

エチオピア共和国
アバイ溪谷地すべり対策調査
プロジェクト
詳細計画策定調査報告書

平成22年1月
(2010年)

独立行政法人国際協力機構
経済基盤開発部

基盤
JR
10-006

**エチオピア共和国
アバイ溪谷地すべり対策調査
プロジェクト
詳細計画策定調査報告書**

平成22年1月
(2010年)

**独立行政法人国際協力機構
経済基盤開発部**

序 文

日本国政府はエチオピア共和国の要請に基づき、アバイ溪谷地すべり対策調査プロジェクトの実施を決定し、国際協力機構がこのプロジェクトを実施することと致しました。

当機構は、本件プロジェクトを円滑かつ効果的に進めるため、2009年12月7日から12月18日までの12日間にわたり、国際協力機構 経済基盤開発部運輸交通・情報通信第三課長 梅永哲を団長とする詳細計画策定調査団を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにエチオピア共和国政府の意向を聴取し、かつ現地調査の結果を踏まえ、本格プロジェクトに関する実施細則（S/W）に署名しました。本報告書は、今回の調査結果を取りまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格プロジェクトに資するためのものです。

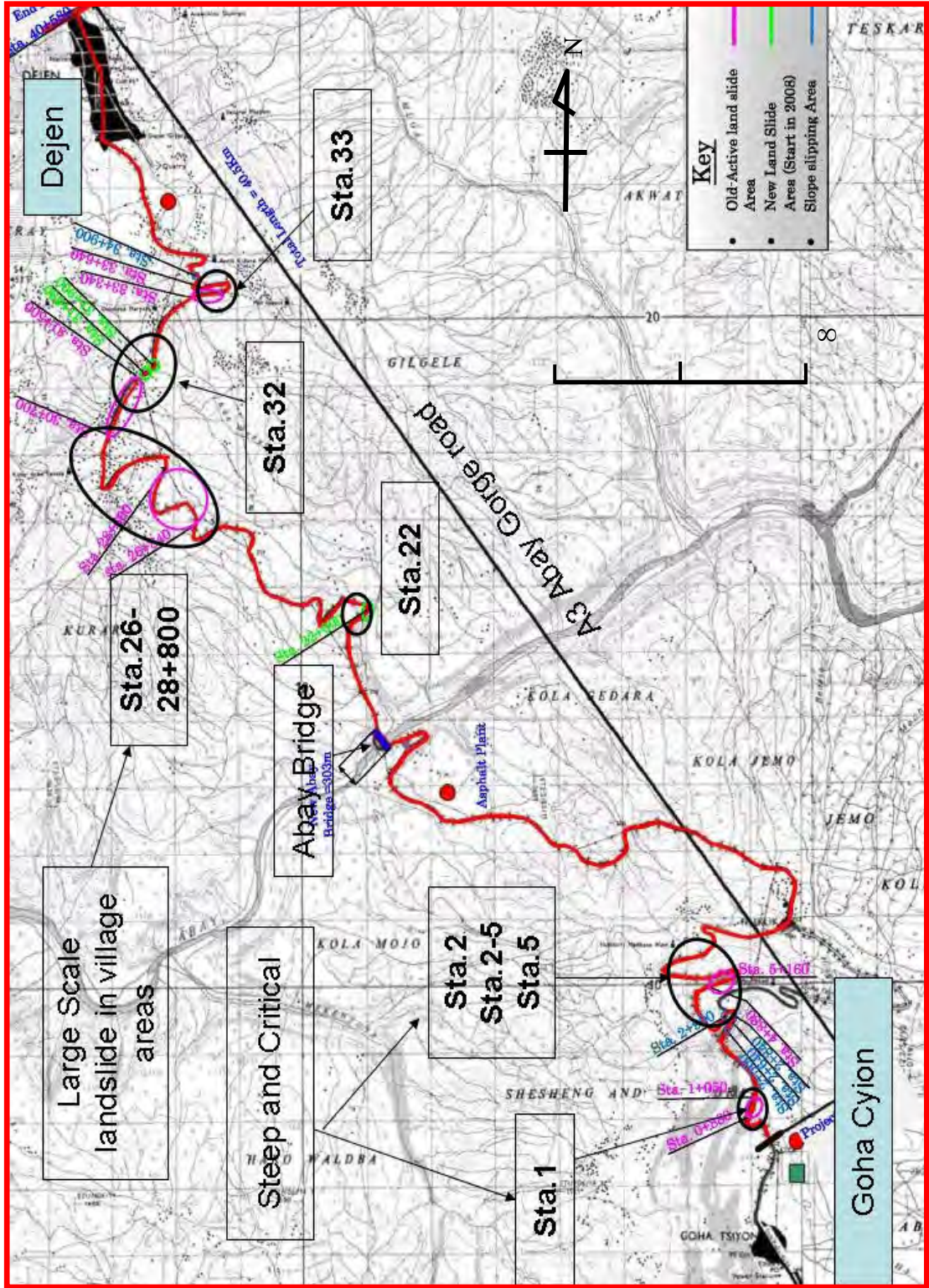
終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成 22 年 1 月

独立行政法人国際協力機構
経済基盤開発部長 小西 淳文

プロジェクトサイト







Station 1 における緊急対策工の状況



Station 1 の線形変更の状況



Station 2 の地すべり状況



Station 2 で発生したガリー

写

真



Station 22 の地すべり状況



Station 17 における落石



Station 27 における側溝のクラック



Station 28 における地盤隆起とクラック



S/W 及び M/M の署名・交換



GSE 及び ERA との協議風景

略語集

C/P	Counterpart	受け入れ担当機関
DED	District Engineer Division	地方技術課
D/F	Debris Flow	土石流
DF/R	Draft Final Report	最終報告書案
DRMC	District Road Maintenance Contractor	地方道路運営維持請負者
ERA	Ethiopian Roads Authority	エチオピア道路公社
F/R	Final Report	最終報告書
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHICP	Geo-hazards Investigation Core Process	ジオハザード調査コアプロセス
GOE	Government of the Federal Democratic Republic of Ethiopia	エチオピア国政府
GOJ	Government of Japan	日本国政府
GSE	Geological Survey of Ethiopia	エチオピア地質研究所
IC/R	Inception Report	着手報告書
IT/R	Interim Report	中間報告書
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
L/S	Landslide	地すべり
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
MME	Ministry of Mines and Energy	鉱山・エネルギー省
MOFED	Ministry of Finance and Economic Development	財務経済開発省
NORAD	Norwegian Agency for Development and Cooperation	ノルウェー開発協力局
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PR/R	Progress Report	進捗報告書
R/F	Rock Fall	落石
S/C	Steering Committee	運営委員会
S/F	Slope Failure	斜面崩壊
S/W	Scope of Work	実施細則
UNDP	United Nations Development Programme	国連開発計画

目 次

序 文	
プロジェクトサイト	
写 真	
略語集	
第1章 詳細計画策定調査の概要	1
1-1 詳細計画策定調査の背景・目的	1
1-2 詳細計画策定調査団の構成	1
1-3 調査日程	2
1-4 主要面談者	2
1-5 協議概要・合意事項	3
1-6 団長所感	4
第2章 当該セクターの概要	5
2-1 当該セクターの現状と開発計画	5
2-2 我が国の援助動向	5
2-3 他ドナー等の支援状況	6
第3章 アバイ渓谷の現状	7
3-1 アバイ渓谷の現状	7
3-2 地すべり調査計画	14
第4章 プロジェクト実施機関の体制	33
4-1 基本的考え方	33
4-2 エチオピア地質調査研究所	33
4-2-1 組織・人員	33
4-2-2 財政・予算	36
4-2-3 既存資機材	36
4-3 エチオピア道路公社（ERA）	40
4-3-1 組織・人員	40
4-3-2 財政・予算	42
第5章 プロジェクトへの提言	43
5-1 プロジェクトの基本方針	43
5-1-1 モニタリングサイト	43
5-1-2 雨季の期間の考え方	43
5-2 プロジェクト対象範囲	43
5-3 プロジェクト実施内容	43
5-3-1 上位目標	43
5-3-2 プロジェクト目標	43
5-3-3 成果及び活動	44
5-4 プロジェクト実施工程	47
5-5 プロジェクト実施体制	49
5-6 プロジェクト実施上の留意点	49

付属資料

1. 要請書	53
2. 実施細則 (S/W)	67
3. 協議議事録 (M/M)	75
4. 面談記録.....	81
5. 事業事前評価表	85

図・表・写真 目次

図 1 エチオピア地質図.....	7
図 2 地すべり発生地帯 (丸で囲んだ箇所)	8
図 3 GSE 組織図	35
図 4 ERA 組織図.....	41
表 1 調査団構成.....	1
表 2 調査日程.....	2
表 3 他ドナー等の支援状況.....	6
表 4 地すべり対策レンタル機材	11
表 5 ジオハザード調査部 (Geo-hazards Investigation)	34
表 6 GSE の予算	36
表 7 GSE 保有機材リスト	38
表 8 ERA の予算.....	42
表 9 プロジェクト実施工程案.....	48
写真 1 空中写真.....	10
写真 2 ステーション 1 における線形変更の状況.....	11
写真 3 ステーション 5 の地すべり発生状況.....	12
写真 4 ステーション 5 の不安定な巨石.....	12
写真 5 ステーション 22 の地すべり状況.....	13
写真 6 ステーション 28 の亀裂及び段差.....	14
写真 7 コアサンプル.....	37

第1章 詳細計画策定調査の概要

1-1 詳細計画策定調査の背景・目的

エチオピア連邦民主共和国（以下、「エ」国）の道路分野の課題には舗装道路比率の低さ（国土面積 110 万 km² に対して舗装道路延長は 42,429km）と道路状態の悪さ（道路総延長の 51%がコンディション不良）がある。この 10 年間で、「エ」国はドナーの協力を得つつ、幹線道路の改修、州道路の建設、リング道路の建設等を実施してきたが、道路密度の向上には幹線道路の整備を進めつつも、さらに農村道路の拡大を行っていく必要がある。

主要幹線道路の一つである国道 3 号線は、首都アディスアベバとスーダンを結ぶアフリカ縦断回廊の一部であり、かつ、「エ」国の食糧生産量の約 40%を占め、穀倉地であるアムハラ州を縦断する重要な路線である。加えて、産油国スーダンから「エ」国へ輸入される原油燃料の約 8 割は、同路線を通じて重量車輛により首都アディスアベバへ陸送されていることから「エ」国の生活・経済にとって不可欠な路線である。

国道 3 号線上のアバイ渓谷を通過する区間は、40km の道路延長の間に約 1500m 標高差のある険しい渓谷であり、同区間では雨季（6 月から 9 月）に地すべりが繰り返し発生している。地すべり幅 2 km に及ぶ大規模なものもあり、道路機能そのものを脅かしている。JICA 専門家の指導や「エ」国見返り資金を利用し、地すべり発生時の対策や予防策を行ってきたものの、根本的な解決のためには、当該区間の地すべり発生要因を解明した上で、適切な地すべり対策工を行う必要がある、地すべりメカニズムの解明の必要性は高いと考えられる。

一方、「エ」国では各地で地すべりの現象が見られるにもかかわらず、これまで同国政府内に地すべりの現象調査等を担当する部門がなかったが、2009 年 4 月に鉱山・エネルギー省内の地質調査研究所（Geological Survey of Ethiopia : GSE）内に、ジオハザード調査業務プロセス（Geo-hazards Investigation Business Process）としてジオハザード調査部（Geo-hazards Investigation）という専門部門が設けられた。しかしながら、新設して間もないため、同省より地質調査、地図作成等から地すべりの原因、メカニズムを究明し、地すべり対策工に役立てることを意図し、これらの技術及び人材育成を目的とした要請が我が国政府に対してなされた。

我が国政府は同要請に対し、鉱山エネルギー省の地すべり調査・解析技術向上のため、開発計画調査型技術協力として協力を行うことを決定し、今般詳細計画策定調査を実施することとなった。

本詳細計画策定調査は、アバイ渓谷における地すべり調査技術調査プロジェクト実施に向けた、必要機材、実施体制、「エ」国分担事業等を確認し、実施細則（Scope of Work : S/W）を協議・署名することを目的として実施された。

1-2 詳細計画策定調査団の構成

表 1 調査団構成

No.	氏名	担当業務	所属
1	梅永 哲	総括	独立行政法人国際協力機構 経済基盤開発部 運輸交通・情報通信グループ 運輸交通・情報通信第三課長
2	横井 博行	調査企画	独立行政法人国際協力機構 経済基盤開発部 運輸交通・情報通信グループ 運輸交通・情報通信第三課

（出展：調査団作成）

1-3 調査日程

表2 調査日程

日付	曜日	調査内容
12月7日	月	09:30- JICA 事務所との打ち合わせ 11:00- 在エチオピア日本国大使館表敬 14:00- ERA 表敬 16:00- MOFED 表敬
12月8日～ 12月10日	火～木	他調査団参团
12月11日	金	10:30- GSE との打ち合わせ
12月12日	土	アバイ溪谷現地調査
12月13日	日	他調査団参团
12月14日	月	他調査団参团
12月15日	火	09:00- GSE 及び ERA とのミニッツ協議
12月16日	水	10:30- S/W・M/M 署名
12月17日	木	13:30- 在エチオピア日本国大使館報告 16:00- JICA 事務所報告

(出展：調査団作成)

1-4 主要面談者

(1) エチオピア地質研究所 (GSE)

Mr. Tolesa Shagi Director General

Dr. Getnet Mewa Head, Geo-hazards Investigation Core Process

Mr. Tadesse Dessie Engineering Geologist

(2) エチオピア道路公社 (Ethiopian Roads Authority : ERA)

Mr. Zaid Wolde Gabriel Director General

Mr. Haddis Tesfaye Road Network Management Division Manager

(3) 在エチオピア日本国大使館

駒野 欽一 特命全権大使

竹中 一行 経済協力班長

舩田 直樹 二等書記官

(4) JICA エチオピア事務所

佐々木 克宏
晋川 眞
鈴木 桃子

所長
次長
所員

1-5 協議概要・合意事項

主要な協議概要及び合意事項は以下のとおりである。詳細は協議議事録 (Minutes of Meeting : M/M) を参照。

(1) 本格プロジェクトの基本方針

- ア. 本格プロジェクトは、地すべり調査の精度を上げること、また必要な技術支援を行うために少なくとも2回の雨季をまたぐことが合意された。
- イ. 本プロジェクトではアバイ渓谷における地すべりメカニズムを解明するために、「アバイ渓谷地滑り対策プロジェクト準備調査」(2009年6月～10月)において最も優先的に調査をすべき6サイト(0+700～0+800, 0+800～1+100, 4+800～5+200, 5+200～5+500, 20+400～20+600, 21+850～22+100)においてモニタリングを行うことを協議・合意した。それ以外のサイトについては、プロジェクトの活動状況やサイトの状況に応じてモニタリングを行うかどうかをステアリングコミッティーで決定することに双方合意した。

(2) 関係機関との連携

- ア. 本プロジェクトではアバイ渓谷の地すべりメカニズムを解明することを目的としているが、メカニズム解明後の地すべり対策工についてはERAが実施する必要があることから、本プロジェクトにおけるGSEとERAの連携が重要であることを協議・合意した。
- イ. 本プロジェクト実施にあたり空中写真が不可欠であることから、GSEがプロジェクト開始前に関係機関と調整を行い、空中写真撮影の許可を得ることを協議・合意した。

(3) ステアリングコミッティー

本格調査を実施するにあたり、GSEを議長とするステアリングコミッティーを設置することとし、本格調査にかかる重要事項についてはステアリングコミッティーでの確認・承認を必要とすることとした。最終的なステアリングコミッティーの構成委員については、本格プロジェクト開始前までにJICAエチオピア事務所へ連絡することで先方は了解した。

(4) 技術移転

調査団はオン・ザ・ジョブ・トレーニング及びオフ・ザ・ジョブ・トレーニングを通じて、GSE及びERAに技術移転を行う努力をする。加えて、GSEからはカウンターパートに対する本邦研修の要望が出された。調査団はJICA本部へ伝達する旨伝え、要請が採択された場合には、本邦研修参加人数、分野、期間について本格プロジェクト開始後に協議することとする。

(5) カウンターパート及びプロジェクトチーム

本格プロジェクト開始前までに、GSEはプロジェクトチームを設置し、プロジェクトチームのリーダーはエチオピア側と日本側との調整窓口となることを双方確認した。

(6) 資機材

ア. GSE で所有しているすべての資機材はプロジェクトで活用可能であることを双方確認した。

イ. プロジェクトに必要な資機材は以下のとおりであることを双方確認した。

- ・ 自記水位計 (25 ユニット)
- ・ 雨量計 (2 ユニット)
- ・ 地表伸縮計 (10 ユニット)
- ・ 孔内伸縮計 (20 ユニット)
- ・ 地下水検層機材 (1 ユニット)
- ・ サイスマグログラフ (2 ユニット)
- ・ サイスマグログラフソフトウェア (1 ユニット)
- ・ ピックアップトラック (2 台)
- ・ 安定解析ソフト

ウ. 上記に含まれていない機材 (実験室用機材を含む) の必要性についてはテクニカルコミッティーで判断し、エチオピア側から JICA に対し要請することに双方合意した。

(7) その他

調査団はインセプションレポートの協議を 2010 年 4 月または 5 月に予定していることを明らかにした。

1-6 団長所感

本案件の実施の出発点はアバイ渓谷の地すべりに対して対策工等を行うためには、地すべりのメカニズムを解明する必要があったことにある。そのため、本案件の実施機関である GSE にとっては、「持ち込まれた」案件であり、案件に対するオーナーシップについて一抹の不安があったところであったが、それは杞憂であった。GSE にとっては、地すべりメカニズムの解明は、自らの課題としてこれから能力開発に努めようとしていたところであり、本案件の実施は彼らにとってはまさに渡りに船という状況であった。

一方、地すべり対策を実施する立場にある ERA は、本案件の成果の受益者であることは十分認識しており、本協議にも参加し逐一状況を把握する一方、案件実施中に開催されるステアリングコミッティーには、副総裁レベルで対応するということであった。

