

# 特集論文(社会基盤整備のためのリスク分析) 対立リスクを考慮した沿岸域利用計画モデル

黒田勝彦\*・浦屋 玲\*\*

広域沿岸域空間の利用計画は、空間利用に対する視点の違いによる種々の対立が考えられる。本研究はこのような対立が原因でゾーニング計画自体が破綻するリスクを可能な限り減少させるためのゾーニングの手法を提案するものである。具体的には、国による広域ゾーニングと地方の独自の計画に基づくゾーニングによって引き起こされる空間利用上の対立を2段階n人協力ゲームを導入することによって未然に防止する計画法を提案する。また、モデルを大阪湾沿岸域に適用し、実用性のあることを示した。

**Key Words** : failure risk of plan, conflict management, planning model, coastal area zoning, cooperative game

## 1. 緒 言

空間のゾーニングの目的は、財産価値の保全、そこで行われる各種活動の効率性の実現、各種都市問題を社会政策上の問題としてとらえその解決手段とする等であるとされている<sup>1)</sup>。しかしながらゾーニングに際しては、特定の個人または団体のみを対象とするものでない故に、また、私権を制限したりする側面がある故に、多くの利害関係者が対立する。これらのことが原因で、計画が公表された時点で利害関係者の合意が得られず計画の破綻を引き起こす場合が少なくない。このような現実には、計画主体である公共団体あるいは行政にとって「計画破綻リスク」として認識される。一般的に計画が破綻するリスクの存在理由は、伝統的な「リスクの存在理由」<sup>2)</sup>に当てはめて考えると以下のように記述することが出来る。すなわち、①計画案策定の時点で、「関係するであろう多くの個人または団体の行動」が不確実であり確定的な予測が困難である。したがって、策定された計画目的を達成出来るかどうか不確実で、実施途中で計画が破綻する場合が考えられる。このような種々の不確実性の存在による計画破綻リスクを「不確実性リスク」と呼ぶ。

一方、このような不確実性の存在による計画破綻リスク以外に、②利害関係者が多様であり全ての利害関係者にとって満足いく計画案の策定が困難であり、結果として合意を得られずに計画が破綻するリスクが考えられる。このような計画破綻リスクを「対立リスク」と呼ぶことにする。

①のような「不確実性リスク」の側面は計画の各段階で実際に数多く存在している。需要予測はその典型であ

ると言える。提供されるサービスに対してサービス提供者が意図するように利用者が反応してくれるかどうかの不確実性こそが「需要予測の不確実性」の大半を占めると言ってもよい。需要予測の側面では「予測モデルの誤差」として計画の中で定量的に取り扱われており、それに対応する計画法についても多くの研究がなされている<sup>3),4)</sup>。これはとりわけ計画にダイナミズムを生む大きな要素として指摘されている<sup>5)</sup>。しかし、「対立リスク」に起因する計画破綻リスクはほとんど計画モデルとしての研究の対象とされて来なかった。その大きな理由は「計画目的の内容の問題」ないしは「計画案を策定する際の手続きの問題」として意識されており、「行政目的、行政手続きあるいは制度の問題」として研究者の研究対象にならなかったことが上げられる。この対立リスクに関連する研究は計画が破綻するリスクという形式よりもむしろ「計画の合意形成手続き問題」に関する研究として位置づけられてきた。すなわち「コンフリクト・マネジメント」の一分野として研究され<sup>6)-10)</sup>、「計画のリスク・マネジメント」という形での位置づけはなされてこなかった。しかし、「土木計画とリスク」という側面から眺めた場合、事前(計画を公表する以前)に「計画が破綻するリスク」をどのように減少または除去するかは重要な課題である。「不確実性リスク」への一つのアプローチは不確実性下での意思決定問題としてのフレームを構成することにより、不確実性によるリスクを明示的に取り扱う方法である。この手法の代表的なものは統計的決定理論<sup>11)</sup>であり、土木工学への応用も多くなされている<sup>12)</sup>。一方、「対立リスク」のような計量的にリスクを評価することが困難な問題では、リスクを明示的に取り扱わないリスク・マネジメントのアプローチが有効と思われる。筆者は、このような観点から、公共プロジェクトの代替案選定におけるプロセスで代替案が公表出来ない場合と公表出来る場合についての合意形成の方法<sup>13)</sup>

\* 正会員 工博 熊本大学教授 工学部土木環境工学科  
(〒860 熊本市黒髪 2-39-1)

\*\* 正会員 工修 大阪ガス

表一 リスク対応策の分類

戦略名	戦術名	具体例
回避戦略 (Aversion)	トレース戦術	同一計画，同一構造，同一工法
	逃避戦術	移転，迂回，計画変更，設計変更，工法変更
	待機戦術	不動待機
除去戦略 (Elimination)	スパイ戦術	全数調査，実物（模型）実験，アンケート調査
	事前予防戦術	防災施設，増発，各種規制，過大計画，過大設計
	観測型戦術	追いかけて投資，観測施工，試験工事，臨時便，避難，移転，保全
軽減戦略 (Reduction)	待機・冗長戦術	広域水管理，Fool-proof，Fail-proof
	分散戦術	集中規制，遊水池，財産分散，多角経営，保険
	修復・避難戦術	修理，更新，避難

を提案した。さらに、空間利用計画における立地主体間の対立リスクを考慮した計画法としてゲームの理論を援用した方法を提案した<sup>14)</sup>。本論文はそれらの研究の延長である。すなわち、広域の空間利用計画案を策定する場合に、立地主体同士の対立リスクと計画主体同士の対立リスクの2種類の対立リスクが考えられるが、これらのリスクの内、立地競合から派生する対立リスクの解消法については文献14)で発表した。本論分では、階層政府間の空間利用上の対立リスク（国と都道府県）および県内の市町村間の空間利用上の対立リスクを未然に出来る限り減少せしめる計画法を提示するものである。すなわち、ゾーニング計画の破綻の一原因と考えられる「地域の発展を考慮しつつ広域的な視点から調和ある利用を考える国の立場」と、「広域の調和を念頭に入れながらも地域の発展を最優先する地方政府としての立場」の差異からくる空間利用計画の対立の調整法および立地主体同士の競合から派生する空間利用上の対立調整法を提案する。モデルの概要は文献15)に一部発表している。

