

東京大学大学院新領域創成科学研究科
環境学研究系自然環境学専攻
自然環境形成学分野
平成 26 年度 修士論文

モバイル端末における森林仮想体験環境の構築と
仮想体験の実現可能性および有効性の評価

The construction of forest virtual experience environment
in the mobile terminal, and the evaluation of the feasibility
and effectiveness of the virtual experience

2015 年 2 月 27 日提出
2014 年度 3 月修了
指導教員 斎藤 馨 教授
47-136630 村松佳奈

目次

第 1 章	序論	4
1-1	研究の背景	4
1-1-1	モバイル端末を通した仮想体験	4
1-1-2	実世界の体験に仮想体験が与える影響	4
1-1-3	インターネット上における森林の仮想体験の重要性	5
1-1-4	森林の仮想体験環境の構築と評価	5
1-2	研究の目的	7
1-2-1	モバイル端末を通した森林全方向の景観視聴アプリケーション	7
1-2-2	遠隔の野生動物とのモバイル端末を通した仮想的な触れ合い環境	7
第 2 章	材料と方法	8
2-1	全方位パノラマアプリの作成と評価方法	8
2-1-1	森林景観の全方位撮影から全方位パノラマアプリ作成まで	8
2-1-2	パノラマ写真との比較による全方位パノラマアプリの印象評価実験	9
2-1-3	森林現地の再現性と現地体験に与える影響	11
2-2	遠隔の野生動物との仮想的な触れ合い環境の構築	15
2-2-1	遠隔触れ合いシステムの実現	15
2-2-2	システムの観測データによる野生動物の接近頻度の検出	15
第 3 章	結果	17
3-1	全方位パノラマアプリの印象評価実験の結果	17
3-1-1	全方位パノラマアプリとパノラマ写真の印象比較の結果	17
3-1-2	森林現地と比較した全方位パノラマアプリの印象評価の結果	20
3-1-3	全方位パノラマアプリが現地体験に及ぼす影響の検証結果	25
3-2	遠隔触れ合いシステムの構築結果	27
3-2-1	システム A の概要	27
3-2-2	システム B の概要	28
3-2-3	観測データに基づく野生動物の接近頻度及び接近時間帯の検出	29
第 4 章	考察	30
4-1	モバイル端末を通した森林全方向景観の視聴における有効性	30
4-1-1	全方位パノラマアプリの作成とパノラマ写真との比較	30
4-1-2	全方位パノラマアプリの景観再現性	30
4-1-3	全方位パノラマアプリの視聴が森林現地の直接体験に与える影	

響	33
4-2 遠隔触れ合いシステムの構築と利用可能性	35
4-2-1 システム全体の構成についての考察	35
第5章 結論	37
5-1 全方位パノラマアプリの有効性に関する総括	37
5-2 遠隔触れ合いシステムの実現可能性と有効性に関する総括	37
謝辞	38
引用文献、学会及び研究会発表	39
論文要旨（和文・英文）	

第 1 章 序論

1-1 研究の背景

1-1-1 モバイル端末を通じた仮想体験

仮想体験とは、コンピュータを用いて人工的に三次元空間を作り出す技術である仮想現実を体験する事を意味し、この技術に関する研究は 1968 年にユタ大学におけるヘッドマウントディスプレイ(HMD)の開発が始まりとされている。仮想体験の研究領域では、非現実空間の創出と現実空間の再現の双方が扱われるが、特に後者に関してはこれまでの 2 次元ディスプレイ上における視覚的な空間の再現に留まらず、人間の動作や視線の移動等を感知する情報デバイスを用いる事で、より現実の体験に近い再現方法の研究が行われている（坪井 2014）。現実空間の再現に関しては、少子高齢化による技術者不足によって直接的な指導が困難となった特殊技能を、仮想体験を通して伝承するための研究（綿貫 2006）等がある。現在、我々が容易に直接体験出来る事象が、少子高齢化や都市化といった環境の変化に際して、将来的に直接体験が難しくなるという可能性を踏まえると、コンピュータを介した仮想体験の重要性は今後増してくると予想される。しかし、これまでの既往研究の大半では、ヘッドマウントディスプレイを始めとする仮想体験に特化した高度な情報デバイスが用いられており、現時点では大多数の一般人が安易に仮想体験に触れる事が難しいという障壁が存在している。

一方で、近年ではスマートフォン・タブレットデバイスといったモバイル端末が登場し大衆向けに普及し始めている。これらはコンピュータと同程度のネットワーク環境を持ちながら移動が容易であり、また各物理量を測定する 10 種ほどの内蔵センサによって、端末を所有する人間の動作の感知、およびそれらに応じた情報伝達も可能である事から、その利用価値が注目されている。既往研究では、朴（2006）は「モバイル端末の操作に感性的行為（タッチ操作など身体動作を伴う行動）を導入することで全般的なユーザビリティが向上できる」と報告している。実際に、環境教育の現場でもモバイル端末による使用を想定した環境教育用アプリケーションの研究が盛んに行われている（SB エナジー株式会社 2012, 阪上ほか 2012）事から、今後はモバイル端末を介した仮想体験が社会に浸透すると予想される。

1-1-2 実世界の体験に仮想体験が与える影響

一方で、教育哲学会（1996）では新しいメディアの登場による経験の質について議論する事が、重要な研究課題として挙げられている。既往研究では新保（1997）と村上（2005）は直接体験に対するコンピュータ等を通じた間接体験の検証を行っている。しかしこれら既往研究では、比較対象となる情報端末がデジタルテレビとコンピュータのみに限定されており、検証においても固定された 2 次元ディスプレイの視聴による方法が実施されている。従来のコンピュ

ータとスマートフォンを比較した場合、両者の性能・機能性の相違により、単純に研究結果を適応する事は出来ない。実際に、モバイル端末等のメディアの提供する仮想体験は、実体験を伴う問題解決能力の取得を支援する橋渡しの役割を担う事が出来る（伊藤 2002）事を踏まえると、モバイル端末による仮想体験においては、今後、視聴者が直接体験した場合に行うと予想される動作や行動を考慮した再現方法が求められており、その上で仮想体験の有効性を検証する必要がある。

1-1-3 インターネット上における森林の仮想体験の重要性

現代では都市圏の拡大により、従来日本人が目にしてきた里山等の森林を直接体験する機会が少なくなっている。その中で特に若年層にとっては写真等の記録媒体を介した森林景観の視聴が、森林体験の不足を補い森林のイメージを構築する重要な役割を果たしている。

一方で、従来の造園学分野等の景観研究では、全方向の景観の視聴においてはパノラマ写真等を用いた調査方法が用いられてきたが、白藤ほか（2002）は写真は現地と比較して“空間性の把握が困難”であると述べられている。それに対して、ビデオ画像とスライド写真の比較研究（斎藤ほか 1986）では、ビデオ画像のほうが近傍景観においてより現地に近い印象を被験者に抱かせるという結果が報告されている事から、新しい情報機器を用いる事が室内の森林景観視聴においても有効であるといえる。

また従来は里山における採猟といった野生動物との関わりが森林体験の重要な要素であったが、都市部に人口が集中する事で直接的に森林に生息する野生動物と接触する機会は稀なものとなっている。一方で情報技術分野における Human Computer Interaction (HCI) の研究領域では、人間と機械の接点におけるインタラクション（相互作用）に関する研究が盛んに行われてきたが、一方で人間以外の生物を交えたインタラクション Animal Computer Interaction (ACI) に関する研究が始まりつつある。これらの研究領域では、都市部に在住する人間が行うアクションに対して、ネットワーク通信を介して遠隔地に存在する人間以外の野生動物が何らかの反応を返すというように、インターネット上で人間と遠隔の生物が交流する仮想的な環境を創出する事を目的としている。

このようなインターネット上の森林の映像や音声データは、静止画像には含まれない現地にて人間が直接感じ取る五感に関する情報を扱えるため、情報デバイス越しに森林を視聴する際に有効であり、森林体験を補完することが出来ると考えられている（藤原 2004）。従って都市化等の環境変化に伴って直接的に体験する事が難しくなった森林体験においても、情報技術の発展に伴って現地での森林体験を仮想的に再現・体験出来る環境が整いつつあるといえる。

1-1-4 森林の仮想体験環境の構築と評価

以上の議論から、都市圏の拡大等の環境の変化によって都市部在住の人間にとっては森林を直接体験する事が難しくなっている現状に対応して、誰もが利

用できる情報端末を介した森林の仮想体験が益々社会から求められると予想される。

この情報端末として、本研究では内蔵されている機能と近年の普及率の増加を踏まえてスマートフォン・タブレット端末を代表するモバイル端末を対象とする。上述したようにモバイル端末は従来のコンピュータにない独自の機能を有しており、この機能に基づいて視聴者の動作に対応して伝達する情報を変化させる森林仮想体験環境を構築する事で、視聴者が直接体験で行うと予想される自然な行動を仮想体験に組み込むことが可能となる。

一方で、そのような森林仮想体験環境をモバイル端末上で構築する際に、目標とする森林仮想体験が実際に体験する事が可能であるか（実現可能性）、そして森林仮想体験が視聴者に与える好影響（有効性）について明確にする事は重要である。

1-2 研究の目的

本研究では、森林を対象としたモバイル端末による仮想体験の実現可能性とその有効性を明確にする事を目的とする。ここで本研究では森林内の現地体験を再現する仮想体験環境を、モバイル端末のアプリケーションを用いて構築したうえで実験に用いる。森林の仮想体験環境においては、森林現地における直接体験と類似した感覚を視聴者に与える事が前提とされるが、背景に述べたモバイル端末の有する特性を基に、本研究では森林の仮想体験を大きく2種類に分類した。したがって本研究では、この2種の森林の仮想体験環境の構築にあたって、その実現可能性と有効性の検証を行う。

1-2-1 モバイル端末を通した森林全方向の景観視聴アプリケーション

モバイル端末の物理量測定センサの中の加速度・ジャイロセンサに着目して、森林内部の全方向景観を視聴できるアプリケーション（以下:全方位パノラマアプリ）を、森林景観の仮想体験環境として構築する。本研究では、全方位パノラマアプリを視聴した場合に視聴者が抱く森林への印象と、視聴者の現地における直接体験に及ぼす影響について、現地や写真を通した体験との比較実験を行い森林景観の仮想体験の有効性を評価する。

1-2-2 遠隔の野生動物とのモバイル端末を通した仮想的な触れ合い環境

森林に生息する野生動物を対象にしたACIに関する小林ら（2010）の先行研究では、小型陸棲哺乳類の存在検知システムを用いて、遠隔地の野生動物と擬似的に触れ合う仮想体験環境の概要が述べられている。これは電子楽器テルミンの原理を用いて、野生動物が存在検知システムに接近すると音で都市部の視聴者に伝達する技術であり、野生動物の気配・ざわめきといった感性情報の取得・リアルタイムな遠隔配信が実現された。しかし現時点でこのシステムは一方的であり、視聴者が動くことで遠隔の野生動物に刺激を与えるとといった双方向的な仮想触れ合い環境の構築はされていない。そこで本研究ではモバイル端末を通して、都市部の人々が森林に生息する野生動物と仮想的な相互コミュニケーションを行える森林仮想体験環境を構築する。実際に仮想的な触れ合いを実現させるために必要な環境及び条件を長期的な観測データに基づいて判断し、その実現可能性の検討を行う。

