

付録 A 略語表

略語	原語	訳または意味
2D-OI	2 Dimensional Optimal Interpolation	2 次元最適内挿法
3D-Var	3 Dimensional Variational method	3 次元変分法
4DEnVar	4 Dimensional Ensemble Variational method	4 次元アンサンブル変分法
4D-Var	4 Dimensional Variational method	4 次元変分法
ASR	All-Sky Radiance	全天放射輝度温度
ABI	Advanced Baseline Imager	GOES-16, 17 に搭載されているイメージャ(ひまわり 8, 9 号に搭載の AHI と同じシリーズ)
ACC	Anomaly Correlation Coefficient	アノマリー相関係数
AD	ADjoint Model	随伴モデル
AGCM	Atmospheric General Circulation Model	大気大循環モデル
AHI	Advanced Himawari Imager	ひまわり 8 号、9 号に搭載されているイメージャ
AI	Artificial Intelligence	人工知能
AIREP	AIRcraft REPorts	航空機実況気象通報
AIRS	Atmospheric Infrared Sounder	大気赤外サウンダ (Aqua 衛星に搭載)
AMDAR	Aircraft Meteorological DATA Relay	航空機観測データ中継装置
AMI	Active Microwave Instrument	能動型マイクロ波観測装置 (ERS 衛星に搭載)
AMSR2	Advanced Microwave Scanning Radiometer-2	高性能マイクロ波放射計 2
AMSR3	Advanced Microwave Scanning Radiometer-3	高性能マイクロ波放射計 3
AMSR-E	Advanced Microwave Scanning Radiometer for EOS	高性能マイクロ波放射計 (Aqua 衛星に搭載)
AMSU-A	Advanced Microwave Sounding Unit-A	改良型マイクロ波気温サウンダ (NOAA, Aqua, Metop 衛星に搭載)
AMSU-B	Advanced Microwave Sounding Unit-B	改良型マイクロ波水蒸気サウンダ (15~17 号の NOAA 衛星に搭載)
AMV	Atmospheric Motion Vector	大気追跡風
AOPC	Atmospheric Observation Panel for Climate	気候のための大気観測パネル (GCOS の専門委員会)
AORI	Atmosphere and Ocean Research Institute	東京大学大気海洋研究所
AOT	Aerosol Optical Thickness	エアロゾルの光学的厚さ
Aqua	Aqua	米国の午後軌道地球観測衛星
ASCAT	Advanced SCATterometer	改良型散乱計
ASTER	Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer	資源探査用将来型センサ
asuca	Asuca is a System based on a Unified Concept for Atmosphere	気象庁 MSM, LFM に用いるモデル
asuca-Var	asuca Variational data assimilation system	asuca に基づく変分法データ同化システム
ATMS	Advanced Technology Microwave Sounder	改良型マイクロ波サウンダ (JPSS 衛星に搭載)
ATOVS	Advanced TOVS	改良型 TOVS
AVHRR	Advanced Very High Resolution Radiometer	改良型高分解能放射計 (NOAA 衛星等に搭載)
BFGS	Broyden-Fletcher-Goldfarb-Shanno algorithm	非制限非線形最適化問題に対する反復的解法の一つ。
BGM 法	Breeding of Growing Modes 法	成長モード育成法
BI	Bias score	バイアススコア
BoM	Bureau of Meteorology	オーストラリア気象局
BSS	Brier Skill Score	確率予測に関する統計指標の一つ
CAPE	Convective Availabel Potential Energy	対流有効位置エネルギー
CAMEL	Combined ASTER and MODIS Emissivity over Land	ASTER と MODIS による合成陸上射出率
CBS	Commission for Basic Systems	基礎システム委員会
CCM	Chemistry-Climate Model	化学気候モデル
CDR	Climate Data Record	気候データレコード
CERES	Clouds and the Earth's Radiant Energy System	地球放射収支計 (TRMM 衛星などに搭載)
CERES-EBAF	CERES-Energy Balanced And Filled	CERES によるフラックスデータセット
CERES-SSF	CERES-Single Scanner Footprint	CERES による単独衛星フラックス
CFOSAT	Chinese-French Oceanography Satellite	中仏海洋衛星
CHAMP	CHallenging Mini-satellite Payload	ドイツ・米国の GNSS 掩蔽観測衛星
CHUAN	Comprehensive Historical Upper-Air Network	歴史的な高層観測データセット

