



第5世代(5G)通信の電波利用基盤

— 米国5Gオークションと「タワー事業」を参考に — (概要)

2018年度秋季(第39回)情報通信学会大会

東京大学 駒場第2キャンパス

2018年11月17日

鬼木 甫

株式会社 情報経済研究所

国際大学GLOCOM上席客員研究員

oniki@alum.mit.edu

www7b.biglobe.ne.jp/~ieir/jpn/publication/201811a.html

要旨(1/4)

(*) 本研究にはJSPS科研費 16K03564の助成を受けています。

本発表では、近未来での実現が予想されている「第5世代(5G)通信」の電波利用基盤において生ずる「自然独占問題」を考察する。

要旨(2/4)

5Gにおける技術的特色からスモールセルの採用と、その結果としての重複設備投資の回避と同供給独占(自然独占)が不可避であるとするれば、競争推進のためには5Gサービスの上下分離が自然な対応策である。これにより、少なくとも「上部サービス」で競争環境を実現できる。問題は「下部基盤(インフラ)」の独占から生ずる弊害である。

要旨(3/4)

本発表では、まず同上下分離を実施した場合に事業者に課すことが適切と考えられる規制内容を考察する。ただし、企業体統合経営の利益を損じないよう、会社分割ではなく、「サービスの分離」のみを提案する。

これに次いで、「地域分割」と同インフラ事業の「交代可能性(contestability)」による長期的な独占の弊害防止策を提案する。

要旨(4/4)

2018年11月に実施予定の米国5G周波数オークションは、上記問題の発生を一部予測して計画されているものと推測される。また基地局共有のための「タワー事業」が米国、中国他において近年普及している事実も、上下分離の先取りになっている。これらについても検討を加え、タワー事業やインフラ共用方策の無規制導入(2018年11月2日総務省提案を含む)は、将来における地域独占とその弊害を招くことを指摘する。

目次

- I. 第5世代(5G)無線通信の特色と独占要因
- II. 通信アクセス用インフラにおける独占問題
- III. 5Gにおける競争環境の実現方策
— 上下分離(提案1/2)
- IV. 基地局サービスにおける(長期)競争
環境の実現(提案2/2)

第5世代(5G)通信の電波利用基盤 — 米国5Gオークションと「タワー事業」を参考に—

I. 第5世代(5G)無線通信の特色と独占要因

I. 第5世代(5G)無線通信の特色と独占要因

- A. 本研究のカバーする5Gについて
- B. 周波数帯容量の巨大化
- C. 電波到達距離の短小化**
- D. 5Gサービス普及のイメージ
- E. 現状(4G体制)を延長して

5Gを建設した場合の結果予測

I.C. 電波の到達距離の短小化

1. 4G用 (500m~1km単位) から
5G (10~50m単位) へ
2. 小型セル (small cells) の必要

I.C. 電波の到達距離の短小化

3. 複数のアクセス経路建設・維持方策が 非効率化する

- 独占(自然独占)要因が出現

I. 第5世代(5G)無線通信の特色と独占要因

- A. 本研究のカバーする5Gについて
- B. 周波数帯容量の巨大化
- C. 電波到達距離の短小化
- D. 5Gサービス普及のイメージ**
- E. 現状(4G体制)を延長して

5Gを建設した場合の結果予測

I.D. 5Gサービス普及のイメージ

1. おそらく固定利用からはじまり移動
利用へ進む（米ベライゾン社の試行）
 - 現在のWi-Fiの一般化、広域化

I.D. 5Gサービス普及のイメージ

2. 電灯光、夜間街灯、室内灯の機能に 類似すると考える

- 明かりが必要なときにスイッチを
ONにして 近くの電灯を使う
- 広帯域通信サービスが必要なとき、端末を
ONにすれば 最寄りの電波が得られる

I. 第5世代(5G)無線通信の特色と独占要因

- A. 本研究のカバーする5Gについて
- B. 周波数帯容量の巨大化
- C. 電波到達距離の短小化
- D. 5Gサービス普及のイメージ
- E. 現状(4G体制)を延長して**

5Gを建設した場合の結果予測

I.E. 現状(4G体制)を延長して 5Gを建設した場合の結果予測

1. 現状

2. 予測

- a. 当初は各事業者が一部の地域で
小規模展開

I.E.2. 予測

b. 数年後の展開進行とともに問題が発生：

3
ケ
ー
ス

(1) 同一地域における重複投資

→ 非効率発生

(2) (協調)独占による基地局共用が発生

→ 地域独占の成立、弊害発生

(3) タワー事業の発生・成長 (→ II.E)、

無規制であれば弊害発生

第5世代(5G)通信の電波利用基盤 — 米国5Gオークションと「タワー事業」を参考に—

II. 通信アクセス用インフラにおける独占問題

II. 通信アクセス用インフラにおける独占問題

A. 独占と競争の矛盾

B. 移動通信における重複・遊休投資の例

C. 解決策

D. 米国5Gオークション

E. 「タワー事業」の展開

II.A. 独占と競争の矛盾

1. 独占の必要性・必然性

- 重複投資(設備)による非効率発生の回避
- 複数事業者があっても長期的(自然)に独占に収束

2. 独占の弊害

II.A. 独占と競争の矛盾

3. 独占価格形成について

a. 競争不在

- （市場でなく）自身による価格決定が可能

II.A.3. 独占価格形成について

b. 独占価格の上限 (P_{MAX})

- 需要減退による収入減少がはじまる水準
- 他事業者の参入が利潤を生ずる水準

c. 独占価格の下限 (P_{MIN})

- 長期限界(平均)費用(競争市場であった場合に成立する価格)

