

## 論文の内容の要旨

論文題目 Quantum Control and Transfer Functions  
(量子系の制御と伝達関数)

氏名 柳澤 政彦

フィードバックとは、システムの過去の情報に基づいてそのダイナミクスを変化させる方法である。それによって、例えばシステムを構成する重要な要素が不確かであったり、揺いだ環境系がシステムに予測不可能な変化をもたらしたとしても、その性能やロバスト性を著しく向上することができる。これまでフィードバック、もしくはそれを扱ってきた制御理論では、可換な変数によって記述される古典的なシステムが制御の対象であった。本論文では、量子系のような、非可換な変数によって記述されるシステムのフィードバックを定式化するのが目的であり、特に興味があるのは、量子化された場を通して出力をフィードバックするシステムである。ここでは、場は次の交換関係を満たす作用素  $b$  によって記述されるものとする。

$$[b(t), b^\dagger(t')] = \delta(t - t').$$

場を通じたフィードバックとは、上の関係を満たす作用素  $b$  を入力としてもつ量子系 (それはシステム作用素  $c_1$  をもつとする) からの出力が、別の量子系 (システム作用素  $c_2$  をもつ) と相互作用し、その出力がビームスプリッタ (透過率  $\alpha$ , 反射率  $\beta$ ) を介して、再び元のシステムに入力される過程である。このフィードバック系を記述するハミルトニアンは、次であたえられる。

$$H = i \left[ \frac{\beta}{1+\alpha} (bc_1^\dagger - b^\dagger c_1) + \frac{\beta}{1+\alpha} (bc_2^\dagger - b^\dagger c_2) + \frac{1}{2} (c_1 c_2^\dagger - c_1^\dagger c_2) \right].$$

このハミルトニアンによって量子系に対して制御理論的な視点があたえられ、制御理論において様々な概念や設計手法が量子系からなるネットワークを理解するのに有用であるだけでなく、量子系における重要な問題に対する解法をあたえることも示される。