GIS を用いた「山当て」の検証方法に関する研究

— 視点場と山頂の座標の計測方法 —

ANALYSIS OF INVESTIGATING THE PRESENCE OF “YAMA-ATE” PHENOMENON USING GIS

— Methodology analysis of measuring the positional relationship between mountaintop and its observer's viewpoint —

久保勝裕 — * 1 菅野圭祐 — * 2
椎野亜紀夫 — * 3 安達友広 — * 4
佐藤 滋 — * 5

Katsuhiro KUBO — * 1 Keisuke SUGANO — * 2
Akio SHIINO — * 3 Tomohiro ADACHI — * 4
Shigeru SATOH — * 5

キーワード：
山当て, 城下町, 道路中心ライン, GIS, ディファレンシャル-GPS

Keywords:
Yama-ate, Castle town, Street centerline, GIS, Differential-GPS

So-called “Yama-ate” phenomenon is often recognized in many Castle Towns in Japan, a state of things that a certain mountaintop is seen at the end of the centerline of a road in urban area. In former papers, we used to attempt to build the methodology of investigating this “Yama-ate” phenomenon using GIS. Based on the result, we newly conduct the report of two methods of measuring its presence, such as investigating the presence of “Yama-ate” phenomenon using Differential-GPS, which provide high accuracy positional information, and creating the methodology of specifying the coordinate value of the ostensible mountaintop, using altitude value of commonly-available.

1 はじめに

1-1 研究の背景と目的

我が国の城下町都市などには、道路の正面に山の頂を眺望できる「山当て」の現象が多く見られる。著者らは、これまでも全国の城下町都市を対象に山当ての実態について指摘してきたが^{1) 2) 3)}、他にもこれに関連した研究は多く、例えば、揚村・土田ら⁴⁾による薩摩外城における一連の研究、高見⁵⁾による城下町都市の設計技法の解明を試みた研究、趙ら⁶⁾らによる「景廊」という概念を用いた周囲の山との関係を分析した研究、樋口ら⁷⁾による山アテ景観の阻害要因に関する研究、高森ら⁸⁾による地理情報データを用いて広域地域での山アテ道路率を算出した研究、等がある。

しかし、山当てが意図を持った計画や手法であったことは証明されておらず、その実態把握においても、目視や大縮尺の地図上で大まかに捉えられてきたのが実態である^{注1)}。山当ての計画意図を推察する根拠を得るためには、(1)対象となっている道路や山の性格を把握し、それらの関係からその実態を詳細に分析すること、(2)精密な計測によって山頂に向う道路や河川に沿った視軸の実態を客観的に解析すること、の両者が必要であろう。

こうした背景のもとで、著者らは上記(2)の方法を検討してきた。『GIS を用いた城下町都市における道路中心ラインと山頂の位置関係に関する検証-山形県鶴岡市を対象として-』⁹⁾ などにおいて、山頂に向う道路中心線と山頂の位置的関係を GIS を用いて精緻に検

証する方法(以下、検証方法)を構築している¹⁰⁾。そして、これによって城下町都市の山当ての実態を数値データを用いて検証し^{11~16)}、さらに分析対象を北海道殖民都市に広げてきた^{17~20)}。

本研究は、その後の調査分析を踏まえ、この検証方法をより詳細に検討したものである。具体的には、分析に必要な各種の座標値の計測方法を検討しており、以下の2点を目的としている。

第一に、GPS を用いた実測から視点場等の座標値を取得し、道路等の軸線を再現し、それを用いて山当ての検証方法を試行しすることで、その精度を検証することである。

著者らによるこれまでの研究では、これらの座標値の多くは高精度なベースマップを用いて GIS 上で計測してきた。これに対して、同一対象地において、GPS による高精度な実地調査に基づくデータを用いた学術的な検証を行うことは、仮想環境上の GIS データでの検証結果の信頼性を裏付ける点において意義を持つ。また、多くの自治体で必ずしもベースマップが整備されていない現状を考えると、GPS を用いて容易に精度の高い座標値を取得する方法を検討することは重要であろう。

