

# 真空と無と空間に迫る物理学

藤田翔 (Sho Fujita)

大阪大学大学院人間科学研究科

宇宙の始まりのメカニズムに関して、標準のビッグバン宇宙論をモデルとして、哲学的に考察する。ビッグバン宇宙論によれば、我々の宇宙は真空の相転移から生じ、ミクロな泡宇宙からインフレーションを経て現在のマクロな宇宙へと成長してきたと考えられる。この宇宙の全体の歴史を通して、時間や空間というものがどのように生まれ実在しているのかという問いかけが我が研究のテーマである。マクロな宇宙では、宇宙は一般相対性理論によって、加速膨張していると記述されている。しかし、時間を遡ってミクロな初期宇宙へ辿っていくと、やがて量子効果を考える必要が出てくる。一般相対性理論と量子力学の統一的な定式化が物理学でなされていない現状、初期宇宙論を扱う量子重力理論には様々な多様性と自由度を残している。同様に時空の解釈も多岐に渡る。(J.Butterfield,C.J.Isham 2001)

一般相対性理論の解釈に従えば、時空点は単独ではアイデンティティーを持たずに、あくまで全体の構造の中での関係においてアイデンティティーが与えられる。構造を決めるのは重力場自身であり、計量が時空の存在を担っている。(C.Hoefler 1996 M.Dorato 2000)この計量的(構造実在論的)時空論をマクロな宇宙を記述する相対論的宇宙論に応用させる。今日のマクロな宇宙の膨張とは、時間と共に目盛の大きさが変化する共動座標系をモデルとして、その座標系に張り付いた物質がお互いに離れていくことを指している、計量的時空論の解釈に従えば、この膨張する共動座標系は、4次元時空構造の1つの表現手段であって、時間と空間そのものを指しているわけではない。すなわち、一般相対性理論の解釈においては、空間は膨張しない。

しかし、やはり共動座標系を実体的な空間と考えて、同じく実体的な時間の中で膨張するという描像も捨てがたいと私は考えている。なぜならば、宇宙論においては、根拠は乏しいが、共動座標系を単なる数学的な道具に留めておくよりも、それが空間そのものと捉える方が極自然であるし(最善の説明)、量子重力に限れば、時間や空間を物質のように捉えるループ量子重力理論があり、時空の実体説はミクロな量子宇宙論において復活する可能性も示唆されている。(C.Hoefler,1998) そういった背景の中で、計量的時空論と並行して、この実体的時空論も同様に検討する。

計量的時空論、実体的時空論のそれぞれの立場で宇宙の描像を考察する。いずれの立場を取っても、時間を遡れば標準ビッグバン宇宙論である限りは宇宙の始まり、すなわち真空へと辿り着く。両立場は、時空というものをあくまで宇宙に存在する物質とは完全に独立な対象を指示しているという点で共通している。しかし量子論的な真空は、ただの無ではなくエネルギーを持っているし、粒子を生み出すこともある。この時点で宇宙の始まりの真空と、上記の空間は相容れない要素がある。真空とは果たして何を指すのかという形而上学(A.Brenner, 2015)にも着目しながら、その真空から今日に至る時空間が生まれる1つの歴史において、何らかの指針を提供する予定である。