

旅行時間の信頼性向上による観光行動圏拡大に関する研究*

Expansion of Sightseeing Area by Improving the Reliability of Travel Time*

山浦雄太**・高橋尚人***・岸邦宏****

By Yuta YAMAURA**・Naoto TAKAHASHI***・Kunihiro KISHI****

1. 本研究の背景と目的

近年、道路事業において旅行時間の信頼性が重視されている。北海道の基幹産業である観光において、移動手段は団体での貸し切りバスから個人の自家用車、レンタカーにシフトしている。移動の途中で観光地に立ち寄ることができ、自由度が高くなる一方、旅行時間の変動によって滞在地の数や場所、滞在時間などが影響を受ける可能性が十分考えられる。特に積雪期はそれが顕著である。つまり、旅行時間の信頼性向上によってより満足の行く観光ができる可能性がある。

本研究は、旅行時間の信頼性に着目し、旅行時間の信頼性向上が観光行動圏に与える効果を定量的に分析し、視覚的に地図上に表現する手法を構築することを目的とする。

2. 本研究の方法・流れ

本研究では、札幌市定山溪温泉を出発し、ある時刻までに新千歳空港に到着しなければならない場合をケーススタディとする。時間と目的地に制約がついた観光において、その途中でどれだけ観光地に立ち寄ることができるかどうかは旅行時間の信頼性が非常に重要になってくる。対象ルートは主に一般国道230号線と国道36号線とした。

本研究では、タクシープローブデータを用いて旅行時間分布を作成し、分布の形状を決定、その後定山溪―新千歳空港間の旅行時間分布を作成する。また、本研究では観光行動圏を時空間プリズムとGoogle Maps APIによって地図上で表現するが、そのために必要な指標を定式化し、Google Maps APIのプログラムを構築する。さらに、自動車のみで移動した場合と、JRを利用した場合

の観光行動圏の比較を行い、最終的に旅行時間の信頼性の向上が観光行動圏に与える効果を分析する。

3. 旅行時間分布の作成

(1) タクシープローブデータによる旅行時間分布

旅行時間分布の作成に当たり、本研究では(独)土木研究所寒地土木研究所調査による札幌市全域のタクシープローブデータのうち、対象ルートとなる一般国道230号と36号のデータを使用した(表-1)。

表-1 タクシープローブデータの概要

対象路線	国道230号線 上り	国道36号線 下り
センサスCD	1030 1031 1032 1033 1035 1036 1037 71034	1020 1021 1022 1023 1024 1025
総距離(m)	7495	4638
日時	2007年10月(平日)7~9時 2007年 1月(平日)7~9時	

季節による違いを考慮するために10月を無雪期、1月を積雪期として分布作成を行う。データ一つ一つの区間は短く、その区間でタクシーが停止していた場合は旅行時間が著しく大きくなってしまいますので速度が0~10km/hのデータは除外した。

本研究ではカイ2条検定によって旅行時間分布は対数正規分布に従うことがわかった(図-1、表-2)。

R230 センサスCD:1033 区間ID:305132 (10月)

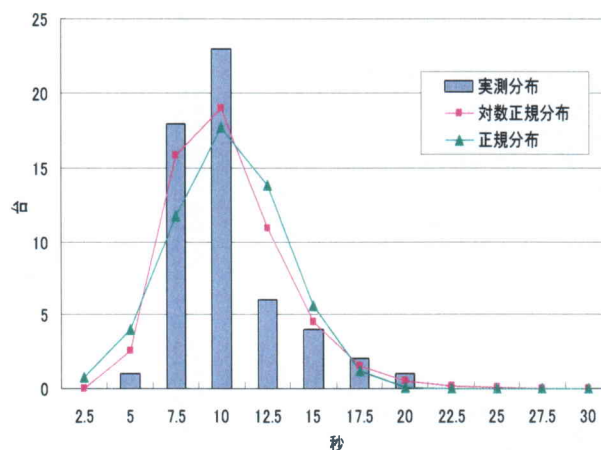


図-1 実測分布と理論分布(例)

*キーワード：観光・余暇行動、交通行動分析、旅行時間

**学生員、北海道大学大学院工学研究科

(札幌市北区北13条西8丁目)

***正員、(独)土木研究所寒地土木研究所

(札幌市豊平区平岸1条3丁目)

