



Economics of Information and Communication

Hajime Oniki

「海外諸国のオークション導入と (米国)インセンティブ・オークション」

早稲田大学産業経営研究所
ネットオークション部会

鬼木 甫

株式会社情報経済研究所

(大阪大学・大阪学院大学名誉教授／
国際大学GLOOM上席客員研究員)

2015年12月10日

oniki@alum.mit.edu

<http://www7b.biglobe.ne.jp/~ieir/>

本報告の詳細・参照資料について

下記の2, 3, 4節を参照:

鬼木甫 「周波数オークションと携帯産業の成長
(前編)——海外諸国のオークション導入」

www7b.biglobe.ne.jp/~ieir/jpn/publication/201507a.html

目次

- I. 海外諸国のオークション
- II. オークション実施例
- III. 米国600MHz帯
インセンティブ・オークション

「海外諸国のオークション導入と(米国)インセンティブ・オークション」

I. 海外諸国のオークション

I. 海外諸国のオークション

A. 従来経過

B. オークション導入国と未導入国

C. 各国のオークション結果

D. 日本で実施した場合の落札額推定

I.A. 従来経過

- 第1世代携帯電話 (cellular電話):
抽選 (lottery)
- 1986年からオークション導入の検討を開始

I.A.1. 米国

- 1993年に第2世代携帯電話（2G, PCS）
- 最初の本格的な周波数オークション
- 2015年初まで計97回

I.A.2. 3G(=第3世代携帯電話)オークション

- 2000年代からEU主要国：
第3世代携帯電話(3G)オークションを導入
- 2000年代中葉以降：
多数の中進国、新興国で3Gオークション

I.A.3. 4G(=第4世代携帯電話, LTE)オークション

- 2000年代中葉から主要先進諸国:
700MHz帯: 「アナログテレビ跡地」
- 4G用にオークションで割当
- 中進国、新興国ではこの期間2Gから3Gへの移行が進行

I.A.3. 4G(=第4世代携帯電話, LTE)オークション

- 日本ではオークションを導入せず

アナログ跡地の割当は比較審査

I. 海外諸国のオークション

A. 従来経過

B. オークション導入国と未導入国

C. 各国のオークション結果

D. 日本で実施した場合の落札額推定

I.B. オークション導入国と未導入国

- 世界 203国のうち、

77国で導入済、

126国が未導入

**表2-4-1 電波オークション(移動通信用)導入国数
(2015年2月末現在)**

区分 ^{*)}		導入		未導入	計
		第I群	第II群		
地域	アジア	8	1	16	25
	オセアニア	3	0	14	17
	中東	7	1	7	15
	ヨーロッパ	30	6	18	54
	北米	2	0	0	2
	中南米	7	6	23	36
	アフリカ	2	6	46	54
OECD	加盟	29	2	3	34
	非加盟	30	16	123	169
	計	59	18	126	203

表2-4-2 電波オークション(移動通信用)導入国一覧① (2015年2月末現在)

区分	導入国		主な未導入国
	第I群	第II群	
ヨーロッパ	<p><u>アイルランド</u>、<u>イタリア</u>、<u>ウクライナ</u>、<u>英国</u>、<u>エストニア</u>、<u>オーストリア</u>、<u>オランダ</u>、<u>ギリシャ</u>、<u>クロアチア</u>、<u>スイス</u>、<u>スウェーデン</u>、<u>スペイン</u>、<u>スロバキア</u>、<u>スロベニア</u>、<u>セルビア</u>、<u>チェコ</u>、<u>デンマーク</u>、<u>ドイツ</u>、<u>ノルウェー</u>、<u>フィンランド</u>、<u>フランス</u>、<u>ブルガリア</u>、<u>ベルギー</u>、<u>ポーランド</u>、<u>ポルトガル</u>、<u>ラトビア</u>、<u>リトアニア</u>、<u>ルーマニア</u>、<u>ロシア</u></p>	<p><u>アイスランド</u>、<u>アルバニア</u>、<u>キプロス(D)</u>、<u>ハンガリー(J,F)</u>、<u>マケドニア</u>、<u>マルタ</u>、<u>モルドバ(F)</u></p>	<p>アルメニア、アゼルバイジャン、キルギス、<u>ルクセンブルク</u></p>
北米	<p><u>米国</u>、<u>カナダ</u></p>		
アジア	<p>インド、インドネシア、<u>韓国</u>、シンガポール、タイ、台湾、<u>パキスタン</u>、<u>バングラデシュ</u>、<u>香港</u></p>	<p><u>マカオ</u></p>	<p><u>日本</u>、<u>カンボジア</u>、<u>北朝鮮</u>、<u>中国</u>、<u>ベトナム</u>、<u>ミャンマー</u></p>

表2-4-2 電波オークション(移動通信用)導入国一覧② (2015年2月末現在)

区分	導入国		主な未導入国
	第I群	第II群	
オセアニア	<u>オーストラリア</u> 、 <u>ニュージーランド</u> 、 <u>フィジー</u>		サモア、ツバル、 パプアニューギニア
中東	<u>イスラエル</u> 、イラク、サウジアラビア、 <u>トルコ</u> 、 バーレーン、ヨルダン		アフガニスタン、 クウェート
中南米	ウルグアイ、エクアドル、コロンビア、 <u>チリ</u> 、 ブラジル、ペルー、 <u>ホンジュラス</u>	アルゼンチン、 エルサルバドル、 <u>ジャマイカ</u> (D,F)、 <u>ドミニカ</u> (D,J)、 ベネズエラ、 <u>メキシコ</u> (F,J)	ニカラグア、 パナマ、 プエルトリコ
アフリカ	アルジェリア、カーボヴェルデ	<u>エジプト</u> 、 ケニア(D)、 コンゴ民主共和国、 ナイジェリア、 ブルキナファソ(F)、 <u>モロッコ</u> (D)	ウガンダ、 エチオピア、 カメルーン、 ブルンジ、マラウイ、 モザンビーク

