

# 2023년 하반기 슈퍼컴퓨터 순위(TOP500) 분석 보고

【 2023.11.15.(수) / 관측기반국 국가기상슈퍼컴퓨터센터 】

- 2023년 11월 미국 덴버에서 개최된 슈퍼컴퓨터 국제학술대회(SC: Supercomputing Conference)에서 전 세계 슈퍼컴퓨터 순위를 발표한 결과
  - 기상청 슈퍼컴퓨터 5호기(마루/그루)는 47위 / 48위 ('23년 6월 기준 37위 / 38위)

## □ 개요

- 슈퍼컴퓨터 학술대회(SC)는 초고성능컴퓨팅 분야의 종합학술대회로 전 세계 컴퓨터를 대상으로 매년 2회(반기별)에 걸쳐 슈퍼컴퓨터 성능 순위를 Top500<sup>1)</sup>을 통해 발표하고 있음

## □ 슈퍼컴퓨터 순위 현황

- (우리나라) 기상청 슈퍼컴퓨터 5호기 마루(47위), 그루(48위), 네이버의 ‘세종’ (22위), 삼성전자의 SSC-21(28위), SKT의 Titan(59위), KISTI의 누리온(61위) 등 총 12대 등재
  - ※ '21.6(5대)→ '21.11(7대)→ '22.6(6대)→ '22.11(8대)→ '23.6(8대)→ '23.6(12대)
  - : 최근 IT기업(네이버, CUBOX 등)의 AI/ML 수요증가로 인한 GPU시스템 증가
- 우리나라 1위 슈퍼컴퓨터: 네이버 ‘세종’ (실제성능 33PF)
  - ※ 엔비디아 A100 GPU와 AMD EPYC 7742 CPU로 구성, 엔비디아 제작 슈퍼컴퓨터

< 기상청 슈퍼컴퓨터 연도별 순위 변화 >

구 분		2021년		2022년		2023년	
		6월	11월	6월	11월	6월	11월
5호기	마루	23위	27위	31위	35위	37위	47위
	그루	24위	28위	32위	36위	38위	48위

- (전 세계) 세계 1위 슈퍼컴퓨터는 미국 오크리지연구소에서 2022년 설치한 프론티어(Frontier) 시스템으로 실제성능은 1.1EF\*임(첫번째 EF급 슈퍼컴퓨터)
  - \* EF(Exa Flops): 1초 동안 백경번( $10^{18}$ )의 부동소수점 연산을 수행할 수 있는 성능
  - ※ 국가별 보유성능은 미국(5,711PF), 일본(866PF), 중국(771PF)이 1~3위를 차지

1) 매년 6월과 11월에 전 세계 슈퍼컴퓨터를 대상으로 성능 순위를 500위까지 발표(www.top500.org)

## 첨부1

# 전 세계 기상기후관련 슈퍼컴퓨터 현황

- TOP500에 기상기후 전용 슈퍼컴퓨터는 35대가 운영 중
  - 기상기후 분야 1위, 2위는 실제성능 기준으로 대한민국 기상청 (18.0PF, 2조)이며, 일본기상청(13.4PF, 2조), 대만기상청(11.2PF), 미국기상연구센터(10.3PF)이 상위 순위에 있음
  - 기상기후 분야 국가별 보유성능 순위는 1위 일본(48.2PF), 2위 미국 (42.9PF), 3위 대한민국(36.0PF), 4위 유럽(34.6PF) 순으로 나타났음

