

# ICT による旅行の安心安全： ～ スマホアプリによる支援のありがた ～ Safety support during a trip by ICT - with smartphone application -

伊藤 篤  
Atsushi Itoi

中央大学  
Chuo University  
atc.00s@g.chuo-u.ac.jp

## 概要

COVID-19 の蔓延に伴い、インバウンド観光客はゼロとなり約1年半が過ぎた。この間、海外からの観光客はゼロとなり、観光地への打撃は計り知れないものとなっている。本論文では、COVID-19 後の観光支援をテーマに、日光・奥日光において実施している、BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンを利用した観光案内アプリの開発の概要を述べる。特に、今年度、奥日光で実施している、BLE ビーコンの刷新と、健康の維持・促進・回復を主なテーマとした「ヘルスツーリズム」に向けた取り組みについて、その概要を報告する。

キーワード：COVID-19、観光支援アプリ、BLE ビーコン、ヘルスツーリズム、脳波

## 1. はじめに

COVID-19 の蔓延に伴い、インバウンド観光客はゼロとなり約1年半が過ぎた。この間、海外からの観光客はゼロとなり、観光地への打撃は計り知れないものとなっている。しかし、昨秋の GOTO Travel の人気を見てもわかるように、旅行の再開を待ちわびているひとは多い。国内だけでなく、海外にも多数いるはずである。今は、移動が制限されているため、HP や Youtube などの仮想的な体験で我慢しているひとたちも、COVID-19 収束後は、以前のように日本に来てくれると期待される。

しかし、経済的な疲弊と COVID-19 対策の影響による「おもてなし」のありがたにも大きな変化が発生すると考えられる。また、日本への旅行においては、これまで以上に充実した仮想体験により、さらに期待感が高まっている可能性もある。そのような場合、これまで以上に異文化あるいは非日常となった日本の文化に、人はどのように興味を持つのか、どのように受容していくのか。

また、良い面だけではない。インターネット上の情報や仮想体験は、興味深く面白い情報しか提供されないため、そこへのアクセスの困難さや、そこに存在す

る危険性などについては無防備なまま、現地に行ってしまう危険性もある。

COVID-19 後の観光ということでは、UNWTO が、”COVID-19 and Transforming Tourism”, (28 Aug in 2020) を刊行した[1]。それによれば、2020 年にはワールドワイドでは観光客数が 58%から 78%減少し、観光客の消費額は 2019 年の 1.5 兆ドルから 2020 年には 3,100～5,700 億ドルに減少するだけでなく、1 億人以上の観光関連の直接雇用が危険にさらされるとしている。その中では、自然も含め、地域に少人数で観光するということが推奨されているとともに、観光エコシステムのデジタル化が推奨されている。また、日本では、小泉環境大臣（当時）が、三密を避けながら自然を楽しむ、G o T o 国立公園を提唱した[2]。

我々は、これまでに、日光・奥日光（日光国立公園 [3]）において、BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンを利用した観光案内アプリの開発を行ってきたが[4]、今後増加すると考えられる来訪者に対応するために、2021 年度に入って、BLE ビーコンとアプリの刷新を開始した。また、単に初めての来訪するひとに安心安全を含む情報を提供するだけでなく、健康の維持・促進・回復を主なテーマとした「ヘルスツーリズム」にも着目した観光支援について検討しているので、これらの取り組みの概要を報告する。

## 2. BLE ビーコンを利用した観光支援

BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンは、BLE の Advertising 機能を利用して、位置情報を配信する装置である。主には、屋内における位置測位に使われることが多いが [5, 6]、我々は、これまで、屋外における観光情報配信に利用してきた。これを使うことで、地図アプリで GPS を使い続けるのに比較して、スマホの消費電力を抑えることができるため、特に、戦場ヶ原の



図 1-1 新しい BLE ビーコンの外観 (サイズ : 125 x 80 x 25)



図 2-1(a) 設置したビーコン (木道)

