



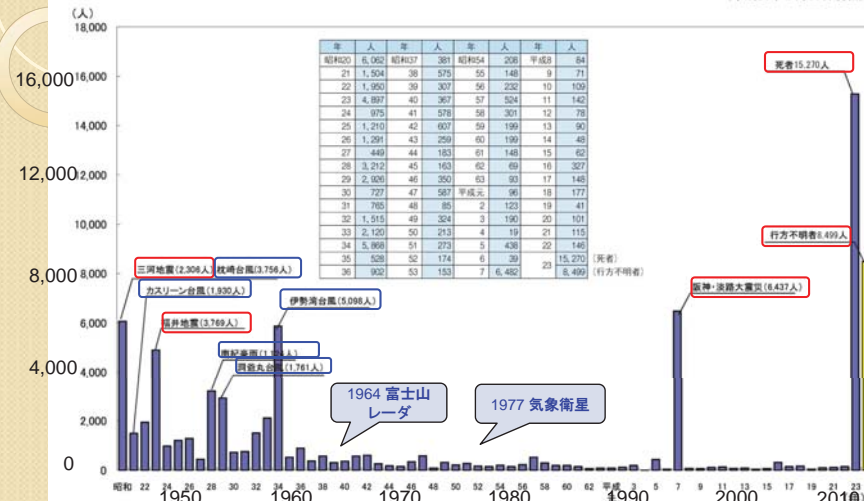
気象情報の橋渡しの必要性 — 目先の予測から温暖化予測まで —

鈴木靖

京都大学防災研究所

図1-1-10 自然災害による死者・行方不明者数

(平成23年5月30日現在)



