

第2章 坑内地質調査

2-1 調査方法

調査項目及び方法はTable II-2-1のとおりである。

2-2 坑内地質

2-2-1 坑内地質

1850m準地質図をFig. II-2-1, 断面図をFig. II-2-2及びFig. II-2-3に示す。本坑道の地質は以下のようにまとめることができる。

- 石炭紀後期から二疊紀前期の花コウ閃緑岩を主とするアルティン・ジルガ貫入岩体とランプロファイアーなどの岩脈及びデボン紀クンベル層の石灰岩から構成される。
- 西側のアルティン・ジルガ貫入岩体と東側の石灰岩層の境界部の走向はほぼ南北で東に 65° ～ 70° 傾斜する。この境界に沿ってスカルン帯が分布する。
- 調査坑道ではアルティン・ジルガ貫入岩体は花コウ閃緑岩, 花コウ閃緑斑岩, 閃緑岩, モンゾニ岩及び斑れい岩の岩相からなる。石灰岩層は白色で晶質, 塊状を呈する(地表の既存資料では走向がほぼ南北で東または西に急傾斜し著しい褶曲構造を造る)。

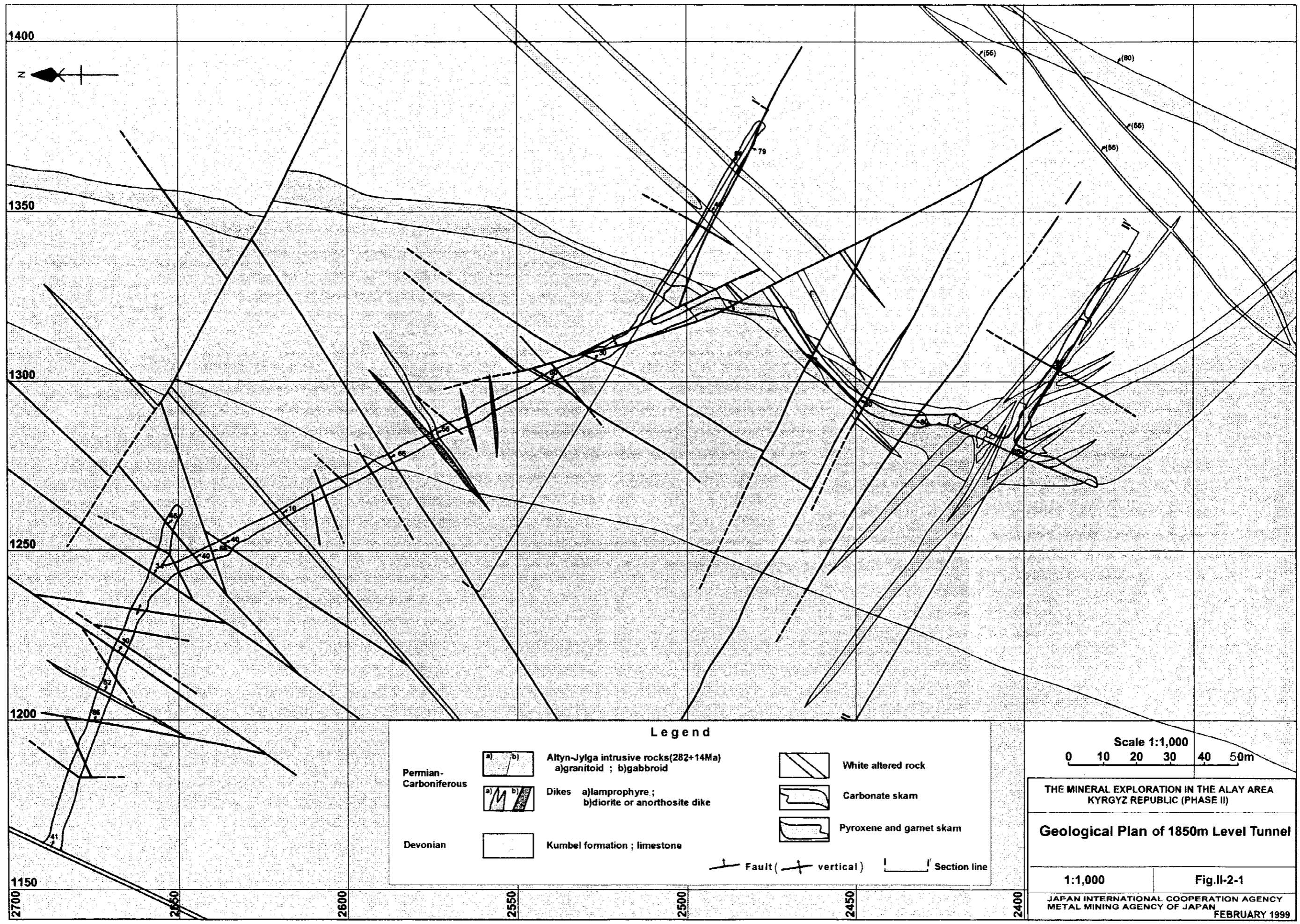
アルティン・ジルガ貫入岩体と岩脈類について以下に記述する。スカルンについては別項で記述する。

(1) アルティン・ジルガ貫入岩体

本岩体は坑口から入替線II 9.8m地点の間に分布する。坑口から坑道II 72m地点の間には花コウ閃緑岩を主とする酸性の岩相が, 坑道II 72m地点から入替線II 9.8m地点間には斑れい岩を主とする塩基性の岩相が分布する。両者の境界は狭い幅で漸移し, 北北東-南南西走向で東に約 75° 傾斜する。斑れい岩を主とする岩相は坑道II 85m地点付近からややスカルン化を被り(薄片T2-85F, 鑑定結果Appendix 2及び3. 以下同じ), 坑道II 108.5m地点付近からスカルン化が明瞭になり(薄片T2-126R), 入替線II 9.8m地点で輝石スカルンに狭い幅で漸移する。坑道IIIのスカルン中にとりどころ原岩組織を残す貫入岩が認められ, これらは斑れい岩(薄片T3-33R, T3-87.5, T3-89L, T3-104.4, T3-104.2, T3-105.4, C2-7.6L)と石英モンゾ閃緑岩(薄片T3-

Table II-2-1 Method of the Geological Survey in 1850m Level Tunnel



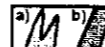

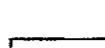
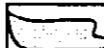


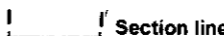
現地調査項目	対象	方法	結果・備考
3面スケッチ	坑道全区间(555m)	縮尺 1/200, 重要部分の詳細スケッチ, 写真撮影, 重要な引立のスケッチ	Plate 1, 2, 3
化学分析用試料採取	鉱化の認められる区間(529件)	鉱化帯に対して立入坑道の場合は両側壁から, ひ押坑道の場合は各引立からチヤチヤ試料を採取。チヤチヤは踏前から1mの高さで水平に長さ1m×幅10cm×深さ5cm。長さは地質状況に応じて変えた。同一地点で鉱化帯の方向が2つ以上認められたときは引立と両側壁から試料を採取した。	Appendix 6 南キボス地質調査隊が独自で行った化学分析の結果(540件)も併せて一覧表に示した。
岩石薄片鑑定試料採取 鉱石研磨薄片鑑定試料採取	鉱化の認められない新鮮な岩石及び変質岩(27件) 鉱石及び鉱化の認められる岩石(19件) エロトラムの金銀含有比率確認と鏡下では鑑定困難な鉱石鉱物の同定のために EPMA 分析を実施した(6件)		Appendix 2, 3 Appendix 4, 5 Appendix 10(EPMA)
粉末X線回折分析試料採取	岩石薄片及び鉱石研磨薄片用の試料で, 鏡下鑑定が困難(粘土質, 隠微晶質)と思われるもの(8件)		Appendix 7
流体包有物均質化温度測定試料採取	鉱化作用に伴って形成されたと考えられる石英及び方解石(15件)	化学分析を行った鉱石試料で, なるべく鉱化帯内の分布帯ごと, 鉱石の種類ごとに, また空間的に均等に分布するように採取した。	Appendix 8, 9
鉱物試験用試料採取	スカールン中の鉱石で鉱物組成の異なる代表的な鉱石(4件)	直径1m以内で同一の岩相を示す鉱石を1つにつき3kg採取し全量を試験に供した。	Appendix 11 ~ 18



