

ネットワーク分析からみる民家の構成の特徴

— 伊是名島の民家を例に —

○大久保 崇^{*1} 小林 祐貴^{*2}
藤井 晴行^{*2} 篠崎 健一^{*3}

キーワード：伊是名島 伝統的民家 空間構成 ネットワーク分析 中心性

1. はじめに

本研究は沖縄伊是名島伊是名集落の伝統的民家について、空間の連結の仕方に着目し数理的手法(ネットワーク分析)により平面構成を分析し、民家の空間や構成の特徴を論じるとともに、ネットワーク分析を用いた空間構成の分析の可能性について論じる。

空間構成をグラフ^{注1)注2)}とし分析した研究として、黒沢¹⁾は北海道の戸建住宅を対象に、居室、水周りの配置と室の隣接・動線関係から作成したグラフを用い、築年代や配置・形状で分類し、室構成の動向を読み取った。山中ら²⁾はグラフの隣接行列^{注3)}の最大固有値に対応する固有ベクトルの各成分値を各頂点の相対的な重要度を示す値と解釈し、海外住居の平面図のグラフに対し、固有ベクトルの各成分値の上位の頂点の抽出を行い、その形状で住居を類型化した。この分類の意味については、十分な考察がなされていない。また、グラフを用いた分析手法に Space Syntax 理論³⁾があり、木川ら⁴⁾はその理論を用い町家や露地空間を分析し、移動効率から空間の序列を導き、町家と露地という異なる空間の構造的な比較が可能になることや、生活形式の傾向や共通する空間構成を見出している。花里ら⁵⁾は分譲マンションに同理論を用い、住戸を居室、動線、外部空間に分け、動線関係でグラフ化し、頂点や形状、RA^{注4)}で分類し、住戸の面積と室構成の関係性や個室群化傾向を見出している。

以上の既往研究では、グラフに対し各頂点を持つ意味を論じた研究が少ない。全体の平面形状での分析も重要だが、民家内の居室の構成や性質を抽出し、その地域の

特性を抽出することは民家研究において意義があると考え、それらを定量的に分析する手法が必要と考える。そのため平面の細かな室まで考慮し、グラフ全体でなく室の特性を測るため、頂点の特性を表す中心性の指標を用い伊是名の民家の空間特性を抽出することを試みる。

2. 研究手法

2-1 分析対象

伊是名島伊是名地区の民家を対象とし、坂本⁶⁾による研究と第1,2回調査で行った民家立面の悉皆調査から民家を6つの型⁷⁾に分類し、その型から各型の代表となる民家12軒を選定し、第3回調査で実測を行った。表1に調査日時、表2に実測民家(A家～L家)の一覧を示す。

2-2 グラフの作成

本研究では民家の平面構成を、室・空間を頂点、空間同士の関係を辺とするグラフで表現する。室の隣接関係で頂点間を辺で結ぶ隣接グラフ、動線関係で結ぶアクセスグラフ⁸⁾の二つのグラフを作成する(図1)。頂点、辺の置き方は表3に則る。また、頂点の名称は頂点が代表する室・空間の名称である。表4に頂点の記号(ID)と室名の対応を載せる。民家内の構成と外部を含めた敷地内の構成を見るため、民家の内部のみのグラフと外部を含んだグラフもそれぞれ作成する。

また、収納や仏壇など細かな空間まで頂点とする理由は収納や仏壇なども、空間として存在する以上、隣接関係では重要であり、また人の行為を誘発し引きつける空間であると考えられ動線関係においても考慮するべきであると考えためである。

2-3 中心性の指標

本研究で用いる3種類の中心性⁸⁾について説明する。
次数中心性(DC)^{注5)}：頂点に接続する辺の数のことを次数と呼び、この次数のことを次数中心性と呼ぶ。

次数中心性は、隣接グラフでは周囲に空間が幾つ存在するか、アクセスグラフでは周囲にアクセスできる空間が幾つ存在するかを示す。

媒介中心性(BC)^{注5)}：全頂点間の移動の最短経路(辿る頂点が一番少ない経路)を考えた時にある頂点を経由する頻度を表すものである。頂点数を N 、頂点 i, j 間の最短経路の個数を σ_{ij} 、 i, j 間の最短経路のうち v を通る経路の

