

2019.5.24(금) 13:00~18:00, 제주 국제컨벤션센터 3층 삼다홀
극한재해 대응 안전성 증진 워크숍 - 사고관리계획서 및 스트레스테스트 중심 -

“극한재해”에 대한 안전규제의 역할

김인구

(igkim@kins.re.kr)



한국원자력안전기술원

KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

후쿠시마 원전 사고, 그리고 원자력안전법 개정



From <https://www.theguardian.com/world/gallery/2011/mar/15/japan-nuclear-plant-fukushima>

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.

*From The official report of The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, Executive summary,
The National Diet of Japan Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission, 2012.06.28.*

Prior to the accident, there was not sufficient consideration of low probability, high consequence external events which remained undetected. This was in part because of the basic assumption in Japan, reinforced over many decades, that the robustness of the technical design of the nuclear plants would provide sufficient protection against postulated risks. Consequently, the events that led to the accident at the Fukushima Daiichi NPP were outside the boundaries of the basic assumptions of the operating organizations, the regulatory body and the Government. These basic assumptions influenced the decisions and actions of a wide range of stakeholders, not limited to those directly involved in the operation and regulation of NPPs.

From The Fukushima Daiichi Accident, IAEA Report by the Director General GOV/2015/26 Date: 14 May 2015

1978년, 독일 연방헌법재판소의 판단

"이것은 (원자력) 법 1조 2호에 규정한 **보호라는 목적을 그 시점의 최선의 것으로 실현할 것을 촉구하는 것이다**. 이에 대해 경직된 규정에 따라 어느 시점의 안전수준을 법률에 고정한다면, 기술의 새로운 발전과 기본적인 인권의 적절한 보호를 초래하기 보다는 오히려 이를 방해하게 될 것이다. ... **리스크 평가에 관한 사항을 최첨단 학식에 항상 적합하게 함으로서만 최고 수준의 위험 배제와 리스크 예방의 원칙은 충족된다**. 행정은 입법자에 비해 필요한 적응을 도모하는 능력이 뛰어나고, 행정에 평가를 맡기는 것은 역동적인 보호에 이바지한다. **행정은 그 때에 모든 학문적, 기술적으로 대체 가능한 견해를 참조해 자의성이 없이 행동해야 하는 것은 말할 것도 없다.**"

"입법자에게 시설의 건설·조업에 의해 장래에 발생할지도 모르는 기본권의 침해를 절대적으로 배제하는 규정을 요구하는 것은 인간의 인식능력의 한계라는 것을 무시하는 것이며, 기술의 이용에 대한 국가의 허가의 대부분을 불가능하게 하는 것이다. 그러므로 사회질서의 구축에 있어서는 예측시점에서의 실천이성이 채택되어야 한다. ... 즉 **허가는 학문과 기술의 수준에 비추어 이러한 손해의 발생이 사실상 배제되어 있는 것처럼 보이는 경우에만 주는 것이 허용된다**. 이러한 실천이성의 수준도 넘어선 불확실성은 인간의 인식능력의 한계에 기인하는 것이다. 이것은 피할 수 없는 것이며, 그만큼 사회적으로 적당한 부담으로 모든 시민이 짊어져야 한다."

원전 개발과 안전규제의 주요 경위(TMI-2 사고전)