第二に、対象となる山の「見かけの山頂」の座標を特定する方法を確立することである。

道路等の正面に眺望できる山頂は、その山の形状によっては、標高が最も高い地形学上の山頂とは限らない。この場合、視点場からの「見かけの山頂」の座標値を特定する必要がある。これは、現地

¹⁾ 北海道科学大学工学部建築学科 教授・博士(工学)
(〒006-8585 北海道札幌市手稲区前田7条15丁目4-1)

²⁾ 早稲田大学創造理工学研究科 大学院生・工修

³⁾ 北海道科学大学工学部都市環境学科 教授・博士(工学)

⁴⁾ 北海道科学大学工学研究科 大学院生

⁵⁾ 早稲田大学理工学術院建築学科 教授・工博

¹¹⁾ Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Hokkaido Univ. of Science, Dr. Eng.

¹²⁾ Graduate Student, Graduate School of Science and Eng., Waseda Univ., M. Eng.

¹³⁾ Prof., Dept. of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Hokkaido Univ. of Science, Dr. Eng.

¹⁴⁾ Graduate Student, Graduate School of Eng., Hokkaido Univ. of Science

¹⁵⁾ Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Science and Eng., Waseda Univ., Dr. Eng.

調査では解決できる問題ではなく、GIS 上での各種データを用いた簡易な方法が求められている。

1-2 研究の対象と方法

本研究は、以下の手順で行った。

第一に、参考文献 9) に示した山当ての検証方法の概要を示し、その中で本研究の位置づけを明らかにした。(2 章)。

第二に、GPS を用いた実測方法を提示し、それにより得られた座標値を用いて検証方法を試行し、その精度を検証した(4 章)。分析対象は、参考文献 9) で取り上げた鶴岡市の「内川ライン(図 2 参照)」である。

ここでは、それに先立って、「内川ライン」の近代以降の整備履歴を古地図等を用いて調査し、同ラインの軸線の変更の有無を確認している(3 章)。

第三に、同じく鶴岡市の「大督寺ライン(図 2 参照)」を対象に、GIS を用いた「見かけの山頂」の特定方法を試行し、その妥当性を検証した(5 章)。

2 GIS を用いた山当ての検証方法の概要(図 1)

参考文献 9) で構築した山当ての検証方法の概要は以下である。

この方法は、目視で確認されている「道路の正面に山の頂が位置している眺望」の実態を、道路中心ラインと山頂の座標との位置的なズレの量として定量的に検証することを目的としており、以下の手順で行う。

①現地での目視調査から、山当ての現象が見られる「対象道路」の存在を把握し、「対象山」が正面に見え始める始点(視点場=a)と終点(中心点=b)を確認する。

②視点場・中心点および対象山山頂の座標を特定し、それらの位置関係を高精度なベースマップを用いた GIS で再現する。ベースマップとしては、国土地理院が公開する「基盤地図」^{注 2)} 等がある。

③これらの座標を用いて、視点場から中心点を通する道路中心線を対象山付近まで延長した「道路中心ライン」、視点場と山頂を結ぶラインを「山頂ライン」として GIS 上で作図する^{注 3)}。

④道路中心ラインと山頂ラインの方位角を GIS 上で計測し、水平角

度の差を「ライン間角度=α」として算出する。そして、αの絶対値が小さい程、より道路正面に山頂が見えることを示す^{注 4)}。

⑤同時に、視点場と山頂の標高差を算出することで、視点場から山頂を見上げた「仰角」を算出する^{注 5)}。

本研究は、主に上記②の研究として位置づけられ、GPS を用いた視点場・中心点の実測方法を 4 章で、見かけの山頂の座標を特定する方法を 5 章で示している。

3 整備履歴調査による対象道路の線形等の復元(図 2、3)

山当ての計画意図を分析する際、対象道路の線形や幅員等が建設後の整備によって変更されている場合も想定されることから、それを確認の上、変更されている場合には従来の線形等を復元する必要がある。

