

Discussion Paper

IDEC, Hiroshima University

長期データ系列における構造変化の検定法比較分析

科学研究費補助金 基盤研究 (C)

課題番号 19530240 「世界経済の構造変化と国際的相互作用に関する実証研究」

平成 20 年度成果

市橋 勝¹
金子慎治²

平成 21 年 3 月

¹広島大学大学院国際協力研究科/総合科学部

〒739-8521 東広島市鏡山 1-7-1 E-mail: ichi@hiroshima-u.ac.jp

²広島大学大学院国際協力研究科

はじめに

本稿は、日本及び世界の時系列経済データにおける構造変化の検定法の比較分析を行なうことを目的とする。

時系列データが定常過程に従わない場合、レベル変数同士を単純に回帰分析にかけてしまうと、見せかけの相関によってあたかも変数間に関数関係が存在するような誤った推定を行なってしまう可能性があるという問題が指摘されて以来、時系列データに対する単位根検定は実証分析上の「常識」として定着していると言ってよい。但し、単位根検定は、一般に検定力 (Power) の弱さの問題を他方で有しており、例えば、定常データであっても、構造変化などのショックを含む場合には $I(1)$ 変数と判定されてしまう問題などが知られている³。特に、年次データを取り扱う場合、ある程度のサイズの標本を対象にすることは長期を分析対象とすることを意味するから、何らかの構造変化が分析対象に発生していると想定することは不自然なことではない。

Perron (1989) における構造変化検定は、レベルのシフトアップと勾配変化のショックをある特定時点 (29 年恐慌と 73 年オイル・ショック) で与えることで検定するものであったが、Banerjee, et al. (1992) はそれを逐次的に検定することや、限定された期間を抜き出すことによって検定する方法により発展させた。また、同様の検定には、Zivot and Andrews (1992) がある。更に、共和分関係にある変数の構造変化モデルの検定は、Gregory and Hansen (1996) によって提案された。

だが、これらの構造変化検定も強い検出力を持っているものではないという問題があり、また幾つかの方法の間で異なる結果が出た場合、それらをどのように評価すればよいのかについて判断基準があるわけではない。更に、検定自体が t 分布によるものであるため、異なる構造変化の大きさを比較できないなどの問題がある。

本稿は、時系列モデルにおける従来の構造変化検定の方法に対して、より簡便な構造変化法の適用を試みて比較検討することを目的とする。この方法は、その簡便さによって構造変化の規模自体も比較可能なものになっている。

以下では、2 節で時系列分析における構造変化の従来法の特徴を概観する。幾つかの人工データを用いて特徴点を浮き彫りにしたい。3 節では、構造変化の簡易検出法について述べる。2 節で用いた人工データを再度用いて従来法との違いを見る。4 節では、現実の経済データを用いて両検定法の結果を見る。ここでは日本の 68SNA と改訂 93SNA の GDP の推移の例を用いる。5 節では、更に日本の経済活動別データを用いて検定法の特徴を見る。ここでは、90 年地点で行ったデータ接続による「人工的段差」が結果に影響を与える点を確認する。6 節では世界 7 カ国の超長期データによって、同様の検討を行う。ここでは、超長期データが実質化の影響を受けて、近年ほど大きな変動となり、それが検定結果に影響する点を見る。また、簡単に世界の構造変化の影響規模の比較を行う。最後に簡単なまとめを行なう。

1. 時系列分析における構造変化検定の方法の特徴

2.1 方法論的特徴

この節では、分析に先立ち、時系列分析における構造変化検定の代表的な方法の特徴

³Maddala and Kim (1998)、Chapter 4 参照。

を、幾つかのデータ例を用いながら概観しておく。時系列分析における構造変化の検定は、我々が常識的に考える「構造変化」（それは、ある時点におけるある状態から他の状態への劇的移動）とは若干異なる特徴がある点を確認するためである。

さて、時系列分析における代表的な構造変化検定の方法の一つは、Banerjee, et al. (1992)による Rolling 検定である。これは以下のような簡単な時系列モデルを用いた検定方法である。

$$y_t = \alpha + \rho y_{t-1} + \beta t + u_t, \quad t = n+1, \dots, n+s, \quad n = 0, \dots, T-s \quad (1)$$

$$H_0 : \rho = 1$$

ここで α はドリフト項、 t はタイム・トレンド項。また、 u はホワイト・ノイズである。

(1) の方法は、対象とする期間分だけサンプルを切り抜いて来て、その限定された期間について単位根検定を行なうというものである。対象期間は 1 期ずつずらして行なわれる。すなわち、期間 t の時期を $t=n+1, \dots, t=n+s$ とし、 n を 0 から $T-s$ まで動かすことで対象とする期間を移動させる点が、通常の単位根検定と異なる。ここで s は対象とする期間数である。Banerjee, et al. (1992)によれば、この期間数は標本全体の 3 分の 1 にする事が提案されているが、本稿ではこのモデルの検定の特徴を把握するために、複数の期間数による検定を行うこととした。

もう一つの代表的な構造変化の検定法は Perron (1989) によるもので、逐次検定などと呼ばれているものである。

例えば、逐次検定モデルは以下のような 2 種類ものが考えられる。

$$\text{Model1: } y_t = \alpha_1 + \alpha_2 DU_t + \rho y_{t-1} + \beta t + u_t \quad (2)$$

$$\text{Model2: } y_t = \alpha_1 + \alpha_2 DU_t + \alpha_3 TB_t + \rho y_{t-1} + \beta_1 t + \beta_2 DT_t + u_t \quad (3)$$

ここで、 DU はドリフトの構造変化ダミー、 TB はタイム・ブレイク・ポイント、 DT は構造変化のトレンド・ダミーであり、それぞれ以下のように定義される。

$$\begin{aligned} DU_t &= 1, t > T_B \\ DU_t &= 0, t \leq T_B \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} TB_t &= 1, t = T_B + 1 \\ TB_t &= 0, t \neq T_B + 1 \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} DT_t &= t, t > T_B \\ DT_t &= 0, t \leq T_B \end{aligned} \quad (6)$$

なお、 T_B はタイム・ブレイク・ポイントを表す。

モデル 1 は、ドリフトのシフトという構造変化のみを扱う逐次検定であり、モデル 2 は、それに加えて、タイム・ブレイク・ポイントでのジャンプ及びタイム・トレンドの構造変化を扱う逐次検定となっている。両モデルにおいて、タイム・ブレイク・ポイントを初期値から次第に増加させて、その都度モデルの推定を行い係数の検定を行うというものである。Banerjee, et al. (1992)によれば、ブレイク・ポイントの初期値はサンプルサイズに対して 0.15 程度とされている。

この逐次検定と先の Rolling 検定の一番大きな違いは、逐次検定は構造変化のパターンをドリフトのシフトやトレンドの変化として事前に与えているのに対して、Rolling 検定は対象期間だけを変えることでラグ変数の係数の大きな変化を構造変化としている点である。

但し、一般に指摘されているように、単位根検定とそれを応用した構造変化検定は検出力がそれほど強い検定方法ではない。よって、データの微妙な変化や検定期間の取り方によって、両検定法よる結果が異なることは珍しいことではない。逐次検定における二つのモデル間で異なる結果になることもあれば、Rolling 検定においても対象とする期間数を変更することで異なった結果となり得る。

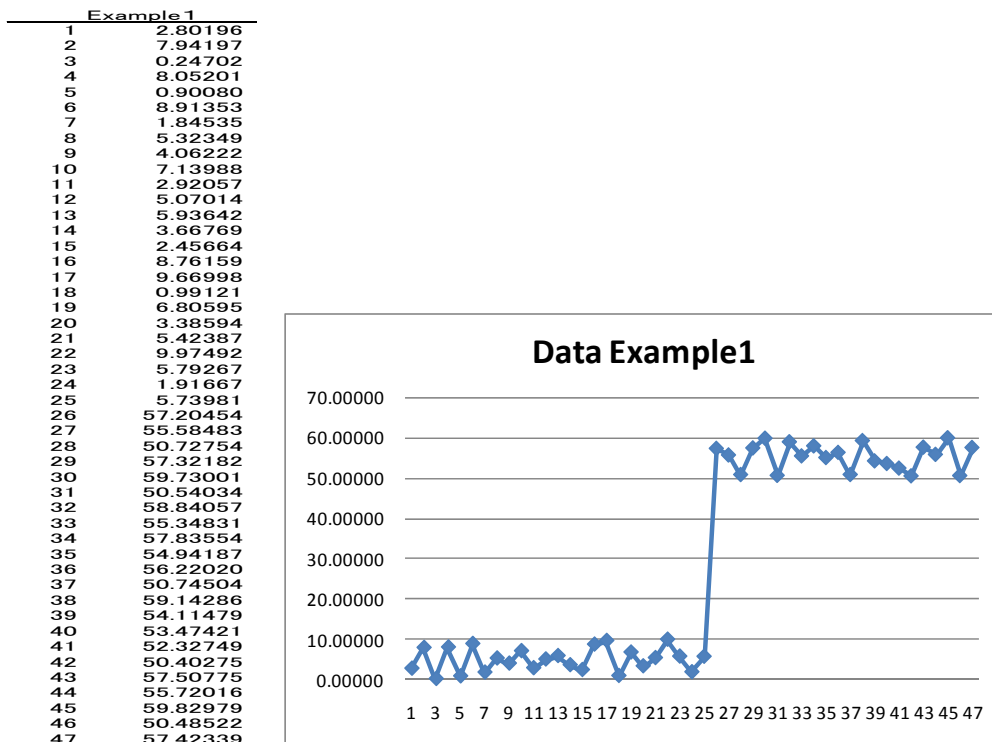
異なった結果を得た場合にどのような尺度でそれらを解釈すべきなのか、また、対象期間中の構造変化が単一でない場合にどう解釈すべきのかなどについては、統一的な方法が見つかっているわけではない。分析者が事前の歴史的事実的情報を勘案しながら判断するという状況が実態である。

2.2 データ段差の例 その1

では、上記の構造変化検定のモデルが、どのように構造変化を検出するのか、幾つかの典型的なデータ例で見ることにしたい。

図 1 は、人為的に発生させた構造変化のデータ例である。これは発生させた乱数を元にしたデータ 47 個の系列であるが、26 期目に大きな段差を与えたものである。このデータを時系列データと考えれば、これは明らかに 26 期目で構造変化が起きていると見ることができる。

図 1 構造変化のデータ例 1



このデータを、上記のモデルはどのように検定するであろうか。ここでは、上記の Rolling 検定を 10 期分 ($s=10$) のものと 15 期分 ($s=15$) のものの 2 種類で検討すること

とした。逐次検定については、上記(2)式と(3)式で行った。表2がその結果である。

表1 Rolling検定と逐次検定の結果：データ例1

Rolling 10			Rolling 15			Sequential model1		model2	
τ -value	Rolling period	*	τ -value	Rolling period	*	time	τ -value		
-11.65734	1	10	*	-11.55086	1	15	*	-2.54230	-2.49099
-12.89757	2	11	*	-11.59370	2	16	*	-2.49663	-2.52006
-13.42056	3	12	*	-7.08453	3	17	*	-2.54235	-2.46006
-12.21088	4	13	*	-6.91867	4	18	*	-2.42357	-2.46876
-10.70862	5	14	*	-6.68120	5	19	*	-2.43618	-2.46909
-7.62647	6	15	*	-6.25394	6	20	*	-2.42305	-2.44997
-5.42789	7	16	*	-5.79500	7	21	*	-2.35704	-2.45955
-2.59962	8	17	*	-4.61477	8	22	*	-2.33144	-2.44622
-3.05726	9	18	*	-4.75655	9	23	*	-2.40836	-2.45221
-3.68037	10	19	*	-4.19527	10	24	*	-2.41771	-2.52762
-3.76911	11	20	*	-4.43229	11	25	*	-2.41917	-2.55725
-3.61160	12	21	*	-0.91611	12	26	*	-2.54781	-2.78420
-3.13975	13	22	*	-1.21542	13	27	*	-2.74910	-2.98639
-3.55389	14	23	*	-1.72530	14	28	*	-3.02457	-3.16287
-2.97612	15	24	*	-1.75516	15	29	*	-3.28014	-3.85224
-3.88689	16	25	*	-1.87422	16	30	*	-4.06067	-5.81750
-0.25987	17	26	*	-2.19415	17	31	*	-6.09870	-17.89350
-1.41320	18	27	*	-2.42750	18	32	*	-18.81065	-10.50611
-1.78056	19	28	*	-2.11984	19	33	*	-3.43921	-3.66509
-2.05330	20	29	*	-2.08319	20	34	*	-2.00091	-2.23916
-2.11010	21	30	*	-1.78599	21	35	*	-2.24513	-2.49730
-1.82231	22	31	*	-1.70890	22	36	*	-1.97267	-2.22703
-1.79481	23	32	*	-1.54746	23	37	*	-2.02924	-2.16854
-1.54669	24	33	*	-1.95811	24	38	*	-2.32343	-2.51709
-2.11849	25	34	*	-2.90752	25	39	*	-2.28615	-2.38090
-13.33122	26	35	*	-15.02922	26	40	*	-2.41558	-2.51444
-4.74740	27	36	*	-5.65783	27	41	*	-2.49279	-2.50701
-3.96823	28	37	*	-5.00960	28	42	*	-2.55803	-2.57581
-5.62821	29	38	*	-6.45618	29	43	*	-2.61528	-2.57914
-5.85309	30	39	*	-5.56265	30	44	*	-2.58814	-2.58313
-6.73989	31	40	*	-4.90272	31	45	*	-2.69120	-2.58067
-6.41192	32	41	*	-5.16335	32	46	*	-2.65672	-2.59343
-4.92199	33	42	*	-5.00781	33	47	*	-2.63666	-2.57277
-4.54723	34	43	*					-2.59505	-2.55167
-3.62259	35	44	*					-2.53092	-2.45828
-2.85896	36	45	*					-2.59097	-2.51126
-3.74585	37	46	*						
-4.11748	38	47	*						

critical value	critical value	critical value
-3.939	-3.743	-4.1

この表における検定の棄却水準についてであるが、Banerjee, et al. (1992)が示した臨界値（標本サイズは 100、250、500）を、本稿で使用した 47 個の標本に合致するように修正する必要があると考え、上記(1)式について合計 30,000 回のモンテカルロ・シミュレーションを行い、その分布から求められた 5%棄却域の平均値を使用することとした。その値が $\tau_{0.05} = -3.939$ 及び -3.743 である。また、逐次検定の臨界値についても、Banerjee, et al. (1992)と同様の方法でシミュレーションした結果を用いて、 $\tau_{0.05} = -4.10$ とした⁴。

どちらの検定方法も概ね人為的なデータ段差(第 26 期目)を検出する結果となっていることが分かるが、Rolling 検定の 10 期間モデルや逐次検定のモデル 2 において、若干検出の失敗やずれが見られていて検出力の正確性はそれほど高くはない。

2.3 データ段差の例 その 2：複数の構造変化がある場合

同様の例で、今度はデータ系列に複数の構造変化が存在する場合の例を見てみたい。図 2 は、先と同様に乱数を元に 26 期と 41 期に人為的な段差を組み込み、構造変化のよりに加工したデータである。

この例では、Rolling 検定の 15 期モデルと逐次検定のモデル 1 が望ましい検定結果を

⁴ 市橋(2007)、第 5 章参照。

図 2 複数の構造変化がある例

Example2	
1	6.77206
2	9.70926
3	0.80314
4	4.04732
5	3.91935
6	9.86476
7	5.47783
8	7.17782
9	2.12861
10	5.40576
11	0.84954
12	6.35971
13	8.09329
14	5.98371
15	8.01994
16	0.50259
17	8.36355
18	7.95909
19	6.38895
20	9.91694
21	0.99357
22	7.69869
23	2.69989
24	4.19108
25	2.04481
26	22.62498
27	29.71849
28	27.43882
29	28.79499
30	27.71373
31	28.64687
32	23.02251
33	26.21977
34	26.45256
35	22.74147
36	26.08408
37	23.86876
38	27.23846
39	21.05726
40	25.42040
41	45.87929
42	47.36699
43	43.31828
44	40.98314
45	47.54088
46	41.06341
47	45.81485

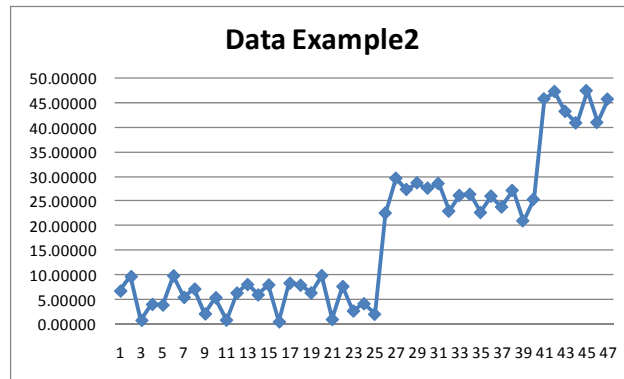


表 2 Rolling 検定と逐次検定の結果：データ例 2

Rolling 10		Rolling 15		Sequential model1		model2	
τ -value	Rolling period	τ -value	Rolling period	time	τ -value	τ -value	
-3.13631	1 10	-3.78597	1 15 *	9	-3.65475	-3.45042	
-3.25113	2 11	-4.05077	2 16 *	10	-3.40471	-3.55916	
-4.14885	3 12 *	-5.36479	3 17 *	11	-3.56197	-3.49389	
-3.02885	4 13	-4.49843	4 18 *	12	-3.26948	-3.58522	
-3.12031	5 14	-4.55738	5 19 *	13	-3.48542	-3.75888	
-3.10652	6 15	-4.40994	6 20 *	14	-3.57936	-3.72546	
-3.18164	7 16	-4.82088	7 21 *	15	-3.45622	-3.86395	
-3.97833	8 17 *	-5.33900	8 22 *	16	-3.51089	-3.67088	
-4.33441	9 18 *	-5.45969	9 23 *	17	-3.04572	-3.70624	
-4.01452	10 19 *	-4.97938	10 24 *	18	-3.26594	-3.81764	
-3.92778	11 20	-4.61904	11 25 *	19	-3.19082	-3.79404	
-3.83127	12 21	-3.79244	12 26 *	20	-3.07219	-3.84758	
-4.71139	13 22 *	-1.15174	13 27	21	-3.10236	-3.75924	
-4.83568	14 23 *	-1.67996	14 28	22	-2.92017	-3.72092	
-4.63909	15 24 *	-1.77404	15 29	23	-3.03920	-4.01511	
-4.43018	16 25 *	-2.12705	16 30	24	-3.20926	-4.28520 *	
-2.72147	17 26	-1.88505	17 31	25	-3.53034	-5.16189 *	
-0.78512	18 27	-1.99518	18 32	26	-4.32037 *	-3.97748	
-1.57264	19 28	-2.06030	19 33	27	-3.28719	-3.92907	
-1.81733	20 29	-1.92004	20 34	28	-2.72084	-3.01046	
-2.47633	21 30	-1.73136	21 35	29	-2.87054	-3.20555	
-1.75588	22 31	-1.56419	22 36	30	-2.84024	-3.12076	
-1.30943	23 32	-1.38051	23 37	31	-2.91629	-3.28746	
-1.24236	24 33	-1.80965	24 38	32	-2.92625	-3.10340	
-1.58510	25 34	-2.19342	25 39	33	-3.06844	-3.36813	
-7.76429	26 35 *	-8.76238	26 40 *	34	-3.03605	-3.36839	
-5.91466	27 36 *	-1.57808	27 41	35	-3.05743	-3.28278	
-4.80673	28 37 *	-0.91560	28 42	36	-3.17633	-3.34833	
-3.77924	29 38	-1.61124	29 43	37	-3.17954	-3.29967	
-4.68326	30 39 *	-1.96058	30 44	38	-3.33606	-3.31249	
-5.54372	31 40 *	-2.01007	31 45	39	-3.37133	-3.49514	
-0.88517	32 41	-2.47363	32 46	40	-3.86807	-3.94627	
-1.08566	33 42	-2.30798	33 47	41	-4.16439 *	-3.22156	
-1.81107	34 43			42	-2.98513	-2.90891	
-2.06207	35 44			43	-2.85959	-2.72490	
-2.02277	36 45			44	-3.03108	-2.95934	
-1.88189	37 46						
-1.83066	38 47						

critical value	critical value	critical value
-3.939	-3.743	-4.1

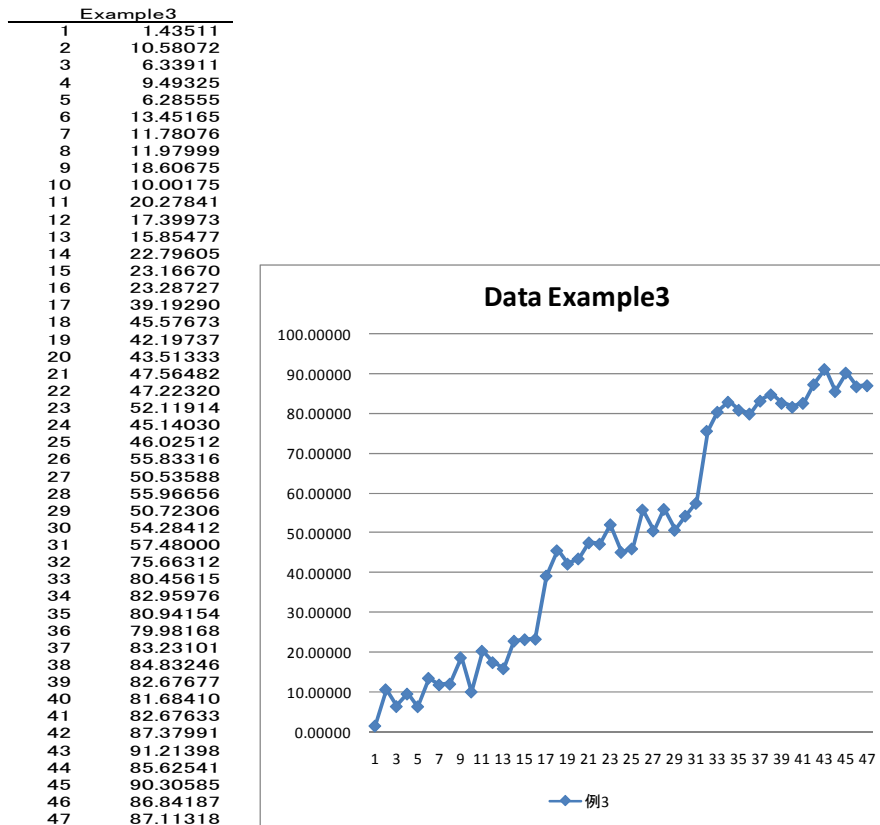
与えていることが分かる。だが、何期間分の Rolling 検定を行うべきなのか、どのようなタイプの逐次検定を行うべきなのかは事前に何も分からないという問題がある。

