

<p>1. 案件名 カメルーン共和国火口湖ガス災害防止の総合対策と人材育成プロジェクト</p>
<p>2. 協力概要</p> <p>(1) 事業の目的 本プロジェクトは、我が国とカメルーン共和国（以下、「カ」国）の科学技術協力を通じて、ニオス湖及びマヌーン湖におけるガス災害に関連する研究活動と、その成果の防災への活用が、カメルーン側科学者により自立的に実施されるようになることを目標としている。この目標を達成するために、湖水中の CO₂ の三次元分布、土壌 CO₂ 流量、周辺大気中の CO₂ 濃度などを観測し、コンピュータシミュレーションや水理地質の把握を通じて湖水爆発のメカニズムに対する理解を深めるとともに、モニタリング体制を整備し、研究成果を災害管理にフィードバックさせる。</p> <p>(2) 協力期間 平成 22 年 12 月～平成 27 年 11 月（5 年間）（予定）</p> <p>(3) 協力総額（JICA 側） 約 4.2 億円</p> <p>(4) 協力相手先機関 責任機関：科学技術省 (MINRESI) 実施機関：地質調査所 (IRGM)（研究代表機関） 協力機関：経済・計画・国土整備省 (MINEPAT)、地域行政・地方分権省 (MINATD) 市民保護局 (DPC) 及び Divisional Crisis Committee (DCC)、大学 注) 協力機関については、現時点で決定したものではなく、プロジェクト実施中に協力を求めるべき機関の見直しを行い、協力取付けのための働きかけを行っていく。</p> <p>(5) 国内協力機関 東海大学を研究代表機関とし、東京大学、京都大学、大阪大学、富山大学、熊本大学、筑波大学、鹿児島大学、東京工業大学、防災科学技術研究所、吉田技術士事務所等から成る研究チーム</p> <p>(6) 裨益対象者及び規模、等 本プロジェクトの直接的裨益対象者は、プロジェクト活動に参加する「カ」国側の研究者約 20 名である。 間接的裨益対象者は、火口湖ガス災害の被災者約 1 万人である。</p>
<p>3. 協力の必要性・位置付け</p> <p>(1) 現状及び問題点 「カ」国では、1984 年及び 1986 年に北西部にあるマヌーン湖及びニオス湖で湖からの二酸化炭素の大量噴出による災害が発生し、多数の住民の命を奪い数千頭の家畜被害を及ぼした。1,764 人の死者を出したニオス湖の周辺は、現在でも公式には居住禁止となっており、近くを通る道路も通行禁止となっている。そのため、7ヶ所の避難キャン</p>

プにおいて、依然として約1万人の住民が避難生活を余儀なくされている。

災害の発生直後から行われた我が国をはじめ、アメリカ、フランス、ドイツ、イタリア等の研究者らによる調査・研究によると、湖から大量の二酸化炭素が噴出した原因は、マグマ起源の二酸化炭素を含んだ温泉水が湖底から湧出したために、湖水中の溶存二酸化炭素濃度が高まり、何らかのきっかけで爆発的に脱ガスしたこと（この現象は「湖水爆発」と呼ばれる）であると結論づけた。しかし、湖水爆発のきっかけが何であったのか、また地下のマグマから湖底にどのような経路で二酸化炭素が供給されたのか等、発生メカニズムには解明されていない部分が多い。

ニオス湖周辺では、過去にも湖が突然爆発してそこに住む人々が消滅したという伝承があり、湖水爆発が周期性を持って発生することが窺えることから、「カ」国政府の科学技術省（MINRESI）は、本プロジェクトの実施機関である地質調査所（IRGM）に我が国、アメリカ、フランスの研究者と協力して対策を検討させ、2001年にニオス湖、2003年にマヌーン湖にガス抜きシステムと早期警報システムを設置した（設置資金は米国国際開発庁（USAID）の支援）。これにより湖水中の溶存二酸化炭素濃度をある程度下げること成功している。また、カメルーン政府は国連開発計画（UNDP）の支援を得て、ニオス湖のガス抜きシステムの増設を計画している。しかし、湖水中の溶存二酸化炭素濃度が何らかの原因で再び急激に高まる可能性もあり、安全性を高めるためには、現象のさらなる解明と溶存二酸化炭素濃度を常時モニタリングする体制の構築が必要となっている。

