

2017 年度 ESP フォーキャスト調査の評価に関する テクニカルノート

河越正明*、土屋陽一**

2018 年 10 月 17 日

本稿は、日本経済研究センターが公表した「ESP フォーキャスト調査」(以下、*ESPF* と呼ぶ。)の 2017 年度予測に関するフォーキャスターの評価について、その技術的な側面の細部を解説することを主な目的とする。自己完結的な解説とするため、昨年度またはそれ以前の解説と重複するところも含め、全体を解説することとした。また、本稿においては、*ESPF* 利用者への情報提供という観点から、高位・低位 8 者平均や中期予測など種々の参考情報を提供しており、適宜参考にされたい。

1 評価対象データの概要

今回の評価は 14 回目となり¹、2017 年度予測を対象としている。具体的には、

- 年度予測に関しては、実質・名目の GDP 成長率に加え、実質公的資本形成の成長率も加えた計 3 項目について²、2017 年 1 月以降 2018 年 5 月まで毎月の計 17 ヶ月分の予測値
- 四半期予測に関しては、実質 GDP 成長率(季調済前期比・年率)、CPI 上昇率(除く生鮮食品、前年同期比)、失業率(季調値)の 3 項目について、2017Q2~2018Q1 までの 4 四半期分について実績値が出る直近の 6 ヶ月分の予測値
- 分布予測については、実質 GDP 成長率及び CPI 上昇率(除く生鮮食品、前年同期比)の年度値について、2017 年 1 月以降、実績値がでる直前までの予測値(GDP 成長率は 2018 年 5 月まで毎月の計 17 ヶ月分、CPI 上昇率は 2018 年 4 月までの 16 ヶ月分)が対象である。

評価の対象としたフォーキャスターの総数は 42 人(評価対象期間の最初の月である 2017 年 4 月時点では 40 人であるが、5 月から回答を始めた 2 人を含めた)であり、後述のような無回答調整を行った上での総合評価の対象者数は 38 人である。

2 点予測

2.1 評価方法の概要

評価方法については昨年度のやり方と、ほぼ同じである。予測者 i が指標 k について時点 j に作成した t 期の予測値を f_{ijt}^k とし、その実現値を y_t^k とすれば、その予測誤差は、

$$e_{ijt}^k \equiv y_t^k - f_{ijt}^k \quad (1)$$

と表される。この予測誤差 e_{ijt}^k にウェイト w_{jt}^k を乗ずることで、予測者が直面している時

* ESP フォーキャスト調査委員会委員 (日本大学経済学部)

** 東京理科大学経営学部

¹ 過去 13 回の評価の結果については、日本経済研究センターの HP 上に掲載されている資料を参照せよ。

² 実質 GDP 成長率は毎回取り上げているが、名目 GDP 成長率は 2004 年度及び 2005 年度の評価の際には取り上げなかった。また、これら以外の 3 番目の年度予測の評価対象となる指標は、毎回入れ替えている。2012 年度以降、2017 年度の評価までに対象とした指標は順に、実質民間設備投資、実質輸出等、為替レート、経常収支、鉱工業生産、実質公的資本形成である。

点での不確実性の大きさを調整する³。ウェイト自体は第 2.2 節で述べるように推計式を用いて求めた。

予測誤差の大きさは RMSE (Root Mean Squared Error) を基に評価し、以下のように各年度予測値、四半期予測値についてそれぞれ計算を行った($t = FY2017$)。ただし、 w_{jt}^k は予測時点の違いを反映したウェイトである。

$$RMSE_{it}^k = \left(\frac{1}{17} \sum_j (w_{jt}^k e_{ijt}^k)^2 \right)^{1/2}, k = RGDPY, NGDPY, RGIY \quad (2)$$

$$RMSE_{it}^k = \left[\frac{1}{4} \sum_{Q \in t} \left(\frac{1}{6} \sum_j (w_{jQ}^k e_{ijQ}^k)^2 \right) \right]^{1/2}, k = GDPQ, CPIQ, UNQ \quad (3)$$

6 つの指標の総合評価のための指標は、それぞれの指標のいわば偏差値(平均 50, 標準偏差 10)の平均値をもって総合評価とすることを考え、

$$TTL_{it} = \frac{1}{6} \sum_k \left(50 + 10 \times \frac{RMSE_{it}^k - \text{Mean}(RMSE_{it}^k)}{\text{Std}(RMSE_{it}^k)} \right), t = FY2017 \quad (4)$$

を計算する。この 2017 年度の平均偏差値を用いて、各予測者のランキングを行った。ただし、通常の成績の偏差値と異なり、偏差値が小さいほど成績が良い。

フォーキャスターの中には、回答をしない月がある場合がある。こうした無回答の扱いについては、(1)年度予測については 17 回中 3 回以上、(2)四半期予測については各四半期 6 回中 2 回以上の無回答があった場合はその項目は評価しないこととし、全項目評価された者だけを総合評価の対象とした。さらに、評価の対象にした場合であっても無回答にはペナルティを与えることとし、当該月の有効回答の $(w_{jt}^k e_{ijt}^k)^2$ の平均値を 1.5 倍した数値をその者の値として計算を行った。

予測誤差 e_{ijt}^k の計算に当たって、何が実現値 y_t^k なのかという点が問題となる。特に GDP 統計については、公表のたびに過去の値が更新されるので、この点が問題となるが、これについては(これまでと同様に) 1 次速報を実現値とすることとした。

2.2 ウェイト計算

評価の対象とした 6 変数のウェイト計算の考え方は、昨年度から変わっていない。ウェイト計算に当たって必要となる推計方法についてまとめると、表 1 の通りである。

表 1 推計方法のまとめ

モデル	変数
AR モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・年度予測：実質・名目 GDP 成長率、実質公的資本形成成長率 ・四半期失業率
2 変数モデル	<ul style="list-style-type: none"> ・四半期実質 GDP 成長率 (補助変数の IIP は AR モデルに従う) ・四半期 CPI 上昇率 (補助変数の東京都区部速報は AR モデルに従う)

2.2.1 自己回帰モデルの活用

四半期の実質 GDP 成長率及び CPI 上昇率以外の 2 項目については、以下で述べるような自己回帰モデルを利用してウェイトを計算する。実績値 y_t^k が式(5)のような自己回帰過程に従って発生していると想定すると、式(6)が示すように u_t の MA 過程としてあらわせる。一般に定常な確率過程は、ホワイトノイズの MA 過程の無限和として示すことが

³ 例えば 2017 年度の実質 GDP 成長率を同じ 0.1 ポイントだけ外した 2 人の予測者がいた場合に、2017 年 1 月時点(2016 年 7~9 月期の実績まで利用可能)の予測で外した予測者と、2018 年 5 月時点(2017 年 10~12 月期の実績まで利用可能)で外した予測者を同じように扱うのは適当ではない。

でき(Wold's decomposition)、これをここでは有限個の和で近似していることになる⁴。これを基に、予測作成時点が異なる予測誤差に与えるウェイトを計算した。

$$y_t^k = a^k + \sum_m a_m^k y_{t-m}^k + u_t^k, \quad u_t^k \sim iidN(0, \sigma_k^2) \quad (5)$$

$$\begin{aligned} A(L)y_t^k &= a^k + u_t^k \\ y_t^k &= A(L)^{-1}a^k + A(L)^{-1}u_t^k = \tilde{a}^k + B(L)u_t^k \end{aligned} \quad (6)$$

■**年度予測** t 年度の実質経済成長率を例に考えると、年度の成長率は毎四半期の前年同期比の平均として計算でき、

$$y_t^k \approx \frac{1}{4}(y_{t,Q2} + y_{t,Q3} + y_{t,Q4} + y_{t+1,Q1}), \quad k = RGDPY, NGDPY, RGIY \quad (7)$$