第 2 章 材料と方法

2-1 全方位パノラマアプリの作成と評価方法

2-1-1 森林景観の全方位撮影から全方位パノラマアプリ作成まで

本研究では、森林内部の全方向の景観をモバイル端末を通して視聴した際に視聴者が得る印象と影響について評価する。従って、研究に際して事前に全方向を見渡せる全方位パノラマアプリを作成した。これはモバイル端末を上下方向や横方向に動かすと、画面内の景観画像がシームレスに変化する事で、あたかも森林内部にて景観を見渡しているかのような仮想体験を視聴者に与えるものである。

まず森林内部の全方向の景観を撮影するために、360度全球撮影を目的とした自動雲台である **Gigapan Epic** (写真 1) を用いた。**Gigapan Epic** には全方向に移動しつつ撮影を同時に行う機能が搭載されており、これにデジタルカメラを設置する事で森林内の全方向景観の撮影を行った。撮影は縦横 15×24 の計 360 枚の写真撮影を行った。



写真 1 : Gigapan Epic © 2013

GigaPanSystems

次に撮影した写真全てを一枚のパノラマ写真に統合する編集作業を、**Gigapan Stitching Software** (写真 2) を用いて行った。今回は使用するアプリケーションの仕様上、縦横比 1 : 2 となる **Equiangular** 形式でパノラマ写真を作成した。

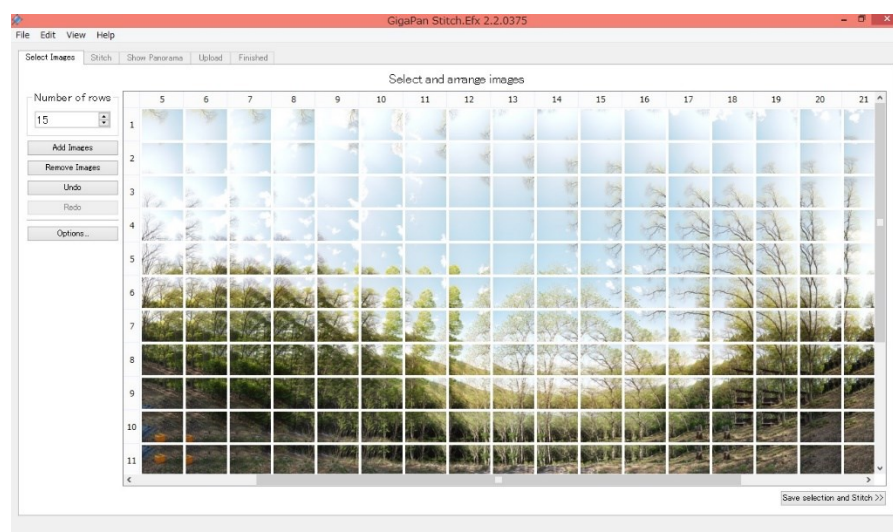


写真 2 : Gigapan Stitching Software の編集作業

作成したパノラマ写真は iOS アプリケーションである Sphere 上にアップロードする事で、モバイル端末上の Sphere を介して撮影した森林内部の全方向の景観を仮想体験する事が可能となった（写真 3）。



写真 3：全方位パノラマアプリと視聴の様子

本研究ではこの一連の作業から作成した仮想体験環境を全方位パノラマアプリと命名し、実験に使用した。

2-1-2 パノラマ写真との比較による全方位パノラマアプリの印象評価実験

全方位パノラマアプリは視聴者がデバイスを動かす動作に応じて画面内部の画像が変化する特性を持つ。この特性は従来の 360 度パノラマ写真とは大きく異なるため、双方のデバイスを用いて森林の全方位の景観を視聴する際に視聴者が抱く景観の印象にも差が見られると予想し、双方の印象評価実験を行った。

実験は、2014 年 6 月 20 日に全方向の景観が視聴できる 360 度パノラマ写真と全方位パノラマアプリで被験者が抱く景観の印象の比較をするために、自然環境学を専攻する一般大学院生（以下：大学院生）18 名を被験者として、SD 法（Semantic Differential 法）に基づく印象評価を行った。

視聴する景観の対象地は東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林第 29 林班（写真 4）とし、予め 5 月 29 日に撮影した画像データからパノラマ写真と全方位パノラマアプリを作成し実験に使用した（表 1, 表 2）。双方を用いて視聴する景観の印象評価方法として、直接面接法で 24 形容詞対（表 3）について 7 段階尺度による評定を用いた。この評定で用いる形容詞対は、(大石ほか 1994)の既往研究から「空間性因子、感性因子、自然性因子」の 3 つの要素（表 4）に基づいて選定した。

本実験において得られた評価結果に関して、今回はノンパラメトリック検定の Mann-Whitney U test を行い有意差を検討した。また、パノラマ写真と全方位パノラマアプリの双方を用いる際に、視聴者がそれぞれのデバイスにおける景観の視聴で重要視する要因を明らかにするために、双方の評価結果毎に因子分析（主因子法・バイクアーテミン回転）を行った。



写真 4：東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林第 29 林班
(2014 年 5 月 29 日撮影)

表 1：全方位パノラマアプリとパノラマ写真の比較実験 実施概要

実施日	2014 年 6 月 20 日
被験者数	大学院生 18 名
対象地	東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林第 29 林班
使用した 2D 画像とデバ イス	・パノラマ写真 画像サイズ：A4 (210×297mm)、 解像度：557ppi ・全方位パノラマアプリ (iPad 第 3 世代*) 画像サイズ 9798×4609(ピクセル)

表 2：iPad 第 3 世代の画面サイズ、解像度

機種名	画面サイズ (インチ)	画素数 (ピクセル)	解像度 (ppi)	アスペクト比 (縦横比)
iPad(第 3 世代)	9.7	2048×1536	264ppi	4:3

表 3：評価に用いた形容詞対

形容詞対	
美しい	醜い
広々した	窮屈な
快適な	不快な
好きな	嫌いな
自然的な	人工的な
迫力のある	迫力のない
活気のある	落ち着いた
変化に富んだ	単調な
明るい	暗い
見通しの良い	見通しの悪い
閑散とした	うっそうとした
楽しい	つまらない
すがすがしい	うっとうしい
立体的な	平面的な
動的な	静的な
力強い	弱弱しい
豊かな	貧しい
大きい	小さい
親しみやすい	親しみにくい
遠い	近い
騒がしい	静かな
奥行のある	奥行のない
暑い	涼しい
開放的な	閉鎖的な

表 4：形容詞対の分類（左側形容詞のみ列挙）

＜空間性因子＞
広々した、変化に富んだ、開放的な、遠い、明るい、整然とした、大きい、閑散とした、立体的な、奥行のある、動的な、迫力のある(12形容詞)
＜感性因子＞
快適な、楽しい、好きな、親しみやすい、暑い、すがすがしい(6形容詞)
＜自然性因子＞
自然的な、豊かな、美しい、力強い、騒がしい、活気のある(6形容詞)

2-1-3 森林現地の再現性と現地体験に与える影響

全方位パノラマアプリでは森林現地の全方位の景観を視聴対象とする一方で、その景観再現性は明らかになっていない。また再現性の程度に関わらず、全方位パノラマアプリは視線の移動速度や体感等において、森林現地での体験とは異なる情報を視聴者に与える事が予想されるため、全方位パノラマアプリの視聴によって得た情報が、現地での体験に及ぼす影響に関して明らかにする必要性が生じる。この2点について、森林現地との比較により全方位パノラマアプリの景観の再現性と、現地体験に与える影響の検証実験を行った。実験は千葉県柏市大青田地区の森（写真5）を対象地とし、2014年9月下旬から10月上旬までの期間から合計8日間実施した。



写真 5-1：柏市大青田地区の森林 内部(9 月実験実施時使用)



写真 5-2：柏市大青田地区の森林 内部(10 月実験実施時使用)

本実験においては前述（2-1-2）と同様に共通のモバイル端末として iPad（第 3 世代）、9.7 インチを使用し、全ての実験において実施日の前日から 2 週間前までの間に撮影した画像データを用いて全方位パノラマアプリを作成し検証を行った。被験者は公立高等学校の生徒（以下：高校生）8 名と大学院生 10 名であり、実験一回あたり 1～3 名の被験者に直接面接法を用いて複数のアンケート・インタビュー調査を行った。実験の概要を以下に示す。

実験手順

1. 被験者を実験対象地の柏市大青田の森（以下：現地）に連れていき、1 分間周囲の景観を見渡して貰った。
2. 現地から約 50m 離れた場所に移動し、全方位パノラマアプリを通して同対象地の全方位景観を視聴して貰った後、主に全方位パノラマアプリの印象

と景観の再現性（＊10月実施時のみ）に関するアンケート・インタビュー調査を行った（調査 i）

3. 被験者を再度、現地に連れていき 1 分間周囲の景観を見渡して貰い、主に全方位パノラマアプリと現地景観の差異に関してアンケート・インタビュー調査を行った（調査 ii）（ここまで計 30 分程度）

本実験では 10 月上旬の実験実施時には、調査 i における全方位パノラマアプリの景観再現性の評価において、10 形容詞対 7 段階尺度による評定を用いた。この評定で用いた形容詞対は、9 月下旬の実験実施時の調査 ii における質問：「最終的に現地に抱いた印象」の結果から特に多く見られた被験者の発言から 10 形容詞対（表 6）を選出した。また 10 月上旬の実験実施時には、被験者が特に興味関心を抱く場所を調査するために、調査 i では全方位パノラマアプリ、調査 ii では二回目の現地で「特に長く見た場所」に関する質問を追加した。

表 4：全方位パノラマアプリの再現性と現地体験に与える影響に関する実験 実施概要

実施期間	2014 年 9 月下旬 4 日間 2014 年 10 月上旬 4 日間 計 8 日間
被験者数	9 月下旬：高校生 4 名、大学院生 4 名 ⇒被験者① 10 月上旬：高校生 4 名、大学院生 6 名 ⇒被験者②
対象地	柏市大青田地区の森林
使用した 2D 画像とデバイス	・全方位パノラマアプリ（iPad 第 3 世代） 画像サイズ 10296×4727（iPad 上：1168ppi）