I. 海外諸国のオークション

A. 従来経過

B. オークション導入国と未導入国

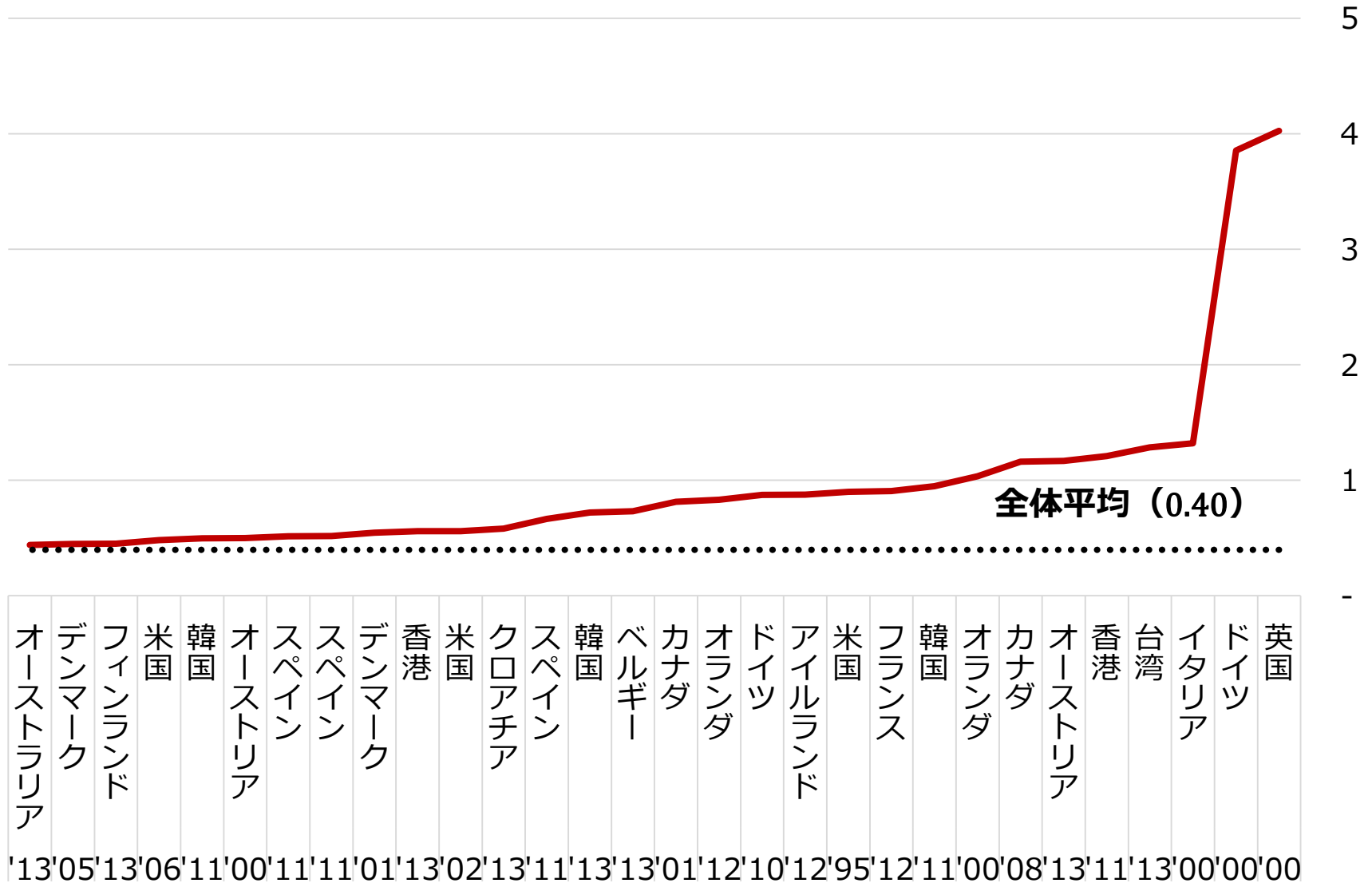
C. 各国のオークション結果

D. 日本で実施した場合の落札額推定

I.C. 各国のオークション結果

- 落札単価順
- 図2-5-1: 人口1人・周波数幅1MHzあたりの米ドル表示落札単価

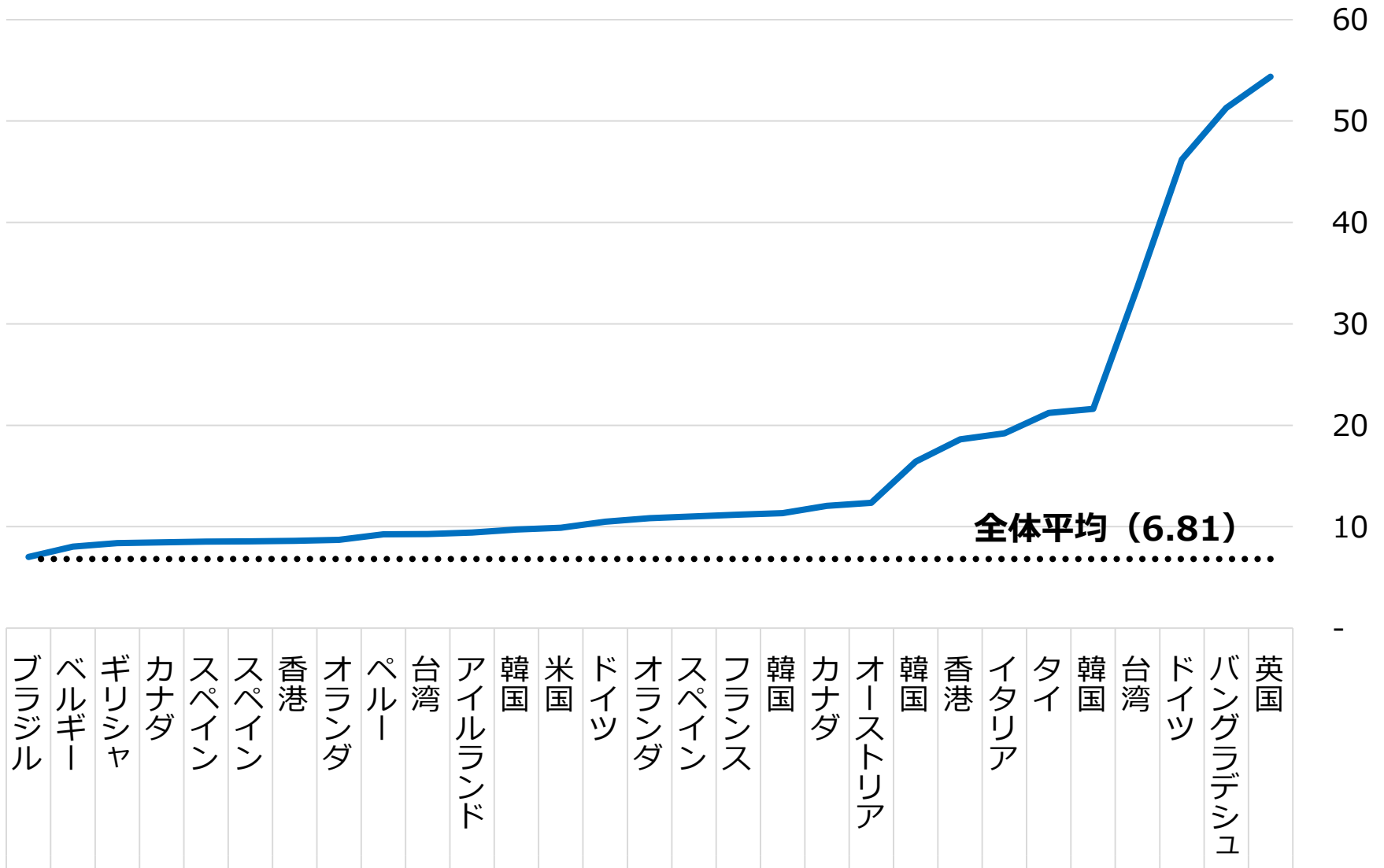
図2-5-1 各国オークション落札単価 (米ドル/MHz・人)



I.C. 各国のオークション結果

- 図2-5-2: 上記米ドル表示値を米ドル表示1人あたり名目GDPで除した結果
(単位は1MHzあたり「分」)
- テレビ1チャンネルを半永久的に利用する
(一括払)代価は年間所得の5時間半相当分

