

# 국가기상슈퍼컴퓨터센터

하늘을 친구처럼  
국민을 하늘처럼

주소 : 충북 청주시 청원구 오창읍 중심상업 2로 72  
공사기간 : 2008.6. ~ 2010.3.

부지 : 23,092m<sup>2</sup>  
건축 연면적 : 8,465m<sup>2</sup>

전산시설 : 1,687.4m<sup>2</sup>  
업무시설 : 1,105.3m<sup>2</sup>

기반설비 : 4,218.6m<sup>2</sup>  
공용시설 : 1,454.5m<sup>2</sup>

## 관측



하늘, 땅, 바다, 그리고 우주에서 **대기와 해양의 상태**를 입체적으로 **관측**

## 기상 정보통신



국내외에서 생산된 **기상자료**를 실시간으로 **수집·처리·분배**

## 수치예측



**슈퍼컴퓨터**를 활용, 방대한 관측 자료를 빠르고 정확하게 분석해 **수치예측 자료**를 생산

## 예보



국내외에서 수집된 다양한 관측자료와 현재의 기상상태, 수치예보모델 결과에 예보관의 전문적인 지식과 경험을 더해 **예보**를 생산

## 통보



방송, 신문, 인터넷 등 **다양한 매체**를 통해 **기상정보**를 제공



## 슈퍼컴퓨터



수변전설비



냉동기



비상발전기



냉각탑



UPS



축전지



향온향습기



공조기





24시간

무중단 운영·감시

# 슈퍼컴퓨터

## 슈퍼컴퓨터의 기준은?



# www.top500.org

: 전 세계 시스템의 성능을 기준으로  
1위부터 500위까지 시스템을 지칭

# 역대 기상청 슈퍼컴퓨터 도입 내역



구분	슈퍼컴 1호기	슈퍼컴 2호기	슈퍼컴 3호기		슈퍼컴 4호기	
계약일	1999.2.24.	2004.4.27.	2009.9.7.		2014.6.20.	
검수 완료일	2000.9.27.	2005.12.5.	2010.12.13.		2015.12.14.	
시스템 구분 (제조국)	NEC SX-5/28(일본)	CRAY X1E (미국)	CRAY XE6 (미국)		CRAY XC40 (미국)	
이론 성능(TF)	0.224 (0.128 + 0.096)	18.5 (9.75 × 2조)	초기분	최종분	초기분	최종분
			37	758 (379 × 2조)	447	5,800 (2,900 × 2조)
중앙처리장치 (CPU) 수	28 (16 + 12)	1,024 (512 × 2조)	3,392	90,240 (45,120 × 2조)	10,752	139,392 (69,696 × 2조)
메모리(TB)	0.224	4	7	60 × 2조	57	372 × 2조
저장장치(TB)	3.8	88	3,989		3,323	15,780
전지구 모델 해상도	55km	30km	25km		10km(2018.6.7-)	
설치 장소	기상청 서울(본청 3층 전산실)	서울 민간 전산실 임차	기상청 충북 오창 슈퍼컴센터		기상청 충북 오창 슈퍼컴센터	

※ 1 TF(Tera Flops) : 1초 동안 1조 번(10<sup>12</sup>)의 부동소수점 연산을 수행할 수 있는 성능을 의미



# 기상청 슈퍼컴퓨터의 성능 향상

기상청슈퍼컴퓨터1호기 | NEC SX-5 / 1999~2000년 도입

객관적 기상예보 체계 구축

0.2TF

기상청슈퍼컴퓨터2호기  
Cray X1E / 2004~2005년 도입

동네 예보 서비스 실시

18.5TF

기상청슈퍼컴퓨터3호기  
Cray XE6 / 2010년 도입

예보 정확도 획기적 향상

758TF

기상청 슈퍼컴퓨터 4호기

Cray XC40 / 2015년 도입  
Uri(초기분), Nuri(최종분), Miri(백업)

5,800TF

위험기상 등  
선진국형 기상정보 생산

"15년 동안

약 30,000배

계산성능향상!"