- 研究開発
 - レーダによる降雨観測技術の進歩
 - 温暖化予測による将来の集中豪雨増加



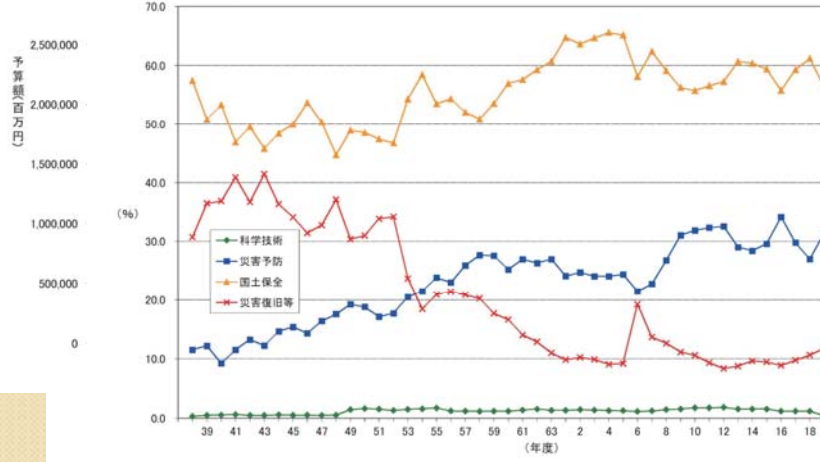
新たな研究シーズ
研究成果の実践的利用

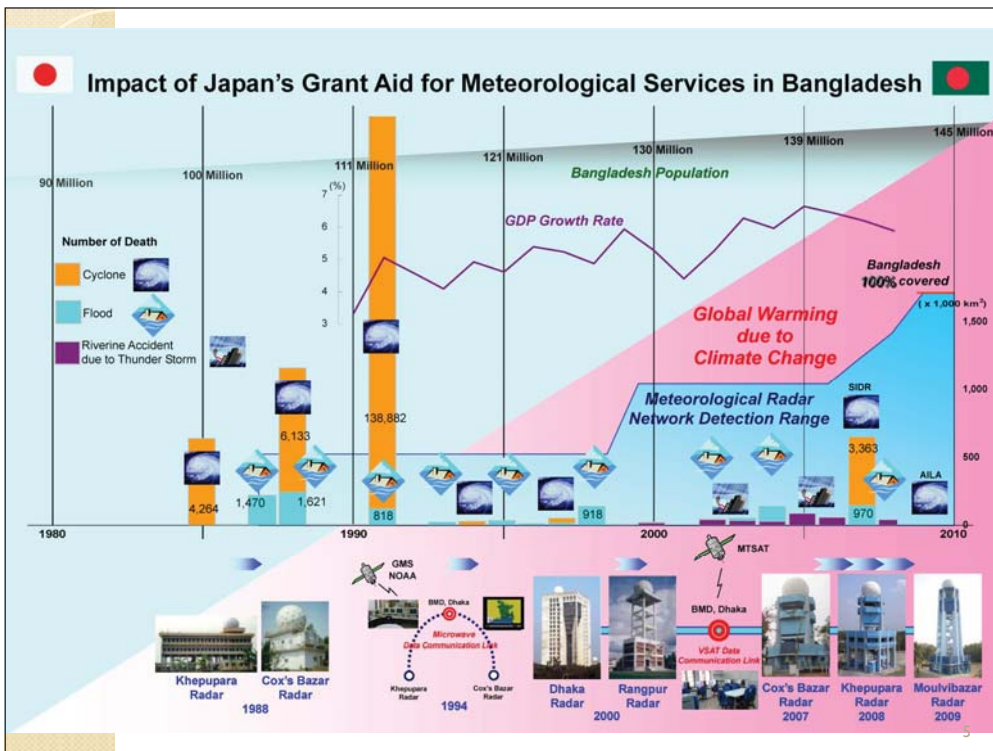
- 気象水文情報の現場での利用ニーズ
 - 新潟福島豪雨, 台風12号
 - 運用管理
 - 情報の横断的利用

附属資料2 防災関係予算額の推移



附属資料3 防災関係予算内訳割合の推移





防災白書にみる課題

● 近年の短時間強雨の増加と水関連災害の発生

アメダス観測地点1,000地点当たりの1時間降水量50mm以上の発生回数は、平成10年から20年までの11年間に平均23.9回であり、これは昭和51年から61年の11年間の約1.5倍。都賀川流域上流部において14時40分から14時50分の10分間に20mm(120mm/hr)程度の強い降雨を観測し、下流の事故現場付近では10分間で1.34mの水位上昇を記録。ミャンマーを襲ったサイクロンガシにより13万人以上の死者・行方不明者。

● 高齢化による地域防災力の低下

高齢化により地域コミュニティにおける共助の力が落ちてきている。就業形態の変化や家族構成の変化により、災害が発生した際に高齢者を助けられる若者が周囲になくなってきている。平成16年7月の新潟・福島及び福井豪雨では20人の死者のうち17人が65歳以上。

● 都市化の進展により高まる災害脆弱性

都市近郊に存在する谷埋め型の大規模盛土造成地が変動し地すべり的な破壊を生じ、ライフライン、道路、宅地等に被害が発生することが懸念されている。東京湾北部を震源とするマグニチュード7.3の地震が発生した場合、最大で約650万人の帰宅困難者が発生すると予測。高層建築物が長周期地震動の共振現象による影響を受けるおそれ。大規模水害が大都市を襲った場合、地下街や地下鉄等は大きな被害を受けることが予想。

● コミュニティの構成変化と災害脆弱性

住民の居住形態や家族構成などが地域のコミュニティ意識、ひいては「いざ」という時の助け合い意識に影響を与えている。地域のコミュニティにおいて交流が乏しいと、過去の災害教訓を語り継ぐことも困難。自然災害になじみの薄い外国人に防災意識を持ってもらう。

