

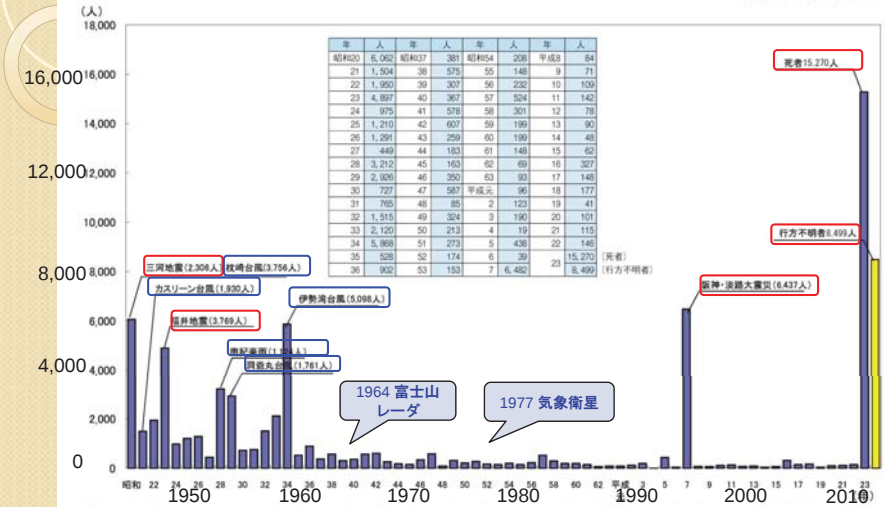
気象情報の橋渡しの必要性 — 目先の予測から温暖化予測まで —

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)



資料：昭和20年は主な災害による死者・行方不明者（理科年表による）。昭和21～27年は日本気象災害年報。昭和28年～37年は警察庁資料。昭和38年以降は消防庁資料による。

