

大規模学会における参加者流動の予測手法¹ Prior Estimation of Participant Flow for Large Scale Convention¹

奥村誠², 和泉孝嗣³, 塚井誠人⁴

By Makoto OKUMURA², Takashi IZUMI³, Makoto TSUKAI⁴

1. はじめに

近年、非日常的な交通需要予測の必要性が認識されるようになり、観光交通を対象とする研究・分析が多くなされるようになった。しかし、学会等に代表される臨時的イベントは、交通機関が十分に整備されていない地方で開催されることも多く、イベントが数日に及ぶ場合には、期間前後の宿泊計画も必要となる。このような事前計画の重要性は高いにもかかわらず、基になる需要予測の蓄積は少ない。

本研究では、広域から参加者が集まる大規模学会を対象として、学会開催中の受付計画、交通輸送計画、宿泊計画のための需要予測の手法を提案する。また、各需要予測に必要なデータを収集し、参加者の行動を分析することを目的とする。

本研究の構成は、以下の通りである。2. では、大規模学会参加者流動の予測手法を提案し、本研究での分析方法を示す。3. では、本研究で分析に用いる土木学会参加者へのアンケート調査の結果についてまとめ、会場流動の実態を把握する。4. では、本研究での分析結果について述べ、提案した予測手法の適切さをアンケート調査に基づいて検証する。5. では、本研究から得られた知見について取りまとめ、今後の課題について述べる。

さらに、②をふまえて、

③会場までの交通機関、宿泊の有無を決定。

なお、参加行事を一定の時間帯ごとにくつかに区切り(セッション)、参加した時間帯の数を参加行事数とし、受付通過後、翌日直接来場する参加者を既受付者と定義する。以上をふまえた需要予測の流れを図1に示す。この手法の入力データは、アンケート調査、会場カウントデータ、交通機関サービス水準の3データである。

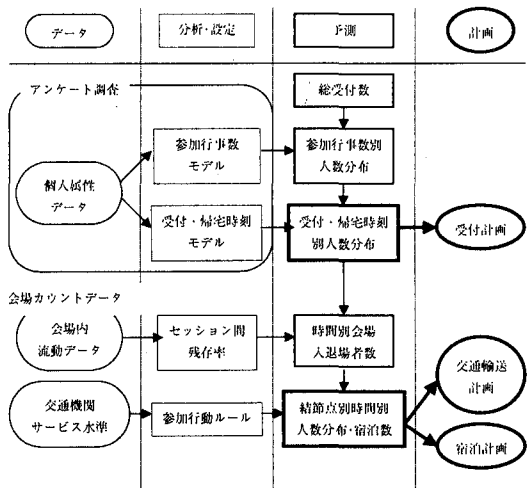


図1 需要予測の流れ

2. 大規模学会における需要予測手法

(1) 需要予測の方法

学会参加者は、参加スケジュールを以下の手順で決定すると仮定する。

- ①日程の中での参加行事を決定
- ②参加行事の開始および終了時刻から、いつ会場に来場・受付するか、帰宅するかを決定。

¹ Key words: イベント, 交通行動分析, 観光・余暇

² 正会員, 工博, 広島大学工学部 (東広島市鏡山 1-4-1, TEL&FAX 0824-24-7827)

³ 正会員, 鳥根県 (邑智郡川本町川本 279, TEL 0855-72-0521)

⁴ 正会員, 工修, 広島大学工学部 (東広島市鏡山 1-4-1, TEL&FAX 0824-24-7849)

(2) Ordered Probit Model¹⁾を用いた予測手法

時間帯ごとの参加行事数, 受付時刻・帰宅時刻の予測には, Ordered Probit Model を用い, アンケート調査データにより作成する。

モデルは最尤法を用いて推定し, 効用関数のパラメータ β とカテゴリ閾値 θ を得る。 Φ を標準正規分布の累積密度関数とすると, 1人1回答の尤度は, 式(1)で表される。カテゴリ k の選択確率は推定されたパラメータに基づいて, 説明変数となる個人属性 x を代入して, 予測することができる。

$$L(\theta, \beta) = \Phi(\theta_k - V_k + V_{k-1}) - \Phi(\theta_{k-1} - V_k + V_{k-1}) = P(k, x) \quad (1)$$

