



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

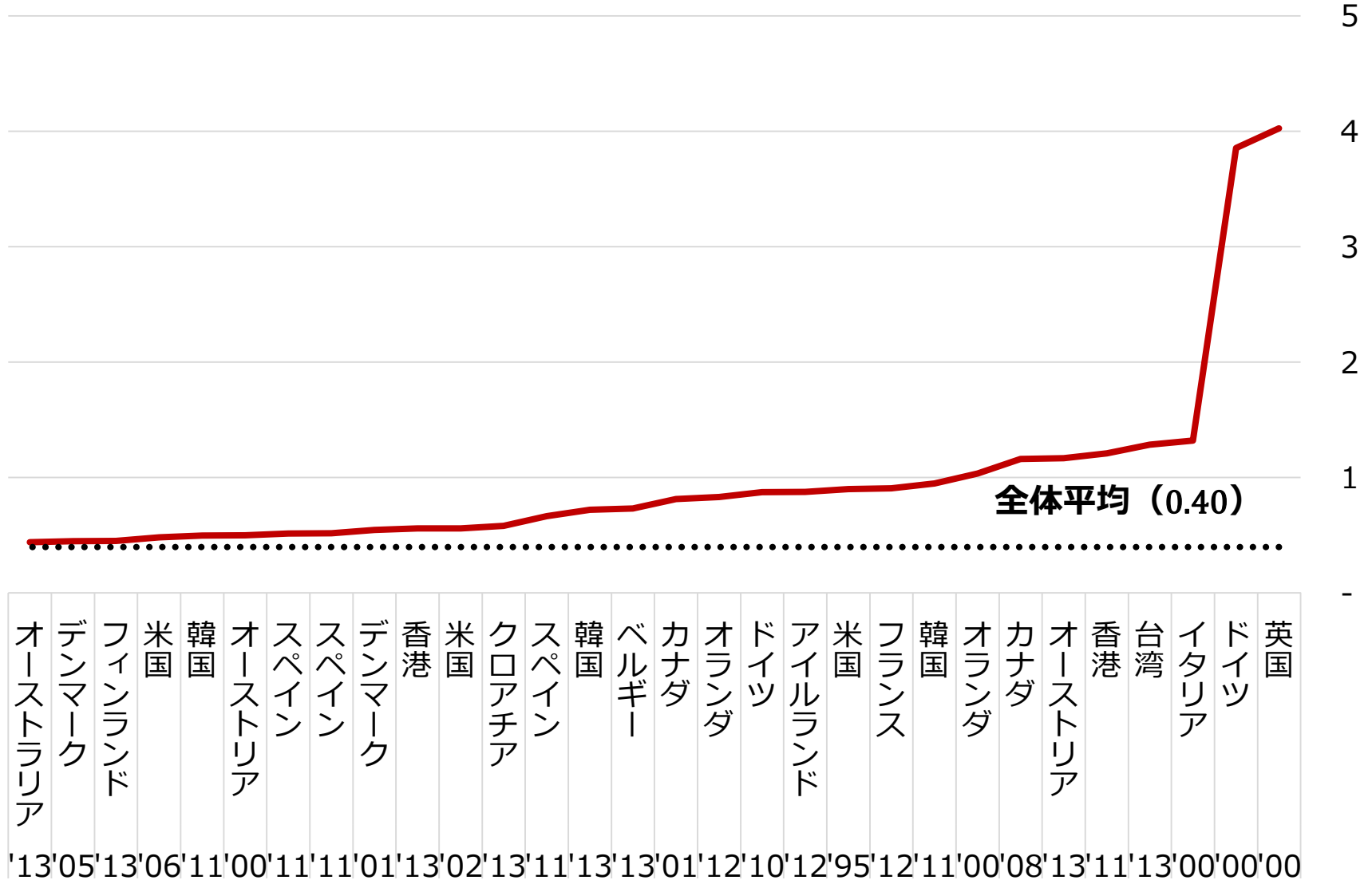
C. 各国のオークション結果

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)

