

平成 30 年 6 月 28 日現在

機関番号：42650

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K21572

研究課題名(和文) 山岳環境資源管理に向けた拡張現実感技術を活用した情報提供システムの開発

研究課題名(英文) Developed information provision system based on augmented reality(AR) technology for mountain environmental resource management

研究代表者

下嶋 聖 (SHIMOJIMA, Hijiri)

東京農業大学短期大学部・その他部局等・准教授

研究者番号：60439883

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：全国の山岳地においてニホンジカの採食や登山者の踏圧による植生荒廃の問題に対する山岳環境保全の計画立案・実行に際し、自然環境要素のデータである生態学的アプローチと、関係主体や計画の意思決定など社会的側面の計画的アプローチについて、地理情報システム及びリモートセンシング技術にみる一連の空間情報技術を用いて統合化し、山岳環境資源管理に向けた拡張現実感技術による情報提供システムの開発を行った。

研究成果の概要(英文)：At the time of execution of planning and implementation of mountain environmental conservation for solution of biting to vegetation by Sika deer and devastation caused by pressure of climbers, this study developed information provision system based on augmented reality(AR) technology for mountain environmental resource management, integrated ecological approach which is data of natural environmental factors and planning approaches of social aspects such as decision making by using spatial information technology as seen in geographic information systems and remote sensing technologies.

研究分野：環境創成学(環境政策・環境社会システム)、環境情報学、造園学(自然公園管理)

キーワード：GIS リモートセンシング UAV(ドローン) AR ニホンジカ 植生荒廃 国立公園

1. 研究開始当初の背景

我が国の山岳地は立地環境の特殊性から多様な環境を有し、生物の多様性の確保に寄与している。その一方で登山史上、何度か沸き起こった登山ブームにより登山者の増加が見られ、それに伴い、踏圧を起因とした登山道の崩壊などによる植生荒廃が顕在化し問題視されている。加えて、ニホンジカ (*Cervus nippon*) の採食による高山帯の植生荒廃が全国の山岳地で報告されるようになり、高山帯の生物多様性の低下を引き起こしている。

山岳地は自然的条件及び社会的条件が厳しく、植生復元に至るまでのプロセスが困難である。高山植物の生理生態学的な知見は散見するも、山岳環境保全に関する実践的応用研究は乏しく、調査・研究手法の開発、植生復元技術の体系化がほとんどなされていない。さらに保全活動を行う際に、関係行政または市民活動で進める植生復元事業が円滑に行われていないのが現状である。人為的に荒廃した植生やニホンジカによる採食地を効果的に復元するためには、さらに科学的根拠に基づいた地理空間情報の蓄積及び空間解析と、問題解決に向け、関係主体の意思決定支援が行える、情報提供システムが必要である。

研究代表者は、これまで採択された「地理空間情報技術を活用したニホンジカの持続的管理システムの構築 (科研費 若手 (B)24710051) H24 ~ H26」の研究において、2012 (平成 24) 年から 2015 (平成 26) 年にかけて、南アルプス全域を対象にニホンジカの食圧による植生動態について、現地にて DGPS 測量を行い、その結果から植生復元計画を行う上での荒廃状況や植生復元の優先度の指数化を行い把握してきた。

ニホンジカによる山岳地への進出は、全国的な問題であり、固有の高山植物が多く生育して北アルプスにおいても、ニホンジカが目撃例が報告されるようになってきた。北アルプスは南アルプスに比べ、ニホンジカによる高山植物の採食被害はまだ報告されていない。しかし、いずれ南アルプス同様、北アルプスの高山植物も採食圧を受けるのは時間の問題であり、北アルプスにおけるニホンジカ対策は、喫緊の課題である。

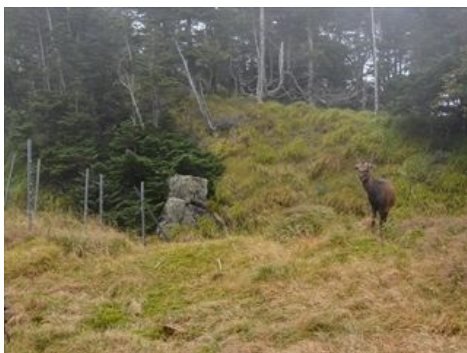


写真 1 ニホンジカによる採食地(南アルプス)