# 기상청 슈퍼컴퓨터 4호기

세상의 예스러운말  
**누리**

먼저, 앞서  
**미리**

우리들이 행복한 삶을 누리고  
자연의 변화화를 미리 예측할 수 있도록...

최종분 : 5.8 PF



기상청 슈퍼컴퓨터 4호기  
Cray XC40

자기와 듣는 사람을 포함  
**우리**

초기분 : 447 TF





# 우리

- Cray XC40 (초기분)
- 2015~ 현업용, 2016.5~공동 활용 및 연구개발용(연구용 전산자원 지원)
- 이론성능 : 447TF(10,752cores) / 메모리 : 57TB

: 자기와 듣는 이를 포함한 여러 사람을 가리키는 말  
첨단 기상예측 기술로 가치 있는 기상정보를 생산하여 우리 국민에 편안함을 제공



# 누리

- Cray XC40 (최종분)
- 2016.2~ 수치예보 현업용
- 이론성능 : 2,895TF(69,696 cores) / 메모리 : 372TB

: 세상의 예스러운 말, 누리다  
기상정보를 신속·정확히 예측하여 안전하고 편안함을 누리다



# 미리

- Cray XC40 (최종분)
- 연구개발용
- 이론성능 : 2,895TF(69,696 cores) / 메모리 : 372TB

: 먼저, 앞서  
현재의 기상정보를 바탕으로 미래의 기상상태를 미리 예측하여 안전하고 편안한 미래를 밝힘



## 수치예보란?

기온, 기압, 강수, 적설 등을 구체적인 수치로 전망하는 예보 방식

방대한 양의 수식을 빠르고 정확하게 계산해야 하기 때문에 빠른 성능을 가진 **슈퍼컴퓨터**가 필요한 것



- 수치예보란 객관적이고 이론적인 날씨 예측 방법으로 고성능 컴퓨터에서 계산되는 수치예보 모델을 이용하여 현재의 대기상태로부터 미래의 날씨를 예측



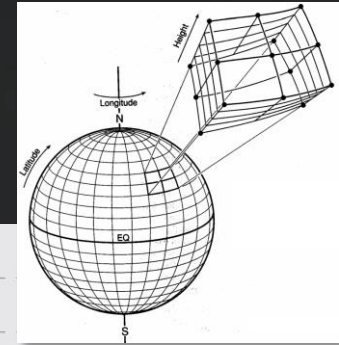
- 예보관의 지식, 경험 및 주관적 판단이 아니라 날씨 예측의 영역에 객관적, 과학적 방법을 동원한 것



- 수치예보의 가능성은 컴퓨터가 등장하기 전 부터 제안
- 컴퓨터가 등장한 1950년대 이후 현실화 되기 시작



## 수치예보모델(Numerical Weather Prediction Model)



- 지구 대기권 3차원 공간을
- 수평과 연직 방향으로 바둑판 모양의 수많은 작은 사각형으로 나누어
- 각 **격자** 점에 바람, 기온, 습도 등 관측 자료들을 입력해서
- 대기 중에서 일어나는 현상을 수식으로 나타낸
- 수많은 물리방정식들로 이루어진...
- **컴퓨터 프로그램**

### Hardware

Smartphone

Supercomputer (HPC)

### Software

Applications (App.)

Numerical Models



# 수치예보모델이 무엇을 계산하나?

- 운동방정식
- 연속방정식(질량보존)
- 이상기체 상태방정식
- 열역학방정식
- 수분 보존방정식

$$\frac{d\vec{V}}{dt} = -\alpha\nabla p - 2\Omega \times \vec{V} - g\vec{k} + \vec{F}$$

