

# 국가 e-Science 구축사업

한국과학기술정보연구원 조금원 · 임상범 · 이지수  
과학기술부 고광노

## 1. 서 론

2004년 미국 NSF Atkins 보고서[1]에 의하면 “e-Science는 한 세대를 대표할 수 있는 획기적인 사업이다.”라고 전문가들은 진단하고 있다. 그리고, e-Science 사업을 여러 항목으로 구분하고 구체적인 추진방안까지 제시하는데 부시행정부는 이러한 전문가들의 견해를 반영하여 e-Science를 국가 최우선 사업으로 선정하여 적극적으로 추진하고 있다.

e-Science란 국내외에 산재해 있는 연구자, 연구장비, 연구정보 등의 연구자원을 사이버 공간에서 공동 활용하며 과제를 수행하는 차세대 연구활동을 말한다. 현재 과학기술자가 활용하고 있는 연구자원 및 연구환경은 개인, 지역, 정책, 분야별 등으로 구분되어 있으며, 심하게는 고립되어 있다. 이러한 고립적 환경을 공유 및 협업의 환경으로 전환하고 이를 기반으로 보다 효율적인 과학기술 연구활동을 수행할 수 있도록 도와주는 것이 e-Science이다. 이를 위해서는 다양한 분야의 과학기술 연구자, 전산학 및 정책분야 전문가 간의 상호 교류(기획, 요구, 구현, 검증의 순환적 교류)가 필수적이며 국제적 교류를 수반해야 한다. 이러한 이유에서 e-Science를 차세대 융합형 연구라고 표현하기도 한다.

전 세계적으로 e-Science를 국가 사업으로 추진하는 배경에는 미래 개척 분야이며, 파급효과가 매우 크기 때문이다. e-Science를 지구환경, 고에너지물리학, 생명공학, 천문우주, 나노물질 해석 등과 같이 국내 또는 국가간 대용량의 협업연구가 요구되는 연구분야에 적용할 경우, 연구의 생산성이 획기적으로 개선된다고 보고되고 있다[2]. 최근에는 e-Science의 적용범위가 순수과학의 범주를 벗어나 자동차, 항공, 선박 등의 산업기술 뿐만 아니라 교육, 국방, 경제 등의 분야까지 확대되고 있다. 2001년도부터 최근까지 미국, 영국, 그리고 EU가 국가주도로 추진하고 있는 e-Science 사업의 동향을 보면 2001년도에는 e-Science 프로그램을 인프라 구축에 중점을 두었으나, 2003년 이후로

는 실제 활용을 위한 연구개발로 전환되어 추진되고 있음을 알 수 있다.

투자 규모를 보더라도 미국, EU, 영국, 일본, 그리고 후발국인 중국에서조차 e-Science를 차세대 연구환경으로 인식하여 연간 1,000억원 이상의 예산을 투자하고 있다. 기술의 발전 속도를 보면 e-Science가 수년 내에 보편적인 연구환경으로 활용될 수 있을 것으로 예상되고 있다[2,3]. 더욱이 국내에서도 1년전에는 생소했던 용어인 e-Science라는 용어가 지금은 대학원 교과과정에 포함될 만큼 보편화되고 있는 시점이다. 본 원고에서는 e-Science의 실제 응용사례를 중심으로, 해외와 국내의 동향을 살펴보고자 한다.

우리나라의 e-Science 활동은 다양하게 진행되어 왔으며, 2005년도에 과학기술부 주관의 국가 e-Science 구축사업이 착수됨에 따라 본격적으로 추진하게 되었다. 국가 e-Science 구축사업은 그동안 정보통신부에서 추진한 국가 그리드 기반구축사업, 첨단 과학기술연구망, 슈퍼컴퓨터 및 첨단 연구장비 등을 기반으로 차세대 연구개발 환경을 구축하기 위하여 추진하고 있다. 본 원고에서는 국가 e-Science 구축사업에 대해서 설명하고자 한다.

