

拠点配置条件に応じた道路ネットワーク 機能構成評価のケーススタディ

後藤 梓¹・中村 英樹²

¹正会員 名古屋大学大学院助教 環境学研究科 都市環境学専攻
(〒464-8603 名古屋市千種区不老町C1-2(651))

E-mail: azusa@genv.nagoya-u.ac.jp

²フェロー会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科 都市環境学専攻 (同上)

E-mail: nakamura@genv.nagoya-u.ac.jp

今後わが国では、人間活動の中心となる拠点間を効率的に連絡するため、道路ネットワークを機能階層型に再編してゆくことが重要である。このためには、地域における拠点配置条件、地勢条件を考慮した上で、道路ネットワークが有すべき機能階層構成、すなわち階層数、階層別性能目標、配置間隔を決定する必要がある。そこで本研究では、異なる特徴を持つ五地域を対象に、道路ネットワークの機能階層構成を評価するケーススタディを行った。対象地域の各種拠点間距離や迂回係数を把握したのち、階層数や階層別目標旅行速度を様々に定義した道路ネットワークの機能階層構成代替案を適用し、達成される拠点間旅行時間や平均速度を調べた。この結果、山間部や半島部において旅行速度50~60km/hの階層の効果が大きいことなどがわかった。

Key Words : hierarchical road network planning, urban centers' distribution, travel time

1. はじめに

「国土のグランドデザイン2050¹⁾」に示されるように、今後わが国では、人間活動の中心となる都市・生活拠点を集約し、拠点間を効率的に連絡する「コンパクト+ネットワーク」を実現するための国土形成が求められる。その中で、道路ネットワークも、連絡すべき拠点に応じた階層化を行い、各階層が担保すべき性能を規定する「機能階層型」への再編²⁾の重要性が高まっている。

著者らはこれまで、このような機能階層型の道路ネットワーク計画において、道路を何階層に分けたらよいか(階層数)、またそれぞれの階層がどの程度の性能を有し(階層別目標旅行速度)、どの程度の間隔で配置され(階層別道路間隔、接続間隔)なければならないかを設定する手法の開発を目的に、理論的検討を進めてきた^{3,4)}。その中では、**図-1**の枠組みに示すように、まず、上位計画によって道路ネットワークが連絡すべき拠点および、これらを連絡する際の目標旅行時間が設定され、これに基づいて対象地域内で評価対象となる拠点間連絡が抽出される。一方で、道路のトラフィック機能とアクセス機能のトレードオフ関係などを考慮して、階層数、階層別目

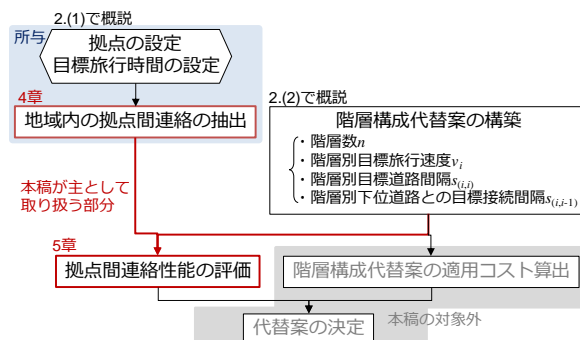


図-1 機能階層型道路ネットワーク計画の枠組み

標旅行速度・道路間隔・接続間隔からなる道路ネットワークの階層構成代替案が構築される。これらを基に、対象地域内の道路ネットワークに代替案を適用した際に、目標旅行時間を達成可能かどうか・拠点間の平均速度がどの程度となるか、という拠点間連絡性能の評価を行うと共に、それに要するコストを算出し、両者のバランスを考慮して最終的な代替案を決定することになる。

先行研究では、「国土のグランドデザイン2050¹⁾」を考慮したわが国における拠点の提案³⁾や、階層構成代替案の構築手法の整理および各代替案において達成される旅行時間・平均速度の推定⁴⁾などを行うことにより、仮

想の条件下で配置する拠点間の連絡性能が評価可能になっている。しかしながら、地域による拠点間距離の違いやバラツキなどの配置条件や、地形による迂回などの地勢条件によって、拠点間連絡性能がどの程度変化し、道路ネットワークが有すべき機能階層構成がどのように影響を受けるのかは、課題として残されていた。

そこで本研究の目的は、拠点配置条件・地勢条件の異なる五つの地域を対象に、道路ネットワークの機能階層構成を評価するケーススタディを行うことで、これらの条件によって機能階層型道路ネットワークにおける拠点間連絡性能がどう異なるかを検証することである。また、これを通じて、「コンパクト+ネットワーク」の実現に向けた拠点配置上の課題についても考察を行う。なお、今回は機能階層構成によって達成される拠点間連絡性能の評価のみに着目し、適用コストの算出は行わない。

2. 拠点の設定および機能階層構成代替案

(1) 拠点と目標旅行時間の設定

本研究では、道路ネットワークの連絡すべき「拠点」については、先行研究³⁾に基づき表-1の通り設定する。この表は、ドイツの交通ネットワーク計画指針RIN⁹⁾を参考に、「国土のグランドデザイン2050¹⁾」に示されるわが国の将来の国土構造を反映する形で著者らが提案³⁾、修正²⁾を行ったものである。ここでは、まず都市・生活サービスを提供する各種拠点施設がその利用頻度や規模によって五階層に定義され、拠点施設が集約した地域を拠点領域、その代表点を拠点代表点として設定している。

この拠点に対して、本稿では、同じく先行研究³⁾によって表-2のように仮設定した目標旅行時間を用いて、道路ネットワークの機能階層構成がこれを達成可能かどうか評価する。

(2) 道路ネットワークの機能階層構成代替案

a) 機能階層構成代替案の設定

道路ネットワークの機能階層構成は、階層数、階層別目標旅行速度、道路間隔・接続間隔によって設定される。本研究では、先行研究⁴⁾に示される考え方にに基づき、各階層の交通機能や沿道状況、トラフィック機能とアクセス機能のトレードオフ関係を考慮して、代替案を設定する。設定手順の詳細は先行研究⁴⁾を参照されたいが、その概要は以下の通りである。

- ▶ 交通機能と沿道状況を考慮すると、トラフィック機能最優先のAから、アクセス・滞留機能優先のEまで、表-3のように道路が階層的に分類され、この分類に対して達成可能な目標旅行速度が凡そ制限される。

表-1 拠点階層の定義(既往研究を元に一部修正)

拠点階層	拠点施設 Facility		拠点領域 Area 略称	代表点 Center 略称
	略称	具体例* (機能と対応)		
大都市拠点 (MEtropolitan)	MEF	のぞみ停車駅, 国際空港など	MEA	MEC
高次都市拠点 (Upper Urban)	UUF	ひかり停車駅, 県庁/政令指定市役所, 地方空港, 第三次医療施設, 国公立大学, 百貨店など	UUA	LUC
生活拠点 (Lower Urban)	LUF	駅, 市役所, 一般病院, 大型ショッピングセンター, 高等学校など	LUA	LUC
小さな拠点 (Small)	SMF	小中学校, 旧役場庁舎, スーパーマーケット, JA, バスターミナル, 診療所など	SMA	SMC
集落・住区 (CoMmunity)	CMF	集会所, 自治会	CMA	CMC

*上位拠点は下位拠点の施設(機能)を包含する事が前提。

表-2 目標旅行時間の設定例

拠点階層	目標旅行時間	
	集落・住区 (CMC)から拠点代表点まで	同一階層の隣接拠点代表点まで
大都市拠点 MEC	≤180min	≤180min
高次都市拠点 UUC	完結型	≤90min
	相互補完型	≤60min
生活拠点 LUC	≤30min	≤45min
小さな拠点 SMC	≤15min	≤20min

