

東北大学自然科学総合実験向けの安全教育デジタル教材に関する アンケート調査結果の分析と考察

行場絵里奈* 陳輝**
小林弥生*** 岩崎信****

* 東北大学大学院教育情報学教育部博士課程前期

** 東北大学大学院教育情報学教育部博士課程後期

*** 東北大学高等教育開発推進センター

**** 東北大学大学院教育情報学研究部・教育部

概要：東北大学自然科学総合実験の安全教育のために作成した安全教育デジタル教材について、学生の安全意識を向上する効果の有無について評価するとともに、安全教育を改善することを目的としてアンケート調査を実施した。安全に対する既有知識や失敗経験の有無によって危険予知や安全意識に異なる傾向があると考えられるが、アンケート調査の結果、実験中に事故を経験したことがある学生グループと事故を経験したことがない学生グループの間で、本教材全体の有効性に関する評価に際立った差異はみられなかったことから、学習者の履歴にかかわらず有効な教材であることが示された。また、本教材に含まれる学習項目の個々について学生の印象を調査した結果では、事故経験のない学生グループのほうがリスクに対する高い感知を示すケースがあることが示された。

キーワード：安全意識、失敗経験、リスク認知、安全教育

1. はじめに

東北大学自然科学総合実験の授業では、授業開始前のガイダンスでビデオ教材による安全教育を行ってきており、これまでアメリカ化学会が制作した高校生向けの安全ビデオ教材を使用してきた。しかし、さらに本学の当該授業の実情に合った内容のものが求められていると判断されたことや、ISTUなどのeラーニングシステムやPCを用いた個別利用を含むさまざまな活用を考えて、新たに独自の安全教育用デジタルコンテンツを開発することが決定された(本学学務審議会実験科目委員会高等教育開発推進センター, 2006)。このため、筆者らは共同で安全ビデオ教材を作成し2006年9月に完成させた。さらに、安全教材の改善を目的として、学生アンケート調査を実施して評価した。

新たに開発した安全ビデオ教材は、本学の授業に即した学習内容を盛り込むことにより、表1に示すとおり7シーンで構成した(小林他, 2007)。安全行動を高めるためにまず必要とされることは、危険への予知と安全意識を持つことである。アンケート調

査で得られた教材全体に対する印象度の調査結果より、本ビデオ教材による学生の安全意識の向上につ

表1 安全ビデオ教材『実験を安全に行うために』の構成

シーン番号	シーン名
1	はじめに 実験の特徴、実験を安全に行うための心構え
2	全般的な注意事項 服装、実験室での行動
3	薬品の安全な取り扱い 試薬、ドラフト、実験廃液
4	器具・機器の安全な取り扱い ガスバーナー、ガラス器具、遠心分離機
5	低温寒剤の安全な取り扱い 低温寒剤の危険性、液体窒素
6	緊急・トラブル時の対応 緊急時、事故・トラブル時
7	全体のまとめ

いては、すでに報告されているとおり効果が確認されている(小林他, 2007)。

一般に、事故やトラブルなどの危険を考えると、潜在的なリスクが顕在化する可能性は、確率論的に一般には極めて低いといわれている (Taylor, 1987)。このため、無理をしても事故にはならないことが多く、特に作業内容を熟知しているような場合には慣れや気のゆるみが生じやすい。逆に、新しい作業内容で予期せず発生する失敗や事故の原因は、知識の不足や見込みの甘さなどが考えられる。しかし、事故を予知することは不可能であっても危険は予知することができなくてはならない (化学同人編集部, 2006)。予見される事故を予防し危険を回避するためには、経験や既有知識の有無に応じて異なる種類の教育が必要であることが示唆されている (Salminen & Tallberg, 1996)。本安全ビデオ教材は、本学自然科学総合実験で行う授業に即して作成したため、基本的な安全行動から器具の操作や薬品の取り扱いをはじめとして新しい高次の知識まで広範囲の学習レベルを含んでいる。安全に対する意識や危険を認知する特性は、学習者の経験や知識によって異なると予想される。このため、アンケート調査では、回答者の理科学習履歴、安全教育や理科実験中の事故経験をはじめとして、回答者の本教材評価の背景となる知識や経験も併せて調査した。

本稿では、本安全ビデオ教材による学生の安全意識向上の効果について調査し、安全に対する知識や経験によるリスク認知特性を検討した結果について報告する。具体的には、本安全ビデオ教材に対する全般的な評価を調査することにより、安全意識を高める上で本教材が有効であったかを検討した。また、本教材に含まれる種々のレベルの安全学習項目について学生が受けた印象の度合いを測定し、高校での理科履修科目と、安全教育受講経験の有無、理科実験での事故経験の有無を調査することにより、安全に対する既有知識あるいは事故経験の有無によって、本安全ビデオ教材に対する学生の評価に差異があるかどうかを検討した。

