

## 水資源のコンフリクトマネジメント

萩原良巳

### 要 旨

本稿では、まず水資源コンフリクトの現況を世界と日本について記述し、次いでメタ認識としての GES 環境システムと計画システムの輪廻を提案し、これらを前提としたコンフリクトマネジメント方法の体系化としてメタ適応的計画方法論を提案する。GES 環境システムでは、アジアと欧米のメタ認識の差異を論じ、計画システムの輪廻において「環境文化災害」という視点が重要であること、そして適応的計画方法論を構成する評価にあたる「費用便益分析」の限界ならびに「多基準分析」の流れを論じ、第 3 者機関が介入するコンフリクトマネジメントを提案する。事例としては吉野川第十堰、長良川河口堰とガンジス川のファラッカ堰を取り上げる。

**キーワード：**コンフリクト，GES 環境，計画の輪廻，環境文化災害，適応計画方法論，多基準分析，GMCR，進化ゲーム

### 1. はじめに

本稿では、まず水資源コンフリクトの現況を世界と日本について記述する。前者では水資源の社会リスクが必然的に水資源コンフリクトに帰着することを論じ、後者では歴史的なコンフリクト要因がどのように変化し、現在では「環境か開発か」という鋭い対峙にあることを論じる。そして、問題認知の前提として、水資源コンフリクトで忘れてはならない要因として、社会の熟度や社会的格差などが複雑に絡み合い、単に同じ土俵に乗る主体（プレイヤーあるいはステークホルダー）が必ずしも一枚岩でないこと、また土俵に乗れない主体の存在もあることを論じる。

次にメタ認識としての GES 環境システムと計画システムの輪廻を提案し、これらを前提としたコンフリクトマネジメント方法の体系化としてメタ方法論を適応的計画方法論（「問題の明確化」「GES 環境調査」「情報縮約のための分析」「代替案の目的と境界設定のための分析」「代替案の設計」「評価」「コンフリクトマネジメント」という循環的システムズ・アナリシス）として提案する。このとき、まず GES 環境システムでは、アジアと欧米のメタ認識の差異を論じ、計画システムの輪廻において「環境文化災害」という視点が重要であること、そしてこれを含む旧来の環境破壊災害と環境汚染災害を称して「環

境災害」と定義し、災害が決して自然災害と称されるものだけではなく、「自然災害」と「環境災害」が絡み合い、多くの「Man-made Disaster」を認知する必要のあることを中国大陸やインド亜大陸を例にして論じる。次いで適応的計画方法論を構成する評価にあたる「費用便益分析」の限界ならびに「多基準分析」の流れにつて論じ、「コンフリクトマネジメント」に入ることになる。このとき、当然のことながら、すべてのプロセスでコンフリクト問題が議論される。このため本稿では、紙面の都合上、多基準分析のカテゴリーに入る「満足関数」を用いたコンフリクトのみを取り上げ、この事例を吉野川第十堰を用いて示す。

そして、最後に第 3 者機関が介入するコンフリクトマネジメントを提案する。まずコンフリクトマネジメントの基本であるゲーム理論についてその効用と限界を論じ、数種の数学モデルにおける均衡解の特性を分類し数学的均衡解と社会的安定の関連を考察し、それに関与する第 3 者機関を 3 つに分類し定義する。その後、具体的な事例研究として紙面の都合上、ここでも 2 つ取り上げ、30 年近くに及ぶ長良川河口堰問題と国際河川としてのインド亜大陸のガンジス川ファラッカ堰問題を事例として第 3 者機関の役割を考察する。前者ではコンフリクト期間が長いこと主体が時間の経過とともに入れ代り立ち代り現れ、その数も一定ではないため、演劇手法で区分

的連続な微分方程式でコンフリクト現象をモデル化した。また、後者は進化ゲームを用いてどのような均衡解に到達するかを眺めてみた。前者では第3者機関が見出すことができたが、後者では、例えば最適制御理論を用い、第3者機関がどのような操作変数を持ち得るかを考えなければならない。

## 2. 水資源コンフリクト

### 2.1 世界における水資源コンフリクト

21世紀は水の時代と呼ばれ、世界的に水資源が不足し、将来水争いが各地で起こるだろうと社会的に認識され始めてから久しい。国連によれば、アフリカだけでその大陸の人口の3分の1にあたる3億人がすでに水不足の状況の中で生活し、世界の31カ国は現在「水ストレス」の状態にあると指摘されている。2025年までに世界人口は15億人も増えると予想されているが、その3分の2は深刻な水不足の状態におかれ、3分の1は極限的な水飢饉の生活を強いられることになるだろうと言われている。また、国連経済社会理事会の報告によれば、水ストレスに悩む人々（世界人口の26%）の4分の3は第三世界に住み、水ストレスにあえぐ低所得国の市民は2025年には世界人口の47%になると予想されている。

地球規模の水資源の社会リスクの要因は多々あり、地域によっても異なるが主なものを示せば以下のようになる。

1. 降雨の分布の偏在と変動
2. 世界人口の急激な増加
3. 水需要原単位の増加
4. 灌漑水利による塩害化や砂漠化
5. 地下水の過剰揚水による枯渇
6. 水環境汚染による衛生問題と水源の減少
7. 洪水による社会の病弊と破壊
8. 国境（国による水資源の囲い込み）
9. マネジメントシステムの不備あるいは欠落

以上の要因は個別に生起するだけでなく複合的に絡み合いながら社会リスクを増幅する。要約すれば次のようなことがいえる。

『利用できる水資源は地球上の水のわずか0.01%で有限で、その絶対量は一定とみなしてもよいが、偏在し変動している(1)ため利用できる地域が限定さ

れている。世界人口と水需要原単位が急増し(2~3)、水利用による水資源の枯渇や水環境汚染による劣化が深刻になり(4~6)、利用可能な水資源量の縮小とその配分の減少をきたす。さらに洪水(7)などの災害で社会は病弊し、人為的な境界（国境など）と上下流など地政学的位置関係による水資源の囲い込みや水資源管理システムの不備（8~9）により国際的な（人為的境界を持つという意味で国内的にも）水利用の不公平性が生じる。こうして水資源コンフリクトが発生する。』

このように世界における『水資源の社会リスク』は究極的には『水資源コンフリクト』に収束していくことが分かる（萩原良巳、坂本麻衣子、2006）。

### 2.2 日本における水資源コンフリクト

世界と日本の水資源コンフリクトを比較した場合、世界における主たる水資源コンフリクトは絶対的な水不足に起因して発生しているが、日本における水資源コンフリクトは主に開発か環境かという問題が争点となっていると言える。日本におけるコンフリクトを具体的に眺めれば、水没予定地域の住民による生活保全運動から自然保護運動、多様な運動の合流など、時代と共にその特徴が変化していると考えられる。日本におけるコンフリクトの特徴を、戦後から現在までの河川開発に対する反対運動とその特徴などについて、以下概説しておこう。

**1950年代以前：**ダムによる水没問題に対する反対運動が多いが、尾瀬原ダムや小歩危ダムのように、自然環境や名勝を守るための運動も展開される。また水没問題でも、1950年代の半ば頃までは、田子倉ダムのように究極の目標は有利な補償を勝ち取ることになっていたが、後半に入ると下釜・松原ダムのようにダム建設の目的そのものに真正面から疑問を投げかける運動も行われるようになる。

**1960年代：**水没問題に対する反対運動がほとんどで、1950年代後半と同様、計画の妥当性や公共性に疑義を呈する運動が多く行われる。

**1970年代：**これまで同様、水没問題に対する反対運動が多いものの、反対理由は多様化の傾向を見せる。自然環境や漁業、文化、地域生活への影響を懸念するものの他、小川原湖河口堰のように水需要量の予測など計画手法に対する疑問を投げかけるものも現

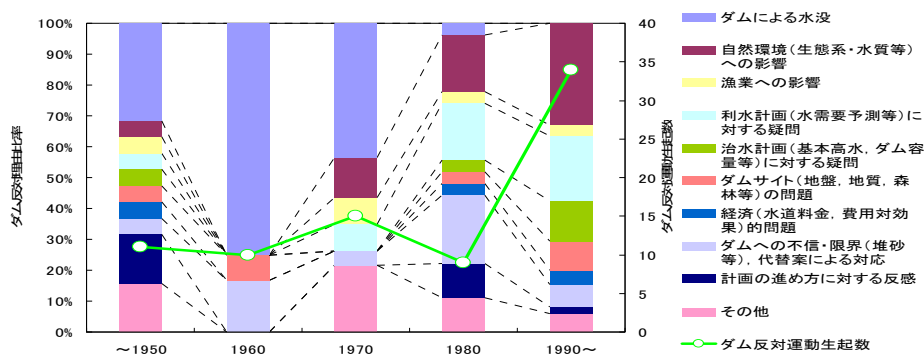


Fig. 1 Changing of opposition movements against dam construction (佐藤祐一, 2008)

れ始める。

**1980年代：**水没問題に対する反対運動はほとんどなくなり、複数の理由を掲げて反対する運動が数多く展開される。特に自然環境への影響を懸念したものと水需要量予測の過大性を理由としたものが多いという特徴を示している。この年代は高度経済成長期における水需要量の急増が減少あるいは横ばいに転じて落ち着いたところである。また長良川河口堰に代表されるように、多様なメディアを利用して世論に訴えかけ、多様な主体が運動の担い手となるネットワーク型の運動が登場する。すなわち、それまでの反対運動は地元の住民あるいは建設により直接的な不利益を被る人々によるものがほとんどであったが、この頃より地元以外の人々が積極的に関与するケースが見られるようになる。

**1990年代以降：**長良川河口堰問題を発端として、全国で反対運動が急増する。また吉野川第十堰や川辺川ダムなどのように、研究者や専門家、文化人などが反対運動に協力し、より技術的な観点から反対運動を展開するケースが多く見られる。特にこれまでの水需要量予測だけでなく、基本高水流量の計算に代表される治水計画に対する疑問を提示するのがこの年代の特徴である。この背景としては、1990年代半ばからのインターネットの爆発的な普及が挙げられる。行政や専門家などから公表されるデータに誰でも簡単にアクセスできるようになったことが技術的視点からの反対運動を急増させ、またデータを公表しないことが「何かを隠しているのではないか」という疑念を持たせるきっかけにもなったと考えられる。

以上見てきたように、世界における主たる水資源コンフリクトは絶対的な水不足に起因して発生しているが、日本における水資源コンフリクトは主に環境か開発かという問題が争点となっているといえる。

日本における水資源コンフリクトは、水資源が相

対的に豊富で、また島国であるため隣接国とのコンフリクトがないという、ある意味では贅沢なコンフリクトであるといえるだろう。

### 2.3 水資源コンフリクト問題認知の前提

ここでは、水資源コンフリクト問題認知について少し考えておこう。まず社会はどこに向かっているのか、あるいは水資源の社会リスクを軽減するためにどのような方向に向かうべきかを考えてみよう。このために社会の変化と人間行動の心理的階層の認知が必要と考える。

まず、社会は以下のような模式的な変化が必要と考えてみよう。

【軍国社会⇒経済社会⇒情報社会⇒知識社会⇒知性社会⇒知恵社会】

日本を例にとれば、軍国社会は一応1945年8月に終了したことになる。それから日本は世界中から「エコノミック・アニマル」と蔑視される高度経済成長時代を駆け抜け、情報社会に突入し1991年にバブル崩壊で「中流意識が90%」という世界中の国々が理想とする社会から没落した。1985年から社会的格差が振興し始め、知識が個人の利益のために情報を操作する金融工学全盛時代に入り「構造改革」という御旗の元に格差社会が極端化してきた。ついに2008年秋に合衆国で経済が崩壊し、2009年初頭から世界中が「100年に1回の大不況」といわれる時代に入った。ここで、次に来る社会として知性社会そして究極の知恵(平等・公平・公正・格差是正)社会を想定しておこう。

