

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B) (海外学術調査)

研究期間：2013～2015

課題番号：25303001

研究課題名(和文) 発展途上国の世界遺産地域における維持可能な情報通信技術の応用に関する実践研究

研究課題名(英文) Research and practice on sustainable ICT applications for world heritage site in developing country

研究代表者

高田 潤一 (TAKADA, Jun-ichi)

東京工業大学・理工学研究科・教授

研究者番号：90222083

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ラオス人民民主共和国ルアンパバーンにおける持続可能な世界遺産開発を実現するための情報通信技術を用いた包括的かつ効果的・効率的な施策として、現地政府との共同作業を通じた実践研究を行った。具体的には、遺産地域の地理情報システム(GIS)の構築及び持続的運用、街並み景観アーカイブと経時変化の監視、住民の世界遺産に関する意識向上の3項目について検討を行い、いずれの項目についても適切と考えられる施策の試行および評価を通じて、有効性と持続可能性を検証した。

研究成果の概要(英文)：Through the practices, this research aims at finding holistic, effective and efficient policies of utilizing information and communication technologies for the sustainable development and management of world heritage site in Luang Prabang, Lao PDR. Three issues, i.e. development and sustainable operation of geographical information system for the world heritage site, archiving and continuous monitoring of townscape, and development of awareness of world heritage among the local people, are investigated through actions and evaluation to prove the effectiveness and sustainability of the practices.

研究分野：国際開発工学

キーワード：国際開発 ラオス 情報通信技術 GIS 世界遺産

1. 研究開始当初の背景

UNESCO (国連教育科学文化機関) 世界文化遺産の指定を受ける地域がアジアにおいて増加し、その認知度は高まる一方である。近年、持続可能な開発という概念の下に、経済開発、社会開発、環境、教育など、多角的に開発を進める方法論が重要視され、文化遺産保護政策も包括的な地域開発の一環であるべきという考え方が強調されるようになってきている。

ラオス人民民主共和国は、UNDP (国連開発計画) 人間開発報告書 (2011 年) によると、人間開発指数は 187 カ国中 138 位とアジアの中でも開発が遅れた国として認識されている。ルアンパバーンは、伝統的建造物、都会的建造物、19 世紀から 20 世紀の植民地建造物などの融合した美しい街並みに対し、1995 年にラオス初の世界文化遺産として登録されている。その後、観光客の急激な増加に伴い、文化遺産の保存と急速に進む開発との両立が課題とされている。東京工業大学のチームは、文化遺産の保護・修復などを担当するラオス情報文化省管轄下の「遺産の家」(MdP) と協力し、文化遺産の持続的開発に資する情報通信技術 (ICT) の応用に関して、2003 年以來現地調査を実施してきた。

2005 年からは、科研費 (基盤 (A) 海外 17252001) 「UNESCO 世界文化遺産地域の維持可能な開発における情報技術 (ICT) の応用」の下で、現地におけるニーズ調査および実施可能性を踏まえて抽出された下記の課題に関し、維持可能な技術の導入について詳細な検討を行ってきた。1) 情報のデジタル化とその戦略的な運用、2) 無線 LAN による官庁間イントラネットの構築、3) 文化遺産および観光情報に関する Web サイトの作成および維持管理、4) 地域住民および観光客のための ICT センターの開設運営。

2009 年からは、科研費 (基盤 (B) 海外 21404001) 「発展途上国の世界遺産地域における地理情報システムの構築：危機遺産化阻止のために」の下で、2005 年の調査ではニーズが高いが実施可能性が低いとされていた地理情報システム (GIS) について、維持可能な導入及び運用方法を検討している。2007 年に UNESCO 世界遺産委員会が取りまとめたルアンパバーン世界遺産のモニタリングレポートでは、遺産指定地域における開発の加速と違法建築の増加を理由に、危機遺産化の可能性が示唆されている。このため、東京工業大学のチームはルアンパバーン県庁文化遺産部 (以下 DPL, 「遺産の家」が改組) と協力し、建築管理に関するデータベースを構築すると共に、遺産地域のうち中心となる 6 つの村を対象に GIS の試験的な導入を行ない、建築物を中心とした街並みの時間的な変化の

可視化及び分析に取り組んだ。特に途上国特有の事情として、基盤地図やデータベースの整備が十分でないために、これらを整備することが、最終的な空間解析を有効に行うための鍵となることを明らかにした。そして、空間解析の結果として、建物に関する顕著な時間的な変化を観測した。