2. アンケート調査の内容

完成したビデオは2006年10月3日～10月6日に自然科学総合実験のガイダンスで上映された。学生からの評価を得るため、ガイダンスで上映された教材に

ついて自然科学総合実験の授業を受講している学生を対象に実施した。調査対象者：大学生900名(回収件数：565件)で、調査期間：2006年10月3日～10月13日であった。

調査項目：

アンケートは、以下のとおり選択技法による9個の質問項目と、質問意見記述欄および自由コメント記述欄で構成した。

- 問1. 所属学科 (選択)
- 問2. 高校履修科目(複数選択)
- 問3. 安全教育受講経験の有無(選択)およびその種類 (自由記述)
- 問4. 理科実験中の事故経験やヒヤリハット経験の有無(選択)および事故の種類(自由記述)
- 問5. 教材を見た後、安全に操作が進むと思われるか(選択)
- 問6. 実験前の注意事項で印象に残った項目(選択)
- 問7. 実験中の注意事項で印象に残った項目(選択)
- 問8. 実験後の注意事項で印象に残った項目(選択)
- 問9. わかりにくいシーンや、おかしいと思ったシーンについて(自由記述)
- 問10. 正事例、負事例、正負両事例の有効性(選択)
- 問11. 教材の全体的な印象について(自由記述)

事故のない安全な理科実験を行うためには、実験前、実験中、実験後のそれぞれの段階で、用意周到な実験の準備、実験の危険度の予知、実験後の後始末が重要であることが指摘されている (化学同人編集部, 2006)。実験の各段階で必要となる注意事項の種類が異なることから、問6～問8は、実験前、実験中、実験後の各段階で安全行動のために留意すべき事項に分けて質問項目を設定した。また、実験前、実験中、実験後の各段階で質問項目と選択回答個数は、それぞれ10項目中4個選択、19項目中6個選択、5項目中2個選択とした。

3. アンケート調査結果

3.1. 回答学生のプロフィール

自然科学総合実験の安全ガイダンスに出席しアンケートに回答した学生は、表2「回答学生の学部学科別人数」に示すとおりである。アンケート調査項

表2 回答学生の学部学科別人数

専攻学科	人数
理学部(物理)	80
理(化学)	47
理(地球科学)	44
理(生物)	32
工(機械)	138
工(電気)	27
工(化学)	1
工(材料・マテ)	1
工(建築)	2
農学部	119
薬学部	69
その他	5

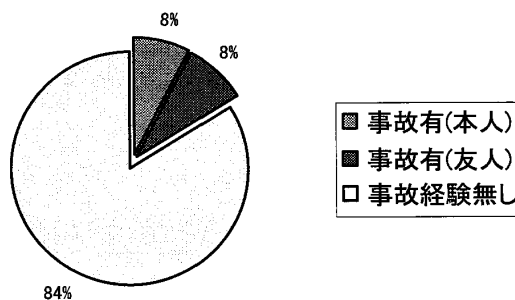


図1 理科実験での事故経験の有無

目の問2に基づき、学部学科別に高校理科履修科目を集計した結果、どのグループでも、物理I、化学I、化学II、生物Iが高校理科履修科目の中で一定の割合を占め、地学の履修率は全体的に低かった。また、調査項目の問3を集計した結果では、安全教育受講経験のある学生は全体の68%で、複数の安全教育を受講した経験のある学生は全体の64%を占めていた。これは一見高いようにも思われるが、実験教育等で安全教育を受けていない学生が3割もいることは大きな問題である。

図1は、過去の理科実験で事故を経験したことがある学生、友人の事故に遭遇したことがある学生、本人も友人も事故を経験したことがない学生の割合を示す。事故経験の有無に関して問4に回答した学生は557人で、その内の84%を占める468人の学生が事故を経験したことはないとは回答していたが、本人あるいは友人が事故を経験したことがあると回答し

た学生は、それぞれ43人と46人で、いずれも回答者の8%を占めた。この数字からは事故の大小は不明であるが、一般の事故遭遇の割合（例えば、総務省統計局（2006）の資料によると、車の事故率は日本の場合、5年間にわたって通算しても2.95%程度である）に比べて、かなり高頻度という印象である。安全教育の重要性を物語っている。

