

6.3	組織・制度管理 .....	53
6.4	水配分・水輸送管理 .....	53
6.5	水資源管理計画の問題と課題 .....	71
7	水資源管理マスタープラン .....	73
7.1	計画の骨子 .....	73
7.2	計画の構成プロジェクトと実施工程 .....	82
8	水資源管理マスタープランの評価 .....	88
8.1	計画評価 .....	88
8.2	環境評価 .....	90
8.3	経済・財務評価 .....	92
8.4	総合評価 .....	95
9	提言 .....	96
9.1	水資源の統一的・総合的かつ持続的な管理 .....	96
9.2	残された水資源の戦略的開発 .....	99
9.3	水資源管理におけるリスクマネジメント .....	100
10	プレ・フィージビリティ調査のための優先プロジェクトの選定 .....	102
<b>III</b>	<b>第二部 プレ・フィージビリティ・スタディ .....</b>	<b>105</b>
1.	既設下水処理場処理水再利用 .....	105
1.1	事業の目的 .....	105
1.2	事業の概要 .....	105
1.3	プロジェクト評価 .....	107
1.4	実施計画 .....	110
1.5	問題と課題 .....	110
1.6	結論 .....	111
2.	ワジ・ザルカ下水処理施設 .....	112
2.1	事業の目的 .....	112
2.2	事業の概要 .....	112
2.3	プロジェクト評価 .....	114
2.4	実施計画 .....	115
2.5	問題と課題 .....	115
2.6	結論 .....	115

全国レベルで需要と供給のバランスが取れた後、次のステップとして、行政区毎の目標年次における水需要を満たすように、第3章で述べた基本条件に基づき、行政区間の最適な水輸送計画を検討した。

#### 6.4.1 水配分計画

##### (1) 水需給のバランスとシナリオの選定

表流水、地下水、和平条約水の持続的開発の可能な水資源量については、第5章で述べたように、既存データを見直し、全体的に再評価を行った。都市用水の増加による下水処理水の増加についても予測を行った。汽水・海水の淡水化利用については、汽水の賦存量は大きい、処理コストが依然として高いことから、補助的な利用に止めている。これら水資源開発量としてとりまとめたものが表6.4-1である。

表 6.4-1 水資源開発量

(単位：MCM/年)

水資源	2005	2010	2015	2020
表流水	424	431	440	446
和平条約水	60	90	90	90
循環性地下水	368	337	307	275
化石淡水地下水*	65	92	104	130
地下汽水淡水化水	43	53	72	85
海水淡水化水	5	5	17	17
小計	942	1,008	1,036	1,043
下水処理水(シナリオ-1)	112	177	220	246
下水処理水(シナリオ-2)	108	177	232	285
下水処理水(シナリオ-3)	103	162	209	246
シナリオ-1 合計	1,054	1,185	1,256	1,289
シナリオ-2 合計	1,050	1,185	1,268	1,328
シナリオ-3 合計	1,045	1,170	1,243	1,289

\* ディシ-ムダワラ地域での開発、開発期間は50年間を想定。

次に、第4章で検討した水需要シナリオに基づき、各目標年次における水需要量を表6.4-2に示す。

シナリオ-2は、水需要として、水灌漑省の最終の供給目標とする生活用水単位給水量(150l/c/d)及び全農業開発計画を満たす灌漑用水供給を想定する目標需要モデルであるが、2020年では水需要量が可能水供給量を422MCM/年程度上回る大きな供給不足が生じる結果となっており、実現が困難なシナリオであると判断される。

シナリオ-1とシナリオ-3の場合、各目標年次における水需要量は可能水供給量以下にとどまるものと予測され、実現可能なシナリオであると判断される。

表 6.4-2 シナリオ別水需要量

(単位：MCM/年)

水利用	シナリオ	2005	2010	2015	2020
生活用水	シナリオ - 1	273	368	445	501
	シナリオ - 2	273	368	493	587
	シナリオ - 3	260	341	443	510
工業用水	シナリオ - 1	76	94	114	130
	シナリオ - 2	80	102	134	169
	シナリオ - 3	72	89	110	132
観光用水	シナリオ - 1	7	11	16	16
	シナリオ - 2	11	17	19	21
	シナリオ - 3	10	16	17	17
小計	シナリオ - 1	356	473	575	647
	シナリオ - 2	364	487	646	777
	シナリオ - 3	342	446	570	659
農業用水	シナリオ - 1	694	703	670	630
	シナリオ - 2	981	1,002	992	963
	シナリオ - 3	694	703	670	630
シナリオ - 1 合計		1,050	1,176	1,245	1,277
シナリオ - 2 合計		1,345	1,489	1,638	1,740
シナリオ - 3 合計		1,036	1,149	1,240	1,289

表 6.4-3 に都市用水需要に農業用水需要を加えた総需要をシナリオ毎に示す。また、図 6.4-1 に将来の全国レベルの水資源開発量とシナリオ毎の水需要量の関係を示す。

表 6.4-3 シナリオ別水需要予測集計 (2020 年)

(単位：MCM/年)

	都市用水	農業用水	合計	判定
シナリオ - 1 (基本シナリオ)	647	630	1,277	：水需要量は可能供給水量内ではあり、高い人口増加率、低い水需要を設定していることから、すべてのケースに対応可能である。
	人口 9,180 千人			
シナリオ - 2 (目標需要シナリオ)	777	963	1,740	×：水需要量が可能供給水量を大幅に上回るため、実現が困難である。
	人口 9,180 千人			
シナリオ - 3	659	630	1,289	：水需要量は可能供給水量とほぼ同じではあるが、人口増加率を低めに設定しているため、実現できないケースも生じる。
	人口 7,990 千人			

シナリオ - 1 とシナリオ - 3 の水需要曲線は、図 6.4-1 に示すようにほとんど同一であるが、両者の主な違いは、表 4.1-1 に示したように、シナリオ - 1 では将来の人口増加をより多く、給水源単位をより少なく想定したのに対し、シナリオ - 3 では将来の人口増加をより少なく、給水源単位をより多く想定したことにある。従って、水資源管理マスタープラン策定にあたっては、供給側の水資源開発の遅れ等が生じる可能性を考慮し、MWI が事業計画策定に使用している高い人口増加率と低く抑えた水需要をもとに需給関係を予測したシナリオ - 1 を基本シナリオとする。

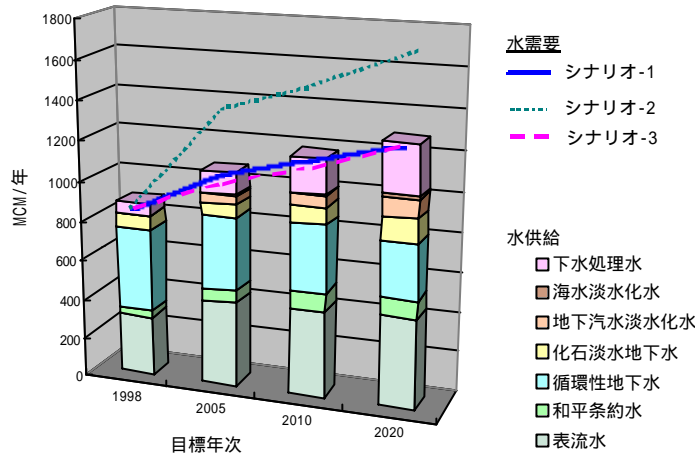


図 6.4-1 全国レベルの計画水需給バランス

## (2) 行政区への水配分

表 6.4-1 に示した水資源利用可能量を全国 12 の行政区の水資源量として細分化するとともに、前節で選定された基本シナリオに基づき、GTZ のモジュールを用いて、計画目標年次（2005 年、2010 年、2015 年、2020 年）における各行政区の水需要を算定した。

次のステップとして、第 3 章で述べた水資源管理マスタープラン策定の基本方針に基づき、行政区間の水輸送を行うことにより、各行政区の水資源量と水需要の均衡を図った。

これらは、渇水年や水源開発の遅延等を考慮しない配分であるが、政治的な状況変化による和平条約水供給の不安定化や気候変動などにより、水資源量が計画量を下回る事態が想定される。このような緊急時の対応策として、循環性地下水の揚水量の増大や、化石淡水地下水（ラジューン地区）の新規開発を主とする緊急水配分案を別途策定した。

### 1) 行政区間の水配分

現況の都市用水の行政区間の送水は、イルビット行政区からバルカ行政区へのキングアブドラ運河を中心とする送水と、バルカ行政区からアンマン行政区へのジョルダン渓谷からの高揚程送水が主なものであり、その他の行政区間の水輸送は小規模な送水管路程度しか進んでいない。しかし、計画年次が進むにつれ、首都圏の需要が増大し、首都圏内の水資源ではまかなえないことは明白であり、この問題を解決するために、送水幹線による行政区間の水配分が必要不可欠となる。図 6.4-2 は行政区毎の目標年次における水資源量と水需要量、図 6.4-3 は行政区間の水需給ギャップを埋めるための水配分計画を示したものである。

図 6.4-3 に示される様に、2005 年には死海沿岸部（ザラマイン）での汽水淡水化事業が完成し、ジョルダン渓谷からアンマン首都圏への高揚程ポンプシステムによる送水及びワハダダム建設に伴うイルビット行政区及び北部地区への送水が必要となる。2010 年には、ディシ化石淡水地下水のアンマン首都圏への送水が開始される。また、2020 年には南部の複数の行政区で都市用水が不足することから、ディシの化石淡水地下水を配分する必要も生じる。

### 2) 行政区内の水源別利用

図 6.4-4 に行政区の目標年次における水利用計画、図 6.4-5 に行政区の水配分計画を示した。また、巻末資料の 8 頁に 2020 年における各行政区の水配分計画を示す。

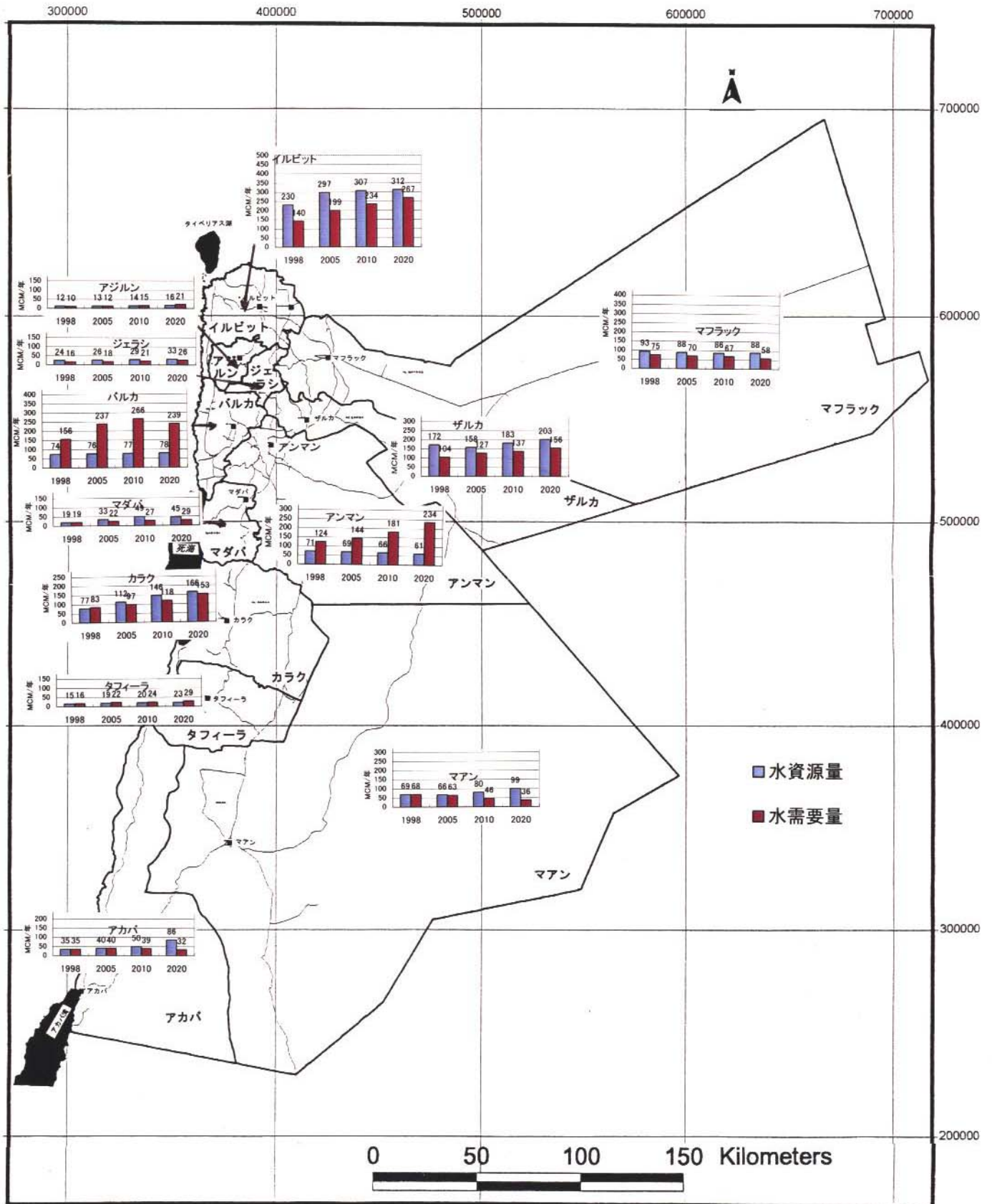
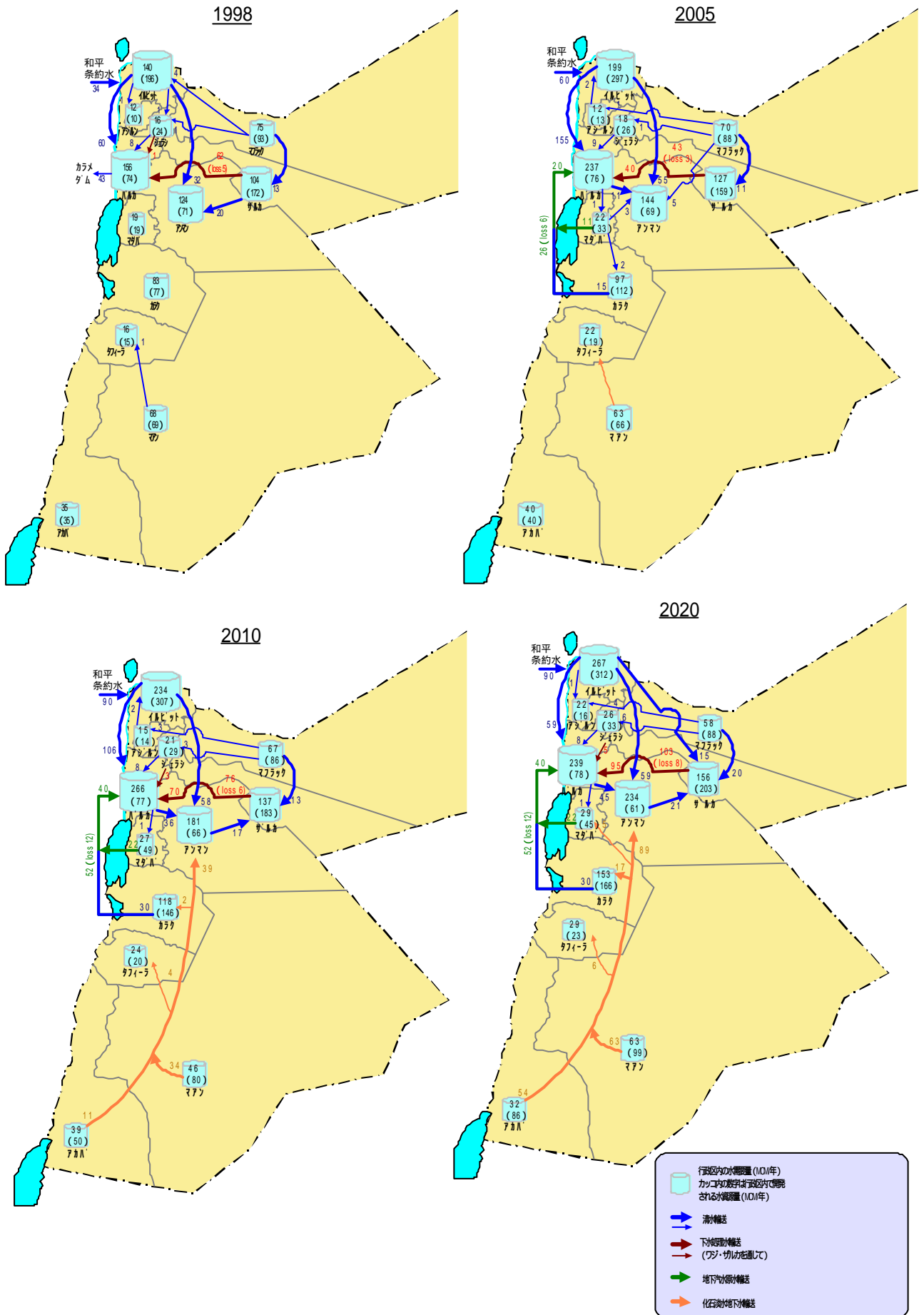


