



「ITが都市や交通に与えるインパクト - 知識経済化の流れの中で」
(The Impact of Information Technology on Cities and Transportation)

2001年9月21日

今川 拓郎[†] (Takuo Imagawa)

大阪大学大学院国際公共政策研究科 (OSIPP) 助教授
Assistant Professor, Osaka School of International Public Policy (OSIPP)

【キーワード】 IT、都市、交通、知識経済

【要約】

距離や場所の制約を解き放つIT（情報通信技術）が20世紀後半に着実に普及する中で、都市への集中が加速するという「集積のパラドックス」の現象が観察されている。そこで、都市の集積経済における情報フローの外部性や、ITと交通の補完性の考察を通じ、ITが都市や交通へ与える影響を経済学的に分析することにより、知識経済下における都市の将来を論じる。

[†] 電子メール : imagawa@osipp.osaka-u.ac.jp

1 はじめに

ITが産業革命に匹敵する歴史的な大変革であることに異論は少ないであろう。しかしその評価については、IT礼賛の峠を越え、冷静な再評価の眼を投げかける識者が増えているようだ。我々は、低迷が続く日本経済の中で、ITという技術革新に対して過度な期待や不安を慎み、確固たる論拠と十分な検証に基づく的確な判断を心がけていかなければならない。

ITは政治経済や社会生活の様々な分野にインパクトを与えており、都市や交通の分野も例外ではない。但し現段階ではITのインパクトが余りに多岐に及ぶため、都会への集中が進むのか地方への分散が実現するのか、交通の役割が縮小するのか拡大するのか等といった関心の高いトピックについて、ITがいずれの方向に機能するのか今ひとつ良く分かっていないのが実状である。

本稿では、我が国のデータを踏まえた上で、ITと都市及び交通の関係について経済学的な考察を試みる。

2 ITの集積パラドックス

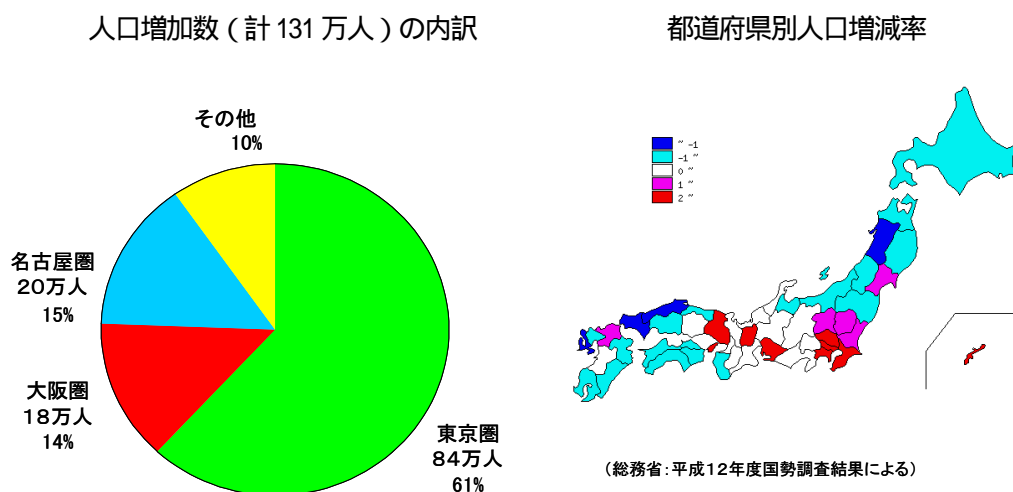
ITに関する論評は、言ってみれば「分権化」一色である。P2Pやナップスターに代表される分散型ネットワークの普及、ホームページやメーリングリストに代表される情報発信機能の大衆化、エコマネーやNPOの台頭に代表される経済機能の分散化、系列の崩壊や流通経路の中抜きによる産業構造の水平化、中間管理職の廃止や年功序列の見直しによる経営組織のフラット化、SOHOやテレワークの普及に伴う立地の地域分散化等々。伝統的な中央集権型社会から、より民主的な分散ネットワーク型社会への移行が期待されている。

確かに、インターネットやモバイル等の新しい情報通信メディアの普及は、距離や場所、時間の制約から我々を解き放ち、いつでもどこでも誰でも情報を受発信できる、自由かつオープンな分権社会を形成するように思える。いわゆる「ユビキタス社会」の実現である。パソコン一台と電話回線さえあれば、緑豊かな郊外の一軒家に居ながらにして仕事からショッピング、資産運用まで何でも可能となり、土地が高く満員電車で揺られる都会などに住む必要はない。

しかしながら、ITによる「分権化」のポテンシャルは、今のところ地方の活性化や人口・経済の地域分散化には結びついていない。むしろ、現実には全く逆の現象が見られる。まず、生活面の指標として人口の動向を注目してみよう（図表1）。2000年国勢調査によれば、本格的な少子高齢化の到来で人口の伸び率が戦後最低となる中で、地域別では東京、名古屋、大阪を合わせた大都市圏の人口増加数が過去5年で計122万人に達し、全国の人口増加分の9割を占めた。特に首都圏の東京、神奈川、千葉、埼玉の一都三県では、いずれも2%超の大幅

増となり、東京 23 区の人口は 1997 年から 4 年連続で増加した。地価の下落などの要因もあるが¹⁾、距離や場所の制約を解き放つ IT が本格的に普及し始めた 20 世紀末において、都市への人口集中は確実に加速したのである。

