

100100011010111001100011010
1000110000100100011010101110011
001110011001010111000000
10011010010001101000110000100100011

하늘을 친구처럼, 국민을 하늘처럼

National Center for Meteorological Supercomputer

국가기상슈퍼컴퓨터센터

빠르고 정확한 기상예보 서비스를 구현합니다

국가기상슈퍼컴퓨터센터는 빠르고 정확하게 날씨를 예보할 수 있도록 노력하고 있습니다.



인사말
Foreword



하늘을 친구처럼, 국민을 하늘처럼

최근 지구온난화에 따른 기후변화로 인한 이상기상이 해마다 나타나고 있어, 국민의 생활을 불편하게 만들고 생명과 재산을 위협하고 있습니다. 이와 더불어 레저활동이나 산업경제에 대한 기상정보의 수요 또한 증가 하고 있어, 오늘날 기상정보는 일상생활과 사회경제 활동에 없어서는 안 될 귀중한 정보로써 자리매김하였습니다.

슈퍼컴퓨터센터는 이처럼 귀중한 기상정보를 생산하는데 기초가 되는 수치예보모델자료를 생산하며, 세계적인 수준의 기상전문 슈퍼컴퓨터를 운영하는 기관으로 안정적인 슈퍼컴퓨터 운영, 관련 정책의 수립, 관련 기술 개발, 대외협력 업무 등을 총괄하여 수행하고 있습니다.

그 동안 슈퍼컴퓨터 도입으로 사회, 경제에 미친 영향에 대한 많은 평가가 있어왔습니다. 하지만 저희는 슈퍼컴퓨터 도입 시기에 따라 예보의 패러다임을 바꾸어 놓으며 발전을 거듭해왔다고 자신 있게 말씀드릴 수 있습니다.

앞으로도 ‘하늘을 친구처럼, 국민을 하늘처럼’의 마음을 가지고 국민의 생명과 재산 보호에 최선을 다하는 슈퍼컴퓨터센터가 되겠습니다.

국가기상슈퍼컴퓨터센터장



과학적 기상예보의 심장 기상용 슈퍼컴퓨터

여러분 곁에 국가기상슈퍼컴퓨터센터가 있습니다.

연혁

- 1988 기상분석용 중형컴퓨터(Cyber 932) 도입(8월)
- 1990 기상청 승격 및 수치예보과 신설
- 1995 기상예보용 중형컴퓨터(Fujitsu VPX-220) 도입(3월)
- 1999 기상용 슈퍼컴퓨터 1호기 초기분(NEC SX-4) 도입(4월)
- 2000 기상용 슈퍼컴퓨터 1호기(NEC SX-5) 최종분 도입 완료(9월)
- 2004 기상용 슈퍼컴퓨터 2호기 초기분(Cray X1) 도입(10월)
- 2005 정보화관리관실 산하 슈퍼컴팀 신설(7월)
기상용 슈퍼컴퓨터 2호기 최종분(Cray X1E) 도입 완료(8월)
- 2007 예보국 산하 수치예보센터 신설(3월)
* 수치모델개발팀, 수치자료응용팀, 수치모델운영팀
- 2008 수치예보센터 → 수치모델관리관으로 명칭 변경(3월)
* 수치모델개발과, 수치자료응용팀, 수치모델운영팀
- 2009 수치모델운영팀 → 슈퍼컴퓨터운영팀으로 명칭 변경(4월)
- 2010 국가기상슈퍼컴퓨터센터 준공(3월) - 충청북도 청원군 오창읍



- 슈퍼컴퓨터운영팀 → 슈퍼컴퓨터운영과로 개편(4월)
- 기상용 슈퍼컴퓨터 3호기 초기분(Cray XT5) 도입(6월)
- 기상용 슈퍼컴퓨터 3호기 최종분(Cray XE6) 도입 완료(12월)



일기예보 생산의 초석이 되는 국가기상슈퍼컴퓨터센터

기상청은 기상용 슈퍼컴퓨터의 안정적인 운영을 위해 충청북도 청원군 오창 과학산업단지에 국가기상슈퍼컴퓨터센터 신축을 결정하고, 2008년 6월 착공하여 약 1년 8개월간의 공사 끝에 2010년 1월 준공하였다.

국가기상슈퍼컴퓨터센터는 완전히 이중화된 전산실, 대용량 무정전 전력공급 체계, 대규모 항온 항습 및 소화 등의 설비를 갖추어 기상용 슈퍼컴퓨터 운영에 최적화된 환경을 24시간 365일 지속적으로 제공하고 있다.

비상 상황 발생시 외부의 전력 공급이 완전히 차단되더라도 자체 발전기와 비축된 연료를 사용해 48시간 이상 슈퍼컴퓨터를 운영할 수 있다.

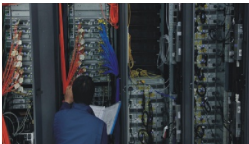
- ▶ 공사기간 : 2008. 6. ~ 2010. 1.
- ▶ 센터주소 : 충북 청원군 오창읍 중심상업 2로 72
- ▶ 부지 : 23,092m²(6,985평)
- ▶ 건축 연면적 : 7,052m²(2,133평)
- ▶ 전산시설 : 2,074m²(627평)
- ▶ 기반설비 : 2,506m²(758평)
- ▶ 업무시설 : 779m²(236평)
- ▶ 공용시설 : 1,693m²(521평)



“국내 최고의 슈퍼컴퓨터센터로서 그 역할을 다하겠습니다”



주요업무



- ▶ 슈퍼컴퓨터 도입 및 운영 관리
 - 기상용 슈퍼컴퓨터 및 관련 시스템 도입
 - 기상용 슈퍼컴퓨터 운영 · 관리
 - 슈퍼컴퓨터 관련 교육 및 사용자 기술 지원



- ▶ 수치예보 현업 운영
 - 수치예보모델 운영 환경 구축 및 성능 최적화
 - 수치예보모델 현업 운영 모니터링 및 장애 대응
 - 수치예보모델 산출 자료 관리 및 서비스



- ▶ 국가기상슈퍼컴퓨터센터 관리
 - 국가기상슈퍼컴퓨터센터 청사 시설 관리 및 방호
 - 슈퍼컴퓨터 기반 설비(전기, 기계, 통신, 항온항습, 소화 등) 관리

