

流星電波観測国際プロジェクト 2001-2002

The International Project for Radio Meteor Observation 2001-2002

小川宏 (筑波大), 豊増伸治 (みさと天文台), 大西浩次 (長野高専), 網倉忍 (筑波大)
前川公男 (福井高専), Peter Jenniskens (Global MS Net)

本プロジェクトは、世界に点在する流星電波観測者のデータを一箇所に集約させると共に、お互いの連携を生み出し、そしてネットワークを形成、流星活動を完全にモニターすることを目的とし、得られた情報の公開や、ネットワークの観測結果において様々な研究などに活用して頂くものである。本発表は、2001年から始まったこのプロジェクトの体制から結果を報告する。

1. 参加者構成

2001年の参加者は Fig.1, Fig.2 のように、世界 15 カ国 91 地点に及ぶ。この年は、国内観測地点の登録が予想以上にあり、日本が世界的に見ても、流星電波観測大国であることは一目瞭然である。そして、Fig.3, Fig.4 には、2002年の参加者分布を示している。2002年は、世界 23 カ国 126 地点の参加を得て、おそらく流星電波観測ネットワークとしては近年では珍しく多くの参加者がある国際プロジェクトとなったと思われる。

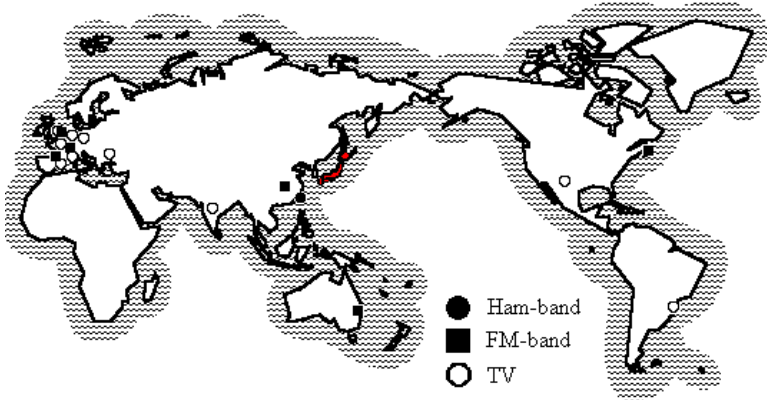


Figure 1 – 世界の参加者分布 (2001 年)

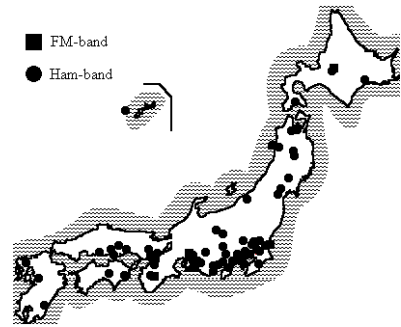


Figure 2 – 日本国内の参加者分布 (2001 年)

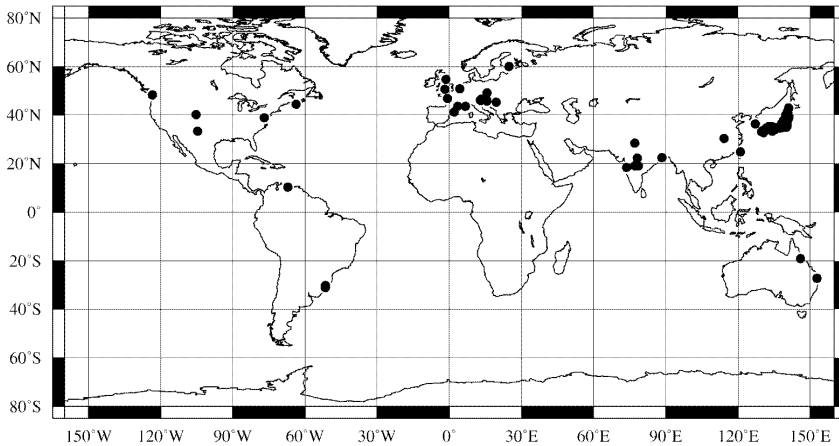


Figure 3 – 世界の参加者分布 (2002 年)

