

$$E=mc^2$$

안전문화 Framework를 적용한 원전 사건·사고 영향요소 경향 분석 Case Study

2016. 05. 13

박진영

pjy7299@bees.pro



Best Engineering in Energy Solutions

- ❖ 국내외 사건사고 분석대상 및 Framework
- ❖ 국내외 사건사고 안전문화 관련 사건 분류
- ❖ 전체사건대비 연도별 안전문화결여사건
- ❖ 국내,외 원전 사건사고 안전문화 영향요소 분석 결과
- ❖ 등급상향 원전 사건사고 안전문화 영향요소 분석 결과
- ❖ 경향분석 종합 의견

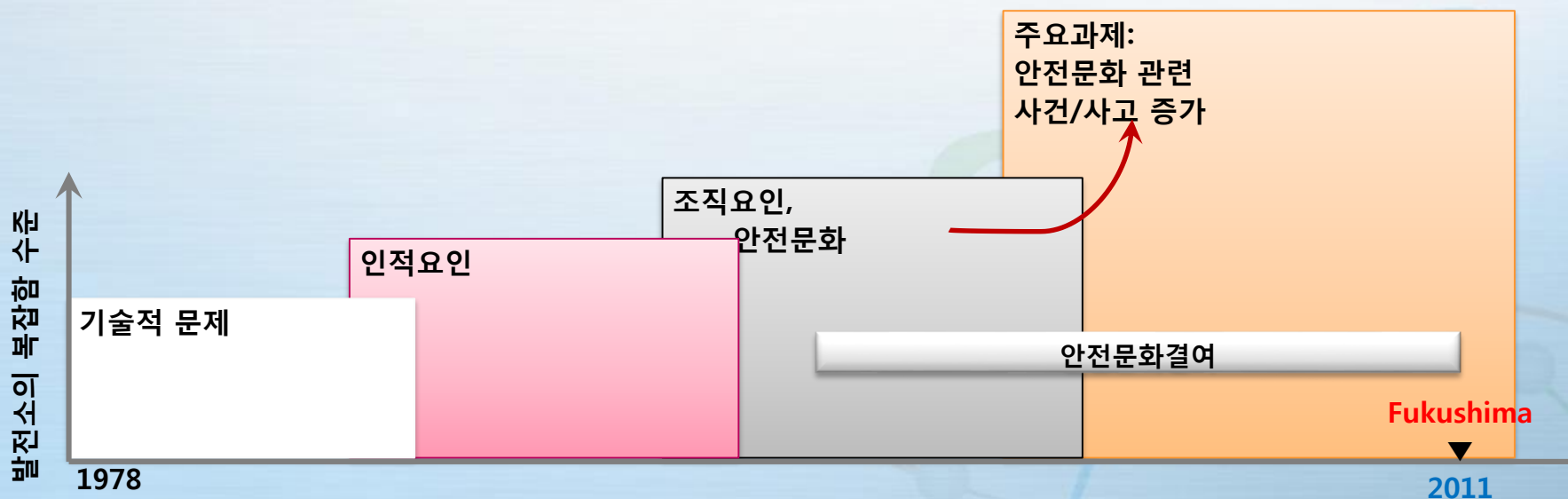
안전문화 결여 요인의 사건사고 증가

❖ 사건, 사고 중 1등급 이상의 사건 : 총 24건(비원전 시설 2건 포함)

- 2009년 이전 : 11건 (1978~2009, 32년간)
- 2010년 이후 : 13건 (2010~2015, 6년간)

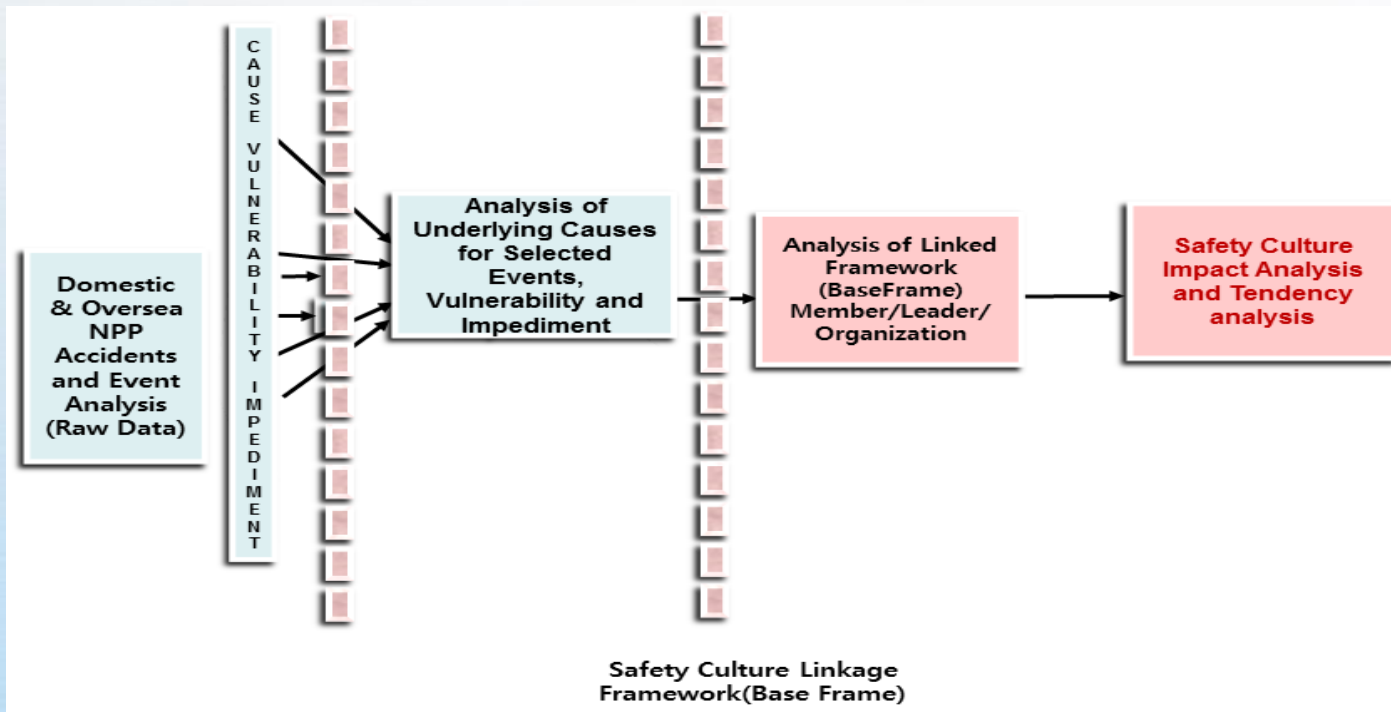
❖ 등급 이상의 사건 중 안전문화 결여 요인으로 상향 조정된 사건 : 총 18건