表 5：全方位パノラマアプリの再現性と現地体験に与える影響に関する実験 調査事項

調査内容		質問内容
調査 i	<ul style="list-style-type: none"> ・一回目の現地でどこを観ていたか ・現地で見落したものを発見できたか ・現地の印象 ・現地を基準とした全方位パノラマアプリの印象 	<p>（被験者①、②共通）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 全方位パノラマアプリで気付いた現地で見落としていた、新しく気付いた物・場所 2. 一回目の現地で観ていた場所 <p>（被験者②のみ）</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 全方位パノラマアプリで特に長く観た場所 4. SD 法による現地と現地基準の全方位パノラマアプリの印象評価（表 6）
調査 ii	<ul style="list-style-type: none"> ・一回目と比べて見る場所が変化したか 	<p>（被験者①、②共通）</p> <ol style="list-style-type: none"> 1'. 二回目の現地で新しく気付いた物・場所

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現地の印象の変化 ・ 全方位パノラマアプリに抱いた感想 	2'. 最終的に現地に抱いた印象 (被験者②のみ) 3'. 二回目の現地で特に長く観た場所
--	--	---

表 6 : 全方位パノラマアプリの印象 評定尺度

形容詞対			
広々した	—	窮屈な	
高い	—	低い	
整然とした	—	雑然とした	
迫力のある	—	迫力のない	
大きい	—	小さい	
変化に富んだ	—	単調な	
閑散とした	—	うっそうとした	
明るい	—	暗い	
すがすがしい	—	うっとうしい	
騒がしい	—	静かな	

2-2 遠隔の野生動物との仮想的な触れ合い環境の構築

2-2-1 遠隔触れ合いシステムの実現

本実験では、都市部在住の人々が森林に生息する野生動物と疑似的なコミュニケーションを行える森林仮想体験環境の構築を目指した。その仮想体験環境では衛星ネットワークを用いて人間と遠隔の野生動物とのリアルタイムな双方向コミュニケーションシステム“遠隔触れ合いシステム”を実現する（図1）。

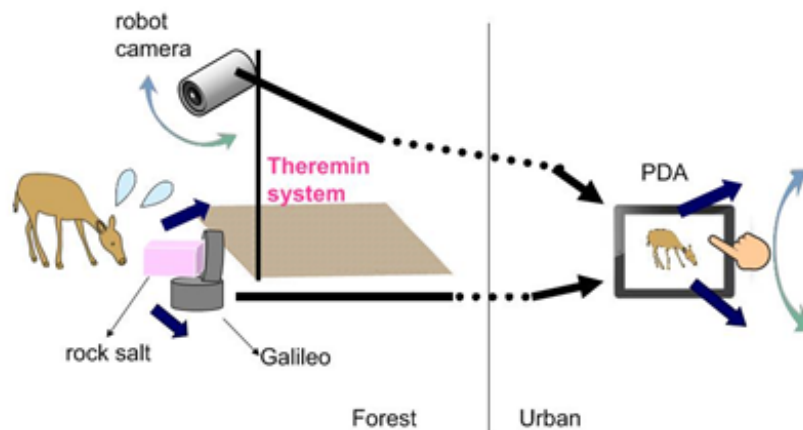


図1：遠隔触れ合いシステムのイメージ

本研究では、実験地を東京大学大学院農学研究科附属秩父演習林 第28林班大面積プロットコンテナハウス周辺とした。実験地ではプライベート LAN を起動させ、ポートフォワーディングによって外部から衛星ネットワークを介して現地の装置をリモート操作出来る環境が整えられている。この環境下で実験地に誘引餌を固定した遠隔操作基盤を設置し、この装置を都会の人間が iPad 等のモバイル端末を用いて遠隔操作することで、あたかも奈良の鹿せんべいを使ったニホンジカとの戯れのような双方向コミュニケーションを室内でも行う事が可能な仮想環境の構築を目指した。

2-2-2 システムの観測データによる野生動物の接近頻度の検出

実験地のコンテナハウス裏には、コンテナハウスから約 5m 後方の樹木に固定した赤外線内蔵型のセンサーカメラ“SG560P-8M”（株式会社 GISupply 製）が設置されている（写真 6）。このセンサーカメラは検知範囲内にて人や動物の動きを感知した際に起動し、自動で動画撮影を行う機能を有しており、実験地に接近した野生動物の撮影と記録を行う（写真 7）。本研究ではこのセンサーカメラを表 7 の通り設定し、上述の誘引餌を固定した遠隔操作基盤に動物が接近する様子を撮影し、その接近が生じた時間帯や接近距離等の記録を基にして遠隔からの仮想的な触れ合いを実現出来る環境と条件を検証した。



写真 6 : “SG560P-8M” (C) 2012 GISupply



写真 7 : センサーカメラの映像(2014.9.16)

表 7 : センサーカメラの設定

項目	設定内容
撮影モード	Video (動画)
動画サイズ	640 × 480 (VGA)
動画撮影時間	10sec
センサー復帰間隔	5min
撮影の時間帯	常時撮影
赤外線フラッシュ照射距離	15M

第 3 章 結果

3-1 全方位パノラマアプリの印象評価実験の結果

3-1-1 全方位パノラマアプリとパノラマ写真の印象比較の結果

2014 年 6 月 20 日に全方位パノラマアプリとパノラマ写真を通して視聴した森林景観に対して抱いた双方の印象の評価について、被験者 18 名に対して 24 形容詞対 7 段階評定を行った。図 2 は 24 形容詞対における評定結果の平均値を折れ線をつないだプロフィール曲線および全方位パノラマアプリ、パノラマ写真毎の標準偏差である。プロフィール曲線上では、パノラマ写真の評定結果を降順に列挙し、全方位パノラマアプリの評定結果と比較した。

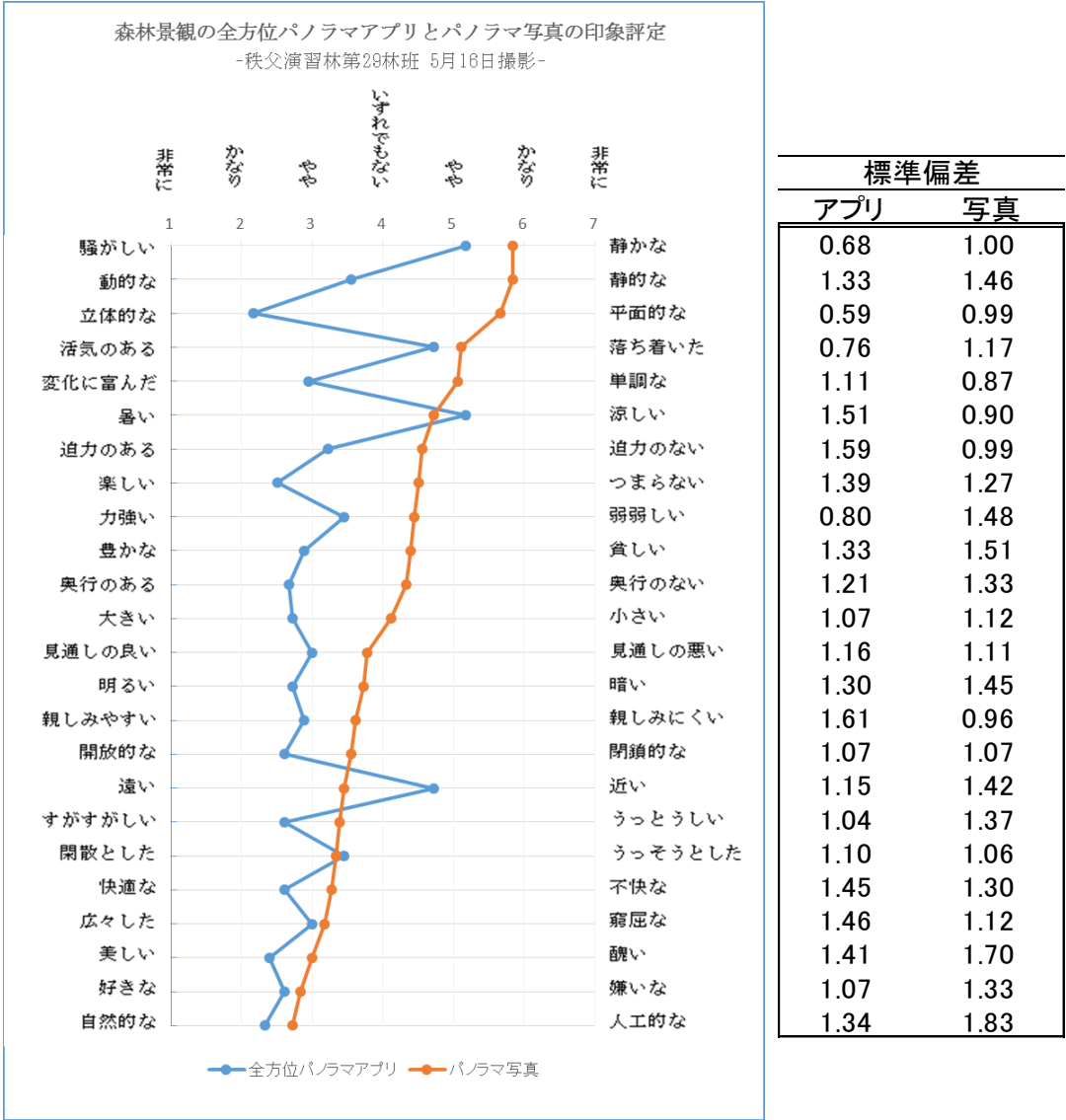


図 2：印象評価によるプロフィール曲線と標準偏差

また本実験で得られた評定結果に対しては、ノンパラメトリック検定の Mann-Whitney U test を行い有効確率 P 値の値を求めた（表 8）。表内の第一線までの形容詞対は有意差 1% 以内であり、第一線から第二線までの形容詞対は有意差 1% 以上 5% 以内であった。

表 8：Mann-Whitney U test による有意差の検証

形容詞対		有効確率P値
立体的な	— 平面的な	0.0000007
楽しい	— つまらない	0.0000620
動的な	— 静的な	0.0002322
変化に富んだ	— 単調な	0.0008601
大きい	— 小さい	0.0010863
豊かな	— 貧しい	0.0018075
力強い	— 弱弱しい	0.0080547
迫力のある	— 迫力のない	0.0096410
明るい	— 暗い	0.0120001
奥行のある	— 奥行のない	0.0128394
すがすがしい	— うっとうしい	0.0181835
快適な	— 不快な	0.0183855
遠い	— 近い	0.0198521
美しい	— 醜い	0.0229264
親しみやすい	— 親しみにくい	0.0492996
騒がしい	— 静かな	0.1242353
開放的な	— 閉鎖的な	0.1252148
見通しの良い	— 見通しの悪い	0.1937580
自然的な	— 人工的な	0.2179866
暑い	— 涼しい	0.2491211
好きな	— 嫌いな	0.2596381
活気のある	— 落ち着いた	0.4283069
広々した	— 窮屈な	0.7768508
閑散とした	— うっそうとした	0.8045261

次に実験で得た評定結果を用いて、パノラマ写真および全方位パノラマアプリのそれぞれにおいて因子分析（主因子法・バイクアーテミン回転）を行った。使用するデータとして、表 8 より有意差 5% 以内の 15 形容詞対を用いた。その結果を表 9,10 に示す。表 9,10 から、第 3 因子軸までの回転前の累積寄与率はそれぞれ 70.0%、64.0% であり、また第 4 因子軸以下の回転前の因子寄与率は 10% 以下と低いため、双方の結果から第 3 因子軸まで解釈を行った。

