

航空機データの新たな発展 : ACARS データ*

楠 昌 司**・弟子丸 卓 也***

1. 航空機データと数値予報

従来の航空機による大気観測データは、AIREP (航空機による観測データの通称)と呼ばれている。これは主に高度約 10 km (気圧では約 250 hPa) における風や気温の非定時データである。航路上の予め決められた通報地点の機上観測データを、機上乘務員が無線通信により音声で地上局に通報する。このデータは地上局でキーボードにより再入力され、航空用国際固定通信網 AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunication Network) や全球通信組織 GTS (Global Telecommunication System) により気象庁をはじめ世界各国の数値予報センターにほぼリアルタイムで配信される。

数値予報とは、ある時刻の大気の状態がその後どう変化するかを、大気の物理法則に従って高速計算機により予測する方法である。そのためには、現実大気の物理特性をできる限り正しく模倣した数値モデルがまず必要である。それに劣らず重要なのが、初期条件の大気の状態を正確に把握することである。そのために現在では国際的な取り決めによって世界中で様々な観測が業務的に行われている。中でも高層気球によるゾンデデータは信頼性が高く、大気の3次元構造を与える最も重要なデータである。ところがその分布は基本的に陸地に偏在しており、海洋上は極めて乏しい。一方、航空機の中には海洋上を飛行して大陸間を移動するものも多く、これらの航空機からもたらされる AIREP データは海洋上のデータ空白域を埋めるのに大いに貢献している。また長距離を飛行する航空機は、ちょうどジェット気流付近の高度を飛行するため、こ

の付近の風や気温の情報を与えることによって数値予報におけるジェット気流の予報精度向上にも寄与している。

気象庁などの数値予報センターは、ジェット気流や悪天域などの数値予報による予想を民間航空会社に提供している。これらの情報は航空機の効率的な運航管理に利用される。このように数値予報センターは数値予報の精度向上のために航空業界から航空機データを手に入れるだけでなく、数値予報の出力を航空気象情報として航空業界に還元している。即ち数値予報業界と民間航空業界とは、航空機データを介して良い意味で持ちつ持たれつのある関係にあるのである。

2. 空地データ・リンク・システム

ここ数年、コンピュータ、通信技術の進歩により、地上と航空機の間で自動的にデータ交換を行う空地データ・リンク (Air/Ground Data Link) と呼ばれるデータ通信システムを搭載する航空機が増えてきた。このシステムでは飛行位置や、気象観測値などのデータは自動的に採取・編集され、デジタルデータとして VHF や衛星通信によって地上に送信される。また一方、機上ではパイロットがキーボードを操作することによって地上のデータベースから必要な情報、例えば目的地や飛行経路の気象状態などの情報を操縦席のプリンタから出力させることができる。このシステムではデータ交換に音声による交信の必要が無いためパイロットの手を煩わせることもなく、これまでより短い時間間隔で様々なデータを地上に送信することができる。一般に空地データ・リンク・システムにより通報される観測値の時空間分解能は、音声による AIREP に比べはるかに高いのが特徴である。

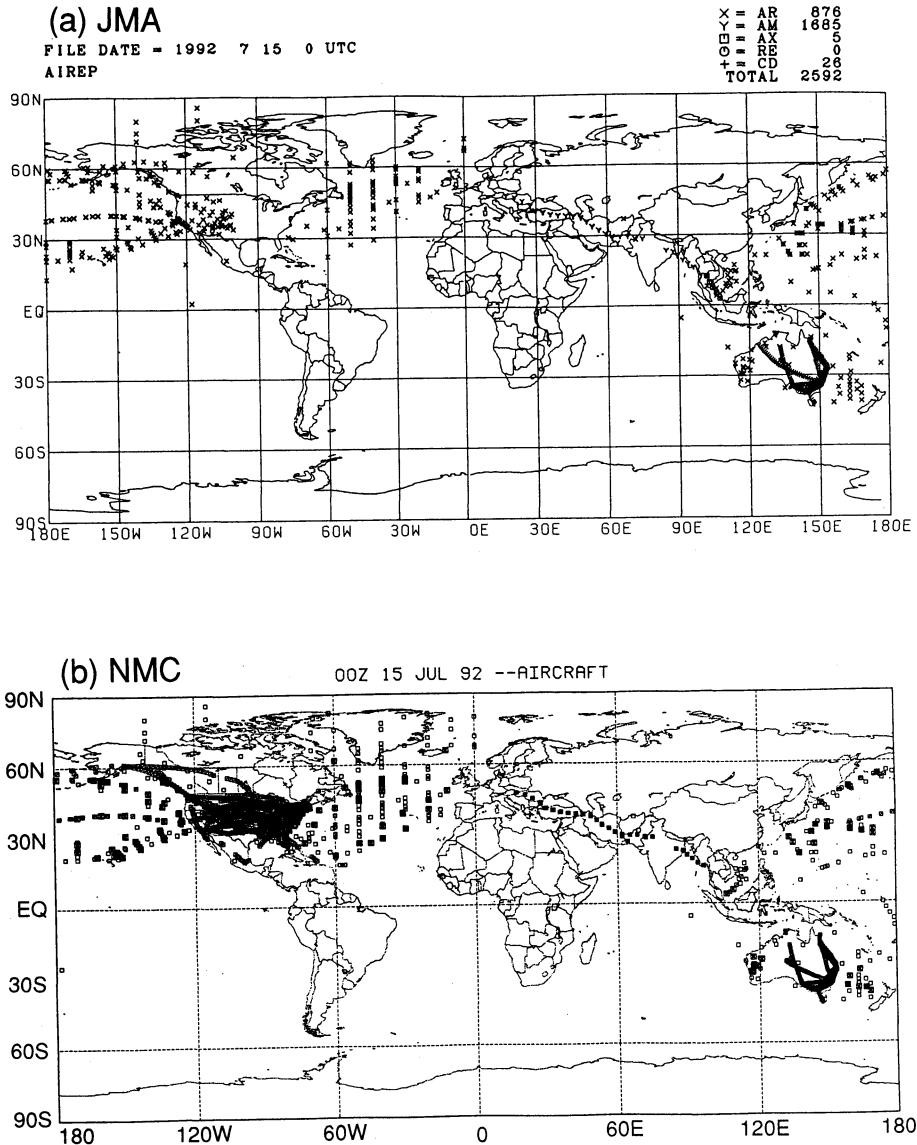
ACARS とは幾つかの方式がある空地データ・リンク・システムの中の一つであり、Aircraft Communications Addressing and Reporting System の略である。もともとは、米国内の航空機会社が共同出資している

