



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Differential Geometry of Statistical Submanifolds [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	佐藤, 直飛
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(理学)
Dissertation Number	甲第14348号
Issue Date	2021-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/81844
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Naoto_Satoh_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（理学） 氏名 佐藤 直飛

	主査	准教授	古畑 仁
審査担当者	副査	教授	石川 剛郎
	副査	教授	岩崎 克則

学位論文題名

Differential Geometry of Statistical Submanifolds
(統計部分多様体の微分幾何学)

博士學位論文審査等の結果について（報告）

統計多様体は、統計学に用いられる確率分布のなす空間およびそれが自然にもつ幾何構造を抽象化した概念である。リーマン多様体と比較的ゆるやかな制約しか受けないアファイン接続の組をさす。リーマン幾何学ではリーマン多様体とそこから一つ定めるアファイン接続（レヴィチヴィタ接続という）を考えていたので、統計多様体の幾何学はリーマン幾何学をその一部として含むとも理解できる。また、統計多様体は情報幾何学において重要な役割を果たすだけでなく、アファイン空間内の超曲面をはじめさまざまな幾何学的な対象とも関連があることが知られている。本学位論文では、統計多様体およびその部分多様体について、リーマン幾何学における古典的な成果をいくつか拡張することに成功している。

リーマン幾何学において、等長写像（リーマン構造を保存する写像）とリーマン曲率テンソル場との関係は、カルタンの定理として知られていて重要である。第2章では、統計多様体の統計構造を保存する写像についてカルタンの定理と同様な考察がまとめられている。

リーマン幾何学において断面曲率は重要な概念で、たとえば、球面や双曲空間は、ある大域的な仮定の下で、断面曲率がそれぞれ正あるいは負の一定値となる空間として特徴づけられる。断面曲率の符号によってその空間の様相は大きく変わることが知られている。第3章では、統計多様体に対して、その対応物と目される統計断面曲率を論じて、この場合は符号が幾何学的な意味を有しないことを示す具体例が与えられている。また、第5章では、統計多様体に付加的な構造を導入し、剣持統計多様体や統計擬リッチ・ソリトンなどを論じている。

ユークリッド空間内の曲面について、内在的な不変量であるガウス曲率と外在的な不変量である平均曲率の関係は、簡単な不等式で与えられる。その等号が成立する曲面として、平面や球面といった基本的な対象の特徴づけが得られることが知られている。第4章では、この性質の統計多様体版を論じている。かなり一般の場合に同様な不等式を得て、等号成立条件から、二重自己平行な統計部分多様体や二重全臍的部分多様体の特徴づけることに成功している。なお、第1章においては、必要な準備が適切に与えられている。

このように著者は、統計多様体の幾何学に新たな知見を得たものであり、微分幾何学（数学）に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士（理学）の学位を授与される資格あるものと認める。