

第6章

持続的地下水資源・環境管理計画の策定

6.1 序

前章の環境目標を達成することを目的として、ランガット川流域における持続的地下水資源・環境管理計画を策定した。この管理計画は、この環境目標にあげられている各指標に関するデータ・情報を得るためのモニタリング計画、このモニタリングで得られたデータ・情報を効率的に処理、解析し、さらにデータベースとして維持管理、活用するための情報技術（IT）を導入したツールである管理情報システム、そしてこれらの計画、システムを実際に運用・管理するために必要な人的資源および組織制度に係る開発計画より成る。各計画の概要を以下に述べる。

6.2 モニタリング計画

6.2.1 目的と指針

モニタリングの目的は、環境目標にあげられた各指標に関するデータ・情報を得ることである。ランガット流域におけるこれら指標となるデータ・情報の情報の蓄積が少ないことから、将来実施されるモニタリングは地下水の環境変化を知りうる唯一の方法と言える。

6.2.2 モニタリングの方法

提案されるモニタリング計画は通常モニタリングと詳細モニタリングの2つに分けられる。

通常モニタリングは定期的、継続的なデータ・情報を得ること、そして地下水環境の経時変化を把握することを目的として行うものである。一方、詳細モニタリングは特例的な臨時に行われるモニタリングである。通常と異なる変化がおきた場合や基準値を超えた値が観測された場合に詳細モニタリングは特定の目的、場所、項目について行われる。詳細モニタリングで用いられる方法は通常モニタリングのそれと同様であるが、モニタリングの内容はその時々に応じて決定される。

6.2.3 通常モニタリング

ランガット流域の地下水管理計画のために提案される通常モニタリングは以下に示す項目の定期的なモニタリングで構成される。

- 地下水取水量
- 地下水位
- 地下水質
- 地盤沈下
- 表流水位

作業項目およびモニタリングに必要な人員、担当部署等を表6.2.1にまとめる。詳細な作業内容は以下の節で述べる。

表6.2.1 通常モニタリングの作業項目

作業項目	実施頻度	人員/担当	器具	再委託費用*
地下水位 データロガーからのデータ吸上げ ・新観測井 13 ・既設観測井 7 計 20	2ヶ月毎	JMGモニタリング班	・車 ・ラップトップコンピュータ	無し
マニュアル測定 ・新観測井 10 ・既設観測井 4 計 14	2ヶ月毎	JMGモニタリング班	・車 ・地下水位計	無し
地下水質 地下水質測定 ・新観測井 19 ・既設観測井 11 ・表流水 10 計 40	年2回	・JMGモニタリング班 ・JMGイボ-試験所 ・民間試験所	・車 ・ポータブル水質試験機 ・現場測定器具	民間試験所 RM67,000/回 RM134,000/年
地盤沈下 ベンチマーク20ヶ所 ・第1級水準測量	年1回	・民間測量会社	・車	民間測量会社 RM16,000/年
・維持管理	4ヶ月毎	・JMGモニタリング班	・車 ・現場維持管理用器具	無し
データロガーからのデータ吸上げ ・カジブミ第2井戸場のエクステンソメータ	2ヶ月毎	JMGモニタリング班	・車 ・ラップトップコンピュータ	無し
表流水位 データロガーからのデータ吸上げ ・バヤンガ流入水位計 3 ・バヤンガ流出水位計 2 ・ラガット川水位計 1 計 6	2ヶ月毎	JMGモニタリング班	・車 ・ラップトップコンピュータ	無し

注：*再委託費用については計画実施前に必ずいくつかの会社より見積りをとって確認する必要がある。

(1) 地下水汲み上げ量

地下水汲み上げ量は地下水管理における基本的な情報のひとつである。汲み上げに用いるポンプ容量は井戸開発の申請書から判明するが、井戸の種類に関する情報は今のところ不明である。これらの情報を得るためには、地下水汲み上げに関する日々のデータを収集する必要がある。

(2) 地下水位

地下水位測定のためのランガット流域における地下水位の地域的および長期的な変動を明らかにすることである。将来の長期的なモニタリングでは、地下水位と地下水質に関しては現在と異なる頻度で測定することになるであろう。

長期観測井として34の井戸を既設または新設の井戸から選んだ。このうち20の井戸については地下水位を自動計測できるデータロガーが設置されている。データロガーからのデータの吸上げとマニュアルによる水位測定は2ヶ月毎に行う予定である。水位および水質の観測地点を図6.2.1に示す。

(3) 地下水質

地下水質測定のためのランガット流域における地下水質の地域的および長期的な変動を明らかにすることである。加えて表流水の水質についても参考値として測定する。

長期観測井は34であるが、この中の30について水質を測定する。表流水の水質については、鋳山の池、プランテーション内の水路、ランガット川等の10地点について行う。水質測定は現場計測、現場試験、JMGイポー試験所、民間試験所の4ヶ所で実施し、測定頻度は年2回とする。

(4) 地盤沈下

地盤沈下測定のため、20ヶ所のベンチマークとそれに対応する20ヶ所の基準点を設定した。また、上層の粘土層厚の変化を測定するため、ボーリング孔内にエクステンソメータを設置した。

ベンチマーク標高の第1級水準測量は各々のベンチマークに対応する基準点から年1回行い、エクステンソメータに設置されているデータロガーからのデータの吸上げは2ヶ月おきに行うものとする。ベンチマーク、基準点、エクステンソメータの位置を図6.2.2に示す。

(5) 表流水位

表流水の水位を測定する水位計は、パヤインダの流入、流出口およびランガット川に設置した。これら水位は将来地下水シミュレーションを行うときの基礎的な水文データとして測定するものである。

パヤインダには5個のTD-Diverと呼ばれる水位計が設置され、ランガット川にはSEBA PS-Insiderという水位計が設置されている。これら水位計からのデータの吸