略語	原語	訳または意味
CIMSS	Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies	(米国ウィスコンシン大学の) 気象衛星研究共同研究所
CIRES	Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences	米国の環境科学共同研究所
CLASS	Comprehensive Large Array-data Stewardship System	包括的大規模配列データ管理システム (NOAA の衛星データ提供システム)
CM SAF	Satellite Application Facility on Climate Monitoring	気候監視に関する衛星データ処理研究拠点
CMA	China Meteorological Administration	中国気象局
CMC	Canadian Meteorological Centre	カナダ気象センター
CMEM	Community Microwave Emission Modelling	ECMWF のマイクロ波放射モデル
CMIP	Coupled Model Intercomparison Project	結合モデル相互比較プロジェクト
CNRM	Centre National de Recherches Meteorologiques	フランス気象局国立気象研究センター
COBE-SST	Centennial in situ Observation-Based Estimates Sea Surface Temperature	現場観測データのみによる気象庁の全球海面水温解析 (値)
CONSEO	Consortium for Satellite Earth Observation	衛星地球観測コンソーシアム
CoMorph	Convection Morph	UKMO の新しい対流スキーム
Coriolis	Coriolis	米国の極軌道衛星。海上風観測を目的とする。
COSMIC	Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere, and Climate	米国と台湾との協力による 6 機の GNSS 掩蔽観測用小型衛星群からなる観測システム
CPS	Coupled Prediction System	季節アンサンブル予報システム
CrIS	Cross-track Infrared Sounder	走査型赤外サウンダ (JPSS シリーズに搭載)
CRPS	Continuous Ranked Probability Score	確率予測に関する統計指標の一つ
CryoSat	CryoSat	ESA の地球観測衛星。極地の氷を観測対象とする。
CSR	Clear Sky Radiance	晴天放射輝度温度
DE	Dynamic Emissivity	動的にマイクロ波射出率を推定する手法
DEM	Digital Elevation Model	数値標高モデル
DFS	Degree of Freedom for Signal	情報の自由度
DMSP	Defense Meteorological Satellite Program	米空軍の軍事気象衛星
DPR	Dual-frequency Precipitation Radar	二周波降水レーダー
DRAW	Doppler Radar for Airport Weather	空港気象ドップラーレーダー
DWD	Deutscher WetterDienst (ドイツ語)	ドイツ気象局
DWL	Doppler Wind Lidar	ドップラー風ライダー
EARS	EUMETSAT Advanced Retransmission Service	EUMETSAT 拡張再配信サービス。元々は EUMETSAT ATOVS Retransmission Service の略であったが、対象データの拡張に伴い名称が改められた。
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts	欧州中期予報センター
EDA	Ensemble of Data Assimilations	データ同化アンサンブル
EDSR	Enhanced Deep Super-Resolution network	深層学習を利用した超解像手法の一つ
ENSO	El Niño-Southern Oscillation	エルニーニョ・南方振動
EOS	Earth Observing System (NASA)	NASA の地球観測衛星
EPS	Ensemble Prediction System	アンサンブル予報システム
ERA	ECMWF ReAnalysis	ECMWF 再解析
ERS	European Remote Sensing satellite	欧州リモートセンシング衛星
ESCAP	United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	国連アジア太平洋経済社会委員会
ET-OCPS	Expert Team on Operational Climate Prediction System	現業気候予測システム専門家チーム
ET-OWFS	Expert Team on Operational Weather Forecasting System	現業天気予報システム専門家チーム
ETS	Equitable Threat Score	エクイタブルスレットスコア
EUMETSAT	EUropean organisation for the exploitation of METeorological SATellites	欧州気象衛星開発機構
FAR	False Alarm Rate	誤検出率
FASTEM	Fast Microwave Ocean Emissivity Model	海面射出率高速計算モデル
FCDR	Fundamental Climate Data Record	基本気候データレコード
FG	First Guess	第一推定値
FOV	Field Of View	観測視野

略語	原語	訳または意味
FSOI	Forecast Sensitivity Observation Impact	同化した観測データが予報に与えるインパクトを定量的に評価する手法
FT	Forecast Time	予報時間
FY	Feng Yun	中国の気象衛星「風雲」
GA	Global Analysis	全球解析
GAME	GEWEX Asia Monsoon Experiment	GEWEX アジア・モンスーン実験
GCOM-C	Global Change Observation Mission-Climate	地球環境変動観測ミッション計画において、気候変動に関する観測を担当する衛星 (和名「しきさい」)
GCOM-W	Global Change Observation Mission-Water	地球環境変動観測ミッション計画において、水循環変動に関する観測を担当する衛星
GCOS	Global Climate Observing System	全球気候観測システム
GEBCO	General Bathymetric Chart of the Oceans	大洋水深総図
GEONET	GNSS Earth Observation Network System	GNSS 連続観測システム
GEPS	Global Ensemble Prediction System	気象庁の全球アンサンブル予報システム
GEWEX	Global Energy and Water cycle EXperiment	全球エネルギー・水循環実験計画
GFS	Global Forecast System	NCEP の全球数値予報モデル
GHMS	Geostationary HiMawari Sounder	赤外サウンダ (ひまわり 10 号に搭載)
GIIRS	Geostationary Interferometric Infrared Sounder	静止干渉赤外サウンダ (FY-4 衛星に搭載)
GLCC	Global Land Cover Characterization	全球土地被覆分類
GMI	GPM Microwave Imager	GPM マイクロ波イメージャ
GMS	Geostationary Meteorological Satellite	日本の静止気象衛星
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球航法衛星システム
GNSS-RO	GNSS - Radio Occultation	GNSS 掩蔽観測
GOES	Geostationary Operational Environmental Satellite	米国の静止気象衛星
GOSAT	Greenhouse gases Observing SATellite	日本が打ち上げた温室効果ガス観測技術衛星。和名は「いぶき」
GPM	Global Precipitation Measurement	全球降水観測計画
GPV	Grid Point Value	格子点値 (grid data)
GPU	Graphics Processing Unit	画像描写を行う際に必要となる計算処理を行う半導体チップ
GRACE	Gravity Recovery And Climate Experiment	米国・ドイツの重力気候実験衛星
GSAM-TM	Global Spectral Atmosphere Model - Transport Model	GSM を用いた大気輸送モデル
GSHHG	Global Self-consistent, Hierarchical, High-resolution Geography Database	全球高解像度地形 (海岸線、湖沼) ベクトルデータ
GSM	Global Spectral Model	気象庁の全球スペクトルモデル
HadAT	HADley Centre's rAdiosonde Temperature product	ハドレーセンターのラジオゾンデ気温プロダクト
HadISD	HADley Integrated Surface Dataset	ハドレーセンターの地上観測データセット
HALOE	HALogen Occultation Experiment	ハロゲン掩蔽実験
HIRS	High resolution Infrared Radiation Sounder	高分解能赤外放射サウンダ (NOAA, Metop 衛星に搭載)
IASI	Infrared Atmospheric Sounding Interferometer	赤外大気探査干渉計 (Metop 衛星に搭載)
IAU	Incremental Analysis Update	同化による修正量を強制力として一定の割合で与え続ける手法
IBTrACS	International Best Track Archive for Climate Stewardship	気候管理に関する国際ベストトラックアーカイブ
ICAO	International Civil Aviation Organization	国際民間航空機関
ICOADS	International Comprehensive Ocean-Atmosphere DataSet	包括的的海洋-大気データセット
IGRA	Integrated Global Radiosonde Archive	全球ラジオゾンデアーカイブ
ICDR	Interim Climate Data Record	気候データレコード
IFS	Integrated Forecast System	欧州中期予報センターの全球数値予報システム
IMH	Institute of Meteorology and Hydrology (Mongolia)	モンゴルの気象水文研究所
IMS	Interactive Multi-sensor Snow and Ice Mapping System	米国海洋大気庁国立気象衛星データ情報サービス作成の積雪域プロダクト
INFCOM	INFrastructure COMmission	WMO インフラ委員会
IROWG	International Radio Occultation Working Group	国際掩蔽作業部会

