

# Characteristics of Human Violations in a Nuclear Power Plant

Dong Yeong Jeong<sup>1</sup>, Sung H. Han<sup>1</sup>, Heekyung Moon<sup>1</sup>, Bora Kang<sup>1</sup>, Yong-Hee Lee<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial Management & Engineering, POSTECH, Pohang, 37673

<sup>2</sup>I&C and Human Factors Division, KAERI, Daejeon, 34057

## ABSTRACT

The aim of this study is to develop characteristics which can affect the violations in nuclear power plants. Although violations rarely occur in the nuclear power plant, they can cause a serious damage. Thus, violations should be prevented by countermeasures that can be proactively developed by analyzing the characteristics of violations. Violations are classified into four types such as routine, situational, avoidance and optimizing violations. Based on the definitions of the four violations, this study identified preventive characteristics of each type of the violations. The characteristics are collected from causal factors of accident analysis methods such as HEAR and HuRAM+. Each characteristic was evaluated and discussed by human factors experts to define a set of characteristics for each type of the violations. The characteristics were verified and complemented by analyzing real event cases that turn out to be included plausible violations in nuclear power plants. A total of 152 characteristics were grouped into 10 categories (environment, organization, education/training, team, communication, worker, job/task, procedure document, and workplace). The workplace category was excluded from the routine violations while five categories (communication, procedure document, environment, communication, and procedure document) were excluded from avoidance and optimizing violations. A set of characteristics for each type of the violations can make people understand each violation easily and develop many proactive countermeasures in nuclear power plants.

**Keywords:** nuclear power plant, violation, human error, characteristics, industrial accident dynamics

## 1. Introduction

최근 5년간 우리나라의 원자력 발전소에서 발생한 사고들 중 인적오류로 인해 발생한 사고의 비율은 약 20%에 달한다(KINS-OPIS, 2015). 특히 원자력 발전소의 전체 사고 빈도는 줄어들고 있음에도 불구하고, 인적오류(human error)로 인한 사고의 빈도는 줄어들고 있지 않아 그 비율은 증가 추이를 보인다(Lee, 2012).

인적오류는 실수(slip and lapse), 착오(mistake), 위반형 인적오류(violation)으로 분류될 수 있다(Reason, 1990). '실수'는 작업자가 주의를 집중하지 않은 상태에서 작업을 수행함으로써 그들의 의도와는 다르게 작업이 수행되는 오류이다. '착오'는 작업자가 그들의 지식이나 정보, 경험 등이 부족하여 의도치 않게 부적절한 작업이 수행되는 오류이다. '위반형 인적오류'는 다른 인적오류와는 다르게 작업자가 올바른 작업 수행 방법 및 절차를 인지하고 있으나 의도적으로 이를 따르지 않는 오류이다. 위반형 인적오류는 부적절

한 작업을 수행하는데 있어 작업자의 의도가 반영된다는 점에서 실수 및 착오와는 차별 점을 지닌다.

원자력 발전소와 같이 사고가 매우 드물게 발생하는 고 신뢰도 시스템 아래에서는 작업자의 시스템에 대한 신뢰가 필요 이상으로 지나칠 수 있기 때문에 위반형 인적오류가 비교적 쉽게 발생 가능하다. 원자력 발전소에서 발생하는 사고의 빈도가 극히 낮다 하더라도, 그 사고로 인한 피해는 단순한 시스템의 손실에 그치지 않고, 일본의 후쿠시마, 러시아의 체르노빌 원전 사고와 같이 막대한 사회적 손실로 이어질 수 있다(Lee & Lee, 2011). 따라서 원자력 발전소에서의 위반오류는 큰 사회적 손실을 유발하는 사고로 이어질 수 있어, 이러한 위반형 인적오류를 사전에 대처하는 연구가 필요하다.

인적오류와 관련한 기존 연구는 대부분 위반오류를 고려하지 않고 실수와 착오를 중심으로 수행되어오고 있다(Norman, 1983; Julius et al., 1995; Lee et al., 2007). 위반오류와 관련된 기존 연구는 개념을 정립한 수준에 불과하며(Reason, 1990), 대처방안뿐만 아니라 발생 위

험 요소를 모색한 연구들은 매우 미흡한 실정이다.

