



필요성

- 대학 자체의 연구실 안전관리 전문성 부재
- 대학 연구실 안전관리 체계 미정착
- 연구실 사고의 지속적인 증가

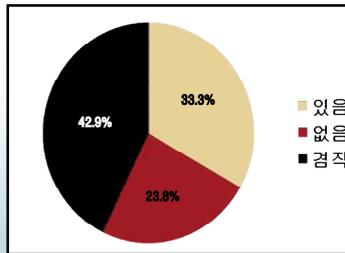
※ (대학)연구실 사고 발생 추이 : ('06) 9건 → ('07) 18건 → ('08) 35건

• 현재 국내 대학 연구실 안전 업무 전담부서

연구실 안전업무 전담 부서가 없거나 있다 하더라도 겸직인 경우가 66% 전담 부서가 있는 경우는 33.3%

표. 연구실 안전 전담부서의 유무 (2008년 연구실 안전환경 기반구축사업)

참고 구분	있음	없음	겸직	합계
(%)	33.3	23.8	42.9	100.0



국내 실험실의 사고 사례 분석

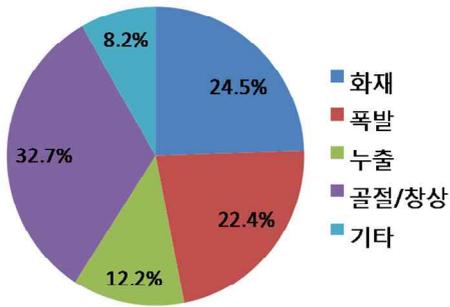
✓ 교육화학기술부, 한국엔지니어링협회 등 사고 자료 47건

● 국내 연구실 실험실 사고현황 (1999~2009)

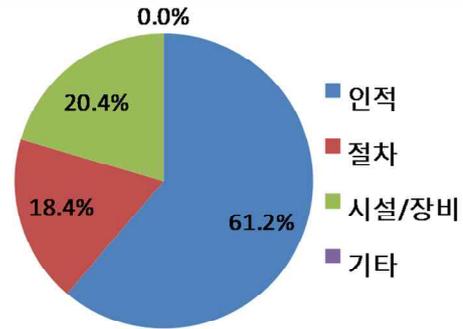
년도	기관명	유형	세부유형	내용	피해영향
1999년 10월	○○기관	폭발	유기용매	성유강화플라스틱 제조장비 가동중 MEKP 충전하는과정 분해 폭발	1명중상, 1명화상
2000년 7월	○○기관	화재	전기과열	실험장치 중 진공펌프 과열에 의한 사고	실험장치 전소
2002년 1월	○○기관	폭발	가스	항생제 중간체합성 실험중 수소가스에 의한 반응기 폭발	1명 중상
2002년 1월	○○기관	폭발	유기용매	오래된 시약을 플라스틱 용기에 폐기하는 과정에 다른물질과 반응 폭발	1명 중상
2002년 1월	○○기관	화재	화학약품	도양정화 실험중 건조기 내부(아세톤) 온도조절장치 불량으로 화재	실험장비 소실
2002년 9월	○○기관	화재	전기과열	멀티콘센트에 다양한 전기기구 사용에 따라 과열에 의한 화재	집기류 일부 소실
2003년 5월	○○기관	폭발	가스	과산화수소 분해 시험중 혼합가스 누출에 의한 가스폭발	1명사망, 1명중상
2003년 12월	○○기관	누출	유해물질	금 정련 실험중 황산 용기 파손에 의한 황산	1명 경상
2004년 1월	○○기관	충돌	기기정축	볼트를 조이던중 렌치가 마스터 거더에 부딪히면서 충돌	1명 경상

