

DEMATEL法による環境社会システムの構造分析手法について —要素抽出と被験者選定に関する考察—

Study on analysis of Eco-social system with DEMATEL method
-study on selections of Eco-social system elements and questionnaire answerer-

児玉いずみ¹

Izumi Kodama

松本卓也¹

Takuya Matsumoto

本田耕一²

Koichi Honda

長野章³

Akira Nagano

ABSTRACT; The authors defined the relationships among industry, life/culture and environment of a fishing village as that village's Eco-social system. The following areas were selected as survey cases: Rausu, Hokkaido; Kitsuki, Oita; Kesennuma, Miyagi; Kubozu, Kochi. Using the DEMATEL method, we analyzed the structure of the Eco-social system by studying the relationships among industry, life/culture and environment in the fishery areas as perceived by the inhabitants of fishing villages. Because survey by DEMATEL method is designed for a paired comparative survey of extracted elements constituting the Eco-social system, the results are expected to differ extracted elements and the individual attributes of survey respondents. Research was done on Saroma, Hokkaido, to analyze how differences in extracted elements and attributes of survey respondents affect structural analysis of the Eco-social system. Three kinds of comparison were made in terms of the type of extracted elements and attribution of selected respondents.

1. Comparison of the correlation coefficients between characteristics and centrality
2. Comparison in terms of the rank correlation of mutual correlation of the common element axis
3. Comparison in terms of mutual correlation among industry, life/culture and environment.

Through such comparison the authors investigated the methods of extracting elements and selecting respondents by DEMATEL method.

KEYWORDS ; fishing village, Eco-social system, DEMATEL method, extracting elements, selecting respondents

1. はじめに

これまでの筆者らの一連の研究で、漁村における産業、生活・文化、環境の相互関連の仕組みを漁村の環境社会システムと定義し、北海道羅臼地区、大分県杵築地区、宮城県気仙沼地区、高知県窪津地区において、DEMATEL 法により地区における産業、生活・文化、環境の要素間の相互関連から漁村の人々の意識する環境社会システムの構造を分析した。その結果、DEMATEL 法によって産業、生活・文化、環境の各要素間の相互関連を示し、地域の環境社会システム構造の分析が可能であることを明らかにした。しかし、DEMATEL 法調査は環境社会システムを構成する抽出要素に対し一対比較調査を行うものであるため、抽出要素及び調査の被験者の属性によって結果が異なってくることが予測された。

本研究では、北海道サロマ湖地区を事例として、抽出要素や被験者の相違が環境社会システムの構造分析

¹ (財)漁港漁村建設技術研究所 JIFIC

² 国際協力事業団 専門家(在マレーシア) JICA

³ 水産庁漁港部計画課 Planning Division, Fishing Port Department, Fishery Agency, MAFF

にどのように影響するかを分析した。分析は抽出要素類型及び被験者選定類型において以下の3点の比較を行った。①特徴度と中心度の相関係数の比較。②共通の要素軸における相互関連の順位相関による比較。③産業、生活・文化、環境の3群間相互関連による比較。

これらの比較を通じて DEMATEL 法における要素抽出法及び被験者選定に関して考察を行った。

2. 北海道サロマ湖地区の概要

北海道サロマ湖地区はサロマ湖を囲む湧別町、佐呂間町及び常呂町の沿岸地区を言う。サロマ湖は周囲91km 面積 151.7km² の汽水湖で 1929 年に開削した現湖口と 1978 年に開削した第二湖口によりオホーツク海と結ばれている。この地区ではサロマ湖とオホーツク海の自然環境を利用したホタテの養殖を中心とする漁業を営んでいる。自然環境の保全を含む漁業資源管理と作り育てる漁業の分野では我が国の先進地となっており、日本でも屈指の高生産性を誇る漁業地域が形成されている。この地区の生活・文化様式もサロマ湖とオホーツク海の自然環境の影響を受け、多様な活動と共同体及びイベントが存在する。