2. 研究の目的

本研究では、ラオス人民民主共和国ルアンパバーンにおける持続可能な世界遺産開発を実現するための情報通信技術を用いた包括的かつ効果的・効率的な施策について、現地政府との共同作業を通じた実践研究を行った。研究の具体的な課題は、以下の通りである。

- (1) 遺産地域の地理情報システム (GIS) の構築及び持続的運用
- (2) 街並み景観アーカイブと経時変化の監視
- (3) 住民の世界遺産に関する意識向上

3. 研究の方法

- (1) 遺産地域の地理情報システム (GIS) の構築及び持続的運用

①6 村への GIS の試験的導入では 743 点の建築物がデータ化されているが、GIS の実運用にあたっては 29 村の遺産地域全体で 4323 点の建築物に拡張する必要がある。構築にあたって必要となる膨大なデータの収集、入力、基盤地図の整備などを、情報通信技術を更に活用することで効率化すると共に、収集されるデータの絞り込みを行うことで、継続的なデータ収集を可能とする。なお、持続可能な GIS の運用には、データの定期的な更新及び質の維持とともに、現地人材の世代交代に伴う運用技術の継承にも注目する必要がある。その方法論について実践的に検討を行う。

②商用 GIS ソフトウェアはライセンスにかかる維持コストが大きく持続可能性が疑問視されている。このため、実運用の観点からオープンソース GIS ソフトウェアに置き換える可能性について検討を行う。

③GIS データの一つである、建築許可データベースは、過去の共同研究で開発して以来、データの更新がなされていない。情報システムの持続可能性の観点から原因究明を行い、商用ソフトウェアの使用およびワークフローの見直しを含む複数の解決策を検討する。

④これまでの研究ではもっぱら建物に注目して GIS を構築してきたが、同様に遺産登録された湿地帯・溜池に関しては GIS の活用が検討されてこなかった。湿地帯・溜池は建物に比べて保存状態が悪いものが目立ち、中には埋め立てられてしまったものも存在している。そこで、パイロット地域を対象として、

GISを用いて湿地帯・溜池の変遷を分析する。

(2) 街並み景観アーカイブと経時変化の監視

① GISは建築物に関する監理や、統計的解析を行うのに適しているものの、街並みの景観といった視覚に頼る情報をGISに保存するにはデータ収集・入力に膨大な労力が必要とされるため、現実的でない。むしろ、GISと相補的に記録される写真によるアーカイブが有効であると考えられる。街並み保存の観点から、DPLが行うモニタリング業務に相応しい、持続可能な手法・機材を用いたアーカイブ手法を構築し、評価を行う。

② 世界遺産地域は2つの川に挟まれた半島状の形状をしており、河岸の景観も保存の対象とされている。そこで、河岸における景観のモニタリングおよびアーカイブの可能性について検討を行う。

(3) 住民の世界遺産に関する意識向上

世界遺産地域に住む住民の遺産に対する意識が必ずしも高いとは限らない。ルアンパバーンの場合も、遺産登録はフランスのシノン市が全面に協力したもので、必ずしも住民の発意によるものではなかった。住民、特に若者の世界遺産に対する意識の向上は、世界遺産の保存、さらに地域の持続的開発にとって必要不可欠である。遺産地域の開発に伴い他地域からルアンパバーンへの流入者が増加しているが、中でも高等教育機関にはラオス北部の広い地域から若者が集まっており、学生の意識向上は重要な課題となっている。一方、「新しもの好き」の若者は、新技術導入の先鞭をつける対象として相応しく、情報通信機器を用いた意識向上手法が有効であると考えられる。そこで、ラオスでも徐々に普及の始まったスマートフォンの使用を念頭に、意識向上のためのアプリケーション開発を行うことを想定し、学生の意識調査、アプリケーションの試作などを行なって、実現可能性や有効性の評価を行う。

4. 研究成果

(1) 遺産地域の地理情報システム(GIS)の構築及び持続的運用

① 全遺産地域29村の全建築物4323点に対するGISを構築するため、現地チームが複数の電子地図を相補的に統合した基盤地図データを構築した。また、全建築物に対して定期的な収集・更新が可能な手法及びデータセットについて検討し、建築物写真を用いたデータ収集方法を採用した。建築物の用途、状態、建築様式、材料、屋根材、階数に関するデータベースを構築し、全建築物に関するデータの収集・入力を行った。現地人材の世代交代に伴う運用技術の継承については、チュートリアル資料及び内部文書のクラウド文書管理サービスを用いた共有、これらの文書を用