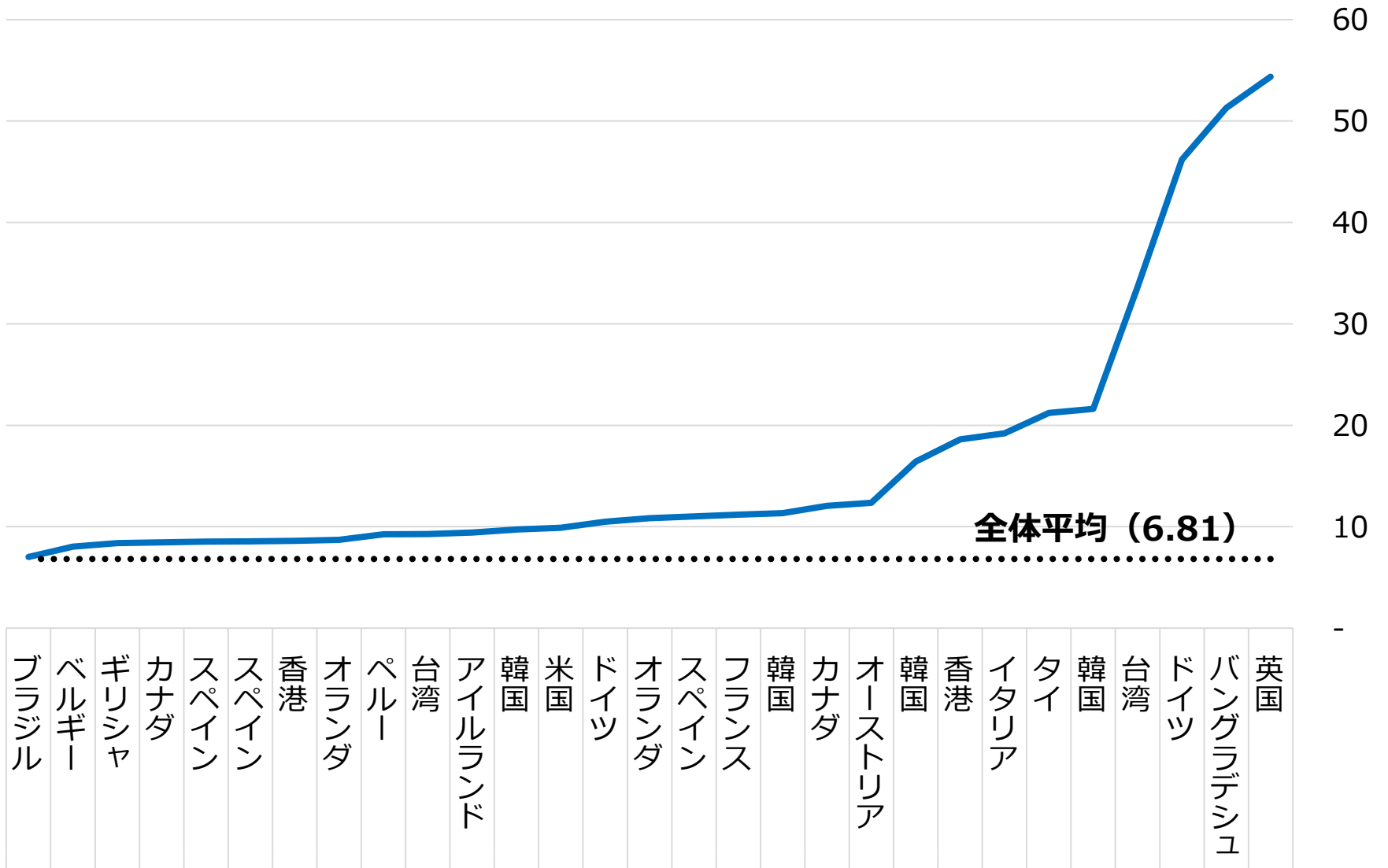


オーストラリア	デンマーク	フィンランド	米国	韓国	オーストリア	スペイン	スペイン	デンマーク	香港	米国	クロアチア	スペイン	韓国	ベルギー	カナダ	オランダ	ドイツ	アイルランド	米国	フランス	韓国	オランダ	カナダ	オーストリア	香港	台湾	イタリア	ドイツ	英国
'13	'05	'13	'06	'11	'00	'11	'11	'01	'13	'02	'13	'11	'13	'13	'01	'12	'10	'12	'95	'12	'11	'00	'08	'13	'11	'13	'00	'00	'00

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

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

*) チャンネルに一部重複有り

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

		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				

(出所) FCC (2014) 等より筆者作成

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)

