

of workers is common, and often presented as a safety measure in accident reports or databases. However, based on our results, such training or education seems not necessarily to be effective.

Manufacturing (3rd and 4th columns of Table 2) We will discuss the industry-specific estimation results below. Here, the estimation results for manufacturing will be examined. *FALLING* was not included as an independent variable because no manufacturing workers in our data answered that the possible fall of heavy weights was an issue in their workplace. Although the estimated coefficient for *FW* is positive and significant in the base model, *FW* becomes insignificant in the full model, a change reflected also in the pooled data. The estimated coefficient for *EXPERIENCE* was negative and significant. Significant work experience would lessen the accident involvement risk. Typically, workers operate machines in the manufacturing sector. Familiarity with the operation of such machines usually means an increase in the relevant operational skills, and this may lead to accident reduction. Furthermore, inattention or a false sense of security resulting from considerable experience does not dominate this increased-skills effect in our data. The estimated coefficient for *VIOLATION* was almost significant ($p = 0.1061$), suggesting that this factor would have a certain degree of impact on accident involvement frequency in the manufacturing sector. *SAW_VIO_PENALTY* was not significant for manufacturing workers.

Construction (1st and 2nd columns of Table 3) *CHEMICAL* was not included as an independent variable, because no workers in the construction sector in our data answered that hazardous chemicals were used in their workplaces. The estimation results here are different from those of manufacturing. No variables beyond those representing certain types of work were significant in the base model. In the full model, it is notable that the estimated coefficient for *CFQ* was negative and significant. As explained in Section 2-2-3, the lower the respondent's *CFQ*, the more accident prone he/she would be. Therefore, construction workers who tend to suffer from cognitive failures also tend to be involved in occupational accidents. However, remember that *FW* is not significant in the base model. Therefore, it is not true that *FW* was estimated as significant under the influence of selection bias. Finally, the estimated coefficient for *VIOLATION* and *SAW_VIO_PENALTY* was positive and significant, as in the case of the pooled data.

Other industries⁸ (3rd and 4th columns of Table 3) *CHEMICAL* was excluded from the statistical model for the same reason as in the analysis respecting construction workers. The estimation results of the other industries reflected a mixture of the results for manufacturing and construction. The significance of *AGE* and *WORK_HOURS*, here, was similar to the results for manufacturing workers, and the significance of *SAW_VIO_PENALTY* and *VIOLATION* was similar to the results for construction workers. Although the coefficient for *FW* was positive and significant in the base model, it was no longer significant in the full model. On the other hand, the coefficient for *VIOLATION* was again positive and significant. Thus, according to our data, rule violation has a positive relationship with accident occurrence in all industries, and this effect seems to be universal, regardless of the business sphere. Among the individual characteristics, *SAW_VIO_PENALTY* was estimated as positive and significant.

What means are effective, then, in decreasing occupational accidents involving FWs, on the basis of our statistical results? Both our pooled data and industry-specific data suggest that the mere fact of being an FW does not increase the risk of occupational accident involvement, and thus that there is no “pure contractual effect.” Therefore, rehiring FWs as PWs would not contribute to accident reduction, at least in Japan. The safety measures taken by firms (e.g., safety patrols by managers, and the introduction of an occupational health and safety management system) seem to have an impact on accident reduction, as shown in the estimation results of count data analysis (Table 2), but such safety measures tend to be less prevalent in workplaces involving FWs than in those involving PWs, as is clearly demonstrated by the descriptive statistics (Table 1). These results may suggest that FWs tend to be more involved in occupational accidents because the safety measures in their workplaces are not sufficient, relative to those in PWs’ workplaces. In addition, the insignificance of the estimated coefficient for *CFQ* and *SAFETY_TRAINING* suggests that an individual’s specific ability is not particularly important in occupational safety. Therefore, safety measures that aim to develop “organizational effectiveness” regarding safety (e.g., safety patrols or the introduction of an OHSMS) would be more effective in occupational accident reduction than those that aim to develop “personal ability” (e.g., education or safety training)—contrary to the conclusions of many accident reports, at least with regard to the Japanese workplace.

⁸ Out of the 1,509 samples in “other industries,” there were 408 samples in service, 312 in others, 278 in financial businesses other than securities, 113 in retailing, 105 in warehousing, 91 in communication services, 36 in securities, 34 in bus and train services, 33 in the electricity supply industry, 26 in land transportation, 20 in trading companies, 15 in real estate, 13 in gas companies, 13 in air transportation, 8 in marine transportation, 3 in fisheries, and 1 in mining. The top 5 industries account for 80% of “other industries.”

