

## 水資源研究の課題と展望<sup>(注)</sup>

末石 富太郎

### 一 序 説

水資源とは、地球上に種々の形態で存在する水のうち、水利用に転換できる部分の総稱である。この転換を<sup>(1)</sup>広義の人間の労働ととらえるならば、自然に存在する水のうち人間の労働対象となる部分、を水資源と定義することもできる。

自然の水が実際に水資源として転換できるかどうかは、水の量および質の時間的・空間的分布と水利用を必要とする人間活動の分布との間のギャップ、さらにそれを解消しようとする人間の労働力——技術レベルと経済レベルのものを含む——の大きさに依存することになる。これらに関連して、水資源工学や水資源経済学が位置づけられ

(注) 水資源・環境研究会設立総会(一九八三年二月一七日)における同題目の記念講演から再構成した。

るのはいうまでもないし、またこの力を行使する主体の存在も大きな意味をもつことになる。

しかしながら、以上のような関係の前提として、人間が水を利用可能と認識してきた事実があり、この認識は、水のもっている機能を介して行われる。この機能には七種類があり、水資源としての利用目的と対応して示すと次のようになる。

- ① 生命体の構成——飲料水、農業用水など
- ② 熱容量——ボイラ用水、冷却用水など
- ③ 浮力（比重の基準）——舟運用水、沈でん作用による浄化、発電用水など
- ④ 掃流力——水洗便所用水、河川浄化用水など
- ⑤ 溶解力——飲料水、食品用水、各種物質輸送用など
- ⑥ 生活の場の構成——水産用水など
- ⑦ 自然の景観構成——レクリエーション用水、ただし人間の労働対象としない場合も含む。

これらの機能のうち、物理・化学・生物学の機構についての科学的説明が十分になされているものも多い①、②、③、④、⑤が、それらの研究は、水資源自身の定義や用途の拡大とは無関係に行われてきたことに注意したい。

水の機能の認識は、明らかに経験的に形成されてきたものであり、人間およびその集合としての社会、さらに社会の活動を支えるための都市が、それぞれこれら機能が必要としている現象が水需要であるにもかかわらず、水需要予測が慣行的な水種別ごとに行われてきた関係もあって、水資源としての科学的な位置づけ——たとえば自然の水と水資源としての水との厳密な区別——は十分に確立されているとはいえない。

むしろ近年になって、④や⑤の水の機能の過度の利用が①、⑥などに悪影響を与えはじめ、これが水質汚濁研究

を活性化することになった。いま内外とも水関係のジャーナルでは、原則として水質研究の論文が花盛りとなっている。またより最近では、⑦についての行動心理学的な研究にも着手されはじめている。

以上をまとめると、自然の認識のしかたと人間の活動様式との関係にたった、水資源のふたつの存在様式が浮上する。

a 為政者または公共事業の対象としての自然——治水や水資源開発など

b 自然科学的学術研究の対象としての自然——量よりも質についての研究、さらに水についてのよりミクロな研究（新しい水資源機能の発見）など

a の治水は有史以来政治の課題であった。農業用水の管理は、慣行水利権による農民の直接労働対象であったが、徳川幕府の石高制によって、水資源開発も藩主がじぶんじしんを強迫せざるをえない課題となり、明治以後の中央政府にも同じかたちで引きつがれた。これらこそ、土木工学を体制派科学化したひとつの原因である。一方、ここで科学の発展史を詳論することはできないが、一言でいってbはアカデミズム科学であり、純粹知性をもって対象を認識し普遍法則を見出すことはできて、より具体的な研究の目的はあいまいである。科学者みずからが自覚したつもりでも、案外、目的は外部から所与となっていることが多いのである。

a・bを統合しさらにそれを越えるべき課題は、

c 人類の共通の資産としての自然——本文の主題としての規定をすれば、水資源（水環境を含む）研究のサービ

として確立することである。

以上のa・b・cの相互関連をより深くみると、人間活動の社会経済的目標の変容と対応して、自然は

- a' きびしい条件として、人間がむやみに立ちいらす、一定間隔をへだてて安全率をとるべき対象<sup>(6)</sup>——人口や労働をも節約するという経済の状況<sup>(7)</sup>
- b' 迂回的に利用すれば生産性を発揮し、また汚濁物の同化能力も評価される積極的利用の対象——近代的な経済合理性<sup>(7)</sup>
- c' 人間が開発・制御の対象とする対立的な自然ではなく、人間・社会と自然が安定的・生態学的に存在する様式を追求するための、人間—自然間の多様な相互作用を認識可能にする環境神経系ともいべき情報システム——亜々完全循環型経済としてのヒト・モノ（水）、カネ、情報の統合<sup>(7)</sup>としてとらえなおすべきである。
- '84世界湖沼会議が謳った「人間と自然との共生」は、明らかにcとc'の双方を標榜したものである。本文では、「共生」といういわば麗句をいったん分解し、再度編成しなおすことを目的として、水資源研究のあるべき姿の展望を試みたい。その前にまず、a・b・cあるいはa'・b'・c'の関係を、「技術」「経済」「社会」をキーワードとして整理しておこう。

- (1) 森滝健一郎『現代日本の水資源問題』汐文社、一八頁（一九八二）。
- (2) 末石富太郎「水の制御」石原舜介ほか編『都市の制御』日本放送出版協会、二六〇—二六一頁（一九七二）。
- (3) 故玉城哲の表現による。
- (4) 末石富太郎「環境計画の目的——公共用水域の管理計画を中心として」第13回衛生工学研究討論会講演論文集、土木学会、二二—九—二二六頁（一九七七）。
- (5) 中山茂『市民のための科学論』社会評論社、二〇八—二二二頁、二四〇—二四五頁（一九八四）。

- (6) 末石富太郎『都市環境の蘇生——破局からの青写真——』中公新書、五〇—五二頁（一九七五）。
- (7) Tomitaro Sueishi, The Principle of Environmental Economy Focused on Water Cycling, Proc. of International Environment Symposium, The Japan Economic Journal, pp. 1~14 (1976).