つぎに、個人の間行動の心理的階層(Maslow, A.H., 1943)を模式的には以下のように変化すると考える。

【生理的欲求⇒安全・安定の欲求⇒社会的欲求⇒自我の欲求⇒創造の欲求】

この個人の欲求を社会の欲求というアナロジーで

考えれば、水資源コンフリクトの主体が現在どのような社会でどのような欲求を有しているかを認知することの重要性がわかる。

たとえば、「食うや食わずの社会階層の人々」の多くは、彼らの社会が情報社会であれば無知，知識社会であれば無能であるから切り捨てられることになる。たとえ彼らの社会が経済社会であっても、いわゆる「汚い仕事」に職を求めざるを得ないだろう。日本の多くの水資源コンフリクトを観察すれば、たとえば、かつて洪水被害を受けた社会の人々は「安全性」の欲求を持ち続け、生活の「安定性」の確保もできず、環境より自分たちを安全にしてくれる防災施設に関心を持つだろう。安全を確保された社会の人々はより高次の「社会的」欲求あるいは「自我」の欲求からより環境に関心を持つだろう。このように、「生理的欲求」や「安全性・安定性の欲求」をもつ社会の人々と「社会的欲求」あるいは「自我の欲求」をもつ社会の人々が、本当に互いに対等なコンフリクトの主体と言えるのかという疑念が生じるのが自然ではなからうか？このような意味からも、コンフリクトマネジメントの主体間の本質的差異の認知がなければコンフリクト現象を表面的に理解するだけにしかすぎないことがわかる。

コンフリクトは人間社会によって引き起こされる現象であり、人間(集団)の頭と心はゆらぎ、曖昧さを持つ。人々の間に合意を形成するためには、少なくとも公正な限定合理性を前提とした議論がなされる必要があり、そのためにはコンフリクトの争点の構造を明らかにすることが重要であろう。なお、ここでは公正を次のように定義する。「公正とは、ある社会に参加している人々が、公平で不正や非道がなく、明白に正しいと(全員が)認知していること。」

今、世界でも日本でも、必要な価値関数は、有用・無用というような2元論的知識社会の経済学的効用関数ではなく、多様性と統一性を包含するシステムの知恵社会の(禅で言うところの)「相待」的のりでも文化的な「公正関数」ではなからうか。

### 3. コンフリクトマネジメントのメタ方法論

#### 3.1 メタ認識としてのGES環境

世界はジオ・エコ・ソシオの3層のシステムから構成されるとすれば、水と緑に関する災害の原因と結果はこれらのシステムを出入りし、絡み合っていると考えることができる。これを図示するとFig.2のようになる。これから、環境と災害は双対関係にあることが分かる。ジオシステムとは地球物理的法則で支配されるシステム、エコシステムとは生態学的

法則に支配されるシステム、そしてソシオシステムとは人間や社会のふるまいを支配する法則によって動かされるシステムのことである(Hagihara, Y., Takahashi, K., Hagihara, K. 1995)。

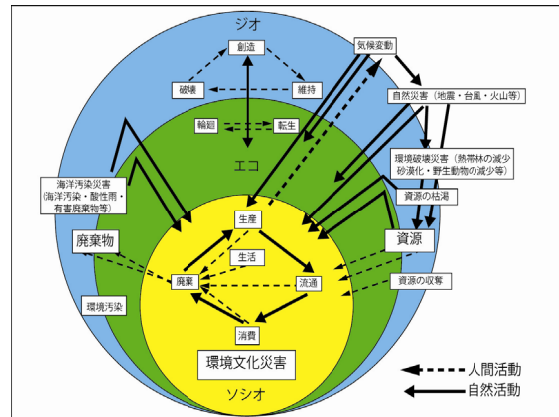


Fig.2 Global disaster relations with GES environment

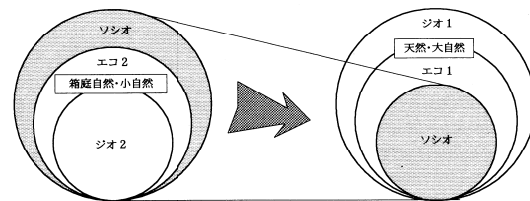


Fig.3 Changing SEG environment concept

ソシオシステムが直接ジオシステムに影響を与え、両極の氷やヒマラヤなどの氷河を溶かし、水の流動性を高める結果、気候の極端化が進行し、大洪水や大干ばつを引き起こしエコシステムの破壊を伴う沙漠化現象が全地球規模で進行していることは周知の事実である。

インドのヒンズーイズムのある流派では、破壊(シヴァ神)、維持(ヴィシュヌ神)、創造(ブラーフマ神)が三位一体という思想がある。これは、上記の地球物理学的法則を表したものと考えることができる。そして、バラモン教に対する宗教改革として起こったジャイナ教や仏教には輪廻・転生思想がある。これは、いわば生態学的法則を表したものである。また、デカルト以来のヨーロッパや合衆国のガバナンス法が人間や社会のふるまいを支配する法則として地球を席卷しているようにみえる。これをFig.3の左図に示しておこう(萩原良巳, 萩原清子, 高橋邦夫, 1998)。

Fig.2では、ソシオはエコに、エコはジオに含まれる。地球環境全体でソシオが大きくなればなるほど、

ソシオは決してエコやジオに優しくありえない（優しくあるためには、エコやジオの立場に立てば、ソシオはないほうがよいのである）。現在のように節度を越えたソシオが水資源や食料の不足やさらなるエコとジオの破壊による地球規模の災害によって、ソシオの存在基盤が崩壊しかけているのである。つまり、Fig.3の左図のメタ的地球の思想が、現実のFig.2の地球環境システムを制御しきれない危機的状況をもたらしたといえよう。

最近の21世紀になってからの地球環境問題は、世界的な気候変動問題に起因する地域気候の極端化現象で、Fig.2のソシオシステムの活動が直接ジオシステムに多大な影響を与え、この結果エコシステムとソシオシステムに強い負の影響を与えるフィードバック現象である。つまり、Fig.3のソシオシステムが自然（ジオ・エコシステム）を思いのままに制御できるというデカルト以来の思想（メタ原理）が瓦解したことを表している。こうして、いま世界中で問題となっている「持続可能なガバナンス論」とはFig.2の矢印を指向し、地球規模のルールをどのように構築するかということになる。

地球規模の話から地域・都市レベルの水と緑の話に戻ることにしよう。Fig.3（左図）の都市ではジオ2とエコ2はソシオに閉じ込められている。このとき、重要なことは水資源問題を地域（流域）レベルでジオを規定すれば、当然、エコもソシオも地域（流域）に規定される。従って、水資源の有するジオ・エコ・ソシオの相互作用による地域環境（含む災害）リスクを考えなければならないことがわかる。単なる河道のみや森林だけや都市社会だけの議論だけではどうしようもないのである。

### 3.2 メタ認識としての計画の輪廻

水資源に関する災害の原因と結果はジオ・エコ・ソシオの中で絡み合っているという認識のもとでは、中長期的な環境変化と防災・減災のための水資源の計画の循環システムはFig.4のように構成することができる（堤武，萩原良巳，2000）。

Fig.2, Fig.4における災害のうち、自然災害はジオシステムに起因し、他のシステムに影響をもたらす。環境破壊災害、環境汚染災害はソシオシステムに起因し、他のシステムに影響をもたらす。環境文化災害はソシオシステムに端を発し、ソシオシステムに影響をもたらす。つまり、環境文化災害とは人々が文化（価値の体系と生活様式）を守る（あるいは守れない）ことがジオ・エコを通して結果的に人間に災害をもたらすことになるような災害のことをさす。たとえば、京都等の古都のまちなみ保存運動は、防

災・減災対策なくしては災害に対する脆弱性を放置することにつながりかねない。地球の人口爆発が社会に飢えと貧困をもたらすという現象も環境文化災害の1つとして認識できるだろう。また、鴨川の上流域の林業の不振や過疎化、それによる土の流出や斜面崩壊などのリスク、さらに獣害リスクなども複合的環境文化災害といえよう。

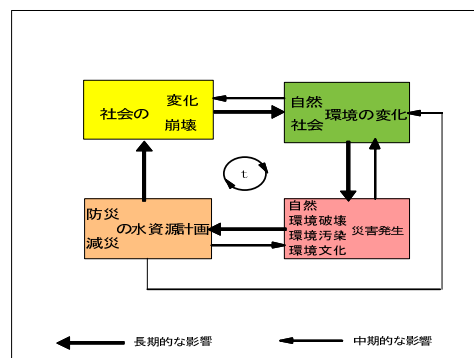


Fig.4 Circulation system of middle and long term environmental change and water resources planning

ソシオシステムを地球全体として認識したとき、このシステムは国境という現実分割され、新たな水資源問題が生じることになる。すなわち、国境はまずソシオシステムを区分し、これにより発生するなわばり意識、同族意識（少数民族問題）、これらが極端化した場合の排他主義は、上述したジオ・エコ・ソシオシステムにおける現象としての水資源問題と『水争い』というコンフリクト現象をもたらすのである。

たとえば、神戸は戦後50年間、住宅地は六甲を登りその裏側を削り埋め立てを進め、高速交通基盤を狭い幅に集中するという経済合理性で、急激な自然・社会環境の変化をもたらした。その結果、豪雨や地震に対して脆弱な都市になり、1995年に阪神淡路大地震で大被害を受けた。同様の地形が大阪府北摂に見受けられる。中国では、1979年からの開放政策により、社会システムの急激な崩壊が、人民公社が維持していた土地や水資源の管理を崩壊させ、自然環境の乱開発と既存の水利施設の維持を不可能にし、毎年、長江の大洪水と黄河の断流をもたらしている。なお、現在では山東省済南基準点では50m<sup>3</sup>/秒を上流のダムより放流し断流はないと黄河水利委員会山東河務局は主張している。

環境文化災害は「ソシオ」そのものに内在する（宗教やイデオロギー等による社会制度に起因する）少数民族・先住民問題、生活習慣や居住形態などの文化（価値の体系）に起因する災害と定義することに



しよう。例えば、ベンガル地域におけるサイクロン災害や飲料水（gender）問題と伝染病疾患，そして飲料水ヒ素汚染と衛生問題等が挙げられよう。また，日本の医療制度や保険制度，そして雇用制度，世界的な飲料水の民営化問題等による格差社会（Social Disparity）に起因する災害等などが該当する。

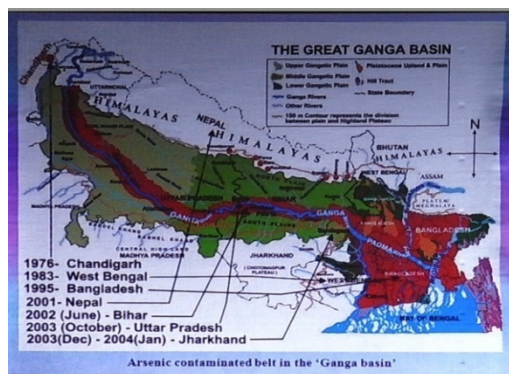


Photo .1 Ganges arsenic contamination belt

環境汚染と環境文化の複合災害の例として，ガンジス河流域のヒ素汚染災害ベルトの経緯を紹介すれば以下ようになる。

#### 1) バングラデシュ（旧英領東ベンガル）

1970 年以降，WHO により表流水の伝染病のリスクが指摘され，世界銀行と UNICEF は管（深）井戸の導入を進めた。この結果，乳幼児の死亡率は減ったが，一方で 管井戸からヒ素汚染が発見された。2000 年には，バングラデシュにおける 30%の管井戸が深刻なヒ素汚染にさらされていることが明らかとなった。この頃には，すでにバングラデシュの全土にわたって管井戸が導入され，現在，数百万の井戸が存在するといわれている。バングラデシュ政府は 3500 万人の人がヒ素汚染にさらされており，そのうち約 14,000 人はヒ素汚染患者と診断されていると公表した。この数は今後急速に増加することは自明である。