본 연구는 대처방안을 제공을 위한 기초 연구로서 위반오류의 위험요소 파악 및 대처방안 마련에 필요한 특성항목을 개발하고자 한다. 특성항목은 위반오류의 직/간접적 원인이 될 수 있는 잠재적 위험요소를 일컫는다. 위반오류는 일상적 위반, 상황적 위반, 회피형 위반, 사적 활용 위반을 포함하며, 각 위반 유형에 따라 특징이 매우 상이하다. 따라서 위반 유형별 특성항목을 도출함으로써 각 유형에 대한 잠재적 원인을 파악할 수 있다. 본 연구에서는 위반오류의 유형별 정의를 바탕으로 각 위반오류를 일으킬 수 있는 특성항목을 파악하고 이를 사례 분석을 통해 검증하고자 한다.

## 2. Method

본 연구는 Figure 1과 같은 순서로 진행되었다. 먼저, 위반오류를 발생시킬 수 있는 특성항목 전체 후보 군을 도출하였다. 이는 인적오류 원인항목과 관련된 기존 연구들을 바탕으로 진행되었다. 원자력 산업 분야의 ‘원자력 종사자 인적오류 특성항목’(한국원자력연구원 개발 중), HuRAM+(한국원자력연구원, 2015), 인적오류 유발인자(INPO, 2006)이었으며, 철도 산업에서 개발한 인적오류 원인 항목(김동산, 2011; 백동현 외 2008)등의 기존 연구가 활용되었다.

도출된 특성항목 후보 군을 바탕으로 위반 유형별 특성항목을 선별하였다. 이를 위해 3명의 인간공학 전문가들이 위반 유형별 정의를 참고하여 토의를 통해 해당되는 특성항목 리스트를 도출하였다. 이 때, 활용된 각 위반 별 정의는 아래와 같다.

- (1) 일상적 위반: 사전에 교육된 작업 절차 또는 규정을 무시한 채 주어진 업무에 안일하게 대처하는 행동으로써, 해당 행위로 인한 직접적인 사건/사고 발생 확률이 낮기 때문에 조직 내에서 습관적/관행적으로 인정되고 있는 행위
- (2) 상황적 위반: 발생 확률이 매우 낮은 다른 특수 상황(과도한 업무량/스트레스/피로, 불시 비상 상황, 부적합한 작업 환경 등)으로 인해 적합한 작업 수행이 불가능한 상황에서 발생한 행위
- (3) 회피형 위반: 조직, 공동체에서 역할 및 의무를 다하고자 하는 상황에서 발생하는 심적 부담 등으로 인해 개인 및 조직의 책임을 피할 목적으로 직무수행에 필요한 조치를 미루거나 거부하는 행위
- (4) 사적 활용 위반: 일반적으로 직무와 관계없이 자신의 편이나 친밀한 관계(가족 등)의 편에 맞추어 직무를 수행하는 행위

원전안전 운영 정보 시스템(Operational Performance Information System; OPIS)의 NEED(Nuclear Event Evaluation Database)로부터 원자력 발전소의 사고 사례 중 최근 5년 내에 발생한 5건의 사건을 특성항목을 바탕으로 분석함으로써, 위반오류 특성항목을 검토 및 보완하는 과정을 거쳤다. 사례 분석 기법으로는 IAD(Industrial Accident Dynamics)를 사용하였다(황성환 외, 2007). 기존의 IAD는 4M 요소분류(Man, Machine, Media, Management)와 영향단계(기조요인, 기저요인 및 개시요인, 개시요인, 중간요인, 직접요인, 준사고, 사고)를 각 축으로 하는 행렬을 사용한다. 본 연구에서는 분석의 용이성을 위해 본 연구에서 정의한 요소분류(절차서/도면, 직무/작업, 조직, 교육/훈련, 작업장, 의사소통, 작업자, 팀, 감독/확인, 환경)와 영향단계(간접원인, 직접원인, 불안정한 상태, 불안정한 행동)를 이용해 IAD 행렬을 표현하였다.



