

안전문화 지속증진 체계를 위한 다중 분석 방법론 개발

박 효 찬

Tommy@bees.pro

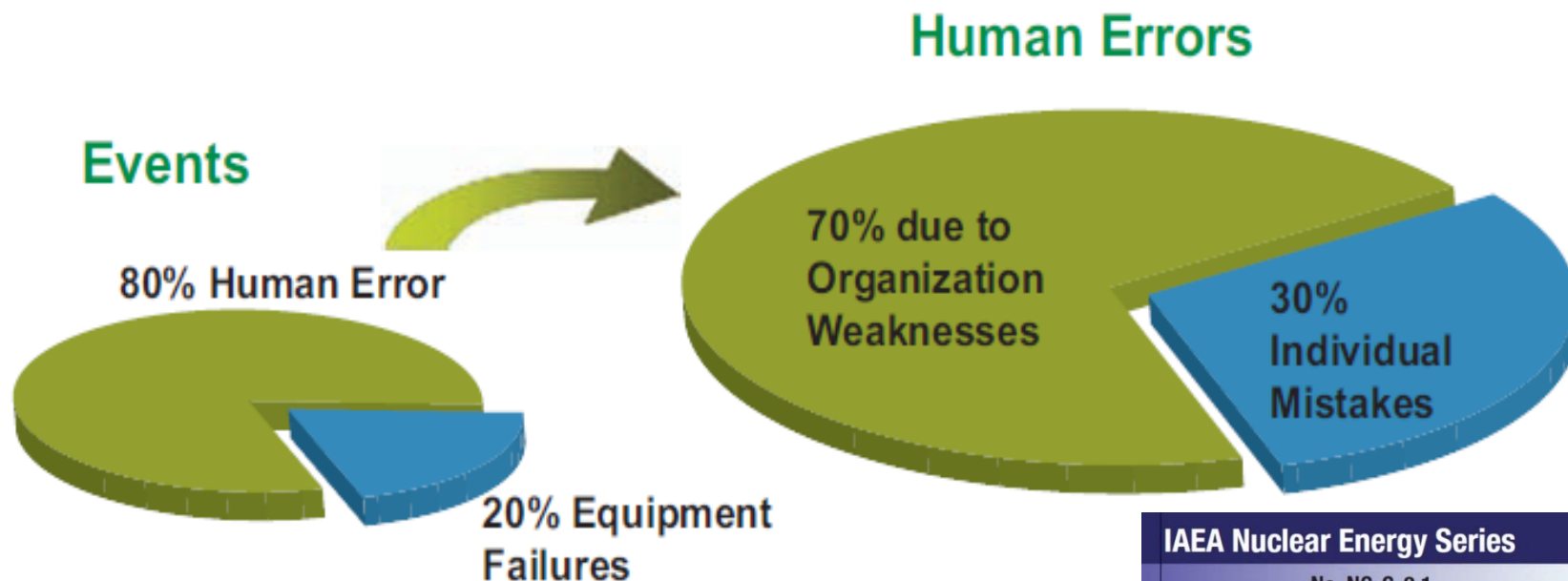


- ❖ 원전안전문화 공통 이해
- ❖ 안전문화 기본체계(안) 구축
- ❖ 안전문화 BEES BaseFrame 개발
- ❖ 안전문화 지속증진 선순환체계 구축
- ❖ 안전문화 영향요인 input Data 정의
- ❖ 다중분석(Weighting Factor) 방법론 경향분석 사례
- ❖ 결 론

왜 안전문화가 문제인가?

❖ 미국 지난 30년간의 사건사고에 대한 분석결과

- 원전 사건·사고의 80%는 **인적 오류**에 기인
- 80%의 70%는 조직의 취약점에 근거, 나머지 30%가 **인적 실수**에 근거
- 조직 및 인적요소의 지배인자인 **안전문화의 개선**이 필요함



IAEA Nuclear Energy Series

No. NG-G-2.1

Managing Human Resources in the Field of Nuclear Energy

안전문화 개선의 필요성

❖ 세계 원전 3대 중대사고

- TMI, 체르노빌, 후쿠시마 원전사고의 공통점은 **원자력안전문화의 결여**
- 후쿠시마 사고는 “Manmade Disaster” 라고 결론

❖ 지속적인 안전문화 개선체계 필요성

- 원전안전문화의 요소에 대한 정의 및 각 요소별 상호간 그리고 환경으로부터의 **각 요소의 영향관계**
- 각 요소와 지표들을 **어떻게 측정 및 평가**할 것인가?
- 지속적으로 안전문화를 개선하기 위한 **구체적인 지침과 방안**이 미흡한 상태

❖ 선제적 형태의 체계구축

- 국내 규제기관 2016년 안전문화 관리체계 구축 및 이행을 **법제화** 할 계획을 **진행 중**
- 규제기관/원전산업계 **공통**의 안전문화 **Framework 개발** 참여 증진 체계 개선 **필요**

A “manmade” disaster

The TEPCO Fukushima Nuclear Power Plant accident was the result of collusion between the government, the regulators and TEPCO, and the lack of governance by said parties. They effectively betrayed the nation's right to be safe from nuclear accidents. Therefore, we conclude that the accident was clearly “manmade.” We believe that the root causes were the organizational and regulatory systems that supported faulty rationales for decisions and actions, rather than issues relating to the competency of any specific individual. (see Recommendation 1)

미국 원전안전문화 동향

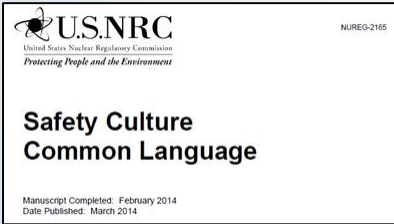
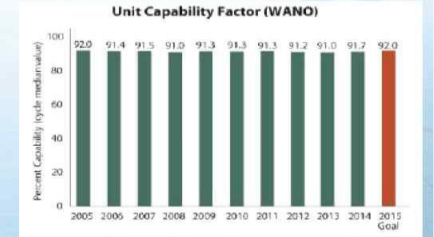
□ 강건한 안전문화, 높은 원전 이용률 지속유지에 기여(91% 이상유지)

❖ 미국 NEI/INPO 자체평가 (2015, 04)

안전문화 증진 성과에 대한 평가 (미국 사례, NEI/INPO 평가)

