

機関番号：32660

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2010

課題番号：20560587

研究課題名（和文） 都市における低層高密度住居群の空間システムの数理的解析

研究課題名（英文） Spatial analysis of low-rise and high-density dwellings in urban spaces

研究代表者

郷田 桃代（GOTA MOMOYO）

東京理科大学・工学部第一部・准教授

研究者番号：50242128

研究成果の概要（和文）：

都市において低層型住居が高密度に集合した「低層高密度住居群」は、土地の有効利用を背景に消失する傾向にある。高層集合住宅が安易に計画される昨今、低層高密度住居群を再考することは重要である。本研究は、都市における低層高密度住居群の空間システムを数理的に解析する手法を考案し、その有効な事例として中国・北京の四合院住宅群をとり上げ、現地における実態調査を通じて空間データベースを作成し、空間システムの特性に明らかにした。

研究成果の概要（英文）：

The low-rise dwellings with high-density in urban space disappears because of the land utilization with new development. Today the high-rise apartment housings are built from next to next, but it is important that the aggregate of low-rise dwellings with high-density are reevaluated. This study aims to make clear the validity of low-rise and high-density dwellings in urban spaces. First, spatial analysis method of low-rise and high-density dwellings in urban spaces are developed. Second, as the representative case study of low-rise dwellings, the traditional housings and historic areas of Beijing are analyzed and clarified the validity of the spatial system.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：建築・都市計画学

科研費の分科・細目：建築学・都市計画・建築計画

キーワード：低層高密度、住居、都市、空間システム、解析手法、四合院住居

1. 研究開始当初の背景

世界の様々な都市において、低層で高密度な住居が集合した「低層高密度住居群」は、人口集中に伴う土地の有効利用、良好な都市環境の獲得などを背景として、消失する傾向にある。この中には、例えば京都の町屋、北京の四合院住居など、伝統的で豊かな建築・都市空間も数多く含まれている。また、東京の下町、ハノイの管状住居群など、それぞれ衛生や防災等の問題を有しつつも、コミュニティとしての評価は高いものもある。

都市の高密度化を図るべく、居住環境としては問題点の多い超高層住宅が、次々と安易に建設されていく昨今、低層高密度住居群の空間システムを再考し、空間の高密度化に対する新たな計画手法を導くことは、都市や建築の計画学的視点から重要な課題である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、都市における低層高密度住居群の空間システムを数理的に解析し、複数の事例を横断的、体系的に解析することによって、建築・都市空間の高密度化の計画手法として有効な空間システムを明らかにすることである。まず都市における低層高密度住居群の事例を網羅的に多数取り上げ、各事例における住居単体とその集合体の空間構成を把握、整理する。その上で代表的な事例を選定し詳細な調査を行い、空間システムを数理的に解析する。解析手法については、既存の密度指標やスケールとの関係を厳密に捉えながら、横断的、体系的に空間システムの有効性を評価できる数理的な手法を開発する。また、これらの解析を横断的に適用するために、低層高密度住居群の空間データベースを構築する。

本研究では低層高密度住居群の代表的な事例として、中国・北京の四合院住居と四合院住居が多く残る伝統的地区をとり上げる。現在、中国はめまぐるしい発展の途にあり、それに伴う都市開発は、歴史的都市の空間に影響を及ぼし、従来の都市住居群は失われつつある。北京ではインフラ整備や再開発の推進によって、高密度に建ち並ぶ伝統的な四合院住居が街区単位で破壊され、大規模な高層建築に変容している。具体的には、北京市において伝統的な四合院住居が数多く残る歴史文化保護区を対象として現地調査を行い、多様に存在する伝統的住居群の形態的特性を解析する。

3. 研究の方法

(1) 低層高密度住居群の抽出と分析

文献・資料調査：歴史的文献や過去の都市

調査事例を収集し、国の内外を問わず、都市の低層高密度住居群を網羅的に抽出する。既存指標により各事例の空間構成の特徴を明らかにして、類型化を行う。

高密度住居群の調査の整理：既に行なった高密度住居群の調査から、本研究に有効な事例を選定する。これらをサンプルとして、本研究に必要とされるデータの内容、空間データの作成方法、解析手法の検討を行う。