図 6.4-2 行政区毎の目標年次における水資源量と水需要量

ジョルダン国水資源管理計画調査  
ファイナル・レポート/和文要約



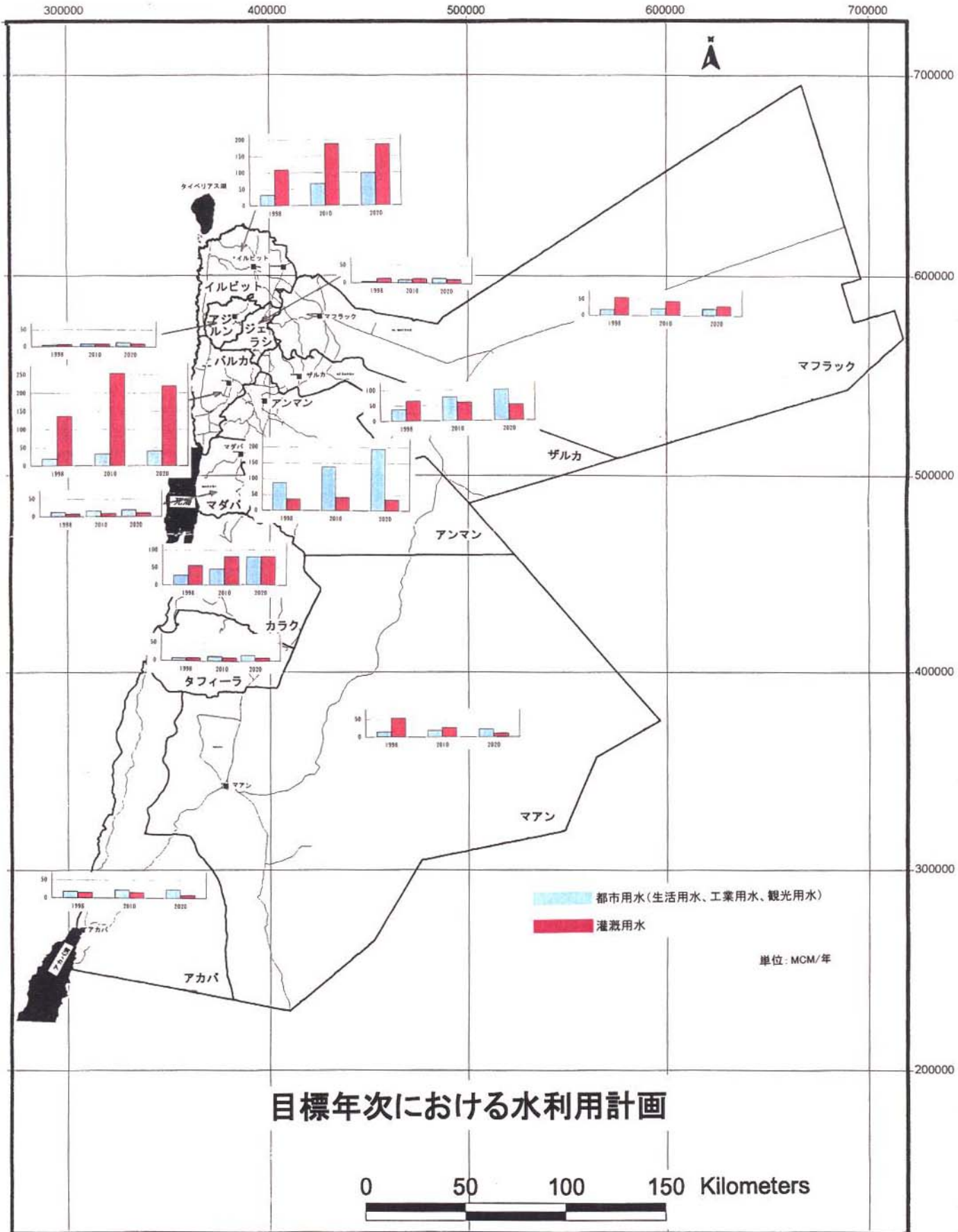


図 6.4-4 目標年次における水利用計画

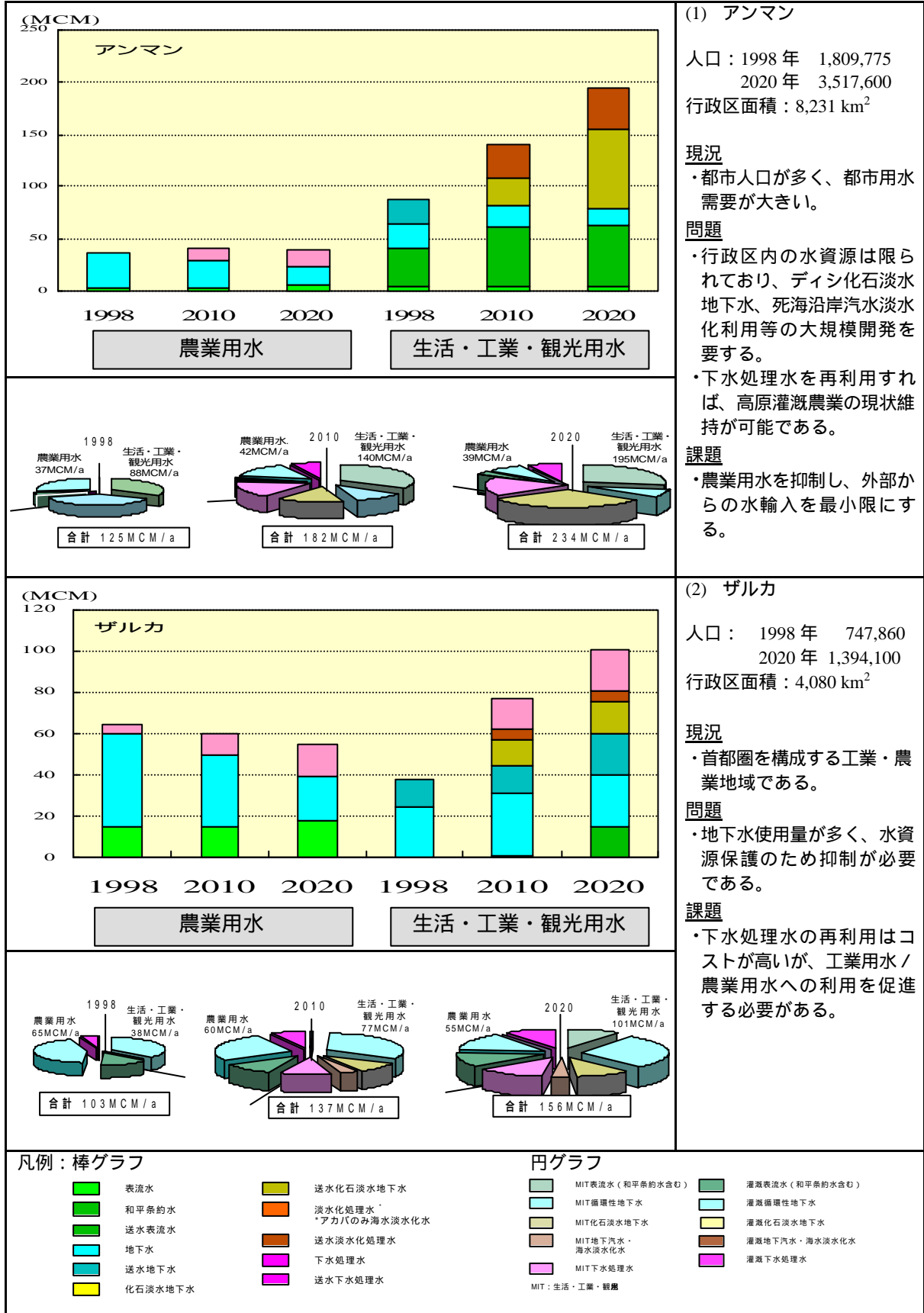


図 6.4-5(1/6) 行政区毎の将来の水配分計画 (アンマン、ザルカ)



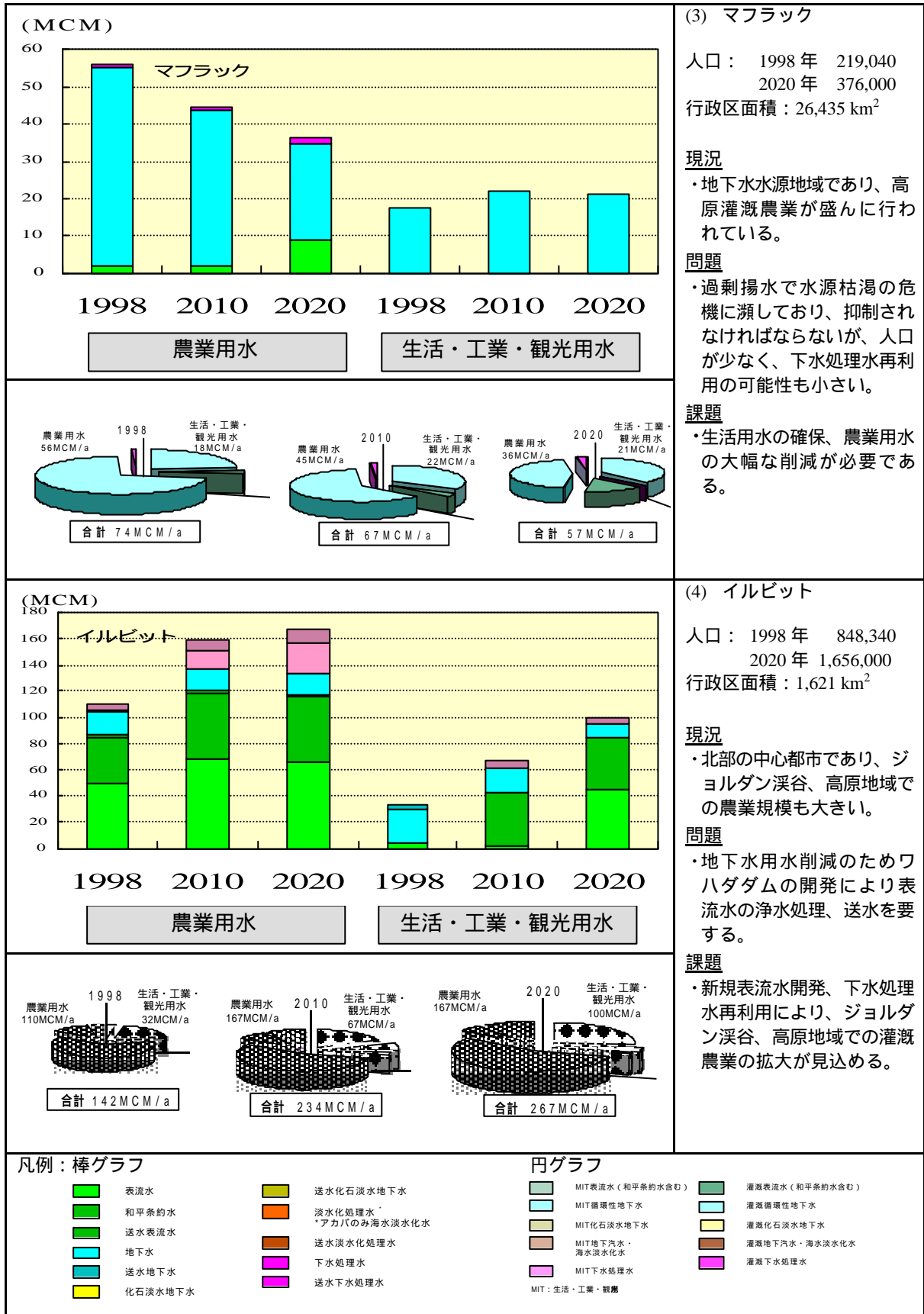


図 6.4-5(2/6) 行政区毎の将来の水配分計画（マフラック、イルピット）

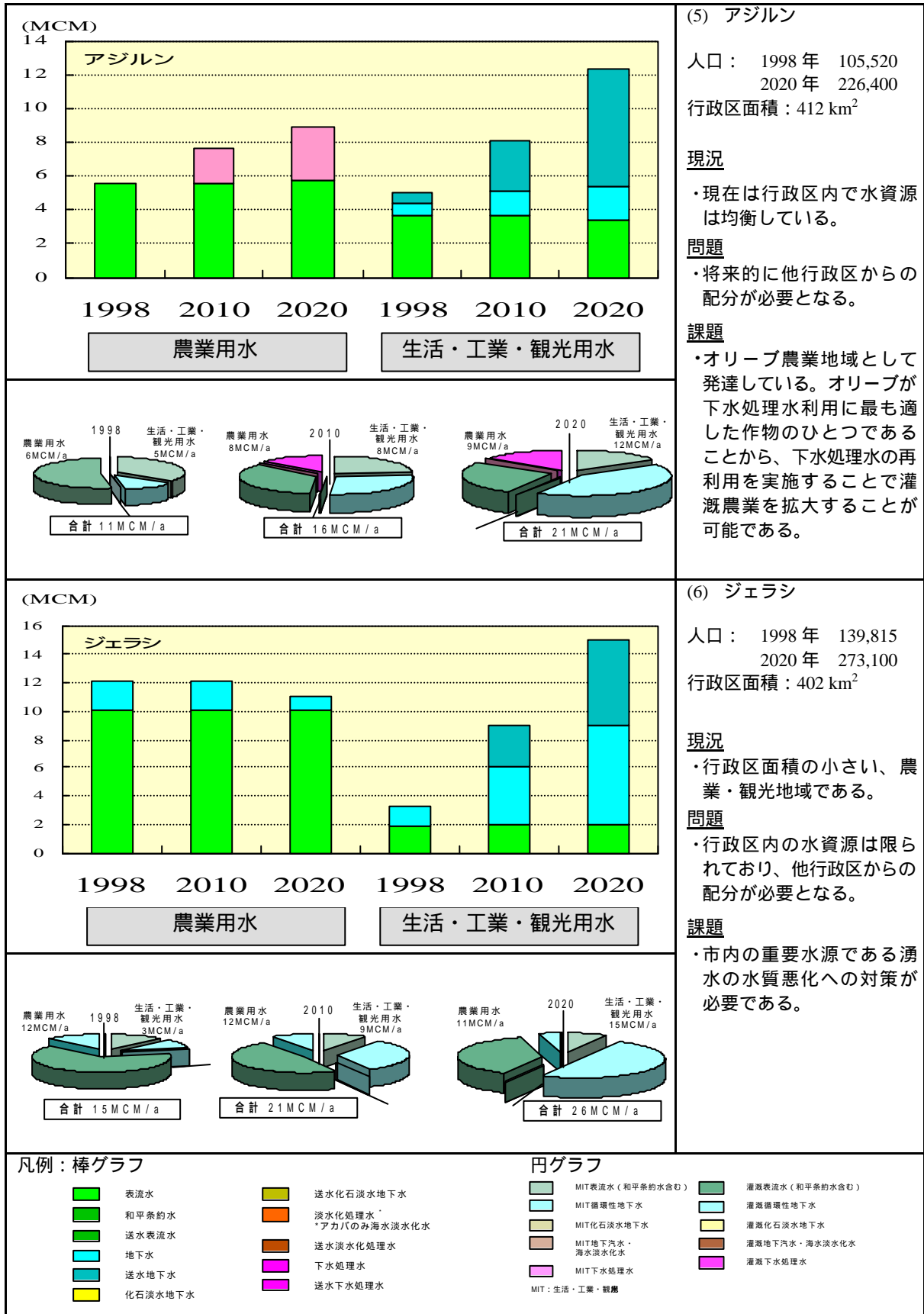


図 6.4-5(3/6) 行政区毎の将来の水配分計画（アジルン、ジェラシ）

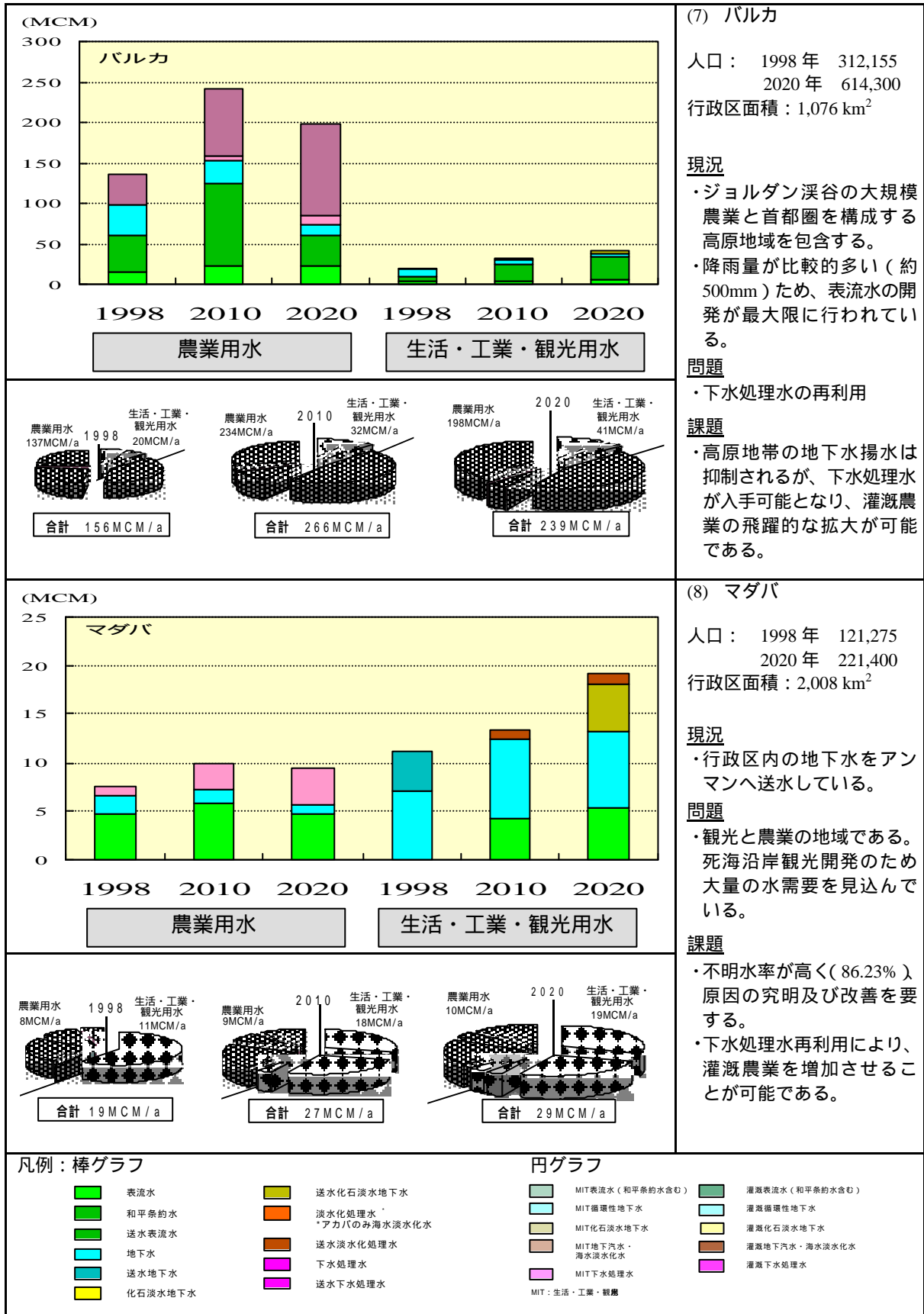


図 6.4-5(4/6) 行政区毎の将来の水配分計画(パルカ、マダバ)

