

デジタルテレビ受信機普及の実証研究

～アナログテレビとの世代交代についての将来予測～

大阪学院大学経済学研究科 本間清史

1. はじめに

- 地上テレビ放送のデジタル化がスムーズに行われるかどうかを、受像器の普及面から予測。
- デジタルテレビをアナログテレビの後継機種として捉える。
  - ⇒ 「世代交代」。
- アナログテレビの「初回購入」、「追加購入」、「置換購入」別需要の分析・予測。
  - ⇒ 家庭の据置型 TV の将来の「市場規模」と毎年の「購入水準（置換水準）」の予測を作成。
  - ⇒ 「世代交代モデル」を用いて、デジタルテレビの普及予測とアナログテレビの市場からの退出を予測。
- 2. Bass モデルの紹介、3. 購入区分とデータ、4. 「初回購入」、「追加購入」、「置換購入」、および「世代交代」のモデルの説明、5. 「世代交代モデル」によるデジタルテレビの普及予測。

2. Bass モデル

- 耐久消費財の初回購入を説明するモデル。購入者は「先導購入者」と「追随購入者」により構成される (図①)。
- 構成要素：「先導的要因( $\alpha_p$ )」、「追従的要因( $\alpha_f$ )」、「残存潜在購入者数( $m - N(t-1)$ )」、「既購入者からの購入圧力 ( $\frac{N(t-1)}{m}$ )」。
- 基本モデル式： $n(t) = \alpha_p (m - N(t-1)) + \alpha_f \frac{N(t-1)}{m} (m - N(t-1))$  (i)
- $N(t) = N(t-1) + n(t)$  (ii)
- データ  $n(t)$ ：当期購入数、 $N(t)$ ：累積購入数。  
 パラメーター  $m$ ：市場規模、 $\alpha_p$ ：先導購入、 $\alpha_f$ ：追随購入。
- Bass (1969) では、上式を線形式に変換して普及初期のデータからパラメーター  $m$ 、 $\alpha_p$ 、 $\alpha_f$  を推定。いろいろな家庭用耐久消費財のケースで良好な予測結果を得た。
- モデル式解の図形：当期購入数は山型、累積購入数は S 字型のロジスティック曲線となり、

導入初期には緩やかで、中期に急伸し、後期にはまた緩やかに戻るという耐久消費財の普及特性によく合致している（図②）。

### 3. 購入理由区分とデータ

#### A. 購入理由区分

- 初回購入、追加購入、置換購入

#### B. 購入数のデータ（アナログテレビ）

- 初回購入数データ：「世帯普及率データ」×「世帯数」 (iii)
  - 追加購入数データ：「世帯あたり保有数データ」×「世帯数」－「初回購入数データ」 (iv)
  - 置換購入数データ：「販売数データ」－「保有数純増データ（初回購入数＋追加購入数）」 (v)
- ただし、「廃棄数」＝「置換購入数」

### 4. 購入理由区分別普及モデル

#### A. 初回購入モデル

- 分析単位：世帯
  - 市場規模（ $M^{[n]}(t)$ ）：「世帯数データ」。
  - モデル式：
$$n^{[n]}(t) = \left[ \beta_p^{[n]} + \beta_f^{[n]} \left( N^{[n]}(t-1) / M^{[n]}(t) \right) \right] \left( M^{[n]}(t) - N^{[n]}(t-1) \right)$$
 (4)
- データ  $n^{[n]}(t)$ ：当期初回購入数、 $N^{[n]}(t)$ ：累積初回購入数、 $M^{[n]}(t)$ ：初回購入市場規模  
 パラメーター  $\beta_p^{[n]}$ ：先導購入、 $\beta_f^{[n]}$ ：追随購入。

