慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	学部生に対する実験安全マネジメント教育
Sub Title	Experimental safety management education for undergraduate students
Author	井上, 浩義(Inoue, Hiroyoshi)
Publisher	慶應義塾大学日吉紀要刊行委員会
Publication year	2019
Jtitle	慶應義塾大学日吉紀要. 自然科学 (The Hiyoshi review of natural science). No.66 (2019. 9) ,p.41- 46
JaLC DOI	
Abstract	Experiments in science education are important not only for enhancing scientific expertise and deepening its educational impact, but also for fostering scientificliteracy. Safety is afundamental concern in experimental work. In experimental guidance, it is essential to comply with the laws established by the government and the regulations prescribed by the academic society. Basic requirements in an experimental environment, such as the storage, use, and maintenance of learning materials, need to be met for safety purposes. Education on these issues is required for both the leader and the student. At present, education has become essential for issues not previously addressed, including the use of big data in research, the handling of personal information, and the consideration of intellectual property rights. We have conducted experimental safety management education programs for undergraduate and high school students as well as leaders. The purpose of this report is to summarize their educational content and to understand any issues.
Notes	教育
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN10079809-20190930-0041

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

Hiyoshi Review of Natural Science
Keio University No. 66, 41-46（2019）

学部生に対する実験安全マネジメント教育

井上浩義*

Experimental Safety Management Education for Undergraduate Students

Hiroyoshi Inoue

Summary――Experiments in science education are important not only for enhancing scientific expertise and deepening its educational impact, but also for fostering scientific literacy. Safety is a fundamental concern in experimental work. In experimental guidance, it is essential to comply with the laws established by the government and the regulations prescribed by the academic society. Basic requirements in an experimental environment, such as the storage, use, and maintenance of learning materials, need to be met for safety purposes. Education on these issues is required for both the leader and the student. At present, education has become essential for issues not previously addressed, including the use of big data in research, the handling of personal information, and the consideration of intellectual property rights. We have conducted experimental safety management education programs for undergraduate and high school students as well as leaders. The purpose of this report is to summarize their educational content and to understand any issues.

1. 概要

科学教育における実験の役割は，科学的専門性を高め，その教育効果を深めるだけでなく，科学リテラシー醸成のためにも重要である。この実験作業において安全性は基本的な関心事である。実験指導においては，国が定めた法令や学会が規定する規則などを遵守させるのは当然であるが，安全のためには学習材の保管，利用，保守などといった基本的な実験環境の保持にも配慮が必要である。これらは指導者及び受講者の両者に対する教育が必要になる。更に，現在では，研究におけるビッグデータの使用や個人情報の取扱い，ひいては知的財産権への配慮

* 慶應義塾大学医学部化学教室（〒223-8521　横浜市港北区日吉 4-1-1）：Department of Chemistry, Keio University School of Medicine, 4-1-1 Hiyoshi, Kohoku-ku, Yokohama 223-8521, Japan. E-mail: hiroin@keio.jp；医学部自主学習小委員会委員長．［Received May 4, 2019］

なども含めて，従来では扱われなかった課題も教育が必須となった。我々は，これら実験安全マネジメント教育を大学学部生及び高校生に対して実施してきた。本報告ではこれら教育内容をまとめると共に課題を明瞭とすることを目的とする。

2. 背景

理系学生では，大学入学初年次より実験あるいは実習科目を課すところが多い。そこでは，「優れた実験技術」及び「効率的な実験遂行能力」と共に，「安全意識」が植え付けられる。このため，実験・実習科目では「実験計画」，「服装」，「実験室環境」，「実験操作」，「観察・記録」，「廃棄」，「報告」及び「発表」などが適宜選択されて教授される。一方で，将来，独り立ちして研究室運営を図るためには，自らが実験上手になると共に，周囲への注意喚起・安全指導，社会全体との関係などにも精通することが重要である。特に，近年は若い研究者が研究室主宰者（Principle Investigator; PI）になることも多いため，早期の安全学習は重要である。そのため，これらの項目を含めて慶應義塾大学医学部では第 3 学年で実施する科目・自主学習（第 3 学年全員が半年間研究室へ配属され，研究を実施する；慶應義塾大学は 1989 年から他大学に先駆け実施）の事前講習として，研究安全講習会を実施している。

3. 講習内容

3-1　安全学習テキスト

本講習は 4 月の受講開始直後に実施し，図 1 のような安全学習テキストを配布している。なお，このテキストは実験衣のポケットに入れ，いつでも参照できるために A 5 判の大きさとしている。このテキストは大きくなり過ぎないように，必須事項のみを掲載し，別途講習等を必要とする以下については URL の案内にとどめている。

(1) 遺伝子組み換え実験
(2) 病原体等取扱
(3) 臨床研究
(4) 動物実験
(5) 放射線取扱

なお，第 3 学年学生は，全員授業の中で上記 (3) 臨床研究の「人を対象とする医学系研究」資格及び (5) 放射線取扱の「放射線業務従事者」資格を取得している。