****正員、博(工)、北海道大学大学院工学研究科

表－2 カイ2乗検定（対象区間のうち抜粋）

月	区間ID	R230		区間ID	R36	
		カイ2乗値 対数正規	正規		カイ2乗値 対数正規	正規
10月	55772	76	137	276847	2	16
	55773	24	80	276870	8	22
	305132	5	20	276884	11	36
	305133	15	36	276889	32	47
1月	55772	14	47	276847	3	13
	55773	13	22	276870	5	18
	305132	28	62	276884	16	30
	305133	3	10	276889	14	45

自由度 10 臨界値 18.3（有意水準 0.05）

（2）定山溪－新千歳空港間の旅行時間分布

次に対象区間全てのタクシープローブデータはないため、定山溪－新千歳空港間の旅行時間分布を求める。既存研究¹⁾の普通自動車による走行実験データを利用した。

走行実験 2007年

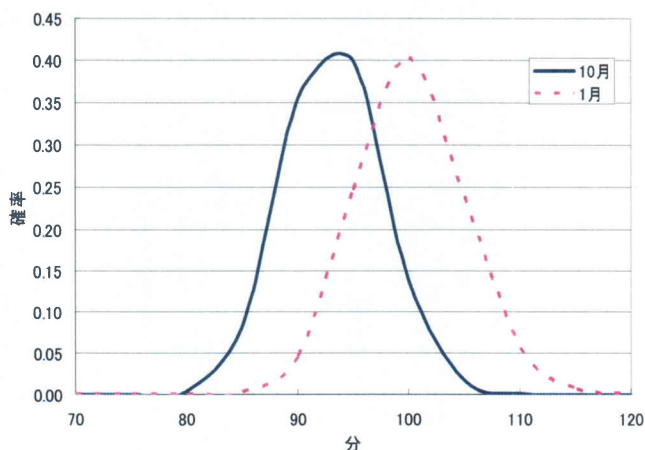
実験日時：1月10日・27日・28日 各日とも午前9時出発

区間：定山溪温泉東2丁目～新千歳空港

プローブデータと走行実験データの平均を比較して補正値を求め、国道230号と国道36号で対数正規分布に従う旅行時間分布を作成した（表－3）。10月と1月では、1月の方が平均、分散共に大きい。国道230号と国道36号では距離が異なるので一概には言えないが、国道36号の方が分散が大きいと考えられる。最後に足し合わせて定山溪－新千歳空港間の分布とした（図－2）。

表－3 補正前と補正後の平均と分散

		補正前		補正後		全体
		R230	R36	R230	R36	
10月	距離(km)	7.50	4.37	27	36	63
	平均(分)	12.58	7.36	42.5	48.2	90.7
	分散	0.39	0.33	4.4	14.0	18.4
1月	平均(分)	13.59	7.89	45.9	51.7	97.6
	分散	0.51	0.39	5.8	16.6	22.5

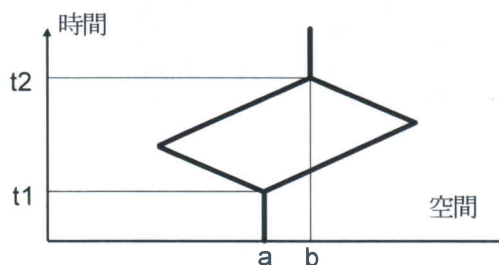


図－2 定山溪－新千歳空港間の旅行時間分布

4. 時空間プリズムによる観光行動圏の表示

（1）時空間プリズムの概要

個人の交通行動に着目し、都市平面に時間軸を導入した時空間座標を用いると、縦軸は時間、横軸は空間となる。地点aを時刻t1に出発し、時刻t2にb地点に到着しなければならない場合、この個人が実際に利用可能な時空間は平行四辺形に限定されることになる。この平行四辺形は時空間プリズムと呼ばれている（図－3）。