5 Conclusions

We analyzed the data collected by an Internet survey, to determine which factors influence the accident involvement risk of workers. Our study particularly focused on the effect of employment status (flexible employment or permanent employment) on occupational accident risk. We attempted to exclude the effects of a host of confounding factors, the most important of which is the score on the Cognitive Failures Questionnaire, which quantifies a given respondent's accident proneness. Our findings may be summarized as follows. (1) A pure contractual effect was not detected in our data. This means that changing a worker's employment status from FW to PW would not be effective as an accident reduction measure. (2) Our data suggest that, typically, a worker's job experience does not significantly influence their accident involvement frequency, though existing studies suggest that the greater the work experience, the lower the probability of occupational accident involvement. (3) The score on the Cognitive Failures Questionnaire, which is an index of accident proneness, does not appear to have any relation to accident involvement risk, except in the case of construction workers. (4) *SAW_VIO_PENALTY* is positively significant, but *SAW_ACCIDENT* is not significant; and both results suggest that there is no "bad example effect." This means that safety education may be less effective than often thought as an accident reduction measure. (5) *VIOLATION* is (nearly) significant in all industries. Thus, an incentive scheme that encourages workers to follow safety rules will tend to be effective in accident reduction. However, the specific design methodology for such an incentive scheme needs to be explored. (6) Among the accident reduction measures taken by firms, safety manager patrols, and the introduction of an occupational health and safety management system, would have an impact on occupational accident reduction. Although other variables representing safety measures taken by firms were not significant, this does not necessarily mean that incentive schemes like penalties and rewards are ineffective as accident reduction measures. Their apparent ineffectiveness may, for example, be owing to the establishment of ineffective penalty or reward levels; and thus, if these levels were properly set, the related incentive schemes may be effective as accident reduction measures.

Acknowledgement

The research described in this paper was funded by a Health and Labour Sciences Research Grant.

References

- Aiken, L.H., Sloane, D.M., Klocinski, J.L., 1997. Hospital nurses' occupational exposure to blood: Prospective, retrospective, and institutional reports. *American Journal of Public Health* 87, 103-107.
- Amuedo-Dorantes, C., 2002. Work safety in the context of temporary employment: The Spanish experience. *Industrial and Labor Relations Review* 55, 262-285.
- Benavides, F., Benach, J., Muntaner, C., Delclos, G., Catot, N., Amable, M., 2006. Associations between temporary employment and occupational injury: what are the mechanisms? *Occupational and Environmental Medicine* 63, 416-421.
- Broadbent, D.E., Cooper, P.F., FitzGerald, P., Parkes, K.R., 1982. The Cognitive Failures Questionnaire (CFQ) and its correlates. *British Journal of Clinical Psychology* 21, 1-16.
- Chen, Y.L., 2007. Driver personality characteristics related to self-reported accident involvement and mobile phone use while driving. *Safety Science* 45, 823-831.
- Fabriano, B., Curro, F., Raverberi, A.P., Pastorino, R., 2008. A statistical study on temporary work and occupational accidents: specific risk factors and risk management strategies. *Safety Science* 46, 535-544.
- Guadalupe, M., 2003. The hidden costs of fixed term contracts: the impact on work accidents. *Labour Economics* 10, 339-357.
- Hernanz, V. & Toharia, L., 2006. Do temporary contracts increase work accidents? A microeconomic comparison between Italy and Spain. *Labour* 20, 475-504.
- Jacobsson, B. & Schelp, L., 1988. One-year incidence of occupational injuries among teenagers in a Swedish rural municipality. *Scandinavian Journal of Social Medicine* 16, 21-25.
- Jimeno, J. F., Toharia, L., 1993. The effects of fixed term employment on wages: theory and evidence from Spain. *Investigaciones Economicas* 17, 475-494.
- Kirschenbaum, A., Oigenblick, L., Goldberg, A. I., 2000. Well being, work environment and work accidents. *Social Science & Medicine* 50, 631-639.
- Larson, G. E., Alderton, D. L., Neideffer, M., Underhill, E., 1997. Further evidence on dimensionality and correlates of the Cognitive Failures Questionnaire. *British Journal of Psychology* 88, 29-38.
- Larson, G. E., Merritt, C. R., 1991. Can accidents be predicted? An empirical test of the Cognitive Failures Questionnaire. *Applied Psychology: An International Review* 40, 37-45.
- MHLW, 2009. Measures for health and safety of dispatched workers, <http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei29/index.html>, 20110902 (Apr. 4, 2012)

- MHLW, 2010. Situation of occupational accidents of dispatched workers,
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000006cdg-img/2r98520000006djz.pdf> (Apr. 4, 2012)
- MHLW, 2011, Statistics of occupational accidents,
<http://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/tok/anst00.htm> (Apr. 4, 2012)
- Mwalili, S.M., Lesaffre, E., Declerck, D., 2008. The zero-inflated negative binomial regression model with correction for misclassification: an example in caries research. *Statistical Methods in Medical Research* 17, 123–139.
- OECD, 2010. OECD employment outlook 2010.
- Reason, J., 1997. *Managing the risks of organizational accidents*. Ashgate Publishing Company, Burlington, VT.
- Saha, A., Ramnath, T., Chaudhuri, B.N., Saiyed, H.N., 2004. An accident-risk assessment study of temporary piece rated workers. *Industrial Health* 42, 240–245.
- Saha, A., Kulkarni, P.K., Chaudhuri, R., Saiyed, H., 2005. Occupational injuries: is job security a factor? *Indian Journal of Medical Sciences* 59, 375–381.
- Salminen, S., Kivimäki, M., Elovainio, M., Vahtera, J., 2003. Stress factors predicting injuries of hospital personnel. *American Journal of Industrial Medicine* 44, 32-36.
- Saloniemi, A., Salminen, S., 2010. Do fixed-term workers have a higher injury rate? *Safety Science* 48, 693-697.
- Shankar, V., Milton, J., Mannering, F., 1997. Modeling accident frequencies as zero-altered probability processes: an empirical inquiry. *Accident Analysis and Prevention* 29, 829–837.
- Ullah, S., Finch, C.F., Day, L., 2010. Statistical modelling for falls count data. *Accident Analysis and Prevention* 42, 384-392.
- Virtanen, M., Kivimäki, M., Joensuu, M., Virtanen, P., Elovainio, M., Vahtera, J., 2005. Temporary employment and health: a review. *International Journal of Epidemiology* 34, 610–622.
- Wallace, J.C., Kass, S.J., Stanny, C.J., 2002. The cognitive failures questionnaire revisited: Dimensions and correlates. *Journal of General Psychology* 129, 238-256.

