

## V. メンバーシップ関数に関する考察

### V-1. 残された課題

メンバーシップ関数などという関数はない。ソフトウェアの機能に、メンバーシップを決める機能 (function) あるだけである。数学で関数と言えば、何かと何かの関係を表す仕組みのことで、多くは数式で表されている。自動販売機のようなもので、何かの数値 (金) を入れて、計算条件指定すると (欲しい物のボタンを押す) と、何かの数値 (商品) でてくる。そういう仕組みのことを関数という。メンバーシップ値の決定には、何か定められた仕組みがあるわけではなくて、分析者の分析目的・既往の情報・分析者の経験によって、決めて良いらしい。そんなものを関数とは言わない。仕組みがないからである。あるのは、ただ、決められたメンバーシップ値である。このメンバーシップ値を決めることを、キャリブレーション (calibration) と言っている。彼らは、自然科学者は頻繁にキャリブレーションを行っていると言っている。確かに真面目な自然科学者は、頻繁にキャリブレーションを行う。今は分析機械の精度も高くなっているし、分析機器の機能に内部でキャリブレーションを行う機能が入っていることも多いからそんなに頻繁にはやらないだろう。昔は、分析機器にそんな便利な機能はなかったから、標準試料を分析して、キャリブレーションを行った。解説者がまだ若かったころは、実験科学をやっていたから、分析機器の調整はよくやった。科学天秤もそんなに感度が安定していないから、標準分銅を使って、毎月、天秤の感度の調整をした。これがキャリブレーションだ。キャリブレーションとは、正確に濃度や重さがわかっている標準試料を使って、客観的に正しい測定ができるように調整することだ。彼らがやっているのはこれとは違う。自分の分析に適するように、データを変形しているのだから、それはキャリブレーションではなくてチューニングだ。自分がしたい分析のためにデータの形式を変えたり、データを変換したりすることはチューニングという。研究者倫理的には、チューニングはかなり危ない作業である。分析者があらかじめ得たいと思っている結論があり、それに合わせて、データをチューニングすることは、明らかにデータの改ざんであり、研究者倫理に反する。外れ値を取り除くのもチューニングの一つだが、それをすべきかすべきでないかは、いつでも分析者を悩ませる。データのチューニングのプロセスはしっかりと他者が読んでもわかるように説明し、記録しておかなくてはならない。多分、データ・チューニングという言葉のイメージが悪いので、キャリブレーションという言葉を使ったのだろうが、これは完全に、言葉の意味を取り違えている。彼らがやっていることはチューニング (tuning) である。チューニングならばその必要性と、その変換方法、元データと結果を示せばよい。それを示していないから、彼らのチューニングは悪しきチューニングである。それはそれとして、様々な、メンバーシップ値のチューニング方法が考えられる。彼らは、メンバーシップ値を決めるときに、数値分析で使われている累積確率分布を使っているようだ。確率ではないと言っておきながら、既往の確率分布を使うところに、論理矛盾

を感じないわけではないが、他に適当な方法を思いつかないから、これを受け入れるしかない。中央値を恣意的に決めるところは、若干、その根拠を問い詰めたくなる。多分、そうしないと、分析がうまくいかないのだと想像するので、普通に平均値を原点とした、正規分布の累積確率を用いた分析を試みる。

改ページ

V-2-1. シンメトリックな確率分布（正規分布）を使ったメンバーシップ値

累積確率 0.50 の原点を分析者が恣意的に与えた時のメンバーシップ値と、正規分布を仮定して、累積確率分布値をそのまま用いたメンバーシップ値の比較を、表 25 に示した。原点の移動と同時に、横方向の分布に広がりも上下で異なるため、違いを全体的に捉えることは難しいが、A では CZE と FIN で、C では POL、E では FIN と ITA で、「キャリブレーション」により、メンバーシップ値が、0.50 以下から、0.50 以上になっている。反対に、B と D では、ESP と ITA で 0.50 以上から、0.50 以下になっている。全体として。違いが少なかったのは、PRT, UK, NLD, ROU であり、大きかったのは HUN, IRL, EST であった。

表 25. 原点を操作したメンバーシップ値と正規分布の累積確率を使ったメンバーシップ値の比較(計算プロセスは Excel normal)

