

都市内高速道路における流入車両台数予測

2000MT014 橋本 正臣 2000MT027 石原 一輝 2000MT038 神野 正人

指導教員 長谷川 利治

1. はじめに

1.1. 高速道路とは

高速道路とは高規格幹線道路計画に基づき整備されている。高速道路ネットワーク全長 11,520km は、一般国道の自動車専用道路 2,480km とあわせて 14,000km の高規格幹線道路網を形成するもので、21 世紀初頭の完成目標のもと、整備が進められている。

高規格幹線道路網は、首都圏など大都市だけに人口や経済力が集中するのではなく、全国各地域がバランスよく発展していくために必要で大切な社会資本として、昭和 62 年に閣議決定された第四次全国総合開発計画に基づき計画が決定されたものである。これが完成すると、全国の地方生活圏から 1 時間以内で高速交通ネットワークを利用できるようになる。

この高規格幹線道路網の骨格をなす高速道路ネットワーク 11,520km のうち、計画が具体化した路線について、国土交通大臣から JH に対して施行命令が出され、JH が建設・管理を行っている。

1.2. 名古屋高速道路について

名古屋高速道路は名古屋圏の自動車交通を円滑かつ効率的なものとするを目的に整備が進められてきた。1979 (昭和 54) 年の開通から 24 年あまり経ち、今では 1 日 20.9 万台もの車に利用される名古屋圏の重要な幹線道路である。名古屋高速道路の建設、維持、管理は通行料金により支えられている。

都市高速道路の建設には多額の資金が必要である。名古屋高速道路は道路整備特別措置法に基づき設立団体 (愛知県・名古屋市) からの出資金、国、金融機関からの借入金等で建設される。出資金・借入金は通行料金収入などで一定期間内に返済することになっている。また、通行料金は道路の建設費用だけでなく、安全で快適な道路を維持・管理するために必要な費用にもあてられている。

2. 研究動機

今回の研究では高速道路の料金について考えていく。日本の高速道路の料金は前述したように償還主義であり、建設費を償還した後に無料にするという前提があるため、

それを知る人たちは全く逆を行っている現状に怒りがおさまらない。むしろその前提は計算方法のごまかして、無料化の時期は無限に未来ともいえる。たとえ建設費が償還されたとしても、今度は管理費をめぐる問題がでてくる。

そこで高速道路の料金はどうか考えていく。

3. 目的

今回の研究では、料金収入による流入車両台数予測を取り上げる。流入車両台数予測は大規模かつ複雑なシステムを対象とするため、今回の研究では「システム ダイナミックス」を手法として用いる。また、「システム ダイナミックス」用シミュレーションソフトウェア「STELLA」を用いる。

シミュレーションは、モデルを構築してから予測を行う。具体的には、名古屋高速道路の流入車両台数に影響を与える要因を考慮して、モデル構築繰り返した。このモデルを基に、予測を行った。

4. 研究過程

4.1. データの収集

流入車両台数を予測するのに必要なデータを収集する。今回の研究で収集したデータは、名古屋高速道路利用車両台数・名古屋高速道路渋滞回数 (名古屋高速道路における渋滞の定義は、走行速度が 30km/h 以下に低下する自動車列が 1km 以上続き、30 分間以上継続したときとしている。)・名古屋高速道路料金・名古屋市交通事故件数・名古屋市車両保有台数である。

4.2. データの分析

収集したデータから利用車両台数に影響する要因を考える。

4.3. モデルの作成

今回の研究では、利用車両台数を調べるため、STELLA を用いて、シミュレーションモデルを作成する。

4.4. 実行

実際にシミュレーションを実行する。実行する時には、感度・時間・レンジの条件を設定する。

4.5. 評価

出力された予測値と実測値を比較する。適合性がよくない場合は、問題点を検証する。そして、データ分析、モデル作成に戻る。適合性がよいと判断されるまでシミュレーションを繰り返す。予測値と実測値の適合性は、後で行う予測の適合性に大きな影響を与える。このため、特に重要な過程である。