## 2. 국가 e-Science 구축 사업

국가 e-Science 구축사업 다수의 정부 정책과제 결과를 기반으로 진행되었다. 2003년도에 과학기술부는 e-Science 타당성 조사 연구[2]를 수행하였으며, 2004년도에 국가과학기술자문회의는 e-Science 수요조사[3]를 실시하였다. 타당성 조사의 경우 다수의 해외 선진 사례를 조사 분석하여, 국내의 환경과 비교 평가함으로써, 중장기적 e-Science 추진의 기반을 마련하였다. 수요조사의 경우에도 슈퍼컴퓨터 또는 첨단 연구장비를 공동활용하는 연구자를 대상으로 실시되었는데 조사 결과 국내 연구자의 80%이상이 2010년 이내에 e-Science 환경 활용을 요구하고 있는 것으로 집계되었다.

Any Time, Any Place  
e-Science 환경 구축

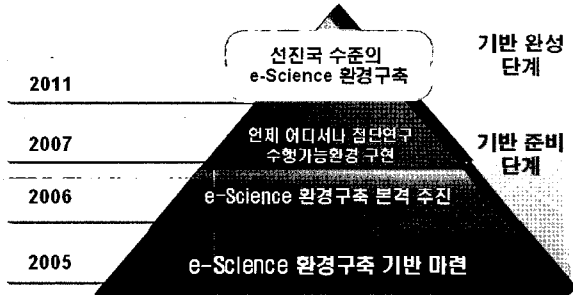
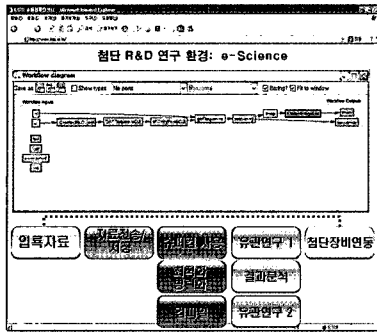


그림 1 국가 e-Science 구축사업의 목표



그림 2 단계별 추진 전략

이러한 정책 보고서를 기반으로 과학기술부는 2005년 3월에 국가 e-Science 구축사업 기본계획(4)을 발표하였다. 국가 e-Science 구축사업의 목표(그림 1)는 2011년까지 미국, 영국, 일본, 독일 등을 모델로 한 선진국 수준의 e-Science 환경을 구축하는 것이다.

이러한 목표 달성의 구체적인 대응책으로 2단계의 추진전략(그림 2)을 수립하였다. 우선 1단계에서는 선진국에 비해서 늦게 출발하여 미비한 국내 여건을 강화하는데 중점을 두었다. 중점 추진 항목은 e-Science 환경구축을 위해 필요한 공통SW의 개발 및 확보, 대표적 과학기술분야 5개의 e-Science 환경구축 완성 및 서비스 등이다. 또한, e-Science의 인식제고 유관분야와의 연계 등을 고려해 포럼을 기획 추진할 예정이다. 1단계가 완료되면, 과학기술분야의 연구자들은 e-Science 환경에 상시적으로 접속할 수 있게 되므로 새로운 연구환경을 경험하게 될 것이다. 이를 통해 언제, 어디서나 첨단 연구장비(슈퍼컴퓨터, 초고전압투과

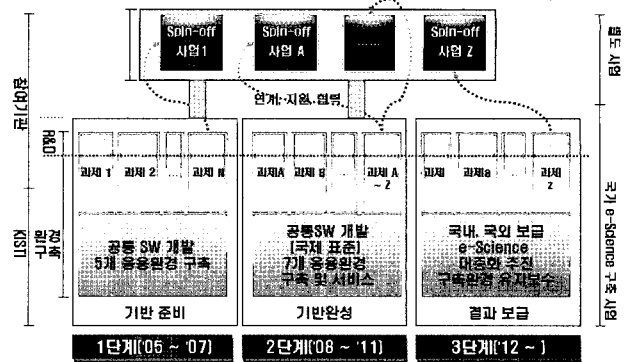


그림 3 확대발전 전략

전자 현미경 등)을 활용하게 되며, 협업연구가 보다 활성화될 것이다. 국가적으로 보면, 국내에서 처음으로 차세대 연구환경을 구축하게 되어 새로운 개념의 연구를 수행할 수 있는 인프라를 제공하게 되는 것이며, 해외 선진국에 비해 뒤쳐진 연구환경을 개선하여 국가 경쟁력을 강화하는데 기여하게 될 것이다.

