

## 방사성 폐기물 처분연구의 QA절차에 따른 웹기반 문서처리 워크플로우 시스템 개발\*

김태운\*\* · 고창성\*\*\* · 서대희\*\*\*\* · 이광욱\*\*\*\*\* · 강철형\*\*\*\*\* · 황용수\*\*\*\*\* · 이연명\*\*\*\*\*

### < 목 차 >

I. 서론	IV. 웹기반 시스템 구현
II. 워크플로우에 의한 품질흐름 체계의 흐름도	4.1 웹 기반 QA 업무절차 수립
III. 웹기반 시스템 모델링	4.2 워크플로우 기반의 QA 시스템 구현
3.1 웹기반 QA 업무흐름	V. 결론
3.2 워크플로우를 이용한 QA 시스템 구조	참고문헌
	Abstract

## I. 서 론

원자력연구와 관련하여 고준위 방사성 폐기물 처분 연구수행 결과자료의 신뢰성을 높이기 위해서는 품질보증체계 수립이 필수적이다. 이를 위해서 원자력 관련 품질보증체계에서 요구되는 T2R3 (Traceability, Transparency, Reviews, Reproducibility, Retrievalability) 개념에 따라 관련 품질보증 개념 및 실제적인 적용체계에 따른 연구결과를 Web을 기반으로 제공함으로써 관련 팀들이 투명하고 쉽게 접근하며 안전도에 대한 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

국내에서 건설 운영되고 있는 원자력발전소는 2002년 말 현재 16기이며 2015년까지는 총 28개의 원자력발전소가 운영될 예정이다. 원자력 발전의 부산물로 발생하는 방사성폐기물을 안전하게 처분하기 위한 연구 사업의 신뢰도 향상을 위해서는 엄격한 품질 보증 제도 도입 및 실행이 중요하다. 특히 고방사성 물질인 사용 후 핵연료를 영구 처분하는 사업은 2030년경 상

\* 본 연구는 2001년도 한국원자력 연구소 위탁과제로 수행되었음.

\*\* 경성대학교 산업공학과 twkim@ks.ac.kr

\*\*\* 경성대학교 산업공학과 csko@ks.ac.kr

\*\*\*\* 경성대학교 산업공학과 dhseo7@korea.com

\*\*\*\*\* (주) 벵룩시장 iewood@mediawill.com

\*\*\*\*\* 한국 원자력 연구소 chkang@kaeri.re.kr

\*\*\*\*\* 한국 원자력 연구소 yshwang@kaeri.re.kr

\*\*\*\*\* 한국 원자력 연구소 ymlee@kaeri.re.kr

용화를 목표로 관련 연구가 수행 중인바 현재 연구 결과가 향후 상세 연구 및 인허가 과정에 사용되기 위해서는 연구 단계부터 품질 보증 체제가 정립 적용되어야 한다. 전 산업분야중에서 품질 보증이 가장 먼저 그리고 가장 엄격하게 도입된 분야가 원자력 분야이다. 미국 10CFR 50은 이러한 원자력 분야에서의 품질 보증에 관해 상세하게 규제하고 있는 연방 기준이다. 한국원자력연구소는 미국 유카산 사용 후 핵연료 처분 연구 (YMP: Yucca Mountain Project)와 뉴멕시코 주 WIPP (Waste Isolation Pilot Plant) 군사용 방사성폐기물 영구 처분 연구 사업을 수행하고 있는 샌디아 국립연구소와의 국제 공동 연구를 통하여 현 국내 연구 단계에 필요한 품질 보증 원칙들을 정립하였으며 이를 실용화하기 위한 품질 보증 절차들을 개발하였다 (SNL, 2001). 이와 병행하여 스웨덴, 영국, 캐나다 등 여러 나라 및 IAEA, OECD/NEA 등 국제기관 등에서 적용되고 있는 품질 보증 기준들을 분석하여 국내 환경에 맞는 품질 보증 체계를 구축하고자 하였다 (KAREI, 2000). 연구 활동에 품질 보증이 적용되기 위해서는 각 연구 과제마다 각각 적합한 양식들이 개발되고 관련 업무절차가 명확하게 정의되며 업무의 흐름이 투명하고, 업무 분석을 통하여 방사성 폐기물 처분장 안전성 평가 및 개념 설계 연구에서 사용되는 주요 컴퓨터 프로그램 및 실험들의 결과물들이 온라인으로 기록 전달 보존할 수 있는 시스템의 수립이 필수적으로 요구되고 있다.

이러한 QA 관련 업무는 기업에서 활용하고 있는 워크플로우의 개념과 유사하게 업무가 진행되고 있다. 일반 기업체에서 적용되는 워크플로우 개념은 '조직내 또는 조직간 핵심 프로세스 상에서 발생하는 대규모 트랜잭션을 가능하게 하고, 최근에는 인터넷을 기반으로 하여 업무 프로세스를 중심으로 조직과 정보 시스템을 통합하여 조직 내부 또는 조직간 협업과 트랜잭션을 구현하는 기반 시스템'으로 정의된다. 따라서 이러한 웹기반 워크플로우 개념을 방사성폐기물 처분 연구에 적합한 품질 보증 절차의 구현에 이용할 경우 시스템의 신뢰도, 투명성 및 연구결과의 활용 촉진 도모가 가능하다.

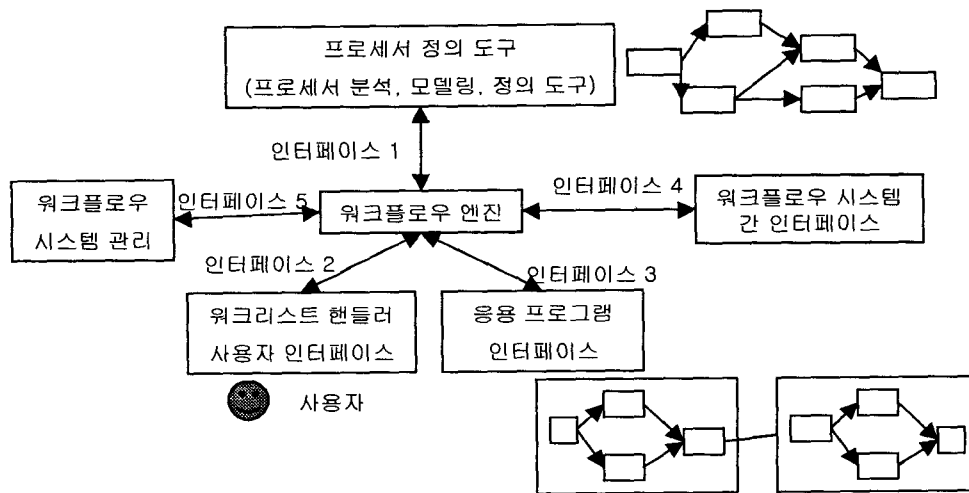
본 연구의 목적은 국내 원자력 연구에 있어서 방사성폐기물 처분 연구에 적합한 품질 보증 시스템을 WfMC에서 규정한 워크플로우 개념을 이용해서 흐름을 분석하여 모델링을 하고, 이를 웹을 기반으로 실제 시스템을 개발하고자 하는 것이다. 웹 환경에서 시스템을 구현함으로써 연구과정에 대한 업무처리가 투명하고 효과적이며 관련 자료에 대한 데이터베이스 구축으로 관련 자료의 축적과 이용의 효율을 높이고, 품질보증 시스템 구축이 가능하게 되었다.