略語	原語	訳または意味
IOVWST	International Ocean Vector Winds Science Team	国際海上風科学チーム
IROWG	International Radio Occultation Working Group	国際遮蔽作業部会
IREMIS	new physically-based IR sea surface EMISsivity model	物理学に基づく新しい赤外海面射出率モデル
IRS	the Infra-Red Sounder	赤外サウンダ（MTG 衛星に搭載）
ISD	Integrated Surface Database	NCEI の地上観測データセット
ISPD	International Surface Pressure Databank	国際地上気圧観測データバンク
ISRO	Indian Space Research Organisation	インド宇宙研究機関
ITCZ	Intertropical Convergence Zone	熱帯収束帯
Jason	Jason	欧米共同運用の海面高度観測衛星
JAXA	The Japan Aerospace Exploration Agency	宇宙航空研究開発機構
JMA	Japan Meteorological Agency	気象庁
JMA-NHM	JMA Non-Hydrostatic Model	気象庁非静力学モデル
JNoVA	JMA Non-hydrostatic model based Variational data Assimilation system	気象庁非静力学モデルに基づいた変分法データ同化システム
JPSS	Joint Polar Satellite System	米国の次世代現業極軌道衛星（NOAA 衛星の後継計画）
JRA-25	Japanese 25-year ReAnalysis	JRA-25 長期再解析
JRA-3Q	Japanese ReAnalysis for Three Quarters of a century	気象庁第 3 次長期再解析
JRA-55	Japanese 55-year ReAnalysis	気象庁 55 年長期再解析
JSC	Joint Scientific Committee	合同科学委員会
JST	Japan Standard Time	日本標準時
KF	Krain and Fritsch scheme	ケイン・フリッチ積雲対流スキーム
KIAPS	Korea Institute of Atmospheric Prediction Systems	韓国数値予報モデル開発事業団
KMA	Korea Meteorological Administration	韓国気象庁
LAF 法	Lagged Average Forecast 法	時間ずらし平均法
LAI	Leaf Area Index	葉面積指数
LEPS	Local Ensemble Prediction System	気象庁の局地アンサンブル予報システム
LES	Large Eddy Simulation	ラージエディ（大渦）シミュレーション
LETKF	Local Ensemble Transform Kalman Filter	局所アンサンブル変換カルマンフィルタ
LFM	Local Forecast Model	気象庁の局地モデル
MA	Meso Analysis	メソ解析
MASINGAR	Model of Aerosol Species IN the Global Atmosphere	気象研究所全球エアロゾル輸送モデル
ME	Mean Error	平均誤差
Megha-Tropiques	Megha-Tropiques	フランス・インドの地球観測衛星
MEPS	Meso-scale Ensemble Prediction System	気象庁のメソアンサンブル予報システム
MERIT DEM	Multi-Error-Removed Improved-Terrain DEM	複数誤差成分の分離・除去による全球高精度標高データセット
Meteosat	Meteorological Satellite	EUMETSAT の静止気象衛星
Metop	Meteorological operational satellite	EUMETSAT の極軌道気象現業衛星
MGDSST	Merged satellite and in situ data Global Daily Sea Surface Temperature	気象庁の全球日別海面水温解析（値）
MHS	Microwave Humidity Sounder	マイクロ波水蒸気サウンダ（NOAA, Metop 衛星に搭載）
MJO	Madden Julian Oscillation	マッデン - ジュリアン振動
MLS	Microwave Limb Sounder	マイクロ波リムサウンダ
MODIS	MODerate resolution Imaging Spectroradiometer	中分解能撮像分光放射計（Aqua, Terra 衛星に搭載）
MOVE	Meteorological Research Institute Multivariate Ocean Variational Estimation	気象研究所開発の海洋データ同化システム
MRI.COM	Meteorological Research Institute Community Ocean Model	気象研究所共用海洋モデル
MSM	Meso-Scale Model	気象庁のメソモデル
MSU	Microwave Sounding Unit	マイクロ波探査計（14 号以前の NOAA 衛星に搭載）
MTG	Meteosat Third Generation	EUMETSAT の第三世代静止気象衛星

