

2003 춘계학술발표회 논문집

원자력학회

추가협정에 따른 추가정보 관리시스템 개발

A Development for Additional Information Control System for Additional Protocol

전인, 박수진, 민경식

한국원자력연구소

대전광역시 유성구 덕진동 150

요약

우리나라는 1999년 6월 추가협정에 서명하였으며, 국내 절차를 거친 후 금년 하반기에 이를 발효될 예정이다. IAEA는 추가협정에 서명하고 이를 충실히 이행하는 국가에 대하여 통합안전조치를 적용하여 보다 효과적이고 효율적인 안전조치 활동을 도출, 적용하려 하고 있다. 이에 우리나라는 IAEA에서 요구하는 형태의 정보를 제공하여야 한다. 이러한 정보제공에 효율성과 정확성을 기하기 위하여 본 추가정보 관리시스템을 개발하였고 주로 확대신고용으로 이를 활용할 수 있다. 추가정보 데이터베이스 구축을 위하여 관계형 데이터베이스 구축 시스템으로 ORACLE를 사용하였고, 사용자 편의를 위하여 인터넷을 이용할 수 있는 방식(Web based program)으로 개발하였다.

Abstract

Korea had signed the Additional Protocol in June, 1999. It is expected that the Additional Protocol would be entered into force during the last of 2003. IAEA is planning to apply Integrated Safeguards System for the countries where both Comprehensive Agreements and Additional Protocols are in force and all measures provided in the Agreements and Protocols are applied. So, Korea have to be submitted the Additional information that meet to the demand of IAEA. This program can assist the operator to establish the database for Additional Protocol efficiency and effective. The oracle RDBMS (Relational Data Base

Management System) was adopted for data base management. And all users can access this program via inter-net using their own computer. This program consists of two parts. One is data base server to take the responsibility of database; the other is intra-net server to responsibility of application program. This consist is good at back up and program maintenance.

1. 서론^{[1][2][3][4]}

1993년 4월, SAGSI(Standing Advisory Group on Safeguards Implementation, 안전조치 자문단)는 안전조치가 포괄적 안전조치 협정을 맺은 회원국 내에 미신고 원자력 활동이 없음을 보장하도록 규정되어야 한다고 권고하였다. 이 사안은 신고된 시설내의 핵물질에 대한 안전조치에 집중된 INFCIRC/153에서 벗어나는 중요한 시점이 되었다. 이에 따라 IAEA 이사회는 “안전조치의 효과성을 강화하고 그 효율성을 향상하기 위한” 특수한 개발 프로그램의 착수를 승인하였다. 이 프로그램은 “기존 원자력 시설들에 대해 수직적인 통제를 축적하는” 대신, 관련 당사국의 원자력 프로그램 전체에 대한 접근 방식인 “보다 폭 넓은 수평적 견해를 얻는” 데 있다. 이러한 예로서는 폐쇄된 시설이나 아직 계획 단계인 시설들에 대해 사찰관들이 이미 접근 권한을 지닌 지점에서 환경시료를 수집하고 핵물질의 이동을 원격 감시하기 위한 고급 기술을 이용하는 것을 들 수 있다. 이러한 조치들은 안전조치가 비용 효율적으로 운영될 수 있게 할 것이며 특정 형태의 시설에 대한 IAEA의 정기 사찰을 감소시킬 것이다. 이러한 목적으로 IAEA 이사회의 특별위원회는 IAEA가 이러한 형태의 기술을 적용할 수 있는 권한을 부여하는 문서형태의 새로운 법적 도구를 도출하였다. 이것이 IAEA 이사회가 승인한 ‘추가협정서’ 형식이고 IAEA와 회원국 및 기타 당사국들에 의하여 체결된 전면 안전조치 협정에 대한 추가 협정서 표준으로 채택되었다. 이 협정의 이행 요소 중 하나는 IAEA가 관련 핵무기 비 보유국에 대한 모든 원자력 활동 및 모든 원자력 관련 활동의 특성 및 위치를 어느 정도까지 알고 있는가 하는 점이고, IAEA 사찰관들이 모든 회원국의 원자력 활동이 오로지 평화적으로 이용된다는 것을 독립적으로 검증할 수 있도록 하기 위하여 신고된 핵물질을 취급하는 원자력 시설내의 전략지점 이외에도 어느 정도까지 관련 장소에 물리적인 접근을 할 수 있는가 하는 점이다. 이에 따라 추가협정서는 원자력 부지내의 모든 건물(원자력 시설 포함), 핵물질을 이용하지 않는 원자력관련 연구개발, 대외적인 원자력 무역 및 광범위한 환경시료의 채취 권한을 포함 한 국가의 전체 원자력 프로그램에 대한 정보 및 접근 권한을 IAEA 측에 제공해야 한다.