上げは調査で用いられたラップトップコンピュータによって2ヶ月毎に行われる。

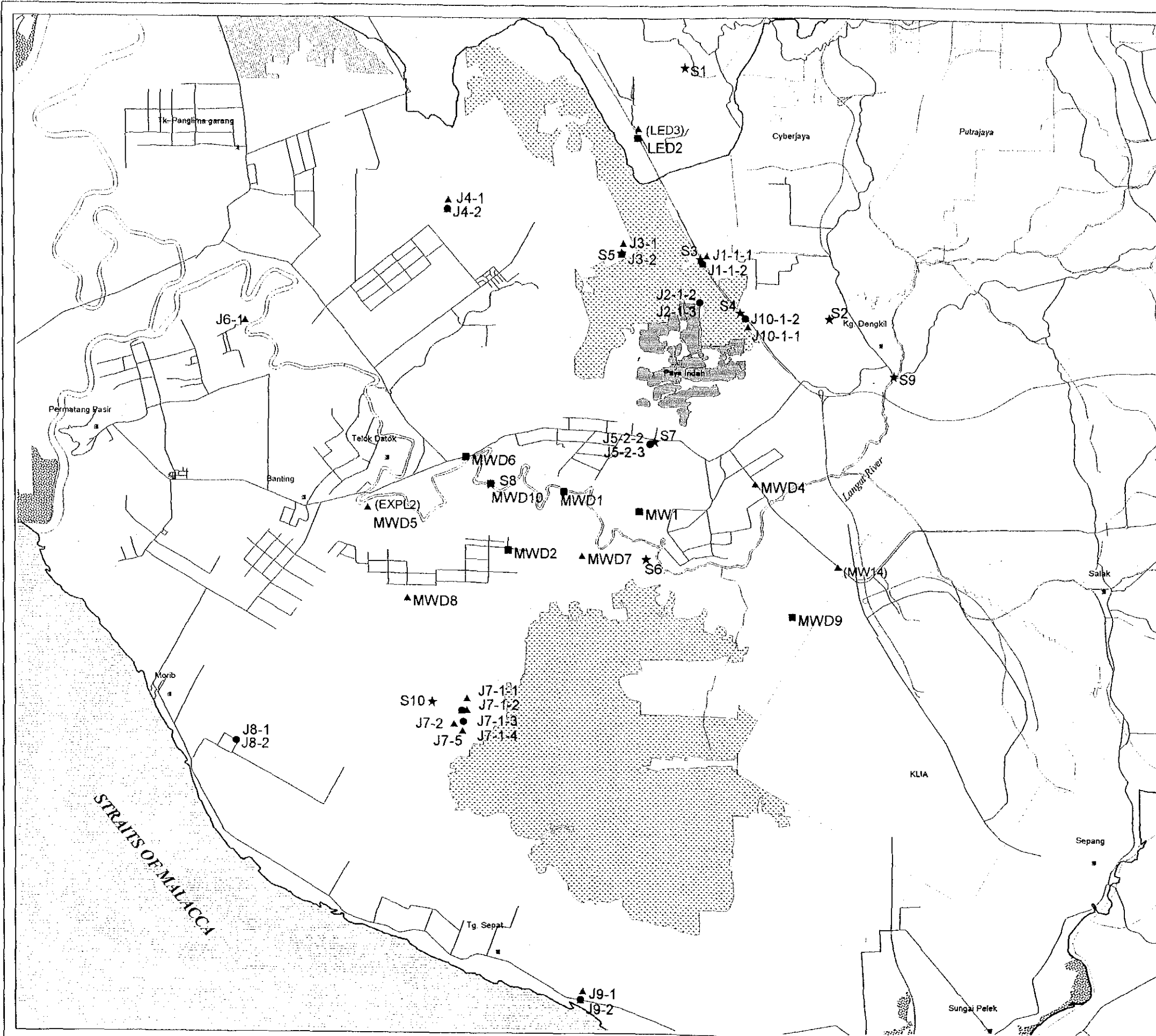
6.2.4 詳細モニタリング

詳細モニタリングは特別な場合、臨時に実施するものである。通常と異なる変化がおきた場合や基準値を超えた値が観測された場合に詳細モニタリングは特定の目的、場所、項目について行われる。詳細モニタリングで用いられる方法は通常モニタリングのそれと同様であるが、モニタリングの内容はその時々に応じて決定される。

詳細モニタリングの必要性は地下水管理セクションの長から提案され、JMGの地方事務所長に報告される。JMG地方事務所長は詳細モニタリングを実施するか否かについて判断し、必要な措置を講ずるように地下水管理セクションの長に命令する。

図 6.2.1

地下水位・水質の観測位置図



LEGEND

- New well measured by logger
- ▲ New well measured by manual
- Existing well measured by logger
- ▲ Existing well measured by manual
- ★ Surface water sampling

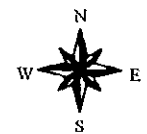
- Forest Reserve
- ▨ Inland Forest
 - ▩ Mangrove Forest
 - ▧ Swamp Forest

- Highway
- Roads
- Railways
- Rivers

- Towns
- ▭ Builtup Area
- ▨ Paya Indah
- ▭ Study Area

Scale 1 : 200,000

1 0 1 2 3 Kilometers



JICA
Japan International
Cooperation Agency



Minerals and Geoscience
Department Malaysia

THE STUDY ON THE SUSTAINABLE
GROUNDWATER RESOURCES AND
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT
FOR THE LANGKAT BASIN
IN MALAYSIA

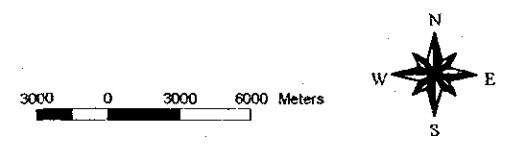
CTI Engineering International Co., Ltd.
OYO CORPORATION





图 6.2.2

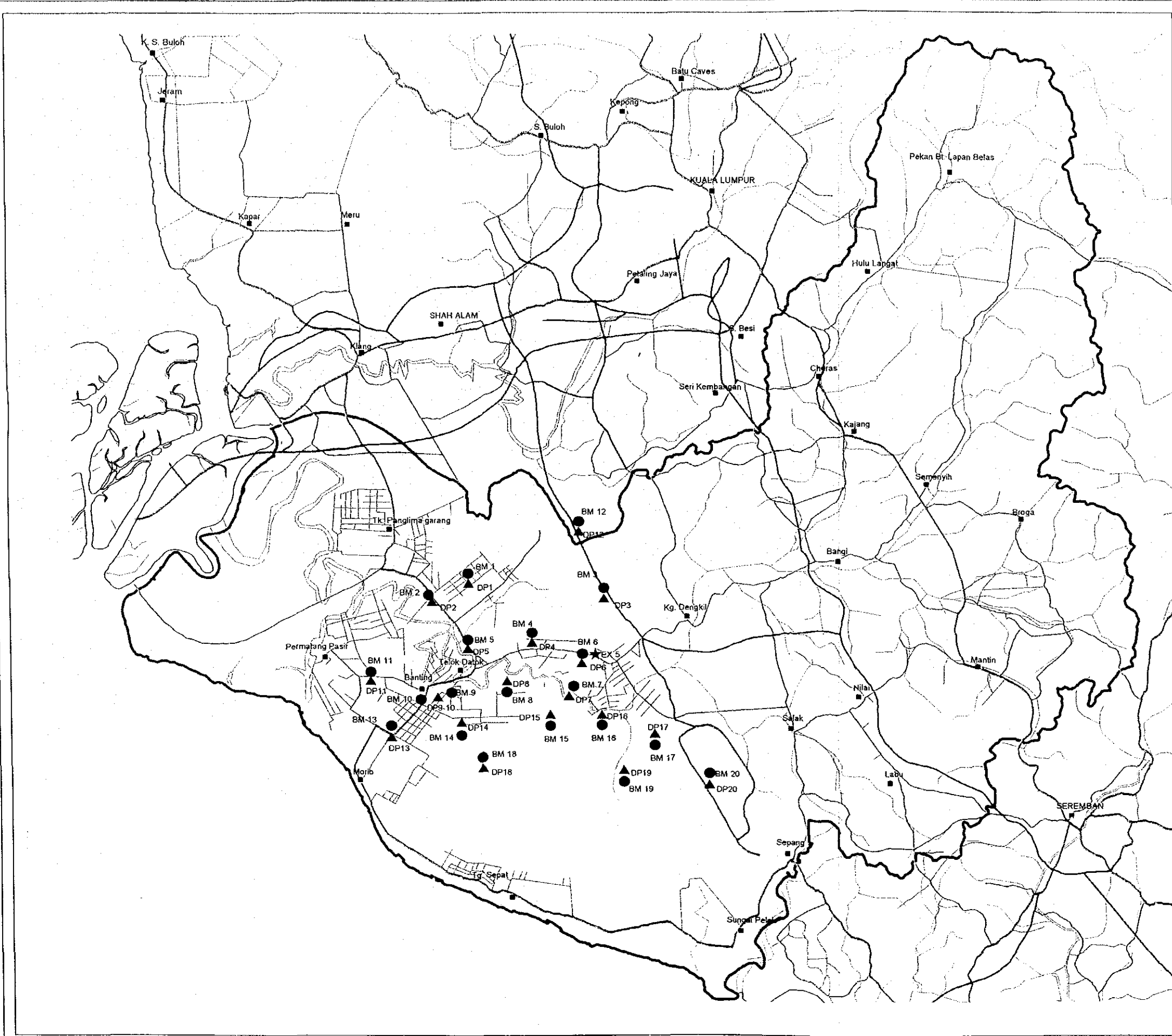
地盤沈下測定位置圖

LEGEND

- Benchmark Station
- ▲ Deep Datum
- ★ Extensometer
- Town
- Coastal line
- Major Sealed Federal Road
- Other Sealed Federal Road
- Major Sealed State Road
- Other Sealed State Road
- Toll Expressway
- River
- Langkat Basin





 Japan International Cooperation Agency Minerals and Geoscience Department Malaysia
THE STUDY ON THE SUSTAINABLE GROUNDWATER RESOURCES AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR THE LANGKAT BASIN IN MALAYSIA
 CTI Engineering International Co., Ltd.
 OYO CORPORATION



6.3 管理情報システム (MIS)

6.3.1 MIS構築の目的

本件調査における持続的地下水資源・環境管理計画策定のため、種々の情報を収集し、地理情報システム (GIS) を活用したArcViewシェイプ・ファイル形式で整備した。各種の数値データもデータベースの形で整理した。