本章では、GPS を用いた実測方法の検討に先立って、分析対象である「内川ライン」の整備履歴を把握し、その線形を確認した。

まず、鶴岡市の市街地は、1601 年の最上氏による町割りを起源とし、1622 年に入封した酒井氏が本格的な町割りを実施した。町

図 1 山当ての検証方法の概要(用語の定義)

図 2 鶴岡市における山当ての実態

人地と武家地が城郭を中心にゾーニングされ、二重の堀と河川による外堀が巡らされた。

『内川ライン』は、参考文献9)で分析した13本の対象道路の1つであり(図2)、城下町建設時に人工的に直線化された外堀りである。この直線部分の中央部には、江戸期に「三雪橋」が建設され、北には鳥海山、南には金峯山と母狩山への山当てが見られる。

鶴岡市土木課へのヒアリング調査によると、この内川では、明治以降に2度の改修工事が実施されている。

まず、大正期に内川右岸(東側)が玉石積みの護岸に改修された。それ以前には船着場があり、護岸は3割程度の緩勾配であった。明治初期の「地籍繪図(図3-1)」^{注6)}の当該部分には家屋はなく、各筆には「原野」と記載されている。昭和11年の航空写真(図3-2)では既に護岸が改修され、「なだらかだった川岸は切り立った護岸に変貌し、(中略)柳はほとんど姿をけている。」との説明文がある。また、昭和初期の「鶴岡市市外用途別明細(図3-3)」には、改修された護岸と東側道路の間に家屋が記されており、護岸改修後に宅地化された様子が読み取れる。

また、「地籍繪図」をベースに作成されている現在の「地番図」を、GISの幾何補正機能^{注7)}を用いてベースマップ(昭和57年)に重ね合わせると、左岸(西側)は完全に一致する(図3-4)。

次に、昭和62年に護岸の改修事業が実施された。ここでは、西側道路の鶴園橋北側が一部拡幅されて道路線形が変更されたが、他の部分においては川幅・線形の変更はない。

以上より、「内川ライン」の左岸は、近代以降の護岸の変更はなく、開削当時の位置と線形が維持されている。一方、右岸では上記の整備が行われたが、流水面は江戸期の幅員や線形が維持されているものと考えられる。従って、現在の護岸の形状を考えると、擁壁間の中心線を道路中心ラインとすることで、山当ての実態が復元できる。

4 GPSによる実測値に基づいた山当ての検証

ここでは、前章で示した「内川ライン」を対象に、GPSによる視点場等の座標を実測し、その精度を検証した。

4-1 R-GPS との比較による D-GPS の精度の検証

現在、高精度が要求される測量においては、「VRS-RTK-GPS(以下、R-GPS)」を用いるのが一般的である。これは、複数の電子基準点の

観測データを用いる仮想基準点方式(VRS)により、基準局と移動局間で補正データを無線送信してGPS観測を行うものであり、水平方向誤差は数cmである。しかし、R-GPSは測量会社等が用いる専門性の高い機器であり、操作性や価格の問題から、多くの都市を対象とした山当ての調査分析に用いるのは現実的ではない^{注8)}。

そこで本研究では、比較的操作が容易であり、かつ安価で入手可能な「Differential-GPS(以下、D-GPS)」を用いて視点場等の座標を実測した。これは、相対測位方式と呼ばれ、測位対象の移動局の他に、位置が判明している基地局でもGPS電波を受信し、誤差を消去する方法である。水平方向誤差は1.0m以下である。

以下では、「内川ライン」で設定した視点場等に対して、鶴岡市内の測量会社にR-GPSによる実測を依頼し、その後、著者が同一の実測点直上でD-GPSによる座標計測を行った。そして、各々の座標値を用いてGIS上で山当て検証方法による作図や方位角等の算出を行い、両者の比較からD-GPSを山当ての実態把握に用いることの妥当性を検証した。

4-2 「内川ライン」における検証(図4、表1、表2)

(1) 視点場等の「実測点」の設定

実測点は、内川に架かる3つの橋梁上(千歳橋、三雪橋、鶴園橋)に各々設定した。以下の本文では、図4との関係を示すために、三雪橋の場合を例示して図中の実測点等を示した。