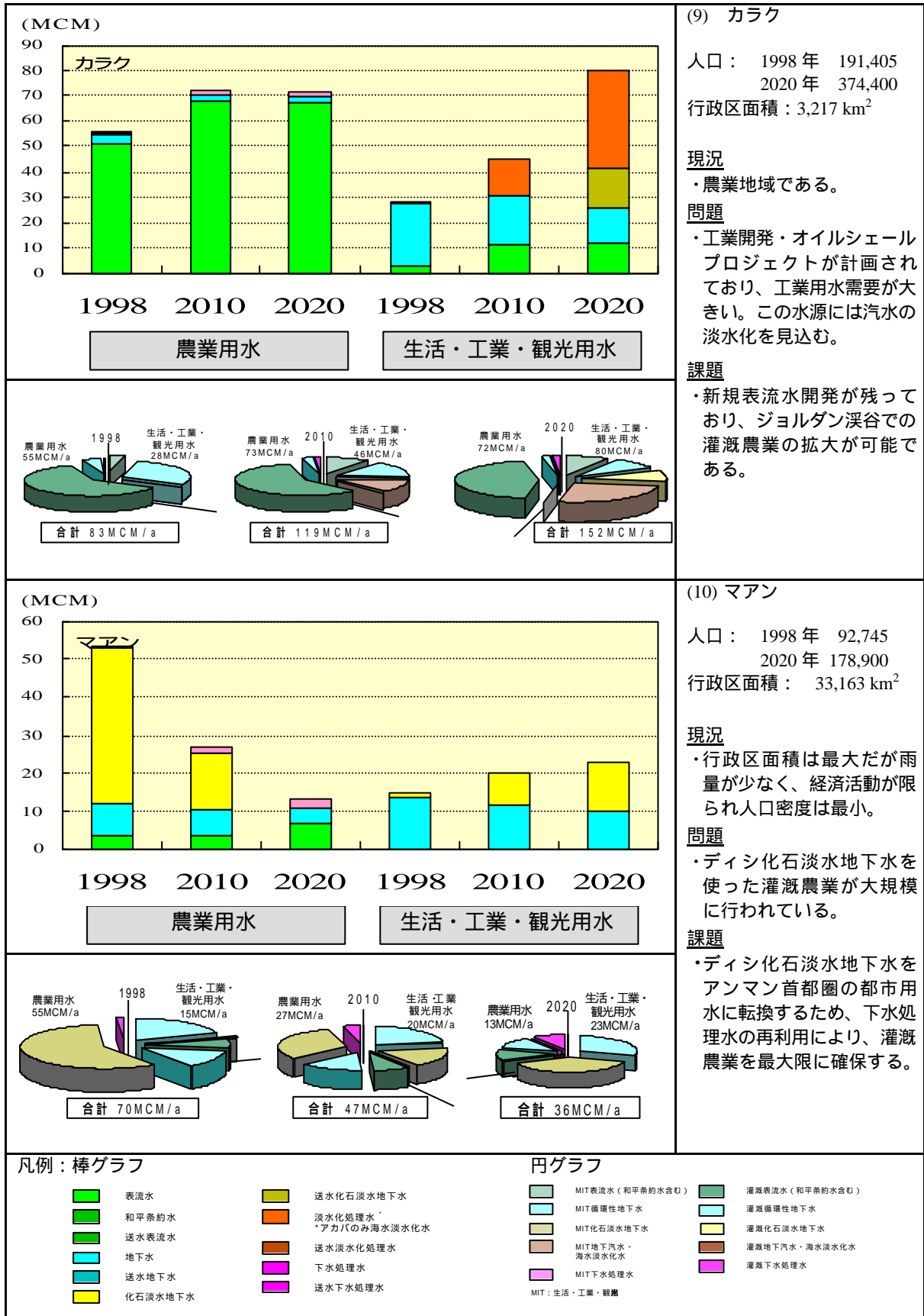


図 6.4-5(5/6) 行政区毎の将来の水配分計画（カラク、マアン）

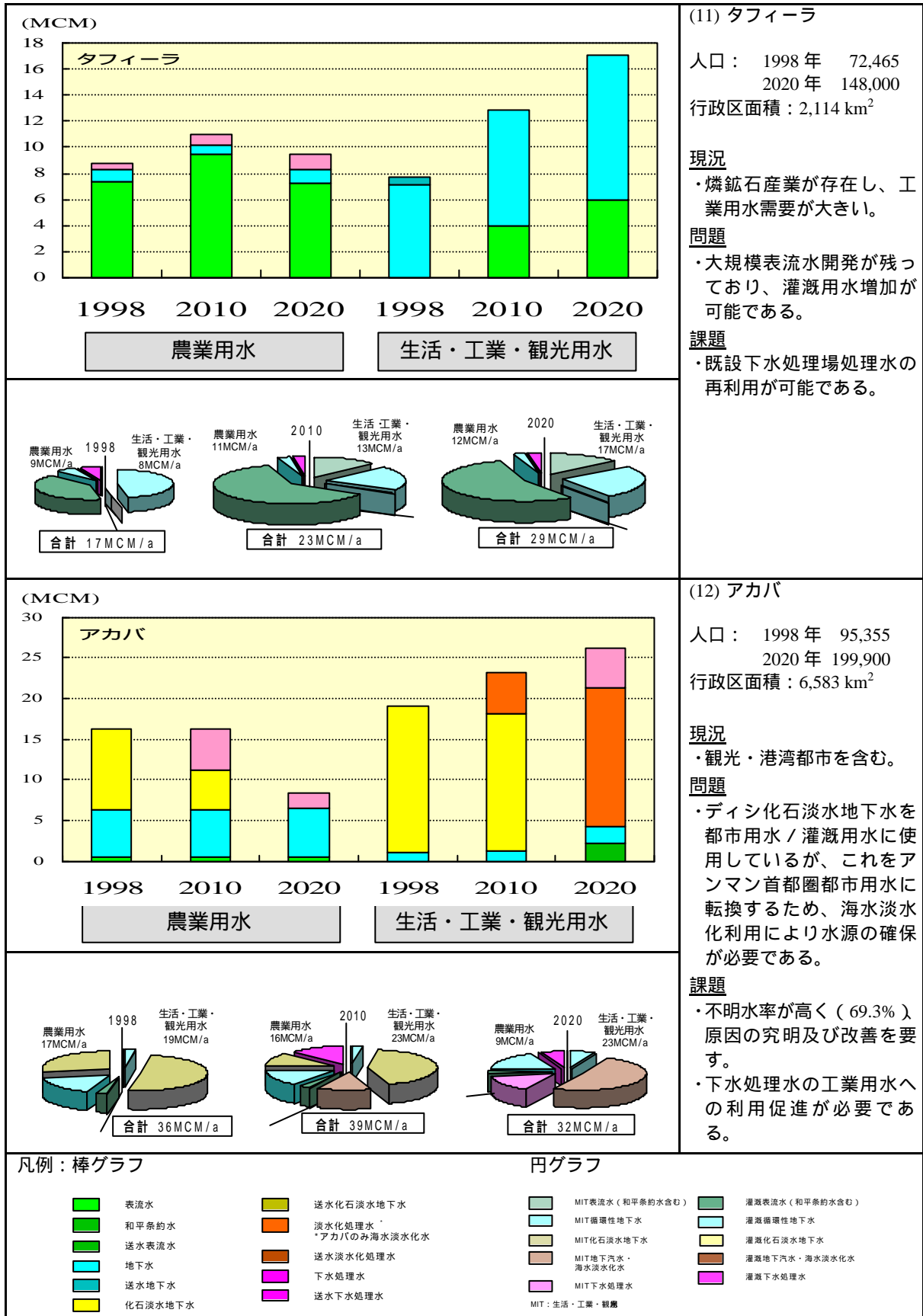


図 6.4-5(6/6) 行政区毎の将来の水配分計画(タフィーラ、アカバ)

(3) 渇水年の対応

本水資源管理計画のマスタープランでは、平水年における水資源量を基本とした計画を策定しているが、実際の運用上では、利用可能水資源量が少なくなる渇水年にあたることも予測される。事実、水分解析の結果によると、この数年は渇水期と分類されており、長期平均値よりかなり少ない水資源量となっている。また、水資源量に短期的な影響を与える要素は渇水期以外にも水資源開発計画実施時期の遅れ、和平条約水の変更等があり、これらへの対応が必要となる。

本水資源管理計画では、都市圏の緊急水源として化石淡水地下水のラジューン水源（永続的可能開発量 11.0MCM/年）を提案している。

また、それ以上の水資源不足が生じた場合の検討として、発生年は予測が不可能であるため、本管理計画では近い将来の 2005 年に大規模な渇水（表流水が 25%減）が生じた場合を想定し、具体的な水配分計画において取りうる需要管理の対応策を検討した。

表 6.4.4 に渇水期の水資源開発量を示した。渇水期の水資源開発量については、表流水が 25%減となることで 12.6MCM/年減、生活用水減に伴う下水発生量は 11.2MCM/年減となる。ただし、地下水揚水削減計画を 1 年先延ばしにすることで 10.0MCM/年の増加が期待できる。

表 6.4.4 渇水年における水資源開発（2005 年を渇水年とした場合）

（単位：MCM/年）

	変化率	渇水期水量	平水期水量	差分
表流水	75%	450.2	337.7	-112.6
循環性地下水揚水削減計画実施	1 年遅延	369.9	379.9	10.0
ラジューン予備化石淡水地下水の開発		0.0	11.0	11.0
ディシ化石淡水地下水開発変更なし		61.9	61.9	0.0
下水処理水（生活用水量に応じ減）	90%	112.3	101.1	-11.2
和平条約水変更なし	100%	60.0	60.0	0.0
汽水淡水化変更なし	100%	44.0	44.0	0.0
海水淡水化変更なし	100%	5.0	5.0	0.0
合計		1,103.2	1,000.5	-102.8

上記の水資源量の開発状況に応じた水配分を実施した結果、全国レベルで必要となる需要管理は表 6.4.5 及び図 6.4.6 のとおりである。都市用水では、アカバ以外の生活用水を 10%削減することで 26.1MCM/年の減少となる。灌漑用水については表流水を 15%削減する必要があり、下水処理水量の減少分を合わせると 67.8MCM/年の減少となる。これらの需要抑制の実施方法としては緊急・強制的な給水制限しかないが、達成できれば供給量内で均衡させることが可能である。

なお、本渇水時水資源管理検討案での 12 行政区における水配分計画の詳細は主報告書を参照いただきたい。

表 6.4-5 渇水年における需要管理（2005 年を渇水年とした場合）

（単位：MCM/年）

	変化率	渇水期水量	平水期水量	差分
都市用水合計		272.7	246.5	-26.1
アカバ以外は生活用水を給水量減量	90%	261.3	235.2	-26.1
アカバは海水淡水化のため減量なし	100%	11.4	11.4	0.0
工業用水	100%	76.1	76.1	0.0
観光用水	100%	6.9	6.9	0.0
灌漑用水合計	91%	717.3	649.5	-67.8
表流水による灌漑用水減量	85%	391.1	333.9	-57.3
地下水による灌漑用水変更なし	100%	189.1	189.1	0.0
ディシ化石水による灌漑用水変更なし	100%	44.0	44.0	0.0
下水処理水再利用	89%	93.1	82.6	-10.6
合計		1,073.0	979.0	-94.0

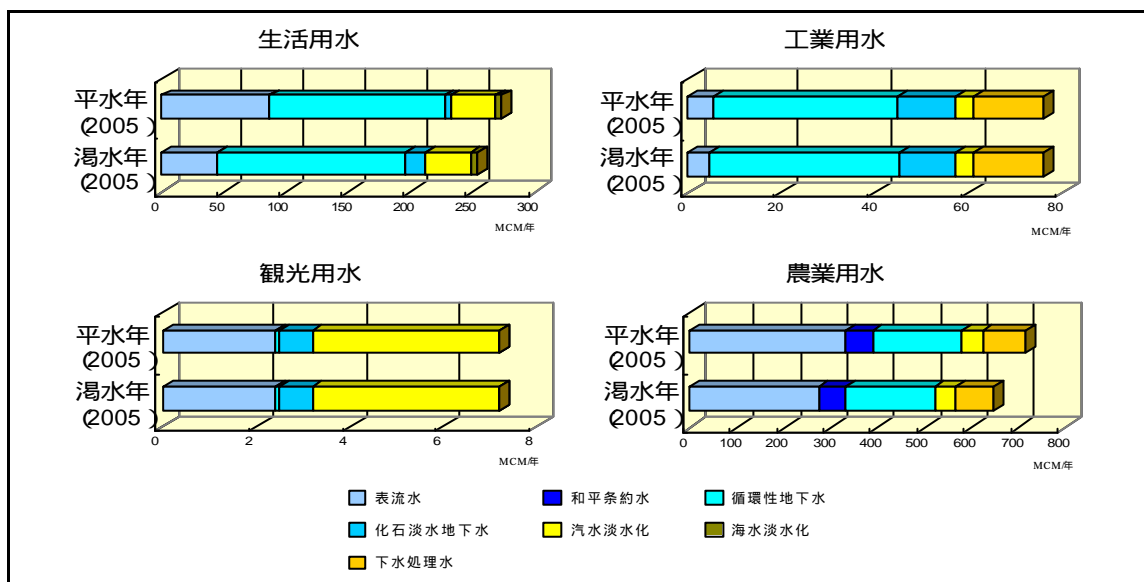


図 6.4-6 渇水年における水源別需要管理

### 6.4.2 水輸送・給水計画

前節で策定された水配分計画を効率的に実行するため、水輸送・給水計画を策定した。

#### (1) 水輸送幹線計画

水配分による将来の所用清水輸送と現況の輸送能力を検討した結果、2000年から2020年までの新たな開発・建設及び改善計画は図 6.4-7 のとおりとなった。

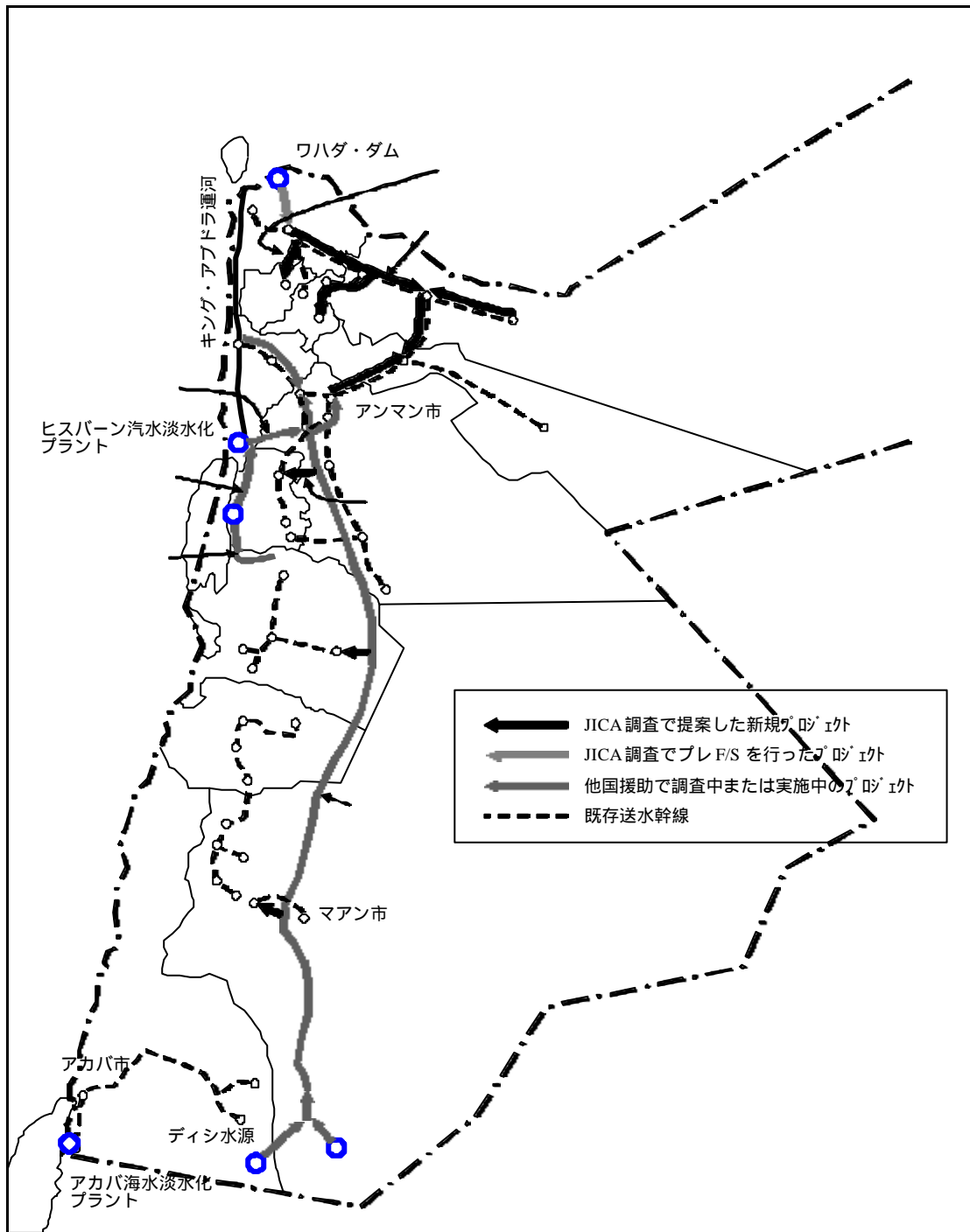


図 6.4-7 行政区間送水計画全体位置図



全国の主要行政区間水輸送プロジェクトは表 6.4-5 に示される。同表において、 から は既往の開発案件である。 から は、表 6.4-6 に「JICA 調査で提案された新規プロジェクト」として示した。