表1 調査日時

	調査日	活動内容
第1回	2014/09/15-18	敷地囲い・民家正面外観の撮影(伊是名、勢理客地区)
第2回	2014/11/01-04	民家の構造の確認(伊是名、勢理客地区)
第3回	2014/12/23-26	実測、聞き取り、使われ方調査(伊是名地区12軒)
第4回	2015/03/16-17	研究報告会、懇親会
第5回	2015/08/06-11	綱引き、豊年祭の体験、記録、第1～4回の補足調査
第6回	2015/09/15-18	空き家、空き地、門柱の調査、追加聞き取り調査
第7回	2015/10/09-17	実測、聞き取り、使われ方調査(伊是名地区7軒)
第8回	2015/03/18-23	実測(伊是名地区6軒)、研究報告会、懇親会

表2 実測民家一覧

家名	種別	用途	竣工年	家名	種別	用途	竣工年
A家	A-1 木造単一	民家	1937	G家	B-1 木+RC 固め	民家	不明
B家	A-1 木造単一	民家	1955	H家	C 木+RC 回し	民家	1954
C家	B-1 木+RC 固め	民宿	1955	I家	C 木+RC 回し	民家	1977 改修
D家	B-1 木+RC 固め	民家	1935	J家	D-1 RC+木屋根	民家	1989
E家	B-1 木+RC 固め	空き家	不明	K家	D-2 CB+トタン	空き家	不明
F家	B-1 木+RC 固め	民家	1954	L家	E-1 RC スラブ	民家	2011

表3 頂点, 辺の規則

頂点	
1	壁, 窓, 樫で囲われる空間を室と見なし頂点を置く
2	欄干・数居, 梁で区切られる空間を別の空間と見なしそれぞれに頂点を置く
3	床の仕上げ(畳, 板, 三和土など)が違うものは別の空間と見なし頂点を置く
4	人が入れる室のみではなく, 押入, 仏壇, 床の間, 出窓は頂点を置く
5	外部空間(庭, 雨端)は一つの空間と見なし頂点を置く
6	外部空間(庭, 雨端)は, 屋根・庇で空間を分ける
7	縁側・雨端は, 隣接する室に対応して別の空間と見なし, それぞれに頂点を置く
8	付属屋の室は, 頂点を置く
9	家具は考慮しない
10	煙や植栽は, 外部空間の使い方の現れとし, 家具と同様考慮しない
11	東西南北に概念上の方位の頂点を置き, 敷地外に存在するものとする
12	外部空間は東西南北に頂点を置き, 母屋, 付属屋, 屋根で分断される場合は, 別の頂点に分ける
13	母屋のL字構成で表出する南西の外部空間には頂点を置く
頂点の属性	
内部	建築面積含まれる(壁, 屋根で囲われるもの)
外部	建築面積含まれるが, 屋根の水平投射からは面積が減少ものとするもの(ピロティ, 庇等), 付属屋, 建築面積に含まれないもの
辺	
隣接	室, 空間同士が隣り合うものに辺を追加する
アクセス	動線が存在する(直接アクセス可能な)室, 空間同士に辺を追加する 家具の配置による動線の制限は考慮しない(無視する) 窓は, 掃出し窓であれば動線があると考え, 腰窓などは動線なしと考える

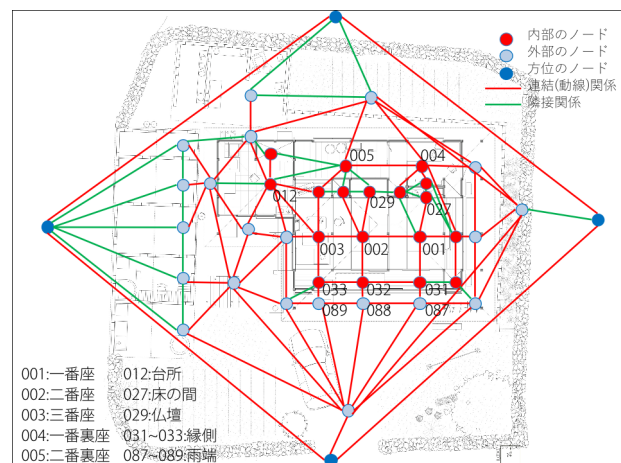


図1 グラフのプロット(A家)

