

..... 최신 인간공학프로그램 현안 및 대응

김종현
Human Engineering and Risk Analysis (HERA) Lab.
조선대학교



Table of Contents

1. Introduction
2. Update in the NUREG-0711 Revision 3
3. Human Factors Engineering in Stress Test
4. Human Factors Engineering for New Types of Reactors
5. Discussion: Approaches to Challenges
6. Conclusion



1. Introduction

❖ Goal of Presentation

- 원자력발전소 인간공학 관련 신규 현안 리뷰
- 신규 현안에 대한 인간공학 측면의 대응 방안 토의

❖ Organization of Presentation

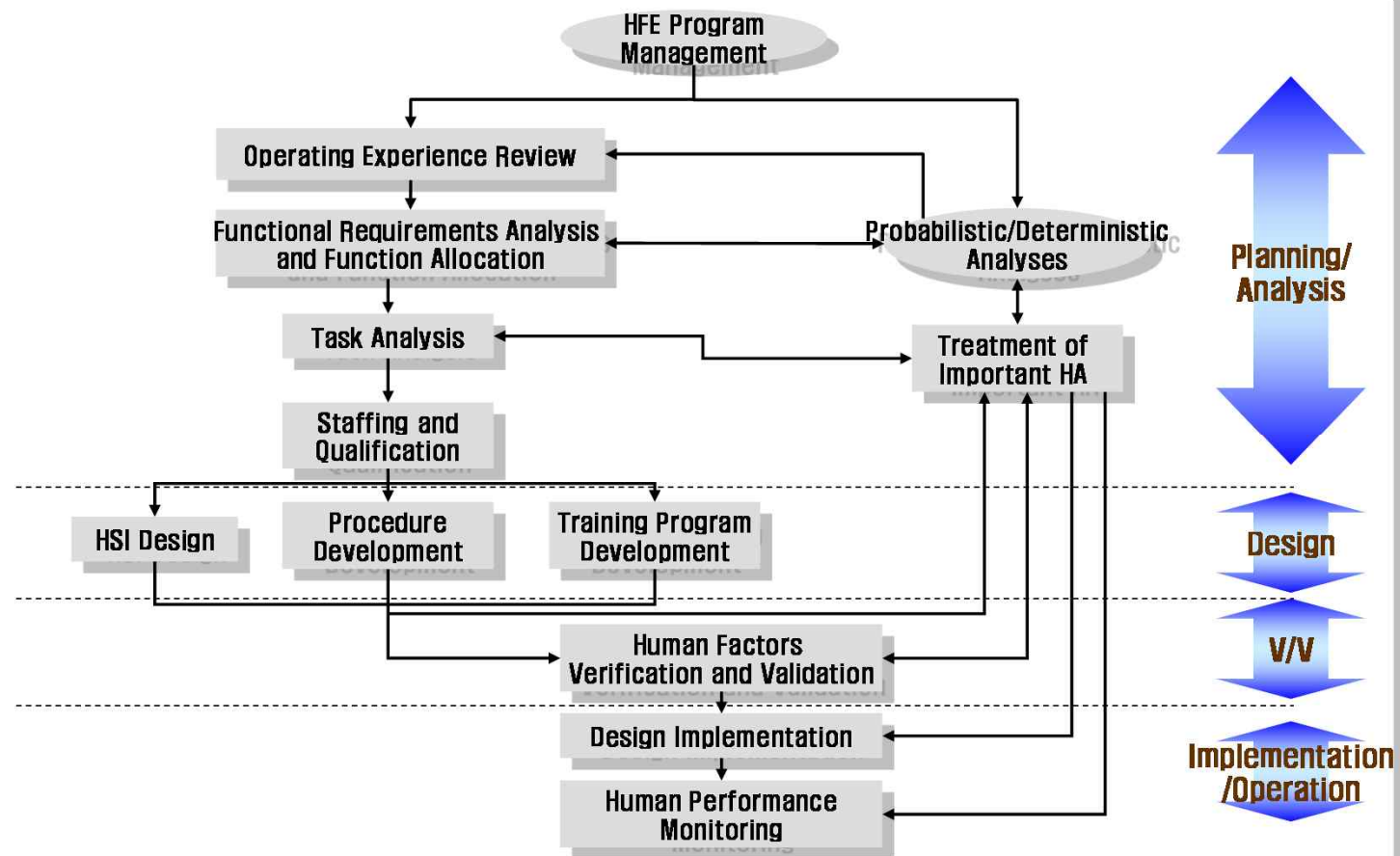
1. Updates in the NUREG-0711 Revision 3
2. Human Factors Engineering in Stress Test
3. Human Factors Engineering for New Types of Reactors
4. Discussion: Approaches to Challenges