表 9：パノラマ写真評定結果による因子負荷量

パノラマ写真：形容詞対			因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
豊かな	—	貧しい	1.095	-0.243	-0.209	0.327	-0.577
力強い	—	弱弱しい	1.010	-0.386	-0.417	0.070	-0.620
迫力のある	—	迫力のない	0.993	0.178	-0.257	0.309	-0.162
変化に富んだ	—	単調な	0.914	-0.159	-0.102	0.675	-0.535
楽しい	—	つまらない	0.908	-0.460	-0.340	0.365	-0.435
美しい	—	醜い	0.270	-0.929	-0.270	-0.038	-0.508
快適な	—	不快な	0.373	-0.920	-0.057	-0.062	-0.494
遠い	—	近い	-0.548	-0.677	-0.011	-0.459	0.117
奥行のある	—	奥行のない	0.396	0.036	-0.973	0.397	-0.098
すがすがしい	—	うっとうしい	0.099	-0.699	-0.788	-0.101	-0.707
大きい	—	小さい	0.600	-0.404	-0.658	0.308	-0.610
動的な	—	静的な	0.251	0.160	-0.218	0.963	-0.110
立体的な	—	平面的な	0.500	0.240	-0.489	0.721	-0.082
明るい	—	暗い	0.400	-0.309	-0.200	0.156	-0.938
親しみやすい	—	親しみにくい	0.708	-0.256	-0.661	0.304	-0.813
回転前 寄与率(%)			42.17	17.04	10.82	5.50	4.31
回転前 累積寄与率(%)			42.17	59.21	70.03	75.53	79.84

表 10：全方位パノラマアプリ評定結果による因子負荷量

全方位パノラマアプリ：形容詞対			因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
力強い	—	弱弱しい	1.033	0.392	-0.049	-0.184	0.633
豊かな	—	貧しい	0.832	0.603	0.645	-0.211	0.559
大きい	—	小さい	0.815	0.179	-0.428	-0.441	0.723
楽しい	—	つまらない	0.831	0.374	0.196	-0.058	0.367
すがすがしい	—	うっとうしい	0.820	0.157	0.381	-0.467	0.349
変化に富んだ	—	単調な	0.555	0.934	0.096	-0.025	0.746
明るい	—	暗い	0.342	0.917	0.256	-0.150	0.250
動的な	—	静的な	0.475	0.842	0.493	-0.162	0.545
奥行のある	—	奥行のない	0.418	0.617	0.055	-0.535	0.587
親しみやすい	—	親しみにくい	0.364	0.327	0.844	-0.332	0.287
快適な	—	不快な	0.168	0.199	0.235	-0.997	0.106
遠い	—	近い	0.299	-0.500	0.127	-0.838	-0.158
迫力のある	—	迫力のない	0.581	0.453	0.147	-0.066	1.195
立体的な	—	平面的な	0.809	0.712	-0.106	-0.194	0.863
美しい	—	醜い	0.632	0.422	0.168	-0.447	0.751
回転前 寄与率(%)			39.82	13.82	10.31	6.66	4.53
回転前 累積寄与率(%)			39.82	53.64	63.95	70.62	75.15

表 9 から、第 1 因子軸には「豊かなー貧しい」「迫力のあるー迫力のない」「変化に富んだー単調な」等の森林景観の構成要素に関連する形容詞対が含まれていることから、図 2 のプロフィール曲線の結果を踏まえてこの軸を「統一性因子」と命名した。また第 2 因子軸には「美しいー醜い」「快適なー不快な」という景観の美しさや好ましさを表す形容詞対と「遠いー近い」という遠近感を表す形容詞対が含まれることから、この軸を「眺望性因子」と命名した。さらに第 3 因子軸は「奥行きのあるー奥行のない」「大きいー小さい」等の尺度が見られ、これらは被験者が景観内部における特定の対象物を知覚する際の手がかりとなる要素が表れていると解釈し、「対象知覚因子」と命名した。

次に表 10 から、第 1 因子軸には「力強いー弱弱しい」「大きいー小さい」「すがすがしいーうっとうしい」等の尺度が見られ、これらは被験者が森林から受ける壮大さや心地よさを表していると解釈し、この軸を「体感性因子」と命名した。また第 2 因子軸からは、「明るいー暗い」「動的なー静的な」「奥行きのあるー奥行のない」等の空間の明暗や物体の動きといった人間が視界を通して知覚する情報を示す形容詞対が含まれることから、この軸を「視認性因子」と命名した。第 3 因子軸は「親しみやすいー親しみにくい」という形容詞対が含まれることから、「親密性因子」と命名した。

3-1-2 森林現地と比較した全方位パノラマアプリの印象評価の結果

2014 年 9 月下旬から 10 月上旬にかけて実施した、柏市大青田地区の森林を対象とした森林現地の景観と全方位パノラマアプリの景観の比較実験の結果を以下に記す。本実験では、全方位パノラマアプリにおける景観再現性の評価にあたり表 6 に示した 10 形容詞対 7 段階尺度による評価を行った。図 3 は評価結果の平均値を折れ線でつないだプロフィール曲線である。

実験の際、被験者には現地の景観を比較基準として全方位パノラマアプリの印象を評価して貰ったため、プロフィール曲線においても現地景観の印象を基準値 4 とし、評価結果が 4.0 以下であれば左側形容詞、4.0 以上であれば右側形容詞により近い印象を全方位パノラマアプリに抱いていると解釈した。

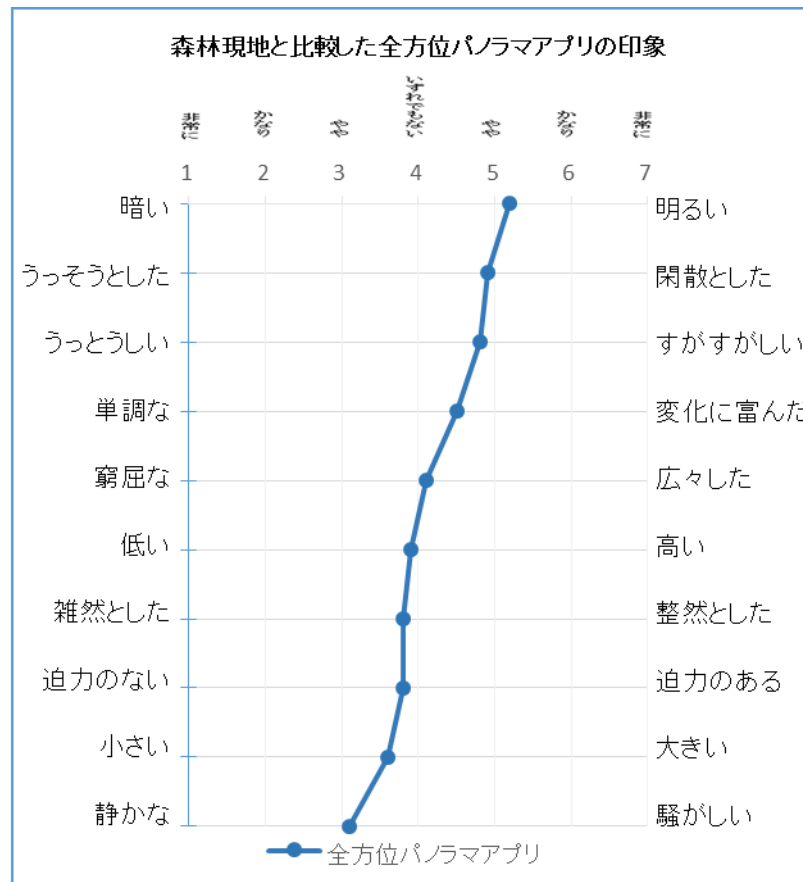


図 3：現地景観を比較対象にした全方位パノラマアプリの印象評価のプロフィール曲線

次に全方位パノラマアプリの視覚情報の再現性について検証するため、形容詞対「うっとしいーすがすがしい」「静かなー騒がしい」以外の 8 尺度に関しては、被験者が各形容詞対において、そのように感じた箇所を写真 8 から選択して貰った（例：ややー明るいと回答⇒右側根元部の日向を選択等）。表 11 は各形容詞対に対応する被験者の選択箇所である。また表 12 にインタビュー調査結果も明記したが、これは 10 月実施の実験において一回目のアンケート調査終了時に、被験者に全方位パノラマアプリ全体の印象についてインタビュー調査した際の回答から、各形容詞対に該当するものを選択して記述した。



写真 8：柏市大青田地区の森林 アンケート調査時使用



写真 9：調査結果集計時の景観分割

表 11：全方位パノラマアプリの印象評価結果—該当箇所（()内の数字は回答者数）

形容詞対（左側-右側）	場所
窮屈な—広々した	右側の奥側の木々(5) 中間部の木々(4)
低い—高い	中間部から右側にかけての上部(7) 中間部の高木(3)
雑然とした—整然とした	右側の中間から上部(7) 中間部の木々(4)
迫力のない—迫力のある	中間上部の枝葉(4) 全体的に(4)

小さいー大きい	中間部の高木(8) 左側前方の孤立した木々(4)
単調なー変化に富んだ	中間部の木々(5) 左側中間部(3)
うっそうとしたー閑散とした	中間部の木々(8)
暗いー明るい	右側上部の日差し(5) 中間部の木漏れ日(5)

表 12：全方位パノラマアプリの印象評価結果―数値と回答

形容詞対 (左側-右側)	パノラマアプリ	現地(4.0)との差(絶対値)
窮屈な-広々した	4.1	0.1
インタビュー時の代表的なコメント(以下:コメント) ・アプリのほうが空間全体が狭く感じる ・木々(特に茂る部分)が現地よりも近くに感じた		
低い-高い	3.9	0.1
コメント: ・空間全体が楕円形に歪んで感じる(上部と下部の高低差が少ない)		
雑然とした-整然とした	3.8	0.2
コメント: ・明るい場所の奥側に木々が揃って生えている事に気付いた。 ・暗い場所は色々ある(雑然としている)ように感じた。 ・上記以外の場所は、むしろアプリのほうが整っているように思った。		
迫力のない-迫力のある	3.8	0.2
コメント: ・頭上を覆いかぶさる枝葉は、現地での迫力を再現出来ていた ・巨木がより近くにあるように感じるが、他の木は平面的だった。		
小さい-大きい	3.6	0.4
コメント: ・巨木や手前の木は現地より近く感じたが、大きさは現地と同じように感じた(サイズとしては現地よりも小さく感じた)		
単調な-変化に富んだ	4.5	0.5
コメント: ・現地では気付かなかった木漏れ日や足元の草がある事に気付いた。 ・上部や下部など様々な場所を観られて、木以外の物が多くあると知った。		
うっそうとした-閑散とした	4.9	0.9
コメント: ・細部の草花や蜘蛛の巣が見えず全体として寂しく感じた ・巨木や孤立した木は目立つが、その他がのっぺりとしている印象		
暗い-明るい	5.2	1.2
コメント: ・木漏れ日、日向等は現地と同じ場所に明るさを感じた ・暗い(木々が茂る)場所は、現地より若干明るく感じる		