4.6. 予測

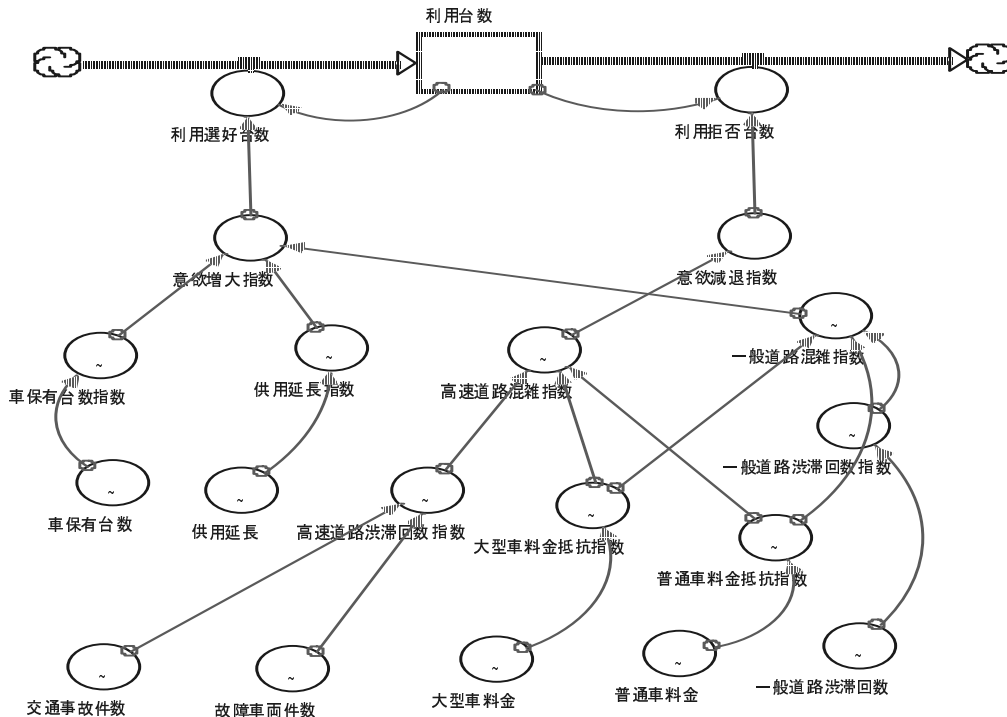
過去を再現したモデルを用いて、様々な料金を設定し予測を行う。

5. シミュレーション

5.1. STELLA とは

STELLA は、S.D.を用いて構築されたモデルをビジュアルプログラミングにより実行する Macintosh 用ソフトウェアである。現在、Windows 用ソフトウェアも開発されている。STELLA は、モデルの構築からシミュレーションの評価まで、シミュレーション過程をコンピュータ上で行うことを可能にした。フローダイアグラムは、キャンパスに描くように作成できる。そして、レベル・レイト・コンバータ・コネクタなどの役割を視覚的に理解できるようになった。データの代入・TABLE 関数の入力・実行結果の表示は、グラフを利用することにより視覚的な判断を可能にしている。(〔3〕STELLA, 「STELLA 使用説明書」)

5.2. フローダイアグラム



5.3. レベル・レイト方程式

(1) 利用車両台数(t) = 利用車両台数(t - dt) + (利用選好台数 - 利用拒否台数) * dt

レベル方程式。現時点における利用車両台数は、1 間隔過去の利用車両台数に 1 間隔過去から現時点までの期間にシステムに流入するフローとしての利用選好台数と流出するフローとしての利用拒否台数のレイト差を加算することで決まる。

(2) 初期値 利用車両台数 = 7.048e + 006

初期値は、1981 年度のデータとした。

(3) 利用選好台数 = (利用車両台数 * 意欲増大指数) * 1.1

レイト方程式。現時点から 1 間隔未来までに名古屋高速道路を利用しようとする利用選好台数は、現時点における利用車両台数に、現時点における意欲増大指数を掛け合わせたものである。なお、係数も掛けてある。

(4) 利用拒否台数 = (利用車両台数 * 意欲減退指数) * 1.0

レイト方程式。現時点から 1 間隔未来までに名古屋高速道路を利用しないとする利用拒否台数は、現時点における利用車両台数に、現時点における意欲減退指数を掛け合わせたものである。

(5) 意欲増大指数 = 一般道路混雑指数 * 0.8 + 供用延長指数 * 0.1 + 車保有台数指数 * 0.1

意欲増大指数は、一般道路混雑指数、供用延長指数、車保有台数指数に影響されるものと想定して設定した。

一般道路混雑指数は、一般道路が渋滞することにより、名古屋高速道路の利用意欲が増大することを想定して設定した。また、車保有台数指数、一般道路混雑指数、供用延長指数の3つの中で、一般道路混雑指数が、最も意欲増大に影響を与えると想定して、係数を最も大きくした。

