

Contents



01	인사말
02	연혁
03	국가기상슈퍼컴퓨터센터 소개
04	센터 주요 업무 및 기반설비
05	슈퍼컴퓨터의 역사
06	기상청의 슈퍼컴퓨터
07	슈퍼컴퓨터 4호기
08	세계 슈퍼컴퓨터와 기술의 트렌드
09	수치예보와 슈퍼컴퓨터
10	수치예보모델
11	수치예보 주요 기술(1)
12	수치예보 주요 기술(2)
13	기상청 수치예보의 역사
14	기상청 수치예보모델 현황
15	수치예보모델의 성능 및 효과
16	수치예보 및 슈퍼컴퓨터 가치 확산
17	센터 활동

하늘을 친구처럼, 국민을 하늘처럼

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

국가기상슈퍼컴퓨터센터는 이처럼 귀중한 기상정보를 생산하는 데 기초가 되는 기상전문 슈퍼컴퓨터를 운영하는 기관으로 안정적인 슈퍼컴퓨터 운영 및 관련 정책 수립과 기술 개발, 대외협력 업무 등을 총괄하여 수행하고 있습니다.

그동안 슈퍼컴퓨터 도입으로 사회, 경제에 미친 영향에 대한 많은 평가가 있었습니다.

하지만 저희는 슈퍼컴퓨터 도입 시기에 따라 예보의 패러다임을 바꾸어 놓으며 발전을 거듭해 왔다고 자신있게 말씀드릴 수 있습니다.

앞으로도 '하늘을 친구처럼, 국민을 하늘처럼' 여기는 마음을 가지고 국민의 생명과 재산 보호에 최선을 다하는 국가기상슈퍼컴퓨터센터가 되겠습니다.

국가기상슈퍼컴퓨터센터

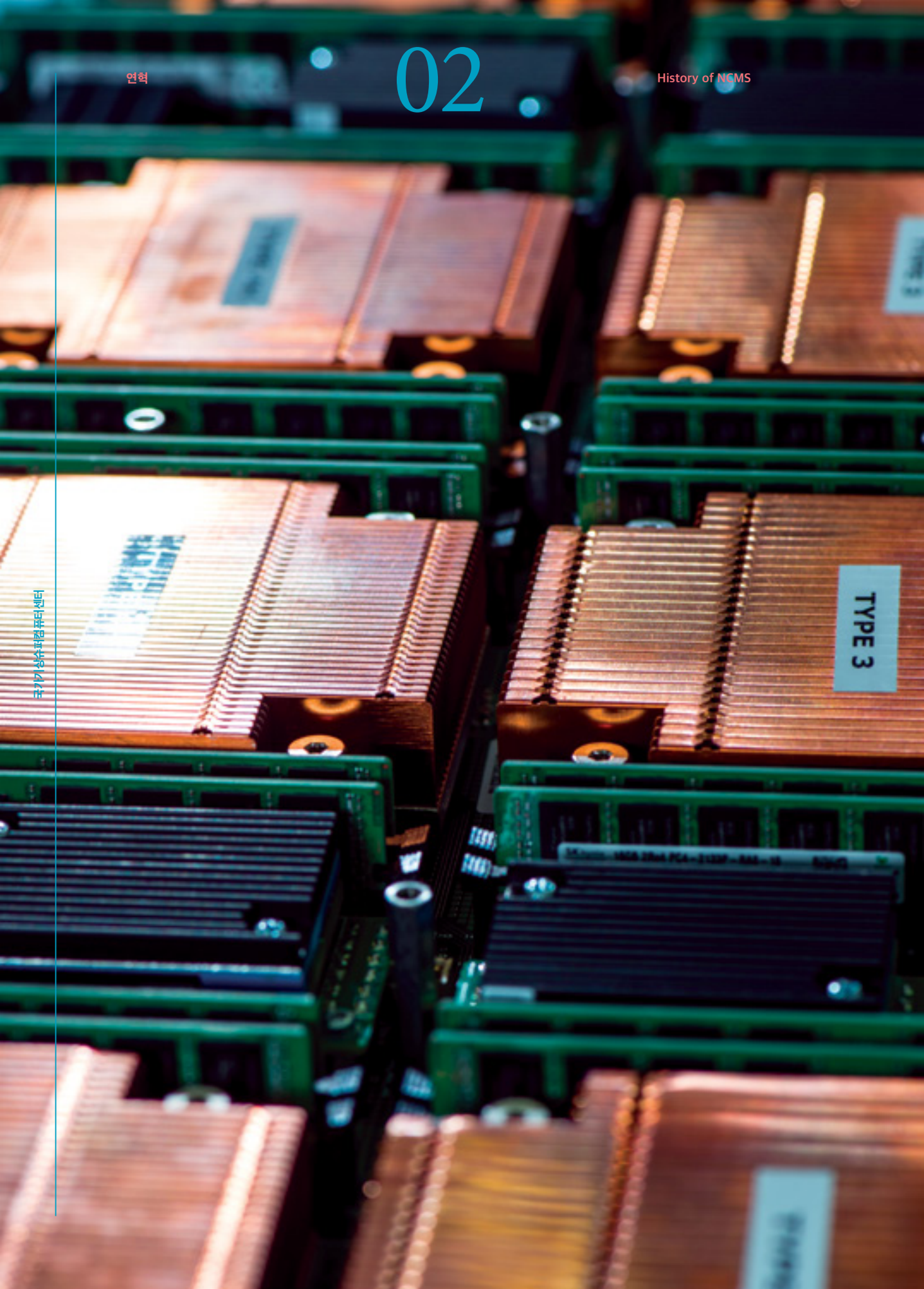
하늘을 친구처럼, 국민을 하늘처럼



과학 기상예보의 심장 기상용 슈퍼컴퓨터. 여러분 곁에 국가기상슈퍼컴퓨터센터가 있습니다.



- 1988 • 기상 분석용 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 최종분(NEC SX-5) 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(12월)
- 2007 • 예보국 산하 수치예보센터 신설(3월)
*수치모델개발팀, 수치자료응용팀, 수치모델운영팀
- 2008 • 수치예보센터 → 수치모델관리관으로 명칭 변경(3월)
*수치모델개발과, 수치자료응용팀, 수치모델운영팀
- 2009 • 수치모델운영팀 → 슈퍼컴퓨터운영팀으로 명칭 변경(4월)

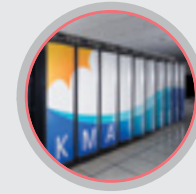


2010



- 국가기상슈퍼컴퓨터센터 준공(3월)
- 충청북도 청주시 청원구 오창읍
- 슈퍼컴퓨터운영팀 → 슈퍼컴퓨터운영과로 개편(4월)
- 기상용 슈퍼컴퓨터 3호기 초기분(CRAY XT5) 도입(6월)
- 3호기 초기분 기반 통합모델(40km) 현업 운영
- 기상용 슈퍼컴퓨터 3호기 최종분(CRAY XE6) 도입 완료(12월)

2011



- 3호기 최종분 기반 통합모델(25km) 현업 운영(5월)

2012

- 슈퍼컴퓨터 생산 자료 저장용 스토리지(8.1PB) 증설(12월)
- 3호기 인터림, 초기분 외부 공동활용 시스템 전환 운영

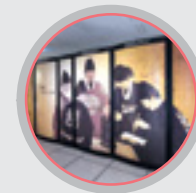
2014

- 기상용 슈퍼컴퓨터 4호기 초기분(CRAY XC40) 도입(12월)
- 4호기용 기반설비 증설장비(무정전전원장치, 냉동기 등) 도입(12월)

2015

- 국가기상슈퍼컴퓨터센터 증축공사 준공(3월)
- 4호기 초기분 기반 통합모델(25km) 현업 운영(6월)
- 슈퍼컴퓨터운영과 → 국가기상슈퍼컴퓨터센터로 개편(11월)
- 기상용 슈퍼컴퓨터 4호기 최종분(CRAY XC40) 도입 완료(12월)

2016



- 4호기 최종분 기반 통합모델(25km) 현업 운영(2월)
- 4호기 초기분 외부 공동활용 시스템 전환 운영(5월)
- 3호기 시스템 사용자 서비스 운영 종료(5월)
- 4호기 최종분 기반 통합모델(17km) 현업 운영(6월)

2017

- 대용량 자료교환망(Science DMZ) 구축 및 서비스(8월)
- 사용자 지원 종합 관리 체계 구축(9월)

일기예보 생산의 초석이 되는 국가기상슈퍼컴퓨터센터

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

국가기상슈퍼컴퓨터센터는 완전히 이중화된 전산실, 대용량 무정전 전력공급 체계, 대규모 향온·향습 및 소화 등의 설비를 갖추어 기상용 슈퍼컴퓨터 운영에 최적화된 환경을 24시간 365일 지속적으로 제공하고 있습니다. 비상 상황 발생 시 외부의 전력 공급이 완전히 차단되더라도 자체 발전기와 UPS 시스템을 이용하여 무중단으로 슈퍼컴퓨터를 운영할 수 있습니다.

국가기상슈퍼컴퓨터센터



센터주소	충청북도 청주시 청원구 오창읍 중심상업2로 72	전산시설	1,687㎡
부지면적	23,092㎡	기반설비	4,218㎡
건축 연면적	8,465㎡	업무시설	1,105㎡
	건축규모 지상 3층 2개 동 건물구조 철근 콘크리트	공용시설	1,454㎡



국내 최고의 슈퍼컴퓨터센터로서 그 역할을 다하겠습니다.

