

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：62616

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23540501

研究課題名(和文)木星衝突発光現象の監視観測

研究課題名(英文)Monitoring Observation of Jovian Impact Flashes

研究代表者

渡部 潤一(WATANABE, Junichi)

国立天文台・天文情報センター・教授

研究者番号：50201190

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：木星への天体衝突による発光現象を系統的に観測できる小口径望遠鏡によるシステムを構築し、データを自動解析するソフトを開発した。また観測ネットワークをアマチュア天文家も含めて構築し、3度にわたって延べ186時間に及ぶキャンペーン観測を、大型望遠鏡も含めて実施した。残念ながら独自の発光の検出はできなかったが、世界的な検出例の発光の明るさと頻度から、直径5-20mの小天体の木星への衝突頻度は年間10-50個程度と推定した。

研究成果の概要(英文)：We developed an observation system of small telescopes for detecting Jovian impact flashes, and the software which analyzes data automatically. Moreover, the observation network was built also including the amateur astronomers, and three campaign observations was carried together with several large telescopes. Although our observations of total 186 hours resulted in non-detection, the collision frequency to the Jupiter was estimated to be about ten to 50 objects per year, on the basis of the brightness and frequency of flashes detected so far in the case of the small body of a five to 20 m diameter.

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学、固体地球惑星物理学

キーワード：天体衝突 木星 太陽系小天体

1. 研究開始当初の背景

(1) 木星への天体衝突は、しばしば起きる現象である。1994年のシューメーカー・レビー第9彗星の衝突は数百年から数千年に一度の規模とされ、多くの観測によって大規模天体衝突現象の理解が進んでいた。

(2) 2009年以後、日本含む多くのアマチュア天文家より、木星への衝突によって生じたと思われる痕跡や数秒以下の発光が見つかるようになった。この衝突発光を起こした小天体は、直径がせいぜい数十m程度と推定された。小天体の木星への衝突頻度はかなり高いかもしれないとされ、またアマチュア天文家が観賞用映像・画像作成のために記録に用いている民生用 CCD でも、この種の現象が捉えられることが明らかになった。

2. 研究の目的

(1) こうした木星への天体衝突について、どの程度の明るさの衝突が、どの程度の頻度で起きるかを、日本のアマチュア観測家にも協力を得ながら系統的に観測することを計画した。

(2) さらに大型望遠鏡を活用した工夫した観測によって、小さな天体衝突発光を検出することを計画した。これらの観測により、これまで全く知られていなかった、巨大惑星領域の小天体のサイズ分布を導くことを目的に、本研究全体を立案したものである。

3. 研究の方法

(1) アマチュア天文家が用いる典型的な小口径望遠鏡とビデオシステムを組み合わせて木星面発光監視観測システムを構築し、その有用性を確認した。

(2) 観測されたビデオデータから自動的に発光現象を検出するための処理・検出ソフトを開発し、実用化させた。

(3) 主にアマチュア天文家による全国観測ネットワークを構築・整備した。また、大型望遠鏡を活用し、より暗い衝突発光の検出を試みた。

(4) 得られた結果について、理論的な側面を含めて検討を加え、解釈を行った。

4. 研究成果

(1) アマチュア天文家が用いる典型的な小口径望遠鏡としてアメリカ・ミード社の LX200 を、また PC へ送るための簡易型デジタルビデオカメラを組み合わせ、衝突発光の監視観測用のシステムを構築した。観測結果はテープに落とす方法と、PC のハードディスクに落とす両方のメリット、デメリットを検討し、長時間の場合は前者が、短時間で自動化する場合には後者が適切であることがわかった。これは PC のハードディスク容量で制限されるからで、急速に安価になっているとはいえ、2 時間ほどで 1 テラバイトになってしまうためである。よって、後述するネットワークに協力いただいたアマチュア天文家には、ビ

デオによる方法を推奨した。

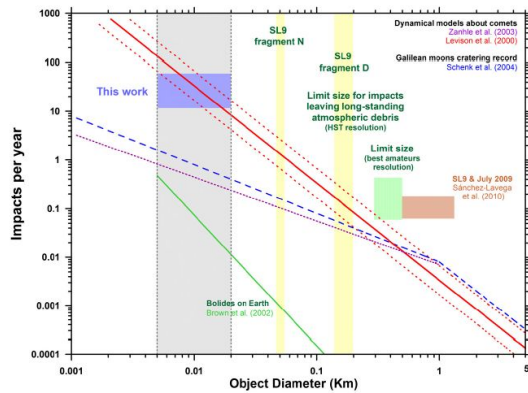
(2) 観測されたビデオデータから自動的に発光現象を検出するための処理・検出ソフトを柳澤正久・電通大教授が中心となって開発し、実用化を成功させた。これによって、最終的にはノイズと判断されるような CCD の発光現象も捉えることができていたので、適切な望遠鏡で観測されたデータ解析をほぼリアルタイムで可能な見込みが立った。実際には、スペインのグループの開発したソフトと同時に用いることで誤検出を減らすことが可能であると考えられる。