US Nuclear Plant Reliability, Safety Better Than Ever in 2014

- Results consistently high over more than 10 years, WANO/INPO data show
- **Strong culture of safety, continuous improvement**
- Consumers benefit from dependable supply of baseload power



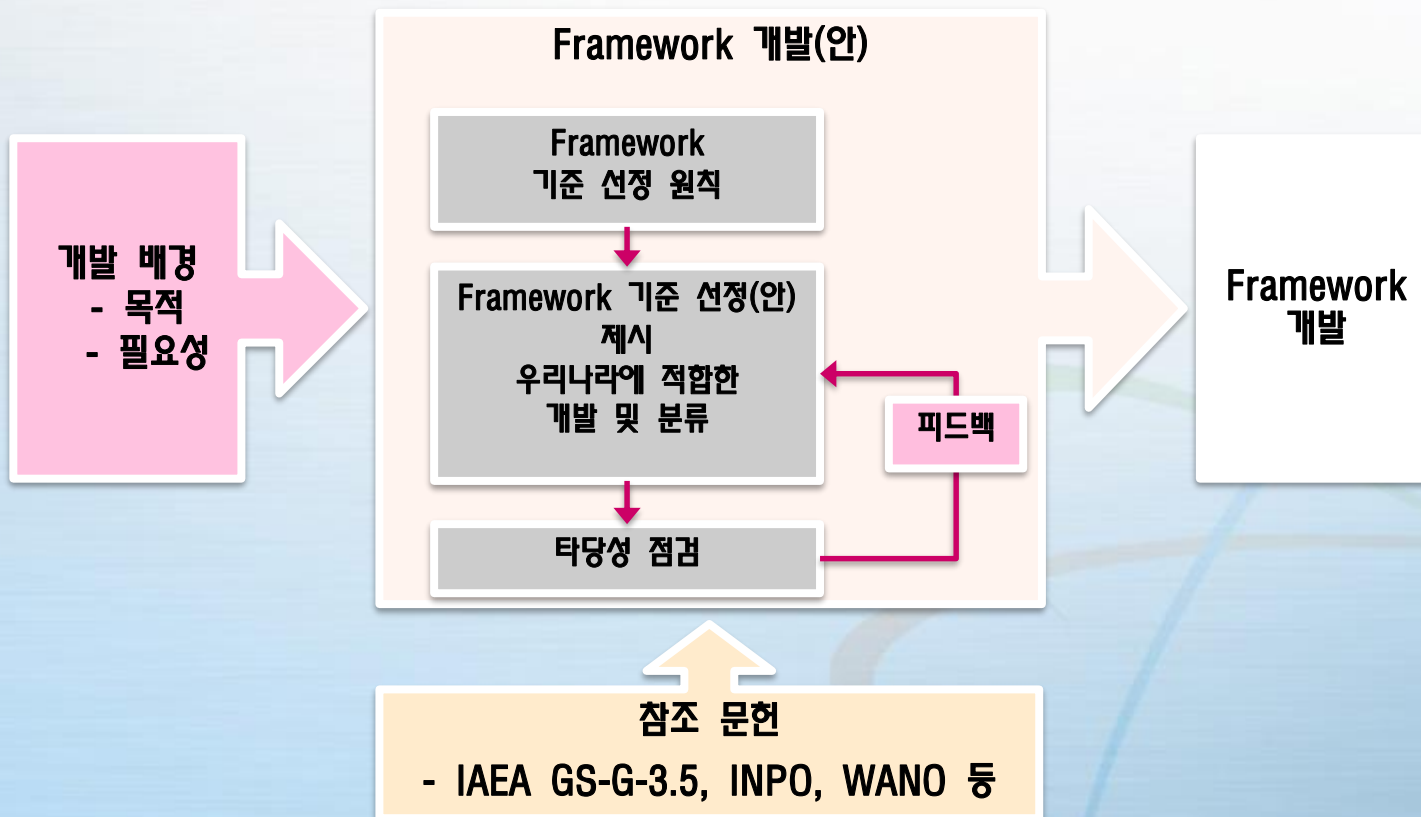
□ NRC/INPO 안전문화 Framework(Common Language) 개발

구분	NRC	NEI/INPO
2004 ~ 2011. 6 (NRC, INPO 독립 개발)	Regulatory terms of components and aspects	Leadership terms of principles and attributes
2011 12 ~ 2013. 1 (Common Language 개발)	NRC 주관 Public Workshop 4회 개최 (10 Traits, 40 Attributes, 217 Behavior Examples)	
2013. 4 이후 (Common Language 반영)	IMC 0301개정 : '13. 12 NUREG-2165 : '14. 3	INPO 12-012(Rev.1) : '13. 4 NEI 09-07(Rev.1) : '14. 3

안전문화 기본체계(안) 구축 절차

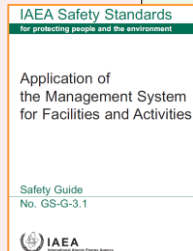
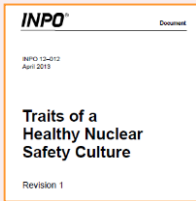
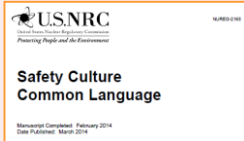
❖ 안전문화 체계적인 접근방법

- 안전문화를 어떻게 정의 할 것인가를 보여주는 기본 틀의 필요성
- Flow Diagram 방법으로 한국문화의 특성을 반영 한 Framework 개발