Appendix: The Cognitive Failures Questionnaire (Broadbent et al., 1982)

The following questions are about minor mistakes which everyone makes from time to time, but some of which happen more often than others. We want to know how often these things have happened to you in the last six months. Please circle the appropriate number.

	Very often	Quite often	Occasio-n ally	Very rarely	Never
1. Do you read something and find you haven't been thinking about it and must read it again?	4	3	2	1	0
2. Do you find you forget why you went from one part of the house to the other?	4	3	2	1	0
3. Do you fail to notice signposts on the road?	4	3	2	1	0
4. Do you find you confuse right and left when giving directions?	4	3	2	1	0
5. Do you bump into people?	4	3	2	1	0
6. Do you find you forget whether you've turned off a light or a fire or locked the door?	4	3	2	1	0
7. Do you fail to listen to people's names when you are meeting them?	4	3	2	1	0
8. Do you say something and realize afterwards that it might be taken as insulting?	4	3	2	1	0
9. Do you fail to hear people speaking to you when you are doing something else?	4	3	2	1	0
10. Do you lose your temper and regard it?	4	3	2	1	0
11. Do you leave important letters unanswered for days?	4	3	2	1	0
12. Do you find you forget which way to turn on a road you know well but rarely use?	4	3	2	1	0
13. Do you fail to see what you want in a supermarket (although it's there)?	4	3	2	1	0
14. Do you find yourself suddenly wondering whether you've used a word correctly?	4	3	2	1	0
15. Do you have trouble making up your mind?	4	3	2	1	0
16. Do you find you forget appointments?	4	3	2	1	0
17. Do you forget where you put something like a newspaper or a book?	4	3	2	1	0

18.	Do you find you accidentally throw away the thing you want and keep what you meant to throw away – as in the example of throwing away the matchbox and putting the used match in your pocket?	4	3	2	1	0
19.	Do you daydream when you ought to be listening to something?	4	3	2	1	0
20.	Do you find you forget people's name?	4	3	2	1	0
21.	Do you start doing one thing at home and get distracted into doing something else (unintentionally)?	4	3	2	1	0
22.	Do you find you can't quite remember something although it's 'on the tip of your tongue'?	4	3	2	1	0
23.	Do you find you forget what you came to the shops to buy?	4	3	2	1	0
24.	Do you drop things?	4	3	2	1	0
25.	Do you find you can't think of anything to say?	4	3	2	1	0

D 現段階での成果と今後の課題

D-1 新しい観点からの労働災害事例分析

既存の事故データベースに収録されている事故について498件の報告書を調査したところ、「人的要因」「ヒューマンエラー」が原因と考えられる事故が124件存在していた。それらの事故報告を詳細に読み、抽出された事故をヒューマンエラーのタイプで分類し、各タイプの発生頻度、各タイプと事故の重大性との関連、および事故事例で提案されているヒューマンエラー防止対策を調べた。事故事例を事故防止に生かすには、ヒューマンエラーを起こした背景要因に踏み込んで調査し、その結果に基づいて管理者や作業者を安全行動に導くための制度設計をすることがひとつの有効なアプローチであろう。経済学は上記制度設計を行う際に役立つ方法論を提供していると考えられる。

D-2 ヒューマンエラー発生メカニズムの経済学的分析

ヒューマンエラー発生メカニズム分析の一例として、「Occupational accident analysis with the notion of “incentive”」および「Are Flexible Workers Truly More Accident-prone? New evidence from Japan」と題した研究を行った。前者は労働災害の発生原因として事故報告書でよくあげられる「情報伝達不足（コミュニケーションエラー）」に着目し、情報伝達不足が生じる原因をゲーム理論的に考察した。後者は組織設計としての雇用戦略、具体的には従業員を正規・非正規のどちらで雇用するかに着目した。非正規雇用者は短期間で辞職する等の理由から安全への配慮が低くなる「インセンティブ（誘因）」があり、正規雇用者よりも被災確率が高いことが労働経済学的には予測される。本研究では独自のインターネットアンケートで得た個人データを用いた統計解析により上記予測の検証を行った。統計分析の結果、諸変数の影響をコントロールした上で非正規雇用者であることは事故被災確率と統計的に有意な関係は見られなかった。一方、社会規定違反が横行している事業所では労働災害発生率が高いという結果が得られた。

D-3 国内外の政策動向の情報整理

労働安全衛生、とくに化学プロセスが行われる労働現場を管理する法律・システムは対象としたすべての国にあるが、関与する省庁は国によって異なることがわかった。また、連邦制の国では連邦法にて大きな枠組みを与え、州法にて執行についての具体的な手続きを示すことにより補完的な関係にある。国によっては、死亡事故が数人程度の労働災害ではほとんどニュースにならないなど国民の労働安全に対する意識が比較的低い一方、かねてからある労働安全衛生や化学物質に関する規制をより実効化するために近年相次いで改正

