標準必須特許のライセンス契約に対する政府介入の厚生効果：中国のスマートフォン用半導体市場の分析

渡邉真理子 (学習院大学)　久保研介 (慶應義塾大学)

競争政策研究センター・CPRCセミナー

2024年5月31日

内容

1. 背景
2. 問題設定及び理論的動機付け
3. データ及び計量経済モデル
4. 分析結果
   i. 推定結果
   ii. シミュレーションによる政策評価
5. 結論

背景: 標準必須特許とは

- ハイテク産業の多くは，複数の企業が実現した多数のイノベーションの上に成り立っている
- これらの産業では，異なる企業が開発した製品/サービス間の互換性を確保するために技術の標準化が必要
  - 例：移動体通信分野における4G（LTE）規格
- 標準規格を構成する特許は標準必須特許(SEP)と呼ばれ，特許権者が標準化団体(SSO)に対してその旨を宣言する
- 多くのSSOはSEP保有者に対し，特許を「公平，合理的かつ非差別的な条件」（FRAND条件）でライセンスアウトすることを義務付けている

背景: 標準必須特許をめぐる紛争

- FRAND条件を義務付けることの目的は，「ホールドアップ問題」や「ロイヤリティ・スタッキング問題」の防止
  - 全てのSEP保有者が自社利潤を最大化するようにロイヤリティ料率を設定すると，合計料率が過度に高くなる
  - 結果的に，標準規格が十分に採用されないおそれがある
- しかし，多くの場合「FRAND」が具体的に何を指すのかは不明瞭
  - この不明瞭さが原因となり，SEPの保有者（ライセンサー）と実施者（ライセンシー）の間で紛争が多発

背景: クアルコムのライセンス提供方針

- アメリカのクアルコム社は移動体通信分野でイノベーションを牽引してきた企業の一つ
- 同社はSEPの主要保有者であると同時に半導体製品の主要サプライヤーであるという点で，特異な地位にある
  1. 通信機能のみを担うモデムチップ
  2. プロセッサー機能にモデム機能を加えたシステムオンチップ（SoC）
- クアルコムの技術はモデムチップやSoCで用いられているにも拘わらず，同社はSEPに係るロイヤリティをチップメーカーではなく端末（スマートフォン）メーカーから徴収している

背景: 中国政府による介入

- 2015年2月，国家発展改革委員会（発改委）がクアルコムに対し，ロイヤリティ料率を引き下げるよう命じた
  - 介入前：スマートフォン（スマホ）卸売価格の 5%（LTEのみの機種については3.5%）
  - 介入後：スマホ卸売価格の 3.25%（LTEのみの機種については2.275%）
- 主張１：クアルコムのライセンス提供方針（以下）は，同社が過大なロイヤリティを徴収することを可能にした
  1. ロイヤリティ算定基礎チップ価格ではなく端末価格とする
  2. 失効したSEPについてもロイヤリティを徴収する
  3. 無線分野のSEPとその他分野のSEPを抱き合わせる
  4. ライセンシーに対し，保有特許をクアルコム及びその顧客に無償でライセンス提供することを義務付ける
  5. SEPライセンス契約に署名することをチップ販売の条件とする
- 主張２：過大なロイヤリティ料率は端末価格を高止まりさせ，以て消費者に不利益をもたらした

背景: FTC v. Qualcomm※1

- アメリカの連邦取引委員会（FTC）は，クアルコムが（i）端末メーカーに対しSEPライセンス契約に署名することをチップ販売の条件とする一方，（ii）チップメーカーにはライセンス提供を拒絶することで，ロイヤリティ料率を不当に高めたと主張
- FTCによれば，高止まりしたライセンス料率は，クアルコム以外のチップメーカーから半導体を調達する端末メーカーにとっては税金と同じ効果を持つため，端末価格の高止まりをもたらす※2

※1 969 F.3d, 974-1005 (9th Cir. 2020)
※2 FTCによる理論的考察はShapiro and Waehrer (2023)が解説している

問題意識

- クアルコムのライセンス料率が高止まりしていたとして，それによりスマホ価格は実際に高止まりしたのか（また，どの程度上昇したのか）？
  - 本稿の理論分析によると，ライセンス料率の高止まりは必ずしも最終製品価格を上昇させない（FTCや発改委の主張とは異なる結果）
- 発改委による介入を評価することで，この分野における政府介入の正当性に関する議論に貢献できる
  - ロイヤリティ料率の強制的引下げが，価格及び厚生水準に与えた影響を定量化する
  - ここまで直接的な介入は，中国以外では未だ行われていない※

※ アメリカではFTCが控訴審で敗訴した．一方，韓国ではソウル高等裁判所がクアルコムに対し，チップメーカーとの間で誠意あるライセンス交渉に臨むことを命じている(2023年4月に最高裁が高裁決定を支持)

先行研究との関係

- 中間製品サプライヤー兼特許ライセンサーの行動に関する理論研究
  - Padilla and Wong-Ervin (Antitrust Bulletin, 2017)
  - Kim (J Econ Theory & Econometrics, 2020)
  - Shapiro and Waehrer (2023)※
- スマホ/SoC市場を対象とした実証産業組織論研究
  - Yang (RAND J Econ, 2020)
  - Wang (2023)

※ *Antitrust Economics at a Time of Upheaval* (Kwoka, Valletti and White eds.)所収

理論的動機付け（1）

- 垂直的複占モデル：2社の中間製品サプライヤー（川上企業）が2社の最終製品メーカー（川下企業）と取引
  - 最終製品は製品差別化される一方，中間製品は同質的と仮定
  - <u>川上企業の一方は必須特許を保有し</u>，川下企業からロイヤリティを徴収
- 最終製品 $m \in \{1,2\}$ の需要関数: $Q_m(p_m, p_{m'}) = a - bp_m + dp_{m'}$
- 企業 m の利潤最大化問題

$$\max_{p_m}[(1-\phi)p_m - w](a - bp_m + dp_{m'})$$

  - ϕ: 必須特許に係るロイヤリティ料率
  - w: チップ価格（他の限界費用はゼロと仮定）
  - 企業 m の最適反応関数: $p_m = R^d(p_{m'}) = \frac{a+dp_{m'}}{2b} + \frac{w}{2(1-\phi)}$
- 川下市場における均衡価格: $p_1 = p_2 = p^*(w, \phi) = \frac{1}{2b-d}\left(a + \frac{bw}{1-\phi}\right)$

