

【ノート】

徒歩圏分断の計量的把握に関する基礎的考察

A QUANTIFICATION METHOD OF COMMUNITY PARTITIONING

谷 明 良\*

By Akira TANI

1. はじめに

経済的・社会的活動によって深く結びついている地域に鉄道線路や高速道路が設置された場合、すぐ向い側へ行くにも踏切などの通路を通して遠回りしなければならなくなる。その結果、線路などをはさんだ両地域の相互交流が困難になる。このように徒歩圏が制限されることは一種のコミュニティの分断といえよう。徒歩圏分断の計量的把握の方法<sup>1)</sup>とその結果について以下報告する。

2. 地域の状況と徒歩圏の設定

地域は細かい格子状の道路(図-1参照)で覆われているものとし、点 $P(X, Y)$ から $Lm$ の歩行によって到達できる領域 $A(X, Y)$ を $P$ 地点に居住する人の徒歩圏と定義する(図-1参照)。また、この領域の面積を徒歩圏の広さ $S$ とよぶ。 $P$ 地点居住者の徒歩圏は次式で示される。

$$A(X, Y) = \{(x, y) | |x-X| + |y-Y| \leq L\} \dots\dots\dots(1)$$

図-1のように、 $x$ 軸の上に線路が設置された場合を考える。踏切りは間隔 $2D(m)$ とし、 $x=0, \pm 2D, \pm 4D, \dots$ に設置されるものとする。線路という障壁に

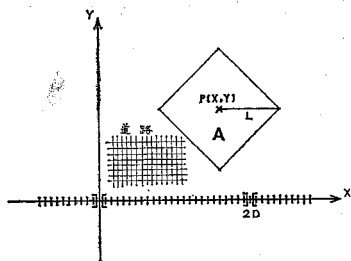


図-1 地域の状況と徒歩圏の設定

よって徒歩圏は制約を受ける。設置前の徒歩圏の広さ $S_0$ は、 $2L^2$ であり、設置後のそれを $S(X, Y)$ で表わすと、徒歩圏の広さの減少量 $\Delta S(X, Y)$ は次式で与えられる。

$$\Delta S(X, Y) = S_0 - S(X, Y) \dots\dots\dots(2)$$

3. 徒歩圏の減少パターン

$x$ 軸上に設置された線路によって徒歩圏が制約を受ける地点 $P$ の範囲は $\{(X, Y) | -L < Y < L\}$ であり、対称性を考慮に入れて、図-2に示す領域

$$U = \{(X, Y) | 0 < X < D, 0 < Y < L\}$$

を以下考える。

徒歩圏の減少パターン(徒歩圏が踏切の存在によって削減を受ける形状)は、踏切間隔( $2D$ )と徒歩圏距離 $L$ の大小関係によって異なり、3つの場合に分けられる。

a)  $D \geq L$ の場合

点 $P$ の領域 $U$ は徒歩圏の減少パターンの違いによって2つの領域 $U_1$ と $U_2$ に分割される(図-3参照)。領域 $U_1$ の点 $P$ を起点とする徒歩圏

は、図-4に示すような減少パターンIをとる。これに対して領域 $U_2$ の場合は図-5に示すパターンIIである。ここで図中の斜線部は、踏切りの存在によって削減された徒歩圏を表わす。各パターンの徒歩圏減少量 $\Delta S(X, Y)$ は次式で与えられる。

パターンI:

$$\Delta S_I(X, Y) = (L - Y)^2 \dots\dots\dots(3)$$

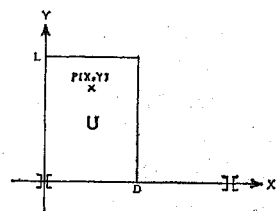


図-2 影響範囲

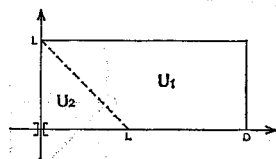


図-3  $D \geq L$ の場合の領域分割

\* 正会員 (株)三菱総合研究所システム開発部研究員

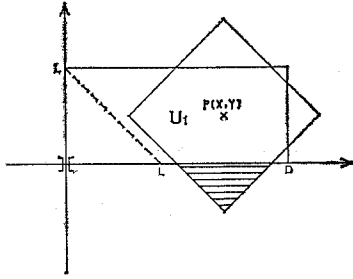


図-4 徒歩圏減少パターン I

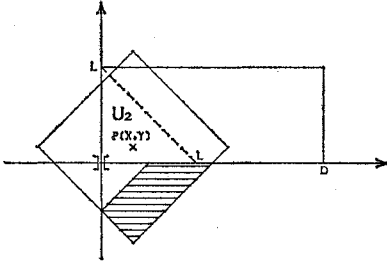


図-5 徒歩圏減少パターン II

パターンII:

$$\Delta S_{II}(X, Y) = (L - Y)^2 - (L - X - Y)^2 \dots (4)$$

b)  $L > D \geq \frac{1}{2}L$  の場合

点 P の領域 U は徒歩圏の減少パターンの違いによって3つの領域  $V_1, V_2, V_3$  に分割される (図-6 参照).

領域  $V_1$  の点 P を起点とする徒歩圏は、前述の減少パターンIに従う。また、領域  $V_2$  の場合は減少パターンIIである。これに対して領域  $V_3$  の場合は、図-7に示すパターンIIIで減少する。パターンIIIの徒歩圏減少量は次のとおりである。

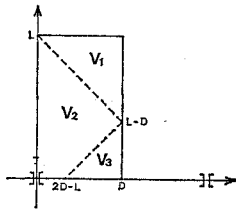


図-6  $L > D \geq \frac{1}{2}L$  の場合の領域分割

パターンIII

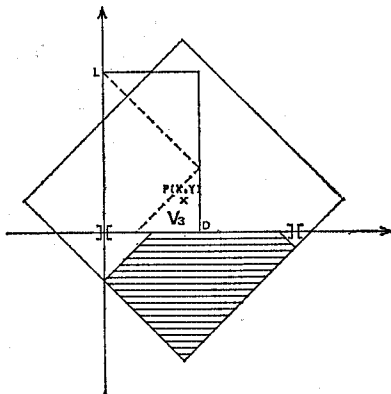


図-7 徒歩圏減少パターン III

$$\Delta S_{III}(X, Y) = (L - Y)^2 - (L - X - Y)^2 - (L - 2D + X - Y)^2 \quad (5)$$

c)  $D < \frac{1}{2}L$  の場合

点 P の領域 U は徒歩圏の減少パターンの違いによって4つの領域  $W_1, W_2, W_3, W_4$  に分割される (図-8 参照)。領域  $W_1, W_2, W_3$  の減少パターンは、おのおの I, II, III であり、領域  $W_4$  の場合は、図-9に示すパターンIVである。パターンIVの徒歩圏減少量は次式で与えられる。

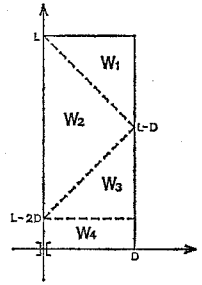


図-8  $D < \frac{1}{2}L$  の場合の領域分割

パターンIV:

