工学会により問題点指摘型チェックリストが始められた。指導者側で用意する通常の問題点指摘型チェックリストは、作業や環境などにおいて指摘された問題点に対して正しい対策を知らせることが目的である。対策のためのマニュアルなどから正しい情報や知識を獲得することを第一義とした方法であり、行動主義の学習に分類される（本書p18～21のチェックリストはこれにあたる）。

一方、その約30年後、1998年に現場支援型ツールに特化した改善志向のアクションチェックリストが「ILO人間工学チェックポイント」として発表された。これは対策が選択できる問題解決型のチェックリストであり、状況主義の学習理論に基づいて学生用の教育プログラムとして組み立てることができると考えた。

アクションチェックリストは、IEの基礎や過去の成功事例を引用して現場を望ましい状況や状態にするための提案書を作成する改善活動として行われる。学生への教育プログラムとして応用するにはIE手法の中でも誰にでも理解しやすい簡便な手法の本質的な考え方の部分を取り入れることが望ましい。IE手法はシステムティックな大量の同一作業の効率化を対象にしている場合が多いが、学校は、そのような環境とは逆とっていいほど異なる環境や状況下で作業を行う。特に創造的な思考を伴う作業に効率化は適さない場合が多いし、得たことを内化していく学習のプロセスは個々によって特有のものであり画一化は不可能である。しかしながらそうであっても、その環境を整える基本部分に安全を前提とすることは必須である。

IEを大まかに整理すると、工程や作業方法、手順を調査分析して改善する「方法研究」と、作業に必要な時間を測定して無効時間を排除し標準時間を設定する「作業測定」の2方向から考えられる。

本教育プログラムに応用できるのは「方法研究」の考

え方であり、以下のIE手法の基礎的な考え方を教育現場に応用して安全創出のための立案のワークができると考える。

- 〈1〉工程分析（モノ、人、機器類を対象として作業の流れを分析する）
- 〈2〉経路分析
- 〈3〉リンク解析（連合作業分析）
- 〈4〉動作分析（問題が見えない時に、作業内容を細かい動作に分解していくと作業を分析する最小単位「要素動作」となり、より適切な動作を実現するために利用できる。
- 〈5〉レイアウト関連図表分析
- 〈6〉疲労感調査（疲労感などに関する体調不良の自覚症状調べ）
- 〈7〉OWAS法（The Ovako Working posture Analysing System; 作業中の不自然な姿勢を評価し改善策を検討する方法）

学生自らが携わる実験や作業の目的、場所、順序、作業者、手段などの点から事実を検討し最善の方法を立案させるのである。

## 5 ブラインド・シミュレーション

特定非営利活動法人 研究実験施設・環境安全教育研究会（REHSE、筆者は2008年の設立時より理事を務める）が開発した体験型教育プログラム「ブラインドシミュレーション」は、火災、地震、事故などの危機的状況を参加者に提示し、時々刻々と変化する状況への対応の仕方を擬似体験させるもの<sup>[5]</sup>である。

危機的状況に際しては、乏しい情報と限られた時間の中で判断と決断を行い、事態に対応することが求められる。危機的状況においてすべきことはマニュアルなどに整備されていることが多い。しかし、実際に危機的状況にある時に、全ての人がマニュアルに沿った行動をとれるとは考えにくいのが現実である。ブラインドシミュレーションは、大学や職場などの場所で火災や地震、あるいは実験事故など、何らかの状況で危機的状態にあることを想定したシナリオが準備され、シナリオに沿ってコントローラーから出された情報を基に、数人のチームで対応を協議し意思決定していく。ロールプレイングの要領で、事故や災害に関係するステークホルダーの中の何らかの役割を担ってどう行動するかを考えるのである。

時間を経るに従い次々と新しい情報が出てきてシナリ

研修、講習に体験型の危機対応教育はいかがですか？

## Introduction of Workshop REHSEブラインドシミュレーション研修

REHSEで行う体験型教育プログラム「ブラインドシミュレーション」は、火災、地震、事故などの危機的状況を参加者に提示し、時々刻々と変化する状況への対応の仕方を疑似体験させるものです。危機的状況のシナリオに沿って次々と出てくる情報を基に、グループで協議し、対応を決定します。対応に応じてシナリオは変化していき、判断ミスがあった場合、状況が厳しくなっていくこともあり得るなど、実際の危機的な現場を疑似的に体験できるように工夫されています。これまで、文系大学での指導的立場の教職員・学生研修、化学実験室の事故対応研修、大学の授業など、依頼先の目的や対象に応じたシナリオを作成して実績を重ねています。