주요 업무



슈퍼컴퓨터 도입 및 운영 관리

- 기상용 슈퍼컴퓨터 및 관련 시스템 도입
- 기상용 슈퍼컴퓨터 운영 관리
- 슈퍼컴퓨터 분야 최신 기술정보 교류



슈퍼컴퓨터 사용자 지원

- 수치예보모델 운영 환경 구축
- 슈퍼컴퓨터 사용자 기술지원
- 슈퍼컴퓨터 자원 공동활용 지원
- 슈퍼컴퓨터 관련 교육 및 워크숍 개최



국가기상슈퍼컴퓨터센터 관리

- 청사 시설 관리 및 방호
- 슈퍼컴퓨터 기반설비(전기, 기계, 통신, 항온·항습, 소화 등) 관리
- 기반설비 운영 효율화 및 성능 개선

기반 설비

수배전반



한전에서 수전한 22,900V 특 고압 전기를 저전압 전기로 낮추어 슈퍼컴퓨터로 공급하는 설비

비상용 발전기



한전 선로 이상 및 정전 사고 발생 시 자가 발전을 통해 비상 전력을 생산하여 슈퍼컴퓨터 및 기반시설에 전력을 공급하는 설비

UPS 축전지



평상시 상용 전원을 축전지에 저장하였다가 정전 등 사고 발생 시 축전지에 저장된 전력을 통하여 전원을 안정적으로 공급하는 장치

냉동기



슈퍼컴퓨터 가동 시 발생하는 열을 냉각시키기 위하여 5℃ 냉수를 만들어 슈퍼컴퓨터 및 건물 전체에 공급하는 설비

슈퍼컴퓨터센터의 기반시설



슈퍼컴퓨터는 첨단 과학기술 분야의 필수적인 도구입니다.

슈퍼컴퓨터란?

슈퍼컴퓨터는 "당대의 컴퓨터들 중에서 가장 빠른 계산 성능을 갖는 컴퓨터들"을 말하는 것으로 고성능 수치 계산에 대한 수요로 탄생하였습니다. 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 있습니다. 통상 여기에 포함되는 500위까지의 컴퓨터를 슈퍼컴퓨터라 부릅니다.

※ **Flops** : Floating-point Operations per second



세계 최초의 범용 컴퓨터 ENIAC

1943년부터 1946년에 걸쳐 펜실베이니아 대학 모클리 와 에커트가 제작한 전자식 컴퓨터이며, 미군에서 탄도계산용으로 사용된 이후 우주선 연구, 난수 연구, 기상 등에 이용되었습니다.



최초의 슈퍼컴퓨터 CDC 6600

1964년에 미국 CDC사에서 만든 세계 최초의 슈퍼컴퓨터로 성능은 초당 1백만 회의 부동소수점 연산이 가능한 1MF메가플롭스로 당대 컴퓨터들에 비해 매우 뛰어난 계산 성능을 달성하였습니다.



대중적 인지도를 높인 CRAY 슈퍼컴퓨터 시리즈

세계적으로 가장 유명한 슈퍼컴퓨터 제조사 중 하나인 미국 크레이사는 1972년 최초의 슈퍼컴퓨터를 설계한 세이모어 크레이에 의해 설립되었습니다. 이후 크레이사는 CRAY-1 시리즈 등 영화나 언론매체 등을 통해 대중적으로 널리 알려진 슈퍼컴퓨터를 발표하며 세계 슈퍼컴퓨터 시장을 선도했습니다.



한국 최초의 슈퍼컴퓨터 CRAY 2S

우리나라 최초의 슈퍼컴퓨터는 1988년 한국과학기술정보연구원(KISTI)에서 도입한 CRAY-2S 시스템입니다. 이 시스템은 1993년까지 당시 중앙기상대 일기예보, 3차원 한반도 지도 제작, 원자력발전소 안전성 분석 등에 활용되었습니다.

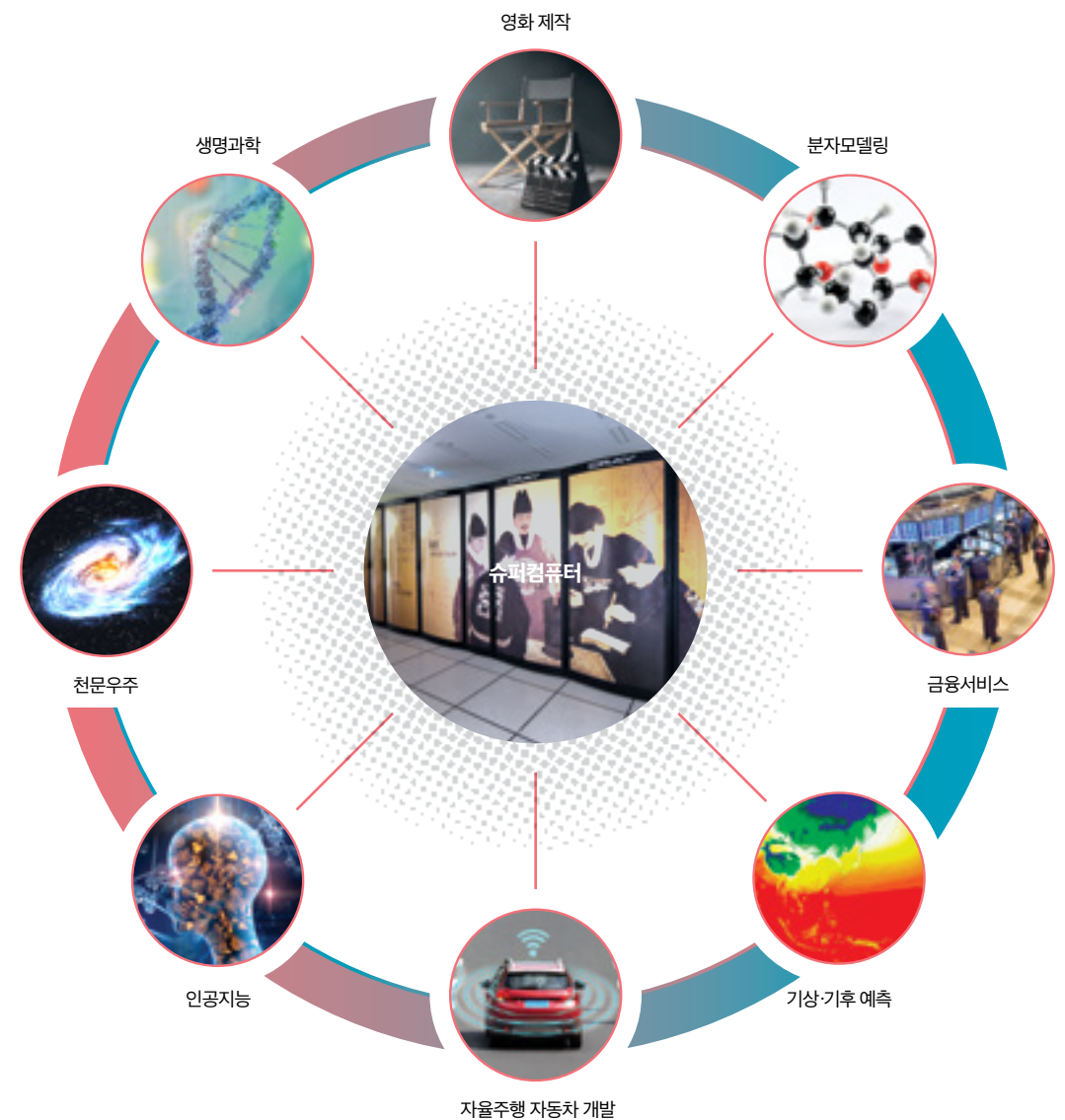
슈퍼컴퓨터 활용 분야

엄청난 계산 성능을 자랑하는 슈퍼컴퓨터는 입자물리, 천문우주, 기상·기후, 생명공학 등 첨단 과학기술 분야의 필수적인 도구입니다. 핵심험 등과 같이 실험이 매우 어렵거나 사실상 불가능한 경우 슈퍼컴퓨터를 이용한 시뮬레이션으로 해결책을 제시할 수 있습니다.

이 때문에 영화 제작, 주식 거래와 위험 분석 등 금융서비스, 생명과학, 나노 규모의 동작 시뮬레이션, 자율주행 자동차 개발 같은 고부가 가치 제품이나 핵심 기술을 만드는 산업 분야에도 많이 사용되고 있습니다.

최근 빅데이터 분석이 떠오르고 AI 기술까지 이슈가 되면서 슈퍼컴퓨터는 분자모델링, 전산유체역학, 기상·기후 모델링 등 전통적으로 슈퍼컴퓨터가 활용됐던 분야 외에도 지능정보사회의 핵심 기술인 빅데이터 분석, 기계학습, AI, 모델링 등 다양한 분야에서 활용되고 있습니다.

슈퍼컴퓨터의 활용분야



15년 동안 약 30,000배 향상된 계산 성능

기상청은 2000년 슈퍼컴퓨터 1호기 NEC SX-5를 도입하고 슈퍼컴퓨터 기반의 고해상도 수치예보모델을 예보 업무에 활용하고 있습니다. 이후 2005년에는 슈퍼컴퓨터 2호기 CRAY X1E, 2010년에는 슈퍼컴퓨터 3호기 CRAY XE6를 차례로 도입하고 2015년에는 슈퍼컴퓨터 4호기 CRAY XC40를 도입하여 업무에 활용하고 있습니다. 1호기에 비해 4호기의 성능은 비약적인 발전을 이루어 15년 동안 약 30,000배로 향상된 계산 성능으로 예보의 정확도를 높이고 있습니다.

