

南アフリカ共和国  
鉱山での地震被害低減のための  
観測研究プロジェクト

詳細計画策定調査・実施協議  
報告書

平成 22 年 5 月  
(2010 年)

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部



## 詳細計画策定調査 写真



写真1 【科学技術省】  
協議の様様 (2009/9/29)



写真2 【科学技術省】  
ミニッツの署名 (2009/10/7)



写真3 【科学産業研究評議会】  
協議の様様 (2009/9/30)



写真4 【地球科学評議会】  
協議の様様 (2009/9/30)



写真5 【地球科学評議会】  
地表地震観測で利用している地震計



写真6 【地球科学評議会】  
地表地震観測センターのデータ解析状況



写真7 【Wits 大学】  
協議の様様 (2009/10/1)



写真8 【Wits 大学】  
構内に展示されている岩盤掘削機



写真9 【Wits 大学】  
岩石試験室の状況

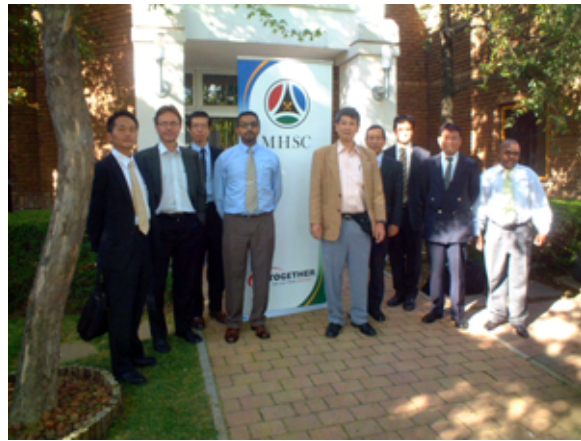


写真10 【鉱山保健安全評議会】  
協議を終えて (2009/10/6)



