

3.3 CLAS/SLAM の実証と検証

「3.2 都市河川における測位環境の整理」で述べた実験において、衛星測位データを得ると同時に、レーザースキャニングによる点群を取得した。点群を 10Hz で取得し、測位データの時間分解能に合わせて、5Hz の点群へサンプリングした。これらのほか参照用として、前方記録用広角カメラ(30Hz)および全方向カメラによる全周画像(30Hz)も取得した。データ取得時の船舶の動揺におけるロール角・ピッチ角の範囲は最大で ± 3 度程度、0.2 秒間隔で 0.0 $\sim$ 0.3 度程度であることを、レーザースキャニング結果(点群およびレーザ反射強度値の画像化結果(図 3-7))から確認し、精密動揺補正なしでも屋内外シームレス測位の性能検証が十分にできると確認した。



図 3-7. 斜めスキャニングデータのレーザ反射強度値の画像化結果

4. 実施内容(結果)

4.1 測位結果

FIX 解および FLOAT 解の区間で整理した GNSS 測位結果(測定間隔 0.48m(中央値))を図 4-1 に示す. 日本橋川の区間では, 測位において FIX 解を得られなかった. 一方で, 神田川および隅田川の区間では, 橋梁下以外は, ほぼ FIX 解を得られた. 衛星数, DOP 値, 天空率, および測位状態で整理した GNSS 測位結果を図 4-2 に示す. 天空率は図 4-3 に示すような, 全方向画像を用いた天空率計算結果を用いた. 神田川における AsteRx4 の GNSS 測位結果と CLAS/SLAM 精査対象 6 区間を図 4-4 に示す.