슈퍼컴퓨터 1호기

객관적 기상예보 체계 구축



- 일본 NEC사의 SX-5 벡터 시스템
- 1999년 6월부터 2005년 12월까지 운영되었으며, 2대 중 1대는 전시용으로 별도 보관 중이고, 1대는 폐기처분 됨

슈퍼컴퓨터 2호기

동네 예보 서비스 실시



- 미국 크레이사의 CRAY X1E 시스템
- 2005년부터 2010년까지 현업 운영과 현업 백업으로 운영
- 2010년부터 2012년까지 국가표준 기후 시나리오 생산용으로 운영
- 2012년 불용 폐기

슈퍼컴퓨터 3호기

예보 정확도 획기적 향상



- 미국 크레이사의 CRAY XE6 시스템
- 2010년부터 2015년까지 현업 운영과 현업 백업으로 운영
- 2016년 5월 시스템 운영 종료
- 일부 시스템 외부 기관에 이전 완료

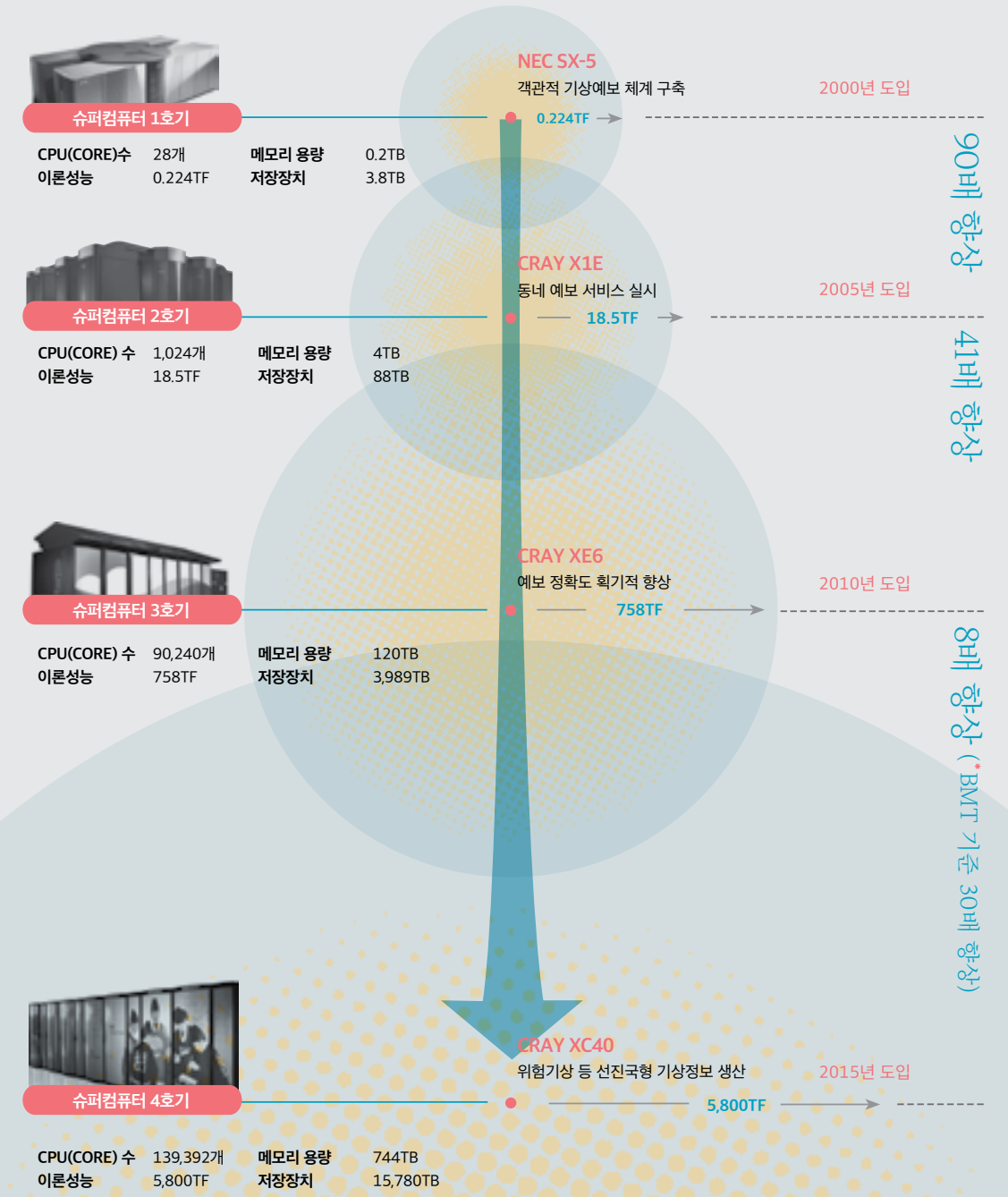
슈퍼컴퓨터 4호기

위험기상 등 선진국형 기상정보 생산



- 미국 크레이사의 CRAY XC40 시스템
- 멀티코어 프로세서 탑재(Intel Haswell 2.6GHz)
- CRAY XC40은 계산을 위한 계산시스템과, 사용자 로그인, 전·후처리 서버 등 여러 시스템들로 구성

기상청 슈퍼컴퓨터의 성능 향상



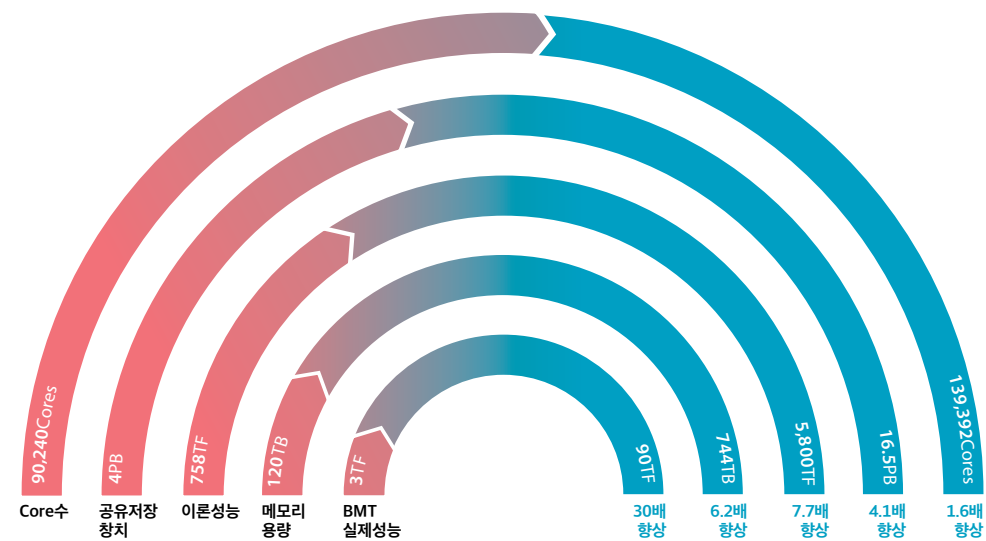
* BMT란?
Benchmarking Test의 약자로써 시스템의 성능을 비교·분석하여 평가하는 것을 말한다.

우리들이 행복한 삶을 누리고 자연의 변화를 미리 예측할 수 있도록

슈퍼컴퓨터 4호기

‘우리들이 행복한 삶을 누리고 자연의 변화를 미리 예측할 수 있도록...’이라는 바람이 담긴 순수 우리말로 명명된 기상청의 네 번째 슈퍼컴퓨터, 슈퍼컴퓨터 4호기는 위험기상, 영향예보 등 선진국 형 기상 정보를 생산하여 정확함은 물론이고 국민들에게 보다 발전된 일기정보를 전달하기 위해 도입됐습니다. 미국 크레이사의 스칼라 계열 CRAY XC40 시스템으로, 초기분인 우리와 최종분인 누리·미리 세 개의 시스템으로 구성되어 있고, 그 중에서 최종분 누리 시스템은 일기도를 생산하는 현업용 시스템으로 활용되고 있습니다.

슈퍼컴퓨터 4호기 시스템의 계산 성능 (3호기/4호기 비교)



초기분/최종분 비교

우리 시스템

자기와 듣는 이를 포함한
여러사람을 가리키는 말.

첨단 기상 예측 기술로 가치 있는 기상 정보를
생산하여 우리 국민에게 편안함을 제공합니다.

국가 대기과학 및 지구환경시스템 분야
관련 대학과 연구기관의 R&D를 지원하는
공동활용시스템으로 활용

- CRAY XC40(초기분) • Core 수 10,752cores
- 이론성능 447TF • 메모리 57TB



누리 시스템

세상의 예스러운 말, 누리다

기상정보를 신속·정확하게 예측하여
안전하고 편안함을 누릴 수 있게 합니다.

수치예보 현업용으로 활용

- CRAY XC40(최종분) • Core 수 69,696 cores
- 이론성능 2900TF • 메모리 372TB



미리 시스템

먼저, 앞서

현재의 기상 정보를 바탕으로 미래의 기상 상태를
미리 예측하여 안전하고 편안한 미래를 밝힙니다.

연구개발용으로 활용

- CRAY XC40(최종분) • Core 수 69,696 cores
- 이론성능 2900TF • 메모리 372TB



	우리	누리 / 미리
계산시스템 및 전후처리시스템 기종	CRAY XC40-LC (3 캐비닛)	CRAY XC40-LC (16캐비닛 × 2조)
이론성능(TF)	447	5,800
계산시스템 및 전후처리시스템 사양	• Intel haswell 2.6GHz(12core) • 128GB	• Intel haswell 2.6GHz(12core) • 128GB(계산) ~256GB(전후처리)
노드수량	• 계산시스템: 448노드 • 전후처리시스템: 12노드	• 계산시스템: 2,904노드 × 2조 • 전후처리시스템: 56노드 × 2조
로그인서버	4조	8조
공유저장장치	3.3PB	15.8PB

슈퍼컴퓨터의 보유 대수와 성능은 그 나라의 국력을 나타내는 척도입니다.

발전 경향

세계적으로 슈퍼컴퓨터의 성능은 매 4년마다 평균 10배 이상의 매우 빠른 속도로 증가해 왔습니다. 이는 매 18개월마다 반도체의 집적도가 2배씩 향상된다는 무어의 법칙 Moore's law 보다도 빠른 것입니다. 하지만 최근 무어의 법칙이 사실상 한계에 이르렀다고 평가되고 있고, 11년에 약 1,000배씩 향상된다는 슈퍼컴퓨터의 성능 발전 경향도 흔들리고 있습니다.