2단계에서는 1단계에서 구축된 e-Science 환경을 국제수준으로 향상시키고, 구축된 환경이 유사 과학기술분야에 쉽게 활용 및 이식될 수 있는 핵심기술을 완성하는 것이다. 이를 위해 1단계에서 구축한 연구환경을 국제 표준에 맞게 재사용이 가능하도록 웹서비스 형태로 확장시키고, 일부에서는 이를 국제적으로 선도할 계획이다. 더불어, 환경구축 분야도 총 7개로 확대하고, 구축된 e-Science 환경을 미국, 유럽, 일본 등의 e-Science 환경과 호환 및 상호 활용할 수 있도록 협력방안을 추진할 예정이다. 이러한 전략들을 통해 2011년까지 선진국 수준의 e-Science 환경의 기반을 완성하고, 나아가 이후에 유사과학기술분야에서 e-Science 환경을 구축할 때 보다 쉽고 편리하게, 적은 예산으로 e-Science 환경을 구축하게 될 것이다. 이러한 노력은 국가차원에서 계속적으로 노력할 예정이며, 그림 3과 같이 국가 e-Science 구축사업을 기반으로 확대발전시킬 예정이다.

e-Science 환경구축에 있어서 무엇보다 중요한 것은 활용하는 사용자의 요구에 기반하여 진행되어야 하며, 구축된 환경은 해당분야의 연구자들이 활용하여 실제 연구를 수행할 수 있어야 한다. 이를 위해 국가 e-Science 구축사업에서는 과제제안에서부터 과제 완성까지 다양한 방법을 추진하고 있다. 더불어, 일반 연구자와의 협력창구가 개설되어 있다.

### 2.1 공통SW 개발

국가 e-Science 구축사업은 크게 두 가지로 구성되어 있다. 첫 번째는 환경구축에 필요한 공통SW를 개발하는 것이다. 이를 위해 해외사례 분석 및 국내 전문