국가기상슈퍼컴퓨터센터 기반 설비



- ▶ 수배전반 (8,000KW)
 - 한전에서 수전한 22,900V 특 고압 전기를 변환하여 슈퍼컴퓨터로 공급하는 설비



- ▶ 비상용 발전기
 - 정전 사고 발생시 자가 발전을 통해 비상전력을 생산하는 설비



- ▶ UPS (배터리 4,740개)
 - 정전 등 사고 발생시 축전지에 저장된 전력을 통하여 전원을 안정적으로 공급하는 장치



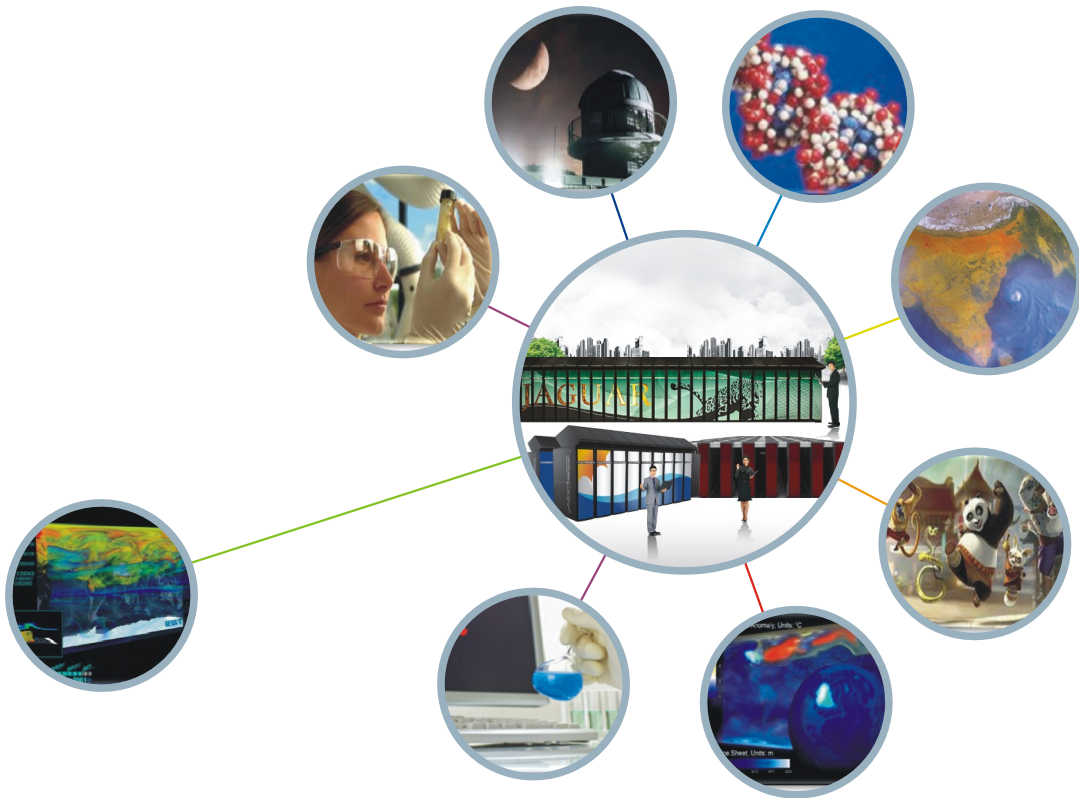
- ▶ 냉동기 (450RT×4대)
 - 슈퍼컴퓨터 가동시 발생하는 열을 냉각시키기 위한 설비



What is a Supercomputer?

슈퍼컴퓨터란?

슈퍼컴퓨터는 “당대의 컴퓨터들 중에서 가장 빠른 계산 성능을 갖는 컴퓨터들”을 말하는 것으로 고성능 수치 계산에 대한 수요로 탄생하였다. 슈퍼컴퓨터의 성능은 보통 초당 부동소수점 연산 능력(Flops)로 측정하는데, 세계에서 가장 빠른 슈퍼컴퓨터 순위는 매년 6월과 11월 “TOP 500 Supercomputer” (<http://top500.org>) 사이트에서 발표하고 있다. 통상 여기에 포함되는 500위까지의 컴퓨터를 슈퍼컴퓨터라 부르기도 한다.



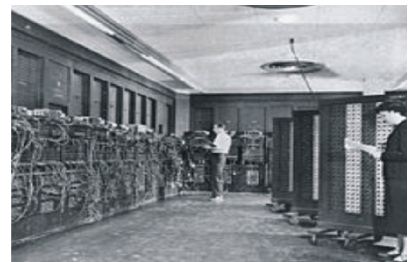
엄청난 계산 성능을 자랑하는 **슈퍼컴퓨터**는 입자물리, 천문우주, 기상/기후, 생명공학 등 첨단 과학기술 분야의 필수적인 도구이다. 핵실험 등과 같이 실험이 매우 어렵거나 사실상 불가능한 경우 슈퍼컴퓨터를 이용한 시뮬레이션이 해결책을 제시할 수 있다. 이 때문에 근래에는 영화제작, 석유탐사, 금융상품, 항공기, 자동차 개발 같은 고부가 가치 제품이나 핵심 기술을 만드는 산업 분야에도 많이 사용되고 있다.

History of Supercomputers

슈퍼컴퓨터의 역사

인류 역사상 최초 컴퓨터 ENIAC |

1943년부터 1946년에 걸쳐 펜실베이니아 대학 모클리와 에커트가 제작한 인류 최초의 전자식 컴퓨터이며, 미군에서 탄도계산용으로 사용된 이후 우주선 연구, 난수연구, 기상 등에 이용되었다.

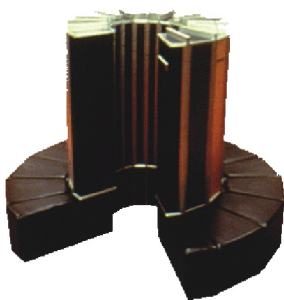


최초의 슈퍼컴퓨터 CDC 6600 |

1964년에 미국 CDC사에서 만든 세계 최초의 슈퍼컴퓨터이다. 성능은 초당 1백만회의 부동소수점 연산이 가능한 1MF(메가플롭스)로 당대 컴퓨터들에 비해 매우 뛰어난 계산 성능을 달성하였다.