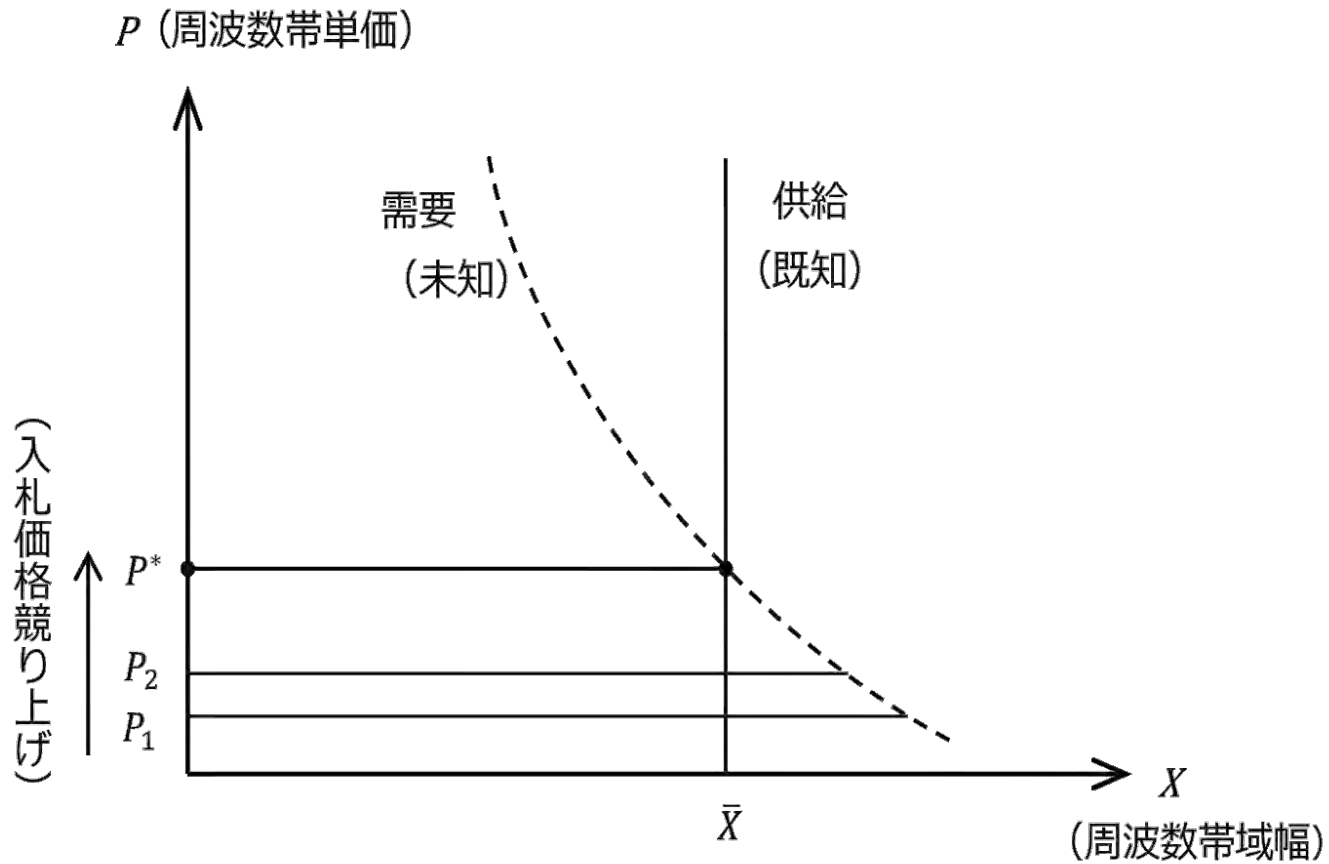


図3-3-4 インセンティブ・オークション (需要未知、供給未知)