* New development of aircraft data : ACARS data.

** Shoji Kusunoki, 気象庁予報部数値予報課 (現 環境庁地球環境部)。

*** Takuya Deshimaru, 気象庁予報部数値予報課。

© 1994 日本気象学会



第1図 (a)1992年7月14日21時00分 UTC から15日02時59分 UTCまでの6時間の航空機による観測データの内、気象庁に入電したものの地理分布。×印が AIREP, Y印が空地データ・リンク・システム, □印や+印はその他の形式の航空機データ。観測高度は全データの9割以上が300~150 hPa に集中している。
 (b)米国国家気象局 NMC に入電した航空機データの地理分布。データの観測時間帯は(a)と同じであるが、空地データ・リンク・システムによるデータについては15日00時 UTC の前後1時間に限ってある。

会社である ARINC (Aeronautical Radio Incorporated) が開発した VHF による運航管理通信網であるが、現在では衛星通信も含んだより広域的なシステムとなっている。当然、米国では既に数多くの航空機に ACARS が搭載されているが、その後米国以外の多

くの航空機会社でもこのシステムは採用され、「ACARS」は空地データ・リンク・システムを指す一般化した呼称にもなってきた。

実際のデータ分布を見てみよう。第1図(a)は1992年7月14日21時00分協定世界時 (UTC) から15日02時

59分 UTC までの6時間の航空機による観測データの内、気象庁に入電したものの地理分布である。全データ数2592個のうちその33.8%にあたる876個がAIREP(図中のX印)、65.0%にあたる1685個が空地データ・リンク・システム(図中のY印)によるデータである。図中の□印や+印はその他の形式の航空機データである。観測高度は全データの9割以上が商業航空機の巡航レベルである300~150 hPaに集中している。観測データの地理分布を見ると北半球の航空路上に多いことがわかる。北大西洋に注目すると西経30, 40, 50度などの決められた経度でデータが報じられていることが分かる。これらの従来のデータに対しオーストラリアに見られるデータがACARSによるデータである。一筋のデータが一つの航空機の観測によるものであり、一見して水平分解能が高いことがわかる。オーストラリアの航空機データは一日中絶えずあるのではなく、飛行する航空機が少ない現地の深夜18 UTC前後3時間では約3割程度に減少する。インドシナ半島からインドを経由し欧州に至るデータもまた別の空地データ・リンク・システムによるデータであるが、オーストラリアのものよりは水平分解能が低いし、数も少ない。

第1図(b)は米国の国家気象局NMC(National Meteorological Center)に入電した航空機データの地理分布である。データの観測時間帯は第1図(a)と同じである。ただし、空地データ・リンク・システムによるデータについては極めて数が多いので、15日00UTCの前後1時間に限ってある。米国本土上の豊富なデータ分布が目立つが、これは米国は既に多くの航空機がACARSシステムを搭載していること、データが実際にNMCまで配信されていることを物語っている。元来、空地データ・リンク・システムは気象観測のために開発されたものではない。乗務員の通信に係わるワークロードを軽減しつつその飛行状態を地上で正確に監視することが第一の目的とあってよい。すなわちこれらはそれぞれの航空会社固有の情報であり、従ってほとんどの航空会社が異なる通信フォーマットを用いている。このためそれぞれの航空機からのデータを直接受信した場合には、電文の解読に多大な労力を払わなければならない。米国においては連邦航空局FAA(Federal Aviation Administration)等によって米国内のACARSによる自動採取データの中から気象に関する情報だけ編集・配信するシステムMDCARS(Meteorological Data Collec-

第1表 ACARSデータの調査対象機種の内訳

メーカー	機種	便数
ダグラス社	DC10	25
ボーイング社	B747-200	27
ボーイング社	B747-300	61
ボーイング社	B767	18
		計 131

tion And Reporting System)が構築され、米国内ばかりでなく、カナダなどでもそのデータは利用されている。しかし、国際的にはまだ多数のフォーマットが存在しており、これらの統一がデータの有効利用のための課題となっている。日本の航空会社でもACARSシステムを搭載した航空機を数年前から運航し始めている。1993年末現在、日本航空、全日空、日本エアシステムの3社でボーイングB747-400など80機以上がシステムを搭載し、そのデータは各社それぞれにおいてより安全で快適な運航を行なうために利用されている。気象庁にはいまのところ米国のデータ、日本国内のデータともに配信されていない。