個数を $\sigma_{ij}(v)$ とする. このとき, グラフ G の頂点 v の媒介中心性 $C(v)$ は, $C(v) = \frac{\sum_{i,j \in V} \{\sigma_{ij}(v)/\sigma_{ij}\}}{(N-1)(N-2)/2}$ で表される.

媒介中心性は経路の結節点が高くなる傾向にあり, また, ある頂点を通らないと行けない頂点が多いほど, ある頂点の値が高くなるため, 結びついた頂点のまとまり同士を繋いでいることを示す指標にもなる.

固有ベクトル中心性(BC)^{注5)}: 固有ベクトル中心性は, 隣接する頂点の中心性により頂点の中心性が高くなるように定められた指標である. グラフの隣接行列 A の最大固有値 λ_N に対する固有ベクトル u の要素^{注6)}を, 各頂点の値としたものである. $\lambda_N u = Au$ で定まる.

周囲の頂点の中心性により自身の中心性が規定されるため, 多くの頂点と繋がるという意味で次数が高い頂点の中心性が高い傾向にある. 同じ次数の頂点でも, 周囲の頂点により密に繋がっている頂点の値が高くなる. 隣接グラフでは, 多くの空間に隣接している空間が高い. アクセスグラフでは多くの空間にアクセスできる空間が高く, また, 動線がいくつもできるような空間と動線が密に集まっているような空間が高くなる.

周囲の頂点の中心性により自身の中心性が規定されるため, 多くの頂点と繋がるという意味で次数が高い頂点の中心性が高い傾向にある. 同じ次数の頂点でも, 周囲の頂点により密に繋がっている頂点の値が高くなる. 隣接グラフでは, 多くの空間に隣接している空間が高い. アクセスグラフでは多くの空間にアクセスできる空間が高く, また, 動線がいくつもできるような空間と動線が密に集まっているような空間が高くなる.