1400
1350
1300
1250
1200
1150



Legend

- | | | | | |
|-----------------------|---|--|---|--|
| Permian-Carboniferous |  | Altyn-Jyga intrusive rocks(282+14Ma)
a)granitoid ; b)gabbroid |  | White altered rock |
| |  | Dikes a)lamprophyre ;
b)diorite or anorthosite dike |  | Carbonate skarn |
| Devonian |  | Kumbel formation ; limestone |  | Pyroxene and garnet skarn |
| | | |  | Fault ( vertical) |
| | | |  | Section line |

Scale 1:1,000
0 10 20 30 40 50m

THE MINERAL EXPLORATION IN THE ALAY AREA
KYRGYZ REPUBLIC (PHASE II)

Geological Plan of 1850m Level Tunnel

1:1,000 Fig.II-2-1

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN
FEBRUARY 1999

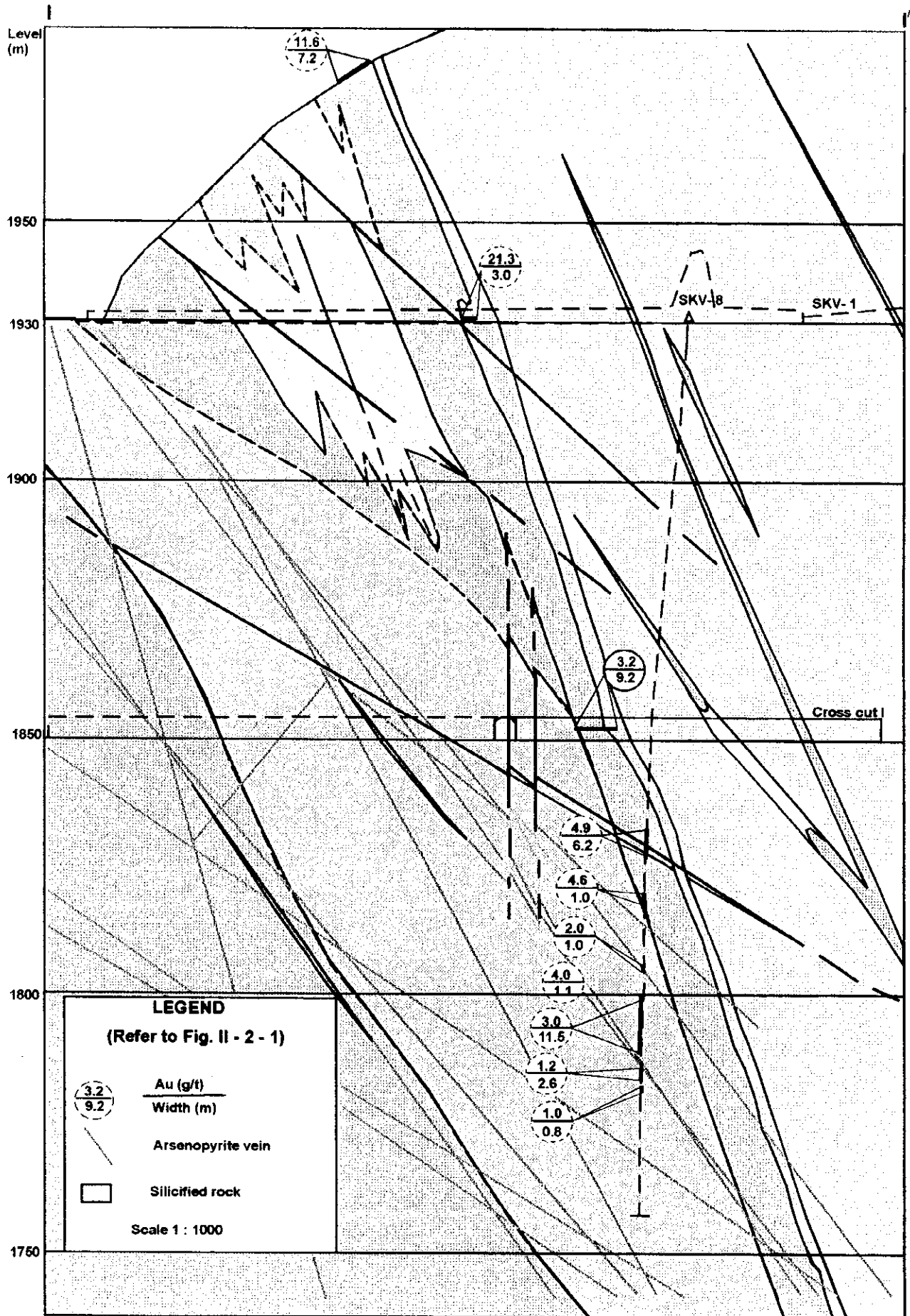


Fig. II - 2 - 2 Geological Section I - I'

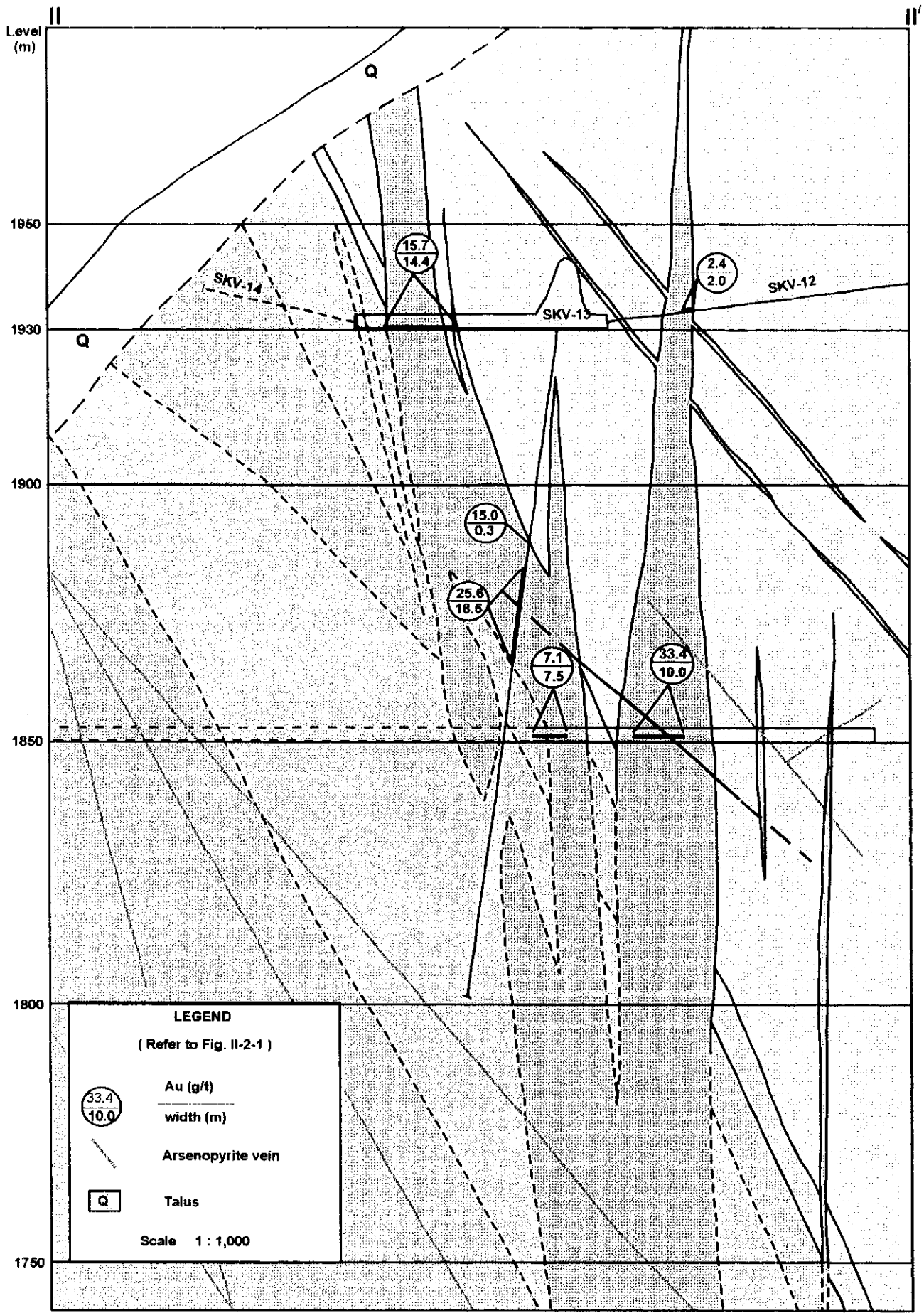


Fig. II-2-3 Geological Section II-II'