순위 (top500)	순위 (기상)	슈퍼컴퓨터 보유 센터	국가	설치 년도	실제성능 (Tflops)	이론성능 (Tflops)	가속기 포함여부	제조사
47	1	기상청 슈퍼컴퓨터 5호기 마루	한국	2021	18,003	25,495		Lenovo
48	2	기상청 슈퍼컴퓨터 5호기 그루	한국	2021	18,003	25,495		Lenovo
62	3	일본기상청(JMA)	일본	2022	13,367	15,571		Fujitsu
63	4	일본기상청(JMA)	일본	2022	13,367	15,571		Fujitsu
69	5	대만기상청(CWA)	대만	2023	11,164	12,976		Fujitsu
73	6	미국기상연구센터(NCAR)	미국	2023	10,324	12,404		HPE
74	7	독일기후컴퓨팅센터(DKRZ)	독일	2022	10,111	13,798		EVIDEN
75	8	미국해양대기청(NOAA)	미국	2021	10,013	11,796		HPE
76	9	미국해양대기청(NOAA)	미국	2020	10,013	11,796		HPE
77	10	일본해양지구과학기술연구소	일본	2021	9,991	13,448		NEC
93	11	프랑스기상청(Meteo France)	프랑스	2020	8,191	10,322		EVIDEN
104	12	프랑스기상청(Meteo France)	프랑스	2020	7,683	10,469		EVIDEN
109	13	영국기상청(Metoffice)	영국	2016	7,039	8,129		HPE
115	14	유럽중기예보센터(ECMWF)	EU	2022	6,672	8,847		EVIDEN
116	15	유럽중기예보센터(ECMWF)	EU	2022	6,672	8,847		EVIDEN
117	16	유럽중기예보센터(ECMWF)	EU	2022	6,672	8,847		EVIDEN
118	17	유럽중기예보센터(ECMWF)	EU	2022	6,672	8,847		EVIDEN
123	18	독일기상청(DWD)	독일	2023	6,434	8,408		NEC
136	19	일본기상청(JMA)	일본	2018	5,731	9,125		Cray /Hitachi
137	20	일본기상청(JMA)	일본	2018	5,731	9,125		Cray /Hitachi
139	21	독일기상청(DWD)	독일	2022	5,604	8,507		NEC
140	22	대만기상청(CWA)	대만	2023	5,601	6,488		Fujitsu
160	23	미국기상연구센터(NCAR)	미국	2016	4,788	5,332		HPE
162	24	미국기상연구센터(NCAR)	미국	2023	4,681	5,045	NVIDIA A100	HPE
192	25	유럽중기예보센터(ECMWF)	EU	2016	3,945	4,249		HPE
193	26	유럽중기예보센터(ECMWF)	EU	2016	3,945	4,249		HPE
196	27	아르헨티나기상청	아르헨티나	2023	3,876	5,991	Intel GPU Max 1550	Lenovo
201	28	인도열대기상연구소(IITM)	인도	2018	3,764	4,006		HPE
272	29	미국해양대기청(NOAA)	미국	2019	3,081	4,884		HPE
277	30	독일기후컴퓨팅센터(DKRZ)	독일	2015	3,011	3,963		EVIDEN
307	31	영국기상청(Metoffice)	영국	2016	2,802	3,019		HPE
308	32	영국기상청(Metoffice)	영국	2016	2,802	3,019		HPE
354	33	인도중기예보센터(NCMRWF)	인도	2018	2,570	2,809		HPE
357	34	중국기상청(CMA)	중국	2018	2,547	4,230	NVIDIA Tesla P100	Sugon
374	35	중국기상청(CMA)	중국	2017	2,435	4,004		Sugon

※ 영국기상청((Metoffice)은 슈퍼컴퓨터 환경을 '22년부터 MS 클라우드로 전환하고 있으며 현재까지 60PF 이상 구축하였으나 TOP500 미등재

첨부2

2023년 11월 세계 슈퍼컴퓨터 동향

□ 전세계 슈퍼컴퓨터 현황

○ '23년 11월 기준, TOP500이 발표한 슈퍼컴퓨터 1위

- 미국 오크리지연구소에서 '22년도에 도입한 HPE사의 프론티어(Frontier) 시스템으로 실제성능(HPL2) 1.1EF, 이론성능은 1.6EF임
- 프론티어는 '22년 6월 처음으로 Exa( $10^{18}$ ) Flops의 성능에 도달한 슈퍼컴퓨터
- ※ 프론티어는 AMD사의 3세대 EPYC 64C 2GHz 프로세서와 AMD사의 GPU(MI250X)를 탑재



< 1위: Frontier(미국) >

< 2위: Aurora(미국) >

< 3위: Eagle(미국) >

※ 미국의 슈퍼컴퓨터 보유대수는 161대로 상대적으로 규모가 큰 시스템을 다수 보유하여 보유대수와 성능에서 세계 1위이며, 1~3위의 슈퍼컴퓨터를 보유하게 되었음

