補遺：被覆度について

fsQCA の説明で、被覆度についての解説が抜けていた。いくつか、fsQCA を分析に使った論文を読んでみたら、論文の結果の表に、素被覆度（raw coverage)、固有被覆度(unique coverage)、解被覆度（solution coverage）というのが載っていて、整合度と同じように、これらの値が、結果の説明力の評価として使われていた。
私が読んだ解説書には、被覆度の説明として、
「最小式のそれぞれの項が観察された事例をどのように「カバーしているか」を評価するもの（素被覆度、固有被覆度、解被覆度という 3 つの被覆度がある)」というのがあった。chatGTP に翻訳させたような、よくわからない日本語だ。

本文中には、
結果[1]の値に対して
(a) 素被覆度(raw coverage)・・・ある項に被覆される結果[1]の割合
(b) 固有被覆度(unique coverage)・・・ある項によってのみ被覆される結果[1]の割合（ほかの項によってはそれらの事例は被覆されない。
(c) 解被覆度（solution coverage)・・・すべての項によって被覆される事例の割合

と、書いているのだが、何を言っているのか意味が分かるだろうか、また、それをどのように計算すればよいのかわかるだろうか。これでは、まともに説明しようとする意志がないと判断されても仕方がないだろう。そこで例によって、筆者の推測で解説を書く。

集合論を簡単に一言で言ってしまえば、集合の重なり方についての議論だ。ある集合がある集合を被覆するとは、その重なり合いの部分の話で、被覆度とは、ある集合（A）が他の集合（B）と重なり合っているときに、重なり合っている部分（*積集合*$A \cap B$）について、その積集合が、集合 B 全体に占める割合を、集合 A の集合 B における、被覆度という。これが本来の被覆度の意味だ、観念的には、積集合が含まれる面積の割合のイメージなのだが、集合には面積などという考え方はないから、普通の集合であれば、その集合に含まれる要素（元）の数の割合を考えれば良いだろう。たとえば、図 1 のように集合が重なり合っていた場合、

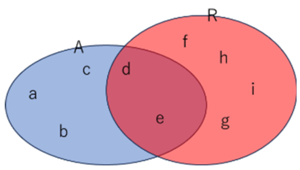

図 1.　積集合と集合に含まれる要素

集合 A に含まれる 要素 は

$$A = \{a, b, c, d, e\}$$

集合 R に含まれる 要素 は

$$R = \{d, e, f, g, h, i\}$$

積集合 $A \wedge R$に含まれる 要素 は

$$A \cap R = \{d, e\}$$

である。

集合 R には、 d, e, f, g, h, i6 つの 要素 があって、そのうち d, eの 2 つが、 A によって、 被覆 されているので、この 場合、集合 A の集合 R における 被覆度 （coverage ） は

$$2 \div 6 = 0.333$$

となる。

この 例 で、 集合 A が、 集合 R に 内包 される。すなわち、 A であれば 必 ず R である $(A \longrightarrow R)$ と、結論 した 場合、A には a, b, c, d, eの 5 つの 要素 があり 、そのうち $(A \longrightarrow R)$という 結論 に 整合 するのは d, eの 2 つだけだから、 $(A \longrightarrow B)$という 結論 の 整合度 （consistency ） は、

$$2 \div 5 = 0.400$$

となる。このような 考 え方 を、fsQCA に 拡張 するには、どうすればよいのかを 考 える。fsQCA では、 メンバーシップ 値 の 大小 で 包含関係 をとらえる。 実 は、私 たちは、その 方法 をすでに 知 っている。 表 1 のような データ があったとする。 第 1 列 の 数字 は、 事例 の インデクス で、１２の 事例 がある。 次の A、R の 2 列 は、それらの 事例 について、 A、R 二つの 属性 があって、その 二つの 属性 に 属 する 度合 い (メンバーシップ 値） である。 A*R の列 は、 A と R の 積集合 に 属 する 度合 い (メンバーシップ 値） である。ここでは、 ファイジー 理論 に 従 って 、積 集合 に 属 する メンバーシップ 値 はもとの、 A、R、2 つの 集合 に 属 する メンバーシップ 値 の うちで、 小さい の メンバーシップ 値 であるとする。