	1940년대	1950년대	1960년대	1970년대
미국	<ul style="list-style-type: none"> (1942) Manhattan Project (1945) 히로시마, 나가사키 원폭, 2차세계대전 종결과 냉전시대 (1946) 미국 Atomic Energy Act, 원자력 위원회(AEC) 설립 	<ul style="list-style-type: none"> (1950) AEC, WASH-3 (Reactor Safeguard Committee 보고서) (1953) "Atoms for Peace", Dwight D. Eisenhower UN총회 연설 (1954) 미국 원자력법 개정(민간 이용 허용) (1956) AEC, 10CFR50 제정 (1957) AEC, WASH-740 (1957) 미국 Price-Anderson Act (1957) 미국, Shippingport 원전 운전 	<ul style="list-style-type: none"> (1961) AEC, 규제 업무를 분리 운영, 규제국장이 AEC 위원회에 직접 보고 (1962) 10CFR100 Reactor Site Criteria (1967) AEC, ECCS Report (Ergen 보고서) 	<ul style="list-style-type: none"> (1970) 미국, 연방환경정책법(NEPA), (1970) USNRC, 10CFR50 개정(건설허가 제도, 백피트 규칙), 10CFR50 Appendix B (1971) USNRC, 10CFR50 Appendix A (1973) USNRC, 10CFR100 Appendix A (1974) 미국, Energy Reorganization Act(ERA) (1975) Nuclear Regulatory Commission(NRC) 출범 (1975) USNRC, WASH-1400 (1975) USNRC, Safety Review Plan for NPPs (1976) USNRC, Generic Issues Program (1977) USNRC, Systematic Evaluation Program (1977) 미국 ERA 개정(Unresolved Safety Issues) (1978) USNRC, Seismic Safety Margins Research Program
일본	<ul style="list-style-type: none"> 원자폭탄 개발 연구, 종전후 사이클로트론 5개 파괴 원폭피해 연구와 원자력 관련 연구 금지 	<ul style="list-style-type: none"> (1952) 일본에서 원자력 연구 허용 (1954) 원자력예산(2.85억엔) 통과 (1955) 미일 원자력협력협정 체결, 원자력 3법 통과 (1956) 원자력위원회, 과학기술청, 원자력연구소 출범 (1956) 원자력개발이용 장기계획 결정 (1957) 원자로등규제법 (1957) 일본원자력발전(주) 설립 (1959) 도카이 원전 설치허가 	<ul style="list-style-type: none"> (1960) 대형원자로 사고손해 시산 (1961) 원자력손해배상법 (1964) 원자로 입지심사지침 (1965) 도카이 원전 발전 (1966) 미하마(PWR), 후쿠시마(BWR) 원전 설치허가 	<ul style="list-style-type: none"> (1970) 경수로에 대한 안전설계에 관한 심사지침 (1970) 미하마, 후쿠시마 원전 임계 (1971) 환경청 설치 (1973) 통상산업성에 자원에너지청 설치 (1973) 이카타 원전 1호기 소송 (1976) 과학기술청에 원자력안전국 설치 (1977) 발전용 경수형 원자로시설에 관한 안전설계심사지침 (1978) 원자력기본법 등 일부 개정 (1978) 발전용 원자로시설의 내진설계심사지침 (1978) 원자력안전위원회 출범
	<ul style="list-style-type: none"> (1949) 구소련 원폭시험 성공 	<ul style="list-style-type: none"> (1952) 영국, 원폭시험 성공 (1952) 캐나다, NRX 사고 (INES 5) (1953) 구소련 Obninsk 원전 운전 (1955) 미국, 핵잠수함 USS Nautilus 진수 (1956) 영국 Calder Hall 원전 운전 (1957) 국제원자력기구(IAEA) 발족 (1957) 영국, Windscale 사고 (INES 5) (1957) 구소련, 스푸트니크 발사 성공 (Sputnik crisis) 	<ul style="list-style-type: none"> (1961) 미국, SL-1 사고 (INES 4) (1961) 구소련, 지구궤도 유인 우주비행 성공 (1963) 프랑스, 원자력시설 시행령(PSR 원형) (1966) 미국, Fermi 1호기 사고 (INES 4) (1969) 스위스, Lucens 원자로 사고 (INES 4) (1969) 미국, 아폴로 11호 달 착륙 	<ul style="list-style-type: none"> (1973) 1차 오일쇼크 (1979) 미국, TMI-2 원전 사고 (INES 5) (1979) 2차 오일쇼크

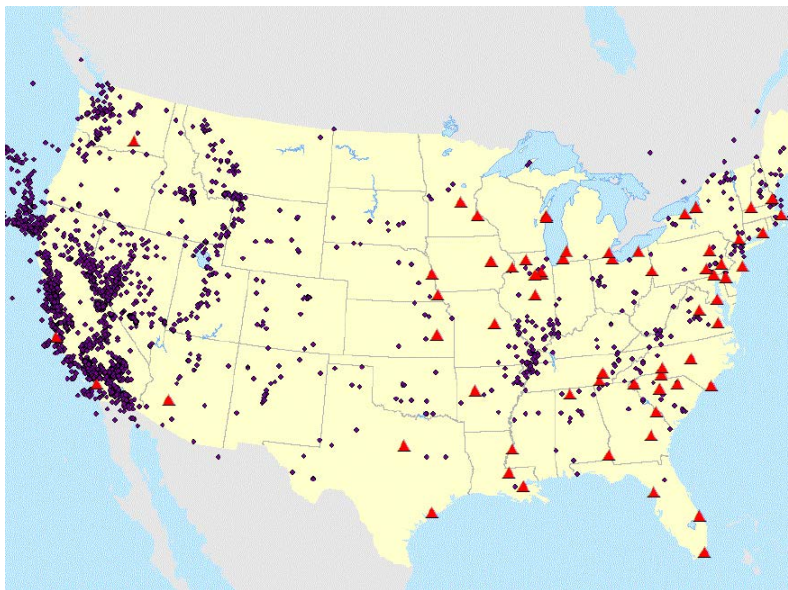
원전 개발과 안전규제의 주요 경위(TMI-2 사고후)

