

## 沿岸域測量の高精度化・詳細化に関する基礎的研究

著者	田中 龍児
ファイル(説明)	学位論文の要旨
別言語のタイトル	Fundamental Research on the Development of Photogrammetric Survey in a Sub-Aquatic Region
学位授与番号	17701甲理工研第272号
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10232/4893">http://hdl.handle.net/10232/4893</a>

## 学位論文の要旨

氏名

田中 龍児

学位論文題目

沿岸域測量の高精度化・詳細化に関する基礎的研究

本論文は、陸上測量と海洋測量の境界領域で測量・測深が最も困難な沿岸域において測量・測深の高精度化・詳細化に関して行った基礎的研究である。沿岸域測量・測深に適用可能と思われる様々な手法に関して検証を行った後、沿岸域の研究者や技術者の誰でも使用可能と思われる市販の高分解能デジタルカメラを用いて斜め写真を撮影し、これらの斜め写真を立体化して空間座標を確定する写真測量・測深システムの開発を試みた結果についてまとめたものである。

第1章は、極浅海域の地形特性と、そこで用いられている浅海域の測深法に関する検討結果を概略した。

第2章は、沿岸域の測量・測深業務に応用可能な測量方法について、文献調査だけでなく、申請者本人による測量結果を含めて検討した。そして、本論文の目的に対しては、斜め写真測量・測深を用いるべきことが提唱された。

第3章は、写真測量の現状および一般的な写真測量の原理と方法について述べる。さらに本論文では通常の写真測量法では必ずしも適用し難い沿岸域の海底地形の把握を目的の一つとしているために、空気および海水という二つの媒質を経由する斜め写真測量の原理を誘導し、かつ自動化処理のためのアルゴリズムの開発を行った。

第4章は、第3章で開発された斜め写真による浅海域写真測量の応用として、(1) 太平洋に面する鹿児島県笠利町土盛海岸の深浅測深が困難なサンゴ礁海域に標定点を設置した場合と、(2) 東シナ海に面する沖縄県石垣島吉原海岸の対象海域に標定点を設置しない場合について、それぞれ深浅図(等深図)を作成し、海底地形特性の考察および測深精度の考察を行った。

第5章は、本論文「沿岸域測量の高精度化・詳細化に関する基礎的研究」に関するまとめを行った。

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 <b>272</b> 号	氏名	田中 龍児
審査委員	主査	河野 健二	
	副査	北村 良介	浅野 敏之
		西 隆一郎	

学位論文題目 沿岸域測量の高精度化・詳細化に関する基礎的研究  
( Fundamental Research on the Development of Photogrammetric  
Survey in a Sub-Aquatic Region )

## 審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、陸上測量と海洋測量の境界領域で測量・測深が最も困難な沿岸域における測量・測深の高精度化・詳細化に関して行った基礎的研究であり、全文5章から構成されている。

第1章は、極浅海域の地形特性と、そこで用いられている浅海域の測深法に関する検討結果を概略した。第2章は、沿岸域の測量・測深業務に応用可能な測量方法について、文献調査だけでなく本人による測量結果を含めて検討した。そして、本論文の目的である極浅海域に対しては、斜め写真測量・測深を用いるべきことが提唱された。

第3章は、写真測量の現状および一般的な写真測量の原理と方法について述べている。特に、本論文は通常の写真測量法では必ずしも適用し難い沿岸域の海底地形の把握を目的の一つとしているために、空気および海水という二つの媒質を経由する斜め写真測量の原理を誘導した。さらに、計測した写真測量データの自動化処理のためのアルゴリズムの開発を行ない、その検証を行なった。

第4章は、本研究で開発された斜め写真による浅海域写真測量の応用として、(1) 太平洋に面する鹿児島県笠利町土盛海岸の深浅測深が困難なサンゴ礁海域に標定点を設置した場合と、(2) 東シナ海に面する沖縄県石垣島吉原海岸の対象海域に標定点を設置しない場合について、それぞれ深浅図(等深図)を作成して、海底地形特性の考察および測深精度の考察を行った。その結果、標定誤差の大きい部分や写真周縁部では計測が困難であったが、海底部は水深5mぐらいまでの計測は可能であることを示した。また、水平位置は立体化された写真を拡大しても、標定が正しく行われない場合に生ずる縦視差はほとんどなく、平面図の図化作業で問題となる点はないことを明らかにした。