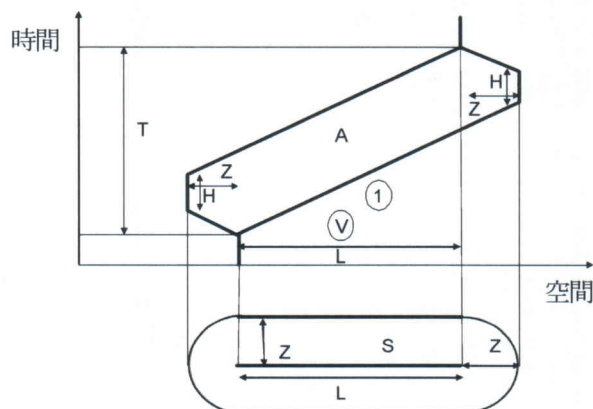


図－3 時空間プリズム

時空間プリズムは、都市平面を1次元で表示してきたが、本来2次元であるはずの都市平面を1本の軸で表しているため、正しい位置関係を把握できない。そこで筆者らは時空間プリズムを3次元で表した。しかし、3次元表示は煩雑になってしまうので、本研究ではこれを正面図と平面図に分けて表示する。

（2）時空間プリズムから得られる観光行動圏の指標

本研究では、時空間プリズムを導入することによって、観光行動圏を以下の指標で表すことにする（図－4）。追加行動可能距離とは、出発地から目的地までのルートからそのルートを外れてどこかに滞在する場合、滞在可能な地点までの最大の距離である。



図－4 正面図と平面図における各指標

T：総時間 (h) H：滞在時間 (h)

L：距離 (km) V：速度 (km/h)

Z：追加行動可能距離 (km)

A：プリズムの面積 (km・h)

S：平面図の面積 (km²)

プリズムの面積は単位が $\text{km} \cdot \text{h}$ となり、プリズムの面積が増加すると遠い範囲の場所に長い時間滞在することが可能となるので、個人の到達可能な活動空間の広がり の指標として解釈することができる。

下記の式から速度 V 、総時間 T 、距離 L 、滞在時間 H を代入すると Z 、 A 、 S を求めることができる。

$$Z = \frac{1}{2} \{V(T-H) - L\} \quad (1)$$

$$A = \frac{1}{2} (VT^2 - \frac{L^2}{V}) \quad (2)$$

$$S = 2ZL + \pi Z^2 \quad (3)$$

(3) Google Maps APIの適用

平面図を地図上に表すためにGoogle Maps APIを利用する。Google Maps APIとは、2005年にGoogle社がGoogleマップの基本的な機能を自分のサイトに埋め込んで使えるように公開したものである。

本研究では、平面図を地図上に表現するプログラムを構築した。このプログラムでは、ルートをクリックし総時間、滞在時間、速度を代入することで、平面図を地図上に表現することが可能となった。距離と座標はクリックすると自動的に表示され、拡大、縮小しても正確な平面図が表示される。

(4) 経過時間を考慮した場合の指標

時間が経過するにつれ観光行動圏がどのように変化するかを分析するために、経過時間 t (h) を用いてそのときの追加行動可能距離を表すこととする。 t 間の速度を v (km/h) として各指標の式を以下に示す。時間の経過による観光行動圏の変化も定式化することが可能である。

$$Z = \frac{1}{2} \{V(T-t-H) - (L-vt)\} \quad (4)$$

$$A = \frac{1}{2} \left\{ V(T-t)^2 - \frac{(L-vt)^2}{V} \right\} \quad (5)$$

$$S = 2Z(L-vt) + \pi Z^2 \quad (6)$$

5. 観光行動圏の分析

(1) 観光行動圏を表現するための旅行速度の設定

観光行動圏を時空間プリズムの正面図と平面図で表現するためには、速度 V が必要である。旅行時間と同様に旅行速度も様々な要因で変化するため、確定値ではなく確率で表されるべきである。そこで、3で求めた旅行時間分布を使って旅行速度を求める。速度は累積確率0.25となる速度 V_1 、0.50となる速度を V_2 、0.75となる速度を V_3 と3段階設ける。これは速い速度が V_1 、平均速度が V_2 、遅い速度が V_3 と考えて良い。総時間 $T=2.5$ 時間、距離 $L=63\text{km}$ 、滞在時間は便宜上0時間として計算する。

(2) 自動車のみの場合とJRを利用した場合の比較

定山溪—新千歳空港間の観光行動圏を自動車のみで移動した場合と、自動車で札幌駅まで移動し、JR（札幌駅—新千歳空港間の快速エアポート）を組み合わせる利用した場合の観光行動圏を比較する（図-5、図-6）。