2. 본 론

가. 정보의 용도 및 범위

국가 원자력 활동의 일관성은 국제기구로 하여금 핵무기 제조를 위한 물리적 모델과 비교함으로써 어떠한 이상, 그리고 궁극적으로는 국가의 미 신고 핵활동을 발견하는데 유용하도록 하고 있다. 반면 국가의 입장에서 살펴보면 연구개발 활동의 노출 가능성이 높아져 상업적 비밀이 누출될 우려가 있다. 물론 IAEA는 이러한 우려를 불식하기 위하여 비밀 보호 체제 강화 등의 조치를 취하고 있으나 궁극적으로는 상업적 비밀 노출 가능성이 높아지는 것은 사실이다. 그럼에도 불구하고 최근의 국제 동향은 상업적 비밀보호 보다는 대량 살상무기로 사용될 수 있는 가능성이 있는 영역에 대하여 국제적 차원의 보다 투명한 연구개발 활동을 요구하고 있다. 이를 좀더 상세히 열거하면 추가의정서는 IAEA 측에 다음과 같은 정보를 제공한다.

- 우라늄 광산에서 핵폐기물에 이르는 회원국의 핵연료 주기에 대한 모든 양상들에 대한 정보 및 접근 권한
- 원자력 부지의 모든 건물에 대한 정보와 단기 통보 사찰 접근
- 핵물질의 사용을 포함하지 않는 활동일지라도 연구개발 활동과 관련된 핵연료 주기에 대한 정보와 그러한 연구개발 활동에 대해 IAEA 사찰관들이 접근하는 유기적 체계
- 핵연료 주기와 관련된 민감 기술의 제조(개발) 및 수출에 관한 정보
- 핵연료 주기 관련 부품들이 제조되거나 해외로부터 이전된 지점에 대한 접근을 허용하는 체계에 관한 정보
- 국가가 핵물질의 저장 또는 사용 시설로서 신고하지 않았을지라도 IAEA측이 필요하다고 간주하는 장소에 대한 정보.

이러한 추가의정서의 적용에 따라 증대된 국가 신뢰도는 기존 안전조치 방법 적용의 축소를 가능케 할 것이며, 특히 재처리 및 농축과 관련하여 국가의 미 신고 활동이 없음이 확인될 경우 상대적으로 민감하지 않은 핵물질에 대한 기존 안전조치 활동의 감축이 가능하다. 이러한 이유로 우리나라는 1999년 추가의정서에 서명하였으며 국내 절차를 거친 후 2003년 하반기 경 발효될 예정이다. 따라서 우리나라로서는 추가의정서 적용에 대한 반대급부로 통합안전조치에 의한 기존 안전조치 활동의 축소라는 혜택을 최대한 획득하여야 할 것이다. 특히 우리나라는 국가의 원자력 활동 투명성 및 국제적 신뢰성 제고를 위하여 IAEA 사찰과는 독립적으로 국가

계량관리 검사를 수행하고 있다. 기존의 INFCIRC/143에 의한 전면 안전조치 협정에 따라 IAEA에 보고하는 핵물질 관련 정보 이외에 추가 의정서는 핵물질의 사용 여부에 관계없이 국가의 핵연료 주기에 관한 모든 원자력 활동에 관한 정보, 원자력과 관련된 특정 부품에 관한 정보, 면제 핵물질에 관한 정보, 수출입에 관한 정보, 광산에 관한 정보 등 국가의 원자력 관련 활동 전반에 걸친 정보를 요구하고 있다. 이러한 정보는 국가의 원자력에 관한 능력을 평가하고 이러한 원자력 활동이 일관성이 있는지를 평가하는데 있다. 이러한 추가의정서 국내 이행과 관련하여 추가의정서가 담고있는 확대신고 사항의 범위는 표 1^[1]과 같다.

표 1. 추가정보 제공범위

정보제공 항목		정보제공 범위
1. 정부주도 핵물질 미사용 핵연료 주기 R&D 활동		일반적 기술 및 위치 정보
2. 국가가 동의한 핵물질 사용시설 및 LOF 정보		안전조치와 관련한 운영활동 정보
3. 부지에 관한 정보		건물에 대한 용도를 포함한 일반적 기술
4. 원자력 특정부품 생산활동 정보		지점에 대한 운영규모에 관한 기술
5. 광산(우라늄/토륨) 활동		위치, 운영상태, 연간 생산능력 등
6. 가공,농축에 적합하지 않은 원료물질에 관한 정보		양, 성분, 저장, 위치정보 등
7. 면제 핵물질 정보		양, 용도, 위치에 관한 정보 등
8. 종료 핵물질 정보		위치 및 추가처리 정보
9. 특수물질 및 비 핵물질 정보	a. 수출	양 및 수입국에서의 계획된 용도 등
	b. 수입	IAEA의 요청에 따라 한국정부 확인
10. 당국에 의해 허가된 핵연료 주기의 계획(10년)		일반적 계획