図表 1 1995～2000 年の人口の動き



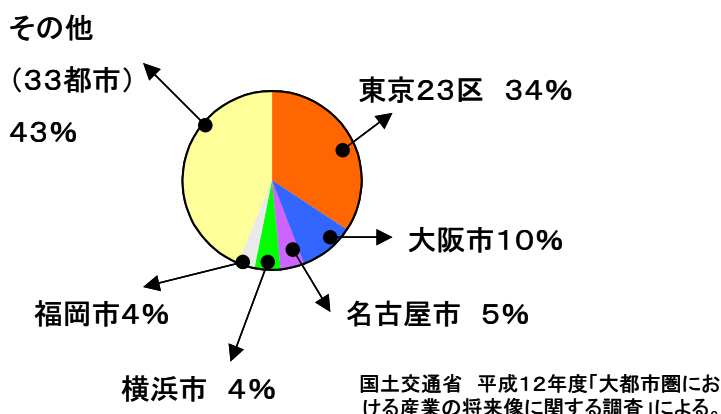
次に、幾つかの経済指標を採り上げて、経済活動一般と IT 関連活動の首都圏への集中度を比較してみよう（図表 2）。一見して明らかなように、IT 関連の活動は、人、オフィス、カネといった基本的な経済指標において突出した集中状況を生み出している。実際、インターネットやモバイルを駆使する IT の最先端企業は、米国のシリコンバレーや東京・渋谷のビットバレーに代表されるように、同じ場所に集まる現象が顕著となっている。国土交通省が 1 月に公表した IT 産業の集積状況調査をみても、ソフト系の IT 企業は秋葉原や新大阪など東名阪のターミナル駅周辺に圧倒的に集中し、東京 23 区内に立地する企業だけでも実に 3 分の 1 に達している（図表 3）。このようなハイテク企業の集積傾向を、IT 関連の経済活動の大きな特徴として認識しておく必要があるだろう。

¹⁾ 国土交通省調査による平成 13 年地価公示によれば、東京都心部で地価が上昇するなど三大都市圏の地価下落に底入れ感が出てきたのに比べ、地方や郊外では下落率が拡大し、二極化が進行している。都市圏の地価が下がって都市部に移住する魅力が増しているのは確かだが、地方では都市圏以上に地価が下がっているケースも多く、地価下落のみで都市への集中化を説明するのは無理がある。

図表2 首都圏（一都三県）が全国に占めるシェア

	経済活動一般	IT関連
消費者ベース	26.1% (人口：2000年住民基本台帳)	30.1% (携帯・PHS加入数：2000年3月郵政省調査)
労働力ベース	27.5% (民営従業者数：99年事業所・企業統計調査)	57.5% (情報サービス業従業者数：99年通産省調査)
事業所ベース	23.8% (民営事業所数：99年事業所・企業統計調査)	43.5% (情報サービス業事業所数：99年通産省調査)
金額ベース	30.7% (県内総生産：98年度県民経済計算)	66.1% (情報サービス業年間売上高：99年通産省調査)

図表3 ソフト系IT産業の立地動向



最後に、人口と事業所数に関して1980年代後半からの首都圏への集中度の推移を見てみよう(図表4)。人口、事業所数共に、東京への一極集中が叫ばれたバブル期と比較しても首都圏への集中度は微増しており、特に人口については90年代末の集中傾向がはっきりと現れている。この他にも、都心における高層マンションの増加や大学院の開設といった都心回帰のトレンドが近年目立ってくるなど、ITの着実な普及に伴い都市への集中傾向が加速する兆しがある。IT関連の集中がその他の経済活動の集中をも促し、それが更にIT関連の集中を高めるといった循環的なインパクトをもつ可能性も否定できない。いずれにしても、ITが地域分散化を進め、一極集中を解消するというストーリーを支持するデータは、ほとんど見当たらないと言って良いのが現状だ。

図表4 首都圏（一都三県）が全国に占めるシェア

西暦(年)	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00
人口(%)	24.9	25.1	25.2	25.4	25.5	25.6	25.7	25.7	25.7	25.8	25.8	25.8	25.9	26.0	26.1
事業所数(%)	23.5	-	-	23.7	-	23.7	-	-	23.8	-	23.9	-	-	23.8	-

人口は「住民基本台帳人口：総人口」より。事業所数は「事業所・企業統計調査：民営事業所数」より。

以上で検証した「ITの集積パラドックス」の現象を、経済学的にはどう理解したら良いのだろうか。第3章及び第4章では、「情報」の観点から二つの論点を指摘したい。

3 知識経済化で高まる都市の機能

第一に、知識経済における都市の役割に焦点を当てたい。都市には、多くの企業や住民が近接して立地しあうことにより生じる「集積経済」の効果が存在すると言われる。同一産業に属する企業が多数集積したり（地域特化の経済）、多種多様な産業が多数集積する（都市化の経済）ことによって、多種多様なバックグラウンドを持つ企業や人材が集中し、企業間の交通費や取引費用の節約、多様性に富んだ中間財の入手、労働市場におけるミスマッチの解消、市場の大規模化、景気変動等のリスク回避など、様々な利益が得られる効果のことである。また、これらに加え、これまで都市経済学で比較的軽視されてきたものとして、集積が促す情報フローの効果がある。多様な隣人との密接な接触によりアイデア創造の生産性が増し、この過程で市場を経ることのない外部効果として、都市全体に経済活動に重要な情報が拡散していく。この利益こそが、本章で強調したいメカニズムである。