(2) 現地実測調査と分析

分析対象の選定：低層高密度住居群の代表的な事例として、中国・北京の四合院住居群を選定し、北京の歴史文化保護区に該当する4地域を現地調査の対象エリアとする。

実測調査と空間データの作成：住居内部の実測調査と、広範囲な低層住居群の集合状態について実測調査を行い、図面を作成する。

空間システムの解析：低層高密度住居群の空間システムを数理的に解析する手法を作成し、適用する。また、適宜、他事例との比較分析も行いながら、本事例における低層高密度住居群の空間形態の特徴を示す。

(3) 空間データベースの作成

上記の、低層高密度住居群の事例の空間データと解析の空間データベースを作成する。

4. 研究成果

(1) 現地実測調査

北京市内において保存状態が良い四合院住居5ヶ所と増築・改築により居住環境が悪化（雑院化）した四合院住居1ヶ所、計6ヶ所を調査対象住居とする。また、北京市が指定する歴史文化保護区から、歴史的背景が異なる4地域（西四北一条～八条地区、大柵欄地区、南鑼鼓巷地区、南池子・東華門大街地区）を調査対象エリアとする。

(2) 住居単体の分析



Fig1 四合院住居事例梅蘭芳故居

はじめに対象エリアに残存する伝統的な四合院住居単体について空間構成の特徴を分析する。Fig1 は調査対象となった四合院住居のひとつである。四合院住居の出入口は大門と呼ばれ、風水上の理由から東南方向におかれることが多い。この門を入れて左へ曲がると、細長い庭がありその左手には倒座房という使用人の居室や応接室として使われる棟が北向きに建つ。倒座房の北には庭を挟んで二門が設けられ、公的空間と私的空間を分割する役割を果たしている。二門から奥の棟には院子と呼ばれる中庭を囲むように屋根付きの回廊が配されている。正面には主人の居室である平屋の正房が南向きに置かれ、東西に廂房という脇部屋が配置されており、各々の棟は中庭に対して開く。正房の左右には耳房と呼ばれる部屋が付いており、書斎などに使われる。

住居単体の大きな特性は建物の配置と外部空間の形態にある。外部空間で最も奥の棟までの動線を見ると、東南方向に出入口があること、必ず中庭を通ること、直進のみではたどり着けないことが共通点として挙げられる。これらは、四合院住居において、中庭が生活の中心的な空間であることを示すとともに、建物の配置を利用して、敷地内での公私を区別していることが読み取れる。外部空間、半外部空間を区別すると、半外部空間は圧倒的に少なく、各室に太陽光を多く取り入れやすい構成となっている。また、外部空間がいくつか分散して配置されていることがわかる。実測した保存状態のよい住居5軒の基礎データを算出した結果、四合院住居の平均建蔽率は46.9%で、敷地に対する中庭の面積はどの住居も約20%以上の値を示す。四合院住居では、40~60%の空きをとりながら建物を配置し、敷地面積に関わらずある規模の中庭をもつという特徴がみられる。

(2)対象エリアの分析

基礎データにみる特性

Fig.2 は4つの対象エリアについて作成された建物・敷地形形状データベースである。このデータに基づいて、敷地および建物や空隙の面積等を算出した結果、敷地の平均面積と一敷地における建築物の平均個数をエリア別に比較すると、西四北一条~八条地区(調査地1)は514 m²で7.7戸、大柵欄地区(調査地2)は141 m²3.8戸、南鑼鼓巷地区(調査地3)は472 m²で7.6戸、南池子・東華門大街地区(調査地4)は332 m²で5.7戸である。調査地2は住居の規模が他地区に比べ小さく、建蔽率は調査地2の75%に対し他地区は約60%で調査地2は他地区に比べ高密度化している。

