

# ファジィコントローラ設計の考察

## － 室内空調システム －

2002MM035 神谷 和宏

指導教員 陳 幹

### 1 はじめに

現実問題には人間の主観などあいまいな概念があり、このようなあいまいさを定量的に取り扱うために提案されたのがファジィ集合である [1]。そして、このファジィ集合の考え方を応用させたものがファジィ制御である。また、ファジィ制御はコントローラの微調整に時間を要するという欠点がある。この欠点を克服するために、手探りの中から入力と出力の因果関係を見出すことを目的とする。

### 2 制御対象とファジィブロック線図

本研究の制御対象である室内空調機は、人間の主観的判断で操作されるものであり、人間の持つあいまいさを評価に入れるファジィ制御に適したモデルであると考えた。室内空調システムのモデル [2] は一次遅れ + むだ時間に近似でき、伝達関数は以下ようになる。

$$G_p(s) = \frac{-K}{1 + Ts} e^{-Ls}$$

ただし、定常ゲイン  $K = 0.1$  [ /% ]、時定数  $T = 15$  [min]、むだ時間  $L = 3$  [min] である。ファジィブロック線図を図 1 に示す。

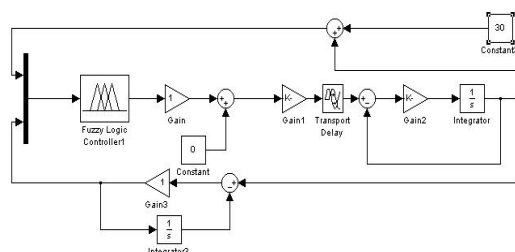


図 1 ファジィブロック線図

### 3 一般的なファジィコントローラ

室温 30 から室温 28 を目標にする、一般的なコントローラを設計し、その結果 Simulink により得られた波形を図 2 に示す。

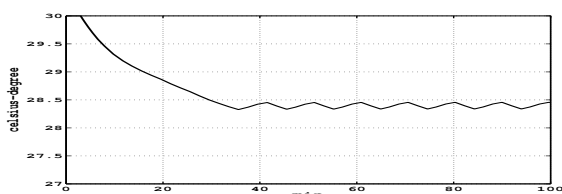


図 2 一般的なファジィコントローラによるシミュレーション

このようにリミットサイクルの波形が得られた。35 分程度で室温 28.4 付近まで下がり、その後は室温 28.4 付近で振動していることがわかる。

このシミュレーションの問題点として、目標値への追従が遅いこと、リミットサイクルをなくし、収束させること、オフセットの解消が考えられる。

### 4 メンバシップ関数の修正

目標値への追従を早めるために、室温のメンバシップ関数において室温の初期値 30 が PB【1】になるように室温メンバシップ関数を狭める。またリミットサイクルをなくすために出力メンバシップ関数を中心によせ室温 28 付近で細かな出力を可能にするということが考えられる。また、オフセット解消のため出力メンバシップ関数の中心を 20% に変更した。そして、各入力メンバシップ関数と出力の関係を考えるため、それぞれのメンバシップ関数を 10% ずつ 60% まで、それぞれ 6 回縮小した。

その結果、室温のメンバシップ関数を 50%、60% 縮小した場合、共にリミットサイクルはなくなったが、60% 縮小した場合の方がオフセットが小さかったのでこの場合を最適とみなした。また、室温変化のメンバシップ関数においては、40% 縮小した場合が最適という結果となった。

そこで、室温のメンバシップ関数を 60% 縮小、室温変化を 40% 縮小し、出力メンバシップ関数を中心によせシミュレーションした。その結果を図 3 に示す。

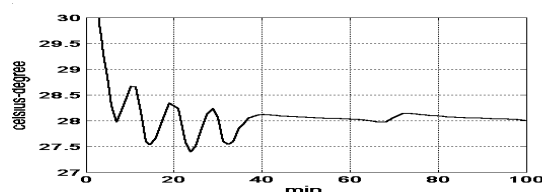


図 3 室温のメンバシップ関数を 60%、室温変化のメンバシップ関数を 40% 縮小したシミュレーション

目標値への追従は良くなったが安定しなかった。

### 5 メンバシップ関数修正の考察

室温のメンバシップ関数と室温変化のメンバシップ関数をそれぞれ同じ縮尺で縮小をして、幾度がシミュレーションを行った。前章の結果、室温のメンバシップ関数の変更がより大きく出力に影響を与えることが分かった。また、リミットサイクルがなくなった時のオフセットに関しても、室温のメンバシップ関数の微調整で軽減されるこ