■ 국내 실험실의 사고 사례 분석

➢ 사고 유형

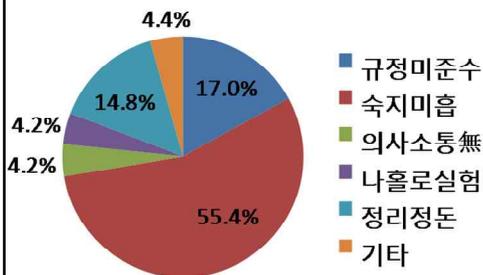


➢ 사고 원인

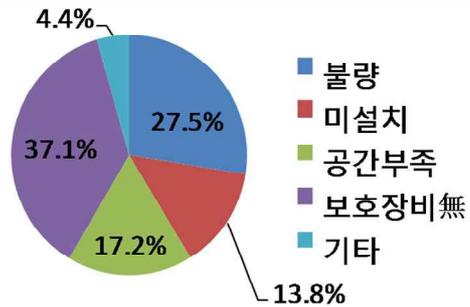


■ 국내 실험실의 사고 사례 분석

➢ 인적 유형별 사고원인

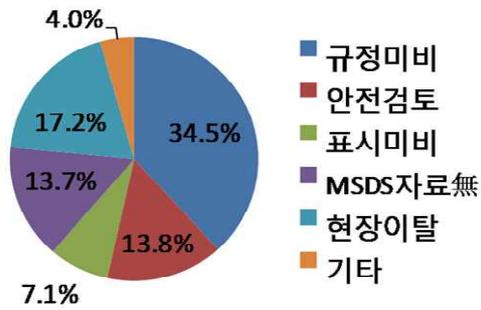


➢ 시설/장비 유형별 사고 원인

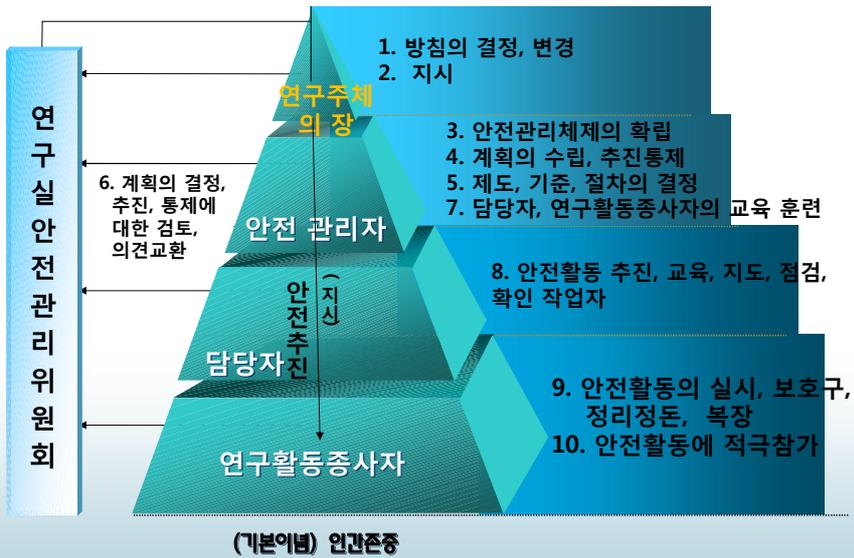


■ 국내 실험실의 사고 사례 분석

➢ 절차 유형(procedure type)별 사고원인



■ 연구실 안전관리 조직적 추진기구



정기점검 및 정밀안전진단 개념 정립



정기점검 및 정밀안전진단 개념 정립



■ 대학연구실의 안전모델

분류	요구사항
환기 및 배기	<input type="checkbox"/> 배기구 설치위치 및 주기적 관리 <input type="checkbox"/> 배기된 유해공기의 재유입 방지 <input type="checkbox"/> Fume hood, Ventilated cabinet의 배기량 적합성 점검
약품 및 장비의 적재	<input type="checkbox"/> 과도한 높이로 적재 금지 <input type="checkbox"/> 선반낙하 금지 조치: guard설치 등 <input type="checkbox"/> 비상구나 분전반 등을 가리는 곳에 장비 설치 금지 <input type="checkbox"/> 약품 저장장소의 보안유지 및 물성 및 유해성에 따른 분리 보관
전기사용	<input type="checkbox"/> 누전차단기가 설치된 접지형 멀티콘센트 사용 <input type="checkbox"/> 정격용량 이상의 전기기구 연결 금지 <input type="checkbox"/> 전기배선이 바닥에 노출되지 않도록 정리정돈
폐기물관리	<input type="checkbox"/> 폐화학약품 및 폐기물은 분리배출 <input type="checkbox"/> 분리배출 용기에 Labeling <input type="checkbox"/> 가능한 한 빠른 시일 내에 수거하도록 관리 <input type="checkbox"/> 폐액보관장소의 폐기관리 (필요시)
소방설비	<input type="checkbox"/> 화재감지기 및 열감지기 설치 <input type="checkbox"/> 필요 시 스프링클러 설치 <input type="checkbox"/> 취급물질에 적합한 소화기 비치 <input type="checkbox"/> 연구실 내 가연성 물질량을 기준으로 한 소화기 수량 비치
비상조치	<input type="checkbox"/> 구급함 및 세안장치 설치 및 주기적 관리 <input type="checkbox"/> 개인보호장구 비치 및 주기적 관리 <input type="checkbox"/> 비상조명등 설치 및 주기적 관리