地区の産業、生活・文化及び自然環境の特徴を表-1 に示す。

表-1 サロマ湖地区の概要

項目		概要			
人口 (H12 年)		湧別町 5,477 人	佐呂間町 6,822 人	常呂町 5,246 人	合計 17,604 人
主要産業		漁業 (ホタテ養殖、ホタテ桁引き、サケ定置網、刺し網)、水産加工業 (ホタテ、サケ塩蔵)、農業 (酪農業、小麦、ビート栽培、ジャガイモ)、観光業			
漁協組合員		湧別漁協(191 人)佐呂間漁協(72 人)常呂漁協(195 人)合計(456 人)			
漁業種類及び生産額(百万円) H 1 1 年	ホーツク海ホタテ漁業	4,069	1,537	6,248	11,854
	サケ定置網漁業	619	258	1,308	2,185
	サロマ湖ホタテ養殖	315	338	745	1,398
	その他	972	260	758	1,990
	合計	5,975	2,393	9,059	17,427
地区 の 特徴	生活・文化	開拓の歴史、現湖口開削事件 (1929 年)、ホタテ祭り、カボチャ祭り、植林運動、サロマ湖養殖組合、勤・儉・譲の思想、サロマ湖 100km マラソン、カーリング、氷上レース			
	自然環境	サロマ湖、オホーツク海、ワッカの原生花園、流水、現湖口、第二湖口			

3. DEMATEL 法における手法の検討

3. 1 要素抽出及び被験者類型の設定

DEMATEL 法による環境社会システムの構造分析においては、要素の抽出と被験者の選定が大きな影響を及ぼす。要素の抽出と被験者の選定が環境社会システムの構造分析結果にどのような違いが表れるかを検討する。

サロマ湖地区の調査において、要素の抽出については表-2 のように4類型を設定した。要素抽出は、地区住民 (漁業従事者含む) へのアンケートにより上位に挙げられた要素 (アンケート上位抽出類型)、地域の漁業関係有識者によって選定された要素 (有識者抽出類型)、外部の調査者によって選定された要素 (調査者抽出類型)、これら3つを合わせたすべての要素 (全要素類型) の4類型とした。被験者は、サロマ湖地区の漁業者、サロマ湖地区の漁業従事者以外の住民 (住民)、2つの類型を合わせた全体の被験者 (全被験者) の3類型とした。

これらから DEMATEL 法によるサロマ湖地区の環境社会システムの構造が 12 類型得られる (表-3)。これら 12 類型の環境社会システムについて類型毎に①各要素の特徴度と中心度の相関係数の類型比較、②特

定要素軸との相互関連による類型比較、③3群間の相互関連の類型比較を行う。これらの比較により要素抽出と被験者の選定について DEMATEL 法の検討を行う。

表-2 サロマ湖地区要素抽出類型

	アンケート上位	有 識 者	調 査 者	全 要 素
産 業	ホタテ養殖業 カキ養殖業 アイスブーム施設 3つの漁業協同組合 ホタテの加工品	酪農 カホチヤ・小麦・ビート等の農業 ホタテ養殖業 第一湖口開削 第二湖口開削	ホタテ養殖業 アイスブーム施設 3つの漁業協同組合 酪農 第一湖口開削	ホタテ養殖業 カキ養殖業 アイスブーム施設 3つの漁業協同組合 ホタテの加工品 酪農 カホチヤ・小麦・ビート等の農業 第一湖口開削 第二湖口開削
生 活	サロマ湖100キロマラソン オホーツクサイクリング カーリング ホタテ祭り ATV氷上レース	植樹運動 カーリング よさこい祭り サロマ湖100キロマラソン 勤・儉・譲の思想	サロマ湖100キロマラソン 植樹運動 勤・儉・譲の思想 カーリング ホタテ祭り	サロマ湖100キロマラソン オホーツクサイクリング カーリング ホタテ祭り ATV氷上レース 植樹運動 よさこい祭り 勤・儉・譲の思想
環 境	サロマ湖 オホーツク海 流水 クリオネ ワッカ原生花園	サロマ湖 流水 ハマナス オホーツク海 ワッカ原生花園	サロマ湖 オホーツク海 流水 クリオネ ワッカ原生花園	サロマ湖 オホーツク海 流水 クリオネ ワッカ原生花園 ハマナス