①内川の整備履歴(3章)を踏まえ、各橋梁の南側に接する「擁壁の端点」をR-GPSで実測して座標値を求めた。r11点とr12点である。

②両端点の「中点」の座標を①のr11、r12の実測値から計算により求めた。

③両端点をつなぐ線分に直交し、「中点」を通るライン上に北側に1m移動した点を「実測点」とした(R2点またはD2点)。橋梁の形状との関係から、中点座標が水面上となったため、D-GPSによる実測に備えて、実測点を橋梁上に設置したものである^{注9)}。

(2) VRS-RTK-GPSによる実測

R-GPSによる実測は、鶴岡市内の測量会社に依頼し、著者の立ち会いのもとで2013年5月7日に実施した。実測した地点は、三雪橋におけるr21、r22点およびR2点などである。この際、補足的に他の擁壁端点や道路境界線を実測した(r41点やr42点等)。使用機器は、「TOPCON GRS-1GGDN 595-00757」である。

図3-1 地籍繪図(明治初期)

大正期までの内川右岸(東側)には船着場があり、護岸は3割程度の緩勾配であった。地籍繪図の当該部分の各筆には「原野」の記入が見られる。

図3-2 昭和11年の航空写真(鶴岡市提供)

昭和期に右岸が玉石積みの護岸に改修された。「なだらかだった川岸は切り立った護岸に変貌し、...柳はほとんど姿をけている。」との記述がある。

図3-3 鶴岡市市外用途別明細(昭和初期)

右岸の河川と道路の間に家屋が記されている。左岸は昭和57年のベースマップ(右図)と一致し、近代以降の護岸の位置の変更はないと考えられる。

図3-4 ベースマップ(昭和57年)と地番図(平成25年)の重ね合わせ図

昭和62年に河川改修が実施されたが、川幅・線形の変更はない。この際、西側道路の鶴園橋北側が拡幅され、線形も変更された。

図3 整備履歴調査による対象道路の線形の確認(内川ライン)

(3) Differential-GPS による実測

R-GPS による実測が終了した後、同日に、著者が上記の「実測点」上で D-GPS を用いた実測を行った。図中の D1, D2, D3 点である。

使用機器は、SOKKIA 製 (GIR1600) である。トラッキング機能を使用して実測点において約 1 分間固定し、同一点での結果の 30 ポイントのサンプルを採取し、これらの座標値の平均を計測値として採用した。

表 1 では、R-GPS と D-GPS による実測で得られた 3 実測点の座標値を示した。水平方向の直線距離は 3 実測点ともに 1 m 以下であり、D-GPS の仕様書に示された水平方向誤差の範囲内である。

(4) 実測値によるライン間角度の算出と精度の検証 (表 2)

次に、これらの座標を用いて、山当りの検証方法によってライン間角度を求めた。

なお、今回の実測において、内川が r41, r42 地点において西側に屈曲していることが確認された。つまり、内川の直線部分は、r11, r12 点から r41, r42 点の間である。従って、R3 点と D3 点を分析から除外し、視点場および中心点を以下に設定した。まず、北側の鳥海山に対しては、三雪橋の R2・D2 点を視点場とし、千歳橋の R1・D1 点を中心点として各々のライン間角度を算出した。逆に、南側の金峯山と母狩山に対しては、R1・D1 点を視点場、R2・D2 点を中心点とした。

また、以下の GIS による作図は、参考文献 9) と同じ「ArcGIS for Desktop 10.0 (ESRI 社製)」を用い、座標系は世界測地系、平面直角座標系第 10 系で定義したデータを使用した。ベースマップは、鶴岡市より提供を受けた「鶴岡市下公共水道台帳 (dxf 形式)」を shp 形式に変換して用いた^{注 10)}。