日頃から危機意識を持つことの重要性、情報の取捨選択の必要性、対策の優先順位の考え方など、参加者の危機に備える普段の行動を自主的に変化させる大きなきっかけを与えることができます。

**受講者からの感想！**

「頭が回転するのを実感できた」、「他の人の意見が聞けるので参考になった」、「危機的状況では、情報が足りない、確かめる時間的余裕もない、ということが実感できた」、「リアルタイムで情報が入り、素早い対応が求められるので、普段の研修よりも緊張感があった」

構内地図を囲んで真剣に議論中

あなたは  
どう考えますか？  
どう対応しますか？

<p>あなたは 化学学部長です。 講義中、放送から 緊急地震速報が 鳴りました。</p>	<p>情報班から 「4階付近にて ガス臭がした という学生が 複数名います。」 という報告が。</p>	<p>門から たくさんの 近隣の住民が 入ってきました。 ケガ人もいる模様。 「助けてほしい」</p>	<p>多量の本が 落下しています。 2名の学生が本に 埋もれています。 学生は呼びかけに 反応せず、意識が ない・・・</p>	<p>サイレン音と 共に「4階の火 災感知器が作動 しました。」 という放送が 流れました。</p>	<p>水漏れが 発生していて、 廊下にまで 水が出ています。 事務長は 出張で不在。</p>
--	---	---	---	--	--

図 4-49 ブラインドシミュレーション研修<sup>[5]</sup>

オは変化するが、チームがとった対応に応じてさらにシナリオは変化していき、判断ミスがあった場合には状況が厳しくなっていくこともあり得る。意思決定のための時間はそれほど多くはなく、実際の危機的状況の現場を疑似的に体験できるように工夫された教材である。

大学の指導的立場の教職員・学生研修、実験室や実習室などの事故対応研修、大学の授業用教材としてなど、対象となる受講者の目的に応じて、REHSEがシナリオを作成して教育プログラムとして提供している。

このプログラムによって、日頃から危機意識を持つことの重要性、情報の取捨選択の必要性、対策の優先順位の考え方など、危機に備える普段の行動を自主的に変化させる大きなきっかけを参加者に与えることができる<sup>[5]</sup>。

### ○ワークの内容について

5～6人ずつチームに分かれ、想定する現場に関するステークホルダーの中の何らかの役割を担う。実際に起こりうる事故や災害等のシナリオに基づき、刻々と入ってくる情報に対してどのように対応するかについてのシミュレーションを行う。

典型的な具体的な流れは、まず事故または災害の発生の一報が各チームに入る。その事故に対して、理解し、考え、何が必要か、どう対応すべきかを一定の時間で考える。考えた上で、要求したい情報と、実際に指示する内容を、ワークのコントローラーに伝える。要求された情報に対して、その時点で明らかになっていることはコ

ントローラーが調べて回答する。その情報を元に再度、指示をし、さらに必要な情報を考える。

一連の対応後、記者会見を想定したポジションペーパー（ある問題が起きた際に、事実関係を客観的に示す文書。「公式見解」「統一見解」「声明文(ステートメント)」とも言う）を作成してワークを終了するが、模擬的な記者会見を開くこともできる。

### ○受講者の感想

受講者からは、「頭が回転するのを実感できた」、「他の人の意見が聞けるので参考になった」、「危機的状況では、情報が足りない、確かめる時間的余裕もない、ということが実感できた」などの肯定的な意見が寄せられた。また、シミュレーションワークという手法に対しては、「リアルタイムで情報が入り、素早い対応が求められるシミュレーションは、普段の研修よりも緊張感があり、集中して受講できた」等の感想が寄せられた。

### ○準備する会場

- 受講者全員から全体が見渡せ、コントローラーの声が届くこと
- 各チームに、打ち合わせ・作業用の机と、人数分の椅子があること
- コントローラー用の長机があり、各チームの机との間を受講者1～2名が行き来できること