## 二 技術・経済・社会システムの相互関係

### 1 技術システム優先型

最近でこそ、「科学技術」は中間の「・」をはずして使われるようになったが、歴史的にみれば明らかに「技術」は「科学」に先行していた。「科学者」という語がつくられたのも近々一八四〇年前後のことで、engineeringの語源となったingenuityによってこそプールの水道橋もティーベル河の遠距離導水も実現をみたのであった。

ところがこのような技術は、aの枠内の君主、国家、さらには官僚に従属する性格を内胎しており、これを顕在化したのがエコール・ポリテクニクである。この創設（二七九四年）がフランス革命と一体視されるのに対して、日本の工部大学校（一八七三年創立）は若き英人技師ダイアーによる実験であったことが異なるが、ともに土木工学を中心にした技術官僚養成機関であったことに変わりはない。またダイアーの実験が成功した背景には、わが国独自のよい意味での御用学的土木が江戸時代にも存在したことが挙げられよう。

しかしこの結果国土づくりは、いわゆる普及率など施設整備水準上昇という単目的を掲げた技術システム優先型に傾斜し、経済や社会が必ずしも完全同調しないゆえに発生する齟齬（水害や濁水など）や対立が、官僚組織の強迫観をさらに高めて事業の公共的独占化に至ったのである。このような過程では、よい水源だけを利用して最低限の

浄水技術を適用するというa'の型の自然対応は時代遅れの烙印を押されてしまう。またかりにbの型を意図したとしても、平均化・斉一化・集計化されたデータを求めるかぎり、研究スタイルはaの枠内に拘束され、水質汚濁研究の場合ですら、aとの対立を覚悟しなければbの立場を貫きがたいのが実状であった。

ただ官僚組織内の個人には必ずしも強迫観はなく、技術優先をみずからの使命と解しつつ、巨大なモニユメントづくりの栄光を担えることを夢みることができたのだが、いま土木分野の内部では若者の土木はなれに対する危機感もあって、civil engineering⇨市民工学の本源にたち返ろうという大きな潮流がうねりはじめ、市民への施設の積極的開放やイベントづくり、さらには快適環境づくりのための設計示様の変更などに着手されている。これが技術システム社会化への萌芽には違いないが、縦割り行政の弊害が除去されないかぎり、前途は必ずしも楽観できない。

## 2 経済システム優先型

いま日本を総体としてとらえれば、経済システム優先型で動いていることに間違いない。水資源問題に関しても、地盤沈下・地下水汲上げ規制という条件下での生産拡大のため、安価な工業用水供給が必要となり、また工場排水の負荷料金制というインセンティブが水再生技術の発展を促進した、というみかたも可能である。

しかしながらこれらの経緯も、技術適用が可能という前提で経済システムが最低限の調和をしたものと考ええる方が妥当であろう。それは、b'の経済合理性に関する諸問題を認識し、むしろb'の枠組から立論された資源経済学や環境経済学の原理にもとづけば、日本を環境システム主導型に転換すべき機会は、一九七〇年代以来の石油ショックや濁水の頻発など、けっして少なくはなかったのに、結局はb'の微調整がなされたにすぎなかった。その証拠として研究の主流は、計量経済モデル中の生産関数に新たにエネルギー消費量を加えていどのものにとどまり、この

スタイルは、新しい公害対策技術の導入が経済成長率に及ぼす影響をチェックするという、aの枠内で繰返し行われてきたものと同様である。

公害激化時代にもそして石油ショックに際しても、「経済学こそ……」と意気込んだ人たちの多くはいつのまにか撤退してしまっている。特に一九八五年の「水源税」「流占料」の論議に関しては、発案主体の発想の中に集権型のa方式の充実を含んでいる面が確かにあったとはいえ、水道分野はみずからの経営体質を不問にして料金値上げにつながることをもって反対し、経済学者も全く鳴りをひそめたままであった。

技術優先型で戦後復興が緒についたころ、経済学は政策選択論で時間を費しすぎたのかもしれない。水の技術行政の瑕疵に着眼した「水の経済学」<sup>(2)</sup>や大規模水資源開発に関する「社会的費用便益論」<sup>(3)</sup>は、明らかにb型の研究として評価できるのだが、いかんせん、c型のコミットメントをはかるにはあまりにも研究体制が弱体であった。

確率濁水年をわずか一〇年として擬似的にa'型をとった水資源(水源拡張)技術が経済システムと密着を保ちえたのは、年率10%以上の成長下で長期視野を必要としなかった一九六〇年以後の十数年にすぎない。いまはむしろ、先端技術優先の大合唱に対して、経済学がわからの不調和論すらささやかれているのである。

## 3 社会システム優先型

社会システムといえればルーマンやハーバーマスの名前が彷彿とするが、社会学の一般理論と水資源研究との距離はあまりにも遠い。ここではもっと簡単に、労働者・消費者・市民一般が技術システムおよび経済システムの主体として凝縮され、ついで次第に意思決定者になるとともに、従来の技術・経済の政策主体は彼らの支援者となったような状態を、社会システム優先型とよぶことにしたい。