$$\Delta S_{IV}(X, Y) = 2X \cdot (2D - X) \dots (6)$$

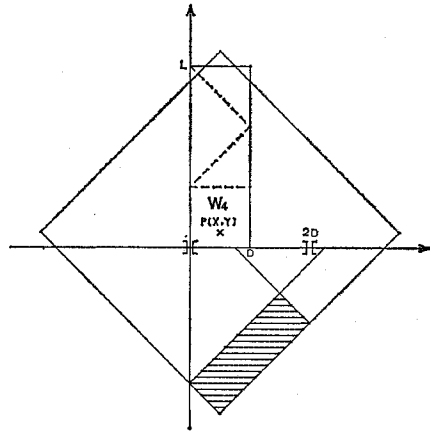


図-9 徒歩圏減少パターン IV

#### 4. 徒歩圏の分断量

前節で述べた徒歩圏の減少量を影響の範囲 U に関して面積分を行い、D で除することによって線路長 1m あたりの徒歩圏分断量 F を求めることができる。

$$F = \frac{2}{D} \cdot \iint_U \Delta S(X, Y) \cdot \rho(X, Y) dXdY \dots (7)$$

ただし、 $\rho(X, Y)$  は人口密度関数であり、一定値  $\rho_0$  の場合は次のような結果が得られる (図-10 参照)。

$$\begin{cases} 0 \leq D < \frac{1}{2}L \\ F = \frac{2}{3} \rho_0 L^3 \cdot (4\alpha^2 - 4\alpha^3) \dots (8) \\ \frac{1}{2}L \leq D \\ F = \frac{2}{3} \rho_0 L^3 \cdot \left(1 - \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{\alpha}\right) \dots (9) \end{cases}$$

ただし、 $\alpha = D/L$  である。踏切りがまったくない障壁の

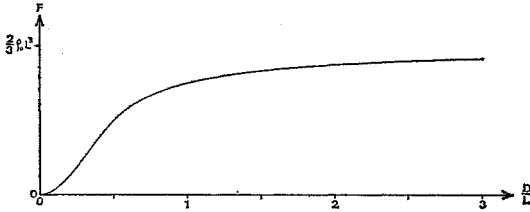


図-10 徒歩圏分断量曲線

場合に最大の分断状態が生じ、その分断量は線路1mあたり  $2/3 \cdot \rho_0 L^2$  である。踏切間隔が徒歩圏の長さよりも長くなると分断量は飽和して行き、完全遮断に近い状態になる。これに対して踏切間隔が  $L$  より短くなると急速に分断量が減少する。 $\alpha$  が0.1以下になると分断量の減少する変化は小さくなり、0付近での勾配は0となる。このように踏切間隔によって分断量はS字型の飽和曲線を示す。傾きの急な $\alpha$ の領域の場合は、踏切間隔短縮対策の効果が大きいことを意味している。

徒歩圏の分断を考える際には、総量だけでなく最も分断の大きな地点(0, D)について検討しておく必要がある。その地点での徒歩圏の減少率  $G$  は $\alpha$ の値によって次のように変化する(図-11 参照)。

$$\begin{cases} 0 \leq D < \frac{1}{2}L \dots\dots G = \alpha^2 \dots\dots (10) \\ \frac{1}{2}L \leq D < L \dots\dots G = \frac{1}{2} - (1-\alpha)^2 \dots\dots (11) \\ L \leq D \dots\dots G = \frac{1}{2} \dots\dots (12) \end{cases}$$

分断総量の場合と比較すると、どちらも飽和曲線ではあるが後者の方がより短い踏切間隔で飽和している。

図-10, 11 に示す曲線の勾配の大きいところほど、踏切間隔の短縮によって得られる徒歩圏拡大効果が大きい。式(8)~(12)を微分すればわかるように、図-10では $\alpha=1/3$ のところ、図-11では $\alpha=1/2$ のところ

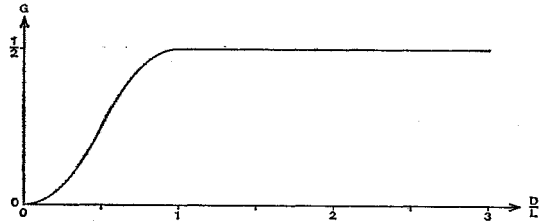


図-11 最悪地点の徒歩圏減少率曲線

で最大の徒歩圏拡大効果が得られる。 $L=700$ m(徒歩10分)とすると、踏切間隔が150m以下ならば分断量が少なくあまり問題が生じない。それに対して踏切間隔が400m以上になると分断量が急増してコミュニティ分断などの問題が発生する。

### 5. ま と め

この小論では線路などによる徒歩圏分断の計量化に関して考察してきたが、通常の幹線道路についても同様な計量化が可能である。歩行者は横断歩道や交差点以外では道路を横断できないため迂回を余儀なくされ、実質的に線路が設置された場合と同様な状況といえる。交差点間隔が長くなるとコミュニティの分断が発生する。

