

# 情報メディア論 2

## 2010-5

ファジィ理論の周辺

## ファジィ理論の周辺

- ファジィ理論が扱うあいまいさ
  - 集合
  - 論理
  - 測度
- メンバーシップ関数の決定法の一例

- メンバーシップ関数の決定法の一例

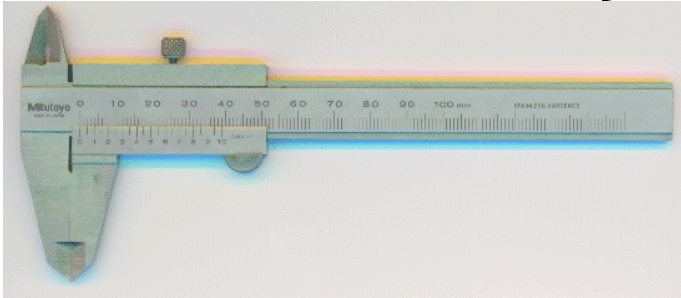
- メンバーシップ関数のグレード（所属度合）を、直接的に（数値として）求めるのは困難

- 2つを比べることは、比較的容易

- AとBでは、どちらが背が高いか？ 差

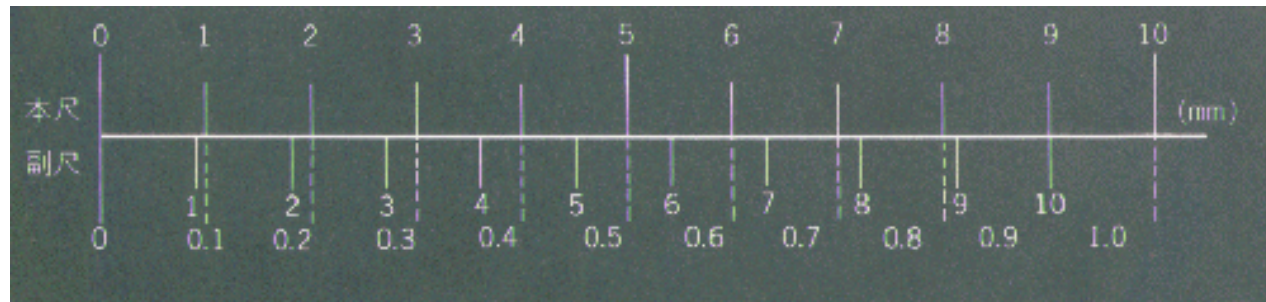
- CとDでは、どちらがおいしいか？

# ノギスの原理

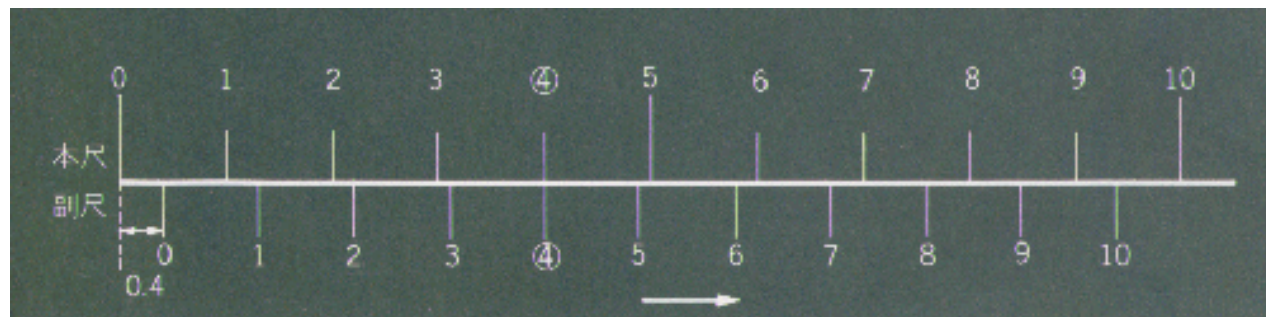


<http://caliper.mech.saitama-u.ac.jp/koujou/kakou-kiso/3-1-1.html>

1mm間隔 = 10mmを10等分

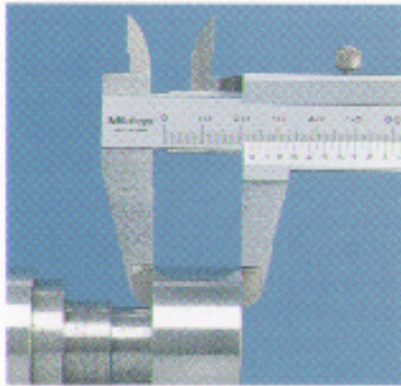


0.9mm間隔 = 9mmを10等分

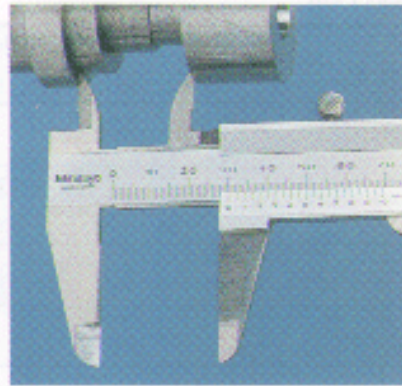


# ノギスの原理

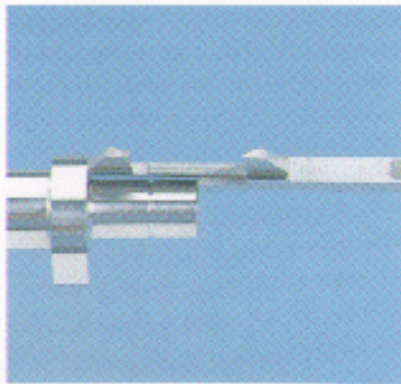
1. 外側測定



2. 内側測定



3. 段さ測定



4. 深さ測定



39mmを20等分したバーニヤの例 読み12.45mm

- メンバーシップ関数の決定法の一例
