

一方、日交通量に加えて時間交通量についても、影響力が大きく長期間にわたり広範囲に通用する季節変動パターンが存在が確認できた場合には、その季節変動パターンが通用する道路断面において、任意の1時間の時間交通量の観測値より、季節変動パターンを利用して時間交通量の年間分布を推定することが可能となる。尤もこの場合、【日交通量の方向比】についても、長期間にわたり広範囲に通用する季節変動特性係数が利用可能であることも必要となる。具体的に手順を説明すると、まず2.12式を変形して、下記2.15式を得る。

$${}_{y,m,w,dw,h,dire}\hat{Q} = Q_{y,m,w,dw,h,dire} / x_{y,dw,h,dire} \quad (2.15)$$

${}_{y,m,w,dw,h,dire}\hat{Q}$	ある断面において y 年次、 m 月、第 w 週、 dw 曜日、 $dire$ 方向、 h 時の時間交通量観測値から推定した、同じ日の $dire'$ 方向の日交通量の推定値。
$Q_{y,m,w,dw,h,dire}$	ある断面における y 年次、 m 月、第 w 週、 dw 曜日、 $dire$ 方向、 h 時の時間交通量観測値。
$x_{y,dw,h,dire}$	ある断面における y 年次、 dw 曜日、 $dire$ 方向、 h 時の方向別時間交通量の方向別日交通量に対する比。

ここで【日交通量の方向比】の季節変動特性係数を、以下の様に定義する。

$$DR2_{y,dw,dire} = \frac{1}{n_{y,dw,dire}} \left\{ \sum_{m,w,dw} \left(\frac{Q_{y,m,w,dw,dire}}{Q_{y,m,w,dw}} \right) \right\} \quad (2.16)$$

$DR2_{y,dw,dire}$	y 年、 dw 曜日、方向 $dire$ の（片方向）日交通量の方向比の特性係数。 両方向日交通量に対する比。
$n_{y,dw,dire}$	y 年、 dw 曜日、方向 $dire$ の（片方向）日交通量のサンプル数。
$Q_{y,m,w,dw,dire}$	y 年、 m 月、第 w 週、 dw 曜日、方向 $dire$ の（片方向）日交通量。
$Q_{y,m,w,dw}$	y 年、 m 月、第 w 週、 dw 曜日の（両方向）日交通量。

2.16式では、曜日別に日交通量の方向別割合の年間平均値を求めているので、この指標は1週を周期とする季節変動特性係数を考えることもできる。今、時間交通量についての長期・広範囲に通用する共通の季節変動パターンが当てはまる道路断面において、2.17式で求められる曜日別の日交通量の方向比についても、影響力が大きく長期・広範囲に通用する共通の季節変動パターンが存在し、その季節変動特性係数が利用可能であると仮定する。すると先に求めた片側車線の日交通量の推定値より、以下の式により、その日の両方向日交通量を推定することが可能となる。

$${}_{y,m,w,dw,h,dire}\hat{Q}_{y,m,w,dw} = {}_{y,m,w,dw,h,dire}\hat{Q}_{y,m,w,dw,dire} / DR2_{y,dw,dire} \quad (2.17)$$

${}_{y,m,w,dw,h,dire}\hat{Q}_{y,m,w,dw}$	ある断面において y 年次、 m 月、第 w 週、 dw 曜日、 $dire$ 方向、 h 時の時間交通量観測値から推定した、同じ日の日交通量の推定値。
$DR2_{y,dw,dire}$	ある断面における y 年次、 dw 曜日、 $dire$ 方向の季節変動特性係数。 日交通量の両側方向交通量に対する比。

日交通量推定値が求められれば、先の日交通量の年間分布推定手順と同様に 2.14 式により年間平均日交通量が計算でき、更に同じ季節変動特性係数を 2.3 式に当てはめて偶然変動特性係数を 0 とみなすことにより、任意の月、週、曜日の日交通量が推定できる。更に日交通量の年間分布推定結果に、【日交通量の方向比】と【時間交通量】についての季節変動特性係数のセットを当てはめることにより、年内の全時間の時間交通量が推定できる。つまり 1 時間分の交通量調査を行うことで、季節変動を反映した 1 年分の時間交通量の分布の推定値が得られるわけである(図 2.10)。この時、種々の道路計画において参照される年間 30 番目時間交通量の推定も可能となる^{*13}。

この様に長期間・広範囲に通用する季節変動を利用することにより、1 日もしくは 1 時間の観測交通量から季節変動を反映した年間分布推定ができれば、従来の道路交通センサスが交通変動現象を把握できないという問題点を克服できることになる。

2. 4. 2 連続型母分布による近似性の応用

本研究では、自動車交通量指標を確率変数とみなし、その指標が正規分布などの連続型母分布にどれだけ適合しているかについても分析し、自動車交通量指標の連続型母分布への近似を通じて、各種指標の年間分布の推定法への応用可能性を模索し、道路交通センサスが抱える問題を解決する方策を模索する。その際には、どのような連続型母分布に近似させるかがまず問題になるが、本研究では代表的な連続型母分布である正規分布とベータ分布への近似可能性を分析する。

正規分布を例に挙げて説明すると、母集団分布の平均を μ 、分散を σ^2 とする時、以下の式により確率密度関数が定義される。

$$p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.18)$$

2.18 式において x は確率変数であり、ある道路断面における自動車日交通量などの値が確率変数として入力される。なお数式上、 x は $-\infty \sim +\infty$ までの値を取ることが許容されている。そして 2.18 式を $x = a1$ から $x = a2$ ($a1, a2$ は定数) までの間で定積分した値が、確率変数 x が $x1$ から $x2$ までの間の値を取る確率とされる。なお 2.18 式は確率密度関数であるため、 $-\infty \sim +\infty$ の間で積分した値は 1 となる。