2. Update in the NUREG-0711 Revision 3

❖ NUREG-0711 Revision 3

- Date Published: November 2012



2. Update in the NUREG-0711 Revision 3

❖ Major Updates in the Revision 3

1. Functional Requirement Analysis: Power Generation
2. Beyond-DBAs and Severe Accidents
3. Automation-related Guidelines
4. Interaction with Deterministic Safety Analysis Included
5. HFE V&V Simplified



2. Update in the NUREG-0711 Revision 3

❖ Functional Requirement Analysis

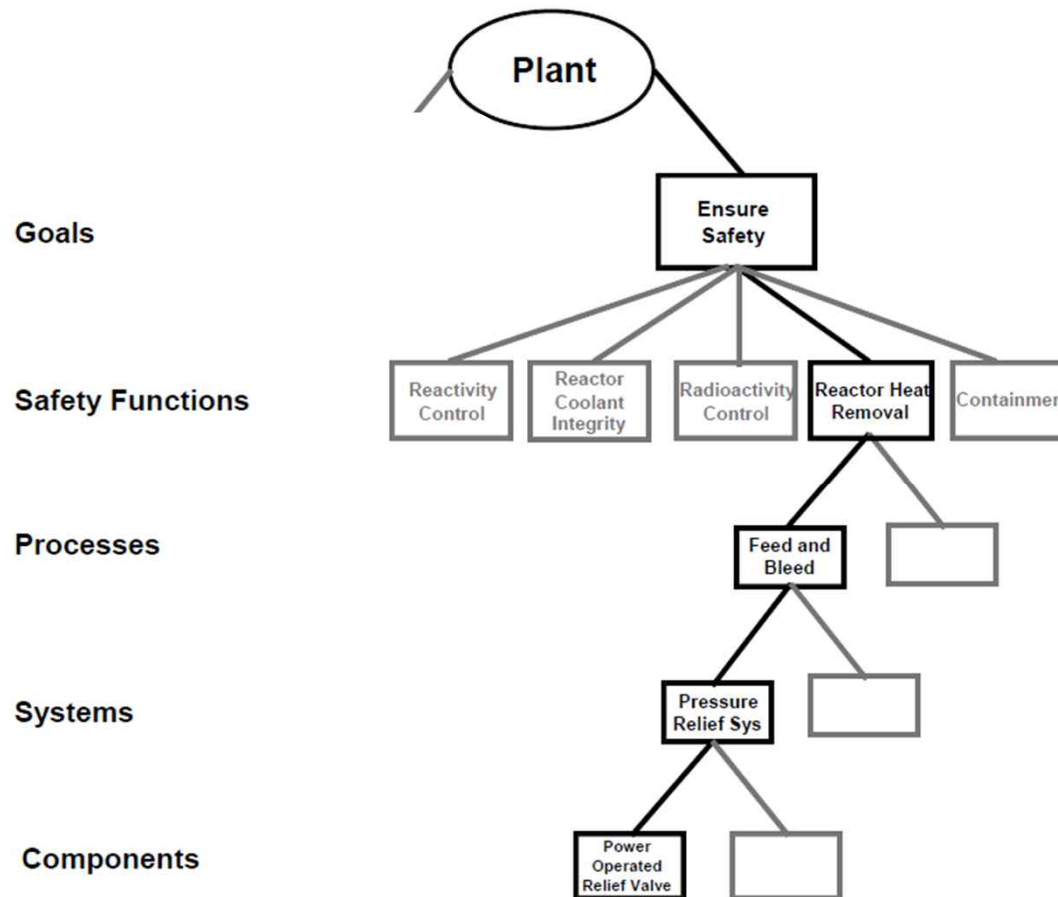


Figure 4-1 Vertical slice through a plant's functional hierarchy for ensuring safety

2. Update in the NUREG-0711 Revision 3

❖ Beyond-DBAs and Severe Accident

Rev. 2	Rev. 3
<ul style="list-style-type: none">• HFE V&V, Sampling Dimensions: B-DBA• HRA: Level 2 PSA	<ul style="list-style-type: none">• Task Analysis: Severe Accidents• Treatment of Important Human Actions: Level 2 PSA, D3 Coping Analysis (B-DBA)• HSI Design, Post-accident monitoring: core damage• HFE V&V, Sampling Dimensions: B-DBA



