

**パナマ共和国水質モニタリング技術計画  
フェーズⅡプロジェクト  
事前調査報告書**

平成 20 年 9 月  
(2008 年)

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部



## 序 文

パナマ共和国では、全人口（328万人）の過半数が首都パナマ市を中心とした地域に集中しており、水、大気、騒音、振動等の都市集中型環境問題が発生しています。パナマ市街域を流れる河川の水質汚濁は特に深刻で、それらが流入するパナマ湾の汚染も進み、一部では、貝類等の底生生物が生存不可能なレベルまで汚濁が進行しています。

同国では、このような状況に対応するため、国家環境庁（ANAM）が同庁に所属する環境質ラボを活用し水質汚濁防止に係る監査業務を実施しています。しかし、ANAMは人員及び体制の面からモニタリングの実施能力が不足していたため、同国政府はわが国に水質モニタリング体制の整備と段階的な排水規制に関する環境検査能力の向上を目的とした技術協力プロジェクト「水質モニタリング技術計画」を要請し、2003年10月より3年間プロジェクトを実施しました。

2007年からANAMは自然水のモニタリング、排水に関する行政監督業務を推進するための水質モニタリングを行っていますが、ANAM環境質ラボが有する分析精度・技術は、まだ基礎的なレベルであり、ANAMが環境行政に活用できる高精度な情報を提供するレベルには至っていません。このような状況から、科学的に確度の高い分析を行うための技術力向上、及び分析結果の解析能力向上を目的として、わが国に本技術協力プロジェクトを要請しました。

これを受けて、独立行政法人国際協力機構は、プロジェクト開始に向けた協議を行うため、2008年1月12日から2月1日まで当機構 国際協力専門員 田中研一を団長とした事前調査団を現地に派遣し、協議議事録（M/M）の署名を取り交わしました。同調査団の帰国後、当機構は調査結果を基に協力内容に関する検討を重ねるとともに、在外事務所を通じて協力内容に関する合意事項を討議議事録（R/D）に取りまとめ、署名を了しました。

本報告書は、同調査団の調査・協議結果を取りまとめたものであり、今後の技術協力プロジェクト実施にあたって、関係方面に広く活用されることを願うものです。

ここに調査団各位をはじめ、調査にご協力いただいた、外務省、環境省、在パナマ共和国日本大使館など、内外関係各機関の方々に深く謝意を表するとともに、引き続き一層のご支援をお願い申し上げます。

平成20年9月

独立行政法人国際協力機構

地球環境部長 伊藤 隆文



# 目 次

序 文

目 次

プロジェクト対象地域

写 真

略語表

事業事前評価表（技術協力プロジェクト）

第1章 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の背景	1
1-2 事前調査団の構成	1
1-3 調査日程	2
1-4 調査概要	3
1-5 団長所感	8
第2章 水質モニタリングの現状と課題	10
2-1 対象地域の概況	10
2-2 フェーズIによる成果の発現状況	15
2-3 パナマにおける水質汚濁・モニタリングの現状	23
2-4 ANAM環境質ラボにおける水質モニタリングの現況と課題	26
2-5 水質モニタリングに係るその他情報	27
2-6 関係省庁の組織・体制	29
2-7 関連分野における他ドナーの動向	32
第3章 プロジェクト概要	34
3-1 協力の基本方針	34
3-2 プロジェクトの基本計画案	35
3-2-1 目 的	35
3-2-2 実施体制	35
3-2-3 プロジェクト概要	35
3-2-4 投入計画（案）	36
3-3 実施上の留意点	36
3-4 プロジェクト5項目評価	38
補足説明（用語解説）	41
付属資料	
1. 署名済みR/D及びM/M	49
2. 署名済みM/M（事前調査）	88

3. 議事メモ	107
4. 水質分析能力の現状	122
5. フェーズ I による供与機材の現状	126
6. 環境排水基準比較表	128
7. 収集資料リスト	132

# プロジェクト対象地域







写 真



パナマ湾の様子



都市部の河川



サンプリングの様子





ANAM 環境質ラボの外観



ガスクロマトグラフ



GC-MS



原子吸光光度計



ANAM 環境質ラボ内の様子





ガスシリンダー



ANAM 環境質ラボの排水処理装置



ANAM 環境質ラボメンバー



ANAM 環境質ラボ長との協議風景



DIPROCA 局長との協議風景



M/M 署名式の様子



## 略 語 表

ANAM	Autoridad Nacional del Ambiente (National Environmental Authority)	国家環境庁
AAS	Atomic Absorption Spectrometry	原子吸光光度計
CA	Capacity Assessment	キャパシティ・アセスメント
C/P	Counterpart	カウンターパート
DIPROCA	Direccion de Proteccion de la Calidad Ambiental (Direction for Protection of Environmental Quality)	ANAM環境質保全局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FTA	Free Trade Agreement	自由貿易協定
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
IDAAN	Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales	上下水道公社
IDB	Inter-American Development Bank	米州開発銀行
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operation	活動計画表
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register	環境汚染物質排出・移動登録
QA/QC	Quality Assurance / Quality Control	品質保証/品質管理
SOP	Standard Operating Procedures	標準作業手順書





# 事業事前評価表（技術協力プロジェクト）

作成日：平成20年6月6日

担当部・課：地球環境部 環境管理第二課

## 1. 案件名

パナマ共和国「水質モニタリング技術計画フェーズⅡ」

## 2. 協力概要

### (1) プロジェクト目標とアウトプットを中心とした概要の記述

パナマ共和国（以下、「パナマ」と記す）国家環境庁（ANAM）に所属する環境質ラボラトリー（以下、「ラボ」と記す）の水質に関する情報提供能力向上を目的に、同ラボのサンプリング・分析能力向上、科学的知見に基づく分析実施のための品質保証／品質管理（QA/QC）手法の確立、及び同手法に基づいたモニタリングの実施を行う。

### (2) 協力期間

4年間

### (3) 協力総額（日本側）

約3億1,000万円

### (4) 協力相手先機関

ANAM環境保全局（DIPROCA）

### (5) 国内協力機関

特になし

### (6) 裨益対象者及び規模、等

ANAM環境質ラボ関係者、及びANAM全体（約300人）

## 3. 協力の必要性・位置づけ

### (1) 現状及び問題点

パナマでは、全人口（328万人）の過半数が首都パナマ市及び中央部を抱えるパナマ県に集中しているため、同地域を流れる河川の水質汚濁は深刻で、それらが流入するパナマ湾の汚染が進行してきた。その汚染に対応するため、パナマは1998年に環境管理対策を定めた法律第41号、及び同法律に付随した規制を公布し、国内全土において同法律の遵守を義務づけ、他の所轄官庁と連携を図りながらANAMが監督業務を実施してきた。これらの法律により排水基準を定め管理・監督を進めようとしたものの、パナマ首都圏には下水処理施設が存在せず、又その基準値の遵守状況を監督する機関であるANAMは人員、行政体制の双方の側面から実施能力不足であったため、パナマ首都圏の水質汚濁は改善が見られなかった。このような状況から、パナマ政府は、パナマ首都圏の河川等の水質状況を適切に把握し、その結果に基づき水質基準遵守を推進し、その達成度を管理するANAMの水質管理能力を向上させるため、わが国に技術協力プロジェクトを要請した。JICAはANAM環境質ラボを対象に「水質モニタリング技術計画（PROTEMOCA）」（以下、「フェーズⅠ」と記す）を2003年10月より3年間実施した。同プロジェクトにおいては、自然水（河川、湖沼等）の基礎的なサンプリング・分析能力、自然水・排水モニタリング結果のHP等を通じた一般市民に向けた情報提供能力の強化を実施した。ANAMによる排水モニタリングは、汚染源企業が提出する排水試験データの評価を行うことであり、

ANAM環境質ラボが実際に排水のサンプリング・分析を行う必要性が低いことからDIPROCAが本来業務として行っていた。このため、フェーズⅠにおいて、排水のサンプリング分析に係る技術指導は対象外とした。

2007年からANAMは自然水のモニタリング、排水に関する行政監督業務を推進するための水質モニタリングを行っているが、同ラボが有する分析精度・技術は、まだ基礎的なレベルであり、ANAMが環境行政（水質管理）に活用できる高精度な情報を提供するレベル（レファレンス機能レベル）には至っていない。このような状況から、フェーズⅠによりANAM環境質ラボが獲得した基礎的なサンプリング・分析技術を土台として、ANAMが実施する自然水のモニタリングや、排水規制の適切な運用を支援するレファレンス機能獲得に向けて、科学的に確度の高い分析を行うための技術力向上、及び分析結果の解析能力向上を目的としてフェーズⅡプロジェクトが要請された。

## （2）相手国政府国家政策上の位置づけ

パナマの国家開発計画における4つの重点分野のひとつである「雇用創出を伴う経済成長」に関連し、ANAMの上位機関である経済財務省は「雇用及び経済開発戦略ビジョン」を策定している。同ビジョンのなかで「保健戦略計画」を策定し、7つの優先課題のなかで、都市衛生改善（特に下水処理）及びパナマ湾浄化を優先的に行うとしている。

2007年4月に成立された「国家水資源政策」における9つの重点目標の第1目標である「水資源の統合的管理制度の確立」において「水資源有効利水戦略の導入のために国土における水量及び水質の現状並びに水資源の需要予測に係る国土分布状況の情報整備」の必要性があげられ、本プロジェクトはその方向性に沿うものである。

## （3）他国ドナーの関連する活動

米州開発銀行（IDB）がANAMの環境管理能力向上を通して、環境質モニタリングに係る活動として「環境管理の近代化支援プロジェクト」〔計画総額1,400万USドル（IDB側：1,000万USドル、ANAM側：400万USドル）〕を2008年3月に署名し、6月上旬から開始予定である。同プロジェクトにおいて、環境モニタリングに関連する要素は、①環境法制度の整備（環境規制・基準の策定、既存素案の見直し）、②優先流域（10）での水収支の情報取得における支援、③環境影響評価（EIA）認可後の操業査察（行政指導）能力の強化、の3項目である。ANAM環境質ラボは、本プロジェクト要請段階から本プロジェクトとIDBプロジェクトの内容が重複しないよう、役割分担を明確にしておき、IDBと本プロジェクトとは、ISO17025取得支援の部分以外で関連はない。

ANAM環境質ラボは、IDBプロジェクトによって、ISO17025認定取得（申請書類作成）に係る支援、及び本プロジェクトの対象分野である水質以外の大気質、土壌、騒音等に係る支援を受ける予定である。IDBによるISO17025取得のための書類作成支援（ソフト面）に対し、本プロジェクトはそのISO17025取得のために必要なサンプリング・分析等の技術面の支援を行う。このため、本プロジェクトとIDBプロジェクトは相互補完関係にあり、上位目標達成にはIDBによる支援の成果も重要な要素となる。

(4) わが国援助政策との関連、JICA国別事業実施計画上の位置づけ（プログラムにおける位置づけ）

日本のODA大綱、及びODA中期政策では、地球温暖化等の環境問題を含む地球的規模の問題への取り組みが重要課題として設定されている。パナマにおいては、現地ODAタスクフォースでの議論を経て、政策協議にて「環境保全」を援助重点分野のひとつすることが合意され、そのなかの優先課題として「環境汚染対策の強化」が設定されている。また、パナマに対するJICA援助重点分野である「環境保全」の開発課題「環境汚染対策の強化」における「都市環境保全プログラム」の一環として本プロジェクトは実施される。また、同プログラムの方針のひとつである「関係省庁の行政管理能力・組織体制の強化」にも合致している。

#### 4. 協力の枠組み

(1) 協力概要

ANAM環境質ラボは、フェーズ I の協力により基礎的な分析がおおむね実施できるレベルにある。本プロジェクトでは、①ANAMの環境行政に活用できるレベルまで分析技術・精度が向上し、②同ラボの分析結果が科学的な「確かさ」をもってANAMの環境管理に活用されるようになることを目的とし、ラボのサンプリング・分析能力向上（成果1）、科学的知見に基づく分析実施のためのQA/QC手法の確立（成果2）、及び同手法に基づいたモニタリングの実施（成果3）を行うことにより、科学的に確度の高い情報を用いてANAMが実施する表流水（河川等）、排水の水質基準の達成度を管理する能力（排水の分析結果と水質基準を比較し、必要に応じて行政指導を行う等）が向上することをめざしている。

(2) 協力の目標（アウトカム）

1) 協力終了時の達成目標（プロジェクト目標）と指標・目標値

【プロジェクト目標】

ANAM環境質ラボがQA/QCシステムの導入によりANAMの環境管理行政に資するような信頼性のある情報を提供できる。

【指標】

- ・少なくとも標準作業手順書（SOP）を有する20のパラメーター〔5パラメーター（ANAMラボの年間計画）×4年間〕が確立される。
- ・20パラメーター用に確立されたQA/QC手法に基づく水質関連データ提供能力（ベースラインはプロジェクト開始後に設定）。
- ・科学的知見に基づく4つ（1報告書×4年間）の水質関連報告書が発行される。

2) 協力終了後に達成が期待される目標（上位目標）と指標・目標値

【上位目標】

パナマにおける水質（表流水、排水）基準の達成度を管理する能力が強化される。

【指標】

- ・ANAM環境質ラボがレファレンス機能を獲得する。

- ・ ANAM環境質ラボ職員がQA/ACにのっとり水質サンプリングを実施するための能力を有する。
- ・ ANAM環境質ラボ職員がQA/ACにのっとり水質分析を実施するための能力を有する。
- ・ ANAM環境質ラボによりモニタリングされる地域が拡大する。

### (3) 成果（アウトプット）と活動

#### 1) 成果 1

ANAM環境質ラボのサンプリング・分析技術能力が向上する。

##### 【指 標】

- ・ 少なくとも20パラメーターの分析手法が確立される。
- ・ 環境質ラボ職員が成果 2に関連する活動により確立されたSOPに沿って分析する技術を獲得する。
- ・ 環境質ラボ職員が成果 2に関連する活動により確立されたSOPに沿ってサンプリングする技術を獲得する。
- ・ 確立されたSOPに沿ってXXの項目が毎年サンプリングされる（XXの項目数についてはプロジェクト開始後に設定）。

##### 【活 動】

- 1-1 ANAM環境質ラボの分析技術の現況を把握し、技術習得をめざす項目を設定する。
- 1-2 ANAM環境質ラボ職員が、設定された項目に関し、サンプリング・分析に係る技術を実践的なトレーニングを通し技術を習得する。

#### 2) 成果 2

ANAM環境質ラボのQA/QC手法が改善される。

##### 【指 標】

- ・ 環境質ラボ職員が校正（キャリブレーション）手法を習得する。
- ・ 環境質ラボ職員が不確実性試算手法を習得する。
- ・ 少なくとも20パラメーターのSOPが作成される。
- ・ ISO17025基準にのっとり20パラメーターのQA/QCシステムが構築される。
- ・ 少なくとも10名のQA/QC手法に沿った内部監査員が存在する。

##### 【活 動】

- 2-1 ANAM環境質ラボ職員がSOP作成に必要な各サンプリング・分析工程の校正（キャリブレーション）手法、不確実性試算手法を習得し、SOPを作成する。
- 2-2 ANAM環境質ラボ職員がQA/QCに係る知識を習得し、QA/QC手法を確立する。
- 2-3 ANAM環境質ラボが、作成されたSOP及びQA/QC手法にのっとり管理される。

#### 3) 成果 3

ANAM環境質ラボの環境モニタリングに基づく科学的知見を提供する能力が強化される。

#### 【指 標】

- ・環境質ラボ職員が産業排水のモニタリング技術を獲得する。
- ・環境質ラボ職員が水質関連情報の解釈能力を獲得する。
- ・環境質ラボ職員が水環境における汚染物質の挙動に係る解析知識を習得する。
- ・水質モニタリング計画（モデル流域を1ヵ所選定）が作成される。
- ・環境質ラボ職員が水質基準の妥当性を評価する能力を獲得する。

#### 【活 動】

- 3-1 ANAMの環境管理のモデル河川を選定し、同河川を用いて、業種別に必要な分析項目・サンプリング手法、異常水質の汚染原因推測、汚染物質の拡散・挙動に関する概念的知識を習得する。
- 3-2 ANAM環境質ラボが水質モニタリングに関して利水条件や汚染源を考慮したサンプリング場所、頻度等を含む水質モニタリング計画を作成する。
- 3-3 ANAM環境質ラボが現行の水質・排水基準を評価するためのデータを提供する。

#### (4) 投入（インプット）

##### 1) 日本側（総額約3億1,000万円）

###### ① 専門家派遣

チーフアドバイザー（QA/QC手法）、水質分析、水質モニタリング等

###### ② 機材供与

技術支援に必要な交換部品（詳細は、プロジェクト開始後に先方と調整）

###### ③ カウンターパート（C/P）研修

約2名/年（プロジェクト開始後に選定）

##### 2) パナマ側

###### ① C/P、秘書、運転手等の配置

###### ② 必要な設備を備えた専門家用執務室〔ANAM環境質ラボの一室（プロジェクトの全期間）〕

###### ③ 移動手段〔専門家用車両（フェーズIで供与したもの）の提供〕

#### (5) 外部要因（満たされるべき外部条件）

##### 1) 前提条件

- ・水質モニタリングに係るANAM戦略ガイドラインが維持される。
- ・ANAM環境質ラボ職員が活動計画表（PO）に基づき配置される。
- ・ANAM環境質ラボのモニタリング用資機材がプロジェクト期間中使用可能な状態に保たれる。
- ・ANAM環境質ラボが、同ラボが排出する廃棄物をプロジェクト期間中適正に処理する。

