

# 室の結びつき分析からみる民家の構成と住意識の関わり

-伊是名島の民家を例に-

○大久保崇\*1 小林祐貴\*1  
藤井晴行\*1 篠崎健一\*2

キーワード：伊是名島，中心性，平面構成，住意識

## 1. はじめに

室と室の結びつきの強さに着目し、数理的手法を用いて沖縄の伝統的な民家の平面構成を分析し、住民が民家に持っている意識、住意識との関わりを考察する。

伊是名島の12軒の民家を分析対象とする。伊是名島は、沖縄本島北方に位置する離島である。伊是名島には沖縄特有の伝統的な民家が存在し、伝統的な民家の平面構成を踏襲しつつも現代的な住まい方に合わせた平面構成を持つ民家も見ることができる。

図1に2014年12月23~26日に実測、目視確認、ヒアリングなどによって採取したこれらの民家の平面図を示す。伊是名島の伝統的な民家の主屋の多くでは、南側に3種類の室が設けられており、東から床の間をもつ一番座、仏壇を構える二番座、西側の1間幅の通路を取り込んだ三番座と呼ばれている。北側には、各室に対応する裏座と呼ばれる室がある。

## 2. 分析手法

民家の平面的な空間構成を、室の頂点、二室間の関係を辺とするグラフとして表現し、グラフの特徴を示す中心性とクラスターのモジュラリティから、民家の空間構成の特徴を考察する。ここで、グラフとは頂点の集合  $V$  と頂点  $i, j \in V$  を組みとする辺の集合  $E$  の対  $(V, E)$  をグラフと呼ぶ。辺に重みという情報を付したグラフは重み付きグラフと呼ぶ。室を頂点とし、室と室が隣接している場合に対応する二頂点を辺で結ぶグラフを隣接グラフと呼び、二室間を直接移動可能な場合に対応する二頂点を辺で結

ぶグラフを連結性グラフと呼ぶ [1]。また、頂点  $i, j \in V$  の間の辺の重みを  $i$  行  $j$  列および  $j$  行  $i$  列の要素とした行列のことをグラフの隣接行列と呼ぶ。仏壇、床の間、廊下、東西南北各方位の外部空間も、室として扱う。

図2, 3は、それぞれ、12軒の民家の隣接グラフ、連結性グラフを重ね合わせて作成したグラフである。同一の辺の出現頻度をその辺の重みとしている。辺の太さは重みの大きさを示している。

### 2.1 グラフの中心性

本研究で用いる3種類の中心性について [2] を参考として説明する。

#### 次数中心性

頂点に接続する辺の数のことを次数と呼び、ネットワーク分析ではこの次数のことを次数中心性と呼ぶ。重み付きグラフに対する次数中心性は各頂点の重み付き次数となり、接続する辺の重みの和である。重み付きグラフに対する次数中心性は、各頂点の重み付き次数である。

室の結びつきの分析において、隣接関係においては室が集中する場所の中心、接続関係において隣接する室との接続が集中する場所の中心、ハブとなる部分が現れる。

#### 媒介中心性

媒介中心性は直観的には、頂点  $v$  がネットワーク上の流れを橋渡ししたり制御したりする度合いである。頂点  $i, j$  間の最短路の個数を  $\sigma_{ij}$  とし、 $i, j$  間の最短路のうち、 $v$  を通る経路の個数を  $\sigma_{ij}(v)$  とする。このとき、グラフ  $G$  の頂点  $v$  の媒介中心性  $C(v)$  は、