※ 3위 Microsoft Azure의 Eagle은 클라우드 시스템 중 최고 순위인 3위를 기록함

○ 동북아시아 국가의 연도별 슈퍼컴퓨터 보유 현황

연도		2020		2021		2022		2023	
구분	국가	6월	11월	6월	11월	6월	11월	6월	11월
보유대수 (대)	한국	3	3	5	7	6	8	8	12
	중국	226	212	188	173	173	162	134	104
	일본	29	34	34	32	34	31	33	32
전체대비 보유성능 (%)	한국	0.8	0.8	1.9	2.7	1.9	1.8	2	2.2
	중국	25.5	23.2	19.4	17.5	12.0	10.6	8.9	5.8
	일본	23.7	24.4	22.6	20.7	14.3	12.8	12.5	9.5

- 중국은 총 104대로 보유대수 순위는 미국(161대) 이어 2위이지만, 보유 성능 비율은 일본에 밀려 3위(5.8%) 임

※ 미국의 중국 슈퍼컴퓨터 및 인공지능 산업 반도체 규제 정책으로 인해 중국 슈퍼컴퓨터의 TOP500 등재가 감소한 것으로 보여짐

- 일본은 Top500 4위에 랭크된 Fugaku시스템으로 인해 보유대수에 비해 보유성능 부분에서 강세

2) HPL(High Performance Linpack): 컴퓨터의 연산속도를 측정하는 벤치마크 프로그램으로 주로 선형 대수학의 수치 해를 구하는 포트란 프로그램 집합이며, 연산의 대부분이 부동소수점 연산으로 구성되어 있음

○ 전세계 슈퍼컴퓨터 실제성능(HPL) 변화(실제성능 기준)

연도	2020		2021		2022		2023	
구분	6월	11월	6월	11월	6월	11월	6월	11월
1위 성능(PF)	416	442	442	442	1,102	1,102	1,194	1,194
10위 성능(PF)	21.2	23.5	23.5	30.1	46.1	61.4	61.4	<b>94.6</b>
100위 성능(PF)	2.8	3.16	4.1	4.8	5.4	5.7	6.3	<b>7.9</b>
500위 성능(PF)	1.2	1.3	1.5	1.6	1.6	1.7	1.8	<b>2.0</b>
1~500위 합계성능(PF)	2,222	2,435	2,786	3,037	4,403	4,835	5,239	<b>7,032</b>

- '22년도에 엑사급 슈퍼컴퓨터(미국 프론티어)가 최초로 등장하였으며, '23년 11월에 기준, 엑사급은 프론티어가 아직 유일함
- TOP500의 총 성능은 1년 전 대비 약 45% 증가('22.11: 4,835PF → '23.11: 7,032PF) 하였으며, '22년 6월 기준 성능향상률 약 19%('22.6: 4,403PF → '23.6: 5,239PF)에 비해 증가함

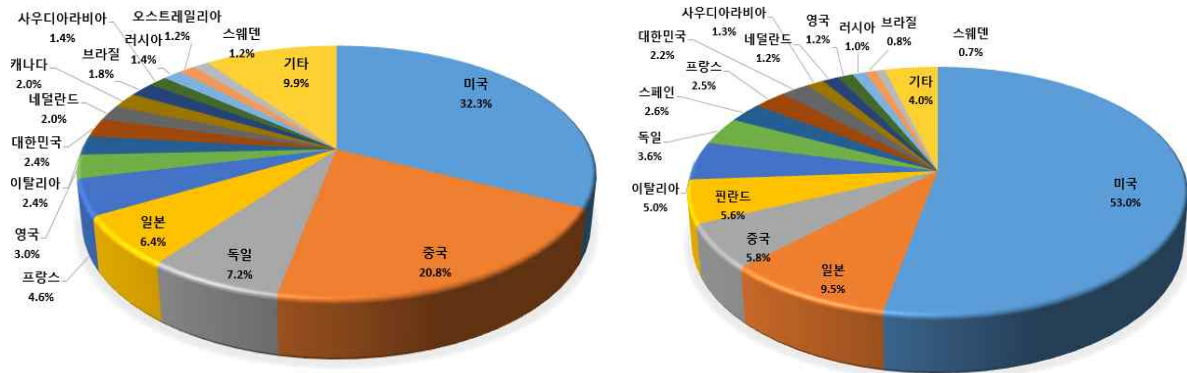
※ 높은 성능향상률은 AI수요 증가에 따른 대규모 GPU기반 시스템 도입 등의 영향으로 보임