図2-5-2 各国オークション落札単価（対1人当GDP比、分/MHz）



I. 海外諸国のオークション

A. 従来経過

B. オークション導入国と未導入国

C. 各国のオークション結果

D. 日本で実施した場合の落札額推定

表2-6-1 オークション落札単価の平均

種別	(1/百万)年/ MHz	分/MHz
1MHz当 所得 (GDP)比	12.96	6.81

**表2-6-2 日本でオークションを実施した場合の
落札額推定（十億円）**

1MHz幅	60MHz幅	300MHz幅
6.20	372.02	1,860.11

「海外諸国のオークション導入と(米国)インセンティブ・オークション」

II. オークション実施例

II. オークション実施例

A. 米国700MHz帯オークション（2008年）

B. 英国LTEオークション（2012年）

図3-1-1 (米国)700MHz周波数帯配置

周波数	698	722							746	758	764	776	788	794	806
ブロック 名称	A	B	CC *	DD *	E	A	B	CC *	C	D	PS **	C	D	PS **	
旧テレビ チャンネル	Chs.52-59 (Lower 700MHz 帯)								Chs.60-69 (Upper 700MHz 帯)						

**表3-1-2 (米国)700MHz周波数帯オークション
——免許(区分)ブロック**

ブロック名	帯域(MHz)	帯域幅(MHz)	地域区分	
			名称	免許数計
A	698-704, 728-734	$2 \times 6 = 12$	EA	176
B	704-710, 734-740	$2 \times 6 = 12$	CMA	734
E	722-728	6	EA	176
C	746-757, 776-787	$2 \times 11 = 22$	REAG	12
D	758-763, 788-793	$2 \times 5 = 10$	Nationwide	1

**表3-1-3 (米国)700MHz周波数帯オークション
——パッケージ入札方式**

Level 2: パッケージ	50 States (50州相当地域)								Atlantic (領土など)		Pacific (領土など)	
Level 1: REAG免許	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	9	11

表3-1-4 (米国)700MHz帯オークション結果

ブロック名	入札 免許数	最低価格 (\$Mill.)	落札価格 (\$Mill.)	落札 免許数
A	176	1,807	3,876	174
B	734	1,374	9,068	728
C	12	4,638	4,747	12
D	1	1,330	0	0
E	176	904	1,267	176
計	1,099	10,053	18,958	1,090

II. オークション実施例

A. 米国700MHz帯オークション（2008年）

B. 英国LTEオークション（2012年）

表3-2-1 英国LTEオークション周波数帯・ロット編成

周波数帯	周波数幅計	ロット種別（全国）
800MHz	60MHz	2×5MHz 2×10MHz
2.6GHz	190MHz	2×10MHz 2×20MHz 1×5MHz 2×5MHz
計	250MHz	

II.B. 英国LTEオークション(2012年)

i. 第1段階(primary stage, クロック・オークション)

- Ofcomを入札仲介人(auctioneer)とする
繰り返し入札

II.B. 英国LTEオークション(2012年)

- Ofcomの設定した価格で購入を希望するロット数をOfcomに通知
- 超過需要がゼロになれば、第1段階入札が終了

II.B. 英国LTEオークション(2012年)

ii. 第2段階 (supplementary stage, 密封入札)

- ロットの組み合わせ(複数可)を選んで
1回かぎりの密封入札
- (i)、(ii)の購入希望を総合

II.B. 英国LTEオークション(2012年)

- ロット数配分に関する事前制約内で
最高落札額になる組み合わせを選び、
ロット配分数と第2段階までの落札額を
確定

II.B. 英国LTEオークション(2012年)

(iii) 第3段階 (assignment stage)

- 周波数帯内におけるロットの位置を定めるための入札

表3-2-2 英国LTEオークション結果 目標： 最低4事業者
結果： 5事業者

事業者名	800MHz帯 (MHz)	2.6GHz帯 (MHz)	支払額 (Mill.£)
EE	$2 \times 5 = 10$	$2 \times 35 = 70$	589
Hutchison 3G	$2 \times 5 = 10$	0	225
Niche (BT系)	0	$2 \times 15 = 30$ $1 \times 20 = 20$	202
Telefonica O2	$2 \times 10 = 20$	0	550
Vodafone	$2 \times 10 = 20$	$2 \times 20 = 40$ $1 \times 25 = 25$	803
計	60	185	2,368

「海外諸国のオークション導入と(米国)インセンティブ・オークション」

III. 米国600MHz帯 インセンティブ・オークション

III. 米国600MHz帯インセンティブ・オークション

A. 概要

B. インセンティブ・オークションの方式

III.A.1. 経過 (1/2)

- オークション制度構築の途中
- 600MHz帯テレビチャンネル(の一部)を無線ブロードバンド(WBS)に転用
- 2010年: National Broadband Plan (NBP)
- 2012年2月: 通信法改正

III.A.1. 経過 (2/2)

- 放送事業者の自発的 (voluntary) 参加
- チャンネル譲渡に対応する代価支払
- FCCにより、インセンティブ・オークションのための規則制定中
- 2016年3月29日：オークション開始予定

III.A. 概要

2. プレミアム帯電波の放送から移動通信への移行経過

- 図3-A-2: 地上テレビチャンネルの移動通信目的への再編成(日本と米国)

図3-A-2 地上テレビチャンネルの移動通信目的への再編成(日本と米国)

(a) 概要

VHF 帯	UHF 帯 (プレミアム帯)
30～300MHz	300～3000MHz
1950 代: テレビ用	1970 代～: テレビ用 1980 代～: 移動通信用に漸次移行

(b) 日本

		VHF	
		V-Low	V-High
周波数	帯域	90 ~ 108	170 ~ 222
	幅	18	52 [*])
TV チャンネル(数)		1 ~ 3 (3)	4 ~ 12 (9)
~ 2011		ATV	ATV
2011 ~		他目的	他目的

ATV: アナログテレビ用
 DTV: デジタルテレビ用
 M: 移動通信用

*) チャンネルに一部重複有り

		UHF			
		500MHz 帯	600MHz 帯	700MHz 帯	800MHz 帯
周波数	帯域	470 ~ 710	710 ~ 770	770 ~	
	幅	240	60		
TV チャンネル(数)		13 ~ 52 (40)	53 ~ 62 (10)		
~ 2011		ATV	ATV	M (1980 代)	
2011 ~		DTV (2011)	M (2012)		

(c) 米国

		VHF	
		V-Low	V-High
周波数	帯域	54 ~ 88	174 ~ 216
	幅	34	42
TV チャンネル		2 ~ 6 (5)	7 ~ 13 (7)
~ 2008		ATV	ATV
2008 ~ 2015		DTV (2009)	DTV (2009)
2016(?) ~		DTV	DTV

		UHF			
		500MHz 帯	600MHz 帯	700MHz 帯	800MHz 帯
周波数	帯域	470 ~ 698	698 ~ 746	746 ~ 806	806 ~ 890
	幅	228	48	60	84
TV チャンネル		14 ~ 51 (38)	52 ~ 59 (8)	60 ~ 69 (10)	70 ~ 83 (14)
~ 2008		ATV	ATV	ATV	M (1980 代)
2008 ~ 2015		DTV (2009)	M(2002~2008)	M(2008)	
2016(?) ~		DTV	M	M	

*) 太線枠: インセンティブ・オークション対象

III. 米国600MHz帯インセンティブ・オークション

A. 概要

B. インセンティブ・オークションの方式

III.B. インセンティブオークションの方式

1. 600MHz帯とテレビ放送用周波数帯の 再編成

- 図3-3-1: インセンティブ・オークションによる
600MHz帯再編成

図3-3-1 インセンティブ・オークションによる 600MHz帯再編成

名称		UHF 帯 (600MHz 帯)										(700MHz 帯)			
周波数 (MHz)		470						608		614			698~		
テレビチャンネル No.*)		14	15	16...	36	37	38...	50	51
利用	現在	テレビ放送							電波天文	テレビ放送				移動通信	
	オークション以後	テレビ放送								移動通信					

