

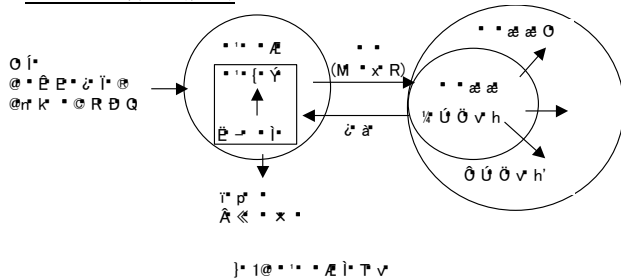
# 給水事業の費用と便益の評価に関する研究

開発情報工学研究室 飯田奈穂

## 1.はじめに

現在、水道の普及率は 96%を超え、新たに行われる事業は更新が中心になると考えられる。本研究では給水事業の効果を評価するために、給水事業を用途別に分け、それぞれにおいて便益の評価方法を検討する。また費用項目としては実際の給水費用だけではなく、環境への負荷なども考慮する。最後に、検討した便益評価方法をもとに実際に便益を算定し評価を行う。

## 2.水道事業の概要



水道事業の概要を図 1 に示す。水道事業は外力が作用する条件のもとで、水量、水圧、水質を確保しながら費用  $x$  をかけて、利用者に給水便益  $h$  をもたらしている。そのシステム内部においても、老朽化などが原因で給水事業に影響を及ぼすような事故が発生する可能性もある。

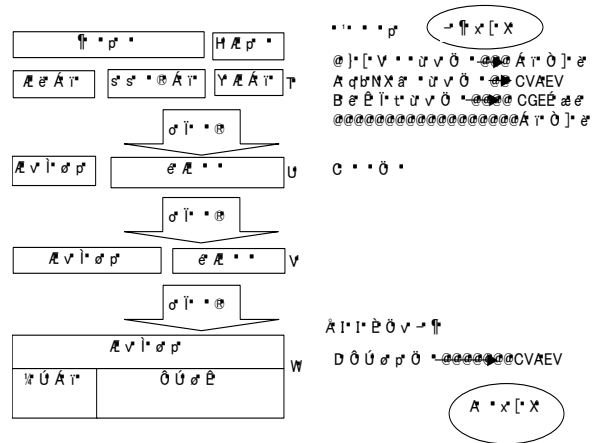
給水便益に関しては、当該給水区域のみではなく、周辺地域にもその便益は及ぼされると考えられる。しかし実際の便益の計測にあたっては、給水区域の直接便益  $h$  の中には、給水区域外に波及する間接便益  $h'$  も含まれているため、給水便益を計測する際、直接便益  $h$  に加えて間接便益  $h'$  も計測すると 2 重計算になる。

次に給水費用に関しては、現在、地球温暖化の問題に対処するため、二酸化炭素発生抑制や省エネ対策が必要であり、実際の給水費用だけでなく環境への負荷も考慮する必要があると考えられる。そこで広義の給水費用として、直接費用  $x$  と環境への負荷  $y$  を考えることとする。

## 3.給水便益の発生と波及効果

水道は生活用水と工業用水として利用されており、生活用水は家庭用と都市活動用に分かれる。これらがそれぞれ独立であるとする、家庭用に

消費された水は直接家計に効用をもたらす。これに対して、都市活動用水や工業に利用された水はそれぞれの場において利潤をもたらす。完全競争のもとではこれらの企業利潤はさらに種々の経済活動を通して、最終的には家計の効用となる。この様子を示したものが図 2 である。事業実施により水の一般化費用が変化した場合、その効果はまず需要水量の変化として発生する。この時点で水の需要関数から補償変分(CV)や等価変分(EV)、消費者余剰変化( $\Delta CS$ )によって便益を計測するのが発生ベースにおける便益計測となる。ここで発生した便益は最終的には全て家計の効用の変化に帰着する。これを全て計測するのが最終的な帰着ベースの便益計測となる。そのためには家計の効用関数を求め、これより CV や EV を求めることが必要になる。理論的には発生から帰着にいたる I ~ IV のどの段階で計測してもその段階における便益を全て漏れなく抑えることさえできればよいことになるが、実際は波及するにしがたって計測が難しくなり、発生に近いところで計測するのが一般的には容易である。



