電波利用効率化のエコノミクス――モバイル通信にスマート料金制を*

第 29 回情報通信学会大会・国際教養大学

2012 年 6 月 24 日

（株）情報経済研究所国際大学／GLOCOM 上席客員研究員

鬼木 甫

I. 電波利用(モバイル通信)の経済的特色

A. 電波利用

1. 電波は自然から与えられた資源

供給量に限界がある(有限資源)

使用・時間の経過によって減耗しない

不使用分は消失する（貯蔵不可能）

2. 利用のための技術・投資

技術進歩・投資増大による利用度増大が可能

利用技術

機器・デバイス技術

ネットワーク・システム運行技術

3. モバイル通信関係者(→ **図 1**)

a. 最終利用者(加入者、消費者)

電波の間接ユーザ

b. アプリケーション・サービス供給者

c. 情報伝送サービス供給者(移動通信事業者)

電波の直接ユーザ

チャンネルの供給・管理

d. 機器・サービス・システムの供給者

メーカー、サービスインテグレータ等

e. 政府当局

電波資源の管理・規制

注: 移動通信事業者の主要業務は上記 c.だが、実際には b.および d.の一部にも従事している

B. 電波に対する需要

1. 需要種別

a. 通話需要

b. データ通信需要(本研究の対象)

アプリケーション・サービスからの派生需要

通話の一部、メール、Web アクセス、ファイル伝送など

2. 需要パターン

個々のユーザの行動に依存

---

* 発表時の副題「スマートフォンの急速普及はバブルか (?)」を改題 (2012 年 7 月 16 日)。

oniki@alum.mit.edu
http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/

生活・仕事等
地域・日時等に依存
サービス価格に依存
一定傾向、循環変動、不規則変動

C. 電波の供給

1. 電波利用量の定義

a. パケット数
電波を利用して伝送される情報量

b. チャンネル容量
周波数帯のチャンネル分割、地域（セル）分割
与えられたセルの与えられたチャンネルが単位時間内に伝送できるパケット数

2. 電波供給の特色
多数ユーザに対してチャンネルを時分割供給
変動する需要に応じてチャンネルを急速切り換え
制御信号を使用（シグナリング）

D. 「効率的な電波利用」とは
与えられた時間帯における与えられたセルのチャンネルが、加入者の満足（効用）を最大化するように配分・利用されている状態。
利用効率はセルごと、時間帯ごとに決まる
チャンネル容量が空いていれば効率増大の余地がある

II. モバイル通信の現在と近未来

A. 電波の需要と供給

1. データ通信需要の急速増大
スマートフォン急速成長の結果
年間 2 倍強のペースで増大中
5 年で 30 倍以上
平均トラヒック:12.17MB／人・日（2011 年 9 月）（＝a）
参考: 標準画質動画 1 時間＝2GB, a の 160 倍

2. 供給拡大方策
電波帯域の追加配分（×1.5）
基地局小型化（×3）
通信方式 3.5G → 3.9G（LTE）（×2）
無線 LAN へオフロード（×2）
計 18 倍（＝1.5×3×2×2）(?)

3. 需給予測
供給拡大により数年間は需要を満たすことができる
長期的に電波逼迫は不可避
（→ **図 2**）

4. 政策課題

oniki@alum.mit.edu
http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/

a. 混雑セルにおける需要抑制が必要(→ **図 3** の A→B)
漸次的抑制が望ましい
急速制約は抑制ショックによる損失が大きい(→ **IIB.2b**)

b. 余剰容量があるセルにおける利用拡大が望ましい
遊休分の活用

c. 電波の効率的利用
セルごと、時間ごとにユーザの必要に応じ供給制約内でチャンネルを配分

B. ユーザから見たモバイル通信環境と予測

1. 「定額料金」制度

a. 定額料金のみ(3G)
パケット課金なし

b. 定額料金プラス上限規制(LTE)
一定限度(7GB/月)までパケット課金なし
限度到達後
通信速度を極端に下げる(128kbs)
追加料金支払により 2GB/月ずつ限度を上げる
(ヘビーユーザ対策料金)