## II. 워크플로우에 의한 품질보증 체계의 흐름도

워크플로우의 국제적인 비영리기관인 WfMC에서는 (WfMC, 2002) 워크플로우 시스템, IT 도구와 관련 S/W와의 인터페이스를 위해서 <그림 1>과 같이 reference model을 정의하여 이용하고 있다. 인터페이스 1은 프로세스 전체 혹은 일부를 정의하는 것으로, 프로세스를 분석하고 모델링 및 정의를 하는 도구로서 프로세스의 구조, 활동 및 이동, 역할과 트리거 등을 정의하고 규정하는 인터페이스와 관계되어 있다. 인터페이스 2는 사용자 인터페이스 관련사항으로 워크리스트 핸들러와 API를 통하여 인터페이스를 구현한다. 인터페이스 3은 에이전트를 이용

한 다른 응용 프로그램과의 인터페이스를 정의한다. 인터페이스 4는 워크플로우 시스템 간의 연결을 정의하는 것으로 상호연동을 위한 방법에는 4가지 시나리오가 존재한다. 첫째는 한 워크플로우에서 다른 워크플로우 시스템으로 프로세스를 넘기는 연결프로세스이고, 둘째는 특정 프로세스가 다른 워크플로우 시스템의 일부분으로 수행되는 서브 프로세스이며, 셋째는 프로세스가 여러 워크플로우 엔진에 의해 나누어서 수행되는 peer-to-peer model이고, 넷째로 두 프로세스의 실행 시점중 일부가 동기화 되는 병렬 동기화 프로세스이다. 인터페이스 5는 시스템 관리에 필요한 사항을 규정한다.

워크플로우는 그룹웨어나 비즈니스 프로세스 뿐만 아니라 공정관리나 생산 자동화분야에도 많이 활용되어 왔다. 비즈니스 프로세스분야의 적용으로는 정보통신 서비스의 사업자간에 표준모델 개발 (홍정완 외, 2002)과 포함된 서브 프로세스 (nested process)에 관한 워크플로우 엔진을 통해서 복잡한 프로세스와 서브 프로세스에 대한 계층적인 컨트롤이 가능하게 하는 시스템인 WW-FLOW (Kim, et al., 2000)를 들 수 있다. 생산자동화 분야의 적용사례로는 CIMOSA (Computer Integrated Manufacturing Open System Architecture)와 워크플로우 reference model간의 관계구현 및 생산계획 업무에 워크플로우를 적용한 것을 들 수 있다 (Dickerhof et al., 1999). 또한 워크플로우 관리는 종전의 컨트롤, 모니터링, 최적화 및 비즈니스 프로세스의 지원 기능에도 활용되고 있다. 제조분야에서 BOM (Bill of Material)을 이용해서 생산품을 정의해 볼 수 있으며 (김선호, 2000), Petri net을 이용해서 BOM을 자동으로 생성하는 것도 가능하다 (Aalst, 1999). 제조업분야에 워크플로우를 적용한 다른 사례로는 BOM을 발전시킨 BOP (Bill of Processes)를 이용하여 프로세스 관리를 자동화한 경우를 들 수 있다 (Choi and Kim, 2002).



<그림 1> 워크플로우 레퍼런스 모델 (자료: WfMC, 2002)

BOP는 BOM과 제작공정 정보를 동시에 나타내는 것으로서 부품의 조립/분해 관계와 공정

의 선후관계를 명시하며 구성요소로는 부품, 공정 및 관계표시가 있다. 원자력 분야와 관련하여서 중요한 흐름중의 하나는 이 분야 종사자의 고령화와 신규 유입되는 연구 인력의 제한으로 고도의 기술이 전수되지 못하고 사장화 되어가고 있으며, 따라서 지식관리기술을 이용하여 기술, 경험, 노하우를 지식 베이스화 하고 이를 정보기술과 접목해서 활용 가능한 환경을 조성하는 것이다. 이 분야와 관련하여 가스 순환기 설계자문 시스템에서는 웹을 기반으로 하여 데이터 베이스, 지식 베이스, 케이스 베이스에 기반한 의사결정 지원시스템을 보여주고 있다 (Menal et al., 2000).

방사성 폐기물 처분연구에서의 품질보증은 T2R3의 개념을 만족시켜야 한다. T2R3의 개념은 미국의 SNL에서 방사성 폐기물 처분연구와 관련한 품질보증에 도입한 개념으로 그 내용은 다음과 같다

- 추적가능성 (Traceability): 어떤 결론에 영향을 미친 입력 혹은 데이터의 근원과 합리적인 추론과정을 이해하는 것.
- 투명성 (Transparency): 결과를 도출해 낸 논리, 계산 및 그 외 다른 운용과정을 따라가는 것.
- 검토 (Reviews): 주석과 해법을 포함한 문서화된 기술적이고 품질보증 및 관리적인 검토사항.
- 재생산성 (Reproducibility): 결과를 재생산할 수 있는 것.
- 복구가능성 (Retrievability): 이를 나타낼 수 있는 문서를 복구해 낼 수 있는것.

방사성폐기물 처분 연구에 적합한 품질보증 프로그램의 목적은 기존의 업무흐름과 품질보증 절차를 통합함으로써 이를 통해서 수행된 업무흐름이 아래 <그림 2>와 같이 T2R3에서 목표로 하는 것들을 충족시킬 수 있는데 있다.

	추적가능성	투명성	검토	재생산성	복구가능성
계획수립	✓	✓			
실행	✓	✓	✓	✓	✓
문서화	✓			✓	✓
검토	✓	✓	✓	✓	
관리감독	✓	✓	✓	✓	✓

<그림 2> 연구개발 단계와 T2R3와의 관계

이러한 T2R3의 원리에 따라서 품질보증 업무를 수행하기 위해서는 조직, QA 프로그램, 작업계획 문서, 자격 및 훈련, 분석 및 계산, 구매서류, 설계 컨트롤, 검사, 감사 등 18개의 규정과 소프트웨어 QA, 과학적 조사 및 데이터 관리, 샘플 관리 등 부가적인 사항들을 규정하고 각각의 항목에 해당하는 QAP (Quality Assurance Procedure)를 아래 <표 1>과 같이 정의하여 활용하고 있다.

