

'96 춘계학술발표회 논문집

한국원자력학회

## 原子力 研究開發에서의 品質保證 適用方案 研究

權赫一 · 林南鎮 · 趙文成 · 崔世鎮 · 任甲淳

韓國原子力研究所

### 요 약

본 研究에서는 國內外 原子力 品質保證 시스템의 변화추세하에서 研究開發에서의 品質保證 시스템 適用環境과 適用範圍를 문헌조사를 통해 분석하였으며 현재 개발되어 있는 國外 原子力 산업계의 品質保證 基準과 研究開發 品質保證의 適用事例를 비교, 분석하였다. 또한, 이의 導入을 위하여 研究員들의 品質에 관한 認識度를 설문을 통하여 조사하였으며 이를 토대로 原子力 研究開發 品質保證 매뉴얼을 어떤 방식으로 구성하는 것이 보다 현실적인지를 研究, 제시하였고 이의 정착을 위한 구체적인 시스템 수립 및 適用方案에 대해서도 고찰하였다.

### 1. 序論

#### 1.1. 原子力 研究開發 品質保證의 개념 및 필요성

현재와 같은 정보사회에 있어 生産活動의 主體들은 자기 그들의 경영방식을 과거의 生産공정 管理 위주의 「品質管理」방식에서 고객 지향적 「品質經營」방식으로 轉換하고 조직전체의 참여를 유도하기 위한 品質경영의 시대를 주도하고 있다. 이러한 추세에 맞추어 品質保證의 概念도 生産 라인이나 製品에 영향을 미치는 모든 간접적인 요소 - 업무 시스템, 종업원의 의식, 製品設計, 및 研究開發 등과 같은 - 들까지도 효율적으로 통제하여 문제나 불량 발생요인을 근원적으로 제거하는 방식으로 發展되었다. 이에 따라 品質保證시스템도 모든 업무 分野에 포괄적으로 적용될 수 있는 요건으로 변모하고 있다. 生産기술의 발전은 제품의 수명을 단축시키며 研究開發된 신제품이 소비자에게 공급되는 기간이 급속도로 빨라지게 되어 研究 개발의 결과는 그만큼 제품의 品質에 직접적인 영향을 미치게 되었다. 즉, 신제품 개발에 研究, 設計, 購買, 生産 등의 업무가 동시에 遂行되는 이른바 Concurrent Engineering의 導入으로 研究開發 段階에서의 조그만 실수도 소비자에게 큰 손실을 가져다 줄 수 있는 것이다. 따라서, 研究開發 分野도 다른 分野와 마찬가지로 새로운 經營技法이 導入되어 보다 發展적인 思考方式을 갖출 필요가 있다. 研究開發에서의 제품이란 研究報告書의 내용에 기초가 되는 「研究데이터」이다. 研究데이터의 신뢰도를 입증할 수 있어야 研究結果의 公信力도 그만큼 확보되는 셈이다. 研究데이터를 생산하는 프로세스를 효과적으로 管理하고 그 근거를 확보할 수 있는 체계적인 研究업무의 遂行이 필요하다. 이를 위하여 研究開發 分野도 적절한 品質保證시스템을 導入하므로써 研究 신뢰성을 높이며, 나아가서 研究기관에서의 研究開發 品質經營體制를 확립할 필요성이 擡頭되는 것이다.