2章では、土木工学分野におけるリスク対応の考え方や方法を整理し、「リスク・マネジメント」の観点から本研究の位置づけを行うとともに空間利用計画手法から見た青山<sup>16)</sup>の整理に従って、本手法の位置づけを行う。3章はモデルの定式化、4章は今後この種のリスク問題としてクローズアップされることが予想される沿岸域空間におけるゾーニング計画への適用事例を示しモデルの実行可能性を検討する。5章は結語である。

## 2. モデルの位置づけ

### (1) リスク対応策としての位置づけ

表一は土木工学におけるリスク対応の考え方（戦略）および方法（戦術）を整理したものである<sup>17)</sup>。表中、回避戦略（aversion strategy）とは、リスクが想定される場合、リスクの発生そのものを回避しようとする考え方で、「君子危うきに近寄らず」とする考え方である。このような考え方に立った方法（戦術）としては、過去に行われた安全な道をそのまま辿り、危険にはチャレンジ

しないトレース戦術、危険な局面そのものから逃げ出す逃避戦術、何も新しいことはせずにじっとしている待機戦術の3種類の戦術がある。

第2の考え方は除去戦略（elimination）である。この考え方は、リスクが想定されるならば、その原因を取り除こうとする積極的考え方の対処法であり、それが情報の不足による不確実性に起因する場合は情報を集め不確実性を取り除こうとするスパイ戦術、不確実性があったとしても結果としてシステムに悪い結果が出ないように事前に手を打っておこうとする事前予防戦術、また、両者の方法を組み合わせて、観測によって情報を収集しながら直前に防御するといった観測型戦術が含まれる。

第3の軽減戦略（reduction）は、リスクの除去や回避が困難な場合に適用される考え方で、「ある程度のリスクは覚悟しておこう」とするものである。この考え方に含まれる方法は、一部に機能傷害が発生してもトータルのシステム機能が損なわれないようにシステムに「冗長性」を持たせる戦術、発生するであろうリスクを分散して受けとめ壊滅的打撃を受けないようにするリスク分散戦術、リスクが発生すればそれを修復・保全して大規模な損害に至らないようにする戦術がある。それぞれの戦術の意味をより明確に理解出来るように、具体例を表中の最右欄に示した。

これらのリスク対応の考え方の中で、本研究が取り扱う方法、予想される「対立による計画破綻リスク」を出来る限り事前（代替案作成時）に防御策を講じておこうとする事前予防戦術に位置づけることが出来る。すなわち、後述するように、種々のゾーニング主体及び立地主体が空間の利用計画において対立するであろうことを予想し、可能な限り対立を調整するような計画案を策定する方法の提案である。このような代替案策定法に代わる方法としては、現在までのところ、利害関係者の計画案策定段階における参加、あるいは意見聴取という形での調整法、ゲーミング・シミュレーションを用いた合意形成法がある。前者の方法は表一におけるスパイ戦術、後者は観測型戦術に分類出来る。

(2) 従来のモデルとの関連

空間利用モデルとしては、青山<sup>16)</sup>が整理したように、規範的土地利用モデル(計画最適化モデル)と行動論的土地利用モデルの2種類がある。青山の整理した土地利用モデルの系譜から言えば、本研究で開発したモデルは、計画最適化モデルに相当する。しかし、後述するように、立地活動が自己の利得(空間から得られる獲得ポテンシャル)の最大化を志向する点において行動最適化モデルの要素を併せ持っている。

ところで沿岸域のゾーニングモデルとしては以下の研究がある。すなわち、運輸経済研究センターモデル<sup>18)</sup>は、各利用主体の需要量と利用主体間の隣接条件に関する制約の下で立地主体間の重み付きポテンシャルの総和を最大化する形での立地活動配分モデルである。このモデルでは、空間利用上で発生する対立を予め隣接条件という形で解消しようとしているが、満足出来る隣接条件が与件でなければならない点において問題が残る。一方、複数立地主体の効用を最大化し、環境汚染量を最小化する多目的計画法での活動配分モデルが柏谷<sup>19)~21)</sup>によって提案されている。このモデルは立地活動間の交互作用が考慮されていない点と効用最大化を目指した配分結果としてパレート最適を達成出来るが、立地主体間での対立解消を目指すためのモデルではない。このような、立地主体間の競合問題をゲームとしてとらえた研究では、Steven<sup>22)</sup>、Isard<sup>23)</sup>、佐佐木・朝倉<sup>24)</sup>等のモデルがある。これらは、いずれも行動分析モデルとして位置づけられ本研究の対象としている規範的ゾーニングモデルではない。

このような背景を踏まえ、ゾーニングの目的(効率性・調和性・保全性等)を出来る限り達成し、且つゾーニング主体間での対立リスクを可能な限り最小化する計画モデルを提案するのが本研究の目的である。そのために本モデルでは、最大不満の最小化という鈴木<sup>25)</sup>のいうところの「寛容の仁」を規範として用いることによって、立地主体間の競合による対立とゾーニング計画主体間の利害対立の調整を図ろうとするものである。したがって、結論的に言えば、本モデルは、「寛容の仁」による立地活動配分計画法が「立地主体間の競合による対立から派生する計画破綻のリスク」を暗(implicitly)に減少せしめる空間利用計画の代替案策定法とし、更に、広域のゾーニング主体と地域のゾーニング主体間での対立を計画の階層化を図ることによって解消させようとするものである。

3. モデルの定式化

(1) モデルの考え方

表-2に計画主体の考え方を示す。国は広域的長期的視点から、開発・保全を調整し調和のある沿岸域空間の

表-2 計画の階層と主体

計画主体	計画目的	利用区分	ゲームのプレイヤー
国	地方の発展を考慮しつつ広域的・長期的視点から広域空間の開発・保全の調和を図る。	図-1参照	利用区分
府県	市町村の計画を調整し自府県内の均衡発展を目指し且つ国の利用計画との調整を図る。	図-1参照	自府県内の市町村
市町村	自市町村内の均衡ある発展を目指し調和ある空間利用を達成する	図-1参照	プロジェクトレベル立地活動

