

국가기상슈퍼컴퓨터센터

하늘을 친구처럼
국민을 하늘처럼

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

부지 : 23,092m²
건축연면적 : 8,465m²

전산시설 : 1,687.4m²
업무시설 : 1,105.3m²

기반설비 : 4,218.6m²
공용시설 : 1,454.5m²





슈퍼컴퓨터



수변전설비



냉동기



비상발전기



냉각탑



UPS



축전지



향온향습기



공조기



24시간 무중단 운영·감시



슈퍼컴퓨터



www.top500.org

‘당대의 컴퓨터들 중에서 가장 빠른 계산 성능을 갖는 컴퓨터’를 말한다.

연2회(6월/11월) 열리는 슈퍼컴퓨팅 학술대회(SC: Supercomputing Conference)에서 전 세계 슈퍼컴퓨터의 성능을 기준으로 1위에서 500위까지 순위를 정하여 이에 등재되는 컴퓨터를 슈퍼컴퓨터라 부른다.

전 세계의 슈퍼컴퓨터 성능 정보는 www.top500.org에서 확인할 수 있다.

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		17km(2016년) 10km(2018년)	
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^{12})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

758TF



예보 정확도 획기적 향상

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 | 먼저, 앞서
누리 | **미리**
최종분 : 5.8 PF



기상청 슈퍼컴퓨터 4호기
Cray XC40

자기와는사람을포함
우리
초기분 : 447 TF



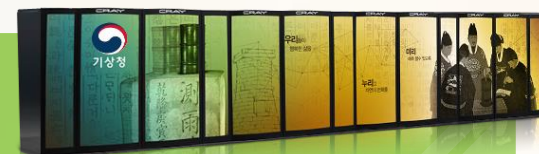


우리

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

누리

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



미리

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





수치예보란 객관적이고
이론적인 날씨 예측방법으로
고성능 컴퓨터에서 계산되는
수치예보모델을 이용하여
현재의 대기상태로부터
미래의 날씨를 예측



예보관의 지식, 경험 및
주관적 판단이 아니라
날씨예측의 영역에 객관적,
과학적 방법을 동원한 것



수치예보의 가능성은
컴퓨터가 등장하기 전부터
제안

컴퓨터가 등장한 1950년대
이후 현실화되기 시작

수치예보모델이 무엇을 계산하나?

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

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

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

$$p = \rho RT$$

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

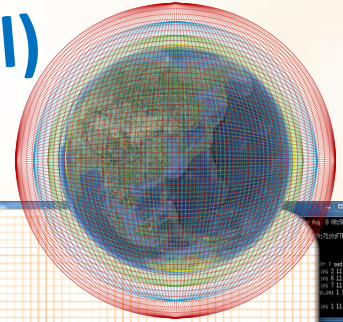
$$\frac{dq}{dt} = E - C$$



수치예보모델의 기본방정식계 (Governing Equations)

방정식의 미지수(바람, 기온, 습도 등)를 구하는
것이 수치예보

수치예보모델 (Numerical Weather Prediction Model)



- 지구 대기
- 수평과 연직방향으로 바둑판 모양의 수많은 작은 사각형으로 나누어
- 각 격자 점에 바람, 기온, 습도 등 관측 자료들을 입력하고,
- **물리방정식**들을
- **수학적으로 계산**할 수 있도록 만들어진
- **컴퓨터 프로그램**

Hardware

Software

Smartphone

Applications (App.)

