

平成 27 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	理工学研究科 建築学専攻
研究者（ふりがな）	小林祐貴（こばやしゆうき）
タイトル	組合せ剛性理論に基づく形態生成手法の開発及び建築デザインへの応用
助 成 名	新任助教研究助成
採択金額	70 万円

研究の背景

本研究の目的は「組合せ剛性理論を建築デザインへと応用する方法の解明」である。組合せ剛性理論とは構造物の接続関係から剛性を判定する理論である。その成果は人々の構造物の剛性に関する直観を厳密に数理の問題として議論したものであると言え、建築デザインへの応用が期待される。

結果と考察

建築分野への応用を目的とした組合せ剛性理論の理論的な成果として、冗長な **body-hinge** グラフをグラフ連結度というグラフ理論分野において広く研究されている組合せ的な特徴付けと関係付けることに成功した [1]。この結果は、建築分野のみならず、広く応用が期待される結果である。

**Panel-hinge** フレームワークの折り紙的な応用への展開として、正十二面体を自己交差の生じることなく平坦に折りたたむ方法を明らかにした [3, 4]。従来提案されていた折りたたみの方針に沿って修正を加えることにより、自己交差なく折りたたみ可能となった (図 1)。

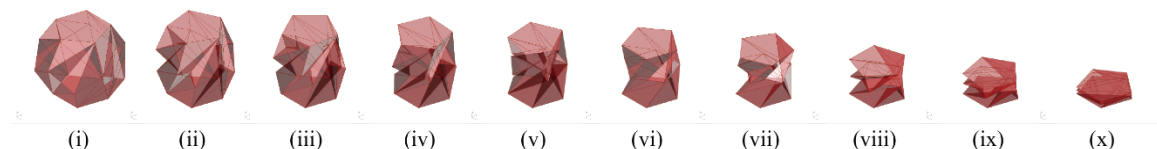


図 1：正十二面体の折りたたみの課程

組合せ剛性理論，グラフ理論の建築計画への応用を実践するため，沖縄伊是名島の集落調査を行い，民家の室，空間を頂点としたグラフを作成し，ネットワーク分析を行った [5] (図 2, 3)。これまでの調査，ヒアリング等と合わせて分析結果の考察を行っており，民家の分析においても効果的な分析手法であることを確かめている。

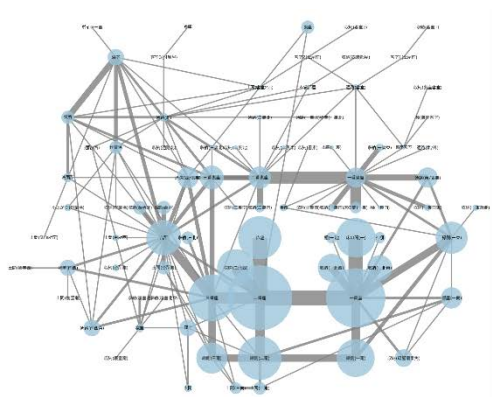


図 2：固有ベクトル中心性の大きさを表現した民家内部の連結性グラフ

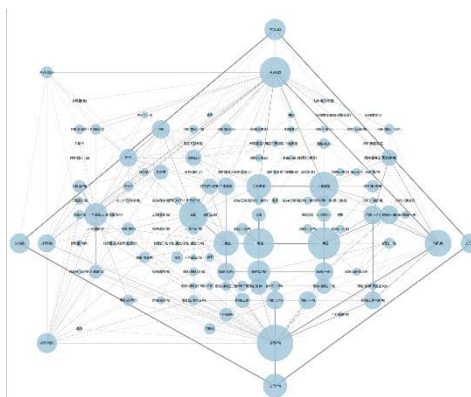


図 3：次数中心性の大きさを表現した外部を含めた民家の連結性グラフ

**学術論文**

- [1] ◦ Y. Kobayashi, Y. Higashikawa, N. Katoh, and A. Sljoka, “Characterizing Redundant Rigidity and Redundant Global Rigidity of Body-Hinge Graphs”, *Information Processing Letters*, 116(2):175–178, 2015.
- [2] Y. Ito, ◦ Y. Kobayashi, Y. Higashikawa, N. Katoh, S. Poon, and M. Saumell, “Optimally Bracing Grid Frameworks with Holes”, *Theoretical Computer Science*, 607(3):337–350, 2015.

**国際会議発表**

- [3] T. Horiyama, J. Itoh, N. Katoh, ◦ Y. Kobayashi, and C. Nara, “Continuous Flattening of Regular Dodecahedron”, *The 18th Japan Conference on Discrete and Computational Geometry and Graphs (JCDCGG)*, Kyoto, Japan, September 2015.

**国内会議発表**

- [4] ◦ 小林祐貴, “剛な Panel-Hinge フレームワークの生成手法と多面体の折りたたみ”, 直観幾何学 2016 (日本数学会), 熊本, 2016 年 2 月.
- [5] 大久保崇, ◦ 小林祐貴, 藤井晴行, 篠崎健一, “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–”, 第 38 回情報・システム・利用・技術シンポジウム (日本建築学会), 第 38 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, 報告 H62, pp. 293–296, 東京, 2015 年 12 月.
- [6] ◦ 小林祐貴, “組合せ剛性理論に基づく panel-hinge フレームワークの生成手法”, 第 19 回折り紙の科学・数学・教育研究集会 (日本折紙学会), 石川, 2015 年 11 月.

**結論と今後の課題**

これまでは剛な body-hinge グラフの組合せ的な特徴付け, 演繹的な生成手法を開発してきたが, 自由度をもつ body-hinge グラフに関しては未解決である. また冗長な body-hinge グラフの組合せ的な特徴付け[1]に基づいた形態生成への応用も課題として残っている.

多面体の折りたたみ方については, 正二十面体, 切頂多面体の自己交差を生じない折りたたみ方は幾何的な問題としてあり, これまでの結果は宇宙空間などでの建造物の展開に応用があると想定しているが, 具体的な検討は本研究では為されておらず, 今後の課題である.

組合せ剛性理論, グラフ理論の建築デザイン, 建築計画への応用は, フィールド調査を並行して行うことによる実践的な研究を引き続き行っていきたいと考えている.

**使用内訳書**

費 目	内 訳	金 額
備品 1	Apple Mac Pro	283,311
備品 2	Sony α7 II ILCE-7M2K ズームレンズキット	208,000
消耗品	パソコン周辺機器, 書籍他	184,017
旅 費	調査旅費 (沖縄伊是名島)	24,672
その他		
合 計		700,000

**記入上の注意:**

- 備品は、品名ごとに記入。
- 差額が生じた場合は、消耗品で調整。
- 消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。