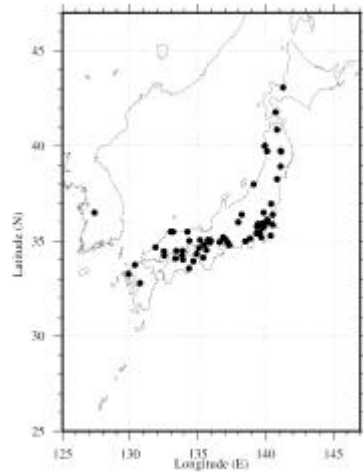


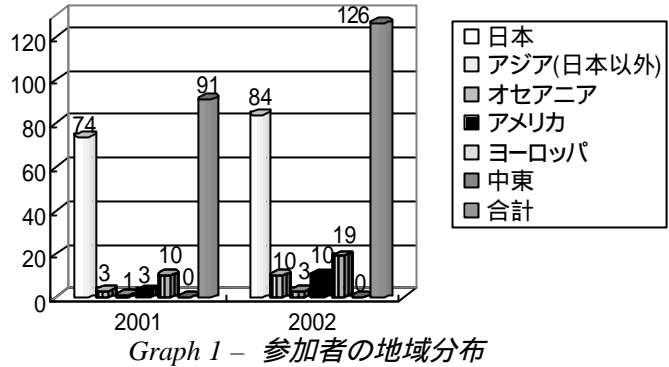
Figure 4 – 日本国内の参加者分布 (2002 年)

Table.1 は、2001 年と 2002 年の、参加地域比較である。それをグラフ化したものが Graph.1 である。日本が多いのはさておき、アジアやヨーロッパ、アメリカの参加増加が非常に顕著である。特に、地中海沿岸の国々やインド、アメリカ合衆国の増加が顕著に見られている。これは、2002 年のプロジェクト方針として、海外観測

者の発掘にかなり重点をおき，Radio Meteor Observation Bulletin や，Leonid-MAC，Pierre Terrier 氏など，海外の方の協力をいただいた結果であると思われる。

	2001年	2002年
日本	74	84
アジア(日本以外)	3	10
オセアニア	1	3
アメリカ	3	10
ヨーロッパ	10	19
中東	0	0
合計	91	126

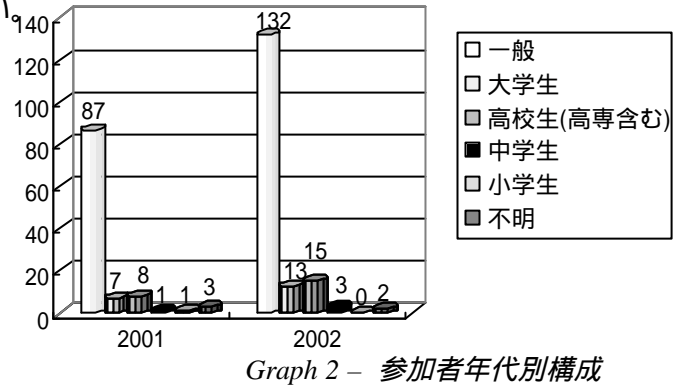
Table 1 - 参加者の地域分布



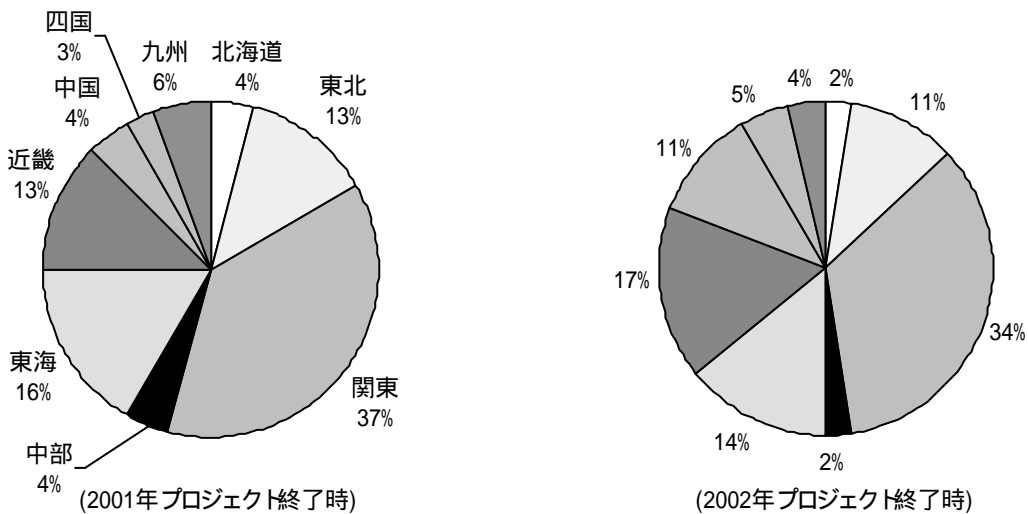
また，Table.2は，参加者の年代構成(自己申告)である。Graph.2がその割合を表した円グラフである。構成比率的にはほとんど変わっていないが，高校や大学の増加が顕著である。特に高校からは問い合わせも多く，クラブ活動として取り入れているところも多い。