と表せる(右辺の上添え字の k は簡単化のために省略)。予測時点 j で利用可能な実績値に基づく条件付き期待値が、予測値である。そこから求められる予測誤差は、 u_t^k の線形結合で表され、その係数は $B(L)$ の係数 $b_m^k (m = 1, 2, \dots)$ の関数である⁵。その結果、予測時点 j の予測誤差の分散は一般的に、

$$\text{Var}(e_{j,t}^k) = \frac{1}{16} \Phi_j \sigma_{kQ}^2 \quad (8)$$

と表せる(詳細は、付録 A.1 を参照)。式(5)の推計結果を利用して式(8)の Φ_j を求め、ウェイトを

$$w_{j,t}^k \equiv (\hat{\Phi}_j)^{-1/2} \quad (9)$$

と定義する。これを予測誤差に乗じることで、予測時点にかかわらず予測誤差の分散を一定化することが可能となる。式(5)の推計結果は付録 B の表 7 に示す通りであり、この推計結果に基づき計算したウェイトが表 2(1)で示される。

■**失業率の四半期予測** また、以上と同様のやり方で失業率の四半期予測におけるウェイトを計算できる。ただし四半期値であるので、式(7)では月次データの 3 ヶ月分の平均をとることになる。付録 B の表 10 に示された推計結果から、式(9)と同様の計算を行い、その結果を 4~6 月期を例に示せば、表 2(2)の通りである。

2.2.2 若干の拡張

■**成長率の四半期予測** 四半期の実質GDP成長率(季調済前期比年率)については、式(5)の右辺に他の説明変数 $x_{t-j} (j = 0, 1, \dots)$ も加えたモデルを考えた。具体的には以下のように、 t 期に観察可能である x_t を y_t の予測に使うことができると想定する(式(10)の上添え字 $GDPQ$ は簡単化のために省略)⁶。

$$y_t = \alpha_y + \sum_{m=1}^M \beta_m y_{t-m} + \sum_{n=0}^N \zeta_n x_{t-n} + u_t, \quad u_t \sim iidN(0, \sigma_{GDPQ}^2) \quad (10)$$

$$x_t = \alpha_x + \sum_{p=1}^P \eta_p x_{t-p} + \sum_{q=0}^Q \theta_q v_t, \quad v_t \sim iidN(0, \sigma_x^2) \quad (11)$$

これを書き換えると、

$$C(L)y_t = \alpha_y + D(L)x_t + u_t \quad (12)$$

$$E(L)x_t = \alpha_x + F(L)v_t \quad (13)$$

となつて、その結果、

$$y_t = \bar{\alpha} + P(L)u_t + Q(L)v_t \quad (14)$$

$$P(L) = C(L)^{-1} \quad (15)$$

$$Q(L) = C(L)^{-1}D(L)E(L)^{-1}F(L) \quad (16)$$

と表せる。

⁴ 計量経済学のテキスト、例えば、Hamilton(1994, pp.108-9)を参照せよ。

⁵ $b_m^k (m = 1, 2, \dots)$ はさらに、式(5)の a_m^k の関数で表される。

⁶ 式(18)で σ_{GDPQ}^2 は、 σ_{GDPQ}^2 と区別して用いられている。後者は前年同期比の推計式の攪乱項のバラツキを示すのに対し、前者は前期比年率の攪乱項のバラツキを示す。

より具体的に4~6月期の実質GDP成長率の予測をする場合について検討する。 x_t として鉱工業生産指数(季調済前期比伸び率)を用いることを考えると、予測誤差の分散は、

$$\text{Var}(e_{j,2017Q2}^{GDPQ}) = \overline{\Psi}_j(\mathbf{p}) \sigma_{GDPQ}^2 + \Theta_j(\mathbf{q}) \sigma_{IP}^2 \quad (17)$$

$$= \Omega_j(\mathbf{p}, \mathbf{q}, \mathbf{r}) \sigma_{GDPQ}^2 \quad (18)$$

$$r \equiv \frac{\sigma_{IPQ}^2}{\sigma_{GDPQ}^2} \quad (19)$$

と計算される。式(10)及び(11)の推計結果(付録Bの表8)から Ω_j を計算し(その詳細はA.3を参照)、 $w_{jt}^{GDPQ} = [\Omega_j]^{-1/2}$ を求める。この結果が表2(2)である。QEが公表される月である2、5、8月のウェイトは推計結果から直接から与えられ、その間の月のウェイトは一定の比率で補間している。

■四半期CPI予測 月次のCPI上昇率を式(10)及び(11)のスキームで考えることとし、 x_t としては東京都区部のCPI上昇率を用いた。東京都区部の中旬速報は全国よりも1月早く得られ、これを予測に使うと考えるのは自然であろう(詳細はA.4節参照)。ただし、東京都区部のCPI上昇率について、式(11)はARモデルで推計している。

表2 予測時点別ウェイト

	(1) 年度予測		
	名目GDP	実質GDP	実質公的資本形成
t年 5月	1.000	1.000	1.000
2月	0.485	0.499	0.497
t-1年 11月	0.313	0.330	0.327
8月	0.229	0.248	0.245
5月	0.209	0.232	0.226
2月	0.203	0.229	0.222

	(2) 四半期予測 (4~6月期の例)		
	実質GDP	CPI上昇率	失業率
8月	1.000		
7月	0.892	1.000	1.000
6月	0.796	0.370	0.464
5月	0.711	0.194	0.288
4月	0.704	0.126	0.227
3月	0.698	0.098	0.192
2月		0.083	0.168

注：名目・実質GDP、及び実質公的資本形成については、左欄に掲げる月の直前2か月についても同じウェイトを用いている。例えば、t年5月のウェイトはその直前の4月と3月にも用いられている。

2.2.3 留意点

以上説明したウェイトの計算方法は、次のような点から必ずしも正確ではない点に留意が必要である。まず、推計に用いたデータは、データの事後的な改定によって、毎月の調査時点で予測者が予測を作成するのに用いたデータとは異なっている。二番目に、上の方法はパラメータの推計誤差、さらには定式化のミスに起因する予測誤差を無視している。三番目に、予測時点の違いから生じるウェイトの違いから明らかなように、四半期予測におけるCPI上昇率や失業率では、公表直前月の誤差が極めて重要である。しかし、*ESPF*では予測値を小数点第1位までしか求めていないために、大まかな計算と

なっている。

2.3 評価結果

ESPFの毎月の調査結果の公表に当たって報告している総平均、高位・低位8者平均の点予測についての成績評価は、表3及び4、図1及び2に示す通りである。いわゆるコンセンサス予測(総平均)については、2017年度は総合7位と14年連続で一桁の良い順位を維持している(平均では6.0位)。

ただし、個別の予測項目では成績は必ずしもそれほどよいわけではなく、例えば今回は年度の名目GDP成長率においては19位であった。しかし、表3及び図1が示すように、総平均は毎年度全ての予測項目で偏差値は50未満と平均以上の成績をあげており、この安定性は際立っている。総平均の優れた成績の原因は大きく外れないことにあり、河越(2007)の結論が確認された⁷。これに比べ、高位・低位8者平均の成績は良い時と悪い時の振れが大きく、特に個々の指標については(四半期実質GDP成長率が典型であるが)激しい変動がみられる。各予測項目について、予測時点毎の予測総平均、高位・低位8者と実績値をプロットしたものが図3である。

2017年度のGDP関連項目の予測を振り返ってみると、四半期予測のグラフが示すように、2017Q2の四半期の実績は高位8者の予測を上回る想定外の高い成長となった。予測が大きく外れたのは想定外の民需の寄与によるものであり、予測期間末にかけて民需は上方修正傾向が続いた。実質GDP年度予測についても、予測期間末にわずかに下方修正されたことを除き上方修正傾向であった。ところが、2018Q1は消費と設備投資の減少を見極めることが難しかったためか、マイナス成長を予測したフォーキャスターは多くなかった。その結果、予測期間末の予測は実績値(実質)を上回った。2017年中の実質公的資本形成は、2016年度第2次補正予算による経済対策の進捗をやや強めに想定したためか強めの予測となった。外需は当初の予測よりも強い実績となった。

四半期予測のうちCPI上昇率については、年度前半の2四半期は低めの実績であったのに対して、年度後半の上昇は高めの実績となった。失業率については、年度後半の想定外の低下を見通せなかったことから低位平均がよい成績を収める一方、高位平均は非常に悪い成績となった。

表3 点予測の総平均及び高位・低位平均の評価(偏差値平均)