供用延長指数は、名古屋高速道路の供用延長により利用意欲が増大することを想定して設定した。

車保有台数指数は、車保有台数が増加すると、それだけ名古屋高速道路を利用する人が増加することに繋がるとして、利用意欲が増大することを想定して設定した。

(6) 意欲減退指数 = 高速道路混雑指数

意欲減退指数は、名古屋高速道路が混雑すると、名古屋高速道路を利用しようとする意欲が減退するため、意欲減退指数と高速道路混雑指数が同じになると想定して設定した。

高速道路混雑指数は、名古屋高速道路の混雑が激しくなると利用意欲が減退することを想定して設定した。

(7) 車両保有台数指数 = グラフ(車保有台数)

車両保有台数は TABLE 関数で示した。

(8) 車保有台数 = グラフ(TIME)

車保有台数は、1981年度から2001年度までの車保有台数の変化を TIME 関数で表した。この車保有台数は、今回の研究では名古屋高速道路をモデルとしているため、名古屋市の車保有台数のデータを利用した。

(9) 一般道路混雑指数 = グラフ(普通車料金抵抗指数 * 大型車料金抵抗指数 * 一般道路渋滞回数指数)

一般道路混雑指数は TABLE 関数で表した。一般道路混雑指数は、普通車料金抵抗指数、大型車料金抵抗指数、一般道路渋滞回数指数に影響されるものと想定して設定した。

普通車料金抵抗指数は、普通車の料金が上がれば、名古屋高速道路を利用しようとする人が減少し、一般道路を利用しようとする人が増えるので、一般道路が混雑すると想定して設定した。

大型車料金抵抗指数は、大型車の料金が上がれば、名古屋高速道路を利用しようとする人が減少し、一般道路を利用しようとする人が増えるので、一般道路が混雑すると想定して設定した。

一般道路渋滞回数指数は、一般道路の渋滞回数により一般道路の混雑が激しくなると想定して設定した。

(10) 一般道路渋滞回数指数 = グラフ(一般道路渋滞回数)

一般道路渋滞回数指数は、TABLE 関数で表した。

(11) 一般道路渋滞回数 = グラフ(TIME)

一般道路渋滞回数は、1981年度から2001年度までの一般道路渋滞回数の変化を TIME 関数で表した。一般道路渋滞回数は、データを得ることができなかったため、

渋滞の要因である事故発生件数をデータとすることにした。交通事故発生件数は、名古屋高速道路をモデルとしているため、名古屋市交通事故件数のデータを利用した。

(12) 高速道路混雑指数 = グラフ(普通車料金抵抗指数 * 大型車料金抵抗指数 * 高速道路渋滞回数指数)

高速道路混雑指数は、TABLE 関数で表した。高速道路混雑指数は、普通車料金抵抗指数、大型車料金抵抗指数、高速道路渋滞回数指数に影響されるものと想定して設定した。

普通車料金抵抗指数は、普通車の料金が下がれば、名古屋高速道路を利用しようとする人が増加し、一般道路を利用しようとする人が減るので、名古屋高速道路が混雑すると想定して設定した。

大型車料金抵抗指数は、大型車の料金が下がれば、名古屋高速道路を利用しようとする人が増加し、一般道路を利用しようとする人が減るので、名古屋高速道路が混雑すると想定して設定した。

高速道路渋滞回数指数は、渋滞回数の増加により名古屋高速の混雑が激しくなることを想定して設定した。

(13) 高速道路渋滞回数指数 = グラフ(交通事故件数 + 故障車両件数 * 0.2)

高速道路渋滞回数指数を TABLE 関数で示した。高速道路渋滞回数指数は、交通事故件数、故障車両件数に影響されるものと想定して設定した。また、高速道路渋滞回数指数は、データを得ることができなかったため、渋滞の要因である交通事故件数と故障車両件数を足したものをデータとすることにした。

交通事故件数は、名古屋高速道路で事故が発生すると、名古屋高速道路の車両の流れが遅くなり渋滞するものと想定して設定した。

故障車両件数は、名古屋高速道路で車両が故障すると、車両の走行の妨げになり流れが遅くなり渋滞するものと想定して設定した。

(14) 交通事故件数 = グラフ(TIME)

交通事故件数は、1981年度から2001年度までの名古屋高速道路の交通事故件数の変化を TIME 関数で表した。

(15) 故障車両件数 = グラフ(TIME)

故障車両件数は、1981年度から2001年度までの名古屋高速道路の故障車両件数の変化を TIME 関数で表した。

(16) 供用延長指数 = グラフ(供用延長)