表 1. A、R 2 要因 に 属 する メンバーシップ 値 とその 積集合 に 属 する メンバーシップ 値 と 整合度、被覆度 の 計算 (A*B は 積集合 $A \cap B$を 表 す)

ID	A	R	A＊R		
1	0.100	0.700	0.100		
2	0.792	1.000	0.792		
3	0.000	0.700	0.000		
4	1.000	1.000	1.000		
5	1.000	1.000	1.000		
6	0.625	0.700	0.625		
7	0.083	0.100	0.083		
8	0.100	0.700	0.100		
9	0.700	0.700	0.700	整合度	
10	0.700	0.700	0.700	A→ R	R → A
11	0.700	1.000	0.700	被覆度	
12	1.000	0.700	0.700	R→ A	A → R
合計	6.800	9.000	6.500	0.956	0.722

集合Aのメンバーシップ値が、12個すべてのケースで、集合Rのメンバーシップ値よりも小さければ、集合Aはすべて集合Rに包含されると判断する。この場合、積集合A∩Rのメンバーシップ値は、すべてのケースで集合Aのメンバーシップ値となるので、積集合A∩Rのメンバーシップ値の合計は、集合Aのメンバーシップ値の合計と等しくなる。例として挙げたデータでは12番目のケース以外では集合Aのメンバーシップ値がすべて、集合Rを下回っているので、積集合A∩Rのメンバーシップ値は11番目のケースまでは、すべて集合Aのメンバーシップ値であるが、12番目のケースでは集合Aのメンバーシップ値(1.000)が、集合Rのメンバーシップ値(0.700)を上回っているので、12番目の積集合のメンバーシップは集合Rのメンバーシップ値(0.700)となる。集合Aのメンバーシップ値の合計は、6.800である。積集合A∩Rのメンバーシップ値は、それより0.300小さい6.500である。fsQCAでは集合に含まれる要素数ではなく、メンバーシップ値の合計を、包含関係の指標と考える。この考え方で、ある集合のメンバーシップ値の合計値と、その集合ともう一つの集合の積集合のメンバーシップ値の合計の比を、整合度(consistency)とする。また他の集合の要素の内で、ある集合に含まれる要素数(集合に含まれる要素数と度同)の割合ではなく、他の集合のメンバーシップ値の合計値と、他の集合とその集合の積集合のメンバーシップ値の比を、被覆度(coverage)とする。

表1の例で具体的に計算例を示すと、

$$Consistency_{A-R} = \frac{\sum_i^n \mu_{A\cap R}(i)}{\sum_i^n \mu_A(i)} = \frac{6.50}{6.80} = 0.95$$

$$Coverage_{A-R} = \frac{\sum_i^n \mu_{A\cap R}(i)}{\sum_i^n \mu_R(i)} = \frac{6.500}{9.000} = 0.722$$

となる。属性AとRで表したが、Aはどんな属性でも良いのでAと表した。Rの方は、結果Resultを意識してAがRに内包される($A \sqsubset R$)、Aならば必ずRという結果となる($A \rightarrow R$)という結論の整合性と、得られた結果がどのくらい結果を説明できるのかという被覆度を意識した。反対に、RがAに内包され($R \sqsubset A$)、つまりRという結果が招かれるには必ずAという条件が満たされなければならない($R \rightarrow A$)という議論をするのであれば、具体的にどういう場合にそんな議論が必要となるのか実際に、そういう分析例があるのか知らないが、次のように計算することになるだろう。

$$Consistency_{R-A} = \frac{\sum_i^n \mu_{A\cap R}(i)}{\sum_i^n \mu_R(i)} = \frac{6.50}{9.00} = 0.72$$

$$Coverage_{R-A} = \frac{\sum_i^n \mu_{A\cap R}(i)}{\sum_i^n \mu_A(i)} = \frac{6.500}{6.800} = 0.956$$

これが整合度(Consistency)と被覆度(Coverage)の、基本的な考え方な考え方なのだが、QCAで分析する集合の重なり合いは、もう少し複雑となる。分析の内容は、図2のように何らかの結果R(○)を招く要因がいくつかあり、結果に包含されるいくつかの要