(注) 平成7年の死者のうち、阪神・淡路大震災の死者については、いわゆる関連死919名を含む（兵庫県資料）。

平成22年の死者・行方不明者は速報値。

平成23年の死者・行方不明者については、東北地方太平洋沖地震のみ（緊急災害対策本部資料）。

研究開発

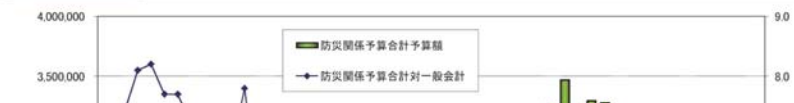
- レーダによる降雨観測技術の進歩
- 温暖化予測による将来の集中豪雨増加

新たな研究シーズ
研究成果の実践的利用

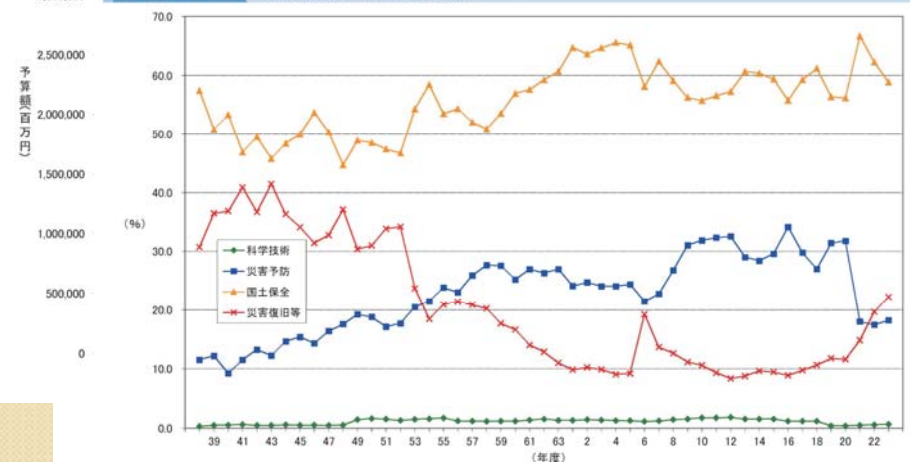
気象水文情報の現場での利用ニーズ

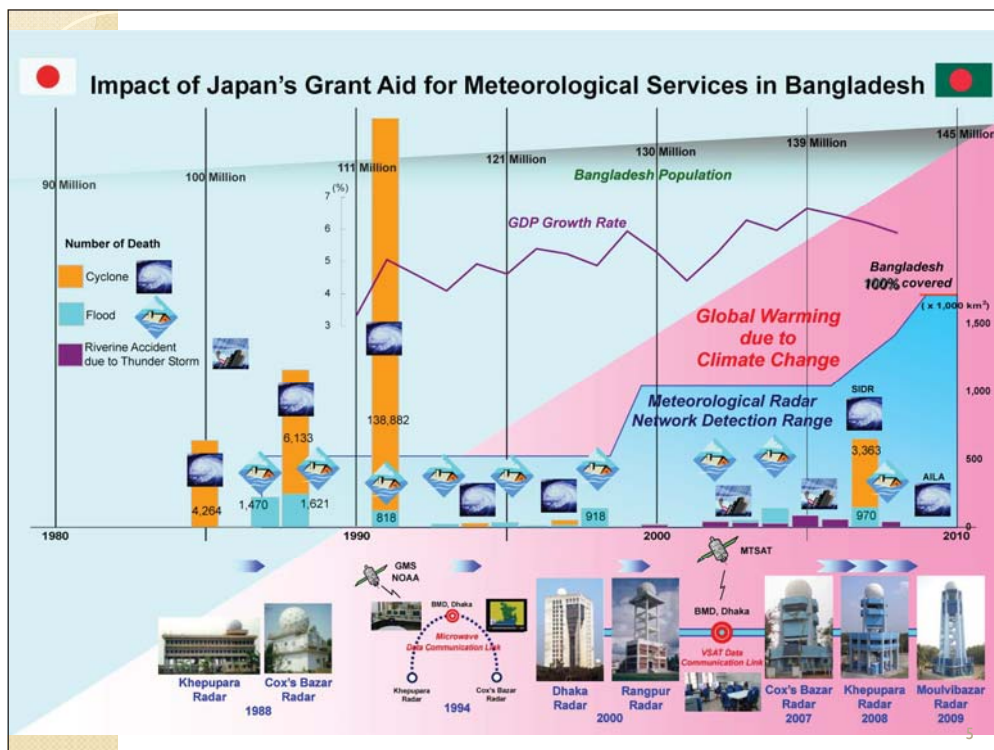
- 新潟福島豪雨，台風12号
- 運用管理
- 情報の横断的利用

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14年間に於いて年平均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ルギスにより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いないようになってきている。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）