$$\frac{d\rho}{dt} = -\rho\nabla \cdot \vec{V}$$

$$p = \rho RT$$

$$Q = C_v \frac{dT}{dt} + p \frac{d\alpha}{dt}$$

$$\frac{dq}{dt} = E - C$$

## 수치예보모델의 기본 방정식계 (Governing Equations)

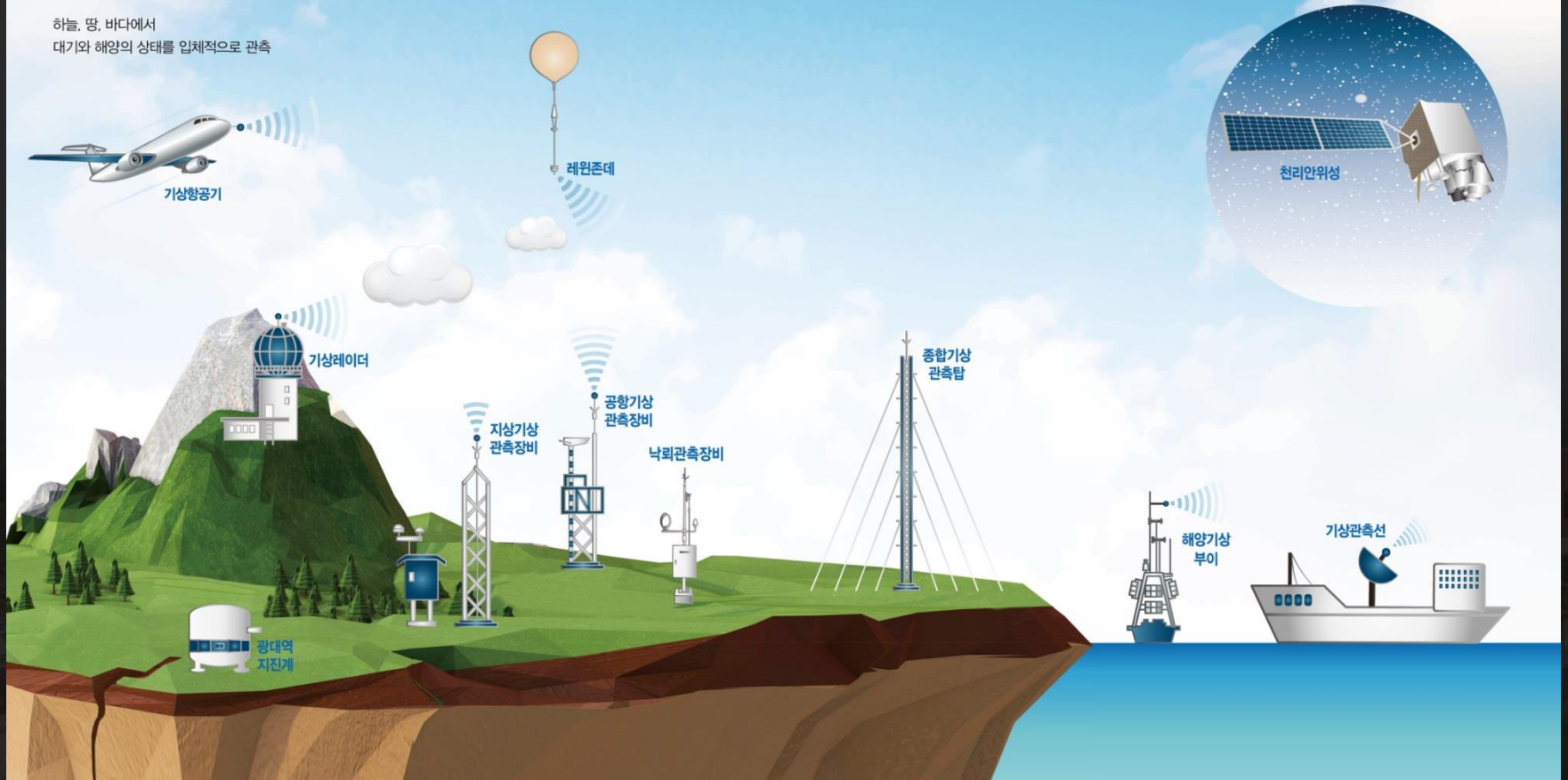
‘방정식의 미지수(바람, 기온, 습도 등)를 구하는 것이 수치예보’