2.4 データ段差の例 その3：トレンドと複数の構造変化がある場合

更に、より現実のデータに近い例として、データにある種のトレンドと複数の構造変化があるような例を取り上げてみよう。図 3 は線形のトレンドを持った人工データに、17期と32期の2か所の段差を含めたデータ例である。

このデータに同様の Rolling 検定と逐次検定を行ったものが表 3 である。それによれば、Rolling 検定の 15 期が理論的に期待された通りの結果となっている。すなわち、構造変化点を含まない 17 期までは定常であると判定され、その後、変化点を含む時期の検定結果は全て非定常となっている。

図 3 トrendと複数の構造変化がある例



次に 17 期から 31 期までの期間が定常と判定され、2 つ目の構造変化点 32 期を含む期間は全て非定常と判定されている。最後に 32 期から 46 期までの期間が再び定常と判定されている。

Rolling 検定の 10 期間のほうは、15 期間ほどには期待された結果となっていない。

逐次検定の方は model2 が比較的結果が良好で、二つ目の構造変化点 32 期を含む複数期間でデータが定常と判定されている。だが、model1 では構造変化は全期間を通じて把握されない。

表 3 Rolling 検定と逐次検定の結果：データ例 3

Rolling 10		Rolling 15		Sequential model1		model2		
τ -value	Rolling period	τ -value	Rolling period	time	τ -value	τ -value		
-6.35445	1	10 *	-7.76920	1	15 *	-2.92354	-2.97727	
-8.35942	2	11 *	-7.97040	2	16 *	-3.00513	-2.92603	
-7.18641	3	12 *	-3.77273	3	17 *	-2.82081	-2.80748	
-6.22392	4	13 *	-1.67492	4	18	-2.96555	-3.03128	
-6.55585	5	14 *	-2.37283	5	19	-2.95684	-3.32360	
-5.98710	6	15 *	-2.30580	6	20	-3.07884	-3.25855	
-5.54541	7	16 *	-2.56653	7	21	-3.20584	-3.50762	
-2.98483	8	17	-2.68362	8	22	-3.39678	-3.90649	
-1.50623	9	18	-2.75767	9	23	-3.76811	-3.33871	
-2.74058	10	19	-2.93887	10	24	-3.27898	-3.12446	
-2.10872	11	20	-1.82123	11	25	-2.96976	-2.60685	
-2.51920	12	21	-2.21151	12	26	-3.07859	-2.94377	
-2.01131	13	22	-1.86556	13	27	-3.05740	-2.97818	
-1.92590	14	23	-2.34386	14	28	-2.99179	-2.89229	
-1.29877	15	24	-2.07978	15	29	-3.00331	-2.98643	
-1.54610	16	25	-2.79208	16	30	-2.98063	-2.82731	
-4.49899	17	26 *	-6.09897	17	31 *	-2.98010	-3.05598	
-4.11741	18	27 *	-2.36747	18	32	-3.03964	-2.87961	
-3.96838	19	28 *	-1.28315	19	33	-2.99768	-3.06357	
-3.93572	20	29	-1.33083	20	34	-3.07355	-3.11193	
-4.28591	21	30 *	-1.74886	21	35	-3.07794	-3.68986	
-4.06479	22	31 *	-2.04865	22	36	30	-3.29656	-4.16541 *
-1.56983	23	32	-2.10476	23	37	31	-3.49960	-5.26820 *
-1.48933	24	33	-2.55668	24	38	32	-3.69276	-4.20383 *
-1.48047	25	34	-1.78268	25	39	33	-2.82810	-4.05484
-1.70857	26	35	-1.48408	26	40	34	-2.68970	-3.54756
-2.03959	27	36	-1.38285	27	41	35	-2.80239	-3.29645
-1.46881	28	37	-1.36610	28	42	36	-3.00149	-3.47006
-1.39591	29	38	-1.41168	29	43	37	-3.10478	-3.54396
-0.95236	30	39	-1.68635	30	44	38	-3.23914	-3.52886
-1.52079	31	40	-2.75832	31	45	39	-3.40419	-3.50626
-8.98972	32	41 *	-6.95393	32	46 *	40	-3.42352	-3.55836
-3.02382	33	42	-3.61626	33	47	41	-3.36078	-3.55591
-0.91017	34	43				42	-3.31455	-3.46371
-2.58221	35	44				43	-3.41602	-3.48318
-2.73789	36	45				44	-3.59932	-3.46099
-2.77377	37	46						
-2.48354	38	47						

critical value	critical value	critical value
-3.939	-3.743	-4.1

2.5 データ段差の例 その 4：一時的ショックがある場合

次の例、図 4 はデータ期間の中に一時的なショックを含む系列である。この例では、26 期と 36 期に一時的ショックが存在するデータである。

このデータによる Rolling 検定は Rolling10 であれ Rolling15 であれ検出結果（表 4）はハッキリしないものとなっている。

また、逐次検定では構造変化や一時ショックは認識されず、全期間定常であると判定される結果となっている。

2.6 データ段差の例 その 5：指数的变化がある場合

次の例は、データが指数的に上昇し、その後コンスタントに減少するような極端な例である。図 5 に示したデータは 26 期に変化が存在している例で、26 期までは指数的に増加しているが、26 期以降は一貫して減少し続けているデータである。

このようなデータに構造変化検定を試した結果が表 5 である。Rolling10 では 25-34 期から、Rolling15 では 24-38 期から定常データと判定されている。データの形状から言えば、26 期以降の期間を検定内に含む場合にのみ定常であるとの判定がされなければならない。

図 4 一時ショックが複数存在する例

Example4

1	5.51330
2	9.75668
3	3.48635
4	12.52186
5	10.30266
6	15.57143
7	10.13885
8	16.78072
9	16.53334
10	17.08502
11	15.07881
12	12.07255
13	17.66169
14	18.58480
15	24.44277
16	25.57161
17	21.87249
18	22.79289
19	22.06824
20	25.31772
21	28.45664
22	25.74230
23	28.25860
24	30.80228
25	32.28948
26	54.59754
27	29.09771
28	31.67792
29	32.00102
30	35.10587
31	37.90539
32	41.98487
33	36.54707
34	41.90368
35	39.14156
36	28.62287
37	43.36498
38	40.61140
39	47.66461
40	47.23244
41	42.90383
42	51.64604
43	48.82318
44	45.60985
45	47.42200
46	54.54275
47	47.42281

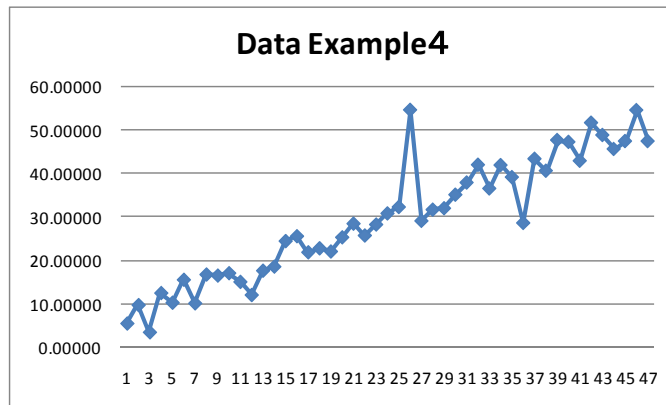


表 4 Rolling 検定と逐次検定の結果 : データ例 4

Rolling 10			Rolling 15			Sequential model1		model2	
τ -value	Rolling period		τ -value	Rolling period		time	τ -value	τ -value	
-6.51061	1	10*	-4.13091	1	15*	9	-7.07087 *	-6.93235 *	
-5.73025	2	11*	-3.76396	2	16*	10	-7.06768 *	-6.94740 *	
-3.29558	3	12	-4.00907	3	17*	11	-7.06792 *	-6.94528 *	
-4.49573	4	13*	-4.04511	4	18*	12	-7.06607 *	-7.15106 *	
-3.56229	5	14	-3.18735	5	19	13	-7.13857 *	-6.97545 *	
-2.57555	6	15	-3.19013	6	20	14	-7.24171 *	-7.14639 *	
-2.1096	7	16	-3.09058	7	21	15	-7.31334 *	-7.10048 *	
-2.08081	8	17	-2.85523	8	22	16	-7.19934 *	-7.07288 *	
-1.8903	9	18	-2.62096	9	23	17	-7.10394 *	-6.91899 *	
-1.78883	10	19	-2.68565	10	24	18	-7.11729 *	-7.02219 *	
-2.08451	11	20	-2.85264	11	25	19	-7.14919 *	-7.13813 *	
-1.92023	12	21	-0.79033	12	26	20	-7.24178 *	-7.15025 *	
-2.53122	13	22	-4.37202	13	27*	21	-7.30106 *	-7.16550 *	
-2.48354	14	23	-3.95399	14	28*	22	-7.24312 *	-7.23067 *	
-2.69542	15	24	-3.74783	15	29*	23	-7.31689 *	-7.35245 *	
-1.93673	16	25	-3.72411	16	30	24	-7.36953 *	-7.39695 *	
-0.02388	17	26	-3.82965	17	31*	25	-7.32169 *	-7.40943 *	
-4.32362	18	27*	-3.77237	18	32*	26	-7.24206 *	-10.28587 *	
-3.23759	19	28	-3.78519	19	33*	27	-7.07266 *	-4.75382 *	
-2.92645	20	29	-3.92921	20	34*	28	-7.47271 *	-7.44241 *	
-2.95622	21	30	-3.97225	21	35*	29	-7.33209 *	-7.28333 *	
-2.96907	22	31	-3.42832	22	36	30	-7.20120 *	-7.10355 *	
-3.01149	23	32	-4.14231	23	37*	31	-7.18458 *	-7.08353 *	
-3.23504	24	33	-4.39131	24	38*	32	-7.22915 *	-7.27188 *	
-3.41354	25	34	-4.30697	25	39*	33	-7.42651 *	-7.13001 *	
-3.61645	26	35	-4.14609	26	40*	34	-7.36042 *	-7.26390 *	
-4.83482	27	36*	-6.63541	27	41*	35	-7.47253 *	-7.31922 *	
-2.96505	28	37	-3.80752	28	42*	36	-7.42196 *	-7.64411 *	
-3.17773	29	38	-3.9149	29	43*	37	-6.94984 *	-6.28321 *	
-3.04319	30	39	-3.90117	30	44*	38	-7.06696 *	-6.97436 *	
-2.81952	31	40	-3.85906	31	45*	39	-7.06950 *	-6.89861 *	
-2.94587	32	41	-3.85216	32	46*	40	-7.05545 *	-6.95369 *	
-3.32064	33	42	-4.47386	33	47*	41	-7.08804 *	-6.92774 *	
-3.45174	34	43				42	-7.06908 *	-6.84467 *	
-3.56782	35	44				43	-7.08586 *	-6.94630 *	
-3.34928	36	45				44	-7.16267 *	-6.86720 *	
-4.89495	37	46*							
-4.10258	38	47*							

critical value	critical value	critical value
-3.939	-3.743	-4.1

図 5 指数的变化が存在する例

Example5	
1	5.00000
2	6.10701
3	7.45912
4	9.11059
5	11.12770
6	13.59141
7	16.60058
8	20.27600
9	24.76516
10	30.24824
11	36.94528
12	45.12507
13	55.11588
14	67.31869
15	82.22323
16	100.42768
17	122.66265
18	149.82050
19	182.99117
20	223.50592
21	272.99075
22	333.43166
23	407.25434
24	497.42158
25	607.55209
26	742.06580
27	720.13444
28	698.85125
29	678.19707
30	658.15332
31	638.70195
32	619.82545
33	601.50684
34	583.72963
35	566.47781
36	549.73586
37	533.48871
38	517.72174
39	502.42075
40	487.57197
41	473.16204
42	459.17799
43	445.60723
44	432.43755
45	419.65708
46	407.25434
47	395.21816

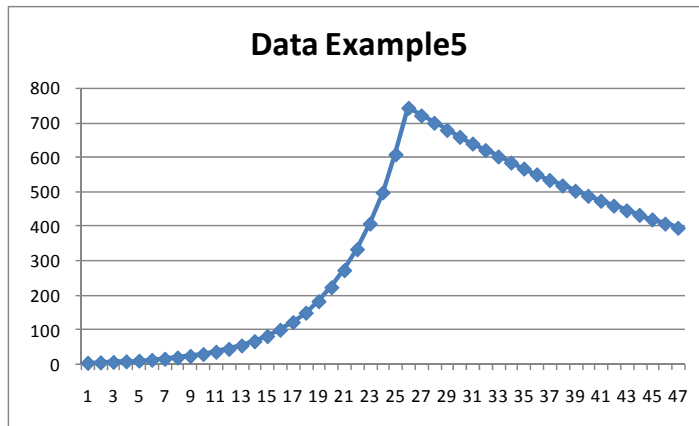


表 5 Rolling 検定と逐次検定の結果：データ例 5

Rolling 10		Rolling 15		Sequential model1		model2	
τ -value	Rolling period	τ -value	Rolling period	time	τ -value	τ -value	
606491794.450	1 10	1.18E+09	1 15	9	0.222291	0.1542327	
778365998.977	2 11	1.16E+09	2 16	10	0.126191	0.0454708	
598732530.114	3 12	7.33E+08	3 17	11	-0.00029	-0.093988	
481548856.357	4 13	5.82E+08	4 18	12	-0.16133	-0.26932	
482882033.113	5 14	5.89E+08	5 19	13	-0.36068	-0.486601	
564642440.011	6 15	6.51E+08	6 20	14	-0.6009	-0.752996	
533005460.862	7 16	7.24E+08	7 21	15	-0.88189	-1.076983	
310296595.645	8 17	7.84E+08	8 22	16	-1.19821	-1.468591	
242519993.371	9 18	9.58E+08	9 23	17	-1.5346	-1.939532	
241125365.602	10 19	1.1E+09	10 24	18	-1.85851	-2.502855	
280069472.644	11 20	1.33E+09	11 25	19	-2.10992	-3.170748	
295391961.509	12 21	1.6E+09	12 26	20	-2.19299	-3.945683	
330352380.118	13 22	-1.32668	13 27	21	-1.98529	-4.787653 *	
398641350.147	14 23	-1.8439	14 28	22	-1.38564	-5.501641 *	
452196311.762	15 24	-1.48962	15 29	23	-0.3842	-5.465531 *	
547291608.263	16 25	-0.70212	16 30	24	0.927811	-3.714716	
672562916.983	17 26	-0.03246	17 31	25	2.462507	-0.366987	
-1.993	18 27	0.253435	18 32	26	4.429449	49.352044	
-1.413	19 28	0.18414	19 33	27	17.67561	72.085976	
-0.238	20 29	-0.15819	20 34	28	2.791142	0.5688629	
0.120	21 30	-0.72217	21 35	29	0.880466	-0.979801	
-0.180	22 31	-1.49511	22 36	30	-0.06932	-1.628657	
-0.913	23 32	-2.5121	23 37	31	-0.62767	-1.895103	
-2.073	24 33	-3.91623	24 38 *	32	-0.95913	-1.942567	
-4.100	25 34 *	-6.34105	25 39 *	33	-1.1348	-1.851422	
-64.121	26 35 *	-30.3374	26 40 *	34	-1.19315	-1.672441	
-4369202.032	27 36 *	-1.1E+07	27 41 *	35	-1.1596	-1.442641	
-4860483.258	28 37 *	-1.2E+07	28 42 *	36	-1.055	-1.190396	
-4392227.826	29 38 *	-1.1E+07	29 43 *	37	-0.89966	-0.936978	
-4012487.067	30 39 *	-1.1E+07	30 44 *	38	-0.71446	-0.697231	
-3722577.093	31 40 *	-1.1E+07	31 45 *	39	-0.51945	-0.480369	
-3210893.067	32 41 *	-9456604	32 46 *	40	-0.33148	-0.291071	
-3090422.894	33 42 *	-9071665	33 47 *	41	-0.16234	-0.13071	
-3029110.230	34 43 *			42	-0.01841	0.0015162	
-2953485.705	35 44 *			43	0.098415	0.1076795	
-3410995.320	36 45 *			44	0.189213	0.1904663	
-3246116.732	37 46 *						
-2967763.295	38 47 *						
critical value		critical value		critical value			
-3.939		-3.743		-4.1			

また、逐次検定のほうは model2 においてのみ構造変化が検出されているが、その時期が 21、22、23 期となっていて実際の変化の時期からずれた結果となっている。

2. 構造変化簡易検出法

以上、幾つかの例から見てきたように、時系列分析で用いられた構造変化検定法の逐次検定や Rolling 検定は、幾つかの構造変化を認識することができるものの、データの様々な変化を補足するにはそれほど強い検定力を有する方法ではない。このような検出力の弱さは以前からよく指摘されてきた点であるが、同時に、Perron が用いた逐次検定のようなモデルは事前に構造変化点に分かっていなければモデルに表現できないという限界があり、他方、Rolling 検定は Rolling する期間をどれほどの範囲に設定すべきなのかということに関して明瞭な基準があるわけではないという問題がある。

このような方法論の制約の上に、検出力の弱さが見出されているため、上記の方法は時系列データにおける構造変化を検出するための方法としてはそれほど有効性の高い方法であるとは言えない。