Figure 1. Procedure of the Study

## 3. Results & Discussion

### 3.1 Collected Characteristics

기존 연구로부터 도출된 특성항목 후보 군은 크게 10가지로 분류되었다(Table 1). 특성 항목 후보는 총 148개였으며, 작업자에서 가장 많이 도출되었으며, 작업장, 조직, 팀 순으로 많이 나타났다.

Table 1. Classification of Characteristics on Violation

Classification of Characteristics	The Number of Characteristics
Procedure document	8
Job/Task	14
Organization	18
Education/Training	6
Workplace	23
Communication	11
Worker	34
Team	16
Supervisor	6
Environment	6
Total	141

### 3.2 Case Study for Examination

IAD 행렬에 도출된 위반 유형별 특성항목 리스트를 사용하여 KINS-OPIS의 원자력 발전소 사고/사건 보고서에서 드러난 위반형 인적오류를 분석함으로써(Figure 2), 발생한 위반형 인적오류를 도출된 특성항목들로 설명하는데 충분하지 검토하고 부족한 부분을 보완하였다.

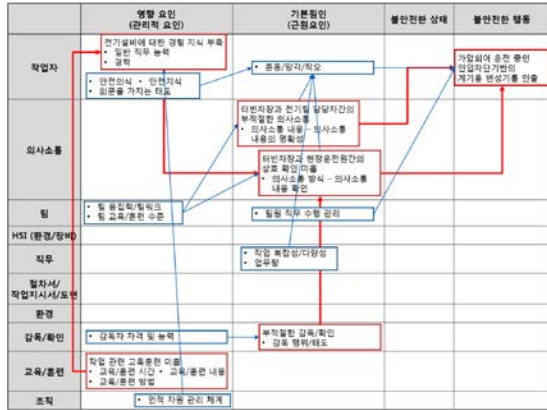


Figure 2. Examination through IAD

IAD 사례 분석 기법을 통해 부족한 특성항목을 파악한 후, 보완한 결과 항목을 추가하였다(Table 2).

Table 2. Additional Characteristics

Characteristic Category	Additional Characteristics
Workplace	Other working environment
	Software design
Team	Task planning ability
Job/Task	The number of worker

### 3.3 Final List of Characteristics on Violation Types

기존 연구로부터 위반오류 특성항목 후보 군을 도출하고 이를 사례 분석을 통해 검증함으로써 최종적으로 152개의 위반 유형별 특성항목을 도출할 수 있었다 (Table 3, Appendix 1). 이로부터 몇 가지 특성항목 카테고리가가 특정 위반 유형을 특수하게 야기할 수 있음을 파악할 수 있었다.

Table 3. The Number of Characteristics on Violation Type

Classification		The Number of Characteristics				
		Total	Routine	Situational	Avoidance	Optimizing
Procedure document		8	8	8	0	0
Job/Task	Job	5	5	5	5	5
	Task	12	12	12	2	10
Organization	Operation	10	9	9	6	7
	Safe operation	6	5	6	6	4
	Maintenance	3	3	3	0	0
Education/Training		6	6	6	6	6
Workplace	Working space	15	2	14	1	1
	Machine equipment	11	7	11	0	0
Communication		11	11	11	0	0
Worker	Mental	24	21	20	14	22
	Physical	5	1	5	1	2
	Knowledge/Experience/Ability	7	6	7	5	5
Team	Leader	4	4	4	4	1
	Team	13	12	13	11	3
Supervision	Supervisor	3	3	3	3	3
	Accident management	3	2	3	0	0
Environment	Politics	2	0	0	3	0
	Society	3	1	1	1	0
	Nature	1	0	1	0	0
The Number of Characteristics		152	118	142	68	69



예를 들어, 철차서/도면의 경우 일상적 및 상황적 위반만을 야기시킬 수 있음을 알 수 있었다. 또한 작업장과 의사소통 카테고리에서도 비슷한 양상을 보였다. 이와 같이, 대부분의 특성항목 카테고리가 일상적 및 상황적 위반에 많은 영향을 미칠 수 있을 것으로 분석이 된 반면, 회피형 및 사적 활용 위반에는 일부 카테고리만이 영향을 미칠 수 있을 것으로 분석이 되었다. 이는 일상적 위반과 상황적 위반에 비해 회피형 위반과 사적 활용 위반이 상대적으로 위반형 인적오류 발생의 메커니즘이 단순할 수 있음을 시사한다. 하지만 다양한 항목이 일상적 및 상황적 위반에 영향을 미치는 만큼, 해당 위반이 회피형 및 사적 활용 위반에 비해 상대적으로 많이 발생할 수 있다. 비록 모든 카테고리에 대해 위반 유형 별 대처 방안을 제공해야 하지만, 위의 특징들을 잘 고려하여 대처 방안 개발 시, 카테고리의 우선 순위를 결정해야 한다.