#### B. 追加購入モデル（追加購入という行動に Bass モデルを適用）

- 分析単位：世帯構成員
  - 市場規模（ $M^{[s]}(t)$ ）：（「15才以上の人口」－「世帯数」）×「世帯普及率」。
  - 既購入者からの購入圧力：社会全体に対するアナログテレビ保有数の割合  $\left( N^{[a]}(t-1) / M^{[a]}(t) \right)$ 。
  - 市場規模のパラメーター（ $\mu$ ）を使用： $\beta \mu M^{[s]}(t)$ （追加市場規模水準を探るため）
  - モデル式：
$$n^{[s]}(t) = \left[ \beta_p^{[s]} + \beta_f^{[s]} \left( N^{[a]}(t-1) / M^{[a]}(t) \right) \right] \left( \beta \mu M^{[s]}(t) - N^{[s]}(t-1) \right)$$
 (5)
- データ  $n^{[s]}(t)$ ：当期追加購入数、 $N^{[s]}(t)$ ：累積追加購入数、 $M^{[s]}(t)$ ：追加購入市場規模、 $N^{[a]}(t)$ ：保有数（累積初回購入数( $N^{[n]}(t)$ )＋累積追加購入数( $N^{[s]}(t)$ )）、 $M^{[a]}(t)$ ：保有市場規模（15才以上の人口）。
- パラメーター  $\beta_p^{[s]}$ ：先導購入、 $\beta_f^{[s]}$ ：追随購入、 $\mu$ ：市場規模

C. 置換購入モデル（非 Bass 型モデル）

- 置換購入モデルの特徴：購入数（保有数の純増＝初回購入数＋追加購入数）、平均使用年数、および置換購入数分布（台形分布）の概念を使用（図③）。
- モデル式（置換購入モデルは3ステップ構造）：
  - ①  $t$  年に購入された購入数純増（ $n^{[a]}(t)$ ）は、平均使用年数  $i(s_1)$  後の  $s_1$  年を中心に分布期間  $D=2d+1$  の左右対称型台形型置換分布を形成する（式6）。

$$n^{[a]}(t) = \sum_{j=-d}^d n^{[r]}(s_1 + j) \quad (6)$$

② 一方、上記①の置換数と同じ  $s_1$  年に置き換えられる  $t$  年以外に購入された購入数も含む置換数の合計値  $R_1(s_1)$  は、例えば分布期間が3年の場合式4.6で示される。

$$R_1(s_1) = \frac{1}{4} \sum_{j=-1}^1 n^{[r]}(s_1 + 1 + j) + \frac{2}{4} \sum_{j=-1}^1 n^{[r]}(s_1 + j) + \frac{1}{4} \sum_{j=-1}^1 n^{[r]}(s_1 + 1 + j) \quad (7)$$

③ さらに、置換数の合計値  $R_1(s_1)$  は、その年の平均使用年数  $i(s_2)$  年後の  $s_1 + i(s_2)$  年を中心とした台形分布で2回目の置換分布  $R_2(s_1 + i(s_2))$  を形成するので、ある年  $s$  年に置き換えられる初回および2回目以降の置換購入数の合計値  $R(s)$  は、 $s$  について全ての  $R$  合計した式4.7で示される。

$$R(s) = R_1(s) + R_2(s) + R_3(s) + \dots + R_m(s) \quad (8)$$

- 推定方法：いろいろな分布期間（ $D$ ）でもとめた置換購入数の計算値と実際のデータである置換購入数のデータとの相関係数をもとめて、分布期間を推定。

＊ 「初回購入モデル」、「追加購入モデル」、「置換購入モデル」による推定・予測結果

- 実績値：追加図⑦.a、b（期間1966年～2002年）
- 推定の結果：追加表①
- 予測の結果：追加図⑧.a、b、追加表②（期間2002年～2025年）

D. 「世代交代」モデル（デジタルテレビ普及の推定と予測）

- 初回購入や追加購入モデルと構造上は同じ（初回購入モデル＋追加購入モデル、置換購入は含まない）。デジタルテレビの保有数純増（ $n^{[a]2}(t)$ ）をもとめる（図④）。
- 分析単位：世帯・世帯構成員
- 世代交代購入数のデータ（ $n^{[a]2}(t)$ ）：デジタルテレビの国内出荷数データ（2004年1～10月、10ヶ月間）
- 市場規模（ $M^{[a]}(t)$ ）：アナログテレビの保有数予測値（ $N^{[a]1}(t)$ ）＝「累積初回購入数（ $N^{[a]1}(t)$ ）」＋「累積追加購入数（ $N^{[s]1}(t)$ ）」、を家庭の固定型テレビの普及数予測値と見なす（DTVの普及可能な上限である市場規模）。