そこで本稿では、上記のような様々な時系列データにおける変化を検出するためのより簡単で強力な方法を次のようなもので示したい。

$$|\Delta x_t| > 2s_{\Delta x} \Rightarrow \text{"構造変化の可能性あり"} \quad (7)$$

ここで $s_{\Delta x}$ は時系列データの階差 Δx の不偏標準偏差である。すなわち (7) 式は、前期からの階差データが、対象とする全期間の階差値において 2 シグマ以上の規模を持つ外れ値だった場合、それを構造変化の可能性と認識しようというものである。この時の期間 t の長さはデータ数に依存する。

t 分布の確率はその自由度にも依存するので正確な確率はその都度自由度によって計算する他はないが、2 シグマの以上の外れ値になる確率はおおよそ 4% 前後 (3% から 5% の間) である。従って、(7) 式は経験的に得られたデータにおいて 4% 前後の外れ値に相当するデータのジャンプを構造変化と認定しようというものである。

この方法によって上記で見てきたデータを改めて検討すると、どのような結果になるかを示したものが表 6、7 である。

表 6 の例 1 (左表) は、先に述べたように、人為的に第 26 期に構造変化を入れたデータがあるが、(7) 式による階差 2σ の検定法によれば構造変化の時期を正しく検出していることが分かる。同様に、例 2 (中表) は第 26 期と 41 期に、例 3 (右表) は第 17 期と 32 期にそれぞれ人為的な段差があるデータだが、これらも構造変化の時期がきちんと把握されている。

続いて表 7 の例 4 と 5 であるが、これらのデータは構造変化のような段差というよりは一時的ショックや屈折を与えたデータの例であった。例 4 (左表) では第 26 期と 36 期に一時的なショックが、例 5 (右表) では第 26 期をピークとする屈折が存在するようなデータである。階差 2σ の検定によれば、これらのデータの変化点はほぼ正確に検出されている。但し、表 6 と違う特徴的な点は、データの変化点前後で「構造変化の可能性あり」と検出される回数が頻出するという点である。これは、データの変化が一時的ショックの場合、ジャンプする時期と下降する時期とを共に構造変化と認識する結果であるし、またデータの変化が指数的である場合、屈折する直前の幾つかのデータが、それ以外のデータよりも大きく変化していることによる結果であり、データ変化の仕方から判断して当然の検出結果であると言えるだろう。

表 6 階差 2σ 検定の結果：例 1～例 3

Example1	Δ	2σ 範囲	Example2	Δ	2σ 範囲	Example3	Δ	2σ 範囲
1	2.80196		1	6.77206		1	1.43511	
2	7.94197	5.14002	2	9.70926	2.93720	2	10.58072	9.14560
3	0.24702	-7.69496	3	0.80314	-8.90613	3	6.33911	-4.24161
4	8.05201	7.80499	4	4.04732	3.24418	4	9.49325	3.15414
5	0.90080	-7.15121	5	3.91935	-0.12797	5	6.28555	-3.20770
6	8.91353	8.01272	6	9.86476	5.94541	6	13.45165	7.16611
7	1.84535	-7.06817	7	5.47783	-4.38693	7	11.78076	-1.67089
8	5.32349	3.47813	8	7.17782	1.69999	8	11.97999	0.19923
9	4.06222	-1.26127	9	2.12861	-5.04921	9	18.60675	6.62676
10	7.13988	3.07767	10	5.40576	3.27716	10	10.00175	-8.60500
11	2.92057	-4.21931	11	0.84954	-4.55623	11	20.27841	10.27666
12	5.07014	2.14956	12	6.35971	5.51018	12	17.39973	-2.87868
13	5.93642	0.86628	13	8.09329	1.73358	13	15.85477	-1.54496
14	3.66769	-2.26873	14	5.98371	-2.10959	14	22.79605	6.94129
15	2.45664	-1.21105	15	8.01994	2.03624	15	23.16670	0.37065
16	8.76159	6.30495	16	0.50259	-7.51736	16	23.28727	0.12057
17	9.66998	0.90839	17	8.36355	7.86096	17	39.19290	15.90563 構造変化の可能性あり
18	0.99121	-8.67877	18	7.95909	-0.40445	18	45.57673	6.38383
19	6.80595	5.81474	19	6.38895	-1.57015	19	42.19737	-3.37936
20	3.38594	-3.42001	20	9.91694	3.52799	20	43.51333	1.31596
21	5.42387	2.03793	21	0.99357	-8.92338	21	47.56482	4.05149
22	9.97492	4.55105	22	7.69869	6.70513	22	47.22320	-0.34163
23	5.79267	-4.18225	23	2.69989	-4.99881	23	52.11914	4.89594
24	1.91667	-3.87600	24	4.19108	1.49119	24	45.14030	-6.97883
25	5.73981	3.82314	25	2.04481	-2.14627	25	46.02512	0.88482
26	57.20454	51.46473 構造変化の可能性あり	26	22.62498	20.58017 構造変化の可能性あり	26	55.83316	9.80803
27	55.58483	-1.61971	27	29.71849	7.09351	27	50.53588	-5.29728
28	50.72754	-4.85729	28	27.43882	-2.27967	28	55.96656	5.43068
29	57.32182	6.59428	29	28.79499	1.35617	29	50.72306	-5.24350
30	59.73001	2.40819	30	27.71373	-1.08126	30	54.28412	3.56106
31	50.54034	-9.18966	31	28.64687	0.93314	31	57.48000	3.19588
32	58.84057	8.30022	32	23.02251	-5.62436	32	75.66312	18.18312 構造変化の可能性あり
33	55.34831	-3.49226	33	26.21977	3.19725	33	80.45615	4.79303
34	57.83554	2.48723	34	26.45256	0.23280	34	82.95976	2.50361
35	54.94187	-2.89367	35	22.74147	-3.71109	35	80.94154	-2.01822
36	56.22020	1.27833	36	26.08408	3.34261	36	79.98168	-0.95986
37	50.74504	-5.47517	37	23.86876	-2.21532	37	83.23101	3.24932
38	59.14286	8.39782	38	27.23846	3.36970	38	84.83246	1.60145
39	54.11479	-5.02807	39	21.05726	-6.18121	39	82.67677	-2.15569
40	53.47421	-0.64058	40	25.42040	4.36315	40	81.68410	-0.99267
41	52.32749	-1.14672	41	45.87929	20.45889 構造変化の可能性あり	41	82.67633	0.99223
42	50.40275	-1.92474	42	47.36699	1.48770	42	87.37991	4.70358
43	57.50775	7.10500	43	43.31828	-4.04871	43	91.21398	3.83407
44	55.72016	-1.78759	44	40.98314	-2.33514	44	85.62541	-5.58857
45	59.82979	4.10963	45	47.54088	6.55774	45	90.30585	4.68043
46	50.48522	-9.34457	46	41.06341	-6.47747	46	86.84187	-3.46398
47	57.42339	6.93817	47	45.81485	4.75144	47	87.11318	0.27131
<hr/>			<hr/>			<hr/>		
μ	1.18742		μ	0.84876		μ	1.86257	
σ	9.16083		σ	6.11925		σ	5.55120	

表 7 階差 2σ 検定の結果：例 4、例 5

Example4	Δ	2σ 範囲	Example5	Δ	2σ 範囲
1	5.51330		1	5.00000	
2	9.75668	4.24338	2	6.10701	1.10701
3	3.48635	-6.27034	3	7.45912	1.35211
4	12.52186	9.03551	4	9.11059	1.65147
5	10.30266	-2.21920	5	11.12770	2.01711
6	15.57143	5.26877	6	13.59141	2.46370
7	10.13885	-5.43258	7	16.60058	3.00918
8	16.79072	6.64186	8	20.27600	3.67542
9	16.53334	-0.24737	9	24.76516	4.48916
10	17.08502	0.55167	10	30.24824	5.48308
11	15.07881	-2.00621	11	36.94528	6.69704
12	12.07255	-3.00625	12	45.12507	8.17979
13	17.66169	5.58914	13	55.11588	9.99081
14	18.58480	0.92311	14	67.31869	12.20281
15	24.44277	5.85797	15	82.22323	14.90454
16	25.57161	1.12884	16	100.42768	18.20445
17	21.87249	-3.69912	17	122.66265	22.23497
18	22.79289	0.92040	18	149.82050	27.15785
19	22.06824	-0.72465	19	182.99117	33.17067
20	25.31772	3.24948	20	223.50592	40.51475
21	28.45664	3.13892	21	272.99075	49.48483
22	25.74230	-2.71433	22	333.43166	60.44091
23	28.25860	2.51630	23	407.25434	73.82269 構造変化の可能性あり
24	30.80228	2.54368	24	497.42158	90.16723 構造変化の可能性あり
25	32.28948	1.48720	25	607.55209	110.13051 構造変化の可能性あり
26	54.59754	22.30806 構造変化の可能性あり	26	742.06580	134.51371 構造変化の可能性あり
27	29.09771	-25.49983 構造変化の可能性あり	27	720.13444	-21.93136
28	31.67792	2.58022	28	698.85125	-21.28319
29	32.00102	0.32309	29	678.19707	-20.65418
30	35.10587	3.10486	30	658.15332	-20.04375
31	37.90539	2.79952	31	638.70195	-19.45137
32	41.98487	4.07948	32	619.82545	-18.87650
33	36.54707	-5.43780	33	601.50684	-18.31861
34	41.90368	5.35661	34	583.72963	-17.77721
35	39.14156	-2.76212	35	566.47781	-17.25182
36	28.62287	-10.51868	36	549.73586	-16.74195
37	43.36498	14.74211 構造変化の可能性あり	37	533.48871	-16.24715
38	40.61140	-2.75358	38	517.72174	-15.76697
39	47.66461	7.05321	39	502.42075	-15.30099
40	47.23244	-0.43217	40	487.57197	-14.84878
41	42.90383	-4.32861	41	473.16204	-14.40993
42	51.64604	8.74220	42	459.17799	-13.98405
43	48.82318	-2.82285	43	445.60723	-13.57076
44	45.60985	-3.21334	44	432.43755	-13.16968
45	47.42200	1.81215	45	419.65708	-12.78046
46	54.54275	7.12075	46	407.25434	-12.40274
47	47.42281	-7.11994	47	395.21816	-12.03618
<hr/>			<hr/>		
μ	0.91108		μ	8.48300	
σ	6.99896		σ	35.74202	

従って、表 7 で示されたような、一時的ショックや屈折のような変化を分析対象とするデータが持っている場合、我々の階差 2σ 検定法では、検出点が複数回集中して現れる特徴があると言うことができる。言うまでもなく、データのグラフなどに立ち返って、変化の様相を確認することは不可欠である。

以上、先に見た時系列分析で使用される Rolling 検定や逐次検定が、幾つかのデータにおいて構造変化の時期をうまく検出しなかったり、実際のデータと異なる時期を構造変化として認定したりすることと比べ、我々の階差 2σ 検定法は、簡易な上にかかなり正確に構造変化や一時的ショックを検出する可能性があると言うことができる。

では、これらの方法の違いや特徴を、更に実際のデータによって試してみることで検討することにしてみたい。

3. 現実データによる実験 1：戦後日本経済の構造変化検定

ここでは、戦後の日本経済の長期データを用いて構造変化検定を行なおう。

使用したデータは日経 NEEDS の SNA データであるが、データ開始期の 1955 年から 2001 年まで（データによっては 2000 年まで）を次の要領で加工し、47 年間の時系列データとした。すなわち、1955 年から 89 年までの名目値には 68SNA 準拠 90 年基準の名目値を採用し、90 年以降 2001 年までの期間は、93SNA95 年基準の名目値を直接接続した。従って、使用データには 90 年時点での「接続段差」が存在している⁵。

また、データの掲載期間に応じて、95 年デフレーター、90 年デフレーター、85 年デフレーターを作成し⁶、その上で、それらを 90 年基準のデフレーターに統一し接合した。これにより、55 年から 01 年までの 90 年基準価格指数系列を作成した。90 年基準実質値は、このデフレーターで名目値を除すことで得た。

第 2 節で示した Rolling 検定（10 期間）を用いて、実質 GDP に関して構造変化検定を行なった結果を図示したものが図 6 である。図中にある水平の破線は 5% 臨界値 -3.939 である。検定は、第 1 期（1955-64 年）から第 38 期（1992-01 年）まで行なわれている。

図では第 20 期でのみ棄却水準を下回る τ 値が与えられていることが分かる。この第 20 期の対象年数は 1974 年から 1983 年までの 10 年間である。

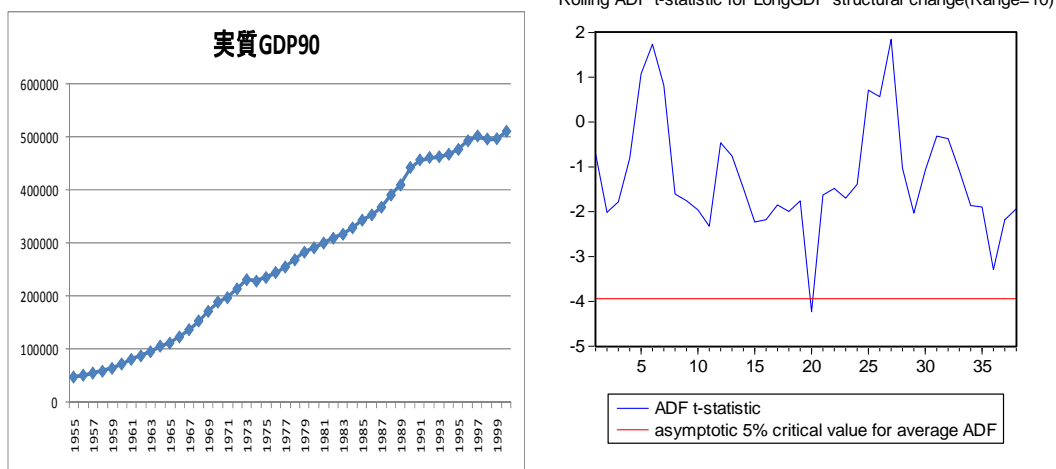
すなわち、検定結果は、第一次オイル・ショック直後に日本経済が構造変化した可能性が高いことを示唆する結果となっている。他方、本稿で行なった 90 年時点でのデータの直接接続による「段差」は、構造変化と認定されるほどの大きな影響を与えていないように思われる。

次に、Rolling 検定の対象期間を 15 期間にした場合と、第 2 節 (2) 及び (3) 式で示した逐次検定とを、実質 GDP について検討した結果を上図 6 と併せて表示してみると図 7 のようになる。この図では、4 つの検定法による結果がかなり異なることが分かる。但し、実質 GDP に限って言えば、Rolling 検定の 10 期間のモデル以外では、構造変化が検出されない結果となっている。

⁵ このような接続を行なった理由は、日本の SNA で長期系列が存在しないためである。特に、日経 NEEDS で公表されているものでは 50 年以上のものは存在せず、GDP データは最も古くて 1955 年からであるが、その系列も SNA の改定に伴い、93 年や 98 年で公表が中止されている。他方、93SNA によるデータは基本的に 90 年からのものしか存在していない。

⁶ 経済活動別の製造業デフレーターの場合、1955-90 年の期間では「製造業デフレーター」として一種類の指標しか公表されていない為、名目値を公表実質値で除すことで求めた。

図 6 実質 GDP（90 年基準）の推移と構造変化検定（Rolling 検定（10 期））



（註）日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

表 8 検定期間の対応表

Rolling検定				逐次検定	
期	ローリング期間(10期)	ローリング期間(15期)	期	ブレイクポイント	
1	1955	1964	1	1963	
2	1956	1965	2	1964	
3	1957	1966	3	1965	
4	1958	1967	4	1966	
5	1959	1968	5	1967	
6	1960	1969	6	1968	
7	1961	1970	7	1969	
8	1962	1971	8	1970	
9	1963	1972	9	1971	
10	1964	1973	10	1972	
11	1965	1974	11	1973	
12	1966	1975	12	1974	
13	1967	1976	13	1975	
14	1968	1977	14	1976	
15	1969	1978	15	1977	
16	1970	1979	16	1978	
17	1971	1980	17	1979	
18	1972	1981	18	1980	
19	1973	1982	19	1981	
20	1974	1983	20	1982	
21	1975	1984	21	1983	
22	1976	1985	22	1984	
23	1977	1986	23	1985	
24	1978	1987	24	1986	
25	1979	1988	25	1987	
26	1980	1989	26	1988	
27	1981	1990	27	1989	
28	1982	1991	28	1990	
29	1983	1992	29	1991	
30	1984	1993	30	1992	
31	1985	1994	31	1993	
32	1986	1995	32	1994	
33	1987	1996	33	1995	
34	1988	1997	34	1996	
35	1989	1998	35	1997	
36	1990	1999	36	1998	
37	1991	2000			
38	1992	2001			

これに対し、階差 2σ 検定法によって同データを検討した結果が表 9 である。この結果は Rolling 検定や逐次検定の結果と違って、多くの点が構造変化点として検出されている。それによれば、1967 年から 70 年までの 4 年間、72 及び 73 年、79 年、85 年、87 年から 91 年までの 5 年間、96 年、そして、2000 年という 7 つの時期が構造変化として認識されている。

この結果は、いささか過剰な結果のように思われるが、そのどの時期も基本的に歴史的な経済変動と符合していると言えなくもない。67年から70年までの時期は、佐藤栄作内閣における経済社会発展計画の時期と合致しており、その時期日本経済は本格的に社会資本の整備と外資による直接投資を自由化する時期と対応している。

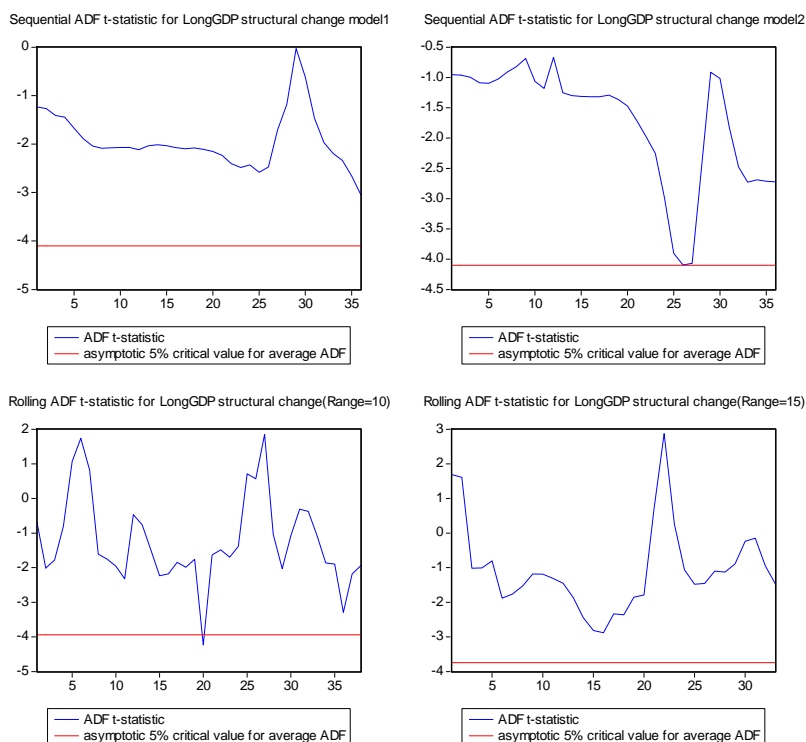
72及び73年はオイル・ショックの時期、79年は第二次オイル・ショック、85年はバブル経済開始期、87年から91年はバブル経済期、更に90年は我々のデータの接続段差がある地点である。96年は橋本内閣による財政政策出動があり、2000年は小渕内閣から森内閣に急遽転換し、e-Japan構想などIT関係への投資が加速した時期であった。

これらの経済史を概観すれば、なにがしかの出来事が存在しているので、検出された構造変化をそれらとの対比で解釈することは可能である。但し、以上のように、各指標により異なった結果を得た場合にどのような尺度でそれらを解釈すべきなのか、また、対象期間中の構造変化が単一でない場合にどう解釈すべきのかなどについては、統一的な方法が見つかっていないわけではない。

構造変化が単一ではない例としては図8のような例がある。

これは、SNAの経済活動別26部門の中から石油・石炭産業（実質90年価格）について10期のRolling検定を行なった結果である⁷。図では27、28期（81-90年、82-91年）と32、33期（86-95年、87-96年）において構造変化が起きていると解釈できる結果となっている。この図は実質GDPのような単一の構造変化ではない上に、構造変化の規模がかなり異なっているかのように思われる。ここでは32期（86-95年）の構造変化が相対的に大きいように見える。

