

中央アジア地域シルダリア川上流域 統合水資源管理準備調査 報告書

要 約

2010 年 4 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

委託先
特定非営利活動法人 日本水フォーラム
独立行政法人 水資源機構
（株）ニュージェック

本調査における積算は、2009 年 10 月始めの価格水準に基づいている。適用した外貨為替レートは以下に示すとおりである。

為替レート

1com=2.03Yen

1Somoni=20.5Yen

2009 年 10 月 1 日時点レート

目 次

ページ

第1章 調査の概要	1
1－1 調査の背景	1
1－2 調査の目的	2
1－3 調査業務の内容（TOR）	2
1－4 調査対象地域	4
1－5 調査団の構成と現地調査行程	5
第2章 水資源管理に係る現状と課題	10
2－1 シルダリア川流域の水資源管理の概要	10
2－2 キルギス国の水資源管理の概要	12
2－2－1 政策、法・制度	12
2－2－2 組織体系、人員、予算	13
2－2－3 水文・地質の概要	20
2－2－4 水利用の状況	22
2－2－5 社会経済フレームワーク、人口動態	31
2－2－6 キルギス国の水文・水利・気象観測	33
(1) 水資源管理のための基本的水文・水利情報関連設備の状況と課題	33
(2) 既存のデータベースシステムとデータアクセス	33
(3) 観測システム、データ統合・解析システム	35
2－2－7 水の消費とマネジメント	43
(1) 水の消費	43
(2) 水のマネジメント	44
(3) 対応策の方向	46
2－3 タジキスタンの水資源管理の概要	48
2－3－1 政策、法・制度	48
2－3－2 組織体系、人員、予算	49
2－3－3 水文・地質の概要	50
2－3－4 水利用の状況	51
2－3－5 社会経済フレームワーク、人口動態	51
2－3－6 水文・水利観測	52
(1) 水資源管理のための基本的水文・水利情報関連設備の状況と課題	52
(2) 既存のデータベースシステムとデータアクセス	53
(3) 観測システム、データ統合・解析システム	53
第3章 水資源管理に関するドナー支援等の状況	56

3-1 ドナーの支援状況	51
(1) 概要	51
(2) ドイツの支援	51
(3) WB の支援	59
(4) SDC のプロジェクト	59
(5) ADB のプロジェクト	60
(6) UNDP	61
(7) USAID	61
(8) 国家の水資源管理増進に向けての流れ	61
第4章 統合水資源管理機能強化のための協力の方向性の提案	63
4-1 キルギス国の水資源管理データベースシステムの検討	63
4-1-1 国内データ共有システム改善基本計画の検討	63
4-1-2 データ共有システムとGIS適用の検討	65
4-1-3 データベース構築のためのデータフォーマットの検討	67
4-1-4 ガイドライン案の検討	67
(1) 気象・水文・水質観測（システム設計、データ管理、維持管理）	67
(2) データ統合・解析	69
4-2 キルギス国の観測施設の仕様と配置	71
4-2-1 施設標準仕様の検討	71
4-2-2 施設配置基本計画の検討	71
4-3 協力プログラムの検討	73
4-3-1 協力プログラムと水資源管理向上の枠組み	73
(1) 協力プログラムの考え方	73
(2) 協力プログラムの内容	74
4-3-2 各支援項目の支援ニーズ	74
(1) 水資源管理の政策・制度強化	74
(2) 水資源管理の組織強化	76
(3) 流域計画策定準備支援	76
(4) 水文・水利・気象モニタリングシステム整備	76
(5) 水質モニタリングシステム整備	78
(6) 氷河・地下水観測モニタリングシステム整備	78
(7) 通信・データベースシステム整備	79
(8) 流出予測システム整備	80
4-3-3 支援枠組みの検討	82
(1) 支援の項目の優先度	82
(2) 観測システムの基本計画	82
(3) 通信・データベースシステム整備	84
(4) パイロット流域の流域計画準備の取り組み計画	85
(5) 他ドナー活動との情報根幹や連携の可能性	85

(6) 協力プログラムの実施部分	87
------------------------	----

参考資料

Abbreviations

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASBP	Aral Sea Basin Program	アラル海流域計画
BVO	Basin Valley Organization	流域管理機構 (ICWC 下部機関)
CACO	Central Asian Cooperation Organization	中央アジア協力機構
CAIAG	Central Asian Institute for Applied Geosciences	中央アジア応用地学研究所
CARs	Central Asian Republics	中央アジア諸国
CAPS	Central Asian Power System	中央アジア電力系統システム
CAREC	Central Asia Regional Economic Cooperation	中央アジア地域経済協力機構
CDC	Nongovernment Noncommercial Organization Coordinating Dispatcher Center <Energy>	非政府非営利給電指令所
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CHP	Combined Heat and Power	熱併給発電
CIS	Commonwealth of Independent States	独立国家共同体
DOE	Department of Energy, USA	米国エネルギー省
DSM	Demand Side Management	デマンドサイドマネージメント
EBRD	European Bank for Reconstruction and Development	欧州復興開発銀行
EC-IFAS	Executive Committee IFAS	IFAS 実施委員会
ECO	Economic Cooperation Organization	経済協力機構
EEC	Eurasian Economic Community	ユーラシア経済共同体
EU	European Union	欧州連合
EU/TACIS	The European Union's Technical Assistance to the Commonwealth of Independent States	(欧州連合の支援機関)
F/S	Feasibility Study	開発可能性調査
GEF	Global Environmental Facility	地球環境ファシリティ
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
GWP	Global Water Partnership (NGO)	同左
HPP	Hydro Electric Power Plant	水力発電
ICAS	Interstate Council on. the Aral Sea Basin Problems	アラル海政府間委員会
ICWC	Interstate Coordination Water Commision of Central Asia	中央アジア国家間水調整コミッション
IFAS	The International Fund for Saving the Aral Sea	アラル海救済のための国際基金
IWRM	Integrated Water Resources Management	統合水資源管理
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization of Japan	新エネルギー・産業技術総合開発機構
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration	米国海洋大気庁
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	集中監視制御装置
SCO	Shanghai Cooperation Organization	上海協力機構
SDC	Swiss Development Cooperation	スイス政府開発協力局
SIC-ICWC	Scientific Information Center of ICWC	ICWC 科学情報センター
SRM	Snowmelt Runoff Model	融雪流出モデル
T/A	Technical Assictance	技術協力
TPP	Thermal Power Plant	火力発電所
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe	国連欧州委員会
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
UNESCO	United Nations Education, Scientific and Cultural Organization	ユネスコ
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ国際開発局
WASP	Wien Automatic System Planning Package	電力システム計画ツール
WB	World Bank	世界銀行
WEC	Water Energy Consortium	水エネルギーコンソーシアム
WHO	World Health Organization	世界保健機構
< 単位関係 >		
BCM	Bilion Cubic Meter	10 億立米
MTOE	Milion ton oil equivalent	百万石油換算トン
MWh		10 ³ kWh
GWh		10 ⁶ kWh

TWh		10^9 kWh
mln	Million	10^6
bln	Billion	10^9

表 一 覧

表 1-5-1	調査団の構成	5
表 1-5-2	第 1 次調査対象機関及び対応者一覧（ウズベキスタン）	5
表 1-5-3	第 1 次調査対象機関及び対応者一覧（キルギス国、その 1）	5
表 1-5-4	第 1 次調査対象機関及び対応者一覧（キルギス国、その 2）	6
表 1-5-5	第 1 次調査対象機関及び対応者一覧（タジキスタン）	6
表 1-5-6	第 2 次調査対象機関及び対応者一覧（キルギス国）	8
表 1-5-7	第 2 次調査対象機関及び対応者一覧（タジキスタン）	8
表 2-2-1	キルギス国水経済局の予算	15
表 2-2-2	キルギス国ハイドロメット予算	19
表 2-2-3	トクトグル貯水池流入量の豊水量、渇水量、平均の推定値	24
表 2-2-4	キルギス国の水需要の変化（単位：百万 m ³ ）	24
表 2-2-5	ビシュケク市上水の地下水源からの取水量（単位：1,000m ³ /年）	26
表 2-2-6	近年のキルギス国でのセクター別の実績 GDP 伸び率	31
表 2-2-7	社会経済指標	32
表 2-2-8	キルギス国での灌漑面積の推移（単位：100 万 ha）	32
表 2-2-9	キルギス国の 2015 年時点の水需要の予測（単位：百万 m ³ ）	32
表 3-1-1	キルギス国・タジキスタンを対象とした水資源管理に関するドナー活動	62
表 4-3-1	支援ニーズとドナー活動ならびに JICA の活動案	81
表 4-3-2	キルギス国水資源管理能力向上のためのプロセスの優先度	82
表 4-3-3	標準的なハイドロポスト再建に必要な資機材と価格	83
表 4-3-4	標準的な気象観測所再建に必要な資機材と価格	83

図 一 覧

図 1-4-1	調査対象地域	4
図 1-5-1	キルギス国、タジキスタン現地調査位置	7
図 2-2-1	組織改編後のキルギス国天然資源省の組織	14
図 2-2-2	キルギス国ハイドロメットの組織（2009 年 10 月）	18
図 2-2-3	ペトロフ氷河末端部の変遷（1869 年 - 2002 年）	21
図 2-2-4	トクトグル貯水池への流入量累加曲線	22
図 2-2-5	トクトグル貯水池への流入量時系列の自己相関係数の変化	22
図 2-2-6	トクトグル貯水池の流入量と放流量の比較	23
図 2-2-7	流量確率図	24
図 2-2-8	キルギス国州別の水利用実績（1988 年～2008 年）	25
図 2-2-9	トクトグル貯水池への灌漑期の流入量、放流量、灌漑期末期の貯水量 の水バランス	26
図 2-2-10	トクトグル貯水池の灌漑期の流入量と灌漑期末期の貯水量との関係 （1991 - 2009）	27
図 2-2-11	キルギス国の電力消費量と発電電力量の推移（1994 - 2006）	28
図 2-2-12	チュイ流域の灌漑水路、再建要望ハイドロポスト／気象観測所の概略位置	30
図 2-2-13	ハイドロメットデータ収集ネットワーク例（観測所 - 統合センター）	34
図 2-2-14	ハイドロメットデータ収集ネットワーク（統合センター本省）	35
図 2-2-15	VSAT ネットワーク	36
図 2-2-16	CAIAG の自動データ収集地点	37
図 2-2-17 (1)	キルギス国気象観測所分布	39
図 2-2-17 (2)	キルギス国ハイドロポスト分布	39
図 2-2-18	キルギス国における気象・水文観測所の数の減少状況	39
図 4-1-1	統合センター機能強化フロー	63
図 4-1-2	データフォーマットとデータ共有例	64
図 4-1-3	観測所データ伝送改善案	64
図 4-1-4	データ共有システム構成案	66
図 4-1-5	統合水資源管理システム構築フロー（案）	69
図 4-2-1	ナリン川上流域のハイドロポストの施設基本配置計画	72
図 4-2-2	チュイ流域の再建要望のあるハイドロポスト／気象観測所の概略位置 と優先順位	72
図 4-3-1	キルギス国に対する JICA の支援と水資源管理向上の枠組み（タジキス タンも枠組みは共通）	75

第1章 調査の概要

1-1 調査の背景

(1) 「中央アジア+日本」対話の立ち上げと第一回調査

日本政府は、中央アジア諸国の地域協力を促進するため、2004年8月の川口外相（当時）の中央アジア歴訪時に「中央アジア+日本」対話を立ち上げた。この対話による協力の一貫として、2005年に中央アジア域内協力に資する支援のあり方を検討するため、JBIC（当時）により、水資源と電力の調整に関する調査が電力に主眼をおいて実施された。第一回調査では、地域内の水資源の灌漑利用を従来規定に従った場合でも、電力国際融通の最適化により、各国で経済的メリットが生じることを示した。

2006年開催の第二回外相会合では、5分野（①政治対話、②地域内協力、③ビジネス振興、④知的対話、⑤文化交流・人的交流）における協力の具体的方向性を示す「行動計画」に署名し、地域内協力を進める仕組みを形成した。この「行動計画」の中で、「水・エネルギー問題」は地域内協力支援の対象分野の一つとして明記されている。

「行動計画」の中で、効果的な地域内協力を実現するためには、中央アジア諸国の主体的な取り組みと相互信頼関係の構築が不可欠であり、中央アジア諸国が協力を一層進める決意であると表明された。日本はこのような中央アジア諸国の主体的な取り組みを補完し、諸国の相互協力の具体的な方向性が増す場合には、技術的助言を始めとする協力の可能性を検討するとの意図を表明した。

(2) 「中央アジア+日本」知的対話・東京会議

2007年1月には第二回「中央アジア+日本」知的対話・東京対話が開催され、「水資源と電力を巡る中央アジア地域協力の展望」がテーマに取り上げられた^{注)}。議論において、水資源と電力の最適配分には地域協力が必要とされ、あるべき日本の役割としては以下の点が指摘された。

- ・ 節水、水資源管理、省エネルギーなどの分野で日本の優れた技術を中央アジア諸国に提供する。
- ・ 発電、送電、配電までの電力関連施設のマネジメント等、システムの改革に対するソフト面の技術協力を実施する。
- ・ 国境を超える巨大プロジェクトに直ちにかかるよりも、一国におけるプロジェクトではあるが地域的効果のあるプロジェクトへの協力から始めることが適当である。
- ・ 中央アジア諸国間で政治的レベル、技術的レベルの議論を深めるための場を日本が提供することも一案である。

注) "Central Asia + Japan" The Second Tokyo Dialogue - Chairperson's Summary -, January, 2007

（３）2008 年度第二回調査（以下、「2008 年度調査」）

東京会議の指摘に基づき、JBIC（当時）と外務省は 2005 年調査の結果を踏まえ、「電力と水資源の地域協力に関する調査」を実施した。

中央アジアでは、シルダリア川の上流国であるキルギス国^{注)}のトクトグル貯水池の水運用を巡り、冬期発電が必要なキルギス国と夏期の灌漑利用の需要が大きいウズベキスタンとカザフスタンの間で、水運用の調整が困難な状態が生じている。水力発電に頼るタジキスタンとウズベキスタンの間でも水力発電建設を巡り軋轢がある。

調査内容は、水資源の分野にウエイトを置き、シルダリア川の発電放流の被害軽減対策を検討するとともに、水資源管理を向上させる手段について検討を実施した。

調査結果より、水資源管理の向上策として、特にシルダリア川上流域のキルギス国を対象とした水文水利モニタリングシステムの増強支援、水資源管理に関する国家計画支援、電力供給不足に対処する発電所の増強などが提言された。

注) 本報告書では、中央アジア諸国のうち“国”を意味する“スタン”が付与される国々はカナ表記のみとし、唯一“スタン”が付与されないキルギスを「キルギス国」と表記する。

1－2 調査の目的

1－1 の経緯を踏まえ、2008 年度調査の検討結果を受けて、下記を目的に本調査を実施することとなった。

- ① シルダリア川上流域各国における水資源管理の適正化のための水資源に関する情報共有化及び必要な水資源情報関連施設・機材の整備に係る基礎情報の把握
- ② キルギス国をモデルとした、流域各国において共有可能な水資源情報データベースシステム整備計画提案のための基礎情報把握
- ③ キルギス国をモデルとした観測システム、データ統合・解析システムガイドライン案作成のための基礎情報の把握
- ④ キルギス国、タジキスタンの統合水資源管理の強化に資する協力内容の提言

1－3 調査業務の内容（TOR）

本調査の TOR は以下のとおりである。

本調査は、シルダリア川上流域各国における水資源管理の適正化のための水資源に関する情報共有化及び水資源関連情報共有施設・機材の整備に関する基礎情報の確認を行い、上流域各国に対して JICA が実行可能な協力内容の検討を行うものである。

本調査は基本情報の把握と我が国の支援の方向性を検討する位置づけで実施するものであり、キルギス国をモデルとした水資源管理向上のための情報データベースシステムの基本検討として、観測システム、データ統合・解析システムガイドライン（案）を策定し、さらにキルギス国、タジキスタンの統合水資源管理強化に資する協力内容を提言するもの

である。

（１）基礎情報収集・確認

シルダリア川沿川各国代表による水配分と水資源管理の状況（ICWC のサポートによる）並びにシルダリア川流域機関によるそれらの実施状況を確認する。

キルギス国とタジキスタンの水資源管理状況を把握するために、以下の基礎情報を収集分析する。

- 1) 水資源管理に関する政策、法・規制
- 2) 水資源管理に関する関係省庁／機関の組織体系、人員、予算
- 3) 水資源管理に関する既存の GIS データベースシステム、モニタリングシステム、データ統合解析手法
- 4) 統合水資源管理のためのデータベースの素材となるデータへのアクセサビリティ
- 5) 水系調査（水文・水利・地質の状況）
- 6) 水資源管理を実施するための基本的水文・水利情報関連設備
- 7) 社会経済フレーム（産業構造等）、人口動態、水需要、水バランス、対策シナリオ

（２）各ドナーの支援状況及び内容の確認

水資源管理向上に対し、各ドナーが実施中の活動概要を把握し、今後我が国が統合水資源管理の推進を支援していく際に重複や不足がないよう調査と協議により日本の役割を提案する。

- 1) UNDP や他ドナーが支援している対象各国における統合水資源管理計画
- 2) GTZ が実施している越境水資源管理プログラム
- 3) ADB が実施している国際河川の管理改善、ならびに今後実施予定の水資源管理に関する能力向上プログラム
- 4) WB や他ドナー、ならびに国際機関が連携して行っている河川流域機関の能力強化研修

（３）統合水資源管理機能強化のための計画策定

上記（１）の基礎情報をもとにドナーが支援している各国の統合水資源管理計画と照らし合わせ、今後協力が想定される協力分野の計画を策定する。

- 1) キルギス国をモデルとした、対象各国での情報共有化を想定した水資源管理データベース整備方法の検討
- 2) 気象・水文・水質観測（システム設計、データ管理、維持管理）ガイドラインの検討
- 3) キルギス国国内観測施設標準仕様、観測施設配置基本計画の検討
- 4) 地域内データ共有システム改善基本計画の検討
- 5) 観測システム、データ統合解析手法、整備・運営にかかる人材育成計画／技術移転計画の策定

1-4 調査対象地域

本調査の対象は、シルダリア川上流域であるキルギス国及びタジキスタン内の河川状況および水文・水利観測施設である。図 1-4-1 に調査対象地域を示す。



図 1-4-1 調査対象地域

1-5 調査団の構成と現地調査行程

本調査業務は、下表に示す人員、業務分担により実施した。

表 1-5-1 調査団の構成

氏 名	所 属	担当業務
宮里 哲郎	(NPO 法人) 日本水フォーラム	総括／水資源管理
貞弘 丈佳	(独) 水資源機構	副総括／水資源管理／組織制度
松永 雄紀	(株) ニュージェック	水文・気象・水利分析 A
弘中 貞之	(NPO 法人) 日本水フォーラム	水文・気象・水利分析 B
小林 六郎	(株) ディアコンサルタンツ	観測・モニタリングシステム A
杉浦 政裕	(独) 水資源機構	観測・モニタリングシステム B
川松 茂	(株) 荏原電産	情報システム

第 1 次現地調査での調査対象機関を以下に示す。

表 1-5-2 第 1 次調査対象機関（ウズベキスタン）

月 日	訪問機関
1 平成21年 9月28日	JICAウズベキスタン事務所
2 9月29日	UNDP
3 9月29日	USAID
	ADB
4 9月29日	在ウズベキスタン日本国大使館
5 9月29日	WB

表 1-5-3 第 1 次調査対象機関（キルギス国、その 1）

月 日	訪問機関
1 9月30日	JICAキルギス事務所
2 10月 1日	農業水資源省水経済局
3 10月 1日	ハイドロメット
4 10月 1日	在キルギス日本国大使館
5 10月 1日	外務省
6 10月 2日	ハイドロメット
7 10月 2日	ADB
8 10月 2日	GTZ
9 10月 5日	外務省
10 10月 5日	Electric Power Plants
11 10月 6日	JICAキルギス事務所
12 10月 6日	水問題および水力発電研究所
13 10月 7日	農業水資源省水経済局
14 10月 7日	ハイドロメット

15	10月 7日	WB
16	10月 7日	中央アジア応用地学研究所(CAIAG)
17	10月 7日	水理地質モデリング研究所
18	10月 8日	Program Management Unit in MoAWRPI funded by World Bank
19	10月 8日	European Commission
20	10月 8日	エネルギー省

表 1-5-4 第 1 次調査対象機関（キルギス国、その 2）

月 日		訪問機関
1	平成21年 10月20日	ビシュケク ボードガナル (Bishkek Water and Sewage Department of Bishkek City Administration)
2	10月20日	在キルギス・ドイツ大使館
3	10月20日	農業水資源省
4	10月21日	ハイドロメット
5	10月21日	ハイドロメット機材修理センター
6	10月21日	CAIAG
7	10月22日	UNDP
8	10月22日	USAID
9	10月23日	JICAキルギス事務所
10	10月23日	EC-IFAS

表 1-5-5 第 1 次調査対象機関（タジキスタン）

月 日		訪問機関
1	平成21年 10月26日	JICAタジキスタン支所
2	10月26日	在タジキスタン日本国大使館
3	10月26日	ADBタジキスタン事務所
4	10月27日	非常事態民間防衛委員会
5	10月27日	タジキスタンハイドロメット
6	10月27日	土地改良水資源省
7	10月28日	外務省
8	10月28日	タジキスタンハイドロメット
9	10月28日	Swiss Corporation（タジクハイドロメット内）「アラル海流域の各国ハイドロメットに対するスイスのサポート」プロジェクト
10	10月29日	タジキスタン水理技術土地改良研究所
11	11月 1日	ソグド州水経済局
12	11月 2日	ソグド州ハイドロメット

注) HP はハイドロポスト、KGSxxx (x は数字) は図 1-5-1 内の調査位置を示す。



凡例) 旗印：調査地点（番号は表 1-5-4、表 1-5-7 内の番号と対応）

図 1-5-1 キルギス国、タジキスタン現地調査位置

第2次調査での調査対象機関等を以下に示す。

表 1-5-6 第2次調査対象機関（キルギス国）

	月 日	訪問機関
1	平成 22 年 2 月 3 日	JICA キルギス事務所
2	2 月 3 日	在キルギス日本国大使館
3	2 月 4 日	天然資源省水資源庁
4	2 月 4 日	UNDP
5	2 月 4 日	外務省
6	2 月 4 日	UNDP
7	2 月 5 日	在キルギス国ドイツ大使館
8	2 月 5 日	ハイドロメット
9	2 月 5 日	GTZ
10	2 月 5 日	CAIAG
11	2 月 8 日	ナリン州水経済局
12	2 月 8 日	ハイドロメット
13	2 月 8 日	天然資源省水資源庁
14	2 月 8 日	エネルギー省
15	2 月 9 日	JICA キルギス事務所
16	2 月 9 日	ハイドロメット
17	2 月 9 日	JICA キルギス事務所
18	2 月 9 日	天然資源省水資源庁
19	2 月 10 日	天然資源省水資源庁（説明会）
20	2 月 11 日	天然資源省水資源庁
21	2 月 11 日	SDC
22	2 月 11 日	WB
23	2 月 12 日	チュイ州水経済局
24	2 月 12 日	CAIAG
25	2 月 19 日	ハイドロメット

表 1-5-9 第2次調査対象機関及び対応者一覧（タジキスタン）

	月 日	訪問機関
1	平成 22 年 2 月 15 日	在タジキスタン日本国大使館
2	2 月 15 日	JICA タジキスタン支所
3	2 月 15 日	非常事態民間防衛委員会

4	2月15日	SDC
5	2月15日	在タジキスタンドイツ大使館
6	2月16日	タジキスタンハイドロメット
7	2月16日	土地改良水資源省
8	2月16日	UNDP
9	2月16日	エネルギー省
10	2月16日	ADB
11	2月17日	水資源省（説明会）

第2章 水資源管理に係る現状と課題

2-1 シルダリア川流域の水資源管理の概要

シルダリア川流域は、上流域に建設されたトクトグル貯水池への年間平均流入量約 120 億 m^3 （1991 年～2007 年平均）に対して、有効貯水容量が 140 億 m^3 と大きく、このため、貯留・放流の操作運用により下流の流況が大きく左右され、同時に貯水池からの放流計画が経年的な貯水容量を左右する、という特性をもっている。

トクトグル貯水池建設時の旧ソ連時代には、中央政府の統制のもと、連邦を構成する共和国の間で水力発電（上流国）と灌漑農業（下流国）の役割分担がなされ、上流国は下流国の農業生産増進のための灌漑用水の供給を主眼とした貯水池運用を行い、この補償措置として、下流国から上流国に冬期の燃料と電力を補給することで地域間のバランスをとっていた。

共和国独立後は、これまでの補償措置としての燃料供給が市場価格の導入で高騰したこと、冬期の発電放流の必要性から放流モードを灌漑モードから発電モードに変更せざるを得ない上流国の事情があること、などから枠組み維持が困難になり、各国は自国の水資源と電力の確保を優先せざるを得ず、補償措置の枠組みが働きにくくなっている。このような状況下で、上流国は冬期の逼迫する電力確保のために、トクトグル貯水池の冬期発電放流を余儀なくされ、冬期の下流での河川水の溢水とこの裏返しに夏期の渇水発生などの問題が顕在化するようになった。

現在、この水資源運用の調整は各国間で努力されているが、水資源と電力資源としての水需要に対して水供給が不足する状況から政治問題化しており、各国や国際機関、ドナーの努力にもかかわらず、解決に向けた枠組みや経年的な協定は構築されるに至っていない。

プロトコルの基本は、旧ソ連時代に決められた割当量に基づいており、シルダリア川からの水利用は、ウズベキスタンが 50.5%、カザフスタンが 42%、タジキスタンが 7%、キルギス国が 0.5%を基本としている。

シルダリア川の水運用に関しては、1998 年に締結された「シルダリア枠組み合意」が当初の合意となっている。これは USAID の支援によるところが大きいですが、2000 年代初頭の水運用を巡る上述の状況変化により、各国の調整にもかかわらず実施には至らなかった。その後は、関係国間でプロトコルに署名し、運用をすべく進めてきたが、2003 年からはこれも遵守が困難になってきている。

最近の動きとして、ADB や GTZ が、新たな地域の取り組みを開始し、これを地域に広めようとしている。すなわち、「小さな流域を対象とした支援から始めて、その経験を他の流域に普及するなかで、地域の水管理の増進を目指す」という方策であり、現実的な取り組みとして、小流域の越境河川で取り組まれている。

地域の電力問題は、水源国である上流国で水力発電が主体であることから、水資源と表裏の問題である。キルギス国での電力需要も経済発展とともに増加しており、発電量の増加が必要な状況である。

しかしながら、今回の調査中にウズベキスタンが地域の電力網から抜けるという動きも伝えられ、これに対処するためには新たな送電線の敷設など、電力供給への対処が必要になっている。

旧ソ連崩壊後のシルダリア川の水配分は、ICWCにより調整されている。ICWCは、中央アジア5カ国により締結されたアルマトイ協定において1992年に設置され、その傘下に河川流域管理機関（BVO-シルダリア）を設置している。キルギス国、タジキスタンにおいても、ICWCの水運用の基本取り決めにに基づきシルダリア川の水資源管理を実施することになっている。

ICWCの報告（http://www.cawater-info.net/syrdarya/water_e.htm（2010年3月1日））によれば、シルダリア川の水資源量は平均 $37.2\text{km}^3/\text{年}$ である。そのうち越境水となる水量は平均 $27.6\text{km}^3/\text{年}$ であり、そのうち平均 $21.1\text{km}^3/\text{年}$ をICWCが調整している状況である。

シルダリア川の主要な施設の管理と調整をBVO-シルダリアが実施することとされている。さらに、BVO-シルダリアは、各国の環境、水文観測、衛生調査に関する委員会と協力し、シルダリア川の水質監視も担っている。またBVO-シルダリアは、シルダリア川の水資源施設の実運用面（治水、利水、発電）を支えている。

現在ICWCが取り組んでいる主な課題は、「人口増加による人口問題」、「環境へ配慮した水利用」、「水とエネルギーの域内融通」、「各国による事前調整のない水資源インフラの建設」、「気候温暖化の影響」、「域内水問題の解決の仕組みと手続き」、「域内の水文・気象データの交換」、「域内の経済統合の方針とプログラム」、「地域レベルの水利用予測の改善」である。

2-2 キルギス国の水資源管理の概要

2-2-1 政策、法・制度

①Water Code

キルギス国の水関連の基本法としては、「Water Code」が 2005 年に施行されている。Water Code の目的は、水利用調整、水の保護と水資源開発、適切で安全な水供給と環境の保護、水に関する財源準備、などを規定することである。これら目的の実現のために、水資源管理の基本原則、国家水政策の規定、水資源に関し権限を有する国家機関の設立、国家の水戦略と水資源利用計画、表流水・地下水の利用と料金の支払い、水資源の保全、水資源やダムの安全性への対処、水経済部門と農業部門の調整、水利用基金の設立、などについて原則を確立している。

②Road Map

Water Code を受けて、2006 年に水に関する主要な政府機関による IWRM 原則の実現のためのロードマップが UCC-Water、UNDP、UNEP、GWP などの支援の元に策定された（文献 1）。

これに基づく組織制度の構築が行われている。水資源関連の中心機関として、State Water Administration（SWA）が位置づけられている。2009 年 12 月に設立された天然資源省傘下の「水資源庁」がその役割に相当する組織であると考えられ、今後水資源庁の元で水管理に関する政策が計画・立案され施行されていく見込みである。

以上のように、キルギス国は国家として水資源管理の効率化の方針を定めており、このための法整備、組織構築を実施するとともに、水資源管理の基本となる水資源の状況と利用を対象としたモニタリング設備、データベース整備に重点を置いている。

③現況の取り組み

また、上記の「水経済部門と農業部門の調整」に関しては、調査団がキルギス国訪問時の 10 月に組織改編があり、農業水資源加工産業省（Ministry of Agriculture, Water Resources and Processing industry）水経済局（Water Economy Department）（以下「水経済局」という）が、農業省と天然資源省に分割される、という動きがあったばかりである。水管理に関しては、流域ごとの管理に移行する動きがあり、タラス川流域を手始めに、流域計画（Basin Plan）を順次策定していくことを計画している。この Basin Plan の策定には、信頼のおける水文・気象、ならびに水利資料が必要である。

水利用の効率化、水管理の向上を目指して統合水資源管理の取り組みの必要性が認識されており、ボトムアップの取り組みとして、水利組合の設立が進んでいる。これら水利組合を束ねる組織としてフェデレーションを設立し、水管理のオーナーシップを持たせようという戦略がある。

文献 1： Road Map Planned Steps Towards Realization of the IWRM Principles and rationale of the essential activities in the Kyrgyz Republic 2006,UCC Water 他