127FR)である。

斑れい岩の主要構成鉱物は自形～半自形の斜長石、他形の角閃石・黒雲母及びカンラン石である。岩体中の位置により斜長石の量比がおよそ10%程度から70%程度と大きく変化する。スカルン化したものには単斜輝石が多く認められる。

貫入岩体中には北東-南西走向で南に40°前後傾斜する断層が発達する。これらの断層は、鉱染状の硫砒鉄鉱を含む幅数cmから1mの白色変質帯(薄片T1-57R)を伴う。断層面及び付随する平行な剪断節理面には、硫砒鉄鉱を伴う幅1mm～4cmの石英-方解石脈が多数認められる。

(2) 岩脈類

岩脈にはランプロファイアー、閃緑斑岩、斜長岩及び石英モンゾ閃緑岩が認められる。

●ランプロファイアー岩脈の幅は3m以下で、1m以下のものが最も多い。岩脈の発達方向には北東-南西走向で南緩傾斜と北西-南東走向でほぼ垂直の2系統が認められる。

肉眼では暗灰色斑状を呈し、石基は細粒緻密である。鏡下では、斑晶は径約2mmの角閃石、径約1mmの斜長石及び径約0.5mmのカリ長石からなり、石基は角閃石・黒雲母及び斜長石等からなる(薄片T2-150R)。

アルティン・ジルガ貫入岩体と石灰岩層の境界部のスカルン帯周辺では、ランプロファイアーは岩脈の両盤際、節理面及び剪断面に沿ってスカルン化を被り、セリサイト、単斜輝石及びザクロ石を生じ、金の鉱化が認められる(薄片T3-57.8F, C1-54.5R)。

●閃緑斑岩、斜長岩及び石英モンゾ閃緑岩岩脈は斑れい岩中に認められ、幅は1m以下で20cm以下のものが最も多い。これらの岩脈は母岩との境界部が不規則で凹凸のあるもの、分支脈を派生するも、斑れい岩の割れ目を充填した不規則網状～レンズ状を呈するものが認められる。坑道Ⅲ南端部付近のスカルン帯中ではスカルン化から取り残された核として石英モンゾ閃緑岩岩脈が認められる(薄片T3-127F)。

閃緑斑岩は肉眼では灰色を呈する。鏡下では、斑晶が径約0.5mmの斜長石及び径約0.2mmの黒雲母・角閃石・単斜輝石・石英からなり、石基の鉱物粒は径0.05mm以下である(薄片T2-101.5L)。

斜長岩は肉眼では白色を呈し細粒緻密である。鏡下では、径0.5mm前後で他形の等粒状斜長石からなる(薄片T2-85F,)。

2-2-2 地質構造

●1850m準のアルティン・ジルガ貫入岩体と石灰岩層との境界はほぼ南北方向であり (Fig. II-2-1), 地表及び1930m準坑道で確認されている南北の構造にほぼ調和している。

●石灰岩は白色塊状で層理面が認められず調査坑道内では構造が不明である。地表の既存資料では走向がほぼ南北で東または西に急傾斜し, 著しい褶曲構造を示す。

●1850m準坑道で捕捉したスカルン帯は, 地表, 1930m準坑道及びボーリング孔で捕捉した位置とほぼ同一平面上にある (Fig. II-2-2及びFig. II-2-3)。幅は8~25mで東に65°~70°で傾斜し, 全体的に板状の形態をなす。

●断裂系は北東-南西及び北西-南東の2系統が発達する (Table II-2-2)。

Table II-2-2 Classification of Fracture System

走向	傾斜	種類(幅)	鉱化作用
NE-SW	35° ~ 70° S	断層 (<1m) 岩脈 (<2m, ほとんどは <1m) 剪断節理	主に金を伴う硫砒鉄 鉱脈
NW-SE	70° N ~ 80° S	断層 (<1m) 岩脈 (<3m, ほとんどは <1m) 剪断節理	主に金を伴う黄銅鉱 及び斑銅鉱

2-2-3 スカルン

調査坑道に見られるスカルンの産状をFig. I-4-2に示す。

●スカルンは貫入岩体と石灰岩の境界部とランプロファイアー岩脈中に生じている。前者は帯状に分布し約10mの幅である。スカルン化したランプロファイアー岩脈は立入坑道Ⅱ分岐周辺に多数出現する。

●貫入岩体と石灰岩の境界部のスカルン帯には分帯が認められ, 下盤側 (貫入岩体側) より, 細粒輝石(-珪化)スカルン亜帯 (内成スカルン, 幅5m以下, 輝石スカルン・ザクロ石-輝石スカルン・磁鉄鉱-輝石スカルン等, 薄片T2-181.8R), ザクロ石スカルン亜帯 (内成-外成境界部, 幅9m以下, ザクロ石スカルン・輝石-ザクロ石スカルン等, 研磨薄片T3-78.9Fa, T3-83.9F, T3-87.5Fa, 鑑定結果Appendix 4及び5. 以下同じ), 炭酸塩質スカルン亜帯 (外成スカルン, 幅1m以下, 研磨薄片T3-83.9Fa) である。

●スカルン帯中のザクロ石スカルンは輝石スカルン中に雲状, 網状または脈状に分

布する。

●スカルン帯と交差するランプロファイアー岩脈は全体的に緑色に変質している。岩脈の両盤際と内部の格子状の節理面及び剪断割れ目沿いはザクロ石スカルンに交代されている(研磨薄片C2-19.5L, C2-19.5La, C2-19.8R, C2-20FR)。

●スカルンは主に単斜輝石、ザクロ石及び方解石からなり、ところにより石英、斜長石、カリ長石、角閃石及び黒雲母を含む。スカルンは鏡下では、グラノプラスチック組織を呈する。原岩の斜長石、斜方輝石、角閃石及び黒雲母が単斜輝石に置換されているもの(薄片T2-85F, T3-37R等)、輝石を主体とするスカルン中をザクロ石またはザクロ石と角閃石からなる細脈が貫いているもの(薄片T3-104.1L, C2-7.6L)が観察される。ザクロ石はE P M A分析によりアンドラライトと同定される(Appendix-18)。

2-2-4 鉍 況

捕捉した主要な鉍化部(平均金品位3g/t以上、但し、貫入岩体中の鉍化部では平均金品位の最高が2.6g/tであるので1g/t以上)をTable II-2-3に示す。

●金の鉍化作用はスカルン中及びアルティン・ジルガ貫入岩体中に認められ、両者とも割れ目沿いで鉍化が強い。

●スカルン中の金の鉍化作用は、貫入岩と石灰岩の境界部のスカルン帯とランプロファイアー岩脈中のザクロ石スカルンに認められる。

細粒輝石スカルン分帯では、金の鉍化が認められる部分と認められない部分があり、鉍化部の平均品位は最高6.3g/tである。

ザクロ石スカルン分帯では黄銅鉍と斑銅鉍に伴う金の鉍化が全体に認められ、鉍化部の平均品位は最高30.2g/tである。

炭酸塩質スカルン垂帯では微粒の黄鉄鉍、硫砒鉄鉍及び黄銅鉍に伴う金の鉍化が認められ、鉍化部の平均品位は最高19.0g/tである。

ランプロファイアー岩脈中のザクロ石スカルンでは黄銅鉍と斑銅鉍に伴う金の鉍化が認められ、チャンネルサンプルでしばしば10g/t以上、最高366.4g/tを示す高品位の鉍化部である。