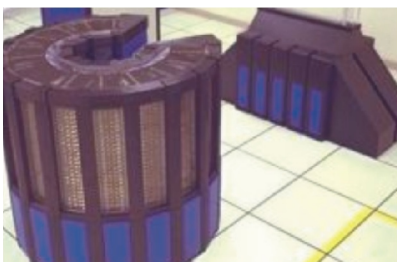


대중적 인지도를 높인 Cray 슈퍼컴퓨터 시리즈 |



세계적으로 가장 유명한 슈퍼컴퓨터 제조사의 하나인 미국 크레이사는 1972년 최초의 슈퍼컴퓨터를 설계한 세이모어 크레이에 의해 설립되었다. 이후 크레이사는 Cray-1 시리즈 등 영화나 언론매체를 통해 대중적으로 널리 알려진 슈퍼컴퓨터를 발표하며 세계 슈퍼컴퓨터 시장을 선도하였다.

한국 최초 슈퍼컴퓨터 Cray 2S |



우리나라 최초의 슈퍼컴퓨터는 1988년 한국과학기술연구원(KIST) 에서 도입한 Cray-2S 시스템이다. 이 시스템은 1993년까지 당시 중앙기상대 일기예보, 3차원 한반도 지도 제작, 원자력발전소 안전성 분석 등에 활용되었다.



KMA Supercomputer

기상청 슈퍼컴퓨터

슈퍼컴퓨터 3호기(2010)는 슈퍼컴퓨터 1호기(1999) 성능의 약 3600배이다.

슈퍼컴퓨터 1호기 | NEC SX5 / 2000. 6. / 224 GFLOPS

- 일본 NEC사의 벡터 계열 SX-5 시스템
- 1999년 6월부터 2005년 12월까지 주시스템으로 운영
- 현재는 퇴역하여 전시용 물품으로 보관
- 16만 7천명이 1년간 계산할 양을 1초만에 계산



90배

슈퍼컴퓨터 2호기 | CRAY X1E / 2005. 11. / 18.5 TFLOPS

- 미국 크레이사의 벡터 계열 Cray X1E 시스템
- 2005년 설치되어 2010년말까지 주시스템으로 운영
- 2010년말 이후 기후변화 시나리오 생산 용도로 활용
- 1500만명이 1년간 계산할 양을 1초만에 계산



41배

슈퍼컴퓨터 3호기 | CRAY XE6 / 2010. 11. / 758 TFLOPS

- 미국 크레이사의 스칼라 계열 Cray XE6 시스템
- 확장성이 우수한 MPP(Massive Parallel Processing) 구조
- 2010년 도입하여 일기예보 생산과 기상분야 연구개발에 사용
- 약 6억명이 1년간 계산할 양을 1초만에 계산



역대 기상청의 슈퍼컴퓨터 성능 비교 |

| 구분 | 슈퍼컴퓨터 1호기 | 슈퍼컴퓨터 2호기 | 슈퍼컴퓨터 3호기 |
|-------------|------------------|----------------|----------------|
| 시스템 기종 | NEC SX-5 | CRAY X1E | CRAY XE6 |
| 도입 완료 | 2000년 | 2005년 | 2010년 |
| CPU(Core) 수 | 28 개 | 1,024 개 | 90,240 개 |
| 이론성능 | 224 GF | 18.5 TF | 758 TF |
| 메모리용량 | 224 GB | 4 TB | 120 TB |
| 공유저장장치 | RAID 3 (3.78 TB) | RAID 5 (88 TB) | RAID 6 (2.5PB) |
| 백업용량 | 14 TB | 1 PB | 4.5 PB |



KMA 3rd Supercomputer

기상용 슈퍼컴퓨터 3호기 제원

기상청 슈퍼컴퓨터 3호기의 주 계산장비는 미국 크레이사의 스칼라 계열 XE6 시스템으로, 현업 운영을 위한 “해온(Haeon)”과 연구 및 백업을 위한 “해담(Haedam)” 2조의 시스템으로 구성되어 운영하고 있다.

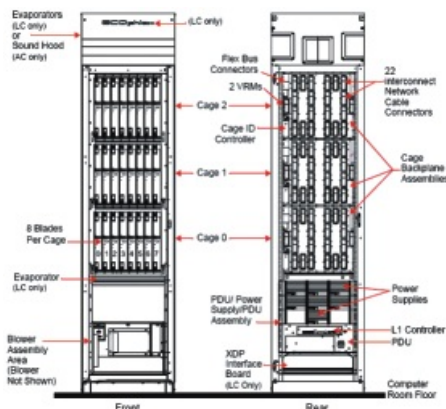


▶슈퍼컴퓨터 3호기 Cray XE6 “해온”



▶슈퍼컴퓨터 3호기 Cray XE6 “해담”

각 시스템은 20개의 XE6 캐비닛으로 구성되어 있고, 각 캐비닛에는 최대 24 슬롯의 블레이드가 장착된다. 블레이드는 탈착이 쉽도록 컴퓨터 보드 형태로 만들어진 모듈이며, 계산용 Compute 블레이드와 I/O 등을 담당하는 Service 블레이드 2종류가 있다. 하나의 블레이드에는 독립적 OS가 운영되는 4개의 노드가 있고, 각 노드는 종류에 따라 1개/2개의 12-core AMD 프로세서와 16GB/32GB 메모리를 가지고 있다. 해온 및 해담 시스템에는 각각 470개의 Compute 블레이드에 45,120개의 CPU 코어와 60TB 메모리가 설치되어 379TFlops의 이론 성능을 제공한다. 노드간 통신에는 크레이사의 Gemini 인터커넥트 기술이 사용되며, ASIC chip 형태로 각 블레이드에 2조씩 장착되어 있다.