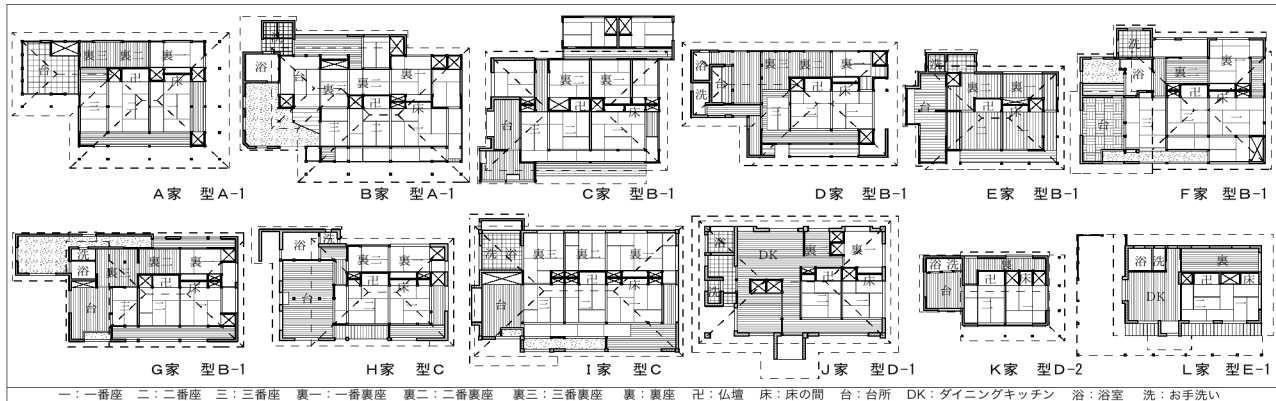


図1 実測平面図

$C(v) = \sum_{i,j \in V} \frac{\sigma_{ij}(v)}{\sigma_{ij}}$  で表される. 重み付きグラフの場合,

重みを逆数にした後, 最短路を計算する [3].

室の分析においては, 主に動線において, 室間を最短路で移動した際, 頻繁に通ると思われる, 動線の結節点が現れる.

### 固有ベクトル中心性

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  $A$  の最大固有値に対する固有ベクトルを, 各頂点の固有ベクトル中心性を並べたベクトルとしている.

固有ベクトル中心性は, ある室の周囲の室が持つ隣接関係, 連結関係の次数を合わせたものが, その室の中心性の値に影響する. この値が高い程, 関係を多く持つ室と室とを結んでいる室であることを示す指標となるため, 言い換えれば, ある室のまとまり同士を繋ぐ室であることを示すものである.

## 2.2 モジュラリティによるクラスタリング

クラスタリングとは, データを類似性の高いデータ群(クラスター)に分けることである. グラフのクラスタリングの良さを測るものにはモジュラリティと

呼ばれる指標がある [2].

### モジュラリティ

モジュラリティとは, ネットワークの分割の良さを評価する指標であり, その値が高いほど各クラスター内の辺が密で, かつクラスター間の辺が疎であることを示す.

$k_i$  を頂点  $i$  の重み付き次数とし, 隣接行列  $A$  の  $i$  行  $j$  列の要素を  $A_{ij}$  とする. クラスター  $C$  の集合を頂点分割  $\mathcal{P}$  とする. 重み付きグラフのモジュラリティ  $Q$  は以下のように定義される.

$$Q = \frac{1}{\sum_{i,j \in C} A_{ij}} \sum_{C \in \mathcal{P}} \sum_{i,j \in C} (A_{ij} - \frac{k_i k_j}{\sum_{i,j \in C} A_{ij}})$$

本研究の計算機実験において, モジュラリティの計算及びクラスタリングには Python のモジュールである community を利用した. モジュラリティを用いたクラスタリングにはいくつかの種類があるが, community では Louvain 法が実装されている.

## 3. グラフの中心性について

### 3.1 分析結果

表 1 は対象となる 33 室のうち, 中心性の高い順に 20 室を並べたものである.

台所や DK といった水回りは連結性, 隣接グラフの各中心性指標で高い水準にあることがわかる. 連結性グラフにおいては, 各中心性指標で二番座が高い位置にあることがわかる. また隣接グラフにおいては, 外部空間が上位にある.

### 3.2 考察

表 1 から読み取った, 特徴がある『台所』『二番座』について考察を行なう.