JMGはGISおよびIT環境のより一層の活用と共に、インターネット環境でのデータベースの更新を推進している。JMGの五ヵ年戦略計画は、同局の計画および事業実施を強化するための情報技術 (IT) の活用をうたっている。同計画では国際水準のデータおよび情報サービス戦略を強調している。

情報の持続的利用およびモニタリングの円滑な実施は管理計画の実行のための重要な要素である。本節で提案する管理情報システムは管理計画を実践するためのツールである。

6.3.2 MIS構築の基本

(1) 主要機能

提案している管理情報システムは4つの基本機能を含む。すなわち、データ入力・維持、モニタリング、評価、および年次報告書による外部への情報頒布である。

(2) 利用者

想定されるMISのユーザーは、JMG職員、SWMA、DOE、DID、マレーシア湿地基金等関連機関の職員、および一般大衆である。

上記の4基本機能へのアクセスレベルは、システムのプロセス・マネージメント機能により制御する。年次報告書機能には、インターネット・ユーザーであれば誰でもアクセス可能とする。その他の機能は、利用者はパスワードの入力を必要とする。パスワードは、e-mailを通じてJMGから得ることができる。JMGはパスワード申請に応じ、利用者のレベルに相当したパスワードを通知する。これらの処理は電子的に実行される。

(3) 基本構造

ArcIMSを用いたインターネット・ウェブ・アプリケーションをMIS用に開発した。地形、テーマ図および他の関連図面類は電子化し、ArcViewシェイプ・ファイル形式で保存してある。井戸データについてはOracleデータ・ベースに変換済みである。これらの情報を活用できるよう必要なソフトを決定した。

ハード環境としてはArcIMSサーバーの新規導入が必要である。調査で使用したパソコンはArcSDEサーバーおよびデータ処理用として利用できる。

6.3.3 機能

各モジュールの機能は下記のとおりである。

(1) データ入力および維持

地下水位および水質の場所的な変動、長期にわたる変化を確認する目的で、調査を通じ整備した長期観測井で継続的な観測を実施する予定である。データ入力および維持システムは利用者にデータをチェックし、入力し、管理することを可能にする。

データ入力および維持のサブモジュールは下記のとおりとする。

- 地下水位・水質
- 地表水位
- ベンチマーク標高および上層粘土層厚変化

(2) モニタリング

ランガット川流域内の地下水位、水質、地盤沈下、保全地域内の地表水位の低下がモニター対象の事項である。主要なデータ・ソースは観測井での地下水位水質観測結果、ベンチマーク標高で、これをベースに調査を通じて整備したテーマ図を補足的に用いる。

(3) 評価

評価モジュールは、粘土層の分布図、地下水盆の境界図、地下水取水による影響の地下水モデル・シミュレーション結果等評価図をあらかじめ権限を与えられた利用者に提供する。

地下水解析ソフトMODFLOWのデータ入力事前処理および結果出力事後処理はVisualMODFLOW (VM) を用いた。電子標高モジュール (DEM) 等を用いた地形情報をもとにコンター図を生成し、地下水解析モデルに使用したすべての位置情報はGISに関連づけた。GISとVMの間のデータ転送はAutoCADの標準変換ファイルであるDXF形式ファイルおよびテキスト・ファイルのASCII形式ファイルを用いた。すべてのシミュレーション結果はArcVIEWシェイプファイルで保存し、ArcIMSで表示できるようにした。

本調査で実施した地盤沈下シミュレーションについては、その結果得られたコンター図をGISを用いて電子化した。粘土層の分布、滞水盆等情報についてもGIS図で作成した。

これらの評価図はシミュレーション・ケースとしてまとめた。このモジュールの利用者はシミュレーション・ケースを適宜表示させることができる (図 6.3.1)。

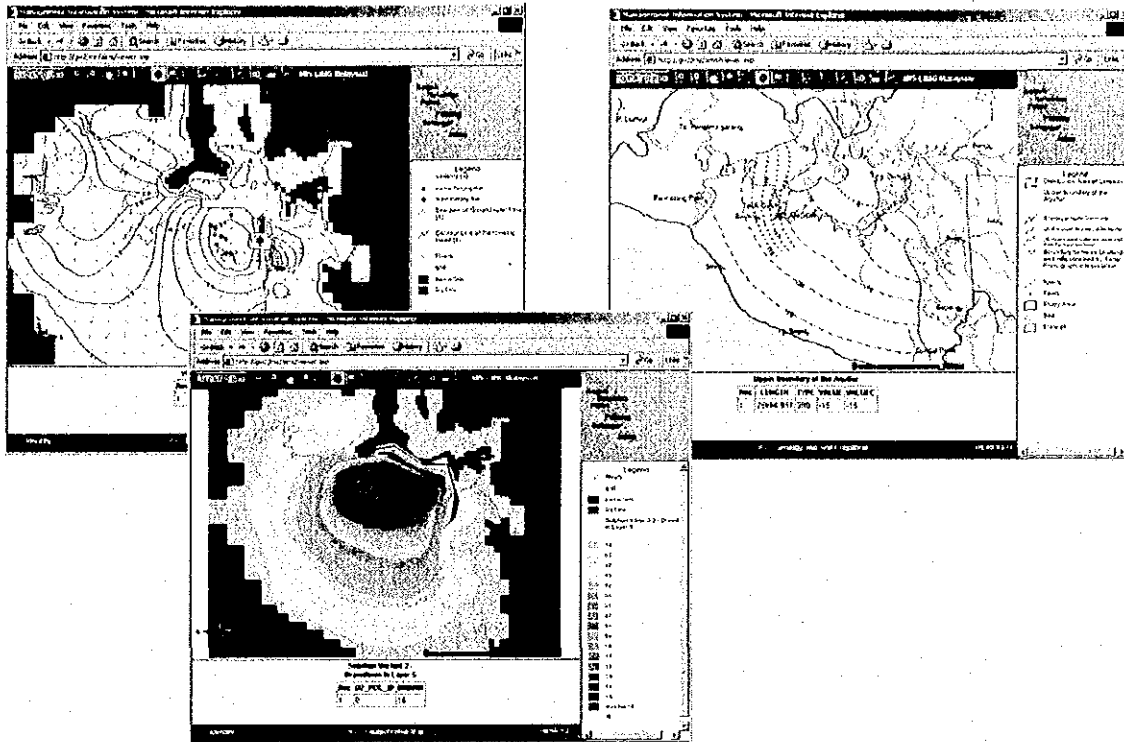


図 6.3.1 MODFLOWを用いたモデル・シミュレーション結果の表示例

(4) 年次報告書

このモジュールは、一般のインターネット・ユーザーにパスワードなしで利用してもらうものである。年次報告書の主要な内容は、(1)ランガット川流域の概要、(2)2001年のモニタリング結果、(3)2000年からの変化、(4)実施された対策、(5)環境目標の達成度合い等を想定する。ウェブで公開・頒布する情報は、基本的にはテキスト形式で、必要に応じグラフ、スキャンしたイメージ等の図を併用する。年次報告書の画面イメージを図 6.3.2に示す。

