

IV—8 交通量常時観測調査データの時系列分析に関する研究

室蘭開発建設部 正員 益谷 元
 北海道大学 工学部 正員 佐藤 馨一
 北海道大学 工学部 正員 五十嵐日出夫

1. 研究の目的および特徴

今日、交通計画策定のために、OD調査やPT調査等様々な方法によりデータが収集されている。その中の一つに交通量常時観測調査、いわゆる常観調査がある。しかし、常観調査はOD調査、PT調査に比べると分析法が確立されていないために有効に利用されているとは言い難い状況にある。そこで、本研究では常観調査データの特性に着目し、OD調査やPT調査では把握できない交通の特性を分析することにした。すなわち、本研究では常観調査データにおける「時間的連続性」、全数調査による「信頼性」に着目し分析を行なった。従来の分析法は、年平均日交通量を求めて将来予測を行ったり、単年度における諸系数の分析に終っており、データの特性が十分に生かされていない。本研究では月次データの分析を行なうため、データの欠落部分の補充を行ない、得られた原系列に対し、季節調整法の一つである経済企画庁法（EPA法）を用いて傾向変動（トレンド）、季節変動、循環変動、不規則変動を分離した。それらを用いて

- ① 地域の交通特性
- ② 月別の季節変動を考慮した交通量短期将来予測
- ③ 交通の循環変動

等について考察を行なったものである。

2. 交通量常時観測調査の概要

常観調査は交通量の時間的変動を把握する目的で建設省及び北海道開発局によって全国規模で行なわれている調査である。現在全国的にかつ系統的に行なわれている交通量観測調査としては、常観調査の他に「一般交通量調査」がある。一般交通量調査は昭和3年から5年ごと、最近はおおむね3年ごとに行なわれている。この調査の目的は交通混雑度合の全国的把握、交通のあいろ区間の指摘、道路整備必要量の算出等道路整備計画を策定するための基礎資料を得ることにある。これに対し常観調査は、一般交通量調査を補充する調

査と位置付けられている。

常観調査データは、交通量の時系列データを様々なレベルで取り込んでいる。すなわち、年、月、日、曜日、時間ごとの交通量のデータが得られ、それによって日交通量及び時間交通量の年順位、ピーク時間交通量等様々な情報が獲得されている。しかし、常観調査データの最大の特徴はこれら単年度数値が求められる点にあるのではなく、全てのデータが時間的連続性を持っている点にある。一般交通量調査による3年間のブランクを埋めるだけでなく、そこからは得られない別の交通特性も知ることができるのである。

常観調査における交通量調査は、通常トラフィック・カウンターにより行なわれ、時間ごとの交通量が自動的に記録されている。トラフィック・カウンターによる計測では車種構成がわからないため、年4回観測員による車種別調査が行なわれている。これにより四半期データの車種別時系列分析も可能である。

現在、常観データより次のものが求められている。日交通量の推移、年平均日交通量、時間交通量（最大10番目、30番目等）、車種構成（8分類）、大型車混入率、曜日系数、混雑度、飽和時間数、欠測日数、時間交通量順位、日交通量順位、地点別時間交通量度数分布、時間別日値、月平均日交通量等々。これらは全て単年度ごとに分析されており、その時間的連続性については考慮されていなかった。また、欠落値を補正せずそのまま用いているため、求められた結果に大きな歪が予想される。

常観によって観測された個々のデータは非常に精度が高いことはよく知られている。京都大学の佐佐木綱、井上矩之の「断面交通量によるOD表の修正」（参考文献-3）、「OD表修正による転換率精度の向上」（同-4）、岡山大学の井上博による「断面交通量によるOD表の推計」（同-5）などにおいても断面交通量データの精度の高さを利用して、OD表の精度を

高めようとしたものである。

北海道においては、昭和34年より観測が開始され、昭和55年3月現在、道内主要都市を結ぶ国道36地点で観測が行なわれている。図-1はその観測地点を示したものである。