表-3 要素抽出及び被験者の類型

被験者類型	要 素 抽 出 類 型			
	全 要 素	アンケート上位	有 識 者	調 査 者
全被験者	23要素 24人	15要素 24人	15要素 24人	15要素 24人
漁 業 者	23要素 12人	15要素 12人	15要素 12人	15要素 12人
住 民	23要素 12人	15要素 12人	15要素 12人	15要素 12人

3. 2 各要素の特徴度と中心度の相関係数の類型比較

被験者の3類型および要素抽出の4類型で、それぞれ DEMATEL 法による分析を行い、その特徴度と中心度の相関を見てみる。特徴度は被験者がその要素に対して地域を特徴づける程度を5段階で回答したものである。中心度は DEMATEL 法により間接影響も含んだ要素全体の中で中心的位置を占める程度を表すものである。この二つの数値の相関係数が大きいほど回答に整合性があると判断することができる。

表-4に被験者の類型別、要素類型別の要素の特徴度と中心度の相関係数を示す。

どの類型とも非常に相関が強い。特に有識者抽出の要素は被験者の類型別にかかわらず他の抽出類型に比べ強い相関を示している。また、被験者が漁業従事者の類型は要素抽出類型にかかわらず強い相関を示している。一番大きい相関係数を示すものは被験者が漁業者で要素抽出が有識者抽出類型で、相関係数は0.8804である。また一番小さい相関係数を示したものは被験者が住民で要素抽出が調査者抽出類型で、相関係数は0.6479である。

表-4 被験者・要素抽出類型別の特徴度と中心度の相関係数

被験者類型	要素抽出類型			
	全要素	アンケート上位	有識者	調査者
全被験者	0.7896	0.7566	0.8411	0.7499
漁業者	0.8163	0.8181	0.8804	0.8234
住民	0.7285	0.6743	0.7498	0.6479

表-4 に見るように被験者類型が漁業者の回答は要素類型にかかわらず相関係数が大きい。また被験者が住民の回答は要素類型にかかわらず相関係数が小さい。漁業従事者は要素類型にかかわらず整合性のある回答をしており、住民は要素類型が有識者抽出及び全要素抽出で比較的大きい値を示しているが要素抽出類型間で差が大きい。