3 - 1 知識をベースとした経済成長論の新展開

このメカニズムを理解する前段として、いわゆる「ニューエコノミー論」の登場に伴い著しい進展が見られた経済成長論の展開を把握しておく必要がある。

従来のソローに始まる経済成長論においては、生産関数を $Y = A \cdot f(K, L)$ とおき、経済成長の源泉は、資本 K と労働 L の投入量の増分及び「天から降ってくる恵み」としての外生的な技術革新 A に求められるものと解釈する。しかし、現実のデータを用いた実証研究では経済成長の大半は技術革新の伸びによっており、理論的には説明できないはずの残差が経済成長の大枠を規定しているという議論に陥ってしまう。

そこで、従来の経済成長論の限界を克服するために、スタンフォード大のローマーらは外部効果を有する資本の役割に注目し、内生的経済成長理論と呼ばれる新しい経済成長論を構築した²。この理論では、生産関数の生産要素に外部効果を有する資本 HK を加えた $Y = A \cdot f(K, L, HK)$ のような関数を使用し、この外部効果が収穫逓増経済を実現し、持続的な経済成長が達成可能となることが説明できる。ローマーはこの資本 HK を知識と解釈し、知識のスピルオーバーが外部効果を生み出すと考えた。

この理論の登場に刺激されて様々な実証研究が取り組まれたが、初期の知識レベルがその後の経済成長に強く影響することが、国際データや地域データで広く確認されている³。また、IT革命の進んだ米国において、インフレ無き経済成長が長期にわたって持続し「ニューエコノミー論」が盛んになったが、これは、IT化に伴って知識経済化が進み、経済に果たす知識の役割が飛躍的に高まった結果、内生的経済成長理論が示唆する収穫逓増の経済構造に米国経済が生まれ変わったとする説であった。「ニューエコノミー論」の真偽はともかく、インターネットやLANの登場によりネット上での知識の共有が一気に進み、これまでの経済と比較して知識のスピルオーバーによる外部効果が著しく高まったことは間違いない。先進国では経済全体のサービス化・情報化が進

² 例えば、Romer(1986)を参照。

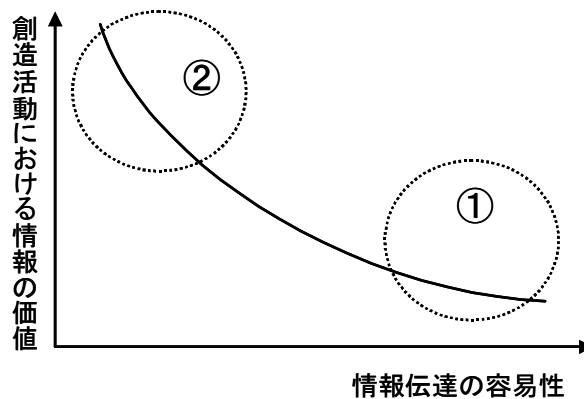
み、土地や資本を節約して知識集約型の生産を行うIT産業のみならず、非IT産業でもナレッジマネジメントの導入等により、知識型経営への変革を進める必要が生じているからだ。

3 - 2 情報フローの二面性

内生的経済成長理論の登場で知識のスピルオーバーへの認識が高まり、シリコンバレーやボストンの128号線といった産業集積の現象が注目された結果、経済学者の関心は都市の集積経済に集まった。都市における近接性が知識のスピルオーバーに対して有効に機能し、一見何の関係もないような既存の知識が人口密度の高い都市においてランダムに交わりあい、重要なアイデアとして創造され知識の生産性を上昇させるプロセスである。

これを理解するためには、まず情報フローの二面性について説明する必要があるだろう(図表5)。情報は、その拡散を考慮する場合には、「分離された情報」と「体化された情報」に分類する必要がある。前者は文書、映像等、記述情報として容易に保存・共有化が可能なものであり、後者は経験、ノウハウ等、情報が個人にストックされて移転しにくく、共有化が困難なものである。「分離された情報」は、基本的に画一的・同質的な開示情報として誰でも容易に入手可能であり、マスメディアやインターネット等のITを活用して共有化を図ることが効果的であるが、一方「体化された情報」は、関係依存的で差別化された情報であり、フェース・ツー・フェース(以下、FTFという。)による接触が不可欠である。経験やノウハウはなかなか継承できず、本当に必要な情報は開示されないためである。

図表5 情報フローの二面性



	例	情報伝達の容易性	創造活動における情報の価値	情報メディアの活用
分離された情報	文書、映像等	記述情報として形式化し、知的ストックとして容易に保存・共有化が可能	基本的に画一的・同質的な開示情報であり、誰でも容易に入手可能	メディア、インターネット等のIT活用が効果的
体化された情報	経験、ノウハウ等	個人にストックされ、情報が移転しにくいいため、保存・共有化は困難	関係依存的で差別化された情報であり、アイデア創造に極めて重要	ITによる伝達では口スが大きく、対面交流が不可欠

³ 例えば、Barro(1991)を参照。

3 - 3 集積が促す知識の蓄積

都市は企業や住民が近接して触れあう拠点であり、F T Fを安価に提供する基盤として機能する。「分離された情報」はI Tの活用により距離を超えて共有することが可能だが、「体化された情報」の拡散にはF T Fが不可欠であり、都市にはこの「体化された情報」が近接性を通じて自然に共有されていく仕組みが内包されている。知識の創造にはこの「体化された情報」が極めて重要な役割を果たしており（本当に重要な情報は、リアルな人間関係をベースに伝達される）これが競争力の根源となる。都市に立地することによって、この外部効果の恩恵を受ける確率が増すこととなる。

