

研究発表会プログラム

13:30-14:15 環境影響評価報告書の質の決定要因：

代替案と住民参加の効果

14:15-15:00 代替案分析手法の比較(階層分析法、
加重総和法、主成分分析法の比較)

15:00-16:00 官能評価法の適用可能性

16:00-16:30 質疑応答

環境影響評価報告書の質の決定要因 代替案と住民参加の効果

2019年11月25日

JICA研究所 上條哲也



はじめに

1. 環境影響評価報告書の質の向上が課題
2. 質に影響を与える多くの要因(経験、規定、事業規模、予算、セクター、住民参加等)が定性的に指摘
3. しかし、決定要因は、よく知られていない。

研究の目的

1. 報告書の質に影響を与える要因の効果を示す。
2. 決定要因とその適切な水準を示す。
3. 決定要因の効果を検証する。

データと研究の方法

1. JICA環境影響評価報告書160冊(2001年から2016年各年10冊を無作為抽出)、リー・コリー手法(Lee et al. 1999)を用いて報告書の質を評価
2. 6つの要因(ガイドライン、セクターと地域、事業規模、代替案と住民参加、住民参加の段階数、代替案と評価項目の数)の効果を統計検定

データと研究の方法

3. クラスター分析と決定木分析を用いて決定要因を明示
4. 相関図を用いて報告書の質に対する決定要因の効果の程度を把握
5. パス解析(因果モデル)を用いて決定要因の効果を検証

リー・コリー評価手法

Symbol	Explanation
A	Relevant tasks well performed, no important tasks left incomplete.
B	Generally satisfactory and complete, only minor omissions and inadequacies.
C	Can be considered just satisfactory despite omissions and/or inadequacies.
D	Parts are well attempted but must, as a whole, be considered just unsatisfactory because of omissions or inadequacies.
E	Not satisfactory, significant omissions or inadequacies.
F	Very unsatisfactory, important tasks poorly done or not attempted.
N/A	Not applicable. The review topic is not applicable or it is irrelevant in the context of the statement.

Source : Lee et al. 1999.

報告書の質とガイドライン

Period	A	B	C	D	E	F	Total	A-C (%)	D-F (%)
2001-2004	0	0	9	26	5	0	40	23%	77%
2005-2010	0	10	12	30	8	0	60	37%	63%
2011-2016	0	11	19	24	6	0	60	50%	50%
Total	0	21	40	80	19	0	160	38%	62%

- * クラスカル・ワース検定結果 p 値=0.03*
- * 報告書の質に対するガイドライン(2004と2010)の有意な効果が認められた。

報告書の質とセクター及び地域

Sector	A	B	C	D	E	F	Total	A-C (%)	D-F (%)	Region	A	B	C	D	E	F	Total	A-C (%)	D-F (%)
Transportation	0	11	13	29	7	0	60	40%	60%	Asia	0	13	28	47	8	0	96	43%	57%
Power	0	6	9	12	0	0	27	56%	44%	Africa	0	3	3	17	4	0	27	22%	78%
Water resource	0	1	6	17	3	0	27	26%	74%	Middle East	0	2	3	8	3	0	16	31%	69%
Regional development	0	2	4	14	5	0	25	24%	76%	South America	0	1	3	5	3	0	12	33%	67%
Pollution control	0	1	2	6	2	0	11	27%	73%	Europe	0	0	2	3	0	0	5	40%	60%
Agriculture	0	0	6	2	2	0	10	60%	40%	Pacific	0	2	1	0	1	0	4	75%	25%
Total	0	21	40	80	19	0	160	38%	62%	Total	0	21	40	80	19	0	160	38%	62%

- * クラスカル・ワーリス検定結果 p値=0.10及び0.31
- * 報告書の質に対するセクターと地域の効果は認められなかった。

報告書の質と事業規模

Report level	A	B	C	D	E	F	Total	A-C (%)	D-F (%)
EIA level	0	15	17	10	1	0	43	74%	26%
IEE level	0	6	23	70	18	0	117	25%	75%
Total	0	21	40	80	19	0	160	38%	62%

- * マン・ホイットニ検定結果 p 値 $< 0.001^{**}$
- * 報告書の質に対する事業規模の有意の効果が認められた。

報告書の質、代替案と住民参加

Groups	A	B	C	D	E	F	Total	A-C (%)	D-F (%)
Both processes	0	21	29	23	2	0	75	67%	33%
Only alternatives analysis	0	0	5	25	5	0	35	14%	86%
Only public involvement	0	0	3	15	4	0	22	14%	86%
Neither process	0	0	3	17	8	0	28	11%	89%
Total	0	21	40	80	19	0	160	38%	62%

- * クラスカル・ワリス検定結果 p 値 < 0.001**
- * 報告書の質に対する代替案と住民参加の有意な効果が認められた。

報告書の質と住民参加の段階数

Groups	A	B	C	D	E	F	Total	A-C (%)	D-F (%)
PI0	0	0	8	42	13	0	63	13%	87%
PI1	0	2	10	25	5	0	42	29%	71%
PI2	0	12	16	10	0	0	38	74%	26%
PI3	0	7	6	3	1	0	17	76%	24%
Total	0	21	40	80	19	0	160	38%	62%

