

スマート社会とインフラ

小林 潔司

【ポストアーバン社会の到来】

危機の時代には、創意工夫や発明を生むエネルギーが生まれる。新たな経済や社会モデルが誕生し、新しい暮らし方や働き方が実現する。リチャード・フロリダは、このような経済・社会秩序の根本的な変革をグレート・リセットと呼んだ (Florida, 2010)¹⁾。フロリダは、高速鉄道で結び付けられた知的文化的水準の高い国際的メガ・コリドーがグレート・リセットの旗手になると述べている。

折しも、リニア中央新幹線の着工がスタートし、国際的メガ都市が、リニア新幹線により 1 時間程度で連結される。その結果、メガ都市を行き来する仕事や活動が早ければ半日で終わる。メガ都市からアジアの各都市に、数時間以内で到達できる。このようなメガ・コリドーの形成が日本社会に計り知れない影響をもたらす。例えば、1 日の生産性が増加する。生活にゆとりが生まれる。より多様な生活パターンを楽しむことができる。交通費用の減少は、より多くの人々に移動の機会を与える。しかし、移動時間の短縮をもたらす効果はさらに複雑である。

リニア中央新幹線は、東京と大阪を最速 67 分で連結する。山手線、環状線で、東京、大阪を一周する時間で、東京と大阪の移動が可能になる。交通費用を無視すれば、3 大都市圏が 1 つの都市圏を形成することになる。過去 1 世紀にわたる経済発展により、交通費用が所得に占める相対的割合は継続的に減少してきた。このトレンドが継続すれば、リニア中央新幹線による都市圏間移動の経済的負担感は次第に減少する。都市間の移動時間の短縮により、それまで 1 つの都市内で閉じていた買い物・レクリエーション活動等が、都市の境界を越えて広がっていく。いわゆる、市場のワンマーケット化である。さらに、E-コマースの発達は、ワンマーケット化の動きを促進する。

ワンマーケット化の進展と相まって、コリドーを構成する都市のコンパクト化が進展する。都市圏の交通時間の短縮と比較して、都市内のアクセシビリティの改善の速度は大きくない。さまざまな都市インフラの継続的な蓄積により、都市内アクセシビリティの改善が実現する。1 つ 1 つのプロジェクトの効果が小規模で限定的であっても、このような局所的改善が結果的に都市内アクセシビリティの改善につながっていく。都市のコンパクト化の効果をあなどってはいけない。都市内アクセシビリティの高い都市圏が、グローバル経済の中で国際競争力を持つようになる。

ハンス・ヴェストルントは、このような都市のコリドー化の進展と、それを構成する都市圏のコンパクト化が進展する現象を「ポストアーバン社会」と呼んだ (Haas and Westlund, 2017)²⁾。さらに、世界都市のコリドー化と都市のコンパクト化が世界中で同時に進行してい

ることを指摘した。先進都市圏のポストアーバン化が、文化や経済、宗教が異なる世界の多くの先進地域において同時代的に進展している。そのことは、現代社会の変革をもたす大きな力が、世界的なスケールで同時代的に作用しているからに他ならない。

【時間制約の深化】

人生 100 年時代になったとはいえ、1 日の時間が変化したわけではない。人間の生活に劇的な変化をもたらす原因があるとすれば、我々の知識や技術が陳腐化する速度があまりにも早くなったことにある。我々が日常的に使っているスマホやさまざまな IT 技術、それを駆使するために多くの時間を利用している。大学で学んだ知識も陳腐化する速度が速くなった。さらに、価値観の多様化や家族パターンや社会生活パターンの変化のために、新しい生き方を学ぶために時間を消費することが必要になった。

我々の 1 日は、労働、レジャー（飲食も含む）、家事、育児、介護、移動等に配分された。しかし、ここに新しい IT 技術を利用したり、自己学習のために時間を消費することが必要になった。さらに、生活パターンの多様化のために、交際のためにより多くの時間を消費したいと考えている。しかし、レジャーと学習は、自分の時間を使って自分自身で行わざるを得ない。アウトソーシングできないのである。

