원자력연구개발 목표관리시스템 개발

박준원 · 최현호 · 원병출
한국원자력연구소

A Study on the Developement of the Nuclear R&D Performance Monitoring System

J.W.Park, H.H.Choi and B.C.Won
Korea Atomic Energy Research Institute

Abstract

This study presents a R&D performance monitoring system (RDMS) that is applicable for managing nuclear program in KAERI. The prime goal of RDMS is to furnish project manager with reliable and accurate information on status of progress, performance and resource allocation, and attain traceability and visibility of project implementation for effective project management. In this study, the work breakdown strcture (WBS) as the governing factor for integration of scope, schedule, resource data was derived, and the above parameters were loaded personal computer. A RDMS is comprised of about 12,000 R&D activities of the 16 goverment-led projects. The Primavera software was used to monitor the progress, evaluate the performance and analyze the resource distribution to activities.

1. 서론

원자력연구개발의 경우 과거에는 선진기술의 도입, 습득 및 토착화하는 기술자립 위주로 추진되어 왔다. 그러나, 2000년대 원자력 선진국 진입이라는 목표하에 '92년 6월 『원자력 연구개발 중·장기 계획』이 수립·추진되면서 원자력 연구개발 환경은 많은 변화를 가져왔다. 첫째, 연구개발규모가 대형화되고 다양화되었다. 둘째, 연구개발 프로젝트사이의 상호 관련성이 증가되었다. 셋째, 연구개발 프로젝트가 장기적으로 연속성을 가지고 추진되고 있다. 이와같이 연구개발 프로젝트의 대형화 및 수행의 연속성 등으로 프로젝트 수명기간(life cycle) 측면에서 일정계획, 선행관계, 성과, 비용 등을 주의 깊게 조정·통제해야할 만큼 프로젝트 관리환경은 더욱 복잡해지고 있다.

본 연구의 목적은 이러한 중·장기 계획과 같이 복잡한 대형연구개발 프로젝트의 수행을 위하여 각각의 독립된 연구개발 프로젝트들의 수행상황 및 상호연관관계를 규명하여 체계화하고, 그 결과를 프로젝트 수행에 반영함은 물론, 중복된 연구개발의 방지 및 연구개발 프로젝트간 의사소통을 촉진하여 연구개발 결과물 및 자료의 이전·활용을 극대화하기 위한 제도를 마련하기 위함이다. 따라서, 연구개발 관리체계의 일환으로 각 프로젝트들의 수행업무 및 소요일정, 자원, 성과 등에 관한 효율적 관리를 통하여 종합 연구개발 프로그램 관리차원에서 연구개발 수행 현황을 주기적으로 점검하고, 수정 및 보완할 수 있는 종합적이고 과학적인 목표관리시스템을 구축하는 것이다.

2. 연구개발 프로젝트 관리현황

원자력 연구개발 프로젝트는 연구의 성격 및 재원에 따라, 2000년대 원자력 선진국 진입 및 원자력발전 기술자립과 고도화를 통한 국가에너지 자립기반 구축을 위하여 1992년 6월 수립된 중장기 연구개발계획을 비롯하여, 연구소내 차원에서 수행되는 기본연구, 원전기술개발사업 및 외부수탁사업으로 대분할 수 있다. 이외에도 부분적으로 참여하는 과학기술처 주도의 특정연구개발사업과 통산산업부 주도의 공업기반 기술개발 사업이 있다. 원자력연구개발 중·장기 계획이 수립되기 전까지는 기본연구 및 특정연구개발사업이 연구개발활동의 주류를 이루었다.

원자력 중·장기 계획은 2000년대 우리나라가 원자력 기술의 선진국 진입을 위한 체계적이고 효율적인 추진을 위하여 정부, 산업계, 학계 및 연구소가 적극 참여하여 실질적인 추진가능한 최초의 계획으로 의의가 있다. 중장기계획의 목표는 첫째, 2000년대초 원자력기술 선진국 수준에 진입하기 위하여 국제경쟁력을 확보할 수 있는 전략적 핵심기술을 개발하고, 국제공동연구의 효율적 추진으로 선진기술을 조기확보하며, 원자력 기반기술의 체계적인 개발을 통한 원자력 기술수준을 향상하는 것이다. 둘째, 원자력 발전기술의 자립 및 고도화를 통한 국가에너지 자립기반 구축으로 안전성 및 경제성의 지속적인 향상, 원자력 발전기술 정착을 위한 산업기술기준의 확립, 합리적인 규제기술 개발 및 제도확립을 이룩하는 데에 있다. 중·장기계획은 [표2-1]과 같이 원자력 연구개발 분야를 6개 분