  - メンバーシップ関数のグレード（所属度合）を、直接的に（数値として）求めるのは困難
  - 2つを比べることは、比較的容易
    - AとBでは、どちらが背が高いか？ 差
    - CとDでは、どちらがおいしいか？
      - 一対比較による主観的評価から問題を解決
      - : AHP (Analytic Hierarchy Process)

# AHP：どんな所で使われるか

新採用面接において、「覇気、真面目さ、明朗さ、協調性」

を

それぞれどれだけ重視するか？

覇気	真面目さ	明朗さ	協調性
1	2	3	4
	>	>	>
0.2	0.1	0.4	0.3

?

?

# AHP (固有値)

- 評価項目：[A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, A<sub>4</sub>] に対してそれらの相対的な重み付け [w<sub>1</sub>, w<sub>2</sub>, w<sub>3</sub>, w<sub>4</sub>] を求めたい。

A<sub>1</sub> に対して A<sub>2</sub> をどれだけ重視するか？

- A<sub>1</sub> の A<sub>2</sub> に対する比率を a<sub>12</sub> で表すと、a<sub>12</sub> は w<sub>1</sub>/w<sub>2</sub> に対応する。
- A<sub>1</sub> の方が重要であれば、a<sub>12</sub> > 1 となる。
- $a_{ij} = 1/a_{ji}$
- a<sub>ij</sub> を表す数値として、