年度		年度予測			四半期予測			点予測 評価
		実質 GDP 成長率	名目 GDP 成長率	その他	実質 GDP 成長率	CPI 上昇率	失業率	
2004	高位平均	60.63	-	-	52.47	62.15	63.75	59.75
	総平均	44.57	-	-	41.70	44.53	43.71	43.63
	低位平均	45.23	-	-	55.63	46.19	45.26	48.05
2005	高位平均	41.60	-	-	38.76	40.47	51.69	43.13
	総平均	46.92	-	-	45.15	42.10	44.80	44.74
	低位平均	56.32	-	-	66.81	66.82	55.37	61.33
2006	高位平均	68.71	66.45	-	53.83	66.37	55.99	62.27

⁷ ベスト5の優秀フォーキャスターの平均は2004年度41.54、2005年度41.81、2006年度41.46、2007年度43.49、2008年度40.42、2009年度41.17、2010年度41.60、2011年度42.64、2012年度42.19、2013年度42.49、2014年度43.05、2015年度41.92、2016年度43.21、2017年度43.00である。これらの平均値は42.14であるので、コンセンサスの期間平均の偏差値(43.89、表3参照)と比べ1.8ポイント程度成績がよい。

	総平均	46.59	47.62	-	42.08	41.91	38.03	43.26
	低位平均	29.35	33.41	-	62.17	46.78	59.47	46.24
2007	高位平均	65.47	64.86	-	30.07	37.04	62.82	52.05
	総平均	43.85	45.48	-	45.17	47.47	41.04	44.60
	低位平均	34.62	29.52	-	71.29	68.32	46.04	49.97
2008	高位平均	71.84	70.84	-	73.32	48.85	61.01	65.17
	総平均	46.74	47.17	-	47.15	46.93	39.56	45.51
	低位平均	21.32	26.10	-	26.21	48.49	51.75	34.77
2009	高位平均	31.62	61.78	-	23.48	59.36	67.87	48.82
	総平均	44.49	38.15	-	45.87	37.93	44.96	42.28
	低位平均	60.57	56.48	-	73.66	53.20	42.45	57.27
2010	高位平均	64.73	66.44	-	75.83	48.62	63.10	63.74
	総平均	46.76	47.25	-	42.91	41.89	40.88	43.94
	低位平均	34.96	36.15	-	33.35	64.53	49.47	43.69
2011	高位平均	53.84	62.23	-	51.70	42.49	65.26	55.10
	総平均	39.11	44.96	-	42.16	43.67	45.09	43.20
	低位平均	50.70	40.54	-	64.97	63.56	43.82	52.72
2012	高位平均	62.04	64.77	71.97	67.53	67.57	68.33	67.04
	総平均	46.63	46.84	48.67	44.04	39.24	38.73	44.02
	低位平均	42.99	38.64	29.49	40.21	46.92	40.09	39.72
2013	高位平均	62.71	64.85	41.98	65.43	49.25	63.15	57.90
	総平均	43.04	44.56	43.02	44.50	43.42	43.05	43.60
	低位平均	49.69	43.40	66.84	48.35	63.74	46.63	53.11
2014	高位平均	68.25	66.92	60.56	70.38	60.86	61.65	64.77
	総平均	48.78	44.50	45.19	46.65	42.95	41.02	44.85
	低位平均	32.87	41.55	50.56	35.08	52.17	52.70	44.15
2015	高位平均	67.28	69.71	39.89	71.70	61.01	67.05	62.77
	総平均	47.11	42.61	46.67	46.68	41.88	41.02	44.33
	低位平均	35.88	51.47	66.94	32.74	53.00	42.53	47.09
2016	高位平均	33.27	64.27	64.21	48.39	68.70	63.73	57.09
	総平均	46.35	39.47	38.72	41.55	43.14	41.90	41.86
	低位平均	69.51	53.07	54.62	68.88	42.94	41.99	55.17
2017	高位平均	65.87	67.48	69.90	53.64	56.02	67.87	63.46
	総平均	46.44	46.37	41.90	46.12	43.11	42.46	44.40
	低位平均	39.33	42.04	42.90	58.27	60.07	41.79	47.40
期間平均	高位平均	58.42	65.88	-	55.47	54.91	63.09	58.79
	総平均	45.53	44.58	-	44.41	42.88	42.04	43.89
	低位平均	43.10	41.03	-	52.69	55.59	48.29	48.88

(注) 年度予測の「その他」欄に該当する変数については、本文脚注2を参照。

表4 点予測の総平均及び高位・低位平均の評価(ランキング)

年度		年度予測			四半期予測			点予測 評価
		実質 GDP 成長率	名目 GDP 成長率	その他	実質 GDP 成長率	CPI 上昇率	失業率	
2004	高位平均	35	-	-	26	34	35	36
	総平均	10	-	-	8	16	11	5
	低位平均	14	-	-	27	17	15	15
2005	高位平均	6	-	-	2	6	27	5
	総平均	16	-	-	14	6	13	8
	低位平均	34	-	-	37	35	31	35
2006	高位平均	33	31	-	23	31	28	30
	総平均	17	15	-	8	7	4	6
	低位平均	1	1	-	32	17	30	13

2007	高位平均	33	32	-	1	3	25	21
	総平均	8	12	-	11	13	6	9
	低位平均	1	1	-	29	29	13	17
2008	高位平均	33	31	-	31	20	28	27
	総平均	13	13	-	10	7	1	7
	低位平均	1	1	-	2	18	21	1
2009	高位平均	1	33	-	1	29	33	17
	総平均	12	4	-	13	1	14	3
	低位平均	31	28	-	34	24	9	30
2010	高位平均	37	37	-	38	19	35	38
	総平均	15	15	-	8	6	5	6
	低位平均	4	1	-	2	35	21	6
2011	高位平均	27	38	-	26	9	35	31
	総平均	5	12	-	7	10	15	4
	低位平均	24	6	-	36	36	10	27
2012	高位平均	35	36	38	38	34	36	37
	総平均	11	13	19	12	4	3	6
	低位平均	8	5	2	6	16	5	1
2013	高位平均	37	35	6	37	25	36	35
	総平均	11	12	8	11	11	10	7
	低位平均	21	10	37	20	37	18	30
2014	高位平均	38	38	38	41	36	39	40
	総平均	24	12	14	21	8	6	7
	低位平均	1	6	32	1	31	30	7
2015	高位平均	35	36	2	38	34	37	37
	総平均	16	6	19	18	9	9	7
	低位平均	3	29	34	2	26	11	16
2016	高位平均	2	38	38	22	39	37	35
	総平均	17	6	8	8	8	9	2
	低位平均	40	29	25	39	8	9	33
2017	高位平均	40	39	40	27	34	39	39
	総平均	17	19	11	20	8	7	7
	低位平均	3	5	11	32	36	5	19
期間平均	高位平均	28.0	35.3	-	25.1	25.2	33.6	30.6
	総平均	13.7	11.6	-	12.1	8.1	8.2	6.0
	低位平均	13.3	10.2	-	21.4	26.3	17.7	18.0

(注) 表3の脚注を参照せよ。

3 分布予測

2008年6月以降、年度の実質GDP成長率とCPI上昇率については、各フォーキャスターから点予測(point forecast)だけではなく、分布予測(density forecast)について提出を求めている。具体的には、それぞれ0.5%ポイント、0.25%ポイント刻みの幅を示して、その幅の中に実績値が入る確率を数値で尋ねている。その結果は、各区切りについて平均値を求め、平均的な確率分布(MPD, mean probability distribution)として公表している⁸。

3.1 総平均、高位・低位8者平均の平均確率分布における位置

ここでは、毎月公表している総平均及び高位・低位8者平均のそれぞれがMPDにおいてどのような位置(パーセンタイル)となっているかを検討する。ただし、計算上の簡単化のために、それぞれの刻みの幅の中では一様分布(uniform distribution)を仮定する。

