

Supplemental Material

[© Copyright 2017 American Meteorological Society](#)

Permission to use figures, tables, and brief excerpts from this work in scientific and educational works is hereby granted provided that the source is acknowledged. Any use of material in this work that is determined to be “fair use” under Section 107 of the U.S. Copyright Act or that satisfies the conditions specified in Section 108 of the U.S. Copyright Act (17 USC §108) does not require the AMS’s permission. Republication, systematic reproduction, posting in electronic form, such as on a website or in a searchable database, or other uses of this material, except as exempted by the above statement, requires written permission or a license from the AMS. All AMS journals and monograph publications are registered with the Copyright Clearance Center (<http://www.copyright.com>). Questions about permission to use materials for which AMS holds the copyright can also be directed to the AMS Permissions Officer at permissions@ametsoc.org. Additional details are provided in the AMS Copyright Policy statement, available on the AMS website (<http://www.ametsoc.org/CopyrightInformation>).

Supplementary information for "Distributions of tropical cluster power and their change under global warming. Part II: long-term time-dependence in Coupled Model Intercomparison Project Phase 5 models"

Kevin Quinn and J. David Neelin

SI Tables and Figures

Modeling center or group (institute ID)	CMIP5 model	Resolution (Lat x Lon)	Data Availability
National Center for Atmospheric Research (NCAR)	CCSM4	1.0 x 1.25	1979-2005, 2026-2045, 2081-2100
Centre National de Recherches Meteorologiques (CNRM)	CNRM-CM5	1.0 x 1.25	1979-2005, 2026-2045, 2081-2100
EC-EARTH consortium (EC-EARTH)	EC-EARTH	1.12 x 1.125	1979-2100
Met Office Hadley Centre (MOHC)	HadGEM2-ES	1.25 x 1.875	1979-2005, 2026-2045, 2081-2099
Institute for Numerical Mathematics (INM)	INM-CM4	1.5 x 2.0	1979-2005, 2026-2045, 2081-2100
Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (MIROC)	MIROC5	1.4 x 1.4	1979-2100
Meteorological Research Institute (MRI)	MRI-CGCM3	1.1 x 1.1	1979-2100

Table S1. CMIP5 modeling centers and models used, with specified spatial resolution and data availability.

