案件名	パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響
派遣専門家	中山恵介
所属機関	北見工業大学　工学部社会環境工学科･教授
相手国研究機関	パナマ工科大学　水理･水工研究センター（Universidad Tecnologica de Paname (Centro de Investigaciones Hidraulicas e Hidrotecnicas)）

パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響評価に関する活動報告

（平成 22 年 10 月）

パナマ運河は世界の船輸送ネットワークにおける最重要航路の一つであり、運輸システムの国際化のため、その重要度はより増している（写真 1）。運河はダムによって人工的に建設されており、その水源は熱帯雨林気候という多雨の条件を利用して維持されている。しかし近年、降水量や降水パターンの変化など、気候変動の影響と思われる多数の事例が報告されており、地球規模の影響がパナマ運河流域へもおよぶことが予想されている。そこで本派遣では、パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響メカニズムを理解するため、パナマ工科大学（UTP）の研究スタッフのキャパシティ･デベロップメントを行うことを目的とする。

写真 1　パナマ運河

パナマにおけるカウンターパートは、パナマ運河協議会において運河の水資源管理に関する研究を一手に引き受けている UTP の Centro de Investigaciones Hidraúlica e Hidrotécnicas（CIHH）である。第 1 回目の訪問期間は 2010 年 10 月 1 日から 31 日までであり、日本で言えば 2 月や 3 月に相当する時期であったため、研究成果を報告するためのシンポジウムが毎週のように実施されていた。その中で UTP 創立 30 周年記念セミナーが開催され、メキシコ、キューバ、アメリカ合衆国から 3 人の研究者が招かれ、パナマ運河プロジェクトの紹介も合わせて 4 人で基調講演を行った（写真 2）。

写真 2　記念セミナーでのディスカッション

パナマ運河の管理は、返還前からアメリカ合衆国により運営されていた Panama Canal Authority（ACP）により行われており、運河内における全てのデータは ACP を通して得られる。そこで、ACP においてモニタリングデータを一括して管理している気象･水文セクションにて本プロジェクトの紹介を行った。ACP では、近未来や未来における予測に関して具体的に検討を実行しておらず、我々のプロジェクトの成果を利用させて欲しいとのことであった。さらに、GCM を利用した気候変動解析のため、国内の全ての気象データを管理している Empresa de Transmision Electrica、 S.A.を訪問し、気象データをいただくこととなった。

本派遣では、パナマ共和国が早急に対応しなくてはならない課題に対する検討を実施することを目的としており、世界的な運輸システムへの影響も大きいパナマ運河流域における研究推進を目指している。そのため、UTP および関係機関が協力的であり、予想以上に良好に研究およびキャパシティーデベロップメントを遂行することができている（写真 3）。

写真 3　研究スタッフおよび関係者らとの集合写真

案件名	パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響
派遣専門家	中山恵介・仲江川敏之
所属機関	北見工業大学　工学部社会環境工学科・教授 気象庁　気象研究所　気候研究部・主任研究員
相手国研究機関	パナマ工科大学　水理・水工研究センター（Universidad Tecnologica de Paname (Centro de Investigaciones Hidraulicas e Hidrotecnicas)）

パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響評価に関する活動報告

(平成 23 年 1 月 ～ 2 月)

最重要航路の一つであるパナマ運河は、ダムにより水路が確保されていることから、将来における気象条件の変化により、水路の確保が困難となるかもしれない。そこで本派遣では水資源に与える影響を評価し、さらにパナマ工科大学（UTP）の研究スタッフに対して水資源管理に関するキャパシティ・デベロップメントを行うことを目的として活動を行っている。今回の派遣は、前回の第 1 回派遣が 1 ヶ月間であったことに比較すると、2 週間という短いものであった。しかし、気象研究所から仲江川主任研究官と共に 2 名で活動を行い、効率の良い派遣活動を行うことができた。