- 2009년 이전 : 7건 (1978~2009, 32년간)
- 2010년 이후 : 11건 (2010~2015, 6년간)



❖ 분석대상 선정

- 국내 : 원자력안전위원회 공개 사건 702건 (2016.03.10 기준)
 - 국외 : IRS 데이터베이스 전수조사 결과 4,088건 (2015.04.01 기준)
 - 미국 1,347건, 프랑스 395건, 일본 357건, 캐나다 207건, 러시아 171건 등 38개국
- : INES 1등급 이상 사건 268건



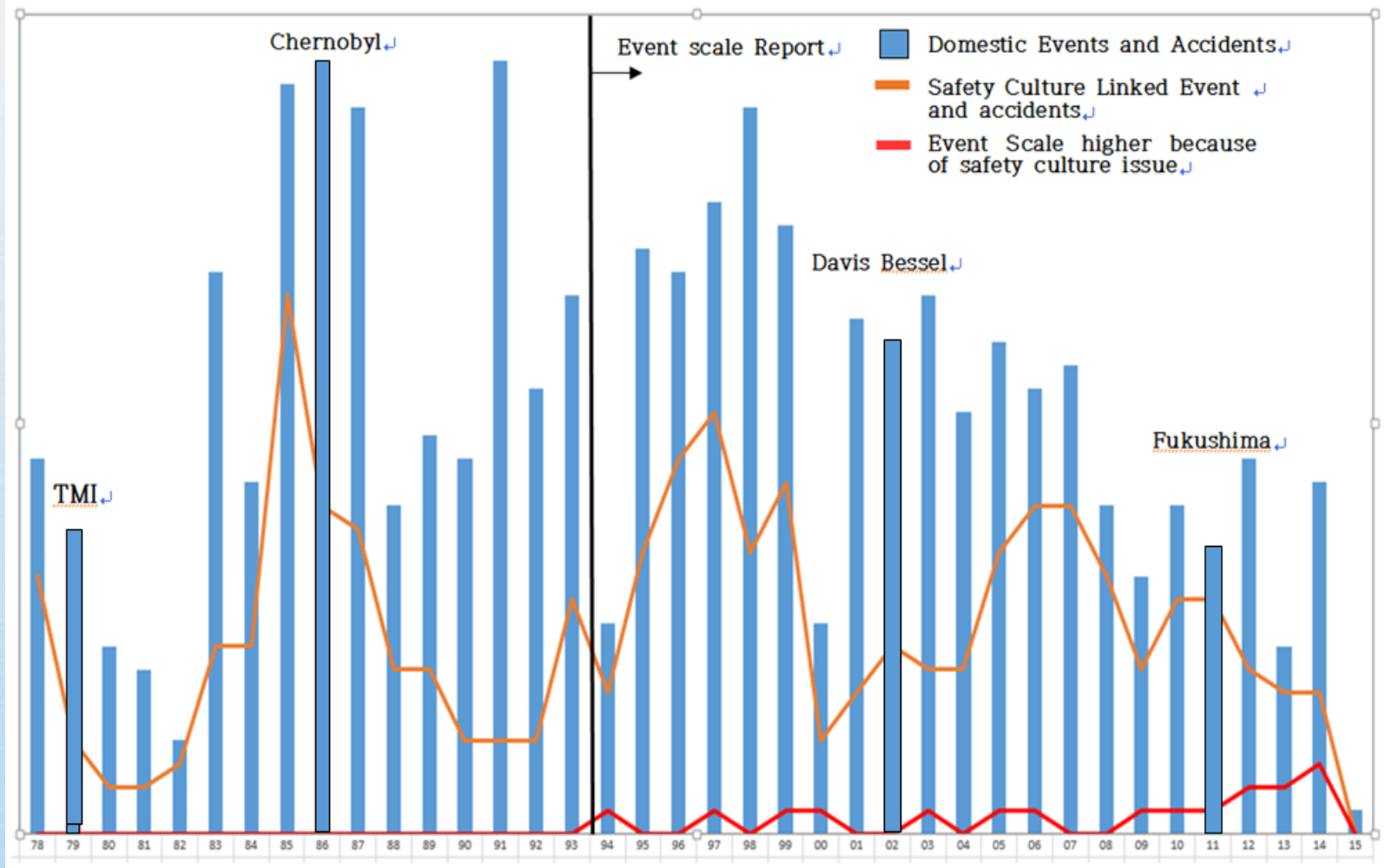
국내외 사건사고 안전문화 관련 사건 분류

❖ 안전문화 관련 사건, 사고 분류결과

Total (Events)	Safety Culture related
<p>Domestic (1978~)</p> <p>Total accidents 702건</p>	<p>Safety Culture Higher because of safety culture issue: 18건</p>
	<p>Safety Culture Deficiency : 320건</p>
	<p>Total Safety related accidents 338건 (48.1%)</p>
<p>Overseas (1987~)</p> <p>IRS Total 4,088건</p>	<p>INES 1 Scale grade and up 268건</p>
	<p>Safety Culture related events 164건 (61.1%)</p>

전체사건대비 연도별 안전문화결여사건

❖ 전체사건 경향분석



한국형 안전문화 Base Frame(원칙 3, 특성 12, 속성 39)

