

不確実性下における大規模水資源開発プロジェクトの 逐次繰り返し型意志決定方式に関する研究

An Adaptive Decision-Support System
For Planning Large-Scale Water Resources Development Under Uncertainty

岡田 憲夫*

清水 丞**

1. 研究の背景と目的

近年、わが国における水資源開発事業は利根川・荒川、木曽川、淀川、吉野川、筑後川の各水系での水資源開発計画に代表されるように広域かつ大規模化の傾向にある。このような大規模な水資源開発事業は逼迫化する水需給に対する効率的かつ効果的な解決策となりうるが、その反面で ① プロジェクトの開始から供用までにかなり長い年月（リードタイム）を必要とする、② リードタイムの長大化に伴ってプロジェクトの計画時には予期しなかったような事態がプロジェクト実施の途中および供用後に起こる可能性がきわめて高い、③ このような予期しなかった事態に陥った場合には柔軟な対応がとりにくく、その対応の遅れがきわめて多大な損失をもたらさう、などの問題をはらんでいる。

このため、大規模な水資源開発プロジェクトの立案に当たっては種々の不確実な事態が起こりうることを事前に計画の段階で想定した上で、それに伴う被害・影響が最小になりうるような整備方式を設計することが肝要となる（このような対応を「事前対応」と呼ぶことにする）。それとともに、いったんそのプロジェクトを実施する段階に入った場合は不確実な事態の発生兆候を検知するために長大なリードタイムを活用して常にデータを収集・更新していく態勢をとることにより不確実な事態の発生の予知とそれに伴う被害・影響を最小限に止めるように整備方式を弾力的に補正・変更する必要がでてくる（このような対応を「事後対応」と呼ぶことにする）。

このような観点から筆者らは、まず上記の事前対応問題を取り上げ、基本モデルを開発し、これを事前分析モデルと称している。このモデルの特徴は、①「水需要が時間とともに増大するパターンからある時点でその伸びが止まって、以降横這いを続ける現象」を「構造変化」と定義し、その発生時期が不確実であるとしている、②モデル化に当たってはリードタイムの機能・制約を組み込むことによりプロジェクトが開始されてからリードタイム分の時間が経過して初めてそれが実際に稼動するように定式化している、③プロジェクトの採択・延期に関する評価基準として期待便益を考えている、などである（図1参照）。

筆者らは、この基本モデルを多角的に運用することによりその有効性を明らかにしている。¹⁾²⁾さらに、上記の基本モデルを拡張することにより、事後対応問題の分析（事後分析）のための1つの拡張モデル（事後分析モデル）を提案している。

今回の研究では再び事前分析モデルを取り上げ、その拡張を行なう。すなわち、これまでの事前モデルで

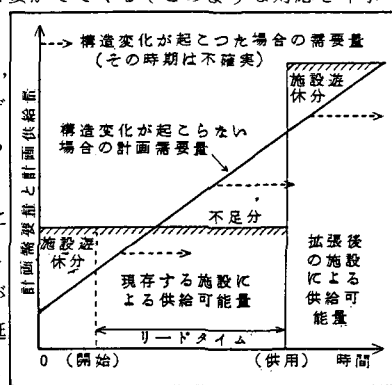


図1. モデルの概要

* Norio OKADA, 正会員 工博 鳥取大学助教授 工学部海洋土木工学科

** Susumu SHIMI ZU, 学生員 鳥取大学大学院 工学部土木工学科

はプロジェクト採択・延期についての意志決定に初めて入る時点（零時点）において構造変化の発生確率とペナルティ費用（現存施設による供給可能量を水需要量が上回った場合の経済的損失を単位不足水量当りの機会費用として見積ったもの）のみの情報をもとに図2に示すQ-P曲線図を用いてプロジェクト採択・延期について意志決定を行うことを想定していた。これに対して本研究では、従来のようにプロジェクトの採択・延期に関する意志決定を零時点のみに限定せずにプロジェクトが採択されるまではその決定を逐次繰り返す意志決定方式を考える（これを「逐次意志決定方式」と呼ぶ。これに対して従来の方式を「零時（一回）意志決定方式」と呼ぶ）。この逐次意志決定方式の特徴は、時間の経過とともに

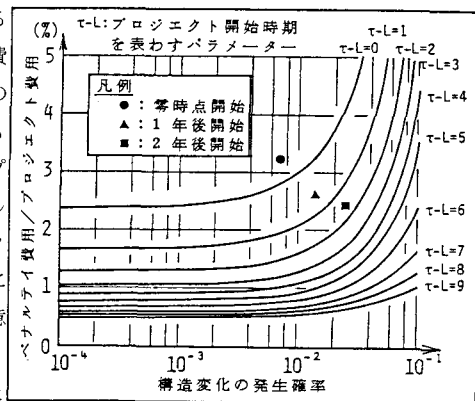


図2. Q-P曲線図

に新たに得られたより多くの情報をもとにプロジェクトの採択・延期についての意志決定に関する判断基準のデータを更新しながら各時点でその意志決定を行ない、最終的にプロジェクトの採択に至るまでこれを繰り返す点にある。