Case ID	A		B		C		D		E	
	calb	norm	calb	norm	calb	norm	calb	norm	calb	norm
AUT	0.81	0.62	0.12	0.36	0.99	0.77	0.73	0.66	0.43	0.41
BEL	0.99	0.96	0.89	0.86	0.98	0.70	1.00	0.96	0.97	0.84
CZE	0.58	0.42	0.98	0.94	0.98	0.73	0.90	0.77	0.91	0.72
EST	0.17	0.25	0.07	0.27	0.98	0.71	0.01	0.10	0.91	0.72
FIN	0.58	0.42	0.04	0.17	0.99	0.78	0.09	0.28	0.58	0.49
FRA	0.97	0.90	0.03	0.16	0.98	0.74	0.80	0.70	0.95	0.78
GER	0.89	0.72	0.78	0.81	0.99	0.77	0.96	0.84	0.31	0.33
GRC	0.04	0.17	0.10	0.32	0.13	0.09	0.36	0.48	0.43	0.41
HUN	0.08	0.20	0.17	0.42	0.88	0.51	0.08	0.27	0.13	0.20
IRL	0.72	0.53	0.05	0.21	0.98	0.71	0.01	0.11	0.95	0.78
ITA	0.34	0.32	0.10	0.33	0.42	0.25	0.47	0.53	0.58	0.49
NLD	0.98	0.92	1.00	0.98	0.99	0.80	0.94	0.82	0.99	0.92
POL	0.02	0.13	0.18	0.44	0.59	0.34	0.00	0.06	0.00	0.01
PRT	0.01	0.11	0.02	0.10	0.01	0.01	0.12	0.31	0.01	0.02
ROU	0.01	0.12	0.04	0.17	0.17	0.11	0.01	0.07	0.84	0.65
ESP	0.03	0.15	0.30	0.56	0.09	0.06	0.21	0.39	0.21	0.26
SWE	0.95	0.84	0.13	0.38	0.99	0.80	0.66	0.62	0.91	0.72
UK	0.98	0.93	0.99	0.96	0.99	0.80	1.00	0.97	0.97	0.84

表 26. Calibration の違いによる仕分けの違い (1)

set	calibration with setting 0.50 point		normal distribution	
	consist	country	consist	country
A*B*C*D*E	0.904997	UK(0.97),NLD(0.94),BEL(0.89),CZE(0.58)	0.890438	UK(0.80),NLD(0.80,BEL(0.70)
A*b*C*d*E	0.805562	IRL(0.72),FIN(0.58)	0.883436	IRL(0.53)
A*b*C*D*e	0.706196	FRA(0.80),SWE(0.66)	0.863095	FRA(0.70),SWE(0.62)
a*B*C*D*E			0.817518	CZE(0.58)
a*B*c*d*E			0.716418	ESP(0.56)
a*b*C*D*e			0.622024	ITA(0.51)
a*b*c*d*E	0.538335	EST(0.83)	0.746224	EST(0.71)
a*b*C*d*e	0.529202	HUN(0.83),POL(0.59)	0.823708	FIN(0.51)HUN(0.51)
A*B*C*D*e	0.458506	GER(0.69)	0.727829	GER(0.67)
A*b*C*D*E	0.390327	AUT(0.57)	0.768953	AUT(0.59)
a*b*c*d*E	0.288745	ROU(0.53),ITA(0.53)	0.662983	ROU(0.65)
a*b*c*d*e	0.226152	PRT(0.88),ESP(0.70),GRC(0.57)	0.577381	PRT(0.69),POL(0.57)GRC(0.52)