気象情報の段階的な利用

災害発生前

- 日常から災害への備え
- 防災計画、ハザードマップ、インフラ整備

発生直前

- 災害発生が予想されるとき
- 予測情報、体制準備（予防、救援、復旧）

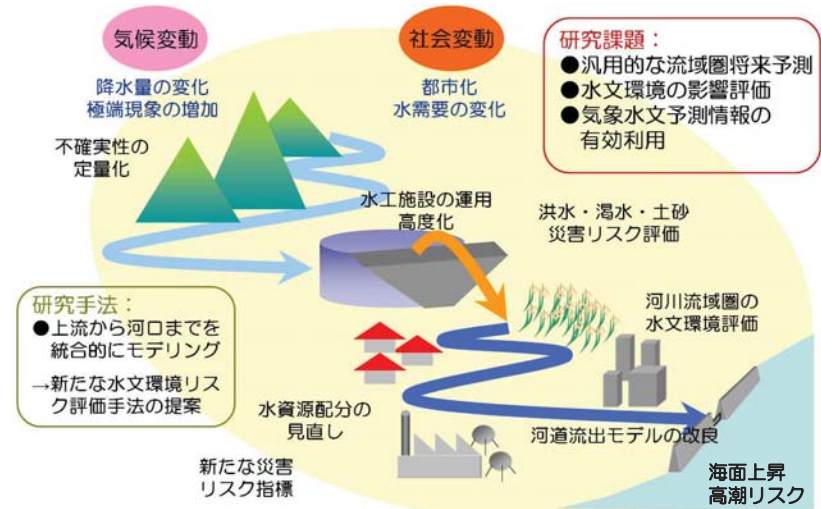
被災時

- 災害が発生し被害が拡大しているとき
- 避難指示、災害情報の収集、関係機関の連携

被災後

- 被災後の災害復旧に際して
- 災害調査、災害復旧計画

流域圏への温暖化影響



気候変動情報データベースの開発

ニーズ

- 地球温暖化は広く社会的に認知され、具体的な適応策を探る段階
- 研究は盛んであるが、一般市民（河川等の管理者含む）に対しては情報不足
→ 自分の住んでいる地域はどうなるの？

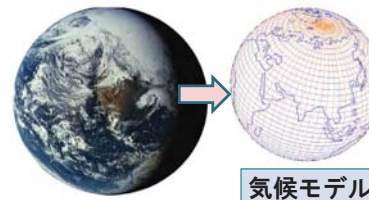
提供すべき情報

- 研究者や河川管理者に対しては、水文解析で必要とされるデータを提供
→ 1kmメッシュ、1時間間隔の気象データ
- 一般市民に対しては、具体的な数値を示すことで温暖化を実感
→ e.g. 真夏日が○日増加、日降水量100mm以上が○日
- 任意の地域について、誰でも取得可能に

研究手法

- 複数の気候モデルの実験結果をダウンスケーリング
- 研究成果の情報発信
→ データベース化、WEB公開

マルチ気候モデルの予測をデータベース化



気候モデル

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」の第4次報告書に引用された24個の大気海洋結合モデルCMIP3

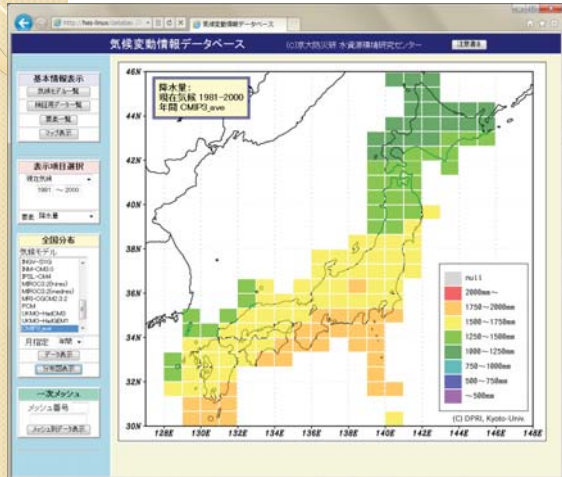
20世紀の気候再現実験と21世紀の気候予測実験

	BCCR-BCM2.0		CSIRO-Mk3.5		GISS-AOM		MIROC3.2(hires)
	CCSM3		ECHAM5/MPI-OM		GISS-EH		MIROC3.2(medres)
	CGCM3.1(T47)		ECHO-G		GISS-ER		MRI-CGCM2.3.2
	CGCM3.1(T63)		FGOALS-g1.0		INGV-SXG		PCM
	CNRM-CM3		GFDL-CM2.0		INM-CM3.0		UKMO-HadCM3
	CSIRO-Mk3.0		GFDL-CM2.1		IPSL-CM4		UKMO-HadGEM1