テキストには「危険物」，「有害物質」，「廃液・廃棄物処理」，「高圧ガス・液体窒素・ドライアイス」，「レーザー光源」，「超音波」，「バイオハザード」「個人情報」，「火災・地震・盗難等」，及び「事故事例」が掲載されている。なお，本テキストは法令等の改廃や各種意見を反映して毎年更新している。

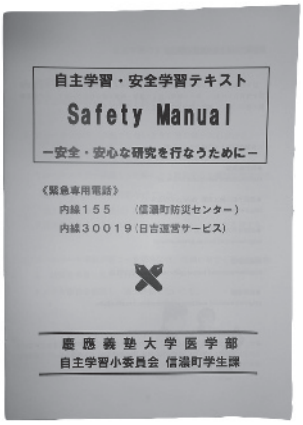
自主学習・安全学習テキスト
Safety Manual
ー安全・安心な研究を行なうためにー
《緊急専用電話》
内線１５５　（信濃町防災センター）
内線３００１９（日吉運営サービス）
慶應義塾大学医学部
自主学習小委員会 信濃町学生課

図 1．受講生に配布している安全学習テキスト（A 5 判）

3-2　講習会

本講習は補講を含めて，必ず全員が受講する。第 3 学年までには数多の学生実験・実習を経験しているため，上記安全学習テキスの内容の教授は確認程度に抑え，研究安全の概念を講ずる。

1）公共の安全確保・環境保全等

研究にあたっては，自ら（実験者）の安全確保や障害防止だけでなく，公共の安全や環境保全に留意することを教唆する（図 2）。この目的のために，①法令・規則等の遵守，②施設・設備等の基準準拠や改良の実施，③実験プロトコールの設定・改良の実施，④廃棄物適切処理及び減容化，⑤災害・事故・盗取等への対応などについて準備する必要があることを教授している。

2）安全管理の留意点

図 2 に示すように，労働災害の経験則であるハインリッヒの法則を引用して，安全管理の留意点を講じている（図 3）。1 件の大きな重大事故や災害が生じるためには，29 件の軽微な事故や災害が生じており，その背景には 300 件の障害を伴わない事故や災害が存在することを認識させている。また，それらが生じる環境には数 1000 件の危険因子が存在することを認知させる。日常の研究活動の中で生じる日々の留意点に関して，労働災害でよく知られた「KY（危険予知)」，「HH（ヒヤリ・ハット)」，及び「3 S（整理，整頓，清掃)」を，例を挙げながら解説している。例えば，研究上の事故は，新規実験実施時および 4 M（Man, Machine, Material, Method）変更時に起こりやすいこと，そして，実際に起こった事故例などを挙げて解説する。従来，これらの研究上の安全教育は，研究室配属後に，OJT（On the Job Training）によって垂直方向の人間関係によって培われてきたが，現在では，企業と同様に，大学の研究室においても間接的な労務が嫌われる傾向にある。また，マネジメント層においても，系統的な安全教育の回避は組織としても大きなリスク因子となり得ることから，学年全体