とが推測される。室温変化のメンバシップ関数については、ある一定の縮小を超えると出力の応答が悪くなった。細かな出力を求めることと、目標値への追従を早めることはトレードオフな関係があることを再確認した。

## 6 修正後のメンバシップ関数とルール

安定化のため、室温変化のメンバシップ関数を元に戻し8分以降の出力を小さくした。修正後のファジイルール表を表1に、室温  $T$ 、室温変化  $\Delta T$ 、出力  $u$  のメンバシップ関数を図4、図5、図6に示す。

表1 ファジイルール

		温度変化				
		NB	NS	ZR	PS	PB
温 度	NB	NB	NB	NB	NS	ZR
	NS	NB	NB	NS	ZR	PS
	ZR	NB	NS	ZR	PS	PB
	PS	NS	ZR	PS	PB	PB
	PB	ZR	PS	PB	PB	PB

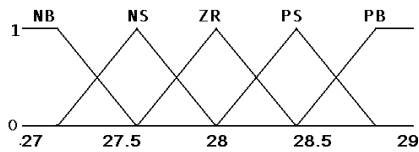


図4 室温のメンバシップ関数

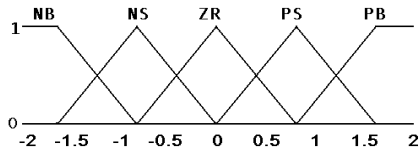


図5 室温変化のメンバシップ関数

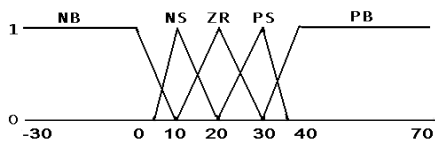


図6 出力のメンバシップ関数

修正後のシミュレーション結果を図7に示す。

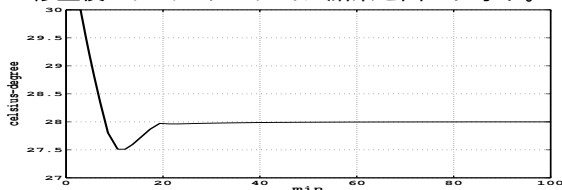


図7 修正後のシミュレーション

10分程度で27.5 まで下がり、その後20分程度で28に収束した。

## 7 他の温度設定

前章までのコントローラ設計のノウハウを用いて、室温31 から室温28 にすることを目的とするコントローラを設計した。このシミュレーション結果が図8である。

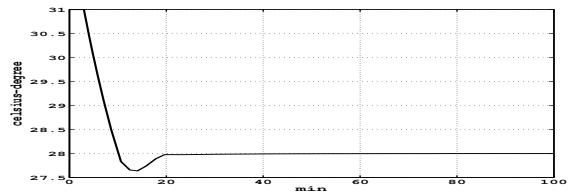


図8 室温31 から室温28 にすることを目的とするコントローラのシミュレーション

20分程度で28 に収束しているが、約0.5 のオーバーシュートが見られる。

## 8 オーバーシュートの改善

オーバーシュートの改善のため、29.5 以下の出力を小さくした。また室温変化のメンバシップ関数も広くした。このシミュレーション結果を図9に示す。

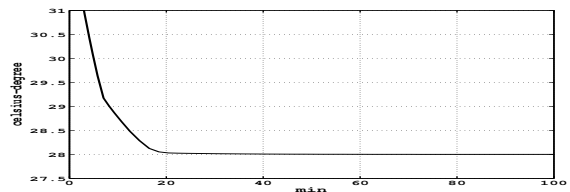


図9 オーバーシュートを考慮したコントローラでのシミュレーション

オーバーシュートもなくなり、非常に安定した結果が得られた。

## 9 おわりに

メンバシップ関数修正のため微調整をした。その際に、二つの入力が出力に与える影響を考察するために、入力のメンバシップ関数全体をそれぞれ同じ縮尺で縮小した。その結果、室温メンバシップ関数の変更が出力に与える変化が大きかったことが分かった。よって、室温のメンバシップ関数を修正後に、室温変化のメンバシップ関数を修正することでコントローラ調整の効率化が計れることが分かった。また、他の設定温度でシミュレーションを行った。オフセット、オーバーシュートのない安定した波形が得られた。これは本研究の有効性を示していると言える。

## 参考文献

- [1] 田中英夫：ファジィモデリングとその応用，朝倉書店（1990年）。
- [2] 笠原雅人、松葉国彦、葛生克明、山崎敬則、橋本幸博、神村一幸、黒須茂：特性変動に伴う空調システムへのPID制御の適用，計測自動制御学会論文集，Vol.36，No.5，431/437（2000年）。