<표 1> 품질보증 절차서 (QA Procedures)

Criteria	Applicability	Implementing Procedures
1. Organization	Applies	QAP 1-1, QAP 1-2
2. Quality Assurance Program	Applies	QAP 1-1, QAP 2-1
3. Design Control	N/A	N/A
4. Procurement Document Control	Applies	QAP 4-1
5. Instructions, Procedures, Drawings	Applies	QAP 5-1
6. Document Control	Applies	QAP 6-2
7. Control of Purchased Materials, Equipment, and Services	Applies	QAP 4-1
8. Identification and Control of Materials, Parts, and Components	N/A	(applies to samples via QAP 20-2)
9. Control of Special Processes	N/A	N/A
10. Inspection	N/A	N/A
11. Test Control	N/A	N/A
12. Control of Measuring and Test Equipment	Applies	QAP 12-1
13. Handling, Storage, and Shipping	N/A	(applies to samples via QAP 20-2)
14. Inspection, Test, and Operating Status	N/A	N/A
15. Nonconforming Materials, Parts, or Components	N/A	
16. Corrective Action	Applies	QAP 16-1
17. Quality Assurance Records	Applies	QAP 17-1
16. Corrective Action	Applies	QAP 18-1
Software Quality Assurance*	Adopted	QAP 19-1
Scientific Investigation and Data Management*	Adopted	QAP 2-2, QAP 6-1, QAP 20-1, QAP 20-2
Sample Management*	Adopted	QAP 20-2

### Ⅲ. 웹 기반 시스템 모델링

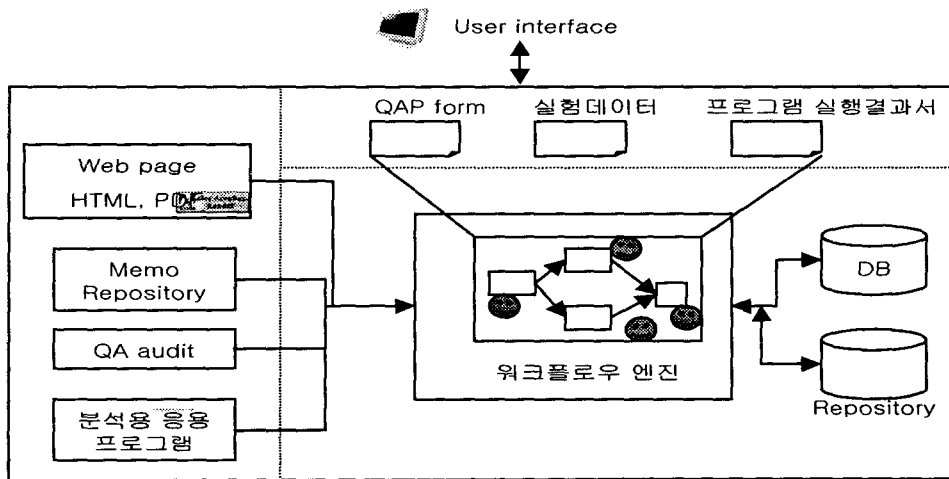
#### 3.1 웹기반 QA 업무흐름

웹을 기반으로 하는 품질보증 업무 절차를 만들기 위하여 먼저 현재의 오프라인 기반의 품질보증업무 자체를 온라인상으로 끌어 올리는 작업이 필요하다. 현재 행하여지고 있는 모든 서류나 문서작업들을 프로세스 화하고, 필요에 따라서는 형태나 구조의 변경 또한 불가피하게 된다.

웹을 기반으로 하는 QA 시스템을 구현하기 위해서는 기본적으로 웹의 특성을 먼저 이해해야 한다. 먼저 웹을 기반으로 하는 시스템은 다른 서버/클라이언트 시스템이 가지는 별도의

S/W 모듈을 설치할 필요가 없다. 단지 클라이언트에 설치되어 있는 웹 브라우저를 통해 서버에 접속하는 것만으로 해당하는 기능을 사용할 수 있다. 또 LAN 환경을 벗어나게 됨으로서 거리의 제약에서 벗어날 수 있게 되는 등 여러 가지 이점들이 뒤따르게 된다. 단지 인터넷이 가진 익명성과 개방성의 문제와 이에 수반되는 보안이라는 문제는 필히 고려하여 확인해야 하는 문제이다. 특히 일반적인 웹사이트가 아니라 보안이 중시되고, 비공개를 목적으로 하는 사이트나 시스템 등은 이러한 문제들이 더 크게 대두된다.

앞서 2장에서 살펴본 기본적인 방사성 폐기물 처분연구자료의 품질 보증의 과정에 따라 웹을 기반으로 하는 시스템을 구축하기 위하여 간단한 개념도를 그려보면 <그림 3>과 같다.



<그림 3> 웹 기반 품질보증 업무 흐름을 나타내는 개념도

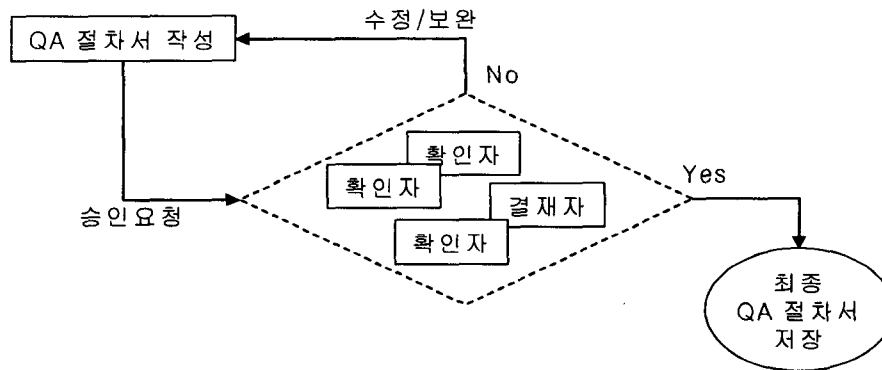
품질보증 절차와 관련된 많은 문서는 HTML과 pdf 파일을 이용하여 하이퍼텍스트로 연결되어 있고, 관련된 폼, 관련자간의 메모를 위한 repository가 있으며, 원자력 고유의 응용 프로그램들은 필요시 본 프로그램으로부터 호출해서 실행해 볼 수 있다. 특히 중요한 QAP 폼들 ( QAP 1-1, QAP 1-2, ... QAP 20-2 ) 과 실행 데이터 및 프로그램 실행 결과서 ( ABAQUS Run list, Connectionflow, MASCOT-K, 3DEC, FLA3D, UDEC)는 웹 기반 폼을 통해서 자료의 입력, 수정, 저장, 검색이 가능하고, 담당자간의 업무 프로세스는 워크플로우에 의해서 자동으로 업무가 전송되고 처리되어 DB 및 repository에 저장토록 하여 이미 실행이 끝나거나 처리된 결과에 대해서도 언제든지 쉽게 다시 찾아 볼 수 있도록 제공한다. Application에서는 타 시스템과의 인터페이스, 워크플로우 엔진으로부터 데이터를 받아서 업무를 처리하고 워크플로우 엔진과의 연동을 담당한다. 그 외에 관리업무와 관련하여 업무할당 규칙을 변경하고, 워크플로우와 관련된 이력을 관리하며 업무수행 관련 통계자료를 출력하는 기능을 수행한다.