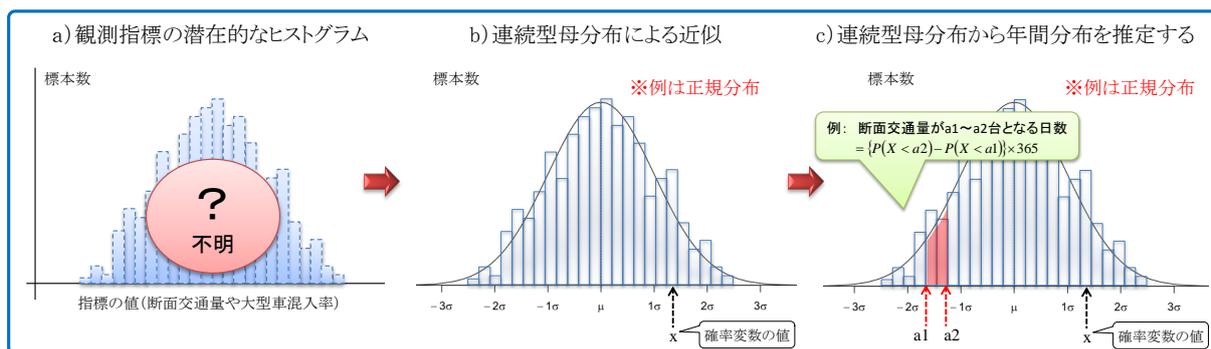


図 2.11 正規分布による近似の例

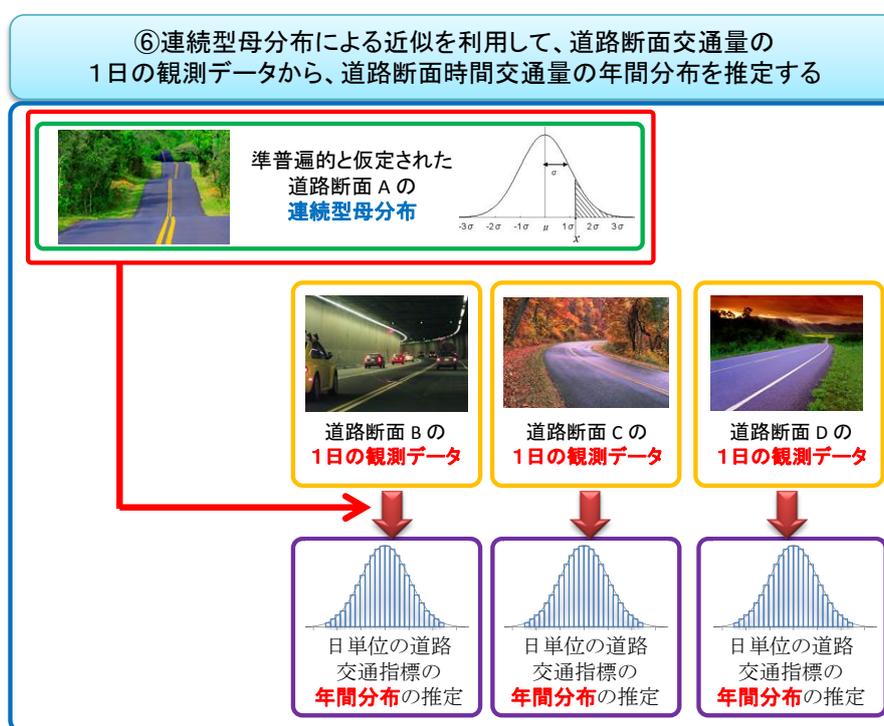


図 2.12 分析方針⑥：連続型母分布による近似を利用した日単位交通指標の年間分布の推定

自動車交通量指標の正規分布による近似の例を図 2.11 に示す。また連続型母分布による近似性に関する本研究の分析方針を図 2.12 に示す。

今、日交通量の年間平均日交通量に対する比の年間分布が不明な道路断面を考える(図 2.11-a))。仮にこの指標の年間分布に関して、多くの道路断面に長期に渡り適合する正規分布の母数(平均と分散)が判明しており、この正規分布で該当道路断面におけるこの指標の年間分布を近似すると仮定する(図 2.11-b))。この時、従来の道路交通センサスの一般交通量調査により得られた交通量を年間平均日交通量とみなすことが出来るなら^{※14}、この正規分布近似の母数を活用することにより、交通量変動の年間分布を推定することが出来る。具体的には、図 2.11-c) の様に確率密度関数に基づいて、一定の実現値階級値域ごとに定積分を行い、累積確率を求めて 365 を乗じれば、変動を反映した交通量の階級別度数が求められる。この様に正規分布への近似を通じて、従来の道路交通センサスが自動車交通量の変動現象を把握できないという問題点を克服できる。

2. 5 使用データについて

本研究では前2.4節で述べた課題に応えるため、東京都環境局による東京都内一般幹線道路全22地点における自動車交通量計測装置による時間交通量観測データ[2.8]を利用して分析を行う^{*15}。本データは常時観測装置により、1時間単位で方向別に4車種別（普通貨物、バス、小型貨物、乗用車）に交通量と平均速度と占有率が計測されたものであり、地点によって利用可能年数は異なるものの、最長で12年間の観測データが利用可能である。本自動車交通量計測装置は、ループ式車長感知器と超音波車両感知器で3つの基礎情報を取得した上で（ループ式車長感知器で車両床面の高さを計測、超音波車両感知器で車高を計測、ループ式車長感知器と超音波車両感知器の二つを組み合わせで車長を計測）、これら3つの基礎情報に基づいて通過交通の車種分類を行うとともに、速度や占有率を計測する仕組みになっている。表2.2に本自動車交通量計測装置の車種分類の基準^{*16}を、図2.13に同装置の車種分類フロー^{*17}を、図2.14に本自動車交通量計測装置の設置場所と各断面における観測結果概略を示す。

ところで本研究の解析対象データを観測した常時観測装置が設置されている一般幹線道路は、3環状9放射線に代表される高規格幹線道路を含む周辺道路ネットワークの変化の影響を強く受けている可能性が考えられる。本研究で使用する解析対象データが観測された道路断面に関する東京都幹線道路網の変遷経緯を表2.4に示す。表2.4に示す様に、本研究が対象とする道路断面において、データが観測された期間の間に、新区間、新IC、新JCTの供用開始や、一部区間において一時供用停止が発生している。ところで本研究では日単位の季節変動を分析する上で、対象指標の年間平均値が重要な要素となるが、周辺道路ネットワークの変化の影響は、年間平均値を大きく変える可能性があり、結果的に季節変動パターンの正確な抽出と分析を妨げる恐れがある。そこで本研究では、周辺道路ネットワーク変化の影響を最大限除くために、解析対象データから道路断面地点別・年度別に時間交通量と1時間平均速度の散布図(QV図)を作成し、標本クラスタが複数に分離している等、単一年度内に大きな交通流の変化が発生したと考えられる形跡が見られる年度については、解析対象データから該当年度全体を除外することにした。ただし2000年度のデータについては、データ入手時点から1時間平均速度が記録されていなかったため、QV図を作成することが出来なかった。そのため2000年度データについては、前後の年度が除外とならない限り採用することとした。章末の図2.15～図2.20に、道路断面別・年度別・方向別のQV図を掲載する^{*18}。