#### 2) インド・西ベンガル州

政府による衛生問題の改善としてピットラトリンの導入と管井戸の導入が行われ，結果として西ベンガル州で 600 万人がヒ素汚染された水を飲料水源としており，皮膚症状の出ている患者は 30 万人に上る

と報告されている。これはどのように考えても過小評価と思われる。インド政府は原則として自律を国是として，外国の援助を忌避してきた。ヒ素問題に関する科学的な研究はバングラデシュよりはるかに進んでいるにもかかわらず，飲料水ヒ素汚染調査はほとんど行われず，多くの人々が安心してヒ素汚染飲料水を飲んでいる。

### 3.3 メタ計画方法論—適応コンフリクトマネジメント（萩原良巳，坂本麻衣子，2006）

システムズ・アナリシスを次のように定義する。「複雑な問題を解決するために意思決定者の目的を的確に定義し，代替案(alternatives)を体系的に比較評価し，もし必要とあれば新しく代替案を開発することによって，意思決定者が最善の代替案を選択するための助けとなるように設計された体系的な方法である。」

Fig.2 の GES 環境の認識と Fig.4 の計画の輪廻，そしてシステムズ・アナリシスをもとに適応的計画方法論をフィードバックと意思決定と時間経過の不確実性を考慮して構成すれば Fig. 5 を得る。この図において示されるように，水資源の循環型適応計画の一連のプロセスは「問題の明確化」，「調査」，「分析 1（情報の縮約化）」，「分析 2（代替案作成のための目的と境界条件）」，「計画代替案の設計」，「評価」，そして「コンフリクトマネジメント」によって構成され，意思決定を含まない。この図は意思決定を支援する問題解決のプロセスの合理化を目的としているのである。また上述の 7 つの要素はフラクタルのように「入れ子構造」を持ち，それらは「階層構造」をなしている。

### 4. メタ計画方法論におけるコンフリクト

#### 4.1 問題の明確化

ここでの目的は，ブレインストーミング等によりコンフリクト要因を抽出し，KJ 法や ISM 法を用いて図解を行うことにより，参加者のコンフリクト問題に関する共通理解を促すことである。

#### 4.2 GES 環境調査と分析

以下のような調査を行う。①ジオ調査；水文・水理学的調査等，②エコ調査；植生や動物調査等，③ソシオ調査；考えるすべての災害ハザードの調査，主体の利害関係等のコンフリクト要因調査等

分析 1（情報の縮約化）では，GES 環境の多変量解析モデル・時系列解析モデル・物理・生態システムモデル・数理心理や数理社会モデル等の作成などを

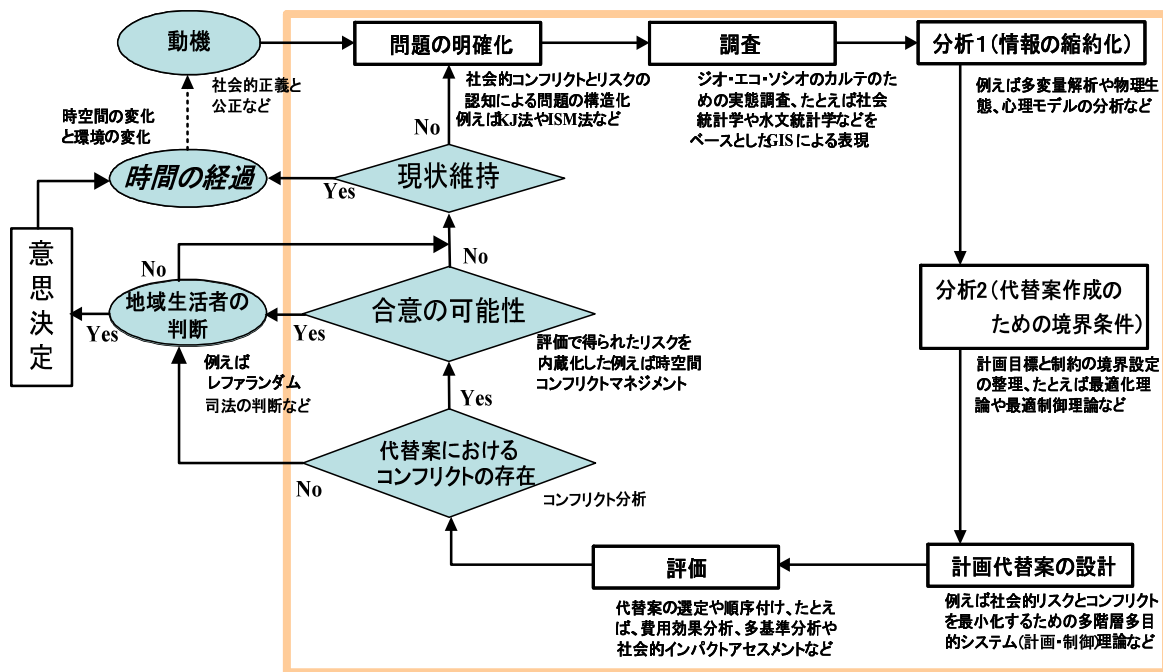


Fig.5 Adaptive Water Resources Planning Methodology for Social Conflict Management

行う。そして、前述の分析をもとに GES 環境の関連構造分析を行う。

分析 2 (計画代替案作成のための多目的関数やその境界 (制約) 条件等の設定) では、シナリオ分析等を行うことにより将来の GES 環境各々についてその予定 (予測) の範囲を特性化し、予定が好ましいか否かを分析する。そして予定が好ましくなるよう「誰に、いつ、どこに、何を、何故」を行う (多) 目的を特性化する。最適化理論や最適制御理論の援用で行う。

### 4.3 計画代替案の設計

分析 2 の結果を受けて、GES 環境のトレードオフやコンフリクトの関連分析を行い、社会リスクや生態リスクを最小化する総合的な計画代替案を複数個抽出する。この場合、多階層・多目的システムモデルを構築し、将来のよりよい予定のために、GES 環境構造ネットワークのノードとアークを操作変数とする最適化理論を用いることになる。

### 4.4 計画代替案の評価；費用便益分析 (CBA) から多基準分析への流れ

「Arrow(1951)の一般可能性定理」は、2 人以上が 3 つ以上の代替案 (政策) から選択をしなければならぬとき、Table 1 の条件を満たさなければならないならば、推移律を満たす社会的順序は保証されな

いことを証明している。CBA の純便益による意思決定ルールも、個人の嗜好をベースとして代替案 (政策) のランク付けを行うという点で、この表と同じである。従って、純便益による意思決定ルールが推移律を満たす社会的順序付けを保証するためには、さらに価値判断という難しい条件が必要である。また、CBA で一番問題になるのは公平性の問題である (萩原清子, 2001, 萩原清子, 朝日ちさと, 坂本麻衣子, 2008)。

Table 1 Preference conditions of Arrow's theorem

非限定領域の公理:	個人は、推移律を満たすならばどのような嗜好も持ちうる。
パレート選択の公理:	ある選択肢が 2 番目よりも全員一致で選好されるならば、2 番目の選択肢が採択されることはない。
独立性公理:	2 つの選択肢の順序付けは、他の選択肢に影響されることはない。
非独裁の公理:	ある一人が他の人の嗜好に対して独裁的な力を持つことはない。

一般的に作爲的・誘導的で問題が多すぎると指摘されているにもかかわらず、日本では国交省を中心に仮想的市場法 (CVM; 仮想的順位法, 仮想的行動法を含む) が水辺整備 (含む河川整備) 計画に適用されている。多くの結果は、萩原の知るかぎり、ある値 (家計の数%) の周りに正規型で分布し、どこの水辺でも同じような結果が出ているようである。今の経済危機状態でやれば、仮想的であれ 1 円の支払

いもしない(できない)という結果が出るであろう。また、ヘドニック・アプローチは条件がきついため、ただ一度だけ広島の大田川の浸水リスク軽減のための河道のショートカット事業の評価に使って成功した。

以上のようなことから、環境整備の効果をどう測るかということについてはTable 2のRPデータとSPデータを組み合わせ、そのうえ知恵が必要となる。

次に多基準分析法の適用可能性について考えよう。この方法の評価の視点は以下の7点である。① 様々な基準の独立性の仮定は重要か、② 多様なデータを扱えるか、③ 透明性はあるか、④ 順位付けは可能か、⑤ 制約がある場合に適用できるか、⑥ リスクや不確実性を扱えるか、⑦ ステイクホルダーの参加が可能か。いずれの手法も質的・量的データの扱いが可能で、感度分析により不確実性やリスクを扱うことが可能である。

よく使われる多基準分析手法は以下の6つである。

Table.2 Environmental Values and analysis models

利用価値	実際の利用価値：レクリエーション、取水など	
	直接的利用：木材、レクリエーション、医薬品、居住、利水など	
	間接的利用：流域保護、大気汚染の減少、ミクロの気象など	
	オプション価値：上述の将来の利用	
非利用価値	存在価値：環境が保全されて存在しているということへの満足	
	遺贈価値：子孫へ環境を残そうということへの意志	
	行動の種類	
データの種類	実際の行動	仮想的状態
	(顕示選好データ：RPデータ)	(表明選好データ：SPデータ)
直接的	費用節約アプローチ	仮想的市場法
		離散的選択モデル法
間接的	回避費用アプローチ	仮想的順位法
	旅行費用アプローチ	仮想的行動法
	ヘドニック・アプローチ	コンジョイント分析
	離散的選択モデル法	離散的選択モデル法

- (1) 多目的最適化モデル；1) 効用最大化モデル 2) 目標計画モデル 3) 階層最適化モデル
- (2) 多属性効用理論：1) 単属性効用関数 2) 多属性効用関数 3) グループ効用関数
- (3) 価値関数効用関数
- (4) アウトランキング手法：1) エレクトール 2) コンコーダンス分析 3) プロメテ
- (5) 線型加法モデル
- (6) AHP

## 5 コンフリクトにおける満足関数のモデル化

### 5.1 効用関数、価値関数、そして満足関数

水資源開発代替案がステイクホルダーに与える影響は、治水、利水、環境と幅広く、また評価にあた

ってそれぞれ軸の単位も異なる。従ってこれらを統一的に扱うためには、変数値を何らかの基準で関数に投影して共通単位に直す尺度化が必要である。

上記の効用関数と価値関数は、それぞれ数学的基礎はことなるが、「ある個人や集団にとっての好ましさを」を定量的に評価できる。この2つの最大の違いは、代替案として得られる結果に確率概念が含まれるものが効用関数、代替案として得られる結果が唯一(確実)であるのが価値関数である。しかしながら、

- 1) 評価基準間の整合性が確認できない、
  - 2) 関数形を決めるための質問が分かりにくい、
- という問題点がある。このため、価値関数の「選好強さの差に基づいて関数を構築する」という点を参考にしながら、整合性の問題やアンケート票の設計まで考慮に入れた「満足関数」を定義し、ステイクホルダーの確実性下における選好強さを表現する。満足関数は評価基準の値  $x_i$  を何らかの関数によって

