

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	喜多 奈々緒
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	理学博士 田村 明久
	副査	慶應義塾大学教授	理学博士 前田 吉昭
		慶應義塾大学教授	工学博士 野寺 隆
		慶應義塾大学准教授	博士(理学) 小田 芳彰
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(工学) 修士(情報理工学) 喜多奈々緒君提出の学位申請論文は「Canonical Decompositions Describing Structures of Matchings in Graphs (グラフのマッチング構造を記述する標準分解)」と題し、全6章より構成されている。</p> <p>マッチング理論は、グラフ理論および組合せ最適化において中核をなす研究分野である。行列の分解や資源配分問題などに利用され、実用面からも重要な研究分野でもある。本論文の著者はマッチング全体の構造を記述する新しい標準分解を提案し、これを利用することでバリアの構造の解析や既存の定理に対する自然な別証も与えている。</p> <p>本論文の第1章は序章である。グラフのマッチングの定義、グラフの最大マッチングの大きさに関する最大最小定理である Berge の公式、バリアの定義など本論文で扱うグラフ理論における概念を紹介している。またグラフのマッチング構造に関連する Gallai-Edmonds 分解、2部グラフに対する Dulmage-Mendelsohn 分解、ひとつの因子連結成分から成るグラフの標準分割(以下単に標準分割とよぶ)という既存の分解を紹介し、これらと提案する分解の関係やその有用性などを述べている。</p> <p>第2章では、完全マッチングをもつグラフに対する新たな分解(本論文では一般化カテドラル分解とよぶ)を提案している。まず因子連結成分間の2項関係を与え、この2項関係が半順序関係となることを示している。また各因子連結成分の頂点集合上に第2の2項関係を与え、これが同値関係となること、および同値類による頂点集合の分割(本論文では一般化標準分割とよぶ)が各因子連結成分に対する標準分割の細分を与えることを示している。さらに上記の半順序関係においてカバー関係にある2つの因子連結成分について、上位の因子連結成分の近傍と下位の因子連結成分の共通部分が一般化標準分割の1つの同値類に包含されることなども証明している。半順序関係と一般化標準分割の相互関連を示すことで、一般化カテドラル分解を提案している。</p> <p>バリアとは Berge の公式において最小値を達成する頂点集合である。第3章では、一般化カテドラル分解を通してある種の意味で極大となるバリアの構造を解析している。一般のグラフの極大バリアは、Gallai-Edmonds 分解が定める完全マッチングをもつ部分グラフの極大バリアから構成できるという既存の結果を踏まえ以下の結果を示している。完全マッチングをもつグラフの極大バリアが一般化標準分割の幾つかの同値類の直和となること、および極大バリアが誘導する奇連結成分全体の構造を一般化カテドラル分解の半順序関係を用いて特徴付けている。</p> <p>第4章では、飽和グラフ、すなわち完全マッチングをもちかつ完全マッチング全体の集合を変えないことなく新たな辺を追加できないグラフの構成的特徴付けであるカテドラル定理に対する別証を与えている。この定理に対する既存の証明はすべて Gallai-Edmonds の構造定理を用いているが、本章での証明は Gallai-Edmonds の構造定理やバリアを用いないという特徴がある。以下のような一連の結果を示すことで、カテドラル定理に対する自然な証明を与えている。飽和グラフの一般化カテドラル分解では半順序関係の意味で極小な因子連結成分が一意に定まる。極小因子連結成分内では標準分割と一般化標準分割が一致する。極小因子連結成分内の各同値類について半順序関係に関して上位の部分が飽和部分グラフを成す。</p> <p>第5章では一般化カテドラル分解を求める多項式時間アルゴリズムについて議論をし、第6章では本論文の内容を総括している。</p> <p>以上、著者はマッチング構造を記述する新たな標準分解を構築することに成功し、マッチング理論に新たな知見を与えており、グラフ理論において寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士(理学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		