

舗装道路補修費の予算配分支援システムの開発

1110340 中島浩之・1110307市川萌
By Hiroyuki NAKAJIMA・Moe ICHIKAWA

1. はじめに

現在、舗装道路補修費の予算配分は習慣的な方法で決定されているため、効果的な予算配分が行われていないと言える。

そこで、西浦等⁽¹⁾と井上等⁽²⁾両者の研究によって利用者の満足度を基にした様々な維持水準下での予算配分が可能な効果的なシステムを開発した。(以後、従来研究と呼ぶ)。しかし、システムにインプリメントされた需要関数は西浦等極少数の被験者の感覚を頼りに作成されてあるため一般性に問題がある。

そこで本研究では需要関数の一般性を向上させ、その結果を基に高知県の実例に基づき動作確認を行うことを目的とする。

2. 従来研究の概要

2. 1 サービス水準の決定

利用者の需要は、サービス水準に対する不満足度で表すことが可能である。つまり、サービス水準を向上させた場合、不満足度の解消という便益が得られる。

また、供給はサービス水準を維持するために必要な修繕コストであり、この二つを関数化することができれば、予算制約がない場合に於いてはその均衡する点に於いてサービス水準を決定することができる。

しかし、現実的には予算制約が存在することから、均衡点よりも低いサービス水準を設定することが求められる(図-1)。

その場合は、利用者満足度を最大化する等の観点から維持水準を設定し、需要関数がそれを達成するポイントでサービス水準を決定する。そして、これによって決定されたサービス水準と予算制約の交点から費用を求める。

2. 2 需要関数の導出

需要はサービス水準に対する不満足度であると定義し、また、舗装道路におけるサービス水準は走行速度であると定義する。

そこで、不満足度と走行速度の関係を調べるために高知県内の国道を感覚によって決定した不満足度の評価基準(表-1)を基に研究メンバーが実際に車で走行し、平成11年度交通センサスデータの交通量と規制速度とを照らしてみた結果、交通量と規制速度に応じて相関がみられたため、これらを差別化し区分する。

具体的には、交通量を1万台/日毎の5つに分類し、規制速度を40, 50, 60km/hの3つに分類して、計15のエリアに分類する。よって需要関数は道路区分毎に15種類作成される(表-2)。

しかし、従来研究で得られた需要関数は西浦等4名の感覚

のみを頼りに導出されているため需要関数の一般性という点において問題がある。

図-1 サービス水準の決定(予算制約あり)

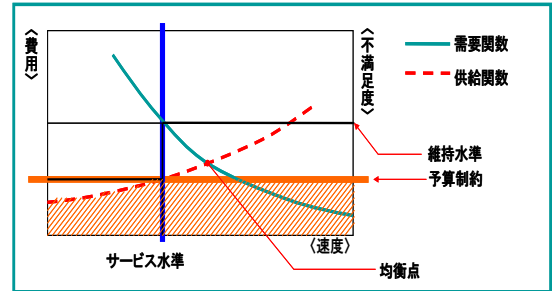


表-1 従来研究における不満足度の判断基準

不満足度	評価(速度)
100%	0km/h、走りたくない
80%	この速度では我慢できない
20%	この速度ならあまり気にならない
0%	この速度で快適、全く気にならない

表-2 道路区分の分け方

道路区分	交通量	規制速度(km/h)
1	0-9999	40
2		50
3		60
4	10000-19999	40
5		50
6		60
7	20000-29999	40
8		50
9		60
10	30000-39999	40
11		50
12		60
13	40000-	40
14		50
15		60

また、本研究を行うに当り表-1を基に模擬サンプリングを行ったが、不満足度20%と80%の点において評価基準通りの走行速度が把握し辛く、正確なデータが得られなかったという問題点もある。そして、前述の2点においてグラフ作成時に20%から80%という離れた点間での走行速度の変化が不明であったことが上述の問題点と同様に需要関数の一般性に関わる問題点として挙げられる。

2. 3 供給関数の導出

供給関数作成に当たり、まず、工学的評価指標:MCI (Maintenance Control Index)を基に作られた劣化関数⁽³⁾を利用して、走行速度と年間単位補修費(以下、単位補修費と呼ぶ)との関係を求める。具体的には劣化関数に維持水準と経年数(共用年数)を設定することにより補修回数を求めることができる(図-2)。そこで、MCIを0.1刻みで設定しMCI全