⇒ <仮定>DTV の市場規模と ANTV の市場規模は同じ。

- 既購入者からの購入圧力：「DTV の累積購入数 ( $N^{[a]2}(t \square 1)$ )」が「DTV の普及可能な市場規模 ( $M^{[a]}(t)$ )」に占める割合 ( $N^{[a]2}(t \square 1)/M^{[a]}(t)$ )。
- アナログテレビの普及数：ANTV は DTV の未普及部分を占める。

⇒ <仮定>DTV は ANTV に優先して普及する。

- モデル式：
$$n^{[a]2}(t) = \left[ \square_p^{[a]2} + \square_f^{[a]2} \square \left( N^{[a]2}(t \square 1) / M^{[a]}(t) \right) \right] \square \left( M^{[a]}(t) \square N^{[a]2}(t \square 1) \right) \quad (9)$$

$$N^{[a]1}(t) = M^{[a]}(t) \square N^{[a]2}(t) \quad (10)$$

データ  $n^{[a]2}(t)$  : デジタルテレビ当期保有数純増、 $N^{[a]2}(t)$  : デジタルテレビ保有数、

$M^{[a]}(t)$  : デジタルテレビの普及可能名市場規模、 $N^{[a]1}(t)$  : アナログテレビの保有数

パラメーター  $\square_p^{[a]2}$  : デジタルテレビ先導購入、 $\square_f^{[a]2}$  : デジタルテレビ追随購入。

#### \* 「世代交代」モデルによる予測

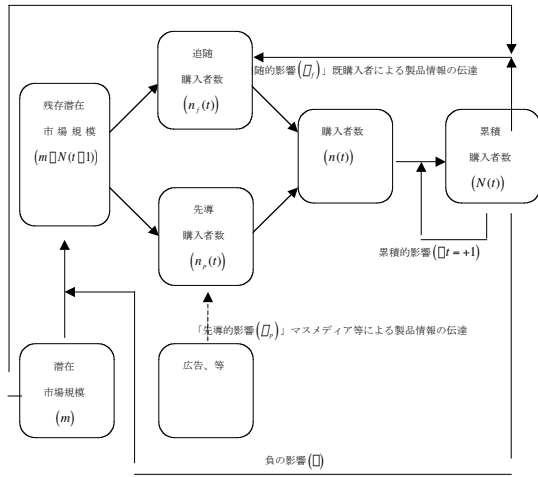
- 期間：2004年～2015年
- 「当期購入数 ( $n^{[x]}(t)$ )」による調整 (図⑤.a、b)
  - ⇒ モデルに置換購入、等の水準を反映させる。
  - ⇒ 「デジタルの当期保有数純増 ( $n^{[a]2}(t)$ )」の予測値が「当期購入数 ( $n^{[x]}(t)$ )」の予測値を超える部分、すなわち、デジタルテレビ需要の予測値が、置換予定時期に達したアナログテレビの数を上回る部分 (X) では、図⑥、で解釈する。:
- ① 予測どおりデジタルテレビが普及する (E1：中位予測)
- ② デジタルテレビの代わりにデジタルチューナーが普及する (E2：中位予測)。
- ③ デジタルテレビおよびチューナーの普及は生じない (E3：低位予測)。
- ④ いったんチューナーが購入されるが、デジタルテレビの普及にしたがってチューナーは廃棄される (E4：中位予測)。
- ⑤ いったんチューナーが購入されるが、デジタルテレビの普及が進んでもチューナーは廃棄されない (E5：高位予測)。
- ⑥ ①～⑤の中間のケース。

#### 5. 将来予測の結果

最も高位の予測 (ケース E5) : 2007 年末 29,058 千台 (保有数の 24%)、2010 年末 101,359 千台 (同 82%)、2015 年末 128,044 千台 (同 100%)。

最も低位の予測 (ケース E3) : 2007 年末 27,772 千台 (保有数の 23%)、2010 年末 73,177 千台 (同 59%)、2015 年末 125,679 千台 (同 98%) のデジタルテレビが普及すると予測された (追加表③)。