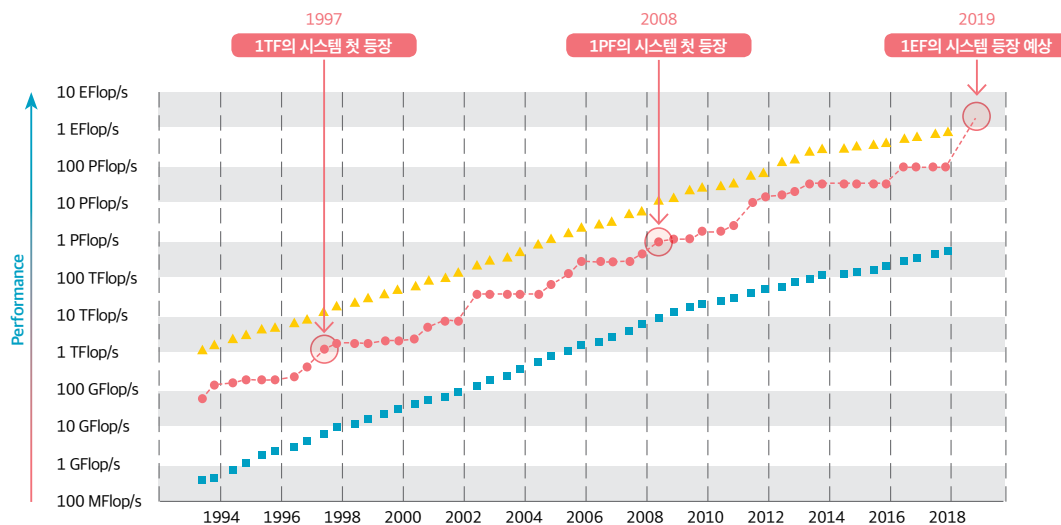
당초 2019년에 1초당 100경 번의 연산이 가능한 1EF 엑사플롭스 슈퍼컴퓨터가 등장할 것이라고 예상했던 것과 달리 언제 엑사플롭스 스케일의 슈퍼컴퓨터가 등장할 것인지도 확신할 수 없게 되었습니다.

다만, 슈퍼컴퓨터의 발전이 더디어지는 추세라고 하지만 여전히 매년 발표 때마다 500대의 슈퍼컴퓨터 성능 합계는 계속해서 높아지고 있고, 1초에 1000조 번의 연산이 가능한 PF 페타플롭스 스케일의 시스템의 수도 계속해서 증가하고 있습니다.

슈퍼컴퓨터의 보유 대수와 성능은 그 나라의 국력을 나타내는 척도라고 표현할 정도로 큰 상징성을 갖고 있기 때문에 미국, 중국, 일본, 독일 등 세계 강대국들의 각축장이 되고 있고, 중국과 미국은 2020~2021년까지 세계 최초의 엑사플롭스 스케일의 슈퍼컴퓨터를 개발하기 위해 경쟁하고 있습니다.

성능 발전 경향을 보여주는 그래프

▲ Sum ● #1 ■ #500



세계 슈퍼컴퓨터의 순위

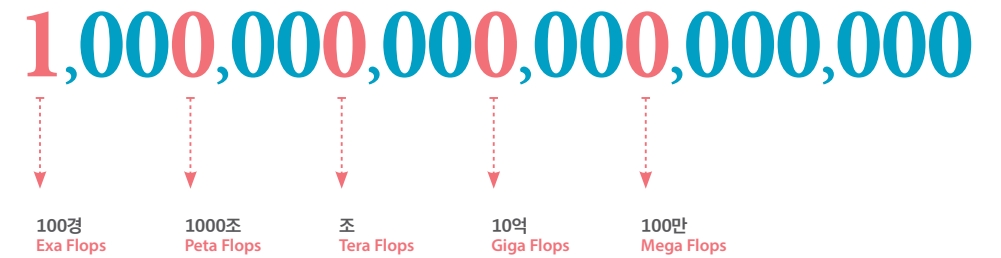
세계 슈퍼컴퓨터 순위 사이트인 "TOP500 Supercomputer www.top500.org"는 고성능 슈퍼컴퓨팅에 대한 관심력 있는 분석 정보를 제공하기 위해 1993년 시작된 TOP500 프로젝트에 의해 만들어졌습니다. 그리고 매년 두 차례 6월과 11월에 시스템의 성능을 기준으로 1위부터 500위까지의 슈퍼컴퓨터를 선정해 www.top500.org 사이트에서 발표하고 있습니다.

이렇게 발표되는 순위는 절대적인 것이 아닙니다. 매 발표 때마다 상대적으로 변동되며 평균적으로 200여 대의 순위가 교체됩니다. 여기서 말하는 순위의 변동은 반드시 하락만을 의미하는 것은 아니며 시스템의 성능을 업그레이드 하면 그 순위가 상승하는 경우도 있습니다.

세계에서 성능이 가장 우수한 슈퍼컴퓨터의 보유국은 어디인지, 또 대한민국 기상청의 슈퍼컴퓨터는 몇 위에 등재되어 있는지 궁금하다면 www.top500.org 사이트를 방문해 보세요!

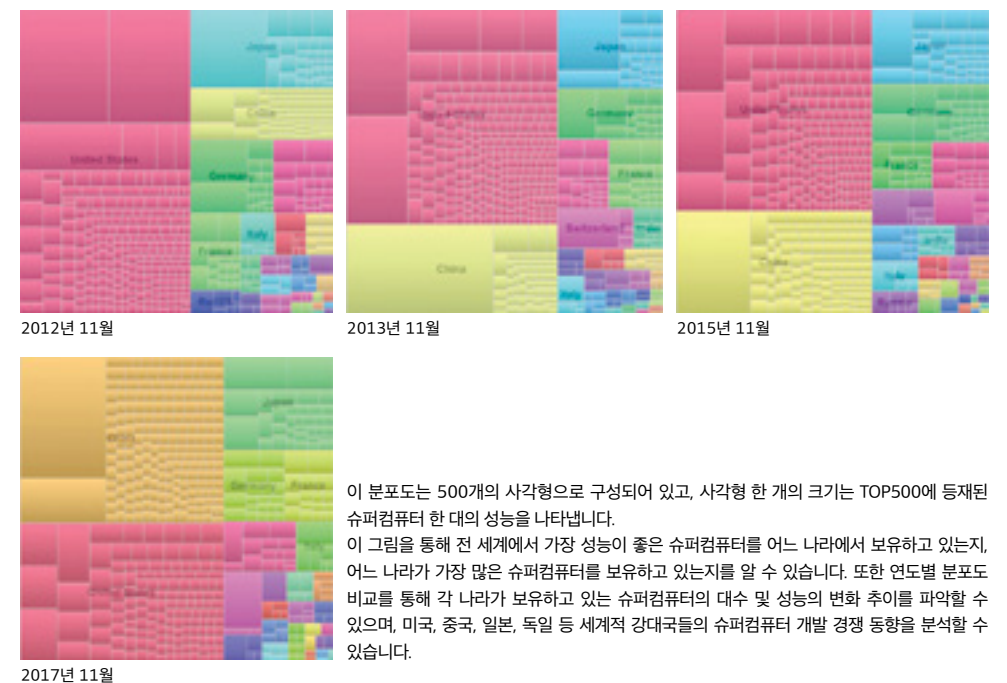
TOP500 사이트에서는 슈퍼컴퓨터의 순위 뿐만 아니라 과거의 순위 목록을 이용하여 슈퍼컴퓨팅 기술의 변화 추이와 동향을 분석할 수 있는 다양한 통계 정보를 제공하고 있습니다.

슈퍼컴퓨터 연산 단위



Flops란 컴퓨터의 연산 속도를 나타내는 단위로, 1초당 부동 소수점 연산 명령을 몇 번 실행할 수 있는지를 말합니다. Tera Flops는 1초당 1조 번, Peta Flops는 1초당 1000조 번, Exa Flops는 1초당 100경 번의 연산이 가능함을 의미합니다.

나라별 TOP500 슈퍼컴퓨터 분포도



이 분포도는 500개의 사각형으로 구성되어 있고, 사각형 한 개의 크기는 TOP500에 등재된 슈퍼컴퓨터 한 대의 성능을 나타냅니다. 이 그림을 통해 전 세계에서 가장 성능이 좋은 슈퍼컴퓨터를 어느 나라에서 보유하고 있는지, 어느 나라가 가장 많은 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있는지를 알 수 있습니다. 또한 연도별 분포도 비교를 통해 각 나라가 보유하고 있는 슈퍼컴퓨터의 대수 및 성능의 변화 추이를 파악할 수 있으며, 미국, 중국, 일본, 독일 등 세계적 강대국들의 슈퍼컴퓨터 개발 경쟁 동향을 분석할 수 있습니다.

일기예보는 컴퓨터의 발명과 수치예보이론의 발전으로 도약했습니다.

일기예보와 슈퍼컴퓨터

기상관측 도구의 발명, 일기도 고안 및 전신 등 통신기술 발달에 따라 1800년대 중반 이후 일기도 기반의 일일예보 등 근대적 일기예보 체제가 정착되었습니다. 20세기에는 컴퓨터의 발명과 수치예보 이론의 발전에 힘입어 일기예보가 보다 과학적인 방법으로 다시 한 번 도약했습니다.

리차드슨의 수치예보 개념도

수치예보, 즉 정량적으로 날씨를 예측하려는 과학자들의 오랜 꿈은 1922년 영국의 리차드슨에 의해 실현되었습니다. 리차드슨의 개념도에 따르면 전 지구를 나타내는 커다란 체육관 같은 구 안에 많은 사람들이 앉아 있고, 그 중앙에 오케스트라의 지휘자처럼 모든 과정을 지휘하는 책임자가 있어 이 책임자가 일정 위치를 지정하면, 그곳에 있는 사람은 자신에게 해당된 값을 손으로 계산하고 옆 사람에게 계산 결과를 넘겨주는 방식을 반복해서 날씨 예측값을 얻어 낼 수 있다고 생각했습니다. 하지만 전자식 컴퓨터가 개발되기 이전에는 엄청나게 많은 양의 수식을 빠르고 정확하게 계산해야 하는 수치예보가 사실상 불가능했고, 결국 리차드슨은 수치예보가 실용화될 수 없다고 결론지었습니다.

당시에는 실패한 개념이었다고 하지만 1차 세계대전 동안 영국 기상학자 리차드슨이 제시한 예보공장 개념은 현대의 64,000개 CPU를 가진 초대형 병렬 슈퍼컴퓨터와 유사한 개념이었고, 수치예보는 최초의 컴퓨터인 에니악(ENIAC)이 미국에서 개발되면서 1950년대부터 획기적으로 발달하게 되었습니다.