ての場合の補修回数を求める。補修回数を算出式(図-3)に代入することで単位補修費が求められる。よって、単位補修費はMCIの関係で表すことができる。

ここで、供給関数は単位補修費と走行速度の関係から換算曲線(MCI=S/10+2, S≧80→MCI=10.0, S:走行速度, MCI:最高10.0)を使ってMCIを走行速度に変換する。これにより供給関数を求めることができる。

2. 4 従来研究における予算配分の捉え方

予算配分というものは、それにより一意に問題設定ができるものではない。つまり、その立場や価値前提等により、様々な問題設定が可能と考えられる。

例えば本予算配分問題の対象は公共物である、という観点に立つと全利用者の満足度を考慮した予算配分が求められるため「予算制約下で全利用者の不満足度を最小化する」(以後予算配分問題1と呼ぶ)という問題として取り扱うことができる。また、公共物ということから地域差のない一律の維持水準での予算配分が求められるという観点に立つと、予算配分問題は「予算制約下で全道路の不満足度一定での予算配分」として取り扱うことができる(以後予算配分問題2と呼ぶ)。

一方、場合によっては様々な情勢により重点予算配分が考えられるという観点に立つと、予算配分問題は「予算制約下で重点配分を行いながらも、全体の不満足度を最小化する予算配分」(以後予算配分問題3と呼ぶ)として取り扱うことができる。

以上のようにいくつかの問題設定が考えられるが、どの問題を選択するかは行政経営上の判断である。また、本予算配分問題は、不満足度を変数として定量的に扱え、特に予算配分問題1、予算配分問題3は予算制約の中で不満足度を最小化する数理計画問題として扱うことができる。

2. 5 従来研究のシステム構成

上述したように、予算配分問題は、問題設定が決まれば定型的に数理計画問題として解くことができるが、ユーザは需要関数作成に使う走行速度や、政策を反映する重み付け、どの予算配分問題定義を選択するかということについて主観的判断を要する。その結果、問題全体としては半定型的なものになる。半定型的な意思決定問題は解法が明確ではないために、意思決定は個別にデータを吟味・分析などした上で、意思決定者が主観的評価を加えて最終的な判断をしなければならない。

このような半定型的な意思決定問題に対する経営学上の成果として、意思決定支援システム(Decision Support System ;DSS)⁽³⁾というアプローチがある。意思決定支援システムとは、半定型的な問題解決において意思決定過程の支援を目的とした対話型のコンピュータシステムである。つまり、従来研究では、予算配分システムを、ユーザの最終的な意思決定を支援するために、ユーザの設定した様々な条件の下で予算配分を行い、その結果の比較検討を可能にするシステムとして設計する。

以上のシステム設計に基づく、システムの構成を図-4のように表すことができる。まず、ユーザインターフェースを介して入力データ、重みデータを得る。入力データ・重みデータはユーザインターフェースを介して出力と

して受け取ることができ、意思決定を支援することができる。基本データは情報量が膨大でユーザインターフェースでは対応できないため、ファイル入力する。

図-2 維持水準の設定によって異なる補修回数

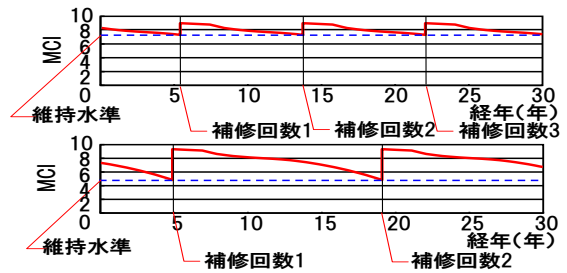
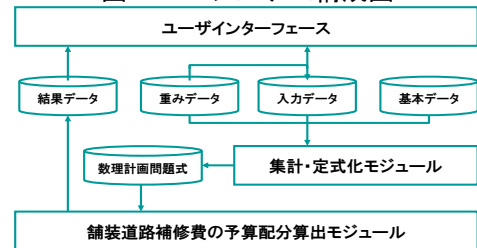


図-3 年間単位面積補修費用の算出式

$$Cost = \frac{\sum_{i=1}^n (N_i \times D_i) \times C}{\sum_{i=1}^n D_i \times Y}$$

Cost: 年間単位面積補修費用 (円/年・㎡)
n: 区間数
N_i: 区間 i での補修回数
D_i: 区間 i の車道面積 (㎡)
C: 工事費 (円/㎡)
Y: 供用年数 (30年)

