

# System Thinking Perspective on the Dynamic Relationship between Organizational Characteristics of Nuclear Safety Culture

## ABSTRACT

**Objective:** The purpose of this study is to grasp the fundamental structure of incidental occurrences in nuclear organizations based on system thinking, and analyze how various causes are interrelated in terms of the causal loop diagram. **Background:** The recent domestic and overseas nuclear power plant-related incidents and accidents are directly or indirectly associated with safety culture, and thus effective plans for the improvement of safety culture are being called for. While the safety of a nuclear power plant is highly dependent upon technology and equipment, the utilization, maintenance and inspection of the technology and equipment are conducted by employees of the nuclear power plant. **Method:** Methodology of System thinking perspective using causal loop analysis. **Results:** As a result of the analysis, First, it turned out that the fundamental cause of incidental occurrences in nuclear organizations is time constraint. Second, if a workload of employees increases, their compliance with regulations and procedures comes to be reduced due to time constraint. Third, it is needed, through organizational learning educations, to increase actions made from thoughts considering safety as the utmost priority in advance. Fourth, it is necessary to improve professionalism by enhancing educational programs for new employees, and to develop various scenarios with which they can cope with certain situations. **Application:** This paper provides a base for system dynamics simulation model for future study.

**Keywords :** Nuclear Safety Culture, Organizational Safety Culture, System Thinking , Causal Loop Diagram

## 1. Introduction

2011년 3월 11일 후쿠시마 원자력발전소 사건 이후, 사회 전반적으로 원전에 대한 인식이 급변하고 있다. 2013년 11월 28일 환경운동연합이 여론조사 전문기관을 통해 전국 19세 이상 성인 남녀 1천 명을 대상으로 설문조사한 결과, 응답자의 77.8%가 원전 안전성에 대해 부정적인 의견을 갖고 있는 것으로 나타났다. 이는 원전의 안전성에 대한 대중들의 우려가 심각한 수준임을 말해준다. 그간 원자력 산업계와 학계에서는 원전의 안전성 향상을 위한 시설 및 장비의 개선, 기술개발을 통한 안전장치의 확보 및 인적오류(human errors)의 최소화에 많은 노력을 기울여 왔다. 그러나, 이러한 노력에도 불구하고

하고 원전의 안전성에 대한 문제는 끊임없이 제기되고 있다. 이는 원전 안전성의 확보가 관련 기술 및 장치에 많은 부분 의존하고 있지만, 기술 및 장치의 활용, 유지, 점검 등의 활동들은 온전히 원전 종사자들에 의해서 이루어진다는 측면에서 이들에 대한 관심이 미흡했기 때문이다. 또한, 조직적인 측면에서 안전문화를 정착 및 증진시키는 정책, 체계, 운영기술, 직무환경 등에 대한 관리도 부족했다. 특히, 안전문화의 증진을 위해서는 정부 및 규제기관, 회사 및 사업소에 이르기까지 모든 관련조직과 원전 종사자 개개인의 지속적인 관심과 노력뿐만 아니라, 보고문화(Reporting Culture)의 개선과 학습하는 조직(Learning Organization)의 정착이 필요하지만, 이를 위한 근본적인 변화 노력에 대해서는 보고되지 않고 있는 실정이다. 대신, 원전 내에서 발생한 정전사고를 은폐하거나, 품질검증서를 위조하는 등의 심각한 비리와 부패가 사회적으로 지탄을 받고 있으며, 원전을 운영하는 과정에서 절차를 위배한다거나, 규제기관 보고를 생략, 지연하는 등 안전문화 결여가 있었음이 밝혀졌다.

이처럼 원전 조직에서 발생하는 문제들이 왜 근절되지 않고 지속적으로 발생하고, 수 많은 조치들과 자성에도 불구하고 원전의 안전문화가 향상되지 못하는지 그 배경을 밝혀내기 위해서는 조직적인 측면에서 원전내의 문제들이 발생하는 근본구조(underlying structure)가 무엇인지를 규명하고, 사건을 발생시키는 다양한 원인들이 어떻게 상호 연결되어 있는지를 분석하는 것이 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 시스템사고(System Thinking)를 바탕으로 원전 조직에서 사건이 발생하는 근본구조를 파악하고, 다양한 원인들이 어떻게 상호 연결되어 있는지를 순환적 인과지도(Causal Loop Diagram)의 관점에서 분석함으로써, 정책적 시사점을 제시하고자 한다.

