

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月20日現在

機関番号：22604

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2009, 2011

課題番号：20730188

研究課題名（和文）量と質のリスクを考慮した水供給の制度設計に関する研究

研究課題名（英文）A Study on Municipal Water Supply System under Risk of Quantity and Quality

研究代表者

梶田 ちさと（MASUDA CHISATO）（朝日 ちさと（ASAHI CHISATO））

首都大学東京・社会科学部研究科・准教授

研究者番号：90457812

研究成果の概要（和文）：本研究は、人口減少及び行財政の効率化を背景として、市場メカニズムの活用、維持・更新投資の困難、及び維持管理水準の適正化等の課題に直面し、新たな制度設計の必要性に迫られている水道水の供給について、その鍵となるリスクの検討を厚生経済学的観点から行なった。水道水の消費における量的・質的リスクを前提として、供給に市場メカニズムを取り入れる際の制度設計、およびそれらのリスクにより家計が被る脆弱性の観点から社会資本整備としての上水道システムを厚生評価する方法について、理論的および実証的に検討した。

研究成果の概要（英文）：First, the system of the provision of municipal water through the market mechanism including some forms of “privatizations” is considered in the view of the normative aspects of resource allocation and welfare under the uncertainty of water quality. A regulator of municipal water provision should control municipal water supplier by means of some kind of penalties and inspections, which work on the risk attitudes of the supplier and the probabilities of detection under informational asymmetry. Second, we examine the welfare effects and their measurement of social overhead capital on a household. We show the welfare evaluation model for vulnerability that household face, and the welfare measure of vulnerability is developed especially in the view of theoretically appropriateness of welfare measure. A preliminary inspections about municipal water show the validity of the application of the model.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	600,000	180,000	780,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

研究分野：経済学

科研費の分科・細目：経済政策

キーワード：経済政策・制度設計・公益事業・水道・リスク・脆弱性・便益評価

## 1. 研究開始当初の背景

1990年代以降、国際的に水供給の民営化の大きな流れが続いている状況にあった。日

本の水道事業においても、人口減少及び財政難を背景とした構造改革の一環である地方公営企業の経営改革の観点から、第三者への

業務委託の制度化、公の施設の指定管理者制度の創設、地方独立行政法人法の施行等によって可能となった多様な供給制度の導入に関する検討が進んだ。しかし一方、公益事業の市場化については、電力自由化における2003年の北米大停電やアメリカ・エンロン社の破綻など、市場化による供給制度の変化が安定供給を損なう事態をもたらした経緯がある。水の供給においても、国際的には市場化によって水質の悪化や料金の高騰が生じて社会問題化した事例が報告された。公益の観点から安定的な供給が要請される水資源を、市場メカニズムの活用によって配分する制度を構築するためには、水という財の特性が配分の効率性にもたらす影響を検討することが必要とされた。

学術的には、国内における水に関する配分の効率性についての分析は、公営企業による供給義務原則のもと、供給面では水道事業の事業効率性、需要面では需要予測に資する需要構造分析に関する実証的分析がなされてきていた。一方、水の財としての属性や水に対する消費者の選好を明示した選択問題による配分の効率性の規範的分析については、ほとんど行われていなかった。

水の品質の観点から、信頼財の分析的枠組みを用いて水の供給制度を分析したものとしては、朝日・萩原（2006）の研究があり、本研究はこの成果を量に関して拡張することで、実際の供給制度における展開を検討したものである。

## 2. 研究の目的

本研究は以上の問題意識と学術的背景のもと、水の供給制度に市場メカニズムを導入する場合に、量及び質の両面の供給の安定性が確保されるための制度設計について検討することを目的とする。

## 3. 研究の方法

水の安定供給に関連する量と質の特性（リスク）について明らかにするとともに、消費者にとって財の属性が不確実であるときには、財そのものではなくその供給ルールに対する選好によって選択を行うとの信頼財（credence goods）の分析的枠組みを活用することによって、供給の安定性と配分の効率性の達成に資する制度設計のあり方を検討する。さらに、上水道のインフラとしての側面に着目し、リスクに対策する社会資本整備の便益評価の在り方を検討する。