	1980년대	1990년대	2000년대
미국	<ul style="list-style-type: none"> • TMI-2 사고조사 - (1979) Kemeny 보고서 - (1979) NRC 자체조사 보고서 (NUREG-0632) - (1980) Rogovin 보고서 • (1980) USNRC, SALP • (1980) USNRC, NUREG-0660, NUREG-0737 • (1982) USNRC, 10CFR 50.34(f) • (1983) USNRC, NUREG-0933 • (1985) USNRC, 중대사고 정책성명 • (1986) USNRC, 안전목표 정책성명 • (1988) USNRC, SECY-88-147(중대사고 종결 종합계획) • (1988) USNRC, 백피트 규칙 전면 개정 • (1988) USNRC, GL 88-20 (IPE) • (1989) USNRC, NUREG-1150 • (1989) USNRC, 10CFR52 제정 	<ul style="list-style-type: none"> • (1990) USNRC, GL 88-20 Suppl.2 (AMP) • (1991) USNRC, GL 88-20 Suppl.4 (IPEEE) • (1991) USNRC, Maintenance Rule • (1992) USNRC, NUREG/CR-6009 (AMP) • (1994) USNRC, SECY-94-219(NRC PRA 이행계획) • (1994) USNRC, NEI 91-04, Rev.1 (사업자의 중대사고 종결지침, 사고관리 포함) 지지 • (1995) USNRC, PRA 정책성명 • (1997) USNRC, NUREG-1560 (IPE 심사결과) • (1999) USNRC, 사고시 선원항 규칙 (§50.67) 제정 	<ul style="list-style-type: none"> • (2000) USNRC, USNRC, ROP 본격 운영 • (2002) USNRC, 9/11 테러 후속조치 명령(제B.5.b항, EDMG 관련) • (2008) USNRC, 10CFR50.54(hh)(광역손상 요건) 추가
대한민국	<ul style="list-style-type: none"> • (1979) NSC, TMI 사고 후속조치 (52개 항목) 공표 • (1986) 통상산업성 "세이프티 21" 	<ul style="list-style-type: none"> • (1992) NSC, 중대사고 대책으로서 사고관리를 사업자 자주조치로 실시할 것을 결정 • (1992) 통산성, 정기안전리뷰(PSR)를 사업자 자주조치로 실시할 것을 통지 • (1992) 통산성, 사업자에게 사고관리 대책 실시요구 • (1994) 통산성, 사업자가 제출한 사고관리 검토보고서 평가결과를 NSC에 보고 • (1995) NSC, 사업자의 사고관리 정비계획 승낙 • (1995) 통산성, 사고관리 기본요건 책정 • (1999) 중앙부처 개편 관련 법령 개정 	<ul style="list-style-type: none"> • (2001) 원자력안전·보안원(NISA) 발족 • (2002) 사업자 사고관리 정비 결과(PSA를 통한 유효성 평가 포함) NISA에 보고 → NISA 평가결과 NSC에 보고 → NSC 승낙 • (2002) 도쿄전력 점검기록 비리 → 원자로등급제법·전기사업법 개정 → 품질보증, 보수관리 및 PSR(PSA는 자주조치) 규제화 • (2003) 원자력안전기반기구(JNES) 발족 • (2003) NSC, 리스크 정보를 활용한 안전규제의 기본방침 결정 • (2003) NSC, 정성적 안전목표안 제시 • (2004) NISA, 안전규제에서 리스크 정보를 활용의 기본입장 제시 • (2006) NSC 전문부회, 성능목표안 공표 • (2007) 경산성, 전력설비 데이터 조작 관련 총점검 지시
	<ul style="list-style-type: none"> • (1979) Institute of nuclear Power Operations(INPO) 설립 • (1986) 구소련 체르노빌 원전 사고 (INES 7) • (1988) IAEA, INSAG-3 • (1989) IAEA, IRRT 개시 • (1989) World Association of Nuclear Operators(WANO) 	<ul style="list-style-type: none"> • (1991) 미하마 2호기 SGTR (INES 2) • (1991) 구소련 해체 • (1994) IAEA, PSR 지침(50-SG-O12) • (1994) IAEA, Convention on Nuclear Safety • (1995) "몬주" 나트륨 누출사고 (INES 1) • (1997) 동연 고화시설 화재폭발사고 (INES 3) • (1999) JCO 임계사고 (INES 4) 	<ul style="list-style-type: none"> • (2001) 미국에서 동시다발 테러 발생 • (2002) Davis Besse 원전 RV 상부헤드 부식열화 (INES 3) • (2003) IAEA, PSR 지침 개정(NS-G-2.10) • (2004) 미하마 3호기 사고 (INES 1) • (2006) IAEA, IRRS 개시

“Charleston 현안”과 안전규제에서의 대응 (1)