##### 2) 成果（アウトプット）達成のための外部条件

（特になし）

3) プロジェクト目標達成のための外部条件

- ・ ANAM環境質ラボの機能が維持、又は改善される。

4) 上位目標達成のための外部条件

- ・ パナマ政府が現状の国家政策、環境規制を維持又は改善する。

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できる。

- ・ パナマの国家開発計画に基づく財務経済省（MEF）の開発ビジョンにおいて都市衛生改善、及びパナマ湾浄化が明記されており、パナマの政策と合致している。
- ・ パナマ政府は1998年に環境一般法を制定し、国内の環境にかかわる関係者の役割と義務を定めた。そのなかでANAMを環境行政における指導機関と定義し、ANAMがその責務を果たすため、その組織能力強化の方針を示し、予算の増額を行っている。本プロジェクトは、ANAMの一組織である環境質ラボの水質モニタリング技術を強化するものとして要請されており、政府のニーズに合致している。
- ・ パナマに対するJICAの援助重点分野である「環境保全」の開発課題「環境汚染対策の強化」における環境管理行政改善プログラムの一環をなすものである。

(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。

- ・ 本プロジェクトは、成果1によりサンプリング・分析技術の向上、成果2により科学的な確度の向上、成果3にて同情報を環境行政に活用できるよう解析・提供する能力を向上させるという段階的な枠組みで構成されており、プロジェクト目標達成に十分な成果が計画されている。
- ・ パナマ国内の分析ラボに対し、ANAMは水質分析に必要なパラメーターのうち毎年5パラメーターずつISO17025を取得するよう規定している。このため、本プロジェクトにて、ANAM環境質ラボがISO17025取得をめざすために設定した20パラメーター（5パラメーター／年×4年間）は妥当である。

(3) 効率性

本プロジェクトは以下の理由から効率的な実施が見込める。

- ・ 2006年10月まで実施されていたフェーズIにより、ANAM環境質ラボは基礎的な技術、能力等を有しており、これらの成果を活用した協力を行うことができる。
- ・ フェーズIにより、水質分析を行うための主要な機材は調達され稼動している状態であり、本プロジェクトではそれらの機材を活用できる。
- ・ 本プロジェクトの開始時にはIDBのISO17025認証取得に係る査定コンサルティング（書類作成指導）が進行中ないし終了していることが予想される。その評価結果を本プロジェクトの技術指導の対象となる分析項目の選定の際に参考とし、業務を効率よく進行させることが可能である。

#### (4) インパクト

本プロジェクトのインパクトは以下のように予測できる。

- ・プロジェクト目標である、「ANAM環境質ラボがQA/QCシステムの導入によりANAMの環境管理行政に資するような信頼性のある情報を提供できる」の達成により、ANAMは、定常的に河川の水質状況を把握することができるようになり、緊急事態へ迅速に対応でき、かつ違法な排水を行っている事業者に対しては、より厳格な指導を実施できるようになるため、上位目標である「パナマにおける水質の（表流水、排水）基準の達成度を管理する能力が強化」され、その結果として将来的に適切な水質保全が図られるようになることが期待される。
- ・上位目標達成のための外部条件であるパナマ政府の国家政策及び環境規制の維持、改善については、2009年に大統領選挙があるものの法的に承認された環境規制があるため、大きな変化はなく継続される可能性が高い。

#### (5) 自立発展性

以下のとおり、本プロジェクトによる効果は、相手国政府によりプロジェクト終了後も継続されるものと見込まれる。

##### 1) 政策・制度

- ・ANAM環境質ラボの組織図、ミッション、責務、権限などが定義されたMEF省令やANAMの業務計画（10年間）が承認されているため、本プロジェクト終了後もANAM環境質ラボは継続して現在の職務を担当する。
- ・「国家水資源政策」の第1重点目標である「水資源の統合的管理制度の確立」における基本指針の一環として「水資源有効利水戦略の導入のため国土における水量及び水質の現状並びに水資源の需要予測に係る国土分布状況の情報整備」の必要性があげられている。したがって、水質の現状を随時把握する必要性があり、ANAM環境質ラボが行っている水質モニタリング業務の継続が必須である。

##### 2) 組織・財政支援

- ・ANAMは設立以来、予算及び人材の側面から増強され、今後も拡大する計画にあり、環境質ラボの職員もフェーズ I 終了後から増員している。
- ・フェーズ I にてANAM環境質ラボが適切な運営に必要な1年間の費用は16万～25万USドルと試算された。現在は、約17万USドルが確保されており、適切な活動を継続する最低限の予算は確保されている。

##### 3) 技術面

- ・本プロジェクトにおいて導入予定のQA/QCシステムは、ANAM環境質ラボ職員の個人能力の向上に加えて、ANAM環境質ラボが組織・機関として常に高い精度の情報提供を維持させるシステムであるため、ANAM環境質ラボの自立発展性が向上することが期待される。
- ・ANAM環境質ラボは、今後の役割として本プロジェクトにて取得する知識及び技術を活用し、ANAM地方局や大学のラボ等、他の官民ラボの技術レベルの向上、及びISO17025認定制度へ参加促進を継続的に行うことがANAMの方針として定められて

おり、本プロジェクトにより指導を行う技術の自立発展性は高いと考えられる。

#### 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

JICAがこれまで実施した環境センタープロジェクトに対する第三者評価報告書が2002年に出版されている。同報告書では、今後の環境センターアプローチの展開と環境協力のあり方に関し、環境行政体系において提言されており、これに基づき環境センター（ラボラトリー）がインパクトを発揮するために必要な行政的位置づけについて事前調査にて確認を行った。その結果、ANAM環境質ラボの環境行政体系における位置づけ（業務分掌、権限等）及び同ラボの分析結果の活用方法（ANAMによる環境政策策定、違反企業への指導等に必要な情報提供）が明らかとなり、これに基づき本プロジェクト内容を検討した。

#### 8. 今後の評価計画

中間評価（2010年10月頃）、終了時評価（2012年2月頃）を実施する予定である。



# 第1章 事前調査の概要

## 1-1 事前調査の背景

パナマ共和国（以下、「パナマ」と記す）では、全人口（328万人）の過半数が首都パナマ市及び中央部を抱えるパナマ県に集中しており、開発途上国に典型的に見られる水、大気、騒音、振動等の都市集中型環境問題が県内各地で発生している。パナマ市街域を流れる河川の水質汚濁は特に深刻で、それらが流入するパナマ湾の汚染も進み、一部では、貝類等の底生生物が生存不可能なレベルまで汚濁が進行している。この水質汚濁の最大の理由は、下水道や浄化施設が未整備であること、既存設備の管理補修がほとんど行われず未稼動の状態にあること、又産業廃水に対する法規制、チェック体制・機能が不十分であることなどから、生活排水や工場・オフィスからの工業排水がほぼ未処理のまま河川に直接流入しているためであると推測される。

このような状況に対応するため、パナマでは、1998年に環境管理対策を定めた法律第41号を公布し、全国的に同法律の遵守を義務づけ、国家環境庁（ANAM）が他の所轄官庁と連携を図りながら業務を実施している。2000年には同法律の補正を行う目的で4つの技術規制が公布され、2002年同技術規制に企業が対応するためのスケジュール（対応期限：2006年6月）を定めたANAMの決議が承認された。同決議により、2006年6月以降下水排出は許可制となり、ANAMに同規制に関する達成度をラボラトリー（以下、「ラボ」と記す）を通して監査する権限が委ねられた。しかし、排水基準値を設けた法律が施行されたものの、その基準値の遵守状況を監督する機関であるANAMは人員及び体制の面からモニタリングの実施能力が不足していたため、パナマ政府は機構に水質モニタリング体制の整備と段階的な排水規制に関する環境検査能力の向上を目的とした技術協力プロジェクト「水質モニタリング技術計画（PROTEMOCA）」（以下、「フェーズⅠ」と記す）を要請し、ANAM 環境保全局（DIPROCA）に所属する環境質ラボ（以下、「ANAM環境質ラボ」と記す）を対象に2003年10月より3年間プロジェクトを実施した。2007年から同プロジェクトの実施機関であった水質分析ラボを使って、ANAMは排水及び公共用水域の水質管理業務を実施すべく、水質モニタリングに取り組んでいるが、同ラボが有する分析精度・技術はまだ初歩的なものであり、監督指導するレベルに達するためには、一層の能力向上が必要である。また、上記業務に必要なANAM内における排水検査手順は、上記法律の制定に伴い策定はされたが、適正なラボの分析能力に基づく効率的な実施には不十分な点が多いため改訂が必要である。このような状況から、フェーズⅠから継続した支援が必要であるとのことで、ANAM環境質ラボの水質に関する情報提供能力向上を目的に、同ラボのサンプリング・分析能力向上、科学的知見に基づく分析実施のための品質保証／品質管理（QA/QC）手法の確立及び同手法に基づいたモニタリングの実施を行うため、パナマ政府から「水質モニタリング技術計画フェーズⅡ」が日本政府に要請された。

これを受けて、本プロジェクトの実施を検討するにあたり、協力の具体的なニーズを確認し、プロジェクトの基本計画案の検討を行うことを目的とした事前調査を実施した。

## 1-2 事前調査団の構成

	分野	氏名	派遣期間	所属
1)	団長／総括	田中 研一	1/15～1/27	JICA 国際協力専門員

2)	水質汚濁行政	小林 正興	1/15～1/27	大阪府 環境農林水産総合研究所
3)	協力企画	田口 達	1/15～1/27	JICA 地球環境部第二グループ 環境管理第二チーム
4)	水質汚濁対策／水 質モニタリング	羽地 朝新	1/12～2/2	株式会社 日本開発サービス
5)	通 訳	吉川 敦子	1/15～1/27	JICE

### 1-3 調査日程

日	曜日	業務内容
1/13	日	(羽地団員) パナマ着 (10:30) CM303
14	月	09:30 ラボ訪問
15	火	09:30 ANAM訪問
16	水	[官団員 (田中団長、小林団員、吉川団員、田口団員)] パナマ着 (13:55) DL343 16:00 JICAパナマ事務所打合せ
17	木	08:00 ANAM表敬・協議 11:00 経済財務省表敬
18	金	09:30 在パナマ日本大使館表敬 11:00 ANAM協議 14:00 ラボ視察 15:30 米州開発銀行 (IDB) 協議
19	土	15:00 団内協議 [現状把握、プロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) 案作成]
20	日	14:00 団内協議 (現状把握、PDM案作成)
21	月	09:00 ANAM協議
22	火	09:00 団内協議 (PDM案作成) 14:00 ANAM協議 (PDM案、M/M案作成)
23	水	09:00 ANAM協議
24	木	09:00 協議議事録 (M/M) 署名 15:00 パナマ市廃棄物プロジェクト事務所訪問
25	金	09:00 JICAパナマ事務所報告 11:00 在パナマ日本大使館報告 [官団員 (田中団長、小林団員、吉川団員、田口団員)] パナマ発 (18:56) CM302 (羽地団員) 午後：現状調査
26～ 30		(羽地団員) 補足調査

## 1-4 調査概要

1月16日にJICAパナマ事務所、1月18日に在パナマ日本大使館を訪問し、今次調査の目的、日程の説明を行い、助言をいただいた。また1月17日に、ANAM及び経済財務省（MEF）に表敬訪問を行い、ANAM長官にパナマ側のM/Mに署名いただくよう要請し、快諾を得た。また、プロジェクトの内容及びANAMの関係する活動について意見交換、及び本プロジェクトにおけるパナマ側で関係機関の調整を十分行うよう要請した。その他、本プロジェクトに関係のある各機関を訪問し本プロジェクトの目的の説明、プロジェクトへの協力依頼、意見交換、協議を行った。

### (1) ANAM環境質ラボの現状

本プロジェクトの計画を検討するにあたり、ANAM環境質ラボ内の役割分担を確認するためANAMによる環境質モニタリングについての方向性、課題、要請内容を整理した。

#### 1) DIPROCAにおける環境質ラボ担当業務

ANAM10年業務計画によると、DIPROCAの担当業務における環境質ラボ関連業務をまとめると以下のようなになる。

- ① 34流域での環境質モニタリング
- ② 環境問題における住民の苦情処理：現場査察
- ③ 技術支援・養成：他関係省庁、民間セクターへの技術支援及び養成
- ④ 分析能力向上計画：環境質管理及び環境規制遵守状況の査察の能力向上のため、高度科学技術研究事業所、農業開発省、司法警察との協調システムにおける分析所の分析能力向上計画
- ⑤ 環境質に関する戦略、規制、計画の策定：環境・排水基準に関する素案の見直し

#### 2) ANAM環境質ラボの役割

上記1)の内容、ANAMが発行しているレポート、官報及びANAM環境質ラボが所属するDIPROCAの局長からの情報を総合すると、ANAM環境質ラボの役割は以下のようにまとめられる。

##### 【役割】

パナマにおける環境質（水質、大気質、土壌、騒音・振動）基準の達成レベルに関して技術的な証明を踏まえて分析情報を取りまとめ、実態を明らかにする。

##### 【活動項目（水質汚濁関連）】

- ① 自然水（河川、湖沼、沿岸、地下水）のモニタリング
- ② 排水のモニタリング（監督、管理、監査）
- ③ ANAM内外の省庁、及びその他セクターへの技術支援
- ④ 環境質基準策定支援
- ⑤ ラボのネットワーク化（他のラボの監督、指導、協調）
- ⑥ 危機管理対応
- ⑦ 市民からの苦情対応
- ⑧ 市民への情報公開

このようにANAM環境質ラボは分析と環境モニタリングを行う機関として位置づけられ、その実施に必要な基礎的なサンプリング・分析能力取得がフェーズIにより実現され

たことを確認した。

しかしながら、パナマにおける環境保全に関する課題は、水質に関するものだけでも、パナマ湾の浄化計画、石油の流出などの環境汚染事故への対応、環境汚染問題が起こった場合の汚染原因究明や告発に対する科学的証拠の提示など多様化しており、これらに対応するためには①ANAM環境質ラボが「正確なデータ」を提供できることと、②科学的な知見に基づき「環境問題の評価、解決に活用できるモニタリング」が実施できること、以上2つの役割を担う必要がある。

### 3) IDBとの連携、役割分担

IDBがANAMに対して、環境質モニタリングに関する環境管理能力向上を行うプロジェクトを実施予定であることを確認した。

#### ・環境管理近代化支援プロジェクト

➤ 締結時期：2008年2月

➤ 環境モニタリングに関連する要素：

◇環境法制度の整備：ペンディングとなった環境規制・基準の策定、既存素案の見直し

◇優先流域（10ヵ所）での水収支の情報取得における支援

◇環境影響評価（EIA）認可後の操業査察能力の強化

ANAM環境質ラボは、IDBの環境管理近代化プロジェクトによって、ISO17025認証取得にかかり6ヵ月間のコンサルティング（パナマにはSGS社、ITS社等がコンサルティングを提供）を受け、排水基準14項目の認証を今年度中に取得するよう準備を行っている。排水基準すべての項目に対し、ISO17025認証の手続きをその後も継続して努める方針である。IDBによる支援は、本プロジェクトの対象である水質以外の大気質、土壌、騒音・振動等について実施（例えば、大気に関しては携帯分析機などを購入予定）を予定している。

IDBの活動項目を考慮し、本プロジェクトにおける支援項目として、ISO17025取得の過程のなかで、試料の採取及び分析に係り、求められる項目別の標準手法、妥当性確認、不確実性試算などに関する知識及び技術習得支援を要望している。

### 4) 要望まとめ

- ・排水基準項目又は環境基準項目案に係り、ANAM環境質ラボの分析能力が不十分である項目における知識・技術の習得及び当該資機材の整備。
- ・水質モニタリングに関する手順の整備：標準作業手順書（SOP）作成、QA/QC（分析方法の妥当性確認を含む）システムの確立、試料採取分析工程における不確実性分析能力の習得、モニタリングデータの解析及び評価における知識と技術の習得。
- ・環境分析に係り、ISO17025認定制度による国際的な認証を取得し、素案として提案されている環境・排出基準対象項目の分析を行う。IDBの次期プロジェクトとの相乗効果を考慮して、認定制度取得に必要とする分析知識・技術の移転。
- ・ISO17025認定制度に基づいた水質モニタリングの実施（レファレンスラボの定義：環境犯罪の行政、民事、刑事的プロセスに係り、証拠として取り扱いが可能な環境・排出基準における測定値が提供できる分析所のことをいう）。

## (2) プロジェクト概要

### 1) プロジェクト概要

ANAM環境質ラボの現状、要望、今後の方向性から、ANAM環境質ラボが環境管理行政において上記の役割を果たすためには、次の3つのことを満たす必要がある。

#### 【前提条件】

- ① ANAMが今後環境管理行政において必要と考えている項目を分析できるようになる。
- ② 分析の結果が、精度管理され科学的にその正確性を証明できる。
- ③ 実際の河川において、環境問題に対応したモニタリングができ、発生源や水利条件を考慮したモニタリング計画を策定できる。