写真11 【ISS international 社】  
AngloGold Ashanti 社内の  
西ウィッツ事務所での協議



写真12 【ISS international 社】  
Stellenbosch データ解析センター



写真 13 【Mponeng 鉱山】  
Shaft（中央昇降エレベーター）全景



写真 14 【Mponeng 鉱山】  
入坑前の注意事項の説明



写真 15 【Mponeng 鉱山】  
鉱山敷地入場時のチェックゲート



写真 16 【Mponeng 鉱山】  
Shaft による地下深度 3500m まで降下



写真 17 【Mponeng 鉱山】  
孔内変位計による観測状況



写真 18 【Mponeng 鉱山】  
地震計による観測状況



写真 19 【Ezulwini 鉱山】  
Shaft（中央昇降エレベーター）全景



写真 20 【Ezulwini 鉱山】  
Geophone（地震センサー）による観測状況



写真 21 【Ezulwini 鉱山】  
鉱山内換気システム施設



写真 22 【Ezulwini 鉱山】  
Stope（採掘現場）での変位量観測状況

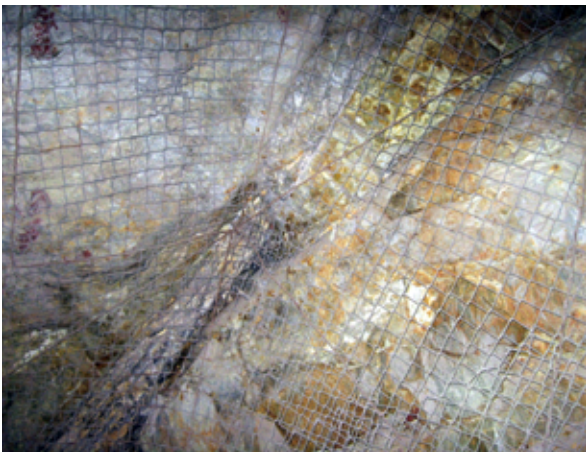
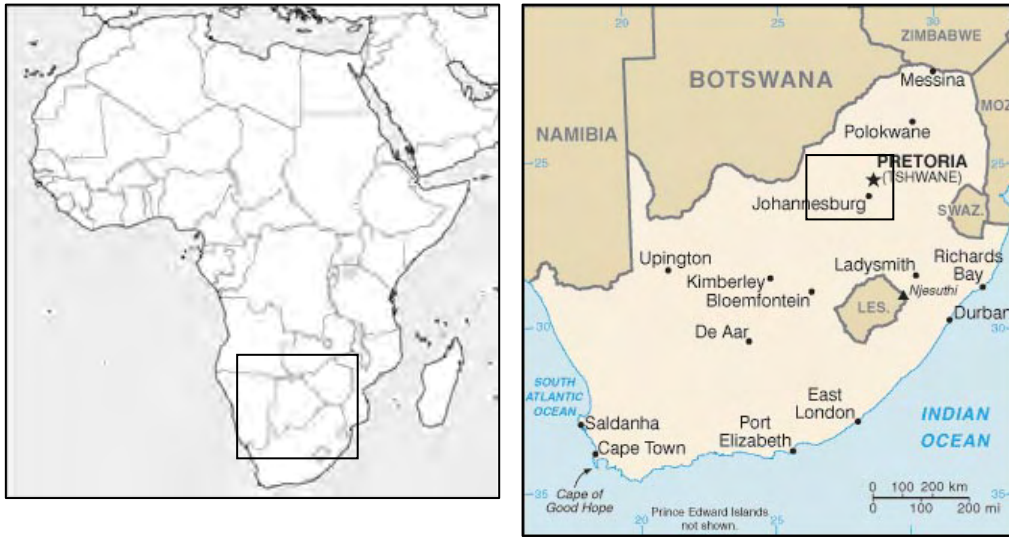


写真 23 【Ezulwini 鉱山】  
鉱山内の断層露頭



写真 24 【Ezulwini 鉱山】  
鉱山内でエレベーターを待つ人々

## プロジェクト対象地域位置図



## 観測対象候補鉱山位置図

出典

左上図 : [http://www.sekaichizu.jp/atlas/africa/p500\\_africa.html](http://www.sekaichizu.jp/atlas/africa/p500_africa.html)

右上図 : [http://www.lib.utexas.edu/maps/cia08/south\\_africa\\_sm\\_2008.gif](http://www.lib.utexas.edu/maps/cia08/south_africa_sm_2008.gif)

中央図 : [http://encarta.msn.com/map\\_701517687/Witwatersrand.html](http://encarta.msn.com/map_701517687/Witwatersrand.html)





## 略 語 表

AFRL	Air Force Research Laboratory	空軍研究所
CAMEG	Centre for Applied Mining and Exploration Geology	応用鉱山探査地質センター
CGS	Council for Geoscience	地球科学評議会
CMI	Center for Mining Innovation	鉱山イノベーションセンター
CSIR	Council for Scientific and Industrial Research	科学産業研究評議会
CTBTO	Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty Organization	包括的核実験禁止条約機関
C/P	Counterpart	カウンターパート
DME	Department of Minerals and Energy	鉱物エネルギー省
DMR	Department of Minerals Resources	鉱物資源省
DST	Department of Science and Technology	科学技術省
ERPM	East Rand Pty Mines Ltd	(会社名)
IASPEI	International Association of Seismology and Physics of the Earth's Interior	国際地震学及び地球内部物理学協会
ISSI	Integrated Seismic Systems International	(会社名)
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation	石油天然ガス・金属鉱物資源機構
JSPS	Japan Society for the Promotion of Science	日本学術振興会
JST	Japan Science and Technology Agency	科学技術振興機構
MHSC	Mine Health and Safety Council	鉱山保健安全評議会
MHSI	Mine Health and Safety Inspectorate	鉱山保健安全監督局
MOHAC	Mining Occupational Health Advisory Committee	鉱山労働保健諮問委員会
MQA	Mining Qualifications Authority	鉱山資格局
MRAC	Mining Regulations Advisory Committee	鉱山法規諮問委員会
NNSA	National Nuclear Security Administration	エネルギー省国家核安全保障局
OHMS	Open House Management Solutions	(会社名)
SANSN	South African National Seismograph Network	南アフリカ広域地震観測網
SIMRAC	Safety in Mines Research Advisory Committee	鉱山安全研究諮問委員会
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	国際連合教育科学文化機関
Wits	Witwatersrand	ウィットウォーターズランド