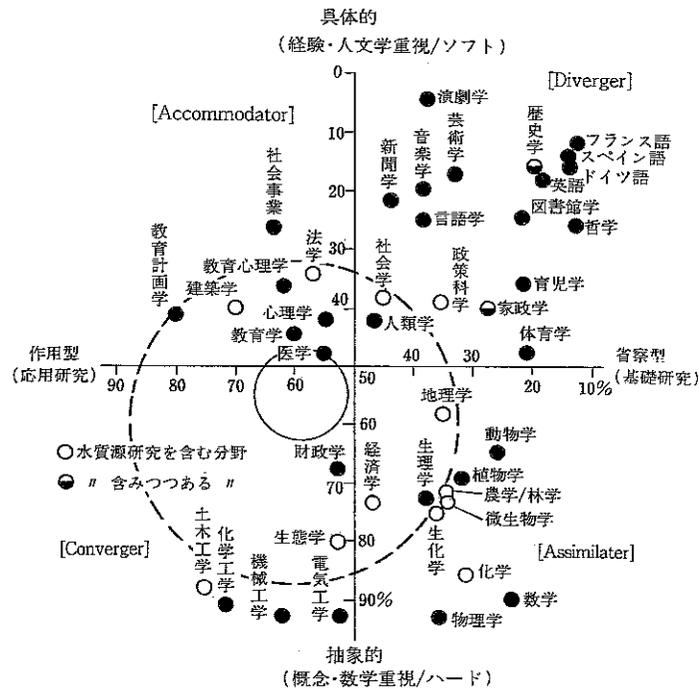


図1 学術分野の属性

図1の原図は、カーネギー委員会が一九六九年に集めたデータによって、コルプが構成したものである。縦軸は一五八大学の約三三〇〇〇人の院生が回答した学部基礎としての数学と人文学の重要度によって、横軸は三〇三大学の約六〇〇〇〇人の教員のうち企業や政府などの別途収入のある仕事をしている割合によって、それぞれ指標化されている。日本では横軸を虚学・実学とあらわすことが多い。(一)内の各軸の意味や各象限の分野類型は、因子分析法などによる他の調査結果と整合することも確かめられている。各学問分野の属性は、代表点の周囲のある範囲に分布しているはずであるから、水資源研究だけを抽出すると、プロット位置が変わりうることはいうまでもない。

図中、水資源関連研究を行っている分野

現在の日本社会での一例として、自動車の利用者じしんが自動車産業の労働者でありTQCにも参加している状況として、社会システム優先型を析出させることは不可能ではない。しかしながら、生産手段である各種施設や水利用者全般は、独自の発想で水の循環再利用をしている場合を除き、広義の水資源支配から完全に離脱しているのは衆目の一致するところであるし、また、技術システムないしは経済システムがみずから水資源に関する社会システム優先型に変貌する可能性はあまりないこともすでに論じたとおりである。都市内の中小河川も対象にすれば、aの枠内での治水目的の達成すら困難であるとして建設省が一九七六年に構想化した総合治水も、第三セクター支援によるボランティア集団の学習過程を経てはじめて社会システム化されるとみるべきであろう。

右のような意味において、bの立場で行われている人文・社会科学分野の水資源研究もc・cの型にむけられねばならず、最近の社会学的表現を借りれば、「生活世界に拡張された身体としてのシステムの痛みを感じ」うるようにすることが必要となる。このためには、システムの神経としての情報系のあり方が重要課題となり、その中で、市民の水資源意識とみずからの行動―負担、および意識―制度―技術のそれぞれが調和していなければならない。

4 水資源研究の属性

技術と経済のシステムを含めて水資源研究を社会システム優先型に収斂させる課題を展望するためには、a・b・c/a・b・cをさらに目的・対象・方法論・情報源などに分解した属性によって、現在の水資源研究の内容を事前に検討しておかねばならない。しかしこの作業は膨大で、筆者一人の力量ではとつてい及ばない。むしろ「水資源・環境学会」の緊急課題であろう。そこでここでは、次節のための予備的考察として、水資源研究が行われている学問分野自身の属性を比較しておく。

の選択は、筆者自身の判断によるが、図1からいくつかの興味ある事項が指摘できる。まず第一に、研究成果が実社会に最も作用力をもつのは土木工学であり、これが序説で述べたような研究のa型拘束性の側面でもある。第二には、水資源研究の関連分野が、破線で描いたような円周上にはば分布していることである。したがって、水資源研究を学際化するには、各分野が近くに位置する他分野の方法論をとりこむことを意図すればよいといえる。たとえば、縦軸の70〜80%に位置する経済学と生態学とともに *oilios* (イエ) を共通項にもつ意味において方法論の交換は可能なはずである。破線の円の完成をやや困難にするのは、他分野の人には案外認識されていない土木と建築の距離の遠さであり、これは親水型水辺計画のアプローチの違いとしてもあらわれる。このような場合、縦軸値で土木と建築の中間にありかつ景観論を包含している地理学を、いかにして省察型から作用型に変えるかが新しい課題のひとつとなることがわかる。

大部分の学術分野の属性は、図1の二軸ではほぼ説明可能であるが、中央の小円内に医学が位置していることの意味はより重要である。予防・診断・治療という属性をもつ医学が、医の倫理を介して狭義の社会システム優先型をとっているものと仮説すれば、他分野にはない臨床機能を表現するには、紙面に垂直な第三軸を用意することが必要であろう。前述のaを作用型、bを省察型と近似したとき、水資源研究のc型→社会システム優先型への転換は、第三軸の設定のしかたにかかっていることが示唆されるのである。

- (1) 村上陽一郎「近代工業文明を支えた自然観と論理」土木学会誌、七一巻一号、二一五頁(一九八六)。
- (2) たとえば、佐藤武夫「水の経済学」岩波新書(一九六五)。
- (3) 現在から無限の将来にかけて、毎年一定の利得Vがえられるとすると、これら全体の利得を現在に割引いた総和(現在価値)

$V_0 = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{V}{(1+r)^t} = \frac{V}{r}$ となる。rは社会的割引率である。経済成長率をrに代入することは理論的には正しくないが、高度成長が続いているときに、人びとが現在と将来のウェイトをどのように考えるか、ということをも右の式は表現しているといえることができる。rの単位は(1/年)であるから、 $V_0$ はVの1/r(年ぶん)になる。rが年10%以上であれば、1/rは10年以下になる。つまりこの期間に一回起こることは、10年に一回以上起こることと同等であり、10年に一回以上頻繁に起こることにしか人びとは注意を向ける必要がなくなる。しかもこのような計画湯水も、過大な水需要予測と投資による水資源開発によって致命的な影響をもたらさなかったのである。