2-2-2 組織体系・人員・予算

キルギス国では、調査団が訪問中の 2009 年 10 月に組織改編があり、水経済局が、①水資源政策を担当し、政府の水管理を中心的に所管する「水資源庁 (Water Resources Agency)」と、②農村における水管理や水路のインフラ管理を所管する「国営灌漑公社」に分割された。

これとともに水資源庁は、天然資源省 (Ministry of Natural Resources) の組織下に入った。水資源庁は、水資源に関する国家の政策、管理を統括していく組織であり、国営灌漑公社は水経済局所管の施設の維持管理を実施していくこととされている。水資源管理に関する国際協力は「水資源庁」が所管である。

以下に、水資源管理との関係が強い水資源庁とハイドロメットの組織、人員、予算、ならびに産業・エネルギー・燃料資源省 (Ministry of Industry, Energy and Fuel Resources) (以下「エネルギー省」という) と JSC 電力 (Joint-Stock Company Electric Stations) の組織を示す。なお、天然資源省によれば、ハイドロメットも天然資源省傘下に組織編成する方向で調整中とのことであった。

①水資源庁および州水経済局 (チュイ州およびナリン州)

[水資源庁]

－組織体系・人員 (組織改編後)－

水資源庁は現在 30 人程度の定員がついている。2010 年 2 月の調査時点では、水資源庁の組織構成は確定していないものの、水文・水利など水資源のモニタリング、水資源の統合的利用と保護、技術政策や投資、法務と国際協力、農村地域の水供給などを所管するものと想定される。キロフ、パパン、オルトトコイの 3 つの貯水池も所管することとなった。下部組織としては流域を単位とした 5 つの水資源流域管理局を今後組織化しここが流域管理の実施機関となると想定される。予算面では、当面水経済局の予算の一部を流用しているが、2010 年度の水資源庁の予算はこれから予算要求するということであった。本報告書では今後の取組みに関することは「水資源庁」の名称を用い、組織や予算などの調査項目は旧組織のものを掲載している。

－組織体系・人員 (組織改編前)－

表流水の水資源管理は、水利用の大半が農業用水であることから、実質的に農業水資源加工産業省が担っており、省内の主務担当局は水経済局であった。水経済局は、水経済システムの計画・設計、構造物・建築物・技術設備の設計と建設、ならびに水利用政策に基づく計画・運用を実施していた。また水経済局は、流域と地域の水資源管理の事業を策定し、下部機関である州水経済局と科学研究機関を所管していた。

水経済本局では、重要な構造物の建設事業は直轄事業として実施する一方、水利用計画策定や水配分許可などの行政機能を担っており、水資源の実管理は州水経済局が担当し

ていた。特に、水経済局内の水消費・国内水配分・水資源課では、1) 水量および水消費量の記録、2) 気象観測の側面から水資源の管理と計測の支援、3) 水関連事項および越境水路における水配分の提案の準備等の国際協力、4) 水管理施設および災害防止のためのモニタリング、5) 合理的水消費と経済的合理性のための水利権付与および合理的な水分配に基づく複合的な水消費の整理を担っていた。

キルギス国には、7つの州（Chui、Talas、Issyk-Kul、Naryn、Barken、Jalal-Abad、Osh）があり、各州の水資源局が州内の水資源の実管理を担っている。

ー水利観測ー

水利観測については、実際に水運用を行う各地域のライオンが実施している。ナリン州水経済局ならびにライオンへの聞き取り調査を実施した結果を以下に示す。

- ・ナリン州には、41 の観測局がある。これらの観測局は全て水路に設置され、州の下部組織であるライオンが管理しているがうち半数は改修が必要である。
- ・観測局の設置は、予算配分を決定する国の了承が必要であり、簡単に増やすことはできない状況にある。
- ・ナリンライオンの予算は、約 32.5 百万 com/年であり、このうち施設運営管理費は約 4 百万 com である。水利観測は、施設運営管理費の一部を使って実施している。なお、ナリンライオンの予算約 32.5 百万 com/年には、徴収した水利用料金約 488 千 com が含まれている。

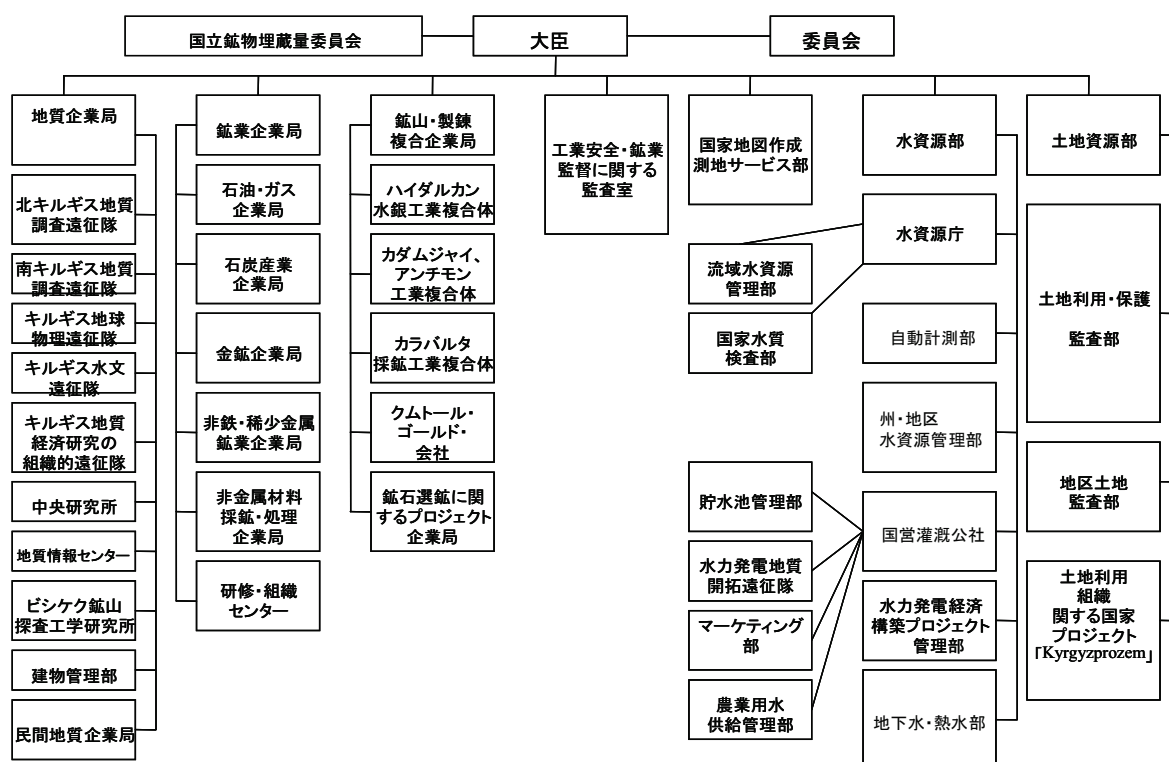


図 2-2-1 組織改編後のキルギス国天然資源省の組織

－予算（組織改編前）－

2006 年から 2008 年の水経済局の予算を概観すれば、全体予算は 3 年間で 1.5 倍に増えている。人件費については 2.6 倍に増え、職員の処遇改善が実施されていることが読み取れる。2008 年の水経済局の予算を見てみると、主な用途は、全体の 57%を占める「人件費＋電気利用費」、28%が事業費である。水経済局が水管理実施機関であるにもかかわらず、事業費が全体予算の 28%と比較的小さいのは、実管理を州水経済局が担っていることに起因する。水経済局と州水経済局の予算構成の違いは、水資源管理の計画監督を担う水経済局と施設管理等の実管理を担う州水経済局の役割の違いによる。こうした財務状況の中で、水資源管理体制を強化していくためには、水経済本局と州水経済局の連携強化が最も効果的な手法である。具体的には、水経済本局と州水経済局を C/P として水資源管理の政策や計画の策定能力を強化することにより、水資源管理のための組織能力を高めることである。改編後の組織で言えば、水資源庁と水資源流域管理局がこれに相当する機関である。

表 2-2-1 キルギス国水経済局の予算

費目	2008年 予算額 [千com]	2008年 全体比 (各費目／ 合計)	前年度比 (2008／ 2007年)	2007年 予算額 [千com]	2007年 全体比 (各費目／ 合計)	前年度比 (2007／ 2006年)	2006年 予算額 [千com]	2006年 全体比 (各費目／ 合計)
人件費	148,785.4	0.30	1.9	76,989.4	0.17	1.4	56,686.6	0.2
社会基金／公債	28,191.3	0.06	1.8	15,503.4	0.04	1.3	11,875.0	0.0
旅費	994.1	0.00	0.9	1,073.2	0.00	1.0	1,035.0	0.0
事業費	141,876.8	0.28	1.0	146,731.6	0.33	1.1	128,079.2	0.4
賃貸料	0.0	0.00	0.0	45.0	0.00	1.0	45.0	0.0
交通費	9,606.0	0.02	0.6	15,759.0	0.04	1.4	11,404.0	0.0
その他のサービス費	13,628.4	0.03	0.6	21,127.5	0.05	0.7	28,708.1	0.1
営繕費	120,106.8	0.24	0.8	159,610.0	0.36	1.5	103,148.4	0.3
機械設備費	35,925.8	0.07	6.8	5,285.9	0.01	29.4	180.0	0.0
合 計	499,115.3	1.00	1.1	442,125.0	1.00	1.3	340,801.3	1.0

* 1com=2.03 円（2009 年 10 月 1 日時点）

以下に地域レベルの水資源管理の事例としてチュイ州水経済局、ナリン州水経済局の状況を示す。

〔チュイ州水経済局〕

－組織体系・人員－

チュイ州の灌漑面積は約 32 万 ha（うち約 4,600ha は利用されていない）であり全国の灌漑面積の約 1/3 を占めている。全取水量は、約 1,235 百万 m³（うち約 206 百万 m³ は地下水）である。

チュイ川の水を灌漑に使うための 3 つの灌漑水路（大チュイ水路、大チュイ西水路、大

チュイ南水路：幹線水路総延長は 364km）を運用している。これらの水路には、山間部からの 12 の支川流入量も取水している。

チュイ州の職員数は 2010 年 1 月 20 日現在で 1,056 名であり、水資源管理を担うチュイ州水経済局（ライオンを省く）の人員は 406 人である。州内の水資源管理は、チュイ州水経済局と 8 つのライオン（ケミン、チュイ、イスイク・アタ、アラメディン、ソクルク、モスクワ、ジャイル、パンフィーロフ）と幹線水路及び貯水池部門で構成されている。なお、幹線水路及び貯水池部門は多くのチュイ州水経済局の職員による兼務である。

水利用者の組織として、水利組合が 104 設立されており、その内 78 が機能している。2005 年までは数を増やしてきたが、現在では質の向上を図っている段階である。各ライオンの水経済局の長が水利組合間の水運用調整を行っている。これらを集約して州の水利用計画を作成する。各水路への水配分は、州水経済局長と各ライオンによる締結された契約（毎年 1 回）により実施される。ただし、取水状況に応じて、配分の見直しが実施される。配分の見直しは、ハイドロメットから毎月提供される河川流量データ（チョンケミン等の 5 河川の観測所のデータ、また、水経済局で計測する 3 地点のデータ）を基に実施されている。

－予算－

チュイ州水経済局の水管理のための人件費および施設維持管理費用は、約 90 百万 com であり、このうち国の予算が約 67 百万 com、特別資金約 23 百万 com である。約 90 百万 com のうち人件費が約 47 百万 com（全体の 52%）、施設の運用が 43 百万 com（全体の 48%）である。

[ナリン州水経済局]

－組織体系・人員－

聞き取り調査によれば、州水経済局が州全体の水資源管理を統括し、その傘下のライオン、さらにはライオンの下のアイルオクマトウが水管理の実務を実施している。ナリン州水経済局本部には、15 名の職員が配置され、そのうち水管理実務を担当する職員は 4 名である。ナリン州水経済局全体の組織構成図と人員構成については、情報を得ることができなかった（聞き取り調査によれば、各州水経済局の基本的な構成は似ているという）。

水利用者側は、水管理の単位組織として水利組合の設立が進行中であり、700 余の水利組合が設立され、フェデレーションが水利組合を統括している。フェデレーションは水管理を担うが、将来的には独立採算制を目指した新組織である。水利用量の申請は、灌漑期前に、水利組合がある地域は水利組合経由で州水経済局へ、水利用組合がない地域は直接州水経済局へそれぞれ行い、調整を経た後、決定される。

灌漑用水利用者から水利用料金を徴収する制度があり、ナリンライオン内の水利用者から徴収する水利用料金は 0.01com/m^3 である。これは地域の農業生産性の低さを考慮して、国規定 0.03com/m^3 より低く設定されている。水利用料金は協議会により決定される。

協議会のメンバーは水利組合により決定される。協議会のメンバーは、農民、アイルオ

クマトウ役員などで、水利組合により決定される。

2010 年 2 月の調査によれば中央省庁再編を受け、ナリン州水経済局の業務の再編も近々実施される可能性があるとのことであった。

－予算－

ナリン州水経済局の年間予算は、47～48 百万 com であり、このうち中央政府から 46～47 百万 com、特別資金（水利用費）から 1 百万 com である。このうち約 6 百万 com が人件費、施設補修費等を含む水管理予算である。

ナリン州水経済局の下部機関であるナリンライオンの全体予算は 32.5 百万 com であり、そのうち揚水のための電気料金と施設管理費はそれぞれ 4 百万 com と 17 百万 com であり、人件費を除く維持管理費用は全体の約 65%となっている。

ナリンライオンの予算は、32.5 百万 com であり、このうち徴収した水利用料金 488 千 com である。用途は、9 千 ha の灌漑地にポンプ送水するための電気料金が 17 百万 com と過半を占めその他に、施設管理費 4 百万 com、整備状況に応じて支出するポンプ修繕費などがある。なお、ナリンライオン内の水利用者から徴収する水利用料金は 0.01com/m³ に対し、ポンプ送水料金は 0.4com/m³ であり水利用料金の 40 倍である。

旧ソ連時代と比較して予算が減少しており、エンジニアの流出も見られる。昨年、給与水準が少し上がったが、職員に対する処遇改善は遅れている。

②緊急事態省ハイドロメット庁

－組織体系・人員－

キルギス国内における水文・気象観測は、緊急事態省（Ministry of Emergency Situation）に所属するハイドロメット（State Agency of Hydromet）が担っている。

ハイドロメットの設立目的は、1）自然災害から国民を守るための自然環境モニタリング、2）自然環境の汚染の情報の提供、3）気象・農業気象・水文の状況、自然環境汚染の体系的な分析と情報集約、雪崩に対する準備とリストの作成などを実施することである。これらの目的を達成するために、全国の気象、水文、雪崩、氷河、農業気象状況、作物状況等を観測し、これらの情報の収集、蓄積、分析、提供を実施している。ハイドロメット本庁の出先機関として、地域毎に当該地域の観測データを集約する統合センターがある。統合センターは、各観測局からのデータを収集・整理し、ハイドロメット本庁のコミュニケーションセンターへ伝送をする役割を担っている。図 2-2-2 に、ハイドロメットの組織図を示す。ハイドロメットの観測データは、ハイドロポスト（観測局）→統合センター→コミュニケーションセンター（ハイドロメット本庁）の順に伝送され、集約されている。

－予算－

2006 年から 2008 年のハイドロメットの予算を概観すれば、全体予算は 3 年間で 1.9 倍に増えている。人件費と諸経費については 2.3 倍に増えており、これからは職員処遇の改善の取り組みが確認できる。しかし、全体予算の 76%（2006 年）から 92%（2008 年）を「人

件費＋諸手当」が占め、観測施設維持管理費が全体予算の3%であることから、さらなる予算増強が必要であると考えられる。

長官からは、政府に対する予算増の強い要望、大統領への実態説明などによる職員処遇改善と観測網強化の要請活動が紹介された。さらに、予算要求、実力・実績重視の人事による組織活性化などの取り組みも確認できた。観測施設維持管理費も総額としては十分な予算とは言えないが1.5倍に増加していることから、組織として改善に動いていることが読み取れる。

2008年の予算で、全体の92%が人件費と諸経費で占められていることは、まずは職員の賃金改善を観測体制維持の緊急重点対策と考えた結果であろう。

こうした財務状況の中で、観測体制を強化していくためには、施設管理を可能な限り軽を可能な限り軽減できるような方策をとる必要がある。具体には、劣化・老朽化した観測機器の更新にあたっては、①維持管理の負担が比較的少ない伝統的観測機器による再建支援と、②観測計器の検定・修理を自ら実施できるシステムに対する支援、が効果的と考える。

①に関しては、流速観測等の計測は、計測手法や維持補修のノウハウが蓄積されている伝統的な機器での再建を基本とし、維持管理への新たな負担を少なくする。

②に関しては、観測機器の検定・修理を自ら実施するシステムを強化することである。特に、流速計などの観測機器は、定期検定が必要となるため常に一定量の検定業務が発生し、検定時に発見した不具合は修理が必要となる。維持管理費軽減のためには、職員による検定や修理が可能（部品購入は行）な機器の検定・修理は直営で行い、高度な技術を有する修理のみ製造会社へ依頼することが効果的である。これに対応するため、観測機器の機材供与の他に、検定・修理設備の配置と技術者の育成プログラム支援を図ることが効果的な対応策である。

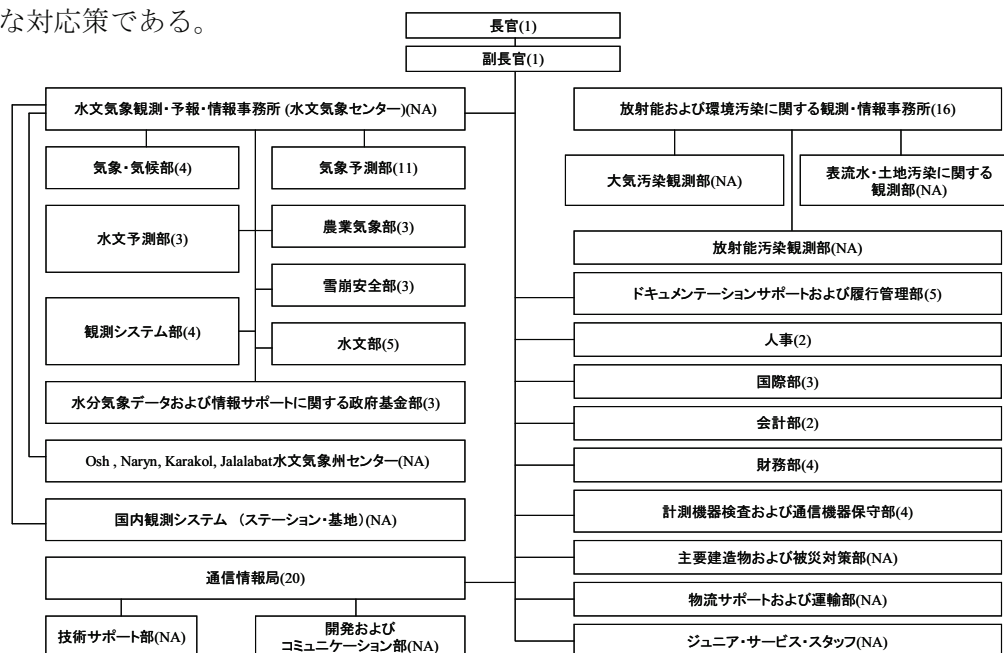


図 2-2-2 キルギス国ハイドロメットの組織 (2009 年 10 月) ()内は職員数

表 2-2-2 キルギス国ハイドロメット予算

費目	2008年 予算額 [千com]	2008年 全体比 (各費目/合 計)	前年度比 (2008/ 2007年)	2007年 予算額 [千com]	2007年 全体比 (各費目/合 計)	前年度比 (2007/ 2006年)	2006年 予算額 [千com]	2006年 全体比 (各費目/合 計)
人件費	27,050.7	0.79	1.4	18,845.3	0.85	1.46	12,870.0	0.72
諸手当	4,600.0	0.13	6.6	700.0	0.03	1.08	650.0	0.04
諸経費	632.6	0.02	0.8	802.0	0.04	0.91	879.6	0.05
通信費等	311.8	0.01	0.7	468.8	0.02	0.31	1,507.2	0.08
観測施設維持管理費	1,079.5	0.03	2.9	371.3	0.02	0.60	620.0	0.03
燃料費	300.0	0.01	2.1	140.4	0.01	0.67	210.0	0.01
施設更新費	183.8	0.01	0.2	875.0	0.04	0.75	1,170.0	0.07
合 計	34,158.4	1.00	1.5	22,202.8	1.00	1.24	17,906.8	1.00

1com=2.03 円 (2009 年 10 月 1 日時点)、(出所)キルギス国ハイドロメット提供

③産業・エネルギー・燃料資源省

ー組織体系ー

エネルギー省の役割は、産業、安定したエネルギー供給、エネルギー消費調整、エネルギー供給組織の監督、産業・エネルギー・燃料に関する環境整備促進を実施することである。特に水力発電による電力供給は、主要なエネルギー供給源であるため、水力発電量可能量を予測するための水文観測データや貯水池への流入量予測データの精度の向上が望まれている。

④JSC 電力 (Joint Stock Company Electric Stations)

ー組織体系ー

JSC 電力は、8 つの発電所をもち、3.64MW を発電している。キルギス国電力供給の約 90%は水力発電であり、水力発電所を運営する JSC 電力にとって、水力国発電量可能量を予測するための水文観測データや貯水池への流入量予測データは、必要不可欠である。JSC 電力は、トクトグル (Toktogul) 水力発電所の運用を担っており、貯水池への流入量や流入予測などの必要なデータはハイドロメットから入手している状況である。

2—2—3 水文・地質の概要

①水文の概要

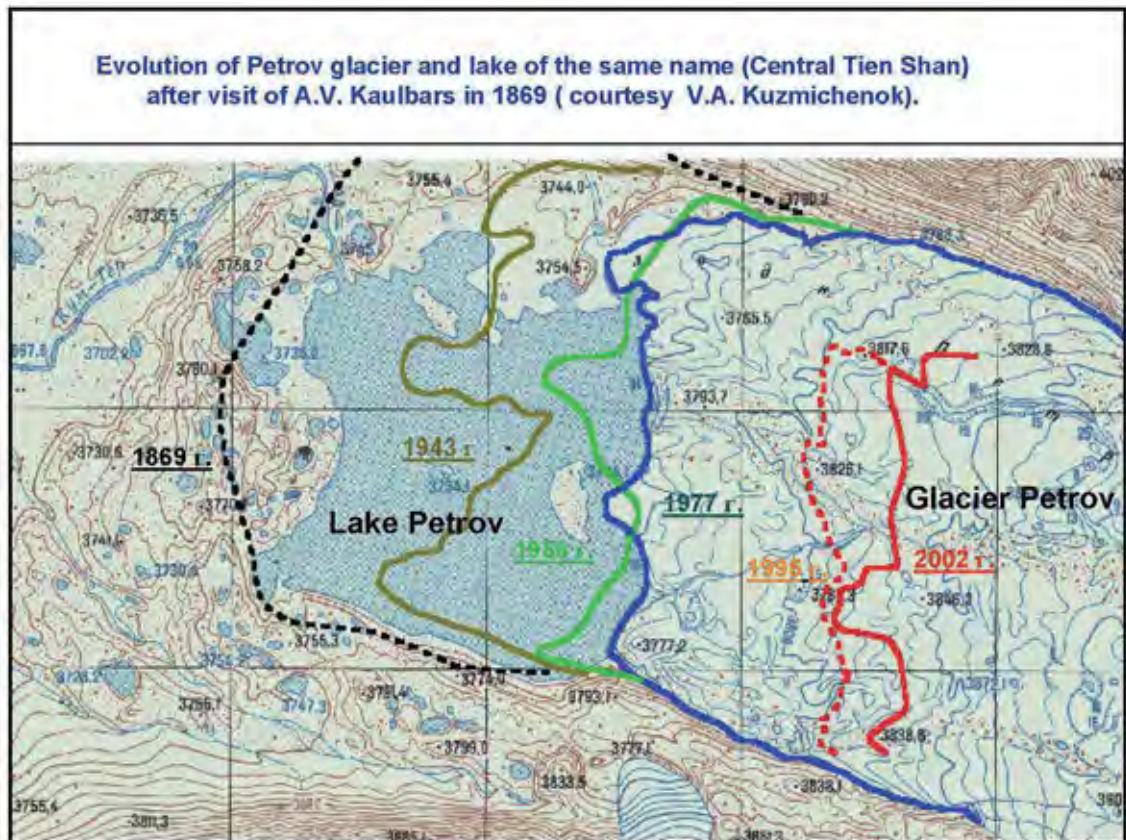
中央アジアの気候は、冬季に発達するシベリア高気圧と偏西風による低気圧擾乱の相互作用によって大枠が決められ、山岳地形の配列によって生じる局地的な降水の違いによって特徴づけられる。キルギス国は全般的に盆地部では 6 月から 9 月は暑く乾燥した気候となり、12 月から 2 月にかけて平均気温は零度以下となるが、およそ標高 3,000m を越えた山岳部においては、年平均気温が零度以下となっている。

降水は 12 月から 2 月にかけて多く、山岳部では雪となって積もる。河川流量に占める上流からの流量ソース別のピークは、融雪が 4 月から 5 月、氷河（融解）が 7 月となっている。

中央アジアの天山山脈地域には、大小併せて 15,953 の氷河が確認されている。この数は旧ソ連が 1973 年に取りまとめた氷河インベントリー調査結果と中国が 1987 年に行った同種の調査結果に基づく。なお、旧ソ連の領土にあった全氷河のうち 45%はキルギス国領に存在しているとされるが、キルギス国では独立以降に氷河インベントリー調査が実施されていない。よって、現在もキルギス国では旧ソ連時代のデータが用いられており、国内の総氷河数は 8,208、総氷河面積は 8,076.9km²、総氷河体積は 494.7km³、均衡線標高は 4,203m とされる。キルギス国の氷河は年平均気温が零度以下となる、およそ標高 3,000m から標高 6,500m にかけて広く分布しており、特に標高 3,700m から標高 4,500m の範囲に多くの氷河面積を占める。

キルギス国では、全国的な氷河モニタリングは現在「行われていない」に等しいが、研究レベルでのモニタリングは一部の氷河に対して行われている。

ナリン川の源流ともいわれるペトロフ氷河（面積が国内第 7 位）では、1869 年に初めて地形測量により氷河末端部の観測を行って以降、航空測量（1943 年～）、GPS（2002 年）と観測手段を変えながら末端部のモニタリングを継続している。ペトロフ氷河における 1869 年から 2002 年にかけての氷河末端部の変遷を図 2-2-3 に示す。図より、ペトロフ氷河は後退を続けていることが見てとれる。



Source: Central Asian Institute for Applied Geosciences (CAIAG)

図 2-2-3 ペトロフ氷河末端部の変遷（1869 年～2002 年）

キルギス国の氷河をマスで見ると、地球温暖化の影響と見られるが 1970 年代半ばから量的な減少が顕著である。次に、氷河を個別に捉えてみると、中標高（3,000m～4,000m）に分布する小規模の氷河が特に融解を始めている。このため、河川流量は現在増加傾向にある。また、中標高に分布する小規模の氷河が 2020 年頃をピークに無くなっていく一方で、高標高の大規模氷河は溶けにくいいため、河川流量は 2020 年頃から急速に減少すると考えられている。ただし、上記は氷河近傍の上流域での河川流量を指しており、例えばナリン川中流域にあるトクトグル地点の河川流量に占める氷河融解量の割合は 4%程度^{注)}となる。

注) キルギス国水問題及び水力発電研究所の試算による。ここに、旧ソ連の計算方法では、氷河上に降った雪が溶け出す場合も「氷河融解」として取り扱っているため、この計算方法に基づくトクトグル地点の流量に占める氷河融解量（すなわち、氷河そのものの融解及び氷河上の融雪）の割合は、4%でなく半分以上を占めるものと見られている。

②地質の概要

キルギス国を含む中央アジアの地形は砂漠帯、山麓帯及び山地帯の 3 帯に分けることが出来る。砂漠帯は中央アジアの北部を占めて分布しており、シルダリア川、アムダリア川、イーリー川に代表される河川の流路が変化することによって形成された典型的な沖積平野である。首都ビシュケクは山麓帯に属しており、チュイ川によって形成されたチュイ盆地

に位置する。山麓帯は、他の 2 つの地帯と比べて無視できる程度の面積であるが、中央アジアにおける人口の大部分が集中している場所として極めて重要である。

山地帯は中央アジアの南部を占めており、南部では古生代と先カンブリア代の岩石、西部ではジュラ紀と白亜紀の岩石が優勢である。キルギス国の大部分は 3,000m 以上の高度を有する山地帯に属しており、稜線群は 6,000～7,000m の高度を示す。

2—2—4 水利用の状況

①ナリン川を始めとするトクトグル貯水池への流入量の水文特性

流入量の長期変動

1911 年から 2008 年までの間のトクトグル貯水池への年間流入量から累加流入量と年との関係（Mass Curve と呼ばれる）は図 2-2-4 のようになる。流入量は長期的には僅かではあるが増加の傾向が見られる。これが気候変動によるものか否かは不明である。

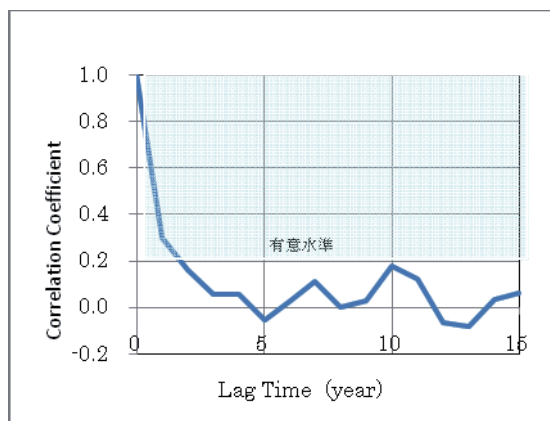
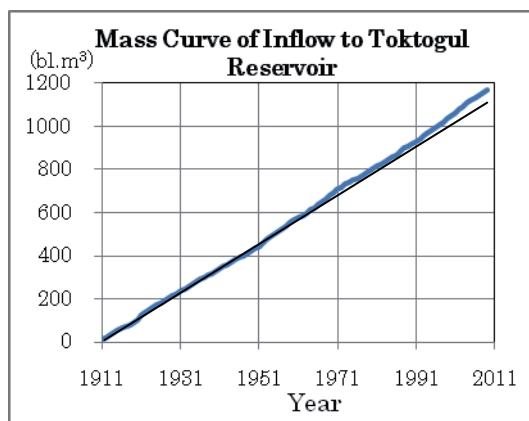