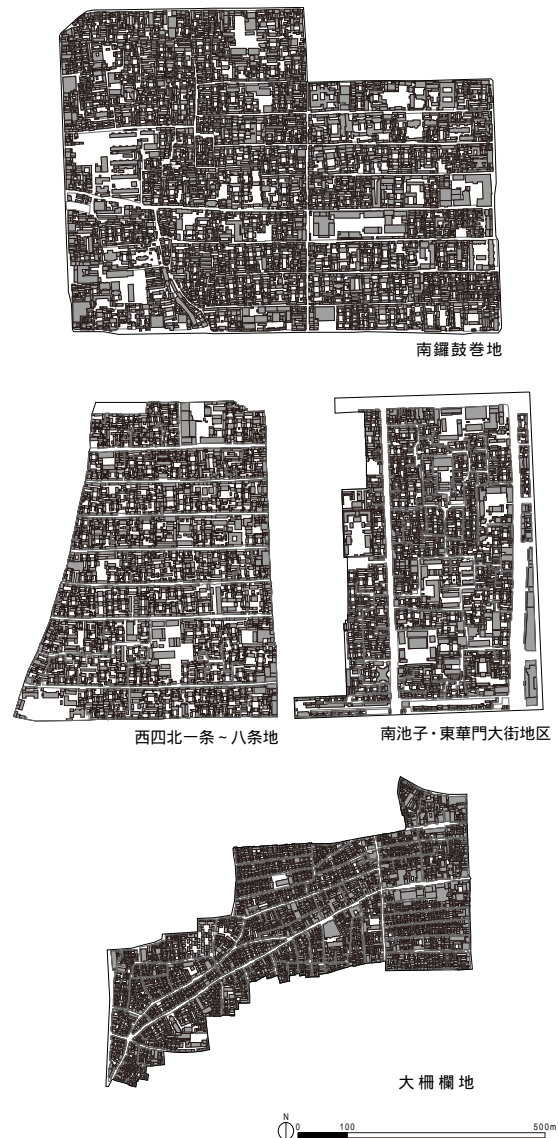


Fig2 対象エリア

解析手法

建物と空隙の関係に着目してその平面形状を分析する。院子や建物の隙間など、「街路を除く建物の建っていない場所」を「空隙」として抽出するための解析手法を作成し適用する。建物の外周に半径 r の円を掃過させ中心エリアとし、中心エリアに半径 r を掃過させ空隙エリアとすると、これは半径 r の円が入る領域を表し、空隙の規模を解析することができる。この操作を半径 1m から 1m 間隔で投入可能な最大半径(最大空円)まで増加させ、空隙エリアの分布図を作成し、面積や個数を算出する。

空隙の平面形状に関する分析

空隙個数によると、調査地1では $r=0m$ から $r=1m$ にかけて倍以上の増加がみられるが、これはある規模の空隙と空隙を繋げていた

細い空間が消え、空隙が分断したことによるものである。空隙エリアの面積によると、4地区とも $r=2\text{m}$ から急激に減少し、4地区ともこの規模の空隙が多く分布していることがわかる。各地区の分布傾向をみると、調査地2では、 $r=3\text{m}$ 以降、面積が0に近く、他の3地区と比べ空隙の規模が小さい。また、個数から比較すると、調査地1は $r=3\text{m}$ から急激に減少しているが、他の3地区は $r=2\text{m}$ から急激に減少している。これから、調査地1は、他の4地区と比べ、空隙がやや大きい傾向といえる。

次いで、空隙エリアの差分画像をとり、ある規模の空隙のまとまりを捉える。例えば、半径1mと2mの空隙エリアの差分をとることにより、概ね半径1m以上2m未満の円のみが入る領域を示すことができる。4地区とも $r=1\sim 2\text{m}$ の空隙が一番高い面積を示しているものの、分布図をみると、調査地1,3,4と調査地2とは異なる形態の空隙が出されている。調査地1,3,4の差分面積グラフの傾向をみると、 $r=3\text{m}$ 以上で急激に減少など3地区の空隙の規模構成は似ている。