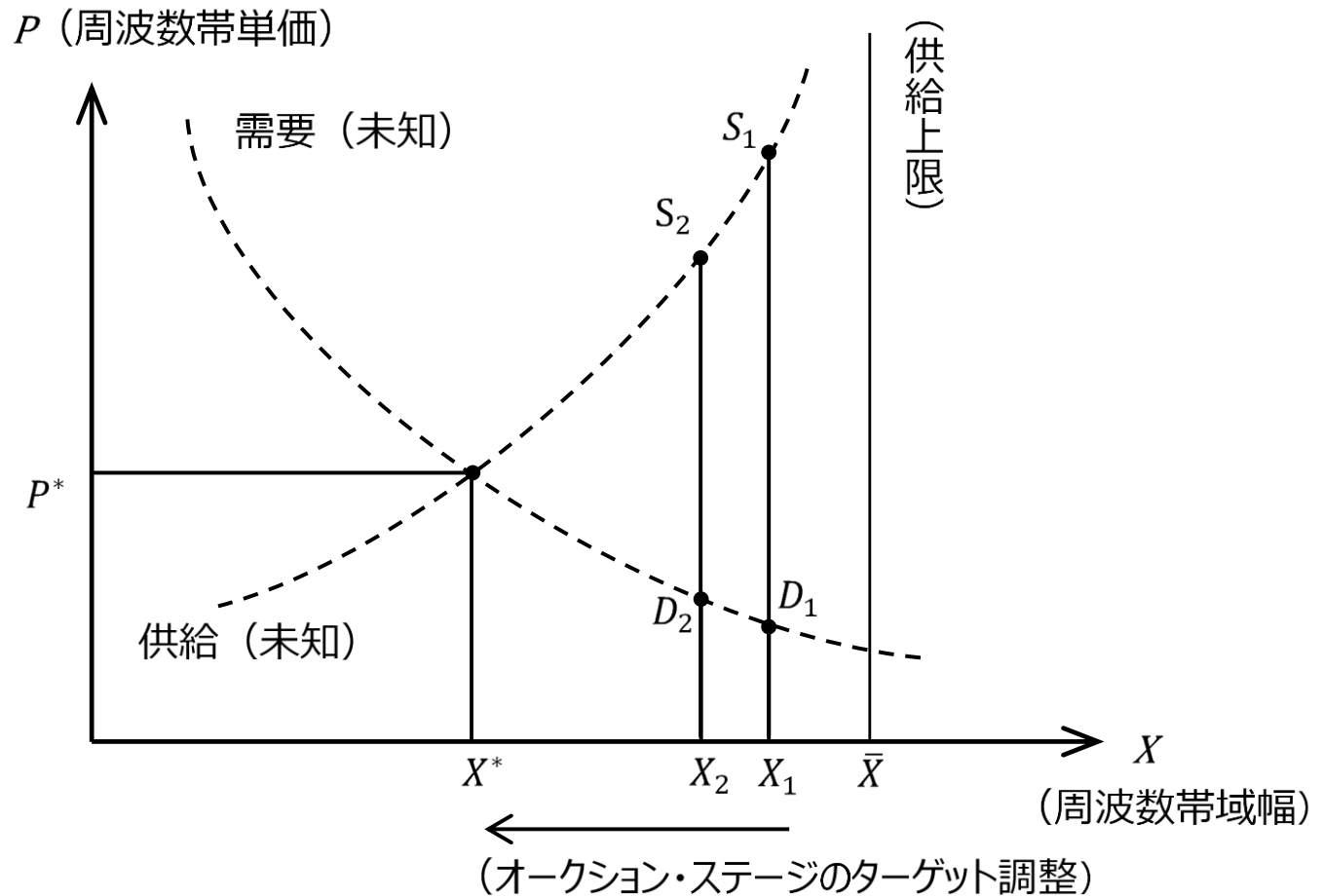
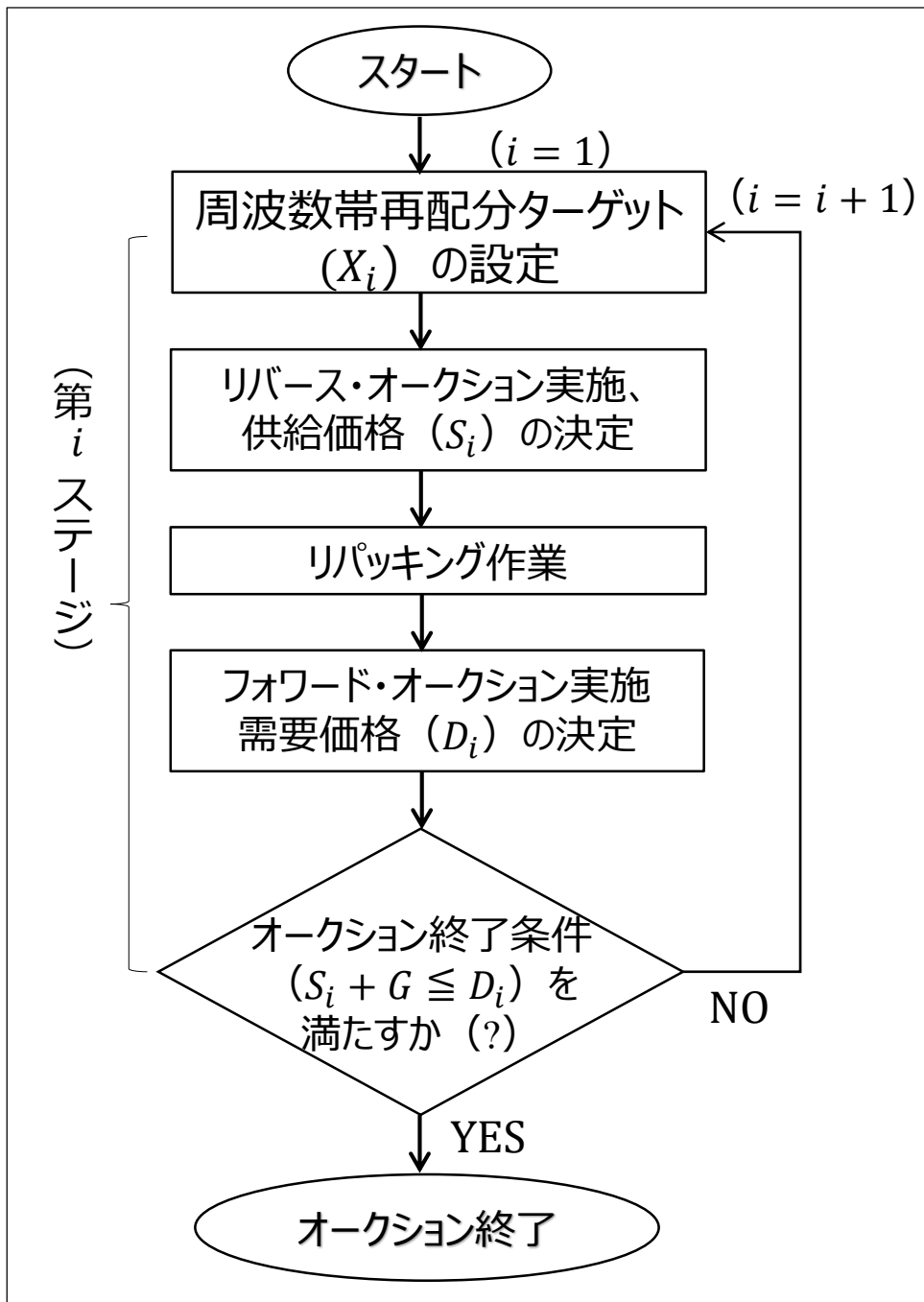


図3-3-5 インセンティブ・ オークションにおける 「ステージ」実施手順 (概要)