知識が普通のフィジカルな資本と異なるのは、既存の知識と新しく生み出された知識で、ストックとしての価値に大きな差がある点だ。ノーベル賞学者など一部のスーパースターを除けば、普通の人は独りで思考に耽っても新しいアイデアが湧くことは非常に少ない。同じ又は異質な分野の人材とのディスカッションを通じて知識を与えられ、自分の中に眠っていた知識との融合を通じて、新しいアイデアが生まれるケースが大半である。新しい知識の創造にはこのような他人とのインタラクションが不可欠である。

都市における情報フローを実際に計測した研究は少ないが、筆者が実施した実証研究などでは、F T Fや双方向通信の一人当たり利用度が都市では非常に高いことや、特許のような高度な技術情報が地域を超えては移転しにくいことが示されている⁴。距離の制約を受けないはずの郵便や電話でも、同一県内でやりとりされる比率はそれぞれ6割、8割にも達する。I Tが進展し、どんなに利用しやすくなっても、重要な情報は都会以外ではそう簡単にタイミング良く入手できないのである。

また、都市には多種多様な企業や人材が集まっており、その多様性が知識の蓄積にもたらす効果は大きい。例えば、都市の労働市場は規模が大きいいため分業化が進み、必要なスキルのミスマッチが解消され、適切な雇用が促進されると共に、都市における多様かつスケールの大きい業務を通じて様々な経験が蓄積されていく。また、景気変動や解雇等のリスクに対しても多様な企業や産業が集まっていることが一種の保険となり、転職も容易だ。

以上のように、都市は知識の面で数多くの優位性を有するため、内生的経済成長理論が示唆する知識資本を都市基盤が促進し、知識の共有と創造を通じて成長の源泉となる可能性が高い。実際、都市においては、知識のレベルが高く、かつその蓄積のスピードも速いことが知られている。例えば、平均的な教育レベルは都市の方が高く、同じ条件の母集団を比較しても、都市への移住者の方が地方での定住者よりも労働生産性の上昇率が高いといった実証分析が存在する⁵。I Tの普及に伴う知識経済化の進展でこのようなメカニズムが益々重要となり、都市の機能が経済成長の鍵となる時代を迎えているのである。

⁴ Imagawa(1997a)及びJaffe, Trajtenberg and Henderson (1993)を参照。

⁵ 例えば、Rauch(1993)を参照。

4 情報化が促す直接的交流⁶

第二の論点は、ITによる電子的なコミュニケーションと、顔を合わせるFTF型交流との相互依存関係である。我々は、通信か交通かいずれかの手段を用いて他人との接触を図り、コミュニケーションを行う。20世紀において、我々は急激な技術革新により、電話、ファックス、ポケベル、携帯電話、PHS、電子メール、ホームページ等々、次々と新しい通信手段を手にした。これらの新しい技術は、大容量の情報をより便利かつ安価に伝達することを実現する。このようなイノベーションは、電子的なコミュニケーションとFTFによるコミュニケーションとの相互関係に対する関心を喚起し、様々な分野の研究を促しつつあるが、それらの研究内容は二種類の仮説、即ち「代替性」と「補完性」を論ずるものに分類できよう。⁷

伝統的かつポピュラーなのは「代替性」仮説である。これは、人々が電子的な通信手段を利用することでより平易かつ効率的にコミュニケーションを行えるため、FTFが不要になっていくというものである。その結果、移動の必要が薄れて交通需要が減少していく。この仮説は非常に直感的かつアピール力があり、多くの「未来学者」に支持されてきた。また、通信による交通の代替が混雑や公害を減らし、エネルギーや余暇時間の確保を促す可能性をもたらすため、政策立案者にとっても魅力的である。近年のITの隆盛は、「テレワーク」や「テレショッピング」、「テレバンキング」等の言葉に代表されるように、この「代替性」の見方や期待と相通ずる部分が少なくない。

一方の「補完性」仮説は、この伝統的な「代替性」仮説に挑戦するものである。これは、電子的な通信手段が幾ら発達しても決してFTFを消滅させることはなく、人間同士の交流は常に一定の対面接触を必要とするという信念に基づくものである。さらに、この「補完性」仮説の賛同者には、通信が交通需要を増大させると主張する向きもある。例えば、電話によるコンタクトはFTFが必要となる確率を引き上げ、その結果通信無しには生じなかったであろう新たな交通需要を発生させるという論理である。また一方で、通信技術の導入によって、価格低下や品質向上といった交通サービスの改善が進み、交通需要を喚起するという側面もある。

この二つの仮説の是非を論じるのが、本章の目的である。

4 - 1 通信と交通の相互依存関係

通信と交通の相互依存関係を考察するにあたり、通信の利用は通常はFTFを代替する効果を持つとされるが、補完的な機能もあると仮定し、効用最大化の単純なモデルを展開する。その結果、経済全体における通信の代替的な利用と補完的な利用の多寡により、通信技術の交通に対するインパクトは全体では正にも負にもなり得る。交通コストは二地点間の距離が増すにつれ相対的に高くなるため、代替的(補完的)な利用は距離に応じて増加(減少)する。従って、通信と交通は近距離間で補完財に、長距離間では代替財になる傾向がある。

