

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：82620

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2015

課題番号：24760529

研究課題名(和文)GISを用いた古代クメール都市発展史の復原的研究

研究課題名(英文)Study on the historical developments of Ancient Khmer Empire using GIS

研究代表者

佐藤 桂 (SATO, Katsura)

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・その他部局等・アソシエイトフェロー

研究者番号：80454198

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、古代クメール帝国の発展史をマクロな視点から捉えることを目的として、各時代に比定される都城址とその変遷について、特に地形・水系との関係から検討した。9世紀初めにクーレン山上で造営された都城マヘンドラパルヴァタが一般にアンコール期のはじまりとされるが、これを遡る7世紀の都城イーシャナブラにおいて既にピラミッド型を呈する中心寺院が建立されたことを踏まえ、それ以前の聖山と都城との関係性に変化が生じた可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：This study aims to grasp historical developments of successive capital cities of the ancient Khmer empire from a macro perspective, by focusing on its relationship with topography and water system. Generally, Mahendraparvata constructed at the beginning of the 9th century on the Kulen mountain is considered to be the opening of the Angkor period, however, based on the fact that a pyramid-shaped central temple was already constructed in the 7th century at Ishanapura, the relationship between sacred mountain and capital city had changed on that occasion.

研究分野：建築学

キーワード：カンボジア 古代都市 クメール遺跡 GIS リモートセンシング 国際情報交換

1. 研究開始当初の背景

紀元1世紀頃から15世紀にかけて、東南アジアに巨大な帝国を築いた古代クメール王朝は、幾度かの遷都を繰り返した後、9世紀頃から現在のカンボジア・シェムリアップに拠点を構えたことが知られている。しかしながら、これらの選地や遷都の理由に関する史料は存在せず、詳細は明らかではない。

本研究代表者は、これまで古代クメールの都市遺跡に関して、継続的な研究を行ってきた。とりわけ10世紀の王都チョック・ガルギャーに比定されるコー・ケー遺跡群を対象として、スペースシャトル立体地形データ(SRTM)等のリモートセンシングを利用した調査を実施したことで、この都市の基本構造が地形や水系と密接に関わっていることを明らかにした。

本研究は、上記の結果をさらに敷衍して、古代クメールの歴代都市の選地や遷都の理由について考察するため、リモートセンシングを含むデータの活用により、遺跡の立地条件を地形や水系といった自然環境の中で改めて捉え直すことを目指し、考案したものである。

2. 研究の目的

本研究は、紀元1世紀頃から15世紀にかけて、インドおよび中国文明の影響を受けながらも独自の発展を遂げた古代クメール王朝の歴代の都市址に注目し、リモートセンシングを含むデータの収集と分析により、現在までに明らかとなっている遺跡の立地条件を、地形や水系といった自然環境の中で改めて捉え直すことを目的としたものである。

遷都を繰り返したプレ・アンコール期、また、本拠地を定め、陸路網を築いて強大な中央集権国家を成したアンコール期の、それぞれの時代に築かれた各都市の地勢的特徴を検討するとともに、都市を構成する遺跡の配置も併せて分析すること、同時に、周辺地形も含む遺跡のデータの新たな取得方法についても検討することを目指した。

3. 研究の方法

本研究は当初、リモートセンシングを用いたマクロな視点のみによる方法を想定していたが、これに加え、一つの都市や寺院を対象とした各論的視点も導入し、二つのアプローチから総合的な検討を行った。その概要は以下の通りである。

(1) Cisark のデータ収集と分析

フランス極東学院 Bruno Bruguier 氏がカンボジア政府文化芸術省と共同で作成した Cisark (Carte Interactive des Sites Archéologiques Khmers) をベースとして、これまでに確認されているクメール遺跡の位置を地図上に示し、時代を追って、山や川といった自然環境との関係について考察した。

(2) SRTM のデータ収集と分析

アメリカ地質調査所 (USGS) が提供するスペースシャトル立体地形データ (3秒メッシュ) (SRTM-3) をもとに、Arc GIS を用いて遺跡の配置を標高や分水界といった地勢的特徴の中で分析した。

(3) LiDAR の分析

カンボジア政府 APSARA 機構と国際研究コンソーシアムとが共同で実施した航空レーザー計測 (LiDAR) のデータに関して、APSARA 機構より提供されたアンコール地域の地形をもとに、タネイ遺跡等、都市遺跡の配置計画について分析を行った。