理論的動機付け（2）

- 最終製品 m の生産に用いられる中間製品の派生需要関数

$$q_m(w,\phi) = \frac{b}{2b-d}\left(a - \frac{b-d}{1-\phi}w\right)$$

- ライセンサーではない川上企業 n の利潤最大化問題

$$\max_{w_n} \sum_{m=1,2} (w_n - c) q_{mn}^r(w_n, w_l, \phi)$$

  - w_n: 企業 n の価格，　c: 中間製品の供給にかかる限界費用 $\left(b-d < \frac{a}{c}\right.$ を仮定$\left.\right)$
  - $q_{mn}^r(w_n, w_l)$: 企業 n の製品に関する企業 m の残余需要関数

- 企業 n の最適反応関数: $w_n = R_n^u(w_l) = \begin{cases} c & \text{if } w_l < c \\ w_l - \epsilon & \text{if } c < w_l < w_n^*(\phi) \\ w_n^*(\phi) & \text{if } w_l > w_n^*(\phi) \end{cases}$

* $w_n^*(\phi) = \frac{c}{2} + \frac{a(1-\phi)}{2(b-d)}$ は企業 n の独占価格

理論的動機付け(3)

- サプライヤー兼ライセンサーである企業 l の利潤最大化問題

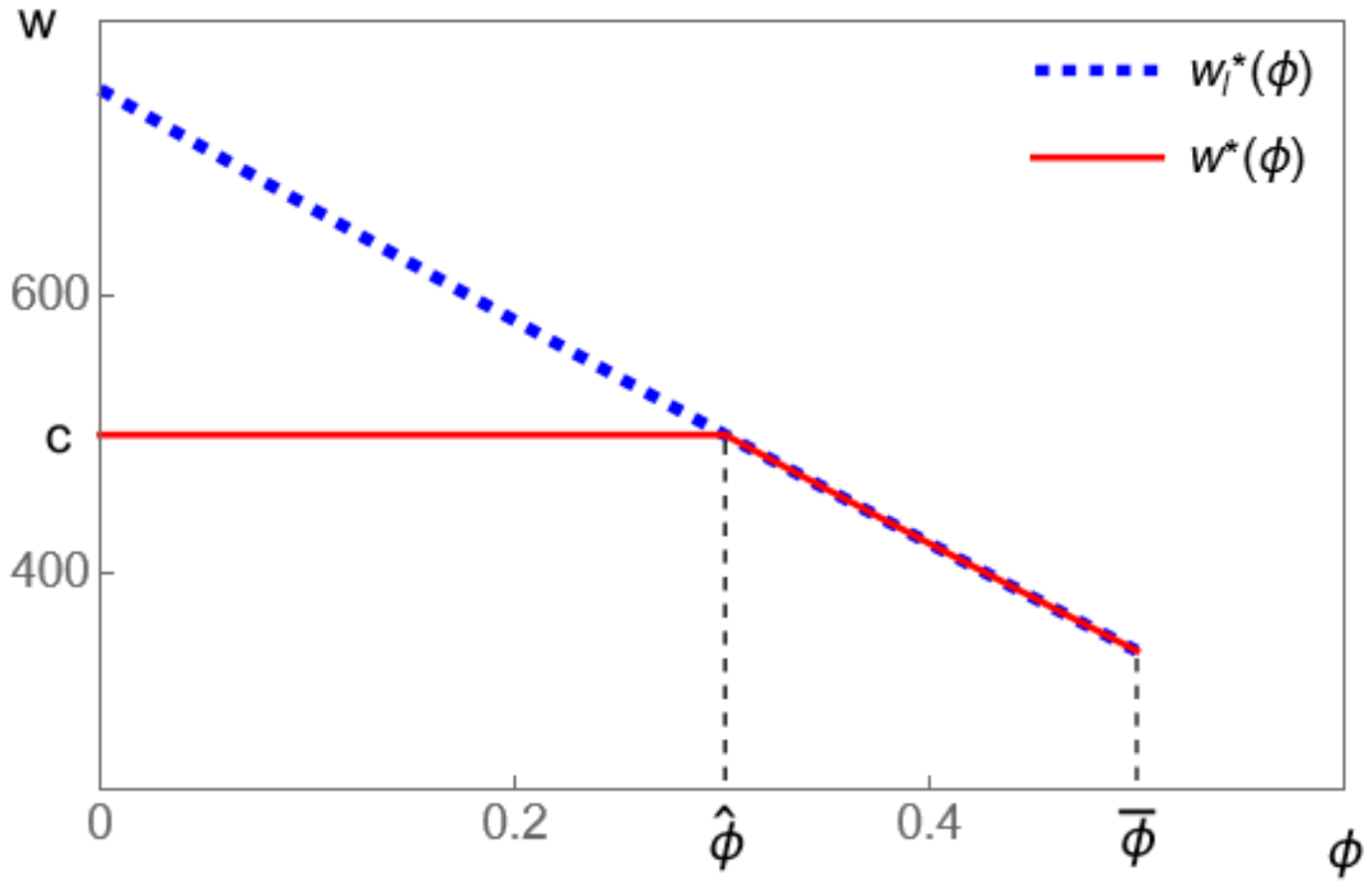
$$\max_{w_l} \sum_{m=1,2} (w_l - c) q_{ml}^r(w_l, w_n, \phi) + \underbrace{\phi p_m^*(\min\{w_l, w_n\}, \phi) q_m(\min\{w_l, w_n\}, \phi)}_{\text{企業 } m \text{ からのロイヤリティ収入}}$$

- 企業 l の最適反応関数: $w_l = R_l^u(w_n) = \begin{cases} c & \text{if } w_n < c \\ w_n - \epsilon & \text{if } c < w_n < w_l^*(\phi) \\ w_l^*(\phi) & \text{if } w_n > w_l^*(\phi) \end{cases}$

- $w_l^*(\phi) = \frac{(1-\phi)\{c(b-d)(2b-d)+a[2(b-d)(1-\phi)+d]\}}{2(b-d)[(b-d)(1-\phi)+b]}$ は企業 l の独占価格

理論的動機付け(4)

