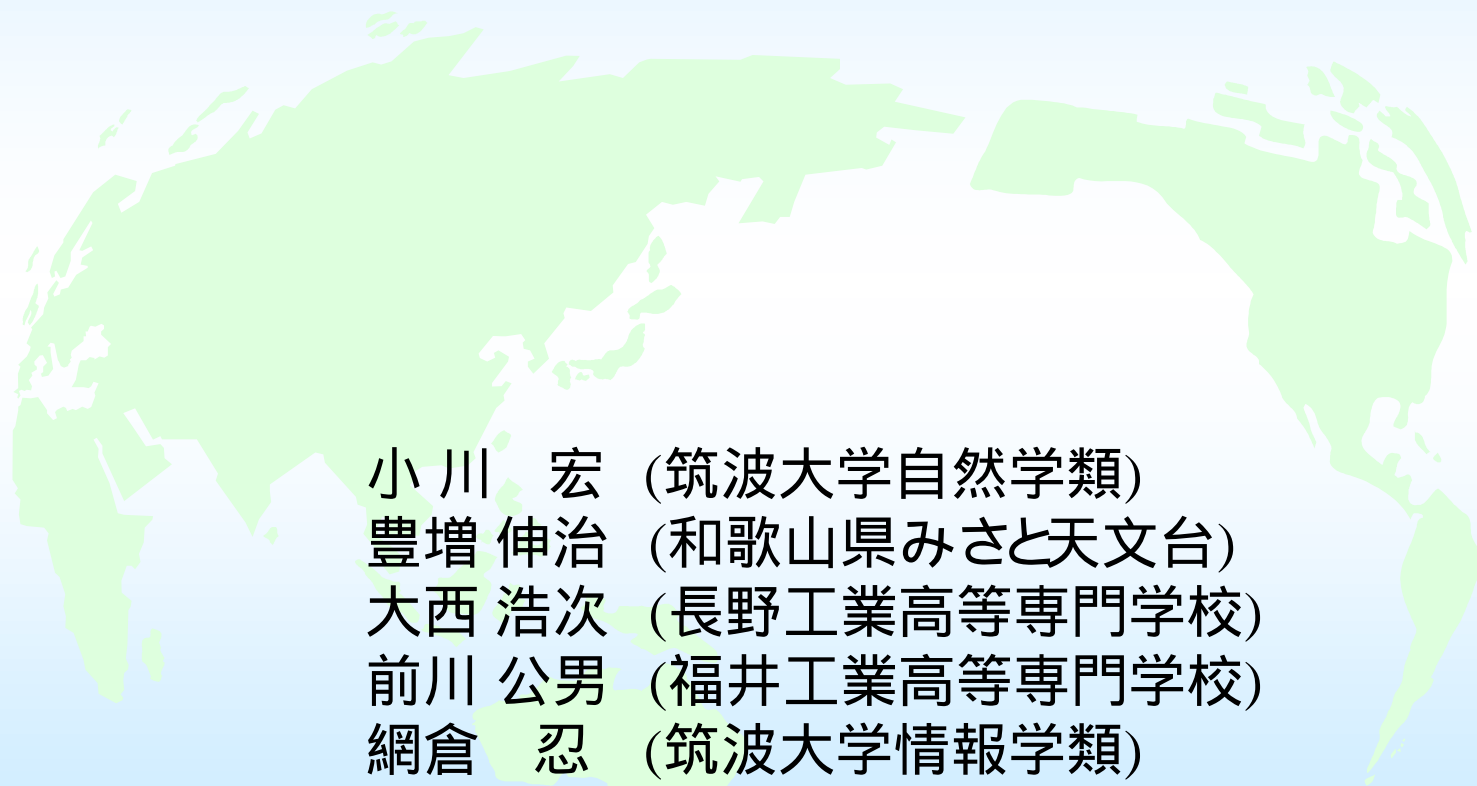


流星電波観測国際プロジェクト

The International Project for Radio Meteor Observation



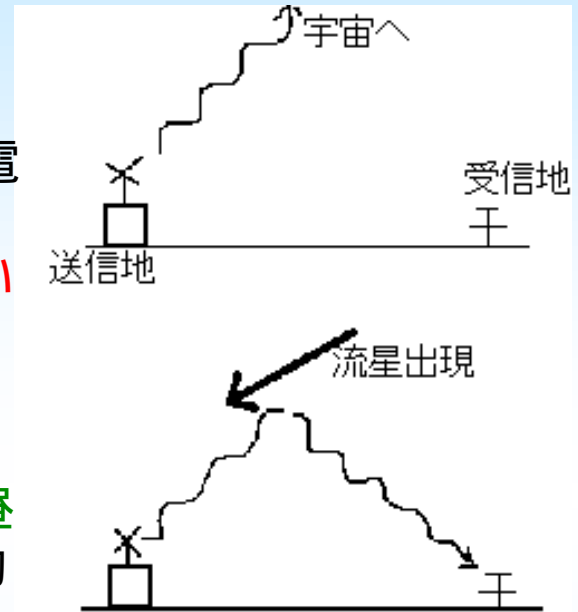
小川 宏 (筑波大学自然学類)
豊増 伸治 (和歌山県みさと天文台)
大西 浩次 (長野工業高等専門学校)
前川 公男 (福井工業高等専門学校)
網倉 忍 (筑波大学情報学類)
宮尾佳世 (愛知県立旭丘高等学校)

1. はじめに

流星は、大気で発光する際、周辺大気を電子とイオンに電離する。すると、周辺大気の電子濃度が一時的に上昇し、通常は宇宙へ突き抜ける定常的な電波が、その濃度の濃い部分で一時的に反射する。

つまり、**流星が出現した際に、電波が反射するというシステムが完成する。**これが**流星の電波観測**（RMO: Radio Meteor Observation）である。（右図）

この観測方法では、**天候に左右されないことや、昼夜兼行で観測が行えることから、確実に流星群活動を捕らえるものとして期待されている。**



通常使用される周波数は、超短波帯の電波を用いる。従来日本ではFM放送局を利用していった。現在も海外ではこのFM放送局やTV放送局を利用した電波観測が多い。ところが、日本では、FM放送局の増加に伴い、アマチュア無線の電波帯(53.750MHz :福井高専前川氏による)を使用して電波観測を行っている。日本では“HRO(Ham-band Radio Observation)”と呼ばれ、現在は専門の観測者から高校生まで広く用いられている。

2. 流星電波観測国際プロジェクトの誕生

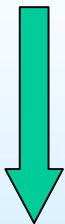
2000年

日本でしし座流星群の極大を捕らえられなかった



世界数地点のデータから,2000年しし座流星群の活動を捕らえることができた。ここで,流星群の輻射点高度に依存しない観測・集計方法を採用しなければならないと痛感