写真 2 踏圧による植生荒廃 (北アルプス)

2. 研究の目的

以上の背景を受け、本研究の目的は、地理情報システム及びリモートセンシング技術にみる一連の空間情報技術を活用し、山岳環境資源管理に向けた拡張現実感技術による情報提供システムの開発を行うこととした。

具体的には、全国の山岳地においてニホンジカの採食や登山者の踏圧による植生荒廃の問題に対する山岳環境保全の計画立案・実行に際し、自然環境要素のデータである生態学のアプローチと、関係主体や計画の意思決定など社会的側面の計画的アプローチとを空間情報技術を用いて統合化し、当該地において行政担当者、地域関係者及び登山者 (利用者) など関係主体に応じて情報提供を行えるシステムづくりが本研究の最終目的である。最終形態の成果として、地理情報空間技術及び AR 技術を活用し、山岳環境資源管理に向けた ICT 技術による情報提供システムの開発も意図としている。

3. 研究の方法

本研究では、南アルプスを対象に、現地の代表的な植生群落の位置取得とすでに設置されている防鹿柵と柵内の植生情報を DGPS 測量で取得し、加えてグラントゥールスとして分光反射計を用いてスペクトル反射特性を取得し、これらをもとにニホンジカの食圧実態マップの作成を行っている。

しかしニホンジカの採食地の立地特性を把握する際、現場で取り扱う採食地のスケールは 5 ~ 10 メートルオーダーとなり、一般に入手が可能な既存の 10m メッシュの数値標高モデル (DEM) データとの精度に不一致が生じ、解析上スケールアウトとなる。

そこで本研究では、Geo-Eye 衛星画像や World View 衛星画像などの高分解能衛星画像に加え、詳細な可視領域画像と地形モデルデータを取得するため、無人空撮機 (UAV: Unmanned Aerial Vehicle、いわゆるドローン) を用いて各種センサカメラを搭載し、遠隔操作により当該地の撮影を試みる。取り扱う事象スケール、数値データのスケールを一致させ、リモートセンシング技術による画像解析及び地理情報システムを用いた空間解

析を行い、高山植物の植生域を抽出し、その立地特性を把握する。

本研究で確立した調査及び解析手法の応用性の検証として、島嶼環境に生息するケラマジカを対象に、島嶼環境という閉鎖環境下で調和してきた生態的価値に加え、歴史的経緯の価値を含め、主体（ケラマジカ）と環境系（土地利用）との関係を明らかにし、学術的知見に基づく持続的管理手法の検討を行った。

最後にこれら一連のリモートセンシング解析で得られたデータについて、MacOS 環境下にて AR アプリを開発し、現場で閲覧、確認できるようにする。その際、山岳地の多くは携帯電話不通エリアとなるため、スマートフォンを装着できる衛星携帯電話アタッチメントを準備し、衛星通信を利用して、携帯電話不通エリアでもオンラインで AR アプリが起動、作動するような情報提供システムを試みる。

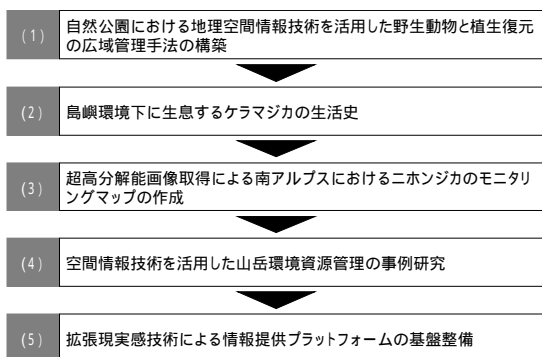


図1 研究フロー図

4. 研究成果

(1) 自然公園における地理空間情報技術を活用した野生動物と植生復元の広域管理手法の構築

「地理空間情報技術を活用したニホンジカの持続的管理システムの構築（科研費 若手(B)24710051）H24～H26」の研究にて、2012（平成24）年度及び2013（平成25）年度（2年目）より得られたニホンジカの食圧実態マップをベースに、積雪量などの自然環境要素と各種法令指定区域（国立公園、保安林等）や登山道及び山小屋からの距離分布など社会環境要素のGISデータを重ね、オーバーレイ解析を行い、採食地の立地環境特性を明らかにした。解析結果を与条件とし、ニホンジカの頭数コントロール方法の確立につながるための持続的管理計画に資する図面作成を行った（図2）。