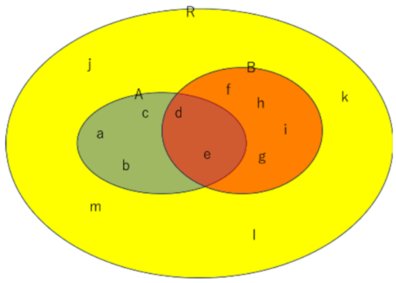

図 2. QCA の分析対象とする原因と結果の Venn 図のイメージ

因が R に包含されると判断することの妥当性の議論になる。ブール演算の式で書けば、

$$A \cap B \rightarrow R$$

と判断することの整合性（solution consistency:解整合度）、
それによって、結果がどのくらいの割合が説明できるのか（solution coverage:解被覆度）

$$A \rightarrow R, \qquad B \rightarrow R$$

と判断することの整合性（raw consistency:素整合度）、
それによって、結果がどのくらいの割合が説明できるのか（solution coverage:素被覆度）

$$A \cap \tilde{B} \rightarrow R, \qquad B \cap \tilde{A} \rightarrow R$$

$$\tilde{B} = not\ B, \tilde{A} = not\ A$$

B の要因にかかわらず A だけで、結果が得られる割合、および、A の要因にかかわらず B だけで、結果が得られる割合（unique coverage: 固有被覆度）

これらの数値で、結論の妥当性や説明力を判断することになる。式だけで書くと計算が良くわからないと思うので、具体的なデータを使って、エクセルで計算した例を示す。データは、ネットで拾った論群で分析対象になったものを用いる（Kummer, Christian, Using Fuzzy Set Qualitative Comparative Analysis (fsQCA) to Identify Indicators for Wiki Collaboration (2014). Available at SSRN: https://ssrn.com/abstract=3104790 or http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3104790）

表 2. 要因と結果のメンバーシップ値、

ID	A	B	C	D	R		ID	a	b	c	d	r
1	0.100	0.104	0.000	0.417	0.700		1	0.900	0.896	1.000	0.583	0.300
2	1.000	1.000	0.000	0.792	1.000		2	0.000	0.000	1.000	0.208	0.000
3	1.000	0.000	0.000	0.000	0.700		3	0.000	1.000	1.000	1.000	0.300
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	1.000	1.000	0.833	1.000	1.000		5	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000
6	1.000	1.000	0.250	0.625	0.700		6	0.000	0.000	0.750	0.375	0.300
7	0.100	0.417	0.000	0.083	0.100		7	0.900	0.583	1.000	0.917	0.900
8	0.100	0.250	1.000	0.583	0.700		8	0.900	0.750	0.000	0.417	0.300
9	0.700	0.000	0.125	0.750	0.700		9	0.300	1.000	0.875	0.250	0.300
10	0.700	0.375	0.125	1.000	0.700		10	0.300	0.625	0.875	0.000	0.300
11	0.700	0.250	1.000	0.875	1.000		11	0.300	0.750	0.000	0.125	0.000
12	1.000	1.000	0.583	1.000	0.700		12	0.000	0.000	0.417	0.000	0.300

分析内容が分かってしまうと著作権的に問題があると思うのでデータの内容が分からないように集合を構成する要因を具体的に書かずにA,B,C,Dと表し、結果をRとあらわしてメンバーシップ値だけを論文から借用する論文内容の紹介が目的でないので、それでいいだろう表2の左側が、論文から借用したデータである表2の右側は左の集合の補集合(complement: *not A*)に属する度合いのメンバーシップ値の表である集合の記号の書き方では補集合は$\tilde{A}$と書くのが一般的な約束事であるが、ここではQCAの慣習に従って$\tilde{A}$を小文字でaと書くことにする。積集合$A\cap B$を$A*B$と表す。aはAのcomplementであるから集合Aと集合aのメンバーシップ値の和は1となる。

$$\mu_A(i)+\mu_a(i)=1$$

$$\mu_a(i)=1-\mu_A(i)$$

表2のエクセルシートでは

$$a1=-A1+1$$

と計算している。

この表のメンバーシップ値を使ってfsQCAを実行するが第一段階として、4要因のすべての組み合わせについてfsQCAを実行することになるが4つの要因について、元の集合とそのcomplementがあるから全部で$2^4=16$通りの組み合わせについて計算を行うことになるが、その全部を見せるのは時間とスペースの無駄になるので詳細は、添付のエクセルシートで確認してもらうことにして1例だけを計算表として示す。表の行、列セルの説明のためにエクセルに倣って数字で行、アルファベットで列、これを組み合わせてアルファベット数字の形式で、セルを表す。たとえばA1のa*b*C*Dは計算表の説明で、Aの補集合a、Bの補集合b、集合C、集合Dが、結果のRに内包されることの妥当性について検討するという意味である。A列の2行目以下は、ケースのID番号、B列からE列は、それぞれの集合に属することのメンバーシップ