人間は忙しくなった。このような時間価値のプレッシャーに対抗するためには、労働、家事、育児、介護、移動等のアウトソーシング可能な活動に対して分散化・多様化された部分的な合理化を積み重ねていくしかないように思える。いかにひとつひとつの活動の合理化が小さなものであっても、ビッグデータ技術、AI（人工知能）の技術の発展が、それを経済的に可能とならしめている。自動運転やリニア新幹線、航空ネットワークの発展が、移動のために利用する時間の効率化をもたらしている。このような一つ一つは小さな活動の合理化であっても、さまざまな分野におよぶ総合化により、現代人はレジャーや学習の時間を、かろうじて獲得し、時間制約を克服しているように思う。

1 つの思考実験として、IT 技術が極端に発達し E-コマース、E-バンキング、E-製造業、テレコミュニケーションが、あまねく行きわたったようなスマート社会を考えてみよう。伝統的な新都市経済学が想定したように、都市を人間が仕事・消費を行うための場と考えれば、IT 技術が高度に発達した社会では、都市の存在意義は消滅してしまう。もちろん、物流・配達の効率性のためには、人は集積した方がいい。しかし、物流の効率化を求めて、家計が集積するとは考えにくい。

それでも都市が存在するとすれば、その理由は何なんだろうか。人間の活動の中で、アウトソーシングできない活動、学習とレジャー活動を行うためには、都市空間が必ず必要となる。都市は人間の Face to Face のコミュニケーションを行う場である。お稽古事、豊かな環境での食事や気の置けない友人との語り。それは、人間にとって本源的な活動である。もちろん、都市空間において買い物や、労働通勤といった活動の重要性が消滅することはない。しかし、将来のスマート社会においては、次第にその相対的重要度は低下していくように思

える。

【豊かさのパラドクス】

現代社会は、なにかと忙しく、時間にしばられている社会である。「(物質的に) 豊かな社会」は、時間にゆとりのある社会ではない。実態はその逆であり、物質的に「豊かな社会」になればなるほど、時間がますます不足する。スウェーデンの社会学者リンダーは、この逆説を、「豊かさのパラドクス」と呼んだ。

消費は、時間と無関係な瞬間的行動ではない。ゴルフやテニスはもちろんのこと、コーヒー一杯でも消費するのに時間がかかる。人間が豊かになればなるほど、時間の制約が厳しくなる。人間は、このような豊かさのパラドクスを、同時消費を行うことにより克服しようとしてきた。家庭の中に多くの耐久消費財を持ち込む。パソコン、CD プレイヤー、TV、家具などなど。併せて同時に多くの財を同時消費する。リンダーは戦後間もない頃の裕福なアメリカ人をつぎのように描いた。

「ブラジル産コーヒーを呑み、オランダ製葉巻を吸い、フランスのコニャックをすすり、ニューヨークタイムズを読み、ブランデンブルグ協奏曲を聞き、そして妻と会話をする。それぞれどれだけうまくできるかの度合は異なるだろうが、これらすべてを同時にやっている人間である」 (Linder, 1970)³⁾。

コニャック、葉巻、食事などなど。豊かさとはなんと忙しいことか。これがリンダーが言う豊かさのパラドクスの要旨である。

現代人の生活は、遊牧民の生活とは対照的である。遊牧民は、居住空間に、ほとんど資本投資をしない。そのかわり、生活の糧である生産資本(家畜)に投資する。一方、現代人は居住空間に実に多くの資本財を投入する。時間が稀少資源だからである。資本投資には空間が必要となるが、同時消費のために一箇所に投資を集中させた方が効率的である。資本投資の成果を独占するために、所有権により守られた居住空間が誕生した。

しかし、リンダーの豊かさのパラドクスは(あまり有名ではないが)、別の重要なメッセージを含んでいる。居住空間内の同時消費の可能性と比較して、外出した時の同時消費可能性の低さである。現代社会では、スマホの普及で外出時の同時消費の可能性は飛躍的に増加したが、それでも家庭内とのアンバランスは否めない。しかも、家庭内の同時消費は家族の好みに応じて徹底的にカスタマイズされている。一方、外出時における同時消費の可能性は、景観、文化活動、レジャー機会、いわゆる公共財や集合的消費財で構成されている。家庭内の同時消費の充実性と比較して、公共的な都市空間における同時消費のメニューがいかに充実していないか。一度外出すれば、私的財の同時消費には限界がある。私的財の消費という視点で、外出時間の生産性は著しく低い。「現在人が、外出中により多くの効用を獲得するためには、どのようにすればいいのか」が大きな課題である。

