アイソン彗星（C/2012 S1）

1. はじめに

2013年，最も期待された天体ショー：アイソン彗星（C/2012 S1）は，多くの天文学者や天文ファンの期待を裏切って，太陽接近時に崩壊・蒸発してしまった．彗星という天体は，文字通り「水もの」というだけでは済まされない．アイソン彗星は，もともとかなり大型の彗星と思われていたのだが，どうしてこうなってしまったのか．世界中の彗星研究者は，いま躍起になって，その原因を探っているが，本稿ではアイソン彗星の発見事情，大彗星になると期待された理由，そして蒸発・崩壊までを紹介する．

2. アイソン彗星（C/2012 S1）の発見

アイソン彗星の発見は2012年9月21日のことである．主にロシア語圏内の十カ国の観測所によって構築された「国際科学光学ネットワーク」（International Scientific Optical Network；略称ISON）という観測網に属していたベラルーシのヴィタリー・ネフスキー氏と，ロシアのアルチョム・ノヴィチョノク氏が，口径40センチの望遠鏡で撮影したデータから移動天体を発見した．ところが，この天体は18.8等という暗さだったため，彼ら自身では彗星か小惑星かの判断はつかなかった．そこで，とりあえず国際天文学連合小惑星センターに新天体としての発見を報告した後，他の追跡観測によって，この天体は彗星であることが判明した．この彗星の名前は個人名ではなくプロジェクト名が採用され，「アイソン（ISON）彗星」となり，9月24日に国際天文学連合から公表された．[2)]

3. 高まる期待

公表されたアイソン彗星の軌道を見て，世界中の天文学者が驚くことになる．特に，軌道要素の中でも近日点距離（彗星が太陽にどの程度まで近づくかを示す量）が注目された．その値は0.0124527天文単位，すなわち約187万キロメートルであり，この彗星が太陽の表面から117万キロメートルまで近づくことを意味していた．このように太陽表面をかすめるほどに近づく彗星を一般に「サングレーザー」と呼んでいる．アイソン彗星は，まさしくサングレーザーであった．

注目すべきは，それだけではなかった．実はサングレーザーは，いまや珍しいものではない．太陽観測衛星SOHOが太陽の周囲のコロナの監視観測を開始して以来，すでに1,000個ものサングレーザーが発見されているが，そのほとんどは太陽に近づいてやっと輝き出すほど小さな彗星ばかりで，SOHO以外では観測できない．一方，今回のアイソン彗星は，発見時の距離が太陽から6.3天文単位，つまり木星軌道よりも遠い場所での発見だった．これだけ遠方で，18.8等という明るさは，かなり大型の彗星であることを示していると思われたのである．多くの彗星研究者が2013年12月に明け方の東の空で大彗星になる可能性を指摘しはじめた．

4. アイソン彗星は本当に大きいのか

彗星は，もともと8割は水の氷である．本体である核が大きければ大きいほど，単位時間あたりの蒸発量が増えて大彗星になる．しかし，核そのものは通常数キロメートル程度と小さく，また太陽に近づけば蒸発したガスや塵で核は見えなくなるので，地上観測から大きさを推定するのは困難である．そこで，天文学者は絶対等級という尺度を用いる．地球から1天文単位，太陽からも1天文単位に彗星があるとして，（実際にはあり得ない話だが）位相角は0，つまり満月状態と仮定した場合，地球から何等に見えるかという値だ．アイソン彗星の発見当時の明るさから推定した絶対等級は5.5等であった．この絶対等級は，毎回，近づくたびに大彗星になるハレー彗星（1P/Halley）の絶対等級（約5等）に近い．したがって，当初アイソン彗星はハレー彗星並みの大型彗星と思われた．その後，太陽に近づくにつれ，絶対等級は下方修正されたが，それでも8等ほどであった．

この値が彗星研究者に自信を持たせた原因のひとつだった．実は，もっと絶対等級の暗いサングレーザーが2年ほど前に現れている．2011年末に現れたラブジョイ彗星（C/2011 W3）である．この彗星は発見当初の絶対等級が約15等と暗かった上，太陽への接近距離は約13万キロメートルほどと，アイソン彗星に比べて一桁も小さかったので，太陽に接近した際に融けきってしまうと思われた．しかし，予想に反して生き残り，近日点通過後には長い尾を持つ大彗星となり，南半球の人々をおおいに楽しませたのだ．

表1のように，アイソン彗星は，このラブジョイ彗星に比べて，絶対等級で7等から10等も明るかった．どう考えてもアイソン彗星は，ラブジョイ彗星に比べれば大型であり，また太陽への接近距離も遠いため，融けきることなく生き残るだろうという見方が大勢を占めていった．

5. しかしアイソン彗星は崩壊した

大彗星になるという予想は大きな期待に変わり，観測ガ

©2014 日本物理学会

表1　二つのサングレーザーの絶対等級と近日点距離の比較.