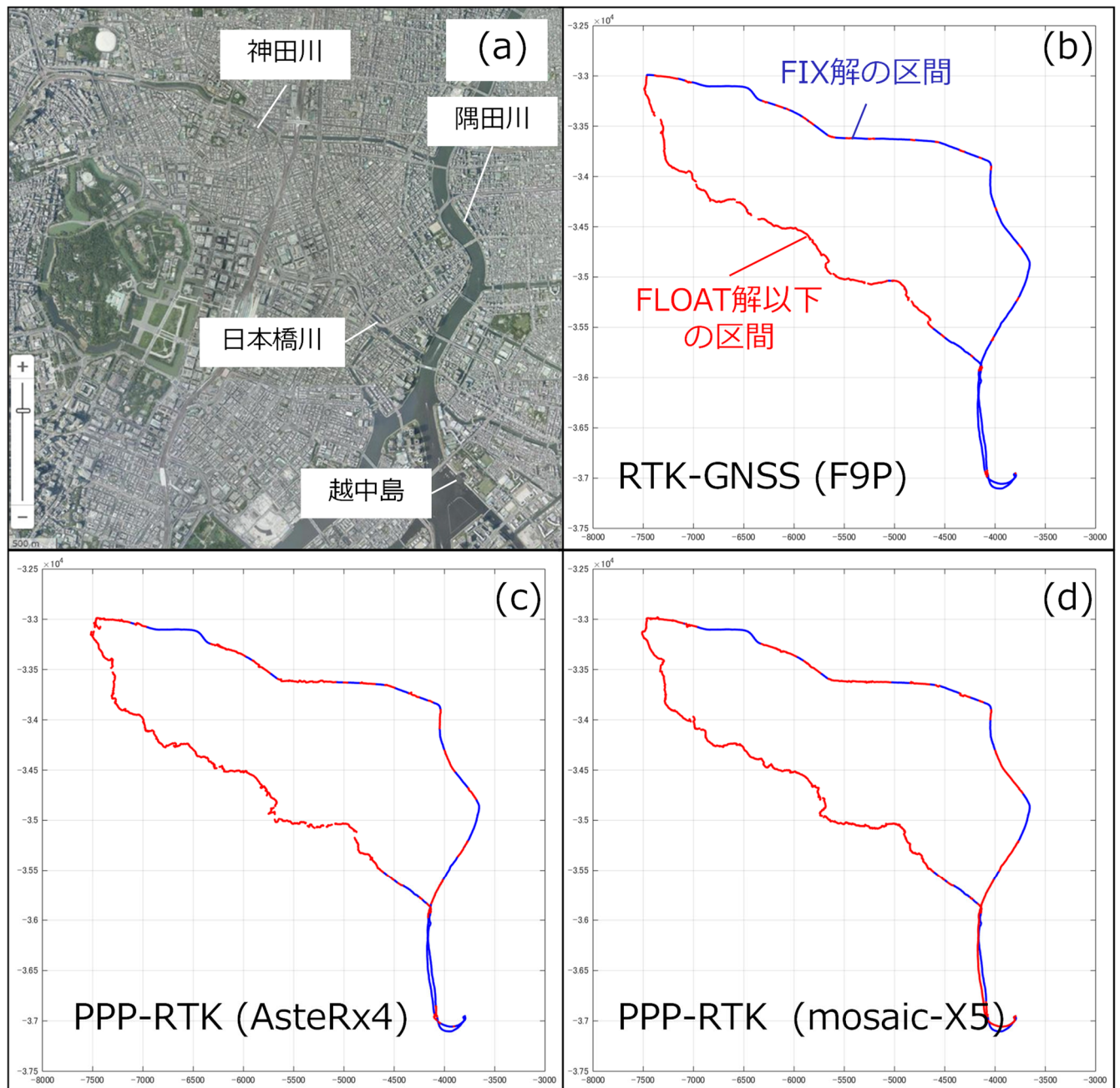


図 4-1. GNSS 測位結果

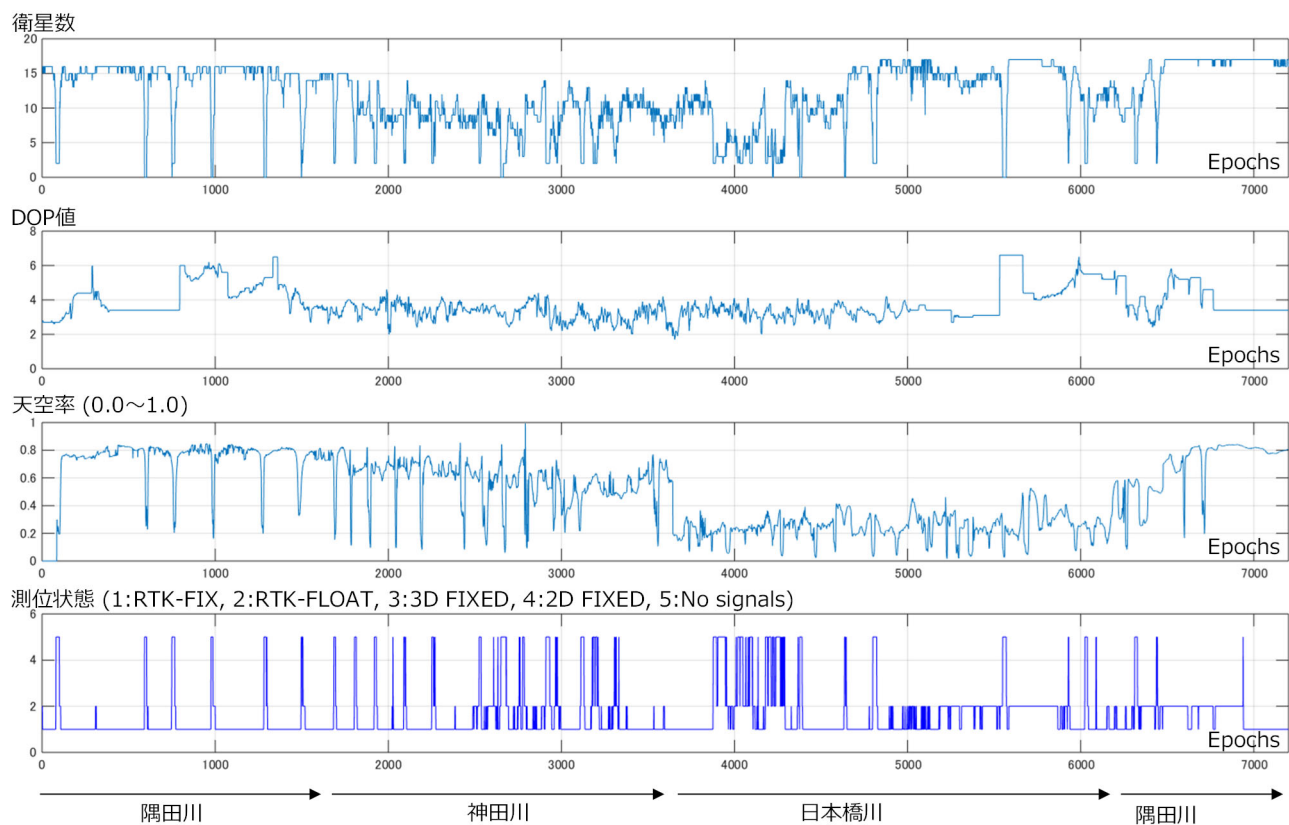


図 4-2. GNSS 測位結果(衛星数, DOP 値, 天空率, 測位状態)

