

第2章 観測データと品質管理

2.1 はじめに¹

第1章で述べた通り、数値予報を行うには、まず現実の大気状態を解析して、その状態を規則正しく配置された格子点の値で表す「初期値」を作成すること（初期値解析）が必要である。このためには、解析対象となる時刻（解析時刻）の現実の大気状態を正しく反映した、各種（気象）観測データが必要である。現在の数値予報では、世界各国の気象機関や宇宙機関（衛星運用機関）などの様々な機関から観測データをリアルタイムで取得し、各種品質管理によって誤データを排除した上で、初期値解析に活用している。

本章では、気象庁における全球、メソ、局地数値予報システムの初期値解析（全球解析、メソ解析、局地解析）などで活用される観測データとその品質管理について概説する。

2.2 観測の種類

図2.2.1に、初期値解析で利用される各種観測測器や、測器を搭載する衛星などを示す。観測は大きく分けて直接観測とリモートセンシング（遠隔観測）に分類できる。リモートセンシングには、地上に設

置された測器による地上リモートセンシングと人工衛星搭載の測器による衛星リモートセンシングがある。衛星リモートセンシングに用いられる衛星は、静止衛星と低軌道衛星とに大きく分けられる。このうち低軌道衛星には、気象機関などが運用する現業衛星のほか、試験研究機関や宇宙機関が運用する研究開発衛星がある。疑似観測は、実際の観測で得られたものでない情報を初期値解析で利用するために人工的に作成される、観測を模したものである。

2.2.1 直接観測

ある場所の大気状態を実際にその場で測ることを直接観測と言う。直接観測には、各地の気象台などによる地上観測や船舶・漂流ブイによる海上観測、ラジオゾンデによる高層観測、商用航空機などによる航空機観測が含まれる。近年は、このうち、航空機観測のデータ数が大きく増大してきている。これは、世界各国の気象機関と民間航空会社との間の連携が進み、より多くの航空機の観測データが利用可能になってきたことを背景としている。



図 2.2.1 気象庁の数値予報の初期値解析で用いられる各種観測測器や測器を搭載する衛星など（2012 年 7 月現在）

¹ 第 2 章 佐藤 芳昭

2.2.2 リモートセンシング

観測をしたい場所に対して、離れたところから電磁波などを用いて間接的に観測を行う手法をリモートセンシングと言う。

地上に測器を置く地上リモートセンシングには、気象（ドップラー）レーダーやウインドプロファイラ、地上GNSS²などがある。このうち地上GNSSは、GNSS衛星から発信され大気中を通過した電波を地上のGNSS受信機で受信し、水蒸気の影響による電波の受信時間の遅れを基に鉛直積分水蒸気量（可降水量）を推定するものである。

人工衛星から地球を観測する衛星リモートセンシングでは、多種多様な観測が行われている。WMO(2012)によれば、全球数値予報の予報誤差の軽減に現状最も寄与している測器は米国のNOAA衛星や欧州のMetop衛星などに搭載されているサウンダ（鉛直探査計）で、気温や水蒸気の鉛直分布に関する情報を得ることができる。また、静止衛星などによる連続画像を基に、大気や雲などのパターンの移動を追跡することにより算出される大気追跡風(AMV³)も寄与が大きい。近年はGNSS掩蔽観測(GNSS-RO⁴)も数値予報に重要なデータとされるようになってきた。この理由は、GNSS-ROがその観測原理から、地球上どこでも均質な精度のデータが得られるためである。その他、大気下層の水蒸気量に関する情報が得られるマイクロ波イメージャや、海上の風向風速が得られるマイクロ波散乱計、大気中層の水蒸気量に関する情報が得られる（静止衛星の水蒸気に感度を持つチャンネルの）晴天放射輝度温度(CSR⁵)などが数値予報で利用されている。

2.2.3 疑似観測

人間の手による主観解析の結果など、実際の観測で得られたものでない大気に関する情報を初期値解析で利用するために人工的に作成される観測を模したものを、疑似観測と言う。現在、気象庁の初期値解析で疑似観測データとして利用されているのは、台風ボーガスのデータのみである。

台風ボーガスは、気象庁予報部で解析される熱帯低気圧(TC)の情報（中心位置(TCLoc)、中心気圧、強風半径など）を初期値解析で利用するための手法（もしくはそのデータ）である。ボーガスの作成は、①理想的な概念モデルに前述のTCに関する情報を

適用して軸対象のTC構造を推定、②これに数値予報で得られる非軸対象構造の情報を加えてTC周辺の気圧や風の三次元分布を算出、③この中からいくつかの地点のデータを抽出、④抽出データを観測データの形式に変換するという一連の手続きで行われる。ボーガスデータの配置場所と要素は、全球解析の場合、第一推定値のTC中心とTCLocに海面気圧、TCLocから半径200km程度の円周上4点に海面気圧と風向風速（風向風速は鉛直プロファイルとして与えられる）である（図2.2.2）。なお、第一推定値のTC進路予報誤差が大きい場合には、さらに外側の円周上に海面気圧と風向風速が追加的に配置され、台風周辺の大気場の修正に利用される。詳細は岡垣(2010)を参照されたい。

