宇宙航空研究開発機構特別資料
M-V 型ロケット（5 号機から 8 号機まで） 2008 年 2 月

M-V ロケット打上げ時の気象予測

加藤學*，中村正人*，阿部琢美*

1. はじめに

M-V ロケットの打上げ時気象予測は，1号機，3号機では鶴田先生，水谷先生，小山先生が担当され，4号機は加藤と小山先生が，5号機は加藤・中村が担当し，6号機以降は今の班体制になっている．また，5号機までは宇宙科学研究所としての打上げであり，6 ～ 8号機は統合後のJAXA打上げである．統合前後で気象予測のやり方にも変化があった．

2. 気象予測方法

2.1. 統合前の気象予測

2.1.1. 気象予測に使用したデータ

4号機打上げ当時気象予測に使用できたデータは，無線気象ファクス，ひまわり映像，気象レーダ，河川情報センターによる雨量情報であった．無線気象ファクスは現在ではインターネットで図が取得できるようになっている．アジア地上解析天気図（1日4回00:00，06:00，12:00，18:00発表），アジア高層天気図（850hPa，700hPa，500hPa，350hPa，一日2回00:00と12:00発表）地上予測天気図（24時間後，48時間後，一日2回00:00と12:00発表）が主なものとして取得できた．ひまわりの映像はコントロールセンター屋上のパラボラで直接受信し，可視画像と赤外画像が1時間おきに得られた．気象レーダも現在ではインターネット配信されているが，雲のレーダ画像から雨量に変換した鹿児島地域のメッシュデータが10分おきに更新される．気象業務支援センターからのISDN配信であった．2000年当時内之浦のLAN整備は進められていたが，打上げ時利用者が多くなると気象庁へのインターネットアクセスが困難になる時代で，高価な回線使用料を要しても必要なものであった．河川情報センターのデータは近傍の河川雨量のリアル配信という意味で貴重であった．

2.1.2. 気象予測方法

一週間後までの予測は主として高層天気図を使って行った．特に500hPaの等圧高度図が用いられた．他に850，700，350hPaも配信されているが，気圧配置の変化のトレンドを掴むものとして500hPa等圧図が主として用いられた（図1）．地上天気図や850hPaも加えて九州地方の気団の移動速度を見積もるが，多くのものが20KT（ノット毎時）程度である．日本付近では一日におおよそ10度の経度方向移動に相当するので明日の九州の気圧配置は現在の揚子江下流域のものが予測される．3日先はヒマラヤ山脈の位置になって500hPa高層といっ

＊ The Institute of Space and Astronautical Science (ISAS) /JAXA

This document is provided by JAXA.

ても地上の気象変化に依存してしまうことになるので，3日以降の予測は困難と言って良い．ロケット頭胴部の棟間移動，電波テスト，打上げ日への長期予測は以上のようにして行った．

それぞれのイベント一日前になるとひまわりの雲画像，当日になると気象レーダ画像が有効になる．特に冬季の気候変化のように規則正しく変化してくる場合にはレーダ画像で雨の予測ができる．M-Vロケットの打上げ条件では雨量0というものの他に風速10m毎秒以下というのがある．観測所特有の風というものが海岸の険しい地形であるが故に当然あるが，特別に強風が吹き続くことは無い．毎秒10mとなると気圧傾斜がもたらすものであるので，地上天気図で等圧線の間隔をモニタすれば良い．4hPa間隔の等圧線が九州の幅に2本が入るようになると毎秒10mを越すと見てよい．

