愛知工業大学研究報告
第23号B　昭和63年

需要予測における季節変動の統計的考察

橋　本　郁　郎

Statistical Considerations of Seasonal Movement in Demand Forecast

Ikuro HASHIMOTO

A demand forecast plays a very important role in modern management. The time series data analysis is one of the techniques used in demand forecasting. This analytical method consists of trend in movement, cyclical movement, seasonal movement and irregular component of demand. There have been several analytical methods available to deal with seasonal movement. The present study discusses statistical considerations on a seasonal distinction average method, link relatives method, moving average ratio method and sequential forecast method. The amounts sold by the department stores were used to show numerical examples. As the results of caliculations, obtained probabilities for the forecast error, observing the ±5% level of forecasting accuracy, are 0.606, 0.648, 0.653 and 0.627 respectively.

1．はじめに

需要予測は合理的，近代的経営を行なう場合の重要な役割を担っており，企業における短期・長期の計画を立てる場合の基礎的な情報として欠くべからざるものである。即ち経営における前提条件である需要の分析が正しく行なわれなくては，その前提条件の下に組立てられている経営計画（営業計画，販売計画，生品計画，資金計画，人員計画等）そのものの存立が疑わしくなってしまう。

需要予測の手法は数多くあるが，その中の時系列データ分析に着目した。この分析方法は，傾向変動，循環変動，季節変動及び不規則変動の合成されたものと考えられている。

この中の季節変動分析法には種々の分析手法が提案されている。本研究では，期別平均法，連環比率法，対移動平均比率法及び遂次予測法の4つを取上げ，百貨店の月次売上データを用い，統計的に各手法の検討を試みた。

2．季節変動

2・1　時系列分析

時系列データとは，同一事象について，ある時間間隔に従って得られた一連のデータであり，これを分析することを時系列分析と言う。経済時系列データの場合は，時間間隔として日，週，月，4半期，年などがとられることが多い。これらを分析する場合，一般的に次の4つのものが合成されたと考えられている。

(1)　傾向変動（Trend）

長期間にわたる変化傾向であり，急激に変化することなく，同一方向へ上昇または下降するものと考えられる。人口の変動，技術進歩，生活様式の変化などがこれに相当する。

(2)　循環変動（Cycle movement）

季節変動以外の全ての周期的変動をいい，振幅や周期の異なるものが含まれている。経済の分野で代表的なものは景気変動である。

(3)　季節変動（Seasonal movement）

1年を確定周期とする周期的変動である。これは春夏秋冬という自然界の現象や，年2回のボーナス支給，歳暮・中元の習慣，入学・卒業・入社等の社会的要因によってもたらされる。

(4)　不規則変動（Irregular component）

上記の3つの変動以外の種々の変動を総称したも

のである。これは地震，台風などの異変や，戦争その他突発的要因により引き起されるもので，回帰分析における誤差と同様に考えられる。

2・2 季節変動

(1) 季節調整済みデータ

前項で述べた様な要因により，季節変動は引き起される。季節変動分析の目的は，原系列から季節変動を分離して，傾向変動，循環変動の分析を行ない予測値を求めることである。

原系列から季節変動を除去することを季節調整といい，季節変動を除去されたデータを季節調整済みデータ（季節済みデータ）という。また季節指数としてとらえる場合もある。

(2) 季節変動の分析法

季節変動の分析法には，季節変動の型が全期間を通じて不変であると考えられる固定的な季節変動分析法や，その型が時間の経過と共に次第に変化していくと考えられる移動的な季節変動分析法など，種々のものが考えられているが，その代表的なものは次の如くである。

a）固定的な季節変動分析法
- ① 期別平均的
- ② 連環比率法
- ③ 対移動平均比率法

b）移動的な季節変動分析法
- ① 反復移動平均比率法
- ② センサス局法
- ③ ＥＰＡ法
- ④ ＭＩＴＩ法

c）ダミー変数分析法

d）逐次予測法

e）その他の方法

3．研究方法

3・1 方法

昭和47年より59年までの百貨店の月次売上データをとりあげ，3年間のデータを基に4年目を予測し，4年目の実績値と予測値とを比較することにより予測誤差を算出した。この予測誤差を集計して，度数分布表とヒストグラムを作成し，予測の必要精度に含まれる予測誤差の確率を求めた。