本案件の実施にあたっては、最優先の 6 ヶ所の観測を 1 年次に着手することは決めているが、2 年次に新たに着手する観測箇所は GSE との協議の上決定することとしている。また、調査用機材についても当初投入の観測機材は選定しているが、それ以外の必要となる観測・試験用機材については GSE と協議の上で決定することとしている。これらは実際の業務にあたるプロジェクトチームがサイトの状況、GSE の実施能力等についてある程度の時間をかけて把握・検討した上で、GSE 側との十分な協議を経た上で決定したほうが良いと判断したためである。

そのため、案件実施にかかるコンサルタント契約においては、当初契約からの追加や変更が予定されており、タイミングのよい投入を行うためには、プロジェクトチームとの密な連絡調整のうえで、迅速な契約変更手続きが必要となることを認識しておく必要がある。

第2章 当該セクターの概要

2-1 当該セクターの現状と開発計画

「エ」国では全国的に地すべりが発生しているものの、これまで地すべりを専門に対応する実施部署が明確になっていなかったこともあり、全国的な地すべりを含む地質の解明が進んでおらず、地質図は国土の8%しか作成されていないのが現状である。このような現状を踏まえ、「エ」国では2005年から2009年の5年間にかけてジオハザード調査コアプロセス（Geo-hazards Investigation Core Process：GHICP）を実施してきた。GHICPでは地すべり、斜面崩壊、地盤沈下、地質環境、火山及び地震リスク等につき調査を行うために策定されたものである。これら調査を実施し、ジオハザードの技術的かつ社会的なリスクを集約し、発信していくことも重要な要素の一つとなっている。GHICPは現在第2フェーズに入る段階であり、計画の内容が議論されている段階であるが、今後5年間の計画として以下の内容が予定されている。

- ・ アディスアベバの地質図（18,000km²）を完成させる。同地図はインフラストラクチャー開発に携わる民間及び公的機関により活用されることが見込まれる。
- ・ アカカ（Akaka、アディスアベバの南方に位置）及びデッセ（Desse、「エ」国西部の国境地帯、地すべりで有名）の地質図（計36,000km²）を完成させる。
- ・ タルマベル（Tarmaber）地域の地質災害図（25,000分の1及び10,000分の1）を完成させる。これはアディスアベバから「エ」国北部地域をつなぐ幹線道路沿いの地すべりの要因を調査するものである。
- ・ 政府機関に対し各種プロジェクトにおける地質技術及び地質環境に関する技術支援を行う。
- ・ 地震及び火山災害、また地質災害調査の能力を向上させGHICP実施能力を向上させる。
- ・ 国家ジオハザードデータベースを構築する。

これらの計画に基づき、第2フェーズが終わる2015年までにジオハザード地図の範囲を16%まで向上させることが目標とされている。

本プロジェクトでは、ジオハザード地図の作成に加え、調査・解析技術の向上も目的とされていることから、上記のGHICPを補完するものとして位置づけられる。

2-2 我が国の援助動向

JICA 国別事業実施計画（2008年10月改訂）においては、「社会経済インフラ開発」を援助重点分野と位置づけ、「道路・橋梁整備」プログラムのもと、以下の案件を実施している。

- ・ 無償資金協力「第一次幹線道路改修計画（1998-2001）」
- ・ 無償資金協力「第二次幹線道路改修計画（2002-2004）」
- ・ 無償資金協力「第三次幹線道路改修計画（2005-2008）」
- ・ 無償資金協力「アバイ渓谷地すべり対策機材整備計画準備調査（2009-）」
- ・ 無償資金協力「地方橋梁改修計画準備調査（2009-）」
- ・ 技術協力プロジェクト「アテムガナ道路建設機械訓練センタープロジェクト（2002-2006）」
- ・ 技術協力プロジェクト「橋梁維持・管理技術改善（2007-2011）」
- ・ 協力準備調査「アバイ渓谷地すべり対策プロジェクト準備調査（第1次（2009.3-2009.4）、第2次（2009.6-2009.10）、第3次（2010.1-2010.4））」

- ・ 見返り資金「第3次幹線道路改修計画地滑り対応（応急対策、道路復旧）（2008-）」

本件対象サイトであるアバイ溪谷については、「第三次幹線道路改修計画」により道路及び橋梁の整備を行ったものの、同区間のうちゴハチオン〜デジェン間において深刻な地すべりが発生し、その都度無償資金協力事業を受注した建設業者が対応していた。しかしながら、供用後は「エ」国側で地すべりに対応する必要性が生じたものの、そのような地すべり対策にかかる技術を「エ」国は持ち合わせていなかったことから、一連の地すべりにかかる協力要請を「エ」国は我が国に求めた。

これを受け JICA は「アバイ溪谷地すべり対策プロジェクト準備調査」を行い、地すべりに対する支援計画を検討し、①「エ」国レンタル機材活用にかかる技術支援、②地すべり対策にかかる建設機材の調達、③地すべり発生メカニズム解明にかかる調査、等の計画および実施を行っている段階である。これら支援計画において、本プロジェクトは③地すべり発生メカニズム解明を行うものである。

2-3 他ドナー等の支援状況

プロジェクト実施機関に対して、現在技術支援等を行っている他ドナー等は存在していない。GSE に対するこれまでの他ドナーによる協力を以下に示す。

表3 他ドナー等の支援状況

プロジェクト名	実施機関	実施年
Training Project for Mineral Exploration and Geological Mapping	UNDP	1985-1989
Airborne Geophysical Project Western Ethiopia	NORAD	1996
The Ethionor Mineral Resource Program	NORAD	1996-2001
Water Resources Management and Environmental Protection Studies of the Temma Basin	The Czech Republic	2006-2009

(出展：調査団作成)

第3章 アバイ渓谷の現状

3-1 アバイ渓谷の現状

「エ」国全域の地質図は図1とおおりである。アバイ渓谷地すべり対策プロジェクト準備調査でも指摘されているとおり、「エ」国では地質的問題を有している土地が多数あり、アバイ渓谷のみならず、他地域においても地すべり問題が頻発している。同国で認識されている地すべり発生地は図2のとおりである。

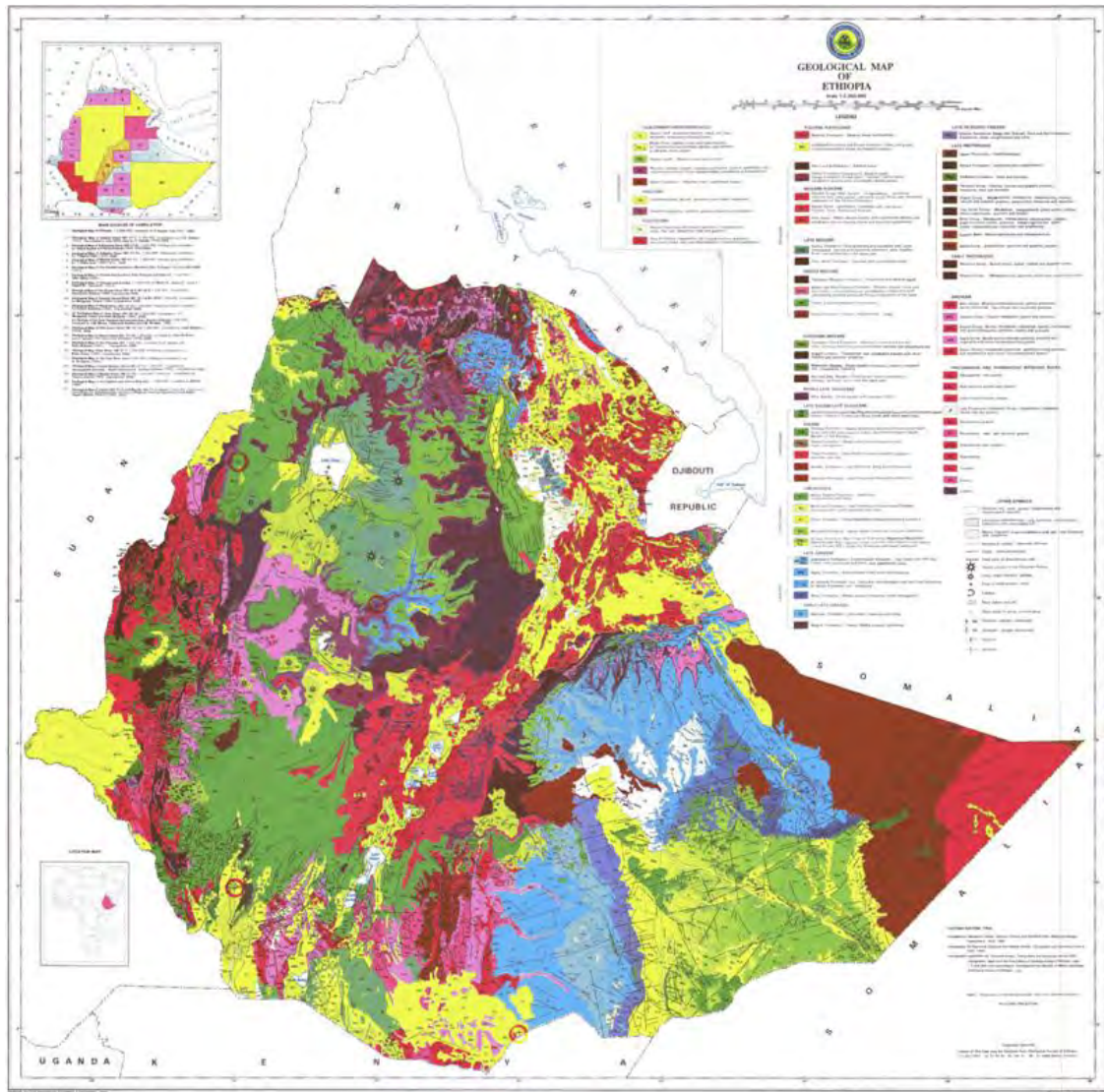


図1 エチオピア地質図

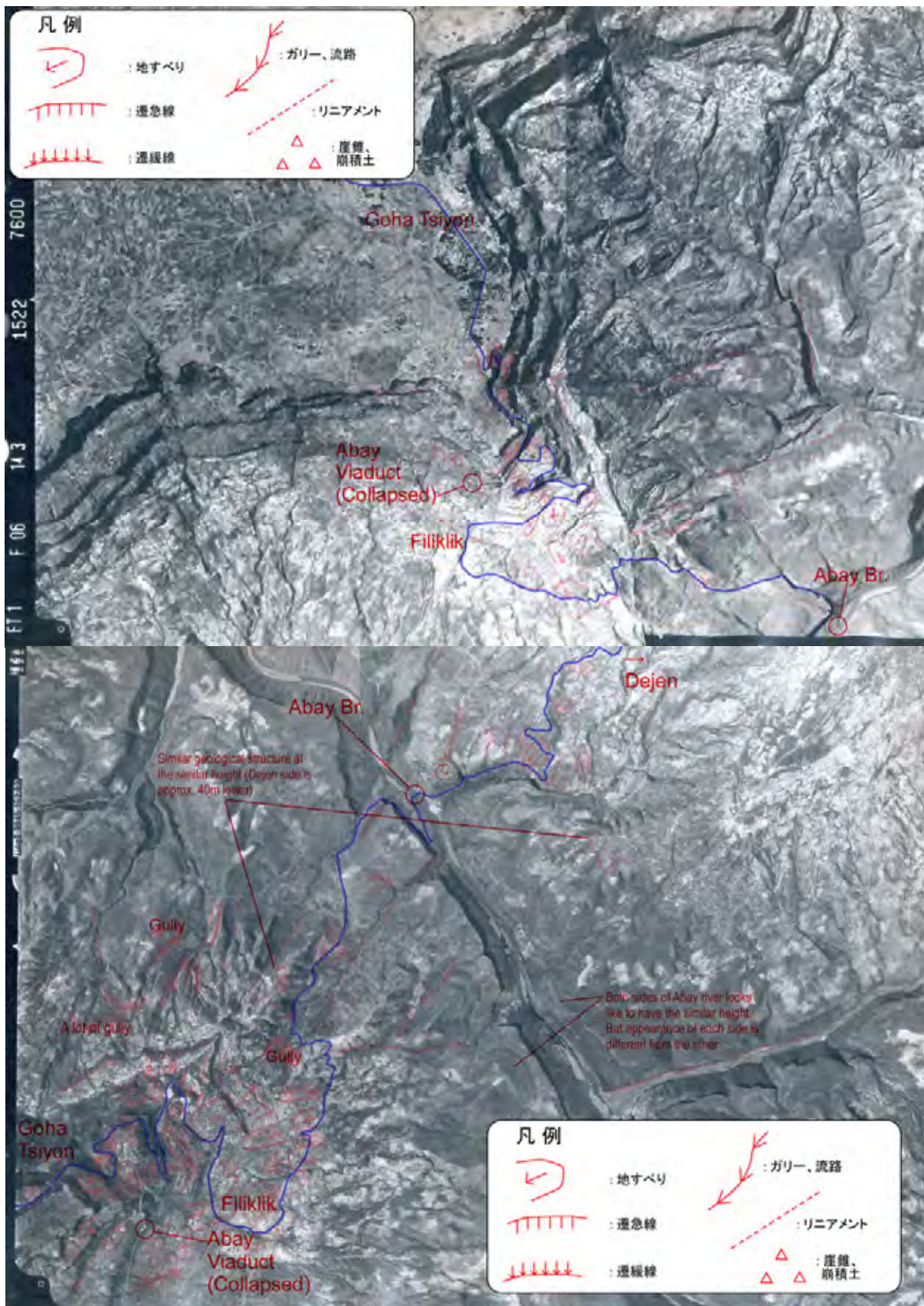
(出展：GSE)

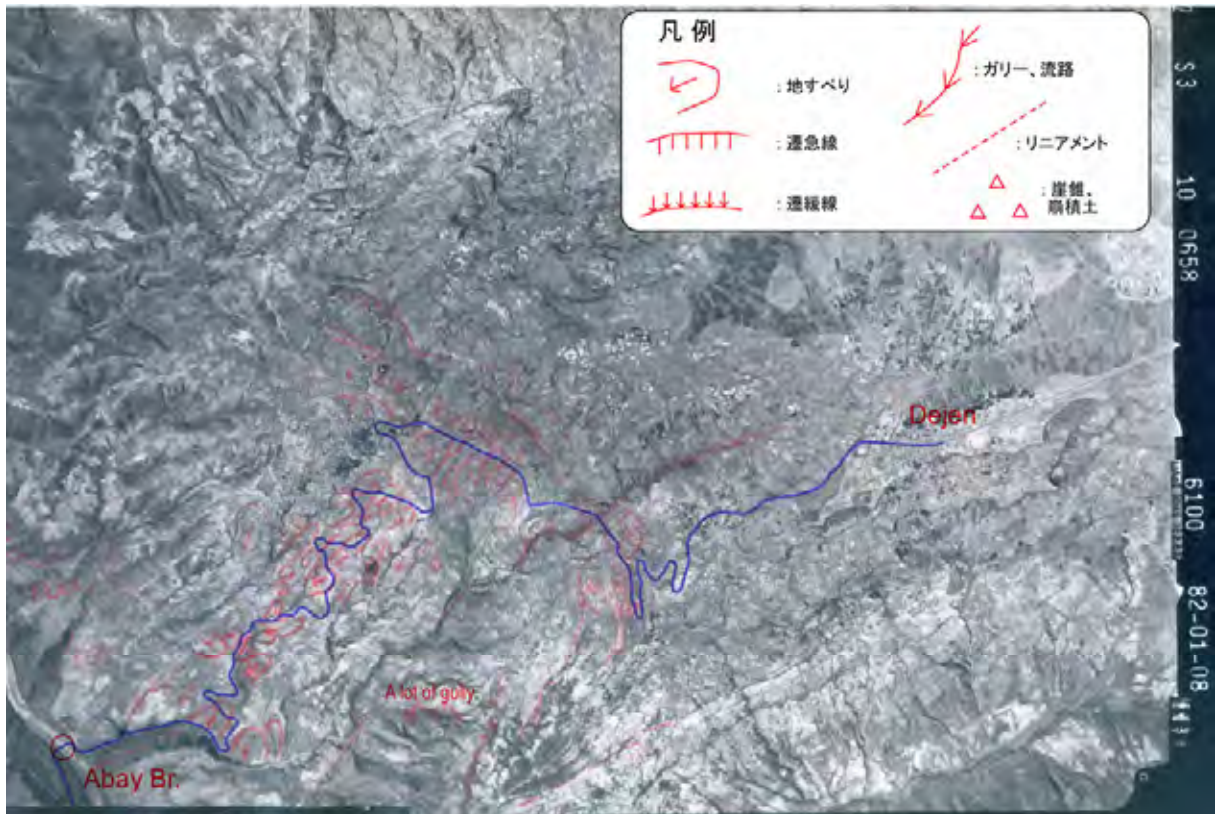


図2 地すべり発生地帯（丸で囲んだ箇所）

（出展：ERA 資料より作成）

これらの中でもアバイ渓谷はスーダンに抜ける国道3号線に位置しており、国家戦略的観点から見ても、重要な場所に存在している。同地域の空中写真は以下のとおりである。





(出展：「アバイ溪谷地すべり対策プロジェクト準備調査」報告書)

写真1 空中写真

今次調査においては、ゴハチオン～デジェン間における地質・地すべり状況について、調査時期が乾季であったことから、「アバイ溪谷地すべり対策プロジェクト準備調査（2009年6月～10月）」実施時の状況と比して、特段の大きな変容は見られない。よって、詳細な状況については同調査報告書を参照されたいが、同調査実施時から状況が変化しているもののみ抽出し、以下に述べる。

ステーション1

当初道路線形が地すべり発生により滑落し、内側に切り込んだ形で線形変更が行われている。今次調査時にはさらに同線形から ERA がレンタルした建設機械（ホイールローダ、グレーダ、エクスカベータ、ブルドーザ等）により内側に切り込む線形変更を行っている段階であった。しかしながら、現地での聞き取りによれば、施工者が特段の設計なしに線形変更を行っているとのことであり、更なる地すべり発生の危険性が生じている。本ステーションでは、切土・盛土をすることにより山側もしくは谷側に何らかの形で影響を及ぼし、土工事を行うことで地すべりが引き起こされる状況が生じている。なお、ERA がレンタルした機材は表4のとおりである。