## 1.2. 研究 品質提高와 自律性

연구원들과 品質保證 要員들은 정반대의 시각으로 業務에 접근한다. 그래서 이 두 그룹의 사람들이 만났을 때 의사전달이 힘들다는 것은 별로 놀랄 만한 일이 아니다. 연구원들은 品質保證 要員들이 연구원들의 기존 業務方式을 否定하고 그들 입장에서 일방적으로 새로운 業務方式을 결정하여 연구원 자신과 그들의 研究業務를 統制하려 한다고 생각한다. 品質保證 要員들은 연구원들이 규칙과 규정을 지키지 않으며 課題나 프로그램에 나쁜 영향을 미치는 실수를 많이 저지르고 있을 것이라고 생각한다. 물론 이것은 兩者의 서로에 대한 이견을 단적으로 풍자한 것이지만 사실이 그러하다는 것은 부정할 수가 없다. 문제는 진실이 무엇인가를 찾아내어 兩者의 마음속에 있는 선입견을 극복하고 課題를 보다 효율적으로 遂行할 수 있도록 개선하는데 있다. 品質保證의 적용을 위해서는 연구원들이 品質保證의 기본원칙을 잘 알아야 할 필요가 있다. 品質保證의 원칙이 그들의 業務에 어떻게 적용되는지, 또는 적용될 수 없는지, 그리고 品質保證의 적용으로 인해 그들의 研究 遂行方式에 어떤 영향이 미칠지를 자기 스스로 판단할 수 있어야 할 것이다. 그렇게 되면 연구원들은 그들의 業務에 적용될 品質保證 프로그램의 開發을 직접적이고도 적극적으로 도울 수 있게 된다. 연구원과 品質保證 要員이 品質保證 프로그램의 開發에 그런 식으로 협조할 수 있다면 차후 프로그램의 이행에 따른 業務의 지연이나 프로그램 요건의 변경을 최소화할 수 있다. 반면에 만약 品質要員이 研究업무의 특성을 충분히 이해하지 못하고 독단적으로 일을 처리한다면 品質保證 시스템의 開發은 쉬울지 모르나 그 履行 過程에 보다 많은 어려움이 뒤따를 것이며 結局 현실성이 없는 시스템이 되고 만다.

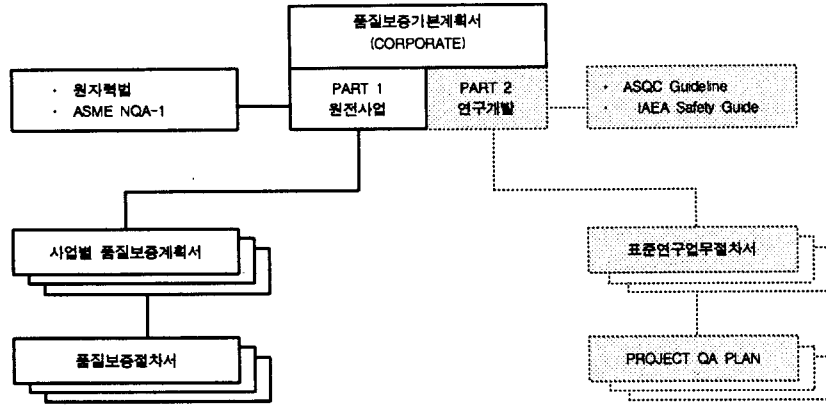
## 2. 研究開發 品質保證 適用方案

研究部署 내에서의 업무는 細部 研究計劃을 수립하고 이행을 확인하며 研究遂行 過程에서 작성되는 研究記錄을 효과적으로 管理하는 것이다. 또, 사용장비의 健全성을 입증할 수 있는 서류의 확보, 研究데이터의 技術檢討, 기술문서의 작성, 研究記錄의 保管 및 管理 등 研究部署가 管掌하여야 할 업무는 오히려 研究管理부서의 그것보다 훨씬 많고 중요한 것이다. 研究部署의 업무를 효율적으로 遂行하기 위해서는 체계적인 管理 방법을 갖추어야 하며, 보다 효율적인 管理體系가 될 수 있도록 지속적으로 개선하여야 한다. 이를 위하여 연구원들의 品質保證 認識度を 파악하기 위한 설문조사를 실시하여 다음과 같은 방안을 마련하였다.