- (4) たとえば、佐和隆光「不調和宿す技術革新」朝日新聞(一九八六年一月二六日)では、三つの不調和として、①情報化が愚かな大衆を管理する図式から大衆がパソコンの前にすわって賢明になりつつあるとしながらも、やはり企業や消費者のもつ情報格差が拡大する、②ロボタイゼーションによる強い日本製品の供給が国内に需要をつくりだすことはもう望めないからこそ貿易摩擦をひきおこすのだが、かといってロボットで経済のサービスタ化がはかれるか、③雇用問題がさらに難題となり、院生の研究やボランティア活動も(給与を伴う)労働としなければならぬ、とささやいている。
- (5) 第一節(一)と同じ、二四一―二八頁。
- (6) 水害常襲地帯を流域にもつ市川市真間川では、河川改修のため堤防の桜並木が伐採対象になったことで「桜並木を守る市民の会」ができ(一九七九年四月)、早期改修派との対立も顕在化した。高野公男は、住民自体が「経時的多面学習」によって土地利用と水害に関わるべきとする着想で、トヨタ財団の研究助成をうけ、「真間川流域研究会」が発足、市民の会も参加した(一九八〇年一〇月)。学習過程で一九八一年の台風24号の被害が発生し、研究会は実態調査を通じてネットワーク型学習方式の有効性を実証した。三年間の成果は「水防都市構想」としてまとめられ、河道中心主義の行政型総合治水策を越えて、街区単位の遊水設計と街づくりの両立を住民の手で積みあげたことが大きな特徴である。この結果行政も、親水護岸計画や桜伐採の代替案をもって住民と対話する姿勢に転換した。
- (7) 庄司典吉編「世界社会の構造と動態」法政大学出版局、二二八―三四五頁(一九八六)。
- (8) David A. Kolb, *Learning Styles and Disciplinary Differences*, Arthur W. Chickering and Associates, *The Modern American College*, Jossey-Bass Publishers, p. 242(1981).

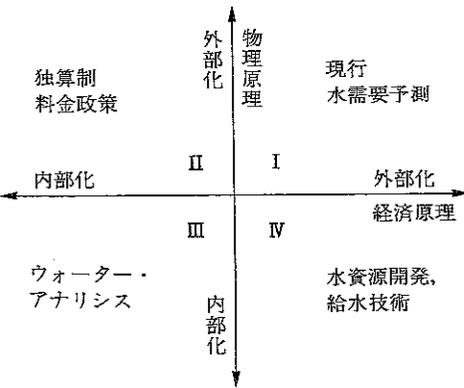


図2 物理・経済原理の統合

外部化状況として指摘した問題が一切ないとすれば、現在の水資源経営は技術的可能性としても制度的にも十分成熟している。しかし、自然的・経済的有限性の問題と水利用者の水資源支配からの完全離脱状態を対置してみると、両原理を図2のIII象限に統合する必要性に到達する。

### 三 新しい水資源研究の諸様式

以上の議論によって、新しい水資源研究の課題として、方法的学際化によるたとえば図1の破線の円を完成するにとどまらず、研究の情報源、対象、目的、さらにはそれらを総合した意味での研究そのもののスタイルとしての、第二の属性軸を模索すべきことが明らかとなった。

現にコルブじしんも、図1の原因の次の展開として、垂直軸が専門化= specialization と統合= integrity であり、さらに、成人がいわゆる生涯型高等教育をへて自己形成できるのは、具体的かつ直接的な経験(縦軸上方)がみずからの観察と省察(横軸右方)の基礎となり、これらのみずからの理論形成や一般化(縦軸下方)に役だて、ついで概念の連累として社会的状況への作用化(横軸左方)を試みつつ、さらに新しい経験を創造する形式においてである、と述べている。いわば、破線の円を時計まわりの螺旋階段として総合化の軸を昇ってゆくべきことを示唆しているのである。

しかしながら、総合というのは、実際、言うは易く行うは難い。理科系と文科系の二分法は社会に根づくよく定着しているし、基礎/応用のいずれにしる、ある特定分野のみずからの専門性を全うする方が社会的評価の高いのも現実である。筆者にとっても、水資源の螺旋階段の設計はきわめて魅力的な課題ではあるけれども、現状での完成は断念せざるをえない。以下では、筆者が最近興味をもっている課題や実社会での動向にもとづいて、第三軸の候補のいくつかについて論じておきたい。なお以下に描く図1と類似の図では、各軸の数量的指標化を行っていないので、研究スタイルなどの各象限への位置づけだけが意味をもつ。

#### 1 水資源経営における物理原理と経済原理の統合<sup>3)</sup>

考察の対象を水資源経営にかぎれば、これが第二節に述べたような技術システム優先型であるという立論は妥当しない。現に水需要予測は、おおまかにいって経済フレームの将来予測にもとづいてなされる。ここでいう物理原理と経済原理は、経営のサブシステムとしての水需要予測、技術施策、料金施策が図2のように両原理を統合したものでない、という意味で用いている。つまり、現在の水需要予測は、負荷適応型水価格を反映していない点で経済軸の外部化がわにあり、水資源の自然的賦存量や利用後の汚水が環境容量を消費していることを考慮しない点で

物理軸の外部化がわにある。水需要をすべて満たすという前提で用いられる水資源開発・水輸送・水処理などの技術は、自然や空間など物理(と化学)原理を内部化しているが、経済原理は最小コスト概念でどしかもっていない。また独立採算制の料金政策は、利率や償却などの経済条件を内部化しているが、水の使用価値という物理原理(第一節①②)を考慮していない。

