

独立行政法人 国際協力機構

マレーシア国
天然資源環境省
灌漑排水局

マレーシア国
地方主要都市洪水制御事業
協力準備調査

ファイナルレポート
第1巻 共通編

平成23年1月
(2011年1月)

株式会社 建設技研インターナショナル
八千代エンジニアリング株式会社

環境
CR(10)
11-025

独立行政法人 国際協力機構

マレーシア国
天然資源環境省
灌漑排水局

マレーシア国
地方主要都市洪水制御事業
協力準備調査

ファイナルレポート
第1巻 共通編

平成 23 年 1 月
(2011 年 1 月)

株式会社 建設技研インターナショナル
八千代エンジニアリング株式会社

2010 年 9 月 13 日現在の交換レートは以下の通りである:

$$\text{RM } 1.00 = \text{JPY } 27.08$$

レポートの構成

要約版

第1巻 共通編

第2巻 ムアール川流域編

第3巻 パハン川流域編

第 1 卷 共通編



ムアール川流域およびパハン川流域

Steering Committee Meetings



Kickoff Meeting

Date : 8th September 2009

Venue : DID Headquarters, Kuala Lumpur



First Steering Committee Meeting

Date : 16th October 2009

Venue : DID Headquarters, Kuala Lumpur



Second Steering Committee Meeting

Date : 5th February 2010

Venue : DID Headquarters, Kuala Lumpur



Third Steering Committee Meeting

Date : 19th May 2010

Venue : DID Headquarters, Kuala Lumpur

Stakeholders Meeting for Muar River Basin



Stakeholders Meeting No.1 for the Muar River Basin

Date : 10th December 2009

Venue : Hotel D99, Muar, Johor



Stakeholders Meeting No.2 for the Muar River Basin

Date : 2nd May 2010

Venue : DID Segamat

Stakeholders Meeting for Muar River Basin



Stakeholders Meeting No.3 for the Muar River Basin
Date : 12th May 2010
Venue : Gemas Golf Resort, Gemas



Stakeholders Meeting No.4 for the Muar River Basin
Date : 25th August 2010
Venue : A'Famosa Resort, Alor Gajah

Stakeholders Meeting for Pahang River Basin



Stakeholders Meeting No.1 for the Pahang River Basin
Date : 2nd February 2010
Venue : Bandar Indera Mahkota, Kuantan



Stakeholders Meeting No.2 for the Pahang River Basin
Date : 10th May 2010
Venue : Temerloh Plaza, Temerloh



Stakeholders Meeting No.3 for the Pahang River Basin
Date : 23rd August 2010
Venue : Federal Building, Temerloh

Project Office



Various paper works and discussions among team member are carried out at the project office
Date : 27 January 2010
Venue : Project Office, DID, Ampang, Kuala Lumpur

マレーシア国
地方主要都市洪水制御事業協力準備調査ファイナルレポート
第1巻 共通編

目次

ムアール川流域およびパハン川流域位置図

写真集

目次.....	i
表一覧.....	ii
図一覧.....	iii
略語.....	iv
単位系.....	vi

第1章 協力準備調査の概要.....	1-1
1.1 調査の背景.....	1-1
1.2 協力準備調査の概要.....	1-1
1.3 調査スケジュール.....	1-2
1.4 要員計画.....	1-2
1.5 対象流域.....	1-3
1.6 実施体制.....	1-3
1.6.1 流域委員会(RBCs)の設置.....	1-3
1.6.2 ワーキンググループの設置.....	1-3
1.6.3 協力準備調査の実施体制.....	1-3
1.7 キャパシティデベロップメント活動.....	1-4
1.7.1 ステークホルダー会議.....	1-4
1.7.2 ワーキンググループ会議.....	1-5
1.7.3 技術会議.....	1-6
第2章 マレーシアの国情.....	2-1
2.1 社会経済.....	2-1
2.1.1 政府.....	2-1
2.1.2 人口.....	2-1
2.1.3 経済概況.....	2-1
2.1.4 政府の財務状況.....	2-2
2.1.5 DID 予算.....	2-3
2.2 法制度・組織.....	2-5
2.2.1 法制度.....	2-5
2.2.2 組織.....	2-5
第3章 IRBM 導入ガイドライン.....	3-1
3.1 背景.....	3-1
3.2 ガイドラインの目的.....	3-1
3.3 ガイドラインの内容.....	3-1

添付資料：IRBM導入ガイドライン

表一覧

表 1.2.1	協力準備調査の概要.....	1-1
表 1.5.1	対象流域の諸元.....	1-3
表 1.7.1	ステークホルダー会議.....	1-4
表 1.7.2	ワーキンググループ会議.....	1-5
表 1.7.3	DID 関連部局との技術会議.....	1-6
表 2.1.1	人口.....	2-1
表 2.1.2	10 ヶ年毎の平均年インフレ率.....	2-1
表 2.1.3	連邦政府の連結財政の歳入の内訳(百万 RM).....	2-2
表 2.1.4	連邦政府の連結財政における歳出の内訳.....	2-2
表 2.1.5	第 9 次マレーシア予算計画における DID 本部の一般管理費配分額.....	2-3
表 2.1.6	第 9 次マレーシア予算計画における DID の開発予算.....	2-3
表 2.1.7	第 7 次、第 8 次、第 9 次マレーシア予算計画における各 District への開発予算の 配分額.....	2-4
表 2.1.8	第 9 次マレーシア予算計画における州 DID への配分額.....	2-4
表 2.2.1	主な関連法律.....	2-5
表 2.2.2	主要関連機関とその役割.....	2-6
表 2.2.3	National Water Resources Council の構成.....	2-7
表 2.2.4	上下水道事業に係る許認可.....	2-8

図一覧

図 1.3.1	調査スケジュール	1-2
図 1.4.1	JICA 調査団のメンバーおよびその配置計画	1-2
図 1.6.1	協力準備調査の実施体制.....	1-4
図 2.2.1	上下水道セクターの概要.....	2-8

略語

AMRFF	Atmospheric model-based rainfall and flood forecasting system
AR4	IPCC Fourth Assessment Report
ARI	Average Recurrence Interval
ASMA	Alam Sekitar Malaysia Sdn. Bhd.
B/C	Benefit/Cost
BAKAJ	Johor Water Regulatory Body (<i>Badan Kawalselia Air Johor</i>)
BKSA	Water Regulatory Body (<i>Badan Kawalselia Air</i>)
BOD/BOD5	Biochemical oxygen demand
BORDA	Bremen Overseas Research and Development Association
COD	Chemical oxygen demand
CORPRI Model	Corporatization and Privatization Model
DID	Department of Irrigation and Drainage
DEWATS	Decentralised Wastewater Treatment Solution
DMRC	Disaster Management and Relief Committee
DO	Dissolved oxygen
DOCC	District Disaster Operations Control Center
DOE	Department of Environment
DTGSM	Peninsular Malaysia Geodetic Vertical Datum (<i>Datum Tegak Geodesi Semenanjung Malaysia</i>)
DTM	Digital Terrain Model
DVS	Department of Veterinary Service (<i>Jabatan Perkhidmatan Veterinar</i>)
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EPU	Economic Planning Unit (Unit Perancang Ekonomi)
EQA	Environmental Quality Act 1974
EQR	Environmental Quality Report
ESA	Environmental Sensitive Area
EXCO	Executive Council
GCM	General Circulation Model
GEV	General Extreme Value
GHG	Greenhouse gas
GRDP	Gross Regional Domestic Products
HH	Household
IEE	Initial Environmental Evaluation
IFM	Integrated Flood Management
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRBM	Integrated River Basin Management
IST	Individual septic tank
IWK	Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.
IWRM	Integrated Water Resources Management
JAS	Department of Environment (<i>Jabatan Alam Sekitar</i>)
JBA	Water Supply Department (<i>Jabatan Bekalan Air</i>)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JKPS	River Management Committee (<i>Jawatankuasa Pengurusan Sungai</i>)
JKR	Public Works Department (<i>Jabatan Kerja Raya</i>)
JMG	Department of Mineral and Geoscience (<i>Jabatan Mineral dan Geosains</i>)
JPBD	Department of Town and Country Planning (<i>Jabatan Perancangan Bandar dan Desa</i>)
JPBB	Disaster Management and Relief Committee (<i>Jawatankuasa Pengurusan dan Bantuan Bencana</i>)
JPBBD	District Disaster Management and Relief Committee (<i>Jawatankuasa Pengurusan dan Bantuan Bencana Daerah</i>)
JPPH	Valuation and Property Services Department (<i>Jabatan Penilaian dan Perkhidmatan Harta</i>)
JUPEM	Department Survey and Mapping Malaysia (<i>Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia</i>)
Kg.	Village (<i>kampung</i>)
KL	Kuala Lumpur
LA	Local authority
LKIM	Malaysian Fisheries Development Board (<i>Lembaga Kemajuan Ikan Malaysia</i>)
LTFM	Linear Transfer Function Model
LUAN	Kedah Water Management Authority (<i>Lembaga Urus Air Negeri Kedah</i>)
LUAS	Selangor Water Management Authority (<i>Lembaga Urus Air Selangor</i>)
MaCGDI	Malaysian Center for Geospatial Data Infrastructure
MCM	Million cubic meter
Mld	Million liter per day
MMD	Malaysian Meteorological Department
MRSO	Malaysian Rectified Skew Orthomophic
MyGDI	Malaysian Geospatial Data Infrastructure
NAHRIM	National Hydraulic Research Institute of Malaysia

NCLG	National Council for Local Government
NGVD	National Geodetic Vertical Datum
NH3-N	Ammoniacal nitrogen
NPV	Net present value
NRE	Natural Resources and Environment
NRW	Non-Revenue Water
NSC	National Security Council
NWQS	National Water Quality Standard
NWRC	National Water Resources Council
NWRD	National Water Resources Department
NWRS	National Water Resources Study (2000)
NWRS	National Water Resources Study, Malaysia (JICA, 1982)
NWSC	Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara
OJT	On-the-job training
PAAB	Water Asset Management Company (<i>Pengurusan Aset Air Berhad</i>)
PERHILITAN	Department of Wildlife and Natural Park Peninsular Malaysia (<i>Jabatan Perlindungan Hidupan Liar dan Taman Negara, Semenanjung Malaysia</i>)
PFA	Pig farm area
ppm	Part per million
PRECIS	Providing Regional Climate Impact Studies
PTG	Land and Mines Office (<i>Pejabat Tanah dan Galian</i>)
PWCC	PricewaterhouseCoopers Consulting Sdn. Bhd.
RBC	River Basin Committee
RB-DSS	National River Basin Decision Support System
RB-IMS	River Basin Infrastructure Management System
RBMO	River Basin Management Office
RBO	River Basin Organization
RB-SMS	River Basin Geographical Information System
RB-SMS	River Basin Simulation Modeling System
RCM	Regional Climate Model
RegHCM-PM	Regional Hydroclimate Model of Peninsular Malaysia
RM	Ringgit Malaysia
RMK-10	Tenth Malaysia Plan
RMK-8	Eighth Malaysia Plan
RMK-9	Ninth Malaysia Plan
RRB	National Register of River Basin Study
RRB2	Second Phase of the National Register of River Basin Study
RTU	Remote Terminal Unit
SAINS	Syarikat Air Negeri Sembilan Sdn. Bhd.
SAJ	Johor Water Company (<i>Syarikat Air Johor</i>)
SBMO	Sub-Basin Management Office
Sg.	River (<i>sungai</i>)
SPAN	Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara
SS	Suspended solids
st.	Station
STP	Sewage treatment plant
SWM	SWM Environment Sdn. Bhd.
SWRC	State Water Resources Council
TDS	Total dissolved solids
Tg.	Tanjung
TNB	Tenaga Nasional Berhad
TOR	Terms of Reference
TSS	Total suspended solids
UPEN	State Economic Planning Unit (<i>Unit Perancang Ekonomi Negeri</i>)
UPPP	Federal Project Implementation Unit (<i>Unit Pelaksanaan Projek Persekutuan</i>)
USD	US Dollar
USEPA	The United States Environmental Protection Agency
W.L.	Water Level
WRD	Water Resources Department
WQI	Water Quality Index

単位系

(Length)

mm	:	millimeter(s)
cm	:	centimeter(s)
m	:	meter(s)
km	:	kilometer(s)

(Area)

mm ²	:	square millimeter(s)
cm ²	:	square centimeter(s)
m ²	:	square meter(s)
km ²	:	square kilometer(s)
ha	:	hectare(s)

(Weight)

g, gr	:	gram(s)
kg	:	kilogram(s)
ton	:	ton(s)

(Time)

s, sec	:	second(s)
min	:	minute(s)
h, hr	:	hour(s)
d, dy	:	day(s)
y, yr	:	year(s)

(Volume)

cm ³	:	cubic centimeter(s)
m ³	:	cubic meter(s)
l, ltr	:	liter(s)
mcm	:	million cubic meter(s)

(Speed/Velocity)

cm/s	:	centimeter per second
m/s	:	meter per second
km/h	:	kilometer per hour

第1章 協力準備調査の概要

1.1 調査の背景

マレーシアは東南アジア諸国連合(ASEAN)の中でも特に急激な経済発展を遂げてきたが、かつては、ゴムや錫の輸出に依存したモノカルチャー型経済を形成していた。しかし、1985年に導入された工業化政策によって、1997年にアジアを襲った経済危機の影響をも乗り越え、目覚ましい経済成長を続けている。2007年の国民一人当たりの国民総所得(GNI)は、6,540USDであり、経済協力開発機構(OECD)の開発援助委員会(DAC)では、マレーシアを高中所得国に分類している。また、人間開発指標(HDI)も上位に位置している(177か国中 63位)。

一方、近年洪水被害が頻発し、その被害も深刻化してきている。ベルギー・ルーベンカトリック大学災害疫学研究センターによる緊急事象データベース(EM-DAT)によると、2000年から2008年の9年間に20の洪水によって39万人が被災し、10億USDの被害が発生している。このように、洪水はマレーシアの持続的な発展の障害と認識されている。

マレーシア連邦政府は、第9次マレーシア計画(2006-2010年)に沿って、水質改善、水資源の確保、洪水リスクの削減、環境の保全等を目的として統合洪水管理(IFM)を含む統合流域管理(IRBM)の実施を決定した。しかし、マレーシアでは、組織的、技術的、財政的制約から多くの流域でIRBMやIFMの実施が困難な状況にある。

さらに、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次報告書では、気候変動によって降雨量の変動、河川流量の変化や海面上昇が予測されている。このような変化への対処は、個別の機関による対策ではなく、統合的対応が不可欠である。また、不確実性を持つ気候変動による脅威に対しても、IRBMによって適切な適応策を実施することが重要である。

このような状況を受け、独立行政法人国際協力機構(JICA)では、マレーシア政府に対するIRBMとIFM計画策定に関する支援が重要であると認識し、当該調査の実施を決定した。調査団は、株式会社建設技研インターナショナル(CTII)と八千代エンジニアリング株式会社の共同体で形成され、2009年9月1日よりマレーシアで調査を開始した。

1.2 協力準備調査の概要

調査の上位目標、目的、成果、裨益者、実施機関は表1.2.1に示すとおりである。

表 1.2.1 協力準備調査の概要

目標	内容
上位目標	洪水軽減事業が実施され、地方・国家経済の持続的発展に寄与する。
調査の目標	- 対象2河川の流域委員会の能力効果を図る - IRBM計画、IFM計画の策定を支援する - 緊急に実施すべき優先的洪水軽減事業に関するF/Sを実施する
成果	4候補河川流域(ムアール川、パハン川、サラワク川、キナバタンガン川)から、洪水リスク等を踏まえて2河川流域を選定する。 - 既往の気候変動予測結果を用いて、降雨パターン(量、強度等)への気候変動の影響を評価する。 - 気候変動の影響評価結果を考慮したIRBMやIFM計画の策定を通じて2つの対象河川流域の流域委員会が強化される。 - IFM計画に係る優先事業のF/Sが実施される。
裨益者	直接裨益者：DID職員および2つの流域委員会のメンバー 間接裨益者：2流域の住民
実施機関	灌漑排水局(DID)

1.3 調査スケジュール

調査工程を図 1.3.1に示す。実質的な調査期間は 2009 年 9 月から翌年 9 月までの約 12 ヶ月である。調査期間中には、2010 年 9 月のドラフトファイナルレポートをはじめとする 5 つの報告書を作成する。ファイナルレポートは、ドラフトファイナルレポートへのコメント等を踏まえて 2011 年 1 月に提出する予定である。

作業項目	2009年					2010年												2011	
	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
1. 対象河川流域の選定																			
2. 気候変動インパクトの推計																			
3. RBCの能力開発																			
3.1 IFM計画作成																			
3.2 IRBM計画作成																			
4. 優先プロジェクトのフィージビリティ調査																			
報告書																			

図 1.3.1 調査スケジュール

1.4 要員計画

本調査団は、(株)建設技研インターナショナルと八千代エンジニアリング(株)の13名の専門家より構成されている。要員計画を図 1.4.1に示す。

担当分野	名前	所属	2009年					2010年												2011
			8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
総括/IRBM	片山 正巳	CTI																		
副総括/IFM	後藤 俊宏	CTI																		
水文解析/気候変動推計	東海林 光	CTI																		
洪水対策(非構造物)	高橋 亨	YEC																		
洪水対策(構造物)I	亀山 勉	YEC																		
洪水対策(構造物)II	神宮 保	YEC																		
流域管理能力開発	金村 秀敏	YEC																		
河川・沿川環境 /流域情報管理	フォン・ウィーキン	CTI																		
地図・GIS	垣内 英俊	CTI																		
制度整備	上畑 直樹	YEC																		
環境社会配慮	飯島 伸幸	YEC																		
社会経済調査	石塚 良昭	CTI																		
経済分析	谷島 誠	CTI																		
報告書																				

■ 現地調査 ■ 国内作業
CTI: (株)建設技研インターナショナル YEC: 八千代エンジニアリング(株)

図 1.4.1 JICA 調査団のメンバーおよびその配置計画

1.5 対象流域

表 1.2.1の成果で述べたとおり、本調査ではムアール川、パハン川、サラワク川、キナバタンガン川の4つの候補河川流域から、2つの河川流域を調査対象流域として選定することとなっていた。2009年9月8日に20人以上の連邦・州DIDや関連機関の代表者の参加を得て当該調査のキックオフ会議が開催され、この会議において、ムアール川、パハン川流域を対象流域とすることが決定された。

ムアール川流域は、Negeri Sembilan州、Johor州、Melaka州、Pahang州の4つの州にまたがっている。一方、パハン川流域はPahang州とNegeri Sembilan州の2つのからなっている。このように、両流域は複数の州からなっているため、関連する州の間で河川流域の管理や規制に合意できない場合は、連邦政府が関与することになる。対象2河川の概要を表 1.5.1にまとめる。

表 1.5.1 対象流域の諸元

項目	ムアール川	パハン川
流域人口（2010*）	660,000	1,190,000
流域面積 (km ²)	6,140	28,770
延長 (km)	310	530
平均河川勾配	1/4,000	1/6,200

*: JICA調査団による予測結果

1.6 実施体制

1.6.1 流域委員会(RBCs)の設置

調査対象流域として選択された2流域については、流域委員会が整備されつつある。これら二つの流域は、複数の州にまたがっているため、マレーシア国憲法に基づいて連邦政府が介入することとなり、それぞれの流域委員会は、図 1.6.1に示すように、連邦政府レベルの2つの委員会（マネジメントコミティとテクニカルコミティ）と、下層部の州レベル組織であるタスクフォース、およびワーキンググループの4つの層から成る。

1.6.2 ワーキンググループの設置

本件準備調査においては流域委員会の能力開発が重要な目的の一つであることから、オンザジョブトレーニングを通じてIRBMおよびIFMの計画策定に関する能力開発を実施する必要がある。そのためには流域委員会内部に、調査団が定期的に直接アクセスできる協同作業パートナー組織が必要となる。

そこで、3州それぞれのタスクフォースの下に、より実務的な作業に従事する州またはディストリクト職員から成る4つまたは5つのワーキンググループ（調整グループとその下の洪水緩和、環境、水利用などの特定の課題に対する3つまたは4つのワーキンググループ）が設立されている。

1.6.3 協力準備調査の実施体制

本協力準備調査の実施体制を図 1.6.1のように設定した。JICA調査団はIRBM計画、IFM計画作成のため、ワーキンググループと定常的に一緒に活動する。本件調査の過程で挙げた重要な課題については、原則、調査団によるレポート提出時期に開かれるステアリングコミティにおいて協議することになった。

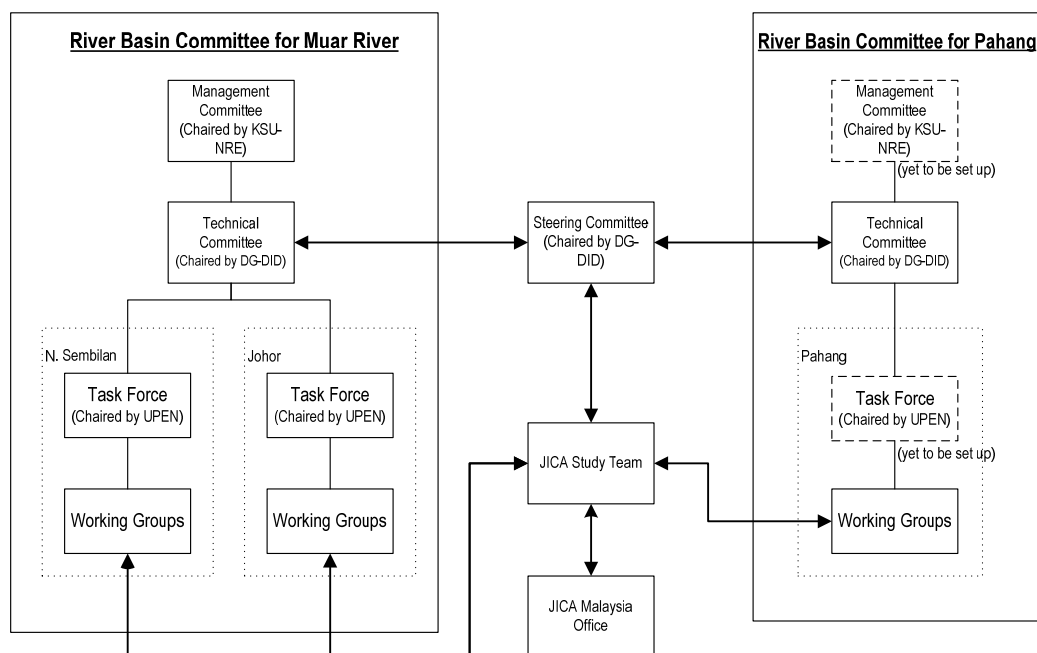


図 1.6.1 協力準備調査の実施体制

1.7 キャパシティデヴェロップメント活動

1.7.1 ステークホルダー会議

住民参加はIRBMの成功の最も重要な鍵の一つである。多彩なステークホルダーの声を反映させたIRBM計画を作成するためには、計画作りの早い段階から彼らを巻き込むことが必要である。