表-3 交通機能と沿道状況に応じた道路分類と目標旅行速度

交通機能	沿道状況		出入制限	
	市街地外 (拠点領域外)	市街地内 (拠点領域内)	他道路	沿道施設
トラフィック	AR [80~120km/h]	AU [60~80km/h]	完全制御	
	BR [50~70km/h]	BU [50km/h]	部分制御	
	CR [30~50km/h]	CU [30~40km/h]	なし	部分制御
	DR [20km/h*]	DU [20~30km/h*]		なし
アクセス滞留	-	EU [NA]	なし	

*: 自動車交通の目標旅行速度達成のみが主たる性能目標ではなく、多様な利用者の観点やアクセス・滞留指標で評価すべきであるため、参考値に過ぎない。

- ▶ 表-3のうち、生活道路が想定される分類Eは考慮せず、最下位階層は、集散道路である分類Dとする。

その目標旅行速度は20km/h、道路間隔は0.4kmで所与とする。

- ▶ 自動車専用道路(以降、自専道)である分類Aは、現状ネットワークに基づいて所与とする。
- ▶ 分類AとDは直接接続できず、BかC(あるいは両者)を介することで、特に一般道路ネットワークの有すべき階層構成を検証する代替案とする。
- ▶ 隣接階層間のみで乗換え可能とする。

以上をもとに、本稿では拠点領域間を連絡する市街地外_(R)の道路ネットワークを対象に、分類B, Cに設定可能な目標旅行速度の組合せを図-2の通り抽出する。さらに、階層間の接続可否と交差形式⁷⁾、接続点での遅れを考慮することで、表-4に示すように、分類B, Cの道路間隔・接続間隔が得られ、代替案が設定される。

b) 旅行時間の計算方法

各代替案における拠点間旅行時間は、分類B~Dの道路間隔と、分類A(自専道)のインターチェンジ(IC)位置に基づく仮想のネットワークを仮定して近似的に計算する。

分類A(自専道)を使わない一般道路のみの経路による旅行時間は、先行研究⁴⁾と同様の近似的計算方法により、分類B, Cの道路間隔を最小・最大値にした場合についてそれぞれ求めたのち、その平均をとっている。

分類A(自専道)を利用する経路の旅行時間については、自専道までのアクセス・イグレス部分と自専道走行部分に分けて計算する。アクセス・イグレス部分については、拠点から自専道ICまでのアクセス+イグレス距離 $x_{ac(O)}+x_{ac(D)}$ を一般道路で走行する時間を上記同様に求める。自専道走行部分については、その走行距離 x_M を、拠点間距離 X_{target} 、経路の迂回係数 α 、アクセス+イグレス距離 $x_{ac(O)}+x_{ac(D)}$ を用いて、式(1)によって便宜的に推定する。ここで迂回係数 α は、対象地域の地勢条件を反映して次章で設定する。

$$x_M = \alpha X_{target} - (x_{ac(O)} + x_{ac(D)}) \quad (1)$$

この式は、将来には全ての自専道IC間が繋がることを想定しており、かつ各IC間での経路の迂回状況の違いは考慮しない便宜的計算である点に留意が必要である。

自専道ありの階層構成における旅行時間は、一般道路のみの経路および自専道利用経路のうち、最短時間となる方を用いて評価を行う。ただし、 x_M が自専道のIC間隔より短いと、自専道を利用することができない。そこで今回は、自専道の平均IC間隔 s_{IC} を用いて、 $x_M < s_{IC}$ となる場合は自専道を利用不可能とし、一般道路のみの経路の旅行時間を評価するという基準を設ける。

3. ケーススタディと対象地域とデータ

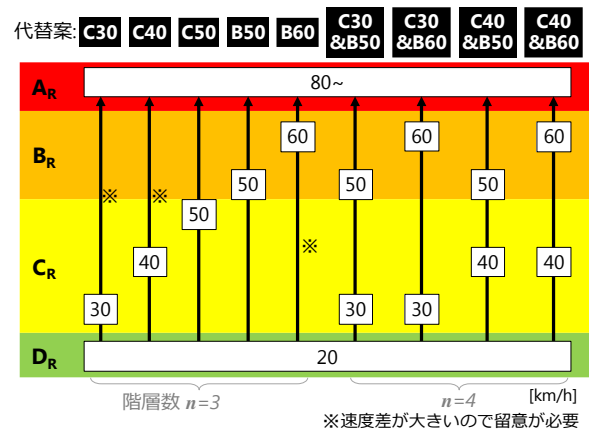


図-2 市街地外の代替案の目標旅行速度の組合せ

表-4 階層構成代替案における中間階層の設定値

	階層構成代替案	目標旅行速度 v_i [km/h]	下位階層との接続間隔 $s_{(i-1)}$ [km/h]	道路間隔 (最小~最大) $s_{(i)}$ [km/h]
(a) 市街地外	C30	30	0.4	0.8 ~ 5.6
	C40	40		1.6 ~ 6.4
	C50	50		3.6 ~ 6.8
	B50	50	0.8	2.0 ~ 6.8
	B60	60		3.6 ~ 7.2
	C30&B50	30	0.4	0.8 ~ 3.6
		50	0.8	2.0 ~ 7.2
	C30&B60	30	0.4	0.8 ~ 4.0
		60	0.8	3.6 ~ 8.0
	C40&B50	40	0.4	1.6 ~ 4.0
		50	1.6	1.6 ~ 8.0
	C40&B60	40	0.4	1.6 ~ 4.4
	60	1.6	2.4 ~ 8.8	

本稿は、拠点配置条件や自専道整備条件に応じて、一般道路ネットワークの有すべき階層構成がどのように異なるかを検証することを目的としている。このため、これらの条件について異なる特徴を持つ北東北・東海道・関西・中国という四地域を対象とする。また、わが国とは異なる拠点配置条件を持つ比較対象としてドイツ南部(以降、南ドイツ地域)も取り扱う。

日本の各地域における拠点は、行政区分等による分類ではなく、表-1に示したような拠点施設を有しているかという本質的な機能を重視し、以下に述べる基準に基づいて、代表点を設定している。一般公開されている国土数値情報⁸⁾(市町村役場及び公的集会施設、公共施設、鉄道駅、高速道路の位置および属性データ)を使用して、地図情報システム(ArcGIS for Desktops 10.2)により抽出を行っている。自専道ネットワークには、高速自動車国道・自動車専用道路を用いる。

- ▶ MEC(大都市拠点): 広域地方計画⁹⁾において定められる地域ブロック8地域の代表都市を抽出する。代表点は都府県庁舎とする。
- ▶ UUC(高次都市拠点): ①都道府県庁所在地および、それ以外の②政令指定市、③新幹線ひかり停車駅