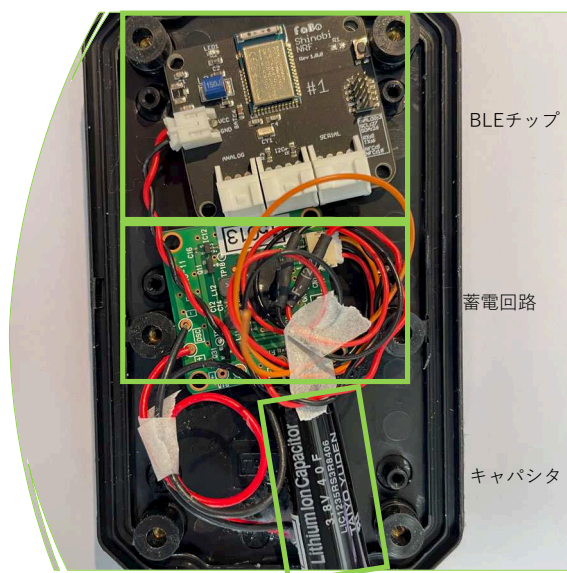


図 1-2 新しい BLE ビーコンの回路

ような、山岳地帯での利用に適している。

2021年度は、主に、BLE ビーコンサービスのインフラである BLE ビーコンの刷新を行っている。特に、戦場ヶ原は寒暖差が大きく、風雨にさらされる環境なので、防水対策強化と、効率の良い太陽電池の組み合わせで新しいビーコンを作成して、試験的に設置を開始している (図 1-1、1-2)。

今年作成したビーコンは、色素増感太陽電池 [7] を利用している。これは、通常使われる太陽電池と異なり、弱い光でも発電できるという特徴がある。通常、都市部に太陽電池を設置する場合は、冬のほうが、日照時間の関係で発電量が低下するが、戦場ヶ原のような森林に覆われた地域では、木々の葉に覆われる夏場のほうが発電量が低下しがちとなるため、直射日光が



図 2-1(b) 設置したビーコン (森林)



図 2-2 ビーコン発見時のポップアップ (バス停までの時間と、付近の説明が表示される)

無くても発電できることが求められる。

図 2-2 に、ビーコンを発見したときの動作を示している。ビーコンからの電波を受信すると、ポップアップが表示され、その付近の案内と、出口までの距離とおおよその歩行時間が表示されるようになっている。

3. ヘルスツーリズム

近年、健康の維持・促進・回復を主なテーマとした「ヘルスツーリズム」が注目されており、2018 年には国による旅と健康という視点からサービスの品質を客観的に評価する「ヘルスツーリズム認証制度」がスタートするほど意識が高まっている。ヘルスツーリズムとは、自然を利用して健康になることを目的とした旅行ビジネスの一形態である。ヘルスツーリズムは代表的に次に示す 6 つの活動が含まれており、ウォーキング・森林浴・温泉浴・水中運動・食事・健康相談である。既にいくつかの自治体では、ヘルスツーリズム企画が積極的に行われている。世界遺産に触れ五感を刺激しながらウォーキングを行い、また温泉浴も利用可能な「熊野古道健康ウォーキング」や山形県上山温泉の旅館に宿泊して健康志向の料理方法の学習及び温泉浴とウォーキングを行う「クアオルトバランス膳・朝食ウォーキング」などが事例として挙げられる[8, 9]。

Global Wellness Tourism Economy - November 2018 [10]によれば、2017 年において世界へのツーリズム市場は約 6390 億ドルである（表 1）。さらに、コロナ禍以前の予測ではあるが、2017 年から 2022 年にかけて、アジアや中東地域を中心として 9194 億ドルまで市場は拡大すると予測されている[11]。

ここから、世界的に「ヘルスツーリズム」の需要は伸びており、日本にはヘルスツーリズムの資源となる観光地や施設が多く存在している。現在は新型コロナ

ウイルスの影響によりインバウンドは逆風であるが、将来的に森林浴の効果を明らかにすることでヘルスツーリズムを始めとした観光市場への盛り上げに役立てることができるだろうと考える。

4. 脳波を利用した森林浴の効果測定

脳波と脳波を観光における印象検出に使った研究 [12]や、景色の色彩と癒やしについて脳波を分析した研究 [13]などがあるが、森林浴の効果測定に利用した研究は少ない。

我々は、これまでに、「ヘルスツーリズム」の中でも森林浴に着目し、実際に効果があるのかどうかを脳波センサを用いて分析、検討してきた[14,15]。これは、日光などの観光地で森林浴を行い、脳波センサを用いて測定することによりストレス及びリラクスの程度を測定するものである。これまでの調査では、川のせせらぎが聞こえるエリアや森の奥では、リラククス効果が高くなる結果を得ている。これに対して、同じく自然の中での活動として「グリーンツーリズム」体験として農作業を行うと、非日常的な行動をすることから脳が活性化され、ベータ波が増加する傾向が見られた。尚、脳波の分類は、文献 [16]を参考にした。

