

氏 名 ( 本 籍 )	糟谷咲子 (愛知県)
学 位 の 種 類	博 士 (工学)
学 位 記 号 番 号	甲第 111 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 3 月 25 日
専 攻	電子情報システム工学専攻
学 位 論 文 題 目	直多角形アートギャラリー問題に関する研究 (A Study of Rectilinear Art Gallery Problems)
学位論文審査委員	(主査) 教 授 後 藤 宗 弘 (副査) 教 授 池 田 尚 志 教 授 田 中 嘉 津 夫

## 論文内容の要旨

$n$  個の辺で構成された多角形の内部を点光源でくまなく照射,あるいは監視員によって監視する際,何個の光源あるいは何人の監視員が必要かを問う問題は,一般にアートギャラリー監視問題とよばれている. この問題は文字通り実際のギャラリーなどに,監視員や監視カメラを配置して最小人数でくまなく内部を監視する配置を考慮する際に応用できる. また,照明により内部をくまなく照らすためのライトの配置を考える場合などにも応用できる.

ギャラリーを構成する多角形が一般の多角形の場合には,  $\lceil n/3 \rceil$  人の監視員 (点光源) が必要でありかつ十分であることが証明されている. ただし  $\lceil x \rceil$  は実数  $x$  の整数部分である. また,多角形が互いに直交する辺で構成される,いわゆる  $n$  辺直多角形である場合には,  $\lceil n/4 \rceil$  人の監視員が必要かつ十分であることが証明されている.

この他にもアートギャラリー監視問題は,現在,多種多様な制限を付加された条件の下で研究がなされている. 本研究もまた,監視員の視覚やアートギャラリーの形にいくつかの制限を加えたアートギャラリー監視問題について,監視員の配置問題を考察することを目的としている.

本論文では,特に視野に制限を加えた条件下での配置問題について考察する. 実際,監視員やライトを配置する上で,その視界が制限され妨げられることは多く起こることであり,監視員配置問題を実用化する際に,このような制限の下で配置を考えるのは,工学的に有意義なことであると思われる. 本論文は 5 つの章から構成されており,以下にその概要を述べる.

初めに,1 章において本論文の目的と得られた成果の概要を述べた.

次に 2 章においてアートギャラリー監視問題の定義と,種々の条件の下で得られている従来の結果,およびその証明の概要について述べた. アートギャラリー監視問題とは,どのようなことがらを対象にするのかという問題の定義と,従来得られている結果をまとめるこ

とは、本論文ではどのような対象について考察しているのかを明らかにし、本論文で明らかにされた事柄の位置付けをするために役立つとともに、それ以下に続く議論の基礎にもなる。

3章では視角に制限のある監視員の配置問題について述べた。一般的なアートギャラリー監視問題では、監視員は1度に全方位を監視できるものとし、その視角は360度であることを前提としている。しかし、実際の監視範囲が360度であることは、難しいと思われる。よって、視角に制限のある監視問題について、その背景と現在までの研究成果を述べた上で、直多角形ギャラリーに視角90度の監視員を配置する監視問題の証明と、できる限り少ない人数の監視員を配置することも考慮し、壁に $\lfloor n/4 \rfloor$ 人以下の監視員を具体的に配置するアルゴリズムを与えた。

4章では、ギャラリー内に障壁が存在し、視界が妨げられる場合について述べた。ギャラリー内に衝立てなどが存在して、監視員の視界が妨げられることもまた監視問題の結果を実際の配置に利用する際に多く起こることであるから、このような問題を考察することは有用である。ここでは特に直多角形ギャラリー内部に、衝立てが壁に平行または垂直に配置される直衝立てが存在する場合について考察した。

まず初めに視角90度の監視員を、衝立てのある直多角形ギャラリーに配置する問題について考察し、必要十分な監視員の人数が $\lfloor (n+m)/4 \rfloor$ であることを示した。ただし、 $m=4p+2q$ であり、衝立てを木とみたとき木の次数4のノードの個数を $p$ 、それ以外のノードの個数を $q$ としている。さらに衝立ての配置によっては、必要十分な監視員数より少ない人数で監視できる場合があるので、そのような場合を挙げ、少ない人数を配置して監視する方法について考察し、できる限り少ない人数で監視することができるように監視員を配置する手順を与えた。

次に視角が制限されない監視員を、衝立てのある直多角形ギャラリーに配置する問題について考察し、視角90度の場合との違いについて述べた。特にここでは衝立てが単純衝立てである場合に注目した。このとき監視員の視角が360度であることによって90度の場合に比べ、より少ない人数で十分であることを示し、単純衝立てが $k$ 個存在するとき必要十分な監視員の人数が $\lfloor n/4 \rfloor + \lfloor k/2 \rfloor$ であることを示した。さらに、視角90度の場合と同様にできる限り少ない人数で監視することができるように監視員を配置する手順を与えた。

以上、特に3, 4章は本論文で新しく得られた結果である。

最後に5章では、本論文の結果をまとめ、今後に残された問題のいくつかを述べた。

## 学位論文等審査結果の要旨

本論文は、アートギャラリー監視問題について、特に視野に制限を加えた条件下での監視員配置問題について考察している。監視員やライトを配置する上で、その視界が制限され妨げられることは多く起こることであり、監視員配置問題を実用化する際に、このような制限の下で配置を考えるのは、工学的に有意義なことであると思われる。本論文により得られた成果は以下のとおりである。

(1) 視角に制限のある監視員の配置問題について考察した。一般的なアートギャラリー監視問題では、監視員は 1 度に全方位を監視できることを前提としている。しかし、実際の監視範囲が 360 度であることは、難しいと思われる。よって、直多角形ギャラリーに視角 90 度の監視員を、できる限り少ない人数の監視員を配置することも考慮し、壁に  $\lfloor n/4 \rfloor$  人以下の監視員を具体的に配置するアルゴリズムを与えた。

(2) ギャラリー内に障壁が存在し、視界が妨げられる場合について考察した。初めに視角 90 度の監視員を、衝立てのある直多角形ギャラリーに配置する問題について考察し、必要十分な監視員の人数を示した。さらに、できる限り少ない人数で監視することができるように監視員を配置する手順を与えた。次に視角が制限されない監視員を、衝立てのある直多角形ギャラリーに配置する問題について考察し、視角 90 度の場合との違いについて述べた。

以上、本論文は、視野に制限を加えた条件下での監視員配置問題について考察し、結果を与えた。このように、本論文は、アートギャラリーにおける監視員配置問題に関して多くの新しい知見を得たものであり、学術上、実際上の価値は極めて高い。よって、本論文は博士（工学）の学術論文として価値あるものと認める。