公共的な都市空間では、建築物や都市景観などの公共財や集合的消費財の蓄積を通じて、

人間の同時消費の可能性を増加することにより豊かさを追求するしかない。サービス生産性を増加するためシステム化、標準化を追求すればするほどサービスの公共性が増加する。しかし、学習であれレジャーであれ、それらは個々人の時間を投資せざるを得ないがゆえに、それはあくまでもプライベートなものである。顧客との接点、その重要なポイントにおいて、サービスのカスタマイズ化を達成する。それが日本的なおもてなしである。公共的空間（「はっ」とする場）の豊饒性が高まるほど、個人性が垣間見える機会（「ほっ」とする場）の価値は否応なく高まっていく。それがホスピタリティの価値の源泉である。その意味で、日本のホスピタリティは、豊かな社会を実現するための重要な価値の源泉であり、日本はそのための社会的技術に関して、国際社会でも卓越した優位性を持っている。

【生活世界の多重化】

古代アテネにおいて、アゴラ（広場）は市民生活の中心であると同時に、ミーティング施設だった。人々はアゴラに集まり財や知識・情報を交換した。アテネに限らず多くのヨーロッパの都市では、広場がミーティング施設として機能した。また、世紀末ウィーンでは、カフェが重要なミーティング施設だった。このようなミーティング施設が、都市構造の形成や都市における創造性の発展に非常に重要な役割を果たしたことは言うまでもない。ミーティング施設は、限られた都市空間の中で膨大化した知識交換需要を効率的に満足させる手段として重要な意義を持っているのである。現代都市では、その機能を会議場、ホテル等のコンベンション施設が果たしている。また、街角のレストラン、喫茶店が果たしている役割も見逃せない。

長い歴史の中で、Face to Face のミーティングは、個人間の情報や知識の主たる交換様式であった。しかし、このようなミーティングは、最も濃厚なコミュニケーションを実現する方法であるが、効率的なコミュニケーション方法ではない。ひとが Face to Face のミーティングを行うためには、交通モードを用いてメンバーが同一時間に同一場所に集まる必要がある。しかし、人々が忙しくなると、複数の人間が、互いに時間を調整し同一場所に集まることは容易ではなくなる。日程調整や時間調整に膨大なエネルギーや時間が必要になってくる。さらに、そもそも Face to Face のミーティングが実現するためには、ミーティングを行う当事者が何らかの手段により、事前につながっている必要がある。すなわち、「ひと」と「ひと」が繋がっている人的ネットワークが形成されていなければならない。

交通ネットワークが交通施設や交通機関によって構成される物的なネットワークであるのに対して、人的ネットワークは人間によって知識やアイデアが運ばれ、交換される無形のネットワークである。かつて、マーチン・ベックマン(Beckmann, 1993)⁴⁾は、交通ネットワークと人的ネットワークを対比し、ネットワークの双対性について議論したことがある。交通ネットワークでは、道路や鉄道などの交通施設がリンクであるが、人的ネットワークでは人間がノードであり、会議などのミーティングがリンクの役割を果たしている。

人的ネットワーク上の重要なリンクであるミーティングは、ミーティング施設など交通ネットワークのノードで実施される。ベックマンは、交通ネットワークに関わる政策論は、ともすればリンクの整備に関する論議に偏りがちになるが、知識社会においては交通ネットワークのノードに対する投資が必要であることを主張した。さらに、情報・通信ネットワークは、実世界における交通ネットワークを利用したコミュニケーション行動と人的ネットワークを連結する役割を持つと考えた。人間が忙しくなればなるほど、情報・通信ネットワークを通じた日程調整、場所調整機能の重要性が増加する。

ベックマンによるネットワークの双対性の議論においては、情報・通信システムはあくまでも実世界におけるコミュニケーションを実現するための補助的手段にすぎない。しかし、近年の IT 技術の進歩により、別のコミュニケーションモードが発達するようになる。Line, Facebook, Twitter, Instagram などの SNS (Social Networking Service) の誕生である。SNS を利用したバーチャルな世界のコミュニケーションを、実世界のコミュニケーションと独立して行うことも可能になった。しかも、例えば、Line グループを作るなど、複数のバーチャルな世界を同時に作ることもできる。実世界とバーチャルな世界は、離れたり交錯したりする。スマートフォン等が利用可能になる前は、バーチャルな世界のノード（通信機器）が空間に固定されていた。このため、通信によるコミュニケーションは、主として予約やアポ、文書送付など実世界のコミュニケーションを実現するための補助的役割にとどまっていた。しかしながら、スマートフォン等の普及により、バーチャルなコミュニケーションが実空間に限定されなくなった。かくして、実空間とバーチャル空間の分離が進み、人が複数の空間で同時に活動するようになった。これは、人類史上画期的なできごとであり、のちの世代の人たちが語る歴史において、バーチャル革命と呼ばれるようになるかもしれない。