	2001	2002
一般	87	132
大学生	7	13
高校生(高専含む)	8	15
中学生	1	3
小学生	1	0
不明	3	2

Table.2 - 参加者年代別構成



さて，日本国内に目を向けると，Graph.3 が，国内参加者の観測地域である。2001年では東日本が半数を超えていたが，2002年になると，近畿や中国地方の参加が増加し，東・西日本の参加比率はほぼ同じとなっている。もともと観測地点が多い東海地方は，常連的参加型で，継続観測地点が多いのに対し，関東や近畿の新規参加地点にはキャンペーン的参加型が多く見受けられるのも特徴的である。



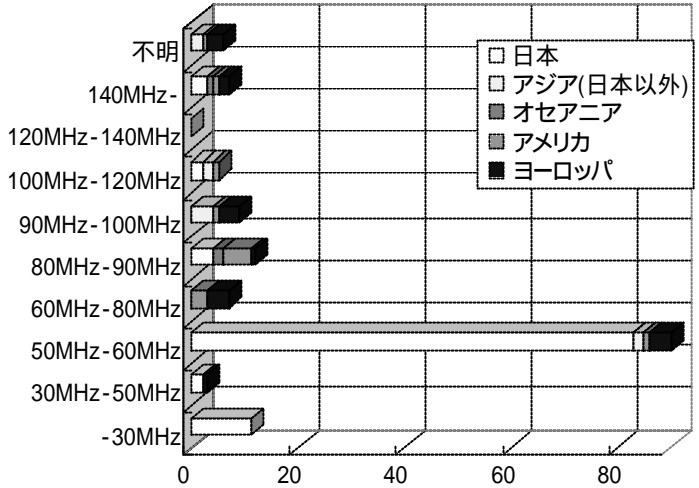
Graph 3 - 日本国内の参加者地域分布

2. 観測周波数

国内では 28MHz の観測がスタートし、観測周波数に対する興味も大いに高まった。まず、Table.3 と Graph.4 は、使用周波数分布である。さすがに 28MHz をはじめた日本が、低周波数の観測が多い。また、もちろん 50MHz 帯の観測数も顕著である。さらに、Table.4 と Graph.5 は、使用している電波の種類である。アマチュア無線のほとんどが日本・韓国であるのに対し、ヨーロッパではほとんどがテレビ放送である。これを顕著にさせているのが Graph.6 である。これは地域別に使用されている電波の種類を割合で表したものである。日本では92%がアマチュア無線の電波を利用している。日本を除いたアジアやアメリカではFMラジオが使用されている(それぞれ70%と62%)。そして、ヨーロッパでは全体の45%がテレビ放送、FM放送が30%となっている。

	日本	欧州	アメリカ	オセアニア	アジア
-30MHz	11				
30-50MHz	2	1			
50-60MHz	83	5	1		2
60-80MHz		4	3		
80-90MHz	4	1	5	2	
90-100MHz		4	1		4
100-120MHz	2		1		2
120-140MHz					
140MHz-	3	2	1	1	
不明		3	1		2