筆者らのウォーター・アナリシスの研究はまだ緒に付いていないが、研究の方法と目的をごく簡単に紹介しておく。ウォーター・アナリシスとは、「財の生産または人間活動に必要な直接・間接の水利用（または汚濁発生）を合算し、水資源の観点からその財・活動の価値をみなおす試み」である。地域ごとの生産・水利用統計、下水処理状況および地域間・業種間の産業連関などを駆使して、地域内の最終消費活動を水源別・放流先別の水・汚濁集約度<sup>(8)</sup>であらわし、このような価値情報と諸個人の意識および行動・負担/制度・技術の調和をめざすのである。これによって、都市の熱汚染制御用の水利用をも含め、外部変数化されている水需要予測値のクロスチェックも可能となるはずである。

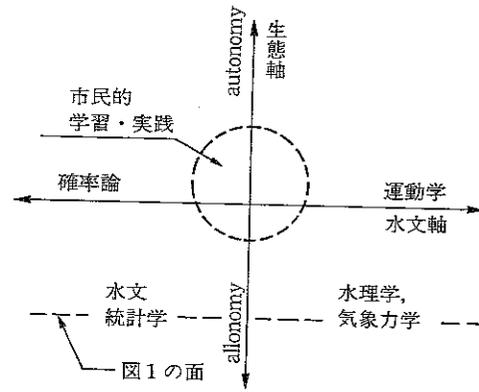


図3 水文学と生態学の結合

## 2 水文学と生態学との結合

水文とは水の文(綾)つまり筋道を意味する。水文現象の運動学的取扱いの典型は、水理学または流体力学で、渦の生成メカニズムの解明にも及んでいる。水資源に関連していえば、気象学でも運動学的立場の比重が高まりつつある。確率的取扱いの代表が水文統計学であり、水文データの極値を推定する方法も確立されている。土木工学は水理学・水文統計学の両者を包含しているが、広義の水資源研究・施策を対象にすれば、図3の横軸が図1の縦軸の約90%付近に投影されることはたしかであろう。

しかしながら、右に述べたような水文研究の発展方向にはいくつか

の問題がある。確率的取扱いでは相関関係は解明されても現象の因果にはたしつかない。運動学的取扱いは因果関係を明らかにしなくても、果から因への一意的な制御はできない。これらは、無限の自然を水資源の対象領域にできないことにもとづいている。とくに水の汚濁問題を視野に入れるとき、相関関係と因果関係の均衡をとりながら、水資源現象と併存する生物群の増殖・死滅(および汚濁浄化機能)に相互作用の意味をもつ時間スケールを抽出することが必要となる。そして、規定したように、この生物群には人間も含まれるとかがえたととき、図3の生態軸が図1の第三軸としての意味をもってくる。

図1の上に螺旋階段を構築しない場合には、人間や生物群のうちでも専門家だけを特別視し、彼らが他律(alloonomy)的に自然を観察し社会を制御するという形式となるから、水文統計学や気象力学の位置は図3のようになる。最近成果が出はじめている生態学的水理学でも、水そのものの記述様式が従来そのままであれば、図3の横軸を図1の生態学の位置に投影させていく変化は少ない。

図3の生態軸上で、研究者・一般市民から微生物までを積分して自律(autonomy)がわへ向かうというだけでは、まだきわめて抽象的である。しかし、流域上流の市街地に下水道が整備された結果、池の水が涸れ下流の浸水頻度がふえたことを知った住民たちが、屋根の雨水を地下浸透させて池と下流に配慮をし、同時に雨量計と地下水水位計を設置してデータを行政に届けているという事実は、ここでいう結合の明確な第一歩であろう。今後図3の第1、II象限に螺旋階段がどんな断面をあらわすか、興味のもたれるところである。

## 3 時間と空間の内部化

前項2に述べた、相互作用の意味をもつ時間空間スケールの問題は、生態軸を考慮しない場合であっても重要な

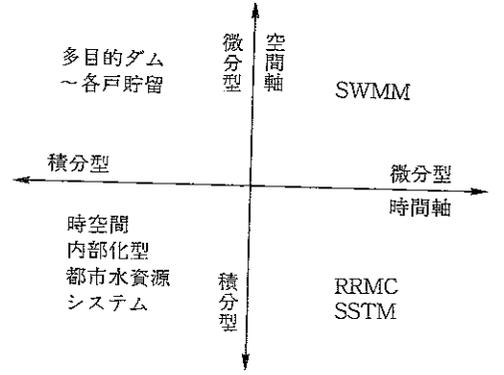


図4 時空間の内部化

けられるのはこのような意味である。

時空間を内部化するということは、特定の時空間スケールの現象を、単純には制御、より積極的には利用、さらに抽象的には自己同一化する対象として認識することである。簡単な例を示そう。筆者のRRMC (Revised Rational Method of Characteristics)<sup>(10)</sup>は、土地利用の差異にもとづく流出遅滞の存在に意味をもたせ、ある流域スケールを等価粗度係数によって集中化し、菅原のSSTM (Serial Storage Tanks Model)<sup>(11)</sup>は、ミクロにもマクロにも流域の持つ雨水貯留機能を排除機能より優先視する点で、ともに空間の内部化を志向している。ただこれらモデルで高水計画を行うかぎり時間の内部化には至らず、図4では第IV象限におくべきモデルである。これに対し、洪水調節用／

ことに変わりはない。ところが近代科学流のひとつの特徴は、均質な空間・時間軸 (x, y, z, t) を独立変数として分析対象をできるだけ細な要素に還元しようとすることにあり、この要素をそのまま合成しても意図する全体とはならぬことが欠陥となる。

たとえばアメリカの都市水文分野で主流になっているSWMM (storm water management model) では、流域分割数二〇〇、管きよ数二四〇本のシステムで、一分単位の降雨インプットに対する地表堆積負荷洗掘、雨水流出、汚濁負荷流出の動的解析が数秒単位で行われる。このようなシミュレーションが不要というわけではないが、都市における雨水の迅速な排除を目的にした在来型下水道系のレスポンスが詳細に表現されるにすぎない。図4の第I象限にSWMMが位置づ

