

## 道路政策の質の向上に資する技術研究開発

## 【研究終了報告書】

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 テーマ	[主テーマ] 【領域2】道路ネットワーク形成と有効活用		公募 タイプ	タイプI		
		[副テーマ] ー					
③研究経費 (単位:万円)		平成31 (R1) 年	令和2年度	令和3年度	総合計		
		693 万円	707 万円	1,320 万円	2,720 万円		
④研究者氏名							
氏名		所属・役職 (※令和4年3月31日現在)					
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							
本研究では、様々な拠点配置特性を有する地域における道路ネットワークに対して、道路ネットワークの機能階層性を評価する指標となる階層化度を開発し、これを用い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ことを目的とする。							

## ⑥これまでの研究経過・目的の達成状況

### ■研究経過

・本研究は3箇年で実施しており、各年度での主たる研究内容は下記の通りである。

R1年度：階層化度の決定の道筋を仮定

R2年度：道路ネットワークの機能階層性を表現すると考えられる道路利用特性指標の検討とモデル化

R3年度：地域都市構造を考慮した道路利用特性指標の再検討とモデル化、実道路ネットワークによるモデルの検証、道路利用特性指標を用いた階層化度の評価方法の検討、階層化度に関する専門家アンケートの実施、実道路ネットワークにおける階層化度の評価

### ■目的の達成状況

・研究は年度ごとに計画通り完遂し、当初研究目的を達成した。

### ■研究組織と役割分担

・研究組織及び役割分担は図-1の通りであり、主たる実施場所は名古屋大学大学院とした。

・節目時期において、各研究者間での研究内容打合せ等を複数回実施した。

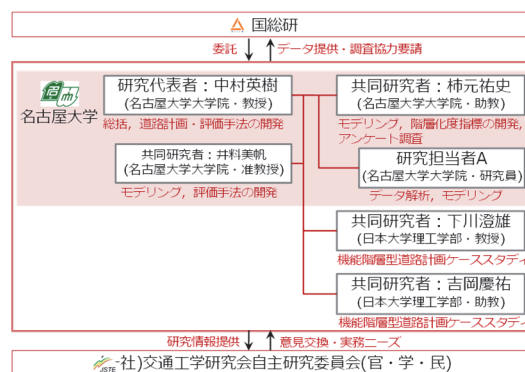


図-1 組織図と役割分担

## ⑦中間・FS評価で指摘を受けた事項への対応状況

・FS評価時；階層化度の評価に向けた、専門家に対するアンケート以外の手法の検討

→階層化度は、トリップ長に基づく階層利用率曲線の交点より求まる客観的指標を用いて評価することとした。専門家に対するアンケートについては、この評価方法が専門家らによる主観的評価と整合しうるかを確認するために実施した。

・FS評価時；研究成果の実務での利用に向けた道筋を検討

→階層化度の評価手法を、実務者が任意の地域で経路探索を行うことなく、入手が可能な情報を基に簡便に利用できるよう、道路利用特性指標のモデルを構築し、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した。

・中間評価時；地域都市構造を考慮した道路ネットワークの機能階層性の検討

→拠点施設の種類の施設数、機能、および分布状況から、各ゾーンの特徴量、および代表点を設定し、その代表点から上位階層の道路までの距離を、その特徴量で重みづけた指標により地域都市構造を表現することとした。

・中間評価時；複数の実ネットワークに基づく検討・検証

→静岡西部、愛知東部、沖縄南部の3圏域の実道路ネットワークを用いて道路利用特性指標の推定モデルを検証した。

→階層化度の評価のケーススタディとして、静岡西部、愛知東部、岐阜南部、三重北部の4圏域を対象に、現状、および対策実施時の階層化度を算定した。

### ③研究成果

#### (1) 道路ネットワークの機能階層性

機能階層型道路ネットワークに関する既往研究を整理した上で、道路ネットワークの階層化度は、道路利用特性で表現することが可能であり、この道路利用特性を媒介として道路ネットワーク条件や地域都市構造によって変化するものであると仮定(図-2)した。