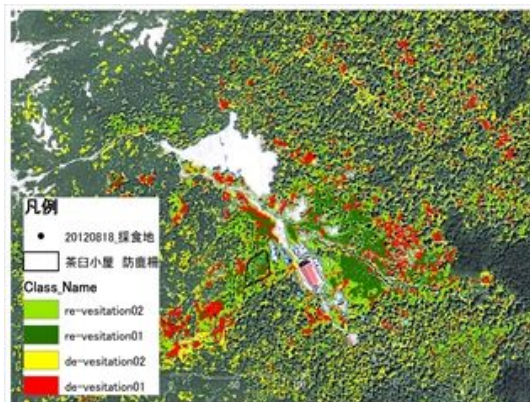


図2 情報提供システム

(2) 島嶼環境下に生息するケラマジカの生活史

慶良間諸島におけるケラマジカの管理・実態を把握するため、2015（平成27）年6月に現地視察と関係省庁及び地元郷土史家などにヒアリング調査を行った。文献資料からケラマジカの環境史及び時代区分の試みを行った。その結果、慶良間諸島にシカが移入された15世紀以降について、文献の内容を分類した結果、「官製狩猟期」、「民間狩猟期」、「保護期」の3時期に区分できることが分かった。

慶良間諸島において

ケラマジカ 安定推移

1632年 鹿児島より移入・定着
1955年 琉球政府指定天然記念物
1972年 日本政府指定天然記念物

慶良間諸島各島における生息状況は移入当初から現在まで継続的に把握されていない

島嶼環境下で高密度であるにも関わらず大規模な植生変化はみられない

ニホンジカ島嶼環境生態モデル
人間との共存・個体群保護が課題

図3 ケラマジカを取りまく背景

117件の文献情報収集と整理	ケラマジカに対する記述内容より「狩猟・保護・記録・研究」の4つにカテゴリ分けを行い、整理分類を行った。
ケラマジカと人の関係史について3つに時代区分	1400年から現在に至る約600年間を関連文献の内容より「官製狩猟期・民間狩猟期・保護期」の3つに時代区分を行った。 ・官製狩猟期：主に琉球王府の利用の目的に供された時期（冊封食材、王府への献上、薬材、祭祀飾り等） ・民間狩猟期：主に民間の利用の目的に供された時期（食用、教練、娯楽、農作物被害防止駆除等） ・保護期：天然記念物指定以降の厳に捕獲禁止がなされた時期
土地利用の変遷とケラマジカの頭数推移の関係	1976年に59.3%を占めていた森林が1997年までに58.0%までに減少、その後増加に転じ2009年には62.9%を森林が占めている。島嶼という閉鎖環境下において、土地利用の変遷とケラマジカの頭数推移との関連性が示唆された。

図4 島嶼環境下に生息するケラマジカの生活史

(3) 超高分解能画像取得による南アルプスにおけるニホンジカのモニタリングマップの作成

これまで研究代表者が作成したニホンジカの食圧実態マップ上に、昨年度 UAV（いわゆるドローン）による空撮で取得した超高分解能画像（地上分解能 0.03m）と SfM（画像合成）ソフトを活用して生成した数値標高モデル（地上分解能 0.06m）をオーバーレイし、