원칙 1 : 모든 구성원은 원자력 안전을 달성할 책임이 있다.	원칙 2 : 리더는 원자력 안전에 대한 확고한 목표를 제시하고 이행할 책임이 있다.	원칙 3 : 조직은 원자력 안전을 달성하기 위한 최적의 여건을 조성할 책임이 있다.
1. 구성원의 안전책임 1-1 원자력 기술기준 준수 1-2 높은 주인의식 1-3 원활한 공동협력	4. 안전가치 중심의 리더십 4-1 적절한 자원할당 4-2 현장중시 리더십 4-3 안전중시 상벌에 의한 동기부여 4-4 안전 최우선 전략설정 4-5 안전중시 변경관리 4-6 안전책임 및 권한의 명확화 4-7 지속적인 안전 점검 4-8 안전에 대한 솔선수범	7. 학습기반의 조직운영 7-1 실무현장 경험의 체계적 관리 7-2 정기적 자체진단 7-3 적극적인 벤치마킹 7-4 체계적인 교육훈련 및 지식전수
2. 구성원의 문제의식 직무자세 2-1 원자력의 특수성 인식 2-2 불확실한 사항에 대한 의문제기 2-3 기 적용된 사항에 대한 의문제기 2-4 문제의식을 통한 자만 배제	5. 리더의 의사결정 책임 5-1 일관된 의사결정 5-2 보수적 의사결정	8. 조직의 체계적 문제관리 8-1 문제의 적시 확인 8-2 문제의 철저한 진단 8-3 효과적인 문제해결 8-4 주기적 문제 경향분석
3. 구성원의 원활한 의사소통 노력 3-1 업무수행상의 활발한 의사소통 3-2 주요결정을 위한 적시의 의사소통 3-3 개방적 의사소통 3-4 안전최우선의 의사소통	6. 리더의 상호존중 환경조성 6-1 신뢰와 존경이 충만한 환경조성 6-2 상호의견 존중 환경조성 6-3 높은 신뢰구축 노력 6-4 합리적 갈등 해결	9. 자유로운 문제제기 환경조성 9-1 문제제기에 대한 제도적 보장 9-2 다양한 문제제기 통로보장 10. 조직의 안전우선 절차운영 10-1 체계적 업무수행 관리 10-2 설계여유도 엄격관리 10-3 체계적 문서관리 10-4 철저한 절차준수 11. 공급체계의 안전중시 여건조성 11-1 공급체계내 조직에 대한 안전문화 전파 11-2 공급체계내의 안전문화 건전성 확인 11-3 공정한 계약관계 구축 11-4 엄격한 부적합사항의 관리 12. 외부환경 영향에 대한 안전우선 대응 12-1 외부 환경 변화에 대비한 선제적 안전전략 개발 12-2 외부환경 변화에 따른 안전우선 전략적 접근 12-3 외부의 신뢰성 제고 노력 12-4 인터넷 환경에 대한 안전대응 체계구축

국내외 사건사고 안전문화 관련 사건 분류 예시

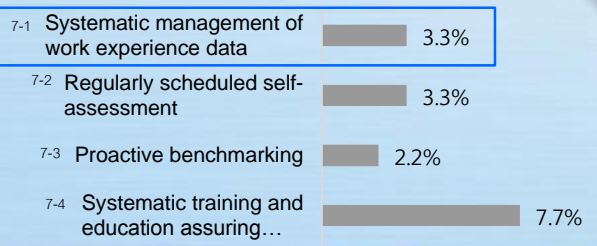
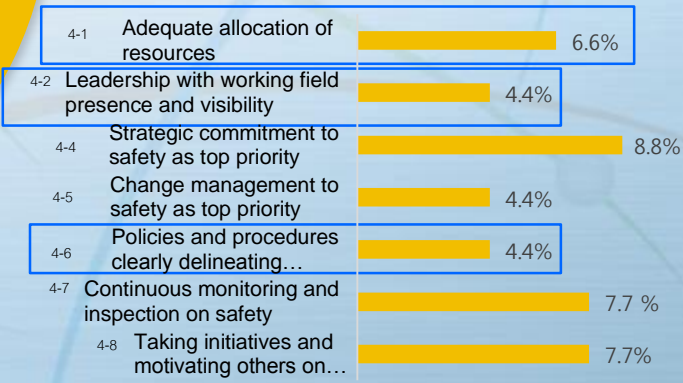
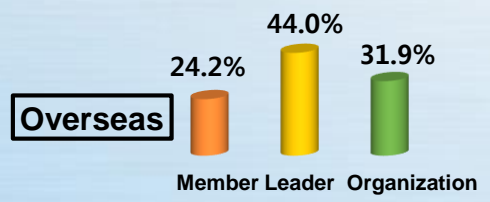
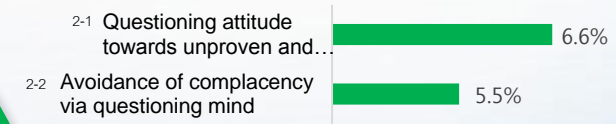
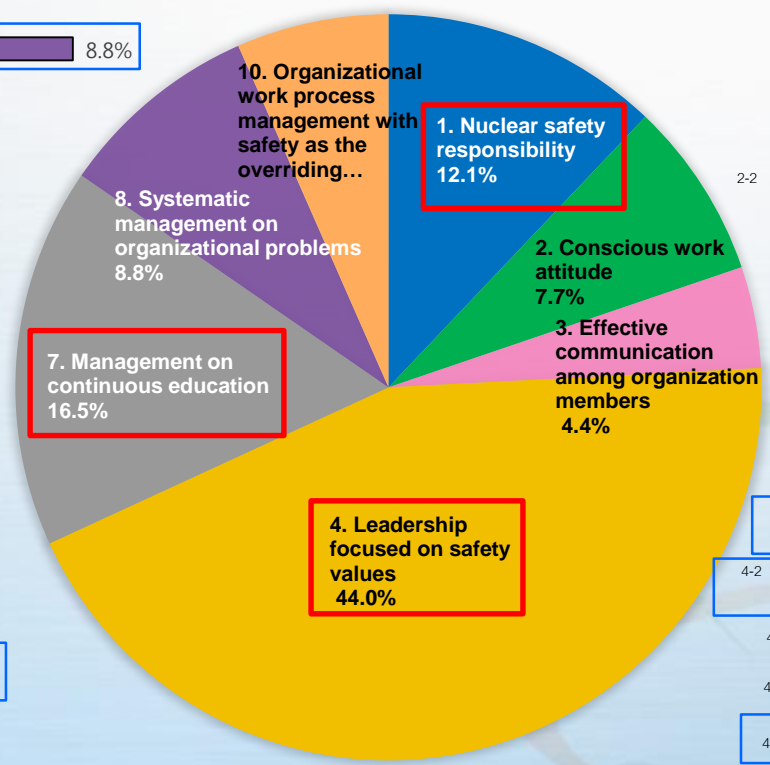
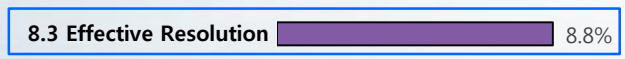
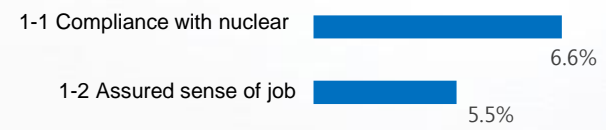
❖ 다중분석방법론을 통한 안전문화 영향 요소 분석 사례