これらのプロジェクトの現況は、それぞれ援助国（ドイツ、 ～ 米国）による資金手当がついたとされ、調査段階から実施段階に入ったところである。このうち、ヤルムーク川の表流水を開発するワハダダム - イルビット間浄水・送水施設計画は、本調査におけるプレ-F/S で概略施設計画、環境評価、及び経済・財務分析が行われ、詳細に検討される。

ジョルダン国の水輸送プロジェクトの事業主体は WAJ である。

表 6.4-5 主要行政区間水輸送プロジェクト

No.	計画名	想定完成年	備考
	デルアラ - ザイ - ダボウク送水幹線	2002	他国の援助で調査中、実施中のプロジェクト
	ムジブ - ザラ/マイン送水幹線	2005	同 上
	ザラ/マイン - スウェイマ送水幹線	2005	同 上
	スウェイマ - ムンタザ送水幹線	2005	同 上
	ディシ - アンマン送水幹線	2006	同 上
	ワハダダム - イルビット送水幹線	2006	JICA 調査でプレ F/S を行ったプロジェクト
	ハウファ - アジュールン送水幹線	2010	JICA 調査で提案された新規プロジェクト
	ディシ - マアン送水支線	2010	同 上
	アブランダ - カウ送水幹線	2010	同 上
	ザブダ - ハウファ - ザタリ送水幹線	2015	同 上
	KM124 - ザタリ送水幹線	2015	同 上
	ウムルル - ジェラシュ送水幹線	2015	同 上
	ディシ - マダバ送水支線	2015	同 上
	ディシ - カラク送水支線	2015	同 上
	ザタリ - カウ送水幹線	2020	同 上

また、本調査で提案された新規開発案件の概要を次表に示す。

表 6.4-6 新規行政区間水輸送プロジェクト

No.	水輸送プロジェクト名	送水管		貯水槽	ポンプ施設
		口径(mm)	延長(m)		
	ハウファ - アジュールン送水幹線	500	15,000		ポンプ施設：2箇所 O = 1.120 m <sup>3</sup> /hr. H = 200 m O = 1.120 m <sup>3</sup> /hr. H = 220 m
	ディシ - マアン送水支線	600	5,500	調整タンク x 1基 O = 800 m <sup>3</sup>	ポンプ施設：1箇所 O = 1.600 m <sup>3</sup> /hr. H = 100 m
	アブ・アランダ - カウ送水幹線	800	23,000	圧力調整タンク x 1基 O = 100 m <sup>3</sup>	
	ザブダ - ハウファ - ザタリ送水幹線	800	57,000		
	KM124 - ザタリ送水幹線	300	8,500	調整タンク x 4 基 O = 50 m <sup>3</sup> (1 基)	ポンプ施設：4箇所 O = 100 m <sup>3</sup> /hr. H = 30 m O = 780 m <sup>3</sup> /hr. H = 50 m O = 1.450 m <sup>3</sup> /hr. H = 50 m O = 2.120 m <sup>3</sup> /hr. H = 100 m
600		17,000	O = 400 m <sup>3</sup> (1 基)		
700		8,500	O = 700 m <sup>3</sup> (1 基) O = 1,000 m <sup>3</sup> (1 基)		
	ウムルル - ジェラシュ送水幹線	500	27,000		
	ディシ - マダバ送水支線	600	17,400	調整タンク x 1基 O = 900 m <sup>3</sup>	ポンプ施設：1箇所 O = 1.710 m <sup>3</sup> /hr. H = 100 m
	ディシ - カラク送水支線	800	5,000	調整タンク x 1基 O = 900 m <sup>3</sup>	ポンプ施設：1箇所 O = 1.800 m <sup>3</sup> /hr. H = 100 m
	ザタリ - カウ送水幹線	1,000	33,600	調整タンク x 1基 O = 1,000 m <sup>3</sup>	ポンプ施設：1箇所 O = 3.425 m <sup>3</sup> /hr. H = 70 m

注) 1 No. ～ は、図 6.4.2 を参照。  
2. 管材の種類は、ダクタイル鉄管とする。

(2) 水輸送事業の実施計画

以上に述べた主要水輸送案件の、実施計画と費用の支出計画を以下の表に示す。

表 6.4-7 水輸送プロジェクトの段階的実施計画

No.	送水幹線	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
	デルアラ - ザイ - ダボウク送水幹線	■	■																			
	ムジブ - ザラ/マイン送水幹線		■	■	■																	
	ザラ/マイン - スウェイマ送水幹線			■	■	■																
	スウェイマ - ムンタザ送水幹線			■	■	■	■															
	ディシ - アンマン送水幹線		■	■	■	■	■															
	ワハダダム - イルビット送水幹線			■	■	■			■	■	■											
	ホウファ - アジュルン送水幹線								■	■	■											
	ディシ - マアン送水支線								■	■	■											
	アブ・アランダ - カウ送水幹線								■	■	■											
	ザブダ - ホウファ - ザタリ送水幹線												■	■	■	■						
	KM124 - ザタリ送水幹線												■	■	■	■						
	ウムルル - ジェラシュ送水幹線													■	■	■	■					
	ディシ - マダバ送水支線													■	■	■						
	ディシ - カラク送水支線													■	■	■						
	ザタリ - カウ送水幹線																				■	■

■ 他国の援助で調査中または実施中のプロジェクト  
 ■ JICA調査でプレFSを行ったプロジェクト  
 ■ JICA調査で提案された新規プロジェクト

表 6.4-8 水輸送プロジェクトの費用支出計画

(単位: MJD, US\$1.0=JD0.7)

No.	送水幹線	事業費	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
	デルアラ - ザイ - ダボウク送水幹線	17.0	11.3	5.7																			
	ムジブ - ザラ/マイン送水幹線	14.7		3.7	7.3	3.7																	
	ザラ/マイン - スウェイマ送水幹線	13.6			6.8	6.8																	
	スウェイマ - ムンタザ送水幹線	52.1			14.9	14.9	14.9	7.4															
	ディシ - アンマン送水幹線	437.5		48.6	97.2	97.2	97.2	97.2															
	ワハダダム - イルビット送水幹線	58.2			7.7	15.4	7.7			6.9	13.8	6.9											
	ホウファ - アジュルン送水幹線	6.2									6.2												
	ディシ - マアン送水支線	4.3									4.3												
	アブ・アランダ - カウ送水幹線	11.7									7.8	3.9											
	ザブダ - ホウファ - ザタリ送水幹線	28.6													9.5	9.5	9.6						
	KM124 - ザタリ送水幹線	14.1													7.1	7.1							
	ウムルル - ジェラシュ送水幹線	6.8														4.5	2.3						
	ディシ - マダバ送水支線	8.6														4.3	4.3						
	ディシ - カラク送水支線	5.2														2.6	2.6						
	ザタリ - カウ送水幹線	28.6																			7.2	14.3	7.2
	合計	707.3	11.3	58.0	133.9	138.0	119.8	104.6		6.9	32.1	10.8		9.5	16.6	28.0	9.2			7.2	14.3	7.2	
	累計		11.3	69.3	203.2	341.1	460.9	565.5	565.5	572.4	604.5	615.3	615.3	624.8	641.4	669.4	678.6	678.6	678.6	685.7	700.0	707.3	

実施に要する期間は個々のプロジェクトで1年から5年であり、全体の実施計画としては、2001年に開始し、2020年に終了することを予定している。その間の累計投資費用の見積り額は707.3百万JD(約1,010百万US\$)に達する。

## 6.5 水資源管理計画の問題と課題

水資源管理に関する計画は、「持続可能な水資源の管理」に関連するものである。

### (1) 不明水改善計画

不明水の削減は、水輸送・供給の状況を把握しない限り有効な対策を立てることはできない。ジョルダン国には水輸送・供給監視システムが無いため、不明水の量や発生箇所が正確に把握できない状況にある。

有効な不明水対策を実行できるよう、調査団が提案した全国水管理センターの建設を早急に行うべきである。

### (2) 循環性地下水揚水削減計画

USAID が行った WRPS では、高原地域における循環性地下水揚水削減対策として、灌漑用井戸の買い上げが最も受け入れられやすい手段とされている。しかし、これをじっしすするための予算措置や組織・制度の整備についての計画は立てられていない。

循環性地下水の揚水削減は、地下水源の保護とともに、地下水水質保全のためにも必要な対策であることから、早期に予算措置と組織・制度の整備を行い、対策を実施に移すべきである。

### (3) 表流水水質保全計画

1998年に、KACでの藻類の異常発生によるとされる水道水の異臭騒ぎがアンマン首都圏で発生し、大きな問題に発展した。現在和平条約水としてイスラエルのタイベリアス湖からKACへ31MCM/年の送水が行われているが、この水が原因であるとの疑いも持たれている。しかし、この原因については、水質監視体制が整っていないため、未だ明確にはされておらず、再びこのような問題が発生した場合、迅速に対応できる体制も整っていない。

このような問題の発生を事前に察知し、予防措置をとるために、KACの水質監視システムを可能な限り早急に設立するべきである。

### (4) 水配分計画

本調査での水配分計画を概括すると、アンマン首都圏の各行政区は自行政区内の水源では全く需要をまかなえず、外部からの送水に頼らざるを得ない。その一方で、首都圏の行政区では大規模な灌漑農業が行われているため、限られた水源が大量に灌漑用水として使用されている。このことは、首都圏の農業のために高い電気代を払い、1000mを越える高揚程送水を行っているとも言える。アンマン及びザルカ行政区を例にとると、現況の灌漑用水量は外部から送水されてくる水量を大幅に上回っている（受け入れ水量：41MCM/年、灌漑用水量：79MCM/年）。

また、首都圏における灌漑用水は循環性地下水に依存しており、これにより過剰揚水が発生している。首都圏での灌漑用の循環性地下水の揚水削減と、灌漑用水の下水処理水への転換は、水源枯渇・汚染防止のためにも重要である。

以上に述べたように、経済面および環境面から、高原地域での灌漑農業は縮小していくべきであり、このためには農業地を高原地域からジョルダン渓谷へ転換していくことが必要である。その成否は、水資源管理及び水配分計画に大きな影響を及ぼす。

しかし、このことは必然的に、高原地域の農民の生活保障、ジョルダン渓谷の農民の受け入れ意思等といった重大な社会的問題をはらむものである。

本水資源管理計画では、地下水揚水削減、下水処理水再利用及び農業地の転換を前提とした灌漑農業（作物・耕地面積）の計画案を示したが、社会的配慮を含む実施のための行

動計画の策定が緊急の課題となっている。

(5) 水輸送・給水計画

現在、送水管網の流量を管理するシステムが無いため、各行政区間の水のやり取りが十分把握されているとは言えず、水輸送や給水の管理を行う上で大きな障害となっている。

以上のように送水管網の送水管理は、水資源管理上非常に重要である。このことから、新規の送水管網建設と平行して、調査団が提案した水輸送の集中管理ができる全国水管理センターの建設を早急に行うべきである。

## 7 水資源管理マスタープラン

ジョルダン国の水資源は、緒言で述べたように極めて限られている一方、近年ジョルダン国の人口は増加の一途を辿っているため、水需要が年々増大してきている。このため、水の供給が需要に追いつかず、市民の日常生活に支障をきたしている。これに加え、過剰揚水による循環性地下水の水位低下や、水質悪化が顕在化してきている。

この様な状況に対応するため、ジョルダン国においては、限りある水資源の有効利用、水資源の質・量面での保全および水資源の効率的配分が緊急の課題となっている。

以上の背景から、かかる課題に対応するため、本調査において水資源管理マスタープランを策定した。

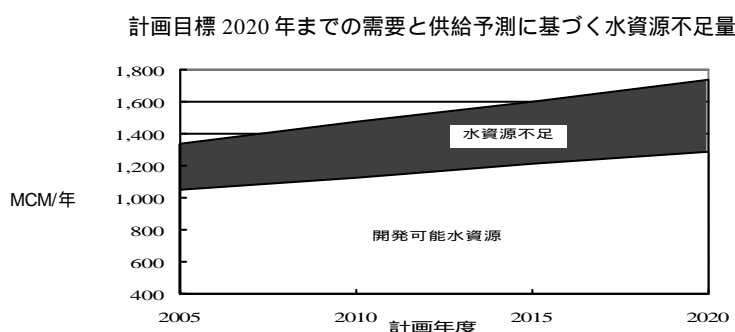
なお、本報告書では水資源開発を第 5 章で述べたが、量的管理の観点において水資源開発は非常に重要な地位をしめることから、水資源管理に組み入れた。

### 7.1 計画の骨子

#### (1) 計画策定の基本方針

本調査では、循環型水利用社会の形成を目標として念頭に置いた上で、「水資源の統一的・総合的かつ持続的な管理」と「残された希少な水資源の戦略的開発」を目指した水資源管理マスタープランを策定した。また、マスタープラン策定に際しては、ジョルダン国固有の課題である「持続可能な水資源の管理と開発」、「水資源の地域平和利用」及び「地球規模の気候変化」の観点を考慮した。

調査の水需要予測の結果によれば、潜在的な水需要のケース（シナリオ - 2）では 2005 年に年間約 1,350 MCM、計画目標年の 2020 年には約 1,740 MCM に増加する。一方の水資源は全ての持続可能な開発（地下水、表流水、下水処理水等）を考慮しても、不足量は下図に示されるように 2005 年に年間約 290 MCM、計画目標年の 2020 年には約 450 MCM にも達する。



水資源管理マスタープラン策定に際しての基本条件は、以下の表に示す通りである。以下に示した基本条件の内、水資源の統一的・総合的かつ持続的な管理を実行する上で最も重要な点は、現在過剰揚水により枯渇の危機に瀕している循環性地下水の問題であると判断される。他方、残された希少な水資源の戦略的開発を実行する上で最も重要な点は、表流水や地下水などの従来型水資源の大半が、近い将来開発されてしまうことであり、将来増大する水需要をまかなうためには、これまであまり利用されれていなかった下水処理水や汽水・海水淡水化水を積極的に開発・利用していくことが重要であると判断される。

表 7.1-1 水資源管理マスタープラン策定の基本条件

管理項目		基本条件	根拠
量的管理	不明水対策	現在進められている全国規模の給水管網リハビリテーションにより給水管網からの漏水が 2010 年までに現在の 25%程度から 15%程度に削減される	MWI の UFV 対策部の方針
	組織制度改善	現在水灌漑省で行われている組織・制度改善計画を見直し、民間活力導入や適正な料金値上げを含む、必要な改善計画の提案を行う	国家水戦略、水利用政策、下水管理政策
	地下水枯渇	現在過剰揚水されている循環性地下水の揚水量を 2020 年までに安全揚水量まで削減する (420MCM/年から 275MCM/年に削減)	国家水戦略、地下水管理政策、調査団の方針
	従来型水源開発	残された僅かな表流水の開発を最大限に行う、新規の循環性地下水の開発は行わない	国家水戦略、水利用政策、地下水管理政策
	非従来型水源開発	下水処理水を重要な水源とみなし最大限の開発を行う、汽水と海水の淡水化水については経済面と環境面を考慮し、必要最小限の開発とする	国家水戦略、水利用政策、灌漑用水政策、下水管理政策、調査団の方針
質的管理		質的管理は主として全国規模の表流水、地下水の水質モニタリングシステムの構築を行うことで対応する	水利用政策、調査団の方針
水配分管理	生活用水	人口増加に伴う需要は確保するが給水原単位は現状レベル程度に抑制する (100lcd から 150lcd 程度とする)	国家水戦略、水利用政策
	工業観光用水	国民経済の重要性に鑑み必要最小限の需要を確保する	国家水戦略
	農業用水	生活、工業、観光用水の需要を必要最小限確保するため現状維持のまま推移させる (620MCM/年程度とする)	灌漑用水政策、MWI および世銀の方針
	地域配分	行政区間の給水量の過不足を水配分で解消する	調査団の方針
リスクマネジメント (渇水対策)		20 年確率の渇水年に対応した水配分計画、水資源の緊急確保計画を策定する	調査団の方針