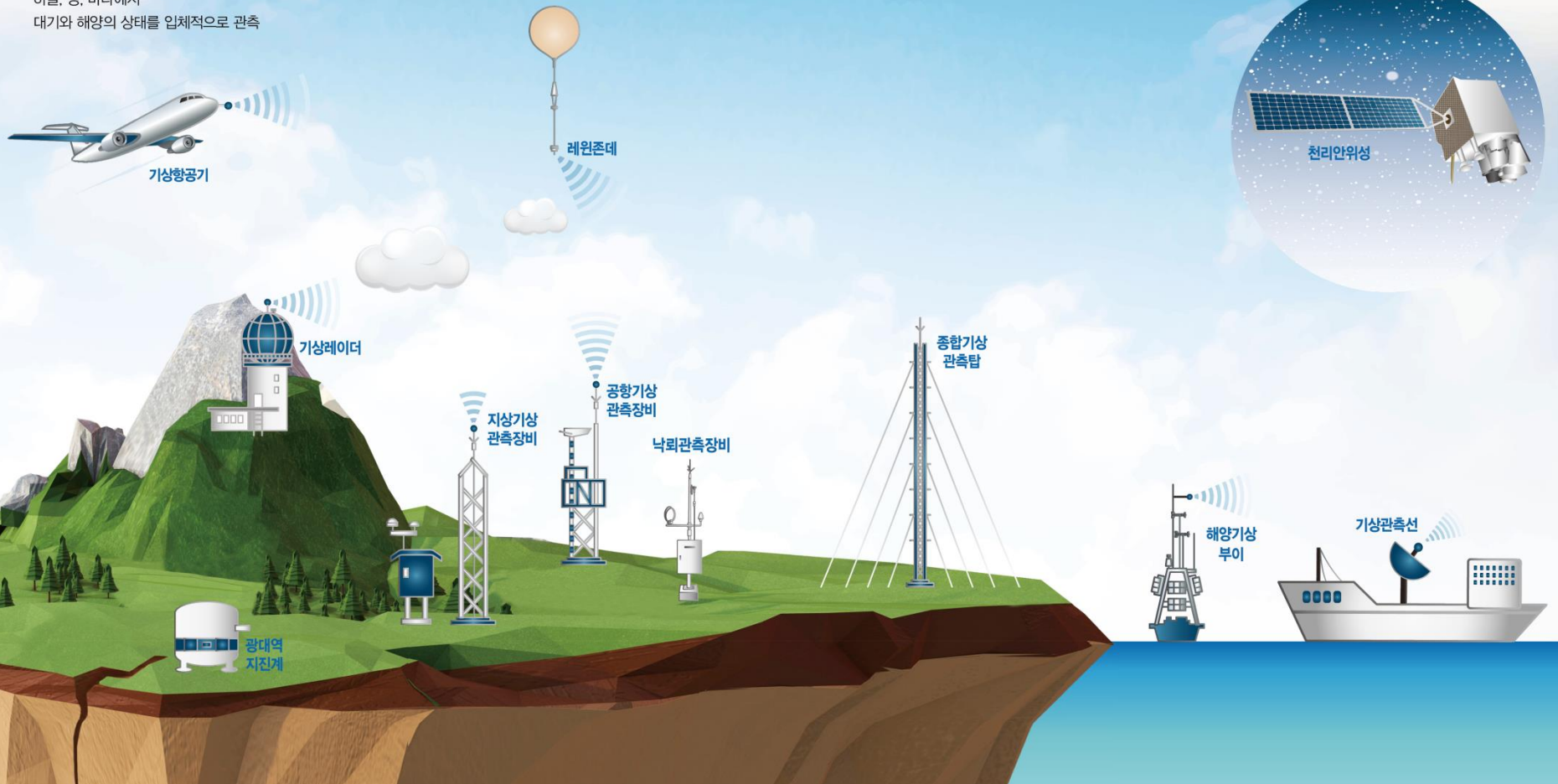
Supercomputer (HPC)

