

2019年6月

2018年度 WNI気象文化創造センター「気象文化大賞」

パナマ運河の水文リアルタイムモニタリングシステムの構築に向けた
ガトゥン湖流域における3次元雨量計とインマルサット衛星通信を用いた
雨量観測基盤技術の開発

研究・活動成果報告書

主たる共同研究・活動者

松田 益義(株)MTS雪氷研究所(代表)

臼井 五郎 (有)SKY-FIX COM JAPAN

清水 孝彰 (株)MTS雪氷研究所

浅原 里美 (有)SKY-FIX COM JAPAN

Juan Cardona Hi-Tek Marine S.A.(Panama市)



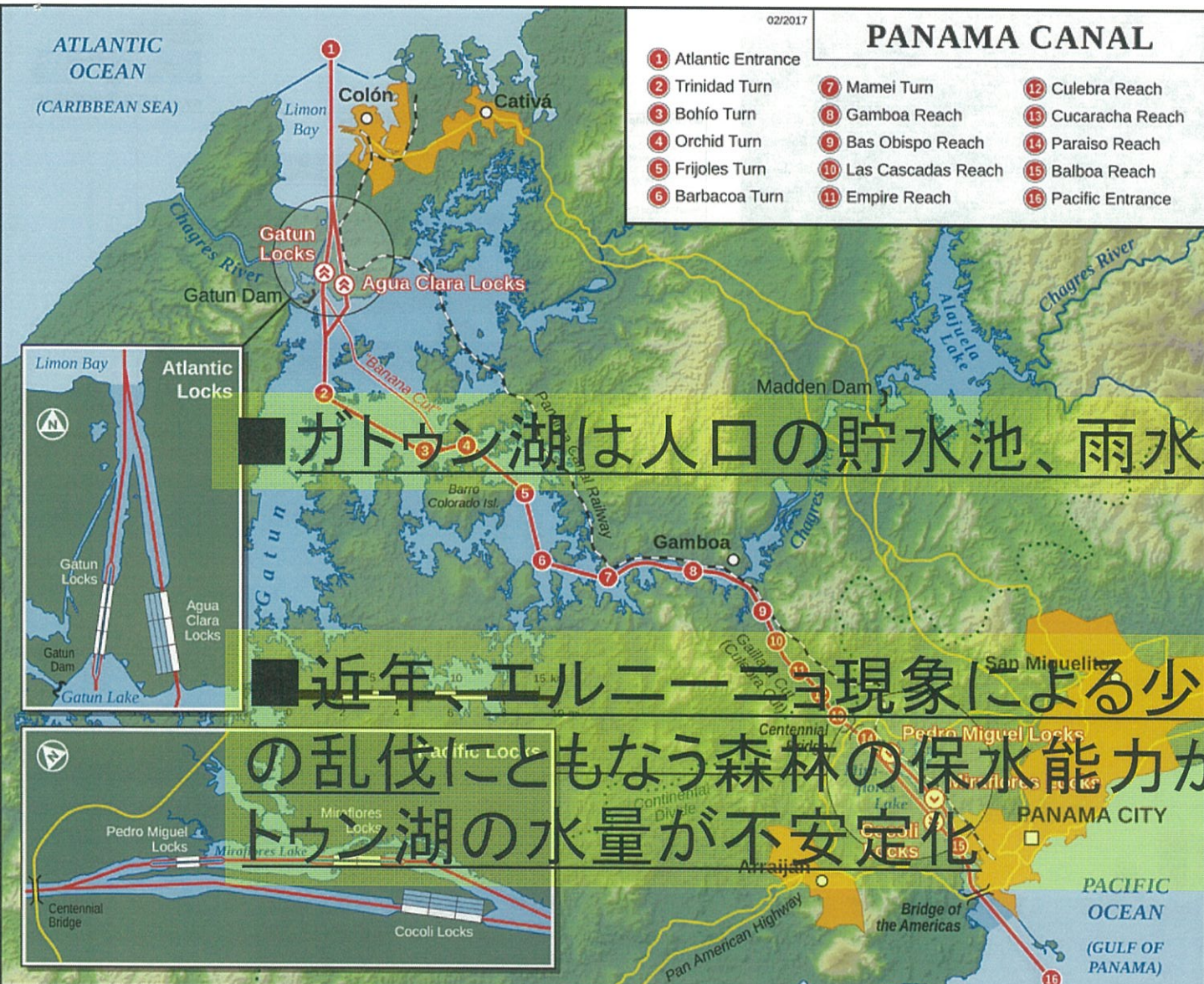
2017 会計年度（※）においては年間 13,548 隻（単純換算すると、1 日約 37 隻）の船舶がパナマ運河を通航し、2.41 億トンの貨物が輸送されている。