図 2-2-4 トクトグル貯水池への流入量累加曲線 図 2-2-5 トクトグル貯水池への流入量時系列の自己相関係数の変化

流入量の変動特性

トクトグル貯水池への毎年の流入量時系列に対して、ある遅れ時間（Lag Time）をもつ同じ流量時系列との間の相関係数と遅れ時間との関係は図 2-2-5 のようになる。1911 年から 2008 年までの 98 個のデータ数に対する有意水準が約 0.2 であることから、トクトグル貯水池への流入量時系列には統計的に 1 年以上の周期特性は明瞭には現れていない。

ナリン川の流出量

図 2-2-6 にはトクトグル貯水池の流入・放流量の時系列を示す。トクトグル貯水池の流入量は、流入河川の特徴を反映して灌漑期（4 月～9 月）の流入量が年間流入量を支配しており、非灌漑期（10 月～翌 3 月）は毎年安定した流入量となっている。なお、トクトグル貯水池への流入量の大半はナリン川上流域からきており、特にナリン地点（図 4-2-1 参照、HP-1）からウチテレク地点（同図、HP-2）の間で合流する支川からの流入量が大きい。

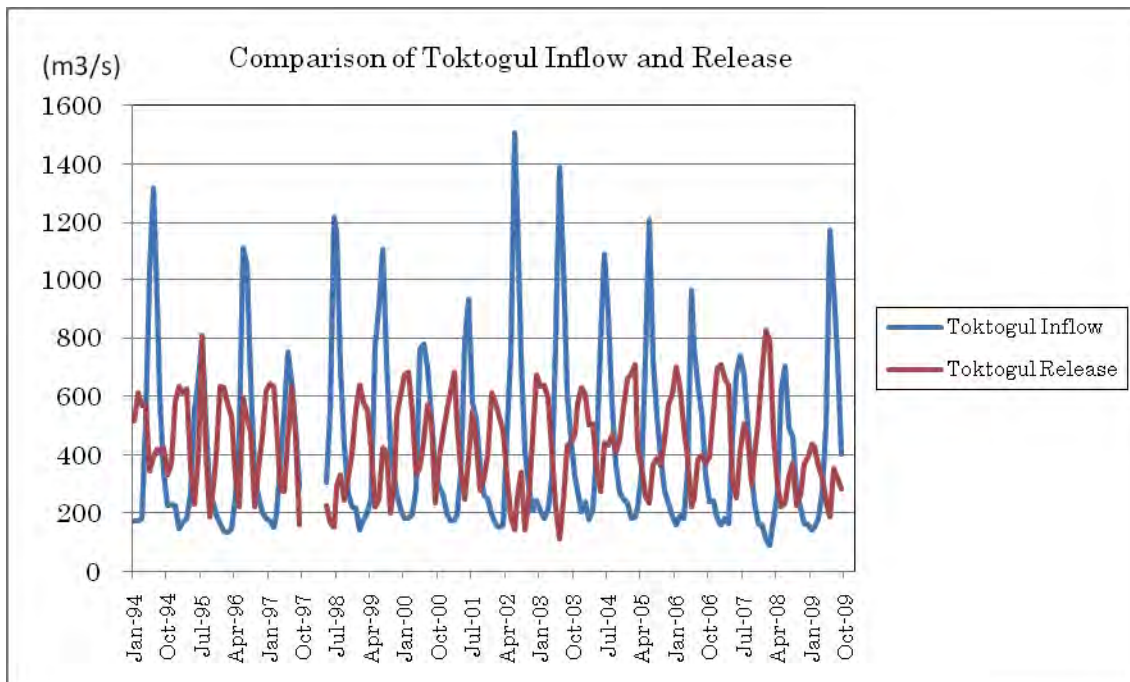


図 2-2-6 トクトグル貯水池の流入量と放流量の比較

ナリン川の流出量の確率評価

次に、ナリン川の流出特性として、1911 年から 2009 年までの長期に亘るトクトグル貯水池の年間流入量は図 2-2-7 のように対数正規分布紙上でほぼ直線上にのる。

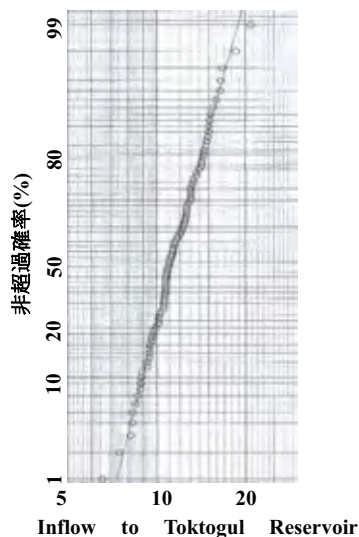


図 2-2-7 流量確率図

同図から 10 年確率の豊水量、渇水量、及び平均年の流入量を求めると表 2-2-3 のようになる。

表 2-2-3 トクトグル貯水池流入量の豊水量、渇水量、平均の推定値

年	トクトグル貯水池への流入量 (bl.m ³)	1994 年～2008 年の間でほぼ 対応する年（概略確率年）
豊水年	15.1	1994（11）、2003（16）
平水年	11.5	2000,2001,2006
渇水年	8.9	2008（5）

②キルギス国の水利用状況

キルギス国の水需要の変化は表 2-2-4 に示されるように 1988 年は水需要が最大であり、その後約 30%程度の減少の後ほぼ安定した状態が続いている。水需要の中で灌漑用水が 90%を占める。一方、エネルギー省でのヒアリングによるとキルギス国においては利用できる水資源の 70%が水力発電に用いられており、キルギス国における水資源は国の経済の源としてのエネルギーと等価である。

表 2-2-4 キルギス国の水需要の変化（単位：百万 m³）

年	表流水（上段） 地下水（下段）	計	都市部 水道	工業用水	灌漑	農村部 上水	その他
1988	12,976 948	10,050	265	634	8,905	201	44
1998	8,321 526	6,420	309	138	5,858	105	10
2005	7,889 304	4,485	149	59.4	4,119	16	14
2006	8,007 306	5,289	128	229	4,196	19	116
2007	10,300 334	6,316	159	842	4,381	168	766
2008	8,469 302	5,396	94	189	4,434	21	658

次に、キルギス国の州別の水利用実績は図 2-2-8 のようになる。トクトグル貯水池より上流のナリン川流域に位置するナリン州およびイシクル州の水利用実績を見ると、殆どが灌漑用水として使われており、1988 年から比べると減少しているものの 2005 年以降は安定していることがわかる。このナリン川の流量（ナリン地点での年間流量）に対する灌漑水量は約 15%程度になっている。一方、ナリン川現地調査時のヒアリングでは灌漑水路による水の損失が 40%（ナリン川の流量の約 6%、ナリン川のトクトグル貯水池への流入量の約 1.6%）にもものぼっている。ここに灌漑水路の補修や水資源管理効率化による新たな水資源の増加が見込める要素があることがわかる。

チュイ州について見ると 1988 年の 3,100 百万 m³ が最大の水利用実績を示し、その後 2005

年に 750 百万 m^3 程度までに減少したものの、2006 年以降、1,500～1,750 百万 m^3 となっている。2007 年、2008 年のその他の水使用量が 600 百万 m^3 程度と異常に多くなっていることについて水資源庁に問い合わせたが、データとしておかしいとのことであった。

2009 年についてはチュイ州水資源局での聞き取りによると、灌漑用水は全水利用 (1,235 百万 m^3) の中の 64% を占める。地下水利用量は 0.2 百万 m^3 である。その内訳は灌漑用水 798.9 百万 m^3 、生活用水 70.6 百万 m^3 、工業用水 70.6 百万 m^3 、その他 (公園、学校等) 14.4 百万 m^3 、農村水供給 6.9 百万 m^3 となっている。

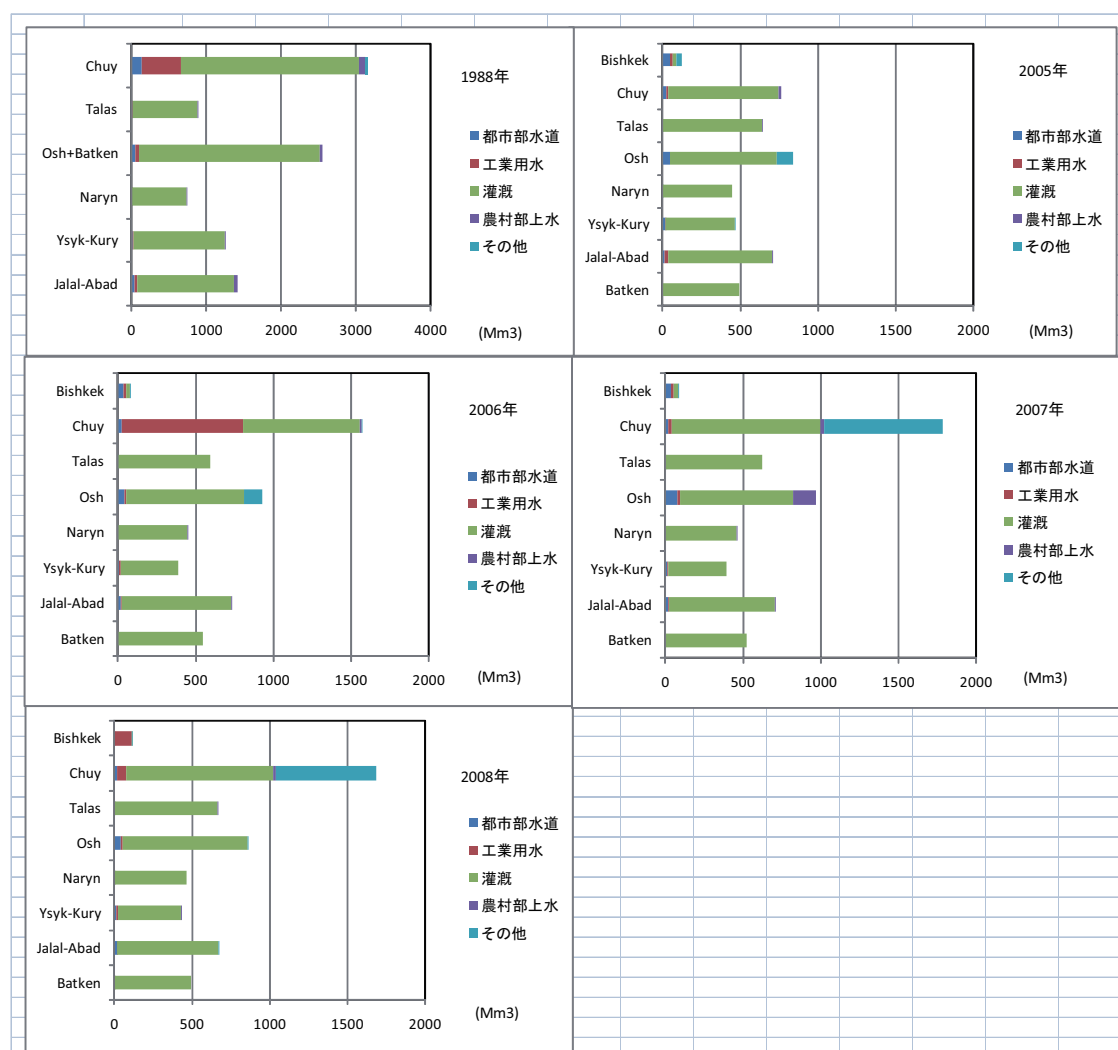


図 2-2-8 キルギス国州別の水利用実績 (1988 年～2008 年)

ビシュケク上下水道局による取水実績

ビシュケク市では上水に用いる水はすべてが地下水となっている。地下水の取水実績は表 2-2-5 のとおりである。

表 2-2-5 ビシュケク市上水の地下水源からの取水量（単位：1,000m³）

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
取水量	139,988	125,886	115,291	113,297	112,464	113,785	113,746	113,779	112,520	117,859

同表から地下水源からの取水量は 1999 年から 2001 年にかけて減少があったものの、その後はほぼ 1.1 億 m³/年程度で安定していることがわかる。

③トクトグル貯水池の運用特性

図 2-2-9 に 1991 年から 2009 年間のトクトグル貯水池の灌漑期（毎年 4 月 1 日～9 月 30 日）の流入量、放流量、灌漑期末（9 月）のトクトグル貯水池の貯水量に関する水バランスの経年変化を示す。この図から灌漑期の流入量および灌漑期末のトクトグル貯水池の貯留量は増減を繰り返しているが、灌漑期の放流量は 1991 年以降、漸減の傾向があることが示されている。また、これらの中で、2008 年は灌漑期の流入量が少なく、同時に灌漑期末の貯留量も少なくなったことがわかる。

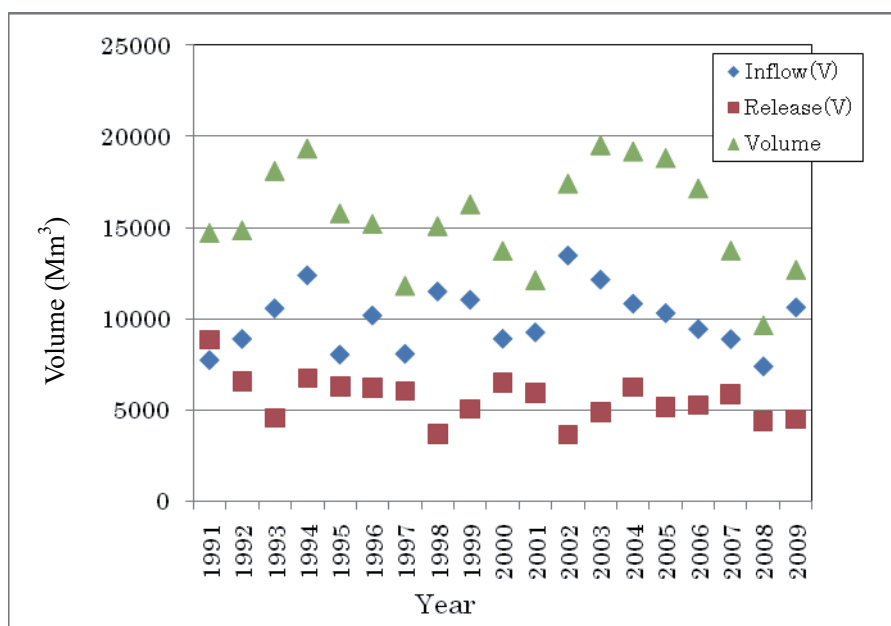


図 2-2-9 トクトグル貯水池への灌漑期の流入量、放流量、灌漑期末の貯水量の水バランスの経年変化

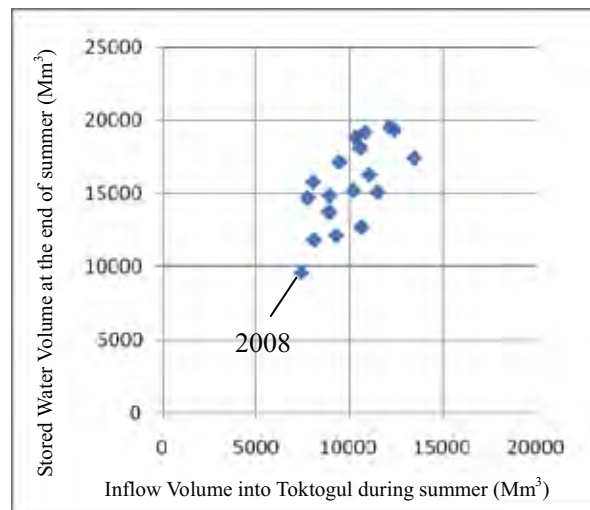


図 2-2-10 トクトグル貯水池の灌漑期の流入量と灌漑期末の貯水量との関係（1991-2009）

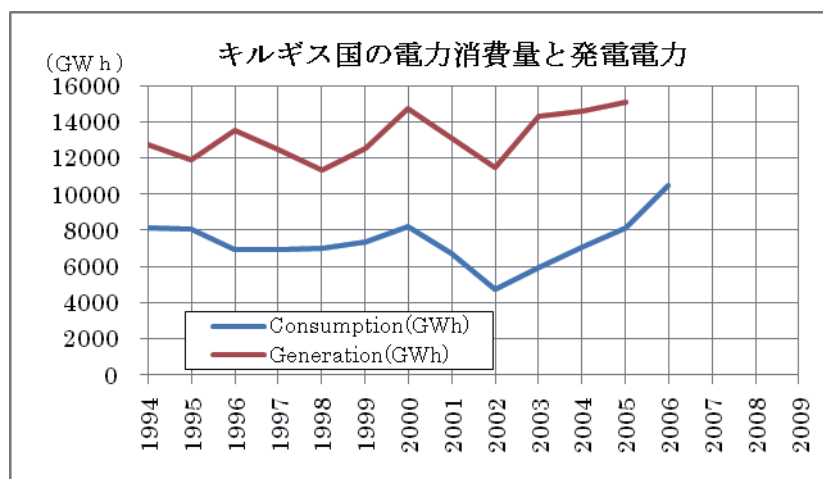
また、図 2-2-10 は、同じデータを基にトクトグル貯水池への灌漑期の流入量と灌漑期末の貯水量との関係をプロットしたものである。2008 年の灌漑期の流入量が少なくかつ、同年灌漑期末の貯水量が少ないことが端的に示され、2008 年から 2009 年の非灌漑期におけるトクトグル貯水池の水文特性の特異性が現れている。

一方、水需要に大きなウェイトを占める電力の面から、既報告書（2009 年 2 月）の調査結果及び WB の Web からのデータを基にキルギス国の電力消費量と発電電力量（水力と火力の計と考えられる）の推移は図 2-2-11 のようになる。同図から、1994 年から 2005 年までの間の発電電力量は年による変動はあるものの平均してほぼ毎年 2% 弱の伸びを示している。一方、電力消費量は 2000 年にかけてほぼ安定しているが 2002 年で減少した以降急激に増加している。このことは 2003 年以降にシルダリア流域の水利用に関するプロトコルが遵守できなくなったという事実と、水運用の変化が符号していることを示している。

キルギス国での水力発電電力量の中でトクトグル貯水池を始めとするナリンカスケード発電所群が 97% を占めること、これらの発電所群で溢水が僅かなことと、図 2-2-11 に示されるように実際の 2002 年以降のトクトグル貯水池からの放流量パターンの変化等から、ナリンカスケード群の発電モードがそれまでの灌漑モードから非灌漑期の発電モードに変化していることが示されている。電力需要が増加する中で生じた 2008 年の渇水現象は限界に近いトクトグル貯水池の運用の難しさを示したもののといえる。

エネルギー省によれば、トクトグル貯水池の運用においては、貯水量を 90 億 m^3 以下にしないように運用するというのが基本ルールである。一方、キルギス国とカザフスタンとの政府間協定で年間 5.4 億 kWh の電力を夏場に売電することになっており、これらを考慮して各月の発電計画、トクトグル貯水池からの放流量等が設定されている。この協定は毎年見直され、年間運用に反映される。

今、灌漑水路補修による漏水対策や流入量予測に基づく貯水池管理等の水資源管理向上により新たにナリン川等から約 10%が生み出せると仮定すると、これらの流域での灌漑面積の増加、トクトグル貯水池への貯留による非灌漑期の発電力の増加などが期待できる。



中央アジア地域「中央アジアの電力・水資源に関する地域連携に関する委託調査」報告書、平成 21 年 2 月の結果に世銀 Web site からのデータを追加したもの

図 2-2-11 キルギス国の電力消費量と発電電力量の推移 (1994-2006)

④貯水池運用への長期（数ヵ月等）流入量予測の導入の必要性

国営電力会社（EPP）でのヒアリングにおいて、発電施設への流入量予測はハイドロメットが行っているが、旧ソ連崩壊後からのハイドロポスト数の減少、ヘリコプターによる氷河観測などの観測項目の減少、機器・人員不足等によりその予測値の精度が下がり、現在では±30%の誤差になっているとのことであった。この流入量予測は貯水池運用計画に用いられているため、誤差の増加は貯水池運用を難しくさせる原因になる。逆にその精度の向上は計画に沿った運用が行いやすくなるメリットが生じることになる。

ナリンカスケード水力発電所群の流入量予測は灌漑期の発電所群の運用に用いられており、その精度の向上は灌漑期、非灌漑期を通した効率的水利用の増進に非常に重要な位置を占めている。

灌漑期におけるナリンカスケードへの流入量がある程度の精度で予測されれば、灌漑期の貯水池の運用に生かすことができ、灌漑期末の貯水池状況、並びに次年度にかけての非灌漑期の水利用への効果的・早急な対応も可能となると考えられる。

従って、現在ハイドロメットで行っている流量観測の持続可能な継続ならびに流入量予測の精度向上のための支援はキルギス国での水利用に大きく貢献するものと思われる。

具体には以下のような協力が効果的と考えられる：

- ・河川流量、灌漑用水量のモニタリング機材、人員の確保、能力向上
- ・積雪/氷河モニタリング機材、組織体制の強化支援、人材養成・能力向上
- ・ナリン川の流出量予測の能力向上、(数日から～半年程度の長期にわたる河川流出量の予測のための能力向上)

⑤チュイ流域の水利用

チュイ州水経済局の局長より聴取したチュイ流域の水利用の概要は以下の通りである。

チュイ州の灌漑面積は 32 万 ha（その内未使用は 4,624ha）であり、全国の灌漑面積の約 1/3 を占める。これらの灌漑のためにチュイ川の水を大チュイ水路、大チュイ西水路、大チュイ南水路の 3 つの水路で配水している。更にこれらの水路に山間部からの 12 の支川が合流する。幹線水路総延長は 364km に達する。利水の計測地点は、全部で 1,166 カ所あり、大規模な施設（取水堰、カルバート等）は 1,976 施設がある。沈砂池はキジルスー川とアラメディン川の 2 カ所ある。

図 2-2-12 にチュイ流域の主要灌漑水路及びハイドロメットから再建要望のあったハイドロポスト並びに気象観測所の概略位置とその優先順位を示す。

水利用は灌漑用水の他、セメント工場、ビシュケク火力発電所冷却水の供給を行っている。水利用における「その他」の内訳は、駐車場、公園、病院等での使用である。これらの水利用量は毎年 20～25%の変動がある。

各水路への水配分は州水経済局と州内のライオンが毎年 1 回契約を結ぶ（農閑期に来年の計画を策定する）。ハイドロメットから毎月来る河川流量データ（チョンケミン等の 5 河川の観測所のデータ、また、水経済局自身で計測する 3 地点のデータ）を基にして流入量の状況に応じて、配分の見直しを行っている。水路への水量管理は場所毎に責任者がおり、スケジュールを立てて管理している。主な取水地点での観測は自動観測（旧ソ連時代から）となっているが観測員がいる。一般には観測員が水路の水面を標尺で測定し、水位－流量曲線から流量に換算している。カザフスタン・キルギス国のチュイ・タラス委員会を通じてカザフスタンの委員会から計測機器の修理費の一部が負担されている。沈砂池の堆積土砂は冬場に掘削している。

灌漑用水利用料金は、0.03com/m³であり、料金の回収率は 65%～70%、残りの 30%程は物納されている。

州水経済局の水管理は、ビシュケク上下水道とは関係していない。

水経済設計研究所（現在は民間組織）が行った大チュイ南水路は延伸の計画がある。この計画により約 2.6 万 ha の灌漑面積の増加が見込める。

チュイ流域は水利用も多く、施設の整備も進んでおり、水管理の改善に向けてのパイロット流域としては適していると思われる。

⑥ナリン上流域の水利用

ナリン川上流域のナリン州とイシクル州の水利用の実績から水利用は大半が灌漑であり、その量はキルギス国全体と同じように 1988 年以降減少し 2005 年以降はほぼ安定している。ナリン川の河川流量の約 15%が灌漑に用いられている。

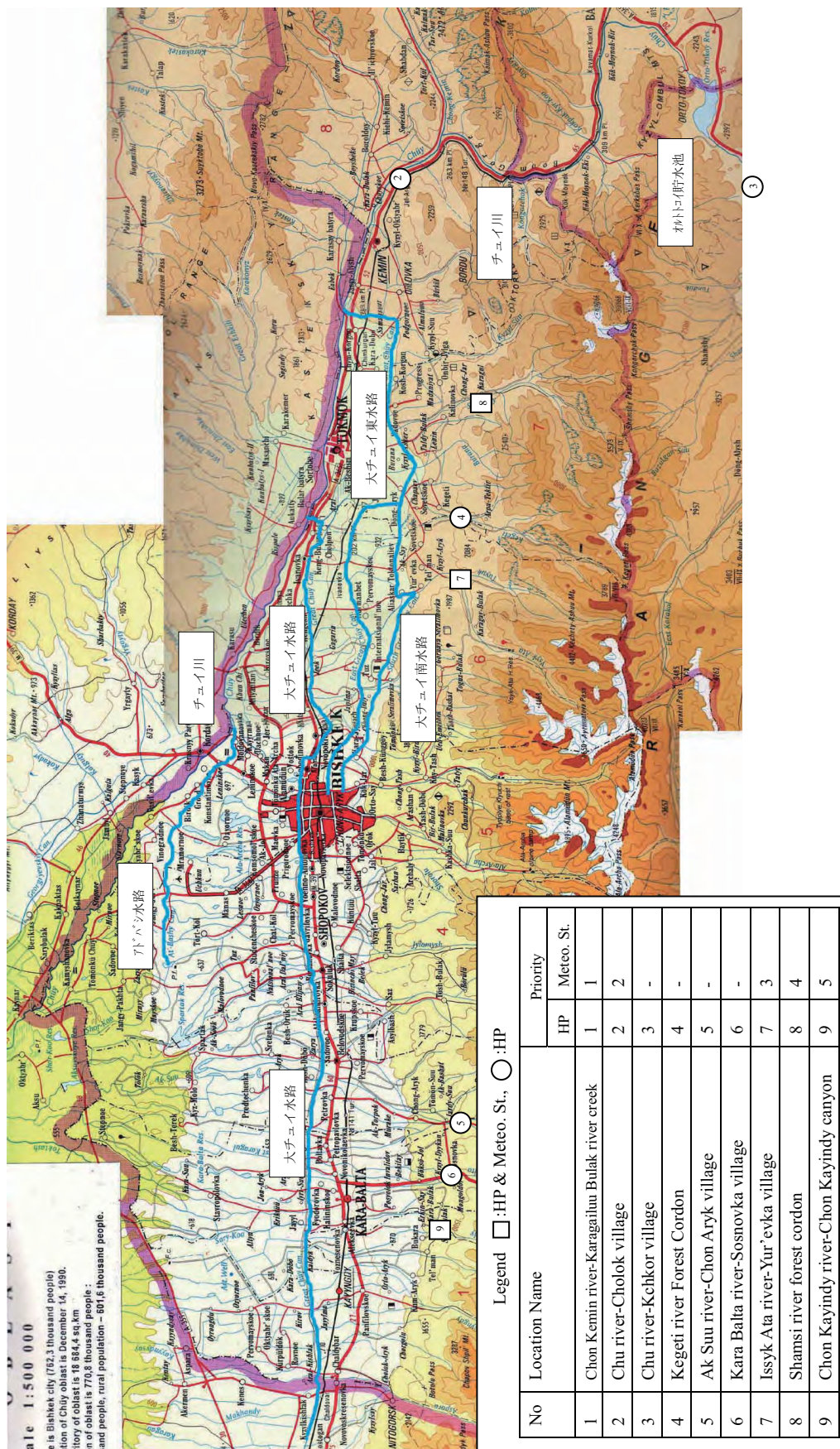


図 2-2-12 チュイ流域の灌漑水路、再建要望ハイドロポスト/気象観測所の概略位置

2—2—5 社会経済フレームワーク、人口動態

WB のホームページからキルギス国の近年の経済動向として実質 GDP の伸び率をセクター毎に見ると、表 2-2-6 のようである。キルギス国では主に建設と運輸・通信セクターの成長が著しいことがわかる。工業は世界的、地域的な不況の影響、また、その結果としての繊維や建設資材の輸出への負の影響、更に、国内のエネルギー問題の影響を受けているため、セクターとしての伸び率が減少、マイナスになっている。貿易はその伸び率は抑制されている。

特に、工業セクターの 2009 年上期の大幅な GDP の伸び率の減少は、エネルギーセクターにおける減少と繊維工業、建設資材における減少により生じている。電力の停電は 2009 年 6 月に停止し、トクトグル貯水池の水位が次第に回復することが期待できるものの、安定した電力供給が行えるか否かは不明であり、安定した電力供給がキルギス国の経済に与える影響は極めて大きいといえる。

表 2-2-6 近年のキルギス国でのセクター別の実質 GDP 伸び率

	2007	2008	1hf07(*)	1hf08	1h09
GDP	8.5	7.6	10.0	6.1	0.3
GDP excl. gold	9.0	5.4	12.2	5.5	1.3
Agriculture	1.6	0.7	2.2	2.4	2.1
Construction	32.3	-10.8	43.6	-27.6	28.5
Industry	6.3	16.5	3.8	6.7	-18.9
Industry excl. gold	9.2	-1.6	15.1	1.9	-17.7
Services	12.6	10.7	14.1	9.5	4.4
Trage	10.9	9.2	14.4	6.6	3.4
Transport/communication	44.4	29.7	40.8	29.4	10.8

(*) 1f07 : 2008 年上半期の意

(original source: Kyrgyz National Statistical Committee, WB web site より)

また、同様に、WB のホームページからキルギス国の社会経済指標を得ることができる。表 2-2-7 に 2002 年から 2008 年の主要な指標の変化を示す。GDP は最近では 8%の伸びを示しており、また、1 人当たりの GDP もほぼ 1,000 米ドルに達している。人口動態を見ると、人口は 2002 年以降では約 500 万人で毎年 1%の伸びで増加を続けている。2015 年はトレンド法による予測値を示す。

農業国キルギス国における灌漑面積は表 2-2-8 のように 1988 年に 120 万 ha であったが、その後 1990 年代半ば以降、減少して約 100 万 ha でほぼ安定している。将来の社会フレームについては、水資源局へのヒアリングによると、長期的には新たに 120 万 ha (旧ソ連時

代の計画) の灌漑面積を増大させることを目指している。短期的には 2008 年 12 月の政府の法律により 3 年間で 8 千 ha の灌漑面積を増やす計画としている。

表 2-2-7 社会経済指標

項目	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	(2015)
GDP (百万 US\$) (名目)	1,606	1,919	2,212	2,460	2,833	3,745	4,120	6,919
GDP 伸び率 (%) (実質)	-0	7	7	-0	3	8	8	-
一人当たり GDP (US\$)			436	478	550	729	956	1,792
人口 (千人)	4,993	5,039	5,093	5,144	5,192	5,235	5,278	5,620
人口伸び率 (%)	1	1	1	1	1	1	1	-
電力消費量 (kWh/人)	1,598	1,955	1,651	1,842	2,015	-	-	2,605
平均給与 (US\$/月)			52	63	76	106	148	301

(World Bank Web site, Recent Economic and Policy Developments より)

表 2-2-8 キルギス国での灌漑面積の推移 (単位 : 100 万 ha)