(2) 水需要シナリオの設定

表 7.1-1 に示した水資源マスタープラン策定のための基本条件に基づき、以下に示す 3 つの水需予測シナリオを設定した。

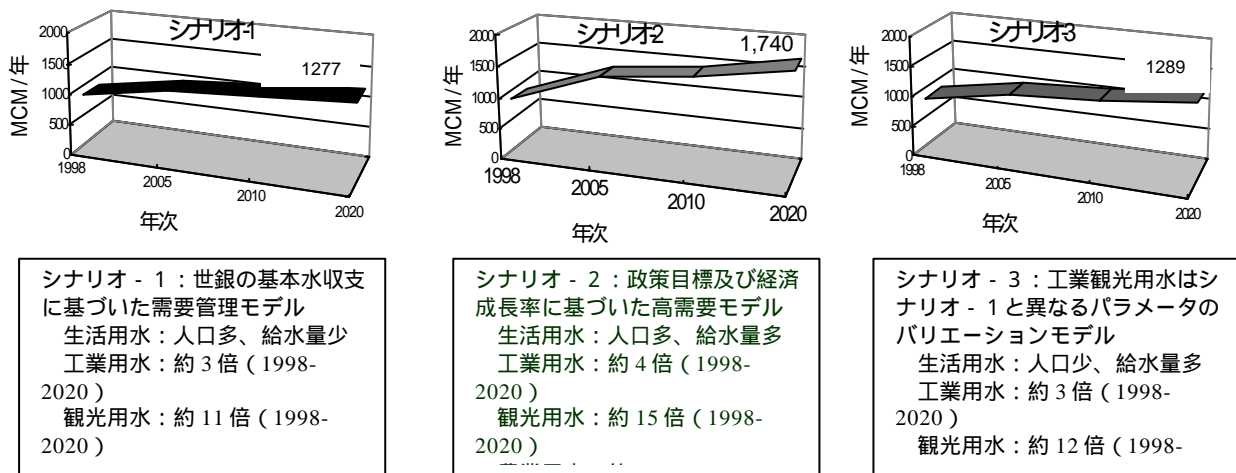


図 7.1-1 水需要シナリオ

シナリオ - 1 の水需要は、水灌漑省が事業計画策定に使用する高い人口増加率 (2.0% から 2.6%) と低めの給水原単位 (128l/c/d) をもとに、表 7.1-1 に示した基本条件の中の、不明水対策、生活・工業・観光セクターへの水配分計画および農業セクターへの水配分計画に従い策定したものである。シナリオ - 3 はシナリオ - 1 とほぼ同様の条件で設定されたものであるが、ここでは人口統計局が採用している低い人口増加率 (2.7% から 3.3%) を採用し、給水原単位を高め (150l/c/d) に設定している。

シナリオ - 2 の水需要量は、水灌漑省が事業計画策定に使用する高い人口増加率（2.0% から 2.6%）と高い給水原単位（150l/c/d）をもとに、表 7.1-1 に示した基本条件の中の、不明水対策、生活・工業・観光セクターへの水配分計画に従ったものであり、農業セクターへの水配分については配分量の現状維持政策をとらずに、既存農業計画に基づいた水需要量を考慮したものである。

将来の水資源開発を図 7.1-2 に示す。

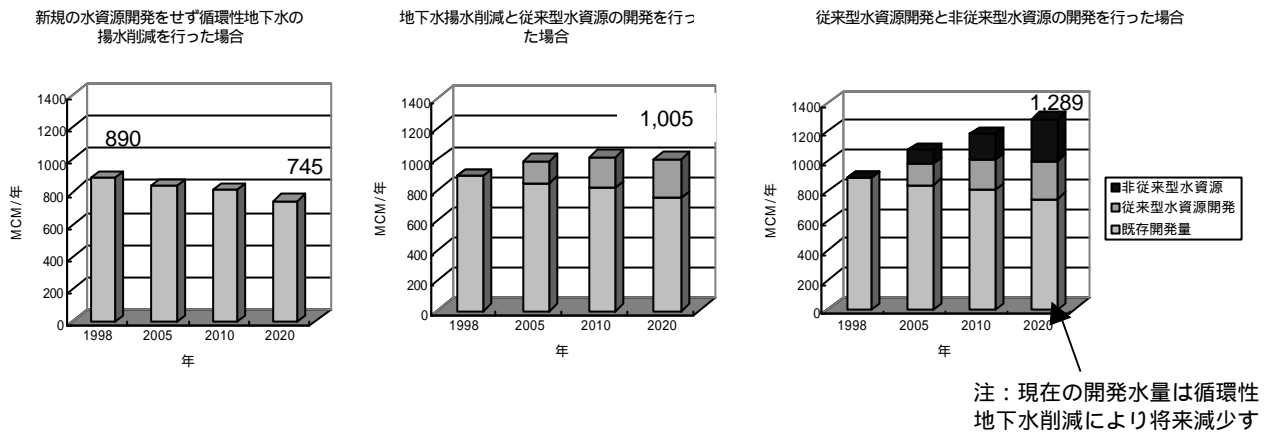


図 7.1-2 将来の開発可能水資源量

図 7.1-2 に示すように、今後新規の水資源開発を行わずに、循環性地下水の揚水削減を行った場合、2020 年での総水資源量は 745MCM/年までに減少する。また、表流水、和平条約水、化石淡水地下水の従来型水源の開発を行った場合には、2020 年の総水資源量は現状より（890MCM/年, 1998 年）わずかに増え、1,005MCM/年となる。従来型水源に加え、下水処理水、汽水・海水淡水化水を開発した場合、2020 年での総水資源開発量は 1,289MCM/年まで増大する。

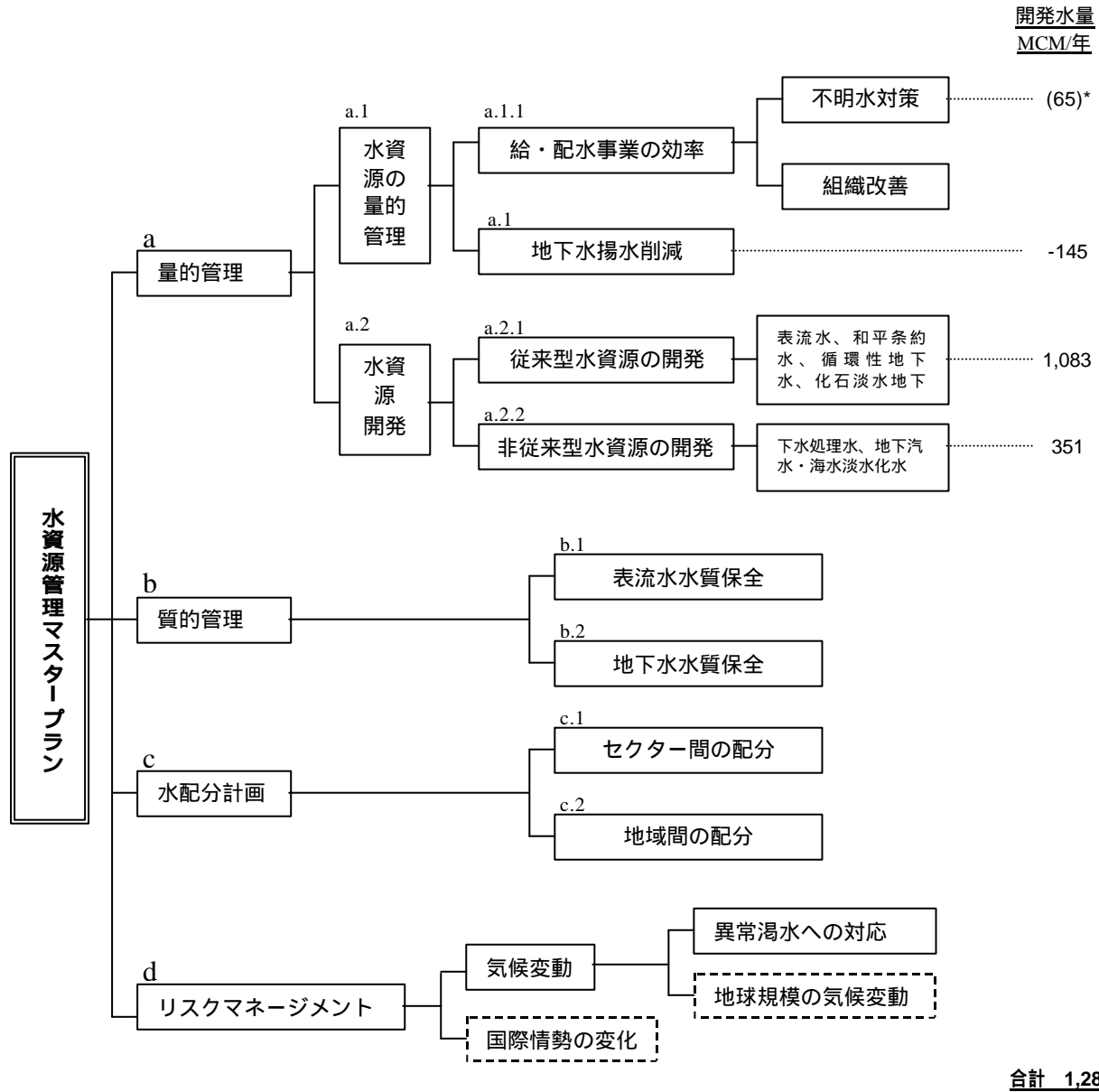
以上のように、将来従来型水源とともに非従来型水源の開発を行って行かないと、最低限の水需要も満足できないこととなる。

シナリオ - 2 は、水需要として、最終の供給目標とする生活用水単位給水量（150l/c/d）及び全農業開発計画を満たす灌漑用水供給を想定する目標需要モデルであるが、図 7.1-1 と図 7.1-2 に示すように、各目標年次で水需要量が可能水供給量を大幅に上回っており、実現が困難なシナリオであると判断される。

シナリオ - 1 とシナリオ - 3 の場合、水需要量は可開発可能水資源量以内にとどまるものと予測され、実現可能なシナリオであると判断される。シナリオ - 1 とシナリオ - 3 の主な違いは、シナリオ - 1 では将来の人口増加をより多く、給水源単位をより少なく想定したのに対し、シナリオ - 3 では将来の人口増加をより少なく、給水源単位をより多く想定したことにある。従って、水資源管理マスタープラン策定にあたっては、供給側の水資源開発の遅れ等が生じる可能性を考慮し、高い人口増加率と低く抑えた水需要をもとに需給関係を予測したシナリオ - 1 を基本シナリオとした。

(3) 計画を構成する基本施策

シナリオ - 1 を満足させる、水資源管理マスタープランの内容を以下に述べる。水資源管理マスタープランの構成は図 7.1-3 に示す通りである。



\* : 不明水対策による水資源量の増加分は給水量の減少として組み込まれている

図 7.1-3 水資源管理マスタープランを構成する主要施策

以下に図 7.1-3 に示した水資源管理マスタープランの主要施策の説明を記す。



a. 量的管理

a.1 水資源の量的管理

a.1.1 給・配水事業の効率化

- 不明水対策

不明水改善計画は、MWI に設置された不明水対策部（UFW 部）で行われており、現在給水管網のリハビリテーション計画を全国規模で実施している。この計画では、給水管網からの漏水率を現在の約 25% から 15% に減少させることを目標としており、水資源管理マスタープランでは、この漏水率改善計画を取り入れ、給水計画を策定している。また、給水管網のリハビリテーションに加え、住民への節水教育活動や不正利用に対する法規制の整備を行うこととしている。

また、水資源管理マスタープランでは、正確に不明水を把握するための、送水管理システム構築のプロジェクトを提案しており、不明水の実態を把握することなしには対策を講じることはできないことから、早期の実施を提案している。

- 組織改善計画、給水事業経営の改善

組織改善計画は、カナダの支援で策定された計画に基づき実施されており、人員削減等の効果が現れてきている。また、MWI に設置された PMU では、上水道事業と下水道事業の事業運営の効率化を図るため、維持管理の民営化を促進しており、アンマンでは実際に運営されている。水資源管理マスタープランでは、このような計画が実行されることを前提として策定されている。

一方、上水道事業以外の下水道事業や農業用水事業については、いまだ料金が維持管理費をまかなえない低い料金に設定されており、水資源管理マスタープランでは、事業経営を改善し十分なサービスを提供するため、これらの料金を少なくとも維持管理費がまかなえるレベルまで上げることを提案している。

a.1.2 地下水揚水削減

循環性地下水揚水削減計画は地下水源の量的保全を目的としており、現在過剰揚水が行われている循環性地下水の揚水量を約 35% 削減しようとするものである（現在の揚水量 420MCM/年 から 275MCM/年 まで削減）。USAID はアンマン / ザルカ水系において循環性地下水揚水削減計画に関する詳細な調査を実施しており、農業用水利用の効率化を目指した農業指導、井戸の買い上げ、下水処理水再利用等のいくつかのプロジェクトからなるアクションプランを策定している。この削減計画は他の地域に対しても適用が可能と想定されるため、水資源管理マスタープランでは、まずアンマン / ザルカ水系においてこのアクションプランを実施し、その結果を踏まえ、他の地域にも展開していく計画としている。本削減計画は 2020 年までに完了する予定である。また、地下水揚水削減計画の実施は、量的保全と同時に地下水の質的保全を促進するものであることから、地下水水質保全対策計画としても提案している。

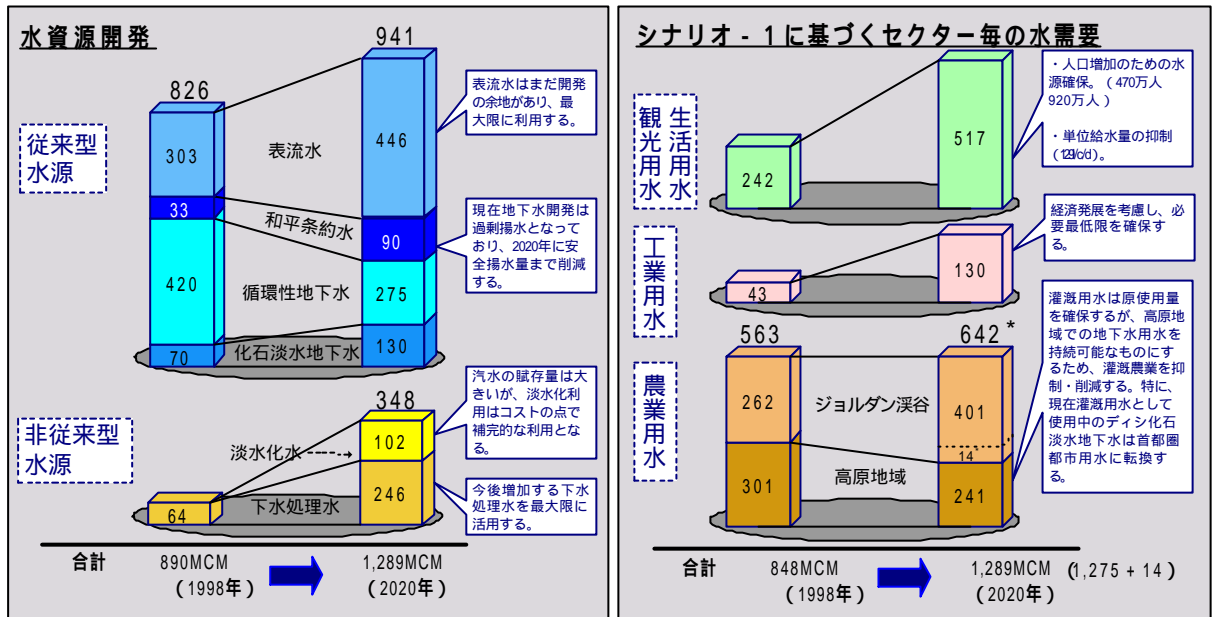
a.2 水資源開発

ジョルダン国では持続的開発が可能な従来型水源の殆どが、2005 年までに開発される予定であり、逆に循環性地下水については段階的に揚水削減を行う必要がある。このため、ジョルダン国内において持続的開発が可能な新規水源としては、図 7.1-4 に示すように、非従来型の水源である汽水および海水の淡水化水と下水処理水に限られてくる。これらの非従来型水源は、水資源管理マスタープランの中で重要水源として位置づけられており、2020 年までに 348MCM/年（地下汽水淡水化水：85MCM/年、海水淡水化水：17MCM/年、下水処理水：246MCM/年）の開発が見込まれている。

しかし、下水処理水の使用目的が限られること、淡水化水の処理コストが依然として高いことなどから、これら非従来型水源だけで将来の水需要を満たすことは困難である。

従って、水資源管理マスタープランでは、表流水や化石淡水地下水等の従来型水源の、残された希少な水源の最大限の開発とともに、非従来型水源の積極的開発を行っていく方針とした。

ただし、2020年までに開発される予定の1,289MCM/年の水源は、次世代のためにある程度は残しておく必要があり、開発は必要最小限にとどめるべきである。



\* 河川を通じた下水処理水の輸送中のロス (下水処理水を農業用水として利用するため)

図 7.1-4 水資源マスタープランの水収支

a.2.1 従来型水資源の開発

- 表流水

既存の表流水開発は開発の準備が進んでおり 2005年までにその殆どが行われることになっている。これにより更なる大規模な表流水開発はできなくなる。しかし残されたわずかな表流水であっても開発を促進するべきであり、ウォーターハーヴェスティング計画の実施を、水資源管理マスタープランでは提案している。この計画は、砂漠地域 (Badia Region) において、まれではあるが局地的発生する洪水流を堰で貯留し、地域住民のために、農業用水あるいは牧畜用水として利用するものである。この計画による開発可能量は、15MCM/年程度と想定される。

- イスラエルからの和平条約水

和平条約水として、現在 33MCM/年の表流水がイスラエルから送水されているが、2010年までに 90MCM/年に増やされる予定である。水資源管理マスタープランでは、この和平条約水の増量分を新たに開発するプロジェクトとして、「ジョルダン側、サイドワジ貯水計画」を組み入れている。

- 循環性地下水

前述したように、ジョルダン国での循環性地下水は既に過剰揚水の状態にあり、揚

水削減を実現しなければならない。水資源管理マスタープランでは、揚水削減は都市用水と農業用水の双方で負担する水配分計画を策定した。都市用水については、ジョルダン水道公団(WAJ)により代替水源を準備する計画がある。一方、農業用水の地下水揚水削減のためには、組織・制度の整備を提案している。

- 化石淡水地下水

南部高原地域のディシ、マアン及びカラックのラジューンでの開発がマスタープランで考慮されている。ディシは現在、アカバでの都市用水と高原地域での農業用水に利用されており、その量は1998年で66MCM(その内農業用水は51MCM)である。本マスタープランでは、ディシ化石地下水を首都圏の都市用水に転換するため、開発量を130MCM/年まで増やし、アンマンまでポンプ輸送するプロジェクト(約300km)を含んでいる。