3-1-3 全方位パノラマアプリが現地体験に及ぼす影響の検証結果

3-1-2 と同時におこなった、全方位パノラマアプリが被験者の現地体験において及ぼす影響についての検証結果を記す。本実験では直接面接法を用いて、現地及び全方位パノラマアプリにて被験者が注目した場所や新しく気付いた要素等について調査した。表 13,14 はアンケート及びインタビュー調査の質問事項と主な回答結果である。表内の場所、要素は写真 9 に対応する。

表 13：現地及び全方位パノラマアプリの注目箇所・
発見事項に関するアンケート調査結果

アンケート調査 質問	場所	要素
1 パノラマアプリを観て現地と同じ印象を抱いた場所・要素（特定の草木や限定された日向など） （回答者:18 名）	左側（10） 根元部（9） 右側（9）	左側の孤立した木(7) 右側の孤立した木(6) 中間部の高木(5)
2 パノラマアプリを観て新しく気付いた場所・要素 （回答者:18 名）	右側の奥(7) 上部(6) 中間部(5)	左側根元部の草(3)
3 パノラマアプリで特に長く観た場所・要素 （回答者:10 名）	根元部(6) 上部(5) 右側の奥(4)	左側の孤立した木(6)
4 二回目の現地で新しく気付いた場所・要素 （回答者:10 名）	右側の奥(2) 中間部(2)	
5 二回目の現地で特に長く観た場所・要素 （回答者:10 名）	上部(8) 右側の奥(7) 中間部(5)	左側の孤立した木(3)

(()は回答者数)

表 14：現地及び全方位パノラマアプリの注目箇所・発見事項に関する

インタビュー調査結果

インタビュー調査 質問	質問への代表的な回答
パノラマアプリを観て新しく気付いた事の詳細 *アンケート調査と対応する質問（以下対応）：質問 2 （回答者：18 名）	「森林の上部を観た」（9） 「明るい場所（右側）のより奥側」（9） 「うっそうとしている場所(中間部)」（6）
一回目の現地で特に長く観た場所・要素 （回答者：18 名）	「全体をぼんやりと観察」（10） 「明るい場所の手前側から中間あたりにかけて」（7） 「手前側の孤立した木々」（6）
一回目の現地で注目したものと、パノラマアプリで特に注目したものは同じか （回答者：18 名）	同じ(2) 一部同じ(5) 違う(11)
二回目の現地で新しく気付いた事の詳細*対応：質問 4（回答者：18 名）	「うっそうとしている場所が思ったよりも近い」（5） 「森林上部の木漏れ日」（5） 「蜘蛛の巣、花などパノラマアプリに写っていないもの」（3）
二回目の現地で特に長く観た場所・要素*対応：質問 5 （回答者：10 名）	「うっそうとした場所」（6） 「森林の上部」（5） 「明るい場所のより奥側」（3）
パノラマアプリで注目したものと、二回目の現地で注目したものは同じか(回答者：10 名)	同じ(5) 一部同じ(3) 違う(2)
最終的にパノラマアプリにどのような印象を抱いたか （回答者：18 名）	「アプリと同じくらい現地も狭く、木々も近かった」（7） 「現地のほうがより細かい部分が雑然としていた」（4） 「暗い部分はアプリと同じ印象があるが、明るい部分はアプリのほうが明るすぎた」（4）

（〇内は回答者数）

3-2 遠隔触れ合いシステムの構築結果

本研究では、実験地を東京大学大学院農学研究科附属秩父演習林内とした。実験地ではプライベート LAN を起動させ、ポートフォワーディングによって外部から衛星ネットワークを介して現地の装置をリモート操作出来る環境が整えられている。この環境下で実験地に遠隔操作基盤を設置し、都会のユーザーが携帯情報端末の特定のアプリケーションを用いて操作基盤にアクセスし、リモート操作を行うための仮想環境の構築を実現した（図 4）。今回は遠隔操作基盤とその周囲の機材、アプリケーションを含めたシステムを 2 つ構築したが、それぞれシステム A、B として以下にその概要を記す。



図 4：遠隔触れ合いシステムの設置概要

3-2-1 システム A の概要

システム A では、遠隔操作基盤として“Galileo-30pin”を用い、この基盤に誘引餌である岩塩を取り付けた iPhone4 を固定し、2014 年 8 月に実験地に設置した（写真 10）。固定した iPhone4 と都市部のユーザーの iPad には予め共通の iOS アプリケーションの“AirBeam”をインストールし同時に起動する事で、衛星ネットワークを通して iPad を用いて都市部から自在に誘引餌の向きを変えられるように設定した。

誘引餌の動きは、背後のコンテナ内に設置したネットワークカメラでリアルタイムの映像視聴が出来る。また、装置に鹿が接近した際には付近の存在検知システムである静電容量センサーによって感知された後に、メールの着信音を通じて iPad を通じて都市部の視聴者に通知されるように設定を行った。



写真 10：実験地に設置したシステム A

今回は 5cm 四方の岩塩を iPhone4 に固定し、誘引のためシステムの前方 50cm 辺りまで 1cm 四方の岩塩 4 つを均等に散布した。システム A の設置及び稼働期間は 2014 年 9 月 10 日から 30 日までであった。

3-2-2 システム B の概要

システム A では屋外使用に際して、機材の雨風に対する脆弱性が課題となっている。そこでシステム B では全天候型のカメラ回転雲台“SA-48930”（通販 net 社取扱）を遠隔操作基盤とし、この基盤に誘引餌を固定した後にネットワーク DVR 録画機の“SA-50696”に接続する事で、都会のユーザーが iOS アプリケーション“SuperLivePro”を通して外部ネットワークから基盤をリモート操作出来るシステムを構築した（写真 11）。

今回は雲台上に 5×8cm の岩塩を固定した。雲台のリモート操作の様子は、背後のコンテナハウスの壁に設置した赤外線監視カメラ“SA-50606”によって撮影が行われ、この映像の視聴は上記アプリケーション上から行えるよう設定した。システム B は 2014 年 12 月 24 日にシステム A と同様に実験地に設置し、論文執筆時点（2015 年 1 月 22 日）まで稼働を行っている。



写真 11：実験地に設置したシステム B とアプリケーションからの視聴

これらのシステムは衛星ネットワークを通じて通信を行うため、リモート操作時には最大 5sec 程度の遅延が生じる場合があった。また実験地への電源供給時間は、一日で最大 3 時間連続が上限であったため、システム稼働時間もこれに準ずる事となった。またシステム B に関しては、ネットワーク通信量限度量に応じるため、リアルタイムの映像視聴継続時間は電源供給時間帯のうち最大 30min であった。

3-2-3 観測データに基づく野生動物の接近頻度及び接近時間帯の検出

上述より本研究で構築した遠隔触れ合いシステムは、実験地のネットワーク環境により常時稼働させる事は困難であったため、2-2-2 に記した方法によってシステムに接近する野生動物の接近頻度及びその時間帯を検出した。

今回の実験は、システム A の設置期間（2014 年 9 月 10 日～17 日）にかけて撮影したセンサーカメラの映像記録に基づいて行った。この結果、撮影期間の 21 日間において、センサーカメラの映像記録数は 80 ファイル（人間が撮影されているファイルを除く）となった。この映像ファイルのうち、人間以外の野生動物が 10sec 以上撮影されているものを抽出し、その撮影範囲内の滞在時間および接近距離を表 15 に明記する。表 15 において、接近した動物の種類は回数 1 および 4 では二ホンシカ、その他ではタヌキ等の小動物であった。なお同実験はシステム B に関しても設置日から 2 週間撮影を行ったが、野生動物の出現は見られなかったため、今回の観測データから除外した。

表 15：遠隔触れ合いシステムに接近した野生動物の観測データ

回数	日付(00/00)	撮影開始(時:分:秒)	撮影終了(時:分:秒)	滞在時間	接近距離
1	2014/9/14	0:22:28	0:23:28	1min	～1M
	2014/9/14	0:28:26	0:29:26	38sec	60cm～1M
			合計滞在時間	6min 36sec	
2	2014/9/20	15:55:02	15:56:02	26sec	1M～2M
3	2014/9/20	19:17:29	19:18:29	50sec	10cm～1M
4	2014/9/26	0:03:05	0:04:05	40sec	～1M
5	2014/9/30	11:20:50	11:21:50	60sec	～1M

第4章 考察

4-1 モバイル端末を通した森林全方向景観の視聴における有効性

4-1-1 全方位パノラマアプリの作成とパノラマ写真との比較

本研究では、モバイル端末を通して森林内部の全方向の景観を視聴できるアプリケーションとして、2-1-1の手法より全方位パノラマアプリを作成した。従来、造園学分野等の景観研究では全方向の景観の視聴においてはパノラマ写真等を用いた調査方法が用いられてきた背景から、本研究では作成した全方位パノラマアプリと従来のパノラマ写真において、室内で双方を用いて森林景観を視聴した際に視聴者が受ける印象の差異を検証した。

この検証の結果、図2から被験者が全方位パノラマアプリから受ける景観の印象は、「立体的」「動的」「変化に富む」「奥行きのある」等の空間の広がりや多様性、動的な要素が見られた。パノラマ写真から受ける印象は、「平面的」「静か」「単調な」「弱弱しい」等の整然かつ静的な要素が見られた。

表8においても双方には、「立体的—平面的」「動的な—静的な」「迫力のあ—迫力のない」等の形容詞対に有意差が見られた。これらより、森林景観においては全方位パノラマアプリとパノラマ写真とで被験者が受ける印象に差があり、前者のほうがより立体感や多様性において強い印象を与える事が分かった。

因子分析の結果、全方位パノラマアプリ及びパノラマ写真それぞれに対し、被験者が重要視する要素を共通因子として抽出した。

パノラマ写真においては「統一性因子」について正の相関があったのに対し「眺望性因子」「対象知覚因子」について負の相関が見られた。これは上述の結果から、被験者がパノラマ写真から整然とした森林景観のイメージを受ける一方で、奥行感や対象物の大きさ等の空間的な要素を十分に感じる事が出来ない可能性を示していると解釈した。

全方位パノラマアプリにおいては、「体感性因子」や「視認性因子」に正の相関が見られたことから、パノラマ写真と比較して被験者は空間の広がりや明暗、多様性を感じる傾向にある事が分かった。

以上の結果から、森林景観を視聴する際に、全方位パノラマアプリは従来のパノラマ写真と比較すると景観の空間性や多様性に強い印象を持つために、より現地体験に近い肌感覚を抱くと考察する。