3・2 季節変動分析法

本研究では次の如く，固定的な季節変動分析法としてNo.1～No.3，逐次予測法としてNo.4の4つの方法につき検討を試みた。

表1 データの分類

6大都市別	東京，大阪，京都，神戸，名古屋，横浜
地方別	北海道，東北，関東，中部，近畿，中国，四国，九州
商品別	衣料品，身のまわり品，家庭用品，食料品，雑貨，食堂・喫茶，サービス，商品券，その他

No.1 期別平均法

各期（あるいは各月）ごとの変動に特性があれば，各期（あるいは各月）ごとの平均値にも特性が存在するはずとして，これらの値から季節指数を求める方法。

No.2 連環比率法

パーソンズ法ともいわれており，対前月比をつかって，季節指数を求める方法。

No.3 対移動平均比率法

原系列を対応する移動平均値で割り，対移動平均比率より季節指数を求める方法。

No.4 逐次予測法

時系列データの構造について数学的モデルを仮定し，逐次これを解いて予測値を求める方法。

3・3 使用データ

昭和47年～59年の百貨店の月次売上データ[1]を用い表1に示す如く，6大都市別，地方別，商品別に分けて計算を行なった。1例として6大都市別の名古屋のデータを表2，図1に示す。

これらを季節変動分析方法No.1～No.4と組合せると表3の如くなる。

3・4 予測誤差の求め方

3年間のデータにより，季節変動の分析を実施することにより，季節調整済み系列を求め，これに1次傾向線

$$y = a + bt$$

をあてはめて，4年目の傾向値を求める。この傾向値に各月の季節指数を掛けることにより，予測値を求める。この4年目の予測値と実績値を比較することにより，次式により予測誤差を算出した。

$$\text{予測誤差} = \frac{\text{実績値} - \text{予測値}}{\text{実績値}} \times 100\%$$

表２　百貨店の売上高の１例(名古屋)(単位：千円)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47年	8175614	7840419	10567548	9949446	9454699	9747586	14654057	8708992	9260379	10969403	11849370	24889189
48年	10371096	9924516	14353938	13043819	11857204	12277091	18476894	10581663	12369943	13587574	14595300	30819734
49年	12895301	11687921	16593076	14698941	14156762	15243626	22435734	12398476	14780104	16947123	18057549	36681109
50年	14698357	13790194	19048360	16710674	16034700	17099001	24589812	13433380	14669975	16944953	18174074	35788767
51年	15055229	15049801	19338690	17320374	17298655	17898750	26052245	13874542	15098760	18085262	18481938	36679643
52年	16270882	15107201	19817316	17517825	17048265	17315896	26727487	14039657	15387253	18488519	19219847	38199877
53年	16864217	16204892	20918779	18983497	18236034	18479903	28849509	15081235	17032396	21042545	20521656	41387280
54年	17918080	16889946	22151042	20279387	19247364	19752434	30402339	16244268	18508853	21525076	22036639	44479139
55年	19869662	18751744	24468451	21572609	21308078	21579872	32633668	17704055	24360970	24821281	25198072	48956499
56年	22148718	19986080	27064355	23541962	23172623	23330931	35649052	19454395	23349132	25503360	26050186	51047176
57年	22864535	20407129	27018274	23982897	23883390	23748812	36357458	19669557	23010032	26351320	25437274	51215972
58年	22440316	19802139	26990590	24004704	23646965	23391774	37356254	19101164	22309617	25553713	25457228	51667696
59年	24134886	21248712	27317764	25095604	23952477	24142609	39233341	19573482	23996222	26008428	26461100	53789534