⁸ ESPFの調査項目の見直しについては、河越(2008)を参照せよ。

2008～17年度の結果に基づき、調査月別に3者それぞれのパーセンタイルを示したのが図5である。これによれば、全期間の平均では実質GDP成長率、CPI上昇率とも総平均はほぼ中央値(メジアン)に相当するが、CPI上昇率の方が中央値からの乖離は小さい。また、低位・高位の8者平均は、それぞれ17ヶ月(または16ヶ月)の予測期間を横断的に平均してみれば、それぞれ25%、75%タイルにそれぞれ相当するけれども、予測期間が短くなるにつれ、低位8者は上昇、高位8者は低下する傾向にあることがわかる。したがって、両者の間に挟まれている区間は、平均的には50%信頼区域に相当するが、予測期間が長い場合にはそれより大きく、短い場合はそれより小さくなる傾向がある。特に、実績値が公表される直前の数ヶ月では20%程度になっている点に留意が必要である。

3.2 分布予測の評価

3.2.1 評価方法の概要

各フォーキャスターの分布予測の評価は、Ban, Kawagoe and Matsuoka (2013)で行われているRPS(Ranked Probability Scoring)に基づくものであり、具体的には以下の通りである。フォーキャスター*i*が*t*期に実現する変数について*t*- τ 期に予測される分布を $p_{i,t-\tau}(B_{jt})$ とする。 B_{jt} は分布の区切り(bin)であり、*J*個の区切りがあるとすると、 $\sum_{j=1}^J p_{i,t-\tau}(B_{jt}) = 1$ である。 $p_{i,t-\tau}(B_{jt})$ の累積分布を $P_{i,t-\tau}(B_{jt})$ とあらわす。同様に、実現値の累積分布 Y_t を考えると、実現値を含む区切り $B_{j't}$ まではゼロ、それ以降は1の値をとる階段状の累積分布となる。各フォーキャスターのRPSが予測期間 τ 別に以下のように計算される。

$$RPS_{i\tau} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^J (P_{i,t-\tau}(B_{jt}) - Y_t)^2 \quad (20)$$

これが各変数*k*の予測期間 τ 毎に計算される。Ban et al. (2013)では、実質GDP成長率とCPI上昇率の2変数($k = RGDPY, CPIY$)の年度予測について、2008年6月以降2011年度までの調査結果を用いて計算した。これらの結果は表5の通りである。その際、変数毎に異なる $\tau(1, 2, \dots, \Lambda_k)$ のRPSを合計する必要があることから⁹、第2.1節に倣って標準偏差値に変換した上で合計しており、具体的には以下に示す通りである。

$$RPS_{i,t-\tau}^k = \sum_{j=1}^J (P_{i,t-\tau}^k(B_{jt}) - Y_t^k)^2, \quad t = FY2017 \quad (21)$$

$$DV_{i,t-\tau}^k = 50 + 10 \times \frac{RPS_{i,t-\tau}^k - \mu_{t-\tau}^k}{RPS_{i\tau}^k} \quad (22)$$

$$ADV_i = \frac{1}{2} \sum_k \left(\frac{1}{T} \frac{1}{\Lambda_k} \sum_{t=1}^T \sum_{\tau=1}^{\Lambda_k} DV_{i,t-\tau}^k \right) \quad (23)$$

3.2.2 評価結果

これらの式を用いて、各フォーキャスターの予測分布及びその平均値であるMPDを評価すると、表5が示すように、2017年度の実質GDP成長率に関するMPDの偏差値は46程度と2016年度と同様の水準であり、CPI上昇率に関するMPDの偏差値は49程度となった。ともに格別よい成績ではないものの、点予測と同様に、成績が安定していることが特徴的である。

また、図6として、MPDの予測時点別のスコアを2015年度から2017年度について示した。それらを比較すると、2017年度は、CPI上昇率は予測期間を通じて予測が前年度よりも容易であったと推測される。実質GDP成長率のスコアは予測期間の後半に上昇している。予測期間が経過するにつれ四半期の実績値が明らかになるため、一般的に

⁹ 点予測値の評価に倣い、実質GDP成長率については17ヶ月、CPI上昇率については16ヶ月分のデータを用いた。

スコアが低下していくことが想定されるが、これとは反する結果となった。この要因は、予測期間末の予測値が実績よりも強いことに加え、分布の区切りを上回ったためと考えられる。

表 5 平均確率分布の評価

	期間	偏差値	順位	サンプル数
GDP	2009-11 年度	46.78	5	37
	含む 2008 年度	46.80	3	36
	2014 年度 (試行)	48.07	13	38
	2015 年度	47.11	12	36
	2016 年度	46.75	13	39
	2017 年度	46.90	10	39
CPI	2009-11 年度	46.06	6	35
	含む 2008 年度	46.13	4	35
	2014 年度 (試行)	46.15	10	39
	2015 年度	47.06	17	36
	2016 年度	46.19	13	39
	2017 年度	49.60	15	39

(出所) 2008-11、2009-2011 年度は Ban et al. (2013) による。

4 総合成績

6 指標に基づく点予測の結果(第 2.3 節)と、2 指標に基づく分布予測の結果(第 3.2.2 節)を併せた総合成績を求めよう。これら計 8 指標は既に偏差値で基準化されているので、これらの平均をとって順位付けを行った。総平均は偏差値 45.37 で 6 位であった。

5 中期予測の活用

ESPF においては、2009 年 6 月以降、6 月と 12 月の年 2 回、予測対象期間最終年の次の 5 年間について、実質 GDP 成長率と CPI 上昇率を尋ねている。さらに 2012 年 6 月からは、その次の 5 年間についても尋ねている。この結果、例えば 2018 年 6 月の調査では、2020~24 年度と 2025~29 年度についての結果が報告されている。

こうした中期予測の質問項目が設けられるようになった動機は、一つは、政府が示す年 2 回(1 月と年央)の中長期の試算との比較可能性を確保することである。もう一つは、米国のフィラデルフィア連銀が実施する SPF(Survey of Professional Forecasters)において、金融政策が中長期のインフレ期待に与える影響を調査する点が重視されていることを踏まえたものであった。

表 6 中期予測結果

予測時点	実質 GDP 成長率			CPI 上昇率			予測期間
	総平均	高位 8 者	低位 8 者	総平均	高位 8 者	低位 8 者	
	次の 5 年間						
2009 年 6 月	1.4	1.9	0.9	0.5	1.0	-0.1	2011~15 年度
2009 年 12 月	1.4	1.9	0.9	0.3	0.7	-0.2	同上
2010 年 6 月	1.4	1.9	1.0	0.5	1.0	-0.1	2012~16 年度
2010 年 12 月	1.5	2.0	1.1	0.5	1.2	-0.0	同上
2011 年 6 月	1.4	2.0	0.9	0.6	1.2	0.2	2013~17 年度
2011 年 12 月	1.3	1.7	0.8	0.4	0.9	-0.1	同上
2012 年 6 月	1.2	1.7	0.7	0.6	1.2	0.1	2014~18 年度
2012 年 12 月	1.1	1.7	0.6	0.7	1.4	0.1	同上
2013 年 6 月	1.2	1.7	0.7	1.2	2.2	0.5	2015~19 年度
2013 年 12 月	1.2	1.9	0.7	1.2	2.1	0.6	同上

2014年6月	1.3	1.7	0.8	1.4	2.1	0.8	2016～20年度
2014年12月	1.2	1.7	0.7	1.4	2.1	0.7	同上
2015年6月	1.1	1.5	0.7	1.4	2.1	0.7	2017～21年度
2015年12月	1.1	1.5	0.7	1.3	1.9	0.7	同上
2016年6月	0.9	1.3	0.4	1.0	1.6	0.4	2018～22年度
2016年12月	0.9	1.4	0.4	1.1	1.7	0.6	同上
2017年6月	0.9	1.4	0.6	1.1	1.7	0.6	2019～23年度
2017年12月	0.9	1.3	0.6	1.0	1.6	0.5	同上
2018年6月	0.9	1.4	0.6	1.0	1.6	0.4	2020～24年度
	その次の5年間						
2012年6月	1.1	1.5	0.6	0.9	1.7	0.3	2019～23年度
2012年12月	1.0	1.5	0.4	1.0	1.8	0.4	同上
2013年6月	1.1	1.7	0.5	1.4	2.3	0.7	2020～24年度
2013年12月	1.1	1.6	0.6	1.4	2.3	0.8	同上
2014年6月	1.0	1.4	0.6	1.5	2.3	0.9	2021～25年度
2014年12月	1.0	1.5	0.5	1.5	2.3	0.7	同上
2015年6月	0.9	1.4	0.4	1.5	2.3	0.8	2022～26年度
2015年12月	0.9	1.4	0.3	1.4	2.2	0.7	同上
2016年6月	0.7	1.2	0.2	1.0	1.7	0.4	2023～27年度
2016年12月	0.7	1.4	0.3	1.3	1.9	0.6	同上
2017年6月	0.8	1.4	0.4	1.2	1.8	0.6	2024～28年度
2017年12月	0.8	1.3	0.4	1.2	1.8	0.6	同上
2018年6月	0.8	1.3	0.4	1.2	1.8	0.6	2025～29年度