を行うなどの措置を行っている国もある。予防的な査察についても統計的に事故が多い業種・事業者に絞った査察を行うことを明示するとともに、安全に関する査察を行う機関が査察に関する費用回収を担うよう法改正を行う国がある一方で、事故など安全に重大な問題が発生した時の罰金や懲罰的措置はない国もある。これらの背景には安全をどの機関が担うか、公的機関による恣意性を厳密に排除するかどうかという点に違いがある。

各国の制度の違いは直接の安全成績よりは化学技術を管理する考え方の成熟度・差異によるものと考えられる。

E 研究発表

Makino, R., Kumasaki, M., Matsukura, K., Wada, Y, Wada, Y (2011). Occupational Accident Analysis with the Notion of “Incentive.” Proceedings of Asia Pacific Symposium on Safety 2011, pp.324-325.

Makino, R. (2011). Approaching the Problem of Occupational Accidents with Economic Way of Thinking, unpublished document presented at the Workshop of Occupational Health and Safety (at Hung Kuang University, 2011/09/29)

牧野良次, 熊崎美枝子, 松倉邦夫, 和田祐典, 和田有司 (2011). インセンティブ (誘因) 概念によるヒューマンファクターの理解: 事故再発防止に向けて. 第44回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.85-88 (2011年12月1日発表).

Makino, R., Are Flexible Workers Truly More Accident-prone? (投稿中)

注) 健康危機情報, 知的財産権の出願・登録状況については関連事項がないため省略した。

厚生労働科学研究費補助金（労働安全衛生総合研究事業）

分担研究報告書

労働災害の発生抑制を目指した，経済学（ゲーム理論）に基づくヒューマンエラー発生確率の定量化手法の開発とそのリスクアセスメントへの導入

（H22-労働-若手-007）

研究分担者

和田有司：産業技術総合研究所 安全科学研究部門

和田祐典：産業技術総合研究所 安全科学研究部門

松倉邦夫：産業技術総合研究所 安全科学研究部門

研究要旨

ヒューマンエラーの分類について様々な提案があるが，実際に発生した事故においてどのようなタイプのヒューマンエラーが原因となっているのかは必ずしも明らかではない。そこで，事故データベースに収録されている事故事例の中からヒューマンエラーに起因する事故を抽出し俯瞰的に分析することを試みた。抽出された事故をヒューマンエラーのタイプで分類し，各タイプの発生頻度，各タイプと事故の重大性との関連，および事故事例で提案されているヒューマンエラー防止対策を調べた。事故事例を事故防止に生かすには，ヒューマンエラーを起こした背景要因に踏み込んで調査し，その結果に基づいて管理者や作業者を安全行動に導くための制度設計をすることがひとつの有効なアプローチであろう。経済学は上記制度設計を行う際に役立つ方法論を提供していると考えられる。

A 研究目的

本研究は労働災害に関する危険性・有害性等の調査（リスク評価）における災害発生確率の評価精度向上と労働災害による死傷者数の減少に貢献するため，経済学（経済学的思考法の必要性は後述する）における最重要概念である「インセンティブ（誘因）」の考え方を理論的基礎として，ヒューマンエラー発生確率の定量化手法を開発することを目的としている。左記研究目的の達成のために，平成23年度の本分担研究では，過去の事故事例について詳細な検討を行い，各事例において人的要因，組織要因，およびインセンティブについてどのように記述されているかを整理した。これは本研究全体のなかでは研究項目①に位置づけられる。数多くの事故について人的要因・組織要因の影響を調査し，整理分類することで，解析対象とすべき典型的な事故あるいは重大災害に発展しやすい注意すべき事

故を同定できると期待される。

B 研究方法

3つの事故事例データベース（RISCAD, PEC-SAFER, 失敗知識DB）に収録されている事故事例を、検討する事故事例の母集団とした。それぞれのデータベースから化学プラントで発生した事故を検索したところ498件の事故が該当した。各事故報告書を詳細に読むことを通じて「人的要因」「ヒューマンエラー」に起因する事故が124件抽出された。それらの事故をヒューマンエラーのタイプで分類し、各タイプの発生頻度、各タイプと事故の重大性との関連、事故報告書で提案されている事故防止対策を調べた。ヒューマンエラータイプとしては、本人はそれとは自覚せずに危険行為におよんでいるものが多かった。一方、意図的に規則に違反するタイプの行動は死者数や負傷者数の観点で重大性の大きな事故に発展しやすい傾向が観察された。

C 研究結果

事故データに基づくヒューマンエラー発生状況の調査

（安全工学51(2), pp.106-112に掲載）

1. はじめに

労働災害や産業事故を未然に防ぐためには、設備安全を推進するだけでなく、現場で活動する人間の行動をより安全なものにする必要がある。その背景として、システムがそれほど複雑ではなかった時代では技術的対応によって事故防止が可能になると考えられていたが、システムの複雑化によってそれを操作する人間の能力が限界に突き当たるようになったとの理解がある¹⁾。例えば、安全工学会は企業の「保安力」が設備安全を含む「保安基盤」および人・組織行動に関わる「安全文化」から構成されると設定し、後者の中で人間や組織の安全行動・不安全行動について分析している。一般に人間が犯すミスは「ヒューマンエラー」と呼ばれており、本稿においてもヒューマンエラーという言葉を用いる。