以上のような問題への対応のため、湖水爆発のメカニズムの理解、モニタリング体制整備等に資する研究の実施と、その成果の災害管理へのフィードバックが求められている。

（2）相手国政府国家政策上の位置付け

「カ」国政府が2003年4月に公表した「貧困削減戦略ペーパー」（PRSP）では、6つの軸（Axis）によって貧困削減戦略をまとめており、このうち第4の軸「Development of economic infrastructure and natural resources」の中に、防災に対する取り組みが明記されている。

また、特にニオス湖におけるガス災害は防災上の重要課題と認識されており、国家政策「National Programme for the Rehabilitation and Security of the Nyos Zone」の下で、湖水からのガス抜きや被災者支援に取り組んでいる。地方行政レベルにおいては、県知事をトップとする Divisional Crisis Committee（DCC）を組織し、災害発生時の応急対応等にあたる体制を構築している。

本プロジェクトは、「カ」国研究者による研究・モニタリング能力の向上を支援することを通じて、災害管理に貢献することを目指しており、「カ」国の防災政策と合致している。

（3）他の援助機関の対応

「National Programme for the Rehabilitation and Security of the Nyos Zone」に対して UNDP が資金協力を実施しており、ニオス湖のガス抜きシステムの増設支援を計画している。

（4）我が国援助政策との関連、JICA 国別事業実施計画上の位置付け（プログラムにお

ける位置付け)

事業展開計画(2009年)に定められた「カ」国に対する援助重点分野は、①人的資源開発、②経済開発、及び③農漁村／農村開発の3分野である。本プロジェクトは、「カ」国研究者の人材育成を行うとともに、ニオス湖、マヌーン湖周辺の災害管理の向上を通じて地域開発・経済開発にも貢献するものであることから、これら援助重点分野に合致する。

日本政府は、政府開発援助を通じた防災分野における開発途上国支援の基本方針として2005年1月に「防災協力イニシアティブ」を発表しており、同イニシアティブでは、「具体的な取組」として、火山等の危険を観測・予測する技術、および災害リスク評価の技術等に係る人づくり支援などを挙げている。

昨今、我が国の科学技術を活用した地球規模課題に関する国際協力の期待が高まるとともに、日本国内でも科学技術に関する外交の強化や科学技術協力におけるODA活用の必要性・重要性が謳われてきた。内閣府総合科学技術会議が取りまとめた「科学技術外交の強化に向けて」(2007年4月、2008年5月)や、2007年6月に閣議決定された「イノベーション25」において途上国との科学技術協力を強化する方針が打ち出されている。そのような中で環境・エネルギー、防災及び感染症を始めとする地球規模課題に対し、開発途上国と共同研究を実施するとともに、途上国側の能力向上を目指す、「地球規模課題に対応する科学技術協力」事業が2008年度に創設された。本プロジェクトは我が国政府の援助方針・科学技術政策に合致していることから、同事業の一つとして採択されている。

なお、「地球規模課題に対応する科学技術協力」事業は、文部科学省、独立行政法人科学技術振興機構(以下、JST)、外務省、JICAの4機関が連携するものであり、国内での研究支援はJSTが行い、開発途上国に対する支援はJICAが行うこととなっている。

4. 協力の枠組み

〔主な項目〕

(1) 協力の目標

プロジェクト目標：日本とカメルーンの科学技術協力を通じて、ニオス湖及びマヌーン湖におけるガス災害に関連する研究活動と、その成果の防災への活用が、カメルーン側科学者により自立的に実施されるようになる。

(2) 成果(アウトプット)と活動

成果1：湖水爆発のメカニズムに関する理解が深まる。

活動：1-1. 湖水爆発が起こり得る条件をコンピュータシミュレーションにより再現する。

1-2. CO₂供給地点を特定するため、ニオス湖、マヌーン湖の湖底の詳細な地形調査を音波探査によって行う。

1-3. 湖の安全性の判断に利用するため、湖水爆発が起こり得る条件を推定する。

指標：1-1. 協力期間の終了までに、湖水爆発のメカニズムに関する研究成果が論文としてまとめられる¹。

成果2：ニオス湖、マヌーン湖へのCO₂供給プロセスに関する理解が深まる。

¹ 発表は協力期間の終了後となる場合もあり得る。

活動 : 2-1. CO₂ 供給地点を特定するため、湖水中の CO₂ の三次元分布を調査する。
2-2. ニオス湖、マヌーン湖における土壌 CO₂ 流量と周辺大気中の CO₂ 濃度を測定する。