打上げ30分前の降水予測となると気象変化の傾向を見て予測地域に人を配して直接モニタした．岸良や串良に人を配して万全を期した．

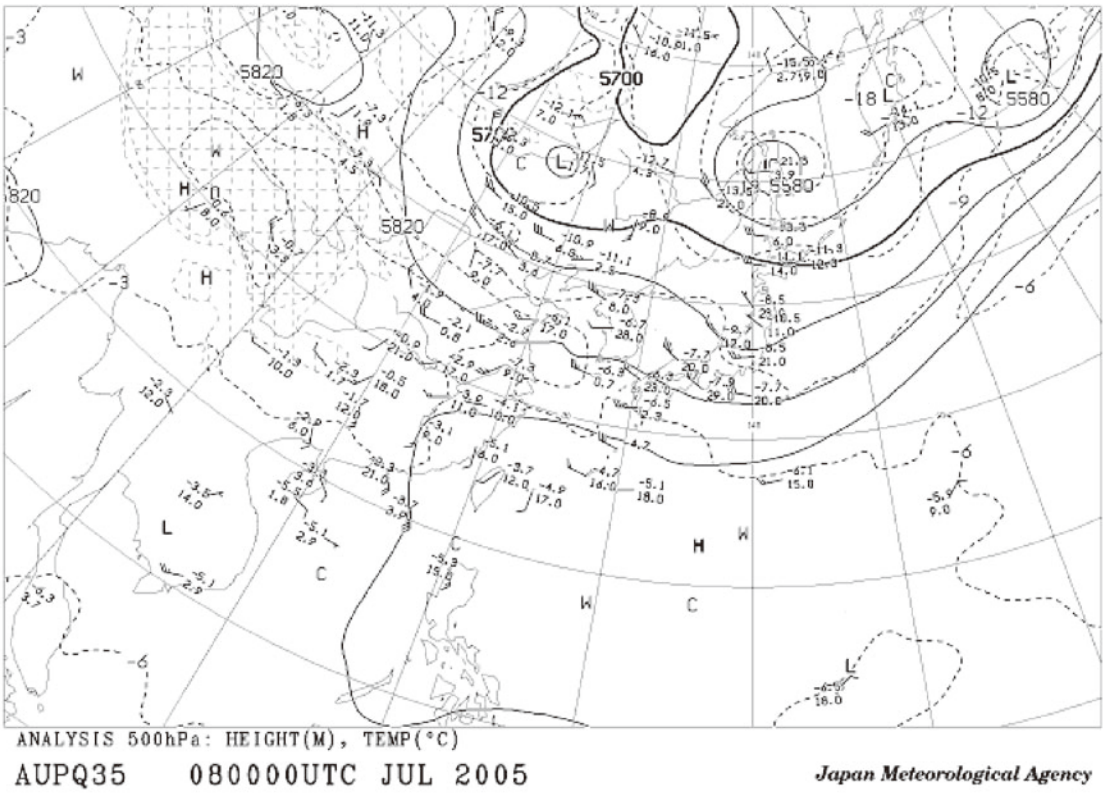

図1． アジア高層天気図

500hPaの等圧高度を示す．2005年7月8日午前9時（日本時間）発表．5820mの等圧線を追跡していくと9日は弱い気圧の谷に九州は入るが，10日は回復すると予測できる．

2.2. 統合後の気象データ取得強化

JAXA統合前は気象予測に当てられる予算の厳しさもあり，ヴァイサラの気象ゾンデ，気象レーダデータ受信，河川情報センター経費と日々の装置の保守で精一杯であった．統合後内之浦観測所の整備，特にLANの回線増強によりインターネットでの気象データ取得が容易になった．気象庁が発表し，日本気象協会が配信する気象データ，気象レーダ，高層天気図など長期予報データの取得が，打上げ当日のLAN利用者の集中時でも障害なくできるようになった．また，気象庁自身の発する予測も精度が上がってきていることも事実である．数値予測であるアンサンブル平均値による週間予測図も精度が上がっていることは認められる．

This document is provided by JAXA.

打上げ時気象予測にとって強力な機器の導入ができた．局地観測用気象レーダの導入である（図2）．Xバンドのレーダを用い測定範囲30kmで30秒ごと，に更新する雲画像が得られる．また相当する雨量では1mm/hまで検出できる．これでおおよそ1時間後までの気象変化が追跡出来るようになった．

図2．局地観測用気象レーダ（三菱電機特機システム㈱MDT-WR901）
コントロールセンター屋上に設置されている．パラボラ有効開口径1.2m

3. 気象予測結果

3.1. M-V4号機の打上げ時予測

1月に観測ロケットの打上げがあり，2000年2月の1週までは通常の冬季独特の晴天が続いた．頭胴部の棟間移動までは晴天下で作業ができた．2月6日電波テスト予定日と8日打上げ予定日は気圧の谷に入ることが予想された．6日は一日で67mmの冬季には珍しい大雨であった．7日電波テスト，10日打上げであった．打上げは雲ひとつ無く，快晴であった．

3.2. M-V5号機の打上げ時予測

5月とは言え，天候不順な打上げ前であった．5月7日電波テスト，5月9日打上げスケジュールで臨んだが，雨続きであった．ちなみに記録では，5月4日1 mm，5日3 mm，6日17 mmの降雨が記録されている．ランチャ出し，電波テストは降雨の合間を縫って実施することになり，岸良と串良に人を遣って雨モニタを行った．打上げ日は快晴になり予定通りの打上げであった．

This document is provided by JAXA.