ゾーニングを第一義の目的とする。しかし、当然地方の発展を考慮している。そこで地方の発展を図る空間利用を地方独自で行える余地を残すためにゾーニングは細かい規定を行わない。したがって、国レベルでは、開発パターンと保全パターンといった極めて自由度の大きい利用形態のみ考える。一方、府県レベルの地方政府は個別に市町村レベルでの開発・利用計画をまとめ府県全体のゾーニング計画を立てようとする。その際、市町村レベルでは、自地域の発展に最大の関心があり、自地域の効用最大化を第一義の目的としているのが現状である。したがって、府県レベルでは、自府県内の市町村の沿岸域利用計画の調整を図り、市町村間の対立による計画破綻を未然に防ぎたい。同時に、国の行うゾーニング計画との対立で府県の構想の破綻を来すことは未然に防ぎたい。以上の観点から、表に示したように国レベルでは、開発と保全といった区分を空間利用の主体たるプレイヤーとして同定でき、府県レベルでは、各市町村の効用最大化を目指しつつ、かつ、国のゾーニング計画を満たすように自府県内の沿岸域の利用・保全を図る必要から、市町村を空間利用ゲームにおけるプレイヤーとして同定する。市町村では、これらのゾーニングに基づき、各プロジェクト毎に、立地活動間の空間利用調整を図る。すなわち、ここでは、各立地活動をプレイヤーとみなして、府県によるゾーニングを満足させるように空間利用を計画する。このように、階層ごとに、ゲームのプレイヤーを変え、制約条件を変化させることによって、沿岸域といった公共空間を含む空間の利用上の対立を最小限にくい止めることが出来る。本研究では、沿岸域空間利用に伴う対立リスクを明示的に取り上げるのではなく、

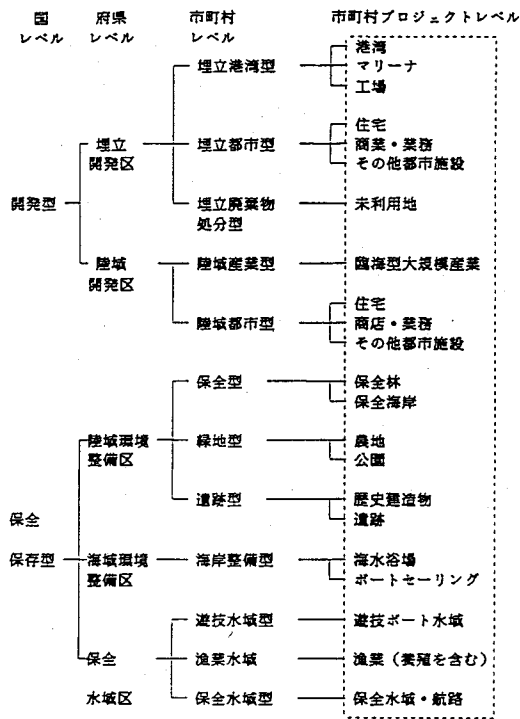


図-1 沿岸域の階層別利用区分

対立が発生することによって、各個の空間利用計画が破綻を来すかもしれないというリスクを未然に減少させる方法を提案している。

以上の考え方をフローチャートに示したものが図-2である。

ところでモデルの考え方の中でいくつかの疑問が当然起こり得る。一つは、国がゾーニングを行う際に予め地方の意見を汲み上げるのが通常であるのにそれを無視しているという疑問である。これに対しては、事前に調整出来るゾーンについては既に開発あるいは保全というプレイヤーが立地を完了したのものとして取り扱うことが出来る。この考え方は、国立公園・歴史建造物等保全または保存の規制があるゾーンを既定ゾーンとして取り扱うのと同じ考え方である。いま一つの疑問は、ゾーニング計画プロセスにフィードバック手続きを入れないのは何故かという疑問である。これは当然の疑問であるが、本モデルではこの過程は背後に隠されている。すなわち、図-2で示すように、国レベル、府県レベルで独自にゾーニングを行った結果、ゾーニングで対立する点が明らかとなり、その結果その対立を解消する為に図-2に示した2段階ゲームを経て調整するのである。具体的な例は4章の計算例で説明する。

(2) モデルの前提

モデルを構築するに際し、以下の点を前提としている。

1) 国は、地方が独自に発展を期して沿岸域空間の利用

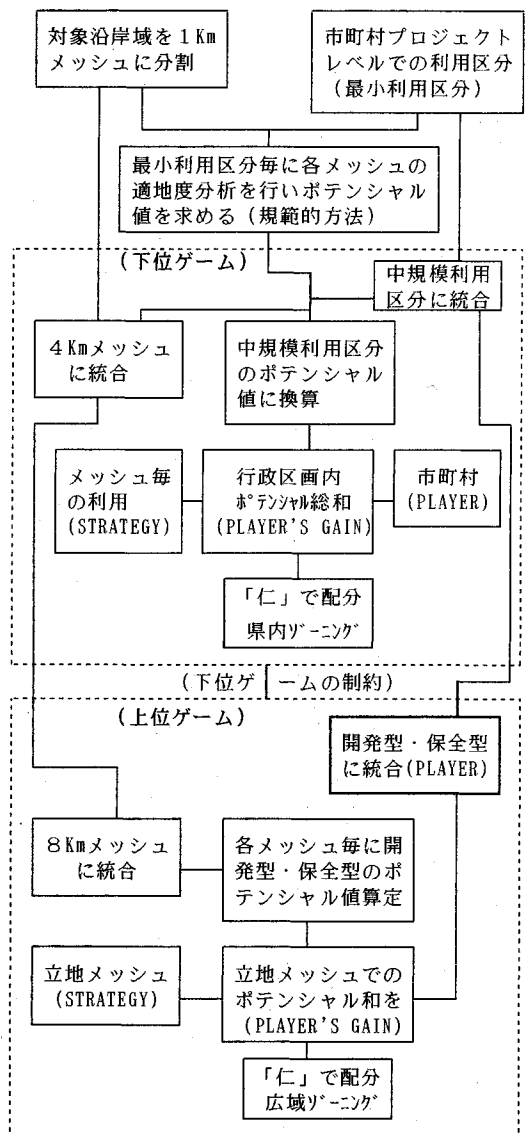


図-2 モデルの考え方

が行える余地を残すためかなり広い面積単位で、しかも細かいゾーニングはせずに開発・保全といった区分でゾーニングを行う。また広域的・長期的視点から開発と保全の調和あるゾーニングを行う。府県では、市町村の沿岸域利用計画を勧奨し中規模のゾーニング計画を立てる。但し、市町村は自己の効用の最大化を沿岸域空間利用計画の目的とする。

