

# タイ・バンコク首都圏の都市鉄道駅周辺での 端末交通の利用実態に関する研究

小澤 弘典<sup>1</sup>・福田 敦<sup>2</sup>・Malaitham Sathita<sup>3</sup>・沼 義人<sup>4</sup>

<sup>1</sup>学生会員 学生 日本大学大学院理工学研究科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)

E-mail: cshi17006@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 教授 日本大学理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)

E-mail: fukuda.atsushi@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 助手 日本大学理工学部交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)

E-mail: malaitham.sathita@nihon-u.ac.jp

<sup>4</sup>学生会員 学生 日本大学大学院理工学研究科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)

E-mail: cshi18011@g.nihon-u.ac.jp

タイのバンコク首都圏では交通渋滞が社会問題となっており、その対応策として都市鉄道の整備が進められているが、現状では自動車交通から都市鉄道への利用者の転換は進んでいない。その理由としては、郊外部の駅までの端末交通手段の整備が計画的に進められておらず、また、都心部においても駅からの歩行環境が整備されていないため、鉄道利用の環境が十分に整っていないことが挙げられる。自動車交通からの転換を検討する上で、郊外部の駅へのアクセス性を向上させて、都心部の駅周辺において目的地までの歩行環境を改善することが必要であると考えられる。そこで、本研究ではバンコク首都圏を対象として、郊外駅周辺の P&R 等の端末交通手段の実態と、都心部の駅周辺におけるウォークビリティの実態について調査を行い、問題点や課題を整理した。

**Key Words:** Trip End Modes, P&R, Walkability, GIS, Bangkok

## 1. はじめに

タイ・バンコク首都圏では深刻な交通渋滞を改善するために、2010年に策定されたバンコク都市鉄道マスタープラン (M-MAP)<sup>1)</sup>に基づいて、13路線、総延長 539Km のフィーダー路線を含む都市鉄道の整備が進められており、近年、エアポートルールリンク、パープルラインなど郊外と都心を結ぶ路線が整備されてきた。

これらの路線の駅では、沿線住宅からのアクセスの確保に関しては計画的な取り組みは弱く、駅前広場など、交通結節点としての整備も進んでいない。したがって、鉄道駅までのアクセスは、オートバイタクシーやロットゥーなどの自然発生的に展開している交通サービスによってなされているが、その実態については明らかにされていない。一方で、都心側では、通勤などでのエグレスにおいても、駅前型コンドミニアム居住者のアクセスにおいても歩行が中心であるが、歩行空間の整備は十分に進められておらず、その利用実態も十分には明らかにさ

れていない。筆者らは、今後自動車利用から鉄道利用への転換を推進するためには、両端におけるアクセス・エグレス交通の計画的な整備が必要不可欠との前提に立ち、現状における都市鉄道の両端における駅までのアクセス・エグレス交通の実態を把握するためのいくつかの調査を行っており、本稿ではその結果を報告するものである。

特に、2017年に Bang Sue 駅と Tao Poon 駅の間が接続しブルーラインに乗り換えることによって都心へアクセスができるようにパープルライン沿線で、計画的に整備された4つのパーク・アンド・ライド (以下 P&R) 駐車場の利用者を対象に、郊外側、都心部側双方における利用実態をインタビュー調査の結果に基づいて明らかにする。あわせて、アクセス側での他の交通手段の利用実態についても整理する。次に、都心部側におけるアクセス・エグレスにおいて徒歩が主体となっていることを明らかにした上で、歩行環境がどのような状態であるかについて実態を調査した結果について整理する。最後に、これら

の整理に基づいて、バンコクの都市鉄道整備と駅までのアクセスに関して、問題点および課題を整理した。

## 2. 駅周辺の開発の実態について

バンコク首都圏における鉄道駅へのアクセスの状況を把握する前提として、鉄道駅沿線および駅前における開発の実態について整理する。

### (1) 郊外部における沿線開発の実態

バンコク首都圏では、開業している都市鉄道もしくは計画されている路線の沿線において、土地開発がスロー的に進行しているが、都市鉄道の整備と一体となった形での沿線開発は実施されていない。