年	1988	1993	1998	2005	2006	2007	2008
灌漑面積	1.20	1.08	1.08	1.04	1.02	1.02	1.02

チュイ州では灌漑水路の延長が計画されている。大チュイ南水路を延伸して 2.6 万 ha の灌漑面積の増加を見込む計画がある。この計画は水経済設計研究部 (現在では民間組織) が行っている。

水需要予測

前節で求めた 2015 年の社会フレームに対する水需要を以下の仮定のもとで算出した。

- ・工業用水は GDP の伸びに連動して増加する。
 - ・都市部水道は都市部人口の伸びに対応して増加する (都市部人口は全国の人口の約 30% であり、その割合は 2005 年以降、ほぼ一定となっているため)。
 - ・灌漑面積の増加を 8,000ha とする。灌漑用水の原単位は最近 10 年の平均値を用いる。
 - ・その他は 2005 年以降その他の水利用量とその他以外の水利用量との割合の平均とする。
- これらのもとで 2015 年時点の社会フレームにおける水需要は表 2-2-9 のようになる。

表 2-2-9 キルギス国の 2015 年時点の水需要の予測 (単位 : 百万 m³)

計	都市部 水道	工業用水	灌漑	農村部 上水	その他
6,316	143	1,112	4,552	60	448

2-2-6 キルギス国の水文・水利・気象観測

(1) 水資源管理のための基本的水文・水利情報関連設備の状況と課題

旧ソ連時代は機材の更新や、必要な財源手当てと職員確保も行われていたが、現状は当時と比較して3~4割しか河川の計測が行われていない。取水堰や水路の流量モニタリングは農業水資源省の水経済局が所管するが、地区事務所には流量計がない所管もあり、必要な計測ができない現状がある。また、キルギス国の国土は山地が多く、土石流も発生するため、計測施設の修理がされていないことより水配分にも支障が出ている。

モニタリングの区分として、地下水の所管は State Agency on Geology (国家地質庁)、表流水と融雪、氷河はハイドロメットである。ただし、氷河のモニタリングは一部の氷河を除いて、現状「行っていない」に等しい。

キルギス国の河川流量の内訳としては、降雨や氷河（融解）と比較して降雪（融雪）が支配的と考えられるため、流域全体の精度の良い流量予測のためには、積雪や融雪のモニタリングが重要である。旧ソ連時代には、雪原に大量の標雪杭を打ち込んで、上空から定期的に空撮するなどして降雪量、融雪量を観測していたため、融雪と流量予測は現状と比較して旧ソ連時代の方が精度良く出来ていた。独立以降、雪をモニタリングするステーションの減少、特に、河川上流域（高標高）のステーションの減少が顕著となっている。

(2) 既存のデータベースシステムとデータアクセス

ハイドロメットでは、主要地域に配置された水文観測所及び気象観測所において手動計測されたデータは、以下に示すいずれかの方式により、原則として各観測所を管轄する統合センターへ毎朝 8 時に伝送される。統合センターでは管轄する観測所のデータを取り纏めて、ビシュケクの本省へ伝送している。重要な観測所では統合センターを介せず直接本省へデータを送信しているものもある。

使用されている伝送方式

- a) 無線機器（口頭伝達）
- b) 電報
- c) 携帯電話（口頭伝達）
- d) 携帯電話による SMS (Short Mail Service)

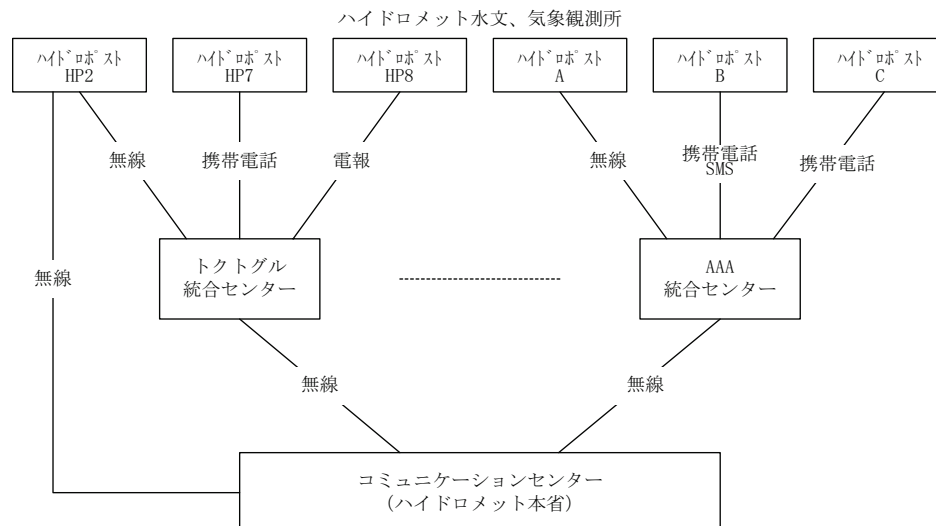


図 2-2-13 ハイドロメットデータ収集ネットワーク例（観測所－統合センター）

電報及び SMS によるデータ伝送は、世界気象機関（WMO）方式を基に、コード化（5桁の数字表示）されたデータを羅列したテキスト形式で行われている。

また、各観測所においては、手書きにて計測値の月報を作成し統合センターに手渡し或いは郵送している。重要な観測所では統合センターを介せず直接本省へデータを送信しているものもある。

本省には、コミュニケーションセンターと呼ばれる通信情報局が設置されている。ハイドロメットでは 2002 年から USAID より供与されたデータ収集装置を使用して、ビシュケク気象観測所（パソコン・ソフト異常のため、現在休止中）、ナリン、ジャララバード、カラコル及びクズルオデルの 4 統合センターとキルギス国・テレコム社の公衆電話回線を利用したネットワークを組み、水文、気象及び農業データを 3 時間毎に受信し、それらをコードのまま、自動的にデータベースを作成している。他の統合センターや観測所のデータは、パソコンへ手入力する必要があるが、マニュアルの不備や人手不足のためデータ入力に滞っている。

一方、受信したデータはコード化されたまま、省内のデータが必要な部署へ LAN にて発信され、そこでデータをデコード（復号）して活用している。

また、必要に応じ、一般インターネット回線を介したシケントに設置されている地域センターを経由して、二国間協定を締結した他の中央アジア諸国のハイドロメットとデータ送受信を行っている。

コミュニケーションセンターのハードウェア構成は、データベース用サーバ 2 台（1 台予備）、HMI 用コンピュータ（Human Machine Interface：ユーザーインターフェイス）2 台、プリンター 1 台である。

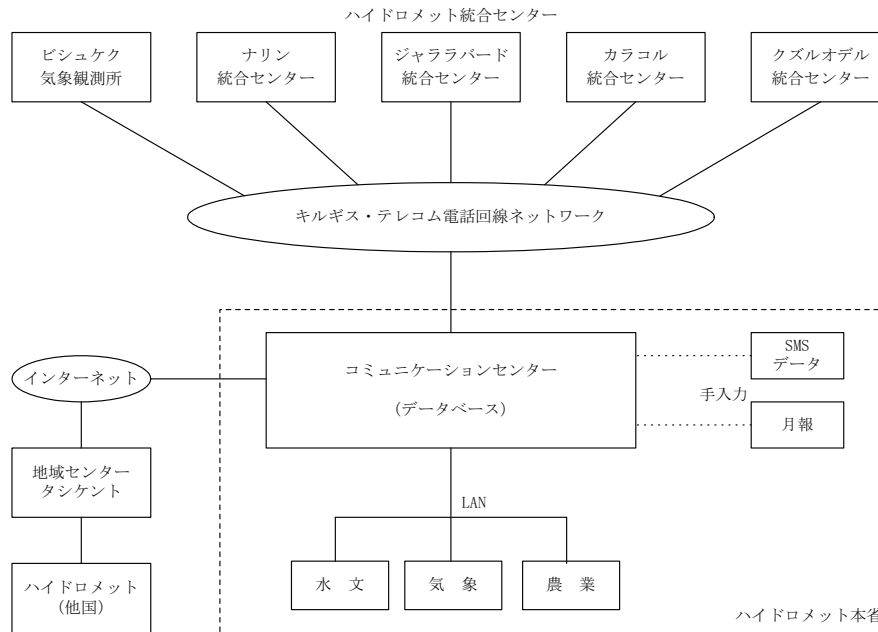


図 2-2-14 ハイドロメットデータ収集ネットワーク (統合センター本省)

ナリン統合センターにおいては、2009 年 6 月に USAID より供与された気象データ自動計測収集装置が稼働している。管轄下の 3 水文観測所からの水文データ（1 回／日）は手入力しているが、センター敷地内に設置されている気象観測所より自動計測される気温、湿度、地温、風向、風速、気圧、降雨量等のデータはパソコンに蓄積され、3 時間毎に前述のネットワークを介して本省へ送信している。

水資源省においては、タラス川流域のキルギス国とカザフスタン国境部で水利用を制御するキロフダム下流の分水堰などでドナーの支援にて SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition：監視制御データ収集装置）システムを取り入れて施設の管理を行っている。このシステムは堰の制御（運転／停止）は出来ないが、堰の開度、運転・故障状況等をリアルタイムで監視できる。また、水位計を用いて放水量を 5 秒毎に演算しており、このデータを基にカザフスタンとの水利用協議を行っている。各施設にて収集されたデータは、無線機器にてビシュケク本省へ伝送（1 回／日）され、水配分の管理に用いられている。

（3）観測システム、データ統合・解析システム

①情報通信システム

ハイドロメットや水資源庁が有している情報システムは、2002 年から USAID の支援によりコンピュータによるデータ管理が一部で導入されたが、全域におけるデータ電子化が成されていないためパソコンによる監視・管理も行われておらず、GIS は全く導入されていない。ただし、ハイドロメット気象部門においてのみ、NOAA（National Oceanic and Atmospheric Administration：米国海洋大気圏局）衛星画像を利用して積雪量の監視を行い雪崩等の短期的な予測を行っている。しかしながら、「モニタリングシステム（氷河、地下

水)」で後述するように、利用している衛星画像の解像度は 1km と粗く、大まかな傾向の把握にとどまっている。

一方、CAIAG（Central Asian Institute for Applied Geosciences：中央アジア応用地学研究 所）においては、通信衛星を利用した独自の情報通信システム（Information Communication System）を開発している。GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）を利用 した地滑り等の自然災害観測点（GNSS 局と呼ばれている）と水文・気象データ観測点 （SMART 局と呼ばれている）を設置し、いずれも太陽光発電を電源としデータを自動で観 測し CAIAG へ送信している。

水文・気象データの内容は、水文関連が水位、水温及び流速の 3 項目、気象関連は水蒸 気量、降雨量、降雪量、湿度、気温、気圧、日射量、風速及び風向の 9 項目である。デー タ通信には、GPRS（General Packet Radio Service：汎用パケット無線サービス）と VSAT （Very Small Aperture Terminal：衛星通信用超小型地上局）通信方式を用いて CAIAG の通 信サーバへ伝送されている。VSAT ネットワークを図 2-2-15 に示す。

収集されたデータは、CAIAG に設置されたコンピュータにてデータベース化され、VPN サーバ（Virtual Private Network）、メールサーバや WEB サーバを通じてパートナーに配信 されている。

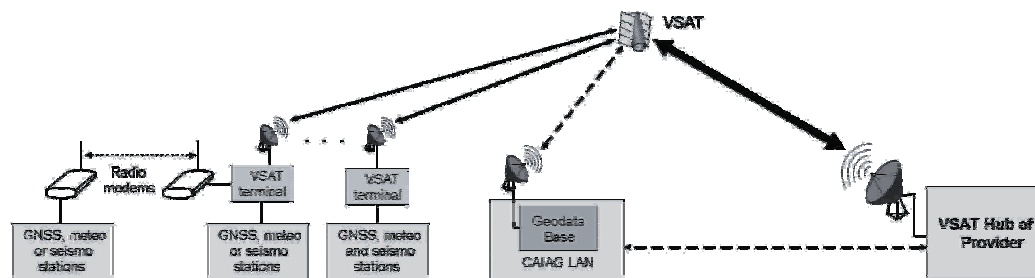


図 2-2-15 VSAT ネットワーク

CAIAG は、このシステムを利用して中央アジア 5 カ国のハイドロメットよりそれぞれ 2 カ所の観測所の観測データの提供を受け、水文・気象データの共有化のためのモデルプロ ジェクトを推進しようとしており、現在、4-GNSS 局と 3-SMART 局が運用されている。現 時点で、キルギス国、カザフスタン及びタジキスタンは設置済み、ウズベキスタン及びト ルクメニスタンは未提供とのことである。この共有化プロジェクトにおいて、共有化され るデータは前述の水文データ 3 種類と気象データ 9 種類である。気象データは自動データ 収集され GPRS と VSAT 通信にて送信されている。データを共有することで関連機関が同 一地域で観測する必要もなくなると同時に、各機関独自の管理システムを同一のデータに て構築することが出来る。また、維持管理費を押さえることも可能である。



図 2-2-16 CAIAG の自動データ収集地点

CAIAG は今後、観測項目や観測所数を増やすと共にハイドロメットのデータも取り入れて、河川流域、貯水池、氷河や土壌監視を行い、中央アジア諸国の水資源管理増進に寄与する研究を進める方針である。その一環として、中央アジア水プロジェクト（ZAWa: Zental Acien Wasser = Central Asian Water）を立ち上げており、6 項目の重点実施事項を設定して水資源問題の解決に取り組んでいる。

- ① 水文・気象局のネットワーク改善
- ② データ収集及び解析の統一化
- ③ 水文・気象データの一元管理化構築
- ④ データ解析及びモデル化の構築
- ⑤ 水に関するリスクの予測
- ⑥ 信頼しうるデータに基づく水資源管理の構築

CAIAG はハイドロメットのデータに関しては約 1 年前から収集を開始しており、モデル化を推進している。また、流域国より各 2 ヶ所のハイドロポストを試験サイトとして提供（キルギス国、カザフスタン及びタジキスタンは設置済、ウズベキスタン及びトルクメニスタンは未設置）してもらい、ネットワークやデータ交換のプロトタイプ構築も進めている。

想定される支援としては、基本的には、ハイドロメットの既往の計測手法踏襲による水文・気象諸量、ならびに水利量の観測施設再建（新設）と、データ管理手法の向上が適切であると思われる。一方で、氷河等の観測は既往の観測所が廃止され、人力による観測再開が困難なこともあり、GPS または VSAT の利用が有効と思える。また、支援を行う側は将来中央アジア地域の水資源の地域連携を見据えて、VSAT によるデータ共有システムの適用等の手法も検討しておく必要がある。

GPS による氷河の観測や、VSAT のシステム開発には時間を要するので、この分野で先行する CAIAG との共同プロジェクトについても可能性を検討することは有効であり、意義がある。

②モニタリングシステム（氷河、地下水を除く）

ここでは気象、水文観測を対象として記述する。これらは、主としてハイドロメットが管轄するが、その他に旧水経済局の灌漑水路施設での水文観測がある。

ビシュケク気象観測所および統合局

ビシュケク気象観測所と統合局はハイドロポストの敷地内にあり、8つのハイドロポストを管理し、観測データの送受信を行っている。データは3時間毎に収集され、それらを本省へ無線装置を使用して送信している。また、無線装置はバッテリーのバックアップ電源付きとAC電源動作のみの2台を有している。

本気象観測局はキルギス国国内で最も整備が進んだ局で、キルギス国の気象観測所のモデルとなっており、マニュアル類も整理されている。キルギス国内で積雪密度計の唯一の設置場所である。

観測は自動観測機器による観測エリアとマニュアル式による観測エリアが別になっている。USAID の支援で導入した気象データ自動収集／送信装置は、ナリン統合局に設置された機器と同じ構成である。ただし、現状はデータ送受信及びソフトに障害があり運用されていない。

ーハイドロメットの水文、気象観測モニタリングの状況ー

ハイドロメットは76カ所のハイドロポストを管轄（その内4カ所は湖、1カ所は貯水池を対象）し、各ポストに直属の職員を配置している。

図2-2-17にハイドロメットが管理する気象、水文観測地点の分布を示す。また、図2-2-18に観測地点が現在に至るまでの減少状況を示す。いずれも1980年代後半からの約10年間で急激に減少していることがわかる。さらに残存する施設の状況も劣化している。

一般にインフラストラクチャーのライフサイクルはコラム1に示すような劣化曲線でその性能が変化してゆく。維持管理や更新が行われなければ機能維持の限界を超え、機能が停止することになる。キルギス国のハイドロメットの機器はまさに現在がぎりぎりの限界状況である。

ハイドロメットの計測項目は水位、流量、水温、気温、降雨量、積雪量、河川の凍結状況である。計測結果は手書きで記録簿に記入し、1ヵ月分を管轄の州のハイドロメット支部に郵送する。支部から本部へは年1回、1年分をまとめて郵送するシステムとなっている。支部では河川の水位－流量曲線の更正も行っている。これらのデータは手書きの状態で、本部で保管されている。



図 2-2-17(1) キルギス国気象観測所分布



図 2-2-17(2) キルギス国ハイドロポスト分布



(a) ハイドロポスト

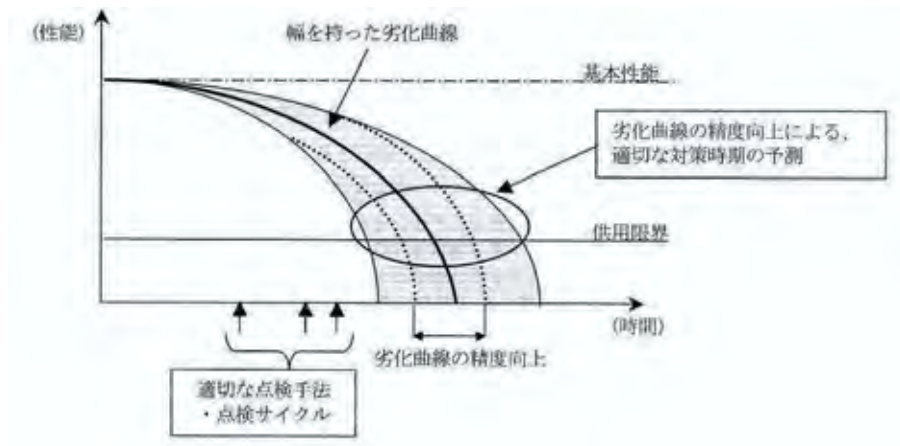


(b) 気象観測所

図 2-2-18 キルギス国における気象・水文観測所の数の減少状況

コラム1 インフラストラクチャーのライフサイクル(劣化曲線)

一般に、社会インフラなどの土木構造物は施設の供用開始後、劣化が始まりその機能（性能）は下図の劣化曲線のイメージのように時間とともに減少してゆく。この劣化の過程で適切な点検に基づく維持管理や施設の更新を行うことによりその機能を長期に亘り維持してゆくことができる。



(イメージ図は http://www.pacific.co.jp/manage/pam/pampdf_files/pamreport10.pdf より引用)

計測機器・通信機器の検査と修理課

ハイドロメット長官の直属組織で車両及び調達課と同じ敷地にある。現職員数は 5 名であり、水文観測機器、気象観測機器、通信機器の修理、オーバーホール、検定を行う。流速計検定装置はキルギス国製で、水資源省傘下の計測技術研究所で開発された。直径約 2m の円形水槽のなかに流速計を設置し、モーターで流水を回転させる仕組みとなっており、検定装置は 3 年毎にチェックを行っている。キルギス国全土のハイドロポストで使われている流速計を主対象とするが、年 1 回ここで検定を行ない、有効期限 2 年間の検定書をハイドロメット名で発行する。毎年約 250 台の流速計検定の実績がある。

修理に関しては、ハイドロポスト、気象観測所で使われるあらゆる機器の修理、農業用気象観測機器の修理、調整を行っている。現状では風速計の修理技能を持った技術者がいなくなっている。

水質モニタリング

水質モニタリングは 1991 年までは 54 の水域に対し 102 のサンプリングを行い、ビシュケクとオシュの 2 ヶ所の試験所で水質試験を実施していた。現在ではチュイで 4 半期に 1 回の採水とビシュケクでの水質試験を実施しているのみで、サンプル試料はハイドロメットの試験所で試験される。試験項目は主として、pH、水温、透明度、SS、BOD、DO、金属イオン、硬度等である。また、ナリン川最下流のハイドロポストでは簡易水質試験が

行われている。水質試験の結果は手書きのシートで保管されていたが、JICA 技術プロジェクトにより電子化が行われている。水質試験のための機材や試薬は外国の援助により整備、供給がされているが試薬についてはストックの不足が問題となっている。

水質に関してはオシュ州で水銀による土壤汚染の問題があるが、現在、重金属の試験が行われていない水質観測地点が多いことから、問題となっている。また、貯水池堆砂の予測のための流送土砂のモニタリングも行われてない。なお、ビシュケクの水道水は 100%が地下水から取水されており、水質の問題はない。

ハイドロポストの観測項目と観測体制

ハイドロポストでの主な観測項目は水位、流量、気温（最高気温、最低気温、気温）、降雨、積雪、等であり、測定データは毎日一回 8 時に無線でトクトグル統合局に送っている。観測員は通常 1 人であり、ナリン川ウチテレク地点(HP-2)のような重要で大規模な計測が必要な箇所は 2 人の観測員を配置している。

ハイドロポスト-6（チチカン川 - バラチチカン川河口）

ハイドロポスト-6 の状況は、計測機材、観測建屋、等の条件が悪い。流速観測用の装置として河川を横断するケーブルは残っているが、計測時の人荷用ケージは損傷しており、現在観測はしていない。観測上の課題として、水位・流量観測地点が観測員の家からやや下流で管理の手が届きにくく、機材の盗難等を防ぐため家の近くに移設する計画がある。

ハイドロポスト-2（ナリン川 - ウチテレク）

SEBA（流量自動観測システムの名称）が設置されており、川岸から遠隔操作による流速計の位置操作、計測ができる。USAID により 2002 年に設置されたものである。水位計測は河床に設置した複数の鋼製杭の上端を予め水準測量により基準点からの標高を求めておき、毎日の定時（8 時と 20 時）に川の水面との差から水位を計測している。また、通常の流速計測システム（GR-21）も使われている。観測データは毎朝 8 時に無線装置にてトクトグル統合局とビシュケクに連絡している。

問題点としては、冬の川の凍結により水位の計測が難しいことがある。また、自動水位観測装置も上述の USAID により導入されているが、川岸から水位観測用井戸を繋ぐパイプが砂で詰まり、導入後 1 ヶ月の稼働にとどまっている。

トルケント川ハイドロポスト跡

トルケント川は、トクトグル貯水池への流入支川のうち 3 番目に大きな支川（チチカン川の約 60%）であるにもかかわらず、現在流量が計測されていない。1992 年の地震により上流にせき止め湖が形成された後、これが 1993 年に決壊したため、下流にあったハイドロポストが流失した。再建が必要なハイドロポストの一つである（図 4-2-1 参照、①）。

ハイドロポスト-8（カラスウ川）

計測項目は水位、流速、水温のみである。観測小屋（兼 観測員用の住居）はない。流速等の計測位置は約 50m 上流にあったが、1996 年 6 月の上流の湖の決壊により流失し、現在の位置（橋梁の地点）に変更された。ここでは流速は橋を利用して測定している。計測データはテレグラフ（電報）にてビシュケクに送信されており、1 ヶ月分がまとめてトクトグル統合局に記録簿が送付される。当ハイドロポストの問題点は観測員が替わることにより技術の継承ができない。観測員に住居と土地が与えられないことが大きな理由である。

③モニタリングシステム（氷河、地下水）

旧ソ連では、河川流量を計算する際に、氷河上に降った雪が溶け出す場合も「氷河融解」として取り扱っており、現在も氷河及び雪のモニタリングはハイドロメットが主たる管轄機関である。雪のモニタリングは、低標高の気象観測局（統合局含む）では継続されているが、中～高標高の山岳部においては観測局のほとんどが失われたため、全体としてのモニタリング精度は著しく低下している。また、氷河のモニタリングは現在中断されている。

このような状況下、近年ではナリン川流域の積雪量、融雪量の把握のため、NOAA 衛星画像（解像度 1km）を用いている。NOAA 衛星のデータは 2000 年から蓄積されているが、2000 年から 2008 年はウズベキスタンが受信・加工したデータを入手していた。その後、2008 年 10 月にスイスの研修コンポーネントでリモートセンシングに関する研修を受け、衛星データの受信局が 2009 年 7 月にロシアのハイドロメットから供与されたことから、現在は NOAA 衛星のデータを直接受信・加工出来るようになっている。

④流出解析

流量予測は、短期と長期の 2 種類を行っている。ここに、短期とは 5 日後や 10 日後を、長期とは 1 ヶ月後、3 ヶ月後、6 ヶ月後を指す。

旧ソ連時代から行われている伝統的な流量予測は、例えばナリン川流域では「流域を代表する 6 つの気象観測所における、前年 10 月から 3 月までの降水量平均」を横軸、「ナリン川ハイドロポスト（ウチテレク地点と思われる）での 4 月から 9 月までの流量」を縦軸とした相関図を用いて行っている。

また、近年では流出モデルを用いた流量予測も行われている。解析ソフトウェアは、ウズベキスタンの中央アジア水文気象研究所が開発したもので、キルギス国ではフェルガナ盆地の河川を対象とした SDC の支援で 3 年前に導入された。なお、ナリン川流域の流量予測には 2008 年度から使用されている。

ハイドロメットに流出モデル導入前後での予測精度を尋ねたところ、導入後日が浅いため、あくまでモデルは補足的なものとしており、複数の予測値（伝統的手法、流出モデル等）から総合的に判断しているという回答を得た。

2-2-7 水の消費とマネジメント

ここまでの記述についてキルギス国における水の消費とマネジメントの観点で整理し、その中の課題、その対策の方向について以下にまとめた。

(1) 水の消費

①旧ソ連時代の水力と灌漑用水のバーター枠組みと独立後の変化

旧ソ連の時代はナリン川を含むシルダリア川上流域は水力発電、下流域は灌漑農業を行う役割分担がなされ、ナリン川の水は主に灌漑期の灌漑用水補給のために用いられた。しかし、共和国独立後、電力需要の増加、燃料価格の高騰、非灌漑期（冬期）の発電放流の必要からキルギス国では非灌漑期の発電用にナリン川の水が使われる割合が増加し、灌漑期の下流域への灌漑用水補給とのバランスをとりながら、また、流域関連国との間でのエネルギー供給の調整をとりながらナリン川の水利用をおこなっている。

このことはトクトグル貯水池の運用実績にも現れている。灌漑期の放流量は 1991 年から減少傾向を示し、非灌漑期の発電放流量が増加傾向となっている。一方、非灌漑期の発電に用いられたあとの放流水はナリンカスケードの水力発電所群での発電に使われたのち下流に流下している。2008 年の渇水により、その年の冬期はトクトグル貯水池の貯留残量による発電が行われたものの厳しい電力不足の状況が生じた。キルギス国全体での電力供給の 90%が水力発電によっており、キルギス国の重要課題としてのエネルギーの安定供給の中で水力発電のための水利用は大きなウエイトを占める。

②キルギス国全体の水利用の状況（水消費）

キルギス国全体の水利用状況は旧ソ連時代からの 10 年の 1988 年から 2008 年の間では 1988 年が最大の水需要を記録した。その後、需要量は 10 年間で約 30%減少し、近年はほぼ安定している。セクター別の水需要を見ると全体の 90%以上が灌漑であり、残りは工業用水、都市部水道、農村部上水からなっている。このことと呼応して、キルギス国での灌漑面積は 1988 年の 120 万 ha から減少し、1993 年以降約 100 万 ha でほぼ横ばい状態である。ヒアリングによれば長期的には新たに 120 万 ha の灌漑面積の増大を目指しているということであるが、短期的には 2008 年から 3 年間で約 8,000ha の灌漑面積の増加を計画している状況である。

一方エネルギー省によれば、キルギス国においては利用できる水資源の約 70%が水力発電に用いられており、この意味ではキルギス国における水資源は国の経済の基盤としてのエネルギーと等価である。

③各州の水利用の状況

ナリン川上流域のナリン州とイシククル州の水利用の実績から水利用は大半が灌漑であ

り、その量はキルギス国全体と同じように 1988 年以降減少し 2005 年以降はほぼ安定している。ナリン川の河川流量の約 15%が灌漑に用いられている。一方で、ナリン州へのヒアリングによれば灌漑水路での水の損失が水路の劣化や水路内堆砂などで約 40%あるということである。

チュイ州について見ると 1988 年の 31 億 m^3 が最大の水利用実績を示し、その後 2005 年に 7.5 億 m^3 程度にまで減少したものの、2006 年以降、約 15 億～17.5 億 m^3 となっている。2009 年では、灌漑用水は全水利用（12.35 億 m^3 ）の中の 64%を占める。その内訳は灌漑用水 7.99 億 m^3 、生活用水 0.71 億 m^3 、工業用水 0.71 億 m^3 、その他（公園、学校等）0.14 億 m^3 、農村水供給 0.07 億 m^3 となっており、灌漑の水利用が群を抜いている。

ビシュケク市では上水は全てを地下水から取水して利用している。その量は 1999 年時点で約 1.3 億 m^3 /年を記録したが、それ以降はやや減少し、約 1.1 億 m^3 /年で安定している。水利用の内訳は、家庭用水（46%）、暖房（32%）、病院、学校他の公共施設（11%）、カフェ、レストランなど（11%）となっている。水質は他の都市（モスクワ、キエフ、ドシヤンベ等）に比べると水が飲めるほど良好な水準である。

（２）水のマネジメント上の課題

①水資源管理全体の課題

キルギス国での水の消費の大半が灌漑用水であり、その他が工業用水、都市部水道、農村部上水、などとなっている。

水利用のための基本的な河川の流量、ならびに流出量予測のための降水／積雪、氷河のモニタリングは主としてハイドロメットが行っている。一方、地下水の所管は国家地質庁であり、表流水と地下水という水の発生箇所により監督省庁が異なっている。水資源管理を増進するためには国として統一された管理体制が必要となっている。

ハイドロメットでのマネジメント上の課題は以下のようなものである。

- ・ 水資源管理増進のため、国家として流域計画を策定することが必要であるが、基本となる水文資料などの整備が不十分である。
- ・ 維持管理、観測機器の更新が十分にできないため、HP の数が減少し、更に、観測項目の減少、観測精度の維持が困難になっている。
- ・ 特に、標高の高い HP/気象観測所の減少が顕著であり、氷河のモニタリングは殆ど行われていない。
- ・ 観測データは手書きの台帳に保管されているが、パソコンへのデジタル入力が出来ていない。このため、データベースとしての利用が不十分と言わざるを得ない。
- ・ 職員の給与水準が低いため、優秀な職員が流出している。また、観測所の職員の確保が困難な箇所もある。
- ・ 2006 年～2008 年の予算推移からは職員処遇の改善が見られるものの、観測施設維持管理費が非常に少ない。