また東京都環境局による交通量観測データの中には、何らかの理由により発生した異常状態データも含まれている。異常状態とは、突発的な事故による交通規制や豪雪などの悪天候により、対象道路断面にて平常通りのサービス水準が提供できない状態を指す。こういった異常状態は、季節変動パターンの正常な抽出と分析を妨げる恐れがある。そのため、本研究では、表2.3に示す時期を異常状態となりうる特異日と考え、これらの時期の観測データを解析対象データから除外した。

総台数について存在するレコードの総数と、最終的に本研究で採用された有効レコードの割合の概要を、表2.5～表2.6に示す。

表 2.2 自動車交通量計測装置の車種分類の基準^{*16}

項目 車種	車両の高さ	車両の長さ	床面の高さ
バス	2.0m以上	4.75m以上	低い
大型貨物車	2.0m以上	4.75m以上	高い
小型貨物車	2.0m以上	4.75m未満	—
	1.5m以上	—	
	2.0m未満	—	
乗用車	1.5m未満	—	—

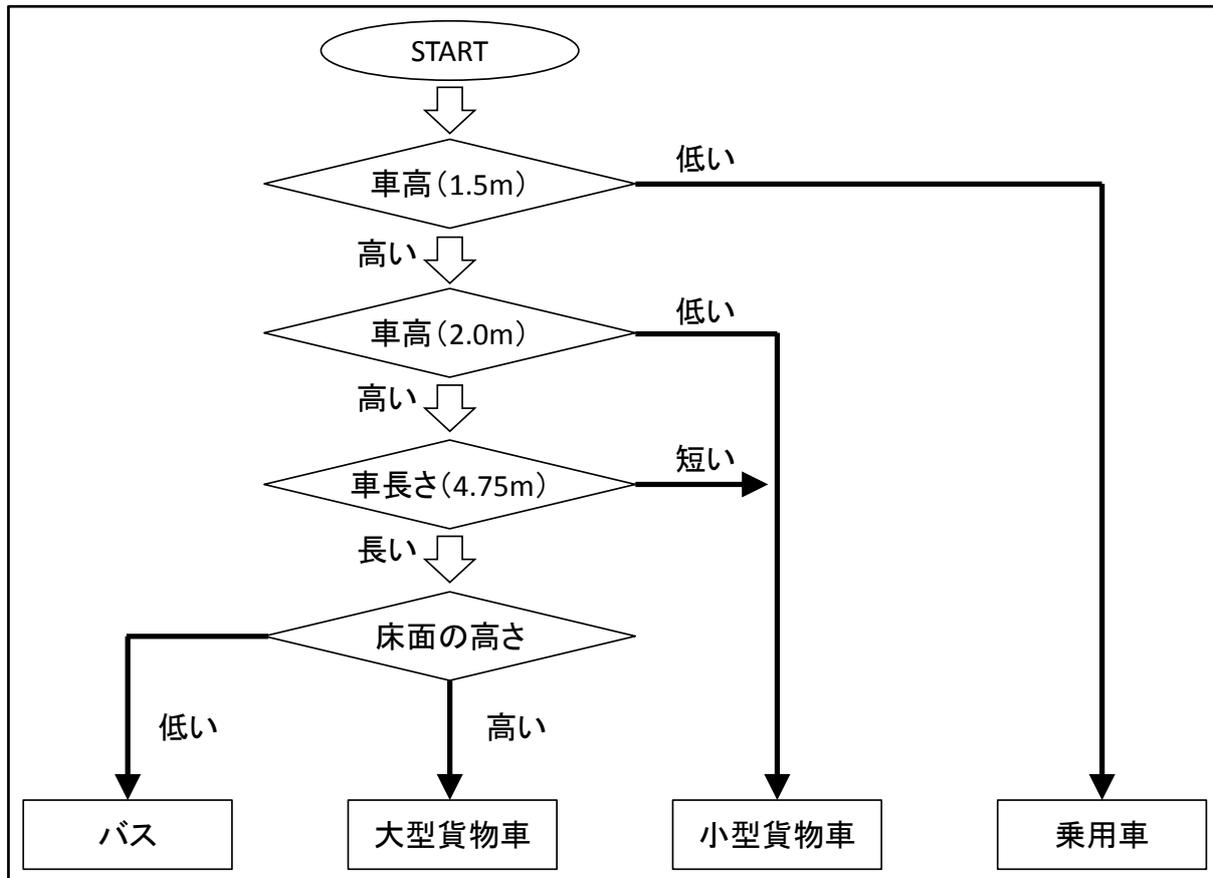


図 2.13 自動車交通量計測装置の車種分類フロー

表 2.3 解析対象から除外した特異日

除外期間	説明
4/29～5/5	ゴールデンウィーク
8/13～8/16	お盆
12/29～1/3	年末年始
1998/1/15～1998/1/18	多積雪日
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ゴールデンウィーク、お盆、年末年始の直前直後の土日。 ・3連休以上になる土日休日期間。 ・計測がされておらず、交通量が0となっている期間。 ・東京都環境局報告書[2.8]において計測異常が認められている期間。