c. 定額料金
地域・時間によって変化する需給を反映できない
加入者ごとの規制
チャンネル容量制約に関する加入者の「不合理な願望」に支配されている

2. 一律定額制の欠点(1)——混雑(輻輳)発生と利用制限

a. 電波の利用効率低下
緊急・重要通信が阻害される
例: 遠隔診断用画像の伝送
防犯用コール
不急の通信がチャンネルを占有
空き電波が多数箇所で発生
ユーザ必要度がチャンネル配分に反映されない

b. 急速調整(ショック)による損失発生(→ **図 4**)
スマホバブルを生成・拡大
供給制約発現後の減速による不況発生
加速度原理によるメーカー等遊休雇用・設備
調整のため高額費用が発生
調整システム・ソフト急速供給の必要

3. 一律定額制の欠点(2)——長期的なマイナス効果

a. ユーザ側
電波の需給事情に対応する通信ができない
定額制上限に達したため自身の所在するセルで電波が空いていても使えない
情報不足、必要なスキル形成を阻害

oniki@alum.mit.edu
http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/

他者に迷惑をかけ、他者から迷惑を受ける

b. 供給側

電波を浪費するソフト・システムが氾濫する

電波を節約し、合理的に使うシステムが育たない

事業者によるチャンネル管理システム

ユーザ向けのモバイル通信援助システム

c. 社会全体

電波逼迫発生後の対応が遅れる

IT 社会の成長を阻害

→ 事前対応の必要

III. 望ましいモバイル通信制度――スマート料金システム(→ 図 5)

A. 目的

1. 各時点の基地局ごとのトラヒック情報を把握

2. トラヒック情報の事業者・ユーザへのリアルタイム伝達

3. 効率的利用実現のためのユーザ・インセンティブの付与

B. 「スマート料金」の設定

1. スマート料金

各時点で基地局ごとのパケット料金単価をトラヒック状況とチャンネル容量に対応して設定

同単価を各ユーザにリアルタイムに伝達・適用

2. 設定方式

a. 電波供給に十分な余剰があるとき

パケット料金＝ゼロ

b. 電波供給に余剰があるとき、需要が減少しつつあるとき

パケット料金を低水準に設定(低下させる)

c. 電波供給に余裕が少ないとき、需要が増大しつつあるとき

パケット料金を高水準に設定(増大させる)

C. 「スマート料金」の意義・効果

1. 意義

a. 固定料金(定額部分)

通信サービス供給の実費用を反映(利益を含む)

b. パケット料金(従量部分)

実費用を反映しない(徴収費用、システム費用は反映する)

混雑料金(潜在費用を反映)

電波供給が十分であれば不必要な料金

オークション代価に対応

2. 特色

基地局ごと、時間ごとに変動

電波の逼迫状態を反映

電波の効率的利用のためのインセンティブを与える

oniki@alum.mit.edu
http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/

3. 効果

効率的な電波利用の実現

ユーザの必要度に応ずる電波の供給

供給制約の存在を各ユーザに知らせる

電波を節約するアプリケーション供給の誘因を与える

D. 「スマート料金」のためのシステム

1. 価格設定・調整システム

目的: 基地局ごとにパケット単価を設定・調整、ユーザへ通知

インプット: チャンネルの利用状態

アウトプット: パケット単価

パラメター: 設定タイム間隔、「調整」係数

建設方策:

チャンネルのリアルタイム配分を実現している高水準の技術を転用

調整タイムスケールは技術システムよりはるかに緩い(長い)

技術システム: ミリ秒単位

価格システム: 分～時間単位

技術システムのコントロールを必要としない

営業システムへの情報伝達だけで済む

2. 「スマート利用」サポートシステム(**→ 図 6**)

a. 目的: ユーザに対して「パケット単価を考慮しつつチャンネルを利用する」ために有用な情報の提供

通知(表示)項目:

(1) 利用中のサービスについて

サービス種別(メール M、通話 C、Web W、ファイル F)

単価(パケット P／時間 min)

支払額(累積額 acc、合計予測額 Etotal)

自己設定限度内であることの表示(安全表示)

(2) 現支払期間について

合計額(Total)

(3) 単価変更通知(PW)

単価が変更された場合(上昇／下落)

音による通知

b. 効果:

ユーザへの便宜供与

「スマート利用」アプリケーション供給誘因を与える

oniki@alum.mit.edu
http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/

電波利用効率化のエコノミクス
――モバイル通信にスマート料金制を*（図表）

第 29 回情報通信学会大会・国際教養大学
2012 年 6 月 24 日
（株）情報経済研究所
鬼木 甫

図 1： モバイル通信関係者

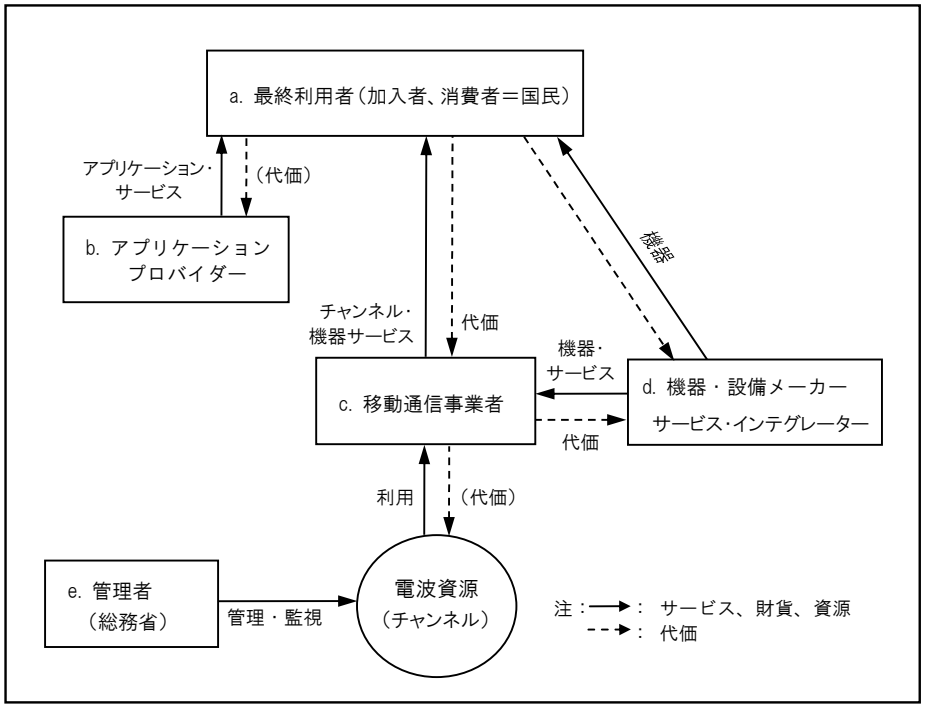


図 2： 電波需要と供給（基地局ごと）

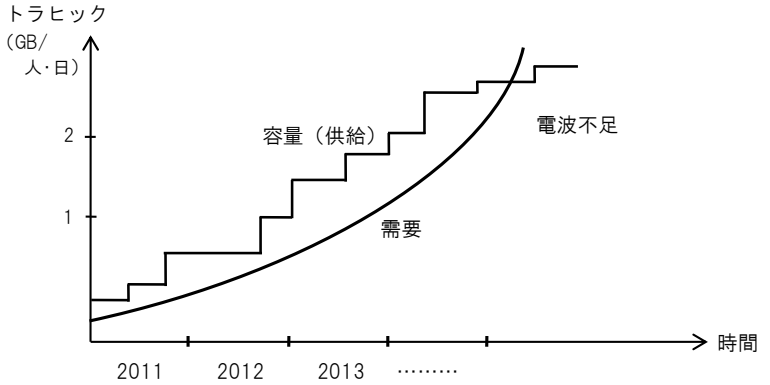
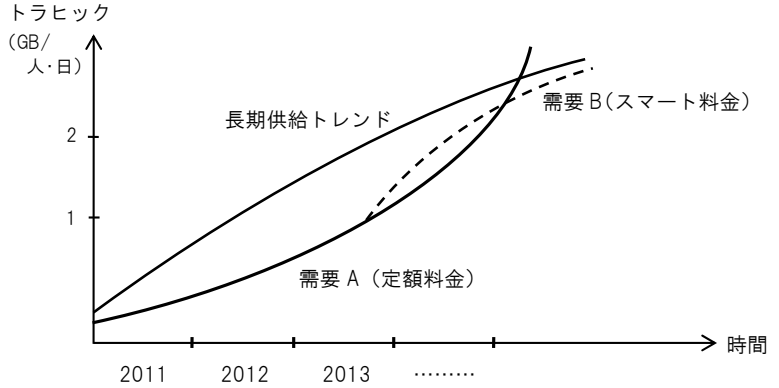