- * クラスカル・ワリス検定結果 p 値 < 0.001**
- * 報告書の質に対する住民参加段階数の有意な効果が認められた。

報告書の質、代替案数と評価項目数

Groups	A	B	C	D	E	F	Total	A-C (%)	D-F (%)
Alt0	0	0	6	32	12	0	50	12%	88%
Alt2-3	0	7	18	27	6	0	58	43%	57%
Alt4-5	0	9	13	15	1	0	38	58%	42%
Alt6<	0	5	3	6	0	0	14	57%	43%
Total	0	21	40	80	19	0	160	38%	62%
Crt0	0	1	12	46	14	0	73	18%	82%
Crt1-3	0	1	5	8	3	0	17	35%	65%
Crt4-6	0	7	16	18	2	0	43	53%	47%
Crt7<	0	12	7	8	0	0	27	70%	30%
Total	0	21	40	80	19	0	160	38%	62%

- * クラスカル・ワリス検定結果 p 値 < 0.001**
- * 報告書の質に対する代替案と評価項目数の有意な効果が認められた。

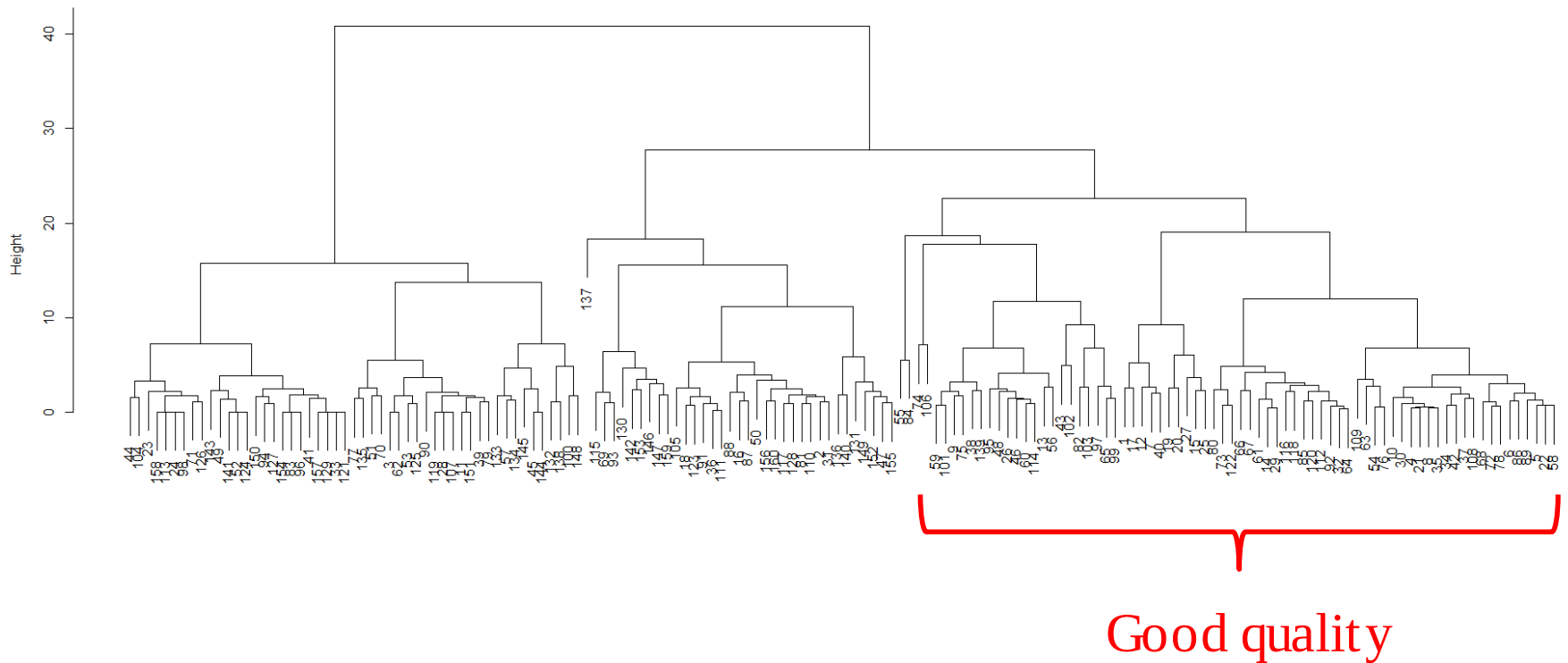
クラスタ分析と決定木分析データ

No.	Level	Alt	PI	No. Alt	No. Crt	No. PI	Area 1 grade	Area 2 grade	Area 3 grade	Area 4 grade	Overall quality
1	EIA	yes	yes	16	7	2	B	C	B	B	B
2	IEE	yes	yes	3	7	1	C	D	D	C	C
3	EIA	yes	no	2	0	0	D	D	D	D	D
4	IEE	yes	no	3	13	0	D	D	D	D	D
5	EIA	no	no	0	0	0	C	D	D	D	D