指標 : 2-1. 協力期間の終了までに、ニオス湖、マヌーン湖への CO₂ 供給プロセスに関する研究成果が論文としてまとめられる*。

成果 3 : ニオス湖、マヌーン湖周辺の水理地質特性に関する理解が深まる。

活動 : 3-1. リモートセンシング（衛星画像）及び水文－地球化学的アプローチにより、ニオス湖、マヌーン湖周辺の地下水流動を推定する。

3-2. 地表水と地下水の相互流動を把握する。

3-3. ニオス湖地域の水収支を推定する。

指標 : 3-1. 協力期間の終了までに、ニオス湖、マヌーン湖周辺の水理地質特性に関する研究成果が論文としてまとめられる*。

成果 4 : CO₂ 供給系における水 - 岩石相互作用に関する理解が深まる。

活動 : 4-1. 湖の地下の CO₂ 供給系における地球化学的プロセス及び鉱物学的プロセスを把握するため、研究室において岩石－水相互作用の実験を行う。

指標 : 4-1. 協力期間の終了までに、CO₂ 供給系における水 - 岩石相互作用に関する研究成果が論文としてまとめられる*。

成果 5 : ニオス湖、マヌーン湖における湖水爆発の監視体制が構築される。

活動 : 5-1. ニオス湖とマヌーン湖に湖水パラメーターと気象パラメーターをモニタリングするための自動観測システムを設置し、データを衛星経由で IRGM に伝送する。

5-2. ニオス湖とマヌーン湖に湖水とガスの試料を採取するための観測筏を設置する。

5-3. 物理的、化学的方法に基づき、少なくとも年に 1 回定期的に湖水に残存する CO₂ 量を測定する。

指標 : 5-1. 協力期間の終了までに、ニオス湖、マヌーン湖における湖水爆発の監視システムにより、湖水中に残存する CO₂ 量等がモニタリングされるようになる。

成果 6 : マヌーン湖において湖水中 CO₂ の蓄積を防止する深層水排除のための実験システムが導入される。

活動 : 6-1. CO₂ を大量に含む深層湖水を揚水する装置を設計し、マヌーン湖において試験を行い、性能、コストパフォーマンス、維持管理の容易性を評価する。

指標 : 6-1. 協力期間の終了までに、湖水中 CO₂ の蓄積を防止する新たな深層水排除システムの利用可能性（実用性）に関する、研究者による評価がなされる。

成果 7 : ニオス湖、マヌーン湖周辺及びその他のカメルーン火山列の噴火活動の履歴に関する理解が深まる。

活動 : 7-1. カメルーン火山列の火口湖において、詳細な地質学的、岩石化学的

調査を行う。

7-2. ニオス湖、マヌーン湖地域の火山地質図を作成する。

指標 : 7-1. 協力期間の終了までに、ニオス湖、マヌーン湖周辺及びその他のカメルーン火山列の噴火活動の履歴に関する研究成果が論文としてまとめられる*。

7-2. ニオス湖、マヌーン湖地域の火山地質図が利用可能になる。

成果 8 : カメルーン火山列にあるニオス湖、マヌーン湖以外の湖における CO₂ の分布に関する理解が深まる。

活動 : 8-1. ニオス湖、マヌーン湖以外のカメルーン火山列の湖において、土壌 CO₂ 流量と周辺大気中の CO₂ 濃度を測定する。

8-2. 都市部に近接した Manengouba (Bangem)、Wum、Barombi Mbo (Kumba) 等の湖において、基礎的な調査と初期モニタリングを行う。

8-3. カメルーン火山列の湖の地球化学データベースを構築する。

指標 : 8-1. カメルーン火山列にあるニオス湖、マヌーン湖以外の湖における CO₂ の分布に関する研究成果が論文としてまとめられる*。

8-2. カメルーン火山列の湖の地球化学データベースが利用可能になる。

成果 9 : 科学的なモニタリングの結果が、組織的に市民保護局 (DPC) と共有される。

活動 : 9-1. 科学的モニタリングの結果を DPC に送付し、年報に反映する。

9-2. 科学的知見に基づき、災害対策に関する提言を行う。

指標 : 9-1. 協力期間の終了までに、科学的なモニタリングの結果が DPC の発行する年報に掲載されるようになる。

9-2. 協力期間の終了までに、科学的な知見に基づく災害対策に関する提言が「カ」国政府内において活用される。

(3) 投入 (インプット)

① 日本側 (総額約 4.2 億円)

(a) 専門家 : 長期専門家 1 名 (業務調整)

短期専門家約 12 名/年次×5 年次 (チーフ・アドバイザー、地球化学、火山学、岩石学、地質学、地理学、水文学等の各分野専門家を複数回派遣)