図3-3-2 インセンティブ・オークション後の 600MHz帯利用シナリオ例

(a) 84MHzシナリオ



(b) 126MHzシナリオ



- 21 テレビチャンネル
- 37 電波天文
- 11 ガードバンド
- A 2x5MHz 移動通信用ブロック

III.B. インセンティブオークションの方式

2. 周波数帯の需要と供給

- 図 3-3-3: 通常の周波数帯オークション
(需要未知、供給既知)
- 図3-3-4: インセンティブ・オークション
(需要未知、供給未知)
- 図3-3-5: インセンティブ・オークションにおける「ステージ」実施手順(概要)

図3-3-3 通常の周波数帯オークション (需要未知、供給已知)

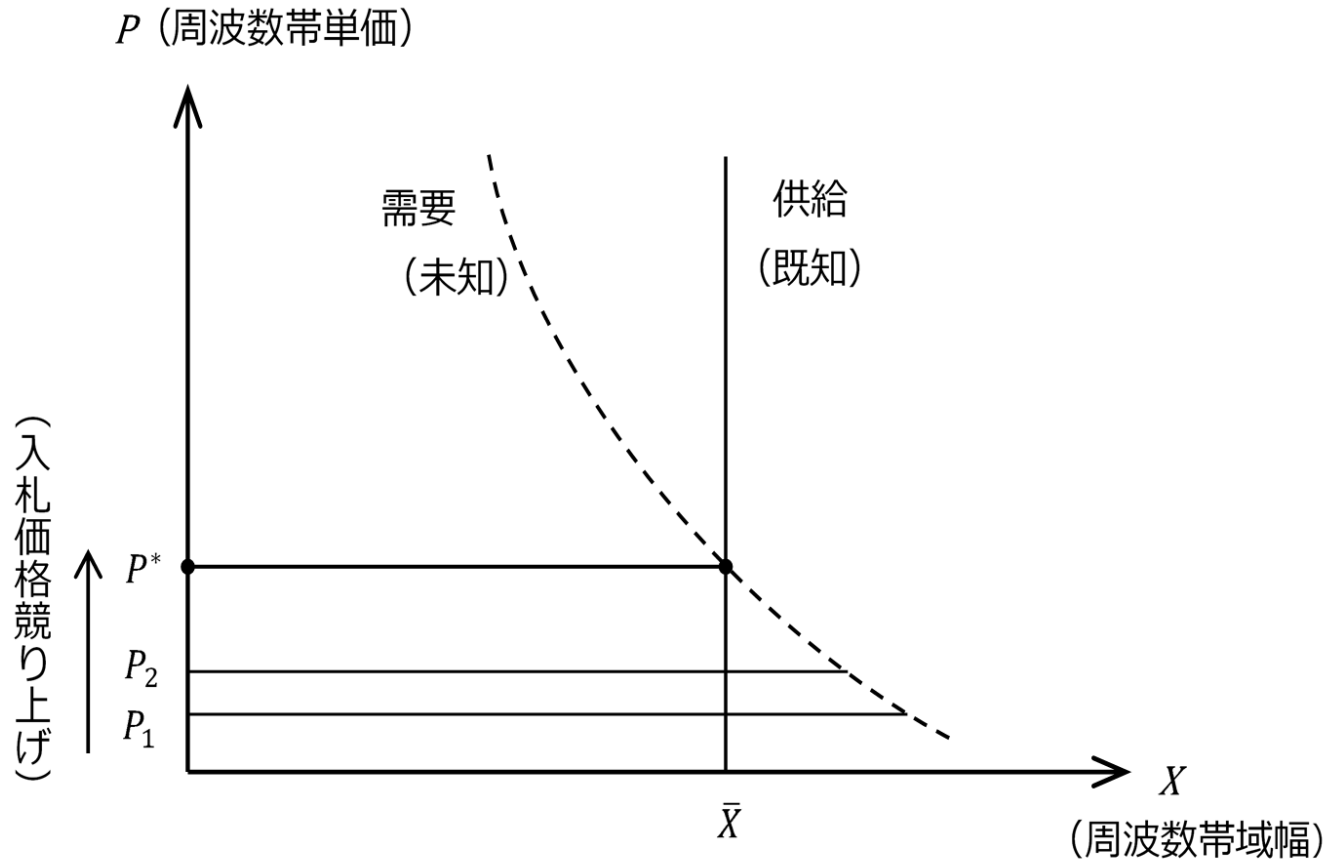


図3-3-4 インセンティブ・オークション (需要未知、供給未知)