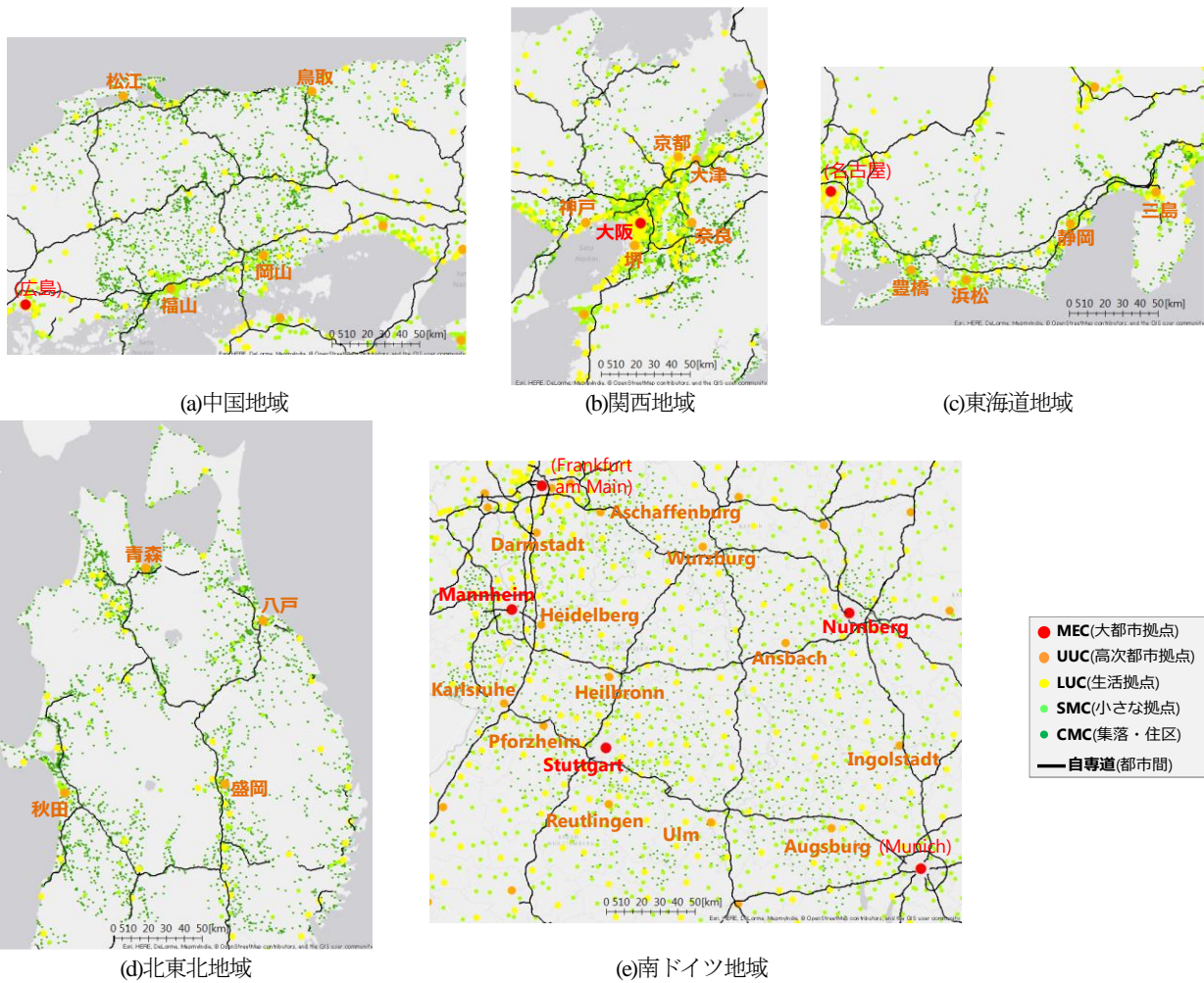


図-3 ケーススタディの対象地域

を有する市，④「国土のグランドデザイン2050⁹⁾」において「2050年人口30万人以上の都市圏」とされている都市から，その他の施設配置状況をみて抽出する．代表点は，①は都府県庁舎，②～④は市役所庁舎とする．

- ▶ LUC(生活拠点): 表-1に示した拠点施設が集約可能であることを考慮し，一般病院・高等学校・JR在来線鉄道駅の全てを半径4km以内に有する市町村を抽出する．これらの市役所・町村役場庁舎を代表点とする．
- ▶ SMC(小さな拠点): 生活に最低限必要な機能を徒歩圏に集約するという「国土のグランドデザイン2050⁹⁾」の基本概念を考慮し，診療所・郵便局・警察・中学校の全てを半径2.5km以内に有する市役所・町村役場または行政サービスを取り扱う市役所支所や出張所を代表点とする．
- ▶ CMC(集落・住区): 全ての行政施設および集会施設を代表点とする．

また，ドイツのデータについては，拠点はシュトゥットガルト大学Chair of Transport Planning and Traffic Engineering (Lehrstuhl Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik)により提供

された中心地の位置情報を用い，自専道ネットワークはOpenstreetmap¹⁰⁾の”motorway”を用いる．

対象地域の各種拠点を図-3に示す．この図に澄色で地名を記したUUC(高次都市拠点)を直近とするCMC(集落・住区)を抽出とし，これらおよびCMCが連絡すべきLUC(生活拠点)，SMC(小さな拠点)を対象に拠点間連絡を評価する．MEC(大都市拠点)に関する連絡は対象地域外にわたるため考慮しない．

4. 拠点配置条件と制約条件

(1) 拠点間距離の分布

拠点配置条件のうち，連絡すべき拠点がどのくらい離れているか，すなわち拠点間距離 X_{target} は，目標旅行時間の達成可否を大きく左右する．このため，表-2の目標旅行時間が設定される拠点間連絡の直線距離をGIS上で計測する．これ以降，拠点間連絡は，起終点の代表点を表す記号を「-」で繋ぎ，「CMC-SMC」(集落・住区拠点から小さな拠点までの連絡)などのように表す．なお，今回は簡易的に人口集中地区(DID地区)を拠点領域の内部とみなし，起終点間で一度，DID地区の外に出る連絡

のみを「市街地外」連絡として抽出している。

本稿のケーススタディが評価対象とする拠点間連絡のうち最も上位のUUC-UUC(高次都市拠点間)以外については、拠点間ペア数が充分多いため、パーセンタイル値によって、**図-4(a)**にその分布を示す。これより、大都市圏またはその近郊である関西、東海地域に比べて、地方部の中国、北東北地域は拠点間距離が長いことが確認できる。

また、日本のいずれの地域についても、同一階層の拠点間連絡(SMC-SMCやLUC-LUC)に比べて、集落・住区から拠点までの連絡(CMC-SMC, CMC-LUC)は距離が長くバラツキも大きいことがわかる。これは、日本の国土が急峻で、生活・都市機能を持つ拠点が限られた土地に集中的に発達してきたのに対して、集落・住区は半島部や山間部にもまばらに点在していることによる。これに比べて南ドイツ地域は、集落・住区から拠点までの連絡(CMC-SMC, CMC-LUC)であっても距離が短く、バラツキも小さい。ドイツは地形が平坦なため、上位拠点が比較的一様に分布しており、さらに拠点(中心地)の周りに居住地がコンパクトに集積していることがうかがえる。

一方、UUC-UUCについては、拠点間ペアが限られているため、**図-4(b)**にプロットしている。さらに、この連絡は高次の都市拠点を結ぶ比較的長距離な移動で、自専道利用を検討すべき対象であることから、自専道ICまでのアクセス+イグレス距離 $X_{acc(O)+X_{acc(D)}}$ を横軸として、拠点間距離 X_{target} との関係性を併せてみている。これより、この連絡についても中国、北東北地域は他地域に比べて拠点間距離が長いことが確認できる。また、南ドイツ地域は、日本に比べて拠点間距離が短いことに加え、自専道ICまでのアクセス・イグレス距離が短いことが特徴的で、UUCから自専道へのアクセス性が高いネットワークとなっていることがわかる。