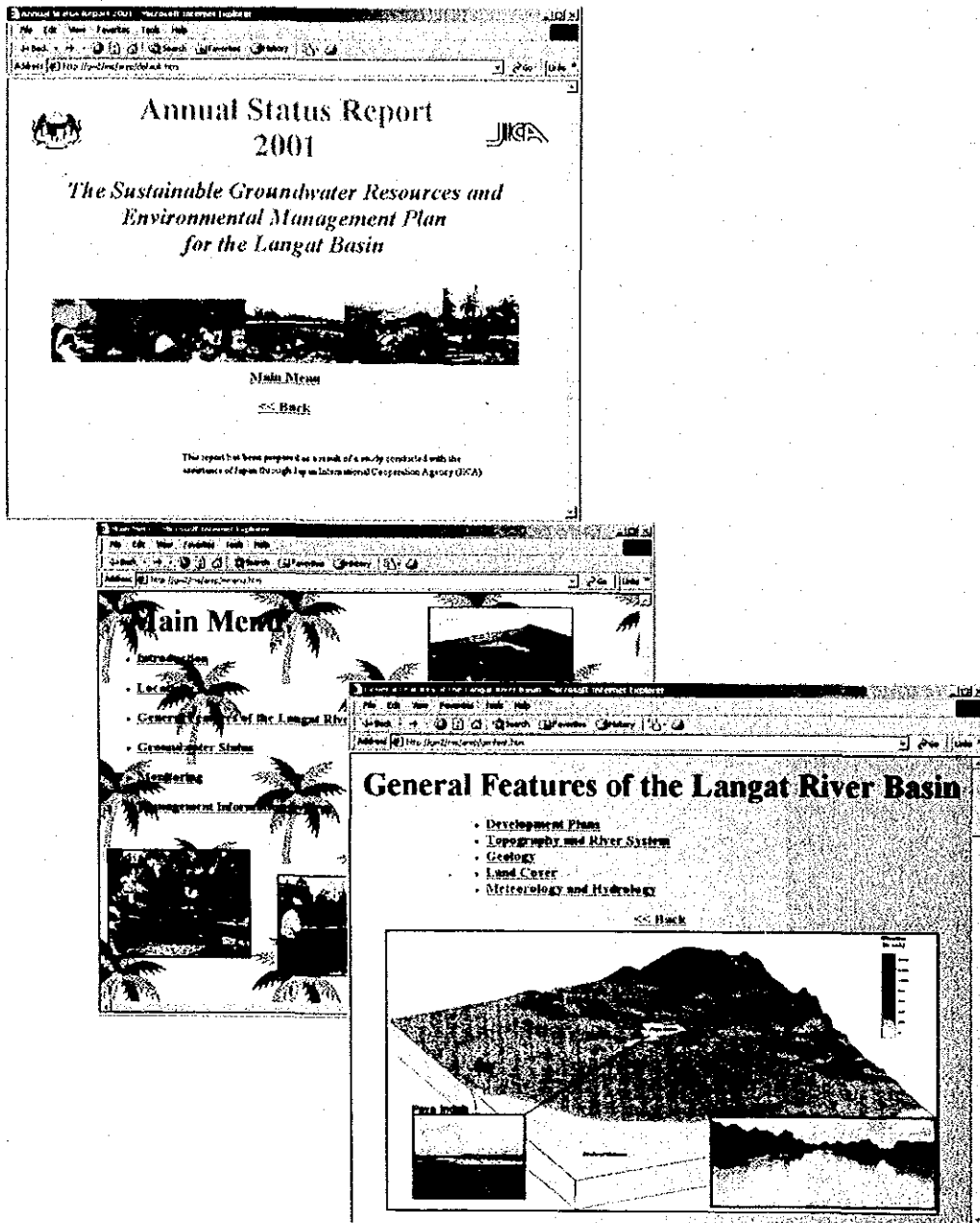


図 6.3.2 年次報告書ページの例

6.3.4 ArcIMS利用の構造

(1) システム構造

システムはウェブベースの3層構造とする。すなわち、クライアント・フロント・エンド（ユーザー・インターフェース）、ArcIMS中間階層、データベース・バックエンド（データベース管理）である。

(a) クライアント・フロント・エンド

クライアントはウェブ・ブラウザを用いてインターネットに接続し、サーバーに要求を送り、また、サーバーからの回答を受け取る。この部分をクライアント・フロント・エンド階層と呼ぶ。システムはクライアント側の設定にあわせ、JMGの既存のインターネット接続をベースにし、Internet Explorer Version 4以上を前提とする。既存インターネットのバンド幅は64kbpsで、コミュニケーターはNetscape Version 4とする。

(b) ArcIMS中間階層

システムの間中間階層はプロセス管理コンポーネント部分である。ここでは、パスワードの種類により、どのようなデータを送るべきかを判断する。入力・維持モジュールでは、パスワードはJMG内部のユーザーにのみ発行される。モニタリング評価モジュールではユーザーはパスワードの入力を要求される。

システムはすべてのこの階層のアプリケーションを統合するため、Windows NTおよびWindows 2000の標準ウェブ・サービスであるMicrosoft Internet Information Services (MS IIS) を用いる。ArcIMSのすべてのコンポーネント、すなわち、ArcIMSアプリケーション・サーバー、ArcIMSスペーシャル・サーバー、ArcIMSマネージャーが1台のサーバーにインストールされる。ArcIMSは5種のインターネット・マップ・サービス、すなわち、イメージ提供、クエリー、データ出力、フィーチャー・ストリーミングおよびジオ・コーディングである（後2者は今回のアプリケーション開発には未使用）。

(c) データベース・バック・エンド

HIDRODATのOracleデータベース設計を基本とし、JMGのデータベース・インフォメーション・システム Version 3.4.1でを使用することとした。JMGから提供されたマスター・データベースは、IDIS01およびIDIS02の2種からなる。アプリケーション開発にはIDIS01を用いた。

さらに、IDIS03およびIDIS04の2種のデータベース・スキームを追加した。IDIS03はSDEデータベース・スキームで、Oracleデータベースに参照されるシェイプファイルは、このスキームで管理される。地下水位、水質データ、自記録のシリアルなデータ、ベンチマーク標高等のデータはIDIS4に保存した。データベース設計はシステムからのデータの参照を容易にするよう配慮した。

