

HÌNH ẢNH HỔ ĐEN ĐẦU TIÊN Ở TÂM DẢI NGÂN HÀ

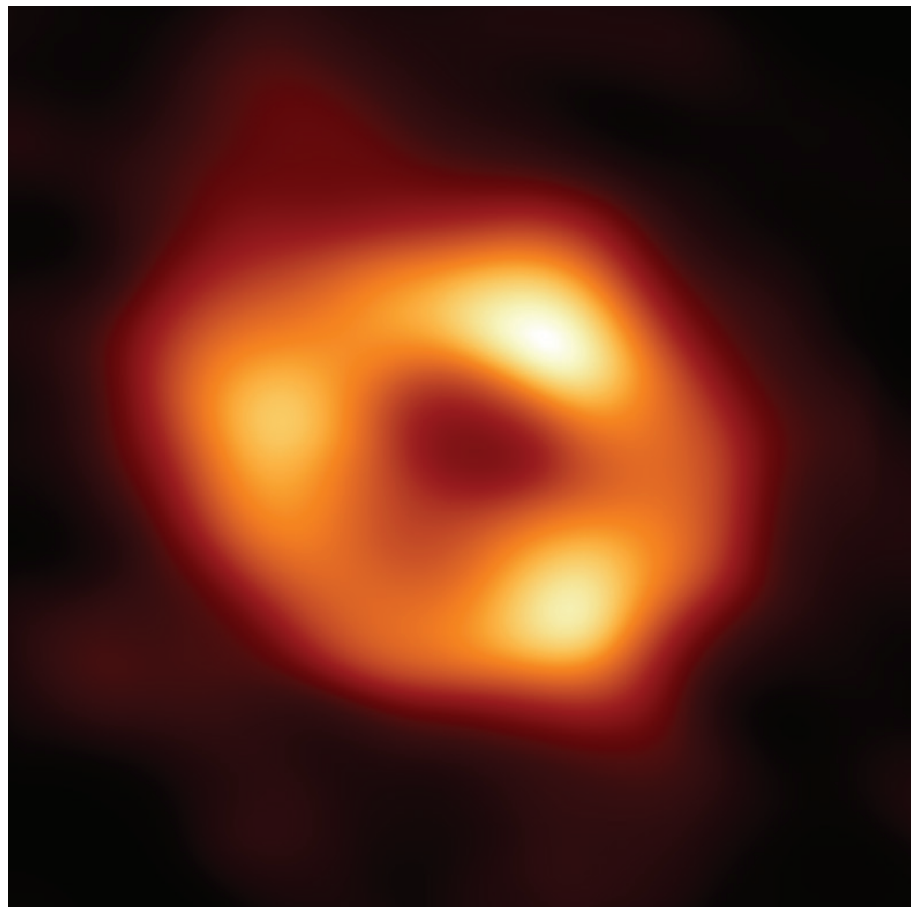
TS Đỗ Quốc Tuấn

Viện Nghiên cứu tiên tiến Phenikaa, Trường Đại học Phenikaa

Ngày 12/5/2022, sau hơn 3 năm kể từ ngày công bố bức ảnh hố đen đầu tiên M87*, các nhà thiên văn thuộc dự án Kính thiên văn chân trời sự kiện (Event horizon telescope - EHT) đã công bố bức ảnh thứ hai chụp trực tiếp hố đen. Hố đen được chụp lần này rất đặc biệt, bởi vì nó chính là hố đen Sagittarius A* (Sgr A*) nằm tại tâm của dải Ngân hà (Milky Way) - nơi Trái đất của chúng ta là một thành viên bé nhỏ.

Tuyền thông cũng như các nhà nghiên cứu vật lý thiên văn và vũ trụ học trên toàn thế giới đón nhận thông tin này với sự hào hứng cao độ. Có nhiều câu hỏi được đặt ra, một trong số đó là tại sao phải mất hơn 3 năm sau bức ảnh đầu tiên về M87*, dự án EHT mới công bố bức ảnh tiếp theo về Sgr A*? Chúng ta hãy cùng tìm hiểu những thách thức mà hơn 300 nhà thiên văn thuộc dự án EHT đã phải đối mặt và giải quyết trong hơn 3 năm qua.