2) 上述のゾーニングの利用区分および市町村レベルでの立地活動のそれぞれについて、対象区域内での面積需要の上限と下限は与件とする。

3) 計画区域は後述するポテンシャルが一様と考えられるメッシュに分割され(メッシュの大きさ形状は特に固定しなくてもよい)立地させる活動にとってのポテン

シャルは与件とする。

4) 各プレイヤーの利得は、適地度分析によるポテンシャル値の総獲得ポテンシャルで評価出来るものとする。

5) ゲームのプレイヤーは制約なしに自由に提携 (Coalition) を組むことが出来、提携の利得は、提携を構成する各プレイヤーの利得の和で与えられるとする。提携は  $n$  人のプレイヤーがいる場合  $(2^n - 1)$  個の提携が考えられるが、現実には、全てが実現可能ではない。本モデルでは、提携が獲得出来る総面積が 2) の面積需要を満たさない場合の提携は排除する方法を採る。

6) 計画の最適基準は、全ての有効な空間利用案について、最大の不満を持つ提携の不満を最小化する、といった基準を採用する。これは、前述した鈴木による「寛容の仁」という概念である。

7) メッシュ内の混合利用は許さない。これは、メッシュの大きさによっては必ずこの出来る前提でモデルの本質を変えるものではない。

(3) 記号の定義

1) 国が行うゾーニング段階での利用区分を  $\{1, 2, \dots, k, \dots, l, \dots, n\}$  と名付け、その集合を  $N$  とする。すなわち、

$$N = \{1, 2, \dots, k, \dots, l, \dots, n\} \dots\dots\dots (1)$$

同様に、府県レベルで市町村の計画を調整する段階での利用区分およびその集合を

$$N' = \{1', 2', \dots, k', \dots, l', \dots, n'\} \dots\dots\dots (2)$$

市町村レベルでのプロジェクト毎の立地活動およびその集合を

$$N'' = \{1'', 2'', \dots, k'', \dots, l'', \dots, n''\} \dots\dots\dots (3)$$

とする。以下、特に混乱しない場合は、府県レベル、市町村レベルの記号は、国レベルの記号にそれぞれ、「'」および「''」を付けたものとする。

2) 国レベルのゾーニング対象域のメッシュ番号を  $\{1, 2, \dots, i, \dots, j, \dots, m\}$  としその集合を  $M$  とする。すなわち、

$$M = \{1, 2, \dots, i, \dots, j, \dots, m\} \dots\dots\dots (4)$$

また、メッシュ  $i$  の面積を  $A_i$ 、利用可能な区域全体の面積を  $A$  とする。すなわち、

$$A = \sum_i A_i \dots\dots\dots (5)$$

以下、府県レベル、市町村レベルも同様な定義を行う。

3) 利用区分  $k$  の面積需要の下限、上限をそれぞれ  $B_k, C^k$  とする。上下限を設定した理由は面積需要の予測に含まれる不確実性に対処する為である。

2) の定義を勘案して、次式が満たされる。

$$B^k \leq C^k (k=1, 2, \dots, n) \dots\dots\dots (6)$$

$$\sum_k C^k \leq A \dots\dots\dots (7)$$

明確な面積需要が予測出来ない利用区分については、 $B^k=0.0, C^k=A$  とする。

4)  $i$  を  $k$  区分に利用する否かを 0-1 整数  $x_i^k$  で示す。すなわち、

$$x_i^k = \begin{cases} 1 : i \text{ は } k \text{ 区分が利用する} \\ 0 : i \text{ は } k \text{ 区分が利用しない} \end{cases}$$

したがって、 $k$  の立地戦略はベクトル

$$X^k = \{x_1^k, x_2^k, \dots, x_i^k, \dots, x_m^k\} \dots\dots\dots (8)$$

で与えられる。また、既に、 $i$  が  $k$  区分に利用されている場合は、 $x_i^k=1$  を与件とする。これは、調整済みのゾーンあるいは対象域で既に立地が完了しているゾーンであることを表す。同様に府県レベル及び市町村レベルでの利用区分については、

$$Y^{k'} = \{y_1^{k'}, \dots, y_i^{k'}, \dots, y_m^{k'}\} \dots\dots\dots (9)$$

$$Z^{k''} = \{z_1^{k''}, \dots, z_i^{k''}, \dots, z_m^{k''}\} \dots\dots\dots (10)$$

とする。

5) メッシュ  $i$  における  $k$  にとつての面積当たり立地ポテンシャルを  $p_i^k$  とする。この求め方は図-2 で説明した規範的方法によるものとしその詳細は省略する。

6) 空間的交互作用効果は、ポテンシャルの増減効果として以下のように現す。すなわち、 $j$  メッシュに立地する活動  $l$  からの、 $i$  メッシュに立地する活動  $k$  への交互作用のポテンシャル換算値を  $\Delta p_{ij}^k$  とし次式で定義する。

$$\Delta p_{ij}^k = \alpha^{lk} \cdot p_i^k \exp(-r_{ij}/H^l) \dots\dots\dots (11)$$

$$0 \leq \alpha^{lk} \leq 1$$

ただし、 $\alpha^{lk}$  は交互作用係数、 $r_{ij}$  は  $i$  メッシュと  $j$  メッシュのセントロイド間距離、 $H^l$  は  $l$  が及ぼす交互作用の減衰距離である。 $\alpha^{lk}$  および  $H^l$  の推定法は結果に重要な影響を及ぼすことが予想されるが本研究の範囲を超えるので今後の課題として残されている。但し、経験に基づいて判断で求める方法は文献 14) で示したので省略する。

