

活動 / 交通行動スケジュールリングモデルへの「細切れ時間」の導入*

Introduction of "scrap of time" in a travel and activity schedule model*

村上岳司**

By Takeshi MURAKAMI**

1. はじめに

旅行時間の不確実性に基づく交通行動への影響は、交通需要予測や政策評価における重要な検討事項であるとの認識のもと、筆者らは交通手段選択に着目し、離散選択モデルによる分析を行った¹⁾。しかし一般的には、余裕時間の確保を伴う出発時刻選択を含めた行動を理解すべきであると考えられる。不確実下での出発時刻選択行動に関しては、遅れリスク回避の観点に基づく研究がなされているが²⁾、個人の活動スケジュールも重要な要因と考えられる。例えば、余裕時間を確保して旅行時間不確実性の高い交通手段選択を行った場合、出発前の活動可能時間が減少する一方で到着後に余裕時間が発生するが、この長さは、まとまった活動を行うには短く、また不確実であるという特徴がある。

また、このような短く不確実な「細切れ時間」は、移動中の車内、会議等の活動時間長の不確実性に備えた余裕時間、来訪者の待ち時間や病院の待ち時間など、日常の活動の様々な場面において発生する。これらの細切れ時間は、従来のアクティビティアプローチによる分析で対象とされてきた、まとまりのある活動時間とは性質を異にしており、そこで行われる活動にも特徴があるものと考えられる。

従って、スケジュールの不確実性を前提とし、細切れ時間の発生と利用に着目して活動 / 交通行動スケジュールを分析することは、不確実下での交通行動分析において重要であり、また、活動の選択肢を拡大して不効用を軽減するような公共交通施設整備、

*キーワード：細切れ時間、スケジュールリング、不確実性、ながら活動

**学生員，工修，東京大学大学院工学系研究科

(東京都文京区本郷7-3-1, TEL: 03-5841-6234,

FAX: 03-5841-8527, E-mail: murakami@ut.t.u-tokyo.ac.jp)

情報通信機器の普及による待ち合わせ行動の変化、労働者の勤務スタイル等の社会的変化に伴う時間利用や交通行動への影響等を分析するうえでも新たな展開の可能性があると考えられる。

本稿では、「細切れ時間」に着目した活動 / 交通行動スケジュールリングモデルの構築により不確実下での活動と交通行動を分析することを目指し、その枠組みを提案する。1日の活動スケジュール中に存在する様々な不確実性の整理に基づいて「細切れ時間」の概念を提示し、スケジュールリングモデル上への細切れ時間の導入に伴う検討事項を、従来のアクティビティ分析が抱える課題と関連づけて考察する。

2. スケジュール中の不確実性における「細切れ時間」の位置づけ

一日の活動スケジュール全体のモデル化を通して交通行動を分析するアプローチの研究はこれまでも数多くなされている。しかし、人の1日の活動スケジュールにおいては、様々な不確実性の影響が実際には存在するにもかかわらず、この影響に関する知見の蓄積は未だ十分であるとはいえない。

なすべき活動の追加やキャンセル、時刻や場所の変更、また、活動が予定より長引いたり早く終わったり、といった様々な現象が存在する。旅行時間変動によっても活動可能な時間は不確実となるし、また、鉄道等での移動中に着席できたり、活動中に不意に短い時間が空いたりしてながら活動が可能になるといったことも含まれる。

これらの不確実性は、本人が不確実性を予期しておらず、いわば突然降ってくるものと、不確実性のある程度予期しており、備えが可能であるものに分けて考えることができる。前者の場合、当初は不確実性を考慮しないスケジュールが予定され、不確

表 1 1日のスケジュールにおける不確実性の分類

不確実性の特性と規模	予期	不確実性への対処
離散的(活動有無, 場所変更)	しない	再スケジュールリング(活動の挿入・削除, 場所変更, 時間再配分) (A)
連続的で分布大(時刻・時間長)	する	パターン別の事前スケジュールリング (B)
連続的で分布小(時刻・時間長)	しない	再スケジュールリング(活動の挿入・削除, 場所変更, 時間再配分) (C)
	する	細切れ時間を考慮した事前スケジュールリング, 不確実性を減少させる行動 (D)