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	4. 안전가치 중심의 리더십	7. 학습기반의 조직운영
1-1 원자력 기술기준 준수 1-2 높은 주인의식 1-3 원활한 공동협력	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	7-1 실무현장 경험의 체계적 관리 7-2 정기적 자체진단 7-3 적극적인 벤치마킹 7-4 체계적인 교육훈련 및 지식전수
2. 구성원의 문제의식 직무자세		8. 조직의 체계적 문제관리
2-1 원자력의 특수성 인식 2-2 불확실한 사항에 대한 의문제기 2-3 기 적용된 사항에 대한 의문제기 2-4 문제의식을 통한 자만 배제		8-1 문제의 적시 확인 8-2 문제의 철저한 진단 8-3 효과적인 문제해결 8-4 주기적 문제 경향분석
3. 구성원의 원활한 의사소통 노력	5. 리더의 의사결정 책임	9. 자유로운 문제제기 환경조성
3-1 업무수행상의 활발한 의사소통 3-2 주요결정을 위한 적시의 의사소통 3-3 개방적 의사소통 3-4 안전최우선의 의사소통	5-1 일관된 의사결정 5-2 보수적 의사결정	9-1 문제제기에 대한 제도적 보장 9-2 다양한 문제제기 통로보장
	6. 리더의 상호존중 환경조성	10. 조직의 안전우선 절차운영
	6-1 신뢰와 존경이 충만한 환경조성 6-2 상호의견 존중 환경조성 6-3 높은 신뢰구축 노력 6-4 합리적 갈등 해결	10-1 체계적 업무수행 관리 10-2 설계여유도 엄격관리 10-3 체계적 문서관리 10-4 철저한 절차준수
* 국외/국제기구 안전문화 Framework	47개 속성별 실천지침 (총 200~300개) 향후 개발 예정	
<ul style="list-style-type: none"> 미국 NRC, NUREG-2165(14)/INPO 12-012 Rev.1,(13) : 10 traits/40 attributes/217 behavior example IAEA GS-G-3.5(09) : 3 characteristic/36 attributes/118 activities 	11. 공급체계의 안전중시 여건조성	12. 외부환경 영향에 대한 안전우선 대응
		11-1 공급체계내 조직에 대한 안전문화 전파 11-2 공급체계내의 안전문화 건전성 확인 11-3 공정한 계약관계 구축 11-4 엄격한 부적합사항의 관리 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



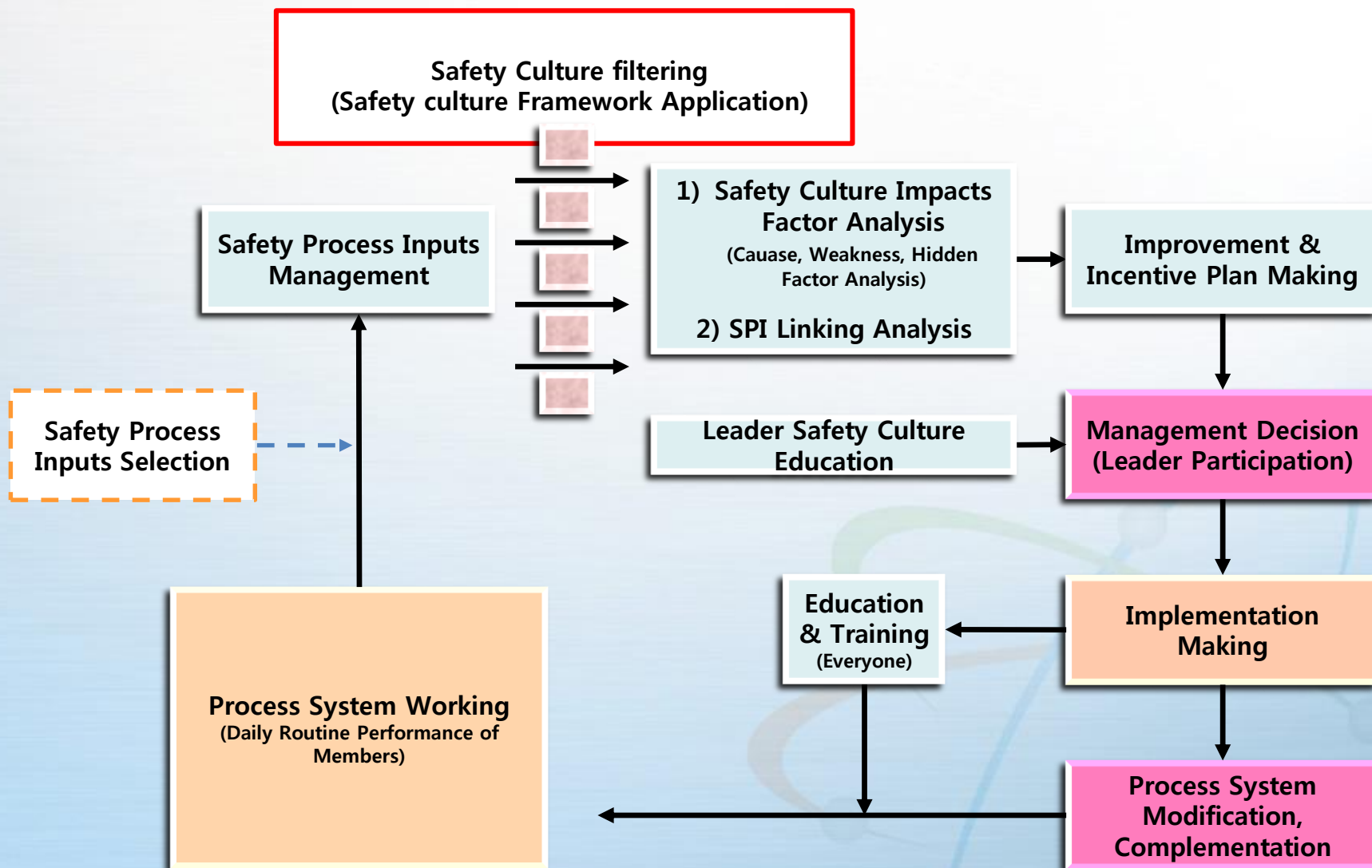
한국형 안전문화 Base Frame(원칙 3, 특성 12, 속성 39)