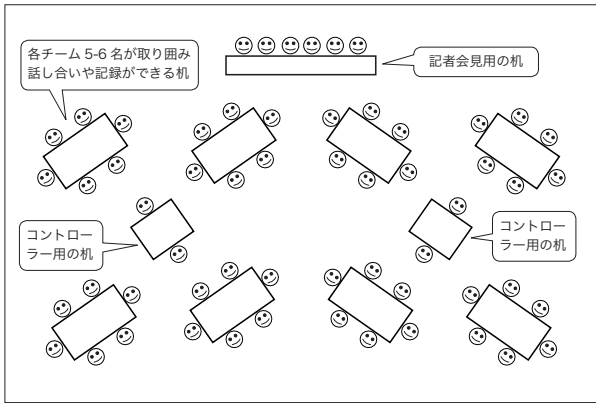


図 4-50 机の配置図

○事象の木解析(Event Tree Analysis: ETA) について  
 ブラインドシミュレーションは、アクシデントイベント(初期イベント)から順次起こっていく可能性のある全ての結果を、防御機能の動作や追加イベントを考慮しながら帰納的手順で表現する解析法、事象の木解析(Event Tree Analysis: ETA)の考え方を取り入れて教育プログラムとして組み立てたものであるといえる。ETAは、構成要素に事故等(入力)が発生したとして、時間の経過をたどり、どんな事象(出力)に発展するかを解析する図式解法で、各事象の発生確率が推定できると定量的な解析もできる。

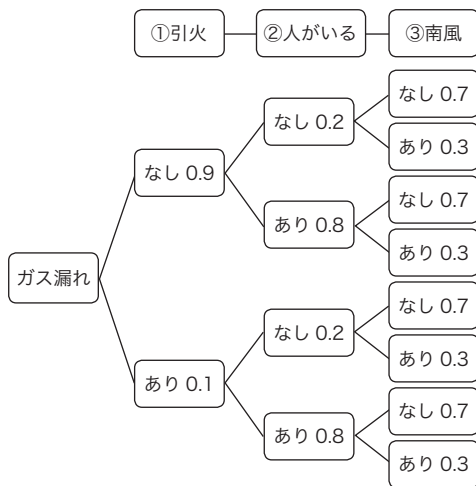


図 4-51 ガス漏れを例にしたイベントツリーのイメージ

アクシデントイベントは、例えばガス漏れ、落下物、火災の発生等、そのイベントが重大故障や事故につながる通常状態からの逸脱(欠陥)として定義される。このアクシデントイベントは多くの異なる結果を導き、導かれる結果は、図 4-51 に示すように図示される。当然ながら、導かれる結果はその後に発生するイベント(追加

イベント)や状況などに左右される。例えば、ガス漏れを例に考えると、

- ① 漏れたガスが引火するか否か
- ② ガス漏れ時にその場所に人が存在するか否か
- ③ ガス漏れ時の風向き

によって結果は変わっていく。

良く考えられたシステムでは、アクシデントイベントから続く重大故障を防止する、あるいは、被害の程度を軽減させるような防御手段を備えている。アクシデントイベントが重大事象を引き起こす確率は、この防御手段が機能するか否かで変わってくる。防御手段には、技術的(機械的)なものや管理的(組織的)なものがある。ETAは、HAZOP(Hazard And Operability study)等の事前解析で抽出された全ての関連のあるアクシデントイベントを検討することで、複雑なシステムにおけるアクシデントの筋書きや順序を明らかにするものである。設計や操作手順の弱点を抽出するとともに得られるETAの結果は、システムのリスク解析に留まらず、防御手段や安全装置などの改良点を見つけ出すことにも使われる<sup>[6]</sup>。

## 6 Problem/Project-Based Learning (PBL) に埋め込む安全教育

PBLには色々な定義や説明がされているが、筆者はデンマーク、オルボーモデルと、アメリカ ASCD (Association for Supervision and Curriculum Development) から出版されている書籍<sup>[15]</sup>の定義と方法を支持している<sup>[9]</sup>。

### ○デンマーク、オルボー PBLモデルの定義

Project Organized Problem Based Learning= 現実の問題に基づき、問題を特定し分析し解決する体験をとおして学習者自身が学ぶ、学習者中心型の教育学である。PBLの学習プロセスは、プロジェクトや事例として編成することができる。学生は、認知戦略、プロセススキル、共同的な知識構築、および領域固有の知識を学ぶ<sup>[14]</sup>。

(PBL is a student-centered pedagogy in which students learn through the identification and analyses of problems and experience of problem solving. Problem based learning processes can be organized as projects or cases. Students learn both cognitive strategies, process skills, collaborative knowledge construction and domain knowledge.)