Numerical Models

다양한 관측 장비 - 현재의 대기상태 관측

국가기상업무의 시작

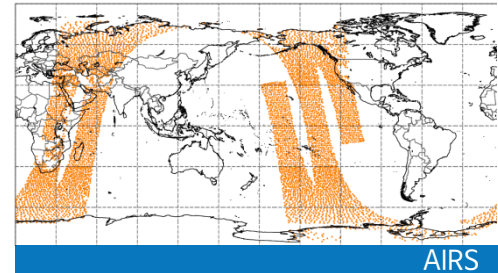
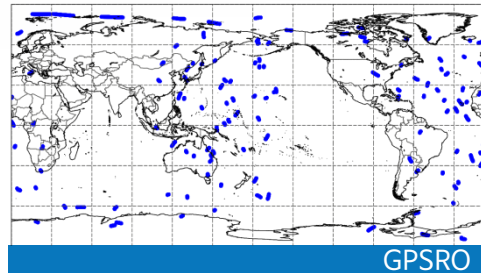
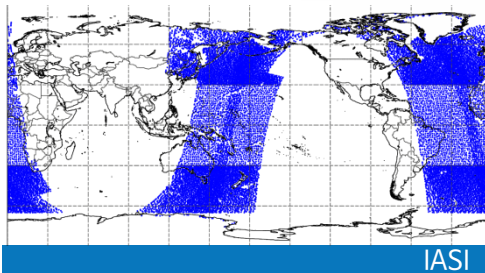
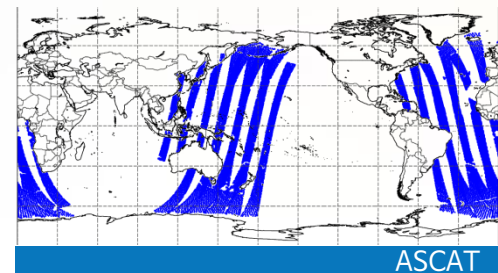
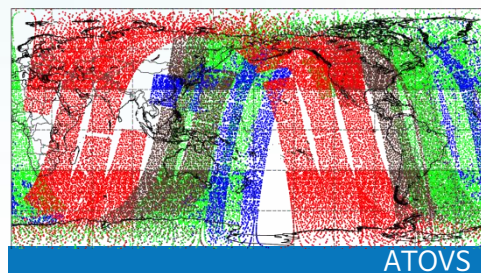
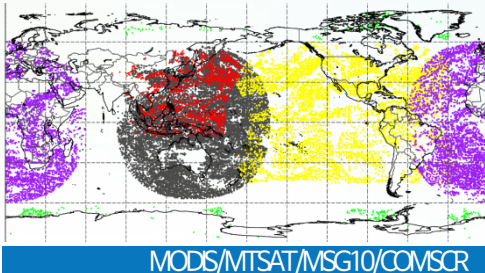
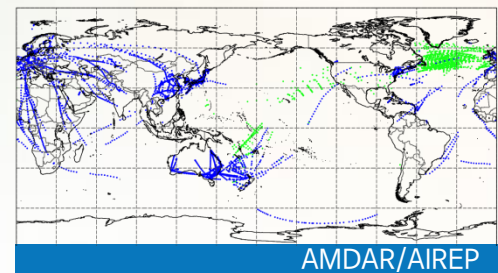
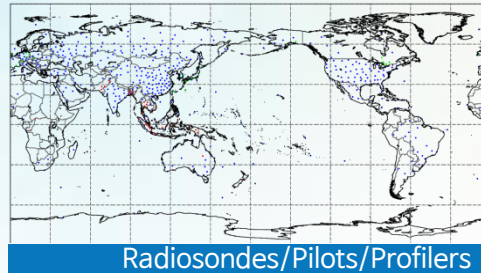
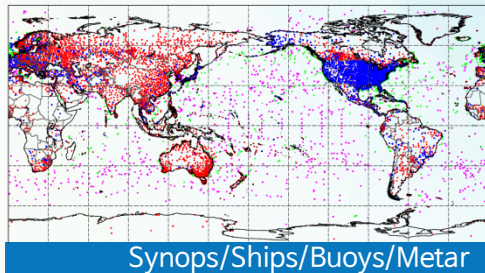
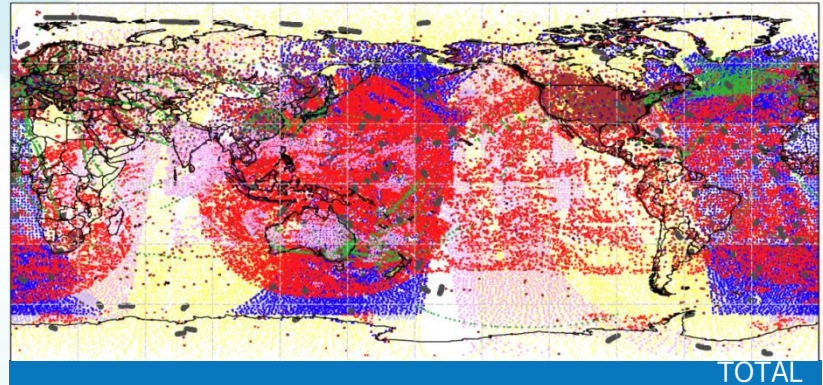
하늘, 땅, 바다에서
대기와 해양의 상태를 입체적으로 관측