	Bin																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	∞	Avg Bin Width
CCSM4: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 684 GW					1979-2005														
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1996	0.1984	0.2041	0.2052	0.2034	0.2046	0.2066	0.2074	0.2075	0.2079	0.2080	0.2079	0.2079	0.2080	0.2080	0.2024
Counts	199687	74318	70735	61390	50850	53971	48125	42200	34082	25215	16769	8400	2722	567	58	5	0	0		
CCSM4: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 684 GW					2081-2100														
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1996	0.1984	0.2041	0.2052	0.2034	0.2046	0.2066	0.2074	0.2075	0.2079	0.2080	0.2079	0.2079	0.2080	0.2080	0.2024
Counts	134847	49677	46815	40422	33373	35097	31388	28569	23875	18863	13647	8126	3814	1275	220	13	0	0		
MRI-CGCM3: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 725 GW					1979-2005														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1978	0.1934	0.1938	0.1959	0.1950	0.1957	0.1952	0.1951	0.1949	0.1949	0.1950	0.1950	0.1950	0.1916
Counts	262830	100804	90427	55747	70094	61298	54215	51636	43176	34323	23730	13071	5426	1562	286	5	0	0		
MRI-CGCM3: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 725 GW					2075-2100														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1978	0.1934	0.1938	0.1959	0.1950	0.1957	0.1952	0.1951	0.1949	0.1949	0.1950	0.1950	0.1950	0.1916
Counts	226299	81723	73396	44396	55291	48589	42935	41586	36990	32121	25753	17514	9486	3436	849	91	0	0		
EC-EARTH: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 725 GW					1979-2005														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1978	0.1934	0.1981	0.1943	0.1958	0.1955	0.1961	0.1958	0.1957	0.1956	0.1956	0.1955	0.1955	0.1918
Counts	353898	103950	91635	52917	67453	61262	56205	54736	44720	32582	19633	9698	2874	364	5	0	0	0		
EC-EARTH: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 725 GW					2075-2100														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1978	0.1934	0.1981	0.1943	0.1958	0.1955	0.1961	0.1958	0.1957	0.1957	0.1956	0.1955	0.1955	0.1922
Counts	301421	87512	76925	44241	54791	49356	44596	43875	38062	30744	21214	13356	6119	1813	314	29	2	0		
CNRM-CM5: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1138 GW					1979-2005														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1871	0.1903	0.1944	0.1922	0.1921	0.1924	0.1924	0.1925	0.1924	0.1926	0.1925	0.1926	0.1925	0.1893
Counts	361898	99748	89874	54786	65294	52422	39390	28611	20002	13799	8295	3838	1063	123	5	0	0	0		
CNRM-CM5: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1138 GW					2081-2100														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1871	0.1903	0.1944	0.1922	0.1921	0.1924	0.1924	0.1925	0.1924	0.1926	0.1925	0.1926	0.1925	0.1893
Counts	266194	74179	66641	40479	48751	39738	30217	22069	15648	10804	7350	4003	1759	421	37	0	0	0		
MIROC5: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1138 GW					1979-2005														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.2009	0.1919	0.1963	0.1933	0.1967	0.1953	0.1961	0.1956	0.1960	0.1964	0.1963	0.1964	0.1964	0.1964	0.1925
Counts	221040	88994	85247	54214	65395	54650	49301	38110	29396	20065	12145	4516	937	83	5	0	0	0		
MIROC5: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1138 GW					2075-2100														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.2009	0.1919	0.1963	0.1933	0.1967	0.1953	0.1961	0.1956	0.1960	0.1964	0.1963	0.1964	0.1964	0.1964	0.1925
Counts	212140	85168	82026	51085	61864	51165	46457	35845	27528	19281	13067	6163	1703	247	15	0	0	0		
HadGEM2-ES: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1361 GW					1979-2005														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1978	0.1934	0.1938	0.1959	0.1968	0.1961	0.1951	0.1952	0.1953	0.1954	0.1952	0.1953	0.1953	0.1916
Counts	437946	123348	113971	59118	63199	47658	37791	32836	24519	17037	10163	4641	1671	377	5	0	0	0		
HadGEM2-ES: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1361 GW					2081-2100														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1978	0.1934	0.1938	0.1959	0.1968	0.1961	0.1951	0.1952	0.1953	0.1954	0.1952	0.1953	0.1953	0.1916
Counts	285902	79795	72918	37820	40726	30665	24582	21489	17232	13192	8867	5219	2230	734	56	0	0	0		
INMCM4: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1742 GW					1979-2005														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1871	0.1833	0.1878	0.1882	0.1889	0.1901	0.1905	0.1899	0.1899	0.1900	0.1899	0.1900	0.1900	0.1869
Counts	139365	47368	46103	26500	31494	26662	20953	14085	7025	3005	872	143	5	0	0	0	0	0		
INMCM4: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1742 GW					2081-2100														
Bin width	0.1761	0.2218	0.1461	0.1963	0.1891	0.1845	0.1871	0.1833	0.1878	0.1882	0.1889	0.1901	0.1905	0.1899	0.1899	0.1900	0.1899	0.1900	0.1900	0.1871
Counts	101595	33656	32423	18214	22591	19877	17013	12997	7559	4318	1752	456	63	1	0	0	0	0		

Table S2. Bin widths and counts per bin used for constructing PDFs for CMIP5 datasets noted in paper as Fig. 5. Column denoted as ∞ is the asymptotic bin width approached as the bin center becomes much larger than minimum cluster power. The binning procedure used here ensures relative error bars in highest bin of the historical period are held equal among models.