採掘型開発である化石淡水地下水開発は、資源は有限であり、開発の期間はそれぞれ50年程度と限定されていることから、永続的に持続可能な開発とは言えない。このことから、このような非循環性の水資源は可能な限り次世代の水資源として保全すべきであると考えられる。

a.2.2 非従来型水資源の開発

- 下水処理水

下水処理水は現在64MCM/年発生しているが、2020年には246MCM/年に達するものと予想され、将来の非常に重要な水資源となっている。水資源管理マスタープランでは、下水処理水の再利用を、農業分野や工業分野で促進していく計画を提案している。

ただし、希釈しない下水処理水を直接利用することは、ジョルダンではほとんど行われていないことから、保健衛生面で十分な注意が必要であり、下水処理水の再利用促進や再利用にあたっての注意点について、啓蒙活動を行っていく必要がある。

- 地下汽水淡水化水

ジョルダン国において、まだ開発されずに残っている水資源のひとつが地下汽水である。地下汽水に関する詳細調査は限られており、ポテンシャル/水質を正確に評価するに十分なデータがあるとは言えないが、ジョルダン渓谷、死海東岸及びカラク中原地域にかなりのポテンシャルがあるものと推定されている。水資源管理マスタープランでは、地下汽水を将来の水需要をまかなう重要な水資源として捉えており、首都圏の生活用水、観光用水、工業用水等、特に経済性の高い水需要の水源として地下汽水の淡水化利用を当てている(死海東岸でのザラマインプロジェクトで都市用水として2010年までに40MCM/年、2020年までにラジューンオイルシェールプロジェクトで工業用水として30MCM/年、ヒスバン・カフレイン地区での地下汽水淡水化により2020年までにアンマンの都市用水として9MCM/年)。

しかし、その他については汽水の淡水化利用は現時点では経済性および濃縮塩水に対する環境対策に課題があり、適用技術である逆浸透膜処理技術及びコストダウンの将来の進展を見極めた開発とする必要がある。

- 海水淡水化水

水資源管理マスタープランでは、海水の淡水化利用を南部のアカバで計画している。アカバでは、工業および観光の需要が大きく支払い能力が高いとの調査結果が得られおり、2005年までに5MCM/年、2020年までに17MCM/年と需要の増加に対応し、順次拡大される計画としている。海水の淡水化についても、経済性および濃縮塩水に対する環境対策に課題があり、将来の技術の進展を見極めた開発とする必要がある。

b. 質的管理

b.1 表流水水質保全

水資源管理マスタープランでは、表流水水質保全プロジェクトとして水質モニタリングプロジェクトを提案している。モニタリングプロジェクトは、水質の変化を正確に把握し、事前に水質悪化に対応することを目的としている。これにより、1998年に発生した水道水の異臭発生騒動に代表される表流水の水質汚濁に、いち早く対応策を講じることが可能となる。USAIDが実施したWQICPプロジェクトでは表流水の水質モニタリングプロジェクトが策定されており、水資源管理マスタープランでは、この水質モニタリング計画を2005年までに実施することを提案している。

b.2 地下水水質保全

水資源管理マスタープランでは、地下水水質保全計画として水質モニタリングプロジェクトと、地下水用水削減計画を提案している。水質モニタリングプロジェクトを行うことにより、表現在進行している地下水の塩分濃度及び硝酸塩濃度の上昇に対し、いち早く対応策を講じることが可能となる。水資源管理マスタープランでは、USAIDが実施したWQICPプロジェクトで策定された水質モニタリングプロジェクトを、2005年までに実施することを提案している。

また、本調査において高原地域の灌漑用水が循環性地下水の水質悪化の原因とみなされたことから、水資源管理マスタープランでは、高原地域での農業の縮小と農業用地下水の揚水削減を、地下水水質保全対策として提案している。

c. 水配分計画

c.1 セクター間の配分

セクター間の水配分については、表 7.1-1 に示したように農業用水を現状維持にとどめ、生活・工業・観光用水については必要最小限の水配分を行うこととした。セクター間の水配分計画を、表 7.1-2 および図 7.1-5 に示す。

表 7.1-2 水需要の水源別内訳 (MCM/年)

		生活・工業・観光用水		農業用水	
		1998年	2020年	1998年	2020年
従来型水源	表流水	62	182	216	226
	和平条約水	0	40	35	90
	循環性地下水	203	165	211	109
	化石淡水地下水	20	130	51	0
非従来型水源	淡水化水 (汽水・海水)	0	102	0	0
	下水処理水*	0	30	50	215
合計		285	649	563	640

\* 河川を通じた輸送中のロス分 14MCM / 年を含む。

セクター間の水配分は持続的な水利用のための管理にとって極めて重要である。この調整には一部の農業用水の都市用水への転換、水源の転換とそれに伴う農業開発計画の見直しが挙げられる。

- 増加する都市用水の確保

水資源管理マスタープランでは国家水戦略に従い、図 7.1-4 に示したように、生活用水、工業用水、観光用水の需要増への水配分を優先させ、農業用水への配分を現状維持とする方針を取った。

- 水源の転換と農業開発計画

水資源管理マスタープランでは、農業用水に関して、図 7.1-5 に示すように現在使用している循環性淡水地下水を削減し、その代替水源として下水処理水を再利用することを提案した。この水源の転換に伴い、下水処理水の使用を経済的に実施可能とさせるため、高原地域での農業をジョルダン渓谷へ移転させる方針も併せて提案している。

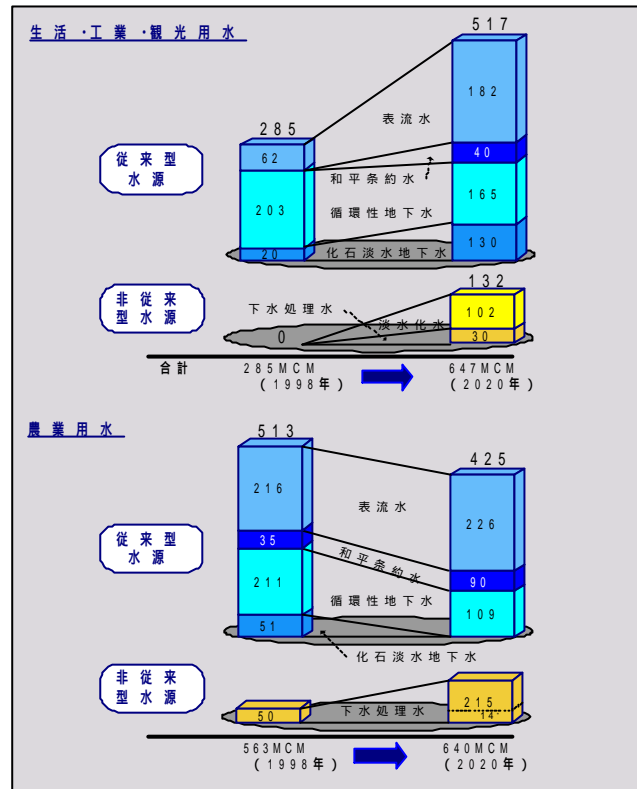


図 7.1-5 セクター間の水配分計画

水灌漑省は、これらの水配分、水源転換、農地移転の方針に関し、JVA、農業省および関係省庁と調整を行い、この方針に従った国家的な農業開発計画を策定する必要がある。

c.2 地域間の水配分

水資源管理マスタープランでは、各行政区で発生する水需給の不均衡を、行政区間の水輸送を行うことで解消することとした。行政区間の水輸送計画は、図 6.4.-3 に示した通りであり、水資源管理マスタープランでは 2005 年以降に全国を縦断する水輸送幹線の建設を提案している。

d. リスクマネジメント (異常渇水年への対応)

水資源管理マスタープランでは、異常渇水年を想定した水配分計画および緊急水資源開発計画を策定した。異常渇水年における水資源開発分野の対応策としては、カラク行政区のラジューン井戸群計画を想定した。ラジューン井戸群の水源である化石淡水地下水には流動がなく、緊急用の水源として優れている。また、ラジューン井戸群では、11MCM/年程度の開発が持続的に可能とされている。しかし、これだけでは異常渇水年の不足分 (表流水の開発量が 20% 減少、総量で 25MCM/年の減少) をまかなえないことから、水資源管理マスタープランでは、異常渇水年に限って循環性地下水削減計画の実施を一時的に停止する案の併用も考慮した。

## 7.2 計画の構成プロジェクトと実施工程

### 7.2.1 構成プロジェクト

表 7.2-1 に水資源管理マスタープランを構成する水資源の管理プロジェクト全体を示し、表 7.2-2 に水資源管理プロジェクトの中水資源開発計画プロジェクトを示す。また、図 7.2-1 に水資源の管理プロジェクトの位置を示し、図 7.2-2 に水資源開発プロジェクトの位置を示す。

表 7.2-2 主要水資源管理プロジェクトの概要

水資源管理プロジェクト		プロジェクトの概要	主要なプロジェクト	期待される効果	
量的管理	給・配水事業の効率化	給水管網リハビリテーション（不明水対策）	老朽化した給水管網や給水施設の更新	アンマン、ザルカ、カラク等の主要都市の給水施設リハビリテーション、これにより約 65MCM/年の漏水を削減	管網からの漏水率を現況の約 25%～30%から約 15%に減らすことが可能となる。
		送水管理システム構築（不明水対策）	水輸送幹線の総水量監視システムの構築	JICA が提案する全国水利用管理センター	不明水発生地点や量を定量的に確定する。
		組織改善計画	維持・管理・運営業務の民間委託や住民啓蒙による上下水道事業を効率化	GS、PMU 等の組織改革計画実施、LEMA への水道事業の管理・運営の委託、不明水削減のための住民啓蒙運動等	<ul style="list-style-type: none"> <li>上下水道事業の経営状況の改善。</li> <li>不明水の削減。</li> <li>住民サービスの向上。</li> </ul>
	循環性地下水揚水削減計画	地下水の過剰揚水を安全揚水量まで削減	<sup>a</sup> 灌漑指導（農民教育）、井戸買上げ、下水再利用等、	貴重な地下水源を枯渇から救う。420MCM/年から 275MCM/年に揚水を削減する。	
	水資源開発	従来型水資源の開発	表流水、和平条約水、地下水開発	ワハタダム、ムジブダム、ディシ化石地地下水開発等	1998年：826MCM/年 2005年：917MCM/年 2010年：950MCM/年 2020年：941MCM/年
		非従来型水資源の開発	下水処理水開発、汽水・海水淡水化	アカバ海水淡水化、アッサムラ処理場拡張、下水処理水再利用計画等	1998年：64MCM/年 2005年：137MCM/年 2010年：235MCM/年 2020年：348MCM/年
質的管理	表流水水質保全計画	水質モニタリング体制の強化、改善	WQICP 提案のモニタリングシステム構築	水質悪化傾向の早期把握と対策の迅速な実行。	
	地下水水質保全計画	水質モニタリング体制の強化・改善	WQICP 提案のモニタリングシステム構築	水質悪化傾向の早期把握と対策の迅速な実行。	
		灌漑用の地下水揚水の削減	<sup>a</sup> で述べた地下水揚水削減策と同様の方策	現況の揚水量の約 30%削減で水質の維持が可能となる。	
水配分管理	セクター間の配分計画	セクター間の水需要の調整	都市用水の確保、農業用水の水源転換等	セクター間の適正な水配分を行う	
	地域間の配分計画	全国に散在する水資源を有効に配分する。	ディシ - アンマン、ワハダ - イルビット送水管路等の水輸送幹線建設	行政区の水の過不足を全国レベルで解消する。	
リスクマネジメント	渇水対策	20年確率の異常渇水年に対応する水配分計画、水源開発計画を策定する	異常渇水年のための非常水源としてラジュン井戸群を確保する、上で述べた地下水揚水削減計画の実施を一時的に停止する	異常渇水年などの水不足に対応する体制を整えることが可能。	

表 7.2-2 目標年次毎の将来の主要水資源開発プロジェクトと開発量

(単位：MCM/年)

水資源のタイプ	主要プロジェクト名	<sup>1</sup> 既開発量	短期 2001 ~ 2005	中期 2006 ~ 2010	長期 2011 ~ 2020	<sup>2</sup> 1998年～2020 年の間の予想 総開発量	2020年 での 総開発量 (1+2)	
従来型水源	既開発	303	-	-	-	-	303	
	ワハダダム建設計画	-	93	-	-	93	93	
	ムジブダム建設計画(ワジ・ザルカマイン、ザラ 汽水泉開発での淡水化水 23MCM/年を除く)	-	12	-	-	12	12	
	タヌールダム建設計画	-	8	-	-	8	8	
	ワラダム建設計画	-	5	-	-	5	5	
	小規模ダム群建設計画 (イブンハマッド、カラク、メディエン)	-	-	7	-	7	7	
	フィーダダム建設計画	-	3	-	-	3	3	
	ウォーターハーヴェスティング計画	-	-	-	15	15	15	
	小計	303	121	7	15	143	446	
	和平条約水	汽水淡水化水輸送計画	33	27	-	-	27	60
		ジョルダン川、サイドワジ貯水計画	-	-	30	-	30	30
		小計	33	27	30	-	57	90
	循環性地下水	揚水削減計画 (開発計画ではなく管理計画に分類される)	420	-52	-31	-62	-145	275
	化石淡水地下水	ディシ化石淡水地下水開発計画	70	-5 <sup>a</sup>	27	38	60	130
		ラジューン井戸群計画(湧水年対策水源)*	-	(11)*	-	-	(11)*	(11)*
小計		70	-5	27	38	60	130	
非従来型水源	地下汽水 淡水化水	ワジ・ザルカマイン、ザラ汽水泉開発	-	20	20	-	40	40
		ラジューン地下汽水淡水化計画	-	-	13	23	36	39
		ヒスバン・カフレイン地下汽水淡水化計画	-	-	-	9	9	9
		小計	-	20	33	34	85	85
	海水淡水化水	アカバ海水淡水化計画	-	5	-	12	17	17
	下水 処理水	アッサムラ下水処理場拡張計画	46	21	-6 <sup>b</sup>	22	37	83
		ワジザルカ下水処理場建設計画	-	-	40	14	54	54
		既設5処理場下水処理水再利用計画	2	2	2	2	6	8
		その他処理場建設、再利用計画	16	25	29	31	85	101
		小計	64	48	65	69	182	246
合計		890	164	131	104	399	1,289	
目標年次での総水資源量		890	1,054	1,185	1,289	-	1,289	

出典：投資計画 2000 ~ 2010 および JICA 水資源管理計画、\*：湧水年対策用緊急水源なのでマスタープランに含まない。

a：ディシ化石淡水地下水の農業用利用を規制するため、一時的に揚水量が減少する。

b：アンマン首都圏にワジザルカ下水処理場が新設されるため、一時的に処理量が減少する。

7.2.2 水資源管理マスタープランの実施工程と想定費用

図 7.2-2 は水資源開発の主要プロジェクト、図 7.2-3 は水資源管理の主要プロジェクトを示したものである。また、表 7.2-1 に、「水資源開発プロジェクト」と「水資源管理プロジェクト」の想定される実施工程を示した。

これらの図表に示される様に、短期の目標年次（2001 年-2005 年）では、主要な新規水資源開発プロジェクトがほぼ完了する予定である。中期（2006 年-2010 年）では、送水管網の監視システムや給水管網のリハビリテーション、および導水幹線がほぼ完成となり、長期（2011 年 - 2020 年）では、下水処理場のリハビリテーション、新設、下水処理水の再利用、地下水の削減対策がほぼ完成する見込みとなっている。

図 7.2-1 に、中期、短期、長期計画において、開発と管理にかかる想定費用を示す。これらの費用は、基本的に投資計画 2000-2010 に基づき集計されたものであり、これらのほとんどは、具体的に予算化はされていない。概算で短期プロジェクトにかかる費用は概算で約 1350 百万 JD であり、中期プロジェクトに要する費用は約 1340 百万 JD である。各プロジェクトの詳細と位置については、巻末資料に「水関連プロジェクトリスト」と「水関連プロジェクト位置図」を添付しているので、これらを参照されたい。