このように、人間の行動と関連させて分析することで、逆に、どのようなところに行けばリラククスでき



図 3 脳波センサ

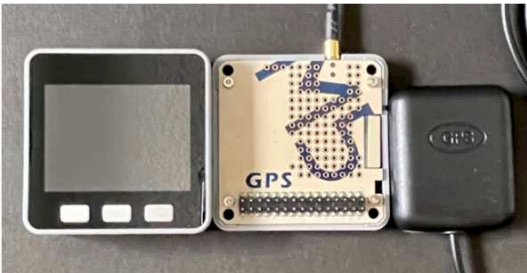


図 4 脳波ロガー

表 1 ヘルスツーリズムマーケット予測

|                                 | Projected Expenditures<br>(US\$ billions) |         | Projected Average Annual<br>Growth Rate |
|---------------------------------|-------------------------------------------|---------|-----------------------------------------|
|                                 | 2017                                      | 2022    |                                         |
| North America                   | \$241.7                                   | \$311.3 | 5.2%                                    |
| Europe                          | \$210.8                                   | \$275.0 | 5.5%                                    |
| Asia-Pacific                    | \$136.7                                   | \$251.6 | 13.0%                                   |
| Latin America-Caribbean         | \$34.8                                    | \$54.7  | 9.5%                                    |
| Middle East-North Africa        | \$10.7                                    | \$18.7  | 11.8%                                   |
| Africa                          | \$4.8                                     | \$8.1   | 11.1%                                   |
| Total Wellness Tourism Industry | \$639.4                                   | \$919.4 | 7.5%                                    |

Source: Global Wellness Institute estimates, based upon tourism industry data from Euromonitor International, economic data from the IMF, and GWI's data and projection model



るのかを知ることが可能になるのではないかと考えた。

リラックス情報をクラウド上で集約し、どのエリアがリラックス効果が高いかという情報を提供することで、旅行先の選択、旅行中の行動をサポートすることを目的として研究を進めている。ストレスとリラックスの度合を脳波から分析することで、ヘルスツーリズムだけでなくグリーンツーリズムのコンテンツ設計にも利用したいと考えている。観光における需要と供給のミスマッチを減らし、将来的により良い観光市場を作りあげることが出来るとられる。

現在実施している実験では、これまでと同様に、Mindsall 社製の簡易脳波センサを利用している（図3）[14]。この脳波センサは、ヘッドバンド型であり、ヘッドバンドの内側に布製の電極がある。電極は、前頭葉付近（メイン）に1つ、また両耳（リファレンス）の2つの部分設置されている。前頭葉の電圧と、リファレンスの電圧の差分を、脳波データとして取り出している。尚、この脳波センサでは、脳波を取得するに際し、Neurosky 社の SOC である TGAM[15] が使用されている。通常、リファレンスを耳でとるために、耳にクリップを取り付けることが多いが、このようにすると、耳が痛くなり、長時間の利用が困難となる。この問題を解決するため、伸縮性のあるヘッドバンドと布製電極により、装着時の不快感、痛みを軽減している。センサ box（図3の下部）のサイズは、53mm x 30mm x 10mm である。センサ box は取り外しが可能であり、ヘッドバンド部分を洗うことができる。データは、BLE を使って外部に送信される。BLE を利用することで、10 時間以上、連続で利用が可能であり、ハイキングなど、一日の行動におけるデータ収集が可能である。

また、脳波のログの収集に置いては、これまでは iPhone を利用してきたが、BLE の通信がしばしば切れるため、今回は、ログ取得専用のデバイスを準備する（図4）。このデバイスは、BLE を有する小型デバイス M5 Stack [16]（サイズ：54mm x 54mm x 17mm）に、GPS モジュールを加えることで、脳波の値、位置、時刻を同期して取得することを可能としている。M5Stack は、CPU として ESP32 を使用しており、低消費電力なため、モバイルバッテリーでアシストすることで、長時間の利用が可能である。

次章で、中央大学多摩キャンパスにおいて実施した予備実験の結果を示す。



図5 中央大学多摩キャンパス MAP  
（丸を付けた部分で測定）



図6 多摩キャンパスの中の稲荷神社

## 5. 予備実験の結果

上記のデバイスを利用して、中央大学多摩キャンパスで実施した、脳波と歩行環境に関する予備実験の結果を示す。中央大学多摩キャンパスは、図5に示すように、東西約 1300m、南北約 450m [17] の大きさのうち、多くの部分に武蔵野の自然林が残っており、ホテルが飛ぶ湧き水や小さな社（図6）もあり、日光でのトライアルのための事前実験に適していると考えた。

実験は図5の丸で示すエリアで実施した。中には、芝生の広場、鯉が泳ぐ池、自然林と小さなお稲荷さんなどがある。測定に使ったエリアの拡大図を図7に示す。1週するのに約30分くらいかかる。

図8に、データの一例を示す。時間は午前中、天気は晴れ、暑い日である。尚、図中では、 $\beta$ 波が優位なポイント（リラックスできていないところ）を赤で示している。このデータでは、以下のような傾向が見られる。