# 다양한 관측 장비

## 현재의 대기 상태 관측

### 국가기상업무의 시작

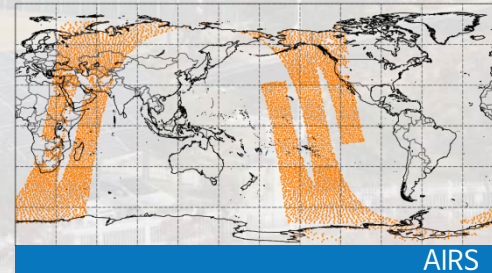
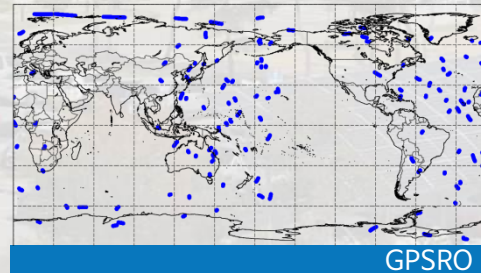
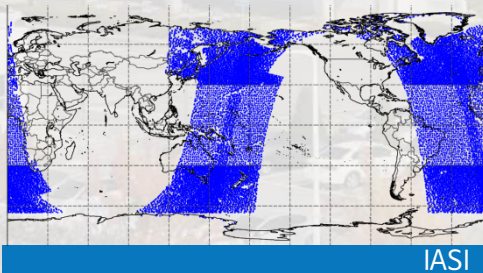
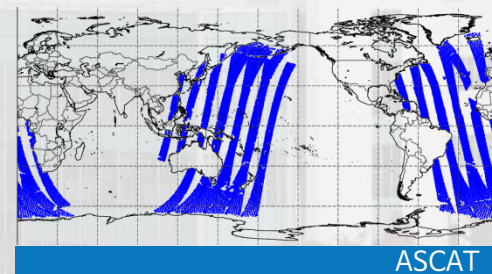
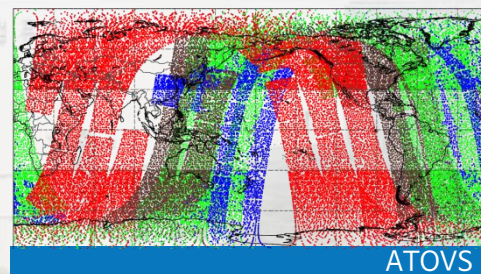
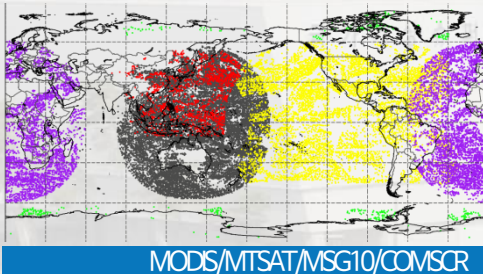
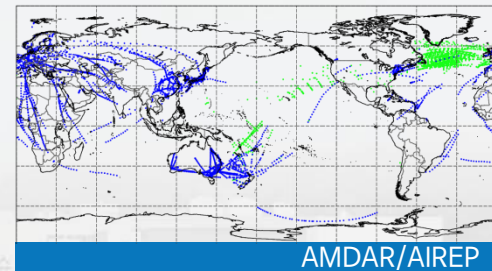
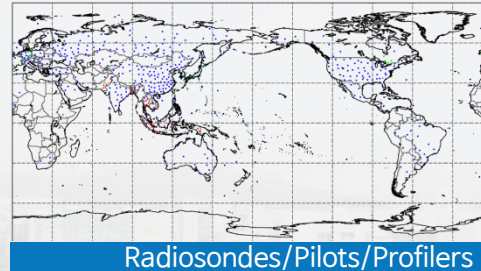
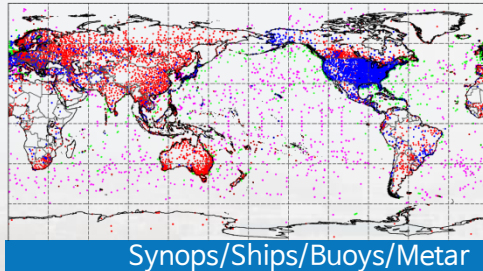
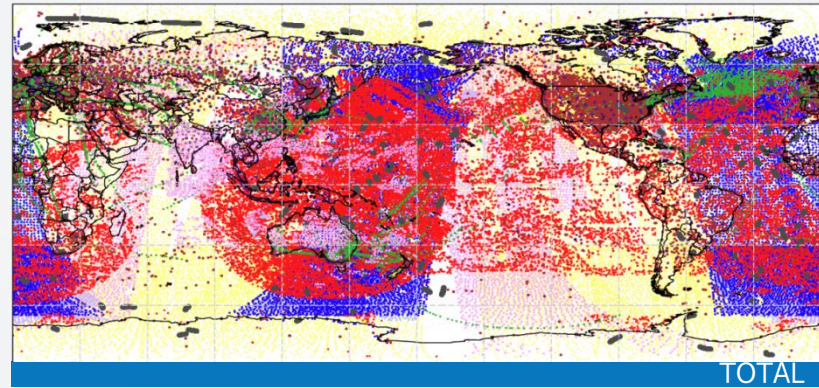
하늘, 땅, 바다에서  
대기와 해양의 상태를 입체적으로 관측