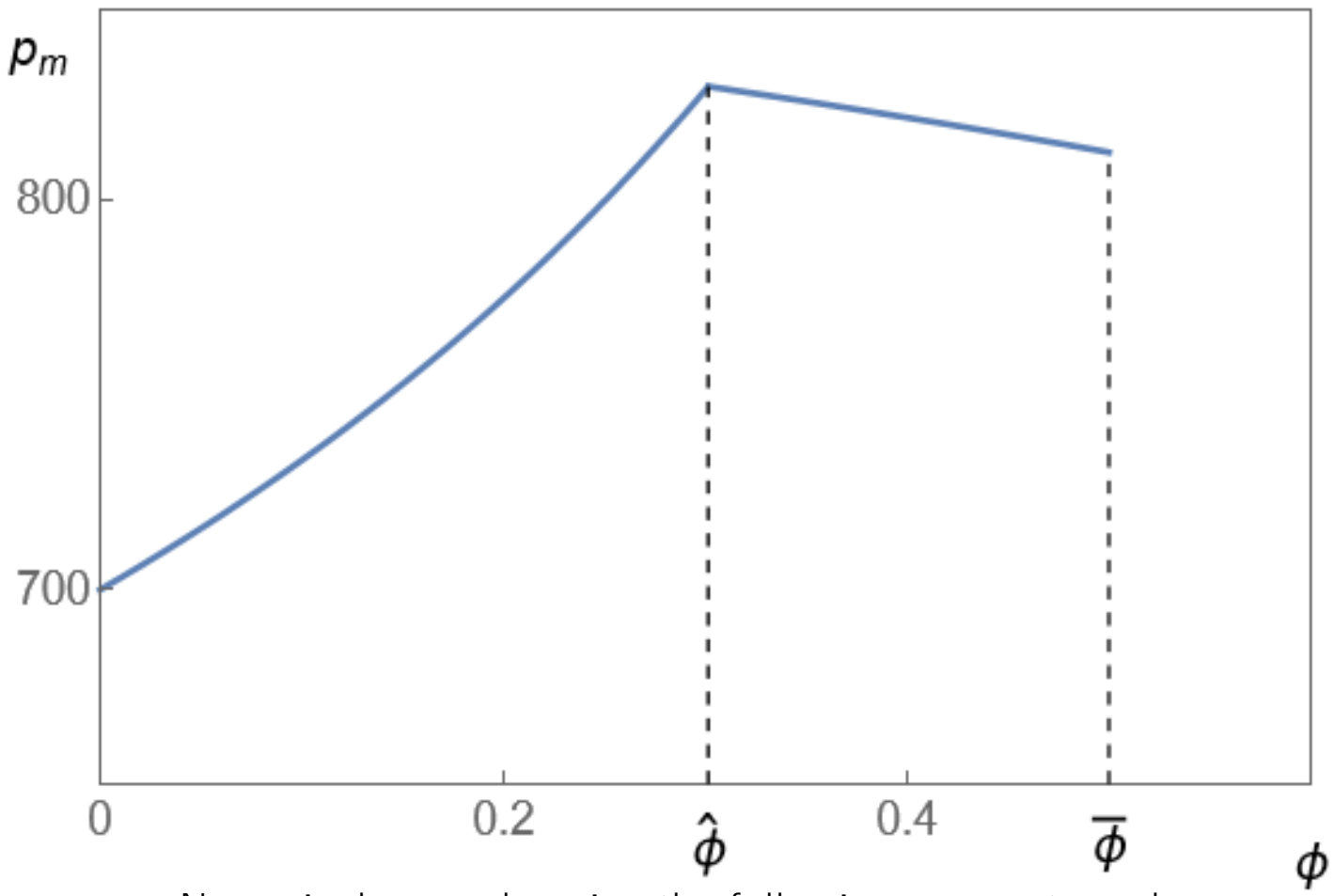
- 企業 l の独占価格は ϕ の減少関数であり，c を下回る可能性がある
- そのため，中間製品の均衡価格は ϕ の広義減少関数である



Numerical example using the following parameter values:
$a = 20{,}000, b = 30, c = 500, d = 10$

理論的動機付け(5)

- 川下市場の均衡価格方程式に $w^*(\phi)$ を代入すると,
最終製品の均衡価格が
<u>ϕ の非単調関数である</u>こと
が確認される



Numerical example using the following parameter values:
$a = 20{,}000, b = 30, c = 500, d = 10$

理論的動機付け（6）

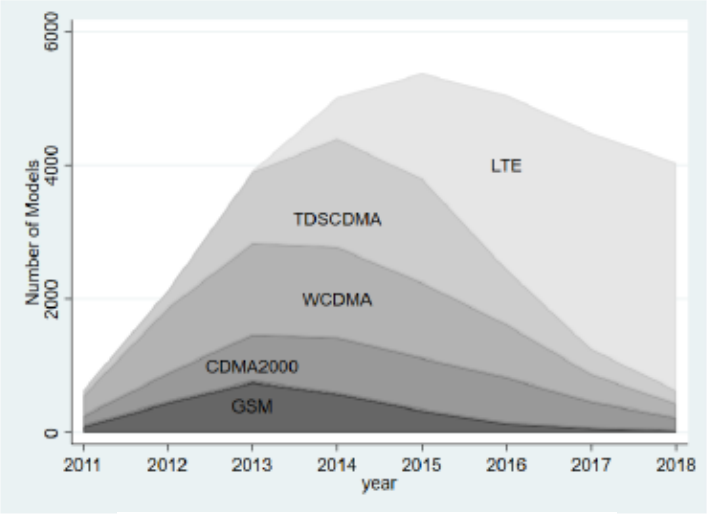
- FTCや発改委の主張に反して，ロイヤリティ料率の高止まりは必ずしもスマホ価格の上昇をもたらさない
- ロイヤリティ料率 ϕ の外生的な引下げ(例：発改委による介入）は2つの相反する効果を有する
  1. ϕ の引下げはスマホメーカーの限界収入を高めることで，供給量の増加（それを目的とした価格 p_mの引下げ）を誘発する
  2. ϕ の引下げは w を上昇させ，以て p_mに上昇圧力をもたらす
- したがって，介入がスマホ価格に与える効果は事前に明らかではなく，実証すべき問題である

データ

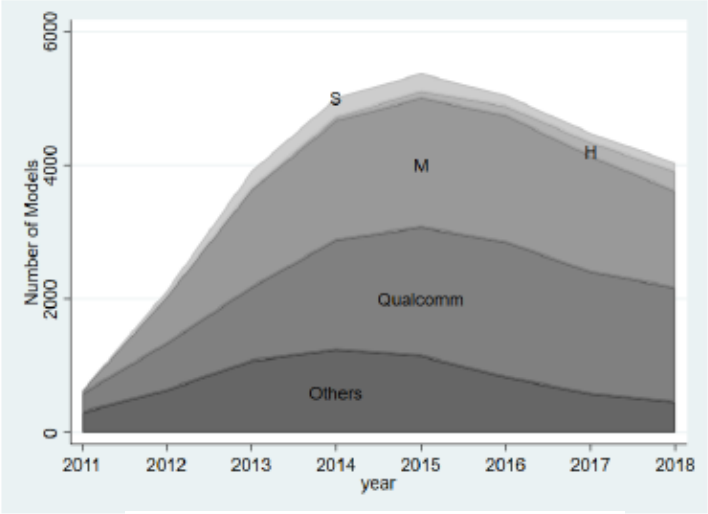
- 中国18都市におけるスマホごとのPOSデータ

  2011-2018年分をGfKから入手
  - 各スマホ機種について，SoC機種が識別可
- 需要推定に用いたデータには 9,593 機種のスマホが含まれる
  - スマホメーカーの数: 675
  - チップメーカーの数: 22
  - SoC機種数: 438