価値量  $S_i$  に変換するものである。

$$S_i = s_i(x_i) \quad (1)$$

満足関数の構築は以下の手順で行う。

- 1) 各ステイクホルダーを複数のグループに分割する；同一のステイクホルダーではあっても、その便益や被害を受ける程度は人によって様々である、
- 2) 各グループが改善を必要とする度合い「必要度」を求める；各グループに対して「あなたの現在の状態を考えた場合、自身の評価基準に関してどこまでの改善が必要ですか？」という質問を行い、その結果からグループごとの改善を必要とする度合い「必要度」を算出する。そして、グループごとに、現在の状態(各グループに固有の数値)を原点に取り、

横軸を将来的に望む  $x_i$ 、縦軸を  $x_i$  までの改善が必要

と考える人の比率  $r_i^p(x_i)$  (関数) を考える。なお、

この比率  $r_i^p$  は、現状に対して不満があり改善を必要と考える人々と、現状で満足している人々で合計が1となるようにする。

$$p \int_{x_i}^{x_i^*} r_i^j(x_i) dx_i = 1 - a, \quad \text{ただし } r_i^j(x_i) \geq 0 \quad (2)$$

$a$ ；現状維持を望む人口比率

そして、あるグループの現在の状態が  $x_i^p$  であると



きの必要度  $N_i(x_i^p)$  を次式で定義する。

$$N_i(x_i^j) = \frac{i}{x_i^* - x_i^0} x_i \int_{x_i^j}^{x_i^*} (x_i - x_i^j) r_i^j(x_i) dx_i \quad (3)$$

ただし、 $x_i^0 \leq x_i^p \leq x_i^*$  である。

必要度とは、現在の状態と必要とする将来値の差に、その将来値を必要とする人数の比率を掛け合わせ、最良値と最悪値の差で基準化したものである。

式(2)(3)からステイクホルダーの評価基準  $x_i$  の単位に関わらず必要グラフの形状から「改善を必要とする度合い」を算出し、ステイクホルダー間の必要度の比較が可能となる。あるステイクホルダー内に3つのグループがあるときの必要グラフと必要度の関係を Fig.6 に示す。

3) 必要度から満足関数を構築する；グループごとの必要度を用いてそのステイクホルダーの満足関数を求める。ここでは、「 $x^0$  から  $x^m$  になることと  $x^m$  から  $x^*$  になることが満足の面は無差別となる」ということを「 $x^0$  から  $x^m$  になったときに必要性の満たされた度合いと、 $x^m$  から  $x^*$  になったときに必要性の満たされた度合いが等しい」と解釈することで、必要度と満足関数の関係を求める。

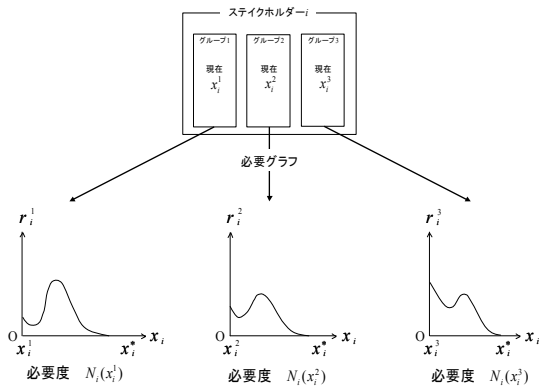


Fig. 6 Desired degree at each group

「必要性の満たされた度合い」を「必要度の減少量」とするならば、 $x_i$  上に任意の3点  $x_i^l, x_i^m, x_i^n$  (ただし、 $x_i^l < x_i^m < x_i^n$  とする) を取ったとき、「必要度の減少量が等しければ、その満足関数の値の差も同

じ」であるので次式を得る。

$$s_i(x_i^n) - s_i(x_i^m) = s_i(x_i^m) - s_i(x_i^l) \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow N_i(x_i^m) - N_i(x_i^n) = N_i(x_i^l) - N_i(x_i^m)$$

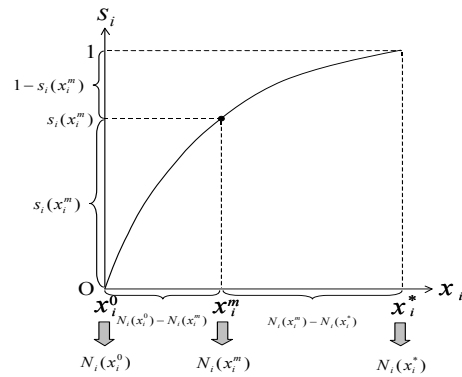


Fig. 7 Ratio of desired function and desired degree

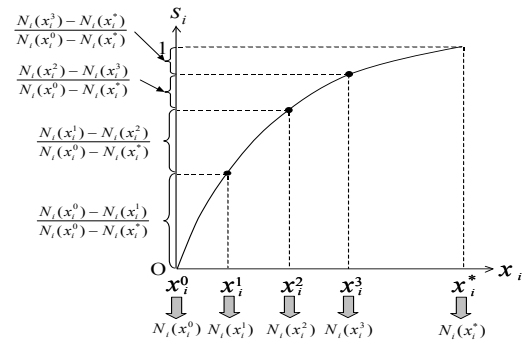


Fig. 8 Relation between desired degree and desired function

満足関数の値の差が同じとなるような状態変化の例をいくつか取ってくれば、それらの間では必要度の差も同じとなる。これは Fig.7 において常に次式が成り立つことを意味する。

$$s_i(x_i^m) : \{1 - s_i(x_i^m)\} \quad (5)$$

$$= \{N_i(x_i^0) - N_i(x_i^m)\} : \{N_i(x_i^m) - N_i(x_i^*)\}$$

従って、満足関数と必要度の Fig. 8 の関係は次式として表される。

$$s_i(x_i^j) = \frac{N_i(x_i^0) - N_i(x_i^j)}{N_i(x_i^0) - N_i(x_i^*)} \quad (6)$$

この式から必要度と満足量が一意の関係にあること、改善に対する必要性(度)が大きければそのグループの満足量が低いことを意味する。

## 5.2 吉野川第十堰問題の代替案の評価

### 5.2.1 ステイクホルダーの特定化と分析結果

(1) 治水に関するステイクホルダー：洪水伝搬時間と最大浸水深（浸水想定区域図を元に住民の「治水レベル」を得点化（2～10点で評価し、6点以下を治水に関するステイクホルダーと定義）。

(2) 生態系に関するステイクホルダー：魚類の目から見た生息環境の良さを、HIM（Habitat Index Morishita）という指標で表現。

(3) 親水に関するステイクホルダー：水辺利用実態調査を元に、利用主体（釣り人、水遊び、カメラマン等）から見た環境の良さを得点化。

### 5.2.2 分析結果とその考察

可動堰建設の影響は全てのグループに同一ではなく、生態系で言えば例えばグループ1やグループ3に対して影響が強く、逆にグループ6にはほとんど影響がない。親水の4つのグループは、他のステイクホルダーのグループと比して可動堰建設の影響は少ないが、その中でも最も影響を受けるのは景観資源を利用している人である。このように、河川開発と環境保全の価値を公正に評価し、代替案が個別のグループやステイクホルダーに与える影響を捉えることのできる点が、ここで提案したモデルと手法の特徴である。

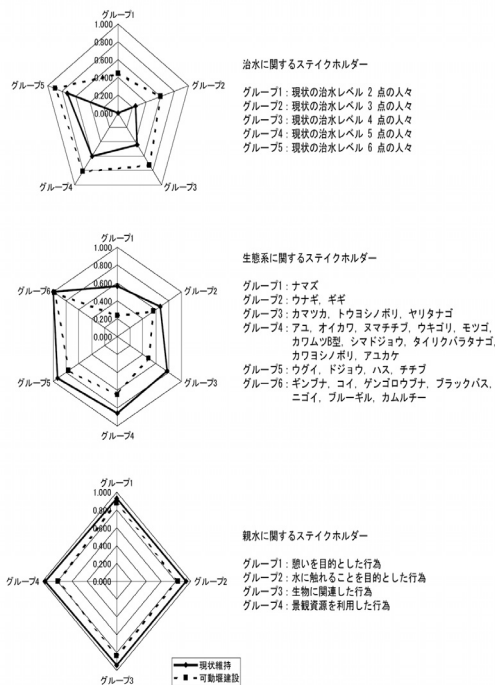


Fig. 9 Group impact assessment by alternatives

満足関数から見た効率と公正の評価：流域住民が

河川から受ける恩恵の効率性と公正の評価結果を要約；まず効率性という面から見れば、現状維持の代替案の方が優位である。しかし、可動堰を建設することで洪水に対して脆弱な住民が減少するため、河川から受ける恩恵の平等性が改善され、また治水脆弱性も大きく改善される。すなわち、代替案の間で効率と公正のトレード・オフの関係が生じていることが分かる。こうした情報は、河川の政策決定者にとって、代替案の特徴を把握する上で有用と考えられる。

## 6 コンフリクトマネジメント

### 6.1 コンフリクトマネジメントの前提

#### 6.1.1 ゲーム理論の役割

ゲーム理論は以下の3要素から構成される。

- 1  $n$ 人のプレイヤー (player)；意思決定者
- 2 戦略 (strategy)；行動の計画
- 3 効用・利得 (utility, payoff)；戦略選択の結果（事象）に対する評価

また、プレイヤーは他のプレイヤーが合理的に振る舞うという仮定のもと、自らもまた合理的な戦略選択を行うことによって、相互依存状況の中で効用・利得を最大化する。そして、ゲームを特徴づけるこの他の要素としては、

- 4 情報完備 (complete information)・不完備 (incomplete information)
- 5 協力 (cooperative)・非協力 (non-cooperative)
- 6 純粋戦略 (pure strategy)・混合戦略 (mixed strategy)
- 7 戦略形 (strategic form)・展開形 (extensive form)

情報完備とは、プレイヤーの人数、戦略、効用・利得を各プレイヤーが完全に知っていることである。情報不完備であるとは、これらの情報がプレイヤーの間で共有されていないゲームのことをいう。

協力ゲームではプレイヤーは協力を前提として提携の効果进行分析することが目的とされる。一方、非協力ゲームは、最初に定義したNashによれば、

- 1) プレイヤーの間でコミュニケーションが可能でなく、さらに
  - 2) 拘束力のある合意が可能でないゲームとされる。
- すなわち、非協力ゲームでは協力を前提とせず、プレイヤーは単独で意思決定を行う。

純粋戦略とはプレイヤーが戦略を常に確率1で選択する場合のゲームをいい、混合戦略は戦略選択に対してプレイヤーが常に確率1とはならない確率分布を持っている場合のゲームをいう。そして、戦略形ではプレイヤーが戦略選択を同時に行い、展開形

ではプレイヤーが順番に戦略を選択する手番を考慮する。

### 6.1.2 合理的な振る舞いに対する Sen の批判 (限定合理性)

Sen による人間の合理的な振る舞いに対する批判も著名である。Sen は次の 3 つの条件を提示し、これら 3 つの条件を同時に満たす社会的決定関数は存在しないことを証明した。

1) 「定義域の非限定性」: 集団的選択ルールの定義域には、論理的に可能な個人的順序のある集合が含まれる。すなわち、個人は論理を逸脱しない限り、どのような選好順序を持っても良いとされる。

2) 「弱いパレート原理」: すべての個人がある選択肢  $x$  と少なくとも同じくらいに選好し、かつ少なくとも 1 人の個人が  $x$  より厳密に選好するような選択肢  $y$  が存在しない場合をパレート最適と呼ぶが、これに対し、弱いパレート原理は、すべての個人が厳密に選択肢  $x$  を他の選択肢  $y$  よりも選好するとき、社会は  $y$  よりも  $x$  の方を選好すると評価するものである。