②灌漑用水管理の課題

ナリン州

ナリン州水経済局でのヒアリングで示された課題は以下の通りである。

- ・ 灌漑水路に設置されている流量の観測局の内、半数の改修が必要である。全ての計測地点に **micropropeller**（小型流速計と思われる）を導入したいが予算が不足しているため実施できない。このため、水利用の実態が十分に把握されていない。また、水配分のための供給量の設定が、こうしたデータ精度上の問題から現状が正確に反映されていないこと、水路から地下への浸透、水路破損箇所からの漏水等のため、水の損失が平均 30%、多い所で 40%に達しており、灌漑用水が、灌漑時期に不足する問題が生じている。
- ・ 観測局の設置は人員増加を伴い、国からの予算が必要となるが簡単には増やせない。
- ・ 施設管理のために水利用料金を徴収しているが、実管理費に比較して単価が安いいため、州からの資金での施設更新ができない状況である。
- ・ 従って、これらの問題を解決し水管理を効率化する必要がある。

チュイ州

チュイ州水資源局のヒアリング調査による水資源管理上の課題は以下のとおりである。

- ・ オルトトコイ湖から最初の取水地点までの間の水ロス（伏流部分あり）が 45%に達する。この間の水量計測による水ロス軽減の取り組みが必要である。
- ・ 水路の状況はコンクリート水路部では漏水はないが、それ以外の所では 10～15%の水ロスがある。一方、10～15%の盗水もある。
- ・ 山間部からの支川の流入河川流量が殆ど計測できていない。ハイドロメットからデータが月平均で送られてくるが、定期的で正確な計測はできていない。
- ・ 山間部からの流出土砂が水路に堆積する問題がある。沈砂池はキシルスー川とアラメディン川の 2 ヲ所がある。堆積土砂は冬場に掘削する。
- ・ 大規模国営農場から個人農場に移行したが、水資源管理面などから水利用や営農の効率が悪く、再び規模を大きくする統合化の動きがある。
- ・ 灌漑用水が末端にまで届かない所がある。
- ・ 水路への水量管理は場所毎に責任者がおり、スケジュールを立てて管理している。
- ・ 従って、水路管理のさらなる効率化、正確な流量資料に基づいた管理の向上が必要である。

③水道用水管理の課題

ビシュケク上下水道局における課題は以下のようである。

- ・ 取水量の 100%が地下水であるが、その 12%がロスとなっている。
その原因は i) 漏水、ii) 清掃用、iii) 過剰な商業利用、iv) 水道メータの非設置、v) ビシュ

ケク市の人口は統計上 468,000 人となっているが、実際には 1,200,000 人がおり、その人たちへの給水が行われていること等による。

④水力発電の水需要に関する課題

政府としてエネルギーの安全保障を優先課題として取り組んでいるが、エネルギー供給としての水力発電使用水量については、非灌漑期のトクトグル貯水池の貯留量に大きく依存しており、2008 年に生じたような冬期電力需要を賄うための水量不足の対策が大きな課題となっている。2008/2009 年の冬期はトクトグル貯水池の貯留量も十分ではなく、厳しい対応が強いられた経緯がある。冬期に発電放流が行われるため、電力を得ることはできるが、灌漑には利用されずにそのまま下流へ放流されている。

この電力不足や夏場の灌漑用水の確保のため中小水力を含む水力発電所の計画が行われている。ナリン川トクトグル貯水池上流のカンバラタ II (360MW) は現在建設中であり、更にその直上流のカンバラタ I (1,900MW) の大規模水力発電所や全国の 40 ヶ所での中小水力発電所の計画が行われている。2008 年 12 月には再生エネルギー法が制定され、地域での水力発電の機運が高まっている。

今年はトクトグル貯水池の貯留量も昨年より増加しているが、更に計画停電、政府機関での石炭による暖房、省エネ型照明器具の採用、発電使用量のメータの設置などの節電プログラムが実施されている。一方、冬期のエネルギー確保、水力発電による水の利用を抑えるために火力発電が行なわれているが、その燃料の石炭や天然ガスは輸入でありそのコストの増加、発電施設の老朽化対策、等により電気料金、暖房用給湯料金がともに上がっており、国民の負担が増えている。電力料金の回収率は以前に比べて大幅に改善され約 95% 程度になっている。

これらの課題は以下の通りである。

- ・ 冬場の電力需要は気温により影響を受け、また流出量予測が電力施設運用計画に反映される。気温の予測、流出量予測はハイドロメットで行われており、それらの精度の向上が望まれる。
- ・ キルギス国では南部のジャララバード州等で電力の 90% が生産され、そのうち 60～70% が北部州で消費される。現在の南部から北部への送電線では不足するため新たな送電線が必要となっている。
- ・ カザフスタンとの間で夏場に電力を売り、冬場の発電用の石炭を購入する協定を毎年締結している。2008 年、2009 年はほぼ順調にしている。電力の需要と供給をバランスさせるために、更に、ウズベキスタンからは高価な天然ガスを購入している状況となっている。

(3) 対応策の方向

①水資源全般に関して

-
- ・ ハイドロメットの観測体制、州の水経済局の水利観測体制の強化については観測機器の更新のための費用や、観測機器の修理・検定のための体制の強化のための技術者の育成プログラムの支援
 - ・ ハイドロメットの既往の計測手法の踏襲による水文・気象諸量、ならびに水利量の観測施設再建（新設）とデータ管理手法の向上。
 - ・ 氷河、積雪の観測については CAIAG との協力関係の元で、解析手法の開発などにより流入量の予測精度の向上を図る。
 - ・ 水文・気象観測所、水利量観測施設の更新、新設、更に水資源管理の能力強化、流域管理計画策定等に関わるドナーとの連携、協調。
 - ・ キルギス国内のデータ共有システム改善。
 - ・ 水文・気象・水利量等の観測機能の強化。
 - ・ 観測データの電子化、データベース化の促進。

②灌漑用水利用に関して

- ・ 灌漑水路の漏水対策、補修。
- ・ 取水量、排水量の正確な把握のための施設・機材の整備。
- ・ 効率的な灌漑用水の利用の促進、灌漑方法の改善。
- ・ ナリン州では水利用者に対して年 2～3 回セミナーを開催している（効率的な水利用に関する内容を含む。セミナーは 1-2 日/回程度。）

③水力発電用水利用に関して

- ・ トクトグル貯水池上流での発電所の建設に向け、カンバラタ II は 2009 年 12 月転流、2010 年 5 月発電開始予定であり、カンバラタ I も FS の段階である。
- ・ その他の支川等での河川流量を利用した水力発電利用の促進。
- ・ 中小河川での水力発電所の建設と地域への電力供給ネットワークの整備による石油等の代替エネルギーとしての位置づけ。
- ・ ハイドロメットによる河川流量の計測システムを強化し、精度の高い流出量等の予測により適切な水力発電計画、運用を行うことができる。

これらによりキルギス国のエネルギー安定性の確保に役立ち、キルギス国全国民に裨益する。

2-3 タジキスタンの水資源管理の概要

2-3-1 政策、法・制度

①Water Code

タジキスタンの水に関する基本法としては、**Water Code** が 2000 年に施行され、水資源管理に関する基本概念や方向性の整理が成されている。**Water Code** の目的は、国家の水資源の合理的利用により、国民ならびに各経済分野と自然環境のニーズに応え、汚染防止や資源の疲弊、水による悪影響の防止、水の保全、国民個人と法人の水関連分野の権利を守る法制度の強化である。

②Road Map

Water Code を受けて、2006 年に水に関する主要な政府機関による **IWRM** 原則の実現のためのロードマップが **UCC-Water**、**UNDP**、**UNEP**、**GWP** などの支援の元に策定された。この中で国家として水資源の利用を統合的に実施することの重要性を謳っており、その中で技術的事項として水資源のモニタリングシステムのリハビリ等を掲げている。これらのことから、政府の水資源管理に関する認識は高いことがわかる。

③現況の取り組み

この基本法に沿って、現状は、旧ソ連時代からの体制移行の実施と同時に **Water Code** に基づく適切な水管理実施に向けて体制構築を進めている段階であり、国家として流域単位の水資源管理へ移行しようとしている。また、この際に水利用者が水管理に係わるような **IWRM** のプロセスを重視している。流域単位の水資源管理を行うにあたり、農業用水の水管理を行う「水利組合」を設立する動きがあり、旧ソホーズ、コルホーズに属していた末端水路の管理を担わせることにより、既存の灌漑網を国の管理から水利組合の管理に移行しつつある。

さらに、これらを統括する組織（ソユーズ）も設立されつつある。しかしながら、コルホーズ等からの移行は途上段階であり、これまで国の責任で管理されていた末端水路の管理、水路の老朽化による水ロスへの対処、大規模公営農業から小規模個人農業への移行に伴う新体制構築、など種々の課題を克服していかなければならない。河川流域機関の設立は、流域管理を行うための鍵となるが、**Water Code** や水利組合法、等、基本的な法整備はできている。水資源省は、水資源管理の増進のために省内に「水利組合サポート課」、「情報課」を新設し、水利組合設立の支援や、データベース作成に取り組んでいる。これらの状況から政府の水資源管理増進に対する動きと強い意識が確認できる。

2—3—2 組織体系、人員、予算

タジキスタンの水資源管理は主に土地改良水資源省（Ministry of Water Resources and Land Reclamation）「以下「水資源省」という」が担い、水文・気象・水利観測についてはハイドロメットが担っている。

①水資源省および州水経済局（ソグド州）

〔水資源省〕

－組織体系・人員－

水資源管理は、主に水資源省が担っており、地域の下部組織が州と地域（ライオン）にある。水資源省は、水資源、土地改良の分野で行政権限を持つ中心的な機関で、土地や灌漑開発、水資源の消費および保護、水資源および土地改良に関する施設の建設や管理、村落の水消費、牧草地の灌漑等の分野を所管し、法制度や事業計画、組織制度の立案や関連事業の実施、管理、調整など多くの業務を実施している。水利観測については州水経済局が実施している。ソグド州での調査によれば、水利観測は、下部組織であるライオンが担当しており、灌漑用水の水量観測の頻度は、1回/10日程度である。

－予算－

2008年の水資源省の予算は、25百万 somoni であり、そのうち土地改良および水資源管理のための維持管理は13百万 somoni（全体の52%）である。また、インフラの建設費である施設整備費は11百万 somoni（全体の45%）である。また、2006年、2007年、2008年の予算を比較すると、2007年は施設整備・管理に費やす予算が少なかったが、2008年には復活している。2006年と2008年の予算費目の構成率は概ね等しい。

相対的にインフラの建設費が少ないことから、施設整備の進捗が遅れていることが推測できる。今後、施設の老朽化の進行に伴い、維持管理費の増加が予想される。このことから、今後は持続的なインフラ運用を考慮した予算編成が必要になるであろう。

〔ソグド州水経済局〕

－組織体系・人員－

州レベルの組織として、ソグド州水経済局の事例を示す。ソグド州水経済本局の職員数は28名（警備員等の労務者は含まない）である。水管理実務はライオンが実施している。州内の全13ライオンで水管理実務を担当する職員数は3,880人である。水管理は、州水エネルギー局が行政、ライオンが農場間の水管理、農民が農場内を分担している。水利組合は、州全体で71組織あるが、これからさらに強化を図る方針である。州全体の管理費に、2.5百万 somoni を割り当てている。カニボタンライオンの事例では、水利用者から、水利用料とし $0.015\text{somoni}/\text{m}^3$ （自由流下）、 $0.0239\text{somoni}/\text{m}^3$ （ポンプ揚水）を徴収している。

* 1 somoni = 20.5 円（2009年10月1日時点）

②ハイドロメット

タジキスタン内の水文・気象観測については、ハイドロメット（State Administration for Hydrometeorology）が管轄している。ハイドロメットは、異常な水文・気象により発生する自然災害から国民を守るために必要な水文・気象の情報を収集・提供する責務を担っている。また、国内の水文・気象観測網の維持と建設、水文・気象観測、環境モニタリングの分野における他国や国際機関との協力関係の構築、水文・気象系の専門家養成の役割もある。ハイドロメット本庁の出先機関として、各地域毎に観測データを集約する統合センターがある。各地域の統合センターは、各観測局からのデータを収集・整理し、ハイドロメット本庁へ伝送する。ハイドロメットの職員は全体で 700 人であり、その内地方勤務者は 400 人である。本庁には、常時 150 名が勤務し、残り 150 名は繁忙時の観測のための非常勤体制をとっている。非常勤の職員は、平常時は他の職業に従事している。総合観測センター（水文、気象、農業気象等）は 5 名体制、観測局（水文、気象）は 1 名体制で勤務している。シルダリア川流域のハイドロメットの観測局を調査したが、老朽化に加えて内戦の影響もあり、キルギス国と比較して設備の状況は悪い。またタジキスタンハイドロメットも、キルギス国ハイドロメットと同様に、観測体制を維持するためには観測員の処遇（特に賃金）を改善することも、設備の整備と併せて取り組む必要がある。

2—3—3 水文・地質の概要

タジキスタンは、大陸性気候で、夏は乾燥し秋から春にかけて降水量が増加する。平野部では 6 月から 9 月は暑く乾燥した気候となり、最高気温が 35 度を越え、12 月から 2 月にかけては、平均気温は零度以下となり雪が積もる。ドシャンベ北部およびサレツ湖北西部の山岳地帯で降水量は 800 から 1,200mm と多く、他の地域では 400 から 800mm 前後である。平均積雪深は、ザラフシャン山脈およびペトラペルボゴで 120cm 以上と多くなっている。

中央アジアの山岳地帯は、南西パミールは先カンブリア時代の基盤地塊で、天山山脈は古生代の造山運動の産物で、タジキスタン沈降帯は中世代から新生代の堆積物で、中央および北パミールは古生代から初期新生代の島弧／大陸周縁複合物でそれぞれ構成され各地質単位がモザイク状に複雑に絡まっている。

これらの山岳地塊は北パミール断層とグルバズカラクル断層によりパミールを北と西の地塊から限り、ギザールコクスハル断層系は天山を南の地塊から分けて複雑な活断層系区に切られている。

タジキスタン東部のパミール高原は、世界の屋根と言われ多くの氷河がある。その中でも最大のフェドチェンコ氷河は、全長約 77km、幅 1,700～3,100m、面積約 992km²、氷の厚さ 500m 以上で、極域以外では世界最大級の氷河である。この氷河は、レボリユーツイヤ峰（標高 6,974m）の北西斜面（標高 6,200m）から北に向かって流れ出し、途中でいくつかの支氷河からの氷を束ねつつ、1 日約 67cm の速度で流れ、キルギス国との国境近くの標高

2,900m 地点で末端に達する。ここでその融水は、バランドキーク川に注ぎ、中央アジアの大河アムダリア川に合流し、アラル海に注ぐ。パミール高原には、西部にフェドチェンコ氷河観測所、東部にマルガブ気象観測所があり、中央アジアの気候変動や環境解析に貴重な情報をもたらしている。近年、フェドチェンコ氷河を初めパミールの多くの氷河が縮小していることから、地元では水資源への影響を心配している。

2—3—4 水利用の状況

タジキスタン全体の水利用については文献（*1）から整理すると以下のようである。

水利用は農業の利用が 84%を占めている。飲料用や商業用が 8.5%であり、工業に 4.5%、その他 3%となっている。しかし、この中で人口の約 25%の人が灌漑用水路からの水を生活用水として使っていることに注目すべきである。また、旧ソ連時代には河川水利用は、綿花栽培と米栽培に優先されていたため、灌漑用水として多くの水がアムダリア川やシルダリア川の下流国に流されていた。アラル海への流入量の 55%の水はタジキスタンで生産されるものである。経済不況や独立後の内戦により灌漑や排水システムが劣化し、約 4 分の 1 の人が溪流や灌漑水路、池などから水を利用しているなど水供給に困難が生じている。

タジキスタンの経済において農業は輸出や地方の貧困問題への対処のための重要な産業である。水路の水ロスは平均して約 40%となっている。

一方、シルダリア川の流れるソグド州の取水量実績（1986 年から 2008 年）からソグド州での取水量、給水量は 1980 年代後半が最大でその後 1990 年代に減少し更に、2000 年以降も減少傾向となっている。水資源省によると、1995 年から 2008 年にかけての減少した期間は灌漑面積に対して必要な水配給が出来ていなかった。各ライオンは給水の努力をしたが、国際河川という制約からタジキスタンだけで水をコントロールすることが出来ない事情があったためである。タジキスタン国内河川の水バランスについては、中小河川や越境河川のカフィリニガン川、ザラフシャン川、バクシ川、ピアンジ川等において算定されておらず、国家としてはこれらの検討が必要である。

(*1) Water resources assessment, irrigation and Agricultural developments in Tajikisutan by Kristina Toderich, Munimjon Abbasamatov and Tsuneo Tsukatani, Discussion Paper No.585, Kyoto University, Kyoto Japan, March 2004

2—3—5 社会経済フレーム、人口動態

タジキスタンの社会経済の状況については、WB の 2009 年のカントリーレポートから水資源管理に関わる主要点を抜粋すると以下のようになる。

(<http://web.worldbank.org/WEBSITE/EXTERNAL/COUTRIES/TAJIKISTAN/>)

「タジキスタンは 2000 年から 2007 年にかけて年 9%という強力な経済成長を成し遂げた

ものの、その後はマクロ経済政策の欠如と冬期のエネルギー不足などにより伸び悩んでいる。タジキスタンの経済は主に綿花、アルミニウムの輸出とロシアへの出稼ぎ労働者からの送金（2008 年における送金は GDP の 43%を占める）によるところが大きい。2009 年は世界不況の影響を受け、出稼ぎ労働者からの送金は 30%減少し、綿花等の輸出不振から経済成長率は 3%低下することが懸念される。タジキスタンは中央アジア地域国の中でも最貧国であり、社会経済指標においては過去数年間改善されているものの、公衆サービスの不足、弱い政府機能、持続するエネルギー不足、低い賃金などから、未だ低い水準にある。タジキスタンは欧州、中央アジア諸国の中で唯一ミレニアム開発ゴール（MDGs）を達成できそうにない国となっている。

人口構成は 29 歳以下の人口が全体に占める割合は 67.5%あり、タジキスタンの若い年齢層が国の経済の将来と安定のための主力となることが予想される。

タジキスタンは天然資源として最も重要な水資源と水力ポテンシャル、鉱物資源（特に高品質の石炭、金、銀、貴重な宝石、ウラン等）が豊富である。

WB のウェブサイト、JICA のレポート(Tajikistan Country Gender Profile, JICA Tajikistan Office 2008, Dushanbe)から 2002 年から 2008 年までの主な社会経済指標を整理すると、GDP は近年約 7%の伸び率で安定しており、人口は 2002 年以降約 1%で増加してきたが、2007 年以降は約 2%の伸び率となっている。これらに比べ電力消費量の伸びは少なくなっている。

2-3-6 水文・水利観測

（１）水資源管理のための基本的水文・水利情報関連設備の状況と課題

①ハイドロメットの水文・水利情報設備の状況と課題

旧ソ連時代に 140 あったハイドロポストが現在は 96 に減少している。そのうち 15 地点は閉鎖または破損のため使用できない状況にある。多くのハイドロポストの機器が老朽化し、80%が耐用年数を超過している。ソグド州シルダリア川には 2 地点のハイドロポストがあるがぎりぎり使用できる水準である。気象観測所も 76 から 57 ヲ所に減少している。水質試験所は 2 ヲ所、総合観測所は 32 ヲ所ある（そのうち 14 ヲ所は天候が中心、2 ヲ所は農業気象、1 ヲ所は土石流観測）。国土の 93%が山岳地帯でハイドロポストの 75%が標高 2,000m 以上にある。

ハイドロポストでは、30 ヲ所で携帯電話の SMS を用いたデータ送信を行っている。気象データについても今後開始の予定である。

課題としては、下記が挙げられる。

- （１） 機材工場が無いとため、機材は輸入となりコスト高になる
- （２） 政府の財源不足により機器の更新ができていない
- （３） 人材不足

-
- (4) 測定精度がよくない

②CAIAG のタジキスタンでの支援活動

CAIAG では、Regional Research Network ZAWa(ZAWa:Zentral Acien Wasser=Central Asia Water)において一定の流域の水文・気象データの収集を行っている。流域各国がそれぞれ2ヵ所のハイドロポストを試験サイトに提供しデータ交換を行い、ネットワークのプロトタイプを設立する計画である。観測項目は、

- (1) 気象関連：水蒸気量、降雨量、降雪量、湿度、気温、気圧、日射量、風速および風向の9項目
- (2) 水文関連：水位、水温、流速の3項目である。各国のハイドロメットの業務に関する研修も行い技術力の向上も図って行く予定である。

ネットワークの主要ハブは、CAIAG に設置し、ブランチは各国に置くことを考えている。

(2) 既存のデータベースシステムとデータアクセス

ハイドロメットの各観測所で収集されたデータは、キルギス国同様にコード化され統合センター又はドシャンベ本省内のコミュニケーションセンターへ伝送されている。2006 年度から開始された SDC のプロジェクトにより供与されたデータ送信機器（携帯電話 SMS）及び専用受信器とソフトウェアにより、23 ヵ所の観測所データが自動伝送され、データベース化されている。データベース化されたデータは、二国間協定に基づき、必要に応じインターネットを介したシケントの地域センターへも送られている。

また、2004 年度に USAID より供与された自動気象データ観測装置も6ヵ所で稼働しており、Eメールを利用してデータを受信し、SDC とは別のデータベースを構築している。

水文、気象データは、標準化された帳票用紙で保管されている。これら紙データを電子化するため、データ入力、データベース化及び年鑑作成機能を持ったデータ処理装置が SDC プロジェクトで供与されており、これを使って2000～2003年度の年鑑が完成し、現在2004年度版を作成中であるが、資金不足により今後のデータ入力の目処はたっていない。

(3) 観測システム、データ統合・解析システム

①データ解析システム

解析システムとして GIS が利用されているのは、融雪量管理システムである。機材及びソフトウェアは、SDC プロジェクトにて供与され、ソフトウェアは融雪量予測と河川流量予測の2種類がある。融雪量予測ソフトウェアはヴァッシン川の流入量予測に用いられており、インターネットを利用して衛星画像を取り入れ、作成された積雪域マップの大きさをモデル化したデータ（高度－地域面積、積雪量等）と比較／演算することで、2～3 日後の流入量予測を行っている。また、河川流量予測ソフトウェアはピアンジ川流域の流量予測に適用されており、観測所より入手した水文、気象データより1～6ヵ月の予測モデルを作

成することが出来る。

②モニタリングシステム（地下水、氷河以外）

タジキスタンでの水資源はその大半はアムダリア川が約 80%を占める。一方、シルダリア川はタジキスタンで発生、流下する水資源の内の約 20%であり、支援の際にアムダリア川流域をどこまで対象とするかが検討事項である。

現在のハイドロメットの状況

前述のように国土の 93%が山岳地帯で、ハイドロポストの 75%が標高 2000m 以上にあるため、HP の維持が難しく、また、財政的な資金不足、人材不足、機器の更新ができていない、等により観測のレベルが低下している。更に、観測機器を製作・修理する工場がなく、外国からの輸入によるコストが高くなっている。データベースは過去 130 年間のデータが紙ベースとなっているが、これらを電子化したい意向がある。

SDC による中央アジアのハイドロメットの技術協力支援が 3 年間行われ、13 ヲ所の気象観測所、9 ヲ所のハイドロポストに機材供与、3 つの州とドシャンベで情報通信センターが作られた。また、年報作成、古い資料のデータ入力が行われている。水文観測機器、気象観測機器の修理のためのワークショップがハイドロメットの敷地内にあるが、流速計の検定が 15 年程前から行われていなかったが、SDC の支援による流速計の検定装置（ロシア製）が 2009 年 11 月に設置され、1 日に 5～6 台の流速計の検定を行うことが出来るようになっている。ハイドロポストに対する支援は USAID によっても 2004 年から 2005 年に 6 つのハイドロポストで自動気象観測設備が設置されている。また、中国気象庁の衛星による雲の写真撮影の支援がある模様である。ハイドロメットの整備計画が 3～4 年前に作成されている。その中でシルダリア流域については、イスファラ気象観測 St.(現在停止中)を復活させたい意向がある

水質試験室

測定項目は色度、pH、NO₂、NO₃、NH₄P、Si、Fe、Al、Cl₂Mn、Cd、K⁺、N、SO₄Mg⁺⁺、O₂、Cl、Cu、Zn、Pb 等である。USAID の支援による試薬があと 1 年半位あるが、その後は在庫がない。

イスファラ気象観測所の再建に関して

イスファラ空港の敷地内で 1966 年から観測をしていたが、空港が 1996 年以降殆ど使われなくなり、気象観測も停止している。空港ビルは今も管理人がおり、そこで現在も風速、風向、大気圧、温度等が計測されている。気象観測所一式の費用は、凡そ 2 万 5 千 US\$（観測員宿舎を含む）。

イスファラ-タシュクルガンハイドロポスト

イスファラ州ボルチ地区（キルギス国領内の飛び地）にあるイスファリンカ川に設置された水文観測所であり、水位、流速を計測している。水位は 8:00,14:00,18:00 の 3 回/日計測され、1 日一回、ドシャンベ、ホジャント水資源局、イスファラ水資源管理支部、キルギス国、ウズベキスタンの 5 ヲ所に携帯電話によりデータが送付されている。流速は 10 回/月（8 月）、4 から 6 回（通常）計測している。流速計 GR21 を 8 年間使用しているが検定は使用後行なわれていない。自記水位計が 1992 年まで稼働していたが、イスファリンカ川の上流の自然の池が崩壊し（1992 年 7 月）その影響で破壊した。2) 項のキルガジ灌漑水路での自記水位計とともに設置・再建の要望が出ている。

ソグド州ハイドロメットのデータ管理センター

ここでは 1) アクジャールハイドロポスト、2) キジルキシュラクハイドロポスト、3) ボルフハイドロポスト、4) カイラクム水位観測所、5) ウゴフハイドロポスト（報告のみ）の管理を行っている。毎日のデータをドシャンベのハイドロメットに送っている。アウチハイドロポストは壊れておりデータは送付されていない。気象関連、大気汚染は別に観測を行っているところがある。データ送信は携帯 SMS を用いている。問題点として、人材の確保を担保する処遇（給料）がとれない状態となっている。

キジルキシュラクハイドロポスト

毎時の水位計測、月 8 回（夏）、月 3～4 回（冬）の流速計測および気象観測として水温、気温、降雨量、風向を観測している。

カイラクムハイドロポスト

1996 年から観測業務を行っている。水位は発電所施設内に自動で毎時送信され、水質計測が 1 回/月行われている。

③モニタリングシステム（氷河、地下水）

タジキスタンハイドロメットでは、氷河は重要な水資源のため特別扱いされており、年間 2 回ヘリコプターを用いたモニタリングを 1 つの流域で実施している。また、9 流域のうち 6 つの流域で踏査による観測を行っている。これらの観測は、国際支援（オックスアガハン基金、スイス）によるものである。現在は、氷河と決壊の恐れがある氷河湖の踏査による観測に移行している。

④流出解析

ヒアリング調査の結果、流出予測は、現在 6 ヲ月先の予測（旧ソ連方式）、1 日先の予測（スイス方式）について既に 5 年の実績がある。今後ピアンジ流域への適用を予定している。また、今後長期予測（アメリカ方式）も取り入れる予定であるとのことだった。

第3章 水資源管理に関するドナー支援等の状況

3-1 ドナーの支援状況

(1) 概要

ADB や GTZ の地域の水管理に関する取り組みは、いずれも進展を見せている。ADB の取り組みとしてはウズベキスタン事務所の地域技術協力(RETa) により、アムダリア、シルダリアの水管理の改善を目的として支援している。

また、チュイ・タラス流域の越境水資源管理プロジェクトに関しては、2000 年の両国の「チュイ・タラス国際河川水管理施設の利用に関する合意」によりスタートした。両国は、Joint Commission を設け、水管理の枠組みを協議することとしているが、ADB とともに UNECE、UNESCAP などが支援をしている。現在第2 フェーズで、キルギス国とカザフスタン両国での実務者レベルでの定期的な会合や、水利データの交換も行われており、関係は良好である。ADB は Joint Commission の事務局活動を支援している。

一方、GTZ は「中央アジアの越境水管理プロジェクト」を 2009 年から開始している。プロジェクトの構成としては、水資源管理に関する地域の対話と協力、越境河川の流域アプローチ、ならびに国内パイロット河川における水管理改善、の3つの内容についてそれぞれ実施している。

これに加えキルギス国に対しては、WB がキルギス国の水資源管理向上のプロジェクトを実施中である。これは、水関連の中心機関となる State Water Administration の設立支援、水路等水利施設のリハビリ支援からなるプロジェクトであり、この中でハイドロポストへの支援も実施している。

さらにスイスの SDC は、キルギス国、タジキスタン、ウズベキスタンを対象に、水利用の効率化（水管理向上、節水等）のプロジェクトを実施している。モデル流域を対象に、水利用者等を含めた水利委員会を立ち上げて水路管理の仕組みを作っている。

以上のように 各ドナーは、従前の地域への取り組みからバイの支援に、しかも小流域をモデルにした取り組みからスタートする手法を用いており、それぞれが水管理の成功例作りに向けたプロジェクトを実施している。

(2) ドイツの支援

ドイツは EU の中央アジア戦略の一環として中央アジアへの水分野での支援を進めている。具体的活動は、GTZ の「越境河川の水管理に関するプロジェクト」と CAIAG の「水資源関連の情報システムに関するプロジェクト」の二系統に分かれている。JICA との協調に関しては、GTZ のプロジェクトと JICA 調査団提案のプロジェクトは相互に関連する部分も多く、両者の連携は多くの可能性があり意義が大きいと思われる。

①GTZ の中央アジア越境水管理プロジェクト

i) プロジェクトの内容

UNECE と協力し 2009 年～2011 年で約 530 万ユーロの支援を実施する計画である。

a. 第一のコンポーネントは中央アジア地域の水資源管理に関する対話と協力である。地域の水資源管理の調整を担当する IFAS、ICWC などの組織・機能改善を支援するもので、UNECE が担当する。GTZ-EU が IFAS 強化のためのトラストファンドを設ける計画である。

b. 第二のコンポーネントは、越境河川の水管理のための組織強化である。対象流域と実施内容は下記のとおり。

＊イスファラとホジャバキガン(タジキスタンとキルギス国)

＊ムルガブ (アフガニスタンとトルクメニスタン)

＊ザラフシャン (タジキスタンとウズベキスタン)

＊アラルーシルダリア (カザフスタンとウズベキスタン)

・流域のアセスメントとモニタリング、流域管理

流域管理のための組織構築の支援、ハイドロメットや SIC ICWC などのモニタリングシステムのフォーマット作成などを支援 (UNECE が担当)