■ 4M Risk Assessment (4M 위험성평가)

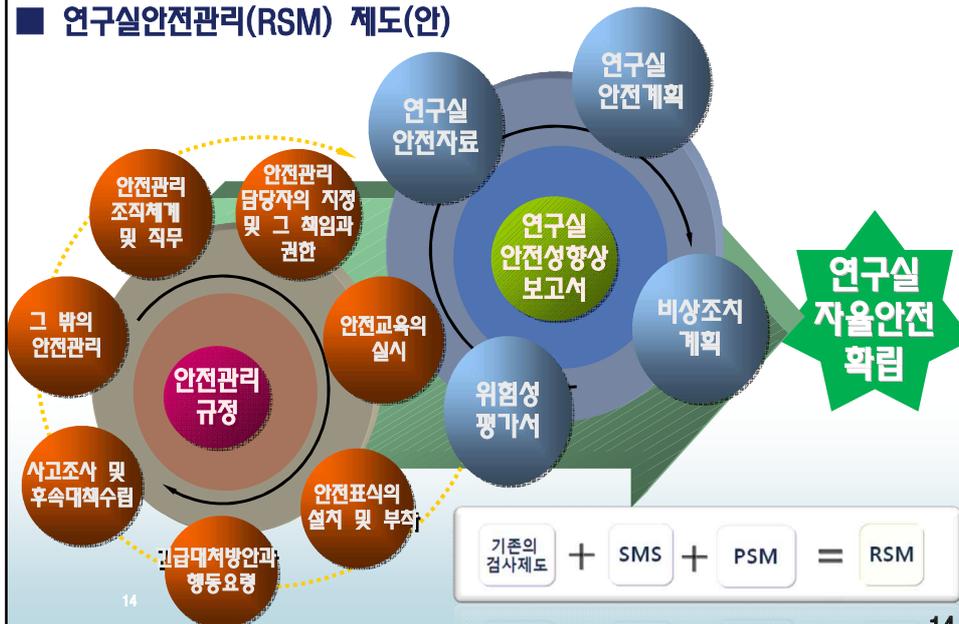
4M을 활용하여 정성적인 위험요인 도출에 발생빈도와 피해크기를 그룹화 한 위험성 평가를 공단에서 개발



■ 연구실안전관리의 중점 관리요소

관리(기술) 요인	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 연구실 안전 자료 ➢ 연구실안전관리 지침서 ➢ 변경요소 관리 ➢ 위험성 평가 ➢ 위험작업 허가 및 절차
설비적 요인	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 신규 실험 도입·설치 이전에 위험성 예측 및 평가 ➢ 설비점검, 검사 및 보수계획, 유지계획 및 지침서 ➢ 외형대비 품질과 안전성 확보
인적 요인	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 안전 교육, 훈련 ➢ 연구실사고 조사 ➢ 비상 조치계획

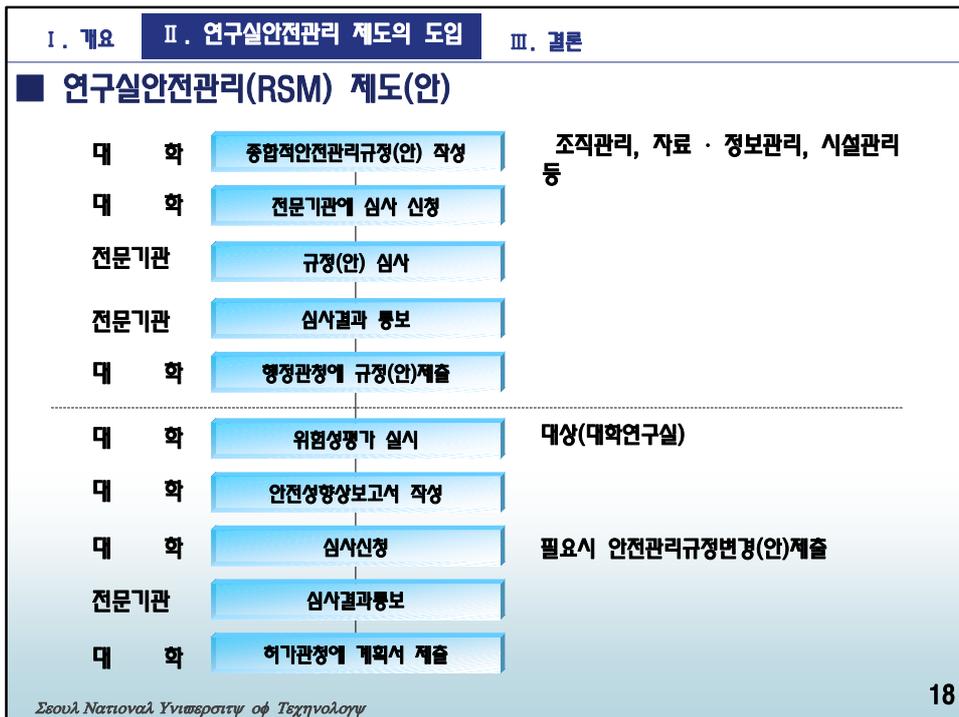
■ 연구실안전관리(RSM) 제도(안)