台風ボーガスは、数値予報で利用可能な観測データの少ない熱帯海洋上で発生する台風周辺の大気の解析精度を上げるために導入されているものであるが、概念モデルに基づいて人工的に作成されたデータであるため、必ずしも現実の台風構造を表現してはいない。特に、台風発生直後などの目のはっきりしない状況では、TCLocの解析精度自体が低いことがある。このような場合には、ボーガスデータと現実との乖離が大きくなり、それを利用した大気の解析精度が低くなる可能性がある。

台風ボーガスの作成条件は、気象庁の担当領域（北緯0-60度、東経100-180度）に熱帯低気圧があって、その熱帯低気圧に対して海上風警報⁶（ないしその上位の警報）が発表されたときである。ボーガスデータは、これらの条件に該当したときから（それ以前になかったデータが）与えられ始めることになる。このため、ボーガスデータ利用開始直後の初

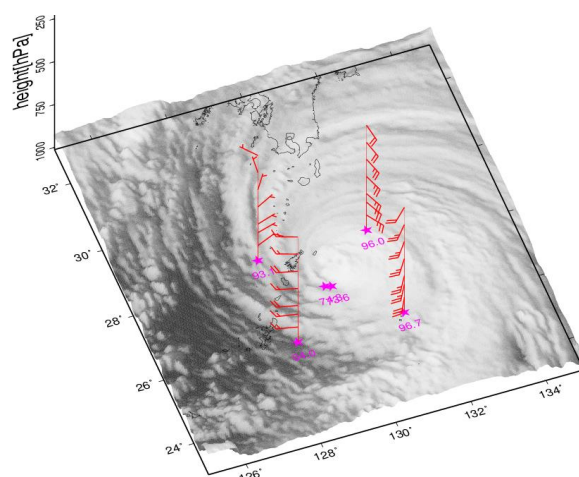


図 2.2.2 台風ボーガスの配置例（2012 年 6 月 18 日 18UTC）、★が海面気圧を、矢羽が風の鉛直プロファイルを示す。背景は、MTSAT-2 による赤外画像。

² GNSS: 全球航法衛星システム(Global Navigation Satellite Systems)、米国の全球測位システム GPS (Global Positioning System)を含む国際的な測位衛星システムの総称

³ AMV: Atmospheric Motion Vector

⁴ RO: Radio Occultation

⁵ CSR: Clear Sky Radiance

⁶ 海上で風速が 28kt 以上 34kt 未満の状態に既になっているか、または今後 24 時間以内にその状態になると予想される場合に発表される警報

表 2.3.1 各種観測で得られる物理量

	種 別	通報式・略号・等	気 圧	気 温	風	湿 度	降 水 量	可 降 水 量	放 射 輝 度	屈 折 率・ 角	そ の 他	その他の 補足
直接観測	地上観測	SYNOP	○	○	○	○	○				○	日射量など
	地上自動観測	AMeDAS		○	○		○				○	日射量など
	海上観測	SHIP, BUOY	○	○	○						○	海面水温など
	航空機観測	AMDAR, ACARS, AIREP	○	○	○	*1						
	高層観測	TEMP	○	○	○	○						
	高層風観測	PILOT	○		○							
地上 リモート センシング	ウインドプロファイラ	WPR			△						○	ドップラー速度など
	気象レーダー	WR				△					○	反射強度など
	気象ドップラーレーダー	WDR			△						○	ドップラー速度など
	解析雨量	R/A					○					
	地上GNSS	GNSS-PWV						△			○	電波遅延量
疑似観測	台風ボーガス	TY-Bogus	△		△						○	台風位置・強度など
静止衛星	大気追跡風	AMV			△							
	晴天放射輝度温度	CSR							○			
低軌道 衛星	極域大気追跡風	Polar-AMV			△							
	マイクロ波サウンダ	MW Sounder		△		△			○			
	赤外サウンダ	IR Sounder		△		△			○		△	オゾン量など
	マイクロ波イメージャ	MW Imager					△	△	○		△	海面水温など
	マイクロ波散乱計	SCAT			△						○	散乱断面積
	GNSS掩蔽観測	GNSS-RO								△	○	電波遅延量

○: 観測物理量、△: 観測物理量から算出(推定)される物理量、赤字は初期値解析に利用されているデータ

*1: 近年精度の良い航空機搭載湿度センサーが開発され、搭載が推奨されつつあるが、まだ数は少ない

期値解析精度が不安定になり、急に台風の発達予想が変わることがあるので、これも注意が必要である。

2.3 観測で得られる物理量

表2.3.1に各種観測から得られる物理量、及びその観測データを用いて推定される物理量を示す。

直接観測は、気圧や気温、風、湿度(比湿)など数値予報モデルの予報変数を直接観測するものが多く、従来から初期値解析に用いられてきた。

リモートセンシングでは、放射輝度やドップラー速度、反射強度、屈折率等、予報変数ではない物理量を観測するものが多い。従来はこれらの物理量は初期値解析で直接利用できなかったため、予報変数である何らかの物理量に変換され、利用されてきた。現在は、第3章で述べるデータ同化の高度化により、予報変数ではない物理量も直接初期値解析に利用できるようになってきたので、必ずしも変換処理は行われていない。例えばサウンダについて、従来は観測輝度温度から気温や水蒸気の鉛直プロファイルを推定していたが、現在はそのような推定処理は行われておらず、輝度温度が直接初期値解析に利用されている。これにより、この推定アルゴリズムの開発にかかる期間が必要なくなり、サウンダの運用開始後早期から、これらの輝度温度データを利用できるようになった。