○アメリカ ASCDから出版されている書籍<sup>[15]</sup>による定義(PBLに不可欠な要素)

- 学生が選び、体験し、学ぶ
- 教員は促す、学びを支援する
- 現実的な状況の中で学ぶ
- 問題解決の過程で学ぶ
- 評価は学習過程に埋め込む
- メタ認知を重視する

PBLは、日本では一授業単発として実施する形式が

多いが、本来は指導法とカリキュラム編成という相互補完的なプロセスからなる教授戦略である。PBL先進国では、一般的なセメスターやクォーター単位で行う一連のPBLモジュールの中に安全教育を“埋め込む”ことが、教育効果が高いとされている。そこで、カリキュラム設計の段階で、本報告書でこれまでに述べてきた種々の教育プログラムを、図4-52のように学年をまたいで構築されるPBL一貫教育の中に、適切に配置するべきであるとする。

学年		重点をおく学修内容	環境・安全・知財・キャリア教育
準備	初年次	<b>PBL 基本スキルの育成＝「大学での主体的な学び」の器づくり</b> 学ぶ意味づけ ⇒ 専門家となるために学ぶ/専門を志す者としての視点の育成 学ぶための基礎力 ⇒ 聴き取る、読み取る、話し合う、表現するためのリテラシー 科学的思考/論理的思考/批判的思考 学ぶための心構え ⇒ 基本的なルール/技術者倫理/安全教育	
	2-3年次	<b>チームで協議してプロジェクトを進めながら学びを深める</b> 情報の収集、選択、共有、活用、発信/合意形成/課題探求/統計的なデータ処理や考察 <b>現実的な問題解決に専門知識を応用し、最後まで考え抜く</b> 論理的思考、創造的な思考力を鍛える/知的財産の創造、活用、保護など/ナレッジマネジメントの基礎/議論しながら考えを深め、知識を共有しながら新しい価値を生み出していく力	
実践	3-4年次	<b>実社会の構造化されていない問題を見出し取り組む</b> 身近な社会問題に当事者として関わる/実社会における専門家としての社会的責任や役割期待の大きさを知る/分野が異なる人との合意形成や交渉などに対するコミュニケーション力	
	専門の研究	<b>自分の専門における問題に取り組む</b> 混沌とした問題から課題を明確化/俯瞰的に捉えて具体的に問題解決に取り組む 多分野との合意形成や交渉、コミュニケーションから知の創出体験 根拠に基づいた説得力のある情報発信と研究へのフィードバック	

図4-52 カリキュラム内配置を検討する際のPBLによる段階的な能力育成の考え方<sup>[16]</sup>

# 5. 検証と課題

本研究で構築した教育プログラムの検証はまだ不十分であるが、本研究の今後の方向性に対して一定の傾向を示唆するデータが出ている。行動主義的、認知主義的、状況主義的のそれぞれの特徴を反映した教育プログラムを行っている4つの学科において、学生（116名）と安

全教育を行った実験中（36実験）の指導者を対象に行ったアンケートの結果を示す。

36実験の内訳は、A学科10、B学科8、C学科7、D学科11であり、それぞれの学科で行った安全教育の内容と手法を表5-1のように整理した。

表 5-1 学生と指導者への安全教育に関するアンケートの結果

教育タイプ	行動主義的		認知主義的	状況主義的
学科	A	B	C	D
専門実験 安全教育	テキスト型の学生実験と安全教育	テキスト型の学生実験のみ	テキスト型の学生実験と以下の安全教育 •DVD視聴と演習 •演示実験 •ワークシート	テキスト型の学生実験とPBL型実験、以下の安全教育 •DVD視聴と演習 •ワークシート •状況論的グループワーク
基礎実験	演示、ワークシート DVD視聴と演習、認知論的グループワーク			

学生と指導者双方に実施したアンケートの設問と回答結果を図5-1に示す。

記述式回答を、「スキル」「態度」「周囲」「知識」「服装」「その他」に関する言葉の種類と記述頻度を測定したところ、言葉の出現率は図のグラフのようになった。各言葉は以下のとおり分類した。

- .....
- 服装：白衣、作業着及び保護具の着用に関する記述
- スキル：安全確認、危険予知、器具の使用法等の記述
- 態度：注意事項の遵守、集中力、油断などの記述
- 知識：実験の予習、試薬の事前調査などの記述
- 周囲：相互確認、周囲に注意を払うなどの記述
- .....