## Data coverage

2017년 3월 15일

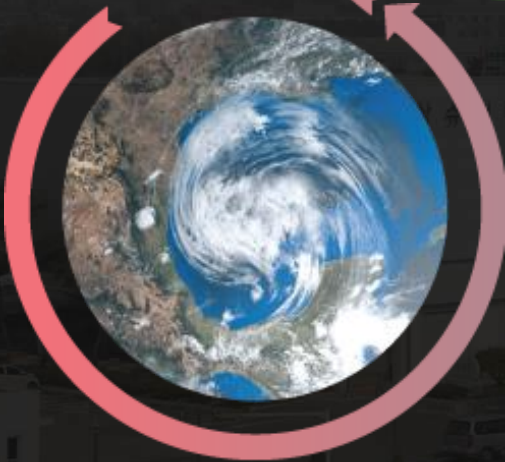
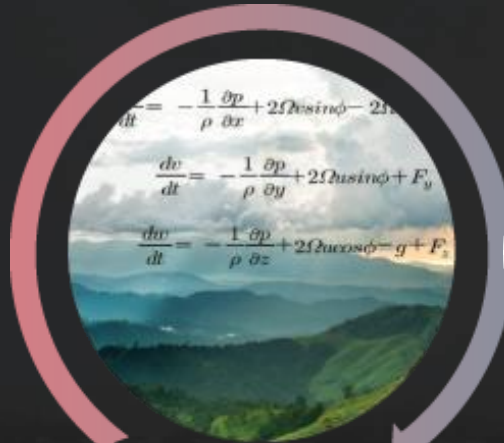




