

世界の流星電波観測による流星群活動の完全監視

The global monitor of meteor stream by Radio Meteor Observation all over the world

小川 宏(筑波大学自然学類), 豊増伸治(みさと天文台),
大西浩次(長野工業高等専門学校), 前川公男(福井工業高等専門学校)

Abstract

In recent years, in Japan, Radio Meteor Observation (RMO) has spread, and RMO has come to be observed by many observers. Then, to grasp the whole aspect of meteor stream activity accurately, the necessity of unifying the observational data all over the world came out. Then, we tried to correct and integrate them. To consider the error by geographical factor or the observational equipment, the data was divided by average counts previous one week. The 2000 Leonids RMO result at eight sites of the world was unified by this method, and three peaks appeared. This is similar to the result of Visual Observation. In this time, however, it was considered without using the radar equation etc, we could get result as almost same as Visual Observation. Therefore, the more exact result could be obtained if we consider of it. However, it cannot unify easily now, because we have poor information on the various equipment and various geographical conditions. It cannot unify easily at a present stage. Consequently I would like to collect the detailed data of each observational site, and to establish the method of catching meteor stream activity accurately.

1. はじめに

流星は大気で発光する際に、周辺大気を電離する。すると、周辺大気の電子濃度が上昇し、通常は宇宙空間へ突き抜ける超短波帯の電波も一時的に反射される。この仕組みを利用し、定常的な電波送信でもって、流星観測を実施する方法が流星の電波観測である。流星の電波観測は、天候に左右されず、昼夜一貫して観測できることから、流星群活動を把握する上では有効な観測方法といえる。

しかし、流星群活動把握のための観測には、この電波観測も完全ではない。2000年しし座流星群は、極大がヨーロッパで起こり、日本では輻射点が地平線以下に沈んでしまったため、極大に向かうしし座流星群の傾向は見られたものの、日本の観測地はしし座流星群のピークを観測することはできなかった。そこで、輻射点高度にも左右されないための観測が必要となる。今回は、世界の流星電波観測結果を統合することによって、天候、昼夜そして輻射点高度に左右されない流星群活動の完全監視を試みた。

世界の流星電波観測を統合することは、眼視観測と違って、各観測者間で機材などに応じた補正值などは確立していない。また、日本ではアマチュア無線 50MHz 帯を用いているのに対し、日本以外では、FM 放送局や TV 曲など周波数も電力も様々である。そのため今回はこれらを相対的に評価し、データ統合に向けて解析を進めた。

この電波観測結果の統合は、流星群全体の活動を捕らえると共に、日々のデータを集計することによって、突発流星群の観測や、突発流星群の検証、そして流星群の歴史をたどることにつながるであろう。

2. データ解析方針

流星の電波観測には、データを統合する上で、大きく分けてふたつの問題点がある。ひとつは、“地理的要因”、すなわち、受信局と送信局の位置関係である。日本のような狭い国では、受信局と送信局の距離が極めて近い観測地も存在する。観測地の違いは、流星の電波観測において、飛行機の捕獲具合や、捕らえられる流星数に影響する。そしてもうひとつの問題点は、“観測機器的要因”、すなわち、受信機や送信機、アンテナの性能である。受信機によって、捕らえられる流星数は大きく変化し、アンテナの種類によっても変化する。これらの情報は比較的得やすいが、送信局のデータは詳細データの入手が困難であり、不明点が多いのが現実である。

そのため、これらの考慮が必要になるが、前述したように相対的にデータを評価することによって、その考慮が可能となる。つまり、同一条件下で全てのデータを統合する必要性があるわけだ。

3. データ集計方法

前述のように、データを統合するためには、同一条件下で全データを統合する必要がある。ところが、現在はその方法が確立していないため、独自の算出方法で、データを統合した。それは、通常期にくらべどれくらいの流星活動を見せているのかを計算するものである。

$$\frac{H - H_0}{D} \quad \begin{array}{l} H: \text{ある時間}H\text{における流星エコー数} \\ H_0: \text{ある時間}H\text{における前2週間の平均エコー数} \\ D: \text{前2週間の1日あたりの平均流星エコー数} \end{array} \quad (3 \cdot 1)$$

サンプル期間は2週間とし、1日あたりの平均流星エコー数で規格化、計算結果の値を次元のない値とした。本来は、分母で H_0 を適用するべきであろうが、この方法では日周変化で流星数の少ない夕方のエコー数が過大評価されるので、それを抑えるために D を用いた。サンプル期間は、1週間では、電波状況によって大きく変化するため、適していない。またこれ以上の期間では、年周変化が生じてくるため、2週間が妥当と考えた。