信頼財の分析については、非対称情報に基づく制度設計（メカニズム・デザイン）の理論に基づきモデルを提示し分析を行う。社会資本整備の便益評価については、インフラがもたらすリスク対策機能（安全・安心）を評価するために脆弱性の概念による整理を行

い、脆弱性の便益評価モデルの提示とモデルの適合に関する予備的検証のための実証的分析を行う。

## 4. 研究成果

### (1) 水質の不確実性を考慮した水道水供給の制度設計

水道事業への民間参入が検討されている背景を踏まえ、主に3つの検討を行った。

第一に、水道水の供給制度に市場メカニズムを導入することを想定した場合、資源配分の効率性を検討する視点を整理した。厚生経済学の基本定理が成立する条件という視点から、水道水の供給サイドでは、生産要素の不可分性と固定費用の埋没により凸環境が崩壊し、それに伴って効率的な資源配分の実現が妨げられることを確認した。一方、需要サイドでは、水道水の品質である水質不確実性により、選好に関する凸環境の崩壊が効率的な資源配分を保証しない可能性があることを示した。

第二に、品質に不確実性がある場合の分析手法として、信頼財の概念による分析の枠組みを提示し、簡単なレビューにより分析の利点を示した。不確実性下の選択は、選好に関する凸環境の前提が満たされない可能性が高いため、便宜的にそのような前提条件を緩和して行った分析の厚生上の含意には留保付の解釈が必要であった。信頼財の分析の枠組みは、不確実な財の品質に確実な選好を対応させるのではなく、品質を代替的に表現している財や状況に対して選好が定義できるとし、その代替可能性によって品質を評価する。したがって、実際の不確実性下の選好・選択に近い記述であるとともに、代替財となる制度等を明示的に扱うことができるという利点を有するとの整理を示した。

第三に、仮想的に水道水の品質を信頼財とみなし、民間企業が地域独占の受注に参入できるという形で市場メカニズムが導入された場合の分析を行った。水質に対する選好は水質に関する規制に対して顕示されるという信頼財の仮定のもと、水質に関する規制への信頼度が市場均衡の価格と量にどのような影響をもたらすのかを検討した。消費者にとって規制が水質を判断するシグナルとなる理想的な制度の実現のためには、企業のリスク回避度を考慮した罰則の水準の設定と、水質基準の遵守能力に関する検査の性能を上げることが有効であり、そのためには企業のリスク回避度と技術に関する情報が必要であることが示された。

本稿の分析を基礎として、今後、以下の課題について検討を要すると考えられる。まず、モデルでは、費用の劣加法性による供給の自然独占を想定しているが、実証分析によれば、その前提の規模の経済性はすべての水道事

業体に該当するわけではなく、特に市営については規模に関して収穫逓減が多いこと等が示されている(中山[13]2003)。したがって、規模の経済性と価格形成の可能性に応じた分析を行うことが必要である。また、水質に関する規制に対する信頼度は企業のリスク回避度、罰則、及び発覚確率に依拠しているとの含意が得られたが、これらは外生的に独立に与えられている。これらの相関を明示的にモデル化することが望まれる。さらに、水道事業の民間参入に関しては、業務委託、PFI、第三者委託制度、指定管理者制度、地方独立行政法人等の具体的な制度の適否が検討されている現状を踏まえ、導入済みの事例等から、品質の不確実性という需要サイドの視点がそれらの供給制度に対して有する含意を定量的に検討することが必要である。

表1 民間的経営手法の導入・検討状況

民間的経営手法	導入済	検討中
PFI	7	32
第三者委託制度	22	129
指定管理者制度	3	35
地方独立行政法人	0	14
計	32	210

出典：日本水道協会[15](2006)より作成

(2) 供給の信頼性向上の経済的評価

人口減少及び行財政の効率化を背景として、市場メカニズムの活用、維持・更新投資の困難、及び維持管理水準の適正化等の課題に直面し、新たな制度設計の必要性に迫られている水道水の供給について、その鍵となるリスクの検討を厚生経済学的観点から行なった。既往文献により水道システムと「水道の危機」の概念によるリスクの把握方法を整理し、現行のリスク対策制度の特徴を量的リスク及び質的リスクの分類によって把握した。