(한울 6호기, 2012, 계획예방정비 중 부적절한 안전 주입)

시설	사건 발생일	고장 원인	고장 계통	안전문화 관련 발생원인	안전문화 결여사항	Base Frame 연계성			가중치 비율	가중치 (%)	후속조치 여부	후속조치 사항
						원칙	특성	속성				
한울 6호기	2012-11-26	인적	1차	정비원은 “발전소 보호계통 교정” 작업에 참여하였으나 절차서 전체가 아닌 일부분만 수행한 경험을 가지고 있으며, 금번 작업과 관련된 교육은 받지 않은 것으로 진술	정비원의 관련 교육미비	구성원	1	1-2 높은 주인의식	1	12.5	○	관련설비 등 올진 5,6호기 고유설비에 대한 전문성 향상을 위한 교육 시행
						리더	4	4-1 적절한 자원할당	3	37.5		
						조직	7	7-4 체계적인 교육훈련 및 지식전수	4	50.0		
				복귀절차를 누락한 정비원은 금번 계획예방정비 기간 중 인 10월26일부터 11월 26일까지 이번에 문제가 된 “발전소 보호계통 교정” 작업을 포함하여 총 20개의 여러 작업을 짧은 시간 간격을 두고 진행	작업을 긴박하게 진행함. 다수 작업 동시에 진행에 따른 집중력 저하	리더	4	4-4 안전 최우선 전략설정	2	40.0	X	
조직	10	10-1 체계적 업무수행 관리	3	60.0								

국외 원전 사건사고 안전문화 영향요소 분석 결과

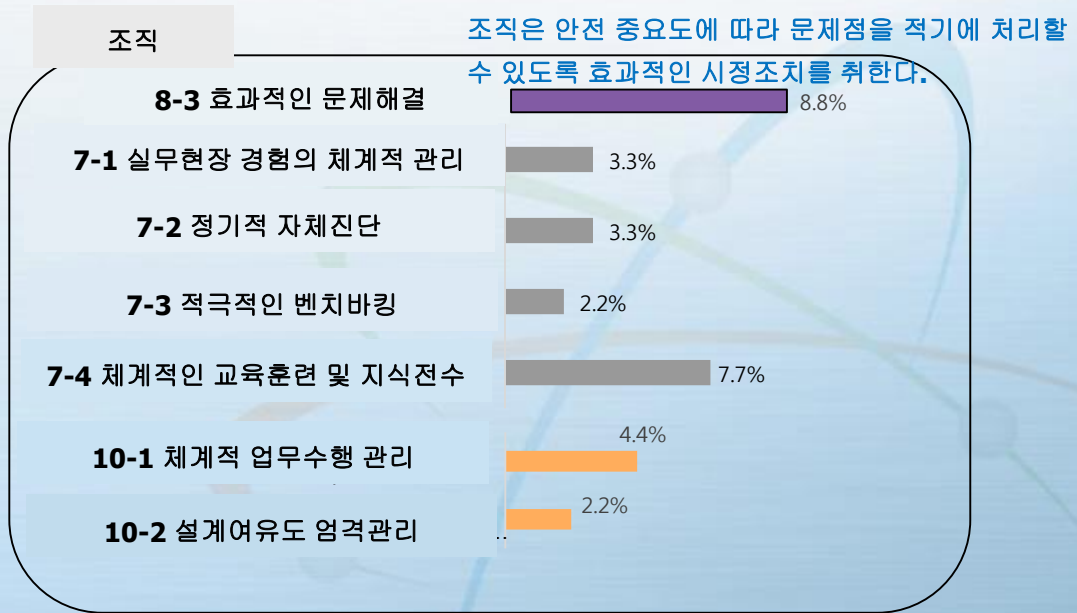
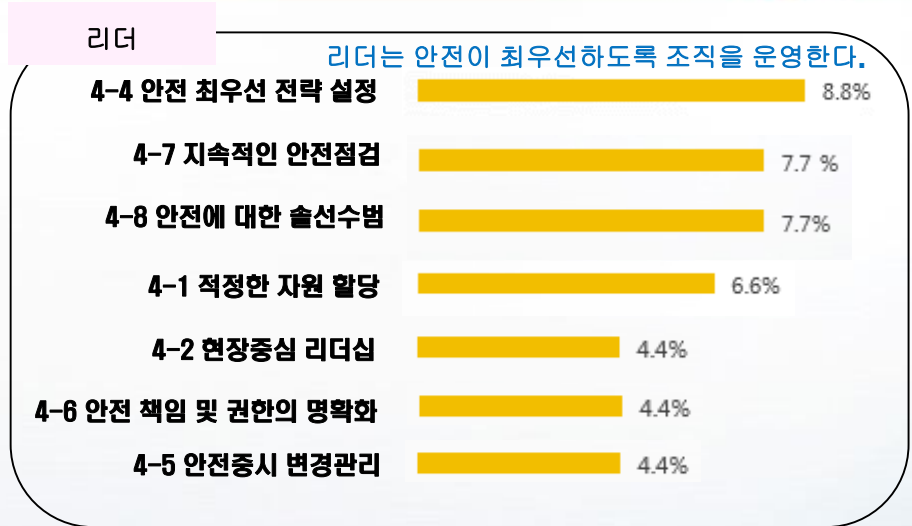
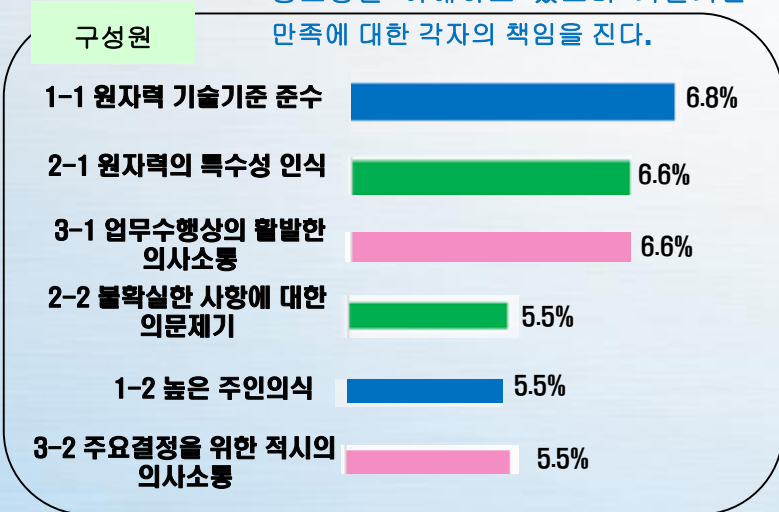
Total (events)		Safety Culture related (events)
Overseas	IRS (Total) : 4,088	164 (61.1%, 1st Grade and up)
	INES 1st Grade & up (1987) : 268	