実な事象が発生した時点で以降のスケジュールを変更する, という再スケジュールリングの枠組みで捉えられ, Johら³⁾⁴⁾によるモデルが提案されている。一方後者の場合は, 余裕時間を確保してスケジュールを立てる, 不確実性を減らす交通行動を取る, 空いた時間を活用できるように活動に必要な道具を持ち歩く, 等といった様々な対処行動が考えられる。

また, 予期される不確実性のうち, 不確実性が活動時間(時刻, 時間長)に関して離散的なのか(活動の有無や交通を伴う活動場所変更など)、あるいは連続的なのか(活動の開始時刻・時間長, 旅行時間など)という点も, 不確実性への対処のしかたに影響する。前者の場合は, 例えばある活動のある場合・ない場合の2通りのみを考慮して両方に対応できるスケジュールを組むと考えればよい。後者の場合, 不確実性の分布の広がりが大きい場合(残業が8時で終わるのか10時までかかるのか...)には離散的な不確実性に近い対応も考えられるが, 不確実性の分布がそれほど大きくない場合, 短く不確実な長さの活動可能時間が発生することが考えられ, これが活動スケジュールにどう反映しているのか, という点は興味深い課題であると考えられる。

以上の議論を表1のように整理した。本研究では表のDグループに属する不確実性に着目し, これによって発生する, 不確実かつ短時間の活動可能時間を「細切れ時間」と呼ぶこととする。また, 移動中の車内や, 活動時間中におけるながら活動可能時間のうち, 予期される不確実性をもち, かつ短時間であるものについても, 性質の類似性を鑑み, 「細切れ時間」に含めて考えるものとする。なお, ここでいう「短時間」の具体的な範囲については, 個人・状況による差異も含め, データに基づいて検討する必要がある。

3. スケジュールリングモデルにおける従来の課題と「細切れ時間」導入における検討事項

本研究では, 前章で提示した「細切れ時間」を, 個人的・時空間的属性や諸々の制約条件から一日のスケジュールを出力する活動/交通行動スケジュールリングモデルに導入し, 細切れ時間の発生と利用を伴うと考えられる旅行時間不確実下の交通行動やその他の活動を分析することを目的とする。

細切れ時間の分析に用いるスケジュールリングモデルの具体的な構造については今後の検討を要するが, 本章では細切れ時間を導入するに当たって特に考慮すべきと考えられる要因を, 従来のスケジュールリングモデルの抱える課題と関連付けながら考察する。

(1) 活動意思決定時点の差異

従来のスケジュールリングモデルにおいては, 各活動に関する複数の意思決定からなるスケジュールの決定に関し, 一時点で最適となる決定の組み合わせを求め³⁾⁵⁾, あるいは, 時間軸上での順序を追って最適化する⁶⁾⁷⁾という考え方が取られている。

一方, Leeら⁸⁾は, 一週間の活動スケジュールの計画と変更, 実行結果の過程をコンピュータ調査ツールを用いて収集し, 活動が予定される時点は様々であり, 活動内容や活動時間長, トリップチェーン内の順序とも関連することを明らかにした。これは, 意思決定に関する上記の考え方が必ずしも現実と一致していない, という可能性を示唆するものである。

Leeらの知見によると, 時間長の短い活動ほど, 計画から実行までの期間が短い傾向があり, 活動の時点において突発的に決定される短時間の活動も多い。しかし, 活動がそれ以前から予定されている場合も少なからず存在し, 両者の差異を把握することが重要であると考えられる。本研究における「細切れ時間」の考え方では, 不確実性に伴って発生する短い活動可能時間を, 発生が予期されているものと予期されていないものに分類し, 発生を予期されているものに着目することにより, この課題に対処する。