M-MAP 策定の前提として、当然、将来の土地利用計画は考慮されているが、その色塗りの状況と実際の市街化の状況を重ねると大きく乖離してしまっているのが現実である。特に都心から 20Km 以遠の地域では多くの場合、土地利用計画は開発が抑制されているが、一定の条件を満たせばランドサブディビジョン開発法に基づく宅地開発が可能であり、広い範囲に渡ってこの法律が適用され虫食的に開発が進んでいる。このランドサブディビジョン開発法が求めている一番の要件は、幹線道路へのアクセスの確保であって、鉄道開発との連携は求められていない。したがって、パープルライン沿線の開発地においては鉄道駅へのアクセスは殆ど確保されていない。反対に、これらの開発地の居住者は自動車やオートバイでの通勤・通学を前提として立地している可能性が高い。

一方、駅前においても殆ど計画的な整備は実施されておらず、民間によるコンドミニアムなどが供給されているだけであり、交通広場なども整備されていない。特に、パープルラインは高架鉄道であるので、多くの駅も主要幹線道路上の橋上駅として設置されており、駅へのアクセスは歩道上へ設置された階段によって確保されている。したがって、多くの駅が交通結節点としての機能を殆ど持っていない。

### (2) 都心部における沿線開発の実態

都心部の場合、地下鉄であるブルーライン、高架鉄道のグリーンラインとも既に、コンドミニアムやオフィスビルが林立している地区に導入されたため、郊外同様計画的な開発は行われておらず、駅前広場などの交通結節点としての機能も十分には整備されていない。特に、歩行環境の整備は遅れており、徒歩での移動においても多くのバリアーが存在している。ただし、グリーンラインの駅においては、バンコク首都圏局が駅に直結する

図-1に示すようなスカイウォークを積極的に整備しており、多くの駅前商業施設も連結を進めているので、一部ではあるが歩行環境が整備されている。

また、鉄道駅へのバス、ロットゥー、タクシーなどによるアクセスも多いが、乗降のためのバースなども殆ど設置されていない。



図-1 都心部のスカイウォーク

## 3. 郊外部に位置する駅までのアクセスの実態

本章では、自動車利用から鉄道利用への転換を念頭に、パープルライン沿線の駅までのアクセスの実態を計画的に整備されている P&R 駐車場の利用者に対して実施したアンケートの結果に基づいて把握した結果を示す。

### (1) P&R 利用者の実態

#### a) アンケート調査

P&R 利用者の実態を把握するために、2017年11月24日から29日にかけて、図-2にあるパープルラインの駅の中で計画的に P&R 用の駐車場が設置されている Khlong Bang Phai 駅、Sam Yaek Bang Yai 駅、Bang Rak Noi Tha It 駅、Yaek Nonthaburi 1 駅の4駅において P&R 利用者を対象にインタビュー形式でアンケート調査を行った。

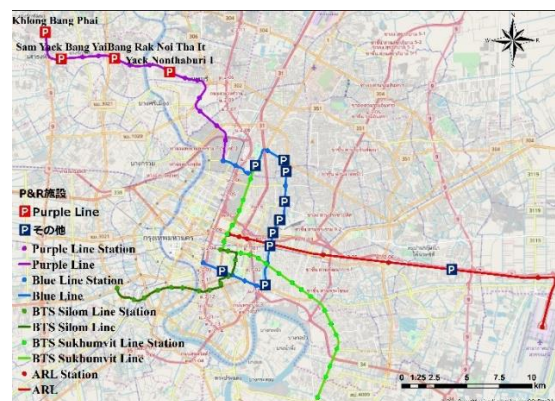


図-2 P&R の設置駅と調査対象駅



調査時間は Khlong Bang Phai 駅のみ 7:00 から 19:30 まで、その他の駅は 6:30 から 12:00 にアンケートを実施した。各駅に設置された駐車施設の詳細を表-1 にまとめる。