山岳環境資源管理における UAV を用いた空間情報取得の有効性を検証した。

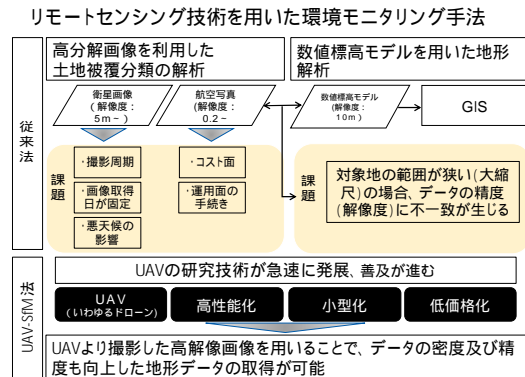


図5 従来研究と UAV-SfM 法との比較

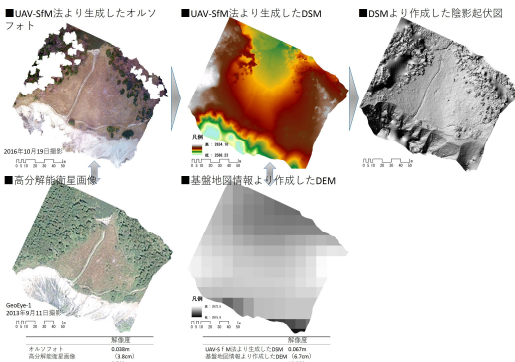


図6 UAV-SfM 法より取得した超高分解能画像

ここで得られた知見として、 UAV を用いた空撮は、地上高 50~80m 程度の上空を飛行させ、約 100m×50m の小地域を対象に動画撮影を行った。所要時間は 20 分程度で済み、比較的簡易にモニタリングが行えることが確認できた。 UAV-SfM 法より得られた空中写真(オルソフォト)の地上分解能は 0.038m であり、樹木の形状や微地形などを詳細に判読できる超高分解能のデジタル画像データを取得することが可能となった。

(4) 空間情報技術を活用した山岳環境資源管理の事例研究



図7 解析フロー

図7に示した解析フローにしたがい、空間情報技術を活用した山岳環境資源管理の事

例研究として、最終年である 2017 (平成 29) 年度は既存の空中写真及び UAV 空撮より取得した画像を用いて、山岳地のキャンプ場周辺の裸地の拡大傾向を把握し、山岳観光資源管理に向けたキャンプ場の適正利用計画の策定に資する事例研究を行った。

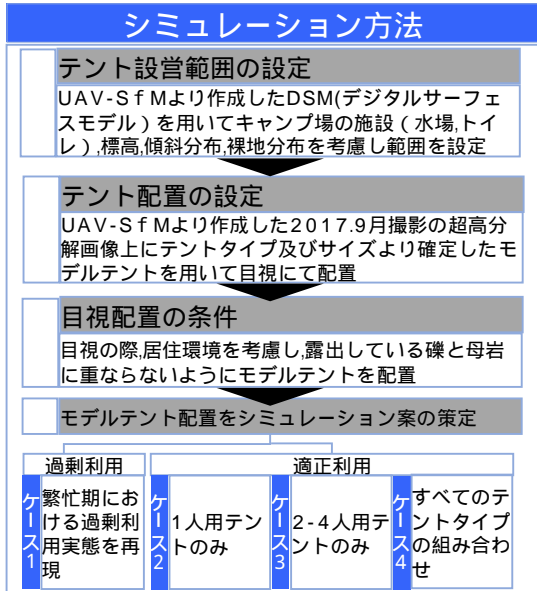


図8 山岳地キャンプ場テント配置シミュレーション方法

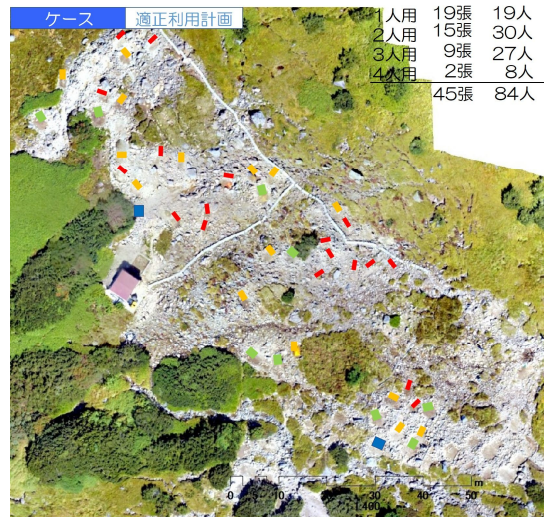


図9 超高分解能画像を用いた山岳地キャンプ場適正利用計画案の例

ここで得られた知見として、 UAV-SfM より取得した超高分解能画像より、裸地や礫などの露出面の超詳細な現況を把握することが可能となった。超高分解能画像を用いて超詳細かつ具体的なキャンプ場利用のシミュレーションを行うことができた。山岳テント場を対象に、地理空間情報技術を援用し適正利用計画を策定する手法及び全国の山岳キャンプ場への適応可能なプラットフォームを提示することができた。