7) プレイヤー  $k$  が戦略  $X^k$ 、プレイヤー  $l$  が戦略  $X^l$  を用いた場合のプレイヤー  $k$  の利得  $U^k$  は次式で与えられる。

$$U^k = \sum_i p_i^k A_i x_i^k + \sum_i \sum_j \sum_l \Delta p_{ij}^k A_i A_j x_i^k x_j^l \dots\dots\dots (12)$$

8) 府県内における市町村行政主体は  $\{1, 2, \dots, e, \dots, f, \dots, g\}$  としその集合を  $G$  とする。すなわち、

$$G = \{1, 2, \dots, e, \dots, f, \dots, g\} \dots\dots\dots (13)$$

(4) 国レベルのゾーニング計画の定式化

a) 提携値

国は先に述べたように広域的・長期的視点から、沿岸域の調和ある開発・保全を望んでいる。そのために、広域のゾーニングを行い、地方政府による無秩序な開発を規制しようとする。ここでは、一つの湾、あるいは岬から岬といった沿岸域の特性を踏まえた広域範囲をゾーニング対象の基準域とする。この基準域の設定については沿岸域の特性分析に基づく方法<sup>26)</sup>等が考えられるがここ

ではそれらが与件とする。さて、国は対象域全体について利用区分が全体として調和のとれたものとしてゾーニングを行いたい。そこで、利用区分  $N = \{1, 2, \dots, k, \dots, l, \dots, n\}$  をそれぞれ空間利用を行うプレイヤーとみなし、各プレイヤーが自己の獲得利得を最大化するように利用を図ろうとするなかでの調和を考える。その場合、各プレイヤーは前提で述べたように、自由に提携を組み競争相手に対して自己の立場を有利にしたいと考えるものとする。この考えを反映したものが、以下に定義する特性関数である。以下、 $[s]$  は任意の提携  $s$  の構成プレイヤーの数を表すものとし、 $\underline{s}$  は、 $s$  の補集合を表すものとする。

①  $[s] > [\underline{s}]$  の場合

この場合、提携  $s$  は  $\underline{s}$  より人数が多く、多数決原理により、自己の利得の最大化行動が可能であると考え、利得の最低保証水準として、この場合に獲得出来る利得を主張することが出来る。すなわち、

$$v(s) = \text{Max}_{X^k \in s} U^k(X^k, X^{\underline{s}}) \dots \dots \dots (14)$$

Sub. to

$$B^k \leq \sum_i A_i x_i^k \leq C^k \quad (k=1, 2, \dots, n) \dots \dots \dots (15)$$

$$\sum_k x_i^k = 1 \quad (i=1, 2, \dots, m) \dots \dots \dots (16)$$

$$x_i^k (x_i^k - 1) = 0 \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad (k=1, 2, \dots, n) \dots \dots \dots (17)$$

ここで、式 (15) は利用区分毎の面積需要制約であり、式 (16) はメッシュの混合利用を許さない条件である。

②  $[s] = [\underline{s}]$  の場合

この場合、提携  $s$  と  $\underline{s}$  は力の上で対等であり、互いに自己の利得最大化を主張するであろう。したがって、 $s$  の提携値は式 (14) と全く同形で与えられ、 $\underline{s}$  の提携値は式 (14) の  $s$  を  $\underline{s}$  で置き換えた形で与えられる。

③  $[s] < [\underline{s}]$  の場合

この場合提携  $s$  は  $\underline{s}$  より力が弱く、(1) の場合と反対で  $\underline{s}$  が最大化行動をとった場合に自己が獲得できる利得が最低保証水準として甘んじなければならない。すなわち、

$$v(s) = \sum_{k \in s} U^k(X^*) \dots \dots \dots (18)$$

ただし、 $X^*$  は次式の解である。

$$\text{Max}_{i \in \underline{s}} \sum U^i(X), X = (X^s, X^*) \dots \dots \dots (19)$$

Sub. to Eqs. (15), (16), and (17).

以上の定式化は市町村レベルでのプロジェクト単位の活動配分モデルと同じ内容である。異なるのは、国レベルのゾーニング計画ではプレイヤーが大きな利用区分であるのに対し、プロジェクトレベルでは、空間に立地しようとする細分類された立地活動となる点である。

b) 最適ゾーニング

利用区分の調和あるゾーニングとは、各利用区分がそれぞれの利得最大化を目指せる方向での空間配分を志向しつつ、且つ、全体としてみればそれぞれの利用が互いの需要に見合った形で、不満の出来る限り少ない配分を達成することである。このような基準は、 $n$  人協力ゲームにおける「仁 (nucleous)」として D. Schmeidler<sup>27)</sup> が提案した概念に相当する。すなわち、各提携  $s$  のゾーニング  $X = \{X^k\}$  に対する不満  $D^s(X)$  を

$$D^s(X) = v(s) - \sum_{k \in s} U^k(X) \dots \dots \dots (20)$$

とすると「仁」は次式で求められる。

$$\text{Min}_X \text{Max}_s D^s(X) \dots \dots \dots (21)$$

Sub. to Eqs. (15), (16) and (17).