同じくらい = 1、少し = 3、かなり = 5、だいぶ = 7、圧倒的に = 9

などの数値を割り当てて良い。

# あまり細かいことにはこだわらず、直感的に行うのが良い



今、

$$A = \begin{bmatrix} 1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & 1 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

$$w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)^T$$

とおくと、

$$Aw = nw$$

が成り立つ。

これを満たす、最大固有値 $\lambda$ に対応する固有ベクトルを求める問題になる。ただ

$$\sum \hat{w} = 1$$

# AHP具体例

新採用面接において、「**覇気**、**真面目さ**、**明朗さ**、**協調性**」  
を

**一対比較行列** どれだけ重視するか？

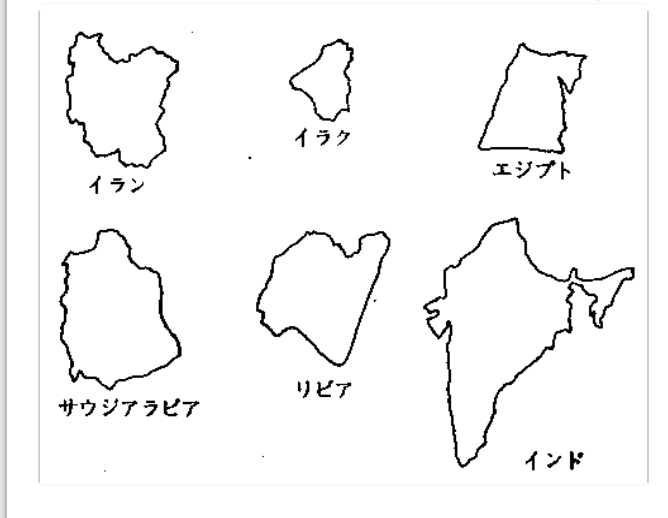
	覇気	真面目さ	明朗さ	協調性
覇気	1	7	4	2
真面目さ	$1/7$	1	$1/2$	$1/5$
明朗さ	$1/4$	2	1	$1/3$
協調性	$1/2$	5	3	1

固有値 $\lambda=4.02$ ,

固有ベクトル（規格化） $w=(0.509, 0.064, 0.119, 0.308)$

# 妥当な値になっている

面積比を一対比較行列により、求める。



	イラン	イラク	エジプト	サウジ	リビア	インド
イラン	1	3	2	1/2	1	1/2
イラク	1/3	1	1/3	1/5	1/4	1/7
エジプト	1/2	3	1	1/2	1/2	1/3
サウジ	2	5	2	1	1	1/2
リビア	1	4	2	1	1	1/2
インド	2	7	3	2	2	1

注：この行列は主観的な評価結果なので、必ずしも正しくない。

~~サウジ/エジプト = 2 ≠ 2 \* 2 = (サウジ/イラン) \* (イラン~~

固有値  $\lambda = 6.078$ ,

固有ベクトル (規格化)  $w = (0.151, 0.042, 0.099, 0.207, 0.175, 0.326)$

正解：面積(万km<sup>2</sup>) = (164.8, 43.4, 100.1, 215.0, 176.0, 328.0)

比 = (0.160, 0.042, 0.097, 0.209, 0.171, 0.319)

# メンバーシップ関数を求め



ホール・ロワイヤル



サムライ・ロック



カルーア・ミルク



ファジー ネーブル



ソルティードッグ



マンハッタン

どのカクテルが好みか、一対比較行列を作成してみ

る。

	A	B	C	D	E	F
A	1	1	4	7	3	1
B	1	1	5	6	4	2
C	1/4	1/5	1	3	1/3	1/3
D	1/7	1/6	1/3	1	1/3	1/5
E	1/3	1/4	3	3	1	1/2
F	1	1/2	3	5	2	1

	A	B	C	D	E	F
A	1	1	4	7	3	1
B	1	1	5	6	4	2
C	1/4	1/5	1	3	1/3	1/3
D	1/4	1/6	1/3	1	1/3	1/5
E	1/3	1/4	3	3	1	1/2
F	1	1/2	3	5	2	1

# メンバーシップ関数を求める

規格化 → 最大値を 1 に

	A	B	C	D	E	F
A	1	1	4	7	3	1
B	1	1	5	6	4	2
C	1/4	1/5	1	3	1/3	1/3
D	1/7	1/6	1/3	1	1/3	1/5
E	1/3	1/4	3	3	1	1/2
F	1	1/2	3	5	2	1

