

Title	Studies on discrete time dissipative systems in a behavioral framework
Author(s)	金子, 修
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/46795">https://hdl.handle.net/11094/46795</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	かね 子 <small>おさむ</small> 修
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19870 号
学位授与年月日	平成 17 年 12 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	Studies on discrete time dissipative systems in a behavioral framework (ビヘイビアの枠組みにおける離散時間消散システムに関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 藤井 隆雄  (副査) 教授 潮 俊光 教授 飯國 洋二 奈良先端科学技術大学院大学教授 杉本 謙二

#### 論文内容の要旨

消散性とは、加えたエネルギー以上にシステム内部にエネルギーを蓄えることができない、という素朴な概念である一方で、システム制御のさまざまな設計および解析手法が消散性として統一的に扱えることから重要なシステム理論的性質の一つでもある。消散性はエネルギーに関する性質であり、エネルギーはシステムの入出力をまとめたスカラー量であるから、従来のシステム理論のようにシステムを入出力作用素としてとらえるよりも、システムがとりうる変数を単に外部環境に開かれた変数としてとらえるほうが、消散性のより深いシステム論的考察と一般化への展開が期待できる。また、連続時間のみならず、離散時間特有の消散性が重要になる場合もあり、連続時間とは異なる点を自己完結に明らかにすることはシステム論的観点において重要な意義をもつ。このような背景から、本論文は、動的システムを入出力作用素ではなく軌道の特徴としてとらえるビヘイビアアプローチという枠組みにおいて、離散時間における消散システムの基礎理論の自己完結な構築と関連するシステム設計および解析手法の開発を目的とした研究をまとめたものである。

まず、エネルギーは変数の二次形式で表現されることから、消散システムを扱う際に有用な道具として、二変数多項式行列と二次差分形式を提案し基礎理論を構築した。つぎに、これらを用いることにより、消散システムの解析にとって必要な供給率(外部からの供給パワー)、蓄積関数(システム内部の蓄えられるエネルギー)、消散率(外部への消散パワー)を導入し、これらのシステム論的性質を導出した。これらの結果は、離散時間特有の問題または利点に着目しながら連続時間のときとは全く異なる手法で証明を行った。特に、連続時間とは異なり、離散時間の場合の蓄積関数はシステムの状態二次形式で必ず表されるとは限らない事実を明らかにし、蓄積関数が準正定ならば状態二次形式で表現されることを、完全に自己完結に導いた。この結果を用いることにより、スペクトル分解、フィルタリング問題などの離散時間特有の消散性に関する設計問題をビヘイビアの枠組みで開発した。さらに、消散性の別の応用として、ビヘイビアの枠組みで  $J$  スペクトル分解や、 $H_\infty$  部分実現の問題も本論文で構築した基礎理論を用いることにより開発した。また、連続時間において関連するいくつかの主題についても考察を行い新たな結果を与えた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、システムの振る舞いをその軌道で捉えることで、システムをより俯瞰的に取り扱おうとするビヘイビアアプローチという新しいシステム理論に注目し、その枠組みのもとで、まだ取り組まれていない離散時間系での消散システムの基礎理論の構築と、それに関連するシステム解析・システム設計に関する研究成果をまとめたものである。特に、すでに考察されている連続時間系の場合とは本質的に異なる点に着目し、以下のように離散時間システム特有の消散性の性質を深く考察しており、その点で新規性の高い成果を得ている。

①離散時間消散性を考察するための数学的な道具立てとして Quadratic Difference Forms (QDF) を導入し、その基礎的性質を考察した。そして、これをベースにビヘイビアアプローチの枠組みのもとで離散時間消散性理論の基礎を構築した。

②消散システムの動特性を直接反映する蓄積関数について理論的に深い考察を行い、離散時間系では蓄積関数が状態の二次形式で表わされるとは限らない、という連続時間系の場合とは本質的に異なる性質を明らかにした。それとともに、蓄積関数が状態の二次形式で表わされるための十分条件も与え、システム解析およびシステム設計に重要な意味を持つ結果を与えた。

③上の①と②で得られた成果を基礎に、ビヘイビアアプローチにおけるスペクトル分解および離散時間特有の消散システムの解析・設計手法を開発し、①と②で述べた本論文の理論的成果が離散時間系におけるシステム解析・設計問題に有用かつ有効であることを示した。

以上のように本論文は、まず、ビヘイビアアプローチにおける離散時間消散性理論の基礎を構築した点、つぎに、より深い考察により離散時間消散性に関して幾つかの重要な性質を明らかにした点、最後に、それを用いた離散時間特有の設計手法を与えることで基礎理論の有用性を示した、という3つの点で、非常に重要な意義をもつものであり、その新規性も高い。よって博士(工学)の学位論文として価値のあるものと認める。