나. 분석/설계^{[1][2]}

추가 의정서에 따른 보고사항은 기존의 안전조치 협정에 추가되는 의정서로 기존의 협정이 갖는 보고의무사항 이외에 별도의 정보를 제공하도록 규정하고 있다. 확대 신고에 관련된 정보의 종류로는 핵물질 미사용 핵연료 주기 관련 연구 개발 활동 중 정부 주도로 행하여지는 모든 연구 개발을 포함해야 하고 기존의 안전조치 체제에서 규제의 범위 밖에 있는 원료물질 및 기타 안전조치 종료물질, 면제물질 등이 정보제공 대상에 포함된다. 또한 농축이나 재처리에 관련된 민감 부품에 관한 정보, 수출입 정보와 부지 전체에 대한 정보도 포함된다. 이러한 정보의 종류는 의무적 신고사항과 선택적 확대 신고사항으로 구분된다. 의무적 확대 신고 사항에 대한 요구 분석사항은 다음과 같다.

- 핵물질 미사용 정부 주도형 핵연료 주기 관련 연구 개발 사업
- 핵물질이 통상적으로 사용되는 시설 및 LOF의 운영 상태
- 부지에 관한 정보
- 농축과 재처리에 필수적인 민감 부품 생산시설
- 우라늄 및 토륨에 광산에 관한 정보
- 원료 물질에 관한 정보
- 안전조치 종료 또는 면제된 핵물질에 관한 정보
- 플루토늄이나 고준위 우라늄, 우라늄 233을 함유한 중고준위 폐기물의 처리에 관한 정보
- NSG Part 1 품목의 수출입에 관한 정보
- 핵연료 주기 연구 개발에 관한 향후 10년 간의 일반적 계획 중 승인된 부분

선택적 확대신고 사항에 대한 요구분석은 다음과 같고 대략적인 화면의 구성은 그림 1^[2]와 같다.

- 정부 주도형이 아닌 핵물질 미사용 핵연료 주기 관련 연구 개발 사업
- 핵연료의 재처리, 플루토늄이나 고준위 우라늄, 우라늄 233을 함유한 중고준위 폐기물 처리에 관한 정보
- 부지내의 활동과 기능적으로 관련이 있다고 판단되는 부지 외부의 활동에 관한 정보

	Entry	Ref.	Fuel Cycle State	Location	General Description
▶	1	--2-1 --2-2	Nuclear Enrichment Facility	Korea Atomic Energy Research Institute, P.O. Box 150, Yuseong-gu, Daejeon, Republic of Korea	RAPA Isotope Separation - Phase I. Project RA-03-01 Privately funded but carried out at the
	2		Process of waste	Korea Hydro and Nuclear Power Co. Gori, Kijang-myun, Ulju-gun, Kyounghnam, Republic of Korea.	Smelter Design for HAW Verification. Project RU-03-02 Government authorized to use fission products in the R&D. Design and

그림 1 확대신고 입력 화면

다. 기존 시스템과의 연관성 분석^[4]

국가계량관리 정보시스템에는 이미 계량관리 자료관리시스템과 국가계량관리 검사 지원시스템이 개발 운영 중에 있다. 각 하위 시스템들 사이에는 많은 자료들이 공유되는데 이들 자료는 일관성이 매우 중요하다. 자료의 일관성을 위해서는 자료를 특정 시스템에서만 관리하고 나머지 시스템들에서는 단지 자료사용의 권한만을 가지는 것이다. 먼저 각 하위시스템들이 가지고 있는 정보를 분석하여 공유자료를 찾아내고 다른 하위시스템들이 사용할 수 있도록 권한을 부여하는 작업을 하여야 한다. 다음은 하위 시스템들이 보유하고 있는 공유자료들이다.

- 계량관리 시스템 : 물질수지구역정보, 시설정보(모든 하위시스템 제공), 계량관리보고서, 물자재고목록, 물질수지보고서(일부 하위 시스템에 제공)
- 검사지원시스템 : 물질수지구역정보, 시설정보(제공받음), 검사원(IAEA, MOST, TCNC)정보, 장비정보, 검사일정정보(일부 하위시

시스템에 제공), 시설현황정보(제공받음)

라. 데이터베이스(DB) 설계 및 구축

보고서의 정보들을 체계적으로 관리하기 위하여 보고서의 모든 정보들이 일관성 있게 유지되도록 세심한 설계가 필요하다. 통상 다음과 같은 절차를 거쳐서 설계되고 데이터베이스가 구축된다.

