

改良型時間空間座標による自由活動時間拡大効果の解析

An Analysis of Expanded Free Activity's Effects by Developed Time-Space Coordinate

北海道大学大学院工学研究科 ○正 員 日野 智 (Satoru HINO)
 北海道大学大学院工学研究科 正 員 岸 邦宏 (Kunihiro KISHI)
 北海道大学大学院工学研究科 フェロー 佐藤 馨一 (Keiichi SATOH)

1. はじめに

公共交通機関整備による効果の一つとして、時間短縮効果がある。一般に、所要時間の短縮は移動抵抗を減少させ、目的地における活動時間を拡大させると考えられる。しかし、都市間の長距離移動では必ずしもそうであるとは限らない。特に、需要量の少ない地方部においては交通機関の運行時刻や本数の制限から、目的地における活動時間の長さも制限を受けることが少なくない。そのため、活動時間の拡大という観点から交通機関を評価することが望まれる。

本研究は、改良型時間空間座標から個人の活動時間拡大効果を表現したものである。また、女満別～羽田空港間におけるハブ・アンド・スポークシステムの導入を研究事例とし、活動時間拡大効果を考察した。

2. 改良型時間空間座標による活動時間拡大効果の表現

(1) 改良型時間空間座標の概要

これまでに筆者らはアクティビティ・ベースト・アプローチにおける時間空間座標を改良した改良型時間空間座標を提案してきた¹⁾。アクティビティ・ベースト・アプローチの基本的概念が時間空間座標であり、ある地点における活動を線分、自由に移動・行動できる時間空間をプリズムとして表現する。プリズムは場所や時間が定まっている個人の活動や任意の地点における移動可能な速度からその大きさに制約を受ける(Coupling 制約)。

従来の時間空間座標では、プリズムを自由に移動することができる時間空間として表現している。しかし、公共交通機関は運行時刻から移動に費やすことができる時間は制約を受ける。そのため、改良型時間空間座標では公共交通による移動を斜めの線分によって表現している。さらに、従来は都市平面を2次元に射影していたが、これを平面図と正面図で表現することでより正確な交通情報の提示を可能としている。

(2) 自由活動時間による効用の表現

改良型時間空間座標におけるプリズムの体積から、個人がある地点で自由に活動できる時間の拡大効果を表現する。交通機関 i によって移動した時の n 番目の活動可能時間を T_n 、移動速度を V とすると、得られるプリズムの体積 p_{in} は式(1)で示される。 p_{in} が大きければ大きいほど、交通行動による個人の効用は大きくなるものとする。

$$p_{in} = \frac{1}{12} \pi V^2 T_n^3 \quad (1)$$

交通機関 i の所要時間が短縮された場合、目的地への到着時刻が早まることで目的地におけるプリズム体積、出発時刻が遅くなることで出発地におけるプリズム体積

が拡大される。一方、運行時刻が変更された場合、到着時刻が早まることでは目的地でのプリズム体積は拡大される。しかし、出発時刻が早まったことで出発地におけるプリズム体積は縮小される。

3. ハブ・アンド・スポークシステムによる活動時間拡大

(1) 女満別～羽田空港間における路線の設定

本研究では、女満別～羽田空港間へのハブ・アンド・スポークシステムの導入を想定し、活動時間拡大効果を分析する。ハブ・アンド・スポークシステムの乗継便は既存研究²⁾を参考とし、女満別～新千歳空港間に6～7往復/日の運航便数を設定した。現状の直行便に比べ、約1時間の所要時間の増加となるが、運行便数とその時間帯は大きく拡大する。また、移動時間 V は各地点において一定と仮定している。

(2) 日帰り交通における活動時間の拡大効果

北見市内を出発地、羽田空港を目的地とした日帰りの交通を想定した改良型時間空間座標を作成した(図1)。ここでは、深夜23時から6時までは睡眠時間にあてるために北見市内に滞在することを制約条件としている。