(5) 拡張現実感技術による情報提供プラッ

トフォームの基盤整備

AR技術を用いて、整備した地理情報システムのデータの現地検証可能なアプリの開発を行い、山岳環境資源管理に向けた情報提供システムの構築を行った。当初、OSMac環境にてXcode言語を用いてiPhone8に実装可能なARアプリの開発を目論んでいたが、OSMac環境下ではスマートフォン等への実装時にアップル社の認証が求められ、手続きに煩雑さが生じることから、Web環境下で動作するARアプリの開発を行った。

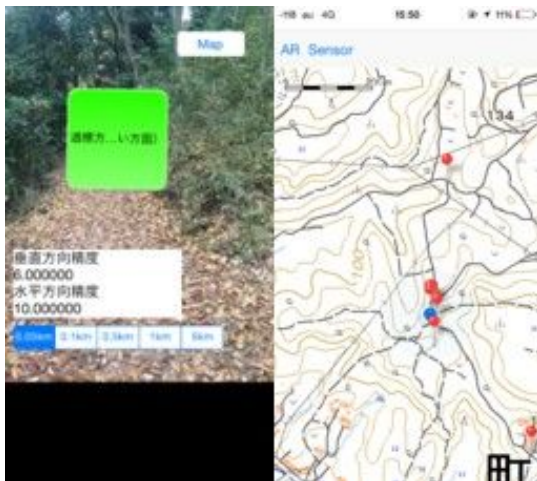


図 10 AR-Web 情報提供プラットフォームの実装例

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

西彩菜・下嶋聖・伊藤二朗、地理空間情報技術を用いた山岳性自然公園内のキャンプ指定地における適正利用計画の策定～中部山岳国立公園・雲ノ平キャンプ場を対象として～、第 47 回日本レジャー・レクリエーション学会大会(於 沖縄県那覇市ぶんかテンプス館) 2017 年 12 月

下嶋聖・伊藤二朗、北アルプス雲ノ平における地理空間情報技術を用いた植生復元事業について、ELR2017 名古屋(日本緑化工学会・日本景観生態学会・応用生態工学会 3 学会合同大会)(於 名古屋大学) 2017 年 9 月

小家山菜月・下嶋聖・鶴飼一博、UAV を用いた南アルプス三伏峠におけるニホンジカの採食地を対象とした画像解析、第 30 回環境情報科学 学術研究論文発表会(第 13 回環境情報科学ポスターセッション)(於 日本大学会館) 2016 年 12 月

下嶋聖、南アルプス国立公園南部における高分解能衛星画像を用いたニホンジカの採食マップの作成、第 26 回日本景観生態学会(於 酪農学園大学) 2016 年 7 月

新里利恵子・下嶋聖・関岡東生・山崎晃司・鈴木伸一：地理空間情報及び文献資料からみるケラマジカの社会環境史、第 45 回日本レジャー・レクリエーション学会大会(於 武庫川女子大学) 2015 年 12 月

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 0 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

下嶋 聖(SHIMOJIMA, Hijiri)

東京農業大学短期大学部・その他部局等・助教(採択当時)

現：東京農業大学・地域環境科学部・准教授
研究者番号：60439883

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

鈴木 伸一(SUZUKI, Shinichi)

東京農業大学短期大学部・その他部局等・教授(採択当時)

現：東京農業大学・地域環境科学部・教授

研究者番号：70311272

山崎 晃司(YAMAZAKI, Koji)

東京農業大学・地域環境科学部・教授

研究者番号：40568424

関岡 東生(SEKIOKA, Haruo)

東京農業大学・地域環境科学部・准教授
研究者番号：00287450

(4) 研究協力

なし