I. 개요		II. 연구실안전관리 제도의 도입		III. 결론
■ 연구실안전관리(RSM) 제도(안)				
구분	SMS	PSM	RSM(안)	
신규, 이전, 변경시설 (신규 실험방식, 실험재료, 실험기기 도입·설치)	<ul style="list-style-type: none"> 안전성향상계획(안전관리규정, 첨부) 심사신청 [사업자] 설치·이전·변경 60일전 ※ 기술검토는 면제 	<ul style="list-style-type: none"> 공정안전보고서 제출 [사업자] 설치·이전·변경 60일전 ※ 유해·위험예방계획서 제출에 같음 	<ul style="list-style-type: none"> 연구실안전향상보고서 제출 [대학] 설치·이전·변경 60일전 ※ 유해·위험예방계획서 제출에 같음 	
	<ul style="list-style-type: none"> 안전성향상계획 심사 [안전공사] 	<ul style="list-style-type: none"> 공정안전보고서 심사 [안전공단] 	<ul style="list-style-type: none"> 연구실안전향상보고서 심사 [주후검토] 	
	<ul style="list-style-type: none"> 안전성향상계획을 허가관청에 제출 [사업자] 			
	<ul style="list-style-type: none"> 중간검사 및 완성검사 신청 [사업자] 안전공사가 지정하는 시공단계 및 설치완료 후 신청 	<ul style="list-style-type: none"> 공정안전보고서 이행실태 확인 신청 [사업자] 설치과정 및 설치완료 후 각1회 신청 	<ul style="list-style-type: none"> 연구실안전향상보고서 이행실태 확인 신청 [대학] 설치과정 및 설치완료 후 각1회 신청 	
<i>Σχολή Ναυτιλαίας & Υποθαλάσσιας Τεχνολογίας</i>				

I. 개요		II. 연구실안전관리 제도의 도입		III. 결론
■ 연구실안전관리(RSM) 제도(안)				
구분	SMS	PSM	RSM(안)	
기존시설	<ul style="list-style-type: none"> 안전성향상계획 (안전관리규정 첨부) 심사신청 [사업자] 매년 25% 시설에 대해 매년도 9월 30일까지 제출 	<ul style="list-style-type: none"> 공정안전보고서 제출 [사업자] 매년 25% 시설에 대해 매년도 9월 30일까지 제출 	<ul style="list-style-type: none"> 연구실안전향상보고서 제출 [대학] 	
	<ul style="list-style-type: none"> 안전성향상계획 심사 [안전공사] 	<ul style="list-style-type: none"> 공정안전보고서 제출 [안전공단] 	<ul style="list-style-type: none"> 연구실안전향상보고서 제출 [주후검토] 	
	<ul style="list-style-type: none"> 안전성향상계획을 허가관청에 제출 [사업자] 			
			<ul style="list-style-type: none"> 공정안전보고서 이행실태 확인신청 [사업자] 심사완료 후 2일 이내 	<ul style="list-style-type: none"> 연구실안전향상보고서 이행실태 확인신청 [대학] 심사완료 후 2일 이내
<i>Σχολή Ναυτιλαίας & Υποθαλάσσιας Τεχνολογίας</i>				