II.A.3. 独占価格形成について

d. 独占体の行動

- 上下限価格の中間で自由に決める

$$(P_{MIN} < P < P_{MAX})$$

- 独占利潤の発生:

$$(P - P_{MIN}) \times \text{供給量}$$

タワー等建設費の償却後も高価格

維持可能

II. 通信アクセス用インフラにおける独占問題

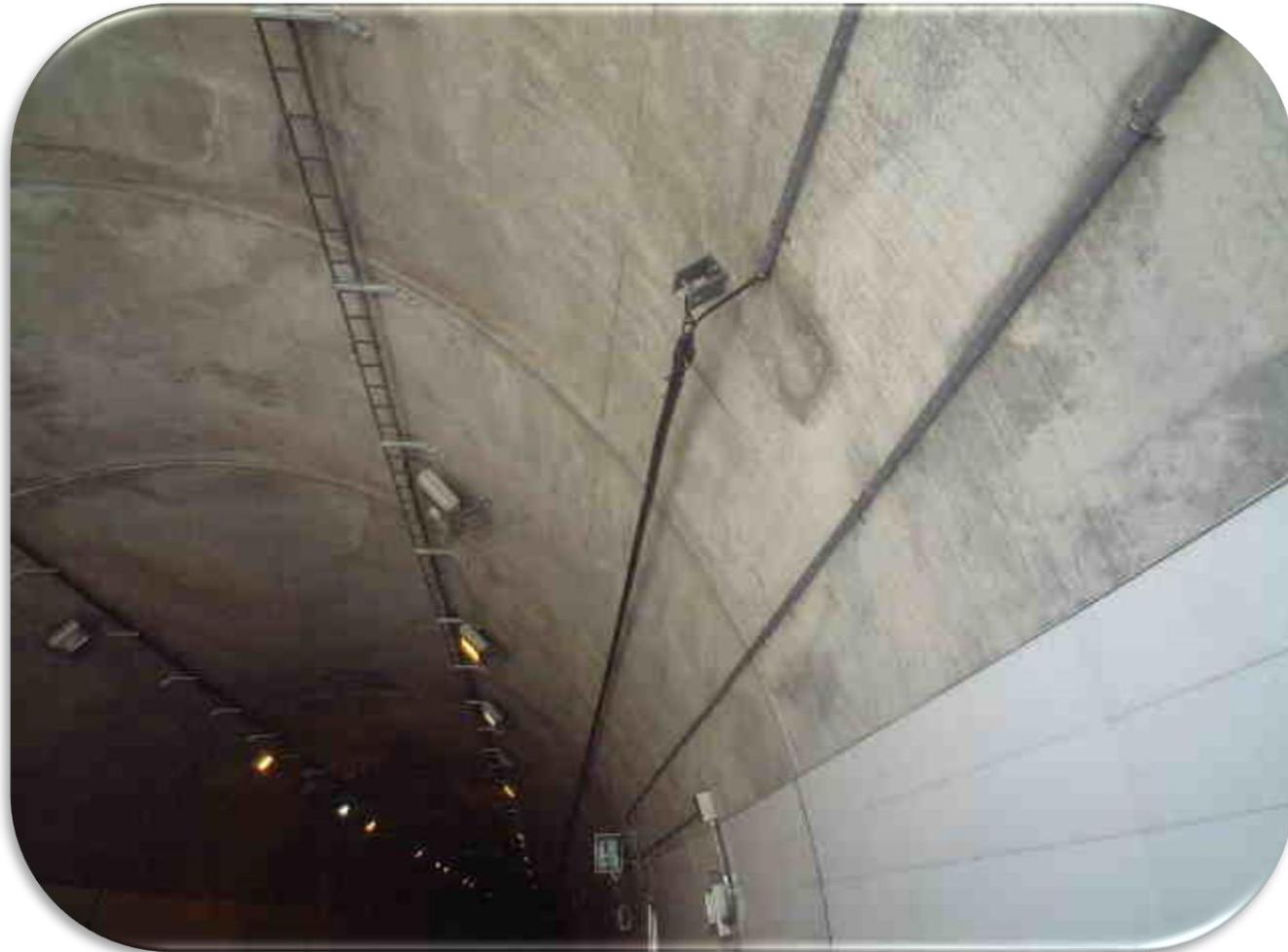
- A. 独占と競争の矛盾
- B. 移動通信における重複・遊休投資の例**
- C. 解決策
- D. 米国5Gオークション
- E. 「タワー事業」の展開



www.comsys-hd.co.jp/img/csr/pdf/chd_csr2012_all.pdf, p.16

写真1: 4G用アンテナの並立

H. Oniki



<http://www2.nct9.ne.jp/ja0qby/tonnneru.htm>

**写真2: 在来線列車用漏洩同軸ケーブル
(現在は一部遊休) (トンネル内)**

H. Oniki



<https://www.furukawa.co.jp/company/hereandthere/pdf/01.pdf>

写真 3: 在来線列車用漏洩同軸ケーブル (現在は一部遊休) (線路脇)

H. Oniki



<https://ja.wikipedia.org/wiki/東京スカイツリー>

写真 4: 東京スカイツリー

H. Oniki



<http://ts11782.shiga-saku.net/e437656.html>

写真 5: 関西生駒山アンテナ群(放送)

H. Oniki

II. 通信アクセス用インフラにおける独占問題

- A. 独占と競争の矛盾
- B. 移動通信における重複・遊休投資の例
- C. 解決策
- D. 米国5Gオークション**
(2018年11月14日予定) (FCC[2018])
- E. 「タワー事業」の展開

II.D. 米国5Gオークション

1. オークション体制 (1/3)

- **地域区分:**

全国を**3072地域** (county単位、
平均人口約10万人)に分ける

II.D.1. オークション体制 (2/3)

- 周波数帯:

950MHz (27.5 ~ 28.35GHz帯)

2ブロックに区分 ($2 \times 425\text{MHz}$)

II.D.1. オークション体制 (3/3)

- サービス内容:

自由（規制なし、利用目的指定せず、
固定無線も可能）

II.D.2. 米国5Gオークション

2. 含意

- 電波利用にかかる（地域ごと）独占／複占（1～2事業者）の生成を想定
- 将来における独占の弊害発生を予測

II. 通信アクセス用インフラにおける独占問題

- A. 独占と競争の矛盾
- B. 移動通信における重複・遊休投資の例
- C. 解決策
- D. 米国5Gオークション
- E. 「タワー事業」の展開**

II.E. 「タワー事業」の展開

1. タワー事業

(小原[2018]、三澤[2018]、吉川[2018]、若杉[2018]による)