- 각종 보고서에서 모든 가능한 객체(실체, Entity)를 추출한다.
- 추출된 객체들의 속성(Attribute)을 추출한다.
- 동일한 속성을 가지는 객체는 중복된 객체이므로 하나로 만든다.
- 전체 객체들을 그림으로 작성하고 서로 관련이 있는 객체들끼리 서로 연결하는데 이 그림을 객체관계도(ERD, Entity Relation Diagram)라고 한다.
- 객체의 속성들을 1, 2, 3차 정규화 작업을 거쳐서 최종의 객체들을 완성한다.
- 필요시 객체들을 table로 변환 작업을 거친다.
- DBMS내에 구축될 table들을 수용할 수 있도록 DB 스키마를 구축한다.
- 설계된 table들을 근거로 DBMS내의 객체(table, view, sequence 등)들을 생성할 수 있는 명령어인 DDL(Data Definition Language)를 사용하여 table들을 생성하는 프로그램을 작성한다.
- 각 table의 주요인자(primary key), 및 필요한 외부인자(foreign key), view, sequence, link등을 생성한다.
- 개발된 응용프로그램으로 테스트를 실시하고 성능을 위해 필요 시 통계 table 등 비 정규화 작업을 실시한다.

위의 작업들은 매우 복잡하고 여러 번의 반복작업을 거쳐야 하기 때문에 수 작업으로 처리하기에는 어려움이 많은데 다행히 작업을 도와 줄 수 있는 몇몇 도구들이 있다. 국가계량관리 검사보고서의 DB 스키마(schema)는 다음과 같다.

- DB 사용자 ID : INSP_RPT
- Default Table space 명 : TCNC1
- Index Table space 명 : TCNC1_IDX
- Temporary Table space : TEMP

표 2. 설계 및 개발 시 고려사항

고려 사항	비 고
1. 운영체제(O/S, Operating System)에 종속적인가?	OS에 비종속
2. 특정 Web 서버(Server)에 종속적인가?	H/W에 비종속
3. 생산성에 향상은 어느 정도인가?	개발 관점에 영향
4. DB와의 접속성에는 어느 정도 용이한가?	직,간접 접속 가능
5. 산업계의 표준화 및 어느 정도 널리 사용되고 있는가?	ANSI 및 ISO 적용
6. 개발의 용이성 및 향후 유지보수에 용이한가?	효율성 고려
7. 이미 사용 중에 시스템환경과 부합하는가?	호환성

마. 응용프로그램 설계 및 개발

사용자들이 시스템에 직접 만날 수 있는 인터페이스(interface)를 개발하는 것으로 가능하면 사용자들이 친숙한 보고서양식을 그대로 구현하는 것이 좋다. 또한 사용자의 pc 환경에 관계없이 프로그램을 개발할 수 있고 프로그램을 모든 사용자의 pc에 직접 설치함이 없이 응용 프로그램 서버에 한번 설치함으로써 유지보수의 노력을 대폭 줄일 수 있는 인트라넷 방식으로 개발하는 것이 좋다. 개발에 사용될 도구에는 여러 가지가 있으나 표 2와 같은 사항을 고려하여 Java, JSP로 결정하였다.

3. 결 론^[3]

우리나라는 1999년 추가의정서에 서명하였으며, 2003년 중 발효될 것으로 추정된다. 이 경우 기존 안전조치 협정에 따른 사찰 수용과 함께 확대신고, 추가접근 등

의 방안이 적용될 것이며, 농축, 재처리 시설이 없으며 저농축 우라늄 핵주기 시설이 대부분인 우리나라로서는 IAEA 통합 안전조치 적용에 따른 사찰량 절감 및 사찰강도 완화 등의 이득을 극대화하여야 할 것이다. IAEA와의 협력 강화를 추진하게 되면 국가의 기능은 더욱 더 중요하게 된다. 즉 시설과 IAEA 간의 중간 위치에서 중재 역할을 수행하여야 한다. 또한 국가 체제에 대한 신뢰도 확보 및 유지를 위하여 IAEA에 신고하는 사항의 정확성 및 완전성(Correctness and Completeness)을 철저히 확인하는 감사 기능을 갖추어야 한다. 이러한 면에서 본 추가의정서 정보관리 시스템은 추가의정서 서명에 따른 우리나라의 보고사항을 관리하여 정보의 정확성 및 완전성을 확보하는 중요한 수단으로 이용될 수 있도록 개발하였다. 또한, 정보의 지속적 관리를 통하여 국내 시설에서 제공되는 정보의 분류 및 데이터베이스 구축에 활용할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. IAEA, "IAEA Guidelines to Providing Open-Source Information", IAEA
2. IAEA, "Protocol Reporter User's Manual version 1.0", IAEA
3. KAERI, "국제 통합 안전조치 활동에 대비한 국가 대응방안 연구", KAERI/RR-1959/99, KAERI
4. KAERI, "계량관리 검사보고서 관리 시스템 사용자 지침서", KAERI/TR-2331/2002, KAERI