2. Update in the NUREG-0711 Revision 3

❖ Automation-related Guidelines

■ Automation, automatic, automate 용어 사용 회수

Rev. 2	Rev. 3
35 회	72 회

Rev. 3 Automation 관련 주요 요건 예

- The “Function Requirements Analysis and Function Allocation” element better addresses modern implementations of automation.
- if a computer operated support system, a computerized procedures system, or advanced automation are planned to be used, the OER should describe the HFE issues associated with using them.
- TA: tasks related to monitoring of automated systems that are important to plant safety, and the use of automated support aids for personnel, such as computer based procedures.
- HSI Design: the responsibilities of the crew for monitoring, interacting, and overriding automatic systems and for interacting with computerized procedures systems and other computerized operator support systems.
- HFE V&V: Automatic System Monitoring – The sample should include situations in which humans must monitor a risk-important automatic system.



2. Update in the NUREG-0711 Revision 3

❖ Interaction with Deterministic Safety Assessment

Rev. 2	Rev. 3
<ul style="list-style-type: none">• Human Reliability Analysis<ul style="list-style-type: none">- Risk important human action from HRA/PSA	<ul style="list-style-type: none">• Treatment of important human actions<ul style="list-style-type: none">- Risk important human action from HRA/PSA- Operator actions credited in Chapter 15- Operator actions identified in the D3 coping analysis



2. Update in the NUREG-0711 Revision 3

❖ HFE V&V Simplification

- The Verification and Validation element was revised to simplify and streamline the guidance on scenario development, performance measurement, and human engineering discrepancy evaluation.
 - (John O'Hara, Human Factors Engineering Program Review Model (NUREG-0711) Revision 3: Update Methodology and Key Revisions, NPIC-HMIT 2012)
- Scenario Sampling 예외
 - Scenario Definition 추가: detailed scenario 요구

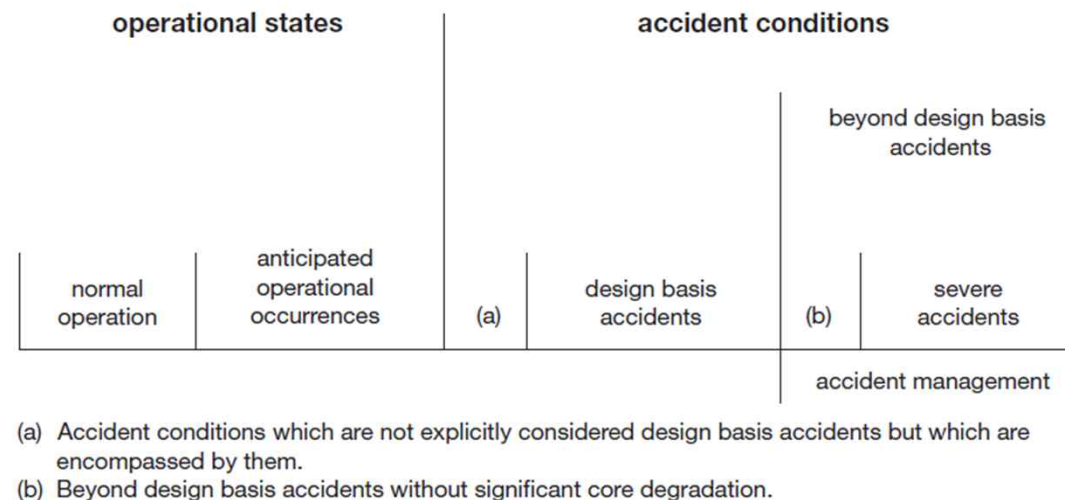


3. Human Factors Engineering in Stress Test

❖ Stress Test

▪ Stress Test 목적

- 후쿠시마 사고와 같이 발전소의 안전기능을 위협하고 중대사고 이
를 수 있는 극한의 자연재해 상황에서 발전소의 발전소의 안전 여유
도를 재평가
 - 극한 상황에 발전소의 거동을 평가하고
 - Defense-in-Depth 개념에 따라 초기사건, 안전기기의 동작, 중대사고
관리 등의 발전소의 사고예방, 사고완화의 조치들을 평가



3. Human Factors Engineering in Stress Test

❖ 인간공학 측면 평가 항목

- 주제어실 및 원격정지실의 Human-System Interface (HSI) 설비
- 통신 및 조명 설비
- 발전소 인력 및 조직
- 발전소 절차서
- 발전소 지원장비