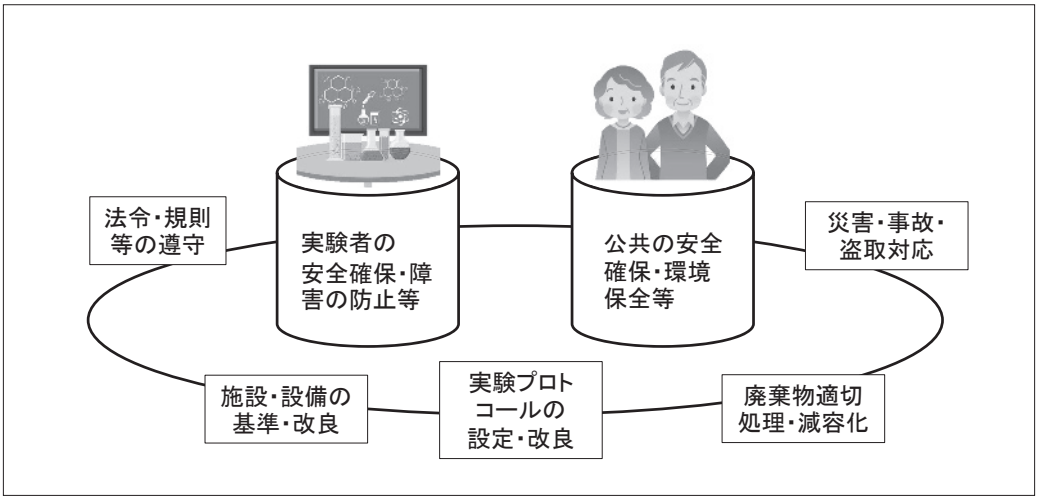

図 2．実験者と公共の安全確保等のための施策

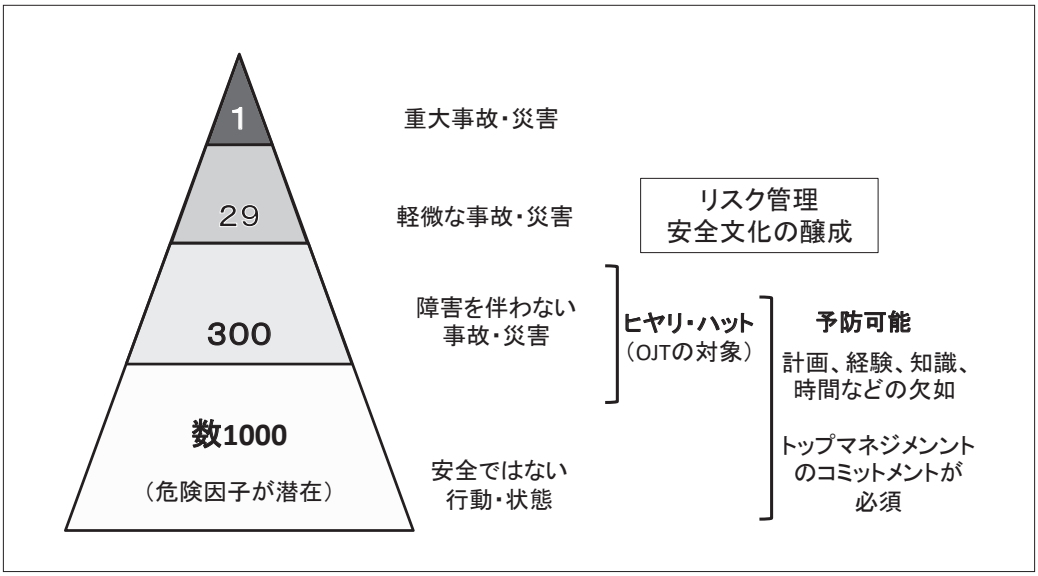

図 3．ハインリッヒの法則と原因・対策（安全管理における留意点）

を対象とした講習を実施している。

なお，本講習項目では研究のリスクは身体や環境に直接侵害しなくとも，情報等によって大きな損失を被ることも教育している。①情報（個人情報も含む）の紛失・盗難等，② SNS への対応，③知的財産権の喪失（特許権，意匠権など），及び④貴重なサンプル・データの海外流失（産業スパイを含む）などを講義し，その対策として，①データ等を研究室から持ち出さ

図 4．安全の意識・技術は PDCA サイクルを廻すことが重要

ない（電子媒体の使用は極力控える），②ウェット実験と同様にリスクをシュミレーションし，研究室全体で意識を共有する，③発見時の早期対応（自分だけで処理しない；専門家の助けも得る），などを講じている。

3）PDCA サイクル

これらのリスク管理及び安全文化の醸成は，単発的な取り組みでは遂行できないことを強調している。そのため，1990 年代から品質管理システムとして定着した PDCA サイクルについて講義を行っている（図 4）。周知のように，PDCA サイクルは，Plan（安全計画）→ Do（計画に基づく運用）→ Check（計画・運用の点検）→ Act（マネージメント層による継続的改善）の 4 段階を繰り返すことによって，業務を継続的に改善する。この中には，第 3 学年学生には理解が難しい用語（例えば，内部監査）も含まれるために，実例を示しながら解説を行っている。

3–3　確認テスト

本講習では，学習到達度確認のため及び受講に対する積極性促進のために，確認テストを実施している。本テストは 10 問で構成され，単なる知識を問うのではなく，研究安全に対する考え方，研究安全に対する論理性適用などを図るものである。難易度は易しく，五者択一形式を採る。これは採点を容易にすると共に，試験時間を節約するためである。イメージとしては適性試験に近い。平均は 7 割以上の正解となっている。

4. 今後の展開

本講習はその一部を変えて，高校生に対する先進的な理数教育制度であるグローバルサイエンスキャンパス事業においても採用している。我々は講習内容を変えることによって初等教育時から教授することが可能と考えており，実際にその効果は大きい。また，大学生を対象とした場合，現行の講義方式だけでなく，グループ学習方式の導入により，より身近な問題として研究安全を捉え得ると考えている。今後，短時間で実施できるグループ学習プログラムの作成を実施する予定である。

謝辞

本調査の一部は，独立研究開発法人科学技術振興機構・グローバルサイエンスキャンパス事業・慶應義塾大学「世界の医療を切り拓く君・自我作古」（平成 26 年度～ 29 年度）及び「医学・医療のための学際的修学・半学半教」（2018 年～ 2021 年度予定），並びに科学研究費基盤研究（C）（課題番号：16 K 01032）（平成 28 年～ 30 年）の支援を得ました。厚く御礼申し上げます。