⁶ 本章の分析内容の詳細については、Imagawa(1997b)及び今川(2001b)を参照。

まず、通信と交通の両ネットワークへのアクセスを有する代表的なエージェントを仮定する。このエージェントは他人に電話をかけるか、訪問 (F T F) することによって得る情報を消費する。効用関数が次の C E S の形で表されるとする。

$$U(I_T, I_F) = [I_T^\rho + I_F^\rho]^{1/\rho}, \quad (1)$$

ここで、 U はこのエージェントの効用、 I_T 及び I_F はそれぞれ通信及び F T F によって得られた情報の量である。また、 $\rho = 1 - 1/\sigma$, $\sigma > 1$ は I_T 及び I_F の代替弾力性である。

本モデルでは通信利用に関する次の 2 つの仮定を導入する。第一に、

仮定 1 : 通信には二つの明確に異なる利用形態、即ち F T F と代替的な形態及び補完的な形態が存在する。

代替的な形態は必要な情報を獲得する目的で利用される。即ち、必要なコミュニケーションの作業を行うために、訪問に代わる手段として電子的な手段を用いる場合である。一方、補完的な形態は F T F を補完する目的で利用される。というのは F T F による面談を開始又は完結するために通信を利用する必要があるからだ。例えば、前もってアポをとるために、又は後ほど礼を述べるために、特段の情報入手の意図を持たずとも面談相手に連絡する必要があるだろう。この場合、主たる情報入手はあくまで F T F を通じて行われるのである。

第二の仮定は⁸、

仮定 2 : 通信ではコミュニケーションロスが発生するが、F T F では発生しない。

F T F は次の二つの理由から最も効率的な通信手段である。まず、図、ビデオ、表情、ジェスチャー、身体的な接触、雰囲気や匂い等々、五感に訴えるあらゆる手段を補足的に使えることである。これらの全ては F T F の一部であり、既存の通信技術ではこのような形の非言語的なインタラクションはほとんど再現できない。次に、ビジネス上のコミュニケーションは、効力を発するために相手の同席を要求する行動 (署名や握手など) を伴う場合が多いことである。

以上の二つの仮定を元に、エージェントは以下の制約式のもとで、(1) を最大化する。

⁷ 各分野における文献のレビューについては、例えば Salomon(1986) や Giaoutzi and Nijikamp(1988) を参照。

⁸ 第 4 章の実証分析で使用する通信量データは電話のトラフィックであり、基本的に音声とテキスト送信に限られるためこの仮定は合理的といえよう。

$$T = T_S + T_C, \quad (2)$$

$$T_C = \varepsilon F, \quad 0 < \varepsilon < 1, \quad (3)$$

$$I_T = \lambda T_S, \quad 0 < \lambda < 1, \quad (4)$$

$$I_F = F, \quad (5)$$

$$fF + tT = Y. \quad (6)$$

(2)式は仮定1に従い、通信利用 T が代替的な利用 T_S と補完的な利用 T_C に区別されることを示す。補完的な利用はF T Fによるコンタクト F を行うために比例的に必須のものであり、(3)式の定数 ε でその比率が表されている。(4)式は仮定2に従い、通信による情報伝達にice-bergパラメータの $\lambda < 1$ が導入されている。通信が代替的利用の場合には $1 - \lambda$ のコミュニケーションロスを伴いつつ情報伝達が行われるが、補完的利用の場合には効用関数に入る程の意味ある情報伝達は行われない。これはアボ取りのような補完的利用が、本モデルにおける情報消費の観点からは特に意味を持たないためである。一方、F T Fにおいては(5)式のように情報伝達はロスなく行われる。最後の(6)式は通常の前算制約式であり、 f 、 t はそれぞれ情報1単位あたりの交通コスト、通信コスト、 Y は情報入手のための総予算額である。一次の条件により、以下の均衡解が得られる。

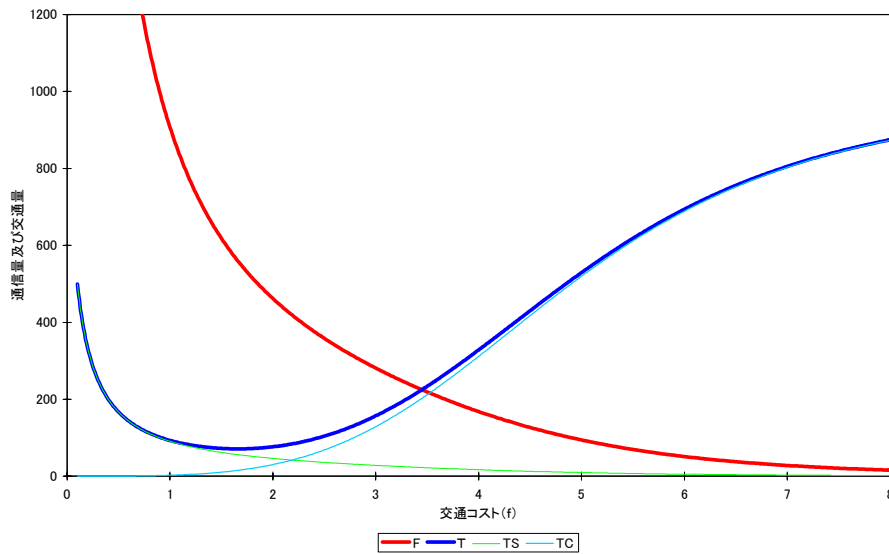
$$F = \frac{(f/t + \varepsilon)^{1/(\rho-1)} \lambda^{\rho/(\rho-1)} Y/t}{1 + (f/t + \varepsilon)^{\rho/(\rho-1)} \lambda^{\rho/(\rho-1)}}, \quad T = \frac{1 + \varepsilon(f/t + \varepsilon)^{1/(\rho-1)} \lambda^{\rho/(\rho-1)} Y/t}{1 + (f/t + \varepsilon)^{\rho/(\rho-1)} \lambda^{\rho/(\rho-1)}}, \quad (7)$$