表3．積集合のメンバーシップ値と内包関係（consistency、coverage）の計算例

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	a*b:*C*D<R										
2	**ID**	**a**	**b**	**C**	**D**	**a*b*C*D**	**R**	**a*b:*C*D<R**			
3	1	0.900	0.896	0.000	0.417	0.000	0.700	0.000			
4	2	0.000	0.000	0.000	0.792	0.000	1.000	0.000			
5	3	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.700	0.000			
6	4	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00			
7	5	0.000	0.000	0.833	1.000	0.000	1.000	0.000			
8	6	0.000	0.000	0.250	0.625	0.000	0.700	0.000			
9	7	0.900	0.583	0.000	0.083	0.000	0.100	0.000			
10	8	0.900	0.750	1.000	0.583	0.583	0.700	0.583			
11	9	0.300	1.000	0.125	0.750	0.125	0.700	0.125			
12	10	0.300	0.625	0.125	1.000	0.125	0.700	0.125			
13	11	0.300	0.750	1.000	0.875	0.300	1.000	0.300			
14	12	0.000	0.000	0.583	1.000	0.000	0.700	0.000	consistency	coverage	ID
15						1.133	9	1.133	1.000	0.126	8

値、F列が積集合a*b*C*Dに属することのメンバーシップ値で積集合を構成する集合のメンバーシップ値の最小値エクセルの関数で表すとF3=min(B4:E4)と計算する。F列について、14行まで同様に計算する。G列は結果Rのメンバーシップ値である。H列は、

$$(a \cap b \cap C \cap D) \subseteq R$$

a,b,C,Dの積集合が結果R内包されることのメンバーシップ値という意味なのだが計算上は $a \cap b \cap C \cap D \cap R$ として同じことである。15行のF列からH列は、それぞれのメンバーシップ値の合計、エクセルの関数として

F15=SUM(F3:F4)

G15=SUM(G3:G4)

H15=SUM(H3:H4)

のように計算する。I15の数値が $(a \cap b \cap C \cap D) \subseteq R$、つまり $a \cap b \cap C \cap D \to R$ と判断することの整合度(consistency)であり、

$$I15 = H15/F15$$

と計算する。

J15の数値が、そのように判断したときにRの構成要素のn案件を説明したことのなるのかという被覆度(coverage)であり、

$$J15 = H15/G15$$

K15は、積集合 $a \cap b \cap C \cap D$ に属すると考えられるケース(積集合のメンバーシップ値が0.500以上のケース)のIDである。ID(番号8)のa*b*C*Dのメンバーシップ値(F10)は、0.583。

以上が積集合とRの内包関係の分析例であるが、計算を、16の積集合について計算してまとめると次のような結果になる。

表４．４要因のfsQCAの結果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1					consistency				
2	A	B	C	D	<R	<r	Included cas		
3	1	1	1	1	1.000	0.247	4	5	12
4	1	1	1	0	1.000	0.737			
5	1	1	0	1	1.000	0.423	2	6	
6	1	1	0	0	1.000	0.639			
7	1	0	1	1	1.000	0.333	11		
8	1	0	1	0	1.000	0.643			
9	1	0	0	1	1.00	0.51	9	10	
10	1	0	0	0	0.793	0.517	3		
11	0	1	1	1	1.000	0.600			
12	0	1	1	0	1.000	0.667			
13	0	1	0	1	1.000	1.000			
14	0	1	0	0	0.392	1.000			
15	0	0	1	1	1.000	0.485	8		
16	0	0	1	0	1.000	0.637			
17	0	0	0	1	1.000	0.894			
18	0	0	0	0	0.659	0.800	1	7	