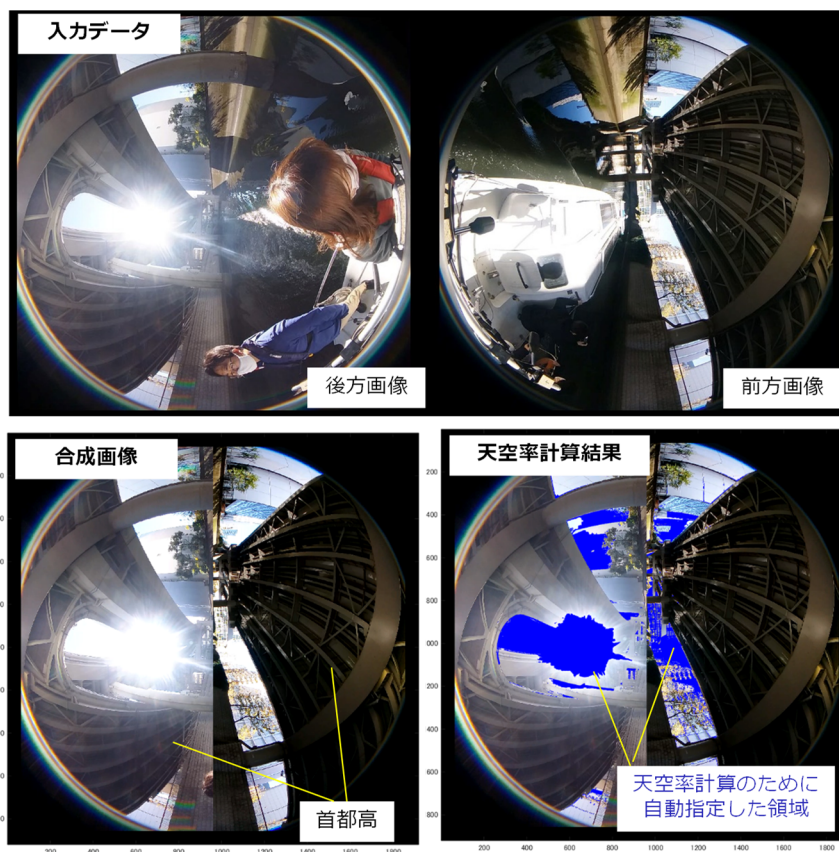


図 4-3. 天空率計算例

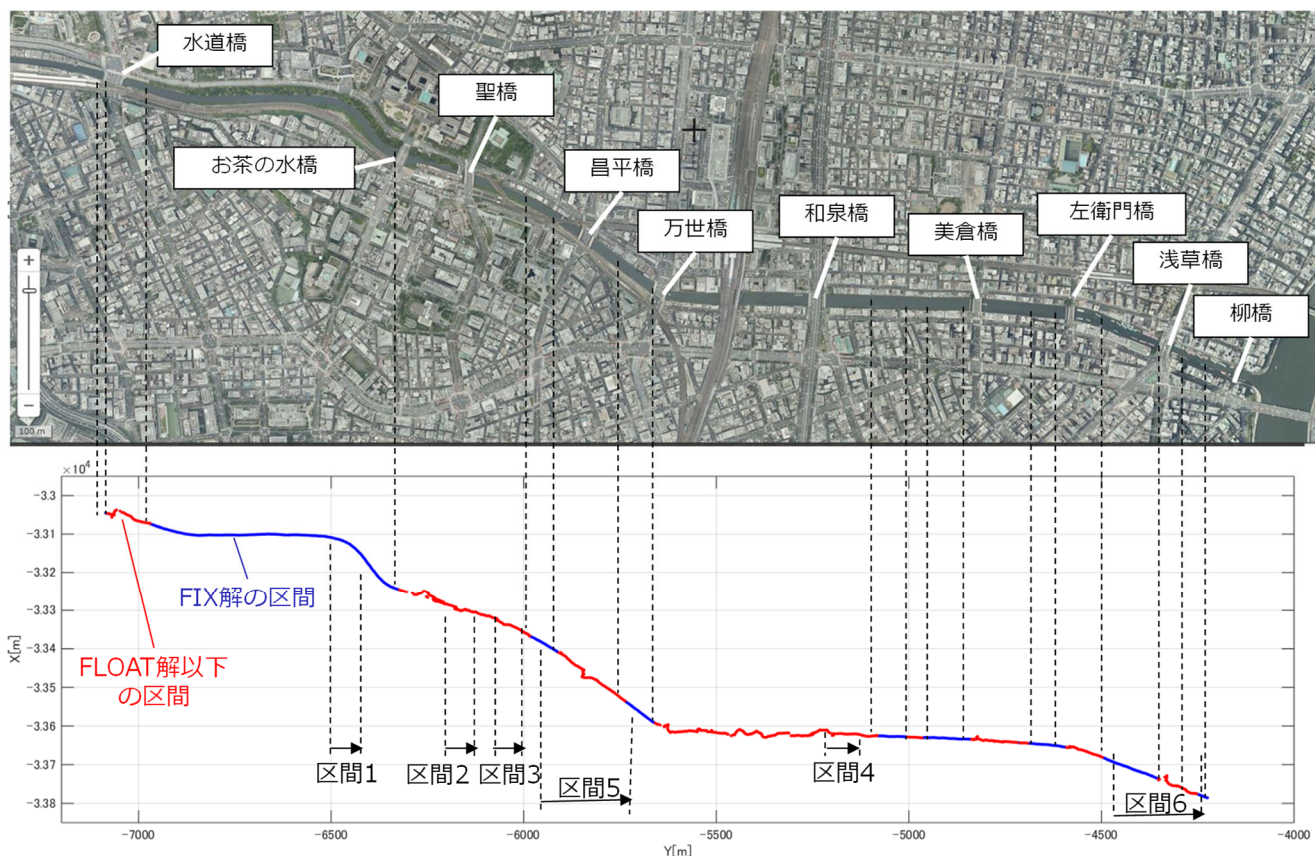


図 4-4. GNSS 測位結果 (AsterX4) と CLAS/SLAM 精査対象 6 区間 (神田川)

レーザースキャニング中の測位結果 (エポック数 31500, 6300 [s]: 9:37:30-11:22:30 (JST)) の FIX 率を表 4-1 に示す. 屋外測位における測位結果の精度検証結果を表 4-2 に示す. ここでは, RTK-GNSS 測位結果を基準データとして, RTK-GNSS と PPP-RTK 双方で FIX 解を得た位置の二乗平均平方根誤差を示した.

表 4-1. PPP-RTK 測位の FIX 率

		RTK-GNSS (F9P) の測位結果		PPP-RTK の測位結果の総計 (FIX 解もしくは FLOAT 解以下)	PPP-RTK 測位結果の総計
		エポック数 (FIX 解)	エポック数 (FLOAT 解以下)		
PPP-RTK (AsterX4) の測位結果	エポック数 (FIX 解)	15026 (47.7%)	13 (0.0%)	15039 (47.7%)	31500
	エポック数 (FLOAT 解以下)	4608 (14.6%)	11854 (37.6%)	16462 (52.2%)	(100.0%)
PPP-RTK (mosaic-X5) の測位結果	エポック数 (FIX 解)	11598 (36.8%)	33 (0.1%)	11631 (36.9%)	31500
	エポック数 (FLOAT 解以下)	8036 (25.5%)	11834 (37.6%)	19870 (63.1%)	(100.0%)

表 4-2. RTK-GNSS 測位結果を基準データとした PPP-RTK 測位の精度検証結果

	PPP-RTK (AsterX4)	PPP-RTK (mosaic-X5)
RMSE (XY)	0.035 [m]	0.025 [m]
RMSE (Z)	0.050 [m]	0.108 [m]

4.2 点群取得結果

CLAS/SLAM(処理環境(MATLAB, CPU: Intel Core i7-10710U 1.10GHz, RAM: 16Gbytes))で可視化した点群を図4-5に示す. 都市域のGNSS/非GNSS測位環境下での3D計測により, 地物が鮮明に再現できていることが確認できる. また, 護岸などの面において, 4000点/m²程度(取得点密度1.5cm程度)で点群を取得できていることを確認できた.