# 目 次

写 真

プロジェクト対象地域位置図

略語表

目 次

## 詳細計画策定調査報告書

第1章	詳細計画策定調査の概要	1-1
1-1	要請の背景	1-1
1-2	調査の目的	1-1
1-3	調査団概要	1-2
第2章	協力対象国・課題の現状	2-1
2-1	南アフリカ共和国における金鉱業	2-1
2-2	鉱山事故・災害の現状・対策	2-7
2-3	鉱山地震と地震観測網	2-18
2-4	鉱山地震対策に関する今後の課題と支援ニーズ	2-26
第3章	協力計画概要	3-1
3-1	協力の基本計画	3-1
3-2	実施体制	3-2
3-3	調査対象地域	3-2
第4章	プロジェクトの事前評価	4-1
4-1	妥当性	4-1
4-2	有効性	4-2
4-3	効率性	4-2
4-4	インパクト	4-2
4-5	自立発展性	4-3
第5章	協力実施上の留意点	5-1
5-1	実施機関の概要	5-1
5-2	協力機関の概要	5-4

## 実施協議報告書

附属資料

1. 詳細計画策定調査ミニッツ
2. 詳細計画策定調査主要面談者リスト
3. 事業事前評価表
4. 基本合意文書 (MoU)



# 詳細計画策定調査報告書



# 第1章 詳細計画策定調査の概要

## 1-1 要請の背景

鉱物資源に恵まれている南アフリカ共和国（以下「南ア」国）には、金、プラチナ、石炭などの鉱山が多数あり、鉱業全体で約 50 万人が就業している。そのうち、約 60%にあたる 30 万人もの労働者が鉱石の採掘など坑内での労働に従事しており、鉱山災害の危険に晒されている。鉱山災害は、従来から「南ア」国において大きな社会問題となっているが、政府の指導及び鉱山会社の安全性向上への努力により、1980 年代後半には労働者 1,000 人あたりの年間犠牲者（死者）数が 1.00～1.20 人（犠牲者総数では 677～855 人／年）であったが、1990 年代を通じて犠牲者数は漸減し、2000 年代前半には同 0.56～0.75 人（犠牲者総数 246～290 人／年）にまで減少した。しかしながら、ここ数年は犠牲者数の減少傾向が停滞している。

これら鉱山災害犠牲者のうち約 4 割は、採掘活動によって岩盤が破壊され断層が生じることで発生する地震（以下、「鉱山地震」という）に起因する落盤事故によるものと言われている。また、鉱山地震は、採掘域や坑道などの落盤事故だけでなく地上にも建築物倒壊などの被害を及ぼすことがある。

鉱山地震のリスクは深度が深くなるほど高くなるため、採掘深度 3,000m を超える大深度鉱山が多い「南ア」国の金鉱山は特にリスクが高い。その原因は、地下 3,000m を超える大深度では、岩盤に巨大な圧力がかかっており、そこに採掘のための空隙を作ると岩石が圧力に耐えられず破壊し、断層を生じる可能性が高くなるためである。このような鉱山地震発生メカニズムが存在する中で安全に採掘するためには、鉱山地震のリスクをより正確に評価し、評価結果に基づく採掘計画の修正や採掘活動の制限などによって鉱山地震被害を減少させることが極めて重要である。