●調査坑道で確認できた鉍床の最北部に当たる入替線ⅡではAu5.2g/t/4.9m(スカルン帯中)、最南部の立入坑道Ⅱでは33.4g/t/10m(ランプロファイアー岩脈中のザクロ石スカルン)の含有を示す。

Table II -2-3 Mineralization Zones in 1850m Level Tunnel

Location	Distance (m)	Length (m)	Ore type	Host rock	Assay				No.
					Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	As (ppm)	
Tunnel I	70.0 ~ 76.5	6.5	Au-As	Granodiorite	1.1	0.3	43	1044	1
Side track I	16.0 ~ 18.0	2.0	Au-As	Granodiorite	1.2	0.2	75	1553	2
Tunnel II	13.0 ~ 14.0	1.0	Au-As	Granodiorite	1.0	0.2	120	150	3
	27.5 ~ 28.5	1.0	Au-As	Granodiorite	1.0	0.1	20	400	4
	31.5 ~ 32.5	1.0	Au-As	Granodiorite	1.4	<0.1	20	200	5
	56.0 ~ 57.0	1.0	Au-As	Granodiorite	2.0	0.2	39	363	6
	65.6 ~ 66.6	1.0	Au-As	Granodiorite	1.2	0.1	80	175	7
	72.6 ~ 73.9	1.3	Au-As	Granodiorite	1.2	0.1	61	257	8
	81.0 ~ 82.0	1.0	Au-(As)	Gabbro	1.2	<0.1	15	0	9
	88.0 ~ 91.3	3.3	Au-(As)	Gabbro	1.4	0.0	30	18	10
	92.2 ~ 94.2	2.0	Au-As	Gabbro	1.6	0.0	20	1050	11
	99.0 ~ 100.0	1.0	Au-As	Gabbro	2.1	0.1	66	2100	12
	108.8 ~ 110.8	2.0	Au-(As)	Gabbro	1.9	0.1	39	28	13
	117.8 ~ 118.8	1.0	Au-As	Gabbro	1.9	0.2	40	200	14
	123.8 ~ 124.8	1.0	Au-As	Gabbro	1.1	0.1	18	600	15
	125.5 ~ 127.5	2.0	Au-(As)	Gabbro	1.3	0.1	40	0	16
	133.5 ~ 134.5	1.0	Au-(As)	Gabbro	1.3	0.1	12	0	17
	137.8 ~ 139.8	2.0	Au-(As)	Gabbro	2.6	0.1	17	60	18
	142.8 ~ 143.8	1.0	Au-As	Gabbro	1.2	<0.1	30	300	19
148.5 ~ 149.5	1.0	Au-(As)	Gabbro	1.8	0.2	90	0	20	
153.5 ~ 154.5	1.0	Au-(As)	Gabbro	1.2	0.2	12	0	21	
Side track II	7.5 ~ 12.4	4.9	Au-Cu	Ga < Cpx skarn	5.2	0.5	132	224	22
right wall	14.7 ~ 16.7	2.0	Au-Cu	Ga < Cpx skarn	6.3	0.6	275	350	23
left wall	16.4 ~ 18.6	2.2	Au-Fe	Carb skarn	4.4	0.4	95	2100	24
Tunnel II-III	182.0 ~ 5.0	10.5	Au-Fe&Au-Cu	Cpx, Ga & Carb skarn	4.8	1.2	156	1830	25
Tunnel III	13.8 ~ 16.7	2.9	Au-Fe&Au-Cu	Cpx, Ga & Carb skarn	4.2	0.1	91	376	26
	20.6 ~ 20.8	0.2	Au-Fe	Asp-Cp vein	20.3	70.0	37100	6340	27
	51.0 ~ 52.8	1.8	Au-Fe&Au-Cu	Cpx, Ga skarn	3.1	0.2	150	1153	28
	55.7 ~ 70.7	15.0	Au-Cu	Cpx < Ga skarn	6.0	0.6	431	155	29
	78.9 ~ 81.4	2.5	Au-Cu	Cpx < Ga skarn, Carb skarn	14.7	12.3	4410	333	30
	83.9 ~ 88.4	4.5	Au-Cu	Ga skarn(dike)	20.6	44.2	12166	31	31
	109.0 ~ 110.0	1.0	Au-Cu	Ga skarn	13.1	0.3	151	0	32
	115.0 ~ 115.0	1.0	Au-Cu	Ga skarn	10.9	3.0	90	0	33
	121.0 ~ 121.0	1.0	Au-Cu	Ga skarn	4.1	0.5	50	0	34
Tunnel III—Cross cut II	103.0 ~ 11.5	13.5	Au-Cu	Ga skarn(dike)	7.9	6.1	2472	191	35
Cross cut II	20.0 ~ 27.0	7.0	Au-Cu	Ga skarn(dike)	23.9	10.2	5621	43	36

Asp: Arsenopyrite, Carb: Carbonate, Cpx: Clinopyroxene, Ga: Garnet
Location of the mineralization zones are shown on Fig. 1-4-1

●貫入岩体中の断層に沿って幅1mm~4cmの硫砒鉄鉱-石英-方解石細脈と幅1mm以下で硫砒鉄鉱を伴う白色変質帯が発達し、鉱化部の平均金品位は最高2.6g/tである。

2-2-5 鉱石の産状

鉱石は産状及び鉱石鉱物組成に基づいてAu-Cu鉱、Au-Fe鉱及びAu-As鉱の3種類に分類できる。それぞれの鉱石の特徴をTable II-2-4に示す。これらの鉱石の内、Au-Cu鉱は量が最も多く鉱石の主体をなす。Au-Fe鉱は炭酸塩質スカルン中に断続的に分布し、量はAu-Cu鉱に較べて非常に少ない。本鉱石は微粒の黄鉄鉱と硫砒鉄鉱が炭酸塩鉱物と縞状組織をなすものであり、相当量の砒素を含む。Au-As鉱は貫入岩体中の割れ目に沿って分布し、低品位である。

2-2-6 流体包有物均質化温度測定結果

測定結果をTable II-2-5に、測定データ一覧表をAppendix 8に、測定サンプルの鉱種ごとに分類したヒストグラムをAppendix 9(1)-(4)に示す。測定された温度は試料ごとに平均値を求めた。1つの試料で温度分布に複数のピークが認められるものについては各ピークごとに平均値を求めた。

●ザクロ石及び輝石スカルン中に胚胎するAu-Cu鉱に伴う石英及び方解石は、均質化温度の分布に2つあるいは3つのピークの認められるものが多い。ピークの平均温度は、ザクロ石スカルンと輝石スカルンとで、それぞれ97~258℃及び103~267℃であり、両者は同様の温度範囲を示す。単独の測定値の最高温度は、輝石スカルンが374℃(C1-12L(2))、ザクロ石スカルンが276℃(C2-19.5La)であり、輝石スカルンの方がザクロ石スカルンよりも高い温度を示す。

●炭酸塩質スカルン中のAu-Fe鉱は温度分布のピークが1つのみで、平均温度は108~117℃である。

●石英-方解石-硫砒鉄鉱脈に伴うAu-As鉱は温度分布のピークが1つのみで、平均温度は112~135℃を示す。

2-2-7 鉱物試験結果

鉱石の性状を把握し、選鉱の難易を判断するためにスカルン中の鉱石を代表する下記の4種を選び試験に供した。分析フローをAppendix 11に示す。結果はAu積算分布率としてまとめ、Table II-2-6に示した。