上記に加えて、MRI-AGCM3.1S,3.2Sとアメダス、JRA-25再解析値
現在気候、A1B、A2、B1シナリオ

気候変動情報データベースの公開

GCMの出力値を整理し、データベース化
河川管理者や一般市民を対象に気候変動情報を提供



GCMに全く触れたことのない人でも概略が把握可能

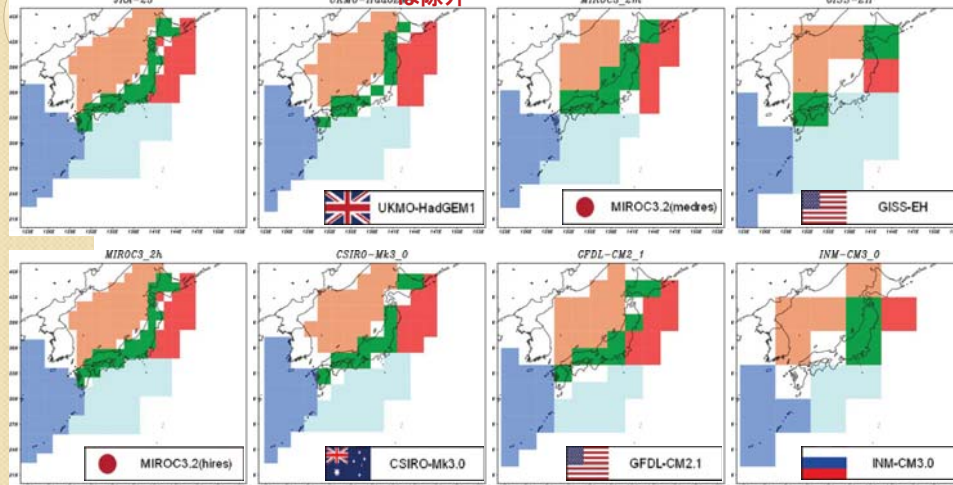
モデル	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
BCCR-BCM	526	440	421	279	89	349	483	780	108	4	78	278	728
BCCR-ERCC	758	1442	1423	1412	1283	1213	1064	1169	1080	1033	1119	1068	1112
CCSM3	1167	1074	1078	1465	1769	1968	2062	1203	1001	1072	1055	98	1057
CGCM3.1(T47)	142	128	178	1082	2064	167	1139	1248	141	0	96	1104	1428
CGCM3.1(T63)	1715	146	1983	176	198	2067	1610	1810	1601	1953	1219	195	2030
COMMA-CM	718	762	1114	1463	1914	2012	1974	1581	1487	1244	870	853	1083
CSIRO-Mk3.0	1183	101	1141	1214	1584	2034	2059	1801	1728	1104	1003	1148	1810
CSIRO-Mk3.5	1027	789	1086	1202	1867	2343	2019	2126	2209	1811	884	862	1878
ECHAM5/MPI-OM	1193	1206	1281	1485	2119	2069	2062	1785	2114	933	1023	1148	1823
ECHO-G	807	80	628	1193	1114	1461	139	4154	884	841	849	834	834
FGOALS-g1.0	2072	188	1773	1704	208	1165	2185	1978	1847	1814	1785	2033	2178
GFDL-CM2.0	863	1032	1248	1515	1764	1911	1844	1786	1781	721	84	914	1869
GFDL-CM2.1	869	81	120	1548	1847	1869	1850	1868	1203	1073	1033	815	1815
INGV-SXG	1182	1714	1817	1817	1719	1768	2224	1885	1768	1718	1289	1463	2007
INM-CM3.0	1025	1013	1023	1121	1417	1812	1820	1820	1221	748	858	884	1204
IPSL-CM4	122	1000	1151	1428	128	1414	2119	1963	875	1082	1205	1205	1170
MIROC3.2(hires)	801	802	1022	1421	2142	2472	1919	1706	2050	1287	1088	1074	1800
MIROC3.2(medres)	1219	1218	1248	1882	2110	2118	1888	1975	1881	767	764	848	1448
MIROC3.2(2.3.2)	1038	1244	1448	1888	198	1719	2188	1928	1978	1224	1241	1442	1842
MIROC3.2(hires)	877	708	1148	1143	2183	2002	2239	1983	1911	1576	880	1089	2081
MIROC3.2(medres)	1233	1142	1205	1888	1988	2089	1885	1488	1784	1281	1282	1518	1786
MIROC3.2(2.3.2)	818	828	1023	1451	1819	142	142	1451	845	845	845	845	1010
PCM	1182	1240	1773	1888	1909	1210	802	80	1124	960	1142	1232	1509
UKMO-HadCM3	887	967	1088	1488	1223	1779	2012	2448	1821	884	1004	1010	1818
UKMO-HadGEM1	824	1143	1223	1779	2012	2448	1821	884	1004	1010	1010	818	2018
UKMO-HadGEM1	1815	1482	2232	2267	1888	1784	1281	1281	960	1010	1010	1148	1788
UKMO-HadGEM1	753	1328	2084	2087	783	2233	1083	850	753	1788			