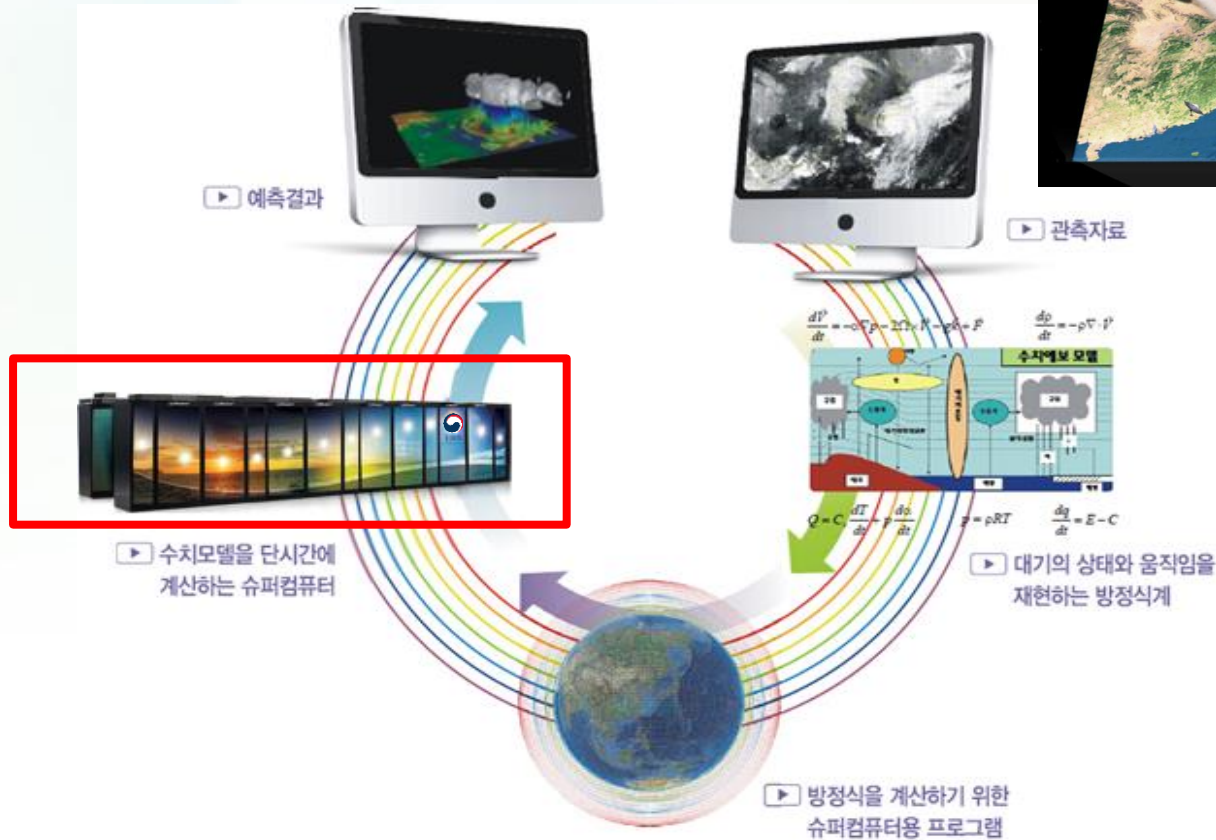
다양한 기상관측 종별 자료 범위

Data coverage

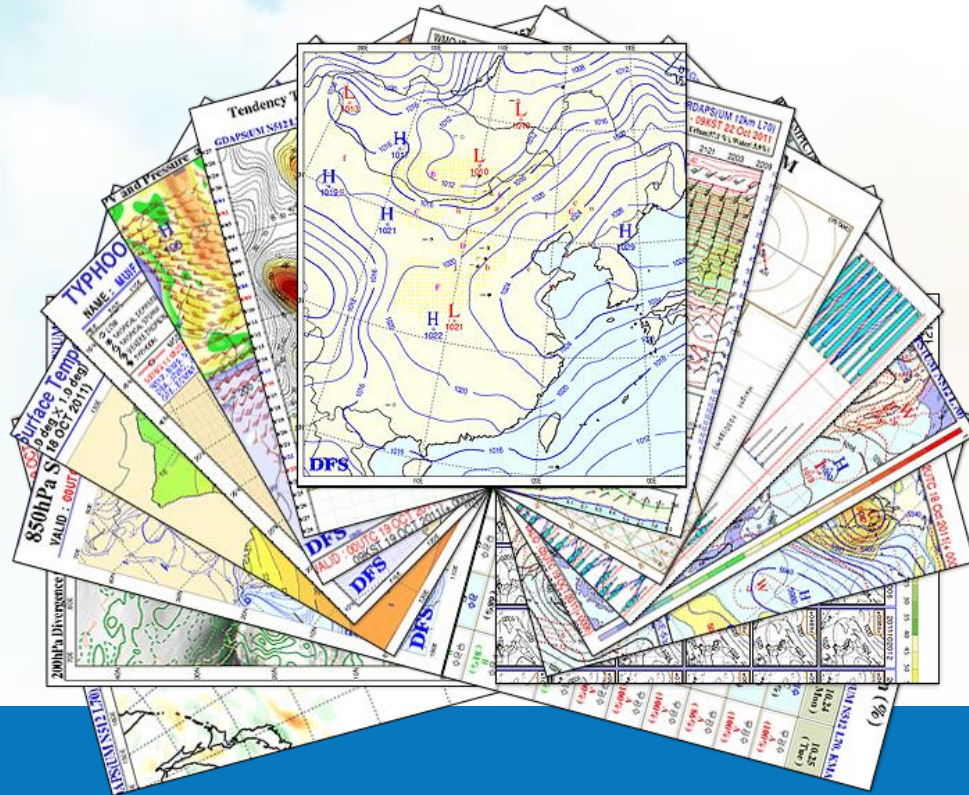
2017년 3월 15일



수치예보 자료생산 과정



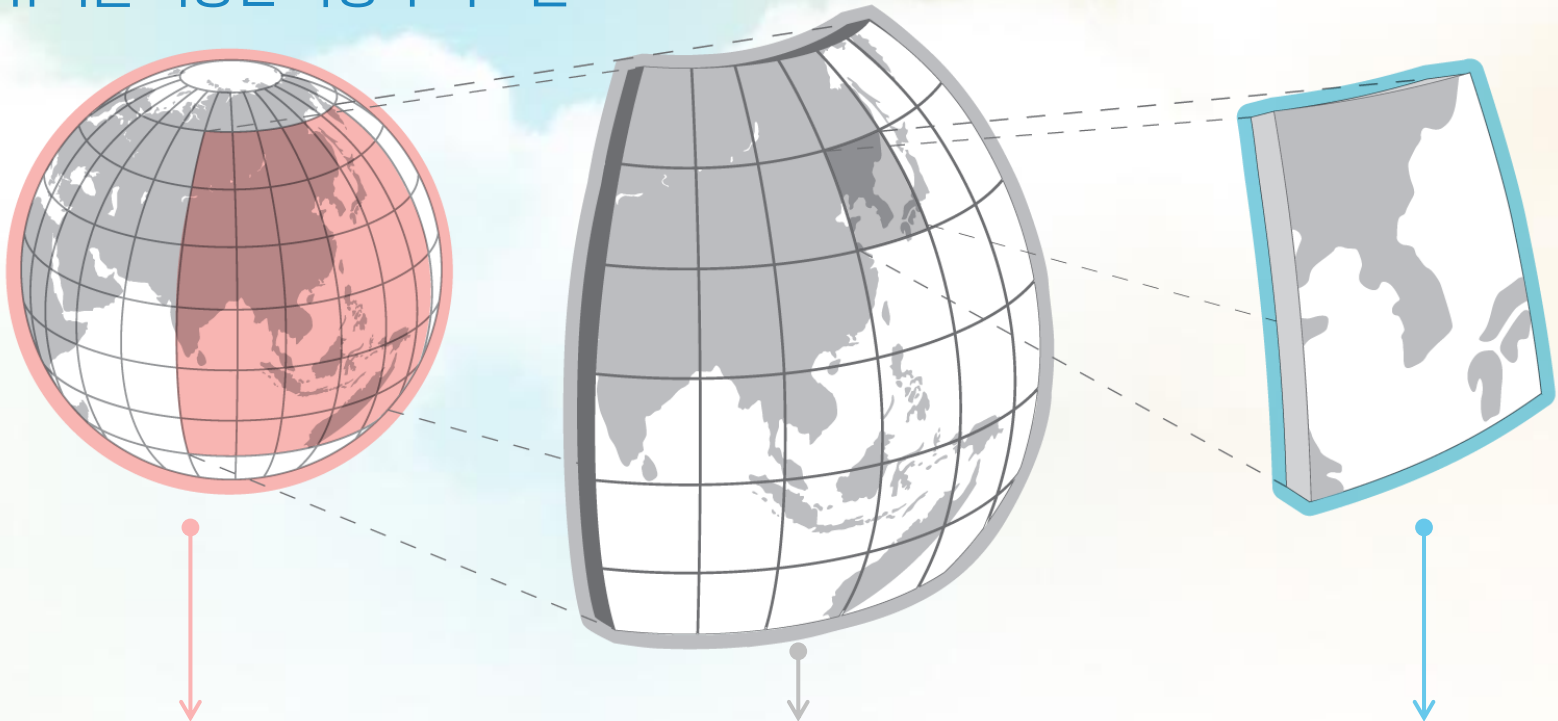
수치예보 자료생산 과정



➤ 1일 : 7.9TBytes

➤ 1일 : 약 16만장(수치예보 이미지 생산)

슈퍼컴퓨터를 이용한 각종 수치모델



전지구 예보모델

- 수평 17km 분해능
- 연직 70층 (80km)
- 12일 예측
- 4차원 융합자료동화
- 격자
:1,536 X 1,152 X 70
=123,860,040

지역 예보모델

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

국지 예보모델

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

※ 전세계에서 '전지구 예보모델'을 운영하고 있는 나라는 단 13개국 뿐

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 슈퍼컴퓨터 도입 효과 - 현업 수치예보모델 개선