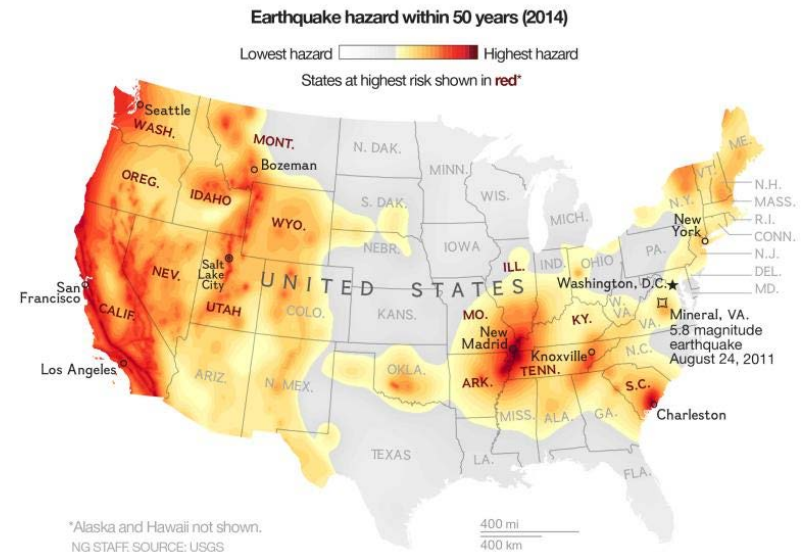
□ USGS Letter to NRC in 1982

● Charleston Earthquake Issue



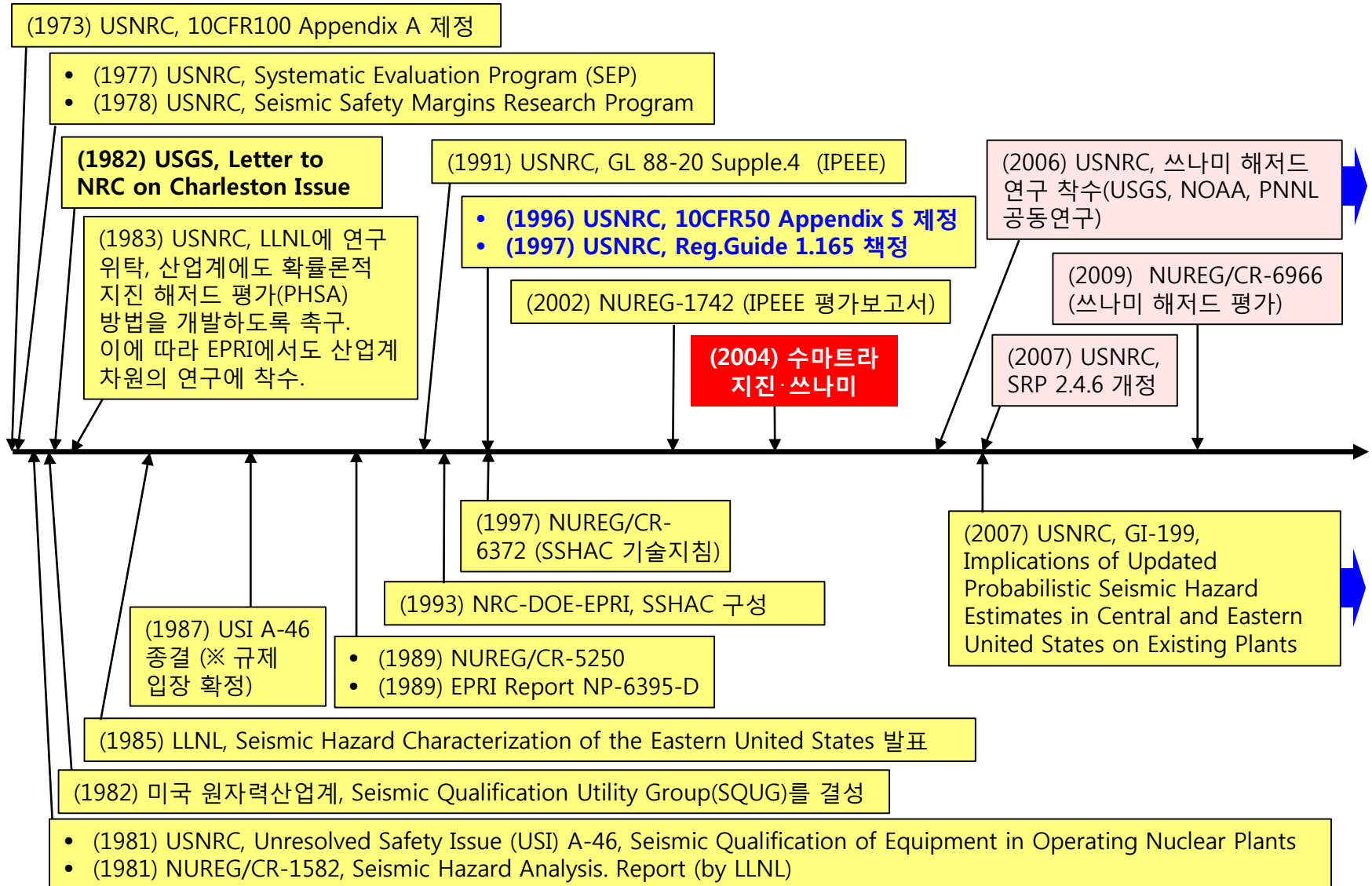
▲ Plants
● Earthquakes

(출처) Annie Kammerer, Seismic Hazard