水源用ダムあるいは雨水の各戸貯留施設などは、確率過程としての降雨をある時間長に再配分して制御・利用しようとする意味で時間の内部化が行われ、貯留地点だけが独立変数となる。

各戸ローカルな貯留池を面的に連繋させ、その多元的な利用目的 (流出抑制・雑用水利用など) を内部変数とするなど、第II・IV象限のモデル合成によって、時空間を内部化した第III象限の都市水資源システムの一典型を描くことができる。降雨自体も、空間的・時間的に有限な広がりを持ち、大気汚染やそのウォッシュ・アウトを介して都市と相互作用をもつ都市水システムの一部ととらえれば、このモデルの熟度は高まるであろう。家政的技術の開発によってこのモデルが実現できれば、市民による新しいかたち<sup>(12)</sup>の水資源支配の道も開けるのである。

4 水資源計画におけるリスク対応

近代科学流のもうひとつの特徴は、科学史がポジティヴィズム<sup>(13)</sup>になっているように、すべての研究成果が必ず役にたつ、と認識されていることである。かつて公害研究が一世を風靡したが、除々に明らかになったことは、たとえば公害経済の研究が必要になったのは、公害を放置しておけば経済学の発展を阻害する、ということであった。同時代にラディカル・エコノミクスや反科学論も台頭したが、いまは公害が鎮静したという以上にこれらのかたちもみえなくなっている。

筆者は必ずしもネガティヴィズム<sup>(14)</sup>派ではない。また安易にポジ・ネガの統一ともいいたくはない。ネガ部分がポジより小さいほうが、もちろんよい。こういう意味でのネガがわからの研究がリスク研究であり、日本では工学の個別分野の中にとじこめられてあまり成熟していない計画学も、リスク研究がサポートしなければならぬ。

図5は、都市水文分野を中心とした筆者の経験をもとに、計画軸とリスク軸上に日・独・米をプロットしたもの

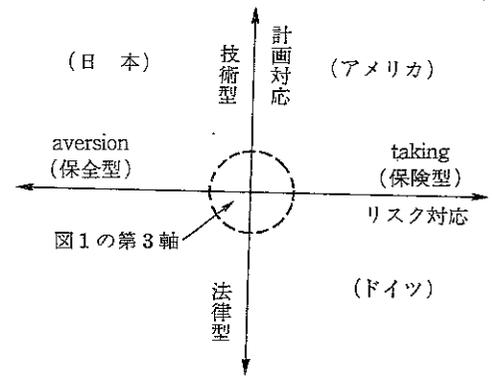


図5 リスク対応型の計画

である。法律は技術と対をなす実学であり、技術の不完全さを事前に補完すべきはずだが、日本では刑法などを除いて事後型にすぎない。リスク認識度を単純に横軸上に刻むことはできないが、日本ではつねに危険と安全を二分するための後追い型の研究をし、対策技術を追加して保全型(まったきを保つ)安全宣言をしなければ一般は承知しない。保険とは本来、けわしきになつて、必ずしも insurance だけを意味しない。同じ意味でアメリカの技術型計画も技術偏重ではなくリスクを含めた情報公開型になっている。逆にドイツではやや法律偏重型であるといえる。

リスク研究とは、やや定型的な表現ながら、リスク発見—問題認識—解決の過程での社会集団間の相互作用を種々の個別リスク分野で比較したうえで、リスク同定—分析 (Close-responseを含む) —アセスメント—マネジメント—マネジメント (技術的・経済的計画)の方法と実際に発展させるべきものである。この成果にもとづいてリスクの回避・分散・負担について合意形成をはかることを、「計画」と定義しなおすべきであろう。

こうして、ともに辺境ないし底辺にある環境学と保険学が、リスクの定義(汚染物曝露による望ましくない影響の発生頻度/未知の事柄(uncertainties)が及ぼす不確かな経済的効果<sup>(16)</sup>)をも相互接近させながら、図5の原点付近の真の実学として止場されるであろう。

まず突破すべき課題を簡単に述べておく。淀川下流の大部分の市民は琵琶湖流域での水質保全努力を知っている。

だから下流府県も滋賀県に協力すべきだといふ。しかしみずからの費用負担については、濁水確率を一〇〇年に一回以下にしてくれなければならないという人が八五%に達する。琵琶湖総合開発が完了しても濁水はほぼ一〇年に一回起こるはずである。

- (1) 第二節(8)を回す、二五〇頁。
- (2) 第二節(8)を回す、二三三頁。
- (3) 末石富太郎「環境問題と経営問題からみた水道」水道協会雑誌、五四巻一号、三〇〜四三頁(一九八五)。
- (4) 末石富太郎・高尾桂「ウォーター・アナリシスの基礎的研究—水需給情報システムの編成」エネルギー・資源、四巻一号、三九〜四六頁(一九八三)。
- (5) Hidenori Niizawa and Tomitaro Sueishi, Evaluation of Industrial Heat Effluence and Its Impacts to Urban Water System, Water-oriented Urban Ecosystem Studies, II Environmental Science Research Report, B 211-R 15-3, pp. 34~45 (1984).
- (6) Christian Rouviere and Tomitaro Sueishi, Spatial Allocation of Water Resources and Water Pollution in the Yodo River Basin—Input-Output Budget—, Technology Reports of the Osaka University, 36-1, pp. 209~220 (1986)
- (7) Hidenori Niizawa and Tomitaro Sueishi, Correlated Distribution of Goods and Water in Urban Area—Improvement of Methodology for Water Analysis—, Special Research Project on Environmental Science, B 276-R 15-3, Integrated Studies in Urban Ecosystems as the Basis of Urban Planning (I), edited by H. Ohara, pp. 21-37 (1986)
- (8) たぐえば、素材も命め自動車一台の生産に必要なエネルギー投入量 $20 \times 10^6 \text{Kcal}$ のちうな値を材のエネルギー集約度という。同様に、水使用量や汚濁発生量を集計したものが水・汚濁集約度である。自動車の水集約度は一台あたり五三〇 $\text{m}^3$ である(一九八〇年値)。
- (9) こころ述べたのは、東京都世田谷区烏山寺町(田黒川上流)の実例である。
- (10) Tomitaro Sueishi, Run-off Estimation in Storm Sewer System Using Equivalent Roughness, Trans. of JSCE, 91, pp. 41~54 (1963)
- (11) Masami Sugawara, On the Analysis of Runoff Structure about Several Japanese Rivers, Japanese Jour. of Geophysics,