- 電波免許を保有せずにタワー(基地局)を建設、現在は無規制
- 免許保有者にタワー利用を提供

II.E. 「タワー事業」の展開

2. 海外事情

- 各国でタワー事業が成長中
- 米、英、スペイン、インド、中国他
- 日本の「上下統合」は海外と比べたとき
例外ケースに見える

II.E.2.a. 米国

- **American Tower社**（15万サイト）
- **Crown Castle International社**
（9万サイト）、他

2000年代に事業開始、成長

他国にも進出中、放送と共用

II.E.2.b. 中国 (1/2)

- **中国鉄塔(有限公司)**

(187万サイト、2017年世界最大)

2014年発足、

政府のリード(主導)下・三大業者が出資

II.E.2.b. 中国 (2/2)

既存基地局を取り込み

通信以外のサービスも提供

(例：放送、広告)

2018年8月香港証取に上場

II.E.3. 含意 (1/2)

- タワー事業は、本発表で提案の「基地局事業 (AP)」と類似

それが成長中であることは、上下分離
の合理性を示している

II.E.3. 含意 (2/2)

- しかし無規制で放置すれば「ローカル独占」
が成立・固定し、弊害を生ずる

(ケーブル事業での経験)

II.E.4. 日本のタワー事業・インフラシェアリング

a. 現状

- **J TOWER社**（2012年設立、
屋内アンテナ、ビル・商業施設等40ヶ所）
- **ケイ・オプティコム社**（関西電力系、
屋外鉄塔600ヶ所）
- **(社)移動通信基盤整備協会**
(トンネル、地下街等、政府補助金あり)

II.E.4. 日本のタワー事業・インフラシェアリング

b. 総務省[2018]の「インフラシェアリング事業」ガイドライン

- 基本的に無規制導入を提案

長期的に「ローカル独占」が成立

弊害の発生を予測

生活用一般道路の私有化(有料化)と類似

第5世代(5G)通信の電波利用基盤 — 米国5Gオークションと「タワー事業」を参考に—

III. 5Gにおける競争環境の実現方策

— 上下分離 (提案1/2)