in the United States, Nov. 2010



(출처) <https://chstoday.6amcity.com/1886-earthquake-charleston-sc/>

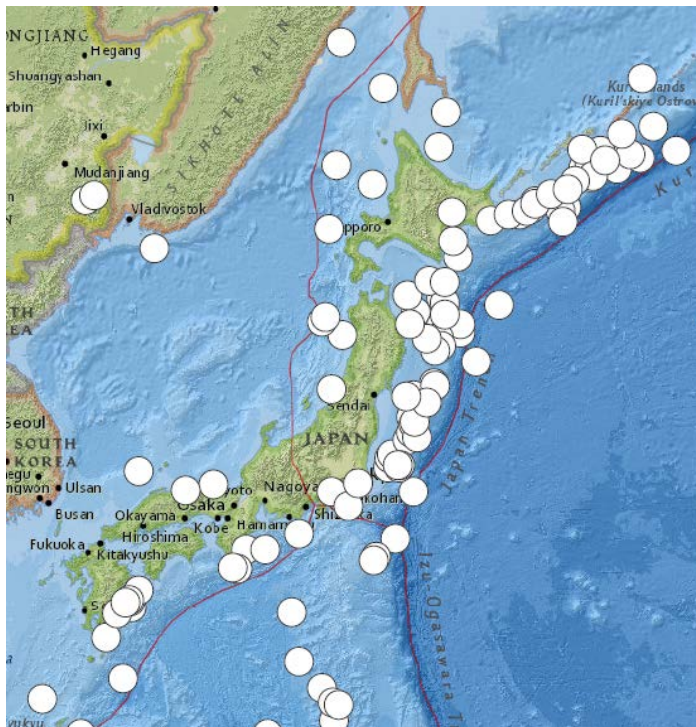
“Charleston 현안”과 안전규제에서의 대응 (2)



“장기평가”와 안전규제에서의 대응 (1)