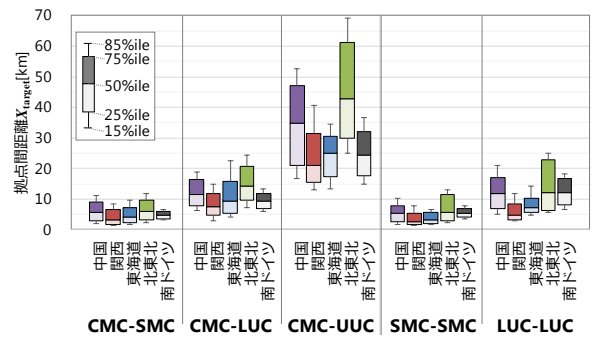
(2) 地勢条件による制約

a) 迂回

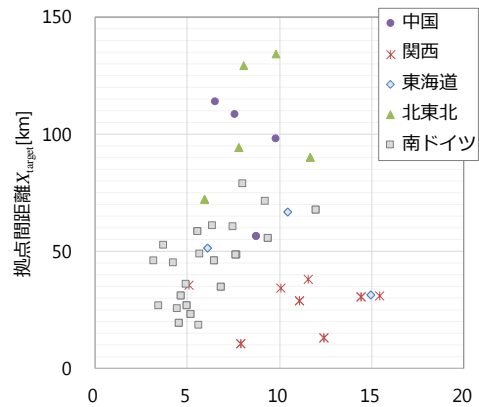
前節(1)で求めた拠点間距離 X_{target} は、直線距離で測っているため、実際には山地部の縦断勾配・平面線形に代表されるような地形条件による迂回が生じる。これを考慮するため、迂回係数 α を、直線距離 X_{target} とGoogle Map上で計測した最短経路長 X_{route} の比によって設定する。今回は、UUC-UUC(高次都市拠点間連絡)を対象に、直線距離 X_{target} と経路長 X_{route} の関係性を調べた**図-5**に基づき、北東北・中国地域で $\alpha=1.4$ 、関西・東海地域で $\alpha=1.3$ 、南ドイツ地域で $\alpha=1.2$ とする。

b) 自動車専用道路(最上位階層)の旅行速度

迂回のほかに、地勢条件が及ぼす重要な影響のひとつとして、旅行速度そのものへの影響が挙げられる。山地



(a)UUC-UUC以外の拠点間



(b)UUC-UUCの拠点間距離と自専道ICまでの距離

図-4 拠点距離の分布(市街地外の連絡)

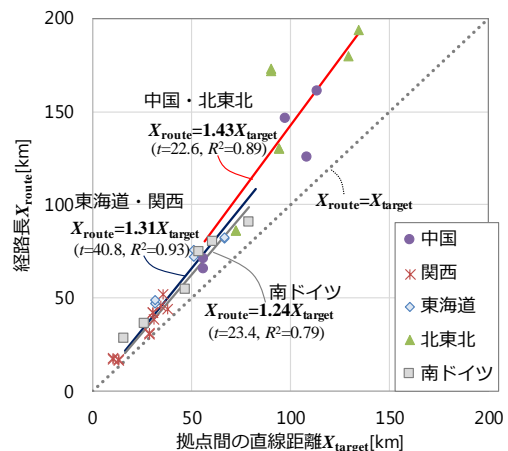


図-5 拠点間の直線距離と経路長および迂回係数

部においては、急勾配や急カーブなどにより、平地部に比べて旅行速度が低下することが予想される。

そこで、今回所与として取り扱う自専道ネットワークについて、地勢条件と旅行速度の関係性を把握するため、道路交通センサス¹⁾における高速自動車国道の旅行速度を**図-6**に示す。ここでは、需要の影響を考慮せず、道路の地勢条件(特に幾何構造条件によるところが大きいと考えられる)のみによる潜在性能をみるため、非混雑時の旅行速度を用いている。**図-6**は、今回の対象地域の属する代表都道府県の平地部・山地部の旅行速度を比較したものであるが、明確な差は確認できず、どちらもおお

よそ70~80km/hにとどまっている。この理由として、高速自動車国道のような高規格な道路では、地勢条件が現れにくい構造設計となっていること、県ごとの集計値でみているため地形による局所的な線形や勾配の影響が平均化されてしまっていることなどが考えられる。そこで今回は、自専道ネットワークの旅行速度については、地域による違いを考慮せず、80km/h, 90km/hの二通りについて検討を行うこととする。ただし、同じ旅行速度で走行した場合でも、中国・北東北地域などでは他地域に比べて、前項(a)に示した迂回の影響により、同じ拠点間距離(=直線距離)を連絡するために走行しなければならない経路が長くなるため、旅行時間を拠点間距離で除した平均速度は低くなる。

c) 自動車専用道路のIC間隔

自専道利用可否を判断するための平均IC間隔 s_{IC} については、実際の間隔を参考に、直線距離の場合に関西地域で5[km]、その他の地域で10[km]であることを仮定し、これに各地域の迂回係数 α を乗じて設定している。

5. 拠点間連絡性能の評価

ここでは、階層構成代替案が拠点間連絡性能に及ぼす影響を分析し、対象地域ごとの特徴を明らかにする。

(1) 拠点間旅行時間および平均速度

拠点間連絡性能を表す指標として、旅行時間に加え、旅行時間を拠点間距離で除した平均速度を用いる。

拠点階層(表-1)を考慮すると、LUC(生活拠点)やSMC(小さな拠点)に関する連絡に自専道を用いることは現実的ではない。このため、これらの連絡については一般道路利用経路のみを考慮する。

また、UUC(高次都市拠点)に関する連絡については、図-7に示す通り、拠点代表点の周辺に拠点領域が広がっており、そのアクセス・イグレス部分を決定する機能階層構成は、「市街地内」の道路ネットワークとみなすべきと考えられる。本稿では、「市街地外」の道路ネットワークのみを取り扱うため、UUC周辺の市街地内ネットワークについては、分類D(目標旅行速度20km/h)、分類C(30km/h)、分類B(50km/h)の三階層で所与とする。従って、UUC-UUCは評価対象とせず、CMC-UUCにおけるCMC側の機能階層構成のみを評価する。

a) 中国地域および北東北地域

まずは地方部を代表する中国地域および北東北地域について、階層構成代替案の評価を行う。紙面の都合上、主に中国地域の結果を掲載する。北東北地域は、中国地域より拠点間距離が長い傾向にあるため、旅行時間は中国地域の結果よりやや長く、平均速度はやや低い結果と

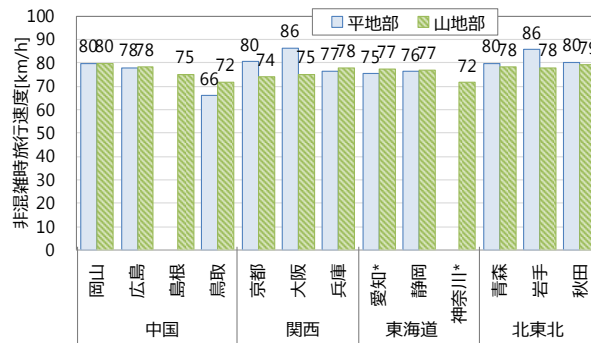


図-6 高速自動車国道の非混雑時旅行速度(H22センサス)