表 26 に、2つの「キャリブレーション」の違いによる、国の仕分けの違いを比較して示した（計算プロセスは Excel sort norm）。この表から、累積 0.50 のポイントを、動かすことによって、どんな効果があったかがわかる。大きく位置を変えているのは、CZE、ESP、ITA、FIN、POL である。これらの国々は、もともと、その条件への帰属度（メンバーシップ値）が低い国（0.50 をわずかに上回るぐらい）であり、閾値が変わればその帰属先が容易に変化する。CZE（チェコスロバキア）は、それによって、UK（大英帝国）、NLD（オランダ）、BEL（ベルギー）で形成される集合に移動した。ESP（スペイン）は、PRT（ポルトガル）、GRC（ギリシャ）が形成する集合へ、ITA（イタリア）は、ROU（ルーマニア）の集合へ移動した。FIN（フィンランド）は、HUN（ハンガリー）と形成していた集合から、IRL（アイルランド）の集合へ移動し、POL（ポーランド）は、PRT（ポルトガル）、GRC（ギリシャ）と形成していた集合から、HUN（ハンガリー）の集合へ移動した。この事例では、民主主義維持国のフィンランドと民主主義崩壊国のハンガリーを分離することに成功している。全体としてみると、ポイントの移動は、帰属があいまいな国を大きな集合へ移動させ、構造を単純化させる効果を持つことがわかる。また、通常、分析というのは構造を単純化させ、分かりやすくすることだから、根拠を持って、“calibration”を行ったのであれば、それは許される tuning であろう。しかし、単純化した方が良いか、複雑の構造のまま分析した方が良いかは、場合による。単純に正規分布の累積確率を用いた仕分けのまま、もう少し分析を進める。（以下、Excel sort norm）

表 27. に、正規分布の累積確率をメンバーシップ値とした場合の、3条件の組み合わせに属する国と一貫性の値を示した。

結果 R（民主主義の維持）に包含される条件では、 $A \wedge C \wedge E$ のみが、0.90 以上の一貫性

表 27.3 条件の組み合わせに属する国と一貫性の値

$\subseteq R$	A	C	E	consis	country
A*C*E	1	1	1	0.909	BEL(0.70)FRA(0.74)IRL(0.53)NLD(0.80)SWE(0.72)UK(0.80)
A*c*E	1	0	1	0.885	∅
A*c*e	1	0	0	0.878	∅
a*C*e	0	1	0	0.804	FIN(0.51)HUN(0.51)
a*C*E	0	1	1	0.756	CZE(0.58)EST(0.71)
A*C*e	1	1	0	0.727	AUT(0.59)GER(0.67)
a*c*E	0	0	1	0.674	ROU(0.65)
a*c*e	0	0	0	0.525	GRC(0.51)ITA(0.51)POL(0.66)PRT(0.89)ESP(0.74)
$\subseteq r$					
a*c*e	0	0	0	0.966	GRC(0.51)ITA(0.51)POL(0.66)PRT(0.89)ESP(0.74)
a*c*E	0	0	1	0.935	ROU(0.65)
a*C*e	0	1	0	0.894	FIN(0.51)HUN(0.51)
A*c*e	1	0	0	0.872	∅
A*C*e	1	1	0	0.847	AUT(0.59)GER(0.67)
A*c*E	1	0	1	0.775	∅
a*C*E	0	1	1	0.773	CZE(0.58)EST(0.71)
A*C*E	1	1	1	0.428	BEL(0.70)FRA(0.74)IRL(0.53)NLD(0.80)SWE(0.72)UK(0.80)

であり、

$$A \wedge C \wedge E \rightarrow R$$

すなわち、豊かで、教育レベルが高く、政治が安定していれば、民主主義が維持されると解釈できる。これに属する国は、ベルギー、フランス、アイルランド、オランダ、大英帝国の民主主義維持国の6カ国であり、民主主義維持国、8カ国のうちの3/4にあたり、被覆度は0.75である。続いて、 $A \wedge c \wedge E \vee A \wedge c \wedge e = A \wedge c$ が高い一貫性の値であるが、これは空集合である。豊かで、教育レベルの低い国は現実にはない。これに、 $a \wedge C \wedge E \vee a \wedge C \wedge e = a \wedge c$ の国が比較的高い一貫性の値で続くが、この集合には、ハンガリー、エストニアという民主主義崩壊国とが含まれている。にもかかわらず、オーストリア、ドイツの民主主義崩壊国の実が属する $A \wedge C \wedge e$ の条件よりも一貫性の値が高い。

r(民主主義の崩壊)との包含関係では、 $a \wedge c \wedge e \vee a \wedge c \wedge E = a \wedge c$ の一貫性が高く、3条件論理和 $a \wedge c$ が結果r(民主主義の崩壊)包含される一貫性は、0.934でギリシャ、イタリア、ポーランド、ポルトガル、スペイン、ルーマニアの民主主義崩壊国のみが含まれる。つづいて、論理積 $a \wedge C \wedge e$ の一貫性の値が高く、この値は、オーストリア、ドイツの民主主義崩壊国が属する $A \wedge C \wedge e$ の一貫性の値よりも高い。このことから、フィンランドは、これらの条件からは、民主主義崩壊国になる可能性が高かったにもかかわらず、民主主義を維持したと考えられる。その要因が何であったかは、別途、研究すべき課題であると言えよう。