この定式化は、全ての提携にとっての利得を最大化したパレート最適解集合から、不満が最小になるようなゾーニングパターンを見つけ出すことを意味している。この概念が「調和ある利用」の反映である。

先の定式化は混合整数計画法による数理計画問題に書き換えると、 $\epsilon$ -コアの概念により、

$$\epsilon \rightarrow \text{min.} \dots \dots \dots (22)$$

Sub. to Eqs. (15)~(17), and

$$v(s) - \sum_{k \in s} U^k(X) \leq \epsilon \quad \text{for all } s \dots \dots \dots (23)$$

と書き直すことが出来る。

(5) 市町村レベル利用計画の調整問題の定式化

先に述べたように、府県レベルでは、自府県内の空間利用を図る場合に、各市町村での利用計画を調整し、国のゾーニング方針と矛盾しないようにする必要がある。そうでない場合は、市町村から反対され、また、国からも承認を受けられない、といった2重のリスクを抱え込むことになる。以下、この調整問題の定式化を行う。

任意の市 (プレイヤー) が戦略  $e$  を採り、市  $f$  (プレイヤー) が戦略  $Y^f$  を採ったときのプレイヤー  $e$  市の利得を  $U^e(Y^e, Y^f)$  とすると、これは、式 (12) と同形式の次式で与えられる。

$$U^e(Y^e, Y^f) = \sum_{i \in e} \sum_{k'} p_i^{k'} \cdot A_i \cdot y_i^{k'} + \sum_{i \in e} \sum_{k'} \sum_{j'} \Delta p_i^{k'j'} A_i \cdot y_i^{k'} y_j^{j'} \dots \dots \dots (24)$$

上式において、 $i' \in e$  は市  $e$  に属するメッシュ  $i'$  で総和をとることを意味している。

式 (23) の利得を用い、市町村の提携に対する提携値は式 (14)~(19) において、 $x_i^k, x_j^{k'}$  をそれぞれ  $y_i^{k'}, y_j^{j'}$  と置き換えることによって全く同じ形で定義できる。すなわち、市町村の任意の提携を  $T$  とするとき、府県内の最適ゾーニングは次式の解で与えられる。

$$\text{Min}_T \text{Max}_T D^T(y) \dots \dots \dots (25)$$

Sub. to

$$B^{k'} \leq \sum_i A_i y_i^{k'} \leq C^{k'} \quad (k'=1', 2', \dots, m') \dots \dots \dots (26)$$

表-3 府県レベルでの利用区分

国レベル	府県レベル	市町村レベル
開発型	臨海産業埋立型	港湾・漁港 工業
	都市開発型	産業廃棄物埋立 住宅・商店
保全・保存型	保存型	公園・緑地 海浜レク
		漁業水域 プレジャーボート水域
	保全型	保全水域

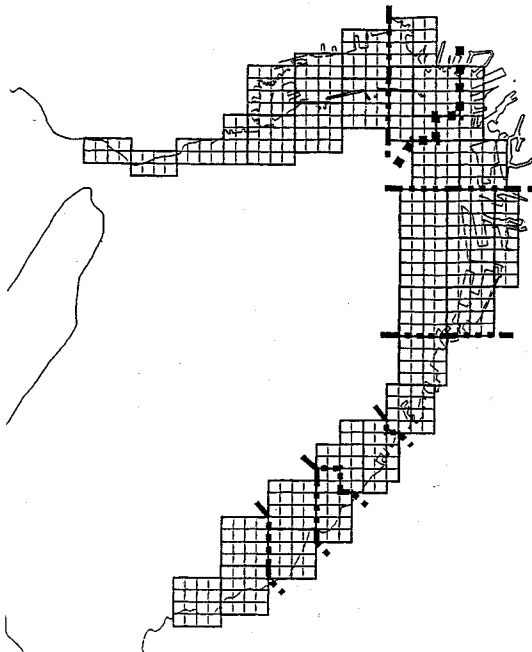


図-3 計算対象沿岸域とメッシュ分割

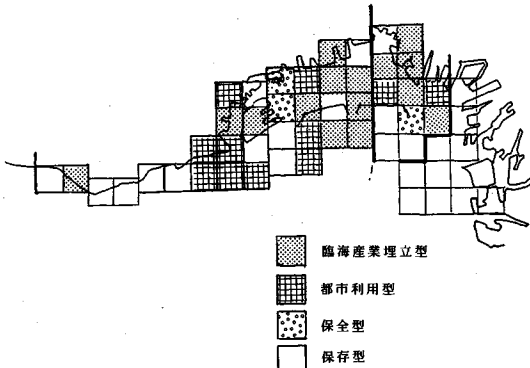


図-4 兵庫県単独のゾーニングの結果

る。さらに、国は地方の行政界を超えて広域で交互作用を勘案しながら最適化を計るのに対し、地方は自府県内のみの最適化を計ればよいことを示している。

#### 4. ケーススタディ

##### (1) ケーススタディの前提

モデルの運用可能性を検討するために、大阪湾沿岸域(淡路を除く)に適用した。対象沿岸域としては、海岸線から陸域1 kmまでとし、沖合は、水深15 mまでを設定した。沿岸域の範囲としては、種々の議論があり未だ確たる定説はないので、試算的な意味で上記の範囲を設定した。

試算域でカバーする府県は大阪府、兵庫県で、府県内市町村の調整問題の試算は、兵庫県の神戸港港湾区域および尼崎・西宮・芦屋港港湾区域の二つの区域を対象とした。

用いたデータは、昭和54年に運輸省第三港湾建設局が行った調査<sup>27)</sup>をもとに、図-3に示した約1 km<sup>2</sup>のメッシュデータ(メッシュ数496)を単位にポテンシャル分析を行った。ポテンシャルは規範的方法で図-1に示した市町村プロジェクトレベルでの立地活動について数量化されたが紙数の都合上その詳細は省略する。図中、太い破線は港湾区域を基に引いた地方行政界を示す。

国が行う広域ゾーニングのメッシュは図-3に示した約16 km<sup>2</sup>(メッシュ数31)を採り、各メッシュのポテンシャルは図-3による単位メッシュで求めたポテンシャルを基にその平均値を用いた。府県レベルで市町村の計画を調整する場合のメッシュの大きさは図-4に示した4 km<sup>2</sup>(メッシュ数124)として、各メッシュのポテンシャル値は同様に図-3の単位メッシュで求めたポテンシャル値を基に平均値を用いた。また、ケーススタディでは、計算能力の制約から、図-1に示した5つの利用区分でなく、表-3に示したように、開発型を埋立産業開発型、埋立都市開発型に区分し、保全・保存型を保全型、保存型の4種類に区分して計算を行った。

$$\sum_j y_j^k = 1 \quad (i' = 1', 2', \dots, n) \dots\dots\dots (27)$$

$$y_j^k (y_j^k - 1) = 0 \quad (i' = 1', 2', \dots, n) \dots\dots\dots (28)$$

$$\sum_{i \in ik' \in k} \sum A_{ij} y_j^k = A_{ix} x^k$$

$$(k = 1, 2, \dots, n) (i = 1, 2, \dots, m) \dots\dots\dots (29)$$

and Eqs. (14)~(17)