3. Human Factors Engineering in Stress Test

❖ 주요 스트레스테스트 수행지침

- 상황을 인지할 수 있는 방안 및 소요시간(T1), 대처방안 결정 소요시간 (T2), 설비설치 등 대처방안 이행 소요시간 (T3)를 평가하여야 함.
- 다양한 설비활용과 관련한 장비·도구가 갖추어질 수 있고, 장비·도구 활용 전략 및 업무가 명확하게 정의되며, 해당 업무를 이행하기 위한 조직·인력의 확보와 해당 인력이 필요한 업무를 수행할 수 있는 능력을 확보할 수 있는 방안에 대해서 평가
- 인적오류·의사결정오류 발생가능성 평가시에는 목적한 조치를 방해할 수 있는 요소를 고려해야 함
- 사고시나리오는 자동작동조건 → 수동작동조건 → 이동형설비활용조건 → 소외자원 활용조건을 확인할 수 있도록 평가되어야 함
- 다수호기 동시사고를 고려하여, 정의된 주요 비상조치의 이행에 필요한 조직, 인력 및 장비를 평가하여 비상조치가 적절하게 이행될 수 있도록 책임 및 임무가 적절하게 수립되어 있는지를 평가하고, 필요시 개선대책을 마련함



4. Human Factors Engineering for New Types of Reactors

❖ New Types of Reactors

- Small and Modular Reactors
- Research Reactors
- Gen IV Reactors

❖ New Types of Reactors 일반 규제

- 현재 규제 지침이 Light Water Reactor를 기반으로 작성되어 있음.
- Technology-Neutral 규제 지침이 필요



4. Human Factors Engineering for New Types of Reactors

❖ HFE for New Types of Reactors

- NUREG-0711 HFEPP의 Framework은 동일하게 적용가능
 - HFEPP의 Framework은 Systems Engineering 기반으로 개발되어 동일하게 적용가능
- 각 Element의 세부적인 활동(Analysis, Design, V&V, Implementation, Operation)의 노형별 특성 맞게 수행이 필요

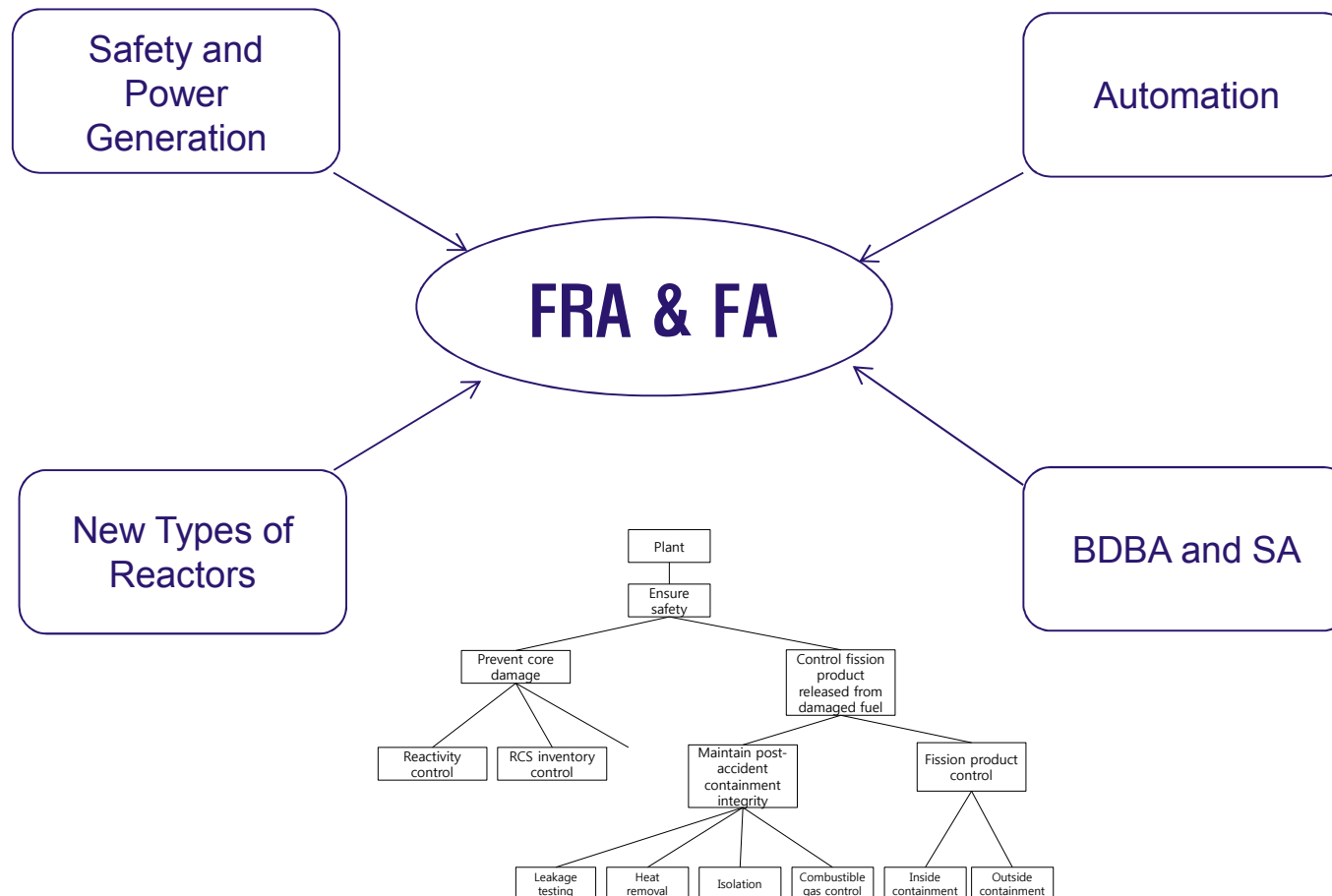
Potential Human Performance Issues relating to SMRs(BNL-96809-2012)

