

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究状況報告書（1年目の研究対象）】

①研究代表者	氏名（ふりがな）		所属		役職
	なかむら ひでき 中村 英樹		名古屋大学大学院 環境学研究科都市環境学専攻		教授
②研究 テーマ	名称	地域・都市構造に応じた機能階層型道路ネットワーク計画・評価手法についての技術研究開発			
	政策 領域	[主領域]	公募 タイプ	I	
		[副領域]			
③研究経費（単位：万円）	令和2年度	令和3年度	令和4年度	総合計	
※R2は受託額、R3以降は計画額を記入。端数切捨。	1,062万円	1,320万円	—	2,382万円	
④研究者氏名	（研究代表者以外の主な研究者の氏名、所属・役職を記入。なお、記入欄が足りない場合は適宜追加下さい。）				
氏名	所属・役職				
井料(浅野) 美帆	名古屋大学大学院環境学研究科・准教授				
柿元 祐史	名古屋大学大学院環境学研究科・助教				
下川 澄雄	日本大学理工学部・教授				
吉岡 慶祐	日本大学理工学部・助教				
⑤研究の目的・目標	（提案書に記載した研究の目的・目標を簡潔に記入。）				
<p>地域・都市の各種拠点配置特性に応じて、機能階層型道路ネットワーク計画を立案する手法を提案するとともに、任意の道路ネットワークの機能階層化度の評価指標を開発することを目的とする。</p> <p>1年目：複数拠点を設置した任意の道路ネットワークにおける最短経路探索を基に、道路利用特性指標の推定モデルを提案する。</p> <p>2年目：道路ネットワークの機能的階層性を評価する指標を開発し、機能階層型の道路ネットワーク計画を立案する手法を提案する。</p>					

## ⑥これまでの研究経過

(研究の進捗状況について、これまでの研究目標の達成状況とその根拠(データ等)を必要に応じて図表等を用いながら具体的に記入。また、研究の目的・目標からみた研究計画、実施方法、体制の妥当性についても記入。)

### 1. R1年度(FS)

図-1に示す階層化度決定の道筋を提示し、これを用いた道路の階層性の評価手法の開発に向けての検討事項の洗い出しを行った。

### 2. R2年度(1年目)

階層化度決定の道筋のうち、媒介変数となる道路利用特性指標 $\Upsilon$ に着目して分析を行った。仮想道路ネットワークにおいて、道路条件、拠点配置条件による推定モデル $\Upsilon = f(X)$ を構築し、次年度の階層化度の評価手法を検討した。

#### 1) 道路利用特性指標 $\Upsilon$ の検討

機能階層型道路ネットワークにおいて実現する道路利用特性の代表的な仮説として、次の2つが考えられる。

- i) 階層別に長短のトリップ利用が差別化
- ii) トリップ長に応じて平均旅行速度が差別化

上記の条件の達成度=階層性

上記の仮説に示される道路利用特性を表現する道路利用特性指標 $\Upsilon$ を、旅行速度、階層利用等の5つの観点から抽出した。

$$\Upsilon = (\Upsilon_1, \Upsilon_2, \dots, \Upsilon_5) = (\delta_1 z_1, \delta_2 z_2, \dots, \delta_5 z_5)$$

- $\Upsilon_1$ : 旅行速度,  $\Upsilon_2$ : 階層利用,
- $\Upsilon_3$ : 内外OD構成比
- $\Upsilon_4$ : 階層乗換,  $\Upsilon_5$ : トリップ長

上記指標 $\Upsilon_i$ については、表-1に示すように階層性の有無を判定する $\delta_i (=0 \text{ or } 1)$ と、階層性の程度を表す $z_i$ の積により表現する。

図-2に、階層性の有無を判定する $\delta_i$ の例を示す。

#### 2) 媒介変数 $\Upsilon$ の算定

##### a) 分析方法

図-3に本分析で利用する仮想道路ネットワークを示す。3階層の道路A, B, Cを設定し、各階層の道路条件を、道路の自由速度(指定最高速度, 平均信号交差点密度), 延長, 交差形式等により差別化して設定する。

このネットワークにおける拠点間の最短時間経路探索結果に基づき、 $\Upsilon$ の各指標 $\Upsilon_i (\delta_i, z_i)$ を求めて分析する。