表28にA、C、Eのうち2条件を組み合わせた論理積の条件と、結果R（民主主義の維持）との包含関係の分析結果を示した。一貫性の値が高く、民主主義維持国だけ属する条件は、 $A \wedge E$ のみであった。この条件に属する国は、ベルギー、フランス、アイルランド、オランダ、スウェーデン、大英帝国の6カ国であった。これは、3条件 $A \wedge C \wedge E$ に含まれる国と

表 28. 結果 R（民主主義の維持）と 2 条件の組み合わせの包含関係

$\subseteq U$	A	C	consist	country
A*c	1	0	0.8909	$\emptyset$
A*C	1	1	0.8405	AUT(0.62)BEL(0.70)FRA(0.74)GER(0.72)IRL(0.53)NLD(0.80)SWE(0.72)UK(0.80)
a*C	0	1	0.7573	CZE(0.58)EST(0.71)FIN(0.58)HUN(0.51)
a*c	0	0	0.6741	GRC(0.83)ITA(0.68)POL(0.66)PRT(0.89)ROU(0.88)ESP(0.85)
	A	E	consist	country
A*E	1	1	0.902	BEL(0.84)FRA(0.748)IRL(0.53)NLD(0.92)SWE(0.72)UK(0.84)
A*e	1	0	0.731	AUT(0.59)GER(0.67)
a*E	0	1	0.641	CZE(0.58)EST(0.71)ROU(0.65)
a*e	0	0	0.492	FIN(0.51)GRC(0.59)HUN(0.80)ITA(0.51)POL(0.87)PRT(0.89)ESP(0.85)
	C	E	consist	country
A*E	1	1	0.863	BEL(0.70)CZE(0.72)EST(0.71)FRA(0.74)IRL(0.71)NLD(0.80)SWE(0.72)UK(0.80)
a*E	0	1	0.723	ROU(0.65)
A*e	1	0	0.722	AUT(0.59)FIN(0.51)GER(0.67)HUN(0.51)
a*e	0	0	0.545	GRC(0.59)ITA(0.51)POL(0.66)PRT(0.98)ESP(0.74)

表 29 結果 r (民主主義の崩壊) と 2 条件の組み合わせの包含関係

$\subseteq r$	A	C	consiste	country
$a^*c^*$	0	0	0.934	GRC(0.83)ITA(0.68)POL(0.66)PRT(0.89)ROU(0.88)ESP(0.85)
$a^*C$	0	1	0.788	CZE(0.58)EST(0.71)FIN(0.58)HUN(0.51)
$A^*c$	1	0	0.787	$\emptyset$
$A^*C$	1	1	0.477	AUT(0.62)BEL(0.70)FRA(0.74)GER(0.72)IRL(0.53)NLD(0.80)SWE(0.72)UK(0.80)
	A	E	cosister	country
$a^*e$	0	0	0.934	FIN(0.51)GRC(0.59)HUN(0.80)ITA(0.51)POL(0.87)PRT(0.89)ESP(0.85)
$A^*e$	1	0	0.859	AUT(0.59)GER(0.67)
$a^*E$	0	1	0.828	CZE(0.58)EST(0.71)ROU(0.65)
$A^*E$	1	1	0.428	BEL(0.84)FRA(0.748)IRL(0.53)NLD(0.92)SWE(0.72)UK(0.84)
	C	E	consiste	country
$c^*e$	0	0	0.917	GRC(0.59)ITA(0.51)POL(0.66)PRT(0.98)ESP(0.74)
$C^*e$	1	0	0.849	AUT(0.59)FIN(0.51)GER(0.67)HUN(0.51)
$c^*E$	0	1	0.827	ROU(0.65)
$C^*E$	1	1	0.431	BEL(0.70)CZE(0.72)EST(0.71)FRA(0.74)IRL(0.71)NLD(0.80)SWE(0.72)UK(0.80)