カウンターパートである UTP の Centro de Investigaciones Hidraúlica e Hidrotécnicas（CIHH）において、活動内容の確認および今後の活動について打ち合わせを行うためにセミナーを開催し、仲江川氏および中山から講演を行った。具体的には、本派遣で実施するキャパシティ・デベロップメントは、GCM を利用した降雨現象に関する解析、および分布型流出モデル（DHM）を利用したパナマ運河流域における水資源管理に関することをあらためて確認し、解析に必要なデータの入手に関する打ち合わせを行った。

写真 1　ETESA での打ち合わせ

まず、活動に必要なデータの入手のために、気象関連のデータを取り扱ってる Empresa de Transmisión Eléctrica（ETESA）に出向き、本活動の目的の説明、日本側から提供できる技術に関する紹介を行い、パナマ共和国の 95 地点における 30 年間程度のデータを入手できることとなった。パナマ運河がアメリカ合衆国により管理されていた背景もあるからだろうが、中米において 30 年間程度のデータが 95 地点も利用可能であることには驚いた。ETESA から、Nebraska 大学との共同研究として、GCM の解析結果を境界条件として利用した中米における再解析を実施し、将来予測を行う予定であると紹介があった。我々の解析結果と比較し、検討することで信頼性に関しても検証することができるため、CIHH を通して互いに連絡を取り合うこととした。

写真 2　ACP での打ち合わせ

パナマ運河流域に関する流出解析のためには、ETESA では入手不可能な詳細な観測データが必要であるため、運河流域を管理している Panama Canal Authority（ACP）を訪問した。我々のこれまでの成果を紹介し、流域内における雨量データの入手をお願いした。その際、それらのデータを利用した解析を行い、次回以降の訪問においてワークショップおよびレクチャーを ACP と ETESA のスタッフを対象として実施することになった。UTP のスタッフのみならず、パナマ運河に関係する他機関の関係者に対してもキャパシティ・デベロップメントを行うことができることになり、良い訪問であったと感じている。

CIHH におけるキャパシティ・デベロップメントに関して、前回の訪問で基礎的資料の収集がほぼ終了したこともあり、解析手法の教授に専念することができた。個々人に対する指導では、ある観測点における GCM の解析結果の適用まで進めることができた。さらに、全スタッフに対しても講義を実施し、本派遣における解析手法および予想される結果に関する指導を行うことができた。今回の派遣でも、予想以上に良好に研究活動およびキャパシティ・デベロップメントを遂行することができており、今後の展開が楽しみである（写真 3）。

写真 3　CIHH における指導

案件名	パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響
派遣専門家	中山恵介･山敷庸亮
所属機関	北見工業大学　工学部社会環境工学科･教授、 京都大学　防災研究所　社会防災研究部門　防災技術政策･准教授
相手国研究機関	パナマ工科大学　水理･水工研究センター（Universidad Tecnologica de Paname (Centro de Investigaciones Hidraulicas e Hidrotecnicas)）

パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響評価に関する活動報告

（平成23年6月　～　7月）

2010 年 10 月の第 1 回および 2011 年 2 月の第 2 回の派遣に引き続き、パナマにおける第 3 回目の活動を実施した。あらためて派遣目的を紹介させていただくと、人造湖により構成されているパナマ運河が、地球規模の環境変動によりどのような影響を受けるかを解析するための手法の指導および共同研究の実施である。カウンターパートは、パナマ共和国における主要な工学系大学のパナマ工科大学（UTP）である。短期派遣専門家は、北見工業大学の中山、気象研究所の仲江川氏および京都大学の山敷准教授である。今回は、山敷准教授および中山がパナマを訪問した。

第 3 回目の訪問ということもあり活動内容はほぼ軌道に乗っており、訪問開始直後から UTP における GCM の解析手法の指導を順調に開始することが出来た。前回の訪問から今回の訪問までの間に、電子メールやスカイプを利用した指導を行ってきたこともあり、新しい解析手法の指導にも問題は生じなかった。その結果、派遣期間終了までに、予想以上の成果を上げることが出来た。さらに、山敷准教授は今回が初めての訪問であることから、研究活動の紹介を兼ねてセミナーにて講演を行っていただいた。ポルトガル語が堪能でスペイン語での会話が可能であることから、"portunol"で講演を行っていただき好評を得た（写真 1）。