III. 5Gにおける競争環境の実現方策 — 上下分離（提案1/2）

- A. 「上下分離」の概要
- B. 基地局事業者（AP）
- C. 通信事業者（CP）
- D. 規制内容

IIIA. 「上下分離」の概要

1. 目的

2. 内容

- **基地局事業者 (AP, access providers) :**

電波免許保有

- **通信事業者 (CP, communication providers)**

にサービス分離し、APのみを規制

図1 上下分離と会計

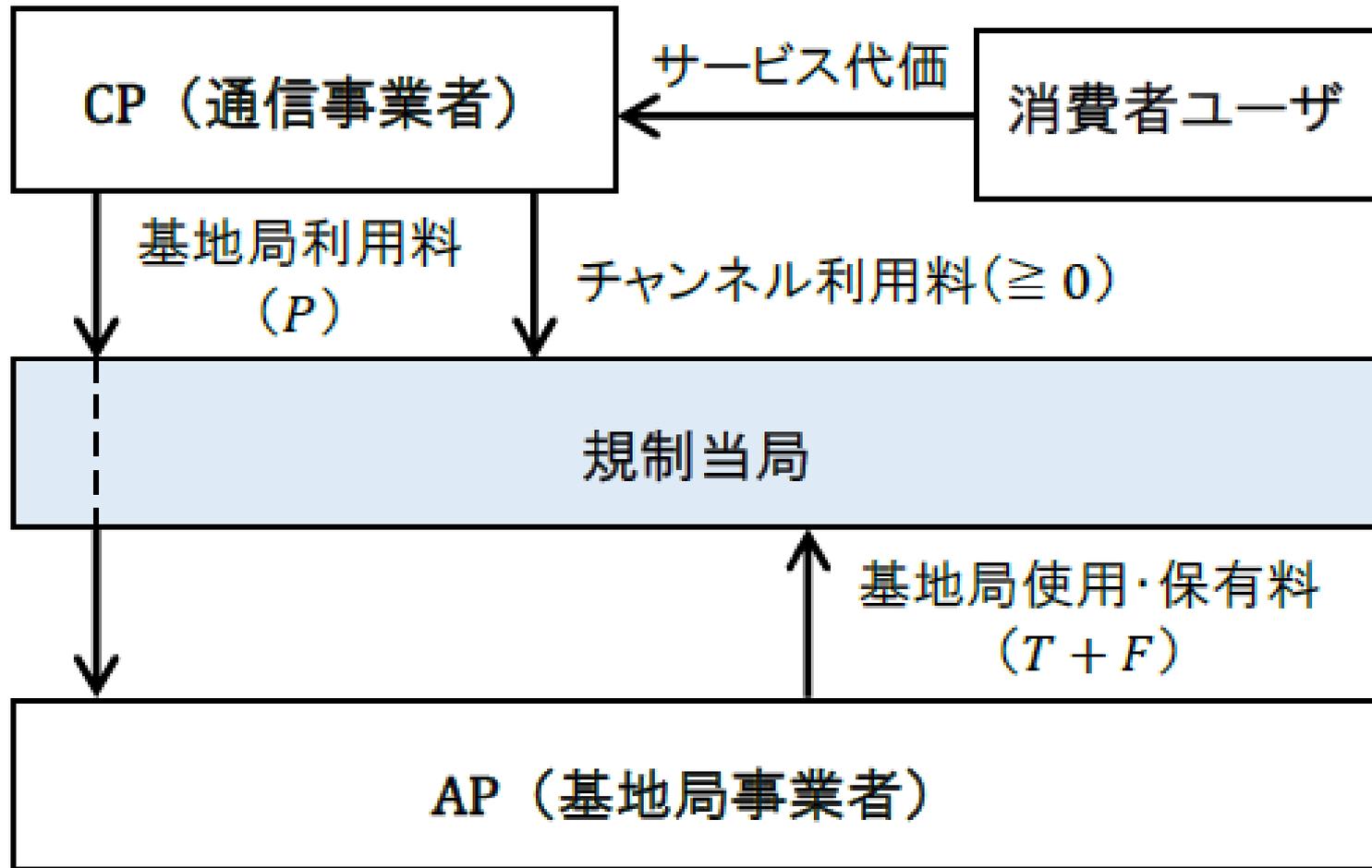
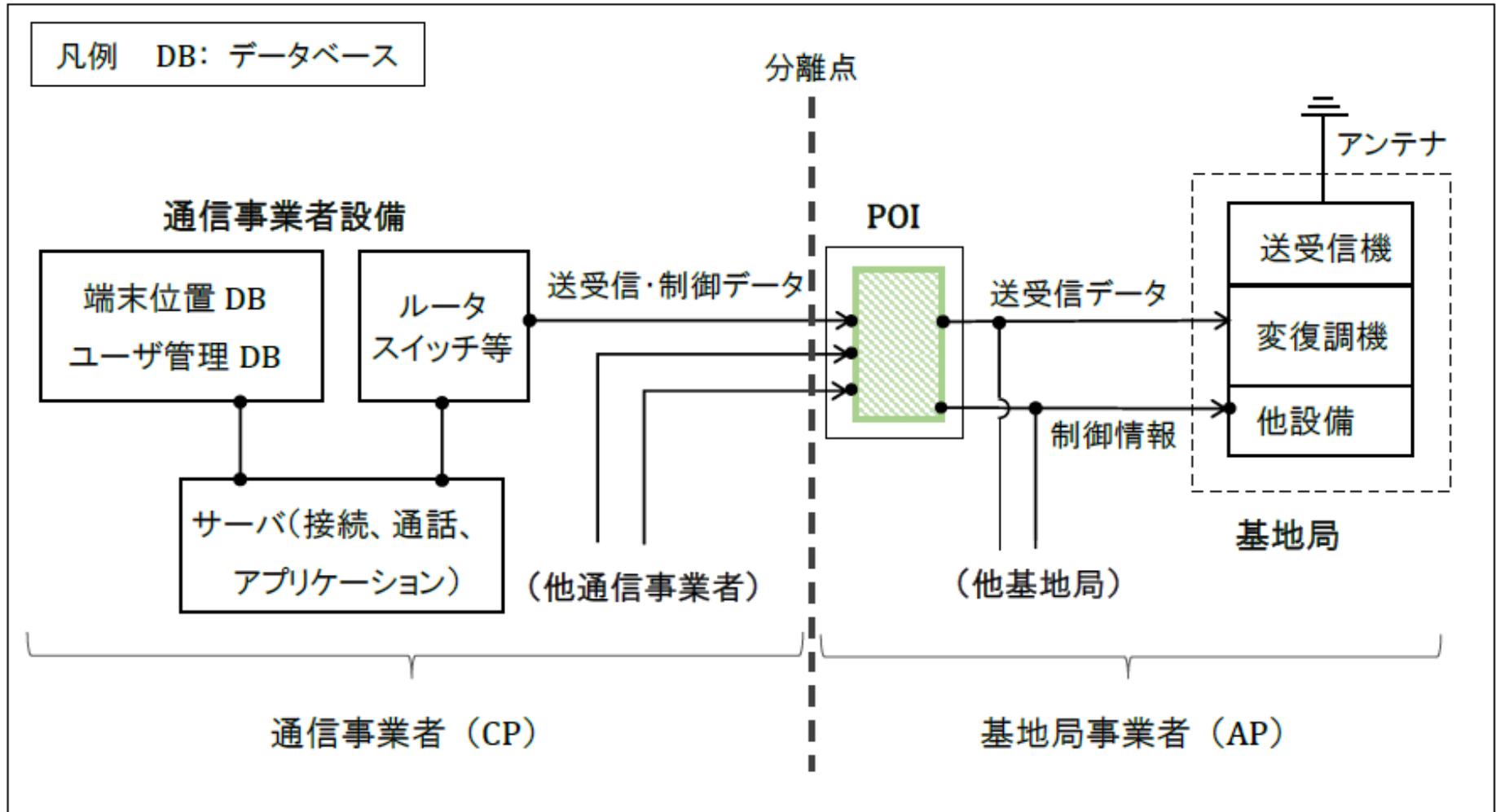


図2 上下分離 —— 全国・地域サービス

	業務範囲	地域区分				
		1	2	3	.....	N
CPs	全国	CP1, CP2,				
APs	地域独占	AP1	AP2	AP3	.....	APN

図3 (地域ごと) 基地局業務・通信業務分離のイメージ



注： 鬼木 [2017] より転載

III. 5Gにおける競争環境の実現方策 — 上下分離（提案1/2）

- A. 「上下分離」の概要
- B. 基地局事業者（AP）
- C. 通信事業者（CP）
- D. 規制内容**

III.D.1. 原則

- **規制目的・規準**
 - ユーザの利害を代表
 - AP, CP間の収支仲介
 - フランチャイズ・レント、周波数帯レント
(電波稀少時)の入手

III.D.2. AP, CPに対する事業環境の整備

a. APのための地域区分の決定

- 「粗」から「細密」へ 時間進行（図4）
- 各地域におけるPOI所在地の決定
- 利用周波数帯の指定

図4 地域区分 —— 「粗」から「細」への進行

5G ステージ	地域区分										区分の型	
初期	R1		R2			.....	RM				粗区分
▼												
中期	R11	R12	R21	R22	R23	.....	RM1	RM2	RM3		中間
▼												
長期											細分

III.D.2. AP, CPに対する事業環境の整備

b. 各地域のフランチャイズ権

- 入札(リバース・オークション)により賦与

III.D.2. AP, CPに対する事業環境の整備

c. 周波数帯の供給

- 定期オークションによる(稀少化時)

III.D.3. CP, APに対する業務規制

a. CP

b. AP

c. APに対する「基地局展開」義務は課さない、
APの裁量に任せる

III.D.3. CP, APに対する業務規制

d. 業務の原則自由化

(1) 事業の(一部)委託、MA、事業譲渡等
は自由

(2) 内部補助の自由

「歪み」は長期的に補正(→ IV.F)