第5章は、本研究に関するまとめを行なっている。特に主要な結果として次のことを述べている。

- 1) 標定点を設置する場合、測量地域を取り囲むような配置が必要である。
- 2) 海底が鮮明に写るならば、海底の図化も可能であるので、海面もしくは海底に対空標識を設置する必要がある。
- 3) 陸上の写真測量では、定点が多い場合、内部標定と外部標定を同時に行うセルフキャリブレーションを行うことができるが、海上では、標定点を多く取り難いのでセルフキャリブレーションは難いため使用するカメラ固有のキャリブレーションデータが必要である。

以上、本論文は陸上測量と海洋測量の境界領域で測量・測深が最も困難な沿岸域における測量・測深の高精度化・詳細化に関する研究を行い、その結果として工学的に有用な知見を示した。よって、審査委員会は博士(工学)の学位論文として合格と判定する。

## 最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第272号	氏名	田中 龍児
審査委員	主査	河野 健二	
	副査	北村 良介	浅野 敏之
		西 隆一郎	

平成20年2月1日、30名の参加者の前で論文の公聴会を行った。審査委員4名を含む参加者は学位申請論文について説明を求め、その内容及び関連事項について、質問応答を行った。具体的には、以下のような質問応答がなされ、いずれについても満足すべき回答を得ることができた。

Q: 斜め方向の写真測量の標定では、水深や位置の関数になる水の屈折率はどのように扱っているのか。

A: 水の屈折率の問題はあるが、本解析では光線の束として像を扱っているので屈折率は一定の値を用いている。

Q: 水中の対空標識を取り入れる必要があるのか。

A: 海底の点がいくつか分かっているときは、レーザーのデータを利用した。バンドル法ではカメラの位置を決めるので、海底点の取り入れ方は変わらない。

Q: 平面的な精度のチェックはどのようになっているのか。

A: 基準点データとの比較を行なって精度の検証を行なっている。現地データと写真測量による誤差のチェックを行なった。誤差は標準偏差で評価している。海底地形の正確なデータは分からないが、最大で約50cm程度と考えられるが、正確な誤差は評価できていない。本研究ではレーザーによる計測データとの比較を行い、誤差の程度を判断した。

Q: 写真の奥行きは精度が低下すると考えられるが、どのように扱っているのか。

A: 誤差の補正は最小二乗法を用いており、カメラの位置を決めたので、その精度は誤差の重みに関係するものとする。結果を見て再度計算を行なっており奥行きの重みをどのようにするのが大事になる。

Q: 通常の斜め写真では、測量の精度が悪くなると考えられるが、許容できる角度はどの程度か。

A: 写真を撮る角度の影響は少ないが、精度はその高度の影響が大きい。このため写真を撮る範囲を予め決めておくことが必要になる。すなわち、撮影高度に対する写真の分解能からどの程度の精度を伴うことになるのかが判断される。ヘリコプターを利用するときは、自由に角度、高度、コースを選べるが、コストの問題がある。

Q: 水深の精度が悪いときは、2枚以上の写真を利用することで精度の改善ができるか。

A: 誤差の評価は最小二乗法を用いているので、2枚の写真を用いても変わらないと考える。さらに、写真を多く撮れば少なくとも精度を上げることは可能であると思われるが、煩雑な作業になると考えられる。

Q: ヘリコプターによる撮影は自分で行なったか。

A: 海上保安庁のデータを利用した。このデータの利用に当たってはフリーネットワークを用いることでデータ処理を行なうことができた。

以上の結果から4名の審査委員は、申請者が博士課程修了者としての学力ならびに見識を有するものと認め、博士(工学)の学位を与えるに足りうる資格を有するものと判定した。