3. ACARSデータの事例

ACARSで自動的に機上で採取される観測データを実際に見てみる。日本航空が記録しオフラインで編集した気象データを例とし、その内容を紹介する。

3.1 期間と便数

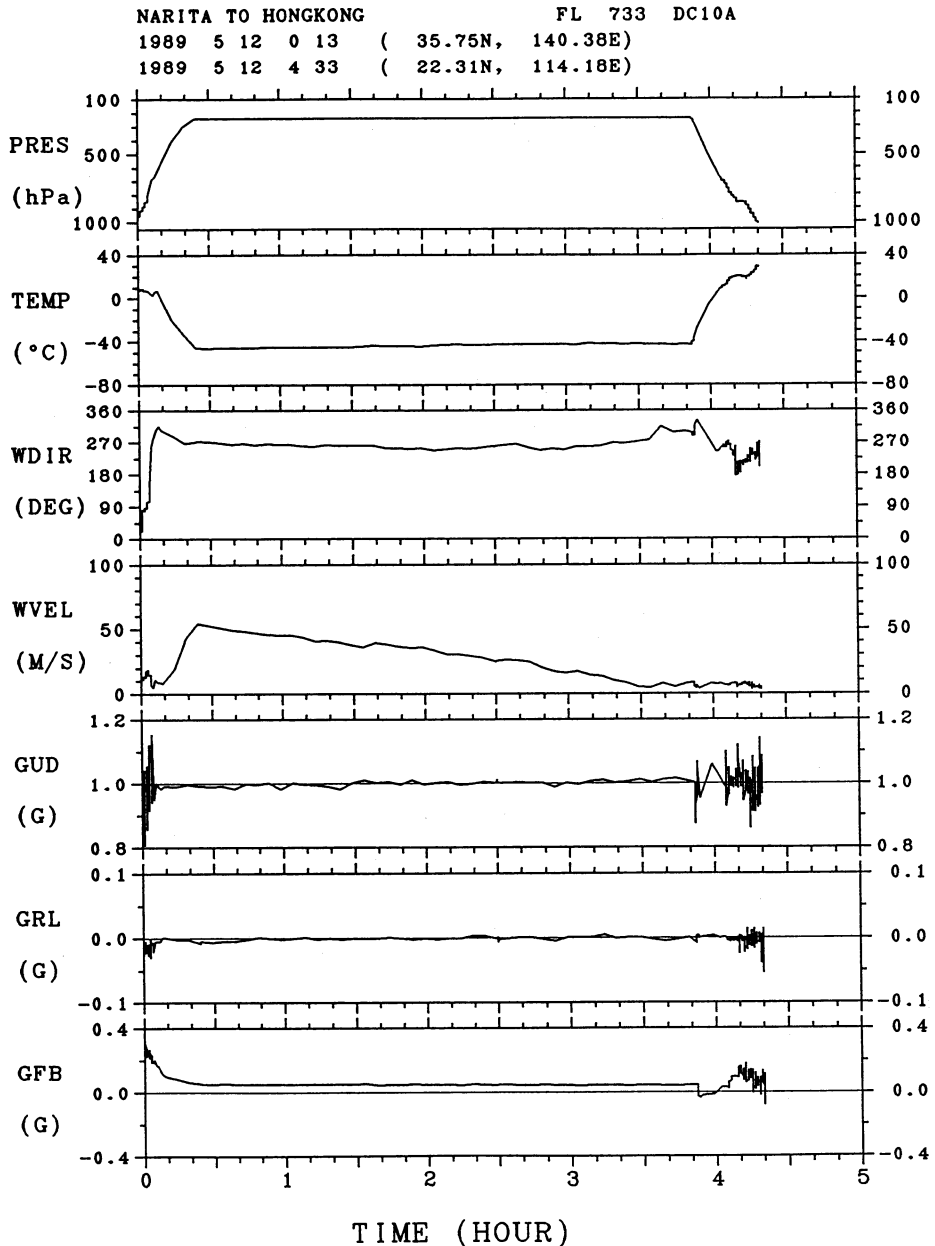
1989年5月9日から13日までの成田空港発着の国際線131便を対象とした。

3.2 機種

ACARSシステムが搭載されている航空機は比較的新しい機種が多い。機種によってデータ形式が異なる。入手したデータの機種の内訳を第1表に示す。ただし現在では先にも述べたようにボーイング社のB747-400やB767等が主流となっており、全日空ではエアバス・インダストリー社のA320などの新鋭機にもACARSシステムが搭載されている。

3.3 観測要素

ACARSシステムでは気象要素だけでなく、飛行状態やジェットエンジンの状態など航空機の運航にとって重要な情報も採取している。その中で数値予報にとって重要と思われるものを選んで入手した。第2図は1989年5月12日00時13分UTCに成田空港を離陸し、同日4時33分に香港空港に着陸したJAL733便の観測値の時系列である。機種はDC10である。横軸は