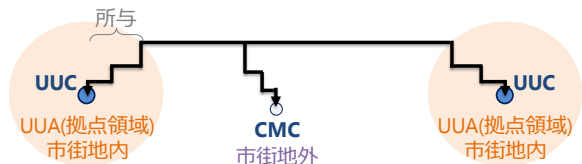


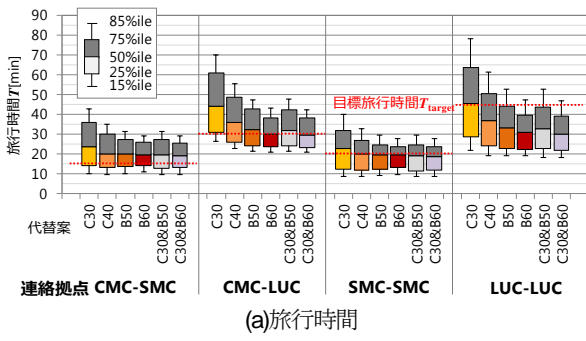
図-7 UUC(高次都市拠点)に関する連絡

なっているが、基本的な特徴はほぼ同じである。

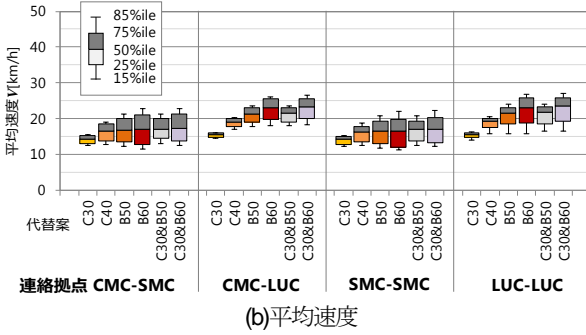
まず、LUC(生活拠点)、SMC(小さな拠点)に関する拠点間連絡の旅行時間・平均速度を図-8に示す。図-8(a)より、「B50」や「B60」といった旅行速度の高い階層を有する代替案を適用することによって、旅行時間が短縮し、目標を達成可能な拠点間の割合が上昇することが確認できる。特に、同階層の隣接拠点を結ぶSMC-SMC(小さな拠点間)やLUC-LUC(生活拠点間)については、50%以上の拠点間で目標が達成可能となる。一方、CMC-SMCやCMC-LUCといった集落・住区からのアクセスに関する連絡については、旅行時間の短縮はみられるものの、目標を達成する拠点間の割合は依然として低い。

図-8(b)からは、CMC-SMCやSMC-SMCといったSMC(小さな拠点)に関わる連絡について、「B50」や「B60」の代替案で必ずしも平均速度が上昇しておらず、また15、25パーセンタイル値に至っては「C30」より低速となっていることがわかる。50~60km/hと目標旅行速度の高い階層は、道路間隔も大きいいため、最下位である20km/hの階層からの乗換えにある程度の距離を要する。SMCに関する連絡の多くは距離が短いため、目標旅行速度50~60km/hの階層だけでは効果がなく、容易に乗換え可能な30km/hの階層を併せ持つ「C30&B50」や「C30&B60」が有効といえよう。

次に、CMC-UUC(集落・住区から高次都市拠点)について、拠点間旅行時間、平均速度を図-9に示す。図中の「Without」は自専道を利用しない一般道路のみの経路を考慮した場合、「80km/h」、「90km/h」はそれぞれの旅行速度で走行可能な自専道利用経路も併せて考慮した場合の結果を表している。ただし、自専道利用経路を考慮した場合でも、2.(2)b)で述べたように、自専道IC間隔による利用可否の基準を満たさなければ、一般道路による経路の