※パナマ運河庁の会計年度は、前年 10 月 1 日～当該年 9 月 30 日（例えば、2017 会計年度は、2016 年 10 月 1 日～2017 年 9 月 30 日）

運河を経由する貨物の発着地別の利用国順位（重量ベース）は、米国、中国、チリ、日本、メキシコ、コロンビアの順であり、運河を経由する航路（海上輸送ルート）としては、アジア－米国東岸航路が第 1 位であり、全体の 25.8%のシェアを占めている。

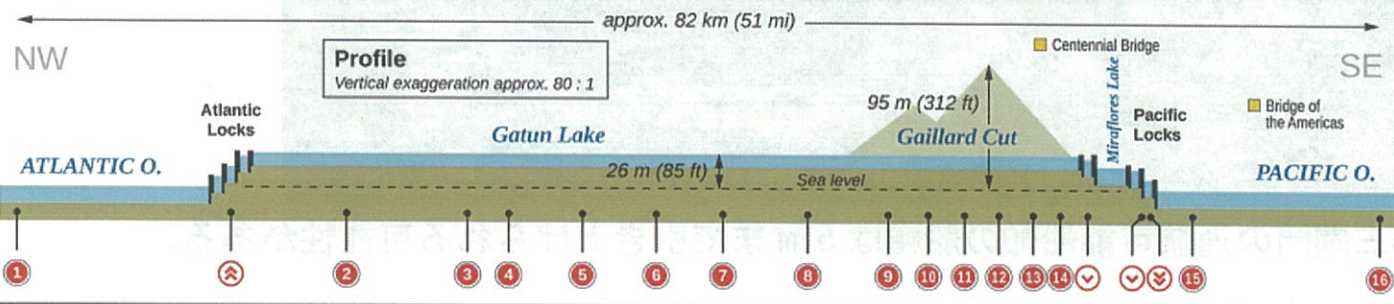
PANAMA CANAL

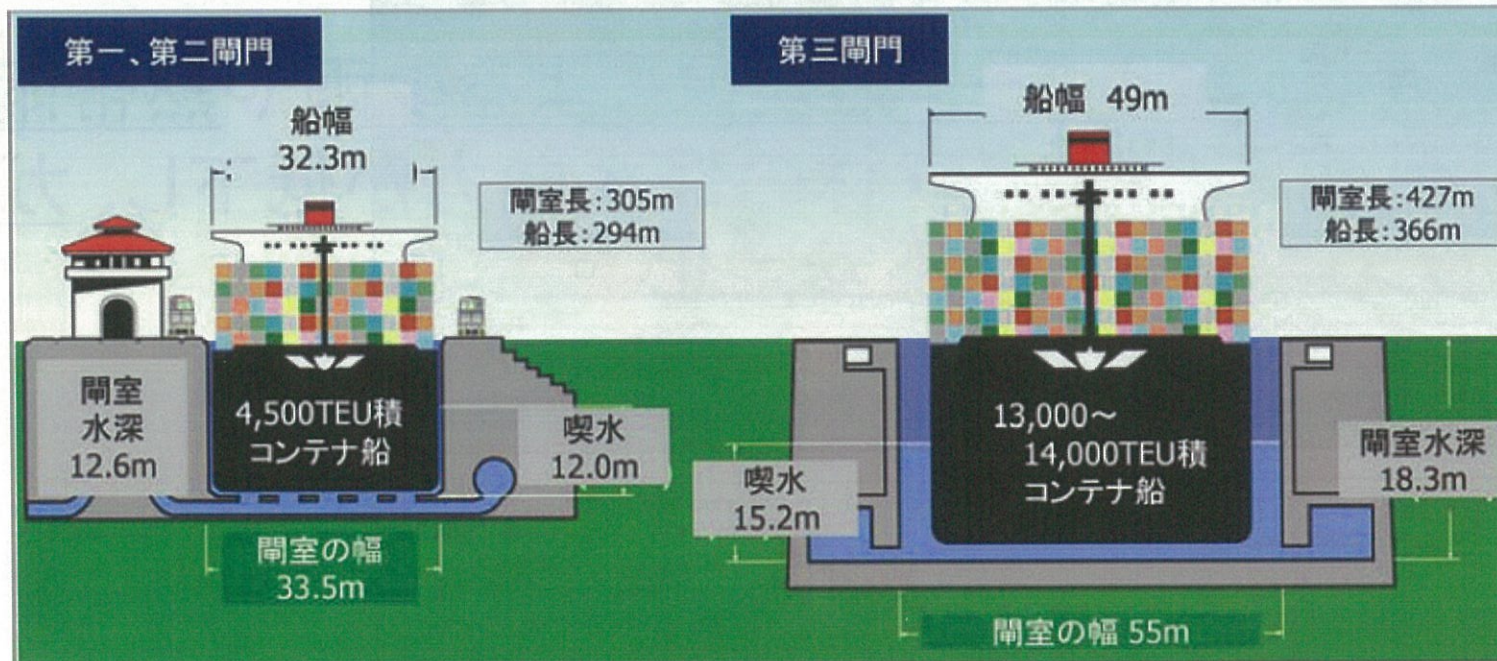