写真2 ステーション1における線形変更の状況

表4 地すべり対策レンタル機材

No.	Equipment Type	Total Required working Months	Total Required Equipment
1	Dozer	8	5
2	Grader	3	2
3	Loader	8	4
4	Excavator	6	2
5	Roller	3	2
6	Dump Truck	8	15
7	Water Truck	3	2
8	Hand tools	—	—
9	Small Vehicle	8	3

(出展：「アバイ溪谷地すべり対策プロジェクト準備調査」報告書)

ステーション5

山側に多量の水が集中しており、それが原因の一つとして地すべりが発生している。湧水も目視で複数確認できる程度あり、地下水調査が必要となる。加えて、落下寸前の巨石も崖上部に存在しており、落石シミュレーション等を行い、対策工につなげていく必要がある。



写真3 ステーション5の地すべり発生状況



写真4 ステーション5の不安定な巨石

ステーション 22

協力準備調査時から特段の変化は見られないものの、地すべり端部が急峻な崖となっており、既存線形の維持は困難と考えられる。大胆な線形変更も考慮しつつ、地質調査を実施する必要がある。



写真5 ステーション 22 の地すべり状況

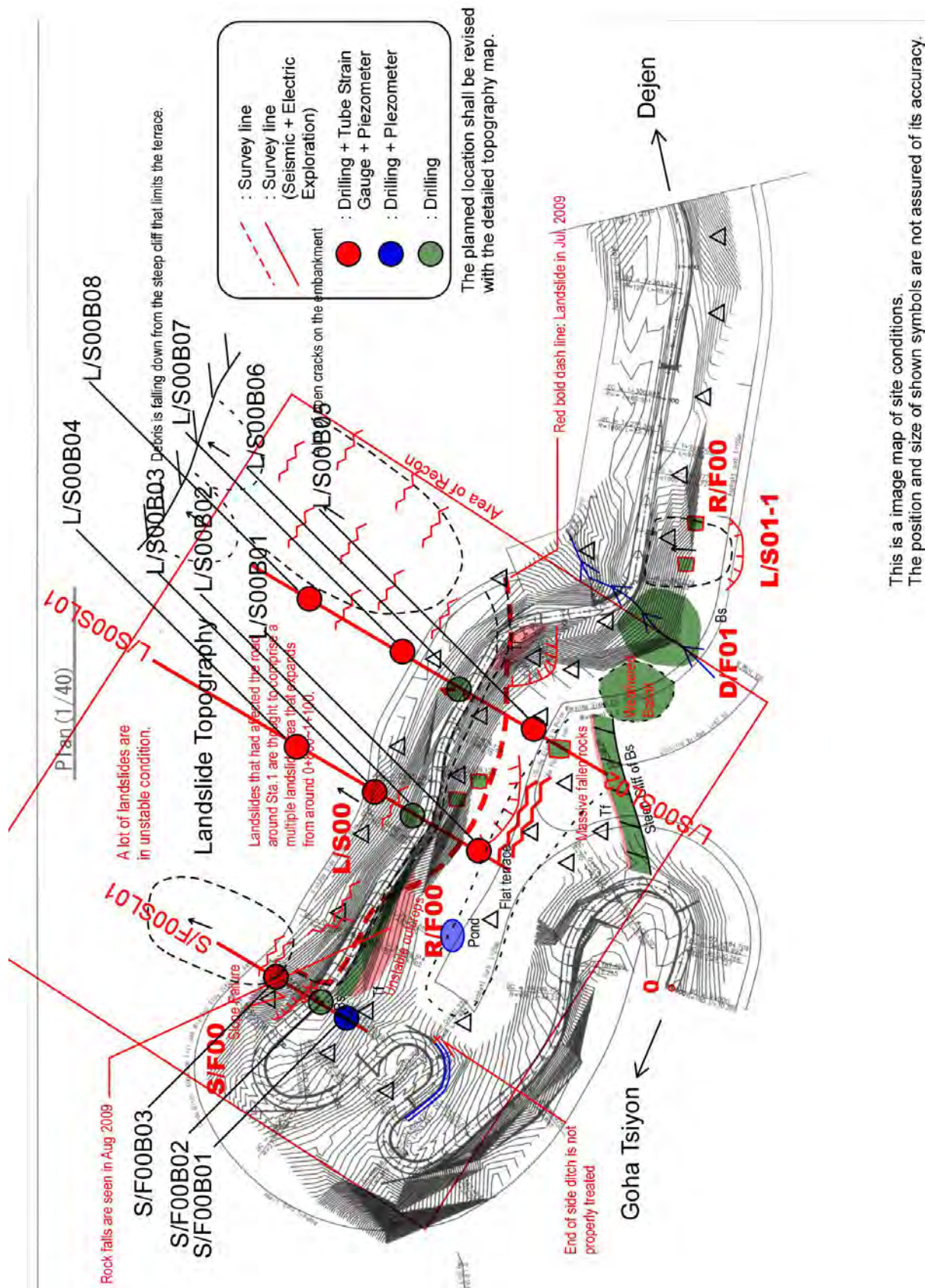
協力準備調査時と比して、亀裂及び段差が広がっている状況である。地山からの湧水が影響の一つと考えられる。ERAにより破砕部に石をつめ、緊急的な仮補修を行っている状況である。



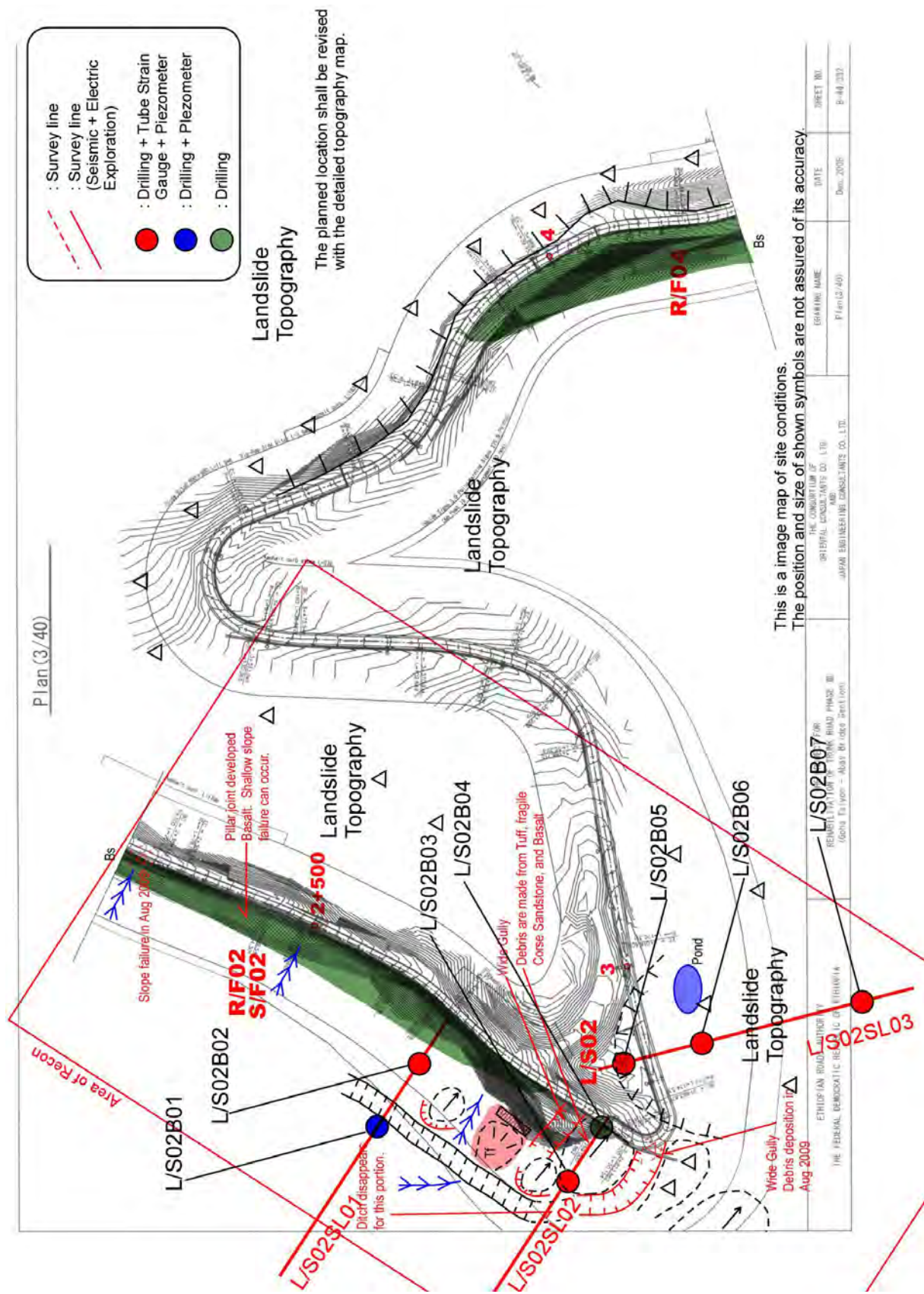
写真6 ステーション 28 の亀裂及び段差

3-2 地すべり調査計画

これらのアバイ溪谷の地すべり状況を踏まえると、地すべり発生毎の緊急対策では限界があり、適切な対策工を施すためには、綿密な調査が必要となる。道路機能を維持するためには一日も早い調査が必要であり、特に大規模な地すべりが想定されるステーション1（0+700～1+100）、ステーション4（4+800～5+500）、ステーション20（20+400～20+600）、ステーション21（21+850～22+100）を優先的に調査し、その他の調査サイトについては、雨季の状況を確認した上で、追加的な調査の実施の有無を判断すべきである。以下にこれらサイトを含む調査計画（案）を示す。

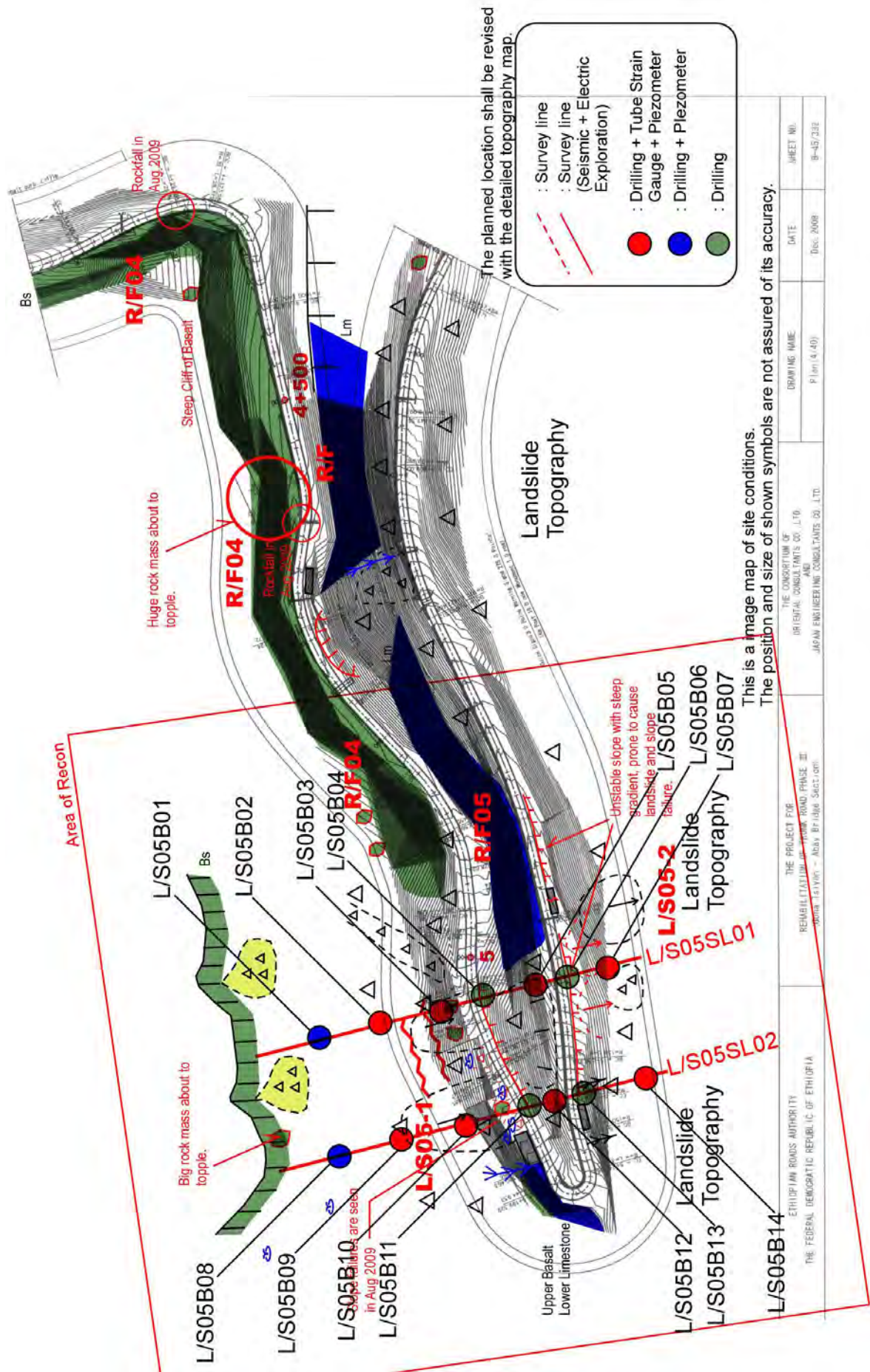


ステーション 0+700~1+160



This is a image map of site conditions.
The position and size of shown symbols are not assured of its accuracy

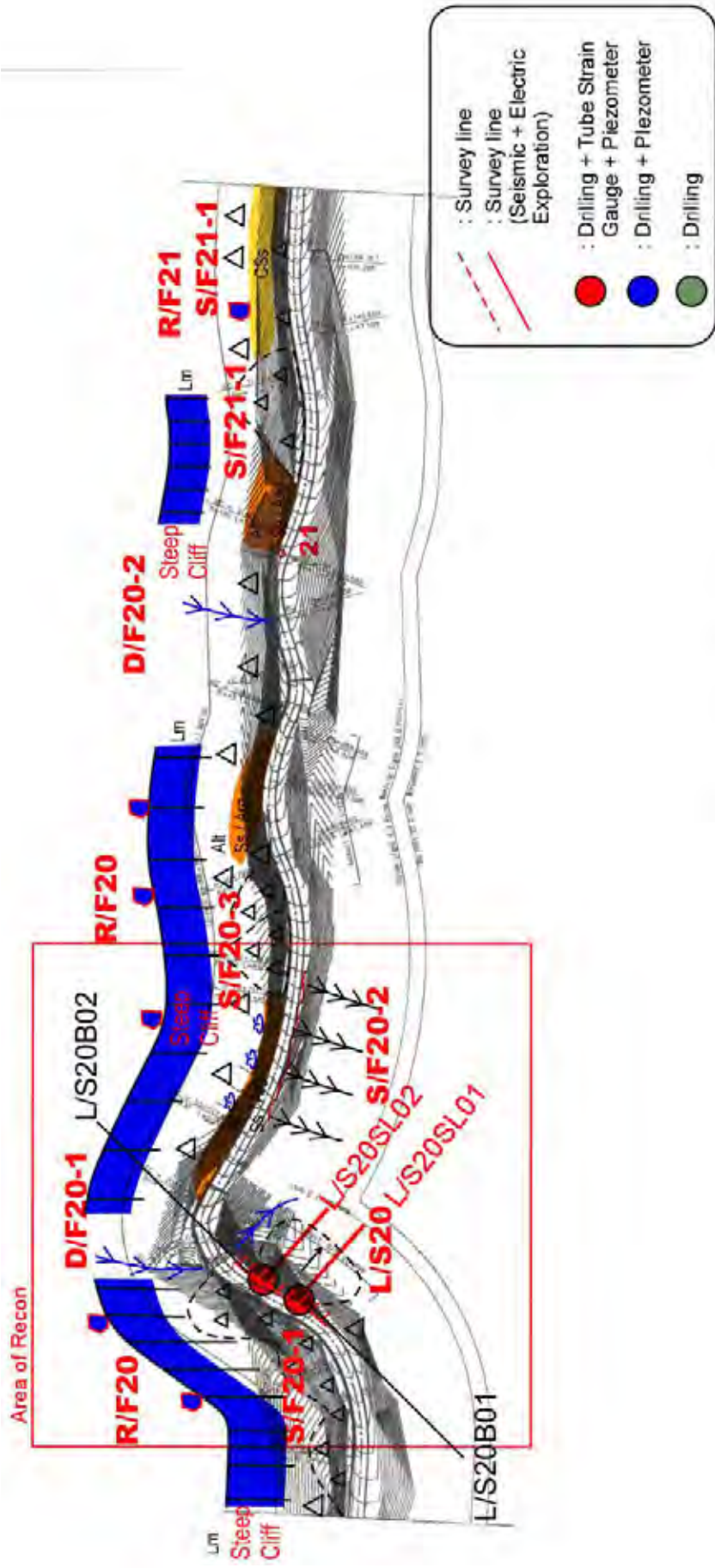
ステーション 2+100~3+100



This is a image map of site conditions.
The position and size of shown symbols are not assured of its accuracy.