(注) CPI上昇率は消費税増税の影響を除いたもの。

これまでの計17回分の結果をまとめたものが表6である。調査対象期間は毎年1年ずつずれるので厳密な比較はできない点に留意が必要であるが、安倍政権発足以降、実質GDP成長率には目立った変化はないが、CPI上昇率には変化が現れるなど、アベノミクスの効果が見てとれる。政権交代直後の2012年12月調査では高位8者がわずかながら上方修正されたただけであったが、黒田新総裁が「異次元の緩和」を2013年4月に実施した後の調査である2013年6月時点では、総平均が0.5%pt上昇し、また高位・低位8者ともに上方修正され、分布全体が上方に移動するという大きな変化が見られた。特に高位8者平均では2%超であり、おそらく「2年で2%」という目標が達成されたあとも2%台の物価上昇率が続くという予測がなされていたものと推測される。

しかしその後下方修正され、直近の2回(2017年12月、2018年6月)ではCPI上昇率の予測(次の5年間)が2017年6月調査からわずかに下方修正され、CPI上昇率の予測(その次の5年間)は2017年6月調査と同じであった。2018年6月の予測では、2020年度から10年間を通じて1%台前半の物価上昇率というのが平均的な見方となっている。

成長率については、2016年6月調査以降、総平均で1%を下回り、2020年度からの10年間についても1%を下回る成長率が平均的な見方となっている。

参考文献

- Ban, Kanemi, Masaaki Kawagoe, and Hideaki Matsuoka (2013) “Evaluating Density Forecasts with Applications to ESPF.” *ESRI Discussion Paper Series No.302*, Economic and Social Research Institute, Cabinet Office, Japanese Government.
- Hamilton, James D. (1994) *Time Series Analysis*. Princeton, NJ, USA: Princeton University Press.
- 河越正明(2007)『コンセンサス予測は単なる平均的な予測か?:ESPフォーキャスト調査の評価の再検討』。ESRI Discussion Paper Series No.180 内閣府経済社会総合研

究所.

河越正明(2008)「コンセンサス予測の利便性改善に向けて:ESP フォーキャスト調査の調査項目の見直しの意義」*ESP*. 第 434 号, 50-54 頁.

付録 A 予測時点に応じたウェイトの計算の詳細

ここでは、本文の式(8)及び(18)がどのように導出されるかを説明する。

A.1 実質及び名目 GDP 成長率、実質公的資本形成成長率の年度予測値

例として、 $t-1$ 年度内最後の四半期 t 年 1-3 月期の実績がまだわからない t 年 3-5 月時点(添え字は中間月の 4 で表す)における年度成長率の予測を考える。 $t-1$ 年 10-12 月期の実績と式(5)を活用して 1-3 月期の予測を行うと、その予測誤差 $e_{4-6|4'}$ は、

$$e_{1-3|4'} = y_{1-3} - y_{1-3|4'} = u_{1-3} \quad (24)$$

となる¹⁰。ここから式(7)によって、以下のように年度予測値の予測誤差を求められる。

$$e_{4'}^{FY} = \frac{1}{4} e_{1-3|3} = \frac{1}{4} u_{1-3} \quad (25)$$

$$\text{Var}(e_{4'}^{FY}) = \frac{1}{16} \sigma_y^2 \quad (26)$$

次に、1 四半期遡って 10-12 月期の実績がまだわからない 12-2 月時点(添え字は中間月の 1 で表す)における年度成長率の予測を考える。この時点では、7-9 月期までの実績と式(5)を活用して 10-12, 1-3 月期の予測を行うと、その予測誤差は、それぞれ、

$$e_{10-12|1} = y_{10-12} - y_{10-12|1} = u_{10-12} \quad (27)$$

$$\begin{aligned} e_{1-3|1} &= y_{1-3} - y_{1-3|1} = u_{1-3} + a_1(y_{10-12} - y_{10-12|1}) \\ &= u_{1-3} + b_1 u_{10-12} \end{aligned} \quad (28)$$

となる。上と同様に年度値の予測誤差を計算すると、以下の通り。

$$e_1^{FY} = \frac{1}{4} (e_{10-12|1} + e_{1-3|1}) = \frac{1}{4} (u'_{1-3} + \Psi_1 u_{10-12}) \quad (29)$$

$$\text{Var}(e_1^{FY}) = \frac{1}{16} (1 + \Psi_1^2) \sigma_y^2 \quad (30)$$

同様の計算をずっと遡って行くと、式(8)の Φ_j は以下のように示すことができる。

$$\Phi_j = \begin{cases} 1 & j = t \text{ 年 } 3 - 5 \text{ 月} \\ 1 + \Psi_1^2 & j = t - 1 \text{ 年 } 12 \text{ 月} - t \text{ 年 } 2 \text{ 月} \\ 1 + \sum_{i=1}^2 \Psi_1^2 & j = t - 1 \text{ 年 } 9 - 11 \text{ 月} \\ 1 + \sum_{i=1}^3 \Psi_1^2 & j = t - 1 \text{ 年 } 6 - 8 \text{ 月} \\ 1 + \sum_{i=1}^4 \Psi_1^2 & j = t - 1 \text{ 年 } 3 - 5 \text{ 月} \\ 1 + \sum_{i=1}^5 \Psi_1^2 & j = t - 1 \text{ 年 } 1 - 2 \text{ 月} \end{cases} \quad (31)$$

ただし、 Ψ_i は以下のように定義される。

$$\Psi_i = \begin{cases} 1 + b_1 & i = 1 \\ 1 + b_1 + b_2 = \Psi_1 + b_2 & i = 2 \\ 1 + b_1 + b_2 + b_3 = \Psi_2 + b_3 & i = 3 \\ b_1 + b_2 + b_3 + b_4 = -1 + \Psi_3 + b_4 & i = 4 \\ b_2 + b_3 + b_4 + b_5 = -b_1 + \Psi_4 + b_5 & i = 5 \end{cases} \quad (32)$$

上で求めた式(31)-(32)に、式(5)の推計結果 \hat{a}_i (付録 B を参照) から、 $B(L) = A^{-1}(L)$ によって求めた \hat{b}_i を代入して $\hat{\Phi}_j$ を計算することができる。

A.2 失業率の四半期予測値

失業率については、月次の値から四半期の値を予測することになるが、基本的には A.1 と同様に求められる。違いは、式(7)ではなく、

¹⁰ 「4'」としているのは、 t 年 4 月を示し、 $t-1$ 年 4 月を示す「4」とは区別している。

$$y_{4-6}^k = \frac{1}{3}(y_4^k + y_5^k + y_6^k) \quad (33)$$

のように、3つの月次データの平均となることである。その結果、式(8)は

$$\text{Var}(e_{j,2016}^k) = \frac{1}{9}\tilde{\Phi}_j\sigma_k^2, \quad k = UNQ \quad (34)$$

となる。式(34)の $\tilde{\Phi}_j$ は、式(31)の j をそれぞれ1ヶ月前、2ヶ月前等と読み替えばよい。ただし、 Ψ_i は以下の $\tilde{\Psi}_i$ に置き換える。

$$\tilde{\Psi}_i = \begin{cases} 1 + b_1 & i = 1 \\ 1 + b_1 + b_2 = \tilde{\Psi}_1 + b_2 & i = 2 \\ b_1 + b_2 + b_3 = -1 + \tilde{\Psi}_2 + b_3 & i = 3 \\ b_2 + b_3 + b_4 = -b_1 + \tilde{\Psi}_3 + b_4 & i = 4 \\ b_3 + b_4 + b_5 = -b_2 + \tilde{\Psi}_4 + b_5 & i = 5 \end{cases} \quad (35)$$