(3) 5 つの望遠鏡とアマチュア天文家による全国観測ネットワークを構築・整備し、2012 年には 4 つの望遠鏡により、8 月 31 日から 9 月 9 日および 11 月 3 日から 11 月 10 日まで、同じく 2013 年には 11 月 9 日から 17 日までキャンペーン観測を行った。また、大型望遠鏡として、2012 年には名寄市立天文台の口径 1m 望遠鏡、2013 年には兵庫県立大学西はりま天文台の口径 2 m 望遠鏡の共同利用を活用し、メタンバンドフィルターを装着して、木星面輝度を落とす観測を行った。さらに当初計画にはなかったが、2013 年には NHK が開発した 4K カメラを装着させていただき、試験的な観測を行うことができた。総観測時間は 186 時間に及んだが、残念ながら衝突発光を捉えることはできなかった。なお、2012 年のキャンペーン観測には中国の山东大学威海天文台が参加した。

(4) 検出はできなかったものの、一連の衝突発光に関して、その明るさとサイズの関係や頻度を知ること、サイズ分布にどう得られるのかについて詰めることができた。

もともと巨大惑星領域における小天体のサイズ分布はほとんど未知である。1km サイズの天体は暗すぎるので直接は観測されない。そのため、固体衛星表面のクレーターカウントから推定しているのだが、非常に推定値には差が大きかった。一方、一般に衝突発光は、衝突速度と衝突天体の大きさに依存するが、地球の場合と異なり、木星では重力が強く、衝突速度はほとんど一定になる。そのため、明るさがそのままサイズに比例することとなり、衝突発光の頻度分布がサイズ分布となることを示している。

これらを勘案し、またわれわれのキャンペーン以外で検出された発光現象の明るさと頻度から、現在までに得られたサイズは 5 - 20 m、その木星への衝突頻度は年間 10-50 個程度と推定された。その考察結果を図に示してある。



図：これまで検出された木星における衝突発光から推定される衝突頻度とサイズの関係。青色の部分で推定値で、サイズ分布がべき乗則に従うとすると、赤線がサイズ・衝突頻度関係を示す線となる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

Watanabe, J., Jovian impact flashes and their implication to meteoroids in outer region of Solar System, in Meteoroids 2013, Proceedings of the Astronomical Conference held at A.M. University, Poznań, Poland, Aug. 26-30, 2013, 査読無, eds Jopek T.J., Rietmeijer F.J.M., Watanabe J., Williams I.P., A.M. University Press, 2014, pp 41-47

Hueso, R., Perez-Hoyos, S., Sanchez-Lavega, A., Wesley, A., Hall, G., Go, C., Tachikawa, M., Aoki, K., Ichimaru, M., Pond, J. W. T., Korycansky, D. G., Palotai, C., Chappell, G., Rebeli, N., Harrington, J., Delcroix, M., Wong, M., de Pater, I., Fletcher, L. N., Hammel, H., Orton, G. S., Tabe, I., Watanabe, J., Moreno, J. C., "Impact flux on Jupiter: From superbolides to large-scale collisions", Astronomy & Astrophysics, 査読有, Vol. 560, id.A55, 2013, 14 pp.

[学会発表](計 7 件)

渡部潤一, 田部一志, 柳澤正久, 伊藤孝士, 杉田精司, "木星衝突発光現象の検出の試み", 日本惑星科学会 2013 年秋季講演会, 2013 年 11 月 20-22 日, 石垣市民会館 (沖縄県)

Watanabe J., "Jovian Impact Flashes and their Implication to Meteoroids in

Outer Region of Solar System", Meteoroids 2013, An International Conference on Minor Bodies in the Solar System, August 26-30, 2013, Poznan, Poland

Watanabe, J., Tabe, I., "Jovian Impact Flashes and their Implication to Small Solar System Bodies", International Symposium on Planetary Sciences, Shanghai Astronomical Observatory, Chinese Academy of Sciences, July 1-4, 2013, Shanghai, China

Watanabe, J., Tabe, I., "Jovian Impact Flashes and their Monitoring Campaign", AOGS 10th Annual Meeting, 24 to 28 June 2013, Brisbane Convention & Exhibition Centre, Australia

柳澤正久, 亀井亮祐, 今井啓輔, 杉田精司, 渡部潤一, 伊藤孝士, "電通大における木星衝突閃光の観測 1", 日本天文学会秋季年会, 2012 年 9 月 19 日, 大分大学 (大分県)

渡部潤一, 伊藤孝士, 寺居剛, 田部一志, 柳澤正久, 杉田精司, "木星の天体衝突発光現象の観測と、その小天体研究上の意義について", 日本天文学会秋季年会, 2011 年 9 月 20 日, 鹿児島大学 (鹿児島県)

渡部潤一, 田部一志, 杉田精司, 柳澤正久, 伊藤孝士, "木星面発光現象と、その小天体研究上の意義", 日本地球惑星科学連合 2011 年大会, 2011 年 5 月 27 日, 幕張メッセ (千葉県)

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡部 潤一 (WATANABE, Junichi)
国立天文台・天文情報センター・教授
研究者番号：50201190

(2) 研究分担者

柳沢 正久 (YANAGISAWA, Masahisa)
電気通信大学・情報理工学研究科・教授
研究者番号：60134665

伊藤 孝士 (ITO, Takashi)
国立天文台・天文データセンター・助教
研究者番号：40280565