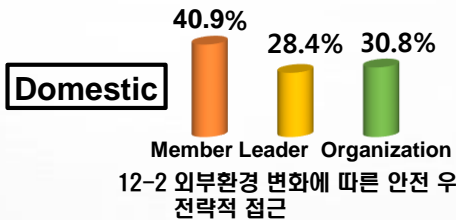
국외 원전 사건사고 안전문화 영향요소 분석 결과

Total (events)		Safety Culture related (events)
Overseas	IRS (Total) : 4,088	164 (61.1%, 1 st Grade and up)
	INES 1 st Grade & up (1987) : 268	

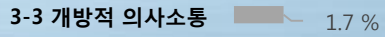
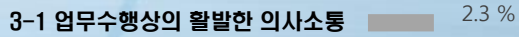
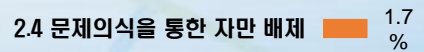
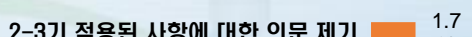
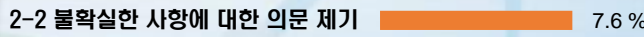
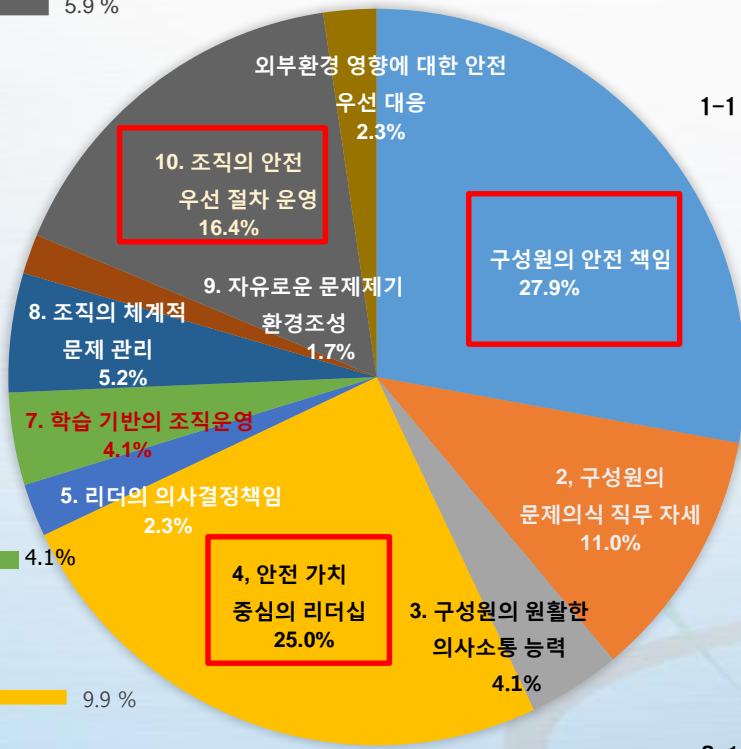
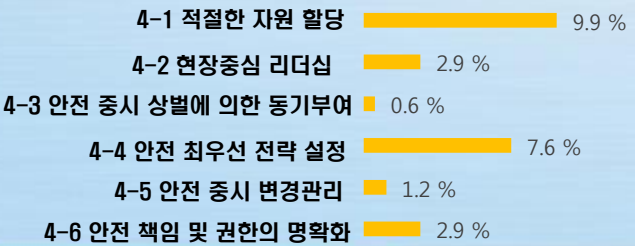
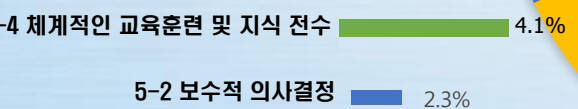
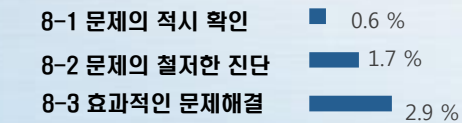
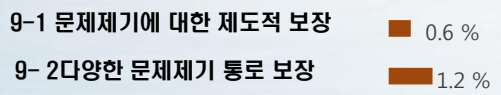
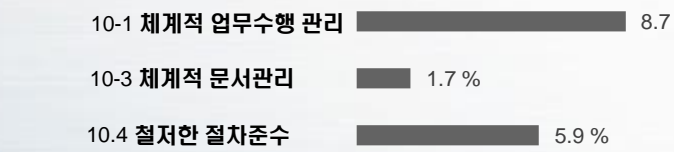
모든 구성원은 원자력 기술기준 준수의 중요성을 이해하고 있으며 기술기준 만족에 대한 각자의 책임을 진다.



국내 원전 사건사고 안전문화 영향요소 분석 결과



총 사건사고		안전문화 관련 사건사고	
국내 (1978~)	702	338 (48.1%)	• 등급상향사건: 18 • 안전문화 관련 사건: 320



국내 원전 사건사고 안전문화 영향요소 분석 결과

구성원

1-2 높은 주인의식 15.7 %

1-1 원자력 기술기준 12.2 %

2-2 불확실한 사항에 대한 의문 제기 7.6 %

3-1 업무수행상의 활발한 의사소통 2.3 %

3-3 개방적 의사소통 1.7 %

2-3 적용된 사항에 대한 의문 제기 1.7 %

2-4 문제의식을 통한 자만 배제 1.7 %

리더

4-1 적절한 자원 할당 9.9 %

4-4 안전 최우선 전략 설정 7.6 %

4-2 현장중심 리더십 2.9 %

4-6 안전 책임 및 권한의 명확화 2.9 %

5-2 보수적 의사결정 2.3 %

4-5 안전 중시 변경관리 1.2 %

4-3 안전 중시 상벌에 의한 동기부여 0.6 %

총 사건사고

국내
(1978~)