A.3 実質 GDP 成長率の四半期予測値

4-6月期の実質成長率(季調済前期比伸び率)を予測する場合を例に考え、自己ラグの他に鉱工業生産指数(季調済前期比伸び率)を用いる。8月のESPFの時点では、 y_{1-3} 及び x_{4-6} の実績まで明らかになっているので、式(10)-(11)から予測誤差は

$$e_{4-6|8} = u_{4-6} \quad (36)$$

と計算される。5月時点では、 y_{10-12} 及び x_{1-3} の実績までしか公表されていないので、予測誤差は

$$e_{4-6|5} = u_{4-6} + p_1u_{1-3} + q_0v_{4-6} \quad (37)$$

である。同様に、2月時点で予測誤差を計算すれば、

$$e_{4-6|2} = u_{4-6} + p_1u_{1-3} + p_2u_{10-12} + q_0v_{4-6} + q_1v_{1-3} \quad (38)$$

となる。以上から、予測誤差の分散を計算する式(18)は以下ようになる。

$$\Omega_j = \begin{cases} 1 & i = 8 \\ 1 + p_1^2 + q_0^2r & i = 5 \\ 1 + p_1^2 + p_2^2 + (q_0^2 + q_1^2)r & i = 2 \end{cases} \quad (39)$$

式(39)の p_i 、 q_i は、式(10)-(11)の推計結果(表8)及び式(15)-(16)から求められる。この結果、表2(2)のようにウェイトが計算できる。2、5、8月のウェイトは直接計算され、その間の月のウェイトは一定の比率で補間している。

A.4 CPI 上昇率の四半期予測値

CPI 上昇率については、失業率と同様に月次の値から四半期の値を予測するので、式(33)及び(34)を活用する。しかし、CPI 上昇率の予測に当たっては、自己ラグの他に、全国の値よりも1月先行して公表される東京都区部の中旬速報(前年同期比)を用いると考える。

前節同様に4-6月期のCPI 上昇率(前年同期比)を予測する場合を例に考えると、7月のESPFの時点では、 y_5 及び x_6 の実績まで明らかになっているので、式(10)-(11)から予測誤差は

$$e_{4-6|7} = u_6 \quad (40)$$

と計算される。6月時点では、 y_4 及び x_5 の実績までしか公表されていないので、予測誤差は

$$e_{4-6|6} = u_6 + p_1u_5 + q_0v_6 \quad (41)$$

である。このように計算すれば、式(34)において $\tilde{\Phi}_i$ は以下の $\hat{\Phi}_j$ に置き換える。

$$\Phi_j = \begin{cases} 1 & i = 7 \\ 1 + \hat{\Psi}_1^2 + r\Xi_1^2 & i = 6 \\ 1 + \sum_{j=1}^2 \hat{\Psi}_j^2 + r \sum_{j=1}^2 \Xi_j^2 & i = 5 \\ \vdots & \vdots \\ 1 + \sum_{j=1}^5 \hat{\Psi}_j^2 + r \sum_{j=1}^5 \Xi_j^2 & i = 2 \end{cases} \quad (42)$$

ただし、 $\hat{\Psi}_j$ 、 Ξ_j はそれぞれ以下のように定義される。なお、 p_i 、 q_i は式(15)、(16)のラグ・オペレータ L^i の係数である。

$$\hat{\Psi}_j = \begin{cases} 1 + p_1 & i = 1 \\ 1 + p_1 + p_2 & i = 2 \\ p_{i-2} + p_{i-1} + p_i & i = 3, 4, 5 \end{cases} \quad (43)$$

$$\Xi_j = \begin{cases} q_0 & i = 1 \\ q_0 + q_1 & i = 2 \\ q_0 + q_1 + q_2 & i = 3 \\ q_{i-3} + q_{i-2} + q_{i-1} & i = 4, 5 \end{cases} \quad (44)$$

付録 B 推計結果

ここでは、表 2 の基になっている推計結果を示す。まず、同表の(1)のうち、実質・名目 GDP 成長率、及び実質公的資本形成成長率の年度値の予測誤差に与えるウェイトについては、四半期伸び率(前年同期比)について、式(5)のような自己回帰モデルの推計結果から計算しており、その推計結果は、表 7 に示す通りである。

次に、表 2(2)の実質 GDP 成長率の四半期値(季節調整値)の予測誤差に与えるウェイトは、表 8 に示す推計結果に基づいて計算されている。ただし、ここでは式(10)-(11)に基づき、自己ラグの他に、同期及びラグをとった IIP 伸び率(季調済前期比)を説明変数に加えている。

表 2(2)の四半期予測のうち、CPI 上昇率(前年同期比)については、月次のデータから式(10)-(11)に基づき、自己ラグの他に、同期及びラグをとった東京都区部の値を説明変数としており、表 9 がその推計結果を示している。

最後に、失業率(季調値)の四半期値の予測誤差に与えるウェイトは、月次のデータから式(5)のような自己回帰モデルを推計し、表 10 で示す推計結果から求めている。

表7 年度予測に関する推計結果

被説明変数	実質 GDP (前年同期比)		名目 GDP (前年同期比)		実質公的資本形成 (前年同期比)	
推計期間	1996Q2-2018Q1		1996Q2-2018Q1		1996Q2-2018Q1	
No. of obs.	88		88		88	
No. of para	6		6		4	
	Coeff.	S.E.				
定数項	0.0050	0.0013 **	0.0016	0.0011	-0.0099	0.0052 *
自己ラグ 1 期	0.7347	0.0553 **	0.8024	0.0575 **	0.7455	0.0722 **
自己ラグ 4 期	-0.4330	0.0797 **	-0.3996	0.0908 **	-0.3368	0.0999 **
自己ラグ 5 期	0.2433	0.0807 **	0.3000	0.0870 **	0.2354	0.0991 **
ダミー (08Q4)	-0.0352	0.0101 **	-0.0230	0.0110 **		
ダミー (09Q1)	-0.0695	0.0103 **	-0.0632	0.0111 **		
σ	0.0101		0.0108		0.0289	
R^2	0.7839		0.7623		0.8982	

(注) *は 10 % で有意。**は 5 % で有意。

表8 実質 GDP 成長率の四半期予測に関する推計結果

被説明変数	実質 GDP (季調済前期比)		IIP (季調済前期比)	
推計期間	1994Q4-2018Q1		1995Q3-2018Q1	
No. of obs.	94		91	
No. of para	4		8	
	Coeff.	S.E.		
定数項	0.0026	0.0006 **	0.0041	0.0029
RGDP ラグ 1 期	-0.1676	0.0697 **		
IIP	0.2346	0.0198 **		
IIP ラグ 2 期	0.0355	0.0190 *	-0.5225	0.2267 **
IIP ラグ 3 期			0.2183	0.1432
IIP ラグ 5 期			-0.3316	0.1223 **
MA(1)			0.4266	0.0871 **
MA(2)			0.9153	0.2088 **
ダミー (08Q4)			-0.0827	0.0274 **
ダミー (09Q1)			-0.2464	0.0122 **
σ	0.0061		0.0179	
R^2	0.6044			

表9 CPI上昇率の推計結果

被説明変数 推計期間	CPI (全国、前年同期比) 2000M2-2018M3		CPI (東京都区部、前年同期比) 2000M2-2018M3				
	No. of obs.	No. of para	Coeff.	S.E.			
	218	9					
定数項			0.0004	0.0001	**	-0.0002	0.0001
ZKK ラグ 1 期			0.8866	0.0361	**		
ZKK ラグ 4 期			-0.0950	0.0218	**		
ZKK ラグ 12 期			-0.3991	0.0627	**		
ZKK ラグ 13 期			0.3882	0.0631	**		
TKY			0.8872	0.0424	**		
TKY ラグ 1 期			-0.6897	0.0553	**	1.0082	0.0141 **
TKY ラグ 12 期			0.3298	0.0699	**	-0.4750	0.0536 **
TKY ラグ 13 期			-0.3122	0.0679	**	0.4049	0.0526 **
ダミー (14M4)						0.0179	0.0017 **
σ				0.0013			0.0017
R^2				0.9828			0.9636