ハブ・アンド・スポークシステムの導入によって、総プリズム体積は125.6%拡大する。特に、目的地におけるプリズムが大きく拡大している。乗継便では所要時間が

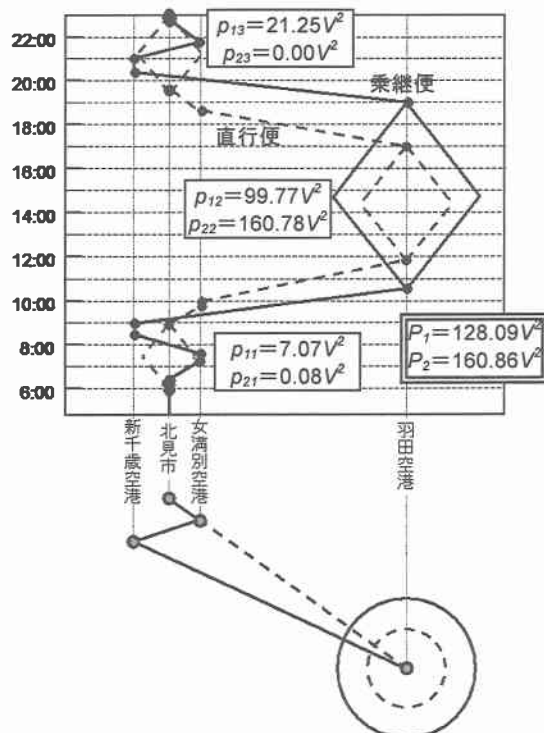


図1 日帰り交通における改良型時間空間座標とプリズム

増加するため、1 日の自由活動時間の合計は減少している。しかし、目的地におけるプリズムの拡大が出発地におけるプリズム体積の減少を上回っている。すなわち、まとまった活動時間を得ることで自由活動時間の拡大効果が発生している。

(3) 制約条件を考慮した自由活動時間の拡大効果

目的地におけるCoupling制約を考慮した改良型時間空間座標を作成した(図 2)。ここでは、目的地における制約条件として、13 時から 17 時まで東京、翌日の 13 時から北見市において業務が発生することを仮定している(ケース①)。この場合、直行便では当日に帰宅することが不可能であるため、翌日に北見市へ戻ることになる。

(2)と同様に、 P_2 が P_1 を上回っている。乗継便は当日中に北見市へと戻ることが可能なため、翌日の午前中に発生するプリズムが大きなものとなっている。

同様に、9 時から 17 時まで東京において業務が発生することを仮定した(ケース②)。この場合、直行便・乗継便ともに前日に出発することになる。このケースにおいても、 P_2 が P_1 を上回っている。

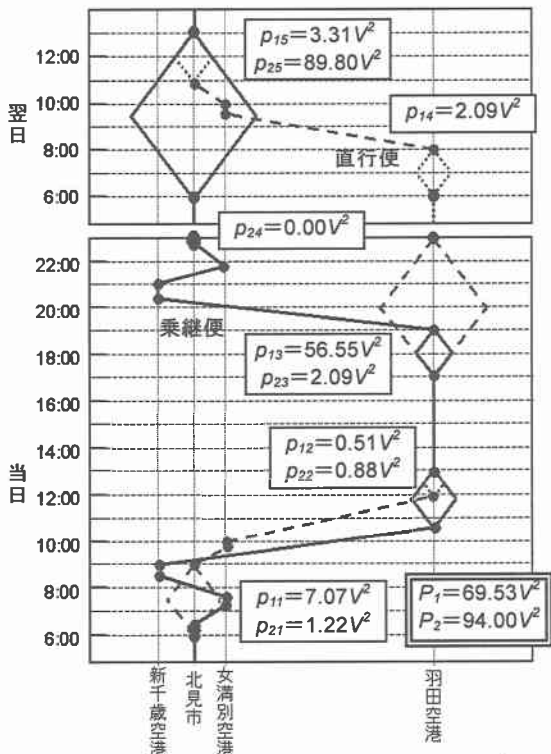


図 2 日帰り交通における改良型時間空間座標とプリズム (ケース②・立面図のみ)