表 2.4 東京都幹線道路網の変遷経緯（データ対象期間と重なる出来事は背景色を付けた）

路線名	時期	変遷内容
首都高	1987/9/9	四つ木 - 葛西 JCT (11.2km)、中央環状線東側完成。千住新橋 - 川口 JCT (16.5km)、東北道へ接続
	1989/9/27	生麦 JCT - 新山下 JCT (8.8km)、横浜ベイブリッジ開通
	1989/12/26	大井 JCT 新設
	1990/3/20	石川町 JCT - 横横道路接続部 (7.7km)、完成、横横道路へ接続
	1990/11/27	高島平 - 戸田南 (2.6km)
	1993/8/26	芝浦 JCT - 有明 JCT (5.0km)、レインボーブリッジ開通
	1993/9/27	空港中央 - 東海 JCT (4.2km)
	1993/10/26	戸田南 - 美女木 JCT (2.2km)、5号線が外環道と接続
	1994/12/21	大黒 JCT - 空港中央 (16.4km)
	1997/12/18	川崎浮島 JCT 完成、東京湾アクアラインと接続
	1998/5/18	美女木 JCT - 与野 (8.0km)、埼玉大宮線開通
	1999/7/15	横横道路接続部 - 杉田 (3.5km)。三溪園 (仮) - 本牧ふ頭 (4.1km)
	2000/4/17	新都心西出入口開通
	2001/10/22	杉田 - 三溪園 (7.0km)、湾岸線全線開通
圏央道	1988/3/30	新湘南バイパス開通
	1996/3/26	青梅 IC-鶴ヶ島 JCT 間開通[13] (圏央道として最初の開通区間)
	1998/3/30	千葉東金道路二期 (東金 IC-松尾横芝 IC 間) が開通
東京外環自動車道	1992/11/27	和光 IC-三郷 JCT 開通、川口 JCT で東北自動車道・首都高速川口線、三郷 JCT で常磐自動車道・首都高速 6 号三郷線と接続
	1993/10/26	美女木 JCT で首都高速 5 号池袋線と接続
	1994/3/30	大泉 IC-和光 IC 開通、大泉 JCT で関越自動車道と接続。和光北 IC 開通
	1998/5/18	美女木 JCT で首都高速埼玉大宮線と接続、美女木 JCT の池袋線→外環道外回りランプ供用開始
首都高速中央環状線	1987/9/9	江北 JCT-千住新橋出入口間開通 四つ木出入口-葛西 JCT 間開通
第三京浜道路	1995/4/10	都筑インターチェンジと都筑パーキングエリアの供用開始
首都高速 3 号渋谷線	1971/12/21	渋谷出入口-用賀開通、全線開通
	2010/3/28	大橋 JCT 供用開始により中央環状線と接続
首都高速 4 号新宿線	1976/5/18 2007/12/22	上高井戸地内が開通し、全線開通。同時に中央自動車道と接続 中央環状線の池袋 - 新宿間開通、西新宿 JCT が部分開通
関越自動車道	1985/10/2	前橋 IC-湯沢 IC 開通により全線開通 (月夜野 IC-土樽 PA は暫定 2 車線供用)
	1988/11/28	月夜野 IC-谷川岳 PA を 4 車線化
	1991/10/22	谷川岳 PA-土樽 PA (関越トンネル) を 4 車線化
	1993/3/27	藤岡 JCT-藤岡 IC が関越自動車道から上信越自動車道に編入されたことにより、上信越自動車道と接続
	1994/3/30	大泉 JCT-藤岡 JCT を 6 車線化。大泉 JCT 開通により、東京外環自動車道と接続
	1995/8/7	堀之内 IC 供用開始
	1996/3/26	藤岡 JCT-前橋 IC を 6 車線化し、鶴ヶ島 JCT 開通により首都圏中央連絡自動車道 (圏央道) と接続
	1998/3/26	昭和 IC 供用開始
	2001/3/31	高崎 JCT 開通により北関東自動車道と接続
首都高速川口線	1987/9/9	江北 JCT - 川口 JCT 開通、全線開通
首都高速 6 号三郷線	1985/1/24	小菅 JCT-三郷 JCT が開通、全線開通
首都高速 7 号小松川線	1971/3/21	6 号向島線 (江戸橋 JCT-向島出入口) 開通と同時に全線開通
	1991/11/9 - 15	補修工事のため全面通行止め

※参考文献[2.10]～[2.20]に基づき作成した。

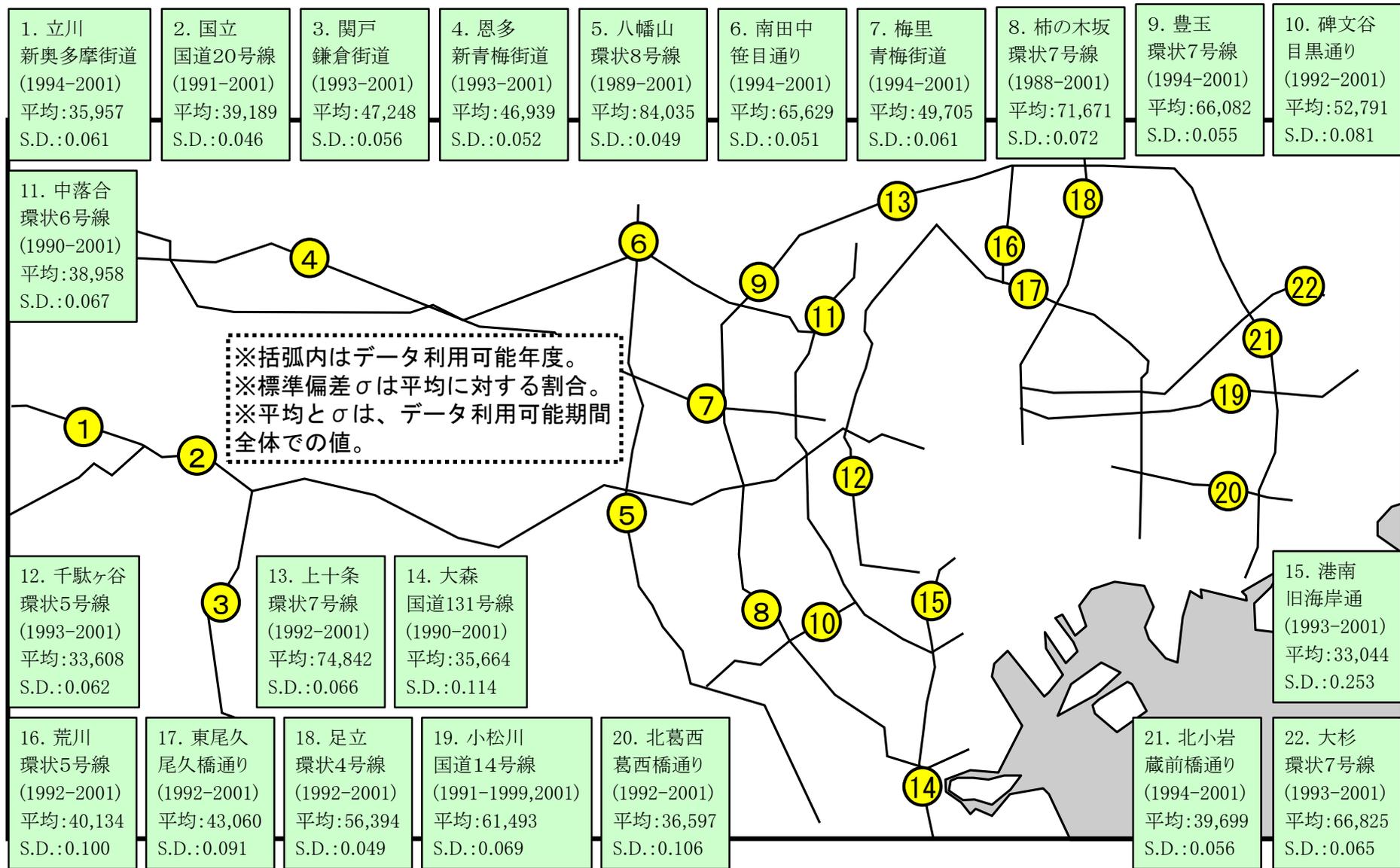


図 2.14 自動車交通量計測装置の設置場所と各断面における観測結果概略

表 2.5 使用データのレコード総数と有効レコード割合（総台数）

立川

年度	総数	有効数	有効割合
1994	116	0	0%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	341	320	94%
(全年度)	2,645	2,388	90%