これについては次のように考察する。

図-1 に住民被験者で有識者要素抽出類型とアンケート上位要素抽出類型の特徴度と中心度の相関図を示す。

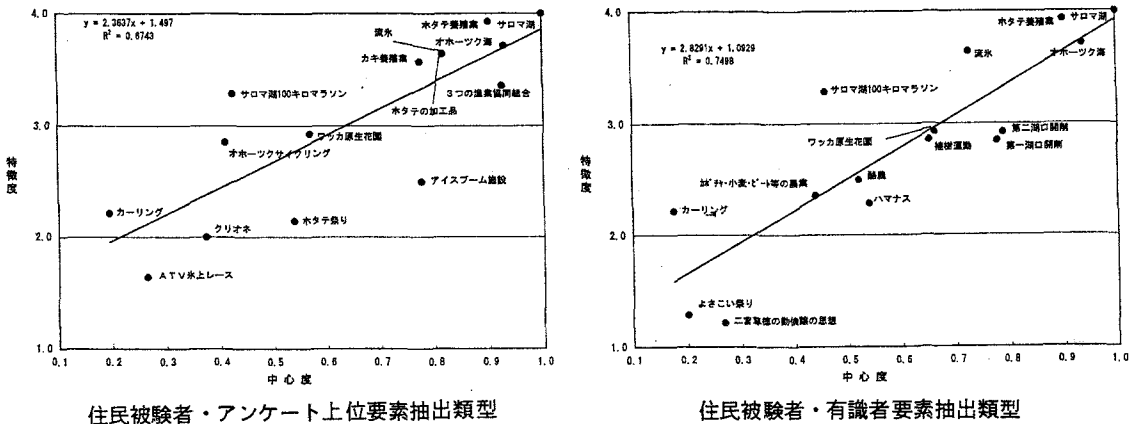


図-1 被験者・要素抽出類型別の特徴度と中心度の相関図比較

抽出要素が15要素中8要素異なっている。アンケート上位抽出類型ではカキ養殖業、3つの漁業協同組合、ホタテ加工、ホタテ祭りアイスブーム施設など多くの水産関係要素がはいっている。それに比較して、有識者抽出要素は植樹運動、酪農、農業、二宮尊徳思想など幅広い範囲から要素が抽出されている。アンケート上位抽出類型において回帰直線に近接している要素、乖離している要素を見てみるとアイスブーム施設、ホタテ祭りであり、有識者抽出類型で回帰直線に近接している要素は植樹運動、酪農、農業、ハマナスである。有識者抽出タイプの要素は農業も含めた幅広い要素を抽出しているが、アンケート上位抽出類型は漁業に偏した要素が抽出されている。要素抽出類型が幅広いか、漁業に偏しているかによる違いが、相関係数の大小を生んでいると考えられる。

3. 3 特定要素軸との相互関連の類型比較

産業、生活・文化、環境群における特定の要素軸と他の要素との相互関連により、被験者及び要素抽出類型間の比較を行う。特定要素軸と他の要素との相互関連の強さを、特定軸の各要素への影響度と被影響度の合計である特定軸要素中心度で見ることができる。一例を全要素類型かつ全被験者類型について、環境群の

1 要素であるサロマ湖軸に対する軸要素中心度を見たものを示す（表-5）。各要素について特定軸要素中心度の大きさに順位を付けることができ、被験者類型間で順位相関係数を求め比較検討を行う。

順位相関は要素抽出類型別に被験者類型間において、特定要素軸を産業はホタテ軸、生活・文化は100キロマラソン軸、環境はサロマ湖軸で見てみる（表-6）。順位相関係数はケンドールの順位相関を用いた。

ケンドールの順位相関係数により、3つの被験者類型が似ている程度を評価することができる。要素抽出類型毎の順位相関係数の平均値が高ければ、3被験者類型はより似ていると言える。表-6に見るとおり、どの相関係数も大きいことがわかる。中でもホタテ軸に対してはどの要素抽出類型についても大きい値を示している。特定軸に対する特定軸要素中心度の要素順位は要素抽出類型および被験者類型にかかわらずよく合致している。またこの表-6の考察として、被験者類型で漁業者の回答が整合性が高いことが表-4より分かっているため、被験者類型において漁業者との順位相関が強い類型のものがDEMATEL法調査の回答の整合性が高いと予見される。

3. 4 3群間の相互関連の類型比較

環境社会システムの要素は産業、生活・文化、環境の3つに分類される。この3群の相互関連により、被験者類型及び要素抽出類型毎の環境社会システムの構造分析結果を比較した。ここでは、被験者の類型および要素抽出類型による3群間の相互関連を比較する。

3群間の関連を表示する方法として次の二つを採用した。

一つは産業、生活・文化、環境のそれぞれの間で影響を与えている関係がどうなっているかを見る方法である。第二方法は3群の中心度の大きさの順位で見るものである。

第一について見てみる。これは3群間の原因度がどちらを向いているかを見るもので表-7の8パターンがある。同時に被験者類型および要素抽出類型により8つのうちどのパターンになるかを見ている。

第7パターンと第5パターンが全体に多い。第5、第7パターンとも環境が産業への原因項目であると意識しているタイプである。第4、第6、第8パターンは産業が環境の原因項目であると意識しているタイプである。

表-5 サロマ湖軸に対する特定軸要素中心度

群	要素	軸要素 影響度	軸要素 被影響度	軸要素 中心度
産業	1. ホタテ養殖業	100	94	194
	2. カキ養殖業	94	88	182
	3. アイスブーム施設	79	79	158
	4. 3つの漁業協同組合	99	93	192
	5. ホタテの加工品	84	65	149
	6. 酪農	36	51	87
	7. カボチャ、小麦、ビート農業	26	38	64
	8. 第一湖口開削	79	84	163
	9. 第二湖口開削	79	86	165
生活 文化	10. サロマ湖100kmマラソン	40	41	81
	11. 林・ツクサイクリング	37	34	71
	12. カーリング	14	13	27
	13. ホタテ祭り	45	44	89
	14. ATV氷上レース	24	24	48
	15. 植樹運動	57	61	118
	16. よさこい祭り	15	13	28
	17. 勤・倷・譲の思想	24	28	52
環境	18. サロマ湖	67	67	134
	19. オホーツク海	84	92	176
	20. 流氷	69	87	156
	21. クリオネ	29	21	50
	22. ワッカ原生花園	42	49	91
	23. ハマナス	34	38	72