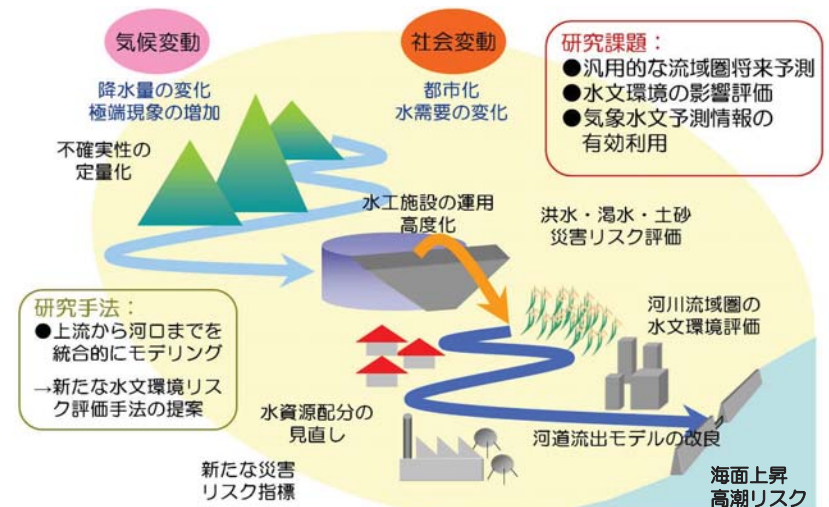
被災時

- 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

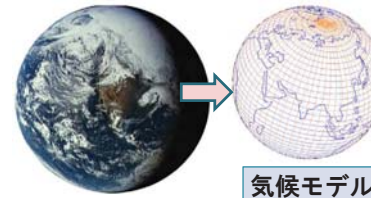
研究手法

- 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

気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会 2011/11/2

9

マルチ気候モデルの予測をデータベース化



「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

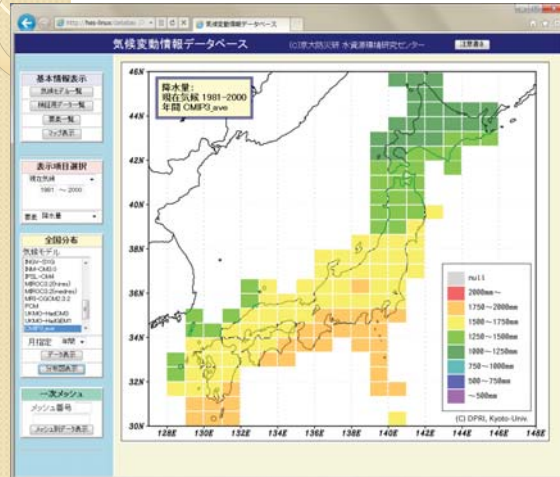
上記に加えて、MRI-AGCM3.1S.3.2Sとアメダス、JRA-25再解析値
現在気候、A1B、A2、B1シナリオ

気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会 2011/11/2

11

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

気候変動情報データベース

気候変動情報データベース 気候変動情報データベース

気候変動情報データベース

< 降水量：観測気象 1961-2000 >

→ 25メッシュ 500m 変換係数表

単位 [mm]

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-BCM2.0	526	446	421	279	897	849	683	763	108	4	797	378	751	509
BCCR-BCM2.0	758	1422	1422	1422	1422	1422	1422	1422	1422	1422	1422	1422	1422	1422
CCSM3	1167	1074	1074	1074	1074	1074	1074	1074	1074	1074	1074	1074	1074	1074
CGCM3.1(T47)	1412	1201	1178	1163	1064	1071	1119	1249	1410	1610	1702	1426	1145	1145
CGCM3.1(T63)	1175	148	1593	1765	188	260	747	1670	1670	1670	1670	1670	1670	1670
CGCM3.1(T63)	716	762	114	1465	174	202	374	1381	147	1244	676	653	1081	1081
CGCM3.1(T63)	1183	1051	1141	1214	1164	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054	1054
CGCM3.1(T63)	1037	766	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
CGCM3.1(T63)	1150	1204	1201	1489	219	248	6	1265	214	655	1025	1149	1403	1403
CGCM3.1(T63)	807	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801	801
CGCM3.1(T63)	1072	1087	1170	1194	1261	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165
CGCM3.1(T63)	845	1032	1244	1571	1764	1801	1804	1764	1267	757	564	114	1069	1069
CGCM3.1(T63)	869	81	130	1548	1647	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1689
CGCM3.1(T63)	1862	1714	1817	1817	1817	1817	1817	1817	1817	1817	1817	1817	1817	1817
CGCM3.1(T63)	1025	1012	1012	1012	1012	1012	1012	1012	1012	1012	1012	1012	1012	1012
CGCM3.1(T63)	1224	1000	1151	1429	128	1424	1019	1063	879	1062	1062	1062	1062	1062
CGCM3.1(T63)	801	801	1022	1421	2142	2472	1574	1764	2050	1207	1081	1074	1081	1081
CGCM3.1(T63)	1179	1214	1249	1682	1210	1016	1064	1074	1081	767	764	669	1448	1448
CGCM3.1(T63)	1205	1244	1448	1689	108	7136	9	2468	1238	879	1022	1241	1482	1482
CGCM3.1(T63)	877	106	1484	1414	2143	2002	229	1053	1053	1053	1053	1053	1053	1053
CGCM3.1(T63)	1233	1162	1205	1484	1682	209	9105	1485	1485	1485	1485	1485	1485	1485
CGCM3.1(T63)	816	825	1025	804	104	1275	1421	1021	1452	1452	1452	1452	1452	1452
CGCM3.1(T63)	1862	1240	1773	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1689	1689
CGCM3.1(T63)	855	367	1681	1682	1239	1779	2010	2445	1021	884	1004	1070	1094	1094
CGCM3.1(T63)	824	1163	1233	1762	2079	3409	4160	4160	4160	4160	4160	4160	4160	4160
CGCM3.1(T63)	1118	1124	1124	1124	1124	1124	1124	1124	1124	1124	1124	1124	1124	1124
CGCM3.1(T63)	1615	148	2232	2267	188	1764	1203	1203	1203	1203	1203	1203	1203	1203
CGCM3.1(T63)	1613	1269	2884	2917	743	2233	1083	807	753	753	753	753	753	753

