地上アナログテレビ放送停止（停波）の経済分析

第2回コンテンツ・ワークショップ『デジタルコンテンツ市場の課題と発展の方向性』

早稲田大学デジタルソサエティ研究所

2007 年 2 月 16 日

鬼 木　甫
本 間　清 史
大阪学院大学

第一部　「アナログ停波事業」の現状（日本、米国）

I.　日本

A. アナログ停波

2011 年 7 月 24 日の予定

B. 根拠法令

電波法 7 条 3 項、71 条の 2（2001 年改正分）

放送用周波数使用計画（2001 年 7 月 25 日総務省告示 476 号）

C. デジタルテレビ機器普及の現状

1. テレビ受信機総数：　約 1～1.2 億台（100%）

（内）　地上デジタルテレビ累積販売数：　（～2007 年 12 月）

18,744 千台　（15.6～18.7%）

2. 年間テレビ受信機国内出荷台数（2007 年）：　9,002 千台　（100%）

（内）地上デジタルテレビ受信機販売数：　8,077 千台　（ 90%）

（内）地上デジタル PDP テレビ機販売数：　965 千台　（ 11%）

（内）地上デジタル液晶テレビ機販売数：　7,112 千台　（ 79%）

3. 当初試算

DTV 用チューナー価格を 5,000 円／台とし、停波時に 5,000 万台のチューナーを供給する場合の総費用：2,500 億円（= 5,000 円×5,000 万）

D. 経過・予定

2003 年末	東名阪の一部で地上デジタル放送開始
2006 年末	全都道府県庁所在地で同上放送開始
2007 年末	全中継局チャンネル割当終了予定

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

2011 年 7 月 24 日　アナログ放送停波予定。
同時点でのアナログ放送カバー人口に対するデジタル放送カバー人口の比率は 99%の見込み（カバーエリア内アナログ放送難視聴対応済地域のデジタル対応未確認・未決定分を含む、また衛星放送、IP マルチキャスト等による地上デジタル放送補完計画中の分を除く）。

E. 将来予測：
1. 条件：
a. 現状のままで時間が経過する
b. 2011 年 7 月に停波を実施する

2. あり得るシナリオ
a. デジタル受信機、同チューナー需要の増大、停波直前（数ヶ月前）から急速増大
b. 同上価格の急騰、品不足の発生
c. 同上買いあぶれの発生
d. 低所得者を含めテレビ視聴ができなくなる世帯が多数発生、不満・抗議の表明

II. 米国

A. デジタルテレビ機等普及の現状
1. アナログ TV 機器（ATV）の保有（2006 年末）
a. 67.7 百万台： ATV 保有で MVPD サービス（Cable, 衛星等）を受けていないもの
（内）44.2 百万台： ATV 保有で MVPD 非加入
（内）23.5 百万台： ATV 保有で MVPD 加入しかし非接続
b. 19.6 百万世帯： MVPD 非加入
（内）18.7 百万世帯： ATV 保有、DTV 非保有
（内） 0.9 百万世帯： DTV 保有
c. 14.7 百万世帯： MVPD 加入だが非接続の ATV を保有
d. 上記の結果、かりに 2006 年末に停波した場合に TV が視聴できなくなる
世帯数： 33.4 百万世帯（= 18.7+14.7）
ATV 台数： 67.7 百万台 （= 44.2+23.5）
e. 上記 ATV のすべてにクーポン$40.-の補助をおこなった場合の支出額：

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

$2,708 mil（= $40×67.7 百万台）
= 297,880 百万円（= ¥110×270.8）
参考: 1994～95 年 PCS（A, B）用周波数帯 60MHz の落札額合計: $7,721 mil.

2. デジタル TV 機器の販売
2006 年： 23.9（百万台）（全テレビ機器販売の 69%）
2007 年： 29.2*
2008 年： 33.4*
2009 年： 35.2*
2010 年： 36.4*
2006～2010 年計：158.1*
（*予測数）
（本項目 A.は FCC：MB07-91, May 18, 2007, FCC07-70, IV.B による）

B. アナログ放送停止
1. 確定期限（firm deadline）:
2009 年 2 月 17 日に設定。
以降は ch.2～ch.51（ch.37 を除く）のみ放送用に使用
前回設定期限は 2006 年 12 月 31 日であった。

2. 根拠法令
Digital Television Transition and Public Safety Act of 2005 (Public Law 109-171, Feb.8, 2006), Title III (*Communications Act of 1934* as amended, Section 309 (j)(14); 47USC309(j)(14) 他を含む):

C. 回収周波数帯（ch.52～ch.69 の一部計 62MHz）のオークション
2008 年 1 月 28 日までの開始を（FCC に）義務づけている。

D. 償還**クーポン計画**:
1. DA コンバータ（チューナー）購入費用の一部として配布
米国各世帯につき 2 枚までのクーポン配布申込を受付（管理は NTIA、実際業務は U.S. Post、なおシステム作成を IBM に委託）
申込期間： 2008 年 1 月 1 日～2009 年 3 月 31 日
有効期限： 配布後 3 ヵ月
チューナー1 個購入時に、クーポン 1 枚で$40.-の償還を受けることができる。

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

2. 財源：

上記 B.のオークション収入の一部を充てる。

2009 年度（2008.7～2009.6）中に$990 百万まで支出できる。

不足の場合$1,500 百万まで借入れ、後にオークション収入より返済できる。

3. その他

非都市地域（rural）低出力（low power）テレビ局への援助：

DA 変換システム費用、アナログ放送設備のデジタル化費用

E. テレビ受信機生産・流通業者の義務

1. デジタル放送受信部装着義務

テレビ受信機生産・流通（輸入を含む）業者に対し、新規販売受信機にデジタル受信部（チューナー）を装着することを義務づけた（アナログ放送のみ受信できる機器の販売を禁止した）。

同義務の発効期限は、すべてのテレビ受信機（レコーダー、コンピュータ等を含む）について 2007 年 3 月 1 日。ただし、その 2 年ほど前から、大型スクリーン付受信機から段階的に順次導入したもの。

例外を設けないが、各州内で生産・流通する分については上記義務を課さない。（FCC の権限外だから。州政府の対応を期待したものと考えられ、また該当数は小さいと推測される。）

2. 根拠法令（FCC 規則）

FCC, *Second Report and Order in the Matter of Requirements for Digital Television Receiving Capability*, ET Docket No. 05-24, FCC 05-190, November 3, 2005.

F. ケーブル事業者の義務

1. アナログ放送継続義務

ケーブル事業者に対して、停波時までに供給していたアナログ放送（must carry チャンネル）を、停波後も同一条件で継続供給することを義務づけた。

そのためにヘッドエンドにおけるダウン・コンバート（DA 変換）が必要

ケーブル加入者のすべてがデジタル放送受信可能になった場合は不要

期間は停波後 3 年間

ただし同 2 年後に延長の必要を検討する

継続義務には例外を設けない

ただし小規模事業者には財政援助を検討

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

2. 根拠法令（FCC 規則）

FCC, *Third Report and Order and Third Further Notice of Proposed Rule Making in the Matter of Carriage of Digital Television Broadcast Signals: Amendment to Part 76 of the Commission's Rules*, CS Docket No. 98-120, FCC07-170, September 11, 2007.