筆者らは、既にこのような逐次意志決定過程がベイズ決定理論を用いてモデル化できることを明らかにしているが³⁾、本研究ではさらに複雑な不確実性事象を想定するとともに具体的な実例を基に本拡張モデルの有効性を検証する。その際、本モデルに基づいた意志決定をシステムティックに進めることを目的としてマイクロコンピュータ・ディスプレイを利用した対話型の意志決定支援システムの開発を行なう。次いで、本意志決定支援情報システムを多角的に運用することにより本研究で想定した逐次繰り返し型意志決定方式の有効性と本情報システムの有用性を実証することにする。

2. モデルの定式化

ベイズ決定理論を用いた逐次繰り返し型意志決定方式を説明する前に、必要な用語・記号の説明および場面設定を行なう。

(1) 時点

零時点（0） — プロジェクト開始・延期に関する意志決定が始められる最初の時点（図3参照）。

現時点（ v_0 ） — プロジェクト開始・延期に関する意志決定をしようとしている時点（図3参照）。

(2) 期間

全観測済み期間〔 $0 \leq v \leq v_0$ 〕 — 零時点から現時点までの期間であり、この期間では既知のデータが得られる。なお、この期間の時間単位はVとし、これを単位観測期間と呼ぶ（図3参照）。

現観測期間〔 $v_0 \leq v \leq v_0 + V$ 〕 — 現時点から次の意志決定をしようとしている時点までの期間であってその長さは単位観測期間Vとする。現時点では、この期間の現象は未知である（図3参照）。

なお、現時点が単位観測期間分だけ先に移った場合には、全観測済み期間もその期間分だけ長くなって当該期間の発生事象を付加した需要変動パターンがデータとして蓄えられることになる。

(3) 自然の状態（ θ ）

さて、現観測期間（ $v_0 \leq v \leq v_0 + V$ ）での水需要の変化パターンには次の2つの状態があると考える。

自然の状態 θ_1 — 現時点から次期意志決定時点の間は水需要が伸び続ける（次期意志決定時点以降は停滞と伸長のいずれもありうる）。（図4参照）

自然の状態 θ_2 — 現時点以降、水需要が横這い状態になる（図4参照）。

なお厳密には、現観測期間では見かけ上停滞するが、それ以降再び増大する場合が考えられるが、ここでは

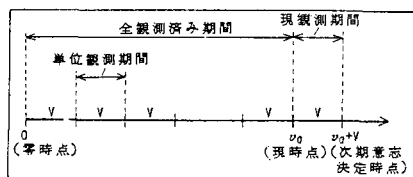


図3. 時点および期間の定義

これは近似的に θ_1 の場合と同じと考えて考慮しない。このようにモデル化すると上記の2つの状態は単位観測期間において背反な事象であり、現時点においてはそのうちいずれが生起するかはあくまでも現時点以前の全観測済み期間にわたる観測結果を通じて間接的に類推するしかない。

(4) 行動 (a)

これに対して現時点で取りうる行動には次の2つが考えられる。

行動 a_1 — 現時点でプロジェクトを開始する。

行動 a_2 — 現時点でのプロジェクトの開始を延期する。

(5) 損失関数 $L(\theta, a)$

次に、状態 θ の各場合に対して行動 a を選択したときの結果を損失として評価することにより損失表(表1参照)を作成する。この場合それぞれのケースの損失値は筆者らが従来の研究¹⁾²⁾³⁾で開発した損失関数を拡張することによりその値を具体的に計算することができる。

損失関数 $L(\theta_i, a_j)$ — 行動 a_j ($j=1, 2$) を選択した際に結果的に状態 θ_i ($i=1, 2$) になった場合の損失(図5参照)

これを θ_1, θ_2 のそれぞれの場合に分けて考える。

$L(\theta_1, a_j)$ ($j=1, 2$) …… このケースは現観測期間で水需要が伸びる場合であるが、次期意志決定時点($t_0 + V$)以降ではそのまま伸び続ける以外に横這い状態になる可能性もあるのでこれを考慮して期待損失を定式化している。すなわち、全観測済み期間内の水需要変動は単位観測期間の長さを単位としてパターン化しており各単位観測期間において状態 θ_1, θ_2 のいずれが起こっていても対応できるように定式化している。これによって水需要が階段状に変動するパターンや、現時点において停滞している水需要が再び伸び始めるパターンをもシミュレーションできるのでこの意味で筆者らが以前に開発したモデル³⁾より現実的である。なお、後者のパターン(停滞→伸長)を想定することはこの停滞の部分が「見せかけの構造変化」事象であると考えていることになる。

