

地域間バスネットワークにおける 高規格道路の活用に関する研究

檜山 卓以¹・岸 邦宏²・高野 伸栄³

¹学生会員 北海道大学 大学院工学院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)
E-mail:egi_imos_ytm@eis.hokudai.ac.jp

²正会員 北海道大学教授 大学院工学研究院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)
E-mail:kishi@eng.hokudai.ac.jp

³正会員 北海道大学教授 大学院工学研究院 (〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目)
E-mail:shey@eng.hokudai.ac.jp

地方のバス事業者の持続可能性を高めつつも、速達性のあるバス路線を実現するために、高規格道路を利用したバスネットワークを提案する。これは、高規格道路を通行する地域間バスと、自治体内を循環する地域内バスとを分離した公共交通体系である。本研究では「総所要時間」という指標を開発し、この値が提案するバスネットワークの導入により小さくなる区間については高規格道路を活用すべきとして、導入判定プロセスを構築し、これを北海道内の日高、道北、後志に適用した。その結果、目的地たる施設が市街地に集中している箇所、またIC間が10km程度離れている箇所を中心に、これが適する区間が多く存在することを明らかにした。また、道北における中川-幌延間では、提案するバスネットワークは乗継の影響により鉄道ほどの速達性は持たないことも示した。

Key Words : bus network, expressway, interchange, total travel time, local development

1. 本研究の背景・目的

人口減少やモータリゼーションの進展を受け、特に地方のバス事業者は苦境を迎えている。これは地域間幹線系統バスにも当てはまり、公的支援なしでは路線網を維持できなくなっている地域も多い。一方で、地域間幹線系統バスが鉄道の廃止代替路線として重要な役割を担うところもあることから、速達性の向上を含めたバスネットワークの改善が必要となってくる。また、地方部では、高規格道路のストック効果が議論されているが、公共交通における高規格道路の活用は未だ検討されていない。

そこで本研究では、地域間幹線系統バスの高規格道路の活用方を提案することを目的とする。すなわち、地域間のバスでの移動において、高規格道路を通行する地域間バスと、自治体内を巡る地域内バスに分離したバスネットワークの導入効果を明らかにするものである(図-1)。高規格道路の活用が適する地域を判定するプロセスを開発・適用し、当該地域の公共交通体系に関する提言を行う。

バス路線の改善方策に関する既往研究は、経営環境や事業者特性を考慮した上で、事業者戦略の評価や特定の

費用条件下における収益性の改善を論じた研究¹⁾や、生産効率性と潜在需要の顕在化可能性という二つの観点からバス路線を評価・分類し、それぞれの再編方策を提案した研究²⁾など多数あるが、高規格道路の路線バスへの活用を検討した研究は見られない。本研究は、これまで都市間高速バスでの利用に限定されがちであった高規格道路を、それよりも短い距離を結ぶ地域間幹線系統バスネットワークへ活用できるかどうかを検討する点に特徴がある。

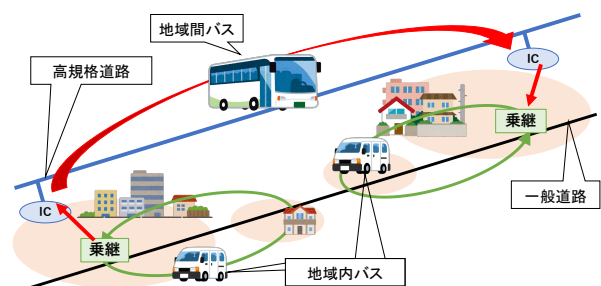


図-1 高規格道路を活用したバスネットワーク

2. 高規格道路活用バスネットワーク導入判定プロセスの構築

本研究は、地域間幹線系統バス路線に並行して高規格道路がある地域において、隣接する地域の隣合うインターチェンジ (IC) 間で高規格道路を利用すべきかを検討する。そこで、まず地域間幹線系統のバス停を、どちらのICのエリアに属するか割り当てる必要がある。この割り当てによってできたバス停圏(半径500m)の集合地域を、本研究では「～IC地域」と呼称する。割り当てには、市町村の境界、または非階層クラスター分析等を用いた。両地域からの相互の移動について、一方のIC地域から、もう一方のIC地域内に設定した目的地まで移動する場合の「総所要時間」が、高規格道路活用バスネットワークの導入により、既存のバス路線より小さくなったならば、これを適すと判定する。

ここで、総所要時間とは、あるIC地域内のメッシュ*i*の住民が、もう一方のIC地域内のある目的地*j*まで行く時間をモデル化した「所要時間」 $t_{(i,j)}$ に、その起点のメッシュ人口 $p_{(i)}$ を乗じたものを、起点側のIC地域の全てのメッシュと目的地について合算したもので、次の式で定義される。

$$\sum_j \sum_i p_{(i)} t_{(i,j)}$$

既存のバスの所要時間は、図-2 に示すように、これは単にバス停までのアクセス時間、目的地の最寄りのバス停までの乗車時間、イグレス時間の和となる。高規格道路活用バスネットワークでは、図-3 に示すように乗継時間も加算されるが、乗継バス停圏内に出発地または目的地がある場合は乗継の5分は要しないものとする。ここでは、バス停圏内に目的とする場所がある場合は、人々は直接そこまで歩いていくと想定している。目的地には、各 IC 地域内にある乗継バス停、病院、商業施設、高等学校を設定する。これらは、それぞれ通勤目的、通院目的、買物目的、通学目的を代表するものである。乗継バス停には、地域の交通拠点として、市街地にあるもの、または交通結節点の最寄りのバス停を設定した。