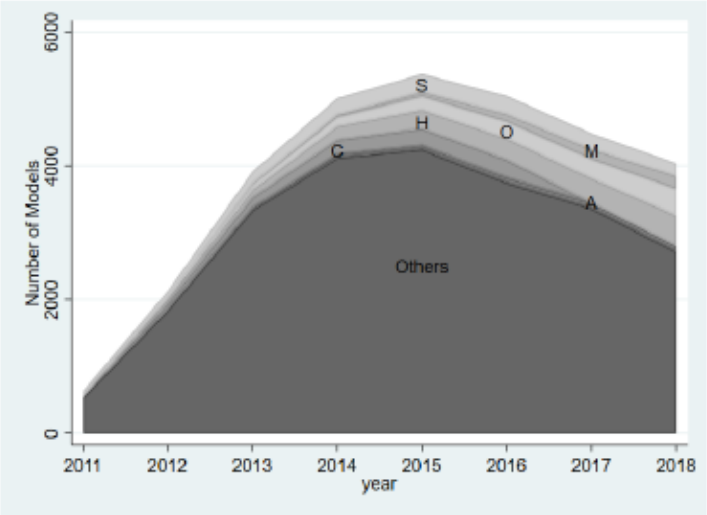
スマホ機種数の分布



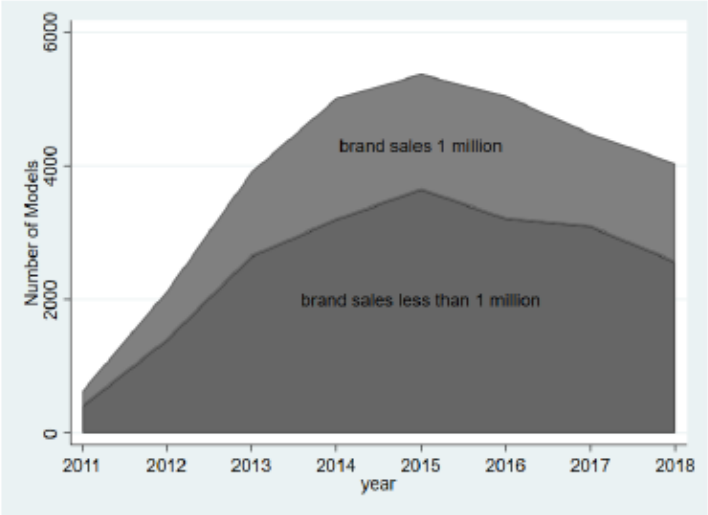
(i) 通信規格ごと



(ii) SoCメーカーごと



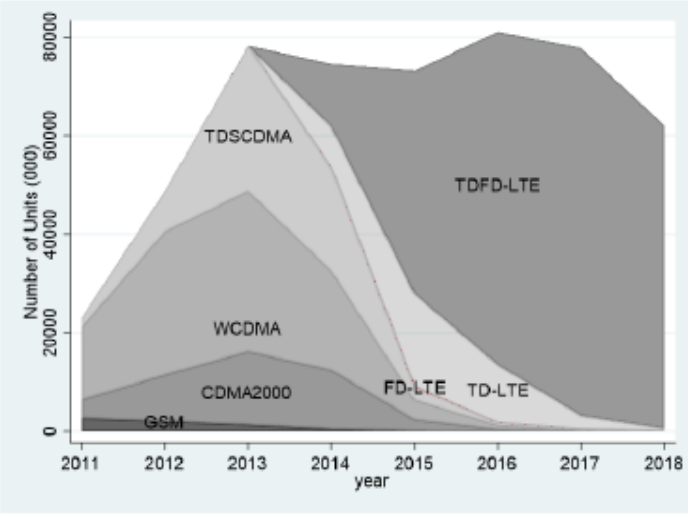
(iii) スマホメーカーごと



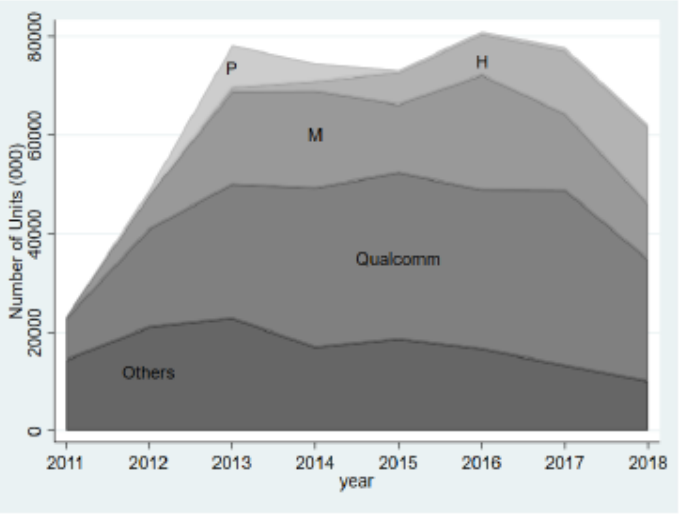
(iv) ブランド区分ごと

Source: Authors' calculations based on Gfk data

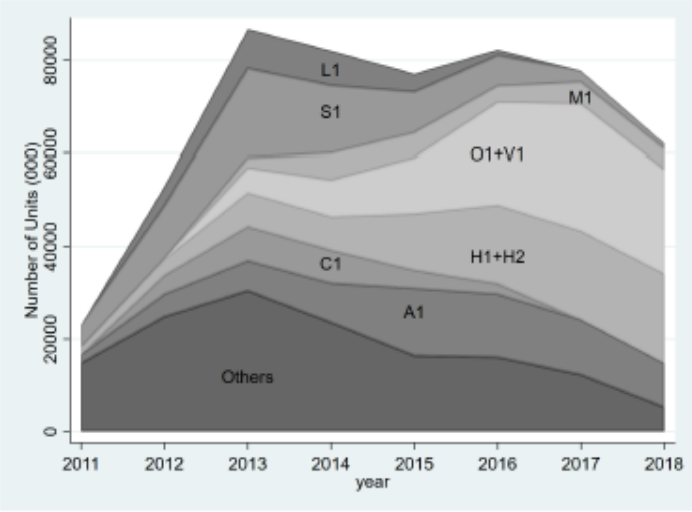
スマホ販売台数の分布



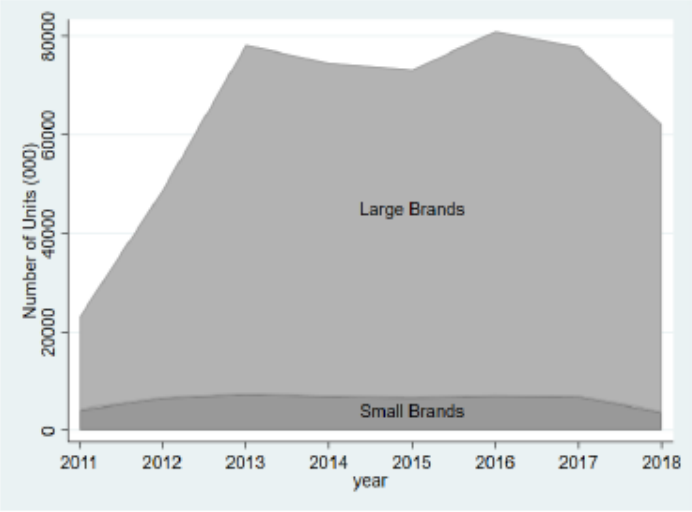
(i) 通信規格ごと



(ii) SoCメーカーごと



(iii) スマホメーカーごと



(iv) ブランド区分ごと

需要関数 (1)

- 2段階入れ子型ロジット
  - 上部入れ子: 通信規格の世代(2G, 3G, 4G)
  - 下部入れ子: 大規模スマホブランド（年商100万台を超えを記録）とその他
- 消費者 iが，市場tでスマホ j を購入することによる条件付間接効用

$$u_{ijt} = -\alpha p_{jt} + x_{jt}\beta + \xi_{jt} + \nu_{ijt} \equiv \delta_{jt} + \nu_{ijt}$$

$$\nu_{ijt} = \underbrace{\varepsilon_{igt}}_{\text{通信規格世代jに関連する誤差項}} + \underbrace{(1-\sigma_1)\varepsilon_{igbt}}_{\text{通信規格世代gのうちブランドタイプbに関連する誤差項}} + \underbrace{(1-\sigma_1)(1-\sigma_2)\varepsilon_{igbjt}}_{\text{スマホ機種jに関する誤差項}}$$

  - p_{jt}: スマホ価格; x_{jt}: 観察可能な製品属性・市場属性
  - 簡略化のための再定義: $1-\lambda \equiv (1-\sigma_1)(1-\sigma_2)$

需要関数(2)

- εが各レベルでIID ガンベル分布に従うとすると，スマホ機種jの購買確率（＝市場シェア）は次の通り

$$s_j = s_{j|gb}\, s_{b|g} s_g = \frac{\exp\left(\frac{\delta_j}{1-\lambda}\right)}{\sum_{j'\in\mathcal{J}_{gb}} \exp\left(\frac{\delta_{j'}}{1-\lambda}\right)} \times \frac{\left[\sum_{j'\in\mathcal{J}_{gb}} \exp\left(\frac{\delta_{j'}}{1-\lambda}\right)\right]^{1-\sigma_2}}{\sum_{b'\in\mathcal{B}_g}\left[\sum_{j'\in\mathcal{J}_{gb'}} \exp\left(\frac{\delta_{j'}}{1-\lambda}\right)\right]^{1-\sigma_2}}$$