ヒューマンエラーの問題は労働災害、産業事故、交通事故、医療事故といった幅広い分野で対処されることが望まれている。学術領域としては心理学、人間工学、あるいは安全工学といった分野が主に研究を推進してきた。第2節で簡単に紹介するようにこれらの研究はヒューマンエラーをいくつかのタイプに分類する作業を行っている。ヒューマンエラーをどのような観点から分類しうるかという点については一定の知見の蓄積がある。

事故防止の観点からは、日本全体の状況として「どのタイプのヒューマンエラーがより頻繁に事故原因となっているのか」あるいは「どのタイプのヒューマンエラーがより大きな事故に発展しやすいのか」といった全体像について俯瞰的、定量的に情報整理することが望ましい。なぜならば、個別の事故事例を必要に応じて参照するだけでなく、ヒューマンエラー全体の傾向を把握しておくことによって、国あるいは業界単位で対策を検討する際の資料として活用でき、また個別企業にとっても将来発生しうるヒューマンエラーの予測・予防に役立つと期待できるからである。

そこで本稿では、数多くの事故事例を俯瞰的に調査することを通じてヒューマンエラーの頻度や重大事故への発展可能性に関する理解を深め、国あるいは業界単位等で効率的なヒューマンエラー防止対策を策定する際に役立つ情報を提供することを目的として、およそ 500 件の事故事例を調査し、そこで報告されているヒューマンエラーの抽出と情報整理を行った。

本稿の構成は以下のとおりである。0 節でヒューマンエラーの定義に対する考え方と本稿で採用するヒューマンエラーの分類について整理する。0 節で調査方法を説明し、0 節で結果を示す。0 節は考察および今後の課題にあてる。なお、本稿では化学、石油、および石油化学産業における事故を主たる調査対象とした。

2. ヒューマンエラーの定義と分類について

調査の前提として、ヒューマンエラーの定義および分類に関する本稿での考え方について述べておく。既に述べたようにヒューマンエラーの分類については一定の知見が蓄積されている。そこで、それらの先行研究の中から、本稿においてヒューマンエラーに関する情報を整理するための分類方法を選択することとした。ヒューマンエラーという言葉の定義について必ずしもコンセンサスが得られているわけではない²⁾現状に鑑みて、本稿においてもヒューマンエラーの一般的定義に関する議論には立ち入らないこととした。

ヒューマンエラーの分類は、各研究者の研究目的に依存して多様なものが存在している（分類すると科学的に見えるが、それが本当に事故防止に有効なのかは別問題とする意見³⁾もある）。主なものにはシステムのフェーズ・ライフサイクルによる分類、心理的背景による分類、認知的・情報处理的分類、行動面による分類、原因による分類などがある^{4) 5)}。それらのうち、本稿では英国の心理学者 Reason による不安全行為の分類⁶⁾に基づいて事故事例を整理することにした（図 1）。

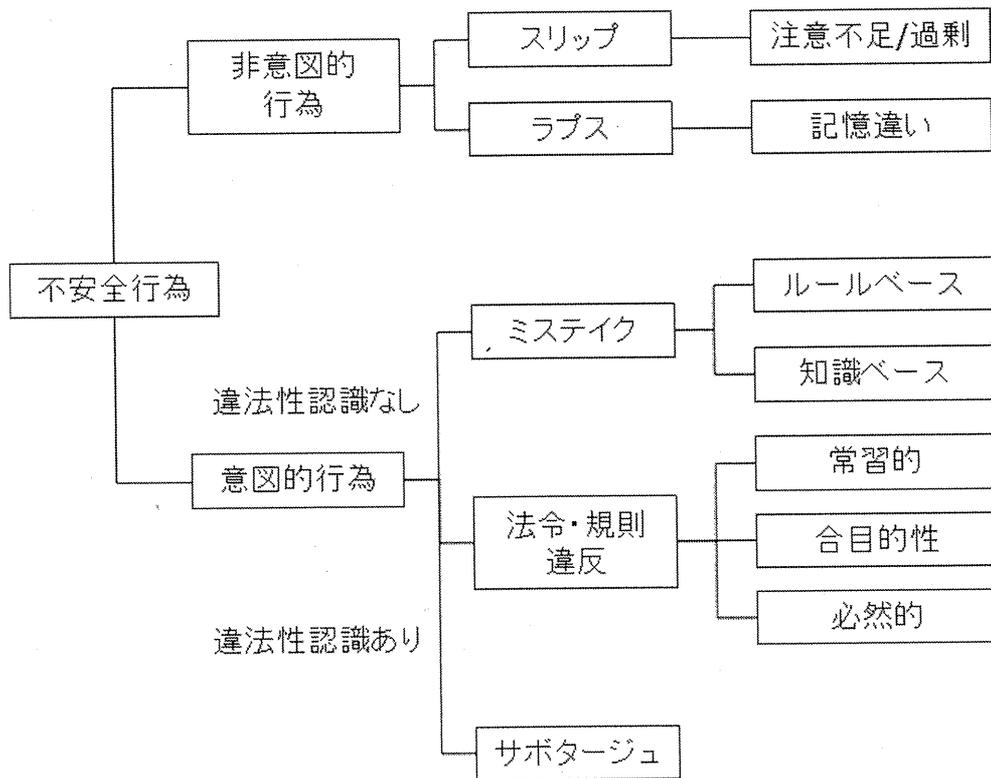


図 1 Reason (1990)による不安全行為の分類
 (日本語訳は古田&長崎 (2007) の図表 9-7 を参考にした)