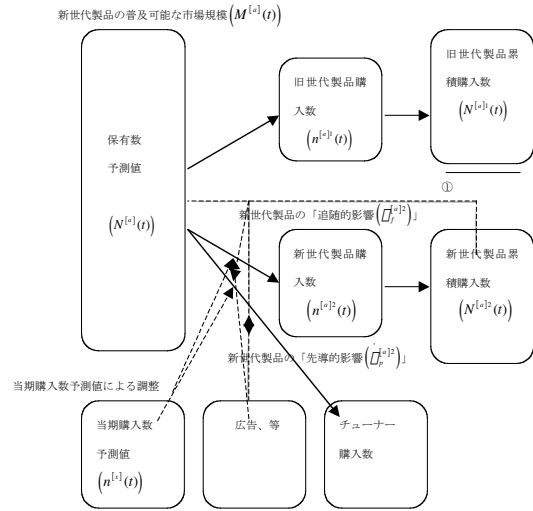
図



モデル式:  $n_p(t) = D_t(m - N(t-1))$   
 $n_r(t) = (D_r \square N(t-1)/m)(m - N(t-1))$

図① Bass モデルの変数間フローチャート

出所: Bass モデル関連の参考文献をもとに筆者にて作成。

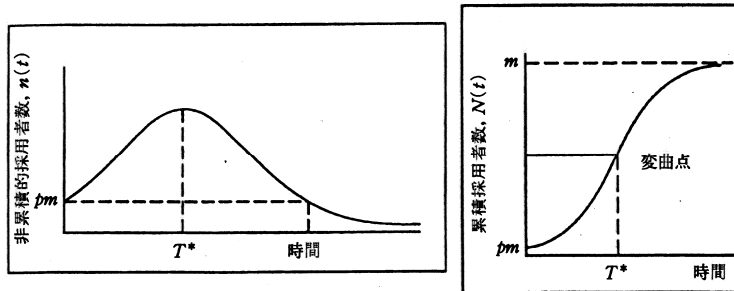


注) ①: 旧世代製品累積購入数:  $N^{i-1}(t) = M^{i-1}(t) \square N^{i-1}(t)$

図④ 世代交代モデルの変数間フローチャート

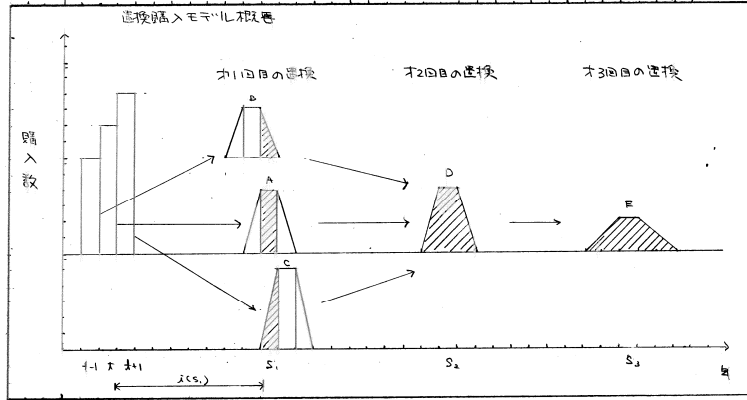
出所: 筆者にて作成。

図② Bass モデルの当期購入数と累積当期購入数



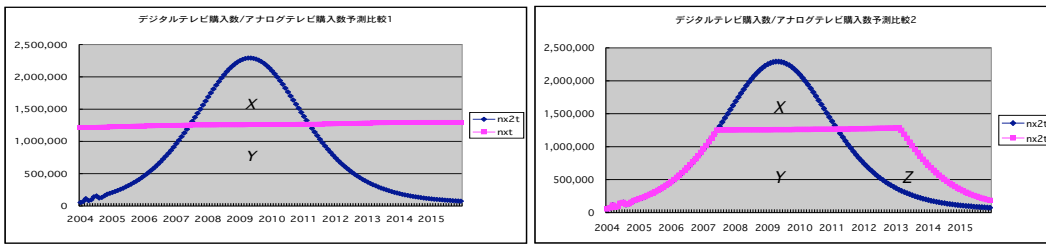
出所: Mahajan, Muller, Bass(1990)、4 ページを筆者にて一部修正。