上式で制約条件式(29)以下が2段階ゲームをなす所以を意味しており、式(29)が国と地方との合意事項を表している。

以上の定式化において、上位および下位のゲームでゾーニング規範として「仁」を適用したが、これらに別の目的関数を設定しても基本的な定式化は変化しない。また、対立リスクを解消するための国と地方の合意事項は制約条件を承認することだけで極めて構造は簡単であ

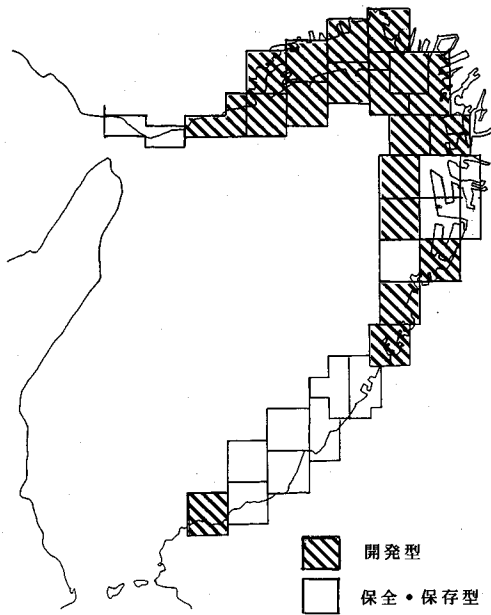


図-5 「仁」による国の広域ゾーニング結果

(2) ケーススタディの結果

a) 協調しない場合のコンフリクトの発生状況

図-4は兵庫県が大阪湾全体のことを考慮せず自県内のみ的发展を考えた場合のゾーニング結果であり、図-5は国が開発型、保全・保存型の2種類でゾーニングした結果である。明らかに、国が広域的視点から開発型に利用したいと考えるゾーンに対し兵庫県は保全・保存型の利用を望む結果となっており、両者の対立状況が理解される。当然、兵庫県が国と同じように、広域圏を睨みながらゾーニングを行えば、このような対立は発生しない。これは、用いたデータ時点（昭和54年）の結果であり、現在の利用状況と比較すると大きく異なっていることに注意されたい。すなわち、昭和54年以降の湾岸域の利用がここで用いた「仁」による空間利用を考えていなかったとも言える。

b) 調整ゾーニングの結果

先述したように、府県レベルでは、市町村の空間利用を調整し、自府県内で調和を図り、国レベルの広域ゾーニングに整合出来るようなゾーニングにすることが対立リスクを減少せしめるのに有効である。先にも述べたように、市町村は自己の発展を最優先する空間利用を考えると、プレイヤーは府県内における市町村（この場合、神戸、尼崎・西宮・芦屋）とし、これらの市町村が利得最大化を目指して、自己の行政区域内の空間利用を図るものとする。府県は市町村の勝手な利用を抑える為に「仁」を適用して調整するものとした。図-6に示した結果は、国の行ったゾーニングを制約として考慮した「仁」による空間利用計画である。当然のことながら、

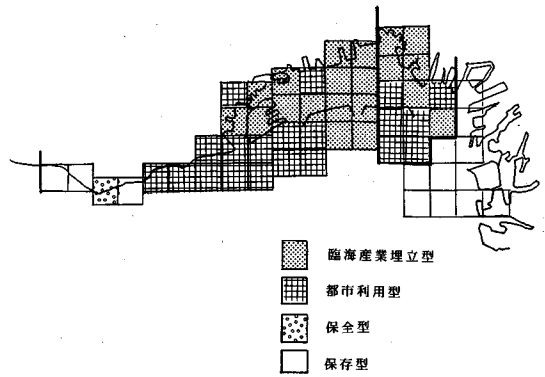


図-6 国のゾーニングを満たす調整結果

国のゾーニングを満足し、且つ、府県内での調和も保たれることがわかる。

5. 結 語

計画が利害関係者の対立によって「破綻」するケースは過去にも多く見られた。そのような「計画破綻のリスク」の原因は種々考えられるであろうが、代替案作成時に計画主体が「対立リスク」を具体的に考慮出来なかったことも一因と思われる。本研究は、そのような「対立リスク」をリスク・マネジメントの一つとして把握し、特に、空間利用計画における階層の異なる政府間の対立の調整を目指した計画モデルを提案した。その意味で、本モデルは「リスク調整型空間利用計画モデル」と呼ぶことが出来る。筆者等は、土木計画学研究委員会の「社会公共システムのリスク・信頼性分科会」で議論を重ねる間に広く「リスク対応型」のモデル開発の必要性を強く抱くようになり、既に発表したCOAST-MODEL<sup>14)</sup>の拡張を試みた。ケーススタディの結果から判断されるように、本モデルは、「計画の破綻リスク」を減少せしめる為の一つの考え方を提案したが、地方が「広域的空間利用の調和」を是認することを計画破綻リスクを減少せしめる前提としている。もちろん、このような簡単な構造で現実には合意が形成されることはないかもしれない。しかし、本論文で強調したいことは、合意形成のための種々のメカニズムをこの定式化で示したような形式で計画モデルに取り入れる研究開発が重要であることを例で示したかったことである。筆者は、国および地方の合意形成のメカニズムの他の一つの表現として、2-レベルシュタッケルベルグ問題として「対立リスク」を考慮した空間利用調整モデルの開発に取り組んでいる。この定式化の考えは、国は地方のゾーニング最適化戦略を全て情報として持っており、広域の空間利用の最適化を計れる、というメカニズムである。本研究で用いた記号で説明すれば以下のように表現出来る。

$$\text{MinMax}_{x,s} [v(s) - \sum_{k \in s} U^k(x|y^*(x))]$$



Sub. to Eqs. (14)~(17), and

$$\text{MinMax}_T [v(T) - \sum_{e \in T} U^e(y|x)]$$

Sub. to Eqs. (26)~(28) and (29)