供用延長指数は TABLE 関数で表した。

(17) 供用延長 = グラフ(TIME)

供用延長は1981年度から2001年度までの名古屋高速道路の供用延長の変化を TIME 関数で表した。

(18) 普通車料金抵抗指数 = グラフ(普通車料金)

普通車料金抵抗指数は、名古屋高速道路の普通車料金

の設定による抵抗を表したものである。

(19) 普通車料金 = グラフ(TIME)

普通車料金は、1981年度から2001年度までの名古屋高速道路の普通車料金の変化を TIME 関数で表した。

(20) 大型車料金抵抗指数 = グラフ(大型車料金)

大型車料金抵抗指数は、名古屋高速道路の大型車料金の設定による抵抗を表したものである。

(21) 大型車料金 = グラフ(TIME)

大型車料金は、1981年度から2001年度までの名古屋高速道路の大型車料金の変化を TIME 関数で表した。

6. 実行結果

年	現状維持の予測 (台)	料金無料の予測 (台)
1981	7,048,000	7,048,000
1982	7,680,022	7,680,022
1983	8,320,822	8,320,822
1984	9,353,567	9,353,567
1985	11,394,179	11,394,179
1986	15,444,156	15,444,156
1987	21,937,188	21,937,188
1988	29,655,200	29,655,200
1989	35,366,926	35,366,926
1990	39,851,172	39,851,172
1991	44,187,615	44,187,615
1992	45,256,263	45,256,263
1993	44,081,151	44,081,151
1994	42,396,900	42,396,900
1995	46,800,643	46,800,643
1996	52,341,035	52,341,035
1997	54,758,366	54,758,366
1998	54,788,699	54,788,699
1999	55,115,815	55,115,815
2000	56,025,642	56,025,642
2001	63,931,291	63,931,291
2002	66,893,995	66,893,995
2003	69,993,997	79,359,156
2004	73,237,659	94,147,100
2005	76,631,638	111,690,659
2006	80,182,902	132,503,320
2007	83,898,738	157,194,254
2008	87,786,773	186,486,146
2009	91,854,988	221,236,347
2010	96,111,731	262,461,971
2011	100,565,741	311,369,659

補助変数は2001年度と同値として設定し、2011年度までを予想をした。その結果、現状維持の予測は、流入車両台数は順調に増加した。流入車両の増加の要因と

しては、新規供用延長があれば、大幅な流入車両台数が増加すると思われる。

料金無料の予測では、料金を無料化することにより、高速道路利用台数は増加し続けるという結果が得られた。

この結果を見ると高速道路では慢性的な渋滞が発生していることが予測できる。渋滞を緩和するための何らかの措置（供用延長の増加、車線の拡張、一般道路の整備など）を考えなければ高速道路の料金を無料化することは無謀であると考えられる。

7. おわりに

本研究は、より実測値に近いモデルを作成するため幾度となくシミュレーションを繰り返した。利用車両台数に影響を与える要因として、様々な事が挙げられるが、各要因のウエイトを大まかに設定しモデルを構築し、その後細かな修正を行った。

一昨年前に類似したシミュレーションを行った先輩のモデルと比較すると、景気変動にウエイトをおいた先輩に対し、料金変動にウエイトをおいた我々のシミュレーションでは結果は異なり、その予測値は先輩のそれより大幅に利用車両台数が増加する結果となった。

また料金を無料化したシミュレーションで急激に利用車両台数が増加していることから高速道路が大変混雑することが予想される。しかし、地域経済が活性化され流通コストが削減されるというメリットが考えられるが、我々の見解では高速道路が混雑するのはもちろん、その本来の意味が損なわれるのではないかと思ひ賛成できない。というのも高速道路は時間を提供しているという考え方があり、お金を支払い時間を買うというものだと思うからだ。

参考文献

- [1]STELLA, 「STELLA 活用のための手引き」
- [2]STELLA, 「STELLA システム思考入門」
- [3]STELLA, 「STELLA 使用説明書」
- [4]名古屋高速道路公社, 「名古屋高速道路事業の概要」, 2003,10,2.
<http://www.nagoya-expressway.or.jp/index2.html>
- [5]愛知県企画振興部統計課, 「愛知県統計年鑑」, 1979 2001.
- [6]日本道路公団, <http://www.jhnet.go.jp>, 2003,10,2.
- [7]山崎 養世 Online <http://yamazaki-online.jp>
2004,1,10