- ・写真を撮ったポイントは $\beta$ 波優位である
- ・上り坂では $\beta$ 波優位となっている（他のデータでは、雨の日は、坂が滑りやすいためと思われるが、下りも $\beta$ 波優位となる傾向も見られた）



図7 実験エリア

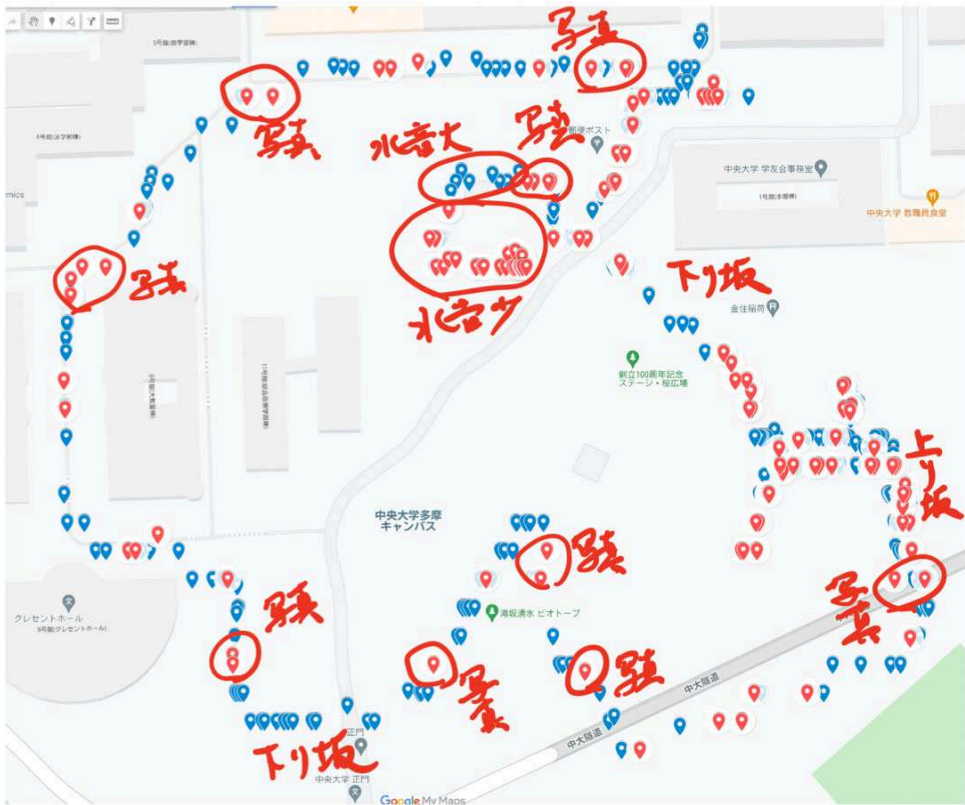


図8 実験結果1



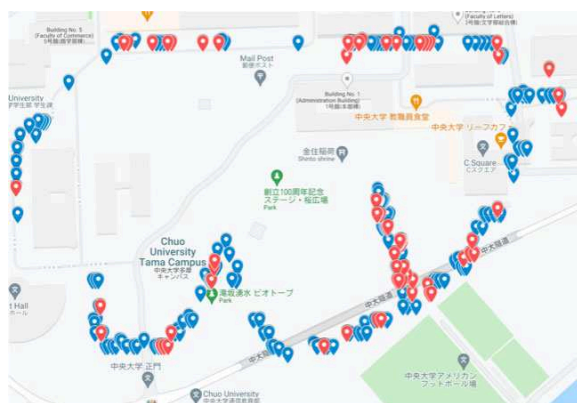


図9 実験結果2

- ・森林の中だけでなく、開放感があるエリアは $\alpha$ 波優位となっている傾向がある。
- ・水音が大きく聞こえるところは $\alpha$ 波優位となっている傾向があるが、同じ池のまわりでも、水音がちいさいところは、そこに日陰がなく暑いせいもあり、 $\beta$ 波優位となっていた。

図9は、別の日（晴れ、お昼頃）の、別の人のデータである。

- ・上り坂では $\beta$ 波優位である
- ・森林部、開放部では、 $\alpha$ 波優位である
- ・森林部でも、掃除のひとのエアブローの近くでは $\beta$ 波優位のポイントがある

