

美星スペースガードセンターにおける新しいCCDカメラVOLANTEを用いたNEOサーベイ

坂本 強 ¹⁾

¹⁾ 日本スペースガード協会

BSGC-VOLANTE survey for Near Earth Objects

Tsuyoshi SAKAMOTO ¹⁾

Abstract

A new wide-field CCD camera, VOLANTE, has recently been designed for 1-m telescope at Bisei Spaceguard Center. The VOLANTE has much higher performance than the current CCD camera, in particular for the field of view, readout time, and quantum efficiency. I present a limiting magnitude and survey area for the VOLANTE mounted on 1-m telescope..

Key Words: NEO, survey

1 Introduction

地球近傍小天体 (NEO) とは、地球に接近する軌道上を運動する小惑星及び彗星である。従って、その軌道によっては地球に衝突し、人類や他の生命体の存続に甚大な影響を及ぼす危険性がある。これらの危険を回避するためには、早期にNEOを検出し、これらの軌道を高精度に決定することが必要不可欠である。

近年、各国において大規模なNEO探査(例:カタリーナ・スカイ・サーベイ、リンカーン地球近傍小惑星探査)が行われており、多数の地球近傍小惑星や彗星が発見されてきた (e. g., Larson et al. 1998¹⁾、Viggh et al. 1997²⁾)。特に日本の場合、美星スペースガードセンター (BSGC) において系統的観測が実施されており、これまでに2個の地球近傍小惑星及び1個の彗星の発見、さらに多数のNEO候補天体の早期追観測がなされた。

一方、BSGCにある1m望遠鏡に関して多色測光観測をも可能にすべく、新しいCCDカメラ (Very wide-field Optical camera with Large format Arrays for the bisei Near-earth object searching Telescope, VOLANTE) の開発が日本宇宙フォーラム、国立天文台、宇宙航空研究開発研究機構、日本スペースガード協会によって進められている。VOLANTEは現在のCCDカメラ (PVカメラ) に比べ、特に視野の広さ、読み出し速度、さらにCCDチップの量子効率 (Kamata et al. 2006³⁾) において格段に向上する (表1)。従って、VOLANTEを用いることによって、より広い天域に関してより深いサーベイが実現し、より高速で暗いNEOが効率よく検

出されるようになると期待される。そこで私は、今後VOLANTEを用いたNEOサーベイ計画を検討する最も基盤となる情報、NEOの限界等級及び探査面積を評価する。

表1 : PVカメラとVOLANTEのスペックの比較

	PV カメラ	VOLANTE
量子効率 (>80%)	4000-7000 Å (SITE)	5500-9000 Å (浜松ホトニクス)
配置	視野の端	視野中心をカバー
視野	2.2 平方度	2.9 平方度
読み出し時間	50 秒 (2x2 ビニング時)	20 秒 (ビニングなし)
バットピクセル	やや多い	少ない

2 VOLANTEの限界等級の評価

まず、PVカメラで取得された画像に基づいて、PVカメラの場合のNEOのカウントレート (ADU s^{-1}) を見積もり、PVカメラの限界等級を評価する。データは2007年12月15日に撮像されたものを用いた。この日は空の明るさが19mag/□” でかつsky conditionが3と報告されており、美星において標準的な空であったと考えられる。この日は、スローン・デジタル・スカイ・サーベイ (SDSS, Adelman-McCarthy et al. 2008⁴⁾) によって高精度測光観測がなされている領域をサーベイしていたので、キャリブレーションにはSDSS DR6の測光データを使う。NEOのスペクトルタイプはS型が最も検出されていることを考慮し、S型の色 ($0.51 < g-r < 0.7$ 及び $0.15 < r-i < 0.27$) をもつ3星をキャリブレーション用

の星とした。残念ながら現在、視野中心のデータは取得不可能なので、比較的視野中心に近い星を視野中心の星として代表させた。このようにして得られたPVカメラの限界等級は20.7等 (S/N>5、露出時間180秒) であった。

次に、VOLANTEを用いた場合の限界等級を評価する。残念ながらPVカメラの量子効率是不明であるので、サイエンスグレードのCCDチップ及びアマチュアのCCDカメラによく用いられているチップの両方を仮定した (Blouke et al. 1996⁵)。このようにして得られたVOLANTEの限界等級は20.8-21.0等 (S/N>5、露出時間180秒) であり、0.1-0.3等程度深くなることがわかった。

3 探査領域面積の比較

探査領域面積の評価は、1領域について5回の撮像を行い、かつ1夜のうち75%の時間を小惑星観測にかけられると仮定して行った。その結果、日々運動が30'のやや遅いNEOをターゲットとする場合、VOLANTEの探査領域面積は41平方度であることがわかった。この面積はPVカメラを用いた場合の1.5倍に相当する (表2)。これは読み出し時間が高速になったこと及びCCDチップがカバーする領域が広がったことに起因する。このような効果は露出時間が短くなればなるほど顕著になり、日々運動が1.5°という高速のNEOをターゲットとする場合には112平方度もの領域を掃けることとなる。さらに現在メインベルト小惑星も検出することを目指しているために追観測まで行っているが、追観測が他のサイトの50cm-1m望遠鏡によって実施されるようになれば、224平方度もの領域を掃くことができる。この面積は、現在最も多くのNEOを検出しているカタリーナ・スカイ・サーベイの掃く領域と同程度であるので、大変多くのNEOが検出されるようになると期待される (表3)。従って、VOLANTEを用いた最適なサーベイ方法の1つは、BSGC 1m望遠鏡では日々運動1.5°程度のNEOをターゲットとしたサーベイを行い、検出された小惑星の追観測は他所の50cm-1m望遠鏡が行うといった形であるのかもしれない。

表2：日々運動が30'のNEOの場合

CCD カメラ	限界等級	掃天領域	(平方度、1
	(S/N>5)	追観測×	晩) 追観測○
PV	20.7	54	27
VOLANTE	21.0	82	41

表3：日々運動が1.5°のNEOの場合

CCD カメラ	限界等級	掃天領域	(平方度、1
	(S/N>5)	追観測×	晩) 追観測○
PV	20.1	119	60
VOLANTE	20.4	224	112

4 まとめ

VOLANTEの限界等級は20.8-21.0等 (露出時間180秒、S/N>5) であり、PVカメラの限界等級よりも0.1-0.3等程度深くなることがわかった。また、美星スペースガードセンター1m望遠鏡では日々運動1.5°程度のものをターゲットとしたサーベイを行い、追観測は他所の50cm-1m望遠鏡によって実施するといった連携がとれるようになれば、大変効率の良いNEOサーベイが実施可能である。

謝辞

美星スペースガードセンタースタッフにはNEOの探査方法などについて多くのご意見を頂きました。心より感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Larson, S., Brownlee, J., Hergenrother, C., & Spahr T. 1998, American Astronomical Society, DPS meeting, 30, 1037
- 2) Vighh, H. E. M., Stokes, G. H., Shelly, F. C., Blythe, M. & S., Stuart, J. S. 1997, American Astronomical Society, DPS meeting, 29, p. 959
- 3) Kamata, Y., Miyazaki, S., Nakaya, H., et al. 2006, SPIE, 6276, 62761
- 4) Adelman-McCarthy, J. K., Agüeros, M. A., Allam, S. S., et al. 2008, ApJS, 175, 297
- 5) Blouke, M. M., Dosluoglu, T., German, R., Elliott, S. T., Janesick, J. R., Reed, R., & Stover, R. 1996, SPIE, 2654, 20

(2008年3月23日受付, 2008年7月12日受理)