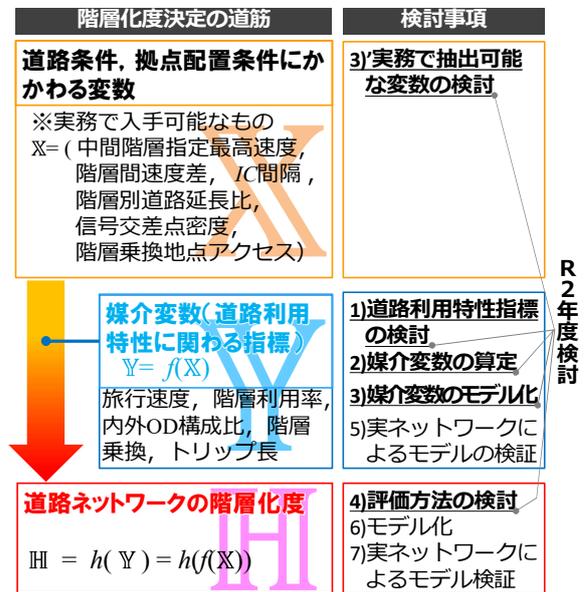
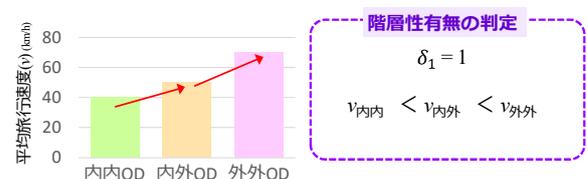


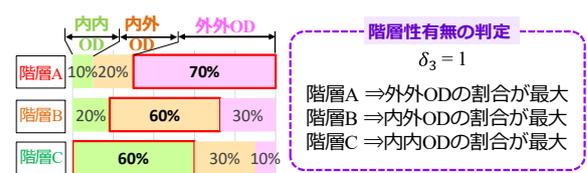
図-1 階層化度決定の道筋

表-1 設定した道路利用特性指標

指標	階層性有無を判定する $\delta_i$	階層性の程度を表す $z_i$
旅行速度 $\Upsilon_1$	OD種別別の平均旅行速度( $v$ )の序列	トリップ長別旅行速度推定曲線の決定係数( $R^2$ )
階層利用 $\Upsilon_2$	階層利用率曲線の交点( $f_2(\theta_{13})$ )の位置関係	階層利用率曲線で得られる面積( $S_{RU}$ )
OD構成比 $\Upsilon_3$	階層別OD種別構成比( $RM$ )の序列の合理性	OD種別構成比を基にした面積比( $RS_{RM}$ )
階層乗換 $\Upsilon_4$	1	階層間乗換指数( $RHC$ )
トリップ長 $\Upsilon_5$	階層別リンク利用ODの平均トリップ長( $TL$ )の序列	階層別トリップ長累積分布曲線の面積比( $RS$ )



a)  $\delta_1$  OD種別別の平均旅行速度( $v$ )の序列



b)  $\delta_3$  階層別OD種別構成比( $RM$ )の序列の合理性

図-2 道路利用特性指標の分析例

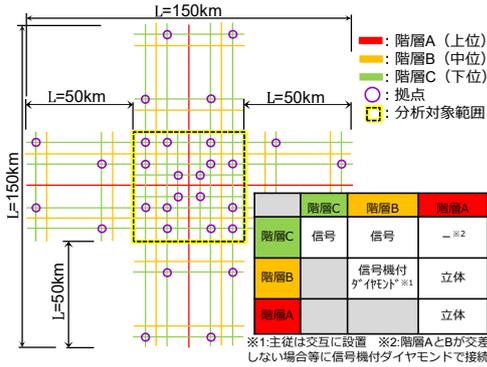


図-3 仮想道路ネットワークの設定

b) シナリオ設定

表-2や図-4に示す道路条件や拠点配置条件Xを変えたシナリオを複数設定した。

c) 指標の算定

図-5に、Yの指標 $y_i$ のシナリオ別評価結果を示す。設定した各指標には、道路、拠点配置条件のシナリオに対して感度があることが確認された。このとき、階層性の有無の判定傾向が、 $y_i$ により異なる場合もあることがわかる。例えば、図-5のシナリオ1-1における $\delta_1$ 、 $\delta_3$ の算定結果は、互いに相反している。図-6a)、b)にそれぞれ示すように、a)では $\delta_1=1$ (階層性有)であるのに対して、b)では $\delta_3=0$ (階層性無)となっている。