(注) *は 10 %で有意。**は 5 %で有意。

表10 失業率の推計結果

被説明変数 推計期間	失業率 (季調値) 1999M5-2018M3		
	No. of obs.	No. of para	
	227	4	
			Coeff. S.E.
定数項			-0.0160 0.0476
自己ラグ 1 期			0.9069 0.0498 **
自己ラグ 3 期			0.2353 0.0779 **
自己ラグ 4 期			-0.1409 0.0677 **
σ			0.1181
R^2			0.9760

(注) *は 10 %で有意。**は 5 %で有意。

図1 点予測に関する総平均、高位・低位8者平均の偏差値の推移
(2004～2017年度)

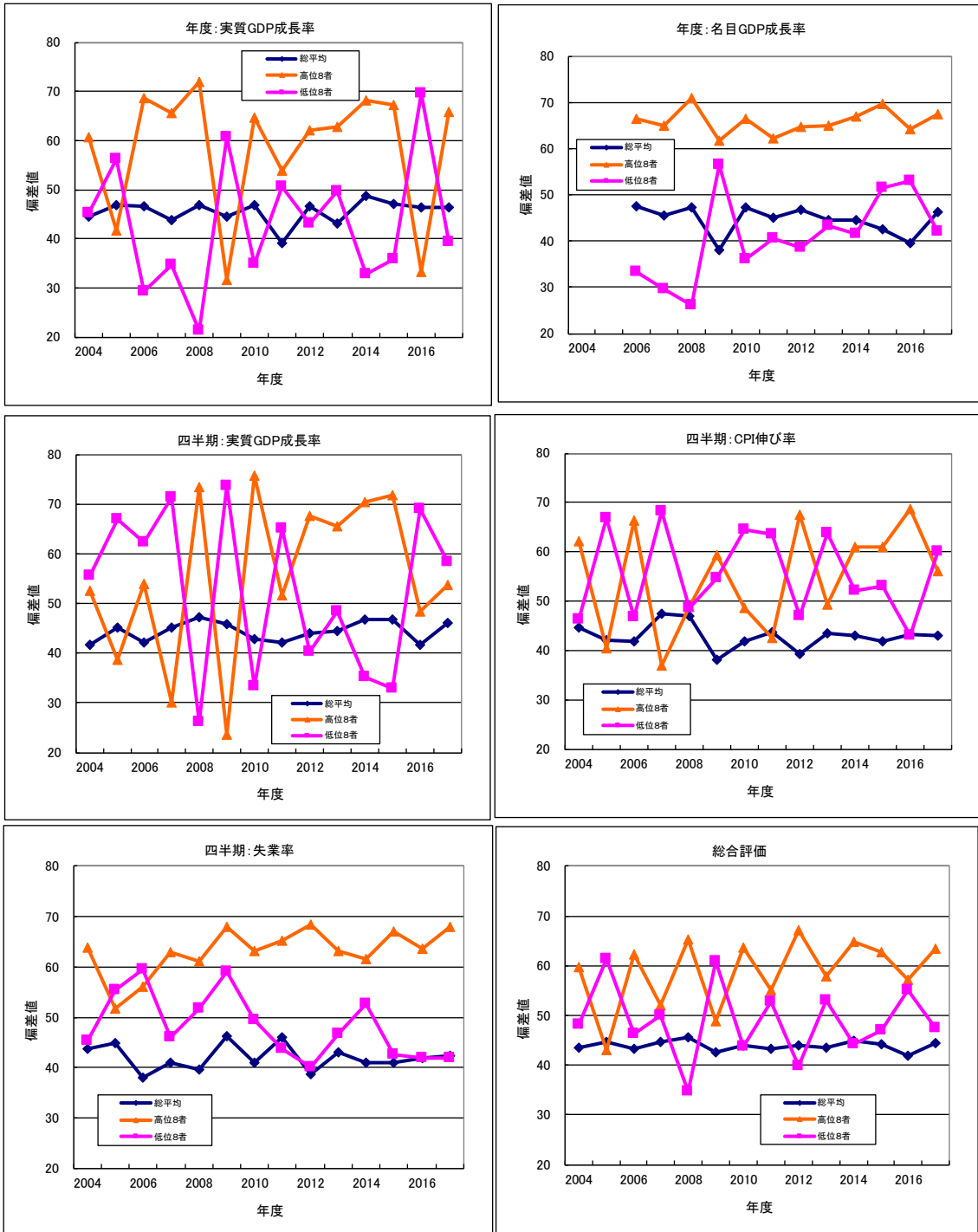


図2 点予測に関する総平均、高位・低位8者平均のランキングの推移
(2004～2017年度)



図3 点予測に関する総平均、高位・低位8者平均の予測と実績の推移
(2017年度)

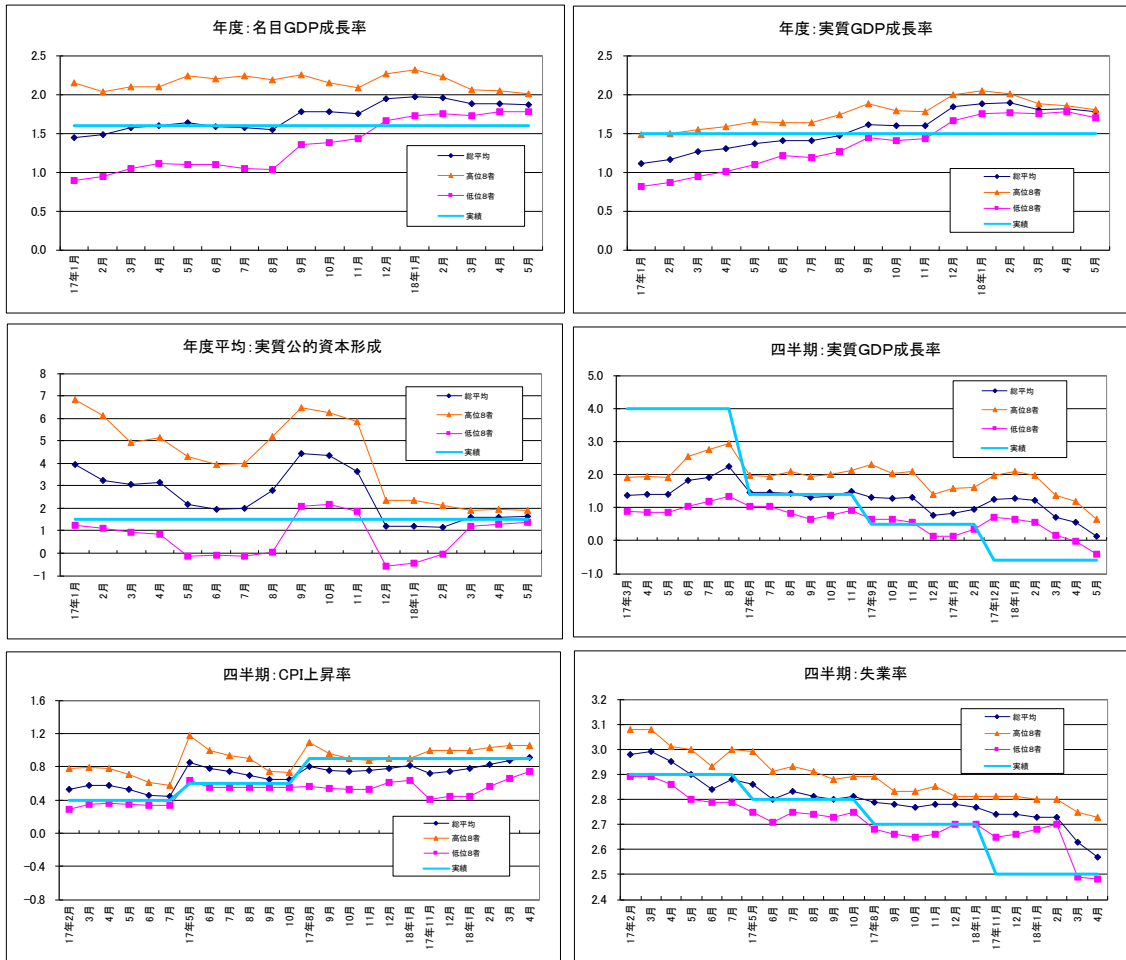


図4 点予測に関する年度実質 GDP 成長率の内訳
(2017年度)