セルの行列を、数字とアルファベットで示す。3行目以下のAからD列は、積集合の組み合わせ（configuration）を表している。fsQCAでは集合Aの補集合（complement）をaと表すのが普通だが、ここではcsQCAの記述法を使って、Aという要因に属することを1、その補集合に属することを0と記述するという方法で、4つの要因の組み合わせを表す。その方が、間違いなく、すべての組み合わせを網羅することが簡単だからである。例えば、3行目のA列、B列、C列、D列の数字の並び、1,1,1,1は、$A \cap B \cap C \cap D$の積集合を表す。行目の、1,0,1,0の並びは$A \cap b \cap C \cap d$の積集合を表す。E列とF列は整合度（consistency）、つまり、その積集合であれば、結果がなら ずするという判断の妥当性の評価値を示していて、E列はRが生ずることの整合度、F列はその補集合rが生ずるという判断の整合度である。この結果を簡略化（minimization）していくのだが、まず、気が付くのが3行目から、6行目までRに内包されることの整合度の値が1であり、これらの集合に含まれるケースは、必ずRという結果になると判断しても、その妥当性は極めて高いということになる。ところで集合に含まれるケースについてみると、4行目の集合、6行目の集合、8行目の集合に含まれる事例はない。つまり空集合である。空集合をどのように判断するのか難しいのだが、場合、rに内包される事例の整合度も小さくはない。つまり、rに内包される可能性も小さくはないので空集合がRに含まれると判断をすることの妥当性はないだろう。判断する Rに内包される集合は 1,1,1,1、1,1,0,1、1,0,1,1、1,0,0,1、つまり$A \cap B \cap C \cap D$、$A \cap B \cap c \cap D$、$A \cap b \cap C \cap D$、$A \cap b \cap c \cap D$の4つの組み合わせの積集合だと考えられる。その中で共通しているのは、AとDであり、おそらく$A \cap D$という集合がRに内包されていると考えられる。この積集合に含まれるのは4,5,12,2,6,11,9,10の8つのケースである。それ以外の集合で、高い整合度を持っているのは15行目の0,0,1,1、つまり$a \cap b \cap C \cap D$の積集合であるが、この積集合と共通する要素を持つものとして7行目の、1,0,1,1、$A \cap b \cap C \cap D$であり、共通部分としては、$b \cap C \cap D$という積集合を持っている。その積集合に含まれるのは、8,11の二つである。15行目の集合は、10行目の集合と1つ、18行目の集合と2つの共通部分をもつが、それらはRに内包されていることのconsistencyが低い（ここでは判断の閾値を0.950においている。）$A \cap D$と$b \cap C \cap D$についてfsQCAを行う。

表５ $A \cap D \rightarrow R$、$b \cap C \cap D \rightarrow R$のfsQCA

A*D	A	D	A*D	R	A*D<R			
1	0.100	0.417	0.100	0.700	0.100			
2	1.00	0.79	0.79	1.00	0.79			
3	1.000	0.000	0.000	0.700	0.000			
4	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
5	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
6	1.000	0.625	0.625	0.700	0.625			
7	0.100	0.083	0.083	0.100	0.083			
8	0.100	0.583	0.100	0.700	0.100			
9	0.700	0.750	0.700	0.700	0.700			
10	0.700	1.000	0.700	0.700	0.700			
11	0.700	0.875	0.700	1.000	0.700			
12	1.000	1.000	1.000	0.700	0.700	consistency	coverage	Case ID
合計			6.800	9.000	6.500	0.956	0.722	2,4,5,6,9,10,11,12

b*C*D	b	C	D	b*C*D	R	b*C*D<R			
1	0.896	0.000	0.417	0.000	0.700	0.000			
2	0.00	0.00	0.79	0.00	1.00	0.00			
3	1.000	0.000	0.000	0.000	0.700	0.000			
4	0.000	1.000	1.000	0.000	1.000	0.000			
5	0.000	0.833	1.000	0.000	1.000	0.000			
6	0.000	0.250	0.625	0.000	0.700	0.000			
7	0.583	0.000	0.083	0.000	0.100	0.000			
8	0.750	1.000	0.583	0.583	0.700	0.583			
9	1.000	0.125	0.750	0.125	0.700	0.125			
10	0.625	0.125	1.000	0.125	0.700	0.125			
11	0.750	1.000	0.875	0.750	1.000	0.750			
12	0.000	0.583	1.000	0.000	0.700	0.000	consistency	coverage	Case
合計				1.583	9.000	1.583	1.000	0.176	8,11