国際プロジェクトの誕生 (2001年9月)



世界で観測を行うので輻射点は沈まない
多点あるので,一箇所が観測不能になっても観測可

流星群活動を常にモニターし,活動の全貌を解明できる
リアルタイムでの情報発信が可能

3. 国際プロジェクトの目指すもの

昼夜兼行
天候無関係

+

安定した観測

+

輻射点高度
に依存しない

流星電波観測と国際プロジェクト
のメリットを最大限に活用



リアルタイムでの流星活動モニタリング!



- 突発流星群を捕らえ,その流星群の特長を研究する。
- 流星群活動の全貌を観測する
- これらの観測結果より流星物質の歴史を調べる。
- リアルタイムで世界に情報を発信する。

4. モニター方法

前2週間の平均値に比べ、何倍の活動をみせているのかを検証

$$\frac{H - H_0}{H_0}$$

H: ある時間“H”における全エコー数

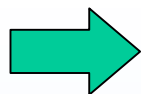
$$H_0$$

H₀: 前2週間のある時間帯Hにおける流星数の平均値

今回の研究では、平均のサンプル期間は2週間とした

1週間では、数日レベルでの電波状況に大きく左右される

3週間以上になると、電波状況の変化、年周変化の影響がある



地理的要因(送信局・受信局間の位置関係)、機器的要因(受信機、送信機、アンテナの等観測機器の性能)をこの相対値でもって考慮する

・ヒストグラムを用いて....

1. 散在流星数を定義する

ヒストグラムより、 ± 2 の範囲を通常レベル(background)と定義する。

2. 定義した範囲からはみ出ている異常値を見つける

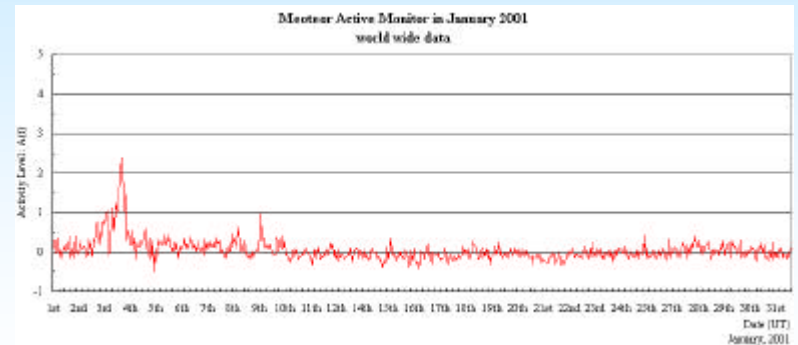
3. 異常値を散在流星を求めるためのサンプルから除く

異常値をサンプルから除くことによって、主要群が過ぎ去った後などに数値がマイナス方面へ過大評価されることを避ける。

モニターの種類

(1) 流星活動常時モニター (2000.10より解析)