▶Cray XE6 캐비닛의 구조



▶Compute Blade



▶Service Blade

| 구분 | 세부사양 |
|----------------------|--|
| 프로세서 | 12-core 64bit 2.1GHz AMD Opteron (Magny-Cours) |
| | 512KB L2 cache per core, 12MB shared L3 cache |
| 메모리 | 32GB DDR3 SDRAM per compute node |
| 캐비닛 | 24 Blades, 2304 cores per system cabinet |
| 인터커넥트 | 2 Gemini ASIC chips per compute blade |
| | 48 switch ports per Gemini chip |
| I/O | 3-D torus interconnect |
| Power | InfiniBand, 10G Ethernet, FC |
| Cooling | 7+2 7,500kW power supplies per cabinet |
| Parallel File System | ECOphlex liquid cooling |
| | external Lustre file system |
| 운영체제 | DDN S2A9900 storage |
| | Cray Linux Environment include SUSE Linux SLES11 |
| 컴파일러 / 라이브러리 | PGI, GNU, PathScale, Cray Compiler Environment |
| | Support for Fortran 77, 90, 95; C/C++ |
| Job 관리 | MPI 2.0, Cray SHMEM, other standard MPI lib. |
| | PBS Pro. Job management system |

Technology Trend in Supercomputing

슈퍼컴퓨터의 발전 경향

슈퍼컴퓨터의 성능은 11년에 약 1000배씩 향상 되고 있으며, 2019년경에는 1EF(10¹⁸) 슈퍼컴퓨터의 등장이 예상된다.

세계적으로 슈퍼컴퓨터의 성능은 매 4년마다 평균 10배 이상의 매우 빠른 속도로 증가하고 있다. 이는 매 18개월마다 반도체의 집적도가 2배씩 향상된다는 무어의 법칙(Moore's law)보다도 빠른 것이다. 또한 6개월마다 발표되는 TOP500 목록에서 매년 평균적으로 200여대가 교체된다. 특히 세계 최고 성능의 슈퍼컴퓨터는 그 상징성으로 인해 최근 몇 년간 매번 발표 때마다 순위가 바뀌는 미국, 일본, 중국 등 세계적 강대국들의 각축장이 되고 있다.



- 1997년 : 1 TF 등장
- 2008년 : 1 PF (1000 TF)
- 2019년 : 1 EF (1000 PF) 예상

- X 1대 = 10GF (3GHz dual-core)
- X 100대 = 1TF (1초에 1조번 연산)
- X 100,000대 = 1PF (1초에 1000조번 연산)

우리나라는 2011년 11월말 기준으로 기상청 슈퍼컴퓨터 3호기 해온 및 해담 시스템이 각각 31위와 32위에 등재되어있다.

*Top 500 (2011.11 기준)

| Rank | Site | Computer/Year Vendor | Cores | R _{max} | R _{peak} | Power |
|------|---|--|--------|------------------|-------------------|---------|
| 1 | RIKEN Advanced Institute for Computational Science (AICS) Japan | K computer, SPARC64 VIIbx 2.0GHz, Tofu interconnect / 2011 Fujitsu | 705024 | 10510.00 | 11280.38 | 12659.9 |
| 2 | National Supercomputing Center in Tianjin China | NUDT YH MPP, Xeon X5670 6C 2.93 GHz, NVIDIA 2050 / 2010 NUDT | 186368 | 2566.00 | 4701.00 | 4040.0 |
| 3 | DOE/SC/Oak Ridge National Laboratory United States | Cray XT5-HE Opteron 6-core 2.6 GHz / 2009 Cray Inc. | 224162 | 1759.00 | 2331.00 | 6950.0 |



▶ 1위 일본 K Computer (11,28PF)



▶ 31위 해온(0,38PF) 32위 해담(0,38PF)

| | | | | | | |
|------|--|---|-------|--------|--------|--|
| ▶ 31 | Korea Meteorological Administration Korea, South | Cray XE6 12-core 2.1 GHz / 2010 Cray Inc. | 45120 | 316.40 | 379.01 | |
| ▶ 32 | Korea Meteorological Administration Korea, South | Cray XE6 12-core 2.1 GHz / 2010 Cray Inc. | 45120 | 316.40 | 379.01 | |

Supercomputers and Weather Forecasts

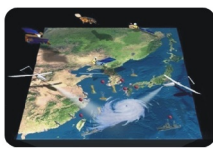
일기예보와 슈퍼컴퓨터

기상관측 도구의 발명, 일기도 고안 및 전신 등 통신기술 발달에 따라 1800년대 중반 이후 일기도 기반의 일일 예보 등 근대적 일기예보 체제가 정착되었다. 20세기에는 컴퓨터의 발명과 수치예보 이론의 발전에 힘입어 일기예보가 보다 과학적인 방법으로 다시 한번 도약하였다.

수치예보는 객관적이고 이론적인 날씨 예측 방법으로써 고성능 컴퓨터에서 계산되는 수치예보모델을 이용하여 현재의 대기상태로부터 미래 날씨를 예측한다. 수치예보는 예보관의 지식, 경험 및 주관적 판단에만 의존할 수 밖에 없었던 예측의 영역에 과학적 방법을 도입한 것이다.

이와 같은 수치예보의 가능성은 컴퓨터가 등장하기 훨씬 이전부터 이론적으로 제안되었으며, 컴퓨터가 등장한 1950년대 이후 현실화되기 시작하였다.

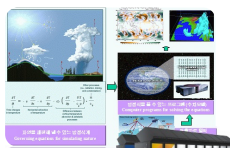
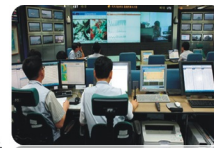
- 1904년 : 노르웨이 기상학자 V.비에르크네스 - 수치예보의 가능성을 이론적으로 제안
- 1922년 : 영국 L.F.리처드슨 - 수작업 수치계산에 의한 일기예보 시도
- 1950년 : 폰 노이만, C.A.로즈비, G.J.차니, A.엘리아센 등 - 컴퓨터를 이용한 최초의 수치예보 성공
- 1954년 : 스웨덴 기상청 - 세계 최초로 수치예보를 기상업무에 도입
- 1957년 : 미국, 일본 기상청 - 수치예보 시작



기상관측



관측 자료 수집 · 처리

수치모델 운영 및
예측자료 생산

분석 및 의사결정

언론
ARS
인터넷
유관기관
등등

기상정보제공

수치예보 도입 이후 기상 관측자료는 일람표나 분석일기도 등의 직접적 형태로만 제공되지 않고, 수치예보모델에서 모의된 미래의 날씨 예측정보와 함께 예보관에게 제공되어 더욱 객관적이고 정확한 판단이 가능하게 되었다.