#### 3.2.1 台所について

台所は, 隣接グラフ, 連結性グラフで, 次数, 媒介,

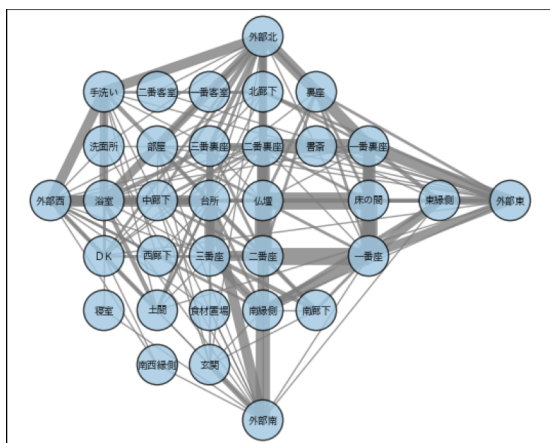


図 2 隣接グラフ

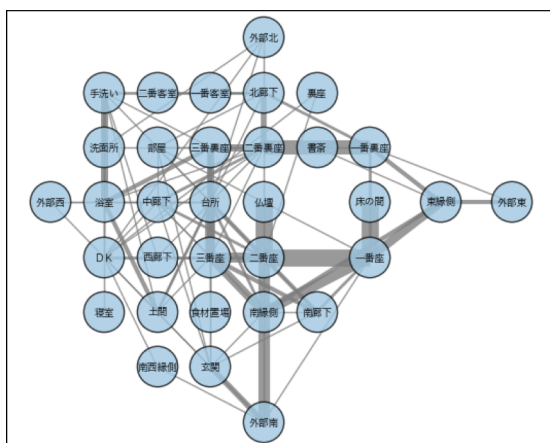


図 3 連結性グラフ

表 1 中心性

次数中心性		媒介中心性		固有ベクトル中心性	
隣接グラフ	連結性グラフ	隣接グラフ	連結性グラフ	隣接グラフ	連結性グラフ
外部北	台所	二番裏座	北廊下	外部北	台所
二番裏座	二番座	台所	台所	台所	二番裏座
台所	二番裏座	外部北	二番座	外部南	中廊下
外部東	DK	浴室	DK	外部東	三番座
外部西	三番座	外部東	二番裏座	DK	二番座
外部南	浴室	外部西	一番裏座	外部西	南縁側
DK	南縁側	手洗い	一番座	二番裏座	浴室
浴室	中廊下	DK	南縁側	一番座	DK
一番座	一番座	三番座	手洗い	玄関	玄関
二番座	手洗い	南縁側	土間	手洗い	手洗い
三番座	北廊下	二番座	三番座	北廊下	土間
手洗い	玄関	中廊下	東縁側	南縁側	三番裏座
南縁側	土間	外部南	外部南	三番座	南廊下
一番裏座	一番裏座	三番裏座	部屋	一番裏座	部屋
三番裏座	南廊下	土間	浴室	部屋	一番座
中廊下	部屋	部屋	玄関	浴室	外部南
北廊下	外部南	一番座	中廊下	三番裏座	洗面所
部屋	三番裏座	玄関	外部北	玄関	北廊下
土間	洗面所	北廊下	南廊下	土間	外部北
玄関	東縁側	一番裏座	洗面所	東縁側	西廊下

固有ベクトルいずれの中心性においても高い値を示している。これらから、室と室同士に繋がりが多いことや民家内の移動の経路地として中心となると言える。

平面図から、民家西に存在する台所は、水回りの所室と結び付き、外部とも二面で接している。また、三番座と三番裏座に股がって西側に隣接している。それらにより、隣接する室数が多いために隣接グラフの次数中心性の順位が高くなったと考える。また、台所は隣接した三番座、三番裏座、外部空間、水回りの諸室に動線があるため、連結性グラフにおいても順位が高くなったと考える。

平面構成としては、東側に一番座、二番座、裏座などの客間、寝室などがまとまり、西側に水回りが集中している。その境に位置し、水回りで大きな面積を占めているのが台所であることから、東側の諸室と西側の水回りを繋ぐ結節点として機能しているようであり、それが隣接グラフの媒介中心性の順位に表れたと考える。連結性グラフでは、台所は二番座と二番裏座、ないし三番座と三番裏座の西側に股がって隣接する、もしくはどちらかに隣接して動線を持つため、ネットワークとしては表の二番座、三番座と裏の二番裏座と三番裏座の、表と裏を繋ぐ室となっている。また、表の一番座、二番座と裏の一番裏座、二番裏座は、床の間、仏壇により、表と裏が分断されており、表から裏に行くときは、台所を経由するものが多くなったため、順位が高いと考える。さらには、連結性グラフの固有ベクトル中心性でも、順位が高いため、ある室のまとまり同士の結節点として機能していると考えられ、上記の考察を支持するものと考えられる。

沖縄の民家はかつて母屋と台所が分棟だったが、時代を経て、それが繋がりが、寄棟が二つ繋がったような形状になったという経緯がある[4]。また、伊是名における既往の調査[5]と本研究の調査の比較から、木造からRC造への変遷を読み取り、民家の実測とヒアリングから、時代を経る毎に台所が母屋に取り込まれると推察した。今回の中心性の結果から、台所が民家の構成において、東側の室と西側の水回りを繋ぐ室であることの示唆を得、現在の構成も昔の構成を引き継いでいることや、現在の民家では台所が構成や動線の上で重要になったという考察を導き出すのである。