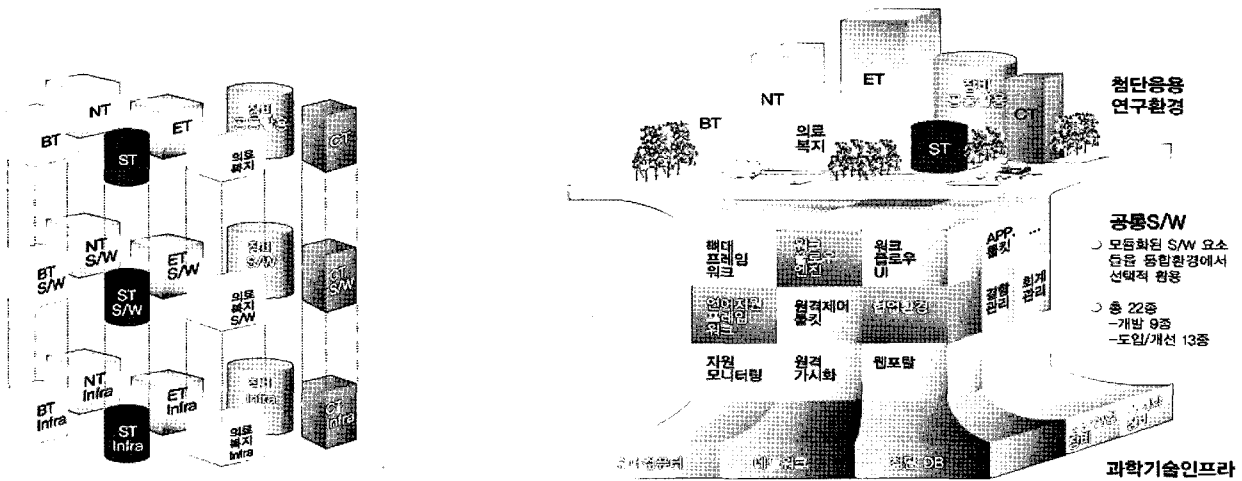


그림 4 공통SW 개발전략 및 구성도

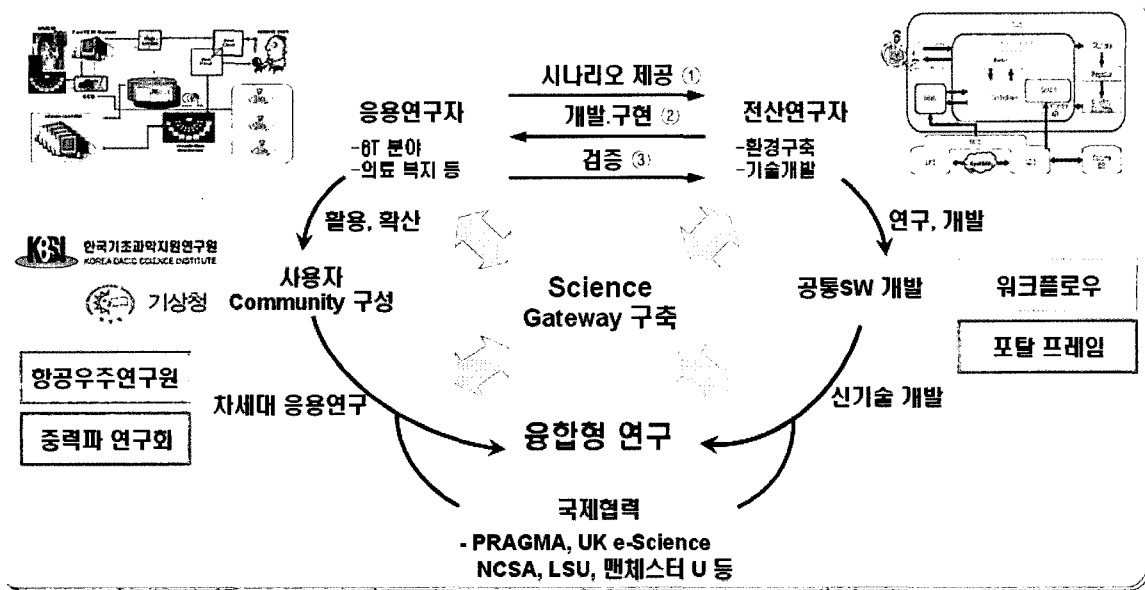


그림 5 공통SW와 응용환경 구축과의 관계도

가의 자문을 통해서 총 18종의 구성요소를 선정하였으며, 이 중에서 30%를 국제수준으로 자체개발하고 나머지는 도입 및 개선하여 국내 환경에 접목시킬 예정이다. 공통SW는 그림 4와 같이 특정한 응용분야에만 적용되는 것이 아니라, 각 응용분야의 요구조건과 수행환경을 분석하여 모든 분야에서 활용될 수 있도록 개발할 예정이다.

이러한 공통SW 개발 노력은, 미국의 NMI(NSF Middleware Initiative), 영국의 OMII(Open Middleware Infrastructure Initiative), 일본의 NAREGI(National REsearch Grid Initiative) 등의 각 국가의 대표적인 사업에서도 유사하게 진행되고 있음을 볼 수 있다. 공통SW 개발 현황을 살펴보면 국내의 추진 현황과 유사하다. 대부분의 국가에서는 수 십개의 e-

Science 응용환경을 구축 중에 있으며, 각 사업별로 유사한 기술을 경쟁적으로 개발하고 있다. 이러한 단점을 보완하고 보다 많은 장점을 부가시킬 수 있도록 국가에서 각 과제별로 필요한 기술을 통합하여 개발하고 보급하는 노력을 기울이고 있다. 이를 통해 예산절감과 향후 확대 발전의 계기를 마련하고자 한다. 이러한 노력이 가능한 것은 e-Science가 전 세계적으로 차세대 연구환경으로 인식되어, 국가 차원에서 주도적으로 추진하고자 하며, 더불어 공통SW의 개발이 국제적으로 표준화가 완성되지 않은 상황에서 국제표준을 통한 기술선점을 통한 리더 및 수익 등의 부가가치를 창출할 수 있기 때문이다.