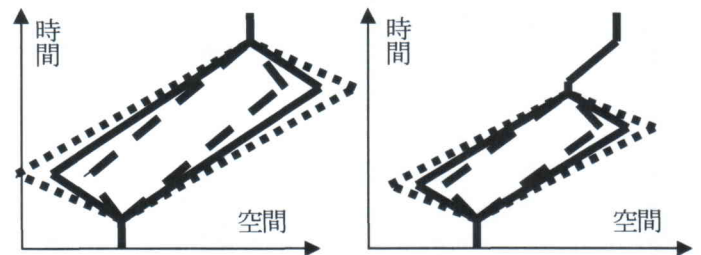


図-5 自動車のみ（左）とJR利用（右）のプリズム

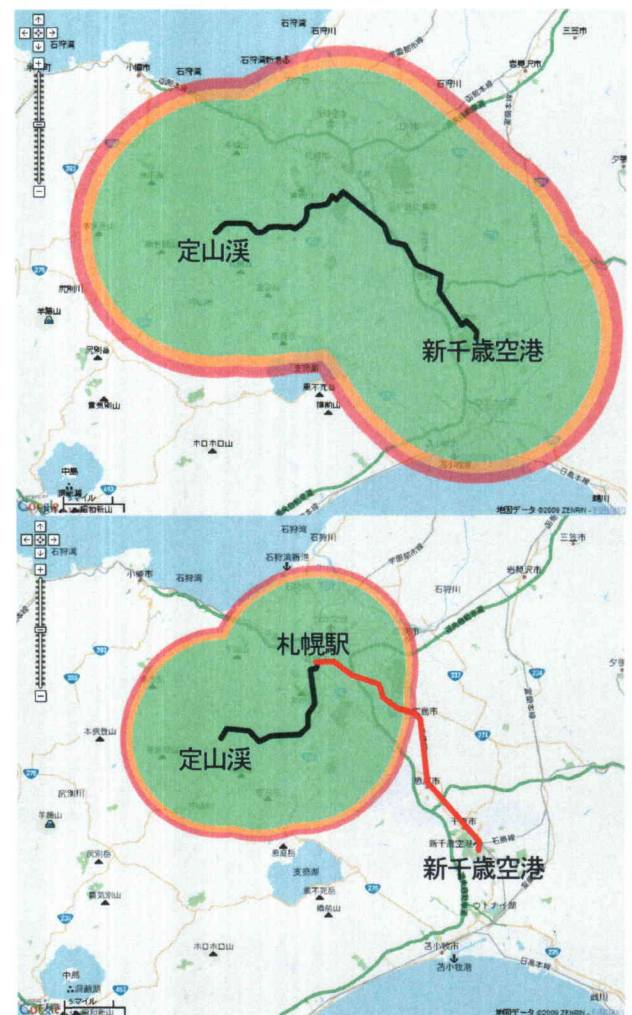


図-6 自動車のみ（上）とJR利用（下）の平面図

JR を組み合わせる利用した場合の速度 V は、自動車で移動する区間のルート（定山溪—札幌駅間）が国道36号を通らず、ほとんど国道230号を通るので国道230号の旅行時間分布を使用して求める。JRは所要時間を40分、実際には駅に少し速く着いていなければならないの

で、余裕時間を15分とする。距離L=27kmとし、以下にZ、S、Aの計算結果を示す(表-4)。

表-4 自動車のみとJR利用の観光行動圏の比較

		10月			1月		
		V1= 43.1	V2= 41.7	V3= 40.4	V1= 40.0	V2= 38.8	V3= 37.5
自動車のみ	追加行動可能距離Z	22.3	20.6	19.0	18.6	16.9	15.4
	プリズムの面積A	88.5	82.8	77.2	75.6	69.9	64.3
	平面図の面積S	4,380	3,940	3,530	3,420	3,040	2,680
	不確実な距離UZ	3.3			3.2		
	不確実なプリズムの面積UA	11.3			11.3		
	不確実な平面図の面積US	850			740		
		10月			1月		
		V1= 39.4	V2= 38.2	V3= 36.9	V1= 36.6	V2= 35.3	V3= 34.1
JR利用	追加行動可能距離Z	17.7	16.7	15.7	15.5	14.5	13.5
	プリズムの面積A	40.2	38.3	36.4	35.9	34.0	32.0
	平面図の面積S	1,940	1,780	1,620	1,590	1,440	1,300
	不確実な距離UZ	2.0			2.0		
	不確実なプリズムの面積UA	3.8			3.9		
	不確実な平面図の面積US	320			290		