#### (2) 道路ネットワーク条件・地域都市構造の定量化

機能階層性を評価する際に用いる道路ネットワーク条件に関する指標を設定するため、道路階層の分類方法や自由速度の設定方法を提示し、自由速度等の階層別の指標を提案した。また、地域都市構造に関する指標を設定するため、分析対象範囲をゾーニングし、そのゾーンに複数存在する拠点施設に関する評価値や代表点の設定方法を定め、これらの代表点から上位階層の道路までの距離に関する指標( $d_A$ ,  $d_B$ )を提案(図-3)した。これらを実圏域に適用し、道路ネットワークや地域都市構造に応じた感度を確認した。

#### (3) 機能階層型道路ネットワークにおける道路利用特性の検討

機能階層型道路ネットワークにおける道路利用特性に関する仮説として、トリップ長に応じた旅行速度の差別化や階層の異なる道路利用の差別化であることを挙げ、これらの道路利用特性が道路ネットワーク条件に感度があることを検証した。そして、平均旅行速度や異なる階層の道路利用に関する道路利用特性指標を抽出し、道路ネットワーク条件、地域都市構造の観点から感度分析を行った。その結果、トリップ長に応じた階層利用率曲線の交点( $\theta$ ,  $f(\theta)$ ) (図-4)が最も適切であることから、これを代表的な指標として選定した。また、選定した $f(\theta)$ と従来の道路ネットワークの評価指標の一つである所要時間では、道路ネットワーク条件や地域都市構造に対する感度が異なる(表-1)ことを確認した。このことから、道路ネットワークの機能階層性の評価は、所要時間に基づく評価とは区別して検討する必要があることが明らかとなった。

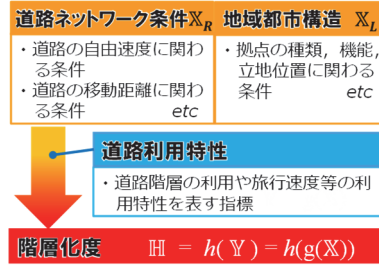


図-2 道路ネットワークの機能階層性表現の仮定

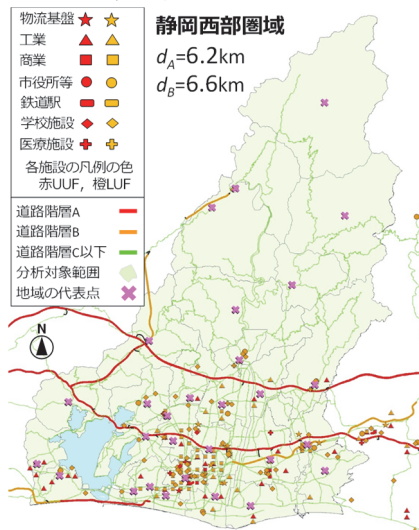


図-3 拠点施設を用いた地域の代表点、および指標値

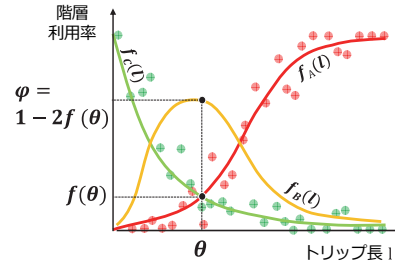


図-4 階層利用率曲線の重ね図と交点

表-1 ネットワークケースの違いによる $f(\theta)$ と所要時間指標の比較

case	仮想道路ネットワーク case概要	所要時間	
		$f(\theta)$	t [分/OD]
3-1	60-60-60	0.34	72.9
3-2	* 70-60-50	0.27	74.1
3-3*	自由速度 km/h	0.26	75.4
3-4	100-40-40	0.35	81.8
3-5	$V_A, V_B, V_C$	0.29	70.3
3-6	100-80-40	0.23	62.7
4-1*	0.09, 0.18	0.26	75.4
4-2	延長率 $RL_A, RL_B$	0.33	79.9
4-3	0.05, 0.09	0.42	86.3
5-1*	IC間隔 25km	0.26	75.4
5-2	$s_A$ 5km	0.28	72.8
6-1*	16.3, 6.3	0.26	75.4
6-2	階層迄 距離	0.28	74.3
6-3	13.8, 5.0	0.28	74.3
6-4	15.6, 5.0	0.23	74.6
6-4	$d_A, d_B$ 8.1, 3.8	0.29	70.4
*は同じケース		0.00	86.32
※単路部の自由速度		0.50	62.71