第2図 1989年5月12日00時13分 UTC に成田空港を離陸し、同日4時33分に香港空港に着陸した JAL 733便の観測値の時系列。横軸は00時13分からの経過時間。詳しくは本文参照。

00時13分からの経過時間である。図の上から順に

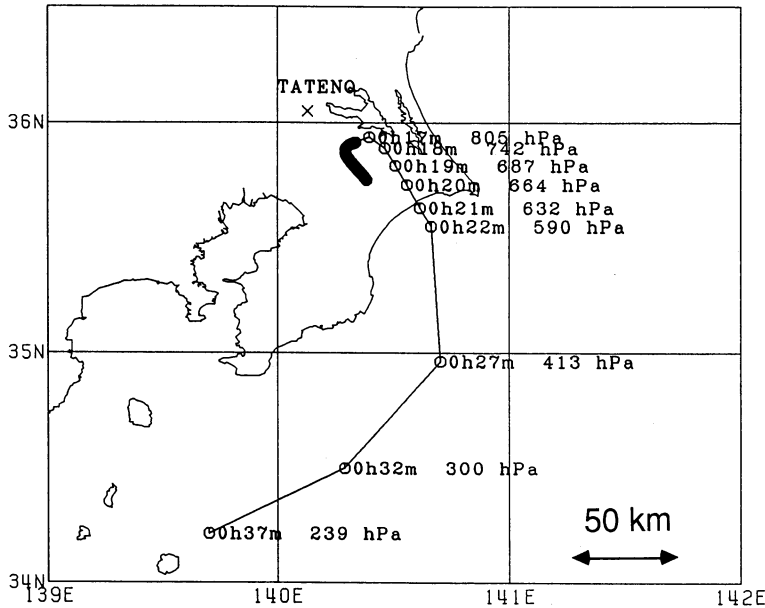
- 気圧 PRES (hPa)
- 気温 TEMP (摂氏)
- 風向 WDIR (度)
- 風速 WVEL (m/s)
- 機体を受ける鉛直加速度 GUD (g)

機体を受ける横方向の加速度 GRL (g)

機体を受ける進行方向の加速度 GFB (g)

を示す。気圧は、国際標準大気 ISA (International Standard Atmosphere) により高度に変換することができる。ISA については橋本・鈴木 (1954), ICAO (1964) を参照。風向は360度方位で北風が0度、東風

NARITA TO HONGKONG FL 733 DC10A
 1989 5 12 0 13 (35.75N, 140.38E)
 1989 5 12 0 37 (34.21N, 139.70E)



第3図 第2図と同じ JAL 733便の離陸後の航跡。丸印の地点にて気象要素などの観測が行われた。丸印の横に観測時刻と気圧を示した。

が90度、南風が180度、西風が270度で表される。加速度の単位gはガルと呼ばれ、地上の重力加速度 9.8 ms^{-2} が1ガルと定義される。鉛直加速度 GUD は下向きが正で、静止状態が1.0である。即ち地球の重力を含む。上向きの加速度を機体が受けると1.0より小さくなる。横方向の加速度 GRL は右向きが正である。進行方向の加速度 GFB は前方向が正である。これらの加速度三要素は乱気流の客観的な検出に使用出来る可能性がある。第2図の例では離着陸時のみ加速度の大きな変動がみられるだけで、水平飛行中に乱気流に遭遇した形跡はない。気象庁では全球予報モデルに基づき乱気流域などの予測を行ない、航空用悪天予想図として航空機会社に配信している。乱気流域の予測の検証は現在のところパイロットの体感による報告に頼っている。しかし、将来は ACARS の加速度データを用い、より系統的で客観的な検証が行えるかもしれない。

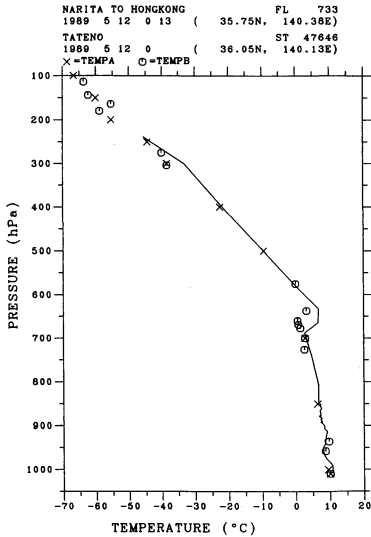
3.4 時空間分解能

第3図は時系列の第2図と同じ JAL 733便の離陸後の航跡を示したものである。図中の丸印の地点にて気象要素などの観測が行われた。丸印の横に観測時刻と気圧を示した。離陸直後から0時16分 UTC までは4秒おきに観測が行われたが、第3図では対応する丸印