データベースとしてWEB上で公開中(2010年11月～)
<http://hes.dpri.kyoto-u.ac.jp/> (当研究室WEBサイト)

GCMの解像度の違い

抽出格子点の選定

モデル出力の「陸面割合」50%以上を陸面と定義
※本来陸（海）であるべきメッシュが海（陸）の場合は除外

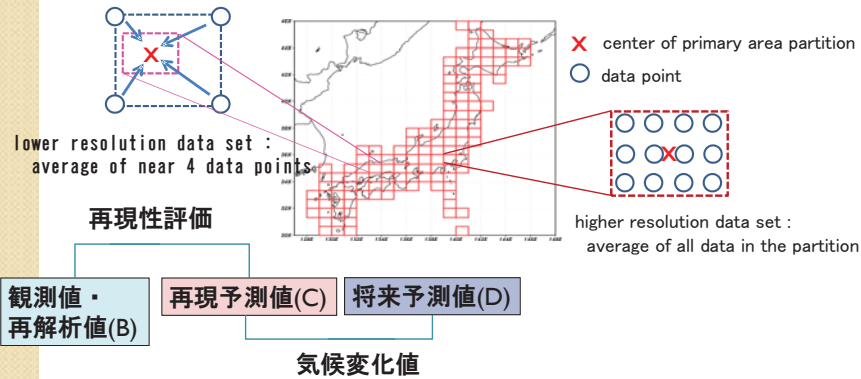


← 細かい 解像度 粗い →
各モデルにおける抽出格子位置図 (24モデルから解像度に応じて8モデルを図示)