(4) SfM によるデータ取得方法の検討

アンコール遺跡群内のタネイ遺跡を対象として、SfM (Structure from Motion) と呼ばれる三次元写真測量の手法を導入し、地形を含む遺跡の現状記録を試験的に行った。なお、本研究は東京文化財研究所とカンボジア政府 APSARA 機構との共同プロジェクトと併せて実施した。

4. 研究成果

(1) Cisark に掲載された遺跡のうち、出土碑文から年代の分かるものは124である。ただし、同一遺跡内に複数の年代が記される場合もあり、遺跡と碑文との関係については更に精査が必要である。地図上で見ると、6-8世紀にはアンコール・ボレイ周辺に遺跡が集中しており、現在のカンボジア南部メコン川沿いに王朝の中心があったことが分かる。他方、ダンレック以北にも同じくメコン川沿いに遺構が点在しており、水路が重要性を担っていたことが窺える。9世紀になると中心はトンレサップ北東へと移動し、アンコール地域を本拠地として、遺跡はさらに内陸側に展開する。巨視的に見れば、時代が下ると遺跡の分布は水路沿いから陸路沿いへと変遷し、北へ向かって内陸側に展開する。また、オケオやヴィヤダプラ、アンコール・ボレイ、シュレスタプラといった古い都市が聖山に寄り添うように造営されたことに対し、イーシャナプラ以降は自然の山との関係が見いだせなくなることが指摘され、この理由として、同都市の東方に「中心山」を象ったピラミッド型寺院 (N群) が建立されたことが契機となった可能性について考察した。聖山と都市との関係はこれを境に変化を見せ、自然の山に代わって人工の山が以後連続と造営されることになる。クーレン山上に造営されたマヘンドラパルヴァタにおいても、その「中心山」は自然の頂上を指すものではなかった。アンコール期になると、人工の山を有する王都が重層的に造営されることになり、これがアンコールの中央集権の基盤を担った可能性が指摘された。

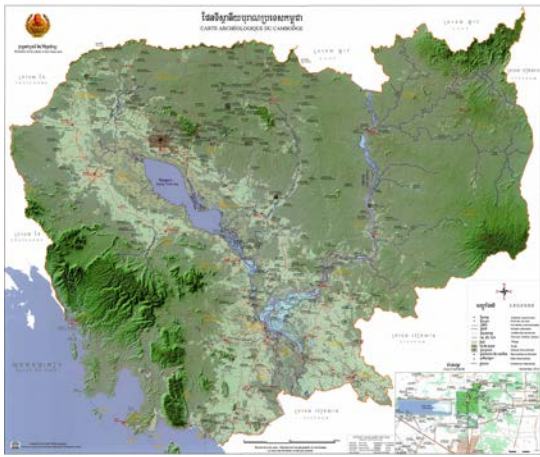


図1 Cisarkによる遺跡分布

(2)以前に実施した共同研究（早稲田大学在籍中）ではSRTM-3のDEMデータ（約90m）を利用してイーシャナプラ、マヘンドラパルヴァタ、チョック・ガルギャーといった都市遺跡を対象として、標高と遺跡の分布との関係について分析したが、本研究では同じくSRTM-3データを用い、これをArcGISで解析することにより、地形との数値的な関係を示すことを試みた。コー・ケー遺跡群における解析結果では、尾根沿いに並ぶ寺院・祠堂群が稜線の直上ではなく、これを背にするように一列に配置されたことが視覚化され、分水界を背に、水が流れる方向が寺院の正面となり、都市の中心に向かっていった様相を示すことができた。