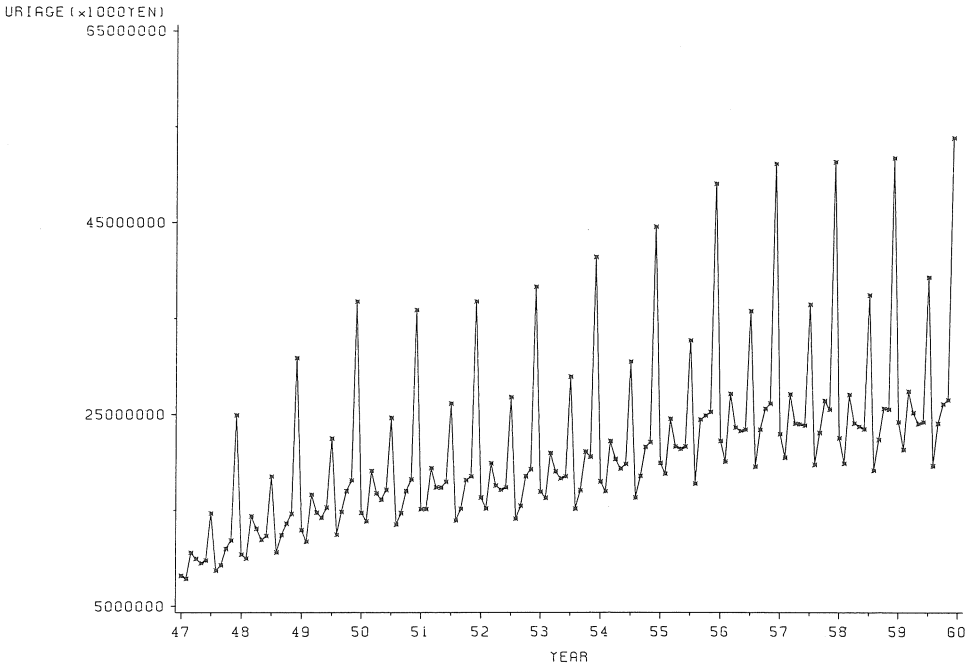

図１　百貨店売上高の１例（名古屋）

予測誤差の計算の組合せを名古屋を例にとり表４に示す。他も同様の組合せとなる。名古屋では40組のデータを計算し，全体では23種類×40組＝920組の誤差データを計算した。

４．研究結果

４・１　季調済みデータ及び予測誤差

季節変動分析法No.１～No.４につき，表３，表４に示すデータの組合せで予測誤差を計算した。計算は大西著，需要予測とコンピュータプログラム[2)]に掲載のプログラムを用いて行なった。計算結果の１例として，データは名古屋の昭和47年～50年，分析方法No.３のものを表５，図２に示す。この例では季節指数は２月と８月が低くて，それぞれ74.9と73.8を示し，７月と12月が高くて，それぞれ128.2と199.7を示している。また予測誤差は－3.3～－19.5の間の値になっている。その他のデータ，分析方法の組合せに対しても同じように算出し，誤差データを集計した。

４・２　予測誤差のヒストグラム

予測誤差の百分率を－50から＋50まで，階級を2.0にして50段階にし，それぞれの階級の中央値を階級値とし，度数，相対度数，累積度数，相対累積度数を求め，ヒストグラムを作成した[3)]。

データの集計結果につき，季節変動の分析方法No.１～No.４のそれぞれのヒストグラムを図３に示す。

４・３　予測誤差の代表値

予測誤差の平均値，最大値，最小値，範囲，標準偏差を６大都市別，地方別，商品別につき表６に示

表3　データの組合せ

		No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
6大都市別	東京	AA(1)	AA(2)	AA(3)	AA(4)
	大阪	AB(1)	AB(2)	AB(3)	AB(4)
	京都	AC(1)	AC(2)	AC(3)	AC(4)
	神戸	AD(1)	AD(2)	AD(3)	AD(4)
	名古屋	AE(1)	AE(2)	AE(3)	AE(4)
	横浜	AF(1)	AF(2)	AF(3)	AF(4)
地方別	北海道	BA(1)	BA(2)	BA(3)	BA(4)
	東北	BB(1)	BB(2)	BB(3)	BB(4)
	関東	BC(1)	BC(2)	BC(3)	BC(4)
	中部	BD(1)	BD(2)	BD(3)	BD(4)
	近畿	BE(1)	BE(2)	BE(3)	BE(4)
	中国	BF(1)	BF(2)	BF(3)	BF(4)
	四国	BG(1)	BG(2)	BG(3)	BG(4)
	九州	BH(1)	BH(2)	BH(3)	BH(4)
商品別	衣料品	CA(1)	CA(2)	CA(3)	CA(4)
	身のまわり品	CB(1)	CB(2)	CB(3)	CB(4)
	家庭用品	CC(1)	CC(2)	CC(3)	CC(4)
	食料品	CD(1)	CD(2)	CD(3)	CD(4)
	雑貨	CE(1)	CE(2)	CE(3)	CE(4)
	食堂・喫茶	CF(1)	CF(2)	CF(3)	CF(4)
	サービス	CG(1)	CG(2)	CG(3)	CG(4)
	その他	CH(1)	CH(2)	CH(3)	CH(4)
	高品券	CI(1)	CI(2)	CI(3)	CI(4)