<p>특성 1 (구성원의 안전책임) 모든 구성원은 안전에 대한 각자의 책임이 있다는 것을 인식한다.</p> <p>1-1 원자력 기술기준 준수 모든 구성원은 원자력 기술기준 준수의 중요성을 이해하고 있으며, 기술기준 만족에 대한 각자의 책임을 진다.</p> <p>1-2 높은 주인의식 모든 구성원은 원자력 안전에 대한 책임이 자신에게 있음을 이해하고 이를 달성하기 위하여 최선을 다한다.</p> <p>1-3 원활한 공동협력 모든 구성원은 건전한 팀워크를 통해 원자력 안전이 달성될 수 있도록 상호소통하고 협조한다.</p>	<p>특성 2 (구성원의 문제의식 직무자세) 모든 구성원은 자만하지 않으며 의구심을 갖고 안전을 증진시키기 위해 노력한다.</p> <p>2-1 원자력의 특수성 인식 모든 구성원들은 안전문제로 인하여 방사선 위해가 발생될 수 있음을 인식하고 업무를 수행한다.</p> <p>2-2 불확실한 상황에 대한 의문제기 모든 구성원들은 불확실한 상황에서는 업무를 중단하며, 작업 착수 전 위험성을 분석하고 관리한다.</p> <p>2-3 기 적용된 사항에 대한 의문제기 모든 구성원은 기 적용된 사항이라도 문제의식을 갖고 의문을 제기할 수 있어야 한다.</p> <p>2-4 문제의식을 통한 자만배제 모든 구성원들은 성공적인 결과가 예상되더라도 실수, 잠재문제, 원천적 위험 가능성을 인식하고 이에 대처한다.</p>	<p>특성 5 (리더의 의사결정 책임) 리더는 안전을 최우선으로 숙선수범하는 리더십을 발휘한다.</p> <p>5-1 일관된 의사결정 리더는 위험에 대한 이해를 기반으로 일관되고 체계적으로 의사를 결정한다.</p> <p>5-2 보수적 의사결정 리더는 관행적 결정보다는 안전이 확보될 수 있도록 보수적으로 접근하고 신중한 조치를 취한다.</p>	<p>특성 6 (리더의 상호존중 환경조성) 리더는 구성원간, 조직간의 신뢰와 존경이 넘치는 근무여건을 조성한다.</p> <p>6-1 신뢰와 존경이 충분한 환경조성 조직은 구성원을 존중하고 신뢰하는 업무환경을 조성한다.</p> <p>6-2 상호의견존중 환경조성 조직은 구성원의 우려 및 의문제기 뿐만 아니라, 다른 제안도 권장하는 환경을 조성한다.</p> <p>6-3 높은 신뢰구축 노력 리더는 구성원간, 부서간에 높은 신뢰를 형성하도록 유도한다.</p> <p>6-4 합리적 갈등해결 조직은 공정하고 객관적인 방법으로 갈등을 해결한다.</p>
<p>특성 3 (구성원의 원활한 의사소통 노력) 모든 구성원은 안전 의사소통의 중요성을 인식하고 일상적으로 원활한 소통을 위해 노력한다.</p> <p>3-1 업무수행상의 활발한 의사소통 모든 구성원들은 원활한 업무수행을 위해 효과적으로 의사소통을 한다.</p> <p>3-2 주요결정을 위한 적시 의사소통 리더는 운영 및 조직관련 주요한 의사결정시에 구성원들과 적시에 의사소통을 한다.</p> <p>3-3 개방적 의사소통 모든 구성원은 조직내에서 뿐만 아니라 관련기관과도 진솔하고 개방적으로 의사소통을 한다.</p> <p>3-4 안전 최우선 의사소통 리더는 원자력 안전이 조직에서 최우선한다는 것을 구성원들에게 주지시킨다.</p>	<p>특성 4 (안전가치 중심의 리더십) 리더는 안전을 최우선으로 숙선수범하는 리더십을 발휘한다.</p> <p>4-1 적절한 자원할당 리더는 원자력 안전을 달성하기 위해 필요한 인력, 장비, 절차등의 자원을 적절하게 할당한다.</p> <p>4-2 현장 중시 리더십 리더는 현장확인, 지도를 수시로 이행하여 현장중시의 리더십을 보여준다.</p> <p>4-3 안전중시 상벌에 의한 동기부여 리더는 구성원의 안전 최우선 행동과 결과에 대하여 확실하게 보상과 처벌을 시행한다.</p> <p>4-4 안전 최우선 전략설정 리더는 안전이 최우선하도록 조직을 운영한다.</p> <p>4-5 안전중시 변경관리 리더는 원자력 안전을 최우선하도록 변경관리를 체계적으로 이행한다.</p> <p>4-6 안전책임 및 권한의 명확화 리더는 원자력 안전에 대한 의사결정 책임소재와 구성원의 역할, 책임 및 권한을 명확히 규정한다.</p> <p>4-7 지속적인 안전점검 리더는 다양한 모니터링 기법과 평가를 통해 원자력 안전을 지속적으로 확인한다.</p> <p>4-8 안전에 대한 숙선수범 리더는 원자력 안전달성을 위한 적절한 조치를 숙선수범하여 타의 모범을 보인다.</p>	<p>특성 7 (학습기반의 조직 운영) 조직은 구성원의 역량증진을 위한 지속적인 학습훈련 기회를 보장한다.</p> <p>7-1 실무현장 경험의 체계적 관리 조직은 적시에 자체 및 외부의 실무현장 경험을 체계적이며 효과적으로 수집, 평가하여 반영한다.</p> <p>7-2 정기적 자체진단 조직은 자체 프로그램 및 업무관행에 대하여 객관적인 평가를 정기적으로 수행한다.</p> <p>7-3 적극적인 벤치마킹 조직은 지식, 기술 및 안전성과를 지속적으로 증진시키기 위하여 타조직의 사례를 적극적으로 참조한다.</p> <p>7-4 체계적인 교육훈련 및 지식전수 조직은 기술역량을 갖출 수 있도록 교육훈련과 지식전수를 체계적으로 운영한다.</p>	<p>특성 8 (조직의 체계적 문제관리) 조직은 적기에 문제 확인 및 해결을 위한 체계를 구축, 운영한다.</p> <p>8-1 문제의 적시확인 조직은 적시에 경미한 문제점도 확인가능한 시정조치 프로그램을 운영한다.</p> <p>8-2 문제의 철저한 진단 조직은 명확한 해결방안을 강구하기 위하여 문제점을 철저히 평가한다.</p> <p>8-3 효과적인 문제해결 조직은 안전 중요도에 따라 문제점을 적기에 처리할 수 있도록 효과적인 시정조치를 취한다.</p> <p>8-4 주기적 문제 경향분석 조직은 문제점의 구조적 공통원인을 확인하기 위하여 자체 및 외부 평가의 정보를 주기적으로 분석한다.</p>