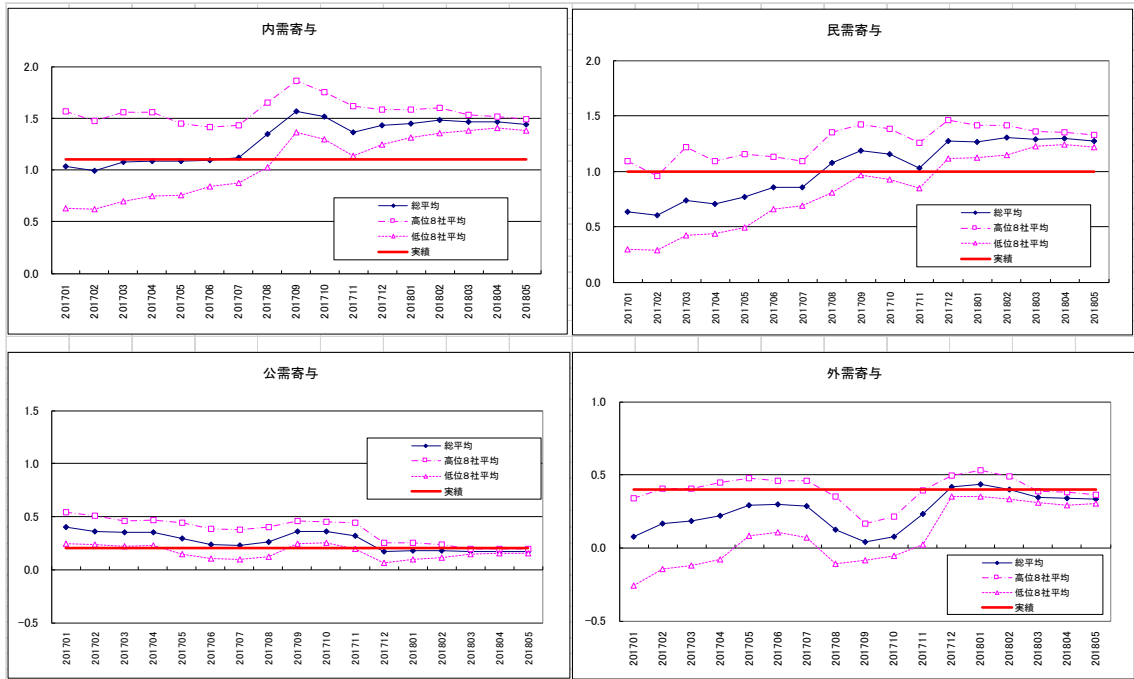


図5 点予測に関する総平均及び高位・低位8者平均の分布予測上の位置
(2008～2017年度平均、パーセンタイル)

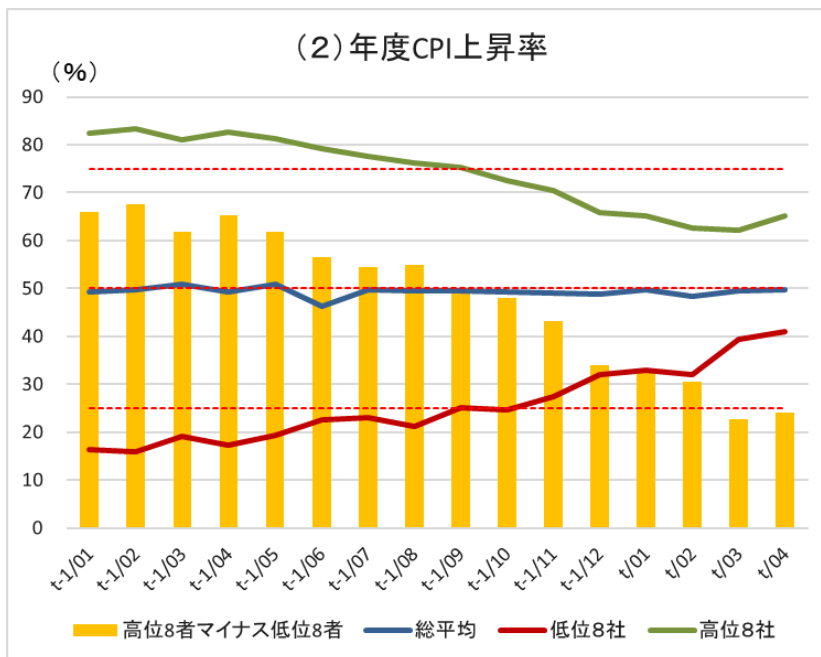
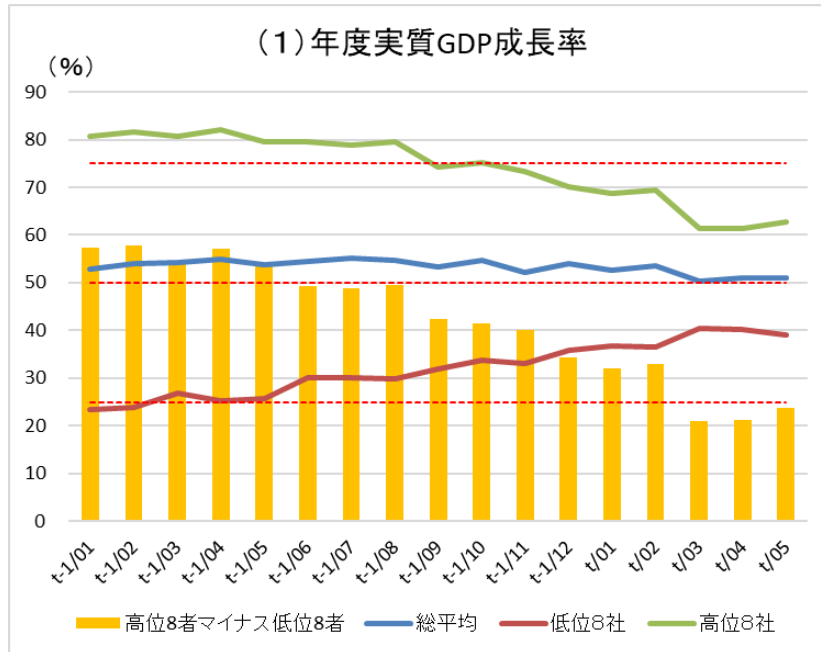
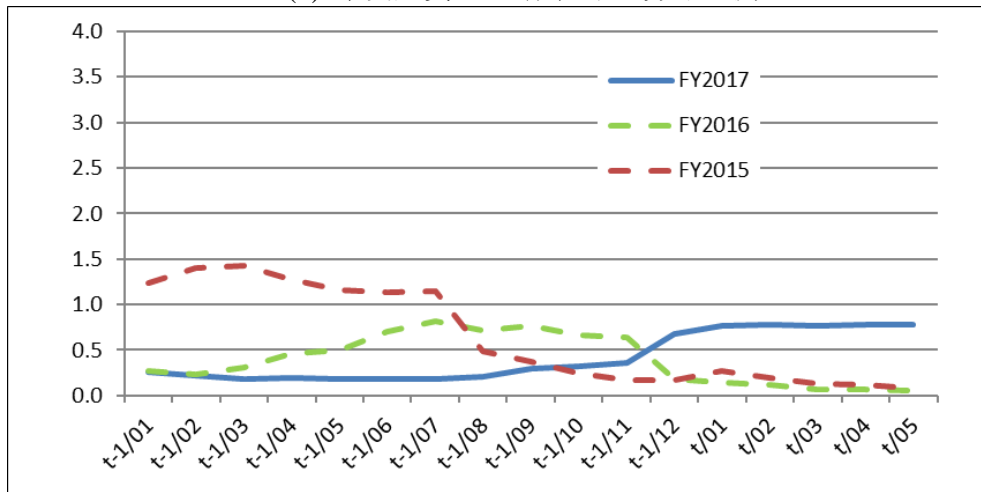


図 6 平均確率分布の予測時期別のスコア
(2015～2017 年度)

(1) 年度実質 GDP 成長率の分布予測



(2) 年度 CPI 上昇率の分布予測