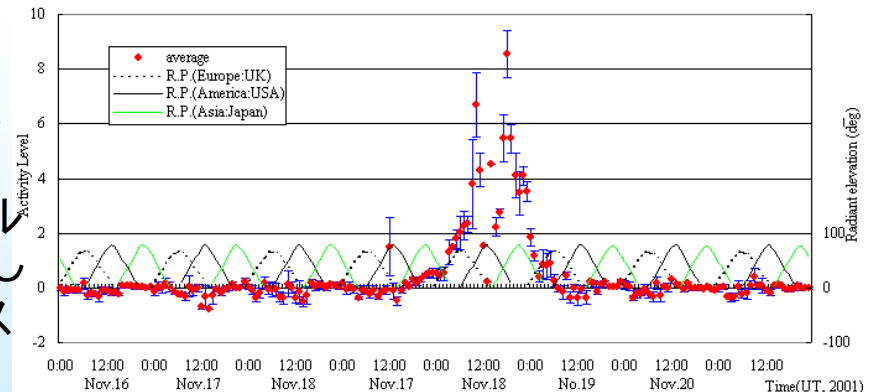
上記の算出式に従って,常に活動をモニターリングする。世界のデータを用いることにより,地球規模で流星活動をモニターリングしていることになる。右がそのイメージである。今回は月毎に集計している。



(2) 流星群活動モニター (2001年しし座流星群プロジェクトより)

→ 特別プロジェクト

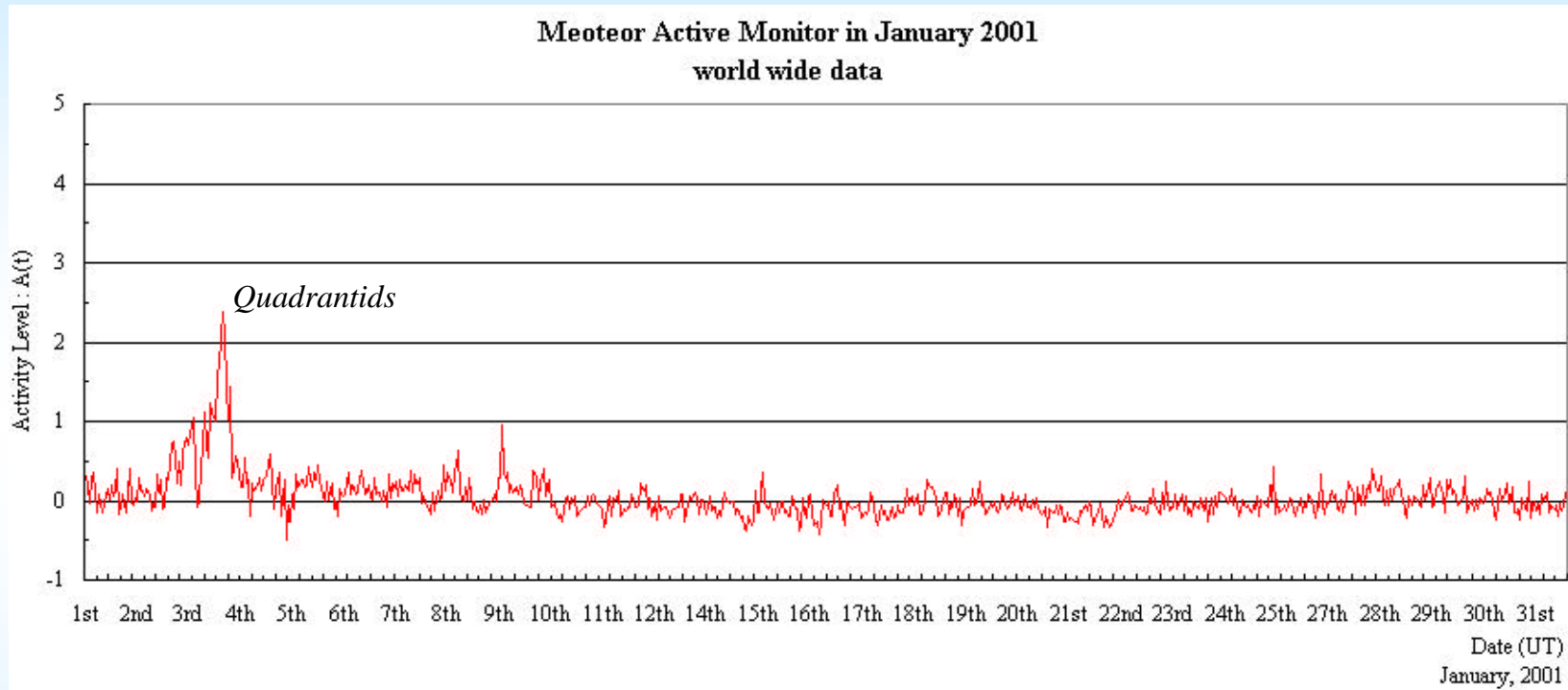
特定の流星群において,その流星群を調べるモニター。この場合,上式の通常レベル(background)は前2週間ではなく,活動が顕著な日を除き,その前後を通常レベルと定義して実施する。これまで,2001年しし座流星群プロジェクトや2002年ペルセウス座流星群プロジェクトが実施されてきた。