THE PROJECT FIVE REHABILITATING OF HIGHWAY ROAD PHASE III JORDAN HIGHWAY - Addis Ababa Branch Section	THE CONSORTIUM OF ORIENTAL CONSULTANTS CO., LTD. AND JAPAN ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.	DRAWING NAME Plan (4/40)	DATE Dec. 2008	SHEET NO. 9-45/232
ETHIOPIAN ROADS AUTHORITY THE FEDERAL DEMOCRATIC REPUBLIC OF ETHIOPIA				

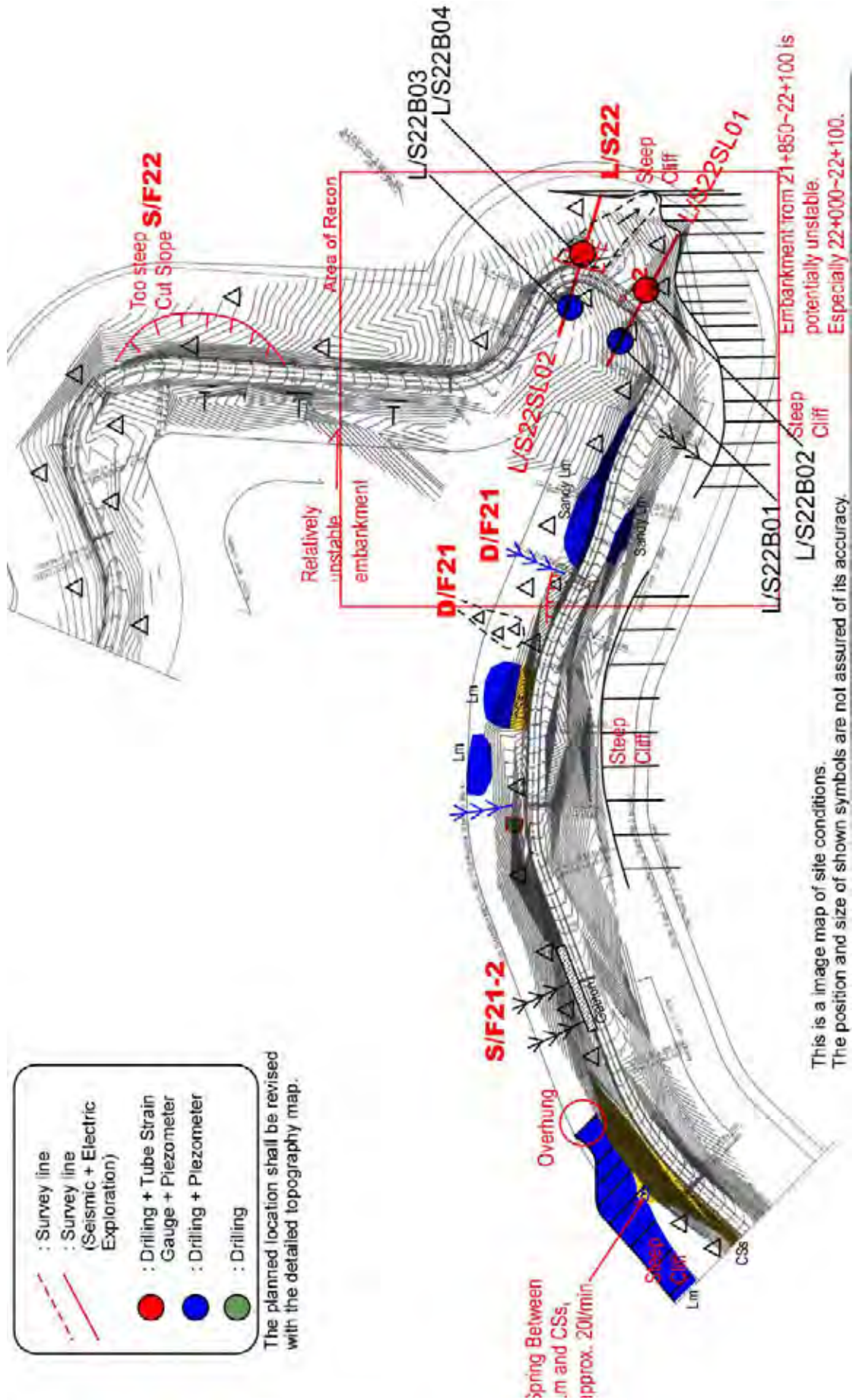
ステーション 3+900~5+500



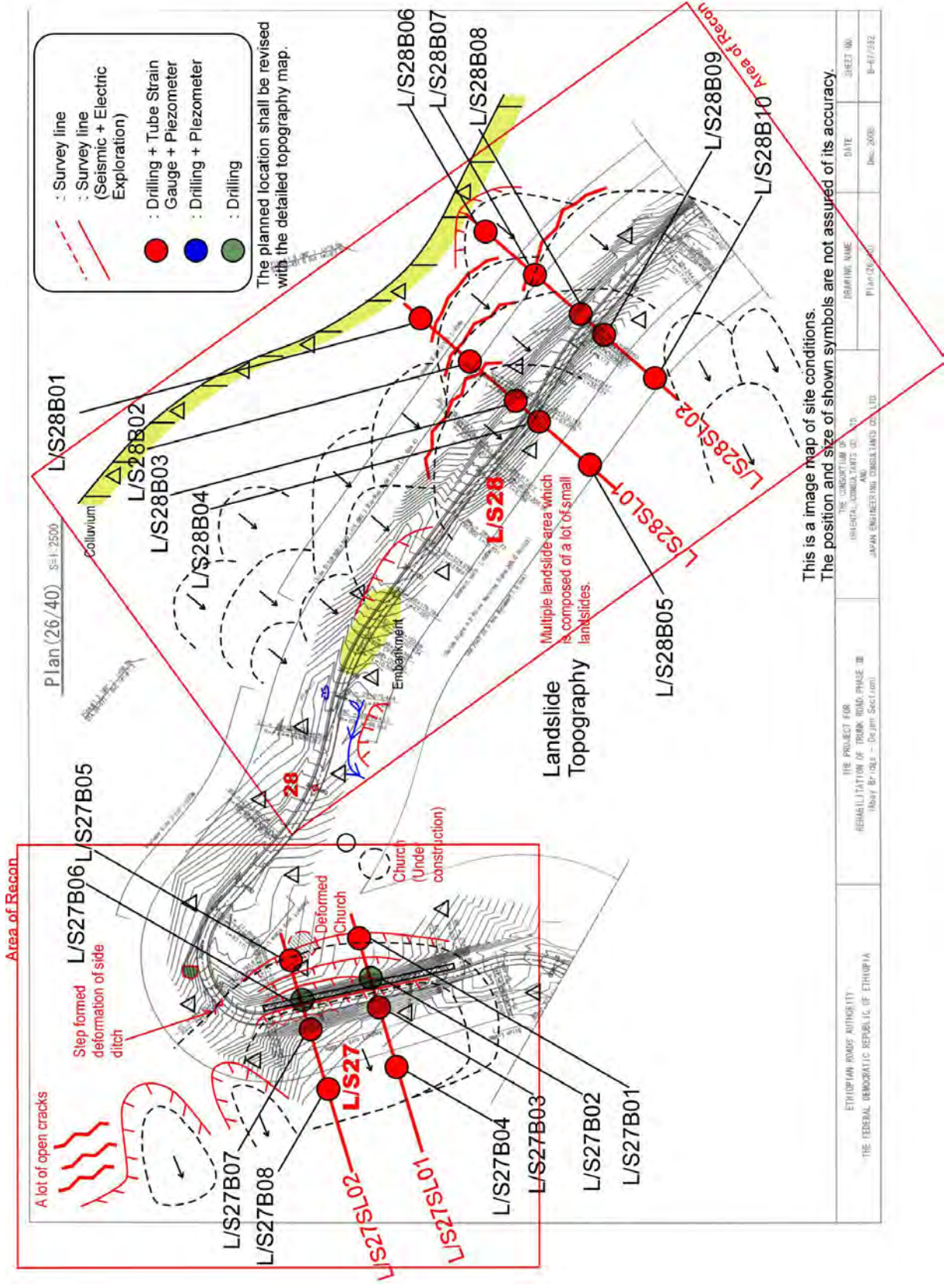
The planned location shall be revised with the detailed topography map.

This is a image map of site conditions.
The position and size of shown symbols are not assured of its accuracy.

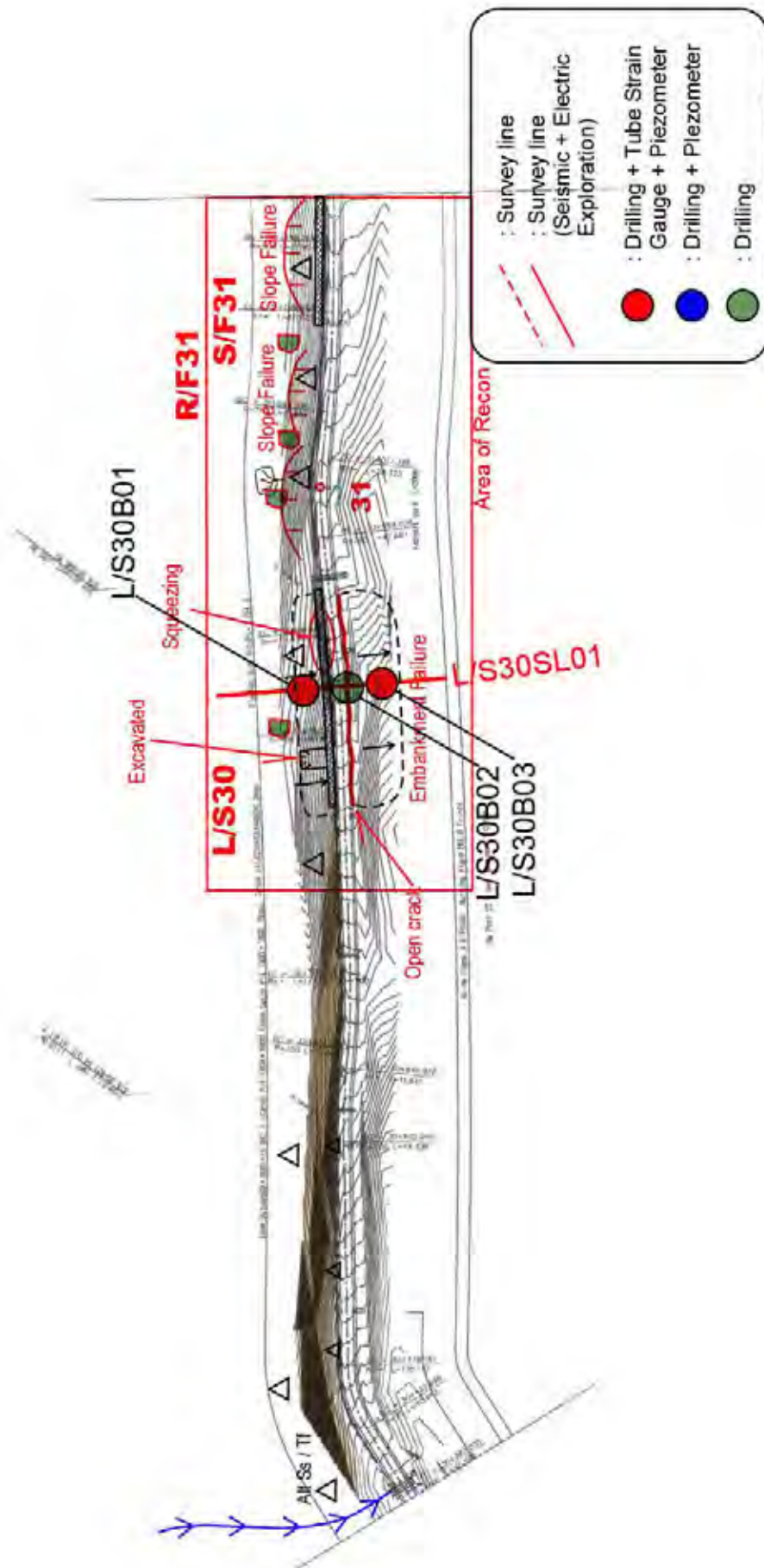
ステーション 20+400~20+900



ステーション 21+700~22+100



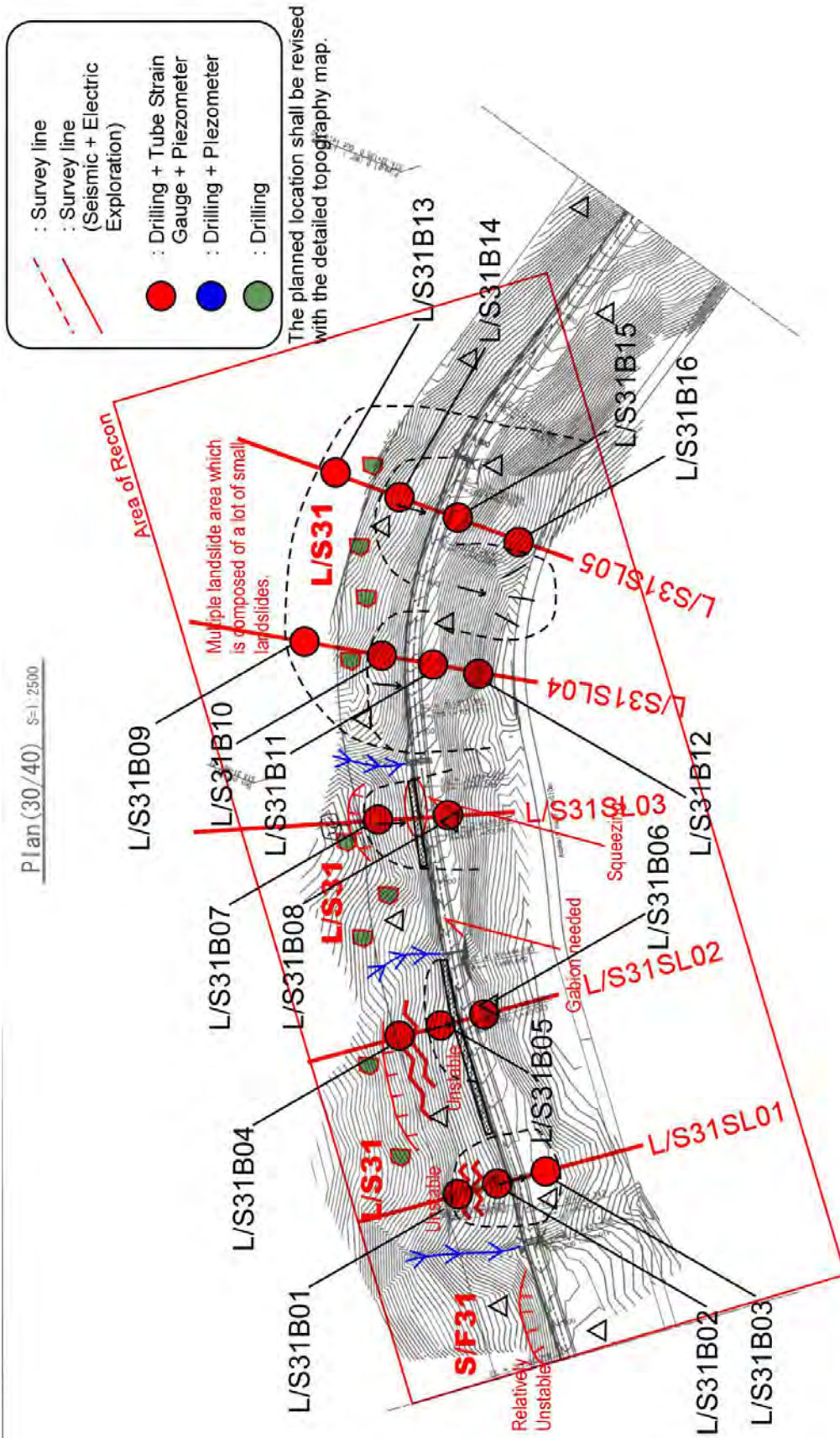
ステーション 27+500~28+600



The planned location shall be revised with the detailed topography map.

This is a image map of site conditions.
The position and size of shown symbols are not assured of its accuracy.






ステーション 30+800~31+260



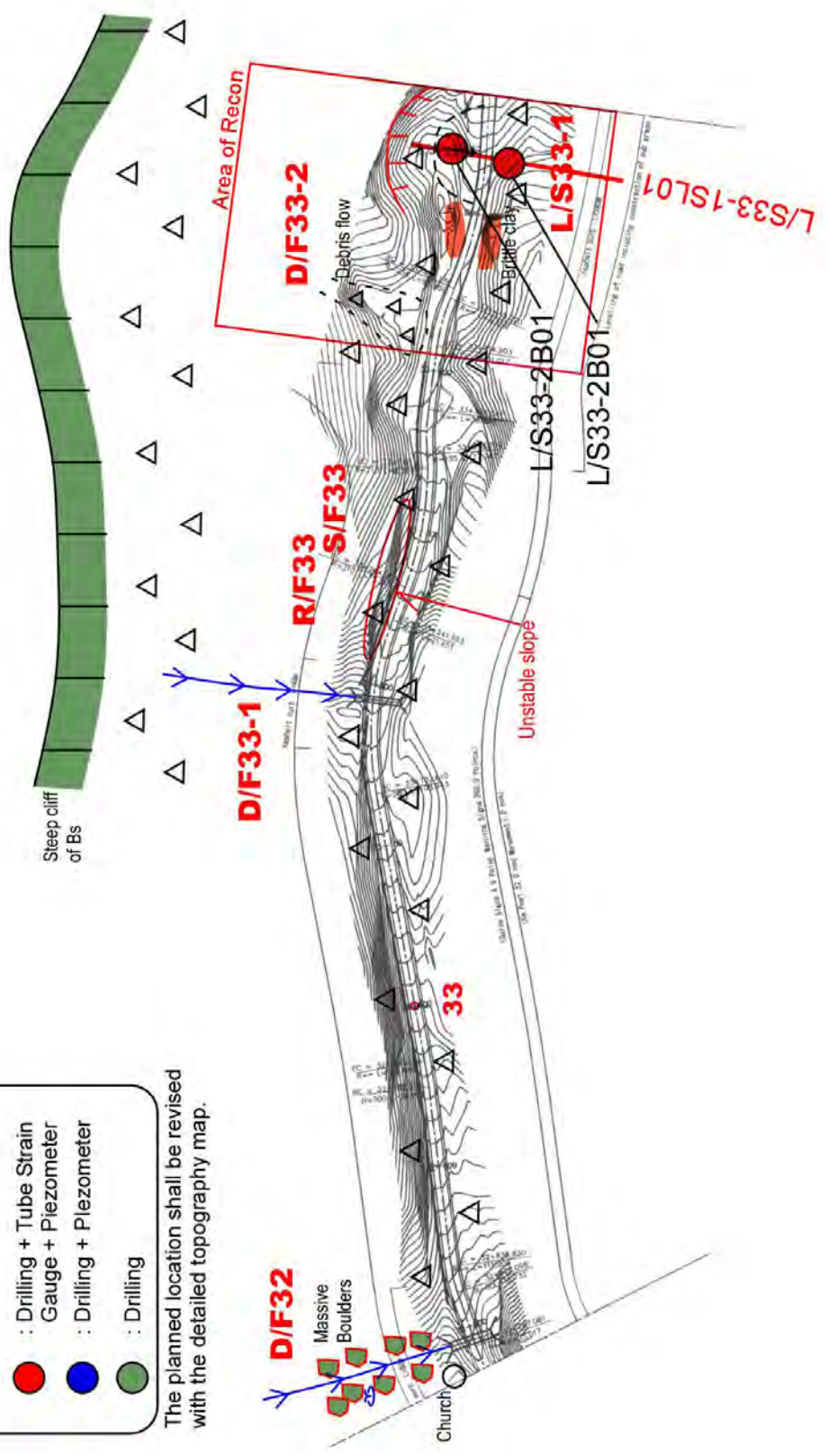
ステーション 31+0 ~31+820

This is a image map of site conditions.
The position and size of shown symbols are not assured of its accuracy.