(b) 本邦研修 : 学位取得、分析機器操作・保守習得など

(c) 供与機材 : 湖水・ガス分析機器、モニタリングシステム、サンプリング・観測用機器、CO₂ を大量に含む深層湖水の揚水装置等

(d) 在外事業強化費

② カメルーン国側

(a) カウンターパート :

プロジェクト・スーパーバイザー : 1 名 (科学技術省)

プロジェクト・マネージャー : 1 名 (地質調査所)

共同研究者 (カウンターパート) : 約 20 名の研究者

(b) 施設、機材等 : 専門家執務室の提供、分析機器の設置場所、モニタリング機器の保管場所の確保

(4) 外部要因 (満たされるべき外部条件)

① 前提条件

研究活動のため対象地域に立ち入ることができる治安状況が維持されること。
(道路封鎖強盗が多発している北部3州(北部州、極北州、アダマウア州)において研究活動を行う場合には、JICAが定める安全対策措置を遵守する。)

② 成果達成のための外部条件

火山活動の急激な活発化など、研究の継続に支障を来すような自然条件の変化が発生しないこと。

5. 評価5項目による評価結果

(1) 妥当性

本プロジェクトは、以下の理由から妥当性が高いと判断される。

ア. 対象国の社会、裨益対象者のニーズとの整合性

「カ」国で1980年代に発生した火口湖ガス災害は、多数の犠牲者を出し、今なお避難生活を送る住民の存在や、ニオス湖周辺の環状道路の通行止めなど、地域社会・経済への影響も深刻である。火口湖ガス災害の問題は、「カ」国の政府・社会にとって大きな懸案事項であり、国家政策としてガス抜きや被災者支援に対する取り組みが行われている。本プロジェクトは、研究やモニタリングを通じて得た科学的知見を活かし、防災へとフィードバックすることによって、火口湖ガス災害による人的・社会的被害の軽減に資するものであり、「カ」国の社会ニーズに合致している。

また、「カ」国の火口湖ガス災害は各国の科学者の関心を集め、過去に外国人研究者による研究が行われてきたが、ガス噴出のメカニズムは十分解明されていない。さらに、また外国人研究者がデータを国外に持ち出してしまい、研究やモニタリングを自立的に継続できるような「カ」国側研究者の育成が進んでいないという課題も残されている。火口湖へのCO₂の供給は継続しており、「カ」国研究者による持続的、自立的な研究やモニタリングが実施できる体制を整備していく必要があることから、本プロジェクトを通じた人材育成は裨益対象者の支援ニーズと整合している。

イ. 相手国の開発政策及び日本の援助政策との整合性

「カ」国政府は2003年に定めたPRSPにおいて、6つの軸に沿った貧困削減戦略を打ち出しており、第4の軸「Development of economic infrastructure and natural resources」の中に、防災に対する取り組みが明記されている。また、特にニオス湖におけるガス災害は防災上の重要課題と認識されており、国家政策「National Programme for the Rehabilitation and Security of the Nyos Zone」の下で、湖水からのガス抜きや被災者支援に取り組んでいる。本プロジェクトは、「カ」国研究者による研究・モニタリング能力の向上を支援することを通じて、災害管理に貢献することを目指しており、「カ」国における上記の政策に整合している。

「カ」国に対する援助重点分野は、①人的資源開発、②経済開発、及び③農漁村／農村開発の3分野である。本プロジェクトは、「カ」国研究者の人材育成を行うとともに、ニオス湖、マヌーン湖周辺の災害管理の向上を通じて地域開発・経済開発にも貢献するものであることから、これら援助重点分野に合致している。

日本政府は、政府開発援助を通じた防災分野における開発途上国支援の基本方針として2005年1月に「防災協カイニシアティブ」を発表しており、同イニシアティブでは、「具体的な取組」として、火山等の危険を観測・予測する技術、および災害リスク評価の技術等に係る人づくり支援などを挙げていることから、本プロジェクトの協力内容は

これに沿うものである。

(2) 有効性

本プロジェクトは、以下の理由から有効性が見込める。

プロジェクト目標と成果の間の因果関係

本プロジェクトの目標は、ニオス湖及びマヌーン湖におけるガス災害に関連する研究活動と、その成果の防災への活用が、「カ」国側研究者により自立的に実施されるようになることである。この目標に対し、成果の1、2、3、4、7、8を通じてガス災害の原因となるCO₂の挙動や湖水爆発のきっかけに関する理解を深めることで、ガス災害の発生メカニズムの理解を深めるための知見を提供する。また、成果5ではモニタリング体制の構築、成果6では湖水中CO₂の蓄積を防止する深層水排除のための実験システムの導入を行い、監視やリスク制御による防災対策の可能性を検討する。これらの成果のための活動は、いずれも共同研究として実施され、「カ」国研究者の育成が行われる。さらに成果9においては、科学的なモニタリングの結果を災害管理に責任を有する市民保護局との間で共有し、防災に活用していく経路の強化を図る。