国立

年度	総数	有効数	有効割合
1991	366	341	93%
1992	365	348	95%
1993	365	348	95%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	0	0%
(全年度)	3,998	3,453	86%

関戸

年度	総数	有効数	有効割合
1993	151	0	0%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	365	0	0%
1997	361	0	0%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	3,053	2,064	68%

恩多

年度	総数	有効数	有効割合
1993	149	0	0%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	3,051	2,744	90%

八幡山

年度	総数	有効数	有効割合
1989	365	345	95%
1990	365	344	94%
1991	366	341	93%
1992	365	348	95%
1993	365	348	95%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	4,728	4,470	95%

南田中

年度	総数	有効数	有効割合
1994	120	0	0%
1995	366	0	0%
1996	365	0	0%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	2,657	1,710	64%

梅里

年度	総数	有効数	有効割合
1994	120	0	0%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	365	348	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	2,656	2,395	90%

柿の木坂

年度	総数	有効数	有効割合
1988	336	319	95%
1989	358	343	96%
1990	365	344	94%
1991	366	341	93%
1992	365	348	95%
1993	365	0	0%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	359	334	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	0	0%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	5,051	4,084	81%

豊玉

年度	総数	有効数	有効割合
1994	120	0	0%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	2,657	2,396	90%

碑文谷

年度	総数	有効数	有効割合
1992	121	0	0%
1993	365	348	95%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	3,388	3,092	91%

中落合

年度	総数	有効数	有効割合
1990	353	341	97%
1991	366	341	93%
1992	365	348	95%
1993	365	348	95%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	335	314	94%
(全年度)	4,337	4,108	95%

千駄ヶ谷

年度	総数	有効数	有効割合
1993	150	0	0%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	363	346	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	3,050	2,742	90%

上十条

年度	総数	有効数	有効割合
1992	120	0	0%
1993	365	348	95%
1994	365	348	95%
1995	366	346	95%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	365	348	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	349	328	94%
(全年度)	3,387	3,092	91%

大森

年度	総数	有効数	有効割合
1990	348	327	94%
1991	366	341	93%
1992	365	0	0%
1993	365	0	0%
1994	270	0	0%
1995	366	0	0%
1996	365	340	93%
1997	361	340	94%
1998	364	347	95%
1999	366	349	95%
2000	365	345	95%
2001	347	326	94%
(全年度)	4,248	2,715	64%

表 2.6 使用データのレコード総数と有効レコード割合（総台数）続き

港南				足立				北小岩			
年度	総数	有効数	有効割合	年度	総数	有効数	有効割合	年度	総数	有効数	有効割合
1993	151	0	0%	1989	365	345	95%	1994	117	0	0%
1994	365	348	95%	1990	365	344	94%	1995	366	346	95%
1995	366	346	95%	1991	366	341	93%	1996	365	340	93%
1996	365	340	93%	1992	365	348	95%	1997	361	340	94%
1997	361	340	94%	1993	365	348	95%	1998	365	348	95%
1998	365	348	95%	1994	365	348	95%	1999	365	0	0%
1999	366	349	95%	1995	366	346	95%	2000	365	345	95%
2000	354	0	0%	1996	309	284	92%	2001	349	328	94%
2001	349	328	94%	1997	340	0	0%	(全年度)	2,653	2,047	77%
(全年度)	3,042	2,399	79%	1998	365	0	0%	大杉			
荒川				1999	366	0	0%	年度	総数	有効数	有効割合
年度	総数	有効数	有効割合	2000	365	0	0%	1993	106	0	0%
1992	121	0	0%	2001	349	0	0%	1994	365	348	95%
1993	365	348	95%	(全年度)	4,651	2,704	58%	1995	366	346	95%
1994	365	348	95%	小松川				1996	365	340	93%
1995	341	0	0%	年度	総数	有効数	有効割合	1997	361	340	94%
1996	365	0	0%	1991	366	341	93%	1998	365	348	95%
1997	361	340	94%	1992	365	348	95%	1999	366	349	95%
1998	365	348	95%	1993	365	348	95%	2000	365	345	95%
1999	366	349	95%	1994	365	348	95%	2001	349	328	94%
2000	365	345	95%	1995	366	346	95%	(全年度)	3,008	2,744	91%
2001	349	328	94%	1996	365	340	93%	東尾久			
(全年度)	3,363	2,406	72%	1997	361	340	94%	年度	総数	有効数	有効割合
				1998	365	348	95%	1992	121	0	0%
				1999	366	349	95%	1993	365	348	95%
				2001	166	160	96%	1994	365	348	95%
				(全年度)	3,450	3,268	95%	1995	366	346	95%
				北葛西				1996	365	340	93%
				年度	総数	有効数	有効割合	1997	361	340	94%
				1992	121	0	0%	1998	365	348	95%
				1993	365	348	95%	1999	366	349	95%
				1994	365	348	95%	2000	365	345	95%
				1995	366	346	95%	2001	349	328	94%
				1996	365	340	93%	(全年度)	3,388	3,092	91%
				1997	361	340	94%				
				1998	365	0	0%				
				1999	366	349	95%				
				2000	365	345	95%				
				2001	349	328	94%				
				(全年度)	3,388	2,744	81%				

※表中のレコード件数は、全て総台数のレコード件数を意味する。

2. 6 次章以降の構成

本研究では、次章以降、まず**第3章**で日単位の自動車交通量指標の季節変動について、**第4章**で時間単位の自動車交通量指標の季節変動について分析を行う。そして**第5章**で自動車交通量指標の連続型母分布による近似につき分析を行う。その上で、**第6章**で季節変動と連続型母分布による近似の分析結果をもとに、道路断面自動車交通調査に関して本研究が提案する手法を構築し、事例分析を行うことにより、その提案手法の有効性を検証する。