解像度を統一し気候変化値を計算

気候モデルの解像度不揃いを調整 → 一次メッシュ単位

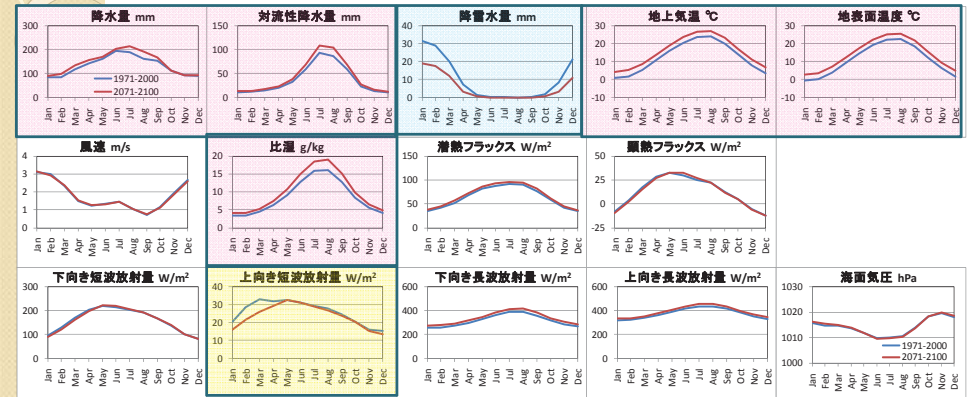
- ① 各気候モデルについて一次メッシュ（約80km四方）中心点の直近4格子点、または、一次メッシュ内の全格子点、のデータを平均
- ② ①の結果に対し、同様に整理した観測値や再解析値を用いて月別平均値の相関係数などでモデルを検証（一次メッシュごとに評価指標）
- ③ 現在気候と将来気候のモデル出力値から気候変化値を計算



日本における将来変化

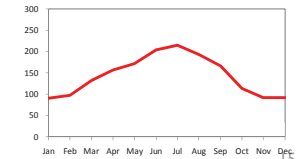
陸域 現在気候 (1971~2000年平均)
将来気候 A1B (2071~2100年平均)

気候モデルのアンサンブル平均



季節変動の将来変化(選択10モデル平均, 日本陸域)

選別したモデルをアンサンブル平均 → 確からしい予測値
各気候モデルによる予測の幅 → 不確実性



データベースの内容

< 降水量：将来変化(A1B) 2080-2099 / 1980-1999 >

一次メッシュ: 6441 札幌

通番	要素名	内容
1	pr	降水量
2	prc	対流性降水量
3	prsn	降雪量
4	tas	気温(標高)
5	ts	地表面温度
6	uas	東西方向風
7	vas	南北方向風
8	ws	風速
9	huss	比湿
10	hfls	潜熱フラックス
11	hfss	顕熱フラックス
12	rlds	下向き長波放射
13	rlds	上向き長波放射
14	rsds	下向き短波放射
15	rsus	上向き短波放射
16	psl	海面気圧

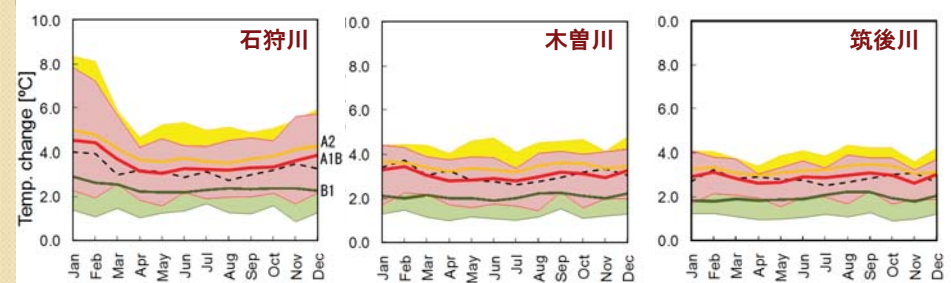
検証データ	気候変化値 [×α]										
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
BCC-CM1	null	null	null	null	null	null	null	null	null	null	null
BCCR-BCM2.0	1.118	1.087	1.106	1.083	0.956	1.204	1.092	1.149	1.061	1.165	1.054
CCSM3	1.249	1.231	1.051	1.256	0.992	1.217	1.174	1.059	1.112	1.046	1.181
CGCM3.1(T47)	1.126	1.045	1.165	1.126	1.273	0.998	1.070	1.033	0.974	1.046	1.085
CGCM3.1(T63)	1.084	1.022	1.189	1.086	1.215	1.245	1.079	1.459	0.944	0.939	0.919
CNRM-CM3	1.094	1.070	1.061	0.984	1.244	1.209	1.161	0.973	1.182	1.125	0.858
CSIRO-Mk3.0	1.128	1.120	1.067	1.165	1.182	1.103	0.933	1.013	0.852	0.843	1.057
CSIRO-Mk3.5	1.052	1.092	1.036	0.919	0.819	1.258	0.886	0.627	1.041	0.975	0.914
ECHAM5/MPI-OM	1.193	1.054	1.119	1.147	1.054	0.880	1.131	1.052	0.944	1.008	0.974
ECHO-G	1.147	1.013	0.982	1.307	1.107	0.910	1.109	1.435	1.102	1.012	0.991
FGOALS-g1.0	0.969	0.806	0.898	0.966	1.034	1.066	0.900	0.976	1.024	0.965	0.989
GFDL-CM2.0	1.214	1.345	1.372	1.121	0.985	1.103	1.183	1.130	1.547	0.911	0.840
GFDL-CM2.1	1.023	1.130	1.162	1.068	0.913	1.170	1.408	1.078	1.366	0.899	0.859
GISS-AOM	1.101	1.168	1.076	0.987	1.149	1.070	1.052	0.959	1.000	1.137	1.221
GISS-EH	1.116	1.265	1.108	1.194	1.059	1.415	0.917	1.005	1.227	1.242	1.167
GISS-ER	0.990	0.977	1.054	0.982	0.920	1.130	1.087	1.122	1.020	1.072	0.992