미래의 날씨를 모의하기 위해 사용되는 수치예보모델은 종류나 규모, 해상도 등에 따라 제한된 시간 이내에 수백 조 번 이상의 수치연산을 필요로 하는 경우도 많기 때문에 고성능 수치계산을 목적으로 만들어진 슈퍼컴퓨터가 사용된다.

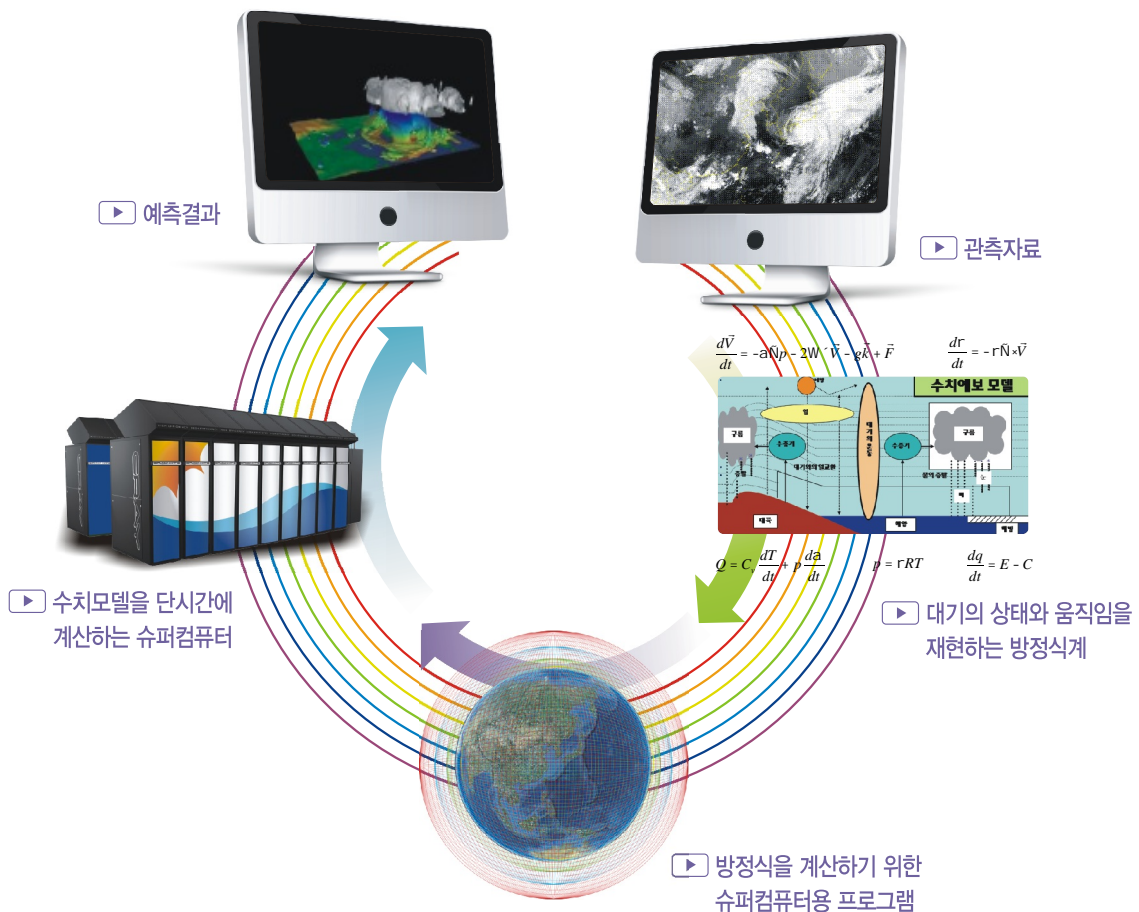


Numerical Weather Prediction (NWP)

수치예보모델의 개념

수치예보는 대기의 운동을 지배하는 방정식이 충분히 알려져 있다면 초기조건, 즉 관측자료로부터 수치적 계산에 의해 미래의 날씨를 정확하게 예측할 수 있을 것이라는 생각에서 출발하였는데, 이를 실현하기 위한 도구가 수치예보모델이다.

수치예보모델은 지구의 기상시스템을 대기 상태와 운동을 지배하는 역학·물리 방정식을 사용하여 기상학적으로 모델링한 것이다. 시·공간적으로 연속체인 기상시스템은 수학적으로 직접 계산될 수 없기 때문에 수치예보모델에서는 통상 지구를 바둑판 같은 수많은 격자로 나누어 격자점마다 대기의 상태와 운동에 대한 방정식을 계산하도록 구성한다.



실제의 수치예보모델은 방대한 분량의 수치계산을 단시간에 수행할 수 있도록 병렬화된 컴퓨터 프로그램 형태로 구현되며 이와 같은 병렬 프로그램은 모델이 수행될 슈퍼컴퓨터에서 제공하는 특수한 프로그래밍 환경을 이용하여 작성·실행된다.



Key Components of NWP Technology

수치예보의 주요 기술

수치예보는 기상관측, 원격탐사, 초고속 통신, 자료동화, 슈퍼컴퓨터, 계산과학, 프로그래밍, 그래픽 처리 등 자연에 대한 이해와 첨단 과학 및 IT 기술의 결정체로서, 전세계적인 기상 협력과 다양한 분야 첨단 기술과의 융합 및 교류를 통해 발전하고 있다.