まず、鳥海山に対する北を基準とする方位角は、R-GPS の場合が 26.685°、D-GPS では 26.448° であり、その差異は 0.237° である。

これに基づいて算出したライン間角度は、鳥海山に対しては R-GPS の場合は $\alpha = 1.177^\circ$ 、D-GPS では 0.941° である。金峯山へは、R-GPS では -3.173° 、D-GPS では -3.176° である。母狩山への α は、R-GPS では 5.569° 、D-GPS の場合は 5.569° である。各々の差異は、 0.237° 、 0.003° 、 0.000° であった。

方位角のズレが 0.1° の場合、視点場から 5 km 地点の水平方向距離が約 9 m であることを考慮すると、D-GPS による実測値を用いた分析は、一定程度の精度が確保できることが確認された。

5 「見かけの山頂」の特定 (図 5)

次に、対象山の「見かけの山頂」の座標を特定する方法を示した。一般的に、視点場から山頂として視認される地点は、「地形学上の山頂」である場合が多い。しかし、対象山の形状によってはそれ

と一致しない場合も想定される。この場合は、「見かけの山頂」の座標を特定する必要があり、以下の手順が必要である。

なお、図 5 では鶴岡市の「大督寺ライン (図 2 参照)」から望む金峯山の場合を例示しており、視点場の設定は現地での目視調査によるものである。

(1) 地形学上の山頂の特定

標高が最も高い地点である「地形学上の山頂」には、三角点等が

図 4 内川ラインにおける GPS による実測

表 1 R-GPS と D-GPS による座標値の比較

使用機器	VRS-RTK-GPS			Differential-GPS			R-D点間の直線距離 (m)
	No.	X座標	Y座標	No.	X座標	Y座標	
千歳橋	R1	-140737.413	-87231.083	D1	-140737.462	-87230.782	0.304
三雪橋	R2	-140857.385	-87291.384	D2	-140857.305	-87290.397	0.812
鶴園橋	R3	-140961.722	-87343.840	D3	-140961.802	-87343.032	0.990

※「R-D 点間」は、図 4 に示した R1, 2, 3 と D1, 2, 3 のそれぞれの 2 点間を示す

表 2 R-GPS・D-GPS による「内川ライン」の方位角等の比較

計測機器等	向き	対象道路(内川)					対象山(山頂)		道路-山頂						
		視点場	中心点	a-b間距離	道路中心ライン方位角	標高	名称	標高	山頂ライン方位角	ライン間角度			a-P間距離	a-P間標高差	仰角
		<a点>	<b点>		(a→b)	(a点)		<P点>	(a→P)	<α>度(°)			<X>	<Z>	<β>
				m	度(°)	m		m	度(°)	鳥海山へ	金峯山へ	母狩山へ	m	m	度(°)
R-GPS	北側	R2	R1	134.3	26.685	10.5	鳥海山	2229.1	25.508	1.177			45627.5	2218.6	2.784
	南側	R1	R2		206.685	10.5	金峯山	471.0	209.858	-3.173			5726.0	460.5	4.598
							母狩山	751.2	200.879		5.569	9107.1	740.7	4.650	
D-GPS	北側	D2	D1	133.9	26.448	10.5	鳥海山	2229.1	25.507	0.941			45627.0	2218.6	2.784
	南側	D1	D2		206.448	10.5	金峯山	471.0	209.861	-3.176			5726.0	460.5	4.598
							母狩山	751.2	200.879		5.569	9107.1	740.7	4.650	

設置されている場合が多く、その座標値は「測量の基準点（以下、三角点座標）」^{注11)}や「日本の主な山岳標高（以下、山頂座標）」^{注12)}として国土地理院が公開している。

ただし、測量の基準点の性格から両座標が異なる場合もある。金峯山（図5-1）では、三角点座標ではなく山頂座標が地形学上の山頂となる。また、鳥海山（図5-2）では、市街地建設後に形成された新山に三角点座標がある。こうしたことから、山岳地図等^{注13)}を用いて地形学上の山頂の座標を確認する必要がある。