流域別の気温の将来変化

一次メッシュの情報により任意の流域の解析が可能

気温の将来変化 (°C)

現在気候 (1981~2000年)
将来気候 (2081~2100年)



実線: CMIP3平均 (再現性のよい7モデルを選択)
赤 A1B 橙 A2 緑 B1

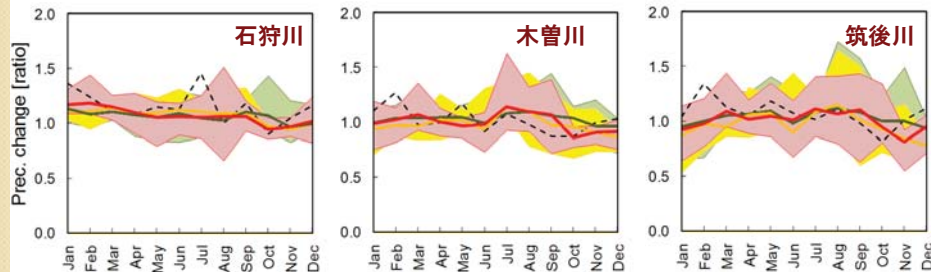
点線: MRI-AGCM3.IS

シナリオにより気温上昇に差がある。
北に行くほどばらつきが大きい。
MRI-AGCM3.ISと概ね一致。

流域別の降水量の将来変化

降水量の将来変化（比率）

現在気候（1981～2000年）
将来気候（2081～2100年）



実線：CMIP3平均（再現性のよい7モデルを選択）
赤A1B 橙A2 緑B1

点線：MRI-AGCM3.1S

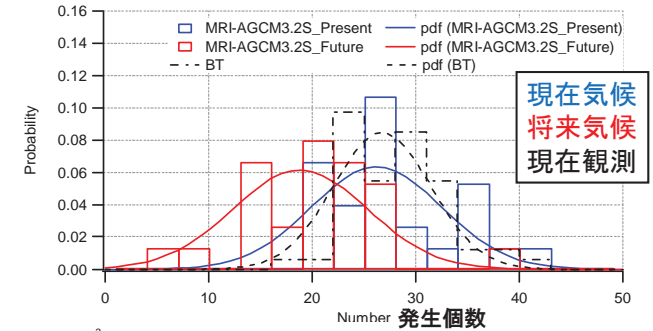
シナリオによる降水量変化の差異は顕著ではない。
南に行くほどばらつきが大きい。
MRI-AGCM3.1Sは月ごとに細かい変動がみられる。