ところが、この集計方法では、主要流星群のピーク後は、ピーク時間帯の H_0 が大きくなり、マイナス方向への過大評価が起こる。従って、ピークのような、明らかに通常期とは異なるいわば‘異常値’をサンプル期間から取り除く必要がある。ところが、流星群活動期間を明らかにする目的の研究のため、流星群活動期間がいつからいつまでなのかはわからないので、流星群活動期間中のデータを抜くということも現実的には不可能である。従って、今回はヒストグラムを用いた集計を同時に行った。

上記3.1式の計算結果を、横軸におき、縦軸に頻度を取ったヒストグラムを月毎に作成する。すると、0付近を頂点とする正規分布に似た結果が得られる。そのデータから、標準偏差を計算し、通常レベルを定義する。流星群活動のない2月、3月のデータを集計した結果より、議論はあるが、今回は月毎に標準偏差を計算し、 ± 2 を通常レベル(background)と定義した。すると、流星群活動の時期は、当然この値よりずれる値が得られる。それらは‘異常値’とみなし、サンプル期間のデータから除外した。これによって、主要流星群活動後のマイナス方向への過大評価を防ぐことができた。今回はこれら2つの方法でもって、各観測地のデータを評価し、統合を行った。

4. 観測データ

観測データは、通常レベルを定義するために、安定した観測をほぼ毎日続けているという条件が付く。従って、今回は、Christian Steyaert氏がとりまとめているRMOB(Radio Meteor Observation Bulletin)よりデータを観測者承諾の上で使用した。データの報告者は以下の表4.1であり、世界地図にマッピングしたのが図4.2である。

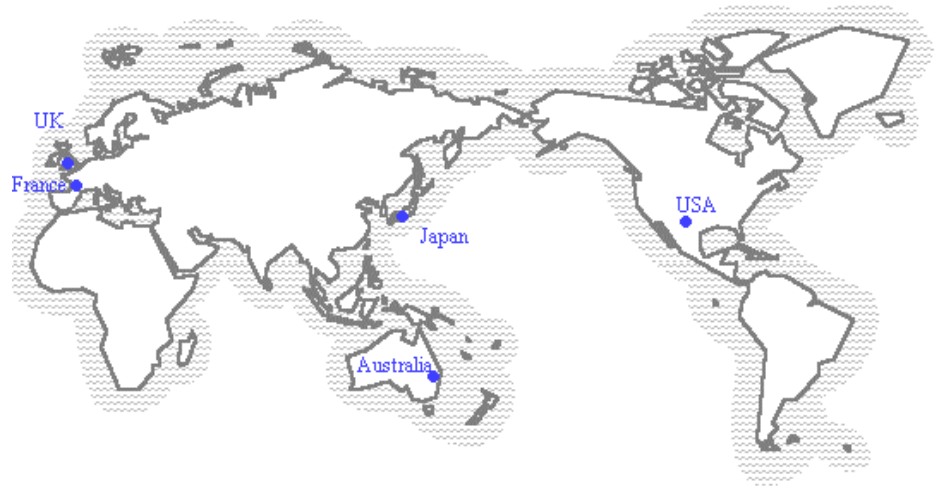


図4.2 データを使用した観測者マップ

国名	使用周波数	緯度	経度	観測者
アメリカ	88.7 MHz	北緯 33.43 度	西経 104.50 度	Stan Nelson
イギリス	55.25 MHz	北緯 50.47 度	西経 1.44 度	Dave Swan
フランス	96.8 MHz	北緯 43.68 度	東経 3.60 度	Pierre Terrier
オーストラリア	88.3 MHz	南緯 27.50 度	東経 153.70 度	Bruce Young
日本	53.750MHz	北緯 34.14 度	東経 135.41 度	Misato Observatory