本稿において Reason の不安全行為の分類に基づいて事件事例を整理した理由は3つある。
 (1) 日本で出版されている書籍でも引用されていることから⁷⁾⁸⁾⁹⁾、分類として比較的受け入れられやすいと判断したこと、(2) 近年、組織的要因に起因する事故や不祥事の結果、規則違反の防止に注目が集まっており⁹⁾、この観点から規則違反を明示的に分類に含むものを採用するのがよいと判断したこと、および (3) 「何が起きたか (例:バルブの誤操作)」よりも「それが起きた背景」がより重要な情報だと判断したことである。現場で起きる具体的な事象 (バルブ誤操作、情報伝達ミス、警報が誤報であるとの判断ミスなど) は既によく知られているためそれらの分類はせず、背景要因に一步踏み込んでいる Reason の分類を適用した。

3. 調査方法

3. 1 調査対象事故データベースと事例抽出方法

インターネット上で利用できる下記 3 種の事故データベースから日本における事件事例

を収集した（運営主体は2011年12月時点のもの）。本稿は化学，石油，石油化学産業での事故を対象としているため上記事故データベースを選択した（失敗知識DBには他産業での事故も収録されている）。

- リレーショナル化学災害データベース（RISCAD）：（独）産業技術総合研究所¹⁰⁾
- PEC-SAFER ヒヤリハット事例・事事故事例データベース：（財）石油エネルギー技術センター¹¹⁾
- 失敗知識データベース：畑村創造工学研究所¹²⁾

以下では各事故データベースをRISCAD, PEC-SAFER, 失敗知識DBと表記する。RISCADは化学災害の事例と化学物質の熱危険性データをリンクさせたデータベースである。調査対象とした事例は詳細な事故情報が記載されている事故進展フロー図（新版）が添付されている27件とした。PEC-SAFERは石油各社が所有している情報，知識，教訓等をデータベース化し，製油所の安全を確保する目的で作られたシステムであり，収録されている287件の事事故事例を調査対象とした。失敗知識DBは，失敗を防ごうと考える人に過去に起こった失敗から得られる知識を正しく伝達することを意図して整備されたもので，化学産業での事故に分類されている184件を調査対象とした。以上合計498件の事事故事例を母集団としてヒューマンエラー関連事故を抽出した。

各事故データベースには収録内容や検索機能などのサイト構成に違いがあるため，ヒューマンエラーに起因する事故を抽出する方法も事故データベースごとに異なる。RISCADについては，事事故事例の本文および事故進展フロー図をすべて読み，人的要因関連のものを抽出した。PEC-SAFERでは「項目選択検索」機能を使って「人的要因」の項目をすべて選択して検索した場合にヒットする事事故事例を抽出した。失敗知識DBでは，「ヒューマンエラー」で検索してヒットする事事故事例を抽出した（2012年1月現在，失敗知識DBは検索機能がなくなっている）。本調査で対象とした事例はすべて2010年12月末現在で閲覧可能であった事例である。

3. 2. ヒューマンエラーのタイプによる抽出事例の分類方法

本稿では，抽出したヒューマンエラーを非意図的的行為，ミステイク，規則違反の3つのタイプに分類した。図1にあるように非意図的的行為はさらに2つに分かれるが，事故データベースの文面から非意図的的行為をさらに細分化することは困難であるし，またどのようなヒューマンエラーが発生しているかについて俯瞰的な情報を得るといふ本稿の目的に照

らせば非意図的行為をさらに細分化することに特に重要な意味はないと判断した。意図的行為のミステイクについては、図1では「違法性認識あり」となっているが、本稿ではやや広く解釈し、（法律・社内規定違反にこだわらず）作業者本人が「不安全行動をとっている」という認識がない事故とした。意図的行為としてはサボタージュもあるが、実際に発生することは極めて稀であり、かつそもそもヒューマンエラーとは別の文脈で扱うテーマであると判断し分類から外した（実際、事故データベースにはサボタージュによるものは収録されていなかった）。

分類の具体的手順は以下のとおりである。まず、事故事例解説の中にヒューマンエラーが「非意図的であった」、「ミステイクであった」、あるいは「規則違反であった」との主旨の明示的な記述がある事故事例を抽出した。次に、上記のような明示的な指摘がないものについては「分類なし」として抽出した。「分類なし」事例については、データベース記載の情報からそのヒューマンエラーのタイプを推測できる場合が多い。そこで推測によって「分類なし」事例についても可能な限りヒューマンエラータイプの分類を行った。推測による分類には慎重を期したが、あくまで筆者らの主観による分類であり恣意性をもつことを否定できない。したがって、推測による分類に基づく結果の解釈には注意を要する。

抽出されたヒューマンエラー関連事故を分類するために事故事例を読み進む際には、事故の原因体系化モデル¹³⁾を念頭においた。原因体系化モデルはHawkinsによるSHELLモデルをベースとして開発された教訓の体系化モデル¹⁴⁾に「化学物質」という要素を追加したものであり、事故を「社会」、「組織」、「装置・設備」、「化学物質」、および「人間」の5つの要素の相互連関として理解するためのモデルである（図2）。このモデルを念頭におくメリットは、事故事例を漫然と読むことを防止する（事故事例ごとに読み方を変えない）こと、事故に関わる要因を抜けなく読み取るようにすること、ハードウェアの問題も含めた事故の全体像を捉えること、ヒューマンエラーが発生した背景要因を捉えることなどである。

