

評価者	
所属	東京工業大学 理学院化学系
職名	教授
氏名	河内 宣之

## 1. 研究の進捗状況,研究実績について

宇宙像解明という壮大な目的に向けて着々と歩んでいるさまが見て取れた。前回(平成28年2月)の評価においては、必ずしも宇宙像の意味が明確でなかったが、今回はそれが明確となった。すなわち、元素合成から始まり物質進化に至るまでの宇宙のたたずまいを、時間軸と空間軸の観点から、描き出そうとしている。前回の評価では、各グループ間の連携を密接にすることが助言されたが、それを意識した成果である。また、立教大学物理学科が、本プロジェクトが目指すサイエンスの拠点となりつつあることが、強く印象付けられた。また大学院生の参加が、高い教育効果を生んでいることも示された。以下においてそれぞれのテーマごとに評価したい。

### 1. 天体现象の解明

イオンと固体表面の反応、及び極低温イオン・分子反応は宇宙における物質進化において重要な役割を果たしている。前者に関しては、反応後のイオン種の詳細な解析が可能となった。後者は、新たに始まった研究であり、低温極限における反応速度定数(断面積)の漸近挙動の点で、今後の展開が楽しみである。また地球水素コロナについては、その大きさなど全体像が初めて捉えられた。また、惑星コロナの観測においては、衛星搭載という条件を満足しつつ、水素原子のLyman- $\alpha$ 線と重水素原子のLyman- $\alpha$ 線を波長分解するための装置開発が進んでいる。これらの研究は、宇宙における物質進化の観点で、重要な研究と位置づけられ、その成果の意義は大きい。

### 2. 物質の起源の解明

物質進化の出発点である元素合成、なかんずく不安定核の解明を目指している。加速器実験(地上実験)と飛翔体観測の組み合わせが、キーとなるプロジェクトである。DALI2とよばれるユニークな $\gamma$ 線検出器を用いる爆発的元素合成の研究とSCRITとよばれる不安定核のトラップを用いる研究が行なわれている。確かに、SCRIT法は不安定核の研究を進展させるキーテクノロジーであり、今後の成果が楽しみである。一方、飛翔体観測の面でも大きな成果を挙げている。宇宙X線と $\gamma$ 線を用いる観測では、深層学習法の導入により、膨大なデータ群の中から目的とするデータを効率的に選び出している。一方、理論グループでは、厳密な手法による、クオーク・グルーオン系の研究が進められている。物質進化の成果とあわせ、宇宙像の確立に迫りつつある。

### 3. 空間構造の解明

宇宙物理学の本流ともいえるテーマである。X線によるダークマターの観測を目的として、望遠鏡と干渉計の性能評価が着々と進行している。X線観測衛星ひとみによる観測は短期間で終了してしまったが、得られた数少ない成果が生かされているようだ。多くの大学院生が参加し、それが成果に結びついている。また重力は宇宙を支配している相互作用であるが、重力の逆2乗則を検証する実験が、余剰次元探索の観点から進められている。いよいよ、物体間距離10-100 $\mu$ mの領域が視野に入りつつあり、今後の結果が楽しみである。理論グループは、原始ブラックホールの回転など、多くの論文を生産していることが印象に残った。

## 2. 改善が望まれる点

それぞれのグループ間の連携が意識され始め、それが功を奏している。あえて欲を言えば、物質進化と空間構造が、より結びつくと、宇宙像がより明確となると思われる。