また,特別プロジェクトとして,速報や観測画像ライブなどが実施される。2001年しし座流星群プロジェクトや2002年ペルセウス座流星群プロジェクトでは多くの参加者が集まると共に,多くの方がこのモニターを利用している。

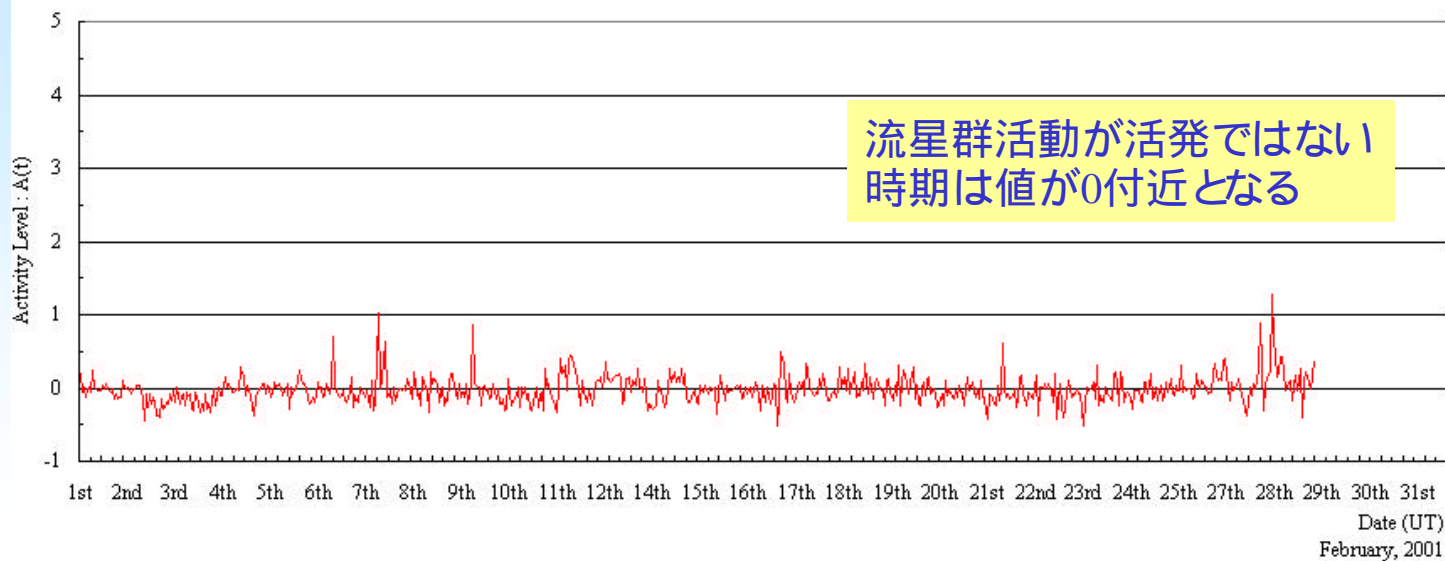
5 . 結果 (流星活動常時モニター)