4-1-2 全方位パノラマアプリの景観再現性

柏市大青田地区の森林にて、全方位パノラマアプリにおける現地の景観再現性について検証した。

表のアンケート調査の質問1にて、「全方位パノラマアプリを観て現地と同じ印象を抱いた場所・要素（特定の草木や限定された日向など）」について質

問した結果、表 2 のように「左側・右側の孤立した木」や「中間部の巨木」といった、現地においても特に目立つ木々に関して、全方位パノラマアプリでも同じ印象を受けている事が分かった。

一方で、中間のうっそうとした部分や、下部・上部の景観は、現地と比較して全方位パノラマアプリでは平面的な印象があるとの回答が複数見られた。これは全方位パノラマアプリにおいては、仮想球面上の景観を視聴するために上部・下部の景観に歪みが生じたと考えられる。

次に表 12 に示した評価結果について、以下、複数の関連する形容詞対をまとめて考察する。

1. “広々した-窮屈な”，“低い-高い”項目については、現地・全方位パノラマアプリで感じた印象の双方が最も似通っている結果が得られた。一方でインタビューにおいては、「アプリのほうが空間全体が狭く感じる」「手前側は狭く感じるが、遠くの木々はむしろ離れた気がする」と回答した被験者も半数以上いた。“低い-高い”項目に関しては、「空間が楕円形に歪んで感じる」「上部、下部ともに自分に近づいている（高低差が少なくなった）ように感じる」との回答が目立った。これに関連して、“小さい-大きい”，“迫力のない-迫力のある”項目では、手前の木々や巨木がより近づいた印象がある一方で、全体の大きさは現地と同じに感じるという回答が見られた。

一方で、再度現地に訪れた後に最終的な全方位パノラマアプリの印象をインタビューした際、「アプリでは空間全体に狭い印象を抱いていたが、実際の現地もアプリと同程度の広さであった」と回答した被験者が半数近くおり、これに関連して「手前の木々がアプリと同じくらい近くにあった」という回答も複数あった。

これより、現地に訪れた経験のある者にとって全方位パノラマアプリで視聴する景観は、特に手前側の木々が全体的に近く感じ、現地よりも狭い印象を持つが、実際には人間に近い部分の広さに関しては、全方位パノラマアプリは現地の広さを忠実に再現している事が分かった。一方で遠い部分に関しては、現地と比較して全方位パノラマアプリのほうがより遠い印象を与える事が分かった。

2. “雑然とした-整然とした”，“単調な-変化に富んだ”，“うっそうとした-閑散とした”項目では、数値に違いはある一方でインタビュー調査では似た傾向を示していた。これは「全方位パノラマアプリで現地で気付かなかった要素（木漏れ日等）に気付いた」「細部の草花などは見えず、寂しい印象があった」等の回答が複数あった事に起因する。また、再度現地に訪れた後には、「現地のほうが（全方位パノラマアプリで見られなかったものも多くあるため）より雑然、うっそうとしていた」等の回答が見られた。

したがって、全方位パノラマアプリでは草花等の森林の構成要素の大きさが数十 cm 以上の場合は、それらを現地で見落とした場合に、全方位パノラマアプリで再確認出来るが、構成要素が数 cm 程度であったり、蜘蛛の巣など透明度の高いものである場合には、再確認は難しい事が分かった。

3. “暗い・明るい”項目に関しては、現地と全方位パノラマアプリで最も印象に違いが見られた。SD 法・インタビュー調査双方において、全方位パノラマアプリのほうが多角的により明るいと回答した被験者が 8 割を占めた。特に明るいと感じる場所は、実際に日差しが直接当たる日向であり、中間部の木々がうっそうと生える場所がそれに続いた。一方で、この特徴のために、うっそうとした部分にもより注目する効果が見られた。

上記、1~3 で考察した全方位パノラマアプリの特徴を、それぞれ【空間の再現性】、【構成要素の再現性】、【明暗の再現性】と分類し、次にこれらの改善方法を検討する。

空間の再現性に関しては、現時点では被験者の手前側の空間については、現地の広さや構成要素の距離を同程度に再現出来ている。一方で遠方の空間については、全方位パノラマアプリでは空間が被験者を中心に楕円状に歪んで認識されると考えられるために、実際の距離よりも遠ざかった印象を与える事が分かった。この歪みの要因としては、全方位パノラマアプリ自体の視野角および横方向の焦点距離に基づくと考えられる。したがって、この双方に関して調整を加える事で改善が見込めると予想する。

構成要素の再現性に関しては、今回は数 cm 程度の要素が全方位パノラマアプリでの再現が不完全であったが、これは全方位パノラマアプリに使用した写真の解像度が主要因であると考えられる。また、使用したアプリケーションの仕様により、タッチ操作による画像の拡大縮小に十分対応していない（拡大によって画像の解像度が低減する）事にも再現性の低下の要因があると考えられる。したがって、画像の解像度およびアプリケーションの拡大縮小機能の双方をより精密、高度化する事で改善されると予想する。

明暗の再現性に関しては、全方位パノラマアプリに使用する写真が、一枚からなるパノラマ写真である事が大きな要因である。撮影時の露出や写真の編集作業におけるホワイトバランスの調整の段階で、画像内の暗い部分を中心に作成する事で、明るい部分が現地よりも白色度が上がると考えられる。これに関しては、合成後の一枚のパノラマ写真全体に明暗の調整を加えるのではなく、その前段階である個々の写真それぞれに調整を加える事で、より現地に近い明暗を再現できると考えられる。

4-1-3 全方位パノラマアプリの視聴が森林現地の直接体験に与える影響

全方位パノラマアプリの視聴により、森林現地における直接体験に与えると思われる影響について検証した。本実験では、柏市大青田地区の森林にて、被験者はまず現地の景観を見渡した後に全方位パノラマアプリを視聴、その後再度現地の景観を見るという手順を取った。以下、その手順に沿って検証結果の考察を行う。

表 13, 14 のアンケート・インタビュー調査から、一回目の現地では、「全体をぼんやりと観察」「明るい場所の手前側」を眺めた被験者が大半であった（写真 12）。

全方位パノラマアプリでは、「木々の上部」「うっそうと茂る暗い部分」「明るい場所の奥側」「木々の根元部」に気付き、注目したとの回答が目立った。一回目の現地とアプリとで注目する箇所が一部同じか異なると回答した人は、合計で全体の 89% であった（写真 13）。

二回目の現地では、「木々の上部」「うっそうと茂る場所」など、アプリと同じか一部同じ箇所に注目したと回答した人は全体の 80% であった（写真 14）。また、全方位パノラマアプリに写らない数センチサイズの蜘蛛の巣や花等、小さな対象物を新しく発見した被験者も数名いた。

以上より、本実験において被験者は森林現地に初めて訪れた際には、横方向 180 度程度の景観全体をざっと見渡し、明るい場所の手前側には注目するが、うっそうとした暗い場所や景観の上部・下部には視線が移動しない傾向にあった。その後、全方位パノラマアプリの視聴を通した際には、初回とは異なって景観の上部や下部、うっそうとした暗い場所、明るい場所のより奥側の部分に注目した被験者が目立ち、実際に現地景観では気付かなかった場所・対象物等を発見したと自覚する被験者は全体の 9 割近くに上った。

これより、全方位パノラマアプリには森林現地における直接体験において見逃した場所や対象物を視聴者に補完させる効果があると解釈した。

次に全方位パノラマアプリの視聴後に再度現地を訪れた際には、被験者のうち約 8 割が全方位パノラマアプリと同じ場所に注目し、かつ全方位パノラマアプリで注目しなかった場所を補うように現地景観を見る被験者も見られたことから、初回よりも景観全体を注意深く観察する傾向が見られた。また全方位パノラマアプリでも視聴が難しいほどの細部に注目する被験者も見られた。したがって、全方位パノラマアプリの視聴後、現地体験において視聴者が観察する範囲が広がる傾向が見られ、これは全方位パノラマアプリに視聴者の現地における観察力を向上させる効果があると考察する。



写真 12：一回目の現地における被験者の注目箇所

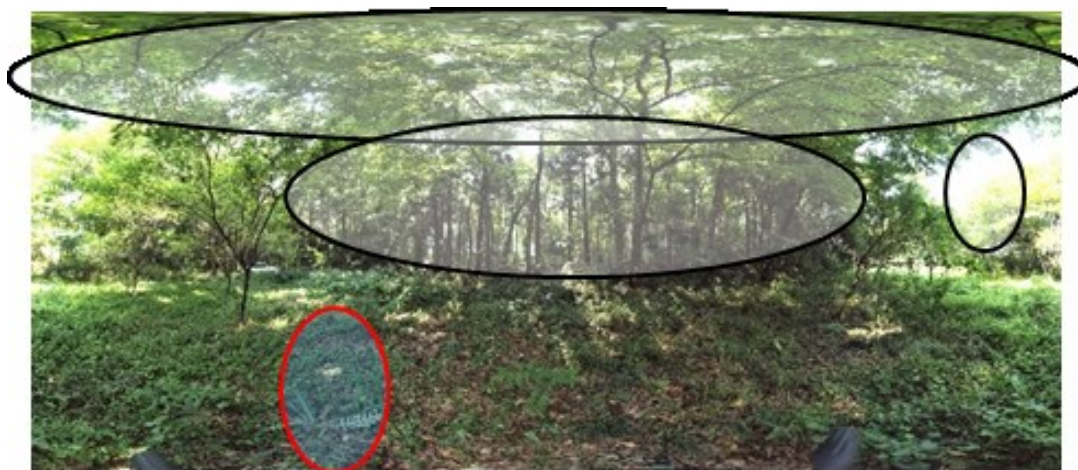


写真 13：全方位パノラマアプリにおける被験者の注目箇所

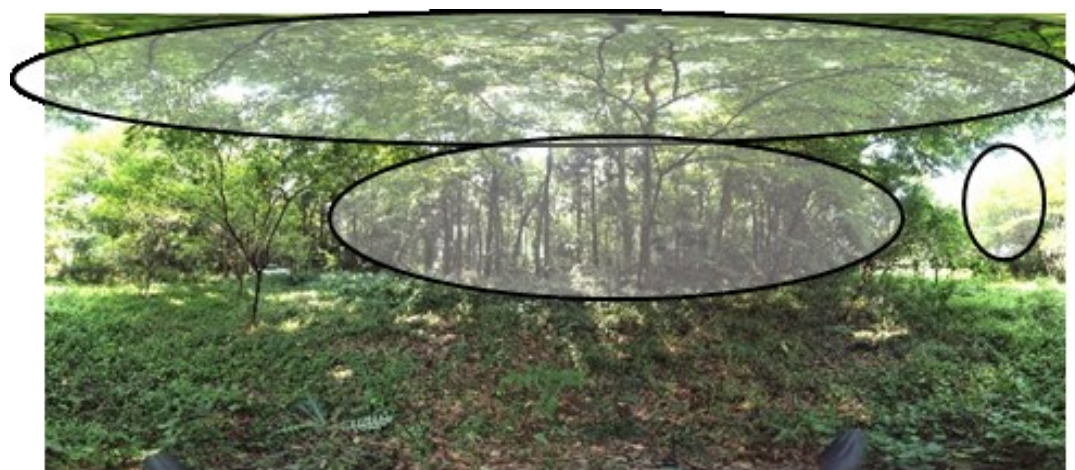


写真 14：二回目の現地における被験者の注目箇所

(黒丸は景観内における特定の場所、赤丸は特定の対象物を示す)