$L(\theta_2, a_j)$

($j=1, 2$) ……

このケースは現時点以降、水需要が横這い状態になる場合(つまり、構造変化が生じた場合)なので損失関数の計算には、次期意志決定時点($t_0 + V$)以降で水需要が再び伸び始める可能性を考慮していない。

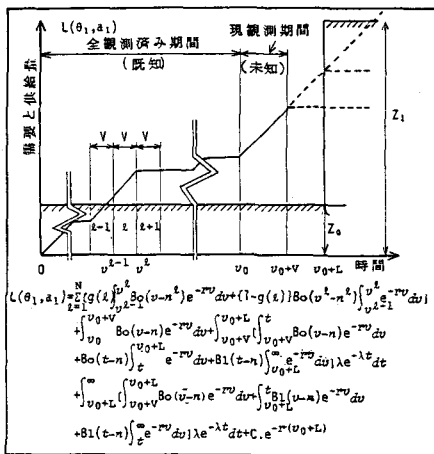


図5-1. 損失関数 $L(\theta_1, a_1)$

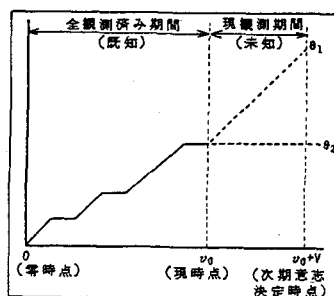


図4. 自然の状態

表1. 損失表

状 態		行 動	
		a_1	a_2
θ_1		$L(\theta_1, a_1)$	$L(\theta_1, a_2)$
θ_2		$L(\theta_2, a_1)$	$L(\theta_2, a_2)$

表2. 損失関数で用いる記号

v	: ある任意の時点 ($v \geq 0$)
t	: 構造変化の起こる時点 ($t \geq 0$)
$B_0(v)$	: プロジェクトが供用されていない時点 v における損失 (v の関数)
$B_1(v)$	: プロジェクトが供用された後の時点 v における損失 (v の関数)
r	: 時間割引率
e^{-rv}	: 時点 v における時間割引係数
$\lambda e^{-\lambda t}$	: 構造変化の発生に関する確率密度関数
L	: リードタイム
C	: プロジェクト費用
τ^*	: プロジェクト開始時期
τ^*L	: プロジェクト供用時期
$[t-1, v]$	: 全観測済み期間における等時点から i 番目の単位観測期間 ($v^0=0, v^N=v_0$)
N	: 全観測済み期間を単位観測期間 (V) 単位で数えた回数
n	: 時点 v_0 以前の全観測済み期間において各単位観測期間で状態 θ_2 を観測した回数
n^L	: 時点 v^L 以前の全観測済み期間において各単位観測期間で状態 θ_2 を観測した回数
$g(z)$	: 0 期間 $[t-1, v^L]$ で水需要が横ばい状態である場合
$g(z)$	: 1 期間 $[t-1, v^L]$ で水需要が伸び続ける場合

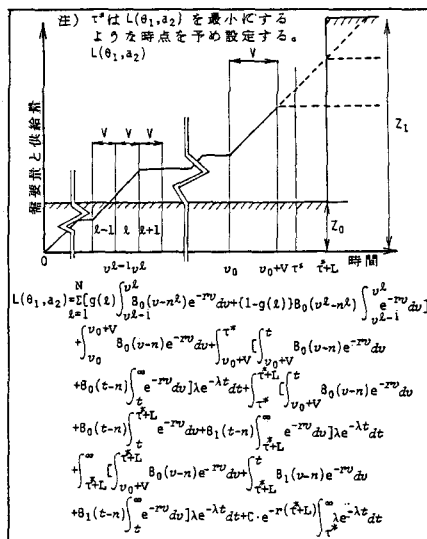


図5-2. 損失関数 $L(\theta_1, a_2)$

(6) データ (Z)

さて、意志決定者は行動パターンを選択するに当り上で得られた損失表の数値を参考にすることになる。それと同時に、ある程度自然の状態を予測して行動 a を起こさなければならぬ。この場