彗星	アイソン彗星	ラブジョイ彗星
絶対等級	5.5～8.0	11.0～15.5
近日点距離（a.u.）	0.01245	0.00556

イドブックなどが次々に出版された．筆者も，その予測を含めて彗星や太陽系小天体の面白さを伝えるべく，出版をさせていただいた.[3] ブームは出版だけにとどまらず，双眼鏡や望遠鏡の特売コーナーが設置されたり，航空機による観察ツアーなど大きな広がりを見せた．NASA も運用している観測衛星を多数動員して観測態勢を敷いていた．われわれの観測チームも，京都大学飛騨天文台のドームレス太陽望遠鏡で，太陽最接近前後のアイソン彗星の観測を試みようとしていた．彗星は通常はこれほど太陽に近づかないので，地上観測では揮発性物質しか観測することはできないが，これだけ太陽に近づき高温になれば，普段は融けることがない彗星に含まれる塵や鉱物，金属成分がガスとなるはずだ．そういった金属輝線の検出を狙っていたのである．

そんな期待を一身に背負ったアイソン彗星は，しばらくはなかなか明るさを増さず，初期の解析結果に照らした悲観的な予測も登場してきたが,[1] 11 月中旬以降になると，急激に明るくなった．今にして思えば，この明るさの上昇も妙な振る舞いではあった．ともかく，近日点通過の 1 日ほど前に SOHO の視野に入ったときにも順調で，彗星の中央集光部には，明るすぎて飽和したときに現れるスパイク（あふれた電荷が読み出し方向に取り残された痕跡）も見えはじめた．しかし，コロナグラフのマスク（太陽の直接像の光をブロックする遮蔽板）に入り込む直前には，そのスパイクも消え，全体が軌道方向に細長くなっていった．そして，次にマスクから出てきたときには，アイソン彗星は，完全に輝きを失って，まるで筋雲のような淡い姿に変わり果てていたのである（図 1）．2011 年のラブジョイ彗星のケースで，太陽接近後，マスクから出てきたときには，核がかなり明るく輝いていたのと比べるとあまりの違いだった．世界中に衝撃が走った．いったい何が起こったのかと，彗星研究者は頭を抱えることになった．どう考えても核の揮発成分が蒸発し尽くし，崩壊したと考えざるを得ない．計算してみると，筋雲の伸びた方向は，太陽に最も接近する数時間ほど前に放出されたものであることがわかった．さらに，その後に放出された塵が伸びていくはずの方向には，まったく何も見えていないことも明らかだった．つまり，太陽に最接近して彗星核に含まれる揮発成分の氷はすべて融けきってしまい，核の成分のうち，塵のような融けにくいものだけが残され，ばらばらの破片となって太陽から遠ざかっていると考えられたのである．

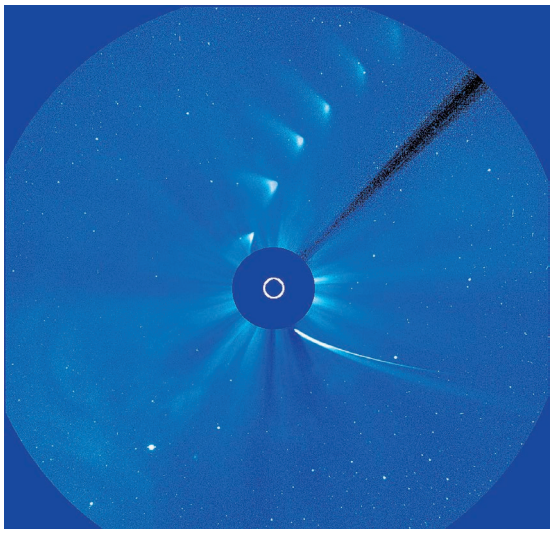

図 1　太陽観測衛星 SOHO が捉えたアイソン彗星の太陽接近前後の様子（SOHO（ESA NASA））．彗星は右下の尾が伸びている方向から太陽に接近し，その後上やや右の方向へと離れていった．

6.　おわりに

問題は，大方の予想に反して，なぜ急激に崩壊・蒸発してしまったのかである．絶対等級という尺度だけからは，うかがいしれない何かが隠されているはずである．それはアイソン彗星が初めて太陽に近づく彗星故の成分にあるのか，あるいは彗星核の構造や熱履歴にあるのか．そのあたりの研究は，これからである．いずれにしろ，アイソン彗星は，われわれに彗星そのものがまだまだ謎に満ちていることを教えてくれたことは確かである．

参考文献

1）K. Meech, *et al.*: Astrophys. J. Lett. **776**（2013）L20.
2）G. V. Williams: Minor Planet Electric Circular. 2012-S63（2012）.
3）渡部潤一：『巨大彗星；アイソン彗星がやってくる』（誠文堂新光社，2013）.

渡部潤一〈自然科学研究機構国立天文台　〉

（2014 年 1 月 24 日原稿受付）

©2014 日本物理学会