## 2. Theoretical Study

### 2.1 Literature Review of Nuclear Safety Culture

원자력 안전문화의 개념은 1986년 체르노빌 원전사건 이후 국제원자력기구(IAEA) 국제원자력안전자문단(INSAG)의 보고서인 INSAG-1(1986)에서 최초로 사용되었다. 안전문화(Safety

Culture)는 안전을 최우선으로 하는 조직구성원의 공유가치로서 조직 구성원 개개인의 태도, 믿음, 이해, 그리고 가치인식 등이 개인의 언행이나 조직의 안전관리 체계로 내재화되는 것을 의미한다. 안전문화는 문화의 형성과 변화라는 특성을 본질적으로 갖고 있어 오랜 시간에 걸쳐 형성되지만, 조직 내외부의 충격에 의해서도 단기간 내에 형성 혹은 변화될 수 있다. 안전문화의 하위개념인 원자력발전소의 조직안전문화(Organizational Safety Culture)는 원전시설 및 설비 등을 운영하는 종사자가 자신의 직무에서 안전을 최우선으로 여기는 것으로서, 강건한 안전문화를 정착하고 증진시키는 기제인 안전정책, 체계, 운영기술, 직무환경 등을 포함하고 있다.

HSC(1993)는 안전문화를 조직의 보건과 안전관리에 헌신하도록 하는 행동의 유형, 숙련도, 개인 및 집단의 가치, 태도, 지각, 능력 등의 산물로 정의하고 있다. 또한, 긍정적인 안전문화를 가지고 있는 조직은 상호신뢰에 바탕을 둔 커뮤니케이션과 안전문화의 중요성에 대하여 폭넓은 이해를 하고 있으며, 안전사고를 방지하는 조치를 적극적으로 수행한다는 특징을 가지고 있다.

Clarke(2000)는 안전문화를 조직내 내재되어 있는 안전에 관한 기본 가치, 신념, 전제를 나타내는 것으로서 안전문화에 대한 모델을 크게 3 개의 레벨로 제시하였다. 첫 번째 레벨은 가장 중요한 전제로서 안전을 최우선의 가치로 이해하는 것이고, 두 번째 레벨은 신념과 가치로서 조직구성원(경영자, 관리자, 종사자)의 안전에 대한 태도이며, 세 번째 레벨은 규율과 인공유형물로서 안전과 관련된 정책, 인공적 산물 및 활동이라고 제시하였다.

INSAG-4(1991)는 안전문화를 강화시키기 위한 요소를 조직(정책차원)차원의 임무, 관리자의 임무, 종사자의 임무로 구분하고 있다. 먼저, 조직차원의 임무에는 안전정책 수립, 안전정책 관리조직, 인력예산 확보 및 자체규제 활동이 있다. 둘째, 관리자의 임무에는 안전책임 할당, 안전관행 정책, 훈련 및 자격관리, 보상 및 격려, 감사/검토/비교가 있다. 마지막으로 종사자의 임무에는 문제의식을 가지는 직무자세, 철저하고 신중한 직무 접근방법 및 안전관련 정보교류가 있다.

INPO(2004)는 강력한 원자력 안전문화를 위한 원칙으로 다음의 8 가지 사항을 제시하고 있다. 첫째, 모든 종사자는 원자력 안전에 대한 각각의 책임이 있다. 둘째, 리더들은 안전을 이행하는데 모범을 보여야 한다. 셋째, 신뢰가 조직에 바탕이 되어야 한다. 넷째, 안전최우선의 의사결정(보수적 의사결정)을 해야 한다. 다섯째, 원자력 기술은 특별하고 독특한 것으로 인식되어야 한다. 여섯째, 의문을 가지는 태도를 장려해야 한다. 일곱째, 조직학습이 채택되어야 한다. 마지막으로 원자력안전은 부단히 검토되어야 한다. 정리하면, 안전문화의 증진을 위해서는 정부 및 규제기관, 회사 및 사업소에 이르기까지 모든 관련조직과 종사자 개개인이 지속적인 관심과 노력에 더하여, 보고문화(Reporting

Culture)의 강화와 학습하는 조직(Learning Organization)이 정착되어야 한다. 특히, 보고문화는 잠재적인 모든 사건들을 보고하고, 그 근본원인을 조사함으로써 안전을 지키기 위한 강력한 동기를 제공해야 하며, 학습하는 조직은 탐색과 벤치마킹을 통해 새로운 착상이나 더 나은 실행방법을 창조함으로써 조직의 발전과 향상을 꾀할 수 있다(IAEA ASCOT, 1996; INSAG-15, 2002; KEPRI, 2005; IAEA, 2006; PMI, 2007).

한편, 시스템다이내믹스를 활용한 조직 안전문화에 대한 연구로서 Leveson(2005)은 미국항공우주국(NASA)을 대상으로, 위험관리와 안전문화에 대한 개선점을 도출하기 위하여 위험평가, 위험대처방안, 정책결정에 대한 잠재적인 영향 등을 시뮬레이션을 통해 분석하였고, Lyneis & Madnick(2008)은 조직의 특성요인과 구성원의 행태가 안전문화에 미치는 영향을 연구하였다. 이외에도, 원전조직 및 인적 특성요인이 원전 안전성에 미치는 영향을 분석한 연구(Ahn, et al., 2002; Yu, et al., 2001)와 자연재해에 따른 조직 안전문화에 대한 연구(Rudolph & Repeating, 2002), 그리고 사고방지에 대한 안전문화 연구(Cooke & Rohleder, 2006) 등이 이루어졌다.