# 수치예보 자료 생산 과정

대기의 상태와 움직임을  
재현하는 방정식계

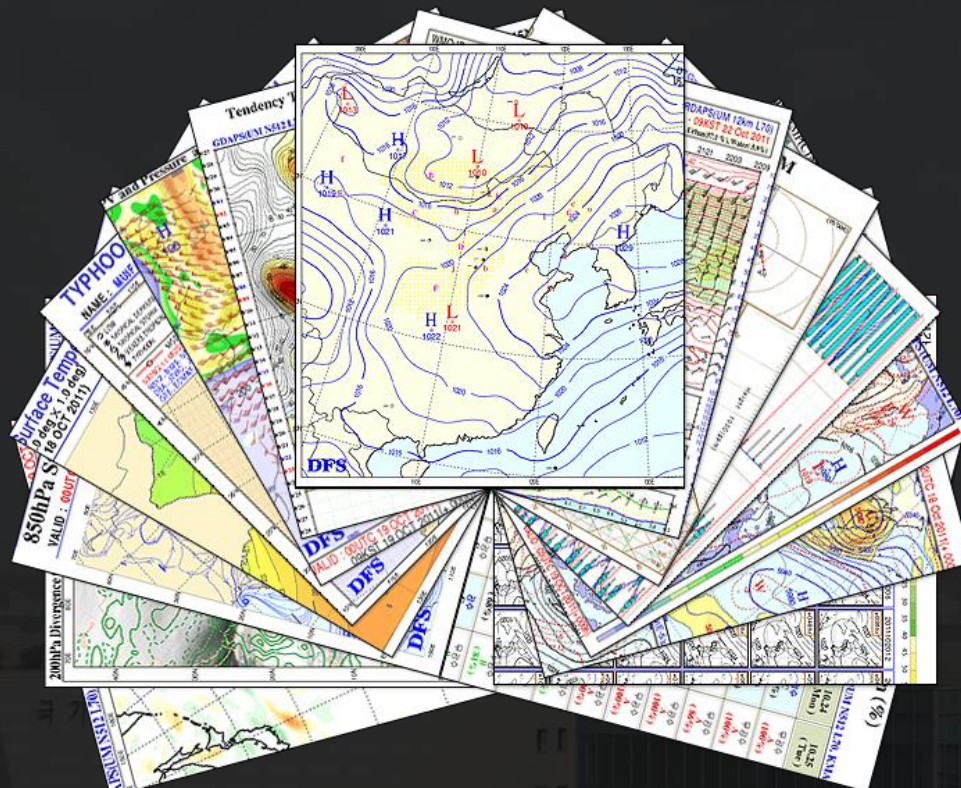
수치모델을 단시간에  
계산하는 슈퍼컴퓨터



관측자료

방정식을 계산하기 위한  
슈퍼컴퓨터용 프로그램

예측결과



➤ 1일 : 18TBytes

➤ 1일 : 약 16만장(수치예보 이미지 생산)

# 슈퍼컴퓨터를 이용한 각종 수치모델



※ 전세계에서 전지구예보모델을 운영하고 있는 나라는 단 13개국 뿐

## 전지구 예보모델

- 수평 10km 분해능
- 연직 70층 (80km)
- 12일 예측
- 4차원 융합자료동화
- 격자  
:  $2,560 \times 1,920 \times 70$   
= 344,064,000

## 지역 예보모델

- 수평 12km 분해능
- 연직 70층 (80km)
- 87시간 예측
- 4차원 변분자료동화
- 격자  
:  $540 \times 432 \times 70$   
= 16,329,600

## 국지 예보모델

- 수평 1.5km 분해능
- 연직 70층 (40km)
- 36시간 예측
- 3차원 변분자료동화
- 격자  
:  $1,188 \times 1,148 \times 70$   
= 95,467,680

