

時差出勤問題と交通計画の境界

広島大学工学部 正会員 奥村 誠

1. 交通現象分析における境界の拡大過程

我々が現実世界を分析する場合の常套手段は、複雑に絡み合った現象の中から一部分を取り出し、「システム」としてとらえて、要因間の関係を調べることである。境界をどこに設けるかは分析目的に依存するが、現実には理論の制約や処理能力と言った分析者側の都合により定められることが多い。

交通計画の科学化に対する計量モデルの役割は大きいが、その発展はまさにシステム境界の拡大の歴史である。計量モデルは1930年代の路側自動車交通量の時系列予測にさかのぼるが、当初は渋滞地点の局所交通量のみに着目していた。

1950年代後半には幹線道路ネットワーク計画に対応するため、起点から終点までの自動車トリップをシステムと考えることにより、自動車交通の発生、分布、配分の段階的推計モデルが開発された。

1960年代の渋滞の激化と環境問題を受け、自動車交通を部分的にしる公共輸送機関に転換する必要性が認識されるようになった。そこで各種の交通手段を含めたパーソントリップにシステムの境界が拡大され、新たに交通機関分担モデルを加えた4段階推計法が確立した。1970年代には、時間・費用・データの節約やローカル・ソフトな政策評価を目指して非集計モデルの導入が進んだが、4段階推計法の部分的な改善に留まるものであった。

一方1970年代後半には、システムの境界を1つのパーソントリップからさらに拡大する考え方が現われた。トリップ・チェーン分析と、アクティビティー分析アプローチである。特に後者は1日あるいはより長い期間での活動への時間配分を対象とし、交通を、滞在行動を行うための派生需要として考える点に特徴がある。

2. 時差出勤とアクティビティー分析

近年わが国で注目されている「交通需要マネジメント (TDM)」施策は、交通需要ばかりでなく、その背景となっている活動にも大きな影響を与える可能性がある。よって、これらの施策が実際に効果を挙げるためには、交通面への影響ばかりでなく、活動面への悪影響や制約的な条件を明らかにする必要がある。

ある。滞在活動と交通を合わせて考えるアクティビティー分析への期待は大きい。

交通需要マネジメント施策のなかでも時差出勤は、ハードな整備を必要とせず、即効性が期待できるため、多くの都市で試行されており、本格的な導入のための調査が行われている。時差出勤問題を考える上では、混雑があるにも関わらず、なぜピーク時に通勤交通が集中するのかを問い直す必要がある。

アクティビティー分析では、個人は一定の制約の中で効用を最大化するように時間を配分していると考えられる。よってピーク時の出勤は、企業から与えられた「制約条件」であり、個人の選択の余地はないと考えるか、さもなくば「睡眠・食事などの生理的リズム」や「社会的習慣」に合わせることで「効用」をもたらすため、交通混雑の不便を差し引いても他人と同じ時刻に出勤するのが最適解である、と考えるかのどちらかとなる。もし後者が真であるならば、時差出勤施策は個人の利益に反する施策であるという結論になってしまう。そこで前者のように、出社時刻が企業から与えられた「制約条件」と考えよう。

アクティビティー分析は、ある制約条件に対応してどのような行動がとられるかは分析できるが、その制約条件がどのようにして決められているのかは議論できないという限界がある。以下では、システムの境界を再度拡大して、制約条件を決定する企業の行動を内部に取り込むことを試みる。

3. 企業の業務時刻決定モデル

勤務時間が集中する原因を、企業に発生する経済的な便益によって説明することを試みる。モデル化に当たり、1つの企業のすべての従業者は同一の時刻 s に出社し、同一の時刻 t に退社すると仮定する。実際には企業の内部で時差を設ける例も多いが、その場合は本モデルを拡張し業務単位ごとに適用すればよい。

ある時刻 τ における業種 i の企業の業務は、関連企業のうち業務を行っている割合が高いほど効率が高くなると考える。業種 j が時刻 τ に業務を行っている割合を $R_j(\tau)$ 、業種 i, j 間の関連性の強さを r_{ij} とす

ると、業務効率が $Q_i(\tau) = \sum_{j=1}^J r_{ij} R_j(\tau)$ に比例すると仮定しよう。時刻 s から t までの業務による生産物 f_i は資本 K_i と労働 L_i とこの時刻活動率 $Q_i(\tau)$ を用いて、

$$f_i = K_i^\alpha L_i^\beta \left(\int_s^t Q_j(\tau) d\tau \right) \quad (1)$$

と表される。

企業は時間当たりの賃金 w_i で労働者を雇用する。企業は賃金に加えて、労働が早朝あるいは深夜に及ぶ場合には $a_i(\tau)$ なる手当を支給するとする。企業の生産物の市場価格を p_i 、市場利率を r とすれば、1日当たりの企業の利潤は次のようになる。

$$\pi_i = p_i f_i - r K_i - \{w_i(t-s) + \int_s^t a_i(\tau) d\tau\} L_i \quad (2)$$