	A	B	C	D	E	F
A	1	1	4	7	3	1
B	1	1	5	6	4	2
C	1/4	1/5	1	3	1/3	1/3
D	1/4	1/6	1/3	1	1/3	1/5
E	1/3	1/4	3	3	1	1/2
F	1	1/2	3	5	2	1

固有値  $\lambda = 6.18$ ,

固有ベクトル

$w = (.266, .321, .066, .037, .111, .199)$   
 最大値を 1 に規格化

$w = (0.831, 0.210, 0.120, 0.350, 0.62)$

固有値  $\lambda = 6.23$ ,

固有ベクトル

$w = (.250, .325, .068, .042, .114, .201)$   
 最大値を 1 に規格化

$w = (0.77, 1, 0.21, 0.13, 0.35, 0.62)$

## • AHPまとめ

- 一対比較による問題解決手法
- 固有値, 固有ベクトルを求めることにより、全体としての重みを推定する。
  - 細かいことは気にせずに、どんどん一対比較行列を作る
  - 正規化により、相対的な重み・メンバーシップグレードを推定できる。

★ 行列の整合性チェック  $CI=(\lambda_{max}-n)/(n-1)$  参考文献を参照のこと

### 参考文献：

1. 刀根薫, 「ゲーム感覚意思決定法－AHP入門－」, 日科技連出版社, 1986
2. 刀根薫, 真鍋龍太郎編, 「階層化意思決定法AHP事例集」, 日科技連出版社, 1990
3. 西田俊夫編, 「おはなしファジィ」, 日本規格協会, 1990

# ファジィ理論まとめ

ファジィ理論の目指すもの  
人間の機能に近い情報処理を実現すること。

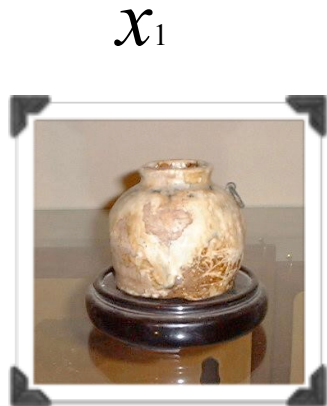
ファジィ理論の5W1H (本多, ファジィ工学入門、海文堂)

What	「熱い」など、言葉の持つ意味やものごとの計量・評価における「主観的なあいまいさ」を定量的、合理的に処理する数理的な理論
Why	人間が本質的に持つ「あいまいさ」を受容し、処理する能力を持つシステム、機械の実現のため。
When	1965年「ファジィ集合の提唱：Zadeh」
Where	アメリカ。その後、ヨーロッパで応用第1号、日本で家電など民生品へ導入、発展。
Who	USA、UC Berkeley。従来の制御工学やシステム工学では、人間が比較的たやすく行う、車庫入れすら難しいという問題意識があった
How	「あいまいさ」をファジィ集合、ファジィ測度によって定量的に記述する。それに基づいて、推論・評価・意思決定・制御などの処理を行う。

- # I. ファジィ理論の特色
- I. ~~人間の情報処理~~理論では重要な意味を持つあいまいさを取り上げたこと。
- II. 数学の基礎的な分野である集合、論理、測度の拡張として定義したこと。（さまざまなファジィネス）
- III. 諸分野のいろいろな理論や方法論と融合できること。



