



Title	ゲイン曲線とその自動制御系に於ける応用に関する研究
Author(s)	黄, 乙卯
Citation	大阪大学, 1966, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/28996
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	黄 こう	乙 いつ	卯 は
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 5 0	号
学位授与の日付	昭和 41 年 3 月 28 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
学位論文題目	ゲイン曲線とその自動制御系に於ける応用に関する研究		
(主査)			
論文審査委員	教 授 西村正太郎		
(副査)			
	教 授 山村 豊 教 授 犬石 嘉雄 教 授 山中千代衛		
	教 授 藤井 克彦 教 授 熊谷 三郎 教 授 青柳 健次		
	教 授 宮脇 一男		

論 文 内 容 の 要 旨

自動制御系の設計として従来周波数応答法が広く行なわれているが、この方法では周波数応答と過渡応答との間の関係を精密に把握することがむずかしい。周波数応答と過渡応答とを同時に併行ににらみながら設計を進めうる方法で現在もっとも注目されている方法として、極と零点による設計法と根軌跡法がある。前者は与えられた仕様から出発して、まず閉ループの極と零点を決定し、ついで開ループの極と零点を決定しようという非常に合理的な方法であるが、実際問題としてかなり難点があるのでまだ余り一般に使われていない。一方、後者は根軌跡を書き試行錯誤の方法で設計を進めるのであるが、根軌跡そのものを画くのが非常に厄介なこととされている。筆者はさきに根軌跡を迅速且つ正確に画く方法として、実軸上の根軌跡から複素平面上の根軌跡を画く方法を提案したが、その中でゲイン曲線の概念を導入した。このゲイン曲線の導入によって根軌跡法が非常に便利になったばかりでなく、解析及び設計等色々の方面に重要な応用があることが分った。

本論文はゲイン曲線の基本的な諸性質を究明し、その自動制御系における色々な応用を検討するを目的とするもので 6 章からなり、その概要は次のようなものである。

第 1 章は緒論で本研究の問題点を概説している。

第 2 章はゲインの曲線で、6 節からなっている。第 2.1 節でゲイン曲線の意味を明らかにし、ついで第 2.2 節から第 2.5 節までその基本的諸性質を究明し、最後に第 2.6 節においてその書き方をまとめている。

第 3 章は特性方程式の根を求める方法における応用を述べたもので、6 節からなっている。まず第 3.2 節と第 3.3 節に於いて実根を求める方法二つ、ついで第 3.4 節において複素根を求める方法をのべている。第 3.5 節では特性方程式は極く少数の標準型に帰納出来ることを指摘し、3 次及び

4次につき詳細に検討している。最後に第3.6節では標準型の応用として3次方程式の根を求める万能計算図表を紹介し、ついで千変万化のように見えるゲイン曲線及び根軌跡は結局少数の基本型は帰納出来ることを指摘している。

第4章は安定判別における応用を述べたもので、5節からなっている。まず第4.1節は緒言で、ついで第4.2節及び第4.3節ではその原理及び2, 3, 4, 5及び6次に応用した場合を詳細に述べている。第4, 4節は相対的安定度に関するもので、特性方程式の係数からゲイン余裕がすぐに算出できることを指摘している。最後に第4.5節では簡単な半円を画くだけで絶対安定度並びに相対安定度が図解的に求められる方法を述べている。

第5章は解析及び設計における応用を述べたもので、4節からなっている。第5.1節は緒言で、第5.2節は説明に必要な公式等を羅列している。第5.3節は補償回路を入れた場合の解析及び設計を検討したもので、まず図解法、すなわち従来の根軌跡を画く外にゲイン曲線を入れると如何に便利になるかを述べている。図解法による解析及び設計は然し補償回路を仮定する毎にゲイン曲線と根軌跡をいちいち画かねばならないので、実際問題としてかなり厄介である。その上図解法であるから、出来た結果は非常に正確を期待し難い。かかる曲線をいちいち画かなくとも簡単な数値計算法によってより正確に解析及び設計が進められるが第5.4節でその詳細を検討している。