III. 国際比較

A. 日・米・英・欧大陸（独）の概要

項目	日	米	英	独
デジタル放送開始	2003/12	1998/11	1998/9	2002/11
受信方式				
地上波	67%	13%	54%	数%
ケーブル	33%	65%	13%	60%
衛星	(25%、別ﾁｬﾝﾈﾙ)	22%	33%	37%
停波方式	一斉終了（?）	一斉終了	地域別段階的終了	
開始	2011/7	2009/2	2008	2003/8
終了			2012/12	2010
放送開始～停波終了までの期間	7 年 7 ヶ月	10 年 3 ヶ月	14 年 3 ヶ月	7 年 11 ヶ月
公的支援	検討中（?）	EDT 用クーポン配布	あり	なし（不要と判断）

（注）(社)電子情報技術産業協会（JEITA）、『欧米における地上デジタル放送実態調査報告書』、2006 年 12 月、p.210 より作成

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

B. **日米政府施策の比較（2008 年 1 月現在）**

項目	日	米
停波日時設定の法的根拠	省令	法律
実質上の促進主体	総務省・ 事業者等団体	議会（委員会） FCC、NTIA 事業者等団体
受信機への DT 装着義務化	なし （ただし注意ラベル貼付を要請）	2007/3
ケーブルによる停波後アナログ放送（再送信）継続義務	なし	2007/9 （加入者に対し停波前と同一条件で）
公的援助	「弱者」について検討中（?）	EDT 入手用クーポン配布（世帯あたり$40.-×2 枚、2008/1 配布開始）
対象		電波直接受信者の保有するすべてのアナログ受信機（ﾚｺｰﾀﾞｰ、ｺﾝﾋﾟｭｰﾀは援助外）
予算額		$990 百万＋$1,500 百万（1,089 億円＋1,650 億円）
財源		下記オークション収入
停波による解放周波数帯の処置	新規用途に割当を検討中	セキュリティ・新規用途にオークション割当（2008/1 ｵｰｸｼｮﾝ開始）

第二部　アナログ放送停波に必要な「支出」の分析（日本）

I.　目的・方法の概要

A. 目的

アナログ TV 停波（デジタル放送の完全実施）によって、関係経済主体の収入・支出に生ずる影響を推計・分析する。ただし同停波時に存在するすべての TV 受信機について、その視聴環境が停波によって悪化する（停波後に視聴できなくなる）ことはない、すなわち停波時に残るアナログ受信機のすべてにデジタル受信用チューナーが用意されるものとする。つまり、デジタル放送完全実施の目標は、「全世帯に少なくとも 1 台のデジタル受信機の普及」ではなく、「全アナログ受信機のデジタル化」であると考える。

B. 方法

アナログ停波を実施しない（デジタル・アナログのサイマル放送を無期限に継続する）場合を起点とする。その上で、特定時点でアナログ停波を実施し、その結果

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

空いた周波数帯を移動通信分野の新サービスに割り当てた場合、関係経済主体の活動に生ずる変化とそれに伴う収支変動を複数のケース（シナリオ）について推計する。なお、アナログ停波時に残っているアナログ受信機保有者に対して、政府がデジタル TV 受信チューナー購入費用の全部あるいは一部を補助する可能性を否定しないが、この段階では購入費用金額の推計にとどめ、その「財源（自己負担あるいは政府補助）」については特定しないものとする。

II. 関係経済主体のリスト

A. テレビ関係：

1. 視聴者
   - 個人住宅
   - 集合住宅
     - 区分所有居住者、管理組合
     - 賃貸居住者、所有・管理者
   - 企業団体等
2. 地上放送事業者
   - アナログ放送事業
   - デジタル放送事業
   - 共通業務
3. その他放送事業者
   - ケーブル事業者（再送信業務）
   - 衛星放送事業者
   - ブロードバンドサービス事業者（IP マルチキャスト業務）
4. DTV 機・DTV チューナー・メーカー
5. その他(1)
   - テレビ機器販売、メンテナンス、サービス事業者（DTV 用受信機・アンテナ等の設置、ATV 用設備の撤去・廃棄）
6. その他(2)
   - DTV 用ソフトウェア・ベンダー
   - コンテンツ供給（プロダクションなど）
   - コンテンツ利用事業者（通販など）

B. 移動通信関係（停波周波数帯での新規事業者）：

11. 携帯電話等ユーザ
12. 携帯電話等事業者

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

13. その他(1)

携帯電話端末販売、サービス（携帯代理店）

携帯端末メーカー

移動通信機器メーカー

14. その他(2)

携帯端末用ソフトベンダー

携帯端末用 Web コンテンツ供給（Web サイト作成）事業者

携帯サービス利用事業者（多様）

C. 政府：

21. 総務省

III. 用語・定義・記号・前提（仮定）等

A. テレビ受信機関係

1. 機能別モジュール

x. アナログ TV 受信部

y. デジタル TV 受信部

z. 映像・音響部

u. 録画・再生部

w. その他機能モジュール（例：コンピュータ機能）

2. 主要製品種別／同構成モジュール（上記 1.の項目番号で示す）

a. アナログ TV 受信機（ATV）／x, z

b. デジタル TV 受信機（DTV）／x, y, z

c. デジタル TV 用チューナー（DT）／y

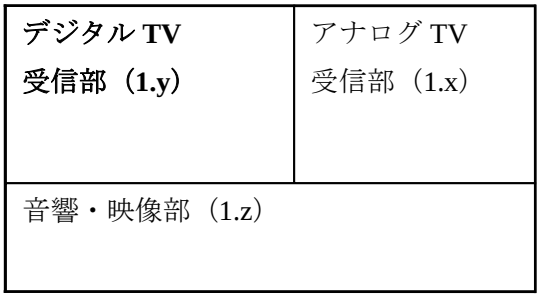
d. アナログ録画機／x, u

e. デジタル録画機／x, y, u

f. （例）アナログ TV 付コンピュータ／x, w

g. （例）デジタル TV 付コンピュータ／x, y, w

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/



図： デジタル TV 受信機（2.b）を構成するモジュール

3. 前提（仮定）
   a. 各製品の価格はその構成モジュールの価格の合計に等しいものとする。
   b. デジタル TV 視聴、アナログ停波によって影響を受ける視聴者行動は、モジュール 1.y（デジタル TV 受信部）に限られる、すなわち他モジュール（1.x, 1.z, 1.u, 1.w）についての行動は影響を受けないものとする。したがって、上記影響は 1.y を含む機器の購入のみに限られることになり、本稿ではこれを「デジタル TV 用チューナー部（**DT**）」によって代表させる。（その結果、たとえばチューナー筐体コスト、アンテナ設置・改修コスト等を無視する場合がある。）

B. DT 生産についての前提（仮定）

1. DT 生産の「付加価値」は、その価格に等しいものとする。すなわち、DT 生産に必要な部品・原料等の生産にかかる費用をすべて同付加価値に含めること、つまり、DT 生産から生ずる（原材料、労働等への）派生需要からの付加価値をすべて DT 価格に含めることとする。たとえばシリコン原石など輸入分の費用も DT 価格に入る――簡便化の仮定。

2. DT の生産企業は、各期 t において設備・労働をフル稼働（8 時間／日）しており、その場合の平均費用に等しい価格 $P(t)$ に対応する需要が過不足なく満たされているものとする。

3. 上記正常稼働を超える生産は、労働者の超過勤務（同手当付）によって実現されるものとする。

4. DT 生産の平均費用は、同累積生産高の減少関数になっているものとする。

C. 記号

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

期間（年 or 月）

t ： 期間、時点を示す変数

T ： アナログ TV 停波時点

T^*： 同上最適点

$T_0 \ll T$： 分析期間の始点

$T_1 \gg$ T： 分析期間の終点

IV. 停波実施しない場合のモデル（起点モデル）

A. 前提（仮定）・記号

1. テレビ普及率（世帯あたり台数）は分析期間を通じて一定
   テレビはすべての世帯が保有しているものとする（実際は 99.8%）
   テレビ総保有台数は世帯数と世帯あたり平均保有台数に応じて決まる