表1 水道システムのリスクに関する被害と対策

システム	ベリリ	被害	対策
水源	量的 地震 風水害 濁水 地下水枯渇	断水・減水	耐震化 多系統の水源保有 応急給水
	質的 水質関連事故 富栄養化 O157 クリプトスポリジウム テロ(毒物混入)	断水・減水 感染症り患 健康障害	多系統の水源保有 特殊薬品の使用 応急給水 水源監視
水質変換	量的 地震 風水害 停電 誤操作	断水・減水	受電系統の二重化 特殊薬品の使用 応急給水
	質的 テロ(毒物混入) 消毒副生成物 残留塩素	断水・減水 健康障害 異臭味被害	施設警備強化 水源管理
貯留	量的 地震 風水害 誤操作	断水・減水	応急給水
	質的 テロ(毒物混入)	断水・減水	施設警備強化
輸送	量的 地震 風水害 停電 誤操作	断水・減水	管路の二重化 受電系統の二重化 応急給水
	質的 テロ クロス・コネクション 鉛管 受水槽	断水・減水 健康障害 異臭味被害	施設警備強化 鉛管更新

次に、これらのリスク対策の制度の決定を経済主体の観点から検討し、主に供給者が想定する需要者の被害が想定されており、需要者の被害に対する評価が必ずしも直接的に反映されていないため、効率的な制度設計となっていないことを示した。リスクによる経済主体の被害を反映する制度設計のためには、最適な信頼性の水準を導出するための信頼性モデルにより、リスク対策による信頼性向上の便益を算出することが必要となる。その便益を測るための厚生測度は、条件付き市場の存在、政策の費用が固定的か否か、及びリスクの種類が集合的か個別のかによって異なることを整理し、水供給リスクのいくつかについて、どの測度が適するかについての考察を試みた。

図1 リスク回避的経済主体の厚生測度

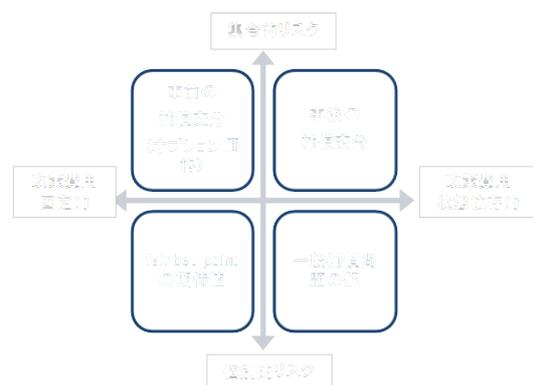


表3 リスク回避的経済主体の厚生測度の分類

	補償	
	事前	事後
事前	事前の補償変分 (=オプション価格)	fair bet pointの期待値
事後		事後の補償変分の期待値
評価		事後の補償変分
		fair bet point

量及び質の安定供給を必須とする水道事業において、より効率性を追求するための制度設計と投資の決定を行うためには、リスク対策による信頼性の向上に対する経済学的評価が必要である。そのための基礎的視点として、本稿の整理により、供給者によるリスクの把握のみならず、需要者の被害及びリスク選好に関する情報を反映させる枠組みが必要であることが示唆される。