現在のANAM環境質ラボは、フェーズⅠの協力により①における基礎的な分析（約30項目／49項目）が実施できるレベルである。現在の能力を上記3つの要件を満たすため、本フェーズⅡプロジェクトでは、フェーズⅠで獲得した技術をANAMの環境管理に必要なレベルまで引き上げること、及び②、③を実現するために、ANAM環境質ラボによる分析結果が科学的な「確かさ」をもってANAMの環境管理に活用されるようになることを目的とし、IDBプロジェクトの活動内容を考慮して活動を計画することとした。フェーズⅠでは、導入された機材を適切に用いて、サンプリング、分析のひとつおりの実施方法を学んだが、分析方法も個人の習熟度次第であり常に統一されておらず、分析結果の精度は高くなかった。フェーズⅡでは、統一されたSOPに沿って行うことで、精度の高い分析ができるようになることをめざす。

プロジェクト期間は、最初の専門家が活動を開始してから4年間とする。

#### 【上位目標】

パナマにおける水質（表流水、排水）基準の達成度管理能力が強化される。

#### 【プロジェクト目標】

ANAM環境質ラボがQA/QCシステムの導入によりANAMの環境管理行政に資するような信頼性のある情報を提供できる。

#### 【成果】

1. ANAM環境質ラボのサンプリング・分析技術能力が向上する。
2. ANAM環境質ラボのQA/QC手法が改善される。
3. ANAM環境質ラボの環境モニタリングに基づく科学的知見を提供する能力が強化される。

#### 【活動】

- 1.1 ANAM環境質ラボの分析技術の現況を把握する。
- 1.2 ANAMの環境管理に必要な分析項目を選定する。
- 1.3 ANAM環境質ラボ職員が選定された分析項目のサンプリング・分析技術を習得する。
- 1.4 ANAM環境質ラボ職員が選定された分析項目についてサンプリング・分析を実践的に行う。

- 2.1 ANAM環境質ラボの各サンプリング・分析工程のSOPの作成状況を把握する。
  - 2.2 ANAM環境質ラボの各サンプリング・分析工程のSOP作成能力を把握する。
  - 2.3 2.1、2.2の現況把握に基づきSOPの作成計画を作成する。
  - 2.4 ANAM環境質ラボ職員が各サンプリング・分析工程の校正手法における知識を習得する。
  - 2.5 ANAM環境質ラボ職員が各サンプリング・分析工程の不確実性試算手法を含む標準手法作成における知識を習得する。
  - 2.6 ANAM環境質ラボ職員が各サンプリング・分析工程の標準手法を作成する。
  - 2.7 ANAM環境質ラボ職員がQA/QCに必要な知識を向上する。
  - 2.8 ANAM環境質ラボ職員がQA/QCの手法を作成する。
  - 2.9 DIPROCA職員のQA/QCシステムの内部監査トレーニングを行う。
  - 2.10 ANAM環境質ラボが作成されたSOP及びQA/QC手法にのっとり管理する。
- 
- 3.1 ANAMの環境管理のモデル河川を選定する。
  - 3.2 ANAM環境質ラボ職員が業種別に必要な分析項目・サンプリング手法に関する知識を習得する。
  - 3.3 ANAM環境質ラボ職員が異常水質の汚染原因推測に関する知識を習得する。
  - 3.4 ANAM環境質ラボ職員が汚染物質の拡散・挙動に関する概念的知識を習得する。
  - 3.5 ANAM環境質ラボが水質モニタリングに関して利水条件や汚染源を考慮した計画を作成する。
  - 3.6 ANAM環境質ラボが現行の水質・排水基準を評価するためのデータを提供する。

## 【投入】

- a) 日本側
    - ① 専門家派遣  
チーフアドバイザー：QA/QC手法、水質分析、水質モニタリング等
    - ② 機材供与  
技術支援に必要な交換部品（詳細は、プロジェクト開始後に先方と調整）
    - ③ カウンターパート（C/P）研修  
約2名／年（プロジェクト開始後に選定）
  - b) パナマ側
    - ① C/P、秘書、運転手等の配置
    - ② 必要な設備を備えた専門家用執務室〔ANAM環境質ラボの一室（プロジェクトの全期間）〕
    - ③ 移動手段〔専門家用車両（フェーズIで供与したもの）の提供〕
- 2) プロジェクト計画における留意点
- a) ANAMの環境管理に与える効果（プロジェクトの波及効果）  
ANAM環境質ラボがプロジェクト概要〔（2）1〕に示す能力を獲得することによ

り、ANAM全体の環境管理に与える効果は、以下のとおりと想定される。

- ・「前提条件①」により、これまでANAM環境質ラボが分析できなかった項目に対応できるようになり、国内の環境汚染事故や汚染原因究明に迅速に対応できるようになる。
- ・「前提条件②、③」により、分析精度の保証がある環境モニタリングのデータが提供されるようになり、ANAMが科学的裏づけのある環境保全行政を遂行できるようになる。

その波及効果は大きく、ANAM環境質ラボが環境モニタリングの科学技術的知見を蓄積することにより、ANAMにとって環境保全対策実施の技術的コア施設及びシンクタンクとして活用されることが期待される。

#### b) 資機材の管理状況

本プロジェクトの実施にあたっては、サンプリング・分析のための機器のメンテナンスが適正に実施されていることが重要であるが、本調査において確認したところ、以下のようにすべてが満足できる状態ではないことが確認された。

- ・原子吸光光度計（AAS）が故障している。そのため重金属の分析が実施できない（重金属分析は外注）。プエルトリコ拠点のメーカー代理店のAAS専門家の検査によって、交換部品の見積書を依頼中。
- ・ガスクロマトグラフの周辺部品（UPS）のストックが切れて使用不可能となっている。約束された納期90日は超過したが未納である。
- ・試薬等その他消耗品の納期についても不規則的であるため、分析業務に支障を伴っている。
- ・計量室、試薬保管室が適正でないため、配置・整備が必要である。
- ・モニタリング業務用の車両が1台あるが、査察業務用の車両が不足している。今年度予算には1台計上。

機器の適切なメンテナンスは、基本的に先方が負担し実施されることであり、本調査においても要請した。また、日本側においても、本プロジェクトにより機材供与を行う場合には、メンテナンスの容易さ（交換部品の調達、メーカーメンテナンス等）を考慮しつつ行うことが重要である。

#### c) 持続発展性

プロジェクト期間中にQA/QCの一環として、機器のメンテナンス計画、機材・スペアパーツの更新計画、プレモニタリングなどへの簡易手法活用による低コスト化について指導し、持続可能なラボ運営のために技術的な提言を行う必要がある。

#### d) ANAMの優先課題への対応

ANAM環境質ラボの持続発展性を高めるためにも、フェーズⅡで取り扱う分析項目やモニタリングの対象とする環境汚染問題（課題）は、ANAMにおいて優先的、緊急的に取り扱う項目を選定することが望ましい。ただし、選定に際しては環境質ラボの技術レベルや機器の状況、モニタリング、分析に係る費用等を考慮するとともに、パナマ国内のその他の地域への応用可能性等についてもANAM側と十分協議して、投入の成果が広くパナマ国内に波及するよう配慮が必要である。

## 1-5 団長所感

### (1) 事前調査の概要

今回の事前調査においては、カストロ環境庁長官、ナタリア環境保全局長、アキノ国際局長など本省関係者をはじめ、同庁環境質ラボのチアルラボ長、IDBによるANAM組織強化ローンの担当コロアネ氏などを訪問し、協議を行ったのち、本件技術協力プロジェクトのフェーズⅡの協力内容に関するM/Mをまとめて1月24日にカストロ長官と署名を行った。ANAM環境質ラボの視察結果を踏まえ、以下のとおり調査結果を報告する。

### (2) フェーズⅠ後のANAM環境質ラボの活動

フェーズⅠの技術協力期間中、環境ラボの建物はANAM環境質ラボ用に設計された専用施設ではなく、以前事務所として使われていたものを改修して使用することになった経緯もあり、屋根裏部の雨漏り部分や2階の事務室などの営繕作業が行われてきた。現在のところ、1階に試薬類などの専用保管スペースを設置する改装工事が残されている。

水質に関するサンプリング並びに分析に関しては、おおむねフェーズⅠの協力時点で培われた技術移転の内容が踏襲されている。なお、技術協力プロジェクト機材として購入し、フェーズⅠでは順調に稼動していた重金属分析を行う日本製のAASが、機器操作の誤りから故障したままとなっている。遅くとも、フェーズⅡの開始が予定される本年10月頃までには稼動していることが重要であり、ANAM側も同様の認識をもち予算を用意して対応を図っているが、代理店の対応の問題から修理が進まないとのことであり、この件については側面からの支援を考えたい。

環境質ラボの法的な位置づけ（政令）などの整備も進められつつあり、同ラボの人材については、現在15名のスタッフがいるが、本年度は更に2名程度のラボ職員を増員する計画とのことである。他方、フェーズⅠにおいて技術移転を受けた分析技術者のうち2名が民間に転職し、新たに民間の分析技術者を含む8名が雇用されていることから、人材の流動性を考慮せざるを得ない一面もある。

### (3) フェーズⅡの協力内容に関する協議結果

フェーズⅠの支援も得て、ANAMの水質分析のラボ活動の基礎が確立してきたことにより、フェーズⅡでは、ANAMが環境行政を推進するうえで必要となる分析項目数の増加並びに分析精度の向上や、IDBのローンによるラボ認証のためのソフト面での協力プログラムとの連携を取りながら、分析技術面での技術的な支援活動を行うことが重要である。

この事項については、SOPの基になる技術資料作成については、日本が環境協力を続けてきたチリの環境センターとの日本チリパートナーシップ・プログラムによるANAM環境質ラボに対する協力が、SOPの基になる技術資料作成も含めてフェーズⅠで遂行されてきた。フェーズⅡにおいても日本、チリ、パナマの水平協力による技術協力の充実を図ることが重要である。

また、「環境質ラボのサンプリング・分析技術能力の更なる向上」を基盤としつつ、「環境質ラボのQA/QC手法の改善」並びに「環境モニタリングに基づく科学的知見を提供する能力の強化」をフェーズⅡの活動内容とすることで合意した。

なお、協力期間は活動内容の質と量に関して先方とともに検討した結果、4年間で



ある。今後、討議議事録（R/D）が準備されて署名が行われたあと、2008年10月あるいは11月頃に、フェーズⅡがスタートできるように準備を行いたい。

（4）フェーズⅡ開始に向けての留意事項

以下の項目については、今後もDIPROCAのナタリア局長を通じて最新の情報を逐次得ていく予定である。

- 1) ANAMによるラボ活動予算（2008年は約17万USドル）の適切な執行の継続性
- 2) サンプルングと分析に従事する新規雇用に関するラボスタッフの適正な技術レベルの担保
- 3) 本プロジェクトとの円滑な連携を図るため、環境行政分野の長期専門家あるいはシニア海外ボランティアのDIPROCAへの派遣可能性についての検討
- 4) IDBのローンによるラボ活動支援プログラムとの連携強化
- 5) ANAM環境質ラボ内の廃液処理装置の的確な利用と有害廃液の保管方法の徹底
- 6) AASの修理とメンテナンスに関する側面支援

## 第2章 水質モニタリングの現状と課題

### 2-1 対象地域の概況

パナマは総面積7万5,517km<sup>2</sup>に人口328万人<sup>1</sup>を抱え、首都パナマ市にはその4分の1以上、83万人<sup>1</sup>が在住する。以下にパナマの行政区分、地形、気候等の特性を記述する。

#### 【行政区分】

パナマは9つの県（ボカス・デル・トロ、チリキー、コクレ、コロソ、ダリエン、エレラ、ロス・サントス、パナマ、ベラグアス）、75の郡及び5つの先住民保護区（クナヤラ、ノベ・ブグレ、セマコ、ワルガンディ、マドゥガンディ）から構成されている。図2-1に行政区分図を示す。



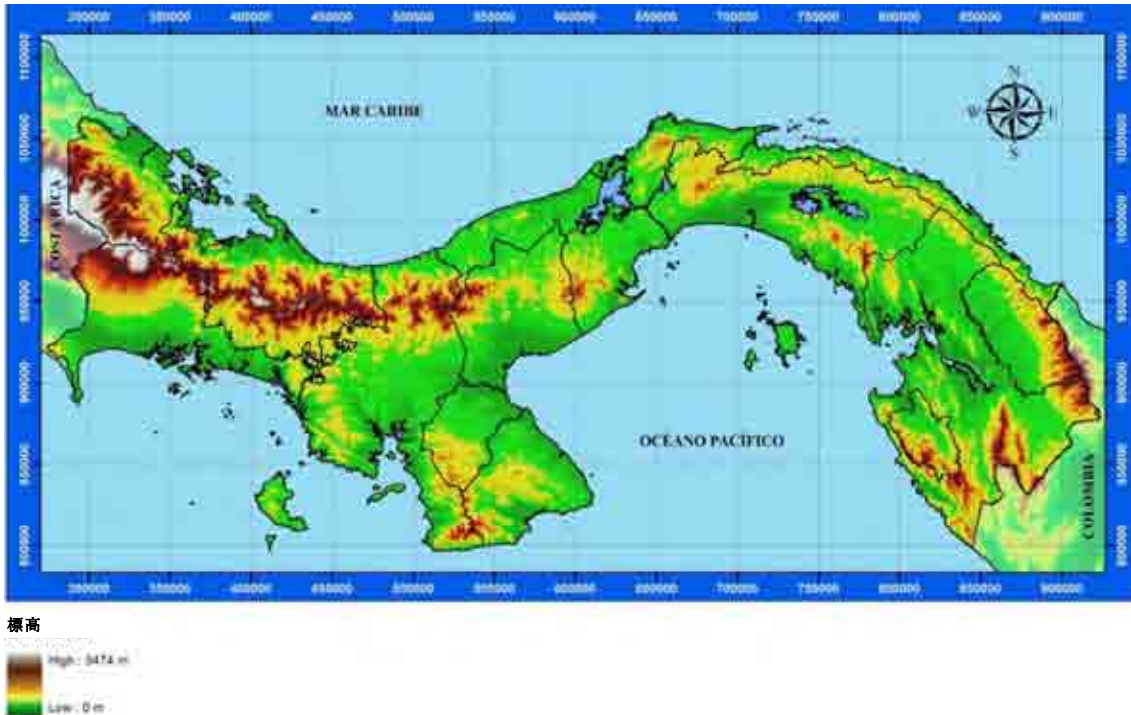
出典：Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. Gerencia de Hidrometeorología

図2-1 パナマの行政区分図

#### 【地形】

国土は、山脈によって2つに分けられており、一方は熱帯雨林に覆われた大西洋側に分布し、もう一方は太平洋側に面している。東部の北東アーチと呼ばれる弓形にそった地形の部分にはサンブラス山脈が走り、南東部の弓形の部分（アーチ）にはコロンビア山脈が連なっている。標高1,000mを超える山はごくわずかしかなく、最も高い山は標高3,475mのバルー火山である。図2-2にパナマの地形図を示す。

<sup>1</sup> 国家統計国勢調査局（DECP）2006年推定値



出典：Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. Gerencia de Hidrometeorología

図 2 - 2 パナマの地形図

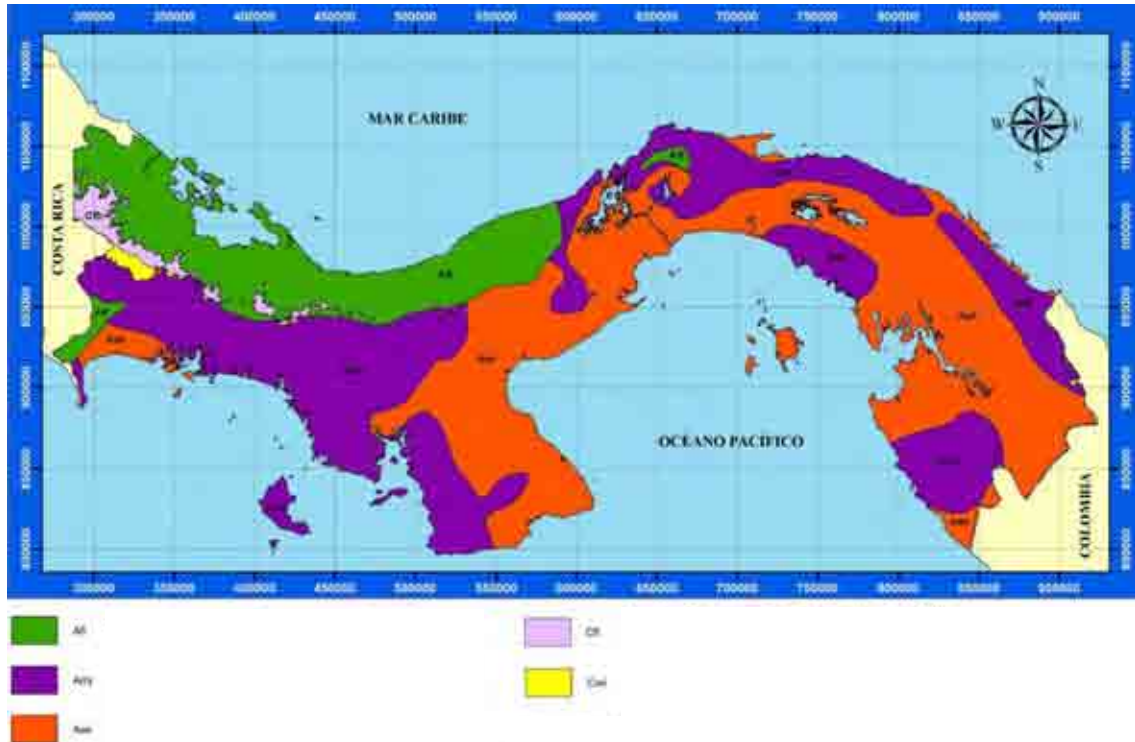
### 【気 候】

沿岸部は暖かく雨量が多く、山岳地帯は過ごしやすい気候で雨が多く降る。年間平均気温は沿岸部で29°C、山岳地帯では18°C。

Köppenの気候分布よりパナマは以下のとおり区分されている。

- ・ 超湿潤熱帯気候 (Afi) : 月平均降雨量60mm以上、最低月平均気温18°C以上
- ・ 湿潤熱帯気候 (Ami) : 年間雨量2,250mm以上 (その60%が4カ月の雨期に集中)、乾期の月平均雨量60mm以下、最低月平均気温18°C以上
- ・ 熱帯サバナ気候 (Aw) : 年間雨量1,000mm以上、乾期の月平均雨量60mm以下、最低月平均気温18°C以下
- ・ 超湿潤温暖気候 (Cfi) : 月平均降雨量60mm以上、最低月平均気温18°C以下 (標高によって変動)
- ・ 湿潤温暖気候 (Cwi) : 乾期の月平均雨量60mm以下、最低月平均気温18°C以下 (標高によって変動)