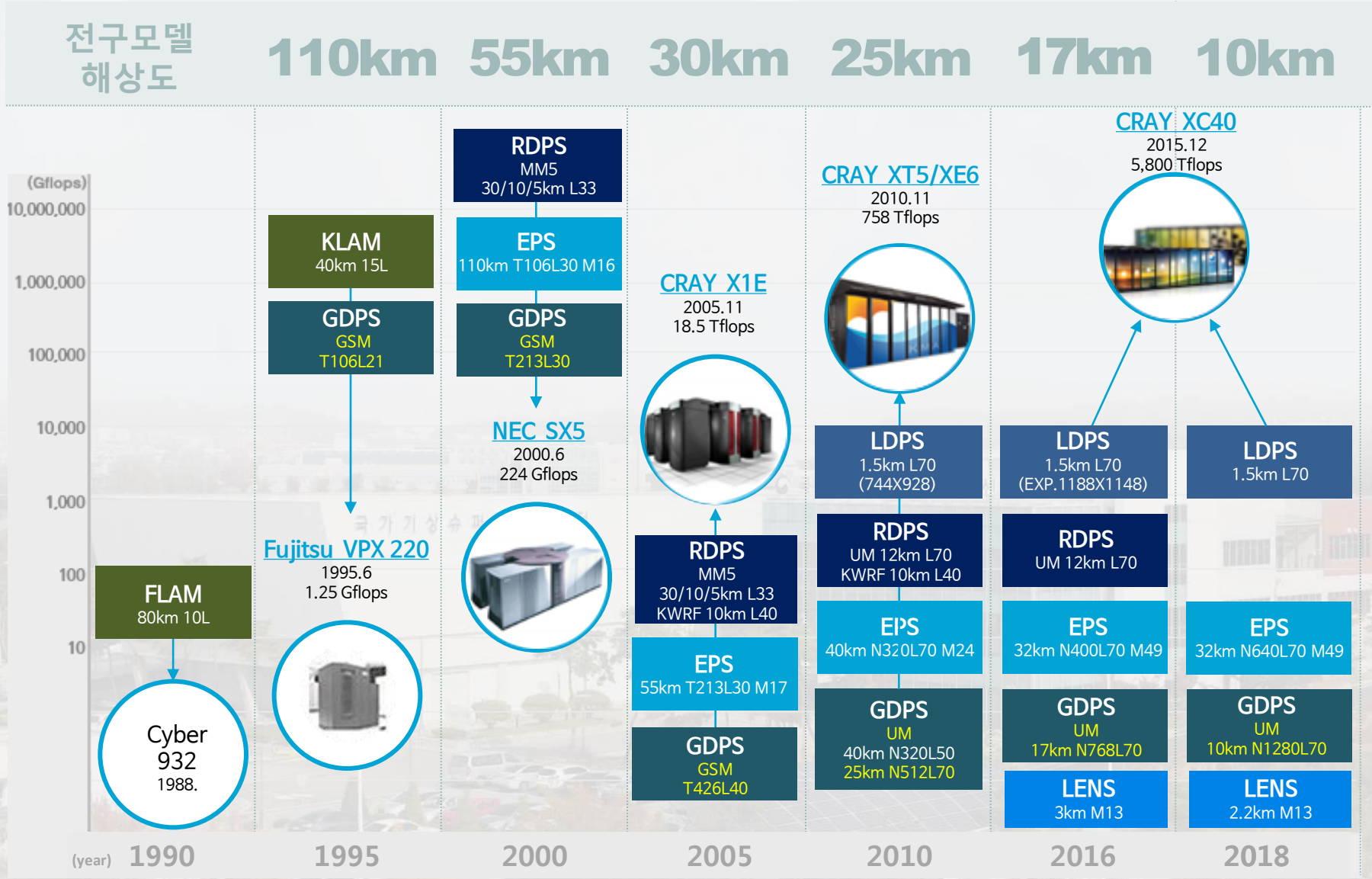


## 기타 응용 수치모델

모델종류		수평해상도 (연직층수)	예측 기간	운영목적	
전지구 앙상블모델 (EPS)		32km	12일	전지구 중기 앙상블 예측	
국지 앙상블모델 (LENS)		3km	72시간	한반도 위험기상 확률예측	
초단기모델 (VDAPS)		1.5km	12시간	한반도 초단기예측	
응용 및 통계 모델	파고모델	GWW3	50km	12일	전지구 해상파고예측
		RWW3	8km	87시간	아시아 해상파고예측
		CWW3	1km	72시간	연안 해상파고예측
	폭풍해일모델	RTSM	8km	87시간	아시아 폭풍해일 예측
		CTSM	1km	72시간	연안 폭풍해일 예측
	황사모델 (ADAM2)		25km	72시간	황사 수송 예측
	연무모델 (ADAM3)		25km	72시간	연무 예측

