

開学30周年記念シンポジウム「科学とAI」特集 その5

ブラックホール観測と機械学習

本間 希樹*

ブラックホールとは、重力が強くて光さえ脱出できない極めて不思議な天体である。光であれ物質であれ、事象の地平面と呼ばれる球状の領域を超えてブラックホールの中心に近づくと一切脱出できなくなり、ブラックホールに飲み込まれてしまう。ブラックホールの存在はアインシュタインの一般相対性理論によって今から100年ほど前に予言されたものである。その性質があまりにも不可思議であったため、当時その存在を信じる人は皆無であったが、その後100年間の研究の蓄積により、ブラックホールが存在すること、そして、銀河の中心核が巨大ブラックホールであることは、間違いないものとなっていた。

暗黒なブラックホールの姿を写真に撮ることができれば、もっとも直接的な形でその存在を決定づけることができる。ブラックホールを高い視力で観測すると、その背後からくる光や電波を背景にして、それらが脱出できない領域(事象の地平面)が黒い影として浮かびあがると期待される。そのようなブラックホールの「影絵」の撮影を目指し、世界の研究者が協力して構築したのが、国際プロジェクトのEvent Horizon Telescope(EHT)、日本語に訳すと「事象の地平面望遠鏡」である。このプロジェクトでは、VLBI(Very Long Baseline Interferometry = 超長基線電波干渉計)の技術を使い、世界の数百人もの研究者が協力して世界各地の電波望遠鏡を組み合わせた。使った望遠鏡は、ハワイ、北米、ヨーロッパ、そして南米、さらには南極にある電波望遠鏡で、これらを組み合わせて直径10000km超という地球サイズの電波望遠鏡を作り、視力300万という人類史上最高の解像力を実現した。

2017年春にブラックホール撮影を目指した最初の観測が行われ、その後2年の歳月を解析と成果のとりまとめに費やした結果、2019年4月、楕円銀河M87の中心にある巨大ブラックホールの影を初めて捉えた写真が公表された。また少し遅れて2022年5月には、私たちの住む天の川銀河の巨大ブラックホールの写真も公開された。画像解析においては、スパースモデリング等の新たな数理的手法が用いられ、また、画像解析の妥当性を示すために機械学習的に画像解析手法をトレーニングする方法が活用された。

EHTが撮影した写真には、中心に穴の空いたドーナツ構造が写っていた。中心の暗い部分こそが、「光すら飲み込む暗黒の天体」であるブラックホールの影であり、ブラックホールの存在を初めて視覚的に示したものである。今回EHTによって得られた銀河の中心の巨大ブラックホールの写真は、ブラックホールの存在を視覚的に証明するとともに、銀河の中心核が巨大ブラックホールであることも決定付けるのであり、100年もの長きに渡って人類が解明に挑んできた2つの疑問(ブラックホール存在の正否、銀河中心核の正体)に決着をつけることとなった。

* 国立天文台教授 水沢VLBI観測所長