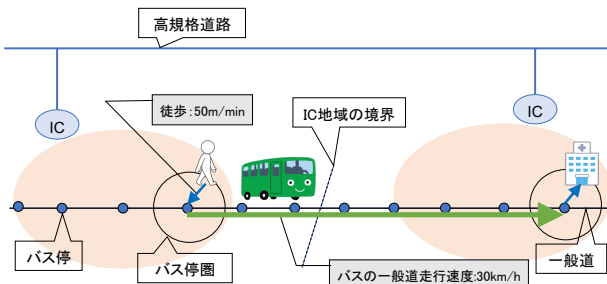


図-2 既存の一般道を通行するバスでの所要時間計算法

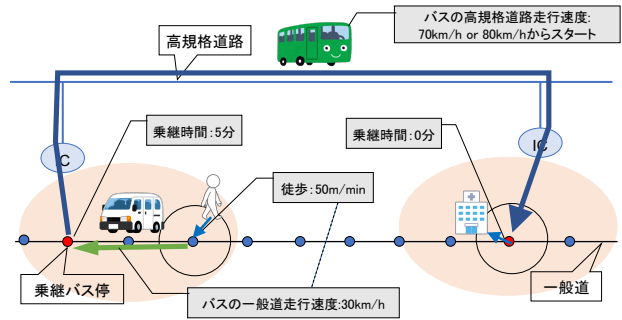


図-3 高規格道路活用バスネットワークでの所要時間計算法

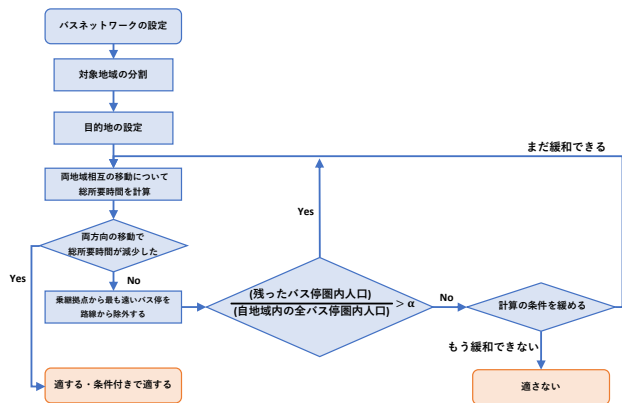


図-4 高規格道路活用バスネットワーク導入判定プロセス

高規格道路活用バスネットワークの総所要時間が、一般道を通行するバスのものよりも大きい場合は、乗継バス停から最も遠い位置にある、同一 IC 地域内のバス停とその圏内の住民を地域内バスの対象から外して総所要時間を再計算する。ここで、絶対にバスネットワークにアクセスさせなければならない人口の割合 $\alpha (= 0.75)$ を設定する。 α を下回った場合、または目的地に最寄りのバス停が対象から除かれたときは、高規格道路の最高速度を上げる、IC 位置が未定の箇所については、IC を乗継バス停に近づける等の高規格道路に関する条件の緩和をすることで、高規格道路活用の可能性を検討するものとする。ここでは、まず高規格道路の最高速度を上限(100km/h)まで上げ、これで対応できないときは IC を乗継バス停に近づける条件設定により分析し、それでも不適の場合は、これら両方を行う。バス停を除くことを含め、全ての条件を緩和しても高規格道路活用バスネットワークの総所要時間が一般道を通行するバスのものより大きい場合は、その区間は一般道を利用することとする。

3. 研究対象地域・対象バス路線の設定

本研究では、高規格幹線道路が既に開通、または計画されている北海道内の地域として日高地域、道北地域、後志地域を対象とした。日高地域は鶴川 IC-静内 IC(予定地)間、道北地域は中川 IC(予定地)-幌延 IC 間、後志地域

は小樽 IC-倶知安 IC(予定地)間を分析に用いる。道北地域については、前述の IC 間に問寒別 IC、天塩 IC、産土 IC を仮定した。対象地域のバス路線として、日高地域では道南バス苫小牧静内線を対象とした。道北地域の対象区間には、地域間幹線系統バスが存在しないため、中川町と幌延町の市街地間を、問寒別地区と雄信内地区を経由するようにバス路線とバス停を設定した。後志地域では、ニセコバス小樽線と、北海道中央バス余市線のバス停に、北海道新幹線並行在来線廃止代替バスの運行に際し新設が検討されているバス停を追加し分析に用いた。

地域への移動を表す。また、目的地が乗継バス停圏内にある場合は、色をつけ示している。

日高地域へのプロセス適用結果を図-5 に示す。日高門別 IC 地域-日高厚賀 IC 地域間と日高厚賀 IC 地域-新冠 IC 地域では、現状のままでも高規格道路を利用したバスネットワークが適するという結果になった。日高門別 IC 地域から日高厚賀 IC 地域への移動に注目すると、表-3 より、一人当たり 5 分以上も所要時間が減少することから、日高門別 IC のフル規格化の必要はあるが、この区間における高規格道路の活用は特に効果的である。鶴川 IC 地域-日高富川 IC 地域間は高規格道路の最高速度を 70km/h から 80km/h に上げることで、高規格道路のバス路線としての活用が適するようになることが分かった。