5.1 2001年1月のモニター結果

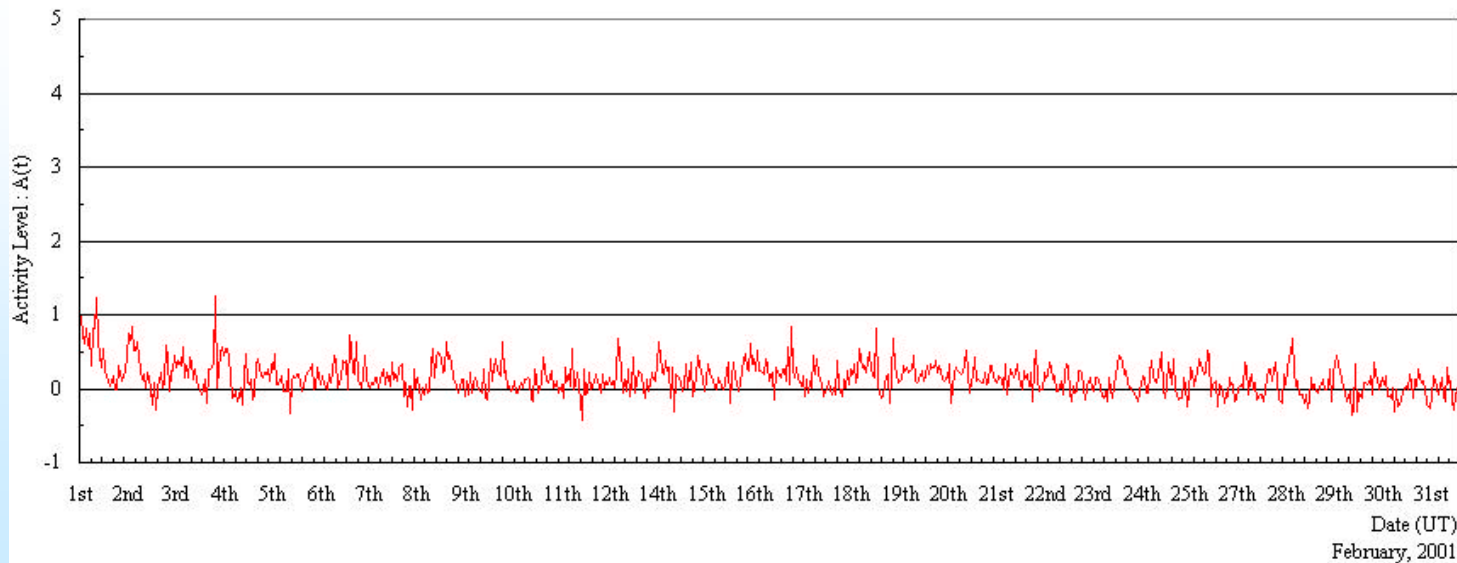


このグラフは2001年の流星活動を計算した結果で,日本,アメリカ,オーストラリア,イギリス,フランスの5ヶ国5地点のデータを使用している。1月2日夕方あたりから流星活動が増加し,3日から4日かけて大きな山を迎えている。これは明らかにしぶんぎ座流星群の活動であり,最高時のActivity Levelの値は2.6と比較的高い。しぶんぎ座流星群終了後は,活動自体は弱くなっている。