## 2.2 System Dynamics

시스템다이내믹스는 동태적이고 순환적인 인과관계의 시각(Dynamic Feedback Perspective)으로 현상을 이해하고 설명하거나, 이러한 이해에 기초한 모의실험모델(Simulation Model)을 구축하여 복잡한 인과관계로 구성된 현상을 바라보고자 하는 시각이며 준거틀이다(Moon, 2007). 시스템다이내믹스의 특징은 모든 현상을 원형의 환류체계(Circular Feedback System)의 관점에서 이해한다는 것과, 파라미터의 정확한 측정보다는 연구하고자 하는 특정변수가 시간의 변화에 따라 어떻게 동태적으로 변화해 나가는가에 기본적인 관심을 두고 있다(Richardson, 1991; Meadows, 1980; Kim, et al., 1999; Moon, 2007). 특히, 시스템다이내믹스 모델링 과정의 초점은 연구문제에 대한 인과지도(Causal Loop Diagram)의 작성에 있는데, 이는 시스템의 전체적인 구도와 시스템을 구성하는 변수들의 인과적인 상호작용관계를 이론적인 접근과 실제적인 관찰을 통해 피드백(feedback) 루프로 나타낸다는 특징이 있다. 특히, 인과지도에서 두 변수 간의 관계가 '+'인 것은 두 변수가 같은 방향으로 변하는 것을 의미하며 '-'일 경우에는 반대 방향으로 변화한다는 것을 의미한다. 피드백 루프는 양의 피드백 루프와 음의 피드백 루프로 구분되는데, 양의 피드백 루프로 구성된 현상은 지속적으로 증가 및 감소하는 자기 강화적(self reinforcing) 특성을 가지며, 음의 피드백 루프는 자기

억제적(self restraining), 목표 지향적(goal seeking), 안정화(stabilizing)의 특성을 나타낸다. 따라서 연구자들은 인과지도에 포함되어 있는 피드백 루프들의 극성을 파악함으로써 시스템의 기본적인 행태를 설명할 수 있게 된다(Kim, et al., 1999; Moon, 2007; Kim, 2013).

### 3. Analysis Results of Causal Loop Diagram

#### 3.1 Causal Loop Diagram of Organizational Learning Sector

본 연구에서는 원전조직에서 안전저해 사건이 지속적으로 발생하는 근본구조를 파악하고, 이러한 사건들을 발생시키는 다양한 원인들이 어떻게 상호연결 되어있는지 인과지도를 통하여 분석하였으며, 이를 바탕으로 원전을 안전하게 운영하기 위해 필요한 조치들에 대한 방안을 모색하고자 한다.

조직 학습의 관점에서 원전조직에서 안전저해 사건이 발생하는 근본적인 이유는 업무처리에 대한 시간압박이라고 볼 수 있다. 이는 원전 종사자들이 한번에 처리해야 할 정보의 양과 업무량이 증가할 경우, 업무처리를 순차적으로 진행하는데 장애요인으로 작용하여 종사자들의 생산성과 작업의 질을 저하시키며, 시간압박으로 규칙과 절차 준수인식이 감소됨으로써 원전안전성이 낮아진다는 것이다(Rudolph & Repening, 2002; Lyneis & Madnick, 2008; Jae, 2000). 또, 원전에서 안전저해 사건이 반복적으로 발생하는 이유는 이미 발생한 사건으로부터 조직학습을 통하여 위험에 대응하고자 하는 체계적인 노력과 리더십이 미흡하였기 때문이다(IAEA, 2012). 그러므로, 사건이 발생하기 전에 조직학습을 통하여 사전에 안전을 최우선으로 생각하는 행동이 증가할 수 있도록 하는 것이 중요하며, 예상치 못한 상황에 직면했을 때 리더십을 발휘할 수 있는 교육훈련이 강화되어야 한다(Lyneis & Madnick, 2008; IAEA, 2012).

이상 설명한 내용을 바탕으로 인과지도를 나타내면 Figure 1 과 같다. 원전에서 종사자들의 업무에 대한 '규칙과 절차 준수'가 높을 경우에는 '사건'이 발생하지 않지만 종사자들의 업무에 대한 '시간압박'이 증가하게 되면 '규칙과 절차 준수'에 대한 인식이 감소되어 '사건' 발생을 증가시키는

요인으로 작용하게 된다. 다른 한편으로, '사건비율'이 증가하면 '사건에 대한 학습'이 증가되어 '조직의 안전지식'은 증가하게 되고, '규칙과 절차'를 강화시킴으로써 '안전행동의 효과'에 긍정적인 영향을 미치게 된다. 더불어, '리더십교육'을 통한 '수평적 의사결정', '리더의 전문성', '안전중심 경영', '리더의 현장관리 감독'이 강화된다면, '안전행동의 효과'는 증가하게 되며, '사건비율'을 감소시키게 된다.