また最後の**第7章**で全体の考察を行うとともに、交通量常時観測データを利用した道路交通サービスの実現可能性につき検討することにより、本研究の意義および今後の課題についてのまとめを行う。

章末補足

- ※1 本図は、参考文献[2.4]の pp.188 に記載の内容をそのまま引用した。
- ※2 2. 3. 1節で挙げた問題解決の見通しの4) に関して、季節変動パターンを活用して、どのようにして調査コストを軽減するか、もしくは、どのようにして同じ調査コストで従来よりも豊富な情報を得るかという点についても具体的検討の必要がある。本研究においては、この点については深く取り扱わない。
- ※3 飯田他 1981[2.5]では、解析対象データが1年間の期間しかなかったため、季節変動の周期性を見ることができなかった点と、解析データが高速道路インターチェンジの流入交通量であるため、依拠データに特殊性（一般道路に比べて交通量変動が大きい）がある点を、研究の限界としている。
- ※4 鹿島他 2000[2.2]では、どの地点・年度で求めた季節変動特性を用いて、どの地点・年度の再現を試みたのかなど、再現を行った際の分析仕様については明らかにされていない。
- ※5 鹿島他 1999[2.1]では、対象 22 か所の道路断面の組合せで相関分析を行い、相関係数の平均を求めている。その際の相関分析手順の詳細は説明されていないが、道路断面のペアを順次選び、縦軸に一方の道路断面の季節変動量、横軸に他方の道路断面の季節変動量を取り、相関係数を求めたのではないと思われる。なお鹿島他 1999 では、結果として曜日変動量についての相関係数として 0.815 が得られたとしている。
- ※6 蛭阪 2001[2.3]では、季節変動の他に、特異日変動（お盆、年末年始、連休など）、日特性（五十日、月初め、月末など）にも焦点を当てている。そして五十日については 10 日・30 日で 2~3%交通量が増大し、5 日で 4~5%交通量が減少することを明らかにしている。しかし依拠データが単年度であるため、概して定常時系列変動に関する長期的傾向についての明確な言及に乏しい。
- ※7 蛭阪 2001[2.3]では、どの地点・年度で求めた季節変動特性を用いて、どの地点・年度の子測を試みたのかなど、予測を行った際の分析仕様については明らかにされていない。
- ※8 2. 3. 2節で挙げた問題解決の見通しの2) について、連続型母分布への近似を活用して、どのようにして調査コストを軽減するか、もしくは、どのようにして同じ調査コストで従来よりも豊富な情報を得るかという点については具体的検討の必要がある。本研究においては、この点については深く取り扱わない。
- ※9 飯田他 1981[2.5]では、月の季節変動として月間移動平均を、週の季節変動として週間移動平均を採用している。飯田他 1981 では、道路断面における自動車日交通量の時系列変動が、

2.1 式のような形式で、明確に定式化されていない。

※10 時系列変動から傾向変動を除去し定常変動を取り出す手法として、以下の3つが挙げられる[2.7]。

- 時系列定常化の第1法

$$y_t = Y_t - \hat{Y}_t$$

- 時系列定常化の第2法

$$y'_t = \frac{Y_t}{\hat{Y}_t} \times 100$$

- 時系列定常化の第3法

$$y''_t = \frac{y'_t - 100}{S}$$

Y_t	時系列変動の観測値
\hat{Y}_t	時系列変動の傾向値
y_t	時系列定常化の第1法により取り出された定常値
y'_t	時系列定常化の第2法により取り出された定常値
S	y'_t の標準偏差
y''_t	時系列定常化の第3法により取り出された定常値

2.3 式で採用されている定常化手法は、上記の一部を取捨選択して組み合わせたものである。

※11 証明は以下のとおりである。

(1) 月係数

或る調査断面における交通指標（日台数、大型車混入率など）についての y 年 m 月の月係数 $\alpha_{y,m}$ は以下式により計算する。

$$\alpha_{y,m} = \frac{m_{y,m} - m_y}{m_y} \quad (2.19)$$

ここで、

m_y	対象となる自動車交通量指標の y 年における平均値。
$m_{y,m}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月における平均値。

ところで、 y 年の年間平均値 m_y と y 年 m 月の月平均値 $m_{y,m}$ を、総台数についての平均値と仮定すると、これら平均値は車種別の平均値に分解することが出来る。

例えば a 年 b 月における交通量総台数の平均値は、以下の式により表される。

$$m_{a,b} = \frac{1}{n_{a,b}} \sum_{y=a,m=b} X_{y,m,w,dw}$$

$X_{y,m,w,dw}$	y 年 m 月、第 w 週、 dw 曜日における交通量（総台数）。
----------------	---

ここで、ある日における交通量（総台数）は、車種別の値の合計である。

$$X_{y,m,w,dw} = \sum_{vt=1..4} X_{vt,y,m,w,dw}$$

$X_{vt,y,m,w,dw}$	y 年 m 月、第 w 週、 dw 曜日における車種 vt の交通量。
-------------------	---

なので先の平均値の式は、以下のように変形できる。

$$\begin{aligned} m_{a,b} &= \frac{1}{n_{a,b}} \sum_{y=a,m=b} \left(\sum_{vt} X_{vt,y,m,w,dw} \right) \\ &= \frac{1}{n_{a,b}} \sum_{y=a,m=b} (X_{1,y,m,w,dw} + X_{2,y,m,w,dw} + X_{3,y,m,w,dw} + X_{4,y,m,w,dw}) \\ &= \frac{1}{n_{a,b}} \cdot \left(\sum_{y=a,m=b} X_{1,y,m,w,dw} + \sum_{y=a,m=b} X_{2,y,m,w,dw} + \sum_{y=a,m=b} X_{3,y,m,w,dw} + \sum_{y=a,m=b} X_{4,y,m,w,dw} \right) \\ &= \frac{1}{n_{a,b}} \cdot \sum_{y=a,m=b} X_{1,y,m,w,dw} + \frac{1}{n_{a,b}} \cdot \sum_{y=a,m=b} X_{2,y,m,w,dw} + \frac{1}{n_{a,b}} \cdot \sum_{y=a,m=b} X_{3,y,m,w,dw} + \frac{1}{n_{a,b}} \cdot \sum_{y=a,m=b} X_{4,y,m,w,dw} \\ &= \sum_{vt} m_{vt,a,b} \end{aligned}$$

