

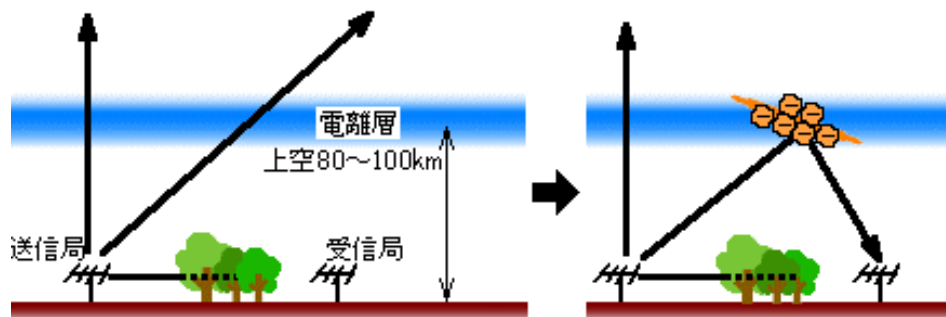
流星電波観測国際プロジェクトによる 流星群活動モニター

The International Project for Radio Meteor Observation

小川 宏	(日本流星研究会 / 筑波大学)
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)
矢口 徳之	(AMRO-NET)

- 流星電波観測について -

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。



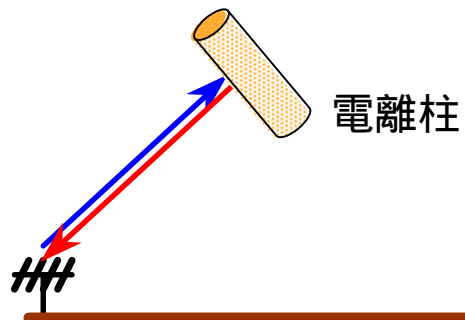
つまり、流星が出現した際に、電波が反射するというシステムが完成する。これが**流星の電波観測** (RMO: Radio Meteor Observation) である。(上図)

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。

流星の電波観測には大きく分けて以下の二種類がある。

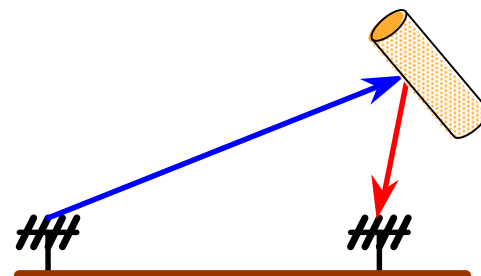
後方散乱



レーダー観測に代表される
(送信局と受信局が同じ)

流星の速度や高層大気の風速などを測定する事ができる。ただし観測はプロに限られ、アマチュアの領域ではない。日本には京都大学のMUレーダーがある。

前方散乱



飛跡に対して入射角 = 反射角
(送信局と受信局が異なる)

安価で安易なためにアマチュアに幅広く普及し、現在は世界中に多くの観測地点がある。また、ひとつの送信局で多くの観測地点を設けられるという利点もある。一方で、物理的な情報が得られにくく、反射特性もあるために、奥は深い

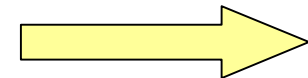
今回扱うのは、「前方散乱」を利用した流星電波観測で、FM電波やTVの音声波、アマチュア無線などが使用されている

- 流星電波観測国際プロジェクト -

天候に左右されない

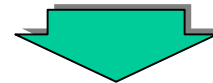
昼夜断続的な観測

自動観測

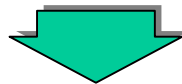


というメリットは
あるものの・・・

流星群の輻射点が
沈むと観測できず



国際的にネットワークを構築し,断続的に観測しよう!