### 3.2 워크플로우를 이용한 QA 시스템 구조

앞 장에서 정의된 워크플로우의 인터페이스 개념에 따라서 웹 기반 QA 시스템의 구조는 프로세스 정의도구, workflow system engine, worklist handler & user interface, application, database 및 thin client로 구성되어 있다. 프로세스 정의도구는 업무흐름을 워크플로우 상에서 정의하는 기능으로 프로세스 정의언어, 객체관계 모델, 스크립트 등으로서 정의한다. workflow system engine은 업무흐름을 관리하는 핵심 로직으로서 조건에 따른 업무의 분배, 분기, 업무 전달 확인 및 저장과 같은 기능을 수행한다. worklist는 업무 담당자에게 할당된 작업 목록이며, worklist handler는 각 담당자가 수행할 업무리스트를 출력하고 수행결과를 엔진에 전달하는 역할을 담당한다. Application에서는 타 시스템과의 인터페이스, 워크플로우 엔진으로부터 데이터를 받아서 업무를 처리하고 워크플로우 엔진과의 연동을 담당한다. 그 외에 관리업무와 관련하여 업무할당 규칙을 변경하고, 워크플로우와 관련된 history를 관리하며 업무수행 관련 통계자료를 출력하는 기능을 수행한다.

워크플로우는 하나의 단위 업무를 일련의 프로세스로 보고 있기 때문에 현재 진행 중인 업무들을 모두 프로세스화 할 필요가 있다. 따라서 본 연구의 주제인 방사성 폐기물의 품질보증에 관련된 업무 자체를 프로세스화 시킴으로서 워크플로우의 구조에 맞추고 이를 프로그램화 하여 보다 편리하게 사용할 수 있는 품질 보증 체계를 구성한다. 본 연구에서는 방사성 폐기물의 품질보증 업무 전체 중에서 QA 절차서 들의 흐름에 초점을 두고 있으므로 그 부분에 대하여 중점적으로 연구해보기로 한다.

현재 PA 업무의 진행은 최초 진행자가 이미 개발된 문서형식에 따라 문서를 작성하고 이를 확인자나 결재자에게 보내어 확인이나 결재를 받는 형식으로 진행되고 있다. 이 과정에서 일어나는 확인, 진행과정 또는 피드백 과정은 모두 직접 전달하거나 메일을 이용 가능하다. 이 과정을 간단히 도식화하면 다음 <그림 4>와 같다.



<그림 4> QA 절차서 작성과정 및 업무흐름의 도식화

이처럼 QA 업무 절차에서 일어날 수 있는 과정들을 도식화 하거나 프로세스화 하여 업무의 절차를 프로그램화 할 수 있도록 한다.

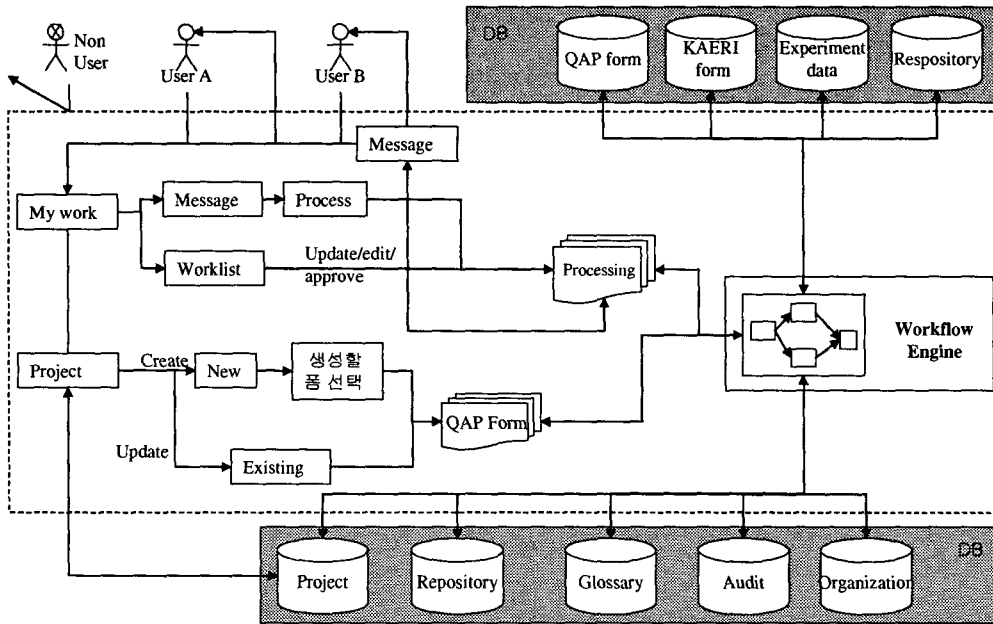
본 논문에서 구축하고자하는 시스템은 현재 오프라인으로 진행되거나 수동적으로 취해지고 있던 방식들을 자동화시키고 그 외 추가적인 업무 관리를 목적으로 하는 웹기반의 워크플로우 시스템이다. 따라서 본 연구에서 개발하고자 하는 시스템의 특성은 다음과 같다.

- 모든 QA 업무 관련 문서나 QA 절차서들은 진행된 프로젝트 폴더에 저장되어 사후 관리/검색이 용이하여야 한다.
- 품질보증 업무의 과정에서 작성되는 문서나 QA 절차서들은 현재의 시스템 내에서 웹을 통하여 직접 입력, 수정 작업이 가능하여야 한다.
- QA 절차서의 최초 작성자는 절차서 작성시에 결재나 확인이 이루어지는 경로를 정할 것인지, 확인하는 사람이 임의로 차기 담당자를 선택할 수 있도록 권한을 부여할 것인지에 대한 결재방식을 결정 할 수 있어야 한다.
- 모든 사용자들은 자신에게 할당되는 작업 완료 후에 차기 담당자나 결재자에게 업무를 진행 또는 인수 할 수 있다.
- 최초에 QA 절차서를 작성한 작성자 외에도 도중에 확인이나 점검하는 자가 수정이나 추가작업을 할 수 있으며 이 경우에는 이전의 확인자나 최초 작성자에게 자동으로 통지한다.
- 시스템은 모든 사용자들에 대해 각자의 권한을 부여하며, 각자가 해야 할 업무에 대해서도 자동 통지할 수 있는 기능을 가진다. 이를 통해 사용자들은 시스템에 접속함으로써 자신에게 부과된 업무를 파악 할 수 있다.
- 시스템은 비공개를 원칙으로 허가된 사용자들에 한해서만 내용이 통지되고 허가된 사용자라도 각자의 권한에 따라 허가되는 업무의 종류나 빈도가 제한된다.