バーチャル世界の発展は、都市空間における人間生活の多重化をもたらした。このようなバーチャル世界の発展は、個人生活というディマンドサイドの多重化と同時に、サプライサイドの多重化をもたらしている。マニファクチャリングの分野において、Digital Twin という概念が提唱されているが、サプライサイドにおいても実世界とバーチャル世界の分離と統合という新しい変化が現れている。

【プラットフォームとしての都市の発展】

近代都市は、パリやロンドンをはじめとして、ターミナル都市として産声をあげた。都市は、異なる交通モードや路線のターミナルとして、旅客にアクセスサービスを提供し、多くの訪問客や乗り継ぎ旅客を引きつける。ターミナルは異なるモードや路線を結びつけるプラットフォームとして機能する。

IT 技術の発展により、カーシェアリング、自転車シェアリング、MaaS(Mobility as a Service) など、さまざまな交通プラットフォームが形成されている。このようなプラットフォームは、交通分野だけに限らない。クレジットカード、金融活性システムから、観光振興のための

DMO (Destination Management Organization) に至るまで、さまざまなプラットフォームが
発展している。シェア経済が、生活のすみずみまで浸透しつつある。

ノーベル経済学賞を受賞したジャン・チロルは、プラットフォームを介した取引について
深い洞察を行っている (Rochet and Tirole, 2003)⁵⁾。例えば、ウーバーやグラブなど
の配車システムは、それに加入するユーザーやサービスサプライヤーが増加するほど、プ
ラットフォームの魅力が上がり、さらに多くのユーザーやサプライヤーがメンバーにな
る。市場厚の経済性という現象である。このようなプラットフォームを介して取引がなさ
れるような市場は、単に需要と供給で価格が決定されるような市場と比較して、はるかに
複雑な構造を持っている。

チロルはプラットフォームで生じる市場取引において、ユーザーやサプライヤーが負担
するプラットフォームの利用料金の配分を変化させることにより、プラットフォームを介
した取引量に違いが生じるような市場を 2 面市場と呼んだ。すべてのプラットフォームが
2 面市場ではないが、2 面市場における料金の決定は、需要と供給の均衡で市場価格が決定
されるような市場より、はるかに難しい政策判断が必要となってくる。このようなプラッ
トフォーム理論の発展により、駅や空港のようなターミナルに限らず、さまざまな都市イン
フラが都市のプラットフォームになっていることが理解されるようになってきた。

いうまでもなく、交通は、人間がある目的を達成するための派生需要として生まれる。
このような個々人の交通行動が集計化され、その結果がさまざまな交通施設において観察
される現象である。しかし、個人の立場にたてば、交通行動は本来的にパーソナルなもので
ある。一方で、公共交通サービスは、システム全体の効率性を可能な限り担保するように提
供しなければならない。このような個人のニーズの充足とシステム全体の効率性を確保す
るため、さまざまな交通プラットフォームが出現されるようになってきた。

【サプライサイドの多重化】

近年のシェア型のプラットフォームの発展は、「個人行動の多様性や柔軟性を保証する
という人間の本来のニーズに合致するように、公共的サービスをデザインする」という原理に
支えられている。シェア型プラットフォームを運営するためには、必然的に個人のニーズに
関する膨大な量の情報を処理し、それに合わせて公共サービスを調整することが必要にな
ってくる。ビッグデータ、AI などの新しい技術が、都市におけるさまざまなプラットフ
ォームの運用を可能にしつつある。

このような視点から、Society 5.0 にも提唱されているように、バーチャルなサイバー空間
と実空間を連携するような超スマート社会の構想が生まれた。マニュファクチャリングの
世界で Digital Twin というアイデアが生まれた。筆者の専門分野に近い、交通工学の分野で
も同様の発想が生まれている。Digital Twin の発想は、実社会における実システムを、バー
チャルなサイバー空間に再構築し、バーチャルな世界において実施した思考実験や最適化
によるシステムデザインの結果を実社会に反映していこうとする試みである。