# 集合におけるあいまいさ 1



常滑：室町  
1450年



九谷：江戸初期  
1600年



伊万里：江戸後期  
1850年



九谷：明治  
1900年

壺の集合  $X = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$

店主



ないよ

江戸後期の伊万里は？  $x_3$

江戸後期の伊万里は？  $x_3$

江戸初期の九谷などは

200年前の壺が欲しい

200年くらい前の壺が欲しい

古い壺を見せてほしい

古くない／もっと古いの

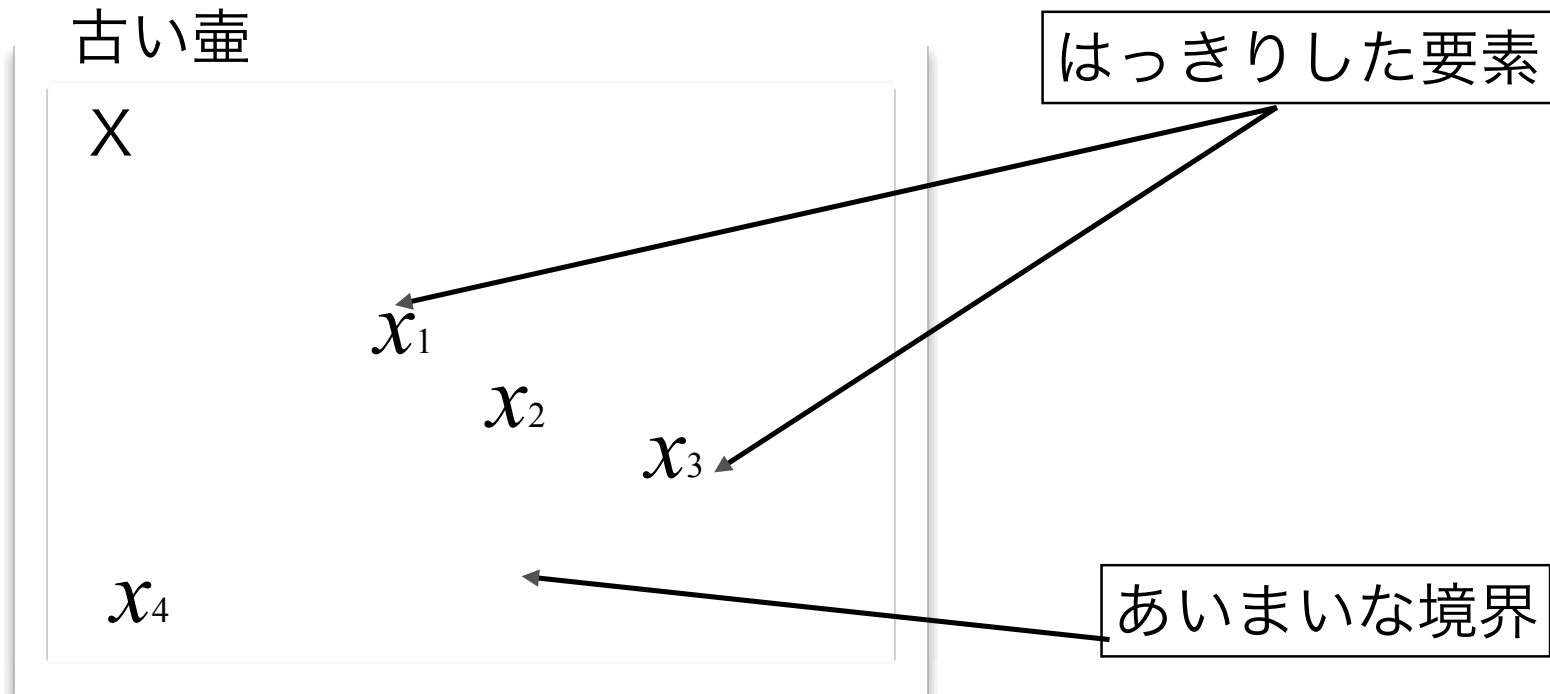
客



# 集合におけるあいまいさ 2

ある集合  $X$  の要素に対して考えられる、ある部分集合を定める上での基準のあいまいさ

Ex. 古い壺の集合



# 参考：集合におけるファジィネスと ランダムネス

- ・ランダムネス（確率論で扱う不確かさ）

ある事象の生起にかかわる。試行を経たあとや時間が経過すれば、消滅する不確かさ。

「天気予報」、「クジがあたるかどうか」など

- ・ファジィネス

主観的な評価に起因しており、それぞれの人間にとって個別的なあいまいさ。

「壺の古さ」、「背の高さ」など

# 論理におけるファジィネス

この壺は、600年前のものか？

いいえ、560年前のものです



1450年常滑：室町

クリस्प表現 命題：真（1）、偽（0）の2値を取る。



ファジィ表現（ファジィ命題）

クリस्प表現では  
命題とはなり得ない

客：「この壺は、600年くらい前のものか？」

命題の確からしさ：0-1の適当な実数値、真らしい、かなり偽らしい

（ファジィ命題の真値集合におけるファジィネスに起因している。）

# 測度におけるファジィネス

$y_1$



九谷 江戸初期  
1600

年

$y_2$



九谷 明治  
1900

年

商品の価値を測ってみる  
評価基準：年代のものさし  $h$

$$h(y_1), h(y_2), h(y_1, y_2)$$

2つをペアで評価したとき

$$h(y_1, y_2) = h(y_1) + h(y_2)$$

< 加法的なものさし (測度) >



店主評価基準：売上効果  $g_1$

$$g_1(y_1), g_1(y_2), g_1(y_1, y_2)$$