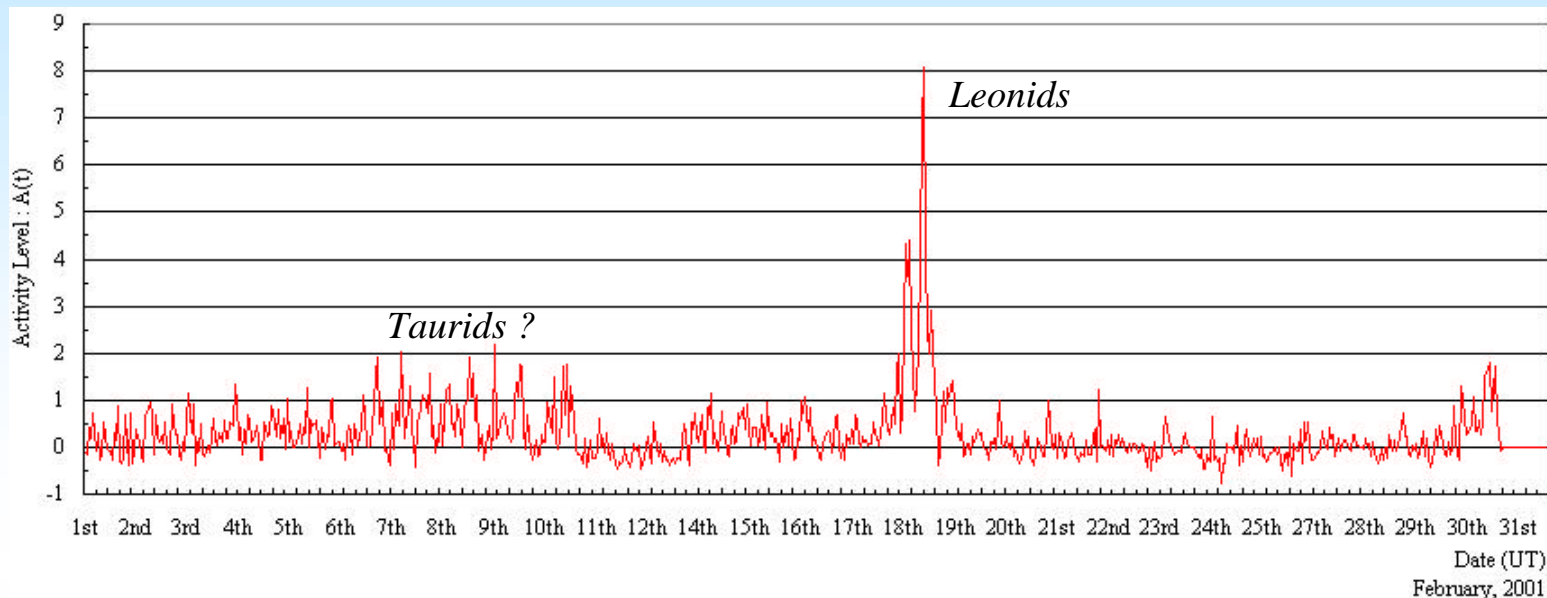
5.2 2001年2月のモニター結果



5.3 2001年3月のモニター結果



5.4 2001年11月のモニター結果



このように、流星群活動を常にモニターすることによって、流星活動の異常をすぐに捕らえることが可能となっている。活動レベルが比較的低い2,3月は値が0付近となり、しし座流星群やしぶんぎ座流星群などでは顕著な活動が出ている。