Note: Alt: alternatives, PI: public involvement, Crt: criteria

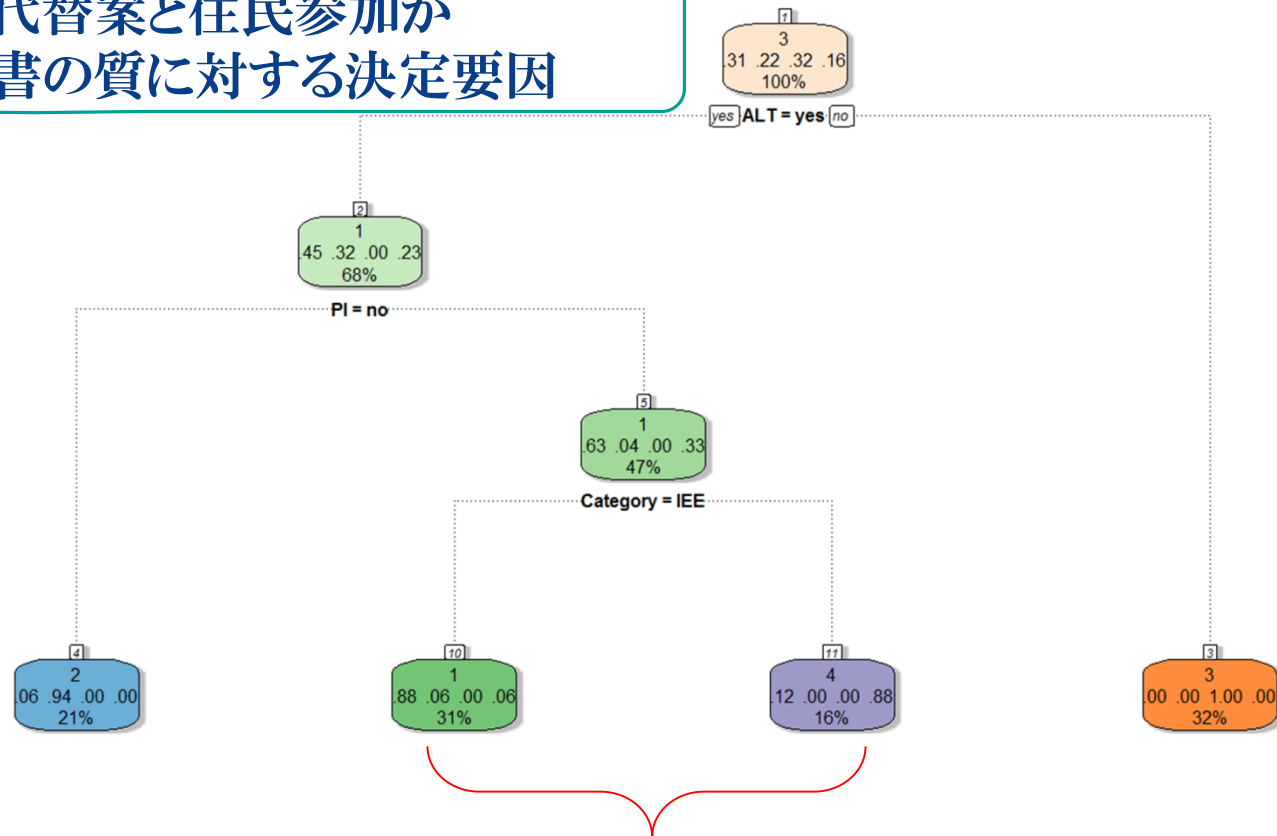
定性変数 (EIA/IEEと yes/no) はダミー変数に変換、順位尺度 (A から F) は順位得点(6, 5, 4, 3, 2, 1)に変換。

クラスター・デンドログラム (n=160)

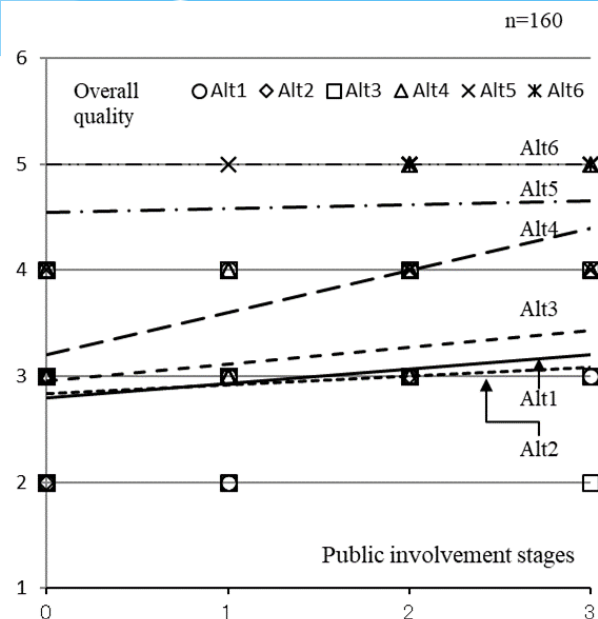
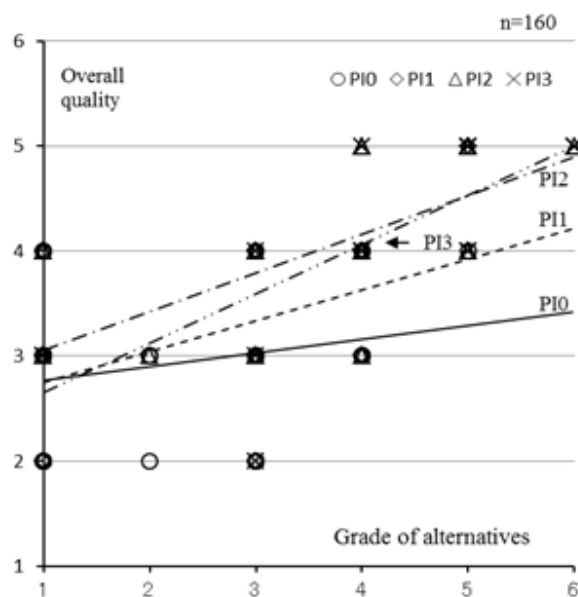