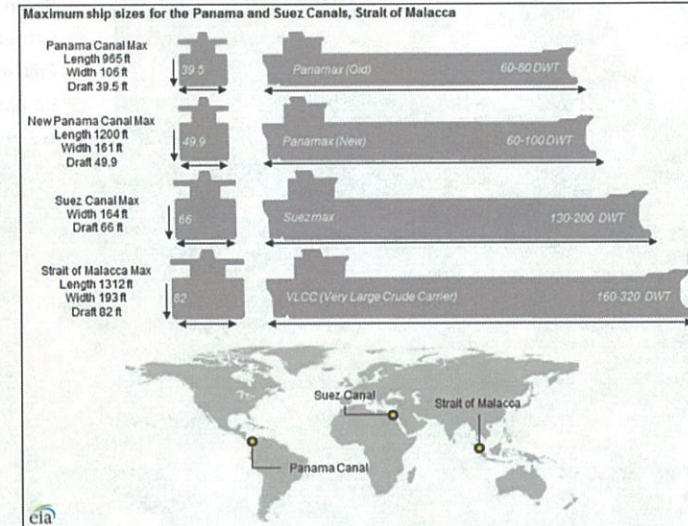
- ① Atlantic Entrance
- ② Trinidad Turn
- ③ Bohío Turn
- ④ Orchid Turn
- ⑤ Frijoles Turn
- ⑥ Barbacoa Turn
- ⑦ Mamei Turn
- ⑧ Gamboa Reach
- ⑨ Bas Obispo Reach
- ⑩ Las Cascadas Reach
- ⑪ Empire Reach
- ⑫ Culebra Reach
- ⑬ Cucaracha Reach
- ⑭ Paraiso Reach
- ⑮ Balboa Reach
- ⑯ Pacific Entrance