야 및 원전건설기술분야, 원전운영기술분야로 나누어 총34개 연구개발과제를 수행하며 주관은 한국원자력연구소를 비롯하여 환경관리센터, 원자력안전기술원, 원자력병원 및 한국전력공사가 맡아서 수행하며, 정부주도 연구개발계획과 산업체주도 연구개발계획으로 분류한다.

[표2-1] 정부주도 연구개발계획

분 야	연구개발 과제	주관기관
가. 원자력 기술분야	· 액체금속로 개발	원자력(연)
나. 핵연료 주기기술 분야	· 경·중수로 연계핵연료 주기기술 개발	〃
	· 미래형 핵연료개발	〃
다. 방사성 폐기물 관리분야	· 방사성폐기물 처분기술	환경관리 센터
	· 사용후핵연료 관리기술	〃
	· 방사성폐기물 처리기반 기술개발	〃
라. 원자력 안전분야	· 원자력 안전성 향상연구	원자력(연)
	· 방사성 환경안전 연구	〃
	· 원자력 안전규제 기술	원자력 기술원
마. 원자력 기반기술 분야	· 원자력 신소재 개발	원자력(연)
	· 첨단계측제어 기술개발	〃
	· 인간공학 기술개발	〃
	· 원자력산업용 첨단로보트 기술개발	〃
	· 레이저 기술개발	〃
	· 원자분광 기술개발	〃
	· 장수명핵종 소멸처리 기술개발	〃
	· 핵융합로 연구	〃
	· 중수로개량 국제공동연구 및 기반기술 개발	〃
바. 방사선/방사성 동위원소 이용분야	· 인체방사선 장해 및 암의 원인, 진단, 치료연구	원자력 병원
	· 방사선 및 방사성동위원소 이용 연구	원자력(연)
계	20개 과제	4개기관

연구개발계획의 수립 및 시행은 연구개발과제 계획서의 작성으로 출발되며 이는 연구목표의 설정, 연구수행방법의 검토, 연구추진체계, 연구결과의 활용과 연구개발에 투입되는 자원들과 일정계획 등에 대한 제반정보를 체계화하는 단계로서 (1)연구개발의 필요성 (2)연구개발의 목표 및 내용 (3)추진전략 및 방법 (4)연구개발추진체계 (5)국제공동연구개발 추진계획 (6)기대효과 (7)활용방안 (8)연구평가의 착안점 및 척도 (9)연구원 편성표 (10)전문가 초청활용 및 연구원의 해외훈련내용 (11)주요 연구기자재 및 시설 (12)연구 추진계획 (13)연구비 소요명세서 등이 포함된다.

각 과제책임자는 연구개발 과제계획서가 완성되면 정부주도 연구개발과제에 참여하고자 할 목적으로 산·학·연으로부터 제안받아 검토한 위탁연구과제 내용과 함께 연구과제별 조정위원회의 검토·조정을 거쳐 관련기관의 의견이 종합된 범국가적인 연구과제 계획서를 수립하고 이후 연구업무 심의회의 승인을 받아 연구개발사업 개시 5개월전까지 과학기술처에 연도별 연구개발 계획 예산서를 제출한다. 이때부터 정부차원의 선정절차에 따라 심의, 평가가 이루어진다.

연구개발과제의 연구조직 및 인력활용은 연구업무심의회의 심의를 거쳐 승인을 받는다. 수행중의 변경사항에 대한 안전 역시 연구업무심의회의 승인을 받게된다. 연구개발의 평가는 단계별로 구분할 때, 선정평가, 년차별 평가, 결과 평가의 3단계로 구분하며, 평가주체별로 자체평가, 전문가 및 전문위원 평가, 그리고 위원회 평가로 구분한다. 자체평가는 주관연구기관이 정한 자체 평가양식에 의하여 자율적으로 평가한다. 전문가 및 전문위원 평가는 산·학·연 전문가 총5인으로 구성하여 정해진 평가양식에 의해 비밀우편평가를 실시한다. 위원회평가는 원자력 연구개발사업 실무위원회 (또는 필요시 전문부회)를 활용하여 평가하며 전문위원의 종합평가의견서를 대상으로 심의하여 확정한다. 기타 고려사항으로는 1) 중요항목에 대한 필수요건제도입 2) 다년도 과제의 선정평가는 중간평가로 갈음 3) 연구유형별 특성을 반영하여 평가·자체평가의 객관성을 강화하기 위하여 기준 및 항목의 세분화 및 연구결과에 대한 공개 발표 등이 있다.