いた先輩技術者から後輩技術者への技術研修などを図っており、現在までのところ順調である。一方、データの定期的な更新については、タブレットPCを使用したオンサイトでのGISへの直接データ入力を検討した。しかしながら、建築に関する質的データは建築士が判定する必要があるため、建築士の人数が絶対的に不足している状況でデータ収集を建築士がすべて担当することはできず、オンサイトでのデータ入力が可能であることが判明した。フィールド調査においては物件の写真撮影を行い、建築士がオフィスで判定を行った結果を入力する現在の方式が実用上最適であると判明した。

② 商用GISソフトウェアを維持コストの観点からオープンソースGISソフトウェアに置き換える可能性について、機能および操作性の観点から調査検討を行った。DPL職員からの聞き取り調査により遺産管理業務に必要なとされる機能を抽出した。次に、同一機能をもつオープンソースGISの利用研修を行った後に、抽出された必要機能を用いたモデル作業を構築し、商用GISとオープンソースGISで作業速度の比較を行った。その結果、作業効率ではオープンソースGISがやや劣るものの、実用的なレベルでは置き換え可能であることを確認した。

③ GISデータの一つである建築許可データベースに関して、過去の共同研究で開発したものが使用されず放置されていた原因について、データ入力およびシステム管理に関する持続可能性の観点から分析を行った。建築許可データベースのユーザインタフェースに不都合があり入力したデータが途中で消失する事例が頻発したこと、書面の様式をそのままデータベース化したため冗長な繰り返し入力が存在していたことが理由であると判断した。解決策について、商用ソフトウェアの使用およびワークフローの見直しを含む複数の解決策を検討した。現地技術者との議論の結果、データ入力に関するワークフローを見直して管理の容易なデータ構造と新たなユーザインタフェースを設計・実装した。新たなシステムでは、検索不要な項目を高速スキャナにより画像で保管に変更し、冗長な入力を削減して作業量を約1/8に軽減することができ、現地スタッフによる主観評価でも日常業務に十分耐えうると判断された。

④ 遺産登録された湿地帯・溜池に関して、形状、面積、用途、状態などの変遷を調査するために、調査対象として2つの村を選び、DPLが保有する情報を基に、2001年から現在までの3時点における電子地図をGISにより統合して可視化・定量化を行った。その結果、時間を追って湿地帯・溜池が埋め立てられていく傾向を捉えるとともに、放置されて保存状

態が劣化している湿地帯・溜池も増加している傾向を確認した。また、同地域における住民等の利害関係者への湿地帯・溜池の減少に関する聞き取り調査を行い、減少の要因として土砂や汚泥の堆積による自然的な劣化以外に、汚水の排出や水路の途絶による人工的な劣化も見られ、また人的な埋め立てが少なくないことを確認した。特に人為的な要因について、住民の湿地帯・溜池に対する態度に関してアンケート調査を行い、住民が湿地帯・溜池に対して好意的な感情を抱く一方で、浚渫などの維持経費を全て自己資金で賄う負担の重さが明らかになった。

(2) 街並み景観アーカイブと経時変化の監視

①これまでDPLで作成可能な全方位パノラマ画像は、魚眼レンズを取り付けた一眼レフカメラを90度間隔で回転させて撮影した4枚の画像から合成していたため、交通量の少ない時間帯でしか撮影できなかった。しかしながら、新たに全方位パノラマカメラが商品化されたため、1回の撮影で全方位パノラマ画像の取得が可能となった。

②河岸の景観のモニタリングおよびアーカイブの可能性を検討するため、DPLの技術者と協議した結果、歩行者から見た景観ではなく、川と川に隣接する道路の間、いわゆる河岸部を広くモニタリングすることが必要であると結論づけられた。そこで、デジタルカメラを搭載した無人飛行機を利用し、メコン川およびカン川上空からの河岸の空撮のガイドラインを設定し、実際の撮影を行ってアーカイブデータとした。河岸の景観の重要な要素である植生に意識を置いたモニタリングの手法について検討を行った。

(3) 住民の世界遺産に関する意識向上
遺産保護に関する意識を高めるためのモバイル学習アプリケーションのプロトタイプを構築し、防護動機理論に基づいて、パイロットコンテンツをDPLと共同で開発した。アプリケーション開発に際しては、持続可能性の観点から、DPLの技術者に対するソフトウェア開発研修を併せて行った。