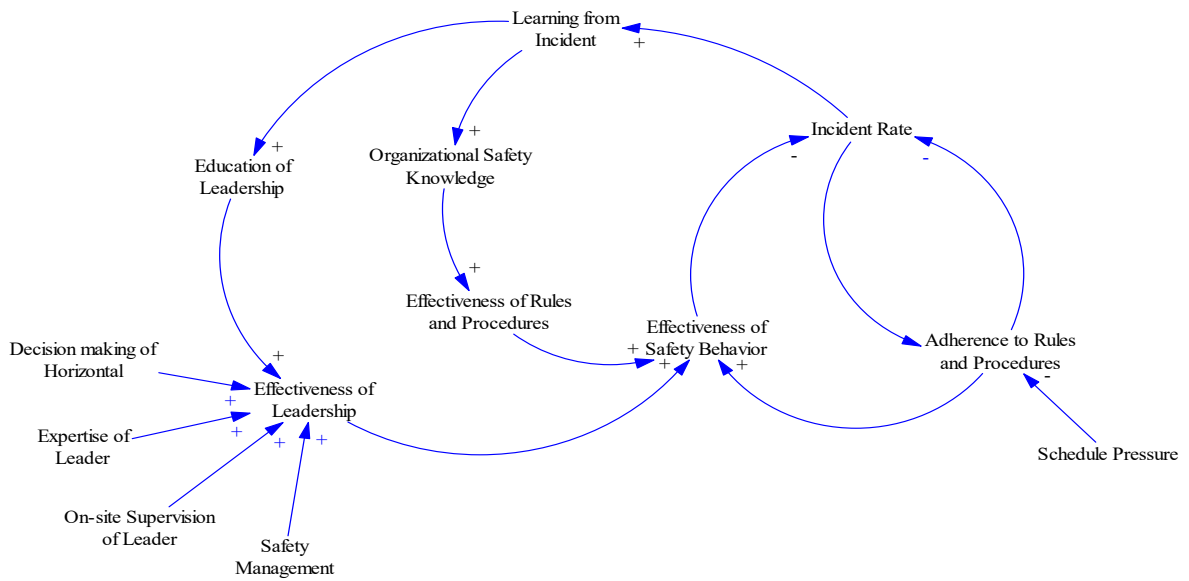


Figure 1. Causal Loop Diagram of Organizational Learning Sector

### 3.2 Causal Loop Diagram of Management Safety Action Sector

원전에서 안전저해 사건이 발생하면 개인은 먼저 자신의 안전을 유지하기 위하여 안전에 대한 경각심을 스스로 증가시키고 규칙과 절차를 더욱 고수하려고 한다. 그 결과, 종사자들의 안전행동이 효과적으로 변화하게 되면서, 사건이 발생하는 빈도를 감소시키게 된다. 또한 종사자들이 특정상황에 대한 교육훈련을 받은 경우에 종사자들은 안전관련 프로그램에 참여할 가능성이 더 높아지며, 안전행동을 즉각 실행하게 된다(Goldberg, et al. 1991; Huang, et al. 2004; Lyneis & Madnick, 2008). 한편, 안전관리 조치가 사건을 예방하는데 중요한 역할을 한다는 사실에는 많은 기존연구들이 공통적인 견해를 보이고 있다(Zohar, 2000; Gershon, 2000; Lyneis & Madnick, 2008; IAEA, 2012). 안전관리는

조직학습과 연관성이 높는데, 이는 리더십 행동과 안전정책 수립, 사고관리, 근본원인분석, 작업부하 관리 등의 관리조치가 사건발생을 감소시키는데 긍정적인 영향을 미치기 때문이다(INSAG-4, 1991; Barling, 2002; INPO, 2004; Lyneis & Madnick, 2008; IAEA, 2012).

이러한 연구를 바탕으로 인과지도를 작성하면 Figure 2 와 같다. 원전에서 '사건비율'이 증가하게 되면 '개인위험인식'이 증가하게 되고, '규칙과 절차준수'가 강화되어 종사자들의 '안전행동의 효과'에 긍정적인 영향을 미치게 되며, '사건비율'을 감소시키게 된다. 그리고, '안전에 대한 관리'가 증가되면서 '규칙과 절차 준수'가 강화되고, '사건비율'을 감소시키게 된다.