表4 頂点の記号と室名の対応表

室名	ID	室名	ID	室名	ID
一番座	001	土間(物置西)	047	雨端(東座東)	093
二番座	002	土間(台所南)	048	雨端(台所南)	094
三番座	003	土間(台所西)	049	雨端(寝室南)	095
一番裏座	004	土間(二番座南)	050	雨端(母屋北東角)	096
二番裏座	005	土間(三番座南)	051	雨端(一番裏座北)	097
三番裏座	006	土間(洗面所南)	052	雨端(二番裏座北)	098
裏座	007	土間(客室2西)	053	雨端(東座北)	099
便所	008	収納(母屋南東角)	054	雨端(母屋北)	100
浴室	009	収納(台所北)	055	雨端(母屋北西)	101
洗面所	010	収納(台所南)	056	雨端・濡縁(一番座東)	102
ボイラー室	011	収納(一番座北西)	057	雨端・濡縁(一番座南)	103
台所	012	収納(一番座北東)	058	雨端・濡縁(二番座南)	104
書斎	013	収納(二番座北西)	059	雨端・濡縁(三番座南)	105
神棚	014	収納(三番座北)	060	雨端・濡縁(母屋南東角)	106
作業場	015	収納(一番座東縁側)	061	雨端・濡縁(台所南)	107
寝室	016	収納(一番裏座南東)	062	半外部(北西)	108
客室1(母屋南)	017	収納(一番裏座南)	063	半外部(北西)	109
客室2(母屋南)	018	収納(一番裏座東)	064	半外部(南)	110
客室3(付属屋)	019	収納(一番裏座西)	065	半外部(南東)	111
裏座客室	020	収納(二番裏座北)	066	半外部(三番座前)	112
倉庫	021	収納(二番裏座南)	067	半外部(南西)	113
衣裳部屋	022	収納(二番裏座南)	068	玄関前	114
物置(三番座南)	023	収納(三番座北)	069	外便所	115
物置(南西)	024	収納(三番座南)	070	外洗い場	116
物置(一番裏座北)	025	収納(裏座客室)	071	駐車場(付属屋)	117
小上がり(作業場)	026	収納(客室1)	072	商店	118
床の間(一番座)	027	収納(客室2)	073	付属屋(西)	119
床の間(一番裏座)	028	収納(寝室北)	074	付属屋2(西)	120
仏壇	029	収納(寝室北東)	075	付属屋(北西)	121
縁側(一番座東)	030	収納(寝室南)	076	付属屋2(北西)	122
縁側(一番座南)	031	収納(書斎)	077	付属屋(南東)	123
縁側(二番座南)	032	収納(衣裳部屋)	078	付属屋(旧浴室)	124
縁側(三番座南)	033	収納(作業場)	079	付属屋(北)	125
部屋(一番座南)	034	収納(通路北)	080	付属屋(南西)	126
通路(東・表裏)	035	出窓(台所)	081	外部(北)	127
通路(西・表裏)	036	出窓(一番裏座)	082	外部(東)	128
通路(北)	037	棚(裏座客室)	083	外部(南)	129
通路(客室)	038	棚(一番座北)	084	外部(西)	130
通路(東・外)	039	棚(一番裏座南)	085	外部(南西)	131
通路(南西角)	040	雨端(一番座東)	086	外部(北西)	132
通路(一番裏座北)	041	雨端(一番座南)	087	方位(北)	133
通路(二番裏座北)	042	雨端(二番座南)	088	方位(東)	134
廊下	043	雨端(三番座南)	089	方位(南)	135
通路(西)	044	雨端・濡縁(三番座西)	090	方位(西)	136
玄関	045	雨端(母屋南東角)	091		
土間(物置南)	046	雨端(母屋南西角)	092		

4. 中心性から見た平面構成の分析

沖縄の伝統的民家の構成について説明する. 主屋の表側, 東から一番座, 二番座, 三番座の並び, 一番座の床の間, 二番座の仏壇, 主屋正面の雨端, 主屋裏手の裏座, 主屋西の台所が, 沖縄の伝統的民家に特有の室構成である(図2, 図3)¹⁰⁾¹¹⁾. また, A家平面(図1)にも, 同じ構成が見られ典型的な伝統的民家と考える.

4-1 媒介中心性から見る家のつくり

屋内空間のみを考慮したアクセスグラフの媒介中心性(BC)について全家を比較する. 特に台所, 二番座・三番座(二・三番座)を比較する. J,L家は台所の値が二・三番座より高く, また他の家と比べても台所は高い. 一方, 他の家は台所より二・三番座が高い. (表5, 図4). この差は家の成り立ちが J,L家は近接し他の家とは異なることが, 中心性に現れた結果と考える. 成り立ちが異なるとは J,L家は全体がひとまとまりの空間としてつくられたため, 主屋と台所がつながり, 他の家ではそうではないため主

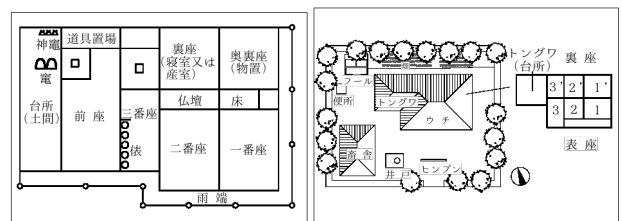


図2 沖縄民家の概略図 図3 久米島民家の配置図
(出典: 図2: 琉球建築 p59 住宅間取図, 図3: 日本の民家 p29 図7 民家の標準的な配置)

