

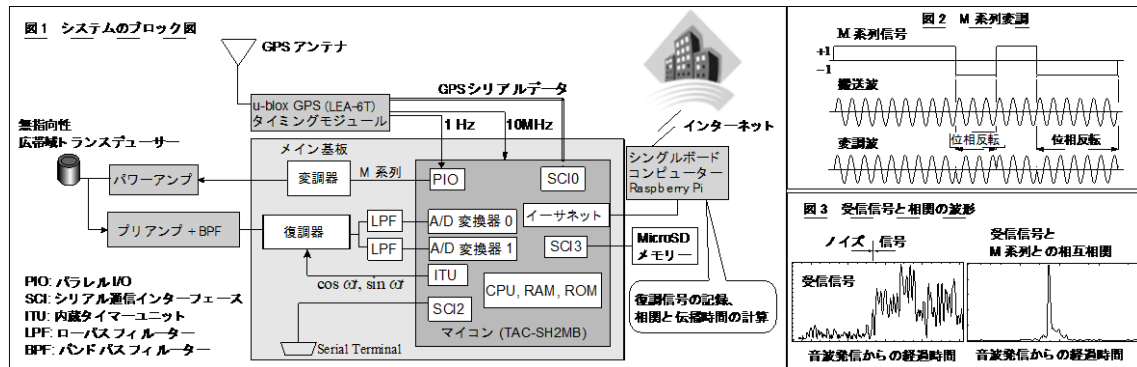
研究成果報告書

研 究 題 目		ダム貯水池への河川流入量の高精度・高時間分解能自動観測システムの開発	実 施 年 度
			2020年度
代 表 研 究 者	所 属	広島大学先進理工系科学研究科	
	氏 名	Al Sawaf Mohamad Basel	印
1. 研究の目的・背景 河川の水位から間接的に求められる河川流量の観測精度は不十分な場合が多いため、現在のところ、多くのダム貯水池への流入量は、貯水位の時間変化から推定した貯水量の時間変化率と総放流量から連続式に基づいて推定されている。しかし、この方法では貯水池の波浪・セイシュや計算システムに起因する時間遅れなどによって正確な流入量の推定は困難と考えられ、河川の断面平均流速を計測することによって直接的に流入量を正確に把握する必要がある。 本研究は、申請者らが開発したオンリーワンの技術である河川音響トモグラフィー法（特許取得済み）を用いて、ダム貯水池への河川流入量を高精度・高時間分解能で測定できる河川流量自動連続観測システム（FATS）を開発するものである。河川音響トモグラフィー法は、基本計測原理として超音波伝播時間差法を用いているが、無指向性のトランスデューサーから全方向に発信され、河床と水面で反射しながら流水断面全体を伝播する超音波を利用する革新的な方法である。 ダム貯水池への流入量を適切に把握することは洪水時及び平時におけるダム操作を適正に行うための基本的条件の一つであるが、特に近年は局地的豪雨に伴う急激な洪水流出も増えており、正確なダム流入量の把握は益々重要な課題となっている。リアルタイムに正確な河川流量を自動モニタリングできるシステムを開発する本研究は、ダム貯水池への流入量の正確な測定により、水力発電ダムの適切な管理に役立つことはもちろん、人類規模の有用な社会的貢献を果たすものである。			

2. 研究成果及び考察（申請時の計画に対する達成度合を織込む）

1. 河川流量観測システムの構築（達成度 95%）

河川流量の高精度・高時間分解能自動観測システム（FATS）の構築を目指し、GNSS の高精度クロックと M 系列位相変調を利用して正確な音波の伝播時間計測を実現した（最小測定間隔 5 秒）。小型シングルボードコンピュータ Raspberry Pi を観測システムに組み込み、無線 LAN と FTP サーバー機能を観測システムに付加し、インターネット経由で河川流量のリアルタイム遠隔監視を可能にした。



2. 開発システムの現地試験（達成度 70%）

土師大橋の直下流において、開発した高精度・高時間分解能自動観測システムの現地試験を実施した。観測システムは 12V バッテリーと太陽電池で連続運転したが、日射が不十分だったため 10 日程度でバッテリーが上がり長期の連続観測は出来なかった。観測流量の精度検証は、超音波ドップラー流速分布計（ADCP）をボートで河川を横断して観測される流量と比較することによって行った。図 4 に流量の経時変化の一部を示す。FATS による計測流量は、横断 ADCP の流量と概ね一致している。さらに、ダムコンと比べて FATS の方が高い分解能で流量を計測できていることが確認できる。



図4 流量の経時変化

3. 河川を横断する音波のマルチパスに対する伝播時間解析（達成度 90%）

図 5 に示すように、一部の音線は底層に存在した低水温層により捉えられ、水深全体を通過できていないことがわかる。本研究では、マルチパスによって発生する複数の音波伝播時間に近傍グラフ理論を適用し、低水温層により捉えられた音波を除外することにより流量計測の高精度化を達成した。

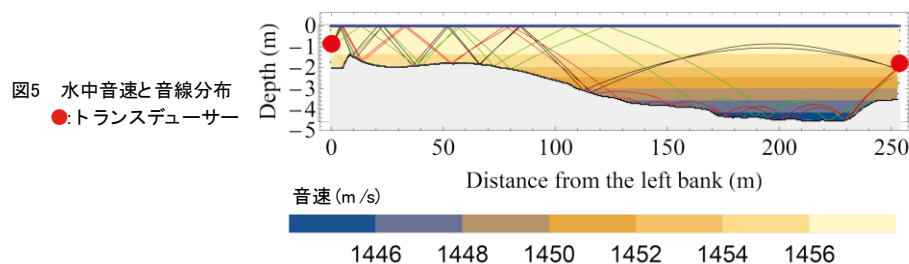


図5 水中音速と音線分布
●: トランスデューサー

3. 経費の使用状況（申請時の計画に対する実績を記述）

括弧内の数値が実績；（単位：万円）

消耗品費：84 (161)

借料損料：30 (0)

印刷費：10 (0)

旅費：18 (7)

謝礼金：14 (0)

その他：44 (2)

4. 将来展望（今後の発展性、実用化の見込み等について記述）

観測期間が江の川の低水期であったため、流速・流量が非常に小さく厳しい計測条件であったにもかかわらず、横断 ADCP 観測と同程度の流量観測結果が得られた。したがって、開発した河川流量自動連続観測システム（FATS）は適切な精度を持っていると考えられるが、今後、流入流量の大きな条件での観測も行って FATS の有用性を確認する必要がある。

安定した電源供給とともに、出水期でもトランスデューサーの流失やケーブル切断の恐れがない堅牢な設置を行えば、本研究で開発した FATS は、従来の流量観測が有する問題を克服した、高精度・高時間分解能を有する流量の自動観測システムとなることが期待される。

観測システムはほとんど完成したので、今後、現地での十分な実証試験を行うとともに、適切な設置と運用方法について河川・ダム管理者と合意できれば、本研究で開発した流量自動観測システムは、低コストで信頼性の高い、ダム貯水池への流入流量観測システムとして実用化が見込まれる。

5. 成果の発表（学会での発表、学術誌への投稿等を記載。予定を含む）

(1) Al Sawaf M.B., Kawanisi K., Xiao C., Gusti G.N.N., Khadami F., Monitoring inflow dynamics in a multipurpose dam based on travel-time principle, Water Resources Management. (2021, 04, 15)投稿中

(2) Al Sawaf M.B., Kawanisi K., Application of the fluvial acoustic tomography to monitor dam lake hydrodynamics, UAC2021 conference. (2021/03/25)Abstract accepted.