同様に指導者の回答についてもカウントしてグラフに表した。この結果より、状況主義的安全教育が多くなされたD学科の学生のワード数が一番多く、次に認知主義的学習が多くなされたC学科、行動主義であっても安全教育を実施したA学科、安全教育をしなかったB学科と続いた。

この結果と学生の実験中の様子より、以下のことが推測される。

安全教育を特にしなかったB学科の学生の様子は危険に対して無頓着で安全創出へのモチベーションが低く、アンケートの中の記述語数も少ない結果となった。行動主義的安全教育が中心のA学科の学生の様子は、最初

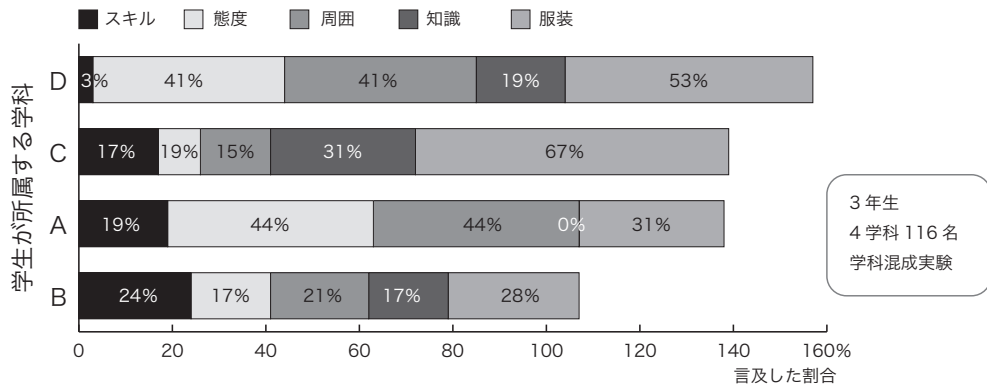
と時間経過後の実験態度にほとんど効果がみられず、アンケートの記述語数は少ない。ある程度時間をかけて教えてはいるが、安全教育の効果は低いのではないかと考えられた。D学科は状況主義的安全教育が一番多くなされた学科だが、状況主義的安全教育の多さとアンケート中の学生の記述語数が一番多いことに相関が認められる傾向を示した。学生の様子は、A学科やB学科に比べ実験態度は落ち着いており安全に関する意識や学生間の声掛けなどのコミュニケーションも良好であった。認知主義的安全教育が多かったC学科は、D学科の次に記述語数が多かった。

主体性を育てるためには、メタ認知能力を育成することにより学んだことの重要性を認識して適切な言葉として表現できるようにすることが必要である。状況主義的な教育が多かったD学科にはそのような結果が得られていると思われる。記述内容のポジティブさ、ネガティブさについては、各学科で大きな違いは認められなかったが、安全の重要性を自覚するほどに、表現に慎重な回答や厳しい見方をしている回答になる傾向がみられた。

本アンケートで得られた上記の傾向や仮説に基づき、教育プログラムを見直し再構築する必要があると考えられる。今後、それぞれの教育プログラムの特徴による教育効果の違いをさらにより正確に測るための評価方法の検討が必要である。

学生へ

「安全に実験を行うために、各自が気をつけなければならないことはどんなことですか」



指導者へ

「講義、演示、直接指導でそれぞれどのくらい安全教育を実施しましたか」

(徹底=3、ほぼ=2、あまりしない=1、全くしない=0として回答を数値化しカウント数として平均化して積算した)

