



科学の眼

まなこ

発行: 姫路科学館 (〒671-2222 姫路市青山 1470-15 電話: 079-267-3961)
<https://www.city.himeji.lg.jp/atom/>

天文シリーズ

見えない詳細が明らかになった

ネオワイズ彗星 (C/2020 F3)

Comet C/2020 F3 (NEOWISE)

姫路科学館 学芸・普及担当 秋澤 宏樹

一昨年の夏、肉眼でも見られる明るさになって話題となったネオワイズ彗星 (C/2020 F3)、その観測結果をまとめた論文が出版されています。今回はイタリア・フランス・スイスの研究グループが発表した論文*から、著者達のご厚意で図を提供していただいて、見えない詳細が導かれたプロセスについてご紹介します。

■見えない詳細とは？

彗星の本体である彗星核は、せいぜい数kmほどの大きさしかありません。歴史上何回も出現が記録されていて有名なハレー彗星 (1P/Halley) ですら、長軸 16 km、短軸 8 kmほどのジャガイモのような形の氷の塊です。この大きさのものが数千万 km や数億 km の彼方にあると、最高性能の地上望遠鏡を用いても、彗星核の詳細は全く見えません。

ところが、天文学者は観測できた断片的な情報から、数多くの彗星核の詳細を明らかにしてきました。とりわけ、北半球から見える彗星としては、1996 年のヘールボップ彗星 (C/1995 O1) や 2006 年のマックノート彗星 (C/2006 P1) に次ぐ明るさとなったネオワイズ彗星 (C/2020 F3) は、彗星核近傍の様々な現象が連続的に観測されて、彗星核の素顔に迫る詳細が明らかになりつつあります。

■らせん状の構造

2020 年 7 月下旬に観測されたクローズアップ画像には、らせん状の殻のような構造が見られました (図 1)。これはおそらく彗星核から塵粒のジェットが噴き出していて、彗星核が自転してい

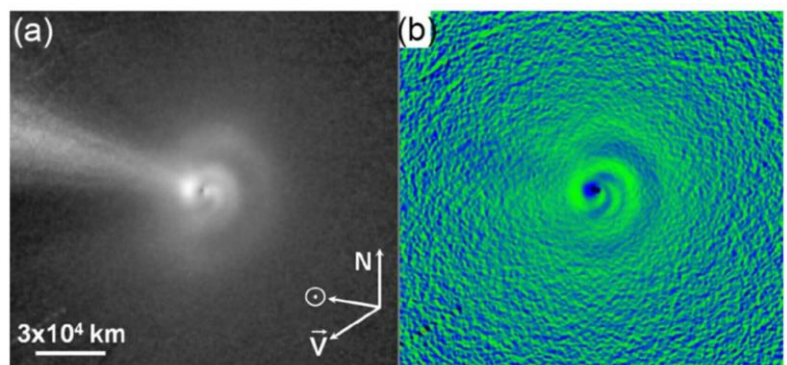


図 1 (a) 2020 年 7 月 26 日、50 cm 反射望遠鏡で撮影されたネオワイズ彗星。左下の横棒が観測時に約 1 億 km の距離にある彗星の 3 万 km の長さ。右下の矢印は N が観測画像の北側、☉ が太陽方向、 \vec{V} が彗星の軌道運動の方向。何重にも殻が取り囲んでいるように見える。
(b) 構造を強調処理された画像では 2 重のらせん状の構造が見られる。Manzini, F. 他 (2021) 図 1 による。

くにつれて、らせん状の構造を作ったものと考えられています。この画像からだけでも、彗星核の自転軸が地球の方に向いていることが想像されます。

■画像から解析された見えない詳細

図1 (a) のらせん状の構造が、前後する一連の観測で膨張している様子から、放出速度は秒速 $1.11 \pm 0.08 \text{ km}$ と測定されました。彗星核が自転するたびに新しい殻が形成されると仮定した場合、 7.8 ± 0.2 時間の自転周期が導かれ、自転軸の向きは赤経 $210^\circ \pm 10^\circ$ 赤緯 $+35^\circ \pm 10^\circ$ (赤経と赤緯は天球上の方向を表す座標) と推定されています。

また、図1 (b) に見られた2重のらせん状の構造に対するコンピュータ・シミュレーションとの比較(図2)では、彗星核の中緯度地方にある2箇所の噴出口から塵粒が放出されている場合によく一致すること、さらにその場合、塵粒の大きさが $0.80 \sim 800 \mu\text{m}$ (マイクロメートル: $1 \mu\text{m}$ は 1000 分の 1 mm) で、密度は 1 cm^3 あたり $0.003 \sim 3.0 \text{ g}$ といった結果まで推定されています。