図7 実質GDP（90年基準）の構造変化検定比較



(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

⁷ 予備検定では、石油・石炭の実質生産額はI(1)系列であることが確認されている。

表 9 階差 2σ 検定の結果：実質 GDP（90 年基準）

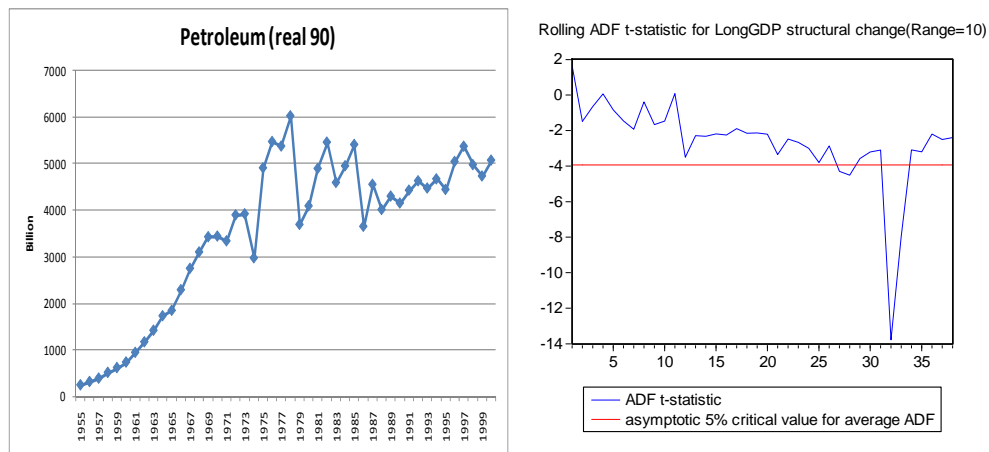
西暦	実質GDP90	Δ(10億円)	2σ範囲
1955	47632.33		
1956	51095.44	3463.12	
1957	55005.07	3909.62	
1958	58509.13	3504.06	
1959	63874.09	5364.96	
1960	72214.70	8340.61	
1961	80734.86	8520.16	
1962	87492.03	6757.16	
1963	95305.50	7813.48	
1964	105767.99	10462.49	
1965	111599.32	5831.33	
1966	123089.33	11490.01	
1967	136750.23	13660.90	構造変化の可能性あり
1968	153195.49	16445.26	構造変化の可能性あり
1969	171241.06	18045.57	構造変化の可能性あり
1970	188741.64	17500.58	構造変化の可能性あり
1971	196879.73	8138.09	
1972	213677.15	16797.42	構造変化の可能性あり
1973	230907.23	17230.07	構造変化の可能性あり
1974	228189.70	-2717.53	
1975	234917.64	6727.94	
1976	244277.75	9360.11	
1977	254800.27	10522.52	
1978	268246.72	13446.44	
1979	282657.57	14410.85	構造変化の可能性あり
1980	290910.85	8253.29	
1981	299991.86	9081.01	
1982	308940.52	8948.66	
1983	316272.31	7331.79	
1984	326498.20	12225.89	
1985	342987.58	14489.39	構造変化の可能性あり
1986	352852.63	9865.05	
1987	367394.96	14542.32	構造変化の可能性あり
1988	390287.00	22892.04	構造変化の可能性あり
1989	409330.74	19043.74	構造変化の可能性あり
1990	442072.00	32741.26	構造変化の可能性あり
1991	456474.99	14402.99	構造変化の可能性あり
1992	461036.99	4562.00	
1993	462412.78	1375.79	
1994	467113.01	4700.23	
1995	476113.76	9000.75	
1996	492398.77	16285.01	構造変化の可能性あり
1997	501438.98	9040.21	
1998	495804.78	-5634.20	
1999	496262.79	458.01	
2000	510213.68	13950.88	構造変化の可能性あり
2001	512270.34	2056.67	

μ	10100.83
σ	6823.96

(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

だが、表 10 にあるように、この石油・石炭産業での構造変化は、階差 2σ 検定法では 3 回の構造変化として判定されている。その 3 回は、第一次オイル・ショック後の 1975 年、第二次オイル・ショック時の 1979 年、そして、バブル経済開始直前の 1986 年である。この結果は、Rolling 検定において第一次オイル・ショック前後の変化がなんら検出されていないという結果よりも望ましいように思われる。

図 8 石油・石炭（90 年基準）の推移と構造変化検定（Rolling 検定（10 期））



(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

表 10 階差 2σ 検定の結果：実質石炭・石油（90 年基準）

西暦	石油・石炭(実質) Δ(10億円)	2σ範囲
1955	233.90	
1956	305.02	71.12
1957	378.46	73.44
1958	501.75	123.29
1959	605.56	103.80
1960	723.79	118.23
1961	931.82	208.03
1962	1159.16	227.34
1963	1407.19	248.03
1964	1718.27	311.08
1965	1834.78	116.52
1966	2277.44	442.66
1967	2737.80	460.37
1968	3090.36	352.56
1969	3416.93	326.57
1970	3430.94	14.01
1971	3327.10	-103.84
1972	3886.60	559.50
1973	3910.28	23.69
1974	2962.62	-947.67
1975	4897.59	1934.97 構造変化の可能性あり
1976	5462.12	564.53
1977	5364.58	-97.54
1978	6015.36	650.77
1979	3681.48	-2333.87 構造変化の可能性あり
1980	4080.95	399.47
1981	4883.08	802.12
1982	5449.70	566.62
1983	4582.84	-866.86
1984	4940.95	358.11
1985	5398.90	457.95
1986	3639.96	-1758.93 構造変化の可能性あり
1987	4543.18	903.22
1988	4001.03	-542.15
1989	4290.53	289.49
1990	4141.00	-149.53
1991	4417.88	276.88
1992	4618.28	200.40
1993	4461.95	-156.33
1994	4660.19	198.24
1995	4432.56	-227.63
1996	5033.00	600.45
1997	5361.47	328.46
1998	4966.11	-395.35
1999	4721.90	-244.21
2000	5062.12	340.22

μ	107.29
σ	659.88

(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

4. 現実データによる実験 2：経済活動別・支出別の構造変化検定

先に述べたように、本稿の現実データとして使用している SNA データには、68SNA 準拠（90 年基準）のものとは 93SNA（95 年基準）のものによる 90 年時点での「接続段差」が存在している。

実はこの段差は、経済活動別・支出別に見ると、教育・医療、政府消費、電気・ガス・水道（政府）、非営利サービスなど、公的部門において大きいという特徴がある。すなわち、68SNA から 93SNA への改訂に伴い、主に公的部門の評価が大きく異なることになった結果、一般に他の産業より接続段差が大きくなっている。これらを図示したものが、図 9 である。

68SNA から 93SNA への改訂では、社会資本の固定資本減耗評価や公的部門のソフトウェアなどが新規項目として加えられることになり、一般に公的部門の値の変動が大きくなっているのが特徴である⁸。図 9 はその結果の反映であると見ることができる。

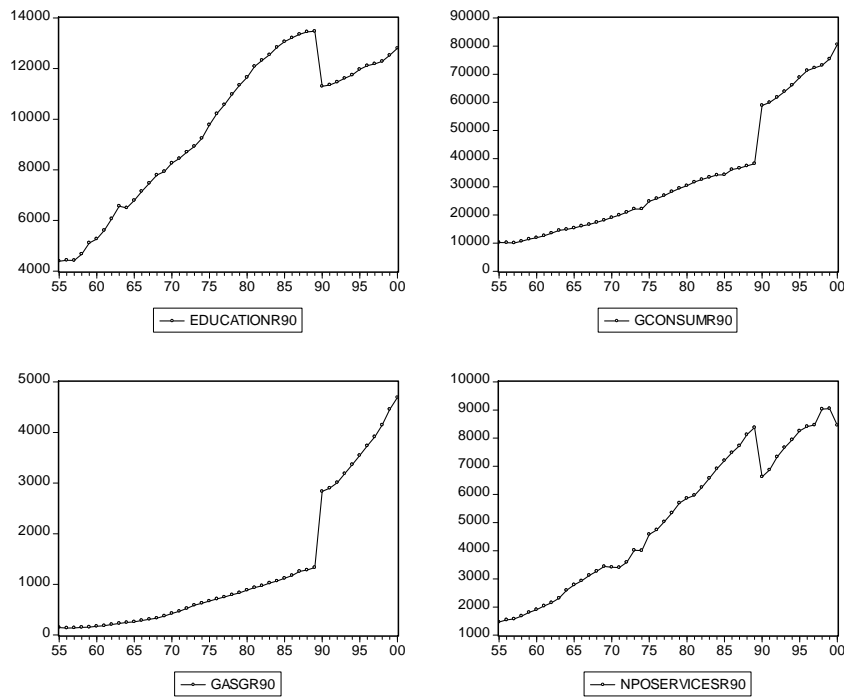
これらのデータの逐次検定と Rolling 検定による結果は、図 10～13 のとおりである。

これらの図によれば、逐次検定においては、ほぼ 1990 年前後に構造変化を検出する結果となっていることが分かるが、Rolling 検定においての結果はまちまちであり、統一的な解釈ができるものとはなっていない。

また、逐次検定においても、電気・ガス・水道（政府）のモデル 2（（3）式）による

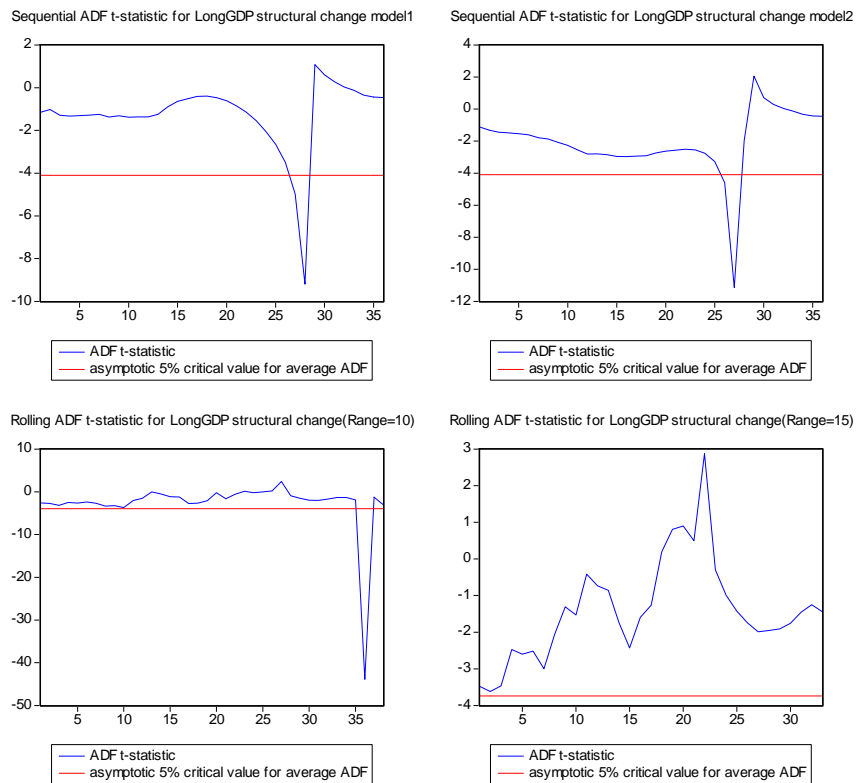
⁸ 内閣府(2001)参照。

図9 教育・医療、政府消費、電気・ガス・水道（政府）、非営利サービスの推移



(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

図10 実質教育・医療（90年基準）の構造変化検定比較



(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

図 11 実質政府消費（90年基準）の構造変化検定比較

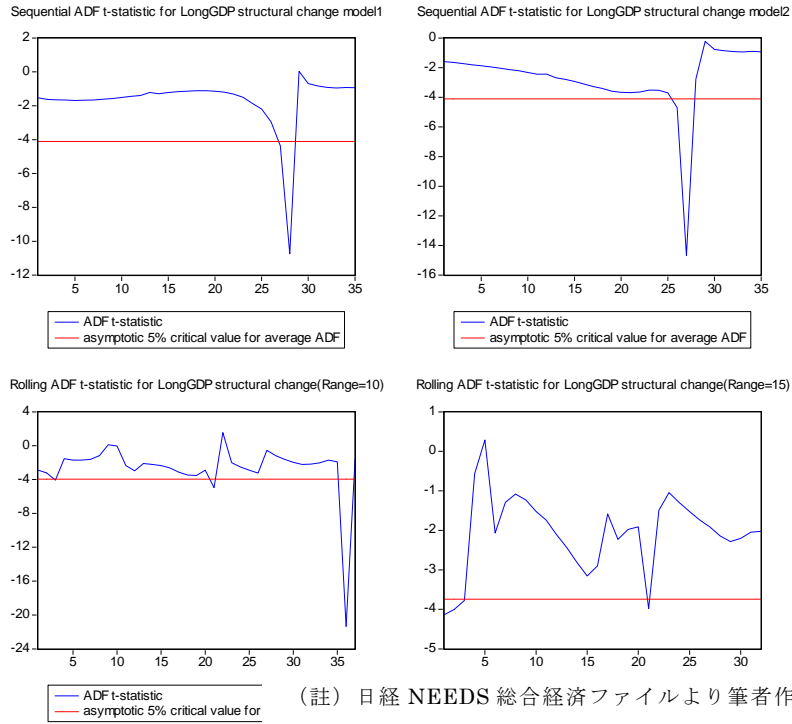


図 12 実質電力・ガス・水道（政府）（90年基準）の構造変化検定比較

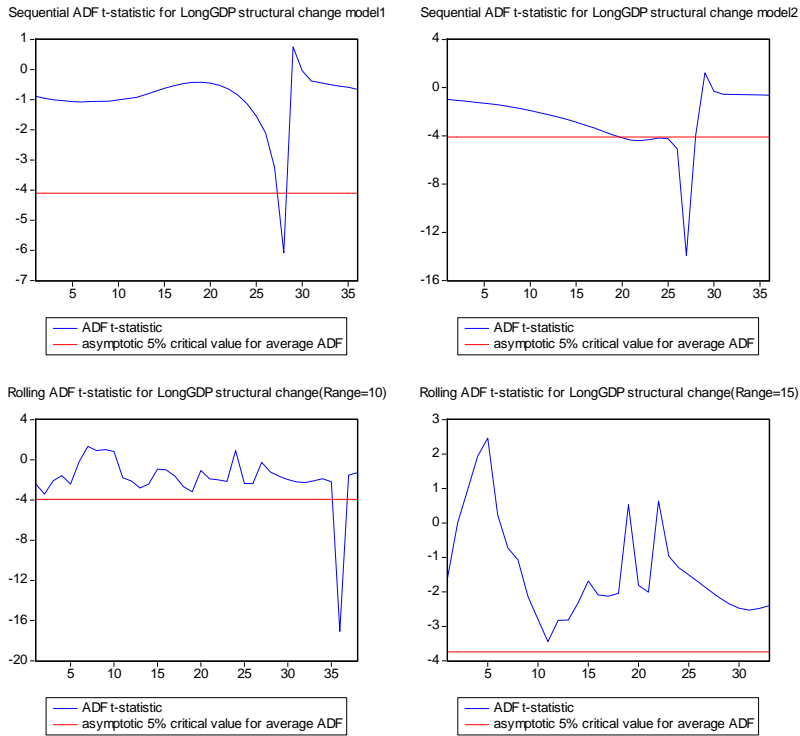
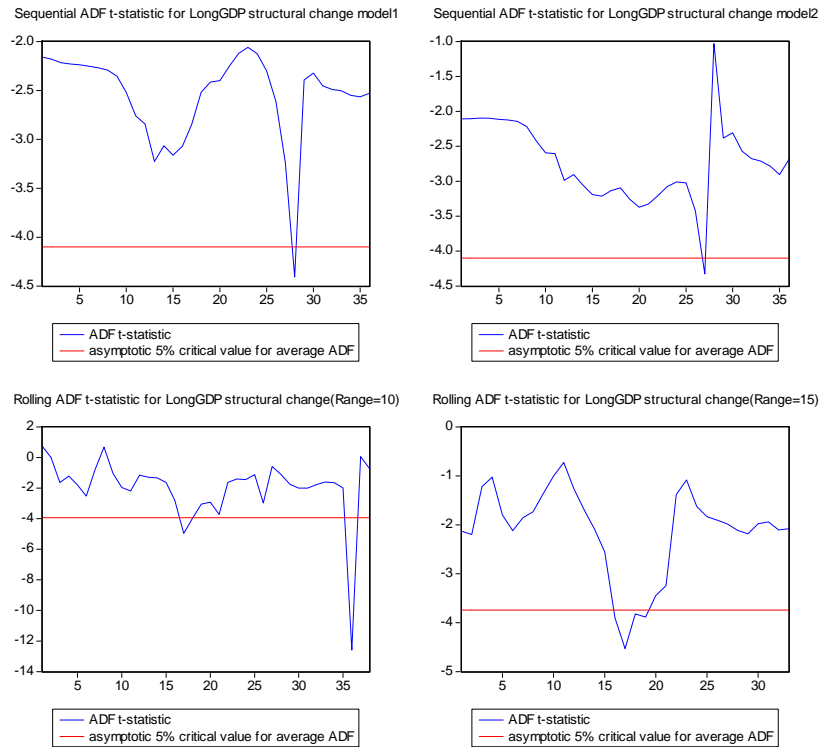


図 13 非営利サービス（90年基準）の構造変化検定比較



(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

検定結果は 1982 年から 89 年までの 8 年間は構造変化と認識されているなど、例外が存在している。

第 2 節で検討したように、期間中でのデータ段差のような変化は、本来 Rolling 検定（15 期間）やモデル 2 タイプの逐次検定が比較的良好な結果であったが、実際の SNA データでは必ずしも高い検出力を示していないとすることができる。

これに対し、階差 2σ 検定による結果は表 11～12 のとおりである。

この結果によれば、全て 1990 年でのデータの段差を「正しく」検出しているものとなっている。

経済活動別データの中で、人工的な接続段差だけとは考えにくい例に輸入税⁹がある。

その推移は、図 14 のようになっている。また、このデータの逐次検定と Rolling 検定の結果は図 15 である。

これによれば、輸入税は逐次検定においては第一次オイル・ショック前後の 73 年、74 年、Rolling 検定ではオイル・ショック直後の 74 年から 83 年において非定常性が棄却されており、この時期だけが唯一の構造変化として認識されている。

だが、この検定を階差 2σ で行くと表 13 のようになる。

すなわち、輸入税の構造変化は、74 年の第一次オイル・ショック時だけではなく、バブル経済のピーク時であった 89 年においても構造変化が起きたという結果である。

図 14 のレベル・データの推移を見る限り、確かに 74 年の落ち込みが大きいことは分かるが、それ以外に 89 年の上昇も相対的に大きいことが見て取れる。つまり、バブル経