ここで、 $V_k = \sum_j \beta_j x_{jk}$ 、 x : 個人属性、 β : パラメータ、

この確率的分布に参加者の個人属性別人数を乗じて、全体を数え上げると、時間帯別参加人数分布が得られる。

(3) 会場内流動の予測手法

会場内の流動は模式的に図2のように表される。

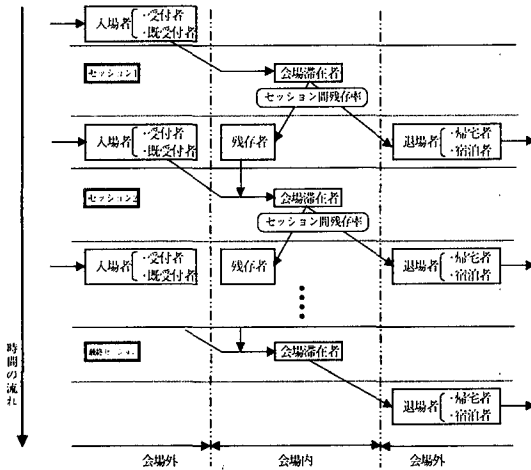


図2 会場内流動

以下のような方法で時間帯別既受付者数、宿泊者数、退場者数を予測する。

- ①各時間帯ごとに、会場滞存者が引き続いて次の時間帯に参加する割合（セッション間残存率）を実際の各会場の時刻別カウントデータに一致するように、セッションごとに設定。
- ②予測された各時間帯の退場者と帰宅者から宿泊者を算出。
ただし、宿泊者=退場者-帰宅者
- ③予測された宿泊者から、翌日の時間帯別既受付者数を算出。

3. アンケート調査の概要と集計結果

‘99年9月22日から23日の間、広島大学で開かれた土木学会全国大会を対象にアンケート調査を実施した。調査は、大会の参加票に記入して

もらう形で行った。受付時に学会参加者全員に配布し、その場で記入してもらい、回収した。調査項目は、個人属性(職種、出発地)、会場内行動(参加予定行事、参加部門)、交通・宿泊行動(宿泊地、主要交通機関)である。調査票は5385人(参加者全員)から回収したが、以下のモデル推定には約半数の2751サンプルを用いた。以下に集計結果を示す。

(1) 会場内行動 (表1)

参加予定行事は、学術講演会、研究討論会、特別講演会の順で回答が多かった。学術講演会の参加人数は、2日目が最も多い。参加部門は、多い順に第I部門、第III部門、第V部門の順で、部門別の投稿申込数と比例している。

表1 会場内行動

参加予定行事							
特別講演会	研究討論会	交流会	学生交流会	見学会	ハネル風水会		
766	1539	103	23	46	163		
学術講演会参加予定							
22AM	22PM	23AM	24AM	24PM			
1520	1829	1858	1250	1058			
参加部門							
I部門	II部門	III部門	IV部門	V部門	VI部門	VII部門	共通部門
670	343	606	401	483	219	282	213

(2) 交通行動と宿泊

学会前日・最終日は、いずれも75%以上の参加者が広島に泊まっており、この比率は期間中を通じてほぼ同じであった。会場に最も近い東広島に宿泊した参加者は、10%未満であった。

会場までの主要交通機関は、新幹線が50%、飛行機が25%を占めていた。参加者居住地の地域別分布は、開催地である中国地方に偏らず、関東以北の参加者が多いためであると思われる。

4. 参加行動予測

(1) 参加行動予測モデルの推定

受付時刻、帰宅時刻を以下の手順で予測する。モデル1; 参加行事数を個人属性から予測。モデル2,3; 受付時刻、帰宅時刻を個人属性、およびモデル1の目的変数である参加行事数から予測。

推定結果を表2に示す。得られたモデルの尤度比は高く、モデルの適合度は良好である。パラメ

ータの符号は、モデル1については、正であれば参加行事数が増加し、モデル2,3については、正であれば時刻を遅いほうにシフトするという影響を表す。

参加行事数モデルでは、開催地までの所要時間が長い参加者や、VI, VII, 共通部門の参加者はいずれも参加行事数が少ない。反対に、学校関係者であれば参加行事数は多い。

受付時刻モデルでは、開催地までの所要時間が長い参加者や、IV, VI, 共通部門に出席する参加者は受付時刻が遅い。参加行事数が多い参加者ほど、受付時刻は早くなる。