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

<p>특성 5 (리더의 의사결정 책임) 리더는 안전을 최우선으로 우선순위에 올려 리더십을 발휘한다.</p> <p>5-1 일관된 의사결정 리더는 위험에 대한 이해를 기반으로 일관되고 체계적으로 의사를 결정한다.</p> <p>5-2 보수적 의사결정 리더는 관행적 결정보다는 안전이 확보될 수 있도록 보수적으로 접근하고 신중한 조치를 취한다.</p>	<p>특성 6 (리더의 상호존중 환경조성) 리더는 구성원간, 조직간의 신뢰와 존경이 넘치는 근무여건을 조성한다.</p> <p>6-1 신뢰와 존경이 충만한 환경조성 조직은 구성원을 존중하고 신뢰하는 업무환경을 조성한다.</p> <p>6-2 상호의견존중 환경조성 조직은 구성원의 우려 및 의견제기 뿐만 아니라, 다른 제안도 권장하는 환경을 조성한다.</p> <p>6-3 높은 신뢰구축 노력 리더는 구성원간, 부서간에 높은 신뢰를 형성하도록 유도한다.</p> <p>6-4 합리적 갈등해결 조직은 공정하고 객관적인 방법으로 갈등을 해결한다.</p>	<p>특성 9 (자유로운 문제제기 환경조성) 조직은 누구나 안전에 대한 우려를 아무런 부담 없이 제기할 수 있는 업무환경을 조성한다.</p> <p>9-1 문제제기에 대한 제도적 보장 조직은 구성원들의 안전에 대한 우려제기를 권장하며, 제기자에 대한 어떠한 괴롭힘(따돌림), 위협 및 보복 등 차별이 없도록 한다.</p> <p>9-2 다양한 문제제기 통로보장 조직은 지휘체계로부터 독립된 안전우려 제기절차를 수립, 시행하며, 안전사안은 철저히 보안을 유지하고 적기에 해결한다.</p>	<p>특성 10 (조직의 안전우선 절차 운영) 조직은 안전을 보장할 수 있도록 업무절차를 수립하고 준수하도록 관리한다.</p> <p>10-1 체계적 업무수행 관리 조직은 원자력 안전을 최우선으로 하여 업무의 계획, 조정 및 실행절차를 수립, 시행한다.</p> <p>10-2 설계여유도 엄격관리 조직은 설비를 설계여유도내에서 운영하며, 설계여유도 변경이 필요한 경우에는 안전이 보장되도록 체계적이고 엄격한 절차에 의해서 시행한다.</p> <p>10-3 체계적 문서관리 조직은 문서 및 절차가 최신형태로 완벽하고 정확하게 작성되도록 유지, 관리한다.</p> <p>10-4 철저한 절차준수 조직은 모든 구성원이 기 수립된 업무수행 절차를 일상적이며 자발적으로 따르도록 관리한다.</p>
<p>특성 7 (학습기반의 조직 운영) 조직은 구성원의 역량증진을 위한 지속적인 학습훈련 기회를 보장한다.</p> <p>7-1 실무현장 경험의 체계적 관리 조직은 적시에 자체 및 외부의 실무현장 경험을 체계적이며 효과적으로 수집, 평가하여 반영한다.</p> <p>7-2 정기적 자체진단 조직은 자체 프로그램 및 업무관행에 대하여 객관적인 평가를 정기적으로 수행한다.</p> <p>7-3 적극적인 벤치마킹 조직은 지식, 기술 및 안전성과를 지속적으로 증진시키기 위하여 타조직의 사례를 적극적으로 참조한다.</p> <p>7-4 체계적인 교육훈련 및 지식전수 조직은 기술역량을 갖출 수 있도록 교육훈련과 지식전수를 체계적으로 운영한다.</p>	<p>특성 8 (조직의 체계적 문제관리) 조직은 적기에 문제 확인 및 해결을 위한 체계를 구축, 운영한다.</p> <p>8-1 문제의 적시확인 조직은 적시에 경미한 문제점도 확인가능한 시정조치 프로그램을 운영한다.</p> <p>8-2 문제의 철저한 진단 조직은 명확한 해결방안을 강구하기 위하여 문제점을 철저히 평가한다.</p> <p>8-3 효과적인 문제해결 조직은 안전 중요도에 따라 문제점을 적기에 처리할 수 있도록 효과적인 시정조치를 취한다.</p> <p>8-4 주기적 문제 경향분석 조직은 문제점의 구조적 공통원인을 확인하기 위하여 자체 및 외부 평가의 정보를 주기적으로 분석한다.</p>	<p>특성 11 (공급체계의 안전증서 여건조성) 조직은 용역 및 기기의 공급 관리 및 이행시 안전을 우선하는 업무수행체계가 구축, 운영되도록 해야 한다.</p> <p>11-1 공급체계내 조직에 대한 안전문화 전파 공급체계내의 모든 조직에 안전우선의 문화가 정착될 수 있도록 안전문화를 전파하고 체계를 구축한다.</p> <p>11-2 공급체계내의 안전문화 건성성 확인 공급체계내의 안전문화 체계가 유지되고 이행되는지 주기적으로 점검 및 확인한다.</p> <p>11-3 공정한 계약관계 구축 용역 및 물품의 공급계약은 안전을 우선으로 체결 및 이행되도록 한다.</p> <p>11-4 엄격한 부적합사항의 관리 용역 및 물품의 공급계약에서 확인된 부적합사항이 재발되지 않도록 적절한 시정조치 프로그램을 관리 운영한다.</p>	<p>특성 12 (외부환경 영향에 대한 안전우선 대응) 조직은 외부환경 영향으로 인해 안전성이 저해되지 않도록 안전우선의 전략적 접근을 한다.</p> <p>12-1 외부환경 변화에 대비한 선제적 안전전략 개발 예상되는 외부환경 변화가 안전에 부정적 영향을 최소화할 수 있도록 선제적 대응전략을 개발하고 운영한다.</p> <p>12-2 외부환경 변화에 따른 안전우선 전략적 접근 외부환경 변화로 조직 내부의 변화가 불가피할때도 안전우선 관점에서 대응하도록 한다.</p> <p>12-3 외부의 신뢰성 제고 노력 언론, 주민, NGO 등 외부의 신뢰성을 유지·제고하기 위한 투명한 정보공개 및 효과적인 소통 프로그램을 운영한다.</p> <p>12-4 인터넷환경 대한 안전대응체계 구축 SNS, 인터넷 등 전파속도가 빠른 매체에 의해 안전이 부정적 영향을 받지 않도록 대응할 수 있는 체계를 구축, 운영한다.</p>