図③ 置換購入モデルの概要



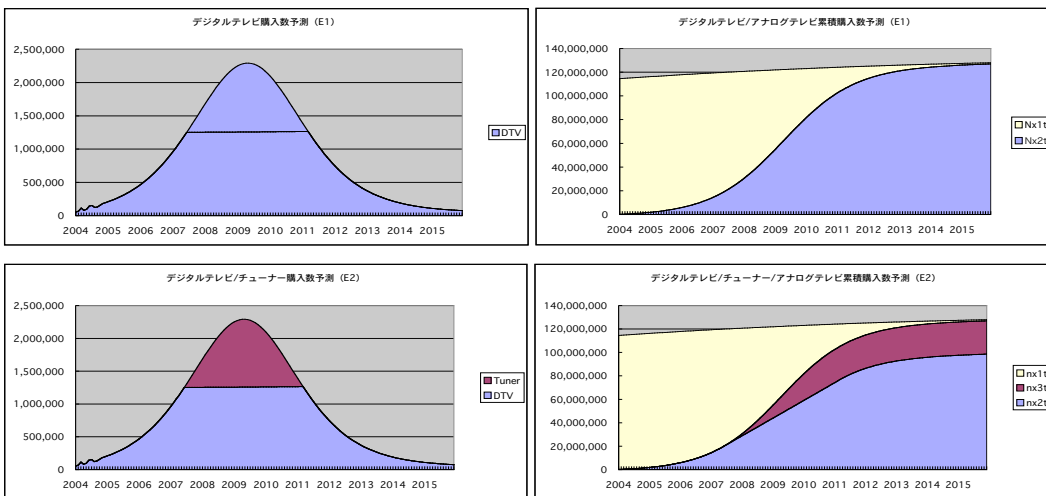
出所：筆者にて作成。

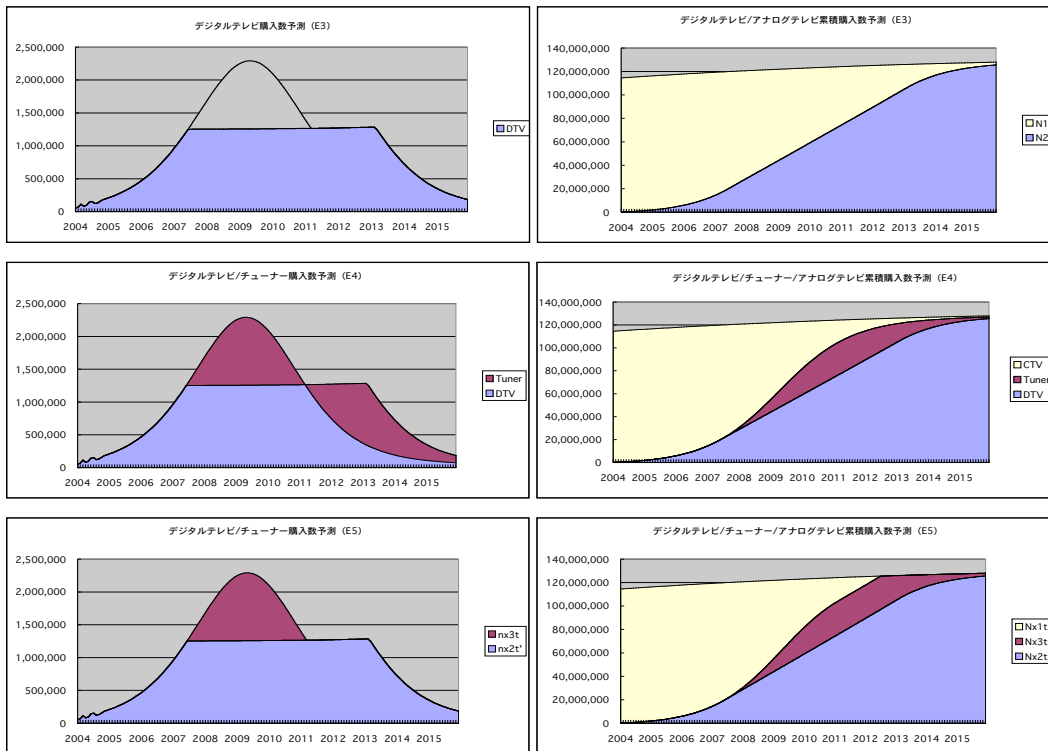
図⑤.a, b デジタルテレビとアナログテレビの当期購入数予測値水準の比較



出所：筆者にて作成。

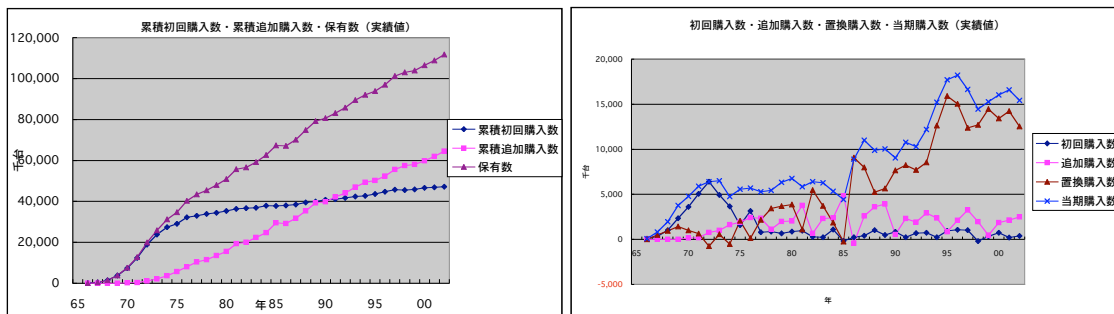
図⑥ 世代交代モデルによるデジタルテレビ・アナログテレビ普及予測パターン



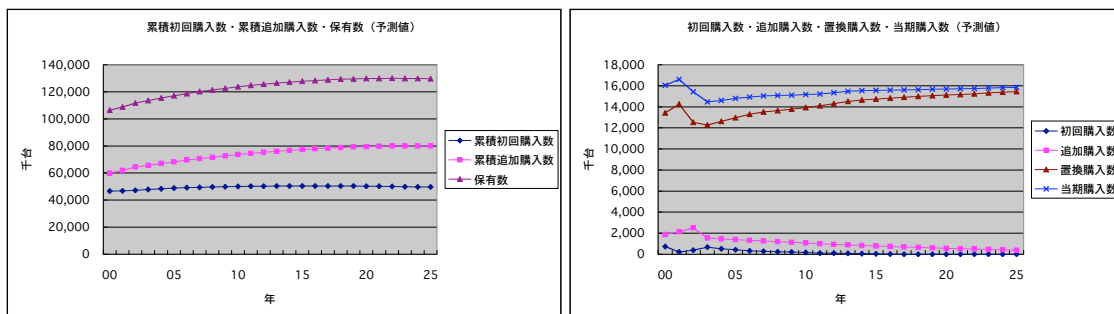


追加図表

図⑦.a、b 初回購入数・追加購入数・保有数・置換購入数・当期購入数（総購入数）実績値



図⑧.a、b 初回購入数・追加購入数・保有数・置換購入数・当期購入数（総購入数）予測値



表① 各モデルによる推定の結果

テストno.	分析期間(年、月)	モデルno.	使用データ	市場規模(M)の値 (その他)	係数					F値*	自由度修正 決定係数 $R^2$ *
					パラメーター	推定値	標準誤差*	(t値)*	(P値)*		
A5	「初回購入モデル」 1966~2002	4.1	CTVDIFNO	SETAIB	$\rho[n]p$	0.0363	0.0077	(4.7138)	(0.0000)	223.3167	0.9251
					$\rho[n]f$	0.6431	0.0317	(20.2904)	(0.0000)		
B215	「追加購入モデル」 1972~2000	4.3	CTVSUPNOMAS	POP11	$\rho[n]p$	0.0084	0.0037	(2.2588)	(0.0329)	17.5627	0.6396
					$\rho[n]f$	0.0484	0.0118	(4.0944)	(0.0004)		
					$\mu[s]$	1.4898	0.1043	(14.2877)	(0.0000)		
C4	「置換購入モデル」 1967~2002	4.5, 4.6, 4.7	CTVADPNOMAS (置換分布期間9年)		$\beta$	1.0277	0.0568	(18.0924)	(0.0000)	123.5466	0.7507
D46	「世代交代モデル」 2004.1~10	5.1	DTVSALESNO	CTVADPNP	$\rho[s]2p$	0.0007	0.0001	(6.3654)	(0.0004)	4.7623	0.4554
					$\rho[s]2f$	0.0735	0.0239	(3.0731)	(0.0180)		