流星電波観測国際プロジェクトの発足 (2001年～)

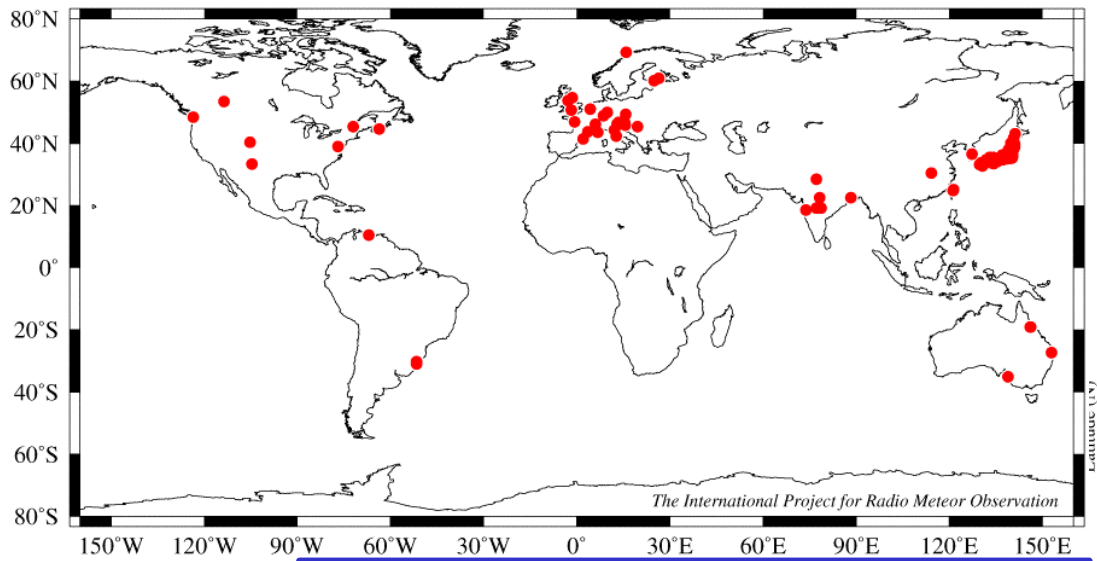


世界で観測を行うので輻射点は沈まない
多点あるので,一箇所が観測不能になっても観測可

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

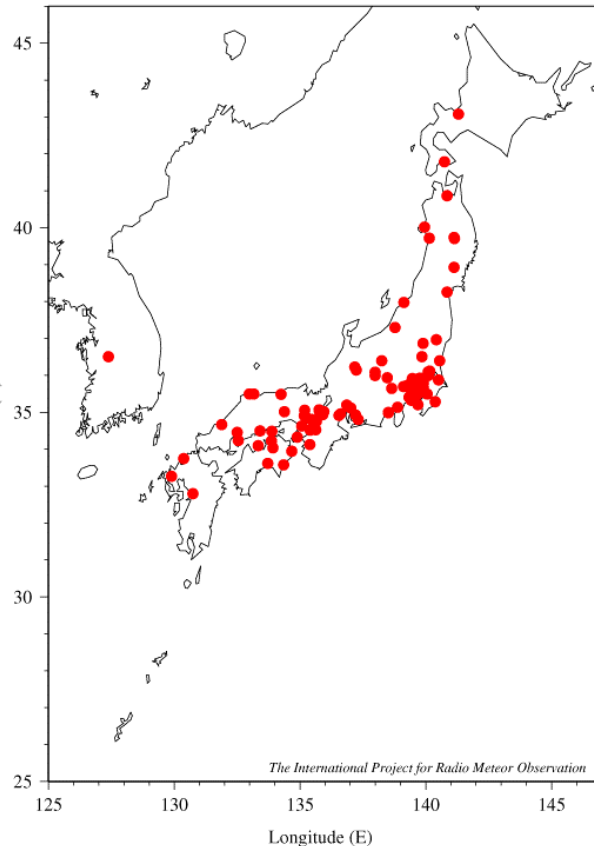
- 流星電波観測国際プロジェクト -

2003年1月時点での参加登録・観測報告地点



23ヶ国176地点 (国内120地点)

北半球はほぼ全世界をカバーしているが、南半球は海が多いということもあり、全世界をカバーできていない。従って南半球で突発現象が起こった場合は、流星群活動をモニターする事ができない可能性が高い



日本国内はほぼ全国をフォローしている。

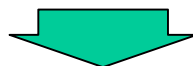
- 世界データの統合方法 -

継続した活動プロファイルを得るために、世界中のデータを統合するところが、次のような違いが起こるため、単純に多地点のデータを比較することができない

受信環境の違い

観測機器の違い

取得エコー数の違い



相対値を用いる事でこれらの問題を回避する

(Ogawa et al. 2001)