2010年11月～

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)

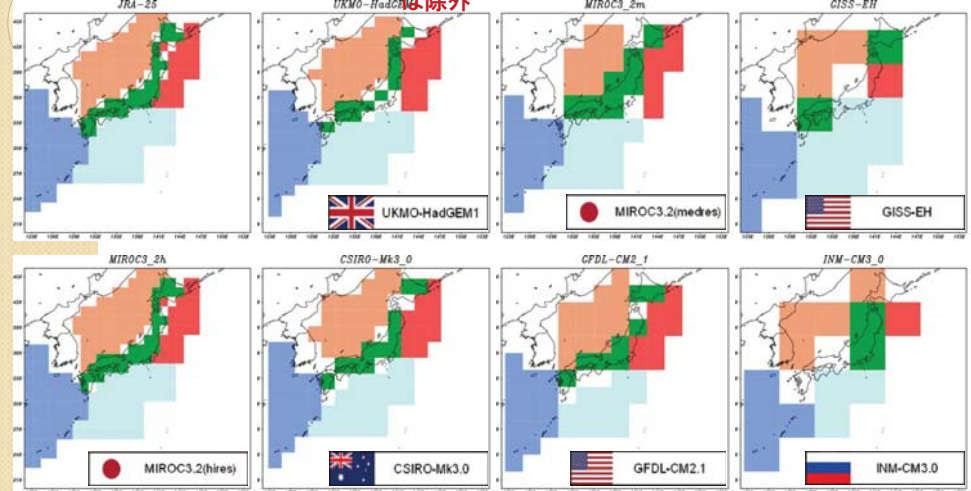
気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会 2011/11/2

10

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



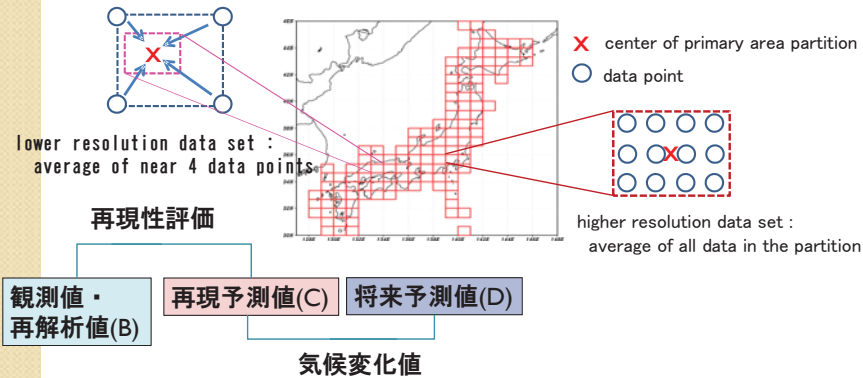
← 細かい 解像度 粗い →
各モデルにおける抽出格子位置図 (24モデルから解像度に応じて8モデルを図示)

12

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



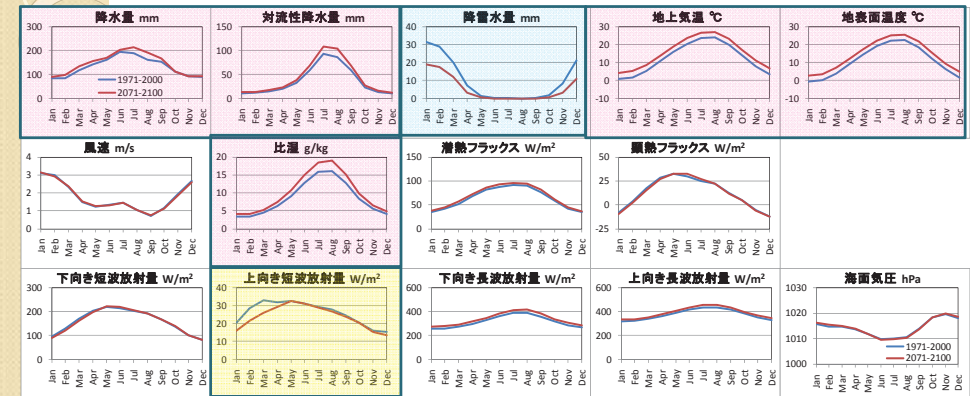
気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会 2011/11/2