3.3. M-V6号機の打上げ予測

2005年7月6日の打上げ予定で臨んだ．梅雨の最中の打上げであり，梅雨前線の南北移動で降雨の有無が決まるので地上天気図と衛星雲画像での前線移動のモニタが必要であった．図3は当初打上げを予定した7月6日のアジア地上天気図である．内之浦上空に梅雨前線が居座り，19 mmの降雨があった．8日も54 mmもの降雨があり，梅雨の合間を縫って10日の打上げであった．

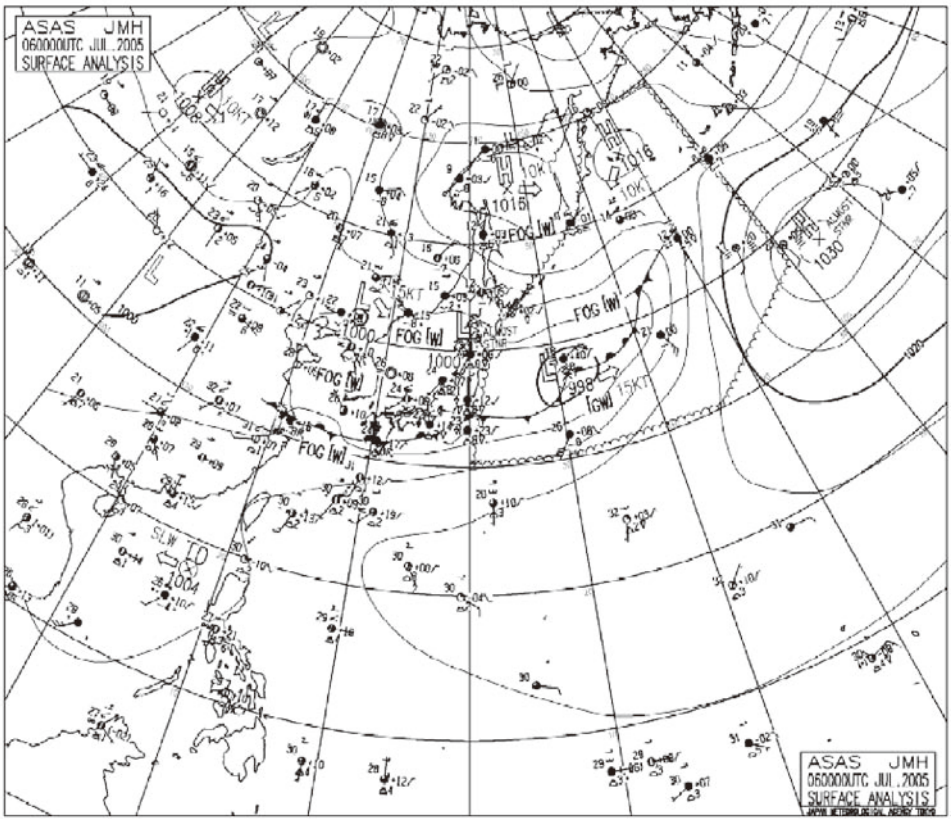

図3. 当初打上げ予定日2005年7月6日の09:00JSTアジア地上天気図

This document is provided by JAXA.

3.4. M-V8号機の打上げ予測

2006年2月16日打上げ予定であった．この年冬季の天候は例年並みであった．2月13日までは週に一日の天候の崩れはあるものの晴天で北西の風が吹くという冬のパターンであった．14日以降降り続き14日2 mm，15日46 mm，16日 10 mmの雨が記録された．図4は2月21日の地上天気図であり，冬型ではなく，春の気圧配置の状態が見て取れる．2月22日に打上げることができた．

