

U11b Time Transfer Function の Robertson-McVittie モデルへの応用

荒木田英禎 (早稲田大学)

太陽系内の高精度位置天文観測データを解析する上で、光の湾曲、重力による時間遅れ、無線リンクの周波数変化といった重力場内の信号伝播モデルの精密化が必要である。通常はヌル測地線方程式を積分する事で解が求められているが、高次の相対論的效果や時空が時間依存する場合、この方法でヌル測地線方程式を解くことは大変困難になる。

しかし最近、Le Poncin-Lafitte et al. (2004), Teyssandier and Le Poncin-Lafitte (2008) が Synge の World function を元にした Time transfer function という新たなアプローチを確立し、ヌル測地線方程式を直接積分する場合と比べ、特に2次以降の高次のポスト・ニュートン/ポスト・ミンコフスキー補正を含む場合の計算量が劇的に軽減される事を示した。彼らの定式化そのものはメトリックが時間に依存する場合を含めた、一般的な表現が与えられてはいるものの、彼ら自身は実際に時間依存する場合の解を求めた訳ではない。

本研究ではこの Time transfer function を時間依存する重力場内での光の伝播へ応用する。時間依存する時空として Schwarzschild 時空と FLRW 宇宙モデルを融合したような Robertson-McVittie モデルを採用し、この時空内を伝播する光・信号の時間遅れを計算し、信号伝播における宇宙論的效果をより正確に評価する。またこの結果を天文単位の永年変化へ応用し、宇宙膨張による時間依存する効果は、観測された天文単位の時間変化量 $dAU/dt = 15 \pm 4$ [m/世紀] に比べて約 9 桁小さい効果である事を示す。