2つをペアで評価したとき

(抱き合わせ??)

$$g_1(y_1, y_2) < g_1(y_1) + g_1(y_2)$$

< 非加法的なものさし (測度) >

客評価基準：個人的嗜好  $g_2$

$$g_2(y_1), g_2(y_2), g_2(y_1, y_2)$$

2つをペアで評価したとき

(2つ揃うことに価値がある)

$$g_2(y_1, y_2) > g_2(y_1) + g_2(y_2)$$

< 非加法的なものさし (測度) >



# 応用面から見たファジィ理論

ファジィ集合論とファジィ論理によるシステム記

1. ファジィ<sup>述</sup>関係と合成演算を用いた記述
2. 拡張原理を用いて従来の数式による記述を拡張した記述
3. If - then 形式のファジィ命題による記述

システム記述：入力と出力が与えられたときにその関係を記述すること



# 科学技術文書を書くということ

内容が一意に伝わること  
分かる文章を書く  
事実と意見の区別

「文章を分かりやすくするということは、才能というよりも  
技術の問題だ。技術とは伝達が可能なものである。」  
(本多勝一、日本語の作文技術)



# 文章添削トレーニング

古郡廷治、ちくま新書189

例文

その洋服は私に合っているが、  
素材の値段が上昇している。

逆接の接続助詞「が」とすれば、  
「A」しかし「B」であり、

「B」の部分では、「A」に反したことを言うべき

Ex. 「B」値段が高くて買えない。など



# 第1章

何が？

構造が完全な文を書く  
基本的に省略はしない

例文

本研究では、英日機械翻訳で訳語をどう選択するかの問題をとりあげる。とくに小説などの文章では、その場の雰囲気や人物の人柄を表現する重要な要件である。



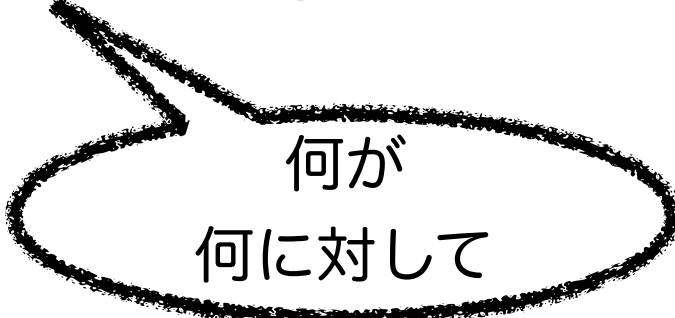


以下の文を「完全な文を書く」という観点から修正せよ

1. 近年、情報技術の進展にはめざましいものがあり、産業革命にも匹敵する情報革命の時代ともいわれている。コンピュータの性能はまさに日進月歩の発展を続け、それに反比例して低価格化している。
2. 本来、国はその国民の生命と健康を守るべく存在するものであり、又、市は地方自治をあげるまでもなく、市民の健康と福祉を守る責務があり、又、私たちは難病というものが、決して対岸の火事ではないことを心にとめるべきです。