今後の課題としては、歩行距離ではなく徒歩での所要時間の観点から徒歩圏を設定する必要がある。さらに、踏切りや交差点での待ち時間損失を考慮に入れる改良などが考えられる。

おわりに、本研究を進めるにあたってご協力いただいた三菱総合研究所の宮武信春氏に深く感謝申し上げる。

#### 参 考 文 献

- 1) 三菱総合研究所：新交通システムの技術評価・開発方策基礎調査報告書I，運輸経済研究センター委託調査報告書，1973。

(1977.2.24・受付)

# 土木学会誌 論文報告集 総索引

1915—1975  
土木学会編

会員特価 7,200円

(定価 8,000円)

申込先

〒160 東京都新宿区四谷1丁目

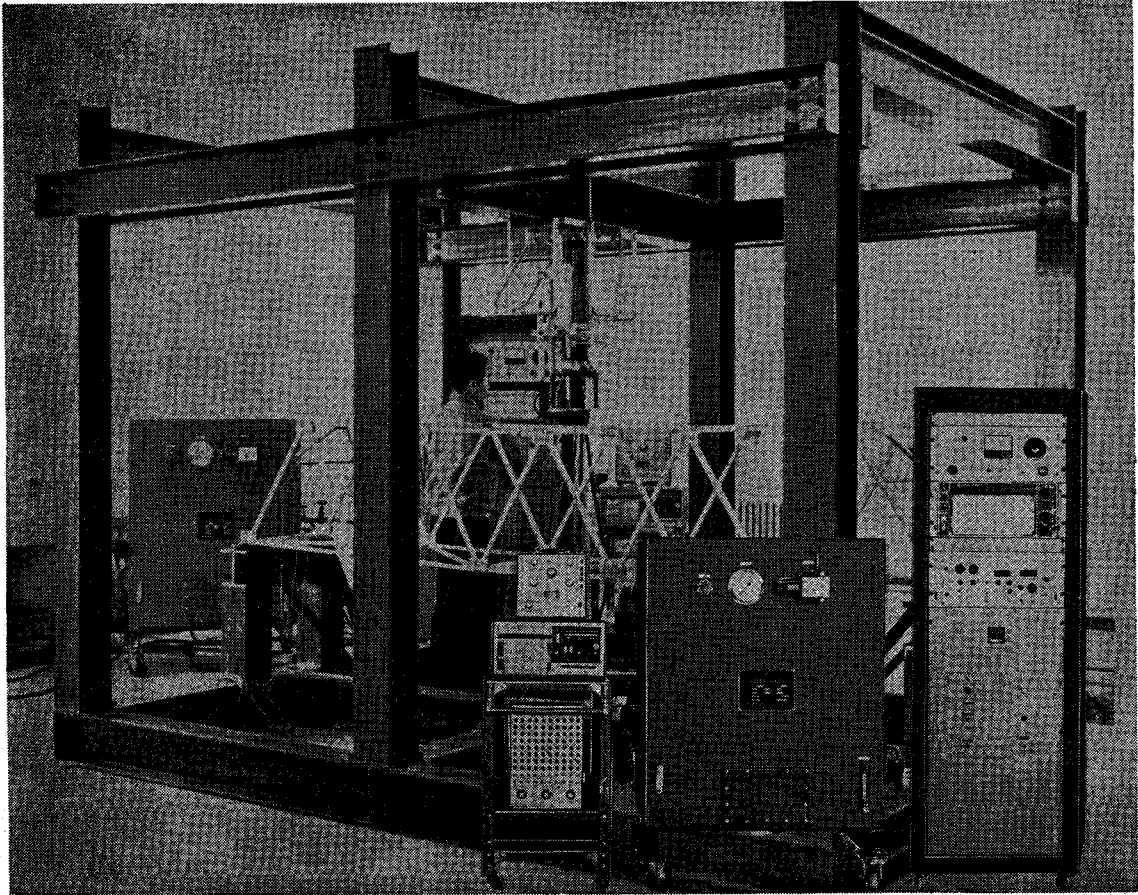
社団法人 土木学会刊行物頒布係

電話 03-355-3441 (代表) 内線 38, 39

土木学会誌・論文集総索引 (第1巻～第60巻) 8000円
日本土木史 昭和16年～昭和40年 36000円 大正元年～昭和15年 24000円
日本の土木技術 一近代土木発展の流れ一 3200円
土木製図基準 昭和51年版 2800円
海外建設工事の契約・仕様 (第2刷) 6000円
建設プロジェクトの進め方 2800円
水理公式集 5000円
水理公式集例題集 1800円
構造力学公式集 (第2刷) 6600円
コンクリート標準示方書 昭和52年版 2800円
コンクリート標準示方書解説 昭和52年版 3200円
遠心力大径PC杭設計施工指針案 1000円
太径鉄筋D51 を用いる 鉄筋コンクリート構造物の設計指針 2000円
トンネル標準示方書(山岳編)・同解説 昭和52年版 2450円