・個々の流域の望ましい状況に関する利害関係者の対話

・流域管理計画の策定

・河川流域のインフラ投資計画のコンセプト

・越境環境と社会インパクトの評価

・水関連施設とダムの安全性

c. 第三のコンポーネントは、国内河川を対象としたパイロットプロジェクトとセクター間の能力強化による小河川の統合水管理改善である。

・水、気候変動、エネルギーの分野を横断した組織構築

・気候変動への適用と被害の解析

・水力発電の基準

・水の再利用と衛生

・農業用水の効率的利用

ii) プロジェクトの現況

第一のコンポーネントでは、地域レベルの水管理の組織改善で、UNECE が実施している。EC IFAS のあるべき姿について、関係国の意見の集約を進めている。

第二のコンポーネントの越境小河川の水管理改善では、キルギス国、タジキスタンの越境河川であるイスファラとホジャバキガンを対象にプロジェクトを開始しており、河川流域委員会の設立を目指している。SDC が支援していくとのことである。

第三のコンポーネントでは、キルギス国国内の小河川であるイスファラとホジャバキガンで、水路への水量管理(配分)と計測を行う。トルトグル貯水池(容量 900 万 m³)

は飲料水、灌漑用であるが、地震で被災しており、安全確認と管理を行う計画である。

調査団提案の JICA プロジェクトを実施する際、関連する事項に関しては調整が必要であり、さらには連携して実施する枠組みを検討することは支援の効果を上げるために価値あることと思われる。

具体には、下記に示す項目で情報交換や連携の可能性がある。

- * Basin assessment and monitoring, basin administration
- * Development of river basin management plan
- * Regional guidelines for water monitoring and data exchange

②CAIAG の水資源関連の情報システムに関する支援

i) CAIAG の概要

CAIAG (Central Asia Institute of Applied Geosciences) は 2004 年にキルギス国政府 (約 55% 出資) と GTZ ポツダム (約 45% 出資) の共同で設立された。職員は 85 名、うち 60% は科学者である。

ii) プロジェクトの内容

2009 年実施プログラムのテーマの一つは、「情報とモニタリングシステム」である。モニタリングの対象範囲は、気象、水文、地震、GPS であり、リアルタイムでデータを集めている。ジオデータベースは、ハイドロメット他の各機関から情報提供を受けている。さらに、「中央アジア水プロジェクト」として、ZAWa というプロジェクト名で水文気象データのネットワーク化というモニタリングシステム構築にトライしている。これは、流域各国からそれぞれ 2 カ所のハイドロポストを試験サイトに提供してもらい、データ収集やデータ交換を行い、ネットワークのプロトタイプを設立するプログラムである。観測項目は、気象観測 (気温、降雨量、などの 9 項目)、水位、水温、流速の 3 項目から成る。

また、流域モデルを、シルダリア、ナリン、ザラフシャンを対象に作成する計画で、ハイドロメットからデータを入手し、水バランスを把握している。

この CAIAG のプロジェクトは、将来情報交換に関する合意条件が整った時点で地域の水文・気象モニタリングに向けての手段と仕様を定めていくことに繋がるものである。JICA プロジェクトで水文・気象モニタリングの仕様を定める際に関連する可能性が高いことから情報共有が必要であり、連携の可能性もある。

モニタリングの対象は、気象、水文、地震、GPS であり、リアルタイムでデータを集めている。ジオデータベースは、ハイドロメット他の各機関から情報提供を受けている。

気象観測では、チュイ流域で自動伝の計器を設置しており、ハイドロポスト観測値との比較を行おうとしており、さらにシルダリア流域についても今後 4 カ所程度設置する計画ということであった。

氷河の観測に関しては、ハイドロメットでは観測が中断している状態である。衛星画像の解析により、インルチェック氷河などの氷河面積の変化などを観測・解析している。さらに、氷河の先端には湖が形成され、この決壊が脅威になるため、この状態を観測している。

CAIAG はまた、教育・研修組織を有しており、本プロジェクトでもデータ処理等の研修などを実施している。調査団としては、JICA が CAIAG と情報共有し、モデル地域で協力していくことが適切と考える。

（３）WB の支援

①キルギス国における WB のプロジェクト

キルギス国における水分野でのこれまでの WB のプロジェクトは、灌漑システムのリハビリテーションと、水資源省の組織再構築の 2 つの方向性を持つ。

i) 灌漑用水施設のリハビリに関しては、ソ連崩壊後の農業形態の移行に対応した灌漑放流の末端部水路等を対象に 1998 年からリハビリを開始してきた。24 の灌漑スキームと 4 ダムの安全性プロジェクトを実施し、2000 年からはオンファームの灌漑システムのリハビリと O&M として、多くの水利組合の組織強化に取り組んできた。

ii) 水資源管理に関する支援は、Water Code の実施を支援しており、組織的には水関連の中心組織である State Water Administration の設立に向けて支援を実施しているとのことであった（2009 年 10 月に水資源庁が発足した）。旧ソ連時代は 140 億 m³ の灌漑水量があったのに対し、現在は 60 億 m³ のレベルに落ちている。

IWRM の増進については、流域単位の流域計画の策定があり、タラス流域に対して流域計画の案を作成している。また、この中にハイドロメットの強化もコンポーネントに入っており、タラス流域を主体に 32 のハイドロポストと 31 の気象観測所に機材供与を計画し、11 のハイドロポストの改修工事を実施中である。

また、水利組合の設立を支援し、これまでに 700 の水利組合が設立された。

WB の支援は、流域全体の水資源管理強化を支援するのではなく、農業用水利用の効率化、節水技術など事象別の事業の支援と、水資源管理の組織強化に取り組むことで進めている。

（４）SDC のプロジェクト

①統合的水管理のプロジェクト

「統合的水資源管理プロジェクト」は、ウズベキスタン、キルギス国、タジキスタンを対象として 2001 年から開始され、現在第 4 フェーズである。

プロジェクトコストは、第 4 フェーズ 3.7 百万ドル(総コスト 900 万ドル)であり、ドナーは SDC、実施機関は SIC-ICWC である。フェルガナバレーを対象に、水利用者間での水資源の均等配分を目的に越境河川をパイロットとして取り組んでいる。

キルギス国での取り組み地域は、オシュ州のパパン貯水池から流下するアクブラ川の左岸水路であり、水路管理の水委員会による運営を支援している。水委員会は、灌漑用水と飲料水目的の全ての水利用者と関係者（農民、水利組合、自治体、水経済局の地域局）から成り、統合的水管理の成功事例が構築された。

管理目標としては、節水、水資源の管理、水や土地の生産性向上、水の経済性の構築、

などであり、末端の水利用者から支援している。水路の運用資金の 55%は国の予算であり、今後は自立運営に向けて進めていく計画である。

タジキスタンでは、ホジャバキガン水路を対象に同様のプロジェクトを実施している。今後は、この取り組みを水路から河川に広げていくことを計画している。

②水文・気象観測への支援

SDC は、ウズベキスタン、キルギス国、タジキスタン、トルクメニスタンのシルダリア、アムダリアの両流域を対象に、2001 年から水文・気象観測への支援を実施している。現在はフェーズ 2 であるが、プロジェクトコストは 2.85 百万ドル（総コスト 5.8 百万ドル）で、ドナーは SDC、実施機関は CANHMS（National Hydro-meteorological Services of Central Asia）である。

タジキスタンにおいては、SDC がハイドロメットに対し、ハイドロポスト 9 ヶ所と気象観測局 13 ヶ所の機材支援を実施中という状況であった。気象観測局については機材供与され稼働している。また、流速計の検定機購入も支援し、据え付けを実施している。データ管理に関しては、それまで手書きで蓄積されている気象データの一部を年鑑に編集するためのパソコンと人件費を支援している。

このプロジェクトは 2009 年に終了した。しかしながら、これらはハイドロポストや気象観測局の全体の中の一部の機材供与であり、今後の改善の必要性、緊急性は依然として高い。

（５）ADB のプロジェクト

①CAREC を通じた取り組み

ADB は CAREC の事務局として中央アジア地域の運輸、水資源を含むエネルギー、貿易の地域連携に向けて支援をしてきた。この中で、水資源はエネルギーグループの中で扱うこととし、この分野については WB が担当し、ADB は運輸・港湾等にかかる支援をしてきた。現状は、地域連携のロードマップ作成に向けて始動した段階である。

②現在進行中の支援プロジェクト

i) チュイ・タラスでの取り組み支援

現在のプログラムは開始後 1 年経過している。合同事務局の運営経費支援やワーキンググループの運営を支援している。2 つの流域の水モデルを検討し、タラス流域に関しては流域計画案を準備している。また、気候変動の影響について検討を開始したところである。UNEC や OSC と協力し、貯水池や水路の操作マニュアルの策定を支援している。チュイ流域の重要施設である取水堰ではリアルタイムのデータにより流量を両国がモニターできるように支援を実施した。

タラス流域の貯水池のゲート、水位などコントロールセクションでの計測コンピュータ化について、ADB と SDC が共同で支援（ADB が 1 基、SDC が 9 基）している。

非公式なドナーコンサルテーショングループ（ADB、UNECE、UNESCAP、SDC、OSC）で協議しており、JICA も含め他のドナーの参加も受け入れる姿勢である。

ii) アムダリアとシルダリアの水資源管理に関する地域プロジェクト

2008 年から「Water Use Efficiency of National Level」で地域の新たな水運用の枠組み構築に取り掛かろうと地域各国に対して、水資源管理を実施するにあたっての必要な調整に係る支援を開始している。プロジェクトとしてはアムダリアが主体である。

（６）UNDP

UNDP は、中央アジアを対象に各国の国家 IWRM 計画策定に向けてのロードマップ策定を支援してきた。カザフスタンでは国家 IWRM 計画が大統領令に基づき施行されたが、その他の国では取り組みを開始したばかりの段階である。

水資源管理の取り組みとしては、タジキスタンとウズベキスタンの越境河川であるザラフシャン川の水資源管理向上をパイロット河川として支援している。タジキスタン側も IWRM プロジェクトとして同河川を対象に支援しており、2 つのプロジェクトの実施を両国間で協力することを検討していく方向である。タジキスタンは 3 年間をかけ 120 万ドルの予算で水に関する法制度の改善、飲料水の改善、流域を単位として水資源管理を実施する枠組みの構築に向けての IWRM 計画増進を行うことで、内閣の承認が得られている。

キルギス国に於いても IWRM 計画の支援はあるが、初期の段階である。

（７）USAID

USAID は、水利用者の組織強化（ウズベキスタン、キルギス国）、小水路の水管理向上のためのコミュニティ強化に取り組んでいる。

水文・水利モニタリングやデータ管理に関しては、2002 年～2004 年にかけて気象・水文データ情報システムに関する地域支援を実施し、この一環で 2003 年にタシケントの地域水理センター支援（SDC と共同）、キルギス国やタジキスタンに対してもハイドロメットの計測の自動化やデータ伝送に対する支援（リハビリを含む）を実施してきている。2005 年からは、オンファームレベルの支援に特化している。

（８）国家の水資源管理増進に向けての流れ

本章(1)から(7)で述べた各ドナーの取り組みを、表 3-1-1 のように整理した。

表 3-1-1 キルギス国・タジキスタンを対象とした水資源管理に関するドナー活動

		ADB	CAIAG	GTZ	SDC	UNDP	USAID	WB
地域の水管理 枠組み	地域の水資源管理連携の 枠組み構築	地域の水管理の枠組 みプロジェクト (アムダリア、シルダリ ア) CAREC 事務局		国家間水管理の法律 地域の水管理の対話 と協力	水利用者間での水資 源の均等配分(3ヶ国)		(1998 年の「シルダリ ア合意」構築支援)	(シルダリアの水利用 の地域協力に対する 支援)
	地域の水に関するモニタリ ングとデータ管理		中央アジア水プロジェ クト:ZAWa	地域のモニタリングと データ管理ガイドライ ン (ハイドロメットや SIC ICWC の仕様検討)				
組織・法制度強化	水部門の組織構築・強化 法・制度強化			IFAS の機能強化		タジキスタンの流域 単位の水管理構築 支援		キルギス国水管理組 織構築
	国家の水資源計画			流域管理計画の策定 支援		IWRM ロードマップ タジキスタン IWRM 計 画		
越境河川 管理	越境河川の水管理	「チュイ・タラス委員 会」事務局の支援 (UNEC,OSC と協力)	中央アジア水プロジェ クト:ZAWa	越境河川の水管理 の組織強化:イスファ ラ、ホジャバキガン他	モニタリング機材、 データ管理(タラス) 越境河川の水配分	ザラフシャン川の水 管理		
国内河川の水管理 向上	水管理向上		氷河・融雪観測と水 バランス	農業用水の効率的 使用	水利用者間での 水資源の適正配分 水委員会運営			流域計画の策定支援 (タラス流域) 灌漑施設のリハビリ
	組織制度強化			水、気候変動、エネル ギーを横断した組織 強化	水利用組合組織強化		水利用者の組織強化 小水路の水管理 (農場レベル)	水利用組合設立支援 組織強化
	水文・気象・水利 モニタリング強化		モニタリング技術の向 上・GIS の利用研究、 氷河・融雪観測・解析	モニタリング仕様検討	ハイドロメットの支援		気象・水文データ 支援システム	ハイドロメット機材支 援 (タラス流域主体)

第4章 統合水資源管理機能強化のための協力の方向性の提案

4-1 キルギス国の水資源管理データベースシステムの検討

4-1-1 データ管理システム改善基本計画の検討

ハイドロメットでは、多くの計測器が故障や損傷しているため規定されたデータ項目が計測できず、このため各流域においても面単位でのデータ活用が出来ていない。統合センターにおける収集データのファイル化と蓄積によるデータベース構築、データ解析、ならびに他機関へのデータ共有などの機能を強化する必要がある。

キルギス国内のデータ管理を推進するため、次のステップにより改善を支援することが有効である。

①統合センター機能の改善と強化に関する支援

1) 既存データの電子化

紙で記録されているデータの電子化を行い、既存データの保全と有効利用を推進する。

2) 管轄する観測所の自動データ収集及びデータベース化

各観測所からの口頭や紙で受信しているデータをデジタル化（4-3-1 項参照）し、データの自動収集及びデータベース作成支援を行う。

3) 流出予測、利水のモニタリング管理をする。

収集されたデータを基に自動作成されるグラフィック画面やヒストリカル／リアルタイム・トレンドグラフを利用して、流域水資源管理の一部としての流入出シミュレーション手法構築の支援を行う。

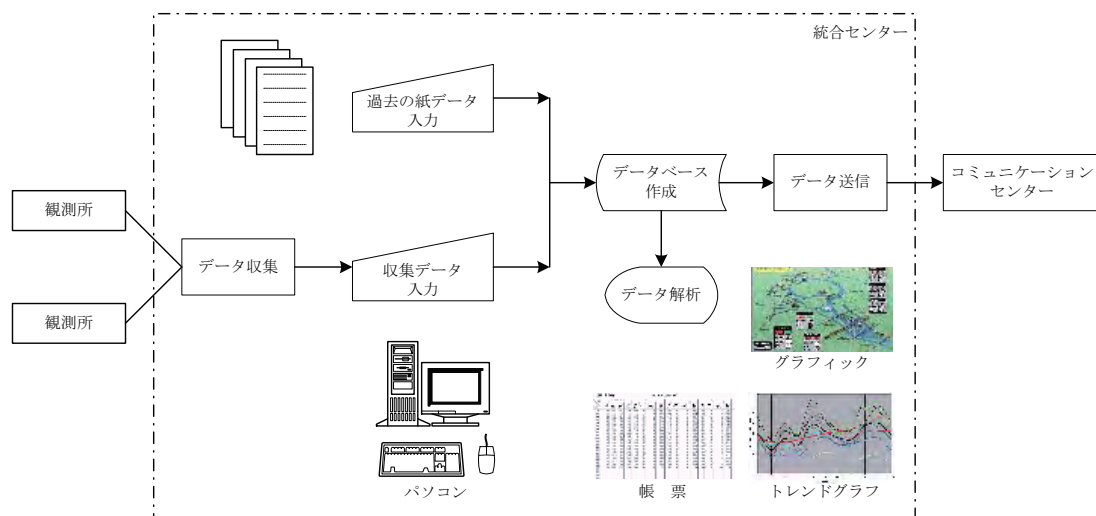


図 4-1-1 統合センター機能強化フロー

②コミュニケーションセンターの改善

コミュニケーションセンターでは各統合センターのデータを集めて全国規模での管理を行う。また、他省庁に開示してもらいたいデータと自ら開示出来るデータの摺り合わせを行いながら他省庁とのデータ共有化を推進させる必要がある。

新設された水資源庁は、水資源管理の実施に必要な水文データの統括と、流出予測、ならびに利水計画とモニタリングなどキルギス国の水資源の管理全体を所管していくものと思われる。

各関連機関とのデータ交換にあたっては、データ収集時間、データフォーマット及び通信プロトコルが各機関で異なることが考えられるので、データ配列等を協議により決定する必要がある。

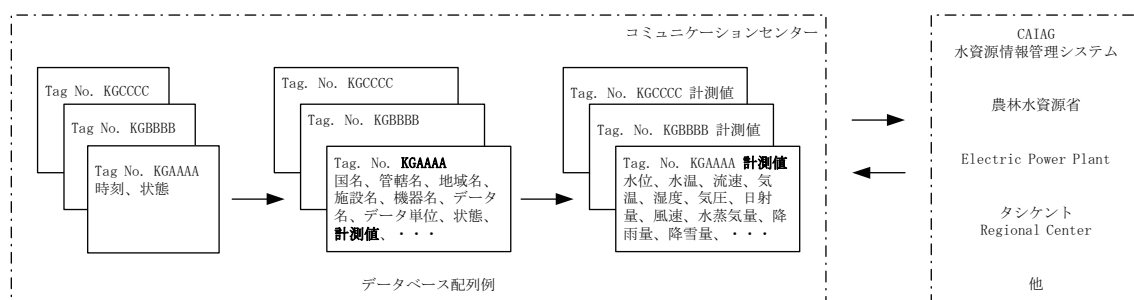


図 4-1-2 データフォーマットとデータ共有例

③観測所機能改善

統合センターにおけるデータ電子化を促進するために、観測所から送信するデータそのものをデジタル化し携帯端末 SMS や無線装置を利用して、デジタル伝送を可能とさせる他、データの自動計測装置、データ収集装置（PLC : Programmable Logic Controller 又は RTU : Remote Terminal Unit など）及びデータ伝送装置（モデム + 無線装置又は GPRS ルータなど）を組み合わせることでデータ収集／伝送装置の自動化推進が効果的である。

また、水文・気象観測は、基本的には自力で維持管理が可能で、観測経験を積んだ伝統的手法による再建を行うことが有効である。一方で、データ収集、データ伝送については電子化、自動化に向けて推進することが、データ管理の推進に重要である。

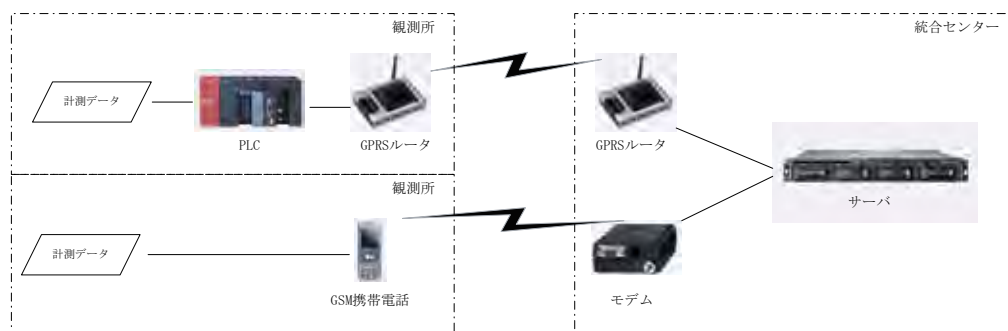


図 4-1-3 観測所データ伝送改善案

4-1-2 データ共有システムとGIS適用の検討

1) データ共有システム

本調査における支援計画のスタンスは、支援対象国にとってメリットの出る国内のデータ共有整備を進めていくことである。

キルギス国内でのデータ共有システム構成案を図 4-1-4 に示す。この基本的考え方は、各機関は独自のデータベースを設け自機関が独自で運用、管理し、これらのデータにより、河川への流入予測や全流域に渡るシミュレーションなどを行う。また、情報共有するためのデータベースを新たに設け、各機関が開示可能なデータと自機関が公開できるデータを共有させる。各省庁の全データを共有することは、それぞれの特異性や機密上の問題もあり現実的でないため、関係機関協議により共有できるデータを定めることが肝要である。

地域のデータ共有に関しては、水利用に関する流域各国間の信頼構築が前提条件であり、各国の意志も慎重に確認しながら進める必要がある。

2) GIS の現況と適用の検討

ハイドロメットや水資源庁では、まずはデータ収集方法の改善と既往データの電子データベース化を推進することが必要であり、GIS を利用したシステム導入は、現状では、導入費用、維持管理能力及び人材面で様々な課題があるため、基本的なデータベースの目処が立った段階になると想定される。

一方、CAIAG は中央アジア 5 カ国を対象に GIS を利用した情報通信システムの研究を推進している。この取り組みは、中央アジア地域の水資源の需要と供給の管理を向上する上で重要である。

将来、シルダリア川流域の統合水資源管理を目指すには、ハイドロメットや水資源庁のデータを GIS システムで共有することが望ましい。この分野で先行する CAIAG との情報共有により、支援を進めることが効果的である。

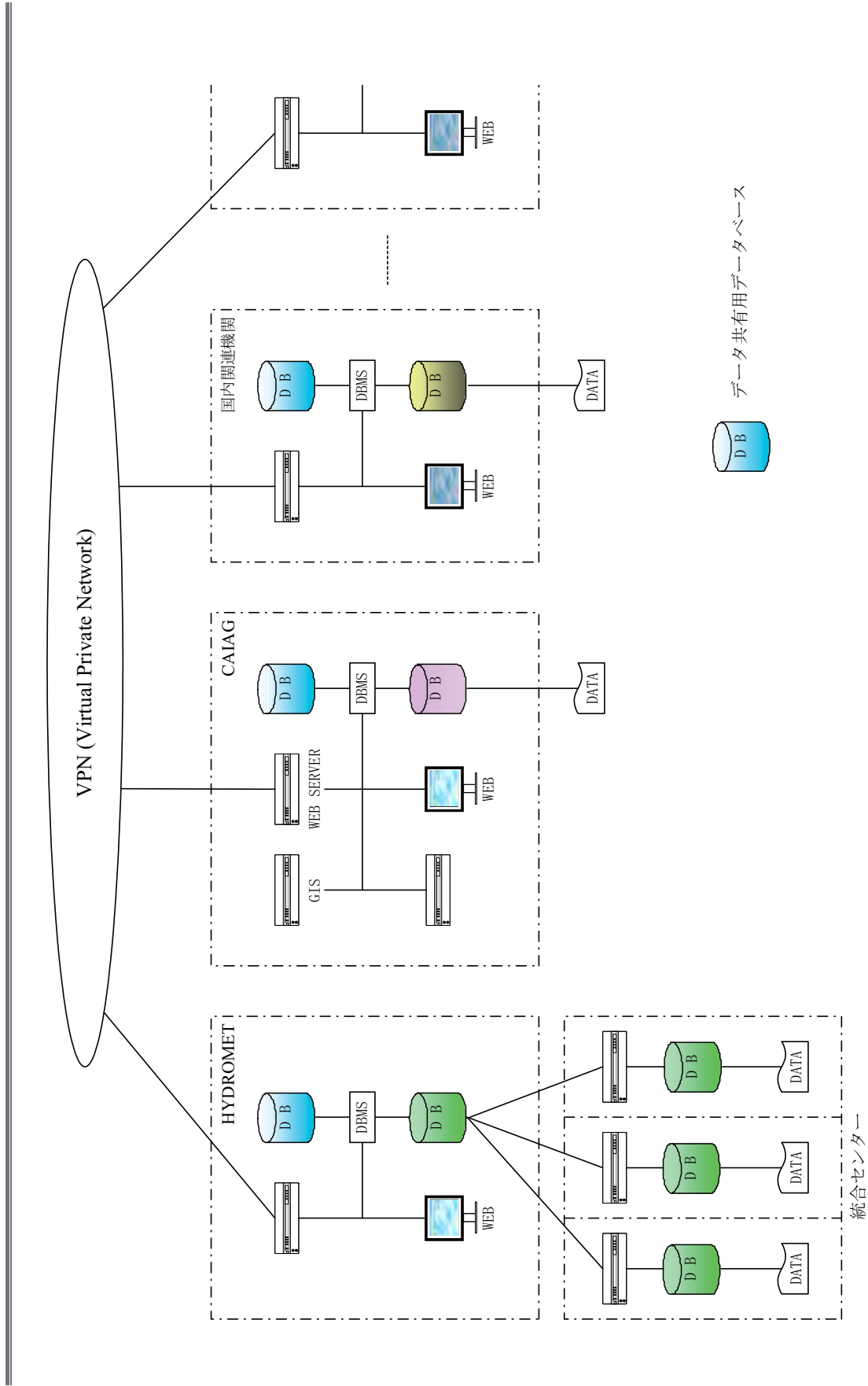


図 4-1-4 データ共有システム構成案

4-1-3 データベース構築のためのデータフォーマットの検討

観測所からのデータ伝送は、WMO の気象通報式に準拠したコードを使用して行われている。これは国際的に共通化されたコードであるので、これらのコードをベースとしてデータフォーマットを作成することが適切と考えられる。

例) コード・データ伝送

地点名	観測日	降水量	温度	気圧	天気	...
AAXXX	01004	60012	10106	30200	71082	...

また、次の項目に対し調査を行い、データ配列変換やバイナリー変換用のゲートウェイの必要性も検討しなければならない。

観測所により計測出来る項目が異なるために、統合センターへ送信するデータ配列やデータ長が異なっていると思われる。配列及びデータ長を合わせる必要がある。

- 1) 観測所により計測出来る項目が異なるために、統合センターへ送信するデータ配列やデータ長が異なっていると思われる。配列及びデータ長を合わせる必要がある。
- 2) 1)と同様に、過去に計測され記録された計測データと現在のデータフォーマットを整合させる必要がある
- 3) 各ドナーによりデータのタグ No.、時刻スタンプ、施設名称、機器名称等の統一を図る必要がある。
- 4) CAIAG の水位や流量データ等は自動計測機を用いているため、アナログ信号をバイナリデータへ変換して連続的にサンプリングし、収集していると思われる。一方、ハイドロメットは手動計測であるため、1～3 回/日のみのデータである。このようなデータの整合性をどの様にするか検討が必要である。
- 5) 将来的に地域各国の合意が得られた段階で、データ共有化を図るためには、上記 1)～4) 項までの相違点の整合をとることが必要となるので、JICA の支援に当たってもこのことを念頭にした対処が必要である

4-1-4 ガイドライン案の検討

(1) 気象・水文・水質観測（システム設計、データ管理、維持管理）

キルギス国内で諸機関が収集・管理している水文・水利データ共有を推進していく上で、システム設計、データ管理、設備の維持管理は重要である。検討にあたってはキルギス国の現状を踏まえ、データ管理、維持管理の持続性を確保し、データ共有を推進するために、観測システムと安全性の確保、経済性に対する配慮などに留意し必要に応じて先端技術を活用する。さらには、国際規格への準拠、汎用性、接続性及び拡張性、環境等に対する配慮が必要と考えている。

キルギス国内の水文・気象情報管理システム強化を図るためのガイドラインとして、基本的な検討事項を記述する。

①水文・気象情報管理システムの設計とデータ管理

1) システム基本構成

水文・気象観測情報管理システムの基本構成は、コミュニケーションセンター（ハイドロメット本庁）、統合センター（地域データセンター）、観測局（観測所）の3層構成を検討する。

2) システム設計

本システムは、河川の状況を一元的にリアルタイムで把握することを目的としており、構築にあたっては、次の事項に留意する。ア）ハイドロメットおよび州水経済局が収集する水文、水質、気象等の情報を取り扱うものとする。イ）配信・処理のタイミングは、必要に応じて統一する。

3) システム構成設計

入力機能は、ア）水文・気象データは、観測局で収集するものとする。イ）データの収集間隔は、原則としてあらかじめ定められた間隔に対応できるシステムを検討する。

演算は、集中局（統合センター）において処理することを原則とする。

アクセス機能は、ア）端末装置の情報提供画面は、使用データの種別及び時間間隔ごとに経過表、グラフ、地図及び模式図で表示することを基本とする。イ）帳票の出力様式は、各使用データ及び時間間隔ごとの日報、月報及び年報で表示することを基本とする。

通信インターフェイスは、コミュニケーションセンター仕様に準ずるものとする。

4) ネットワーク構成設計

ネットワークを強化するためには、ア）システム移行計画、イ）信頼性向上、ウ）ネットワーク拡張性、エ）工事実施時のシステムへの影響、オ）運用・保守・維持管理を設計段階から検討する。

5) サーバ系機器の設計

サーバ系機器は、通信サーバと提供サーバは分離を基本とし、通信サーバは、特に信頼性を考慮し、二重構成を検討する。

6) 端末系機器の設計

端末系機器は、既設パソコン等で一定レベル以上の仕様を満たすものを検討する。

7) ネットワークの設計

ネットワーク設計は、信頼性、費用対効果及び関連システムとの整合に十分考慮し、次の項目に従って行う。ア）条件整理、イ）技術動向確認、ウ）ネットワークの基本設計、エ）LAN/WANの設計、オ）IPアドレスの設計、カ）ルーティング機能の設計、キ）セキュリティの設計、ク）ネットワーク管理の設計

②水文・気象観測情報管理システムの維持管理

水文・気象観測情報管理システムは、安全性・信頼性に加えてライフサイクルコストの面も十分に考慮した構成とする。また、システムの機能を確実に発揮させるために、予備電力の確保、予備品の確保に加えて情報セキュリティの確保について配慮する。電気通信設備の運用管理にあたっては、ライフサイクルコストを考慮し、運用管理費用の低減を検討する。

日常点検をはじめとする点検を実施し、設備の運転状態等を把握しておくことが重要である。保全計画は、システム全体について策定し、システム全体の整備の優先度等の関係、関連設備との合理的な施工順序、予算の平準化及びライフサイクルコスト等各種の条件を勘案し、ア) 点検項目、点検周期、イ) 設備診断の実施時期と内容、ウ) 中間整備時期、範囲、エ) 更新時期、オ) 整備費用の概算額等の項目から構成する。また、設備診断の結果等をその都度計画に反映させていくものとする。

(2) データ統合・解析

①地域のデータ統合による中央アジアの水資源管理に向けて

水資源庁やハイドロメットが実施しているモニタリング施設の再建と精度向上が第一である。その上で、既に各国、各機関がドナーにより供与された水管理用データベースのデータを諸国間で情報共有できるグローバルな GIS へ提供することが求められる。広域で正確なデータ統合とデータのビジュアル化を図るべきである。CAIAG が開発した GIS は有効なシステムであるが、その適用においては関連機関の意見を集約し、システムを改善することが必要である。先行している他ドナーは、様々な面で連携して支援を実施してきているので、JICA としてはこれまでの課題やノウハウを習得しながら協力を行う必要がある。