（総合影響行列内の最大値を100として正規化）

表-6 ケンドールの順位相関係数表

		順位相関係数			
要素抽出 類 型	要 素 名	全被験者と 漁 業 者	漁 業 者 と 住 民	住 民 と 全 被 験 者	平 均
全要素 抽出類型 (23)	ホタテ軸	0.8735	0.9526	0.8261	0.8841
	100Km 軸	0.7945	0.8340	0.6443	0.7576
	サロマ湖軸	0.8735	0.9289	0.7312	0.8445
アンケート 上位抽出 類型 (15)	ホタテ軸	0.8857	0.9238	0.8857	0.8984
	100Km軸	0.8857	0.8095	0.6957	0.7970
	サロマ湖軸	0.9048	0.9238	0.8286	0.8857
有識者 抽出類型 (15)	ホタテ軸	0.9048	0.9429	0.8476	0.8984
	100Km軸	0.8667	0.8476	0.733	0.8159
	サロマ湖軸	0.8667	0.9619	0.8286	0.8857
調査者 抽出類型 (15)	ホタテ軸	0.9048	0.9619	0.866	0.9111
	100Km軸	0.9048	0.8667	0.771	0.8476
	サロマ湖軸	0.8286	0.8496	0.866	0.8483

ここでは群相互間の原因度の差し引きで原因の方向を決めており、影響の大きさが示されていないので、わずかな差が原因の方向を決める。環境が産業、生活・文化への原因となっていると意識している被験者類型、要素抽出類型が多いが特にそれ以上の分析はできない。特に有識者要素抽出類型ではどの被験者類型においても産業が環境への原因（第8、第6、第4パターン）となっており、全体と反対の傾向を示している。

第二の3群の中心度の大きさ順位のパターンで見ると、3群の順位パターンは表-8の通り6パターンある。被験者類型および要素抽出類型により6つのうちのどのパターンになるかを見ると、表-8より第2と第5のパターンしかないことが分かる。第2パターンは中心度の大きさ順位が産業、生活・文化、環境の順位であり、第5パターンは環境、産業、生活・文化の順位である。また、第5パターンは被験者類型にかかわらず有識者要素抽出類型に見られ、アンケート上位要素抽出類型および調査者抽出類型では被験者類型にかかわらず、すべて第2のパターンであった。この理由を見るために有識者と調査者が抽出した要素を比較検討する。

表-9にアンケート上位と有識者要素抽出類型の産業、生活・文化、環境の3群の要素と要素毎の中心度および3群内要素の中心度の平均を示す。3群内全要素の中心度平均値順位が中心度順位パターンとなる。表-9に見るようにアンケート上位要素抽出類型は水産関

表-7 3群間原因度方向のパターン

3群間原因方向の8パターン	
パターン番号	パターンの内容
1	産業 → 生活文化 → 環境 → 産業
2	産業 → 生活文化 → 環境 ← 産業
3	産業 → 生活文化 ← 環境 → 産業
4	産業 → 生活文化 ← 環境 ← 産業
5	産業 ← 生活文化 → 環境 → 産業
6	産業 ← 生活文化 → 環境 ← 産業
7	産業 ← 生活文化 ← 環境 → 産業
8	産業 ← 生活文化 ← 環境 ← 産業

(3群間の原因方向の事例)

第5パターン

1. 特異度: 2.5~ (solid oval), 2.0~2.5 (dashed oval), ~2.0 (dotted oval)
2. 影響の強さ: → 0.95~ (solid arrow), 0.85~0.95 (dashed arrow), ~0.85 (dotted arrow)
3. 原因の方向: ⇄ (double-headed arrow)

被験者、要素抽出類型別の原因方向のパターン番号				
被験者類型	要素抽出類型			
	全要素	アンケート上位	有識者	調査者
全被験者	7	7	8	5
漁業者	5	5	6	6
住民	7	7	4	7