表4.1 データを使用した観測者リスト

5. 集計結果

2001年1月の計算結果を図5.1に示す。

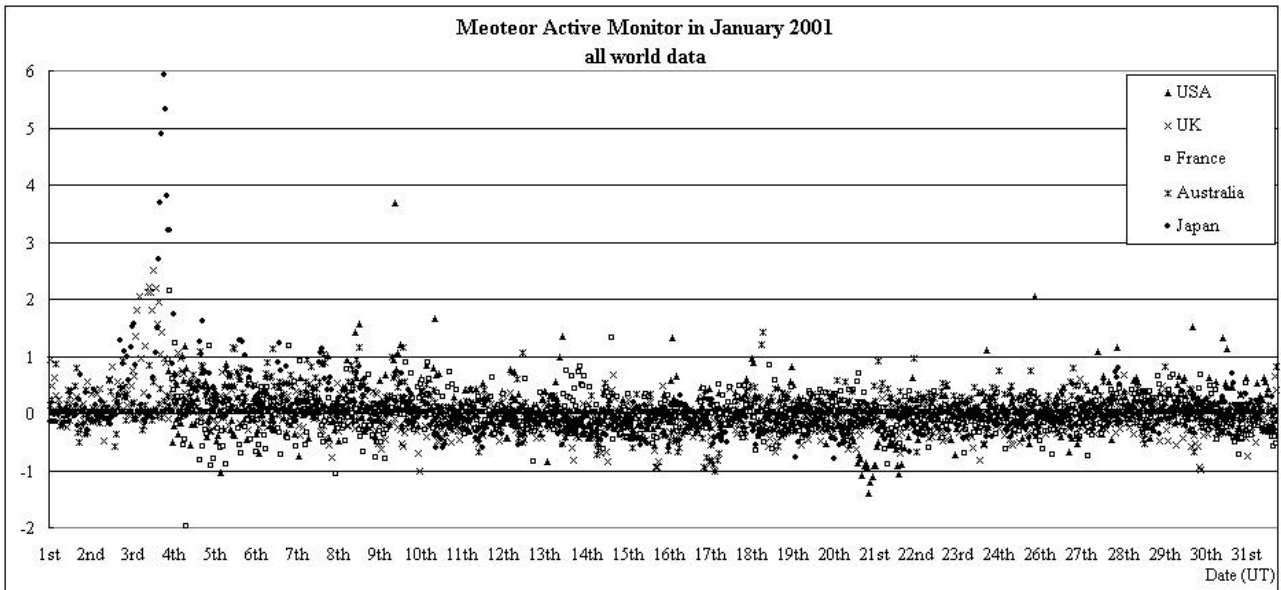


図 5.1 2001年1月 流星群活動モニター計算結果

3日から4日にかけてオーストラリアを除く全観測ポイントで異常値が観測されている。これは、しぶんぎ座(りゅう座)流星群によるものであり、オーストラリアで観測されていないのは、りゅう座がオーストラリアからは観測できないからである。この他時折、異常値を出しているが、これらは、どれも1観測地点であり、しぶんぎ座流星群のように流星群活動の可能性は低い。ただし、突発出現かどうかについては、その国のデータを複数個使う必要があるため、現段階ではその異常値が地域的な突発現象かどうかまで検証するには至らない。そして、以下が各観測ポイントの2001年1月のヒストグラムである。(図5.2 - 5.6)