■ **ガトゥン湖は人口の貯水池、雨水のみで溜まる**

■ **近年、エルニーニョ現象による少雨や熱帯雨林の乱伐にともなう森林の保水能力が低下し、ガトゥン湖の水量が不安定化**





※今後、第三閘門の通航可能船舶の船幅は51mまで引き上げられる可能性がある。

■ 年間降雨量は約2,000mm/年 (Panama City) 程度と推定

■ ガトゥン湖流域内への年間総降雨量は約 $4.6\text{km}^3 (=2,313\text{km}^2 \times 2,000\text{mm/年})$ 程と概算。一方、船1隻がパナマ運河を通過する際に2億リットル(20万 m^3)の水量を消費。

■ すべての雨水を無駄なく完全に有効に運河の通航に使用しえたと仮定すると、年間の通過可能な船舶数は23,000隻(=4.6 km^3 /20万 m^3)である。⇒ 現在13,548隻/年が通過し、年間の流域雨水総量の60%を消費

■ 増大する輸送需要に対応するために2016年に拡張工事が完了したにもかかわらず、運河を船舶が通過するための閘門の開閉による水位の制御や飲料水の供給が困難になりつつある。



■ パナマ運河の機能を将来にわたって安定的に維持していくためには、最適な運航管理や閘門開閉スケジュールリングを可能とするスマートな運用制御システムの構築が必要。

■ガトゥン湖の湖表面積は431km²(琵琶湖670 km²の2/3 程の広さ)。

■流域面積は2,313km²(東京都の面積2,187km²とほぼ同じ)と小さく、流域面積中に占める湖表面積の割合は20%。

■湖岸線の全長は1,750km、降雨後の湖面への雨水流入が短時間、湖面水位変動の感応が鋭敏。

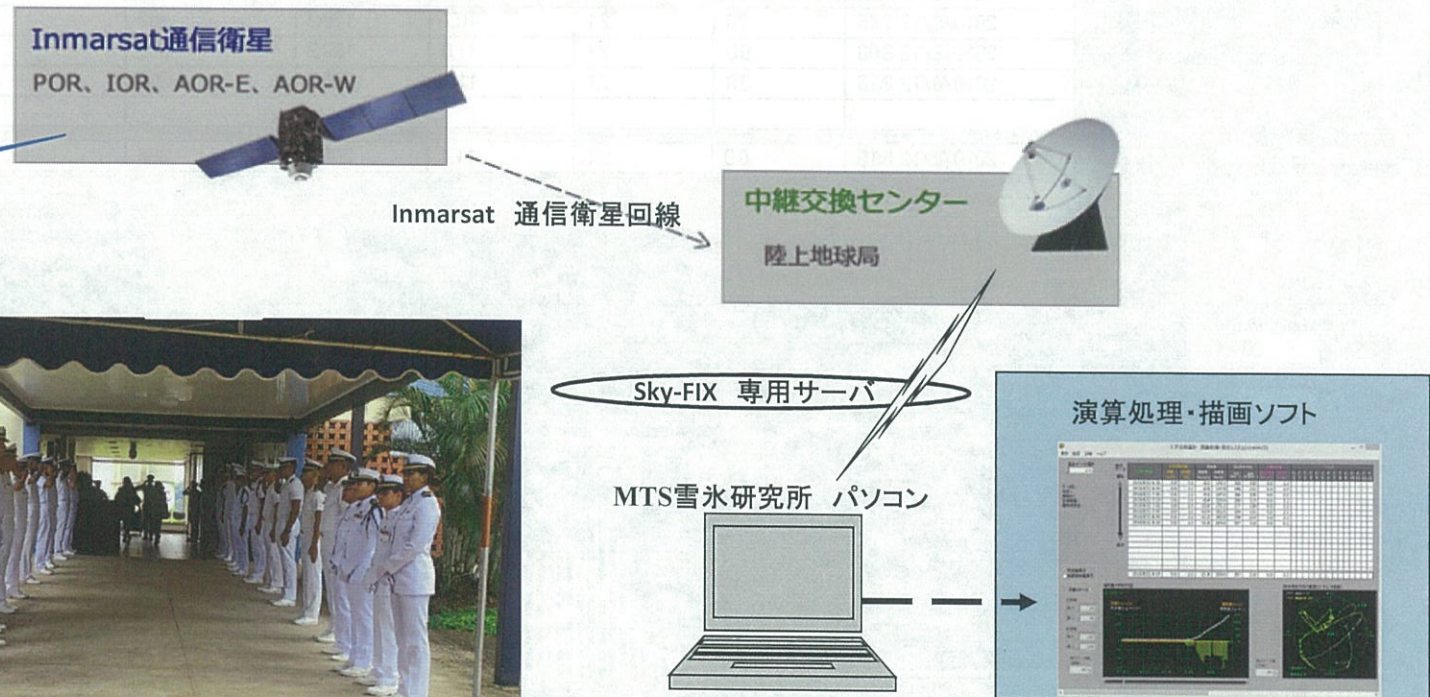
■敏感な水位変動の正確な予測には、精密で高密度の雨量観測と迅速なデータ処理が不可欠。