(2) ハードウェアおよびソフトウェア

ハードウェアおよびソフトウェア概要は図 6.3.3に示すとおりである。

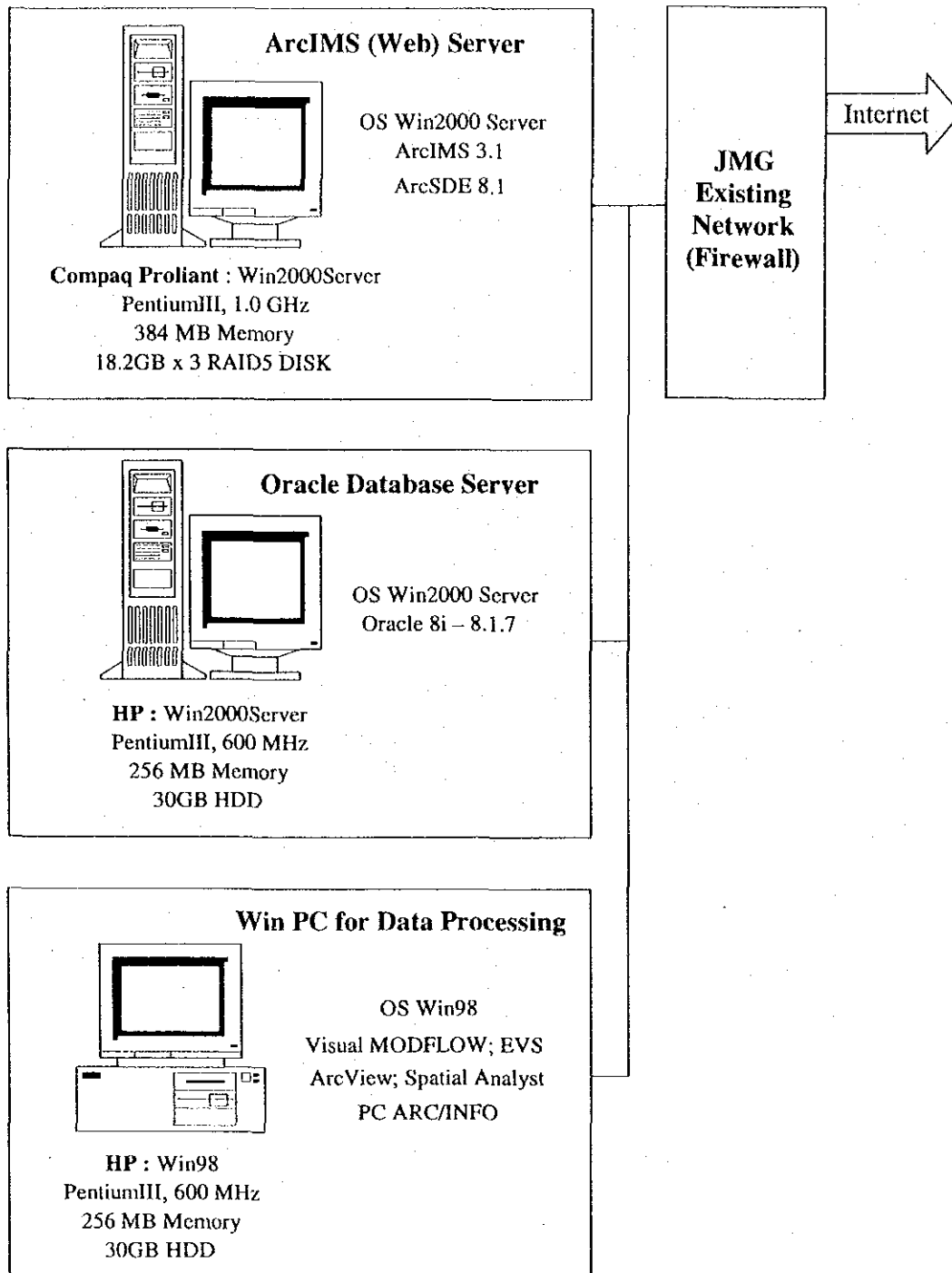


図 6.3.3 ハードウェアおよびソフトウェア概要

6.4 人的資源および組織制度開発計画

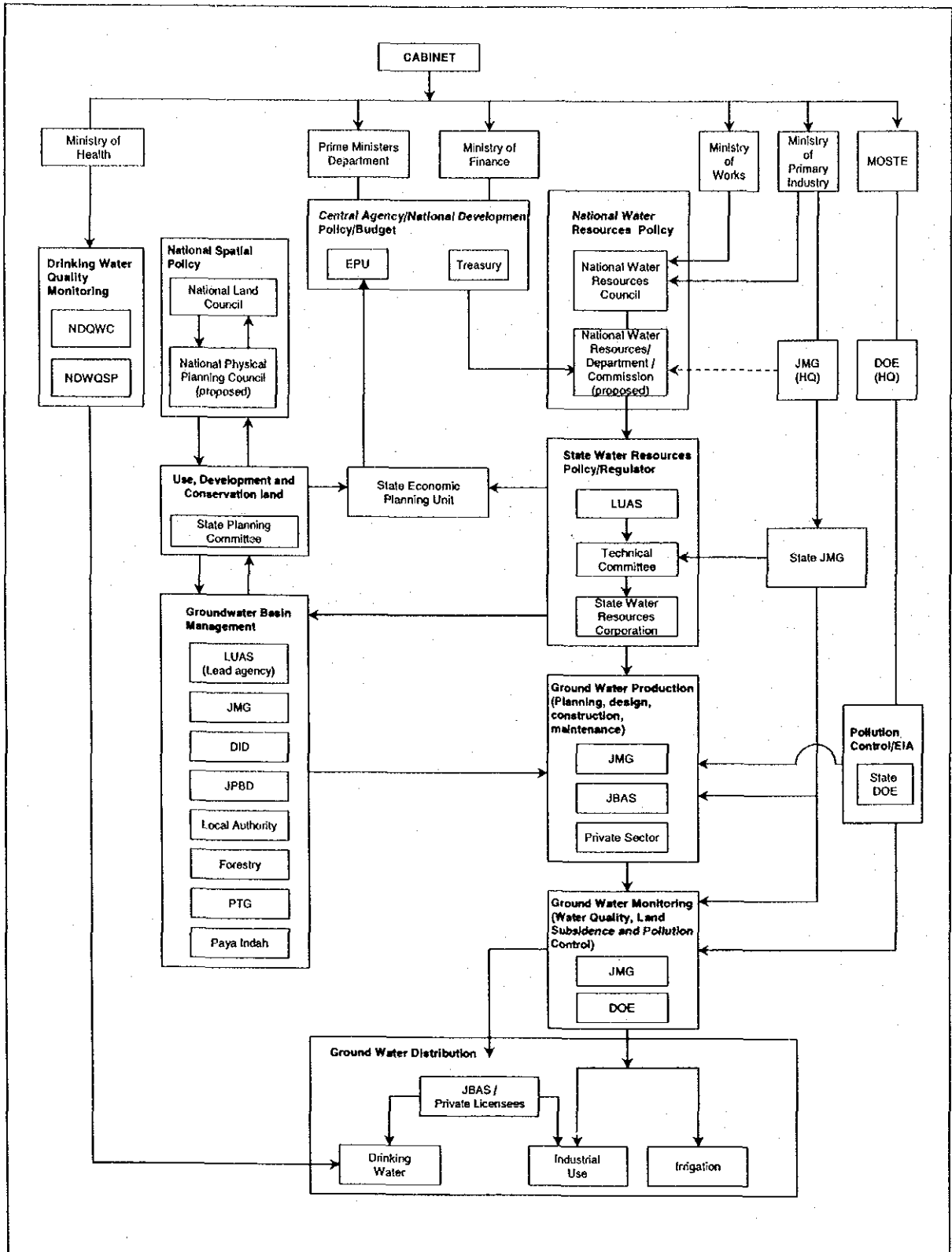
6.4.1 組織構造

地下水開発・管理にかかる各種機能にはいくつかの部局が関連している。ランガット川流域の全体組織構造は図 6.4.1 に、それぞれの部局の役割は表 6.4.1 に整理するとおりである。以下にその機能を説明する。

表 6.4.1 持続的地下水開発にかかる関連部局の提案される役割

役割	関連部局
政策、開発プログラム・計画 1. 国家地下水政策 2. 地下水開発プログラム (5ヶ年マレーシア計画) 3. マスタープラン、フィージビリティ調査 4. ランガット流域管理計画	National Water Resources Council (NWRC) NWRC, EPU, Treasury, JMG, LUAS JMG, LUAS, Private Concessionaires LUAS, JMG, DID, JPBD, Local Authorities, Forestry Dept. PTG, Paya Indah, DOE
インフラ開発 (計画, 設計, 建設・維持管理) 1. 地下水生産井 2. 地下水配水	JMG, JBAS, Private Concessionaires JBAS, Private Licencees
法律/規制 1. 地下水開発にかかる法律・規定 2. 井戸掘削、地下水揚水、モニタリングの許認可権 3. 水域の汚染に関する権限 4. ガイドライン・基準	State Authority, LUAS LUAS DOE, LUAS JMG, LUAS
モニタリング 1. 地下水モニタリング (包括的モニタリング, 水質, 地盤沈下, 水位, 流入・流出) 2. 汚染管理のためのモニタリング 3. 飲料水質基準にかかるモニタリング	JMG, LUAS DOE, LUAS MOH, NDWQSP
教育および研究 1. 住民啓発/教育 2. 緊急応答管理 (ERM) 3. 研究開発 4. 研修	JMG, Local Authority, LUAS, Schools, DOE, NGO (MWA, Malaysian Wetland Foundation) JMG, Local Authority, DOE, District Office, LUAS, JBA JMG, University, NAHRIM, JPS JMG, NAHRIM, LUAS, IKLAS, University

注：中心となる関係機関を太字で示した。



JICA Japan International Cooperation Agency



Minerals and Geoscience Department Malaysia

図 6.4.1

THE STUDY ON THE SUSTAINABLE GROUNDWATER RESOURCES AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR THE LANGAT BASIN IN MALAYSIA

ランガット川流域持続的地下水開発・管理のための提案される組織構造

CTI Engineering International Co., Ltd.

OYO CORPORATION

(1) 政策、長期計画、具体の計画

国家地下水政策は国家水資源政策の構成要素でなければならない。国家水資源協議会（NWRC）は、地下水にかかる政策事項および州の境界に位置する地下水にかかる審議をすべき重要な会議である。

政府部局の開発計画は通常五カ年マレーシア計画に織り込まれる。地下水開発にかかる全体長期計画策定はJMGの所管事項であり、これにNWRC、EPU、財務省およびLUASが関係する。

JMGには、国家水資源マスター・プランに含めなければならない地下水開発潜在地区に対する具体のマスター・プランを作成することを委ねるべきである。セラングール州についてはJMGの技術的支援のもと、LUASによる実施が可能である。

河川流域の管理、保護はLUASが主導する。LUASは、指定地域、保護地区、河川保全地区等の認定、地域の開発・管理に関する計画、実施に幅広い権限を有する。

(2) インフラ開発

地下水のインフラ開発は井戸掘削、土質調査、用水試験および井戸開発を含む。セラングール州では飲料水の生産、配水はJBASに委ねられており、民営化された企業がこれと共に配水を行う。この傾向にあわせ地下水揚水も認可の上、民営化することが考えられる。したがって、政府出資の場合、生産井のインフラ整備に責任を持つ部局はJMGとなり、計画が民営化されていれば民間認可事業体となる。現在は地下水は工業目的に使用されている。また、JBASにより開発された生産井が数箇所あり、JBASの配水システムにより供給されている。ランガット川流域の殆どの地下水は、その地点での工業あるいは飲料水に利用されている。