□ 지진조사연구추진본부 지진조사위원회

- 2002년 7월 31일, 「산리쿠 해역에서 보소 해역에 걸친 지진활동의 장기평가에 대해」 공표

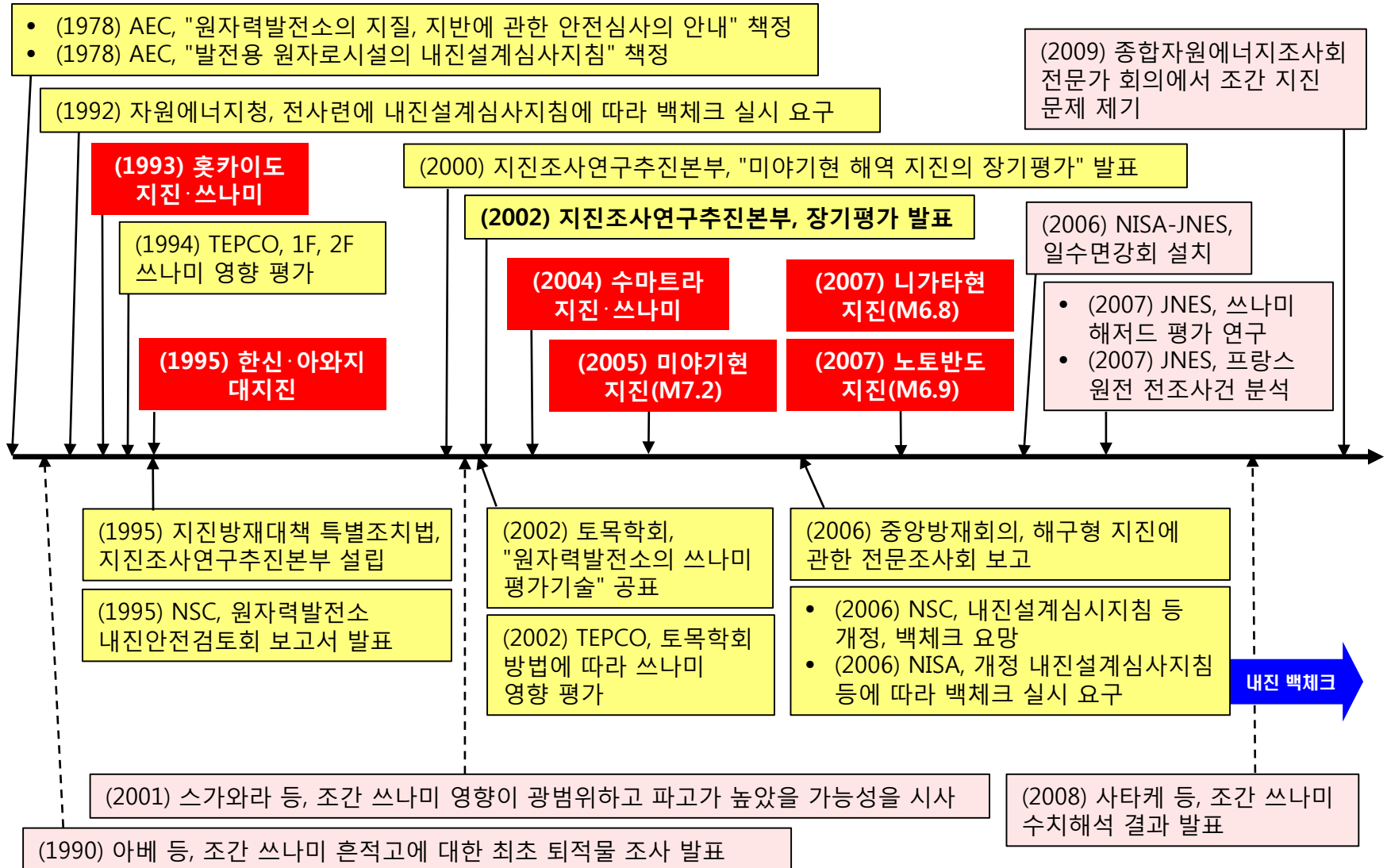


1990~2002년까지 규모 7 이상의 지진원



(지도 출처) https://ko.m.wikipedia.org/wiki/산리쿠_해역_지진

“장기평가”와 안전규제에서의 대응 (2)



IAEA, Fundamental Safety Principles

Principle 1: Responsibility for safety

The prime responsibility for safety must rest with the person or organization responsible for facilities and activities that give rise to radiation risks.

3.6. The licensee is responsible for:

(...).

These responsibilities are to be fulfilled in accordance with applicable safety objectives and requirements as established or approved by the regulatory body, and their fulfilment is to be ensured through the implementation of the management system.

Principle 2: Role of government

An effective legal and governmental framework for safety, including an independent regulatory body, must be established and sustained.

3.10. The regulatory body must:

(...).

Governments and regulatory bodies thus have an important responsibility in establishing standards and establishing the regulatory framework for protecting people and the environment against radiation risks. However, the prime responsibility for safety rests with the licensee.

(원자력) 안전규제의 책임 (또는 기능)

Regulating hazards to reduce radiation risks for protecting workers, the public and the environment



□ "극한재해"에 대한 안전규제의 역할

- 안전규제 본연의 역할에 충실 ← 후쿠시마 원전사고의 교훈

(4) 형태를 만든 것만으로는 기능하지 않는다. 구조는 만들 수 있지만, 목적은 공유되지 않는다.

사업자도 규제 관계 기관이나 지자체도 각각의 조직이 형식적으로는 원자력발전소 사고에 대응하는 구조를 만들고 있었다. 그러나 막상 사고가 일어나니 그 대응에는 미비한 것들이 여기저기에 보였다. 그것은 조직의 구성원이 그 구조가 무엇을 목적으로 하는지, 사회로부터 무엇이 예탁되고 있는가에 있어서 충분히 자각하지 않았기 때문이라고 생각할 수 있다. 구성원 각각이 사회로부터 무엇이 예탁되어 자신이 전체 안에서 어디에 있는지, 또 자신의 활약이 전체에 어떠한 영향을 주는가를 항상 생각하고 있는 상태를 만들지 않으면 안 된다.

(6) 위험의 존재를 인정하고 위험에 정면으로 맞서 논의할 수 있는 문화를 만든다.