Table II -2-4 Classification of Ore and its Character

鉱種	露頭での産状	Au品位(g/t)	鉱石鉱物	Au 鉱物	鉱石の組織
Au-Cu 鉱	黄銅鉱及び斑銅鉱の鉱石としてザクログ石及び輝石スカルン中の割れ目沿いに脈状、レンズ状、不規則状、鉱染状に、またザクログ石スカルン中の晶洞を方解石及び角閃石と共に充填して産する。	1-336.4	黄銅鉱 斑銅鉱	エレクトラム (Au66-72%), 粒状, 脈状, 不規則状 (径 1-600 μm)	エレクトラムは黄銅鉱及び斑銅鉱と共生し, 粒状または不規則状, ザクログ石の割れ目を充填し脈状, 脈石鉱物中に微粒な点状を呈し分布する。
Au-As 鉱	アルテイン・ジルガ貫入岩体中の断層(NE-SW 走向)沿いに脈状、鉱染状の硫砒鉄鉱の鉱石として、またスカルンと石灰岩の境界部に脈状、レンズ状の硫砒鉄鉱-黄銅脈として産する。	1-2.7	硫砒鉄鉱 (黄鉄鉱) (黄銅鉱)	不明	脈状の硫砒鉄鉱は自形で、しばしば破碎され隙間を石英及び方解石が充填する。鉱染状の硫砒鉄鉱は自形で、径 0.5mm 以下である。
Au-Fe 鉱	スカルン沿いの石灰岩中に微粒の方解石-菱鉄鉱と微粒の黄鉄鉱-硫砒鉄鉱-(黄銅鉱)からなる縞状を呈し産する。	1-30.2	黄鉄鉱 硫砒鉄鉱 黄銅鉱	自然金 (銀を含む), 粒状 (径 1-10 μm)	自然金は硫砒鉄鉱中に包有されている。

Table II -2-5 Result of Homogenization Temperature Measurement of Fluid Inclusions

Ore type		Sample No.	Average temperature			Assay results			
			Mineral	Peak1 (°C)	Peak2 (°C)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (ppm)	As (ppm)
Au-Cu ore	Ga skarn	C2-19. 5L	Calcite	109	170	84. 6	20. 0	4000	-
		C2-19. 5La	Calcite	97	125	81. 6	20. 0	>10000	-
		C2-19. 8R	Calcite	140	240	366. 4	40. 0	>10000	-
		C2-20FR	Calcite	146	258	102. 4	7. 0	>10000	-
	Range of ave. temp			97-258					
	Px skarn	T3-63. 7L (1)	Quartz	138	-	6. 5	-	120	-
		T3-63. 7L (2)	Calcite	121	-				
		C1-12L (1)	Quartz	195	267	11. 3	0. 9	120	200
		C1-12L (2)	Calcite	103	146				
		C1-12L (2)	Quartz	131	170				
Range of ave. temp			103-267						
Au-Fe ore	Carb skarn	T3-3L (1)	Calcite	108	-	19. 0	1. 2	400	3000
		T3-3L (2)	Calcite	116	-				
		C1-16C(1)	Calcite	108	-	0. 5	0. 7	120	1200
		C1-16C(2)	Calcite	117	-				
Range of ave. temp			108-117						
Au-As ore	Qz-Cal-(Asp) vein	T1-106L	Quartz	135	-	0. 3	0. 2	120	200
		T2-32. 5F	Calcite	116	-	0. 5	<0. 1	30	900
		T2-131. 8L	Calcite	112	-	0. 1	-	15	-
Range of ave. temp			112-135						

Asp : Arsenopyrite
 Carb: Carbonate
 Ga : Garnet

Px : Pyroxene
 Qz : Quartz

Table II-2-6 Cumulative Distribution of Au in Sieved Milling Ore

	T3-3L	T3-63.7L	T3-87.5F	C2-12L
Grain size (mesh)	Au-Fe ore (Carb skarn)	Au-Cu ore (Mg-Cpx skarn)	Au-Cu ore (Mg-Cpx skarn)	Au-Cu ore (Ga skarn)
+60	8.4%	39.5%	38.0%	8.7%
-60~+100	11.2%	57.6%	53.9%	13.8%
-100~+150	20.4%	69.5%	65.4%	47.3%
-150~+200	39.9%	81.7%	79.5%	66.6%
-200~+325	66.7%	89.4%	92.2%	82.5%
-325	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
Au grade of original samples	1.6g/t	<1g/t	41.3g/t	1.3g/t

Carb: carbonate, Cpx: clinopyroxene, Ga: garnet, Mg: magnetite

●供試料

- ①T3-3L : Au-Fe鉱 (炭酸塩質スカルン中)
- ②T3-63.7L : Au-Cu鉱 (磁鉄鉱-輝石スカルン中)
- ③T3-87.5F : Au-Cu鉱 (ザクロ石スカルン中)
- ④C1-12L : Au-Cu鉱 (ザクロ石-輝石スカルン中)

●分析方法の概要

試料粉碎 → 6段階に篩い分け → 各粒度別の化学分析 → Au最高品位と最低品位を示した粒度の試料について重液分離 → モード分析

●試験結果

自然金及びエレクトラムは1-600 μ mの大きさで、主に斑銅鉱や黄鉄鉱と共存している。一部は硫砒鉄鉱、菱鉄鉱及びザクロ石中にも認められる。

●数10 μ m程度の粗粒金鉱物は黄銅鉱及び斑銅鉱の周辺部や割れ目沿いに存在するものが多い。細粒部分の一部は脈石中にドット状に分布する。

●磨鉱試料の金鉱物粒は粗粒部(+65mesh)で斑銅鉱、単斜輝石及びザクロ石と片刃となり、細粒部では単体となる。磨鉱粒度が大きい場合に金品位が高くなる傾向がある。

2-3 考 察

2-3-1 鉱床の連続性

●1930m準坑道で確認されたスカルン中の鉱化部は1850m準坑道でも同じ構造で連続していることから、更に下部へ連続していると考えられる。

●1930m準坑道のSKV-13ボーリング室向かい坑道分岐点周辺には、北西-南東方向のランプロファイア岩脈がスカルン帯と交差し富鉱部を形成している。この富鉱部は、1850m準坑道の立入坑道II分岐周辺に延長が確認され、下部への連続が考えられる。

●鉱床胚胎の場としてのスカルン帯はほぼ南北にアルティン・ジルガ北部から第3鉱体の位置する中部、そして南部までほぼ連続していること、1850m準坑道においては捕捉したスカルン中の鉱床の南北両端において鉱況の衰えが認められないことから、1850m準での鉱床は更に南北方向に連続していると考えられる。

●1850m準坑道南部で岩脈とスカルン帯の交差部に形成された富鉱部と同様な産状で、

第5 鉱体 (Au平均品位16.6g/tの脈状鉱体, Au品位4.7g/tの鉱化岩脈) と南部鉱床 (Au品位3.2g/t~13.8g/tのスカルン中の鉱化部, Au品位3.0g/t~50.0g/tの鉱化岩脈) が確認されてる。これらの鉱体は, 第3 鉱体と同様な鉱化作用によるものと推定される (Fig. I-4-3, Fig. I-4-4)。

●第3 鉱体東側の地表で北西-南東方向の脈状鉱体 (Au平均品位13.9g/t) が確認されている。本鉱体は1850m準坑道南部にある富鉱部と平行に位置し, 同富鉱部と一連の鉱化ゾーンを形成しているものと考えられる (Fig. I-4-4)。

2-3-2 鉱化作用

(1) 鉱化過程

●**スカルン化・鉱化作用。** アルティン・ジルガ貫入岩体の貫入に伴い石灰岩層との境界部に輝石を主とするスカルン帯が形成された。スカルン中にはAu 1g/t以下の鉱化が広く認められることから, 熱水の影響によりAuの低濃度の鉱化があったと推定される。

●**再スカルン化。** 引き続き北東-南西及び北西-南東走向の割れ目に沿ってランプロファイア岩脈の貫入と, 最初のスカルン化より若干低い温度での再スカルン化があり, ザクロ石スカルンが形成されるとともに岩脈自身もスカルン化されたと考えられる。