す。

5．考察

5・1　予測誤差の代表値の分析方法による比較

統計量のうち主なものとして，平均値，標準偏差，最大値，最小値，範囲につき，分析方法による比較を試みた。

(1)　平均値

誤差の平均値を図4に示す。データ別では大体同じような値を示している。また分析方法については No. 1 ～No. 4 の順に値が負の方へ移行しているが，平均値そのものだけでは，優劣を判別出来ない。

表4　予測誤差の計算組合せ　　例：名古屋

	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
S47～50	AE(1)50	AE(2)50	AE(3)50	AE(4)50
48～51	AE(1)51	AE(2)51	AE(3)51	AE(4)51
49～52	AE(1)52	AE(2)52	AE(3)52	AE(4)52
50～53	AE(1)53	AE(2)53	AE(3)53	AE(4)53
51～54	AE(1)54	AE(2)54	AE(3)54	AE(4)54
52～55	AE(1)55	AE(2)55	AE(3)55	AE(4)55
53～56	AE(1)56	AE(2)56	AE(3)56	AE(4)56
54～57	AE(1)57	AE(2)57	AE(3)57	AE(4)57
55～58	AE(1)58	AE(2)58	AE(3)58	AE(4)58
56～59	AE(1)59	AE(2)59	AE(3)59	AE(4)59

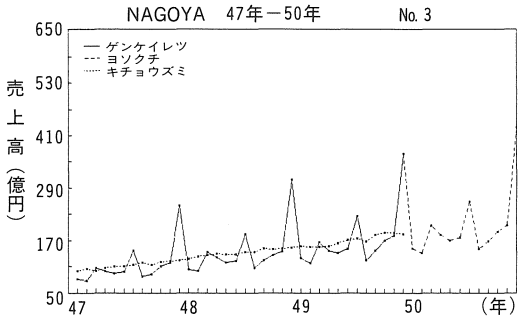

図2　対移動平均比率法の1例（名古屋）

(2)　標準偏差

データの散布度を表すものとして，誤差の標準偏差を図5に示す。データ別では6大都市別が一番小さくて5.0～5.8，商品別が6.5～7.8，地方別が7.3～8.0と一番大きくなっている。分析方法では集計結果がNo. 1 とNo. 4 は7.1，No. 2 とNo. 3 は6.5を示していて大きな差は認められない。

(3)　最大値，最小値，範囲

データの散布度を表すもう一つの方法として，最大値，最小値の差である範囲がある。予測誤差の最大値，最小値を図6に，範囲を図7に示す。6大都市別の範囲は42～54の間にあり，地方別の63～69，

表5　対移動平均比率法の1例（名古屋）

NAGOYA　**** ｷｾﾂ ﾁｮｳｾｲ （ｲﾄﾞｳﾍｲｷﾝﾎｳ） ****

ｹﾞﾝｹｲﾚﾂ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47年	8175614	7840419	10567548	9949446	9454699	9747586	14654057	8708992	9260379	10969403	11849370	24889189
48年	10371096	9924516	14353938	13043819	11857204	12277091	18476894	10581663	12369943	13587574	14595300	30819734
49年	12895301	11687921	16593076	14698941	14156762	15243626	22435734	12398476	14780104	16947123	18057549	36681109

ｲﾄﾞｳ ﾍｲｷﾝ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47年	0	0	0	0	0	0	11430370	11608686	11853290	12139988	12369025	12574525
48年	12839206	13076519	13284112	13522768	13746272	14107792	14460073	14638723	14805496	14967757	15132535	15351956
49年	15640513	15881165	16057289	16297694	16581935	16970420	0	0	0	0	0	0