トンネル標準示方書(シールド編)・同解説 昭和52年版 2450円
開削トンネル指針 昭和52年制定 2450円
沈埋トンネル耐震設計指針案 1000円
東京港トンネル工事誌 30000円
海上作業足場の設計要領 2000円
ダム基礎岩盤グラウチングの施工指針 900円
ダムの地質調査解説 2800円
わが国におけるトンネル掘進機の実績と展望 15000円
土木技術者のための岩盤力学 昭和50年版 12000円
鋼鉄道橋設計標準解説 昭和49年版 3300円
国鉄建造物設計標準解説 昭和49年版 4500円
斜張橋資料集成 14000円
関門橋工事報告書 30000円
構造物の安全性・信頼性 5000円
地下構造物の設計と施工 4700円
製図のかき方 52年11月予定
土木材料実験指導書 昭和52年版(基礎編)700円(基礎編・応用編)1500円
土木構造実験 昭和52年版 550円
〒160 東京都新宿区四谷1丁目 土木学会 ☎ 355-3441 (販売) 振替東京 6-16828

MARUI MIV-4600 電気油圧サーボシステム

# 電気油圧式 振動疲労試験機



MIV-4600シリーズは中小規模・材料・構造物・構造物模型  
部品等の実働波による振動・疲労試験に最適品です。

**特長** ◆振動、疲労波形を任意の波形運転することができます。

(正弦・三角・矩形・複合・ランダム・磁気テープ入力による運転も可能)

- ◆制御方式を広い範囲に選択することができます(荷重・変位・加速度の制御が可能)
- ◆複数の加振器を組合せて同時に運転できます(振巾・位相等を変えて運転が可能)
- ◆出力は±50ton～±100kg各種製造いたしています。
- ◆任意の場所で設置し試験が可能です。