EHT là một dự án hợp tác quốc tế với hơn 300 nhà khoa học đến từ 80 cơ sở nghiên cứu của hơn 20 nước và vùng lãnh thổ. Họ cùng tham gia để đo kích thước vùng phát xạ của hai hố đen siêu nặng có chân trời sự kiện (event horizon) lớn nhất khi quan sát từ Trái đất: Sgr A* tại trung tâm dải Ngân hà và M87* tại trung tâm thiên hà Virgo A (tên gọi khác là Messier 87). Do Sgr A* cách Trái đất 27 nghìn năm ánh sáng nên việc quan sát nó tương tự như việc quan sát một cái bánh donut



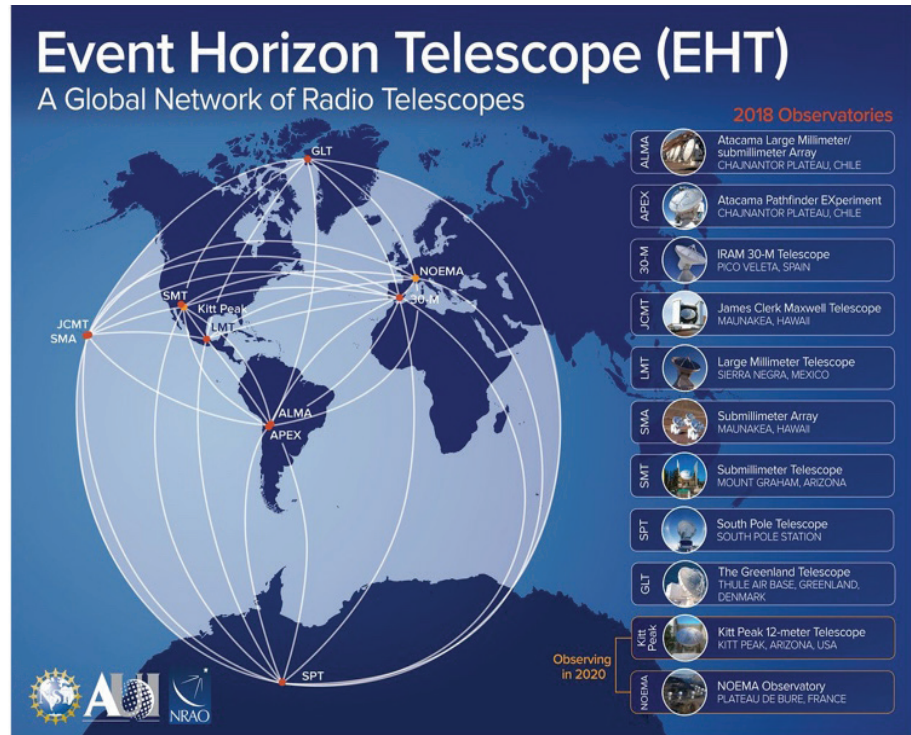
Ảnh chụp hố đen Sgr A*(nguồn: Eventhorizontelescope.org).

trên Mặt trăng từ Trái đất. Các nhà thiên văn biết được rằng, độ phân giải của kính thiên văn tỷ lệ thuận với bước sóng ánh sáng dùng để quan sát vật thể, và tỷ lệ nghịch với đường kính của kính thiên

văn đó. Họ tính toán được rằng, với bước sóng ánh sáng nhỏ vừa đủ (cỡ mm), để có thể nhìn xuyên khối khí nóng bao quanh hố đen thì đường kính của kính thiên văn phải cỡ đường kính Trái đất để có

thể quan sát hố đen M87* và Sgr A* một cách rõ ràng. Vậy, làm thế nào để có được một kính thiên văn vô tuyến hoạt động ở bước sóng ngắn cỡ mm có đường kính cỡ Trái đất? Điều này dường như là không thể thực hiện được. May mắn thay, bằng việc kết hợp 8 kính thiên văn vô tuyến nằm trải rộng trên nhiều lục địa thông qua kỹ thuật giao thoa kế đường cơ sở dài (VLBI), các nhà thiên văn của EHT đã tạo nên một kính thiên văn “ảo” có kích thước cỡ Trái đất.