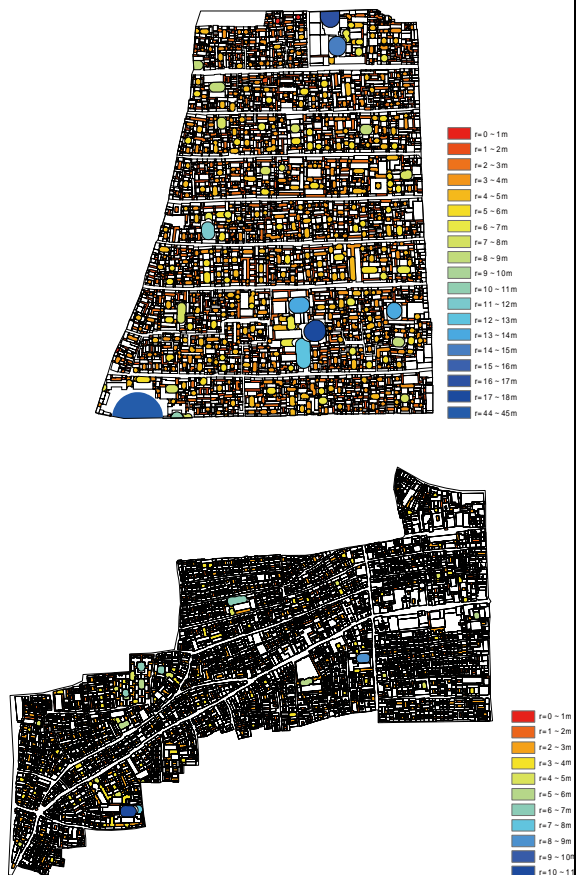


Fig3 規模レベル別空隙図

空隙のネットワークに関する分析

空隙の差分画像は、ある規模の空隙のまとまりを概ね示すものであるが、空隙のまとまりの周囲に残された、わずかな部分も含まれている。この画像から、中心領域が含まれているまとまりのみを抽出することで、この部分を除去し、規模レベル別に空隙を特定する(ただし $r=0\sim 1\text{m}$ は差分一個の平均面積に従い除去)。Fig.3は規模レベル別空隙図である。

エリア全体において、規模レベル別に空隙の個数を集計すると、調査地1に比べ、調査地2の方が規模の小さい空隙が多いことがわかる。次いで、一敷地ごとに空隙の規模と個数の関係を考察する。調査地1は、 $r=2\sim 3\text{m}$ 、 $r=3\sim 4\text{m}$ 、 $r=4\sim 5\text{m}$ の規模に空隙個数が、全体の70%程度占め、調査地2は、 $r=1\sim 2\text{m}$ の規模の空隙個数が、全体の60%程度占めている。一敷地の空隙の平均個数をみると、調査地1は8個、調査地2は3.8個と大きく違い、敷地規模が大きく関係している。敷地内の空隙個数別のヒストグラム(敷地数)を算出する。調査地1,2とも、5個の空隙を持つものが多い。平均敷地面積に差があるのにも関わらず、ともに5個が多いことは、四合院住居の空間構成と関係している。また、調査地1は、分布にばらつきがみられるが、調査地2は、小さい方に偏り、1個と5個が多い。このことから、調査地1は多様な形態をとり、調査地2は同様の形態があると考えられる。また、敷地ごとに最大の空隙の規模レベル(最大空隙)を求める。敷地内の空隙個数別に、各最大規模の敷地の割合を算出すると、敷地内個数に関わらず、調査地1は、 $r=4\sim 5\text{m}$ が、調査地2は、 $r=1\sim 2\text{m}$ が多くある。敷地内の最大空隙の規模は地域ごとに特徴を持っているといえる。

敷地内の規模レベル別空隙図から、各空隙の規模と最大空隙を中心とした空隙の接続関係を示す空隙ネットワーク図を作成する。この敷地内の空隙ネットワーク図において、ひとつながりとなったネットワーク(部分ネットワーク)の個数を求める。部分ネットワークの個数別のヒストグラム(敷地数)をみると、両地域とも、部分ネットワーク数1が圧倒的に多く、一敷地数の割合は、1個が77%、2個が18%、3個が4%程度で同じ傾向を示している。また、両地域とも、一敷地の平均ネットワーク数は1.3個、部分ネットワーク数の最大個数は7個と、同じであった。

敷地内における最大空隙の囲まれ方について考察する。敷地内の最大空隙は四合院住居の院子に該当することが多い。本来、四合院の院子は東西南北の四方から建築物が囲

んでいるが、多様な住居が存在している中で、この特徴がどの程度残されているかを考察するために、まず、敷地内の最大空隙の囲まれ方は A~E の 6 通りに分類する。調査地 1 では A41%、B28.2%、C8.2%、D9%、E5.1%、F8.5%、調査地 2 では、A39.6%、B24.1%、C10.6%、D6.3%、E8.0%、F11.4%で、ともに同規模であった。ただし、四合院住居らしい四方形が 4 割程度で、伝統的地区に対して、比較的少ない。