この方針に則り、JICA調査団は協力準備調査の開始以来、ステークホルダー会議の開催に努力してきた。ほぼ1年の調査期間中にムアル川流域で計4回、パハン川流域で計3回、合計7回のステアリングコミティ会議を実施した。ちなみにムアル川流域の2州の州職員は2009年12月のステークホルダー会議で初めて一同に会したとのことである。

これらのステークホルダー会議の概要を表 1.7.1にまとめる。

表 1.7.1 ステークホルダー会議

流域	月日	開催場所	主な議題	参加者
ムアル	‘09年12月10日	Muar	IRBMの課題の抽出	69人 (62 政府職員、7 民間人)
	‘10年2月10日	Segamat	IFM計画案に関する議論	38人 (政府職員のみ)
	‘10年5月12日	Gemas	IRBM計画案およびGemas洪水緩和プロジェクトに関する議論	24人 (政府職員のみ)
	‘10年8月25日	Alor Gajah	IRBM計画案およびGemas洪水緩和プロジェクトに関する議論	47人 (46 政府職員、1 民間人)
パハン	‘10年2月2日	Kuantan	IRBMに関する課題の抽出と IFM 計画に関する議論	70人 (68 政府職員、2 民間人)
	‘10年5月10日	Temerloh	IRBM計画案およびTemerloh洪水緩和プロジェクトに関する議論	24人 (政府職員のみ)
	‘10年8月23日	Temerloh	IRBM計画案およびTemerloh洪水緩和プロジェクトに関する議論	40人 (政府職員のみ)

ステークホルダー会議の議題は以下のとおりであった。

- IRBMに係る課題の抽出（ムアール、パハン川流域それぞれの第1回会議）
- IFM計画案に関する協議（ムアールの第2回会議、パハン川流域の第1回会議）
- IRBM計画案および洪水緩和プロジェクトのフィージビリティ調査に関する協議（ムアールの第3回、第4回会議、パハン川流域の第2回、第3回会議）

それぞれの第1回会議でのIRBMに関する課題に関する議論は、課題の確認に有益であった。連邦や州レベルの機関では見逃しがちな多くの課題が参加者から上がった。これらの課題については、それぞれ第2巻ムアール流域編および第3巻パハン流域編の5.2節に記述している。またIFM計画案、IRBM計画案およびフィージビリティ調査に関する議論も、計画案をステークホルダーに受け入れやすいようにするために有益であった。例えば、高い堤防に対する嫌悪感があることが分かり、計画規模を下げ堤防を低くし、さらに法面勾配の緩和、環境整備などによって住民の嫌悪感を和らげるような方策を採ることになった。

1.7.2 ワーキンググループ会議

キャパシティデベロップメントのための主活動として、協力準備調査期間に計23回のワーキンググループ会議を開催した（ムアール流域: 12回, パハン流域: 11回）。

表 1.7.2 ワーキンググループ会議

番号	月日	州	活動	主な議題	参加者数	流域
1	‘09年10月15日	N. Sembilan	Joint Working Group Meeting No.1	データ/情報収集	20	ムアール川流域
2	‘09年10月19日	Johor	Joint Working Group Meeting No.1	データ/情報収集	26	
3	‘09年12月9日	Johor	環境 Working Group Meeting No.2	課題の確認	9	
4	‘09年12月9日	Johor	洪水緩和 Working Group Meeting No.2	データ/情報収集状況の確認と課題の抽出	8	
5	‘09年12月15日	N. Sembilan	環境 Working Group Meeting No.2	課題の抽出	4	
6	‘09年12月30日	N. Sembilan	水利用 Working Group Meeting No.2	データ/情報収集	10	
7	‘10年1月20日	Johor	環境 Working Group Meeting No.3	課題の抽出	15	
8	‘10年3月5日	N. Sembilan	打合せ	データ/情報収集	1	
9	‘10年3月8日	Johor	打合せ	データ/情報収集	1	
10	‘10年3月11日	N. Sembilan	打合せ	データ/情報収集	1	
11	‘10年4月2日	Johor	打合せ	データ/情報収集	2	
12	‘10年4月5日	Johor	打合せ	データ/情報収集	1	
1	‘09年12月12日	Pahang	Joint Working Group Meeting No.1	データ/情報収集	15	パハン川流域
2	‘09年12月12日	Pahang	洪水緩和 Working Group Meeting No.2	データ/情報収集	20	
3	‘09年12月16日	Pahang	水利用 Working Group Meeting No.2	データ/情報収集	8	
4	‘09年12月21日	Pahang	環境 Working Group Meeting No.2	課題の抽出	22	
5	‘09年12月30日	N. Sembilan	水利用 Working Group No.2	データ/情報収集	10	
6	‘10年3月4日	Pahang	打合せ	データ/情報収集	2	
7	‘10年3月5日	N. Sembilan	打合せ	データ/情報収集	1	
8	‘10年3月11日	N. Sembilan	打合せ	データ/情報収集	1	
9	‘10年3月15日	Pahang	水利用 Working Group Meeting	データ/情報収集	11	
10	‘10年3月24日	Pahang	打合せ	データ/情報収集	3	
11	‘10年4月6日	Pahang	打合せ	データ/情報収集	3	

1.7.3 技術会議

上記のステークホルダー会議やワーキンググループ会議に加え、いくつかの特定の技術テーマについて、DIDの関連部局と以下のような技術会議を開催してきた。

表 1.7.3 DID 関連部局との技術会議

年月日	開催場所	主な議題	調査団以外の参加者
‘10年1月5日	DID HQ	ムアール川流域およびパハン川流域のIFM計画案	River Div., FM Div.
‘10年1月28日	DID HQ	ムアール川流域およびパハン川流域のIFM計画案	River Div., FM Div.
‘10年4月22日	DID Ampang	IFM計画での水文・水理解析	River Div., HWR Div.
‘10年5月5日	DID HQ	Temerloh-Mentakabおよび Gemasの洪水緩和プロジェクトのコンセプト	River Div., FM Div. Tampin District DID, Temerloh District DID
‘10年5月6日	DID HQ	ムアール川流域およびパハン川流域のIRBM計画案のコンセプト	River Div
‘10年5月18日	DID Ampang	ムアール川流域およびパハン川流域のIRBMのための制度強化策	River Div., HWR Div. Ranhill
‘10年6月28日	DID Ampang	ムアール川流域およびパハン川流域の長期流出に対する気候変動インパクト	HWR Div.
‘10年8月4日	DID HQ	Temerloh-Mentakabおよび Gemasの洪水緩和プロジェクトの代替案	River Div., FM Div., Segamat District DID

注: River Div.: 河川管理・海岸部、DID
 FM Div.: 洪水管理部、DID
 HWR Div.: 水文・水資源部、DID
 Ranhill : Ranhill Consulting Sdn Bhd

第2章 マレーシアの国情

2.1 社会経済

2.1.1 政府

マレーシアは立憲君主国であり、最高元首（国王を称される）と2院制（任命制の上院および選挙制の下院）の国会を持つ。

マレーシアの行政システムは連邦政府、州政府およびLocal Authorities (city, municipal, and district councils) の3層からなる。13 の州（そのうち11州は半島マレーシアに属する）および144のlocal authoritiesからなる（2007年時点）。

2.1.2 人口

表 2.1.1に示すように、2008年のマレーシア国の総人口は27,729,000人である。この表には、ムアール川、パハン川に関わるPahang、Negeri SembilanおよびJohor州の人口についても参考として示している。年平均人口増加率は約2%である。

表 2.1.1 人口

(1,000)				
年	マレーシア全 国	Pahang州	N. Sembilan州	Johor州
2000年(人口センサス)	23,275	1,296	866	2,763
2008(中期予測)	27,729	1,513	996	3,312
年平均増加率 (2000年～2008年)	2.2%	2.0%	1.8%	2.3%

データソース: Department of Statistics, Malaysia

マレーシアは多民族国家であり、マレー系(50%)、中国系(24%)、原住民系(11%)、インド系(7%)およびその他(8%)である。

2.1.3 経済概況

(1) 国内総生産(GDP)

マレーシア国の国内総生産額は現在価格で2008年に6,408億万RMで、2004年から年率約3.13%で成長している。その経済活動毎の2008年の内訳は、サービス業が36%、製造業が30%、鉱業が19%、農業が12%である。

(2) 物価

1970年から2009年までのインフレ率は消費者物価指数から推定される。年インフレ率は多くの期間を通じて5%以下であったが、1973、1974および1981年において10%を超えるインフレが記録されている。

表 2.1.2 10 ヶ年毎の平均年インフレ率

(1,000)				
年	1970～1979	1980～1989	1990～1999	2000～2009
年平均インフレ率	5.50%	3.65%	3.71%	2.27%

データソース: JPM（首相府）

(3) 労働と雇用

マレーシア国の2007年における総労働人口は10,890,000人であり、全人口の約40%である。失業率は2003年から2007年にかけて、3%台に保たれている。製造業、卸・小売業および農林業が労働力から見た3大産業となっている。

2.1.4 政府の財務状況

連邦政府の連結財政状況における2008年の歳入は約1,600億RMであり、GDPの約25%に相当する。予算は1999年から2008年までの9年間に3倍になり、年率12%の伸びであった。

表 2.1.3 連邦政府の連結財政の歳入の内訳(百万RM)

年度	歳入総額	税収													非税歳入					歳入以外の受取金
		直接税収						間接税収							各種許認可料	油田使用量	投下資本に対する利息収入及び還付	その他	非税歳入総額	
		法人 所得税	石油 事業税	個人 所得税	印紙税	その他	直接税 収総額	輸出 関税	輸入 関税	内国消 費税 (物品 税)	販売 税	各種役 務課税	その他	間接税 収総額						
1999	58,674	15,742	2,856	6,419	1,566	663	27,246	670	4,720	4,723	4,488	1,459	2,040	18,100	3,637	974	7,007	1,055	12,673	655
2000	61,865	13,905	6,010	7,015	1,799	428	29,157	1,032	3,599	3,803	5,968	1,701	1,914	18,017	3,785	1,763	7,383	1,161	14,092	599
2001	79,567	20,770	9,858	9,436	1,650	382	42,096	867	3,193	4,130	7,356	1,927	1,922	19,395	3,994	2,000	10,056	1,254	17,304	772
2002	83,514	24,642	7,636	9,889	1,732	451	44,350	803	3,668	4,745	9,243	2,214	1,836	22,509	4,282	1,600	8,353	1,524	15,759	896
2003	92,608	23,990	8,466	7,984	2,008	568	43,016	1,156	3,919	5,031	7,965	2,038	1,766	21,875	4,492	2,142	15,201	1,296	23,131	4,586
2004	99,398	24,388	11,479	8,977	2,381	1,479	48,704	1,600	3,874	6,427	6,816	2,350	2,280	23,347	4,608	2,498	17,778	1,627	26,511	836
2005	106,303	26,381	14,566	8,649	2,460	1,487	53,543	2,085	3,385	8,641	7,709	2,582	2,648	27,050	5,039	3,293	14,849	1,872	25,053	657
2006	123,546	26,477	20,674	10,196	2,522	1,703	61,572	2,362	2,679	8,577	6,532	2,685	2,225	25,058	4,972	4,240	24,794	1,999	36,005	910
2007	139,885	32,149	20,453	11,661	3,404	1,729	69,396	2,322	2,424	8,990	6,642	3,013	2,380	25,772	5,282	4,152	32,408	2,108	43,950	766
2008	159,793	37,741	24,191	14,966	3,492	1,747	82,138	2,779	2,635	10,682	8,374	3,345	2,944	30,760	5,193	5,908	32,271	2,539	45,911	985

出典: National Bank of Malaysia (NBM)

支出については、経常支出と開発支出を合わせて2008年は1,960億RM（経常支出1,530億RMと開発支出430億RM）であり、GDPの31%に相当する。

表 2.1.4 連邦政府の連結財政における歳出の内訳

1) 経常支出 (百万 RM)											
年度	歳出総額	人件費	退職年金及び賞与	返済金等			什器備品及び役務費	補助金/助成金	資産調達費	グラント及び譲渡	その他の歳出
				計	国内借入金	外国借款					
1999	46,699	14,436	3,792	7,941	7,057	884	6,074	1,136	422	11,124	1,774
2000	56,547	16,357	4,187	9,055	7,868	1,187	7,360	4,824	572	11,757	2,435
2001	63,757	17,443	4,711	9,634	8,484	1,150	10,703	4,552	1,339	13,524	1,851
2002	68,699	20,242	5,134	9,669	7,977	1,692	11,269	3,677	968	15,948	1,792
2003	75,222	21,721	5,870	10,546	8,663	1,883	13,968	2,679	1,409	16,323	2,706
2004	91,297	23,779	6,060	10,919	9,161	1,758	16,633	5,796	1,764	21,264	5,082
2005	97,744	25,587	6,809	11,604	9,875	1,729	17,984	13,387	1,603	20,427	343
2006	107,694	28,522	7,008	12,496	10,990	1,506	20,923	10,112	1,949	26,294	391
2007	123,084	32,587	8,251	12,911	11,485	1,426	23,622	10,481	2,532	31,501	1,197
2008	153,499	41,011	10,022	12,797	11,642	1,155	25,197	29,867	2,835	30,922	849

出典: National Bank of Malaysia (NBM).

2) 開発支出 (百万 RM)

年度	合計	国防費及び治安維持費	経済開発費						社会基盤開発費						一般開発費
			小計	農業及び村落開発費	商工業開発費	輸送事業開発費	公共施設/設備費	その他	小計	教育開発費	医療保健衛生開発費	住宅開発費	地域社会開発費		
1999	22,614	3,122	8,969	1,088	2,798	2,893	1,850	340	6,936	3,865	836	1,081	1,154		3,587
2000	27,941	2,332	11,639	1,183	3,667	4,863	1,517	408	11,076	7,099	1,272	1,194	1,511		2,894
2001	35,235	3,287	12,725	1,394	4,830	5,042	1,092	367	15,384	10,363	1,570	1,269	2,183		3,839
2002	35,977	4,333	12,433	1,364	3,474	5,401	1,808	387	18,043	12,436	1,503	1,808	2,296		1,168
2003	39,353	6,029	13,793	1,620	3,456	7,354	920	443	17,707	10,193	2,681	1,928	2,905		1,824
2004	28,864	4,133	11,851	2,881	1,201	6,630	945	193	10,260	4,316	2,352	1,593	1,999		2,620
2005	30,534	4,803	14,957	2,482	3,221	7,660	1,481	112	7,450	3,736	1,220	1,082	1,412		3,325
2006	35,807	4,803	17,404	3,999	3,389	7,751	2,244	21	9,525	5,349	1,298	1,347	1,531		4,076
2007	40,564	5,702	20,116	3,842	4,904	8,500	2,358	512	12,893	6,271	1,496	2,947	2,178		1,853
2008	42,847	5,779	21,353	4,184	4,581	9,212	2,795	581	13,717	7,892	1,652	1,780	2,393		1,998

出典: National Bank of Malaysia (NBM).

2.1.5 DID 予算

ここで特筆すべきことは、現在マレーシアにおいては国家予算は単年度予算制ではなく5年間にわたる多年度予算制を採用している、ということである。そして、開発歳出にかかる各州の予算は、州からの向こう5年間にわたる予算要請に基づいて連邦政府から配分される。灌漑排水局(DID)についてもこれは同様である。本調査時点(2009年～2010年)は2006年から2010年にかかる第9次予算期の最終期にあたる。下表はDID本部の一般管理費の予算配分状況を要約したものである

表 2.1.5 第9次マレーシア予算計画における DID 本部の一般管理費配分額

(a)DID 本部一般管理費の年々の配分額

年度	各年配分額 (百万 RM)
2006	64.5
2007	69.5
2008	76.3
2009	79.5
2010	77.7
計	367.5

出典: DID.

(b)2009 年度の一般管理費配分額の内訳

摘要	金額(RM)
人件費	54,394,100
什器備品及び役務費	22,120,100
グラント及び定額支払額	15,000
新政策にかかる支出	1,303,200
その他	1,650,000
計	79,482,400

上表に見る通り、マレーシア第9次予算計画のDID配分総額は367.5 百万 RMとなっている。そして、2009年度においては、当該年度配分予算総額に対して人件費が68%を占めている。次いで、調度備品調達費の占める割合が28%となっている。

また、DIDに対する配分予算額は他に事業費等に充てる開発予算がある。表 2.1.6はその総額と既支出実績を要約したものである。

表 2.1.6 第9次マレーシア予算計画における DID の開発予算

(RM)

事業内訳	Total	2006	2007	2008	2006 年から 2008 年までの 累積額	残額
河川工事費	564,700,598	130,079,501	94,792,000	94,030,000	318,901,501	245,799,097
海岸工事費	708,823,000	104,659,851	61,800,000	101,300,000	267,759,851	441,063,149
洪水対策費	5,293,170,020	304,307,083	444,444,228	1,161,814,389	1,910,565,700	3,382,604,320
都市下水事業費	300,999,980	18,557,243	41,360,000	68,920,000	128,837,243	172,162,737
水資源開発費	83,500,000	3,555,019	19,800,000	20,600,000	43,955,019	39,544,981
構造物、地質、ダム等工事費	108,000,000	10,541,228	15,300,000	10,150,000	35,991,228	72,008,772
機械・電源開発費	87,270,000	15,787,320	13,700,000	13,300,000	42,787,320	44,482,680
協同組合育成費	132,280,000	7,106,130	11,100,000	8,000,000	26,206,130	106,073,870
技能促進研修費	30,000,000	2,473,957	8,000,000	14,010,000	24,483,957	5,516,043
IT 事業開発費	15,000,000	1,915,169	3,000,000	3,470,000	8,385,169	6,614,831
計	7,323,743,598	598,982,501	713,296,228	1,495,594,389	2,807,873,118	4,515,870,480

(Source: DID)

表 2.1.6に示すように、第9次予算計画のDIDにおける開発予算の総額は約73億RMである。このうち、洪水対策費は2006年から2008年までの総額で全支出額の68 %を占める。河川工事費と合わせると、実に全支出額の79 %を占めている。

なお、洪水対策費に限れば、第7次予算計画期間(1996 - 2000)に838 百万 RM、第8次予算計画期間(2001 - 2005)中に1,531百万RMの開発支出を行っている。また、第9次予算計画期間は最終的に3,819 百万RMと修正されている。つまり第9次予算においては、最終的な支出は当初予算額5,293 百万 RMに対して概略1,474 百万 RMの下方修正を行ったということである。それでも洪水対策費は予算期を経るごとに大きくなってきている。表 2.1.7はこの上記の各予算期におけるDistrict別配分案を示したものである。

表 2.1.7 第7次、第8次、第9次マレーシア予算計画における各 District への開発予算の配分額

(RM)

District (表記は州になっているが、 実際には当該州内の District に配分される)	第7次開発予算 計画における 実支出額	第8次開発予算 計画における 実支出額	第9次開発予算 計画における支 出の上限額
Melaka	7,172,250	5,900,000	17,700,000
Perlis	15,856,010	4,000,000	17,700,000
Kedah	33,912,000	414,865,000	1,080,200,000
Pulau Pinang	84,325,000	78,889,943	182,700,000
Perak	56,738,000	19,700,000	20,200,000
Selangor	47,599,000	250,000,000	147,000,000
Negeri Sembilan	58,300,000	27,600,000	27,000,000
Johor	63,678,000	28,100,000	47,000,000
Pahang	22,870,000	11,000,000	33,700,000
Terengganu	26,055,010	20,150,000	30,200,000
Kelantan	39,824,000	15,700,000	360,200,000
Sabah	9,000,010	21,023,020	47,200,000
Federal Territories	364,603,000	614,080,000	102,500,000
Sarawak	8,300,000	15,275,000	197,000,000
SMART	-	-	1,012,000,000
Batu/Jinjang Ponds	-	-	452,000,000
Urgent Flood Mitigation	-	5,066,283	20,000,000
KESBAN	-	-	25,000,000
Total	838,232,280	1,531,349,246	3,819,300,000

Source: DID.

一方、州DIDの開発予算は、州DIDから出された要請に基づいてDID本部がMinistry of Financeの予算局に提出し、その決済を得て、DID本部経由で州DIDにまわされる。その予算は上述のDID本部の開発予算とは別に組まれる。州DIDはその連邦政府から配分された予算に農業省(MOA)、州政府その他から配分された予算を合わせて、事業の維持管理費等に充てている。下表はその州DIDに配分された第9次予算計画の中の開発予算を要約したものである。

表 2.1.8 第9次マレーシア予算計画における州 DID への配分額

(百万 RM)

州 DID	DID 本部 経由	MOA	州予算/ その他の 資金源	計
Perlis	91.0	21.5	75.5	188.0
Kedah	50.5	100.6	64.0	215.1
Pulau Pinang	327.7	25.0	56.0	408.7
Perak	104.8	91.2	52.8	248.8
Selangor	1,970.0	55.0	225.0	2,250.0
Negeri Sembilan	300.0	22.0	60.0	382.0
Melaka	476.3	22.7	36.5	535.5
Johor	425.6	30.0	148.0	603.6
Pahang	94.6	16.0	60.0	170.6
Terengganu	104.0	114.0	74.0	292.0
Kelantan	132.4	47.5	43.0	222.9
W.P. Kuala Lumpur	316.0	0.0	0.0	316.0
W.P. Labuan	4.8	0.0	0.0	4.8
Total	4,397.6	545.5	894.8	5,837.9

注: W.P. = Wilayah Persekutuan (= Federal Territory).

出典: DID.