$$\times \frac{\left\{\sum_{b'\in\mathcal{B}_g}\left[\sum_{j'\in\mathcal{J}_{gb'}} \exp\left(\frac{\delta_{j'}}{1-\lambda}\right)\right]^{1-\sigma_2}\right\}^{1-\sigma_1}}{1+\sum_{g'\in\mathcal{G}}\left\{\sum_{b'\in\mathcal{B}_{g'}}\left[\sum_{j'\in g'b'} \exp\left(\frac{\delta_{j'}}{1-\lambda}\right)\right]^{1-\sigma_2}\right\}^{1-\sigma_1}}$$

需要関数 (3)

- スマホ機種jの市場シェアs_jと外部選択肢の市場シェアs_oの比をとり，対数化すると，次の推定式が得られる

$$\ln s_j - \ln s_o = -\alpha p_{jt} + x_{jt}\beta + \lambda \ln s_{j|gb} + \sigma_1 \ln s_{b|g} + \xi_j$$

  - s_o: 外部選択肢のシェア; $s_{j|gb}$: 通信規格g，ブランドタイプbの中のスマホ機種jのシェア
  - $s_{b|g}$: 通信規格gの中のブランドタイプbのシェア

- 価格及び条件付き市場シェアはξ_jと相関している（内生的である）可能性が高いため，操作変数を用いて推定する

スマホ価格の決定 (1)

- スマホメーカー m の利潤最大化問題

$$\max_{p_j, j \in \mathcal{J}_m} \sum_{j \in \mathcal{J}_m} [(1-\phi_j)p_j - w_{a_j} - mc_j^s] Ms_j(\boldsymbol{p}).$$

  - ϕ_j: クアルコムが設定するロイヤリティ料率
  - w_{a_j}: スマホ機種 jに使われるSoCの価格
  - mc_j^s: スマホ供給にかかるSoC価格以外の限界費用
  - $Ms_j(\boldsymbol{p})$:　スマホ機種 jの需要関数

- スマホ機種jの価格に関する利潤最大化の一階条件

$$(1-\phi_j)s_j(\boldsymbol{p}) + \sum_{h \in \mathcal{J}_{m(j)}} [(1-\phi_h)p_h - w_{a_h} - mc_h^s] \frac{\partial s_h(\boldsymbol{p})}{\partial p_j} = 0.$$

スマホ価格の決定(2)

- 全スマホメーカーの全機種についての利潤最大化条件をまとめると

$$\mathrm{diag}(\mathbf{1}-\boldsymbol{\phi})\boldsymbol{s}(\boldsymbol{p})+\boldsymbol{\Omega}_s\circ\boldsymbol{\Delta}_s\left[\mathrm{diag}(\mathbf{1}-\boldsymbol{\phi})\boldsymbol{p}-\boldsymbol{A}\boldsymbol{w}-\boldsymbol{m}\boldsymbol{c}^s\right]=0,$$

  - Ω_s: スマホ機種とスマホメーカーを関連付ける行列
  - Δ_s: 偏微分係数 $\partial s_k(\boldsymbol{p})/\partial p_j$ からなる行列
  - A: SoC機種とスマホ機種を関連付ける行列
  - w: 全SoC価格のベクトル