規模別に最大空隙の囲まれ方をみると、 $r = 0 \sim 7m$ の範囲では、規模が大きくなるにつれ、A の割合が増加し、 $r = 5 \sim 7m$ で、A が最も多く、この規模が典型的な四合院住居の院子の規模に相当すると思われる。両地域とも、 $r = 0 \sim 1m$ では、二方形などが多い。

敷地内の空隙ネットワーク図に、最大空隙の囲まれた方の違いを表記したものをを用いて、空隙ネットワークの形態について考察する。最大空隙に接続する空隙数をみると、地区 1 では、接続数 4,3,2 が多く、地区 2 では、接続数 4,0 が多い。四方形の場合は、接続数 4 が最も多く、この形態が典型的な四合院住居に相当する。対象エリア全体で、空隙ネットワークの形態のタイプとして、多いものをみると、両地域とも、最も多いタイプは、最大空隙に 4 つの空隙が接続するものであるが、地区 2 では、最大空隙が単独であるものも多く、この地域の特徴となっている。

まとめ

北京の歴史的文化保護区を対象として、四合院に代表される伝統的住居群の空間システムを捉えるために、院子などの空隙の形態を捉える数理的な解析手法、および空隙のネットワークを捉える解析手法を提案し、分析を行った。結果として以下を明らかにした。

1. 雑院化した四合院住居では、院子や建物の間の小さな空間に、増築が施され、空隙の形態が変化している。

2. 地域全体の空隙の規模では、対象 4 地域とも $r=1 \sim 2m$ の面積が多いなどの共通点がある一方で、調査地 2 など、地域により、規模に差がみられた。

3. 敷地内の空隙を規模レベル別に捉えると、対象 2 地域とも、5 個の空隙をもつものが多く、四合院住居に相当している。また、敷地内の最大空隙の大きさは地域によって特徴がある。

4. 敷地内の最大空隙の囲まれ方では、四合院住居の院子に相当する四方形が、全体の 4 割程度で、このタイプは $r=5 \sim 7m$ の規模で多くみられた。

5. 敷地内の空隙ネットワークでは、最大空隙

に 4 つの空隙が接続するタイプが多く、それが典型的な四合院に相当している。地区 2 では、単独で存在するタイプも多くみられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 6 件)

藤平知仁・郷田桃代・大河内学・狩野朋子、都市の低層住居群に関する形態学的研究 その 2. 北京における四合院住居の分析、2008 年度日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、E-1、2008、pp.387-388

郷田桃代・藤平知仁、都市における低層高密度住居群の空間構成に関する研究、東京電機大学総合研究所 総合研究所年報、査読有、No.28、2009、pp.27-32

高橋 功・郷田桃代・大河内学・狩野朋子・藤平知仁、都市の低層住居群に関する形態学的研究 その 3. 北京・歴史文化保護区における空間形態の分析、2009 年度日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、E-2、2009、pp.277-278

藤平知仁・郷田桃代・大河内学・狩野朋子・高橋 功、都市の低層住居群に関する形態学的研究 その 4. 北京・歴史文化保護区における空隙のネットワークの分析、2009 年度日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、E-2、2009、pp.279-280

松井時是・郷田桃代・山下亮、香港・旺角地区における高密度住居に関する形態学的研究 その 3. 住居単体及び街区の空間特性、2010 年度日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、E-1、2010、pp.47-48

山下亮・郷田桃代・松井時是、香港・旺角地区における高密度住居に関する形態学的研究 その 4. 定量的指標による街区及び地区の考察、2010 年度日本建築学会大会学術講演梗概集、査読無、E-1、2010、pp.49-50

[学会発表](計 5 件)

雑誌論文 、 、 、 、 が該当

6. 研究組織

(1) 研究代表者

郷田 桃代 (GOTA MOMOYO)

東京理科大学・工学部第一部・准教授

研究者番号：50242128

(2) 研究分担者

大河内 学 (OKOCHI MANABU)

明治大学・理工学部・准教授

研究者番号：20302630

(3) 連携研究者

該当なし