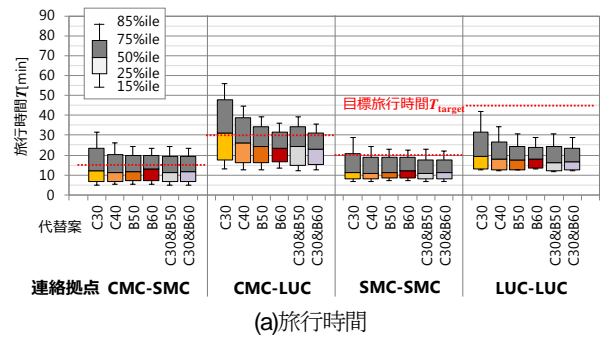


(a)旅行時間

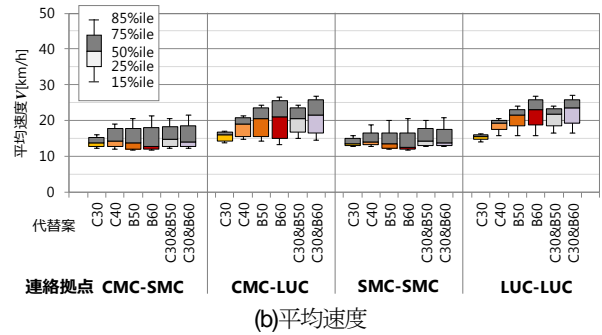


(b)平均速度

図-8 SMC(小さな拠点)・LUC(生活拠点)に関する連絡【中国】

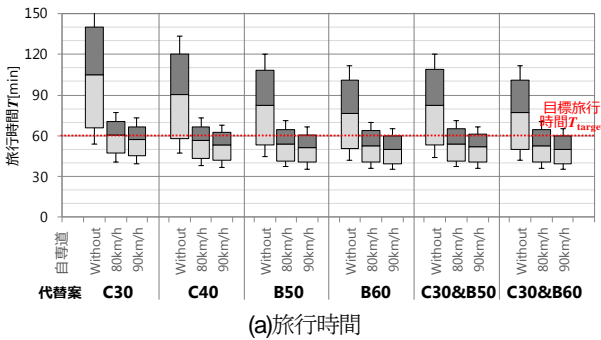


(a)旅行時間

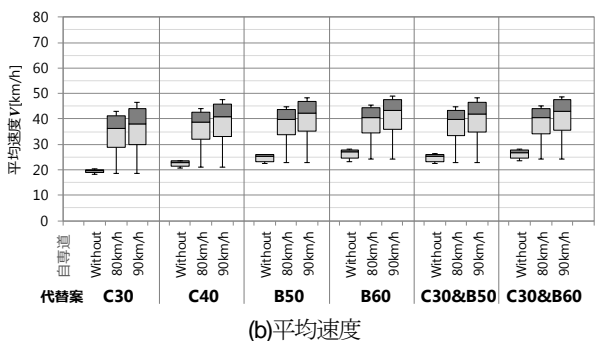


(b)平均速度

図-10 SMC(小さな拠点)・LUC(生活拠点)に関する連絡【関西】

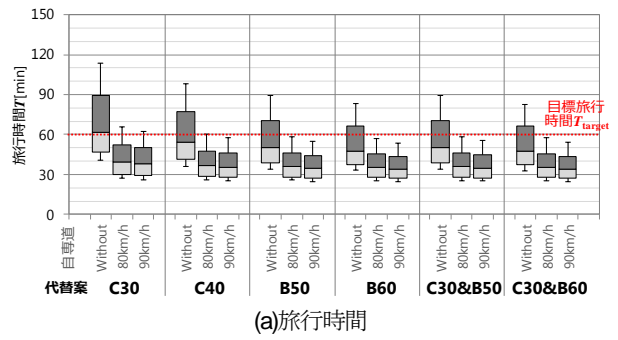


(a)旅行時間

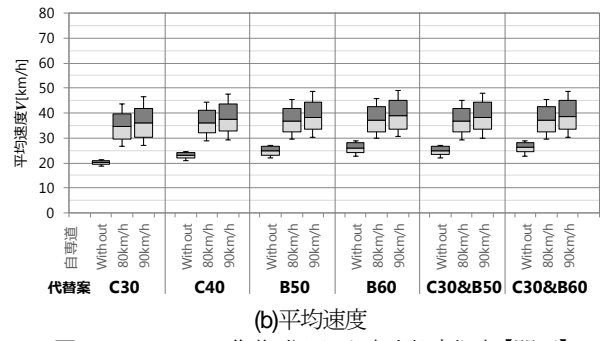


(b)平均速度

図-9 CMC-UUC(集落・住区から高次都市拠点)【中国】



(a)旅行時間



(b)平均速度

図-11 CMC-UUC(集落・住区から高次都市拠点)【関西】

旅行時間が評価される。

図-9(a)より、一般道路のみの経路(Without)では、大半の拠点間を目標旅行時間内に連絡することができないが、自専道ありの経路(80km/h, 90km/h)では、50~75%程度の拠点間で目標旅行時間内の連絡が可能となることがわかる。すなわち、自専道を活用することでCMC-UUCの連絡を確保する必要があるといえる。また、一般道路に目標旅行速度の高い階層がある”B50”などの方が、ICまでのアクセス・イグレス時間が短くなるため、旅行時間をより短縮できることがわかる。

ただし、拠点間距離はそれほど長くないものの、自専道ICまでのアクセス+イグレス距離が長い場合には、2.(2b)で述べた $x_m < x_c$ の条件を満足しないため、自専道利用ができない。中国地域には、このような拠点間が21%存在している。結果として、図-9(b)にみられるように、平均速度の15パーセンタイル値は、自専道ありの経路(80km/h, 90km/h)と一般道路のみの経路(Without)でほぼ変わらない。一般道路の中に50~60km/hの比較的高速の階層を持つ構成としておくと、このような自専道の恩恵を受けられない拠点間に対しても、ある程度速度向上

効果を発揮できる。

b) 関西地域

次に、大都市圏に拠点が稠密に配置し、自専道ネットワークも密に発達している関西地域の評価を行う。

まず、LUC(生活拠点)、SMC(小さな拠点)に関する拠点間連絡の旅行時間・平均速度を図-10に示す。関西地域では、大都市圏周辺に、LUC(生活拠点)やSMC(小さな拠点)も密集している。このため、同階層の隣接拠点間であるSMC-SMCやLUC-LUCは距離が短く、需要を考慮しない道路機能の上では、殆どの代替案で目標旅行時間が達成可能である。

一方、CMC-SMCやCMC-LUCといった集落・住区からのアクセスに関する連絡は、目標達成割合が比較的低い。これは、日本海側や紀伊半島に位置するCMC(集落・住区)では、近隣にSMCやLUCがなく、前節(1)の中国・北東北地域と同じような地方部の特徴を持つためである。

次に、CMC-UUC(集落・住区から高次都市拠点)の拠点間旅行時間、平均速度を図-11に示す。(1)中国・北東北地域と異なり、関西地域においては、旅行速度の高い階層を適用することによって、一般道路のみの経路(Without)でも、50%以上の拠点間が目標達成可能となることがわかる。

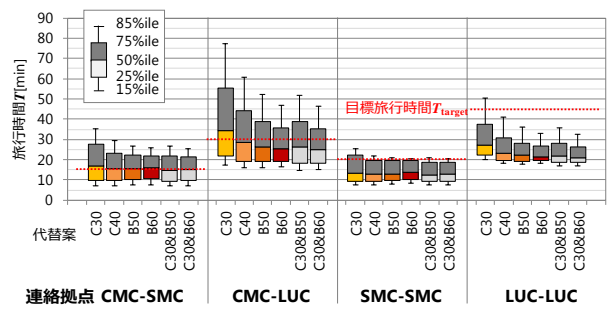
また、平均IC間隔 s_{IC} が短いため、多くの拠点間(87%)で自専道が活用可能である。このため、図-11(b)に示されるように、自専道ありの経路(Without)を考慮した場合には、平均速度が全体的に向上している。

c) 東海道地域

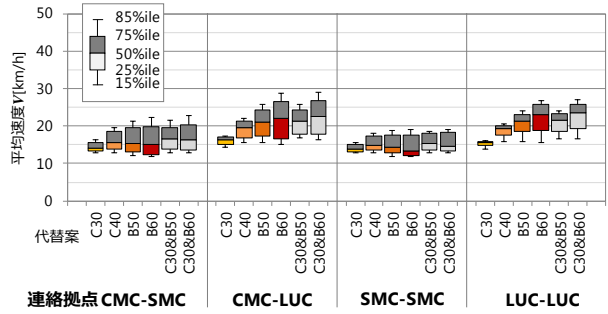
東海道地域は、上位拠点の主軸および自専道ネットワークが直線的に発達しているという特徴を持つ。

この地域のLUC(生活拠点)、SMC(小さな拠点)に関する拠点間連絡の旅行時間、平均速度は図-12のようになる。他の地域同様、SMC-SMCやLUC-LUCは、殆どの代替案で目標旅行時間が達成可能である一方、CMC-SMCやCMC-LUCといった集落・住区からの連絡は、半数程度の拠点間で目標が達成できていない。

CMC-UUC(集落・住区から高次都市拠点)について、拠点間旅行時間、平均速度を図-13に示す。(2)の関西地域同様、旅行速度の高い階層を適用することで、一般道路のみの経路(Without)でも、過半数の拠点間が目標達成可能となる。東海道地域では、自専道が東西方向のみに卓越しているため、伊豆半島、渥美半島や中央アルプスのある山間部などからUUCに向かう南北方向の連絡は、経路上に自専道がなかったり、ICアクセス+イグレス距離が長過ぎたりして、自専道を利用できない拠点間が34%を占める。このようなCMCに対して、一般道路の旅行速度を高めることで連絡性能を強化する代替案”B50”,”B60”などは意義が大きいと考えられる。

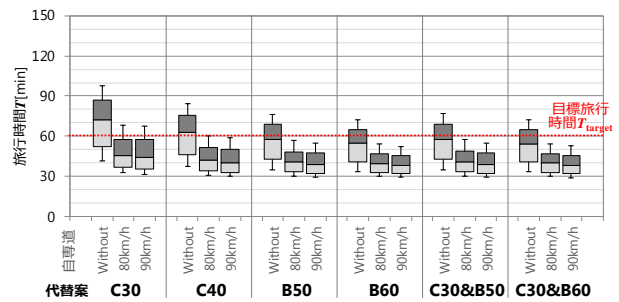


(a)旅行時間

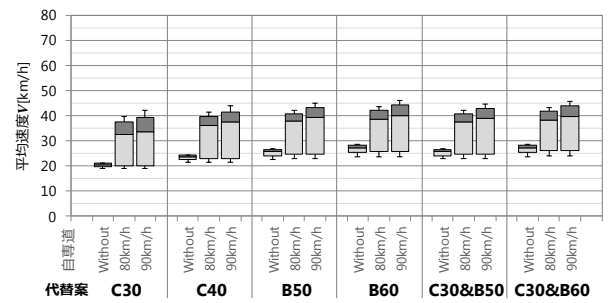


(b)平均速度

図-12 SMC(小さな拠点)・LUC(生活拠点)に関する連絡【東海道】



(a)旅行時間



(b)平均速度

図-13 CMC-UUC(集落・住区から高次都市拠点)【東海道】

d) 南ドイツ地域

最後に、拠点が空間的に広く分布し、拠点間距離のバラツキが小さい南ドイツ地域における評価を行う。

LUC(生活拠点)、SMC(小さな拠点)に関する旅行時間を示した図-14(a)では、日本の各地域(1)~(3)で目標達成割合が高くなかったCMC-LUCについても、”B50”によって殆どの拠点間をカバーできることがわかる。