第5世代(5G)通信の電波利用基盤 — 米国5Gオークションと「タワー事業」を参考に—

IV. 基地局サービスにおける(長期)競争 環境の実現 (提案2/2)

IV. 基地局サービスにおける(長期)競争 環境の実現 (提案2/2)

- A. AP環境についての目標** (記号“#”は目標の略号指定)
- B. 説明用記号
- C. AP用「地域」の設定
- D. APの初期・経常業務
- E. APの(長期的)義務
- F. 基地局フランチャイズ権
に関するEMMの意義
- G. APがサービス価格
 p の「修正」を必要と
するとき
- H. 規制当局による「基
地局サービス市場」へ
のコントロール手段
(再掲)
- I. 現状からの漸次移行
方策 — 上下統合(4G)
から上下分離(5G)へ

IV.A. AP環境についての目標

(記号“#”は目標の略号指定)

1. AP展開・参入の促進 (encouragement)
 - a. 投資リスク(不確実性)の合理的解決
(「手探り型」展開を可能にする)(#1a)
 - b. 投資リターンの実現を容認(#1b)
 - c. 投資失敗時の撤退を円滑化(#1c)
 - d. 投資不実施(現状に安住)を防止(#1d)

IV.A. AP環境についての目標

(記号“#”は目標の略号指定)

2. APによる地域独占の弊害防止

a. 独占利潤の実現・増大の防止(#2a)

b. 長期的競争環境（交代可能性、
contestability)の導入、参入容易化、
技術進歩の促進(#2b)

IV.A. AP環境についての目標

(記号“#”は目標の略号指定)

3. 企業における上下統合経営の利点を実現
(#3)
4. インフラ供給に伴う「レント」を国民(政府)
の収入とする(#4)

IV. 基地局サービスにおける(長期)競争 環境の実現 (提案2/2)

- A. AP環境についての目標
- B. 説明用記号** (記号 “*” は政策変数であることを示す)
- C. AP用「地域」の設定
- D. APの初期・経常業務
- E. APの(長期的)義務
- F. 基地局フランチャイズ権に関する
EMMの意義

IV.B. 説明用記号

(記号“*”は政策変数であることを示す)

N : 地域人口

d : 基地局建設でカバー中の人口比率
($0 \leq d \leq 1$)

p : 基地局使用料(設置済地域の人口あたり)

P : 各地域の基地局使用料支払額
($= p * d * N$)

m : 地域でサービス中のCPの数

IV.B. 説明用記号

(記号“*”は政策変数であることを示す)

T : 基地局使用料額

t^* : 基地局使用料率(全地域共通)

S : フランチャイズ権・基地局設備・要員の
「譲渡」価格 (=基地局事業譲渡)

S_0 : フランチャイズ権プラス基地局設備のみの
譲渡価格

F : 基地局保有料額 (= $f * S$)

f^* : 基地局保有料率 (全地域共通)

IV. 基地局サービスにおける(長期)競争 環境の実現 (提案2/2)

- A. AP環境についての目標
- B. 説明用記号
- C. AP用「地域」の設定**
- D. APの初期・経常業務
- E. APの(長期的)義務
- F. 基地局フランチャイズ権に関する
EMMの意義

IV.C. AP用「地域」の設定

規制当局が決定・実施する

1. 地域分割（目標 #2b）
2. 各地域のPOI(複数箇所)

図6a: 上下分離下の基地局事業展開のフローチャート (新規発足時) 68

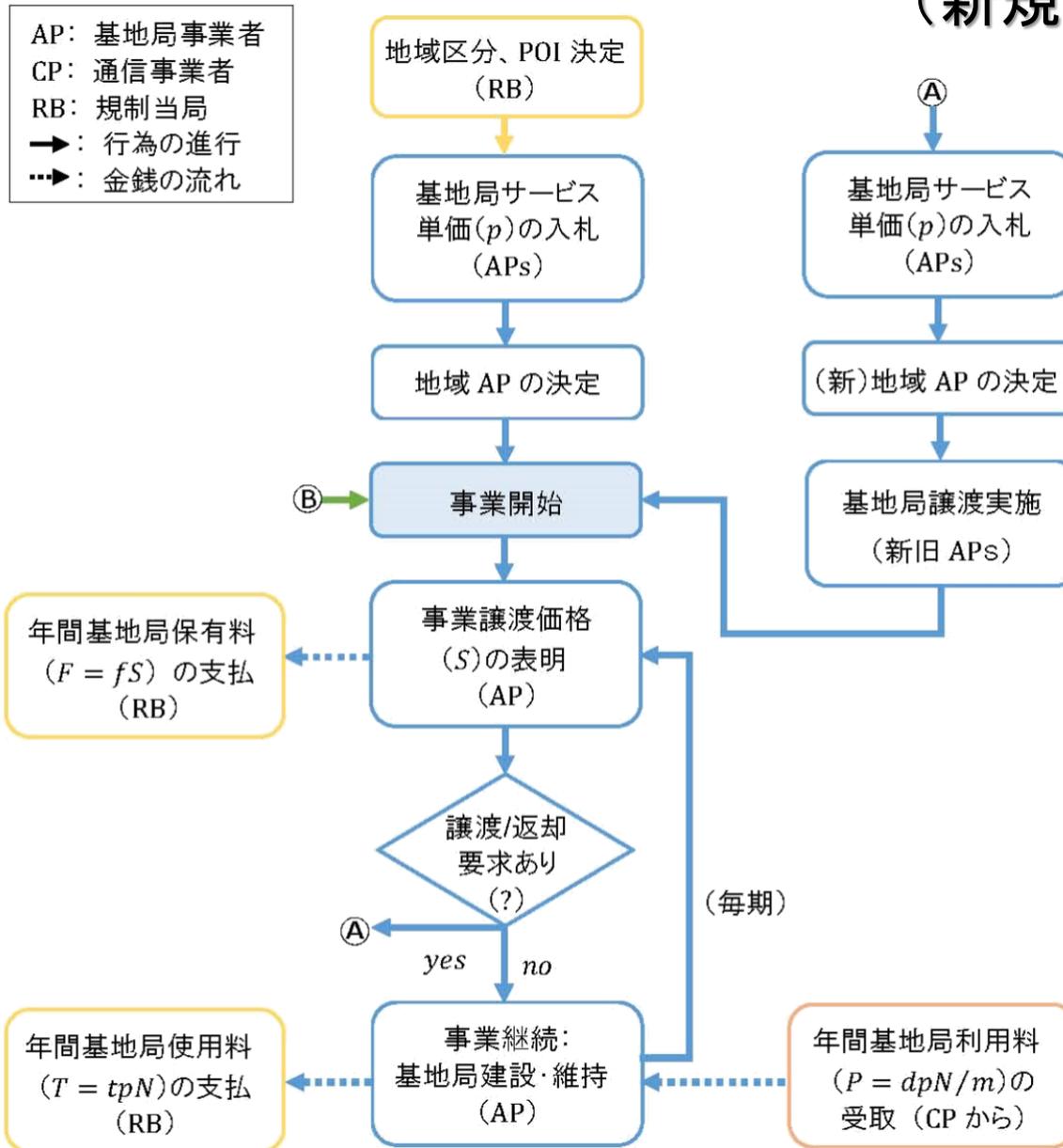
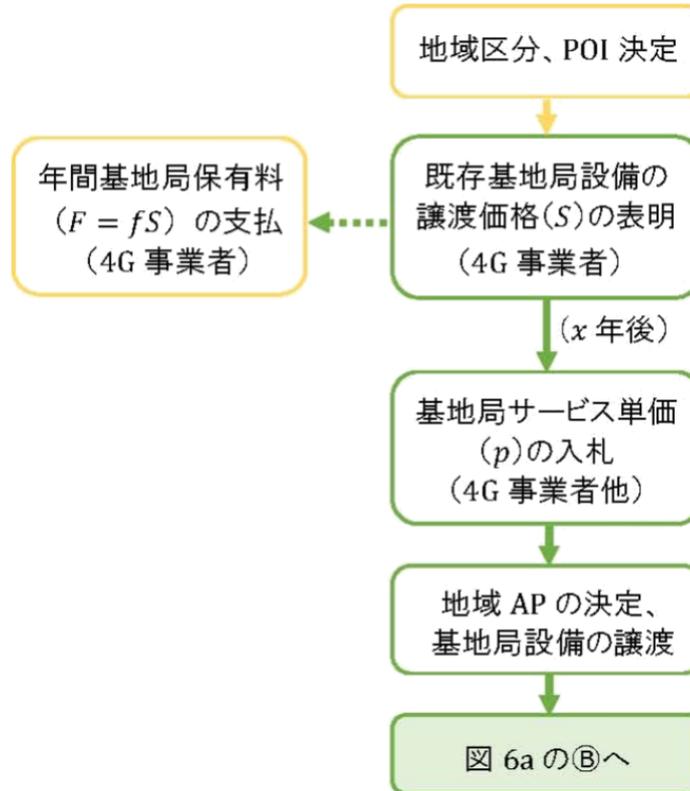


