

## Y09b X線天文衛星「すざく」データを用いたハッブル・ルメートルの法則の教材とその実践

内山秀樹, 望月建男 (静岡大学), 島野誠大 (立教新座中学校・高等学校)

「宇宙の始まり」は多くの人の興味を惹く題材である。だが、「宇宙に始まりがあったと私達は何故考えているのか、証拠はあるのか」と問われ答えられる一般の人は少ない。「宇宙の始まり」の観測的証拠の一つがハッブル・ルメートルの法則であり、この中のハッブル定数  $H_0$  から宇宙年齢の概数 (ハッブル時間  $H_0^{-1}$ ) が計算できる。

我々は、X線天文衛星「すざく」X線データを用いて、ハッブル・ルメートルの法則を確認し、 $H_0$  を求める教材を作成した。「すざく」データは、ISAS/JAXA C-SODA によるオンライン解析ツール UDON2 により、Web ブラウザだけで簡単に解析でき、学校現場での利用に適している。「すざく」銀河団・銀河データのうち、He 状 Fe  $K\alpha$  輝線が強く、赤方偏移以外で距離が決まっている 14 天体を選別した。UDON2 を使い、He 状 Fe  $K\alpha$  輝線の中心値  $E'$  を読み取り、高校物理で学ぶ (音の) ドップラー効果の式を使って後退速度  $v = c(E_0 - E')/E'$  (He 状 Fe  $K\alpha$  輝線の実験室系での中心値  $E_0$ 、光速  $c$ ) を計算すると、 $H_0 \sim 74$  km/s/Mpc,  $H_0^{-1} \sim 130$  億年が得られた。

本教材は高校地学だけでなく、ドップラー効果・電磁波・光子・原子スペクトルなどの現象を定量的に扱えるため、高校物理の教材としても有用である。我々は実際に高校生を対象として、「宇宙の始まり」をテーマとする物理の授業の中で本教材の実践を行なった。現実的な授業時間内で、高校生が本教材により、ハッブル・ルメートルの法則の確認、ハッブル時間の導出を行えることを確認した。また、「今持っている知識で宇宙の始まりを知れることが分かり、今まで学んできたことが意味あったと思えた」といった受講者のコメントもあり、理科学習の意義を高校生へ認識させる効果も示唆された。本発表では、本教材とその実践の詳細について報告する。