表-1 P&R 施設の詳細<sup>2)</sup>

| P&R 駐車場     | Khlong Bang Phai Station | Sam Yaek Bang Yai Station   | Bang Rak Noi Tha It Station | Yaek Nonthaburi 1 Station |
|-------------|--------------------------|---|-----------------------------|---------------------------|
| 駐車可能台数      | 1800(台)                  | 1460(台)   | 1070(台)                     | 435(台)                    |
| 階数          | 3階建                      | 10階建  | 10階建                        | 4階建                       |
| 面積          | 28,500㎡                  | 7,700㎡  | 9700㎡                       | 8,500㎡                    |
| 運用時間        | AM 5:00 ~ AM 1:00        |   |                             |                           |
| 駐車場<br>利用料金 | 時間<br>料金                 | Purple Line 利用者 : 10THB / 2 Hour<br>Purple Line 非利用者 : 20THB / 1 Hour |                             |                           |
|             | 月額<br>料金                 | 1000THB / Month   |                             |                           |

b) 調査結果

まず、パープルライン沿線の P&R 利用者の駅勢圏を把握するために出発地点分布を図-3 に示す。Khlong Bang Phai 駅に関しては路線の続いている北側から来ており、駅周辺近くに住宅が少ないことや P&R 以外の手段でアクセスする方法があることが考えられる。その他の駅はほとんどの利用者が 5Km の範囲から来ていることが表-2 から読み取れる。また、その内の半数近くが半径 2Km の範囲から利用している。これは、駅までの末端交通手段の整備がなされていないことが影響していると考えられる。

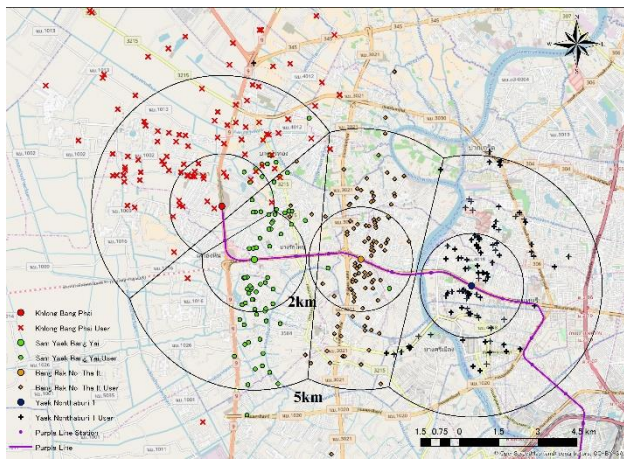


図-3 P&R 利用者の分布

表-2 駅からの距離と出発地の関係

| Khlong Bang Phai | Sam Yaek Bang Yai | Bang Rak Noi Tha It | Yaek Nonthaburi 1 |
|------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| 2 km 以内 19%      | 2 km 以内 47%       | 2 km 以内 55%         | 2 km 以内 57%       |
| 5 km 以内 76%      | 5 km 以内 93%       | 5 km 以内 96%         | 5 km 以内 99%       |
| 全体 99            | 全体 76             | 全体 106              | 全体 98             |

P&R 利用者の降車駅と用いたイグレス手段を集計したものを図-4 に示す。この図から、P&R 利用者はブルーライン沿線の駅で降りる人が多いことが分かる。これに対しスカイトレイン沿線の駅で降りる人は比較的少なく、シーロムラインで降りる人は 1 人しかいなかった。降車駅から目的地まではどの駅も徒歩を利用する人がほとんどであった。これらのことからエグレスでの移動が徒歩で済むトリップが P&R 施設利用に転換する可能性が示唆された。

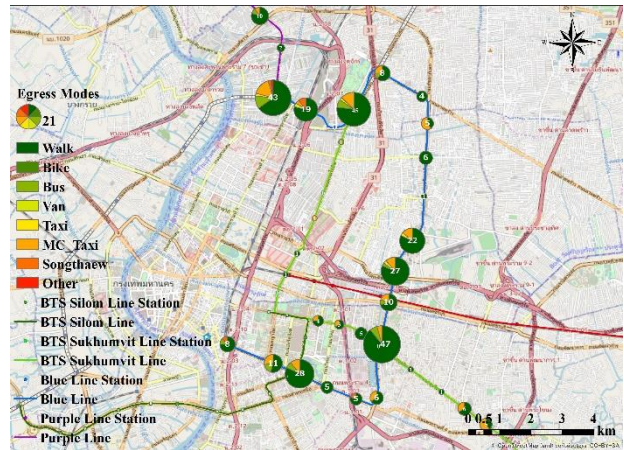


図-4 降車人数とイグレス手段

(2) その他の自然発生した末端交通の実態

a) 路線バス

パープルラインの駅付近を通るバス路線は 10 路線あり、その内の 8 路線が P&R 施設のある駅を通っている。Khlong Bang Phai 駅付近を通るバス路線の一つを図-5 に示す。パープルラインの路線の続いている北側を幹線道路沿いに走っていることが分かる。利用料金は 7.5BHT からで、目的地によって料金が変わる仕組みであり、鉄道より安価である。