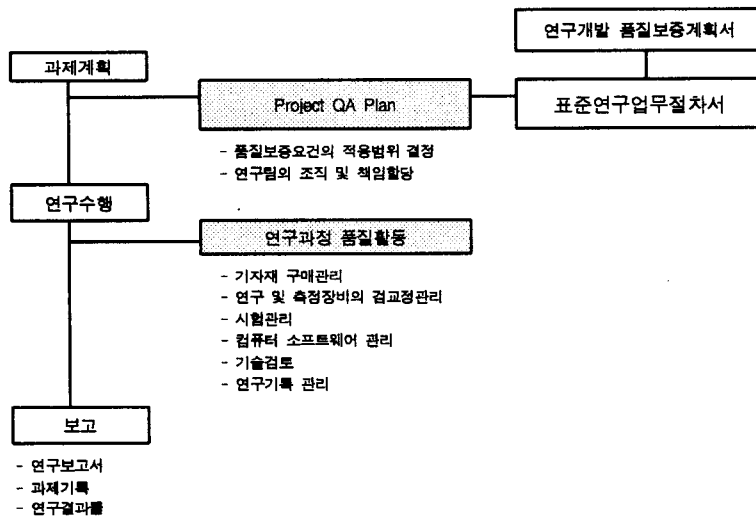
### 2.1. 研究開發 品質保證 文書體系

研究開發 課題의 운영을 위한 品質保證계획은 기존의 原子力 品質保證시스템을 기본으로 하여야 할 것으로 판단된다. 다만 이 시스템이 研究開發課題에는 적합하지 않은 부분이 있으므로 보다 신중적이고 신중한 적용방안이 마련되어야 한다. 品質保證 문서체계는 [그림 1]과 같이 원전사업 品質保證문서 체계에 研究開發 分野를 접목시키는 형태로서 品質保證基本計劃書(Corporate QA Program)를 원전사업과 研究開發部門으로 구분, 작성하고 이를 근간으로 하여 사업별 品質保證計劃書와 標準研究業務節次를 수립하며 구체적인 이행방안을 기술한 細部品質保證節次書와 프로젝트 品質保證計劃(Project QA Plan)을 작성하도록 구성하였다. 研究開發 品質保證 體制를 구축하기 위해서는 研究開發 業務過程의 효율성을 제고하는데 중점을 두어야 한다. 研究開發 過程에서 유효한 데이터가 사용되었으며 견실성 있는 研究데이터가 산출되었는지를 보장하고 課題의 범위에 적합한 결과치가 얻어졌음을 보장하기 위한 체계적인 운영방안이 마련되어야 할 것이다. 따라서, 研究開發 品質保證시스템은 研究開發 課題의 特性에 맞는 요건을 적절히 선택할 수 있는 柔軟性을 갖

추여야 할 것이며 이를 위한 기본적인 골격을 [그림 2]와 같이 構成하였다.



[그림 1] 품질보증 문서체계



[그림 2] 연구개발 품질보증 체계의 기본골격

## 2.2. 品質保證 要件의 적용범위 결정

課題責任者는 課題개시 전에 品質保證에 관한 자신의 방침을 정해 둘 필요가 있다. 이를 위하여는 課題특성에 적합한 品質保證 要件만을 발췌하여 적용할 수 있도록 課題責任者가 品質保證 要件을 모두 이해하고 그 이행방안을 알고 있어야 하며 이때 品質保證 부서는 불합리하고 무리한 요건을 적용하지 않도록 조정하여 주어야 한다. 課題 遂行 중에도 비합리적인 면이 발견되면 Project QA Plan이 개정될 수 있도록 하여 課題 參與者들의 개선을 위한 제안내용이 적극적으로 반영될 수 있도록 하여야 한다. [1]

## 2.3. 기자재 구매

研究機資材의 品質要件은 매우 중요하다. 그것은 研究데이터 유효성, 건설성, 정확성은 研究機資材의 성능

과 직결되기 때문이다. 研究活動은 현존하는 가용장비들을 효과적으로 동원하여 새로운 技術을 開發하는 것이며, 때문에 각 研究의 특성에 맞는 研究裝備를 갖추어야 하고 그들이 使用條件에 맞는 환경에서 원하는 결과를 내주어야만 바라는 研究目標을 달성할 수 있게 된다. [2] 研究責任者는 研究에 투입되는 裝備들이 데이터의 品質에 영향을 미치는가에 대한 分類를 하여야 한다. 구입될 研究裝備가 研究結果나 데이터에 직접적인 영향을 미치는 경우, 이에 대한 購買示方을 결정하고 공급자에게 정확히 전달할 수 있어야 한다. 또, 복잡성과 중요도에 따라 업체에 대한 자격부여, 주요 생산공정에 대한 입회검사, 구입후의 인수검사, 업체로부터의 品質保證書 등에 대한 사항을 購買文書에 明示하고 이를 확인하는 方案을 마련하여야 한다.