図 2 - 3 にKöppenの気候分布によるパナマの気候分布図を示す。

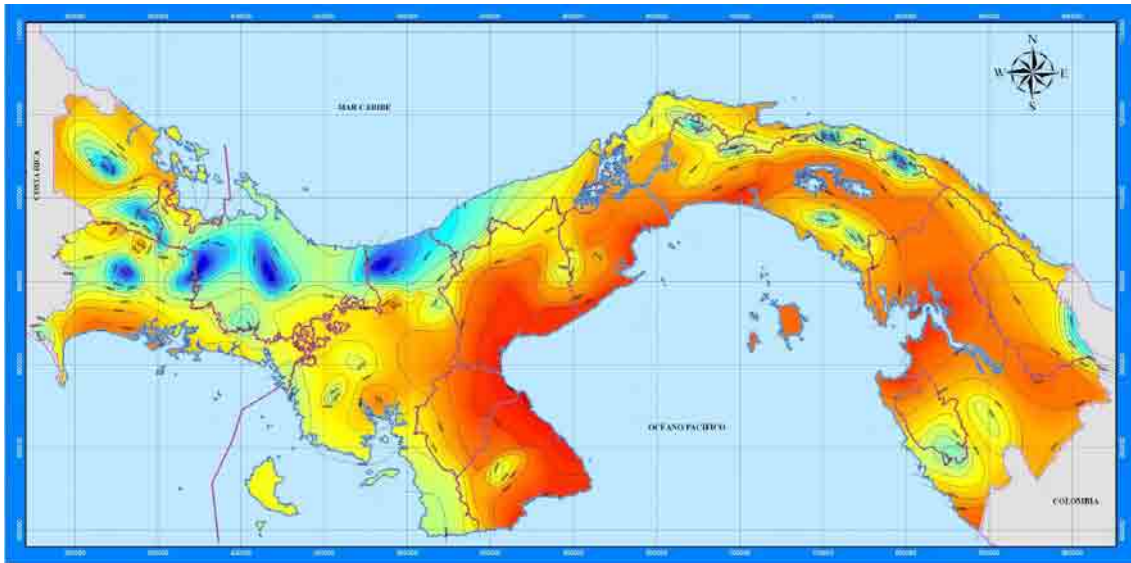


出典： Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. Gerencia de Hidrometeorología

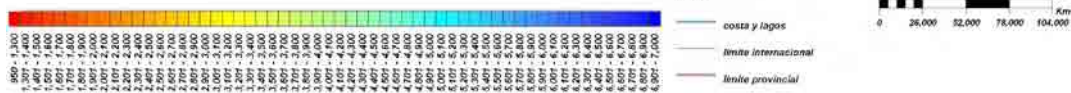
図 2 - 3 パナマの気候分布図

### 【雨 量】

パナマの降雨特性は、頻繁かつ瞬間的に発生する豪雨と雨期での長時間にわたって降る雨に大きく区別される。これらによって年間雨量の平均値は地域によって1,000~7,000mmまで変動する。国土の年間平均雨量は2,924mm (220.8km<sup>3</sup>)である。季節は大きく2つに分かれており、雨期が5~12月、乾期が1~4月。大西洋沿岸の年間降雨量は3,270mm、太平洋側は1,750mm。図2-4に雨量の30年間(1971~2002年)平均分布図を示す。



年間雨量：mm

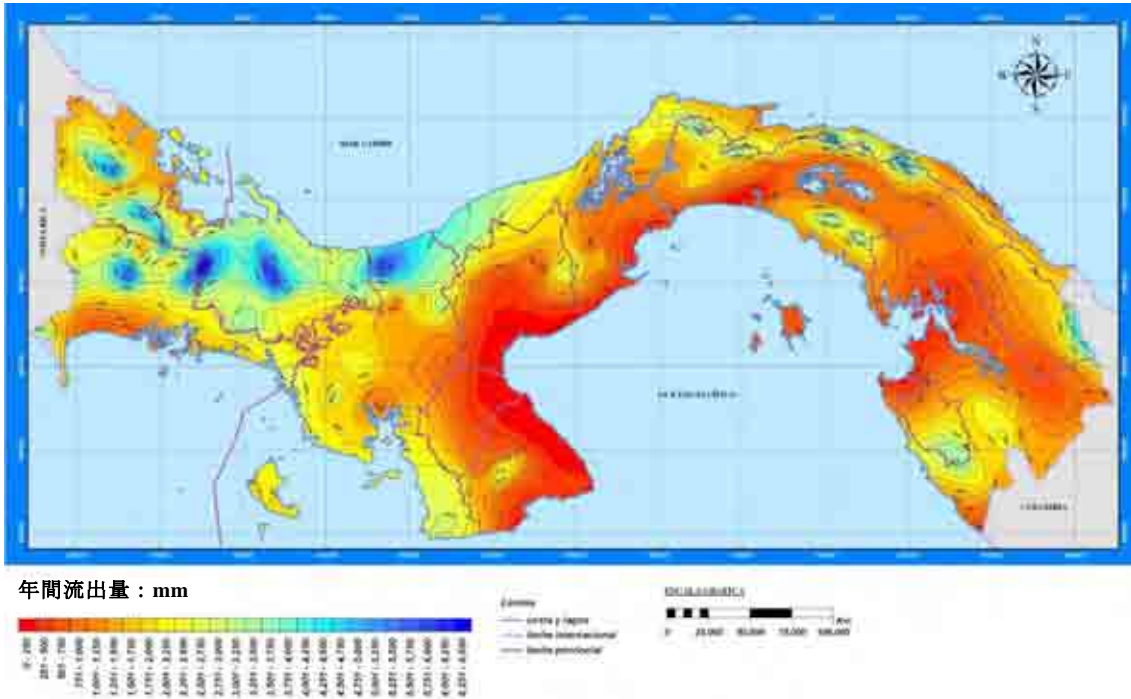


出典：Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. Gerencia de Hidrometeorología

図 2 - 4 パナマの雨量分布図

【流出量】

パナマの降雨流出量の平均値は1,764mm (133.2km<sup>3</sup>) であり、アスエロ半島からパリタ湾の乾燥地帯での最低値200mmから超湿潤地帯のボカス・デル・トロ及びチリキー地方での最高値6,400mmの範囲で変動する。図 2 - 5 に流出量の30年間 (1971~2002年) 平均値分布図を示す。

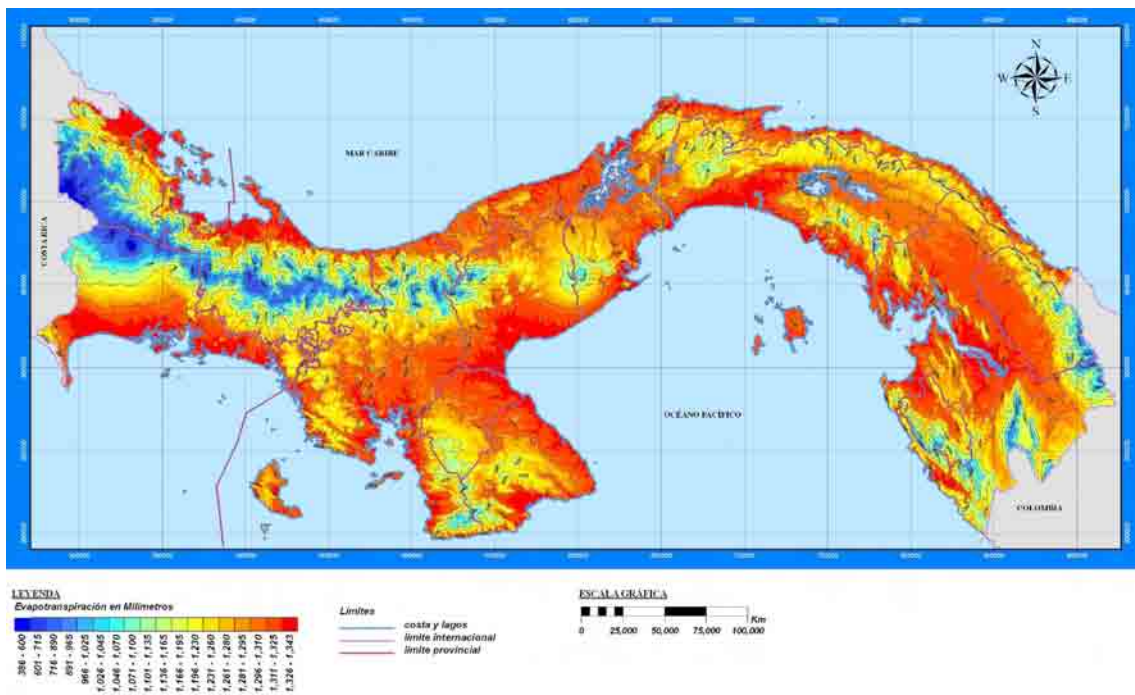


出典 : Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. Gerencia de Hidrometeorología

図 2 - 5 パナマの流出量分布図

【蒸発散量】

パナマの潜在的蒸発・発散量はFAO-Penman-Monteith手法によって推算された。その分布図を図 2 - 6 に示す。



出典 : Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. Gerencia de Hidrometeorología

図 2 - 6 パナマの蒸発散量分布図

## 2-2 フェーズ I による成果の発現状況

フェーズ I 終了後の国家環境庁（ANAM）環境質ラボのキャパシティ・アセスメント（CA）の結果を以下にまとめる。アセスメント項目は、JICAの「開発課題に対する効果的アプローチ・水質汚濁（2005年10月）」の表A3-4「CAのチェックリスト」を参考に、主要項目ごとに該当すると想定される機関を対象に行った。さらに、ANAM環境質ラボの分析能力におけるCAは、パナマの排水基準及び公共用水域水質環境基準素案の項目別に、試料の採取と分析について、公定法の有無、参考規格、標準作業手順書（SOP）の有無、熟練作業員の情報等を収集して行った。

### （1）個人のレベル（知的・技術）

#### 【個人の人材の能力】

ANAM環境質ラボには12名の職員が配属されており、このうち化学学士が6名、化学工学技師が2名、生物学士が3名及び環境毒物学博士が1名である（ANAM環境質ラボ職員の分析業務における熟練度について付属資料4「水質分析能力の現状」を参照）。

ANAM環境質ラボが所属するANAM環境質保全局（DIPROCA）の組織及び所掌は、財務経済省（MEF）省令によってANAMの組織編制とともに承認されている。さらに、同局全員の雇用関係については、行政職務法（仮称）が適用され政治的責任を負っているポスト以外の職員には、政権交代後も留任が確保されることとなっている。したがって、長官、局長を除き、技術的な任務を果たしているANAMの環境質ラボ長以下の職員は政権交代後も留任可能な取り組みがなされている。

### （2）組織のレベル（組織形態・マネジメント）

#### 【中央行政の組織】

ANAMの流域統合管理局は水利権の管理を地方自治体と連携して行っているが、河川流域単位の水収支における情報は不十分である。

自然水域における環境基準法の制定が進められており、水域区分別の水質管理の導入が見込まれているうえ、水量・水質におけるベースライン調査を必要としている。

パナマの水文気象観測は、電力公社の水文気象観測部及びパナマ運河流域内ではパナマ運河庁が行っており、ANAMはこれらのデータを引用している。

上下水道公社（IDAAN）との連携が浅く、特に下水における情報が欠如している。IDAANには下水処理場がないため、下水の河川への放流状況は把握されていない。なお、円借款案件として下水処理場建設計画が進められつつある。

ANAMの予算及び人材は、設立以来増強されており、現在は約300人の職員を抱えている。同様に、環境質ラボの職員はフェーズ I 終了後にも増員され、分析技術の知識・経験を有する民間企業からの転職者も雇用した。

フェーズ I 終了後、環境質ラボの人員増強、年間予算17万USドルの確保、分析項目の増加などによる総合的な能力向上を達成している。

#### 【地方行政の組織】

水質・排水モニタリングについては、試料の採取業務をANAM傘下の地方支局へ移管する予定である。平行して進められている地方分権化に伴い、今後創設が求められる地方自治

体の環境管理部署へ同業務の段階的移管の準備も検討されている。

人材養成の分野では、ドナー〔主に世界銀行、米州開発銀行（IDB）、EPA、スペイン〕の支援を得て環境影響評価（EIA）/PAMA制度の導入にあたり、地方分権化に必要とする人材の育成、国立公園や保護地域の管理職員の啓発活動などが行われている。一方、ANAMの熟練職員による地方自治体の職員の養成、ANAM職員のうち、修士資格取得者を対象に国内外の大学の博士号取得のための就学支援を実施している（海外に5名派遣）。

#### ANAMパナマ首都圏支局

- ・職員数：106名（うち流域統合管理部水資源課の職員2名）
- ・所掌：ANAM政策方針の施行管理、水利権の監督：パナマ首都圏では43の水利権（飲料水、灌漑用水、工業用水）を管理（IDAANへの水利権は対象外）、EIA許認可制度における監査
- ・重視流域：パナマ県Pacora河川流域（IDB環境管理近代化プロジェクトの候補流域）：生活排水、農牧業排水、河底砂利採掘の影響を受け、中下流域では水浴用途があるため重要な地方河川である。
- ・地方分権化の取り組み：ANAMの地方支局への権限委譲の取り組みが発足され、市町村レベルでの環境担当部署の設立に資する役割を有する。地方分権化後のANAMの各支局の役割は法制度の施行監督を担うこととなり、実務は市町村の環境担当部署の所掌となる取り組みとなっている。

#### ANAM コロン支局

- ・職員数：112名（内流域統合管理部水資源課の職員1名、環境保護部11名）
- ・所掌：ANAM政策方針の施行管理、水利権の監督、EIA許認可制度における監査
- ・重視流域：コロン県Indio河川流域（IDB環境管理近代化支援プロジェクトの候補流域）：Petaquilla地区での金・銅鉱山の開発におけるEIAプロセスが進行中、重金属やシアン汚染が懸念されている。
- ・地方分権化の取り組み：ANAMの地方支局への権限委譲の取り組みが発足され、市町村レベルでの環境担当部署の設立に資する役割を有する。地方分権化後のANAMの各支局の役割は法制度の施行監督を担うこととなり、実務は市町村の環境担当部署の所掌となる取り組みとなっている。

#### 【水質汚濁の問題点とその要因の把握】

##### 環境課題

- ・経済成長（主に農牧業）及び都市の人口増加並びにパナマ市への密集に伴う環境への攪乱要素（生活・工場排水、一般・産業廃棄物、排ガス、騒音振動、悪臭等）の状況把握及び軽減策の策定
- ・環境法制度（環境・排水基準等）の整備
- ・環境災害対策・体制の構築
- ・河川流域単位の総合的管理能力の向上
- ・民間企業におけるクリーンテクノロジーに係る知識と技術の習得
- ・コミュニティの環境における認識の向上に係る教育制度の強化

##### 水質汚濁問題

- ・気候変動による水害及び干ばつに起因する水質汚濁問題：農牧業における残留農薬の面



減汚染、老朽化した下水道からの漏洩、有害物質の濁水期での濃度上昇等

- ・過剰揚水による地下水の塩水化
- ・災害時における対処能力、コンティンジェンシープランの欠如：ANAM環境質ラボには炭化水素の分析能力がなく、ボカス・デル・トロ地方での輸送車の事故による原油漏れの影響調査ができなかった事例がある（試料を国外のラボで分析して対処したが、汚染の影響範囲の推測、浄化対策の提案などができなかった）。
- ・環境汚染問題に係る査察業務では、原因となる汚染物質の特定能力が欠如している。したがって、汚染状況の把握のために必要とする試料採取計画が立てられない。
- ・IDAANの下水処理状況：下水処理方法は酸化・沈殿池、イムホフタンク、セプティックタンクが散在するが、水質管理は行われていない。また、その位置データの整備も不十分である。