2.2 法制度・組織

2.2.1 法制度

(1) 流域管理に係る法制度

流域管理は、流域内での水資源の保全・開発・利用及び土地利用や環境保全などと密接に関連している。したがって、流域への負の影響を軽減し利益を最大化するためには、法の適切な執行は非常に重要な要素となる。流域管理に関連する主な法律を、表 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 主な関連法律

Name of Law	IRBM に関連する事項
1. Federal Constitution	政府組織機能
2. Ministerial Functions Act 1969 (Act 2)	
3. Waters Act 1920 (Act 418)	
4. National Land Code 1965 (Act 56)	土地利用
5. Drainage Works Act 1954 (Act 354)	都市排水
6. Street, Drainage and Building Act 1974 (Act 133)	
7. Local Government Act 1976 (Act 171)	政府組織機能
8. Town and Country Planning Act 1976 (Act 172)	土地利用
9. Environmental Quality Act 1974 (Act 127)	環境管理
10. Protection of Wildlife Act 1972 (Act 76)	生物多様性保護
11. Land Conservation Act 1960 (Act 385)	河川侵食
12. Geological Survey Act 1974	地下水
13. Irrigation Areas Act 1953	水利用
14. National Forestry Act 1984 (Act 313)	森林保護
15. The Merchant Shipping Ordinance 1952 (Act 70)	舟運
16. The Port Authority Act 1963	
17. Fisheries Act 1985 (Act 317)	漁業/海岸
18. National Water Services Commission Act 2006 (Act 654)	上下水道
19. Water Services Industry Act 2006 (Act 655)	
20. Solid Waste and Public Cleansing Management Act 2007 (Act 672)	廃棄物管理
21. Solid Waste and Public Cleansing Management Corporate Act 2007 (Act 673)	
22. Animal Act 1953	家畜

連邦政府と州政府の責任区分は、マレーシア連邦国憲法付則第9条により規定されており、連邦政府と州政府の合意が必要な事項についても、別途定められている。河川管理の権限については、州内に包含される河川は州の立法及び行政権限の対象となるが、複数の州にまたがる場合は連邦政府の管轄となる。

(2) 洪水管理に係る法制度

同国における自然災害管理システムは、国家安全保障会議指令20号により規定されており、こうした統合的な災害管理システムの下、様々な機関の責務と機能が定められている。

2.2.2 組織

マレーシアにおける流域管理には、数多くの省庁や機関が関係している。主な関連機関は、表 2.2.2 に示すとおりである。

表 2.2.2 主要関連機関とその役割

関連組織	役割	IRBMに関連する事項
National Council		
National Water Resources Council (NWRC)	- 連邦政府及び州政府の政策調整 - 水資源の開発・配分・管理	国家政策・戦略
Federal Institution		
a) National Security Council	国家災害管理政策及び関係機関の調整	災害管理政策
b) Economic Planning Unit (EPU)	国家中長期開発計画の策定及び実施管理	国家開発計画
c) Ministry of Natural Resources and Environment (NRE)		
Department of Irrigation and Drainage	- 都市排水事業の計画策定 - 洪水緩和、都市排水、河川事業の実施	- 洪水管理 - 河川管理 - 都市排水 - 海岸管理
Department of Environment	- 工業廃水の監視・管理 - EIA プロセスの監視 - Environmental Quality Act の適切な執行	水質モニタリング
Forestry Department	生物多様性、水環境、土壌環境の保全・利用	森林保全
Department of Wildlife and National Parks	生物保護区の管理	動植物の保全
Department of Director General of Lands and Mines	土砂採掘活動の管理	河川土砂管理
Department of Minerals and Geoscience	地下水の管理及び保全	地下水管理
d) Ministry of Energy, Green Technology and Water (MEGTW, KeTTHA)		
Department of Water Supply	上水道施設の建設	上水道事業
Department of Sewerage Services	下水道施設の建設	下水道事業
National Water Services Commission (NWSC or SPAN)	Water Services Industry Act 2006 及び National Water Services Commission Act 2006 の適切な執行に基づく、水サービス事業者の規制及び監督	水事業者の管理
Water Asset Management Company (WAMCO or PAAB)	水サービスに関連する施設・設備の建設・保守・修繕等	上下水道事業
Indah Water Konsortium Sdn. Bhd. (IWK)	公共下水に関する施設・設備の建設、運営維持管理	下水道事業
e) Ministry of Housing and Local Government (MHLG)		
Town and Country Planning Department	Town and Country Planning Act やその他関連法にもとづく土地の開発、利用、保全	土地利用
Department of National Solid Waste Management	- 廃棄物管理政策の実施 - 廃棄物管理の許認可	廃棄物管理
f) Ministry of Agriculture and Agro-Based Industries (MAAI)		
Department of Fisheries	水産業の開発、管理	舟運/水産業
Department of Agriculture	農業開発	農業灌漑
Department of Veterinary Services	畜産事業の管理	畜産
g) Ministry of Science, Technology and Innovation (MAAI)		
Malaysia Meteorological Department	- 気象データの収集・提供 - 災害管理に係る気象データの収集・提供	気候変動モデルの構築・分析
h) Ministry of Works		
Public Works Department	様々な公共事業の計画・設計・管理	公共インフラ
State Institution		
Water Regulatory Body (BKSA: Badan Kawal Selia Air)	- 取水許可の発行 - 上水道事業の監視 - 水道事業者の管理 - 法の執行	取水・転流管理
Land Office	- 土地・水の利用管理 - river reserve の公示 - プランテーション開発の承認 - 砂利採取の許認可	土地利用
Local Authority	- 社会サービスの提供 - 都市排水の建設・維持管理 - 公用地の管理	都市排水

様々な省庁が存在する中、統合的な水資源管理を促進するため、連邦レベルにおいて、National Water Resources Council (NWRC)が設置された。また、上下水道事業の効率化のため、その改革が進められている。

(1) National Water Resources Council (NWRC)

1997年の深刻な水不足を受けて、首相が議長を務めるNational Water Resources Council (NWRC)が1998年に設置された。NWRCは、表 2.2.3のメンバーにより構成され、連邦政府と州政府間で水資源管理に係る議論を行う場として設置されている。

表 2.2.3 National Water Resources Council の構成

No	構成	役割
1.	Prime Minister	Chairman
2.	Deputy Prime Minister	
Federal Governments		
3.	Ministry of Finance	Joint Secretariat
4.	Ministry of Natural Resources and Environment	
5.	Ministry of Energy, Green Technology and Water	
6.	Ministry of Works	
7.	Ministry of Agriculture and Agro-based Industry	
8.	Ministry of Housing and Local Government	
9.	Ministry of Plantation Industries and Commodities	
State Governments		
10.	State Governments of Perlis, Kedah, Perak, Selangor, Negeri Sembilan, Johor, Pahang, Terengganu and Kelantan, and Chief Ministers of Pulau Pinang, Melaka, Sabah and Sarawak.	

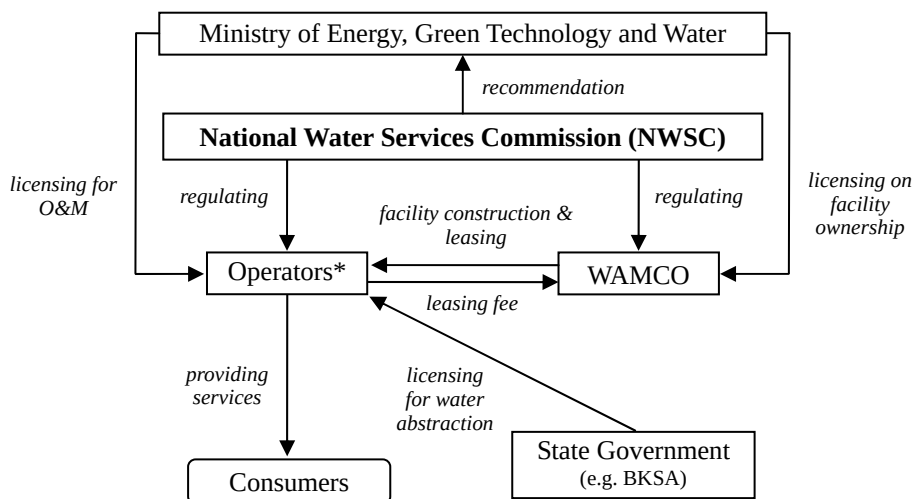
2003年には、マレーシアにおける統合流域管理の必要性が承認され、国内189水系を対象とした流域管理計画の策定が行われる計画である。さらに、治水対策については他の委員会（Permanent Flood Control Commission、DIDが事務局）により議論されてきたが、統一的・持続的水資源管理の認識の高まりにより、他の水資源管理と同様にNWRCにて議論され始めている。

(2) 上下水道事業改革

2005年の連邦法の改定により、上下水道事業は州の責任から連邦と州の合意事項へと変更された。これにより、連邦政府は上水道事業及び下水道事業に対し規制・管理することが可能となった。

州政府が上水事業及び下水事業の管理・監督を行っていた時代は、州政府の責任の下で上下水道事業の民営化が推進された。しかし、両事業の民営化に伴い、民間事業者及び州政府の資金不足や不適切な施設の維持管理など、様々な問題が顕著化してきた。その結果、上下水道サービスの質的向上を目的とし、2006年のNational Water Services Commission Act 654/2006の下、National Water Services Commission (NWSC)が設置され、上下水道施設の設置及び管理と事業運営に係る全権限と責任を、連邦政府に一元化することとなった。

NWSC の設置による上下水道セクターの概要は、図 2.2.1の通りである。



Remarks:

WAMCO: Water Asset Management Company or *Pengurusan Aset Air Berhad (PAAB)*

BKSA: *Badan Kawal Selia Air* or Water Regulatory Body

IWK: *Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.*

*: Sewerage services have been provided by *Indah Water Konsortium Sdn. Bhd. (IWK)*.

図 2.2.1 上下水道セクターの概要

National Water Services Commission Act 654/2006の施行によりNational Water Services Commission (NWSC)が設置されたが、同法によるNWSCの主な権限は、下記の通りである。

- 上下水関連法の適切な執行及び上下水関連法の改定に係る助言
- 法律やガイドラインに基づくサービス水準の遵守に関するオペレーターへの指導
- 無収水などを含む上水道事業者の生産性向上に係る指導
- 上水道サービスに係る公平で効率的な料金設定メカニズムに係る助言

Water Services Industry Act 655/2006に基づき、Ministry of Energy, Green Technology and WaterがNWSCからの推薦の上で、施設所有や建設、運営のための様々な許認可を行っている。主な許認可は、表 2.2.4に示すとおりである。

表 2.2.4 上下水道事業に係る許認可

許可/免許	内容
1) 事業許可	
事業許可	• Individual License: 公共上下水道事業に係る認可 • Class License: 私設上下水道に係る登録
許可種別	• Facilities License: 公共・施設上下水道施設の所有許可 • Services License: 公共・施設上下水道施設の運営許可
2) 免許	
免許種別	• IPA Type A: 水道管の敷設・修繕 • IPA Type B: 私設下水管の敷設 • IPA Type C: 公共上下水施設の建設・据付・修繕 • IPA Type D: 公共上下水施設の保守 • IPA Type E: 下水の排泥事業の実施

* IPA : *Industri Perkhidmatan Air* (水サービス業)

連邦政府は上下水道事業を管理し、事業者に対し事業許可や免許を発行する。州政府はWater Regulatory Body (BKSA)を通じて原水の取水を管理する。また、国営企業であるWater Asset Management Company (WAMCO)が上下水道施設の建設、修復、改修、更新、修繕、保守を行う。上水道事業者はWAMCOから施設を賃貸し、事業を実施する。

一方、公共下水道事業に関しては、国営企業であるIndah Water Konsortium Sdn. Bhd. (IWK)が下水道サービスを提供し、下水処理場及び下水管の建設・敷設及び運営維持管理を行っている。

第3章 IRBM導入ガイドライン

3.1 背景

第10次マレーシアプランによれば、水資源の計画、管理、修復において引き続き、IRBMが推進されることになっている。この国家政策に則り、IRBMが他の流域においても、順次、導入されていくのであろう。そのIRBMの普及において、この協力準備調査でのムアール川流域やパハン川流域でのIRBM計画やIFM計画作成経験が大いに役立つものと思われる。したがってこれらの経験は明らかにIRBM導入ガイドラインとして記録しておく価値がある。

3.2 ガイドラインの目的

上記の背景の下、ガイドラインの目的を以下のように設定する：

目的： IRBMを他流域に導入するにあたって、とくにIRBM計画やIFM計画の作成において参考とされるような、本協力準備調査での教訓や用いた手法を紹介すること。

3.3 ガイドラインの内容

作成したガイドラインを巻末に添付するとともに目次を以下に示す。

IRBM 導入ガイドライン	
目 次	
1.	概説
1.1	背景
1.2	ガイドラインの目的
2.	IRBM の必要性
2.1	現行の断片的な流域管理
2.2	統合的アプローチのニーズ
2.3	IWRM、IRBM および IFM の定義
2.4	IRBM に関する連邦政府の政策
2.5	IRBM の現状
2.6	IRBM のスパイラル的發展
3.	河川流域委員会の設立
3.1	概説
3.2	河川流域委員会の創立
3.3	ワーキンググループの設立
3.4	ステークホルダー会議の実施
4.	気候変動インパクト
4.1	概説
4.2	気候変動予測データの存在状況
4.3	気候変動インパクトの推定
4.4	適応策
5.	IRBM 計画作成
5.1	計画の手順
5.2	中心的課題と問題分析
5.3	政策案、戦略案および対策案の設定
5.4	ロードマップの作成
6.	IFM 計画作成
6.1	政策案、戦略案および対策案
6.2	計画条件
6.3	IFM 計画

添付資料

独立行政法人 国際協力機構

マレーシア国
天然資源環境省
灌漑排水局

マレーシア国
地方主要都市洪水制御事業
協力準備調査

IRBM 導入ガイドライン

平成 23 年 1 月
(2011 年 1 月)

株式会社 建設技研インターナショナル
八千代エンジニアリング株式会社

マレーシア国
地方主要都市洪水制御事業協力準備調査

IRBM導入ガイドライン

目次

目次	i
表一覧.....	iii
図一覧.....	iv
略語	v
単位系.....	vii
第1章 概説.....	1-1
1.1 背景.....	1-1
1.2 ガイドラインの目的	1-1
第2章 IRBM の必要性.....	2-1
2.1 現状の細切れの流域管理.....	2-1
2.2 統合的アプローチの必要性	2-2
2.3 IWRM、IRBM および IFM の定義	2-2
2.4 連邦政府の IRBM に係る政策.....	2-2
2.4.1 5 カ年マレーシアプラン(FYMP)	2-3
2.4.2 National Physical Plan (NPP).....	2-5
2.5 IRBM の現状.....	2-6
2.6 IRBM スパイラル.....	2-6
第3章 河川流域委員会の設立.....	3-1
3.1 概説	3-1
3.2 河川流域委員会の設立	3-1
3.3 ワーキンググループの立ち上げ	3-2
3.4 ステークホルダー会議	3-3
第4章 気候変動インパクト.....	4-1
4.1 概説	4-1
4.2 気候変動予測データの存在状況	4-2
4.2.1 データの存在状況	4-2
4.2.2 排出シナリオ	4-3
4.3 気候変動インパクトの推計	4-5
4.3.1 洪水降雨へのインパクト.....	4-5
4.3.2 長期流出インパクトへの影響	4-7
4.3.3 海面上昇.....	4-10
4.4 適応策	4-10
4.4.1 気候変動の不確実性.....	4-10
4.4.2 海外での適応策の実践事例	4-11
4.4.3 緩和策の基本的方向性の提案	4-13
第5章 IRBM 計画作成.....	5-1
5.1 計画作成の手順	5-1
5.2 中心的課題と問題分析	5-1

5.2.1	中心的課題.....	5-1
5.2.2	問題分析	5-1
5.3	政策案、戦略案および対策案の設定.....	5-3
5.3.1	政策案.....	5-3
5.3.2	戦略案と対策案.....	5-3
5.4	ロードマップの作成.....	5-4
第 6 章	IRBM 計画作成	6-1
6.1	政策案、戦略案および対策案	6-1
6.1.1	洪水を管理する.....	6-1
6.1.2	洪水に柔軟な土地利用の構築	6-1
6.1.3	安全な避難を確保する	6-1
6.2	計画条件.....	6-1
6.2.1	気候変動インパクト	6-1
6.2.2	IFM アプローチ	6-2
6.2.3	IFM 計画	6-2

表一覧

表 2.1.1	州レベルでの IRBM 関係機能の分担状況.....	2-1
表 2.4.1	第 9 次マレーシアプランでの IRBM に関係した政策と目標	2-3
表 2.4.2	第 10 次マレーシアプランでの IRBM に関係した政策と戦略.....	2-5
表 2.4.3	IRBM に関係する NPP 政策	2-6
表 2.5.1	マレーシアにおける IRBM の実践の歩み.....	2-6
表 3.2.1	流域管理組織のメンバーとその役割・機能.....	3-2
表 3.3.1	ワーキンググループのメンバー機関.....	3-3
表 3.4.1	ステークホルダー会議の概要.....	3-4
表 4.1.1	IPCC によるアジア地域への気候変動インパクト予測	4-1
表 4.1.2	NAHRIM によるマレーシア半島部における気候変動インパクト予測.....	4-1
表 4.2.1	GCM のデータ存在状況.....	4-3
表 3.4.4	ムアール流域用データの抽出.....	4-3
表 4.2.3	SRES シナリオ	4-4
表 4.3.1	CGCM3.1(T47), Canada 結果から求めた確率規模別 3 日雨量とその増加率(上 表：3 日雨量、下表：1990 年(1981-2000)と比較した増加率).....	4-5
表 4.3.2	確率規模及び時期別の 3 日降雨増加率.....	4-6
表 3.4.8	ムアール川流域での 1990 年から 2025 年への年間および月別の降水量と蒸発 散量の増加率	4-8
表 4.3.4	世界平均の海面水位上昇予測値.....	4-10
表 4.4.1	洪水や高潮に対する適応策の事例.....	4-12
表 4.4.2	水資源に関する適応策の事例.....	4-13
表 4.4.3	増大する外力に対する適応策.....	4-15
表 5.3.1	中心的課題と政策案	5-3
表 5.3.2	政策案、戦略案および対策案.....	5-3
表 5.4.1	パハン川流域の IRBM 実施ロードマップ	5-4
表 6.2.1	IFM 計画の実施計画案（パハン川流域）	6-3

図一覧

図 3.2.1	国家の開発計画の枠組み.....	2-3
図 2.6.1	IRBM のプロセス.....	2-7
図 3.2.1	River Basin Committees の構成.....	3-1
図 4.2.1	SRES シナリオのイメージ.....	4-4
図 4.2.2	SRES シナリオ別の気温予測.....	4-4
図 4.3.1	CGCM3.1(T47), Canada によるムアール川流域の降雨確率分布.....	4-5
図 4.3.2	GCM および RCM の予測結果から得られる 100 年確率 3 日間降雨量の増加率 (2025).....	4-6
図 4.3.3	現況および将来条件下での氾濫域計算結果(100 年確率洪水).....	4-7
図 3.4.6	ムアール川流域における 1990 年から 2025 年への月別および年間の降水量と 蒸発散量の増加率.....	4-7
図 4.3.5	タンクモデルの模式図とそのパラメータ.....	4-8
図 4.3.6	河口での計算流量ハイドログラフ.....	4-9
図 4.3.7	流況曲線.....	4-9
図 4.4.1	緩和策と適応策.....	4-14
図 4.4.2	Temerloh-Mentakab 都市圏の洪水リスクマップ.....	4-16
図 5.2.1	「洪水が被害を発生させる」を中心的課題として問題系図.....	5-2

略語

AMRFF	Atmospheric model-based rainfall and flood forecasting system
AR4	IPCC Fourth Assessment Report
ARI	Average Recurrence Interval
ASMA	Alam Sekitar Malaysia Sdn. Bhd.
B/C	Benefit/Cost
BAKAJ	Johor Water Regulatory Body (<i>Badan Kawalselia Air Johor</i>)
BKSA	Water Regulatory Body (<i>Badan Kawalselia Air</i>)
BOD/BOD5	Biochemical oxygen demand
BORDA	Bremen Overseas Research and Development Association
COD	Chemical oxygen demand
CORPRI Model	Corporatization and Privatization Model
DID	Department of Irrigation and Drainage
DEWATS	Decentralised Wastewater Treatment Solution
DMRC	Disaster Management and Relief Committee
DO	Dissolved oxygen
DOCC	District Disaster Operations Control Center
DOE	Department of Environment
DTGSM	Peninsular Malaysia Geodetic Vertical Datum (<i>Datum Tegak Geodesi Semenanjung Malaysia</i>)
DTM	Digital Terrain Model
DVS	Department of Veterinary Service (<i>Jabatan Perkhidmatan Veterinar</i>)
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
EPU	Economic Planning Unit (<i>Unit Perancang Ekonomi</i>)
EQA	Environmental Quality Act 1974
EQR	Environmental Quality Report
ESA	Environmental Sensitive Area
EXCO	Executive Council
GCM	General Circulation Model
GEV	General Extreme Value
GHG	Greenhouse gas
GRDP	Gross Regional Domestic Products
HH	Household
IEE	Initial Environmental Evaluation
IFM	Integrated Flood Management
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRBM	Integrated River Basin Management
IST	Individual septic tank
IWK	Indah Water Konsortium Sdn. Bhd.
IWRM	Integrated Water Resources Management
JAS	Department of Environment (<i>Jabatan Alam Sekitar</i>)
JBA	Water Supply Department (<i>Jabatan Bekalan Air</i>)
JBIC	Japan Bank for International Cooperation
JICA	Japan International Cooperation Agency
JKPS	River Management Committee (<i>Jawatankuasa Pengurusan Sungai</i>)
JKR	Public Works Department (<i>Jabatan Kerja Raya</i>)
JMG	Department of Mineral and Geoscience (<i>Jabatan Mineral dan Geosains</i>)
JPBD	Department of Town and Country Planning (<i>Jabatan Perancangan Bandar dan Desa</i>)
JPBB	Disaster Management and Relief Committee (<i>Jawatankuasa Pengurusan dan Bantuan Bencana</i>)
JPBBD	District Disaster Management and Relief Committee (<i>Jawatankuasa Pengurusan dan Bantuan Bencana Daerah</i>)
JPPH	Valuation and Property Services Department (<i>Jabatan Penilaian dan Perkhidmatan Harta</i>)
JUPEM	Department Survey and Mapping Malaysia (<i>Jabatan Ukur dan Pemetaan Malaysia</i>)
Kg.	Village (<i>kampung</i>)
KL	Kuala Lumpur
LA	Local authority
LKIM	Malaysian Fisheries Development Board (<i>Lembaga Kemajuan Ikan Malaysia</i>)
LTFM	Linear Transfer Function Model
LUAN	Kedah Water Management Authority (<i>Lembaga Urus Air Negeri Kedah</i>)
LUAS	Selangor Water Management Authority (<i>Lembaga Urus Air Selangor</i>)
MaCGDI	Malaysian Center for Geospatial Data Infrastructure
MCM	Million cubic meter
Mld	Million liter per day
MMD	Malaysian Meteorological Department
MRSO	Malaysian Rectified Skew Orthomophic
MyGDI	Malaysian Geospatial Data Infrastructure
NAHRIM	National Hydraulic Research Institute of Malaysia
NCLG	National Council for Local Government
NGVD	National Geodetic Vertical Datum
NH3-N	Ammoniacal nitrogen