Plan (32/40) S=1:2500

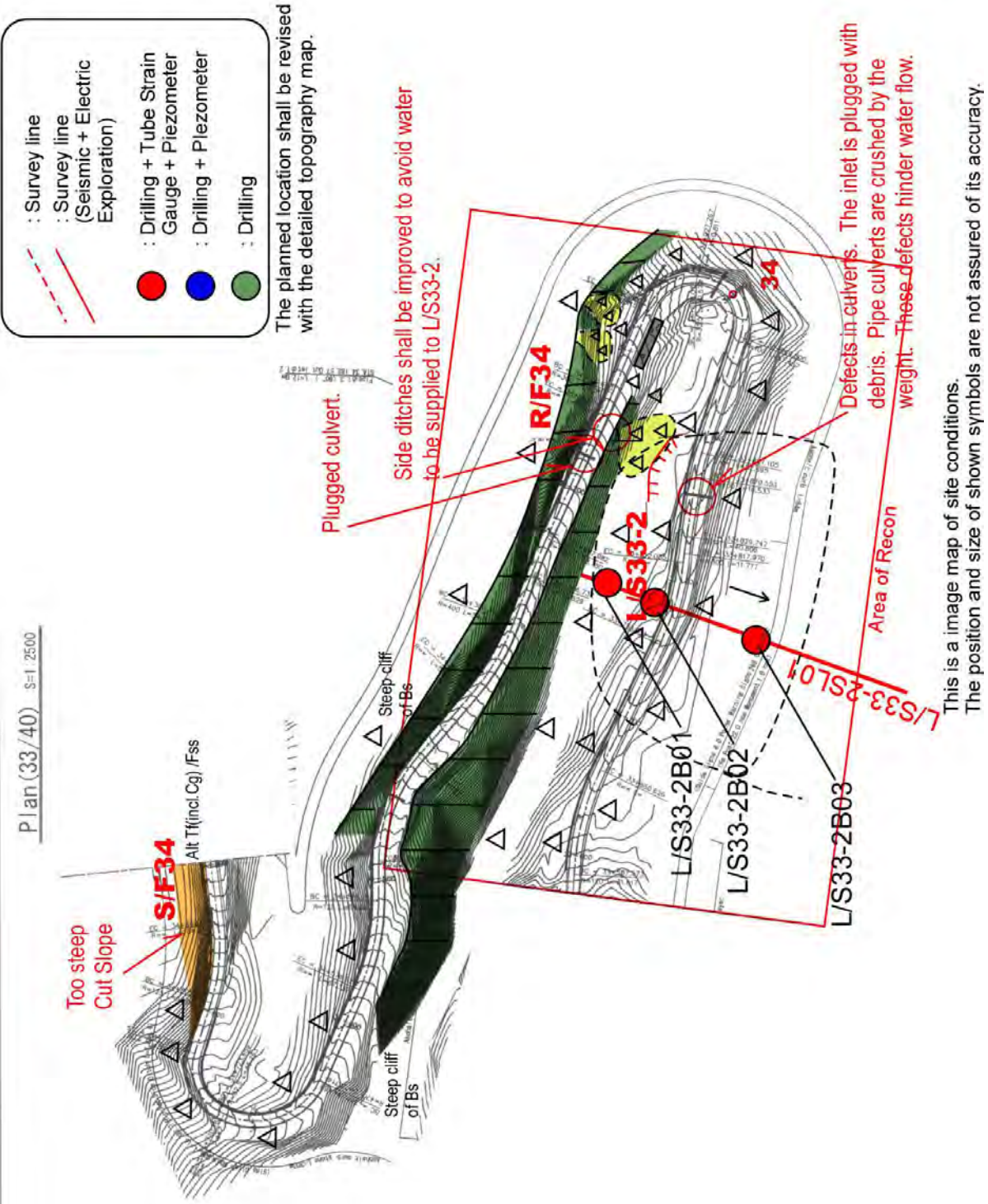
-  : Survey line
-  : Survey line (Seismic + Electric Exploration)
-  : Drilling + Tube Strain Gauge + Piezometer
-  : Drilling + Piezometer
-  : Drilling

The planned location shall be revised with the detailed topography map.

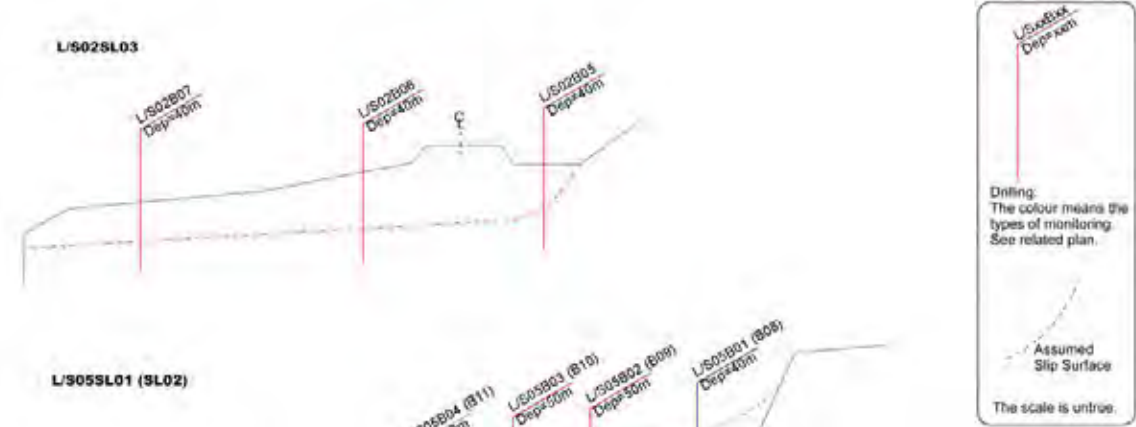
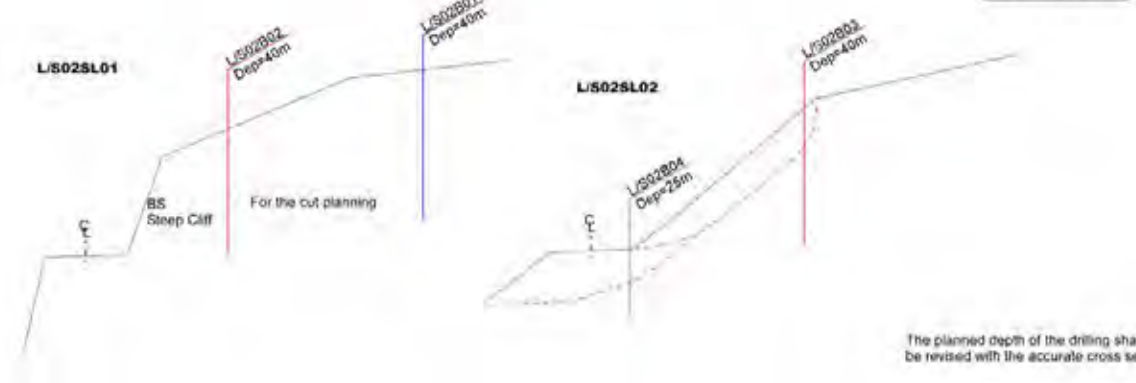
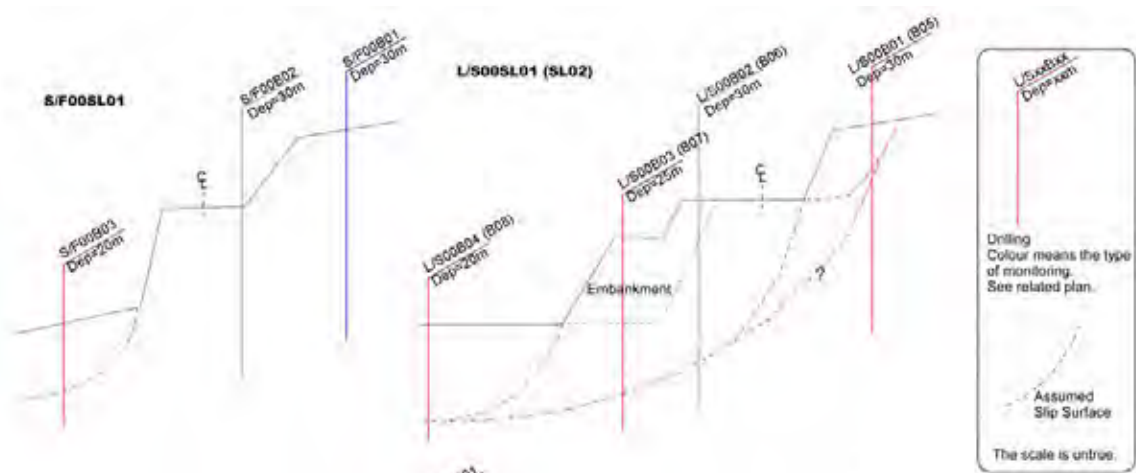


ステーション 33+180~33+900

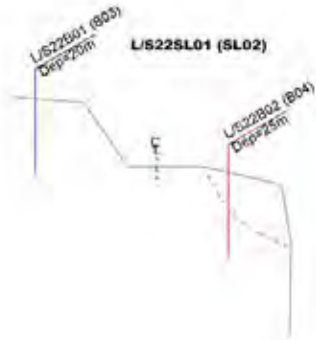
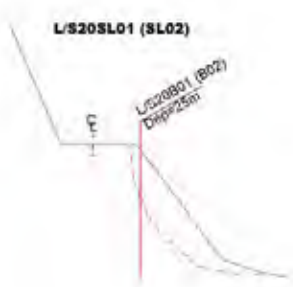
This is a image map of site conditions.
The position and size of shown symbols are not assured of its accuracy.



ステーション 33+700~34+500



The planned depth of the drilling shall be revised with the accurate cross sections.

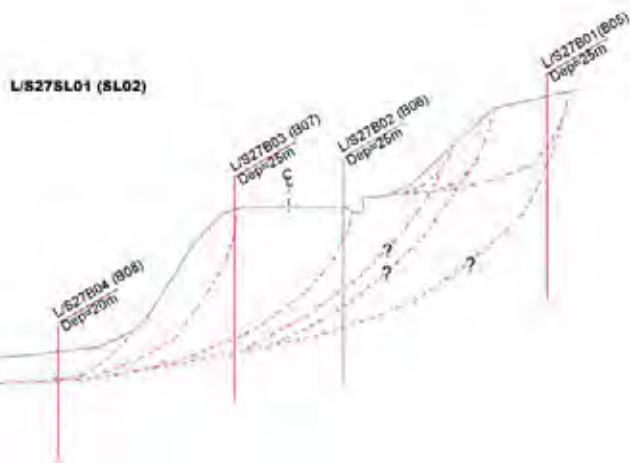


L/S20B01
Depth: 25m

Drilling:
The colour means the types of monitoring.
See related plan.

Assumed
Slip Surface

The scale is untrue.



The planned depth of the drilling shall be revised with the accurate cross sections.

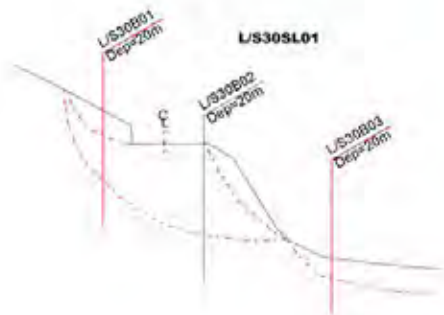


L/S28B01
Depth: 25m

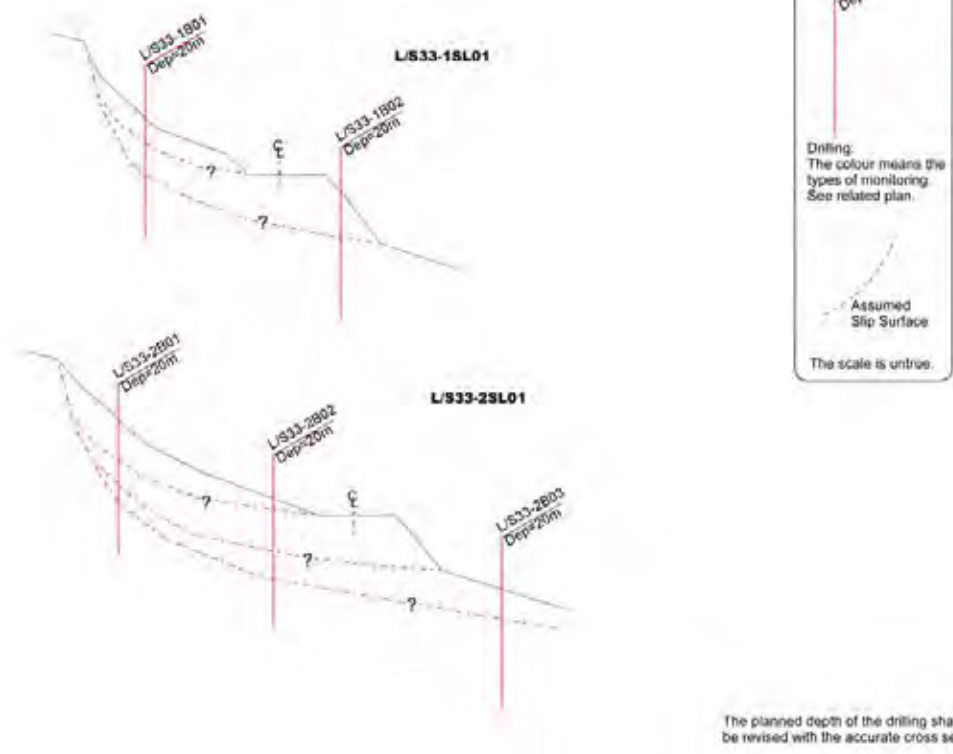
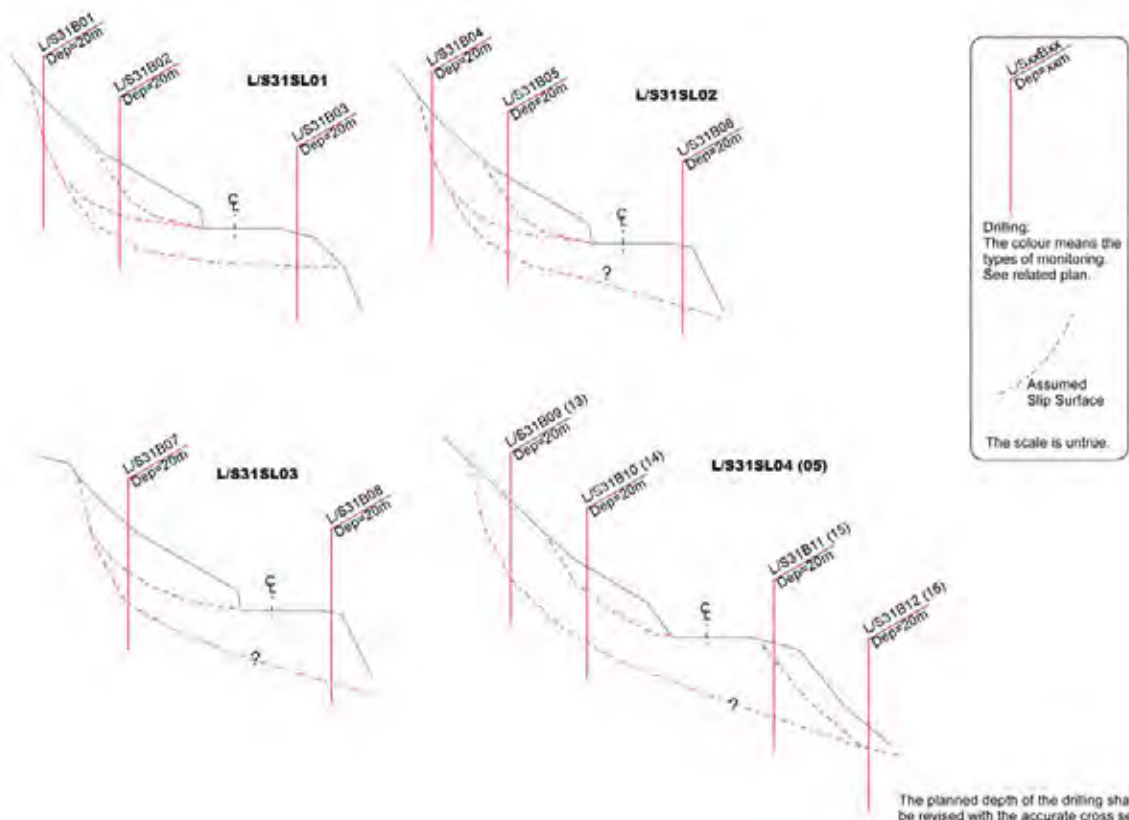
Drilling:
The colour means the types of monitoring.
See related plan.