#### 【政策決定者の意識】

ANAM長官は閣僚のメンバーとして承認されており、国家政策の検討会議などに参加し、環境配慮の視点から国家開発政策方針の制定に貢献している。

#### ◆環境質ラボの能力向上のために必要としている項目

- ・水質モニタリングに係る手順の整備：SOP作成、品質保証／品質管理（QA/QC）（分析方法の妥当性確認を含む）システムの確立、試料採取分析工程における不確かさ試算能力の習得、モニタリングデータの解析及び評価における知識と技術の習得
- ・クリーナープロダクション：民間セクター啓発のための排水処理技術、節水技術を中心とした技術の習得
- ・環境災害における危機管理体制の構築：関係機関との連携強化
- ・パナマの環境分析（水質、大気、土壌）事業におけるリーダーシップを図り、民間を含む環境分析ラボの認定取得における促進・支援能力
- ・分析不可能な項目における知識及び技術の習得並びに当該資機材の整備
- ・自由貿易協定（FTA）の締結条件として環境配慮に係る条項を満たすために分析項目10項目（水温、pH、SS、溶存酸素、BOD、COD、油脂類、硝酸性窒素、全磷等）についてISO17025認証の早期取得

### （3）組織のレベル（知的資産）

#### 【公共用水域の水質測定計画】

自然水（河川、湖沼、地下水、沿岸海水）のモニタリング

- ・52の河川流域のうち34流域での河川の水質モニタリング（試料採取、分析、簡易評価、公開）を実施している。自然水域環境基準に係る法制度は未整備であるため、河川の水質モニタリングは汚染源の情報を参考にして計画をたてている。
- ・公共用水域における水質環境基準は存在しない。上記自然水域環境基準の素案は、2007年にIDBのコンサルティングによってDIPROCAをC/Pとして策定されたが、DIPROCAはその見直しのための知見を必要としている。
- ・河川の水量測定はANAM流域統合管理局、パナマ運河庁（ACP）及び電力公社水文気象観測部が行っており、ANAM環境質ラボは、これらのデータを引用している。
- ・フェーズIで作成した水質モニタリング報告書の第3回目のバージョンとして2006～

2007年分の報告書をDIPROCA独自で作成中である。  
 下表にフェーズ I の河川水質モニタリング網を示す。

表 2 - 1 フェーズ I の河川水質モニタリング網

流域名	河川名	測定点数	流域面積 (km <sup>2</sup> )
87 (Sixaola)	Sixaola	3	2,850
89 (Sixaola-Changuinola)	San San	3	223
91 (Changuinola)	Changuinola	3	3,202
	Teribe	3	
	Negro	3	
102 (Chiriquí Viejo)	Chiriquí Viejo	3	1,376
106 (Chico)	Chico	3	600
108 (Chiriquí)	Chiriquí	3	1,905
	Caldera	3	
	Cochea	3	
110 (Fonseca)	Fonseca	3	1,661
111 (Indio)	Indio	3	567
112 (Fonseca-Tabasará)	San Félix	3	1,168
114 (Tabasará)	Tabasará	2	1,289
115 (Chagres)	Caño Quebrado	3	3,317
117 (Chagres-Manginga)	Piedra	3	1,122
	Cascajal	3	
	Viento Frío	3	
118 (San Pablo)	San Pablo	3	2,453
	Cañazas	3	
120 (San Pedro)	San Pedro	3	996
	Los Chorros	2	
	Cuvíbora	3	
121 (Manginga-Armilla)	Ogandí	3	2,238
126 (Tonosí-La Villa)	Guararé	3	2,170
	Mensabé	3	
	Salado	3	
	Oria	2	
	Caña	3	
128 (La Villa)	La Villa	6	1,284
130 (Parita)	Parita	3	603
132 (Santa María)	Escotá	3	3,326
134 (Grande)	Zaratí	3	2,493
	Chico	3	
	Coclé del Sur	3	
	Grande	3	
136 (Antón)	Antón	3	291
138 (Antón-Caimito)	Perequeté	3	1,476
	Capira	3	
140 (Caimito)	Caimito	3	460
	Aguacate	3	
142 (Caimito-Juan Díaz)	Cárdenas	3	383
	Curundú	3	
	Matanzillo	3	

流域名	河川名	測定点数	流域面積 (km <sup>2</sup> )
	Abajo	3	
	Matías Hernández	3	
144 (Juan Díaz)	Juan Díaz	3	388
	Tapia	3	
	Tocumen	2	
146 (Pacora)	Pacora	3	364
148 (Bayano)	Bayano	3	4,980
	Ipetí	3	
154 (Chucunaque)	Chucunaque	3	3,482
156 (Tuira)	Tuira	3	3,017
158 (Tucutí)	Balsas	3	1,835
計：30流域	計：55河川	計：164	

### 【水環境の監視】

#### 排水のモニタリング

- ・官民の排水分析所による排水分析データの有効性監査及び検証モニタリング：放流許認可制度及びEIA制度によって適用される事業所の排水のモニタリングはパナマ大学、パナマ工科大学の分析所を含む14ヵ所の臨時認証分析所によって行われており、ここでは暫定的に排水分析を実施することができる。ANAM環境質ラボの役割はこれらの有効性監査及び検証モニタリングである。
- ・ISO17025認定制度に基づいた排水モニタリングの実施：ANAM環境質ラボは信頼性を図るために試料採取分析における標準手法、妥当性確認、QA/QC等に基づいた業務実施の確立をめざしており、その過程で排水基準の14項目を対象にISO17025認証を今年度中に取得することを目標としている。その後もISO17025認証の項目を拡大していく方針である。一方、上記14の官民分析所についても排水基準5項目を対象にISO17025の認証取得が義務づけられている。

#### ANAM環境質ラボの組織体制

上記の水質・排水モニタリング事業はANAMの環境質ラボが実施しており、その組織図を図2-7に示す。

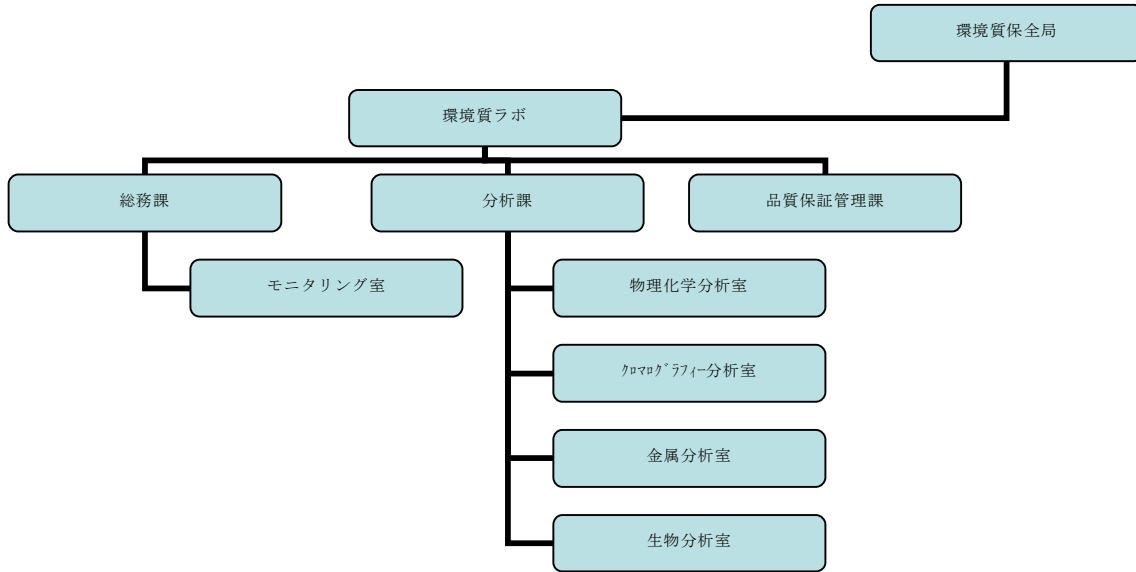


図 2 - 7 ANAM環境質ラボの組織図

上記「個人の人材の能力」の項で述べた12名の配置（兼務あり）は表 2 - 2 のとおりである。

表 2 - 2 ANAM環境質ラボの職員配置

職員名	モニタリング室	物理化学分析室	クロマトグラフィー分析室	金属分析室	生物分析室
Qm. Julia Pineda	○	○			
Qm. Julio Arosemena	○	○		○	
Qm. Eduvigez Nuñez	○	○			
Qm. Arístides Falcón	○	○			
Qm. Ismenia Espino	○	○			
Bioqm. Roberto Rey	○	○			
Qm. Glaister Tejada	○		○		
Qm. Rogelio Samuels	○		○		
Qm. Yahaira Espinosa	○		○		
Bio. Yajaira Serrano	○				○
Bio. Ana Raquel Tunón	○				○
Bio. Dessy Garrido	○				○
合計職員数	12	6	3	1	3

フェーズ I にて提供された分析用の資機材の現状については、付属資料 5 「フェーズ

Iによる供給機材の現状」を参照。

**【発生源（工場・事業場）の監視】**

2007年には、排水における放流許認可制度の適用について排水特性申告書を提出した企業約700社のうち81社の優先企業を対象に排水の水質及び水量における査察を行い、その結果を簡易的なMS-Excel上のデータベースへ入力・整理している。

**【環境情報の整備と提供】**

ANAMの環境情報システム開発局は、環境における情報の収集・整理を行い地理情報システム（GIS）の構築に取り組んでいる。

水質管理における情報について、今後の課題として、ANAM環境質ラボから提供されるデータをGISへ入力し、水質・水量の情報が公開できるようにすることとしている。

一方、ANAM環境質ラボはフェーズ I の成果として、2002～2003年、2004～2005年の水質モニタリングのレポートを作成しており、現在、2006～2007年のレポートの公開を準備している。

**（4）組織のレベル（物的資産）**

**【ラボの整備】**

ANAM環境質ラボの整備状況（フェーズ I にて提供された資機材の状況について「分析機器の現状（2008年1月現在）」を参照）

- ・排水基準項目又は環境基準項目案について、ANAMの環境質ラボの分析能力が不十分である項目における知識・技術の習得及び当該資機材の整備を必要としている。
- ・排水水質分析を行うための商工省傘下の国家認定委員会による認証分析所としての承認を取得するために必要となる知識・技術の習得及び当該資機材の整備を必要としている。
- ・環境分析に係り、ISO17025認定制度による国際的な認証を取得し、素案として提案されている環境・排出基準対象項目の分析を行うことをめざしている。IDBの次期プロジェクトとの相乗効果を考慮して、認証取得に必要とする分析知識・技術の移転を必要としている。
- ・排水処理施設が整備されていないため、廃液は処理業者が選定されるまで施設外の倉庫に保管している。有害廃棄物に関しても同様な状況である。
- ・原子吸光光度計（AAS）が故障であるため重金属の分析が実施できない（重金属分析は外注）。プエルトリコ拠点のメーカー代理店のAAS専門家の検査によって、交換部品の見積書を依頼中。
- ・ガスクロマトグラフの周辺部品（UPS）のストックが切れて使用不可能となっている。約束された納期90日は超過したが未納である。
- ・試薬等その他消耗品の納期についても不規則的であるため、分析業務に支障を伴っている。
- ・計量室、試薬保管室が適正でないため、配置・整備が必要である。
- ・モニタリング業務用の車両が1台あるが、査察業務用の車両が不足している。今年度予算には1台分の予算が確保されている。

パナマ工科大学応用技術試験センター応用物理化学分析所の整備状況

- ・分析項目、分析機器：フレイム／黒鉛炉AAS：重金属、ガスクロマトグラフ／水素炎イオン化検出器：農薬等
- ・排水処理状況：排水処理設備はない。排水は種類別に保管している。排水処理業者はいまだ見つかっていない。
- ・ISO17025認証取得状況：ISO17025の認証分析所経営の項目に関しては申請資料がほぼ完成しているが、SOP、妥当性確認やQA/QC等技術的な項目に関してはいまだ準備が進んでいない状況である。今年中に6項目（pH、SS、COD、アンモニア性窒素、硫酸イオン、塩化イオン）を対象に認定手続きを進めることを検討している。認証手続きは国内の国家認定委員会（CNA）の審査を受けることとなる。

(5) 制度・社会システムのレベル（法制度）

【法体系、基本法、環境・排水基準の制定】

IDBは法制度の側面からDIPROCAへの支援を行っており、DIPROCAをカウンターパート（C/P）として法制度〔環境・排出基準の制定プロセスに係る手順法規の改正案、陸水（河川、湖沼、地下水）及び沿岸海水における水域類型ごとの水質基準、公共用下水道及び自然水域への排水基準の改正案等〕の素案を策定した。その内容、経緯等についてANAMのウェブページに公開している。以下の法案は制定プロセス中である。

- ・環境・排出基準の制定プロセスに係る手順の法規改定
- ・自然水域（河川、湖沼、地下水、沿岸海水）における水域類型ごとの水質基準
- ・公共用下水道及び自然水域への排水基準の改定

(6) 制度・社会システムのレベル（政策・政治）

【水管理政策の策定】

2007年4月に成立された「国家水資源政策」は10項目の基本原則からなり、その第8の「情報公開の原則」では水資源に係る情報を体系的かつ適宜に提供できる状況を整え、開発プログラム・計画の策定及び危機管理対応等に資する体制整備の必要性を重要視している。また、9つの特殊目標が掲げられており、その第1特殊目標である「水資源の統括管理制度」における基本指針の一環として「水資源有効利水戦略の導入のために国土における水量及び水質の現状並びに水資源の需要予測に関する国土分布状況の情報整備」の必要性があげられている。

【水質管理計画の作成】

ANAM環境質ラボはフェーズ I の状況からモニタリング対象の流域、河川を表 2-3 のとおり拡大した。

表 2-3 水質モニタリング計画対象範囲

水質モニタリング	対象流域数	対象河川数	モニタリング地点数
フェーズ I	30	55	164
2008年計画	34	79	245

モニタリング項目についてはフェーズⅠの段階の手法のとおり継続している。表2-4にモニタリング項目と使用分析方法を示す。

表2-4 フェーズⅠのモニタリング項目

項目	分析手法	使用精密測定機器
水温	SM EWW 2550B	
pH	SM EWW 4500H	Horibaマルチパラメーター電極
溶存酸素	SM EWW 4500O, C, G	Horibaマルチパラメーター電極
電気伝導度	SM EWW 2510B	Horibaマルチパラメーター電極
濁度	SM EWW 2130B	Hach 2100P濁度計
総固形物	SM EWW 2540B	
溶存固形物	SM EWW 2540C	
浮遊物質	SM EWW 2540D	
BOD	SM EWW 5210B	
COD	SM EWW 5220D	
硝酸性窒素	SM EWW 4500B	Shimadzu UV 2501 PC分光光度計
リン酸	SM EWW 4500E	Shimadzu UV 2501 PC分光光度計
大腸菌	SM EWW 9223B	
糞便性大腸菌	SM EWW 9223B	

モニタリング地点として、メソアメリカ生態回廊のパナマ領土の緩衝地帯を含む保護地域に位置する河川及びパナマ市の中央と東西に位置する主要河川が選定されている。また、対象河川の測定地点として、人為的な影響を受けていないと考えられる上流域、潜在的に汚染の影響が懸念される中流域及び河口域での影響を把握するため下流域でそれぞれ1カ所が指定されている。さらに、土地の利用状況、特定汚染源の位置やアクセスの状況も考察されている（2005年のモニタリング計画の対象流域及び河川について表2-1を参照）。

さらに、成果の発現状況として、IDBのパナマ湾貧困地域の下水道整備案件の形成に関して、Juan Díaz地区の下水处理場の基礎設計の際、フェーズⅠの河川（5河川）水質モニタリングデータが参考となった。また、下水道整備後の河川・河口域の水質への効果を測定するために、ANAM環境質ラボの役割が期待されている。

### 2-3 パナマにおける水質汚濁・モニタリングの現状

パナマには52の河川流域が分布され、流域の命名法は番号によるものであり、流域番号87～121は太平洋へ流下する河川流域、その他166までは大西洋へ流下する河川流域である。図2-8にパナマの河川流域分布図を示す。



出典： Empresa de Transmisión Eléctrica S. A. Gerencia de Hidrometeorología

図 2 - 8 パナマの河川流域分布図

【水質・排水モニタリングの現状】

- ・ 自然水（河川、湖沼、地下水、沿岸海水）のモニタリング
  - ANAM環境質ラボは、全52の河川流域のうち34流域での河川の水質モニタリング（試料採取、分析、排水基準や主要測定項目から構成した数値的指標による簡易的評価、公開）を実施している。
  - 公共用水域における環境基準は存在しない。自然水域水質環境基準の素案が、IDBのコンサルティングによってDIPROCAをC/Pとして2007年に策定されたが、DIPROCAはその見直しを検討している。

表 2 - 5 に本事前調査中に視察した河川の状況を示す。

表 2 - 5 視察河川の状況

河川（位置）	概観特徴	ANAM環境質ラボ2005年雨季測定値			
		BOD <sub>5</sub> (mg/L)	NO <sub>3</sub> (mg/L)	PO <sub>4</sub> (mg/L)	E-coli (MPN/100mL)
Curundú（Gelabert空港近郊）	悪臭、廃棄物散乱	280	8.9	9.4	1,200,000
Mataznillo（Corredor Sur道路交差点）	悪臭、廃棄物散乱	225	11.7	10.5	690,000
Abajo（Corredor Sur道路交差点）	悪臭、廃棄物散乱	292	4.2	0.9	150,000
Matías Hernández（Corredor Sur道路交差点）	悪臭、浮遊物質	88	1.0	4.9	2,000,000
Juan Díaz（Corredor Sur道路交差点）	悪臭、廃棄物散乱	453	1.9	4.6	84,000
Tocumen（Corredor Sur道路交差点）	浮遊物質	7.5	0.7	1.4	20,600
Pacora（Darién方面国道交差点）	水浴用途	3.4	1.5	0.3	22,300
Sabanas（Santa Fé地区密林地帯）	濁流、航行可能	測定データなし			