3) 「最小限のリベラリズム」: 社会的選択においては、少なくとも 2 人の個人がそれぞれ選択肢の 1 つのペアに対して完全な決定力を持つことができる。つまり、自分の選好がそのまま社会的選択となるような何らかの事柄に対する選択肢のペアを、少なくとも 2 人の個人が持つことを保証するというものである。

こうして、利益の観点から正当化されるような狭隘な合理性概念に対して異議を唱え、選好の動機づけにまで配慮し、自己の利益に逆らう選択をする合理性にまで目を向けるべきであると主張した。

さらに、限定合理的なアプローチのひとつとして、進化ゲームの理論が Maynard Smith and Price によって開発され、昨今盛んに研究が進められている。進化ゲームの理論は元来、生物学の分野において発展してきた。したがって、進化ゲームの理論における限定的な合理性は、適応的な種は外生的な環境に依存して徐々に選択されていくというダーウィンの適者生存の概念にもとづいている。1990 年代に入ると進化ゲームの理論は経済学や社会学の分野においても支持を得始め、社会システムにおける適用についても発展がなされてきている。

### 6.1.3 メタゲーム理論と序数型 (選好) 非協力ゲーム理論

ゲーム理論では、分析の際に各プレイヤーの戦略選択の結果に対する評価である効用・利得を設定しなければならない。しかしながら、実際に効用・利得を計量することは非常に困難を伴う作業である。

そこで考え出された方法が GMCR で、プレイヤーの戦略の評価を、プレイヤーの戦略選択の結果を相対的に比較することで表現するというものである。GMCR では、事象に対する絶対的な評価、すなわち効用や利得の計測を、簡略化という意味で行う必要がなく、プレイヤーが事象を好ましいと思う順に並べた選好順序のみで分析を行うことができる。基数尺度から序数尺度への変換は非常に多くの情報を失うことになるが、一方で操作性は飛躍的に向上する。つまり、GMCR は現実の問題に適用する際の利便性を重視して体系づけられた実際的な理論であるといえる。

弱点; ①分析者による選好順序の設定 ② 複数の均衡解が出現する場合の解釈 (⇔社会との関連)

GMCR においては、 $N$  人のプレイヤーがコンフリクトに参加し、それぞれが行動の選択肢(option)を有する。選択肢に関する各プレイヤーの実行の有無の組み合わせを戦略(strategy)と呼ぶ。そして、すべてのプレイヤーの戦略の組み合わせを事象(outcome)と呼ぶ。事象を各プレイヤーが好ましいと思う順に並べた順序を選好順序 (preference order) と呼ぶ。こうして GMCR で取り扱うゲームは、次の 7 点で特性化される。

1.  $n$  人のプレイヤー
2. 各行動の選択肢
3. 選好順序; 事象に対する選好の順序
4. 情報完備
5. 非協力
6. 純粋戦略
7. 展開形

#### 6.1.4 数学的安定 (均衡) 性の関連

GMCR における均衡解は均衡であるのだから定常であり、したがって GMCR の解集合は図における定常状態の集合に包含される。ナッシュ均衡以外の GMCR における安定性では最適反応を前提としないという点で他の均衡概念とは大きく異なる。すなわち、各事象においてプレイヤー  $i$  が現在いる事象から移行するかどうかに着目し、他の事象へ移行する妥当なインセンティブがないとき、当然プレイヤー  $i$  は現在いる事象に留まることになるため、その事象をプレイヤー  $i$  に対して安定であるとする。

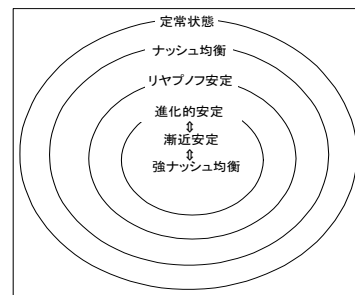


Fig. 10 Mathematical stability in conflict management

GMCR 以外の理論においては、最適反応ではないという理由から、このような事象  $k$  は均衡解としてはまず排除される。したがって、必然的に GMCR においては多数の均衡解を得ることとなる。

図中の Nash(均衡)安定性とはプレイヤーがどの状態にも移行できない状態をさす。複数の均衡解が存在するという事はコンフリクトマネジメントにおける第 3 者の役割が重要な意味を持つことになる。つまり、GMCR を GES 環境変化の中に埋め込んだコンフリクトマネジメントの可能性が出てくることになる。

## 6.2 第 3 者によるコンフリクトマネジメント

### 6.2.1 第 3 者の定義

#### (1) 仲裁者(Arbitrator)

仲裁者は行動の選択肢を有していないが、事象を排除し、またプレイヤーの行動を制御する権限を有す。仲裁者はコンフリクトの構造を変化させることはないが、プレイヤーの行動を規制し、コンフリクトの状態を制御するというマネジメントを行う第 3 者機関である。

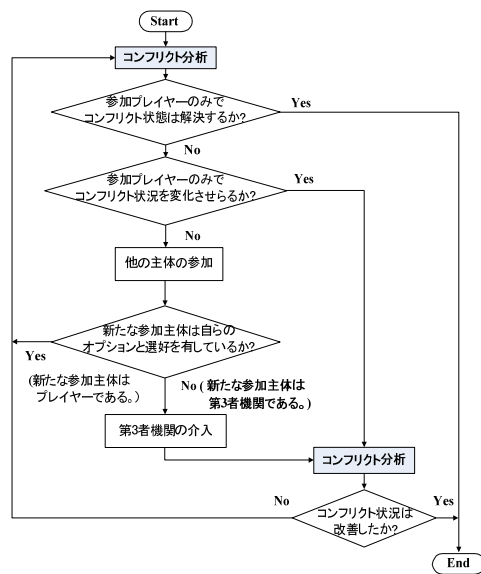


Fig. 11 Role of third party in conflict

#### (2) 調整者(Coordinator)

調整者はコンフリクトに対して何らかの対策を講じ、介入と同時に陽にプレイヤーの選好順序に変化をもたらす。

調整者は、コンフリクトに対して何らかの選択肢を提供し、直ちにコンフリクトの構造を変化させるというマネジメントを行う第 3 者機関である。

調整者はあたかもプレイヤーのように選択肢を携えコンフリクトに参加するが、自らはコンフリクトのいかなる状態に対しても選好を持たない。これは、

マネジメントをする第 3 者機関は中立であるべきであるという思想にもとづいてなされる仮定である。この点において、調整者は従来のプレイヤーの枠組みを越えたコンフリクトへの参加者として位置づけられる。調整者の役割は、コンフリクトの改善状態を実現するために必要となる他のプレイヤーの選好の変化を生じさせるに足る選択肢を提供することである。調整者はプレイヤーらがお互いに抱く不信任感により到達できなかったコンフリクトの改善状態を実現するために、選択肢を提供することによってプレイヤーらの選好を変化させ、プレイヤー間に信頼を醸成する助けをする。

#### (3) 寄贈者(Donor)

寄贈者はコンフリクトに対して何らかの対策を講じるが、介入時点においてプレイヤーの選好順序列に直接影響を与えることはない。陰に影響を与え、長期的にコンフリクトの構造を変化させる。

寄贈者はプレイヤーの選好を長期的なスパンで変化させ、コンフリクトの構造を変化させるというマネジメントを行う第 3 者機関である。寄贈者の操作変数としては、治水・利水に対する忘却率や、プレイヤーの相互影響力などが考えられる。寄贈者は、プレイヤーの価値観を変化させるという意味においてコンフリクトの本質的な改善を模索する第 3 者機関であるといえる。

### 6.2.2 長良川河口堰問題の演劇的手法による解釈

#### (1) 行動決定モデル

ここでは、プレイヤーの選好が時間の経過に伴って連続的に変化する過程を行動決定モデルとしてモデル化する。行動決定モデルは態度変化関数と、態度変化関数値をもとに態度を分類する閾値を記述するパラメータセットから構成される。態度変化関数とは、人の忘却の時間的変化を記述する忘却モデルと、プレイヤー同士の相互に及ぼしあう影響を記述する相互影響モデルとからなる。この関数の値をもとに、プレイヤーがどのような行動を取ることを好んでいるかを決定するシステムモデルが行動決定モデルである。

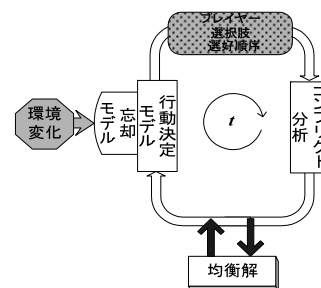


Fig. 12 Concept model of behavior decision

行動決定モデルとコンフリクト分析とを合わせて用いることにより、Fig. 12のモデルの概念図に示されるような時間軸を考慮した循環的な分析を行う。

(2) 忘却モデル;忘却モデルは人の忘却の時間的変化を記述するモデルであり、Fig. 13に表されるマルコフの2状態吸収モデルを基礎としよう。図中では、人の記憶状態が推移率  $p$  で状態  $R$  (記憶状態)と状態

$F$  (忘却状態)を推移することを示している。2状態吸収モデルでは、この推移率が一定とされるが、忘却モデルにおいて推移率は人の忘却の進行度合いを表現するものであるから、災害が起これば思い出し、起こらなければ忘却するというように、時間的に一定なものではない。したがって、ここでは推移率は時間変化するパラメータとする。

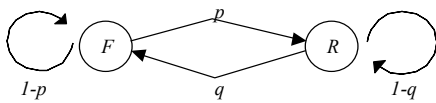


Fig. 13 Remembering/forgetting model

開発計画がある2つの目的に対して立てられたものとするとき、ある時点での、図における状態  $R$  にいる確率  $g_i(t)$  の変化率は次式で表される。

$$\frac{dg_i(t)}{dt} = -\{Q_i + V_i\}g_i(t) + (P_i + U_i)\{1 - g_i(t)\} \quad (7)$$

ここに、 $g_i(t)$ : プレイヤー  $i$  の忘却関数  $P_i$ ,  $Q_i$ : 計画目的1の推移率  $U_i$ ,  $V_i$ : 計画目的2の推移率

(3) 相互影響モデル;プレイヤーが相互に及ぼしあう影響をプレイヤー  $i$  の相互影響モデル (social influence model) として、態度変容モデル (attitude change model) を援用し、次式(8)のように定式化する。

$$\frac{dh_i(t)}{dt} = \sum_k \sum_l \tau [-\lambda_{ki}(1-x_{kl})h_i(t) + \lambda_{ki}x_{kl}\{1-h_i(t)\}] + \mu [-\lambda_{ki}x_{kl}h_i(t) + \lambda_{ki}(1-x_{kl})\{1-h_i(t)\}] \quad (k \neq i) \quad (8)$$

ここに、 $h_i(t)$ : プレイヤー  $i$  の相互影響関数、 $\lambda_{ki}$ : プレイヤー  $k$  がプレイヤー  $i$  に及ぼす影響力を示すパラメータ、 $x_{kl}$ : プレイヤー  $k$  の選択肢  $l$  の実行の有無を示す。1または0の値をとり、1ならば実行し、0ならば実行しないことを示す。

(4) 行動決定モデル;相互影響モデルに忘却モデルを組み込むことによって、次式の態度変化関数

(attitude change function) を定義する。

$$\frac{df_i(t)}{dt} = -\phi f_i(t) + \varphi\{1 - f_i(t)\} \quad (9)$$

$$\phi = \sum_k \sum_l [\tau\{Q_i + V_i + \lambda_{ki}(1-x_{kl})\} + \mu\{Q_i + V_i + \lambda_{ki}x_{kl}\}]$$

$$\varphi = \sum_k \sum_l [\tau\{P_i + U_i + \lambda_{ki}x_{kl}\} + \mu\{P_i + U_i + \lambda_{ki}(1-x_{kl})\}]$$