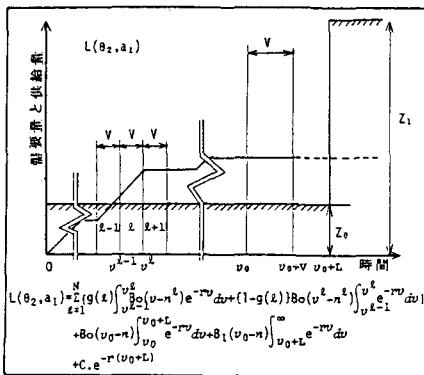


図5-3. 損失関数 $L(\theta_2, a_1)$

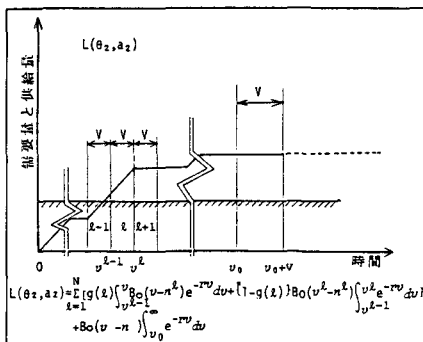


図5-4. 損失関数 $L(\theta_2, a_2)$

合、現時点において自然の状態 θ が未知であるため、現時点より以前の全観測済み期間で観測された既知のデータをその判断情報として活用することを考える。この蓄積された過去の需要変動はミクロにみるときわめて多くの形態がみられようが、ここではマクロにその傾向をパターン化すれば十分だと考えて次のような6つの水需要の推移パターンを考えた(図6参照)。

データ Z_1 — 全観測済み期間において水需要が横這い状態を持続しているパターン

データ Z_2 — 全観測済み期間の上半期に水需要が横這い状態になり、以降現時点までその状態が続いているパターン

データ Z_3 — 全観測済み期間の下半期に水需要が横這い状態になり、以降現時点までその状態が続いているパターン

データ Z_4 — 全観測済み期間の下半期に水需要が伸び始め、以降現時点まで伸び続けているパターン(下半期の転換時点の直前は水需要が停滞していたはずであるが、それ以前の履歴は問わない)。

データ Z_5 — 全観測済み期間の上半期に水需要が伸び始め、以降現時点まで伸び続けているパターン(上半期の転換時点の直前は水需要が停滞していたはずであるが、それ以前の履歴は問わない)。

データ Z_6 — 水需要が全観測済み期間全体にわたって伸び続けているパターン

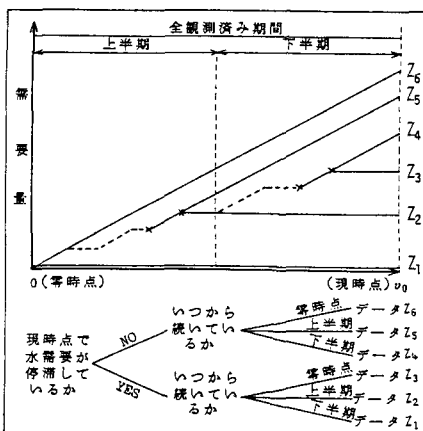


図6. データ Z の定義

(7) 応答確率 $P_\theta(Z)$

応答確率とは自然の状態 θ_i ($i = 1, 2$) に対して全観測済み期間内で観測された状態(データ)が Z_k ($k = 1, \dots, 6$) となる主観確率を表わしている。これは過去の関連データなどの分析結果をもとに意志決定者が設定することになる(表3参照)。

表3. 応答確率

状態	データ					
	Z_1	Z_2	Z_3	Z_4	Z_5	Z_6
状態 θ_1	$P_{\theta_1}(Z_1)$	$P_{\theta_1}(Z_2)$	$P_{\theta_1}(Z_3)$	$P_{\theta_1}(Z_4)$	$P_{\theta_1}(Z_5)$	$P_{\theta_1}(Z_6)$
状態 θ_2	$P_{\theta_2}(Z_1)$	$P_{\theta_2}(Z_2)$	$P_{\theta_2}(Z_3)$	$P_{\theta_2}(Z_4)$	$P_{\theta_2}(Z_5)$	$P_{\theta_2}(Z_6)$

3. バイズ決定理論の手順

(1) ノー・データ問題

① 零時点における自然の状態 θ_1, θ_2 に対する事前発生確率をそれぞれ $1-q$, q (=構造変化の発生確率)とする。

② 行動 a_j ($j = 1, 2$) を選択した時に結果的に状態 θ_i ($i = 1, 2$) になった場合の損失 $L(\theta_i, a_j)$ を計算する。

③ 事前期待損失 — 自然の状態 θ_1, θ_2 のいずれが発生するのかわかり

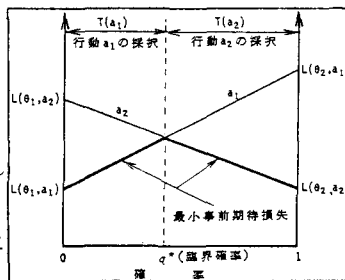


図7. 事前期待損失図

なのでそれぞれの状態に対応する事前発生確率を考慮して行動 a_j ($j = 1, 2$) に対する事前期待損失を次のように計算する。 $EL_j = (1 - q) \cdot L(\theta_1, a_j) + q \cdot L(\theta_2, a_j)$ ($j = 1, 2$)