	Bin																				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	∞	Avg Bin Width	
CCSM4: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 684 GW																		1979-2005		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2002	0.2027	0.2023	0.2030	0.2023	0.2021	0.2022	0.2023	0.2023	0.2023	0.2023	0.2023	0.1976
Counts	199687	74318	70735	61390	50850	47833	47366	41937	34969	26672	18575	9964	3787	886	115	10	0	0			
CCSM4: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 684 GW																		2081-2100		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2002	0.2027	0.2023	0.2030	0.2023	0.2021	0.2022	0.2023	0.2023	0.2023	0.2023	0.2023	0.1976
Counts	134847	49677	46815	40422	33373	31197	30828	28114	24378	19625	14736	9112	4656	1806	400	35	0	0			
MRI-CGCM3: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 725 GW																		1979-2005		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2002	0.2027	0.2023	0.2030	0.2023	0.2021	0.2022	0.2023	0.2023	0.2023	0.2023	0.2023	0.1976
Counts	262830	100804	90427	77280	61480	55986	55425	50300	43384	33170	21665	10875	3979	910	114	1	0	0			
MRI-CGCM3: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 725 GW																		2075-2100		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2002	0.2027	0.2023	0.2030	0.2023	0.2021	0.2022	0.2023	0.2023	0.2023	0.2023	0.2023	0.1976
Counts	226299	81723	73396	61030	48611	44686	43944	40680	37604	31843	24770	15684	7464	2290	412	19	0	0			
EC-EARTH: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 725 GW																		1979-2005		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2041	0.2012	0.2029	0.2018	0.2022	0.2022	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.1974
Counts	353898	103950	91635	73433	59543	56421	57736	53210	44590	30541	17456	7646	1719	153	1	0	0	0			
EC-EARTH: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 725 GW																		2075-2100		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2041	0.2012	0.2029	0.2018	0.2022	0.2026	0.2025	0.2023	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.1977
Counts	301421	87512	76925	60971	48176	45491	45779	42916	38276	29749	19698	11724	4495	1070	160	6	0	0			
CNRM-CM5: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1138 GW																		1979-2005		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2041	0.2012	0.2029	0.2018	0.2022	0.2022	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.1974
Counts	361898	99748	89874	75250	56261	46979	38961	28106	19269	12766	6909	2587	510	29	1	0	0	0			
CNRM-CM5: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1138 GW																		2081-2100		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2041	0.2012	0.2029	0.2018	0.2022	0.2022	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.1974
Counts	266194	74179	66641	55528	42398	35518	30060	21734	14965	10305	6320	3225	1048	173	2	0	0	0			
MIROC5: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1138 GW																		1979-2005		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2041	0.2012	0.2029	0.2018	0.2022	0.2022	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.1970
Counts	221040	88994	85247	74480	56744	49685	46088	38232	28949	19918	10619	3492	566	44	0	0	0	0			
MIROC5: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1138 GW																		2075-2100		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.2016	0.2041	0.2012	0.2029	0.2018	0.2022	0.2026	0.2025	0.2023	0.2024	0.2024	0.2024	0.2024	0.1974
Counts	212140	85168	82026	70387	53354	46518	43613	35728	27362	19181	11952	5062	1118	144	1	0	0	0			
HadGEM2-ES: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1361 GW																		1979-2005		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.1954	0.1986	0.1981	0.1990	0.1989	0.1997	0.1999	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.1951
Counts	437946	123348	113971	79675	53179	42605	38216	31265	23544	16137	9015	3855	1316	208	0	0	0	0			
HadGEM2-ES: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1361 GW																		2081-2100		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.1954	0.1986	0.1981	0.1990	0.1989	0.1997	0.1999	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.1955
Counts	285902	79795	72918	50998	34286	27521	24758	20698	16783	12681	8185	4549	1828	506	19	0	0	0			
INMCM4: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1742 GW																		1979-2005		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.1954	0.1986	0.1981	0.1990	0.1989	0.1997	0.1999	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.1944
Counts	139365	47368	46103	36131	27433	24211	20846	13156	6125	2262	530	50	0	0	0	0	0	0			
INMCM4: 0.7 mm hr⁻¹	Min Cluster Power: 1742 GW																		2081-2100		
Bin width	0.1761	0.2218	0.2041	0.1761	0.1761	0.1919	0.1963	0.1954	0.1986	0.1981	0.1990	0.1989	0.1997	0.1999	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.1948
Counts	101595	33656	32423	25082	19873	18230	17097	12470	7054	3556	1220	241	18	0	0	0	0	0			

Table S3. Same as in Table S2, but with a simpler binning procedure for comparison to results in Table S1 as a robustness check.