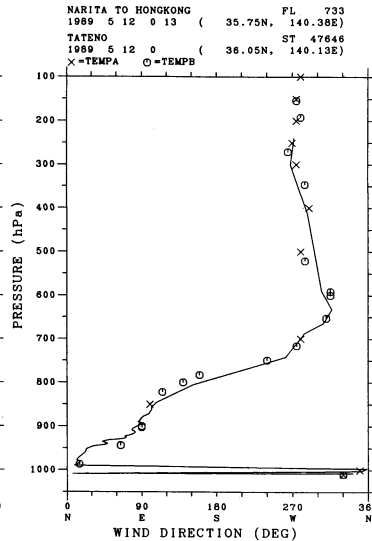
が密になり過ぎて真黒になっている。この時間帯の水平分解能は数 km 以下、鉛直分解能は数 hPa である。機体は0時17分には805 hPaに達し、0時22分に590 hPaへ上昇するまで1分間隔で観測が行われた。この間の水平分解能は約10 km、鉛直分解能は数10 hPaである。0時22分から後は観測間隔が5分になり、機体は離陸してから24分後の0時37分に、239 hPaにて水平飛行に入った。ISAで換算すると地上10.7 kmの高さである。この間の水平分解能は約70 km、鉛直分解能は数100 hPaである。いったん水平飛行に入れば水平分解能は基本的に観測の時間間隔と対地速度で決まり、約70 kmである。もちろんその間高度はほぼ一定に保たれるので、鉛直方向には1つのレベルのデータしか取れない。このように ACARS システムでは観測の時間間隔は基本的には飛行機の高度によって予め決められており、地上に近いほど間隔は短い。離着陸時は航空機の数もまだ遅く、第2図の気圧の時系列からもわかるように上昇下降に伴う鉛直方向の動きが大きい。一方、水平飛行時には巡航速度で飛行するので、離着陸時とは観測の空間分解能にも違いが生ずる。なお、重力加速度は基準以上の値があれば随時通報されるが、現在の所精度上の問題から捨てられることが

第2表 ACARS データの時空間分解能

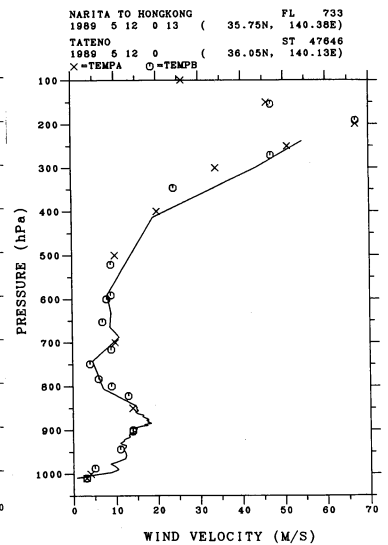
気圧	観測間隔	水平分解能	鉛直分解能
<離着陸時>			
地上	~約 800 hPa	4 秒	1 km 以下
約 800 hPa~約 600 hPa	1 分	約 10 km	数 10 hPa
約 600 hPa~約 250 hPa	5 分	約 70 km	数 100 hPa
<水平飛行時>			
約 300 hPa~約 250 hPa	5 分	約 70 km	水平飛行のため高度固定



第4図 第2図と同じ JAL 733便の離陸時から高さ 239 hPa で水平飛行に入った0時37分までに観測した気温の鉛直分布. 1989年 5 月12日00時 UTC の館野 (36.05°N, 140.13°E) におけるゾンデによる高層観測データもプロットしてある. ×印が指定気圧面のデータ, ○印が特異点のデータである. 館野の位置は第3図に×印で示してある.



第5図 第4図と同じだが風向の鉛直分布.



第6図 第4図と同じだが風速の鉛直分布.

多いためこの場では言及しない.

離陸時から高さ 239 hPa で水平飛行に入った0時37分までに観測した気温の鉛直分布を第4図, 風向を第5図, 風速を第6図にそれぞれ示した. 図中の×印と○印については後述する. 約 850 hPa 以下で4秒間隔の観測が行なわれており, 大気下層の細かい鉛直構造がよく表現されているのがわかる.

以上, 特定のフライトに注目して時空間分解能を見

てきた. 機種やフライトによって巡航高度, 巡航速度, 離着陸時の飛行経路など多少の違いはあるが, ほぼ第2表のように ACARS データの時空間分解能をまとめることができる. なお1994年現在でも, 日本航空, 全日空, 日本エアシステムの航空機が, 実際に機上で採取している ACARS データの時空間分解能は, 基本的に第2表と変わらない.

3.5 時空間分布

第7図は1989年5月10日18時00分 UTC から11日5時59分 UTC までの12時間に得られた日本航空のACARS データの分布を示す。この時間帯のデータ数が最も多かった。全データ数は10070個だが、第7図では2147個に間引いてプロットしてある。提供されたデータはすべて成田空港の離発着便であるから、成田空港を中心とした放射状の航路に沿って分布している。成田空港では深夜の離発着が禁止されているから、成田付近のデータは空港が発着可能な日中から夕方が多い。NMCに入電した米国本土上のACARS データが第1図(b)に示されているが、これらは各地方時で夕方5時頃の観測データである。