⁹ 輸入品に課される税・関税

表 11 階差 2σ 検定の結果：実質教育・医療及び政府消費（90年基準）

西暦	教育・医療(実質)	△(10億円)	2σ範囲	西暦	政府支出(実質)	△(10億円)	2σ範囲
1955	4397.06			1955	10182.58		
1956	4430.56	33.50		1956	10152.63	-29.95	
1957	4423.08	-7.48		1957	10032.51	-120.12	
1958	4675.00	251.92		1958	10635.19	602.68	
1959	5112.50	437.50		1959	11386.56	751.37	
1960	5269.66	157.16		1960	11858.50	471.94	
1961	5612.24	342.58		1961	12563.69	705.19	
1962	6065.42	453.18		1962	13529.09	965.40	
1963	6567.80	502.38		1963	14461.05	931.96	
1964	6496.30	-71.50		1964	14871.19	410.14	
1965	6790.54	294.24		1965	15356.06	484.87	
1966	7150.94	360.40		1966	16057.61	701.55	
1967	7476.74	325.80		1967	16617.51	559.90	
1968	7792.55	315.81		1968	17389.67	772.16	
1969	7933.96	141.41		1969	18145.18	755.51	
1970	8268.60	334.63		1970	19054.35	909.17	
1971	8446.04	177.45		1971	19924.16	869.80	
1972	8702.19	256.15		1972	20973.43	1049.28	
1973	8926.70	224.51		1973	22103.47	1130.03	
1974	9243.35	316.65		1974	22071.77	-31.70	
1975	9777.78	534.42		1975	24791.85	2720.08	
1976	10219.27	441.49		1976	25787.08	995.23	
1977	10564.34	345.07		1977	26880.17	1093.09	
1978	10976.23	411.88		1978	28230.68	1350.51	
1979	11337.14	360.92		1979	29403.44	1172.76	
1980	11653.95	316.81		1980	30340.76	937.32	
1981	12080.47	426.52		1981	31672.14	1331.37	
1982	12322.62	242.15		1982	32565.94	893.80	
1983	12542.93	220.31		1983	33374.71	808.76	
1984	12838.04	295.11		1984	34169.05	794.34	
1985	13061.00	222.97		1985	34288.94	119.89	
1986	13214.29	153.28		1986	36110.06	1821.12	
1987	13351.08	136.79		1987	36602.25	492.19	
1988	13450.33	99.26		1988	37443.88	841.63	
1989	13474.13	23.80		1989	38186.22	742.34	
1990	11296.00	-2178.13	構造変化の可能性あり	1990	58870.00	20683.78	構造変化の可能性あり
1991	11349.90	53.90		1991	59904.59	1034.59	
1992	11469.33	119.43		1992	61772.74	1868.15	
1993	11611.87	142.54		1993	63817.01	2044.26	
1994	11745.70	133.83		1994	66034.83	2217.82	
1995	11965.98	220.28		1995	68805.78	2770.95	
1996	12111.21	145.23		1996	71278.24	2472.46	
1997	12184.51	73.30		1997	72223.59	945.36	
1998	12279.79	95.28		1998	73110.69	887.10	
1999	12522.47	242.67		1999	75420.86	2310.17	
2000	12798.57	276.10		2000	80516.40	5095.54	

μ	186.70
σ	387.06

μ	1562.97
σ	3054.33

(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

表 12 階差 2σ 検定の結果：実質電気・ガス及び非営利サービス（90年基準）

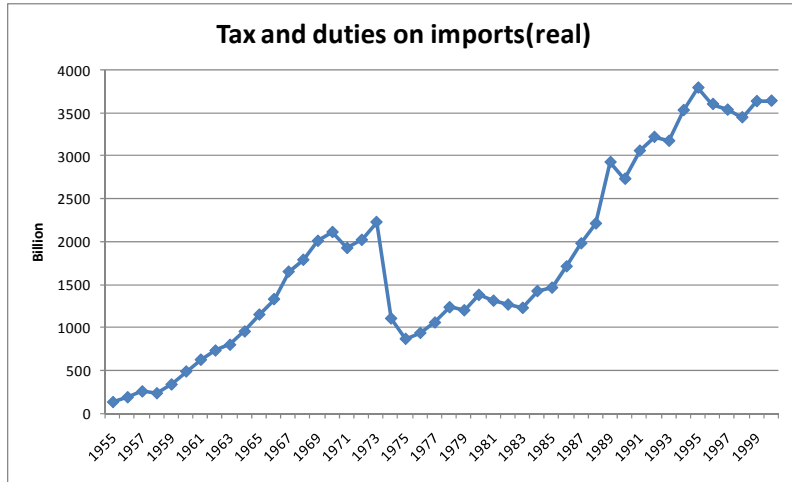
西暦	電気・ガス・水道(政府)(実質)	△(10億円)	2σ範囲	西暦	サービス(非営利)(実質)	△(10億円)	2σ範囲
1955	149.25			1955	1464.29		
1956	140.85	-8.41		1956	1542.37	78.09	
1957	142.86	2.01		1957	1571.43	29.06	
1958	151.90	9.04		1958	1676.92	105.49	
1959	158.54	6.64		1959	1808.82	131.90	
1960	173.91	15.38		1960	1904.11	95.29	
1961	184.47	10.55		1961	2037.50	133.39	
1962	210.53	26.06		1962	2152.17	114.67	
1963	230.77	20.24		1963	2310.68	158.51	
1964	250.00	19.23		1964	2587.72	277.04	
1965	262.20	12.20		1965	2787.40	199.68	
1966	287.29	25.10		1966	2928.06	140.66	
1967	312.82	25.53		1967	3125.00	196.94	
1968	334.88	22.06		1968	3267.86	142.86	
1969	375.53	40.64		1969	3436.17	168.31	
1970	426.42	50.89		1970	3411.21	-24.96	
1971	470.20	43.78		1971	3397.59	-13.62	
1972	526.47	56.27		1972	3584.19	186.60	
1973	591.02	64.55		1973	4015.29	431.10	
1974	629.92	38.90		1974	4002.32	-12.97	
1975	671.23	41.31		1975	4579.46	577.14	
1976	713.59	42.36		1976	4736.21	156.75	
1977	749.62	36.03		1977	5025.60	289.39	
1978	794.50	44.88		1978	5341.87	316.27	
1979	835.18	40.68		1979	5695.53	353.66	
1980	886.13	50.95		1980	5861.83	166.31	
1981	936.63	50.50		1981	5963.35	101.52	
1982	975.25	38.62		1982	6246.21	282.86	
1983	1028.01	52.77		1983	6570.73	324.51	
1984	1068.72	40.71		1984	6908.66	337.93	
1985	1122.69	53.96		1985	7196.76	288.10	
1986	1177.20	54.52		1986	7483.18	286.42	
1987	1258.93	81.73		1987	7727.27	244.09	
1988	1284.14	25.21		1988	8122.98	395.70	
1989	1334.03	49.89		1989	8374.74	251.76	
1990	2837.00	1502.97	構造変化の可能性あり	1990	6622.00	-1752.74	構造変化の可能性あり
1991	2900.96	63.96		1991	6864.60	242.60	
1992	3009.42	108.45		1992	7326.67	462.06	
1993	3186.27	176.85		1993	7660.34	333.67	
1994	3364.41	178.14		1994	7938.20	277.86	
1995	3547.17	182.76		1995	8250.47	312.26	
1996	3736.99	189.82		1996	8409.38	158.92	
1997	3914.85	177.86		1997	8463.90	54.52	
1998	4145.73	230.88		1998	9027.85	563.95	
1999	4455.80	310.06		1999	9045.33	17.48	
2000	4691.47	235.67		2000	8455.20	-590.13	

μ	100.94
σ	225.61

μ	151.94
σ	341.83

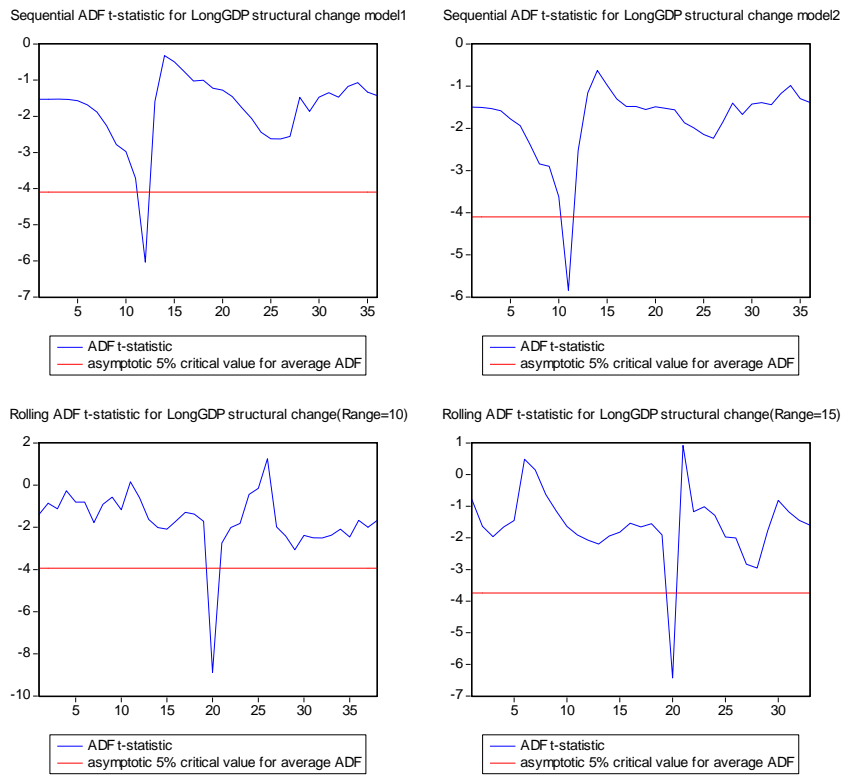
(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

図 14 輸入税（90年基準）の推移



(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

図 15 輸入税（90年基準）の構造変化検定比較



(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

表 13 階差 2σ 検定の結果：実質輸入税（90 年基準）

西暦	輸入税(実質) △(10億円)	2σ範囲	
1955	129.03		
1956	185.50	56.47	
1957	253.55	68.04	
1958	232.35	-21.19	
1959	334.65	102.30	
1960	486.63	151.97	
1961	623.89	137.26	
1962	731.36	107.48	
1963	797.85	66.49	
1964	953.77	155.92	
1965	1151.04	197.27	
1966	1331.35	180.30	
1967	1652.39	321.05	
1968	1790.37	137.98	
1969	2011.55	221.18	
1970	2114.65	103.10	
1971	1928.34	-186.31	
1972	2023.01	94.67	
1973	2231.80	208.80	
1974	1105.54	-1126.27	構造変化の可能性あり
1975	867.29	-238.25	
1976	936.76	69.47	
1977	1058.52	121.76	
1978	1236.34	177.82	
1979	1201.22	-35.12	
1980	1380.51	179.29	
1981	1313.09	-67.42	
1982	1267.91	-45.18	
1983	1229.03	-38.87	
1984	1425.22	196.19	
1985	1465.24	40.02	
1986	1713.91	248.67	
1987	1982.32	268.41	
1988	2215.14	232.82	
1989	2931.53	716.38	構造変化の可能性あり
1990	2737.00	-194.53	
1991	3064.48	327.48	
1992	3225.09	160.61	
1993	3179.44	-45.65	
1994	3538.34	358.90	
1995	3801.17	262.83	
1996	3609.21	-191.96	
1997	3543.44	-65.77	
1998	3454.01	-89.43	
1999	3642.56	188.55	
2000	3647.99	5.44	

μ	74.44
σ	249.91

(註) 日経 NEEDS 総合経済ファイルより筆者作成。

済の時期に景気の拡大と、当時の円高の進行¹⁰が輸入拡大をもたらし、その結果が輸入に伴う税収入を増大させた考えることができるのである。従って、この影響が 89 年時点のレベルを他の年に比べて引き上げた可能性があり、これが構造変化であったと検定されるのはおかしなことではない。むしろ、時系列モデルによる構造変化検定がこの点を検出できていないことに比べれば、より望ましい結果ではないかと思われる。

5. 現実データによる実験 3：超長期の国際データによる構造変化

6.1 予備検定：単位根検定

これまでの検定例を、国際データに応用することで更に検討してみたい。ここでは、130 年間にわたる超長期の時系列国際データによる構造変化の比較を行なう。

データは、OECD 開発センターの Angus Maddison 氏が発表しているデータを用いた¹¹。

¹⁰ 1989 年の平均為替レートは 1 ドル = 138 円であり、88 年の 1 ドル = 128.2 円に次ぐ、80 年代に 2 番目の円高水準であった。

¹¹ Maddison(2001)参照。ここで公表されている世界 GDP の単位は、ヘドニック指数による 100 万国際ドル

このデータは世界 150 カ国以上の長期系列が示されており、最長のもので 1870 年から 2001 年までの 131 年間分となっている（データの単位は 1,000US ドル）。データはヘドニック指数によって実質化が行われたデータだが、そのデータの構造変化点を析出できるかどうか数値実験を行なう。ここでは、幾つかの国について構造変化の有無と時期を比較してみよう。

対象とした国はドイツ、イギリス、日本、アメリカ、フランス、イタリア、ブラジルの 7 カ国である。但し、アメリカとブラジルは、データの関係で 1890 年から 2001 年までの 111 年間を分析対象期間とした。

予備検定として、これらのデータに ADF タイプと PP タイプの単位根検定を行なったところ、ドイツと日本以外の 5 カ国で単位根仮説が棄却されず非定常データであると判定され、ドイツと日本はどちらも単位根仮説が 5%水準で棄却される結果となった。この検定の頑強性を確認するために、更に KPSS 検定によってデータが定常であるという帰無仮説を検定すると、日本とドイツは 5%水準未満で棄却された¹²。結果は表 14 の通りである。

表 14 各国 GDP の単位根検定結果

	結果	ADF	ラグ	PP	KPSS	タイプ
ドイツ	I(0)ori(1)	-3.957 *	0	-4.364 *	0.500 **	定数項+トレンド
日本	I(0)ori(1)	-3.930 *	0	-9.260 **	0.579 *	定数項
イタリア	I(2)	-4.577 **	0	-7.058 **	0.500 *	定数項
アメリカ	I(2)	-3.394 *	0	-3.395 *	0.142	定数項
フランス	I(2)	-4.627 **	0	-4.627 **	0.084	定数項
ブラジル	I(1)	-3.327 *	3	-3.504 *	0.181	定数項
イギリス	I(2)	-2.888 **	0	-2.864 **	0.088	定数項無し

***は1%有意水準、*は5%有意水準を示す。ADFとPPの値はt値。KPSSの値はLM値。ラグ次数はAICによる。

(註) Maddison (2001) より計算。

このような矛盾した結果が生じるのは、一般に単位根検定法の検定力が低いことに一つの原因がある。有意水準と第二種の過誤の水準が接近している時、どちらの判断も同様の誤りを含み得る。大山他 (2005) によれば、KPSS 検定を ADF や PP の結果よりも優先させていることから¹³、ここではドイツも日本も共に I(1)変数であると見なしておくこととする。

さて、対象としたデータは全て 100 年以上の超長期系列なので構造変化が含まれている可能性が高い。すなわち、当該データが構造変化を含んでいるにもかかわらず定常と判定されていることもあれば、構造変化があるために非定常と判定されていることもありうる。そこで、これらの超長期データについての構造変化検定を行なうことで、長期変動の特徴を見ていこう。

6.2 成長率推移と構造変化検定

先に、これらの国々の成長率推移を示しておく。それが図 5 と図 6 である。これらの図によれば、110 年から 130 年の間にいずれの国においてもいつかの激しい成長率の落ち込みや上昇があることが分かる。主に、それらの変動は大戦直後となっている。例えば、ドイツでは第一次大戦後のベルサイユ条約成立時の 1919 年や第二次大戦直後の 1946 年

で、1990 年基準での実質額となっている。

¹² 他のデータによる KPSS 検定では、イタリア以外は、ADF 及び PP 検定と整合的な結果（5%水準未満で定常帰無仮説が棄却）となった。イタリアについては、2 階の階差によっても定常化されていない可能性があったが、ここでは I(2)と見なして分析を進める。

¹³ 大山・小島・中村 (2005) など。

に成長率の著しい低下を経験していることが分かる。また、アメリカでは世界恐慌直後の 1930 年に落ち込むものの、第二次大戦開戦直後の 1942 年には回復し、再び終戦後に著しく落ち込んでいる。他には、イギリスやブラジルが世界恐慌後に大きく成長率を下げているが、第二次大戦後はそれほど大きな落ち込みを経験していないことなども見て取れる。また、ブラジルの 1891 年から 1893 年への落ち込みは、1889 年のブラジルの帝政が崩壊し社会体制が共和制に移行していた時期に多くの動乱や混乱が起きていたことの影響かもしれない。

さて、上記のような GDP 成長率を持つ 7 カ国の構造変化検定を、これまでの時系列モデルによる方法と階差 2σ による方法とで行なうこととする。なお、ここで取り上げた時系列モデルは、先の Rolling 検定の 15 期間のみとした。また、帰無仮説の棄却域は、先述と同じ方法でシミュレートした結果の平均値 $\tau_{0.05} = -3.743$ とした。

図 7 と図 8 が、上記 7 ヶ国の検定結果を図示したものである。図によれば、7 カ国全ての国でこの 110 年から 130 年の間に構造変化を経験しており、その時期も規模も様々となっている。ドイツ、日本、アメリカ、フランス、イタリアで特に大きく落ち込んでいるのは、1945, 6 年から 1959, 60 年の時期¹⁴のものであり、これは第二次世界大戦における構造的変化だと解釈することができる¹⁵。

だが他方で、例えば、日本では 1885-1899 年 (16 期) から 1892-1906 年 (23 期) にかけてと、1916-1930 年 (47 期) においても構造変化が検出されている。これは、日清・日露の戦争期に該当し、また後者は第一次世界大戦後から世界恐慌までの、相対的安定期と呼ばれた時期に相当する。これらの時期の戦後の好景気が影響を与えているのかも知れない。

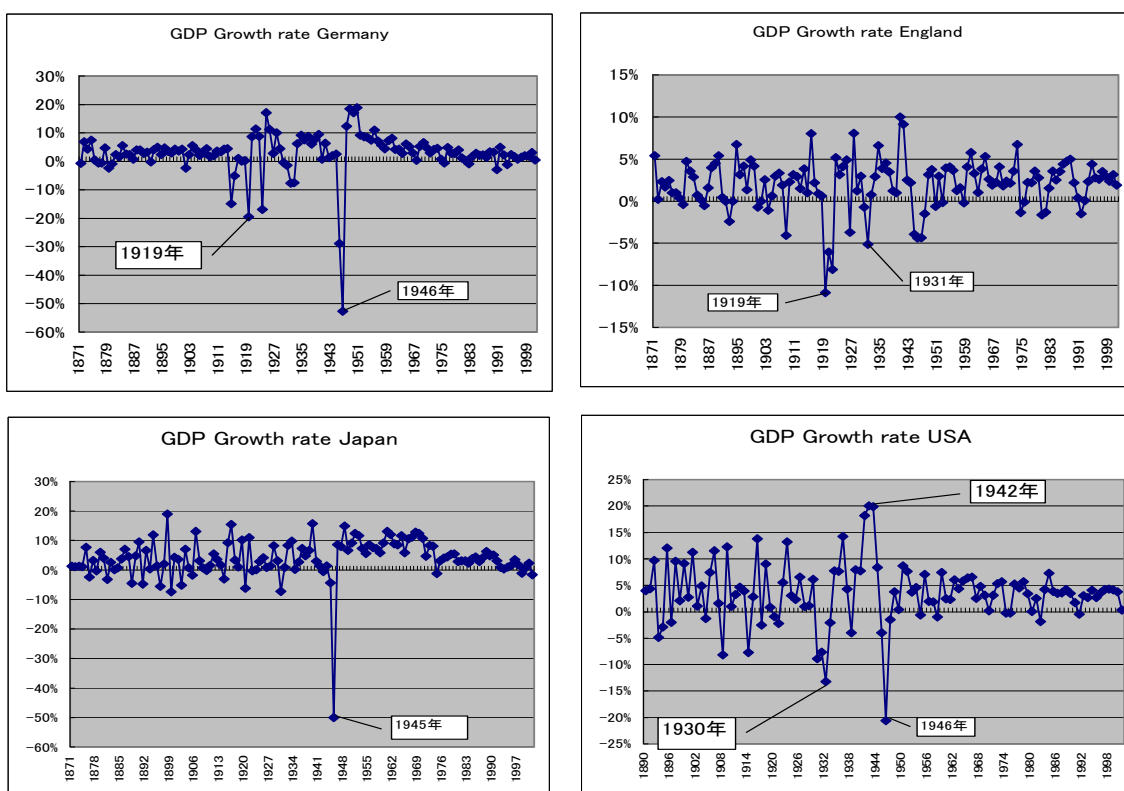
イギリスでも、幾つかの構造変化が検出されていて、1919-33 年 (50 期)、1945-59 年期 (76 期) の他にも、1958-72 年期 (89 期) において構造変化が認識されている。この時期は、偶然にもイギリスとアイスランドの間で 3 度にわたる紛争 (タラ戦争) が起きた時期である。この紛争の与えたイギリス漁業への影響はかなり大きかったと言われているが、イギリス経済全体へのインパクトは不明である。

また、アメリカでは 1929 年 (26 期から 40 期) の世界恐慌は構造変化と認識されない結果となり、代わりに 1895-1910 年の時期 (6-7 期) に構造変化を検出している。これは世紀末 1898 年の米西戦争などの影響かもしれない。