2.4 観測の分布

2.4.1 水平分布

図2.4.1に2012年6月12日00UTCの前後3時間に観測された観測データの水平分布を示す。A)～E)は地上直接観測、及び地上リモートセンシングデータ、F)～L)は衛星リモートセンシングデータで、黒以外の色でプロットされたデータは実際に全球解析で利用されたデータを示し、黒は利用されなかったデータを示す。

A)は観測所などによって行われている地上観測で、陸上の大半に密に分布しているが、アフリカやシベリアなどでは観測密度が低い。B)は船舶(青)や漂流ブイ(橙)で得られる海上観測で、海洋上に広く分布しており、特に北大西洋で観測密度が高い。C)はラジオゾンデによる高層観測で、上空の気温、風、湿度データが得られるが、ほとんどが陸上に分布している。またアフリカでは非常に数が少ない。なお、海洋上では気象観測船や、北海油田などの洋上プラットフォームなどによって観測が実施されている。D)はパイロットバルーン(測風気球、橙)やウインドプロファイラ(青)で得られる上空の風観測である。ウインドプロファイラは現在、日本のほか、米国や欧州、香港に展開されている。E)は航空機による観測(青)、及び疑似観測(赤)の分布を示している。航空機観測は全世界から広く得られる。ただし、観測高度は限定的であり、その多くは

航空機の巡航高度である10,000m付近の観測である。これらの航空機が下層を飛行するのは離着陸時に限られるため、対流圏下層のデータは空港近傍でしか得られない。航空機では通常気温や風が観測されているが、水蒸気の観測は非常に少ない。疑似観測