2-4. pp. 1-76 (1961)

- (12) 第二節(6)で示した例では、研究会員じしんが建てた各戸貯留型実験住宅のデータも報告されている。
- (13) 第一節(5)と同じ、一一一〜一二五頁。
- (14) 第一節(5)と同じ、一二八頁。
- (15) WHOによる定義(一九七六)。
- (16) K・J・アローによる定義。

#### 四 地域学としての水資源研究

前節では、水資源研究を対象とした図1の第三軸の候補を種々検討したが、必ずしもそれらを陽表的にあらわせたわけではない。図2と5のうちでそのまま第三軸となるのは、図3の生態軸だけであり、図2と図4ではともに二つの軸を合成したものの、図5では、二つの軸にさらに直交するものがめざすべき軸となった。

このように、螺旋階段の設計はやはり容易なことではない。むしろ、過去と将来を含めた歴史的考察のように、必要性の明白な軸を支柱として建て、前節のキーワードを踏み板または手摺として少しずつ階段をつくってゆくことのほうが常道であるかもしれない。しかしながら、たとえば、図4の時空間微分型の水文モデルの研究がアメリカを中心とした量的な主流として発展したが、時空間積分型の取扱いの原型が地理学的特性の異なるヨーロッパにあったことを見落せば、すでに指摘したような量的な研究成果の時系列推移だけを追うポジティブイズムの科学史になってしまふ。

したがって、第三軸としては単純なものを選んでも、研究素材に対する目のつけどころが重要になる。本文の主

題は、cまたはd型の水資源研究であったから、図3の生態軸が第三軸として最も適合している。ところが図3で生態軸と水文軸を結合することの意味、さらにいえば、事例として挙げた地域住民活動のどこに着眼するかということの考察は、前節ではまだ十分に行っていない。

最近水資源問題に関連して、単なる反対運動を越えた学習過程を通じて一般住民が自律的な関与をはじめている例はかなりある。これらの発端や深化過程、行政・政治との関係、あるいは住民組織内部の役割構造などを広い意味での地理学的な調査対象として、入念な記述を積みあげてゆくことももちろん必要であらう。

しかしながら、研究者と住民との関係をながめてみると、自律的であるはずの住民の活動が研究客体となって研究者によって他律的にとらえられていることがわかる。このような研究業績が学会に提出されて評価をうけることには格別の問題はないとしても、それが他の地域にも還元されてはじめて、第三軸としての意義があらわれるのであるから、研究者も一般住民の一部であるという関係を越えて、研究者と住民との間の情報的な関係を新しく措定しなおす必要があるだろう。

筆者の着眼は、学会中心型の研究者の活動様式じしんのみなおしにあり、さらにいえば、大学がもつ教育・研究の機能に加えて、社会奉仕を第三の機能として定着させることである。ここで大学の社会奉仕について詳述する紙幅はないが、従来型の教育・研究成果にもとづく大学開放にとどまらず、生涯学習の需要にこたえ、かつ水資源問題のようにa型の技術施策が一応の水準に達しながらも図2や図5によって説明したような自然的・地域的・経済的な有限性が顕在化しつつある地域課題に対して、豊富・清浄・低廉のような表相的表現から保水や親水にも拡大した新しい水利用目的の模索と計画的合意形成のための支援のあり方にこそ、研究の重点をシフトすべきなのである。筆者はこのような概念を、地域を対象とする地域研究とは区別して、地域学とよんでいる。

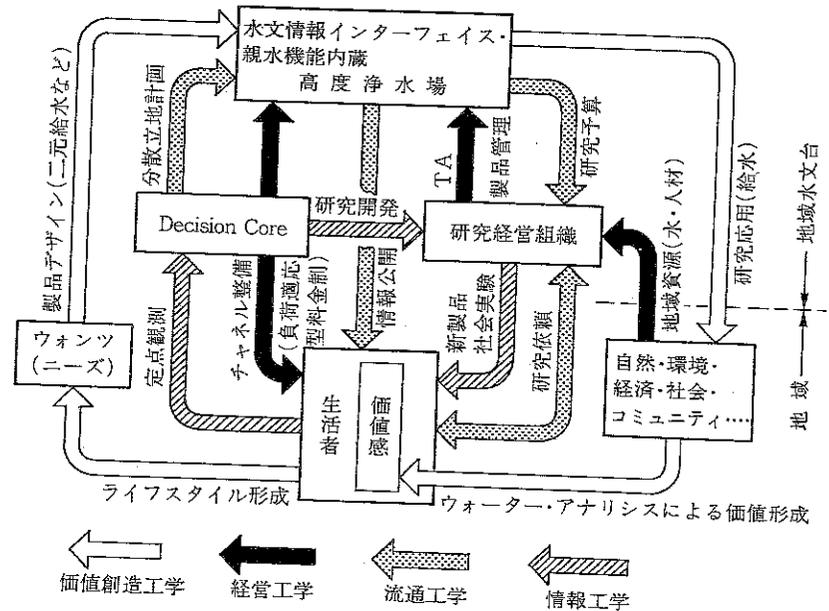


図6 地域水文台の構成と運用

地域学と住民との間の情報の関係の再編成を  
 目論んだのが、図6の地域水文台 (Region  
 Hydrological Observatory) である。水文台の具  
 体的運用を目的として、地域学としての研究内  
 容の選定(主要なものは図2-5で示唆した)、成  
 果のパッケージの方法、成果の流れのデザイン、  
 流れを構成する結節点に配置すべき作業と情  
 報、結節点の配置のしかた、などが当面の課題  
 となる。<sup>(2)</sup>