안전문화 증진 선순환 체계구축



안전문화 증진 선순환 체계구축

❖ 안전문화 종합적인 분석 접근방법이 필요에 따른 INPUT DATA 대상범위 결정

- 일부 Survey, 앙케이트 조사 등 snap shot과 같은 분석방법으로는 한계가 존재 함
- 일상업무 중에 생산되는 내·외부의 각종 결과물(문서, 회의록, 보고서 등)
- 안전문화 평가, 설문조사 자료, 원전 사건사고 보고서, QA, 감사보고서 등

❖ 안전문화 증진 선순환 체계 방법론

- Process Input Data를 정의한 후 모아진 자료에 대한 안전문화 과정의 분석을 수행
- Process Input Data 가 안전문화 관점을 포함하고 있지 않기에 안전문화 요소를 포함하는 자료를 선별(Screening)하는 작업
- Base Frame 과 연계성을 통해 filtering에 따른 안전문화 요소를 Reading out
- Base Frame를 통과한 요소들에 대해 다시 Weighting Factor를 부여
- 하나의 사건·사고에 안전문화 영향요인을 한가지만의 영향요소로 분석하는 방법론이 아닌, 안전문화 영향요소와 관련된 모든 사항들을 최대한 이끌어내는 Systemic Approach Method를 통해
- 오랜 시간에 걸쳐 누적된 Data는 현재 분석 방법론에서 바라보는 일시적 분석결과가 아닌 Trend analysis 결과로써 나타내게 하는 방법론이다.

안전문화 영향요인 Input Data 대상 범위

❖ Process Input Data 범위 비교 (Exelon Vs. 비즈)

- 자료접근의 제한성으로 공개된 자료에 국한하여 진행 함
- 총 13개 분류범위에, 이번 연구에서 QA범위를 추가하여 진행 함

Classification	Exelon	BEES
1. NRC Inspection Reports	0	0
2. NRC Allegations	0	X
3. External Evaluations	0	0
4. Corrective Action Program (CAP) inputs	0	X
5. Management Observations	0	X
6. Operating Experience (OPEX)	0	0
7. Nuclear Oversight (NOS) reviews	0	X
8. Self-Assessments (SA) and Benchmarking Reports	0	X
9. Site Performance Trends	0	X
10. Employee Feedback	0	X
11. Workforce Issues	0	X
12. Employee Concerns Program (ECP)	0	X
13. Safety Culture Surveys	0	X
14. Quality Assurance (QA)	X	0

안전문화 Raw Data 도출방법

원전 사고·고장 조사보고서

영광 5호기 탈염수 공급모관

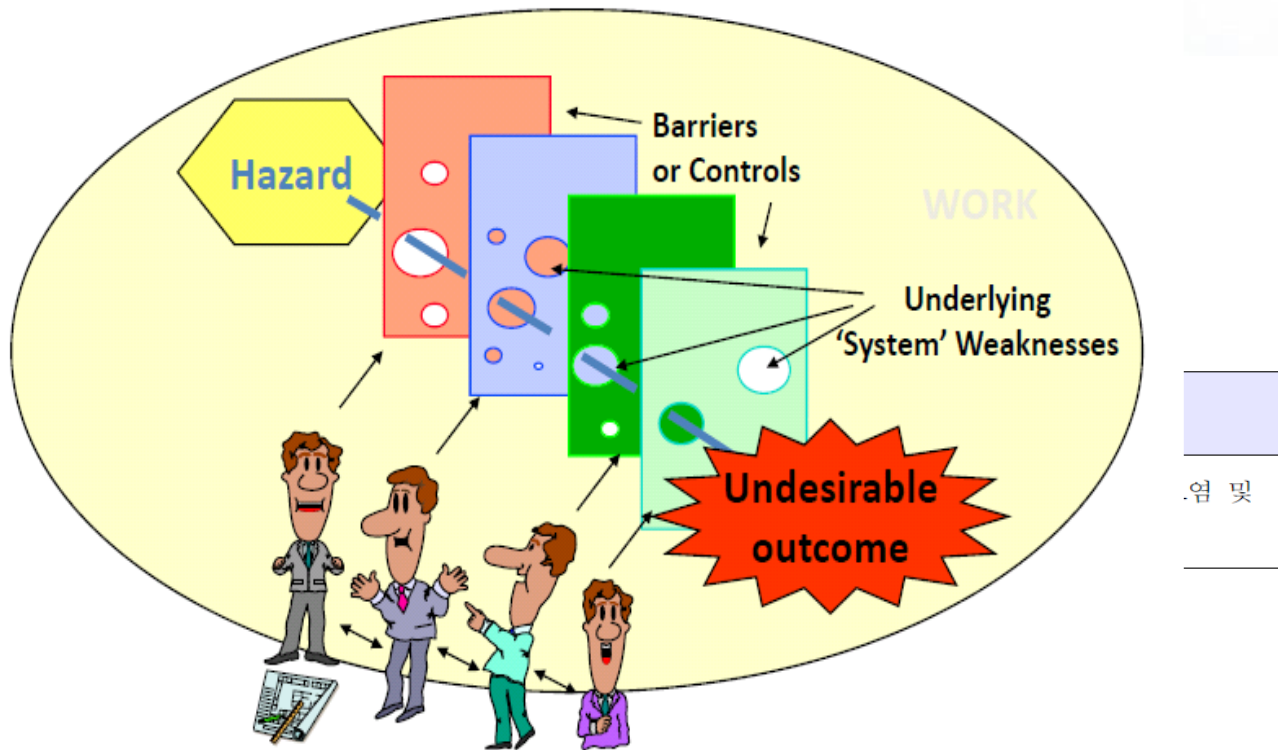
방사능오염 사건 조사보고서 **Swiss Cheese Model**

비방사성;
는 처음 발생
레가 보고된
사건이다.