注 \*印は線形推定の定義を非線形推定に準用したもの(「相当値」)。

	①初回購入数		②追加購入数		③保有数(①+②)		④置換購入数		⑤販売数(③+④)	
	当期購入数	累積購入数	当期購入数	累積購入数	当期購入数	累積購入数	当期購入数	累積購入数	当期購入数	累積購入数
2000	744	46,592	1,870	59,864	2,615	106,456	13,417	187,637	16,031	294,092
2001	216	46,808	2,138	62,002	2,354	108,810	14,242	201,878	16,596	310,688
2002	397	47,205	2,507	64,509	2,904	111,714	12,529	214,407	15,433	326,122
2003	665	47,871	1,539	65,737	1,893	113,607	12,270	226,677	14,474	340,285
2004	516	48,387	1,465	67,035	1,814	115,422	12,628	239,305	14,609	354,727
2005	438	48,825	1,392	68,251	1,654	117,076	12,972	252,277	14,802	369,352
2006	317	49,142	1,324	69,530	1,597	118,673	13,286	265,563	14,927	384,236
2007	274	49,416	1,256	70,655	1,399	120,072	13,515	279,078	15,045	399,149
2008	243	49,659	1,189	71,688	1,275	121,347	13,644	292,722	15,075	414,069
2009	211	49,870	1,123	72,675	1,199	122,546	13,769	306,491	15,104	429,037
2010	182	50,052	1,061	73,599	1,105	123,651	13,921	320,412	15,164	444,064
2011	119	50,171	1,002	74,527	1,046	124,697	14,089	334,501	15,209	459,199
2012	101	50,272	944	75,327	902	125,599	14,296	348,797	15,341	474,396
2013	83	50,355	889	76,071	826	126,425	14,503	363,300	15,475	489,726
2014	64	50,419	835	76,716	709	127,134	14,642	377,942	15,541	505,076
2015	39	50,458	785	77,313	636	127,770	14,736	392,678	15,559	520,448

注 市場規模の縮小に対応した調整をおこなったため、置換購入数以外の当期購入数と累積購入数の計算は合致しない。

表② 初回購入数・追加購入数・保有数・置換購入数・販売数予測値 (単位: 千台)

表③ 「世代交代モデル」によるデジタルテレビ・アナログテレビ普及予測数

①ケース E1 (単位: 千台)

E1	当期購入数			累計購入数					デジタル比
	DTV	TUNER	合計	DTV	TUNER	DTV・TUNER計	ANTV	合計	
2004	1,519		1,519	1,745		1,745	114,435	116,180	1.50%
2005	3,777		3,777	5,522		5,522	112,286	117,808	4.69%
2006	8,094		8,094	13,615		13,615	105,698	119,314	11.41%
2007	15,443		15,443	29,058		29,058	91,598	120,656	24.08%
2008	23,871		23,871	52,930		52,930	68,967	121,897	43.42%
2009	26,980		26,980	79,909		79,909	43,143	123,053	64.94%
2010	21,450		21,450	101,359		101,359	22,771	124,131	81.66%
2011	12,862		12,862	114,221		114,221	10,890	125,111	91.30%
2012	6,621		6,621	120,842		120,842	5,136	125,978	95.92%
2013	3,331		3,331	124,173		124,173	2,577	126,750	97.97%
2014	1,794		1,794	125,967		125,967	1,459	127,426	98.86%
2015	1,107		1,107	127,074		127,074	970	128,044	99.24%

②ケース E2

E2	当期購入数			累計購入数					デジタル比
	DTV	TUNER	合計	DTV	TUNER	DTV・TUNER計	ANTV	合計	
2004	1,519	0	1,519	1,745	0	1,745	114,435	116,180	1.50%
2005	3,777	0	3,777	5,522	0	5,522	112,286	117,808	4.69%
2006	8,094	0	8,094	13,615	0	13,615	105,698	119,314	11.41%
2007	14,157	1,286	15,443	27,772	1,286	29,058	91,598	120,656	24.08%
2008	15,075	8,796	23,871	42,847	10,082	52,930	68,967	121,897	43.42%
2009	15,108	11,872	26,980	57,955	21,954	79,909	43,143	123,053	64.94%
2010	15,162	6,288	21,450	73,117	28,242	101,359	22,771	124,131	81.66%
2011	12,680	182	12,862	85,797	28,424	114,221	10,890	125,111	91.30%
2012	6,621	0	6,621	92,418	28,424	120,842	5,136	125,978	95.92%
2013	3,331	0	3,331	95,749	28,424	124,173	2,577	126,750	97.97%
2014	1,794	0	1,794	97,543	28,424	125,967	1,459	127,426	98.86%
2015	1,107	0	1,107	98,650	28,424	127,074	970	128,044	99.24%



