

西武建設 正会員 関口佳司
山梨大学 正会員 北村真一

1. はじめに

都市部において人々は地下街や地下鉄コンコースを代表とする地下公共空間を利用することが多い。そして地下空間を利用する人々の意識は時代と共に変化し、単なる機能重視からわかりやすさとアメニティを求めたものになりつつある。本研究は地下景観¹⁾に評価の主眼を置き、わかりやすく快適な地下空間の構成を模索する一つの手段として、グラフ理論の既存地下街路への適用手法を提示するものである。

2. グラフ理論

一般的にグラフ理論²⁾とは「ある現象に対して一定の法則を見出し、これを“点”と“線”を用いて幾何学的な図形として表す」ことをいう。本論におけるグラフ理論とは、「“点”と“線”から成り立つ幾何学的図形（地下街路空間ネットワーク構造グラフ）から当該現象の特性を見出す」ことをいう。

3. 研究方法

グラフ理論の地下街路空間への適用に関する研究の概略フローを図-1に示す。

(1) 既存地下街路の調査

地下街路を踏査し、空間の構造および地下景観写真を撮影する。なお、空間構造に関しては、1)通過型、2)停留型、3)滞在型のタイプ分類、地下景観に関しては、1)閉鎖一面、2)閉鎖二面、3)閉鎖三面、4)閉鎖四面、5)閉鎖五面のタイプに着目して調査を行う。

(2) 主題図の作成

地下街を地図学的に表現するために記号論でいわれる「記号と記号の結合についての統辞論 syntactics（地図の文法）、記号とその指示物の関係についての意味論 semantics（地図の辞書）、そして記号を修飾して麗しく巧みに表す修辞」を備えた定性的点・線・面データ地図を作成する。すなわち、図-2に示すデータの記号化によって順序尺度データとして点記号、線記号、面記号を用いた主題図³⁾で地下街路空間を表わす。

(3) グラフの作成

(2)によって作成された主題図をもとにグラフ理論の根本である“点”と“線”より構成される最もシンプルな形態のグラフを作成する。作成に当たっては、当該地下街路空間の特性を表す要素を削除したりしないように注意する。

(4) グラフ理論の適用

グラフ理論によるところの1)グラフの形態（連結・サイクル・木および林・複合）、2)グラフの構造（完全・有向・平面的・多角形・モザイク）、3)グラフの要素（点：総数・次数・正則、線：総数・多重辺・サイクル辺・橋）、4)理論定理（小道の数・オイラーの小道の存在）、5)グラフの検証（最短ルート・ハミルトンサイクル）、6)グラフの組み合わせ（マッチング・彩色）などグラフの直接的な事項に対して分析を行う。さらには、1)グラフの変形（サイクル階数・全域木・拡大・縮約・立体射影・面・双対グラフ）、2)グ

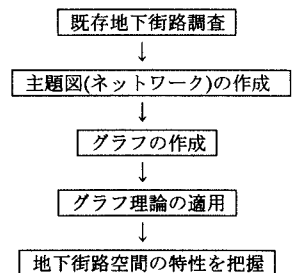


図-1 グラフ理論の地下街路空間への適用概略フロー

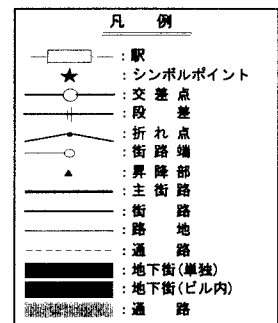


図-2 主題図（ネットワーク）に用いる凡例

キーワード：地下街路，主題図，グラフ理論

埼玉県 所沢市 くすのき台 1-11-2 TEL：0429-26-3360/FAX：0429-26-3383

ラフの関係（循環的な交代道・非閉路的・ループ・反射的・逆・対称的・推移的・合成・同値・素・同伴・包含・半順序・基底グラフ・完全性）、など地下街の環境による間接的な事項に対して分析を行う。

(5) 地下街路空間の特性の把握

(4)のグラフ理論の適用から、その検討項目別に既存地下街路空間の特性を見出し分類する。

4. 既存地下街への適用

我が国の主要都市において 10,000 m²以上の地下街路面積（公共地下歩道+店舗面積）を有する 10 地区 20 地下街（札幌：オーロラタウン、ポールタウン、東京：八重洲地下街、新宿サブナード、川崎：アゼリア、横浜：ポルタ、ザ・ダイヤモンド、名古屋：エスカ、ユニモール、サカエチカ、セントラルパーク地下街、京都：ポルタ、御池地下街、大阪：ホワイティー梅田Ⅰ期、虹のまちⅡ期、ディアモール、クリスタ長堀、神戸：さんちか、岡山：一番街、福岡：天神地下街）を対象に前述の研究方法によ