국가 e-Science 구축사업에서 개발하는 공통SW는 후발국의 경우 큰 의미가 있다. 해외의 경우, 기존에

개발된 공통SW를 응용환경에 적용하는 데 노력을 기울이고 있다. 이 경우에는 실제 연구자가 활용할 경우에, 재구성해야 하는 어려움이 있고 추가예산에 있어서도 초기비용이 매우 크게 발생함을 볼 수 있다. 몇 경우에는 연구과제로만 종료되어 결과가 사장되기도 한다. 따라서, 본 과제에서는 이러한 문제를 해결할 수 있도록 사용자의 요구와 아주 밀접히 연계하고 있다. 그림 5에서 보는 것과 같이 응용연구자는 기존의 연구 환경에서 불가능했던 요구조건을 제시하고 이를 전산분야의 연구자가 개발을 수행하게 된다. 개발된 결과는 응용연구자에 의해 다시 검증되어 완성도를 높인다. 개발된 환경에 대해서 전산분야 연구자는 도출된 핵심 공통SW를 국제 수준으로 개발하게 되며, 응용연구자는 해당분야의 연구그룹에 확대 적용하는 노력을 동시에 진행하게 된다.

국가 e-Science 구축사업은 2005년도에 착수하였음에도 불구하고 우수한 결과를 다수 창출하였다. 대표적으로 원격가시화를 위한 핵심 SW를 자체개발하였으며, 이 성과에 힘입어 아태지역에서는 유일하게 미국 NSF의 OptIPuter 프로젝트에 공식파트너로 참가하고 있다. 더불어, 개발 및 구축된 e-Science 환경을 이용하여 한국, 미국, 네덜란드 등이 참여하는 원격협업 환경연구의 시험을 성공적으로 수행하였다(그림 6). 이때에 세계 최초로 구축된 10기가 국제협업 네트워크인 GLORIAD(Global Ring Network for Advanced Application Development)의 도움이 큰 역할을 하였다.

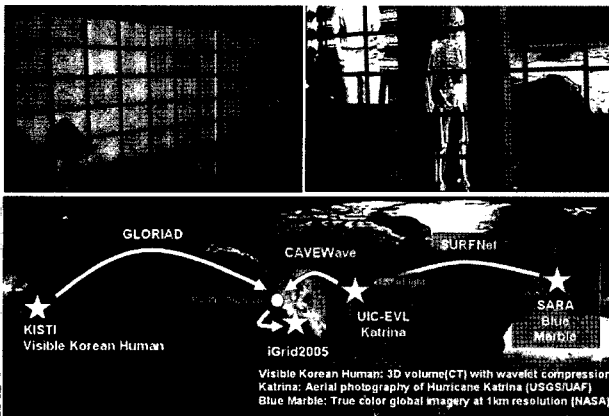


그림 6 국제 공동의 연구성과 데모

## 2.2 응용환경 구축

두 번째는 중요하게 추진되는 분야로서 대표적 과학기술분야에 대한 e-Science 환경을 구축하여 실제 연구자들이 활용할 수 있도록 서비스를 제공하는 것이다. 이를 위해 다양한 해외 사례 및 국내환경 분석을 수행하였으며, 이중에서 국내에서 추진가능한 대용량 데이

터 처리, 장비공동활용 등 총 9개 유형을 도출하였으며, 각 유형별 과제에 대해서 환경을 구축할 예정이다.

분석된 9개의 유형 중 2005년도에는 BT, NT, ET, ST, 장비공동활용 분야에 대해 각각 1개씩 과제를 공모하여 수행 중에 있다. 이러한 과제들의 특징은 응용연구자와 전산분야 연구자가 긴밀히 연구를 수행하도록 되어 있다. 즉, 실제 사용자가 시나리오를 작성하고 이를 전산분야 연구자가 구현하는 형태이다. 따라서, 구현된 환경은 시나리오를 작성한 연구자 및 연구그룹에서 활용하게 되며, 여러 번의 수정을 통해 최종적으로 사용가능한 환경이 구축될 것으로 기대하고 있다.

구축중인 사례의 하나로 한국기초과학지원연구원 개별 대학이나 연구기관이 독자적으로 구비 및 운영하기 어려운 첨단 초고전압투과전자현미경(이하: HVEM)을 설치하고, 이를 2004년 5월부터 산·학·연 연구자들에게 제공하고 있다. 본 연구의 목적은 HVEM을 대상으로 e-Science 기술을 적용하여 원격지 데이터 관측, 수집, 저장 및 관리, 온라인 데이터 분석 및 해석 등을 구현함으로써 e-Science를 위한 가상연구환경을 구축하게 된다. 구축된 연구환경은 그림 7과 같이 일본의 오사카대학, 미국 UCSD의 NCMIR(National Center for Microscopy and Image Research) 등과 연계하여 연구결과 및 장비 등을 공동활용하는 방안이 추진되고 있다.