②対象国の水資源管理向上を目的とした JICA の支援

現状では隣国、特に下流国との水文・気象諸量、水利量の共有は容易ではない。JICA の支援に於いては、まず支援対象国の国内の水資源管理向上に目的を絞り、対象国にメリットの出るような取り組みを行う。

水資源管理システムの構築フロー案を図 4-1-5 に示す。

データベース作成においては以下の点を明確にすると同時に、他ドナーにより供与されたデータ管理システムとの整合性を考慮しなければなら

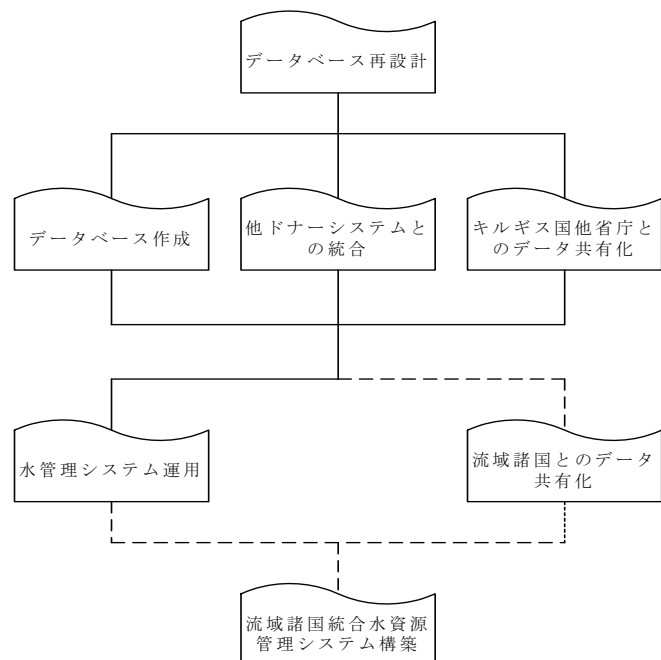


図 4-1-5 統合水資源管理システム構築フロー（案）

ない。

- 1) 過去に収集されたデータ
- 2) 現在収集されているデータ
- 3) 他省庁と共有できるデータ
- 4) 水資源管理上、不可欠なデータ

特に 3) 項においては互いのメリット／デメリットを把握し、開示できるものと開示してもらいたいデータを十分に協議する必要がある。

以上のデータを整備した上で、他ドナー供与のシステムとの統合及び他省庁とのデータ共有化を推進して、キルギス国内の水資源の消費、需要と供給の予測シミュレーションと現状把握が可能な水資源管理システムを開発する必要がある。

4-2 キルギス国の観測施設の仕様と配置の検討

4-2-1 施設標準仕様の検討

キルギス国ならびにタジキスタンでは、観測所の殆どが電報、無線或いは携帯電話にて情報を発信している。電報利用の観測所では、電報局まで 30 分以上の所要時間を要する施設もある。また、電源が安定しないために、無線機器が所定時刻に利用できないことや故障も多発している。このような状況を考慮して観測施設の伝送標準仕様を検討すると、携帯端末と無線機器の 2 種類が適当であると思われる。

4-2-2 施設配置基本計画の検討

施設整備では、特にトクトグル貯水池の流入量把握に必要となるハイドロポスト、また、その上流部のハイドロポストのない空白部への設置を検討した。トクトグル貯水池への流入河川の内、トルケント川はナリン川、ウズン-アクマムト川、チチカカン川に続く流入河川であり、その流入量把握のためにその下流部にハイドロポストを再建（新設）する（下図の□で囲まれた 1）。

更に、トクトグル貯水池の上流のナリン川本川（ケクイリン川の河口）と支川のケケメン川に各 1 ヲ所ずつハイドロポストを再建（新設）する（下図の□で囲まれた 3、及び同 2）。

現在稼働中のハイドロポスト-1～ハイドロポスト-8 については補修工事が必要で、特にハイドロポスト-4、ハイドロポスト-6、ハイドロポスト-7 で流速観測用のケーブルと観測用ケージが破損している。

ハイドロポストからは優先的に再建すべき箇所として図 4-2-1 中の□で示された番号 1～8 の 8 ヲ所のハイドロポストの再建／整備、同じく番号 1～6 で示された 6 ヲ所の気象観測所の再建、また、その他通信設備、修理機械、運送機材、雪崩観測所（2 ヲ所の再建）等の要望がある。

また、チュイ州のハイドロポストについては同じくハイドロメットから図 4-2-2 に示されるチョンケミン川、チョロック川等の 9 ヲ所の再建／整備、5 ヲ所の気象観測所の再建／整備、また、通信設備整備、運送用機材、検定用機材等の要望がある。

一方、氷河と雪のモニタリングについては、ナリン川流域において特に重点的にモニタリングを実施すべき範囲の案を図 4-2-1 に示す。また、チュイ川流域についても、12 支川群の上流域ならびにチョンケミン川上流域においては、リモートセンシングを利用した氷河・雪モニタリングを重点的に実施すべきと思われる（図 4-2-2 参照）。



(ソ連邦崩壊前のトクトグル貯水池周辺のハイドロポストの分布図にハイドロメット等からのヒアリング結果を追記)

図 4-2-1 ナリン川上流域のハイドロポストの施設基本配置計画



図 4-2-2 チュイ流域の再建要望のあるハイドロポスト/気象観測所の概略位置と優先順位

4-3 協力プログラムの検討

4-3-1 協力プログラムと水資源管理向上の枠組み

(1) 協力プログラムの考え方

i) キルギス国

キルギス国の水資源分野の目指すゴールは、効率的且つ透明・公正な水資源管理が増進され、これによりキルギス国の利害者と流域住民の利益に寄与することである。

水資源管理の増進には、①基本法の策定、②実施機関（中央、流域）の設立と強化、③流域管理計画の策定、④流域管理に係る組織と人材の強化、の4項目が必要である。

キルギス国では、以下に示すように、組織・制度構築と、計画面が同時進行で進められている状況である。

①は「Water Code」が施行済み、②は State Water Administration が WB の支援を受け設立準備中であったが、2009 年 10 月に水経済局を組織改編し天然資源省傘下に新たに「水資源庁」が、水資源管理の中心組織として設立された。③の流域計画は、重要流域から策定にとりかかった段階であり、タラス流域は流域計画（案）を WB の支援で策定した。④は水利組合とこれらを束ねるフェデレーションを設立中であり、これに対してドナー等による能力強化支援が実施されている。

これらの各事項の実施に際して、①、②は中央政府が担当であるが、③、④は、国家全体を視野に入れながらも、モデル流域として小流域を対象に取り組みを行い、経験を積むとともに、ここでの成功事例を全国に広めていく、という手法をとっている。

また、③流域管理計画、④流域管理に係る組織強化、の基本条件は、正確な水文・水利情報の計測とそれらデータの適切な管理であることは論を待たない。今回調査で確認した水文・水利情報観測とデータ管理システムの状況は、早急に改善を図る必要があるもので、調査団としてはこの分野を対象に、水資源管理の向上を目的とした支援を早期に開始することは大きな意義あることと考える。

ii) タジキスタン

a. 水文・水利のモニタリングやデータ管理の状況は、キルギス国とほぼ同様であるが、内戦の影響で人材面、政府予算面の制約がより厳しい状況である。しかしながら、政府の取り組みとして、流域単位の水資源管理を明確な目標に設定し、このための組織も設け進めている。ハイドロメットに関しても、責任者の組織強化や計測改善に向けての強い意向が表明されている。

b. JICA の支援の手順として、上流国のキルギス国、タジキスタンの順に取り組むことが想定されている。水資源管理に必要な要素に関する能力養成に関しては、キルギス国の支援に合わせて、研修等に参加可能な枠組みが今後の支援の条件整備に効果的である。

c. タジキスタンの場合も国家としてパイロット流域を選定する場合、北部の一部を流下する国際河川のシルダリア流域ではなく、アムダリアを含めた小流域を対象としたいという意向が明らかになった。今後、支援計画を詰めるにあたっては対象流域と手法など、相手国政府との協議が必要である。

（２）協力プログラムの内容

キルギス国を対象とした協力プログラム案を以下に示す。タジキスタンへの協力プログラム案も、キルギス国と同様の構成が妥当であると考えられる。

i) プロジェクトの目的

キルギス国の水資源管理向上による水資源利用の増進を図る。このために水文・水利・気象モニタリングとデータ管理の向上を支援し、水資源管理の向上を図る。

ii) プロジェクトの内容

キルギス国の水文・水利・気象観測関連施設・器材ならびにデータ管理の整備・増進を図る。更に、水資源管理の増進のための技術力の強化や人材育成を図る。

①水資源庁及びハイドロメットの水文・水利・気象観測システムならびにデータ管理システムの再建・強化の支援

②水文・水利・気象観測とデータ管理、ならびに水資源管理に関する能力強化の支援

③チュイ川流域の流域計画策定準備のための支援

iii) 支援プログラム案と今後の水資源管理向上に向けた取り組みフロー

キルギス国に対する支援プログラム案と、その成果を踏まえた今後のキルギス国の国家水資源管理向上の取り組みのフローを図 4-3-1 に示す。

モニタリングの改善や流域計画への支援は、水資源管理の具体に結びつける形をとることで目指すべき効果がより発揮され、成果も確認しやすい。よって、本支援でも、モデル流域を設定してパイロットプロジェクトとして進めることが有効と考えられる。

キルギス国政府との協議により対象流域を定め、流域計画（Basin Plan）の策定を念頭に、これに必要なモニタリングとデータ管理等を改善することが具体のイメージである。

パイロットプロジェクトの設定と実施に際しては、キルギス国政府の意図している水資源管理の全体計画や戦略とのマッチングが必要である。また、当該地域の流域管理実施機関の能力強化支援を行い、パイロット流域における経験と成功事例を国内に普及できるようガイドラインなどに整理することが望ましい。

4-3-2 各支援項目の支援ニーズ

調査団による各調査項目ごとの現況調査と分析の結果は以下のとおりである。

（１）水資源管理の政策・制度強化

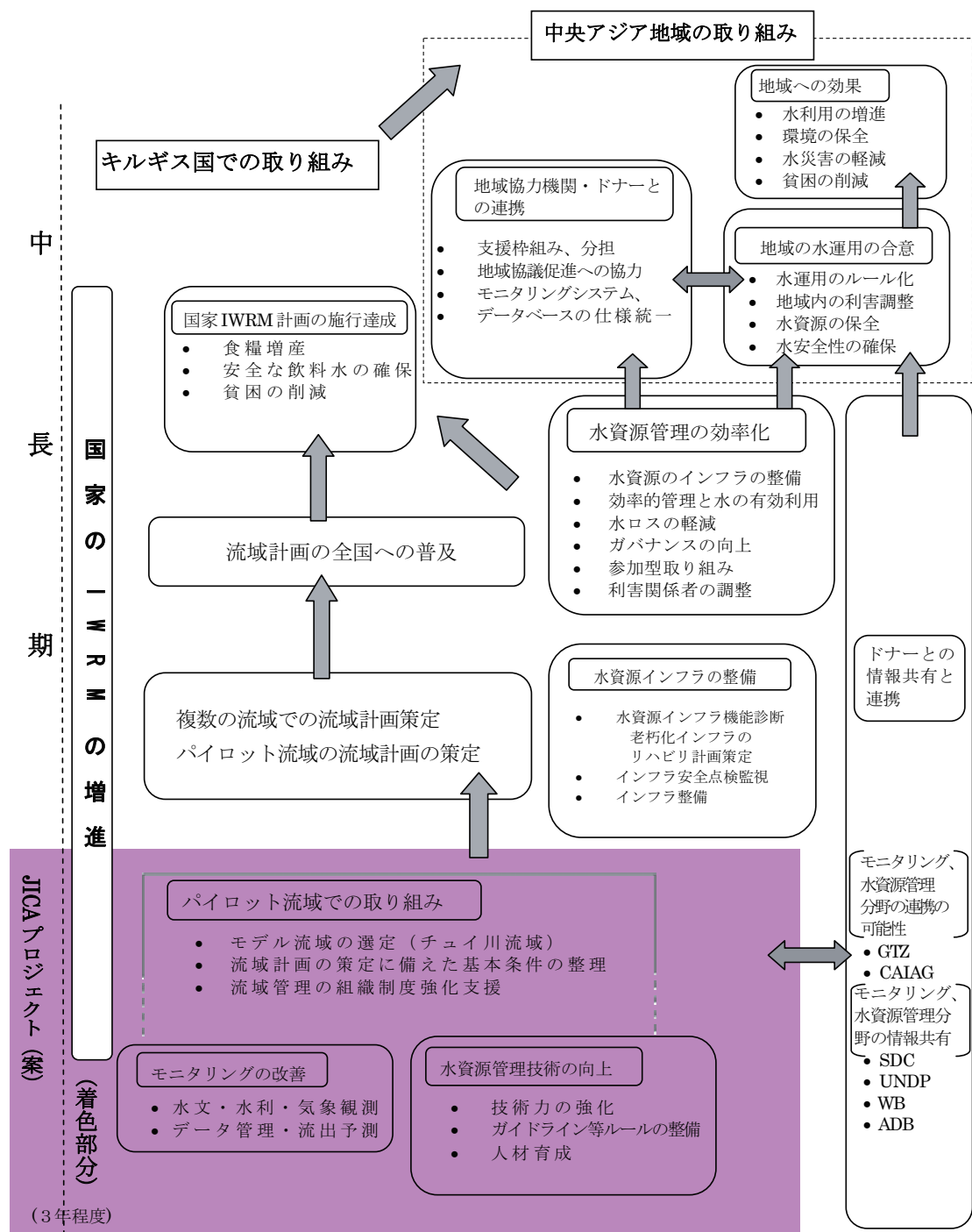


図 4-3-1 キルギス国に対する JICA の支援と水資源管理向上の枠組み（タジキスタンも枠組みは共通）

(i) 現況

水資源庁は、**Water Code** の理念を実現するキルギス国の水管理の中心機関として、2009 年 10 月に設立された。水資源に関するモニタリングと水利用による経済調整、水資源の統合的利用と保護、水資源に関する技術政策及び投資、法律や国際協力、農村部の水供給管理などを所管すると想定される。キルギス国は、統合的水資源管理の推進に向け、流域単位の管理を実施するための流域計画策定に取りかかっている。また、灌漑用水の管理を水利組合に担わせる取り組みをしている。水利組合から水使用料を徴収し管理費の一部に充当している。

(ii) 支援ニーズと評価

水資源管理の政策、法・制度強化は、その重要性を踏まえて **Water Code** に則り組織改編の動きがある。また、WB も支援を実施しているので、JICA として直接的な関与はせず、水資源管理の基礎である「水文・水利・気象モニタリングとデータ管理システム、ならびに流域計画策定」に関する能力強化を実施することが有効である。

(2) 水資源管理の組織強化

(i) 現況

2009 年 10 月に、キルギス国の水資源管理を統括する組織として天然資源省の傘下に水資源庁が設立された。水資源庁管轄の地方機関として「水資源流域管理局」を組織化することで進めている。また、天然資源省にハイドロメットを編入することも検討されている。

(ii) 支援ニーズ

利用可能な水資源量を正確に把握するための観測とデータ管理は、水資源管理を効果的に実現できる組織強化としてニーズが高い。特に、水利観測とデータ管理、水資源施設の維持管理、水運用計画策定等の水管理のための実践的な能力向上の支援は、優先度が高い。

(iii) 評価

水資源管理計画策定のために利用可能な水量を正確に把握し、水管理を行うために、今後地方機関として組織化される「水資源流域管理局」の能力強化支援が推奨される。

(3) 流域計画策定準備支援

(i) 現況

キルギス国では、行政単位の水資源管理から、流域単位の水資源管理へ変換しようとしており、最初の取り組みとして、タラス流域で流域計画 (**Basin Plan**) の案を策定した。

(ii) 支援ニーズ

水資源管理の向上には、必要な精度を持った水文・水利・気象観測データの整備が必要である。モニタリングやデータ管理向上と、流域計画策定に向けての準備が急がれる。

(iii) 評価

水文・水利・気象モニタリングとデータ管理の支援を実施する場合、具体の流域にこれ

を適用し、目に見える形で成果を出すことが有効である。流域計画は水資源管理の基本であり、この策定準備支援は重要な意義を持つ。チュイ川流域は、キルギス国の水利用の面で重要流域であり、ここでの取り組みは国内に裨益効果が高い。

（４）水文・水利・気象モニタリングシステム整備

１）水文及び気象モニタリングシステム整備

（ｉ）現況

キルギス国では、維持管理が不十分のため、ハイドロポストの数の減少や観測機器の老朽化から観測精度の維持が困難になっている。また、標高の高いハイドロポストや気象観測所の減少が著しい。水資源管理は電力エネルギーにおいても重要であり、流域計画や小水力発電計画策定が必要であるが、基本となる水文・気象観測データが不十分でありこれらの改善が必要である。また、これらのデータを用いた流出予測の精度の向上が望まれている。

（ii）支援ニーズ

水文・気象観測機器の更新、観測施設再建（新設）支援や、観測機器の修理・検定のための資機材の支援のニーズがある。

（iii）評価

水文・気象モニタリング機能維持のためには、従来ハイドロメットが使ってきた資機材と同等の観測機器を導入することにより、資機材の修理、精度の維持が容易となる。水文・気象観測の機能が低下しており、早期に支援を開始することが推奨される。

２）水利観測システム整備

（ｉ）現況

例えばチュイ州では a) オルトトコイ湖からの放流量に対し、最初の取水地点までの間の水ロスが 45%に達する。更に、b) 灌漑水路の状況はコンクリート水路部以外の所で 10～15%の水ロスがある、c) 現在、山間部からの支川の流入河川流量が殆ど計測できていない、d) 山間部からの流出土砂が水路に堆積する問題がある、e) 灌漑用水が末端にまで届かない所がある、等の水利用での課題がある。

（ii）支援ニーズ

灌漑水路に設置されている流量の観測局の多くで改修が必要である。水量計測、漏水対策としての水路補修、流出土砂軽減施設設置のニーズがある。

（iii）評価

灌漑施設の流量観測が不十分で利水量が正確に把握されていない。簡易小型流速計の配備は早期支援が必要。また、水路の点検・補修、堆砂対策も必要である。

（５）水質モニタリングシステム整備

(i) 現況

水質モニタリングは観測地点が減少し、現状はチュイ流域で4半期に1回採水し、ビシユケクでのみ水質試験を実施している。JICAにより2004年～2008年にかけて中央アジア水質モニタリングに関する技術協力が実施され、研修ならびに水質モニタリング器材の供与等の支援が行われた。

(ii) 支援のニーズ

JICAにより水質モニタリング支援が実施されたが、全国を対象とした移動水質試験資機材の導入のニーズが高い。また、水質試験に必要な試薬の補給支援の必要がある。

(iii) 評価

現状でチュイ州の主要地点での水質試験は実施されており、更に他州、他流域での水質試験が行える体制を今後構築してゆくことが望まれる。

(6) 氷河・地下水観測モニタリングシステム整備

(i) 現況

- a) 氷河：現状では一部の氷河において研究目的のモニタリングが行われているのみである。氷河融解に伴う河川流量の予測精度が低下している。また国内氷河の数、面積、体積といった基本インベントリーについても旧ソ連時代のデータが使われており現状把握が必要。
- b) 雪：雪をモニタリングする観測局も減少している。特に、河川上流域（高標高）の観測局の減少が顕著となっている。このため、融雪に伴う河川流量の予測精度も低下している。
- c) 地下水：全国的に地下水の観測点が少なく、その数も年々減っている。

(ii) 支援ニーズ

- a) 氷河：流量予測の精度を向上させるため、精度の良い観測データが必要である。このため、観測点が失われた中～高標高山岳部の観測所再建ニーズがある。また、衛星等によるリモートセンシング技術を利用した氷河モニタリングの技術移転ニーズがある。
- b) 雪：流量予測の精度向上のため、中～高標高山岳部の観測所再建ならびに衛星等によるリモートセンシング技術を利用した積雪量・融雪量モニタリング支援のニーズがある。
- c) 地下水：全国的に地下水観測体制のさらなる整備に関するニーズがある。

(iii) 評価

- a) 氷河：モニタリングにリモートセンシング技術を活用することにより、現状の流量予測の精度を大幅に改善することが可能である。流出予測システム整備への支援と組み合わせで実施することが必要である。
- b) 雪：氷河のモニタリングと併せて、リモートセンシング技術を用いた積雪量・融雪量モニタリングの精度を高めることにより流量予測の精度を改善することが可能である。
- c) 地下水：チュイ川流域は最も高度な水利用が行われていることから、地下水モニタリング向上に資する機材整備の重要性は高い。

（７）通信・データベースシステム整備

（ｉ）現況

a) 観測所

定期的に観測した水文及び気象データは、無線機又は携帯電話の SMS を利用して、統合センターへ送信している。電源事情が悪く維持管理費不足により無線機の故障が多い。故障により観測出来ない観測項目もあり、同一レベルのデータ観測が成されていない。

b) 統合センター

多くの統合センターでは、観測所より収集したデータを帳票用紙に記録を行い、月報として本省のコミュニケーションセンターへ送付している。データが電子化されていない為に、観測データも十分に活かされていない。

c) コミュニケーションセンター

四台のコンピュータを利用したデータ管理装置により、統合センターより受信したデジタルデータをデータベース化している。記録用紙で収集しているデータのコンピュータ入力が滞っている。その為、全国レベルでの水文、気象管理に支障をきたしている。

（ii）支援ニーズ

a) 観測所

統合センターでのデータベース化推進のため、統合センターへの観測データ送信において、デジタル送信可能な機材の支援ニーズが高い。

b) 統合センター

流域の水資源管理向上のためには、統合センターの機能を強化することは大変重要である。現況の各観測所からのデータを取り纏める機能に加え、管轄する流域の水資源管理・運用に資するシステム導入が必要である。既存データの電子化、自動データ収集及びデータベース化、ならびにこれらを用いた流出予測や利水のモニタリング管理を行うためのハードウェアとソフトウェアの導入のニーズがある。

c) コミュニケーションセンター

全国規模での水資源管理のためのデータ管理を強化する必要がある。その為には、統合センターで管理、維持されるデータを統合して、広域情報をリアルタイムに収集し分析することが重要である。このために必要なハードウェアとソフトウェアの導入ニーズがある。

（iii）評価

a) 観測所

水文・気象モニタリングのデータベースを構築するために、データ収集の電子化が必要。

b) 統合センター

統合センターが管轄流域の水資源のデータ管理を的確に行うことが、全国的なデータ管理と運用強化の基礎となる。水管理のためのデータ処理システム（機材及びソフト）の導入で、水文・水利、気象情報のデータベース化の飛躍的な推進が期待できる。

c) コミュニケーションセンター

コミュニケーションセンターの情報システム整備により、国家の水資源管理に必要な機能を果たせる。将来、地域諸国とのデータ共有化システムを構築する上で必要不可欠な設備となる。

（８）流出予測システム整備

（i）現況

流量予測は、伝統的手法（降水量と流量の相関図利用）に基づき実施されてきた。これに加え近年流出モデルを用いた流量予測も行われるが、精度向上が課題である。

（ii）支援ニーズ

現在導入されている流出モデルの入力パラメーターは、①気温、②降雨、③流量であり、現状のままでは、流量予測の精度は不十分である。より精度の高い流量予測のためには、気象・水文観測データを反映出来るよう、流出モデルの改良を施し、流出モデルの再現性を向上する必要がある。

（iii）評価

ハイドロメットによる流量予測結果は水力発電、灌漑利用等の経済活動に影響するため、水を利用する各機関から予測精度向上に対する期待は大きく、支援の優先度は高い。

4－3－2で記述した内容を踏まえ、表 4-3-1 に支援ニーズと JICA の活動案を示す。

表 4-3-1 支援ニーズとドナー活動ならびに JICA の活動案

調査対象範囲での支援ニーズ	支援ニーズに対するドナーの主な活動状況	支援ニーズに関するJICAの活動案
水資源管理の政策・制度強化	ADB: 地域の水管理の枠組み構築(アムダリア、シルダリア) GTZ: 地域の水管理の対話と枠組み構築・支援	上流国から各国へ国別に支援を実施していく
水資源管理の組織強化	GTZ: IFASの機能強化 WB: キルギス国政府の水資源管理機関の設立支援	「水資源庁」の設立で組織面は整いつつある。これを受け、水資源管理向上に向けた下記の分野の支援を計画
流域計画策定支援・水利用の調整	WB: タラス流域の流域計画案の策定支援 GTZ: 越境河川の水管理のための組織強化、この一環としての流域管理計画策定支援	キルギス国のチュイ流域を対象とした流域計画策定準備支援を計画 ・日本の流域管理の経験の適用(河川管理、利水計画、水文・水利データ管理、インフラ計画、施設管理、環境配慮等)
水文・水と気象データ管理モニタリング	水文・水利・気象モニタリング	ドナーの取り組みはいずれも部分的支援であり、キルギス国としては再建の必要性・重要性がともに高い。JICAとしてはキルギス国全体を対象に重要地点の水文・気象・水利観測を再建し水資源管理の増進の基礎作りを支援する。機材は伝統的なものを主体に再建するが、日本の経験や技術を背景にきめ細かい支援が可能
	水質モニタリングシステム整備	重要地点の水質観測を可能にする機材(移動計測を含む)整備と試薬供与
	氷河・地下水モニタリング整備	観測点が失われた中～高位標高部の観測再建と衛星を利用したリモートセンシングと解析による積雪・融雪予測の技術支援
	通信・データベースシステム整備	キルギス国の水文・水利・気象観測局でのデジタルデータ化と伝送・データ管理への日本の先進機材とソフト技術の適用
	流出予測システム整備	正確な水文・気象資料を反映した解析ソフトの適用

4-3-3 支援枠組みの検討

4-3-2に基づき、調査団評価による優先度について以下に整理する。

(1) 支援の項目の優先度

表 4-3-2 キルギス国水資源管理能力向上のためのプロセスの優先度

記号	水資源管理能力向上のための項目	優先度
(1)	水資源管理の政策・制度強化	中
(2)	水資源管理の組織強化	高 ^{註1}
(3)	流域計画策定準備支援	高
(4)	水文・水利・気象モニタリングシステム整備	高
(5)	水質モニタリングシステム整備	中
(6)	氷河・地下水観測モニタリングシステム整備	高 ^{註2}
(7)	通信・データベースシステム整備	高
(8)	流出予測システム整備	高

註1：組織強化としての研修等による能力強化の必要性が高い

註2：特に融雪を含む氷河観測の重要性は高い

(2) 観測システムの基本計画

標準的な資機材の設置例を参考として以下に示す。

1) ハイドロポストの再建

ナリン流域の標準的な資機材としてナリン川ケクイリム地点の資機材等は表 4-3-3 に示す通りである。

表 4-3-3 標準的なハイドロポスト再建に必要な資機材と価格

機材名	仕様	数量	単価 US\$	計 (US\$)
流速計	GR-21	2	1,540	3,080
自記水位計	SUV	1	900	900
ウィンチ	LG-1M1-2	1	1,330	1,330
おもり	100Kg		800	800
おもり	50Kg		500	500
標尺		2	270	540
水深計	1.1m	1	100	100
携帯用水深ゲージ	1.0m	1	60	60
遠隔操作流量観測装置	GR-70	1	14,550	14,550
水温計		2	230	460
ストップウォッチ		1	50	50
ライフジャケット		1	110	110
測量・設計		LS	1,1370	11,370
観測用建屋兼宿舍		LS	40,910	40,910
洪水観測用ケーブル設備	川幅 150m		8,460	8,460
GR-70 の設置		LS	2,730	2,730
電力供給設備		LS	7,960	7,960
フェンス金網		LS	1,820	1,820
計				96,810

(ハイドロメットの資料による)

また、補修が必要なハイドロポストにおいてはこれらの中の該当する項目の資機材等の費用がかかる。

2) 気象観測所の再建

気象観測所の再建に必要な資機材としての典型としてナリン川ケクイリム地点の必要資機材を表 4-3-4 に示す。

表 4-3-4 標準的な気象観測所再建に必要な資機材と価格

機材名	仕様	数量	単価 US\$	計 (US\$)
雨量計	トレチャノフ式	1	555	555
メスシリンダー		2	35	70
百葉箱		1	370	370
温度計	TM1	2	110	220
温度計	TM2	2	110	220
雪標尺		3	35	105
携帯用雪尺計		1	34	34
観測所敷地整地		LS	870	870
計				2,444

(3) 通信・データベースシステム整備

通信・データベースシステムとして、「観測所の電子化」、「統合センターのシステム整備と強化」及び「コミュニケーションセンターの機能強化」が必要である。必要な機材と参考価格を以下に示す。仕様と価格は実施設計時に再度検討が必要である。

a) 統合センター

機 材 名	仕 様	数量	単価(千円)	計(千円)
サーバ	CPU:2.4GHz, メモリ:4GB, HDD:1TB 以上	1 台	1,000	1,000
HMI	CPU:2.4GHz, メモリ:4GB, HDD:1TB 以上	1 台	400	400
モニター	TFT22 インチ	1 台	150	150
プリンター	カラーレーザ、A3,A4 サイズ	1 台	300	300
無停電電源装置	1kVA, 60 分以上	1 台	300	300
GPRS ルータ	イーサネット用	1 台	200	200
ハブ等	8 ポート以上	1 式	100	100
ソフト、試運転	Windows, SCADA 他	1 式	20,000	20,000
計				22,450

b) コミュニケーションセンター

機 材 名	仕 様	数量	単価(千円)	計(千円)
データベースサーバ	CPU:2.4GHz, メモリ:4GB, HDD:1TB 以上	2 台	1,000	2,000
通信サーバ	CPU:2.4GHz, メモリ:4GB, HDD:1TB 以上	1 台	1,000	1,000
ゲートウェイ	CPU:2.4GHz, メモリ:4GB, HDD:1TB 以上	1 台	1,000	1,000
ファイアーウォール	スループット:150MBps 以上	1 台	800	800
HMI	CPU:2.4GHz, メモリ:4GB, HDD:1TB 以上	2 台	400	800
モニター	TFT22 インチ	2 台	150	300
プリンター	カラーレーザ、A3,A4 サイズ	1 台	300	300
無停電電源装置	2kVA, 60 分以上	1 台	500	500
レイヤースイッチ	レイヤー2	1 台	200	200
ハブ等	8 ポート以上	1 式	200	200

機 材 名	仕 様	数量	単価(千円)	計(千円)
ソフト、試運転	Windows, SCADA 他	1 式	60,000	60,000
計				67,100

c) 観測所

機 材 名	仕 様	数量	単価 (千円)	計(千円)
無線機	1.5-30MHz, 100W	1 台	700	700
携帯端末	SMS 機能付き	1 台	100	100
ソーラー発電装置	500W	1 台	1,000	1,000
ソフト、試運転		1 式	500	500
計				2,300