Activity Level: $A(t)$

$$A(t) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N A'(t)_n$$

$$A'(t)_n = \frac{H(t) - H_0(t)}{D_0} \cdot \frac{1}{\sin q}$$

$H(t)$: 観測エコー数
 $H_0(t)$: バックグラウンド
 D_0 : 日平均
 N : 観測サイト数
: 輻射点高度

ところが、このままではばらつきの多いデータが含まれており、異常データなどを除去する必要性が出てくる。

各地点のデータ

$$A(t) = \frac{H(t) - H_0(t)}{D_0} \cdot \frac{1}{\sin q}$$

$H(t)$: 観測エコー数
 $H_0(t)$: バックグラウンド
 D_0 : 日平均

全地点統合

平均値

$$A'(t) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N A(t)_n$$

標準偏差 : \pm

N : 観測サイト数

輻射点高度の制限

輻射点高度が低いと流量が少なく,高いと天頂効果起きる

データは輻射点高度 : が $20 \leq q \leq 80$ である時間帯

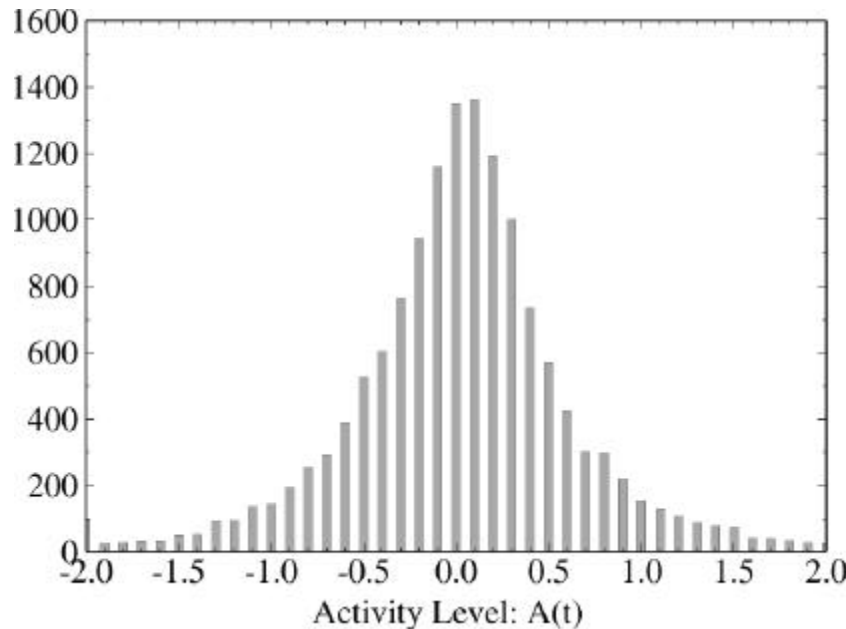
異常値のデータカット

正常値の定義 : $A'(t) - nS < A(t) < A'(t) + nS$ n : パラメータ

そしてもう一度,全地点平均し $A'(t) \pm S$ を最終結果とする

- 通常値の確認 -

主立った流星群活動が存在しないときのActivity Levelを算出

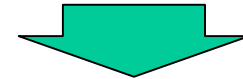


データ元：

1999-2003年11月 1日 ~ 10日
2000-2002年12月26日 ~ 31日

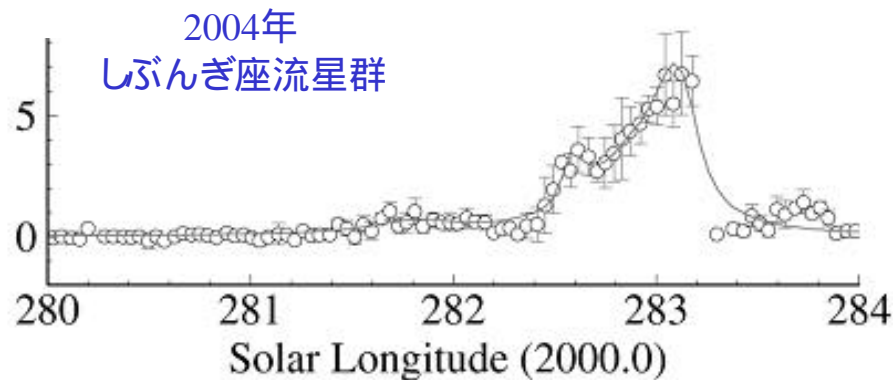
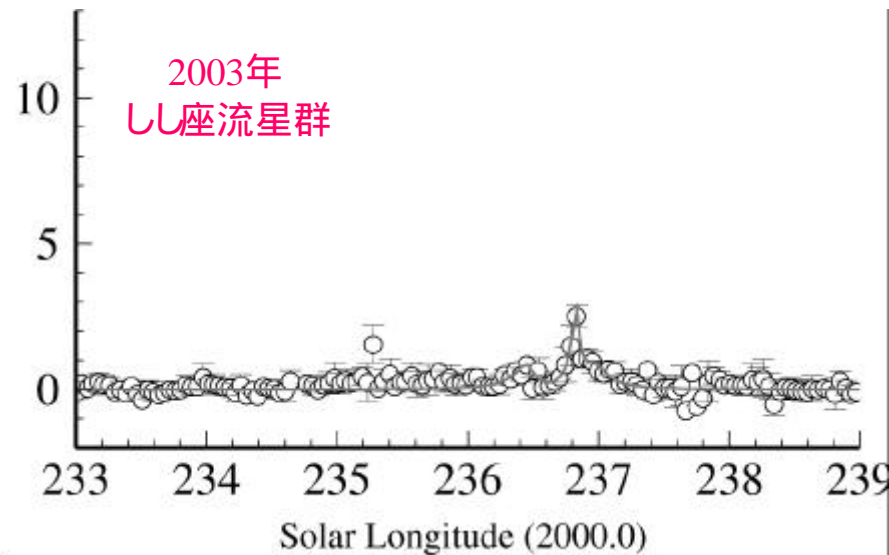
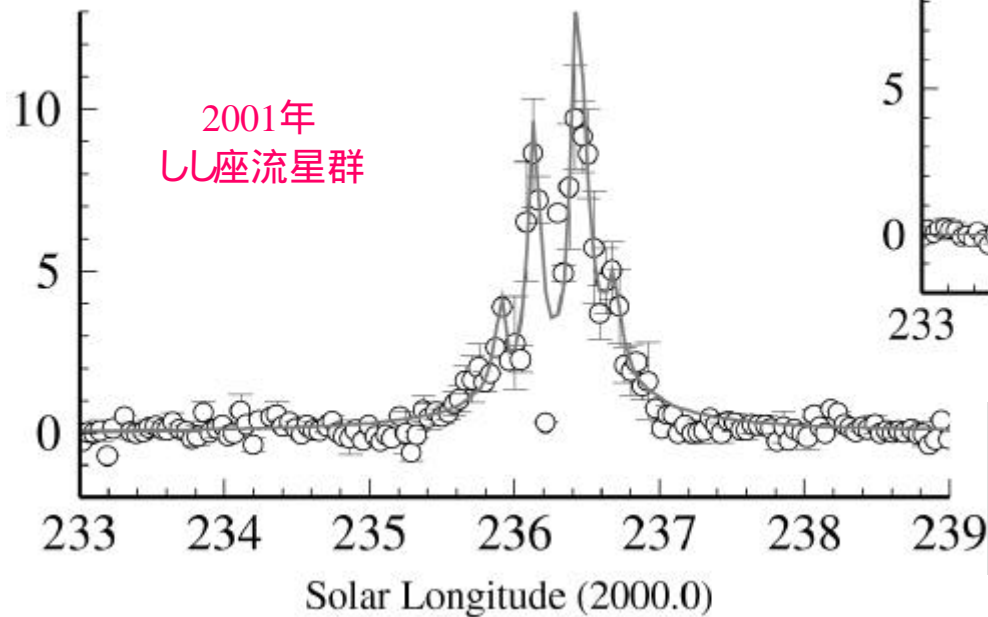
$$- 0.00068 \pm 0.72248$$

通常時は ,Activity Levelの値はほとんどが1.0より小さい事がわかる .