702

안전문화 관련 사건사고

338 (48.1%)

- 등급상향사건 : 18
- 안전문화 관련 사건: 320

조직

10-1 체계적 업무수행 관리 8.7

10.4 철저한 절차 준수 5.9 %

7-4 체계적인 교육훈련 및 지식 전수 4.1%

8-3 효과적인 문제해결 2.9 %

12-2 외부환경 변화에 따른 안전 우선 전략적 접근 2.3%

8-2 문제의 철저한 진단 1.7 %

10-3 체계적 문서관리 1.7 %

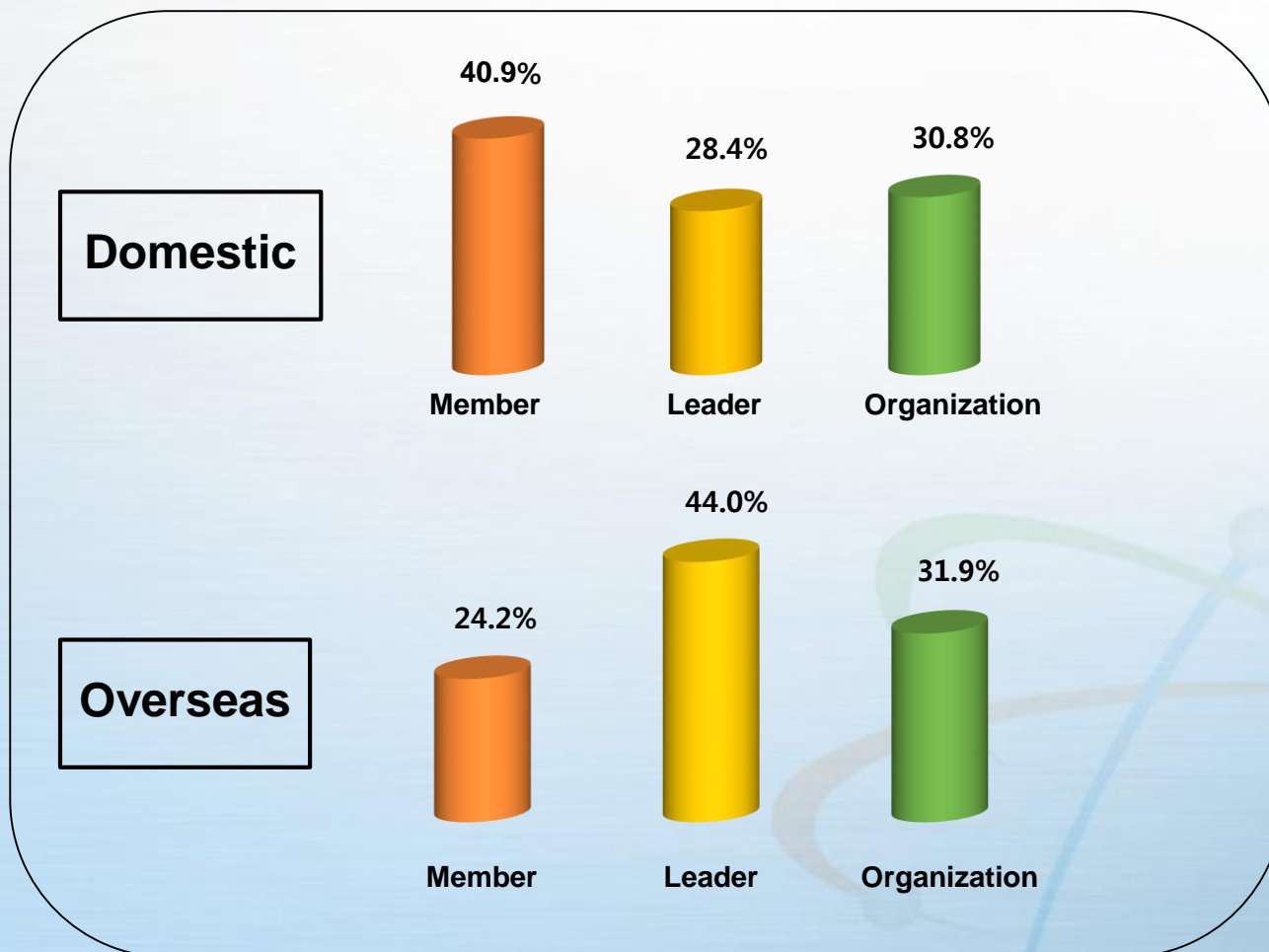
9- 2다양한 문제제기 통로 보장 1.2 %

9-1 문제제기에 대한 제도적 보장 0.6 %

8-1 문제의 적시 확인 0.6 %

Safety Culture Impact Analysis (3)