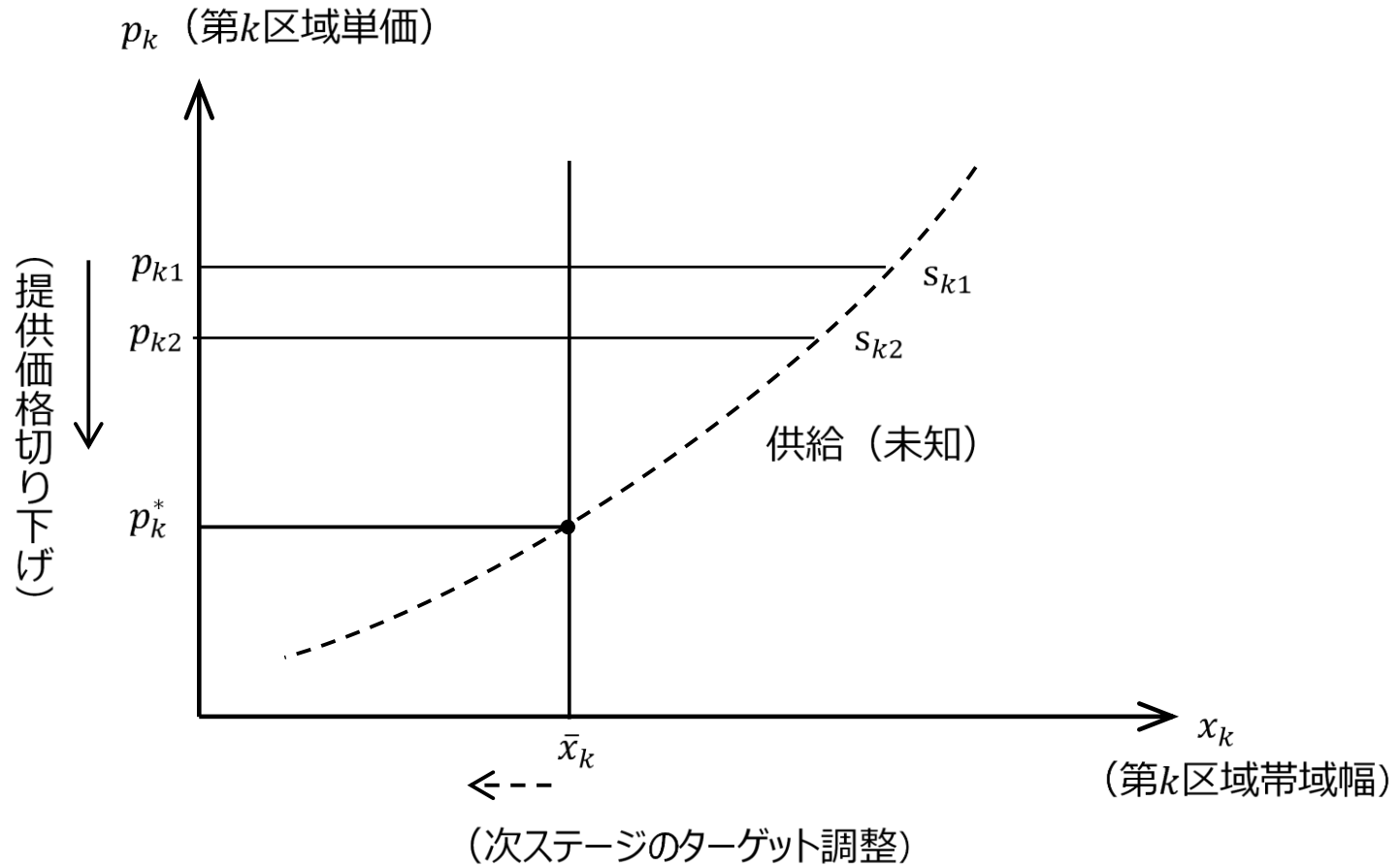


III.B. インセンティブオークションの方式

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

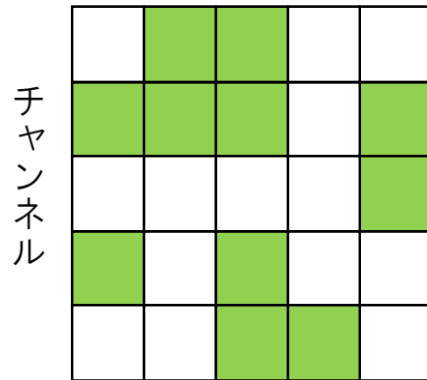
- ステージごとに提供チャンネルを整理して1箇所を集め、移動通信用帯域として「再編成」
- 放送局に対し、新たに放送用周波数帯を割り当て

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：

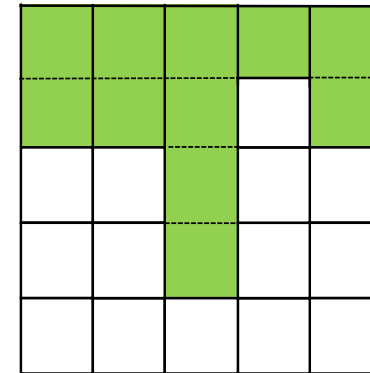
(1) リバース・オークション



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)