#### 2.4. 課題 遂行段階에서의 品質保證 活動

##### 2.4.1. 文書 및 記錄管理

文書管理 시스템은 모든 研究資料가 한곳에 수집되고 모든 課題參與者가 서로 共有할 수 있는 체계를 갖추는 것을 기본으로 한다. 이들 자료에 대한 번호부여체계, 작성책임자, 管理責任者, 작성방법 및 절차, 승인 및 검토절차 등이 課題의 실정과 특성에 맞게 수립되어야 한다. [3] 이 자료들이 잘 정리되고 쉽게 찾을 수 있어야만 課題 遂行 中에도 研究參與者가 수시로 현황을 알 수 있게 되며 研究推進 方向을 수시로 점검할 수 있게 된다. 각 參與者들이 행하는 研究活動의 결과는 반드시 문서의 형태로 작성되어야 하고 그때그때 기술적 검토를 거치며 文書管理 시스템에 따라 처리되어야 한다. 이러한 문서들을 기초로 하여 研究報告書가 작성되어야만 研究結果에 대한 근거가 충분히 확보될 수 있는 것이다. 研究記錄의 보존은 課題의 遂行 中 발생하는 제반 기술적 문서들을 효율적으로 管理하여 研究기관 的 기술적 자산으로 管理되어야 한다. 이렇게 함으로써 研究員들의 권익을 보호할 수 있게 되며 기술축적의 기반을 다질 수 있다.

##### 2.4.2. 技術檢討

研究開發에서의 기초가 되는 데이터의 정당성을 입증하는 방법으로 제3자에 의한 技術檢討가 이용된다. 기술적 혹은 과학적 데이터의 정확성, 해석의 정당성, 상관관계 및 결론의 해석에 대한 유효성을 판단하기 위하여는 해당 分野에서 소정의 과학적 기술적 지식을 갖춘 자로 하여금 생산된 데이터를 검토하게 하는 것이다. 研究報告書에 대해서는 감수제도가 있어서 그 결과에 대해서는 확인할 수 있지만 研究 過程에서 발생한 데이터들에 대한 공신력이 결여된 상태에서의 研究結果는 신뢰성 면에서 뒤떨어질 수밖에 없다. 따라서, 課題 계획단계에서 부터 해당 分野에 적합한 技術檢討者를 미리 선정하여 課題 遂行 期間중 生成되는 기술자료들을 검토할 수 있도록 하여야 한다. 적절한 전문가가 없는 경우에는 課題 參與者중에서 선정하여 서로의 기술자료를 검토케 하여 될 수 있으면 다수의 의견이 반영되게 한다. 이렇게 하면 사소한 기술 데이터라도 제3자가 인정해 주는 체계를 갖추게 되며 參與者間의 정보교류도 원활하게 되는 효과도 있게 될 것이다.

##### 2.4.3. 實驗管理

研究데이터의 생성은 각종 實驗으로부터 비롯된다. 研究데이터가 주어진 研究目標에 직접 관련이 있고 研究범위에 속해 있어야만 효과가 있다. 생성된 研究데이터의 신뢰성이 확보되려면 보다 정확하고 정밀한 研究裝備가 요구되기도 하지만 實驗의 방법과 절차도 매우 중요하다. 實驗擔當者가 정확한 절차와 방법을 숙지하지 못하고 있으면 그로부터 생산되는 研究데이터는 그만큼 신뢰성이 떨어지게 된다. 實驗의 기초적 계획은 課題責任者가 수립하며 구체적인 방법과 절차는 節次書의 작성을 통해 이루어지는 것이다. 實驗節次에는 實驗의 전제조건, 시험장비 및 관정방법 등이 명시되어야 한다. [4] 기술표준이 없이 일반적인 관행에

의해 遂行해 온 實驗들은 일관성 면에서 뒤떨어지기 때문에 그만큼 신뢰도의 低下를 가져올 우려가 있기 때문에 實驗結果는 반드시 문서화되어야 하며 제반 實驗要件이 만족되었음을 입증하는 기초적 자료로 이용된다. 이러한 자료를 바탕으로 技術文書가 작성되며 技術檢討를 거치게 되는 것이다. 보다 더 객관성 있는 實驗結果를 확보하려면 品質保證 部署가 實驗節次書를 검토하고 品質검사 여부를 결정하며 제3자의 입장에서 實驗遂行 過程을 입회하는 방안이 요구된다.