NPV	Net present value
NRE	Natural Resources and Environment
NRW	Non-Revenue Water
NSC	National Security Council
NWQS	National Water Quality Standard
NWRC	National Water Resources Council
NWRD	National Water Resources Department
NWRS	National Water Resources Study (2000)
NWRS	National Water Resources Study, Malaysia (JICA, 1982)
NWSC	Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara
OJT	On-the-job training
PAAB	Water Asset Management Company (<i>Pengurusan Aset Air Berhad</i>)
PERHILITAN	Department of Wildlife and Natural Park Peninsular Malaysia (<i>Jabatan Perlindungan Hidupan Liar dan Taman Negara, Semenanjung Malaysia</i>)
PFA	Pig farm area
ppm	Part per million
PRECIS	Providing Regional Climate Impact Studies
PTG	Land and Mines Office (<i>Pejabat Tanah dan Galian</i>)
PWCC	PricewaterhouseCoopers Consulting Sdn. Bhd.
RBC	River Basin Committee
RB-DSS	National River Basin Decision Support System
RB-IMS	River Basin Infrastructure Management System
RBMO	River Basin Management Office
RBO	River Basin Organization
RB-SMS	River Basin Geographical Information System
RB-SMS	River Basin Simulation Modeling System
RCM	Regional Climate Model
RegHCM-PM	Regional Hydroclimate Model of Peninsular Malaysia
RM	Ringgit Malaysia
RMK-10	Tenth Malaysia Plan
RMK-8	Eighth Malaysia Plan
RMK-9	Ninth Malaysia Plan
RRB	National Register of River Basin Study
RRB2	Second Phase of the National Register of River Basin Study
RTU	Remote Terminal Unit
SAINS	Syarikat Air Negeri Sembilan Sdn. Bhd.
SAJ	Johor Water Company (<i>Syarikat Air Johor</i>)
SBMO	Sub-Basin Management Office
Sg.	River (<i>sungai</i>)
SPAN	Suruhanjaya Perkhidmatan Air Negara
SS	Suspended solids
st.	Station
STP	Sewage treatment plant
SWM	SWM Environment Sdn. Bhd.
SWRC	State Water Resources Council
TDS	Total dissolved solids
Tg.	Tanjung
TNB	Tenaga Nasional Berhad
TOR	Terms of Reference
TSS	Total suspended solids
UPEN	State Economic Planning Unit (<i>Unit Perancang Ekonomi Negeri</i>)
UPPP	Federal Project Implementation Unit (<i>Unit Pelaksanaan Projek Persekutuan</i>)
USD	US Dollar
USEPA	The United States Environmental Protection Agency
W.L.	Water Level
WRD	Water Resources Department
WQI	Water Quality Index

単位系

(Length)

mm	:	millimeter(s)
cm	:	centimeter(s)
m	:	meter(s)
km	:	kilometer(s)

(Area)

mm ²	:	square millimeter(s)
cm ²	:	square centimeter(s)
m ²	:	square meter(s)
km ²	:	square kilometer(s)
ha	:	hectare(s)

(Weight)

g, gr	:	gram(s)
kg	:	kilogram(s)
ton	:	ton(s)

(Time)

s, sec	:	second(s)
min	:	minute(s)
h, hr	:	hour(s)
d, dy	:	day(s)
y, yr	:	year(s)

(Volume)

cm ³	:	cubic centimeter(s)
m ³	:	cubic meter(s)
l, ltr	:	liter(s)
mcm	:	million cubic meter(s)

(Speed/Velocity)

cm/s	:	centimeter per second
m/s	:	meter per second
km/h	:	kilometer per hour

第1章 概説

1.1 背景

IRBM、統合的流域管理はマレーシアにとって真新しいことではない。いくつかのIRBMの試みがLangat, Kerian/Kurau, KedahおよびSelangor流域で既に始まっている。これらの経験に基づき、IRBM調査の枠組みが“The Study on a Blueprint for Integrated River Basin Management, Interim Report 1: Preliminary IRBM Framework, September 2008, DID ”に提案されており、その中で分野別に目的、基準等、データ収集、解析、アウトプットを整理する表フォーム案が示されている。

IRBMに関係する技術ガイドライン、マニュアル、基準等の開発が、DIDやその他の機関によって近年、進められている。とりわけDIDマニュアルは水資源工学に従事する官民合わせて総勢200名プロフェッショナルの貢献により編纂された大著である。このマニュアルは洪水管理、河川管理、海岸管理、水文・水資源、灌漑排水、地盤工学、現地踏査、測量、モデリング、機械・電気、ダムの安全管理、検査・モニタリング、契約管理、建設管理の幅広い分野を網羅し、またマレーシアに適用可能な最新の基準、技術、ベストプラクティスをも含んでいる。

このようにマニュアル、ガイドラインおよび枠組みが既に揃っていることを考えると、IRBMについてさらにガイドラインを作成する必要はないようにも思える。しかし、この協力準備調査では、調査で得られた新たな要素をガイドラインに導入しており、以下のような点でユニークなものとなっている：

- ムアール川、パハン川の二つの対象河川は州界を超える河川である。このような複数の州をまたぐ河川流域に対して、マレーシア国内で初めてのIRBMおよびIFM計画の作成であった。
- 気候変動インパクトをIRBMおよびIFM計画作成において考慮した。この気候変動インパクトに対する水資源管理や洪水管理分野における適応はマレーシアでは新しい課題である。
- キャパシティデベロップメントはこの協力準備調査での主要課題の一つである。ワーキンググループ会議やステークホルダー会議を通じて、調査期間中に精力的にキャパシティデベロップメント活動を実施した。

第10次マレーシアプランによれば、水資源の計画、管理、修復において引き続き、IRBMが推進されることになっている。この国家政策に則り、IRBMが他の流域においても、順次、導入されていくのであろう。そのIRBMの普及において、協力準備調査でのムアール川流域やパハン川流域でのIRBM計画やIFM計画作成経験が大いに役立つものと思われる。したがってこれらの経験をIRBM導入ガイドラインとして記録しておく価値があることは明らかである。

1.2 ガイドラインの目的

上記の背景の下、ガイドラインの目的を以下のように設定する：

目的： IRBMを他流域に導入するにあたって、とくにIRBM計画やIFM計画の作成において参考とされるような、本協力準備調査での教訓や用いた手法を紹介すること。

第2章 IRBMの必要性

2.1 現状の細切れの流域管理

マレーシア連邦憲法の9th Scheduleによれば、連邦政府と州政府の機関の権利、権力および責任はそれぞれ、List I -Federal ListおよびList II-State Listに規定されている。List III-Concurrent List は両者の共同責任について規定している。原則的に土地と水の管理はList II-State Listにあり、水資源は州の責任となる。しかしながら、流域が複数の州にまたがる場合、関係州間での合意に基づいた調整ができなければ、連邦政府が責任を持つことになる。

本協力準備調査の対象流域である、ムアール川流域とパハン川流域は州界をまたぐ河川流域である。ムアール川流域はNegeri Sembilan、Johor、Pahang および Melakaの4州に広がり、またパハン川流域はPahangおよびNegeri Sembilanの2州に広がっている。しかしこれらの州間での連携や調整はほとんど行われていない。関係州のDID職員によれば、本協力準備調査の中で、2009年12月や翌年2月にステークホルダー会議を行うまで、これらの2流域の管理について、会議はおろか、ほとんど有意な連携活動は行われていなかったそうである。したがって流域管理に関する合意というものもない。

州間の関係と同様に、機関間の関係も弱い。水や土地に係る多くの機関があり、それらはそれぞれの必要性に基づき、計画や開発、管理を実施している。表 2.1.1 にIRBM関係の活動をしている州レベルの機関を示す。各々の機関は独自の目的の下活動し、その結果、河川流域管理は細切れ状態になっている。

表 2.1.1 州レベルでの IRBM 関係機能の分担状況

機能	責任機関	備考
流域計画	UPEN, DID and JPBD	
取水	State Authority (管理者) JMG (地下水の技術アドバイザー)	
水供給サービス	提供者: サービスオペレーター 管理者: SPAN	水供給サービスは2005年に連邦憲法の改正に伴い、Concurrent Listになった。
灌漑サービス	DID(MoA)	
洪水緩和	DID(MNRE)	
都市排水	Local authority DID (技術アドバイザー)	
排水（廃水）管理	大規模産業排出口: DOE 下水処理場: DOE 下水管への排水: DSS	
下水道サービス	事業者: IWK 技術管理者: DSS 経営管理者: SPAN	下水道サービスも2005年に連邦憲法の改正に伴い、Concurrent Listになった。
水力発電*	事業者: TNB 管理者: MEGTW	
漁業/養殖	管理者: DOFi	
内陸航行	管理者: DOFi	

*: 水力発電はfederal list.

2.2 統合的アプローチの必要性

細切れの流域管理にも関わらず、ムアール川流域やパハン川流域には洪水やいくつかの小さい地域的な問題を除いて、今日までとくに深刻な問題が無いようである。それは多分、有り余るほどの水資源があることおよびそれほど開発が及んでいない流域のためであろう。豊富な水量はルーズな水資源管理を赦し、また汚染を希釈する。これまでの都市開発は流域のスケールに較べて小さく、流域の環境がまだ大きく変わるまでに至っていない。

しかしながら、このような幸運な状況は長く続かないであろう。2025年までにムアール川流域では都市用水の水需要が150% から200% 増えるようであり、パハン川では、200% から300% の増加が見込まれている。またそれぞれ700 km²および4,600 km²の広大な森林が農地や市街化されるようである。さらに気候変動インパクトが両流域においても現実的なものになるうとしている。もしこれらの課題が不適切に扱われるならば、これらの変化は必ず水利用、河川環境、洪水等に深刻な悪影響をもたらすであろう。

さらに状況を難しくしているのは、これらの課題は従来のセクター毎のアプローチでは解決されないということである。一つの機関だけで解決できる課題はない。多くのステークホルダーの連携する努力を結集し、また多くの技術分野からのインプットを得た全体的な、統合的なアプローチが必要になってきた。たとえば、増え続ける水需要に対処するためには、水資源開発や給水施設建設だけでなく、無収水問題の改善や節水の奨励も不可欠である。水資源開発や洪水災害管理においては、他のユーザー（灌漑）や上流州～下流州間の調整が、流域大の視点からの実施されなければならない。

2.3 IWRM、IRBM および IFMの定義

統合水資源管理(IWRM)の概念は、水利用者の競合による限られた水資源への水利用圧力の増大に対処するため1980年代に提唱された。DIDはIWRMを、「重要な生態系を犠牲とすることなく、公平なやり方で経済的および社会的な繁栄を最大化するために、水と土地の調整の取れた開発・管理を促進するプロセス」と定義している。

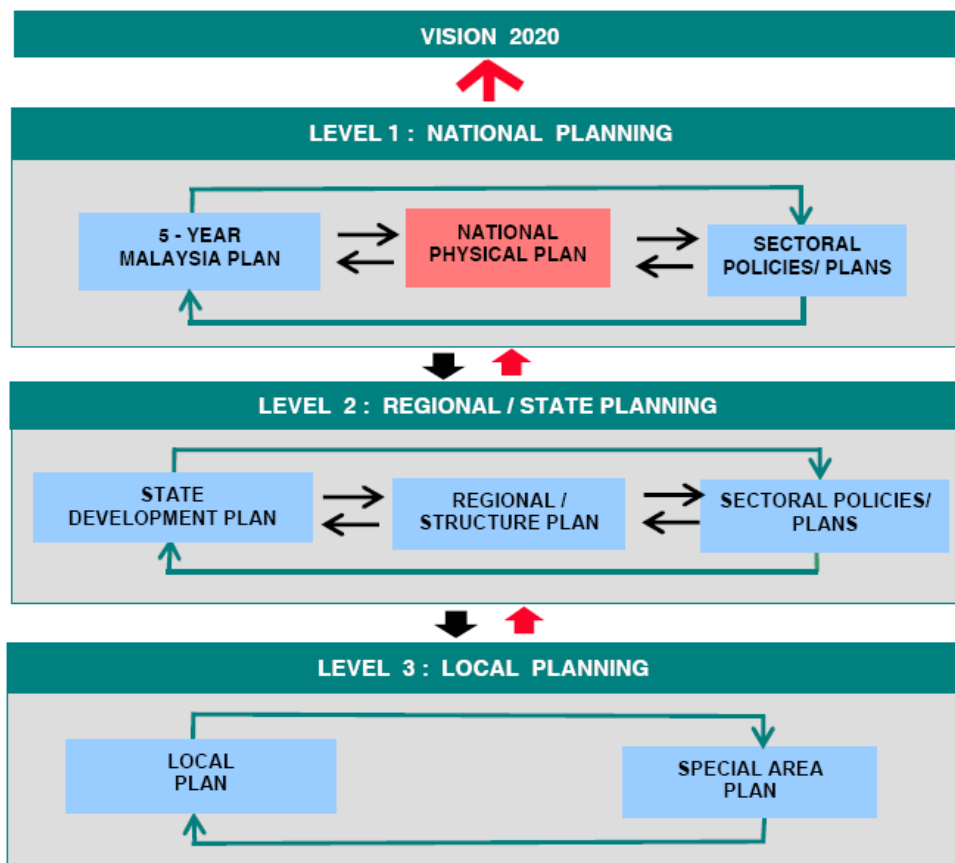
統合流域管理(IRBM)は、流域単位で水に関するサービスを提供するためのIWRMの実践である。DIDは、「淡水生態系を保全または回復させながら公平なやり方で水資源から得られる経済・社会利益を最大化するために、その流域の水、土地や関連資源を調整しながら保全、開発および管理するプロセス」と定義している。

統合洪水管理(IFM)も同様に洪水被害の軽減を目的とした統合的手法である。DIDは、「重要な生態系の持続性を犠牲にすることなく、氾濫原の利用による便益を最大化することを目的としたIWRMの一部として洪水管理の統合的アプローチを発展させるプロセス」と定義している。

多くの国での経験から、上記のような統合的手法は、多くの関係者、管轄、地域の関わる水開発政策に関する調整を効率的に行うための不可欠な前提条件であることが証明されている。したがって、2002年の持続可能な開発に関する世界首脳会議(WSSD)において途上国への支援と併せて、「あらゆるレベルでの行動を経て、2005年までにIWRMと水効率プランを策定する」と約束されたように、統合的手法は世界的な潮流となっている。

2.4 連邦政府のIRBMに係る政策

開発計画は3層の全ての政府レベルで行われている。国家レベルでは開発計画は5ヵ年マレーシアプラン(FYMP)、National Physical Plan (NPP)そして内閣や省やSector Councilsから出されるセクター別政策のよって導かれる。またこの国の開発計画は、図 2.4.1に示すようにVision2020やOutline Perspective Plans (OPP3)などの既に発表されたゴールの枠内で行われる。同様に、州レベルでは、Structure Planや折々提案されるセクター別政策によって開発が導かれる。また地域レベル (Local Authority) の計画は、法定のLocal PlanやSpecial Area Planの形にまとめられる。



引用：“National Physical Plan, JPBD”

図 2.4.1 国家の開発計画の枠組み

2.4.1 5 カ年マレーシアプラン(FYMP)

5カ年マレーシアプランは公共セクターの開発プログラムの規模や割り当てを規定し、事実上の投資計画である。換言すれば、この計画は予算の裏付けを得た公共投資計画である。

(1) 第 8 次 Malaysia Plan (2001-2005)

2001年～2005年をカバーする第8次マレーシアプランにおいて、統合的流域アプローチが初めて強調されている。この計画はさらに州政府にLUASのような流域ベースで水資源に係る計画立案、モニタリング、執行、管理を行う水管理機関の設立を後押しした。

(2) 第 9 次マレーシアプラン (2001-2005)

第9次マレーシアプラン(2006年～2010年)は、「マレーシアは2020年までに完全に先進国になる」という2020ビジョン達成を目指して、優先分野に国の努力を集中させようとするものである。その優先分野とは、国家の国際競争力、人的資本開発、国家統合、民族関係、収入と富の分配、生活の質などを含む。第9次マレーシアプランにおけるIRBMに関係した政策を表 2.4.1にまとめる。

表 2.4.1 第 9 次マレーシアプランでの IRBM に関係した政策と目標

分野	政策と目標
水供給	・ 現況の水資源の水質を保全か改良するとともに、将来の水資源ポテンシャルを確認する。 ・ 水需要と水の生産量は 2010 年に、Pahang 州で 1,184 mld および 1,340 mld、Negeri Sembilan 州で 665 mld および 722 mld、Johor 州で 1,489 mld および 1,747 mld になる。 ・ 水供給の効率を、盗水に対する厳重な取り締まりやパイプやメータの交換、配水管網の GIS マッピング、配水管網のリハビリ、処理場の改善、およびオペレーションセンターの設立などの無収水対策プログラムを通じて改善する。2010 年の無収水率の目標値は、Johor 州で 35%、475 mld、Negeri Sembilan 州で 45%、299mld、Pahang 州で 40%、475mld である。

分野	政策と目標
	・ へき地での飲料水へのアクセスを増加させる。水道普及率の低い重点州はサバ、サラワク、パハン、クランタン、トレンガヌおよびケダ州である。 ・ 水の足りない地域や灌漑水のために、地下水探索・開発プログラムを実施する。 ・ IWRM (統合的水資源管理)アプローチを持続的な水資源開発のために振興する。 ・ 水供給サービスを改善するため、賢い水利用プロモーションなどの非構造物対策を実施する。 ・ この計画期間内で、マレーシア半島地域の水供給と下水道サービスを調整するために SPAN を機能させる。さらに将来の水供給施設を開発するために WAMCO(Water Asset Management Company) を設立する。
下水道	・ 環境基準に適合するように、さらに公衆衛生の安全のため下水道サービスを拡充する。 ・ 水供給システムの流域内の現況の下水処理場の改善、リハビリ、改装を継続して優先項目とする。 ・ 清潔さを保ち、水資源や環境を保全するために、排水管理や下水システムの重要性に関する意識改善キャンペーンを強化する。
洪水緩和	・ 調節池の建設や河川改修、放水路などの構造物対策の他に土地利用規制、統合洪水予測、警報・対応システムなどの非構造物対策によって、クランバレーやその他の地域の洪水被害を軽減する。 ・ 都市排水管理マニュアル (MSMA) を国中の新開発地域に適用する。

(3) 第10次マレーシアプラン(2011-2010)

第10次マレーシアプラン(2010年～2015年)は2010年6月に開催された国会に首相により上程された。首相はそのスピーチの中で、この第10次マレーシアプランはVision 2020の実現という国家指針の継続に重要であることを強調した。この第10次マレーシアプランは一人当たりのGNIを2015年には38,850RMに増やすことを目標にしており、そのためには年率6%のGDPの成長が求められる。

IRBMに関係した政策については、まずIWRMアプローチが水資源の計画、管理、保護、修復において継続して奨励されている。また第10次マレーシアプランにおいて、マレーシアが気候変動に対して、経済成長と開発要素を守るための適応策と温室効果ガスの排出を減らす緩和策の2元的な戦略を採ることを明言したことは注目に値する。表 2.4.2にIRBMに関係した政策を示す。

表 2.4.2 第 10 次マレーシアプランでの IRBM に関係した政策と戦略

セクター政策	戦略	対策	内容
効率的な公共施設とサービスの提供 (公共施設)	水の価値と供給を管理する。	水の確保のための水資源管理の長期戦略を開発する。	● 国家水資源政策(NWRP)を確立する。・ ● 水資源の計画、管理、保全、回復に IRBM アプローチを導入する。・ ● 500 億 RM を洪水緩和に投入する。
		水サービス産業の再構築の努力を継続する	● 州の水道業者の民営化を促進する。 ● コストリカバリーに向けて動き出す。 ● 事業運転や経営を効率化する。 ● 水道インフラを改良する。 ● 水道と下水道事業を統合する。
		河川を汚染から守る	● Environmental Quality Act 1974 の改正に沿って、産業排水や下水排水管理の執行を強化する。・ ● 点源や面源の汚水について、日最大負荷量や河川の流下能力を評価する。 ● 現在の水質インデックスを改訂する ● 国家海洋水質インデックスを改訂する。 ● 奉仕活動や啓発活動を広げる。
	廃棄物管理を再構築する	local authorities を支援する	● 民営化によって、local authority から廃棄物管理や清掃作業を解放する。
		包括的かつ衛生的なサービスを提供する	● 3 つの concessionaire を厳しく管理する。
		廃棄物が持続的に管理されることを確保する	● 3R (the reduce, reuse, recycle)を促進する。
国家の環境価値の尊重 (環境)	しなやかな成長戦略を開発する	気候変動のリスクから国家を守る (適応策)	● 気候リスクを評価、数値化するしっかりした枠組みを開発し、リスクに対する対策の優先順位付けする。 ● 将来のインフラ投資が気候的に弾力性を有するように、政策決定の枠組みを実施する。 ● 気候予測やモデリングの能力を高める。
		マレーシアの炭素排出量を減らす (緩和策)	● 再生エネルギーへの投資のためのより強いインセンティブを作る。 ● エネルギーの効率化を進める。 ● 廃棄物管理を改善する。 ● 森林を保全する ● 大気を改善するため、排出量を減じる。
	国家の生態資産保全を高める	森林保全や野生生物保全の努力を継続する	● 432 万 ha の中央森林背柱(Central Forest Spine)を半島マレーシアで実施する。 ● 動植物の取引規制を高める。 ● 既存の生物多様性のインベントリやデータベースを統合する。
		持続性のある安全な資源の利用を確保する	● ローカルコミュニティを保全努力に巻きこむ。 ● 利用権や利益の共有化の枠組みを導入する。

2.4.2 National Physical Plan (NPP)

National Physical Plan (NPP) は、2020年までのマレーシア半島における物理的開発や保全の戦略的政策の声明書である。この計画は2006年4月26日のNational Physical Plan Councilによって承認され、連邦や州の機関による5ヵ年マレーシアプランのプロジェクトやプログラム作成においてガイドラインとなるべきものであり、半島の連邦や州レベルにおいて実施されるべきものである。