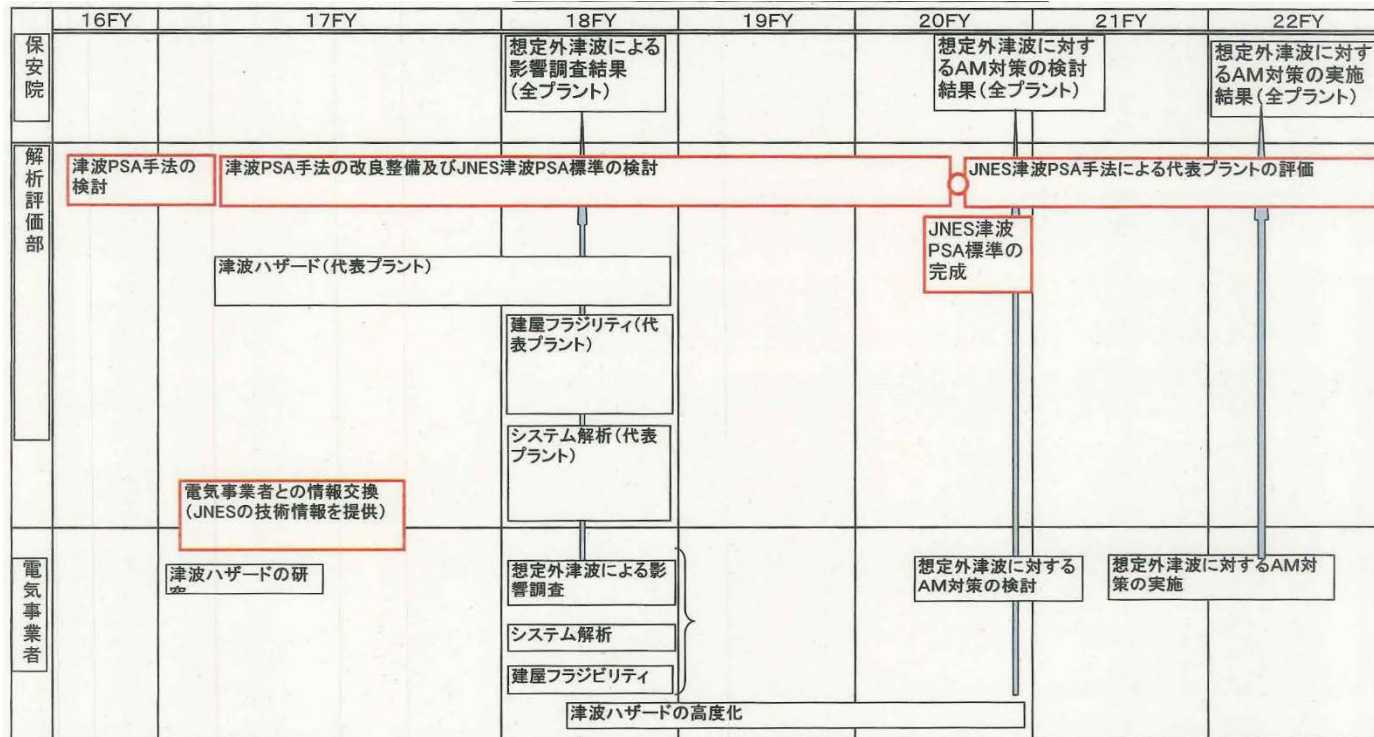
어떠한 사태가 발생할지를 완전하게 예견하는 것은 몇몇 사람으로는 할 수 없음에도 불구하고, 위험을 완전히 배제해야 한다고 생각하는 것은 가능성이 낮은 위험의 존재를 없는 것으로 하는 「안전신화」로 연결되는 위험이 있다. 위험을 위험으로 인정하고 위험에 정면으로 맞서 논의할 수 있는 문화를 만들지 않으면, 안전이라고 하는 베일에 덮인 큰 위험을 방치하게 된다.

小結 (2)

(NISA 관계자) “PSA 결과를 기다리지 않고, 상정을 합의할 수 있으면 빨리 AM 대책을 검토”

(JNES 관계자) “지진동의 영향 여하에 따라서는 사이트 주변으로 부터의 지원을 기대할 수 없는 경우도 있기 때문에 AM 대책에 대해 유연하게 생각”

内部盆水, 外部盆水勉強会 第1回議事メモ(2006.01.30.)에서 발췌(번역) 인용



사고관리 관련 안전규제의 역할에 대한 제언 (1)

□ 사고관리계획에 대한 법규제화

● 사고관리계획에 대한 법규제화의 이유

(의안 원문)

"중대사고 안전관리가 중대사고 정책성명 공표 및 사업자 이행요구 등과 같은 법적 근거가 미약한 행정명령으로 이루어짐에 따라, 중대사고 대처설비 설계 및 사고관리 등 사고관리계획에 대한 안전규제 규정이 현행법상 미흡한 실정"

(국회 전문위원 검토 보고서)

"개정안은, 사실상 이루어지던 사고관리계획 체계를 법률 체계 내에서 명확히 함으로써, 보다 면밀한 사고관리가 이루어지도록 하는 것으로서 타당하다고 판단"