④ $EL_j^* = \min_j \{ EL_j \}$ となる行動 a_j^* を最適な行動パターンとして採択する。なお、③④の作業を図式化したものが図7であり、図中の $T(a_1)$ 、 $T(a_2)$ はそれぞれ行動 a_1 、 a_2 を選択するのが望ましい構造変化の発生確率の範囲を示している。これよりノー・データ問題（観測データがない場合）における事前確率は「事前モデル」での構造変化の発生確率に相当し、この確率が区間 $T(a_1)$ または $T(a_2)$ 内の値をとるときにはそれぞれ行動 a_1 または a_2 を採択すればよいことがわかる。なお、図7において行動 a_1 に対応する右上りの直線が行動 a_2 に対応する右下りの直線に対して相対的に左上の方に移動していくと、臨界確率 q^* はしだいに零に近づき、ついには負の領域に入ってしまう。このとき、構造変化の発生確率 $0 \leq q \leq 1$ の範囲では必ず行動 a_2 （延期）が妥当化されることになる。

(2) ベイズ決定方式

① ベイズの定理を用いて自然の状態 θ_i ($i = 1, 2$) のときのデータ Z_k の確率 $P_{\theta_i}(Z_k)$ と構造変化の事前確率 q の値からその事後確率 $q_{zk}(\theta_i)$ を次のように計算する。

$$q_{zk}(\theta_i) = q(\theta_i) \cdot P_{\theta_i}(Z_k) / \sum_{i=1}^2 q(\theta_i) \cdot P_{\theta_i}(Z_k) \quad (i = 1, 2; k = 1, \dots, 6)$$

ここに、 $q(\theta_1) = 1 - q$ 、 $q(\theta_2) = q$ である。

② 全観測済み期間で観測されたあるデータ Z_k ($k = 1, \dots, 6$) に対応する事後確率 $q_{zk}(\theta_i)$ をその事前確率 $q(\theta_i)$ の代わりに損失関数に入力して新たな損失表を作成する。

③ 以下、上の①～②の手順を繰り返す。

4. 逐次繰り返し型意志決定支援情報システム

本研究では、本モデルを意志決定支援情報システムとして機能させるためにマイクロコンピュータ・ディスプレイシステムを利用した対話型情報システムを開発した。本情報システムのフローは図8に示すとおりである。なお、写真1～写真3は本システムの実用例の一部である。

5. 逐次繰り返し型意志決定支援モデルによる実証的分析

上述のようにして開発した本モデルを実際に多

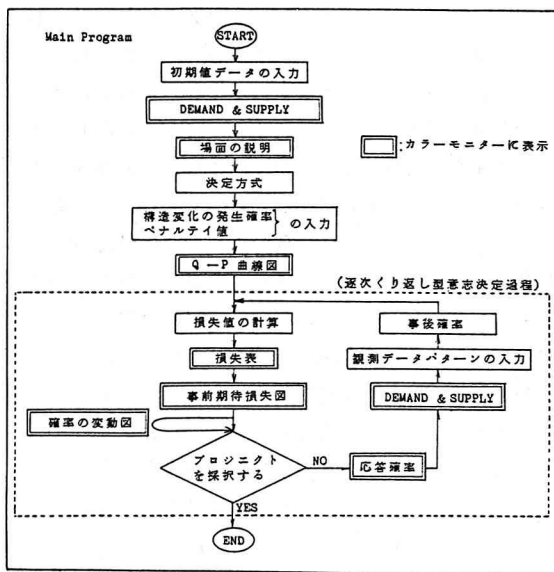


図8. 逐次繰り返し型意志決定支援情報システムのフローチャート

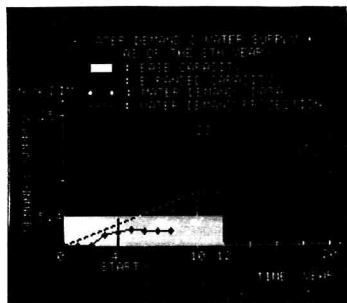


写真1. DEMAND & SUPPLY

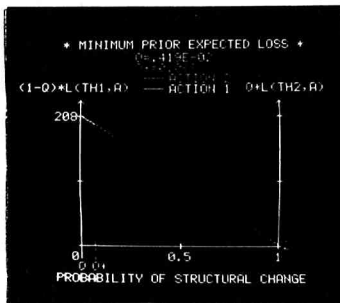


写真2. 期待損失図

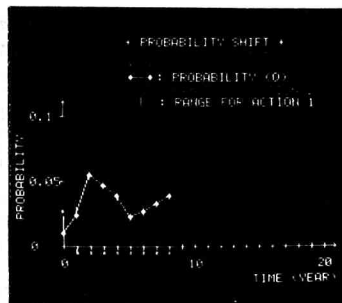


写真3. 確率の変動図

角的な視点から運用することによりその有効性を検証する。その際、具体的な場面設定として松江市の第10次水道拡張事業を取り上げる（写真1，表4参照）。なおこの事業の詳細については既に発表済み²⁾なのでここでは省略する。