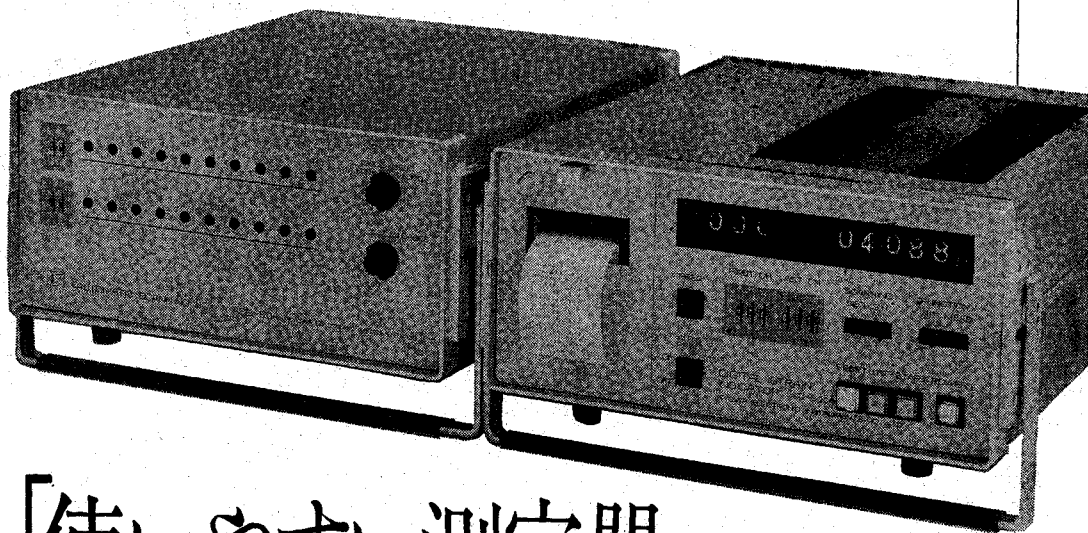


土木建築用材料試験機

株式会社 **マルイ**

東京営業所 東京都港区芝公園2丁目9-12 ☎東京 (03) 434-4717  
大阪営業所 大阪市城東区中央1丁目11-1 ☎大阪 (06) 934-1021  
名古屋営業所 名古屋市中村区牧野町5丁目10 ☎名古屋 (052) 452-1381  
九州営業所 福岡市博多区比恵町4番17 ☎福岡 (092) 411-0950

昭和五十二年五月二十八日  
 昭和五十二年十一月二十五日  
 土木学会論文報告集  
 第三種郵便物認可  
 発行(毎月一回)  
 発行(十日発行)



「使いやすい測定器」と  
 ご好評をいただいております。

初期値記憶式—バランス調整不要

共和の携帯型デジタルひずみ測定器  
**SD-500A, ASB-50A**

計測開始時に測定点の初期不平衡出力をコアメモリに記憶し、次に負荷時のひずみを測定し、直前に記憶している初期不平衡分を演算し、真のひずみを求めます。ひずみ値は、デジタル表示すると共に、内蔵プリンタでプリントアウトします。

小型、軽量、可搬型で現場向。実験室用としてラックタイプもあります。また自動無人計測用のオプション機器の準備があり、データ解析処理のためのパーソナルコンピュータにも接続できます。

特長

- 調整時間が大幅に短縮できる
- 計測時間は1点あたり0.5秒以下
- 直流ブリッジ電源採用により、高精度な測定ができる
- 測定点の開始、終了の任意設定可能
- オプション機器が豊富

仕様

- 測定範囲………0~±39999×10<sup>-6</sup>ひずみ
- 計測時間………0.5秒/点
- 多点切換点数……20点(カスケード接続10台)  
50点(カスケード接続4台)
- ゲージブリッジ  
回路切換………1、2、4枚ゲージ法、全点共通または単独切換
- 精度………±(指示値0.1%+2数値)
- 電源………AC100V
- 寸法………350×160×4000mm

オプション機器

- デジタルクロック ASC-50A
- スタータ AST-50A
- 紙テープさん孔装置 OPC-50A
- ケーブルアダプタ

未来をひらく電子計測器メーカー

**共和電業**  
 株式会社

本社・工場  
 東京都調布市調布ヶ丘3の5の1  
 電話=0424-87-2111(大代)

東京営業所  
 東京都港区芝西久保明舟町19  
 電話=03-502-3551(大代)

大阪営業所  
 大阪市東区森之宮東之町544(三双ビル)  
 電話=06-942-2661(代)

名古屋営業所  
 名古屋市千種区田代町字瓶1の57(東山大木ビル)  
 電話=052-782-2521(代)

福岡営業所  
 福岡市博多区博多駅東2の5の20(松永ビル)  
 電話=092-411-6744(代)

広島営業所  
 広島市東白島町5の9(くまきビル)  
 電話=0822-21-9536

札幌営業所  
 札幌市中央区南四条西9丁目(鏡光ビル)  
 電話=011-261-7629

水戸営業所  
 水戸市上水戸2の6の5  
 電話=0292-25-1074

土木学会論文報告集 第267号

定価 六五〇円