수치예보란?

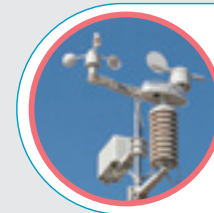
수치예보는 객관적이고 과학적인 방법으로 미래의 날씨를 예측하는 일기예보 방식입니다. 대기의 온도, 기압, 바람, 구름, 강수 등 다양한 대기 운동을 수치로 계산하여 미래의 기상 상태를 예측하는 방법을 말하는데, 종전에 예보관의 지식, 경험 및 주관적 판단에만 의존할 수밖에 없었던 예측의 영역에 과학적 방법을 도입한 것입니다. 이와 같이 구체적인 수치를 계산한 결과로 날씨를 전망하는 시도는 지금으로부터 약 100년 전(1차 세계대전 중이던 1917년) 처음 이뤄졌으며 컴퓨터가 등장한 1950년대 이후 현실화되기 시작했습니다.

Forecast Factory (1922)

날씨를 예측하는 원형 극장(리차드슨이 고안한 수치예보 개념도)

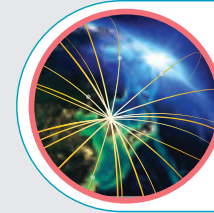


일기예보의 단계



기상관측

일기예보는 기상 현상을 관측하는 것으로부터 시작합니다. 지상기상관측, 고층기상관측, 해양기상관측, 레이더관측, 위성관측 등을 통하여 기상 자료를 수집합니다.



관측 자료 수집·처리

국내에서 수집한 자료들과 외국에서 송신되는 방대한 기상 자료들이 슈퍼컴퓨터에 입력돼 수치예측 자료들을 생산합니다.



수치모델 운영 및 예측자료 생산

고성능 수치계산을 목적으로 만들어진 슈퍼컴퓨터로, 수치예보모델을 통해 미래의 날씨 예측정보를 생산합니다.



분석 및 의사결정

이렇게 만들어진 각종 예보 분석 자료들과 현재의 기상 상태를 토대로 전국 예보관들이 토의를 거쳐 예보를 결정합니다.



기상정보제공

이렇게 결정된 예보는 방송, 신문, 인터넷 등 다양한 매체를 통해 전 국민에게 제공됩니다.

수치예보 도입 이후 기상 관측 자료는 알림표나 분석일기도 등의 직접적 형태로만 제공되지 않고, 수치예보모델에서 모의된 미래의 날씨 예측정보와 함께 예보관에게 제공되어 더욱 객관적이고 정확한 판단이 가능하게 되었습니다. 미래의 날씨를 모의하기 위해 사용되는 수치예보모델은 종류나 규모, 해상도 등에 따라 제한된 시간 이내에 수백조 번 이상의 수치연산을 필요로 하는 경우도 많기 때문에 고성능 수치계산을 목적으로 만들어진 슈퍼컴퓨터가 사용됩니다.

수치예보모델은 미래의 날씨를 예측하기 위해 만들어진 컴퓨터 프로그램입니다.

수치예보모델의 개념

수치예보모델은 지구의 기상시스템을 대기 상태와 운동을 지배하는 역학·물리 방정식을 사용하여 기상학적으로 모델링한 것입니다. 시·공간적으로 연속체인 기상시스템은 수학적으로 직접 계산할 수 없기 때문에 수치예보모델에서는 통상 지구를 바둑판같은 수많은 격자로 나누어 격자점마다 대기의 상태와 운동에 대한 방정식을 계산하도록 구성되어 있습니다.

기압, 바람, 온도, 강수 등의 대기상태는 각 격자점의 값으로 나타나므로, 격자 간격에 따라 예측 가능한 대기상태가 달라집니다. 격자가 조밀할수록 더 정확한 예측이 가능해지지만 계산해야 할 격자점이 많아지므로 정확하고 신속한 결과 값을 얻기 위해서는 보다 고속의 컴퓨터가 필요합니다.

슈퍼컴퓨터가 예측 결과를 산출하는 과정



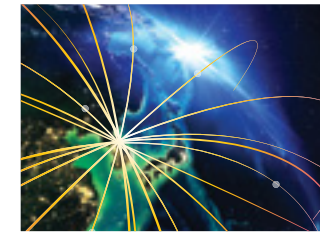
수치예보는 자연에 대한 이해와 첨단 과학 및 IT기술의 결정체입니다.

수치예보는 기상관측, 원격탐사, 초고속 통신, 자료동화, 슈퍼컴퓨터, 계산과학, 프로그래밍, 그래픽 처리 등 자연에 대한 이해와 첨단 과학 및 IT 기술의 결정체로써, 전 세계적인 기상 협력과 다양한 분야의 첨단 기술을 융합하여 발전하고 있습니다.



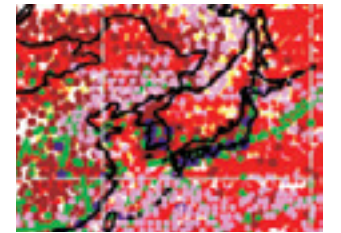
관측기술

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



초고속 통신 기술

세계 각국에서 관측·분석된 대용량 기상 자료를 최대한 신속하게 수집



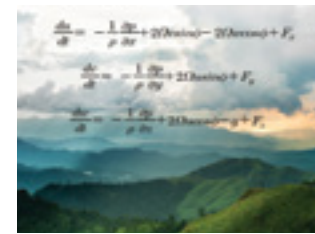
자료동화 기술

위성, 레이더 등에서 수집한 각종 기상자료를 융합, 3차원 격자 형태의 수치모델 입력 자료로 가공

슈퍼컴퓨팅 기술



수치모델 프로그램과 슈퍼컴퓨터 계산 자원 할당을 최적화하여 방대한 계산 작업을 효율적으로 처리



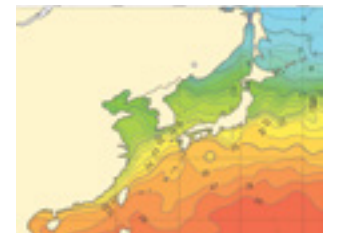
물리방정식 해독 기술

물리방정식을 이용하여 자연현상을 과학적으로 해석



프로그래밍 기술

복잡하고 방대한 물리방정식을 슈퍼컴퓨터가 효과적으로 처리하도록 병렬 프로그래밍



가시화 기술

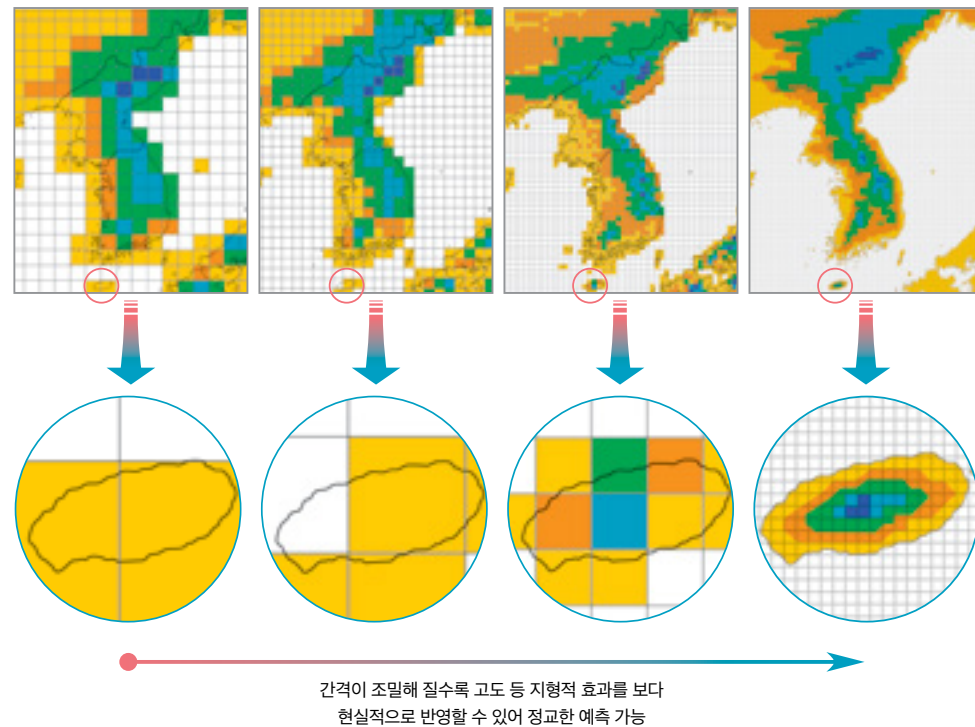
격자 형태의 수치모델 예측 결과를 효과적인 분석이 가능하도록 가시화

수치예보모델이 고해상도일수록 보다 정교한 예측이 가능해집니다.