- Novel Designs and Limited Operating Experience from Predecessor Systems
- Multi-unit Operations and Teamwork
- High Levels of Automation for All Operations and its Implementation
- Managing Non-LWR Processes and Reactivity Effects
- Passive Safety Systems
-



5. Discussion: Approach to Challenges

❖ Functional Requirement Analysis and Function Allocation (FRA & FA)



5. Discussion: Approach to Challenges

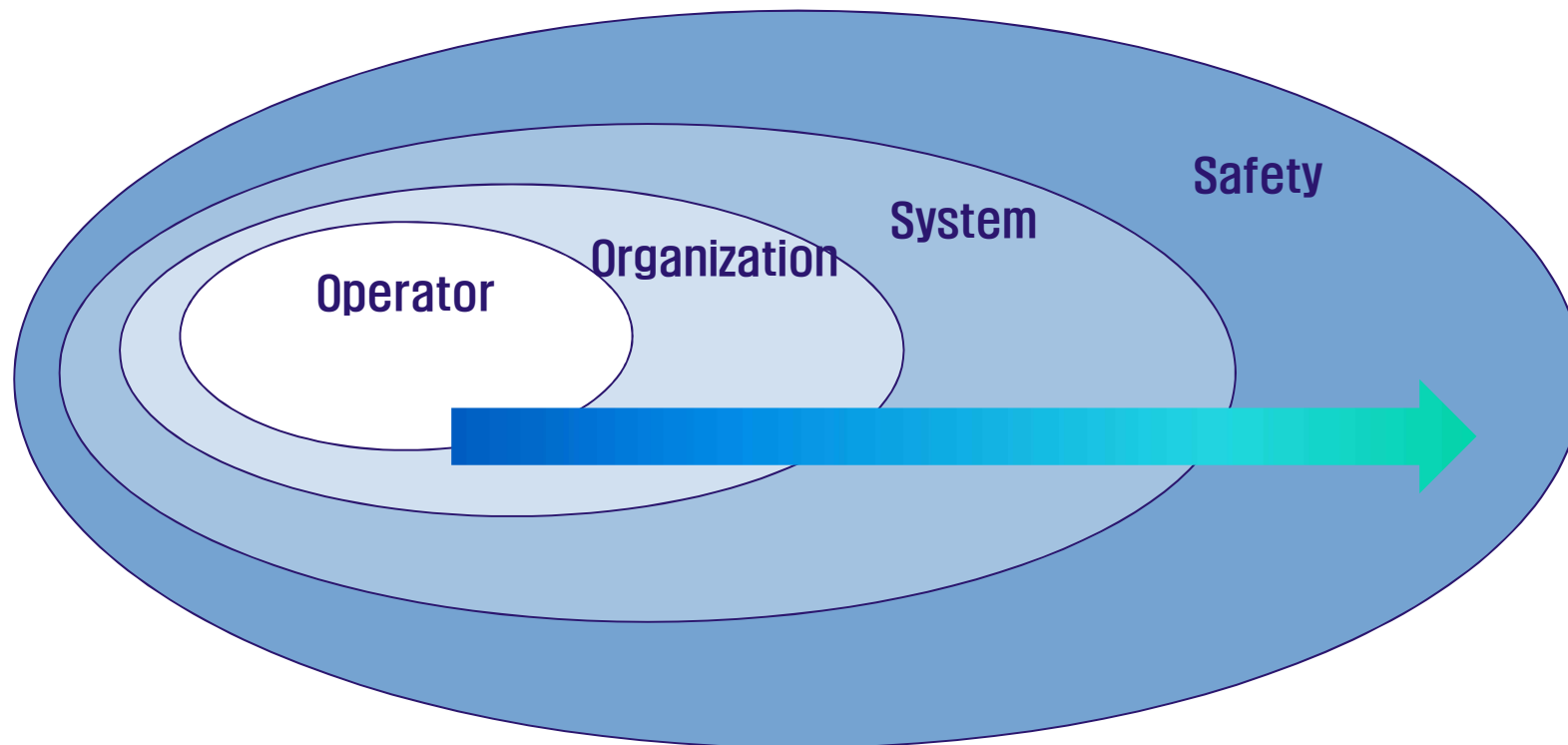
❖ 외부사건 인간공학 활동 기반 조성

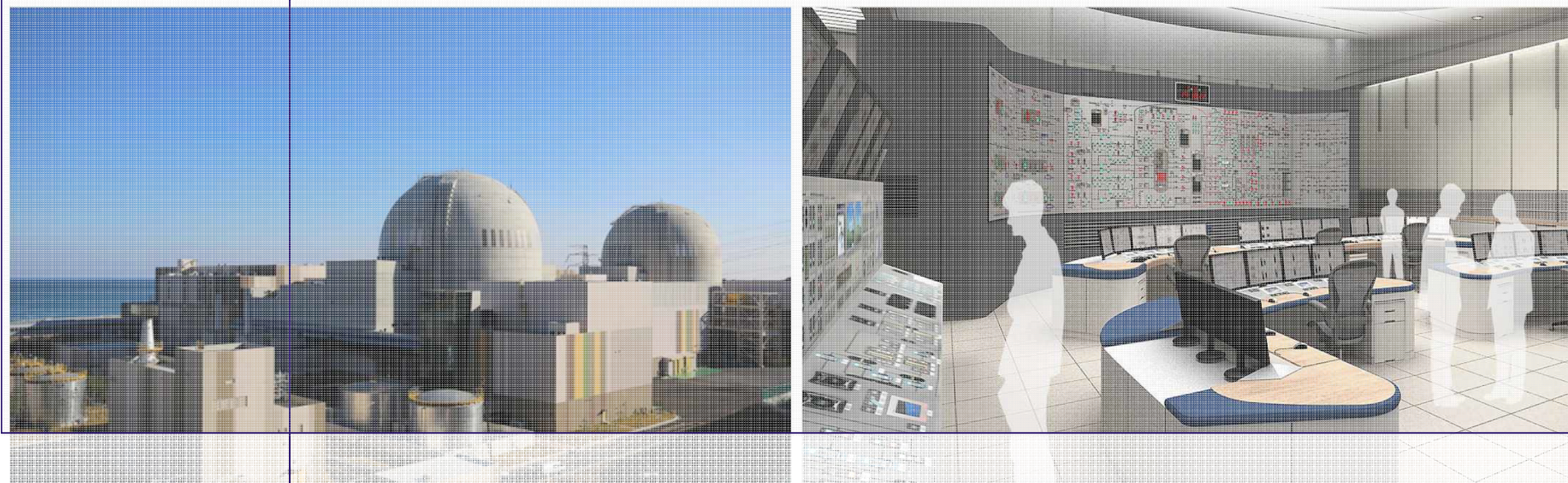
- 지진, 쓰나미, 화재 발생시 인적 수행도에 관한 연구
- 다수기 영향을 고려한 대응 조직 · 설비의 적합성 평가
 - Responsibility, Resource, Communication
- 중대사고 모사 시뮬레이터 개발
- 외부사건 대비 운전 · 운영 절차서 작성



6. Conclusion

❖ Scope of Human Factors Engineering





감사합니다.