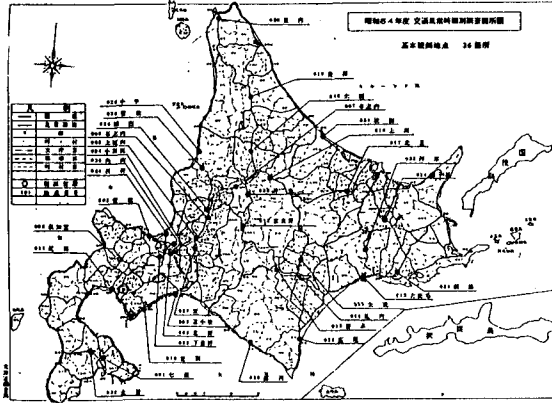


図-1 常観調査地点図

3. 時系列分析法による常観調査データの分析

3-1 分析の目的および特徴

本研究では常観調査データのうち主に月平均日交通量に注目して分析を行なった。月平均日交通量は明らかに周期/年の季節変動を伴う時系列データである。そこで、常観データに欠落補完処理をした原系列データTCSIを以下の四変動に分離し解析した。

① トレンド（傾向変動，T）；長期にあたる上昇または下降の傾向

② 循環変動（C）；2～15年の不定周期の変動

③ 季節変動（S）；周期/年の変動

④ 不規則変動（I）；その生起が偶然である変動
これらの四変動と原系列との関係を示したのが図-2である。

$$TCSI = T \cdot C \cdot S \cdot I \quad (1)$$

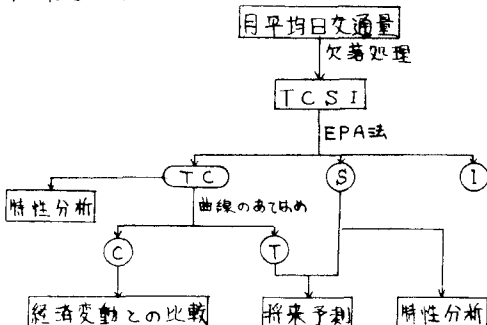


図-2 分析のフロー

交通特性分析にあたっては4種の変動のうちトレンド・循環変動（ $TC = T \cdot C$ ）と季節変動を用いている。

また、トレンドと季節変動を用いて月平均日交通量の短期将来予測を行なった。最後に、交通における循環変動の存在を確認し、これと経済変動との関係进行分析するために景気変動との比較を行なった。これから分析の流れを示したのが図-2のフローチャートである。

3-2 経済企画庁法（EPA法）の概要

経済企画庁法（Economic Planning Agency method 以下EPA法とする）は経済企画庁により開発された季節調整法の一つである。昭和41年経済企画庁が国民所得の算定を改善するにあたり、季節調整を本法で統一に行なう事により一般化した。

交通計画の研究においても移動平均法や連環比率法などによる季節調整法が用いられて来た。たとえば、室蘭工業大学の石井憲一、有蔵和夫らによる「交通事故発生の時系列変動分析について」（参考文献-6）では、連環比率と移動平均法、フーリ工級数による分析により、交通事故発生に季節変動が存在する事を明らかにしている。しかし、上記二法は、原系列をトレンド、循環変動、季節変動、不規則変動に分解した場合、原系列に新しいデータを加えると、その結果が常に安定しているとは限らないという問題点を有している。すなわち、分解系列の安定性があっている。また、各変動を組み合わせる原系列に相当するものを作り、それを分解した場合、もとのものと同じ変動を再現できるかという点必ずしもそうではない。すなわち、分解系列の再現性もあっている。これに対し分解系列の安定性と再現性を大きく向上させたのが米商務省センサス局の開発したセンサス局法である。EPA法はセンサス局法に以下の点で改良を加えたものである。

- ① 季節指数の信頼度の向上
- ② 系列の前後端の信頼度の向上
- ③ 四半期系列に対する実用性
- ④ 計算量の取カ

以上の点でEPA法は季節調整法として非常に優れており、本研究では季節調整法としてEPA法を採用することとなった。

EPA法の計算手順の概略は図-3の通りである。最初に原系列TCSIから季節要素の第1次近似値 S_1

を分離し、次に不規則要素の第1次近似値 I_1 を分離してレンド・循環系列の第1次近似値 TG_1 を求め、これを $TC S I_1$ として計算を繰り返す。 S 及び I の第3次近似値 S_3, I_3 より季節性変化率 MSR (