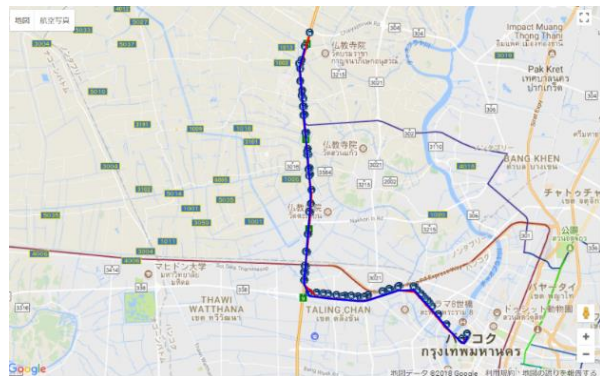


図-5 路線バスのルート<sup>3)</sup>

b) オートバイ

P&R 施設にはオートバイ用の駐車場も設置されている。しかし、駐車スペースが施設外に設置されており、駐輪スペースが少ない。そのためか図-6のように入り口付近に駐輪しているオートバイが多くみられた。図-7は Yaek Nonthaburi 1 駅の P&R 施設までの到達圏である。速度を 20Km として、内側から 5 分、10 分、15 分で到達可能な範囲を示す。



図-6 駅入り口付近のバイクによる路上駐車

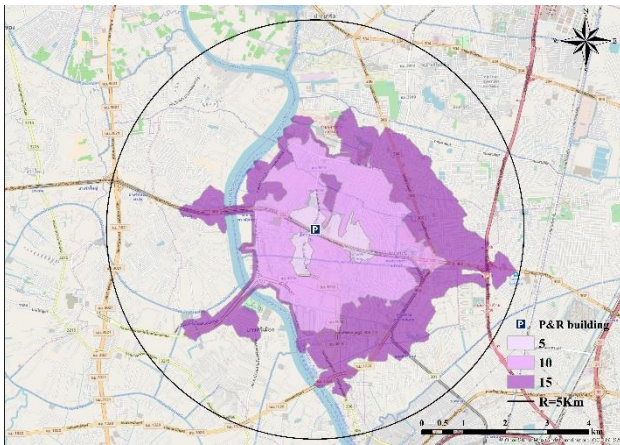


図-7 Yaek Nonthaburi 1 駅までの到達圏

c) ロットウー

ロットウーは出発地と行先が車両の側面に記されているが、そこまでのルートと何時にロットウーが来るかなどは決まっていない。利用料金は 15BHT であり鉄道より安価であり、降りるバス停によってはロットウーのほうが安くなる。

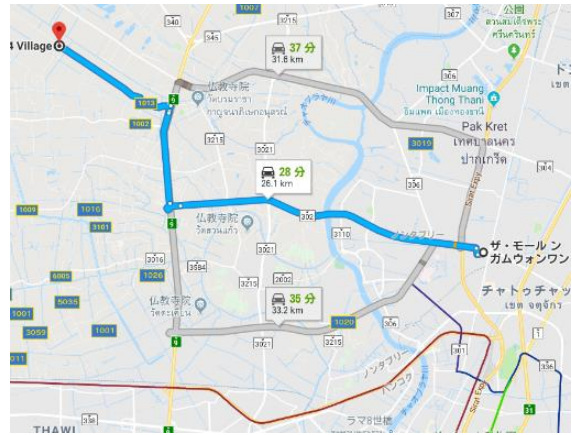


図-8 ロットウールート<sup>4)</sup>

(3) 考察

鉄道への乗り換えを考慮し計画的に整備されていない端末応通のうち出発地と到着地の決まっているバスやロットウーでパープルライン沿線の駅を終点としたものはない。路線バスやロットウーなどを路線のない北側や西側に展開することで駅勢圏が広がる可能性が考えられた。