は、台風周辺に配置される台風ボーガスのデータである。

F)~L)は衛星データで、色によりその測器を搭載する衛星を区別している。F)はマイクロ波散乱計による観測の分布で、欧州の極軌道衛星Metop-2に搭

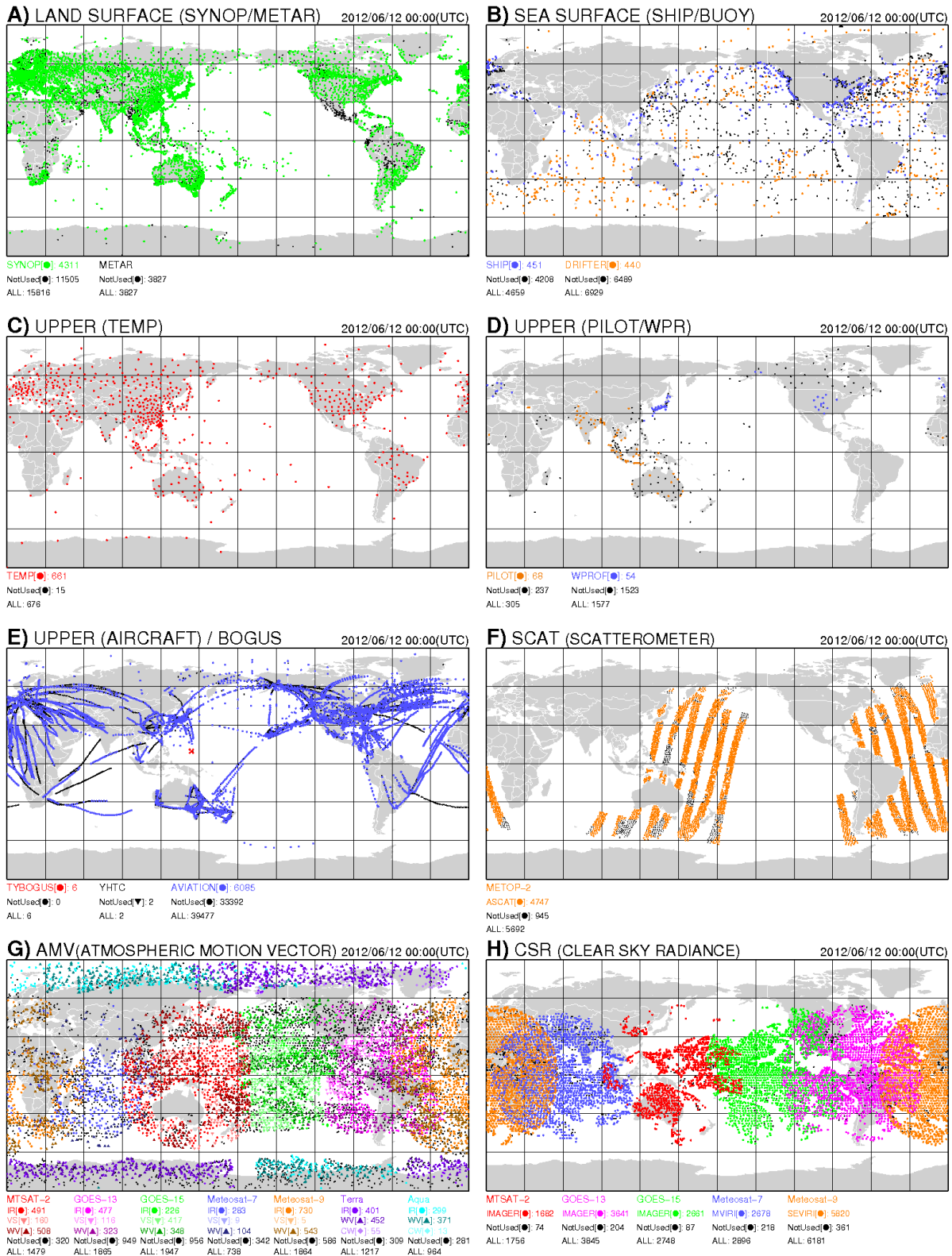


図 2.4.1 2012 年 6 月 12 日 00UTC の前後 3 時間の観測データの水平分布

7 低軌道衛星のうち、北極から南極を周回するような衛星。

とで、およその観測可能範囲を示した。REFRHの観測可能範囲は日本を広く覆っているが、WRが整備されていない大東島地方や小笠原諸島でデータが得られない。Cはドップラー速度データ(DPV)の水平分布である。DPVは気象ドップラーレーダー(WDR¹⁰)のほか、空港気象ドップラーレーダー(DRAW¹¹)からも得ることができる。DPVはREFRHよりも観測範囲が狭く、WDRの場合、半径150km以内、DRAWの場合は半径120km以内となっている。図では図2.4.2Bと同様の手法で、およその観測可能範囲を示した。現在はREFRHで述べた地域のほか、東北地方や奄美地方でデータの空白域がある。これらは秋田WR¹²及び名瀬WRのWDR化及びその利用開始により、近年中に解消される見込みである。

2.4.2 鉛直分布

表2.4.1に、各観測の観測対象となる高度の、およその分布を示した。地上GNSSは全層積算の水蒸気量であるが、水蒸気の分布が対流圏下層で密なため、対流圏下層の影響が大きい。また、放射輝度温度は本来全層積算量であるが、ここでは周波数の特性により感度があるとされる高度を示した。現状中間圏で観測データが得られるのは衛星搭載サウンダやGNSS掩蔽観測のみである。一方、衛星観測では、特に陸上における大気下層の情報は、計算が複雑なため、なかなか得られない。

2.4.3 観測時刻分布

以前は、毎日決まった時刻に観測を行う定時観測が主体であったが、現在では各種リモートセンシングによる連続観測や、飛行機・船舶等の不定期観測等の非定時観測が多くなっている。定時観測には、通常毎日00UTCと12UTCに実施される高層(風)観測などがある。

極軌道衛星は多くがその公転面と太陽に向かう方向がなす角が一定(太陽同期)であるため、地球上から見ると常に一定の地方時で上空を通過しているように見える。これらの極軌道衛星観測データを地球の自転成分を差し引いて描くと、図2.4.3のようになる。ここで、図中の数字が地方時に該当する。例えばMetop-2衛星は地方時で10時と22時頃に、NOAA-18衛星は15時と03時頃にそれぞれ上空を通過し、観測を行う。なお図2.4.3下段に示したTRMM衛星は太陽非同期衛星で、その公転面が太陽に向かう方向となす角は時間とともに

表 2.4.1 各観測データの観測対象高度の分布
(衛星輝度温度の場合は感度のある高度)

	種 別	地表	対流圏下層	対流圏上層	成層圏	中間圏	全層積算
直接観測	地上(自動)観測	○					
	海上観測	△					
	航空機観測	▽	▽	○			
	高層観測	○	○	○	○		
	高層風観測	○	○	○	○		
地上リモートセンシング	ウインドプロファイラ		○	○			
	気象レーダー		○				
	気象ドップラーレーダー		○				
	解析雨量	○					
	地上GNSS						○
疑似観測	台風ボーガス	○	○	○			
静止衛星	大気追跡風		△	○			
	晴天放射輝度温度			○			
低軌道衛星	極域大気追跡風		△	○			
	マイクロ波サウンダ	*1	△	○	○	○	
	赤外サウンダ	*1	△	○	○	○	
	マイクロ波イメージャ	○	△				
	マイクロ波散乱計	△					
	GNSS掩蔽観測			○	○	○	

△:海上のみ, ▽:空港近傍のみ

*1: 地表に感度はあるが、地表面の細かな影響を受けることから、その計算は非常に複雑であり、利用できていない

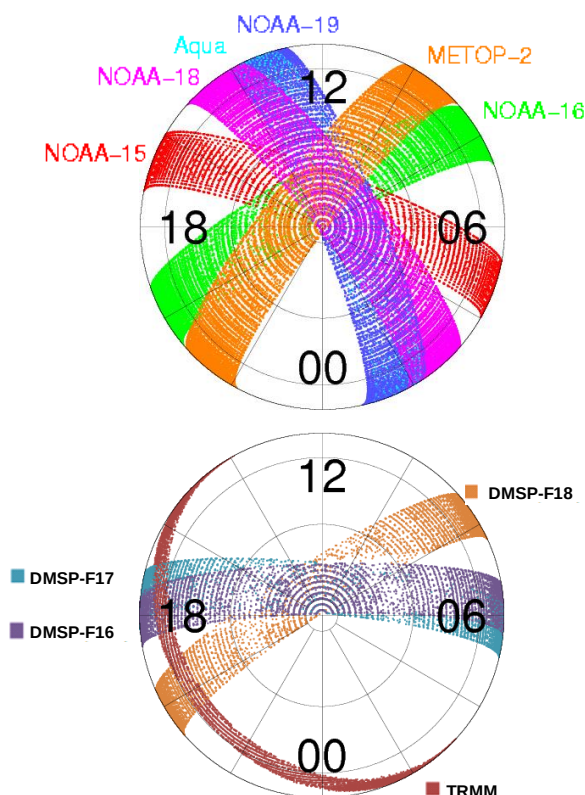


図 2.4.3 衛星の観測範囲を、地球の自転成分を差し引いて北極上空から眺めた様子。図中の数字が地方時に相当する。上段がマイクロ波気温サウンダ搭載衛星、下段がマイクロ波イメージャ搭載衛星(2012年1月1日現在)。