13

日本における将来変化

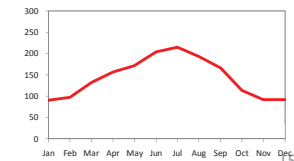
陸域 現在気候 (1971~2000年平均)
将来気候 A1B (2071~2100年平均)

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



15

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
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	rlus	下向き長波放射
13	rlus	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

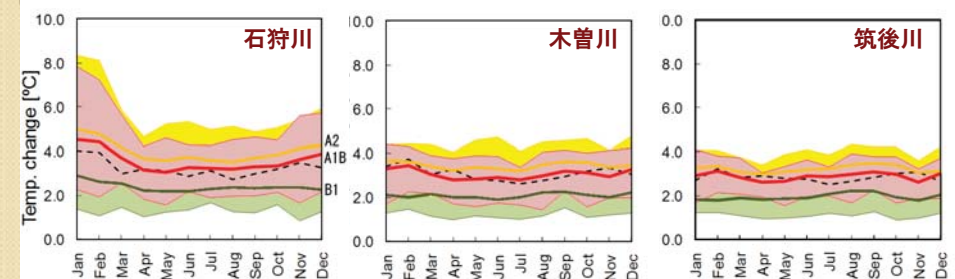
検証データ	気候変化値 [×α]										
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
BCC-CM1	null	null	null	null	null	null	null	null	null	null	null
BCCR-BCM2.0	1.118	1.087	1.106	1.083	0.956	1.204	1.092	1.149	1.061	1.165	1.054
CCSM3	1.249	1.231	1.051	1.256	0.992	1.217	1.174	1.059	1.112	1.046	1.181
CGCM3.1(T47)	1.126	1.045	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-AGCM3.1S

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-AGCM3.1Sと概ね一致。

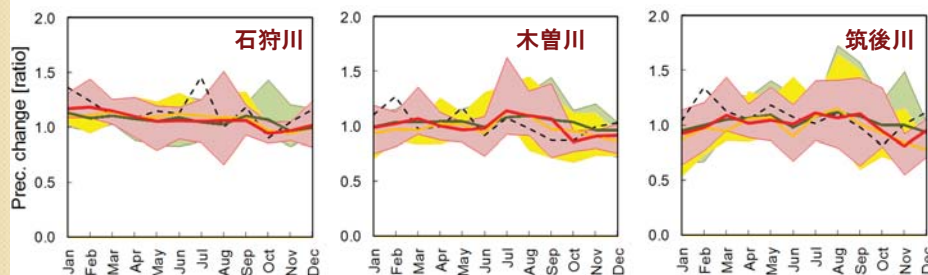
気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会 2011/11/2