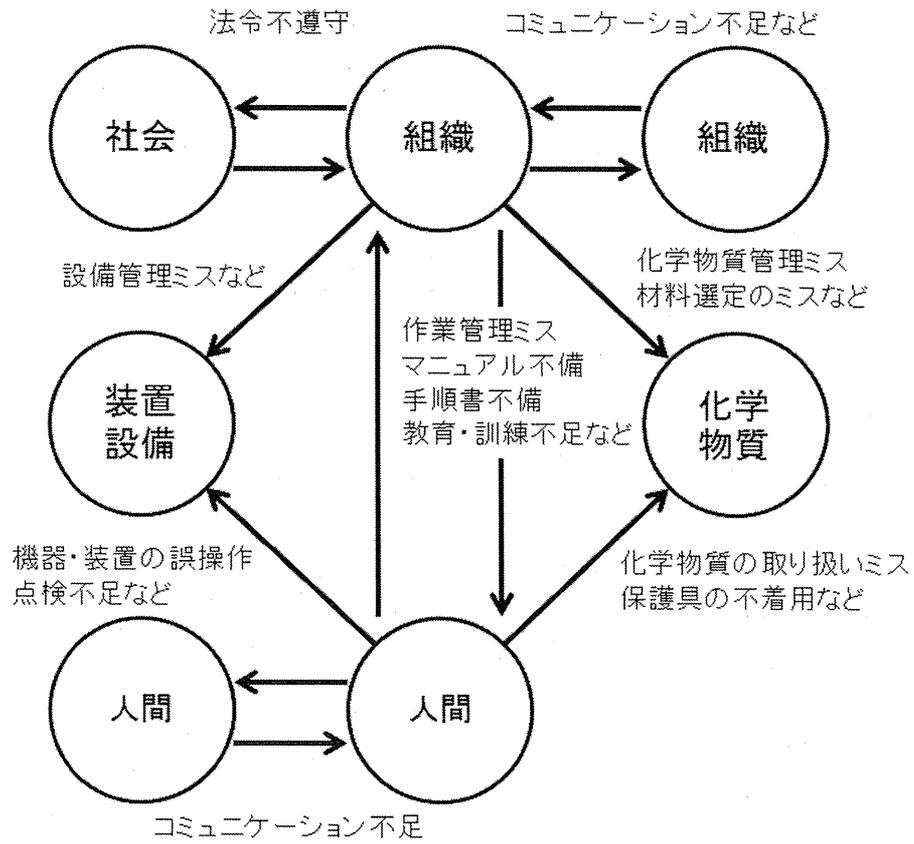


図 2 事故の原因体系化モデル

3. 3 情報整理の視点

ヒューマンエラーに起因する事故をただ抽出して分類するだけでなく、ヒューマンエラータイプ以外の情報と組み合わせて、以下のような視点で調査結果を整理した。

各ヒューマンエラータイプの発生頻度：抽出された事故事例を「非意図的」、「ミステイク」、「規則違反」に分類し発生頻度について調べた。ヒューマンエラー発生状況を俯瞰的に捉えるとともに、効果的なヒューマンエラー防止対策の立案に役立つ情報になると期待される。

ヒューマンエラータイプと事故の重大性：ヒューマンエラーのタイプと事故の重大性との間に関連があるかどうかを調べた。事故データベースから得ることができる情報として死者数、負傷者数がある。より重大事故に繋がりやすいヒューマンエラーのタイプがあるならば、それを防止することでより効率的に死傷者や経済被害を減らすことができると期待される。

ヒューマンエラー防止対策：事故事例データベースで指摘されているヒューマンエラー防止対策について整理する。よりよい対策のあり方について議論するための情報を提供する。

4. 結果

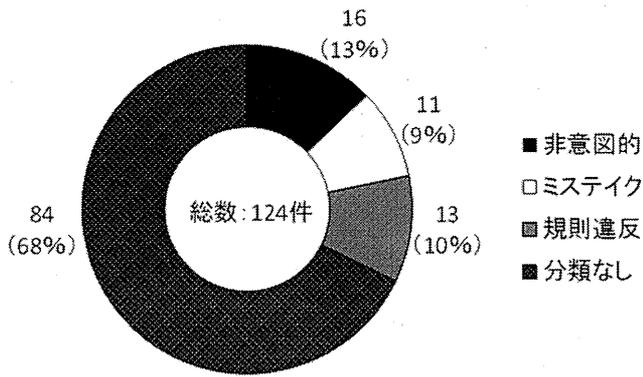
4. 1 事故分類について

ヒューマンエラーに起因すると考えられる事故は RISCAD において 7 件 (26%)、PEC-SAFER において 97 件 (34%)、失敗知識 DB において 20 件 (11%) 抽出された。3 種の事故データベースの合計では、調査対象とした 498 件のうちヒューマンエラーが関連するものは 124 件であり、全体の 25%であった。