決定木分析 (n=160)

代替案と住民参加が
報告書の質に対する決定要因

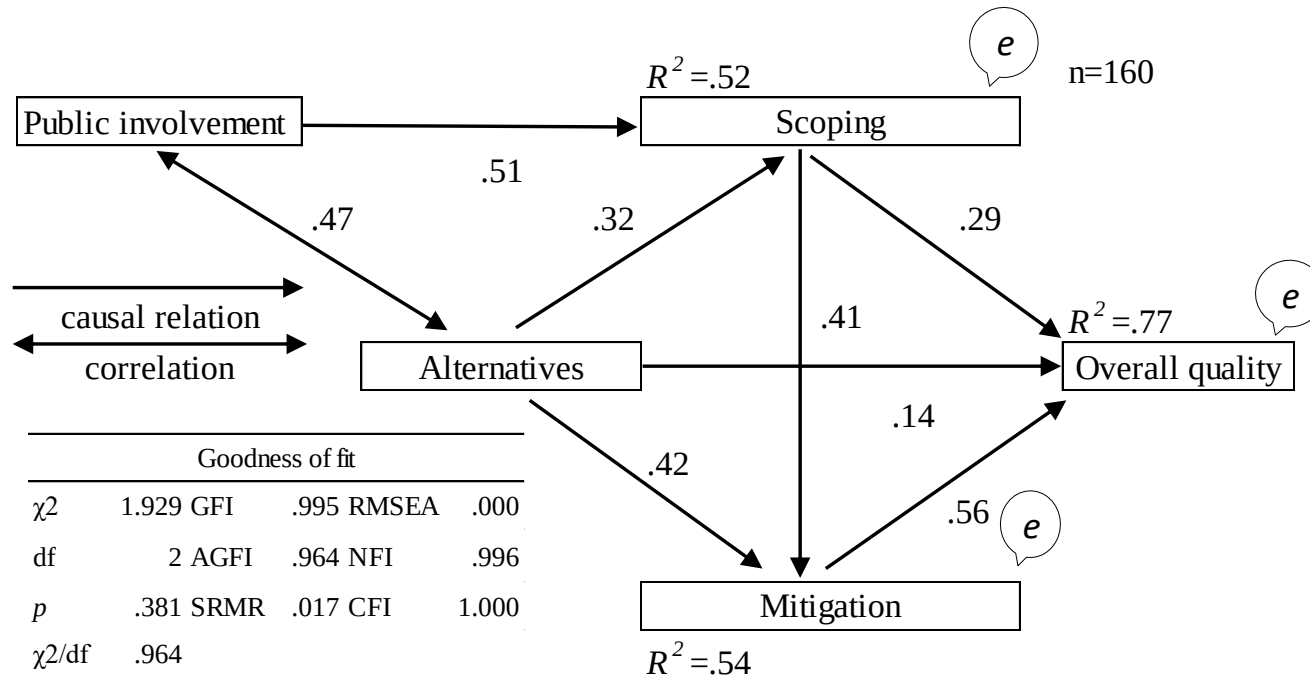


代替案、住民参加と報告書の質の相関



住民参加2回(PI2)と代替案C等級(Alt4)の効果が大きい。
代替案C等級(Alt4)と住民参加2回(PI2)の交差点が、報告書の質C等級(4点)を示す。良い質の報告書の基準を示している。

パス分析(因果モデル)



報告書質に対する代替案の効果: $0.54 = 0.32 \times 0.29 + 0.42 \times 0.56 + 0.32 \times 0.41 \times 0.56 + 0.14$

住民参加の効果: $0.27 = 0.51 \times 0.29 + 0.51 \times 0.41 \times 0.56$

代替案と住民参加が決定要因である理由

1. 代替案の質は事業者の意思を反映している。
2. 住民参加は世論の圧力を反映している。
3. 世論の圧力が事業者の意思に影響を与え、代替案の質が良くなり報告書の質が改善される。

結 論

1. 代替案と住民参加が環境影響評価報告書の質に対する決定要因
2. 代替案C等級(まあまあ満足)と住民参加2回が満足レベル報告書(c等級)の基準
3. 因果モデルを使用して代替案と住民参加の効果を検証
4. 代替案分析と住民参加の改善が検討課題

代替案分析手法の比較（階層分析法、加重総和法、主成分分析）

はじめに

- * 代替案の分析は、環境アセスメント報告書の核心 (CEQ 1978)
- * その重要性にかかわらず、代替案分析はほとんど進展していない (Geneletti 2014)
- * 代替案協議は活発ではない (Sainath and Rajan 2015)
- * 代替案分析の現状の理解をすすめ、改善手法を提案する。

代替案分析手法

1. 階層分析法 (Analytic hierarchy process)
 - ペア比較を行い得点と重みを計算
 - 得点と重みを掛け合わせ合計して総合得点を計算する。
2. 加重総和法 (Weighted summation)
 - 簡単な多基準分析手法 (Multi criteria analysis)
 - 得点と重みを掛け合わせ合計して総合得点を計算する。

ペア比較と得点の計算

9から1/9の表を使い重要度についてペア比較を行う。
幾何平均値(geometric mean)を求め得点を計算する。

Pairwise comparison

criteria	9	8	7	6	5	4	3	2	1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	criteria
cost							○											facility
cost					○													transport
facility									○									transport

Pairwise comparison table

	cost	facility	transport	multiplication		geometric mean	weighting
cost	1	3	5	$1 \times 3 \times 5$	15	2.4662	0.6586
facility	1/3	1	1	$1/3 \times 1 \times 1$	0.33	0.6934	0.1852
transport	1/5	1	1	$1/5 \times 1 \times 1$	0.20	0.5848	0.1562
				total		3.7444	1.0000

The reciprocal of 3 is 1/3.