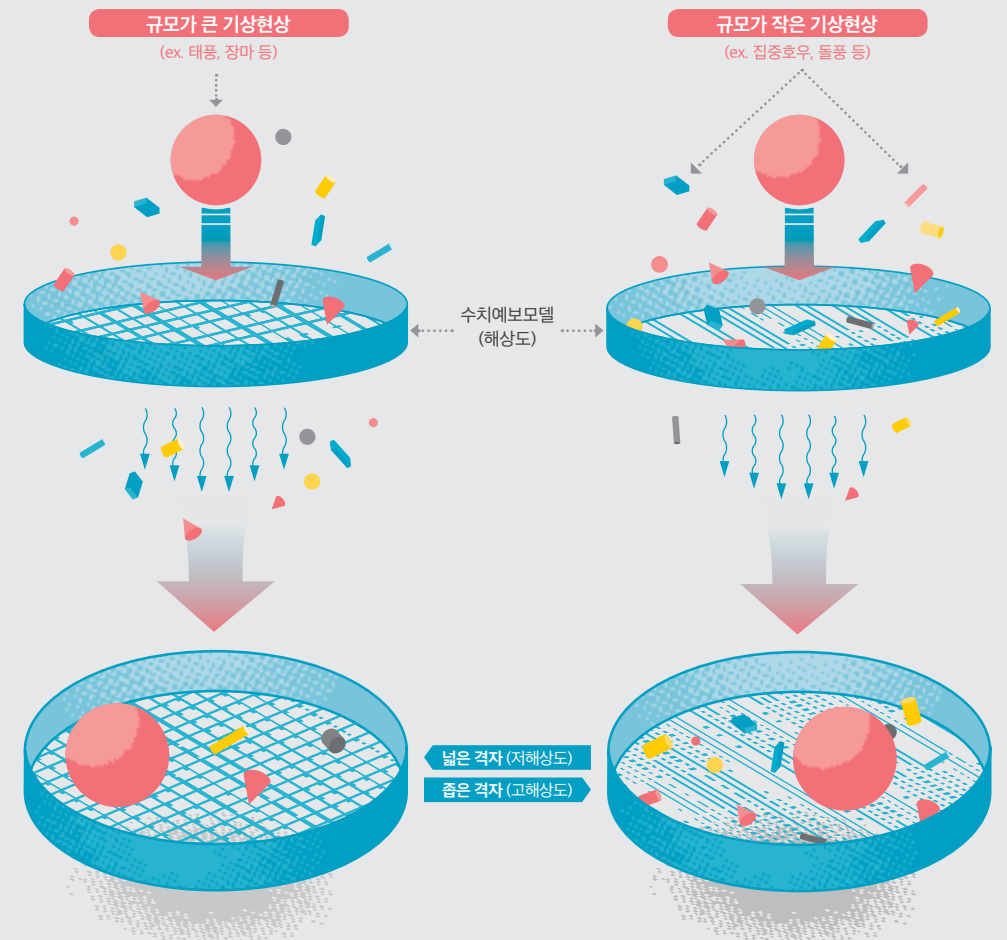
고해상도 모델의 필요성

수치예보모델의 해상도는 그 모델이 사용하는 격자가 얼마나 작고 조밀한 지를 말하는 것으로, 격자 크기가 작은 고해상도 모델일수록 보다 작은 규모의 기상현상에 대한 식별과 정교한 예측이 가능해집니다. 집중호우, 돌풍, 폭설 등과 같이 많은 피해를 가져오는 국지적 위험기상 현상들은 보통 수 km미만의 규모이기 때문에 이를 제대로 예측하기 위해서는 수 km이내의 보다 정교한 격자를 갖는 고해상도 모델이 필요합니다.

고해상도 수치예보모델은 격자 간격이 조밀할 뿐만 아니라 고도 등 지형적 효과를 보다 현실적으로 반영할 수 있어 정교한 예측이 가능하지만, 관측 자료와 컴퓨터 성능의 부족으로 인해 해상도의 증가에는 한계가 있습니다. 통상 수치모델의 해상도가 2배 증가하면 이에 따른 계산량은 15~20배 정도 증가하는 것으로 알려져 있습니다.



수치예보모델의 해상도



규모가 큰 기상현상들만 격자 위에 남게 됩니다. 즉, 격자 위에 남아 있는 규모가 큰 기상현상 (태풍, 장마 등)만 예측할 수 있게 되며 규모가 작은 기상현상은 예측하기 어렵습니다.

규모가 작은 기상현상들도 격자 위에 남게 됩니다. 즉, 격자 위에 남아 있는 규모가 작은 기상현상 (국지성 호우, 돌풍, 우박 등)도 예측 가능해집니다.

고해상도 모델 필요

규모는 작지만 인명·재산피해가 큰 기상 현상들은 격자가 조밀해야 예측 가능합니다.

큰 공은 규모가 큰 기상현상을 의미하고, 작은 물체들은 규모가 작은 수 km 미만의 국지적 위험 기상 현상을 비유합니다. 수치예보모델의 격자 보다 작은 규모의 국지적 기상현상은 예측하기가 어렵기 때문에 규모가 작은 기상 현상들을 예측하기 위해서는 고해상도의 수치예보모델이 필요합니다.

슈퍼컴퓨터 도입 후 고해상도 수치예보모델을 예보 업무에 활용하고 있습니다.

우리나라 수치예보의 역사

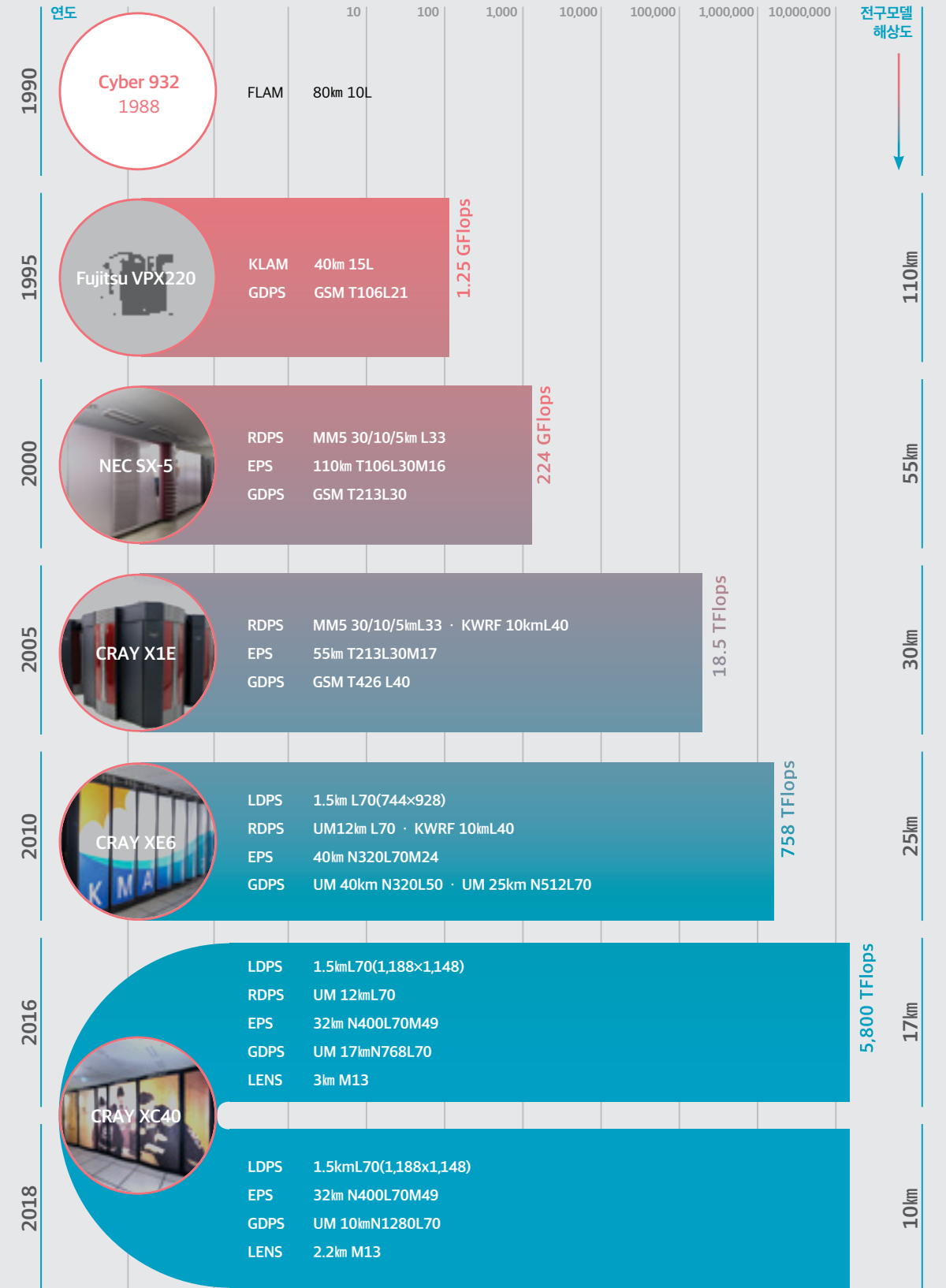
세계의 기상 선진국들은 1950년대 후반부터 수치예보를 기상업무에 적용했으나 우리나라는 이보다 30년 가까이 늦은 1980년대 후반이 되어야야 수치예보를 도입했습니다. 1985년에는 수치예보 현업화를 위한 “전산예보 도입 계획”을 수립하고 아일랜드, 스웨덴 등 유럽 중견국의 수치모델을 도입, 우리나라에 맞게 변환하기 위한 연구과제에 착수하였습니다.

이후 1991년부터는 우리나라 최초의 현업용 모델인 아시아지역모델 **ALAM**과 극동아시아지역 모델 **FLAM**을 운영하기 시작했고, 1990년 말에는 수치예보 업무를 전담할 수치예보과를 신설하고 본격적인 수치예보 업무 및 서비스를 시작했습니다.

슈퍼컴퓨터 1호기를 도입한 2000년부터는 슈퍼컴퓨터 기반의 고해상도 수치예보모델을 예보 업무에 활용하고 있습니다.