### 3.2.2 二番座について

表1において、二番座の順位を見るといずれの中心性においても隣接グラフより連結性グラフの順位が高くなっている。隣接グラフの次数中心性の順位

が低いことから、多くの室が隣接する室ではないが、連結性グラフでは上位に位置することから、動線の接続としては他の室に比べ多いと考える。また、隣接グラフにおいて媒介中心性、固有ベクトル中心性の順位が低いことから、民家の構成上、室のまとまりを分割する室ではないと読み取れる。一方、連結性グラフでは、どちらの中心性も順位が高いことから、動線が集中する室であることや、動線のまとまりを繋ぐ場所であることが読み取れる。

平面図を見ると、二番座の東には一番座、北には仏壇、南に縁側という構成は、ほぼ変わらないのが分かる。西側は、三番座、台所、中廊下と、民家により隣接する室が異なる。隣接グラフの次数中心性が高い外部空間や台所に比べ、接続する室数が少ないため、順位が低いと考える。一方、連結性に関しては、襖で区切られるのみで、ほぼ四方に動線があるため、連結性グラフで順位が高くなったと考える。

また、仏壇と床の間による東西軸の分割や三番座(ないものは二番座)と台所の境界の南北軸の分割の境に位置する部屋でも、それらを繋ぐ室でもないことから、室のまとまりの結節点ではなく、それが隣接グラフの媒介中心性、固有ベクトル中心性、連結性グラフの固有ベクトル中心性の順位の低さに繋がったと推察する。一方、連結性グラフの媒介中心性の順位が高いのは、南縁側を介して外部南と繋がることや、民家南側の一番座、二番座、三番座と台所の並びの中央に位置し、それらの室の行き来に必ず通る部屋であることが理由として挙げられる。

既往の研究から沖縄の民家では、二番座は葬儀に用いられることが知られており[6]、今回の聞き取り調査でも伊是名でも用いられると聞いた。また、二番座前の縁側・雨端を出入り口とするという話も聞くことができた。それらのことから、伊是名の民家において二番座は導線上主要な室であると推察でき、グラフと実態が結びつくような結果が得られた。

## 4.モジュラリティによるクラスタリングについて

### 4.1 分析結果

図4, 5は、それぞれ隣接グラフと連結性グラフのクラスタリングの結果を示している。各室名の書かれた頂点の色ごとにクラスターになっており、隣接グラフについては4つの、連結性グラフについては5つのクラスターに分かれている。

### 4.2 考察

隣接グラフに於いては、<一番座、一番裏座、床の間>、<二番座、三番座、仏壇、二番裏座、三番裏座>、<台所、DK、浴室>が別々のクラスターで

まとめ、沖縄の伝統的な民家の構成を南北軸に3分割するようなクラスターが現れている。その中で注目するのが、母屋の主室と考えられる<一番座、二番座、三番座、床の間、仏壇、一番裏座、二番裏座、三番裏座>と<台所、手洗い、浴室>を含むクラスターが分かれている所である。単に水回りと主室が分かれた結果とも考えられるが、沖縄の民家の変遷を考えると違う見方もできる。

沖縄の民家は、古くは母屋と台所が分棟で建てられ、手洗い、浴室も母屋の外にあった。このように昔は、母屋と水回りは分断されており、時代を経て母屋と繋がった。今回の結果から、隣接グラフにおいて、台所と母屋の主たる室が違うクラスターに分かれたことから、室の構成においては、昔の母屋と台所が分かっていた構成が、今も続いていることを示唆する結果と読むことも出来る。と考える。

一方、連結性グラフでは、二番座と三番座の間が南北軸で分割されている。一番座、二番座、一番裏座、二番裏座では、表座と裏座で南北にクラスターが分かれている。また、<一番座、二番座、仏壇、床の間>、<一番裏座、二番裏座>、<三番座、台所>、<ダイニングキッチン、浴室、手洗い>をそれぞれ含むクラスターで分かれている。

ここで注目したいのは、台所が三番座、三番裏座と同じクラスターにあることである。隣接グラフにおいては、母屋の主たる室である一番座、二番座、三番座と台所が分かれたが、連結性グラフにおいては、それが合わさる結果が得られた。平面図を見ても、三番座がある民家においては、必ず台所は三番座と三番裏座のどちらかには行き来できる造りになっている。そこから、連結性グラフでは、台所と三番座、三番裏座の繋がりが強いことが読み取れる。

