



量子レーダーカメラの基礎

玉川大学 量子情報科学研究所
廣田 修, 政田元太, 相馬正宜

1. はじめに

“自動運転車”の実用化は近いと言われているが、それを実現する技術は樂觀視できるような状況とは言い難い。特に人間の五感に匹敵するセンサ技術の開発が進展しなければ、安易に自動運転化に踏み切るのは危険である。現在の技術は晴天化で運行されることを前提としており、悪天候下でも周辺の障害物の検知を追求した場合、車載センサに課せられる要求事項に応える技術はまだいくつかの壁がある。たとえば炎天下の大気の流れや濃い霧の中で数百メートル先の障害物を画像化する必要があるが、その課題は既存のカメラや LIDAR の高性能化では対処が難しい事が筆者らの研究によって証明されている。このような課題を解決する候補として相関関数イメージングの原理が提案され、その実現に向け基礎研究が筆者のグループと欧米・中国で活発に行われている。本稿では、その中核的技術である量子レーダーカメラの原理を解説し、その展望を述べる。

2. 量子レーダーカメラとは何か

2-1 量子情報科学の発展

1940 年代に Wiener (ウィーナー), Shannon (シャノン) らによって情報科学の基盤となる通信理論・情報理論が形成され, Turing (チューリング), von Neumann (フォン・ノイマン) らによって計算機科学の基盤が与えられた。その後, 現代に至る情報化社会を形成する多種多様な技術が開発された。1970 年代に上記の情報科学の基盤に量子力学の原理を融合する研究が米国の Helstrom (ヘルストロム), ソビエトの Holevo (ホレボー), 日本の廣田によって開始された。1980 年代に, 米国の Bennett (ベネット) によって量子コンピュータの開発グループが結成され, 1996 年に開催された第 3 回量子通信国際会議 (International Conference on Quantum Communication, Computing and Measurement) において両者が融合し量子情報科学が誕生した¹⁾。第 6 回会議から Conference on Quantum Communication, Measurement and Computing (QCM&C) と改名された²⁾。この会議は世界最大の量子情報科学の国際会議として現在でも隔年で開催されている。この会議を通して様々な量子現象を利用する情報技術の研究が進展している。特に量子暗号, 量子マイクロプロセッサ, 量子レーダーなどは現実の技術になりつつある。

2-2 量子相関センサ

本稿では, 世界の主要機関で開発されている量子情報技術の中で, 量子観測理論 (Quantum Measurement) を基盤とする量子相関センサの研究の一端を紹介する。ここで述べる量子相関センサは光の量子相関, 特に量子もつれ (Quantum Entanglement) を利用して既存のセンサの能力を凌駕する性能を実現することを目的とするものである。現在, 以下のような有力な技術が研究されている。