연도별 수치예보모델 운영 내용

연도	모델명	해상도	연직	운영장비	연도	모델명	해상도	연직	운영장비
1991	아시아지역모델 (ALAM)	160km	10층	CDC Cyber 932	2012	국지모델(LDAPS)	1.5km	70층	슈퍼컴퓨터 3호기 (CRAY XE6)
	극동아시아지역모델 (FLAM)	80km	10층	KIST(SERI) CRAY-2s		2016	전지구모델(GDAPS) N768L70	17km	70층
1993	한반도국지모델 (KLAM)	40km	16층	KIST(SERI) CRAY Y-MP	2018		지역모델(RDAPS)	12km	70층
1997	전지구모델(GDAPS) T106L21	110km	21층	Fujitsu VPX220		2018	국지모델(LDAPS)	1.5km	70층
1999	지역모델(RDAPS)	30km	33층		2018		N320 앙상블모델 (EPS)	32km	70층
2001	전지구모델(GDAPS) T213L30	55km	30층	슈퍼컴퓨터 1호기 (NEC SX-5)		2018	국지 앙상블모델 (LENS)	3km	70층
	2005	T106 앙상블모델 (EPS)	110km	30층			2018	전지구모델(GDAPS) N1280L70	10km ('18.6.~)
2011		전지구모델(GDAPS) T426L40	30km	40층	슈퍼컴퓨터 2호기 (CRAY X1E)	2018		지역모델(RDAPS)	12km
	2011	T213 앙상블모델 (EPS)	55km	40층			2018	국지모델(LDAPS)	1.5km
2011		전지구모델(GDAPS) N512L70	25km	70층		2018		N320 앙상블모델 (EPS)	32km
	2011	지역모델(RDAPS)	12km	70층			2018	국지 앙상블모델 (LENS)	2.2km ('18.10.~)
2011		N320 앙상블모델 (EPS)	40km	70층		2018			

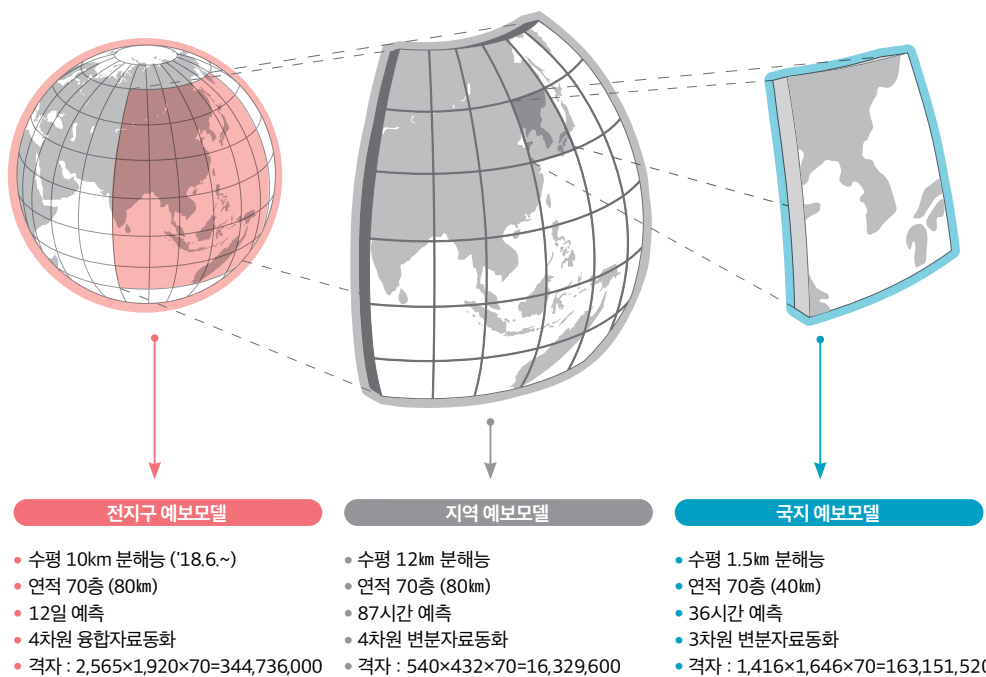


기상청은 슈퍼컴퓨터를 예보·연구개발 등의 다양한 분야에서 활용하고 있습니다.

기상청 수치예보모델 현황

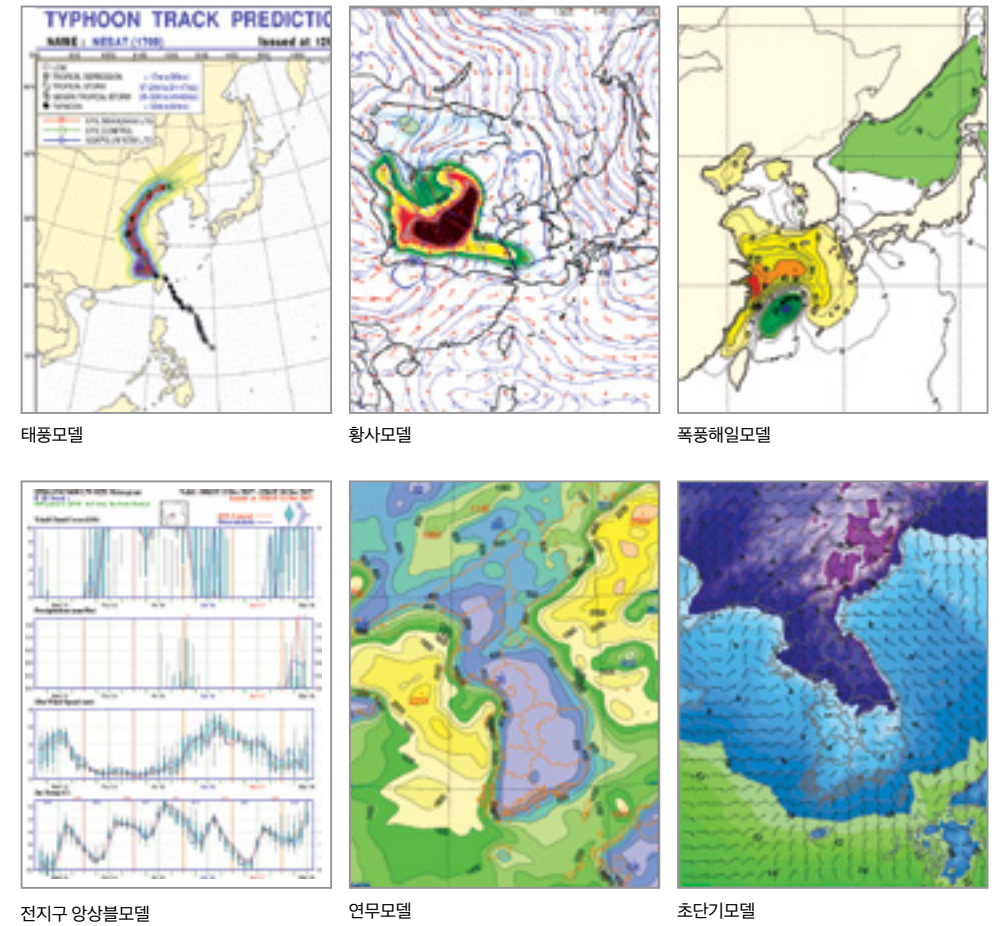
기상청은 슈퍼컴퓨터 4호기를 사용하여 단기 및 중기 예보를 위해 20여종의 수치예보모델을 하루 약 100회 이상 협업 운영하고 있고, 이외에도 장기 예측, 기후변화 관련 모델들과 연구 개발을 위한 다양한 수치예보모델들을 운영하고 있습니다. 단기 및 중기 예보를 위한 수치예보모델은 전지구 예보모델, 지역 예보모델, 국지 예보모델, 응용 및 통계모델 등으로 구분됩니다. 전지구 예보모델은 이 중 가장 기본이 되는 모델로써 특정한 경계가 없이 지구 전체를 대상으로 예측을 수행합니다. 특정한 지역을 대상으로 하는 모델들은 전지구 예보모델로부터 지역 경계 조건을 받아서 수행되는데, 동아시아지역을 예측하는 지역 예보모델과 한반도 영역의 위험기상을 예측하는 국지 예보모델이 있습니다. 또한 중기예보와 위험기상 예측을 위해 전지구 앙상블과 국지 앙상블을 운영하고 있고 응용 및 통계 모델에는 파랑, 폭풍해일, 황사, 연무를 예측하는 모델을 운영하고 있습니다.

기상청에서 수행하고 있는 수치예보모델(예측 영역 기준)



응용모델

“총 20종 모델 일 약 100회 수행”

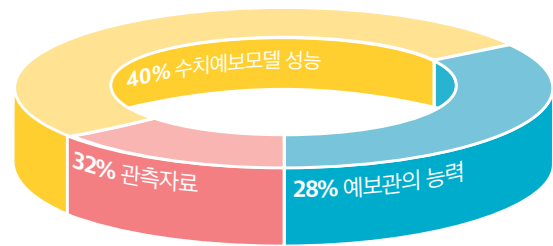


기타 응용 수치모델

모델 종류	수평해상도	연직층수	예측기간	운영목적	
전지구 모델(GDAPS)	10km	70	12일	전지구 중기 예측	
전지구 앙상블모델(EP5)	32km	70	12일	전지구 중기 확률 예측	
지역 모델(RDAPS)	12km	70	87시간	동아시아 단기 예측	
국지 예보모델(LDAPS)	1.5km	70	36시간	한반도 단기 예측	
국지 앙상블모델(LENS)	2.2km	70	72시간	한반도 위험기상 확률 예측	
초단기모델	KLAPS	5km	40	12시간	한반도 초단기 예측
	VDAPS	1.5km	70	12시간	
파고모델	GW3	50km		12일	전지구 해상파고 예측
	RW3	8km		87시간	아시아 해상파고 예측
	CW3	1km		72시간	지방청 관할해역 해상파고 예측
폭풍해일모델(RTSM)	8km		87시간	아시아 폭풍해일 예측	
황사모델(ADAM2)	25km		72시간	황사 수송 예측	
연무모델(ADAM3)	25km		72시간	연무 예측	
동네예보/통계모델	-		2-10일	동네, 기온 예측	

슈퍼컴퓨터는 예보정확도 향상에 필요한 핵심 인프라입니다.