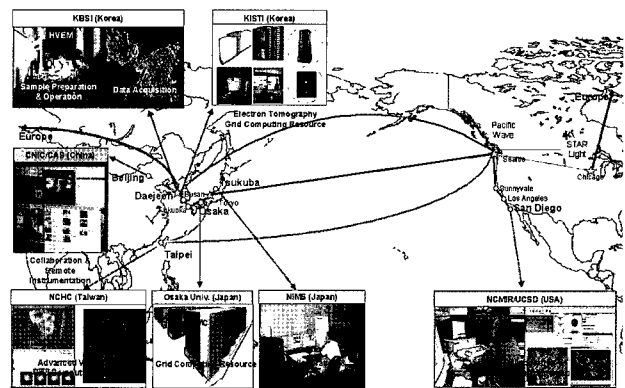


그림 7 HVEM 공동활용 e-Science 환경 구축

두 번째 사례로서 e-Science 수치풍동 구축과 관련하여서는 그리드 기술을 이용해 실험 장비와 컴퓨터 자원을 공동으로 활용케 함으로써 수치 해석과 실험 연구의 통합에 의한 연구 능력 향상과, 연구 성과를 자유로이 공유할 수 있는 협업 환경의 구축을 목표로 하고 있다(그림 8). 이를 위해 전산유체역학(CFD, Computational Fluid Dynamics)을 이용한 '수치풍동 서비스'와 실제 풍동 실험을 원격으로 요청하고 모니터링 할 수 있는 '원격 풍동 실험 서비스'를 구축하고 있으며, 수치 해석 결과와 실험 결과의 비교를 통해 연구 결과의 신뢰도

를 높이고 수치 해석 연구자와 풍동 실험 연구자가 서로의 연구 성과를 공유할 수 있는 시스템을 구현하고자 한다. 여기에 더하여, 연구자들 사이의 실질적 협업을 강화하기 위한 액세스 그리드(Access Grid) 시스템을 구축하여, 단순한 대화를 능가하는 본격 화상 회의 시스템을 구현하는 것을 목표로 하고 있다.

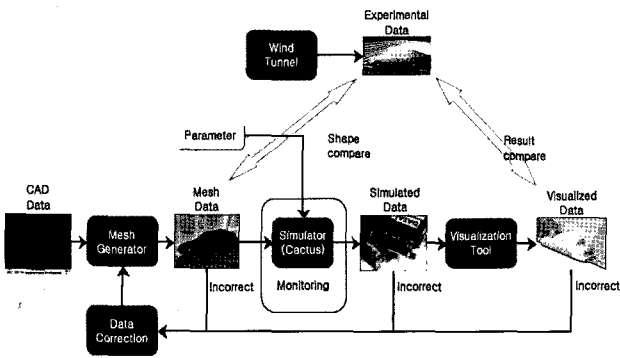


그림 8 e-Science 기반 수치풍동 구축

이러한 시스템의 구현은 단순히 그리드 기술을 이용해 연구 자원을 네트워크로 연결하는 것만으로는 달성할 수 없다. 연구자들이 해석, 실험, 협업의 세 가지를 모두 수행할 수 있도록 대규모 계산용 컴퓨터, 풍동과 같은 각 연구 자원에 대한 접근 가능성이 높아야 하고, 실질적인 제어가 가능해야 한다. 여기에 더하여, 시간과 장소에 구애받지 않는 연구 활동 지원 시스템이 구축된다면 그 효과는 크게 증대될 것이며, 이를 위한 시스템으로 항공우주 e-Science 환경 구축에서는 e-AIRS(e-Aerospace Integrated Research Service) 포털의 구축을 위해 노력하고 있다.