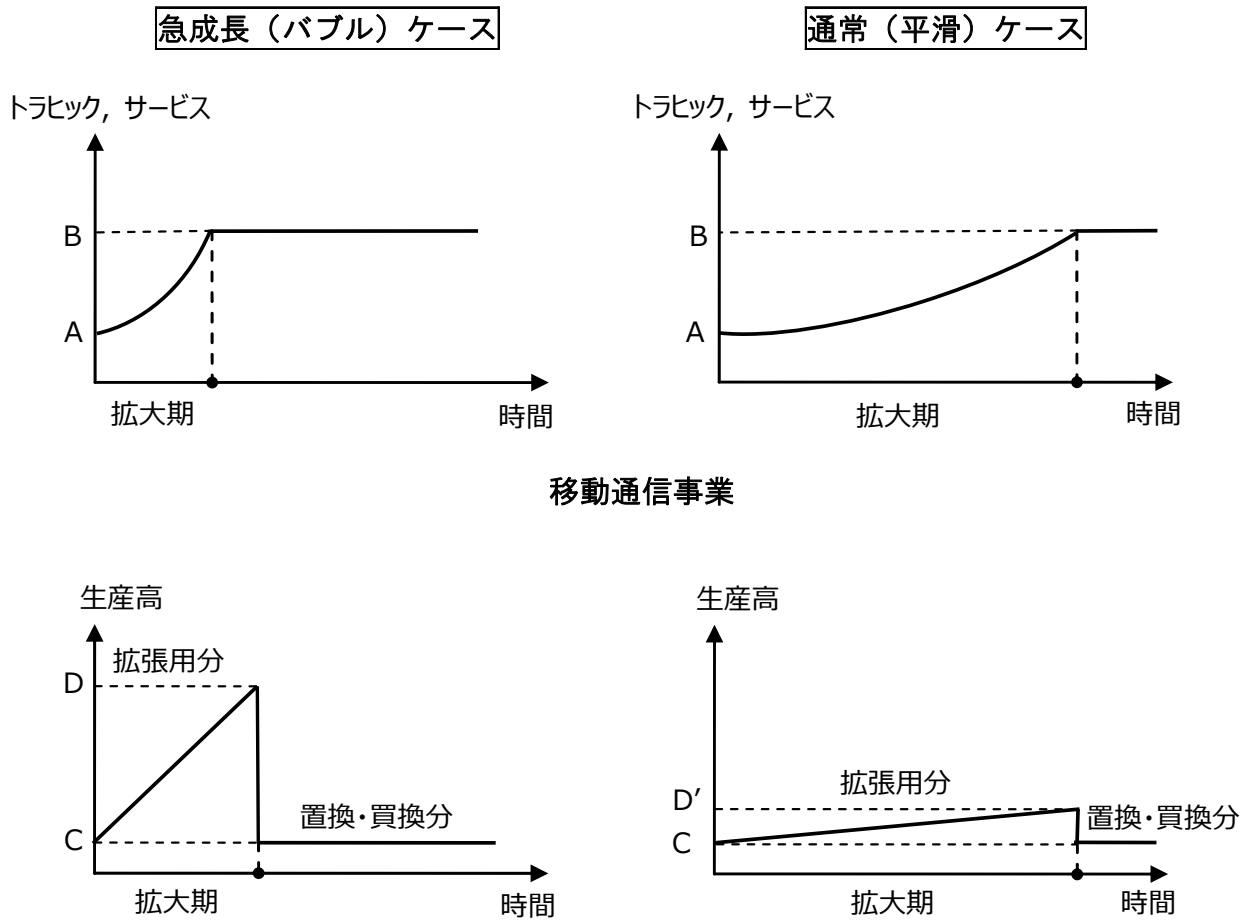
図 3： 電波需要抑制の必要



* 発表時の副題「スマートフォンの急速普及はバブルか(?)」を改題（2012 年 7 月 16 日。）

oniki@alum.mit.edu
http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/

図 4： 「スマホバブル」と終了後の不況： 移動通信事業者、メーカー・ベンダー



oniki@alum.mit.edu
http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/