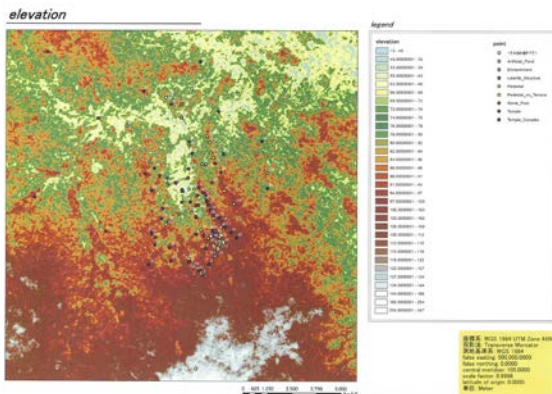


図2 コー・ケーにおける遺跡配置-標高との関係

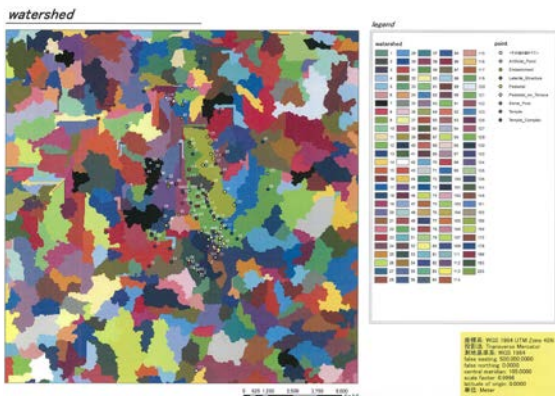


図3 コー・ケーにおける遺跡配置-分水界との関係

(3)東京文化財研究所がカンボジア政府APSARA機構と共同研究を行うアンコール遺跡群内のタネイ遺跡を対象として、同機構より提供されたLiDARのデータに基づき、また現地調査も踏まえて、この寺院の配置計画、寸法計画、建造順序、建造中の改変等について考察した。アンコール地域における配置計画や寸法計画に関しては、既に多数の調査研究が存在するが、タネイ遺跡に関しては、その領域の範囲や軸線の傾き、周辺遺構との関係等について、多くの新知見を得ることができた。

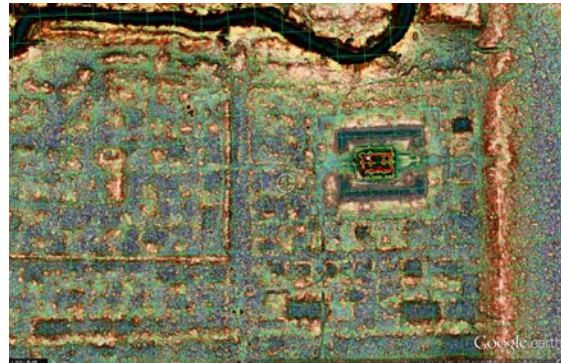


図4 タネイ遺跡と周辺地形
(APSARA機構・東京文化財研究所との共同研究)

(4)同じくタネイ遺跡を対象として、地形を含む遺跡の現状記録につき、測量専門家である内田賢二氏の協力を得て、SfM (Structure from Motion) と呼ばれる三次元写真測量の手法を、APSARA機構スタッフとともに試行した。これは東京文化財研究所が実施する協力事業と併せて実現したものである。時間的、予算的な制約が大きい中、デジタルカメラとフリーのソフトウェアを用いた簡便な手法であり、生成された三次元モデルについては、トータルステーション測量の結果と併せて精度検証を行った結果、10m程の区間に対して6点で標定を行った場合、残差の平均は10-20mmにとどまり、すなわち、相対誤差は1/1000程度であることが分かった。

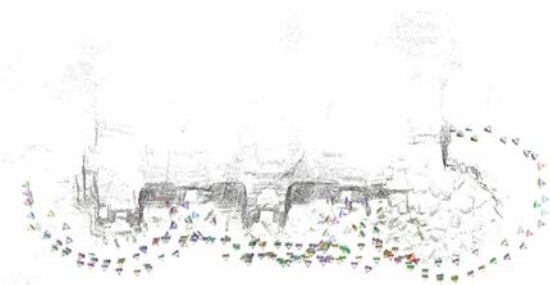


図5 SfMによるタネイ遺跡の三次元写真測量
タネイ遺跡内回廊西辺西面
Visual_SfMを用いたカメラ位置の算出結果
(APSARA機構・東京文化財研究所との共同研究)

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)

〔学会発表〕(計3件)

佐藤桂、石塚充雅、朴東熙「アンコール・タネイ遺跡の伽藍配置に見られる特徴について」日本建築学会大会学術講演会(建築歴史・意匠)北海道大学2013.8.30

佐藤桂、朴東熙「アンコール・タネイ遺跡の伽藍配置に見られる特徴について(2)」日本建築学会大会学術講演会(建築歴史・意匠)神戸大学2014.9.12

佐藤桂「アンコール・タネイ遺跡における SfM 三次元写真測量の試み」日本建築学会大会学術講演会(建築歴史・意匠)発表予定

〔図書〕(計1件)

佐藤桂「タ・ネイ遺跡に見られる建造途中の改変について」『世界建築史論集 中川武先生退任記念論文集(西アジア・西洋・南アジア・カンボジア・ベトナム編)』中央公論美術出版2015.3, pp.147-154

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 桂 (SATO, Katsura)

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・文化遺産国際協力センター・アソシエイトフェロー

研究者番号：80454198