구분	항목	1호기	2호기	3호기	4호기
전지구예측 (전지구영역)	모델명	GSM (일본)	GSM (일본)	UM (영국)	UM (영국)
	해상도/연직층	110km/30층	55km/40층	25km/70층	17km/70층 → 10km/70층(2018년)
	예측기간	240시간	252시간	288시간	288시간
양상블예측 (전지구영역)	모델명	미실시	GSM	UM	UM
	해상도/연직층		55km / 40층	40km / 70층	32km/70층
	예측기간		240시간	288시간	288시간
	멤버수		17멤버	24멤버	49멤버
지역예측 (아시아영역)	모델명	MM5	MM5	UM	UM
	해상도/연직층	30km/33층	30km/33층	12km/70층	12km/70층
	예측기간	66시간	66시간	87시간	87시간
국지예측 (한반도영역)	모델명	미실시	미실시	UM (영국)	UM (영국)
	해상도/연직층			1.5km / 70층 (한반도 영역)	1.5km / 70층 (동아시아 영역) → 1km/70층(2018년)
	예측기간			36시간	36시간 → 87시간(2018년)
양상블예측 (한반도영역)	모델명	미실시	미실시	미실시	UM
	해상도/연직층				3km/70층 → 2.2km/70층(2018년)
	예측기간				72시간
	멤버수				13멤버
일기도	일기도 생산량	약 10,000장/일	약 25,000장/일	약 130,000장 이상/일	약 160,000장 이상/일
기타			국가표준기후 변화시나리오	장기예보 및 국가표준기후 변화시나리오	장기예보 및 국가표준기후 변화시나리오

국가표준 기후변화 시나리오 생산



기상청 생산자료 실시간 제공 유관기관 현황

국가기관

- 국무조정실
- 행정안전부
- 국방부(육·해·공군)
- 국립재난안전연구원
- 해양수산부
- 국립농업과학원
- 소방청
- 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 활용사례

- 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)

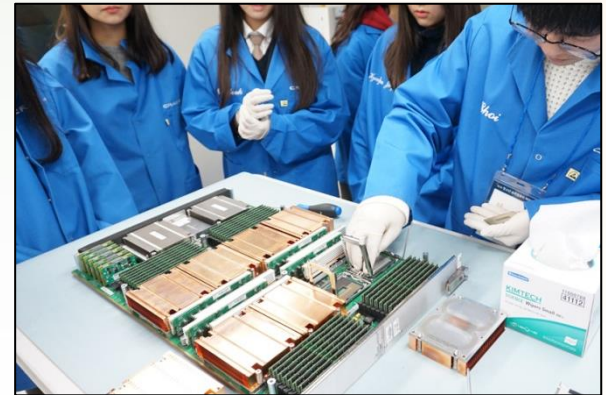
수치자료의 국내지원 및 사회경제적 파급효과



개도국 수치예보자료 지원



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





감사합니다