CMC-UUCの拠点間旅行時間を示した図-15(a)をみると、一般道路の有する階層の目標旅行速度が30, 40, 50, 60km/hと高くなるにつれて、旅行時間が短くなってゆく傾向が

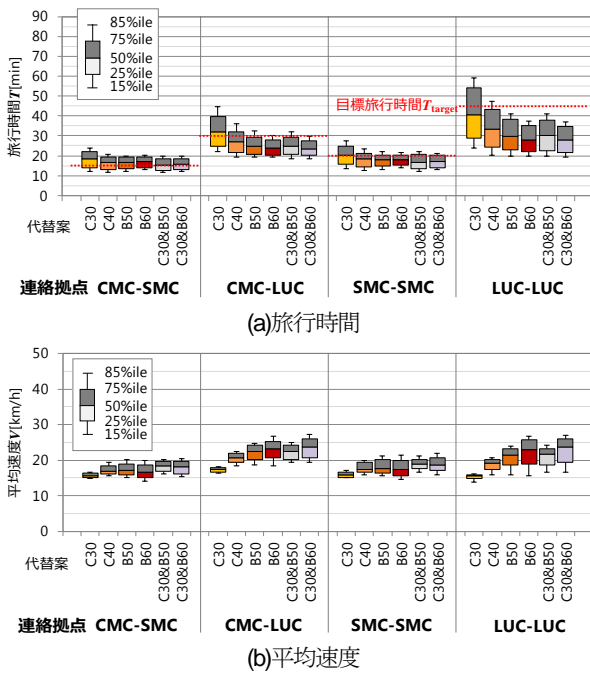


図-14 SMC(小さな拠点)・LUC(生活拠点)に関する連絡【南ドイツ】

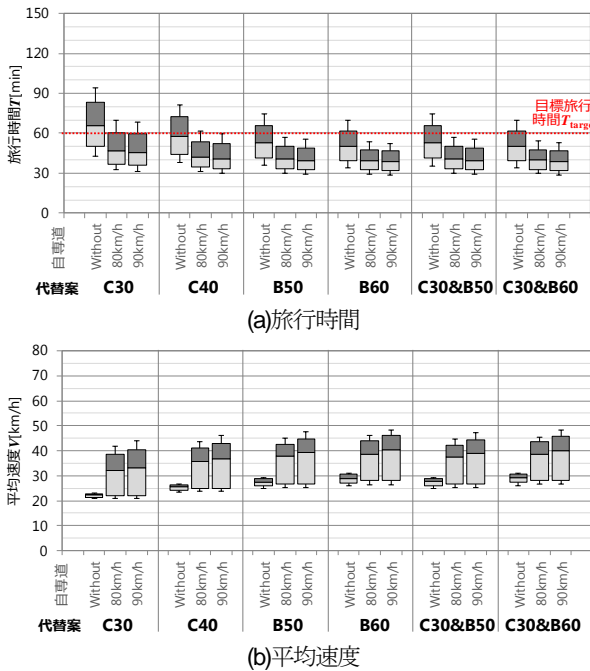


図-15 CMC-UUC(集落・住区から高次都市拠点)【南ドイツ】

非常に明確である。これは、拠点間距離のバラツキが小さく、道路の旅行速度向上に対する感度が全体傾向として表れやすいためである。また、一般道路の目標旅行速度が高くなるほど、一般道路のみの経路(Without)と自専道使用経路(80km/h, 90km/h)の旅行時間の差が小さくなってゆく様子もうかがえる。

(2) 目標旅行時間の達成可能範囲と有すべき階層

前節より、各種拠点間連絡のうち、日本において特に課題があるのは、集落・住区から上位拠点への連絡であ

ることがわかる。このうち、代替案による影響が最も顕著なCMC-LUC(集落・住区から生活拠点まで)について、対象地域における旅行時間の変化をより詳細にみるため、図-16を示す。図-16は、地域内のCMC-LUCを直線で結び、目標旅行時間(30min)が達成可能となる代替案で塗り分けたものである。CMC-LUCについては、一般道路のうち最も高速の階層によって目標旅行時間の達成可否が決まるため、代替案”C30&B50”, ”C30&B60”の効果は、それぞれ”B50”, ”B60”を参照すればよい。

この図をみると、(a)中国地域や(c)東海道地域という沿岸部、(b)関西地域という大阪平野に広がる関西都市圏のような主要な箇所では、現状道路に近い30km/hの速度で走れる階層があれば充分である一方、山間部や半島部のような主軸からはずれた集落・住区に対しては50, 60km/hで走れる高規格の階層の必要性が高いことが確認できる。また、山間部・半島部には、60km/hの階層をもってしても目標旅行時間を達成できない集落・住区が数多く残っていることもわかる。このような集落・住区は特に、地方部の(a)中国地域や(d)北東北地域において顕著である。

生活機能を持つ拠点へ円滑に連絡できる「コンパクト+ネットワーク」な国土構造とするためには、道路ネットワークの性能を高めるだけでは不十分で、このような山間部・半島部における拠点の再配置を併せて行うことが重要であると示唆される。

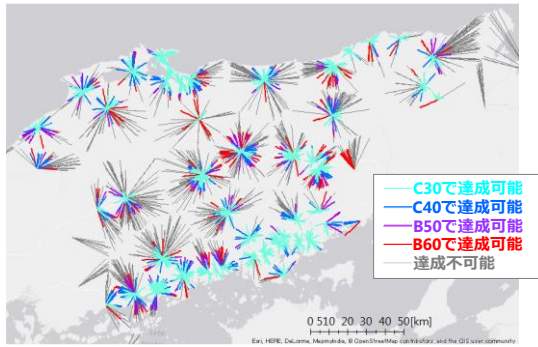
(3) 目標旅行時間達成割合

最後に、代替案の総合的な評価を行うため、対象地域の全拠点間の目標達成割合ARを求める。目標達成割合ARは、全拠点間連絡の重みの総和に対する目標旅行時間達成可能な連絡の重みの総和とし、式(13)により定義する。

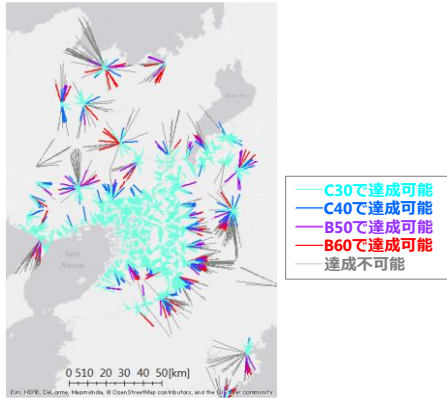
$$AR = \frac{\sum_{c \in C_{\text{achieved}}} w_c}{\sum_{c \in C_{\text{all}}} w_c} \tag{2}$$

ここに、 c : 対象地域内の拠点間連絡、 w_c : 拠点間連絡 c の重み、 C_{achieved} : 目標旅行時間を達成する拠点間連絡からなる集合、 C_{all} : 全拠点間連絡からなる集合である。