4. 高規格道路活用バスネットワーク導入の検討

(1) 日高地域へのプロセス適用

分析対象区間の各 IC 地域内の目的地は表-1 のように設定した。隣の IC 地域から各目的地に移動する総所要時間を計算する。円群はバス停圏を、円群の色分けは IC ごとの地域の分類を示す。隣り合う互いに色が違う IC 地域間にプロセスは適用される。各 IC 地域間の総所要時間分析結果を表-2 に示す。表-2 は高規格道路活用バスネットワーク導入前後の総所要時間の比を示しており、1 を下回れば小さくなったことになる。方向別総所要時間比等は 2 列から成るが、このうち左側は第 2 列に示す上の IC 地域から下の IC 地域への移動、右側は下の IC 地域から上の IC



図-5 日高地域へのプロセス適用結果

表-1 日高地域の目的地

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | |
|-------|-----------------|-------|-------|----------------|------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| | | 乗継バス停 | 乗継バス停 | 病院 | 病院 | 商業施設 | 商業施設 | 高等学校 | 高等学校 |
| むかわ町 | 鶴川IC | 日高富川 | 鶴川駅前 | 小川医院 | むかわ町鶴川厚生病院 | マックスバリュ富川店 | 道の駅むかわ四季の館 | 北海道富川高等学校 | 北海道鶴川高等学校 |
| 日高町 | 日高富川IC | 門別病院前 | 日高富川 | 門別国民健康保険病院 | 小川医院 | どりーむハウス | マックスバリュ富川店 | なし | 北海道富川高等学校 |
| (同上) | 日高門別IC | 厚賀第一 | 門別病院前 | 勤医協厚賀病院 | 門別国民健康保険病院 | なし | どりーむハウス | なし | なし |
| (同上) | 日高厚賀IC | 新冠 | 厚賀第一 | 新冠町立新冠診療所 | 勤医協厚賀診療所 | 道の駅サプラットロード新冠 | なし | なし | なし |
| 新冠町 | 新冠IC | 静内 | 新冠 | 青柳町(個人病院が集中する) | 新冠町立新冠診療所 | イオン静内店 | 道の駅サプラットロード新冠 | 北海道静内高等学校 | なし |
| 新ひだか町 | 静内IC | | | | | | | | |

表-2 日高地域における総所要時間比分析結果

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | | バス停を除く | | 高規格道路速度向上 | | 方向別総所要時間比 | | 総合評価 | 参考 IC間隔(m) | 参考 乗継バス停-IC間距離(m) | 参考 乗継バス停圏人口割合 |
|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------------------|-----------|------------------|------------------|-------|---------------|----------------------|------------------|
| | | 乗継バス停 | 乗継バス停 | 病院 | 病院 | 商業施設 | 商業施設 | 高等学校 | 高等学校 | バス停を除く | バス停を除く | 高規格道路速度向上 | 高規格道路速度向上 | 方向別 一人当たり短縮時間 | 方向別 一人当たり短縮時間 | | | | |
| むかわ町 | 鶴川IC | 0.828 | 0.883 | 1.112 | 0.947 | 0.848 | 1.091 | 1.006 | 1.043 | 不要 | 不要 | 要(70km/h-80km/h) | 0.952 | 0.998 | ○ | 11800 | 1165 | 0.56 | |
| 日高町 | 日高富川IC | 1.244 | 1.29 | 1.225 | 1.455 | 2.325 | 1.233 | - | 1.468 | ※4/14 | ※1/11 | ※100km/h | 1.557 | 1.37 | × | 5800 | 1285 | 0.247 | |
| (同上) | 日高門別IC | 0.843 | 0.918 | 0.856 | 0.921 | - | 1.06 | - | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 0.85 | 0.973 | ◎ | 14200 | 1954 | 0.431 | |
| (同上) | 日高厚賀IC | 0.814 | 0.983 | 1.087 | 0.985 | 0.823 | - | - | - | 不要 | 不要 | 不要(80km/h) | 0.905 | 0.984 | ◎ | 9100 | 1672 | 0.405 | |
| 新冠町 | 新冠IC | 1.255 | 1.398 | 1.452 | 1.568 | 1.849 | 1.367 | 1.358 | - | ※9/14 | ※2/9 | ※100km/h | 1.465 | 1.448 | × | 7100 | 1829 | 0.554 | |
| 新ひだか町 | 静内IC | | | | | | | | | | | | | | × | | 2073 | 0.139 | |

表-3 日高地域における一人当たり短縮時間分析結果(単位:分)