図-4 システム構成図



次に、それらのデータは集計・定式化モジュールで内部処理するための形に変換される。その際、変換されたデータは、数理計画モデルとともに舗装道路補修費の予算配分算出モジュールにより最適化問題として実行され、解を得る。出力はユーザインターフェースを介して行われる。

また、それぞれのデータがファイル項目になっているため、データを変えさえすれば異なる結果を得ることができ、それによってユーザが様々なシミュレーションを行うことを可能にしている。

3. 本研究における需要関数導出

3. 1 サンプリングの概要

本研究の目的である需要関数の一般性の向上を達成するためには、サンプリングに参加する被験者の構成を工夫する方法と、サンプリング方法を工夫するという2つのアプローチが考えられる。

まず、被験者の構成であるが、本研究では上述している様に予算配分問題を全利用者の不満足度の最小化問題として捉えている。ここでいう利用者とは県内の自動車の所有者であると考えられるため、所有者の年齢に応じて被験者の構成を行うことが考えられる。

しかし、利用者の年齢構成を調べてみたが、目的とする具体的なデータが得られなかったため、本研究においては年齢構成によってサンプリングの参加者を構成することは断念した。

また、サンプリング人数に関しても適切な人数を統計的に検討すべきであったが、サンプリング実施までに追求することができなかつたため、本研究においてサンプリング参加人数については追求せず可能な限りの被験者を集められるだけ集めるものとした。

結果、主に20代の男女29名(男性被験者22名、女性被験者7名)によってメンバーを構成することとなった。

そして、従来研究において使用された不満足度の評価基準についても本研究では、一般的でなじみのある5段階評価という形に作り変え、感覚として各不満足度ごとの走行速度を捉えやすくし、サンプリング当日に被験者を集めてサンプリング方法についての説明を行った。また、評価基準を変更したことにより従来研究において不明だった“この速度ならあまり気にならない”と“この速度では我慢できない”間の走行速度の変化を“どちらでもない”という新設した評価項目により捉えられるようにした。

サンプリングの実施区間については被験者の日程の関係もあり、表-2を基になるべく多くの道路区分を網羅できる様な区間を選んで設定し、南国IC入口の道の駅南国から黒潮町のたかひ橋付近までとした(図-5)。

表-3 本研究における不満足度の判断基準

評価(速度:km/h)
走りたくない(0km/h)
やや不満
どちらでもない
やや満足
満足



3. 3 データ集計

まず、各被験者から得られたデータの中に不満足度が変わったにも拘らず、同じ速度をプロットしていた回答者もいたので、これらのイリーガルなデータを除いたうえで、表-2の区分方法に従い集計を行い、道路区分ごとに図-6の様なグラフを作成していった。次に、性差による不満足度の感じ方の違いについて考察を行って見たところ、本サンプリング調査においてどの区間も概ね女性被験者のデータが、男性被験者のデータの中に納まっていたので、本研究において、男女間で不満足度の感じ方には性差はない、と結論付けた。

続いて図-6のように個人のデータをプロットしてまとめたものの中から代表値を求めるために、各データのばらつきについて調べたところ、区分ごとにばらつきには大きく2つのパターンがあった。まず、図-7の様に各被験者のデータの形に大きな差のないものと、図-8のように全体の感覚とずれた回答をしている場合があった。図-7の様なまとめ方を行っている区分については、代表値を平均値に

よって求め、図-8のような場合においては代表値を平均値によって求めてしまうと、特殊なデータによって代表値の値を大きく変えられてしまい、一般性の欠けた代表値になってしまうので、こういったケースについては中央値によって代表値を求めていった。

そして、道路区分ごとに出来上がった代表値を需要関数として従来研究によって求められた需要関数との差を考察をしてみたところ、図-9の様になり、規制速度ごとの需要関数の形の差はあったものの交通量による差がほとんど見られなかったことが分かった。そこで、規制速度の設定方法について調査を行ったところ、規制速度を設定する要因として交通量を考慮することが盛り込まれていることが分かった。