5・1 モデルの一般的特性に関する解析

水需要の変動パターンとして松江市の昭和48年から53年の実績値をそのまま用い、以下はある勾配で直線的に伸びるパターンが実現するとして（図9，図10参照）解析を行う。この場合、現時点を昭和48年とし、これを基準化年0とする。また、単位観測期間を1年とする。

（解析ケースⅠ：応答確率設定パターンの影響）

応答確率設定パターンの影響を調べるために表5の標準ケースと解析ケースⅠに示すような2通りの応答確率設定パターンを考え、計算を行った。標準ケースはデータZのパターンの差をあまり大きく主観確率に反映させないものであり、一方解析ケースⅠはその差を大きく評価した場合に相当している。図11はそれぞれのケースの計算結果を構造変化の発生確率（基準化年1以降は事後確率）と発生確率の臨界値（発生確率がこれ以下の場合にはプロジェクト採択、これ以上の場合には延期すべきことを示す臨界確率）の時間的変動パターンを比較したものである。

(i) いずれの場合にも水需要の実績値に停滞化が現われ始めるにつれて構造変化の事後確率が高まるのに対してそれが上昇している間は逆にその値は低くなる傾向が認められる。

(ii) データZのパターンの差を応答確率の差として積極的に評価する立場とその逆とは構造変化の事後確率の推定値が1桁近く違うことが分かる。

(iii) いずれの場合でも基準化年1以降は臨界値が負の値をとっているが、これから判断するかぎりではプロジェクトの採択が妥当化されていないことが分かる。

(iv) 従って、上記のような場合、応答確率の影響が事後確率の推定値に大きな影響を与えるものの、その違いがプロジェクトの採否の判断を分けることに必ずしもならないことがわかる。

（解析ケースⅡ：ペナルティ値の影響）

本研究では筆者らのこれまでの研究成果（松江市の異常渇水時の応急対策費よりペナルティ値を割り出した。詳細は文献2)参照）をふまえ、（ペナルティ値／建設費）比 $=p/C$

表5. 各解析ケースのデータ

ケース名	応答確率	データZ						ペナルティ値 (P/C)	構造変化の発生確率の初期値 (Q)	施設過剰率 (a)
		Z ₁	Z ₂	Z ₃	Z ₄	Z ₅	Z ₆			
標準ケース	θ ₁	0.1	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.036	0.01	0.01
	θ ₂	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.1			
解析ケースⅠ	θ ₁	0.04	0.07	0.09	0.15	0.25	0.4	0.036	0.01	0.01
	θ ₂	0.4	0.25	0.15	0.09	0.07	0.04			
解析ケースⅡ	θ ₁	0.1	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.01	0.01	0.01
	θ ₂	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.1			
解析ケースⅢ	θ ₁	0.1	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.036	0.1	0.01
	θ ₂	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.1			
解析ケースⅣ	θ ₁	0.1	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.036	0.01	0.1
	θ ₂	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.1			
実験ケースⅠ (被験者M)	θ ₁	0.1	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.036	0.1	0.01
	θ ₂	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.1			
実験ケースⅡ (被験者W)	θ ₁	0.1	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24	0.036	0.01	0.01
	θ ₂	0.24	0.21	0.18	0.15	0.12	0.1			

表4. 松江市の第10次水道拡張事業のデータ

a : (遊休ペナルティ/不足ペナルティ) 比	0.01
r : 時間割引率	0.06
L : リードタイム	8 (年)
Z ₀ : 基本有効容量	5.4 (無次元化)
Z ₁ : 拡張有効容量	2.2 (無次元化)
D : 1年当りの需要増加量	1 (1/年)
C : プロジェクト費用	63.9 (億円)
λ : 1年当りの構造変化の発生頻度の平均値	$\lambda = \ln \frac{1}{1-Q}$
Q : 構造変化が当該年からその翌年の1年間に起こる確率	0.01
(損失式)	
$B_0(v) = pmax\{0, D \cdot v - Z_0\} - Q \cdot pmin\{0, D \cdot v - Z_0\}$	
$B_1(v) = pmax\{0, D \cdot v - Z_1\} - Q \cdot pmin\{0, D \cdot v - Z_1\}$	

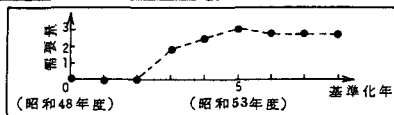


図9. 松江市の水需要変動 (昭和48～53年の実績値)