그림 9과 같이 e-AIRS 포털을 통해, 사용자는 편리한 사용 환경 및 상세한 설명을 제공 받을 수 있을 것이며, 시간과 장소에 관계없이 인터넷 연결이 가능한 곳이라면 어디에서든 자신의 연구를 진행할 수 있게 된다. 무엇보다도 사용자로 하여금 포털UI를 통해 연구 자원을 직간접적으로 제어하고 연구 자원에서의 실질적인 접근이 가능하도록 하는 시스템 구성에 주안점을 두고 있다. 즉 CFD 계산을 위한 수치풍동 서비스에서는 격자의 생성, 경계조건의 입력, 유동 조건의 설정, 계산 자원 선택, 계산 수행/중지 명령, 계산 과정 모니터링 및 결과의 가시화(후처리) 등의 서비스를 통해 사용자가 직접 계산의 전처리, 실행, 후처리를 제어하고 모니터링할 수 있도록 설계하였다.

원격 풍동 제어 서비스(그림 10)에서도 풍동 실험에 사용될 모델의 컴포넌트 선택, 실험 풍동의 선택, 실험 조건의 설정, 대조 실험을 위한 런로그(runlog) 작성, 실험 결과 데이터 종류 선택, 실험 수행 여부의 모니터링,

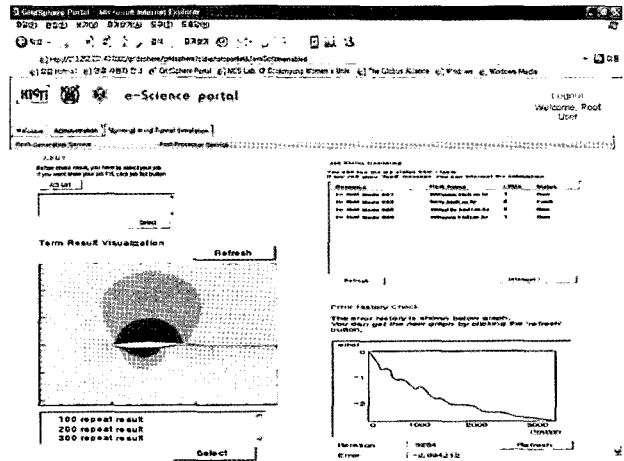


그림 9 e-AIRS 포털

실험 결과의 가시화 등의 서비스를 활용하여 사용자가 풍동 실험자와 직접 대화하지 않고도 원하는 수준의 풍동 실험을 수행할 수 있도록 구현하고 있다. 이와는 별도로 연구자간의 긴밀한 협업을 지원하기 위한 시스템으로 AG(Access Grid) node의 구축을 도모하고 있다. 이러한 연구는 영국 BAE Systems와 맨체스터 대학이 개발한 원격 풍동 실험 시스템인 GEWITTS(Grid-Enabled Wind Tunnel Test System)와 협약을 맺고 협력을 통하여 환경구축을 진행하고 있다.

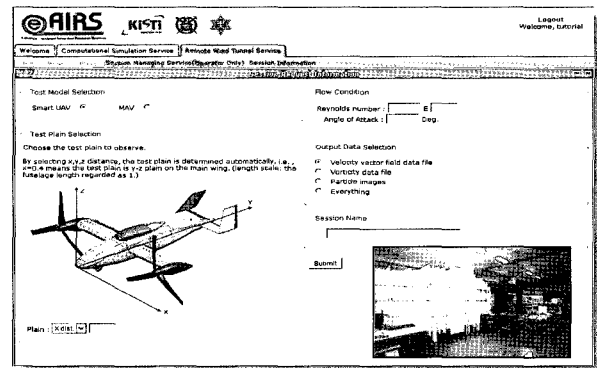


그림 10 원격풍동실험 서비스 환경

항공우주 수치풍동의 구현은 크게 CFD 프레임워크 개발, 원격 풍동 실험 제어 시스템 개발, 포털 구축, Access Grid 구축의 네 부분으로 나누어 2005년 말에 그리드 포털 version 1.0을 완성하였다.

### 2.3 국제협력

e-Science 분야의 국제 활동은 그리드의 연장선상에 있다. 이 중에서 국내외 긴밀히 연계하여 추진되는 대표적인 활동이 PRAGMA(Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly)이다. PRAGMA는 2002년부 시작된 아태지역 e-Science 협의체로 활발하게 운영되고 있다. PRAGMA는 매년 2회씩 국

가별로 순회하며 개최되고 있다. 조직은 국가별 대표기관으로 구성되며, 총 28개 기관이 참여하는 회원제로 운영된다. 한국에서는 한국과학기술정보연구원, 한국기초과학지원연구원이 회원기관으로 참여하고 있으며, 2002년도에 제 2회 행사를 개최하였다.