しかし



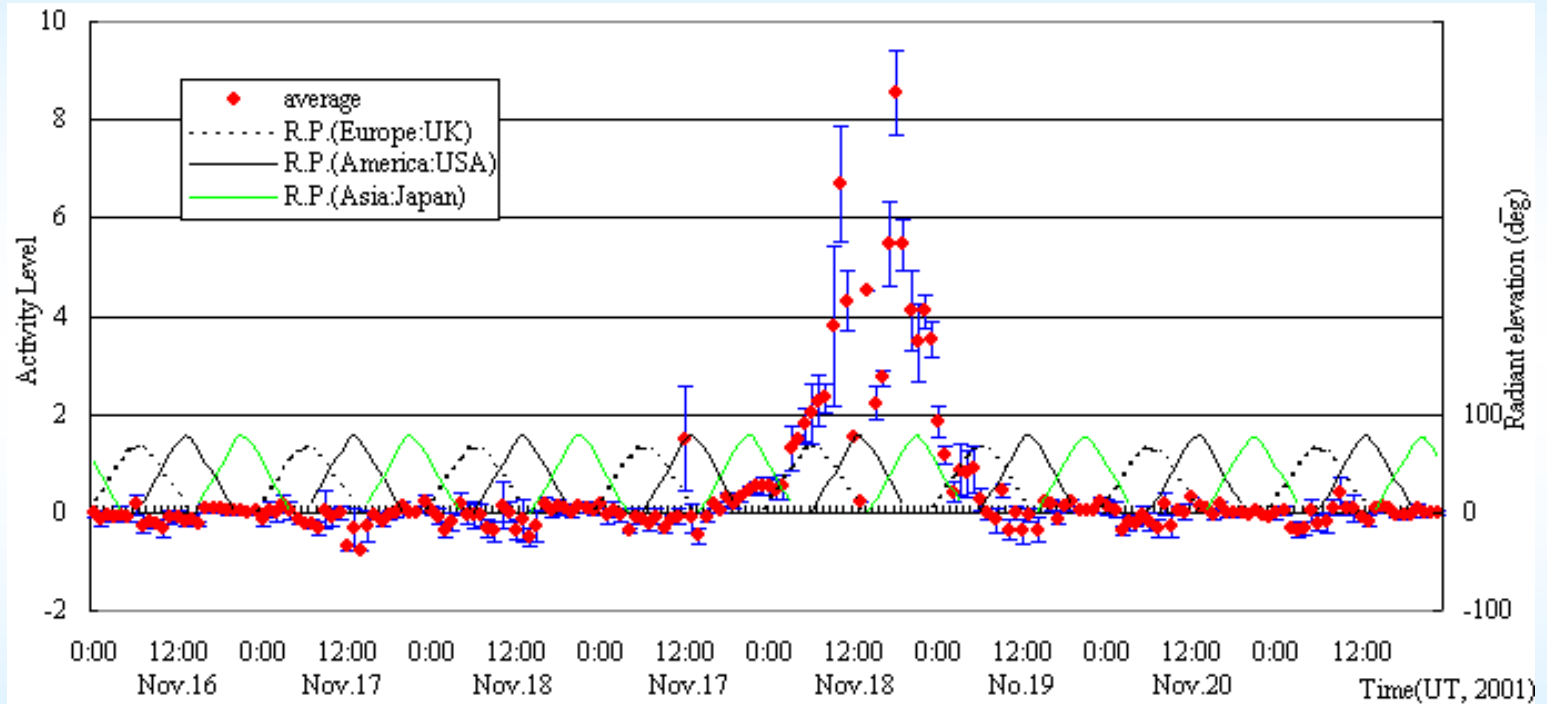
流星群活動の詳細を見る場合は輻射点高度を考慮する必要がある。

そこで、流星群活動期は別に輻射点高度を考慮した解析を実施

6. 結果(流星群活動モニター)

6.1 2001年しし座流星群

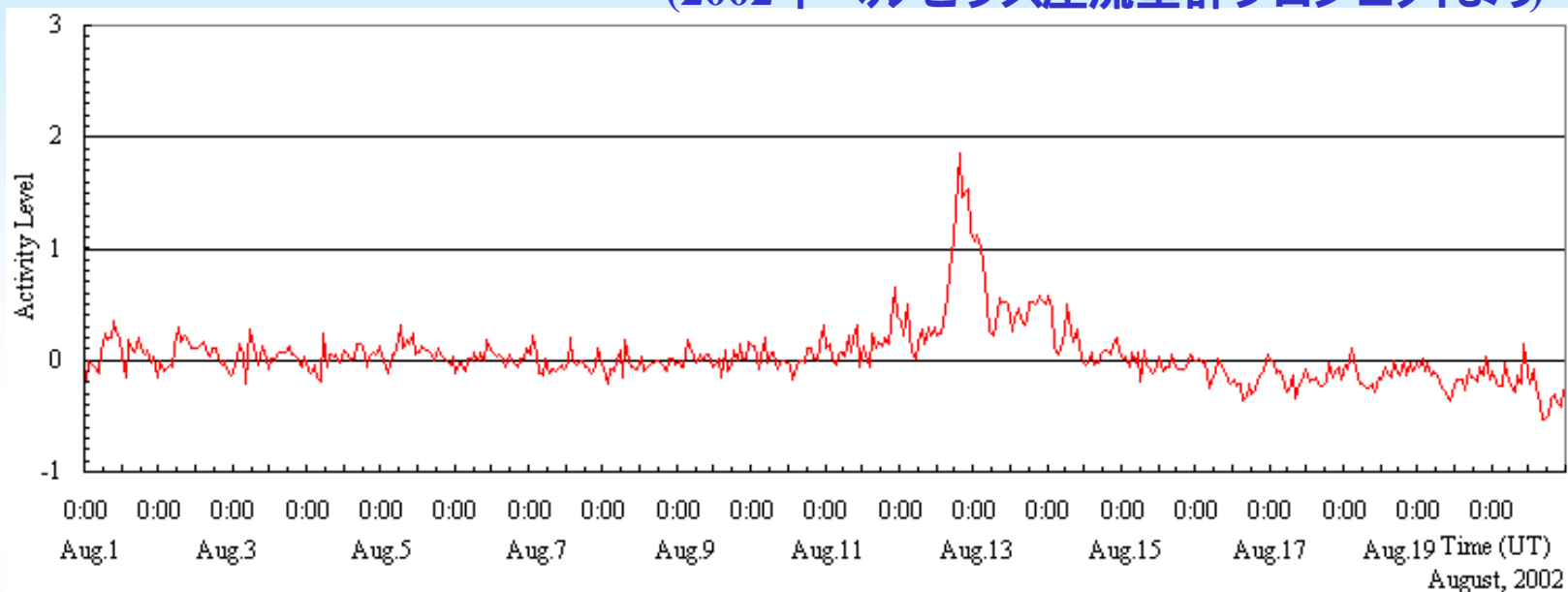
(2001年しし座流星群プロジェクトより)



2001年しし座流星群において,15ヶ国91地点が参加したしし座流星群プロジェクトにおける結果である。しし座流星群の輻射点高度が20度以上80度未満のデータのみ使用している。通常レベル(background)は,11月1日~10日と22日から25日を使用している。輻射点高度は3地点を示した。しし座流星群の活動が明確にわかる。

6.2 2002年ペルセウス座流星群

(2002年ペルセウス座流星群プロジェクトより)