一方、適切な測度で便益を算出するためには、その測度の前提条件を明確にすることに課題があると考えられる。第一に、リスクを再分配する条件付き市場の存在である。水道事業者は多くの場合、地方公営企業として独立採算を前提としており、その意味でリスク回避的な経済主体である。したがって、水道事業者が直面するリスクについて、条件付き市場が形成される必然性があるが、そのリスクを吸収する役割を自治体の一般会計や国庫が担う程度、あるいは水道保険の加入率についての情報により、条件付き市場がどの程度成立しているといえるのかについての判断が必要である。第二に、リスクの種類が集合的か個別的かについての識別は、実際にはそれほど容易ではなく、多くの場合には、個々の経済主体が直面するリスクは概ね独立であるが、無視しえない集合的リスクが生じている「準個別的リスク」の状況であることが指摘されている (Just, Hueth and Schmitz [9] (2004)). たとえば、健康障害を引き起こす物質の混入については、管路による供給という点では集合的リスクであるが、実際に罹患する確率は個人間である程度独立である。このような場合、適切な測度は、個人間の被害確率の独立性に依存する。第三に、政策費用の状態依存の程度である。補助や保険といった事後の補償を必要とする政策の費用は状態依存的となるが、その程度はやはり個別的リスクの程度によって必要な補償の度合いが異なることになる。さらに、便益の推定自体についての主要な課題は、リスクや信頼性に関する選好をいかに導出するかにあると考えられる。リスクや信頼性に関する便益は、推定のための適切な代理市場が存在しないために、CVM などの表明選好法で推定されることが多い。その場合、リスク認知に関する特性やバイアスに十分な注意を払う必要がある。以上の課題は、いずれも実証上の課題であり、今後、それぞれのリスクについて明らかにされるべきものである。

### (3) 社会資本整備が脆弱性にもたらす効果の経済学的評価

今日の社会資本整備政策が直面する問題のうち、社会資本整備の厚生効果のための整備の重点化に着目し、厚生効果のうちの安

全・安定、リスク対策の機能を資源配分の観点から評価する枠組みの検討を試みた。検討の方法として、不確実性下の意思決定理論、リスクマネジメント、および脆弱性 (vulnerability) の 2 つの分野における概念と貧困研究におけるモデル化のレビューを用い、社会資本整備の経済学的評価への応用可能性を考察した。

脆弱性の一般的概念として、脆弱性を規定する 3 要因は、家計が直面するリスク、家計が広義に有するリスクマネジメント手段、その結果としての厚生水準であること、さらに、リスクは厚生の絶対的水準のダウンスайдリスクであること、及び将来にわたる動学的なメカニズムを含むことを整理した。災害マネジメントの分野では、脆弱性は、特に家計のリスクマネジメント手段とそれを規定する広義の「資産」の要因が重視される一方、インフラのリスクマネジメントの分野では、リスクの範囲をその潜在的な条件であるハザードにまで拡張することが重視される。ただし、両分野ともに、リスクとリスクマネジメントの結果は供給者にとっての指標であり、必ずしも厚生水準という単位では評価されないことを整理した。次に、厚生測度という観点から、貧困研究における脆弱性のモデル化とリスク下の便益評価理論を検討した結果、社会資本整備に係る脆弱性の評価モデルが備えるべき要件として次の 3 点が結論される。すなわち、脆弱性に対する家計の行動の記述として動学家計モデルが有用であること、厚生の測度については、リスクの便益評価のアプローチをとることが適切であること、そして、厚生の絶対的な低下の表現方法としては、絶対的基準によるものと保険市場の仮想的最善解を想定するものとの両方の活用が考えられることである。

以上の整理と検討により、社会資本整備の脆弱性の経済学的評価は次のプロセスにまとめられる。すなわち、①ある社会資本整備が目的とするリスクと家計のリスクマネジメント手段を動学家計モデルとして記述する、②家計の状態評価関数を求める、③状態評価関数による比較の基準を最低基準ないし保険市場の最善解に定める、④状態評価の差の厚生測度をリスク特性によって決める、⑤家計の動学的意思決定問題の解と最低基準 (ないし保険市場の最善解) との状態評価関数による差を実証的に求める、という 5 段階のプロセスとなる。



図2 リスクマネジメントの種類

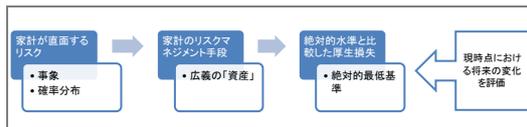


図3 脆弱性の概念

#### (4) 社会資本整備（上水道）における脆弱性の厚生評価に関する考察

東日本大震災による被害とその復興の際の課題として、社会資本整備の「基礎的なサービスの供給」による厚生効果、すなわち「安全・安心」の便益に対する関心は高まっている。社会資本整備の主要な目的のひとつがそのような基礎的なサービスの供給であるにもかかわらず、その便益を評価する手法についての知見の蓄積は不足している。本研究は、アメリカにおける「9.11」以降、広く社会経済的な事象についても適用され始めた「脆弱性」の概念に基づき、社会資本整備の「安全・安心」を確保する効果を経済的に評価するためのモデルを提示し、上水道を事例としてその前提条件の検証の方法を提示した。