주요연구개발 관리절차는 연구과제의 선정 및 결과평가 이외에도 연구수행 지원을 위한 연구관리 활동으로서 연구비 편성의 미비점 보완 및 적절한 연구비 집행도모를 위한 연구개발비 목간전용, 국내외 발표 또는 기고되는 논문내용의 보완, 관련 규정준수 및 질의 향상을 위한 연구논문관리, 연구원의 직무 발명을 보호·장려하기 위하여 산업재산권 관리제도의 운영 및 실용가능 기술에 대한 기술실시 계약의 체결 지원 그리고 연구수행의 결과로 산출되는 시작품의 관리 등이 있다.

3. 원자로계통설계 프로젝트관리현황

원자로계통설계(NSSS System Design) 프로젝트는 국가의 전원개발계획에 의거하여 원자력 발전소건설의 1차계통인 핵증기공급계통(NSSS)을 설계하는 프로젝트이다. 이를 위한 관리체계는 공정에 초점이 맞춰진 Network 전산체계로 구성된다. 주요 S/W는 Project/2 및 Primavera(P/3)가 사용되며 프로젝트의 중점관리 대상은 국가의 전원개발계획에 따른 주요일정을 준수하기 위한 공정관련 항목이 된다. 이를 위한 관리체계로는 공정표(Logic Network)에 의거한 일정계획 및 인력투입계획이 이루어지고 각종 보고서의 활용으로 진도를 측정하며, 예상되는 지연공정 및 문제점을 파악하여 효율 적인 공정관리를 추진하는데에 목적을 둔다. 이러한 절차는 [그림3-1]과 같다.

설계공정을 관리하기 위하여 먼저 해당 프로젝트의 업무분류체계(WBS) 및 지침서를 작성하고, 계약적요구조건에 맞추어 각 설계분야별(핵설계, 계측제어, 유체계통, 기계설계, 안전해석 및 시운전) 공정표가 작성되며, 이를 종합한 공정표가 프로젝트의 전체 일정계획이 된다. 수행되는 프로젝트는 PM회의, 사업추진회의 및 각종연계회의를 통해 설계프로젝트의 공정분석/점검이 이루어지고 기구축된 데이터베이스와 공정표를 이용한 연계사항의 관리 및 각종보고서의 생산이 이루어진다. 공정표는 기본공정표(Milestone Schedule), 설계관리용 공정표(Management Schedule) 및 상세 공정표(Enging Working Schedule)로 각각 Level I, Level II & Level III로 구성된다. 진도관리를 위한 절차는 공정표의 수정 및 보완으로 각 활동(activity)의 진도를 종합한다. 전체의 공정율은 [표3-1]과 같은 segment별 가중치(투입인력 및 업무량에 따른 기준적용)의 기간별 배분에 따른 누적치로 나타낸다.

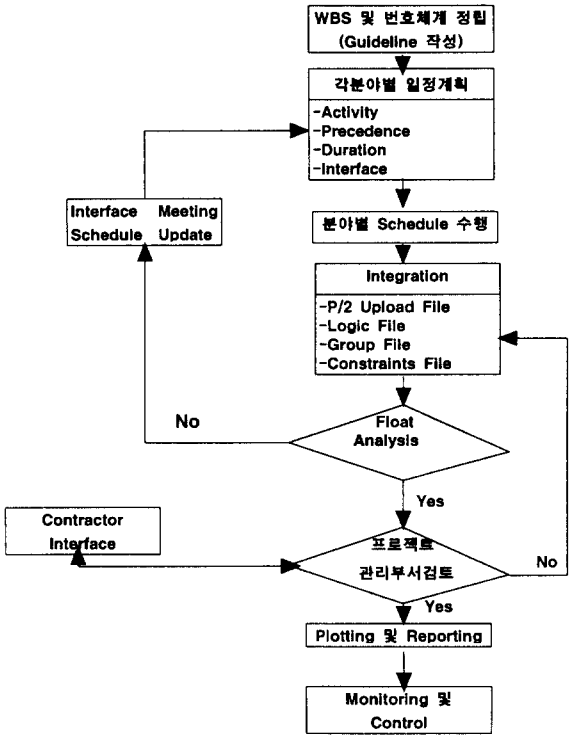
매월의 설계진도율은 월간진도보고서를 통하여 제공하며, 이는 (1) 주간보고서에 따른 Activity Progress 입력 (2) Progress File을 공정표에 입력 (3) Segment별 Percent Complete 산정 (4) 프로젝트 공정율 산정 등의 절차를 거친다. 실적공정율은