図6b: 上下分離下の基地局事業展開のフローチャート (5G上下統合事業開始後の発足)



IV. 基地局サービスにおける(長期)競争 環境の実現 (提案2/2)

- A. AP環境についての目標
- B. 説明用記号
- C. AP用「地域」の設定
- D. APの初期・経常業務**
- E. APの(長期的)義務
- F. 基地局フランチャイズ権に関する
EMMの意義

IV.D. APの初期・経常業務

1. 基地局フランチャイズ権の初期賦与 (1/2)
 - 各地域で基地局使用料 p についての
入札(リバース・オークション)(目標 #2a)
 - 落札者が地域のAPになる

IV.D. APの初期・経常業務

1. 基地局フランチャイズ権の初期賦与 (2/2)

- オークション後における p の変更

引上げは禁止、引下げは容認

(目標 #2a)

IV.D. APの初期・経常業務

2. APの収入

- 基地局を利用する各CPはAPに
使用料 ($P = d * (p * N) / m$) を支払う
(目標 #1b)

IV.D. APの初期・経常業務

3. APの支払 (1/2)

- APは 基地局使用料 ($T = t * p * N$) を
規制当局に支払う
- T は 基地局建設数から独立 (目標 #1d)

IV. 基地局サービスにおける(長期)競争 環境の実現 (提案2/2)

- A. AP環境についての目標
- B. 説明用記号
- C. AP用「地域」の設定
- D. APの初期・経常業務
- E. APの(長期的)義務**
- F. 基地局フランチャイズ権に関する
EMMの意義

IV.E. APの(長期的)義務(目標 #2b)

1. 各期の期首にフランチャイズ権・基地局設備の「譲渡価格 (S)」を表明

S_0 : フランチャイズ権プラス基地局設備
のみの譲渡価格

S : フランチャイズ権プラス全設備・要員等
の譲渡価格(=基地局事業譲渡)

IV.E. APの(長期的)義務 (目標 #2b)

2. APの支払 (2/2)

- 基地局保有料 ($F = f * S$) を規制当局に支払う (目標 #4)

IV.E. APの(長期的)義務(目標 #2b)

3. 他AP事業者から「フランチャイズ譲渡請求」があった場合、該当地域のフランチャイズ権を代価と引き換えに譲渡しなければならない(猶予期間=6ヶ月)
(EMM)(目標 #2b)

IV. 基地局サービスにおける(長期)競争 環境の実現 (提案2/2)

**G. APがサービス価格 p の「修正」を
必要とするとき**

H. 規制当局による「基地局サービス市場」へ
のコントロール 手段(再掲)

I. 現状からの漸次移行方策
— 上下統合(4G)から上下分離(5G)へ

IV.G. APがサービス価格 p の「修正」を必要とするとき

1. p が過大のケース（引き下げ容認）
 - APは短期的に超過利潤を入手
 - 長期的には「交代圧力 (contestability)」によりフランチャイズ権の譲渡あるいは p の引下げを迫られる（目標 #2a, b）

IV.G. APがサービス価格 p の「修正」を必要とするとき

2. p が過少のケース(引き上げ禁止)
 - APは損失を生ずる
 - 長期的にフランチャイズ権の返却を迫られる(目標 #1c)
 - 返却の場合、再度オークションを実施(目標 #2b)