Assumed
Slip Surface

The scale is untrue.



The planned depth of the drilling shall be revised with the accurate cross sections.



(Draft) Quantities of Drilling Investigation for Abay Gorge

Priority	Section	Survey Line Number	Borehole Number	Gradient of the site*	Core Drilling (m)			SPT (number)			Non Core Drilling for Monitoring Well (m)**			Installation of Equipment (m)***		Monitoring (monthly)***		
					Colluvium	Rock	Total	Colluvium	Rock	Total	Colluvium	Rock	Total	Tube Strain Gauge	Screen Pipe (+ Waterlevel Recorder)	Tube Strain Gauge	Waterlevel Observation	
1st	S/F00	S/F00SL01	S/F00B01	Gentle Slope	20	10	30	13	2	15				30			12	
			S/F00B02	Flat (Road Shoulder)	20	10	30	13	2	15								
			S/F00B03	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	12
1st	L/S00	L/S00SL01	L/S00B01	Gentle Slope	15	15	30	10	2	12	15	15	30	30	30	12	12	
			L/S00B02	Flat (Road Shoulder)	25	5	30	17	2	19								
			L/S00B03	Flat (Embankment)	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12	12
			L/S00B04	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	12
		L/S00B05	Steeper Slope	15	15	30	10	2	12	15	15	30	30	30	12	12	12	
		L/S00B06	Flat (Road Shoulder)	25	5	30	17	2	19									
		L/S00B07	Flat (Embankment)	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12	12	
		L/S00B08	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	12	
	L/S02	L/S02SL01	L/S02B01	Gentle Slope	10	30	40	7	2	9				40			12	
			L/S02B02	Steeper Slope	10	30	40	7	2	9	10	30	40	40	40	12	12	
		L/S02SL02	L/S02B03	Steeper Slope	10	30	40	7	2	9	10	30	40	40	40	12	12	
		L/S02B04	Flat (Road Shoulder)	15	10	25	10	2	12									
1st	L/S05	L/S05SL01	L/S05B05	Flat	30	10	40	20	2	22	30	10	40	40	40	12	12	
			L/S05B06	Gentle Slope	30	10	40	20	2	22	30	10	40	40	40	12	12	
			L/S05B07	Gentle Slope	30	10	40	20	2	22	30	10	40	40	40	12	12	
			L/S05B01	Flat	20	20	40	13	2	15					40			12
			L/S05B02	Flat	40	10	50	27	2	29	40	10	50	50	50	12	12	
			L/S05B03	Steeper Slope	40	10	50	27	2	29	40	10	50	50	50	12	12	
			L/S05B04	Flat (Road Shoulder)	40	10	50	27	2	29								
		L/S05B05	Gentle Slope	40	10	50	27	2	29	40	10	50	50	50	12	12		
		L/S05B06	Flat (Road Shoulder)	40	10	50	27	2	29									
		L/S05B07	Gentle Slope	15	15	30	10	2	12	15	15	30	30	30	12	12	12	
		L/S05B08	Flat	20	20	40	13	2	15					40			12	
		L/S05B09	Flat	40	10	50	27	2	29	40	10	50	50	50	12	12	12	
		L/S05B10	Steeper Slope	40	10	50	27	2	29	40	10	50	50	50	12	12	12	
		L/S05B11	Flat (Road Shoulder)	40	10	50	27	2	29									
L/S05B12	Gentle Slope	40	10	50	27	2	29	40	10	50	50	50	12	12	12			
L/S05B13	Flat (Road Shoulder)	40	10	50	27	2	29											
L/S05B14	Gentle Slope	15	15	30	10	2	12	15	15	30	30	30	12	12	12			

(Draft) Quantities of Drilling Investigation for Abay Gorge

Priority	Section	Survey Line Number	Borehole Number	Gradient of the site*	Core Drilling (m)			SPT (number)			Non Core Drilling for Monitoring Well (m)**			Installation of Equipment (m)***		Monitoring (month)****	
					Colluvium	Rock	Total	Colluvium	Rock	Total	Colluvium	Rock	Total	Tube Strain Gauge	Screen Pipe (+ Waterlevel Recorder)	Tube Strain Gauge	Waterlevel Observation
1st	L/S20	L/S20SL01	L/S20B01	Gentle Slope	15	10	25	10	2	12	15	10	25	25	25	12	12
		L/S20SL02	L/S20B02	Gentle Slope	15	10	25	10	2	12	15	10	25	25	25	12	12
1st	L/S22	L/S22SL01	L/S22B01	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12				20			12
		L/S22SL01	L/S22B02	Gentle Slope	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12
		L/S22SL02	L/S22B03	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12				20			12
		L/S22SL02	L/S22B04	Gentle Slope	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12
	L/S27	L/S27B01	L/S27B01	Gentle Slope	15	10	25	10	2	12	15	10	25	25	25	12	12
		L/S27SL01	L/S27B02	Flat (Road Shoulder)	20	5	25	13	2	15							
		L/S27SL01	L/S27B03	Sleeper Slope	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12
		L/S27SL01	L/S27B04	Gentle Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12
		L/S27SL01	L/S27B05	Gentle Slope	15	10	25	10	2	12	15	10	25	25	25	12	12
	L/S27SL02	L/S27B06	Flat (Road Shoulder)	20	5	25	13	2	15								
	L/S27SL02	L/S27B07	Sleeper Slope	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12	
	L/S27SL02	L/S27B08	Gentle Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12	
	L/S27SL02	L/S28B01	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
	L/S27SL02	L/S28B02	Gentle Slope	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12	
L/S28	L/S28SL01	L/S28B03	Gentle Slope	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12	
	L/S28SL01	L/S28B04	Gentle Slope	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12	
	L/S28SL01	L/S28B05	Gentle Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12	
	L/S28SL01	L/S28B06	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
	L/S28SL01	L/S28B07	Gentle Slope	20	5	25	13	2	15	20	5	25	25	25	12	12	
L/S30	L/S30SL01	L/S30B01	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
	L/S30SL01	L/S30B02	Flat (Road Shoulder)	15	5	20	10	2	12								
	L/S30SL01	L/S30B03	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	

(Draft) Quantities of Drilling Investigation for Abay Gorge

Priority	Section	Survey Line Number	Borehole Number	Gradient of the site*	Core Drilling (m)			SPT (number)			Non Core Drilling for Monitoring Well (m)**			Installation of Equipment (m)***			Monitoring (month)***	
					Colluvium	Rock	Total	Colluvium	Rock	Total	Colluvium	Rock	Total	Tube Strain Gauge	Screen Pipe (+ Waterlevel Recorder)	Tube Strain Gauge	Waterlevel Observation	
																		Tube Strain Gauge
			L/S31B01	Sleeper Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12	
		L/S31SL01	L/S31B02	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S31B03	Gentle Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12	
			L/S31B04	Sleeper Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12	
		L/S31SL02	L/S31B05	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S31B06	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
	L/S31		L/S31B07	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
		L/S31SL03	L/S31B08	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S31B09	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S31B10	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
		L/S31SL04	L/S31B11	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S31B12	Sleeper Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12	
			L/S31B13	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S31B14	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
		L/S31SL05	L/S31B15	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S31B16	Sleeper Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12	
	L/S33-1	L/S33-1SL01	L/S33-1B01	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S33-1B02	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
	L/S33-2	L/S33-2SL01	L/S33-2B01	Sleeper Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S33-2B02	Gentle Slope	15	5	20	10	2	12	15	5	20	20	20	12	12	
			L/S33-2B03	Gentle Slope	10	10	20	7	2	9	10	10	20	20	20	12	12	
					1540	695	2235	1029	160	1189	1140	520	1660	1850				
					775	295	1070	518	62	580	455	175	630	780				
					Total													
					Total of 1st priority													

*. This condition decides the feasibility of the drilling works. As track loaded or self-propelled drill rigs often cannot drill on sleeper slopes.

** Bore hole for monitoring well shall be drilled in case tube strain gauge will be installed to the main borehole.

*** Each monitoring plan shall be revised based on the actual condition of the boreholes, the monitoring period as well.

As a water level recorder is a costly equipment, the monitoring well for that shall be reviewed in case allocated budgets are short.

In case a water level recorder is not installed, that monitoring well shall be observed routinely (Once a week or two weeks) by a manual water level gauge.

Boreholes located on road shoulder are excluded from the monitoring plan due to safety reasons, but if conditions allow, monitoring at the concerning boreholes shall be reconsidered.

Installation of a utility hole (with a lock) at the top of the borehole can provide a safe place for monitoring equipments, away from the damages by the traffic and thefts.

Note:

This plan is established under following assumptions:

1) This plan shall be revised after detailed maps are available.

2) The targets of this plan are the 14 landslide sections which are highly prioritized by the screening.

3) According to the preliminary reconnaissance based on the insufficient as-built maps, most landslides are classified as "debris landslides". This plan is based on this assumption.

After detailed maps are available, in case massive landslides can be assumed, deep drilling investigations shall be added properly.

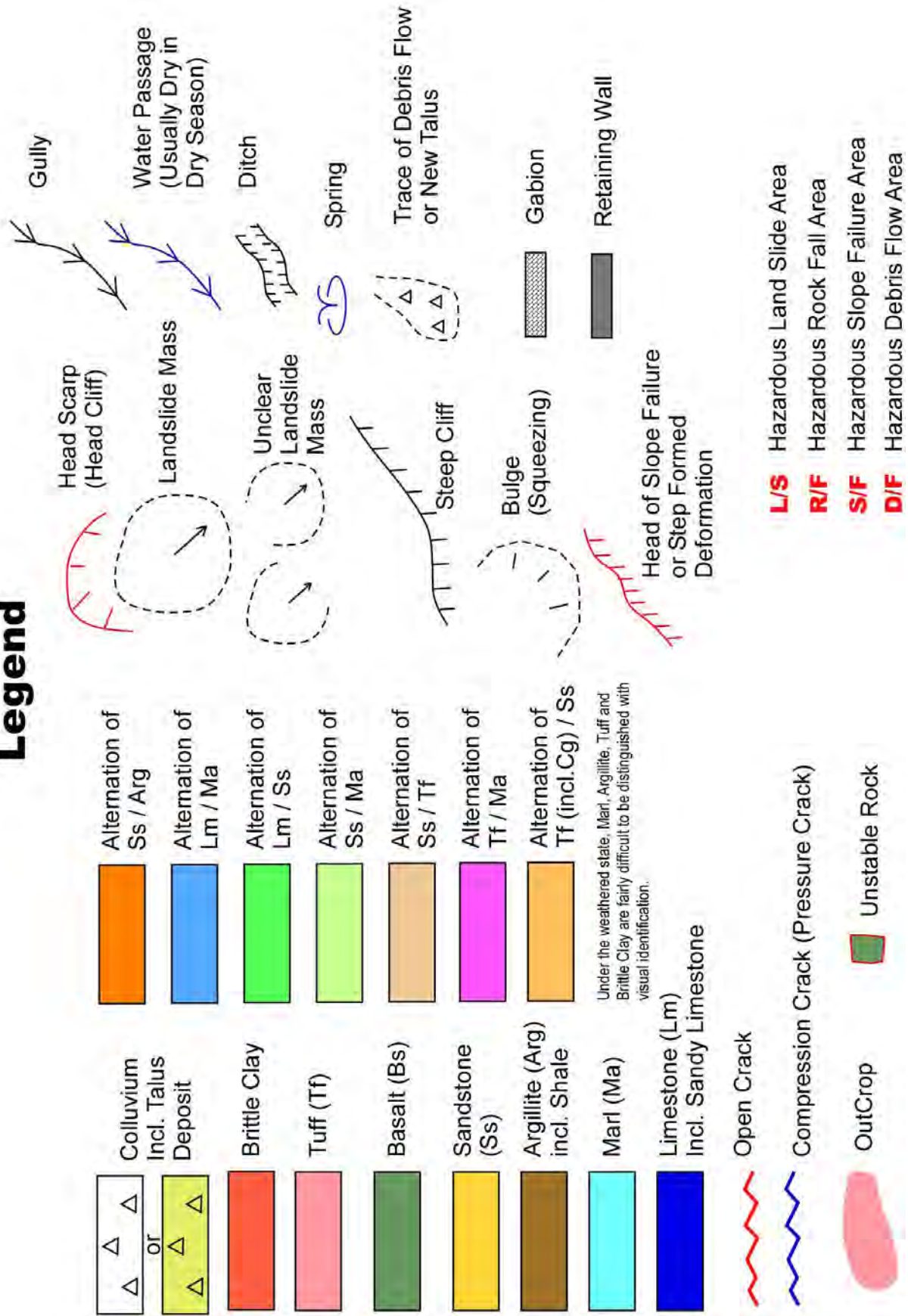
4) Tube strain gauge can be substituted by other methods which is able to grasp underground displacements. Borehole extensometer may be a realistic alternative, since tube strain gauge is consumable.

In addition, specific depth of each borehole shall be clarified prior to order tube strain gauges. Meanwhile, tube strain gauge may grasp the depths of slip surfaces which borehole extensometer is unable to measure.

Draft) Quantities of Detailed Geological Reconnaissance, Geophysica Exploration, and Extensomete

Priority	Section	Detailed Geological Recon (m2)	Survey Line Number	Extensometer (unit)	Seismic Exploration (m)	Electric Exploration (m)
1st	S/F00	199,000	S/F00SL01		150	150
1st	L/S00		L/S00SL01	1 Mountain Side, crossing head	310	310
			L/S00SL02		310	310
	L/S02	338,000	L/S02SL01		300	300
			L/S02SL02	1	300	300
			L/S02SL03	1	300	300
1st	L/S05	321,000	L/S05SL01	2 For upper landslide and	330	330
			L/S05SL02		330	330
1st	L/S20	99,600	L/S20SL01		70	70
			L/S20SL02	1	70	70
1st	L/S22	104,000	L/S22SL01		150	150
			L/S22SL02	1 For existing Landslide	150	150
	L/S27	151,000	L/S27SL01		250	250
			L/S27SL02	2 For upper slope a	250	250
	L/S28	244,000	L/S28SL01		300	300
			L/S28SL02	2 For upper slope and lower slope	300	300
	L/S30	68,200	L/S30SL01	2 For upper slope and lower slope	150	150
	L/S31	202,000	L/S31SL01		200	200
			L/S31SL02		200	200
			L/S31SL03	1 For upper slope	220	220
			L/S31SL04	2 For upper slope and lower slope	240	240
			L/S31SL05		240	240
	L/S33-1	36,900	L/S33-1SL01	1 For upper slope	150	150
	L/S33-2	137,000	L/S33-2SL01	2 For upper slope and lower slope	250	250
Total		1,900,700		19	5,520	5,520
Total of 1st priority		723,600		5	1,870	1,870

Legend



(出展：すべて「アバイ溪谷地すべり対策プロジェクト準備調査」より)

第4章 プロジェクト実施機関の体制

4-1 基本的考え方

本プロジェクトのカウンターパートは GSE となる。GSE は地質調査のみならず、落石や土石流等の調査も業務の一部として実施していることから、本プロジェクトのカウンターパートとして適任である。

他方、本プロジェクトはアバイ渓谷の地すべりメカニズムを解明することに焦点を置いており、メカニズム解明後には、危険性の優先順位付けに基づき、ERA により対策工を実施する必要がある。また、ERA は独自でプロジェクトを実施する場合、GSE に事前に地質調査を委託することもあり（デザインビルドにより実施）、委託時の業務内容を明確にすること、及び GSE 側でどのような調査を実施しているかを把握するために、本プロジェクトの要所で ERA を巻き込む必要がある。

ERA によれば地質専門の職員を3名は抱えており、プロジェクトの個別の活動においてそれらの人員を効果的に関与させることが可能であるとのことである。また、ステアリングコミティーでは、ERA を組織的に巻き込むという点から、エンジニア・規制局（Engineer & Regulatory Department）担当の副総裁、ネットワーク・マネジメント部（Network Management Division）、設計・技術支援部（Design & Technical Support Branch, Eng. Serv. Proc., Des. & Tech. Sup. Division）、ディストリクトエンジニアリング部（District Engineering Division）を含めることが望ましいと考えられる。

4-2 エチオピア地質調査研究所

4-2-1 組織・人員

GSE は、鉱山・エネルギー（Ministry of Mines and Energy : MME）省の一局の The Geological Survey of Ethiopia として 1968 年に設立されたのが始まりである。1984 年には Ethiopian Institute of Geological Surveys として、2000 年には GSE として組織が変わった。GSE としての組織は、政府の布告によりなされている（Proclamation No.194/2000）。

GSE の活動は以下のとおりである（GSE の HP より）

- ・地質図及び地化学図の作成
- ・経済的に採掘可能な鉱物資源の評価
- ・地質状況を考慮した地下水状況の把握
- ・地質工学的なアドバイス
- ・地すべりや斜面安定等の自然災害の調査
- ・地熱資源探査の実施
- ・物理探査の実施
- ・地質サンプルの試験と分析
- ・政府系機関及び民間へのコンサルタント業務の実施

GSE は MME の中で自治を認められている部署とされており、予算の執行や人事は GSE に任されている。GSE の代表は総裁 Director General（DG）で、その下に主任地質学者 Chief Geologist が所属している。両者とも技術者である。DG は全ての事項に係わる責任者であり、技術系職員の業務については Chief Geologist が監督している。（図3参照）

GSE における本プロジェクトのカウンターパート機関はジオハザード調査部（Geo-hazards Investigation）である。ジオハザード調査部は地すべり、斜面崩壊、地盤沈下、地質環境、火山及び地震リスク等につき調査を専門的に行う部門であり、2008年9月に設置された。同部には計29名（Engineering geologists, Geophysicists, Mapping Geologists, Hydrogeologists, Geochemists, Seismologists, Volcanologist, Semi-professionals(2), Secretaries(2)）配置されることになっているが、2009年12月現在の同部の人員構成は表5のとおりである。なお、GSEによれば、不足している人材については2～3ヶ月以内に配置可能であるとの見込みとのことである。また、プロジェクトにおいてはHydrogeology、Geological Mapping、Drillingのスタッフを他の部署から配置（兼任）することが可能とのことである。