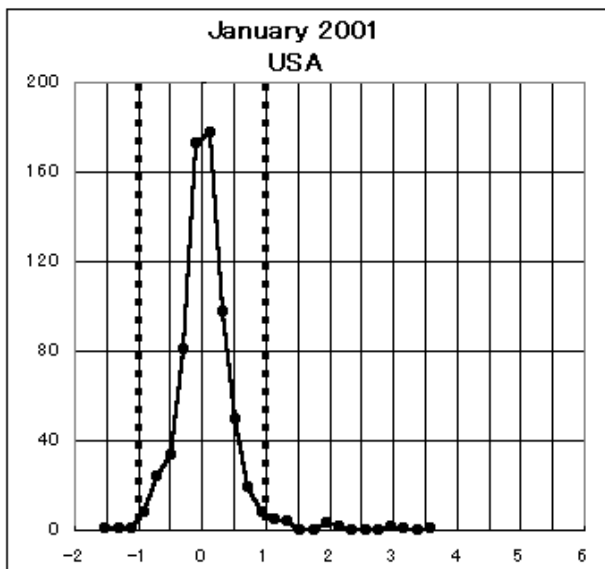


図 5.1 2001年1月 アメリカ

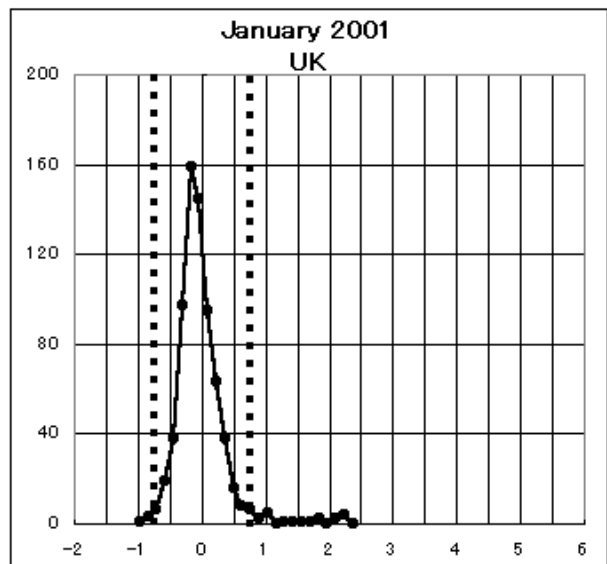


図 5.2 2001年1月 イギリス

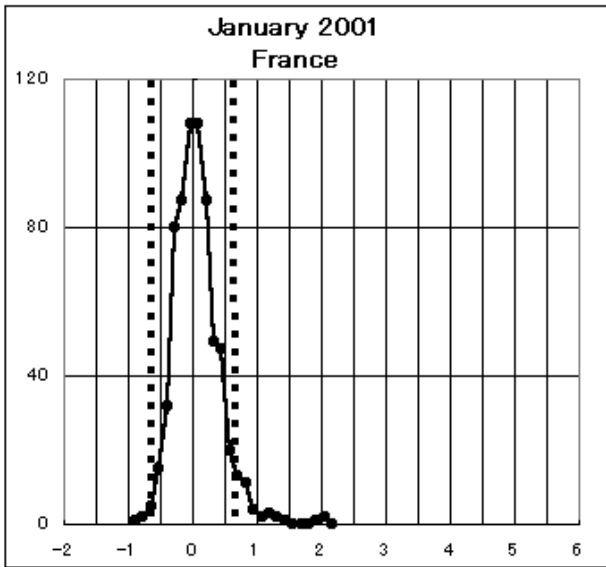


図 5.4 2001 年 1 月 フランス

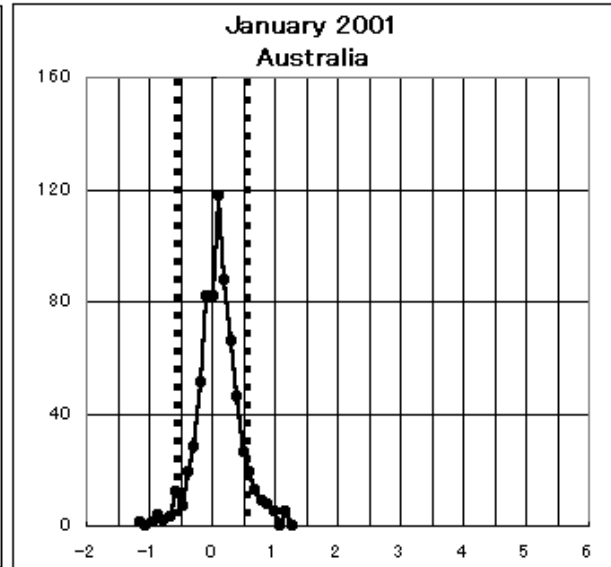


図 5.5 2001 年 1 月 オーストラリア

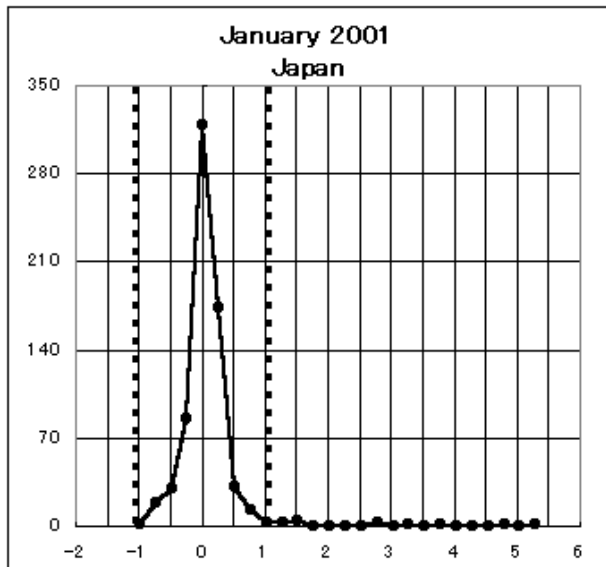


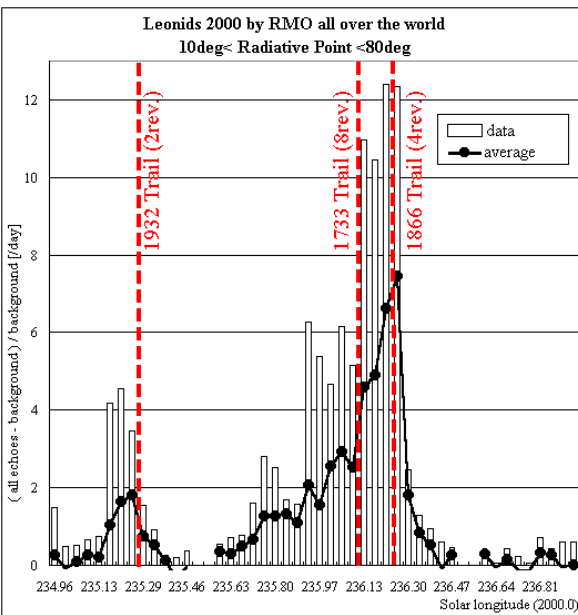
図 5.6 2001 年 1 月 日本

各ヒストグラムは横軸が 3.1 式の計算結果、縦軸が、その頻度をそれぞれ示している。頻度の値のグラフ間隔は、各観測地によって異なるので注意していただきたい。

点線が、 ± 2 の範囲を示し、この範囲内が通常レベルとして定義されており、それ以外の値が異常値となり、サンプル期間のデータからも除外されている。

また、2000 年 11 月のしし座流星群については、サンプル期間を 11 月 1 日から 15 日の約 2 週間をとって、この時期のしし座流星群活動のみをピックアップしたものが図 5.7 である。これは、全部で 8 カ国 10 データが使用されている。縦の点線は、R.McNaught 氏と D.Asher 氏の計算による各ダストトレイルとの衝突時刻である。

これらの結果は、彼らの計算結果と近い一致を示し、それ



と同時に、眼視観測結果とも近い一致を示している。従って、今回のこの試行は、流星群活動を把握する上で有効な手段であったことが示唆される。ただし、しし座流星群は、流星群の中でも対地速度が最も早いうちのひとつであり、ピークも鋭いという特徴を持つ。従って、しし座流星群と正反対の特徴を持つふたご座流星群でも、この方法が有効かどうかを調べる必要性があった。その結果、ふたご座流星群でも、眼視観測と同じような傾向が見られ、これで全ての流星群において、この試行が有効であることを示すことができた。

(左：図 5.7) 2000 年しし座流星群電波観測結果
データ：オランダ、ベルギー、イギリス、フランス(2件)、
スペイン、台湾、オーストラリア、日本(2件)

6. まとめ