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | | バス停を除く | | 高規格道路速度向上 | | 方向別 一人当たり短縮時間 | | 総合評価 | 参考 IC間隔(m) | 参考 乗継バス停-IC間距離(m) | 参考 乗継バス停圏人口割合 |
|-------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--------|--------|------------------|-----------|------------------|------------------|-------|---------------|----------------------|------------------|
| | | 乗継バス停 | 乗継バス停 | 病院 | 病院 | 商業施設 | 商業施設 | 高等学校 | 高等学校 | バス停を除く | バス停を除く | 高規格道路速度向上 | 高規格道路速度向上 | 方向別 一人当たり短縮時間 | 方向別 一人当たり短縮時間 | | | | |
| むかわ町 | 鶴川IC | 4.8 | 3.3 | -3.4 | 1.7 | 4.8 | -3.1 | -0.2 | -1.7 | 不要 | 不要 | 要(70km/h-80km/h) | 1.5 | 0.1 | ○ | 11800 | 1165 | 0.56 | |
| 日高町 | 日高富川IC | -4 | -4.4 | -4 | -9.4 | -19 | -4.4 | - | -9.7 | ※4/14 | ※1/11 | ※100km/h | -9 | -7 | × | 5800 | 1285 | 0.247 | |
| (同上) | 日高門別IC | 5.4 | 2.6 | 5.4 | 2.6 | - | -2.4 | - | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 5.4 | 1 | ◎ | 14200 | 1954 | 0.431 | |
| (同上) | 日高厚賀IC | 5.4 | 0.4 | -2.5 | 0.4 | 5.4 | - | - | - | 不要 | 不要 | 不要(80km/h) | 2.8 | 0.4 | ◎ | 9100 | 1672 | 0.405 | |
| 新冠町 | 新冠IC | -4.2 | -6.8 | -10.6 | -11.3 | -13.4 | -6.8 | -7.7 | - | ※9/14 | ※2/9 | ※100km/h | -9 | -8.3 | × | 7100 | 1829 | 0.554 | |
| 新ひだか町 | 静内IC | | | | | | | | | | | | | | × | | 2073 | 0.139 | |

日高富川IC地域-日高門別IC間, 新冠IC地域-静内IC地域間は, 高規格道路を100km/hで走行し, かつ対象外にできる全てのバス停を路線から外しても, 高規格道路活用バスネットワークは一般道の通行よりも時間的に優位とはならないという結果になった. この二区間は, ICの間隔が狭く, またIC間隔に対し, 乗継バス停とICとの間の距離が長いことが, 高規格道路の活用により総所要時間が増加してしまっている要因であると考えられる. また, 本地域においては, 高等学校は各地域の中心地からやや離れたところに立地していることが判明した. 高等学校は多くの人々の起終点となることから, 移転は容易ではないが, 中心地近くに設置することが好ましい.

(2) 道北地域へのプロセス適用

日高地域と同様, 道北地域で設定した目的地と, 総所要時間, 一人当たり短縮時間の分析結果をそれぞれ表-4, 表-5, 表-6に示す. 本研究では, 中川町を起点として仮定したバス停の通し番号を設定しており, No.4は天塩中川駅の最寄りのバス停, No.37, No.58は自らのIC地域の中心地にあり, IC地域の目的地を全てバス停圏に含むバス停, No.101は幌延駅の最寄りのバス停となっている. 一般道を通るバス路線は, 図-6のように, 主に国道40号を通行するように設定している.

道北地域におけるプロセス適用結果を図-6に示す. 道北地域では, 天塩IC地域のバス停を一部対象外とする必要はあるものの, 仮定したIC位置を動かさずとも, 全区間において高規格道路の70km/h走行で高規格道路活用バスネットワークの方が時間的に優位になった. 本地域は人口が少なく, 生活に必要な施設も充実しているとは言えないものの, 中心市街地付近に最低限の施設は集積されていることが, 高規格道路活用バスネットワークが適

する理由だと考えられる. 中川IC地域-問寒別IC間, 天塩IC地域-幌延IC地域間はどちらも距離が長い, 総所要時間比を比べると後者の方が圧倒的に小さい. これは, 中川ICが問寒別IC地域と逆方向にあり, 高規格道路の利用が回り道になっていることが原因である. ICの立地が, 高規格道路の公共交通への利用に際し重要な要因になると言える. また, 途中の問寒別IC地域, 天塩IC地域での乗継を考えた上で, 道北地域における人口集中地域である中川IC地域-幌延IC地域間にプロセスを適用した. その結果, この区間についても高規格道路活用バスネットワークの方が一般道を通行するバスより総所要時間が小さくなったことから, より広域的な移動についても, 本地域における高規格道路活用の有効性が示された.

ここで, 問寒別IC地域-天塩IC地域間はバス停を対象外することで高規格道路の活用が適する区間だが, 仮に初めから高規格道路80km/h走行で計算すると, バス停を除く必要がなくなった. よって, 本地域においては, 人口規模も加味すると, 初めから80km/h以上の走行が可能となる完成二車線での供用も一案になると考える.