表5 ジオハザード調査部（Geo-hazards Investigation）

役職	人数	内訳		
		人数	学位	勤務経験
Engineering Geology	7名	3名	修士	15年以上
		1名	学部	6年
		3名	学部	4年
Geophysics	5名	1名	博士	15年
		2名	修士	12年
		2名	学部	2.5年
Environmental Geology	1名	—	修士	4年
Hydrogeology	1名	—	学部	3年
Geological Mapping	1名	—	修士	15年
Geophysics Technician	2名	1名	学部	20年
		1名	不明	12年 地図作成者
Secretaries	2名	—	技術系カレッジ	10年
計	19名			

(2009年12月現在)

(出展：調査団作成)

Organizations Chart of Geological Survey of Ethiopia

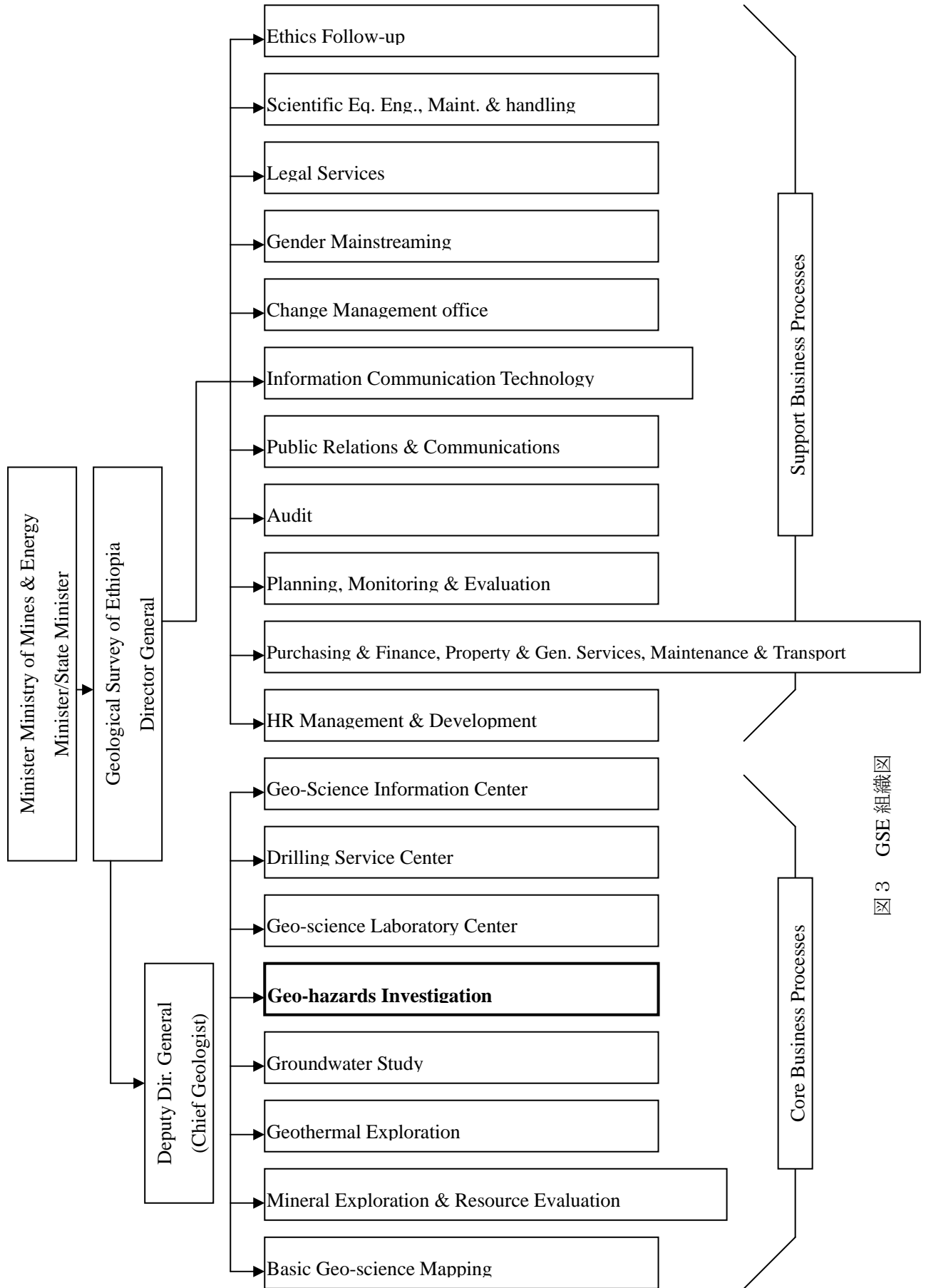


图 3 GSE 組織図

4-2-2 財政・予算

GSE の予算は政府で認定されたプロジェクト、外部機関から依頼されたプロジェクト、国際援助機関との共同プロジェクトの3種類に分けられる。政府からの予算の手続きについては、まず、各技術部がプロジェクトの調整を行っている Plan & Program Service にプロジェクト・プロポーザルを提出する。全プロポーザルをそろえて主任地質技術室が第1の審査をし、その後、DGをはじめ各部長で構成された会議で最終決定がなされる。優先順位がつけられたプロポーザルはMMEに提出され、最終審査を得た後にMME 予算申請書として財務経済協力省に提出される。

過去5年間の予算は以下のとおりである。政府からの予算が2006年度から急激に伸びているものの、後述するERAの予算と比して約19%と相対的に低い状況である。内訳については、政府予算が全体額の平均72%を占めており、委託業務が平均22%、援助が6%となっている。

表6 GSEの予算

年 度	政府予算	委託業務	援助	合計
2004/2005	25,848,040	8,355,884	6,319,555	40,523,479
2005/2006	25,389,677	16,468,223	0	41,857,900
2006/2007	121,588,514	11,346,910	6,109,182	139,044,606
2007/2008	117,642,644	27,407,581	6,109,182	151,159,407

注) 予算執行期間は、7月から翌年の6月まで。(出典：GSE)

(単位：円 (2009年12月レート、ETB 1=¥6.966))

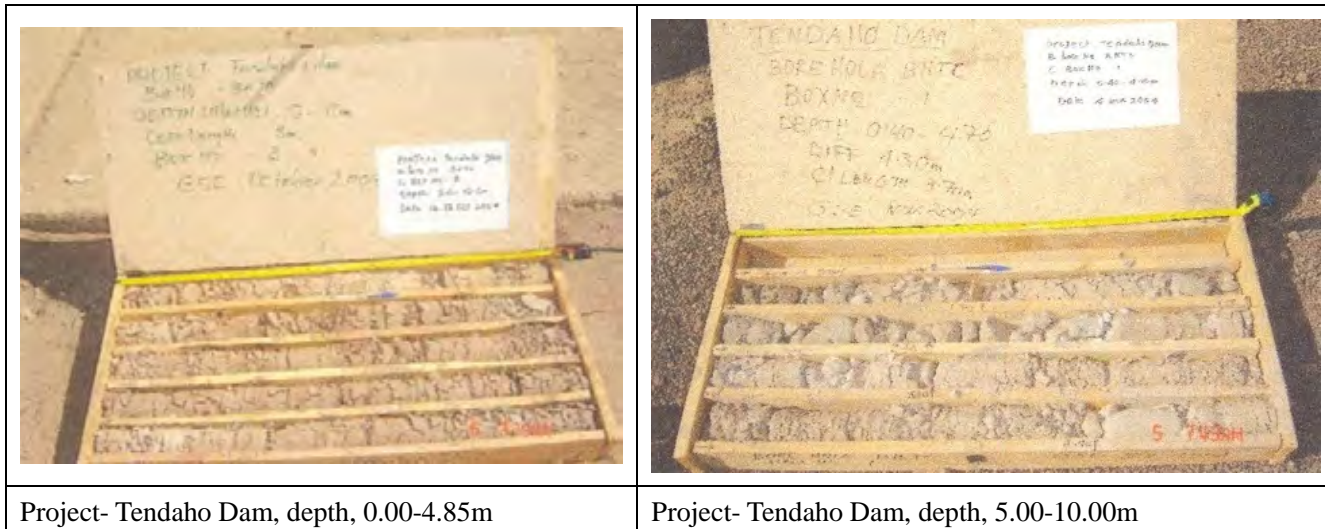
(出展：「アバイ溪谷地すべり対策プロジェクト準備調査」報告書)

4-2-3 既存資機材

(1) 調査ボーリング機材

- ・ ボーリングマシン 15台保有 (孔径 76-120mm、47.8-85mm、深度 500m 以上掘削可能なマシンも保有、掘削可能角度 45-90°)
- ・ 70名以上の技術者(10年以上の経験有)
- ・ コア採取率 硬岩 100% 軟岩 70-80%
- ・ 孔径 96mm、深度 680m 掘削可能なマシンを約 4,000,000Birr/台で 2008年に2台購入。
- ・ 古い機材を含め適切なメンテナンスを実施

以下に GSE で採取したコアのサンプルを示す。



Project- Tendaho Dam, depth, 0.00-4.85m

Project- Tendaho Dam, depth, 5.00-10.00m

写真7 コアサンプル

(2) その他資機材

その他資機材に関しては、表7に示すとおりである。

表7 GSE 保有機材リスト

No	Equipment type	Year of manufacture or purchase	Qty	Make	Status of operating	Drilling capacity (meters)
A. Drilling equipment						
1	Top 2005 Top head drive core machine	1987	1	Japan	Very good condition	H 500 N 750
2	TBM-150 spindle head core machine	1987	2	Japan	Very good condition	H 540 N 840
3	Tom-150 spindle head core machine	1987	1	Japan	Very good condition	H 250 N 350
4	Top-150 spindle head drive core machine	1987	1	Japan	Very good condition	H 250 N 350
5	CS-2000S Top head core machine	1995	3	USA	Full automatic , Very good condition	H 590 N 850
6	UDR 200 DLS core machine	Oct. 2007	2	Chile	New & Very good condition	H 680 N 1000
7	Double tube cbassy, PQT		15	Japan		
8	Double tube core barrel ass'y, HQ		30	USA & Japan	New & Very good condition	
9	Double tube core barrel ass'y, NQ		25	Canada & Japan	New & Very good condition	
10	Tripple tube core barrel ass'y, HQ 3		16	Canada	New & Very good condition	
11	Tripple tube core barrel ass'y, NQ 3		18	Canada	New & Very good condition	
12	Russian Clbarrel for soft formation ass'y		23	Russian	Very good condition	
13	TR Core barrel ass'y		1	Japan	Very good condition	
14	PQT over shot		10	Japan	Very good condition	
15	HQ over shot		12	Canada & USA	New & Very good condition	
16	NQ over shot		14	Canada & Usa	New & Very good condition	
17	Casing different sizes			Japan	Very good condition	
18	Rods different sizes			Japan , USA & France	New & Very good condition	

19	Bits different sizes			Japan & USA	New & Very good condition
Geophysical Equipment					
1	Seismograph Terraloc MK III	1986	1	ABEM, Sweden	Working
	Terraloc MK VI	1996	1		Needs maintenance
2	LaCoste & Romber Gravimeter	1985		USA	Working
3	IPR-12 IP & Resistivity Receiver	1994	1	Scintrex, Canada	Working
4	IPR-10A IP & Resistivity Receiver	1987	2	Scintrex, Canada	Working
5	GAD- 6 gamma-ray spectrometer with GSP- 4 S sensor	1996	1	Scintrex, Canada	Working
6	GIS- 5 gamma-ray spectrometer	1987	1	Scintrex, Canada	Working
7	IGS- 2 /MP- 4 proton magnetometer	1987	1	Scintrex, Canada	Working
8	IGS- 2 /EM- 4 EM receiver	1987	2	Scintrex, Canada	Working
9	TM- 2 EM transmitter	1987	1	Scintrex, Canada	Requires replacement battery
10	TSQ- 3 3 KW transmitter	1987	1	Scintrex, Canada	Working
11	Equipment for density, porosity & magnetic susceptibility measurement	1996	1	Norway	Working
12	CTU- 2 Core testing unit	1987	2	Scintrex, Canada	Working
Physical property testing field & laboratory equipment					
1	Point load tester		1		Working
2	Pocket penetrometer		2		Working
3	Dry and wet density measuring equipment				

(出展：「アバイ渓谷地すべり対策プロジェクト準備調査」報告書)

4-3 エチオピア道路公社 (ERA)

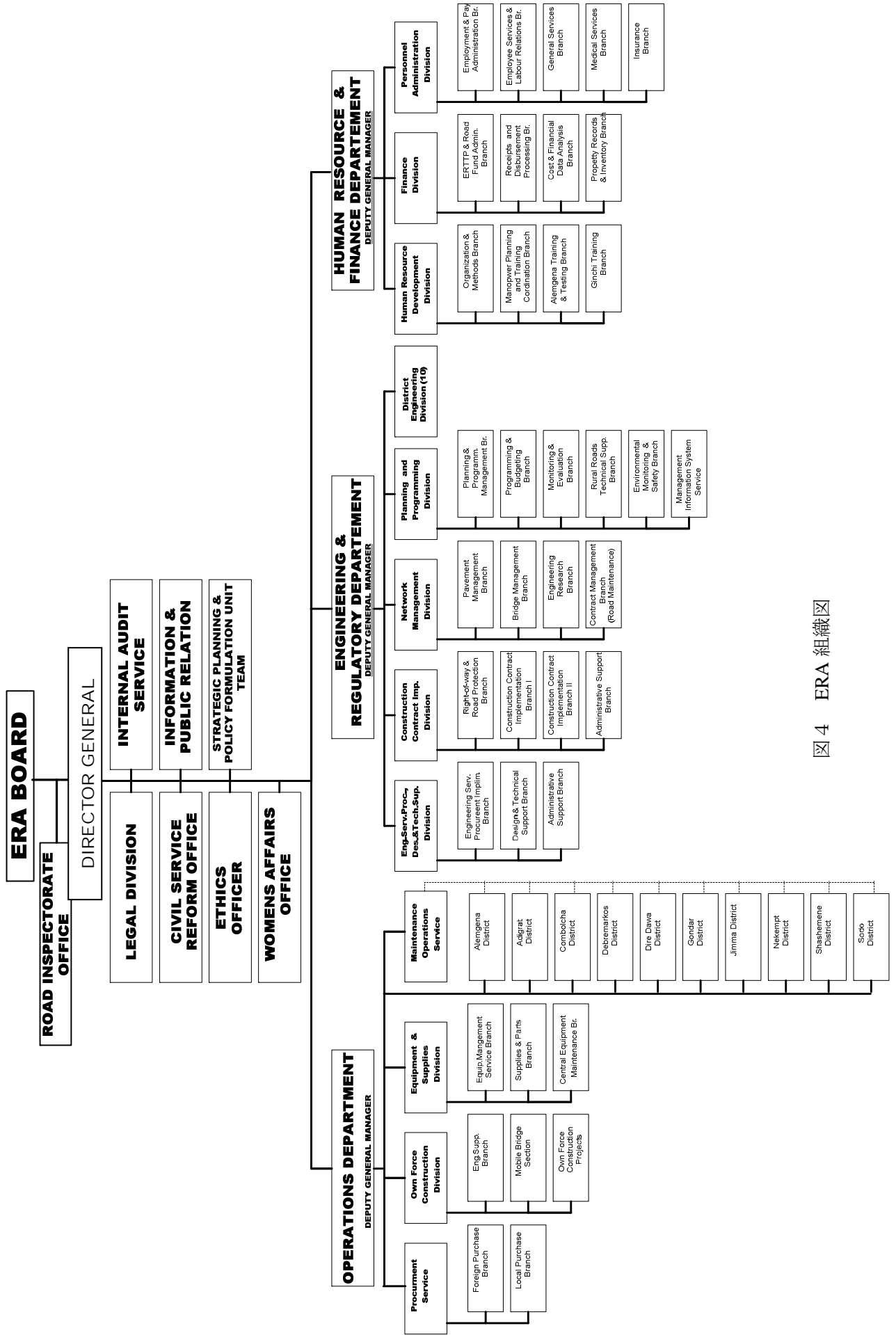
4-3-1 組織・人員

公共事業・都市開発省の下部組織である ERA は、道路全体に関わる事業を行っており、設計、建設及び維持管理等まで広範囲に渡っている。その組織は、図 4 に示すように、総裁 (Director General) をトップに、運営局 (Operation Department) エンジニア・規制局 (Engineer & Regulatory Department) 及び人事・財務局 (Human Resource & Finance Department) の 3 つの部署から構成されている。

2009 年 10 月現在の正式職員数は、合計 7,003 名のうち技術者は 291 名が働いている。エンジニア・規制局の下には、10 の District に組織されている地方技術課 (District Engineer Division : DED) 及び地方道路運営維持請負者 (District Road Maintenance Contractor : DRMC) が各 District の道路を管理している。主に、DED は運営維持管理の計画及び工事監理を行っており、DRMC は維持工事の実務を担当している。

今回プロジェクト対象となっている国道 3 号線のアバイ溪谷における道路維持管理は、ゴハチオインからアバイ橋までをアテムガナ DED と DRMC が、アバイ橋からデジェンまでをデブレマールコス DED と DRMC が実施していた。しかし、2009 年 12 月現在、ERA では、アテムガナ DED と DRMC が対象区間全線 (約 41km) を管理することを内部決定しており、ERA 内での必要な手続きを行うのみの状況となっている。

ETHIOPIAN ROADS AUTHORITY ORGANIZATIONAL CHART



☒ 4 ERA 組織図

4-3-2 財政・予算

ERA の予算は表 8 に示すとおりである。平均 135.8% の予算の伸び率を示し、うち独自予算の平均伸び率が 149%、有償資金協力が 126%、無償資金協力が 86% と独自予算による事業実施の規模が拡大しているのが特徴である一方、近年は有償資金協力の事業規模も拡大してきている。