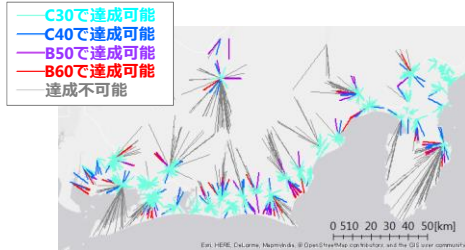
ある拠点間連絡 c の重み w_c は、CMC(集落・住区)から上位拠点までの連絡については1、SMC-SMC, LUC-LUC, UUC-UUCといった同一階層の隣接拠点間連絡については、その拠点を直近上位拠点とするCMCの数として定義する。これは、隣接拠点間連絡によって補完・交流された拠点機能を享受可能な利用者数をCMCの数によって代替しているものである。



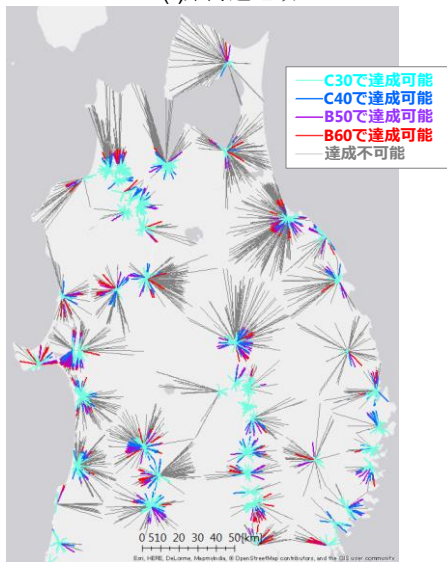
(a)中国地域



(b)関西地域



(c)東海道地域



(d)北東北

図-16 各階層により目標旅行時間が達成できるCMC-LUC

ケーススタディを行った五地域の実績達成割合ARを図-17に示す。全地域において、目標旅行速度の高い階層を有する代替案ほど、達成割合が増加しているが、関西・東海道のように拠点が一部地域に密集している地域

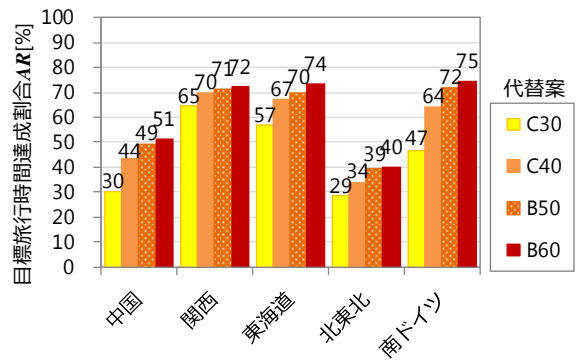


図-17 目標達成割合AR

よりも、中国・北東北・南ドイツのように比較的低密に広く分布している地域の方が、達成割合の増加が大きい傾向が明らかとなった。

しかしながら、北東北・中国地域のような地方部では、最も高い目標旅行速度を有する”B60”の代替案を適用しても、目標達成割合ARは40%、51%にとどまることもわかり、達成割合を上げるためには、拠点配置施策との連携が不可欠であることも示唆されている。一方、この逆の見方として、今回は目標旅行時間を表-2のように仮定しているが、これを変化させた場合の達成割合ARの感度を分析することで、地域の実情を考慮した目標旅行時間設定についても検討が可能であり、これは今後の課題である。

6. おわりに

本稿では、中国、関西、東海道、北東北および南ドイツという五地域を対象に、道路ネットワークの機能階層構成が拠点間連絡性能に及ぼす影響を分析した。その結果、地方部(中国、北東北)では、拠点間距離が長いかつ地勢条件による迂回の影響も大きいために、高い速度で走行できる階層を持つことによる効果が大いことがわかった。また、程度の違いはあるものの、いずれの地域においても、山間部や半島部などの集落・住区(CMC)には、自専道ICや上位拠点までの距離が長いという共通の課題がみられ、一般道路において旅行速度50km/h, 60km/hなどで走行できる階層を有する構成とすることの重要性が示されたほか、拠点配置と併せた施策の必要も示唆された。

本稿では、各種拠点間の旅行時間と平均速度のみを指標として道路ネットワークの機能階層構成の評価を行ったが、複数拠点が重なりあった場合の交通の分担状況を考慮した各代替案の有効性については検証が不十分である。拠点間需要に対して各階層の目標旅行速度を達成可能な車線数なども考慮した上で、適用コストを算出し、総合的な評価を行うことが今後の課題である。また、本研究における旅行時間の推定は、仮定のネットワークを

用いた近似的手法によるものであるため、実ネットワークを用いることで、精度を高めることも課題として挙げられる。

謝辞

本研究で用いているドイツの拠点(中心地)のデータは、シュトゥットガルト大学Markus Friedrich教授にご提供頂いたものである。また、本研究を進めるにあたっては、(一社)交通工学研究会基幹研究・交通容量とサービスの質に関する研究グループの方々に、貴重なご助言を頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省: 国土のグランドデザイン2050～対流促進型国土の形成～, 47ページ, 2014.
- 2) 中村英樹, 大口敬, 森田緯之, 桑原雅夫, 尾崎晴男: 機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案, 土木計画学研究・講演集, Vol.31, CD-ROM, 2005.
- 3) 後藤梓, 中村英樹, 下川澄雄, 喜多秀行, 内海泰輔: 日本における拠点設定と効率的な拠点間連絡を実現する階層型道路計画の枠組み, 土木計画学研究・講演集, Vol.50, CD-ROM, 2014.
- 4) 後藤梓, 中村英樹: 機能的階層型道路ネットワーク計画における性能目標の設定, 交通工学論文集, Vol.1, No.2(特集号A), pp.A_107-A_115, 2015.
- 5) 一般社団法人交通工学研究会: 道路の交通容量とサービスの質に関する研究 最終成果報告書, 2015.
- 6) Forschungsgesellschaft für Straßen -und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für integrierte Netzgestaltung RIN, 2008.
- 7) 山川英一, 内海泰輔, 泉典宏, 野見山尚志, 若林糾: 道路階層別の走行性能を実現するための道路構造条件と道路階層区分相互の接続方法, 土木計画学研究・講演集, Vol.51, CD-ROM, 2015.
- 8) 国土交通省: 国土数値情報, <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html> (2015/04).
- 9) 国土交通省: 国土形成計画(広域地方計画), 2009, http://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudokeikaku_tk5_000029.html. (2015/12)
- 10) Geofabrik GmbH and OpenStreetMap Contributors: OpenStreetMap in Germany, <http://download.geofabrik.de/europe/germany.html> (2015/10).
- 11) 国土交通省: 第5回(2010年度)全国幹線旅客順流動調査, 2010, <http://www.mlit.go.jp/common/000992202.pdf> (2016/01)

(?)

A CASE STUDY ON THE ASSESSMENT OF FUNCTIONALLY HIERARCHICAL STRUCTURE OF ROAD NETWORK WHICH CONSIDERS SPATIAL DISTRIBUTION OF REGION/DISTRICT CENTERS

Azusa GOTO and Hideki NAKAMURA

In Japan, it is recognized that reorganization of road network is important in order to improve mobility between region/district centers where urban and daily-life functions are provided. For that, it is necessary to determine functionally hierarchical structure of road network such as number of road levels, target performance and road spacing of each road level, considering spatial distribution of region/district centers as well as terrain impacts. In this study, a case study which evaluates such hierarchical structures of road network is conducted in five regions with different characteristics. After analyzing the distance between centers and detour caused by terrain, travel performances between centers (i.e., travel time and average speed) are estimated and compared among subjective regions. As a result, it is found that highways with travel speed of 50~60km/h can play an important role for connecting daily-life centers especially in mountainous areas and peninsulas where motorway interchanges are distant from community centers.