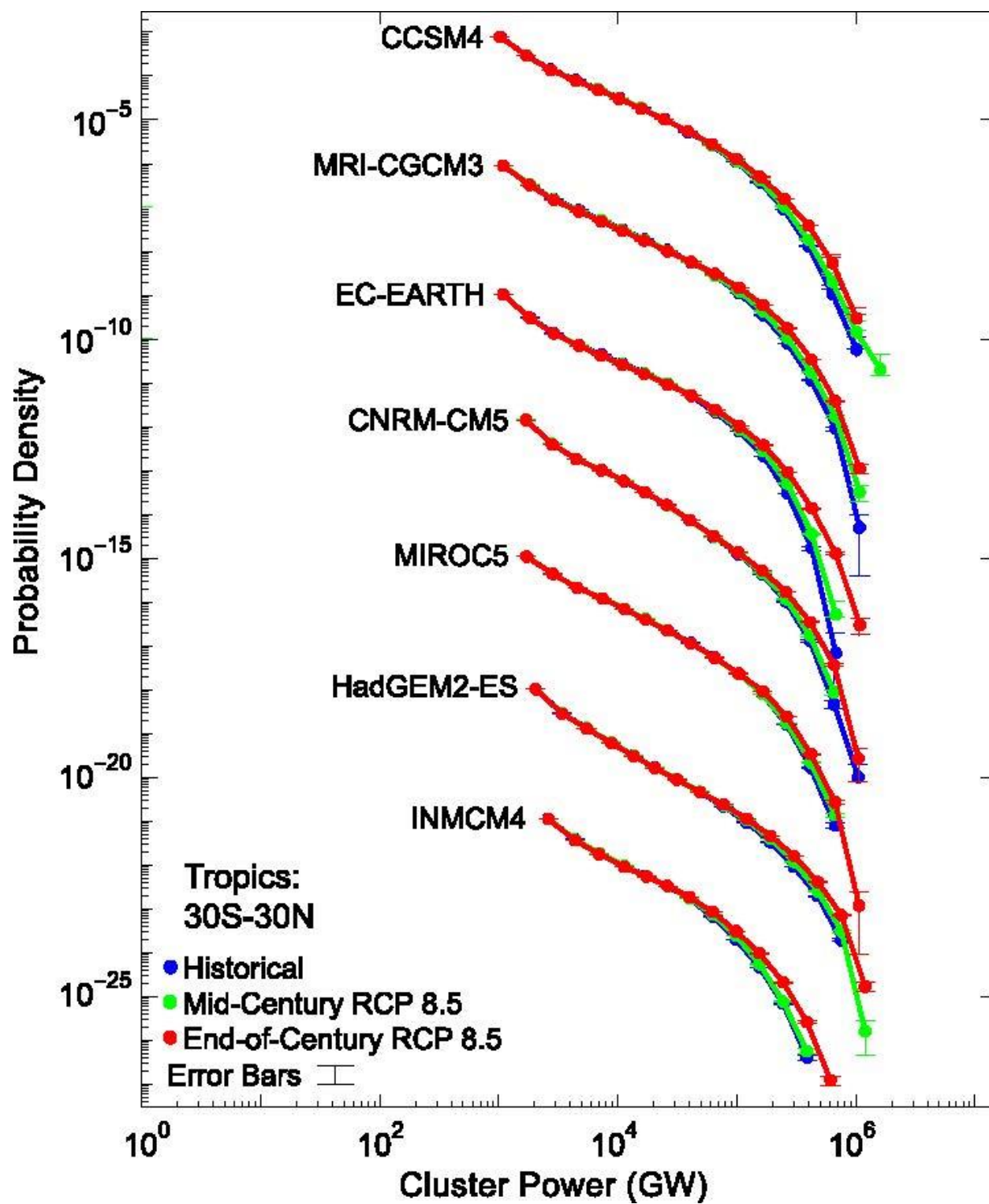


Fig. S1. Same as in Fig. 5 of the main text, but using data from Table S3.