図５：　「スマート料金」システム概念図
——基地局セルごとの価格設定

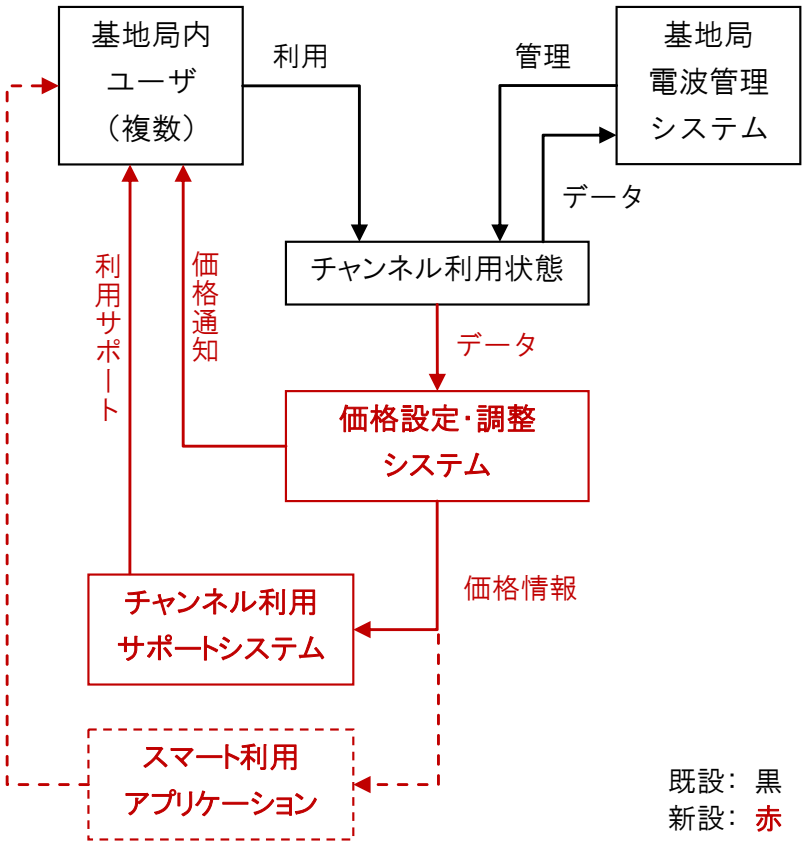


図６：　「スマート利用」サポート画面の例



注：①サービス種別、②単価(1,000 パケットあたり円)
③本支払期間の現時点までの料金合計額(Total)
④本サービス累積支払額(acc)/本サービスを現時点までと同じ時間続けた場合の支払予測値(Etotal)
⑤単価変更後 1 分間表示、変更時 beep
⑥Total＜ユーザ設定上限のときグリーン、上限超えたとき赤、beep 音継続

oniki@alum.mit.edu
http://www.ab.auone-net.jp/~ieir/