4. 都心部の駅の端末交通手段

本章では、第 3 章で扱った郊外部の端末交通に対し、都心部の端末交通について実態を把握した。

(1) 都心部の端末交通の実態

都心部では、郊外同様、都市鉄道の駅周辺の端末交通は計画的に整備されていることは少なく、一部の駅に P&R 用の駐車場が整備されているのみである。一方で、第 3 章で得られた P&R のアンケート結果より、郊外から来た P&R 利用者のエグレス手段は降車駅から目的地までの距離が 500m 以内であれば、徒歩の分担率が 90% を超えることが明らかとなっている。以下の図-9 にはアンケート結果より得られた目的地までの距離とエグレス手段の関係を示す。

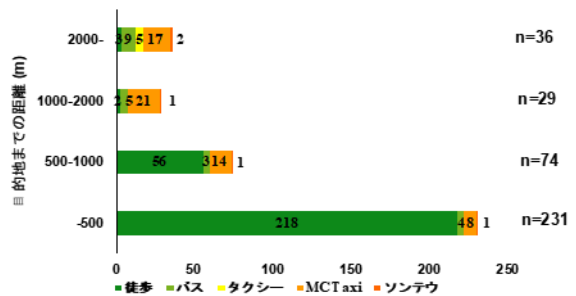


図-9 目的地までの距離とエグレス手段の関係



また、土橋<sup>9)</sup>はバンコク首都圏の都心部で朝の通勤ラッシュ時(7:00～9:00)に駅前型 Condominium からの発生交通量的手段分担率を調べた際、MRT 駅前立地型で 53%～85%、BTS 駅前立地型で 64%～77%が徒歩であることが判明したと述べている。さらに、駅前型 Condominium では、他の立地場所と比較して、自動車の分担率が低く、都市鉄道の利用が他の地区よりも進んでいることが明らかとなったことを指摘している。このように都心部の駅周辺では、アクセス・エグレス問わず駅周辺を歩行する人は多いと考えられ、都心部において徒歩が末端交通の主体となっていることが分かる。

## (2) 歩行環境の実態調査

徒歩が主体的な末端交通となっている現状を考慮し、本章では、歩行環境がどのような状態であるかについて、ウォーカビリティの概念に注目して評価し、問題点と課題を抽出する。ウォーカビリティは文字通り歩きやすさに関する概念であるが、その定義については様々である。例えば、公的機関であるアメリカ疾病予防管理センター(CDC)による定義では、ウォーカビリティは「歩行経路の安全性と望ましさを定量化する思想」とされている。一方で、藤本ら<sup>9)</sup>はウォーカビリティを単に良好な歩行環境を有しているだけではなく、歩く行為そのものを促進するような生活環境全般を含む概念として定義している。このようにウォーカビリティの定義は幅広いものとなっているが、本研究では、バンコク首都圏の歩行環境の実情を鑑みてウォーカビリティを通行のしやすさとして捉えて調査および評価を行った。