●**再鉱化・濃集。** 再スカルン化の後期に同じ割れ目を通り金-銅の鉱化があり, 主要な鉱体を形成したと考えられる。スカルン帯と岩脈の交差部では富鉱部が形成された。

●**硫砒鉄鉱-金の鉱化作用。** 再鉱化作用の後, より低温で貫入岩体中の北東-南西走向の割れ目及びスカルンに沿った石灰岩中に金-砒素の鉱化があり, 割れ目では主に硫砒鉄鉱脈からなるAu-As 鉱が, 石灰岩中では主に黄鉄鉱-硫砒鉄鉱-黄銅鉱からなるAu-Fe 鉱が生成されたものと考えられる。

(2) 鉱化規制

金の鉱化はほぼ南北に延びるスカルン帯と, これに交差する北東-南西及び北西-南東方向の割れ目に規制されており, 交差部で富鉱部を形成していると考えられる。

2-3-3 ポテンシャル金量

坑道調査を行った第3鉱体及び第3鉱体と同様な鉱化作用であると推定される第5鉱体と南部鉱床について求めたポテンシャル金量を下に示す。鉱量計算断面をFig. 1-4-1に示す。

(1) 鉱計基準

カットオフ品位：1g/t

鉱床範囲：Au1g/t以上の範囲，地質構造を考慮，中石は幅1m以下

鉱床深度：①第3鉱体は1850m準で鉱況を確認し更に下部へ連続していると考えられるので次年度下向きボーリング探鉱レベルの1,710m準まで。

②第5鉱体及び南部鉱床は第3鉱体と同様の鉱化作用であると推定されるので本年度調査坑道のレベルである1850m準まで。

計算：断面法，比重3.0(キルギス側測定値を考慮して設定，要試験)

鉱床面積・品位：

Ore body	Level (m)	Area (m ²)	Au grade (g/t)	Height (m)
NO. 3 ore body	Surface (1,980m)	3,100	5.5	50
	1,930m	3,100	5.5	80
	1,850m	2,000	7.0	140
	1,710m	2,000	7.0	
No. 5 ore body	Surface (2,170m)	536	13.6	320
Southern deposit	Surface (2,100m)	1,370	7.4	250

(2) ポテンシャル金量

	Au平均品位	Au量	カテゴリ
第3鉱体(1930m準以上)	5.5g/t	2.6t	C ₂
(1930m準～1850m準)	6.1g/t	3.7t	C ₂
(1850m準～1710m準)	7.0g/t	8.4t	P ₁
第3鉱体合計		14.7t	
第5鉱体(2170～1850m準)	13.6g/t	7.0t	P ₂
南部鉱床(2100～1850m準)	7.4g/t	7.6t	P ₂
第5鉱体・南部鉱床合計		14.6t	
第3鉱体+第5鉱体+南部鉱床 合計		29.3t	

2-3-4 選鉱性

●粉砕試料の鏡下観察の結果から粗粒金は黄銅鉱，斑銅鉱及び輝銅鉱の周辺部や割れ目沿いに存在するものが多く，単体分離はやや容易であると推定できる。

●Au積算分布は，金は粗粒部に残りやすいことを示している。このことから金は比重選鉱で6割弱，浮遊選鉱青化精錬で3割程度，合計で8～9割程度の回収が期待できる。

第Ⅲ部 結論及び提言

第 1 章 結 論

●本年度調査により、第3鉱体1930～1850m準間の鉱床の連続性と既存ボーリングで捕捉している高品位部下部の連続性を坑道により確認した。1850m準調査坑道で把握された鉱床面積は2,000m²、金平均品位7.0g/t(カット1g/t)であり、更に1850m準での拡がりや下部への連続が予想される。

●第3鉱体での金の鉱化は3回あったと考えられ、それらは①アルティン・ジルガ貫入岩体とクンベル層の石灰岩層との境界部に形成された輝石を主とするスカルン帯形成期の後期、②ランプロファイアー岩脈貫入に伴うザクロ石を主とするスカルン形成期の後期及び③スカルン周辺部の割れ目沿いに行われたスカルン形成後のものである。高品位の金鉱石は2回目の鉱化作用で形成され、スカルン帯とランプロファイアー岩脈の交差部で富鉱部を形成している。

●第3鉱体近傍の地表で確認されている第5鉱体及び南部鉱床は一連の鉱化ゾーンを形成していると推定され、両鉱体・鉱床の間には鉱体が連続している可能性がある。これらの鉱体は第3鉱体富鉱部と同様の鉱化作用によるものと考えられる。第3鉱体、第5鉱体と南部鉱床の合計ポテンシャル金量は29.3tと推定された。

第2章 第3年度調査への提言

第3鉱体1850m準以下の探鉱と第5鉱体及び南部鉱床からなる鉱化ゾーンの地下延長部の探鉱によりポテンシャルを明確にする必要がある。

また、アルティン・ジルガ地区を開発に結びつけるには、本年度の成果をふまえて全体の鉱化メカニズムをさらに具体的に、探鉱指針を確立させ、ポテンシャルが見込める第3鉱体東方の鉱体、北端部の鉱体、西部鉱床及び西部奥鉱床へのアプローチにより大幅な鉱量の獲得が必要である。

(1) 探鉱ターゲット

- スカルン帯の垂直及び水平方向の延長部
- スカルン帯と岩脈の交差部

(2) 場所と調査方法

- A. 第3鉱体における下向きボーリング
- B. 第5鉱体及び南部鉱床からなる鉱化ゾーンへの調査坑道掘削と地表部の詳細地質調査
- C. 北端部の脈状鉱体、第3鉱体東側の脈状鉱体、西部鉱床及び西部奥鉱床の地表部詳細調査
- D. 選鉱試験
 - 鉱石の特性の定量化
 - 選鉱フローと選鉱性の検討

Appendices

Result of Laboratory Works

Appendix 1	List of Laboratory Test Samples	A1
Appendix 2	Microscopic Observations of the Thin Sections	A3 ~ A4
Appendix 3	Photomicrographs of the Thin Sections	A5 ~ A17
Appendix 4	Microscopic Observations of the Polished Thin Sections of the Ore	A19 ~ A20
Appendix 5	Photomicrographs of the Polished Thin Sections	A21 ~ A33
Appendix 6	Assay Result of the Channel Samples from 1850m Level Tunnel (1)~(31)	A35 ~ A65
Appendix 7	Result of X-ray Diffraction Analysis	A67
Appendix 8	Result of Homogenization Temperature Measurement of Fluid Inclusions	A69
Appendix 9	Histogram of Homogenization Temperature (1)-(4)	A71 ~ A74
Appendix 10	Result of EPMA Analysis	A75
Appendix 11	Flow Chart of Mineral Separation Test	A77
Appendix 12	Assay Result for Mineral Separation Test	A79
Appendix 13	Result of Heavy Liquid Separation and Assay	A81
Appendix 14	Result of X-ray Diffraction Analyses for Mineral Separation Test	A83
Appendix 15	Microscopic Observations of the Polished Thin Sections for Mineral Separation Test	A85 ~ A86
Appendix 16	Photomicrographs of the Polished Thin Sections for Mineral Separation Test	A87 ~ A99
Appendix 17	Result of Modal Analysis for Mineral Separation Test	A101 ~ A102
Appendix 18	Result of EPMA Analysis for Mineral Separation Test	A103