2. テレビ耐用年数（= テレビの買換期間）は分析期間を通じて一定とする
   毎期の買換数は外生変数として与えられる

3. 買換時の選択：
   a. DT を入手しない（III.A 中の 1.a, 1.d あるいは 1.f を購入）
   b. DT を入手する（同 1.b, 1.c, 1.e あるいは 1.g を購入）

   DT 以外の機能（たとえば映像部の大きさ・精細度やそれが薄型であること）に支出するか否かは、DT 機能への支出と独立に決められることを前提する。

4. テレビ機等の購入は、保有機が買換時期に達した時点においてのみおこなうとする
   買換時期到来前あるいは同後の購入は無いものとする

5. （世帯）世代 s： $t = s$ が買換期間となる世帯 $(T_0 \leqq s \leqq T_1 - V)$
   $n(s)$： 世代 s の世帯数 = s 期のテレビ買換数（= テレビ機保有総数／耐用年数）
   $n^1(s)$： t 期の初回 DT 購入数
   $n^2(s)$： t 期の DT 購入数（初回購入に加え、2 回目以降の購入、置換購入を含む）
   $n(s) - n^2(s)$： t 期の ATV 等の購入数

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

$N^2(t)$： t 期までの DT 累積購入数

$$N^2(t) = \int_{T_0}^{t} n^2(s)ds$$

$$= \sum_{s=T_0}^{t} n^2(s)$$

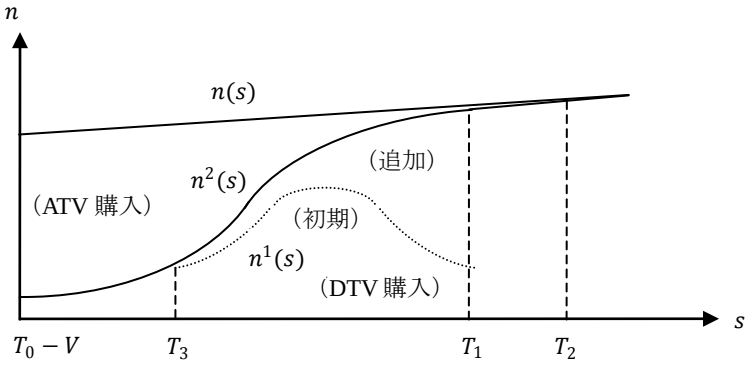
6. 停波がない場合、DT 購入数 $n^2(s)$ が、同生産の「正常稼働水準」と一致するものとする。

B. 買換数の予測

DT 初回購入の「上昇部分」につき、本間モデル（Bass 価格モデル）を使用。

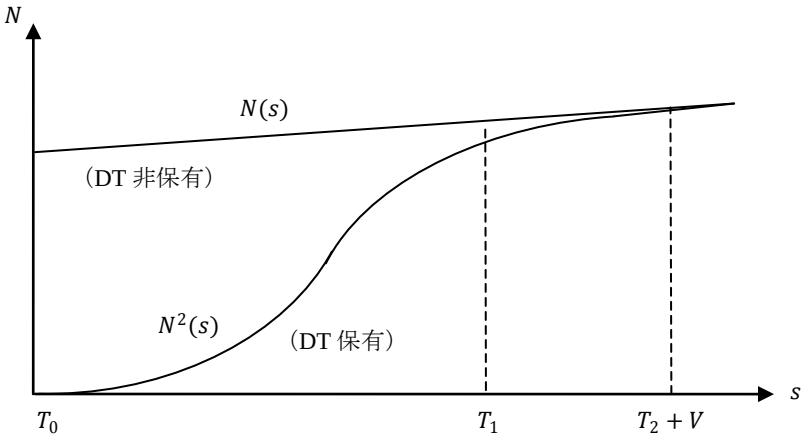
初回購入 $n^1(t)$ が「最高値」に到達した後は、$n^2(t)$ が $n(t)$ に漸近するものと仮定。

漸近スピードは、$t = T_2 = 20$xx 年に $n^2(T_2) = n(T_2)$ となり、$t = T_2 + V$ において $N^2(T_2 + V) = N(T_2 + V)$ になるように設定する。



図： 世代 s $(T_0 - V \leqq s \leqq T_1)$ の買換行動

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/



図：　買換行動の累積結果

C. DT の生産・供給

1. 前提（仮定）

a. DT 生産企業は、停波が無い場合の DT に対する需要量を過不足なく満たすように設備投資を実施（正常稼働水準を拡張）する。

b. 正常稼働水準での DT 生産平均費用は、その時点までの DT 累積生産台数の減少関数（下記 $f(\cdot)$）になっている。

2. DT 生産台数

$x(t)$：　t 期の DT 生産台数 $(T_0 \leqq t \leqq T_1)$

$x(t) = n^2(t)$　（停波ない場合）

$X(t)$：　t 期までの DT 累積生産台数 $(T_0 \leqq t \leqq T_1)$

$$X(t) = \int_{T_0}^{t} x(s)ds$$

$$= \sum_{s=T_0}^{t} x(s).$$

3. 平均費用（正常稼働の場合）

$\hat{c}(t)$：　t 期のチューナー部生産の平均費用（正常稼働の場合）

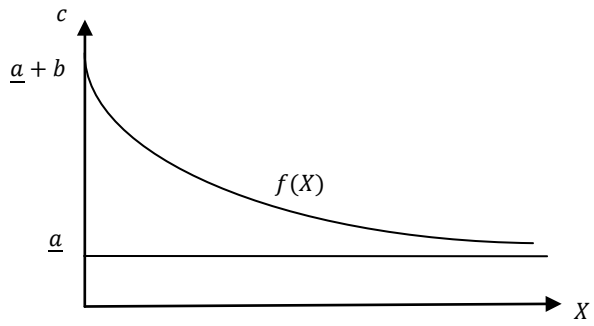
$\hat{c}(t) = \hat{c}(t; X(t)) = f\big(X(t)\big), \qquad (T_0 \leqq t \leqq T_1)$

$f(X) : (0, +\infty) \to \big(+\infty, \underline{a}\big), \qquad \underline{a} > 0.$

$f(\cdot)$ は X の減少関数

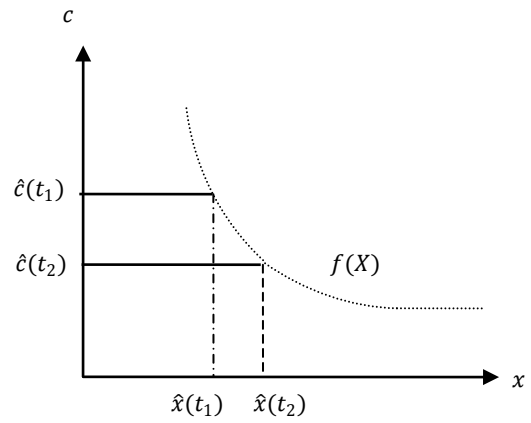
oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

例： $f(X) = \underline{a} + b\ exp[-cX] \qquad (\underline{a} > 0,\ b > 0,\ c > 0)$



図： 平均費用関数 $f(\cdot)$ の形状

$\hat{x}(t)$： t 期の DT 正常稼働生産水準



図： 時点 $t_i(i = 1,2; t_1 < t_2)$ における DTV チューナー生産の平均費用 $\hat{c}(t_i)$（正常稼働水準 $\hat{x}(t_i)$ について）