帰宅時刻モデルでは、開催地までの所要時間が長い参加者や学校関係者であれば帰宅時刻は早まる。参加行事数が多い参加者ほど、帰宅時刻が遅くなる。

表2 参加行動予測モデル推定結果

説明変数	モデル1 (参加行事数)	モデル2 (受付時刻)	モデル3 (帰宅時刻)
所要時間(分)	-6.87E-04 **	1.74E-03 **	-5.69E-03 **
学校関係	7.54E-01 **	4.37E-02	-1.76E-01 *
学生	-4.84E-02	-1.05E-01	2.72E-02
I部門	-9.46E-02	-6.49E-02	-6.45E-01 **
II部門	-6.34E-02	5.89E-02	-7.50E-01 **
IV部門	3.22E-03	2.66E-01 **	-5.36E-01 **
V部門	2.63E-02	6.23E-02	-6.47E-01 **
VI部門	-4.89E-01 **	4.59E-01 **	-9.02E-01 **
VII部門	-2.35E-01 *	-1.25E-01	-6.30E-01 **
共通部門	-5.55E-01 **	4.32E-01 **	-5.96E-01 **
参加行事数(1~7)	-	-1.40E-01 **	5.00E-01 **
閾値パラメータθ1	8.43E-01 **	8.78E-01 **	8.81E-01 **
閾値パラメータθ2	6.57E-01 **	7.97E-01 **	7.79E-01 **
閾値パラメータθ3	6.63E-01 **	4.35E-01 **	8.24E-01 **
閾値パラメータθ4	6.38E-01 **	2.47E-01 **	5.66E-01 **
閾値パラメータθ5	9.29E-01 **	6.61E-01 **	2.45E-01 **
閾値パラメータθ6	-	8.24E-01 **	6.51E-01 **
初期尤度	-10063	-8745.3	-6995.4
最終尤度	-3540.9	-3277.1	-2864.3
尤度比	0.648	0.625	0.591
サンプル数	1939	1939	1939

** :1%有意, * :5%有意
* 職種と参加部門はダミー変数である。職種(合→1, 否→0)、部門(参加→1, 不参加→0)
職種については“教”, 参加部門は“III部門”を基準にとる。

(2) 予測精度の検証

表2の各モデルのパラメータを用いて、参加行事数、受付時刻別受付数、帰宅時刻別帰宅数を求めた。予測値と実測値との比較を表3に示す。実績値では会場受付者は1日目の午前中・午後前半

に集中しており、予測値においてもこれらのピークはほぼ再現されている。

表3 参加行事数・受付時刻・帰宅時刻予測

参加行事数別人数分布								
	参加1	参加2	参加3	参加4	参加5	参加6	参加7	計
予測値	840	1169	889	812	633	783	271	5385
実測値	825	1147	869	811	650	805	278	5385

受付時刻別人数分布									
	22AM1	22AM2	22PM1	22PM2	22PM3	23AM1	23AM2	23PM1	計
予測値	1541	1517	1149	266	77	425	309	101	5385
実測値	1283	1216	1265	465	143	572	376	65	5385

帰宅時刻別人数分布									
	22AM後	22PM後	研討後	23AM後	特講後	交流後	24AM後	24PM後	計
予測値	123	329	516	847	464	89	630	2387	5385
実測値	150	451	464	1080	-	-	-	-	2145

会場への入退場者数は、セッション間残存率(1セッションの参加者の中で、次のセッションに引き続き参加する参加者の割合)を設定することにより、時間別に予測値を求めることができる。実測値との比較を表4に示す。予測値は実績値を、よく再現している。

表4 会場への入退場者数

既受付者数				
	23AM1	23AM2	23PM1	23計
予測値	1791	1791	0	3582
実測値	1654	1654	0	3308

退場者数						
	22AM	22PM	研討	1日目計	23AM	2日目計
予測値	306	1901	2343	4550	4417	4417
実測値	250	1803	2320	4373	4320	4320

(3) 予測手法の地域間の移転可能性

本研究で提案した予測手法の地域間移転可能性を検証するために、神戸大学で開催された'98年度土木学会全国大会の2日目までの実測値と、本研究で提案した予測手法に則った予測値を比較した。

参加行事数別人数分布の予測値、受付時刻別人数分布の予測値と実測値、帰宅時刻別人数分布の予測値と実測値を表6に示す。予測値と実績値を比較したところ、1日目の受付者の分布や、帰宅者の分布にずれを生じた。これは、神戸は広島に比べ学会開催地と宿泊地の距離が近く、会場周辺の交通利便性が高いため、会場への入退場が容易であったために、参加者の流動性が高まったことによると考えられる。つまり、都市サービスの違いを反映した結果であり、受付時刻別の人数分布