- ・ 排水のモニタリング
  - 官民の排水分析所による排水分析データの有効性監査及び検証モニタリング：放流許認可制度及び環境影響評価制度によって適用される事業所の排水のモニタリングはパ



ナマ大学、パナマ工科大学の分析所を含む14カ所の臨時認証分析所によって行われており、ここでは暫定的に排水分析を実施することができる。ANAM環境質ラボの役割はこれらの有効性監査及び検証モニタリングである。

- ▶ ISO17025認定制度に基づいた排水モニタリングの実施：ANAM環境質ラボは信頼性を図るために試料採取分析における標準手法、妥当性確認、QA/QC等に基づいた業務実施の確立をめざしており、その過程で排水基準の14項目を対象にISO17025認証を今年度中に取得する取り組みを開始した。その後もISO17025認証の項目を拡大していく方針である。
- ▶ 2007年には、排水許認可制度の適用について排水特性申告書を提出した約700企業のうち81の優先企業を対象に排水の水質及び水量における監査を実施した。

表2-6に臨時認証分析所と分析可能項目を示す。

表2-6 臨時認証分析所

分析所名	分析可能項目
パナマ工科大学応用物理化学分析所	全排水基準項目
パナマ工科大学衛生分析所	全排水基準項目
パナマ大学水質大気質分析所	全排水基準項目
パナマ大学水生微生物分析所	大腸菌、糞便性大腸菌
チリキー県立大学水質物理化学分析所	SS、BOD、COD、全燐
特殊分析研究所	全排水基準項目
先端科学技術研究所	SS、BOD、COD、全燐、大腸菌
Laboratorio Centro de Investigaciones Químicas S.A.	SS、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素、大腸菌、糞便性大腸菌
Laboratorio Clinico Protec	BOD、COD、大腸菌
Laboratorio de Análisis Industriales S.A.	BOD、硝酸性窒素、全燐、大腸菌、糞便性大腸菌
Laboratorio Exper-Lab	大腸菌、糞便性大腸菌
Laboratorio STL International Analytical Group	SS、BOD、COD、アンモニア性窒素、Cr、Ni、Zn、Pb、油脂類
Laboratorio Water Environmental Technology	SS、BOD、COD、アンモニア性窒素、大腸菌
Mentes S.A.	ベンゼン、エチルベンゼン、キシレン (m、p、o)、トルエン

- ・河川の水量測定はANAM流域統合管理局、ACP及び電力公社水文気象観測部が行っており、ANAM環境質ラボは、これらのデータを引用している。

## 2-4 ANAM環境質ラボにおける水質モニタリングの現況と課題

### 【ANAM環境質ラボの現状】

・DIPROCAにおける環境質ラボ担当業務：ANAM10年業務計画によると、DIPROCAの担当業務における環境質ラボ関連業務をまとめると以下ようになる。

- ① 34流域での水質モニタリング
- ② 環境問題における住民の苦情処理：現場査察
- ③ 技術支援・養成：他関係省庁、民間セクターへの技術支援及び養成
- ④ 分析能力向上計画：環境質管理及び環境規制遵守状況の査察の能力向上のため、高度科学技術研究事業所、農業開発省、司法警察との協調システムにおける分析所の分析能力向上計画
- ⑤ 環境質に係る戦略、規制、計画の策定：環境・排水基準に係る素案の見直し

・ANAM環境質ラボの役割：環境質ラボ担当業務の内容、ANAMが発行しているレポート、官報及びANAM環境質ラボが所属するDIPROCAの局長からの情報を総合すると、ANAM環境質ラボの役割は以下のようにまとめられる。

- ① 役割：パナマにおける環境質（水質、大気質、土壌、騒音・振動）基準の達成レベルに関して技術的な証明を踏まえて分析情報を取りまとめ、実態を明らかにする。
- ② 活動項目（水質汚濁関連）：自然水（河川、湖沼、沿岸、地下水）のモニタリング、排水のモニタリング（監督、管理、監査）、ANAM内外の省庁及びその他セクターへの技術支援、環境質基準策定支援、ラボのネットワーク化（他のラボの監督、指導、協調）、危機管理対応、市民からの苦情対応、市民への情報公開。

このようにANAM環境質ラボは分析と環境モニタリングを行う機関として位置づけられ、その実施に必要な基礎的なサンプリング・分析能力取得をフェーズIにより実現されたことを確認した。

しかしながら、パナマにおける環境保全に関する課題は、水質に関するものだけでも、パナマ湾の浄化計画、石油の流出などの環境汚染事故への対応、環境汚染問題が起こった場合の汚染原因究明や告発に対する科学的証拠の提示など多様化しており、これらに対応するためには①ラボが「正確なデータ」を提供できることと、②科学的な知見に基づき「環境問題の評価、解決に活用できるモニタリング」が実施できること、以上2つの役割を担う必要がある。

### 【資機材の管理状況】

本プロジェクトの実施にあたっては、サンプリング・分析のための機器のメンテナンスが適正に行われていることが重要であるが、本調査において確認したところ、以下のようにすべてが満足できる状態ではないことが確認された。

- ・AASが故障している。そのため重金属の分析が実施できない（重金属分析は外注）。ペエルトリコ拠点のメーカー代理店のAAS専門家の検査によって、交換部品の見積書を依頼中である。
- ・ガスクロマトグラフの周辺部品（UPS）のストックが切れて使用不可能となっている。約束された納期90日は超過したが未納である。
- ・試薬等その他消耗品の納期についても不規則的であるため、分析業務に支障を伴っている。
- ・計量室、試薬保管室が適正でないため、配置・整備が必要である。

- ・モニタリング業務用の車両が1台あるが、査察業務用の車両が不足している。今年度予算には1台分計上している。

機器の適切なメンテナンスは、基本的に先方が負担し実施することであり、本調査においても要請したが、日本側においても、本プロジェクトにより機材供与を行う場合には、メンテナンスの容易さ（交換部品の調達、メーカーメンテナンス等）を考慮しつつ行うことが重要である。本件について、フェーズ I にて提供された主要分析機器のうちAgilent社製のガスクロマトグラフ装置、ガスクロマトグラフ質量分析装置、高速液体クロマトグラフ装置及びShimadzu社製のAASの代理業者によるメンテナンス契約が継続されていないため、容易な維持管理が実施されていないことを確認した。

#### 【ANAM環境質ラボの課題】

- ・科学的知見による水質・排水モニタリングデータの提供：ANAM内外の行政機関、民間セクター及びコミュニティへの技術支援（指導）：環境災害における危機管理対応及び環境問題における住民の苦情対応に係り、汚染物質の特定、汚染の程度及び拡散の潜在性、軽減策の提案に資する情報を提供しなければならない。
- ・レファレンスラボとしてのISO17025の認証取得：レファレンスラボとは、「環境犯罪の行政、民事、刑事のプロセスに係り、証拠として取り扱いが可能な環境・排出基準における測定値が提供できる分析所」のことをいう。ANAM環境質ラボは、IDBの環境管理近代化支援プロジェクトによって、ISO17025認証取得に係り6ヵ月間のコンサルティング（パナマにはSGS社、ITS社等がコンサルティングを提供）を受け、排水基準14項目の認証を今年度中に取得準備。排水基準すべての項目に対し、ISO17025認証の手続きをその後も継続して努める方針である。その過程で、試料の採取及び分析に係り、求められる項目別の標準手法、妥当性確認、不確実性試算などに係る知識及び技術が必要としている。さらに、FTAの締結条件として環境配慮の条項を満たすために分析項目10項（水温、pH、SS、溶存酸素、BOD、COD、油脂類、硝酸性窒素、全燐等）についてISO17025認証の早期取得を必要としている。
- ・流域統合管理に関する環境質のモニタリング：現在34流域にて水質モニタリングを実施（目標：全52流域）
- ・環境汚染問題に係る査察業務では、原因となる汚染物質の特定能力の向上：汚染状況の把握のために必要とする試料採取計画能力の向上を必要としている。
- ・水質の毒性調査に係り、バイオアッセイ（生物試験）導入の検討
- ・環境分析事業者のネットワーク構築

## 2-5 水質モニタリングに係るその他情報

#### 【環境・排水基準の妥当性】

パナマには公共用水域の水質における環境基準は定められておらず、その素案としてIDBの支援で完成された「自然水域水質環境基準案」がある。同基準案によると陸水及び沿岸海水とも用途別に3区分に分類されることとなる。その区分を表2-7に示す。

表 2-7 自然水域水質環境基準案による水域の類型区分

水域区分	用途
陸水1-C	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 濾過等簡易的な浄水操作を行って飲料水として利用可能な水域</li> <li>・ 水生生物の保護及び保全に利用される水域</li> <li>・ 水浴等無制限に住民の休養に利用される水域</li> <li>・ 水産養殖の開発に利用される水域</li> </ul>
陸水2-C	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 沈殿濾過等による通常の浄化作用を行って飲料水として利用可能な水域</li> <li>・ 水生生物の保護及び保全に利用される水域</li> <li>・ 野菜栽培のための灌漑用水等に利用される水域</li> <li>・ 零細漁業に利用される水域</li> <li>・ 住民の休養に利用される中程度リスクを伴う水域</li> <li>・ 牧畜用水として利用される水域</li> </ul>
陸水3-C	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 前処理等の高度の浄水操作を行って飲料水として利用可能な水域</li> <li>・ 人間の食糧とならない植物の灌漑用水に利用される水域</li> <li>・ 航行に利用される水域</li> <li>・ 発電に利用される水域</li> <li>・ 景観において不快感を生じない水域</li> </ul>
沿岸海水1-M	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水生生物の保護及び保全に利用される海域</li> <li>・ 水浴等無制限に住民の休養に利用される海域</li> <li>・ 水産養殖及び漁業に利用される海域</li> </ul>
沿岸海水2-M	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水生生物の保護及び保全に利用される海域</li> <li>・ 住民の休養に利用される中程度リスクを伴う海域</li> <li>・ 釣りに利用される海域</li> </ul>
沿岸海水3-M	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 航行に利用される海域</li> <li>・ 景観において不快感を生じない海域</li> </ul>

付属資料6「環境排水基準比較表」にパナマの陸水水質基準案及び現行の排水基準とともにWHOガイドライン、米国水質基準及び日本の水質環境・排水基準を列挙する。同表からパナマの基準の特徴として項目数が多いことと大半の基準値が厳格的なものであることが示唆される。

**【環境汚染物質排出・移動登録（PRTR）/MSDS概念の導入】**

パナマでは、化学物質の収支による汚染物質管理方法が導入されていない。水質モニタリングとともにデータ管理による水質汚濁対策を検討するために「PRTR」や「化学物質等安全データシート（MSDS）」の応用概念の技術移転が好ましい。

**【簡易測定の導入】**

ANAM環境質ラボの水質・排水モニタリング業務における定量的な能力は、現在200地点弱の河川水質測定及び100事業所弱の排水監査であると推測される。

ANAMの方針である国土全河川流域の主要河川の水質モニタリング及び排水の放流許認可制度の対象事業所数が近々1,000件弱に達することが予想されるため、今後必要とされるモニタリング件数が大幅に増加すると見込まれている。

一方、自然水域水質環境基準が制定されれば、現在のモニタリング項目数が極端に増えることとなる。さらに、同基準による水域の類型区分の必要性から河川及び沿岸海水の水質のベースラインデータが急務となる見込みである。

このような状況では、ANAM環境質ラボの定量的（分析件数及び分析項目数）能力を遥かに超えてしまう状況が懸念される。そのため、ベースラインデータ用及びスクリーニング試験用として現場で予備的な測定が可能な簡易測定の導入を検討することが妥当であると考えられる。

**【沿岸海洋汚染】**

自然水域水質環境基準案によると沿岸海水の水質モニタリング業務はパナマ海洋庁の管轄にしており、更に養殖や遠海漁業が行われる海域ではパナマ水産資源庁の任務としている。これら機関はANAMへ水質モニタリングの情報を提供することとなっている。

下水処理が実施されていない都市部では沿岸海洋汚染を伴い、そのなかでもパナマ湾の汚染状況は深刻であり、沿岸マングローブ林の衰退とともに海岸の後退を招いている。

**2-6 関係省庁の組織・体制**

**【ANAM】**

ANAMは、国家の天然資源及び環境に係る法規の遵守及び政策の実践における管理機関として1998年6月交付環境一般法（Ley General de Ambiente）によって設立された。図2-9にその簡略組織図を示す。

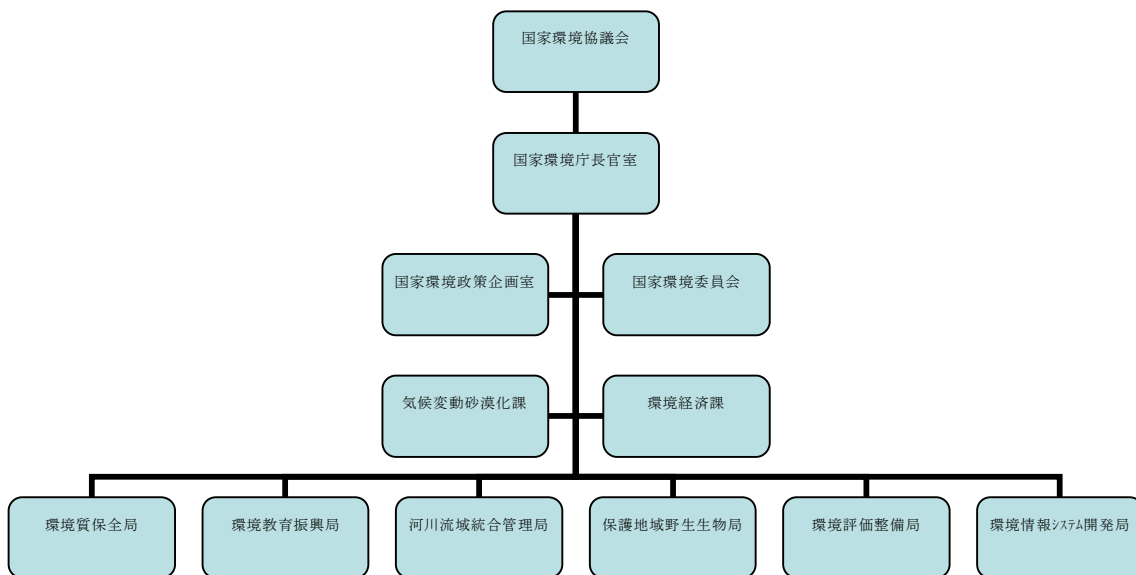


図2-9 ANAMの簡略組織図

図2-9に示すとおり、ANAMの実務体制としてDIPROCA、環境教育振興局、河川流域統合管理局（水資源統合管理部：水利権の管理担当、土壤保全管理部、森林管理開発部によって構成）、保護地域野生生物局、環境評価整備局（土地環境整備部、環境影響評価部、環境影響管理部によって構成）及び環境情報システム開発局が配属されている。

**【DIPROCA】**

DIPROCAの所掌は、ANAMの最新組織編制法（2006年8月交付経済財務省令163号）により国家の環境質の保全、保護及び回復に係る法規制の策定・施行と国家環境管理制度の導入に

係る関係省庁及び民間セクターとの連携並びに協調を図ることとする。図2-10にDIPROCAの組織図を示す。

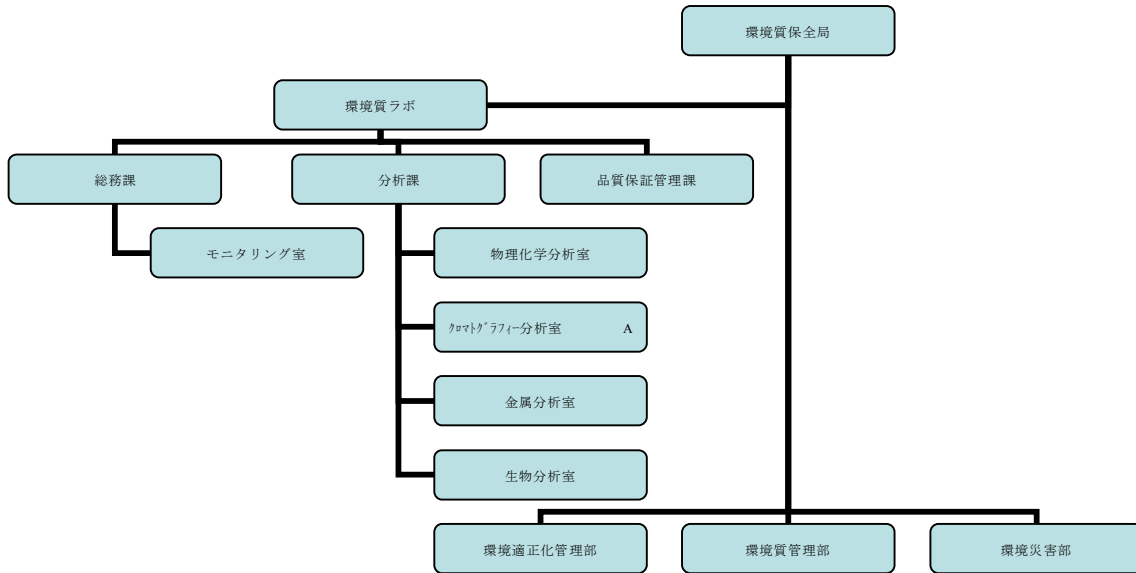


図2-10 ANAM環境質保全局の組織図

DIPROCAの傘下に環境質ラボ、環境適正化管理部、環境質管理部及び環境災害部が配属される。以下にDIPROCAの各部署の役割について記載する。

- ・環境質ラボ：環境質の保全に資する信頼性のある分析サービスの提供を行うことを主目的とする。以下項目を役割とする。
  - 環境基準の遵守状況に係る分析情報の提供
  - 環境汚染の問題が懸念される場合の当該環境質の状況確認
  - 浄化計画の導入及び影響範囲の把握のために必要とする分析情報の提供
  - 環境質における情報の整備
  - 環境汚染問題におけるANAM地方支局への技術的支援
  - 環境許認可制度の付与に係る評価方法の開発
  - 他公的分析機関との情報共有システムの構築
  - 環境質モニタリング計画の実施
  - 環境汚染問題に係る住民苦情対応への支援、等
- ・環境適正化管理部：環境適正化管理に係るプログラムやプランの実践においてANAMの地方支局及びその他関連省庁との協調業務を担う。事業所における環境監査、環境適正化プログラムの遵守状況の管理、クリーンテクノロジー応用促進等が主な業務である。
- ・環境質管理部：再生可能な天然資源及び環境の保全に影響を及ぼすと危惧される汚染源の管理と公害防止対策の施行を担う。環境排出基準の遵守状況における管理をANAMの地方支局及び関連省庁と強調して行う。
- ・環境災害部：環境災害対策及び措置の対応管理及び地域・国家・地方レベルでのコンティンジェンシープランの導入を目的とする。