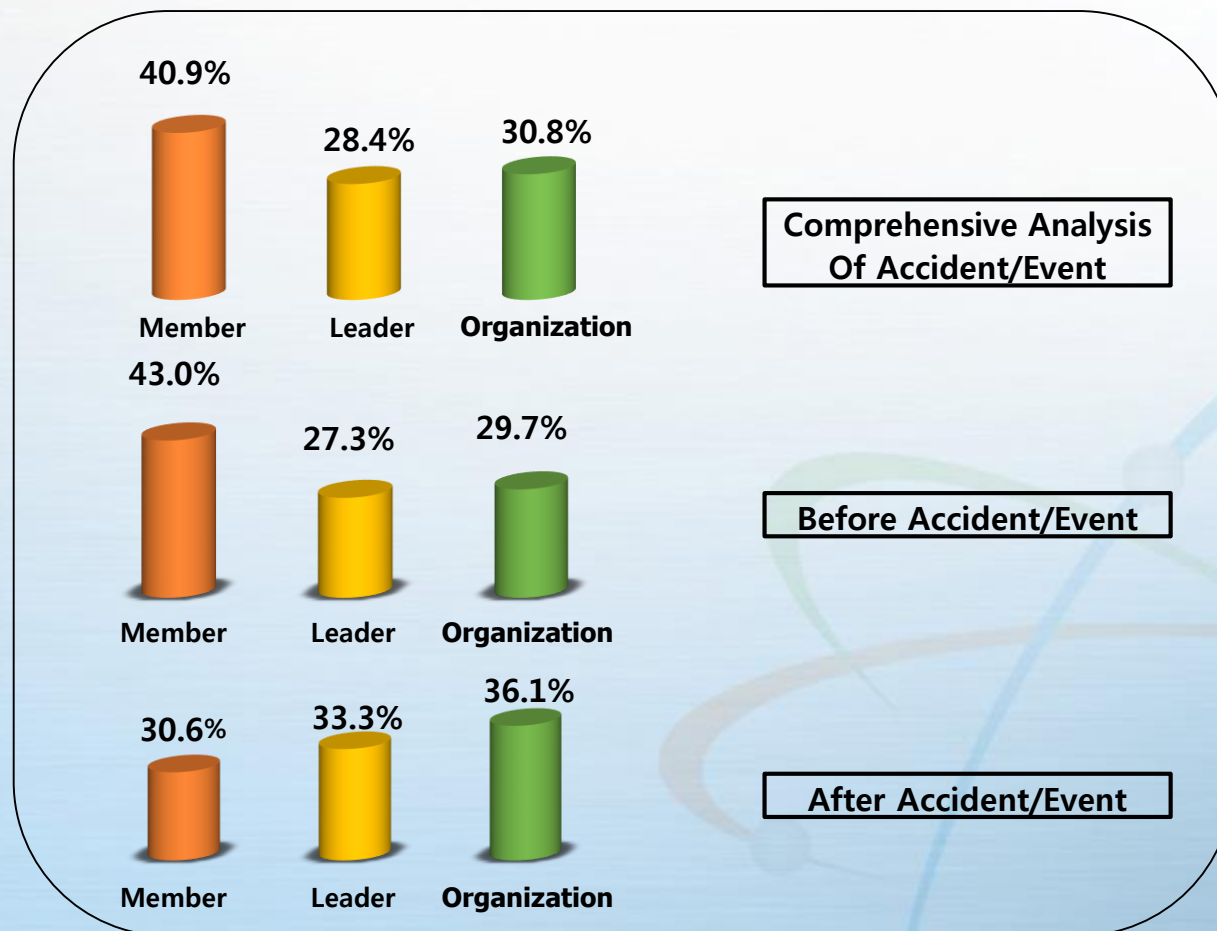
국내외 영향요소 비교 분석



Safety Culture Impact Analysis (3)

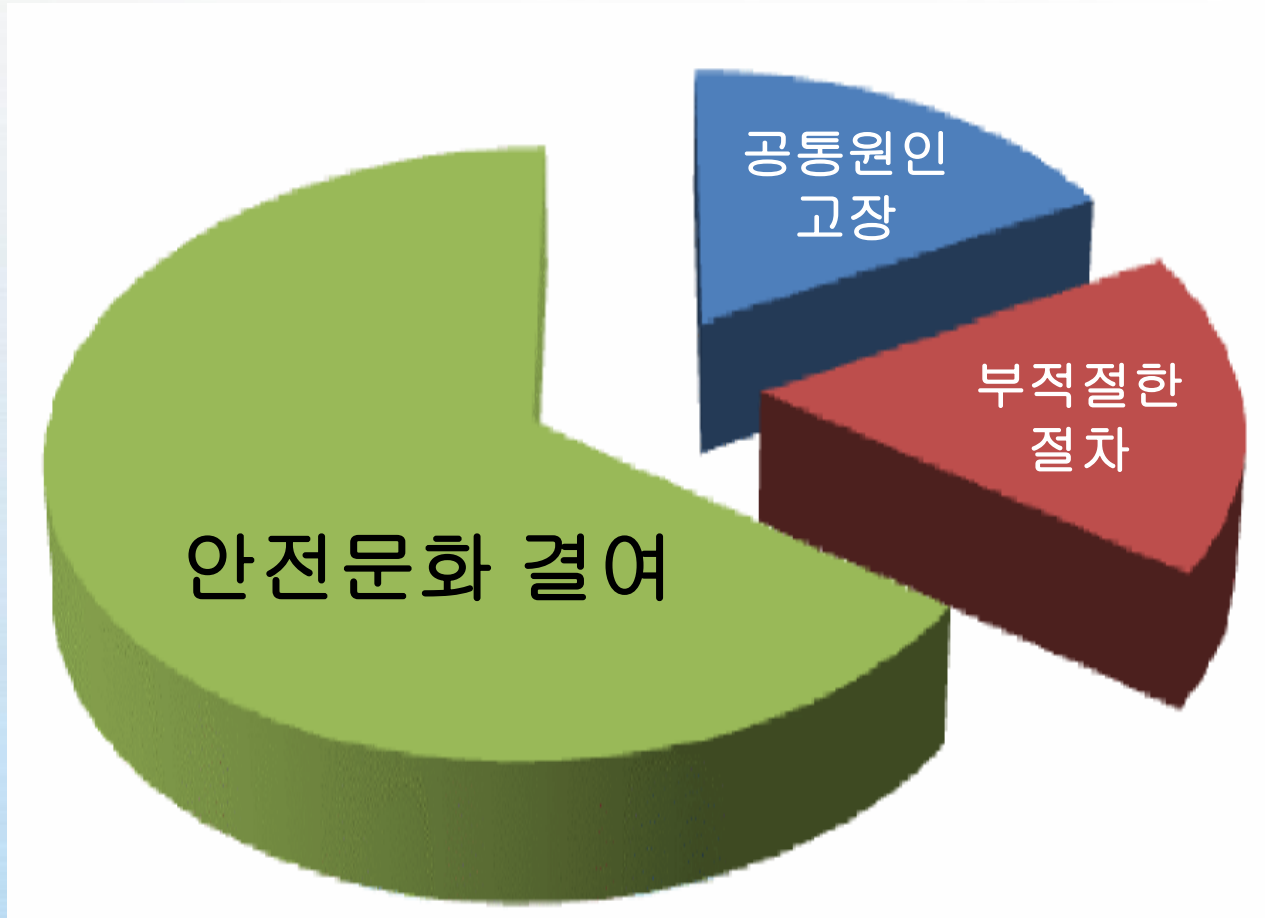
Trend Analysis

- Trend Analysis: Before and After the accident and events: Prior to (Causes of initial accidents) and Posterior (Post-accident measures)