このとき、係数  $\phi$ ,  $\varphi$  が式(10)に示される条件を満たすならば、態度変化関数は(11)の範囲の値をとるよう基準化される。

$$0 \leq \frac{\varphi}{\phi + \varphi} \leq 1 \quad (10), \quad 0 \leq f_i(t) \leq 1 \quad (11)$$

行動決定モデル (behavior decision model) は、態度変化関数  $f_i(t)$  と閾値パラメータ (threshold parameter)  $0 \leq \rho \leq \delta \leq \sigma \leq 1$  との関係によって構成されるモデルである。このとき、閾値の役割を1)~5) のように考える。

1)  $0 \leq f_i(t) < \rho$  のときは選択肢を実行しない事象についてのみ考える。

2)  $\rho \leq f_i(t) < \delta$  のとき、プレイヤーは選択を迷っているが、選択肢を実行しない方の選好が高い。選好順序において選択肢を実行しない方の選好を高く設定し、考え得るすべての事象について安定性分析を行う。

3)  $f_i(t) = \delta$  のとき、プレイヤーは選択を迷っているが、選択肢の実行についての選好に差がない。選好順序において選択肢を実行する方としない方の選好を同じに設定し、考え得るすべての事象について安定性分析を行う。

4)  $\delta < f_i(t) \leq \sigma$  のとき、プレイヤーは選択を迷っているが、選択肢を実行する方の選好が高い。選好順序において選択肢を実行する方の選好を高く設定し、考え得るすべての事象について安定性分析を行う。

5)  $\sigma < f_i(t) \leq 1$  のとき、選択肢を実行する事象についてのみ考える。

これらの仮定は、プレイヤー  $i$  がどの選択肢を選択するか迷っており、あるレベルの態度変化関数値が与えられたとき意思決定することを意味している。以下、これを長良川河口堰問題に適用した結果を示そう。

(5) 歴史過程における調整者の認知

長良川の歴史に適合するように決定されたパラメータ値 ( $\rho=0.4, \delta=0.5, \sigma=0.6$ ) は、プレイヤー間の相互影響関係における影響力を示すものである。このうち、旧環境庁に及ぼす環境保護団体とマスコミの影響力を表すパラメータの値が飛び抜けて大きい値を示した。これは第3期の初めに環境アセスメントを行う



よう旧建設省に勧告する気がなかった旧環境庁が、1990年に突然旧建設省に勧告したという事実を記述するために設定されたものであるが、他のパラメー

タと比較するとあまりにも値が大きい。つまり、環

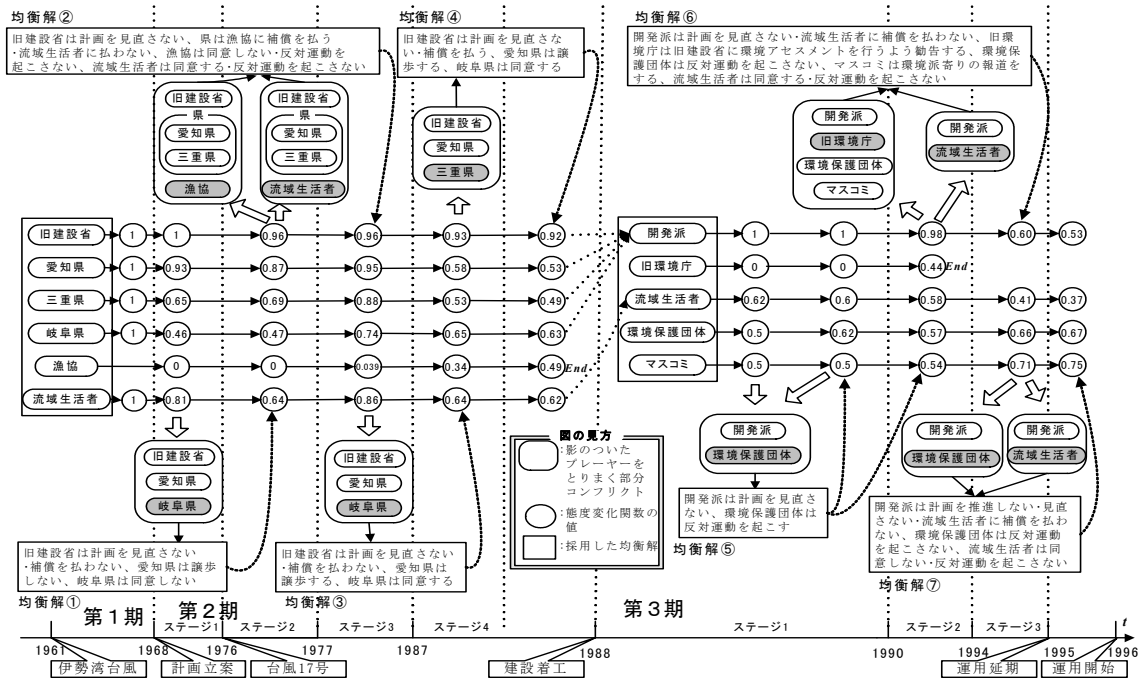


Fig. 14 Flow of the equilibrium

境保護団体とマスコミの影響以外の要因から、旧環境庁が勧告を行ったのではないかと考えられる。これはこの時期に政権交代が起こった歴史的事実を表現していると言えよう。

旧環境庁のプレイヤーとしてのコンフリクト参加は、モデル上（現実もそうであったが）あまりにも唐突であり、また、その役目も一瞬で終わってしまう。このため旧環境庁を「環境アセスメントを行う」という選択肢を携えた第3者機関の「調整者」として長良川河口堰問題に登場したとも認識できよう。ここで、前述した「調整者」の定義を確認しておこう。調整者とは、コンフリクトに対して何らかの選択肢を提供し、直ちにコンフリクトの構造を変化させるというマネジメントを行う第3者機関である。調整者はあたかもプレイヤーのように選択肢を携えコンフリクトに参加するが、中立であるため、自らはコンフリクトのいかなる状態に対しても選好を持たない。調整者の役割は、コンフリクトの改善状態を実現するために必要となる他のプレイヤーの選好の変化を生じさせるに足る選択肢を提供することである。

旧建設省の要請により長良川河口堰問題に登場することとなった当時の旧環境庁の立場に立てば、ある特定の状態の実現を望むことはなく、第3期ステージ2の旧環境庁をとりまくコンフリクトにおいて、

実際はどの事象もほとんど同じように選好していた、逆に言えばいずれかの事象を取り立てて選好することはなかったと考えられる。このため、旧環境庁は調整者として振る舞ったと認識することができる。

旧建設省から一方的に言われてアセスメントを行ったとか、アセスメントの内容は信頼できるものだったのか、など当時の旧環境庁に対する批判はあったが、介入によってコンフリクトの激化を防いだという意味で、旧環境庁は第3者機関としての役割を歴史上において果たしていたといえるだろう。

ただし、旧環境庁が状況に対して同選好であったのは、積極的に公平性を表明しようとした結果ではなく、ただ単にコンフリクトへの関与に対する消極的な態度の結果であるようにも解釈できる。実際、旧環境庁への一般的な批判は根源的にはその消極的な態度に対する批判へ行き着くように思える。この点、旧環境庁が第3者機関としての役割を演じたのは結果的なものだといえるが、それでも、日本の水資源コンフリクトにおいてプレイヤー以外の国の機関が第3者機関の役割を演じ得たという点で、将来日本における具体的なコンフリクトマネジメントを考える際の有用な先例であるといえるだろう。

以上で示したように、30年に及ぶ長良川河口堰問題においては、多くのプレイヤーが入れかわり立ち

かわりし、また、それぞれが固有の選択肢を携え、さらに第3者機関までもが関与して、非常に複雑なコンフリクトを構成していたといえる。日本における公共事業の歴史上、重要な問題を投げかけた長良川河口堰問題は多くのコンフリクトとしての要因を含んでおり、今となっても学ぶことは多い。水資源に携わる計画者を始め技術者は、長良川河口堰問題の一時点の断面だけを心にとどめるのではなく、それより以前のコンフリクトの経緯と、さらにそれ以前に水災害に苦しめられていた地域生活者の声を胸に刻み、将来の計画に真摯に取り組んでいかなければならないと考える。

Table 3 Equilibria at 3rd stage in 2<sup>nd</sup> period

	解1	解2	解3
旧建設省	見直さない・岐阜県に補償を払う	見直さない・岐阜県に補償を払わない	見直さない・岐阜県に補償を払わない
愛知県	岐阜県に譲歩しない	岐阜県に譲歩しない	岐阜県に譲歩する
岐阜県	同意する	同意しない	同意する

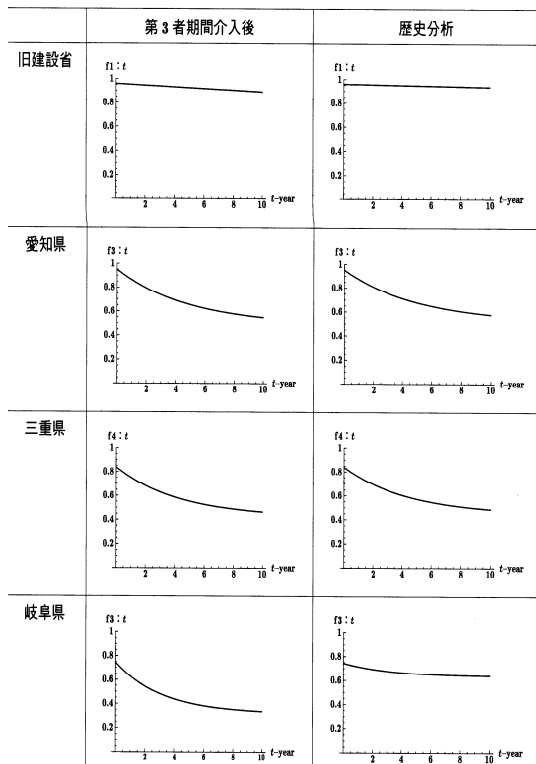


Fig. 15 Comparison between historical and experimental attitude change function

(6) 長良川における第3者機関の役割と限界

ここでは複数の均衡解が得られるコンフリクトを長良川河口堰問題の歴史の中から紙面の都合上、1つだけ紹介しよう。着目するコンフリクトはFig. 14における第2期のステージ3とステージ4 (1977~1988)

である。これらのステージでは、岐阜県をとりまくコンフリクトが発生しており、歴史と符合する均衡解としてTable.3の解1を採用し態度変化関数に取り込んでいる。ここではこれ以外にもGMCRによって表に示す2つの均衡解が得られる。

ここで、第3者機関が介入し、初めから計画に乗り気でなかった岐阜県を半ば強制的に計画に参画させる状況を回避したとしよう。このような役割を担う第3者機関は上述の定義より仲裁者であるといえる。これをモデル上で実現するために、歴史とは異なる均衡解2を採用して分析を行うこととする。

均衡解2を採用し、態度変化関数に戻した分析結果として、ステージ3の旧建設省・愛知県・三重県・岐阜県の態度変化関数と、歴史分析における態度変関数をFig.15に示す

Fig.15で示す態度変化関数より、採用した均衡解で「岐阜県が計画に同意しない」にひきずられて、他のプレイヤーの態度変化関数も歴史分析の場合よりやや低下していることが分かる。そして、岐阜県の態度変化関数の値は閾値  $\rho = 0.4$  を下回るようになる。これまでは岐阜県の態度変化関数が  $\rho \leq$

$f_5(t) < \delta$  の範囲の値を示しており、プレイヤーは選択を迷っているが、選択肢を実行しない方の選好が高く、選好順序において選択肢を実行しない方の選好を高く設定し、考え得るすべての事象について安定性分析を行った。しかし、閾値  $\rho = 0.4$  を下回り