（2）山頂からの可視範囲の確認

次に、この地形学上の山頂が、対象道路上に設定した視点場から視認できるかどうかを確認する必要がある。簡易的で汎用性が高い方法として、「基盤地図情報数値標高モデル（10 mメッシュ）」^{注14)}に基づいたCGにより実際の地形を映像として再現した地形透視図を用いて^{注15)}、地形学上の山頂からの可視範囲を求め、視点場がその範囲に在ることを確認する方法がある。

図5-3では、「大督寺ライン」の視点場・中心点が金峯山の山頂座標からの可視範囲にあることが確認でき、視点場から地形学上の山頂が視認できることを示している。こうした場合はそれを対象山の山頂の座標として特定する。不可視の場合は、以下の方法で「見かけの山頂」を計測する必要がある。

（3）「見かけの山頂」の座標を特定

「見かけの山頂」とは、道路中心ラインの近傍で、視点場から最も高い位置に視認される地点である。従って、視点場から対象山への仰角が最大である地点を示している（仰角最大ポイント）。

これは、GISを用いて以下の手順で特定できる。

- ①標高データの入手：GISのベースマップとして「基盤地図情報数値標高モデル（10 mメッシュ）」^{注14)}を取得する。
- ②データの変換：①で取得したデータを基盤地図情報ビューアーで読み込み、シェー

プファイルに変換する。③座標データの入力：②で変換したシェープファイルをGISソフト（ArcGIS等）で開く（必要に応じて、任意の座標系に変換する）。④範囲の特定：③で開いた10 mメッシュのシェープファイルを、概ね地形学上の任意の山頂から視点場方向の範囲に絞り込む^{注16)}。⑤Excelファイルへの書き出し：④で範囲を絞った10 mメッシュシェープファイルの属性データ（単位データ毎の座標や標高などが格納されたデータ）をExcel形式に変換する。⑥仰角の算出：⑤で変換したExcelファイルに視点場からの距離、標高差、仰角のフィールドを新規作成し、仰角を算出する。⑦仰角の分布の表示：⑥で作成したExcelファイルをGISソフトに取り込み、シェープファイルとテーブル結合を行って算出した仰角の分布を表示する。その際、適宜凡例を設定する。⑧仰角最大ポイントの特定：仰角が最大となるデータを選択した状態で、対象データの書き出しを行う。

図5-4は、金峯山での仰角最大ポイントを特定したものである。金峯山の場合、（1）（2）から既に山頂座標が山当ての対象として特定されているが、仰角最大ポイントがそれに隣接するポイントであることが確認できる。

なお、山当ては市街地近傍の小丘陵地や無名山等を対象とする場合もある。これらは座標値が公開されていない場合が多く、上記（1）（2）は実施できない。（3）はこうした山頂の特定にも有効である。

6 まとめ

本研究では、『GISを用いた城下町都市における道路中心ラインと山頂の位置関係に関する検証-山形県鶴岡市を対象として-』⁹⁾で構築した山当ての検証方法を基本に、その中より詳細な方法として以下の2つを開発した。

第一に、視点場等の座標値を、比較的安価で操作性の高い

図5 対象山の「見かけの山頂」の座標の特定（大督寺ライン・金峯山を事例として）

Differential-GPS を用いて実測する方法を示した。そして、これを用いて山当ての検証方法を試行することで、一定程度以上の精度が確保されていることを確認した。

なお、これに先立って、明治期の地租改正時に作成された「地籍繪図」等を GIS の幾何補正機能を用いて分析することで、近世期の対象道路の軸線を復元できることを示した。

第二に、視点場からの「見かけの山頂」の座標値を、一般的に入手可能な標高データを用いて、GIS 上で特定する方法を開発した。

山当ての実態を検証する過程でこれらの方法を用いることで、より分析可能な対象都市が広がり、精緻な分析が可能になると考える。

(本研究は、JSPS 科研費 24656354 (平成 24-25 年度萌芽研究) の助成をうけたものである。)