IV. 基地局サービスにおける(長期)競争環境の実現 (提案2/2)

G. APがサービス価格 p の「修正」を必要とするとき

H. 規制当局による「基地局サービス市場」へのコントロール 手段(再掲)

I. 現状からの漸次移行方策
— 上下統合(4G)から上下分離(5G)へ

IV.H. 規制当局による「基地局サービス市場」へのコントロール手段（再掲）

1. サービス地域の決定

2. 基地局使用料率(t)の決定

- 建設速度（下限）のコントロール

3. 基地局保有料率（フランチャイズ料率）(f)の決定

- 「フランチャイズ権市場」の稼働率の決定

IV. 基地局サービスにおける(長期)競争環境の実現 (提案2/2)

- G. APがサービス価格 p の「修正」を必要とするとき
- H. 規制当局による「基地局サービス市場」へのコントロール 手段(再掲)
- I. 現状からの漸次移行方策**
 - 上下統合(4G)から上下分離(5G)へ

IV.I. 現状からの漸次移行方策 － 上下統合(4G)から上下分離(5G)へ

1. 4G/LTEのMNOおよびMVNO

a. 規制

- 基本的に現規制を継続

IV.I.1. 4G/LTEのMNOおよびMVNO

b. 4Gから5Gへの移行（図5a, b）

- MNOは社内にCP部、AP部を設立してそれぞれ5Gへ参入可（目標 #3）
- MVNOはCPとして5G参入可

図5a: 上下統合事業者: X社、Y社(現状)

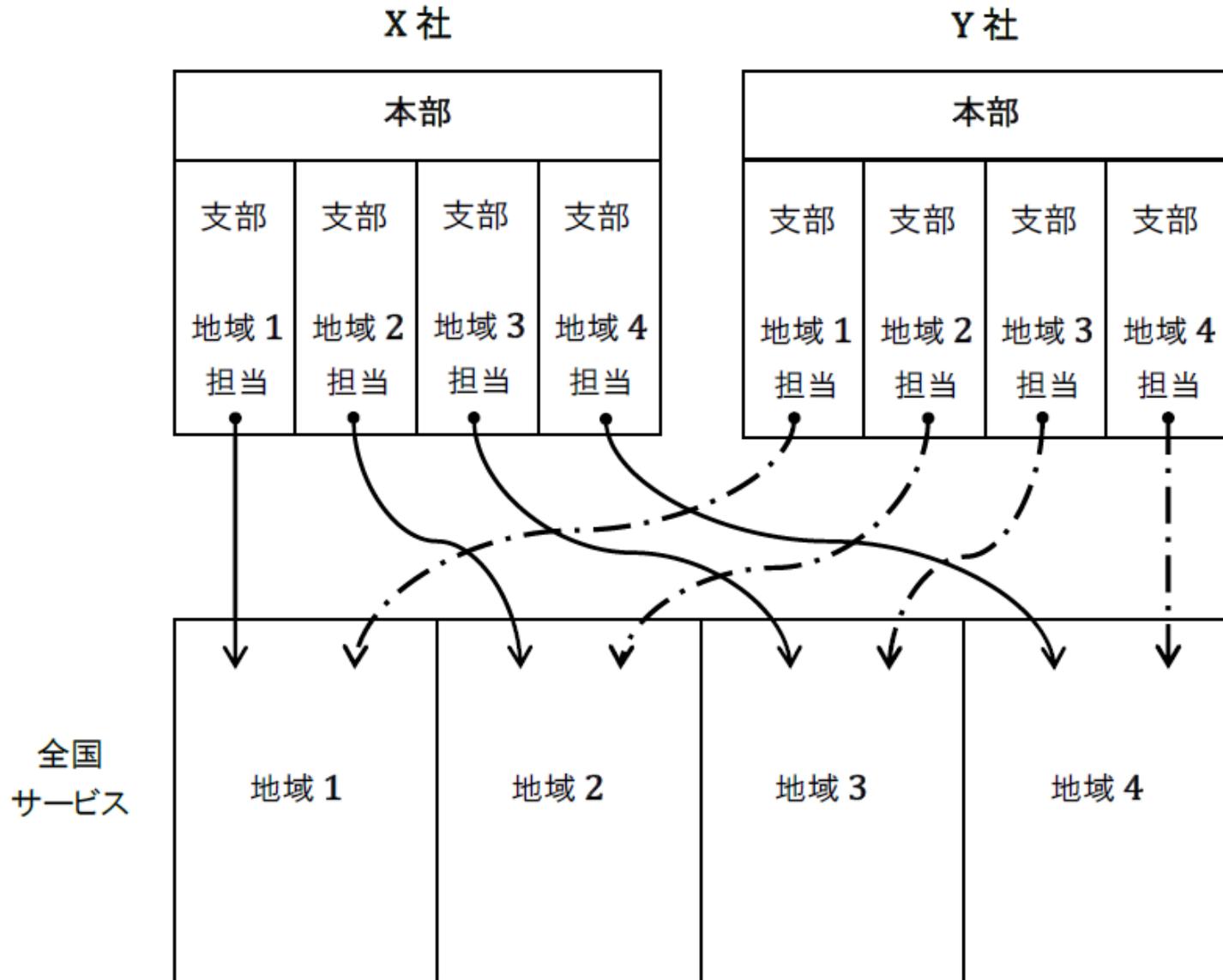
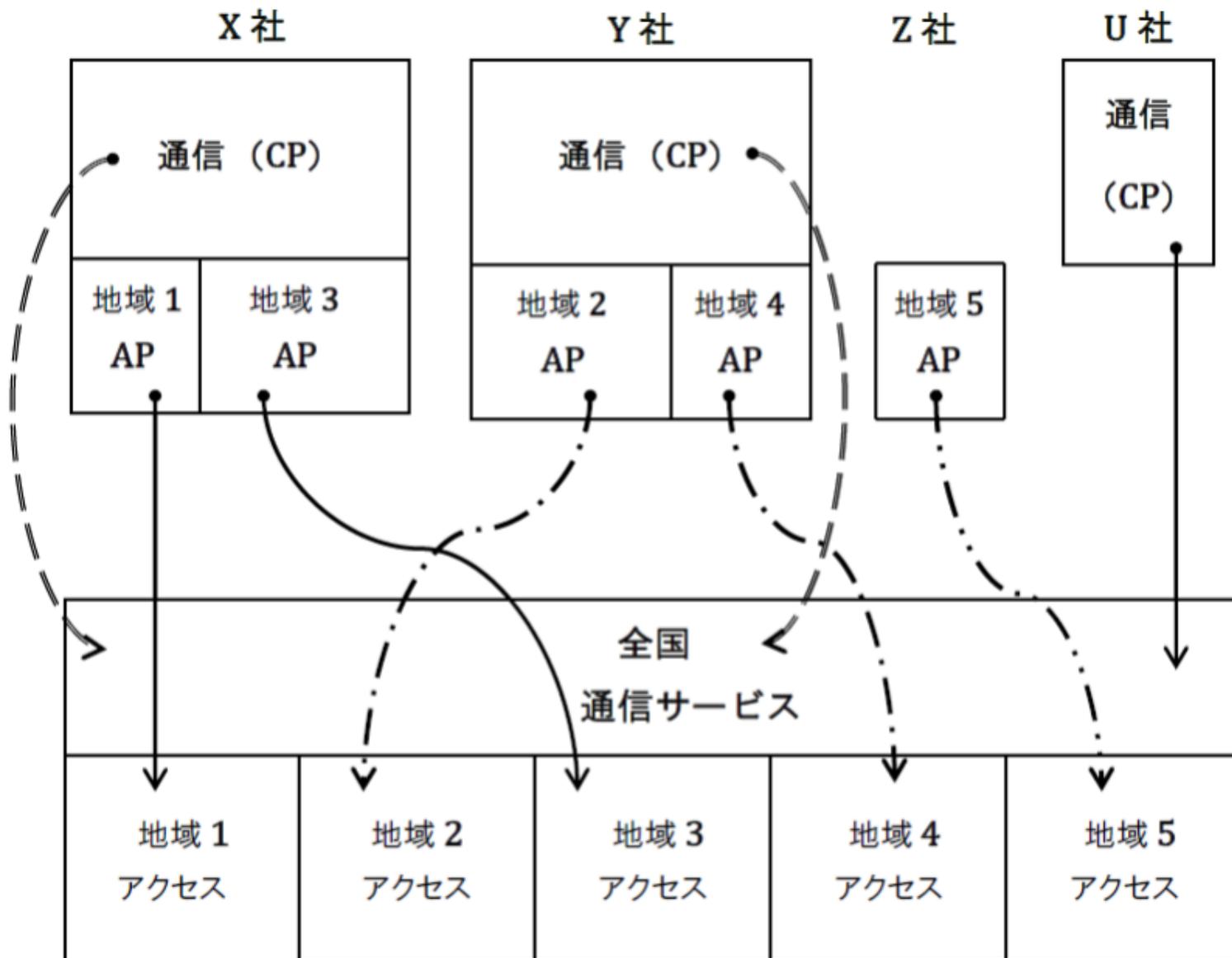