김균태, 중대사고 규제체계 및 안전목표 개발 현황, 2015 원자력 안전해석 심포지엄(2015.7.16 ~ 17)에서 발췌 인용

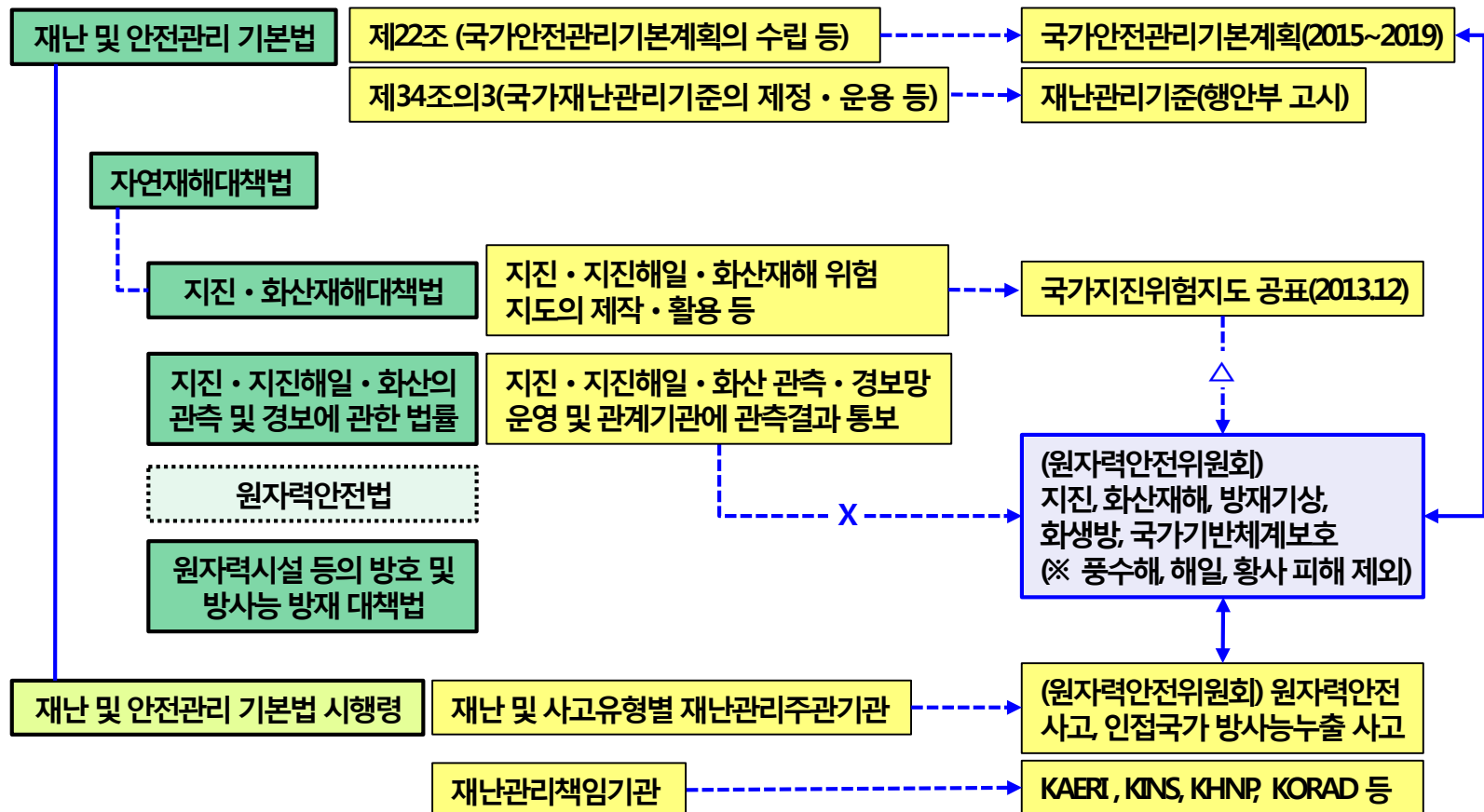
● 원자력 안전규제와 방사능방재에 대한 현주소와 방향성 제시

- ❖ IAEA GSR Part 1, Requirement 1: National policy and strategy for safety
- ❖ 원자력안전정책성명(1994.9), PSR 도입(2001.1), 중대사고정책(2001.8), 방사능방재법(2004.2), 후쿠시마 원전 사고 후속조치 등

사고관리 관련 안전규제의 역할에 대한 제언 (2)

□ 재해 관련 법령 · 기관과의 연계 · 협력 강화

● 우리나라의 재난 및 안전관리 관련 법령



사고관리 관련 안전규제의 역할에 대한 제언 (3)

□ 사고관리 관련 기술기준 · 지침의 지속적 개선

제2조의2(원자력안전관리의 기본원칙) 원자력의 연구 · 개발 · 생산 · 이용 등에 따른 안전관리(이하 "원자력안전관리"라 한다)는 다음 각 호의 원칙에 따라 추진하여야 한다.

1. 「원자력안전협약」 등 **국제규범에 따른 원칙을 준수**할 것
2. 방사선장해로부터 국민안전과 환경을 보호하는 데에 기여할 것
3. **과학기술의 발전수준을 반영하여 안전기준을 설정**할 것

● 일반 용어 → (데이터, 해석 · 평가) → 전문 용어

- ❖ **중대사고**: 설계기준을 초과하여 노심의 현저한 손상을 초래하는 사고(원자력안전법)
- ❖ **극한재해**: 설계기준을 초과하는 자연재해 및 인위적 재해(KINS 규제지침)
- ❖ 세부규정에 관한 고시 제9조, 확률론적 안전성평가의 기술적 적합성, 상세성 및 분석범위는 발전용 원자로시설의 사고로 인한 위험도(risk)를 **종합적으로 평가하기에 적합**하여야 한다.

● 안전연구의 중점화 ⇔ 연구결과의 활용 극대화

감사합니다.

도움이 되었기를 바랍니다.