Hố đen là một trong những giả thuyết vật lý quan trọng nhất mà lý thuyết Tương đối rộng của A. Einstein đã tiên đoán cách đây cả trăm năm, tính từ thời điểm nhà vật lý người Đức K. Schwarzschild công bố vào năm 1916. Do lực hấp dẫn của hố đen quá mạnh nên không một loại vật chất nào, kể cả ánh sáng có thể thoát ra ngoài một khi đã rơi vào trong chân trời sự kiện của hố đen. Vậy, làm thế nào để các nhà thiên văn có thể quan sát được hố đen khi nó hoàn toàn đen về mặt vật lý? Các nhà vật lý đã chỉ ra rằng, tồn tại một vùng bóng đen (shadow) bao quanh vùng chân trời sự kiện của hố đen. Thú vị hơn, nó lại được bao quanh bởi một vùng sáng, được tạo ra khi các photon phát ra từ khối plasma siêu nóng quanh hố đen, di chuyển tới gần hố đen theo các quỹ đạo, sao cho chúng không bị hút vào hố đen mà bị bẻ cong dưới ảnh hưởng

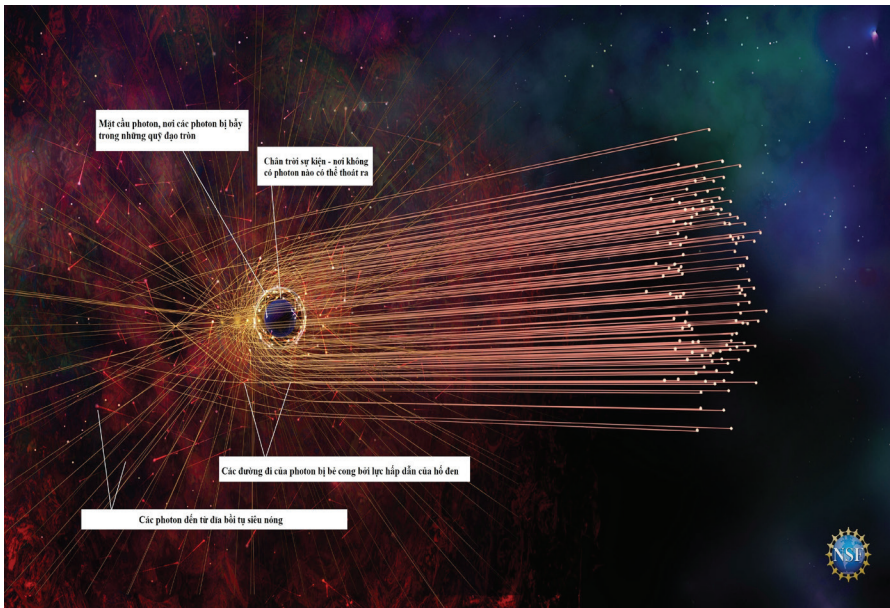


Mạng lưới các kính thiên văn vô tuyến tham gia EHT (nguồn: Eso.org).

của lực hấp dẫn mạnh. Nhiều photon trong số đó bị bẫy vào một quỹ đạo chuyển động quanh hố đen, số còn lại thoát ra khỏi hố đen theo các hướng khác nhau. Khi các photon này hướng tới các kính thiên văn trên Trái đất, các nhà thiên văn sẽ thu được một “nhấn sáng” bao quanh một vùng đen. Đó chính là hình ảnh trực tiếp của hố đen mà dự án EHT đã và đang thu được. Thú vị hơn, cấu trúc của “nhấn sáng” này sẽ cung cấp cho các nhà thiên văn những thông số vật lý cơ bản của hố đen tương ứng, điển hình là khối lượng hay độ quay của nó.

Ngày 10/4/2019 đánh dấu một cột mốc trong lịch sử thiên văn học khi hình ảnh trực tiếp đầu tiên về hố đen M87* (chính xác hơn

thì đó là hình ảnh về bóng của hố đen) đã được các nhà thiên văn của dự án EHT công bố. So với hố đen M87* thì việc chụp ảnh hố đen Sgr A* khó khăn hơn nhiều. Điều này chủ yếu là do các thông số vật lý của Sgr A* có sự khác biệt lớn so với M87*. Đầu tiên, Sgr A* là hố đen mặc dù có khối lượng gấp 4 triệu lần khối lượng Mặt trời nhưng trong gia đình các hố đen siêu nặng nó chỉ là một anh chàng tí hon khi đứng cạnh M87* với khối lượng gấp 6,5 tỷ lần khối lượng Mặt trời. Ngoài ra, bán kính của Sgr A* cũng nhỏ, chỉ lớn hơn cỡ 30 lần bán kính Mặt trời, trong khi đó bán kính của M87* lớn hơn bán kính của Mặt trời cỡ 27.000. Hệ quả là khí plasma nóng hàng nghìn tỷ độ bao quanh Sgr A* chuyển động nhanh hơn cỡ 1.000