[표3-1] Segment별 가중치

Segment Identifier	Description	Weight(%)
RE111	Reactor Thermal Hydraulic Design	2.97
RE112	RCS Thermal Hydraulic Startup Supt.	1.31
RE121	Reactor Engineering Interface	1.78
RE122	Neutron Source & ICI Design	1.40
RE123	Maneuvering Strategy	1.05
RE131	Radiation Physics & Criticality	1.40
RE132	Radiation Design Guide	1.09
7 Seg.	Total	11.00

공정표기준 50%, 설계결과물 기준 50%로 하여 전체 공정율을 산정한다. 설계결과물의 인도일정관리는 설계결과물세부인도계획(DDS)에 따라 이루어지며, 매6개월 마다 프로젝트의 상황을 반영하여 수정 및 보완 작업이 이루어진다. 지연이 예상되는 결과물은 지연예상보고서(ODAR)를 작성된다.

원자로계통설계 프로젝트를 수행하는 조직간 모든업무와 관련한 프로젝트의 효율적인 운영을 위하여 운영절차서를 작성하여 활용하고 있다. 운영절차서의 주요내용은 사업관리, 조직운영, 공정관리, 자료관리, 기술관리, 품질보증 및 기술지원 등의 내용이 포함되어 있다.



[그림3-1] 프로젝트관리절차

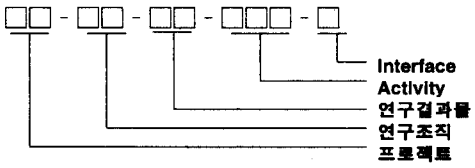
4. 목표관리시스템

목표관리는 프로젝트가 당초 계획한 목적을 달성할 수 있도록 연구 진행사항을 점검하고, 성과를 측정하며, 인력 및 예산투입분석 등을 통하여 연구활동에 관한 합리적인 의사결정이 이루어 질 수 있도록 정확하고 신뢰성있는 정보를 과제책임자에게 제공하는 것이다. 즉, 목표관리의 개념은 최종 연구결과에만 국한하지 않고 연구개발계획의 수립과 실제 연구를 실행하는 연구수행과정, 결과생산 및 현장활용에 이르기까지 연구개발의 전과정을 대상으로 하여 의사결정의 주요한 수단으로서 이용하기 위한 것이다.

연구개발 목표관리시스템의 구성요소로는, 업무분류체계(Work Breakdown Structure ; WBS)를 바탕으로, 연구관리담당자, 프로젝트책임자 및 해당분야 전문가로 이루어진 관리주체, 연구개발활동의 성과관리, 자원관리 및 진도관리에 해당되는 관리대상, 결정론에 근거한 관리방법 및 점검활동에 해당되는 관리형태가 있다. 의사결정을 위한 지원체계로 각 프로젝트별 연구계획, 진도상황, 연구성과 등에 관한 정보 및 추적을 기록·보관·제공하는 전산체계가 있다.

업무분류체계(WBS)는 프로젝트의 모든 연구활동 업무와 최종 결과물과의 상호관계를 연구업무의 범위, 수행기간 및 자원투입이 더욱 줄어드는 계층적구조(Hierarchy)로 표현한 것이다. 본 시스템에서는 각 프로젝트별 연구업무를 6단계(Level)로 구분하였다. Level 1은 연구개발 프로젝트(Master Project)로 16개 중장기과제를 의미하며, Level 2는 분야과제 (Sub-project)로 조직을 나타내며, Level 3는 성과물, 즉 최종결과물(End-project)을 설정, Level 4에서 Level 6은 프로젝트 수행 및 최종성과를 위하여 실질적으로 관리가능한 분야까지 분류하였다. WBS는 프로젝트의 일정과 비용, 그리고 성과를 추정하고 점검 및 관리기준을 제공한다.