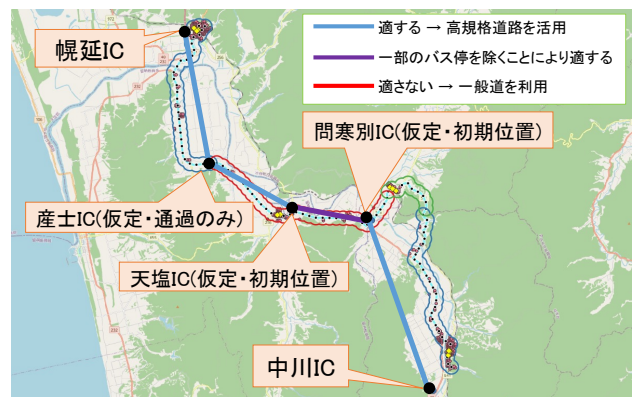


図-6 道北地域へのプロセス適用結果

表-4 道北地域の目的地

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | |
|------|-----------------|--------|-------|----------------|----------------|--------------------------|----------|------|----|
| | | No.37 | No.4 | | | | | | |
| 中川町 | 中川IC | | | 幌延町国保問寒別へき地診療所 | 中川町立診療所 | Qマート問寒別店 | Qマート中川店 | なし | なし |
| 幌延町 | 問寒別IC | No.58 | No.37 | なし | 幌延町国保問寒別へき地診療所 | Aコープ雄信内店 | Qマート問寒別店 | なし | なし |
| 天塩町 | 天塩IC | No.101 | No.58 | 幌延町国保診療所 | なし | Qマート幌延店・ フードインタイムリートゥ | Aコープ雄信内店 | なし | なし |
| 幌延町 | 幌延IC | | | | | | | | |

表-5 道北地域における総所要時間比分析結果

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | | バス停を除く | | 高規格道路速度向上 | | ICを近づける | | 方向別総所要時間比 | | 総合評価 | 参考 IC間隔(m) | 参考 乗継バス停-IC間距離(m) | 参考 乗継バス停人口割合 |
|------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|---|--------|----------|------------|----|---------|-------|-----------|-------|------|---------------|----------------------|-----------------|
| | | 0.892 | 0.775 | 0.904 | 0.848 | 1.01 | 0.783 | - | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 不要 | 0.935 | 0.804 | | | | | | |
| 中川町 | 中川IC | 0.892 | 0.775 | 0.904 | 0.848 | 1.01 | 0.783 | - | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 不要 | 0.935 | 0.804 | ◎ | 12805 | 3025 | 0.462 | | |
| 幌延町 | 問寒別IC | 0.735 | 0.917 | - | 0.93 | 0.773 | 1.014 | - | - | 不要 | 要(10/32) | 不要(70km/h) | 不要 | 0.755 | 0.955 | ◎ | 5649 | 2684 | 0.948 | | |
| 天塩町 | 天塩IC | 0.556 | 0.644 | 0.668 | - | 0.577 | 0.675 | - | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 不要 | 0.601 | 0.66 | ◎ | 15982 | 1315 | 0.541 | | |
| 幌延町 | 幌延IC | | | | | | | | | | | | | | | | | 685 | 0.564 | | |

表-6 道北地域における一人当たり短縮時間分析結果(単位:分)

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | | バス停を除く | | 高規格道路速度向上 | | ICを近づける | | 方向別 一人当たり短縮時間 | | 総合評価 | 参考 IC間隔(m) | 参考 乗継バス停-IC間距離(m) | 参考 乗継バス停人口割合 |
|------|-----------------|---|--|---|--|---|---|--|---|--|--|--|----|---|------|------------------|-------|------|---------------|----------------------|-----------------|
| | | 3.8 | 8 | 3.8 | 6.1 | -0.4 | 8 | - | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 不要 | 2.4 | 7.4 | | | | | | |
| 中川町 | 中川IC | 3.8 <td>8 <td>3.8 <td>6.1 <td>-0.4 <td>8 <td>- <td>- <td>不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td></td></td> | 8 <td>3.8 <td>6.1 <td>-0.4 <td>8 <td>- <td>- <td>不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td></td> | 3.8 <td>6.1 <td>-0.4 <td>8 <td>- <td>- <td>不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td></td></td></td></td></td></td> | 6.1 <td>-0.4 <td>8 <td>- <td>- <td>不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td></td></td></td></td></td> | -0.4 <td>8 <td>- <td>- <td>不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td></td></td></td></td> | 8 <td>- <td>- <td>不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td></td></td></td> | - <td>- <td>不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td></td></td> | - <td>不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td></td> | 不要 <td>不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td></td> | 不要 <td>不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td></td> | 不要(70km/h) <td>不要</td> <td>2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> </td> | 不要 | 2.4 <td>7.4</td> <td>◎</td> <td>12805</td> <td>3025</td> <td>0.462</td> | 7.4 | ◎ | 12805 | 3025 | 0.462 | | |
| 幌延町 | 問寒別IC | 6.5 | 1.9 | - | 1.9 | 6.5 | -0.4 | - | - | 不要 | 要(10/32) | 不要(70km/h) | 不要 | 6.5 | 1.1 | ◎ | 5649 | 2684 | 0.948 | | |
| 天塩町 | 天塩IC | 20.9 | 15.2 | 15.8 | - | 20.9 | 15.2 | - | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 不要 | 19.2 | 15.2 | ◎ | 15982 | 1315 | 0.541 | | |
| 幌延町 | 幌延IC | | | | | | | | | | | | | | | | | 685 | 0.564 | | |

(3) 後志地域へのプロセス適用

後志地域における目的地の設定，総所要時間比，一人当たり短縮時間の分析結果をそれぞれ表-7，表-8，表-9に示す。また，後志地域へのプロセス適用結果を図-7に示す。