Đường đi của các photon bị bẻ cong bởi lực hấp dẫn của hố đen (nguồn: Nicolle R. Fuller/NSF).

lần so với khí quanh M87*. Hình ảnh của Sgr A* do đó cũng thay đổi từng phút. Điều này khiến cho Sgr A* khó quan sát hơn M87* mặc dù nó gần Trái đất hơn rất nhiều (Sgr A* cách Trái đất 27 nghìn năm ánh sáng trong khi M87* cách Trái đất 55 triệu năm ánh sáng).

8 kính thiên văn vô tuyến của EHT đã hoạt động liên tục 10 đêm trong tháng 4/2017 để quan sát Sgr A* tại bước sóng 1,3 mm. Với bước sóng này (chứ không phải bước sóng của ánh sáng khả kiến), các nhà thiên văn mới có thể nhìn xuyên qua khối khí nóng bao quanh hố đen siêu nặng như Sgr A* hay M87*. Ngoài ra, bước sóng này cung cấp độ phân giải cần thiết để có thể phát lộ bóng của hố đen. Dữ liệu thu được từ 8 kính thiên văn vào cỡ

3,5 Petabyte. Các nhà thiên văn phải cần tới hơn 1.000 ổ cứng lưu trữ để chuyển dữ liệu tới hai siêu máy tính (một đặt tại Đài quan sát Haystack của MIT gần Boston, Mỹ; một đặt tại Viện Max Planck về thiên văn vô tuyến tại Bonn, Đức). Các nhà thiên văn của EHT đã mất 5 năm với các thuật toán xử lý hình ảnh tiên tiến mới thu được hình ảnh cuối cùng về Sgr A*, trong khi M87* chỉ cần 2 năm. Hình ảnh công khai của Sgr A* là sự tổng hòa của các hình ảnh khác nhau thu được bởi EHT.

Bên cạnh bức ảnh chụp được, các nhà thiên văn của dự án EHT đã thu được một kết quả thú vị, đó là: hố đen Sgr A* đang quay và 2 hố đen Sgr A*, M87* giống nhau một cách bất ngờ, mặc dù chúng có sự chênh lệch rất lớn về khối lượng. Điều này chỉ ra

rằng, Thuyết Tương đối rộng của Einstein đã mô tả chính xác hai hố đen này.

Trong tương lai gần, các nhà thiên văn của dự án EHT tiếp tục nghiên cứu các số liệu thu được từ hai hố đen Sgr A* và M87* để tìm ra những sự khác biệt nếu có. Ngoài ra, dự án EHT sẽ mở rộng mạng lưới kính thiên văn vô tuyến và có những nâng cấp về mặt công nghệ. Điều này sẽ cho phép các nhà thiên văn thu được các hình ảnh chân thực hơn về hố đen, cũng như tạo ra được các video về hố đen trong tương lai gần. Một kỷ nguyên của vật lý thiên văn hố đen chính xác cao đang được hình thành từ dự án EHT

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. K. Akiyama, et al. (2022), "First Sagittarius A* event horizon telescope results. I. The shadow of the supermassive black hole in the Center of the Milky Way", *Astrophys. J. Lett.*, **930**, DOI: 10.3847/2041-8213/ac6674.
2. <https://eventhorizontelescope.org/blog/astronomers-reveal-first-image-black-hole-heart-our-galaxy>.
3. <https://www.quantamagazine.org/black-hole-image-reveals-sagittarius-a-20220512>.
4. <https://www.sciencenews.org/article/black-hole-milky-way-first-image-event-horizon-telescope>.
5. <https://www.cfa.harvard.edu/news/astronomers-reveal-first-image-black-hole-heart-our-galaxy>.