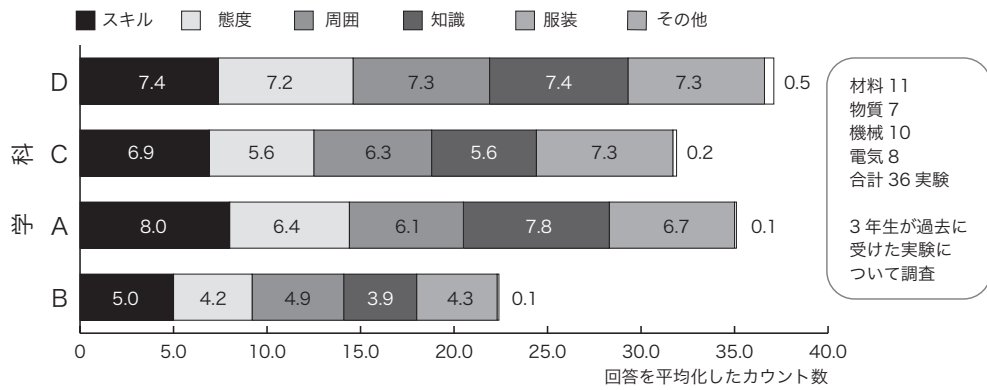


図 5-1 言葉の出現に関する学科別比較

## 参考文献

- [1] 高専で必要とされる環境安全教育推進のための取り組みⅠー学習理論に基づいた低学年学生実験のための教育プログラムー, 津森展子, 伊藤通子, 川越みゆき, 戸出久栄, 高専教育, 34, p661-666, (2011)
- [2] 行動主義, 認知主義, 状況主義の学習理論に基づく新しい実技教育の可能性, 伊藤通子, 工学教育, 日本工学教育協会, 59-1, p62, (2011)
- [3] 学生の主体的な学びのための授業～学び方と評価～, 伊藤通子, 熊本高専 平成 23 年度第 2 回「学生の主体的な学び研修会」, (2011)
- [4] みんなで進める! 職場改善ブック～アクションチェックリストと目で見える改善事例～, 神代雅晴編著, 三上行生, 飯田憲一, 渋谷正弘, 長谷川徹也 著, 中央労働災害防止協会 (2014)
- [5] 「研究生活 vol.5」, 特定非営利活動法人 研究実験施設・環境安全教育研究会 (REHSE) (2016)
- [6] 大規模海上浮体施設の構造信頼性および設計基準研究委員会最終報告書, (社) 日本船舶海洋工学会, (2009)
- [7] 特定非営利活動法人 研究実験施設・環境安全教育研究会 (REHSE)  
WEB (<http://www.rehse2007.com/index.html>)
- [8] 「見たことは覚える」「やったことはわかる」「見つけたことはできる」環境安全教育プログラムの開発, 伊藤通子, 津森展子, 川越みゆき, 戸出久栄, 日本化学会第 90 春季年会要旨集, 3H8-03, (2010)
- [9] 高専教育と Problem-Based Learning, 伊藤通子, 平成 21 年度 放送大学修士論文, (2010)
- [10] 教育心理学通論ー人間の本性と教育ー, 永野重史, 放送大学教育振興会, (2001)
- [11] 現代教育の原理と方法, 安彦忠彦他, 勁草書房, (2004)
- [12] 基礎化学実験 安全オリエンテーション, 山口和也, 山本仁, 東京化学同人, (2007)
- [13] 化学を専門としない学生・教職員を対象とした環境安全教育の取り組み, 戸出久栄, 日本化学会第 90 春季年会要旨集, 3BP-019, (2010)
- [14] Project Organised Problem Based Learning, Anette Kolmos, 第 31 回開発教育全国研究集会基調講演, (2013)
- [15] PROBLEMS AS POSSIBILITIES – Problem-Based Learning for K-16 Education 2nd Editionー, Linda Torp & Sara Sage, ASCD, (2002)
- [16] KOSEN 型実技教育の再評価と標準化, 伊藤通子, 科研費報告書 H23 ～ 25 基盤研究 (C) NO.23501083, (2014)

## 謝辞

本研究を遂行するにあたり、以下の方々のご協力に対し謝意を表します。

教育プログラムの開発と試行、全般にわたり、富山高等専門学校技術室の川越みゆき氏、戸出久栄氏、柴田慶之氏、小澤妙子氏、富山高等専門学校教員の津森展子教授、袋布昌幹教授、高松さおり講師をはじめとする多くの教職員の方々からたくさんのアイデアと実践の場を提供していただきました。

また、特定非営利活動法人 研究実験施設・環境安全教育研究会の大島義人理事長（東京大学教授）、山本仁副理事長（大阪大学教授）および会員の先生方からも、共に活動をさせていただく中でヒントや手掛かりをいただきました。

さらに、青木宏之教授（東京高専）、下田貞幸教授（熊本高専）、畔田博文教授（石川高専）、佐藤真久教授（東京都市大学）、市川吉晴氏（立山マシン(株)）、山崎幸男氏（旭硝子(株)）、上坂撰氏（㈱インテック）、佐藤知正教授（東京大学フューチャーセンター推進機構）の各氏からは幅広い視点からの様々な示唆やご指導、海外調査のご支援等をいただきました。ここに深謝致します。

## アクティブ・ラーニングに導入するための 創造性や主体性を伸ばす安全教育

平成 27 年度～平成 29 年度

文部科学省 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）報告書  
（基盤研究(C) 課題番号 15K00963）

発行日 平成 30 年 3 月 31 日

発行 東京都市大学 教育開発機構 伊藤 通子

〒 158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

TEL 03-5707-0104 (代) 内線 2311

E-mail minto@tcu.ac.jp

関連 WEB ページ <http://manabi-ken.com/>