#### 2.4.4. 컴퓨터 소프트웨어 品質保證

최근 정보화 사회의 진전과 함께 각계 각층에서 컴퓨터의 활용이 크게 늘어나고 있으며 따라서 컴퓨터 소프트웨어의 개발 기술도 급격히 발달하고 있다. 研究開發 分野도 컴퓨터의 이용이 늘어나면서 研究데이터의 획득이나 분석을 위해 많이 활용되고 있다. 소프트웨어의 활용으로 研究活動이 신속성, 효율성, 생산성 및 편리성 등의 측면에서 많은 효과를 보게 될 것으로 예상됨에 따라 그 비중은 날로 높아져 중요성도 새롭게 認識되어지고 있다. 課題責任者는 課題遂行에 이용될 컴퓨터 소프트웨어가 研究結果에 미치는 영향을 분석하고 이들을 品質측면에서 管理할 것인지를 결정하여야 한다. 品質保證이 적용되는 컴퓨터 소프트웨어에 대해서는 사용전에 검증 및 인증(Validation and Verification)을 거치고 인증서류를 확보토록 하며 이용중에 발생한 에러의 管理도 체계적이어야 한다. 에러가 발생하면 전산운영 부서에 즉시 통보하여 타사용자들에게 미치는 영향을 최소화시켜야 하며 프로그래머로 하여금 이를 적시에 수정, 보완하도록 하여야 할 것이다. 또한 컴퓨터 소프트웨어를 이용한 研究活動 결과는 기술문서의 일부로 간주되어 技術檢討 節次를 거치며 課題記錄으로 유지, 管理되어야 할 것이다.

#### 2.4.5. 研究 및 측정장비의 검교정 管理

정확한 研究裝備나 측정장비의 사용은 그만큼 研究데이터의 신뢰성을 높여 준다. 研究課題의 목적이나 범위에 맞는 환경하에서 적절한 데이터를 생성할 수 있는 研究裝備를 갖추는 것은 매우 중요한 일이라 할 수 있다. 研究裝備나 계측기의 정확성이 국가표준과의 추적성이 입증되어야 하며 검교정 결과가 研究의 목적과 범위에 맞는 것이어야 한다. [5] 이를 효과적으로 管理하고 운영할 수 있는 시스템을 갖추었으며 적절히 이행되고 있는지를 평가하는 제도적 장치가 필요하다. 종합적인 研究裝備 및 측정기기의 목록을 유지하고 검교정 주기를 수시로 확인하고 그 입증서류도 확보되어야 하며 이 근거가 課題記錄에 편철되어야 한다. 검교정에 관한 정보는 반드시 검교정 현황뿐만 아니라 장비의 보유현황, 성능, 사용용도, 내구 연한, 현상태, 유지보수이력 등에 대한 정보를 포괄적으로 管理함으로써 이 정보가 다른 分野(研究管理, 구매管理, 경영정보 등)에도 유용하게 쓰일 수 있도록 할 필요가 있다.

#### 2.4.6. 研究記錄의 管理

品質認識度 조사에서 나타난 바와 같이 研究記錄의 유지는 대부분이 개인이 보관하는 경우가 많았다. 이것은 研究의 결과물으로써 研究報告書가 발행되면 그것의 기초가 되었던 研究記錄은 유명무실해진다는 안이한 생각에서 비롯되었다고 볼 수 있다. 研究員들도 이점을 알고 있으며 研究記錄은 각 研究員들의 지적재산으로만 생각하고 있으며 이것이 研究所의 기술축적이라는 차원에서는 전혀 고려되지 못했음을 인정하고 있다. 비록 研究記錄이 담고 있는 데이터가 研究報告書에 빠짐없이 수록되었다고 하더라도 그 데이터의 객관적 근거는 研究報告書가 아닌 研究記錄에 명시되어 있을 것이며, 研究過程에서의 정당성을 입증하는 데에도 研究記錄을 활용하여야 하는 것이다. 研究過程중에 생성되는 수많은 記錄들은 그 研究의 진행過程을 소상히 알