4) 階層化度の評価方法の検討

3)より、同じ道路・拠点配置条件でも指標 $y_i$ によって階層性評価が異なる場合があり、階層化度Hの評価においては、複数の指標 $y_i$ を用いる必要性が確認された。このため、階層化度の評価に際しては、設定した2つの仮説に対して感度がある指標に絞り込みを行い、これらの和や積により組合せて表現すること等を検討している。

階層化度の評価に用いる指標の絞り込みや、評価結果の検証のため、有識者などへのアンケート調査を次年度補足的に行う。

5) 媒介変数Yのモデル化

道路条件や拠点配置条件Xを説明変数とし、媒介変数 $Y=f(X)$ を重回帰分析によりモデル化している。

媒介変数Yの説明変数となる道路条件・拠点配置条件Xについては、地図情報や道路交通センサ等、実務で入手可能な情報に基づき設定した。例えば、拠点配置条件については、各拠点から階層乗換地点である階層BCどうしの交差点までの平均距離を入力変数として選定することで、地図を用いて簡便に設定可能となるよう留意している。

表-2 道路条件、拠点配置条件のシナリオ

各種条件	単位	シナリオ
指定最高速度	[km/h]	階層 A(60~100), B(40~80), C(40~60)
信号交差点密度	[箇所/km]	階層 A(0), B(0~3), C(0~3)
延長比	[%]	階層 A(5~15), B(9~16), C(72~86)
IC間隔	[km]	10~43
偏り(歪度)	[-]	0~1.1
拠点配置条件	[-]	4種類の配置パターン(バランス, 中央集中, 2極化, L字型)

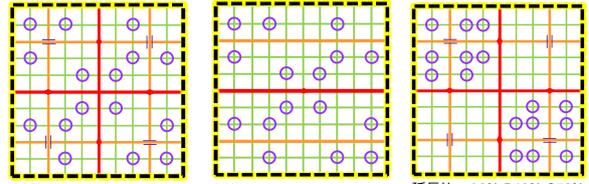


図-4 道路、拠点配置のバリエーション

番号	シナリオ概要 (Baseに対する変化)	$y_1-\delta_1 z_1$ 旅行速度	$y_2-\delta_2 z_2$ 階層利用	$y_3-\delta_3 z_3$ 内外OD構成比	$y_4-\delta_4 z_4$ 階層乗換	$y_5-\delta_5 z_5$ トリップ長
Base	指定最高速度	80-60-40				
1-1	速度* [km/h]	80-80-40		$\delta_3=0$		
1-2		80-40-40	$\delta_2=0$			
1-3	A-B-C	70-60-50	$\delta_2=0$			
Base		0.09,0.27				
2-1	延長比 [割合]	0.15,0.27	$\delta_2=0$	$\delta_3=0$		
2-2	$R_A, R_{AB}$	0.09,0.18	$\delta_2=0$	$\delta_3=0$		
2-3		0.05,0.14	$\delta_2=0$	$\delta_3=0$		
2-4		0.09,0.22		$\delta_3=0$		
Base		6.3,10.0				
3-1	拠点A <sub>内</sub> [km]	6.3,6.3				
3-2	$L_B, L_{BA}$	5.0,8.7				
3-3		7.5,13.0				

※信号交差点密度の影響があり自由速度は異なる  
 $R_A$ :全延長に対する階層Aの延長比  $L_B$ :各拠点から階層BCどうしの交差点までの最短距離の平均値  
 $R_{AB}$ :全延長に対する階層A及びBの延長比  $L_{BA}$ :階層BCどうしの交差点から階層A(IC)までの最短距離の平均値

図-5 Yの指標 $y_i$ のシナリオ別算定結果(一例)