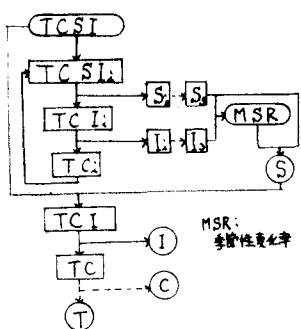


図-3 FPA法のフロー

moving seasonality ratio) を求め S を決定し、 I 、 TC を求める。最後に TC に曲線をあてはめ C と T を分離する。季節要素の分離には移動平均法が用いられ、周期1年の変動を除去している。また、不規則変動の除去には反復移動平均法が用いられている。ここで特徴的な点は、最終季節要素 S を求める際の反復移動平均の個数決定に MSR が用いられている点である。季節要素、不規則要素の対前年変化率 $\Delta S_{k,t}$ 、 $\Delta I_{k,t}$ に対して

$$MSR_k = \Delta I_k / \Delta S_k \quad (2)$$

とし、MSRの大きさに応じて

MSR < 1.5 のとき2項

$1.5 \leq M S R < 3$ のとき 3項

3 $\leq M \leq R < 6$ のとき 4項

6 $\leq \text{MSR}$ のとき 5項

の項数を S を反復移動平均し S を決定している。また、不規則要素により管理限界を設け、約20ヶ月に1項の割合で特異項の補正を行なっている点にも特徴がある。

3-3 季節性データの欠落処理

常観調査データは一般に相当数の欠落がある。北海道における常観調査データは、雪などの影響もあって平均15.8%の欠落がある。しかし、時系列分析においてはこの補完は不可欠であり、以下の様な仮定のもとに欠落補完を行なった。

- ① 季節要素の変動は経年的には小さい。
- ② 欠落はランダムに起こる。
- ③ 傾向変動の年度内変化は小さい。
- ④ 不規則要素は平均してゼロ。

補充手帳は次の通りである。

- ① 観測された全期間の平均季節要素 S_j ($j=1\sim 12$) を求める。
- ② 観測値をそれぞれの S_j で割り仮想 T-C 変動を求

める。

- ③ 仮想TC変動の各年度の平均値に S_j を掛け、残差値の推定値とする。

この方法により常観調査データの欠落補充をし、原系列を作成し時系列分析を行なった。しかし、36地点中2地点で1年以上連続したデータ欠落があり、データ数不足のため分析を行なうことはできなかった。

4. 交通量月別短期将来予測法

交通量月別短期将来予測法は、将来1年間の月平均日交通量を予測するものである。この予測法は、季節変動を取り込んでいる点や予測精度が高い点が特徴である。データ数は最低3年分ほど必要である。

(V)式において

$$C \neq 1 \quad (3)$$

とすると、不規則変動は無視できるので交通量予測値 $\hat{Q}$ は

$$\hat{A} = T \cdot S \quad (4)$$

で求めることができる。ここで S は、図-2 の示す通り EPA 法により求められる。問題は T から T' の分離の際の曲線のあてはめである。この曲線の選択によって C の特性も異なるものとなる。本研究においては、この曲線に多項式 1 次、2 次、3 次、指数曲線 1 次、2 次、3 次、成長曲線から Gompertz 曲線、Logistic 曲線を適用してみた。各曲線（推定のトレンド）と T の決定係数 R^2 を求めた結果、成長曲線は全ての地点で多項式 3 次、指数曲線 3 次の R^2 を下まわり、多項式 1 次と比較しても上回ったのは阿寒、大野の 2 地点だけであり、その差も 0.02 以下と小さかった。また、成長曲線は計算量が非常に多くなり、実用上問題があることがわかった。多項式 3 次、指数曲線 3 次の場合は、データ系列の端部に変曲点及び極値を持つことが多く、単に R^2 のみで採択すると予測値が大きく歪むことがわかった。以上の事を考慮に入れて T より T' を分離した結果、 T が多項式 1 次となったもの 23 (67%)、多項式 2 次となったもの 7 (21%)、多項式 3 次となったもの 4 (12%) となり指数曲線は 0 であった。この曲線と S を用いて (4) 式により予測交通量を求め

$1.00 \geq R^2 \geq 0.90$ 23地点 (67%)

$0.90 \geq R^2 > 0.80$ 7地点 (21%)

0.80 $\geq R^2$

4地点 (12%)

となった。循環変動を考慮に入れた場合には、さらに精度の高い予測が行なえるものと考えられる。

図-4~8は国道5号線小樽市張碓における昭和39年4月から55年3月までのデータを用いて予測を行なった結果である。図-4は常観調査データ(原系列TCSI)と予測値 $\hat{C}$ を、図-5は季節変動指数 S を、図-6は不規則変動 I を、図-7はトレンド・循環系列TCとトレンド T を、図-8は循環変動 C を示している。このとき、欠落率は5.3%、TCSIと予測値 $\hat{C}$