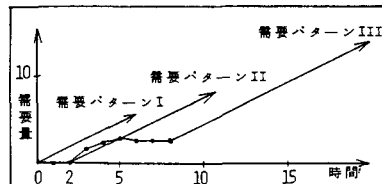


図10. 需要パターンの設定

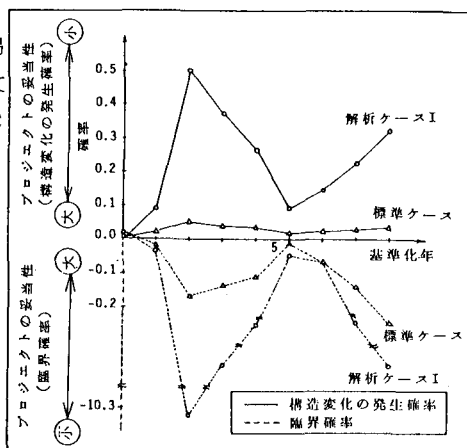


図11. 応答確率の変動に関する構造変化の発生確率と臨界確率の時間的変動

= 0.036 を基準値と考え、標準ケース及び、解析ケースⅡを除くその他すべてのケースではこの値を採用した（表5参照）。ただし、ペナルティ値をどのように推算するかはプロジェクトの決定にかなりの影響を及ぼすものと推定される。

そこで解析ケースⅡでは他のパラメータ値は全て標準ケースと同じままで $p/C = 0.010$ とした場合を考えた。

図12より明らかなように標準ケースでは基準化年0時点のみではプロジェクトの採択が妥当化されるが、解析ケースⅡではいずれの場合でもプロジェクトの採択は妥当化されないことになる。 p/C の値をさらに小さくしていくことにより一般的に、ペナルティ値が小さくなるにつれてプロジェクトの妥当性がしだいに減少していくことが確認される。

（解析ケースⅢ：構造変化の発生確率〔事前確率〕の影響）

標準ケースでは構造変化の発生確率の初期値を $Q = 0.01$ として設定しているが、解析ケースⅢではこれを $Q = 0.1$ にした場合について考える（表5参照）。図13から明らかなように Q の初期値の差の影響は最後まで事後確率や臨界確率の推定値に大きく出ていることがわかる。しかし、その影響が必ずしもプロジェクトの採否の判断を分けるものではないことは文献2)で述べたことと同様である。

（解析ケースⅣ：施設遊休率の評価の影響）

ペナルティ値は単位量当りの供給不足量を経済価値（損失）として見積ったものであるが、同時にモデルではペナルティ値の定数倍 a を乗じた値が施設遊休の損失値に相当するとしている。従って a の値を大きくするほど施設遊休の影響を重要視することになる。図14から明らかなように応答確率や臨界確率の推移からみて a の値が大きくなるほど少なくとも初めのうちはプロジェクトの妥当性が低く見積られることがわかる。

5・2 実験ケースの分析

以下では、上述してきた各パラメータ値のうち Q の初期値を除いてはすべて標準ケースに準ずる（表5参照）ものとして後は被験者の主観的判断に委ねることにして実験を行った。その際、被験者が主観的に判断するものは Q の初期値、データ γ のパターン（の認識の仕方）ならびにプロジェクトの採否に関する最終的判断である。実験に当っては予め図10に示したような3通りの需要パターンのいずれが実現するかを伏せたままそれぞれの場合について被験者の応答をみることにねらいを置いた。図15および図16はその結果の一部を整理したものである。これより次のようなことがいえよう。

(i) 同一の需要実績パターンをデータとしてパターン認識する場合、被験者Nと被験者Wともマクロには同じであるが、ミクロには差が認められる。

(ii) 需要パターンⅢ（松江市の実績を外挿したもの）を与えるといずれの被験者ともプロジェクトの採択のタイミングを基準化年17～19程度にまで延ばしている。この開始のタイミングは基準化年8以降で需要が上向いて以来、構造変化の事後確率を初めて下回ったときで被験者はいずれもこれをそのまま自身の判断とし