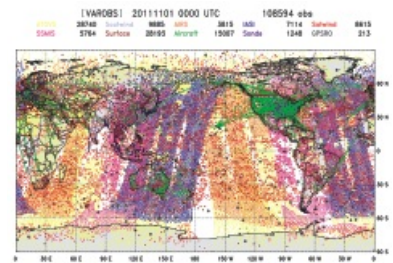
▶ 관측 기술

AWS, 위성, 레이더 등 첨단 관측 기술 및 장비를 활용한 전지구 3차원 입체 관측



▶ 초고속 통신 기술

세계 각국에서 생산된 각종 관측 및 분석 대용량 기상자료를 최대한, 신속하게 수집



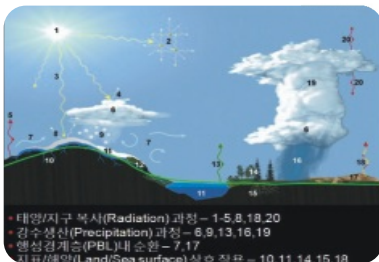
▶ 자료동화 기술

위성, 레이더 등 각종 기상자료를 융합 3차원 격자 형태의 수치모델 입력자료로 가공



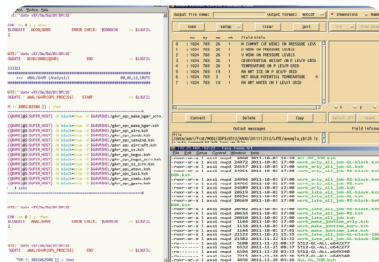
▶ 슈퍼컴퓨팅 기술

수치모델 프로그램과 슈퍼컴퓨터 계산자원 할당을 최적화하여 방대한 계산작업을 효율적으로 처리



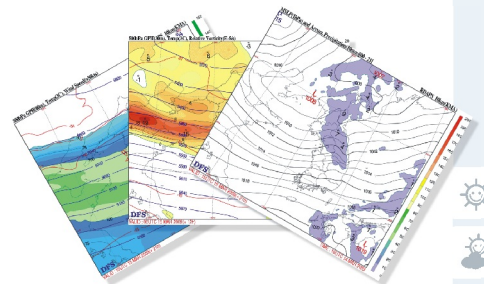
▶ 물리방정식 해독 기술

물리방정식을 이용하여 자연현상을 과학적으로 해석



▶ 프로그래밍 기술

복잡하고 방대한 물리방정식을 슈퍼컴이 효과적으로 처리하도록 병렬 프로그래밍



▶ 그래픽 처리 기술

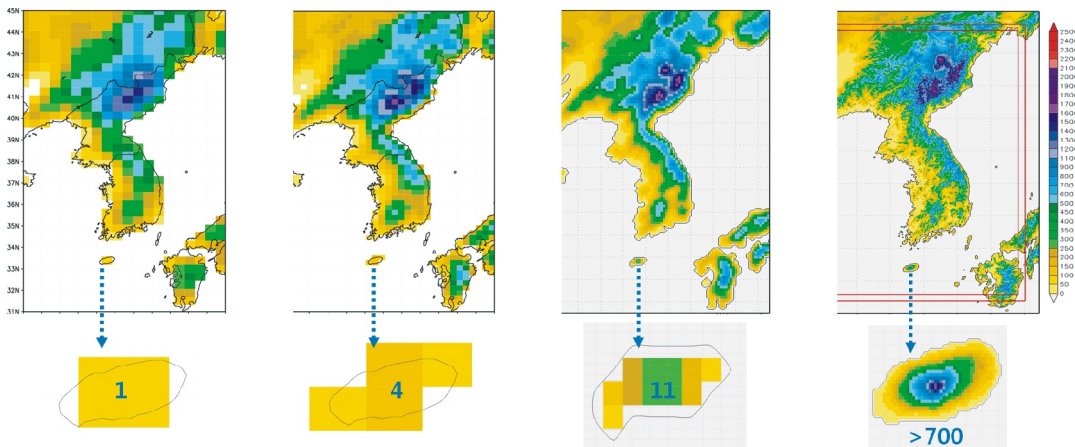
격자 형태의 수치모델 예측 결과를 효과적 분석이 가능하도록 가시화



Key Components of NWP Technology

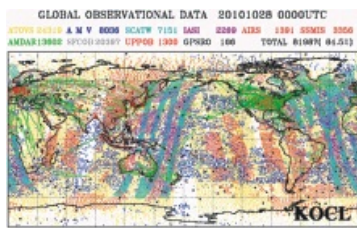
고해상도 모델의 필요성

수치예보모델의 해상도는 그 모델이 사용하는 격자가 얼마나 작고 조밀한지를 말하는 것으로, 격자 크기가 작은 고해상도 모델일수록 보다 작은 규모의 기상현상에 대한 식별과 정교한 예측이 가능해진다. 집중호우, 돌풍, 폭설 등 많은 피해를 가져오는 국지적 위험기상 현상들은 보통 수 km 미만의 규모를 갖기 때문에 이를 제대로 예측하기 위해서는 수 km 이내의 보다 정교한 격자를 갖는 고해상도 모델이 필요하다.



고해상도 수치예보모델은 격자 간격이 조밀할 뿐만 아니라 고도 등 지형적 효과를 보다 현실적으로 반영할 수 있어 정교한 예측이 가능하지만, 관측자료와 컴퓨터 성능의 부족으로 인해 해상도의 증가에는 한계가 있다. 통상 수치모델의 해상도가 2배 증가하면 이에 따른 계산량은 10배 이상 증가하는 것으로 알려져 있다.

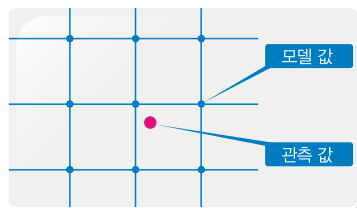
자료동화 기술의 필요성



▶ 관측자료

수치예보모델을 수행하여 미래의 날씨를 예측하기 위해서는 현재의 대기 상태에 대한 초기조건이 필요하다. 이러한 초기 입력자료는 기본적으로 모델의 예보장으로부터 만들어지는데, 실제 전지구적으로 관측한 자료가 이를 보다 좋게 고쳐주어 최적의 초기조건을 만든다. 이때, 관측자료를 모델이 사용하는 격자 구조와 동일한 형태 및 시각으로 보정하기 위해 자료동화(assimilation)라는 처리과정을 필요로 한다.

현재 기상청에서 운영하는 전지구예보모델의 경우 5천5백만개 이상의 격자를 가지고 있으나, 각 격자의 초기값을 산출하는데 사용될 수 있는 관측자료는 10만개 수준에 불과하다.