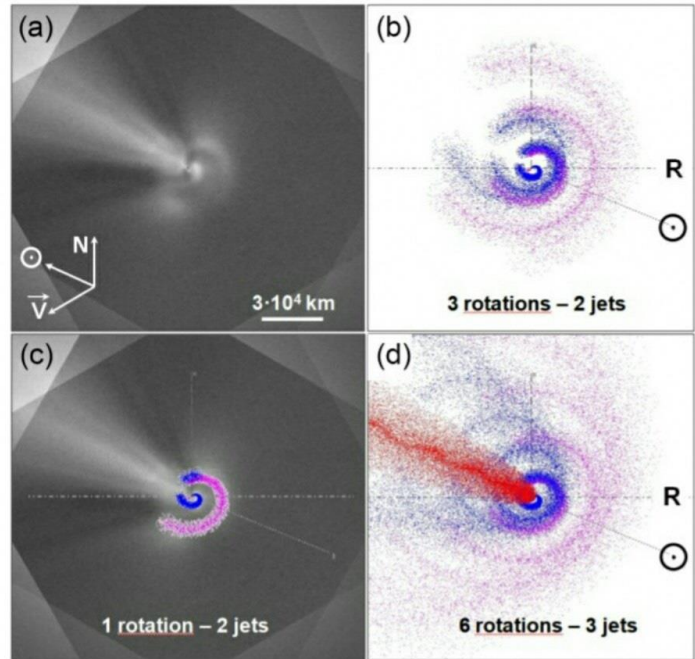


図2 図1の2日前の2020年7月24日の観測画像(a)に対して、2箇所の噴出口から3回自転した場合のコンピュータ・シミュレーションが(b)、1回自転した場合のコンピュータ・シミュレーションと(a)を重ねた比較が(c)、高緯度地方に1箇所を加えた3箇所の噴出口で6回自転した場合の塵粒の分布の様子が(d)。(a)の図中の記号の意味は図1に同じ。(b)と(d)の図中のRは自転軸の向きでOは反太陽方向。Rの向きの自転軸は紙面に対し約 75° の傾きを持つ。Manzini, F. 他(2021) 図4による。

■放出された塵粒が形作る尾

放出された塵粒は、彗星核と共に太陽の周りを公転する軌道を描きますが、放出速度があるため、徐々に彗星核から離れていきます。また小さな塵粒ほど、重力よりも太陽光の放射圧が大きく働くため、彗星核から見て太陽と反対の方向にたなびいていきます。こうして、世間をにぎわしたネオワイズ彗星の美しい塵の尾の形が形成されたのです(図3)。

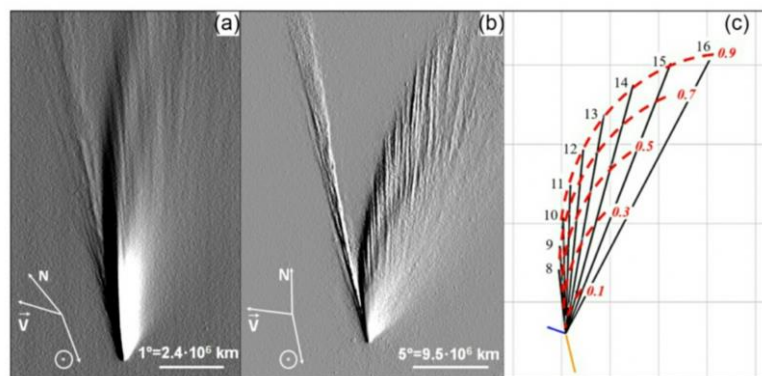


図3 2020年7月11日(a)と18日(b)のネオワイズ彗星の塵の尾。(a)と(b)の図中の記号の意味は図1に同じ。(c)は(b)の観測日の条件で、塵粒に働く重力と太陽光の放射圧による塵粒の運動のコンピュータ・シミュレーションで、実線は同時に放出された塵粒の分布、破線は同じ放射圧が働いている塵粒の分布を示している。Manzini, F. 他(2021) 図7による。

天文学者は、その美しい形の中に潜む物理法則と、コンピュータ・シミュレーションを駆使して、観測画像だけでは見えない詳細をつぶさに導き出し、目に見える美しい尾の形が形成される仕組みを明らかにしています。

※ ACKNOWLEDGMENTS (謝辞) : 本記事は文中に Manzini, F. 他(2021)と記載した論文 Manzini, F., Oldani, V., Ochner, P., Barbotin, E., Bedin, L. R., Behrend, R. and Fardelli, G., Coma morphology and dust emission pattern of comet C/2020 F3 (NEOWISE), *MNRAS*, Volume 506, Issue 4, October 2021, Pages 6195–6202の筆頭著者であるフェデリコ・マンジーニ博士と共著者達の許可を得て引用しました。