I. 개요		II. 연구실안전관리 제도의 도입		III. 결론	
연구실안전관리(RSM) 제도(안)					
안전관리규정(연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제6조)			연구실안전성향상보고서		
주요소	세부구성요소	주요소	세부구성요소		
안전관리조직체계 및 직무	<ul style="list-style-type: none"> 안전관리 조직구성 권한 및 책임 안전관리담당자의 지정 및 그 책임과 권한 부여 	연구실 안전자료	<ul style="list-style-type: none"> 설비개요 연구실 사용 물질의 종류 및 수량 물질안전보건자료(MSDS) 설비의 목록 및 사양 연구실, 설비의 배치도 위험지역 구분 및 전기단선도 		
주기적 안전교육의 실시	<ul style="list-style-type: none"> 연구주체의 장, 안전관리자, 안전관리담당자 대상 안전교육 				
안전표시의 설치 및 부착	<ul style="list-style-type: none"> 물질안전보건자료(MSDS) 안전기술자료 	위험성 평가서	<ul style="list-style-type: none"> 잠재위험의 종류 사고빈도최소화 및 피해최소화대책 연구실안전성향상계획서 작성 		
사고발생시 긴급대처방안과 행동요령	<ul style="list-style-type: none"> 비상조지계획 비상훈련 	연구실 안전 계획	<ul style="list-style-type: none"> 연구실안전관리 지침서 점검과 보수 및 유지지침서 안전작업허가 연구활동중상사자 교육 계획 사용전 점검지침 변경요소관리계획 안전감사 및 사고조사계획 		
사고조사 및 후속대책수립	<ul style="list-style-type: none"> 사고조사 및 사후관리 				
그 밖의 안전 관리에 관한 사항	<ul style="list-style-type: none"> 안전점검 및 진단 	비상조지 계획	<ul style="list-style-type: none"> 비상장지 및 인력현황 비상연락체계 임무 및 수행절차 	17	



■ 위험성평가 절차 및 방법



■ 위험성평가 절차 및 방법

➤ 정성적, 정량적 평가

평가방법	시나리오 정 의	빈도계산	영향평가	결과물
정성평가	체계적인 목록	빈도범위의 추정	치명도 추정	시나리오 목록 서열화
정량평가	포괄적인 논리모델	빈도 및 신뢰도 수준 계산	치명도의 크기 및 신뢰도 계산	피해 확률

■ 위험성 평가 기법의 종류

정성적 평가 (Hazard Identification Method)

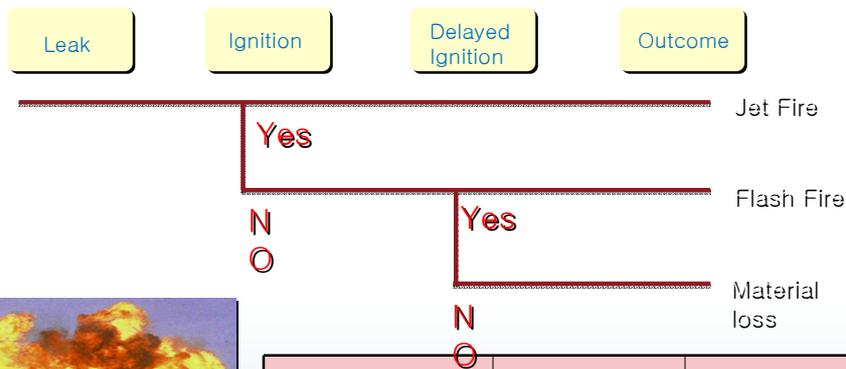
- 체크리스트 평가(Check List)
 - 사고예상질문분석(What-if 분석)
 - 상대위험순위(Dow and Mond Indices)
 - 위험과 운전분석(Hazard & Operability studies : HAZOP)
 - 이상과 위험도분석 (Failure Modes Effects & Criticality Analysis)
- ★ 위험요인 도출하고 위험요인에 대한 안전대책 수립·시행

정량적 평가 (Risk Assessment)

- 결함수 분석(Fault Tree Analysis : FTA)
 - 사건수 분석(Event Tree Analysis : ETA)
 - 원인-결과분석(Cause-Consequence Analysis : CCA)
- ★ 위험요인별 사고로 발전 할 수 있는 확률과 사고피해 크기를 정량적으로 계산