表5に、その内容を示した。左側の表が、$A\cap D\rightarrow R$について、右側の表が$b\cap C\cap D\rightarrow R$についてである。左側の表で、A*Dの列が積集合$A\cap D$のメンバーシップ値で、その合計が最下段の6.800という数値である。A*D<Rの列が、$A\cap D\cap R$の積集合のメンバーシップ値で、その合計値が6.500である。$A\cap D\rightarrow R$という判断の整合度は、

$$Consistency=\frac{\sum_{i=1}^{n}\mu_{A*D*R}(i)}{\sum_{i=1}^{n}\mu_{A*D}(i)}=\frac{6.500}{6.80}=0.95$$

$A\cap D\rightarrow R$という判断がRという結論全体を説明する割合（被覆度）は、

$$Covorage=\frac{\sum_{i=1}^{n}\mu_{A*D*R}(i)}{\sum_{i=1}^{n}\mu_{R}(i)}=\frac{6.50}{9.000}=0.722$$

であり、結論の妥当性が高く、多くの事例を説明していると言えるだろう。ここで計算した整合度、被覆度を素整合度（raw competency）、素被覆度（raw coverage）と言う。

右側の表で、b*C*Dの列が積集合$b\cap C\cap D$のメンバーシップ値で、その合計が最下段の1.583という数値である。b*C*D<Rの列が、$b\cap C\cap D\cap R$の積集合のメンバーシップ値で、その合計も1.583である。したがって、$b\cap C\cap D\rightarrow R$という判断の整合度は、

$$Consistency=\frac{\sum_{i=1}^{n}\mu_{b*C*D*R}(i)}{\sum_{i=1}^{n}\mu_{b*C*D}(i)}=\frac{1.583}{1.583}=1.000$$

$b\cap C\cap D\rightarrow R$という判断がRという結論全体を説明する割合（被覆度）

$$Covorage=\frac{\sum_{i=1}^{n}\mu_{b*C*D*R}(i)}{\sum_{i=1}^{n}\mu_{R}(i)}=\frac{1.58}{9.00}=0.17$$

である。これも$b\cap C\cap D\rightarrow R$という判断の、素整合度（raw competency）、素被覆度（raw coverage）である。

$b\cap C\cap D\rightarrow R$という判断が説明できる割合は、0.176と低いのだが、整合度は十分高いので、無視することは出来ないだろう。と考えると、2つの積集合の和集合が結果Rに内包されると考えるべきである。したがって、全体の解としては、

$$A\cap D+b\cap C\cap D\rightarrow R$$

となる。ブール演算の記述式としては、これで十分なのだが、積集合を強調して書けば

$$(A\cap D)+(b\cap C\cap D)\rightarrow R$$

となる。当然の疑問として、解全体の整合度と被覆度を評価したくなる。この整合度と被覆度を、解の整合度（solution comp）、解の被覆度（solution co）という。

表6に、計算過程を示した。A*D+b*C*Dの列が、和集合$A\cap D+b\cap C\cap D$であるが、ファジー理論によって和集合のメンバーシップ値は、それを構成する集合のメンバーシップ値の最大値から、同じ行の、A*Dとb*C*Dの列の大きい方が、A*D+b*C*Dの列の値（メンバーシップ値）となる。その値の合計値が、A*D+b*C*Dの列の最下段に記す。Rの列は、結果Rのメンバーシップ値、(A*D+b*C*D)*Rの列は、A*D+b*C*DとRの積集合のメンバーシップ値なので、

表 6. $A \cap D + b \cap C \cap D \to R$の fsQCA

A*D+b*C*D								
	A*D	b*C*D	A*D+b*C*D	R	(A*D+b*C*D)<R			
1	0.100	0.000	0.100	0.700	0.100			
2	0.792	0.000	0.792	1.000	0.792			
3	0.000	0.000	0.000	0.700	0.000			
4	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000			
5	1.000	0.000	1.000	1.000	1.000			
6	0.625	0.000	0.625	0.700	0.625			
7	0.083	0.000	0.083	0.100	0.083			
8	0.100	0.583	0.583	0.700	0.583			
9	0.700	0.125	0.700	0.700	0.700			
10	0.700	0.125	0.700	0.700	0.700			
11	0.700	0.750	0.750	1.000	0.750			
12	1.000	0.000	1.000	0.700	0.700	consistency	coverage	Case ID
合計			7.333	9.0000	7.033	0.959	0.781	2,4,5,6,8,9,1011,12