注

- 注 1) 山当てには、山への眺望をデザインした意識的なものと、それとは無関係な自然発生的なもの、に大別されと考えられる。例えば、山頂を測量の基準点とした実用的なもの、美的感性や空間デザイン上の目的から山への眺望を意識的にデザインしたもの、御神体としての山など聖なる場への視線・視軸を作るもの、逆に山城などからの町への見通しを作るもの、地形条件との自然な応答によって出来た必然的なもの、などが考えられる。
- 注 2) 縮尺は 1 / 2500 であり、水平方向誤差は 2.5m 以内である。国土地理院、基盤地図情報ダウンロードサービス、(オンラインデータベース)、入手先 <http://fgd.gsi.go.jp/download/>, (参照 2015-09-23)。トップページから認証後、ファイル選択画面で「基盤地図情報基本項目」を選択。対象地域と使用データを選択して基盤地図データをダウンロード
- 注 3) 対象山の山頂の座標は、主に国土地理院が公開している以下のデータを用いた。国土地理院、基盤地図情報ダウンロードサービス、(オンラインデータベース)、入手先 <http://fgd.gsi.go.jp/download/>, (参照 2015-09-23)。トップページから認証後、ファイル選択画面で「基盤地図情報基本項目」を選択する。対象地域を選択後、項目から「測量の基準点」を選択してデータをダウンロード。
- 注 4) 真北を 0.000° とし、視点場を中心とする両ラインの方位角を GIS 上で求め、山頂ラインからみた道路中心ラインまでの水平角度を算出している。ライン間角度 α = 道路中心ライン方位角 - 山頂ライン方位角、で表され、道路中心ライン方位角 > 山頂ライン方位角の場合に α は正の値となる。
- 注 5) 視点場および山頂の標高データは、以下を用いた。国土地理院、基盤地図情報ダウンロードサービス、(オンラインデータベース)、入手先 <http://fgd.gsi.go.jp/download/>, (参照 2015-09-23)。トップページから認証後、ファイル選択画面で「基盤地図情報数値標高モデル」を選択し、「種類」から「10m メッシュ」を、「エリア」から対象地域を選択する。
- 注 6) 「字切図」とも呼ばれ、明治期の地租改正により作成された。一筆毎の境界および地目等とともに、道路幅と道路延長が記入されている。
- 注 7) 古地図等の位置情報を持たないデータの歪みやズレなどを補正し、正しい位置情報を持ったデータにすることができる。
- 注 8) R-GPS の価格は数百万円程度であり、D-GPS は数十万円程度で購入できる。
- 注 9) 本研究のように河川を対象とした場合に限らず、交通量の多い対象道路の中心点を計測する際などには、両端部の座標を計測して GIS 上でその中点を算出する方法は有効である。
- 注 10) 昭和 57 年に鶴岡市上下水道部下水道課が、航空測量で作成した。平面位置は 1/500 の精度を確保し、水平方向の誤差は 0.15m 以内である。
- 注 11) 注 3) と同じ。
- 注 12) 国土地理院、日本の主な山岳標高 (オンラインデータベース)、入手先 <http://www.gsi.go.jp/KOKUJOHO/MOUNTAIN/mountain.html>, (参照 2015-09-23)。
- 注 13) 日本山岳地図集成、学習研究社、1975 年、などがある。
- 注 14) 国土地理院、基盤地図情報ダウンロードサービス、(オンラインデータベース)、入手先 <http://fgd.gsi.go.jp/download/>, (参照 2015-09-23)。トップページから認証後、ファイル選択画面で「基盤地図情報数値標高モデル」を

- 選択し、「種類」から「10m メッシュ」を、「エリア」から対象地域を選択する。
- 注 15) CG により実際の地形を映像として再現した地形透視図 (カシミール 3D <http://www.kashmir3d.com/> (参照 2015-09-23)) を用いて山頂の可視範囲を求め、視点場がその範囲に在ることを確認する。
- 注 16) 山頂からの距離、特定の基準標高より高い範囲を指定する方法等がある。