略語	原語	訳または意味
MTSAT	Multi-functional Transport SATellite	(日本の) 運輸多目的衛星
MWHS	MicroWave Humidity Sounder	マイクロ波水蒸気サウンダ (FY-3 衛星に搭載)
MWRI	Micro-Wave Radiation Imager	マイクロ波イメージャ (FY-3 衛星に搭載)
MYNN	Mellor-Yamada Nakanishi-Niino scheme	Mellor-Yamada-Nakanishi-Niino 境界層スキーム
NASA	National Aeronautics and Space Administration	米国航空宇宙局
NCAR	National Center for Atmospheric Research	米国大気研究センター
NCDC	National Climate Data Center	米国気候データセンター
NCEI	National Centers for Environmental Information	米国環境情報センター
NCEP	National Centers for Environmental Prediction	米国環境予測センター
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	正規化植生指数
NEAR-GOOS	North-East Asian Regional - Global Ocean Observing System	北東アジア地域海洋観測システム
NESDIS	National Environmental Satellite, Data, and Information Service	米国環境衛星・資料情報局
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	米国海洋大気庁
NRL	Naval Research Laboratory	米国海軍研究所
NuSDaS	NWP Standard Dataset System	数値予報標準データセットシステム
NWP SAF	The Satellite Application Facility for Numerical Weather Prediction	数値予報に関する衛星データ処理研究拠点
OFS-WG	Working group on Ocean Forecasting System	海洋予測システム作業部会 (NEAR-GOOS の作業部会)
OMI	Ozone Monitoring Instrument	オゾンモニタリング装置
OMPS	Ozone Mapping and Profiler Suite	オゾン全量と鉛直プロファイル観測装置
OLR	Outgoing Longwave Radiation	大気上端上向き長波放射
OSCAR	Observing Systems Capability Analysis and Review Tool	観測システム能力分析・レビューツール
OSCAT	OceanSat Scatterometer	インドの極軌道衛星搭載のマイクロ波散乱計
OSISAF	Satellite Application Facility on Ocean and Sea Ice	海洋・海氷に関する衛星データ処理研究拠点
OSSE	Observing System Simulation Experiment	観測システムシミュレーション実験
OSTST	Ocean Surface Topography Science Team	海面高度科学チーム
QBO	Quasi-Biennial Oscillation	成層圏準 2 年周期振動
QC	Quality Control	品質管理
QI	Quality Indicator	品質指標
QuikSCAT	Quick SCATterometer	米国の散乱計衛星
RAOBCORE	RAdiosonde OBservation COrrrection using RE-analyses	再解析を用いたラジオゾンデ観測補正
RH	Relative Humidity	相対湿度
RICH	Radiosonde Innovation Composite Homogenization	ラジオゾンデイノベーションの合成による均質化
RIHMI	All-Russian Research Institute for Hydrometeorological Information	全ロシア水文気象学情報研究所
RISE	RICH with Solar Elevation dependent	太陽高度依存を考慮した RICH
RMS	Root Mean Square	二乗平均平方根
RMSD	Root Mean Square Deviation	二乗平均平方根偏差
RMSE	Root Mean Square Error	二乗平均平方根誤差
ROMSAF	Satellite Application Facility on Radio Occultation Meteorology	掩蔽気象学に関する衛星データ処理研究拠点
RSMC	Regional Specialized Meteorological Centre	地域特別気象中枢
RSS	Remote Sensing Systems	リモートセンシングシステムズ (マイクロ波衛星観測データの処理を行う米国の民間調査会社)
RTTOV	Radiative Transfer for TOVS	高速放射伝達モデル
S2S	Subseasonal-to-Seasonal Prediction Project	季節内から季節予測プロジェクト
SAF	Satellite Application Facility	衛星データ処理研究拠点
SAPHIR	Soundeur Atmospherique du Profil d'Humidite Intertropicale par Radiometer	マイクロ波水蒸気探査計 (Megha-Tropiques 衛星に搭載)
Saral	Satellite with ARGOS and ALtiKa	インドの太陽同期準回帰ダウンスカ軌道海洋観測衛星
SCAN	Soil Climate Analysis Network	米国の土壌観測ネットワーク

略語	原語	訳または意味
ScatSat	ScatSat	インドの海洋観測用極軌道衛星
SC-ESMP	Standing Committee on Data Processing for Applied Earth System Modelling and Prediction and Projection	地球システムモデリング予測常設委員会
SC-IMT	Standing Committee on Information Management and Technology	情報管理・技術常設委員会
SCSMEX	South China Sea Monsoon EXperiment	南シナ海モンスーン実験
SEKF	Simplified Extended Kalman Filter	簡略化した拡張カルマンフィルタ
Sentinel	Sentinel	欧米共同運用の海面高度観測衛星
SGLI	Second-generation Global Imager	気候変動観測衛星 GCOM-C1 に搭載された「多波長光学放射計」
SHEBA	the Surface HEat Budget of the Arctic Ocean	北極海表面熱収支観測計画
SHPC	Stochastic Humidity Profile for Convective parametrization	確率的水蒸気プロファイル参照法
SI	Scattering Index	散乱インデックス
SI	Similarity index	類似度
SiB	Simple Biosphere (model)	生物圏モデル
SLA	Sea Level Anomaly	海面高度偏差
SPARC	Stratosphere-troposphere Processes And their Role in Climate	成層圏・対流圏の諸過程と気候影響研究 (WCRP の 4 つのコアプロジェクトの 1 つ)
SPPT	Stochastically Perturbed Parametrization (Physics) Tendency または Stochastic Perturbation of Parametrization (Physics) Tendency	確率的物理過程強制法
SSI	Showalter Stability Index	ショワルター安定指数
SSM/I	Special Sensor Microwave/Imager	マイクロ波放射計 (15 号以前の DMSP 衛星に搭載)
SSM/T-2	Special Sensor Microwave Water Vapor Profiler	マイクロ波水蒸気サウンダ (15 号以前の DMSP 衛星に搭載)
SSMIS	Special Sensor Microwave Imager Sounder	マイクロ波イメージャの機能を持つチャンネルとサウンダの機能を持つチャンネルを搭載した放射計
SST	Sea Surface Temperature	海面水温
SSU	Stratospheric Sounding Unit	成層圏探査計 (14 号以前の NOAA 衛星に搭載)
Suomi-NPP	Suomi National Polar-orbiting Partnership	米国海洋大気庁が運用する極軌道衛星
SV	Singular Vector	特異ベクトル
SWFP	Severe Weather Forecasting Programme	荒天予測計画
SYNOP	surface SYNOPTic observations	地上実況気象通報式
TanDEM-X	TerraSAR-X add-on for Digital Elevation Measurement	TerraSAR-X の同型衛星
TCVitals	Tropical Cyclone Vitals Database	NCEP による熱帯低気圧データベース
TE	Total Energy	全エネルギー
TELSEM	a Tool to Estimate Land Surface Emissivities at Microwave frequencies	マイクロ波周波数帯における地表面射出率推定ツール
TEMP	TEMP	高層実況気象通報式
Terra	Terra	米国の午前軌道地球観測衛星
TerraSAR-X	TerraSAR-X	ドイツの商業合成開口レーダー衛星
TIRA	Task Team for Intercomparison of ReAnalyses	WCRP の再解析相互比較タスクチーム
TIROS	Television and InfraRed Observation Satellite	可視赤外観測衛星
TL	Tangent Linear Model	接線形モデル
TMI	TRMM Microwave Imager	TRMM マイクロ波観測装置 (TRMM 衛星に搭載)
TOFD	Turbulence Orographic Form Drag	乱流地形抵抗
TOVS	TIROS Operational Vertical Sounder	TIROS 実用型鉛直サウンダ (14 号以前の NOAA 衛星に搭載)
TPW	Total Precipitable Water	可降水量
TRMM	Tropical Rainfall Measuring Mission	熱帯降雨観測計画
TRMM-LBA	TRMM Large Scale Biosphere - Atmosphere Experiment in Amazonia	TRMM アマゾン大規模生物圏-大気実験
TT-WDQMS	Task Team on WIGOS Data Quality Monitoring System	WIGOS データ品質監視システムに関するタスクチーム
UCAR	University Corporation for Atmospheric Research	米国の大気研究大学連合