### 【IDAAN】

ANAM環境質ラボは下水の処理状況、排水データ等の管理能力が不十分であるため、IDAANとの連携強化を必要としている。

### 【電力公社水文気象観測部】

水力発電の運営管理のために必要とすることから、水文気象観測は電力公社が行っている。ANAM環境質ラボの水質モニタリングについて、同機関からの河川の水量測定データ及び全国の気象データを引用している。

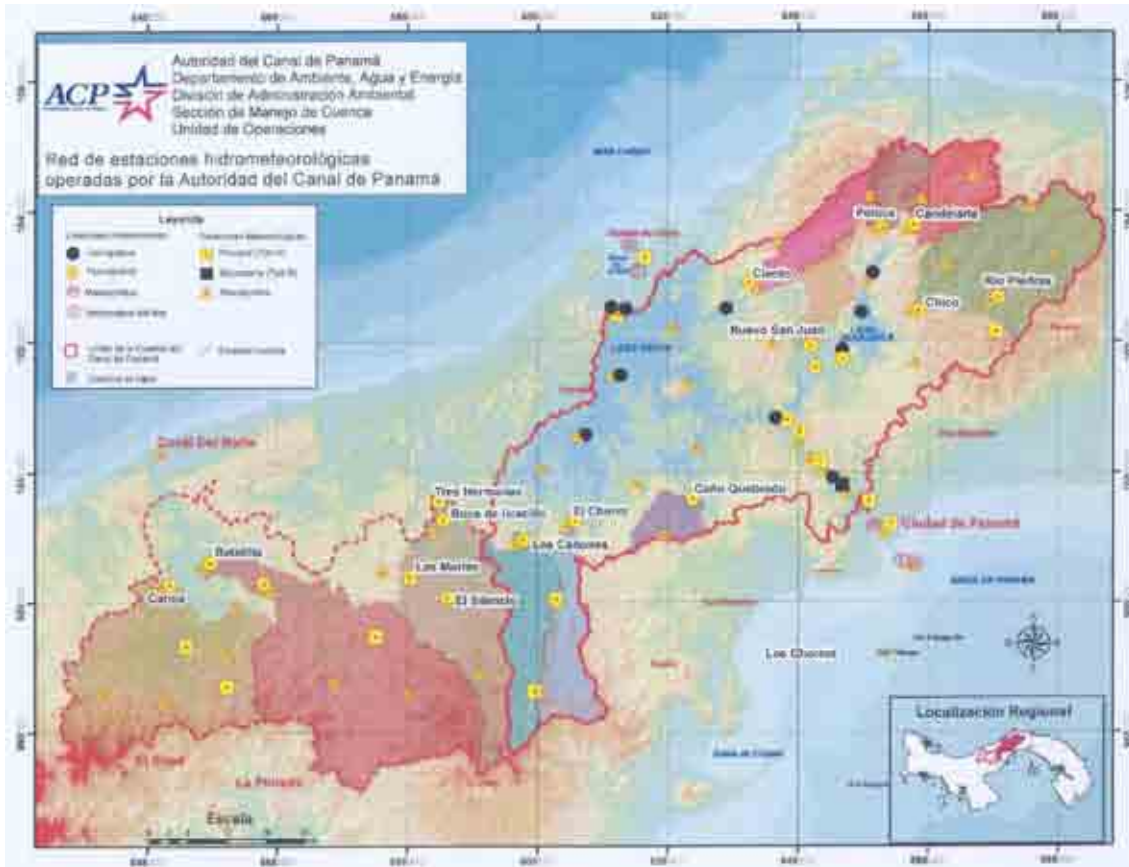
### 【ACP】

パナマ運河が分布される河川流域の管理はACPの管轄にあり、その水量及び水質の測定による河川や地下水のモニタリング、利水管理等は同庁が行っている。表2-8にパナマ運河の基本データを示す。

表2-8 パナマ運河の基本データ

建設期間	1904～1914年にわたる10年間
総工費	3億7,500万USドル
全長	80km
年間予算(2006年度)	12億7,500万USドル
海事事業収入(2005年度)	10億USドル
航行時間(2005年度)	平均24.58時間(待ち時間なしの場合:8時間)
年間平均船舶航行数	1万3,000～1万4,000隻
1日当たり平均船舶航行数	35～40隻
船舶航行合計数(2005年度)	1万4,011隻
総貨物量(2005年度)	2億7,910万t
閘門数	3カ所
大型船の通航に要する水量	約1億9,700万ℓ
給水	チャグレス川の水を利用。ガトゥン湖が貯水槽の役割

図2-11にACPの管轄にある河川流域の分布図を示す。



出展：ACP、Anuario Hidrológico 2006.

図 2-11 ACP管轄河川流域図

**【MEF】**

ANAMの設立、組織編制における法規制はMEFの管轄にある。

**【商工省工業規格技術総局】**

排水基準は技術規格の定義に範疇されるため、工業規格技術総局令として制定されている。今後制定予定の自然水域水質環境基準も同局によって制定される可能性がある。

**2-7 関連分野における他ドナーの動向**

**【IDBとの連携、役割分担】**

IDBがANAMの環境管理能力向上を通して、環境質モニタリングに係る活動としては以下であることを確認した。

環境管理近代化支援プロジェクト（予定締結時期：2008年2月）

環境モニタリングに関連する要素

- ・ 環境法制度の整備：ペンディングとなった環境規制・基準の策定、既存素案の見直し
- ・ 優先流域（10カ所）での水収支の情報取得における支援
- ・ EIA認可後の操業査察能力の強化

ANAM環境質ラボは、IDBの環境管理近代化プロジェクトによって、ISO17025認証取得に係り6ヵ月間のコンサルティング（パナマにはSGS社、ITS社等がコンサルティングを提供）を受け、排水基準14項目の認証を今年度中に取得するよう準備を行っている。排水基準



すべての項目に対し、ISO17025認証の手続きをその後も継続して努める方針である。IDBによる支援は、本プロジェクトの対象である水質以外の大気質、土壌、騒音・振動等について実施（例えば、大気に関しては携帯分析器などを購入予定）を予定している。

IDBの活動項目（TOR）を考慮し、本プロジェクトにおける支援項目として、ISO17025認証取得の過程のなかで、試料の採取及び分析にかかり、求められる項目別の標準手法、妥当性確認、不確実性試算などに係る知識及び技術習得支援を要望している。

**【IDBのパナマ湾浄化プロジェクト】**

- ・パナマ湾貧困地域の管渠拡張整備案件：下水処理方法はフェーズ I ではJuan Díaz川河口域へ放流を予定、将来は一次処理を行い海底放流するかJuan Díaz川河口域での下水処理場の建設を検討。
- ・実施機関：保健省、IDAAN

**【IDBのパナマ支援に係る今後の課題】**

水力発電所の建設計画に係る潜在的な利水問題を懸念

**【南南協力の検討】**

- ・チリ国際協力機関〔チリ国際協力庁（AGCI）〕をモデルとしたパナマの国際協力機関の設立を検討しており、中米近隣国を対象として本プロジェクトの成果に係る技術移転を検討している。その実施機関として持続可能な開発のための国際センターを候補としている。

## 第3章 プロジェクト概要

### 3-1 協力の基本方針

国家環境庁（ANAM）環境質ラボの現状と課題を考慮し、問題分析とその解決策を検討した結果、本プロジェクトによるANAM環境質ラボの能力向上の基本方針は以下の3点とする。

#### （1） サンプルング・分析技術能力の向上

フェーズ I によってANAM環境質ラボは、基礎的な分析機器の整備と排水基準に係る一部の項目についてモニタリングが可能となった。今後予定されている自然水域水質基準の制定に伴い、分析技術能力の向上が急務となる見込みである。一方、パナマ湾へ流下する都市河川の浄化計画が優先課題とされているなか、河川の水質モニタリングを併行して実施する必要がある。さらに、河川流域単位を対象とした水資源の管理を導入する準備が行われるなかで、ANAM環境質ラボのモニタリング業務は重要な役割を果たすこととなる。

このような背景でANAM環境質ラボは、水質モニタリングを円滑に実施するためのサンプルング・分析技術能力の向上を必要としている。これらを効率よく展開していくために、ANAM環境質ラボの分析技術における能力の現況を把握し、ANAMの環境管理に優先される分析項目を選定し、通常業務と並行して行える技術指導計画を立てていくことが重要である。

#### （2） 品質保証／品質管理（QA/QC）手法の改善

ANAM環境質ラボは信頼性のある分析所として、水質データの提供をめざしている。これに伴い、国際的にも認証される分析機関としての取り組みを始めている。（1）を踏まえ習得されるサンプルング・分析技術を包括し、信頼性のある水質データの提供が保証・管理される制度の確立が必要である。そのため、習得されるサンプルング・分析技術において適切な標準作業手順書（SOP）を整備し、その適用に際して連携したQA/QC手法の改善を行い、分析を行う組織としての品質保証・管理システムの構築を優先課題としている。

ANAM環境質ラボがSOP作成能力を習得し、各サンプルング・分析工程の校正手法において、ANAM環境質ラボ職員の熟練が必要である。さらに、不確実性試算における概念を理解し、ANAM環境質ラボが提供する水質データにおいては、正確さの情報も提供できるようにすることが重要である。

これらをもって、ANAM環境質ラボのQA/QC手法が改善され、同手法の内部監査の持続性が確立されることによって、信頼性のある分析所として承認されることとなる。

#### （3） 環境モニタリングに基づく科学的知見を提供する能力の強化

ANAM環境質ラボには、環境の監視を行うとともに、これらにおける科学的知見の提供も求められている。水質モニタリングについては、業種別の潜在的汚染メカニズム、汚染物質の生態系での挙動・拡散推測等における知識の習得を必要としている。

これら知識を習得したうえ、利水条件や汚染源を考慮した計画の策定に資する能力、現行の水質・排水基準を評価するためのデータの提供能力等が期待されている。

そのために、（1）及び（2）の技術指導によって習得される知識・技術と業種別の潜

的汚染機構、汚染物質の生態系での挙動・拡散推測等における知識の習得をOJTによって指導していくことが有効であると考えられ、モデル河川を選定して実証試験を行うことが好ましい。また、そこでの成果を普及していくことが望ましい。

### 3-2 プロジェクトの基本計画案

#### 3-2-1 目的

本プロジェクトでは、①今後ANAM環境行政に活用できるレベルまで分析技術が向上し、②同ラボの分析結果が科学的な「確かさ」をもってANAMの環境管理に活用されるようになることを目的とし、ラボのサンプリング・分析能力向上（成果1）、科学的知見に基づく分析実施のためのQA/QC手法の改善（成果2）及び同手法に基づいたモニタリングの実施（成果3）を行う。

#### 3-2-2 実施体制

本プロジェクトの実施機関は、ANAMのANAM環境質保全局（DIPROCA）に属する環境質ラボである。同ラボが担う役割は、パナマにおける環境質（水質、大気質、土壌、騒音・振動）基準の達成レベルに関して技術的な証明を踏まえて分析情報を取りまとめ、実態を明らかにすることである。本プロジェクトの成果がANAMの環境行政に活用されることが目的であるため、実施機関であるANAM環境質ラボのみならず、その上位部局であるDIPROCAも巻き込みながらプロジェクトの活動を実施する。

#### 3-2-3 プロジェクト概要

##### 【上位目標】

パナマにおける水質（表流水、排水）基準の達成度管理能力が強化される。

##### 【プロジェクト目標】

ANAM環境質ラボがQA/QCシステムの導入によりANAMの環境管理行政に資するような信頼性のある情報を提供できる。

##### 【成果】

1. ANAM環境質ラボのサンプリング・分析技術能力が向上する。
2. ANAM環境質ラボのQA/QC手法が改善される。
3. ANAM環境質ラボの環境モニタリングに基づく科学的知見を提供する能力が強化される。

##### 【活動】

- 1.1 ANAM環境質ラボの分析技術の現況を把握する。
- 1.2 ANAMの環境管理に必要な分析項目を選定する。
- 1.3 ANAM環境質ラボ職員が選定された分析項目のサンプリング・分析技術を習得する。
- 1.4 ANAM環境質ラボ職員が選定された分析項目についてサンプリング・分析を実践的に行う。
  
- 2.1 ANAM環境質ラボの各サンプリング・分析工程のSOPの作成状況を把握する。
- 2.2 ANAM環境質ラボの各サンプリング・分析工程のSOP作成能力を把握する。

- 2.3 2.1、2.2の現況把握に基づきSOPの作成計画を作成する。
  - 2.4 ANAM環境質ラボ職員が各サンプリング・分析工程の校正手法における知識を習得する。
  - 2.5 ANAM環境質ラボ職員が各サンプリング・分析工程の不確実性試算手法を含む標準手法作成における知識を習得する。
  - 2.6 ANAM環境質ラボ職員が各サンプリング・分析工程の標準手法を作成する。
  - 2.7 ANAM環境質ラボ職員がQA/QCに必要な知識を向上する。
  - 2.8 ANAM環境質ラボ職員がQA/QCの手法を作成する。
  - 2.9 DIPROCA職員のQA/QCシステムの内部監査トレーニングを行う。
  - 2.10 ANAM環境質ラボが作成されたSOP及びQA/QC手法にのっとり管理する。
- 3.1 ANAMの環境管理のモデル河川を選定する。
  - 3.2 ANAM環境質ラボ職員が業種別に必要な分析項目・サンプリング手法に関する知識を習得する。
  - 3.3 ANAM環境質ラボ職員が異常水質の汚染原因推測に関する知識を習得する。
  - 3.4 ANAM環境質ラボ職員が汚染物質の拡散・挙動に関する概念的知識を習得する。
  - 3.5 ANAM環境質ラボが水質モニタリングに関して利水条件や汚染源を考慮した計画を作成する。
  - 3.6 ANAM環境質ラボが現行の水質・排水基準を評価するためのデータを提供する。

#### 3-2-4 投入計画

##### (1) 日本側

###### 1) 専門家派遣

チーフアドバイザー：QA/QC手法、水質分析、水質モニタリング等

###### 2) 機材供与

技術支援に必要な交換部品（詳細は、プロジェクト開始後に先方と調整）

###### 3) カウンターパート（C/P）研修

約2名／年（プロジェクト開始後に選定）

##### (2) パナマ側

###### 1) C/P、秘書、運転手等の配置

###### 2) 必要な設備を備えた専門家用執務室〔ANAM環境質ラボの一室（プロジェクトの全期間）〕

###### 3) 移動手段〔専門家用車両（フェーズIで供与したもの）の提供〕

### 3-3 実施上の留意点

#### (1) ANAMの環境管理に与える効果（プロジェクトの波及効果）

ANAM環境質ラボが1-4（2）1）に示すプロジェクト概要に示す能力を獲得することにより、ANAM全体の環境管理に与える効果は、以下のとおりと想定される。

・前提条件①により、これまでANAMラボが分析できなかった項目に対応できるようにな

り、国内の環境汚染事故や汚染原因究明に迅速に対応できるようになる。

- ・前提条件②、③により、分析精度の保証がある環境モニタリングのデータが提供されるようになり、ANAMが科学的裏づけのある環境保全行政を遂行できるようになる。

その波及効果は大きく、ANAM環境質ラボが環境モニタリングの科学技術的知見を蓄積することにより、ANAMにとって環境保全対策実施の技術的コア施設及びシンクタンクとして活用されることが期待される。

## (2) 資機材の管理状況

本プロジェクトの実施にあたっては、サンプリング・分析のための機器のメンテナンスが適正になされていることが重要であるが、本調査において確認したところ、以下のようにすべてが満足できる状態ではないことが確認された。