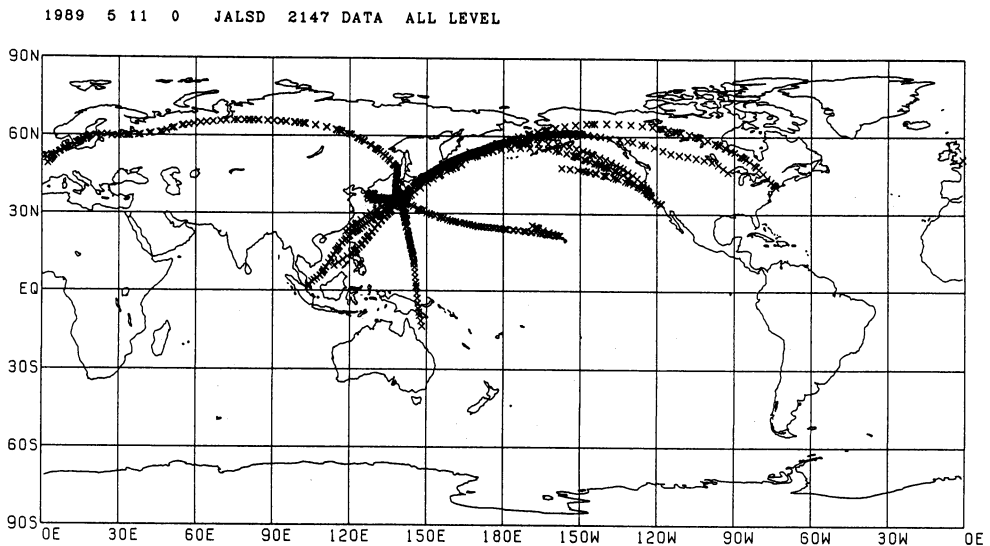
第7図の全データ10070個の鉛直分布の内訳を第8図に示す。全く同じ時間帯に気象庁に入電した従来のAIREP 観測報（オーストラリアのACARS も含む）全1384個の鉛直分布も示した。この図では指定気圧面以外のデータは、最も近い指定気圧面のデータとして鉛直方向に区分した。ACARS については、地上から600 hPa までは観測の時間間隔が4秒から1分と短いのでデータ数が多い。即ち成田空港付近には極めて豊富なデータがあることになる。また350 hPa 以上の高さでは観測の時間間隔が5分であるが、水平飛行の時

間が離着陸時に比べ長いのでデータ数が多くなる。一方その中間の高さは、航空機が上昇下降しすぐに通過してしまう高度なのでデータ数は少ない。飛行距離の長い便ほど巡航高度での水平飛行の時間も長いので、350 hPa 以上の高さのデータは地上付近のデータに比べ相対的に多くなる。一方、AIREP の方は300 hPa 以上の水平飛行時のデータが9割以上で、それより下層のデータは非常に少ない。

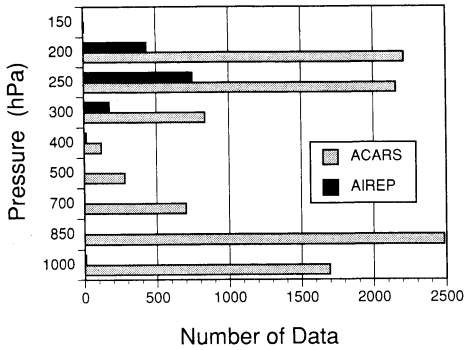
3.6 データ量

ACARS データは時空間分解能が高いので、当然データの総量が多い。第7図と同じ時間帯における従来のAIREP 観測報で気象庁に入電したものは、世界中で1384個であった。一つの航空会社社しかも一つの空港の離発着便に限定されているのにもかかわらず、入手したACARS データはこの約7倍の10070個ある。ACARS データの量の豊富さは第8図にも良く現れている。ただ、その空間分布は成田空港付近に偏している。

Benjamin *et al.* (1989) によれば、1990年1月の時点で1日平均約7000個のACARS データが米国本土上で通報された。これらは巡航高度での観測値である。この月に気象庁に入電した航空機観測データはオーストラリアの航空機データを含め1日約8000個であっ



第7図 1989年5月10日18時00分 UTC から11日5時59分 UTC までの12時間に得られた日本航空のACARS データの分布。この時間帯のデータ数が最も多かった。全データ数は10070個だが、図では2147個に間引いてプロットしてある。



第8図 1989年5月10日18時00分 UTC から11日5時59分 UTC までの12時間に得られた日本航空の ACARS データの全10070個の鉛直分布. 同一時間帯に気象庁に入電した従来の AIREP データ全1384個の鉛直分布も示した. 指定気圧面以外のデータは最も近い指定気圧面のデータとして鉛直方向に区分した.

た. 実際に機上で採取される ACARS データは膨大であるから, その全てを数値予報モデルに取り込むわけにはいかない. 何故なら, 通信回線のデータ転送能力に上限があること, 計算機の主記憶の容量にも限りがあること, 予報モデルの持つ時空間分解能以上の高い分解能データを入力しても客観解析の段階で間引かれてしまうからである.

3.7 精度

AIREP 報には精度以前の問題として, 通報上の誤りがある. 即ち, 人間が介在することによる人為的誤りやデータ転送時の文字化け等によって観測値が正しく伝わらないことがある. Sparkman and Giraytys (1981) によると, AIREP 報では通報時の誤りが30%にも達する. これは音声の聞き違いやキーボードの打ち間違いなどに原因がある. 一方, Brewster *et al.* (1989), Benjamin *et al.* (1991) は ACARS などの自動化システムでは通報時の誤りが1%以下に抑えられると報告している.

データ入手時に添えられた日本航空の資料では, ACARS データの精度 (誤差) は気温については1度, 風速は6 m/s, 風向は10度 (360方位) である. 気圧から換算した高度については巡航高度で約12 m である. Julian and Steinberg (1975) によれば, 気温が1.5度, 風速ベクトル差の絶対値が1.5 m/s である. また NMC の Julian (金光氏と筆者との私信) によれば風

速の精度が1.3 m/s である. 精度の検証方法など詳しくは Lenschow (1972, 1986) を参照して欲しい. なお, 離陸直後や着陸直前は第2図の加速度の時系列に現われているように, 機体の状態が不安定なのでこれらの精度は低下する. 従って, 地上にごく近いデータの信頼性は低い.