同じで、 $A \wedge E \rightarrow R$ と結論する方が、より節約的な表現になる。表 29 には、結果 r (民主主義の崩壊) との包含関係の分析結果を示した。一貫性値が高く、民主主義崩壊国だけが属する組み合わせは $a \wedge c$ と $c \wedge e$ で属する国はギリシャ、イタリア、ポーランド、ポルトガル、スペインの 5 カ国が重複しており、 $a \wedge c$ にはこれに、ルーマニアが加わっている。 $a \wedge e$ は $c \wedge e$ よりも一貫性が高いが、民主主義維持国であるフィンランドが属しているために $a \wedge e \subseteq r$ はできない。しかし、これは極めて重大な情報である。フィンランドは、経済的・政治的状況としては、民主主義が維持できなかった可能性が高かったにもかかわらず、民主主義を維持したのである。1 条件と、結果の包含関係 (表 30) を見ると、一貫性が高く、民主主義崩壊国のみが属するのは、c の教育の低さである。これらに属する国は、ギリシャ、イタリア、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スペインの 6 カ国で、2 条件の組み合わせの $a \wedge c$ と完全に一致し、 $c \wedge e$ とは 5 カ国が一致する。2 条件の組み合わせでは、 $A \wedge E \rightarrow R$ が結論であった。あ条件の件と結果と組み合わせると

$$A \wedge E \rightarrow R$$

$$c \rightarrow r$$

が、正規分布の確率分布をそのままメンバーシップ値に使った分析結果の結論である。この結論に属する国の数は $A \wedge E$ に属する国が、ベルギー、フランス、アイルランド、オランダ、大英帝国の 6 カ国、c に属する国がギリシャ、イタリア、ポーランド、ポルトガル、ルーマニア、スペインの 6 カ国で、合計 12 カ国であり、被覆度は、 $12/18=0.667$  である。累積確率 0.50 のポイントを選択して、調整 (tuning, calibration) した fsQCA の結論の被覆度が 1.00 であったことを考えると、大きく説明できる範囲が減少したことになる。また、 $A \wedge E \rightarrow R$   $c \rightarrow r$ という結論は、相補的ではない。つまり、調整 (tuning) の結果表 30. 結果 R および r と A,C,E の 1 条件の包含関係の検討

包含関係	一貫性	属する国	包含関係	一貫性	属する国
$A \subseteq R$	0.834	AUT, BEL, FRA, GER, IRL, NLD, SWE, UK	$a \subseteq r$	0.829	CZE, EST, FIN, GRC, HUN, ITA, POL, PRT, ROU, ESP
$C \subseteq R$	0.779	AUT, BEL, CZE, EST, FIN, FRA, GER, HUN, IRL, NLD, SWE, UK	$c \subseteq r$	0.843	GRC, ITA, POL, PRT, ROU, ESP
$E \subseteq R$	0.786	0.7862357	$e \subseteq r$	0.844	FIN, GER, GRC, HUN, ITA, POL, PRT, ESP

維持条件と崩壊条件が相補的になり、被覆度が 1.00 と完璧な結論になったのである。

正規分布の累積確率をメンバーシップ値と嫉妬気の結論

$$A \wedge E \rightarrow R$$

$$c \rightarrow r$$

を、日常語にすると、「豊かで、政治が安定していれば、民主主義を維持できる。そうでないならば、教育を頑張れ、そうしないと民主主義が崩壊する。」となる。解説者はこの結論の方が、調整の結果得られた結論、

$$A \wedge C \wedge E \rightarrow R$$

$$\widetilde{A} \wedge \widetilde{E} \rightarrow r$$

日常語にすると、「豊かで、教育レベルが高く、経済が安定していれば、民主主義を維持できる。さもないと、民主主義は崩壊する。」よりも。含蓄があり、示唆に富んでいると思う。さらに、フィンランドの特異性を浮きあがらせたことも、大きな成果だ。被覆度を上げることはそんなに大事か！完全な相補関係は、必要か！それよりも、分析によって何かを発見する方が大切だろう。