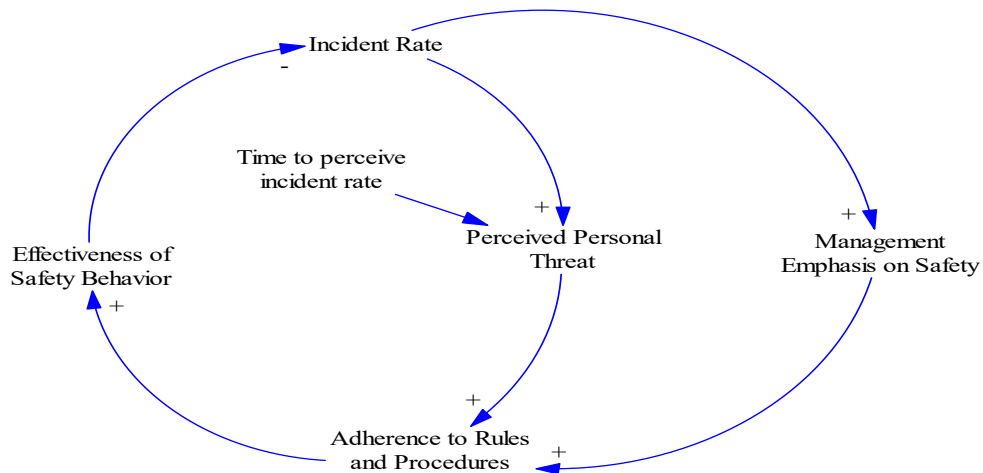


Figure 2. Causal Loop Diagram of Management Safety Action Sector

### 3.3 Causal Loop Diagram of Work Sector

원전 종사자들이 수행하는 업무와 관련된 내용을 인과지도로 나타내면 Figure 3 과 같다. 앞서 논의된 바와 같이 원전 조직에서 사건이 발생하는 근본적인 이유는 종사자들의 시간압박이라고 볼 수 있다(Rudolph & Repeating, 2002; Lyneis & Madnick, 2008; Jae, 2000). 이는 '기본업무 요구사항'에 '안전업무 요구사항'이 증가하면서 '총 업무 요구사항'을 증가시키게 되고, 이것이 '시간압박'을 증가시킴으로써 '규칙과 절차준수'를 감소시키는 요인으로 작용하는 것이다. 한편, 종사자 역량에 따라 '생산능력'은 달라질 수 있지만 보통 '평균업무량'이 증가하게 되면 '생산능력'은 감소되어 '시간압박'을

증가시키고 그 결과, '규칙과 절차준수'를 감소시키는 요인으로 작용한다. 그러나, '바람직한 종사자 수준 계획'을 수립하고 '적정종사자'를 확보한다면 종사자들의 '평균업무량'이 감소되어 '생산능력'은 증가되고 '시간압박'은 감소되어 '규칙과 절차준수'를 증가시키게 된다.