$$T_S = \frac{Y/t}{1 + (f/t + \varepsilon)^{\rho/(\rho-1)} \lambda^{\rho/(\rho-1)}}, \quad T_C = \frac{\varepsilon(f/t + \varepsilon)^{1/(\rho-1)} \lambda^{\rho/(\rho-1)} Y/t}{1 + (f/t + \varepsilon)^{\rho/(\rho-1)} \lambda^{\rho/(\rho-1)}}.$$

図表6は、特定のパラメータのもとでの交通コスト f の変化に対するシミュレーション結果である。二つの太線が通信と交通の相互依存関係を示し、交通コストの低い近距離間では相互に補完的、交通コストの高い長距離間では相互に代替的となっている。交通が相対的に安い場合には、人々はそれが効率的な情報伝達手段であるからだけでなく、費用負担がしやすいことから、F T Fを 선호する。補完的な通信利用は交通需要と共に増加し、代替的な通信利用を凌駕する。一方、交通コストが相対的に高い場合には、人々はF T Fを通信で代替し、高額な移動費用を払う代わりに、多少のコミュニケーションロスがあっても通信で我慢する。従って、代替的利用が増加し、補完的利用を凌駕する。このように、通信の交通への影響は、代替的利用と補完的利用の多寡に依存し、全体では正にも負にもなりうる結果となる。

図表6 通信と交通の相互依存関係のシミュレーション結果

($\alpha=0.2$, $\beta=0.1$, $\gamma=0.8$, $Y=1000$, $t=1$)



実際には、交通も通信もそのコストは距離の関数となっている。交通費用は、鉄道や自動車に象徴されるように二地点間の距離に応じてほぼ線形に増加する構造となっているのに対し、通信費用は電話料金に象徴されるように距離に対して比較的フラットであり、せいぜい段階的に緩やかに上昇するのみである。従って、通信コストに対する交通コストの相対価格は、距離が大きくなるにつれ上昇する。⁹ この関係とシミュレーション結果を併せて考察すれば、次の仮説が得られる。「代替的（補完的）な通信利用は、距離に応じて増加（減少）し、その結果近距離間においては通信と交通は（総量において）補完財となり、長距離間においては代替財となる傾向がある。」次節では、この仮説を日本のデータを用いて検証してみよう。

4 - 2 通信と交通は補完的

実証分析には、47 の都道府県間のOD（発着）行列に基づく通信データ（固定電話及び携帯電話）及び交通データを使用した。通信データは固定電話及び携帯電話の通信回数及び通信時間によるトラヒックであり、交通データは鉄道、自動車、船舶、航空により輸送された年間の国内乗客数である。この乗客数を訪問数、即ちFTFによるコンタクトの大まかな代理変数として使用する。OD行列の全てのセルを独立の観測データとすれば、都道府県間の47×47のトラヒックデータを通信及び交通について得ることができる。なお推計には、1988年から1994年の間の入手可能なデータの平均値を使用する。

電話とFTFの相互依存関係を検証するために、OD行列における二地点間交流の推定に頻繁に用いられる「重力モデル」を応用した推定式を使用する。被説明変数には通話トラヒックを、そして説明変数には重力モデ

⁹ 二地点間の移動時間及び機会費用を考慮すれば、この関係はより強固なものとなる。

ルに良く使用される変数に加えて、距離段階別の F T F を導入する。その結果、推定式の形は、次の双方向変数効果モデルとなる。

$$\ln T_{ij} = \alpha + \sum_k \lambda_k S_k \ln F_{ij} + \gamma_1 \ln d_{ij} + \gamma_2 \ln t_{ij} + \theta D + \sum_{l=i,j} X_l \beta_l + \nu_i + \mu_j + \varepsilon_{ij}. \quad (8)$$

ここで、 T_{ij} は一对の県 (i, j) の間の通話トラヒック、 d_{ij} は県間の距離、 t_{ij} は県間の通話料金、 D は県内通話のためのダミー変数、 X_l は県 l の特徴を表す変数のベクトル、 ν_i 及び μ_j はそれぞれ発信側及び受信側の県の変数効果、 ε_{ij} は平均がゼロとなる誤差項である。観察可能な X_l の変数のセットとして、重力モデルに最も一般的な人口と一人当たり所得を使用した。その他の各県の特徴は、全て ν_i 及び μ_j に捕捉されるものと仮定する。ここで、モデルにおいて示唆されたように、二地点間の距離が大きくなるにつれ、補完的效果が薄れ代替的效果が強まることが予測されるため、距離段階別に分解した F T F を導入することとした。即ち、上式において、 S_k ($k = 1, \dots, 6$) は、 k 番目の距離区分に対して 1 の値をとるダミー変数である。6 つの距離区分は、それぞれ 100km 以内 ($k = 1$)、100 ~ 200km ($k = 2$)、200 ~ 400km ($k = 3$)、400 ~ 700km ($k = 4$)、700 ~ 1,000km ($k = 5$)、1,000km 以上 ($k = 6$) である。 λ_k が正の値をとれば電話と F T F は補完的な関係となるが、補完効果が距離に応じて減少する場合、 k が大きくなるにつれ λ_k が小さくなることが期待され、仮に λ_k が負の値をとればその距離区分について電話と F T F は代替的な関係となる。