の決定係数は $R^2 = 0.99$ であった。

5. 地域別特性

EPA法で分離したトレンド・循環系列と季節変動を用いて各観測地点における交通量変動の特徴を分析した。

5-1 トrend・循環系列の特性

各観測地点のトレンド・循環系列の最も特徴的な動きは昭和49年から50年にかけての不況期の状況である。

この時の不況は、昭和50年2月には完全失業者が、108万人となり、8年ぶりに100万人台を越えた大不

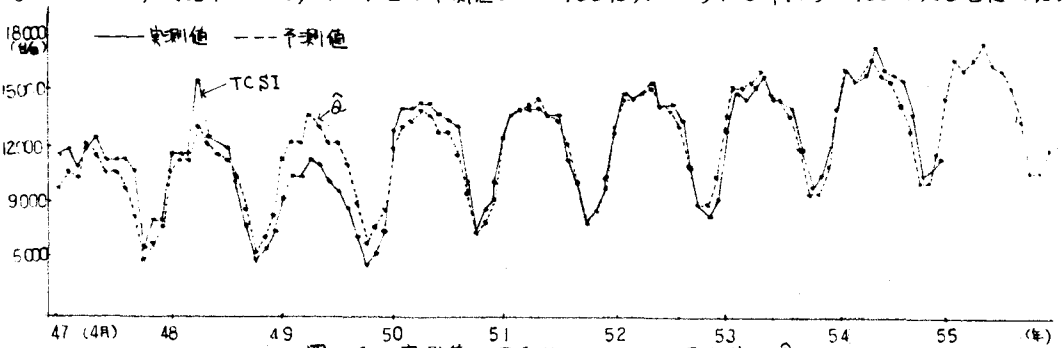


図-4 実測値(原系列TCSI)と予測値($\hat{C} = TC$) (張碓)

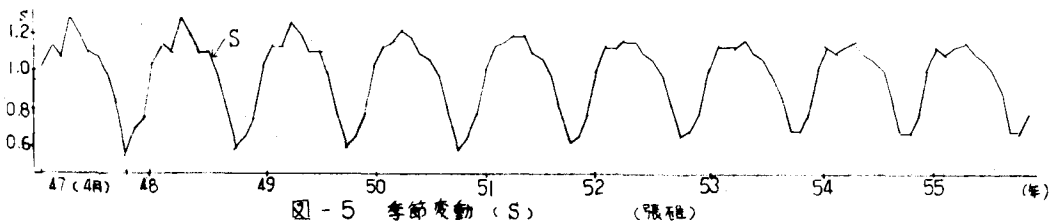


図-5 季節変動(S) (張碓)

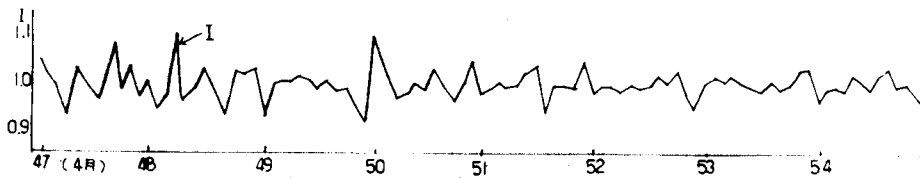


図-6 不規則変動(I) (張碓)

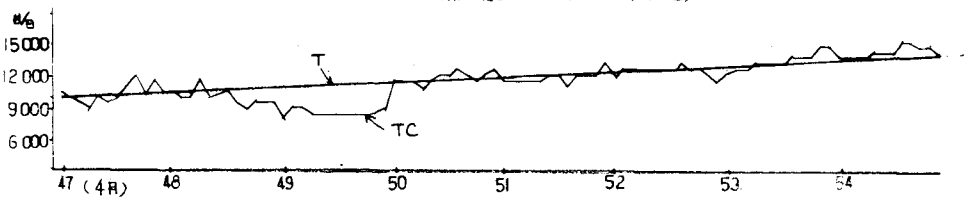


図-7 トrend・循環系列(TC)とトrend(T) (張碓)