( $0 \leq f_5(t) < \rho$  の範囲の値)、プレイヤーは迷いなく選択肢を実行しない事象を選好していると考え、安定性分析をもはや行わないのである。したがって、ここで岐阜県を無視した計画推進は、河口堰建設にとって致命的な選択であることが分かる。

Table 4 Equilibria around Mie Prefecture

	解4	解5	解6
旧建設省	見直さない・三重県に補償を払わない	見直さない・三重県に補償を払わない	見直さない・三重県に補償を払う
愛知県	同意する・三重県に譲歩しない	同意する・三重県に譲歩する	同意する・三重県に譲歩しない
三重県	同意しない	同意する	同意する
	解7	解8	解9
旧建設省	見直さない・三重県に補償を払う	見直す・三重県に補償を払わない	見直す・三重県に補償を払う
愛知県	同意する・三重県に譲歩する	同意する・三重県に譲歩しない	同意する・三重県に譲歩しない
三重県	同意する	同意する	同意する

また、三重県の態度変化関数が閾値 $\delta$ を切って、選好が「計画に同意する」から「計画に同意しない」

に変化する。このように変化したプレイヤーの選好のもとで再びGMCRにより分析を行った。歴史分析において、三重県の態度変化関数の値が「計画に同意する」寄りだったときに得られる均衡解はTable 4に示される解4～解7の4つであった。当時水需要の減少から生じた三重県の態度変化をもとにGMCRで分析を行った結果、これらに加えて解8と解9の2つが新たに得られた。

解4～解7はコンフリクト解決のための方法を示している。すなわち、三重県に対して何らかの措置をすれば三重県の同意を得られコンフリクトが解消する、というものである。しかし、水需要の減少のように計画がずさんで三重県が計画に否定的になったときには、解8、9が示すように、旧建設省は最も避けたい計画の見直しをしなければならなくなる可能性が出てくること分かる。

ここで、均衡解4～9のうち唯一三重県が計画に同意しない均衡解4を採用して、再びステージ4の態度変化関数の動きを観察してみれば、歴史分析では計画に同意していた愛知県が他県の態度変化にひきずられて「計画に同意しない」寄りになる。すなわち、今回採用した均衡解では計画実行にたどり着けずステージ4で計画が流れてしまうことになる。

この計画が流れるという状態がコンフリクトマネジメントの失敗なのか、または成功なのか、一概に言えるものではない。成功か、失敗かを定めるものはその時点の、もしくは未来の、時空間によって変化する社会である。たとえば、ここでの仲裁者による歴史とは異なる均衡解の採用は、結果的に見れば成功であったとも解釈できる。なぜなら、それまでのコンフリクトの流れから言っても、長良川河口堰の運用は開始されなかったはずなのである。したがって、第2期の終わりで長良川河口堰の建設が開始される以前に計画が流れていれば、世間を揺るがせるような開発か環境かの論争はくり広げられず、1988年からはじまる第3期で見たようなコンフリクトは起こらなかったことになる。すなわち、第2期の時点で計画を取りやめるよう導くマネジメントは実際の歴史から見ればコンフリクトマネジメントの成功となる。

しかし、もし環境保護団体が長良川河口堰問題に注目せず、世間も河口堰建設に対して興味を抱かないようであれば、第2期の時点で岐阜県の意見を尊重するよう導くマネジメントは、結果的にコンフリクトマネジメントの失敗を意味するかもしれない。すなわち、当時のプレイヤーの力関係で言えば最も力のない岐阜県の選好を優先することで、システム全体の選好に影響が及び、計画全体が流れてしまう可

能性が出てくる。治水対策は本来目先の利益にとらわれずになされるべきものであり、この点で国が国内における治水上の問題点を俯瞰しながら限られた予算の中で行うものである。治水対策は流域で考えられるべきものであり、長良川の場合、単体の地方自治体だけで、治水対策の便益を追求せず長期的な取り組みとして行っていくことは不可能であろう。岐阜県の選好を優先するマネジメントは結果的にプレイヤーの中で最も上位に位置する旧建設省の意図に反した状態をもたらすことにもなりかねず、治水対策という意味では、これはコンフリクトマネジメントの失敗とも捉えられよう。

### 6.2.3 インド・バングラデシュのガンジス河におけるファラッカ堰運用に関するコンフリクト (Sakamoto, M., Hagihara, Y., 2005)

ここでは、インド・バングラデシュのガンジス河におけるファラッカ堰運用に関するコンフリクトを事例にコンフリクト問題のモデル化、均衡状態の導出とその関連、およびコンフリクトマネジメントによる将来的な合意形成の可能性について考察する。



Fig.16 The Farakka Barrage



Photo.2 Down stream of Ganges (in Bangladesh) in dry and rainy season



Photo.3 Farakka barrage in India

インド・バングラデシュのファラッカ堰運用に関するコンフリクトを GMCR を用いてモデル化し、その上でさらに Third Party 介入によるコンフリクトマネジメントの可能性について論じる。ここではインド・バングラデシュのコンフリクトを Table 5 のように設定した。

Table 5 Players, options and events

プレイヤー& オプション	事象					
<b>Bangladesh</b>						
Agree	N	Y	N	Y	N	Y
<b>India</b>						
Use	N	N	Y	Y	Y	Y
Change	N	N	N	N	Y	Y
<b>Label</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>

Table 5 において、バングラデシュのオプション Agree は「ファラッカ堰の利用に合意する」を意味し、インドのオプション Use は「ファラッカ堰を利用する」を意味し、Change は「ファラッカ堰の利用方針を変更する」を意味する。また、Y はオプションが実行されることを意味し、N は実行されないことを意味する。プレイヤーごとの N,Y の組み合わせを、そのプレイヤーの戦略と呼び、すべてのプレイヤーの戦略の組み合わせを事象と呼ぶ。Table 5 では各列が事象と対応する。各事象のラベルを Table 5 の最下行に示す。この表から事象 3 が現状を表す事象である。また、インドが運用ルールを見直しながらファラッカ堰を利用しないという状態は現実には起こりがたいと仮定し、このような事象をあらかじめ排除してある。

次に Table 5 に示される 6 個の事象をプレイヤーの選好する順に並べ、プリファレンスオーダーを得る。以下の設定の前提条件は、現状から想定される選好と矛盾しないこと、また、分析を行った際に現状を意味する事象 3 が均衡解として得られることである。

最も好ましいものを一番左側に置くとし、バングラデシュのプリファレンスオーダーは現状を踏まえ、{6, 1, 2, 5, 3, 4}と想定した。すなわち、バングラデシュがファラッカ堰利用に合意し、かつインドが運用ルールを見直すことを望むが、それ以外の場合は自国に不利となる状況を嫌うものとした。

次にインドのプリファレンスオーダーを設定する。インドはファラッカ堰を利用することを最も重視し

ており、その次にバングラデシュが同意することを重視し、Change に関しては、インドはファラッカ堰の利用方針を見直さない方を好ましいと思っているとした。以上を反映したプリファレンスオーダーは {4, 6, 3, 5, 2, 1}となる。以上の設定のもと、GMCR により事象 3 と 6 が均衡解として得られる。事象 3 は現状を表し、事象 6 はコンフリクトの改善状況を表す事象であるといえる。

以上は、インドとバングラデシュが同等の国力を有していることを前提とした議論であるが、現実にはインドの国力が高く地政学的にも有利であり上位者である。上位者が下位者の手番を推測して下位者より先の手番で戦略を選択する解をスタッケルベルグ均衡解と呼ぶ。これは上位者が下位者より先見的な情報を有し、また先の手番を考えられない近視眼的(myopic)プレイヤーでないとする均衡概念である。インドが上位者である場合、均衡解は 3 と 6 で、仮にバングラデシュを上位者とした場合の均衡解は 3 であり、バングラデシュがコンフリクト状況を変えることはできない。また、スタッケルベルグ均衡解において、たとえ内生的に協力解へ向かう力関係が存在しても、上位者が近視眼的であればコンフリクトは改善できないことがわかる。

Table 6 Payoff matrix

インド		$J_1$	$J_2$	$J_3$
バングラデシュ	利用しない 変更しない		利用する 変更しない	利用する 変更する
	$x_1$ 合意しない	1	3	5
$x_2$ 合意する		2	4	6

次に、伝統的な戦略形のゲーム理論の枠組みでインド・バングラデシュのコンフリクトをモデル化する。ここでは、プレイヤーのプリファレンスオーダーの選好順位を利得として用い、利得行列を設定することとする。すなわち、バングラデシュを行プレイヤー、インドを列プレイヤーとしたとき、行列の要素は各プレイヤーの戦略の組合せ、つまり事象を意味することとなる。そこで、プリファレンスオーダーにおける好ましさの順位を対応する事象の要素に書き入れたものを利得行列として用いるのである。利得行列と事象の対応関係を Table 6 に示す。

しかしながら、現実的にはインドがファラッカ堰を利用しないはずがないので、バングラデシュの利

得行列  $A$ , インドの利得行列  $B$  はそれぞれ次式のよ  
うに設定できる。

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 1 & 4 \end{pmatrix} \quad (12) \quad B = \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 4 & 3 \end{pmatrix} \quad (13)$$

そして、この利得行列を進化ゲームの標準  $n$  集団  
レプリケーターダイナミクス (Weibull, J. W. 1995)  
を用いて表現すれば次式を得る。

$$\frac{dx_h}{dt} = [u_1(\mathbf{e}_1^h, \mathbf{y}) - u_1(\mathbf{x})]x_h \quad (14)$$

$$= [\mathbf{e}_1^h \cdot \mathbf{A} \mathbf{y} - \mathbf{x} \cdot \mathbf{A} \mathbf{y}]x_h$$

$$\frac{dy_k}{dt} = [u_2(\mathbf{e}_2^k, \mathbf{x}) - u_2(\mathbf{x})]y_k \quad (15)$$

$$= [\mathbf{e}_2^k \cdot \mathbf{B}^T \mathbf{x} - \mathbf{y} \cdot \mathbf{B}^T \mathbf{x}]y_k$$

上式に利得行列を適用し、展開すれば次式を得る。

$$\frac{dx_1}{dt} = x_1 \{3(1-y_1) + 2y_1 - (1-x_1)(4(1-y_1) + y_1) - x_1 \{3(1-y_1) + 2y_1\}\}$$

$$\frac{dx_2}{dt} = 1 - x_1$$

$$\frac{dy_1}{dt} = y_1(4(1-x_1) + 2x_1 - (3(1-x_1) + x_1)(1-y_1) - (4(1-x_1) + 2x_1)y_1)$$

$$\frac{dy_2}{dt} = 1 - y_1$$

こうして、インドとバングラデシュの混合戦略空  
間は Fig.17 のように描ける。この図において影のつ  
いた領域がバングラデシュの最適反応戦略集合、太  
線がインドの最適反応戦略集合である。

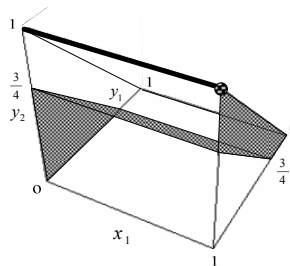


Fig. 17 Mixed strategy space of India and Bangladesh

これらの結合領域が両者にとってのナッシュ均衡  
状態となるので、ここでは  $(x_1, x_2, y_1, y_2, y_3) = (1, 0, 0, 1, 0)$   
が解となる。これは GMCR モデルにおける事象 3  
を意味する。この点は唯一のナッシュ均衡解である  
から、強ナッシュ均衡であり、すなわち Fig. 10 よ  
り、進化的安定であり、また漸近安定であるといえ  
る。