몇 가지 특성항목 카테고리는 대부분의 항목이 모든 위반유형에 공통적으로 영향을 미칠 수 있는 것으로 나타났다. 교육/훈련, 조직, 작업자 등이 그 예이다. 즉, 해당 특성항목 카테고리에 대해 위반 지침을 마련할 경우 그 파급효과가 클 수 있음을 시사한다. 따라서 대처방안 마련 시, 다양한 위반오류에 영향을 미치는 카테고리를 대상으로 우선적으로 고려해야 할 수 있을 것이다.

#### 4. Conclusion

본 연구는 인적오류 중 하나인 위반의 유형별 특성항목을 개발하고, 이를 원자력 발전소의 사건 분석 결과를 활용하여 검증 및 보완하였다. 본 연구를 통해 일상적 및 상황적 위반이 회피형 및 사적 활용 위반에 비해 상대적으로 다양한 특성항목들이 영향을 미칠 수 있음을 알 수 있었다. 또한 모든 유형의 위반에 영향을 미치는 특성항목 카테고리가 존재함을 통해, 위반오류의 대처방안 개발 시 우선시 될 특성항목을 파악할 수 있었다.

#### Acknowledgements

This work was funded by grants from Korean Federation of Science and Technology Societies (Grant-# NRF-2015M2A8A4025069).

#### References

- Back, D., Koo, L., Lee, K., Kim, D., Shin, M., Yoon, W. C., Jung, M., Taxonomy of Performance Shaping Factors for Human Error Analysis of Railway Accidents, *the Journal of the Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 31(1), 41-48, 2008.
- Hwang, S., Kim, D., Oh, I. and Lee, Y., "A Case Study for a Human Error Analysis in Nuclear Power Plants Using an Industrial Accident Dynamics", *Proceedings of the Ergonomics Society of Korea*, pp. 192-195, 2007.
- Institute of Nuclear Power Operators, Human Performance Reference Manual, *Institute of Nuclear Power Operators*, 6(3), 2006.
- Julius, J., Jorgenson, E., Parry, G. W., and Mosleh, A. M., A Procedure for the Analysis of errors of commission in a probabilistic safety assessment of a nuclear power plant at full power, *Reliability Engineering & System Safety*, 50(2), 189-201, 1995.
- Kim, D. S., Development and Evaluation of a Method for Analyzing Human Error in Railway Operations, *Ph.D. Thesis*, Korea Advanced Institute of Science and Technology, 2012.
- Korea Institute of Nuclear Safety, A Study on the Strategy Enhancing the Applicability of HuRAM+, *Korea Institute of Nuclear Safety*, 2015.
- Lee, Y. and Lee, Y., "A Preliminary Study on the Organizational Characteristics and Safety Culture against to Human Errors", *Proceedings of the Ergonomics Society of Korea*, pp. 21-26, 2012.
- Lee, Y., A Comparison of the Recent Human Errors in Nuclear Power Plants, *the Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 31(5), 288-292, 2012.
- Norman, D. A., Design Rules based on Analyses of Human Error, *Communications of the ACM*, 26(4), 254-258, 1983.
- Operational Performance Information System for Nuclear Power Plant Home page*, <http://opis.kins.re.kr> (retrieved September 18, 2015).
- Reason, J., *Human Error*, Cambridge University Press, 1990.