## 4.便益評価方法の検討

本研究における便益評価方法を表 1 に示す。

### (1) 家庭用水

日常給水事業による便益、プロジェクト実施による便益両者とも水需要曲線を推定し消費者余剰で計測する方法を考える。断水時に代替行為に

表1 本研究における便益評価方法

		「コスト」	「便益」
「コスト」	「コスト」	「コスト」	「便益」
	「コスト」	「コスト」	「便益」
	「コスト」	「コスト」	「便益」
「便益」		「コスト」	「便益」
「コスト」	「コスト」	「コスト」	「便益」
		「コスト」	「便益」
		「コスト」	「便益」
	「コスト」	「コスト」	「便益」
		「コスト」	「便益」
		「コスト」	「便益」
		「コスト」	「便益」

かかる費用と各行為に必要な水量より水需要曲線を推定し、日常給水事業による便益を計測すると約 2300 円/人・日となる。また、水質・水圧不良が改善された場合の便益評価方法として、CV、EV の近似値として評価する方法を考える。具体的方法として、異臭味や赤水改善の場合は代替物にかかる費用で便益を計測し、水圧改善の場合は水圧不良による損失時間に貸金率を掛けて計測する。

(2) 消火用水

消費者余剰で便益を計測する方法を考え、具体的方法として回避損失額で計測する。

(3) 都市活動用水・工業用水

プロジェクト実施による便益の評価方法は水の価格が変化する場合と生産関数そのものが変化する場合を考える。水の価格が変化する場合、水需要曲線を推定し消費者余剰を計測する方法と、CV、EV の近似値として生産額の変化で計測する方法を考える。水需要曲線を推定する方法は、業態別の水量が詳しく分からないことや適切な代替水として何を考えるか等課題が多い。生産額の変化で計測する方法は、コブ・ダグラス型生産関数とレオンチェフ型生産関数を考えるが、レオンチェフ型生産関数の場合は水の寄与率を 1 と考えていることになり、水以外の要素でもある程度代替可能である都市活動用水では過大評価になっている可能性がある。生産関数そのものが変化する場合、給水状況の改善は社会資本の整備のように生産構造そのものを変化させると考え、CV、EV の近似値として利潤関数を用いて計測する。

日常給水事業による便益の評価方法は、プロジ

ェクト実施時の便益評価方法で、水量が 0L から現水量に変化した場合を想定して計測する。

5.事例による検討

広島市の浄水場を取り上げ、検討した評価方法を用いて実際の給水事業の効果を評価する。

(1) 日常給水事業の評価

日常の給水便益と費用を計測、比較し給水事業の評価を行う。便益評価は検討した方法で各種計測し比較する。費用としては直接費用と環境負荷を貨幣評価したものを考え、環境負荷項目としては電力使用、薬品・オイル製造、汚泥運搬によるエネルギー消費量、それに伴う二酸化炭素排出量を考え算定する。計測した結果、直接費用より環境負荷貨幣評価の方が大きくなり、環境負荷の中でも電力による負荷が大きくなった。しかし環境負荷の貨幣評価は評価方法によって結果が異なるため、ここでの算定結果は一つの結果として検討した。また給水便益と比較した結果は、どの評価方法でも便益が費用を上回る結果となったが、ここで取り上げた直接費用は維持管理費用のみで年間総費用は考えていない。

(2) 渇水対策プロジェクト実施時の便益評価

渇水対策プロジェクトを実施した場合の効果を家庭用水、都市活動用水・工業用水それぞれにおいて評価する。各評価方法で比較した結果、便益はコブ・ダグラス型生産関数による方法、生産関数変化による方法、レオンチェフ型生産関数による方法の順に大きく評価された。コブ・ダグラス型生産関数による方法と生産関数変化による方法は近い値となったが、レオンチェフ型生産関数による方法はかなり大きな値となった。広島市の各区で比較を行うと、都市活動用水と工業用水の便益結果にそれぞれの区の特徴が顕著に表れる結果となった。

これらの結果とプロジェクト費用を比較し、プロジェクト実施の判断を行うことができる。

6.おわりに

用途に応じた各種評価方法の提案と、その評価方法を用いて事例による比較を行った。水道は、生活及び社会経済活動を支える基盤施設であり、安全で安心な水道水を安定的に供給することは、公衆衛生の確保、豊かで潤いのある快適な生活の実現、種々の社会経済活動の維持・発展という効果がある。この意味で、水道整備の効果は疑う余地のないものである。本研究で検討した評価方法は、給水事業の効果を定量化し事業実施の客観的な判断や説明を行うために使用できると考えられる。