▶ 모델이 사용하는 격자 구조

충분한 양질의 관측자료가 확보되지 않은 상태에서 모델의 해상도를 높이는 경우 불확실한 초기조건으로 인해 예측 결과가 부정확하게 된다.

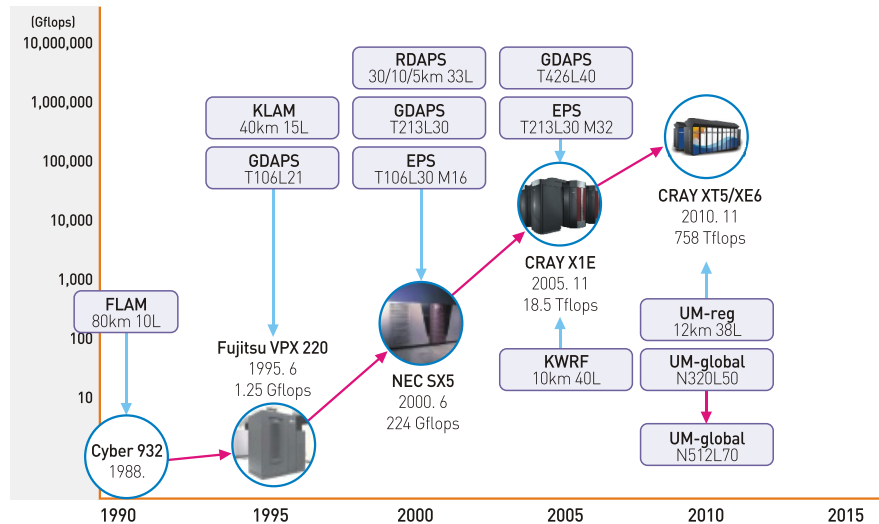
이런 문제를 해결하기 위해 우리나라를 비롯한 세계 기상 분야 선진국들은 위성, 레이더 등 고해상도 원격탐사 관측기술을 적극적으로 활용하고 있다.



The History of NWP in Korea

우리나라 수치예보의 역사

세계의 기상 선진국들은 1950년대 후반부터 수치예보를 기상업무에 적용하였으나 우리나라는 이보다 30년 가까이 늦은 1980년대 후반이 되어야 수치예보를 도입하였다. 1985년 수치예보 현업화를 위한 “전산예보 도입 계획”을 수립하고 아일랜드, 스웨덴 등 유럽 중견국의 수치모델을 도입 우리나라에 맞게 변환하기 위한 연구과제에 착수하였다. 이후 1991년부터는 우리나라 최초의 현업용 모델인 아시아지역모델(ALAM)과 극동아시아지역모델(FLAM)을 운영하기 시작하였다. 1990년말에는 수치예보 업무를 전담할 수치예보과를 신설하고 본격적인 수치예보 업무 및 서비스에 착수하였다.



수치예보모델의 운영을 위해 기상청은 1988년 최초의 수치계산용 서버로 CDC사의 Cyber 932 기종을 도입하는 한편 한국 과학기술연구원(KIST)이 도입한 슈퍼컴퓨터 Cray-2S 장비도 활용하였다. 1995년에는 고성능 수치계산용 서버인 Fujitsu사의 VPX 220 장비를 도입하고, 1997년 전지구예보모델의 운영을 시작함으로써 마침내 독자적 수치예보의 시대가 개막되었다. 슈퍼컴퓨터 1호기 도입이 시작된 1999년부터는 슈퍼컴퓨터 기반의 고해상도 수치예보모델을 예보 업무에 활용하고 있다.

| 연도 | 모델명 | 해상도 | 연직 | 운영장비 |
|------|----------------------|-------|-----|----------------------|
| 1991 | 아시아지역모델(ALAM) | 160km | 10층 | CDC Cyber 932 |
| | 극동아시아지역모델(FLAM) | 80km | 10층 | KIST(SERI) Cray-2S |
| 1993 | 한반도국지모델(KLAM) | 40km | 16층 | KIST(SERI) Cray Y-MP |
| 1997 | 전자구모델(GDAPS) T106L21 | 110km | 21층 | Fujitsu VPX-220 |
| 1999 | 지역모델(RDAPS) | 30km | 33층 | 슈퍼컴퓨터 1호기 |
| | 전자구모델(GDAPS) T213L30 | 55km | 30층 | 슈퍼컴퓨터 1호기 |
| 2001 | T106 기반 앙상블모델(EPS) | 110km | 30층 | 슈퍼컴퓨터 1호기 |
| | 전자구모델(GDAPS) T426L40 | 30km | 40층 | 슈퍼컴퓨터 2호기 |
| 2005 | T213 기반 앙상블모델(EPS) | 55km | 40층 | 슈퍼컴퓨터 2호기 |
| | 전자구모델(GDAPS) N512L70 | 25km | 70층 | 슈퍼컴퓨터 3호기 |
| 2011 | 지역모델(RDAPS) | 12km | 70층 | 슈퍼컴퓨터 3호기 |
| | N320 기반 앙상블모델(EPS) | 40km | 70층 | 슈퍼컴퓨터 3호기 |

Current Status and Future Plan of the NWP models at KMA

기상청 수치예보모델 현황

기상청은 슈퍼컴퓨터 3호기를 사용하여 단기 및 주간예보를 위해 19종의 수치예보모델을 하루 약 100회 이상 현업 운영하고 있다. 이외에도 장기예측, 기후변화 관련 모델들과 연구 개발을 위한 다양한 수치예보모델들이 운영되고 있다.