(3) 規制面

地下水にかかる規定は、セラングール州水管理法（SWMAE）、地質調査法（GSA）、環境質法（EQA）に見られる。セラングール州の場合は地下水にかかる基本法はSWMAEである。同法は地下水を規定し、取水に対する課金、および指定地下水域の認定を可能にしている。セラングール州における地下水にかかる法規制を制定する主要権限はLUASにある。

セラングール州の場合、許認可権はSWMAEでLUASにあると規定されている。同規定は同時に、生活用水および最低限の農業利用については取水し、使用する権利があり、認可を得ることは必要なくまた課金もされないとしている。

水域の汚染に関する権限はDOEおよびLUASにある。これらは共に、それぞれ関連法EQAおよびSWMAEによる。水域の汚濁防止については水法を含む他の関連法規でも規定している。

JMGは地下水に関する中心的な技術部局として地下水管理にかかる統一的な基準を制定する必要がある。これらはまずNWRCで審議し、その結果を各州で適用すべきである。

(4) モニタリング

現在、JMGおよびDOEが観測井を管理している。より包括的なモニタリング機能はJMGが実施すべきである。観測井で得られる情報については、今後、JMGが一極管理すべきである。

安全な飲料水は重要な公衆健康上の関心事である。地下水が飲料水として使用される場合は、国家飲料水質基準（NDWQS）を満足すべきことは明白である。本件調査では、JMGが国家飲料水質監視計画（NDWQSP）および国家飲料水質委員会の常任委員となることを提案する。

(5) 教育および研究

管理計画の中で重要な要素は、地下水資源およびこれを資源として保護することの必要性にかかる住民啓発・教育である。地下水汚染にかかる大災害が生じた場合は、緊急応答管理（ERM）が召集されよう。このようなERMは洪水等の時に適用されるが、地下水についても適用が妥当である。地下水にかかる研究開発（R&D）については既に第8次マレーシア計画に記述されている。これにかかる主要な組織は、JMG、大学、マレーシア国立水理研究所（NAHRIM）、DID等である。

6.4.2 人的資源開発計画

(1) 機能および役割

(a) 鉱物・地球科学局（JMG本局）

JMGは地下水開発・管理にかかる中心的な技術部局である。州に権限がある法規制を除き、JMGは地下水にかかる長期計画策定、計画・開発、モニタリング、住民啓発計画、研究等の中心的役割を果たす必要がある。組織面では、地下水および水理地質機能を強調する必要がある。本局レベルでは地球科学ユニットの下に地下水セクションを設立し、局の水理地質機能を強化する必要がある。

イポーの技術サービス部は本局をサポートする。水理地質専門家を長とする新しいユニットを技術サービス部におくことを提案する。このユニットの主要な機能は、水理地質ユニットを持たないJMG州局および州の水資源管理組織に対し、特に研究・モデリングにかかる地下水専門家、専門技術を提供することにある。このユニットは、また、地下水開発管理にかかる教育を担当し、研究開発も実施する。さらに、州JMGのデータ管理、およびMIS機能の管理を行う。技術サービス部はさらに水質分析にかかる試験室機能を提供し、水理地質ユニットに対するシステム・アドミニストレーション支援を行う。水質分析の機能を充実させ、民間研究所への外注を減少させることも必要である。本局の本調査で提案する組織は図 6.4.2 に示すとおりである。

(b) セランゴール州JMG

セランゴール州JMGは州の地下水開発の中心的な技術部局である。LUASに対し、セランゴール州の地下水開発、管理にかかる主要なアドバイザーとなる。

本調査で提案する州JMGの組織は図 6.4.3に示すとおりである。上級水理地質専門家を長とする水理地質ユニットの設立を提案する。この水理地質ユニットは、地球科学部の下に位置付けられ、地下水開発、地下水モニタリング、MISおよびデータ管理、をそれぞれ主な機能とする3つのセクションから構成される。地下水開発セクションは主に、揚水井の計画、設計、施工、維持を中心としたインフラ開発を担当する。このセクションは、民間事業者あるいは認可申請者から提出される技術報告書、F/Sの技術的評価も担当する。これ以外に、開発プログラム、許認可にかかる技術面のアドバイス、公衆教育の実施等を含む。

地下水モニタリングのセクションは、地下水モニタリング、現地情報の収集を行い、MISおよびデータ管理セクションはMIS機能として井戸情報等の収集を担当する。本局の情報管理ユニットが、このセクションをMISの維持の面でサポートする。

(c) 環境局 (DOE)

DOEは汚濁管理にかかる中心的部局である。1974年に制定された環境質法 (EQA) およびその法の下での規則類に基づきこれを執行する。DOEの規制部モニタリングユニットが現在地下水について担当している。ここで実施されているモニタリングの目的は地下水汚染の防止である。

(d) セランゴール州水管理庁 (LUAS)

LUASは州の水資源の管理、保護を目的に設立された。第8次マレーシア計画では、他の州にも同様な庁を設立すべきであるとしている。LUASのもつ広範囲な権限に対し、現状の技術的・資金的能力は未だ非常に限られたものしかない。しかしながら、同局の人的資源計画によると、現況の5名のスタッフを200名に増加する計画である。

第8次計画で規定されている現在の主要な実施内容は、流域の計画管理、美化・リハビリ、水質汚染規制、住民啓発、教育である。これら活動は、実際には、地下水よりかなり大きな部分地表水に力が注がれている。これら機能を十分発揮するためには資金面、人的資源の面での補強が必要である。