D. DT 市場の概要

1. DT への需要

$x(t) = n^2(t) \qquad (T_0 \leqq t \leqq T_1)$

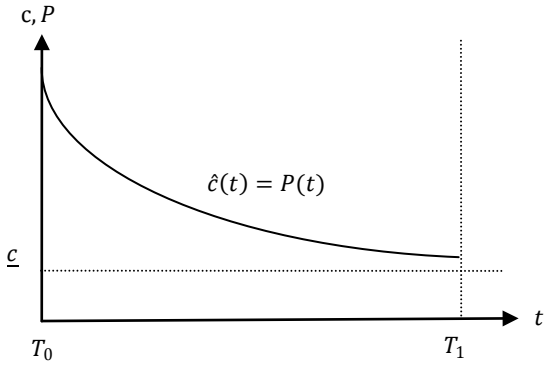
2. 平均費用と価格

$P(t)$： t 時点における DT の価格

$P(t) = \hat{c}(t) \qquad (T_0 \leqq t \leqq T_1)$

$\hat{c}(t) = f(X(t)) \qquad (T_0 \leqq t \leqq T_1)$

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/



図： 平均費用（価格）の経時変化

V. 停波を実施する場合（ケース 1）

A. 前提

時点 T $(T_0 < T < T_1)$ において停波を実施する。これに対し、同時点のすべての ATV 保有に対して政府が「償還適格 DTR」の時価に等しい金額を無償交付するか、あるいは同時点のすべての ATV 保有数に等しい数の DT への非弾力的需要が発生する（すべての ATV 保有者が価格の如何にかかわらず DT を購入してデジタル放送を受信しようとする）ことを前提する[1]。このときの視聴環境は、T の前後を通じて停波しない場合と同一であり、視聴者によるテレビ受信機購入行動は影響を受けない。

B. 分析モデル

1. 政府行動概要

政府は、停波前のある時点 $(t = R)$ において DTR 供給（同入手費用の償還を含む）計画を発表し、即日 DTR 供給用「クーポン」の配布申込受付を開始する。同クーポンは、時点 R において保有されている ATV 機 1 台につき、1 枚を限って配布する。時点 R 以降停波時点 T までの時点 s において、DTR あるいは DTR の性能を上回らない DTV 受信機を購入し、同時に保有 ATV 機を廃棄した視聴者に対し、政府は時点 s における DTR 価格相当分の金額（時点 s の直前に公表する）を上回らない金額を補助する（実際は、同クーポンを代価の一部として受け取る同販売業者に同金額を支払う）。同補助金

[1] 償還適格 DTR とは、DT（デジタル受信チューナー部）を有するが、映像・音声の内部出力・外部出力機能が、アナログ機能（あるいはアナログ機能と同等以下のデジタル機能）のみを持つものを言う。

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

は、第 1 に停波時点 T の直前に DTR への需要が集中することを防ぐことを目的とし、第 2 に DTR 購入費用（の一部）を援助することを目的とする。

同クーポンは譲渡を禁止し、また発行後有効期限（短期間）を設ける。また上記目的の第 1 を達成するために早期申込・予約分に対して補助金額を割増しし、他方クーポン不使用者に対しては少額のペナルティを課す。さらにこれに加え、時点 R 以降においては DT 受信機能を持たないテレビ受信機（録画再生機を含む）の販売には、付加的な DTR あるいは同クーポン券を添付することを義務づけるものとする。

2. DTR への需要と必要供給数

R ： DTR 供給計画開始時点 $(T_0 < R < T < T_1)$

$y(s)$ ： 期間 s におけるクーポンの発行数

$\mathrm{y(s)} = n(s) - n^2(\mathrm{s}) \quad (\mathrm{R} \leqq \mathrm{s} < T)$

$Y_1 = Y_1(R,T) = \int_R^T y(s)ds$ ： 期間（$R,\ T$）において購入される ATV に対応する分

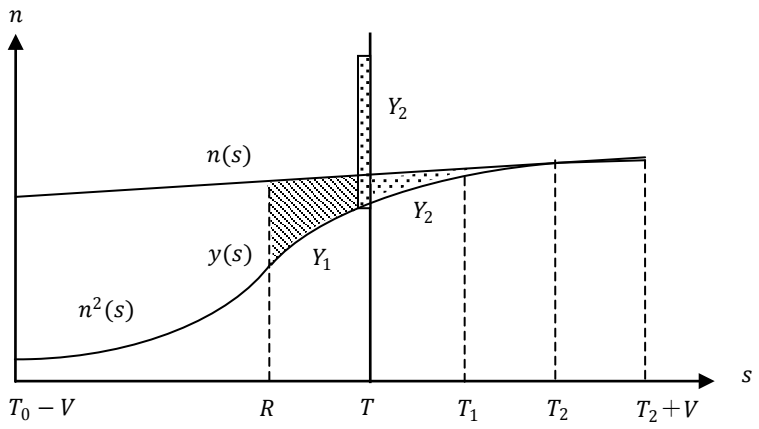
$Y_2 = Y_2(T) = \int_T^{T_2} \big(n(s) - n^2(s)\big)ds$

$= N(T) - N^2(T)$ ： 時点 T において残存する ATV に対応する分

$Y = Y(R,T)$ ： DTR 必要供給数合計

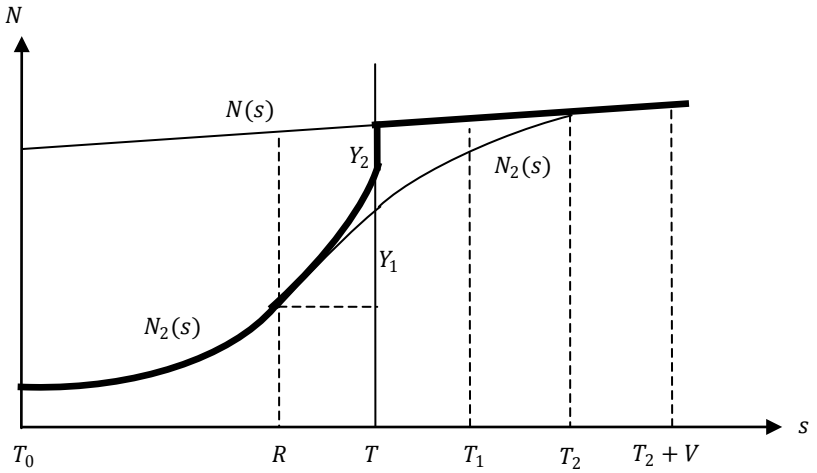
$= Y_1 + Y_2$

$= \sum_{S=R}^{T} y(s).$



図： 停波ある場合の DTR 必要供給数の例

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/



図： 停波ある場合の DTR 保有数

C. DTR 生産のための費用

1. 前提（仮定）

DT 生産企業は、停波とクーポン償還から生ずる DTR 需要を、停波が無い場合の DT 生産に対応する設備を超過稼働させることによって充足するものとする。DT 生産企業による供給によって不足する分は輸入（それぞれの時点の国内価格と同一価格での）に依存するものとする。