Appendix 1 List of Laboratory Test Samples

Sample no.	Rock name	Laboratory test						Remarks
		T	P	X	F	E	M	
1	T1-57R	Altered granodiorite porphyry	T		X			
2	T1-106L	Qz-Cal-Asp vein		P		F		Quartz(F)
3	T2-32.5F	Cal-Qz-Asp vein				F		Calcite(F)
4	T2-85F	Anorthosite(dike)/Skarnized gabbro(wall rock)	T					
5	T2-101.5L	Diorite porphyry(dike)/Monzodiorite(wall rock)	T					Calcite(F)
6	T2-104L	Skarnized gabbro	T					
7	T2-123F	Mo ore in monzonite		P				
8	T2-126R	Skarnized gabbro	T					
9	T2-131.8L	Cal-Py vein				F		Calcite(F)
10	T2-150R	Lamprophyre	T					
11	T2-181.8R	Cpx skarn(siliceous skarn)	T					
12	T3-3L	Py ore in Px-Qz-Carb skarn				F	M	Calcite(F)
13	T3-33R	Skarnized gabbro	T					
14	T3-35.6L	Brecciated limestone	T		X			
15	T3-37R	Cpx skarn(lamprophyre?)	T		X			
16	T3-56.8F	Bn-Cp ore in Ga skarn		P				
17	T3-57.8F	Skarnized lamprophyre	T					
18	T3-63.7L	Cp-Py ore in Mt-Cpx skarn				F	M	Quartz & Calcite(F)
19	T3-64.7F	Cp ore in Ga-Cpx-Mt skarn		P				
20	T3-78.9F	Py ore in Cpx skarn(brecciated)		P				
21	T3-78.9Fa	Cp ore in Cpx-Ga skarn		P			E	Tetrahedrite(EPMA)
22	T3-83.9F	Cp ore in Cpx-Ga skarn ore(fine-grained)		P				
23	T3-83.9Fa	Mineralized Cpx crystal		P				
24	T3-83.9Fb	Py ore in Py-Cal-Sid banded skarn		P				
25	T3-87.5F	Bn-Cp ore in Cpx-Ga skarn					M	
26	T3-87.5Fa	Mineralized Endoskarn(light green)		P				
27	T3-87.5Fb	Bn-Cp ore in Cpx-Amp-Ga skarn		P				
28	T3-87.5L	Cpx skarn(gabbro?)	T					
29	T3-88.4F	Cp-Bn ore in Cpx skarn		P				
30	T3-89L	Cpx skarn(gabbro?)	T					
31	T3-104.1L	Ga-Hb-Cpx skarn (gabbro?)	T					
32	T3-104.2L	Ga-Hb-Cpx skarn (gabbro?)	T		X			
33	T3-105.4L	Gabbro	T					
34	T3-107.3R	Cpx-Ga skarn	T		X			
35	T3-127F	Qz monzodiorite	T					
36	T3-127FR	Cpx skarn	T					
37	C1-11.5L	Asp ore in Ga-Cpx skarn		P				
38	C1-12L	Py-Cp ore in Ga-Cpx skarn				F	M	Quartz & Calcite(F)
39	C1-16C	Py-Cal skarn				F		Calcite(F)
40	C1-19L	Cp-Mt-Asp ore in Qz-Cal-Amp skarn		P				
41	C1-54.5R	Skarnized lamprophyre	T		X			
42	C1-55.9L	Lamprophyre	T					
43	C1-58.2C	Marble	T					
44	C2-7.6L	Cpx skarn (gabbro?)	T					
45	C2-13.2C	Wollastonite skarn			X			
46	C2-13.5C	Cpx-wo skarn	T					
47	C2-19FL	Cpx skarn	T					
48	C2-19FR	Cpx skarn	T					
49	C2-19.5L	Au-Cp ore in Ga skarn		P		F	E	Electrum(EPMA), Calcite(F)
50	C2-19.5La	Au-Cp ore in Ga-Cal-Cpx		P		F		Calcite(F)
51	C2-19.8R	Au-Cp ore in Cal-Ga-Cpx skarn		P	X	F	E	Electrum&Bi-Te mineral(EPMA), Calcite(F)
52	C2-20FR	Au-Cp ore in Ga-Cpx-Cal skarn		P		F	E	Electrum(EPMA), Calcite(F)
53	C2-49.8L	Cpx skarn	T					
54	C2-55C	Py-Asp aggregates ore		P				

E : EPMA, F : Homogenization temperature of fluid inclusions, M : Mineral separation test, T : Thin section, P : Polished thin section, X : X-ray diffraction analysis. Refer to Appendix 2 for abbreviations of minerals.

Appendix 2 Microscopic Observations of the Thin Sections

No.	Sample number	Rock name	Primary minerals													Secondary minerals													Remarks						
			Qz	Pl	Kf	Bt	Hb	Cpx	Opx	Oi	Mt	Sph	Zr	Ap	Qz	Pl	Kf	Bt	Hb	Ac	Se	Ch	Sp	Cal	Ep	Prh	Sph	Ap		Cpx	Ga	Wol	Py		
1	T1-57R	Granodiorite porphyry	○	⊙	△	(△)	(△)																												Hydrothermally altered
2	T2-85F (a)	Anorthosite (dike)		⊙																△	△													Sharp contact with (b)	
	T2-85F (b)	Skarnized gabbro (wall rock)		△		△	△		△											△														Cpx: replacing Pl, Opx, Hb, Bt	
3	T2-101.5L (a)	Diorite porphyry (dike)	△	○		△	△	△																										Qz: xenocrysts. Groundmass: cryptocrystalline	
	T2-101.5L (b)	Monzodiorite (wall rock)		○	△	△	△	△	(△)																									Corona structure (Opx→Cpx→Hb→Bt)	
4	T2-104L	Skarnized gabbro		○		△														△	△													Cpx: replacing Pl, Bt	
5	T2-126R	Skarnized gabbro		○		△	△			△										△	△													Cpx: replacing Pl, Hb	
6	T2-150R	Lamprophyre		⊙	△	△	△	△	△																									With abundant Pl phenocrysts.	
7	T2-181.8R	Cpx skarn (siliceous skarn)																																Fine-grained, granoblastic.	
8	T3-33R	Skarnized gabbro		⊙			△	△												△	△													Pl: mostly altered to Se, Prh	
9	T3-35.6L	Brecciated limestone																																Including cherty lens or fragment. With Cal vein.	
10	T3-37R	Cpx skarn (lamprophyre?)		○																														Hb: replaced by Cpx. With Prh-, Ep-, Cal veins.	
11	T3-57.8F	Skarnized lamprophyre		○		○	○																												Hb, Bt: replaced by Cpx
12	T3-87.5L	Cpx skarn (gabbro?)		○		△																													Pl: replaced by Cpx, Se. With sulfide(?)
13	T3-89L	Cpx skarn (gabbro?)		○																															Pl: mostly granoblastic. With sulfide(?)
14	T3-104.1L	Ga-Hb-Cpx skarn (gabbro?)		△		△																													Ga·Hb: forming network-like veins.
15	T3-104.2L	Cpx skarn (gabbro)		○		△																													
16	T3-105.4L	Gabbro		○		○	△	○																											Corona structure (Cpx→Hb→Bt)
17	T3-107.3R	Cpx-Ga skarn																																	
18	T3-127F	Qz monzodiorite	△	⊙	○	△		○																											Weakly skarnized
19	T3-127FR	Cpx skarn		○																															With Prh-, Cal-, Act- veins.
20	C1-54.5R	Skarnized lamprophyre		⊙	△		△																												Hb: partly replaced by Cpx.
21	C1-55.9L	Lamprophyre		○		△	○																												
22	C1-58.2C	Marble																																	Compositional banding.
23	C2-7.6L	Cpx skarn (gabbro?)		○																															Pl: partly replaced by Cpx, Prh, Se. With Ga vein.
24	C2-13.5C	Cpx-wo skarn																																	Cpx: pale green, strong dispersion (hedenbergite)
25	C2-19FL	Cpx skarn				△																													With Cal-Ga vein. Cpx: hedenbergite
26	C2-19FR	Cpx skarn		△																															With Cal-Prh vein.
27	C2-49.8L	Cpx skarn																																	Granoblastic

Ac: Actinolite-tremolite Ga: Garnet Prh: Prehnite Zr: Zircon
 Ap: Apatite Hb: Hornblende Py: Pyrite
 Bt: Biotite Kf: K-feldspar Qz: Quartz
 Cal: Calcite Mt: Magnetite-ilmenite Se: Sericite
 Ch: Chlorite Oi: Olivine Sp: Serpentine
 Cpx: Clinopyroxene Opx: Orthopyroxene Sph: Sphene
 Ep: Epidote Pl: Plagioclase Wol: Wollastonite

Sample number: T1 (Tunnel-I), T2 (Tunnel-II), T3 (Tunnel-III), C1 (Crosscut-I), C2 (Crosscut-II),
 R (Right wall), L (Left wall), F (Face), FR (Right hand on a Face), FL (Left hand on a Face), C (Roof)
 *numerical figures in a sample number show the distance from the starting point in each tunnel segments.