$=15^{1/3}$ ($15^{(1/3)}$)
Raise 15 to 1/3 power

$=2.4662/3.7444$

主成分分析

- * 相関のある変数を少数の相関のない変数(主成分)に変換
- * 主成分を散布図上に示すことにより、代替案の長所と短所、望ましい選択肢を視覚化
- * 評価項目数を少なくし(2～3程度)、高い相関を解消することができる。

カンボジア橋梁プロジェクト

- * 4代替案(ノーアクション、フェリーの改善、橋梁建設、フェリー改善＋橋梁建設)、13評価項目を階層分析法(AHP)で比較
- * スコーピング、報告書案、中間段階の3段階で住民協議(2004年10月、12月、及び2005年3月)
- * 分析結果: フェリー改善＋橋梁建設案(AHP得点0.480), 橋梁案(0.234), フェリー案(0.191), ノーアクション(0.095)
- * 住民は協議に積極的に参加したが、代替案にはほとんど関心を示さなかった。

カンボジア橋梁階層分析法

Evaluation criteria	Engineering criteria 0.35			Economic criteria 0.47			Environmental criteria 0.18							AHP score
	Stability 0.26	Safety 0.45	Sustainability 0.29	Traffic demand 0.39	Investment efficiency 0.31	Regional economy 0.30	Natural environment 0.30			Social environment 0.70				
							Noise and vibration 0.14	Traffic accident 0.63	Other impacts 0.23	Resettlement 0.48	Land use 0.17	Local livelihood 0.25	Other impacts 0.13	
Weight	0.09	0.16	0.10	0.18	0.14	0.14	0.01	0.04	0.01	0.06	0.02	0.03	0.02	
Bridge	0.20	0.32	0.31	0.17	0.14	0.28	0.25	0.26	0.17	0.17	0.33	0.26	0.27	0.234
No action	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.11	0.14	0.35	0.54	0.07	0.10	0.11	0.095
Ferry improve	0.21	0.12	0.14	0.27	0.26	0.17	0.23	0.14	0.35	0.09	0.11	0.22	0.26	0.191
Ferry+bridge	0.55	0.49	0.49	0.51	0.54	0.51	0.42	0.46	0.12	0.20	0.49	0.41	0.36	0.480

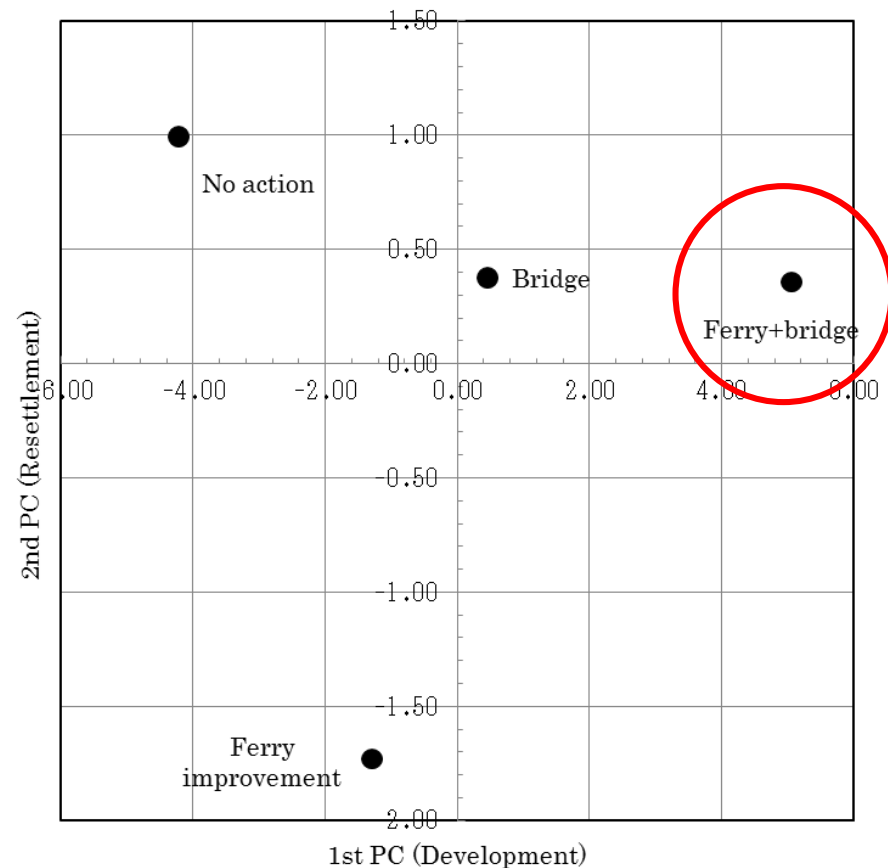
Source: Data from JICA 2006.