世界の流星電波観測結果を統合することによって、観測された活動が、流星群活動によるものである可能性が高いのか、あるいは地域性の突発である可能性が高いのかがわかるようになった。また、流星群活動においても、対地速度の違いや、ピークの継続時間の違いなど、各流星群の特徴を越えて、全流星群においてこの統合方法で、流星群の全体の活動を把握することができた。そして現段階では、レーダー方程式などは一切用いておらず、と同一条件下でデータを規格化し、相対的にみているだけである。しかし、このような手法でも眼視観測と同じような傾向が見られ、流星群活動が捕らえられる。従って、このモニターが毎日の流星活動モニターとしても十分な機能を果たすことも実証された。

7. 今後の課題

現段階では、観測地が各国一カ所しかない。従って、地域性の突発か、観測エラーかを見極めることができない。よって、まずは安定した観測地を探すことが大きな課題である。また、3.1 式の分母は現在 D であるが、 D では夕方の評価が過小評価される。従って、分母を H_0 で夕方の評価をあげる事を含め、地理的要因と観測機器的要因をさらに考慮し、よりよい統合方法を追求する。この他、各流星群の集計時に、輻射点高度などを考慮することも必要となってくる。そして最後に、これらの結果から、流星物質の分布マップを作成し、流星群についてのさらなる追求を行う必要がある。

[参考文献]

- [1] R.Arlt, M.Gyssens, "Result of the 2000 Leonids Meteor Shower", *WGN*28:6, 2000, pp195-208
- [2] Christian Steyaert, "Radio Meteor Observation Bulletin", *No.88-94*, 2000-2001
- [3] David. J. Asher, "Leonids dust trail theory", 2000

[協力]

- [1] Kazuhiro Suzuki (Japan), [2] Stan Nelson (USA), [3] Dave Swan (UK), [4] Pierre Terrier (France),
- [5] Bruce Young (Australia), [6] Sadao Okamoto (Japan), [7] Christian Steyaert (RMOB), [8] Takuji Nakamura (Japan)