本地域では，小樽IC地域から仁木南IC地域までの区間が高規格道路の利用に適さず，全体的に一般道の通行が適する地域が多いことが分かった。小樽IC地域-小樽塩谷IC間については，途中で小樽JCTを経由しなければならず，遠回りになることが高規格道路活用バスネットワークにより総所要時間が伸びてしまった原因と考えられる。小樽塩谷IC地域-余市IC地域に関しては，目的地の立地が分散していることが不適の要因になっている。余市IC地域-仁木IC地域間は，IC間隔が短く，また両方のICとも乗継バス停，すなわち市街地から離れていることが原因である。仁木IC地域-仁木南IC地域は，仁木南IC地域の乗継バス停圏人口が少ないことに加え，仁木南ICが乗継バス停から離れていて，かつ仁木IC地域と反対方向にあり回り道になっていることが原因と考えられる。仁木南IC地域-共和IC地域間において，IC間は距離があるのにも関わらず，高規格道路の走行速度を70km/hから90km/hに上げ，さらに一部のバス停を対象から除かなければならないことも，仁木南IC地域における回り道に起因するものと考えられる。共和IC地域-俱知安IC地域間は，高規格道路の70km/h走行，かつ現在計画されているIC位置のままでも高規格道路活用バスネットワークが適するという結果になった。

ればならないことも，仁木南IC地域における回り道に起因するものと考えられる。共和IC地域-俱知安IC地域間は，高規格道路の70km/h走行，かつ現在計画されているIC位置のままでも高規格道路活用バスネットワークが適するという結果になった。

総じて，隣町程度の距離でも，乗継バス停圏内にある目的地までの移動をする場合に，バスネットワークは有効であることが分かった。

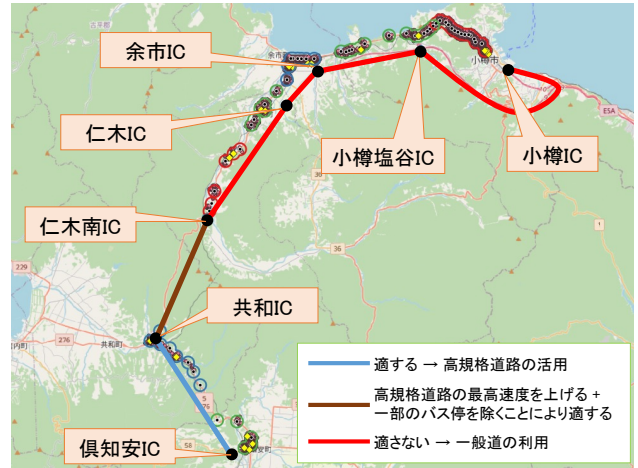


図-7 後志地域へのプロセス適用結果

表-7 後志地域の目的地

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | |
|------|-----------------|-----|-------|-------|----------|----------|-----------|-----------|------------|------------|
| | IC | 地域名 | 乗継バス停 | 乗継バス停 | 病院 | 病院 | 商業施設 | 商業施設 | 高等学校 | 高等学校 |
| 小樽市 | 小樽IC | | 塩谷 | 小樽駅前 | 高橋医院 | 小樽済済会病院 | 水車プラザ | 都通里商店街 | なし | なし |
| (同上) | 小樽塩谷IC | | 余市駅前 | 塩谷 | 余市協会病院 | 高橋医院 | イオン余市店 | 水車プラザ | 北星学園余市高等学校 | なし |
| 余市町 | 余市IC | | 仁木駅前 | 余市駅前 | 森内科胃腸科医院 | 余市協会病院 | なし | イオン余市店 | なし | 北星学園余市高等学校 |
| 仁木町 | 仁木IC | | 然別 | 仁木駅前 | なし | 森内科胃腸科医院 | ファームランドにき | なし | なし | なし |
| (同上) | 仁木南IC | | 国富 | 然別 | 小沢診療所 | なし | なし | ファームランドにき | なし | なし |
| 共和町 | 共和IC | | 俱知安駅前 | 国富 | 俱知安厚生病院 | 小沢診療所 | ラッキー俱知安店 | なし | 北海道俱知安高等学校 | なし |
| 俱知安町 | 俱知安IC | | | | | | | | | |

表-8 後志地域における総所要時間比分析結果

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | | バス停を除く | | 高規格道路速度向上 | 方向別総所要時間比 | | 総合評価 | 参考 IC間隔(m) | 参考 乗継バス停-IC間距離(m) | 参考 乗継バス停圏人口割合 |
|------|-----------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|-------|------------------|-----------|-------|------|---------------|----------------------|------------------|
| | IC | 地域名 | 乗継バス停 | 乗継バス停 | 病院 | 病院 | 商業施設 | 高等学校 | バス停を除く | 高規格道路速度向上 | 方向別 | 方向別 | 高規格道路速度向上 | 方向別 | 方向別 | | | | |
| 小樽市 | 小樽IC | | 1.64 | 1.549 | 1.893 | 1.376 | 1.521 | 1.465 | - | - | ※6/15 | ※4/14 | ※100km/h | 1.656 | 1.452 | × | 18600 | 2975 | 0.307 |
| (同上) | 小樽塩谷IC | | 0.801 | 0.931 | 1.24 | 1.097 | 0.842 | 2.126 | 1.329 | - | ※4/14 | ※3/12 | ※100km/h | 1.057 | 1.318 | × | 9000 | 1174 | 0.327 |
| 余市町 | 余市IC | | 1.366 | 1.387 | 1.467 | 1.385 | - | 1.25 | - | 1.357 | ※3/12 | ※3/6 | ※100km/h | 1.422 | 1.345 | × | 3300 | 2513 | 0.238 |
| 仁木町 | 仁木IC | | 2.085 | 1.811 | - | 1.981 | 1.587 | - | - | - | ※3/6 | ※2/6 | ※100km/h | 1.769 | 1.9 | × | 11467 | 1710 | 0.56 |
| (同上) | 仁木南IC | | 0.914 | 0.692 | 1.043 | - | - | 0.796 | - | - | 要(1/6) | 不要 | 要(70km/h-90km/h) | 0.984 | 0.748 | ○ | 10827 | 5828 | 0.263 |
| 共和町 | 共和IC | | 0.737 | 0.72 | 0.994 | 1.229 | 0.799 | - | 1.064 | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 0.899 | 0.958 | ◎ | 11500 | 391 | 0.56 |
| 俱知安町 | 俱知安IC | | | | | | | | | | | | | | | | | 1132 | 0.403 |