3.2. 教材の有効性と諸経験の有無との関係

本教材による安全意識の向上については、小林他（2007）の報告によるとおり、「教材の視聴後に安全な操作が促進されると思うか」という質問内容で、問5により学生全体の回答を集計した結果では、質問内容に対して「そう思う」と答えた学生は43%、「ややそう思う」と答えた学生は54%、「そう思わない」と答えた学生は3%であり、本教材が強いインパクトを与えたと言う意味でその有効性が示されたといえる。今回、問5について安全教育受講経験の有無による比較してみると、意外にも安全教育を受講した経験のある学生グループと受講経験のない学生グループとの間で、本教材の有効性についての評価にはほとんど差がなかった。また図2に示すとおり、過去に事故を経験がある学生グループと事故経験のない学生グループについて集計した結果では、事故経験の有無による教材有効性の評価に有意な差はなかった($\chi^2 = 3.950, df = 4$)。これらのことから、今回開発した安全教育教材は学習者の経験に依存せず有効であったことが示唆される。

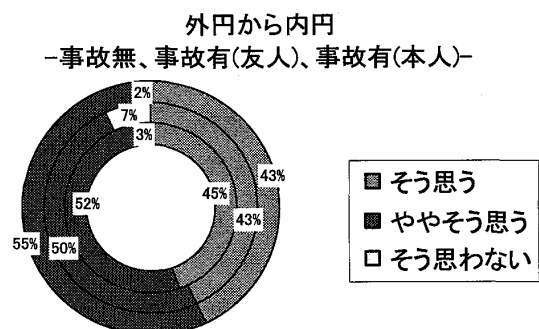


図2 教材の有効性(事故経験有無別)

3.3. 教材の提示方法と諸経験の有無との関係

開発した教材では、いくつかの実験で、例示として、正しい取り扱い方（正事例提示型）と、間違った取り扱い方（負事例提示型：このときには事故や

失敗につながる映像が示されている)の二つが組み合わされている。この提示方法として正事例、負事例、正負両事例のそれぞれの有効性についてみると、負事例の提示が有効であると答えた学生は36%、正事例の提示が有効であると答えた学生は5%、正負両事例の提示が有効であると答えた学生は59%であったことがすでに報告されている(小林他, 2007)。今回、同様の調査項目問10について安全教育の経験別に回答を集計した結果、安全教育を受講した経験のある学生グループと受講経験のない学生グループとの間で、提示方法の評価にはほとんど差がなかった。また事故経験別に回答を集計した結果では、図3に示すとおり、事故経験の有無のグループ間に有意な差はみられなかった($\chi^2 = 2.297, df = 4$)。3.2の結果と重ね合わせると、今回開発した安全教育教材が、学習者の種々の経験によらないで有効であった理由の一つとして、正負両事例をバランスよく含んでいたことが示唆される。

外円から内円
-事故無、事故有(友人)、事故有(本人)-

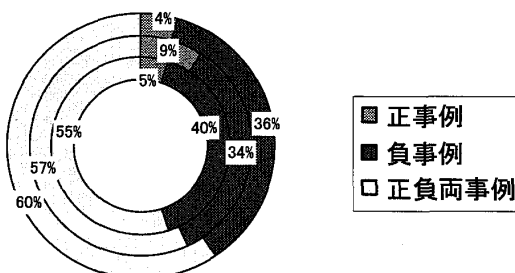


図3 正負事例の有効性(事故経験有無別)

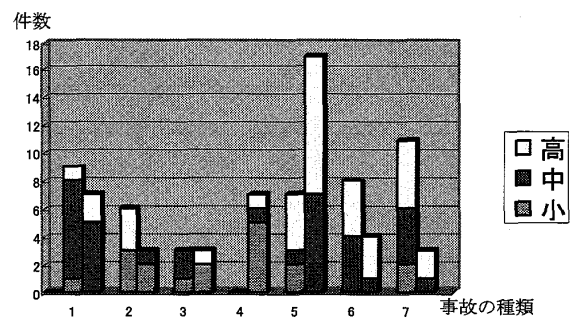
3.4. 経験事故例

図4は、本人あるいは友人が事故を経験したことがあると回答した学生グループのそれぞれについて、事故の種類を集計した結果を示す。小学校ではガスバーナーやアルコールランプなど火の取り扱い不注意による事故が多く、学年が高くなると、試薬の不適切な取り扱いや過剰な化学反応による火傷や爆発による器具の破損や負傷事故等が多くなっていることがわかった。

また、事故が発生したときの実験名について集計してみると、事故を経験したことがある学生グループでは、小中高と学年が高くなるにつれて事故が発生したときの実験の名称やテーマについてより具体