2. 記号

時点 t $(T_0 \leqq t \leqq T_1)$、生産水準 x $(x \geqq 0)$ において：

$C(x) = C(t,x)$： 総費用

$C_f(x) = C_f(t,x)$： 総固定費用

$C_v(x) = C_v(t,x)$： 総可変費用

$C(t,x) = C_f(t,x) + C_v(t,x)$

$c(x) = c(t,x) = C(t,x)/x$： 平均費用

$c_f(x) = c_f(t,x) = C_f(t,x)/x$： 平均固定費用

$c_v(x) = c_v(t,x) = C_v(t,x)/x$： 平均可変費用

$c(t,x) = c_f(t,x) + c_v(t,x)$

$m(x) = m(t,x) = \partial C(t,x)/\partial x$： 限界費用

3. 仮定

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

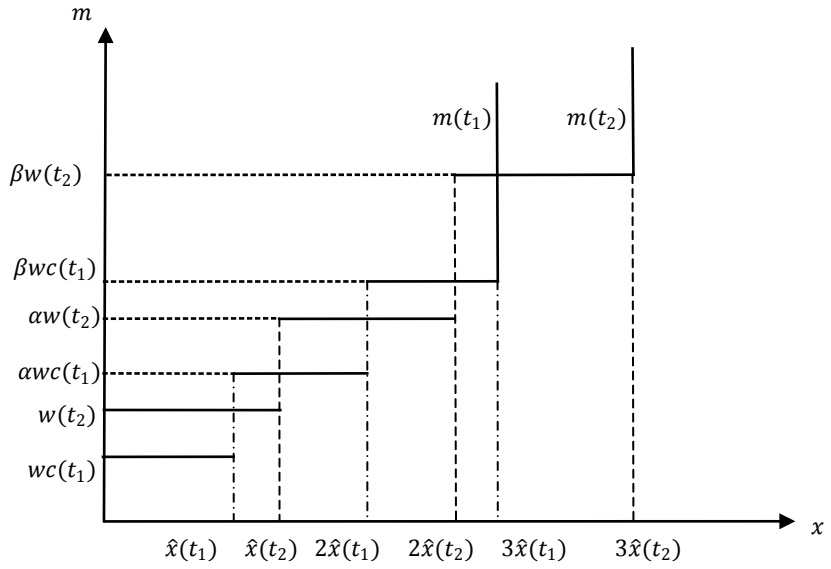
$c(t,\hat{x}(t)) = \hat{c}(t;X(t))$： 正常稼働範囲内でのフル・スケール生産時の平均総費用は累積生産高 $X(t)$ で決まる。

$w(t)$： DT 生産のための平均総費用中の可変費用の比率（原材料等については源泉にまでさかのぼる）$(0 < w < 1)$. $(T_0 \leqq t \leqq T_1)$

$c_f(t) = (1 - w(t))\hat{c}(t)$ $(T_0 \leqq t \leqq T_1)$

4. 限界費用

$$
\begin{aligned}
m(x) &= w\hat{c}(t) && 0 \leqq x \leqq \hat{x}(t),\\
&= \alpha w\hat{c}(t) && \hat{x}(t) \leqq x \leqq 2\hat{x}(t),\\
&= \beta w\hat{c}(t) && 2\hat{x}(t) \leqq x \leqq 3\hat{x}(t),\\
&= +\infty && 3\hat{x}(t) < x.\\
&(1 < \alpha < \beta)
\end{aligned}
$$



図： 時点 t_i $(i = 1,2;\ t_1 < t_2)$ における限界費用 $m(t_i)$

5. 総費用

$C_f(t) = C_f(t,\hat{x}(t))$： $x = \hat{x}(t)$ 水準での総固定費用 $(R \leqq t \leqq T)$

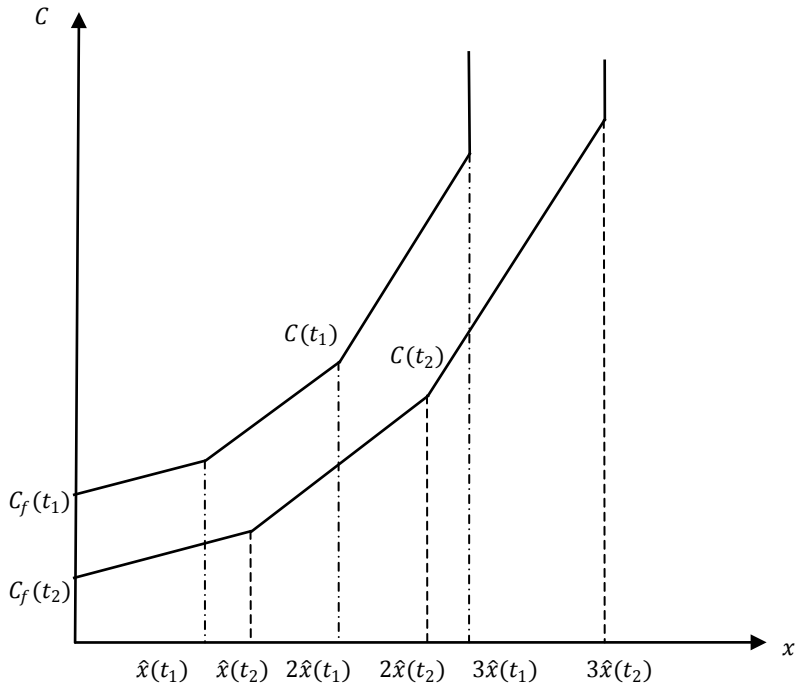
$$
\begin{aligned}
C(t) = C(t,x) &= C_f(t) + w\hat{c}(t)\cdot x(t), && 0 \leqq x \leqq \hat{x}(t),\\
&= C_f(t) + w\hat{c}(t)\{\hat{x}(t) + \alpha(x - \hat{x}(t))\}\\
&= C_f(t) + w\hat{c}(t)\{\alpha x + (\alpha - 1)\hat{x}(t)\}, && \hat{x}(t) \leqq x \leqq 2\hat{x}(t),\\
&= C_f(t) + (\alpha + 1)w\hat{c}(t)\hat{x}(t), && x = 2\hat{x}(t),\\
&= C_f(t) + w\hat{c}(t)\{(\alpha + 1)\hat{x}(t) + \beta(x - 2\hat{x}(t))\}\\
&= C_f(t) + w\hat{c}(t)\{\beta x(t) + (\alpha + 1 - 2\beta\hat{x}(t))\}, && 2\hat{x}(t) \leqq x \leqq 3\hat{x}(t),\\
&= C_f(t) + (\alpha + \beta + 1)w\hat{c}(t)\hat{x}(t), && x = 3\hat{x}(t),
\end{aligned}
$$

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

$$= +\infty, \qquad x > 3\hat{x}(t).$$

$\alpha = 2, \beta = 3$ の場合：

$$\begin{aligned}
C(t) = C(t,x) &= C_f(t) + w\hat{c}(t) \cdot x(t), && 0 \leqq x \leqq \hat{x}(t), \\
&= C_f(t) + w\hat{c}(t)\{\hat{x}(t) + 2(x - \hat{x}(t))\} \\
&= C_f(t) + w\hat{c}(t)\{2x - \hat{x}(t)\}, && \hat{x}(t) \leqq x \leqq 2\hat{x}(t), \\
&= C_f(t) + 3w\hat{c}(t)\hat{x}(t), && x = 2\hat{x}(t), \\
&= C_f(t) + w\hat{c}(t)\{3\hat{x}(t) + 3(x - 2\hat{x}(t))\} \\
&= C_f(t) + w\hat{c}(t) \cdot 3\{x - \hat{x}(t)\}, && 2\hat{x}(t) \leqq x \leqq 3\hat{x}(t), \\
&= C_f(t) + 6w\hat{c}(t)\hat{x}(t), && x = 3\hat{x}(t), \\
&= +\infty, && x > 3\hat{x}(t).
\end{aligned}$$