$m_{vt,a,b}$	y 年 m 月における車種 vt の交通指標（日交通量）の平均値。
--------------	---

y 年における年間平均値 m_y についても、同様に車種別の値に分解することが出来る。

すると先の (2.19) 式は、以下のように変形できる。

$$\begin{aligned} \alpha_{y,m} &= \frac{m_{y,m} - m_y}{m_y} = \frac{1}{m_y} \cdot \sum_{vt} (m_{vt,y,m} - m_{vt,y}) \\ &= \frac{1}{m_y} \cdot \sum_{vt} \left(m_{vt,y} \cdot \frac{m_{vt,y,m} - m_{vt,y}}{m_{vt,y}} \right) \\ &= \sum_{vt} \left(\frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \frac{m_{vt,y,m} - m_{vt,y}}{m_{vt,y}} \right) \end{aligned}$$

ここで車種 $v t$ についての y 年 m 月における月係数は、以下の式で表される。

$$\alpha_{vt,y,m} = \frac{m_{vt,y,m} - m_{vt,y}}{m_{vt,y}}$$

こうして以下の式が導き出される。

$$\alpha_{y,m} = \sum_{vt} \left(\frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \alpha_{vt,y,m} \right)$$

(2) 週係数

或る調査断面における交通指標（日台数、大型車混入率など）についての y 年第 w 週の週係数 $\beta_{y,w}$ は以下式により計算する。

$$\beta_{y,w} = \frac{1}{n_{y,w}} \sum_m \left(\frac{m_{y,m,w} - m_{y,m}}{m_y} \right) \quad (2.20)$$

ここで、

m_y	対象となる自動車交通量指標の y 年における平均値。
$m_{y,m}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月における平均値。
$m_{y,m,w}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月、第 w 週における平均値。 第1週目 ($w=1$) の期間区分については、その週に含まれる前月最終週のサンプルも含めて平均値を計算する。 また最終週 ($w=5$ もしくは 6) の期間区分については、その週に含まれる翌月第1週のサンプルも含めて平均値を計算する。
$n_{y,m}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月におけるサンプル数。

この時、月係数の節で示したのと同様の要領で、 y 年 m 月 w 週の平均値は、車種別の平均値に分解することが出来る。

すると先の (2.20) 式は、以下のように変形できる。

$$\begin{aligned} \beta_{y,w} &= \frac{1}{n_{y,w}} \cdot \sum_m \left(\frac{m_{y,m,w} - m_{y,m}}{m_y} \right) \\ &= \frac{1}{n_{y,w}} \cdot \frac{1}{m_y} \cdot \sum_m (m_{y,m,w} - m_{y,m}) \\ &= \frac{1}{n_{y,w}} \cdot \frac{1}{m_y} \cdot \sum_m \left(\sum_{vt} (m_{vt,y,m,w} - m_{vt,y,m}) \right) \\ &= \frac{1}{n_{y,w}} \cdot \frac{1}{m_y} \cdot \sum_{vt} \left(\sum_m (m_{vt,y,m,w} - m_{vt,y,m}) \right) \\ &= \frac{1}{n_{y,w}} \cdot \frac{1}{m_y} \cdot \sum_{vt} \left(\sum_m \left(m_{vt,y} \cdot \frac{m_{vt,y,m,w} - m_{vt,y,m}}{m_{vt,y}} \right) \right) \\ &= \sum_{vt} \left\{ \frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \left(\frac{1}{n_{y,w}} \cdot \sum_m \left(\frac{m_{vt,y,m,w} - m_{vt,y,m}}{m_{vt,y}} \right) \right) \right\} \end{aligned}$$

ここで車種 v t についての y 年第 w 週における週係数は、以下の式で表される。

$$\beta_{vt,y,w} = \frac{1}{n_{y,w}} \cdot \sum_m \left(\frac{m_{vt,y,m,w} - m_{vt,y,m}}{m_{vt,y}} \right)$$

こうして以下の式が導き出される。

$$\beta_{y,w} = \sum_{vt} \left\{ \frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \beta_{dw,y,w} \right\}$$

(3) 曜日係数

或る調査断面における交通指標（日台数、大型車混入率など）についての y 年第 dw 曜日の曜日係数 $\gamma_{y,dw}$ は以下式により計算する。

$$\gamma_{y,dw} = \frac{1}{n_{y,dw}} \sum_{m,dw} \left(\frac{X_{y,m,w,dw} - m_{y,m,w}}{m_y} \right) \quad (2.21)$$

ここで、

m_y	対象となる自動車交通量指標の y 年における平均値。
$m_{y,m,w}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月、第 w 週における平均値。 第 1 週目 ($w=1$) の期間区分については、その週に含まれる前月最終週のサンプルも含めて平均値を計算する。 また最終週 ($w=5$ もしくは 6) の期間区分については、その週に含まれる翌月第 1 週のサンプルも含めて平均値を計算する。
$n_{y,dw}$	対象となる自動車交通量指標の y 年、第 w 週におけるにおけるサンプル数。 y 年における全ての月の第 w 週のサンプル数を合計したもの。
$X_{y,m,w,dw}$	対象となる自動車交通量指標の y 年 m 月、第 w 週、 dw 曜日における値。

(2.21) 式は、以下のように変形できる。

$$\begin{aligned}
\gamma_{y,dw} &= \frac{1}{n_{y,dw}} \cdot \sum_{m,dw} \left(\frac{X_{y,m,w,dw} - m_{y,m,dw}}{m_y} \right) \\
&= \frac{1}{n_{y,dw}} \cdot \frac{1}{m_y} \cdot \sum_{m,dw} (X_{y,m,w,dw} - m_{y,m,dw}) \\
&= \frac{1}{n_{y,dw}} \cdot \frac{1}{m_y} \cdot \sum_{m,dw} \left(\sum_{vt} (X_{vt,y,m,w,dw} - m_{vt,y,m,dw}) \right) \\
&= \frac{1}{n_{y,dw}} \cdot \frac{1}{m_y} \cdot \sum_{vt} \left(\sum_{m,dw} (X_{vt,y,m,w,dw} - m_{vt,y,m,dw}) \right) \\
&= \frac{1}{n_{y,dw}} \cdot \frac{1}{m_y} \cdot \sum_{vt} \left(\sum_{m,dw} \left(m_{vt,y} \cdot \frac{X_{vt,y,m,w,dw} - m_{vt,y,m,dw}}{m_{vt,y}} \right) \right) \\
&= \sum_{vt} \left\{ \frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \left(\frac{1}{n_{y,dw}} \cdot \sum_{m,dw} \left(\frac{X_{vt,y,m,w,dw} - m_{vt,y,m,dw}}{m_{vt,y}} \right) \right) \right\}
\end{aligned}$$