的に記憶されていた。これまで、理科実験の事故で一番多い事故は化学実験であることが知られている(吉田他, 1987)。今回の調査結果でも、化学実験による事故は全体的に最も高く、中学校、高校と学年が高くなるにつれて増加することもわかった。これに対して、友人の事故を目撃したことがある学生グループでは、事故のエピソード的記憶はあるものの、事故遭遇時の実験名や実験テーマに関しては、どの学年で生じた事故かに関わらず明確な記憶がないことがわかった。

左棒-本人事故、右棒-友人事故

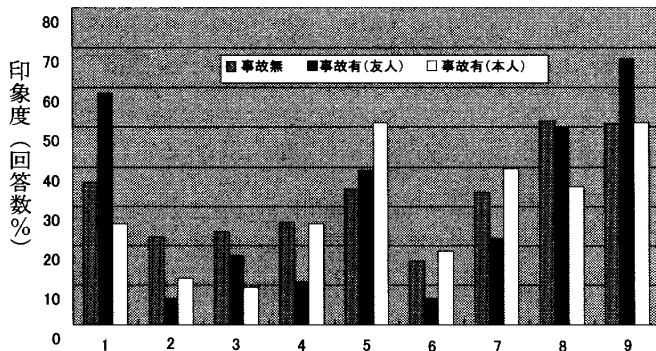


事故の種類	事故の種類
1	ガスバーナー(火傷/焼焦/爆発/ガス吸込等)
2	ガラス器具(破損/火傷)
3	電気コンセント(感電等)
4	アルコールランプ(焼焦/炎上/引火等)
5	試薬(飛散/誤飲/付着/吸込等)
6	化学反応(爆発/発火/焼焦/火傷等)
7	その他の損傷や負傷

図4 事故経験とその種類

3.5. 印象深い注意事項

教材に含まれる実験前、実験中、実験後のそれぞれに関わる注意事項の詳細について印象に残った項目を調査した結果では、本人あるいは友人に事故経験のある学生グループと、事故経験のない学生グループとの間では、大きな傾向は概ね一致しているが、細かく見ると印象の受け方に有意な違いがあるものがあつた(図5)。注意事項1「低温寒剤の取扱い時は靴下にサンダル履きは避ける」と注意事項2「熱した器具や容器・器具による火傷に気をつける」の項目に対するグループ間の印象度の差は、 χ^2 検定によると5%水準で有意であつた(それぞれ、 $\chi^2 = 7.430, df = 2$; $\chi^2 = 6.800, df = 2$)。「低温寒剤の取扱い時は靴下にサンダル履きは避ける」の項目については、友人の事故に遭遇した経験のある学生グ



教材詳細項目	
1	低温寒剤の取扱いは靴下にサンダル履きは避ける
2	熱した器具や容器・器具による火傷に気をつける
3	安全めがねなど保護具の着用
4	ガラス器具の破損の確認
5	火を使う実験ではその場を離れない
6	マッチは身体と反対方向に擦る
7	細いガラス管は慎重に扱う
8	指示された実験操作はドラフトを使用
9	実験を失敗したと思った場合は、そのままにしてTAや教員に申し出る

図5 教材詳細項目の印象度

ループがリスクを警戒していることが示された。「熱した器具や容器・器具による火傷に気をつける」の項目に対する印象の差をみると、事故経験のない学生グループの印象度のほうが高く、リスクに対する感知がより高いことが示された。

また、有意ではなかったが、 χ^2 値の大きかったものをあげると、次のような結果になった。「安全めがねなど保護具の着用」($\chi^2 = 4.092, df = 2$)、「ガラス器具の破損の確認」($\chi^2 = 3.842, df = 2$)の項目については、事故経験のない学生グループの印象度がやや高かった。「火を使う実験ではその場を離れない」($\chi^2 = 3.305, df = 2$)、「マッチは身体と反対方向に擦る」($\chi^2 = 2.752, df = 2$)、「細いガラス管は慎重に扱う」($\chi^2 = 2.363, df = 2$)の項目については、事故経験のある学生グループの印象度がやや高かった。項目8「指示された実験操作はドラフトを使用」($\chi^2 = 2.169, df = 2$)と、項目9「実験を失敗したと思った場合は、そのままにしてTAや教員に申し出る」($\chi^2 = 2.142, df = 2$)については、友人の事故に遭遇したことがある学生グループの印象度がやや高かった。