図5b: 通信・基地局事業者: X, Y社と新規参入者(Z, U社)⁸⁸
(上下分離後、5G用)



IV.I. 現状からの漸次移行方策

– 上下統合(4G)から上下分離(5G)へ

2. MNOへの規制

IV.I. 現状からの漸次移行方策 － 上下統合(4G)から上下分離(5G)へ

3. 5G業務の一部が「上下統合」で開始された 場合の移行

a. 第1段階

- 地域分割の導入
- サービスの上下・地域分離
(会計とサービス責任の所在)

IV.I.3. 5G業務の一部が「上下統合」で 開始された場合の移行

b. 第2段階

- 基地局設備の譲渡価格(S)の表明
- 同料率(f)を高水準に設定

IV.I.3. 5G業務の一部が「上下統合」で 開始された場合の移行

c. 第3段階

- 基地局使用料 (p) の入札による
フランチャイズ権の保有者決定

IV.I.3. 5G業務の一部が「上下統合」で 開始された場合の移行

d. 第4段階

- 基地局譲渡の実施
- フランチャイズの確立

参照文献 (1/2)

- 鬼木 甫[2013]「周波数再編成(利用変更・移転)のエコノミクスII —— 新システム (EMM)による再編成加速の提案(分載:前・後編)」『InfoCom REVIEW』、第58号、pp.20-44、2012年11月;第59号、pp.2-24、2013年3月、情報通信総合研究所、www7b.biglobe.ne.jp/~ieir/jpn/publication/201210a.html
- ——[2017]「次世代(第5世代)移動通信の産業組織 —— 自然独占・協調寡占問題」第37回情報通信学会大会、2017/11/18、www7b.biglobe.ne.jp/~ieir/jpn/publication/201711a.html
- 小原 弘嗣[2018]「十九大、両会以降の中国情報通信分野における主な動きについて」第5節 中国鉄塔の情報、ICT World Review, Vol.11, No.3, August/September 2018, pp.12-15.
- 総務省[2018]「移動通信分野におけるインフラシェアリングに係る電気通信事業法及び電波法の適用関係に関するガイドライン(案)」2018年11月2日、http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban02_02000268.html,
http://www.soumu.go.jp/main_content/000582730.pdf
- 田中 辰雄[2017]「5Gについての鬼木提案へのコメント」、URLは鬼木[2017]と同じ。

参照文献 (2/2)

- 三澤かおり[2018]「【韓国:政策】5G早期商用化に向けて設備共用制度改善へ」『ICTワールドニュース』、2018年5月9日、マルチメディア振興センター。
- 吉川 尚宏[2018]「タワー事業の動向」内閣府規制改革推進会議、2018/06/27、www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/suishin/meeting/wg/toushi/20180627/agenda.html
- 若杉朋子[2018]「JTOWER、日本郵政キャピタルなど11億円投資」2018年3月30日、日本経済新聞;「隅々まで携帯電話、設備あいのりJTOWER」2018年7月30日、日経産業新聞。
- FCC [2018] “FCC Establishes Procedures for First 5G Spectrum Auctions,” 2018/08/03, <https://www.fcc.gov/document/fcc-establishes-procedures-first-5g-spectrum-auctions-0>
- Oniki, H. [2018] “Proposing Vertical Separation of 5G Mobile Operation to Cope with the Natural Monopoly from Using Small Cells,” presented at Workshop on Spectrum Management Policy in the 5G Era, 2018/03/25-26, www7b.biglobe.ne.jp/~ieir/eng/publication/201803a.html