- ・原子吸光光度計（AAS）が故障している。そのため重金属の分析が実施できない（重金属分析は外注）。プエルトリコ拠点のメーカー代理店のAAS専門家の検査によって、交換部品の見積書を依頼中。
- ・ガスクロマトグラフの周辺部品（UPS）のストックが切れて使用不可能となっている。約束された納期90日は超過したが未納である。
- ・試薬等その他消耗品の納期についても不規則的であるため、分析業務に支障を伴っている。
- ・計量室、試薬保管室が適正でないため、配置・整備が必要である。
- ・モニタリング業務用の車両が1台あるが、査察業務用の車両が不足している。今年度予算には1台計上。

機器の適切なメンテナンスは、基本的に先方が負担し実施されることであり、本調査においても要請した。また、日本側においても、本プロジェクトにより機材供与を行う場合には、メンテナンスの容易さ（交換部品の調達、メーカーメンテナンス等）を考慮しつつ行うことが重要である。

## (3) 持続発展性

プロジェクト期間中にQA/QCの一環として、機器のメンテナンス計画、機材・スペアパーツの更新計画、プレモニタリングなどへの簡易手法活用による低コスト化について指導し、持続可能なラボ運営に技術的な提言を行う必要がある。

## (4) ANAMの優先課題への対応

ANAM環境質ラボの持続発展性を高めるためにも、フェーズⅡで取り扱う分析項目やモニタリングの対象とする環境汚染問題（課題）は、ANAMにおいて優先的、緊急的に取り扱う項目を選定することが望ましい。ただし、選定に際しては環境質ラボの技術レベルや機器の状況、モニタリング、分析に係る費用等を考慮するとともに、パナマ国内のその他の地域への応用可能性等についてもANAM側と十分協議して、投入の成果が広くパナマ国内に波及するよう配慮が必要である。

### 3-4 プロジェクト5項目評価

以下の結果により、本件の実施は妥当であると判断する。

#### (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できる。

- ・パナマの国家開発計画に基づく経済財務省（MEF）の開発ビジョンにおいて都市衛生改善、及びパナマ湾浄化が明記されており、パナマの政策と合致している。
- ・パナマ政府は1998年に環境一般法を制定し、国内の環境にかかわる関係者の役割と義務を定めた。そのなかでANAMを環境行政における指導機関と定義し、ANAMがその責務を果たすため、その組織能力強化の方針を示し、予算の増額を行っている。本プロジェクトは、ANAMの一組織である環境質ラボの水質モニタリング技術を強化するものとして要請されており、政府のニーズに合致している。
- ・パナマに対するJICAの援助重点分野である「環境保全」の開発課題「環境汚染対策の強化」における環境管理行政改善プログラムの一環を成すものである。

#### (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。

- ・本プロジェクトは、成果1によりサンプリング・分析技術の向上、成果2により科学的な確度の向上、成果3にて同情報を環境行政に活用できるよう解析・提供する能力を向上させるという段階的な枠組みで構成されており、プロジェクト目標達成に十分な成果が計画されている。
- ・パナマ国内の分析ラボに対し、ANAMは水質分析に必要なパラメーターのうち毎年5パラメーターずつISO17025を取得するよう規定している。このため、本プロジェクトにて、ANAM環境質ラボがISO17025取得をめざすために設定した20パラメーター（5パラメーター／年×4年間）は妥当である。

#### (3) 効率性

本プロジェクトは以下の理由から効率的な実施が見込める。

- ・2006年10月まで実施されていたフェーズIにより、ANAM環境質ラボは基礎的な技術、能力等を有しており、これらの成果を活用した協力を行うことができる。
- ・フェーズIにより、水質分析を行うための主要な機材は調達され稼動している状態であり、本プロジェクトではそれらの機材を活用できる。
- ・本プロジェクトの開始時には米州開発銀行（IDB）のISO17025認証取得に係る査定コンサルティング（書類作成指導）が進行中ないし終了していることが予想される。その評価結果を本プロジェクトの技術指導の対象となる分析項目の選定の際に参考とし、業務を効率よく進行させることが可能である。

#### (4) インパクト

本プロジェクトのインパクトは以下のように予測できる。

- ・プロジェクト目標である、「ANAM環境質ラボがQA/QCシステムの導入によりANAMの

環境管理行政に資するような信頼性のある情報を提供できる」の達成により、ANAMは、定常的に河川の水質状況を把握することができるようになり、緊急事態へ迅速に対応でき、かつ違法な排水を行っている事業者に対しては、より厳格な指導を実施できるようになるため、上位目標である「パナマにおける水質の（表流水、排水）基準の達成度を管理する能力が強化」され、その結果として将来的に適切な水質保全が図られるようになることが期待される。

- ・上位目標達成のための外部条件であるパナマ政府の国家政策及び環境規制の維持、改善については、2009年に大統領選挙があるものの法的に承認された環境規制があるため、大きな変化はなく継続される可能性が高い。

#### (5) 自立発展性

以下のとおり、本プロジェクトによる効果は、相手国政府によりプロジェクト終了後も継続されるものと見込まれる。

##### 1) 政策・制度

- ・ANAM環境質ラボの組織図、ミッション、責務、権限などが定義されたMEF省令やANAMの業務計画（10年間）が承認されているため、本プロジェクト終了後もANAM環境質ラボは継続して現在の職務を担当する。
- ・「国家水資源政策」の第1重点目標である「水資源の統合的管理制度の確立」における基本指針の一環として「水資源有効利水戦略の導入のため国土における水量及び水質の現状並びに水資源の需要予測に係る国土分布状況の情報整備」の必要性があげられている。したがって、水質の現状を随時把握する必要性があり、ANAM環境質ラボが行っている水質モニタリング業務の継続が必須である。

##### 2) 組織・財政支援

- ・ANAMは設立以来、予算及び人材の側面から増強され、今後も拡大する計画にあり、環境質ラボの職員もフェーズI終了後から増員している。
- ・フェーズIにてANAM環境質ラボが適切な運営に必要な1年間の費用は16万～25万USドルと試算された。現在は、約17万USドルが確保されており、適切な活動を継続する最低限の予算は確保されている。

##### 3) 技術面

- ・本プロジェクトにおいて導入予定のQA/QCシステムは、ANAM環境質ラボ職員の個人能力の向上に加えて、ANAM環境質ラボが組織・機関として常に高い精度の情報提供を維持させるシステムであるため、ANAM環境質ラボの自立発展性が向上することが期待される。
- ・ANAM環境質ラボは、今後の役割として本プロジェクトにて取得する知識及び技術を活用し、ANAM地方局や大学のラボをはじめとする他の官民ラボの技術レベルの向上及びISO17025認証への参加促進を継続的に行うことがANAMの方針として定められており、本プロジェクトにより指導を行う技術の自立発展性は高いと考えられる。





## 補足説明（用語解説）

### ISO/IEC 17025

ISO/IEC 17025 とは、試験又は校正を行う能力に関する一般要求事項を規定した国際規格のことをいう。ISO/IEC 17025 は、試験所及び校正機関が①マネジメントシステムを運営し、②技術的に適格であり、③技術的に妥当な結果を出す能力があることに對し、実証しようとする場合、試験所及び校正機関が満たさなければならないすべての要求事項を含んでいる。

上記に関連して、ISO9001 は上記①～③のうち、①に關係はあるもの、②及び③の技術能力に関する項目は含んでいない。したがって、試験所や校正機関は ISO9001 の認証ではなく ISO/IEC17025 の認定を取得するのが国際的な常識となりつつある。

逆に、ISO/IEC 17025 の作成にあたっては、試験所・校正機関のマネジメントシステムに含まれる試験・校正サービスの範囲に該当する ISO 9001 の要求事項をすべて取り込むように注意が払われている。そのため、ISO/IEC 17025 には、試験所及び校正機関がこの規格の要求事項に適合している場合、その試験・校正活動に関して ISO 9001 の原則を満たす品質マネジメントシステムを運営しているであろう、という主旨が網羅されている。

ISO/IEC17025 は、主に次の2つから構成されている。

「管理上の要求事項」

→健全なマネジメントシステムに関する要求事項

「技術的要求事項」

→ 試験所・校正機関が請け負う試験・校正の種類に応じた技術能力に関する要求事項  
(詳細について「ISO/IEC Guide25 及びその改訂版」を参照、翻訳版は JIS Q 17025:2005)

### ISO 14001

ISO 14001 とは、企業活動、製品及びサービスの環境負荷の低減といった環境パフォーマンスの改善を継続的に実施するシステム【環境マネジメントシステム (Environmental Management System : EMS)】を構築するために要求される規格である。

具体的には、組織の最高経営層が環境方針を立て、その実現のために計画 (Plan) し、それを実施及び運用 (Do) し、その結果を点検及び是正 (Check) し、もし不都合があったならそれを見直し (Act)、再度計画を立てるというシステム (PDCA サイクル) を構築し、このシステムを継続的に実施することで、環境負荷の低減や事故の未然防止が行われる。

この規格は、組織が規格に適合した環境マネジメントシステムを構築していることを自己適合宣言するため、又は第三者認証 (審査登録) 取得のために用いられる。

組織がこの規格に基づきシステムを構築し、認証を取得することは、組織自らが環境配慮へ自主的・積極的に取り組んでいることを示す有効な手段となる。

## Good Laboratory Practice (GLP)

経済協力開発機構 (OECD) は、人の健康と環境の安全に係る試験に対して The OECD Principles of Good Laboratory Practice (GLP) を発表し、加盟国自国の法律制度にこの GLP を取り入れることを勧告している。

日本では OECD の勧告を受けて以下の GLP が施行されている。

### ① 厚生労働省

- ・医薬 GLP (1982 年) : 薬事法「医薬品の安全性試験の実施に関する基準」
- ・化学物質 GLP (1988 年) : 安衛法「生産環境の安全性試験に関する基準」
- ・食品衛生 GLP (1995 年) : 食品衛生法「製品検査の安全性試験に関する基準」

### ② 農林水産省

- ・農薬 GLP (1984 年) : 農薬取締法「農薬の毒性試験の適正実施に関する基準」
- ・動物薬 GLP (1987 年) : 薬事法「動物用医薬品の安全性に関する非臨床試験の実施の基準」
- ・飼料 GLP (1988 年) : 飼安品法「飼料添加物の動物実験の実施に関する基準」

### ③ 経済産業省

- ・新規化学物質 GLP (1984 年) : 化審法「新規化学物質の安全性試験に関する基準」

## 化学分析試験所の認定

試験所の認定は各国にあった試験所関係の組織や会議を母体として発展してきた。国際的な試験所認定制度をまとめるものに国際試験所認定協力機構 (International Laboratory Accreditation Cooperation : ILAC) があり、欧米、アジア太平洋地区を中心に約 40 カ国が参加している。その活動は、

- ① 試験所認定機関の相互承認 (Mutual Recognition Agreement : MRA)
- ② 試験所認定の具体的な基準、手順等の技術的整合化
- ③ ILAC における活動の広報及び ILAC 文書の普及
- ④ 試験所代表者の意見交換等である。

これによって、日本では民間による分析所認定が日本適合性認定協会 (JAB) が ISO/IEC ガイド 25 及び 58 に従い試験・校正機関の認定を実施している。また、日本化学工業協会は日本化学試験所認定機構 (JCLA) を設立し、化学試験所 (分析所) に特化した認定を実施している。

## 分析法バリデーション (妥当性確認)

分析法バリデーションとは、試験に用いる分析方法が意図した目的に合致していることを科学的に立証することである。すなわち、特定の分析法に対する不確かさの評価に加えて、その分析法の性能特性を確実に理解し、その方法が適切であることを実証するための検査を行うことである。

分析所の認定のための規格や GLP ではバリデーションは新規の分析方法を開発したとき、

及びルーチンの分析に適用する前、又は方法の変更を行った場合は必ず実施しなければならないと規定されている。以下にバリデーションを確立するための分析能パラメーター (Validation Characteristics) を列挙する。

- ① 選択性／特異性／除染係数 (Selectivity、Specificity、Decontamination coefficient) : 分析対象試験に含まれる主成分、分解物、不純物等のマトリックス成分の存在下で目的の分析対象成分のみをそれらマトリックス成分に影響されることなく正確に測定できる能力を表す。
- ② 真度／正確さ／分析法のバイアス (Trueness、Accuracy、Bias) : 真の値又は認証値に対する得られた分析値の近さのことである。これは、適切な標準物質を分析することによって求めることができる。
- ③ 精度 (Precision) : 均等な試料からサンプリングした試料を併行精度 (Repeatability)、室内再現性 (Intermediate Precision)、室間再現性 (Reproductivity) の条件を変えて測定したとき、それぞれの測定値が一致する程度のこと。
- ④ 検出限界／検出能力 (Detection Limit) : 試験に含まれる分析対象成分の検出可能な最低量又は最低濃度をいう。
- ⑤ 定量限界／定量下限 (Quantification Limit) : 適切な精度と正確さをもって定量できる分析対象成分の最低の量又は最低濃度である。
- ⑥ 直線性 (Linearity) : 試料中の分析対象成分濃度 (含有量) に対して直接比例した測定出力応答量を与えることができる能力
- ⑦ 分析法の適用範囲 (Range) : 当該測定・分析法が適切な真度、精度及び場合によっては直線性を与えて適用できる分析対象成分の濃度範囲をいう。
- ⑧ 堅牢性／頑健性 (Ruggedness、Robustness) : 測定・分析条件に微小な変化があっても分析結果への影響を回避できる測定・分析法の能力。堅牢性試験には、測定・分析法の条件を比較的小さな範囲で故意に変動させて測定・分析作業を行い、測定・分析結果間の差が有意であるかどうかを調べる。
- ⑨ 感度 (Sensitivity) : 測定対象成分量に対して出力される応答量で、通常検量線の傾きとして求められる。
- ⑩ 回収率 (Recovery) : 分析対象成分を既知量含む試料を分析して得られた分析結果を、既知の量に対する割合として求めたもの。

#### 分析機器のバリデーション (妥当性確認)

分析機器のバリデーションには点検・校正・保守が含まれる。

GLP、ISO 9001 や試験所認定規格、ISO/IEC 17025 においても機器の点検・校正は重要な要求項目であって、その記録は査察あるいは審査のときに提示を要求される。したがって、分析機器メーカーでは、日常点検から定期的保守にいたる必要事項をリストアップしている。

## 品質保証と品質管理 (QA/QC)

品質保証 (Quality Assurance : QA) は GLP 試験の保証にその歴史的蓄積がある。GLP 分析試験の信頼性保証は、標準作業手順書 (Standard Operating Procedure : SOP) の作成と認証、試験計画書 (プロトコール) の作成と認証、試験の実施と信頼性保証部門による査察、試験報告書の作成と信頼性保証陳述書の交付の各手順を踏むことによって達成される。

品質管理 (Quality Control : QC) のレベルとやり方は、分析の重要性、分析の内容、分析の頻度、バッチの大きさ、自動化の程度、及び試験の難易度と信頼性によって異なる。品質システムの一部として、また、日々のバッチごとの分析精度を監視するために、分析所は適切なレベルの内部品質管理 (内部 QC) を実施し、また適切な技能試験スキーム (外部 QC) に参加する。

内部 (Internal) QC : 試料のバッチにときどき QC 用試料を含めて分析することにより、システムの変動傾向が分かる。また、各種のブランクを求めれば、目的成分からのものに加えて、機器からの変動要因も明らかになる。さらに、繰り返し分析は、ブラインドサンプルと同様に、併行精度のチェックとなる。

外部 (External) QC (技能試験 : Proficiency Testing) : 技能試験は、試験所間の再現精度ばかりでなく系統的な誤差 (バイアス) を明確するにも役立つ。

## 各種規定・標準作業手順書 (SOP) 及び各種記録

各種規定・標準作業手順書 (SOP) は、各試験機関においては、器具取り扱い、標準液取り扱い、試料採取方法、前処理法、分析機器取り扱い及び各工程の記録方法など全分析作業に係る手順書を文章化し、作成したものである。また、各種記録についても、SOP に従い記録を取ることで、バリデーションを得ておく必要がある。

この SOP は、具体的かつ分かりやすく作成し、関係者に周知徹底することで、試験方法の品質を保証するためのツールとなる。

## 測定・分析の不確かさ

「不確かさ (Uncertainty)」は分析値の「疑わしさ」を示すもので、これは、分析値に付随するばらつきを表すものである。

分析の方法、操作、分析担当者 (熟練度)、使用する機器類、試料の形態などが定まれば見積もられる。

## 簡易測定法

簡易法とは「現場測定法」ともいわれ、スクリーニング試験、日常的環境監視、環境教育などにニーズがある。現場分析又は保存性の低い試料や成分に対して、試料を持ち帰って後刻高度の測定機器で測定することが困難である場合に有効である。

一方、開発途上国における簡易測定の必要性も考慮しなければならない。簡易測定が普及されれば現場の安全と環境汚染対策に資するものであると考えられる。機器の修理やメ

メンテナンス技術の不足の問題等、安価な簡易法なら普及しやすい。

環境測定において、簡易法は必ずしもラフな方法を意味せず、①操作の簡易性と経済性によって誰でもできる、②暖気運転や準備操作が不要若しくはわずかであるためいつでもできる、③小型化可搬型、電源不要であるためどこでもできる、④操作手順が少なく、検出速度が速く、所用時間が短いためすぐ濃度が知れるという条件をできるだけ満たしつつ簡易・安価な方法の開発と使用法の確立が今後ますます期待される。

#### 参考資料

1. 日本環境測定分析協会：「環境測定と分析機器」丸善（2003）
2. 日本工業標準調査会（JISC）ホームページ
3. 日本適合性認定協会（JAB）ホームページ
4. 堀雅宏「環境化学計測学」共立（2006）