ってグラフ理論の適用を行った。その内の一例として新宿駅付近地下街路主題図を図-3に、新宿サブナード地下街グラフを図-4に示す。（紙面の都合上、1区域1地下街を掲載する）また、地下街の構造をグラフ理論で分析した結果を表-1に示す。（紙面の都合上、代表的構造形態を持つ3区域3地下街を掲載する）

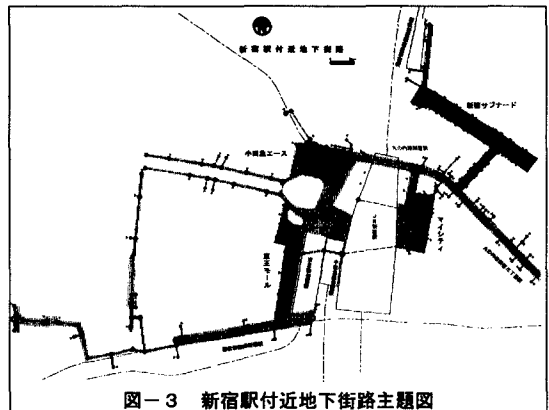


図-3 新宿駅付近地下街路主題図

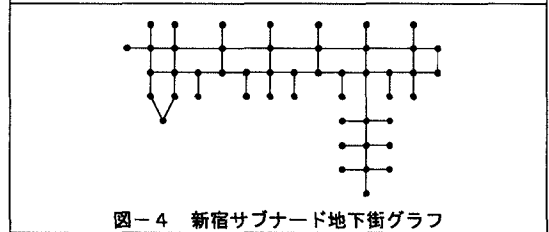


図-4 新宿サブナード地下街グラフ

表-1 地下街路のグラフ理論特性（単位：箇所、Y：該当、N：非該当）

項 目	構 造			種 類					要 素										定理		検証		組合せ				
	連結 グラフ	サイ クル	木	完全 グラフ	有向 グラフ	平面的 グラフ	多角形 グラフ	モザイク グラフ	点					辺					小道 の数	オイラー の小道	最 短 ル ー ト	ハミルトン サイクル	マッ チ ン グ	彩色			
									総 数	次 数				正 則 グラフ	総 数	多 重 辺 数	サイ クル 辺	橋									
										1	2	3	4												5 以上		
地下街路																											
オーロラタウン	Y	N	Y	N	N	Y	N	N	18	11	0	5	2	0	N	17	0	0	17	8	N	—	N	—	—	—	—
新宿サブナード	Y	Y	Y	N	N	Y	N	N	49	22	5	8	14	0	N	56	0	31	25	15	N	—	N	—	—	—	—
ディアモール	Y	Y	Y	N	N	Y	N	N	34	20	1	7	5	1	N	33	0	11	22	14	N	—	N	—	—	—	—

5. 考 察

既存地下街路にグラフ理論を適用してその特性を見出す試みを行った。その結果、考察された代表的なものを以下に記す。1)すべての地下街路が連結グラフとなるが（歩行車道であることから当然）、大別すると、木型・林型・単一サイクル型・複数サイクル型・木サイクル複合型に分けられる。2)実際の街路構造がわかる主題図地下街路に対して、グラフは単純化されているためその基盤構造が把握できる。3)街路のわかりやすさは、直線的な木→単一のサイクル→林→複合サイクルの順となっている。特に複数のサイクルが接続する次数の高い点（次数5以上）においては単純化されたグラフでさえわかりづらい。4)商用的には、グラフ理論によるマッチングおよび彩色を検討することによって空間利用のゾーニングを図りこれを利用できると考える。5)安全面からは、そこを切断すると地下街が分断されてしまう橋の数によって影響されることが考えられる。6)単一の地下街路から複数の地下街路とその連結の適用への発展性を持っている。

参考文献

- 1)関口佳司・北村眞一：地下空間における景観に関する研究，土木計画学講演集 19(1)，pp.157～160，土木学会，1996.11
- 2)Oystein Ore and Robin J.Wilson：やさしくくわしいグラフ理論入門（大石泰彦訳），日本評論社，1993.7
- 3)浮田典良・森三紀：地図表現入門－主題図作成の原理と実際－，大明堂，1988.7