以下の文を「完全な  何が  から修正せよ

1. 近年、情報技術の進展にはめざましいものがあり、産業革命にも匹敵する情報革命の時代ともいわれている。コンピュータの性能はまさに日進月歩の発展を続け、それに反比例して低価格化している。

 何が  
何に対して

以下の文を「完全な文を書く」という観点から修正せよ

2. 本来、国はその国民の生命と健康を守るべく存在するものであり、又、市は地方自治をあげるまでもなく、市民の健康と福祉を守る責務がある。又、私たちは難病というものが、決して対岸の火事ではないことを心にとめるべきです。



この文の主語と述語は？

# 科学技術文書の書き方

---

## その2 文の長さ

古郡、文章添削トレーニング-八つの原則、ちくま

新書**189, 1999**

## 原則：単文主体の文を書く

<例文> (最初の二文と最後の文は異質なのでつなげられない)

高い賃金は、日本企業の競争力を弱め、産業の空洞化を促す。 人員削減を急ぐ企業は新卒の採用抑制を恒常化しつつある。

# 原則：単文主体の文を書く

<例文> (構造が入り組んでいる・・・一般に一文が百文字を越えると長く読みづらい)

今回の会費改定につきましては、前号の「〇〇だより」でもご報告しましたが、主な理由といたしましては、「△活動計画」の諸事業を推進するため、特に地域活動の拠点として、市内の九地区に地域センターを設置し、コーディネーターや福祉協力員を中心に多くの方々の参加のもとに、より地域福祉活動を進めるための財源としてお願いするものでございます。**(164文字)**



# 原則：単文主体の文を書く

<例文> (構造が入り組んでいる・・・一般に一文が百文字を越えると長く読みづらい)

今回の会費改定は、前号の「〇〇だより」でも触れた通り、「△活動計画」の諸事業を推進するためですので、ご理解ください。~~特に地域活動の拠点として、市内の九地区に地域センターを設置し、より地域福祉活動を進めるための財源とする予定です。~~なお、コーディネーターや福祉協力員を中心に多くの方々の参加を頂きたく、重ねてお願い申し上げます。

→ 今回の会費改定は、《》でもふれた通り、《》のためですので、ご理解ください。

# 原則：単文主体の文を書く

<例文> (なぜ、つなげたがる)

わたしは五十代半ばを過ぎてから、もう一度本格的に英語を勉強し始めたが、現在曲がりなりにも、英語であれば大体相手の言うことを理解することができ、片言ではあるがコミュニケーションできるのは、当時〇〇先生に励まされて英語を勉強したおかげである。

# 原則：単文主体の文を書く

<例文>（主語は前に）

~~地方公共団体のける長と議会とのバランスを保ちつつ、  
地方議会の組織に関する自己決定権を尊重し、いっそう  
の活性化を図るため、国および地方公共団体は、次の措  
置を講ずるものとする。~~

添削する意欲も起きない・・・

# 添削練習

1 :

近年計算処理技術の進歩により、音声認識の分野において、これまでメモリや計算量の点で処理が困難であった大語彙の自然発話の認識が可能になり、音声による入力はマンマシンインターフェースの一つとして注目を集めている。

2 :

慢性的な交通渋滞に悩まされていた多摩川架橋については、平成七年四月稲城大橋が完成し、引き続き多摩川原橋と是政橋の拡張工事が行われてきましたが、来年早々新橋が完成し、ゴールデンウィーク前後に、それぞれの新橋に道路が取り付けられる運びですが、この時点で四車線として完成するのではなく、従来の道路を新橋に取り付けるのみで、この後に既存の橋を落とし、新橋に平行し、さらにもう一本橋を建設して、平成十三年に本来の四車線幹線道路に取り付けて完成する予定です。