4V-8

化学実験の安全学習支援のための情報の多義性の効果検討

宗官祥史† 松澤沙緒里‡ 侯明偉† 江木啓訓†‡ 品川徳秀† 藤波香織†

† 東京農工大学 工学府 情報工学専攻 ‡ 東京農工大学 工学部 情報工学科

†‡ 東京農工大学 総合情報メディアセンター

1 はじめに

近年の情報技術の発展に伴い，教育の場においてさまざまな形態で学習を豊かにするためのシステムが導入されている[1]．その一方で，化学実験のような特殊作業に従事する非熟練者の安全技能向上を目的としたものは見当たらない．

我々は，これまでに化学実験の安全学習の支援のために，警告に用いる適切な情報提示について検討し，安全な実験方法を体得するための拡張現実感を用いたシステムを開発してきた[2]．本稿では，危険を警告する情報提示が作業者の解釈にどのような影響を与えるのか調査するための実験を行い，その結果について考察する．

2 情報の多義性を用いた安全学習支援

2.1 安全教育と支援システムの要件

本研究の目的は，作業者を最終的に独立させ，システム無しでも安全に化学実験を行えるようにすることである．まず安全性については，作業者を重大な危険から回避させることが必要となる．また，過度に安全情報を提示することで作業者がシステムに依存しないようにすることも必要である．自発性を促進する教育法として，情報の抽象度を活用する手法が Montessori によって提唱されており[3]，本研究においても，危険の内容や発生源，対処方法等を自ら考える機会を持つことが重要であると考えた．

2.2 情報の多義性の活用

作業者に思考の機会を与え，関連する事項の認識や注意を増加させるため[4]，情報提示には多義性の概念を取り入れる．ここでの多義性とは，一つの状況に対して複数の解釈を持つことを意味する．情報を多義にすることで，作業者の意識に対して適切な刺激を与え，安全に実験を進めつつ作業者自らが状況の理解に努めることが可能になると考えている．

情報の多義性の概念を情報提示に適用するにあたり，作業者に対して多くの解釈を与える（多義性が高い）提示と作業者に少ない解釈を与える（多義性が低い）提示について明確にする必要がある．そこで，実験的評価・分析により，警告種別と多義性の高低の関係を理解すると共に，警告が与える効果について検討する．

3 実験

3.1 実験概要

図 1 のような環境で危険予知訓練（KYT）[5]を被験者に行ってもらい，回答数や回答開始時間，回答内容の傾向を調査した．実験シチュエーションは，被験者が化学実験の内容や内在する危険を想像できるものとして，実際に教科書に掲載されている化学実験を 4 つの手順に分けて使用した．提示する警告種別は，各々の手順で名称，影響，性質，対処の観点について指摘する 4 種類と，単に“注意”と書かれた計 5 種類を用いた．被験者は理工系の大学生および大学院生 40 名で，5 種類の警告種別の中から 1 種類を提示し，当該手順に関わる危険事項や注意事項を回答した．従って，それぞれの警告種別について 8 名の回答が得られた．また，回答には似たような内容を繰り返した反芻回答や明らかに状況に即していない例外的回答がみられた．そこで，被験者が意図した解釈を回答から推定する手法[6]を用いて，実効的な解釈数を算出した．

3.2 実験結果

危険に対する被験者の解釈については，各手順における警告種別に対する解釈数の平均，当該手順に関わる危険の性質，被験者の回答内容から分析した．その結果，危険の普遍性と警告種別と多義性に表 1 のような関係が示された．危険の普遍性において，限定的危険とは化学実験にのみ起こる危険で，硫化水素の腐乱臭とい

図 1 実験環境

A Study on Ambiguous Information Presentation for Safety Training in Chemistry Experiments

Akifumi Sokan† Saori Matsuzawa‡ Ming Wei Hou†
Hironori Egi†‡ Norihide Shinagawa† Kaori Fujinami†
†, ‡ Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology
†‡ Information Medhia Center, Tokyo University of Agriculture and Technology

Copyright ©2011 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

表 1　危険の普遍性と警告種別と多義性

危険の普遍性	警告種別	多義性
限定的危険	注意*	高
	対処*	低
普遍的危険	名称・性質	高
	注意	低

(* : p < .05 で有意差あり)

った物性による危険や特殊な器具の取扱い方から生じる危険を示す．一方，普遍的危険は，卓上から物を落とす危険や火の扱いに関する危険といった，化学実験のみならず普遍的に起こる危険を示す．解釈数の平均における有意差は限定的危険を含む手順の警告種別“注意”と“対処”においてのみ認められた[p < .05].