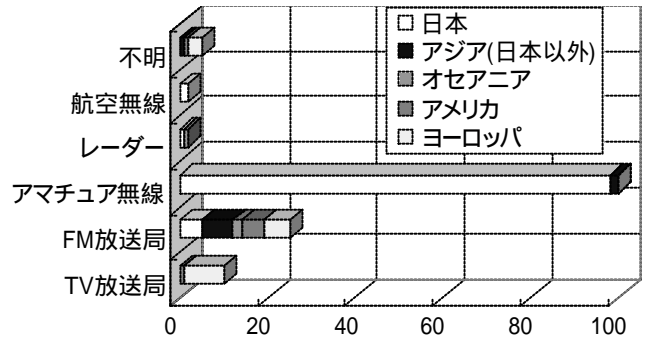
Table 3 – 世界の観測者の使用周波数分布



Graph 4 – 世界の観測者の使用周波数分布

	日本	欧州	アメリカ	オセアニア	アジア
TV放送局		9	1		
FM放送局	5	5	5	2	7
アマチュア無線	98	2	1		2
レーダー	1			1	
航空無線	2				
不明		3	1		1

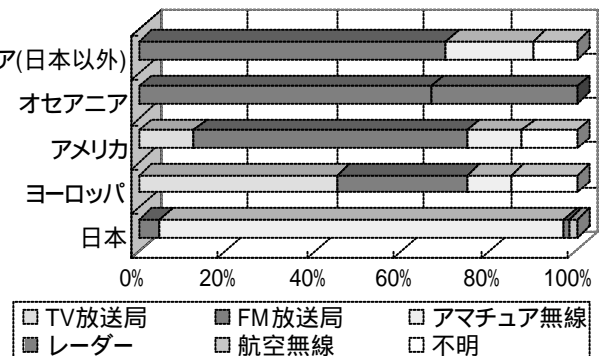
Table 4 – 使用電波の種類



Graph 5(上), Graph 6(下) – 使用電波の種類

3. ライブ・速報集計

このプロジェクトでは、世界のデータを一箇所に集約し、そしてリアルタイムでの情報提供も行った。観測したデータは特定アドレスに送付してもらい、MS-Excel上で処理をし、グラフ化、html化してweb上に反映させた。更新間隔は、実績的として、2002年ペルセウス座流星群観測プロジェクトでは約1日に一度、しし座流星群時には半日に一度、ふたご座流星群やしぶんぎ座流星群では数時間に一度と、プロジェクトを重ねる毎に更新頻度は、飛躍的に多くなっており、リアルタイムに近い情報更新を行うことができています。また、速報が何らかの事情で遅れることも考えられるので、観測画像を10分毎にweb上に自動転送し、cgiで表示するライブシステムも構築した。画像は大川一彦氏作成のHROFFT画像が提供されている。国内のみならず、ヨーロッパやアメリカからもライブがなされたため、リアルタイムで活動状況をモニターすることが可能となった。2001年しし座流星群では、web全体で60万アクセス、2002年ペルセウス座流星群で20万、同年しし座流星群で40万、ふたご座流星群で10万、そして2003年しぶんぎ座流星群において、およそ5万のアクセス数を記録している。



4. プロジェクトの対象, 期間, 実施方法

流星電波観測国際プロジェクトでは2001年しし座流星群より, 以下の日程でプロジェクトを進行してきた。

流星群	協定観測期間	速報期間	ライブ期間	最終報告締切
2001年しし	2001/11/1 ? 2001/11/25	2002/11/14 ? 2002/11/21	2002/11/16 ? 2002/11/25	2002/12/15
2002年ペルセウス	2002/8/1 ? 2002/8/20	2002/8/10 ? 2002/8/15	2002/8/10 ? 2002/8/20	2002/08/31
2002年しし	2002/11/1 ? 2002/11/25	2002/11/14 ? 2002/11/25	2002/11/10 ? 2002/11/25	2002/12/20
2002年ふたご	2002/12/1 ? 2002/12/20	2002/12/10 ? 2002/12/17	2002/12/10 ? 2002/12/20	2002/12/31
2002年こぐま	2002/12/17 ? 2002/12/25	2002/12/22 ? 2002/12/24	2002/12/17 - 2002/12/25	2002/12/31
2003年しぶんぎ	2002/12/27 ? 2003/01/10	2003/01/02 ? 2003/01/06	2002/12/27 ? 2003/01/10	2003/1/31

観測方法は, 各自の観測機材・観測環境で行うものとし, 通常の観測プロジェクトで見られるような, 観測機材や環境に関する推奨などは行っていない。運営側から求めたものは, 統一フォーマットによる速報ならびに最終データ報告, 時刻精度である。