台風の発生数と強度の変化

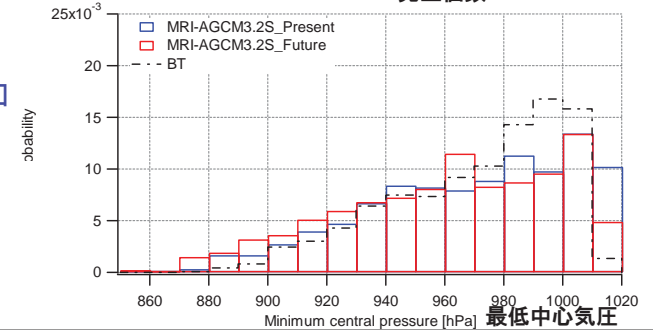
全球20km



台風発生数
個数は減少



最低中心気圧
930hPa以下
発生率が増加



最強の台風
現在実験：865.9 hPa
将来実験：845.4 hPa

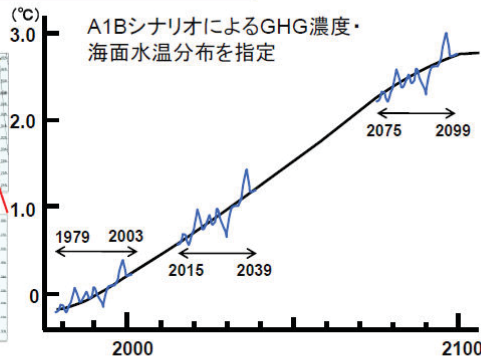
極端現象の将来変化

革新プログラム「極端現象チーム」

20km格子全球大気・陸面モデル(数値天気予報モデル)
現在、近未来、21世紀末各25年の気象予測

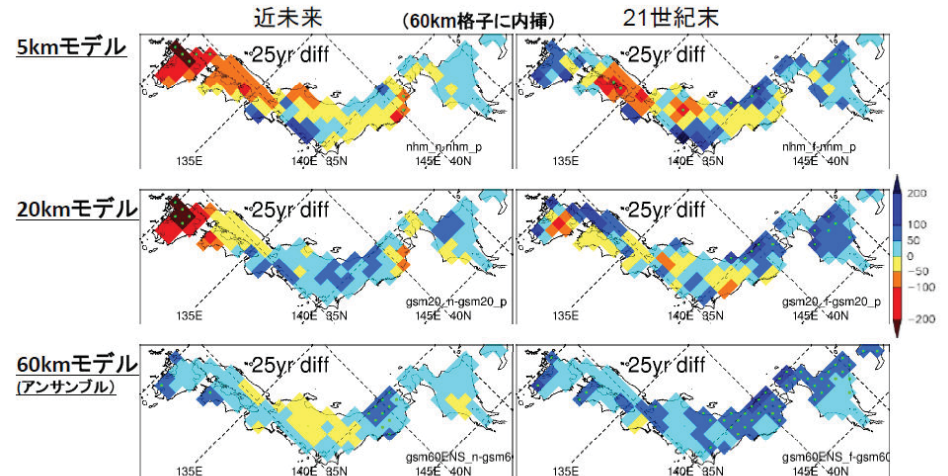
水平20km格子
全球大気モデル

水平5km/2km/1km格子
雲解像領域大気モデル



日本周辺域 5km格子非静力学的モデル 各25年期間中 6～10月の気象予測
西南日本中心 2km格子非静力学的モデル 各25年期間中 6～10月の気象予測
顕著事例の1km格子モデルによる詳細実験

6-10月の降水量の変化



5kmモデルは20kmモデルの結果をよくダウンスケーリングしている異なる点もある。
60km全球モデルによるアンサンブル実験と20km全球モデルと異なるところがあるので
注意深く検討する必要がある。

利用者にとって分かりやすい情報とは

- 利用者毎に異なるニーズ
 - 行政機関は専門的で詳細な情報を要望
 - 企業はビジネスの収益悪化を最小限にとどめたい
 - 国民は生命と財産の安全確保
- 地域特性を考慮
 - 時間100mmの雨量でも発生する災害とその規模は地域によって異なる
- 社会特性を考慮
 - 高齢化・地方の過疎化は迅速な避難行動を困難に
 - 社会資本の老朽化と気候災害への備え
- 適切な情報発表が必要