상기 개념을 기본으로 워크플로우 엔진이 가져야 하는 기능들은 사용자의 권한 설정에서부터 시작하여 각각의 사용자에게 업무를 할당 및 부여하고, 업무의 우선순위를 파악하며, 이를 해당 사용자에게 통보할 수 있어야 한다. 또한 작성된 QA 절차서의 내용을 점검하고, 허가되지 않은 사용자들의 부당한 접근 또한 막을 수 있도록 구성되어야 한다. 이러한 전체적인 시스템의 개념을 도식화 하면 다음의 <그림 5>와 같다. 사용자는 업무권한에 따라서 일반사용자, 프로젝트 생성 및 자료 입력가능한 사용자로 구분된다. 사용자가 logon하면 workflow handler에 의해서 자기에게 보내진 task가 있는지 보여주게 되고 이는 메시지를 통해서 전달되게 된다. 기본적인 데이터 베이스에는 QAP form, KAERI 개발 form, 실험데이터, repository가 있으며, 또한 project 등록과정과 관련된 데이터 베이스에는 project, repository, glossary, audit, organization 등이 있다.

하나의 task에 대해서 이를 새로운 project로 등록할지 아니면 기존의 project에 추가할지에 따라서 신규 project를 생성하거나 기존의 project를 이용하게 된다. 새로운 project를 생성하게 되면 이에 요구되는 QAP form을 데이터 베이스에서 제공하는 리스트에서 선정하게 되고 project에 따른 form이 설정되게 된다. project생성 권한자는 해당 form에 필요한 자료를 입력하고 등록된 상위 검토자나 과제책임자에게 입력사항을 통보한다. workflow엔진은 관련자들에게 task에 대한 list를 통보하며 관련 정보를 데이터 베이스에 저장하거나 불러오게 된다.





<그림 5> 웹기반의 QA 시스템의 전체 구성

## IV. 웹기반 시스템 구현

### 4.1 웹 기반 QA 업무절차 수립

앞서 2장에서 기술되었던 QA 절차서들은 MS word나 pdf와 같은 파일의 형태로 작성되고 있다. 이러한 파일의 형태로 절차서들을 보관하는 것도 기록으로 남겨둔다는 것만으로는 가능하지만 원활한 검색이나 자료의 활용 등이 용이 하지 않다. 또한 차후에 필요한 파일을 찾아 본다거나 원하는 부분을 발췌하기 위해서는 절차서의 내용이 단순히 문서형태의 파일로 남는 것 보다는 데이터베이스화하여 통합적으로 보관되고 on-line상에서 워크플로우가 흘러가며 이용이 가능하도록 해 주는 것이 보다 효율적이다.

본 논문에서 개발하고자하는 시스템이 워크플로우를 기반으로 하는 웹사이트 형태의 QA 시스템이고 이를 토대로 해주는 것이 데이터베이스이므로 현재 문서파일형태로 작성이 되고 있는 모든 QA 절차서들의 내용을 데이터베이스에 담을 수 있는 형태로 변환되어 작성되도록 하였다. 기반이 되는 시스템이 웹을 토대로 하고 있으므로 작성하고자하는 절차서는 문서파일의 형태에서 html, 즉 일반적인 웹페이지의 형식으로 바꾸고 사용자는 해당란에 알맞은 내용을 입력하면 데이터베이스로 입력된다.

본 연구에서 개발될 QAP Form은 현재 원자력연구소에서 진행 중인 업무에 따라서 6가지

로 대분류되어 그 아래에 QAP Form들을 저장하고 해당 업무 발생시 보다 효과적으로 Form 을 작성할 수 있도록 하는데 그 내용은 다음 <표 2>와 같다. QA와 관련된 주요 업무내용은 work control form, 문서 검토 및 중앙 집중식 관리, 실험장비 외부 검 교정용, QA 내외부 audit, 소프트웨어 개발 유지 및 활용, 자산 이동현황 파악 등으로 분류되고 QAP form 01부터 QAP form 20 에 이르는 form 들이 해당되는 분야에 속하게 된다.

<표 2> 주요 업무 구분 및 QAP Forms

QA 관련 업무	해당 QAP form
일반적 업무 시작 전 계획 단계에서 작성할 Work control용 form	QAPform0102a, form0201a, form0201b, form0401a, form0501a
문서 Review 및 중앙 집중식 관리용	QAP form0601a, form0602a, form1701a, form1701b
실험 장비 외부 검교정용	form1201a, form1201b, form1201c
업무/QA 내외부 Audit용 Complete form 세트	QAP form1601a, form1601b, form1601c
소프트웨어 개발 유지 및 활용	QAP form1901a, form1901b, form1901c, form1901d, form1901e, form1901f, form1901g, form1901h, form1901i
자산 이동 현황 파악 용	form2001a

개발된 QAP Form들은 상위개념인 프로젝트가 설정되어야 비로소 작성 될 수 있다. 따라서 QA 절차서 작성 시에는 이미 존재하는 프로젝트를 선택하여 작성을 하든지 혹은 새로운 프로젝트를 생성하고 나서 그 프로젝트에 소속되어 작성하여야 한다. 데이터베이스에 입력되는 자료들은 차후에 수정이나 추가될 수 있고, 검색 등의 기능을 통하여 쉽게 관련 자료들을 다시 찾아볼 수 있도록 하였다.

<그림 6>은 문서형태의 QAP Form (pdf form)과 웹페이지 형태로 다시 만들어진 QAP form을 대조하여 본 것이다. 기존의 QA절차에 따른 form들은 pdf 파일로 되어 있어서 참고만 가능하지 실제로 이용이 불가능한 실정이다. 이를 database화 하여 모든 문서 항목을 field로 변환하고 웹 기반으로 입력과 검색이 가능하게 구현하였다. 실제 시스템에서는 아래 그림처럼 QAP form 단독으로 열수는 없고 프로젝트와 연계되어 작동되고 있다.

**Qualification and Training Form**  
(QAIP 2-1, Rev.0, Appendix A)

---

**Section I:**  
 Name: \_\_\_\_\_ Organization: \_\_\_\_\_ MS: \_\_\_\_\_  
 Phone: \_\_\_\_\_ Fax: ( ) \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

If non-KAERI employee: Enter: \_\_\_\_\_ Employer: \_\_\_\_\_  
 Contract # \_\_\_\_\_ Address: \_\_\_\_\_

Offsite: Phone: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

---

**Section II: Qualifications**  
**Qualifications: Summary of Education and Experience Applicable to Position Description.**  
 Do not attach personal materials (e.g., resumes or transcripts), which may become part of the public record.

Check this box if this form is used to qualify an individual for a different job description than that for which qualifications were earlier documented by this form. If checked, leave remainder of Section II blank.