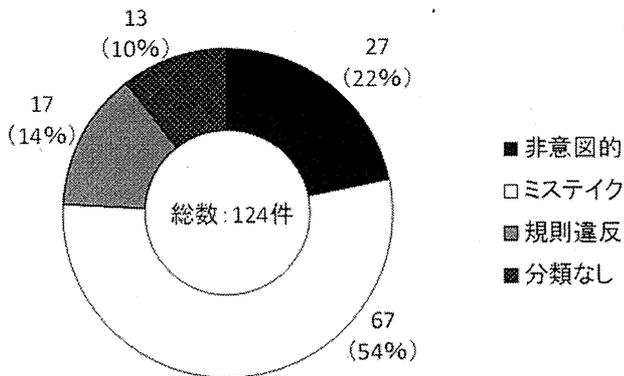
ヒューマンエラーに起因する 124 件の事故うち、非意図的行為、ミステイク、もしくは規則違反に起因すると明確に記述されているものはそれぞれ 16 件 (13%)、11 件 (9%)、および 13 件 (10%) であった。それ以外の 84 件 (68%) は分類なし事例であった (図 3 (a))。分類なし事例が多くカウントされる理由は、ヒューマンエラーとして何が起きたかという「事実」については詳細な記述がある一方で、その「原因」については必ずしも明確に記述されていないケースが多いことにある。よく見受けられるのは「検討不足であっ

た」，「確認不足であった」，「誤操作があった」などの記述のみがある事例である。

分類なし事例について，事故データベース記載の情報に基づく推測によって分類した場合の内訳は非意図的の行為 27 件（22%），ミステイク 67 件（54%），規則違反 17 件（14%），類推できるだけの情報がなかった事例が 13 件（10%）であった（図 3（b））。分類なし事例の多くはミステイクに分類された。不安全行為や違反行為を，それとの認識なく行っていたと解釈されるものである。プラントの状態が安全であるとの誤認識があり，したがって状態について確認をせず，結果として危険を感じずに危険行為を行ってしまうケースがほとんどである。



(a) 推測による分類をしない場合



(b) 推測による分類をした場合

図 3 ヒューマンエラーのタイプ別内訳

抽出されたヒューマンエラー起因の事故 8 件を例として表 1 に示した。ヒューマンエラーの内容だけでなく設備上の問題点について情報整理することによって、事故の全体像を把握できる。また、原因体系化モデルに基づいて事故の背後要因についても簡単に記した。

表1 ヒューマンエラーの事例

ヒューマンエラータイプ	事故ID	タイトル	ヒューマンエラー	設備面	原因体系化	被災者数 (死亡, 負傷)
非意図的	PEC-SAFER 00113 (1994/7/23)	充填中のタンクローリーでガソリン漏洩	2名作業の誤作動と誤操作(判断) A: 計器室オペレータ: 異常警報システムの誤作動(誤判断) B: タンクローリーオペレータ: 誤操作と思い込み異常警報をリセット 現場状況確認なし, 操作手順の教育不足	自動停止したオーバーフロー防止弁のシステムの要改善	①人間-人間 ②人間-装置	0.1
	失敗知識DB (1972/9/20)	ジケテンのタンクに誤ってトルイジンを入れ縮合反応を起こし爆発	反応開始時の手順ミス バルブの誤操作(単純なヒューマンエラー)	バルブ配置, 色分けなどの設備配慮不備	①人間-装置 ②人間-化学物質	1.1
ミスメイク	RISCAD 7276 (1984/6/4)	精油所の重油タンク改造工事中に火災	コミュニケーション不足 ・運転担当と保安担当者間の情報連絡不足 ・火気使用作業の協議時に設備管理者側の工事責任者の立会いなし ・火気使用工事の日常化/慣れ/危険物管理に対する無関心 ・作業方法の選定ミス(事前協議不足)	タンクの火気使用前洗浄の作業方法の不備	①人間-装置 ②人間-組織 ③人間-化学物質	0.0
	PEC-SAFER 00212 (1993/9/30)	水素化精製装置往復動圧縮機の分解中に小爆発	クリアランスポケットバルブ部の水素ガスのバージ不足(確認不足, 計画不備) ・水素ガスの残留確認不足 ・メンテナンス計画不備(協力会社との連絡不足)	マニュアル類の不備, 協力会社への連絡?	①人間-人間 ②人間-装置	0.2
	失敗知識DB (1995/2/17)	蒸留釜洗浄中に圧力が上昇して破裂, 爆発火災	バルブを全閉したミス ・単蒸留と精留切換えの装置でのバルブ誤操作 ・バルブ操作の思い込み	バルブ施工(3方コックなどの対応)不備, 安全弁設置なし	①人間-装置 ②人間-化学物質	0.2
規則違反	RISCAD 06165 (2003/4/11)	煙火製造工場の配合所で火薬の調合中に爆発	多忙によるルール無視 ・危険物を危険と思わなくなる	許容量超過, 貯蔵場所違反(法令軽視)	①人間-化学物質 ②社会-組織	10.3
	PEC-SAFER 00051 (1997/8/11)	常圧蒸留装置の流量計を点検中残渣油が漏洩し火災	二重バルブの同時開放ミス ・洗浄手順の不遵守 ・安全教育の不徹底	プラグとダブルバルブの設計不備	①人間-装置 ②人間-化学物質	0.4
	失敗知識DB (1989/7/25)	界面活性剤製造装置において勝手に投入位置を変えたことによる過酸化水素の爆発	作業手順の不遵守 ・基本操作の不遵守(変更管理) ・化学物質の安全管理不足	設備設計の不備(鉄さびに対する管理不足)	①人間-化学物質 ②人間-装置	1.1