参考文献

- 1) 佐藤滋：城下町都市の近代都市づくり、鹿島出版会、1995
- 2) 佐藤滋他：城下町の都市デザインを読む 近世城下町のまちづくり手法の発見、建築資料研究社「造景」No. 12、pp135-158、1997
- 3) 佐藤滋編著：図説 城下町都市 (改訂版)、鹿島出版会、2014
- 4) 楊村固、土田充義：島津藩における麓集落に関する研究：街路設計手法について、鹿児島大学工学部研究報告 (33)、pp209-238、1991
- 5) 高見敏志：近世城下町の設計技法 視軸と神秘的な三角形の秘密、技報堂出版、2008
- 6) 趙城埵・佐藤滋：景廊による都市の景観構造の記述に関する研究 - 山あて景観を特徴とした近世城下町を基盤とした都市を対象として -、日本建築学会計画系論文集、第 632 号、pp2165-2172、2008. 10
- 7) 樋口明彦・林慎太郎・高尾忠志・岡本良平：唐津市旧城下町地区における山アテ景観阻害要因に関する研究、日本都市計画学会都市計画論文集、第 42-3 号、pp43-48、2007. 10
- 8) 高森賢司・大澤義明・腰塚武志：山アテ道路景観の地域比較分析 - 筑波山を対象とし Crofton の定理を用いて、日本都市計画学会都市計画論文集、第 46-3 号、pp379-384、2011. 10
- 9) 佐藤滋、久保勝裕、菅野圭祐、椎野亜紀夫：GIS を用いた城下町都市における道路中心ラインと山頂の位置関係に関する検証-山形県鶴岡市を対象として-、日本都市計画学会都市計画論文集、第 49-1 号、pp71-76、2014. 4
- 10) 佐藤滋、菅野圭祐、椎野亜紀夫、久保勝裕：城下町都市と北海道殖民都市における『山当て』を中心とした都市構成の解析に関する研究 その 1 ~ GIS・GPS を用いた山当ての検証手法、日本建築学会大会学術講演梗概集 (都市計画)、pp919-920、2014. 9
- 11) 菅野圭祐、佐藤滋：城下町都市と北海道殖民都市における『山当て』を中心とした都市構成の解析に関する研究 その 2 ~ 近世城下町村上における山当ての実態、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp921-922、2014. 9
- 12) 沖津龍太郎、菅野圭祐、佐藤滋：同 その 3 ~ 近世城下町盛岡における在来要素と都市構成の関係、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp923-924、2014. 9
- 13) 星直哉、菅野圭祐、佐藤滋：同 その 4 ~ 近世城下町熊本における山当ての実態、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp925-926、2014. 9
- 14) 箱崎早苗、菅野圭祐、佐藤滋：同 その 5 ~ 近世外城麓集落における周辺景観と街路形態の関係、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp927-928、2014. 9
- 15) Keisuke SUGANO, Shigeru SATOH, "Landscape design methods for surrounding mountaintops Yama-ate in Murakami Castle Town - A test of GIS analysis", 21st International Seminar on Urban Form-ISUF2014, (Porto, Portugal), 2014
- 16) 菅野圭祐、佐藤滋：近世城下町における山当てとヴィスタの実態に関する研究 新潟県村上市を対象として、日本建築学会計画系論文集、第 81 巻、第 719 号、2016. 1
- 17) 安達友広、菅野圭祐、久保勝裕、佐藤滋：城下町都市と北海道殖民都市における『山当て』を中心とした都市構成の解析に関する研究 その 6 ~ 北海道の殖民都市における山当ての実態、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp929-930、2014. 9
- 18) 久保勝裕、安達友広、菅野圭祐、佐藤滋：北海道殖民都市における『山当て』の実態に関する研究-後志地方の 6 町村を対象として-、日本都市計画学会都市計画論文集、第 50-3 号、pp759-764、2014. 11
- 19) 久保勝裕、安達友広：北海道の殖民地区画における基線の計画方法に関する研究 日本都市計画学会都市計画論文集、第 50-3 号、pp539-545、2015. 11
- 20) 久保勝裕、安達友広：北海道における明治初期に建設されたグリッド市街地の設計手法に関する研究、日本都市計画学会都市計画論文集、第 50-3 号、pp546-552、2015. 11

[2015 年 10 月 2 日原稿受理 2015 年 12 月 15 日採用決定]