よって、本研究における道路区分は交通量には依存せず、規制速度のみによって分けられると判断をした(4)。

図-6 全員のデータをプロットしたグラフの例

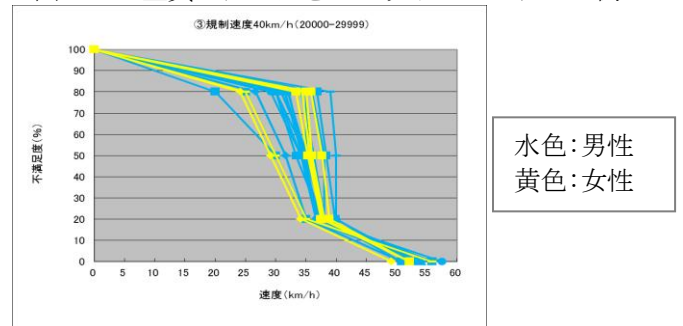


図-7(左) データの形に大きな差のないもの

図-8 (右)全体の感覚とずれた回答をしているもの

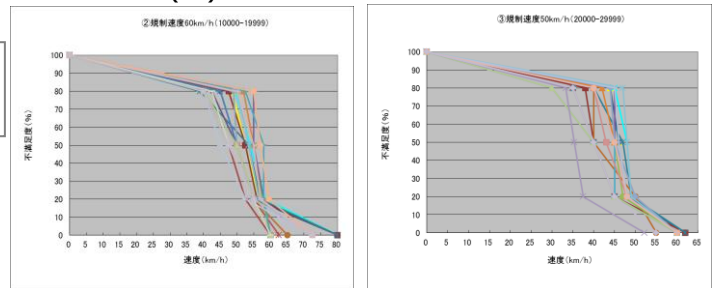
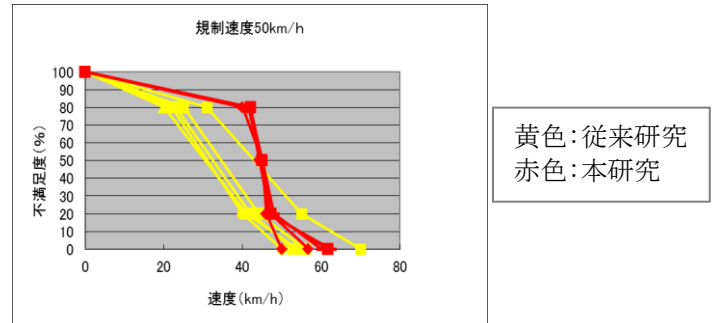


図-9 区分ごとの需要関数をプロットしたもの



4. 実行例

現在、従来研究によって開発されたシステムに新たに本研究によって作成された需要関数をインプリメントするためにプログラムを解析中。

5. おわりに

本研究では、舗装道路利用者から得られる需要関数の一

一般性向上を目的としてデータの収集・集計を行ってきた。
その結果、成果として以下の項目が挙げられる。

(1) 需要関数導出のためのサンプリングにおいて被験者の人数を増やし、“不満でも満足でもない”走行速度のデータを新たにサンプリングしたことで、需要関数の一般性の向上に関してある一定の成果が得られたと考えられる。

(2) 従来研究では、舗装道路の需要関数は規制速度と交通量の関係から15本あるとされていたが、本研究で行ったデータ集計において需要関数は交通量に依存してないことが発見できたことで、需要関数は3本であると考えられる。

一方、今後の課題としては以下のことが言える。

(1) 自動車の所有者の年齢に応じた被験者の構成ができなかったため、当初目的とした一般性の向上には至らなかった。更なる一般性の向上を目指すためには統計的に根拠のある構成を行う必要があると考えられる。

(2) 供給関数を得るために必要な最新のMC I 値が得られなかったため、供給関数に関しては従来研究のものを流用することとなった。効率的な予算配分を行うためにも最新のMC I 値を入手する必要があると考えられる。

参考文献

1) 西浦正展, 西岡喬, 林喜大, 宮田将門: 「条件付均衡分析による道路舗装のサービス水準・予算配分決定システムの構築」土木学会計画学会

(2006年)

2) 井上拓直, 玉川武, 松岡俊景: 「舗装道路補修費の予算配分支援システムの開発」

3) 西浦正展, 西岡喬, 林喜大, 宮田将門: 「MC I 劣化モデルを用いた道路舗装の減価償却システム」

(土木計画学研究委員会発表秋季大会, 2005年12月)

4) 由利弁護士の部屋,

<http://www.marimo.or.jp/~yuri/road/991228chart.html>

5) 大村あつし: 「かんたんプログラミングExcel 2003 VBA基礎編」(技術評論社, 2004年)

6) 大村あつし: 「かんたんプログラミングExcel 2002 VBA応用編」(技術評論社, 2003年)

7) 新井雅行: 「Visual Basic for Excel 5.0」

(日経 BP 出版センター, 1995年)