- <u>スマホメーカーの限界費用</u>に関して解くと

$$\underbrace{\boldsymbol{A}\boldsymbol{w}+\boldsymbol{m}\boldsymbol{c}^s}_{\text{限界費用}}=\underbrace{\mathrm{diag}(\mathbf{1}-\boldsymbol{\phi})\boldsymbol{p}}_{\text{ロイヤリティ支払後のスマホ価格}}+\underbrace{(\boldsymbol{\Omega}_s\circ\boldsymbol{\Delta}_s)^{-1}\left[\mathrm{diag}(\mathbf{1}-\boldsymbol{\phi})\boldsymbol{s}(\boldsymbol{p})\right]}_{\text{プライスコストマージンの負値}}$$

SoC価格の決定 (1)

- クアルコム以外のチップメーカー（企業n）の利潤最大化問題

$$\max_{w_k, k \in \mathcal{K}_n} \sum_{k \in \mathcal{K}_n} (w_k - mc_k^c) \sum_{j \in \{j : a_j = k\}} Ms_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w}, \boldsymbol{\phi})),$$

  - $Ms_j\big(p^*(w, \phi)\big)$: スマホ機種$j$に搭載されているSoCの派生需要関数

- SoC価格 w_k, $k \in \mathcal{K}_n$に関する利潤最大化の一階条件

$$\sum_{j \in \{j : a_j = k\}} s_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w}, \boldsymbol{\phi})) + \sum_{h \in \mathcal{K}_{n(k)}} (w_h - mc_h^c) \sum_{j \in \{j : a_j = h\}} \sum_{l \in \mathcal{J}} \frac{\partial s_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w}, \boldsymbol{\phi}))}{\partial p_l} \frac{\partial p_l^*(\boldsymbol{w}, \boldsymbol{\phi})}{\partial w_k} = 0.$$

SoC価格の決定 (2)

- クアルコム（企業q）の利潤最大化問題

$$\max_{w_k, k\in\mathcal{K}_q} \underbrace{\sum_{k\in\mathcal{K}_q}(w_k - mc_k^c) \sum_{j\in\{j:a_j=k\}} M s_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi))}_{\text{チップ販売からの利潤}} + \underbrace{\sum_{j\in\mathcal{J}} \phi_j p_j^*(\boldsymbol{w},\phi) M s_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi))}_{\text{ロイヤリティ収入}},$$

- SoC価格 w_k, $k \in \mathcal{K}_q$に関する利潤最大化の一階条件

$$\sum_{j\in\{j:a_j=k\}} s_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi)) + \sum_{h\in\mathcal{K}_q}(w_h - mc_h^c) \sum_{j\in\{j:a_j=h\}} \sum_{l\in\mathcal{J}} \frac{\partial s_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi))}{\partial p_l} \frac{\partial p_l^*(\boldsymbol{w},\phi)}{\partial w_k}$$
$$+ \sum_{j\in\mathcal{J}} \phi_j \left[\frac{\partial p_j^*(\boldsymbol{w},\phi)}{\partial w_k} s_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi)) + p_j^*(\boldsymbol{w},\phi) \sum_{l\in\mathcal{J}} \frac{\partial s_j(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi))}{\partial p_l} \frac{\partial p_l^*(\boldsymbol{w},\phi)}{\partial w_k} \right] = 0.$$

SoC価格の決定 (3)

- 全チップメーカーの全機種に関する利潤最大化条件をまとめると

$$\boldsymbol{A}'\boldsymbol{s}(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi))+\mathrm{diag}(\boldsymbol{\Omega}_c(k_q,:))\left[\boldsymbol{\Delta}_p'\mathrm{diag}(\phi)\boldsymbol{s}+\boldsymbol{\Delta}_p'\boldsymbol{\Delta}_s\mathrm{diag}(\phi)\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi)\right]+\boldsymbol{\Omega}_c\circ(\boldsymbol{\Delta}_p'\boldsymbol{\Delta}_s\boldsymbol{A})(\boldsymbol{w}-\boldsymbol{mc}^c)=0,$$

  - Ω_C: SoC機種とチップメーカーを関連付ける行列
  - Δ_p: 偏微分係数 $\partial p_j/\partial w_k$ からなる行列
- <u>SoCメーカーのプライスコストマージン</u> に関して解くと

$$\boldsymbol{w}-\boldsymbol{mc}^c=\left[\boldsymbol{\Omega}_c\circ(\boldsymbol{\Delta}_p'\boldsymbol{\Delta}_s\boldsymbol{A})\right]^{-1}$$
$$\times\left\{-\boldsymbol{A}'\boldsymbol{s}(\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi))-\mathrm{diag}(\boldsymbol{\Omega}_c(k_q,:))\left[\boldsymbol{\Delta}_p'\mathrm{diag}(\phi)\boldsymbol{s}+\boldsymbol{\Delta}_p'\boldsymbol{\Delta}_s\mathrm{diag}(\phi)\boldsymbol{p}^*(\boldsymbol{w},\phi)\right]\right\}.$$

  - SoC価格データが手元にないため，価格や限界費用ではなくPCMを用いる

反実仮想分析(1)

- ステップ１：需要関数のパラメータを推定
- ステップ２：スマホメーカーの限界費用 $\boldsymbol{Aw} + \boldsymbol{mc^S}$ を算出
- ステップ３：チップメーカーのプライスコストマージン $\boldsymbol{w} - \boldsymbol{mc^c}$ を算出
- ステップ４：発改委介入以後の各年（2015～2018）について，<u>クアルコムのロイヤリティ料率 ϕ_j を引き上げる反実仮想シナリオを適用</u>
  - 大抵の機種については 3.25% → 5%
  - LTEのみの機種については 2.275% → 3.5%
  - 「介入なかりせば」どうなっていたかをシミュレーションにより予測
- ステップ５：下に示した①全スマホメーカーの限界費用，②全チップメーカーのプライスコストマージン及び③全スマホ価格が部分ゲーム完全均衡となるように，反実仮想シナリオの下でのチップ価格増分 $\boldsymbol{\Delta w}$ とスマホ価格 $\boldsymbol{p}$ を算出

$$\left\{\boldsymbol{A}(\boldsymbol{w} + \boldsymbol{\Delta w}) + \boldsymbol{mc^S}, (\boldsymbol{w} + \boldsymbol{\Delta \mathrm{W}}) - \boldsymbol{mc^c}, \boldsymbol{p}\right\}$$

反実仮想分析(2)