## (3) ウォーカビリティ評価の流れ

ウォーカビリティの評価は独自の評価項目を設定した上で行われている。以下の図-10にはウォーカビリティの評価の一連の流れを示す。

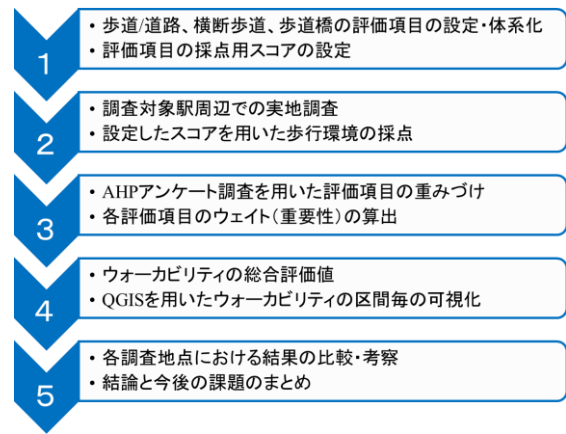


図-10 ウォーカビリティ評価の流れ

評価は調査結果と独自に設定した評価項目を基に行われる。まず、ウォーカビリティの評価項目を体系化し、それぞれの項目について採点用のスコアを設定する。その後、実地調査を経て得られた歩行環境のビデオ等を参考にスコアを用いて歩行環境の採点を 20~25m 区間毎に行う。これと同時に AHP アンケートを用いた評価項目の重みづけを行い、各評価項目のウェイト(重要性)を算出した。得られたスコア(採点結果)とウェイトより総合評価値を算出して、これを区間毎のウォーカビリティの評価値とする。そして、最終的には QGIS を用いて、区間毎のウォーカビリティを可視化する。

### a) 評価項目とスコアの設定

評価項目は、道路・歩道、歩道橋、横断歩道の3種類の歩行環境に関してそれぞれ設定し、体系化して評点を設定した。以下の表-3に、実際に設定した評価項目を示す。評価項目は道路の構造に関する物、路上の環境に関する物、路上の設備に関する物に大別され、それぞれ4段階で採点できるように設定した。評価項目の設定に当たっては、藤本らの研究の他、道路構造令<sup>7)</sup>等を参考に設定した。

表-3 評価項目の一覧

| 調査対象  | 上位項目    | 中位項目                          | 下位項目                            |
|-------|---------|-------------------------------|---------------------------------|
| 歩道・道路 | 道路の構造   | 歩車道の分離、段差の少なさ、幅員の長さ、路面の状態     | 段差の数、段差の高さ、路面の舗装、路面の破損状態        |
|       | 路上の環境   | 障害物の数、路上の清潔さ、危険箇所の少なさ         | 空間的な障害物、人為的な障害物、マンホールの状態、電線の状態  |
|       | 路上の設備   | 街路灯・照明、歩行者用標識、植栽、ストリートファニチャー  | -                               |
| 横断歩道橋 | 歩道橋の構造  | 幅員の長さ、歩行者に配慮した設備、床板の舗装、階段部の段差 | 階段部の幅員、通路部の幅員                   |
|       | 歩道橋の環境  | 歩道橋の清潔さ、障害物の数                 | 階段部の清潔さ、通路部の清潔さ、階段部の障害物、通路部の障害物 |
| 横断歩道  | 横断施設    | 白線の整備、歩行者用信号機の整備、歩行者に配慮した設備   | -                               |
|       | 横断歩道の環境 | 歩道部の面積、障害物の数                  | 空間的な障害物、人為的な障害物                 |

b) AHP アンケートの概要及び結果

評価結果に、客観性を付与するために、有識者への AHP アンケートを実施して、道路・歩道、横断歩道、横断歩道橋別に各評価項目の重み付けを行い、ウェイトを算出した。アンケートでは、上位項目から下位項目まで、以下の図-11 に示すようにそれぞれの評価項目について一対比較で重要性を回答する形式を採用した。

AHP アンケートの対象者は、バンコクの歩行環境に関して一定の知識を有する有識者に限定し、本研究では、日本人 3 名とタイ人 4 名をアンケートの対象者とした。アンケートの結果、歩道・道路に関する評価項目の重み付けの結果は以下の図-12 のようになった。上位項目では、道路の構造に対するウェイトが 0.621 と高く、中位項目では歩車道の分離に対するウェイトが高い結果となった。横断歩道橋の場合は、上位項目では歩道橋の構造に対するウェイトが 0.794 と最も高く、次に歩道橋の環境に対するウェイトが 0.206 であった。中位項目では、横断歩道橋の幅員に対するウェイトが高い結果となった。横断歩道では、上位項目では横断施設に対するウェイトが 0.794 と最も高く、次に横断歩道の環境に対するウェイトが 0.206 であった。中位項目では、歩行者用信号機に対するウェイトが高かった。