各警告種別における回答開始時間の平均値と分散を図 2 に示す．回答開始時間平均値は，警告種別“注意”と残り 4 種の警告種別全てにおいて有意差が認められた[p < .05]．また，分散分析から，各手順における回答開始時間に有意傾向は認められなかった．

3.3 考察

表 1 より，限定的危険，つまり薬品情報など化学に関係する専門的な危険に対して，“注意”という警告は被験者から多くの解釈を引き出した．これは，危険を引き起こす過程など因果関係や発生対象について解釈の余地が残されていたからであると考えられる．一方，“対処”の観点を指摘する警告は，具体的に意識の対象を次の動作に向けさせる警告である．そのため，解釈の余地が少なくなったと考えられる．

普遍的危険における警告種別“注意”と多義性の関係は，限定的危険と正反対である低い多義性を示した．普遍的危険は日常的に発生する危険であり，警告が抽象的であっても自分なりの正答を比較的容易に導くことが可能である．そのため，一つの危険の発見以降，それ以外の解釈の可能性について探索が行われなかったと考えられる．また普遍的危険については，名称や性質のように多少の具体性が示された方が原因の究明や回避手段の検討などに努め，その結果，多くの解釈に至ると考えられる．

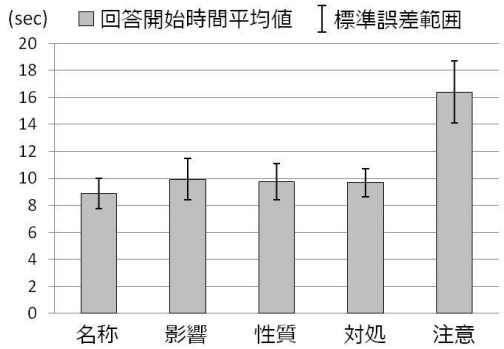

図 2　警告種別と回答開始時間平均

回答時間に関して，図 2 より警告種別“注意”は被験者が回答するまでに最も時間を必要とした．これは，“注意”という警告が被験者に思考の機会を与え，回答開始に時間を要したと考えられる．表 1 より，限定的危険では思考に時間を費やした結果，多くの解釈を引き出したと考えられる．一方で，普遍的危険も同様に時間を必要としたが解釈は少なかった．これは先述したように，普遍的危険においては抽象的な警告は，危険事項の発見以降に他の解釈に至りにくいという考えから導かれる．

緊急時の警告種別を決定するにあたっては，“注意”という警告は普遍性の有無にかかわらず回答までの時間を要すため，適さないと考えられる．一方，限定的危険を内包する手順において，作業者に様々な思考を要求したい場合にこの警告方法は効果的に作用すると考えられる．

4　おわりに

本稿では，化学実験における安全学習を支援する情報提示法として多義性の活用を提案し，その度合いと情報提示に対する作業者の解釈の傾向を調査した．今後は，本調査で明らかになった警告メッセージ種別と多義性の関係を用いて，多（少）義な情報提示が安全技能向上や危険回避行動に与える効果を検証していく．さらに，プロトタイプシステムを開発し，より実際の実験に近い形でユーザ評価を行う予定である．

謝辞　本研究は，科学研究費補助金（基盤研究(C) : 21500117）の助成を受けたものである．

参　考　文　献

[1] Fjeld, M., et al. : Tangible user interface for chemistry education: comparative evaluation and re-design. In Proc. CHI’07, pp. 805-808, 2007.
[2] Sokan, A., et al. : Alerting Accidents with Ambiguity: A Tangible Tabletop Application for Safe and Independent Chemistry Experiments. In Proc. UIC’10, pp. 151-166, 2010.
[3] Montessori, M. : The Montessori method. Published by Frederick Stokes Co, 1912.
[4] Gaver, W., et al. : The history tablecloth: illuminating domestic activity. In Proc. DIS’06, pp. 199-208, 2006.
[5] 中央労働災害防止協会：危険予知訓練 KYT. http://www.jisha.or.jp/zerosai/kyt/index.html.
[6] 宗官祥史, 他：化学実験の安全学習支援のための警告メッセージにおける多義性尺度設計の基礎検討. 第 68 回ヒューマンインタフェース学会研究会 (SIG-DE-03), pp. 5-12, 2010.

Copyright ©2011 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.