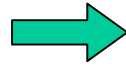
Activity Levelが1.0を越えるケースでは何らかの活動があると考えられる

- 解析結果例 -



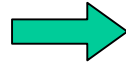
- Activity LevelとZHRとの関係 -

Activity Level

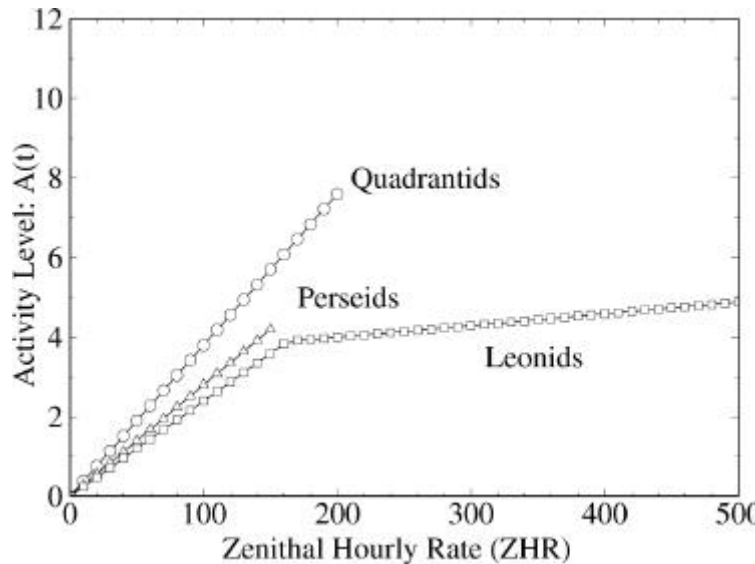


流星電波観測のデータを統合する際に使用される相対値

ZHR



眼視計数観測で使用される理想条件下における一人あたりの流星数 (Zenithal Hourly Rate)