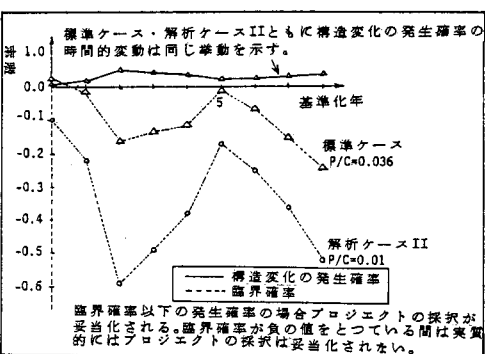


図12. P/C の変動に関する構造変化の発生確率と臨界確率の時間的変動

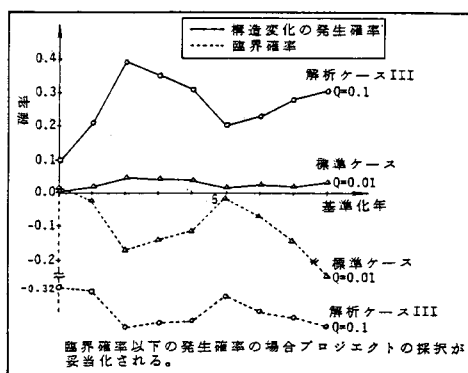


図13. Q の初期値の変動に関する構造変化の発生確率と臨界確率の時間的変動

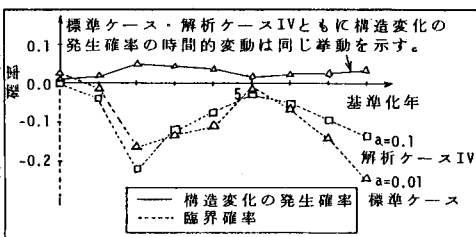


図14. 施設遊休率の変動に関する構造変化の発生確率と臨界確率の時間的変動

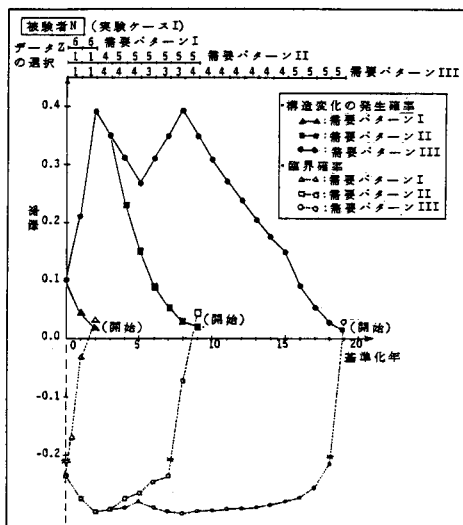


図15. 実験ケースI (被験者Nに関する構造変化の発生確率と臨界確率の時間的変動)

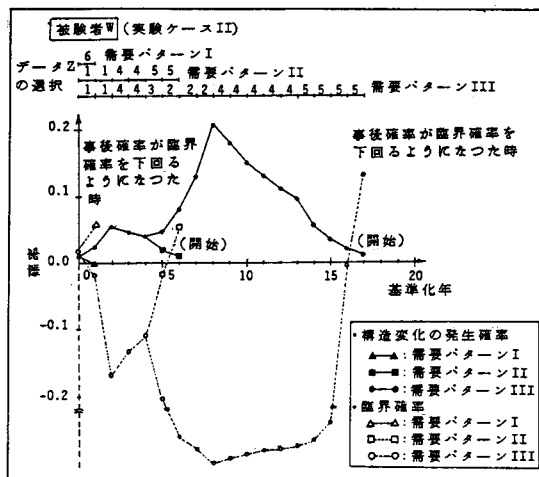


図16. 実験ケースII (被験者Wに関する構造変化の発生確率と臨界確率の時間的変動)

て採用している。しかし、被験者Wの場合、事後確率が臨界確率を下回るようになった時点は実は基準化年1時点にもあったことに留意する必要がある。すなわち、この被験者はこの時点では情報不足とみてプロジェクトの開始を見送る方を選んだ訳で、この場合本モデルによって提供された判断情報はそのままの形で採択されなかったことになる。これに対して需要パターンI、IIの場合はいずれもモデルの判断情報がそのまま自身の判定として用いられている。

(Ⅲ)各被験者に口頭でアンケートをとったところこの意志決定支援モデルを用いた実験により、不確実性下における水資源プロジェクトの意志決定問題の重要性とその困難さがよく認識できたと答えている。またこの実験の過程で本モデルの内容の理解が飛躍的に増大したことが筆者らの口頭試問の結果、判明している。

6. むすび

以上の議論を整理すれば、本研究の成果は概ね次のようになる。

(1)この種の不確実性下の意志決定問題に対する科学的支援システムとしての1つの原型モデル (prototype) を提示しえたこと。

(2)本モデルの意味内容・運用の仕方、ならびにそこで取り上げている意志決定問題の本質をモデルの利用者に学習してもらうためには対話型モデルが有効であることが実験的に確認されたこと。

なお、本モデルはあくまで開発途上にあり、これをさらに実用段階にまで高めるためには、実務家を交えてできるだけ現実的な場面でその適用可能性とその拡張・改善の方法について検討を重ねていくことが不可欠であると考えられる。

7. 参考文献

- 1) Erlenkottor, Sethi, Okada 「PLANNING FOR SURPRISE: WATER RESOURCES DEVELOPMENT UNDER DEMAND AND SUPPLY UNCERTAINTY」, Working Paper, No. 312, U.C.L.A (1981)
- 2) 岡田憲夫, 清水 丞 「不確実性下における意志決定支援モデル — 水資源開発計画を例にして」 第5回土木計画学研究発表会講演集 (1983年1月)
- 3) 岡田憲夫, 清水 丞 「不確実性下における大規模水資源開発プロジェクトの意志決定支援モデル — バイズ決定理論の応用」 第38回土木学会年次学術講演会概要集 (1983年9月)