表 8 ERA の予算

年 度	独自予算	有償資金協力	無償協力	合 計
2005/2006	13,181,065,200	5,367,727,926	5,165,177,544	23,713,970,670
2006/2007	20,842,272,000	6,237,015,066	4,586,184,522	31,665,471,588
2007/2008	36,782,229,859	9,029,364,030	5,492,691,000	51,304,284,889
2008/2009	45,737,376,732	9,243,666,054	3,486,218,292	58,467,261,078
2009/2010	62,694,000,000	13,033,629,810	2,475,089,460	78,202,719,270

注) 予算執行期間は、7 月から翌年の 6 月まで。(出典：ERA)

(単位：円 (2009 年 12 月レート、ETB 1 = ¥6.966))

(出展：「アバイ溪谷地すべり対策プロジェクト準備調査」報告書)

第5章 プロジェクトへの提言

5-1 プロジェクトの基本方針

5-1-1 モニタリングサイト

本プロジェクトではアバイ渓谷における地すべりメカニズムを解明するために、「アバイ渓谷地滑り対策プロジェクト準備調査」(2009年6月～10月)において最も優先的に調査をすべき6サイト(0+700～0+800, 0+800～1+100, 4+800～5+200, 5+200～5+500, 20+400～20+600, 21+850～22+100)においてモニタリングを行う。それ以外のサイトについては、プロジェクトの活動状況やサイトの状況に応じてモニタリングを行うかどうかをステアリングコミッティーで決定する。

5-1-2 雨季の期間の考え方

本プロジェクトは、地すべり調査の精度を上げること、また必要な技術支援を行うために、少なくとも2回の雨季をまたぐ必要がある。第1回目の雨季については、上記モニタリングサイトに観測機器を設置するとともに航空写真撮影・判読を行い、これらのデータを解析する。また、関係機関に対して本解析結果をステアリングコミッティーにて説明する。ステアリングコミッティーにおいて新たにモニタリングすべき箇所が認識された場合、第2回目の雨季で調査を実施するものとする。

5-2 プロジェクト対象範囲

本プロジェクトの対象範囲は国道3号線のゴハチオン～デジェン間(L=40.45km)のアバイ渓谷地すべり地帯を対象範囲とする。

5-3 プロジェクト実施内容

5-3-1 上位目標

本プロジェクトの上位目標は「エチオピア国の需要にそった地すべり調査・解析が実施される。」であることと、「アバイ渓谷の地すべり調査結果を用い、地すべり対策工の実施機関であるエチオピア道路公社により地すべり対策工が実施される。」である。前者については、プロジェクト目標である地すべりの調査及び解析に係わる能力が向上した後に、①エチオピア全土の地すべりハザードマップが作成され、②調査の需要に沿った地点が選定された上で、③作成された予算申請書が認可され、④他の地点の地すべり調査・解析が実施されることが必要である。後者については、本プロジェクト実施後、対策工が実施されて初めて意味をなすものであることから、本プロジェクト実施中に ERA を十分巻き込むこと、また ERA に必要な対策工の提案を行うことが重要となる。

5-3-2 プロジェクト目標

プロジェクト目標は「アバイ渓谷における地すべり発生メカニズムが解明される。」である。地すべりの現況把握、地すべりが発生する素因及び誘因の解明、危険度の把握をし、かつ先方実施機関の能力を育成した上で、アバイ渓谷における地すべりメカニズムに関する報告書を作成することにターゲットを置く。

5-3-3 成果及び活動

成果0. 調査実施体制を整備する。

プロジェクトを遂行するのに必要な実施体制を整備する。プロジェクト終了後も継続できるような体制を確立することを目指す。

活動0-1 GSEの人員・資機材の状況を把握する。

GSEのカウンターパートチームの体制、GSE保有資機材を確認し、活用可能性を把握する。

活動0-2 GSEの調査実施体制を整備する。

GSEのカウンターパートチームの人員・能力・経験等に鑑み、カウンターパートとして妥当か検討し、カウンターパートチームの調査実施体制（人員、資機材、予算確保）を整備する。

活動0-3 地すべり発生サイトにモニタリング機器を設置する。

上述の6サイト（0+700～0+800, 0+800～1+100, 4+800～5+200, 5+200～5+500, 20+400～20+600 and 21+850～22+100）においてモニタリング機器を設置し、調査体制を整備する。またサイト状況や活動の進捗に応じ、必要性が認められたサイトでのモニタリングも状況に応じ実施する。

成果1. 地すべり状況を把握する。

選定された地域において詳細地形図を作製し、空中写真判読により、広域の地すべり地形の分布が把握される。同時に地すべりが起きた場合の被害の大きさ等が把握される。

活動1-1 空中写真撮影及び判読による地形解析を行い、地すべり地形分布図を作成する。

主として空中写真（約200km²（10km×20km））及び測量を用いて詳細地形図を作成する。これに基づき地形判読を行うことにより滑落崖、亀裂、段差、移動体等の状況及び分布状況等から地すべり地形を把握・分類し、地すべり地形分布図を作成する。

活動1-2 危険箇所の優先順位付けを行い、ハザードマップを作成する。

崩壊や土石流など、地すべり以外のその他の土砂災害についても空中写真判読や、既往資料等を基にその分布を明らかにして、地すべり地形を含む土砂災害ハザードマップを作成する。この際、土砂災害の影響を受ける可能性の高い道路等の重要公共施設や、民家等の保全対象をハザードマップ上に示し、保全対象と土砂災害との関連性を把握する。

活動1-3 水文調査を行う。

地すべりは雨季に発生していることから、その発生が降雨と密接な関連があることは明白である。雨量データ等の収集を行い、地すべりの発生と降雨量との関連を可能な限り把握し、今後の地すべり発生の予測等に活用するものとする。

活動1-4 解析結果をGISを利用してデータベース化する

災害履歴やハザードマップ等の広域的な解析結果のGISデータを利用して、データベースを作成

する。データベースに記録される情報としては、各種土砂災害の種類、(想定)規模、発生年、保全対象とその種類等である。

成果 2. 地すべりの地形・地質状況を把握する。

選定された地すべりにおける調査計画が立案され、実施された調査の結果より周辺の地形・地質状況が把握される。

活動 2-1 地形・地質踏査を行う。

地形・地質踏査を行い、地すべり地形の分布状況、滑落崖、亀裂、段差等の地すべりに伴う変状、微地形等の確認を行って、地すべり地形の範囲及び現在活動中の地すべりの範囲を推定する。また、周辺の地質状況の確認を行い、地すべり発生の素因に関連する情報を収集する。同時に湧水点、流水の状況等も把握し、地すべり発生の誘因に関連する水理地質状況の情報を収集する。

活動 2-2 地すべり調査の計画立案を行う。

地形・地質踏査の結果を基に、地すべりの移動方向の推定結果等から、調査測線の方向・位置、測量範囲の設定、調査ボーリングの配置・数量、物理探査の種類・位置・数量、孔内試験の種類・位置・数量、室内試験用サンプルの採取位置・数量、観測計器の種類・配置・数量等の立案を行う。推定される測線については 10 側線程度、ボーリング数量については 30 本程度と見込まれる。

活動 2-3 現地測量による地形調査を行う。

調査計画に基づき、調査測線の横断測量(約 10 断面程度)、及び地すべり範囲の平面測量(300m²～700m²程度)等の地形調査を行う。

活動 2-4 ボーリング地質調査を行う。

調査計画に基づきボーリング調査を行う。ボーリング状況の適切な把握とコア採取率の向上、柱状図による地質状況の正確な把握を行って、地質断面図の作成を行う。

活動 2-5 ボーリングコアの物性・化学試験を行う。

採取したボーリングコアからすべり面を採取し、一般物理試験等から、すべり面の物性値を把握する。すべり面の物性値は、すべり面の強度を把握するとともに、安定解析を行う際の参考値とする。またすべり面粘土の X 線回折等により、粘土鉱物の分析等を行う。分析結果からすべり面を構成する粘土鉱物の特定を行い、その特徴を把握するものである。

活動 2-6 物理探査を行う。

弾性波探査、電気探査等の物理探査を行い、調査ボーリングによる調査結果を補完して地質断面図等を作成する。また、電気探査等により地下水分状況を把握し、対策工として地下水排除工立案の際の基礎資料とする。

成果3. 地すべりの季節的変化の特徴を把握する。

選定された地すべりにおけるモニタリングが実施され、地表及び地下の移動量、地下水位の経年の変化状況が把握される。さらに、モニタリング結果を受けて発動される地すべり警戒体制の発動のためのクライテリアが作成される。

活動3-1 地表の移動量観測を行う。

地表移動量観測よりすべり面の地中移動量観測を行う。

活動3-2 すべり面調査を行う。

すべり面調査を行い、すべり面深度の把握及び概略の変動量の把握を行う。

活動3-3 地下水位のモニタリングを行う。

地下水位の変動特性、地下水位変動量の把握を行う。また、ボーリング孔を利用して地下水検層を行い、地下水流動層を把握し、地下水排除工立案の際の基礎資料とする。

活動3-4 雨量モニタリングを行う。

地すべり地内に雨量計を設置して降雨量を把握し、地すべり移動量や地下水位変動との関連性を把握する基礎資料とする。

活動3-5 早期警戒体制の立案を行う。

地すべりの移動量もしくは雨量等の観測結果を用いて、警戒体制発動のためのクライテリア、警戒体制、等を立案する。クライテリア、警戒体制は道路、民家等の保全対象ごとに設定するものとする。

成果4. 地すべりのメカニズムを解明する。

選定された地すべりにおける調査結果及びモニタリング結果より地すべりのメカニズム／原因が解明される。選定された地すべりの危険度が、調査結果のデータを用いて解析された結果により評価される。

活動4-1 地すべりの範囲（水平・垂直）とその中のブロック区分を行う。

各種調査結果より、地すべりの範囲を把握し、その範囲内に存在する地すべりブロックの区分を、地表移動量観測、地下移動量観測等の観測結果から推定する。

活動4-2 地すべりの素因を究明する。

主として地質調査結果より、地すべりがなぜその場所で発生しているか、すべり面となった地質は何か、等についての素因の究明を行う。

活動4-3 地すべりの発生誘因を究明する。

主として観測結果に基づき、地すべりが発生する誘因の究明を行う。誘因は対策工の計画立案と直接的に関連するため、各種調査結果、観測結果の総合的な解釈が必要となる。

活動4-4 地すべり斜面の安定解析を行う。

地すべり斜面の安定解析を行い、現状安全率の設定、土質定数の設定等を行う。

活動4-5 地すべりブロックを危険度により区分する。

広域の危険度については主として空中写真判読等の結果より危険度区分を行い、調査を行った地域については、観測結果等より地すべりの危険度区分を行う。

成果5. 地すべり以外の災害調査・解析を行う。

アバイ渓谷では地すべりに限らず、落石・土石流の危険性も非常に高い。これらの危険状況の把握、各種シミュレーションが行われ、危険域が図化される。

活動5-1 落石調査・解析を行う。

図上調査及び空中写真判読を行い、地形・地質・土質・植生の状況を把握し、問題箇所を抽出する。現地調査を行い、落石発生源、落石経路、到達停止域に関する情報を調査する。調査結果を調査票にまとめ、現況を図化するとともに、落石シミュレーションを行う。

活動5-2 土石流調査・解析を行う。

図上調査、空中写真判読及び現地調査により崩壊地の土石流に関する調査・分析を行い、計画流出土砂量を算出し、土石流発生規模の特定を行う。氾濫区域図、土砂堆積範囲図、土石流の到達時間分布図等を作成し、氾濫範囲の特定を行う。

成果6. 地すべり調査・解析業務を相手国関係機関に定着させる。

実際の地すべりの調査・解析のOJT及び研修を実施し、調査・解析の基礎能力が育成された後、それらを体系的に取りまとめた調査解析総合マニュアルが作成される。

活動6-1 地すべり調査・解析に係わるマニュアルを作成する。

各種調査・解析に係るマニュアルを作成し、「エ」国の他の地域にも適用可能な調査解析総合マニュアルを作成する。

活動6-2 地すべり調査・解析に係わる業務のOJTと現地研修を行う。

各種調査・解析実施前に研修を実施し、地すべり調査・解析の実務を認識させる。また、調査・解析実施中にはOJTを行い、理論・実践の両面からの技術移転を行う。

5-4 プロジェクト実施工程

本プロジェクトの実施期間は計21ヶ月を想定する。これは上記のとおり2回の雨季を挟むものである。プロジェクトの実施工程案を表9に示す。

表9 プロジェクト実施工程案

月	全																							
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
0. 調査実施体制を整備する	0-1	GSEの人員・資機材の状況を把握する																						
	0-2	GSEの調査実施体制を整備する																						
	0-3	認識されたサイトでモニタリング機器を設置する																						
	1-1	空中写真判読・地形解析を行い、地滑り地形分布図を作成する																						
1. 地すべり状況を把握する	1-2	危険箇所の特徴順位付けを行い、ハザードマップを作成する																						
	1-3	水文調査を行う																						
	1-4	解析結果のGISを利用したデータベースを作成する																						
	2-1	地形・地質調査を行う																						
2. 地すべりの地形・地質状況を把握する	2-2	地すべり調査の計画立案を行う																						
	2-3	現地測量による地形調査を行う																						
	2-4	ボーリング地質調査を行う																						
	2-5	ボーリングコアの物性・化学試験を行う																						
	2-6	物理探査を行う																						
	3-1	地表の移動量観測を行う																						
3. 地すべりの季節的変化の特徴を把握する	3-2	すべり面調査を行う																						
	3-3	地下水位のモニタリングを行う																						
	3-4	雨量モニタリングを行う																						
	3-5	早期警戒体制の立案を行なう																						
	4-1	地すべりの範囲(水平・垂直)とそのブロック区分を行う																						
4. 地すべりのメカニズムを解明する	4-2	地すべりの要因を究明する																						
	4-3	地すべりの発生誘因を究明する																						
	4-4	地すべり斜面の安定解析を行なう																						
	4-5	地すべりブロックを危険度により区分する																						
	5-1	土石調査・解析を行う																						
5. 地すべり以外の災害調査・解析を行う	5-2	土石流調査・解析を行う																						
	6-1	地すべり調査・解析に係わるマニュアルを作成する																						
6-2	地すべり調査・解析に係わる業務のOJTと現地研修を行う																							

(青部分は雨季)
(出展：調査団作成)

5-5 プロジェクト実施体制

本プロジェクトは、下記に示す分野をカバーする団員でチームを構成して実施するのが適切と考えられる。

- (1) 業務主任
- (2) 地形解析 (1) ハザードマップ作成
- (3) 地形解析 (2)
- (4) GIS/データベース作成
- (5) 地質調査/解析 (1)
- (6) 地質調査/解析 (2)
- (7) 水文調査/解析
- (8) 物理探査/解析
- (9) 地すべりモニタリング/警戒態勢
- (10) 地すべり安定解析
- (11) 地すべり総合解析
- (12) ボーリング技術
- (13) 落石・土石流調査/解析

5-6 プロジェクト実施上の留意点

(1) 関係機関との連携

本プロジェクトではアバイ溪谷の地すべりメカニズムを解明することを目的としているが、メカニズム解明後の地すべり対策工については ERA が実施する必要があることから、本プロジェクトにおける GSE と ERA の連携が重要である。

本プロジェクト実施にあたり航空写真が不可欠であることから、GSE がプロジェクト開始前に関係機関と調整を行い、航空写真撮影の許可を得ることで確認されている。

(2) ステアリングコミッティー及びテクニカルコミッティー

本格調査を実施するにあたり、GSE を議長とするステアリングコミッティーを設置することとし、本格調査にかかる重要事項についてはステアリングコミッティーでの確認・承認を必要とすることとした。ステアリングコミッティーは、GSE、ERA、プロジェクトチーム、JICA エチオピア事務所で構成することとし、最終的なステアリングコミッティーの構成委員については、本格プロジェクト開始前までに JICA エチオピア事務所へ連絡することで先方は了解した。

テクニカルコミッティーについては、プロジェクトの成果の精査や運営管理を行うためのものであり、GSE とプロジェクトチームにより構成される。

(3) 技術移転

調査団はオン・ザ・ジョブ・トレーニング及びオフ・ザ・ジョブ・トレーニングを通じて、GSE 及び ERA に技術移転を行う努力をする。加えて、GSE からはカウンターパートに対する本邦研修の要望が出された。調査団は JICA 本部へ伝達する旨伝え、要請が採択された場合には、本邦研修参加人数、分野、期間について本格プロジェクト開始後に協議することとする。

(4) カウンターパート及びプロジェクトチーム

本格プロジェクト開始前までに、GSE はプロジェクトチームを設置し、プロジェクトチームのリーダーはエチオピア側と日本側との調整窓口となる。

(5) 資機材

GSE で所有しているすべての資機材はプロジェクトで活用することが可能である。

プロジェクトに必要な資機材は以下のとおりであることを双方確認した。

- ・ 自記水位計 (25 ユニット)
- ・ 雨量計 (2 ユニット)
- ・ 地表伸縮計 (10 ユニット)
- ・ 孔内伸縮計 (20 ユニット)
- ・ 地下水検層機材 (1 ユニット)
- ・ サイスマシナグラフィ (2 ユニット)
- ・ サイスマシナグラフィソフトウェア (1 ユニット)
- ・ ピックアップトラック (2 台)
- ・ 安定解析ソフト

上記に含まれていない機材 (実験室用機材を含む) の必要性についてはテクニカルコミッティーで判断し、エチオピア側から JICA に対し要請することとする。なお、GSE との非公式な連絡においては、実験室用機材として Shear box、Consolidated test apparatus (odometer)、Permeability test apparatus (constant & falling head tests)、UCS test instruments (computerized)、UCS (soil, triaxial) を要望している。

(6) その他

GSE は予算的な制約により独自で本プロジェクトにかかる現地調査時の出張旅費を支出することが困難であり、日本側に支出を願う旨要請した。JICA ではこれらの支出の妥当性を検討するが、これらを支出する際には、JICA 及び「エ」国側の規程を確認したうえで、金額を決定する必要がある。