本プロジェクトでは、これまでに前例の無い研究課題にも取り組むことから、各成果を達成するためのプロセスを全て予見できるわけではない。従って、プロジェクトの実施中に活動計画、投入計画を柔軟に修正していくことにより、かかる不確実性に対処する必要がある。

(3) 効率性

本プロジェクトは現時点において、効率性の高い計画内容となっていると判断される。

活動・投入計画の適切性

日本側と「カ」国側の研究グループは、1986年のニオス湖ガス災害に対して緊急援助隊が派遣されて以来、過去24年にわたる研究交流を通じ、相互理解と信頼関係を深め、共同研究を効率的に進める体制を構築してきた。この間、先方実施機関に所属している4名の研究者が日本に留学しており、本プロジェクトの中心を担うとともに、投入が計画されている分析機材やモニタリング機材を使用した経験も有している。本プロジェクトは、これらを基礎として実施することによって、高い効率性が期待される。

ただし、本件のような研究・技術開発を主体としたプロジェクトでは、研究活動の進展に伴ってその後の活動の展開が変わっていく可能性が高く、活動計画及びそれに連動する投入計画の柔軟な修正が必要となる。

(4) インパクト

本プロジェクトでは、以下のようなインパクトが予測される。

考えられる正・負の影響・波及効果

本プロジェクトを通じて、湖水爆発のメカニズムに関する新たな知見が明らかになることが期待される。また、本プロジェクトでは、地域行政・地方分権省(MINATD)の一部局である市民保護局(DPC)や、DPCが中心となって地方行政レベルで組織しているDivisional Crisis Committee(DCC)と連携し、科学的モニタリングから得られた知見を積極的に発信していくことで、研究成果を防災に活用していくことが期待される。本

プロジェクトでは防災担当部局も実施体制に組み入れているが、防災への活用がインパクトとして発現するためには、防災担当部局が政治的コミットメントも得て、研究やモニタリングの成果を防災行政に実地に応用していくことが外部条件となる。

また、実施機関である地質調査所の研究者のみならず、協力機関である大学（ヤウンデ第1大学、ブエア大学等）の研究者や学生の育成にも資することが期待される。

さらに、同様の火口湖ガス災害は、ルワンダ共和国とコンゴ民主共和国にまたがるキブ湖においても発生することが懸念されているほか、「カ」国は中部アフリカ地域において政治的に安定した中心的国家となっており、現在でも「カ」国の研究機関が周辺諸国の研究者を支援したり、委託を受けて試料の分析を行ったりしていることから、本プロジェクトの成果は域内他国へも波及する可能性がある。ただし、本プロジェクトで扱う特定の研究分野に関する研究者間の域内ネットワークは今後構築されるものであり、域内他国の研究者の意識や研究レベルに応じた段階的な対応が必要である。

現時点で、負の影響は想定されない。

(5) 自立発展性

本プロジェクトによる効果は、以下の理由によりプロジェクト終了後も継続・発展するものと見込まれる。

ア. 政策・制度面

「カ」国にとって、ニオス湖、マヌーン湖の火口湖ガス災害対策は重要課題であり、湖水中へのCO₂の蓄積は続くことから、防災に対する取り組みを継続する必要がある。

イ. 組織・財政面及び技術面

本プロジェクトの「カ」国側の実施機関は、年間約3億円の予算規模で研究活動を実施している同国を代表する研究機関であり、組織・財政面の持続性に懸念はない。技術面においては、日本留学経験者4名を含む研究者の育成がこれまでも進んでおり、本プロジェクトを通じた能力開発によって、より自立的な研究体制を発展させていくことが可能と考えられる。

6. 貧困・ジェンダー・環境等への配慮

特になし。

7. 過去の類似案件からの教訓の活用

特になし。

8. 今後の評価計画

- ・ 中間レビュー 平成25年5月頃
- ・ 終了時評価 平成27年5月頃

※地球規模課題対応国際科学技術協力：JICA と独立行政法人科学技術振興機構（JST）とで共同で運営されている技術協力プロジェクトであり、研究内容に関する評価についてはJSTにより行われる。