連結性グラフにおいては、動線についてネットワークを形成するという性質上、室の隣接関係から作る隣接グラフより、より人の生活のまとまりを抽出し易い。と考える。その連結性グラフにおいて、台所と三番座、三番裏座が同じクラスターにまとまることから、住民の生活においては、台所が母屋に取り込まれていることを示唆する結果と考える。

以上のように、隣接グラフのクラスタリングから、室の構成は、分棟時代からの母屋と台所の分割を今でも引き継いでいること、連結性グラフからは、人の動線、生活においては、台所が母屋と一体となっているという結果を導く示唆を得られたと考える。

## 5. まとめ

室の結びつき分析により、台所が東側の室と西側の水回りを繋ぐ室であること、昔の構成を引き継い

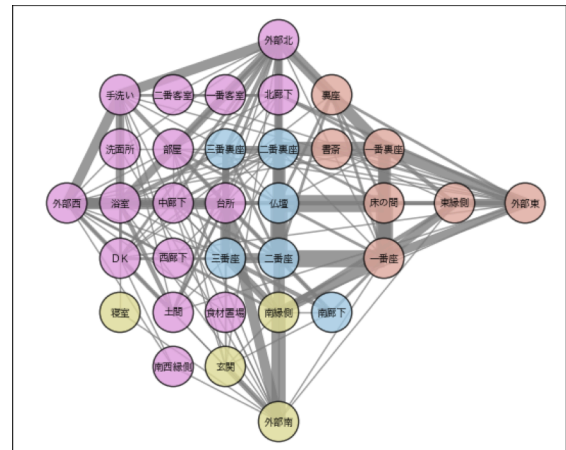


図4 隣接グラフのクラスタリング結果

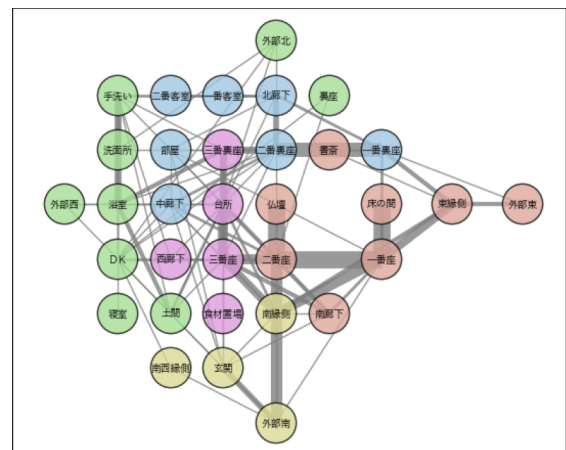


図5 連結性グラフのクラスタリング結果

でいることの示唆を得、現在の民家では台所が構成や動線の上で重要になっていると推察した。また、二番座は、グラフから動線上主要な室だと推察でき、調査から得た実態とある程度、結びつくような結果が得られた。また、クラスタリングから、構成は昔ものを引き継ぎつつも、動線としては母屋と台所が一体となっているという示唆を得られた。

謝辞：東京工業大学藤井研究室の橋本幸治君および日本大学篠崎研究室の学生にはデータ作成に協力いただいたことを感謝いたします。

### 【参考文献】

- 1) J. Kappraff (萩原一郎, 宮崎興二, 野島武敏 監訳): デザインサイエンス百科事典 かたちの秘密をさぐる一, 朝倉書店, 2011
- 2) 増田直紀, 今野紀雄: 複雑ネットワーク 基礎から応用まで, 近代科学社, 2010
- 3) T. Opsahl, F. Agneessens, J. Skvoretz : Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths, *Social Networks*, **32**(3): 245-251, 2010
- 4) 武者英二: 久米島民家の空間構成, 日本の民家 調査報告書集 16, 東洋書林, pp.19-42, 1999
- 5) 坂本磐雄: 沖縄の集落景観, 九州大学出版, 1989
- 6) 宮良当壮: 琉球諸島に於ける民家の構造及風習, 沖縄文化論叢第二巻 民俗編 I, 平凡社, pp.111-124, 1971

\*1 東京工業大学 大学院理工学研究科 建築学専攻  
\*2 日本大学 生産工学部 建築学科