

## 波動カオスとデバイス工学

デイビス・ピーター

(NTT コミュニケーション科学基礎研究所)

近年、非線形物理学の理論や解析手法の応用により、光デバイスにおける複雑な電磁力学現象の理解が大きく進歩している。また、デバイスの設計と制御に応用され、新しい種類のデバイスの開発へと発展している。特に、二次元・三次元のさまざまな形状の共振器が作成できるようになり、形状に依存した共振・共鳴現象が注目されている。具体的に、たとえば、数10～数100  $\mu\text{m}$ の球型共振器における「形態依存共振」や、円盤の形をした半導体レーザーにおける「ウィスパリングギャラリーモード」が注目されている。また、共振特性が形状に敏感かつ複雑に依存する「波動カオス」の現象も注目されている。

形状への依存性は量子力学で古くから認識され、今は「量子カオス」として研究が進められている。80年代には、計算機技術の進歩に伴って、それまで手計算では対応することができなかった波動現象に対して、計算機シミュレーションで調べることができるようになった。その結果、実験で観測される複雑な波動現象を理解するための理論的な枠組と解析手法の開発が大きく発展した。たとえば、光線と固有モード、およびその対応関係に関する理解が大きく発展した。これらは量子力学における波動関数と古典軌道の対応に類似する。波動カオスではこの対応が複雑になり、形状と共振の関係を理解する新たな視点が必要となり、90年代よりこの新しい理論に基づいた実験研究が活発に進められてきた。日本では特に池田研介による研究活動が量子カオスと光共振器における波動カオスの橋渡しとなり、実験研究の大きな刺激となった。学会シンポジウムや2000年のATRワークショップなどを通じて、量子カオス、レーザーカオス、波動カオスなどの現象に関連した課題の整理と研究の方向性について議論が活発に行われた。その研究成果の一部は今回の特集号で報告されている。

一方、多くの重要な課題がまだ残っている。たとえば、波動カオスが現れるような共振器における、モードの量子化として得られる光子（フォトン）の性質やそのコヒーレンス理論が興味深い課題である。また、フォトニック結晶、近接場デバイス技術に関する研究との接点・連携も重要である。この特集号をきっかけに理解と関心が広がり、新しい現象の基礎研究とその現象を応用したデバイス開発が活発に展開されることを期待する。