16

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）

点線：MRI-AGCM3.IS

赤 A1B 橙 A2 緑 B1

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.ISは月ごとに細かい変動がみられる。

気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会 2011/11/2

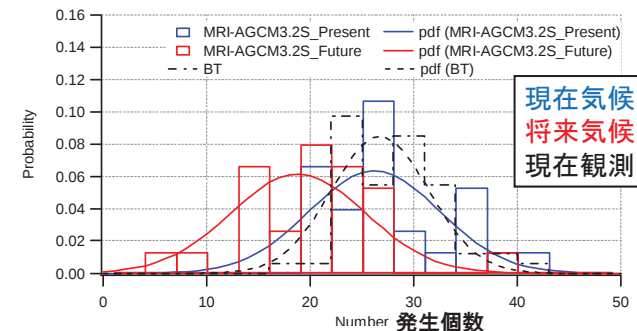
17

台風の発生数と強度の変化

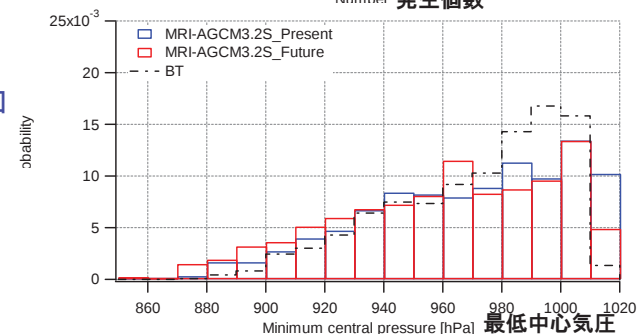
全球20km



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

間瀬ら (2009)

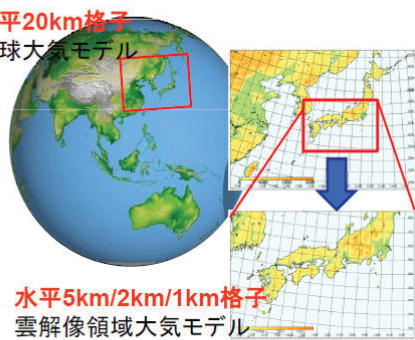
19

極端現象の将来変化

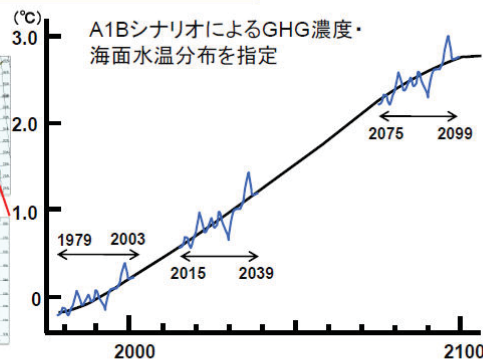
革新プログラム「極端現象チーム」

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



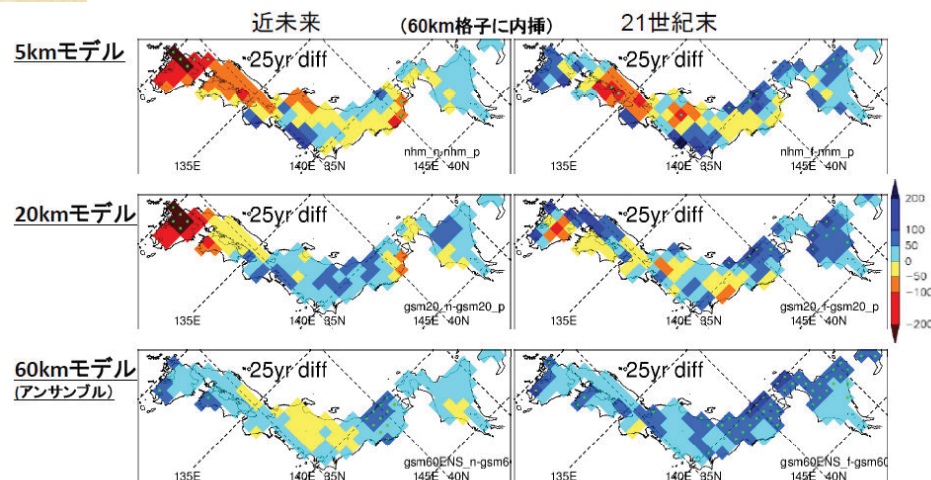
日本周辺域 5km格子非静力学的モデル 各25年期間中 6～10月の気象予測
西南日本中心 2km格子非静力学的モデル 各25年期間中 6～10月の気象予測
顕著事例の1km格子モデルによる詳細実験

<http://www.jamstec.go.jp/kakushin21/jp/symposium2011/pdf/4-kitoh.pdf>

気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会 2011/11/2

18

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。

<http://www.jamstec.go.jp/kakushin21/jp/meeting/2010/PDF/3-1Kitoh.pdf>

気象・水文予測情報の実践的活用に関する研究会 2011/11/2

20

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