

2018年度日本天文学会欧文研究報告論文賞

論文題目： The Subaru FMOS galaxy redshift survey (FastSound). IV. New constraint on gravity theory from redshift space distortions at $z \sim 1.4$

著者名： Teppei Okumura, Chiaki Hikage, Tomonori Totani, Motonari Tonegawa, Hiroyuki Okada, Karl Glazebrook, Chris Blake, Pedro G. Ferreira, Surhud More, Atsushi Taruya, Shinji Tsujikawa, Masayuki Akiyama, Gavin Dalton, Tomotsugu Goto, Takashi Ishikawa, Fumihide Iwamuro, Takahiko Matsubara, Takahiro Nishimichi, Kouji Ohta, Ikkoh Shimizu, Ryuichi Takahashi, Naruhisa Takato, Naoyuki Tamura, Kiyoto Yabe, and Naoki Yoshida

出版年等： Vol. 68, No. 3 (2016 April), article id. 38

本論文は、すばる望遠鏡の赤外線多天体分光装置(FMOS)を用いて、赤方偏移 $z = 1.4$ 付近の銀河の分光サーベイ(FastSoundプロジェクト)を行い、赤方偏移が1を超える初期宇宙において初めて赤方偏移歪みと呼ばれる効果(後述)を測定し、それにより、宇宙論的なスケールで重力が一般相対論で正しく記述できるかどうかを検証したものである。

宇宙膨張の加速は宇宙論における最大の謎として精力的に研究されている。その起源として、ダークエネルギーと呼ばれる未知のエネルギー形態の他に、宇宙論的なスケールで重力理論としての一般相対論が破綻している可能性が考えられている。これを調べる上で有力な方法が銀河の分光サーベイである。ハッブルルールメートルの法則を使うと、赤方偏移の測定から天体までの距離の測定ができるが、実際には観測値はその予想からずれることが多い。それは、赤方偏移の観測値は、宇宙膨張のみならず、大規模構造に沿って銀河が集まる運動など銀河の特異運動を反映しているからである。したがって、単純に赤方偏移から算出した距離に基づいて銀河の3次元マップを作成すると、真の分布からずれてくる。これが「赤方偏移歪み」であり、構造形成が進む速さの指標となる。赤方偏移歪みの値は一般相対論を元に計算することができる。もし一般相対論が真の重力理論でない場合、観測値は一般相対論に基づく計算からずれることが予想される。

この観点に基づき、 $z \leq 0.8$ の宇宙においてスローン・デジタル・スカイ・サーベイ(SDSS)などの大規模銀河分光サーベイに基づく研究が多くなされ、宇宙定数を仮定した一般相対論に基づく標準宇宙論の予想と無矛盾であったとの報告がなされている。しかし、 $z \leq 0.8$ の宇宙における赤方偏移歪みの値は各種重力理論を区別できるほどの大きな差が出ないため、さらに遠方 $z > 1$ での測定が待たれていた。

本論文は赤方偏移 $1 < z < 2$ における最初の重力理論のテストである。すばる望遠鏡戦略枠プログラムとして $1.19 < z < 1.55$ における2783個の輝線銀河の赤方偏移を測定し、 $z > 1$ の宇宙において初めて赤方偏移歪み効果を、 4σ を越える有意性をもって検出した。赤方偏移歪みの成長に関するこの研究は、宇宙定数を仮定した一般相対性理論に基づく標準宇宙モデルをさらに支持するものとなった。また、FMOSの特徴を生かして、近赤外線に赤方偏移した、ダストによる吸収の影響が比較的少ないH α 線をこれまでになく多数の銀河について観測していること、日本が主導する初めての本格的な宇宙論を目的とした銀河分光サーベイをすばる望遠鏡によって成功させた点も高く評価できる。

なお、FastSoundプロジェクトとしてのシリーズ論文4本は全てPASJで出版されており、最初の3本の論文(I~III)はサーベイ概要や準備的な解析結果を報告したものである。第4論文となる本論文は本来のサーベイの主目的についての科学的結果を報告したものである。2016年に出版以来、赤方偏移歪みの観測結果を報告する際に、広く引用される論文となっており、すでに55回の被引用回数に達している。

このように本論文は、観測的宇宙論や重力理論の研究に新たな展開をもたらし、その波及効果が今後も見込まれる研究となっている。以上の理由により、2018年度日本天文学会欧文研究報告論文賞を授与する。