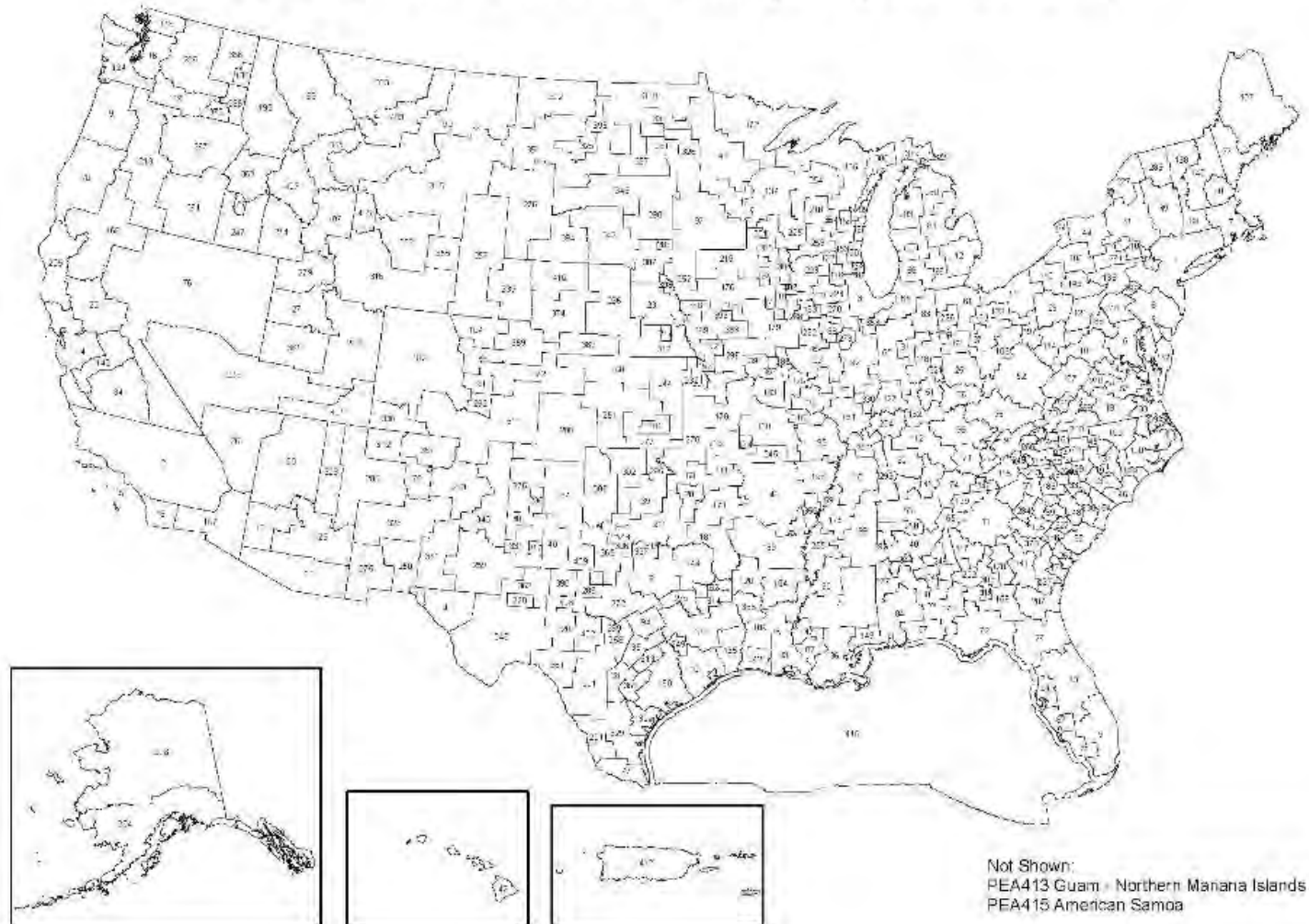
- リパッキング後に提供された周波数帯
に対し、携帯事業者が入札
- オークションのための地域区分

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)