速報期間はすべて私の手作業となるため, 最低限の期間とした。ライブは後半になると, プロジェクトに関係なく常に提供して頂いているサイトが増えたので, ほぼ全期間を網羅しています。

5. 集計方法

5.1 Activity Level : A(t)

集計方法は, スウェーデンで2001年に発表した Activity Level 算出式を用いて計算している。計算式は以下の通りである。

$$A_1(t) = \frac{H(t) - H_0(t)}{D} \frac{1}{\sin(h)}$$

$$A(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N A_1(t)_i$$

H は, 時間 t における観測エコー数, H_0 は, 同時間における散在レベル, D は一日の平均エコー数, h は輻射点高度, N はサイト数を示している。最終的には, 通常レベルに対する活動の度合いを示す式となっている。なお, これらの計算は, $0^\circ < h < 75^\circ$ のデータのみで行われている。これまではこの式をしし座流星群に適用してきたため, うまく働いていたが, 対地速度が遅いふたご座流星群ではその結果がうまく出てこない。これは, 速報で用いている結果のほとんどが 50MHz 以上の電波であるため, これまで, しし座流星群では受信されない暗い流星の存在を考慮していないためである。アンダーデンスエコーの補正までできていないのが上式である。従って, 今後, 対地速度の遅い流星群を扱う場合は, 上記の式を安易に使うことはできない。

5.2 Reflection Time

この方法は, 2001年しし座流星群解析時に採用したものである。2001年はロングエコーの大出現によって, エコーが画面いっぱい埋まる状態となった。この頃の 10dB 以上継続時間を調べると, 10分間でほとんど 100% に近い状態となっている。従ってカウントによる活動評価は難しい。しかし, 一定強度を持つエコーの反射時間 (Reflection Time) を用いることによって, 活動評価を行った。2002年しし座流星群においても, 海外では同様にエコーが埋もれる状態となっている。従って, 同じ方法を用いてデータ解析を行っている。なお, これらの解析の際にはもちろんバックグラウンドレベルは除いてある。