#### Author listings

**Dong Yeong Jeong:** comnet924@postech.ac.kr

**Highest degree:** BS, Department of Industrial & Management Engineering, POSTECH

**Position title:** MS candidate, Department of Industrial & Management Engineering, POSTECH

**Areas of interest:** Human-Computer Interaction, User Experience Design, Gesture Interface, User Interface

**Sung H. Han:** shan@postech.ac.kr

**Highest degree:** PhD, Ind. & Sys. Eng. Dept, Virginia Polytechnic Institute & State University

**Position title:** Professor, Dep. of Ind. Mgmt. & Eng., POSTECH

**Areas of interest:** Human-Computer Interaction, Usability Engineering,

Affective Product/Service Design, Intelligent User Interfaces, User Experience, Context Aware

**Heekyung Moon:** gomsak@postech.ac.kr

**Highest degree:** BS, Department of Industrial& Management Engineering, POSTECH

**Position title:** PhD Candidate, Department of Industrial & Management Engineering, POSTECH

**Areas of interest:** Product/Service design, User experience, Psychophysiology, Ideation method

**Bora Kang:** purple31@postech.ac.kr

**Highest degree:** BS, Department of Industrial& Management Engineering, POSTECH

**Position title:** PhD Candidate, Department of Industrial& Management Engineering, POSTECH

**Areas of interest:** User Experience Design, Gesture Interface, Human-Computer Interaction

**Yong-Hee Lee:** yhlee@kaeri.re.kr

**Highest degree:** MS, Department of Industrial Engineering, Seoul National University

**Position title:** Principal Researcher, I&C and Human Factors Division, KAERI

**Areas of interest:** Cognitive System Engineering, HMI design, Human Error, System Safety

**APPENDIX 1**

절차서/도면	조직	작업장	의사소통	작업자
존재 <sup>1), 2)</sup>	인적 자원 관리 체계 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	소음 <sup>2)</sup>	존재 <sup>1), 2)</sup>	육체적 피로 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
접근성 <sup>1), 2)</sup>	직원 지원 프로그램 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	온도 <sup>2)</sup>	빈도 <sup>1), 2)</sup>	신체적 질병 <sup>2), 4)</sup>
디자인 <sup>1), 2)</sup>	팀 관리/감독 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	조도 <sup>2)</sup>	내용의 명확성 <sup>1), 2)</sup>	신체 적합성 <sup>2)</sup>
통일성 <sup>1), 2)</sup>	문화 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	습도 <sup>2)</sup>	내용의 적절성 <sup>1), 2)</sup>	시각 <sup>2)</sup>
내용의 정확성 <sup>1), 2)</sup>	공정성 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	공기 <sup>2)</sup>	내용의 왜곡 <sup>1), 2)</sup>	청각 <sup>2)</sup>
내용의 구체성 <sup>1), 2)</sup>	운영 템포 <sup>1), 2), 4)</sup>	채도 <sup>2)</sup>	시기 <sup>1), 2)</sup>	운동 능력 <sup>2)</sup>
내용의 분량 <sup>1), 2)</sup>	일정 계획 <sup>1), 2), 4)</sup>	진동 <sup>2)</sup>	대상 <sup>1), 2)</sup>	안전의식 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
내용의 개정 <sup>1), 2)</sup>	협력업체 관리 <sup>1), 2)</sup>	방사선 <sup>2)</sup>	장비/방법 <sup>1), 2)</sup>	적극성 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
<b>직무/작업</b>	의사결정 구조 <sup>1), 2), 3)</sup>	개방/폐쇄성 <sup>2)</sup>	내용 확인 <sup>1), 2)</sup>	공공봉사동기 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
직무 유형 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	생산성/비용 관리 <sup>1)</sup>	정리정돈 <sup>1), 2)</sup>	억양/사투리 <sup>1), 2)</sup>	윤리성 <sup>1), 3), 4)</sup>
직무 중요성 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	안전리더십 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	이동선 <sup>1), 2)</sup>	전문용어 <sup>1), 2)</sup>	자아 존중감 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
작업 통제권 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	안전 가치 수준 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	작업공간 크기 <sup>2)</sup>	<b>팀</b>	낙관주의 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