단기 및 주간예보를 위한 수치예보모델은 전지구예보모델, 지역예보모델, 응용 및 통계모델 등으로 구분된다. 전지구예보모델(UM N512L70)은 이중 가장 기본이 되는 모델로서 특정한 경계가 없이 지구 전체를 대상으로 예측을 수행한다. 지역예보모델과 같이 특정한 지역을 대상으로 하는 모델들은 전지구모델로부터 지역 경계조건을 내려 받아 수행된다. 동아시아 지역을 예측하는 지역예보모델로는 UM 12Km L70, KWRf 10Km 두 종류가 운영되고 있다. 한반도 영역의 위험기상 예측을 위한 1.5Km 고해상도 국지예보모델은 2012년 현업화를 목표로 시험 운영되고 있다.



| 모델 종류 | 수평해상도 | 연직층수 | 예측기간 | 운영목적 | |
|----------------|-------|--------|-------|--------------|------------|
| 전지구모델(GDAPS) | 25km | 70층 | 10.5일 | 전지구 중기예측 | |
| 전지구 앙상블모델(EPS) | 40km | 70층 | 10일 | | |
| 지역모델(RDAPS) | 12km | 70층 | 72시간 | 동아시아 단기예측 | |
| 지역모델(KWRf) | 10km | 40층 | 72시간 | | |
| 초단기모델(KLAPS) | 5km | 22/40층 | 12시간 | 한반도 초단기예측 | |
| 파고모델 | GWW3 | 60km | - | 10.5일 | 전지구 해상파고예측 |
| | RWW3 | 8km | - | 72시간 | 아시아 해상파고예측 |
| | CWW3 | 1km | - | 24시간 | 연안 해상파고예측 |
| 폭풍해일모델(RTSM) | 8km | - | 72시간 | 아시아 해상파고예측 | |
| 황사모델(ADAM2) | 30km | - | 72시간 | 황사 수송 예측 | |
| 태풍모델(DBAR) | 35km | - | 72시간 | 태풍 진로 및 강도예측 | |
| 동네예보/통계모델 | - | - | 2-10일 | 동네, 기온예측 | |

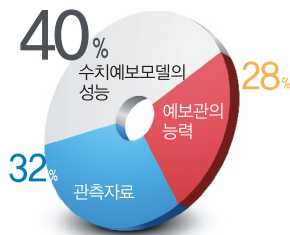


The Impact of NWP model

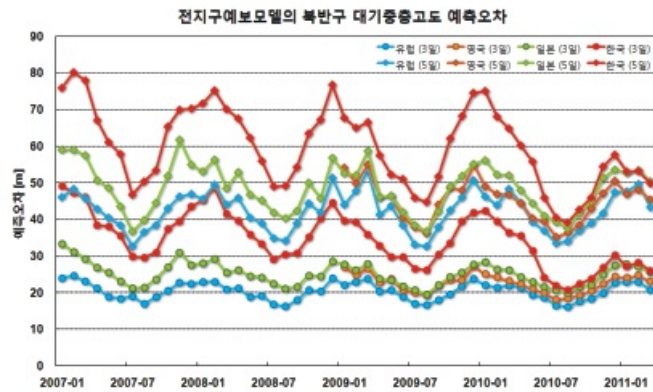
수치예보모델의 성능 및 효과

수치예보는 과학적 방법으로 수치모델을 계산하여 미래의 날씨상태에 대한 객관적 예측자료를 생산함으로써, 예보관의 지식·경험과 주관에 주로 의지하던 과거의 일기예보를 보다 과학적이고 객관적인 방식으로 바꾸어 놓았다.

최근의 연구에 따르면 기상예보의 정확도에 영향을 미치는 요소로 수치모델의 성능과 모델의 초기 입력자료로 사용되는 관측자료가 전체의 72%에 달하는 것으로 조사되었다.

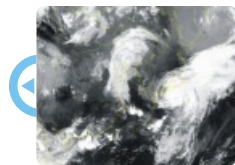


▶ 예보정확도 결정요소



우리나라 수치예보의 예측 정확도는 고성능 슈퍼컴퓨터 3호기 도입, 관측자료 확대 및 수치예보모델 정비 등의 작업이 이루어진 2010년 이후 세계 주요 기상 선진국에 근접하는 수준으로 대폭 향상되었다.

• 실제관측 자료 및 영상



위성관측

수증기

VS

수치모델

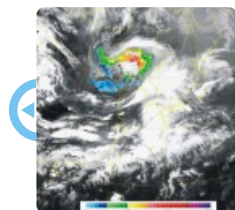
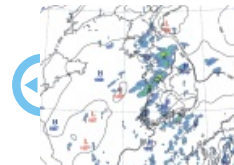


레이더관측

강수

VS

수치모델

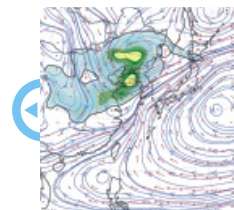


위성분석

항사

VS

수치모델



Social Contribution of NWP and Supercomputer

수치예보 및 슈퍼컴퓨터 가치 확산

사회경제적 파급 효과

슈퍼컴퓨터에서 생산되는 분석 및 예측정보는 국가의 정책 결정이나 자연재해, 재난과 같은 위기 상황에 대한 최적의 의사결정 지원을 위한 과학적 정보이다. 이를 위해 기상에 관한 정보뿐만 아니라 해양, 생물, 빙권 등과 같이 전체 지구 시스템을 대상으로 관측된 다양한 정보들이 활용된다. 이렇게 생산된 정보는 재해로부터 국민의 생명 및 재산 보호, 기후 변화 대응, 수자원관리 등 각종 에너지 자원 관리, 생태계 관리·보호 등 다양한 분야에 활용된다.



개발도상국 수치모델 예측자료 지원

- 18개국 238개 도시(일 2회)
- 수치예보자료 수혜국에서 공여국으로 발전



기후변화 대응

- 국가기후변화 대응책 수립을 위한 기후변화 시나리오 산출



국민 여러분과 함께하는 슈퍼컴퓨터센터

국가기상슈퍼컴퓨터센터는 기상용 슈퍼컴퓨터의 효율적 활용과 국내 대기과학 분야 슈퍼컴퓨팅 활성화를 위해 대외협력, 사용자 교육이나 워크숍 개최 등 다양한 활동을 수행하고 있다.

특히 슈퍼컴퓨터 프로그램 개발자를 위한 고급 Fortran, 병렬 프로그래밍 교육은 기상청 내부 직원뿐 아니라 대기과학 관련 대학, 유관기관 등에서 좋은 반응을 얻고 있다. 또한 국내·외 많은 기관 및 단체와의 워크숍, 견학을 통해 수치모델과 슈퍼컴퓨터 관련 경험과 지식을 공유하고 있다.

▶ 교육



▶ 행사 및 워크숍



▶ 견학





충청북도 청원군 오창읍 중심상업 2로 72 Tel. 043)711-0365 Fax. 043)711-0200
super.kma.go.kr