번호체계는 10자리수의 연구활동 식별번호(ID)와 코드로 분류하였으며, [그림4-1]과 같다.

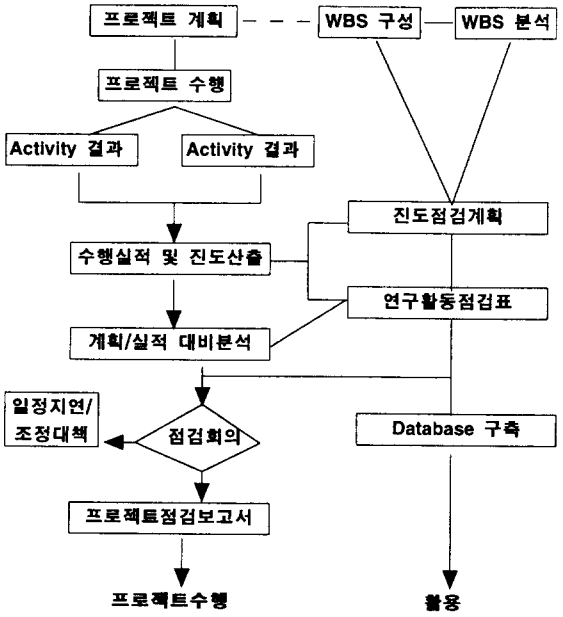


[그림4-1] 연구활동 ID

업무분류체계에 따른 세부연구활동이 정의되면 프로젝트의 효과적인 수행 및 관리능력을 제고하기 위하여 일정계획(Schedule)이 이루어지며, 용도에 따라 공정표(Logic Network)의 수준을 정하게 된다.

목표관리의 구체적인 방법은 연구수행에 따른 일정관리, 연구 성과관리, 자원관리 등의 활동을 의미한다. 관리를 위한 도구로는 연구진도 점검보고서, 연구활동점검표, Bar Chart 및 Logic Network, 인력투입보고서, 그리고 주기적인 검토회의(Project Review Meeting)가 있다. 목표관리를 위한 절차를 언급하면 [그림4-2]에서와 같이 업무분류체계에 따라 프로젝트별 연간 관리항목의 선정, 관리대상 연구활동의 수행실적 및 진도산출과 계획대비 실적의 비교분석, 중간점검회의 개최, 그리고 점검보고서 발행순서로 진행된다.

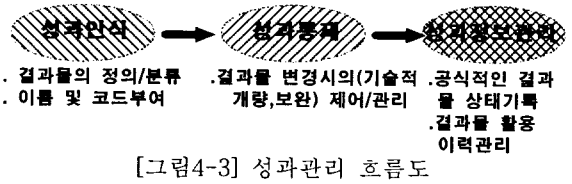
선정된 연구활동의 추진실적은 연구활동점검표를 통하여 이루어 진다. 이점검표에는 관리대상 과제의 과제명 및 관련과제명, 활동명 및 코드, 수행기간, 담당연구원 및 책임자, 결과물명, 선행활동(Predecessor Activity) 및 후행활동(Successor Activity), 수행현황 및 결과, 문제점 및 해결방법, 향후 수행방향 등이 기록되며, 추후 인력 및 비용 배분이 이루어지면 해당업무 수행에 소요된 인력 및 비용이 추가된다. 일정주기의 목표관리 시점마다 프로젝트책임자는 연구활동 진행상황을 점검표



[그림4-2] 목표관리업무 흐름

에 작성하여 연구관리부서에 통보하고, 연구관리부서는 이에 대한 계획대비 실적분석을 행하고 목표관리에 반영한다.

진도 및 성과의 측정은 비용과 일정계획의 분석으로 행하여진다. 특히, 성과결과의 관리는 결과물 중심으로 이루어지며 [그림4-3]과 같은 성과관리 흐름을 구성한다. 이는 목표관리시스템하에서의 정보의 상호제공과 이력의 유지관리를 위한 필수적인 활동이다.



[그림4-3] 성과관리 흐름도

목표관리시시스템의 적용시 가장 중요한 요소중의 하나가 의사결정체계이다. 의사결정체계는 연구개발 수행시 발생되는 제반사항들에 대한 제안에서 승인에 이르기까지의 판단을 적시에 합리적으로 내리기 위한 것이다. 이를 위한 조직으로는 연구수행조직, 연구관리조직 및 최고의사결정기구인 연구업무심의회가 있다.