3次元雨量計は既往雨量計の100倍以上の精度(0.003mm)を有し、インマルサット衛星通信を通じたリアルタイムの雨量観測データ処理が可能であり、パナマ運河では特に有効。



Panama国際海事大学構内に3次元雨量計を試験設置し、観測・通信システム基盤技術である雨量観測およびリアルタイムデータ伝送の実装試験と性能検証を行った。



3次元雨量計データの解析・表示システム

3次元雨量計 演算処理・表示システム(v140120)

測定開始時刻: 2010/7/23 20:00

測定インターバル: 15 min

データ数: 1102

現在時刻: 2014/01/22 10:49:13

オンライン 受信演算中 ● ホスト: ユーザ: ポート: パスワード: リモートパス:

積算開始: 降雨量 mm以上となった時

積算終了: 降雨量 mm以下が 時間経過した時

集計データ個数

受信データ

開始

↑

↓

直近

日付・時刻	水平投影雨量		雨束量		雨水飛来方向		斜面衝突量	
	雨量 (mm/h)	積算量 (mm)	雨束量 (kg/m2/h)	積算量 (kg/m2)	方位 (N = 0°)	傾斜 (天頂 = 0°)	斜面衝突量 (kg/m2/h)	積算量 (kg/m2)
2010/8/12 6:00	0.0	2.1	7.0	110.5	9	157	2.6	20.7
2010/8/12 6:15	0.0	2.1	8.3	118.8	359	141	3.6	24.3
2010/8/12 6:30	0.0	2.1	8.3	127.1	308	153	0.0	24.3
2010/8/12 6:45	0.0	2.1	8.6	135.7	297	151	0.0	24.3
2010/8/12 7:00	0.0	2.1	8.8	144.5	305	149	0.0	24.3
2010/8/12 7:15	0.0	2.1	9.2	153.7	299	115	3.4	27.7
2010/8/12 7:30	0.0	2.1	10.0	163.7	271	158	0.0	27.7
2010/8/12 7:45	0.0	2.1	10.1	173.8	303	100	5.9	33.6
2010/8/12 8:00	0.0	2.1	11.0	189.2	308	114	4.7	38.3
2010/8/12 8:15	0.0	2.1	11.4	200.7	306	117	4.3	42.5
2010/8/12 8:15	0.0	2.1	11.4	200.7	306	117	4.3	42.5

斜面方位角

斜面傾斜角

時系列雨量観測データ

雨束量表示

斜面衝突量表示

自動スケール

左縦軸

最大:

最小:

右縦軸

最大:

最小:

表示データ数 (横軸)