발전소 시
과 대응이 다

원인 규명
계획사 및 지
적극적인 협:

한



원자력 사고·고장 등급 평가 위원회
한국원자력안전기술원

영광5호기 탈염수 공급모관 방사능오염 사건

❖ 사건 개요

- 영광 5호기 안전주입배관 열전달완충판 부착상태 확인을 위하여 12월 21일 원자로를 수동으로 정지하여 점검을 완료하고 재 기동을 준비함. 발전소 재 기동 직전인 12월 22일 23:32에 기술지원실(TSC) 공기조화계통 흡입구에 설치된 방사선감지기에서 예비(Alert) 경보가 발생함. 방사선감지기 정상 여부확인 및 경보작동 원인파악을 수행하면서 12월 23일 00:20에 발전소를 재 기동함.
- 세부 점검결과 12월 27일 **탈염수계통이 방사성물질로 오염되었음**이 최종적으로 확인되어 12월 28일 규제기관에 보고하고 12월 29일 19:00에 원인규명을 위하여 원자로를 수동으로 정지함.

❖ 사건 발생원인

- 탈염수계통 관련밸브 누설원인
- 해외 산업계 경험 미반영
- 문제해결을 위한 기관 간 긴밀한 협조 부족
- 변화로 인해 안전에 미치는 영향 고려 미비

상정 연월일	2004년 04월 13일			의안번호	심의-제45-1호
구분	제 67차 원자력 사고고장 등급평가위원회			상향조정 항목*	다)-(4)
기초등급	1등급	등급상향**	+1등급	최종등급	2등급
등급조정원인	방사성물질 외부방출의 적정관리 실패 또는 피폭선량 관리체계의 부적절				

영광5호기 탈염수 공급모관 방사능오염 사건

❖ 안전문화 결여 세부내용

- 방사능 오염이 발생되지 않을 것으로 생각되어 통상 감시범위에서 제외되었던 청정구역에서 오염이 발생
- 관리되지 않은 상태에서 방사성 물질이 환경으로 배출되었기 때문에 오염결과의 경미함에도 불구하고 안전관리상의 중요문제로 부각
- 해외에서는 여러 차례 유사사례가 보고된 바 있고 이러한 사례가 적절히 반영되지 않았음.
- 유관기관 간 긴밀하고 적극적인 협조체계의 가동을 통한 체계적인 원인파악 및 대책마련이 이루어지지 않음.
- 선행호기에서 사용된 기기의 변경 시 이에 대한 심층검토가 미흡한 상태에서 후속호기에 성능이 상이한 기기가 선정, 설치되어 문제를 야기

단일(Single) 및 다중분석(Weighting Factors) 방법론 비교

IAEA GS-G-3.5 연계성 분석 예시

1등급	시설	한빛5호기	사건 발생일	2003.12.22	고장 계통 및 기계
사건제목: 영광 5호기 탈염수 공급모관 방사능오염					
안전문화 결여 Raw Data		안전문화 결여사항	IAEA GS-G-3.5		후속 조치 여부
			속성	실전지침	
1	방사능 오염이 발생되지 않을 것으로 생각되어 통상적으로 관리범위에서 제외되었던 시설 및 구역에서 오염이 발생하였고, 방사성 물질이 관리되지 않은 상태에서 환경으로 방출되었음.	관리범위에서 제외되었던 시설에서의 방사성 물질 방출	5.4 조직적 경향이 나 운영 경향이 활용되고 있다.	5.4.3 안전 불감증/무관심을 보이는 업무 수행자제의 징후가 없어야 한다.	○
2	국내에서는 처음 발생되었으나, 급변 사건과 동일하지는 않으나 해외에서는 여러 차례 유사사태가 보고된 바 있고 이러한 사태가 적절히 반영되지 않았음.	유사사태가 반영되지 않았음	5.4 조직적 경향이 나 운영 경향이 활용되고 있다.	5.4.2 운영경험에 대한 보고는 반드시 검토되어야 하며 해당 교훈을 배우고 활용하는 것으로 보장하기 위한 조치가 취해져야 한다.	X
3	사건초기 방사선감시기 동작 시 이에 대한 정확한 진단과 대응이 늦었음.	사건초기 진단과 대응이 늦었음	5.4 조직적 경향이 나 운영 경향이 활용되어야 한다.	5.4.3 안전 불감증/무관심을 보이는 업무 수행자제의 징후가 없어야 한다.	○
4	원인 규명 측면에서 국내의 원전 운영자인 한수원의 원전 운영경험과 국내 설계회사 및 제작회사의 기술이 상당히 축적되었음을 감안할 때 유관기관 간 긴밀하고 적극적인 협조체계의 가동을 통한 체계적인 원인파악 및 대책마련이 미흡함	적극적인 협조체계의 가동을 통한 체계적인 원인파악 및 대책마련 미흡	3.4 경영층은 명확한 책임감이 형성될 수 있도록 책임을 적절한 권한과 함께 위임하고 있다.	3.4.2 구성원은 각자 책임사항을 완수하도록 서로 협조해야 한다.	○
5	선행호기에서 사용된 기기의 변경 시 이에 대한 심층검토가 미흡한 상태에서 후속호기에 성능이 상이한 기기가 선정되었으며 설치되어 문제점이 발생됨	심층검토 미흡 후속호기에 성능이 상이한 기기가 선정 및 설치됨	2.7 안전 실행 관련 사항이 변화 관리 절차에서 고려된다.	2.7.1 변환관리 절차에 절차, 설비 및 관리 변화로 인한 안전에 미치는 영향이 고려되도록 조치가 취해져야 한다.	○