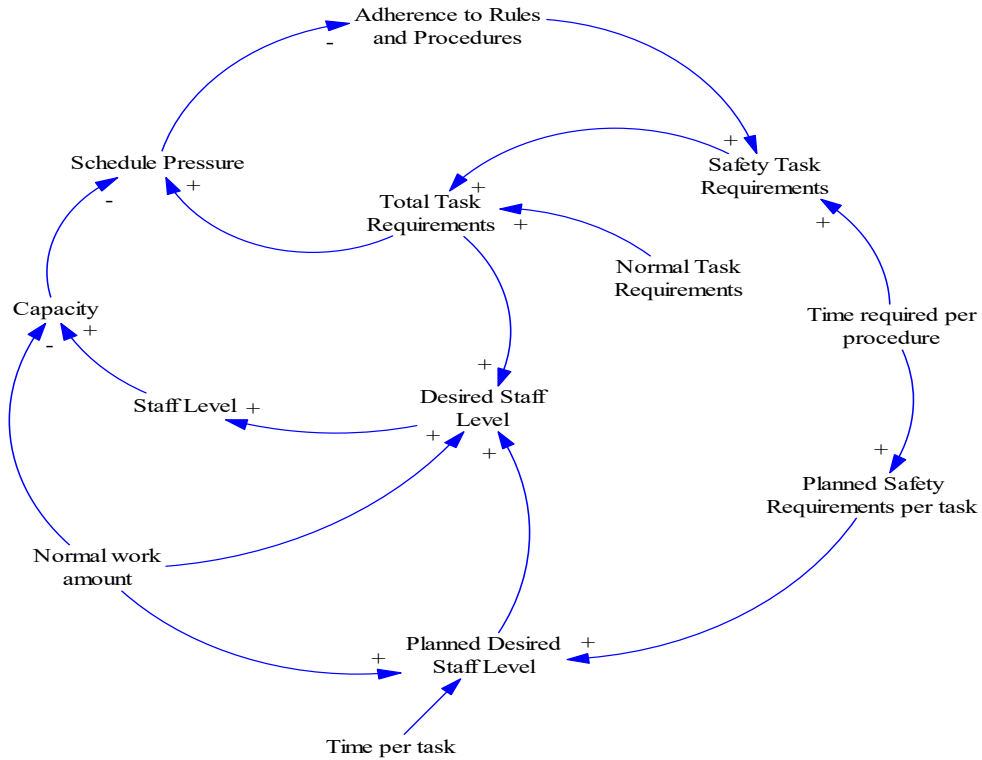


Figure 3. Causal Loop Diagram of Work Sector

### 3.4 Causal Loop Diagram of Integration

지금까지 살펴본 각 부문별 인과지도를 종합하면 Figure 4 와 같다. 통합 인과지도는 크게 A 부문 (Organizational Learning Sector), B 부문(Management Safety Action Sector), C 부문(Work Sector)으로 구성되어 있으며, 각 부문은 서로 맞물려 전체적인 체계로 형성되어 있다. 원전 사건을 줄이기 위해서는 종사자가 처리하는 업무에 대한 시간압박을 제거함으로써 규칙과 절차를 존중하도록 해야 하며, 이를 위해서는 종사자 업무에 대한 적절한 스케줄 관리가 필요하고, 교육·훈련체계를 통하여



조직학습이 이루어지도록 시스템이 개선되어야 한다. 그리고, 종사자 업무에 적합한 교육기회를 제공하고, 교육의 효과를 극대화함으로써 학습한 내용을 현장 업무에 반영하는 것이 필요하다. 이는 종사자들의 규칙과 절차준수를 강화시키는 요인으로 작용하여 사건을 감소시키게 된다. 즉, 원전에서 사건을 감소시키기 위해서는 다각적인 노력이 필요하다는 점을 시사한다.