2002年は、国際プロジェクトを、しし座流星群のみならず、ペルセウス座流星群でも実施した。上記は、一次解析結果であり、12ヶ国40地点のデータが集約されている。この時期は、ペルセウス座流星群以外の流星群活動が活発なため、通常レベルの定義が非常に難しい。今回は、比較的落ち着いていた、8月10日付近と19、20日で決定している。輻射点高度の考慮は、高度が10度以上80度未満のデータのみを使用している。しし座流星群同様、活動レベルはしっかりと捕らえている。

7. リアルタイムでの情報発信について

リアルタイムで情報を発信するために、web機能を利用している。

(1) 流星活動常時モニター (2000.10より解析)

現段階では、日本で数地点のライブ地点があり、常時、流星電波観測の観測ソフトが得たファイルを自動更新している。これを利用すればモニタリングはできるが、グラフ化は現状ではされていない。

(2) 流星群活動モニター (2001年しし座流星群プロジェクトより)

しし座流星群プロジェクトや2002年ペルセウス座流星群プロジェクトにおいて、速報、ライブを提供している。速報は数時間おきにテキストデータとグラフが更新され、ライブは上記同様、観測ソフトの取得画像を更新している。速報は手作業なので、作業は多いが、数時間おきでの更新ができているため、情報を得る側としては、ある程度の情報は得られるであろう。

参考として、webのアクセス数は、昨年のしし座流星群プロジェクトではおよそ60万、2002年ペルセウス座流星群プロジェクトではおよそ20万のアクセス数があった。昨年のしし座流星群以来、いわゆる主要流星群ではアクセス数は数万を記録する。従って、このモニターは、多くの方々に受け入れられ、今後の有用性もあるものと受け止められる。

8. まとめ

- (1) 世界のデータを用いることにより,本来の流星電波観測の利点(天候・昼夜無関係)に加え,輻射点高度が無視できた
- (2) 流星活動常時モニター,流星群活動モニター,どちらにおいても,今回の解析方法は有用性があり,今後の流星活動モニターにおいて大きな役割を果たすと考えられる。
- (3) 特定の流星群におけるプロジェクトでは,流星活動の現状をwebを通してリアルタイムで配信できると共に,昨年のしし座流星群,今年のペルセウス座流星群においては,一般からのアクセスが多く,モニターとしての有用性,重要性が高い
- (4) 単なるモニターに終わらず,そこから流星群の全貌が見えてくるため,流星天文学においても重要な役割を担うことができる

9. 今後の課題

・算出式の再検討と検証

現在の算出式では、夕方の数値、つまり、日周変化では一番流星数が少ない時間帯の評価が比較的大きく出る。従って、何らかのパラメーターが必要であるが、現在は考慮していない。

・観測者側のシステムメンテナンス

去年は、観測しているパソコンの時刻精度が大きな問題となった。オンライン観測者は調整ができるが、オフライン観測者の時刻精度が問題として議論を生んだ。今回より、定期的な観測システムのメンテナンスを促している。観測データを単なる速報に終わらせないためにも、解析する上で重要な課題である。

・速報集計の簡略化と自動化

現在は、MS-Excelで行っているが、現在、別システムで処理する事を考えている。それによって、常時モニターの有用性をさらに向上させたい。

・データスペースの確保

観測したデータの置き場所がなかなかない。さらに、ライブ用のスペースなど問題は多い。現在は、民間や大学のサーバーでまかない、最終的には和歌山県みさと天文台に貯蔵し、外部からも閲覧が可能な状態としてある。作業スペースが今後も大きな課題だ。

10. しし座流星群プロジェクト2002

http://homepage2.nifty.com/baron/leo02p_j.htm

現在：19ヶ国77地点！！

<目的>

- ・天候や輻射点,昼夜関係なく常に流星群をモニターする
- ・流星群活動の全体を捕らえると共に,細かな活動変動を捕らえる
- ・リアルタイムでの情報発信

<協定観測日> 2002年11月1日～25日

<速報・ライブ> 速報,ライブ共に,11月14日よりスタート

速報：http://homepage2.nifty.com/baron/leo02_j.htm

Live：http://homepage2.nifty.com/baron/leolive02_j.htm

<代表>

小川 宏 (筑波大自然科学類) (E-mail: ogawa@nms.gr.jp)

Peter Jenniskens (Global MS-NET)

<協力者,協力機関>

Pierre Terrier, Christian Steyaert, 豊増伸治, 大西浩次, 前川公男, 網倉忍, 宮尾佳世,
Global MS-NET, Radio Meter Observation Bulletin, Leonids-MAC 2002