ﾀｲ ｲﾄﾞｳ ﾍｲｷﾝ ﾋﾘﾂ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47年	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.2820	0.7502	0.7812	0.9036	0.9580	1.9793
48年	0.8078	0.7590	1.0805	0.9646	0.8626	0.8702	1.2778	0.7229	0.8355	0.9078	0.9645	2.0075
49年	0.8245	0.7360	1.0334	0.9019	0.8537	0.8982	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

ｲﾄﾞｳﾍｲｷﾝﾋﾘﾂ ﾉ ﾍｲｷﾝ

	0.8161	0.7475	1.0570	0.9332	0.8582	0.8842	1.2799	0.7365	0.8084	0.9057	0.9612	1.9934

ｲﾄﾞｳﾍｲｷﾝﾋﾘﾂ ﾉ ｿｳﾍｲｷﾝ

0.99845

ｷｾﾂﾁｮｳｾｲ ｼｽｳ

	81.7	74.9	105.9	93.5	85.9	88.6	128.2	73.8	81.0	90.7	96.3	199.7

ｷｾﾂ ﾍﾝﾄﾞｳ ﾁｮｳｾｲ ｽﾞﾐ ｹｲｽｳ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
47年	10002048	10473133	9982614	10644595	11000280	11006553	11431522	11805924	11437778	12092933	12307986	12466155
48年	12688001	13257044	13559420	13955166	13795527	13862760	14413689	14344520	15278496	14979268	15160194	15436564
49年	15776114	15612578	15674618	15725928	16470999	17212443	17501951	16807395	18255359	18682915	18756446	18372329

***** ﾖｿｸﾁ *****

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50年	15298135	14194840	20332268	18182042	16930302	17662281	25880303	15074178	16743274	18981517	20382353	42759473
ｹｯｶ	14698357	13790194	19048360	16710674	16034700	17099001	24589812	13433380	14669975	16944953	18174074	35788767

***** ｺﾞｻ *****

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50年	-4.1 %	-2.9 %	-6.7 %	-8.8 %	-5.6 %	-3.3 %	-5.2 %	-12.2 %	-14.1 %	-12.0 %	-12.2 %	-19.5 %