- Small and Rosen (EMA 1981) にしたがい，発改委による介入が消費者余剰の期待値に及ぼした効果を次の通り計算する

$$\Delta E(CS) = \frac{M}{\alpha}\left[\ln\left(1+\sum_{g'\in\mathcal{G}}\left\{\sum_{b'\in\mathcal{B}_{g'}}\left[\sum_{j'\in g'b'}\exp\left(\frac{\delta_{j'}^{f}}{1-\lambda}\right)\right]^{1-\sigma_2}\right\}^{1-\sigma_1}\right)\right.$$
$$\left.-\ln\left(1+\sum_{g'\in\mathcal{G}}\left\{\sum_{b'\in\mathcal{B}_{g'}}\left[\sum_{j'\in g'b'}\exp\left(\frac{\delta_{j'}^{o}}{1-\lambda}\right)\right]^{1-\sigma_2}\right\}^{1-\sigma_1}\right)\right]$$

$\delta_{j'}^{o}$ と $\delta_{j'}^{f}$ は，それぞれ現実と仮想シナリオの下での平均効用

M は市場規模(消費者人口)

需要関数の推定結果

Table 2: Demand Estimates (1): Overall

	Coefficient	S.E.
price: α	-0.001^{***}	(0.000)
$\ln(s_{j\|bg})$: λ	0.398^{***}	(0.026)
$\ln(s_{b\|g})$: σ_1	0.094^{**}	(0.043)
Display size(inch)	0.635^{***}	(0.031)
Cellular standard (GSM = 0)		
cdmaOne	0.101^{***}	(0.016)
CDMA2000	0.920^{***}	(0.047)
WCDMA	0.967^{***}	(0.056)
TD-SCDMA	0.958^{***}	(0.052)
LTE	1.486^{***}	(0.096)
Operating System (Android = 0)		
OS:Windows	-0.442^{***}	(0.034)
OS:Symbian	0.462^{***}	(0.065)
OS:Other	-0.076	(0.050)
Smartphone brand dummies × processor brand dummies (See Table 3)		
Year dummies	Yes	
City dummies	Yes	
Constant	-9.949^{***}	(0.234)
N	270,301	
R^2	0.586	
$Hansen's\ J$	chi2(1) = 7.571	$p = 0.006$

Note 1: Standard errors in parentheses. * $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$.

Note 2: Dummy for iOS of Apple is dropped as it is identical to Apple brand dummy.

Table 3: Demand Estimates (2): Coefficients of Smartphone Brand × SoC Supplier Dummies

SoC supplier	Qualcomm		M		H		SP		Other suppliers	
	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.	Coef.	S.E.
Smartphone brand										
A1									6.177	(.232)
C1	1.567#	(.026)	1.597#	(.038)			2.116	(.037)	1.368	(.035)
G1	1.617	(.054)	2.167	(.029)			1.932	(.097)	1.810	(.083)
H1	1.809#	(.021)	1.815#	(.033)	3.538	(.088)	1.639	(.074)	1.438	(.058)
H2	1.964#	(.038)	1.815#	(.052)	2.255	(.028)				
H3	2.855	(.068)	1.461	(.243)					3.010	(.102)
H4	0.916	(.059)	0.675	(.082)			1.463	(.098)	0.474	(.095)
K1	0.936#	(.054)	1.110#	(.082)			1.380	(.063)	1.192	(.059)
L1	1.438	(.032)	1.815	(.022)			2.071	(.061)	1.631	(.053)
L2	1.224	(.092)	1.644	(.023)						
M1	2.107	(.025)	1.800	(.048)					2.989	(.104)
M2	1.972	(.066)	1.589	(.037)					2.183	(.065)
M3	2.040	(.052)	1.740	(.223)					2.621	(.081)
N1	3.579	(.094)	1.740	(.223)					2.032	(.063)
O1	3.063#	(.056)	3.094#	(.060)					2.306	(.191)
S1	3.181	(.078)	2.343	(.103)			2.568	(.075)	3.181	(.104)
V1	2.925#	(.047)	2.829#	(.051)						
Z1	1.042#	(.044)	1.161#	(.046)			1.628	(.089)	1.038	(.058)
Other brands	−0.017	(.015)	−0.070	(.013)			0.030	(.024)	–	

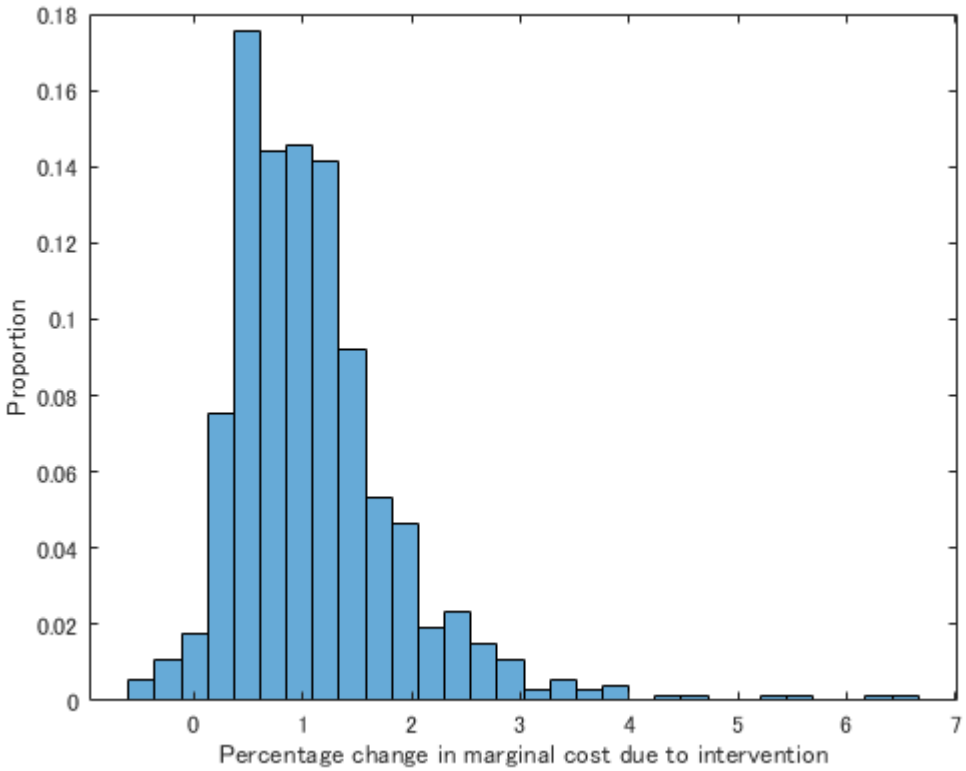
Note 1: Standard errors in parentheses.