カンボジア橋梁主成分分析

	1st PC	2nd PC
Eigenvalue	11.32	1.06
Contribution rate (CR)	0.87	0.08
Cumulative CR	0.87	0.95

Eigenvector	1st PC	2nd PC
Stability	0.29	-0.05
Safety	0.29	0.21
Sustainability	0.29	0.15
Traffic demand	0.27	-0.22
Investment efficiency	0.27	-0.19
Regional economy	0.30	0.07
Noise and vibration	0.30	-0.08
Traffic accident	0.28	0.29
Other impacts	-0.26	-0.34
Resettlement	-0.17	0.71
Land use	0.28	0.24
Local livelihood	0.30	-0.08
Other impacts	0.28	-0.26

PC score	1st PC	2nd PC
Bridge	0.45	0.38
No action	-4.22	1.00
Ferry improvement	-1.29	-1.73
Ferry+bridge	5.06	0.36



グアテマラ空港プロジェクト

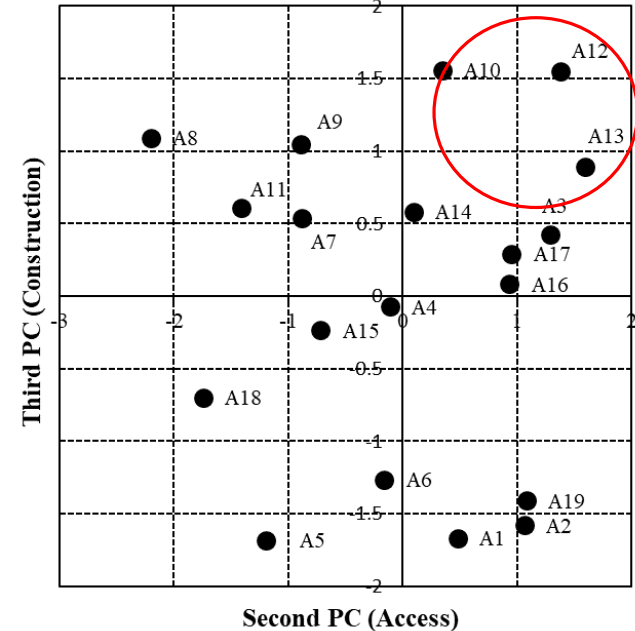
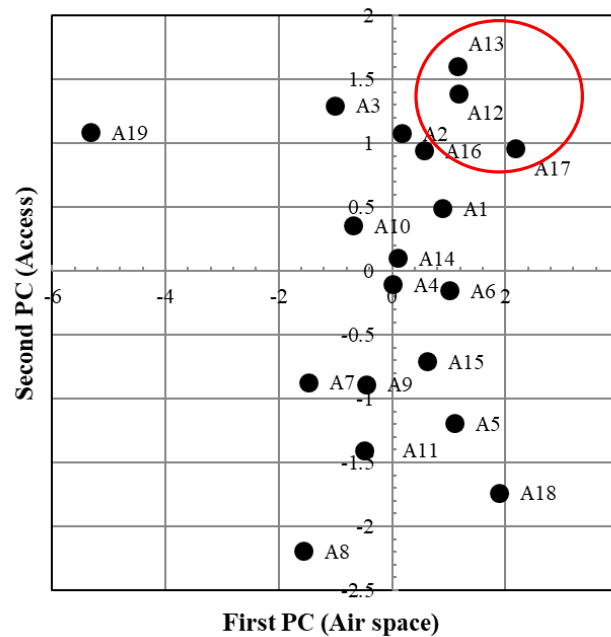
- * 19サイト代替案、6評価項目(空域、環境、アクセス、社会項目、住民移転、建設)を総和法で比較
- * スコーピング、報告書案、中間段階の3段階で住民協議(2004年7月、11月、及び2006年1月)
- * 分析結果: 100点満点中、A12が92.2点、A13が85.8点、A17が85.4点。
- * 住民は協議に積極的に参加、代替案の関心は高くはないがカンボジア橋梁よりは高かった。

グアテマラ空港総和法分析

Alternatives	Air space	Environment	Access	Social aspects	Resettlement	Construction	Total
A1	15.2	11.4	8.0	10.0	15.0	9.0	68.6
A2	15.2	12.3	10.0	10.0	12.0	7.4	66.9
A3	20.0	13.2	15.0	8.0	9.0	6.2	71.4
A4	20.0	11.4	9.0	8.0	12.0	9.0	69.4
A5	15.2	10.5	5.0	10.0	12.0	14.0	66.7
A6	15.2	12.3	8.0	10.0	12.0	13.0	70.5
A7	15.2	9.6	20.0	8.0	9.0	13.4	75.2
A8	20.0	9.6	11.0	6.0	6.0	13.8	66.4
A9	20.0	9.6	18.0	8.0	12.0	12.6	80.2
A10	20.0	12.3	18.0	7.0	12.0	10.6	79.9
A11	18.8	8.7	16.0	8.0	12.0	13.2	76.7
A12	20.0	15.0	20.0	9.0	15.0	13.2	92.2
A13	20.0	15.0	16.0	9.0	15.0	10.8	85.8
A14	20.0	11.4	17.0	9.0	12.0	11.2	80.6
A15	20.0	11.4	12.0	10.0	9.0	13.4	75.8
A16	15.2	13.2	16.0	9.0	15.0	12.0	80.4
A17	20.0	15.0	12.0	10.0	15.0	13.4	85.4
A18	20.0	9.3	7.0	10.0	15.0	15.0	76.3
A19	4.0	9.6	23.0	7.0	3.0	4.6	51.2