以上のことから、3.2で示したように、全体的な評価は経験の有無であまり差がなかったが、細かく注意項目毎にみると、差異があることがわかった。ただし、それら理由は今回のアンケート結果から明らかにすることは困難である。

4. 考察

教材の有効性に関しては、安全受講経験や事故経験の有無にかかわらず本教材に安全な操作を促進する効果があったと評価されていることが示された。したがって、今回作成した安全教育デジタル教材は、学習者の既有知識や失敗経験の有無によって効果に

偏りを生じることのない良好な教材であったと考えられる。

正事例、負事例、正負事例の有効性に関する調査結果では、負事例が有効であると回答した学生は、正事例が有効であると回答した学生より多いものの、大半が正負バランスの取れた教材が有効と考えていることがわかった。また、この傾向について安全受講経験や事故経験の有無による影響はなかった。

教材の学習項目ごとに詳細に検討すると、安全教育受講経験のある学生グループと受講経験のない学生グループとの間で、実験前、実験中、実験後の注意事項に対する印象度調査結果に大きな違いはみられなかった。これに対して、事故経験のある学生グループと事故経験のない学生グループとの間では、印象度に有意な違いを示す学習項目があった。事故を経験したことのない学生グループや友人の事故に遭遇した学生グループは、本人が事故をおこしたことがある学生グループよりも、有意に印象度の高い項目があり、自らが事故を起こした経験のない学生グループのほうがリスクに対する高い感知を示すケースがあることが示された。

5. 今後の課題

本教材に対して、安全教育受講経験の有無による評価の違いはみられなかったが、失敗経験のある学生と失敗経験のない学生には、異なるリスク認知特性がある可能性が示唆された。本教材は、全体的に安全意識を喚起し高めることが確認されたが、学習者個人のリスク認知特性を考慮することにより、安全教材をさらに充実させることができると考えられる。とくに、eラーニングシステムやPC利用の個別学習に本教材を用いることを考えた場合、学習者個人の特性に合わせて危険予知を支援する安全教育を

計画することが可能である。過去に失敗を経験したことがある学生についてさらに安全意識を高めるためには、学習履歴や習得知識レベルとともにリスク認知レベルに応じた教授方法が必要となる。失敗や誤り経験に考慮し、学習者のための教育計画を最適化するために、誤りに対する認知特性についてさらに研究を深めていきたい。

引用文献

化学同人編集部(編) (2006) 第7版 実験を安全に行うために 化学同人
小林弥生・陳輝・行場絵里奈・岩崎信 (2007) 理科実験における大学生の安全教育のためのデジタル教材の開発 東北大学高等教育開発センター紀要, 283-287.
Salminen, S and Tallberg, T. (1996) Human

errors in fatal and serious occupational accidents in Finland. *Ergonomics* 39(7), 980-988.

総務省統計局 (2006) 「世界の統計2006」

Taylor, D. (1987) Heuristics of the accidents and safety. *New technology and human error*, 1987 edited by Jens Rasmussen, Keith Dacan, Jacques Leplat New Technologies and Work a Wiley Series

東北大学学務審議会理科学科委員会 高等教育開発推進センター (2006) 「特色ある大学教育支援プログラム」融合型理科実験が育む自然理解と論理的思考 平成17年度活動報告書

吉田淳・森佐利志 (1987) 理科の観察・実験における安全教育の研究 愛知教育大学研究報告36, 191-199.

Analyses and Discussions on the Results of Questionnaire Survey concerning the Safety Educational Video Material for Preliminary Classes of Experimental Trainings on Natural Science in Tohoku University

Erina Gyoba*, Chen Hui*, Yayoi Kobayashi*, Shin Iwasaki****

**Graduate School of Educational Informatics /Education Division, Tohoku University*

***Graduate School of Educational Informatics/ Research Division, Tohoku University*

****Center for the Advancement of Higher Education, Tohoku University*

We developed a new educational video material for ensuring safety of students enrolled in a preliminary experimental class of natural science in Tohoku University, and conducted a questionnaire survey to assess the effectiveness of the educational video material and to improve the safety education. Although it was supposed that students' experience of accidents and/or history of safety education in the past should affect their attitudes toward the safety, there was no difference in the evaluation of the educational video material between the group of students who had experience of accidents and the group of students who didn't have experience of accident in the past. This result indicates that the educational video material had effects in enhancing the safety consciousness of the students regardless of their personal history. Furthermore, we investigated students' impression on the details of the educational video materials. It was indicated that there is a tendency that the students who didn't have experience of accidents have higher risk cognition characteristics.

Key Words: consciousness of safety, experience of accidents, sense of risk, safety education.