表-9 後志地域における一人当たり短縮時間分析結果 (単位: 分)

| 市町村名 | 目的地種別 IC・地域名 | | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | | バス停を除く | | 高規格道路速度向上 | 方向別一人当たり短縮時間 | | 総合評価 | 参考 IC間隔(m) | 参考 乗継バス停-IC間距離(m) | 参考 乗継バス停圏人口割合 |
|------|-----------------|-----|-------|-------|------|-------|-------|-------|--------|-----------|--------|-------|------------------|--------------|-------|------|---------------|----------------------|------------------|
| | IC | 地域名 | 乗継バス停 | 乗継バス停 | 病院 | 病院 | 商業施設 | 高等学校 | バス停を除く | 高規格道路速度向上 | 方向別 | 方向別 | 高規格道路速度向上 | 方向別 | 方向別 | | | | |
| 小樽市 | 小樽IC | | -11.4 | -9.8 | -17 | -9.8 | -16.4 | -9.8 | - | - | ※6/15 | ※4/14 | ※100km/h | -15 | -9.8 | × | 18600 | 2975 | 0.307 |
| (同上) | 小樽塩谷IC | | 5.5 | 1.8 | -7.7 | -2.7 | 5.5 | -22.7 | -10.4 | - | ※4/14 | ※3/12 | ※100km/h | -1.8 | -7.9 | × | 9000 | 1174 | 0.327 |
| 余市町 | 余市IC | | -5.8 | -5.1 | -9.1 | -10.1 | - | -5.1 | - | -10.1 | ※3/12 | ※3/6 | ※100km/h | -7.5 | -7.6 | × | 3300 | 2513 | 0.238 |
| 仁木町 | 仁木IC | | -15.5 | -16 | - | -21 | -14.6 | - | - | - | ※3/6 | ※2/6 | ※100km/h | -15.1 | -18.5 | × | 11467 | 1710 | 0.56 |
| (同上) | 仁木南IC | | 3.1 | 12.5 | -1.9 | - | - | 9.7 | - | - | 要(1/6) | 不要 | 要(70km/h-90km/h) | 0.6 | 11.1 | ○ | 10827 | 5828 | 0.263 |
| 共和町 | 共和IC | | 7.6 | 9 | 0.2 | -6.4 | 7.6 | - | -2.1 | - | 不要 | 不要 | 不要(70km/h) | 3.3 | 1.3 | ◎ | 11500 | 391 | 0.56 |
| 俱知安町 | 俱知安IC | | | | | | | | | | | | | | | | | 1132 | 0.403 |

5. 鉄道とバスネットワークとの比較

道北地域の対象区間は、全区間について高規格道路活用バスネットワークが適する結果となったが、現在は地域間幹線系統バスはなく、JR宗谷本線がある。そこで、鉄道が高規格道路活用バスネットワークに転換した場合を想定し分析を行った。この比較は、中川IC地域-問寒別IC地域間と、中川IC地域-幌延IC地域間において行った。天塩IC地域は、最寄り駅である雄信内駅の駅勢圏人口が0人であるため対象外とした。ただし、中川IC地域-幌延IC地域間の分析における高規格道路活用バスネットワークでは、問寒別IC地域と天塩IC地域での乗継を考慮する。その他、分析に用いた条件を示す。

- 駅勢圏は駅から半径1kmとし、対象IC地域と駅勢圏との両方に含まれるメッシュのみを分析に用いる。
- 鉄道における所要時間は、一般道を通行するバスの所要時間と同じ方法で計算する。
- 鉄道の乗車時間は、全ての各駅停車の便の平均値を用いる。
- 目的地は表-4と同じものを用いる。

その結果、中川IC地域-問寒別IC地域間では、高規格道路を90km/hで走行することで、問寒別ICを乗継バス停に近づけなくとも、高規格道路活用バスネットワークの総所要時間は鉄道のそれより小さくなった。このときの中川IC地域から問寒別IC地域までの総所要時間比は0.97、問寒別ICから中川IC地域まで移動の総所要時間比は0.975であった。ここで、鉄道との比較における総所要時間比は、高規格道路活用バスネットワークにおける総所要時間を、鉄道を利用した場合の総所要時間で割ることにより計算している。また、問寒別ICを乗継バス停に近づけることで、高規格道路の70km/h、また80km/h走行の場合においても、高規格道路活用バスネットワークが導入に適すると分かった。図-8において、①の赤い点が中川-問寒別間を70km/hで走行したとき、ちょうど総所要時間が下回り始める位置、②の赤い点が80km/h走行時に下回り始める位置を示す。具体的には、初期位置から乗継バス停に、前者の場合で1186m、後方で233m近づけている。