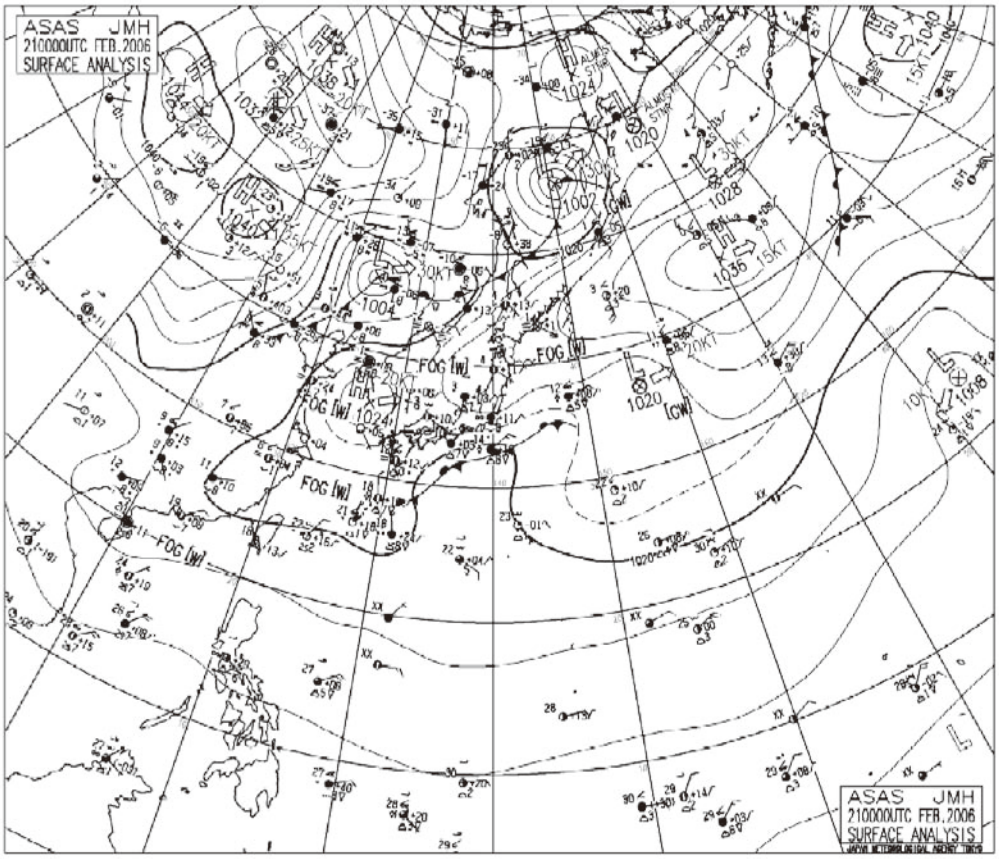

図4. 2006年2月21日09:00時（JST）のアジア地上天気図
本州南岸にある前線と対馬海峡付近にある高気圧のせめぎ合いの間に内之浦があった．この日6 mmの降雨が記録されている．

This document is provided by JAXA.

3.5. M-V7号機の気象予測

2006年9月23日の打上げ予定でフライトオペに臨んだ．9月18日までは秋雨前線と台風の影響で雨降りが続いた. 図5は9月22日の打上げタイムスケジュールに入る午後9時の地上天気図であり, 台風と前線が現われている．台風の接近は無い，前線は遠ざかっているという条件で午前6時36分の予定通りの打上げであった．この打上げでは雨量1 mm以下の記録に残らない驟雨に見舞われ，前回から導入された局地観測用気象レーダの威力が遺憾なく発揮された．図6は局地気象レーダのモニタ画像であり, 付近に雨雲の存在と移動方向, 速度の予測ができた．