직무 자율성 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	안전 프로그램 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	작업장 내 사람 <sup>2), 4)</sup>	팀원 직무 관리 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	정신적 스트레스 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
직무 정체성 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	안전정책/규정 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	기타 작업환경 <sup>2), 3)</sup>	리더십 <sup>1), 2), 3)</sup>	책임감 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
교대작업 <sup>1), 2), 4)</sup>	안전 학습조직 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	표시/소리 장치 <sup>2)</sup>	리더의 자부심 <sup>1), 2), 3)</sup>	충동성 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
근무 시간 <sup>1), 2), 4)</sup>	위기대응 수준 <sup>2), 3)</sup>	전기적 설계 <sup>2)</sup>	리더의 정서지능 <sup>1), 2), 3)</sup>	안전 학습 동기 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
작업 난이도 <sup>1), 2), 4)</sup>	도구/장비 구매/접수 <sup>1), 2)</sup>	기계적 설계 <sup>2)</sup>	소속감 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	교육/훈련 태도 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
업무량 <sup>1), 2), 4)</sup>	도구/장비 유지보수 <sup>1), 2)</sup>	소프트웨어 설계 <sup>1), 2)</sup>	관행/자체 규정 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	정서/긴장 수준 <sup>2), 3), 4)</sup>
작업 시간 <sup>1), 2), 4)</sup>	원자력시설 유지보수 <sup>1), 2)</sup>	정보 형태 <sup>1), 2)</sup>	응집력/팀워크 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	조직 몰입도 <sup>1), 3), 4)</sup>
수행 빈도 <sup>1), 2), 4)</sup>	<b>교육/훈련</b>	인터페이스 <sup>1), 2)</sup>	의사결정 <sup>1), 2), 3)</sup>	기억력 <sup>1), 2)</sup>
다중 업무 <sup>1), 2)</sup>	존재 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	발전소 노후화 수준 <sup>2)</sup>	작업계획 능력 <sup>1), 2)</sup>	직무 만족도 <sup>1), 4)</sup>
위험성 <sup>1), 2), 3)</sup>	시간 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	작업 도구/장비 존재 <sup>1), 2)</sup>	상황인식 <sup>1), 2), 3)</sup>	시스템 의존성 <sup>1), 4)</sup>
작업자 수 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	내용 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	작업 도구/장비 배치 <sup>1), 2)</sup>	교육/훈련 수준 <sup>1), 2), 3)</sup>	일-가정 갈등 <sup>2), 4)</sup>
휴식 시간 <sup>1), 2), 4)</sup>	방법 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	작업 도구/장비 상태 <sup>1), 2)</sup>	대인관계 <sup>1), 2), 3)</sup>	신체적 질병 <sup>2), 4)</sup>
작업 속도 <sup>1), 2), 4)</sup>	장사의 자격/태도 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	작업 도구/장비 설계 <sup>1), 2)</sup>	팀 구조 <sup>1), 2), 3)</sup>	주의 <sup>1), 2), 4)</sup>
<b>환경</b>	평가 및 개선 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	<b>감독/확인</b>	팀 간 이기주의 <sup>1), 2), 3)</sup>	통제 소재 <sup>1), 2), 4)</sup>
국제 사회 원자력 정책 <sup>3)</sup>		감독자 권위 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	팀원 간 업무 협조 <sup>1), 2), 3)</sup>	약물 <sup>1), 2), 4)</sup>
원자력 규제기관 <sup>3)</sup>		감독자 자격/능력 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	인수인계 <sup>1), 2)</sup>	의문을 가지는 태도 <sup>1), 2), 4)</sup>
원자력에 대한 불신 <sup>3)</sup>		감독 행위/태도 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>	위기대응 수준 <sup>2), 3)</sup>	혼동/망각/착오 <sup>1), 2)</sup>
한국 문화 특수성 <sup>1)</sup>		사고 분석/관리 <sup>1), 2)</sup>		가정/예측/선입관 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
테러위험 <sup>2)</sup>		사고 해결 <sup>2)</sup>		일반 직무 능력 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
지구온난화/자연재해 <sup>2)</sup>		개선/예방 대책 실행 <sup>1), 2)</sup>		사고 경험 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
		지시 능력 <sup>1), 2), 3)</sup>		경력 <sup>1), 2), 3), 4)</sup>
				안전지식 <sup>1), 2), 4)</sup>
				작업계획 능력 <sup>1), 2)</sup>
				위기대응 능력 <sup>2), 3)</sup>

1) 일상적 위반에 해당, 2) 상황적 위반에 해당, 3) 회피형 위반에 해당 4) 사적 활용 위반에 해당