Education: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Experience: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

QAP Forms > form0201a 활용수<yshwang> | Edit | Logout

Project No. : - 프로젝트 선택 -

**Qualification and Training Form**  
(QAIP 2-1, Rev.0, Appendix A)

---

**Section I:**  
 Name : \_\_\_\_\_ Organization : \_\_\_\_\_ MS : \_\_\_\_\_  
 Phone : \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_ Email : \_\_\_\_\_

If non-KAERI employee Enter: \_\_\_\_\_ Employer : \_\_\_\_\_  
 Contract# \_\_\_\_\_ Address : \_\_\_\_\_  
 Offsite Phone : \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_ Email : \_\_\_\_\_

---

**Section II: Qualifications**  
**Qualifications: Summary of Education and Experience Applicable to Position Description.**  
 Do not attach personal materials (e.g., resumes or transcripts), Which may become part of the public record.

Check this box if this form is used to qualify an individual for a different job description than that for which qualifications were earlier documented by this form. If checked, leave remainder of Section II blank.

Education:

Experience: \_\_\_\_\_

<그림 6> QAP Form 2-1 예시 (위쪽: 문서파일형태(pdf), 아래쪽: 웹기반 형태)

## 4.2 워크플로우 기반의 QA 시스템 구현

본 개발 시스템의 대상인 방사능 폐기물 관련 자료는 원칙적으로 연구소 내의 허가된 사용자들을 대상으로 하여 인트라넷하에서 작동되도록 만들어진 시스템이기 때문에 ID와 그에 해당하는 패스워드를 입력하여 시스템에 접근을 허용하도록 한다. 일반적으로 웹이 가지는 개방성의 문제를 해결하기 위해서 사용자들 각자에게 유일한 ID와 패스워드를 부여하여 이를 통해 시스템 내부에 접근하도록 하고 허락되지 않은 사용자에게는 접근을 제한함으로써 중요한 자료나 결과에 대한 유출을 막을 수 있도록 하였다.

사용자가 로그인 과정을 거치고 나면 시스템은 접속한 사용자의 권한이나 설정 등을 파악하여 사용자를 인식한 후에 최초로 TAP Overview 보여준다. 이 QAP Overview 부분에는 방사성 폐기물 처분에 관한 품질 보증 업무의 간단한 예와 해당하는 폼 및 절차서 양식 등을 문서파일의 형태로 제공한다. 새로 구축된 시스템에서는 문서형태의 파일에 입력하지 않기 때문에 이 부분에서 문서파일이 필요한 사용자들을 위해서 간단한 링크를 통하여 제공한다.

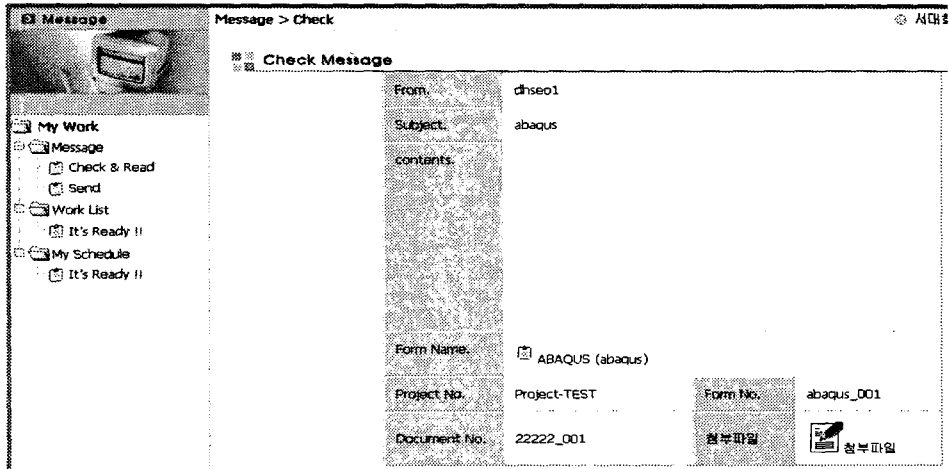
<그림 7>은 초기화면 후에 화면 상단 메뉴의 My Work를 클릭하였을때 나타나는 화면이다. 기본적으로 워크플로우의 Worklist의 형태로 제작하였기 때문에 로그인 과정에서 확인된 사용자의 담당 업무와 현재 업무의 진행상태, 그리고 새로운 업무의 내용들이 나열된다. 사용자는 이러한 업무의 목록들과 새로 도착한 업무들을 바탕으로 QA 업무를 수행해 나갈 수 있도록 하였고, 부가적으로 메시지의 기능을 추가하여 사용자들 간의 간단한 대화기능 또한 부여될 수 있다. 또한 Worklist는 실시간으로 사용자에게 할당된 업무를 파악하여 프로세스나 업무의 발생시 해당 사용자가 시스템에 접속해 있다면 발생한 업무에 대하여 알림형식으로 사용자에게 주지시킨다.

Date	From...	Form Name	Project No.
2003-05-02 오후 2:40:50	dhseo1	ABAQUS (abaqus )	Project_Test_2
2003-05-02 오전 11:32:08	dhseo1	Work Plan Document (form0102a )	Project_Test_2
2003-05-02 오전 11:31:44	dhseo1	Work Plan Document (form0102a )	Project_Test_2
2003-05-02 오전 11:31:20	dhseo1	Work Plan Document (form0102a )	Project_Test_2
2003-05-02 오전 11:28:27	dhseo1	UDEC (udec )	Project-TEST
2003-05-02 오전 11:27:56	dhseo1	UDEC (udec )	Project-TEST

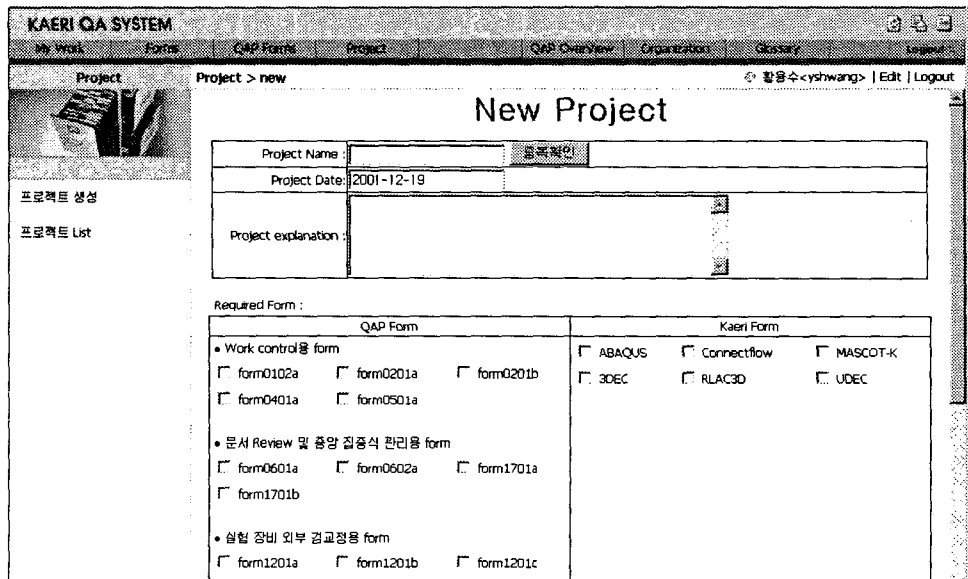
<그림 7> 워크리스트 및 메시지 관련 화면

<그림 8>은 현재 Worklist에 나타난 업무 목록 중에서 새로 도착한 업무 하나를 클릭하였을 때의 화면이다. 현재의 사용자에게 업무가 도착하기 전에 해당 업무를 해결했던 사용자의 아이디 또는 이름이 표기 되고 해당하는 폼의 명칭이 제목으로 나타난다. 그리고 간단한 메시지등을 통하여 보다 자세한 업무내용을 파악 할 수 있다. 또한 현재의 화면에서 Form View