(4) 道路利用特性を用いた道路ネットワークの機能階層性の評価方法

階層利用率曲線の重ね図から得られる階層利用率曲線の交点の位置( $\theta$ ,  $f(\theta)$ )より定めた客観的指標( $\theta$ ,  $\varphi$ ) (図-4)により, 階層化度を評価する方法を提案(図-5)した。

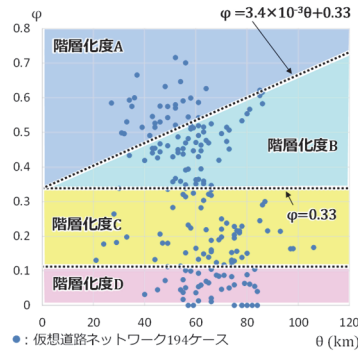


図-5 階層利用率曲線の組合せ形状による階層化度の区分

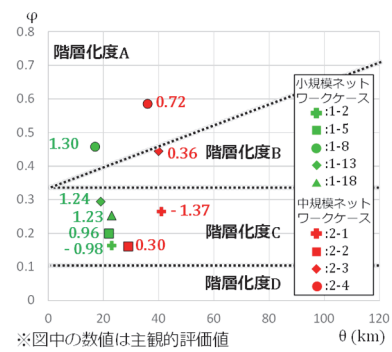


図-6 客観的評価による階層化度の区分と主観的評価結果

客観的指標による階層化度の評価方法が, 機能階層型道路ネットワークの検討に携わる専門家らによる主観的評価と整合し得るものかを確認するため, 道路ネットワークの機能階層性に関する一対比較アンケート調査を実施した. その結果, アンケート調査実施ケースの客観的指標による評価結果の序列と, 専門家らの評価結果の序列が, 階層化度の評価区分レベルで一致(図-6)することが確認された。

(5) 階層化度を用いた道路ネットワークの評価

階層化度の評価手法を実務者が任意の地域で経路探索を行うことなく簡便に利用できるようにするため, 道路利用特性指標( $\theta$ ,  $f(\theta)$ )の推定モデルを構築(表-2)し, 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(図-7)した. そして, 東海4圏域における現状道路ネットワークの階層化度を評価するとともに, 階層化度を向上させるための改善案を設定し, これを適用した場合について評価(図-8, 9, 10)した. いずれの圏域においても現状の階層化度がC, D判定と低い結果となり, 道路階層Bの機能を有する道路が不十分である実態が明らかとなった。

表-2 重回帰分析結果

分類	変数	係数 $\theta$	係数 $f(\theta)$	
道路ネットワーク条件	道路延長率	階層A $RL_A$ [%]	$-2.74 \times 10^{-3**}$	$4.57 \times 10^{-3**}$
		階層B $RL_B$ [%]	—	$-6.12 \times 10^{-3**}$
	自由速度	階層A $V_A$ [km/h]	$-1.82 \times 10^{-3**}$	—
		階層B $V_B$ [km/h]	$-4.36 \times 10^{-4**}$	—
		階層C $V_C$ [km/h]	$2.16 \times 10^{-3**}$	—
	自由速度差	階層AB間 $\Delta V_{AB}$ [km/h]	—	$5.14 \times 10^{-4}$
階層BC間 $\Delta V_{BC}$ [km/h]		—	$-2.36 \times 10^{-3**}$	
階層IC間隔 $s_{JA}$ [km]		—	$-1.43 \times 10^{-3**}$	
地域都市構造	発生集中心点~階層hの距離の加重平均値の逆数	階層A $1/d_A$ [1/km]	$-1.29 \times 10^{-0**}$	$6.16 \times 10^{-1**}$
		階層B $1/d_B$ [1/km]	$-1.66 \times 10^{-1**}$	$-3.49 \times 10^{-1**}$
	発生集中心点~階層hの距離の標準偏差	階層A $s_A$ [km]	—	$1.02 \times 10^{-2**}$
		階層B $s_B$ [km]	—	$-5.78 \times 10^{-1**}$
定数項		$5.78 \times 10^{-1**}$	$3.98 \times 10^{-1**}$	
調整済み決定係数 $R^2$		0.713	0.752	
モデル推定利用ケース数		194		

\*p値 < 0.05, \*\*p値 < 0.01  
 □ t値が低く推定されなかった変数  
 ⊗ 共線性を回避するため落とした変数  
 ⊗ 各階層の自由速度で対応するため落とした変数