なお、通話と F T F の相互依存関係を考察しているため、内生性を考慮することが不可欠である。また、F T F の指標に大まかな代理変数を用いていることによる測定誤差や必要な変数の欠如の問題もあるかもしれない。そこで、鉄道料金、二地点間の航空路線の有無、及びお互いに隣接県である場合に 1 の値をとるダミー変数の 3 つを操作変数に使用し、それぞれの操作変数が鉄道、航空、自動車等による F T F の需要に外生的に影響を与え、この影響を通じてのみ通話トラヒックを左右するという仮説のもと、推定を行うものとする。

図表 7 は以上の推定結果を示すものである。それぞれの推定式は、通常の G L S と操作変数を使用した G L S (I V / G L S) の二種類から成っている。固定電話と携帯電話に関する λ_k の G L S 推定値は有意に正で、 k が上昇するにつれ減少する結果となっており、県間距離の増加に伴う通話の補完効果の減少を支持している。I V / G L S の推定結果は G L S に比べるとその傾向が弱まっているが、いずれにしても全ての λ_k の推定値は有意に正の値をとっており、これは、最も長距離の区分においてさえ、電話と F T F が総体としては補完的な関係にあることを示すものである。

図表7 電話と訪問（FTF）に関する距離段階別の補完性

説明変数	被説明変数 = log(県 i から県 j への通話トラヒック)							
	固定電話				携帯電話			
	通話回数		通話時間		通話回数		通話時間	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	GLS	IV/GLS	GLS	IV/GLS	GLS	IV/GLS	GLS	IV/GLS
インタラクション項								
FTF X 距離段階ダミー								
(1) -100km	0.251 ** (0.014)	0.339 ** (0.048)	0.211 ** (0.014)	0.272 ** (0.046)	0.274 ** (0.013)	0.375 ** (0.049)	0.256 ** (0.012)	0.320 ** (0.042)
(2) 100-200km	0.249 ** (0.010)	0.383 ** (0.043)	0.218 ** (0.010)	0.321 ** (0.041)	0.266 ** (0.011)	0.36 ** (0.044)	0.242 ** (0.010)	0.302 ** (0.038)
(3) 200-400km	0.197 ** (0.009)	0.375 ** (0.043)	0.179 ** (0.009)	0.317 ** (0.041)	0.209 ** (0.010)	0.336 ** (0.041)	0.184 ** (0.009)	0.272 ** (0.035)
(4) 400-700km	0.179 ** (0.009)	0.370 ** (0.035)	0.167 ** (0.009)	0.324 ** (0.034)	0.182 ** (0.009)	0.325 ** (0.034)	0.159 ** (0.008)	0.262 ** (0.029)
(5) 700-1,000km	0.157 ** (0.010)	0.369 ** (0.027)	0.150 ** (0.010)	0.343 ** (0.026)	0.152 ** (0.010)	0.339 ** (0.026)	0.131 ** (0.009)	0.272 ** (0.022)
(6) 1000km-	0.105 ** (0.013)	0.306 ** (0.033)	0.099 ** (0.013)	0.277 ** (0.032)	0.078 ** (0.014)	0.234 ** (0.032)	0.070 ** (0.012)	0.197 ** (0.027)
県間距離	-0.741 ** (0.043)	-0.133 (0.158)	-0.742 ** (0.043)	-0.268 ** (0.152)	-0.750 ** (0.041)	-0.404 ** (0.147)	-0.655 ** (0.036)	-0.425 ** (0.126)
通話料金	0.137 (0.120)	-0.594 ** (0.158)	-0.130 (0.119)	-0.574 ** (0.152)	-0.155 (0.260)	-0.808 ** (0.329)	-0.116 (0.229)	-0.705 ** (0.283)
県内ダミー	2.600 ** (0.213)	1.220 (0.269)	2.256 ** (0.212)	1.045 ** (0.259)	1.132 ** (0.105)	1.258 ** (0.119)	0.954 ** (0.093)	1.055 ** (0.103)
人口								
発信側の県	1.097 ** (0.171)	0.843 ** (0.206)	1.150 ** (0.170)	0.940 ** (0.199)	0.949 ** (0.176)	0.764 ** (0.201)	0.935 ** (0.151)	0.803 ** (0.169)
受信側の県	1.070 ** (0.172)	0.817 ** (0.207)	1.168 ** (0.173)	0.960 ** (0.202)	1.027 ** (0.187)	0.843 ** (0.213)	1.030 ** (0.169)	0.900 ** (0.188)
一人当たり所得								
発信側の県	-0.428 (0.857)	-0.717 (1.004)	-0.549 (0.853)	-0.807 (0.967)	0.011 (0.881)	-0.291 (0.979)	0.680 (0.759)	0.445 (0.823)
受信側の県	-0.442 (0.861)	-0.755 (1.009)	-0.971 (0.866)	-1.247 (0.983)	-0.467 (0.938)	-0.784 (1.042)	-0.679 (0.848)	-0.925 (0.919)
自由度修正済決定係数	0.9053	0.8700	0.8937	0.8634	0.9101	0.8890	0.9139	0.8989
観測数	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209