表 7. $(A \cap D) * (b \cap C \cap D) \to R$の fsQCA

(A*D)*(b*C*D)								
	A*D	b*C*D	(A*D)*(b*C*D)	R	(A*D)*(b*C*D)<R			
1	0.100	0.000	0.000	0.700	0.000			
2	0.792	0.000	0.000	1.000	0.000			
3	0.000	0.000	0.000	0.700	0.000			
4	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000			
5	1.000	0.000	0.000	1.000	0.000			
6	0.625	0.000	0.000	0.700	0.000			
7	0.083	0.000	0.000	0.100	0.000			
8	0.100	0.583	0.100	0.700	0.100			
9	0.700	0.125	0.125	0.700	0.125			
10	0.700	0.125	0.125	0.700	0.125			
11	0.700	0.750	0.700	1.000	0.700			
12	1.000	0.000	0.000	0.700	0.000	consistency	coverage	Case ID
合計			1.050	9.000	1.050	1.000	0.117	11

A*D+b*C*D と R のメンバーシップ 値の小さい方の値となる。最下段の行がそれぞれの メンバーシップ 値の合計値である。これらを 使って、以下の計算によって、整合度、被覆度を求める。

$$Consistency = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_{(A*D+b*C*D)*R}(i)}{\sum_{i=1}^{n} \mu_{A*D+b*C*D}(i)} = \frac{7.033}{7.333} = 0.959$$

$$Covorage = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_{(A*D+b*C*D)*R}(i)}{\sum_{i=1}^{n} \mu_{R}(i)} = \frac{7.033}{9.000} = 0.781$$

これらは、最終解 $A \cap D + b \cap C \cap D \to R$の整合度と被覆度だから、解整合度（solution competency）、解被覆度（solution coverage）と呼ばれる。

ところで、Case Id 11 は、A*D にも、b*C*D にも含まれている。したがって、A*D と b*C*D は重なり合う部分、積集合を持っている。重なり合いの部分 $(A \cap D) * (b \cap C \cap D)$が、R に占める割合も見ておく必要があるだろう。表7 にこの積集合についての fsQCA 、$(A \cap D) * (b \cap C \cap D) \to R$の計算を示した。積集合なので、$(A * D) * (b * C * D)$のメンバーシップ値は、$A * D$、$b * C * D$の小さい方のメンバーシップ 値となる.。また、$(A * D) * (b * C * D) < R$のメンバーシップ 値は、$(A * D) * (b * C * D)$と$R$のメンバーシップ

値の内、小さい方のメンバーシップ 値となる。これらの 合計値を使って、

$$Consistency = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_{((A*D)*(b*C*D))*R}(i)}{\sum_{i=1}^{n} \mu_{(A*D)*(b*C*D)}(i)} = \frac{1.050}{1.050} = 1.000$$

$$Covorage = \frac{\sum_{i=1}^{n} \mu_{((A*D)*(b*C*D))*R}(i)}{\sum_{i=1}^{n} \mu_{R}(i)} = \frac{1.050}{9.000} = 0.117$$

となる。ここで、 積集合 の被覆度 を求めたのは、 R の中で$A \cap D$あるいは $b \cap C \cap D$の集合が、積集合 の部分を含まずに 単独で被覆している 割合（固有被覆度 unique coverage ）を求めるためである。

固有被覆度 は $Uniquie\ coverage = raw\ coverage - coverage\ of\ set\ intersection$

この例では

$A \cap D$の固有被覆度（ unique coverage ）

0.722 − 0.117 = 0.606（端数の丸め方で 0.001 の桁が 1 つ違う。）

$b * C * D$の固有被覆度

0.176 − 0.117 = 0.059

となる。

これらをまとめて、たとえば、 次のような 表を結果のまとめとして 示せばよいだろう。

Solution	$A \cap D$	+ $b \cap C \cap D \to R$
Covered case	2,4,5,6,9,1011,12	8,11
Raw consistency	0.956	1.000
Raw coverage	0.722	0.176
Unique coverage	0.606	0.059
Solution consistency	0.959	
Solution coverage	0.781	