は地域特性の影響を受けていると思われる。地域間の移転可能性を高めるためには、これを考慮することが望ましい。

表5 神戸大会への予測手法の適用結果

参加人数							
参加A	参加B	参加C	参加D	参加E	参加F	参加G	計
822	1166	906	914	720	911	325	5762

受付時刻								
	11:00AM	11:00AM	11:00PM	11:00PM	11:00PM	21:00AM	21:00AM	計
予測値	1706	1625	1211	278	80	441	319	104
実測値	1620	1153	910	443	438	522	391	236

帰宅時刻					
	11:00AM	11:00AM	帰宅後	21:00AM	計
予測値	129	336	321	833	1839
実測値	167	437	509	1160	2273

時間別既受付数・退場者数の予測値と実測値の比較を表6に示す。時間別既受付数の予測値と実測値に大きな差は見られず、会場内流動を表すパラメータは地域間で移転可能と考えられる。

表6 時間別既受付数・退場者数

既受付数				
	21:00AM	21:00AM	21:00PM	計
予測値	1956	1956	0	3912
実測値	1730	1730	0	3460

退場者数				
	11:00AM	11:00PM	帰宅後	21:00AM
予測値	204	1710	1998	3923
実測値	111	1311	2038	3479

5. 結論

参加行動予測モデルの推定結果から、個人属性が参加行事数、受付時刻、帰宅時刻にどのような影響を与えるかを明らかにした。'99年度土木学会全国大会の予測値を実測値と比較し、予測方法、予測手順の妥当性を検証したところ、いずれの項目でも大きな差が見られなかったことから、提案した予測手法は妥当であると思われる。

さらに、予測方法の地域間移転可能性を検証するため、神戸で開催された'98年度土木学会全国大会の参加者を同様の手法を用いて予測し、実測値と比較した。これより、受付時刻の人数分布は地域の特性の影響を受けていることが分かった。移転に際しては、受付時刻モデルと会場内流動パラメータ（セッション間残存率）の設定に、開催地周辺の地域特性を反映させることで、地域間の移転可能性を高める必要がある。

今後の課題として、学会開催地周辺の魅力度が学会参加行動に影響を持つ可能性がある。同様の

実態調査を蓄積し、モデルの地域間の移転可能性を改善していくことが必要である。

付録. 台風情報による学会参加者の行動変化

'99年度年度土木学会全国大会の3日目は台風により中止となった。そこで、台風情報が学会参加者の行動にどのような変化をもたらしたか、学会後に追加的に電子メールによるアンケート調査を行った。

調査項目は、参加行事（予定、実際）の変化、学会中止の情報の入手時点と入手方法、帰宅行動（予定、実際）の変化等であり、サンプル数は62である。以下に集計結果を示す。

全国大会中止の情報は、大部分の参加者（56%）が全国大会3日目（9月24日）の8時頃を知っている。友人や同僚に聞いたという回答が多く（34%）、携帯電話での情報伝達が特に多かった。

しかし、台風を想定して大会2日目に予定を切り上げて広島を離れる行動はあまり見られなかった。したがって、2日目以前の台風情報による行動の変化はほぼなかったと思われる。予定では大部分の人（80%）が3日目の昼から夜に帰宅予定だった。実際は台風で交通機関がストップする前に大会中止の情報を入手して広島から帰ることのできた人と、交通機関が再び動き出す夕方まで足止めされた人に分かれた。また、帰路の交通機関では新幹線を利用する人が最も多かった（59%）。

表7 大会中止後の参加者の帰宅行動

交通機関分担率				
	飛行機	新幹線	在来線	自動車
予定	14	35	4	6
実際	13	35	4	7

広島から離れる日時								
	9/22 AM	9/22 PM	9/23 AM	9/23 PM	9/24 AM	9/24 PM	9/25 AM	9/25 PM
予定	0	1	0	5	5	43	1	4
実際	0	0	4	3	22	23	3	4

※追加アンケートの結果は、以下のアドレスで公開しているの、参考にしていただきたい

trip.cee.hiroshima-u.ac.jp/zenkoku.html

参考文献

- 1) Takeshi AMEMIYA (1985): Advanced Econometrics, pp.292-293, Basil Blackwell