また、意識向上の効果を評価するために、ルアンパバーンの2つの高等教育機関の学生を対象に、パイロット評価を行った結果、アプリケーション使用による、学生の遺産保護意識の向上が見られた。併せて、技術受容モデルを用いたモバイル学習の受容に関する調査を行った。その結果、有用性および財産性がモバイル学習受容の主要因となっていることを明らかにした。

評価結果を基にして学習コンテンツを再構築して、再度のモニタリング調査を行った結果、有効性の向上を確認が確認された。この成果を、アンドロイドの無料アプリケーシ

ョン“MoradokLP”として一般公開した。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計3件)

- ① Yew Siang Poong, Shinobu Yamaguchi, and Jun-ichi Takada, "Investigating the drivers of mobile learning acceptance among young adults in the World Heritage town of Luang Prabang, Laos," *Information Development (Online)*, March 8, 2016. (査読有) doi:10.1177/0266666916638136
- ② Yew Siang Poong, Shinobu Yamaguchi, and Jun-ichi Takada, "Impact of learning content on World Heritage Site preservation awareness in town of Luang Prabang, Lao PDR: Application of Protection Motivation Theory," *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume II-5/W3, pp. 251-256, 2015. (査読有) doi:10.5194/isprsannals-II-5-W3-251-2015
- ③ Yew-Siang Poong, Shinobu Yamaguchi, and Jun-ichi Takada, "Possibility to Use Mobile Learning to Promote World Heritage Site Preservation Awareness in Luang Prabang, Lao PDR: A Readiness Study," *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Vol. II-5/W1, pp. 247-252, 2013. (査読有) doi:10.5194/isprsannals-II-5-W1-247-2013

[学会発表] (計6件)

- ① Norifumi Irie, Shinobu Yamaguchi, and Jun-ichi Takada, "Mixed-methods Study on People's Attitude toward Ponds and Wetlands Preservation in World Heritage Site: Town of Luang Prabang, Lao P.D.R.," *JASID 26th Annual Conference*, 4 p., Nov. 2015, Niigata University (Niigata-Shi, Niigata-ken).
- ② Yew Siang Poong, Shinobu Yamaguchi, and Jun-ichi Takada, "Impact of learning content on World Heritage Site preservation awareness in town of Luang Prabang, Lao PDR: Application of Protection Motivation Theory," *25th Internal CIPA Symposium*, CIPA2015-49, Sept. 2015, Taipei (Taiwan).
- ③ Natsuko Sakanashi, Jun-ichi Takada, and Shinobu Yamaguchi, "Development and Sustainable Management of the Construction Authorization Database for the World Heritage Site: Case of Luang Prabang, Lao P.D.R.," *JASID 25th Annual Conference*, 4 p., Nov. 2014, Chiba University (Chiba-shi, Chiba-ken).
- ④ Yew Siang Poong, Shinobu Yamaguchi, and Jun-ichi Takada, "Persuasive content development: application of protection motivation theory in promoting heritage site preservation awareness," *ACM 32nd Annual*

Conference on Human Factors in Computing Systems, pp. 2437-2442, April 2014, Tronto (Canada).

- ⑤ Yew-Siang Poong, Shinobu Yamaguchi, and Jun-ichi Takada, "Possibility to Use Mobile Learning to Promote World Heritage Site Preservation Awareness in Luang Prabang, Lao PDR: A Readiness Study," XXIV International CIPA Symposium, Sept. 2013, Strasbourg (France).
- ⑥ Yew Siang Poong, Shinobu Yamaguchi, and Jun-ichi Takada, "Mobile Learning to Promote World Heritage Site Preservation Awareness in Least Developed Country: Perception Analysis among Higher Education Students in Luang Prabang, Lao PDR," JASID 14th Spring Conference, pp. 230-233, June 2013, Utsunomiya University (Utsunomiya-shi, Tochigi-ken).

[その他]

ホームページ

<http://www.yamaguchi.gsic.titech.ac.jp/lao-p-d-r-2/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

高田 潤一 (TAKADA, Jun-ichi)
東京工業大学・大学院理工学研究科・教授
研究者番号：90222083

(2) 研究分担者

山口 しのぶ (YAMAGUCHI, Shinobu)
東京工業大学・学術国際情報センター・教授
研究者番号：40345369

(3) 研究協力者

Bounnhang PHONGPHICHIT
Savuey SILAVANH
Rasmy SITTHIRATH
Xaykone PHONESAVATH