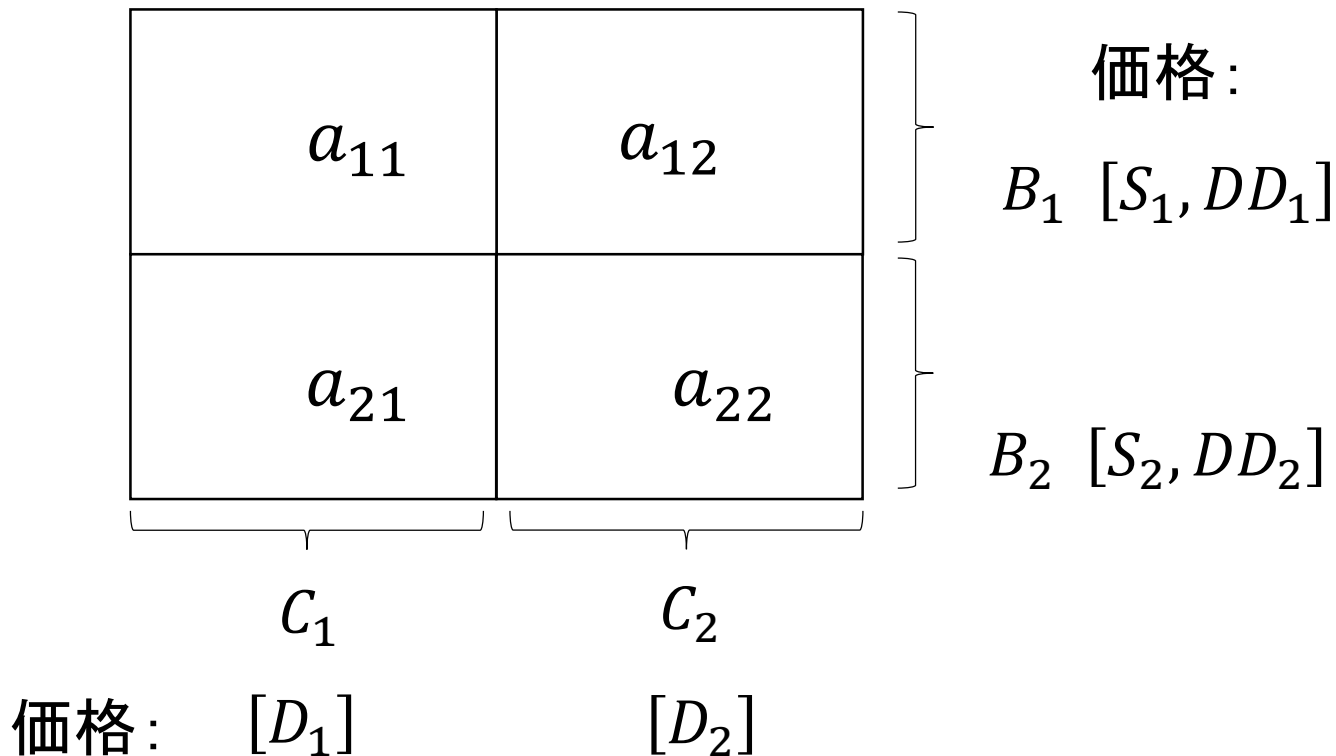
III.B.7. オークション方式についての補足

- 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

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

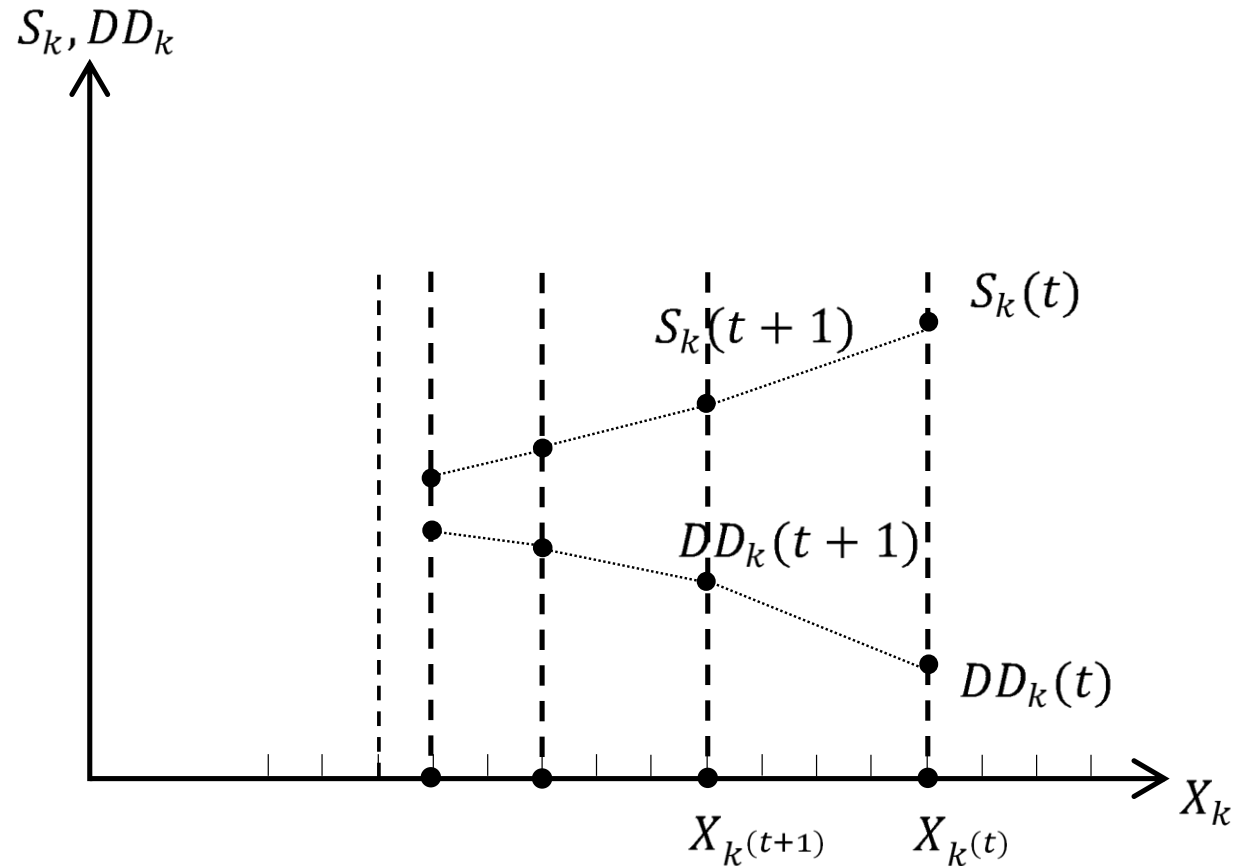
III.B.8. 放送区域と携帯電話地域の両区分が一致しない場合の「一般化された需給調整」