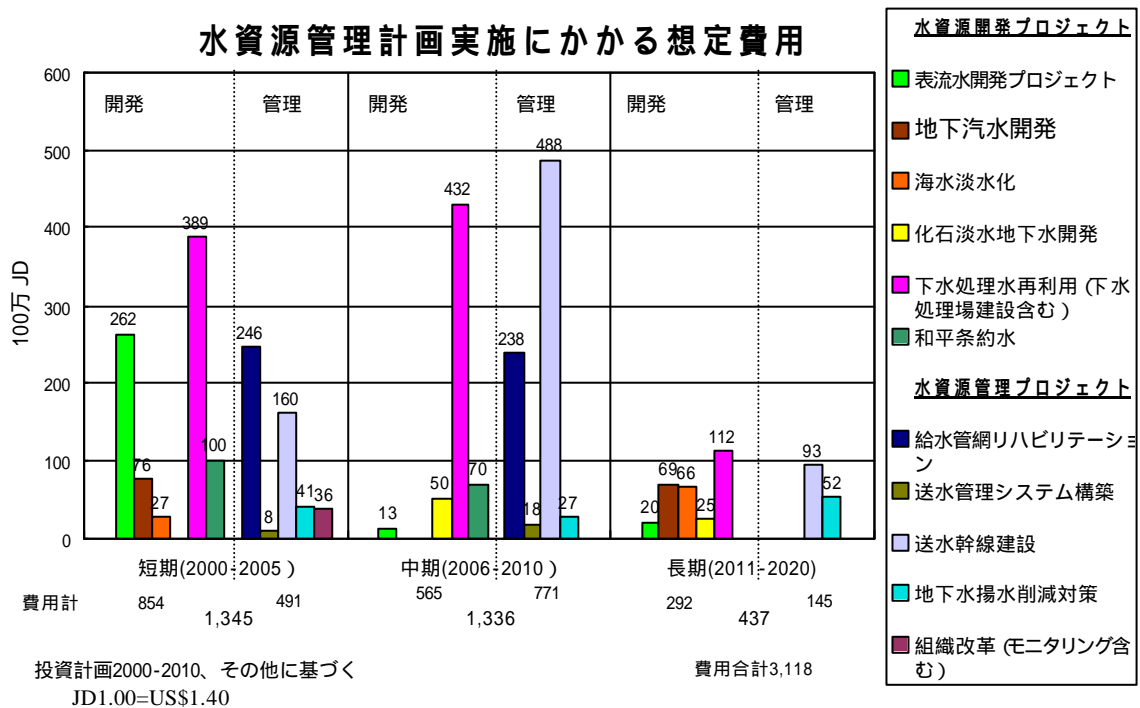


図 7.2-1 目標年次毎の水関連プロジェクトにかかる想定費用



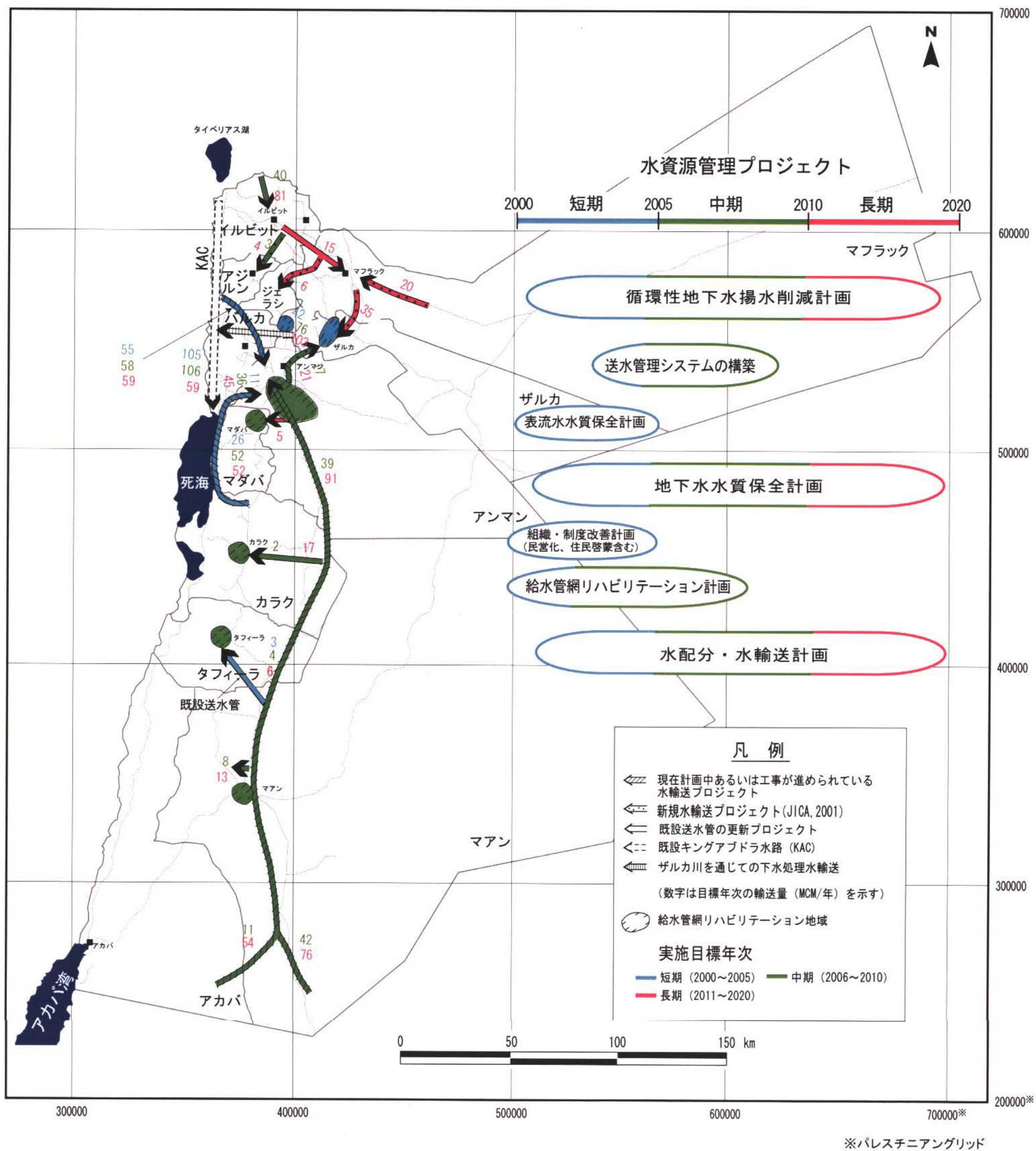


図 7.2-2 水資源管理の主要プロジェクトの位置図

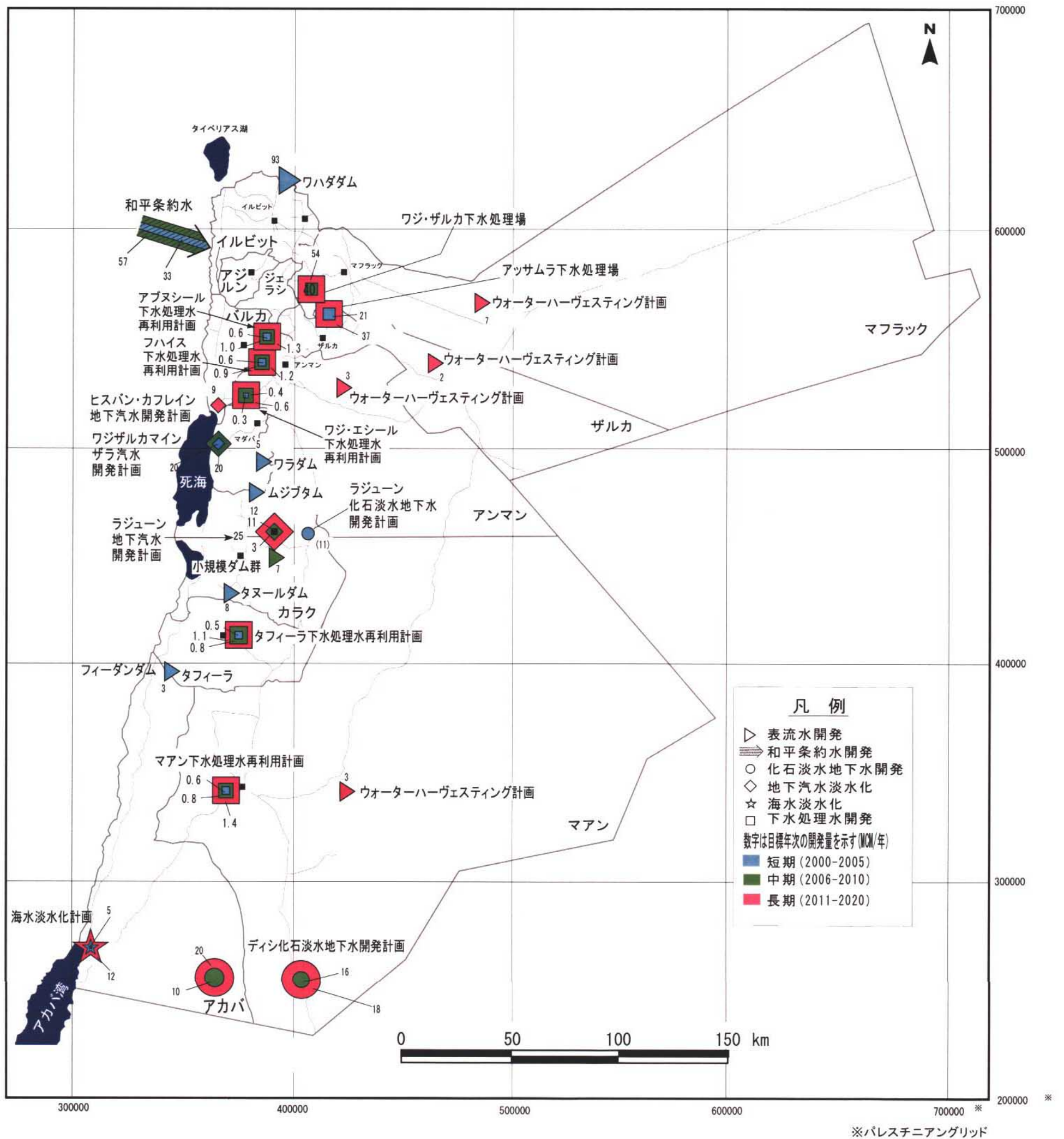


図 7.2-3 水資源開発の主要プロジェクトの位置図

表 7.2-1 水資源管理マスタープランの実施計画

管理項目	既開発量 (MCM/年)	新規開発量 (MCM/年)				プロジェクト数	プロジェクト費用 (百万 JD/ 百万ドル)	資金源	実施工程								
		短期 2000-2005	中期 2006-2010	長期 2011-2025	総開発量				短期 2000	2005	中期 2006	2010	長期 2011	2020			
水資源の量的管理																	
給水管網リハビリテーション	-	-	-	-	-	8	484/691	世銀、USAID,EIB、 Kfw、自国、未定									
送水管理システム構築	-	-	-	-	-	2	26/37	未定									
組織改善計画（住民教育を含む）	-	-	-	-	-	3	36/51	USAID,EU,GTZ, Kfw									
地下水揚水削減計画	420	-52	-31	-62	275	4	120/171	未定									
水資源開発																	
従来型水源 表流水開発	303	121	7	15	446	7	295/421	Arab F. 自国									
和平条約水開発	33	27	30	0	90	2	170/243	未定									
化石淡水地下水開発	70	-5	27	38	130	2	75/107	自国、未定									
非従来型水源 地下汽水/汽水開発	0	20	33	32	85	3	145/207	USAID、自国、 民間、未定									
海水淡水化	0	5	0	12	17	1	93/133	未定									
下水処理水再利用（下水処理施設建設を含む）	64	48	65	69	246	62	933/1,334	Kfw,USAID,France, Italy,CIDA,Korea, EU、自国、民間、未定									
目標年次での総水資源量/計	890	1,054	1,185	1,289	1,289												
水資源の質的管理																	
表流水水質保全計画（モニタリング強化）	-	-	-	-	-	1	-	未定									
地下水水質保全計画（モニタリング強化、揚水削減）	-	-	-	-	-	5	-	未定									
水配分計画																	
水配分・水輸送計画（水輸送・給水計画含む）	-	-	-	-	-	10	741/1,058	JICA,GKW,Arab F., 自国、民間、未定									
リスクマネジメント																	
異常湯水年対策	-	-	-	-	-	-	-	未定									
計	-	-	-	-	-	110	3,118/4,452	-									

出典：投資計画 2000年 - 2010年、および調査団の計画。ただし、構想段階のプロジェクトは除外した。

## 8 水資源管理マスタープランの評価

### 8.1 計画評価

本調査の水資源管理計画では需要管理及び水資源開発の面において、「水環境保全」及び「水循環」の観点から基本方針を設定した。また、計画目標年次の2020年において、12行政区で需給を均衡させる計画を策定しており、計画全体として整合性を取るようになっている。

#### 8.1.1 需要管理

##### (1) 都市用水

都市用水の需要量は表 8.1-1 のとおり計画されており、生活用水、工業用水、観光用水のそれぞれについて、需要は最小限に抑制しながらも、必要な量は確保している。

表 8.1-1 12 行政区都市用水需要

(単位：MCM年)

行政区	2005			2010			2015			2020		
	生活	工業	観光	生活	工業	観光	生活	工業	観光	生活	工業	観光
アンマン	99.94	1.14	1.02	136.69	1.33	1.23	167.98	1.48	1.39	191.80	1.56	1.57
ザルカ	38.50	22.42	0.01	53.19	23.64	0.02	65.95	24.59	0.02	76.02	25.13	0.02
マフラック	18.74	0.30	0.00	21.88	0.35	0.00	22.49	0.38	0.00	20.77	0.40	0.00
イルビット	39.52	8.89	0.02	57.63	9.12	0.03	75.01	9.29	0.03	90.37	9.39	0.04
アジルン	5.22	0.00	0.00	7.71	0.00	0.00	10.15	0.00	0.00	12.35	0.00	0.00
ジェラシ	6.14	0.00	0.00	9.16	0.00	0.00	12.17	0.00	0.00	14.90	0.00	0.00
バルカ	20.75	0.59	2.67	26.84	0.69	4.70	31.14	0.77	6.94	33.52	0.81	6.94
マダバ	11.29	0.23	2.35	13.11	0.26	4.41	13.34	0.29	6.55	12.16	0.31	6.56
カラク	10.87	18.39	0.01	14.77	30.64	0.01	18.02	45.57	0.02	20.45	59.67	0.02
マアン	7.08	9.32	0.13	8.76	10.86	0.16	9.65	12.05	0.18	9.82	12.72	0.20
タフィーラ	3.24	6.75	0.00	4.89	7.86	0.00	6.55	8.73	0.00	8.08	9.22	0.00
アカバ	11.37	8.05	0.69	12.90	9.38	0.83	12.67	10.41	0.94	11.01	10.99	1.06
合計	272.67	76.08	6.92	367.51	94.13	11.40	445.12	113.55	16.08	501.26	130.21	16.42
都市用水合計			355.67			473.04			574.75			647.89

##### (2) 農業用水

農業用水は、環境対策としての地下水揚水削減を満たすため、下水処理水の再利用を積極的に推進する計画としている。このため、計画目標年次においても現状の灌漑用水の総量を維持する政策を堅持することが可能となっている。

水資源管理計画マスタープラン策定のために採用された農業用水の予測需要量は、持続可能な開発水資源量から都市用水を差し引いた残余水量をすべて農業用水として配分することで求められた。この様に、本水資源管理計画マスタープランで採用した農業用水需要予測は、実際の農業計画に基づくものではない。

従って、水灌漑省では、この手法により求められた農業用水可能使用量を最大限に利用することを条件とし、農業の開発基本計画（作物・耕作面積・灌漑方法・水源・水質分類別を考慮）を12行政区で策定した。この農業開発基本計画は、GTZ/MWIによる農業用水需要計算モジュールを用いて策定された。その内容は、表 8.1-2 に示される通りである。その結果、各行政区の目標年次別の農業用水需要量は、想定された可能使用量の範囲内で収まっており、今後、行政区別に農業計画を具体化するための基本的な枠組みが示された。

表 8.1-2 12 行政区農業用水需要

行政区	2005		2010		2015		2020	
	灌漑面積	需要	灌漑面積	需要	灌漑面積	需要	灌漑面積	需要
	Ha	MCM/年	Ha	MCM/年	Ha	MCM/年	Ha	MCM/年
アンマン	3,170	42.1	3,087	41.9	2,865	40.8	2,668	39.1
ザルカ	4,773	65.2	4,417	60.0	4,132	58.0	3,830	53.8
マフラック	4,936	50.4	4,351	44.6	4,002	41.2	3,509	36.3
イルピッド	13,315	146.7	14,464	155.3	14,959	162.1	15,987	163.2
アジュールン	611	6.8	690	7.7	763	8.3	819	8.6
ジェラシ	1,011	11.6	1,056	11.7	1,009	10.9	1,018	10.7
バルカ	13,381	213.1	15,093	230.9	13,977	210.5	12,730	188.4
マダバ	906	8.1	973	8.9	929	9.2	936	9.5
カラック	9,882	67.8	10,806	71.2	10,763	70.8	10,662	69.2
マアン	4,671	46.3	2,496	26.7	2,083	23.5	931	13.4
タフィーラ	407	5.4	421	5.7	420	5.7	469	6.3
アカバ	1,614	19.5	1,242	16.1	612	7.4	664	8.2
合計	58,667	682.8	59,095	680.8	56,513	648.4	54,222	606.7

出典：MWI による“Digital National Master Plan” 農業用水モジュールを用いた水灌漑省 12 行政区農業配置計画の集計による。

### 8.1.2 水資源開発

水資源開発側では、従来型水源として表流水、和平条約水、循環性地下水、化石淡水地下水について、非従来型水源として地下汽水・海水淡水化利用、下水処理水再利用について、各個プロジェクトベースで再評価し、表 8.1-3 に開発量としてとりまとめた。特に、下水処理水は、全国レベルで既往処理施設開発計画を集大成し、下水処理水再利用計画としてとりまとめた。ただし、循環性地下水については、現行の地下水利用が過剰揚水であることから、循環水量まで回復させるための削減計画を示した。このレベルまで揚水量を削減することにより、その後持続的な地下水開発が可能となる。

なお、不明水対策として漏水等による物理的損失率を計画目標年次で 15%と設定している。これにより不明水率は、現行から 10%程度改善されることになり、2020 年で約 60MCM（需要側集計に包含）の水資源が創出されることとなる。

表 8.1-3 水資源開発量

水資源	(MCM/年)			
	2005	2010	2015	2020
1. 表流水	424	431	446	446
2. 和平条約水	60	90	90	90
3. 循環性地下水	368	337	307	275
4. 化石淡水地下水*	65	92	104	130
5. 地下汽水淡水化水	43	53	72	85
6. 海水淡水化水	5	5	17	17
7. 下水処理水	112	177	220	246
合計	1,054	1,185	1,256	1,289

表 7.1-1 参照

\* ディシ ムダワラ地域での開発、開発期間は 50 年を想定。

## 8.2 環境評価

策定された水資源管理計画の実施により、自然環境の改善と農業社会環境への負の影響が想定される。

### 8.2.1 自然環境

ジョルダン国の水資源管理の重要な課題の一つが、水資源環境問題である。さらに、この水環境問題は次の二つに集約される。

- 地下水水源枯渇・水質悪化
- 表流水水質悪化

#### (1) 地下水

##### a) 水源枯渇

ジョルダン国の地下水は近年過剰揚水が続いており、循環性地下水の水位低下が進んでいる。このままの揚水を続ければ、遅かれ早かれ枯渇する井戸が出てくる。したがって、循環性地下水の揚水削減計画は必須の事業である。本調査では、全国の地下水帯水層別に、循環涵養水量による安全揚水量（全国合計：275.0MCM/年）を求め、目標年次の2020年に循環水量まで順次削減する計画を策定した。地下水は農業用水と都市用水の双方で利用されており、削減はその双方で負担すべきものとしている。この方針に基づき検討した、12行政区別の計画揚水量及び農業揚水配分量を表 8.2-1 に示す。