屋と台所で空間が分節しているのではないかと、ということである。それは以下の事実から推察される。

J,L 家は、調査した民家全てにある一番座、二番座、床の間、仏壇(伝統的空間)があり、新しい RC 造の民家である。J 家は二番座西に、L 家は二番座西に台所がある。また、間取り(第3回調査)で J,L 家はひと時に家を設計、施工したという事実を得ている。また、A,B,D,K 家のような L 型の平面形は、古来の沖縄民家で別棟だった炊事屋と主屋が繋がったものと考察されている¹¹⁾。また、間取り(第3回調査)により A,C,D 家は昔、台所の床を居室の床より一段下げており、B,E,K 家は現在も一段低くしている。F,G,H 家は主屋と台所部分の立面、屋根材、形状に差があり、台所が増改築されたと推察できる。I 家も間取り(第3回調査)により、台所を南側に移動し、屋根と共に改修した経緯があると判明した。

上記の観察や間取りの事実から、J,L 家では家全体が一繋がりに計画され、その動線の結節点に台所があるため、台所の値が高いと考える。他の家では、平面の考察¹¹⁾や台所の改修などから、台所が別の場所だったこと、そう意識していたと考えられ、その影響で母屋と台所が分節し一繋がりでないことから、台所が動線の結節点にならず、値が低いと考える。一方、二・三番座は、主屋と

表5 屋内空間のみのアクセスグラフの媒介中心性

	A 家	B 家	C 家	D 家	E 家	F 家	G 家	H 家	I 家	J 家	K 家	L 家
二番座	0.400	0.282	0.325	0.383	0.549	0.257	0.331	0.360	0.302	0.342	0.750	0.636
三番座	0.271	0.347	0.609	0.394	0.055	0.443	0.344	0.290	0.423			
台所	0.118	0.105	0.228	0.124	0.077	0.115	0.140	0.095	0.160	0.650	0.389	0.697