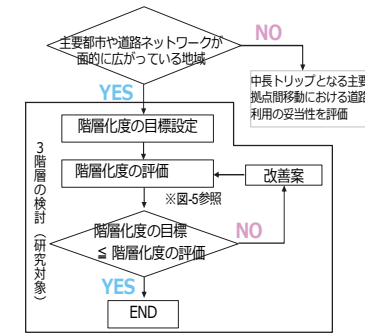


図-7 機能階層型道路ネットワーク計画の検討フロー

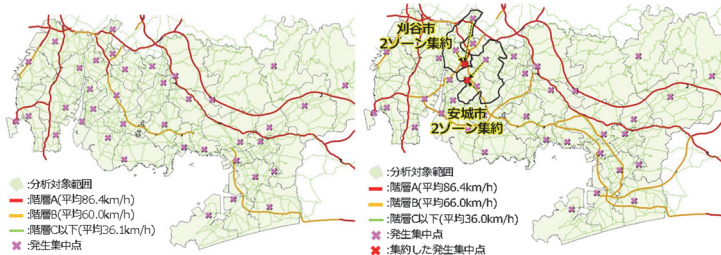


図-8 愛知東部現状 case1-1

図-9 愛知東部改善案 case1-3

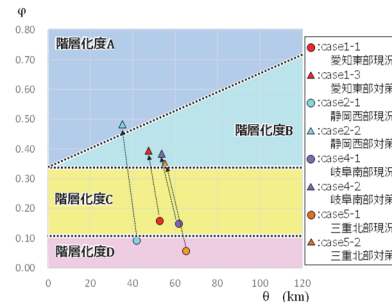


図-10 4 圏域の階層化度の変化

## ⑨研究成果の発表状況

- 1) 柿元祐史, 中村英樹, 石山良太: 道路ネットワークの機能階層化のための必要条件に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.60, 7ページ, CD-ROM, 2019.11.
- 2) 鈴木龍一・下川澄雄・吉岡慶祐: 地方都市における環状道路の速度サービス水準に関する一考察, 第33回日本道路会議講演集, 2ページ, CD-ROM, 2019.11.
- 3) 関原敏裕, 柿元祐史, 中村英樹, 井料美帆, Emagnu Yonas: 道路網の機能的階層化が道路利用特性に与える影響, 土木計画学研究・講演集, Vol.60, 7ページ, CD-ROM, 2019.11.
- 4) 下川澄雄: つかう時代の幹線道路ネットワークの機能強化, IATSS Review(国際交通安全学会誌), Vol.44, No.3, pp.34-42, 2020.2.
- 5) 関原敏裕, 柿元祐史, 中村英樹, 井料美帆: 道路利用特性指標と道路ネットワークの機能階層性の関連分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.62, 9ページ, CD-ROM, 2020.12.
- 6) 柿元祐史, 中村英樹, 石山良太: 道路ネットワークの機能階層化のための道路の性能目標の設定手法に関する研究, 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol.76, No.5(土木計画学研究・論文集第38巻), pp. I\_1235-I\_1243, 2021.4.
- 7) 関原敏裕, 柿元祐史, 中村英樹, 井料美帆: 道路ネットワークの機能階層的利用に必要な道路・交通運用条件, 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol.76, No.5(土木計画学研究・論文集第38巻), pp. I\_1453-I\_1463, 2021.4.
- 8) 齊藤浅里・下川澄雄・吉岡慶祐・花房比佐友: 地方部の県を形成する都市間連絡のための目標旅行時間に関する研究, 土木学会論文集D3(土木計画学), Vol.76, No.5, pp.I\_1287-I\_1295, 2021.4.
- 9) 関原敏裕, 柿元祐史, 中村英樹, 井料美帆: 道路ネットワークの機能階層性を表現する道路利用特性指標に関するケーススタディ, 第41回交通工学研究発表会論文集, pp.385-391, CD-ROM, 2021.8.
- 10) 吉岡慶祐・下川澄雄・友廣大成・鈴木龍一: 流入抑制機能を果たすための環状道路の旅行速度の基礎的検討, 第41回交通工学研究発表会論文集, pp.523-528, CD-ROM, 2021.8.
- 11) 友廣大成・下川澄雄・吉岡慶祐・高橋健一・寺村良平: 日本とドイツの環状道路の交通機能に関する比較分析, 第34回日本道路会議講演集, 2ページ, CD-ROM, 2021.11.
- 12) 柿元祐史, 関原敏裕, 中村英樹, 井料美帆, 張馨: 一対比較アンケート調査に基づく道路ネットワークの機能階層性評価, 土木計画学研究・講演集, Vol.64, 7ページ, CD-ROM, 2021.12.
- 13) 関原敏裕, 柿元祐史, 中村英樹, 井料美帆, 張馨: 機能階層型道路ネットワーク計画における拠点位置の設定方法に関する検討, 土木計画学研究・講演集, Vol.64, 6ページ, CD-ROM, 2021.12.
- 14) 富永真弘, 柿元祐史, 中村英樹, 関原敏裕: 道路ネットワークの機能階層性と道路条件との関連分析, 第42回交通工学研究発表会, 7ページ. (投稿済, 発表予定2022.8.)
- 15) 関原敏裕, 柿元祐史, 中村英樹, 井料美帆, 張馨: 道路利用特性指標を用いた道路ネットワークの階層化度の提案, 第42回交通工学研究発表会, 8ページ. (投稿済, 発表予定2022.8.)