Note 2: All coefficient estimates are statistically significant with p values lower than 0.01, except terms *Other brands* × *Qualcomm* (p = 0.286) and *Other brands* × *SP* (p = p.220)

Note 3: The smartphone brands marked with # are those for which the coefficient on the brand-supplier dummy for Qualcomm is similar to that on the brand-supplier dummy for M (in the sense that the difference between the two is less than 0.15).

シミュレーション結果
スマホメーカーの限界費用(北京，2018年)*

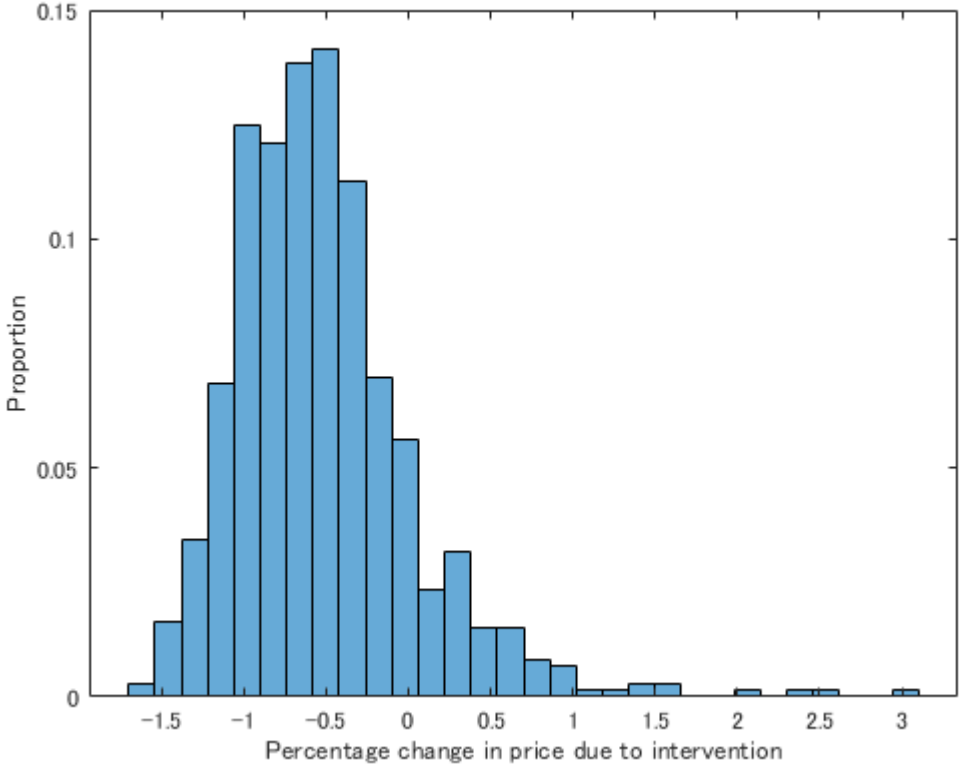
- 発改委の介入により，スマホメーカーの限界費用は加重平均ベースで**0.871%**上昇 (min: -0.443%, max: +6.640%)



* 反実仮想分析は価格が1,000元を超え，大規模メーカーが販売する4G規格のスマホ機種に限定して行った（8社のスマホメーカーが販売する729点のスマホ機種と6社のチップメーカーが販売する68点のSoC機種が対象）

シミュレーション結果
スマホ価格(北京，2018年)

- 発改委の介入により，スマホ価格は加重平均ベースで**0.720%** 下落
  (min: -1.600%, max: +3.090%)
- 消費者余剰の増加
  - スマホ1台あたり23.7元
  - 市場全体で2.13億元



発改委による介入の厚生効果
(18都市, 2018年)

(1) スマホ限界費用 (加重平均, %)	(2) スマホ価格 (加重平均, %)	(3) 消費者余剰 (スマホ1台あたり) (元/年)	(4)消費者余剰 (市場全体) (100万元/年)
1.085	-0.570	16.8	1047
(5) チップメーカー利潤 (100万元/年)	(6) スマホメーカー利潤 (100万元/年)	(7) クアルコムロイヤリティ収入 (100万元/年)	(8) 総余剰 (100万元/年)
1551	1204	-1991	1811

クアルコム以外のチップメーカーは介入により増益

Table 6: Impact of NDRC Intervention on SoC Suppliers' Profits in 2018

SoC Supplier	H	M	Qualcomm	S
		Change in mil. RMB		
Profit from SoC supply	391.5	82.4	367.8	2.6
Royalty revenue	-	-	−1991.5	-
		Percentage change		
Variable profit from SoC supply	4.9	2.4	3.7	3.5
Variable profit and royalty revenue	-	-	−6.8	-

Note: Based on 12,502 observations in 18 cities.

スマホメーカーへの影響は多様

Table 7: Impact of NDRC Intervention on Smartphone Manufacturers' Profits in 2018

Smartphone manufacturer	H1+H2	M1	M2	O1+V1	S1
			Change in mil. RMB		
Profit from smartphone supply	359.8	−11.3	5.2	197.2	30.8
Royalty payment	−579.9	−81.1	−19.7	−654.6	−67.8
			Percentage change		
Smartphone marginal cost	0.7	2.4	1.4	1.3	1.1
Smartphone price	−0.8	0.4	−0.2	−0.3	−0.7
Smartphone units sold	2.6	−2.0	−0.7	0.3	5.4
Variable profit	4.5	−0.9	1.6	2.0	5.9
Royalty payment	−32.8	−36.6	−35.3	−35.0	−31.3

Note: The percentage change in smartphone marginal costs and prices are quantity-weighted averages.

結論

- クアルコムのSEPに関するライセンス提供方針に対し，中国政府がロイヤリティ料率の強制的引下げという形で介入したことは，SoC価格の上昇を通じてスマホメーカーの限界費用を引き上げる効果を持った
- しかしながら，スマホ価格への影響はマイナスであった
- 中国政府の政策目標が消費者余剰の拡大であったならば，それはある程度達成されたといえる（ただし，効果は限定的であった）
- クアルコムの競争相手(中国企業を含む）は，発改委の介入により利益を高めることができた

今後の課題

- 上記分析では，スマホメーカーとチップメーカーの取引関係が固定的であると仮定しているところ，実際には介入によって取引関係が変化した可能性もある
- 現在進行中の作業
  - スマホメーカーとチップメーカーの間の取引関係が変化することを許容した反実仮想分析
  - 一部スマホメーカーとチップメーカーの間の垂直統合を考慮に入れた分析(例：ファーウェイとハイシリコン)