¹⁰ WDR: Weather Doppler Radar

¹¹ DRAW: Doppler Radar for Airport Weather

¹² 秋田 WR は、2012 年 3 月に WDR 化され、同年 10 月より数値予報で利用開始された。

にずれていくため、地球上から見ても、上空通過時刻（＝観測時刻）は日々異なっている。

2.5 観測データ取得時間分布

当然のことながら、各種観測データを初期値解析で利用するためには、解析処理開始までにそれらのデータを取得する必要がある。このため、観測データの取得に要する時間は、数値予報の運用にとって極めて重要である。図2.5.1に高層観測(TEMP, PILOT)、地上観測(SYNOP, SHIP, BUOY)、航空機観測（ここではAMDARのみ）、衛星観測（ここではマイクロ波気温サウンダ AMSU-Aのみ）について、解析時刻の前180分～後179分の間に観測されたデータの取得時間分布（解析時刻を基準とした相対時間）の例を示す。なお、現在の運用ではこの時間範囲の観測データが一回の全球解析で利用されている。

高層観測は、そのほとんどが解析時刻に行われており、おおむね観測後3時間（解析時刻+3時間）以内に全てのデータが入電している。

地上観測には毎時観測されるデータと数時間毎に観測されるデータがある。どちらも観測後すぐに入電が始まり、おおむね観測後3時間以内に配信が完了している。従って、解析時刻の2時間後に観測されたデータは、そのほとんどが解析時刻の5時間後までに入電することになる。

航空機観測は、観測時刻が連続的に分布しており、観測後30分以内に多くのデータが入電する。データ

の入電も連続的にあり、解析時刻の4時間後までには、解析時刻前後3時間のデータのほとんどが入電する。

衛星データについては、（ここではAMSU-Aの例だが）観測自体は連続的に行われるものの、一定量（例えば地球半周分）のデータを衛星運用機関などから一度に取得するため、データ取得分布は連続的にならず、積算取得率も階段状の分布となっている。データの取得に要する時間は、一般的には観測後1～3時間程度、遅いものでは5時間程度である。従って、配信の最も遅い解析時刻の約3時間後の観測データは、解析時刻の約8時間後によりやく取得できることになる。なお、衛星データの中には気象衛星センターなどの衛星受信局で直接衛星から受信されるデータもある。こうした観測データは、観測後30分以内にはおおむね取得できる。ただし、このようにして衛星から直接得られるのは、受信局周辺の観測データのみに限られる。このため、より迅速に全球的なデータを取得するため、各国の受信局で得られた直接受信データを相互に交換する枠組みがWMOの下で構築されている（村田 2007）。

2.6 デコード

観測データの処理は、通報された電文や取得した独自形式のファイルを数値予報で扱いやすい形式のファイルに翻訳・変換（デコード）することから始まる。このデコード処理の際に、観測時刻の確認