略語	原語	訳または意味
UGROW	Understanding systematic error GROWth from hours to seasons ahead	数時間から季節に至るまでの系統的誤差成長の理解 (ECMWF 内部のプロジェクト)
UKMO	United Kingdom Met Office	英国気象局
USGS	United States Geological Survey	米国地質調査所
UTC	Coordinated Universal Time または Temps Universel Coordonné (フランス語)	協定世界時
VarBC	Variational Bias Correction	変分法バイアス補正
VTPR	Vertical Temperature Profile Radiometer	赤外気温サウンダ (5号以前の NOAA 衛星に搭載)
VIIRS	Visible Infrared Imager Radiometer Suite	可視赤外放射計
WCRP	World Climate Research Programme	WMO の世界気候研究計画
WDAC	WCRP Data Advisory Council	WCRP データ諮問会議
WDCGG	World Data Centre for Greenhouse Gases	温室効果ガス世界資料センター
WENS	Wave ENsemble prediction System	波浪アンサンブル予報システム
WGNE	Working Group on Numerical Experimentation	世界気象機関大気科学委員会 (WMO/CAS) の数値実験作業部会
WIGOS	WMO Integrated Global Observing System	WMO 統合全球観測システム
WindSat	Wind Satellite	海上風測定用の多偏波マイクロ波イメージャ
WMO	World Meteorological Organization	世界気象機関
WWRP	World Weather Research Programme	世界天気研究計画
理研 AIP	RIKEN Center for Advanced Intelligence Project	理化学研究所革新知能統合研究センター

付録 B 本報告で使した表記と統計的検証に用いる代表的な指標

本報告で使した表記と統計的検証に用いる代表的な指標などについて以下に説明する。

B.1 本報告で用いた表記

B.1.1 分解能の表記について

本報告では、全球モデルの分解能について、xx を水平方向の切断波数、yy を鉛直層数として、「TxxLyy」と表記する。また、セミラグランジアンモデルで線形格子 (北川 2005) を用いる場合は「TLxxLyy」、二次格子 (氏家ほか 2019) を用いる場合には「TQxxLyy」と表記する。北緯 30 度において、TQ959 は約 13km 格子、TL959 は約 20km 格子、TL479 は約 40km 格子、TL319 は約 55km 格子、TL159 は約 110km 格子、TQ479 は約 27km 格子、TQ319 は約 40km 格子に相当する。

B.1.2 時刻の表記について

本報告では、時刻を表記する際に、通常国内で用いられている日本標準時 (JST: Japan Standard Time) のほかに、協定世界時 (UTC: Coordinated Universal Time) を用いている。数値予報では国際的な観測データの交換やプロダクトの利用などの利便を考慮して、時刻は UTC で表記されることが多い。JST は UTC に対して 9 時間進んでいる。また、単に「時」を用いる場合は、日本標準時を意味する。

B.1.3 予測時間の表記について

数値予報では、統計的な検証や事例検証の結果を示す際に、予報対象時刻のほかに、初期時刻からの経過時間を予報時間 (FT: Forecast Time¹) として表記している。

本報告では、予報時間を

「予報時間」=「予報対象時刻」-「初期時刻」で定義し、例えば、6 時間予報の場合、FT=6 と表記しており、時間の単位 [h] を省略している。

B.1.4 アンサンブル予報の表記について

アンサンブル予報では、複数の予測の集合 (アンサンブル) を統計的に処理し、確率予測などの資料を作成する。本報告では、予測の集合の平均を「アンサンブル平均」、個々の予測を「メンバー」と呼ぶ。また、摂動を加えているメンバーを「摂動ラン」、摂動を加えていないメンバーを「コントロールラン」と呼ぶ。全メンバーの数に対する、予測がある閾値を超える (または下回る) メンバーの数の割合を超過確率と呼ぶ。

B.1.5 緯度、経度の表記について

本報告では、緯度、経度について、アルファベットを用いて例えば「北緯 40 度、東経 130 度」を「40°N, 130°E」、「南緯 40 度、西経 130 度」を「40°S, 130°W」などと略記する。