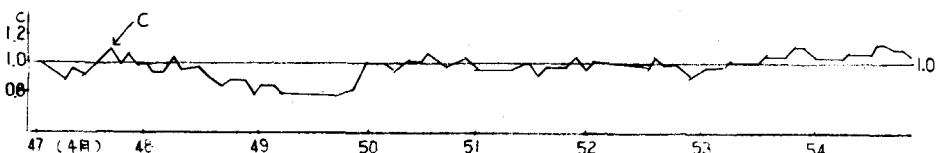


図-8 循環変動(C) (張碓)

況であった。それまで各地点の交通量は順調に増加を続けていたが、この時期は三つのケースに分かれた。第1のケースは今までと同様に交通量の増加が続いたケースであり、小平、紋別等いわゆる地方小都市間を結ぶ路線がこれに含まれる。第2のケースは昭和49年から50年にかけて交通量が大きく落ち込んだケースである。これには、苫小牧、張碓（小樽港）、七飯（函館港）、登別（室蘭港）と大港湾と都市を結ぶ路線がこれに含まれる。ただし、釧路は第1のケースに含まれている。第3のケースはごくわずかの減少となったケースであり、これには小野幌など大都市近郊路線等が含まれている。

以上から第2のケースに含まれる港湾関係路線が特に景気の影響を強く受けることがわかった。図-9は地点別年平均日交通量を示したものである。

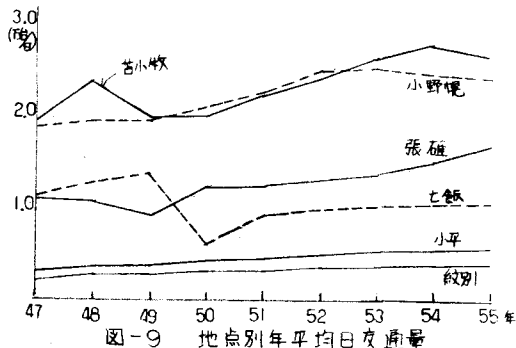


図-9 地点別年平均日交通量

5-2 季節変動の特性

季節変動は大都市市街地型と観光地型に大別することができ。図-10はその代表例として、東京と日光の季節変動を示したものである。この図から両者ともゴールデンウィークのある5月にピークがあり、そのほかに、日光の場合は観光シーズンの10月に、東京の場合は経済活動が活発になる12月にピークのあることがわかる。これに対し図-11は北海道における代表的な季節変動を示したものである。道内36地点全てにおいて特徴的な点をまとめると以下ようになる。

- ① 7～8月の夏季にピークがある。
- ② 12月にピークは無い。（11～1月は単調減少）
- ③ 5月にピークは無い。（2～3の例外有り）
- ④ 1～2月の冬期に最小値がある。

①については、日交通量順位の上位に8月15日前後の日交通量が集中しているため、お盆による帰省、観

光等が考えられる。

③についてみると、日交通量順位の上位（10番以内）にゴールデンウィーク時の交通量が入っているものも多々あったが、大部分の地点における5月の季節変動指数はそれほど高くはなかった。

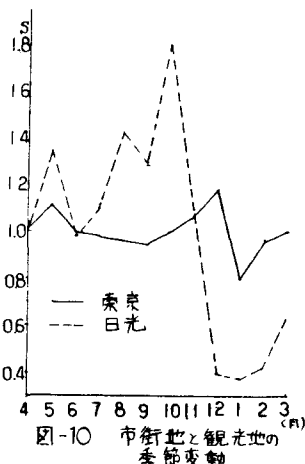


図-10 市街地と観光地の季節変動

トレンド・循環系

列ではその道路が結ぶ地域の特色が出たのに対し、季節変動は道路の混雑度と関係があることがわかった。混雑度は張碓（小樽）で1.75、小平で0.35、紋別では

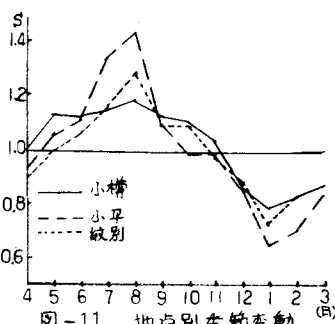


図-11 地点別季節変動

0.33であった（各田和54年の値）。混雑度が大きくなると夏季のピークがカットされたような形になり、混雑度が小さいと夏季のピークが鋭く現われる。これは、小樽の4～9月の場合、月平均日交通量で混雑度が2を超え交通量の増加が難しいためと考えられる。