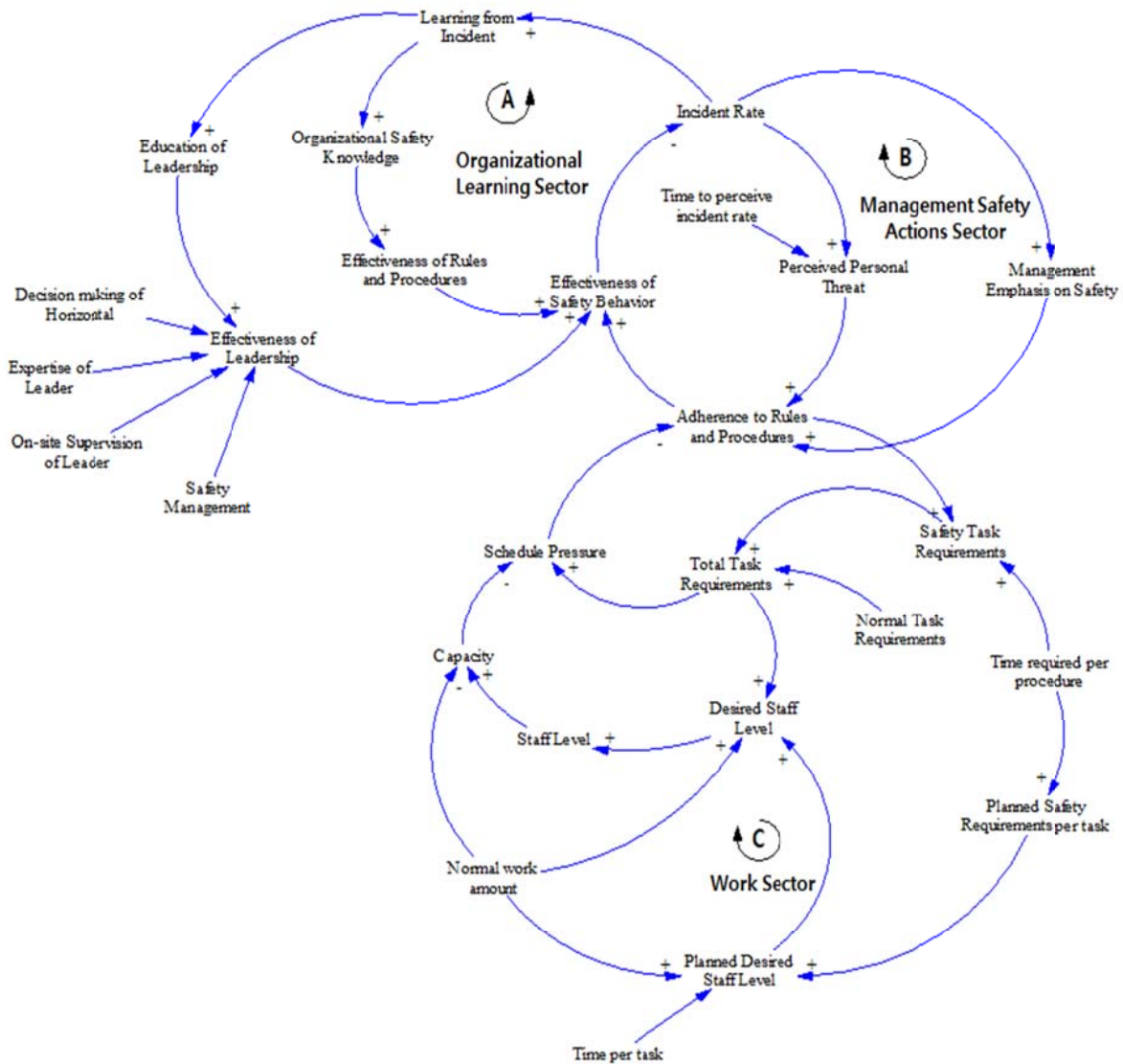


Figure 4. Causal Loop Diagram of Integration

#### 4. Discussion and Conclusion

본 연구는 시스템사고를 바탕으로 원전조직에서 사건이 발생하는 근본구조를 파악하고, 다양한 원인들이 어떻게 상호연결되어 있는지를 순환적 인과지도의 관점에서 파악하였다. 본 연구의 분석결과와 정책적 함의를 정리하면 다음과 같다.

첫째, 규칙과 절차준수가 잘 이루어질 경우에는 사건의 발생빈도를 낮출 수 있다. 그러나, 종사자들의 업무에 대한 시간압박이 증가하게 되면, 규칙과 절차준수에 대한 주관적 인식이 감소되어 사건발생을 증가시키는 요인으로 작용하게 된다. 이는 종사자들이 감당할 수 있는 업무의 한계를 넘어서게 되면 심리적인 압박으로 사건을 발생시킬 수 있다는 것으로서, 계획예방정비 공기를 무리하게 단축시키는 것은 시간압박을 야기하여, 안전 사고로 이어질 수 있기 때문에 스케줄관리에 대한 안전중심의 재검토가 필요하다는 점을 시사한다.

둘째, 종사자들의 기본업무 요구사항에 안전업무 요구사항이 증가하면서 총 업무 요구사항을 증가시키게 되고, 이는 시간압박을 증가시킴으로써 규칙과 절차준수를 감소시키는 요인으로 작용한다. 또한, 평균업무량이 증가하게 되면 생산능력은 감소되어 시간압박을 증가시키고, 그 결과 규칙과 절차준수를 약화시키는 요인으로 작용한다. 그러나, 바람직한 종사자 수준계획을 수립하고 적절한 수의 종사자를 확보한다면 종사자들의 평균업무량이 감소되어 생산능력은 증가하고 시간압박은 감소되어 규칙과 절차준수에 긍정적인 영향을 미치게 된다. 이것은 인적자원을 확보하고, 조직에서 각자의 능력 또는 역량에 맞게 직무와 권한배분이 이루어질 수 있는 인력수립 및 양성에 관한 적절한 계획수립이 필요하다는 점을 시사한다.

셋째, 사건이 발생하게 되면 이에 대한 학습이 이루어지고 재발방지를 위한 규칙과 절차를 강화시킴으로써 안전행동의 효과에 긍정적인 영향을 미치게 된다. 또한, 리더십 교육을 통한 수평적 의사결정, 리더의 전문성, 안전중심 경영, 리더의 현장관리 감독이 강화되어 안전행동의 효과는 증가하게 됨으로써, 사건 발생빈도를 감소시키게 된다. 그러나 사건이 발생한 뒤에 규칙과 절차를 강화시키는 조치보다 사건이 발생하기 전에 조직학습을 통한 교육으로 사전에 안전을 최우선으로 생각하는 행동이 증가할 수 있도록 시스템을 개선하는 것이 필요하다. 특히, 잠재적인 모든 사건들을 보고하고, 그 근본원인을 조사하며, 해결책 탐색과 벤치마킹을 통한 새로운 실행방법을 모색하는 것이 필요하다. 그리고 사건발생의 책임소재가 규명되지 않을 경우 '일종의 사고 원인 정밀 조사 조직'을

구성해 근본원인을 철저히 조사하는 것이 필요하며, 잠재적인 사건을 보고하더라도 불이익을 받지 않는 시스템과 인센티브 제도에 대한 전면적인 재검토가 필요하다.

넷째, 신규종사자 교육훈련 프로그램을 강화시켜 전문성을 높이고, 특정 상황에서도 대응할 수 있는 다양한 시나리오 개발이 필요하다. 특히, 다양한 사건사례를 심층분석해 시나리오를 개발하고, 설비에 대한 이해를 증진 시킬 수 있는 교육훈련 프로그램이 중요하며, 멘토링 시스템을 강화해 신규 종사자들에게 보다 실제적이고 직접적인 운전 및 정비경험을 제공할 필요성이 있다. 또한, 기존 원자력발전소와 신규 원자력발전소의 주제어실(MCR: Main Control Room) 운영절차서는 다르기 때문에 이에 대한 신규설비 특성을 반영한 운영절차서의 개정이 필요하며, 종사자들의 실수가 발생하지 않도록 절차서에 대한 면밀한 교육이 필요하다.