## ⑩研究成果の社会への情報発信

(一社)交通工学研究会(JSTE)主催の下記シンポジウムにおいて, 研究テーマに関する情報を発信している.

・ミニシンポジウム(2019.10.31(木))の「階層型道路ネットワークの実現に向けて」～しなやかで持続可能な国土・地域・まちづくりのために～(聴講者140名)

・第1回JSTEシンポジウム(2019.12.9(月))のセッション「道路の交通容量とサービスの質に関する研究, 再考-道路の交通容量」(聴講者65名)

・第2回JSTEシンポジウム(2020.12.3(木))のセッション「道路の交通容量とサービスの質に関する研究, 『つかう時代』において道路の計画設計が目指すべきもの」(聴講者87名)

・第3回JSTEシンポジウム(2021.12.2(木))のセッション「道路の交通容量とサービスの質に関

する研究、ボトルネックの交通現象と交通容量に関する既往知見の収集整理からわかってきたこと」(聴講者107名)

### ⑪研究の今後の課題・展望等

■道路ネットワークの連続性を表現する説明変数: 本研究では、実務において極力簡便に入力可能なデータを基に道路ネットワーク全体を評価する道路利用特性指標のモデルを構築した。延長率や発生集中点から上位階層までの距離等を説明変数として用いているが、道路ネットワークの連続性については十分考慮できていない。例えば、発生点から上位の道路にアクセスしたトリップが、途中で未供用などの理由により中断することなく連続してその道路を利用し続けることができるかについても、簡便に説明しうる変数が求められる。

■拠点施設の種類のに応じたゾーンの評価値の設定: ゾーンの特徴量として、ゾーン内にある拠点施設の種類の、拠点階層、施設数を用いて表現しているが、その表現には、拠点施設の種類のごとに拠点階層別の施設数で重みづけした得点を用いている。つまり、役場という区分の中では、県庁や市役所といった拠点階層の違いは表現しているものの、役場と医療施設といった拠点施設の種別については考慮していない。拠点施設の種別に応じた値の設定方法については、別途検討が必要である。

■都市内街路ネットワークを対象とした階層化度: 本研究では、国道事務所の所管地域程度の規模を想定し、階層A, B, Cの上位3階層を対象とした階層化度の評価手法を提案した。しかし、都市内街路ネットワークの階層化度を把握する場合には、本研究成果をそのまま適用することは難しい。都市内街路ネットワークを対象とする場合には、必要とされる道路階層が低くなり、その道路階層には移動機能のみならず、沿道出入機能も考慮した評価が必要であるとともに、自動車交通のみならず歩行者・自転車等も考慮する必要がある。

### ⑫研究成果の道路行政への反映

計画当初より実務への適用を念頭においており、提案した階層化度の評価手法を、実務者が経路探索を行うことなく、入手可能な道路ネットワークに関する情報や、拠点施設に関する情報に基づき簡便に利用できるようにしている。

また、この評価手法により、任意の地域において現状道路ネットワークの階層化度を照査し、改善計画実施時の道路ネットワークの階層化度の変化を評価することが可能となる。

### ⑬自己評価

ほぼ計画通りに成果を挙げることができたものと考えている。