他方、「南ア」国の大深度金鉱山では、過去 16 年間にわたって日本と「南ア」国の研究者によって鉱山地震の観測研究が行われ、その結果、地震の発生位置や大きさが事前にある程度予測可能になり、また震源となる断層の近くで観測することができることが分かってきた。大深度金鉱山は地震発生メカニズムの研究に絶好のフィールドを提供しており、ここで得られる科学的知見は、自然地震の発生メカニズムの理解促進に役立ち、地震の予知・予測研究に役立つことが期待される。

このような背景の下、これまで研究協力をしてきた日本と「南ア」国の大学・研究機関による鉱山地震観測の共同研究プロジェクトが「地球規模課題対応国際科学技術協力」事業として「南ア」国政府から要請され、詳細計画策定調査を実施することとなった。

## 1-2 調査の目的

詳細計画策定調査の目的は以下のとおりである。

- (1) 鉱山地震対策に係る「南ア」国の政府・企業の取組みの現状・課題を把握し、本プロジェクトの位置づけ・意義を確認する。
- (2) プロジェクトの基本計画と実施体制について検討し、先方関係機関と合意形成を図る。
- (3) 先方負担事項・対応事項を中心に、MoU（通常の討議議事録（R/D）と同等のもの）の記載内容について先方関係機関に説明し、理解を得る。
- (4) その他、プロジェクトの事前評価に必要な情報を収集する。

### 1-3 調査団概要

調査団の団員構成は以下のとおりである。

	氏名	担当分野	所属
1	益田 信一	団長／総括	国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 防災第二課 課長
2	小笠原 宏	研究統括	立命館大学 理工学部 教授
3	丸尾 祐治	技術参与	国際協力機構 国際協力専門員
4	佐藤 一朗	協力企画	国際協力機構 地球環境部 水資源・防災グループ 防災第二課 調査役
5	桑野 健	地震防災	日本工営株式会社 都市社会事業部 都市環境部

上記団員に加えて、独立行政法人科学技術振興機構（JST）から下記団員がオブザーバーとして同行した。

	氏名	所属
1	本藏 義守	東京工業大学理工学研究科 教授 独立行政法人科学技術振興機構 地球規模課題対応国際科学技術協力事業 研究主幹
2	月岡 康一	科学技術振興機構 地球規模課題国際協力室 主任調査員

調査日程は以下のとおりである。

	日 付	行 程
1	9月25日（金）	日本出発（小笠原団員）
2	26日（土）	南アフリカ着（小笠原団員）
3	27日（日）	移動（ヨハネスブルグ→サン・シティ）
4	28日（月）	鉱山安全に関するセミナー参加（小笠原団員） 調査団日本出発
5	29日（火）	調査団南アフリカ着（小笠原団員合流） JICA 事務所打合せ DST、外務省表敬
6	30日（水）	CSIR との協議 CGS との協議
7	10月1日（木）	ウィットウォーターズランド大学、CSIR との協議
8	2日（金）	ムポネン鉱山視察 AngloGold Ashanti 社への聞き取り調査 Gold Field 社への聞き取り調査 ISS International 社への聞き取り調査
9	3日（土）	ミニッツ案作成
10	4日（日）	ミニッツ案作成
11	5日（月）	DST とのミニッツ協議
12	6日（火）	MHSC への聞き取り調査 Ezulwini 鉱山視察・聞き取り調査（桑野団員）
13	7日（水）	ミニッツ署名 大使館報告 JICA 事務所報告
14	8日（木）	調査団南アフリカ出発 ISS International 社への聞き取り調査（桑野団員）



15	9日(金)	調査団日本着 OHMS社への聞き取り調査(桑野団員)
16	10日(土)	南アフリカ出発(桑野団員)
17	11日(日)	日本着(桑野団員)

DST: Department of Science and Technology (科学技術省)

CSIR: Council for Scientific and Industrial Research (科学産業研究評議会)

CGS: Council for Geoscience (地球科学評議会)

MHSC: Mine Health and Safety Council (鉱山保健安全評議会)