降雨量の時系列図

2010/8/11

棒グラフ表示

雨水飛来方向の軌跡(ステレオ投影)

ステレオグラフ投影

表示データ数 (方向)

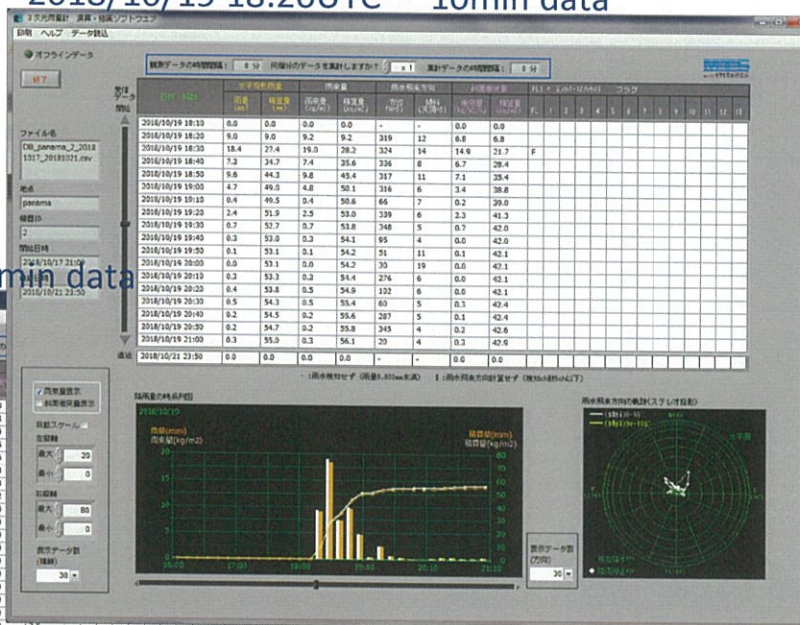
現在降水中

降雨停止中

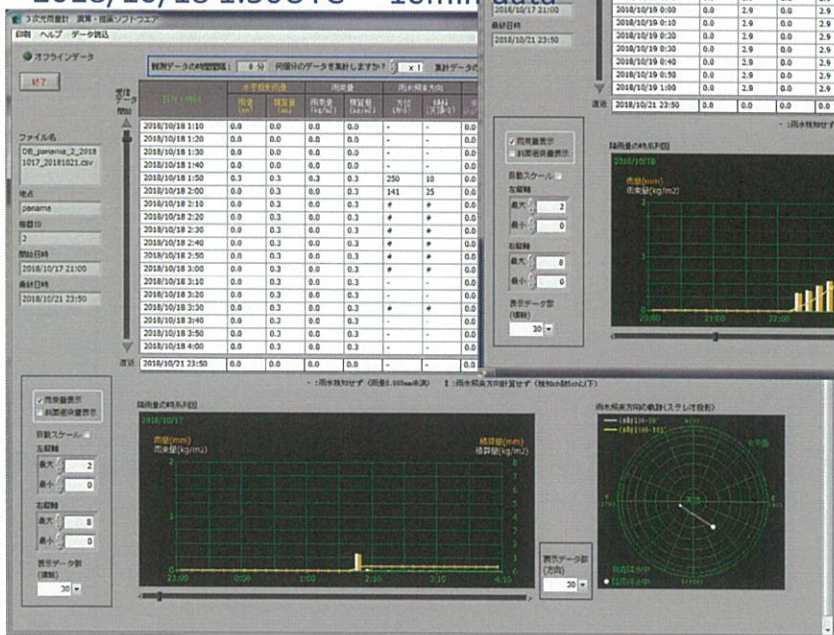
Panama の3次元雨量計観測データ

2018/10/19 18:20UTC ~ 10min data

2018/10/18 22:20UTC ~ 10min data



2018/10/18 1:50UTC ~ 10min data



2018/10/17 ~ 20 1hour data at UMIP