主要流星群の関係

しし座流星群

$$A(t)_{Leo} = 0.024 \times ZHR(t) \quad (ZHR \leq 162)$$

$$A(t)_{Leo} = 0.003 \times ZHR(t) + 3.405 \quad (ZHR > 162)$$

しぶんぎ座流星群

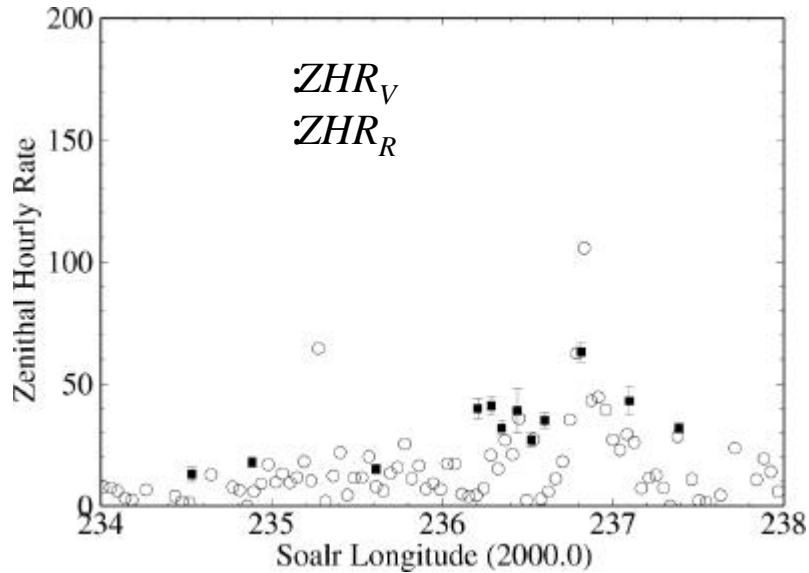
$$A(t)_{Qua} = 0.038 \times ZHR(t)$$

ペルセウス座流星群はデータ数が少ないため参考程度

問題点

流星電波観測と眼視観測では見ている流星の限界等級が違う
電波観測ではある程度の出現量になると飽和する

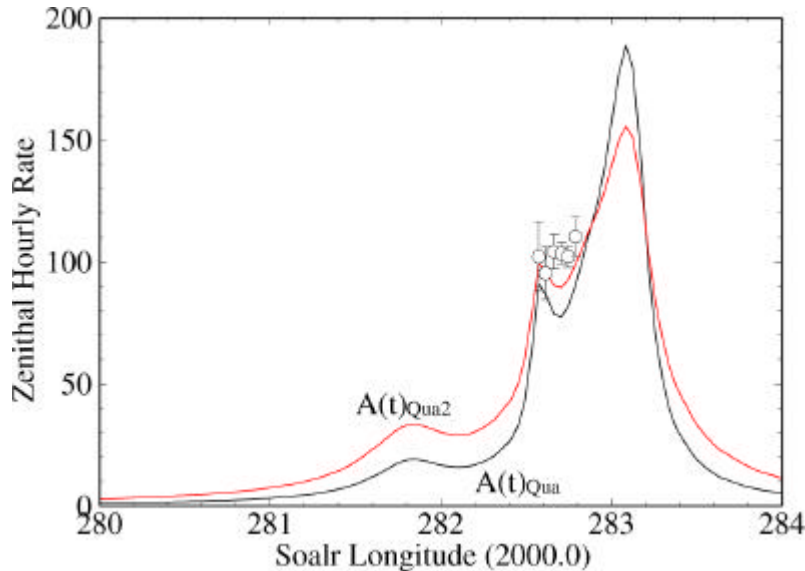
上記の関係式を用いて,2003年しし座流星群のZHRを観測されたActivity Levelから算出してみた。(検出等級などは考慮していない)



ZHR_V は国際流星機構による眼視観測のZHR. ZHR_R がActivity Levelより推定されたZHR

極大 : $ZHR_V = 63 \pm 4$ (19日15:07UT)
 $ZHR_R = 105.9$ (19日15:30UT)

同様に,2004年しぶんぎ座流星群についても推定を行った.右は実線が推定されたZHRのプロファイルで 印が日本流星研究会による速報観測値である.



