

「数理科学」は語る

30年前から現代へのメッセージ

島村 勲

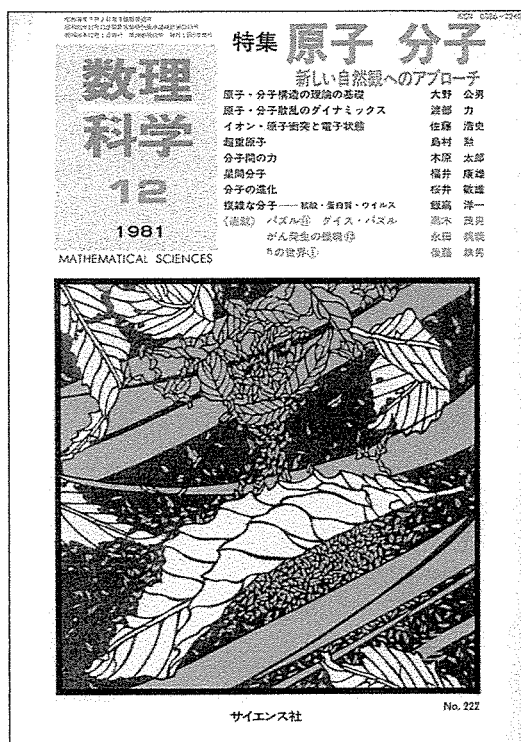
1981年12月号

量子力学の構築とその検証、新概念の理解の過程で原子分子（「原子や分子」の意）分光や原子分子理論は物理学の最前線を担っていた。事実、当時のノーベル賞の多くが量子論・原子分子関連分野を対象とした。

その後、物理学は多様な発展を遂げ、約半世紀後、本特集号「原子分子」が出る頃には、この分野は実験、理論とも地道だが着実な進歩を見せていた。シュレーディンガー方程式の解という理論的側面から言えば、極端に遠方まで到達するクーロン力を及ぼし合う比較的少数個の粒子集団である原子系や分子系につき、(i) 低いエネルギーをもち空間的に狭い領域に閉じ込められた安定な束縛状態、(ii) 広い運動領域をもち、密なエネルギー間隔で無限個並ぶ弱い束縛状態（リュードベリ状態）、(iii) 無限に広い空間を動き、連続的なエネルギーをもつ非束縛状態（連続状態）、それに(iv) 連続状態と束縛状態の両面の性質を合わせもち、束縛状態の顔をしながらある寿命で崩壊してしまう準束縛状態（共鳴状態）を確実に解いて原子系、分子系の物理的全体像を掴むべく努力が続けられた。相対論効果や量子電気力学（QED）効果も詳細に調べられた。

連続状態波動関数は原子や分子、そのイオン間の衝突やそれらと光子その他の粒子との衝突、反応過程を量子論的に記述する。準束縛状態はこれらの過程を決定的に左右する。実験装置内や地上の自然界、上層大気、惑星大気、宇宙空間にまでわたりあらゆる所に存在する原子や分子が関わる現実の多様な物理現象を理解するという応用上の目的と、核反応論や化学反応論とも周辺が重なる理論の枠組みをフルに展開した原子分子物理学自体の解明の両面から研究が進められた。

30年後の現在、多重同時計測等の原子分子衝突実験技術の発展、放射光施設、粒子加速器・蓄積リング、原子分子物理研究に適した陽電子や反陽子、ミュオンなどのエキゾチックビーム等々の格段の進歩に加え、自由電子レーザーを含め、超高強度または超短時間スケールのレーザー技術の画期的進展により、各種の新



たな実験事実が明らかになりつつある。今後ますます興味ある結果が次々と生まれるであろうことは間違いない。原子分子物理学を取り巻く状況は一変したと言えよう。中でも光子場と孤立原子分子、衝突しつつある原子分子、あるいは原子分子集団との相互作用の研究は今や「原子・分子・光物理」(Atomic, Molecular and Optical Physics, AMO 物理)という新分野名を米国、次いでヨーロッパで定着させている。実験研究に呼応して関連理論研究も30年前に比べはるかに多様化、かつ大幅に進展しつつある。コンピュータ技術と理論手法・計算技術の大いなる発展がこれをサポートしている。今後の多方面への展開から眼が離せない。

(しまむら・いさお, 理化学研究所)