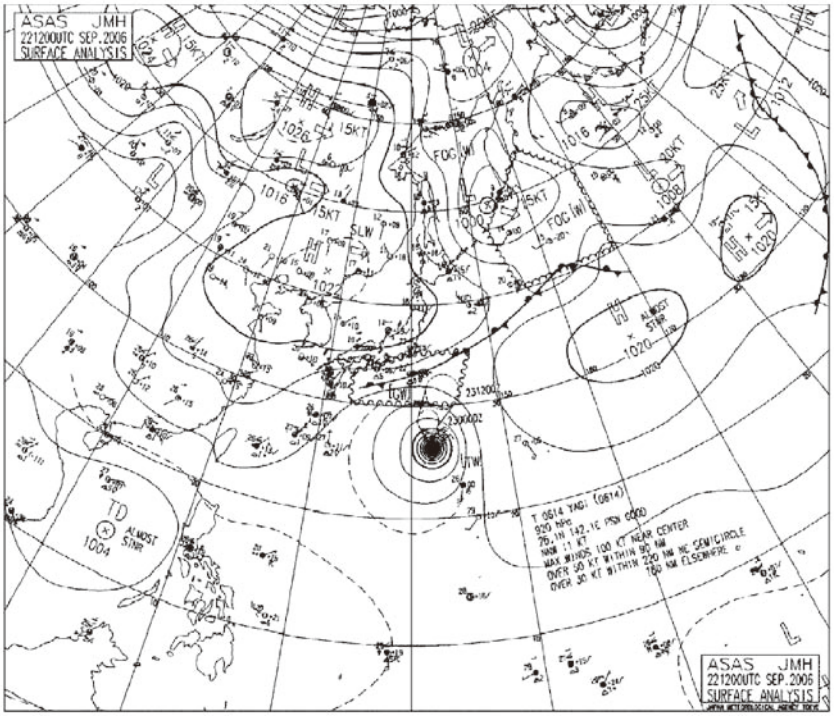

図5. 2006年9月22日2100（JST）におけるアジア地上解析天気図
中心気圧920hPaの大型台風が接近していたが北北東に進路変更した．本州南岸には秋雨前線の停滞も見られる．

This document is provided by JAXA.

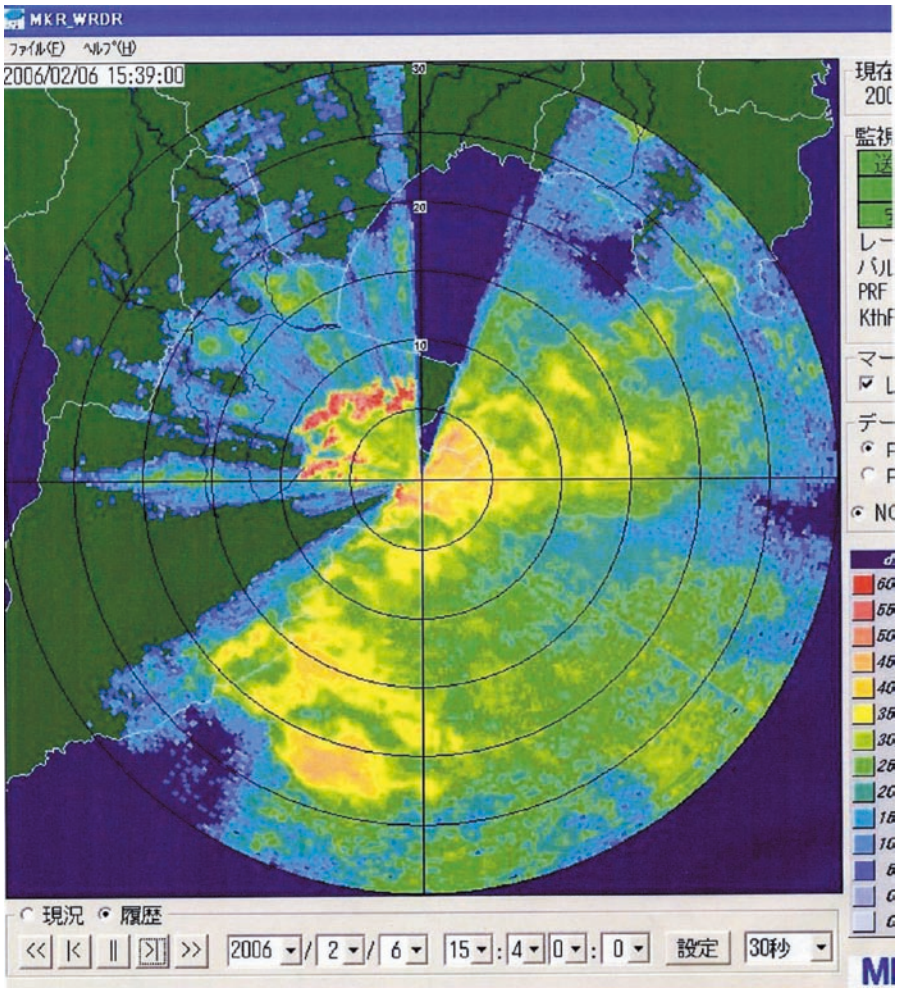

図6. 局地観測用気象レーダの雨雲モニタ画像
内之浦を中心とする半径30km圏内の雨量が表示されている．2006年2月6日のもので，この日内之浦には39mmの降雨があった．中心から左上にある，赤で示されている部分は，国見岳，黒尊岳，甫与志岳からのエコーである．

4. おわりに

局地レーダという強力な短時間気象予測の武器を関係者の努力のお陰で導入することができ，威力を発揮している．M-Vロケット，S-310観測ロケットの気象を担当してきて結論であるが，3日連続の晴天を期待するのは不可能であり，ランチャ出し・電波テスト・打上げのシーケンスの中で必ず雨に見舞われる．要対策．

This document is provided by JAXA.