Society 5.0 は次のように述べる。

「サイバー空間は、上記の目的達成に向けて、フィジカル空間の多様なシステム・デバイスが単にネットワークによって繋がるだけでなく、システム全体が共生的に連携することで、ヒト・モノの最適な流通・配置を可能とする全体最適な社会を実現する仕組みを提供する。そのためには、2020年までに様々なシステムやセンサから提供されるデータについて、各組織が用いる用語や粒度の垣根を越えて流通・連携を可能とし、誰もが安心かつ自由にデータを利活用できる社会を実現する。さらに2025年には、多様なデータを組合せて高精度な予測を可能とするシミュレーション技術とともに、あらゆる分野のシステム・デバイスがデータによってリアルタイムかつ共生的に連携する仕組み(System of Systems)を構築することで、わが国が抱える社会課題の解決(ピークシフト, エネルギーや物資の最適融通等)を図り、社会全体の最適化やグローバルな経済成長を加速させる。」

残念ながら、このような Society 5.0 が提唱するような超スマート社会を、直ちに実現できるとは思えない。スマート社会の進化は、実社会とバーチャルな社会という2つの世界の分化をますます加速させるが、一方で、スマート社会の発展は、実世界の発展に負う部分が多い。2つの世界はバランスよく発展することが必要であるが、実世界側の発展には多くのステークホルダーの金銭的、時間的投資が必要であり、歩みは必ずしも早いものではない。また、超スマート社会を実現するための社会的技術が必要となる。このような社会的技術の全体像は、残念ながらいまだ茫洋としているけれども、一世を風靡しているビッグデータ、AI という技術の発展が超スマート社会を支える社会的技術となりえるポテンシャルを持っている。

【新しい社会的技術の発展】

ビッグデータ、AI の第1次的な適用対象は、伝統的なパターン認識、学習機械の分野だろうが、あまりにも膨大な数の適用対象がある。対象の数だけ AI が必要だといってもいい。人海戦術も一つの方法だけれども、AI を自動構成する AI を考える方が効率的である。工学研究ではコンピュータプログラムを使って当たり前になって久しい。まもなく、ごく自然に、工学研究に AI が使われるようになると思う。しかし、この段階は省力化に過ぎない。

AI の本領は、社会システムのデザインの領域で発揮されると思う。巨大な社会システムの最適化等は不可能なので、部分システムによる局所的最適化を図る。AI を用いた機械的最適化は、第1段階としては膨大なマイクロシミュレーションを通じた部分システムの最適ルール設計である。部分システムとは、例えば、巨大な交通システムを考えた場合、ある路線の信号制御であったり、ある特定のカーシェアリングシステムのように、巨大なシステムの中の一部を切り出したようなシステムのことである。当然、部分システムは全体システムから切り離されて存在するわけではない。しかし、部分システムの中に全体システムを取り込むわけにはいかないため、部分システムと全体システムの間インターフ

フェイスの部分は固定して考えざるを得ない。このようなインターフェイスにおいて、意図的に固定したシナリオを部分システムのパラメータ群と呼んでみよう。パラメータ群を固定すれば、それに応じて局所的最適解が得られる。このような局所的最適解を状況依存的な最適政策ルールと呼んでみる。

第 2 段階は第 1 段階の AI を現場に実装する。そこでの最適化概念は、数学モデルやシミュレーションモデルを通じた最適化ではなく、現場における実装を通じた AI の継続的改善と政策の逐次改善を通じた共進化的最適化である。このように作成した AI は、部分システムを表すパラメータ群と政策群の中から、パラメータに応じて状況依存的な最適政策ルールを選択する内容を持つだろう。問題はその先にある。局所的最適化は、どこまでいっても局所的最適化である。1 つの AI による局所的最適政策の選択は、他の AI による部分システムの最適化問題のパラメータ群を変化させる。局所的最適ルール間のコーディネーションをどう考えるのか、全体最適化の概念は存在するのか、それは社会の進化のマネジメント原理の探求でもある。このようなハイパーAI の設計原理が重要な研究課題になると考える。