B.2 統計的検証に用いる代表的な指標

B.2.1 平均誤差、二乗平均平方根誤差、誤差の標準偏差、改善率

予測誤差を表す基本的な指標として、平均誤差 (ME: Mean Error、バイアスと表記する場合もある) と二乗平均平方根誤差 (RMSE: Root Mean Square Error) がある。これらは次式で定義される。

$$ME \equiv \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - a_i) \quad (B.2.1)$$

$$RMSE \equiv \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - a_i)^2} \quad (B.2.2)$$

ここで、 N は標本数、 x_i は予測値、 a_i は実況値である。ME は予測値の実況値からの偏りの平均であり、0 に近いほど実況からのずれが小さいことを示す。RMSE は最小値の 0 に近いほど予測が実況に近いことを示す。

RMSE は ME の寄与とそれ以外を分離して、

$$RMSE^2 = ME^2 + \sigma_e^2 \quad (B.2.3)$$

$$\sigma_e^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - a_i - ME)^2 \quad (B.2.4)$$

と表すことができる。 σ_e は誤差の標準偏差である。

本報告では、予測に改良を加えた際の評価指標として、RMSE の改善率 (%) を用いる場合がある。RMSE の改善率は次式で定義される。

$$RMSE \text{ 改善率} \equiv \frac{RMSE_{\text{cntl}} - RMSE_{\text{test}}}{RMSE_{\text{cntl}}} \times 100 \quad (B.2.5)$$

$$(RMSE \text{ 改善率} \leq 100)$$

ここで、 $RMSE_{\text{cntl}}$ は基準となる予測の、 $RMSE_{\text{test}}$ は改良を加えた予測の RMSE である。

B.2.2 スプレッド

スプレッドは、アンサンブル予報のメンバーの広がりを示す指標であり、次式で定義される。

$$\text{スプレッド} \equiv \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left(\frac{1}{M} \sum_{m=1}^M (x_{mn} - \bar{x}_n)^2 \right)} \quad (B.2.6)$$

¹ 英語圏では Forecast Range などと記述されることも多い。

ここで、 M はアンサンブル予報のメンバー数、 N は標本数、 x_{mn} は m 番目のメンバーの予測値、 $\bar{x}_n$ は

$$\bar{x}_n \equiv \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M x_{mn} \quad (\text{B.2.7})$$

で定義されるアンサンブル平均である。

B.2.3 アノマリー相関係数

アノマリー相関係数 (ACC: Anomaly Correlation Coefficient) とは、予測値の基準値からの偏差 (アノマリー) と実況値の基準値からの偏差との相関係数であり、次式で定義される。

$$\text{ACC} \equiv \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X}) (A_i - \bar{A})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^N (A_i - \bar{A})^2}} \quad (-1 \leq \text{ACC} \leq 1) \quad (\text{B.2.8})$$

ただし、

$$X_i = x_i - c_i, \quad \bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \quad (\text{B.2.9})$$

$$A_i = a_i - c_i, \quad \bar{A} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_i \quad (\text{B.2.10})$$

である。ここで、 N は標本数、 x_i は予測値、 a_i は実況値、 c_i は基準値である。基準値としては気候値を用いることが多い。アノマリー相関係数は予測と実況の基準値からの偏差の相関を示し、基準値からの偏差の増減のパターンが完全に一致している場合には最大値の 1 をとり、相関が全くない場合には 0 をとり、逆に完全にパターンが反転している場合には最小値の -1 をとる。なお、アノマリー相関係数や ME, RMSE の解説は、梅津ほか (2013) を参照していただきたい。

B.3 カテゴリー検証で用いる指標

カテゴリー検証では、まず、対象となる現象の有無を予測と実況それぞれについて判定し、その結果により標本を分類する。そして、それぞれのカテゴリーに分類された事例数を基に、予測の特性を検証するという手順を踏む。

B.3.1 分割表

分割表は、カテゴリー検証においてそれぞれのカテゴリーに分類された事例数を示す表 (表 B.3.1) である。付録 B.3.2 から B.3.12 に示す各スコアは、表 B.3.1 に示される各区分の事例数を用いて定義される。また、以下では全事例数を $N = \text{FO} + \text{FX} + \text{XO} + \text{XX}$ 、実況「現象あり」の事例数を $M = \text{FO} + \text{XO}$ 、実況「現象なし」の事例数を $X = \text{FX} + \text{XX}$ と表す。

表 B.3.1 カテゴリー検証で用いる分割表。FO, FX, XO, XX はそれぞれの事例数を示す。

		実況		計
		あり	なし	
予測	あり	適中 (FO)	空振り (FX)	FO+FX
	なし	見逃し (XO)	適中 (XX)	XO+XX
計		M	X	N

B.3.2 適中率

適中率は、予測が適中した割合であり、次式で定義される。

$$\text{適中率} \equiv \frac{\text{FO} + \text{XX}}{N} \quad (0 \leq \text{適中率} \leq 1) \quad (\text{B.3.1})$$

最大値の 1 に近いほど予測の精度が高いことを示す。

B.3.3 空振り率

空振り率は、予測「現象あり」の事例数に対する空振り (予測「現象あり」かつ実況「現象なし」) の割合であり、次式で定義される。

$$\text{空振り率} \equiv \frac{\text{FX}}{\text{FO} + \text{FX}} \quad (0 \leq \text{空振り率} \leq 1) \quad (\text{B.3.2})$$

最小値の 0 に近いほど空振り率が小さいことを示す。本報告では分母を FO+FX としているが、代わりに N として定義する場合もある。

B.3.4 見逃し率

見逃し率は、実況「現象あり」の事例数に対する見逃し (実況「現象あり」かつ予測「現象なし」) の割合であり、次式で定義される。

$$\text{見逃し率} \equiv \frac{\text{XO}}{M} \quad (0 \leq \text{見逃し率} \leq 1) \quad (\text{B.3.3})$$