¹⁴ Rolling 検定の図 7, 8 ではアメリカとブラジル以外で 75, 76 期。アメリカ、ブラジルで 57 期に相当。

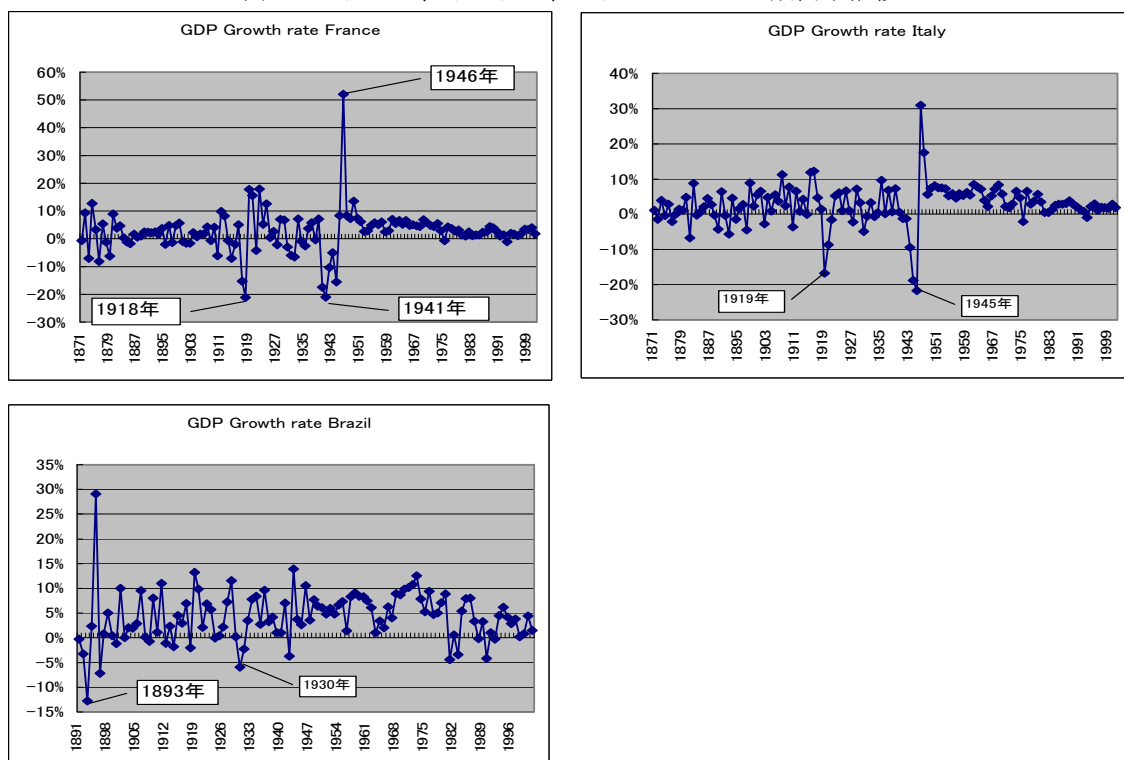
¹⁵ アメリカの公式データには、商務省が公表している 1929 年からのものがある。1929 年から 2005 年までの期間について、本稿と同様に 15 期の Rolling 検定を行なったところ、やはり 1946-60 年期において構造変化が検出された。それ以外の時期で構造変化と言えるほどの大きな変動は確認できなかった。

図5 ドイツ、イギリス、日本、アメリカの GDP 成長率



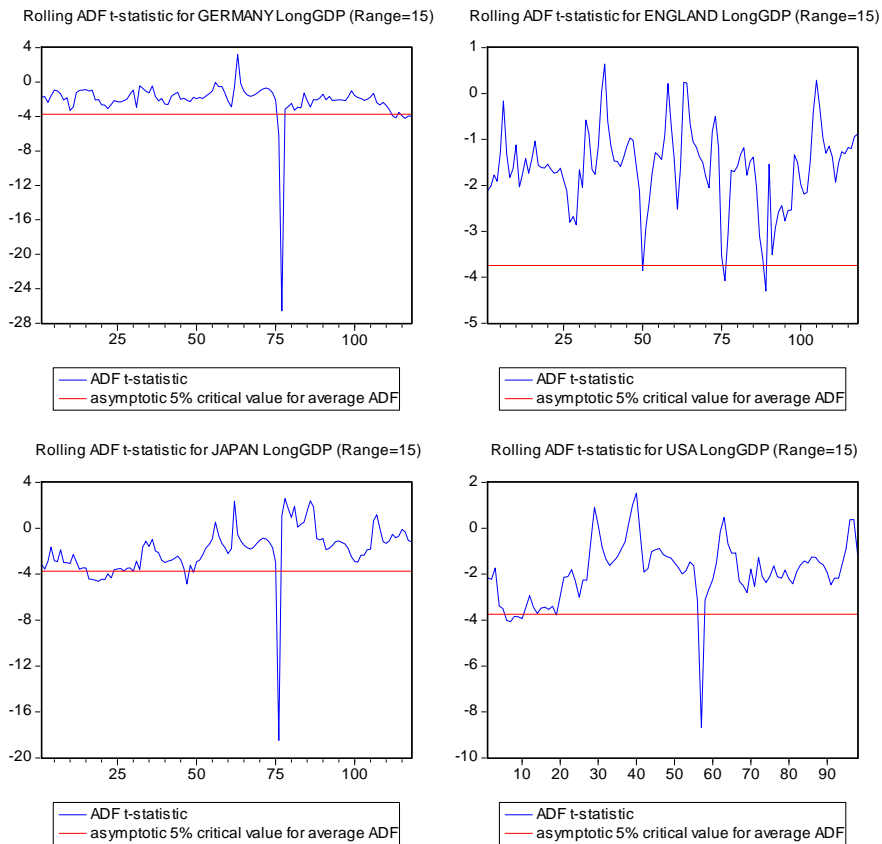
(註) Maddison (2001) より筆者作成。

図6 フランス、イタリア、ブラジルの GDP 成長率推移



(註) Maddison (2001) より筆者作成。

図 7 ドイツ、イギリス、日本、アメリカの構造変化検定 (Rolling 検定 15 期)



(註) Maddison (2001) より筆者作成。

図 8 には、フランス、イタリア、ブラジルの構造変化検定の結果が示されているが、フランスとイタリアでは先の成長率推移の特徴を反映するように 1946 年前後で構造変化が起きている。イタリアでは、更に 1919-33 年期 (50 期) のベルサイユ条約成立期においても構造変化が確認されている。

ブラジルのほうは、1893-1907 年期 (4 期) から 1895-1909 年期、1896-1910 年期 (6、7 期) において構造変化が確認されるが、これは先の図 6 におけるブラジルの成長率が 1893 年の前後に大きく変動していることと対応した結果であるだろう。帝政崩壊とその後の新しい国家体制への移行による変動結果かもしれない。

なお、イタリアは 1870-84 年期 (1 期) から、データの前半期で数回の構造変化が確認できる。これは、イタリア王国が 1871 年の普仏戦争の際にプロイセンに味方をする形で「参戦」するなど、当時の激動がデータの変動として反映している可能性がある。

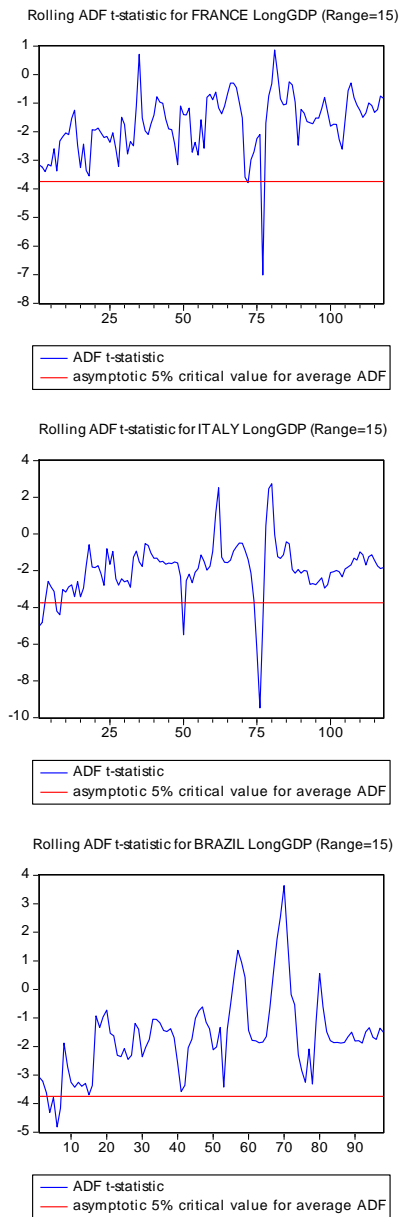


図8 フランス、イタリア、ブラジルの構造変化検定（Rolling 検定 15 期）

（註）Maddison（2001）より筆者作成。

但し、近年において多くの時期が構造変化と認識されているのは、超長期の実質化の過程で、過去のデータがあまり大きく評価されず、近年ほど大きく評価されているというデータ加工上の問題が影響している可能性がある。すなわち、デフレート作業があまりうまく行われていない可能性がある。

そのため、他の国（特にイギリス、フランス、ブラジル等）においても、近年ではそれほど大きな経済成長率を示していないにもかかわらず、階差値（実質）が大きいために構造変化として認定されている可能性がある。このようなデータの実質化に伴う影響を考慮するならば、

6.3 階差 2σ 法による検定

さて、これらの結果を階差 2σ で検定してみると、その結果は表 15～18 の通りとなった。

表 15 によれば、日本をはじめ多くの国で多くの構造変化が検出されており、Rolling 検定（15 期）とはかなり異なる結果となっている。

日本の結果についてだけ言えば、1955 年以降は前節で示した階差 2σ 検定（表 8）とほぼ一致しており、同様の時期が構造変化として認識される結果となっていることが分かる。だが、表 15 によれば、1871 年から 1955 年までの時期で構造変化と認識されているのは 1946 年のみであり、日清・日露戦争や第一次世界大戦の時期の影響は構造変化とはされていない。

ドイツもまた、1945、46 年のドイツの無条件降伏、第二次大戦終了時の経済変動が構造変化として検出されているが、それ以外には、戦後において 1991 年のみが構造変化とされている。この 91 年の構造変化は、前年 10 月のベルリンの壁崩壊によってもたらされた東西ドイツの統一の影響であると考えられる。この結果は、図 7 ではあまり目立っていないが、Rolling 検定によっても弱く検出されている¹⁶。逆に、1919 年のベルサイユ条約締結時の影響は、この 130 年間の中では構造変化とは認識されていない。

他方、表 16 ではアメリカとイギリスの結果が表示されているが、アメリカにおいては、1942-43 年と 46 年、第二次大戦開始期と終了時において構造変化が検出されている。それ以外には、78 年、84 年、88 年、94 年、96-00 年がそれぞれ構造変化と認定されている。

¹⁶ 「弱く検出」とは、15 期間の Rolling 検定 108 回分において、1990 年ないし 1991 年が含まれている期間で構造変化と検出された回数が 2 回だけあったという意味である。

表 15 日本及びドイツ (1871-2001 年) の階差 2σ 検定

Japan		2σ 範囲	Japan		2σ 範囲	Germany		2σ 範囲	Germany		2σ 範囲
年	Δy		年	Δy		年	Δy		年	Δy	
1871	316		1936	10676.297		1871	-474.664		1936	24257	
1872	296		1937	7523.565		1872	4983.972		1937	18030	
1873	333		1938	11034.562		1873	3322.648		1938	24568	
1874	306		1939	27729.711		1874	5933.3		1939	32226	
1875	2054		1940	5947.199		1875	474.664		1940	2707	
1876	-679		1941	2866.12		1876	-474.664		1941	23890	
1877	891		1942	-1146.448		1877	-474.664		1942	5408	
1878	-85		1943	3009.426		1878	4034.644		1943	8114	
1879	1715		1944	-9243.237		1879	-2135.988		1944	10345	
1880	1239		1945	-102607.096	構造変化の可能性あり	1880	-711.996		1945	-122584	構造変化の可能性あり
1881	-1002		1946	8884.972		1881	2135.988		1946	-159076	構造変化の可能性あり
1882	807		1947	8884.972		1882	1423.992		1947	17630	
1883	34		1948	17913.25		1883	4983.972		1948	29684	
1884	254		1949	9243.237		1884	2373.32		1949	32483	
1885	1180		1950	13432.473		1885	2373.32		1950	42176	
1886	2343		1951	20059		1886	711.996		1951	24325	
1887	1587		1952	20980		1887	4034.644		1952	25115	
1888	-1672		1953	14884		1888	4271.976		1953	26356	
1889	1706		1954	12262		1889	3085.316		1954	25434	
1890	3539.598		1955	19704		1890	3559.98		1955	40338	
1891	-1934.631		1956	18712		1891	-237.332		1956	29164	
1892	2579.508		1957	19563		1892	4746.64		1957	24985	
1893	143.306		1958	16727		1893	5933.3		1958	20528	
1894	4944.057		1959	27713		1894	3085.316		1959	35222	
1895	644.877		1960	43520		1895	6170.632		1960	41661	
1896	-2579.508		1961	45156		1896	4746.64		1961	23005	
1897	931.489		1962	37496		1897	4034.644		1962	24805	
1898	8598.36		1963	38772		1898	6170.632		1963	17090	
1899	-4012.568		1964	57935		1899	5458.636		1964	37891	
1900	2149.59		1965	32295		1900	6645.296		1965	33525	
1901	1862.978		1966	62445		1901	-3797.312		1966	20595	
1902	-2794.467		1967	71943	構造変化の可能性あり	1902	3797.312		1967	2217	
1903	3582.65		1968	92852	構造変化の可能性あり	1903	9018.616		1968	37853	
1904	429.918		1969	101572	構造変化の可能性あり	1904	6882.628		1969	49947	
1905	-931.489		1970	98046	構造変化の可能性あり	1905	3797.312		1970	37693	
1906	7093.647		1971	47628		1906	5458.636		1971	24814	
1907	1934.631		1972	89286	構造変化の可能性あり	1907	8306.62		1972	35822	
1908	429.918		1973	92416	構造変化の可能性あり	1908	3322.648		1973	41016	
1909	-71.653		1974	-15226		1909	4034.644		1974	7816	
1910	1003.142		1975	37955		1910	7357.292		1975	-5188	
1911	3510.997		1976	50305		1911	7119.96		1976	45749	
1912	2436.202		1977	57775		1912	9493.28		1977	28578	
1913	1146.448		1978	72424	構造変化の可能性あり	1913	10205.276		1978	28694	
1914	-2149.59		1979	79312	構造変化の可能性あり	1914	-35125.136		1979	42211	
1915	6448.77		1980	42980		1915	-10205.276		1980	12484	
1916	11751.092		1981	49728		1916	1898.656		1981	4177	
1917	2937.773		1982	49468		1917	237.332		1982	-9477	
1918	931.489		1983	38727		1918	474.664		1983	19595	
1919	9386.543		1984	66843	構造変化の可能性あり	1919	-38021.24		1984	31557	
1920	-6305.464		1985	78092	構造変化の可能性あり	1920	13644		1985	25180	
1921	10389.685		1986	53603		1921	19276		1986	26020	
1922	-286.612		1987	79224	構造変化の可能性あり	1922	16677		1987	18133	
1923	71.653		1988	122918	構造変化の可能性あり	1923	-34870		1988	40699	
1924	2937.773		1989	101798	構造変化の可能性あり	1924	29239		1989	41229	
1925	4442.486		1990	112295	構造変化の可能性あり	1925	22525		1990	-37774	
1926	1003.142		1991	72147	構造変化の可能性あり	1926	6281		1991	63619	構造変化の可能性あり
1927	1648.019		1992	22391		1927	22958		1992	29768	
1928	9386.543		1993	9951		1928	11046		1993	-14765	
1929	3869.262		1994	24879		1929	-1083		1994	31515	
1930	-9314.89		1995	37317		1930	-3682		1995	23735	
1931	1003.142		1996	87074	構造変化の可能性あり	1931	-19709		1996	11186	
1932	1003.142		1997	44782		1932	-17977		1997	19577	
1933	12754.234		1998	-27367		1933	13862		1998	27966	
1934	286.612		1999	17415		1934	21442		1999	26568	
1935	3940.915		2000	59708		1935	19276		2000	44746	
			2001	-44927					2001	8390	

Japan	
average	19840.69
S.D	33088.23
count	131.00

Germany	
average	11180.11
S.D	25998.52
count	131

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

表 16 アメリカ (1890-2001 年) 及びイギリス (1871-2001 年) の階差 2σ 検定

United States 2 σ 範囲		United States 2 σ 範囲		United Kingdom 2 σ 範囲		United Kingdom 2 σ 範囲	
	Δy		Δy		Δy		Δy
1891	9312.894	1951	110868	1871	5390.832	1936	12353.99
1892	21730.086	1952	58461	1872	224.618	1937	9883.192
1893	-11899.809	1953	74725	1873	2470.798	1938	3593.888
1894	-6725.979	1954	-11166	1874	1796.944	1939	2920.034
1895	27421.299	1955	119322	1875	2695.416	1940	30098.812 構造変化の可能性あり
1896	-5173.83	1956	35329	1876	1123.09	1941	30098.812 構造変化の可能性あり
1897	23799.618	1957	34608	1877	1123.09	1942	8984.72
1898	5691.213	1958	-18975	1878	449.236	1943	8086.248
1899	25351.767	1959	137973	1879	-449.236	1944	-14824.788
1900	8278.128	1960	49666	1880	5390.832	1945	-15947.878
1901	35182.044	1961	47669	1881	4267.742	1946	-15049.406
1902	3621.681	1962	126336	1882	3593.888	1947	-4941.596
1903	17073.639	1963	96033	1883	898.472	1948	10332.428
1904	-4656.447	1964	134150	1884	224.618	1949	12578.608
1905	26903.916	1965	156379	1885	-673.854	1950	-2104.844
1906	45012.321	1966	170792	1886	2021.562	1951	10384
1907	6725.979	1967	69463	1887	5166.214	1952	-649
1908	-36216.81	1968	135532	1888	6064.686	1953	14061
1909	49668.768	1969	93436	1889	7637.012	1954	15143
1910	4656.447	1970	5383	1890	673.854	1955	14061
1911	15004.107	1971	96206	1891	0	1956	4975
1912	22247.469	1972	168448	1892	-3593.888	1957	6490
1913	19660.554	1973	190068	1893	0	1958	-865
1914	-39838.491	1974	-9898	1894	9883.192	1959	16657
1915	13451.958	1975	-9899	1895	4941.596	1960	24661
1916	67777.173	1976	184338	1896	6738.54	1961	14926
1917	-13969.341	1977	167666	1897	2246.18	1962	4760
1918	49151.385	1978	220719 構造変化の可能性あり	1898	8310.866	1963	18171
1919	5173.83	1979	139099	1899	7412.394	1964	25959
1920	-5691.213	1980	1911	1900	-1347.708	1965	13412
1921	-13451.958	1981	105583	1901	0	1966	10167
1922	32077.746	1982	-81271	1902	4716.978	1967	12114
1923	80711.748	1983	178259	1903	-2021.562	1968	22498
1924	21212.703	1984	322829 構造変化の可能性あり	1904	1123.09	1969	10432
1925	16556.256	1985	184425	1905	5615.45	1970	13809
1926	47599.236	1986	170097	1906	6513.922	1971	12689
1927	7760.745	1987	179649	1907	3818.506	1972	21647
1928	8795.511	1988	222716 構造変化の可能性あり	1908	-8310.866	1973	42589 構造変化の可能性あり
1929	48634.002	1989	190676	1909	4492.36	1974	-9186
1930	-75020.535	1990	99679	1910	6289.304	1975	-771
1931	-58981.662	1991	-27252	1911	6064.686	1976	14949
1932	-93646.323	1992	176141	1912	3144.652	1977	14766
1933	-12934.575	1993	157972	1913	8310.866	1978	24802
1934	46564.47	1994	246649 構造変化の可能性あり	1914	2246.18	1979	19869
1935	49668.768	1995	169651	1915	18194.058	1980	-12146
1936	99337.536	1996	233066 構造変化の可能性あり	1916	5390.832	1981	-9491
1937	34147.278	1997	286877 構造変化の可能性あり	1917	2246.18	1982	11128
1938	-33112.512	1998	303574 構造変化の可能性あり	1918	1572.326	1983	25918
1939	63638.109	1999	301345 構造変化の可能性あり	1919	-27628.014 構造変化の可能性あり	1984	18886
1940	66742.407	2000	290746 構造変化の可能性あり	1920	-13701.698	1985	27335 構造変化の可能性あり
1941	169184.241	2001	23826	1921	-17295.586	1986	35280 構造変化の可能性あり
1942	219887.775 構造変化の可能性あり			1922	10107.81	1987	39863 構造変化の可能性あり
1943	262313.181 構造変化の可能性あり			1923	6513.922	1988	43698 構造変化の可能性あり
1944	132450.048			1924	8760.102	1989	20067
1945	-68811.939			1925	10781.664	1990	3702
1946	-339403.248 構造変化の可能性あり			1926	-8535.484	1991	-14117
1947	-19660.554			1927	17969.44	1992	482
1948	48634.002			1928	2920.034	1993	21579
1949	5173.83			1929	7187.776	1994	41830 構造変化の可能性あり
1950	116411.413			1930	-1796.944	1995	27788 構造変化の可能性あり
		United States		1931	-12803.226	1996	26576 構造変化の可能性あり
		average	69829.56	1932	1796.944	1997	36799 構造変化の可能性あり
		S.D	101219.38	1933	6963.158	1998	31687 構造変化の可能性あり
		count	111	1934	16172.496	1999	26576 構造変化の可能性あり
				1935	10107.81	2000	35776 構造変化の可能性あり
						2001	22488
						United Kingdom	
						average	8411.41
						S.D	13024.98
						count	131