グアテマラ空港主成分分析

	1st PC	2nd PC	3rd PC
Eigenvalue	2.62	1.26	1.13
CR	0.44	0.21	0.19
CCR	0.44	0.65	0.83
PC score			
A1	0.89	0.49	-1.67
A2	0.17	1.07	-1.58
A3	-1.00	1.29	0.42
A4	0.03	-0.11	-0.08
A5	1.10	-1.20	-1.69
A6	1.03	-0.15	-1.27
A7	-1.47	-0.87	0.53
A8	-1.56	-2.19	1.09
A9	-0.44	-0.89	1.04
A10	-0.68	0.35	1.55
A11	-0.47	-1.40	0.61
A12	1.18	1.38	1.55
A13	1.17	1.60	0.89
A14	0.11	0.10	0.58
A15	0.63	-0.71	-0.24
A16	0.57	0.94	0.08
A17	2.17	0.96	0.29
A18	1.89	-1.74	-0.70
A19	-5.32	1.08	-1.41



Note: CR: contribution rate,
CCR: cumulative CR.

イタリア道路加重総和法分析

- * 5ルート代替案、5評価項目(植生、生息地、土地生産性、景観、地形)を加重総和法で比較
- * 中立、環境重視、社会経済重視の重みづけを設定
- * 分析結果: 中立と環境重視の場合はA4(0.23)、社会経済重視の場合はA2(0.24)が一番良い得点を得た。次点との差は僅少
- * 数値は面積と金額を使用しているため、標準化してから計算している。

イタリア道路加重総和法分析

Criteria	Vegetation ha	Habitat ha	Land production euro	Landscape ha	Geomorphology ha
A1 route	117	210	16802	710	394
A2 route	146	225	10427	533	373
A3 route	94	278	14587	534	310
A4 route	102	221	13221	566	358
A5 route	133	223	17442	705	440

normalised score: $S = -r/\max + 1$, r: original score, max: highest score of the row

Criteria	Vegetation	Habitat	Land production	Landscape	Geomorphology	Weighted summation		
Neutral	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	Neutral perspective	Environment al perspective	Socio- economic perspective
Environment	0.297	0.297	0.135	0.066	0.204			
Socio-economic	0.16	0.16	0.326	0.246	0.108			
A1 route	0.20	0.24	0.04	0.00	0.10	0.12	0.16	0.09
A2 route	0.00	0.19	0.40	0.25	0.15	0.20	0.16	0.24
A3 route	0.36	0.00	0.16	0.25	0.30	0.21	0.20	0.20
A4 route	0.30	0.21	0.24	0.20	0.19	0.23	0.23	0.23
A5 route	0.09	0.20	0.00	0.01	0.00	0.06	0.09	0.05

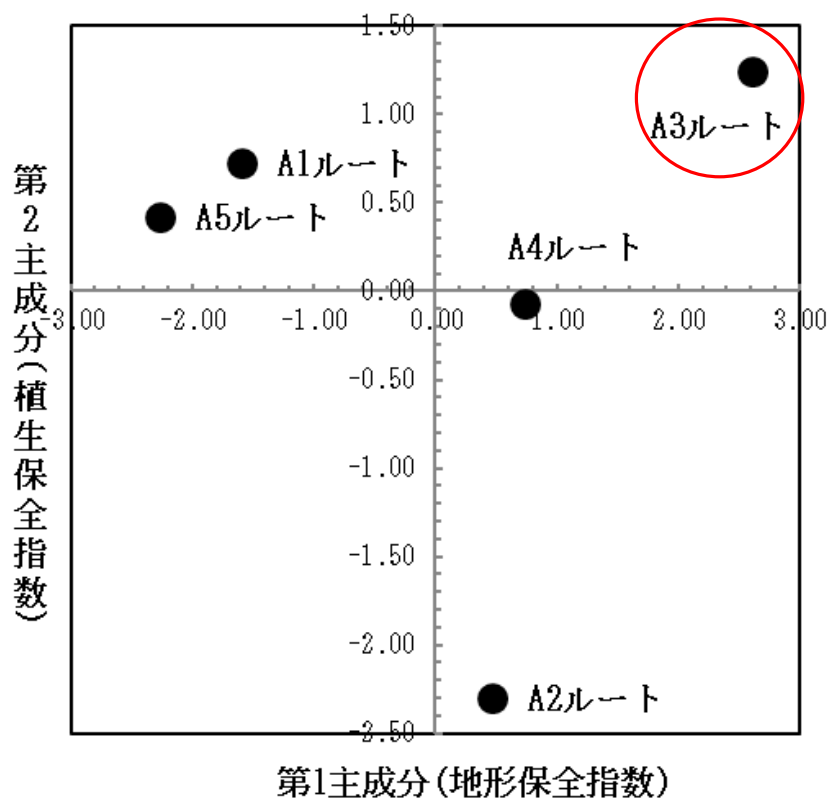
Geneletti, David (2005) Multicriteria analysis to compare the impact of alternative road corridors: a case study in northern Italy. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 23(2), 135~146.