中川IC地域-幌延IC地域間では、表-10に示すように、途中での乗継の影響が大きいいため、高規格道路を100km/hで走行したとしても、提案するバスネットワークは高速化されていない鉄道と比べ時間的に劣るという結果になった。

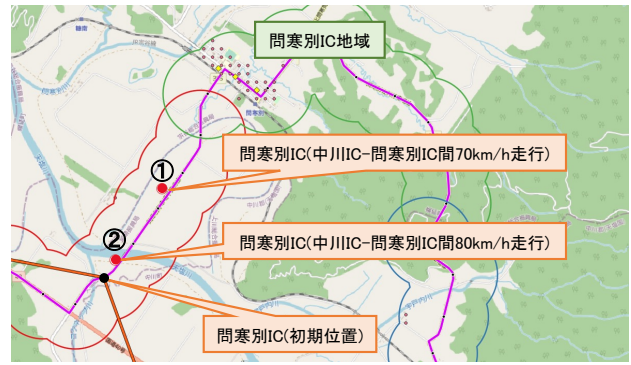


図-8 提案する問寒別IC位置

ここで表-5より、問寒別IC地域の全人口に占める、乗継バス停圏人口の割合が94.8%と非常に高いことを踏まえ、問寒別IC地域において乗継が発生しないと仮定しプロセスの再適用を行った。その結果、中川IC地域から幌延IC地域から中川IC地域までの移動における総所要時間比は0.935、幌延IC地域から中川IC地域までの移動における総所要時間比は0.995となった。このときの高規格道路の走行速度は90km/hである。これは、将来的に問寒別市街地の集積が進めば、高規格道路活用バスネットワークは鉄道に匹敵する速達性を持ち得るということを意味する。尚、中川IC地域-幌延IC地域間における鉄道との比較では、問寒別ICは図-8における②の位置に仮定し分析を行った。

以上より、バスは柔軟な路線を設計できるという利点はあるものの、速達性・人口の分布の面で考えれば、現状の本地域においては、鉄道の維持が望ましいと考える。しかし、仮に鉄道が廃止された場合や、日本は欧米に比べIC間隔が長いことを考慮すると、問寒別ICを計画する意義は十分にあり、高規格道路活用バスネットワークを想定した位置に建設するべきである。

6. おわりに

本研究は、地域間幹線系統バスにおける高規格道路の活用の可能性を示した。各地域の拠点に目的地が集約されれば、高規格道路活用の利点はさらに大きくなる。人口減少下の地方部においては、コンパクトプラスネットワークの考え方が必要とされているが、高規格道路の活用方策として、公共交通の議論の意義は大きいと考える。本研究は総所要時間を基に分析したが、今後は分析において、一般化費用を適用した場合や、乗継に対する利用者の評価を取り入れていきたい。

表-10 中川IC地域-幌延IC地域間における鉄道の総所要時間に対する高規格道路活用バスネットワークの総所要時間割合

| 市町村名 | 駅名 | 目的地種別 IC・地域名 | 乗継バス停 | | 病院 | | 商業施設 | | 高等学校 | | 高速道路速度向上 | 方向別総所要時間比 | | 総合評価 |
|------|-------|-----------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|---|----------|-----------|-------|------|
| | | | 1.066 | 1.145 | 1.07 | 1.167 | 1.068 | 1.194 | - | - | | 1.068 | 1.169 | |
| 中川町 | 天塩中川駅 | 中川IC | | | | | | | | | ※100km/h | | | |
| 幌延町 | 幌延駅 | 幌延IC | | | | | | | | | | | | × |

参考文献

- 1) 徳永幸之, 千田篤史: 乗合バス事業者における経営環境と経営指標の変化分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, No.4, pp.723-730, 2007.
- 2) 溝上章志, 柿本竜治, 橋本淳也: 路線別特性評価に基づくバス路線網再編手法の提案, 土木学会論文集, No.793/IV-68, pp.27-39, 2005

UTILIZATION OF EXPRESSWAYS IN INTER-REGIONAL BUS NETWORKS

Takui NARAYAMA, Kunihiro KISHI and Shin-ei TAKANO

We propose a bus network using expressways to realize rapid transit bus lines while enhancing the sustainability of bus operators in rural areas. This is a public transportation system that separates inter-regional buses that travel on expressways and intra-regional buses that circulate within a town. In this study, an index of "total travel time" was developed, and a decision-making process was established to determine whether expressways should be used for sections where this value would be reduced by the introduction of the proposed bus network. As a result, it was clarified that there are many sections where this system is suitable, mainly in areas where facilities are concentrated in urban areas and where the distance between interchanges is about 10 km. It was also shown that the proposed bus network between Nakagawa and Horonobe in northern Hokkaido is not as fast as the railroad network due to the effect of transfer.