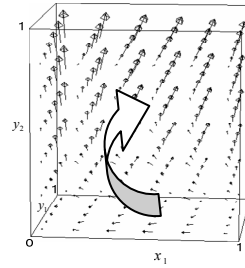


Fig. 18 Phase space of  $x_1-y_1-y_2$

レプリケーターダイナミクスを適用すれば、  
 $x_1-y_1-y_2$  に関する相空間は Fig18 のようになる。現状  
は  $(x_1, y_1, y_2) = (1, 0, 1)$  であり、またこの点は進化的に  
安定であるから、この点を初期値とすれば現状は変  
化しようもない。ここで、Fig18 でのベクトルは緩や  
かに放物線を描いていることから、初期状態でバン  
グラデシュに多少なりとも合意の気持ちがあった場  
合、いったんはバングラデシュの合意を選択する確  
率は高くなるが、インドの対応からバングラデシュ  
はネガティブな学習を行うことになり、結局は合意  
を形成する気がなくなってしまうということが分か  
る。いずれにせよ、初期状態がどのようなものであ  
っても、 $(x_1, y_1, y_2) = (1, 0, 1)$  に収束することとなる。

一方で、GMCRではコンフリクトの改善状態であ  
る事象6が均衡解として得られる。この理由はGMCR  
における安定性では最適反応を前提としないという  
点にある。そして、Sequential Stability(プレイヤー  
 $i$  に対して事象  $k$  が連続型安定であるとは、プレー  
ヤー  $i$  の事象  $k$  からの単独改善が、他のプレーヤー  
 $i$  のステップもしくはそれ以上の連続的なステップ  
の単独改善によって、事象  $k$  よりもプレイヤー  
 $i$  にとって好ましくない状況へ押し込まれてしま  
い、プレイヤー  $i$  が事象  $k$  からの移行を思いとど  
まらざるをえない場合)に見られるような、プレー  
ヤーのメタ的な最適反応を考慮としていることで  
得られる解なのである。実際、GMCRにおいて均  
衡解である事象6は、バングラデシュにとっては  
ナッシュ安定(プレイヤー  $i$  が事象  $s$  よりも好ま  
しいどの事象にも移行できない状態)、インドにと  
ってはSequentially Stableとして構成される。第  
3者機関の介入により現状の事象3から事象6へ  
推移するためには、介入による間接的な信頼の形  
成が必要であり、前提として、プレイヤーがメ  
タ的な最適反応を振舞えることがさらに必要とさ  
れる。そして、マネジメントの結果、事象6に到  
達したとしても事象6は均衡状態としての頑健性  
を持ち合わせていない。つまり、プリファレンス  
オーダーを本質的に変化させない限り、第3者機  
関が継続して介入しなけ



れば、コンフリクトの改善状態は容易に崩れてしまうのである。

## 7. おわりに

本稿は、水資源コンフリクトマネジメントのために、メタGES環境システムとメタ計画の輪廻の認知、さらにメタ適応計画方法論を提案した。そして、合意形成のために多基準分析における満足関数を提案し吉野川第十堰問題に適用した。次いでGMCRを内蔵した長期間にわたる長良川河口堰問題を演劇的手法で表現し、利得行列を内蔵した進化ゲームでガンジス川ファラッカ堰問題を表現した。

結論として水資源コンフリクトの事の重大性とそのマネジメントの重要性を水資源学の枠組みだけでなく総合防災学の中で認知する必要があると主張する。

## 謝 辞

本稿は特に3名の研究者との協働研究の結果であり、下記の協働研究者に謝意を表します。萩原清子教授(佛教大学、首都大学東京名誉教授)、坂本麻衣子準教授(長崎大学)、佐藤祐一博士(琵琶湖環境研究センター)。

## 参考文献

坂本麻衣子, 萩原良巳(2000): 大規模開発におけるコンフリクトの展開過程の分析, 環境システム研究論文集 Vol.28, pp.177-182, 土木学会  
坂本麻衣子, 萩原良巳(2002): 開発と環境のコンフリクトにおける合意形成に関する研究, 地域学研究, 第32巻, 第3号, pp.147-160  
坂本麻衣子, 萩原良巳(2002): 水資源の開発と環境の社会的コンフリクトにおける均衡状態到達プロセスに関する研究, 環境システム研究論文集 Vol.30 pp.207-214  
坂本麻衣子, 萩原良巳(2003): 水資源開発計画における開発と環境の集団コンフリクトに関するモデル分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.20 no.2, pp.295-304  
坂本麻衣子, 萩原良巳(2004): バングラデシュとインドのガンジス河をとりまく水資源コンフリクトにおける第三者機関の役割に関するモデル分析, 地域学研究 第34巻 第3号, pp.31-44  
坂本麻衣子, 萩原良巳(2005): 水資源コンフリクトにおけるThird Partyの調整効果に関する研究, 地域学研究, 第35巻, 第2号, pp.295-308

坂本麻衣子, 萩原良巳(2005): 水資源開発コンフリクトにおけるプレイヤーの設定に関する研究, 環境システム研究論文集 Vol.33, pp.415-422

坂本麻衣子, 萩原良巳(2005): 長良川河口堰問題を対象とした開発と環境のコンフリクトに関する分析, 水文・水資源学会誌, Vol.18, No.1, pp.44-54

坂本麻衣子, 萩原良巳(2008): プレイヤー設定プロセスを考慮したコンフリクト分析に関する研究, 地域学研究, 第37号第4号, pp.1141-1155

坂本麻衣子, 萩原良巳・Keith W. Hipel(2004): インド・バングラデシュのガンジス河水利用コンフリクトにおけるThird Partyの役割に関する研究, 環境システム論文集, pp.29-36

佐藤祐一(2008): 河川開発と環境保全のコンフリクト存在下における代替案の評価と合意形成に関する研究, 京都大学博士学位論文

佐藤祐一, 萩原良巳(2004): 河川開発と環境保全のコンフリクト存在下における意思決定システムに関する研究, 地域学研究 第34巻 第3号, pp.107-121

佐藤祐一, 萩原良巳(2004): 水資源開発におけるステイクホルダー間のコンフリクトと合意形成を考慮した代替案の評価モデルに関する研究, 水文・水資源学会誌, Vol.17, No.6, pp.635-647

佐藤祐一, 萩原良巳(2004): 住民意識に基づく河川開発代替案の多面的評価モデルに関する研究, 環境システム論文集, pp.117-126

萩原清子編(2001): 新・生活者から見た経済学, 文眞堂

萩原清子, 朝日ちさと, 坂本麻衣子(2008): 生活者から見た環境のマネジメント, 昭和堂

萩原清子, 萩原良巳(1977): 沿岸海域への汚濁インパクトを考慮した地域水配分計画, 地域学研究, 第7巻, pp.61-75

萩原良巳(2008): 環境と防災の土木計画学, 京都大学学術出版会

萩原良巳, 岡田憲夫, 多々納裕一編(2006): 総合防災学への道, 京都大学学術出版会

萩原良巳, 坂本麻衣子(2006): コンフリクトマネジメントー水資源の社会リスク, 勁草書房

萩原良巳, 萩原清子(1975): 下水道整備計画に関するシステム論的研究 3ーとくに国の調整機能の計量化と各都市のフィードバック情報についてー, 土木学会第11回衛生工学研究討論会講演論文集, pp.124-129

萩原良巳, 中川芳一, 辻本善博(1979): 多目標水資源配分過程に関する研究, 土木学会第1回土木計画学研究発表会講演論文集, pp.141-146

萩原良巳, 内藤正明(1980): 水環境のシステム解析,

- 環境情報科学, 9-1, pp.7-19
- 萩原良巳, 萩原清子, 高橋邦夫 (1998) : 都市環境と水辺計画—システムズ・アナリシスによる, 勁草書房
- 堤武, 萩原良巳編 (2000) : 都市環境と雨水計画—リスクマネジメントによる, 勁草書房
- Hagihara, K., Y. Hagihara (1986) : Pricing Policies for Conservation of Water Resources and Environment, Environment and Planning C, Government and Policy, Vol. 4, pp.19-29
- Hagihara, K. and Hagihara, Y.(1991): The Role of Intergovernmental Grants in Underpopulated Regions, Regional Studies, Vol.25,2,pp.163-172,Cambridge University Press
- Sakamoto, M. and Hagihara, Y.(2001): An Attempt to Develop a Dynamic System Model of Social Conflict, Conflict Analysis in Systems Management, 2001 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics Conference Proceedings, pp.1760-1766
- Hagihara, Y (2008): Water Resources Conflict Management,-As Social Risk Management, International Symposium on Hydrology, Hydraulics and Water Resources Aspects on Global Water Issues for 30<sup>th</sup> Anniversary of Water Research Center, DPRI, Kyoto University ,pp.101-122 (extra paper, pp.1-58),
- Hagihara, Y.and K. Hagihara (1981) : Project Grant Allocation Process Applied in Sewerage Planning, Water Resources Research, Vol.17, 3. pp.449- 454, AGU
- Hagihara, Y., Hagihara, K., Nakagawa, Y. and Watanabe, H. (1981) :A Multi-objective Optimal Water Resources Allocation Process, IFAC 8th Triennial World Congress, PPCS-81-86
- Hagihara, Y., Takahashi, K .and K. Hagihara (1995): A Methodology of Spatial Planning for Waterside Area, Studies in Regional Science, Vol. 25 ,No. 2 , pp.19-45
- Maslow, A. H. (1946): A Theory of Human Motivation, Psychological Review,50 ,pp.370-396
- Sakamoto, M. and Y. Hagihara (2003): A Model Analysis of Social Group Conflict, Conflict Analysis in Systems Management, SMC 2003 Conference Proceedings, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics), pp.4352-4357
- Sakamoto, M. and Y. Hagihara(2005): A Study on Social Conflict Management in a Water Resources Development – A Case of the Conflict between India and Bangladesh over Regulation of the Ganges River- ,水文・水資源学会誌 Vol.18,No.1,pp.11-21
- Sakamoto, M. and Y. Hagihara, (2006) ; Social Stability and Mathematical Stability in Conflict Management, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.5270-5274
- Sakamoto, M. and Y. Hagihara ((2006); Social Stability and Mathematical Stability in Conflict Management, IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.5270-5274
- Sakamoto, M., Hagihara, Y. and T. Sugiman, (2004): An Attempt to Develop a Dynamic System Model of Social Conflict by the Combination of Behavior Decision Model and Game Theory, Asian Journal of Social Psychology 7, pp.263-284, Blackwell Publishing
- Sakamoto, M., Hagihara, Y. and Hipel, W .K. (2005): Coordination Process by a Third Party in the Conflict between Bangladesh and India over Regulation of Ganges River, 2005 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.1119-1125
- Weibull, J. W. (1995): Evolutionary Game Theory, MIT press

## **Water Resources Conflict Management**

Yoshimi HAGIHARA

### **Synopsis**

This paper shows inevitable fact we have to face up to water resources conflicts. Meteorological, hydrological, ecological and sociological problems with getting intertwined all together converge at water resources conflict problem in the end. For this reason, this paper firstly discusses the real situation of conflicts in domestic and international regions and paradigm shift of water resources planning process based on environment capability considering social disparity for sustainability. Next, meta-logical methodology for conflict management introduced with recognition of GES environment, time varied circular system of water resources planning including environment disasters of collapse, pollution and culture, and adaptive water resources planning methodology of social conflict management for survivability. And then, some researches on conflict management are discussed.

**Keywords:** conflict, GES environment, transmigration and metempsychosis of planning, environmental culture disaster, adaptive planning methodology, multicriteria analysis, GMCR, evolutionary game