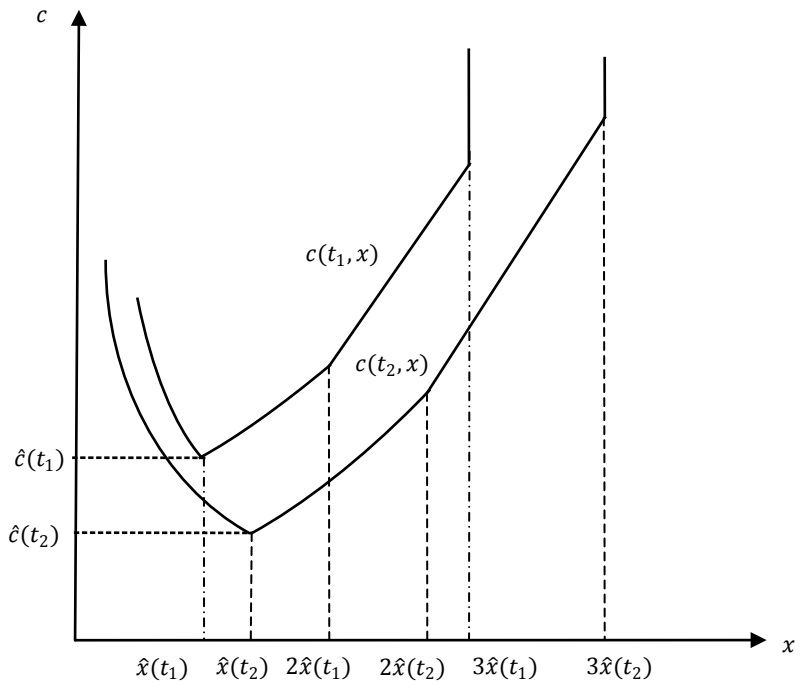


図： 時点 $t_i (i = 1,2; t_1 < t_2)$ における DTR の総費用 $C(t_i)$

6. 平均費用

$$c(t,x) = C(t,x)/x \qquad R \leqq t \leqq T,\ x \geqq 0$$

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/



図： 時点 $t_i (i = 1,2; t_1 < t_2)$ における DTR の$c(t_i)$

D. DTR 生産計画と費用

1. 記号

$z(t)$： DTR 生産数 $(R \leqq t \leqq T)$

$Z = Z(z(.))$： DTR 生産計画数合計

$$= \int_R^T z(t)dt + z(T)$$

$$= \sum_{t=R}^{T} z(t).$$

2. 計画 $z(\cdot)$ に対応する DTR 生産費用

$c(t) = c(t; z(.))$： DTR 生産の平均費用 $(R \leqq t \leqq T)$

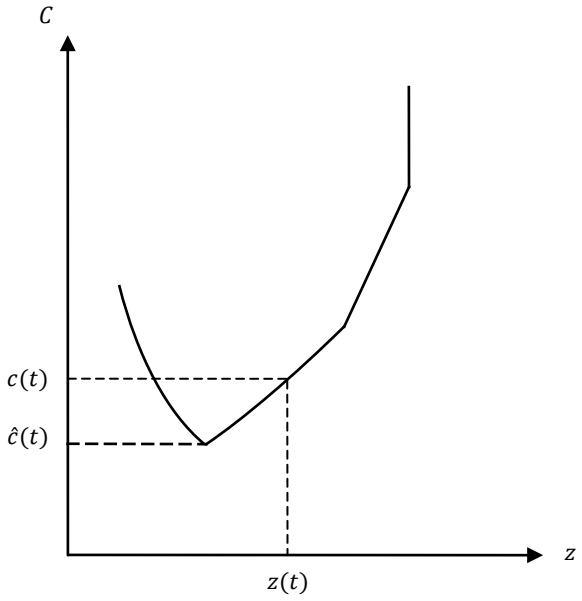
$\mathcal{C} = \mathcal{C}\big(z(.)\big) = \mathcal{C}(R, T, X;\ z(.))$： DTR 生産費用の（割引）合計額 $(t = T_0)$

i： 割引率

$$\mathcal{C} = \int_R^T c(t)\, z(t)\, e^{-i(t-T_0)}dt + c(T)\, z(T)\, e^{-i(T-T_0)}.$$

$$= \sum_{t=R}^{T} \frac{1}{(1+i)^{t-T_0}} c(t).$$

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/



図： t 時点の DT、DTR 生産の平均費用

E. DTR 生産と同価格との関係の例示

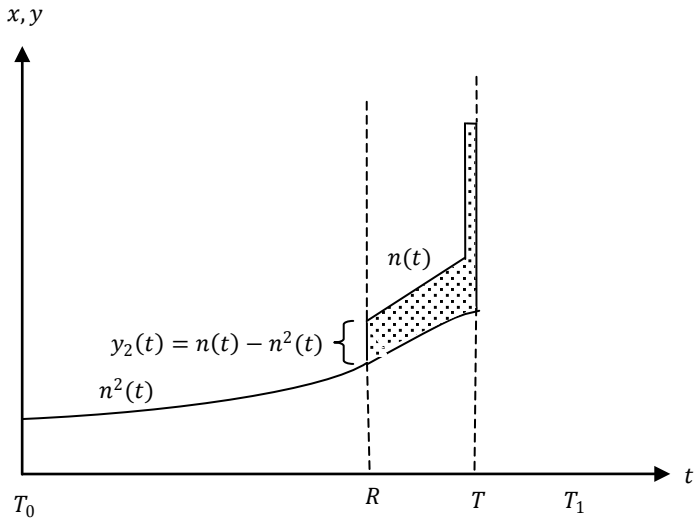
1. 前提（仮定）・記号

$P(t)$： DT、DTR の供給価格

$P(t) = c(t),$ $0 \leqq t \leqq T.$

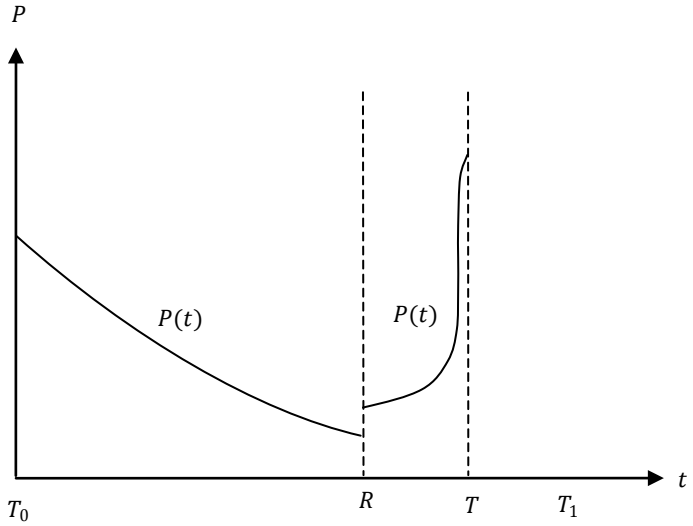
2. DTR 必要供給量をそのまま生産した場合：

t が停波時点 T に近づくにともなって価格が急上昇する。



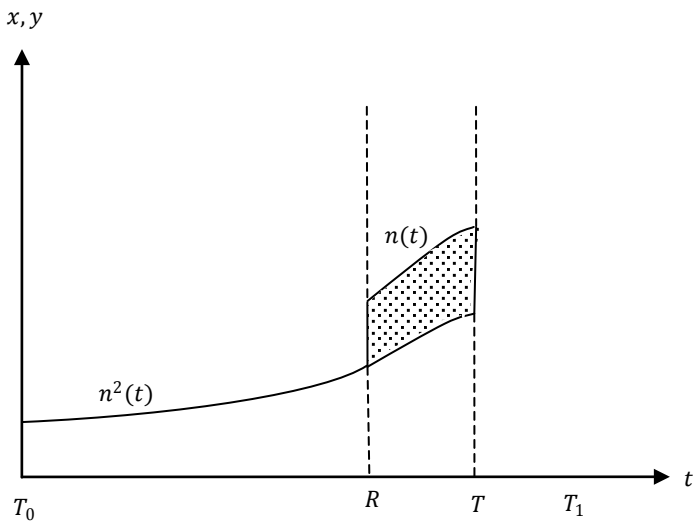
oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