(注) 推定値は双方向変数効果モデルによるGLS推計に基づくもの。比率及びダミー以外の変数は全て自然対数を使用。定数項は省略。括弧内は標準偏差。*は10%で有意、**は5%で有意。IV/GLSについてはFTFを内生変数として扱っている。操作変数は、鉄道料金、航空路線ダミー、隣接県ダミーの3つである。

4 - 3 ITは直接的交流のための「道具」

以上の結果をまとめると、簡単なモデルから得られた結論は、通信技術の交通需要に与える影響は、通信の代替的利用と補完的利用の多寡によって、プラスにもマイナスにも成りうるということであった。一方、我が国のデータを計量分析した結果は、交通に対する通信の代替効果は、二地点間の距離が増すにつれ強まるものの、補完効果が常に代替効果を上回り、通信と交通は全体としては補完財になるというものであった。

換言すれば、ITが普及すればFTFが不要になるという見方に対し、現実のデータを見ると逆の現象が起きているということだ。例えば、ホームページを見て電子メールを送り新しいコミュニケーションが始まった結果、共同研究を立ち上げて互いに訪問しあうようになる等、ITによる電子的なコミュニケーションは、FTF

を不要にするよりも、これを逆に誘発し、補完し、強化する役割を担うものであるということを認識すべきであろう。前章でみたとおり、経験やノウハウのような本当に必要な「体化された情報」は個人にストックされて移転しにくいいためF T Fが不可欠であり、I Tが普及してもF T Fが退化しない理由はまさにこの点にある。最近のI TのトレンドはP 2 Pだと言われるが、誤解すべきでないのは通信の両端には必ず生身の人間がいて、リアルな関係を伴わないバーチャルのみの関係は決して生産的でないということだ。独創的なアイデアは場を共有する相手とのディスカッションから生まれる。経済取引に不可欠な信用も同様だ。人間関係の基本はあくまでリアルな関係をベースとしており、バーチャルな関係はこれを支えるための「道具」なのである。

5 まとめ

ドッグイヤーのI Tの世界では、情報通信メディアの多様性は増える一方である。しかし、非常に似通ったメディアの間でさえ、「代替」は歴史の中心とはなっていない。ファックスは郵便を、携帯電話は固定電話を駆逐するには至っておらず、インターネット上の広告もテレビや新聞における広告を無意味とした訳ではない。電子メールや携帯電話の爆発的普及の中で、個人間の手紙が増えているという現象も報告されている¹⁰。企業はあらゆるメディアを活用し、個人は自分のニーズに合致したツールをその場その場で使い分けている。我々は、「特化」ではなく、「多様性」から利益を享受しており、異なるメディアの登場が競合するメディアの需要を喚起することもあながち不思議ではない。「代替」と「補完」の両方の力が働き、後者が前者を凌駕するケースが少なくないのである。

本稿の分析結果は、I T革命が進展する中での都市や交通の将来像を描くうえで、非常に有意義な議論となる。テレワークやeコマースなどによって、I Tが距離や場所の制約を解き放ち、所在地を意識しないユビキタスな世界を実現することが期待されている一方、我が国のデータは人口や経済活動の大都市への集積加速の状況を明らかにしつつある。I Tが普及するからといって、場を共有し、膝をつき合わせるリアルな関係の優位性が一気に崩れるとは考えにくい。むしろ、I Tによる電子的なコミュニケーションは、F T Fを補完する役割を担うと認識すべきではなかろうか。だとすれば、I T革命が進展しても交通の役割は重要であり続け、またF T Fを提供する基盤である都市は、I TとF T Fの双方を通じた豊かな情報交換が促されるセンターとして、また知識の共有と創造を促す経済成長の源泉として、存在感を発揮し続けるということになる。

以上、考察を進めてきたが、この分野における実証分析の蓄積は進んでいるとは言い難く、また本稿の経済分析も改善すべき点が多く残っている。今後、経済や都市、交通の専門家を中心とした幅広い分野の研究が進展し、議論が深められることを願ってやまない。

¹⁰ 日本経済新聞「エコノ探偵団」(2001年7月22日朝刊19面)を参照。

主要参考文献

- 今川拓郎 (2001a), “IT化、都市の集中加速,” 2001年3月21日付日本経済新聞経済教室.
- 今川拓郎 (2001b), “通信と交通は代替的か? —「ITと都市」へのインプリケーション,” 郵政研究所月報, 153, 55-69.
- Barro, R. (1991) “Economic Growth in a Cross-Section of Countries,” *Quarterly Journal of Economics* 106, 407-444.
- Giaoutzi, M., P. Nijkamp, eds. (1988), *Informatics and Regional Development*, Brookfield, Vermont: Avebury.
- Imagawa, T. (1997a), “Communication Technology and Cities: Evidence from Japan,” mimeo, Harvard University.
- Imagawa, T. (1997b), “Are Telecommunications and Transportation Substitute? Evidence from Japan,” mimeo, Harvard University.
- Jaffe, A., M. Trajtenberg, R. Henderson (1993), “Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations,” *Quarterly Journal of Economics*, 108, 577-98.
- Rauch, J. (1993) “Productivity Gains from Geographic Concentration of Human Capital: Evidence from the Cities,” *Journal of Urban Economics*, 34, 380-400.
- Romer, P. (1986) “Increasing Returns and Long Run Growth,” *Journal of Political Economy*, 94, 1002-1037.
- Salomon, I. (1986), “Telecommunication and Travel Relationships: A Review,” *Transportation Research. Part A.*, 20A (3), 223-38.