第6章は結論で、以上の研究の主要な結果をまとめている。

論文の審査結果の要旨

この論文は、「ゲイン曲線とその自動制御系における応用に関する研究」と題し、著者の提案するゲイン曲線と、自動制御系の解析、設計におけるゲイン曲線の応用に関する研究をまとめたもので、6章よりなっている。

第1章は緒論で、自動制御系の解析、設計における問題点、ゲイン曲線を導入した経緯、ならびにこの論文の内容を概説している。

第2章は、ゲイン曲線の意味、基本的な性質を明らかにし、その作図法をのべたものである。線形の集中定数系で、特性方程式の根軌跡上の各点に対応する開ループゲインの値を、根の実数部の関数としてプロットしたものがゲイン曲線で、根軌跡と同じ平面内に描く。実根と共に複素根に対するゲイン曲線を、それぞれ実ゲイン曲線、複素ゲイン曲線と名付けているが、これらのゲイン曲線には、たとえば、同一ゲインに対する一対の実ゲイン曲線上の点の平均値が、一つの複素ゲイン曲線の延長上にあるなど、いくつかの幾何学的な相互関係がある。また、これらのゲイン曲線は、根軌跡とも密接な関係があり、これらの関係を用いると、ゲイン曲線、根軌跡が比較的容易に精度よく描けることを明らかにしている。

第3章は、自動制御系の解析に必要な特性方程式の根をゲイン曲線を用いて正しく求める手法と、ゲイン曲線および根軌跡の標準化についてのべたものである。特性方程式の実根は実ゲイン曲線から求まり、複素根は複素ゲイン曲線から求まるが、ゲイン曲線と根軌跡の諸性質を利用すると、正確な根が容易に求められる。また特性方程式が少数の標準形に帰着されるので、ゲイン曲線、根軌跡も二

三の標準形について正確に描いておけば、実用上の要求はほぼみたすことができ、これを計算図表の形にまとめている。

第4章は、ゲイン曲線の性質を利用して、系の安定判別を行ない、安定度を求めるについてのべたものである。安定判別は、特性方程式の根が、その複素平面の左半平面にあるか否かを確かめることに帰するから、ゲイン曲線と根軌跡とから判定すると、安定限界に対するゲインの値が直ちに求まり、安定度についても、たとえばゲイン余裕が直ちに求められる。ここでは、これらの安定判別あるいは安定度の決定法と、従来の手法、たとえば Routh Nyquist その他の方法との関係を検討し、実用上の比較を行ない、ゲイン曲線の有効なことを明らかにしている。

第5章は、ゲイン曲線とその性質を応用して、自動制御系の解析、設計、とくに補償要素による特性改善の問題を検討したものである。従来、この問題には根軌跡法が正確であり、設計には代表根指定法などが有効とされているが、これらの手法は手数の煩わしいことも事実である。

ゲイン曲線はこの煩わしさを除き、これらの手法の実用性を著しく増す。ここでは、自動制御系の設計仕様に指定される減衰あるいは安定度、速応性、定常偏差などの値を、特性方程式の根の値と直接結びつけることができ、補償要素による特性改善の手順も容易になることを明らかにしている。

第6章は結論で、以上の成果をまとめたものである。

著者の提案したゲイン曲線は、それ自身興味ある性質をもつが、自動制御系の特性方程式の根軌跡と密接な関係があり、従来の根軌跡法による系の解析、設計の実用上の難点を解消している。すなわち、ゲイン曲線とその性質を利用すると、系の安定判別、安定度の決定、補償要素による特性改善などの問題を、簡潔にしかも精度よく解くことができる。

線形の自動制御系に関する限り、系の解析、設計には、初期の制御理論においてすでに確立された手法が多くあるとはいえ、著者の研究が、さらに新しい知見を加え、精度がよく実用上有効な手法を開発したことは、工学ならびに工業の上に貢献するところ大である。よって、この論文は博士論文として十分価値あるものと認める。