日本航空の ACARS データの品質や精度を調べるために, 高層ゾンデデータによる風と気温の観測値と比べてみた. ACARS データとゾンデデータとの時間差が約1時間以内で, しかも空港と高層観測所との距離が60 km 以内である場合について比較した. 時空間的に一致したデータの組は少なく, 成田空港が6組, シンガポール空港が2組, ソウル空港が5組, 香港空港が4組 (風のみで気温無し) であった. 第4図~第6図に1989年5月12日00UTC の館野 (36.05°N, 140.13°E) におけるゾンデによる高層観測データをプロットした. 実線で示された JAL 733便の ACARS データと時空間的に最も近い高層データである. ×印が指定気圧面のデータ, ○印が特異点のデータである. 館野の位置は第3図に×印で示してある. 館野と成田空港 (35.75°N, 140.39°E) との距離は40 km である. Kurihara (1961) の論文中的図13によると, 高層ゾンデ気球は時には強い風に流されて放球地点から水平距離にして100 km 以上も離れてしまうことがある. しかしここでは気球がまっすぐ鉛直上方に上がると仮定している. また第3図からわかるように600 hPa 以上では館野と航空機の水平距離が100 km 以上も離れてしまっている. このように両者のデータを単純に比較するのはやや問題があるが, この例では両者は良く一致している. 判断はやや主観的であるが, 両者が合う例と合わない例とは半々であった. 例数も少ないうえに, 上述したように両データの時空間的な整合性に問題があるため, 客観的な誤差の統計を取る意味も無いと思われる.

4. 客観解析と予報への効果

Tenenbaum (1991) は ECMWF, 英国気象局, NMC による全球客観解析がペルシャ湾付近の冬期の西風ジェットをどのように表現しているか調べた. 1988-1989年の冬にその付近を飛んだ英国航空の機上自動採取データ (上述した日本航空提供の ACARS データのようなもの) を検証の基準とした. このデータは当時まで GTS に配信されておらず, 全球解析値とは独立な観測値である. 調査の結果いずれの客観解析も

ジェットの風速が英国航空のデータより11から17%小さく、南北シアーも3分の1程度と弱かった。ジェット気流が正確に表現できない原因としては、従来の観測がまだ不十分であること、予報解析システムの空間分解能が低いことなどが考えられる。数値予報モデルにとってジェット気流を正しく把握することは、予報精度の向上にとって重要である。また航空会社はジェット気流などの状態を見て、燃料が最も節約出来る経済的な飛行経路を決定する。従って、ジェット気流の表現の良し悪しは、航空会社にとって切実な問題である。

ACARS データは時空間のスケールの小さい現象を表現することができるので、その情報を十分に引き出すには対応するスケールを持ったデータ同化システムを構築する必要がある。Benjamin *et al.* (1991) は間欠データ同化システムを米国本土上の局地予報モデルに適用した。従来の観測値の他に ACARS データとウィンド・プロファイラーのデータを3時間間隔で挿入したところ、上層風の12時間予報が従来の局地予報の精度を上回った。

NMC では1991年から ACARS データを領域および全球予報解析サイクルシステムに取り込んでいる。両システム共に解析時刻の前後1時間の ACARS データを使用している。データの精度が非常に高いことが事前に認識されていたので、現業化の前に特別なインパクトテストは行なわなかったようである。

Strauss (1992) によると ECMWF では1992年6月より ACARS データを本格的に使用し始めた。ACARS データは非常に高分解能で多量にあるため、そのままでは従来の AIREP 報と競合重複する地点が多くなる。従って、両データによる冗長性チェックを導入することにより、最適内挿法によって ACARS データの持つ情報が有効にデータ同化システムに反映されるよう工夫している。

今後、日本国内や日本周辺にも豊富で質の良い ACARS データが得られ、しかもそれらが気象庁にオンラインで入電されるようになれば、日本付近の局地客観解析や局地予報モデルの精度が確実に向上するであろう。前述したように空港付近には極めて潤沢な ACARS データが存在する。従って、この他にもウィンド・プロファイラーやドップラーレーダーが空港に設置され、それらの観測値もリアルタイムで得られるようになれば、空港を中心とした局地解析予報システムを構築することも将来可能になるだろう。そうすれ

ば時空間分解能のより高い実況解析(ナウキャスト)や短時間予報によって、低層の強いウィンドシアー、乱気流さらにダウンバーストといった航空機にとって危険な現象を的確に把握できる可能性がある。

謝 辞

貴重なデータを提供いただいた日本航空株式会社技術総本部運航本部の小野寺三朗氏はじめスタッフの皆様、及び NMC における ACARS データの利用状況を知らせていただいた金光正郎氏に感謝いたします。