- n_{ij} は地域 a_{ij} の人口
- e_{ij} はステージを通じる定数
- $DD_1(t) + DD_2(t) = D_1(t) + D_2(t) = D(t).$

$$X_i(t + 1) = X_i(t) + W_i \cdot (DD_i(t) - S_i(t)),$$

$$(W_i > 0), \quad i = 1, 2;$$

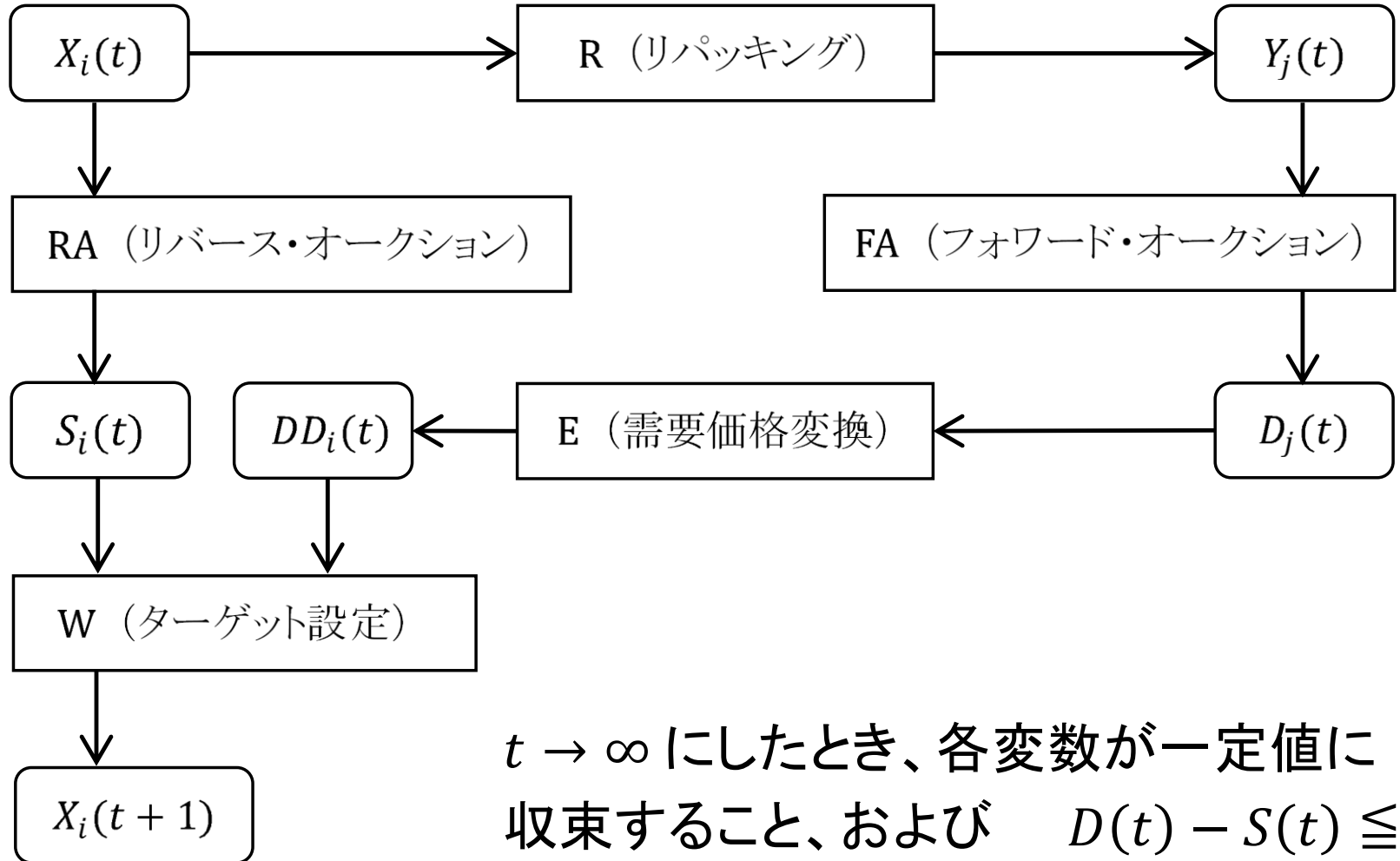
第 k 放送区域のターゲット $X_k(t)$ 調整の例



(横軸単位はチャンネル幅6MHz) 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