6. 結果

各プロジェクトの観測結果をいくつか示す。

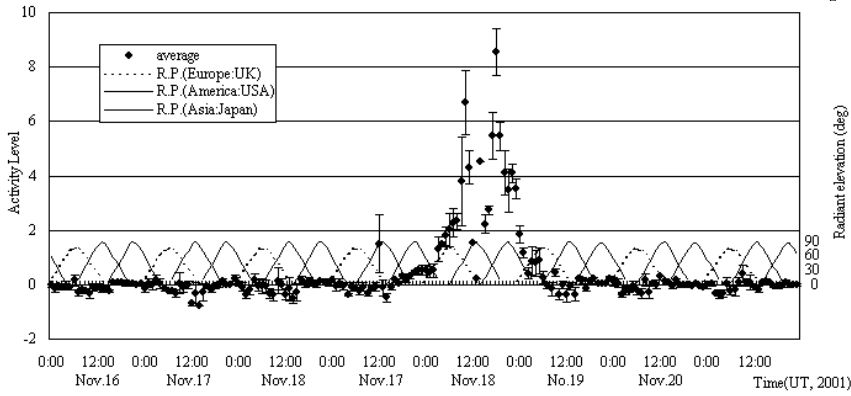


Figure 5-2001年しし座流星群

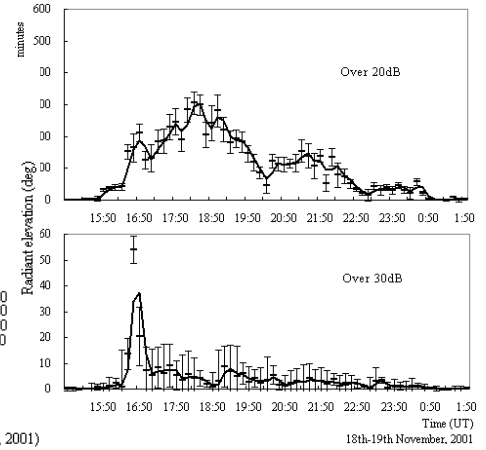
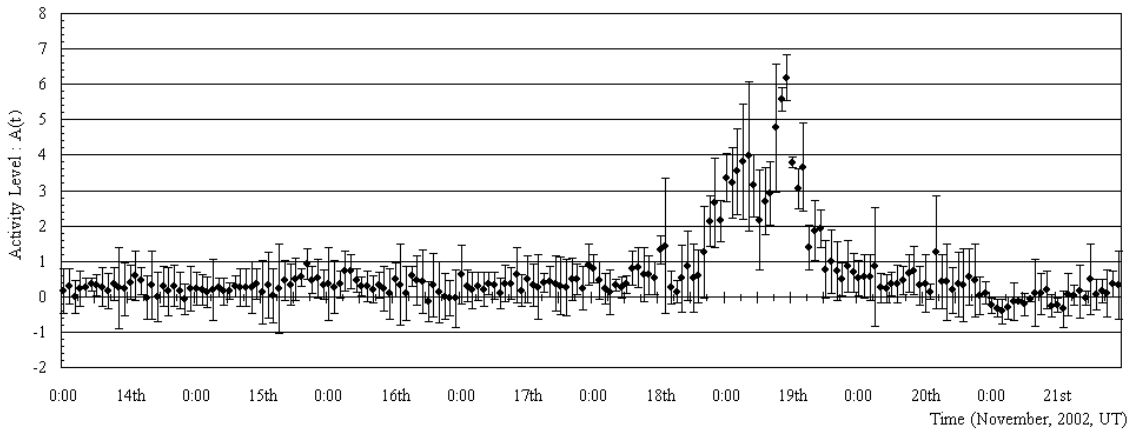
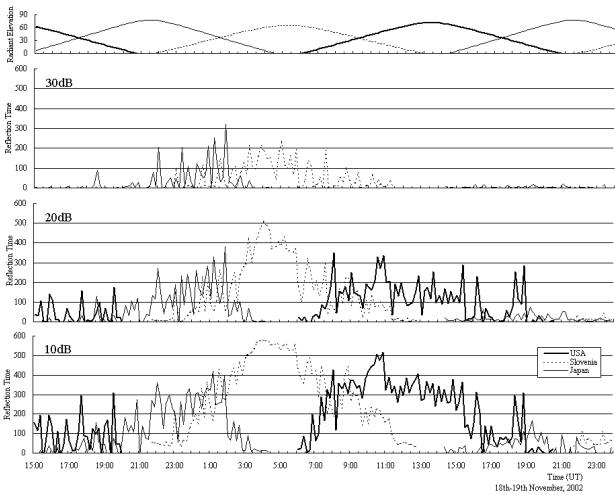


Figure 6-2001年しし座流星群 極大付近

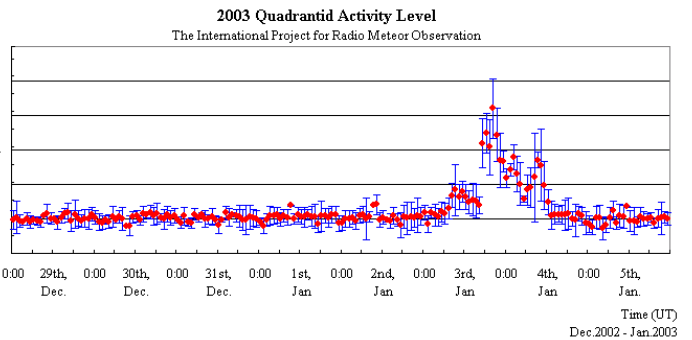


(上) Figure 7-2002年しし座流星群



(左) Figure 8-2002年しし座流星群極大付近

(下) Figure 9-2003年しぶんぎ座流星群



7. 今後のプロジェクト

流星電波観測国際プロジェクト2003を立ち上げるかどうかは現在未定である。しかし、流星観測モニターとしての需要はプロジェクトを重ねる毎に強くなってきているため、やる必要性が出てくるのも予測できる。従って、私が大学生である間には実施を続けるつもりではあるが、今後の体制をどのようにするかは検討が必要である。現在の課題は、膨大なデータ保存ディスク領域、速報の自動化、体制の再構築などがあげられる。本プロジェクトのデータを利用して研究しているケースも多く、プロジェクト運営スタッフとしてはこの上なくうれしい限りである。世界のデータを一箇所に集め、だれもが利用できる環境にする、そしてニーズに合わせた情報発信ができるよう、今後も取り組んでいく予定である。