ここで車種 v t についての y 年第 dw 曜日における曜日係数は、以下の式で表される。

$$\gamma_{vt,y,dw} = \frac{1}{n_{y,dw}} \cdot \sum_{m,dw} \left(\frac{X_{vt,y,m,w,dw} - m_{vt,y,m,dw}}{m_{vt,y}} \right)$$

こうして以下の式が導き出される。

$$\gamma_{y,dw} = \sum_{vt} \left\{ \frac{m_{vt,y}}{m_y} \cdot \gamma_{vt,y,dw} \right\}$$

※12 鹿島他 2000[2.2]では、曜日別の時間交通量の変動について季節変動パターンの概要が分析されているが、時間単位の季節変動パターンの応用を試みている研究はこれまでのところ殆ど見られない。

※13 推定を行う際には、勿論、その推定精度が問題になる。本研究では、日交通量及び時間交通量の年間分布についての推定を行う際には、その推定精度についても確認する。

※14 現行の交通計画では、一般的に10月第3週の火、水、木曜日の交通量を年平均日交通量の近似値としている[2.2]。また鹿島他 2000[2.2]は、10月第3週の火、水、木曜日の交通量の年間平均日交通量の近似値とみなすことの妥当性について検証しており、結果として最大の乖離が3%程度になることを示している。

- ※15 東京都環境局による東京都内一般幹線道路の全 22 道路断面における自動車交通量計測装置による時間交通量観測データについての概要は、参考文献[2.8]に整理されている。
- ※16 東京都環境局による参考文献[2.8]、pp.4 の「表 1 車両分類の基準」をそのまま引用した。
- ※17 東京都環境局による参考文献[2.8]、pp.4 の「図 2 車種分類フロー」をそのまま引用した。
- ※18 QV 図は縦軸が 1 時間平均速度に、横軸が 1 時間交通量に対応している。QV 図中に散布されている標本の点には、年度により異なる色を付けている。上り・下りのどちらか一方の QV 図の中で、標本クラスが 2 つ以上できている道路断面・年度を、季節変動の正常な抽出・分析が困難な道路断面・年度とした。結果として、QV 図の内、赤色の太線で囲まれた道路断面・年度のサンプルを本研究の解析データから除外した。

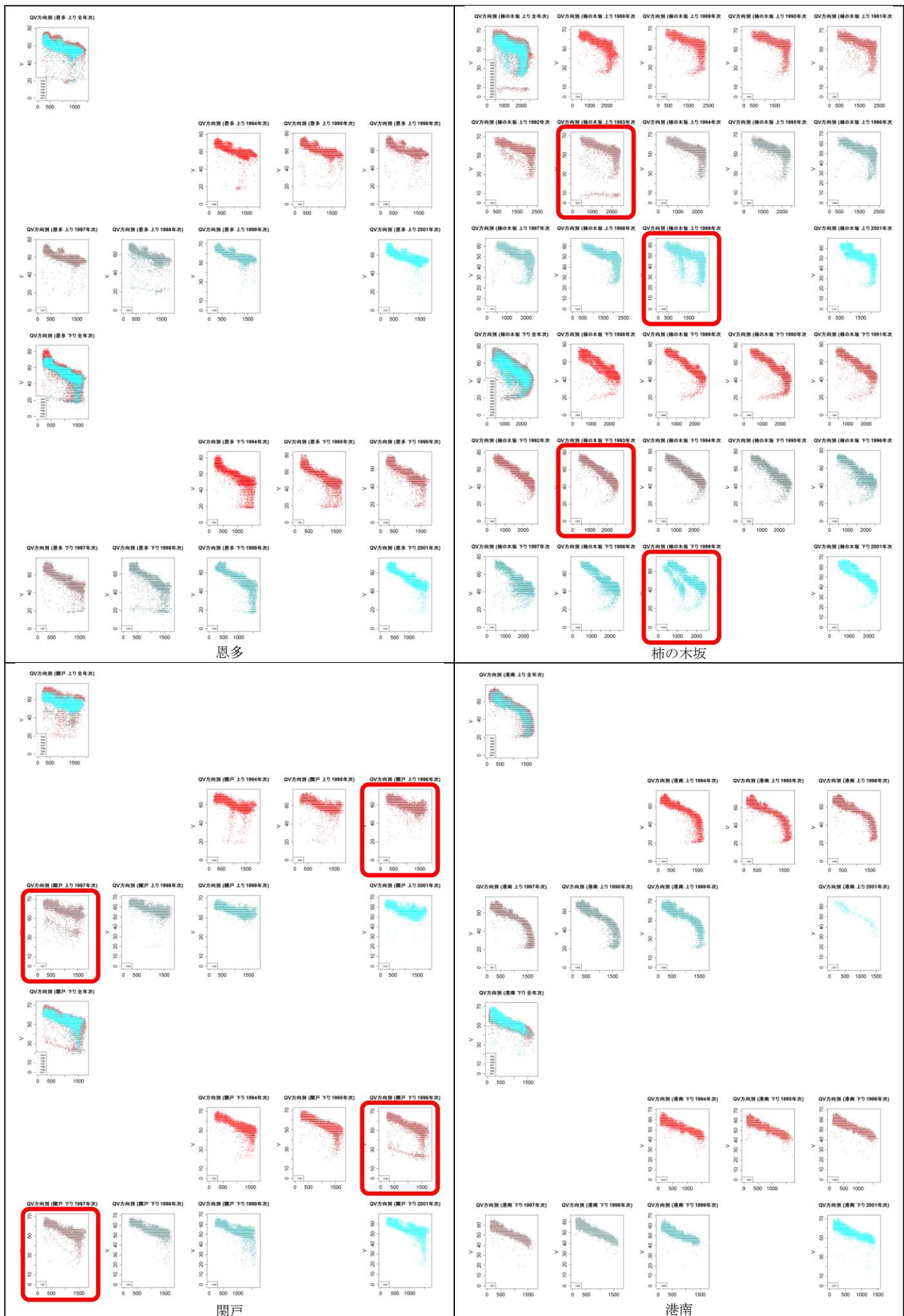


図 2.15 データ計測に異常が見られる期間特定のための方向別 QV 図 (赤太線で囲まれた年度を除外)