4. 時間帯を考慮した活動時間の拡大効果

(1) ウェイトによる活動時間帯の考慮

これまでの、各プリズムの価値は等価なものとした。しかし、現実には活動の時間帯によってその価値は異なると考えられる。すなわち、昼間の活動時間は業務などにあてることが可能であり(業務可能時間)、夜間における自由活動時間に比べると活動目的の自由度は高い。

本研究では、業務等にあてられる自由活動時間の価値をウェイト α によって表現する。業務可能時間におけるプリズム体積の合計を P'_i 、その他の時間によるものの合計を P''_i とした時、 α を考慮した個人の効用 U_i は式(2)に示される。

$$U_i = \alpha P'_i + P''_i \tag{2}$$

α は業務等にあてられるプリズムの体積とその他のプリズム体積の比率であり、1 を超えるとある個人が業務可能時間におけるプリズムを重要視していることを示す。本研究では、前日の出発前と翌日の帰宅後の時間帯を業務可能時間とする。

ケース①では α が 0.72 以上、ケース②では α が 0.55 以上で乗継便の総プリズム体積 P_2 が直行便を上回る。業務可能時間を重要視する個人にとっては乗継便による効用が高く、その他の時間、すなわち、「ゆとり」等を重要視する個人にとっては直行便による効用が高いといえる。

(2) 運行便数の増加による選択多様性の効果

ケース②において、直行便は2 種類/往復、乗継便は3 種類/往復の便を選択できる。そのため、複数の組み合わせが発生し、組み合わせ毎に個人の効用は異なる(表 1)。ここで、出発前と帰宅後の時間は業務等にあてることが可能と考え、業務可能時間を前日と翌日の出発地における活動時間とした。業務可能時間におけるプリズム体積が大きいことから、ケース①と同様に業務可能時間を重視する個人にとって乗継便の効用は高くなる。しかし、F, G などのように業務可能時間のプリズム体積が小さい組み合わせも存在している。

ハブ・アンド・スポークシステムでは移動時間帯の選択肢が増加し、選択肢の組み合わせから多様な大きさのプリズムが作成される。業務可能時間に限らず、個人によって各プリズムの価値は時間帯や場所毎に異なると考えられる。ハブ・アンド・スポークシステムはそれに合わせた移動の自由度を拡大することが可能である。

表 1 ケース②におけるプリズム体積の組み合わせ【× V^2 】

		業務可能 時間	その他の 時間	個人の効用 U_i
直行便	A	3.57α	165.48	$3.57 \alpha + 165.48$
	B	0.88α	170.46	$0.88 \alpha + 170.46$
	C	59.86α	68.69	$59.86 \alpha + 68.69$
	D	57.17α	73.67	$57.17 \alpha + 73.67$
乗継便	E	91.02α	52.72	$91.02 \alpha + 52.72$
	F	3.90α	107.44	$3.90 \alpha + 107.44$
	G	1.64α	109.27	$1.64 \alpha + 109.27$
	H	137.52α	10.04	$137.52 \alpha + 10.04$
	I	50.40α	64.76	$50.40 \alpha + 64.76$
	J	48.14α	66.59	$48.14 \alpha + 66.59$
	K	167.49α	9.19	$167.49 \alpha + 9.19$
	L	80.37α	63.91	$80.37 \alpha + 63.91$
	M	78.11α	65.74	$78.11 \alpha + 65.74$

5. おわりに

本研究では改良型時間空間座標によって、活動によっては女満別～羽田空港間におけるハブ・アンド・スポークシステムの自由活動時間の拡大効果が大きくなることを明らかにした。また、個人の価値判断によって直行便と乗り継ぎ便が使い分けられる可能性を示した。

参考文献

1) 日野・原田・岸・佐藤：アクティビティ・ベースト・アプローチによる交通情報の体系化に関する研究，土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集第 IV 部，pp674-675, 1998
2) 日野・岸・相浦・佐藤：北海道におけるハブ・アンド・スポーク路線の構築に関する研究，土木計画学論文集 No.18 Vol.4, pp667-674, 2001