NPPは「国の全体的発展を、2020年までに先進国としてのステータスの達成の実現に導くために、効率的な、公平な、かつ持続的な国家の空間的枠組みを構築する」という目標を有し、以下の4つの目的を併せ持つ：

- 経済的効率と世界的競争力のために国家の空間計画を合理的なものとする。
- 土地と天然資源の利用を持続的開発のために最適化する。
- 国家の統一性のためにバランスのとれた地域開発を促進する。
- より質の高い生活のために空間的、環境的な高い質を確保する。

このNPPには36の政策が含まれており、その中で下表に示す9つの政策がIRBMと関係する：

表 2.4.3 IRBM に関する NPP 政策

番号	政策
NPP 18	環境脆弱地域(ESA)は、持続的開発を確実にするために土地利用や天然資源の計画と管理に統合されるべきである。
NPP 19	中央森林背柱(CFS)を環境脆弱地域ネットワークの背骨となるように確立すべきである。
NPP 21	高地の土地開発は、人間の安全と環境の質を守るために厳格に管理すべきである。
NPP 22	全ての地表水・地下水は戦略的資産であり、保護し、最適に活用されるべきものである。
NPP 30	量や場所毎の水供給量や将来の水需要量は水源地域の計画作りを導くものでなければならない。
NPP 31	地下水源地域や涵養地域は確定され、汚染や産出量の低下を招く活動から守られなければならない。
NPP 32	すべての都市住居地域は中央集中型の下水道システムのサービスを提供されるべきである。
NPP 33	すべての都市住居地域は統合的廃棄物処理および/または再生施設のサービスを受けるべきである。
NPP 34	主要排水路、小川、河川として利用されている土地は排水路または河川区域（river reserves）の指定を受けるべきである。

2.5 IRBMの現状

国家政策に則り、IRBMに関するいくつかの試みが既に実施されている。2002年の持続可能な開発に関する世界首脳会議(WSSD)での決議に較べて大分遅れてはいるが、Selangor川（Selangor州）、Kedah川（Kedah州）に加え、Langat川(Selangor州)、Kerian/Kurau川(Perak州)においてもIRBM計画が策定されている。IRBMの実践のための組織強化も始まっている。LUASはマレーシアにおける最初のIRBMの頂点組織である。Kedah州政府もWater Resources Boardを設立しようとしているところである。2009年、本協力準備調査の開始直前に、流域管理委員会としてムアール川流域のManagement CommitteeおよびTechnical CommitteesがDIDのイニシアチブの下に設立されている。マレーシアにおけるこれまでの主なIRBMの実践の試みを表 2.5.1にまとめる。

表 2.5.1 マレーシアにおける IRBM の実践の歩み

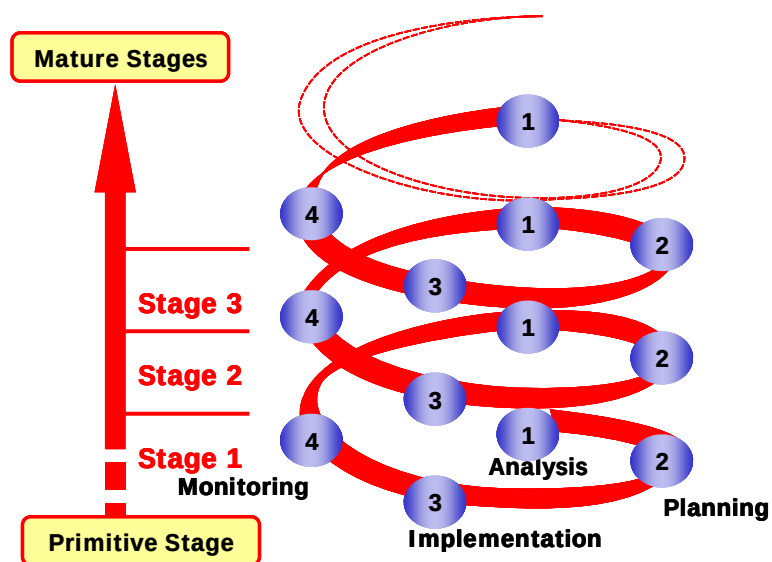
年	達成
1998	National Water Resources Council (NWRC)の設立
1999	IRBMの頂点組織(LUAS)の設立
2001	Storm Water Management Manual (MSMA)の発表
2002	廃棄物管理のためのNational Sewerage project-National Strategic Planの発表
2003	NWRCのIRBMの受容 Study on Integrated catchment management of Sungai Damansaraの実施
2004	天然資源環境省Ministry of National Resources and Environment (MNRE)の設立
2005	National Study for the Effective Implementation of IWRM in Malaysiaの実施 Sungai Langat Integrated River Basin Management Studyの実施
2007	Sungai Selangor Basin Management Planの作成 Sungai Kedah Basin Management Planの作成
2008	The Study on a Blueprint for Integrated River Basin Managementの実施 Water Service Industry Actの成立
2009	ムアール川流域のManagement CommitteeおよびTechnical Committeeの設立 パハン川流域のTechnical Committeeの設立
2010	Review of National Water Resources Study (2000-2050) and Formulation of National Water Resources Policy調査の実施

2.6 IRBMスパイラル

IRBMは、IWRMと同様、初期から成熟に向けたいくつかの段階からなる上向きのスパイラルと表現される(図 2.6.1)。すなわち、河川流域管理は新たな要求やニーズ、新しい技術の出現に合わせて持続的に発展させていくべきものである。

また、各段階は(1)現状評価、(2)計画、(3)実施、(4)モニタリングの4つの行程からなっており、初期段階には第二の段階が続いている。このようにして4つの行程からなるIRBMは段階を経て継続的に改良されていくことになる。

国家レベルにおいては、前述したようなIRBMの実績を考慮すれば、既に第2ステージにあると言えるかもしれない。新しい流域にIRBMを導入するにあたっては、先行する流域での経験を最大限に活用すべきである。



出典: UNESCO IWRM Guidelines, 2009

図 2.6.1 IRBM のプロセス

第3章 河川流域委員会の設立

3.1 概説

マレーシア国の河川管理に係わる政策や事業は、多くの関係機関によって実施されている。このような状況において、統合河川流域管理を実施するためには、様々な機関で実施されている政策や事業を流域レベルで調整するメカニズムが必要である。一般的に、流域管理には、単独の頂点機関で管理されるものと、様々なセクターから構成された河川流域委員会(RBC)によって管理される二つのタイプがある。

しかし頂点機関を設立するには、まず設立法の制定が求められる。したがって設立には多くの時間を要することになる。一方、委員会の設立には法制定が不要であり、容易である。そこで本協力準備調査で経験したように、第一ステップとして河川流域委員会を設立し、IRBM計画作成に着手するのが現実的である。IRBM計画作成後の第2段階の体制については、計画中やその後の暫定的運用中に議論されるべきである。次節では、本協力準備調査で設立された河川流域委員会について説明している。

3.2 河川流域委員会の設立

調査対象流域として選択されたムアール川およびパハン川の2流域は複数の州に広がっているため、連邦憲法に則り、連邦政府が介入できることになる。それぞれの流域委員会は、図 3.2.1に示すように、連邦政府レベルの2つの委員会（マネージメントコミティとテクニカルコミティ）と、下層部の州レベル組織であるタスクフォース、およびワーキンググループの4つの層から成る。

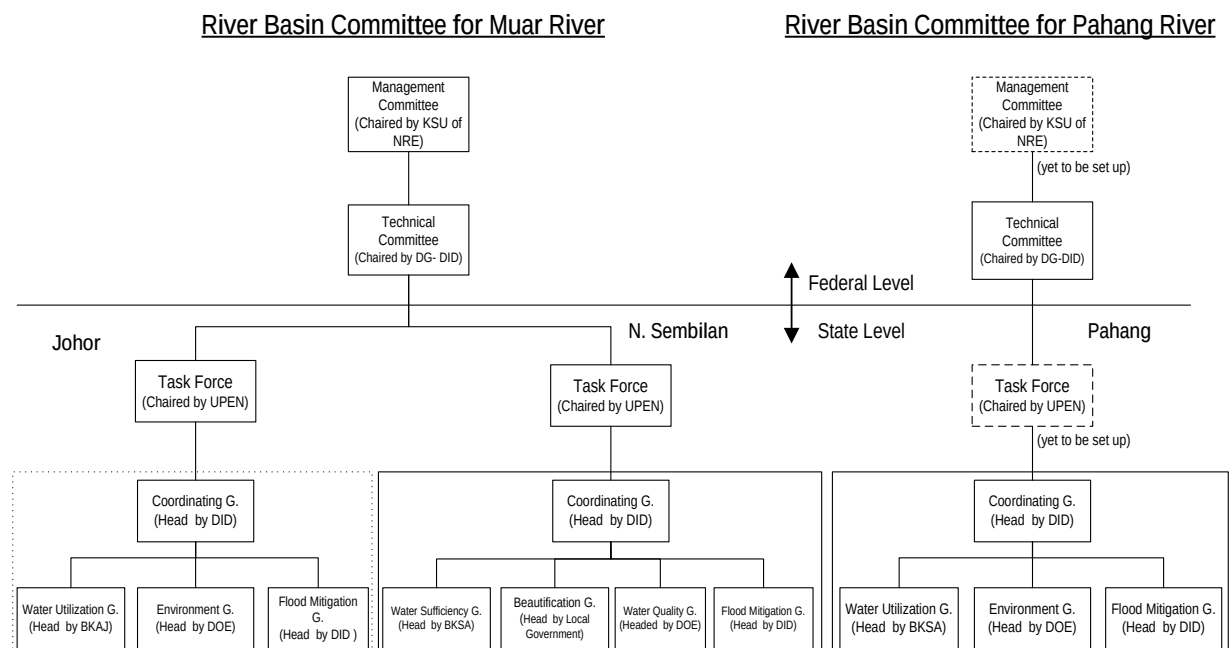


図 3.2.1 River Basin Committees の構成

上層部の連邦政府レベルについては、ムアール川流域のマネージメントコミティとテクニカルコミティと、パハン川流域のテクニカルコミティが既に設立されている。しかし、パハン川流域のマネージメントコミティはまだ設立されていない。州レベルの組織については、対象2流域の主要を占めている重要な州においてのみタスクフォースが設置されている。具体的には、ムアール川流域においてはNegeri Sembilan州、Johor州、パハン川流域においてはPahang州のみである。MelakaとPahangの2州もムアール川流域に若干含まれるためムアール川流域委員会の連邦政府レベルのメンバーとして参加しているが、わざわざタスクフォースを設けるほどの意義はないことからタスクフォースは設置していない。同様に、Negeri Sembilan州もまたパハン川流域のテクニカルコミティのメンバ

ーとして含まれているがタスクフォースは有していない。流域委員会の機能・役割やタスクフォースコミティのメンバーについて表 3.2.1に整理する通りである。

表 3.2.1 流域管理組織のメンバーとその役割・機能

委員会	項目	ムアール川流域		パハン川流域
		Negeri Sembilan 州	Johor 州	
マネージメントコミ ティ (連邦政府レベル)	議長	NRE 事務総長		設立されていない
	議長代理	NRE 副事務総長		
	書記	DID, NRE and MacGDI		
	委員	12 委員（連邦政府）、4 委員（4 州政府）		
	役割・機能	- ディスカッションフォーラムとしての機能、 - 政府に対する IRBM 関連の政策・プログラムの提言 - 統合河川流域管理政策・プログラムのモニタリング - 他の活動の提言 - 能力開発		
テクニカルコミティ (連邦政府レベル)	議長	DID 長官		DID 長官
	書記	DID 河川課		DID 河川課
	委員	6 委員（連邦政府）、26 委員（4 州政府関係）、1 委員（メラカ州水供給会社）		12 委員（連邦政府）、13 委員（2 州政府関係）、2 委員（Pahang 州および Negeri Sembilan 州水供給会社 2 社）
	役割・機能	- NRE から要求された調査の受託 - 活動、プログラムの計画実施 - 河川、地下水、湖における水質の確認および対策の提言 - 流域管理を改善するための改善案の提言 - 開発行為の承認における助言 - NRE と DID に指示された役割の実行		ムアール川流域と同じ
タスクフォース (州政府レベル)	議長	Director, UPEN	Director, UPEN	設立準備中 (委員構成と役割・機能は Negeri Sembilan 州とほぼ同様になる予定)
	書記	州 DID	州 DID	
	委員	11 委員（州政府）、6 委員（3 つの関係地方政府）	12 委員（州政府）、9 委員（3 つの関係地方政府）	
	役割・機能	- 課題の確認 - 戦略と対策の提言 - アクションプランの実施 - アクションプランの実施に関する報告書の作成 - アクションプランの改善案の提言; - 流域管理の改善に関する提言 - NRE と DID に指示された役割の実行	Negeri Sembilan 州と同じ	

3.3 ワーキンググループの立ち上げ

本件準備調査においては流域委員会のキャパシティデベロップメントが重要な目的の一つであることから、オンザジョブトレーニングを通じてIRBMおよびIFMの計画策定に関する能力開発を実施する必要がある。すなわち流域委員会内部に、調査団が定期的に直接アクセスできる協同作業パートナー組織が必要となる。

そこで、3州それぞれのタスクフォースの下に、より実務的な作業に従事する州またはディストリクト職員から成る4つまたは5つのワーキンググループ（調整グループとその下の洪水緩和、環境、水利用などの特定の課題に対する3つまたは4つのワーキンググループ）が図 3.2.1に示すように設立された。

このワーキンググループはキャパシティデベロップメントを主要目的として立ち上げたものではあるが、IRBM計画作成のためのデータ収集、現場踏査、技術的な議論などの日常的な作業にも必要なものである。JICA調査団にとってそうだったように、IRBM計画作成に従事するコンサルタン

トにとってワーキンググループの協力は大きい助けになる。Johor州のワーキンググループのメンバーを表 3.3.1に示す。

表 3.3.1 ワーキンググループのメンバー機関

調整グループ	Department of Irrigation and Drainage (DID), Johor Advised by JICA Study Team		
ワーキンググループ	水利用グループ	環境グループ	洪水緩和グループ
責任者	Water Regulatory Body, Johor (BAKAJ)	Department of Environment (DOE), Johor	Department of Irrigation and Drainage (DID), Johor
メンバー	• Department of Agriculture, Johor • Fishery Department, Johor • Marine Department, Johor • Department of Irrigation and Drainage (DID), Johor • Tourism Department, Johor • Health Department, Johor • SPAN • PAAB	• Sewerage Service Department, South Branch • Health Department, Johor • Muar District Council • Segamat District Council • Ledang District Council • Department of Agriculture, Johor • Water Regulatory Body, Johor • Forestry Department, Johor • Department of Mineral and Geoscience, Johor • Department of Irrigation and Drainage (DID), Johor	• Muar District Council • Segamat District Council • Ledang District Council • Muar District Office • Segamat District Office • Ledang District Office • Land and Mines Department, Johor • Department of Mineral and Geoscience, Johor • Town and Country Planning Department, Johor • Department of Environment (DOE), Johor • Forestry Department, Johor • Department of Agriculture, Johor • BAKAJ

3.4 ステークホルダー会議

住民参加はIRBMの成功の最も重要な鍵の一つである。多彩なステークホルダーの声を反映させたIRBM計画を作成するためには、計画作りの早い段階から彼らを巻き込むことが必要である。

この方針に則り、JICA調査団は協力準備調査の開始以来、ステークホルダー会議の開催に努力してきた。ほぼ1年の調査期間中にムアール川流域で計4回、パハン川流域で計3回、合計7回のステアリングコミティ会議を実施した。ちなみにムアール川流域関係のNegeri SembilanおよびJohorの2州の州職員は、2009年12月のステークホルダー会議で初めて一同に会したとのことである。これらの会議の概況を表 3.4.1に示す。

表 3.4.1を見ると、残念ながら民間人の参加はほんのわずかであった。全参加者のほとんどは州、DistrictまたはLocal Authority関係者であった。NGOや民間人を招くステークホルダー会議はまだマレーシアでは新しい試みであり、会議への招待を担当した州DIDは、どのように民間人に呼び掛けたらよいか不慣れだったと想像される。

表 3.4.1 ステークホルダー会議の概要

流域	月日	開催場所	主な議題	参加者
ムアール	‘09年12月10日	Muar	IRBMの課題の抽出	69人 (62 政府職員、7 民間人)
	‘10年2月10日	Segamat	IFM計画案に関する議論	38人 (政府職員のみ)
	‘10年5月12日	Gemas	IRBM計画案およびGemas洪水緩和プロジェクトに関する議論	24人 (政府職員のみ)
	‘10年8月25日	Alor Gajah	IRBM計画案およびGemas洪水緩和プロジェクトに関する議論	47人 (46 政府職員、1 民間人)
パハン	‘10年2月2日	Kuantan	Extraction of Issues on IRBM and Discussion on proposed IFM Plan	70人 (68 政府職員、2 民間人)
	‘10年5月10日	Temerloh	IRBM計画案およびTemerloh洪水緩和プロジェクトに関する議論	24人 (政府職員のみ)
	‘10年8月23日	Temerloh	IRBM計画案およびTemerloh洪水緩和プロジェクトに関する議論	40人 (政府職員のみ)

第4章 気候変動インパクト

4.1 概説

地球温暖化を伴う気候変動は、今日世界中の人々が共有すべき重大な課題となってきた。気候変動の政府間パネル（IPCC）によって 2007 年に発表された第 4 次評価報告書(AR4)は、表 4.1.1 に示すような、より現実的なインパクトについて記述している。

アジア地域では、とくに海岸や低地において、海面上昇や頻度や強度が増す豪雨の影響で洪水、高潮やその他の災害の頻度や強度が増加するものと予測されている。また降雨量の変動により、深刻な干ばつも増えるものと予測されている。気候変動は、人類が適切に対処しない限り、生態系、水資源、食糧、産業、健康だけでなく人間の生命をも危うくさせかねない。

表 4.1.1 IPCC によるアジア地域への気候変動インパクト予測

項目	予測
水賦存量	中央アジア、南アジア、東アジア及び東南アジアにおける淡水の利用可能性は、特に大河川の集水域において、気候変化によって減少する可能性が高い。このことは、人口増と生活水準の向上とあいまって、2050 年代までに 10 億人以上の人々に悪影響を与え得る。
洪水	沿岸地域、とりわけ、南アジア、東アジア及び南東アジアの人口が密集しているメガデルタ地帯は、海からの洪水（いくつかのメガデルタでは河川からの洪水）の増加に起因して、最も高いリスクに直面すると予測される。
天然資源及び環境	気候変化は、急速な都市化、工業化及び経済成長と相まって、自然資源と環境への圧力を構成するものであり、アジアのほとんどの途上国の持続可能な開発を侵害すると予測される。
風土病罹患率および死亡率	東アジア、東南アジアにおいて、水文サイクルの変化により洪水や干ばつに伴う下痢性の病による風土病罹患率や死亡率が増加する。

出典: “Climate Change 2007: Synthesis Report, IPCC”

マレーシア半島部については、マレーシアの研究機関である NAHRIM が、気候変動予測の知識の構築のために、“Study of the Impact of Climate Change on the Hydrologic Regime and Water Resources of Peninsular Malaysia”を 2002 年から 2006 年にかけて実施している。表 4.1.2 が示すように、その調査結果は洪水や干ばつのような極値水文現象はさらに頻度が高まり、また強度も強まるであろうと推測している。

表 4.1.2 NAHRIM によるマレーシア半島部における気候変動インパクト予測

項目	予測
気温	全半島部は今後 50 年間に於いて約 2℃温暖化する。
降水量	半島の多くの地域で、降水期の降水量が増え、非降水期の降水量が減る傾向がある。
蒸発散量	明確な傾向は予測されない。
土中水分	土中水分量には影響はない模様。
河川流量	Kelantan、Terengganu、Pahang および Kedah 川流域において、年毎や季節毎の流量変化が大きくなるとともに水文的極値が増える（洪水期の流量が増え、非洪水期の流量が減る）ことが予測される。

出典: “Study of the Impact of Climate Change on the Hydrologic Regime and Water Resources of Peninsular Malaysia, NAHRIM, 2006.”