最小値の 0 に近いほど見逃し率が小さいことを示す。本報告では分母を M としているが、代わりに N として定義する場合もある。

B.3.5 捕捉率

捕捉率 (H_r : Hit Rate, POD (Probability Of Detection) と呼ばれる) は、実況「現象あり」のときに予測が適中した割合であり、次式で定義される。

$$H_r \equiv \frac{\text{FO}}{M} \quad (0 \leq H_r \leq 1) \quad (\text{B.3.4})$$

最大値の 1 に近いほど見逃し率が小さいことを示す。捕捉率は、ROC 曲線 (付録 B.4.3) のプロットに用いられる。

B.3.6 体積率

体積率 (V_r : Volume Ratio) は、全事例のうち予測の「現象あり」の事例の割合を示す。

$$V_r \equiv \frac{\text{FO} + \text{FX}}{N} \quad (\text{B.3.5})$$

複数の予測の捕捉率が等しい場合、体積率が小さい予測ほど空振り率が小さい良い予測と言える。

B.3.7 誤検出率

誤検出率 (F_r : False Alarm Rate) は、実況「現象なし」のときに予測が外れた割合である。空振り率 (B.3.2) 式とは分母が異なり、次式で定義される。

$$F_r \equiv \frac{FX}{X} \quad (0 \leq F_r \leq 1) \quad (\text{B.3.6})$$

最小値の 0 に近いほど、空振り率が小さく予測の精度が高いことを示す。誤検出率は捕捉率 (付録 B.3.5) とともに ROC 曲線 (付録 B.4.3) のプロットに用いられる。

B.3.8 バイアスコア

バイアスコア (BI: Bias Score) は、実況「現象あり」の事例数に対する予測「現象あり」の事例数の比であり、次式で定義される。

$$BI \equiv \frac{FO + FX}{M} \quad (0 \leq BI) \quad (\text{B.3.7})$$

予測と実況で「現象あり」の事例数が一致する場合に 1 となる。1 より大きいほど予測の「現象あり」の頻度が過大、1 より小さいほど予測の「現象あり」の頻度が過小であることを示す。

B.3.9 気候学的出現率

現象の気候学的出現率 P_c は、標本から見積もられる「現象あり」の平均的な出現確率であり、次式で定義される。

$$P_c \equiv \frac{M}{N} \quad (0 \leq P_c \leq 1) \quad (\text{B.3.8})$$

この量は実況のみから決まり、予測の精度にはよらない。予測の精度を評価する際の基準値の設定にしばしば用いられる。

B.3.10 スレットスコア

スレットスコア (TS: Threat Score) は、予測または実況で「現象あり」の場合の予測適中事例数に着目して予測精度を評価する指標であり、次式で定義される。

$$TS \equiv \frac{FO}{FO + FX + XO} \quad (0 \leq TS \leq 1) \quad (\text{B.3.9})$$

出現頻度の低い現象 ($N \gg M$ 、したがって、 $XX \gg FO$, FX , XO となって、予測「現象なし」による寄与だけで適中率が 1 に近い現象) について XX の影響を除いて検証するのに有効である。本スコアは最大値の 1 に近いほど予測の精度が高いことを示す。なお、スレットスコアは現象の気候学的出現率の影響を受けやすく、異なる標本や出現率の異なる現象に対する予測の精度を比較するのには適さない。この問題を緩和するため、次項のエクイタブルスレットスコアなどが考案されている。

B.3.11 エクイタブルスレットスコア

エクイタブルスレットスコア (ETS: Equitable Threat Score) は、前項のスレットスコアが現象の気候学的出現率の影響を受けやすいため、気候学的な確率で「現象あり」が適中した頻度を除いて求めたスレットスコアであり、次式で定義される (Schaefer 1990)。

$$ETS \equiv \frac{FO - S_f}{FO + FX + XO - S_f} \quad \left(-\frac{1}{3} \leq ETS \leq 1\right) \quad (\text{B.3.10})$$

ただし、

$$S_f = P_c(FO + FX) \quad (\text{B.3.11})$$

である。ここで、 S_f は「現象あり」をランダムに $FO+FX$ 回予測した場合 (ランダム予測) の「現象あり」の適中事例数である。本スコアは、最大値の 1 に近いほど予測の精度が高いことを示す。また、ランダム予測で 0 となり、 $FO=XX=0$, $FX=XO=N/2$ の場合に最小値 $-1/3$ をとる。

B.3.12 スキルスコア

スキルスコア (Skill Score) は気候学的確率などによる予測の難易を取り除いて、予測の技術力を評価する指数であり、一般に次式のように定義される。

$$\text{スキルスコア} \equiv \frac{S_{\text{fcst}} - S_{\text{ref}}}{S_{\text{pfct}} - S_{\text{ref}}} \quad (\text{B.3.12})$$

ここで、 S_{fcst} , S_{pfct} , S_{ref} は、評価対象の予測・完全予測・比較の基準となる予測 (気候学的確率など) の各スコア (適中率) である。本スコアは、最大値の 1 に近いほど予測の精度が高いことを示し、比較の基準となる予測よりも精度が劣る場合、負の値となる。

代表的なスキルスコアは Heidke のスキルスコア (HSS: Heidke Skill Score) で、気候学的な確率で「現象あり」および「現象なし」が適中した頻度を除いて求める適中率であり、次式で定義される。

$$HSS \equiv \frac{FO + XX - S}{N - S} \quad (-1 \leq HSS \leq 1) \quad (\text{B.3.13})$$

ただし、

$$S = P_c(FO + FX) + P_x(XO + XX),$$
$$P_x = \frac{X}{N} \quad (\text{B.3.14})$$

である。ここで、 P_x は「現象なし」の気候学的出現率、 S は「現象あり」を $FO+FX$ 回 (すなわち、「現象なし」を残りの $XO+XX$ 回) ランダムに予測した場合 (ランダム予測) の適中事例数である。HSS は、最大値の 1 に近づくほど精度が高く、ランダム予測で 0 となり、 $FO=XX=0$, $FX=XO=N/2$ の場合に最小値 -1 をとる。前項のエクイタブルスレットスコアもスキルスコアの一つで、Gilbert Skill Score と呼ばれている。