土木工学の分野でも、データ収集技術、IoT、ビッグデータ、シェアリング、シミュレーション等々、新しいタイプの研究課題が現れてきた。一方で、使われているモデルや方法論が、旧態依然としている。例えば、筆者が専門とする土木計画学の分野では、4 段階推計法のプロセス、最適化モデルや方法論的個人主義的分析技術に、大量のデータを落とし込んでいるだけに終わっている事例も少なくない。土木計画学の方法論にブレークスルーが起こっていない。かつて、ベイズ統計学が統計力学と結びつきマルコフ連鎖モンテカルロシミュレーションをはじめとするブレークスルーが起こったように、ビッグデータ時代にふさわしい新しい方法論が必要である。巨大システムの最適化を図ることは不可能だし、あまり意味があるように思えない。高次元幾何学の世界では、実行可能領域が極めて薄くなり、本質的なパラメータで支配されるようになることが知られている。高次確率空間のすそ野で現れるリスクが重要になる。モデルの推計と政策の最適化が同時に模索されるような Deep learning の手法など、さまざまな可能性があるように思う。

【スマート社会におけるインフラ整備の課題】

かつて、スマートシティといえは、アジア諸国で構想されたトップダウン方式の新規大規模開発によるスマート・エコシティのことを意味していた。現在の日本は、このようなトップダウン方式の総合的な青写真を描くことを苦手としている。しかし、人口ボーナスがなくなろうとしているアジア地域でトップダウン型の巨大開発戦略を推進するという構図は時代遅れであろう。むしろ、日本が得意とするモジュールを積み上げていくボトムアップ型スマートシティを築いていく方が正攻法のように思える。

科学、文化、エンターテイメント、芸術さらにはひとびとの知的交流、それがスマート社会のコア要素であるべきだと考える。既存の都市をスマート化する、その方法論はボト

ムアップ方式によるピースミル型改善しかありえない。古い歴史が蓄積された都市をスマート化するよりも、新しく新市街をつくることの方が簡単なのかもしれない。しかし、スマート社会のコア要素は、新しい青写真にそって容易につくれるものではない。

ビッグデータという言葉が社会に溢れている。ビッグデータや AI により輝かしい社会が到来することを予測するような数多くの著書が出版されている。ビッグデータはグローバル化された社会にどのような影響を及ぼすのだろうか。確かに、AI の発展により、これまで人間が行ってきたさまざまな活動のめざましい省力化や効率化、活動内容の正確化や精緻化が革命的に達成されようとしている。ビッグデータを駆使することにより、いままで気づかなかった新しいマーケティング戦略や規則性が発見されている。

しかしながら、これまでビッグデータや AI が成しえた多様な成果は、なぜか局所的な効率化、省力化であり、社会全体を根本的に変革するような内容であるようには思えないのである。新しい技術が生まれたときには、その技術の真価を理解するまでにはもっと時間を要するのかもしれない。その意味で、先に述べたようなハイパーAI の設計を通じた社会システムのデザイン技術の発展が重要な鍵を担っているように考える。

ビッグデータ、AI という技術は、確かに多様化された個人や企業のさまざまな活動の合理化に貢献している。しかし、分散化され多様化された合理化の先に、どのような社会の進化がありえるのだろうか。IoT (Internet of Things) 技術は、これまで分散的に発展してきたシステムを相互に連結することにより、多様なシステムのシステム化 (system of systems) を実現する潜在的な力を持っている。それはシステム化されたインフラシステムと、それを利用する人間による社会システムのシステム化によって実現化される。社会の進化は、このような複合されたシステムによるユビキタス化によってもたらされると思われる。

【参考文献】

- 1) Florida, R.: The Great Reset: How New Ways of Living and working Drive Post-Crash Prosperity, Harper Collins, 2010.
- 2) Haas, T. and Westlund, H.: In the Post-Urban World: Emergent Transformation of Cities and Regions in the Innovative Global Economy, Routledge, 2017.
- 3) Linder, S. B.: The Harried Leisure Class, New York: Columbia University Press, 1970.
- 4) Beckmann, M. J.: Knowledge networks, The case of scientific interaction at a distance, The Annals of Regional Science, Vol.27, pp.5-10, 1993.
- 5) Rochet, J.-C. and Tirole, J.: Platform competition in two sided markets, Journal of the European Economic Association, Vol.1, No.4, pp.990 –1029, 2003.