図： DTR 必要供給量 $y_2(\mathrm{t}), x(t)$



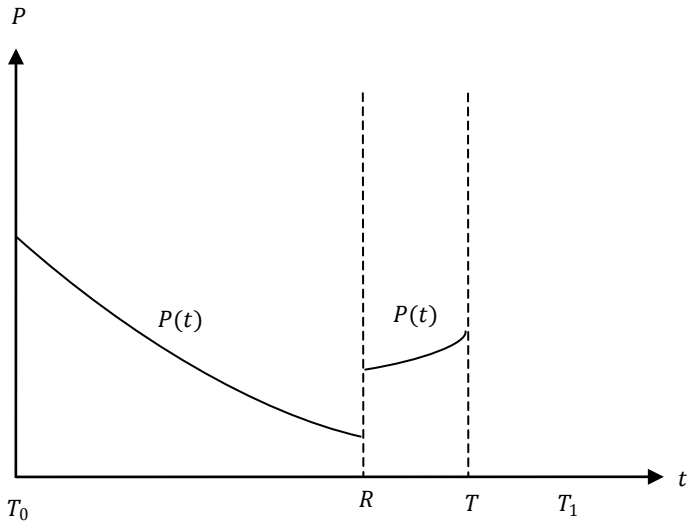
図： 必要供給量 $x_2(t), x(t)$ を生産した場合の価格

3. DTR 必要供給量を平滑化する計画生産をおこなった場合：
価格は上昇するが、急上昇を避けることができる。



図： DTR 計画生産量 $z(\mathrm{t})$

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/



図： 計画生産 $z(t)$ の場合の価格

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

VI. 必要データ

A. 概要

T_0, T_1, T_2, V： 先験的に決定

$\hat{T}$： 現在時点

$n(t), n^1(t), n^2(t)$ $(T_0 - V \leqq t \leqq \hat{T})$

$N(t), N^2(t), N^2(t)$ $(T_0 \leqq t \leqq \hat{T})$

$P(t)$ $(T_0 \leqq t \leqq \hat{T})$

$x(t), X(t)$ $(T_0 \leqq t \leqq \hat{T})$

$w(t)$ $(T_0 \leqq t \leqq \hat{T})$

B. デジタルチューナー（DTR）価格（$P(t)$）データの作成

1. 基本方針

   独立 DT チューナー（DTR）の販売数はごく少量

   DT 自体の価格は採取不可能

   DT 関連機器の価格から間接的に推定する

2. 資料

   DT 関連機器の実売価格を採取

   実売価格を収載する雑誌から

   店頭陳列品価格

   テレビ受信機、レコーダー、コンピュータ等

3. 直接推定

   同一属性を持ち、DT を含む機器と DT を含まない機器の価格差を、DT 価格の $P(t)$ データとして採用

   予測のために下記式を推定：

   $P(t) = a + b\ exp\ [-cX(t)]$

   $X(t)$ ： DT 累積生産数

   a： $P(t)$ 下限

   注： 下限不安定の場合は、¥4,400.-（= US$40 = 米国クーポン償還金額）を採用する。

   特色： 作業が簡単。しかしサンプル数が限られ、また DTR 価格のうち、筐体コスト、流通・販売コストが脱落してしまう。

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

4. ヘドニック推定

ヘドニック価格式を推定し、その中の DTR 相当部分を採用する

特色： $P(t)$ のみでなく、他要因（たとえば液晶パネル価格）の変化も考慮しなければならないので、作業が煩雑になる。反面、推定に成功すれば、多数のデータに基づく安定した推定結果を期待できる。

推定式の例（デジタル・アナログ TV 受信機の場合）：

（テレビ価格）$(t) = a_0 + P_D(t) + P_B(t) + P_A(t) + P_L(t) + P_P(t) + e$

e： 誤差項

$P_D(t) = a_D(1 + b_D\, exp[-c_D X_D(t)])Y_D$： DT 価格相当分

Y_D： DT ダミー

$X_D(t)$： DT 累積生産数（$= X(t)$）

a_D： $P_D(t)$ 下限

$P_A(t) = a_A(1 + b_A\, exp[-c_A X_A(t)])Y_A$： アナログチューナー（地上・衛星）費用

Y_A： アナログチューナー・ダミー

$X_A(t)$： アナログチューナー累積生産数

a_A： アナログチューナー費用下限

注： $b_A = 0$ あるいは $X_A(t) = +\infty$ の仮定も可能

$P_B(t) = a_B(1 + b_B\, exp[-c_B X_B(t)])Y_B$： デジタル BS/CS チューナー（地上・衛星）費用

Y_B： BS/CS チューナー・ダミー

$X_B(t)$： BS/CS チューナー累積生産数

a_A： BS/CS チューナー費用下限

注: $P_D(t)$ と $P_B(t)$ の分離推定不可能の場合は、両者を一体化して取扱う。

$P_L(t) = a_L(1 + b_L\, exp[-c_L X_L(t)])Z_L$： 液晶表示部費用

Z_L： $\left(\text{液晶画面サイズ}\right)^2$ $(= 0$ 液晶以外）

$X_L(t)$： 液晶テレビ累積生産数

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

a_L： 液晶表示部費用下限

$P_P(t) = a_P(1 + b_P\, exp[-c_P X_P(t)])Z_P$： プラズマ表示部費用
Z_P： $\left(\text{プラズマ画面サイズ}\right)^2$ $(= 0$ プラズマ以外$)$
$X_P(t)$： プラズマテレビ累積生産数
a_P： プラズマ表示部費用下限

推定パラメター： $a_0,\ a_i,\ b_i,\ c_i\ (i = D, T, B, L, P) > 0$（計 16 個）

推定・予測 DT 価格： $P_D(t)$
推定・予測 DTR 価格： $a_0 + P_D(t) = P(t)$

VII. 推定・予測作業手順

A. 時間データ（$t,\ T$ など）に関する仮定

単位：月次
$T_0 = 0$ （2003 年 12 月、地上デジタル放送開始）
$T_1 = 240$ （2025 年 12 月、同上から 20 年後）
$V = 120$ （10 年、平均買換期間）
$\hat{T} = 47$ （2007 年 11 月、最近データ月）
$T = 91$ （2011 年 7 月、予定停波時点、分析のための初期値）
$R,\ T^*$： 政策変数

B. 停波時点 T と必要デジタルチューナー（DTR）数 Y(T) の関係

1. テレビ保有数、買換数時系列 $n(t), N(t)\ (T_0 \leqq t \leqq T_1)$ の推定・予測
本間推定結果を使用

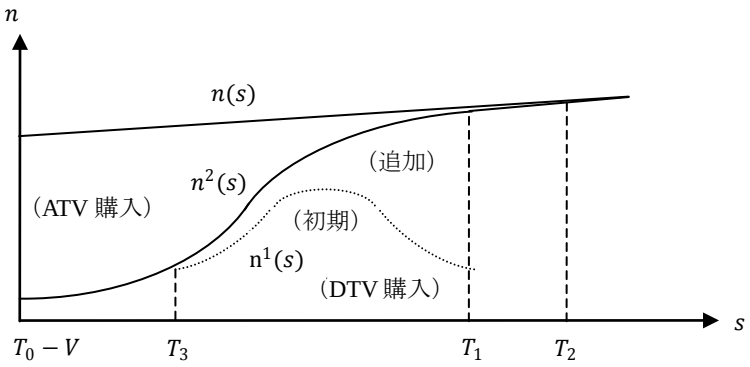
2. DT 初期購入時系列 $n^1(t)\ (T_0 \leqq t \leqq T_1)$ の推定・予測
本間推定式を使用
ただし $T_0 \leqq t \leqq \hat{T}$ につき現状との乖離が大きければ目視によりこれを補正