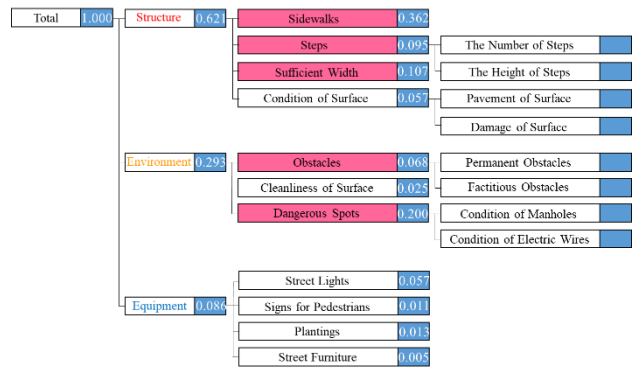


図-12 評価項目の重みづけの結果 (歩道・道路)

問 1. 全体比較 <上位項目の比較>

都市鉄道の駅周辺の歩行環境を評価する上で、表-1 に示した 3 つの項目について、どちらがどの程度重要だとお考えですか？

下の表のそれぞれの項目の組み合わせについて、あなたのお考えに近い場所に○をつけて下さい。

|         |       |       |    |      |      |      |    |       |       |         |
|---------|-------|-------|----|------|------|------|----|-------|-------|---------|
|         | 非常に重要 | かなり重要 | 重要 | やや重要 | 同じ程度 | やや重要 | 重要 | かなり重要 | 非常に重要 |         |
| A 道路の構造 | *     | *     | *  | *    | *    | *    | *  | *     | *     | B 路上の環境 |
| A 道路の構造 | *     | *     | *  | *    | *    | *    | *  | *     | *     | C 路上の設備 |
| B 路上の環境 | *     | *     | *  | *    | *    | *    | *  | *     | *     | C 路上の設備 |

表-1 評価項目

| 記号 | 項目名   | 評価する内容                        |
|----|-------|-------------------------------|
| A  | 道路の構造 | 歩道や道路が歩行に適した構造・状態であるかどうか      |
| B  | 路上の環境 | 歩道や道路上が清潔で、安全に快適に通行できるかどうか    |
| C  | 路上の設備 | 歩道や道路上に歩行者の通行を支援する設備が存在するかどうか |

図-11 AHP アンケートの問題例

c) ウォーカビリティの算出式

ウォーカビリティは得られたスコアとウェイトから以下に示す式(1a)を用いて算出される。

$$\gamma_i = \alpha_1 \cdot \beta_1 + \alpha_2 \cdot \beta_2 + \dots + \alpha_n \cdot \beta_n \quad (1a)$$

ここで、 $\gamma_i$  : 区間毎のウォーカビリティの総合評価値、 $\alpha$  : 各項目の評点、 $\beta$  : 各項目のウェイト (重要性)、 $n$  : 評価項目の数とする。得られた総合評価値は最大値 1、最小値 0 となるように基準化される。基準化は以下の式 (1b)を用いて行われる。

$$\varphi_i = \frac{\gamma_i - \gamma_{min}}{\gamma_{max} - \gamma_{min}} \quad (1b)$$

ここで、 $\varphi_i$  : 基準化した総合評価値、 $\gamma_i$  : 区間毎のウォーカビリティの総合評価値、 $\gamma_{min}$  : 各調査対象における総合評価値の最小値、 $\gamma_{max}$  : 各調査対象における総合評価値の最大値とする。

(4) 調査対象駅と実地調査について

調査対象駅は、先述したエグレス手段のアンケート結果を参考に、降車客数が多くエグレス手段として徒歩の割合が多い駅を選択した。選択した駅は MRT の Tao Poon 駅と Sukhmvit 駅で、Tao Poon 駅はやや郊外寄り近くに木材卸売り問屋街やセメント工場がある駅で、Sukhmvit 駅はオフィスビルや金融機関が立ち並ぶ都心部にある駅である。調査範囲は駅間隔の短さを考慮して半径 500m 圏内とした。調査日時は、2018 年 3 月 29 日(木) 12:00~18:30 に Sukhmvit 駅で、2018 年 3 月 30 日(金) 12:00~18:30 及び 2018 年 3 月 31 日(土) 13:00~16:50 に Tao Poon 駅で調査を実施した。調査では、歩行環境のビデオ撮影や幅員の計測等を実施した。

## (5) 評価結果

評価結果は QGIS を用いて地図上に可視化させた。以下の図-13 に Tao Poon 駅における評価結果を、図-14 に Sukhmvit 駅における評価結果を示す。色が赤に近い程ウォーカビリティが悪い事を示す。