IPCC 報告書は、これらのインパクトに対処するためには緩和策と同様に適応策が重要であると述べている。それは、温室効果ガスの削減を中心とした緩和策には限度があり、緩和策が実施されてもここ数世紀はインパクトは続けて影響を及ぼすであろうからである。一方、マレーシア政府は、第 10 次マレーシアプランにおいて、経済成長と開発要因を守るための適応策と温室効果ガスの排出を減らす緩和策の 2 元的な戦略を採ることを明言している。

特定の流域に対する適応策を計画するためには、その流域に対する気候変動インパクトを予測することが必要不可欠である。その流域の予測結果に基づいて適応策は検討されなければならない。

この節では、まず予測データの存在状況や排出シナリオについて述べる。次にこの協力準備調査で採用された、対象流域に対するインパクトの推定方法について、とくに洪水の雨量強度や長期流出に焦点を当て、述べる。また日本やその他諸国で考えられている適応策について説明し、最後にシミュレーションモデルによる予測結果の不確実性について述べる。

4.2 気候変動予測データの存在状況

4.2.1 データの存在状況

IPCCの第4次評価報告書は、世界中の研究機関によって開発された25の最先端技術を駆使した全球循環モデル(GCM)による予測結果に基づいている。これらのデータはWorld Climate Research Programme(WCRP)でのCoupled Model Intercomparison Project phase 3 (CMIP3)の下、入手可能となっている。

< PCMDI における WCRP CMIP3 多モデル集積データについて >

World Climate Research Programme's (WCRP's) Working Group on Coupled Modelling (WGCM)が提案した活動に答えるかたちで PCMDI (Program for Climate Model Diagnosis and Intercomparison)は世界中の先進モデリング機関によるシミュレーション結果を収集することを買ってでた。過去、現在そして将来についてのシミュレーション結果は PCMDI によって主に 2005 年から 2006 年にかけて収集された。CMIP3 はこの集積されたデータに基づいている。また WGCM も上記モデリング機関以外の研究者が IPCC の第 4 次評価報告書を作成に携わっている気候科学者と関係した研究ができるように、この活動を部分的に行った。

この先例のないシミュレーション結果の集積は正式には「WCRP CMIP3 多モデルデータセット」と知られている。それは物理気候システム（大気、地表、海洋そして海氷）に重点をおいた IPCC のワーキンググループ 1 に役立つように意図されている。そして PCMDI に集積された変数の選択もこの重点化を反映している。ある特定のモデルの総合的なデータセットについては、そのデータセットを出力したモデリング機関から収集できるであろう。

参加している機構モデリンググループの同意の下、WGCM は CMIP3 多モデル集積データは商業目的でなければ無償で提供されることを明言している。使用条件に同意すれば、ESG data portal, ftp, または OPeNDAP server からデータ入手が可能である。

2007 年 1 月現在、35 テラバイトを超えるデータが保管されており、337 テラバイトを超えるデータが 1200 以上の登録者によってダウンロードされる。これらのデータセットに基づいた 250 点を超える研究論文が発表される、もしくは追試用に受け入れられている。

出典: http://www-pcmdi.llnl.gov/ipcc/about_ipcc.php

上記25のGCMの内19 GCMについて、21世紀末までの日単位の地表の予測データ（気温、降水量、蒸発散量）が表 4.2.1 に示すように入手可能である。GCMの水平解像度はモデルによって $0.2^{\circ} \times 0.2^{\circ}$ から $5^{\circ} \times 5^{\circ}$ である。さらに改良されたGCMによる予測結果は、2013年9月に発表予定の第5次評価報告書にまとめられる予定である。

地域気象モデル(RCM)はGCMに似ているが、より高い解像度を有し、モデルに地形などの要素が組み込まれている。その一般的なアプローチは、初期条件や刻々と変化する気象境界条件をGCMから受けながら、限られた地域について気候特性や物理的プロセスをシミュレートするものである。

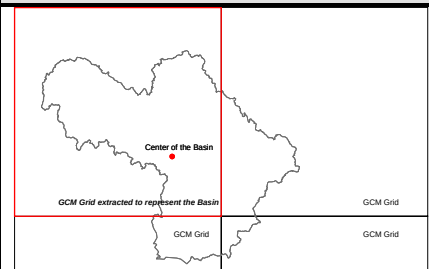
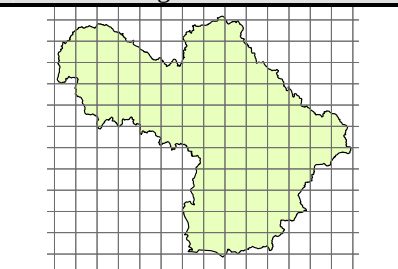
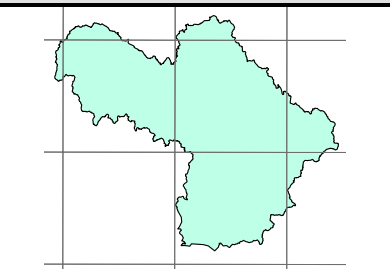
マレーシアでは、NAHRIMと気象局（MMD）によってマレーシア半島部と東南アジアそれぞれを対象としたRCMを開発している。NAHRIMはUniversity of Californiaと協力して、9kmグリッドの水平解像度を有するRCMであるRegHCM-PMを開発している。また、MMDでは英国Hadley CentreのPRECISを活用し、東南アジア全域を対象に50kmグリッドのRCMを構築している。それぞれモデルの特徴を表 4.2.1 に示す。

表 4.2.1 GCM のデータ存在状況

モデルタイプ	モデル ID	対象地域	解像度	温暖化ガス 排出シナリオ	検証期間	予測期間
全球循環モデル (GCM)	BCCR-BCM2.0, Norway	全地球	0.2° x 0.2° to 5° x 5°, depending on the model	A1B	1981-1999	2056-2065, 2081-2099
	CCSM3, USA				1950-1999	2046-2065, 2080-2099
	CGCM3.1(T47), Canada				1961-2000	2046-2065, 2081-2100
	CGCM3.1(T63), Canada				1961-2000	2046-2065, 2081-2100
	CNRM-CM3, France				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	CSIRO-Mk3.0, Australia				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	CSIRO-Mk3.5, Australia				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	ECHAM5/MPI-OM, Germany				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	ECHO-G, Germany/Korea				1959-1998	2043-2062, 2078-2098
	GFDL-CM2.0, USA				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	GFDL-CM2.1, USA				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	GISS-AOM, USA				1961-2000	2046-2065, 2081-2100
	GISS-ER, USA				1961-2000	2046-2065, 2081-2100
	INGV-SXG, Italy				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	IPSL-CM4, France				1961-2000	2045-2064, 2080-2099
	MIROC3.2(hires), Japan				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	MIROC3.2(medres), Japan				1961-2000	2046-2065, 2081-2100
	MRI-CGCM2.3.2, Japan				1981-2000	2046-2065, 2081-2100
	PCM, USA				1890-1999	2040-2059, 2080-2099
地域気候モデル (RCM)	RegHCM-PM by NAHRIM	マレーシア半島	9 km x 9 km	IS92a	1984-1993	2026-2035, 2041-2050
	PRECIS by MMD	東南アジア	50 km x 50 km	A1B	1961-1990	2001-2099

一般的にGCMやRCMのデータベースは膨大な量のデータを有する。その膨大なデータの中から、対象流域に関係するデータを抽出することが必要となる。ムアール川流域の場合には、モデルの解像度（グリッドの大きさ）を考慮し、表 4.2.2 に示すように、必要なデータを抽出した。

表 4.2.2 ムアール流域用データの抽出

GCMs	RegHCM-PM	PRECIS
		
流域の中心点を含むグリッドの日データを、代表データとして抽出した。	一部でも流域にかかるグリッドの日データを抽出した。	

4.2.2 排出シナリオ

気候変動予測は将来の温室効果ガス排出のシナリオに因っている。IPCCは第3次評価報告書（排出シナリオに関する特別報告書－SRES）において、新しい排出シナリオのセットを発表している。このSRESシナリオは、温室効果ガスの生産やエーロゾルの排出を参考として、地球環境における将来の開発の在り様を模索するために開発されたものである。

SRESシナリオ作成チームはまず、温室効果ガスおよびエアロゾルの排出をする外力と21世紀におけるそれらの増加状況の関係を記述して、A1、A2、B1およびB2の4つの筋書きを定義した。それぞれの筋書きは人口、社会、経済、技術および環境の面から不可逆的に分岐していく、異なった発展状況を表現している。A1シナリオからは、エネルギー技術の代替案としてさらに3つのシナリオを派生させている：A1FI（化石燃料に集中）、A1T（非化石燃料が主体）、そしてA1B（バランスのとれたエネルギー源）。

これら6つのシナリオを図 4.2.1および下表にまとめる。



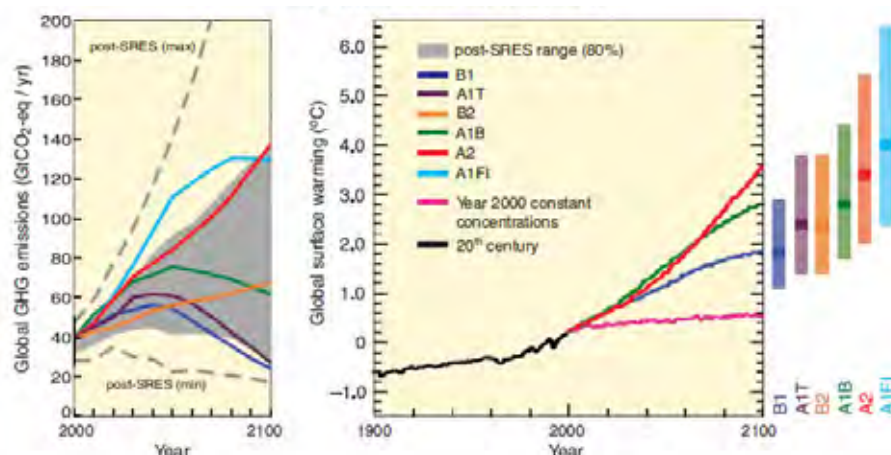
Source: SRES

図 4.2.1 SRES シナリオのイメージ

表 4.2.3 SRES シナリオ

SRES シナリオ	シナリオが想定する世界	技術の方向
A1FI	高度経済成長が続き、世界人口が 21 世紀半ばにピークに達した後に減少し、新技術や高効率化技術が急速に導入される	化石燃料に集中
A1T	未来社会を描いている。	非化石燃料が主体
A1B		バランスのとれたエネルギー源
A2	異種な世界を描いており、世界の人口は増加を続けるが、経済成長や技術変化は他のシナリオに比べ、緩やかである。	
B1	地域間格差が縮小した世界を描いている。人口のシナリオは A1 と同様であるが、経済構造はサービス及び情報経済に向かって急速に変化し、物質志向は減少し、クリーンで省資源の技術が導入されるというものである。	
B2	経済、社会及び環境の持続可能性を確保するための地域的対策に重点が置かれる世界を描いている。世界の人口は A2 よりも緩やかな速度で増加を続け、経済発展は中間的なレベルに止まる。	

この協力準備調査では、中間的な予測値を与えるA1Bシナリオを代表シナリオとして採用している。すなわち、各モデルのA1Bシナリオの予測結果のみを収集し、解析に採用している。しかしNAHRIMのRegHCM-PMについては、一世代前のIS92a¹シナリオの予測結果しかないので、この古いシナリオでの予測結果を解析に用いている。前述したようにシナリオによって予測結果は異なるが、2050年あたりまでは、図 4.2.2.に示すようにシナリオの違いに因る差は小さく、どのシナリオを用いるかはそれほど重要ではない。



出典: AR4

図 4.2.2 SRES シナリオ別の気温予測

¹ IS92a: 一般的ビジネス型のシナリオで以前は気候変動モデリングに広く用いられていたシナリオである。しかし現在は SRES シナリオが広く用いられている。

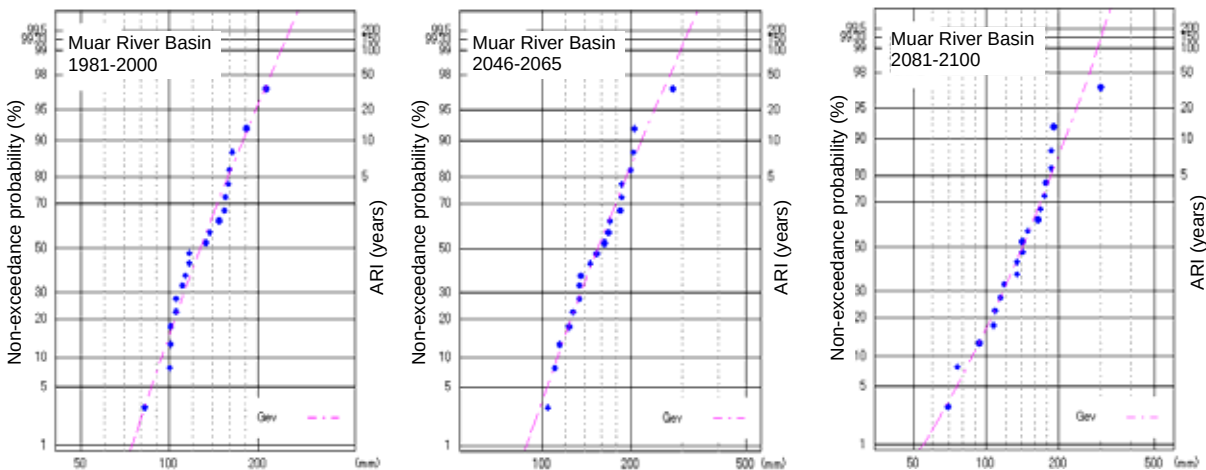
4.3 気候変動インパクトの推計

4.3.1 洪水降雨へのインパクト

一般的に、洪水事象への気候変動インパクトについては、洪水の頻度が増え、なおかつより強烈になると言われている。これは、洪水管理工学の観点から、GCMやRCMの予測結果を用いた頻度分析より推定できる洪水時の雨量強度の増加によって説明できるであろう。下記はムアール川流域の事例である。

(1) 頻度分析

ムアール川流域の計画洪水降雨の継続時間は3日間と想定されたため、3日降雨の頻度分析を行った。まず年最大3日降雨をGCMやRCMの2046年から2065年、2081年から2100年までのそれぞれ20年間（それぞれ現在から平均で40年後、90年後に相当）の日雨量データから求めた。また1981年から2000年までの過去20年間の検証期間データからも年最大3日雨量を求めた。その3セットの3日雨量群について頻度分析を行い、異なる確率の3日雨量を推定した。その一例を図 4.3.1および表 4.3.1に示すが、これはカナダのGCMである“CGCM3.1(T47)”モデルデータから推定した3日間降雨の頻度プロット図、および推定した確率別の雨量強度である。表 4.3.1によれば、3日確率降雨は2050年には22%から24%、2100年には11%から22%、確率規模に応じて1990年(1981-2000)レベルに較べて増加する。



General Extreme Value (GEV) distribution, Plotted on Log-Normal Probability Paper

図 4.3.1 CGCM3.1(T47), Canada によるムアール川流域の降雨確率分布

表 4.3.1 CGCM3.1(T47), Canada 結果から求めた確率規模別 3 日雨量とその増加率(上表：3 日雨量、下表：1990 年(1981-2000)と比較した増加率)

3-day Rainfall (mm)							
	ARI (years)						
	100	50	30	20	10	5	2
1990	238.0	220.3	207.1	196.4	177.6	157.7	127.2
2050	295.9	273.4	256.5	242.9	219.0	193.7	154.9
2090	289.3	268.5	252.2	238.7	213.9	186.3	141.1
Incremental Ratio relative to 1990 (1981-2000)							
	ARI (years)						
	100	50	30	20	10	5	2
1990	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2050	1.24	1.24	1.24	1.24	1.23	1.23	1.22
2090	1.22	1.22	1.22	1.22	1.20	1.18	1.11

(2) 増加率

図 4.3.1 と表 4.3.1 のような結果は他の GCM や RCMs についても求められる。図 4.3.2 は GCM および RCM から得られる 100 年確率の 3 日降雨の増加率を図示したものである。増加率は、モデルによって 0.96 から 1.98 まで幅広く分布している。この幅広い違いは、GCM または RCM による気候変動予測のいわゆる不確実性の現れを示唆しており、適応策を考える際のために記憶に留めておく必要がある。なおこの協力準備調査の IFM 計画においては、単純に各モデルの増加率の算術平均値を用いている。

表 4.3.2 は、NAHRIM の RegHCM-PM や MMD の PRECIS さらに GCM の算術平均値に注目した確率年毎の 3 日降雨量の増加率、および検討に用いた全 15 モデルの中で増加傾向を示すモデルの割合を示している。上記注目モデルの傾向としては、降雨量は 2050 年までに 10-40% 増加し、その後は今世紀末までほぼ横ばいであることを示している。またいずれの確率年、時期についても、15 モデルのうち少なくとも半分以上は増加傾向を示している。

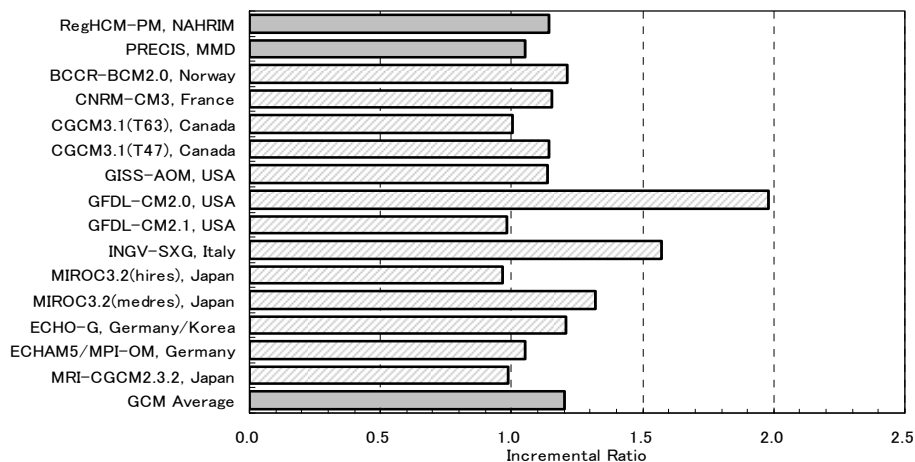


図 4.3.2 GCM および RCM の予測結果から得られる 100 年確率 3 日間降雨量の増加率(2025)

表 4.3.2 確率規模及び時期別の 3 日降雨増加率

確率年	時期	RegHCM-PM	PRECIS	GCM の平均値	平均値*	最大値**	増加傾向を示すモデルの割合
100	2025	1.1	1.1	1.2	1.1(1.2)	1.2(2.0)	80%(12/15)
	2050	1.1	1.1	1.4	1.2(1.3)	1.4(2.7)	80%(12/15)
	2090	-	1.0	1.3	1.2(1.3)	1.3(2.5)	64%(9/14)
50	2025	1.2	1.0	1.2	1.1(1.2)	1.2(1.8)	87%(13/15)
	2050	1.2	1.0	1.3	1.2(1.3)	1.3(2.3)	87%(13/15)
	2090	-	1.0	1.3	1.2(1.3)	1.3(2.2)	57%(8/14)
20	2025	1.3	1.0	1.2	1.2(1.2)	1.3(1.5)	80%(12/15)
	2050	1.3	1.0	1.3	1.2(1.2)	1.3(1.9)	80%(12/15)
	2090	-	1.0	1.3	1.2(1.2)	1.3(2.0)	71%(10/14)
10	2025	1.3	1.0	1.1	1.1(1.1)	1.3(1.4)	80%(12/15)
	2050	1.3	0.9	1.2	1.1(1.2)	1.3(1.7)	80%(12/15)
	2090	-	1.0	1.3	1.2(1.2)	1.3(2.0)	71%(10/14)

*Numbers in the parenthesis are arithmetic average of all models

**Numbers in the parenthesis are maximum of all models

(3) 洪水シミュレーション

このような降雨強度の増大の結果、洪水リスクの増加が懸念されている。図 4.3.3は現況および気候変動を考慮した2025年の条件下で予測されるムアール川流域における100年確率規模降雨での氾濫域予測結果を示したものである。水深10cm以上の氾濫域は現況、2025年条件下でそれぞれ266km²、405km²となった。

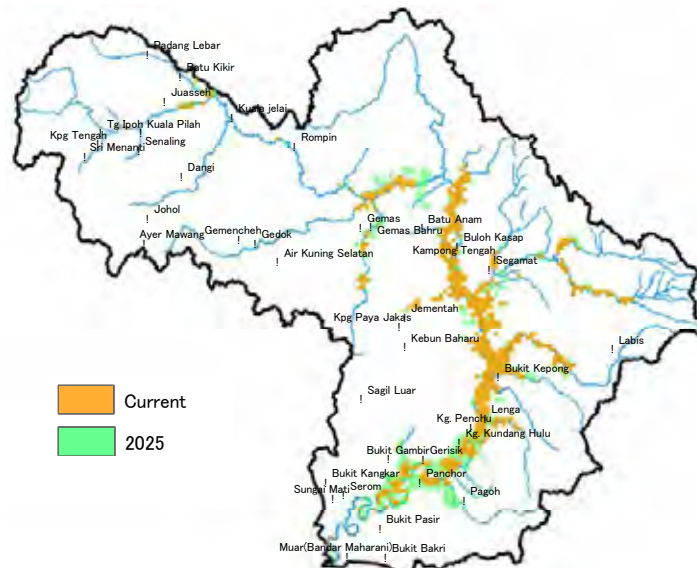


図 4.3.3 現況および将来条件下での氾濫域計算結果(100 年確率洪水)

4.3.2 長期流出インパクトへの影響

将来の長期流出流量は流出モデルを気候変動条件下の将来の降雨量や蒸発散量に適用することによって得られる。観測降雨や蒸発散量を将来の気候変動下の状態に変換するために、GCMやRCMでの検証期間データと将来予測データを比較することによって得られる増加率を用いる。ムアール川流域をサンプルに以下に具体的に説明する。

(1) 増加率の算定

モデル別の月雨量および月蒸発量の気候変動による増加率を図 4.3.4と表 4.3.3にまとめる。これらから、年降雨量と年蒸発散量の変化はいずれも小さく0% から7%の範囲にあることが分かる。しかし月毎にみれば、とくにNAHRIMによるRegHCM-PMの月毎の降雨量の変化は著しく、2025年で1月は1.65であるのに対し、7月には0.53である。以下の流出解析では、RegHCM-PMやPRECISさらにGCMの算術平均値の3つの値の算術平均値を用いている。

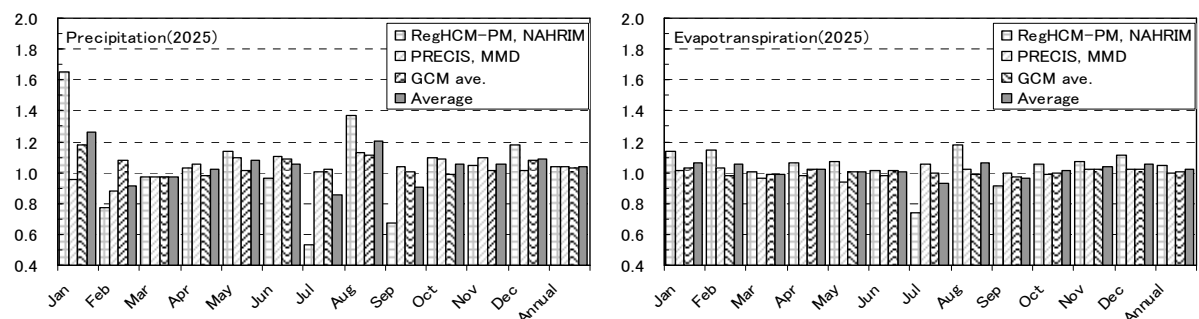


図 4.3.4 ムアール川流域における 1990 年から 2025 年への月別および年間の降水量と蒸発散量の増加率

表 4.3.3 ムアール川流域での1990年から2025年への年間および月別の降水量と蒸発散量の増加率
降雨

		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ann.
2025	RegHCM-PM	1.65	0.78	0.98	1.03	1.14	0.97	0.53	1.37	0.68	1.09	1.04	1.18	1.04
	PRECIS	0.95	0.88	0.97	1.05	1.10	1.10	1.00	1.13	1.03	1.09	1.09	1.01	1.04
	Average of GCMs	1.18	1.08	0.97	0.98	1.01	1.09	1.03	1.11	1.01	0.99	1.02	1.08	1.03
	Average	1.26	0.91	0.97	1.02	1.08	1.05	0.85	1.20	0.91	1.06	1.05	1.09	1.04
2050	RegHCM-PM	1.22	0.76	0.95	1.18	1.21	1.04	0.68	1.07	1.00	1.12	0.88	0.90	1.00
	PRECIS	0.92	0.80	0.95	1.09	1.17	1.17	1.01	1.22	1.06	1.15	1.16	1.02	1.07
	Average of GCMs	1.31	1.14	0.95	0.97	1.02	1.15	1.04	1.19	1.01	0.98	1.03	1.14	1.05
	Average	1.15	0.90	0.95	1.08	1.13	1.12	0.91	1.16	1.02	1.08	1.02	1.02	1.04

