

論文内容の要旨

論文題目：Structure of Model Sets in the Chain-Scattering Framework
(連鎖散乱の枠組におけるモデル集合の構造)

氏名：軸屋 一郎

制御系の設計においてロバスト性(頑強性)の概念,つまり制御系の実際
の特性と設計用のモデル(例えば物理法則に基づいて定まる常微分方程式)
との間の誤差に関わらずに設計仕様を満たすような制御系を設計すること,
が重要である.ロバスト性を保証するために,ロバスト制御の分野では単一
のモデルのかわりにモデルの集合(モデル集合)によりモデル化を行い,
制御系の設計を論じてきた.一方,モデル集合を取り扱う議論として他に,
ロバスト同定もある.これは入出力データよりモデル集合を構成するための理論
である.

数多くの研究が行われてきたにもかかわらず,ロバスト同定とロバスト制
御の間にはまだ解決すべき乖離があることが知られている.ひとつは集合の
複雑さ(次数)の問題である.同定問題を解くことにより得られるモデル集合
は高次なものとなることが多いのに対し,制御問題の観点からは低次元モデ
ル集合が望ましいからである.この乖離を埋めるためにモデル集合の低次元
化の問題が議論されているが,ロバスト制御への適用を考えると不十分なも
のとなっている.本研究では, H_{∞} -制御問題において取り扱われている,連
鎖散乱表現に基づくモデル集合を考慮する.

そして低次元化の観点から

- 包含関係の解析
- モデル集合内にグラフ位相に関する特異点が存在したらロバスト制御問題が可解でないことを示す

ことの重要性を示し、解を与える。

包含関係は「大は小を兼ねる」という諺にあらわされるとおり、ロバスト制御の観点から自然で不可避な概念である。モデル集合の低次元化において、簡略化されたモデル集合が複雑なモデル集合を包含していなければ、低次元化されたモデル集合に対して設計されたコントローラは複雑なモデル集合をロバスト安定化するとは限らない。本研究ではモデル集合間に包含関係が成り立つための条件を解析し、計算の問題についても議論した。また、より広いクラスのモデル集合を取り扱うために入出力包含と呼ぶ新しい概念を定義し、包含関係の場合と同様の議論を行った。さらに低次元化の問題への応用例を示す。

グラフ位相の意味での特異点に関する議論は、「過ぎたるは及ばざるが如し」とあるように、大き過ぎる集合を構成するとロバスト制御が不可能となることを示す。これはロバスト制御の観点から自然な概念であるが、集合の中にグラフ位相の意味での特異点が存在するならばロバスト安定化問題が可解でないことを示すことにより、その概念を裏付けるひとつの理論的な根拠を与える。

以上、本研究で示される二つの結果は、モデル集合の構造に対する重要な知見を与える。