4-2 遠隔触れ合いシステムの構築と利用可能性

4-2-1 システム全体の構成についての考察

遠隔の森林に生息する野生動物との遠隔触れ合いを仮想的に実現するシステムとして、3-2-1のシステムAおよび3-2-2のシステムBを構築した。

システムAは野生動物との接触部分に既存のiPhone4を使用し、リモート操作もiPhone若しくはiPad等のモバイル端末を使用する事から、森林内に設置したシステムAの動きとの連動性によってより直接体験に近い遠隔触れ合い環境を実現した。一方で、接触部分および屋外設置部分にiPhone等の精密機器を使用する事によるシステムの脆弱性と、iPhoneに固定できる誘引餌（岩塩）のサイズが最大で5cm四方程度と少量である事から、システムA自体の継続的な利用環境の整備は困難であるといえる。

これに対してシステムBは接触部分に全天候型の回転雲台を使用した事で、システムAで課題となった脆弱性の改善と固定できる誘引餌の増量を可能とした。またiPhoneの保護のために周囲をボックスで囲ったシステムAと比較して、システムBは装置そのものを屋外に設置出来るため、より動物が接近しやすい外見となっている。一方で、リモート操作はアプリケーションに表示される上下左右のボタンをタッチする事で行うためにシステムAと比較すると、直接体験の感覚の再現性は低下した。またコンテナハウスに設置した赤外線監視カメラの映像のリアルタイム視聴の際は、通信量の制限により連続稼働時間がシステムAと比較して大幅に減少した。

システムの基盤となるネットワーク環境としては、実験地が山中である事からアクセス可能時間が限定されているために、この範囲外における遠隔触れ合いが実現不可能となる。従って事前に現地の野生動物が接近する時間帯と頻度を調査する必要がある。今回の場合、表15に示した通り、撮影期間21日間、稼働時間合計63時間のうち野生動物の接近は5回生じた。接近時間帯においては、タヌキ等の小動物は比較的幅広い時間帯に出現したが、二ホンシカは午前0時周辺のみでの出現であった。接近距離においては、小動物はシステムA周辺を限なく活動する様子が見られ、一か所に留まる動きは少なかった。一方で二ホンシカは出現するとシステムA周辺に最低1minは留まる様子を見せた。これらより、今回の遠隔触れ合いシステムにおいては、出現する時間帯の限定性と滞在時間の長さから触れ合い対象を二ホンシカに絞る事で、限定的な稼働条件下においても対象生物との接触確率を上げると考えられる。

次に季節に着目した場合、9月に設置したシステムAではと12月に設置したシステムBでは、前者は3週間に野生動物の接近が5度生じたのに対して後者は2週間のうち接近は見られなかった。この理由としては、実験地が毎

年秋季から採獵期間を迎える事により、野生動物の行動範囲が夏季と異なった事が考えられる。これより、遠隔触れ合いシステムの設置及び実施は野生動物の行動が活発である春季から夏季にかけて行う事で、触れ合いの実現可能性を上げると考えられる。

第 5 章 結論

5-1 全方位パノラマアプリの有効性に関する総括

本研究では森林の全方向の景観をモバイル端末で視聴できる全方位パノラマアプリを作成し、その有効性を検証した。従来のパノラマ写真と比較すると、景観における空間性や多様性の把握において全方位パノラマアプリの優位性が見られた。また、現地景観と比較した場合には至近の空間の再現性の高さや、木漏れ日や草花等の景観の構成要素の多様さにより注目する傾向が見られた。これより全方位パノラマアプリは森林景観の空間性、多様性の再現性が高く、この 2 点において写真等より現地体験に近い印象を抱かせるという特性を持つ事が分かった。

また全方位パノラマアプリの視聴には、現地で見落とした場所・対象物等を発見出来る補完効果と、視聴者の現地における観察力を向上させる効果が見られた。

これらの結果より、全方位パノラマアプリは森林景観の視聴を通して、視聴者に現地体験に近い肌感覚を抱かせると同時に、現地体験だけでは見落としてしまう物に気付かせる効果があり、都市部の若年層にとって貴重な森林体験をより充実したもの出来る可能性があると考えられる。

5-2 遠隔触れ合いシステムの実現可能性と有効性に関する総括

本実験では、都市部在住の人々が森林に生息する野生動物と疑似的なコミュニケーションを行える森林仮想体験環境である“遠隔触れ合いシステム”の構築を目指して、その実現可能性と有効性を検証した。

今回は森林内に設置した誘引餌を、ネットワーク通信を介して遠隔の都市から操作し野生動物をおびき寄せるというインタラクションの実現を目標とし、2 種類のシステムを構築して実際に森林内に設置した。双方ともにネットワーク遅延等は僅かなものであったが、長期の屋外設置に対応する耐久性と十分な誘引餌の量を確保出来る事が重要である事が分かった。

システム付近の赤外線監視カメラの映像記録からは、野生動物の中でも二ホンシカは午前 0 時周辺に限定して出現し、かつ最低 1min 以上の滞在が見られた事から、森林内の限られたネットワーク環境における遠隔触れ合いシステムでは、二ホンシカの出現を想定した接続環境を整備する事が望ましいと考えられる。また野生動物の出現は特に夏季に多かった事から、遠隔触れ合いシステムの設置及び実施は野生動物の行動が活発である春季から夏季にかけて行う事で、触れ合いの実現可能性を上げると考えられる。

本研究においては、最終的に野生動物との遠隔触れ合いの実現までは至らなかった。一方で本研究で構築したシステムによって、上述したような野生動物の時間及び季節ごとの行動パターンの観察が可能となった事で、都市部にいながらでは実感出来ない野生動物の動きを把握出来る点で、遠隔触れ合いシステムは有効であると考えられる。

謝辞

本研究を進める上で、指導教員である斎藤馨教授には様々な局面でご指導をうけ賜るとともに、野外実習やサイバーフォレストプロジェクトの活動を通して、大変興味深い体験をさせていただきました。

全方位パノラマアプリの開発及び検証においては、中山雅哉准教授（東大・情報基盤センター）には、研究に関する貴重なアドバイスを数多くいただき、学外における検証実験と研究発表においてサポートをしていただきました。また、千葉県立柏の葉高等学校情報理数科学科の皆様、自然環境形成学分野の皆様には、検証実験において多大なるご協力をいただきました。

遠隔触れ合いシステムの構築に関しては、小林博樹助教（東大・空間情報科学研究センター）、藤原章雄助教（東大・富士癒しの森研究所）にはシステム構築の過程で多くの助言をいただき、また尽力していただきました。東京大学大学院農学生命科学研究科 附属秩父演習林の職員の皆様には、林内データの観測・収集に際して多大なるご協力をいただきました。

中村和彦特任研究員（東大・空間情報科学研究センター）、浜泰一研究員（山梨県富士山科学研究所）には、研究活動全般について貴重なアドバイスをいただきました。

以上の皆様のご指導・ご協力によって本論文を完成させる事が出来ました事をここに厚く御礼申し上げます。皆様のおかげで修士課程の二年間は、到底忘れ得ない貴重なものとなりました。誠にありがとうございました。

引用文献、学会及び研究会発表

(引用文献)

- 藤原章雄(2004)：マルチメディア森林研究情報基盤「サイバーフォレスト」の概念構築と有効性の実証的研究．東京大学大学院農学生命科学研究科博士論文．
- 伊藤紘二(2002)：メディアと教育：その課題と可能性．映像情報メディア学会誌 56(12)：1909-1911．
- 小林博樹・檜山敦・小林峻・伊澤雅子・松島潤・廣瀬通孝(2010)：野生テルミン：環境音＋静電容量センサによる生体検知．ヒューマンインターフェース学会論文誌, Vol. 12, No. 1.
- 教育哲学会(1996)：「教育哲学研究 No. 81」, 1-22.
- 村上博文(2005)：直接体験と電子メディア体験の違い．東京大学大学院教育学研究科紀要 第 45 巻：41-48.
- 大石康彦・比屋根哲・田口春孝・村井宏(1994)：森林環境下における心理構造の解析-保健休養機能試験林における SD 法の適用-．森林計画誌 23:33-44.
- 朴信映(2006)．：モバイル情報機器のユーザビリティに関する感性科学的アプローチ．筑波大学大学院人間総合科学研究科感性認知脳科学専攻感性情報学分野博士論文．
- 斎藤馨・古谷勝則・須走重康(1986)：ビデオ画像による景観評価特性について．造園雑誌 49(5)：179-184.
- 阪上公博・佐藤史明・尾本章(2012)：スマートフォンを利用した音環境導入教育への試み．神戸大学大学院工学研究科，システム情報学研究科紀要 第 4 号：7-12.
- SB エナジー株式会社(2012)：「小学生向け体験型環境教育プログラム 「未来×エネルギー プロジェクト」を開始
http://www.sbenergy.co.jp/ja/news/press/2012/pdf/press_20120920_01.pdf(2014.1.8)．
- 新保淳(1997)：科学技術社会における身体-騙される身体-．静岡大学教育学部研究報告 第 47 号：75-85.
- 白藤清伸・比屋根哲・國崎貴嗣・大石康彦(2002)：写真と現地における森林景観イメージの相違．森林計画誌 36:1-9.
- 坪井諭之(2014)：力・触覚・疑似力触覚の融合による人工現実感の高度化．名古屋大学大学院情報科学研究科複雑系科学専攻博士論文．
- 綿貫啓一(2006)：バーチャルリアリティ技術による匠の技の伝承と人材育成．精密工学会誌, Vol. 72, No. 1:46-51.

学会及び研究会発表

(国際会議発表)

Muramatsu,K. ,Kobayashi,H. ,Okuno,J. ,Fujiwara,A. , Nakamura,K. and Saito, K
(2014):The Realization of New Virtual Forest Experience Environment through
PDA. in MobileHCI '14 Extended Abstracts on Human- Computer Interaction with
Mobile Devices and Services(Demonstration). ACM, Toronto, ON, Canada.
2014.9.23-26.