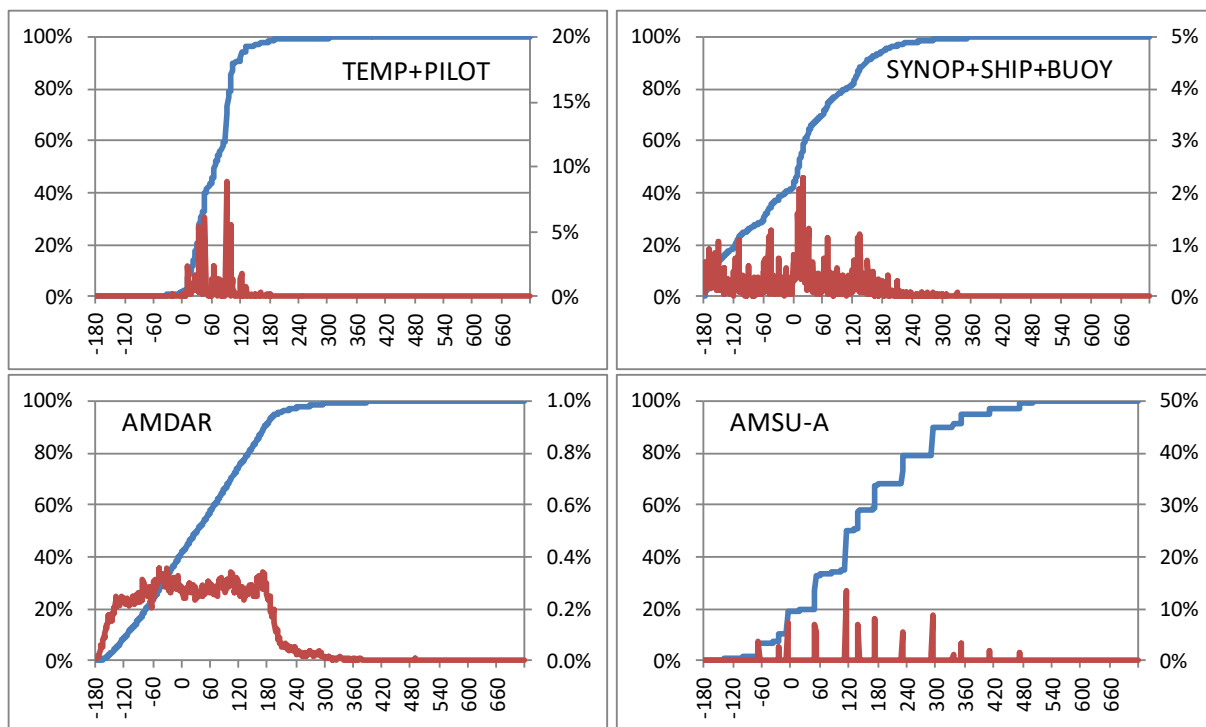


図 2.5.1 高層観測(TEMP+PILOT)、地上観測(SYNOP+SHIP+BUOY)、航空機観測（ここでは AMDAR のみ）、衛星観測（ここではマイクロ波気温サウンダ AMSU-A のみ）の、解析時刻前後 3 時間に観測されたデータの入電時間分布（%）。青線が積算取得率（左軸）、赤線が毎分取得率（右軸）、横軸は解析時刻を基準とした相対時間（分）。調査期間は、高層・地表・航空機観測が 2012 年 4 月 5～6 日、衛星観測が同年 3 月 1～9 日。

や、重複データの確認・排除、訂正報の処理などが行われる。

2.7 品質管理

観測データには、人為的なミスや観測測器の故障等、様々な原因により異常データの混入がありうる。図2.7.1にある船舶からの気温通報値と、対応する地点における数値予報モデルによる気温推定値を例として示す。推定値が明瞭な日変動を示しているのに対し、通報値はときどき変動がみられるものの一定値が連続しており、明らかに挙動が不自然である。また、図2.7.2は衛星データの観測位置情報に誤りがある例である。衛星データは通常連続的に分布するので、矢印で示すような離れた位置に観測データが現れるのは明らかにおかしい。

図2.7.3に異常データが数値予報の初期値解析に利用されたと仮定した場合の例を示す。(A)は正常な観測データを用いた場合の解析場、(B)は日本の東海上に異常なデータが混入したと仮定した場合の解析場、(C)はその差で、(B)では日本の東海上に偽の低気圧(矢印)が解析されている様子が判る。

この例のように、異常データの混入は初期値解析で偽の低気圧を生じさせるなどにより、その精度を悪化させる。また、それだけでなく、場合によっては初期値解析の処理が異常終了する原因となりうる。このため、異常データはできる限り適切に排除する必要がある。この処理などを実施するのが品質管理(QC, Quality Control)である。

QCには、初期値解析のための前処理として自動的に実施されるリアルタイムQCと、ある一定期間の観測値の振る舞いを監視し、観測データの統計的な問題点などを把握するための非リアルタイムQCの二種類がある。

2.7.1 リアルタイムQC

リアルタイムQCは、初期値解析に入力するための観測データの妥当性を判定する前処理で実施さ

れる。前処理は、観測の種類に応じて様々な手法で行われる。

このうち直接観測やAMVなどのQCは、以下に述べる内的QCと外的QCの処理が実施される。

(1) 内的QC

内的QCは、観測データが持つ情報のみを使って行うQCであり、以下のような項目がある。個々の詳細については大野木(1997)を参照願いたい。

- ・ ブラックリストチェック：
ブラックリストは非リアルタイムQC(第2.7.2項参照)の結果に基づいて、品質が悪いと事前に判明しているデータを予め登録したものである。これに基づいて低品質データを除去する。図2.7.1の例は、このチェックにより排除されている。
- ・ 気候学的チェック：
気候学的に妥当な値が報じられているか確認

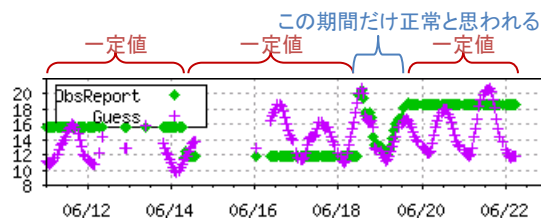


図 2.7.1 2012 年 6 月 11~23 日の、ある船舶からの気温通報値(◆)と第一推定値(+)