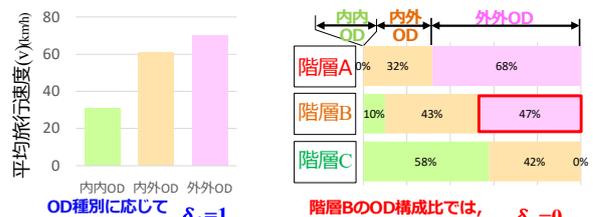


図-6 シナリオ 1-1 の算定結果

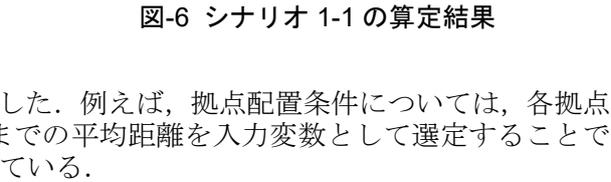


図-6 シナリオ 1-1 の算定結果

### 3. 研究の目的・目標からみた研究計画、実施方法、体制の妥当性

- FSで提示した階層化度決定の道筋に沿う形で研究を進めている。本年度、媒介変数となる道路利用特性 $Y$ を検討するとともに、階層化度 $H$ の評価手法の検討を行っており、次年度の研究に繋がる検討を予定通り進めることができている。
- 実態分析については、ETCプローブデータを用い、階層が異なる2つの並行路線について、それぞれトリップ分布や経路の分析を行った。この結果は、媒介変数 $Y$ の推定モデルの検証に活かしていく予定である。
- 本研究は、名古屋大学を中心に進めており、共同研究者と定期的に意見交換を行い、研究内容の方向性や進捗の調整を図っている。また、交通工学研究会の自主研究委員会（道路の交通容量とサービスの質に関する研究グループ（HCQSG）ガイドライン・フォローアップWG）においても、本研究の検討事項について広く意見交換を行いながら進めている。

研究項目	研究開発内容	R2年度	R3年度
1.道路の機能階層特性から見た交通性能の実態分析手法の提案	1.機能階層に応じた交通性能の実態分析（トリップ長分布、経路分析、…）	←	
2.地域・都市の構造に応じた道路利用特性指標の推定モデルの提案 $Y = f(X)$	1)道路利用特性指標の検討 2)媒介変数 $Y$ の算定 3)媒介変数 $Y$ のモデル化 5)実ネットワークによるモデルの検証	→	→
3.階層化度決定手法の開発と階層化度を用いた道路ネットワーク計画・評価手法の提案 $H = h(Y) = h(f(X))$	4)階層化度 $H$ の評価方法の検討 6)階層化度 $H$ のモデル化 7)実際の値域・都市構造への適用（ケーススタディ）	→	→

図-7 スケジュール

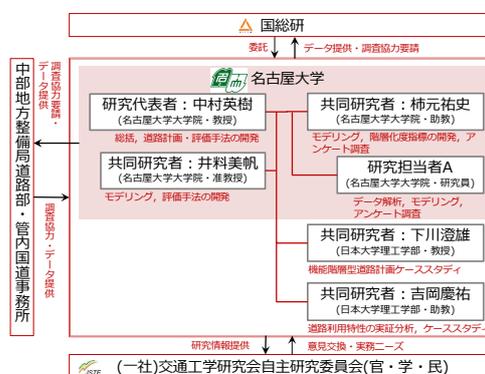


図-8 研究体制

#### ⑦特記事項

（研究で得られた知見、成果、学内外等へのインパクト等、特記すべき事項があれば記入。また、研究の見通しや進捗についての自己評価も記入。）

##### 1) 研究で得られた知見、学内外等へのインパクト等

- 研究で得られた成果は、土木計画学研究発表会、土木学会論文集D3などにおいて逐次公表してきた。今後も研究成果を積極的に公表するとともに、国際展開を図っていく予定である。

##### 2) 研究の見通しや進捗についての自己評価

- FS時に提示した階層化度決定の道筋に基づき、今年度は、仮想道路ネットワークを基に階層性を表現する複数の道路利用特性指標 $Y=(y_1, y_2, \dots, y_n)$ の特徴を分析し、階層化度 $H$ の評価方法を検討することができた。
- しかしながら、これらの検討に予定以上に時間を要したため、 $Y$ のモデル化のプロセスのうち、実ネットワークによる検証作業が若干遅れ気味である。
- 次年度は、実ネットワークによる道路利用特性の推定モデルの修正を行いつつ、階層化度 $H$ のモデル化に向けたアンケート作業を並行して行えるよう体制を構築し、当初計画どおり研究目標を達成する。