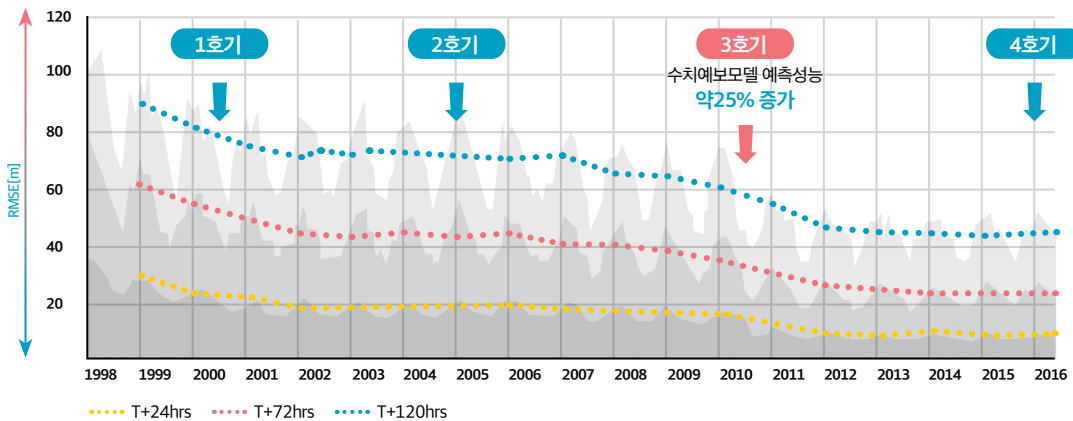
수치예보는 과학적 방법으로 수치모델을 계산하여 미래의 날씨 상태에 대한 객관적 예측 자료를 생산함으로써, 예보관의 지식·경험과 주관에 주로 의지하던 과거의 일기예보를 보다 과학적이고 객관적인 방식으로 바꾸어 놓았습니다.



예보정확도의 결정 요소

연구 결과에 따르면 기상예보의 정확도에 영향을 미치는 요소 중에서 수치예보모델의 성능과 모델의 초기 입력자료로 사용되는 관측자료가 전체의 72%를 차지하는 것으로 조사되었습니다.

슈퍼컴퓨터는 예보의 정확도를 결정하는 세 가지 요소 중에서 관측 자료 활용성 증대와 수치예보모델의 성능 향상에 필요한 필수 인프라입니다. 우리나라 수치예보의 예측 정확도는 슈퍼컴퓨터 3호기 도입, 관측 자료 확대 및 수치예보모델 정비 등의 작업이 이루어진 2010년 이후 세계 주요 기상 선진국에 근접하는 수준으로 대폭 향상됐습니다.



전지구 예보모델의 북반구 500hPa 고도장 예측 오차

전지구 예보모델의 예측 성능 검증 기준은 평균제곱근오차(RMSE)입니다. 평균제곱근오차는 완벽한 경우 0의 값을 가지게 되는데, 따라서 위 그래프의 좌측 수치가 0에 근접할수록 전지구 예보모델의 오차가 작고 정확하다고 볼 수 있습니다.

슈퍼컴퓨터에서 생산되는 분석 및 예측 정보는 다양한 분야에 활용됩니다.

사회·경제적 파급 효과

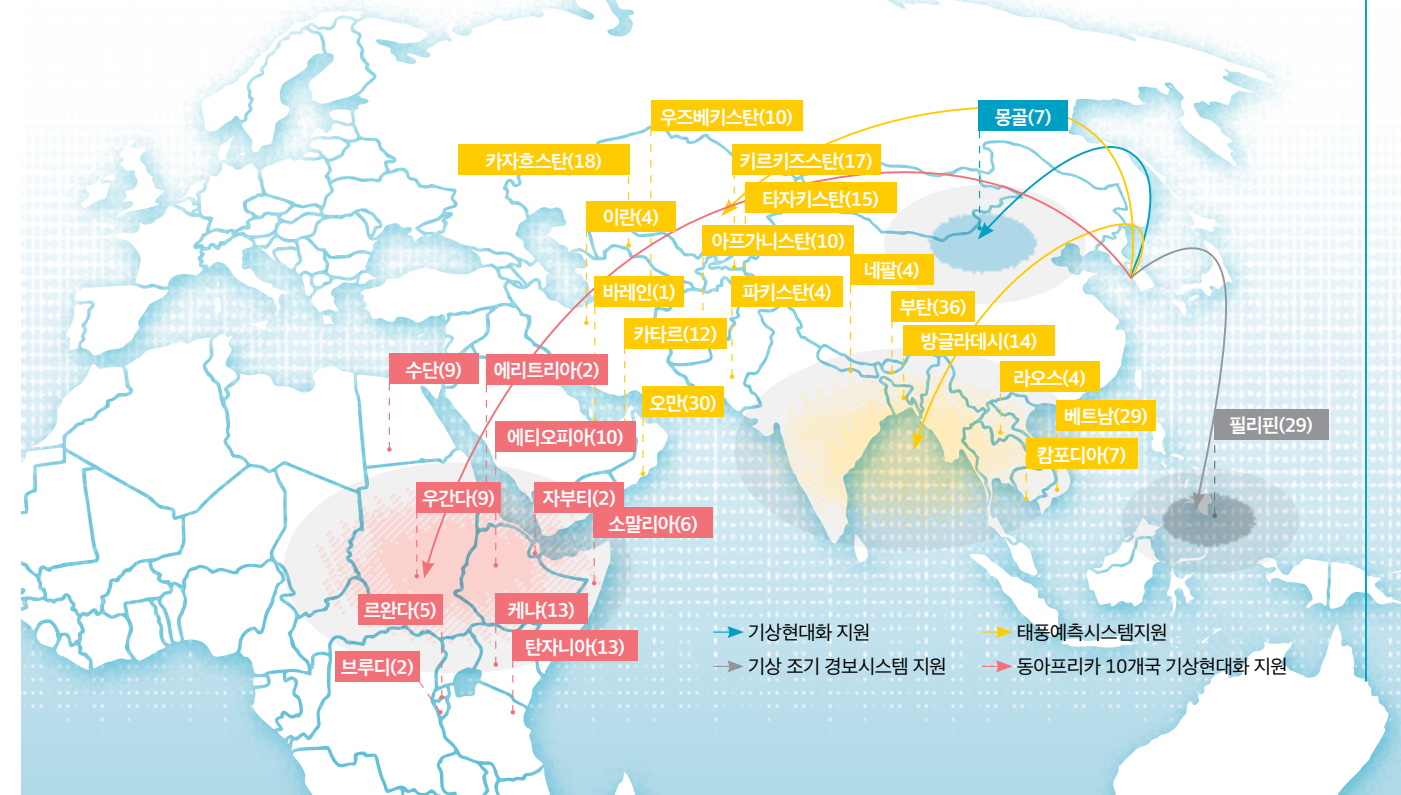
슈퍼컴퓨터에서 생산되는 분석 및 예측 정보는 국가의 정책 결정이나 자연재해, 재난과 같은 위기 상황에 대한 최적의 의사결정 지원을 위한 과학적 정보입니다. 이를 위해 기상에 관한 정보뿐만 아니라 해양, 생물, 빙권 등과 같이 전체 지구 시스템을 대상으로 관측된 다양한 정보들이 활용됩니다. 이렇게 생산된 정보는 재해로부터 국민의 생명·재산 보호, 기후 변화 대응, 수자원 관리와 같은 각종 에너지 자원 관리, 생태계 관리·보호 등 다양한 분야에 활용됩니다.

기후변화 대응

국가 기후변화 대응책 수립을 위한 고해상도 국가표준 기후변화 시나리오 산출

개도국 수치 예보자료 지원

- 아시아 21개국 300여개 도시, 아프리카 10개국 70여개 도시
- 수치예보자료 수혜국에서 공여국으로 발전



국가기상슈퍼컴퓨터센터는 국민 여러분 곁에 있습니다.

국가기상슈퍼컴퓨터센터는 정부 기관 중 유일하게 슈퍼컴퓨터를 보유하고 있는 기관으로서 기상용 슈퍼컴퓨터의 효율적 활용과 국내 대기과학 분야 슈퍼컴퓨팅 활성화를 위해 대외협력·사용자 교육·워크숍 개최 등 다양한 활동을 수행하고 있습니다.

특히 슈퍼컴퓨터 프로그램 개발자를 위한 포트란, 병렬 프로그래밍 교육은 기상청 내부 직원뿐 아니라 대기과학 관련 대학, 유관기관 등에서 좋은 반응을 얻고 있습니다. 또한 국내·외 많은 기관과의 워크숍, 센터 견학 프로그램을 통해 수치모델과 슈퍼컴퓨터 관련 경험과 지식을 공유하고 있습니다.

교육

기상청 직원과 슈퍼컴퓨터 사용자를 대상으로 슈퍼컴퓨터 사용자 교육, C언어 프로그래밍 교육, 포트란 프로그래밍 교육, 병렬 프로그래밍 교육 등 연 4차례 이상 다양한 교육 프로그램을 제공합니다.



- 슈퍼컴퓨터 사용자 교육 슈퍼컴퓨터 구성 및 사용법, 스케줄러 사용법 등에 대한 교육
- 포트란 프로그래밍 과정 포트란 프로그램 문법 이해 및 실습
- C언어 프로그래밍 과정 C언어 프로그래밍 이해 및 실습
- 병렬 프로그래밍 과정 병렬프로그래밍(MPI, OpenMP) 기본 개념 이해 및 실습

슈퍼컴퓨터 사용자 워크숍

슈퍼컴퓨터 분야 최신기술동향과 슈퍼컴퓨터 활용 사례 등의 정보를 교류합니다.



청소년 슈퍼컴퓨터 체험캠프

청소년을 대상으로 슈퍼컴퓨터 활용 실습, 기상·기후 수치예보모델 생산 과정 체험 등 우리나라의 선진화된 기상예측시스템을 체험할 수 있는 프로그램을 제공합니다.



견학

센터 방문자를 대상으로 국가기상슈퍼컴퓨터센터 및 슈퍼컴퓨터 운영 전반에 대한 정보를 제공합니다.



- 견학 프로그램 안내 - 홍보 동영상 시청 - 국가기상슈퍼컴퓨터센터와 슈퍼컴퓨터 소개 - 전산실(슈퍼컴퓨터) 관람
- 견학시간 월~금요일 09:00~18:00
- 견학신청 및 문의 담당자 연락처 043-711-0225

※ 토·일요일 및 공휴일에는 견학 프로그램을 운영하지 않으며, 기관 사정에 따라 특정일에는 견학이 불가할 수 있습니다.
 ※ 견학 신청 및 확정정은 담당자와의 유선 상담을 통해 이루어집니다. 자세한 내용은 담당자에 문의 바랍니다.