論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	㊙／乙第　　号	氏　名	井上　博夏

論文審査担当者：				
	主査	慶應義塾大学教授	工学博士	足立　修一
	副査	慶應義塾大学教授	博士(工学)	内山　孝憲
		慶應義塾大学教授	博士(工学)	高橋　正樹
		慶應義塾大学准教授	博士(工学)	石上　玄也

(論文審査の要旨)

学士（工学），修士（工学）井上博夏君提出の学位請求論文は，「月極域探査ローバの時空間経路計画に関する研究」と題し全５章から構成されている。

近年，リモートセンシングデータの分析結果から，月の極域に水が存在する可能性が高いことが示唆されている。月極域は地球の極域と同様に太陽高度が低いため，一部の標高の高い地域では，長期間連続的に日照が得られる白夜のような状態となる。このような水の存在可能性と，長期日照の条件から，将来の月面拠点として月極域が注目され、世界各国で月極域探査計画が進められている。本論文では，月極域探査ローバを対象とした経路計画法を提案している。

第１章では，月極域探査ローバの経路計画などの研究背景を述べ，本論文の研究の目的を述べている。

第２章では，研究の対象である月極域探査，また関連する既存研究として着陸地点解析や探査ローバの経路計画についてまとめている。

第３章では，時変環境下における経路計画法を提案している。月極域では，日照条件や地球との通信条件が時々刻々変化する。そのため，この時変環境に対する経路計画が必要となる。また，探査ローバは走行時に車輪がスタックしやすいことや，想定外の事態が生じて作業が滞るなど，さまざまな要因によって事前に計画したスケジュールから遅延する可能性が高い。この課題に対して，時間ごとの月面時変環境マップを生成し，このマップ上でスケジュール遅延を考慮した経路計画を行うことを提案している。そして，月面環境データを用いた経路計画シミュレーションにより提案法の有効性を示している。

第４章では，リモートセンシングデータの不確かさを考慮した経路計画法を提案している。標高データ（Digital Elevation Model: DEM）の源泉データであるレーザ高度計の特性から，DEM の信頼性が領域内で均一でないことが知られている。そのため，経路計画時にDEMの不確かさを一定とすると，予測していた傾斜よりも実際の傾斜が大きく，走行できない危険が生じる可能性がある。この課題に対応するため，レーザ高度計のデータからガウス過程回帰を用いて DEM を生成し，その標準偏差を DEM の不確かさの指標として扱うことを提案している。そして，実際の月極域のデータを用いた経路計画シミュレーションによって，提案法が既存法よりも安全な経路を計画できることを示している。

第５章は本論文のまとめである。

以上要するに，本研究では月極域探査ローバを対象として，リモートセンシングデータを用いた時空間経路計画法を提案し，ユーザがミッション制約や環境条件に応じてパラメータ調整を行うことで，所望の経路を計画できる手順を示し，実運用での利用が可能となることを示したことである。この研究は，今後ますます重要性が増す，月をはじめとする惑星探査への貢献が大である。

よって，本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。

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委員会で試問を行い，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。