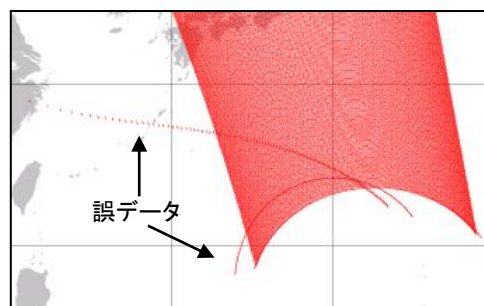


図 2.7.2 ある衛星データの観測位置情報に誤りがある例。赤点が各観測点を示す。

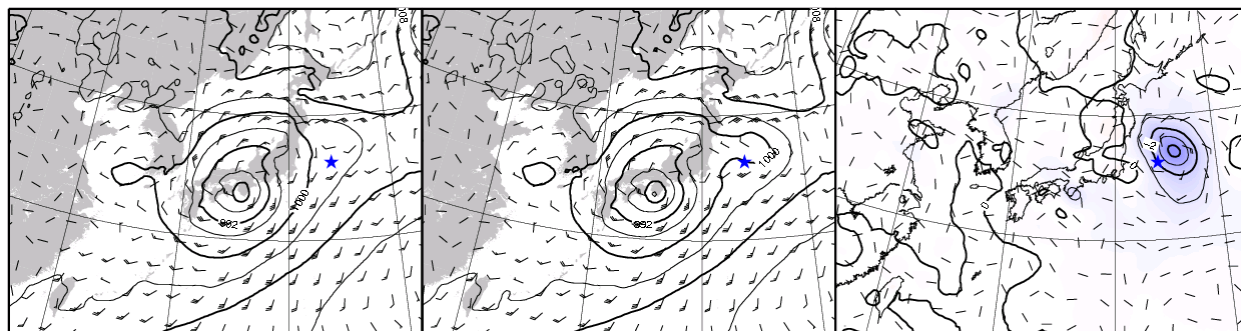


図 2.7.3 A:正常な観測データが初期値解析に利用された場合の海面気圧解析値、等値線は 4hPa 毎。B:★の位置の船舶が、海面気圧として約 980hPa の観測値を誤って 20hPa ほど低く通報し、それが利用されたと仮定した場合の海面気圧解析値。C:A と B の差。等値線は 1hPa 毎で負の値を青色で示した。なおこの船舶の観測時刻は解析時刻の 3 時間前だったため、その時間差が考慮され、差が大きい場所の中心は系の移動と共に観測場所の東側に移動した。

する。値の基準はWMO(1993)に基づいている。

- ・ 航路チェック：
船舶や航空機などの移動体からの観測通報が適切か確認する。移動速度や角度の確認のほか、船舶では通報位置が海上かどうかも確認する。
- ・ 要素間整合性チェック：
異なる観測要素間で、整合が取れているか確認する。例えば、気温と露点温度の大小関係が逆転していないか、など。
- ・ 鉛直整合性チェック：
高層観測を対象として、鉛直方向にある一連のデータが気象学的に整合しているか確認する。例えば、観測値が一定ではないか（測器が氷結していないか）、気温減率は妥当か、など。

(2) 外的QC

外的QCでは、第一推定値や周囲の観測等と比較して観測データの妥当性が確認される。外的QCは以下の手続きによって行われる。なお、これらの手続きの模式図を図2.7.4に示した。

- ・ グロスエラーチェック（図2.7.4左側）：
観測値と第一推定値の差（D値）により、そのデータが妥当か判定する。ただし、第一推定値自体が妥当かどうか必ずしも明確でない（予報精度が悪い可能性がある）ので、本判定では、D値の大きさに応じて、PASS（通過）/SUSPECT（保留）/REJECT（排除）の三種に判定し、SUSPECTデータは後続の空間整合性チェックで改めて判定する。なお、第一推定値の品質が特に悪い場合には、正しいデータであっても、本チェックでリジェクトされてし

もう可能性があるので注意が必要である。

- ・ 空間整合性チェック（図2.7.4右側）：
D値を周囲の観測データと比較し、周囲の観測データも似たような値だった場合、観測は正しいと判断してPASSとする。逆に周囲と異なる場合には観測値の信頼性が低いとみなしてREJECTとする。

リモートセンシング観測のためのQCは、それぞれの特性に応じて様々な処理が施されている。例えば、グロスエラーチェックのほか、衛星データに関しては、図2.7.2で示したような事例に対応するための観測位置整合性チェックなどが、ドップラーレーダーでは、地面の影響（グラウンドクラッター）を除去するために、風速が弱いデータを排除する処理などが行われている。詳細は以下に示す参考文献などを、適宜参照願いたい。

- ・ 衛星全般：気象庁予報部(2007; 2011)
- ・ ドップラー速度：石川(2007); 小泉(2004)
- ・ レーダー反射強度：幾田(2011)
- ・ 地上GNSS：石川(2008)

2.7.2 非リアルタイムQC

非リアルタイムQCは、一定期間の観測値の振る舞いなどを監視し、観測データの統計的な問題などを把握するために行われており、この結果に基づきリアルタイムQCで用いるブラックリストの登録・解除などを行っている。アジア地域の地上観測については、WMOの枠組みにより数値予報課がモニタリングレポートをとりまとめ、観測実施当局である外国気象機関やWMOに周知すると共に、外国数値