表-8 3群の中心度順位パターンと被験者
類型・要素抽出類型によるパターン分け

		中心度順位パターン					
		1	2	3	4	5	6
順位	産業群	1	1	2	3	2	3
	生活・文化群	2	3	1	1	3	2
	環境群	3	2	3	2	1	1
中心度順位パターン							
		要素抽出類型					
		全要素	アンケート	有識者	調査者		
被験者類型			上位				
全被験者		2	2	5	2		
漁業者		2	2	5	2		
住民		5	2	5	2		

係要素に偏っており、各要素とも中心度が大きく、産業群の中心度平均値を押し上げている。一方有識者要素抽出類型は農業や酪農さらに第一湖口開削、第二湖口開削の産業基盤まで要素が広範囲に広がっている。そして農業要素の中心度が小さい値を示していることが産業群の順位を下げている原因となっている。

4. 結論

サロマ湖地区の環境社会システムの構造分析及び同地区における要素抽出類型と被験者選定類型ごとの構造分析結果から次のことが結論として得られた。

①サロマ湖地区の分析では、要素の特徴度と中心度の相関係数は被験者類型及び要素抽出類型にかかわらず非常に大きく、どの類型においても DEMATEL 法調査に対して整合性のある回答を行っていた。有識者要素抽出類型及び漁業者類型が大きい相関係数を示しており、漁業者は常に整合性のある回答をしていることがわかった。

②サロマ湖地区の分析では、特定軸との相互関連の類型比較においても要素抽出類型にかかわらず各被験者類型間の順位相関係数は大きかった。このことから要素抽出類型が異なっても各被験者類型間で環境社会システムの構造に対して良く似かよった意識を持っていることがわかった。

③サロマ湖地区の分析では、3群間の相互関連の類型比較から、3群間の中心度順位パターンにおいて有識者要素抽出類型と他の要素抽出類型で産業群と環境群の順位が入れかわっていることがわかった。これは有識者要素抽出が農業や陸域の活動など幅広い範囲から抽出しているが、その他の要素抽出類型は地域で重要なものに偏った抽出になっていることが原因であった。

④本来環境社会システムの構造分析は、地理的広がりと社会活動の多様性の中でどのような構造になっているかを見るものである。したがってサロマ湖地区の有識者要素抽出のように、その地区において認識されている生態系循環の広がりや生活、文化、歴史の広がりを反映した要素類型が地区の環境社会システムの構造を明確に分析できると考える。

各要素抽出類型の比較とどのような範囲から要素を抽出しているかを見るため、図-3 にサロマ湖地区の環境社会システムの要素を抽出類型毎に示す。

要素抽出において、有識者要素抽出類型は漁業が陸域及び海域を通じた広い範囲の自然環境に支えられていることを十分意識して要素を抽出している。従って陸域の活動である植樹運動、農業、酪農、産業基盤である現湖口、第二湖口の開削さらに二宮尊徳思想まで幅広い範囲から要素が抽出されており、有識者の意識には地理的、歴史的かつ、社会生活上からも広い範囲の環境社会システムが構成されている。

表-9 3群の要素及び中心度比較

	アンケート上位抽出類型		有識者抽出類型	
	要素	中心度	要素	中心度
産業	ホタテ養殖業	7.20	酪農	2.51
	カキ養殖業	6.38	かき・小豆等農業	1.65
	アイスブーム施設	6.17	ホタテ養殖業	7.31
	3つの漁業協同組合	7.43	第一湖口開削	5.03
	ホタテの加工品	5.37	第二湖口開削	5.14
平均		6.51 (1)		4.33 (2)
生活・文化	サロマ湖100kmマラソン	2.40	植樹運動	3.06
	オホーツクサウナ	2.13	カーリング	0.66
	カーリング	0.70	よさこい祭り	0.47
	ホタテ祭り	3.41	サロマ湖100kmマラソン	2.07
	ATV氷上レース	0.96	勤・倭・薩の思想	1.20
平均		1.92 (3)		1.49 (3)
環境	サロマ湖	7.27	サロマ湖	6.85
	オホーツク海	7.28	流水	5.68
	流水	6.52	ハマナス	1.63
	クリオネ	1.19	オホーツク海	6.55
	ワッカ原生花園	7.87	ワッカ原生花園	2.19
平均		6.03 (2)		4.58 (1)

() は中心度平均の大きさの順位