안전문화 기여로 등급 상향된 사건

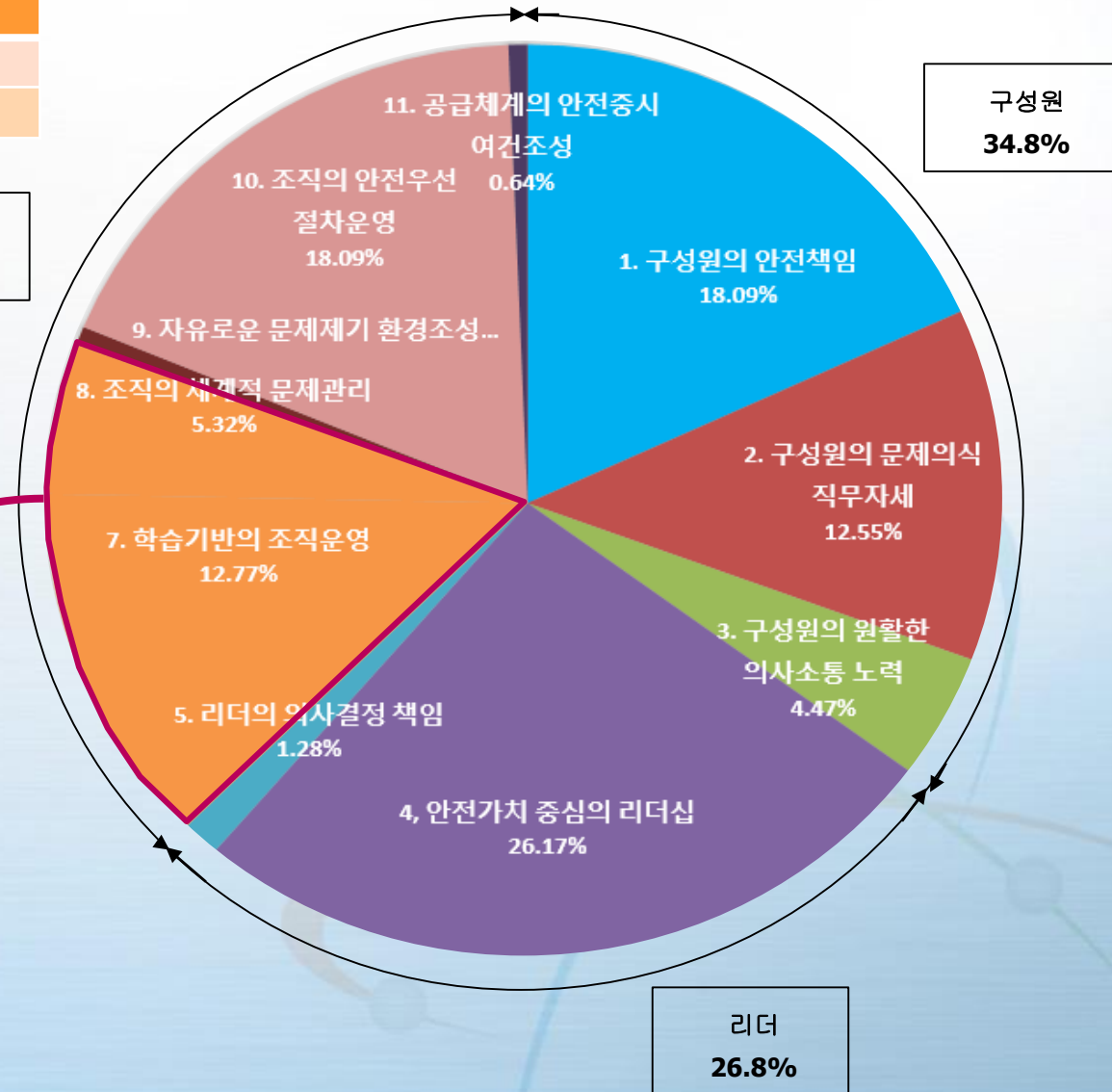
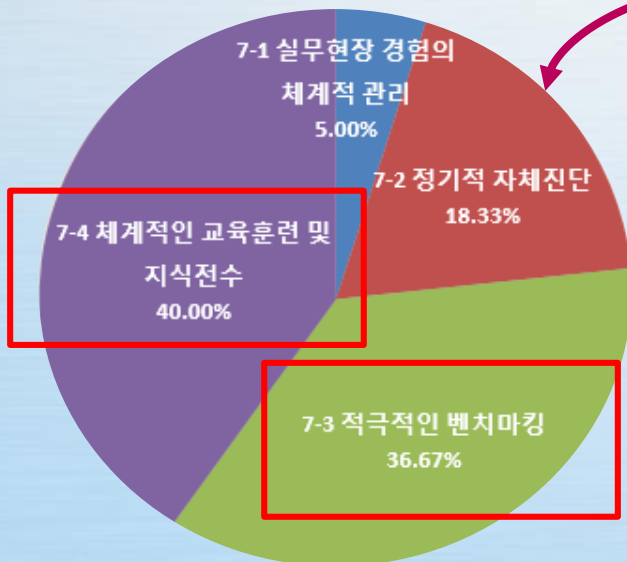
❖ 1등급 상향 조정 요인



Safety Culture Impact Analysis (4)

경향 분석 대상 사건	
국내 전체 사건수	안전문화 결여로 등급 상향된 사건
702	18건

조직
38.4%



경향 분석 종합 의견

❖ 전체 사건사고 (702건)

- 국내의 경우, 가동 원전의 수가 증가하지만 연도별 사건발생 건수는 줄어들고 있음
- 사건사고 발생 건수 중 안전문화의 영향을 받은 사건사고의 비중은 점점 높아지고 있음

❖ 안전문화 기여로 분류된 사건사고 (338건)

- 전체 사건사고 분석결과 구성원, 개인 부분이 큰 비중을 차지함
 - 사건 발생 예방을 위해서는 구성원 부분에 대한 교육, 역량 개발에 초점
 - 사건 발생 후의 대응 능력을 높이기 위해서는 조직 체계 강화에 초점

❖ 안전문화 기여로 등급 상향된 사건사고 (18건)

- SBO나 살수 사건 등 Impact가 큰 사건 감소를 위해서는 조직 부분 강조
 - 조직적 취약점 보완은 큰 사건을 방지할 수 있는 KEY
 - 조직적인 부분에서 높은 비중을 차지하고 있는 교육훈련 및 전수와 벤치마킹 영향 요소는 조금만 조직이 체계적인 개선 노력을 한다면 빠른 성과 예상

**Thank you
for your attention**