6. 循環変動の分析

先に示した短期将来予測では、循環変動は考慮されていなかった。交通における循環変動はどうなっているのだろうか。

経済変動においては、次の3つの循環変動が知られている。

- ① キチン (Kitchin) の波……在庫循環、周期2～4年
- ② ジュグラール (Juglar) の波……設備循環、周期7～8年
- ③ グズネツク (Kuznets) の波……建築循環、周期約50年

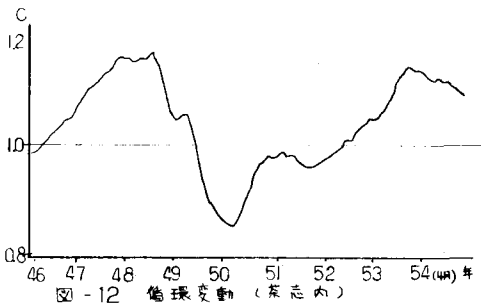
財団法人電力中央研究所は電力需要における「キチンの波」と「ジュグラールの波」の存在を確認している。本研究では交通における「キチンの波」と「ジュグラ

一の波」の分離を試みた。

図-12は昭和46年～54年の国道12号線美明市茶志内の循環変動を求めたものである。この時、トレンドは1次式となり、交通量短期予測を行なった時の予測値と原系列の決定係数は $R^2=0.977$ であり、データの欠落率は5.4%であった。これに対し、循環変動Cは(5)式より求めた。

$$C = TC / T \quad (5)$$

図-12はその結果を示したものであり、明らかに周期約7年の「ジュグラーの波」に相当する循環変動の存在することがわかる。



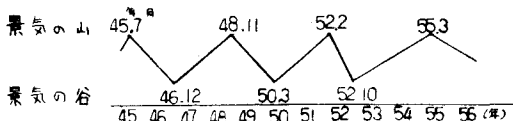
次に、図-12で循環変動がほぼ単調と思わ

れる昭和50年～54年のデータを用いて同様に循環変動を求めたのが

図-13である。この期

間に対してトレンドを求めると、前々求めた周期7年の循環変動は単調増加のため、新しいトレンドに吸収されている。それゆえ、図-13で求められた循環変動は明らかに周期約3年の「キチンの波」に相当する循環変動であると考えられる。

図-14は日本の景気循環を示したものである。これと図-12、図-13を比べると、2～3ヶ月のずれはあるが極大値と景気の山、極小値と景気の谷が非常によく一致している。つまり経済の循環変動と交通の循環変動は非常に強い相関関係があるといえる。よって上



記の二つの波はそれぞれジュグラーの波、キチンの波に相当するものと考えられる。それゆえ、常観調査データにおいてキチンの波に相当するものを変谷の第1の波、ジュグラーの波に相当するものを変谷の第2の波と名付けることにした。

この循環変動を用いることにより、短期将来予測の精度の向上はもちろん、各地域の景気動向を把握することが可能となる。これは経済企画庁の発表している景気動向指数のうち、一致系列にあたる国内貨物輸送量と対応するものと考えられる。景気動向指数は全国を単一として、3ヶ月ごとのデータであるのに対して、常観データを用いた景気把握は、毎月、各地域ごとに把握可能である。このことにより、従来経済データをインプットとし、交通データをアウトプットと扱っていたことに対して、その逆の操作も可能となった。

7. まとめ

本研究は従来十分に利用されているとは言えなかった常観調査データに対し、EPA法を用いることによって、月別の交通量将来予測を行なった結果、この手法が有効であることを明らかにしたものである。また、各地域ごとの交通特性の一部も解明することができた。さらに、変谷の波により交通データと経済データが互いにインプット・アウトプットの関係を取り得ることも示したものである。今後はOD表との比較や経済指標等の分析により交通量の変動の原因をより解明することが必要と考えられる。

<参考文献>

1. 北海道開発局建設部道路計画課「交通量常時観測集計報告書」(昭和38年度～54年度)
2. 財団法人電力中央研究所「時系列変動の分析とそれによる短期予測」(昭和42年)
3. 佐佐木綱, 井上矩之「断面交通量によるOD表の修正」(土木学会第31回年次学術講演会概要集)
4. 佐佐木綱, 井上矩之「OD表修正による転換率精度の向上」(同第32回)
5. 井上博「断面交通量によるOD表の推計」(同第32回)
6. 石井憲一, 有藤和夫「交通事故発生の時系列変動分析について」(同第31回)
7. 日本経済新聞社「景気判断」(昭和57年)