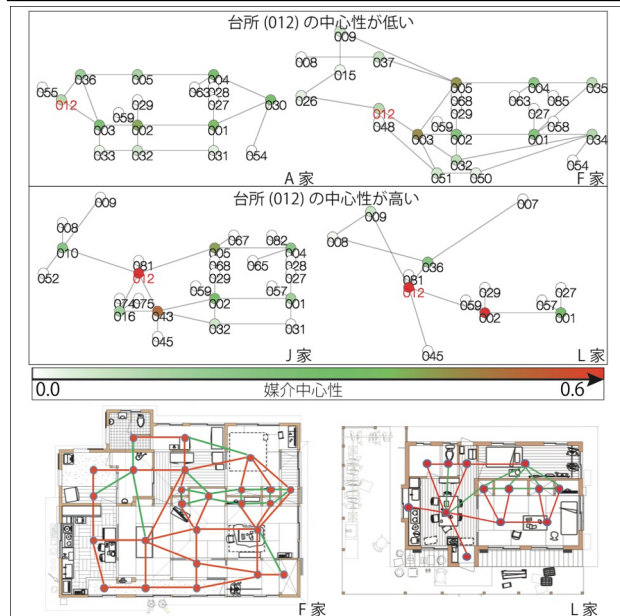


図4 屋内空間のみのアクセスグラフ

表6 外部空間を考慮した隣接グラフの固有ベクトル中心性

	A 家	B 家	C 家	D 家	E 家	F 家	G 家	H 家	I 家	J 家	K 家	L 家													
上位からの 2 乗和の 累計が 0.4 以下の ノード	台所	0.298	外部(北)	0.349	方位(北)	0.317	外部(北)	0.314	外部(北)	0.326	外部(北)	0.325	外部(東)	0.294	外部(北)	0.335	半外部(西)	0.394	台所	0.354	裏座	0.374	半外部(西)	0.333	
	半外部(西)	0.269	台所	0.253	通路(客室)	0.296	外部(南)	0.256	二番座	0.299	外部(東)	0.311	外部(北)	0.270	外部(東)	0.267	外部(北)	0.290	半外部(西)	0.292	外部(西)	0.319	外部(南)	0.292	
	外部(南)	0.267	浴室	0.238	客室1(母屋南)	0.258	外部(南)	0.249	外部(南)	0.278	一番座	0.257	三番座	0.259	台所	0.255	三番座	0.272	寝室	0.242	外部(北)	0.297	外部(北)	0.281	
	外部(南)	0.250	外部(北西)	0.236	外部(北)	0.240	外部(西)	0.244	外部(南)	0.247	半外部(北)	0.248	通路(北)	0.241	外部(南)	0.248	収納(台所北)	0.250	洗面室	0.211	外部(東)	0.281	外部(東)	0.269	
	半外部(北西)	0.221	便所	0.225	通路(北)	0.227	台所	0.228	外部(東)	0.245	一番座	0.216	外部(南)	0.239	通路(西・表裏)	0.240	浴室	0.210	外部(東)	0.269					
	二番座	0.218	作業場	0.224	物置(南西)	0.208																			
	一番座	0.078	一番座	0.057	一番座	0.077	一番座	0.078	一番座	0.192	一番座	0.216	一番座	0.146	一番座	0.127	一番座	0.082	一番座	0.068	一番座	0.185	一番座	0.141	
	二番座	0.097	二番座	0.063	二番座	0.069	二番座	0.092	二番座	0.182	二番座	0.114	二番座	0.124	二番座	0.134	二番座	0.079	二番座	0.107	二番座	0.230	二番座	0.131	
	床の間	0.065	床の間	0.062	床の間	0.066	床の間	0.058	床の間	0.121	床の間	0.103	床の間	0.085	床の間	0.098	床の間	0.046	床の間	0.053	床の間	0.151	床の間	0.108	
	仏壇	0.097	仏壇	0.073	仏壇	0.082	仏壇	0.084	仏壇	0.140	仏壇	0.111	仏壇	0.129	仏壇	0.159	仏壇	0.088	仏壇	0.120	仏壇	0.131	仏壇	0.101	

台所の接合点になっているため、台所と比べ値が高いと考える。このように成り立ちの差が中心性に現れ、ひいては台所の性質の差にも繋がると考える。

4-2 固有ベクトル中心性に表れる民家の構成

外部空間を考慮した隣接グラフの固有ベクトル中心性(EC)について全家通して比較すると、伝統的空間(一番座、二番座、床の間、仏壇)の値が低い傾向にある(表6,図5)。また、中心性の高い頂点は外部(北)、(東)、(南)、半外部(西)、台所など民家毎に異なるが、外部やその近傍に分布する。全家の平面図を重ねてみると、中心性の高い部分が二番座を中心にした円環状に分布することがわかる。

ここから伝統的空間を囲む内部空間と、さらにそれを囲むように分布する中心性の高い周縁の空間という同心円状の空間構成を導けると考える。隣接グラフは空間同士が隣り合うとき対応する頂点を辺で結ぶものとしている。民家の平面を考えると、一つ屋根の下に幾つもの空間が隣接しており、それに面して外部空間があるとすれば、隣接グラフでは外部と内部空間が繋がり、内部空間同士も繋がる状態になる(図6)。ECは多く室と繋がる空間や、それらの空間同士が繋がると値が高くなる傾向にあるため、外部が高く出たと考える。ここで着目したいのは、民家によりECの高い頂点が外部空間、それに繋がる空間で違っていることである。民家毎に異なることを、外部やそれに面する空間の差が現れた結果と考える。

一方、内部の伝統的空間の中心性が低いことは、外部と内部の空間の大きさの差に比べ、差が小さい似た形の空間が隣接しているため、次数が低い頂点が集まっているからと考える。また、ECが周囲の頂点の中心性によって自身の中心性が規定されることから、値が低い内部の伝統的空間が、値の高い外部とは離れており、間に緩衝となる頂点があると考えられる。内部の伝統的空間の値が低いことは、12軒の民家で共通に見られることであり、中心を囲むように外部との間に空間があると考えられる。

そのため伝統的空間を中心とし、周囲に緩衝空間、民家の特性が出て変化する周辺部という、同心円状の空間の構成が固有ベクトル中心性(EC)から導けると考える。

5. まとめ

媒介中心性から民家の成り立ちによる室性質の違い、固有ベクトル中心性から構造の異なる民家に共通な空間構成、の二つを見出した。平面図のある情報のみを抽出し数値化することで、図を見ただけでは読み取りにくい