본 연구는 원전조직에서 사건이 발생하는 근본구조를 파악하고, 동태적인 관계를 순환적 인과지도의 관점에서 분석하였으며, 다양한 관점에서의 사건 발생 배경을 기술하였다. 다만, 원자력 관련 통계자료 입수가 용이하지 못하여 시스템다이내믹스 모델을 이용한 실증분석까지 수행하지 못하고, 개념적인 측면에서의 접근만이 가능하였다. 추후, 보다 충분한 통계자료를 기반으로 시뮬레이션 모델을 구축함으로써 한층 현실적인 분석이 가능할 것으로 판단된다.

### Acknowledgements

This work was supported by the Nuclear Power Core Technology Development Program of the Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning(KETEP) granted financial resource from Ministry of Trade, Industry & Energy, Republic of Korea(No. 20131510101690).

### References

Assessment of Safety Culture in Organization Team(ASCOT), *ASCOT Guidelines*. 1996.

Ahn, N.S., Kwak, S.M. and Yu, J.K., A System dynamics model for assessment of organizational and human factor in nuclear power plant, *Korean System Dynamics Review*, 3(2), 49-68, 2002.

Choi, N.H., A System dynamics approach in analyzing the dynamics of Seoul metropolitan and finding policy leverages, *Korean Public Administration Review*, 37(4), 329-358, 2003.

- Clarke, S.G., Safety Culture: underspecified and overrated?, *International Journal of Management Reviews*, 2(1), 65-90, 2000.
- Cooke, D.L. and Rohleder, T.R., Learning from incidents: from normal accidents to high reliability, *System Dynamics Review*, 22(3), 213-239, 2006.
- Health and Safety Commission., *Organizing for Safety*. 1993.
- Institute of Nuclear Power Operations(INPO),. *Principles for a Strong Nuclear Safety Culture*. 2004.
- International Atomic Energy Agency(IAEA),. *Application of the Management System for Facilities and Activities*. 2006.
- International Atomic Energy Agency(IAEA),. *Report of the EXPERT MISSION to review the station blackout event that happened at Kori 1 NPP on 9 February 2012 Republic of Korea*. 2012.
- International Nuclear Safety Advisory Group(INSAG),. *Summary Report on the Post-accident Review Meeting on the Chernobyl Accident*. 1986.
- International Nuclear Safety Advisory Group(INSAG),. *Safety Culture*. 1991.
- International Nuclear Safety Advisory Group(INSAG),. *Key Practical Issues in Strengthening Safety Culture*. 2002.
- Jae, M.S., A Study on the effect of organizational safety culture on safety, *The Korean Society of Safety*, 2000.
- Kim, B.S., A Study on the effect of urban spatial structure characteristics on co2 emission, Doctoral Dissertation, University of Chung-Ang, 2013.
- Kim, D.H., Moon, T.H. and Kim, D.H., *System Dynamics*. Seoul : Daeyoung Munhwasa, 1999.
- Leveson, N.G., Barrett, B., et al., *Modeling, Analyzing and Engineering NASA's Safety Culture: Phase 1 Final Report*. Cambridge, MA, Massachusetts Institute of Technology, 2005.
- Lyneis, J. and Madnick, S., *Preventing Accidents and Building a Culture of Safety: Insights from a Simulation Model*, Working Paper, Composite Information Systems Laboratory, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 2008.
- Ministry of Science and Technology., *A Study on the Promotion of Safety Culture in Nuclear Power Plants*. 2001.
- Moon, T.H., Issues and methodological status of system dynamics, *Korean System Dynamics Review*, 3(1), 61-77, 2002.
- Moon, T.H., *Sustainable city from system thinking perspective*. Seoul:Jipmundang, 2007.

- Meadows, D. H., The Unavoidable A Priori, in Jorgen Randers. (ed.), *Elements of the System Dynamics Method*, Massachusetts : The MIT Press, 1980.
- Minami, N. and Madnick, S., *Reducing combat vehicle accidents via improved organizational processes*. MIT Working Paper, 2007.
- Project Management Institute(PMI), *Construction Extension to The PMBOK Guide Third Edition*. 2007.
- Richardson, G.P., *Feedback Thought in Social Science and System Theory*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press, 1991.
- Richardson, G.P. and Pugh, A.L., *Introduction to System Dynamics Modeling with Dynamo*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1981.
- Rudolph, J.W. and Repening, N.P., Disaster Dynamics: Understanding the role of quantity in organizational collapse, *Administrative Science Quarterly*, 47(1), 1-30, 2002.
- Senge, P., *The fifth Discipline : The Art & Practice of The Learning Organization*. Doubleday : NY, 1990.
- Yu, J.K., Ahn, N.S. and Kwak, S.M., The causal diagram for organizational and human factors in nuclear power plant, *Korean System Dynamics Review*, 2(2), 65-83, 2001.
- Weijia, C., The impact of safety culture on safety performance : A case study of a construction company, Doctoral Dissertation, Indiana University, 2005.