■ 정량적 위험성평가

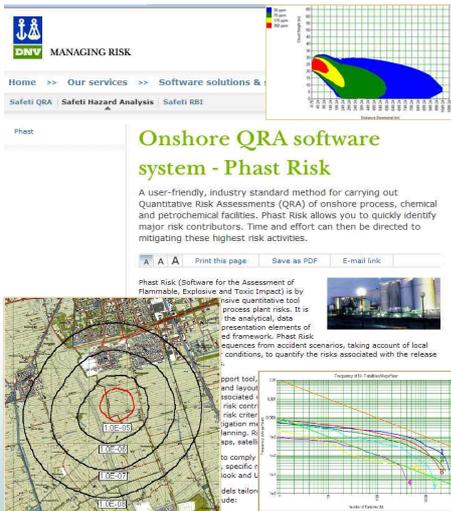
□ 사고시나리오 구성



시나리오	누출직경	누출시간
Small Release	20mm	20분
Medium Release	100mm	10분
Large Release(rupture)	400mm	5분

정량적 위험성평가

Phast Risk Software Ver 6.53



■ QRA Software for Assessment of Flammable, Explosive and Toxic Impact

■ By far the most comprehensive quantitative tool

■ Taking Account of local Population and weather condition

■ Consequence Analysis & Risk Assessment

■ produces risk contours, FN curves

■ Originally released as a commercial package in 1987

■ 20years of industrial experiences

연구실안전 평가도구

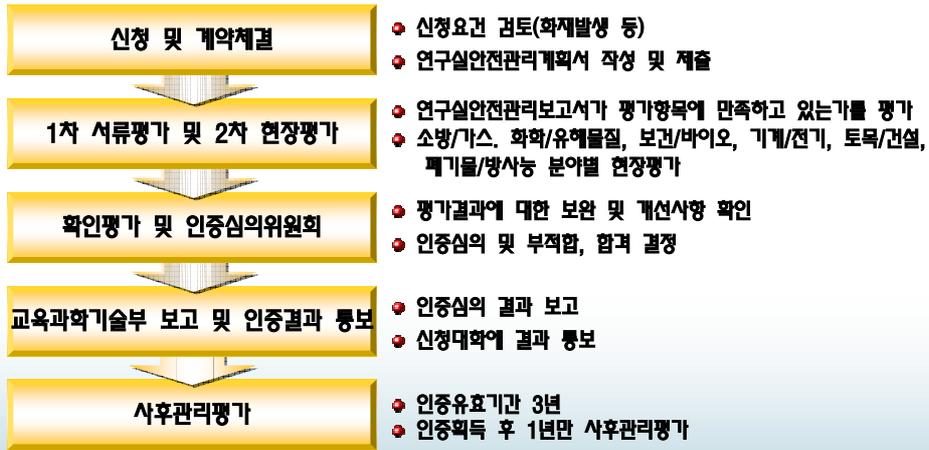
정기점검

- Safety Checklist

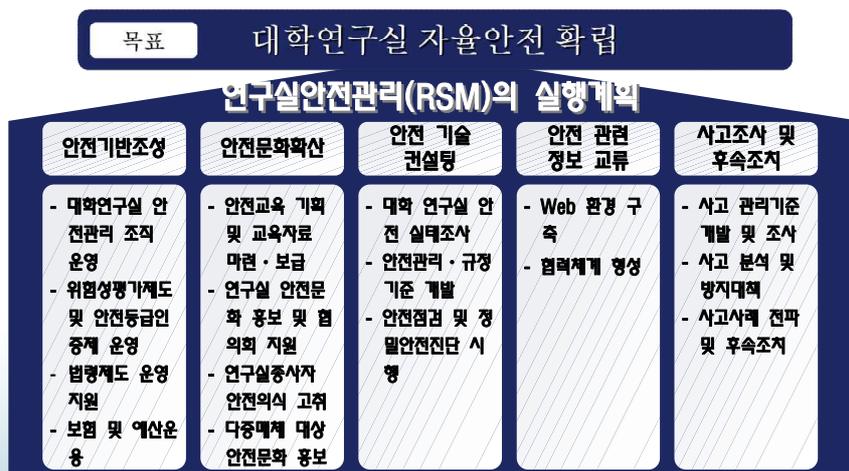
정밀안전진단

- 자율순환 개선 시스템 분석
- Fundamental Method 또는 Logic Diagrams Method

■ 대학연구실 안전등급 인증제도 평가절차



■ 연구실안전 분야 발전전략



❖ 연구실안전관리(RSM) 제도(안)에 도입, 적용

- 잠재된 위험요소를 과학적이고 체계적으로 파악
- 재해발생 가능성을 최소화 또는 예방
- 연구실안전관리 체계화, 종합화
- 자율안전관리활동의 정착
- 연구실안전관리를 한 단계 향상

추가적인 검토와 충분한 토론이 필요



Thank You !