(2) 活動分類と活動の時間的属性

従来のスケジューリングモデルでは、様々な活動を、睡眠・業務・買い物・食事・娯楽...といった、5ないし10程度のカテゴリに分類し、このカテゴリに基づいてスケジューリングを説明することが一般的である。例えば、活動の時刻や時間長に関する分布を活動カテゴリ別に想定する⁵⁾⁷⁾、活動の効用を定めるパラメータを活動カテゴリ別に推定する⁴⁾⁶⁾、といった手法がとられている。

これに対しDoherty⁹⁾は、スケジュールを説明する要因として活動の時刻・時間長・場所・同伴者等の柔軟性に着目し、コンピュータを用いた応答型のアクティビティダイアリー調査において、記入された各活動についての柔軟性等の属性に関する追加質問によりこれらのデータを取得し、従来の同一カテゴリに属する活動でも、これら柔軟性等の属性の値には相当な違いがあることを統計的に明らかにした。

Dohertyは活動の柔軟性がスケジュールに与える影響の検証を行ってはいないが、「細切れ時間」を考えた場合、特に時刻や時間長の柔軟性は、スケジュールに影響する重要な属性であろうと筆者は考える。すなわち、時間長が不確実である細切れ時間においては、そのときの活動可能時間長に応じて時間長を柔軟に変更できる活動が実行されやすく、また、時刻・時間長の柔軟性が小さい活動ほど、隣り合う活動との間に細切れ時間が発生しやすい、と考えられる。活動は時間長の性質の観点から、

- ・ 時間長が一定のもの
 - ・ 必要な時間長が不確実なもの
 - ・ 時間長を自分の意思で調整できる（柔軟）もののように分類して考えることができ、それぞれ不確実性・柔軟性の程度を把握する必要がある。また、細切れ時間を利用した実行可能性の観点からは、
 - ・ 短時間で終わられるもの
 - ・ まとまった時間が必要なもの
 - ・ 短い単位に区切って少しずつ進められるもの
- といった分類の視点も有効であろう。これらの属性については、活動種類ごとに一定とみなすのではなく、各個人・状況による多様性を考慮し、データを取得する必要があるだろう。

(3) 計算量の削減

人の1日の活動スケジュールをモデルを用いて再現しようとする場合、活動内容、活動順序、時刻、時間長、場所、交通手段等、多くの選択対象となる要素に対して、最適な組み合わせを求める手順が必要となる。これは数理計画問題としての解析解が存在せず、膨大な解空間における探索的解法を必要とする。また、活動データからのモデル推定の作業においては、無数のパラメータベクトルの各々に対して理論的スケジュールを探索的に求め、実データのスケジュールとの差異が小さいパラメータベクトルを選択する、という二重の探索が必要となる。細切れ時間を考慮した分析を行う場合、従来のモデルでは詳細に扱われなかった小さな時間単位での様々な活動を分析対象とするため、さらに計算量が増えることが予想され、計算量を減らすことが必要となる。

選択対象の限定

一日のスケジュール全体を白紙から生成するモデルではなく、外生的に与えた活動パターンに対し、細切れ時間の発生と利用による変化に着目したモデルとする。また、順序・場所・交通手段・時間長等の要素ごとに変更に対する抵抗が異なる³⁾ことに着目する、また、細切れ時間の利用によるスケジュールへの影響が及ぶ時間的範囲を絞りこむことによって、探索する解空間を限定する。

選択肢集合の限定

現実のスケジュールにおいては、特に活動内容、活動場所に対し、無数の選択肢集合が存在する。本研究では、実際の時空間上でのアクセシビリティよりも時間軸上での活動時間の調整の過程に着目する。従って、これら活動内容や活動場所の選択肢集合は、ある程度絞り込んだものを外生的に与え、計算量を減らすモデルを考える。

(4) データの取得

細切れ時間の分析においては、活動スケジュールに関する正確かつ詳細なデータを必要とする。近年、IT技術の進歩に伴い情報機器を利用した調査手法が普及してきており¹⁰⁾、これを活用したデータの取得が必須となる。