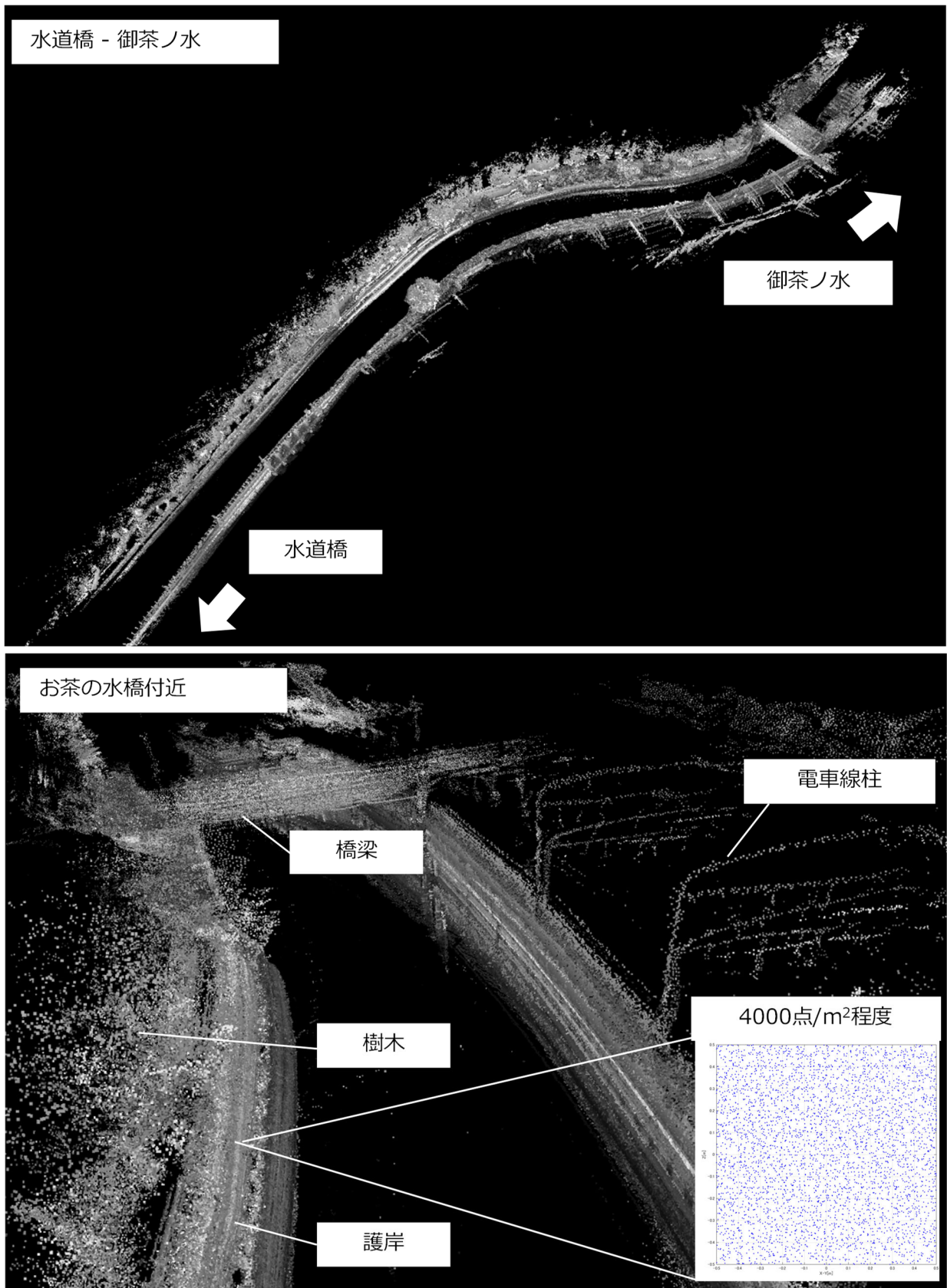


図 4-5. 可視化した点群