イタリア道路主成分分析

	第1主成分	第2主成分
固有値	3.04	1.51
寄与率	0.61	0.30
累積寄与率	0.61	0.91

固有ベクトル	第1主成分	第2主成分
植生	0.32	0.61
生息地	-0.45	-0.30
土地生産	0.34	-0.65
景観	0.52	-0.33
地形	0.56	0.11

主成分得点	第1主成分	第2主成分
A1ルート	-1.58	0.72
A2ルート	0.48	-2.30
A3ルート	2.61	1.24
A4ルート	0.75	-0.08
A5ルート	-2.25	0.41



手法の比較

	階層分析法	加重総和法	主成分分析
長所と短所視覚化	×	×	○
相関関係対処	×	×	○
恣意性	○	×	○
使用の容易さ	×	○	○

結論

- * 主成分分析は代替案分析手法として有効
- * 利害関係者に好ましい代替案を容易に明示
- * 代替案の協議を活性化する可能性あり
- * 現行の手法との併用により代替案分析が改善
- * より簡易で多数の意見を反映する方法が検討課題

官能評価手法の適用可能性

官能評価手法

1. 商品の評価を目的に人間の五感を用いる統計手法
2. 食品、化粧品、洋服、工業製品、建築デザインの評価に使用されている
3. ペア比較を用いて望ましい方を選択、選択が容易
4. 個人の意見を集約して代替案の順位、有意な差の有無、属性による違いを示すことが可能

シェッフェ法の一対比較法と変法

		1人のパネリストが評価する試料対	
		1対のみ	全ての対
比較順序 (順序効果)	考慮する	シェッフェの原法(1952)	浦の変法(1956)
	考慮しない	芳賀の変法(1962)	中屋の変法(1970)

ペア比較(7 段階評点 4 案 6 対)

代替案	非常に良い	かなり良い	少し良い	同じ	少し悪い	かなり悪い	非常に悪い	代替案
A1	3	2	1	0	-1	-2	-3	A2
A1								A3
A1								A4
A2								A3
A2								A4
A3								A4

ペア比較(7 段階評点 4 案 6 対)

代替案	非常に良い	かなり良い	少し良い	同じ	少し悪い	かなり悪い	非常に悪い	代替案
A1	3	2	1	0	-1	-2	-3	A2
A1					○			A3
A1			○					A4
A2		○						A3
A2		○						A4
A3	○							A4

A1:1-2, A2:3-0, A3:2-1, A4:0-3 順番: A2>A3>A1>A4

テスト1 (東京23区清掃工場)

A1 Sumida 1998



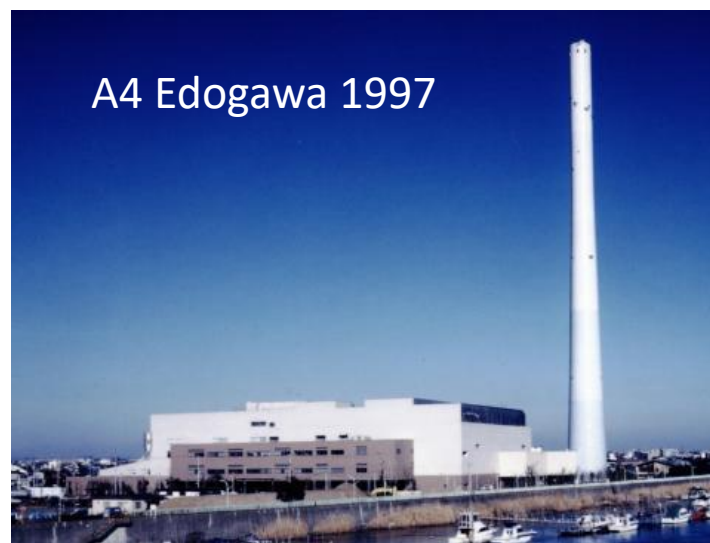
A2 Kita 1998



A3 Katsushika
2006



A4 Edogawa 1997



テスト2(隅田川橋梁)

A1 Kiyosu 1928



A2 Shin-ohashi 1977



A3 Azuma 1931



A4 Eidai 1926



テスト3 (カナダエネルギー政策)

A1: 現状維持、省エネルギー推進

A2: 主に原子力、天然ガス、石油の使用を増加

A3: 再生可能エネルギー・天然ガス・石油・石炭の増加

A4: 水力現状維持、原子力廃止、天然ガス・石油の増加、石炭の顕著な増加

A5: 天然ガス・石油の増加、石炭と水力は微増、再生可能エネルギー開始

Alternatives	Energy conservation	Nuclear energy	Natural gas and RPPs	Hydro	Coal	Renewable energy
A1	↑↑↑	←→	←→	←→	←→	←→
A2	←→	↑↑↑	↑↑↑	↑	↑	←→
A3	←→	↑	↑↑↑	↑	↑↑↑	↑↑
A4	←→	↓	↑↑↑	←→	↑↑↑↑	←→
A5	←→	↓	↑↑↑	↑↑	↑↑	↑
RPPs: refined petroleum products		↑ increase	↓ decrease	←→ no change		

質疑応答・意見交換

- * 官能評価法について
 - * 景観比較・政策比較への適用可能性
- * 代替案比較と住民参加の実際と改善
 - * 比較手法、代替案設定、評価項目設定（誰が設定？）
 - * ステークホルダー分析、参加促進、代替案協議
 - * 代替案協議活性化（利害関係者出席、事業者働きかけ）
- * 環境アセスメント全般について

ご参加いただき有難うございました。

お問い合わせは以下のメールにお願いします。

上條哲也 (Kamijo.Tetsuya@jica.go.jp)