本研究の主要な結論は次の通りである。第一に、リスクに対応する社会資本整備の経済的評価については、家計のリスク対応能力と、公的に供給されるサービスの絶対的な最低水準を明示的に表すことのできる脆弱性の概念に基づく考え方が適することを整理した。第二に、社会資本整備による脆弱性改善の便益評価モデルを提示した。水道施設を想定した評価モデルでは、評価は供給者が想定する脆弱性低下の投資効果と、家計が事前のリスク認識を改めることによって選択に顕示される効果とに分かれて表現されることを示した。第三に、モデルの予備的検証方法を提示し、アンケートと水道業務指標データを利用した試行により、次のような示唆が得られることを示した。すなわち、評価モデルの適用にあたっては、リスクの種類によるリスク認知の特性を考慮すべきであること、家計による水道システム由来の量的リスク対策は、客観的な事後確率ではなく事前のリスク認識によって選択される可能性が高いため、事後のリスク認識に基づく脆弱性評価モ

デルによる評価が適すること、家計のリスク認知における公的整備水準の知識や私的投資との代替関係については精査する必要があること、である。

本研究の課題として、次の3点が挙げられる。第一に、モデルの検証方法の精度を上げることである。予備的な検証に用いたデータには質的および量的な制約があるため、モデルの特定化について頑健な示唆が得られたわけではなく、検証方法の提示に留まっている。地域や家計の属性をより詳細に検討したデータを用いて、リスクあるいは不確実性下の家計の行動に基づいてモデルを特定化に向けて検証・改善することが必要である。第二に、便益評価の導出への展開である。社会資本整備をめぐる課題解決に資するためには、モデルの検証に基づいた評価の実証的知見を蓄積することが必要である。第三に、本研究では据え置いた家計の所得制約および脆弱性の動学的側面についての検討も重要な論点として残されている。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計8件)

- ① 朝日ちさと、「安全」と「安心」の狭間を考える—リスクマネジメント政策の評価における課題」、住民行政の窓、No. 365、査読無、2011、pp. 2-17
- ② 朝日ちさと、社会資本整備における脆弱性の経済的評価に関する一考察、都市政策研究、第4号、査読無、2010、pp. 125-154
- ③ 朝日ちさと・萩原清子、供給の信頼性向上の経済的評価に関する一考察—水供給制度における量と質のリスク対策の場合—、地域学研究、第40巻、査読有、2010、pp. 111-128
- ④ 朝日ちさと・萩原清子、水質の不確実性を考慮した水道水供給の制度設計に関する一考察、地域学研究、第38巻、査読有、2008、pp. 415-434

〔学会発表〕(計7件)

- ① 朝日ちさと、萩原清子、社会資本整備における脆弱性の厚生評価に関する考察—上水道を事例として—、日本地域学会第48回年次大会、2011年10月10日、和歌山大学
- ② 朝日ちさと、Economical Evaluation of Urban Waterway System、Seoul-Tokyo Joint Seminar 2009、2009年11月2日、ソウル市立大学
- ③ 朝日ちさと、水供給システムの信頼性の評価に関する一考察、日本地域学会第46

回年次大会、2009年10月12日、広島大学

- ④ 朝日ちさと、量と質のリスクを考慮した水供給制度に関する一考察、日本地域学会第45回大会、2008年10月25日、公立ほこだて未来大学

〔図書〕(計2件)

萩原清子編著、朝日ちさと他10名(4番目)、生活者が学ぶ経済と社会、2009年、昭和堂、pp.72-87、pp.104-117

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

榊田 ちさと (MASUDA CHISATO)

(朝日 ちさと (ASAHI CHISATO))

首都大学東京・社会科学部研究科・准教授  
研究者番号：90457812

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号：