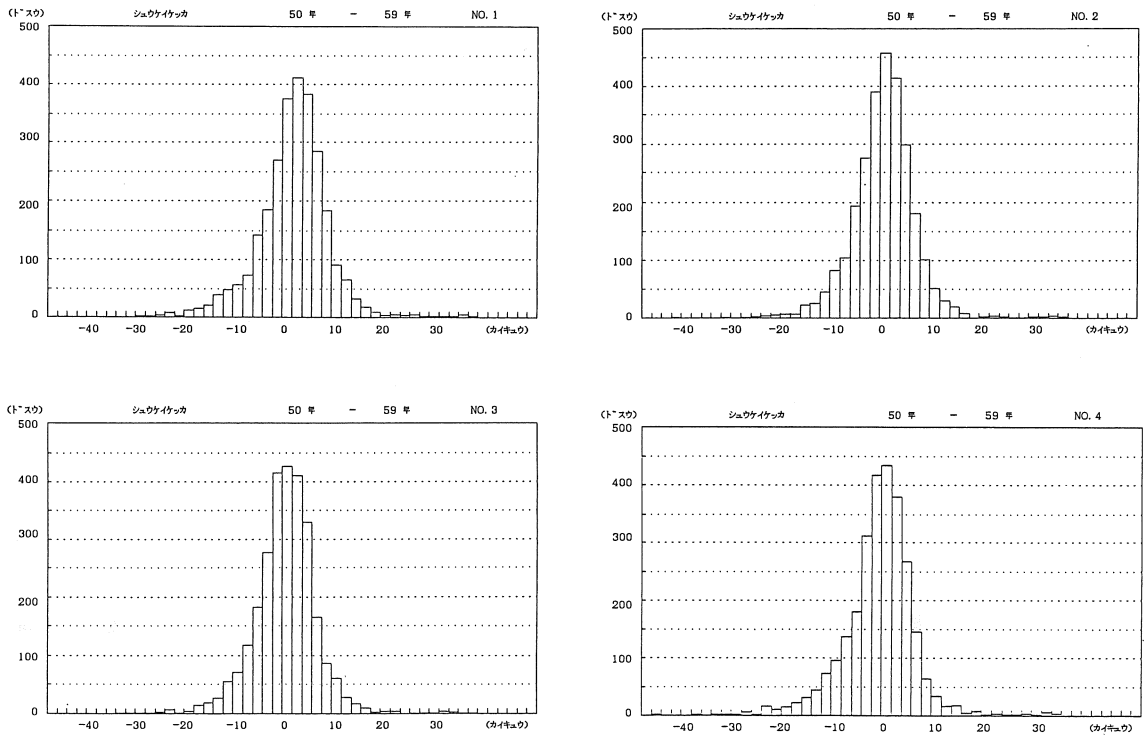

図3　ヒストグラム（集計結果）

表6　予測誤差の代表値

		平均値	最大値	最小値	範　囲	標準偏差
6	A(1)	−0.1910	26.7	−28.0	54.7	5.7723
大	A(2)	−1.5760	21.5	−21.3	42.8	5.0019
都	A(3)	−1.5970	21.9	−27.8	49.7	5.2164
市	A(4)	−2.5180	16.9	−32.2	49.1	5.3318
	B(1)	0.1170	37.3	−28.9	66.2	8.0323
地	B(2)	−1.4020	35.1	−27.9	63.0	7.2917
方	B(3)	−1.5800	36.2	−31.2	67.4	7.4843
	B(4)	−2.4420	33.3	−35.9	69.2	7.4830
	C(1)	0.4240	35.8	−31.5	67.3	6.9966
商	C(2)	−1.0610	34.7	−42.2	76.9	6.7021
品	C(3)	−1.1070	31.2	−34.1	65.3	6.4823
	C(4)	−2.7150	27.0	−47.5	74.5	7.7632
	D(1)	0.1580	37.3	−31.5	68.8	7.0956
集	D(2)	−1.3140	35.1	−42.2	77.3	6.5299
計	D(3)	−1.3990	36.2	−34.1	70.3	6.5629
	D(4)	−2.5700	33.3	−47.5	80.8	7.1011

表7　予測の必要精度

種類	期　間	利　　用	必要精度
短期	3～4カ月	経営活動の計画	±2%
年間	1　年	生産・販売，予算の作成	±5%
長期	5～10年	工場拡張計画	±15%

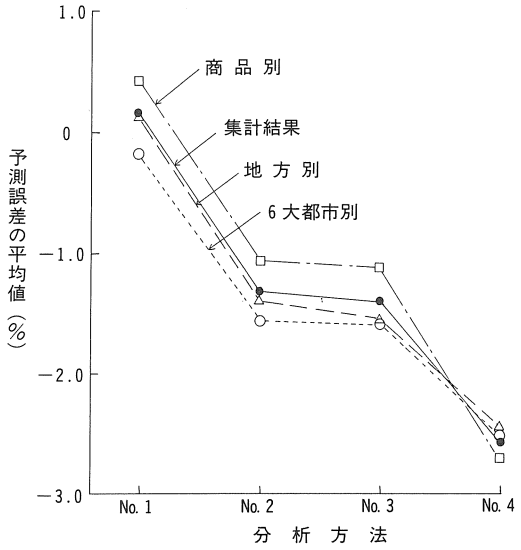

図4　予測誤差の平均値

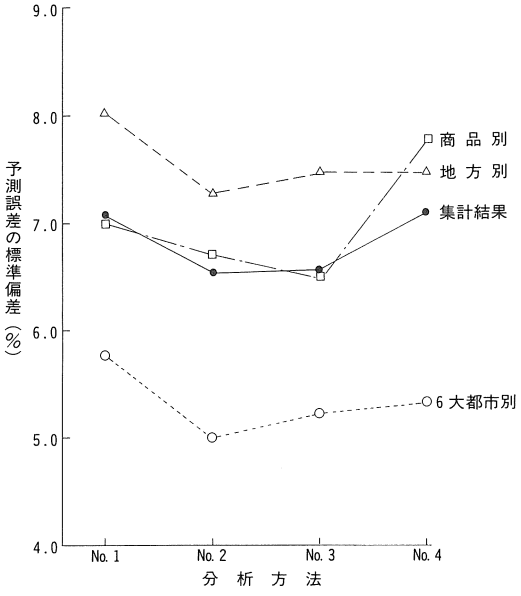

図5　予測誤差の標準偏差

商品別の65～75より小さくなっている。

5・2　予測の必要精度

予測には正確性の外にも柔軟性，納得性，持続性，簡便性等を考慮しなければならないが，ここでは正確性に着目する。この予測の必要精度は一概には決定出来ないが，春日井等[4]により表7の如き基準が紹介されている。