$$A(t)_{Qua} = 0.038 \times ZHR(t)$$

$$A(t)_{Qua2} = 0.0002 \times ZHR(t)^2 + 0.015 \times ZHR(t)$$

$A(t)_{Qua}$ よりも $A(t)_{Qua2}$ の方が関係式としてはよく一致する



いずれもますますの一致であり,今後さらなる研究が必要である

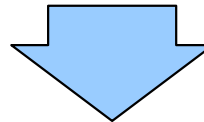
- まとめ -

流星電波観測

天候に無関係

継続性

高い速報性



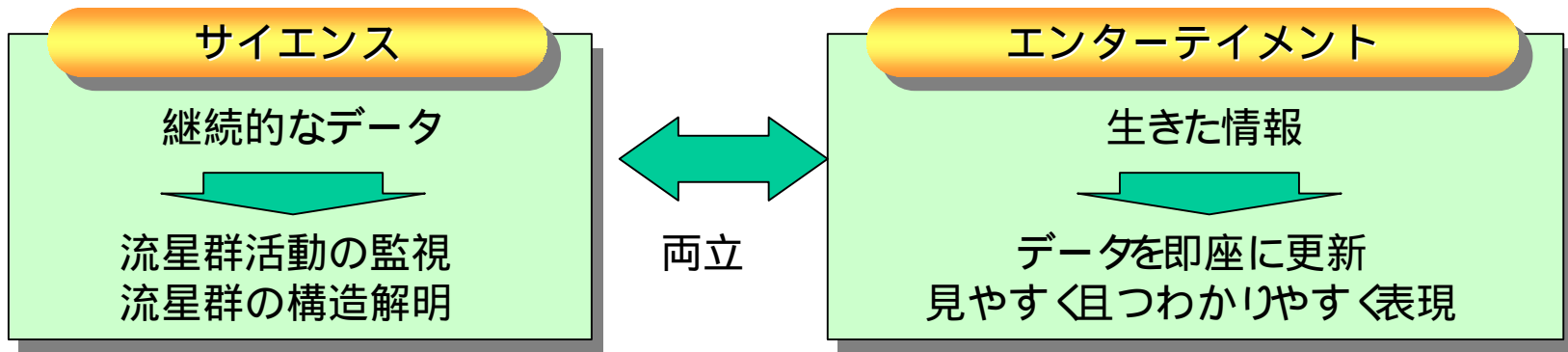
これらを活かす事によって

流星群活動のモニタリング

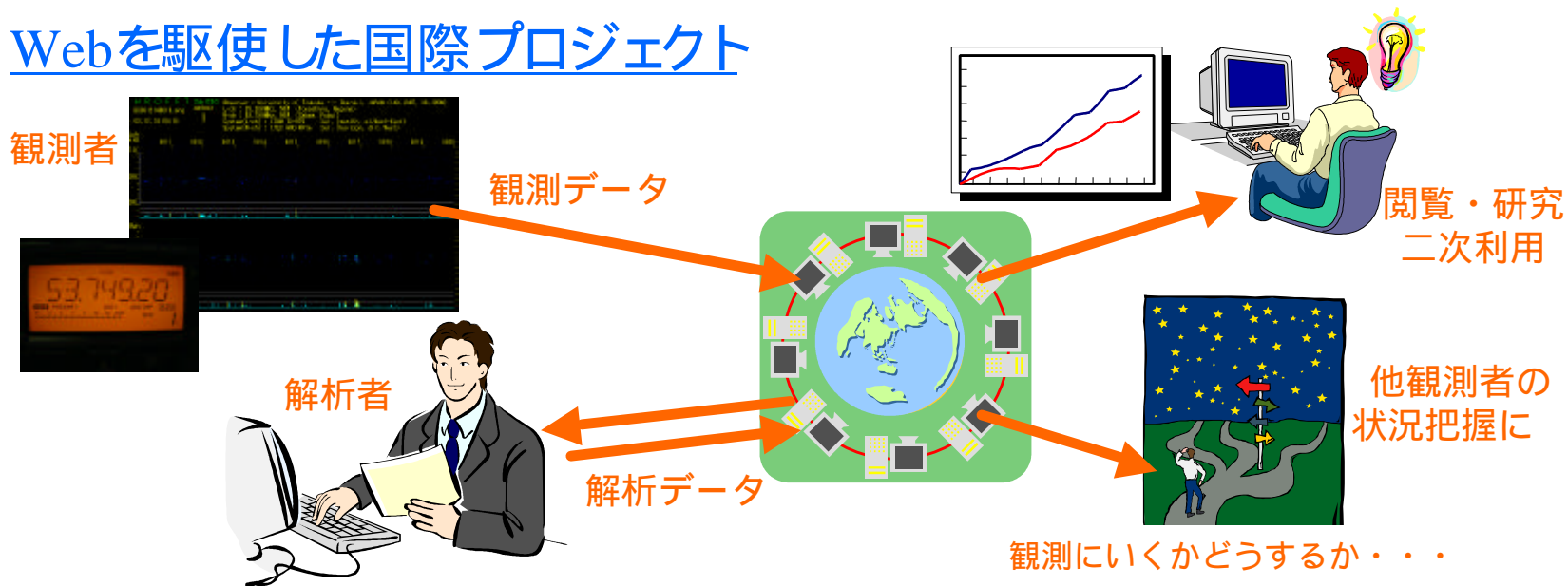
流星群の経年変化の解析

流星電波観測は、世界的なネットワークを構築した事によって、これまではなし得なかった24時間の流星活動監視モニターとその速報性、さらには継続したデータを着実に得ると行ったことがなされてきた。それによって検出された未知の極大なども発見され、流星群活動の解明においてその一役を担ってきた

- 流星電波観測国際プロジェクトの違った側面 -



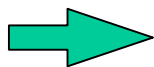
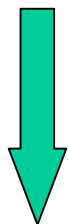
Webを駆使した国際プロジェクト



インターネットを介した世界市民共有の科学文化の創造

- 流星電波観測国際プロジェクト2004 -

しし座流星群のための短期的な国際プロジェクトは今年度で終了



4年でアクセス数 188万
しし群のリアルタイムモニター , 構造解明に成功

HROビギナーのために門戸広く構えつつも,
自らの得意分野で様々な取り組み・研究・解析を行っていく

定常的な国際ネットワークとしての運用

他の観測方法との共同観測を推進

他の観測方法を併用することで可能性が広がる！

これからもよろしくお願いたします！

ホームページ <http://homepage3.nifty.com/AMRO/>