蒸発散量

		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ann.
2025	RegHCM-PM	1.14	1.14	1.01	1.07	1.07	1.01	0.74	1.18	0.91	1.05	1.07	1.11	1.05
	PRECIS	1.02	1.03	0.96	0.98	0.94	0.98	1.05	1.02	1.00	0.99	1.02	1.02	1.00
	Average of GCMs	1.03	0.98	0.99	1.02	1.01	1.01	1.00	0.99	0.97	1.00	1.02	1.02	1.00
	Average	1.06	1.05	0.99	1.02	1.01	1.00	0.93	1.06	0.96	1.01	1.04	1.05	1.02
2050	RegHCM-PM	1.07	1.03	1.00	1.12	1.20	1.02	0.89	1.06	1.15	1.10	1.06	0.98	1.06
	PRECIS	1.03	1.05	0.94	0.96	0.90	0.97	1.09	1.03	1.00	0.98	1.03	1.04	1.00
	Average of GCMs	1.05	0.97	0.98	1.04	1.02	1.02	1.00	0.98	0.95	1.00	1.04	1.04	1.01
	Average	1.05	1.02	0.98	1.04	1.04	1.00	0.99	1.03	1.03	1.03	1.04	1.02	1.02

(2) 流出解析

図 4.3.5に示す4段タンクモデルが降雨を河川流出量に変換するために用いられた。1999年から2008年にかけての10年間の観測雨量と、同時期の気象データから推定された蒸発散可能量をインプットデータとして、現状の気候変動なしのケースの流出流量を計算した。将来の気候変動ケースでは、前述のように求めた月降雨量と月蒸発散量の増加率を、現状ケースの降雨量と蒸発散可能量に乗じたものを気候変動後の雨量、蒸発散可能量として流出モデルにインプットして流出量を計算した。

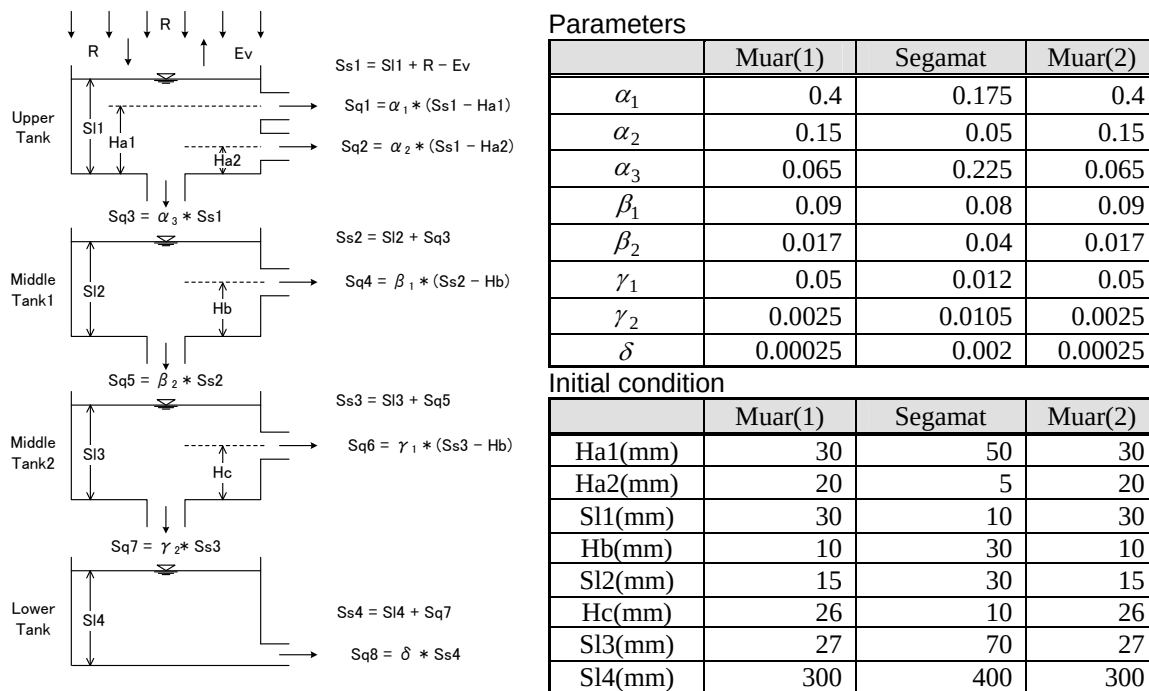


図 4.3.5 タンクモデルの模式図とそのパラメータ

図 4.3.6 は現況と気候変動下の将来についての10年間のシミュレーション結果を示している。図 4.3.7 はムアール河口での現況（気候変動無し）、将来2025年（気候変動有り）、将来2050年（気候変動有り）の3ケースの流況曲線を比較している。これらの図や第2巻のムアール流域編の4.5節によれば、将来河口流量は、2月、3月および7月には若干流量が減るようではあるが、全体的には増加するようである。図 4.3.7によれば、低水時の河口流量は若干増えるようではあり、塩水遡上の緩和に僅かながら貢献するかも知れない。

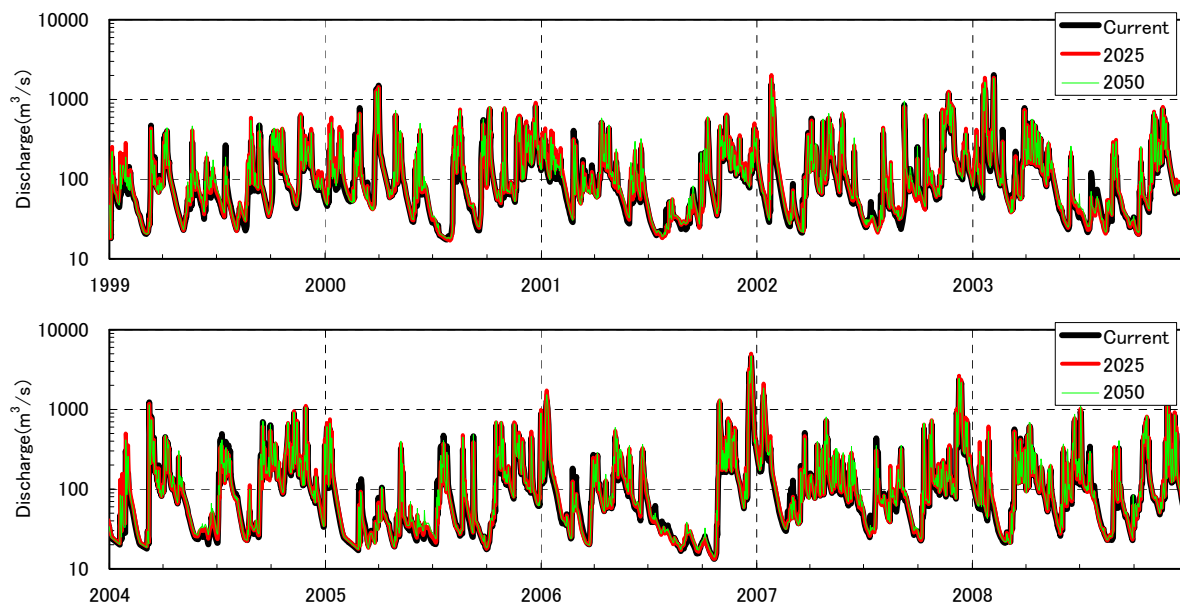


図 4.3.6 河口での計算流量ハイドログラフ

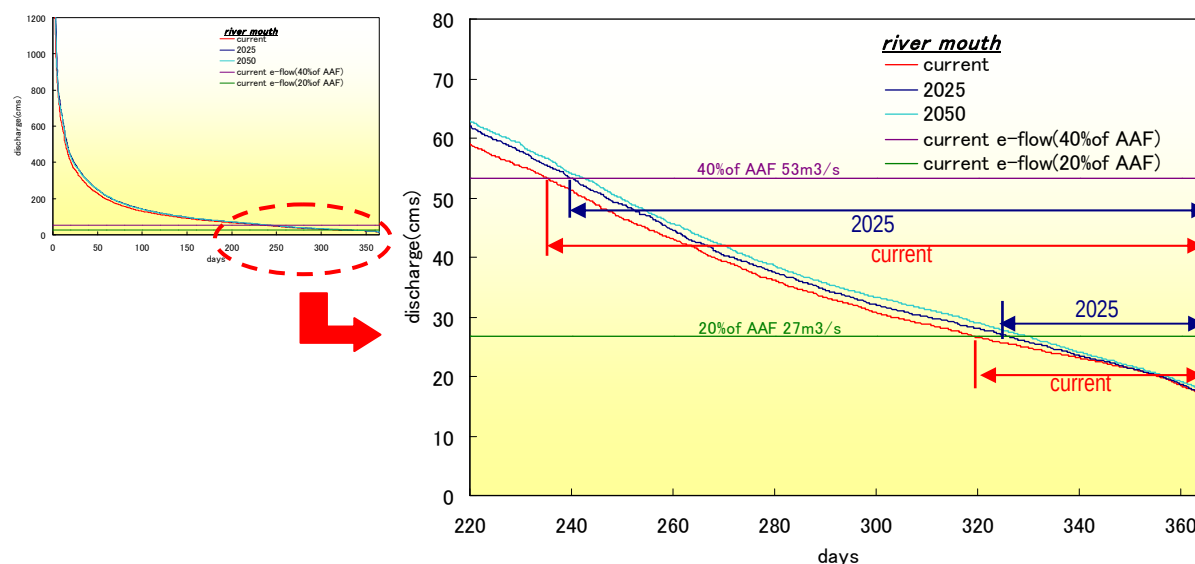


図 4.3.7 流況曲線

4.3.3 海面上昇

IPCCによると地球温暖化の結果、海面の上昇が予測されている。しかしマレーシアの海岸についての海面上昇についての研究成果はない。IPCCの第4次評価報告書では、2090-2099年における予測結果として表 4.3.4のような海面上昇量を示しており、本協力準備調査ではA1Bシナリオの予測値を用いている。

表 4.3.4 世界平均の海面水位上昇予測値

ケース	1980-1999 と比較した 2090-2099 の海面上昇量(m)
B1 scenaio	0.18-0.38
A1T scenario	0.20-0.45
B2 scenaio	0.20-0.43
A1B scenaio	0.21-0.48
A2 scenaio	0.23-0.51
A1FI scenaio	0.26-0.59

出典: IPCC, 第4次評価報告書

4.4 適応策

気候変動インパクトに対処するためには、緩和策と適応策の両方が機能しなければならない。IPCCの第4次評価報告書にも緩和策と適応策の重要性について、「どちらか片方で全ての気候変動インパクトを排除することは不可能であるとの確信がある。」と明確に述べている。またマレーシア政府は第10次マレーシアプランにおいて、経済成長と開発要因を守るための適応策と温室効果ガスの排出を減らす緩和策の2元的な戦略を採ることを明言している。

この第10次マレーシアプランでは、マレーシアではまだ温室効果ガスの削減について具体的な数値目標はまだ設定されていないにも関わらず、次のような緩和策が「マレーシアの炭素排出量を減らせ」というスローガンとともに提案されている：

- 再生エネルギーへの投資のためのより強いインセンティブを作る。
- エネルギーの効率化を進める。
- 廃棄物管理を改善する。
- 森林を保全する
- 大気を改善するため、排出量を減じる。

先進国だけでなく多くの発展途上国も既に気候変動インパクトに気付いており、温室効果ガスの削減努力を始めようとしているところである。しかし、たとえ緩和策が実行されても今後数世紀は気候変動インパクトから逃れられそうでない。少なくとも今後十数年間は緩和策の効果は期待できそうにない。いくつかの気候変動インパクトの兆候が既に現れていることを考慮すると、適応策をできるだけ早く実施する必要がある。さらに、それらの対策は気候変動の不確実性に対応できるように弾力性に富むものでなければならない。

4.4.1 気候変動の不確実性¹

適応策を計画するときには、気候変動インパクト予測にいつも伴う不確実性を認識しておく必要がある。この不確実性は一般に、1) 気象学の限界、2) GCMによる予測の限界、3) 将来の温室効果ガスの排出量の不確実性 4) 緩和策の効果の不透明性に因る。

以上の不確実性の要因の内、3)と4)は少なくとも2050年あたりまではそれほど重要ではなく、それらによって大きな差は生じない。1)については手の施しようがなく、2)についてはモデルの選択に

¹ 参考：“Handbook of Adaptation Measures in Water Sector to Climate Change, May 2010, JICA”

注意を払うことによって不確実性を最小化できる性質のものである。ムアール川流域のケースでは、表 4.2.1 に示す 19GCM の内 6 モデルが、詳細な検討により、予測結果が信頼できないとの理由で対象から外され、結局残った 13 の GCM と 2 つの RCM の予測結果が図 4.3.2 に示すように使用された。

将来に起こりうるインパクトの範囲は、以上のようなスクリーニングを経たモデルの予測結果から知ることができる。この範囲は一般的に大変広く、図 4.3.2 の例では、モデルによって降雨の増加率は 0.96 から 1.98 までは広がっている。この広い範囲は予測モデルの不確実性の結果であり、適応策を考えるときには、起こりうる最大と最小のインパクトとして配慮されるべきものである。しかしムアール川流域の例で見たように、計算ケースが増えすぎるのを避けるために全てのケースについて計算する代わりに算術平均値が用いられることが多いだろうが、この広い範囲については認識しておく必要がある。そしてこの範囲幅は、科学・技術の進歩によって少しずつ狭まっていくのであろう。

4.4.2 海外での適応策の実践事例¹

いくつかの先進国では既に適応策を実施している他、2、3 の発展途上国では適応戦略を国家戦略に作り上げている。いくつかの事例を表 4.4.1 と表 4.4.2 に示し、以下にまとめる。

(1) 洪水や高潮に対する適応策

イギリスでは、近年の気候変動による海面水位の上昇と急速な宅地開発の影響により、高潮に対し 1,000 年に 1 回の安全度から 100 年に 1 回の安全度まで低下すると推定されているため、イギリスの洪水リスク管理計画である「Thames Estuary 2100 (T E 2100)」が検討され、テムズ防潮堰の改良も検討されている。

オランダでは、オランダの洪水リスク管理計画である「Room for the River」において、ライン川の流量増加への対応として約 7,000ha の遊水地の確保等が考えられている。また、レク川のマエスラント高潮堰は 50 年後の海面水位の上昇を見込んだ構造となっているほか、高潮対策の堤防整備に対し、耐用年数を考慮した海面水位の上昇を見込んだ設計をしている。

ドイツ、フランスなど欧州諸国やアメリカ、オーストラリアなどでも適応策の推進や検討が進められている。大韓民国では「国家水安保確保方策」の構築や「水資源影響評価体系」の構築などに取り組んでいる。なお、バングラデシュ、ブータン、カンボジアといった後発開発途上国に関しては、地球環境ファシリティ (GEF) の助成により国連環境計画 (UNEP) や世界銀行の協力の下、国別適応計画 (National Adaptation Programme of Action; NAPA) が策定されている。

(2) 旱魃に対する適応策

アメリカのカリフォルニア州では、節水対策の強化、表流水貯留、地下水貯留、送水施設などを含む水管理・送水システムの拡張が検討されている。また、エネルギーと水のトレードオフの関係に着目し、効率的な水管理による排出ガス削減を目標に、エネルギー政策セクターと共同で適応戦略を検討中である。

カナダでは、利用者による節水対策、渇水に対する計画及び準備のさらなる重視、水量・水質・気候に関する国の監視、河川生態系を考慮した水の公平な配分に関する手続き、温度に耐性のある作物品種改良、かんがいシステムの開発等が検討・実施されている。

オーストラリアの西オーストラリア州南西部では、2005 年に多様性による安全保障戦略「水資源開発計画 2005-2050」を策定しており、当該計画は、海水淡水化、下水処理水再利用、水源域管理、水取引等、降雨状況に依存しない水資源オプションと計画対象年の見直し等により、将来の水需要増と気候変化への適応を図るものとなっている。

¹ 出典: 水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について (答申)、平成 20 年 6 月、国土交通省

ヨーロッパ各国では、供給を増やすための技術的方策、水使用効率向上（雑用水利用等）、経済的手法の改善（水価格設定）、保険制度、水使用制限、水収支を改善する国土計画、予測・監視・情報提供等の適応策が検討・実施されている。

表 4.4.1 洪水や高潮に対する適応策の事例

実行中の対策事例				
米国	ニュージャージー州では、気候変動対策で護岸整備に毎年1,500万ドルが割り当てられており、州は将来護岸を必要とするような建設行為を禁止している。	4つの州で海面上昇時に湿地帯および砂浜が内陸に移動できるように、「定期的地役権」方針を導入した。	ニューヨーク市では、気候変動の影響を考慮して低地の汚水処理プラントの周辺に長期的なインフラ対策により洪水防護壁の整備等を検討している。	ディアーアイランド排水処理施設は、海面上昇の影響で防壁を建設する可能性を考慮して、当初の予定よりも高い位置に施設を建設した。
英国	イギリスのテムズ川は、洪水防護基準を現状維持する場合、気候変動による海面上昇と高潮洪水地帯での急速な宅地開発の影響で、2030年までに防潮堤の改修が必要になると予想されている。そのため、今後100年間のロンドンおよびテムズ河口保護のために、洪水リスク管理計画(Flood Risk Management Plan)を現在策定中である。			
オランダ	高潮堤やダムは、50cmの予想海面上昇を考慮した設計がなされている。ロッテルダム近郊の高潮堤が海面上昇の影響を考慮した初めての構造物として1997年に建造された。	Technical Advisory Committeeは、海面が85cm上昇し、100年に10%の割合で暴風雨が増加するとした最悪のシナリオで、今後200年間の安全性を保証することを推奨している。	すべての水の護岸構造に関する安全基準を定めているFlooding Defence Actは、大臣により5年毎に改定が求められているため、気候変動に関する最近の見識を5年毎に洪水護岸構造の設計に反映。	
オーストラリア	南オーストラリア州政府は、海面の30cmの上昇に対して、沿岸開発の100年間にわたる沿岸浸食に耐える安全性確保を求めている。			

出典： 水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（参考資料）、平成 20 年 6 月、国土交通省

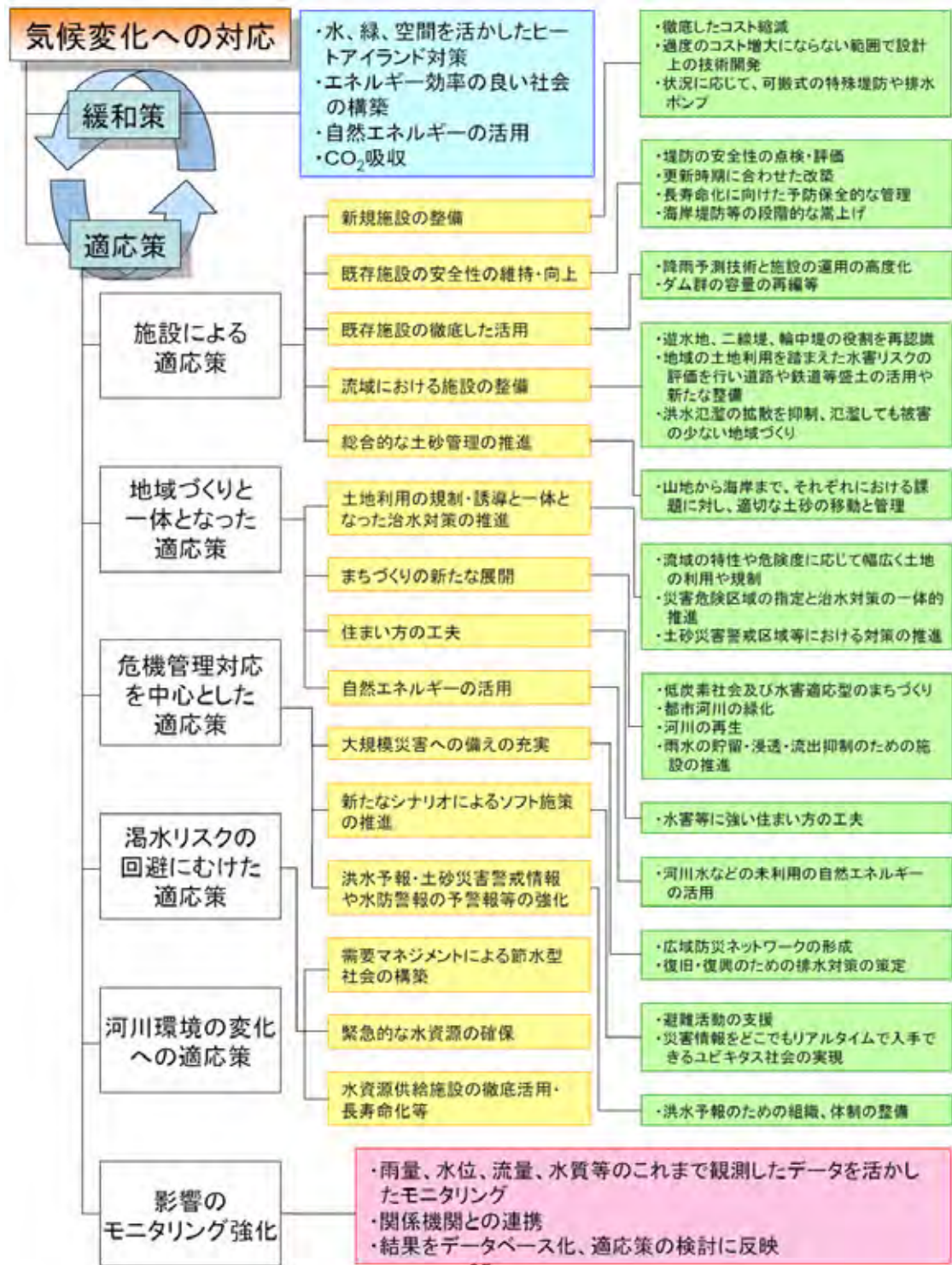
表 4.4.2 水資源に関する適応策の事例

国名	顕在化している渇水事象	将来予測(渇水関連)	主な適応策の状況 (水資源管理関連)
アメリカ ¹⁾	✓ 常に国家の20%が渇水状態を経験 ✓ 広範囲の渇水の際は、程度の差(中程度～深刻)こそあれ、国家の80%が渇水を経験	✓ 温暖化による蒸発散量の増加、渇水リスクの増大 ✓ 西海岸沿いでは、冬期の湿潤状態の増加、夏期の乾燥状態の長期化を懸念 ✓ 2050年までにシエラ山脈の積雪量は25%減少することを示唆	✓ カリフォルニア気候変動センターの影響評価と適応オプションの検討 ✓ 節水対策の強化と表面貯留、地下水貯留、送水施設などを含む水管理・送水システムの拡張
カナダ ²⁾	✓ 干ばつ(2001～2002年)で作物の損失や保険支払いなどのため50～60億ドルの損失が発生	✓ 冬期の流出増加、夏期の流量減少と水温低下を懸念	✓ ブリティッシュコロンビア州等での気候変動問題に対応した広範囲な地方水政策の実施
オーストラリア ³⁾	✓ 激しい干ばつのために、2002～2003年の小麦生産量は半分以上の1,010万トンに減少	✓ 西オーストラリア州南西部では1970年代半ばから降雨が15%減少 ✓ 将来の気温の上昇により南西部の降水量のさらなる減少を予測	✓ 西オーストラリア州南西部の気候変動の影響と適応策に関する戦略を策定
ヨーロッパ EU ⁴⁾	✓ 過去30年においていくつかの大きな干ばつを経験 ✓ 過去100年間の北ヨーロッパの年降水量は10～40%増加、南・東ヨーロッパの年降水量は20%減少	✓ 北ヨーロッパの年降水量は1～2%/10年増加、夏季降水量減少 ✓ 南ヨーロッパの年降水量、夏季降水量は減少し、より頻繁に過酷な干ばつが予想される	✓ EU委員会は、2007年に適応策の重要性を訴える「グリーンペーパー」「EUの水不足と干ばつへの取組」を公表