予測の精度は高い程良いには違いないが，費用もそれにつれて一般には増大するので，利用目的に適したものにすべきであろう。

5・3　予測の必要精度に含まれる予測誤差の確率

予測の必要精度が±5%，±10%，±15%に含まれる予測誤差の確率をまとめたものを表8に示す。またこれらを6大都市別，地方別，商品別にしたもの

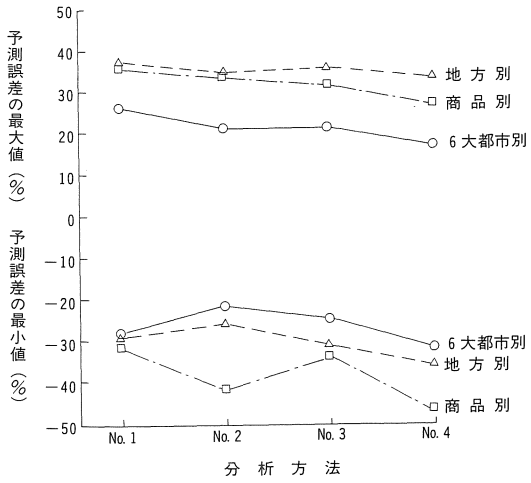

図6　予測誤差の最大値・最小値

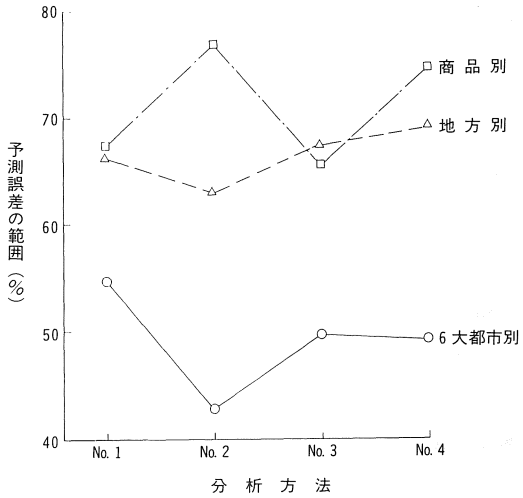

図7　予測誤差の範囲

を図8に，集計結果を図9に示す。

図8によると，予測の必要精度に含まれる予測誤差の確率は，必要精度±5％，±10％，±15％いずれの場合も，6大都市別が一番高く，次が商品別で，地方別は一番低い値を示している。

データの集計結果に対する図9によると，予測誤差の確率は分析方法No. 1～No. 4による差異はほとんど無い。強いて言えばNo. 1とNo. 4がNo. 2とNo. 3に比し，多少低目になっていることである。全体的に見ると予測誤差の確率60～65％が必要精度±5％以内に入り，86～90％が±10％以内に，また94～97％が±15％以内に入っていることが分る。

表8　予測の必要精度に含まれる予測誤差の確率

	必要精度	H(1)	H(2)	H(3)	H(4)
6大都市	±5％	0.685	0.715	0.716	0.689
	±10％	0.926	0.940	0.935	0.894
	±15％	0.975	0.997	0.981	0.983
地方	±5％	0.560	0.601	0.607	0.628
	±10％	0.834	0.866	0.864	0.867
	±15％	0.938	0.956	0.952	0.920
商品	±5％	0.595	0.645	0.653	0.584
	±10％	0.863	0.887	0.894	0.819
	±15％	0.955	0.961	0.961	0.923
集計	±5％	0.606	0.648	0.653	0.627
	±10％	0.870	0.894	0.894	0.860
	±15％	0.954	0.968	0.963	0.942