写真 1　山敷准教授による特別講演

今回の派遣における活動内容が、パナマ運河を運営している Panama Canal Authority（ACP）にとっても大変重要であることから、今回も ACP を訪問し、これまでにいただいたデータを利用した解析結果を紹介した。今後の活動に関する検討についても、ACP の実質のナンバー2 である Carlos Vargas を中心としたメンバーと打ち合わせを行い、ACP としても JICA 側に協力をお願いしたいとのお話しをいただいた（写真 2）。また、UTP の学長とも面談を行い、本派遣の成果報告および今後の協力体制に関する UTP としてのサポートが可能であることを確認した。

写真 2　ACP での打ち合わせ

もう一つの派遣目的である、分布型流出モデル（DHM）を利用したパナマ運河流域における水資源管理に関する検討については、今回の訪問までの間に日本において進めておいた解析結果を紹介した。今回の訪問にて、本解析手法についても指導を行いたかったが、GCM 解析に時間を多く割いたため、指導すべきスタッフや学生への簡単な説明のみとなった。しかし、関連する観測装置に関する指導を行うことは出来た（写真 3）。また、気象のデータをいただいている Empresa de Transmisión Eléctrica（ETESA）や ACP におけるワークショップの開催について検討し、解析が終了した時点での開催が望ましいとのことから、最後の派遣において開催することとした。

写真 3　観測機器設置･計測方法指導

案件名	パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響
派遣専門家	中山恵介
所属機関	北見工業大学　工学部社会環境工学科･教授
相手国研究機関	パナマ工科大学　水理･水工研究センター（Universidad Tecnologica de Paname (Centro de Investigaciones Hidraulicas e Hidrotecnicas)）

パナマ運河流域における水循環への気候変動の影響評価に関する活動報告

（平成 24 年 2 月）

第 1 回目の訪問である 2010 年 10 月から約 1 年経過した 2012 年 2 月に第 4 回目の活動を行った。人工湖により構成されているパナマ運河における水資源管理手法の開発を目的とし、地球規模環境変動も考慮した検討を行っている。2010 年 12 月に発生した集中豪雨によるパナマ運河閉鎖は、今後のパナマ運河運営に対する問題をあらためて考えさせる出来事であり、本派遣における活動の重要性を示すものであった。

今回は、申請代表者である中山が派遣された。これまでの活動において、地球規模の環境変動を検討するために MRI-AGCM3.1S および 3.2S を利用した解析方法を指導し、成果をおさめることができている。その成果を受けて、本派遣では分布型流出モデルによる解析に関する指導を行った。GCM の解析については主に 1 名に指導を行ってきたが、新たに 3 名に対して指導を行うこととなった。これまでの指導が順調に行われた成果であり、パナマ工科大学との共同研究が順調に進んでいることが、指導人数の増加に表れたと考えられる（写真 1）。人数が増えたことで、彼ら（彼女ら）から他のスタッフへの指導を効率よく行うことができるようになった。

写真 1　スタッフとの写真

実質 10 日間の訪問であり、GCM の解析結果のまとめも並行して進めたため、休みも関係なく打合せおよび大学における指導を行うこととなった（写真 2）。その結果、GCM 関連の研究はほぼ予定を終了した。分布型流出モデルの解析については、プログラムの利用方法、理論の説明を行うことにほとんどの時間を費やした。簡単な計算を実行し、その成果を解析する準備を行うことができるようになった。今後、数か月をかけてメールおよびスカイプにて継続して指導を行い、自由にモデルを利用できるまでに指導を行ってゆく予定である。

写真 2　指導の様子

突然の出来事であったが、派遣 2 日目に派遣先の研究所である Centro de Investigaciones Hidraúlica e Hidrotécnicas（CIHH）の所長が異動となり、新しい所長が赴任した。そのため本派遣の目的と活動内容を説明し、今後の協力体制の維持に関する確認を行った。次回が最終の派遣となることから、セミナーの開催等についても打合せを行った。余談となるが、スタッフの誕生日のお祝いに参加した（写真 3）。全てのスタッフの誕生日には、ケーキを用意してお祝いを行うそうである。

写真 3　スタッフの誕生会