右のような地域学の目論見は、情報化という  
 名辞のもとに一般にも推進されているかにみえ  
 る。しかし現実の内容は地域問題への視点はほ  
 とんどないし、行政がわからのアプローチも不  
 足している。地域学—水文台—社会をひとつの  
 システムとしてとらえ、このシステムのダイナ  
 ミクスを通じて社会的価値系の構成を意図する  
 工学に、図1の第III象限で螺旋階段の第一段目  
 をつくりあげる役割が存在するといえるのであ

る。その可能性は、工学分野においてはほぼ整った次の三条件にあることを念頭におくとよい。

- ①システム理論の普遍化—流れの構成、意思決定プロセスのシステム処理の理論化が行われている。
- ②デジタル化の発展—人工知能の出現、CAD、CAIの普及があり、さらに新手法の開発の可能性も高い。
- ③実験手法の開発—社会現象の縮尺または歪模型やコンピュータ・シミュレーションの技法は完成したわけでは  
 ないが、社会科学領域では非常に遅れている課題である。

さて図6は、地域水文台をめぐるヒト、水、カネ、情報の流れを説明したもので、この原型となった Region Ob-  
 servatory の一般形は、前述の二条件と生活者の価値観に基盤をおく最新のマーケティング理論<sup>(4)</sup>を用いて筆者ら  
 が構成したものであり、螺旋階段が図1の第III象限から第II象限の方向に巡回すべきことを意味したコルプの示唆<sup>(6)</sup>  
 とも合致している。

図の流れのサイクルのうち最も重要なものは、価値創造工学である。従来の水資源システムは、自然、環境、経  
 済、社会、コミュニティから調査データをとって、水の需要量を設定し、これにもとづいて浄水場で水を製造し、  
 一元的なニーズの形成にあずかった。価値創造工学はこの流れを逆転し、生活者も研究者の支援のもとにミクロな  
 ウォーター・アナリシスを行って新しい水の価値を形成し、水の使用価値を体得する。ライフスタイルが変わるこ  
 とによって一元的ニーズではない真の欲求(ウォンツ)をつかみ、新しい製品(三元給水、ボトル・ウォーターなど)  
 のデザインをする。こうしてはじめて浄水場のあり方が定まるのであるが、浄水場は同時に情報インターフェイス  
 としてのより大きな機能を持ち、水そのものと種々の情報とがより成熟した地域レベルのウォーター・アナリシス  
 を介して地域に還元されることになる。

価値創造工学のサイクルは、さらに、経営工学、流通工学、情報工学のサイクルによって補完され、グループ・

ダイナミクスの状況をつくりだす。水源から浄水場までの水そのものの流れは、経営工学の流れの中に陰伏化されてしまっているが、これは、大学等の水資源研究と水資源関連行政とが地域水文台の核となって果たすべき共同的な役割の大きさをあらわしている。

- (1) 一時間に五〇ミリの雨を対象に排水設計をするといった経験的な方法は、約一〇〇年前タルボットが特定地点での降雨の継続時間と雨量強度の関係を規定する方式を創始したことによって画期的に進歩した。ただしこの方式はイリノイの大平原で着想されたもので、排水先も含めた空間の規模を考慮する必要はなかったといえる。もちろんヨーロッパでもこの方式が主流となったが、それ以前に降雨の空間分布の公式化はドイツで行われ、いまでも時どきこの伝統が顔を出す。ハムブルグでは、降雨の確率型空間分布モデルにもとづいて既設排水網の長時間制御に着手している。
- (2) その一部はすでに、大阪大学地域学研究会(代表末石富太郎)「地域学研究にもとづく新しい大学機能の編成に関する研究——地域を見る装置に関する社会基盤の分析——」トヨタ財団昭和57年度助成研究報告書(一九八三)で検討済みである。
- (3) 第三節(3)と同じ。
- (4) チャールズ・ヤン「マーケティング工学のすすめ」日本経済新聞、一九八二年二月四日。
- (5) (2)に引用した報告書。
- (6) 第三節(2)と同じ。

## 五 むすび——水資源研究の意義

これまで水資源は、序説に述べたような七種の水の機能とは無関係に、農業用水、工業用水、都市用水あるいは河川維持用水など、用水事業の範疇で取扱われてきた。これら事業の効率化が現在の経済発展の基盤をつくり、ま

たその効率化のために工学的研究が役だってきたことも否定できない。しかしこの過程で、多くの自治体が行政スローガンにしているように、「水と緑と太陽」が渴望される都市砂漠をつくりだした。同時に「水と緑と土」という用語法も次第に市民権をえはじめている。富山和子の同名の著書が土木技術者に非常に多く読まれているのもそのひとつの証拠であろう。<sup>(1)</sup>

このような傾向を反映して、水や緑のきめこまかい配慮が、都市のスペースに刻みこまれつつある。しかしながら、都市河川に橋脚を打ちこんだ高速道路や三面張りの水路なども含め、先行した都市事業の遺したものの大きさのゆえに、これら配慮も点的な、あるいはせいぜい線的な演出効果しかもっておらず、水と緑と土の文化的戦略には至っていない。戦略を欠いた演出は、一過性の便乗商品の氾濫など、所詮擬似的な環境をつくりだすことしかできないはずである。

水資源技術にしろあるいは貨幣にしろ、これらはいずれもハードな文明である。これら文明を何のためにつかうかというソフトが文化である。水資源研究の意義は、地域資源としての「人水一如」を達成するための計画戦略をめぐらすことにおいて、他にない。

- (1) 富山和子「水と緑と土——伝統を捨てた社会の行方——」中公新書(一九七四)。
- (2) 「好著5冊選」土木学会誌、七〇巻一〇号、一七―六六頁(一九八五)。