➤ 총 20여종 모델, 일 약 100회 수행

# 기상청 슈퍼컴퓨터와 수치예보 역사



# 국가 표준 기후변화 시나리오 생산

▲ 2.3°C

▲ 3.2%

▲ 33.7cm

기 온

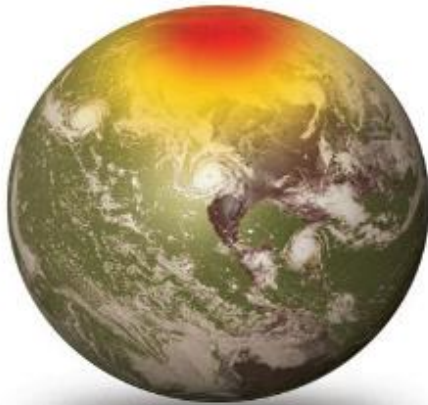
강수량

해수면

▲ 3.2°C

▲ 15.6%

▲ 27cm



2050년 지구



2050년 한국



# 기상청 생산 자료 실시간 제공 유관기관 현황

## 국가기관

- 국무조정실
- 행정안전부
- 국방부(육·해·공군)
- 국립재난안전연구원
- 해양수산부
- 국립농업과학원
- 소방방재청
- 국립환경과학원
- 화학물질안전원
- 해양경찰청
- 한강홍수통제소
- 국립해양조사원
- 국립산림과학원
- 국립수산과학원

## 공공기관

- 한국수자원공사
- 한국도로공사
- 농어촌공사
- 한국항공우주연구원
- 국립공원관리공단
- 한국원자력안전기술원
- 한국전력거래소
- 한국해양과학기술원
- 선박해양플랜트연구소
- 한국에너지기술연구원
- 한국원자력연구원
- 한국건설기술연구원
- 부산지방해양수산청
- 한국기상산업기술원

## 지자체

- 서울특별시
- 인천광역시 보건환경연구원
- 부산광역시 소방안전본부
- 부산광역시 재난예방과
- 부산광역시 보건환경연구원
- 강원도 보건환경연구원
- 경기도
- 제주특별자치도
- 제주특별자치도 정보융합담당관

## 기타

- 강릉원주대학교
- 강원대학교
- 부경대학교
- 경북대학교
- 수협
- 대한항공
- 국가농림기상센터
- 미공군
- 부산정보산업진흥원

## 방송사

- MBC
- SBS
- KBS

## ● 타슈퍼컴퓨터생산수치예보자료 활용 사례

- 국외 공무출장 지점 및 해외 파병지 기상 정보 제공
- 국내 항공사 운항 전세계 공항(190개) 지점 기상정보 제공
- 2011년 3월 일본 원전 사고 시 방사능 오염물질 이동 경로 예측 정보 제공
- 기상예측 정보를 차량용 네비게이션에 적용(웨이게이션)

# 수치자료의 국내 지원 및 사회경제적 파급효과

투자대비 **사회·경제적 혜택** 최소 약 **5배에서 최대 10배 이상**

※ 미국은 4.7배, 영국은 10로 추정



# 개도국 수치예보자료 지원



**수치예보자료 지원국가: 31개국 373개 도시**  
 아시아 21개국 302개 도시 / 아프리카 10개국 71개 도시



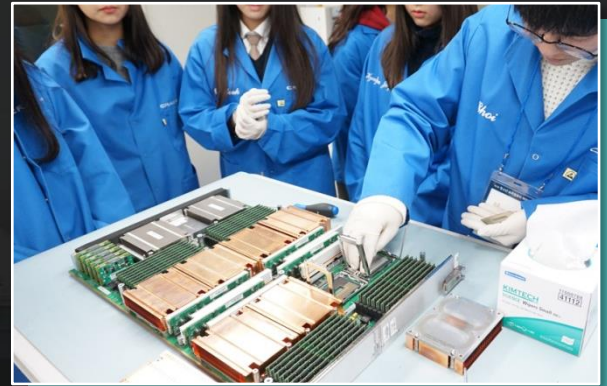
교육

슈퍼컴퓨터  
체험캠프

국가기상  
슈퍼컴퓨터  
센터

행사 및  
워크숍

견학





감사합니다.

국가기상슈퍼컴퓨터센터

국가기상슈퍼컴퓨터센터