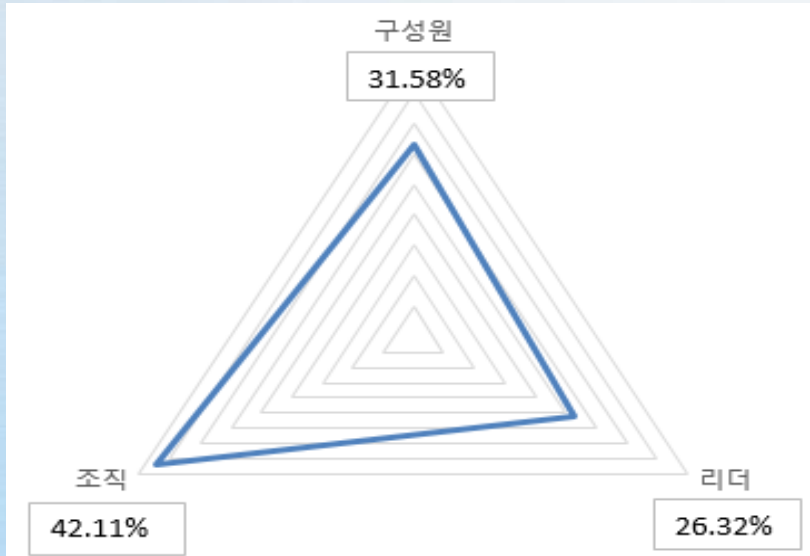
Base Frame 연계성 분석 예시

1등급	시설	한빛5호기	사건 발생일	2003.12.22	고장 계통/기계
사건제목: 영광 5호기 탈염수 공급모관 방사능오염					
안전문화 결여 Raw Data		안전문화 결여사항	Base Frame		후속 조치 여부
			원칙, 특성	가중치	
			속성	비율 (%)	
1	방사능 오염이 발생되지 않을 것으로 생각되어 통상적으로 관리범위에서 제외되었던 시설 및 구역에서 오염이 발생하였고, 방사성 물질이 관리되지 않은 상태에서 환경으로 방출되었음.	관리범위에서 제외되었던 시설에서의 방사성 물질 방출	구성원 리더 조직	2-3 3 4-7 1 7-1 1	60.0 20.0 20.0
2	국내에서는 처음 발생되었으나, 급변 사건과 동일하지는 않으나 해외에서는 여러 차례 유사사태가 보고된 바 있고 이러한 사태가 적절히 반영되지 않았음.	유사사태가 반영되지 않았음	조직	7-3	3 100.0
3	사건초기 방사선감시기 동작 시 이에 대한 정확한 진단과 대응이 늦었음.	사건초기 진단과 대응이 늦었음	구성원 리더 조직	1-2 5-1 8-2	1 1 4 16.7 16.7 66.7
4	원인 규명 측면에서 국내의 원전 운영자인 한수원의 원전 운영경험과 국내 설계회사 및 제작회사의 기술이 상당히 축적되었음을 감안할 때 유관기관 간 긴밀하고 적극적인 협조체계의 가동을 통한 체계적인 원인파악 및 대책마련이 미흡함	적극적인 협조체계의 가동을 통한 체계적인 원인파악 및 대책마련 미흡	리더	4-4	1 25.0
5	선행호기에서 사용된 기기의 변경 시 이에 대한 심층검토가 미흡한 상태에서 후속호기에 성능이 상이한 기기가 선정되었으며 설치되어 문제점이 발생됨	심층검토 미흡 후속호기에 성능이 상이한 기기가 선정 및 설치됨	구성원 구성원 리더 리더	2-1 2-4 4-2 4-5	1 1 1 2 20.0 20.0 20.0 40.0

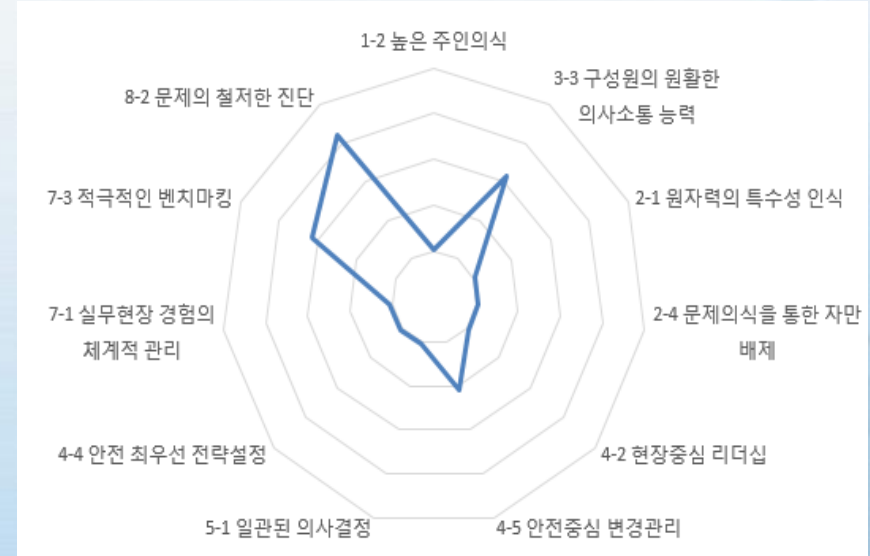
탈염수 공급모관 방사능오염 사건 경향분석 결과

❖ Case Study 경향 분석

- 조직(42.11%), 구성원(31.58%), 리더(26.32%) 순의 경향을 보임.
- 사건발생 원인과 Base Frame 속성(47)을 연계하여 분석해본 결과, **사건초기** 방사선감시기 동작 시 이에 대한 **정확한 진단**과 대응에 대한 **연계항목인 "8-2 문제의 철저한 진단"**, 국내에서는 처음 발생되었으나, 금번 사건과 동일하지는 않으나 해외에서는 여러 차례 유사사례가 보고된 바 있고 이러한 **사례**가 적절히 **미반영**에 대한 **연계항목인 "7-3 적극적인 벤치마킹"** 등이 사전을 발생시키는 유발 경향으로 도출



영광 5호기 탈염수, 공금모관 방사능오염 사건 분석(원칙)



영광 5호기 탈염수, 공금모관 방사능오염 사건 분석(속성)

결론

- 안전문화 **지속증진 체계** 분석은 **Framework** 을 기반으로 함.
- 모든 **영향요인**을 **Systematic**하게 바라 보고 행동, 사고, 태도 등 나타내는 의식, 무의 식적으로 안전에 대한 총체적인 부분을 **꾸준히 축적된 Process Data** 분석을 통해 개인, 리더, 조직의 **Trend** 분석이 가능한 방법론.
- 각 Data 분석 결과가 정리되면 이후는 이를 다양하게 분석하여 개선점, 잘한점, 교육 필요사항, 개인 혹은 리더에 해당사항 등을 **다양하게 도출**해 낼 수 있음.
- 높은 수준의 **안전문화** 단계로 지속증진 하기 위한 안전문화 증진 체계보강 방법 중 하나로써 **지속증진 결과는 원전 운영성과**로 나타나야 함.
- 자료 접근 제한성으로 공개된 검사보고서, 사건·사고보고서, QA 자료에 국한하여 분석 앞으로 운영측면 Data 확보를 통해 효율적 사용이 가능하리라 봄.

감사합니다



문화