参考文献

- Benjamin, S. G., K. A. Brewster, R. Brummer, R. Brummer, B. F. Jewett, T. W. Schlatter, T. L. Smith and P. A. Stamus, 1991: An isentropic three-hourly data assimilation system using ACARS aircraft observations, *Mon. Wea. Rev.*, **119**, 888-906.
- Brewster, K. A. and S. G. Benjamin, 1989: Quality control of ACARS meteorological observations—A preliminary data survey—, Preprints in 'Third International Conference on the Aviation Weather System, January 30-February 3, 1989, Anaheim, California', *Amer. Meteor. Soc.*, 124-129.
- 橋本梅治・鈴木義男, 1954: 新しい航空気象, 第3章 気圧, 日本気象協会.
- ICAO, 1964: Doc 7488/2, Manual of The ICAO Standard Atmosphere, extended to 32 kilometres (105 000 feet), Second Edition, International Civil Aviation Organization.
- Julian, P. R., and R. Steinberg, 1975: Commercial aircraft as a source of automated meteorological data for GATE and DST, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **38**, 243-251.
- Kurihara, Y., 1961: Accuracy of wind-aloft data and estimation of error in numerical analysis of atmospheric motions, *Jour. Meteor. Soc. Japan*, **39**, 331-345.
- Lenschow, D. H., 1972: The measurement of air velocity and temperature using the NCAR Buffalo aircraft measuring system, NCAR-TN/EDD-74, 39pp.
- Lenschow, D. H., 1986: Aircraft measurements in the boundary layer. In 'Probing the Atmospheric Boundary Layer', D. H. Lenschow, Ed., *Amer. Meteor. Soc.*, Boston, MA, 39-55.
- Sparkman, J. K. Jr. and J. Giraytys, 1981: ASDAR: A FGGE real-time data collection system, *Bull.*

Amer. Meteor. Soc., 62, 394-400.

Strauss, B., 1992 : Changes to the operational forecasting system, ECMWF Newsletter, No. 59, 2-2.

Tenenbaum, J., 1991 : Jet stream winds : Comparison

of analyses with independent aircraft data over Southwest Asia, Weather and Forecasting, 6, 320-336.

日本気象学会および関連学会行事予定

行事名	開催年月日	主催団体等	場所	備考
第31回理工学における同位元素研究発表会	1994年7月11日 ～13日	理工学における同位元素研究発表会運営委員会	国立教育会館 (千代田区)	日本アイソトープ協会内 Tel. 03-3946-9681
第17回極域気水圏シンポジウム	1994年7月13日 ～14日	国立極地研究所	国立極地研究所講堂 (板橋区)	気水圏シンポジウム係
第5回計算流体力学シンポジウム	1994年7月19日 ～20日	日本流体力学会	東京大学山上会館会議室 (文京区)	計算流体力学シンポジウム係 Tel. 03-3714-0427
関西支部第16回夏季大学	1994年7月26日 ～27日	日本気象学会関西支部	ホテルアウイーナ大阪 (旧 なにわ会館) (大阪市)	関西支部 Tel. 06-949-6323
中部支部第1回夏期大学	1994年7月27日 ～28日	日本気象学会中部支部	科学館サイエンスホール (名古屋市)	事務局 Tel. 052-751-5125
北海道支部第12回夏季大学	1994年7月28日 ～29日	日本気象学会北海道支部	青少年科学館 (札幌市)	北海道支部 Tel. 011-611-6121
第5回夏の学校	1994年7月30日 ～8月1日	日本気象学会	河口湖サン・コート (山梨県)	日本気象学会若手会代表 皆巳 幸也 Tel. 052-789-3495
第28回夏季大学	1994年8月1日 ～3日	日本気象学会	気象庁講堂 (千代田区)	気象庁 高谷 美正
“ヤマセ” シンポジウム	1994年8月21日 ～23日	久慈市 他	久慈グランドホテル (岩手県)	久慈市企画調整課 Tel. 0194-52-2111
地球大気化学国際シンポジウム	1994年9月5日 ～9日	CACGP (大気化学・地球規模汚染委員会)	ハイランドリゾートホテル (富士吉田市)	事務局 岩上 直幹 小川 利紘 Tel. 03-3812-2111
月例会「長期予報と大気大循環」	1994年9月22日	気象庁	気象庁第一会議室 (千代田区)	気象庁長期予報課内 L. F. グループ事務局
日本気象学会1994年度秋季大会	1994年10月18日 ～20日	日本気象学会	九州大学 (福岡市)	
アジアモンスーンとその変動に関する国際シンポジウム	1994年11月2日 ～6日		中国広州市	東大気候システム研究センター 新田 勲
第13回風工学シンポジウム	1994年11月30日 ～12月2日	日本風工学会, 電気学会 日本気象学会, 土木学会 ほか	日本学術会議講堂 (港区)	東京大学生産技術研究所村上研究室 Tel. 03-3401-7439
第41回風に関するシンポジウム	1994年12月19日	日本航空宇宙学会 日本気象学会 他	東京大学山上会館 大会議室 (文京区)	東京大学航空宇宙学科 久保田 弘 Tel. 03-3812-2111
気象・海洋のデータ同化に関する国際会議	1995年3月13日 ～3月17日	WMO (世界気象機関)	気象庁講堂 他 (千代田区)	気象庁数値予報課 平 隆介 Tel. 03-3212-8341
第19回国際理論・応用力学学会議	1996年8月25日 ～31日	International Union of Theoretical and Applied Mechanics (略称: IUTAM)	国立京都国際会館 (京都市)	事務局 渡邊英一 Tel. 075-753-5079