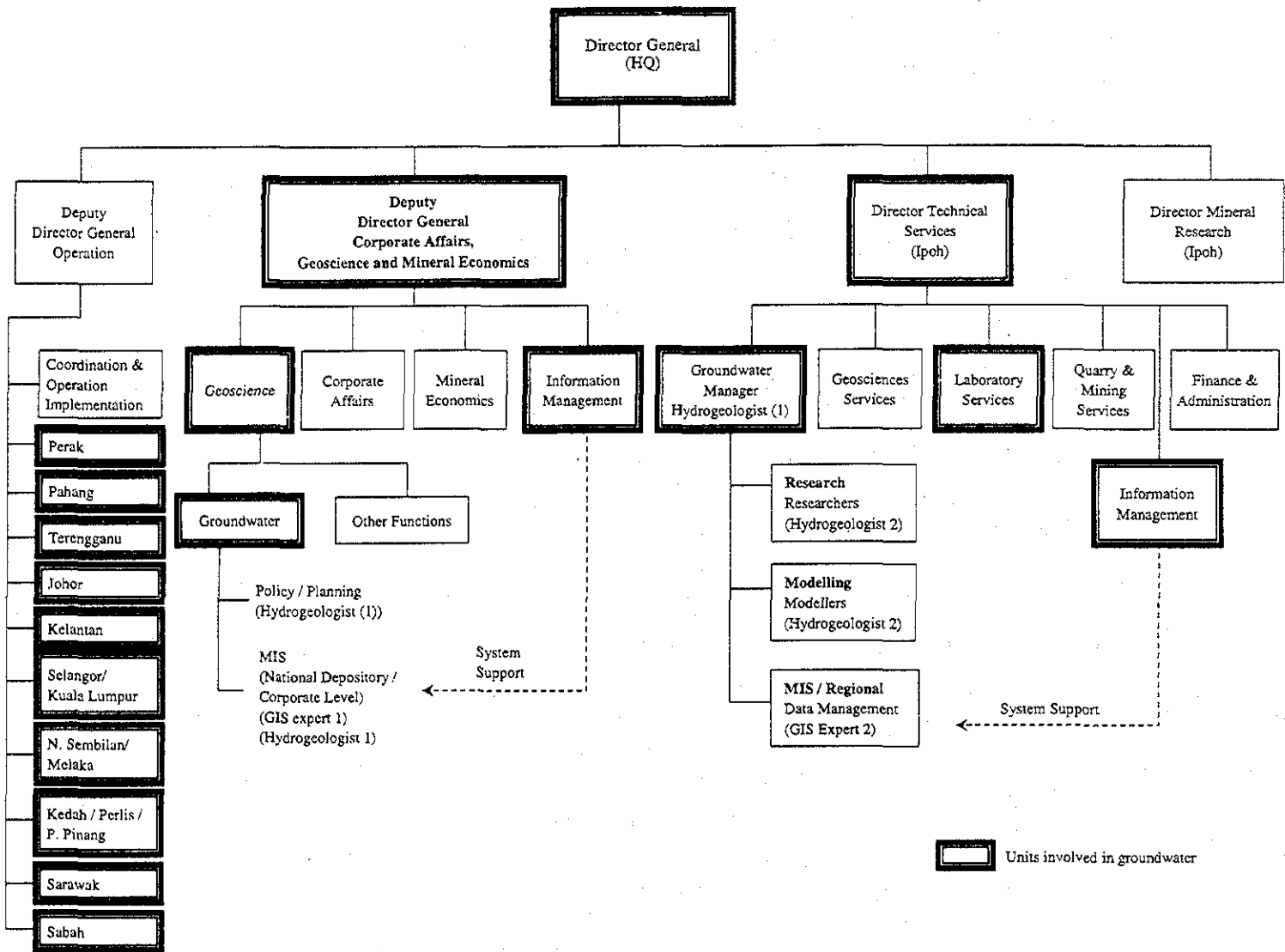


図 6.4.2

提案される JMC 本局
組織図

JICA Japan International
Cooperation Agency



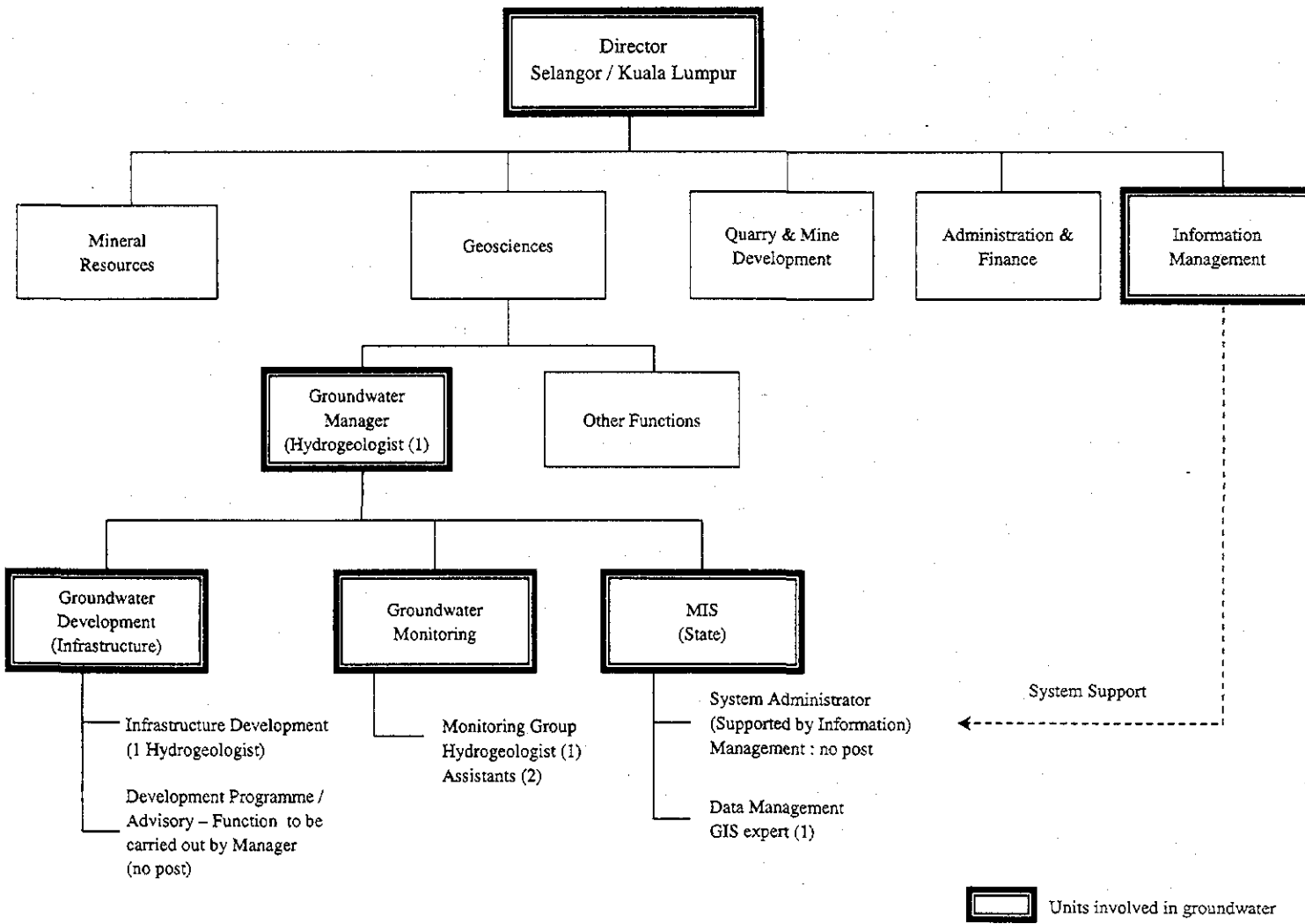
Minerals and Geoscience
Department Malaysia

THE STUDY ON THE SUSTAINABLE GROUNDWATER RESOURCES
AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR THE LANGKAT BASIN
IN MALAYSIA



CTI Engineering International Co., Ltd.

OYO CORPORATION



JICA Japan International Cooperation Agency
Minerals and Geoscience Department Malaysia

THE STUDY ON THE SUSTAINABLE GROUNDWATER RESOURCES AND ENVIRONMENTAL MANAGEMENT FOR THE LANGKAT BASIN IN MALAYSIA

CTI Engineering International Co., Ltd. OYO CORPORATION

図 6.4.3

提案されるJMGセラソコー州局組織図

(2) 教育

教育開発はJMGを含む多くの部局の機能に含まれ、JMGではイポー事務所が担当する。その他の組織としては、NAHRIM、LUAS、IKLAS（DOEの下の研究機関）等を含む。これらの組織は、地下水開発・管理にかかるいろいろな視点からの教育を担当することができる。地下水開発・管理にかかる長期および短期の学問的教育は大学で実施することが妥当である。

6.4.3 法規制の改善

(1) 地下水にかかる包括的法令

連邦政府レベルでは包括的法令を整備することが可能であるが、憲法で水は州管轄と規定されていることから、これは統一性を維持する目的のみとなる。代替として、水法1920年の内容を変更し、地下水を含めることでこの機能を持たせることができる。しかしながら水法はSWMAE1999を制定したセランゴール州には適用されない。最近の傾向、国家政策に鑑み、各州政府がSWMAEに類似の水資源法を設立することが現実的であると見られる。

(2) 地質調査法1974

1974年制定の地質調査法（GSA）では、井戸を掘削する場合は地質調査局長（現JMG局長）に通知する義務がある。この井戸は、深さ30ft以上、汲み上げ日量500 gal以上、生活目的のみに用いる場合以外のものである。現在提案されているGSAの修正版では、JMGは井戸掘削、拡大、深度増加、井戸閉鎖する場合は局長に作業開始前に報告すること、ここでいう井戸は用途によらず日量2,500リットルを超えるものとし、井戸を掘削する者はすべての作業および試験の記録を維持し、写しを規定された書式で局長に提出しなければならない、とされている。

この法令によると、JMGは認可権限を持たず、計画の認可は関連する州政府機関、例えばLUAS、から得ることが必要である。しかしながら、州の権限保持者は認可を決定する前に、JMGの局長と協議することが必要である。この事項は修正GSAに含める必要がある。

(3) 環境質法

DOEは現在、地下水質規制にかかる包括的基準を整備中である。DOEはまた、当事者に汚染排出の危険がある場合は、これを制御する施設の設置を要求する権限も持つ。地下水汚染の可能性のある潜在汚染源者に対しては、この法をもって成魚施設の設置を義務付けることが可能である。

(4) セランゴール州水管理庁法（SWMAE）

SWMAEには、地下水に関しその管理、規制等につき、補足する必要がある多くの点がある。これらの補足すべき事項は、JMGが提案している井戸掘削、モニタリング、揚水にかかる規則案に沿ったものである必要がある。JMGが提案している井戸の定義である、「用途の如何を問わず日量2,500リットルを超える揚水能力を持つもの」が共通の解釈となろう。