아태지역의 과학기술 및 정보통신 기술의 격차가 매우 큼에도 불구하고 각 국가의 특징에 맞는 e-Science를 구축 중에 있으며, 그 결과에 대해서 기술 및 인적 교류를 활발히 추진하고 있다.



그림 11 PRAGMA 10(개최: 호주, 2006. 3.) 참석자

또한, e-Science를 창시하고 국제적으로 선도하고 있는 영국에서는 매년 9월 e-Science 학회를 개최하여 각국에서의 연구내용을 함께 발표하는 행사를 개최하고 있다. 국가 e-Science 구축사업은 영국 e-Science 사업과 MoU를 체결할 예정이며, 별도로 과학기술부 주관으로 한-영간 e-Science 협력창구 사업을 추진하고 있다. 이를 통해서 한국과 영국간의 연구자 교류, 학술 활동 등을 지원하게 된다.

### 3. 결 론

본 원고에서 국내에서 처음으로 추진되고 있는 국가 e-Science 사업에 대해서 소개하였다. 서두에서 언급한 것처럼 미국 및 영국 등의 각 선진국에서는 이미 e-Science를 차세대 연구환경으로 인식하고 적극적인 투자를 통해 자국의 연구환경을 개선시키고자 노력하고 있다. e-Science의 궁극적 목표는 지역간, 연구분야간, 자원간의 제약없는 협업이 가능하도록 하여, 연구의 생산성을 획기적으로 개선하는 것이다. 이는 각국의 여러 보고서에 의해 이미 그 가능성이 검증되었으며, 이를 통해 과학기술 뿐 아니라 사회과학 분야에까지 적용을 넓히고 있는 것이 사실이다.

국가 e-Science 구축사업은 2005년도부터 착수되었지만 많은 성과를 도출하였다. e-Science 성공의 핵심은 응용연구자와 IT 연구자가 긴밀한 결합을 통해 재사용이 가능하고, 과학기술연구자에게 도움이 되는 환경을 구축하는 것이다. 다행이 우리나라는 IT가 세계적 수준이고, 추진되는 e-Science 사업이 해외와 비교하여 적절한 방법으로 수행되고 있어서 최소한의 시간에 외국과 경쟁할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 더불어, 많은 과학기술자가 연구생산성을 획기적으로 높이는데 크게 기여할 수 있기를 바란다.

### 참고문헌

- [1] Daniel E. Atkins 등, Revolutionizing Science and Engineering Through Cyberinfrastructure (2003).
- [2] 과학기술부, e-Science 구축방안 연구(2003).
- [3] 국가과학기술자문회의. e-Science 국내 연구환경 영향평가 및 추진타당성 조사연구(2004).
- [4] 과학기술부, 국가 e-Science 구축사업 기본계획 (2006).

### 조 금 원



1993 인하대학교 항공우주공학과(학사)  
 1995 한국과학기술원 항공우주공학과(석사)  
 2000 한국과학기술원 항공우주공학과(박사)  
 현 재 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터 슈퍼컴퓨팅 응용지원팀장, KISTI e-Science 사업단응용연구팀장(겸임)  
 관심분야: 슈퍼컴퓨팅, e-Science, 그리드  
 E-mail: ckw@kisti.re.kr

### 임 상 범



1995 Eastern Michigan University(학사)  
 1998 Syracuse University(석사)  
 2003 Florida State University(박사)  
 2003~2004 Researcher at Indiana University  
 2004~2005 삼성 SDS 책임연구원  
 현 재 KISTI e-Science 사업단 기술연구팀 팀장

관심분야: e-Science, Grid, High-performance Computing, Parallel Computing

---

이 지 수



1985 서울대학교 물리학과(학사)  
1986 피츠버그버그대학 물리학과(석사)  
1992 보스턴대학교 물리학과(박사)  
현 재 KISTI 슈퍼컴퓨팅센터장,  
e-Science 사업단장(겸임)  
관심분야: 고성능 컴퓨팅, 고성능 네트워킹,  
그리드, 고학기술 연구인프라  
E-mail : jysoo@kisti.re.kr

고 광 노

현 재 과학기술부 서기관  
E-mail : kowang@most.go.kr

---