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

表 17 フランス及びイタリア (1871-2001 年) の階差 2σ 検定

France 2σ 範囲		France 2σ 範囲		Italy 2σ 範囲		Italy 2σ 範囲	
Year	Δy	Year	Δy	Year	Δy	Year	Δy
1871	-433.467	1936	6502.005	1871	458.2974	1936	232.9230507
1872	6646.494	1937	10258.719	1872	-624.89	1937	9161.867963
1873	-5490.582	1938	-722.445	1873	1626.746	1938	1027.553155
1874	9247.296	1939	13437.477	1874	-143.732	1939	10488.71375
1875	2745.291	1940	-35110.827 構造変化の可能性あり	1875	1234.438	1940	953.5194318
1876	-6935.472	1941	-34677.36 構造変化の可能性あり	1876	-934.267	1941	-1907.038864
1877	4190.181	1942	-13581.966	1877	-21.2854	1942	-1907.038864
1878	-1011.423	1943	-5924.049	1878	641.2667	1943	-14302.79148
1879	-5057.115	1944	-17338.68	1879	510.4977	1944	-25745.02466 構造変化の可能性あり
1880	6790.983	1945	7946.895	1880	2128.597	1945	-24219.39357 構造変化の可能性あり
1881	3178.758	1946	53171.952 構造変化の可能性あり	1881	-3148.9	1946	27079.95186 構造変化の可能性あり
1882	4045.692	1947	13004.01	1882	3813.533	1947	20023.90807
1883	288.978	1948	12281.565	1883	-136.755	1948	7628.155455
1884	-1011.423	1949	24563.13	1884	338.5652	1949	10488.71375
1885	-1589.379	1950	15317.62	1885	986.081	1950	12393.89091
1886	1444.89	1951	13582	1886	2153.086	1951	12315
1887	577.956	1952	6213	1887	1394.92	1952	13269
1888	866.934	1953	6936	1888	-170.122	1953	13747
1889	2311.824	1954	11992	1889	-2234.05	1954	10596
1890	2167.335	1955	14883	1890	3176.704	1955	12505
1891	2167.335	1956	13871	1891	-214.243	1956	10310
1892	2456.313	1957	17339	1892	-2960.02	1957	14033
1893	1733.868	1958	7658	1893	2278.667	1958	13460
1894	3756.714	1959	8958	1894	-732.491	1959	16515
1895	-2167.335	1960	22685	1895	792.5671	1960	15274
1896	4912.626	1961	19145	1896	1428.965	1961	25011 構造変化の可能性あり
1897	-1444.89	1962	24183	1897	-2365.16	1962	25106 構造変化の可能性あり
1898	5201.604	1963	20153	1898	4554.733	1963	24724 構造変化の可能性あり
1899	6357.516	1964	27206	1899	1298.306	1964	14511
1900	-1300.401	1965	21160	1900	3169.566	1965	8687
1901	-1878.357	1966	23175	1901	3902.411	1966	20619
1902	-1878.357	1967	22168	1902	-1784.92	1967	29593 構造変化の可能性あり
1903	2456.313	1968	22168	1903	2965.118	1968	37230 構造変化の可能性あり
1904	866.934	1969	36313 構造変化の可能性あり	1904	609.0289	1969	27589 構造変化の可能性あり
1905	2022.846	1970	32109 構造変化の可能性あり	1905	3671.763	1970	11455
1906	2167.335	1971	28666	1906	2610.391	1971	9879
1907	5201.604	1972	27613	1907	8126.892	1972	15548
1908	-722.445	1973	35297 構造変化の可能性あり	1908	1934.998	1973	35780 構造変化の可能性あり
1909	5201.604	1974	20047	1909	6344.423	1974	27327 構造変化の可能性あり
1910	-7946.895	1975	-4906	1910	-3208.69	1975	-13094
1911	11992.59	1976	30220 構造変化の可能性あり	1911	5553.503	1976	38791 構造変化の可能性あり
1912	11125.65	1977	27219	1912	735.2542	1977	18371
1913	-866.934	1978	20999	1913	3913.221	1978	24386 構造変化の可能性あり
1914	-10258.72	1979	24947	1914	-74.4224	1979	38490 構造変化の可能性あり
1915	-2745.291	1980	11272	1915	11317.03	1980	25315 構造変化の可能性あり
1916	6646.494	1981	8353	1916	13016.67	1981	3517
1917	-21095.39	1982	20671	1917	5636.904	1982	3417
1918	-24707.62	1983	9857	1918	1866.086	1983	9127
1919	16471.75	1984	12528	1919	-21269.6	1984	19481
1920	17049.7	1985	12133	1920	-9222.39	1985	21856
1921	-5201.604	1986	20824	1921	-1470.7	1986	22707
1922	21673.35	1987	22693	1922	4923.514	1987	25466 構造変化の可能性あり
1923	7368.939	1988	40465 構造変化の可能性あり	1923	6055.726	1988	32801 構造変化の可能性あり
1924	18783.57	1989	38999 構造変化の可能性あり	1924	1046.354	1989	25382 構造変化の可能性あり
1925	722.445	1990	26205	1925	7084.329	1990	19601
1926	4479.159	1991	9888	1926	1198.272	1991	12868
1927	-3612.225	1992	15310	1927	-2500.52	1992	7138
1928	11848.1	1993	-10457	1928	8088.059	1993	-8357
1929	12281.57	1994	20324	1929	3998.102	1994	20690
1930	-5635.071	1995	17601	1930	-6166.5	1995	28011 構造変化の可能性あり
1931	-11270.14	1996	11871	1931	-690.839	1996	10846
1932	-11559.12	1997	20504	1932	3817.268	1997	19720
1933	11848.1	1998	38849 構造変化の可能性あり	1933	-822.994	1998	18734
1934	-1733.868	1999	37771 構造変化の可能性あり	1934	509.0179	1999	16762
1935	-4479.159	2000	47483 構造変化の可能性あり	1935	11732.68	2000	29580 構造変化の可能性あり
		2001	22662			2001	19720

France	
average	9054.94
S.D	14769.21
count	131

Italy	
average	8088.18
S.D	12050.14
count	131

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

表 18 ブラジル（1890-2001年）の階差 2σ 検定

Brazil	2σ範囲 Δy	Brazil	2σ範囲
1891	-35	1951	4266
1892	-367	1952	5573
1893	-1391	1953	4776
1894	221	1954	6879
1895	2824	1955	8124
1896	-903	1956	1714
1897	96	1957	10043
1898	588	1958	11860
1899	47	1959	11961
1900	-146	1960	12859
1901	1224	1961	12554
1902	0	1962	10981
1903	268	1963	1980
1904	268	1964	6511
1905	404	1965	4021
1906	1370	1966	12737
1907	19	1967	8696
1908	-115	1968	20044
1909	1247	1969	21371
1910	192	1970	26188
1911	1881	1971	29679
1912	-212	1972	34721 構造変化の可能性あり
1913	441	1973	44763 構造変化の可能性あり
1914	-344	1974	31679 構造変化の可能性あり
1915	844	1975	22596
1916	575	1976	42905 構造変化の可能性あり
1917	1401	1977	23331
1918	-441	1978	26188
1919	2801	1979	38947 構造変化の可能性あり
1920	2369	1980	51804 構造変化の可能性あり
1921	551	1981	-28086
1922	1857	1982	3531
1923	1653	1983	-20963
1924	-20	1984	31863 構造変化の可能性あり
1925	122	1985	49652 構造変化の可能性あり
1926	654	1986	54162 構造変化の可能性あり
1927	2266	1987	24433
1928	3857	1988	-1775
1929	82	1989	24637
1930	-2228	1990	-32782 構造変化の可能性あり
1931	-786	1991	7438
1932	1198	1992	-2254
1933	2775	1993	33703 構造変化の可能性あり
1934	3211	1994	48524 構造変化の可能性あり
1935	1137	1995	34910 構造変化の可能性あり
1936	4102	1996	25116
1937	1531	1997	33866 構造変化の可能性あり
1938	2021	1998	1850
1939	500	1999	7415
1940	505	2000	41111 構造変化の可能性あり
1941	3600	2001	14632
1942	-2037	Brazil	
1943	7373	average	8818.10
1944	2245	S.D	15339.03
1945	1674	count	111
1946	6777		
1947	2510		
1948	5634		
1949	5082		
1950	5103		

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

Rolling 検定は検出力が低いものの、限定された期間だけの一連の検定という性質上実質化の影響はあまり大きくでないのかもしれない。この点は今後の検討課題である。

表 16 でのアメリカの構造変化は、Rolling 検定で見た時のような 1898 年米西戦争の影響は出ておらず、代わりにハイパー・インフレが記録された 78 年、レーガン大統領の圧勝で再選された大統領選挙の 84 年と G. ブッシュが大統領に選出された 88 年などが、相対的に大きな経済上昇により構造変化と認定されている。また、94 年、96-00 年の連続した構造変化は、IT 経済効果によるブームの影響であるかも知れない。

同様に、イギリスは 1919 年、40-41 年、73 年、84-88 年、94-00 年において構造変化が検出されている。対応する歴史的事件としては、19 年がベルサイユ条約締結、40-41 年は、チャーチル内閣が誕生しドイツ及び同盟国日本との大戦が始まった時期である。73 年は第一次オイル・ショックであり、エネルギー価格高騰の影響が深刻であった可能性がある。84-88 年の時期は、首相サッチャーが電話、ガス、空港などの公的部門を次々と

民営化して新自由主義的な政策を行っていた時期¹⁷である。また、94年以降の時期は、IRAが長年のテロ闘争の停止を宣言してイギリスとの和解がもたらされた時期に対応するが、経済的な影響に関しては不明である。

続いて、表 17 はフランスとイタリアについての結果が表示されている。

フランスは、第二次大戦開始期の 40-41 年、終戦後の 46 年、更に 69-70 年、73 年、76 年、88-89 年、98-00 年という 10 以上の時期で構造変化が検出されている。これも先の Rolling 検定の結果とは大きく異なっている。

69 年はド・ゴール大統領が制度改革の国民投票による敗北で辞任し、その後ポンピドゥー大統領に交替した年であり、また 70 年には彼がソ連を訪問し、共同宣言を発表するなどの積極外交を展開した時期に相当している。73 年はイギリス同様、第一次オイル・ショックの影響であるだろう。76 年は、経済成長率としては 4% 強程度であったが、その前年のマイナス成長からの回復が効果的であった。88 年は社会党のミッテラン大統領が再選された年で、翌 89 年にはパリでサミットを開催している。98 年は、当時のジョスパン内閣が行った景気刺激策により、経済成長率が 3.1%、インフレ率は 0.3%、失業率も下降して 11.8% となった年である。また、00 年にかけては、EU での承認（98 年）を経て 99 年から通貨統合に参加している。更に、同年行われたワークシェアリング政策が功を奏し、若年労働者の失業率が押し下げられたとされている。

イタリアは、44-46 年、61-63 年、67-69 年、73-74 年、76 年、78-80 年、87-89 年、95 年、00 年と、Rolling 検定の結果とはこれまた異なっている。特に、1870 年代の普仏戦争の時期や 1919 年のベルサイユ条約成立、ファシスト党台頭の時期の構造変化などは、階差 2 σ 法では検出されていない。共通しているのは、ここでも 44-46 年の第二次大戦終了期の経済的な落ち込みの構造変化だけである。

61-63 年は、イタリア経済の戦後復興期 50 年代からの「経済の奇跡」と呼ばれる時期の後半期に当たり、7~8% の高い経済成長率を実現している。67-69 年及び 73-74 年も同様のレベルの経済成長率を経験しているが、労働争議を通じた労働コストの上昇とオイル・ショックによる物価上昇の時期に該当しているため、これらの影響が大きいかも知れない。また、70 年代のイタリアは激しい物価上昇に見舞われたが、76 年は 6% 以上の経済成長を実現している¹⁸。78-80 年の時期は、経済的な危機の状況から産業構造再編の時期に相当し、4、5% の経済成長率であった。87-89 年では、「黄金の年」とされた 87 年をはじめ、「第二の奇跡」と呼ばれる経済成長の時期であった。95 年は、財政赤字の対 GDP 比が 10% 程度を記録したものの相対的に高成長となり、00 年は実質 GDP 成長率が 2.9% となり、この時期としては相対的に高い経済成長を記録した年となっている。

最後に、ブラジルは 71-74 年、76 年、79-80 年、84-86 年、90 年、93-95 年、97 年、00 年において構造変化と判定されている。Rolling 検定においては、1893-1907 年間に構造変化と認定されていたが、階差 2 σ 法ではその時期は構造変化とは認定されていない。

階差 2 σ 法で構造変化と認定された 71-74 年は、ブラジルでは前年からの好景気に沸いている時期であり、二桁成長率を記録し「経済の奇跡」と呼ばれていた。但し、1964 年に始まった軍事政権は継続されており、74 年にも大統領には将軍が選出されている。79-80 年の時期は、国内で労働争議等の頻発と民主主義を求める運動が盛んとなり、軍政令の廃止や労働党の結成など、民主化に向けた動きが活発化した時期である。但し、経済的には工業化が急速に進む一方で、ハイパー・インフレーションが進行し、更に第二

¹⁷ 後に水道業も民営化している（1990 年）。

¹⁸ 同年は、リラの通貨切り下げを行っている。

次オイル・ショックが物価上昇に追い打ちをかけた（経済成長率自体は、7～9%と高率）。84-86年は、長い軍事政権から民政への移管が行われた時期に該当する。この時期、賃金引上げや8%前後の経済成長を実現するが、他方でインフレが起きている。86年には、インフレを抑え込むために価格凍結政策が採用され、IMFには依存しない独自の経済再建政策が行われた¹⁹。90年は、通貨供給量を減らす超緊縮政策を取ったにもかかわらず、深刻なインフレ²⁰に見舞われ、激しい経済の落ち込みとなる。93-95年には、経済改革の時期に相当するが、経済成長率は4～6%程度であった。94年には新通貨レアルを導入し、「レアル計画」というインフレ抑制策を取ることで、95年までにインフレが鎮静化した。他方で経常収支赤字と国債発行もあったが、財政引締め政策により財政赤字は縮小している。95年は企業民営化促進と海外からの資金流入により企業業績が高成長を記録した。97年は高金利政策による海外資金流入が盛んになったものの、他方で国や地域レベルの債務がかさむことになった。00年には98年のブラジル危機以来、経済成長が4%台にまで回復した年であった。

6.4 期間限定の階差2 σ 法について

以上、取り上げた7カ国についての経済史的側面の概略を辿ってきたが、階差2 σ 法による検定で構造変化として認識された時期には、何がしかの経済的な事件が対応している。だが、先にも述べたように、近年ほど多くの時期が構造変化と認識されているのは、データの実質化の関係で近年ほど実質額が大きく評価されているという可能性があるため、この辺は実質化データの有する問題として残されている。

ここでは、分析対象とする時期区分の設定が検定結果に影響を与える例を確認するために、上記7カ国のデータを前半の60年間（1871-1930年）にだけ限定して階差2 σ 法を適用してみることにした。その結果が、以下の表19～表21である。

これらによれば、130年間を「一区間」として検定した結果とは異なる特徴が出ていることが分かる。

例えば日本の場合、先のRolling検定で構造変化とされた16期（1885-1899年）から23期（1892-1906年）と47期（1916-1930年）は、1898年、1916年、1919年、1921年、1928年、1930年の6地点が構造変化点であるとして階差2 σ 法では特定されている。同様に、イギリスでは、50期（1919-33年）がRolling検定における戦前の構造変化だったが、60年間の階差2 σ 法では1915年、1919年、1921年、1927年の4地点が構造変化点であると特定されている。1915年以外は先のRolling検定の結果と整合的ではある。更にブラジルでは、4期（1893-1907年）期、6、7期（1895-1909年、1896-1910年）において構造変化が確認されたのがRolling検定だったが、階差2 σ 法60年間では1895年、1919年、1928年と特定化されており、1895年の影響が大きかった点が共通している。

逆にドイツは、Rolling検定では1945年以前の時期で構造変化とされた地点が存在しなかったが、この階差2 σ 法の60年間検定では1914年、1919年、1923-25年、1927年などが構造変化点となっている。これは、第一次大戦及びベルサイユ条約成立時の影響と、その後の経済変動が原因していると考えられる。同様に、フランスも第二次大戦以前の構造変化が検出されていなかったが、階差2 σ 法60年間では、1917-20年、1922年、1924年と第一次大戦後から1920年代において構造変化があるとされている。

¹⁹ 但し、IMFは信用供与をストップするなどの措置を取ったため、翌87年にはブラジルはモラトリアムを宣言することになった。

²⁰ 年間4800%以上だったとされているが、93年には5000%を超えたとされている。

また、アメリカでの Rolling 検定では、6-7 期（1895-1910 年）が構造変化点であったが、この表では 1916 年、1923 年、1930 年という異なる時期が検出されている。特に、1916 年は第一次大戦後からの復興、1930 年は 29 年恐慌の影響による落ち込みであると思われる。同様の例はイタリアで、1-2 期（1870-85 年）、7-8 期（1876-91 年）、50 期（1919-33 年）が先の Rolling 検定で構造変化とされたが、この表では 1915-16 年、1919 年という異なる 3 地点が構造変化点とされている。

このように、期間を限定した階差 2σ 法は、異なる期間を構造変化として検出することになり、ある適当な時期設定をすれば、Rolling 検定のような限定期間内による結果と整合的な結果を得られる場合があることが分かる。だが、本稿の例にあるように、階差法と Rolling 法は全てが整合的な結果になるわけではない。その理由については、今後の検討が必要であるが、Rolling 検定の検出力の弱さに加えて、階差 2σ 法の時期設定が恣意的であるからだと言えるだろう。

ただ、この時期設定の問題は、階差 2σ 法の弱点でもあるが、長所でもあると言い得る。なぜなら、適当な時期区分を行えば、その期間内の構造変化的なデータの突出を階差 2σ 法は正確に検出するからである。経済統計的に「構造変化」を把握することとは、元をただせば、歴史上それ以前やそれ以後とは異なるデータの「段差」を検出することに他ならないわけだから、適当な時期設定内において標準偏差の 2 倍以上の外れ値となるものを構造変化と認識することは、常識的で合理的な判断であると言えるだろう。

上記で見た様々なデータ例で示されたように、検出力の弱い時系列分析の逐次検定や Rolling 検定に比べ、階差 2σ 法による判定は、極めて簡易な上に、経験上かなり有効な判定方法であるという印象を持つ。但し、最後の国際データの例にあるように、超長期の時系列データは実質化の影響など、データが有する価格変動除去による特有のバイアスがかかっている可能性があるため、利用上注意する必要があるだろう。また、適当な時期区分の設定の問題などが残されている。