B.4 確率予測に関する指標など

B.4.1 ブライアスコア

ブライアスコア (BS: Brier Score) は、確率予測の統計検証の基本的指標である。ある現象の出現確率を対象とする予測について、次式で定義される。

$$BS \equiv \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (p_i - a_i)^2 \quad (0 \leq BS \leq 1) \quad (\text{B.4.1})$$

ここで、 p_i は確率予測値 (0 から 1)、 a_i は実況値 (現象ありで 1、なしで 0)、 N は標本数である。BS は完全に適中する決定論的な ($p_i=0$ または 1 の) 予測 (完全予測と呼ばれる) で最小値の 0 をとり、0 に近いほど予測の精度が高いことを示す。また、現象の気候学的出現率 P_c ((B.3.8) 式) を常に確率予測値とする予測 (気候値予測と呼ばれる) のブライアスコア BS_c は

$$BS_c \equiv P_c(1 - P_c) \quad (\text{B.4.2})$$

となる。ブライアスコアは、現象の気候学的出現率の影響を受けるため、異なる標本や出現率の異なる現象に対する予測の精度を比較するのには適さない。例えば上の BS_c は P_c 依存性を持ち、同じ予測手法 (ここでは気候値予測) に対しても P_c の値に応じて異なる値をとる (Stanski et al. 1989)。この問題を緩和するため、次項のブライアスキルスコアが考案されている。

B.4.2 ブライアスキルスコア

ブライアスキルスコア (BSS: Brier Skill Score) は、ブライアスコアに基づくスキルスコアであり、通常気候値予測を基準とした予測の改善の度合いを示す。本スコアは、ブライアスコア BS、気候値予測によるブライアスコア BS_c を用いて

$$BSS \equiv \frac{BS_c - BS}{BS_c} \quad (BSS \leq 1) \quad (\text{B.4.3})$$

で定義され、完全予測で 1、気候値予測で 0、気候値予測より誤差が大きいと負となる。

B.4.3 ROC 曲線、ROC 面積、ROC 面積スキルスコア

現象の予測出現確率にある閾値を設定し、これを予測の「現象あり」「現象なし」を判定する基準とすることが可能である。様々な閾値それぞれについて作成した分割表を基に、閾値が変化するときの F_r-H_r 平面上の軌跡をプロットしたものが ROC 曲線 (ROC curve: Relative Operating Characteristic curve、相対作用特性曲線) である (図 B.4.1 参照、高野 2002 などに詳しい)。平面内の左上方の領域では $H_r > F_r$ であり、平面の左上側に膨らんだ ROC 曲線特性を持つ確率予測ほど精度が高いものと見なせる。したがって、ROC 曲線から下の領域 (図 B.4.1 灰色の領域) の面積 (ROCA: ROC

Area、ROC 面積) は、情報価値の高い確率予測ほど大きくなる。ROC 面積スキルスコア (ROCASS: ROC Area Skill Score) は、情報価値のない予測 ($H_r = F_r$) を基準として ROC 面積を評価するものであり、次式で定義される。

$$ROCASS \equiv 2(ROCA - 0.5) \quad (-1 \leq ROCASS \leq 1) \quad (\text{B.4.4})$$

本スコアは、完全予測で最大値の 1 をとる。また、情報価値のない予測 (例えば、区間 $[0, 1]$ から一様ランダムに抽出した値を確率予測値とする予測など) では 0 となる。

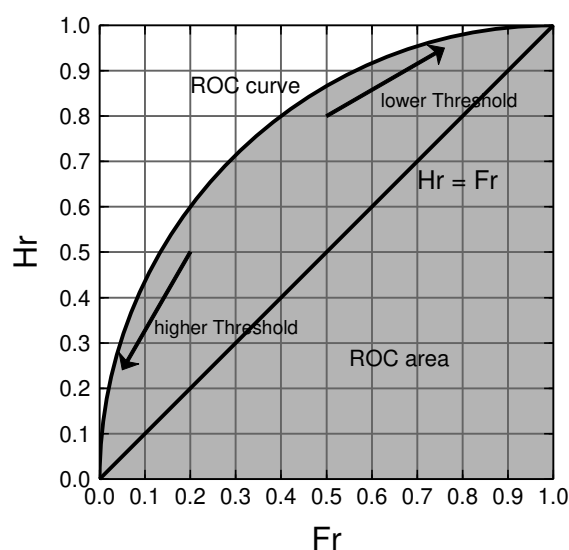


図 B.4.1 ROC 曲線の模式図。横軸は F_r 、縦軸は H_r である。灰色の領域の面積が ROC 面積である。

参考文献

- 北川裕人, 2005: 全球・領域・台風モデル. 平成 17 年度 数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 38-43.
- Schaefer, J. T., 1990: The critical success index as an indicator of warning skill. *Wea. Forecasting*, **5**, 570-575.
- Stanski, H. R., L. J. Wilson, and W. R. Burrows, 1989: Survey of common verification methods in meteorology. *Research Rep.*, **89-5**, Forecast Research Division, Atmospheric Environment Service, Environment Canada, 114 pp.
- 高野清治, 2002: アンサンブル予報の利用技術. 気象研究ノート, **201**, 73-103.
- 氏家将志, 堀田大介, 黒木志洸, 2019: スペクトラルブロッッキングの軽減. 数値予報課報告・別冊第 65 号, 気象庁予報部, 25-29.

梅津浩典, 室井ちあし, 原旅人, 2013: 検証指標. 数値予報課報告・別冊第 59 号, 気象庁予報部, 6-15.