3. DT 初期・追加・置換購入時系列 $n^2(t), N^2(t)\ (T_0 \leqq t \leqq T_2)$ の推定・予測
$n^1(t)$ 曲線と $n(t)$ 曲線 $(t = T_2)$ を滑らかな曲線で補間
$n^2(t)$ としてロジスティック型曲線を使用（パラメター4 個）

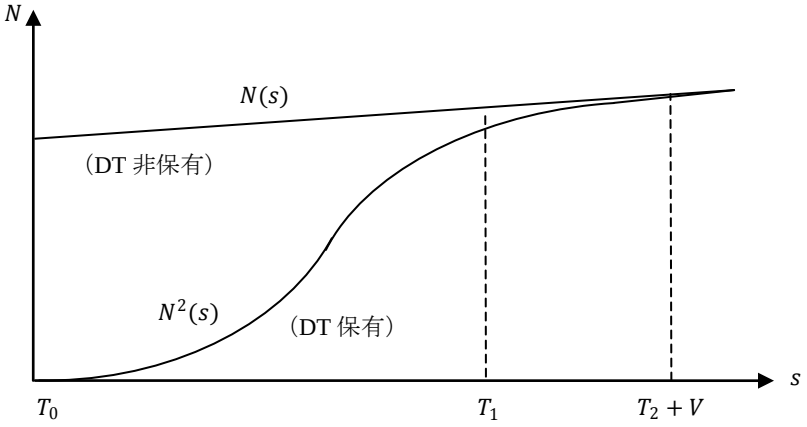
固定点： $t = T_3$ において $n^1(T_3) = n^2(T_3),\ n^{1'}(T_3) = n^{2'}(T_3),$

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

$t = T_2$ において $n^1(T_2) = n^2(T_2),\ n^{1'}(T_2) = n^{2'}(T_2).$
とし、これを t_1 と $n_2(t)$ 曲線のパラメターについて解く。



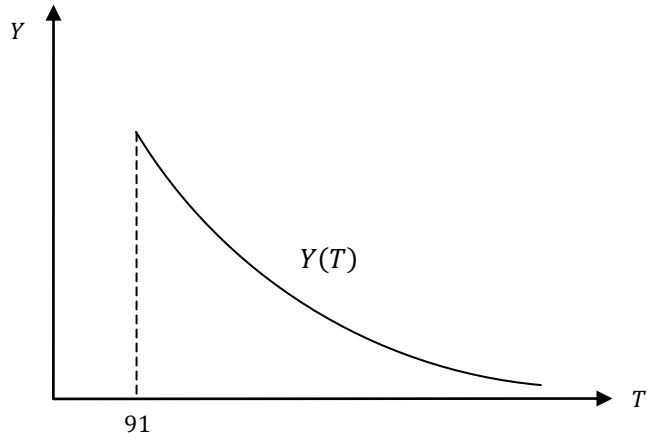
図： 世代 s $(T_0 - V \leqq s \leqq T_1)$ の買換行動



図： 買換行動の累積結果

4. 停波時点を変動させた場合の DTR 必要数の推定
   a. $T = 91,\ 92, \ldots, 119, 240$
      = 2011 年 7 月, …, 2023 年 12 月 の範囲で変動させる。
   b. 上記それぞれの T について、（停波時に必要となる）DTR 供給数：
      $Y = Y(T) = Y(T; N(\,), N^2(\,))$
      $= N(T) - N^2(T),$ を推計。
   c. $Y(T)$ の予想グラフ：

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/



C. デジタルチューナー（DTR）総供給費用と平均価格

1. DTR 価格下落関数 $P = f(X)$ の推定

$P = f(X) = a + b\,exp[-cX]$.

使用データ：$P(t)$: $T_0 \leqq t \leqq \hat{T}$.

$X(t)$: $T_0 \leqq t \leqq \hat{T}$.

2. ケース I： DTR 供給計画が無い場合

a. 仮定：

$R = T$

$x(t) = n^2(t)$ $(T_0 \leqq t \leqq T)$： 正常供給分

$z(T) = N(T) - N^2(T)$： DTR 供給数（すべての DTR が時点 T において供給される）

$x(t) = z(t) = 0$ $T \leqq t \leqq T_1$

b. 停波時点 T における DTR の供給費用（DT の正常供給分を除く）： $\mathcal{C}(T)$

$\hat{c}(T) = f\big(X(T)\big)$： 時点 T の正常稼働平均費用

$\mathcal{C} = \mathcal{C}(T) = C\big(T, T, X;\, z(T)\big)$： DTR 供給費用

c. DTR の価格（DT の正常供給分と区別する）

$Q(T) = \mathcal{C}(T)/z(T)$.

d. T の範囲：

$T = 47(= 2011.7), 48, \ldots, 240(= 2025.12)$（途中スキップも可）

3. ケース II： DTR 供給計画はあるが供給平滑化措置をおこなわない場合

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

a. 仮定：

$R = t < T$ とする

$x(t) = n^2(t), \quad T_0 \leqq t \leqq T$： 正常供給分

$z(t) = n(t) - n^2(t), \quad R \leqq t \leqq T$： DTR 供給分

$z(T) = N(T) - N^2(T)$： 同上

$x(t) = z(t) = 0 \quad T \leqq t \leqq T_1$

b. DTR の供給費用（DT の正常供給分を除く）：

$\hat{c}(t) = f\big(X(t)\big) \quad (R \leqq t \leqq T)$

$c(t) = c\big(t, z(.)\big) \quad (R \leqq t < T)$

$c(T) = c(T, z(T)$

$\mathcal{C} = \mathcal{C}\big(R, T, X(.); z(.)\big)$

$\mathcal{Z} = \mathcal{Z}\big(R, T, X(.); z(.)\big) = \sum_{R \leqq t < T} z(t) + z(T)$ ： DTR 総供給数

c. DTR の価格（DT の正常供給分と区別する）

$Q(t) = c(t)/z(t) \quad (R \leqq t < T)$

$Q(T) = c(T)/z(T)$

$\bar{Q}\big(R, T, X(.);\, z(.)\big) = \mathcal{C}/Z$： DTR 平均価格

d. 変数範囲：

$T = 47, \dots, 240$（スキップ可）

$R = T - 1, T - 2, \dots, T - 5$（同上）

4. ケース III： DTR 供給計画があり、かつ供給平滑化をおこなう場合

a. 供給平滑化の仮定：

DTR の必要供給量 $y(t)$ $(t = R, R + 1, \dots, T)$ を同期間内において平滑化して生産するよう計画する（DTR クーポン券の割引率調整によって実現する）。

$x(t) = n^2(t) \quad (T_0 \leqq t \leqq T)$： 正常供給分

$y(t) = n(t) - n^2(t) \quad (R \leqq t < T)$

$y(T) = N(T) - N^2(T)$： DTR 必要供給分

$Y = Y(R, T) = \sum_{R \leqq t \leqq T} y(t)$ ： DTR 必要供給分の合計

$z^*(t) = Y/(T - R + 1) \quad (R \leqq t < T)$： DTR の平滑供給計画

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/

b. DTR の供給費用、同価格

前項 3.における $z(.)$ に $z^*(.)$ を代入する。

oniki@alum.mit.edu
www.osaka-gu.ac.jp/php/oniki/