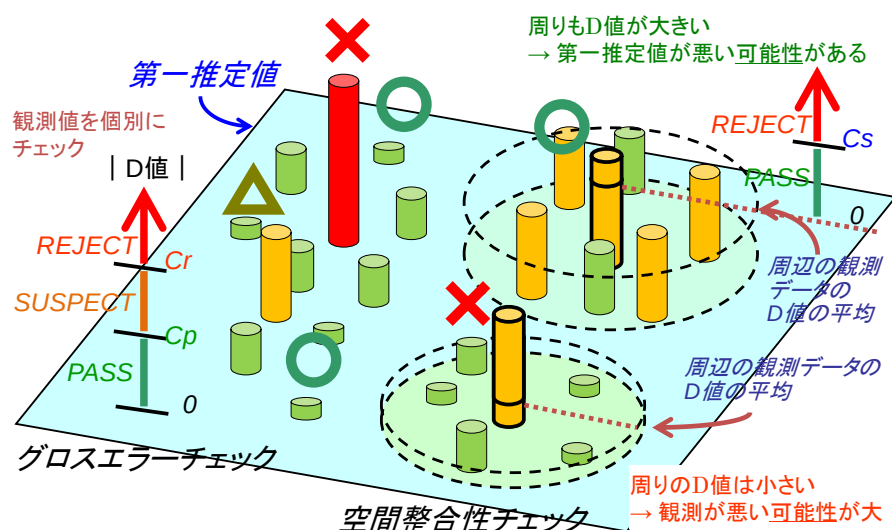


図 2.7.4 外的 QC の模式図、図中の平面が数値予報モデルによる推定値（第一推定値）を、棒の高さが D 値（観測値と第一推定値の差）の大きさを示す。グロスエラーチェック（左）では、個々の観測データを、その D 値の大きさで PASS（通過（緑））/SUSPECT（保留（黄））/REJECT（排除（赤））に分類し、その後実施される空間整合性チェック（右）では、SUSPECT データを周囲の観測と比較して突出していないかどうかで PASS / REJECT を決める。

予報センターとも情報交換し、観測の問題の把握に努めている。なお、このモニタリングレポートは、ウェブにより公開されている¹³。

数値予報課では、統計処理や図2.7.1に示した観測値と第一推定値の比較の時系列図などで各種観測データの監視を行っている。また、衛星データに関しては、別々の衛星の、同様の周波数帯（チャンネル）の輝度温度観測データについて、数値予報モデル推定値に対する平方根平均二乗誤差(RMSE)の時系列を確認するなどにより監視を行っている（例：図2.7.5）。

2.8 まとめ

数値予報に利用されているものを中心に各種観測データとその品質管理について概説した。数値予報の高度化に伴い、初期値解析に用いられる観測データ数は年々増大している。これらの情報を利用することにより、数値予報の精度が向上してきた。今後も同化技術の高度化や新しい観測データの登場によって、さらなるデータ利用が見込まれる。これらのデータの適切な品質管理は、数値予報の精度維持・向上のために極めて重要で、そのためには観測データのモニタリングと言う地道な作業も非常に重要である。今後のデータ増大を踏まえ、品質警告の自動発出などのシステム構築が重要であり、開発を進める必要がある。

参考文献

- 幾田泰醇, 2011: メソ解析におけるレーダー反射強度データの同化. 平成23年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 9-12.
- 石川宜広, 2007: ドップラーレーダーデータの利用.

平成19年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 102-103.

石川宜広, 2008: 地上設置型GPS大気遅延量の利用. 平成20年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 53-57.

岡垣晶, 2010: 全球解析における台風ボーガスの改良. 平成22年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 48-52.

大野木和敏, 1997: データ品質管理と解析前処理. 数値予報課報告・別冊第43号, 気象庁予報部, 17-61.

気象庁予報部, 2007: 数値予報と衛星データ. 数値予報課報告・別冊第53号, 気象庁予報部, 220pp.

気象庁予報部, 2011: データ同化の改善に向けて. 数値予報課報告・別冊第57号, 気象庁予報部, 189pp.

小泉耕, 2004: メソ解析へのドップラー動径風の利用. 平成16年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 71-74.

村田英彦, 2007: アジア太平洋地域におけるATOVS再配信サービス. 気象衛星センター技術報告第49号, 気象衛星センター, 33-53.

WMO, 1993: Guide on the Global Data Processing System. WMO No. 305.

WMO, 2012: Summary of recent findings regarding observing system experiments (OSEs) and observing system simulation experiments (OSSEs). Annex II to ICT-IO5-7 final report, WMO, 33-37.

<http://www.wmo.int/pages/prog/www/CBS-Reports/documents/OPAG-IO5-7-Final-Report.pdf>

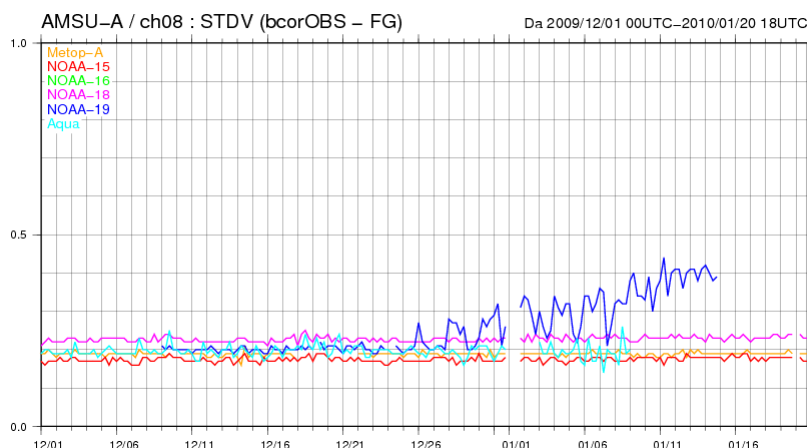


図 2.7.5 複数衛星の観測データの、第一推定値に対する平方根平均二乗誤差(RMSE)の時系列比較図(例)。この例では、2010年1月に NOAA-19 の観測データ(青色)の RMSE の拡大が見られた。この際、他の衛星の誤差は拡大していないことから、(数値予報モデルの精度が悪化したのではなく)このデータの精度が悪化したと判断し、初期値解析での利用を中止した。

¹³ <http://qc.kishou.go.jp/>