ここで新たに不確実な距離UZ、不確実なプリズムの面積UA、不確実な平面図の面積USという指標を設けた。これらはそれぞれ速度V1の時のZ、A、Aと速度V3の時のZ、A、Sとの差を表している。これらの3つの指標は観光行動圏における不確実性を表す指標といえる。

a) 追加行動可能距離Zに関する分析

1月は差はそれほど大きくないが、全ての速度で自動車のみの方が大きいので追加行動可能距離は自動車のみで移動した場合の方が大きい。UZは明らかに自動車のみの方が大きく、不確実性が大きい。

b) プリズムの面積Aに関する分析

自動車のみの方が大きいので、遠いところに長く滞在することができるが、UAも自動車のみの方が大きいので、不確実性は大きい。

c) 平面図の面積Sに関する分析

自動車のみの方が大きいので広い範囲に行くことができるが、USも自動車のみの方が大きいので、不確実性は大きい。

分析より、Zの積雪期はさほど違いはなかったが、A、Sは2倍近い差があった。しかしUZ、UA、USの値も自動車のみの方が大きいので、観光行動圏は広いが同時に不確実性が大きい。とくに滞在したい地点が定山溪側にある場合はJR利用でも十分行くことができ、確実性も大きい。自動車のみの問題点は不確実性が大きいことであるので、本研究では不確実性を減らすことを考える。

(3) 旅行時間信頼性向上による観光行動圏の効果

自動車のみの場合の不確実性を減らすために、旅行時間の信頼性を向上させる。本研究では、旅行時間の信頼

性を向上の効果を示すので、何らかの手段で信頼性が向上させると仮定してその効果を示す。

旅行時間の信頼性を向上させることと分散を下げることは同義であり、不確実な距離UZをJR利用の場合と同程度にするにはどのくらい分散を下げると良いかを求めた。10月は分散を18.4から6.8、1月は分散を22.5から8.8という結果となった。積雪期は無雪期よりも分散をより大きく下げなければJR利用と等しい確実性は得られない。

分散を下げることによって不確実な距離UZが等しくなったので、不確実性が大きいという自動車のみの問題点は解決できた。Z、A、Sは依然自動車のみの方が大きいので、旅行時間の信頼性を向上させると滞在できる場所が広範囲にわたり、選択の自由度も大きい上に確実性も確保されるので観光にとって有利であるといえる(表-5)。

表-5 旅行時間の信頼性を向上した場合の比較

		10月(分散を下げた)			1月(分散を下げた)		
		V1= 42.5	V2= 41.7	V3= 40.9	V1= 39.5	V2= 38.7	V3= 37.9
自動車のみ	追加行動可能距離Z	21.6	20.6	19.6	17.9	16.9	15.9
	プリズムの面積A	86.1	82.8	79.3	73.2	69.7	66.1
	平面図の面積S	4,190	3,940	3,680	3,260	3,020	2,790
	不確実な距離UZ	2.0			2.0		
	不確実なプリズムの面積UA	6.8			7.1		
	不確実な平面図の面積US	510			470		
		10月			1月		
		V1= 39.4	V2= 38.2	V3= 36.9	V1= 36.6	V2= 35.3	V3= 34.1
JR利用	追加行動可能距離Z	17.7	16.7	15.7	15.5	14.5	13.5
	プリズムの面積A	40.2	38.3	36.4	35.9	34.0	32.0
	平面図の面積S	1,940	1,780	1,620	1,590	1,440	1,300
	不確実な距離UZ	2.0			2.0		
	不確実なプリズムの面積UA	3.8			3.9		
	不確実な平面図の面積US	320			290		

6. おわりに

本研究では、タクシープローブデータを用いて対数正規分布に従う旅行時間分布を作成した。さらに、観光行動圏を表現するための指標を定式化し、経過時間や公共交通の組み合わせ、季節による変化など様々な条件での観光行動圏を比較し、旅行時間の信頼性向上が観光に与える効果を定量的に分析した。

今後、タクシープローブデータはあらゆる路線を網羅しているので、Google Maps APIのルート検索プログラムと組み合わせたリアルタイムの情報提供ツールの構築を検討していきたい。

参考文献

- 1) 岸邦宏、曾我部幸平、佐藤馨一：アクティビティ・ベースト・アプローチを用いた観光行動圏の季節変化、土木計画学研究講演集、vol.36、CD-ROM、2007