また、都市用水用の地下水削減分は、新規水源の開発で補填するものとするが、農業用水の地下水削減の実施方法については、USAID のアンマン・ザルカ流域での削減計画を参考に以下のように策定した。この計画は、他の地域での循環性地下水揚水削減に有効であると想定され、これらの施策により全国レベルの揚水削減は可能であると考えられる。

- 農業用水利用効率化指導（8%）
- 井戸の買い上げ（25-33%）
- 揚水規制基準の適用（25-33%）
- 下水処理水への水源転換（17-25%）

表 8.2-1 循環性地下水の目標年次別計画揚水量 / 農業用水配分

(単位：MCM/年)

行政区	現揚水量	計画揚水量				農業用水配分量			
	1998	2005	2010	2015	2020	2005	2010	2015	2020
アンマン	62.5	53.4	47.0	40.5	34.0	30.4	26.5	19.8	16.6
ザルカ	89.1	75.7	66.1	56.6	47.0	40.4	35.2	26.3	22.0
マフラック	89.9	85.8	82.9	79.9	77.0	47.9	41.8	31.2	26.1
イルビット	45.1	40.0	36.3	32.7	29.0	17.0	17.0	14.0	13.0
アジルン	0.7	1.1	1.4	1.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ジェラシ	3.5	4.9	6.0	7.0	8.0	1.8	1.6	1.2	1.0
バルカ	47.4	38.4	31.9	25.5	19.0	33.1	27.1	19.0	14.0
マダバ	12.9	11.7	10.8	9.9	9.0	1.8	1.6	1.2	1.0
カラク	28.3	22.3	20.4	18.3	16.0	3.1	2.7	2.0	1.7
マアン	22.6	19.9	17.9	16.0	14.0	7.6	6.7	5.0	4.2
タフィーラ	8.0	9.3	10.2	11.1	12.0	0.8	0.7	0.5	0.4
アカバ	5.7	6.4	7.0	7.5	8.0	5.1	4.5	3.3	2.8
合計	419.8	368.9	337.9	306.7	275.0	189.1	165.4	123.4	102.7

b) 水質悪化

本調査の結果、地下水の水質悪化は、都市部の下水処理施設の未整備と高原地域の灌漑農業による塩類の浸透にあることが判明した。前者については既往の下水処理施設の整備計画を集約し、対策として示した。後者の灌漑による水質悪化については、アンマン南部地区において水質シミュレーションを行い、a) 項での地下水揚水削減を実施することにより、同時に水質問題の解決になることを示している。地下水揚水削減対策は、地質状況がほぼ似通っていることから、他の地域での水質維持にも有効であると予想される。

また、USAID の WQICP プロジェクトでは地下水と表流水について包括的な水質監視システムの提案がなされており、この提案に基づき既存の監視システムを整備することにより、急激な水質変化や長期的な水質変化の動向を把握することができ、汚染源の特定や水質の変化に緊急に対応することが可能となる。

(2) 表流水

表流水の水質悪化の主たる原因は、都市部の下水処理施設の未整備と水域の富栄養化による藻類の発生に集約される。前者は地下水と同様に処理場整備により解決されるものである。下水発生量の多い首都圏では、アッサムラ、ワジザルカの下水処理施設の整備が実施段階に入っており、これによりザルカ川およびキングアブドラ水路を流れる表流水の水質が改善される。

一方の富栄養化の問題は、浄水場での処理体制を整備することで解決はされるが、汚染源の特定と水質の変化を迅速に察知することがより重要である。これについても、地下水と同様に、WQICP プロジェクトで提案された表流水水質監視システムを整備することにより汚染源の特定が容易となり、かつ急激な水質の変化に迅速に対応することが可能となる。

8.2.2 社会環境

策定された水資源管理計画には、灌漑農業に関して以下の二つの点で社会環境への影響が含まれている。

(1) 高原農業の転換

高原地域 ( Up/Midland ) の水資源は限られており、地下水の循環水量までの削減、化石淡水地下水の都市用水への専用使用は、計画上避けられない。一方、農業の最大限維持の政策に基づき、ジョルダン渓谷での下水処理水利用を主要施策とし、行政区単位で農業利用可能水源・水質に適した作物と農地開発案を示した。それに伴い、高原農業の一部は、ジョルダン渓谷に移転する必要があると判断された。図 8.2-1 に示すように、2020 年に向けて、高原農業の灌漑用水量・面積で約 1/3 の段階的な移転が必要な計画となっている。前述のとおり、技術的には水源の確保及び農地開発の面で実施が可能なことは確認されているが、具体的な農業移転計画の策定には至っていない。特に、農業社会への影響は大きなものがあるものと想定され、この点での十分な配慮が必要となる。

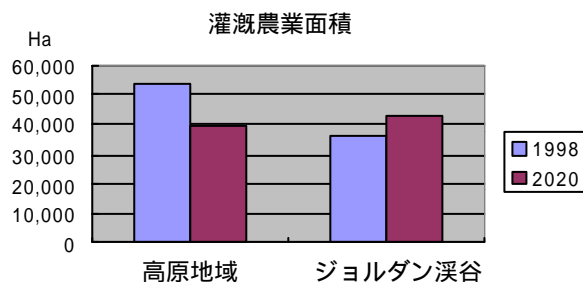


図 8.2-1 高原農業の転換による農業面積の変化

## (2) 下水処理水再利用

ジョルダン国では、これまでもアッサムラ下水処理場からの処理水がジョルダン渓谷に流下し、作物の制約無しに灌漑農業に利用されている。ただしこの場合、下水処理水は流下の途中で、表流水及びキングアブドラ水路からの清水によって希釈されている。

しかし、本計画での提案は下水二次処理水を直接使用するものである。希釈していない下水処理水の農業用再利用については、全ての農作物について適用できるわけではないが、基本的には果樹栽培や飼料の栽培には適用できるとされている。しかし、希釈していない下水処理水の農業用再利用は、現在ごく一部の下水処理場の近傍で行われているだけで、本格的には行われていないのが現状である。

下水処理水中の糞便性大腸菌に起因する健康上の問題や、作物の生育に影響を与える微量元素の問題等が想定されることから、下水処理水の農業用再利用の実施にあたっては、複数機関による下水処理水水質の管理・監視、下水処理利用の法規制の適正運用、利用促進の情報公開・啓蒙運動を同時に実施する必要がある。現在ジョルダン渓谷で実施されている BWP では、下水処理水の再利用についても調査が行われており、このプロジェクトの調査結果を将来参考にするべきである。

なお、第二部のプレ-F/S の下水処理水再利用プロジェクトにおいて、アンケート調査を含む環境影響評価が実施されているが、アブヌシル、フハイス、ワジ・エシル、タフィーラ、マアンの5下水処理場の近傍で、100戸の農家を対象として行ったアンケート調査の結果、90%以上の農民に下水処理水を利用する意思があることが確認されている。

## 8.3 経済・財務評価

水資源管理マスタープランで提案されているプロジェクトを水源開発、下水処理及び下水再利用プロジェクトの3グループに分け、さらに全体としての経済財務分析を実施した。

上記プロジェクトの他に、水資源管理プロジェクトとしての水道施設リハビリプロジェクトがあるが、水需要予測には既に不明水の削減が織り込まれているため、ここでは評価の対象としなかった。

水源開発プロジェクトは、新規水源の開発ないし送水を目的とした16プロジェクト(例：ワハダダム建設)から成り立っている。下水処理プロジェクトは25プロジェクト(例：アッサムラ下水処理施設の拡充)、下水再利用プロジェクトは29プロジェクト(例：アカバ処理下水再利用)から成り立っている。計画目標年次までの上記プロジェクトの総投資額は1,938MJD(百万ジョルダンディナール)を予定しており、その内訳は表8.3-1に示すとおりである。なお、表8.3-1の数値は、第7章で示した投資額とは対象プロジェクトの範囲と定義等が異なるため一致しない。

表 8.3-1 セクター別計画年次累計投資額

(単位：MJD)

投資分野 \ 年	2005	2010	2015	2020
水源開発・送水	932.1	1,168.3	1,302.2	1,302.2
下水処理	449.6	600.2	600.2	600.2
下水処理水再利用	10.9	21.4	26.2	35.6
合計	1,392.6	1,789.9	1,928.6	1,938.0

割引率を6.5%に設定してマスタープラン・プロジェクトの財務分析を行った結果、水価を受益者の支払い能力の範囲内で将来ある水準に引き上げることによって、これらのプロ



プロジェクトは財務的に成立することが判明した。

受益者が負担すべき水価は費用の完全回収を前提としたものであり、長期限界費用概念に基づいたプロジェクト・ライフ期間に適用されるものである。

下水関連プロジェクトは、下水処理プロジェクトと下水処理水再利用プロジェクトに分けられる。下水処理水再利用についてはフィージビリティ上の問題は無いが、下水処理については水資源開発プロジェクトと併せて評価することによって、財務的なフィージビリティを確保することができる。

#### (1) 水源開発プロジェクト

水源開発プロジェクトのグループとしての全体評価は、FIRR が 4% となり、仮定した割引率 6.5% に満たないため財務的には成り立たない。しかし、EIRR は 18% となり、仮定した資本の機会費用 10% を優に越えているので、経済的には高度に成り立つということである。

当該プロジェクトが財務的に成り立つためには、平均用水料金を将来引き上げる必要がある。

現在、生活用水、工業用水及び農業用水の平均単価及び本調査での分析による負担可能上限は表 8.3-2 のとおりである。これらの単価をそれぞれ、12%、12% 及び 1,680% 引き上げ、382 フィル/m<sup>3</sup>、1,120 フィル/m<sup>3</sup> 及び 178 フィル/m<sup>3</sup> にすると（いずれも負担可能上限内にある）、水源開発プロジェクトは財務的に成り立つということが判明した。

表 8.3-2 セクター別用水単価

(単位：フィル/m<sup>3</sup>)

項目	用水単価			
	現在	引き上げ率	将来	上限
生活用水	341	12%	382	735
工業用水	1,000	12%	1,120	2,740
農業用水	10	1680%	178	283

生活用水の平均単価を 382 フィル/m<sup>3</sup> に引き上げた場合、世帯の水道料金支払い月額、月収との比較で平均して現在の 1.86% から 2.08% へ上昇することになるが、世帯は収入の 4% まで水道料金に充てることができるという認識が一般的に行われている。工業用水及び農業用水については分野別の総生産 (Gross Output) 中の水コストを考慮して設定した。

表 8.3-3 対収入水道料金比率 (生活用水)

項目	現在	将来	上限
対収入水道料金比率(生活用水)	1.86%	2.08%	4.00%

つまり、当該プロジェクトはもともと経済的に高い実行可能性を持っているが、将来適切な方法により用水料金を引き上げることによって、財務的にも成立させることが可能である。

#### (2) 下水処理プロジェクト

下水処理プロジェクトのグループとしての全体評価は、現行の下水道料金を適用した場合、FIRR がマイナス、EIRR は 4% となり、財務的にも経済的にも成り立たない。

当該プロジェクトが事業として成り立つためには、平均下水道料金を将来次のように引き上げる必要がある。現在、下水道サービスの平均単価は 147 フィル/m<sup>3</sup> で、まだかなり低い。財務分析によれば、同単価の上限は 368 フィル/m<sup>3</sup> である。

下水道サービスの平均単価を 263%引き上げて 534 フィルス/m<sup>3</sup> にすると（これは上限を越えることになる）、下水処理プロジェクトは事業として成り立つということが判明した。

表 8.3-4 下水単価

(単位：フィルス/m<sup>3</sup>)

項目	下水単価			
	現在	引き上げ率	将来	上限
生活下水	147	263%	534	368

下水道サービスの平均単価を 534 フィルス/m<sup>3</sup> に引き上げた場合、世帯の下水道料金支払い月額、月収との比較で、平均して現在の 0.80% から 2.91% へ上昇することになる。他方、世帯の下水道料金支払い能力は収入の 2% までという認識が一般的に行われている。

表 8.3-5 対収入下水道料金比率(生活下水)

項目	現在	将来	上限
対収入下水道料金比率(生活下水)	0.80%	2.91%	2.00%

結論として、当該プロジェクトは単独では経済的にも財務的にも成り立ち難い。ただし、生活用水単価と下水道サービス単価の合計が 916 フィルス/m<sup>3</sup> であるのに対し、両単価の上限の合計は 1,103 フィルス/m<sup>3</sup> となり、後者は前者を上回っている。これは、世帯は将来、上下水道一括料金を支払う余力があるということを示している。

### (3) 下水処理水再利用プロジェクト

下水処理水再利用プロジェクトのグループとしての全体評価は、現行単価のもとでは財務的に成り立たないが、EIRR は 37% で、仮定した資本の機会費用 10% の 3.7 倍となり、経済的には顕著に成り立つ。なお、プロジェクト便益計算にあたって、農民側の灌漑費用はインプット費用として算入されている。

当該プロジェクトが財務的に成り立つためには、平均下水処理水料金を将来次の通り引き上げる必要がある。現在、下水処理水の単価は 10 フィルス/m<sup>3</sup> と非常に低い。財務分析によれば、同単価の上限は 142 フィルス/m<sup>3</sup> である。

同単価を 38 フィルス/m<sup>3</sup> に引き上げると（これは上限の極く一部に過ぎない）、下水再利用プロジェクトは財務的に成り立つということが判明した。

表 8.3-6 灌漑用水単価

(単位：フィルス/m<sup>3</sup>)

項目	下水処理水単価			
	現在	引き上げ率	将来	上限
灌漑用下水	10	280%	38	142

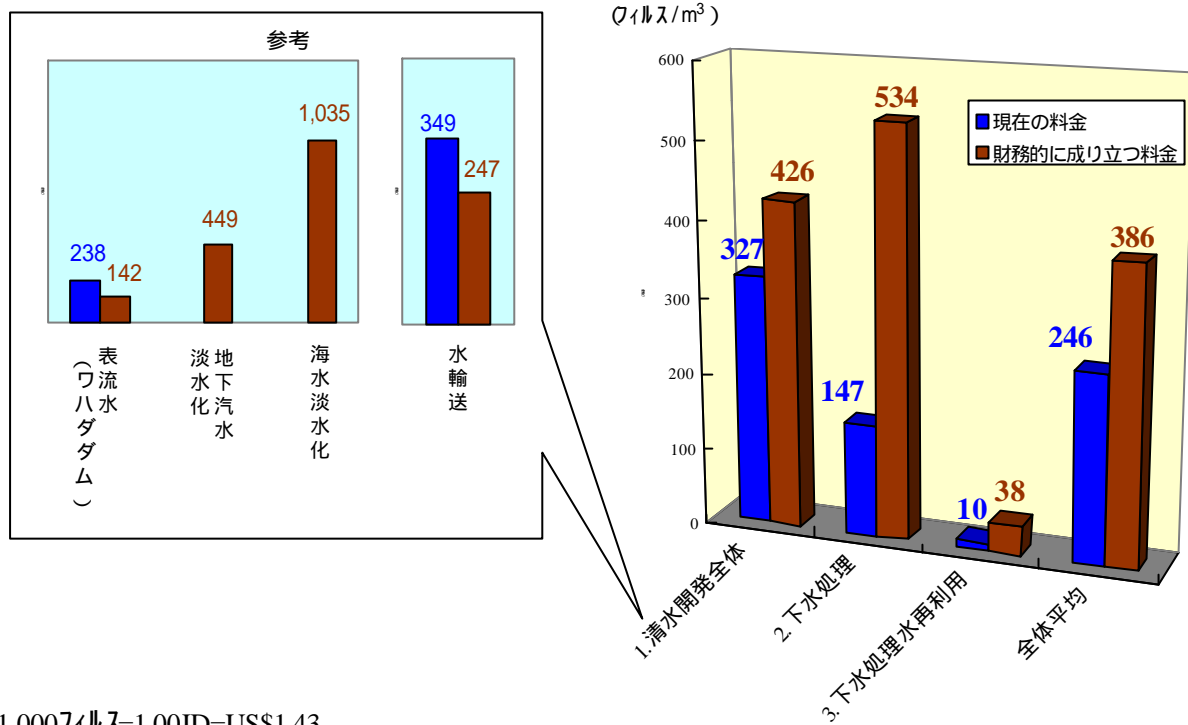
つまり、当該プロジェクトはもともと経済的に顕著に高い実行可能性を持っているが、将来適切な方法で下水処理水料金を引き上げることによって、財務的にも成立させることが可能である。

### (4) 全プロジェクト

全プロジェクトの総括評価は FIRR が 2% となり、仮定した割引率 6.5% に満たないため、財務的には成り立たないが、EIRR は 14% となり、仮定した資本の機会費用 10% を越えていることから経済的には成り立つ。

EIRR の数値は、上水 / 下水の価格をまだ引き上げ得る余地が充分にあり、総てのプロジェクトを財務的に適度に成り立ち得るようにすることが可能であるということを示している。

図 8.3-1 に財務的に成り立つ単位体積あたりの料金と現行の料金を水資源のタイプ別に示す。



1,000フィルス=1.00JD=US\$1.43

出典：WAJ および調査団の検討

図 8.3-1 水資源タイプ別の料金

#### 8.4 総合評価

以上の評価を総合すると、本水資源管理計画マスタープランは需要抑制 / 従来型・非従来型水源の開発により実行可能な計画となっている。

一方、下水処理水の積極利用、高原地帯での農業のジョルダン渓谷への一部移転及び上下水道料金の改定という今後の課題を抱えているが、いずれも政府と国民が協力すれば解決の可能な範囲と考えられ、計画の実施に向けて準備を行うべきである。