방사성 폐기물 처분연구의 QA절차에 따른 웹기반 문서처리 워크플로우 시스템 개발  
 부분의 해당 폼 이름을 클릭하면 이전에 작성되었던 폼을 현재의 화면으로 가져와서 Worklist  
 에서 바로 해당업무의 수행이 가능하다.



<그림 8> Worklist 및 Message 관련 화면

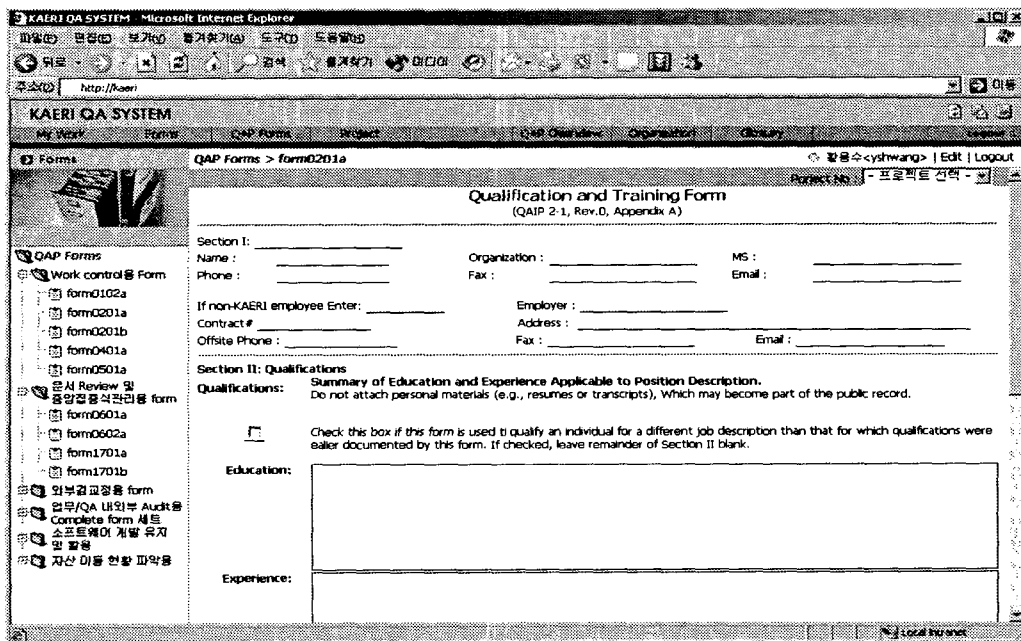


<그림 9> 새로운 프로젝트 생성화면

<그림 9>는 새로운 프로젝트를 생성하기 위하여 상단의 메뉴중 Project를 클릭하였을 때  
 나타나는 화면이다. 모든 QAP 관련 Form들은 특정 프로젝트의 하위 개념으로 속해 있기 때

문에 프로젝트없이 Form을 작성하여 데이터베이스에 입력하는 것은 불가능하게 된다. 따라서 이미 진행된 프로젝트를 선택하거나 새로운 프로젝트를 생성하여 그 하위로 포함 시켜야 한다. 새로운 프로젝트의 생성시에는 프로젝트의 명칭 및 해당 프로젝트의 세부 사항들을 입력하고 사용될 수 있는 Form들을 선택하여 프로젝트를 생성하도록 한다. 이렇게 정해진 Form들 내에서 해당 프로젝트가 진행되는 것을 원칙으로 하되 차후에 프로젝트에 필요한 Form들이나 세부사항들은 수정이 될 수 있다.

<그림 10>은 QAP와 관련된 30개 이상의 폼 중에서 'Qualification and training'에 해당하는 QAP 2-1의 일부를 보여준다. 이러한 일련의 폼들은 일반적인 파일의 형태로 전송될 수도 있지만 현재 구현하고 있는 시스템 내에서는 원칙적으로 폼의 내용이나 양식들의 구성을 데이터베이스화하여 사용자에게 보여주고 사용자에게서 입력받은 데이터를 다시 데이터베이스 내부로 저장하여 보관한다. 그러므로 사용자들은 한번 작성된 폼에 대해서도 다시금 색인이 가능하다.



<그림 10> 웹 기반 QA 절차서 양식 (QAP 2-1 Qualification and Training)

## V. 결 론

원자력 방사성 폐기물 연구에 있어서 가장 중요한 문제는 안전성 문제라고 할 수 있다. 이러한 안전성 문제는 무엇보다도 누구나 다 인정할 수 있는 객관화되고 투명한 관리체계

의 수립이라고 할 수 있으며, 이는 곧 품질보증 체계를 수립하여 시행함으로써 가능하다고 할 수 있다. 본 연구는 이전까지의 연구에서 수립된 품질보증 체계를 웹 기반의 interactive 한 시스템으로 개발함으로써 아래와 같은 성과가 기대된다.

첫째는 기존의 품질보증 체계가 웹기반으로 구현됨으로써 관련 종사자들이 보다 쉽고 투명하게 접근하여 사용이 가능해 진다.

둘째는 성능평가 관련 자료 생산 flow에 따라서 입력자료 생산이 체계적으로 수행 가능하다.

셋째는 생산된 결과물에 대한 승인 불승인이 투명하게 이루어져 자료의 신뢰성이 향상된다.

넷째는 워크플로우의 수립으로 인하여 업무 프로세스를 중심으로 조직과 정보 시스템을 통합하여 조직 구성원 및 내외부와 협업을 원활하게 해 줄 수 있다.

본 연구에서는 방사성 폐기물 처분연구자료에 관한 품질보증 업무중 QA 절차서의 개발을 중점적으로 다루고 있다. 이러한 결과와 관련하여 추후 연구방향으로는 본 연구에서 진행된 QA 절차서 들을 토대로 품질보증 체계에 대해 보다 전체적인 접근에 의하여 다시 분석하여 보고 분석대상이 되는 방사성 폐기물 처분연구자료의 품질보증 업무에 대한 전반적인 워크플로우적인 접근이 좀더 용이하게 이루어 질 수 있을 것이다. 또한 공개 및 투명성이 요구되고 있는 안전과 관련된 핵심적인 폐기물 관련 연구나 관리시스템의 객관화 및 웹 기반 구축에 활용 가능 할 것이다.