5. 결론

연구개발을 위한 프로젝트의 수행을 보다 과학적이고 효율적으로 추진하기위하여 체계적인 관리개념의 도입으로 연구생산성을 향상시키고, 과제선정에서부터 수명기간내의 진행상황의 파악과 정보의 상호제공, 합리적인 의사결정체계의 구축을 위하여 목표관리시스템을 개발하여 정착화 시키고 있다. 또한 16개 정부주도과제를 대상으로 69개 분야과제로 정의 하였으며, 약12,000개의 활동으로 계층 분류하여 구조적으로 기술적 연계성, 예상결과물 등을 도출하였다. 또한 수명기간 동안의 진도 및 성과에 측정을 위하여 데이터베이스화하여 전산화작업을 시도하였다.

이러한 목표관리시스템의 전산화를 통하여, 연구기획단계에서 WBS 작성등으로 최적화된 연구개발 수행계획을 작성하여 프로젝트 준비기간 단축 및 시행착오의 예방이 가능하고, 연구수행단계에서는 체계적인 일정계획 수립으로 연구의 원활한 수행이 가능하게 되었고, 합리적 자원관리를 통한 최적의 관리효과를 창출하여 수행내용의 Glass-box화로 연구진행 상황의 예측이 가능하게 되었다. 그리고 연구종료단계에서 연구수행 및 관리능력의 향상과 획득정보의 자산화 및 새로운 프로젝트의 수행을 위한 참고자료로의 활용이 가능하였다.

한편, 본 연구를 통하여 구체화 시키지 못한 인력 및 비용에 대한 분석이 추가적으로 요청되며, 이러한 목표관리시스템의 활용이 본격적으로 이루어지기 위하여는 프로젝트책임자 및 연구원의 올바른 인식 및 필요성이 R&D활동을 더욱 활성화 시키게 될 것으로 생각된다. 또한, 목표관리시스템의 초기개념단계의 연구로 계속적인 연구의 수행이 요청되며, 연구개발에서 간과되는 여러 가지 불투명한 요인들(Factors)이 정량화되기 까지는 많은 시간이 소요될 것으로 생각된다.

참고문헌

[1] 한국원자력연구소, 「원자력이용기술의 중·장기계획수립에 관한 연구」, 1992.
[2] 한국산업기술진흥협회, 「기업연구소 연구개발관리사례전집」, 1993.
[3] 김선규, 「R&D 프로젝트에서의 공정관리 접근방법」, 프로젝트관리기술, 제2권 제4호 (통권6호), pp.25~33, 1992.
[4] 김종림, 「Project Planning & Scheduling」, pp.45~51, 1994.
[5] 한국원자력연구소, 「울진3,4호기 원자로계통설계 사업관리절차서」, 1992.
[6] 한국원자력연구소, 「연구과제 사후관리의 체제 및 절차 -연구관리의 사례 및 절차를 중심으로」, 1994.
[7] 한국산업기술진흥협회, 「R&D 관리 종합매뉴얼」, 1992.
[8] 배종태, 「R&D 프로젝트 기획·관리방안」, 제3회 프로젝트관리기술회 정기심포지움, pp.89~99, 1993.
[9] Primavera System Inc., 「Primavera PROJECT PLANNER REFERENCE」, 1993.
[10] Russel D. Archibald & Richardd L. Villoria, 「Network-based Management System (PERT/CPM)」, JOHN WILEY & SONS, INC., 1967.
[11] L.A. Digman and Gary I. Green 「A Framework for Evaluating Network Planning and Control techniques」, Research Management, pp.10~17, Jan., 1981.
[12] Mark Matthews, 「RESOURCE SCHEDUL-ING : Inocrporating Capacity Into Schedule Construction」, Project Management Journal, pp.45~54, Vol. XXV, No.2, Jun., 1994.
[13] Mark Matthews, 「INTRODUCING NET-WORK TO AN IN-PROGRESS PROJECT 」, Project Management Journal, pp.9~16, Vol. XXV, No.12, Jun., 1993.
[14] William R. Duncan, 「THE PROGRESS OF PROJECT MANAGEMENT」, Project Management Journal, pp.5~10, 1993.