このように、脳波とGPSを合わせて解析することで、リラックスできそうなエリアの候補を選ぶことのできるの見通しを得た。

## 6. 今後の予定

今後は、ビーコンの安定化と分析手法の定式化を行うとともに、戦場ヶ原でデータを取得し、リラックスポイントの情報を収集する。また、ビーコンと連動して観光客に配信する情報に、リラックスポイントの情報加えて配信し、その効果を測定する予定である。

## 謝辞

本研究開発は、JSPS 科研費 JP17H02249、JSPS 科研費 JP18K111849、ならびに JSPS 科研費 JP 20H01278 の助成を受けて実施中である。また、本研究は、2014～2016年に、総務省の「戦略的情報通信研究開発推進事業（SCOPE）：地域 ICT 振興型研究開発」（142303001）として実施した内容をベースにしている。研究の機会を与えていただいたことを感謝する。

## 文献

- [1] COVID-19 AND TRANSFORMING TOURISM, <https://www.unwto.org/news/un-policy-brief-on-tourism-and-covid-19>
- [2] G o T o 国立公園、小泉大臣記者会見録（令和2年9月29日）<https://www.env.go.jp/annai/kaiken/r2/0929.html>
- [3] 日光国立公園、<https://www.env.go.jp/park/nikko/index.html>
- [4] Sasaki, A.; Xiang, F.; Hayashi, R.; Hiramatsu, Y.; Ueda, K.; Harada, Y.; Hatano, H.; Hasegawa, H.; Ito, A. A Study on the Development of Tourist Support System Using ICT and Psychological Effects. *Appl. Sci.* **2020**, *10*, 8930. <https://doi.org/10.3390/app10248930>
- [5] 国土交通省 国土地理院 測地部、“屋内測位のためのBLE ビーコン設置に関するガイドライン”、[https://www.gsi.go.jp/common/000198740.pdf\\_H30.2](https://www.gsi.go.jp/common/000198740.pdf_H30.2)
- [6] “東大寺でクリーンビーコンを用いた観光ガイド実証実験を開始”、[https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5\\_100667.html](https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100667.html), 2016.11
- [7] 薄型色素増感太陽電池モジュールパネルの提供開始、[https://www.fujikura.co.jp/newsrelease/products/2062444\\_11541.html](https://www.fujikura.co.jp/newsrelease/products/2062444_11541.html)
- [8] ヘルスツーリズム研究所 Health Tourism Institute、“ヘルスツーリズムとは？”、<https://www.tourism.jp/project/hti/healthtourism/>, 202009-29
- [9] NTT docomo、“自治体に広がるヘルスツーリズムの現状と参考事例”、<https://www.d-healthcare.co.jp/business-column/jichitai20200109/>, 2020-01-09
- [10] “Global Wellness Tourism Economy 2018”  
[https://globalwellnessinstitute.org/wp-content/uploads/2018/11/GWI\\_GlobalWellnessTourismEconomyReport.pdf](https://globalwellnessinstitute.org/wp-content/uploads/2018/11/GWI_GlobalWellnessTourismEconomyReport.pdf)
- [11] 訪日ラボ、“2022年市場規模95兆円超の『ヘルスツーリズム』とは：定義・推進事例を紹介”、<https://honichi.com/news/2020/11/20/healthtourism/>, 2020-11-20
- [12] 大久保 友幸, 山丸 航平, 越水 重臣, 携帯型脳波計を用いた観光客の印象検出システムの開発, 日本感性工学会論文誌, 論文 ID TJSKE-D-17-00082
- [13] Isao Nakanishi, Soushi Uchida, Yoshiaki Sindo, “A Study on Evaluation of Healing Level Using Brainwave Stimulated by Tourist Spot Image”, ISASE2020, <https://doi.org/10.5057/isase.2020-C000008>
- [14] 中山春佳, 伊藤 篤, 平松裕子, 原田康也, 上田一貴, 森下美和, “脳波を利用した観光における気付きの分析”, 電子情報通信学会 思考と言語研究会 TL2020-24, 202103
- [15] 吉村孝祐, 佐々木 陽伊藤 篤, 平松裕子, 上田一貴, 原田康也, 羽多野裕之, 佐藤文博, “日光の森林浴の効果について”, 電子情報通信学会思考と言語研究会, 信学技報, vol. 119, no. 114, TL2019-8, pp. 43-48, 2019年7月
- [16] 平井章康, 吉田幸二, 宮地功 “簡易脳波計による学習時の思考と記憶の比較分析” 「マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2013)シンポジウム」平成25年, 7月
- [17] Mindsall 社 web サイト, <https://mindsall.com>
- [18] TGAM, <https://store.neurosky.com/products/eeg-tgam>
- [19] <https://m5stack.com>
- [20] <https://ja.wikipedia.org/wiki/中央大学多摩キャンパス>