본 연구결과 관련분야에의 기술발전의 기여도는 아래와 같다.

- 워크플로우 개념은 최근에 기업에서 기존의 비즈니스 프로세스를 재 설계 (BPR: Business Process Reengineering) 함으로써 보다 더 경쟁력 있는 유연하고 (Flexible) 고객중심의 시스템 (CRM: Customer Relationship Management)을 구현하기 위한 방법으로 많이 활용되고 있다.
- 따라서 본 시스템 구축의 기술은 심지층 폐기물 처분에 관한 품질보증 분야뿐만 아니라, 방사성 폐기물의 천층처분과 관련 분야에도 이용될 수 있다.
- 또한 원자력에 관한 연구결과와 업무수행의 투명성을 위해서 관련자료 및 워크플로우의 웹을 통한 구현이 요구된다. 이러한 분야의 연구 및 기술개발에 본 연구의 결과는 직접 활용이 가능하다.

본 논문에서는 원자력 방사성 폐기물 연구의 QA시스템 구축을 위해서 T2R3 개념에 입각하여 웹기반 Workflow 시스템의 prototype을 개발하였다. 따라서 본 연구결과를 기초로 하여 추후 활용분야는 다음과 같이 제시해 볼 수 있다.

- Prototype의 시험 운영을 통한 시스템 재설계 및 구현: 본 연구에서 개발된 prototype 시스템을 실제 환경에서 사용하여, 문제점이 발견시 이를 보완하여 활용토록 한다. 시스템 개발과정에서 예상되는 문제점을 어느 정도 해결하였으나, 실제 현업에서 시스템을 활용을 하게 되면 사전에 검토되지 못한 문제점이나 요구사항이 발생할 수 있다. 따라서 3~6개월 정도의 시험 운영을 통해 추가적인 요구사항을 수집한 후 시스템을 재설계하고 구현하는 것이 절대적으로 필요할 것이다.
- 원자력의 타 분야의 연구수행 결과자료의 관리체계에 적용: 본 연구에서는 웹기반

Workflow 시스템을 고준위 방사성폐기물 처분 시스템을 대상으로 하였는데, 이를 T2R3 개념의 품질보증체계가 요구되는 원자력 타 분야의 연구수행 결과자료의 관리체계에 적용가능하다. 이를 위해서 다른 분야에 대한 최소한의 업무분석으로 본 시스템을 수정하여 활용가능하다.

- 원자력연구 관련 표준 품질보증체계 Workflow 시스템 제품화: 원자력 관련 연구수행결과 자료는 특정 국가만의 소유가 아니라 관련 여러 국가가 공유함으로써, 원자력이 세계 평화와 복지 증진에 이바지할 수 있다. 이에 본 연구를 토대로 연구수행 결과자료를 전 세계적으로 T2R3 개념의 관리체계를 공유할 수 있는 표준 품질보증체계 Workflow 시스템으로 제품화하여, 원자력 연구결과 관리체계 분야에 있어 시스템이 갖추어지지 않은 국가들에게도 본 시스템의 활용을 권장 할 수가 있다.

## 참고문헌

- 김선호, 권용성, 주경준, 정석찬, "CORBA 기반의 이중분산환경용 제품구조 및 구성관리 시스템 개발," *IE Interfaces 산업공학*, 2000, Vol. 13, No. 4, pp. 572-583.
- 홍정완, 김훈태, 임춘성, 윤용기, 박윤정, 최봉균, 이상규, 이재석, "정보통신 서비스 사업자간 비즈니스 프로세스 표준모델 개발," *대한 산업공학회 / 한국 경영 과학회 2002 춘계공동 학술대회*, 한국과학기술원, 2002, 5월 3-4일, pp. 902-908.
- van der Aalst, W. M. P., "On the automatic generation of workflow processes based on product structures," *Computers and Industry*, 1999, Vol. 39, pp. 97-111.
- Choi, B., and Kim, B., MES architecture for FMS compatible to ERP, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 2002, Vol. 15. No. 3, pp. 274-284.
- Dickerhof, M., Didic, M. M., and Mampel, U., "Workflow and CIMOSA- background and case study," *Computers and Industry*, 1999, Vol. 40, pp. 197-205.
- KAERI, *Quality Assurance Procedure*, 2000, Korea Atomic Research Institute.
- Kim, Y.H., Kang, S.H., Kim, D.S., Bae, J.S. and Ju, K.J., "WW-FLOW: Web-Based Workflow Management with Runtime Encapsulation," *IEEE Internet Computing*, May-June 2000, pp. 55-64.
- Menal, J., Moyes, A., McArthur, S., Steele, J., and McDonald, J., "Gas circulator design advisory system: A web based decision support system for the nuclear industry," *Proceedings of 13th international conference on industrial and engineering applications of AI and ES, IEA/AIE 2000*, New Orleans, Louisiana, June 2000, pp. 160-167.
- SNL, "Quality assurance, technical data management and expert elicitation for the development of a deep geological repository for high-level nuclear waste in the ROK," 2001, *Sandia National Laboratories Research Report*.
- WfMC, [www.wfmc.org](http://www.wfmc.org), 2002.



<Abstract>

## Web-based QA Workflow System for Radioactive Waste Disposal

TaeWoon Kim · ChangSeong Ko · DaeHee Seo · KwangWook Lee  
ChulHyung Kang · YongSooHwang · YunMyung Lee

During the early stage of radioactive disposal programs, important issues related with quality assurance of data sets, methodologies, R&D procedures are recognized as important ones. This paper focused on the development of web-based workflow standards for the QA procedures of the radioactive waste disposal programs. The flow of process was analyzed based on workflow concepts proposed by the Workflow Management Coalition (WfMC). QA system is based on the principles of T2R3. T2R3 stands for transparency, traceability, review, reproducibility, and retrievability.

Workflow was used to standardize and restructure the business and/or work process in the industry or organization. The WfMC has identified five functional interfaces to a workflow service as part of its standardization program. They are composed of process definition interface, worklist handler, application program interface, interface between workflows, and system management. The task flow and QA program were defined based on the workflow ideas.

QA procedures for the R&D results of radiation disposal were analyzed following the reference model of workflow. In addition, six program run list were created and implemented. The creation, revision, and approval of the test data were designed to be implemented on the web environment. Through this system, R&D procedures such as planning, research, documentation, internal review and future independent peer review processes could be well organized and stored more systematically on the database and knowledge base. This will encourage the usage and data sharing between interested parties through it's clear and transparent workflow standards.

**Keywords:** QA, Workflow, Web-based system, Radioactive waste disposal

\* KAERI: Korea Atomic Energy Research Institute