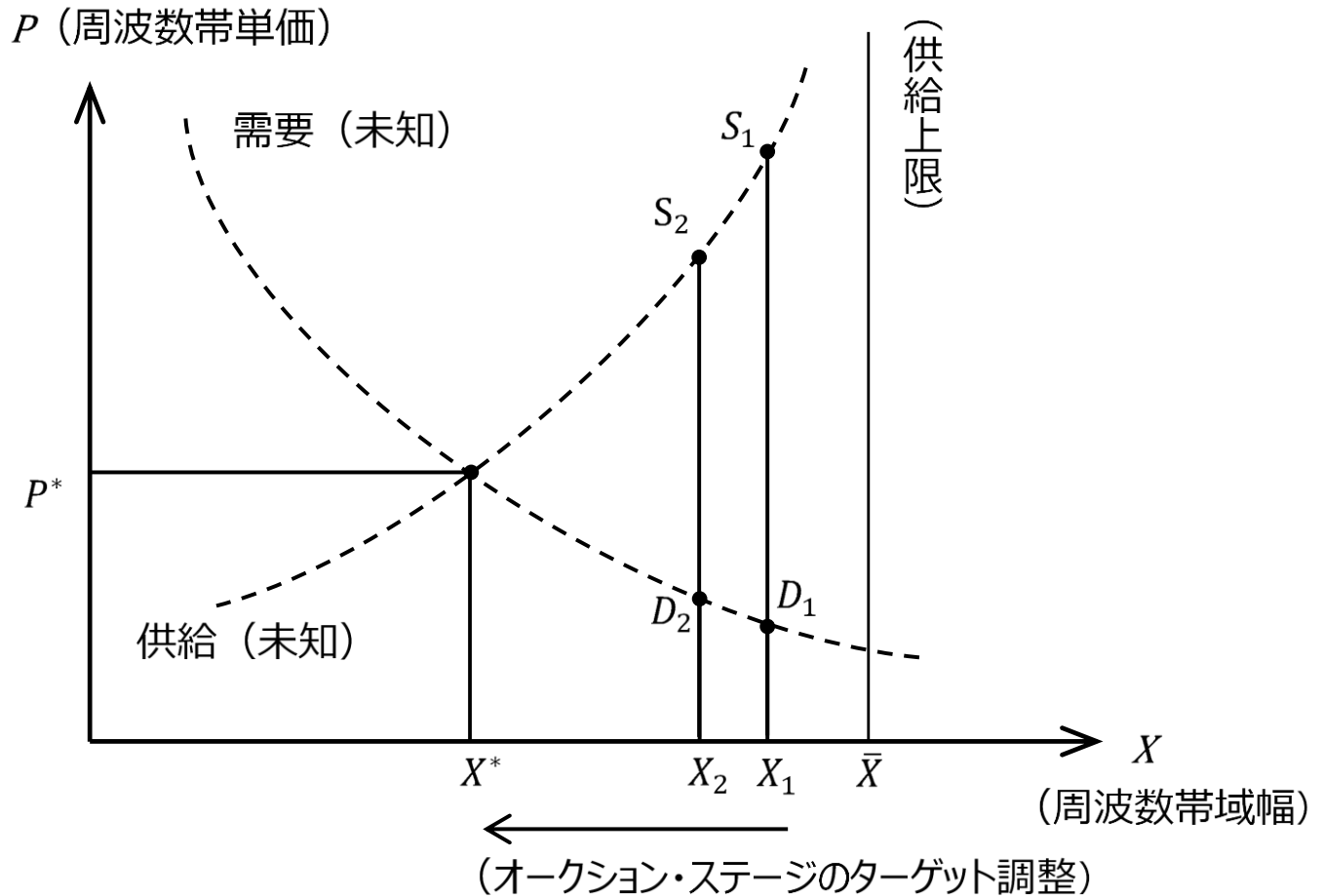
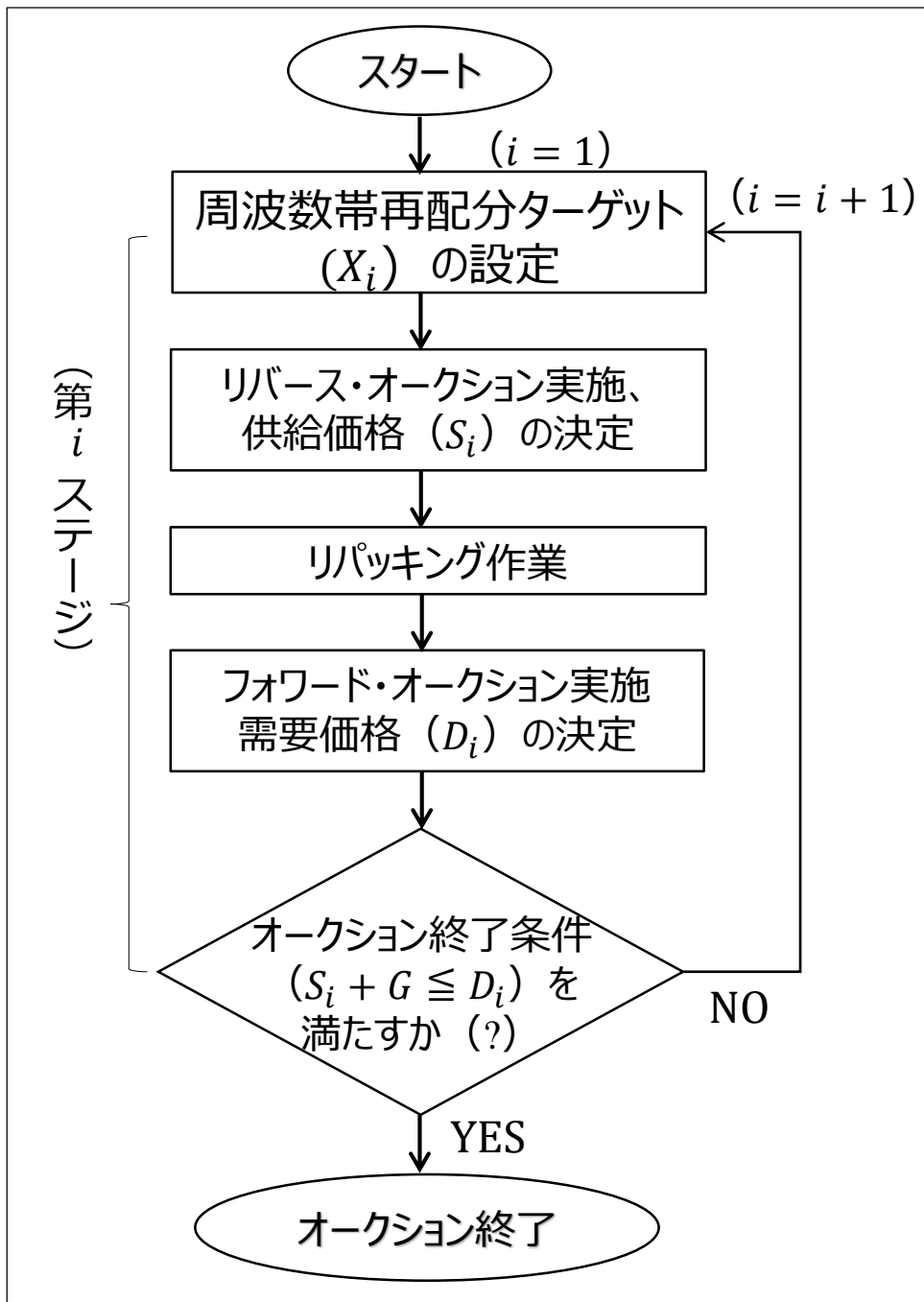


図3-3-5
インセンティブ・
オークションにおける
「ステージ」実施手順
(概要)