③ ケース E3

E3	当期購入数			累計購入数						デジタル比
	DTV	TUNER	合計	DTV	TUNER	DTV・TUNER計	ANTV	合計		
2004	1,519		1,519	1,745	0	1,745	114,435	116,180	1.50%	
2005	3,777		3,777	5,522	0	5,522	112,286	117,808	4.69%	
2006	8,094		8,094	13,615	0	13,615	105,698	119,314	11.41%	
2007	14,157		14,157	27,772	0	27,772	92,884	120,656	23.02%	
2008	15,075		15,075	42,847	0	42,847	79,049	121,897	35.15%	
2009	15,108		15,108	57,955	0	57,955	65,098	123,053	47.10%	
2010	15,162		15,162	73,117	0	73,117	51,014	124,131	58.90%	
2011	15,220		15,220	88,337	0	88,337	36,773	125,111	70.61%	
2012	15,342		15,342	103,679	0	103,679	22,299	125,978	82.30%	
2013	12,525		12,525	116,204	0	116,204	10,546	126,750	91.68%	
2014	6,368		6,368	122,573	0	122,573	4,853	127,426	96.19%	
2015	3,107		3,107	125,679	0	125,679	2,365	128,044	98.15%	

④ ケース E4

E4	当期購入数			累計購入数						デジタル比
	DTV	TUNER	合計	DTV	TUNER	DTV・TUNER計	ANTV	合計		
2004	1,519	0	1,519	1,745	0	1,745	114,435	116,180	1.50%	
2005	3,777	0	3,777	5,522	0	5,522	112,286	117,808	4.69%	
2006	8,094	0	8,094	13,615	0	13,615	105,698	119,314	11.41%	
2007	14,157	1,286	15,443	27,772	1,286	29,058	91,598	120,656	24.08%	
2008	15,075	8,796	23,871	42,847	10,082	52,930	68,967	121,897	43.42%	
2009	15,108	11,872	26,980	57,955	21,954	79,909	43,143	123,053	64.94%	
2010	15,162	6,288	21,450	73,117	28,242	101,359	22,771	124,131	81.66%	
2011	15,220	-2,359	12,862	88,337	25,884	114,221	10,890	125,111	91.30%	
2012	15,342	-8,720	6,622	103,679	17,163	120,842	5,136	125,978	95.92%	
2013	12,525	-9,195	3,330	116,204	7,969	124,173	2,577	126,750	97.97%	
2014	6,368	-4,574	1,794	122,573	3,395	125,967	1,459	127,426	98.86%	
2015	3,107	-2,000	1,107	125,679	1,395	127,074	970	128,044	99.24%	

⑤ ケース E5

E5	当期購入数			累計購入数						デジタル比
	DTV	TUNER	合計	DTV	TUNER	DTV・TUNER計	ANTV	合計		
2004	1,519	0	1,519	1,745	0	1,745	114,435	116,180	1.50%	
2005	3,777	0	3,777	5,522	0	5,522	112,286	117,808	4.69%	
2006	8,094	0	8,094	13,615	0	13,615	105,698	119,314	11.41%	
2007	14,157	1,286	15,443	27,772	1,286	29,058	91,598	120,656	24.08%	
2008	15,075	8,796	23,871	42,847	10,082	52,930	68,967	121,897	43.42%	
2009	15,108	11,872	26,980	57,955	21,954	79,909	43,143	123,053	64.94%	
2010	15,162	6,288	21,450	73,117	28,242	101,359	22,771	124,131	81.66%	
2011	15,220	182	15,402	88,337	28,424	116,761	8,350	125,111	93.33%	
2012	15,342	0	15,342	103,679	22,299	125,978	0	125,978	100.00%	
2013	12,525	0	12,525	116,204	10,546	126,750	0	126,750	100.00%	
2014	6,368	0	6,368	122,573	4,853	127,426	0	127,426	100.00%	
2015	3,107	0	3,107	125,679	2,365	128,044	0	128,044	100.00%	