図-13 Tao Poon 駅における評価結果

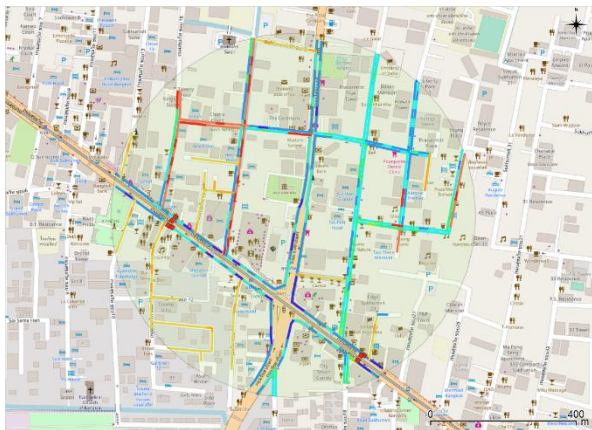


図-14 Sukhmvit 駅における評価結果

## (6) 考察

上記の図-13 と図-14 より、都心部の両駅の半径 500m 圏内においては、ウォーカビリティの低い箇所が多く見受けられる。よって、現状では、ウォークアブルな環境が作られているとは良い難いことが判明した。歩道や道路においてウォーカビリティを下げる主な要因としては、歩車分離の有無や屋台、電柱、路上駐車といった障害物が挙げられる。特に歩車分離の有無は AHP アンケートの結果から特にウェイト（重要性）が大きいことが判明しており、歩道の無い箇所ではウォーカビリティの値は大きく下がることとなった。さらに、電線が垂れ下がっている箇所やマンホールの蓋が開いている箇所といった、危険な箇所の存在もウォーカビリティを悪化させる一因となっていることが評価結果より判明している。

横断歩道についても、一部の場所では白線が消失しているものがあったり、横断歩道上に柱が立てられているなど、設置に関する問題が存在することが実地調査や評価結果を通じて判明している。

また、横断歩道橋については、手すりや照明といった歩行者の移動を支援する設備が整備されているものの、階段部の段差が高いといった問題も見受けられた。

このように都心部の歩行環境は様々な問題点を抱えており、アクセス・エグレスの手段としての徒歩が主体的な交通手段となっている現状を鑑みると、改善が必要であると考えられる。

## 5. おわりに

本研究における調査の結果、都心部と郊外部の両端における端末交通の実態について把握することが出来た。調査の結果より、P&R については、大半の利用者が半径 5km 圏から来ていることが明らかとなり、その範囲内については他の端末交通についても計画的に整備する必要があると考えられる。また、都心部においては、エグレス・アクセス手段としての徒歩の利用実態と実際の歩行環境を考慮し、駅から半径 500m 圏内についてはウォークアブルな環境を整備する必要があると思われる。今後もバンコク首都圏においては、都市鉄道のさらなる整備が見込まれているが、自動車交通から都市鉄道への転換を考える上では、都心部・郊外部双方の端末交通をより連携して整備する必要があると考えられる。

## 参考文献

- 1) Mass Rapid Transit Master Plan in Bangkok Metropolitan Region : M-Map, OTP, 2010
- 2) BANGKOK EXPRESSWAY AND METRO PUBLIC COMPANY LIMITED : <http://www.bangkokmetro.co.th/mapPPL.aspx?Menu=184&Lang=En>
- 3) Transit Bangkok : [https://www.transitbangkok.com/bangkok\\_buses.html](https://www.transitbangkok.com/bangkok_buses.html)
- 4) Google map : <https://www.google.co.jp/maps/?hl=ja>
- 5) 土橋亮太, 福田敦 : バンコクにおける駅前コンドミニアムからの発生交通量の特性に関する研究, 平成 22 年度卒業論文, 2011.
- 6) 藤本慧悟, 武田裕之, 有馬隆文 : 「walkable neighborhood」としての都市の要件と評価, 日本建築学会九州支部研究報告第 50 号, pp.461-464, 2011.
- 7) 公益社団法人 日本道路協会 : 道路構造令の解説と運用, pp.57-116, pp.217-257, pp.575-591, 2004.

(2018. 4. 27 受付)