(5) 流域単位の規制・管理にかかる法規制

SMWAEは河川流域の適正な管理を確実にするための広範囲にわたる規定を有するが、国家土地法によると他の関連法令も関係する。これらの法令で権限を与えられている組織は流域内の持続的水資源開発を確実にするための施策を実行すべきである。

(6) 提案中の安全飲料水法

保健省（MOH）は一般に供給される飲料水の水質を管理するため安全飲料水法（案）を提案した。提案されている内容によると、基準に満たない飲料水を供給することは犯罪であるとしている。各州の水供給あるいは水資源開発法のもとで、この法令を規定することが可能である。地下水が飲料水として利用される場合はこの法令に準拠する必要がある。

6.4.4 地下水揚水への課金

地下水は適正に保全され、管理されるべき自然資源である。現在、地下水は無料で揚水され、これにかかる州への収入はなく、往々にして資源の過剰利用をもたらす可能性がある。現状におけるランガット川流域の地下水揚水の殆どは工業目的である。

(1) 課金の根拠

地下水揚水に対する課金の根拠はSWMAE s44にある。ここでは、LUASは州政府の承認を得た後、いかなる種類の水の取水に対して課金することができるとしている。現実的には、課金システムを適用するにあたっては事前にすべての井戸について許可制とすべきである。許可および課金のベースとしての井戸の規定は、本調査ではJMGが提案している「目的の如何を問わず、日量2,500リットルを超える揚水能力を持つもの」が適していると提案する。

(2) 現況の課金率

マレーシア国では、地下水課金の例はまだない。しかしながら、ジョホール州で地下水に対し6.7マレイシア・セント/m³、セランゴール州で地表水に対し4マレイシア・セント/m³を適用する提案がなされている。

(3) 課金率決定の方針策定

課金率を決定する基準は考え方によりいろいろある。本件調査で考慮した方針は下記のとおりである。

利用者により異なる料金率、例えば、農業用には低く、工業用には高く、を適用することが考えられる。これはマーケットの支払い意思による。水供給開発が認可された事業者に民営化された場合を考えれば、その料金率は流域の水資源管理費用を反映したものとなろう。地表水に比較して地下水の経済価値が高いことを考慮すると、地表水より高い料金を設定することも妥当である。

(4) ランガット川流域地下水管理計画の財務分析

第3章、第5章で述べてきたように、ランガット川流域には、日量約45,000 m³の持続的取水可能量の地下水がある。仮に、この量に4マレイシヤ・セント/m³の課金をすると年間657,000リンギットとなる。課金単価を6マレイシヤ・セント/m³とした場合は、986,000リンギットとなる。地下水にかかるその他の資金源は井戸認可料金である。

基本的な仮定は下記のとおりとした。課金による収入は、ランガット川流域の地下水管理にかかる費用を最低まかなう。井戸掘削および運転維持等のインフラ開発は、民間事業体あるいは認可された事業体が負担することとする。地下水管理にかかる機材、車輛、コンピューター等の資機材初期費用は管理費用に含めないものとする。

地下水管理費用の主要な部分は、モニタリング、水質試験、地盤沈下観測にかかる費用で、年間合計190,000リンギットである。同様に、人件費が230,000リンギット、研究・評価・調査費用が120,000リンギットで、これらを合計すると年額540,000リンギットとなる。

以上の検討によると、4リンギット/m³はランガット流域の地下水管理費用に十分と見られる。しかしながら、もしLUASが4リンギット/m³を地表水に課金した場合、ランガット川流域での地下水水質が表流水に比較して良好であることから、これより高い設定をすることも妥当と判断できる。最終的には、経済的な困難を強いられることのない、使用者の支払い意思額がベースになる。最終的な課金システムは、LUASが社会経済影響調査を実施して決定されるべきである。

6.4.5 人的資源および組織制度開発計画実施計画

提案している人的資源および組織制度開発計画の実施計画は表 6.4.2に示すとおりである。実施計画策定に当り、緊急に実施すべき事項、持続的に実施すべき事項、あるいは長期的に実施すべき事項等、各項目の必要性を考慮して提案した。

表 6.4.2 提案する人的資源組織制度開発計画の実施工程

実施内容	担当機関	8MP				9MP		10MP	
		2002	2003	2004	2005	2006	...	2011	...
ランガット流域地下水管理計画	JMG, LUAS								
モニタリング	JMG, DOE	■	■	■	■	■	■	■	■
地下水揚水量のモニタリング	LUAS	■	■	■	■	■	■	■	■
MISの維持管理	JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
年次報告書のレビュー	JMG		▽	▽	▽	▽	...	▽	...
汚染管理	DOE	■	■	■	■	■	■	■	■
住民啓発の促進	JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
緊急応答管理	DOE	■	■	■	■	■	■	■	■
研究開発および研修	JMG, etc.	■	■	■	■	■	■	■	■
地下水管理計画の他流域への適用	JMG LUAS	■	■	■	■	■	■	■	■
組織配置									
JMG の国家飲料水質委員会への参加	JMG, NDWQC	■	■	■	■	■	■	■	■
他州における水管理庁の設立	State Government	■	■	■	■	■	■	■	■
計画とプログラム									
地下水にかかる国家政策の策定	NWRC	■	■	■	■	■	■	■	■
地下水のための5ヵ年開発プログラムの準備	JMG, NWRC, EPU, Treasury, LUAS				■		■		■
国家飲料水質監視計画	MOH	■	■	■	■	■	■	■	■
セラングル州における地下水開発・管理政策	LUAS, JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
法律と規定									
いろいろな法律・規定における組織の基本的枠組みの定義	Related agencies	■	■	■	■	■	■	■	■
許認可権に関するすべてのガイドラインと基準の策定	JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
井戸の許認可権にかかる法律と規定の整備	LUAS	■	■	■	■	■	■	■	■
連邦政府令に規定されるJMGの機能としての水理地質と地下水開発	EPU	■	■	■	■	■	■	■	■
地下水にかかるセラングル州水管理庁法の補足	LUAS	■	■	■	■	■	■	■	■
地質調査法の修正	JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
井戸の許認可権	LUAS, JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
地下水利用への課金	LUAS, JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
環境質法のもとでの地下水質管理にかかる包括的基準の整備	DOE	■	■	■	■	■	■	■	■
組織強化									
JMG 本局	JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
技術サービス部 (イポー), JMG	JMG	■	■	■	■	■	■	■	■
セラングル州 JMG	JMG	■	■	■	■	■	■	■	■

注：8MP; 第8次マレーシア計画、9MP; 第9次マレーシア計画、10MP; 第10次マレーシア計画

第7章

結論および勧告

7.1 結論

ランガット川流域ではセラゴール州の水不足への対応策として地下水利用の重要性が認識されつつある。同流域下流の低平地では第四紀堆積物が厚く分布しており、地形・地質的に地下水は比較的経済的に開発できるものと思われる。しかしながら地下水開発に係る規制がないため、既に流域内での井戸掘削や採鉱に伴う取水により持続的取水可能量に近い日量約45,000m³の揚水が行われており、周辺地域の地下水低下を招いていることが地下水モデルを用いたシミュレーション結果で明らかとなった。地下水の水質は現時点では大きな問題となるような汚染は見られないものの、特に鉛・砒素等の重金属や有機化合物に関する今後のモニタリングが重要と結論づけられた。また、環境への影響の大きい塩水進入および地盤沈下、そしてパヤインダ湿地に対するモニタリングも環境目標として設定された。

7.2 勧告

マレーシア国と一次産業省鉱物・地球科学局はランガット川流域における持続的な地下水資源の開発と保全へむけて、本調査で提案される管理計画の実施にむけて最善の努力を払うべきである。そのため、まず中心となる鉱物・地球科学局は当面次の点に重点をおいて早急に行動を開始することが望まれる。

- (1) 定期的でかつ信頼性の高いモニタリングを実施できる組織の構築と予算の確保
- (2) 管理情報システムの着実な運用と維持管理のための組織の構築と予算の確保
- (3) 地下水管理にかかる統一的な基準制定にむけての体制づくり

JICA

