

## SSR (二次監視レーダ) モード S による気象データ

瀬之口 敦<sup>\*1</sup>・吉 原 貴 之<sup>\*2</sup>・古 賀 穎<sup>\*3</sup>・瀬 古 弘<sup>\*4</sup>

航空機を、上空の状態を観測するシステムとみなすことができる。機上では安全な運航を行うために気圧や気温などを測定し、自機の状態や置かれている周辺環境を常に把握している。これらの機上で観測した気象データ等をデータ通信技術により地上側でも有効活用することが考えられる。地上から航空機へのデータ通信はアップリンク、航空機から地上へのデータ通信はダウンリンクと呼ばれ、航空機の運航や航空管制に必要となる様々なデータが空地間で随時やりとりされている。そのような背景の下で、WMO (World Meteorological Organization) は AMDAR (Aircraft Meteorological Data Relay) と呼ばれる国際的な枠組みを主導し、発展させてきた。AMDAR は航空会社の協力に大きく依存する枠組みであるため、気象データ等のダウンリンクには航空通信用途の ACARS (Automatic Communications Addressing and Reporting System) と呼ばれる VHF 帯データリンクや衛星通信が用いられている。

一方、航空管制の現場では航空機の位置を監視し、安全を確保する目的で SSR (Secondary Surveillance Radar : 二次監視レーダ) が発達してきた。SSR は自らが発出した 1030 MHz の質問信号と、航空機に搭載されたトランスポンダが質問信号に呼応して発する 1090 MHz 応答信号との往復時間差を用いて航空機の位置を測位するものである。航空路監視レーダとして用いられる場合、覆域は 200~250 NM (1

NM = 1852 m), 走査周期は 10 秒である。現行最新型の SSR モード S は従来型に比べて測位精度の向上が図られていることに加え、航空機への個別質問機能や質問・応答信号にメッセージを乗せて空地データ通信を行う機能を有している。質問・応答信号のメッセージ長は 56 ビットまたは 112 ビットと短いが、パッケージ化された機上の様々なパラメータを地上局側から指定してダウンリンクできる。これにより航空機の対気速度や進行方向などを地上側で正確に把握することが可能なため、より安全な航空管制が期待できる。また、機上で観測された風向・風速などを含む気象関係のパッケージも存在しており、その活用についても現在検討が進められている。

高頻度かつ広範囲に気象データ等をダウンリンク可能な SSR モード S の課題の一つとして、地上局および航空機側の対応状況が挙げられる。地上局に係るダウンリンク機能の導入計画は航空機側の現状に合わせて段階的となっている。すなわち、現在の航空機側の対応状況では、高い割合でダウンリンク可能なパッケージと低い割合でしか取得できないパッケージが混在する。気象関係のパッケージは後者にあたるため、現状では高い割合でダウンリンク可能なパッケージに含まれている対地速度や対気速度などから物理法則に基づいて風向・風速や外気温を推定し、用いる必要がある。当然ながら推定値は真値に対して誤差を含むため、品質管理の実施や誤差特性を把握することで精度劣化を小さくすることが大事である。

また、気象関係パッケージをダウンリンクする機能の導入を促進するには、SSR モード S で得られる気象データの有用性を示すことがとても重要である。この気象データを利用することによる具体的な効果として期待されるものの一つがデータ同化による数値予報の精度向上である。例えば、羽田空港や成田空港を離

<sup>\*1</sup> (連絡責任著者) Atsushi SENOGUCHI, 電子航法研究所. senoguchi@mpat.go.jp

<sup>\*2</sup> Takayuki YOSHIHARA, 電子航法研究所.

<sup>\*3</sup> Tadashi KOGA, 電子航法研究所.

<sup>\*4</sup> Hiromu SEKO, 気象研究所.

© 2017 日本気象学会

着陸する多くの航空機からの10秒毎のデータは、空港上空の水平風や気温の高解像度な鉛直プロファイルデータになる。これが全国の空港で得られるようになれば、湿度情報はないものの、大気の鉛直プロファイルの直接観測データとしてゾンデ並みに貴重なデータとなる可能性がある。一般的に水平風の鉛直分布は降水系の構造や寿命に、温度の鉛直分布は不安定度を通して対流の強さに大きく影響を与える。また、全国で水平風分布が与えられれば、水平風の収束の位置が正しくなることにより豪雨の発生位置も実況に近づくと

考えられる。これらの効果を期待して、これまでに欧州や日本では、このデータを AMDAR や数値予報センターの現業解析値と比較して品質を評価するとともに、3 次元変分法や局所アンサンブル変換カルマンフィルタを用いて数値予報モデルに同化する実験を行い、その結果が報告されている。これらの報告によると、下層には温度のバイアスがあるものの、同化によって降水分布が改善した事例があるということである。日本の気象庁でも利用に向けた調査が進められている。

---