上の定式化を見れば、本研究での定式化はこの特殊ケースであることが理解されよう。

ここで取り上げた問題以外に、社会資本整備に関連する施設の空間配置計画において、同様な対立リスクが考えられる。このような問題に対しては、文献29)で提案したように、空間利用上で不利になる主体に対して他の主体が「補償」を出すことにより対立リスクの解消が図られると考えている。

以上のような意味において、本研究では、「社会公共システム」に係わる計画のリスク・マネージメントが「計画理念の明示」によってこそ行えることを示したと云える。この視点は古くからの計画の課題であったにも拘らず明快な指摘がなされてこなかったように思われる。筆者は、このような形式のアプローチが「計画の質」の進歩につながると考えている。

#### 参考文献

- 小林重敬：我国における用途規制の歴史的変遷に関する研究Ⅱ—用途規制啓蒙期を中心に、第13回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.289~294, 1978.
- William D. Rowe: An Anatomy of Risk, John Wiley & Sons. 1977.
- 長尾義三・森杉寿芳・吉田哲夫：非弾力的需要のもとにおける段階建設について、土木学会論文報告集, No.250, pp.73~83, 1976年.
- 長尾義三・笠島勝治：不確実な需要下における計画目標期の設定, 土木学会論文報告集, No.336, pp.139~147, 1983.
- 長尾義三・田口昌一：動学的施設配置計画問題に関する基礎的研究, 土木学会論文集, 277号, pp.113~122, 1978.
- 長尾義三・浅岡 顕・若井郁次郎：評価項目の重みの未知の場合の代替案評価法, 土木学会論文報告集, 313号, pp.89~100, 1981年9月.
- 長尾義三・黒田勝彦・若井郁次郎：対立するグループが存在する公共プロジェクトの代替案選定法, 土木学会論文報告集, 338号, pp.187~176, 1983年
- Isard,W. & Smith, C.: A Dynamical Systems Approach to Learning Processes in Conflict Mediation and Interaction, International and Regional Conflict: Analytic Approaches, Ballinger Pub. Co. pp.11~31., 1983.
- Fraser, N.M. and Hipel, K.W.: Conflict Analysis-Models and Resolutions, North-Holland Pub. Co. 1984.
- 池田三郎：公害紛争のシステム分析—新幹線騒音に係わる環境基準の設定をめぐる決定分析—, 平和学の数量的方法, 早稲田大学出版, pp.223~251, 1984.
- 例えば, Raiffa,H.: Decision Analysis-Introductory Lectures on Choices under Uncertainty, Addison-Wesley Pub. Co., 1970.
- 例えば, Kuroda,K. and Tang, W.: Statistical Decision of Embankment Construction, Proc. of Special Conf. on Geotech. Eng.-Decision Making under Uncertainty, ASCE.,pp.1~24, 1979.
- Nagao,Y., Kuroda,K. and Wakai,K.: Decision making Under Conflict in Project Evaluation, International and Regional Conflict-Analytic Approach, Ballinger Pub. Co., pp.73~90, 1983.
- 黒田勝彦他: COAST-MODELによる沿岸域空間利用調整計画法, 土木計画学研究・論文集, No.8, pp.105~112, 1990.
- 黒田勝彦・浦屋 玲・豊岡俊也: 広域圏における行政主体間の対立調整をめざした空間利用計画モデル, 土木計画学研究・講演集, No.14, pp.523~530 1991.
- 青山吉隆: 土地利用モデルの歴史と概念, 土木学会論文集, 347号, pp.19~28, 1987.
- 黒田勝彦: 土木工学におけるリスク対応策の分類, 土木計画学研究・講演集, No.13, pp.895~902, 1990.
- 運輸経済研究センター: 海域利用計画に関する研究(その2), 1977
- 天野光三・柏谷増男: 海面利用計画モデルに関する一提案, 土木学会誌, 1974.
- 柏谷増男: 多目的活動配分モデルに関する研究, 愛媛大学紀要第三部, 1980
- 天野光三・柏谷増男: 沿岸域における多目的活動配分モデルの研究, 土木学会論文報告集第321号, 1982.
- Stevens,B.: An application of Game Theory to problem in location strategy, Papers, Regional Science Association, Vol.7., 1967.
- Isard,W. and Smith,T.E.: Location Games with application to classic location problems, Papers, Regional Science Association, Vol.19, 1967.
- 佐佐木 綱・朝倉康夫: 大都市における立地主体の競合を考慮した土地利用モデル, 土木学会論文集第347号, 1984.
- Suzuki,M. and Nagayama,M.: The Cost Assignment of the Cooperative Water Resource Development-A Game Theoretic Approach, Management Science, Vol.22, No.10, pp.1081~1086, 1976.
- 黒田勝彦・七浦 孝: 多変量解析による沿岸域の特性分析, 日本沿岸域会議研究討論会講演概要, No.5, 1992.
- Schmeidler,D.: The Nucleous of a Characteristic Function Game, SIAM, Journal of Applied Math. Vol.17, No.6, 1969.
- 運輸省第三港湾建設局: 大阪湾海域空間適性利用計画調査報告書, 1979.
- Kuroda,K. and Taniguchi, M.: Mathematical Modelling of Coastal Zone Use Planning and Mitigation, Littoral'90, EUROCOAST, pp.548~552, 1990.

(1992.5.15 受付)

## COASTAL ZONE-USE PLANNING MODEL UNDER CONFLICT RISK

Katsuhiko KURODA and Akira URAYA

Land space use is planned based on the National Land Use Planning Act but unfortunately it does not include water area. Therefore, planning of coastal areas sometimes causes conflicts among related governments and the interest groups. Conflicts among interest groups often results in the failure of plan. The present paper calls this as 'the failure risk of plan'. Conflict management, however, has not been considered as the matter of planners or analysts. The present paper proposes a planning model to manage the conflict between the central and the local governments in coastal area zoning based on the 2-level N-person Cooperative Game. Numerical example is presented to demonstrate its feasibility by an application to Osaka Bay Areas.

---