まず、必然的に細かい時間単位での活動を取り扱うため、時間的精度の高い詳細な活動データを必要

謝辞

本研究は、21世紀COEプログラム「都市空間の持続再生学の創出」の一部として実施されたものである。関係各位のご協力に深い謝意を表する。

参考文献

- 1) 村上岳司・原田昇・太田勝敏：SP調査における所要時間信頼性の表現形式が選択に与える影響，土木計画学研究・論文集，20，pp539-546，2003
- 2) 藤井聡・北村隆一：不確実性下の出発時刻選択の意思決定フレーム，土木計画学研究・論文集，18，pp491-495，2001
- 3) Joh,C-H.,Arentze,T.,and Timmermans,H.：Modeling individuals' activity-travel rescheduling heuristics: theory and numerical experiments，Transportation Research Record，1807，pp16-25，2002
- 4) Joh,C-H.,Arentze,T.,and Timmermans,H.：Estimating non-linear utility functions of time use in the context of an activity schedule adaptation，10th International Conference on Travel Behaviour Research，2003
- 5) Wang,J.J.：Timing utility of daily activities and its impact on travel，Transportation Research A，30-3，pp.189-206，1996
- 6) Ashiru,O., Polak,J.W. and Noland,R.B.：The utility of schedules: a model of departure time and activity allocation，10th International Conference on Travel Behaviour Research，2003
- 7) 藤井聡，大塚祐一郎，北村隆一，門間俊幸：時間的・空間的制約を考慮した生活行動軌跡を再現するための行動シミュレーションの構築，土木計画学研究・論文集，14，pp643-652，1997
- 8) Lee,M.S. and McNally,M.G.：On the structure of weekly activity/travel patterns，Transportation Research A，37，pp.823-839，2003
- 9) Doherty,S.T.：Should we abandon activity type analysis?，10th International Conference on Travel Behaviour Research，2003
- 10) 大森宣暁：IT時代のアクティビティデータの収集・活用，土木計画学研究・講演集，25，2002

とする。移動を伴う時空間上での行動軌跡の場合，GPS等の位置情報デバイスが有効であるが，空間上での移動を伴わない活動に関する時間的精度の確保が大きな課題であり，リアルタイムで簡易にデータを入力できる携帯電話，PDA等の携帯端末の活用が考えられる。一方で，各活動についての詳細な属性データの獲得も必要である。Dohertyはパソコンベースの応答型ダイアリー調査ツールを用いて活動の属性データを収集している⁹⁾。回答者の負担を軽減しつつ，正確なデータ取得と詳細なデータ取得を両立させるためには，携帯端末とパソコンを連携させてデータを収集するといった手法に検討の価値があると思われる。

なお，活動属性に関するデータのうち，個々の活動に関する不確実な活動時間長の分布は，個人の主観的認知に基づくデータとなるが，データ獲得の際の質問の仕方によるバイアス¹⁾が生じることも考えられ，慎重な検討が必要である。また活動時間の自由度に関しても，わかりやすく，かつ分析に有効な質問の方法を検討すべきであろう。

さらに，(3)で述べた，活動内容・場所等に関する選択肢集合を外生的に絞り込むための追加データの獲得も必要である。選択肢集合を直接質問する，様々な活動に対する個人の好みや実行頻度等を質問する，SP的手法により，所与の選択肢集合のもとでの行動を尋ねる，等が考えられる。

4. まとめ

本稿では，時間的な不確実下において，交通行動をはじめとする活動スケジュールに影響をもたらすと考えられる「細切れ時間」の概念を提示し，活動/交通行動スケジューリングモデルを用いた分析に際しての検討課題を整理した。

今後の展開としては，予備的調査を通して細切れ時間の発生と利用に関する事例収集とスケジューリングへの影響の確認を行ったのち，本稿で述べた課題を踏まえたデータ取得とモデル構築を行い，旅行時間不確実性等，細切れ時間のかかわる活動・交通行動上の諸現象の分析に結び付けていきたいと考えている。