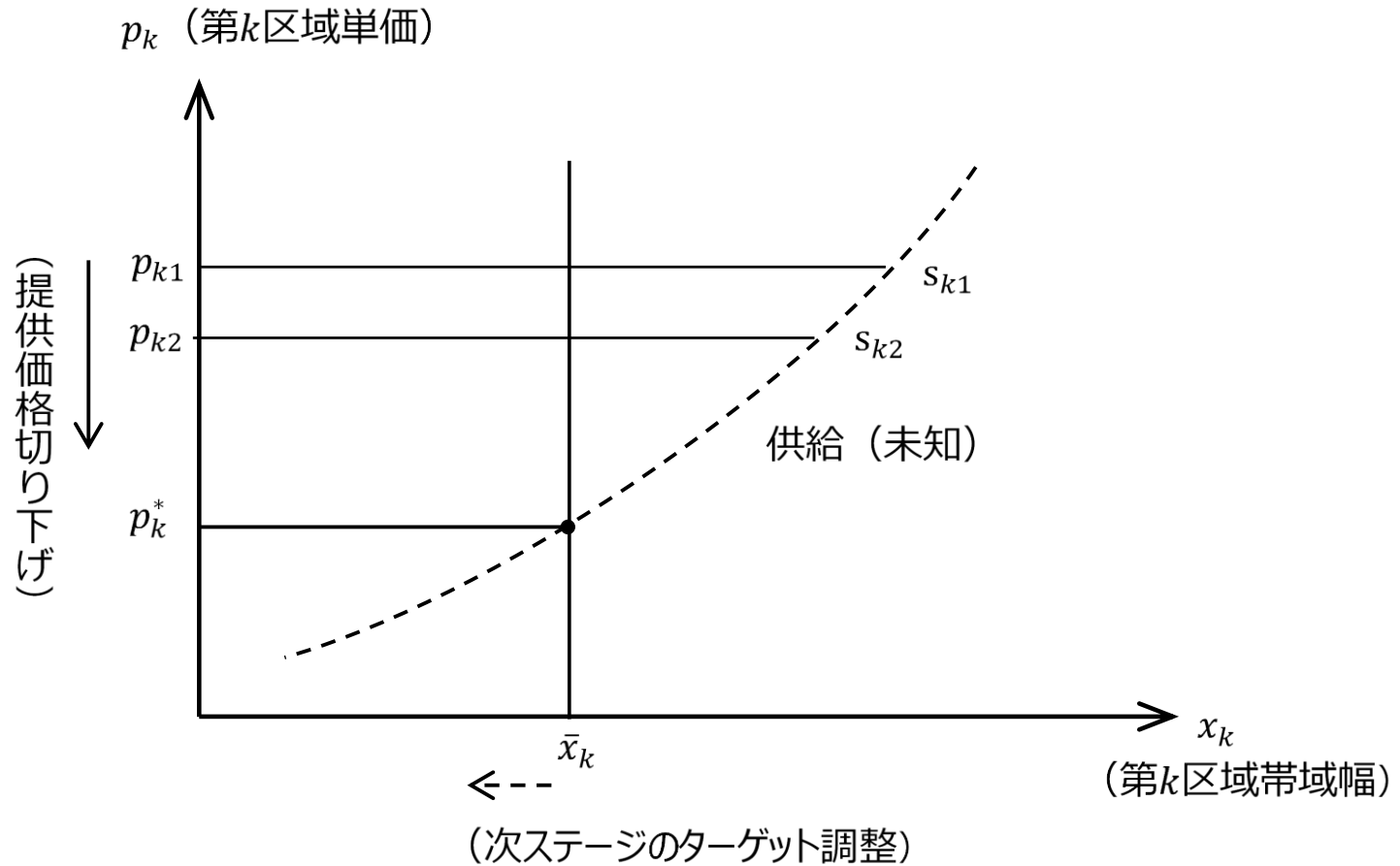


III.B. インセンティブオークションの方式

3. リバースオークション

- 図3-3-6: リバース・オークション:
第 k 放送区域

図3-3-6 リバース・オークション：第 k 放送区域



III.B.3. リバースオークション

- 各放送区域でのターゲット、到達周波数帯単価を公表
- 放送局の情報交換は禁止

III.B.4. 周波数ブロックのリパッキング

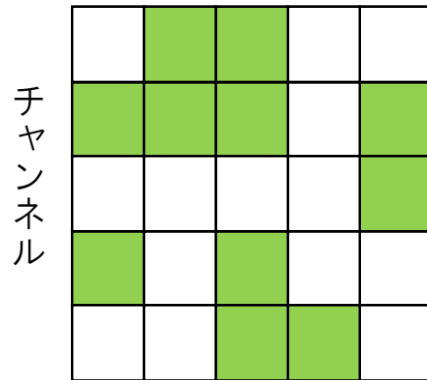
- ステージごとに提供チャンネルを整理して1箇所を集め、移動通信用帯域として「再編成」
- 放送局に対し、新たに放送用周波数帯を割り当て

図3-2-7 リパッキングの説明

(5 チャンネル×5 地域のケース)

放送局：

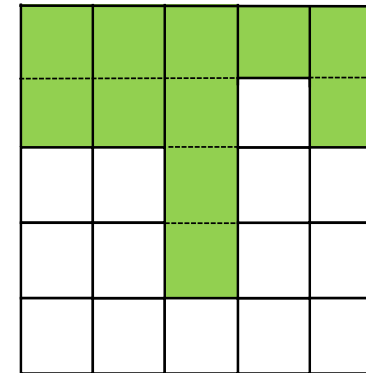
(1) リバース・オークション



地域

携帯事業者：

(3) フォワード・オークション



地域



(2) 電波再配分
(repacking)

マス目 1 個： 電波ブロック（免許単位）

■： 売買成立ブロック

□： 非成立ブロック（放送継続）

III.B.4. 周波数ブロックのリパッキング

- リバース・オークション参加は自発的
- リパッキングによる移動は義務的
- 技術的な制約

III.B.4. 周波数ブロックのリパッキング

- 妨害電波への対策や電波不到達に関する対策
- 区域ごとチャンネルごとの調整を必要
- 「リパッキング専用のソフトウェア」を開発

III.B.5. フォワード・オークション (1/2)

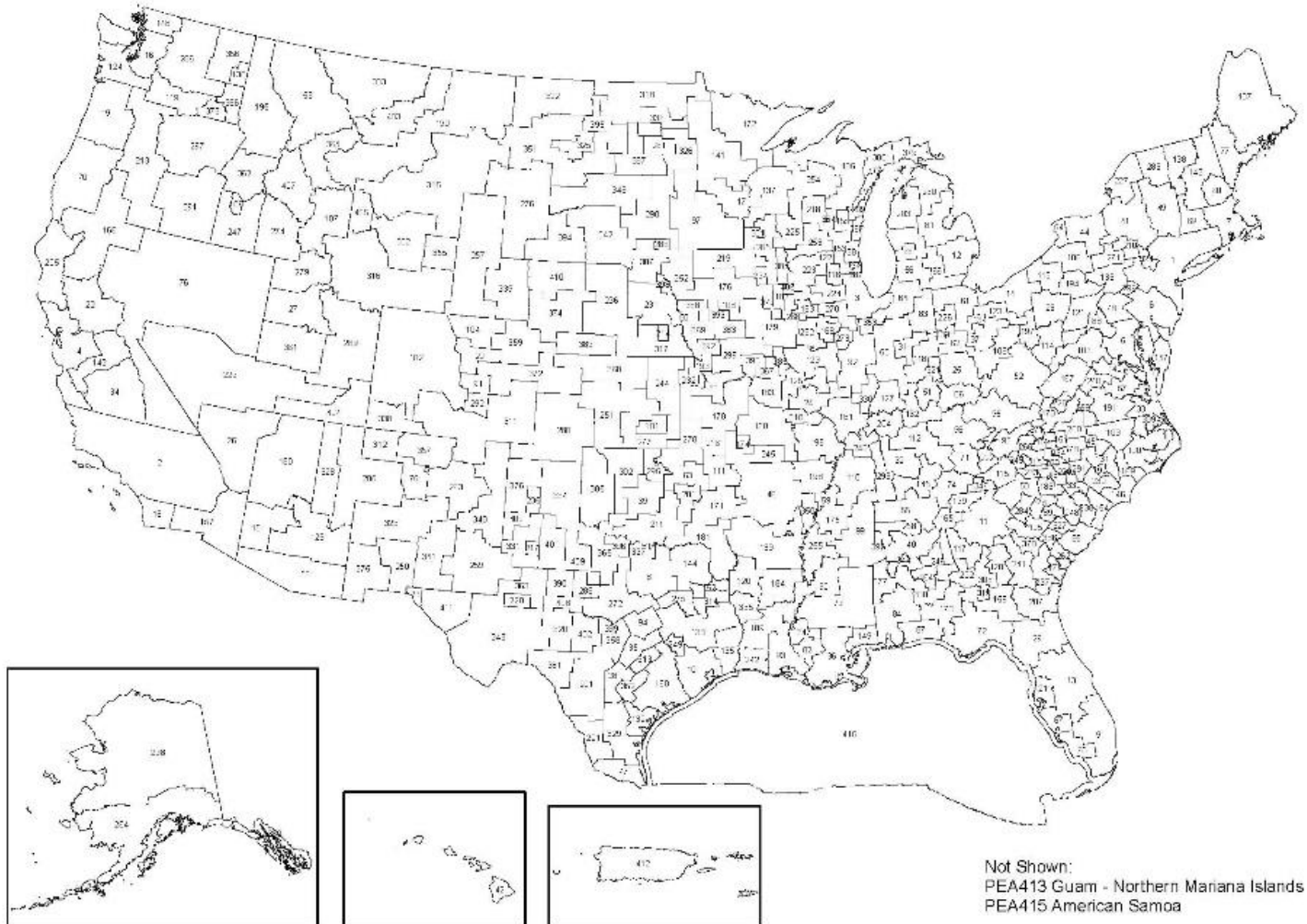
- リパッキング後に提供された周波数帯
に対し、携帯事業者が入札
- オークションのための地域区分