(研究会発表)

村松佳奈・中山雅哉、斎藤馨(2015):全方位パノラマアプリによる森林景観の印象と森林現地体験に及ぼす効果に関する研究. 第93回GN・第12回CDS・第9回DCC合同研究発表会(口頭発表), 長崎県壱岐文化ホール. 2015.1.26-27

モバイル端末における森林仮想体験環境の構築と 仮想体験の実現可能性および有効性の評価

2015 年 3 月 自然環境形成学分野 47-136630 村松 佳奈
指導教員 斎藤 馨 教授

キーワード: 森林、仮想体験、モバイル端末、景観、野生動物、触れ合い

I. 序論

都市圏の拡大等の環境変化によって、都市部在住の人間にとっては森林を直接体験する事が難しくなっている現代においては、誰もが利用できる情報端末を介した森林の仮想体験の重要性が増してきている。本研究では情報端末として、内蔵されている機能と近年の普及率の増加を踏まえてスマートフォン・タブレット端末を代表するモバイル端末を対象とする。モバイル端末は従来のコンピュータにない物理量の測定センサや移動体通信等の機能を有しており、この機能に基づいて視聴者の動作に対応して伝達する情報を変化させる森林仮想体験環境を構築する事で、視聴者が直接体験で行うと予想される自然な行動を仮想体験に組み込むことが可能となる。

一方で、そのような森林仮想体験環境をモバイル端末上で構築する際に、目標とする森林仮想体験を実際に体験する事が可能であるか(実現可能性)、そして森林仮想体験が視聴者に与える好影響(有効性)について明確にする事は重要である。

II. 材料と方法

本研究ではモバイル端末の有する機能を基に森林の仮想体験を大きく 2 種類に分類した上で、2 種の森林の仮想体験環境の構築を行い、その実現可能性と有効性の検証を行う。

1. 全方位パノラマアプリ : モバイル端末を通した森林全方向の景観視聴アプリケーション

モバイル端末の物理量測定センサに着目して、森林内部の全方向景観を視聴できるアプリケーション(以下:全方位パノラマアプリ)を構築した。この構築には自動雲台の Gigapan を用いて撮影したパノラマ写真と iOS アプリケーションの Sphere を用いた。本研究では従来のパノラマ写真及び現地景観と、全方位パノラマアプリの比較実験をそれぞれ行った。前者は、全方位パノラマアプリとパノラマ写真で同じ景観を視聴した際に抱く印象について、SD 法に基づく 24 形容詞対 7 段階尺度による評価を行った。被験者は自然環境学専攻の大学院生であり、景観の対象地は東京大学大学院農学生命科学研究科附属秩父演習林第 29 林班とした。後者は、森林現地において全方位パノラマアプリが現地体験に与える影響を検証した。景観の対象地を柏市大青田地区の森林とし、被験者には(1)事前情報なしで現地景観を観察、(2)全方位パノラマアプリにて現地景観を視聴、(3)視聴後に再び現地景観を観察、という行動を行って貰い、各注目箇所や発見事項について質問紙と口頭による調査を行った。被験者は同専攻の大学院生と公立高等学校の生徒であった。

2. 遠隔触れ合いシステム : 遠隔の野生動物とのモバイル端末を通した仮想的な触れ合い環境

モバイル端末の通信機能とタッチ操作に着目して、ネットワークを介して都市部の人間と遠隔の野生動物との双方向触れ合いを可能とする“遠隔触れ合いシステム”の構築を目指した。実験地はネットワーク環境が整備されている秩父演習林第 28 林班のコンテナハウス周辺とし、外部からモバイル端末を用いてリモート操作出来る遠隔操作基盤を設置し、基板上に誘引餌として岩塩を固定し

た。コンテナハウス付近には赤外線内蔵型のセンサーカメラがあり、実験地に接近する動物の撮影記録を行える。本実験では、設置した装置のリモート操作とセンサーカメラの記録から、遠隔触れ合いシステムの実現可能性を検証した。

Ⅲ. 結果と考察

1. 全方位パノラマアプリの有効性

従来のパノラマ写真と全方位パノラマアプリで受ける印象の有意差の比較結果(表 1)より、景観の空間性や多様性に関する印象項目において全方位パノラマアプリの優位性が見られた。森林現地における調査結果では、一回目の現地では、「全体をぼんやりと観察」した被験者が大半であった。その後の全方位パノラマアプリの視聴時には、「木々の上部」「うっそうと茂る暗い部分」「木々の根元部」等に注目したとの回答が目立った。一回目の現地とアプリとで注目する箇所が一部同じか異なると回答した人は、合計で全体の 89%であった。二回目の現地では、アプリと同じか一部同じ箇所に注目したと回答した人は全体の 80%であり、アプリでは見えない細部の草花や蜘蛛の巣に気付いた人も見られた。これより全方位パノラマアプリの視聴には、現地で見落とした場所・対象物等を発見出来る補完効果と、視聴者の現地における観察力を向上させる効果が見られた。

表 1: Mann-Whitney U test による有意差の検証

印象項目	有効確率 P 値
1.立体的な・平面的な	0.0000007
2.楽しい・つまらない	0.0000620
3.動的な・静的な	0.0002322
4.変化に富んだ・単調な	0.0008601
5.大きい・小さい	0.0010863

2. 遠隔触れ合いシステムの実現可能性と有効性

遠隔触れ合いを仮想的に実現するシステムを 2 種類構築し、設置期間中、一日に最大 3 時間稼働させた(図 1)。システムの相違点としては動物との接触部分にシステム A は iPhone4、シス



図 1: 遠隔触れ合いシステム概要 (操作基盤 左: システム A, 右: システム B)

テム B は全天候型の回転雲台を用いた。システム A を 9 月、システム B は 12 月に設置し外部ネットワークからの操作と、センサーカメラによる動物の接近頻度を調査した。この結果、システム A は稼働時間合計 63 時間のうち、動物の接近は 5 回生じた。この中で 2 回接近が生じた二ホンシカは午前 0 時周辺に限定して出現し、かつ 1min 以上の滞在が見られた。一方システム B には動物の接近が確認できなかった。これより、遠隔触れ合いシステムの実施は野生動物の行動が活発である夏季に行い、かつ二ホンシカの出現を想定した接続環境を整備する事で触れ合いの実現可能性が上げると考えられる。

Ⅳ. 結論

モバイル端末における森林仮想体験環境として、全方位パノラマアプリと遠隔触れ合いシステムの構築とその利用を想定した検証を行った。前者は森林景観の視聴を通して、視聴者に現地体験に近い肌感覚を抱かせると同時に、現地体験だけでは見落としてしまう物に気付かせる効果があり、一度の森林体験をより充実したもの出来る可能性があると考えられる。後者は、今回は実際の触れ合いまでは行わなかったが、野生動物の時間及び季節ごとの行動パターンの記録から、触れ合いの実現に必要な稼働環境の条件が明らかとなった。また、このように都市部にいながらでは実感出来ない野生動物の動きを把握出来る点においても、遠隔触れ合いシステムは有効である。

The construction of forest virtual experience environment in the mobile terminal, and the evaluation of the feasibility and effectiveness of the virtual experience

Mar.2015, Natural Environmental Formation, 47-136630 Kana MURAMATSU
Supervisor; Professor, Kaoru SAITO

Keyword: forest, virtual experience, mobile terminal, landscape, wildlife, contact

I . Introduction

By environmental change of the expansion of urban areas, it is difficult for urban people to experience the forest directly. Then the importance of the virtual experience of forest through the information terminal has increased. In this study, I targeted the mobile terminal in light of its functionality and the increase of the saturation level in recent years. The mobile terminal has some functions such as physical quantity measuring sensors and mobile communication. It will be possible to incorporate the natural behavior of local experience into the virtual experience if we can build a forest virtual experience environment for changing the information transmitted in response to operation of the viewer. But, in constructing such a environment on the mobile terminal, it is important to clarify whether it is possible to experience virtual forests (feasibility), and the positive impact of virtual forest experience for viewers (efficacy).

II. Material and Method

In this study, I performed the construction of two forest virtual experience environments, and verified its feasibility and effectiveness.

1. Omnidirectional panoramic app: Focusing on the physical quantity measuring sensor of the mobile terminal, an application that can watch all directions inside the forest was built. I used iOS applications ‘Sphere’ and Gigapan of camera platform to build it and conducted a comparative experiment of panorama photo and local landscape, and the app. The former, the impression when subjects watch the same scenery in the app and panorama photo, was assessed based on the SD method. The subject is a graduate of the natural environment Department, and the landscape was Chichibu Forest 29 plot of the University of Tokyo. The latter was to verify the effect of the app gives to local experience. The target area was forest of Oaota in Kashiwa. The subjects (1)observed the local landscape, (2)watched the same landscape in the app, (3)observed the landscape again. Then they were investigated by questionnaire and oral. Subjects were the same major graduate students and high school students.

2. Remote contact system: Focusing on communication function and touch operation of the mobile terminal, I aimed at the construction of that two-way interaction system between humans and remote wildlife. Study area was container house in the Chichibu

Forest 28 plot. Remote control infrastructure with rock salt that can be remote operation using a mobile terminal from urban wad established. In this experiment, I verified the feasibility of remote contact system from the recording of sensor camera near container and remote operation of this system.

III. Result and Consideration

1. Efficacy of Omnidirectional panorama app

Comparison of the difference of impression of panoramic photos and the app result than (Table 1), the superiority of the app was seen in impression items related to space and diversity of landscape. In survey results in local forest, firstly, most of subjects "whole blankly observed". During the viewing of the app, someone answered that they focused on such as "the top of the trees," "dense and dark part". Then subjects who answered the place of interest ware the different or part of same in the first round of local and the app, were 89% of the total. Then subjects focused on the same or part the same place as the app is 80% of the total in the second round of local. In this study, the app made viewer find the location and object was overlooked in local, and improve the observed force at local audience.

Table1: Result of Mann-Whitney U test

Impression item	Effective rate P
1.cubic-plane	0.0000007
2.funny-boring	0.0000620
3.dynamic-static	0.0002322
4.various-monotonous	0.0008601
5.big-small	0.0010863

2. Feasibility and Efficacy of Remote contact system

Two of remote contact system were established (Figure 1), and operated up to three hours a day. iPhone4 was used in system A and a rotating pan turn was used in system B in contact portion of wildlife.

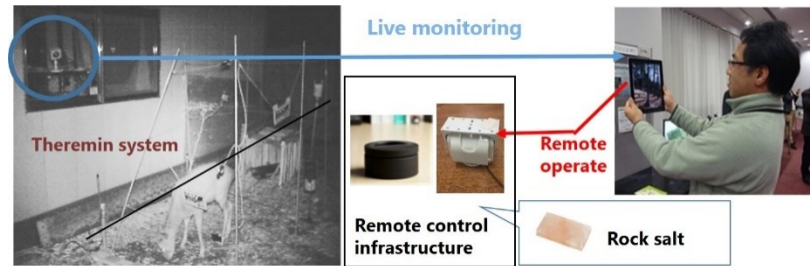


Figure 1: Image of Remote contact system

System A was fixed in September and system B was fixed in December. As a result, the approach was observed 5 times in 63 hours of the running of system A. The deer approaching occurred around 0:00, and stayed 1min was seen twice. Then Remote contact system should be carried out in the summer and target at contact with deer.

IV. Conclusion

In this study, Omni-directional panorama apps and Remote contact system were built and verified. The former is effective to remind the ones just local experience would be overlooked, it is considered that there is a possibility that can to those richer once forest experience. The latter, Conditions of environment necessary to the realization of the interaction was revealed. Further, it will let urban people can grasp the movement of wild animals that can not be realized at urban.