6.5 構造変化の規模比較

最後に、7 カ国の 130 年間にわたる経済データの変動規模を、その大きさ順に比較してみることにしたい。

Maddison の長期データは、基本的に 100 万国際ドルによる表示であり、1990 年基準で実質化されているものである。130 年間もの超長期のデータは、実質化の過程で当然物価指数の影響を受けることになるので、過去はそれ相応に大きな額として評価されるはずだが、先にみたように、今回使用したデータはあまり過去の評価が大きくはない可能性がある。利用上、その点を差し引いて考える必要がある。

始めに、対前年からの階差額（全 877 地点）の大きい順と小さい順をそれぞれ 10 地点ずつ掲載したものが表 22 である。また検定に用いた構造変化の指数値の大きさによって上位 30 を降順に並べたものが表 23 である。これによれば、上位 10 地点は全てアメリカの変動が占めている²¹。そのうち、6 地点が 1990 年代となっており、IT ブームと言われたこの時期が、アメリカ経済史上好景気に沸いた時期であったとことを裏付ける結果となっている。それ以外には 80 年代が 2 地点、70 年代が 1 地点、第二次大戦直後の 43 年という内訳になっている。このうち、1984 年のアメリカ経済の変動が、7 カ国 130 年間

²¹ 表には全てを表示していないが、実は上位 32 地点までが全てアメリカで占められている結果であった。ちなみに、33 位は日本で、地点はバブル経済期の 1988 年であった。

表 19 階差 2σ 法による 60 年間限定（日本、ドイツ、アメリカ）

1871-1930	Japan	2σ 範囲 構造変化試算検定	1871-1930	Germany	2σ 範囲 構造変化試算検定	1891-1930	United States	2σ 範囲 構造変化試算検定
	Δy			Δy			Δy	
1871	316		1871	-474.664		1891	9312.894	
1872	296		1872	4983.972		1892	21730.086	
1873	333		1873	3322.648		1893	-11899.809	
1874	306		1874	5933.3		1894	-6725.979	
1875	2054		1875	474.664		1895	27421.299	
1876	-679		1876	-474.664		1896	-5173.83	
1877	891		1877	-474.664		1897	23799.618	
1878	-85		1878	4034.644		1898	5691.213	
1879	1715		1879	-2135.99		1899	25351.767	
1880	1239		1880	-711.996		1900	8278.128	
1881	-1002		1881	2135.988		1901	35182.044	
1882	807		1882	1423.992		1902	3621.681	
1883	34		1883	4983.972		1903	17073.639	
1884	254		1884	2373.32		1904	-4656.447	
1885	1180		1885	2373.32		1905	26903.916	
1886	2343		1886	711.996		1906	45012.321	
1887	1587		1887	4034.644		1907	6725.979	
1888	-1672		1888	4271.976		1908	-36216.81	
1889	1706		1889	3085.316		1909	49668.768	
1890	3539.598		1890	3559.98		1910	4656.447	
1891	-1934.631		1891	-237.332		1911	15004.107	
1892	2579.508		1892	4746.64		1912	22247.469	
1893	143.306		1893	5933.3		1913	19660.554	
1894	4944.057		1894	3085.316		1914	-39838.491	
1895	644.877		1895	6170.632		1915	13451.958	
1896	-2579.508		1896	4746.64		1916	67777.173	構造変化の可能性あり
1897	931.489		1897	4034.644		1917	-13969.341	
1898	8598.36	構造変化の可能性あり	1898	6170.632		1918	49151.385	
1899	-4012.568		1899	5458.636		1919	5173.83	
1900	2149.59		1899	5458.636		1920	-5691.213	
1901	1862.978		1900	6645.296		1921	-13451.958	
1902	-2794.467		1901	-3797.31		1922	32077.746	
1903	3582.65		1902	3797.312		1923	80711.748	構造変化の可能性あり
1904	429.918		1903	9018.616		1924	21212.703	
1905	-931.489		1904	6882.628		1925	16556.256	
1906	7093.647		1905	3797.312		1926	47599.236	
1907	1934.631		1906	5458.636		1927	7760.745	
1908	429.918		1907	8306.62		1928	8795.511	
1909	-71.653		1908	3322.648		1929	48634.002	
1910	1003.142		1909	4034.644		1930	-75020.535	構造変化の可能性あり
1911	3510.997		1910	7357.292				
1912	2436.202		1911	7119.96				
1913	1146.448		1912	9493.28				
1914	-2149.59		1913	10205.28				
1915	6448.77		1914	-35125.1	構造変化の可能性あり			
1916	11751.092	構造変化の可能性あり	1915	-10205.3				
1917	2937.773		1916	1898.656				
1918	931.489		1917	237.332				
1919	9386.543	構造変化の可能性あり	1918	474.664				
1920	-6305.464		1919	-38021.2	構造変化の可能性あり			
1921	10389.685	構造変化の可能性あり	1920	13644				
1922	-286.612		1921	19276				
1923	71.653		1922	16677				
1924	2937.773		1923	-34870	構造変化の可能性あり			
1925	4442.486		1924	29239	構造変化の可能性あり			
1926	1003.142		1925	22525	構造変化の可能性あり			
1927	1648.019		1926	6281				
1928	9386.543	構造変化の可能性あり	1927	22958	構造変化の可能性あり			
1929	3869.262		1928	11046				
1930	-9314.89	構造変化の可能性あり	1929	-1083				
			1930	-3682				

Japan		Germany		United States	
average	1556.79	average	3107.55	average	13840.00
S.D	3643.83	S.D	11178.06	S.D	28785.63
count	60	count	60	count	40

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

表 20 階差 2σ 法による 60 年間限定（イギリス、フランス、イタリア）

1871-1930	United Kingdom △y	2σ 範囲 構造変化試算検定	1871-1930	France △y	2σ 範囲 構造変化試算検定	1871-1930	Italy △y	2σ 範囲 構造変化試算検定
1871	5390.832		1871	-433.467		1871	458.297	
1872	224.618		1872	6646.494		1872	-624.89	
1873	2470.798		1873	-5490.58		1873	1626.75	
1874	1796.944		1874	9247.296		1874	-143.732	
1875	2695.416		1875	2745.291		1875	1234.44	
1876	1123.09		1876	-6935.47		1876	-934.267	
1877	1123.09		1877	4190.181		1877	-21.2854	
1878	449.236		1878	-1011.42		1878	641.267	
1879	-449.236		1879	-5057.11		1879	510.498	
1880	5390.832		1880	6790.983		1880	2128.6	
1881	4267.742		1881	3178.758		1881	-3148.9	
1882	3593.888		1882	4045.692		1882	3813.53	
1883	898.472		1883	288.978		1883	-136.755	
1884	224.618		1884	-1011.42		1884	338.565	
1885	-673.854		1885	-1589.38		1885	986.081	
1886	2021.562		1886	1444.89		1886	2153.09	
1887	5166.214		1887	577.956		1887	1394.92	
1888	6064.686		1888	866.934		1888	-170.122	
1889	7637.012		1889	2311.824		1889	-2234.05	
1890	673.854		1890	2167.335		1890	3176.7	
1891	0		1891	2167.335		1891	-214.243	
1892	-3593.888		1892	2456.313		1892	-2960.02	
1893	0		1893	1733.868		1893	2278.67	
1894	9883.192		1894	3756.714		1894	-732.491	
1895	4941.596		1895	-2167.34		1895	792.567	
1896	6738.54		1896	4912.626		1896	1428.96	
1897	2246.18		1897	-1444.89		1897	-2365.16	
1898	8310.866		1898	5201.604		1898	4554.73	
1899	7412.394		1899	6357.516		1899	1298.31	
1900	-1347.708		1900	-1300.4		1900	3169.57	
1901	0		1901	-1878.36		1901	3902.41	
1902	4716.978		1902	-1878.36		1902	-1784.92	
1903	-2021.562		1903	2456.313		1903	2965.12	
1904	1123.09		1904	866.934		1904	609.029	
1905	5615.45		1905	2022.846		1905	3671.76	
1906	6513.922		1906	2167.335		1906	2610.39	
1907	3818.506		1907	5201.604		1907	8126.89	
1908	-8310.866		1908	-722.445		1908	1935	
1909	4492.36		1909	5201.604		1909	6344.42	
1910	6289.304		1910	-7946.89		1910	-3208.69	
1911	6064.686		1911	11992.59		1911	5553.5	
1912	3144.652		1912	11125.65		1912	735.254	
1913	8310.866		1913	-866.934		1913	3913.22	
1914	2246.18		1914	-10258.7		1914	-74.4224	
1915	18194.058	構造変化の可能性あり	1915	-2745.29		1915	11317	構造変化の可能性あり
1916	5390.832		1916	6646.494		1916	13016.7	構造変化の可能性あり
1917	2246.18		1917	-21095.4	構造変化の可能性あり	1917	5636.9	
1918	1572.326		1918	-24707.6	構造変化の可能性あり	1918	1866.09	
1919	-27628.014	構造変化の可能性あり	1919	16471.75	構造変化の可能性あり	1919	-21269.6	構造変化の可能性あり
1920	-13701.698		1920	17049.7	構造変化の可能性あり	1920	-9222.39	
1921	-17295.586	構造変化の可能性あり	1921	-5201.6		1921	-1470.7	
1922	10107.81		1922	21673.35	構造変化の可能性あり	1922	4923.51	
1923	6513.922		1923	7368.939		1923	6055.73	
1924	8760.102		1924	18783.57	構造変化の可能性あり	1924	1046.35	
1925	10781.664		1925	722.445		1925	7084.33	
1926	-8535.484		1926	4479.159		1926	1198.27	
1927	17969.44	構造変化の可能性あり	1927	-3612.23		1927	-2500.52	
1928	2920.034		1928	11848.1		1928	8088.06	
1929	7187.776		1929	12281.57		1929	3998.1	
1930	-1796.944		1930	-5635.07		1930	-6166.5	

United Kingdom		France		Italy	
average	2489.52	average	1940.97	average	1286.67
S.D	7078.48	S.D	7913.60	S.D	4766.89
count	60	count	60	count	60

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

表 21 階差 2σ 法による 40 年間限定 (ブラジル)

1891-1930	Brazil	2σ 範囲
	Δy	構造変化試算検定
1891	-35	
1892	-367	
1893	-1391	
1894	221	
1895	2824	構造変化の可能性あり
1896	-903	
1897	96	
1898	588	
1899	47	
1900	-146	
1901	1224	
1902	0	
1903	268	
1904	268	
1905	404	
1906	1370	
1907	19	
1908	-115	
1909	1247	
1910	192	
1911	1881	
1912	-212	
1913	441	
1914	-344	
1915	844	
1916	575	
1917	1401	
1918	-441	
1919	2801	構造変化の可能性あり
1920	2369	
1921	551	
1922	1857	
1923	1653	
1924	-20	
1925	122	
1926	654	
1927	2266	
1928	3857	構造変化の可能性あり
1929	82	
1930	-2228	

Brazil	
average	598.00
S.D	1184.68
count	40

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

中最も大きなものであったという結果となっている。この年は、先に触れたように、レーガン大統領が圧倒的な人気で再選された年であったが、実は7%を超える経済成長を記録している年でもあり、「朝鮮戦争時の景気拡大以来」とされた²²。階差額という変動で見た場合、この年が、史上最大幅の経済回復の年であったということになる。

他方、落ち込み幅が最も大きかったのもアメリカであり、それは第二次大戦終了後の1946年であったということになる。

表 22 階差額による変化規模比較 (Best10 と Worst10)

No.	Country	Year	Δy	2 σ 範囲	構造変化指数
				構造変化試算検定	試算偏差値
1	U.S.A	1984	322829.00	構造変化の可能性あり	2.50
2	U.S.A	1998	303574.00	構造変化の可能性あり	2.31
3	U.S.A	1999	301345.00	構造変化の可能性あり	2.29
4	U.S.A	2000	290746.00	構造変化の可能性あり	2.18
5	U.S.A	1997	286877.00	構造変化の可能性あり	2.14
6	U.S.A	1943	262313.18	構造変化の可能性あり	1.90
7	U.S.A	1994	246649.00	構造変化の可能性あり	1.75
8	U.S.A	1996	233066.00	構造変化の可能性あり	1.61
9	U.S.A	1988	222716.00	構造変化の可能性あり	1.51
10	U.S.A	1978	220719.00	構造変化の可能性あり	1.49
868	Japan	2001	-44927.00		1.96
869	U.S.A	1931	-58981.66		1.27
870	U.S.A	1945	-68811.94		1.37
871	U.S.A	1930	-75020.54		1.43
872	U.S.A	1982	-81271.00		1.49
873	U.S.A	1932	-93646.32		1.62
874	Japan	1945	-102607.10	構造変化の可能性あり	3.70
875	Germany	1945	-122584.00	構造変化の可能性あり	5.15
876	Germany	1946	-159076.00	構造変化の可能性あり	6.55
877	U.S.A	1946	-339403.25	構造変化の可能性あり	4.04

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

表 23 構造変化指数値順による比較 (Top 30)

No.	Country	Year	Δy	2 σ 範囲	構造変化指数
				構造変化試算検定	試算偏差値
1	Germany	1946	-159076.00	構造変化の可能性あり	6.55
2	Germany	1945	-122584.00	構造変化の可能性あり	5.15
3	U.S.A	1946	-339403.25	構造変化の可能性あり	4.04
4	Japan	1945	-102607.10	構造変化の可能性あり	3.70
5	Japan	1988	122918.00	構造変化の可能性あり	3.12
6	France	1940	-35110.83	構造変化の可能性あり	2.99
7	France	1946	53171.95	構造変化の可能性あり	2.99
8	France	1941	-34677.36	構造変化の可能性あり	2.96
9	Brazil	1986	54162.00	構造変化の可能性あり	2.96
10	Italy	1944	-25745.02	構造変化の可能性あり	2.81
11	Brazil	1980	51804.00	構造変化の可能性あり	2.80
12	Japan	1990	112295.00	構造変化の可能性あり	2.79
13	United Kingdom	1919	-27628.01	構造変化の可能性あり	2.77
14	Brazil	1990	-32782.00	構造変化の可能性あり	2.71
15	United Kingdom	1988	43698.00	構造変化の可能性あり	2.71
16	Italy	1945	-24219.39	構造変化の可能性あり	2.68
17	Brazil	1985	49652.00	構造変化の可能性あり	2.66
18	United Kingdom	1973	42589.00	構造変化の可能性あり	2.62
19	France	2000	47483.00	構造変化の可能性あり	2.60
20	Brazil	1994	48524.00	構造変化の可能性あり	2.59
21	United Kingdom	1994	41830.00	構造変化の可能性あり	2.57
22	Italy	1976	38791.00	構造変化の可能性あり	2.55
23	Italy	1979	38490.00	構造変化の可能性あり	2.52
24	U.S.A	1984	322829.00	構造変化の可能性あり	2.50
25	Japan	1989	101798.00	構造変化の可能性あり	2.48
26	Japan	1969	101572.00	構造変化の可能性あり	2.47
27	Italy	1919	-21269.55		2.44
28	Italy	1968	37230.00	構造変化の可能性あり	2.42
29	United Kingdom	1987	39863.00	構造変化の可能性あり	2.41
30	Brazil	1981	-28086.00		2.41

(註) Maddison (2001) より筆者作成。

²² 経済企画庁 (1984)。

6. 結論的覚書

本稿では、時系列モデルにおける構造変化検定の方法を改良することで、構造変化規模比較を行なうことを試みた。

第一に、構造変化検定の時系列モデルは、モデルの想定や時期の設定で異なる結果が生じる。また、集計量での検定結果と産業別での検定結果も異なる結果となり得る。例えば、日本の戦後経済では、実質 GDP では大きな構造変化が見られないものの、個別産業では構造変化が確認される。また、同一産業において複数の構造変化が起きている例も存在している。そのような問題が生じた時、従来の検定方法だけでは、構造変化の規模や程度を単純に比較はできない。

第二に、推定パラメータの標準偏差をコントロールすることで、規準化 τ 値を計算し、構造変化の規模比較を行なった。これによれば、日本経済の場合、特に公的関連の産業の多くで 90 年前後に構造変化が確認され、しかも、その規模が著しかったという結果を得た。だが、これは 68SNA から 93SNA へとデータを変更したことによる人工的な段差の影響であった。公的資産の評価替えによる公表データの違いが、構造変化として認識された結果であった。

第三に、同じ規準化 τ 値によって、世界 7 カ国の超長期データの構造変化比較を試みた。それによれば、ドイツを始めとする 5 カ国が、第二次大戦による構造変化を最大規模のものとして認識していることが分かった。世界恐慌、第一次大戦、オイル・ショックなどの影響は、第二次大戦の影響に比べれば、まだかなり小さかったと言える。国別では、第二次大戦後のドイツが最も深刻であり、イギリスやブラジルなどは軽微であった。また、ドイツでは、複数の構造変化を戦後史において確認できたが、それらは第二次大戦の構造変化に比べれば、4 分の 1 から 6 分の 1 の規模であった。

第四に、以上のように、規準化 τ 値によれば、従来の構造変化検定で検出された変化の規模を相互比較することが可能であることが示された。それによる序列付けで、複数の構造変化同士を比較すること、産業別・国別の構造変化の規模を比較することなどが可能となる。この方法は、経済実体の変化だけでなく、人工的なデータ変更による段差や実質化等によるデータ加工に伴う変動なども検出できる。従って、構造変化が検出された時の時期や内容に関しては、歴史的な諸事実や統計データ自身の性質等、他の情報と併せて検討される必要がある。この方法の他への適用と吟味が更に重ねられる必要があるだろう。

参考文献

- [1]Banerjee, A., Lumsdaine, R. L. and Stock, J. H.(1992), 'Recursive and Sequential Tests of the Unit-Root and Trend-Break Hypothesis: Theory and International Evidance', *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 10, No. 3, p.271-287, July.
- [2]Engle,R. F. and Granger, C. W. J.(1991), *Long-Run Economic Relationships*, Oxford Univesity Press.
- [3]Gregory, A. W. and Hansen, B. E.(1996), 'Residual-based tests for cointegration in models with regime shifts', *Journal of Econometrics*, 70, pp. 99-126.
- [4]市橋 勝(2005), 「加工マクロデータの構造変化検定」, 広島大学総合科学部, 『*社会文化研究*』, 12 月.
- [5]経済企画庁 (1984), 「昭和 59 年 年次世界経済報告」, <http://wp.cao.go.jp/zenbun/sekai/wp-we84/wp-we84-00101.html>

- [6]大山慎介・小島亮太・中村慎也 (2005)、「中国のインフレ変動」、日本銀行、『日本銀行ワーキングペーパーシリーズ』、No.05-J-07,pp.1-50.
- [7] Maddala, G. S. and Kim, I.(1998), *Unit Root, Cointegration, and Structural Change*, Cambridge University Press.
- [8] Maddison, A. (2001), *The World Economy: A Millennial Perspective*, Development Center of the Organization for Economic Co-operation and Development.
- [9] 内閣府(2001), [解説パンフレット「新しい国民経済計算 \(93SNA\)」](http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/93snapamph/top.html), <http://www.esri.cao.go.jp/jp/sna/93snapamph/top.html>
- [10] 西崎健司・須合智広(2001), 「わが国における労働分配率についての一考察」, *Working Paper*, 01-08, 日本銀行調査統計局, pp.1-51 Jun.
- [11] Perron, P.(1989), 'The Great Crash, the Oil Price Shock and the Unit Root Hypothesis', *Econometrica*, 57, pp. 1361-1401.
- [12]副島豊(1994), 「日本のマクロ変数の単位根検定」, 日本銀行金融研究所, 『金融研究』, 第13巻, 第4号, 12月, 1994.
- [13]竹内文英(2004), 「労働分配率低下の背景」, *JCER 研究員レポート*, No.53, 日本経済研究センター, pp.1-6.
- [14]Zivot, E. and Andrews, D. W. K.(1992), 'Further Evidence on the Great Crash, the Oil-Price Shock, and the Unit-Root Hypothesis', *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 10, No. 3, p.251-270, July.