利潤最大化の一階の条件式より、

$$\alpha p_i f_i = r K_i \quad (3)$$

$$\beta p_i f_i = \{w_i(t-s) + \int_s^t a_i(\tau) d\tau\} L_i \quad (4)$$

$$p_i K_i^\alpha L_i^\beta Q_i(s) = L_i \{w_i + a_i(s)\} \quad (5)$$

$$p_i K_i^\alpha L_i^\beta Q_i(t) = L_i \{w_i + a_i(t)\} \quad (6)$$

が成立する。(5)-(6)より、

$$L_i(a_i(s) - a_i(t)) = p_i K_i^\alpha L_i^\beta (Q_i(s) - Q_i(t)) \quad (7)$$

これより、 $(Q_i(s) - Q_i(t))$ の符号は $(a_i(s) - a_i(t))$ の符号と一致する。企業の業務時間の長さ $t-s$ は(3)と(4)の比率によって定まる。これが早朝・深夜手当を必要としない時間帯に収まるならば、 $(a_i(s) - a_i(t)) = 0$ であり、(7)より $Q_i(s) = Q_i(t) (= Q)$ となる。これは関連企業の業務活動率がある比率 Q に達する時刻に業務を開始し、活動率がその比率 Q を切る時刻に活動を終了することを意味する。

ピーク時には他の企業の活動率 $R_j(\tau)$ が急変するため活動率 $Q_i(\tau)$ も急変する。よって当該企業の設定した水準 Q に交わる可能性が高い。結果として当該企業 i もこのピーク時に業務を開始するという決定を行うことになる。以上の結果、企業の業務時間は特定の時間帯に集中し、出勤交通のピーク集中が起ることがわかる。

上記のモデルで、混雑のもたらす社会的コストを反映した形で企業が手当 $a_i(\tau)$ を支払うことが制度化できれば、企業の行動を社会的最適解に近づけることができる。それを行う手段としてピーク料金制度を位置づけることができよう。現在の自動改札等の技術を用いれば、通勤交通サービスの運賃を時間

帯別に細かく設定し、実際に従業者が利用した時刻によって事後に清算することは不可能ではない。さらにその運賃を業種別に差別化することも可能であろう。現在でも通勤費は勤務先の企業が負担していることを考えると、運賃格差によって $a_i(\tau)$ を徴収することが可能である。この時の運賃格差は、利用者の時間選好によってではなく、企業の行動が社会に及ぼす影響力に対応して定めなければならない。

4. 都市活動の外部経済性と時差出勤

上述したモデルはある1つの企業を取り上げて、その行動を分析した。しかしこの企業が業務時刻を変化させると、他の企業にとっての関連企業活動率 $R_j(\tau)$ が変化し、他の企業の最適時刻決定に影響を与える。このように実際には、すべての企業が互いに他の企業の時刻決定を見ながら行動するという状況にある。それを分析するには、システムの境界を再度拡大してすべての企業を含めることが必要となる。残念ながら、このような拡大した問題に対する解を求める段階には至っていないが、時差出勤を計画する際には互いに関連性の強い業種は同じ方向に動かすなど、 $Q_i(\tau)$ をできるだけ小さくしない形でデザインすることが必要であると考えられる。

都市は、他の経済主体の活動が与える外部経済性を享受し、生かすための場である。他人の活動の外部経済性を利用しようとするれば、空間的に近接しているだけでなく、時間的にも活動の重なりを確保することが必要である。ピーク集中は個々の企業が外部経済性を活用しようとする合理的な選択の結果であるが、集計的には混雑という外部不経済を生じている。個々の企業には時刻を動かすインセンティブは存在せず、公共主体の介入が必要である。

5. おわりに

交通計画は交通現象に現れるさまざまな課題に対応するために、その境界を拡大してきた。上述した時差出勤をはじめとして、TDM 施策を議論するためには、もはや「交通システム」のみを対象とするだけでは困難な段階に来ている。境界の拡大はどこまで続くのか、このようなことを計画することは許されるのか、一体誰が十分な計画情報と計画能力を持つのだろうか。難しい問題である。

参考文献 1) 北村隆一：交通需要予測の課題：次世代手法の構築に向けて、土木学会論文集, No.530, 1996.1.