III.B.5. フォワード・オークション (2/2)

- 入札の対象：各地域の600MHz帯ブロックの「個数」
- 同時複数回入札 (SMR, simultaneous multiple round auction)

図3-2-8 フォワード・オークション地域区分(PEA)

FCC Partial Economic Area (PEA) Boundaries



III.B.6. オークション終了条件と 政府収支 (1/3)

- 終了条件式
- ステージごとに(各放送区域の)ターゲットが引き下げられる
- $S + G \leq D$ が成立したときに終了

III.B.6. オークション終了条件と 政府収支 (2/3)

- S : すべての放送区域で提供される
周波数帯の補償金額の合計
- D : すべての移動通信用地域の入札金額
の合計
- G : (i) 改正通信法が定めた金額と、
(ii) リパッキングの実施費用、の和
(100億ドル弱)

III.B.6. オークション終了条件と 政府収支 (3/3)

- 最終落札事業者間で、実際の周波数帯の「場所」を定めるオークション
- 「周波数帯独占」への対策

III.B.7. オークション方式についての補足

- 解決を要する課題はまだ多数残っている
- 「インセンティブ・オークションの複雑化」という問題
- ただ1回のオークションで実行
(通信法の制約)

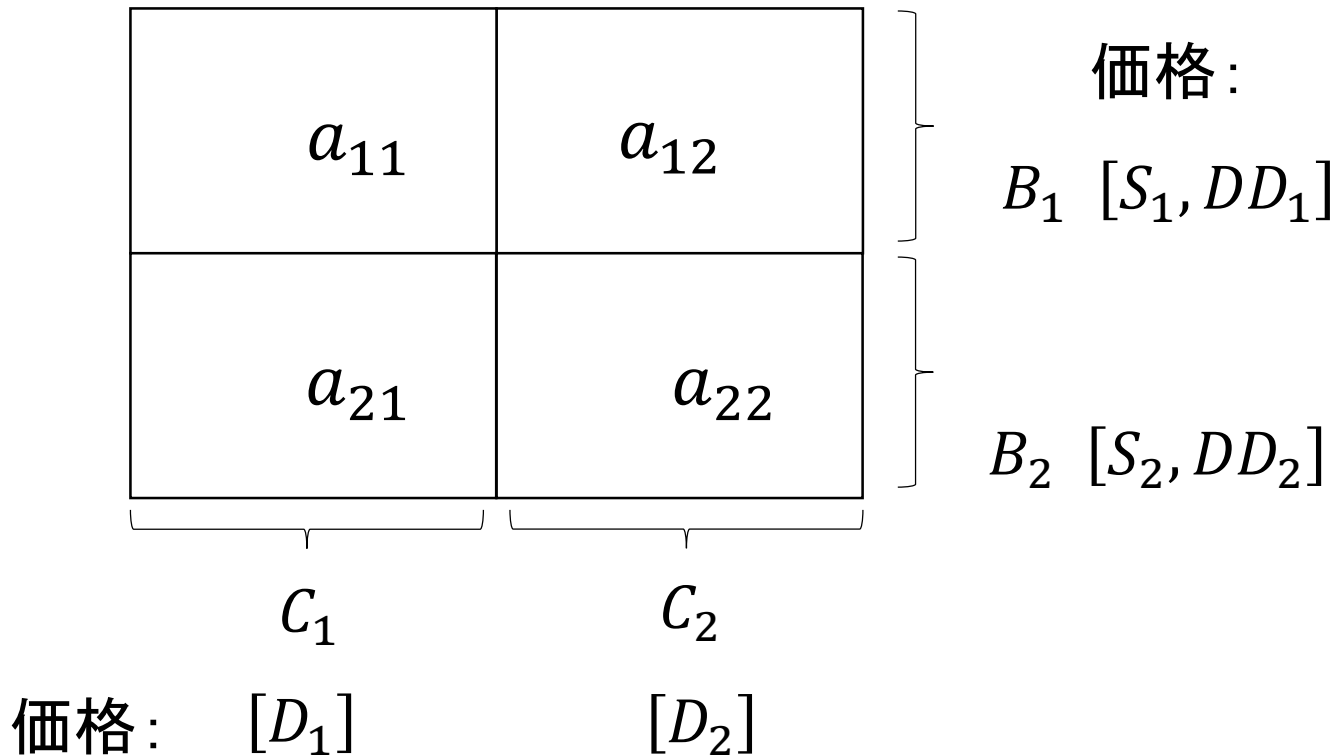
III.B.7. オークション方式についての補足

- 巨大な「社会実験」
- 成功したときの社会的利益は大きい

III.B.8. 放送区域と携帯電話地域の両区分が一致しない場合の「一般化された需給調整」

2個の放送区域: $B_1 = a_{11} + a_{12}, B_2 = a_{21} + a_{22}$

2個の携帯電話地域: $C_1 = a_{11} + a_{21}, C_2 = a_{12} + a_{22}$



III.B.8. 放送区域と携帯電話地域の両区分が一致しない場合の「一般化された需給調整」

- B_1, B_2 についてリバース・オークション
- C_1, C_2 についてフォワード・オークション
- ステージ t の価格「変換」

III.B.8. 放送区域と携帯電話地域の両区分が一致しない場合の「一般化された需給調整」

- リバース・オークション供給価格：

$$S_1(t), S_2(t)$$

- $X_1(t), X_2(t)$ はリパッキング(R)により、 C_1, C_2 におけるブロック数 $Y_1(t), Y_2(t)$ に変換

III.B.8. 放送区域と携帯電話地域の両区分が一致しない場合の「一般化された需給調整」

- 需要価格 $D_1(t)$, $D_2(t)$ の決定方式例:

$$DD_i(t) = e_{i1}D_1(t) + e_{i2}D_2(t), \quad i = 1, 2;$$

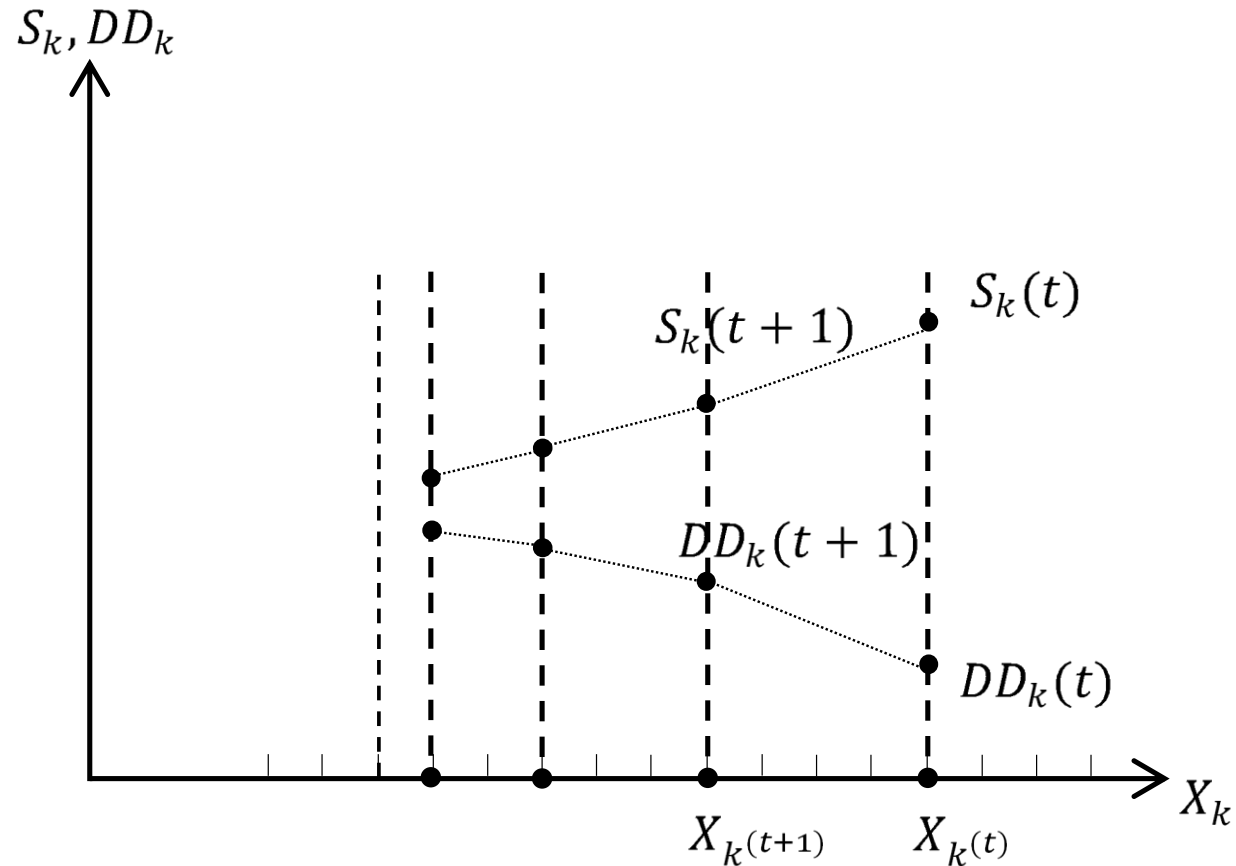
- ただし

$$e_{ij} = \frac{n_{ij}}{n_{1j} + n_{2j}}, \quad i = 1, 2; \quad j = 1, 2;$$

III.B.8. 放送区域と携帯電話地域の両区分が一致しない場合の「一般化された需給調整」

- n_{ij} は地域 a_{ij} の人口
- e_{ij} はステージを通じる定数
- $DD_1(t) + DD_2(t) = D_1(t) + D_2(t) = D(t).$
$$X_i(t + 1) = X_i(t) + W_i \cdot (DD_i(t) - S_i(t)),$$
$$(W_i > 0), \quad i = 1, 2;$$

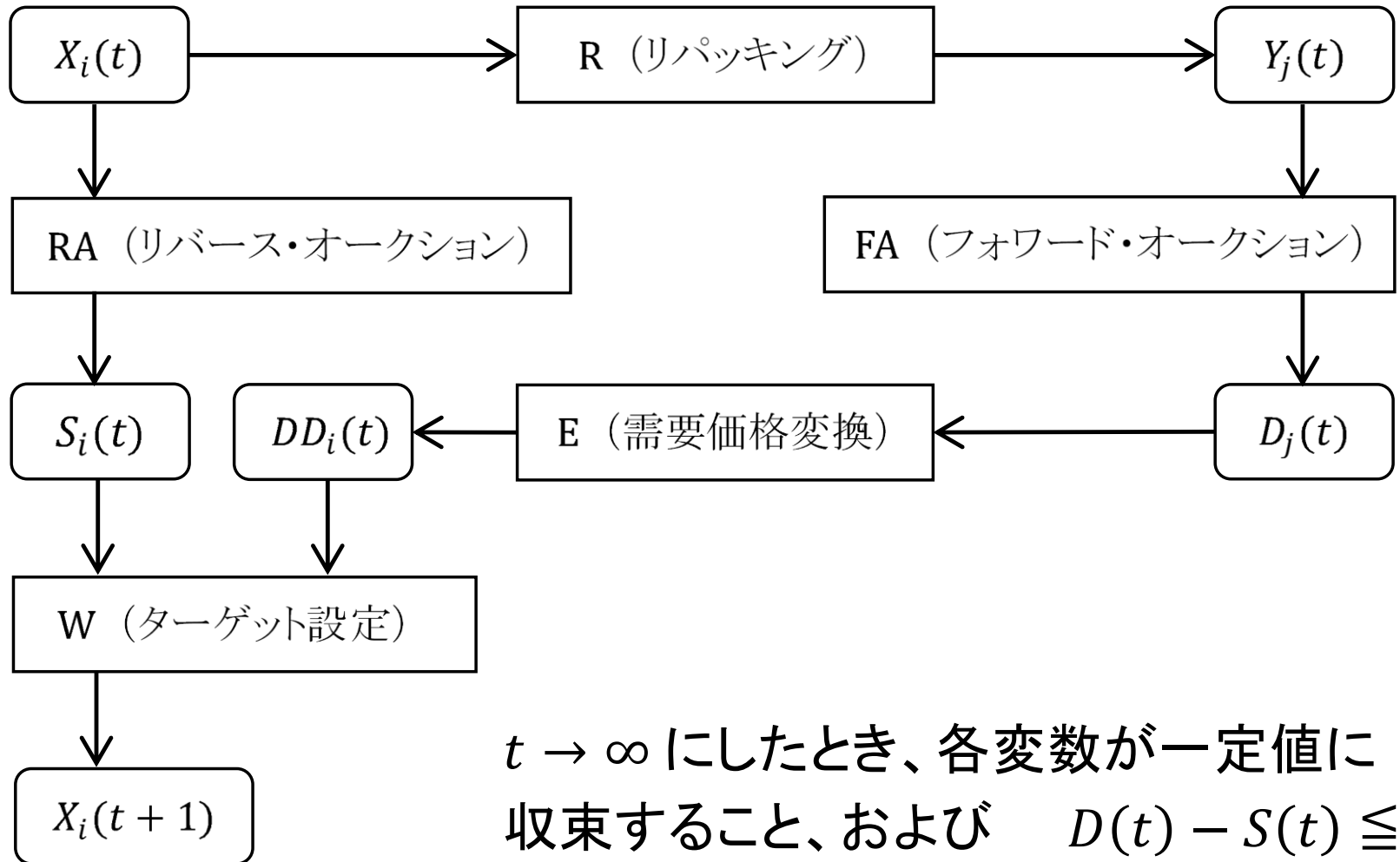
第 k 放送区域のターゲット $X_k(t)$ 調整の例



(横軸単位はチャンネル幅6MHz)

注: 黒丸(●)はオークション途上で観察可能な値

通常の(多数財)需給モデルを一般化したモデル



$t \rightarrow \infty$ にしたとき、各変数が一定値に収束すること、および $D(t) - S(t) \leq 0$ かつ $D(t) - S(t) \rightarrow 0$ が必要