(4) パイロット流域の流域計画策定準備の取り組み計画

① パイロット流域での取り組み

パイロット流域における流域計画策定準備の具体的な作業としては、下記が想定される。

- ・ 水文・水利・気象データの収集・解析支援
- ・ 河川の利水施設、利水者、取水状況のインベントリー作成支援
- ・ 水需要の分析と将来予測支援
- ・ 水文・水利・気象関連施設の再建支援
- ・ データ管理システムの導入支援
- ・ 流域のインフラの診断とインフラ配置検討

② 対象流域

水資源庁より、キルギス国の重要流域であるチュイ流域をパイロット流域に選定したいという意向表明があった。チュイ流域は、首都ビシュケクを含む河川長 1186km、流域面積 62,500km²、12 の支川を持ち 8 つの行政区（ライオン）にまたがる河川である。

流域の人口は国土人口の半分強を占め、灌漑面積は 32 万 ha と全国の 3 分の 1 であり、農業の面でも重要流域である。幹線水路は大チュイ水路、大チュイ西水路、大チュイ南水路であり、水路長は 364km とインフラの建設も進んでいる。

一方で、オルトコイ貯水池からの放流量に対し下流で 40%もの水ロスがあり、流域の水文・水利・気象の計測やデータ管理も十分ではないため、チュイ流域をパイロットとして選定し、水資源管理の向上に結びつけたいというニーズは高い。

(5) 他ドナー活動との情報交換や連携の可能性

i) 他ドナーとの情報交換の必要性

水資源管理の分野でも、水文・気象モニタリングや、小流域を対象とした水資源管理強

化の取り組みに関連するドナーの活動はキルギス国、タジキスタン両国で認められる。

各ドナーは効率的な支援を目指し、情報の共有や連携のため、必要に応じて協力や役割分担をしている。本プロジェクトに於いてもドナーとの情報交換や協力が必要であり、支援対象国にとっても望ましい。

ii) 連携の可能性

1) GTZとの連携の可能性

JICAプロジェクトは、GTZの実施するプロジェクトとの間で、下記に示す項目で情報交換や連携の可能性がある。JICAとの情報交換や連携に関してGTZとしても積極的な意向が表明された。JICAプログラムの内容が固まった段階で情報共有を行い、方向性や役割分担に関する協議を行うことが有効である。

* Basin assessment and monitoring, basin administration

越境河川の水データモニタリングシステムとの考え方の統一性が必要

* Development of river basin management plan

パイロットプロジェクトの流域計画策定準備にあたりキルギス国としての統一性が必要

* Regional guidelines for water monitoring and data exchange

キルギス国内のモニタリング仕様検討の際、将来の地域内の仕様も考慮に入れる意味で情報共有が必要。

2) CAIAGとの情報共有と連携の可能性

CAIAGの2009年度の実施プログラムのテーマの一つは「モニタリングシステム」であり気象、水文、地震、GPSを対象としている。また、「中央アジア水プロジェクト (ZAWs)」として水文・気象データのネットワーク化に向け、中央アジア各国のハイドロメットの参画のもとに、観測データの自動伝送への取り組みや、氷河関連の観測研究、流域モデルの作成などに取り組んでいる。

①流域モデル

シルダリア、ナリン、ザラフシャンを対象に流域モデルを作成する計画があり、調査団提案のJICA支援のパイロット流域での流域計画策定準備支援と関連するので、流域モデル構築における国内の統一性などの観点から今後情報共有が望ましい。

河川流入量を支配する融雪量や氷河の観測、ならびに解析による流出予測は、キルギス国ならびにタジキスタンの水資源管理上重要な項目であり、CAIAGとの情報共有や、必要な場合は連携をしていくことが望ましい。

②氷河のモニタリングと研究

ハイドロメットによる氷河観測は、現状では中断されている。氷河モニタリング強化は河川流入量の予測という意味で水管理上重要であり、この分野で先進的に取り組んでいるCAIAGとの連携が望ましい。

3) WBとの情報交換

IWRMの増進としての流域計画の策定

a. タラス流域の流域計画案の策定支援

調査団はチュイ流域での流域計画策定に向けての準備を支援することを提案しており、タラス流域の流域計画との考え方の整合を図るために情報交換が必要である。

b. ハイドロメットの強化

WBは32のハイドロポストと31の気象観測所に対して機材供与を計画している。日本にとってWBの機材供与の経験は貴重な情報となるため、情報交換を行い支援を進めることが有効である。調査団は、水資源管理の基礎となるデータ管理により、流域計画策定に向けての準備作業を支援することを提案している。この意味で、情報共有が必要となる。

4) ADBとの情報交換

CAREC

ADBはCAREC事務局として中央アジアの運輸、水資源を含むエネルギー等の支援を実施している。JICAが今後中央アジアで水資源分野の支援を行うのであれば、CARECと連携することで我が国の支援の位置づけを普及でき有効である。

チュイ・タラスコミッションとの情報共有

ADBは越境水資源管理のためのキルギス国、カザフスタン合同事務局の財政支援やワーキンググループを支援している。JICAの支援において情報共有が必要である。

5) SDC との情報交換

SDCは2001年から統合水資源管理のプロジェクトを実施しており、キルギス国ではパイロット流域のオシュ州のアクブラ川水路、タジキスタンではホチャバキガンの水路に対して水管理に関して支援している。

ハイドロメットに対する支援はタジキスタンでハイドロポストと気象観測局の支援を実施（2009年が最終年）しており、データ処理、予測ソフトも支援している。この支援プロジェクトの結果を参照し、今後のJICAプロジェクトに生かすことが有効である。

6) UNDP との情報交換

タジキスタンとウズベキスタンとの越境河川として、ザラフシャン川を対象に水資源管理向上を支援している。

タジキスタンで、水資源の流域単位の管理に向けての政府の取り組みが活性化しており、これにUNDPが参画している。JICA支援実施にあたっては、流域計画策定準備などが関連するので、情報交換が必要である。

(6) 協力プログラムの実施部分

本調査結果より、水文・水利・気象モニタリングとデータ管理のシステム向上と水資源管理増進に向けての支援の必要性が明らかになった。支援計画にあたっては、対象国内の水資源管理上、重要な流域をパイロット流域として設定し、これに対するモニタリングとデータ管理、ならびにこれらを活用した流域計画策定の準備に対する支援を行うことを提案する。

①機材やデータ管理への支援

キルギス国水資源庁、並びにハイドロメットに対し、チュイ川流域ならびにその他の重要箇所のハイドロポストの再建、既設ハイドロポストの補修、ならびに水利観測所の再建と補修を行う。対象はハイドロポストの観測機器、観測用建屋、並びに補修資機材としての流速観測用ケーブル及び観測籠、通信設備、パソコン機器、等である。JICA 支援としては基本的には従来の伝統的な観測システムを再建し、そのうえで重要構造物では自動化を図る手法が適切であると考ええる。さらに、パイロット流域での取り組みを通じ、当該流域の流域計画策定に繋げていく取り組みが有効である。更に、通信資機材の新規導入と水資源管理に必要なデータ処理機器とソフトウェアを配備し、観測データのデータベースを活用した水資源管理の向上を目指す。

水文・気象観測において機材の精度確保のための検定設備や修理設備は、持続的管理のために必須である。水文関連の測定機器は、基本的には従来ハイドロポストで使用実績のある機器のレベルと同等のものを投入することを想定している。これまで長期間のデータを整備してきた実績があること、既往の計測機器による観測態勢が維持されていること等を考慮したものである。但し、計測データのデータベース化のためのパソコン、ソフトウェア、州のセンター局やビシュケクの基地局でのサーバーコンピュータ、データ伝送、バックアップ等の設備は新たに必要となる。更に、データ総合・解析システムの構築に必要な資機材、ソフトウェアについても計上する必要がある。

②水資源管理の能力強化

キルギス国の水資源管理に係る人材育成として必要な分野、対象職員、育成の方法、期間、我が国からのインプットとしての専門家（長期、短期）の人数、供与器材、研修の内容等を以下に示す。

なお、水資源管理向上、ならびに水文・気象、水利観測とデータ管理の研修にあたってはタジキスタンも参加する枠組みを提案する。

- a) 統合水資源管理のための実施機関の能力強化
- b) ガイドラインの策定
- c) 計測・分析のための規定・標準化の策定
- d) 観測実施計画の策定
- e) 観測システム、データ統合・解析システムの構築・運営・維持管理
- f) 水資源管理、水文・気象、水利に関する研修等の実施

なお、これらのモニタリングシステムの改善に加え、政府の意向を踏まえたパイロット

流域を設定し、この流域に対して流域計画策定に向けての基本データの整備や、流域管理の組織制度面の強化支援を行う。さらに、水資源管理技術の向上のため、能力強化（ガイドライン整備を含む）の支援を行うものである。

（ア）キルギス国側の入力

a. CP 職員の適正な配置（人数）

- i) プロジェクトマネージャー：1 名、職位：水資源長部長クラス（水資源管理）
 - ii) 実務責任者 水資源庁：1 名、職位：課長クラス（水資源管理）
 - iii) 実務責任者 ハイδροメット：2 名、職位：課長クラス（モニタリング、システム・データ管理）
 - iv) パイロットプロジェクト責任者 チュイ州水資源局：2 名、職位：局長クラス（水資源管理）、課長クラス（水資源管理）
- 計 6 名（内、フルタイムの CP は最大で水資源庁、ハイδροメット、チュイ州課長クラスの 4 名で、相手機関との協議により定めるものとする）

b. 業務に相当する CP の配置

（イ）日本側の入力

a. 長期・短期専門家

- i) 水資源管理専門家（長期専門家）： 1 名
- ii) 計測・分析の専門家（短期専門家）： 1 名
- iii) 水文・水理専門家（短期専門家）： 1 名
- iv) 観測システム（データ通信）専門家（短期専門家）： 1 名
- v) データベース、統合・解析システム専門家（短期専門家）： 1 名
- vi) 水利用専門家（短期専門家）： 1 名

b. 携行機材

- i) パソコン、周辺機器一式、ii) コンピュータソフトウェア一式

c. CP 研修

日本での統合水資源管理、水文・気象観測、データベース、統合・解析システム等に関する研修の実施。（2 回程度）

③プロジェクトの実施機関

キルギス国天然資源省水資源庁およびハイδροメットとする。

④プロジェクトの実施期間

再建・修復のハイδροポストの数が多いことから支援については概ね 2 期にわけて計 3 年程度とする。また、プロジェクト機関については概ね 3 年間とする。

参 考 資 料

表 1 第 1 次調査対象機関及び対応者一覧（ウズベキスタン）

月 日	訪問機関	面会者	役 職
1 平成21年 9月28日	JICAウズベキスタン事務所	二瓶 直樹 三島 健史 飯尾 彰敏	所員 所員 有償専門家
2 9月29日	UNDP	Mr. Ulugbek Islam	
3 9月29日	USAID	Mr. Alexander Kalashnikov	プロジェクト監理専門 家
	ADB	Mr. Plamen Bozakov Mr. Rustam Abdukayumov	事務次長 Portfolio Management
4 9月29日	在ウズベキスタン日本国 大使館	平岡 邁 外山 光弘	特命全権大使 一等書記官
5 9月29日	WB	Mr. Dilshod Khidirov	Operation Officer

表 2 第 1 次調査対象機関及び対応者一覧（キルギス国、その 1）

月 日	訪問機関	面会者	役 職
1 9月30日	JICAキルギス事務所	丸山 英朗 今井 成寿 Ms. Aidai Bayalieva	事務所長 所員 Program Officer
2 10月 1日	農業水資源省水経済局	Mr. Ravshan Kamchybekov	局長
3 10月 1日	ハイドロメット	Ms. Solovyova Tatyana Ms. Chernikova Tatyana Ms. Vandasheva Svetlana Ms. Titova Larisa	水文部門チーフ 気象部門チーフ 気象・気候部門チーフ 環境汚染部門チーフ
4 10月 1日	在キルギス日本国大使館	飯塚裕一 堀口剛輔	臨時代理大使 二等書記官
5 10月 1日	外務省	Mr. Kadyrbek Sarbaev Ms. Dinara Kemelova Samargul Borbieva	外務大臣 副局長 International Relationship Division
6 10月 2日	ハイドロメット	Ms. Solovyova Tatyana Ms. Chernikova Tatyana	水文部門チーフ 気象部門チーフ
7 10月 2日	ADB	Mr. Poltfolio Alimov Ms. Cholpon Mambetova	監理専門家 Project Implementation Officer
8 10月 2日	GTZ	Dr. Volker Frobarth Mr. Roberto Lo Cicero Vaina	Head of Program Kyrgyzstan Coordinator
9 10月 5日	外務省	Mr. Ermek S. Ibraimov Ms. Dinara Kemelova Mr. Azamat Almakunov	次官 副局長
10 10月 5日	Electric Power Plants	Mr. Saparbec Balkibekov Zyryanov Aleksei Grigoryevich	社長 技術担当エンジニア
11 10月 6日	JICAキルギス事務所	丸山 英朗 今井 成寿 Ms. Aidai Bayalieva	事務所長 所員 Program Officer
12 10月 6日	水問題および水力発電研 究所	Prof. Dyuchen M. Mamatkanov Mr. V. A. Kuzmichonov	所長 研究者
13 10月 7日	農業水資源省水経済局	Mr. Uzakbaev Chingiz Mr. Toktobaev	副局長 水利用及び水資源管理 課長

			Mr. Slimanov Akylbek	水利用及び水資源管理課 主任
14	10月 7日	ハイドロメット	Mr. Itibaev S. Zarylbek	長官
15	10月 7日	WB	Ms. Ainura Kupueva	Operations Officer
16	10月 7日	中央アジア応用地学研究 所 (CAIAG)	Dr. Bolot Moldobekov Mr. Mandychiev Aleksander Ms. Zholdubaeva Lira	所長 Chief of 2nd Division of Climate, Water and Geocology Chief of 5th Division of International Cooperation and Training
17	10月 7日	水理地質モデリング研究 所	Mr. Rafael Litvak	Head of the Laboratory
18	10月 8日	水資源庁WB水資源管理 改善プロジェクト	Mr. Alibaev Darman Alibaevitch	プロジェクトマネー ジャー
19	10月 8日	European Commission	Mr. Islan	プロジェクトマネー ジャー
20	10月 8日	エネルギー省	Mr. Marat Mamytov	Chief Specialist

表 3 現地調査実施工程（キルギス国）

月 日	調査箇所	対応者及び所属機関
1 平成21年 10月11日	ナリン川下流域（ジャララバード州トクトグル地区） ・ HP-6（チチカン川、バラチチカン） [KGS009-010] ・ HP-7（ウズンアクマムト川、ウスタサイ） [KGS011-012] ・ トクトグル統合水文気象観測所 [KGS013]	ハイドロメット本部： カラシニコヴァ課長 ハイドロメット トクトグル統合水文気象観測所： Ms. Padalkina Lidiya所長 各HP観測員 JICAキルギス： ティムール氏、アイダイ氏
2 10月12日	ナリン川下流域（ジャララバード州トクトグル地区） ・ 消失したHP（トルケント川） [KGS015] ・ HP-2（ナリン川、ウチテレク） [KGS018-019] ・ カンバラタII水力発電所（建設中） ・ HP-8（カラスウ川） [KGS023]	ハイドロメット本部： カラシニコヴァ課長 ハイドロメット トクトグル統合水文気象観測所： Ms. Padalkina Lidiya所長 各HP観測員 カンバラタII水力発電所建設関係者 JICAキルギス： ティムール氏、アイダイ氏
3 10月13日	ナリン川下流域（ジャララバード州トクトグル地区） ・ トクトグル水力発電所 [KGS024] ・ クルブサイ水力発電所 [KGS025] ・ タシュクムール水力発電所 [KGS026-027]	ハイドロメット本部： カラシニコヴァ課長 トクトグル水力発電所関係者 JICAキルギス： ティムール氏、アイダイ氏
4 10月14日	タラス川流域（タラス州） ・ 農業水資源省 キロフダム [KGS031-034] ・ HP-65（タラス川、クリュチェフカ） [KGS035] ・ 農業水資源省 大タラス水路分水ゲート [KGS036-037]	農業水資源省 水経済局 水利用及び水資源管理課： トクトバーエフ課長 タラス州水経済局次長 キロフダム所長 JICAキルギス： ティムール氏、アイダイ氏
5 10月15日	タラス川流域（タラス州） ・ 農業水資源省 ウルマラウ川分水ゲート [KGS038-039]	同 上
6 10月16日	イシククル湖周辺域（イシククル州） ・ バルクチ統合水文気象観測所 [KGS042] ・ HP-47（トルアイギル川、ギジルブラク） [KGS043]	ハイドロメット本部： カラシニコヴァ課長 ハイドロメット バルクチ統合水文気象観測所： Ms. Khavina Mariya所長

		・ HP-54 (チュイ川、コチコル) [KGS045]	各HP観測員 JICAキルギス： ティムール氏、アイダイ氏
7	10月17日	ナリン川上流域 (イシククル州) ・ 氷河調査 [KGS047-048]	ハイドロメット本部： カラシニコヴァ 課長 JICAキルギス： ティムール氏、アイダイ氏
8	10月18日	ナリン川中流域 (ナリン州) ・ 州水経済局 大ナリン水路・取水口 [KGS051] ・ 同 コナラック・調整池及び水路 [KGS053] ・ 同 コナラック・ポンプ場 [KGS054] ・ 同 コナラック・取水口 [KGS055] ・ 同 アッキア・ハイドロポスト (大ナリン 灌漑水路) [KGS058] ・ ナリン統合水文気象観測所 [KGS059] ・ HP-1 (ナリン川、ナリン市) [KGS060] ・ HP-4 (ナリン川、大ナリン) [KGS061,063] ・ HP-5 (ナリン川、小ナリン) [KGS062]	ハイドロメット本部： カラシニコヴァ 課長 ナリン州水経済局： Anarbek Sokeev局 長、Abdurasulov Erkin局次長 ハイドロメット ナリン統合水文気象 観測所： Mr. Bosteriev Zholdosh所長 各HP観測員 JICAキルギス： ティムール氏、アイダイ氏

注) HP はハイドロポスト、KGSxxx (x は数字) は図 1-5-1 内の調査位置を示す

表 4 第 1 次調査対象機関及び対応者一覧 (キルギス国、その 2)

月 日	訪問機関	面会者	役 職
1 平成21年 10月20日	ビシュケク ボードガナル (Bishkek Water and Sewage Department of Bishkek City Administration)	Mr. Ignatenko Vladimir Gennadyevich	Chief Engineer
2 10月20日	在キルギス・ドイツ大使館	Mr. Peter Neven Marion Edel	公使 一等書記官
3 10月20日	農業水資源省水経済局	Mr. Uzakbaev Chingiz Mr. Slimanov Akylbek	副局長 水利用及び水資源管理 課 主任
4 10月21日	ハイドロメット	Mr. Itibaev S. Zarylbek	長官
5 10月21日	ハイドロメット機材修理 センター	Mr. Cheban Dmitrii	測定機器検査および通 信機器修理課 課長
6 10月21日	CAIAG	Dr. Bolot Moldobekov Mr. Mandychev Aleksander Ms. Zholdubaeva Lira	所長 Chief of 2nd Division of Climate, Water and Geoecology Chief of 5th Division of International Cooperation and Training
7 10月22日	UNDP	Zharas Takenov	Programme specialist
8 10月22日	USAID	Mr. Almaz Asipjanov Ms. Olga Terentera Ms. Joelly Murphy	Project Management Officer Chief of Party Chief of Party
9 10月23日	JICAキルギス事務所	丸山 英朗 今井 成寿 Ms. Aidai Bayalieva	事務所長 所員 Program Officer
10 10月23日	EC-IFAS	Manasbec O. Omrov	キルギス国議長

表 5 第 1 次調査対象機関及び対応者一覧（タジキスタン）

月 日	訪問機関	面会者	役 職
1 平成21年 10月26日	JICAタジキスタン支所	海保 誠治 中村 正士	支所長 企画調査員
2 10月26日	在タジキスタン日本国大 使館	中山 喜弘	臨時代理大使
3 10月26日	ADBタジキスタン事務所	尾城 真理 Mr. Tyutaro Takaku (Manila)	事務所長 Water Resources Engineer
4 10月27日	非常事態民間防衛委員会	Abdurasulov Nemat Shomakhmadov Alisho Abdulloev Obidjon Latipov Sukhrob Nazirmatov Jahongir	国際協力局 局長 情報分析センター所長 サレズ湖問題対策局 研 究員 モニタリング課 課長 国際協力局職員
5 10月27日	タジキスタンハイドロメ ット	Davlyatov Firuz Baidullaeva Jamila Samirev Sangimurod	国際課 課長 水文気象センター所長 水質検査室 室長
6 10月27日	土地改良水資源省	Zamirov Anvar Latipov Rustam Gafarov Bakhrom	副大臣 水資源・科学・技術局長 ICWCタジキスタン支部 副支部長
7 10月28日	外務省	Radzhabov Makhmadali Dzhuraev Mukhiddin Khodzhiyev Manuchehr	分析戦略研究局 局長 分析戦略研究局 専門官 アジア・アフリカ局 三 等書記官
8 10月28日	タジキスタンハイドロメ ット	Baidullaeva Jamila	水文気象センター所長
9 10月28日	Swiss Corporation（タジク ハイドロメット内）「アラ ル海流域の各国ハイドロ メットに対するスイスの サポート」プロジェクト	Zakharova	サポートグループ・マネ ージャー
10 10月29日	タジキスタン水利技術土 地改良研究所	Dr. Pulatov Yarash	所長
11 11月 1日	ソグド州水経済局	Sharipov Zariv Khodzhiyev Khalim Ikromov Saidkasim Sultanov Abdulatip Shomirsaidov Abdusamad	局長 第一副局長 副局長 副局長 イスファラ地区水経済 局 局長 Tuichiev Raftorion（アシ ュト第2地区水経済局 局長）
12 11月 2日	ソグド州ハイドロメット	Khomidov Abduvali Vostrikova Vera	州水文気象観測所 所長 水文専門官

表 6 現地調査実施工程(タジキスタン)

月 日	訪問機関	面会者
1 平成21年 10月30日	アムダリア川流域 ・スレック水力発電所 [TJS001]	発電所主任技師
2 11月 2日	シルダリア川流域 ・ハイドロメット ソグド州水文気象センター ・カイラクム気象観測所 ・カイラクム貯水池水文観測所 ・HP-2 (シルダリア川、キジルキシュラク) ・水資源省 マッチャ取水ゲート	気象センター所長 ホストリコバ氏 (水利技師)、観測所 所員
3 11月 3日	シルダリア川流域 ・ハイドロメット グリシヤン気象観測所 ・水資源省 北フェルガナ運河 ・アシュト第2地区ポンプ場 ・HP-1 (シルダリア川-アクジャール) ・イスファラ水資源省 (水経済局) ・イスファラゲート [TJS002] ・ボルチ地区 (飛び地) のハイドロポスト [TJS003] ・ボルチ地区の灌漑水路 [TJS004] ・イスファラ気象観測所跡 [TJS005] ・ラポート堰 (タジキスタンとウズベキスタ ンへの水配分の現場) [TJS006]	ソグド州水資源局第一次長 観測所所員 Mr. Shohmisaidov Absusamad, Chief of Isfara Water Economy Management

表 7 第 2 次調査対象機関及び対応者一覧 (キルギス国)

月 日	訪問機関	面会者	役 職
1 平成 22 年 2 月 3 日	JICA キルギス事務所	丸山 英朗 今井 成寿 Ms. Aidai Bayalieva	事務所長 所員 Program Officer
2 2 月 3 日	在キルギス日本国大使館	飯塚 裕一 堀口 剛輔	臨時代理大使 二等書記官
3 2 月 4 日	天然資源省水資源庁	Mr. Uzakbav Chingiz Ms. Ekaterina Pavlovna Sahvaeva Ms. Neronova Taisiya	水資源庁長官 モニタリング・経済調 整・水利課長 水資源総合的利用・保護 課長
4 2 月 4 日	UNDP	Dr. Zharas Takenov Mr. Mateev Ulazbek	プログラムスペシャリス ト
5 2 月 4 日	外務省	Ms. Dinara Kemlova Mr. Azmat Almakunov	国際協力局長
6 2 月 4 日	UNDP	Ms. Natalia Alexeeva	中央アジア水プログラム コーディネーター
7 2 月 5 日	在キルギス・ドイツ大使 館	Mr. Peter Neven	公使
8 2 月 5 日	ハイドロメット	Mr. Itibaev S. Zarylbek	長官
9 2 月 5 日	GTZ	Mr. Roberto Lo Cicer Vaina	Kyrgyzstan Coordinator
10 2 月 5 日	CAIAG	Dr. Bolot Moldobekov	所長
11 2 月 8 日	ナリン州水経済局	Mr. Abdurasulov Erkin	州水経済局次長

12	2月8日	ハイドロメット	Ms. Svetlana Vandasheva Ms. Gulnara Zhunushova Ms. Urmat Mamytov Mr. Kuban Orozov Ms. Tatyana Kozhevnikova	気象・気候課長 水文課長 国家観測システム課長 国際課主任専門官 通信情報局長
13	2月8日	天然資源省水資源庁	Ms. Ekaterina Pavlovna Sahvaeva Ms. Neronova Taisiya	モニタリング・経済調整・水利課長 水資源総合の利用・保護課長
14	2月8日	エネルギー省	Mr. Akylbek Mr. Stamaliev	開発展望イノベーション局長 チーフスペシャリスト
15	2月9日	JICA キルギス事務所	神谷 克彦 古本 一司 丸山 英朗 今井 成樹 Ms. Aidai Bayalieva	東・中央アジア部次長 地球環境部調査役 事務所長 所員 Program Officer
16	2月9日	ハイドロメット	Ms. Solovyova Tatyana Ms. Oliga Kalashnikova Ms. Svetlana Vandasheva Ms. Gulnara Zhunushova Ms. Urmat Mamytov Mr. Kuban Orozov Ms. Tatyana Kozhevnikova	水文部門主任専門官 気象・水文予測課長 気象・気候課長 水文課長 国家観測システム課長 国際課主任専門官 通信情報局長
17	2月9日	JICA キルギス事務所	今井 成寿 Ms. Aidai Bayalieva	所員 Program Officer
18	2月9日	天然資源省水資源庁	Mr. Nurgazy Mamataliev	
19	2月10日	天然資源省水資源庁（説明会）	Mr. Uzakbaev Chingiz Mr. Evgenii Pak Ms. Ekaterina Pavlovna Sahvaeva Ms. Neronova Taisiya Mr. Slimanov Akylbek Kojoev Erkin Mr. Alibaev Darman Alibaevitch Ms. Solovyova Tatyana Ms. Svetlana Vandasheva Ms. Gulnara Zhunushova Mr. Torobekov Ulan Ms. Chernikova Tatyana Kurunbaev Aziz	水資源庁長官 水資源庁副長官 水資源庁モニタリング・経済調整・水利課長 水資源庁水資源総合の利用・保護課長 水資源庁課長 水資源庁コーディネーター 水資源庁 WB 水資源管理改善プロジェクト副代表 ハイドロメット水文部門主任専門官 ハイドロメット気象・気候課長 ハイドロメット水文課長 ハイドロメット国際課長 ハイドロメット気象部門課長 外務省アドバイザー
			Jusumatov Esen Atakanov Amanjol Shablovskii Vitalii Litvak Rafael Zyryanov Aleksei	国营灌漑公社第一副長官 国营灌漑公社部長代理 国营灌漑公社研究室長 国营灌漑公社研究室長 Electric Power Plants 副

			Lee A. A. Akbaraliev Z. A. Badygov A. N. Djakypov Kylycbek Bajanova Larisa Valentini Kirill 堀口剛輔	社長 開発投資イノベーション 庁経済課長 開発投資イノベーション 庁課長 開発展開イノベーション 庁プロジェクト課長 開発投資イノベーション 庁専門家 水問題研究所シニア専門 家 WB プロジェクト次長 在キルギス日本大使館二 等書記官
20	2月11日	天然資源省水資源庁	Mr. Slimanov Akylbek	水資源庁課長
21	2月11日	SDC	Mr. Hanspeter Maag Mr. Bakyt Makhmtov	Country Director National Program Officer
22	2月11日	WB	Ms. Dinara Djoldosheva Ms. Anna Cestari	Senior Country Officer Water Resources Specialist
23	2月12日	チュイ州水経済局	Mr. Boldov Mr. Slimanov Akylbek	州水経済局長 水資源庁課長
24	2月12日	CAIAG	Mr. Alexander V. Zubovich Mr. Mandychiev Aleksander Mr. Anton Ms. Zholdubaeva Lira	担当所長 担当部長 研究員 研修担当課長
25	2月19日	ハイドロメット	Ms. Solovyova Tatyana Ms. Gulnara Zhunushova Ms. Titova Larisa	水文部門主任研究員 水文課長 環境汚染部門チーフ

表 8 第 2 次調査対象機関及び対応者一覧（タジキスタン）

月 日	訪問機関	面会者	役 職
1 平成 22 年 2 月 15 日	在タジキスタン日本国大 使館	中山 喜弘	臨時代理大使
2 2 月 15 日	JICA タジキスタン支所	海保 誠治 村上 雅代 Ms. Nazokat	支所長 企画調査員 アシスタント
3 2 月 15 日	非常事態民間防衛委員会	Mr. Kamolov Jamshed	Head of Department for Defense of civil and territory
4 2 月 15 日	SDC	Mr. Rudolf Schoch Mr. Ruslan Sadykov	Country Director National Program Officer
5 2 月 15 日	在タジキスタンドイツ大 使館	Ms. Doris Hertrampf Mr. Marian Szymanowicz	在タジキスタンドイツ大 使 GTZ 中央アジア越境水 管理プロジェクトリーダ ー
6 2 月 16 日	タジキスタンハイドロメ ット	Mr. Safarov Mahmad	長官
7 2 月 16 日	土地改良水資源省	Mr. Zoirov Anvar Mr. Pulatov Yarash	副大臣 研究所 所長
8 2 月 16 日	UNDP	Mr. Anatoly Kholmatov	National Coordinator

			Ms. Madina Rauhatova	管理アシスタント
9	2月16日	エネルギー省	Mr. Tyumenbaev Akylbek Mr. Stamaliev Almaz	長期開発計画局 局長 長期開発計画局 主任専門官
10	2月16日	ADB	尾城 真理	事務所長
11	2月17日	水資源省（説明会）	Mr. Pulatov Yarash Mr. Isynozayev Mr. Korokovtzade Mr. Khamidov Mr. Gadoev	水資源省研究所長 水資源省水利組合支援課長 エネルギー省専門家 ハイドロメット専門家 タジキスタン ICWC 支所長