< TOP500 슈퍼컴퓨터 성능 변화 >

## □ 국가별 슈퍼컴퓨터 현황

### ○ 국가별 슈퍼컴퓨터 보유대수 및 성능 현황

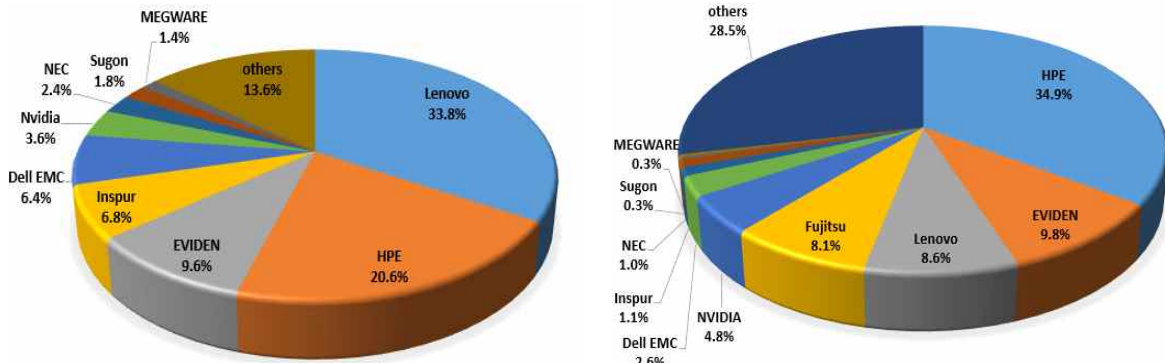


< 국가별 슈퍼컴퓨터 보유대수 비율 >      < 국가별 슈퍼컴퓨터 보유성능 비율 >

- 보유대수/세율: 미국(161/32.2%), 중국(104/20.8%), 독일(36/7.2%), 일본(32/6.4%), 프랑스(23/4.6%), 영국(15/3%), 이탈리아(12/2.4%) 순이며, 대한민국은 12대, 2.4% 임
- 보유성능 비율: 미국(53%), 일본(9.5%), 중국(5.8%), 핀란드(5.6%), 이탈리아(5%), 독일(3.6%), 스페인(2.6%), 프랑스(2.5%), 대한민국(2.2%), 사우디아라비아(1.3%) 순

## □ 제조사별 슈퍼컴퓨터 현황

- 제조사별 TOP500 슈퍼컴퓨터 보유대수 비율은 Lenovo(33.8%), HPE(20.6%), EVIDEN(9.6%), Inspur(6.8%), Dell EMC(6.4%), Nvidia(3.6%), NEC(2.4%), Sugon(1.8%), MEGWARE(1.4%) 순임
- 제조사별 TOP500 슈퍼컴퓨터 보유성능 비율은 HPE(34.9%), EVIDEN(9.8%), Lenovo(8.6%), Fujitsu(8.1%), NVIDIA(4.8%), Dell EMC(2.6%), Inspur(1.1%), NEC(1%), Sugon/MEGWARE(0.3%) 순임



< 제조사별 슈퍼컴퓨터 대수 비율 >

< 제조사별 슈퍼컴퓨터 성능 비율 >

## □ 프로세서 및 인터컨넥터

- 인텔 프로세서를 탑재한 시스템이 67.6%(338대), AMD 프로세서를 탑재한 슈퍼컴퓨터는 28%(140대)가 등재되었음
  - 상위 100위권에서는 인텔과 AMD 프로세서의 비율이 각 37%, 47%로 신규 제작되는 고성능의 슈퍼컴퓨터에서는 AMD 프로세서의 점유율이 우세함
- 가속기(GPU) 탑재한 시스템은 37.2%(186대)이며, CPU만으로 구성된 시스템은 62.8%(314대)임
  - 상위 100위권에서는 가속기(GPU) 탑재 시스템이 63%로 우세하며, CPU 시스템이 37%로 나타남
  - 하지만, 기상기후분야의 슈퍼컴퓨터 35대 중 3대 만이 가속기(GPU) 탑재시스템으로 점유율이 부족함
- 시스템을 상호 연결(계산노드 간 통신)하는 인터컨넥터(Interconnect) 점유율은 이더넷(41.8%), 인피니밴드(43.8%), Omni-Path(6.6%), 슈퍼컴퓨터 제작사 전용 인터컨넥터(7.8%) 순임
  - 상위 100위권에서는 인피니밴드의 사용 비율이 61%, 이더넷이 21%로 고성능 시스템에서는 인피니밴드의 사용 비율이 매우 높음