수 있게 해 주며 각 研究의 특성에 따라 생성된 문서의 종류가 다르기는 하겠지만 課題계획서, 課題 品質保證計劃 또는 플랜, 課題 遂行節次書, 課題 參與者가 작성한 기초자료, 試驗報告書, 기술검토 결과, 설계검토 결과, 檢査報告書 (제작, 인수, 공정 등), 구매문서 등의 記錄들은 研究報告書의 내용을 뒷받침하는 것들로서 研究報告書에 記錄된 각종 데이터의 기초가 되는 서류들이다. 검토가 완료된 記錄들은 프로젝트 진행중이라도 課題 記錄철을 유지하여 課題參與者들이 항상 열람할 수 있게 하여 상호간 정보전달을 원활케 하고 課題 진도를 정확히 파악할 수 있게 한다. 課題責任者는 研究 記錄들의 종류와 형태를 구분하여 각 參與者들이 문서를 작성, 검토 및 管理하는데 혼선을 일으키지 않게 한다. 수집된 記錄은 課題가 종료된 후 종합적인 管理가 이루어져서 타 分野의 研究參與者들도 손쉽게 이용할 수 있도록 하여야 한다.

### 3. 結論

研究開發 分野에의 品質保證 技法導入이 研究의 質을 향상시키고 生産性 増大에 지대한 영향을 준다는 점을 認知하면서도 자칫 研究의 창의성과 자율성에 침해를 가져오지 않을까 하는 선입관에 따라 이의 導入에 研究員들이 주저하고 있는 것도 부인할 수 없는 사실이다. 그간의 국내의 사례를 研究, 검토한 바에 따르면 이는 한낱 기우에 불과하다는 것을 알 수 있다. 물론 어떤 시스템의 導入에 따른 역기능이 유발되는 점을 결코 간과해서는 아니될 것이며 이의 발생을 막기 위해 앞으로도 지속적인 研究, 검토가 있어야 되리라 본다. 研究開發 品質保證의 목적은 研究成果를 비판하거나 실패를 용납하지 않는 事後評價에 있는 것이 아니며 研究過程을 효율적으로 계획하고 진행하며 문서화함으로써 研究成果를 대외적으로 立證하며 더 나아가서 실패의 경험까지도 共有하고자 하는데 있는 것이다. 品質保證의 필요성, 研究遂行에 대한 記錄, 研究裝備의 購買 및 管理, 試驗管理, 컴퓨터 소프트웨어의 管理 등에 대하여 認識도를 조사한 결과 대부분 品質保證에 대한 긍정적인 認識이 아직 부족한 편이며 研究記錄, 研究裝備 그리고 컴퓨터 소프트웨어의 체계적 管理를 위한 방안이 마련되어야 할 것으로 판단되었다. 研究開發 分野에의 品質保證 技法을 導入하는데 있어서 현실적인 절차와 방법이 수립되지 않은 상태이기 때문에 이에 대하여 品質保證 要員들이 우선적으로 창의적인 노력을 기울이며 研究員들의 總意를 모으는데 全力을 경주하여야 할 것으로 본다. 아울러 研究開發 品質保證 시스템의 導入을 위한 研究員들의 적극적인 이해와 능동적인 참여가 무엇보다도 艱요하다고 볼 수 있다.

### 參考文獻

1. G. W. Roberts(1978), "Quality Assurance in Research and Development", Mechanical Engineering, September, pp.41-45.
2. RDT F2-2(1973), Quality Assurance Program Requirements, U.S Atomic Energy Commission, Division of Reactor Development and Demonstration.
3. Quality Assurance Manual, Brookhaven National Laboratory, (1992).
4. Quality Assurance Guidelines for Research and Development, American Society of Quality Control, Research and Development Committee, (1992).
5. Quality Assurance Manual, Argonne National Laboratory, (1988).