出典：水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（参考資料）、平成 20 年 6 月、国土交通省

4.4.3 緩和策の基本的方向性の提案

ここに「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）、平成20年6月、国土交通省」から引用した日本の国土交通省の適応策に係る政策について紹介する。この政策にそった具体の適応策を図 4.4.1に示す。



出典：「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（参考資料）、平成 20 年 6 月、国土交通省」

図 4.4.1 緩和策と適応策

(1) 適応策の基本政策

気候変化への対応は、人の命を守るとともに、これまで作り上げてきた社会・文化を継承するという視点が重要である。さらに、少子高齢化や大量生産・消費・廃棄型の社会などにおける社会問題の解決と併せて行うという考え方が必要である。すなわち、これまでの社会構造を見直して、安全・安心のみならず、エネルギー効率の高い、自然と共存した社会を目指し、適応策と緩和策の適切な組み合わせにより、持続可能な「水災害適応型社会」を構築すべきである。

(2) 目標の明確化-「犠牲者ゼロ」を目指して

気候変化により激化する水害や土砂災害、高潮災害等は、様々な規模が考えられるため、これらからすべてを完全に防御することは難しい。このため、気候変化への適応策としては「犠牲者ゼロ」に向けた検討を進めるとともに、首都圏のように中枢機能が集積している地域では、国家機能の麻痺を回避することなど重点的な対応に努め、被害の最小化を目指す必要がある。

(3) 増大する外力への対応

気候変動のインパクトとして、洪水、土石流、高潮、旱魃の強度や頻度などの外力が増大することが予測されている。このような増大した外力に対処する適応政策については、表 4.4.3のように提案されている。

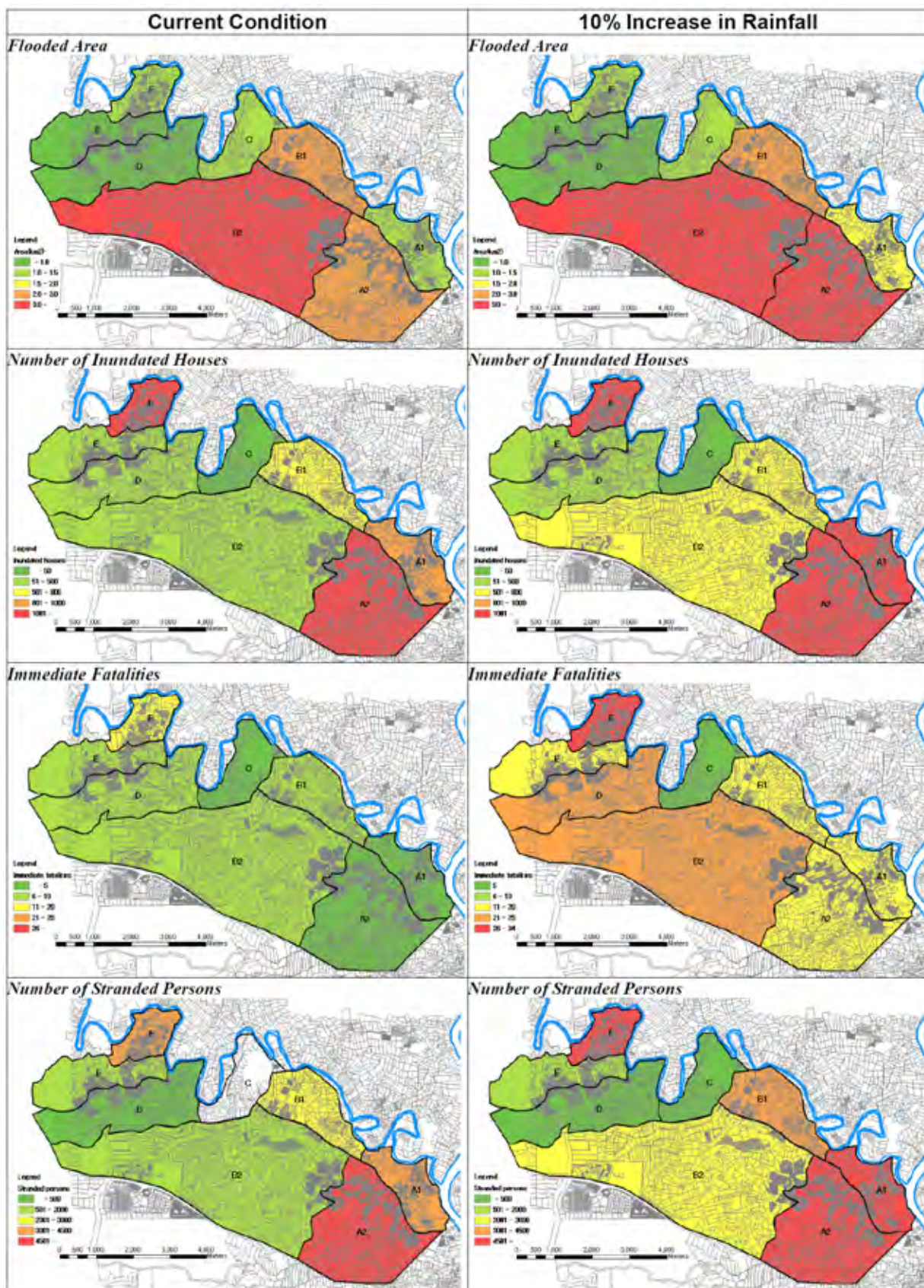
表 4.4.3 増大する外力に対する適応策

政策	内容
洪水に対する治水政策の重層化	これまでの計画において目標としてきた流量に対し、河道改修や洪水調節施設の整備等を基本とする「河川で安全を確保する治水政策」で対処することに加え、増加する外力に対し「流域における対策で安全を確保する治水政策」を重層的に行うべきである。このコンセプトはマレーシアの IFM（統合的洪水管理）と似ている。
激化する土砂災害への対応強化	施設の整備に当たっては、人命を守る効果が高く、土砂災害の危険性の高い箇所を抽出し、重点整備を進めるとともに、施工方法を工夫し費用を縮小することにより、できるだけ多くの危険箇所において対応を図ることが重要である。増加する流出土砂量に対して、流域の治水、利水、環境のバランスを考慮しながら、山地から海岸までの一貫した総合的な土砂管理の取り組みを強化することが重要である。
高潮への段階的な対応及び進行する海岸侵食への対応の強化	海面水位の上昇や台風の激化に対応するため、高潮堤防等を的確に整備する必要があるが、高潮堤防等はコンクリート構造が多いことから、施設更新時などにあわせて、その時点で今後増大する外力を見込んで嵩上げを行い、浸水頻度を減少させる必要がある。
渇水リスクへの対応	水資源の有効利用の観点からのマネジメント、量と質の一体的マネジメント、危機管理の視点からのマネジメントを柱に、受水域を含めた水系（以下「水系」という。）ごとに一体として調整のとれた管理を計画的に行う総合的水資源マネジメントに向けた取り組みを推進すべきである。
河川・海岸環境の変化への対応	気候変化による生態系や水・物質循環系への影響については、現状では予測しにくい状況である。このため、気候の変化とあわせて、河川・海岸環境の変化の把握に努めるべきである。

(4) 災害リスクアセスメント

適応策の検討に当たっては、その前提となる気候変化の影響に伴い発生する水災害が社会や経済等に与える影響を、国民や関係機関等にわかりやすい形で示す必要があり、国土構造や社会システムの脆弱性を災害リスクとして評価し、明らかにすることがますます必要となる。この脆弱性を十分理解した上で適切な適応策が選択されるべきである。

図 4.4.2はこの協力準備調査の中で作成したTemerloh-Mentakab都市圏の洪水リスクマップである。この地図には50年確率洪水時の4つの指標、洪水氾濫面積、浸水家屋数、死者および逃げ遅れた人の数を地区別に気候変動の有無の2ケースについて比較している。



Numbers in parenthesis are figures estimated assuming 80% for prior evacuation rate

図 4.4.2 Temerloh-Mentakab 都市圏の洪水リスクマップ

第5章 IRBM計画作成

5.1 計画作成の手順

この協力準備調査において IRBM 計画は次のような手順で作成された：

- (1) データ情報収集、
- (2) 課題の抽出および問題解析、
- (3) IRBM に関する国家および州の政策の確認、
- (4) 政策、戦略、対策案の提案、
- (5) ロードマップの作成

調査団は流域の現況を理解するため、まずデータ/情報収集を精力的に実施した。多くの既往の調査報告書を参照し、関係職員へのインタビュー、ワーキンググループでの議論、現場踏査などが主なデータ/情報収集活動であった。IRBM に係る課題についての議論も調査の早い段階からワーキンググループ会議で行ってきた。

確認された課題から、ほぼすべての重要な課題をカバーする 4 つの中心課題を選定した。そしてその中心課題のそれぞれについて問題分析を実施し、中心課題の直接および間接原因を明らかにした。その結果をいわゆる問題系図として表現した。

問題分析結果に基づき、また連邦や関連州の IRBM に関係する政策を参考に、政策、戦略、対策を提案した。また今までほとんど実施されていなかったり、大胆な強化が必要な戦略については、具体のプロジェクトや行動をも提案している。この政策、戦略、対策、さらにプロジェクトのセットが IRBM 計画とみなせるものであり、そのスケジュールを含んだ実施計画を IRBM ロードマップの形に作り上げている。

この協力準備調査での問題分析、政策、戦略、対策案の提案、ロードマップの作成の実際のプロセスについては、以下に説明する：

5.2 中心的課題と問題分析

5.2.1 中心的課題

どのような河川流域でも数多くの IRBM に係る課題が見つかるであろう。しかし注意深く分類すれば、ほとんどの課題はいくつかの中心的課題に集約されるであろう。ムアール川流域とパハン川流域では、次の 4 つの課題が中心的課題として確認されている：

- IRBM/IFM のための制度的枠組みが弱い、
- 水利用が不十分である、
- 水質が悪化している、そして
- 洪水被害が発生している。

5.2.2 問題分析

課題間の「原因 - 結果」関係構造を明らかにするため、4 つの中心的課題のそれぞれについて問題分析を実施した。問題分析において、まず中心的課題を問題系図の頂点に置く。つぎに中心的課題の直接原因である課題を第 2 レベルに配置する。同様に、第 2 レベルの課題の直接原因になる課題を

第3レベルに配置する。このようにして、課題間の「原因 - 結果」関係を明らかにしながら、問題系図が順次、下方に作成される。

図 5.2.1は「洪水が被害を発生させる」を中心課題とした、ムアール川流域およびパハン川流域について、この協力準備調査の中で作成した問題系図である。



図 5.2.1 「洪水が被害を発生させる」を中心的課題として問題系図

5.3 政策案、戦略案および対策案の設定

5.3.1 政策案

IRBM計画の政策案は、4つの中心的課題のそれぞれを肯定的な表現に変換することによって得られる。このとき重要な課題のほとんどをカバーするように政策案の文言に注意が必要である。表 5.3.1 に中心的課題と対応する政策案を示す。これらの政策は、国家や州の関連政策に合致している。

表 5.3.1 中心的課題と政策案

No.	中心的課題	政策案
1	弱い組織制度の枠組み	組織制度を強化する。
2	不十分な水利用	持続的な水利用を確保する。
3	水質の悪化	持続可能かつ快適な河川環境を創出する。
4	洪水被害	洪水に対してしなやかな社会を築く

5.3.2 戦略案と対策案

問題系図ができれば、戦略案や対策案は比較的容易に設定できる。戦略案は、中心的課題の直接原因を肯定的に変換することによって得られる。同様に対策案はより下のレベルの課題を肯定的に変換することによって得られる。例としてパハン川流域の戦略案や対策案を表 5.3.2 を示す。

表 5.3.2 政策案、戦略案および対策案

政策案	戦略案	対策案
制度を強化する	I-1 調整枠組みを構築する。	I-1.1 河川流域管理委員会(RBC)を強化する。 I-1.2 国家水資源政策・アクションプラン・国家水資源法を策定する。
	I-2 適切な河川管理行政を実施する。	I-2.1 河川管理者を任命する。 I-2.2 河川管理区域を指定する。
	I-3 河川流域情報を統合する。	I-3.1 河川流域管理のための河川情報を整備する。
持続的な水利用を確保する	W-1: 十分な水資源を確保する。	W-1.1: 気候変動を監視する。 W-1.2: 水資源開発計画を見直しする。 W-1.3: 環境流量を取り込んだ水源開発計画を行う。 W-1.4: 渇水への対応及び調整機構を確立する。 W-1.5: 代替水源を開発する。
	W-2: 持続的な水事業界を確保する。	W-2.1: 水事業界の改革を完遂する。 W-2.2: NRW 率を低下させる。
	W-3: 十分な灌漑用水を確保する。	W-3.1: 灌漑用水施設を適切に管理する。
持続可能かつ快適な河川環境を創出する。	E-1: NWQS Class II 以上の河川水質を達成すべく、汚濁負荷を削減する	E-1.1: 廃水からの汚濁負荷流入を抑制する E-1.2: 発生源での廃棄物を削減、リサイクル率の向上、適切な処分を目的として、統合廃棄物管理を導入する E-1.3: 侵食防止や土砂流出防止によるシルテーションを抑制する E-1.4: 農業関連化学物質(肥料・農薬・除草剤)の流出を抑制する
	E-2: 流域内の生物多様性を保全する	E-2.1: 大規模農業開発を管理する E-2.2: 森林伐採活動を管理する E-2.3: Environmental Sensitive Area の適切な計画と管理
	E-3: 水資源汚濁・枯渇を避けるため、水利用のための水源地を保護する	E-3.1: 水利用のための水源地を適切に管理する
	E-4: 河川を都市景観・レクリエーション活動に活用する	E-4.1 河川と都市景観を統合する
洪水に対ししなやかな社会を築く	F-1: 洪水を管理する。	F-1.1: 適切な構造物対策を実施する。 F-1.2: データ管理を改善する。 F-1.3: 気候変動インパクトを監視し、見直しを行う。 F-1.4: 森林を保全する。
	F-2: 洪水に柔軟な土地利用を構築する。	F-2.1: 洪水ハザードマップを作成する。 F-2.2: River reserve の公告を促進する。
	F-3: 安全な避難を確保する。	F-3.1: 予警報システムを改善する。 F-3.2: コミュニティ防災計画を用意する。

5.4 ロードマップの作成

この協力準備調査では、今までほとんど実施されていなかったり、大胆な強化が必要な戦略については、具体のプロジェクトや行動をも提案している。表 5.4.1 にパハン川流域のロードマップを例として示す。

ほとんどのプロジェクトや行動は 2015 年までの最初の 5 年間に集中している。これらのプロジェクトや行動の実施した結果に基づき、IRBM 計画は 5 年毎に見直し、さらに更新すべきである。プロジェクトや行動の結果により、必要ならば、さらに新しいプロジェクトや行動を創出すべきである。このように、上向きのスパイラルに例えられるように、パハン川流域の IRBM 計画は継続的に改善されるべきものである。

表 5.4.1 パハン川流域の IRBM 実施ロードマップ

[illegible]

第6章 IRBM計画作成

6.1 政策案、戦略案および対策案

本協力準備調査では、IRBM 計画の枠内においてムアール川およびパハン川流域の IFM（統合的流域管理計画）が作成された。すなわち、洪水に係る流域の問題点を明らかにし、詳細な問題分析を実施した結果、洪水分野の政策テーマ“洪水に対してしなやかな社会づくり”を提案した。この政策は、統合洪水管理の概念を含み、従来の“洪水を制御”するという考え方から、“洪水を管理”するという治水方式にシフトし、氾濫原を効率的に利用しながら、持続的な流域の発展を実現するものである。この政策は次の3つの戦略から構成されている：

6.1.1 洪水を管理する

この戦略の目的は、構造物対策と非構造物対策の適切な組み合わせにより、主に都市部の洪水氾濫被害を最小限にすることである。しかし、ムアール川流域やパハン川流域においては、重要な都市部への対策でさえも、構造物による洪水対策の実施が不十分であることが明らかである。したがって信憑性の高いデータに基づいて計画・設計された最適な構造物対策を実施する必要がある。

さらに、理想的な構造物対策を努力して実施したとしても、気候変動或いは流域の乱開発の影響で構造物対策による所定の治水効果が得られなくなる可能性がある。そのため、気候変動適応策と土地利用管理は、構造物対策の実施とともに同時に検討される必要がある。

6.1.2 洪水に柔軟な土地利用の構築

「氾濫原に人が住んでいること」もまた流域の抱える課題の一つである。氾濫原の無秩序な土地開発は、洪水流量の増加と共に、氾濫原の洪水被害の可能性も高めてしまう。そのため、洪水に柔軟な土地利用の構築が必要である。

洪水に柔軟な土地利用の構築を実現するためには、洪水ハザードマップが非常に重要な役割を果たすと考えられる。洪水ハザードマップは、洪水に関する住民意識の向上に役立ち、さらに土地利用ゾーニングを策定する際の参考・指標となる。また、河川区域の管理を強化するために、Land Code の第62条に基づいて、河川区域の対象となる地域の土地利用の公示(gazette)を推進していく必要がある。

6.1.3 安全な避難を確保する

統合洪水管理計画の第一目的は人命を守ることにある。洪水に対する適切な対応は洪水被害を緩和するためには重要である。その適切な対応の一つである地域社会による洪水予警報システムは、洪水期間中に住民を安全な場所へ導くための重要なツールである。

6.2 計画条件

6.2.1 気候変動インパクト

本協力準備調査では、IFM計画作成において降雨強度の増加を考慮している。**4.4.1節**で説明したように、気候変動の予測にはいつも不確実性が伴う。とくに洪水緩和計画を作成するときには、どのモデルの予測データを用いるべきか、またはどの排出シナリオのデータを用いるべきかは極めて重要である。たとえば、**図 4.3.2**に示したように、モデルのよって増加率は0.96から1.98の範囲にばらついている。

しかしながら幸運にもこのIFM計画は有る種のマスタープラン調査であり、対策案の優先順位付けが最も重要なアウトプットである。対策案の詳細の詰めはフィージビリティ調査や詳細設計などの

後続の調査に委ねられる。ゆえに今回のIFM計画作成には、降雨増加率として単純に全モデルの算術平均値の増加率を用いている。

6.2.2 IFM アプローチ

DIDマニュアルの第1巻洪水管理によれば、IFM (統合的洪水管理) は7つのコンポーネント(1) 参加アプローチの確保、(2) 土地と水管理の統合、(3) 水循環の管理、(4) ベストミックスの戦略の採用、(5) 統合的ハザード管理アプローチの採用、(6) 環境改善の採用、(7) 国家洪水管理政策の導入を含む。本協力準備調査では、IFM計画においてこれら7つのコンポーネントを考慮したが、特に次の3項目、(1) 参加アプローチの確保、(2) 土地と水管理の統合、(4) ベストミックス戦略の採用に重点をおいた。

参加アプローチの一環として、3.4節で説明したように、この準備調査の期間中にステークホルダー会議とステアリングコミッティを、それぞれ3回、4回開催した。調査団は、これらの会議や委員会を通じて、洪水に関する課題、意見、情報を参加者から収集し、計画策定に活用した。

土地と水の統合管理はムアール川流域やパハン川流域にとって非常に重要な課題である。IFM計画は、洪水氾濫地域の洪水被害を緩和することが主目的であるが、広大な地域に広がる洪水氾濫を完全に押さえることはほとんど不可能である。また、流域の社会経済規模を考慮すると、大規模構造物による治水対策の実施は非常に効率が悪い。したがって現状では、洪水氾濫の発生はある程度はしかたないもの認め、適当な構造物対策と非構造物対策の組み合わせにより、洪水に対してしなやかな社会づくりを心掛けるべきである。

6.2.3 IFM 計画

以上の計画条件の下、対象2流域の、構造物対策と非構造物対策からなるIFM計画を提案している。

表 6.2.1はパハン川流域のIFM計画の実施計画である。そのなかで提案したTemerlohとMentakab地区を対象にした洪水防御プロジェクトについて、本協力準備調査においてフィージビリティ調査が実施されている。

表 6.2.1 IFM 計画の実施計画案（パハン川流域）

構造物対策/ 非構造物	Project	費用 (10 ⁶ RM)	第10次MP	第11次MP	第12次MP
			2011	2015	2020
構造物	Pekan Town洪水緩和プロジェクト	280			
	Sungai Bentong流域洪水緩和プロジェクト	250			
	Cameron Highland洪水緩和プロジェクト	3			
	Temerloh - Mentakab Towns洪水緩和プロジェクト	72			
	Maran Town洪水緩和プロジェクト	50			
	Teriang Town洪水緩和プロジェクト	19			
	Jerantut Town洪水緩和プロジェクト	20			
	Kuala Lipis Town洪水緩和プロジェクト	7			
非構造物	洪水管理のキャパシティデベロップメント	12			
	洪水予警報システムプロジェクト	26			
	気候変動のモニタリングと予測の更新	1			
Total		740	282	302	156