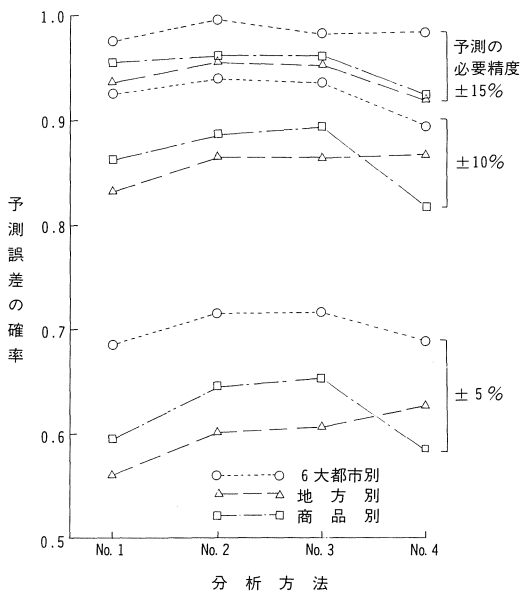

図8　予測誤差の確率

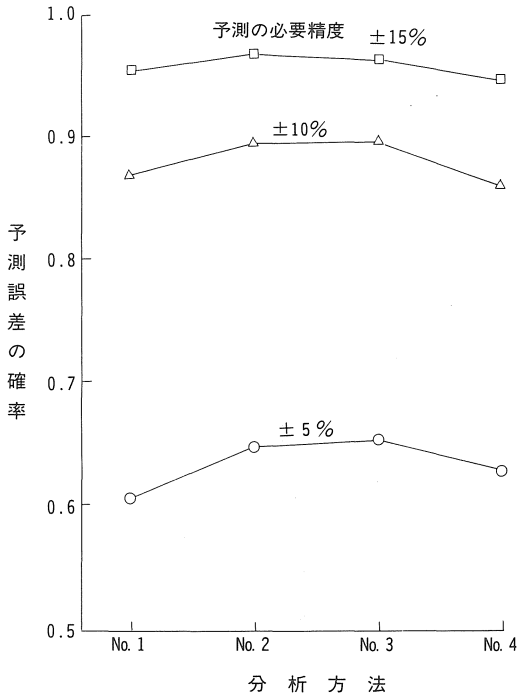

図9　予測誤差の確率（集計結果）

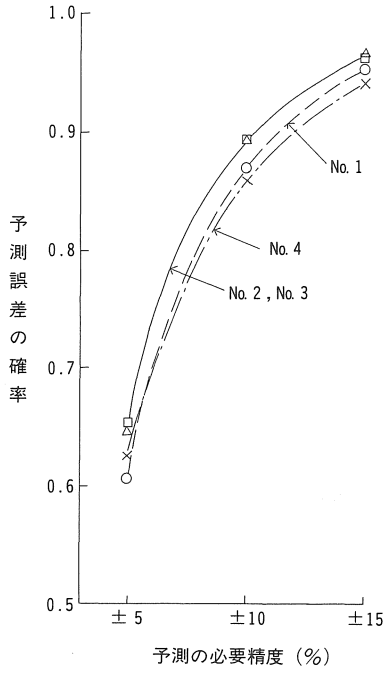

図10　予測の必要精度に含まれる予測誤差の確率

図10によれば，予測の必要精度の値が大きくなるほど，それに含まれる予測誤差の確率は大きくなり，1.0に収斂する傾向にあることが分る。また分析方法No. 1～No. 4による差はあまり大きくなく，同様の傾向を示している。

6．おわりに

需要予測における一手法としての時系列データ分析法に着目し，その中の季節変動につき，百貨店の月次売上データを用いて予測誤差の統計的検討を試みた。本報で取上げた季節変動分析法は，期別平均法，連環比率法，対移動平均比率法及び逐次予測法の4種類で，それらにつき予測誤差を求め，度数分布表より確率分布を求めた。その結果，いずれの分析方法も，予測の必要精度±5%，±10%，±15%に含まれる予測誤差の確率は，それぞれ0.60～0.65，0.86～0.90，0.94～0.97であることが判明した。

本報でとり上げなかった季節変動分析法については，さらに検討していくつもりである。

参考文献

1）日本百貨店協会：日本百貨店協会統計年報，日本百貨店協会，東京，1972～1984
2）大西正和：需要予測とコンピュータプログラム，日刊工業新聞，東京，1982
3）中東美明：マイコンによる作表・グラフ・図形処理，培風館，東京，1984
4）春日井博，荻津好文，大石展緒：需要予測入門，日刊工業新聞，東京，1968

（受理　昭和63年1月25日）