Appendix 3

Photomicrographs of the Thin Sections

Abbreviations

Ac	:Actinolite-tremolite
Ap	:Apatite
Bt	:Biotite
Cal	:Calcite
Ch	:Chlorite
Cpx	:Clinopyroxene
Ga	:Garnet
Hb	:Hornblende
Kf	:K-feldspar
Ol	:Olivine
Pl	:Plagioclase
Prh	:Prehnite
Qz	:Quartz
Se	:Sericite
Sp	:Serpentine
Sph	:Sphene
Wol	:Wollastonite

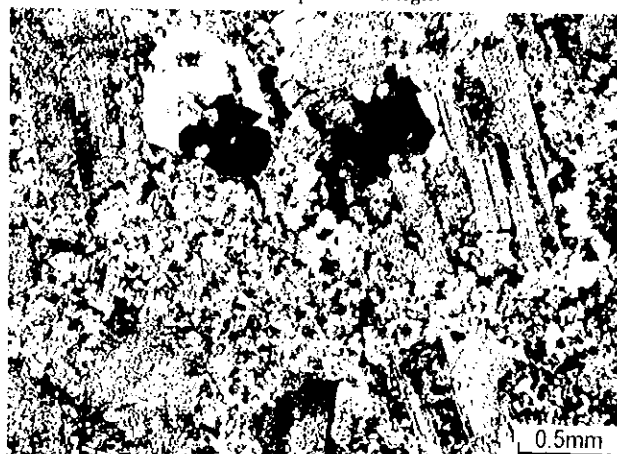
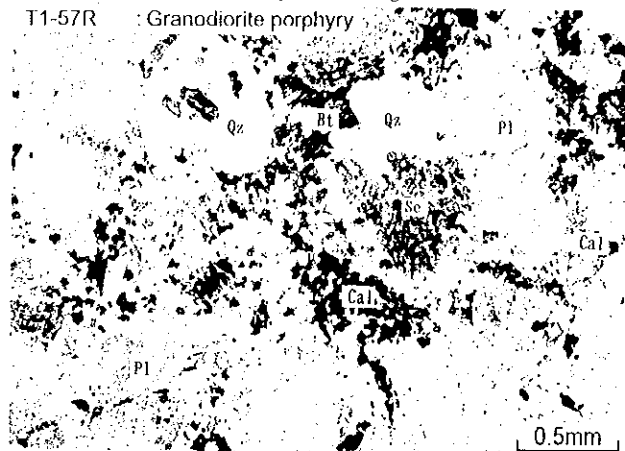
Appendix 3 Photomicrographs of the Thin Sections

Plane polarized light

Crossed polarized light

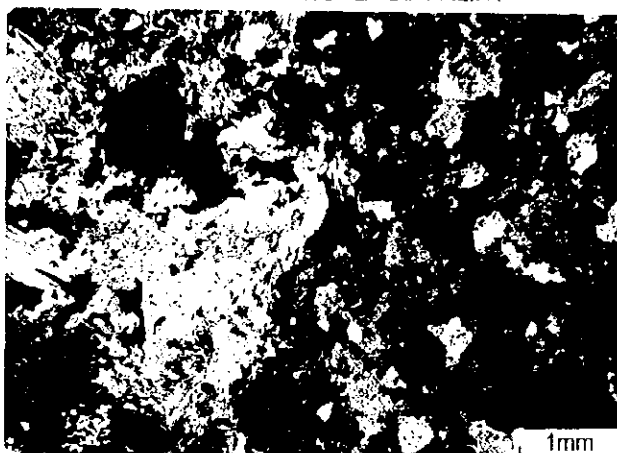
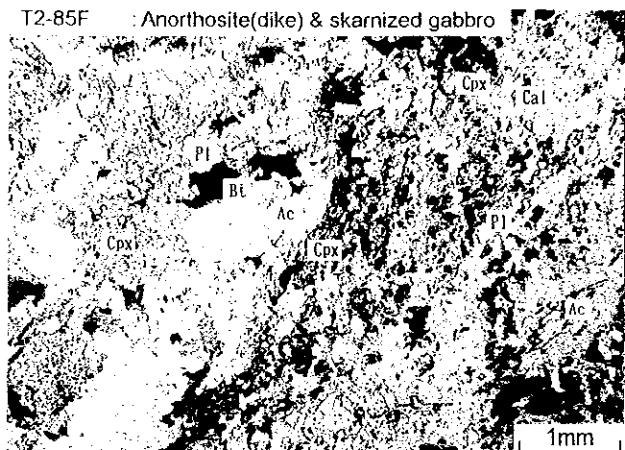
1 T1-57R

Granodiorite porphyry



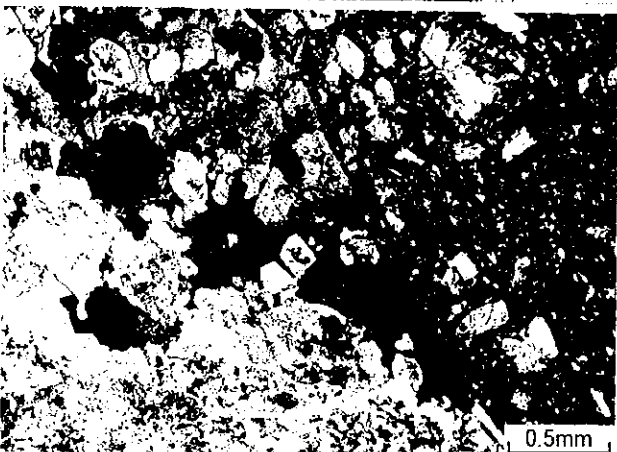
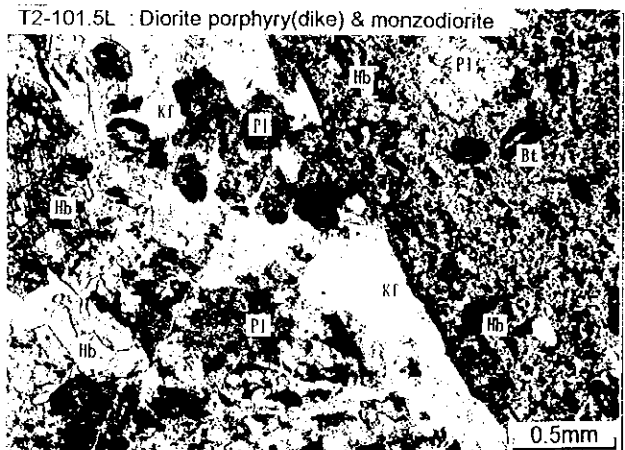
2 T2-85F

Anorthosite(dike) & skarnized gabbro



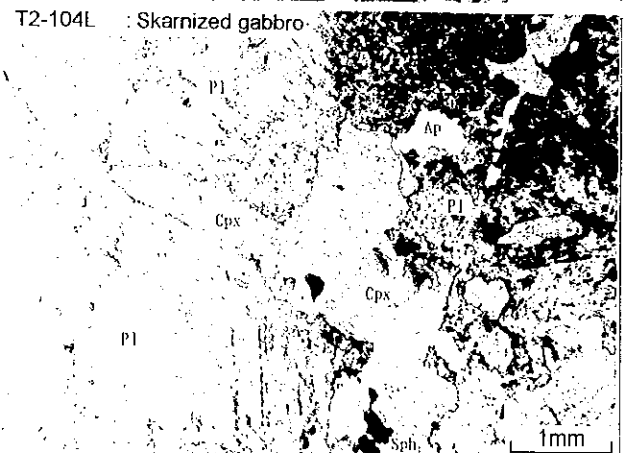
3

T2-101.5L : Diorite porphyry(dike) & monzodiorite

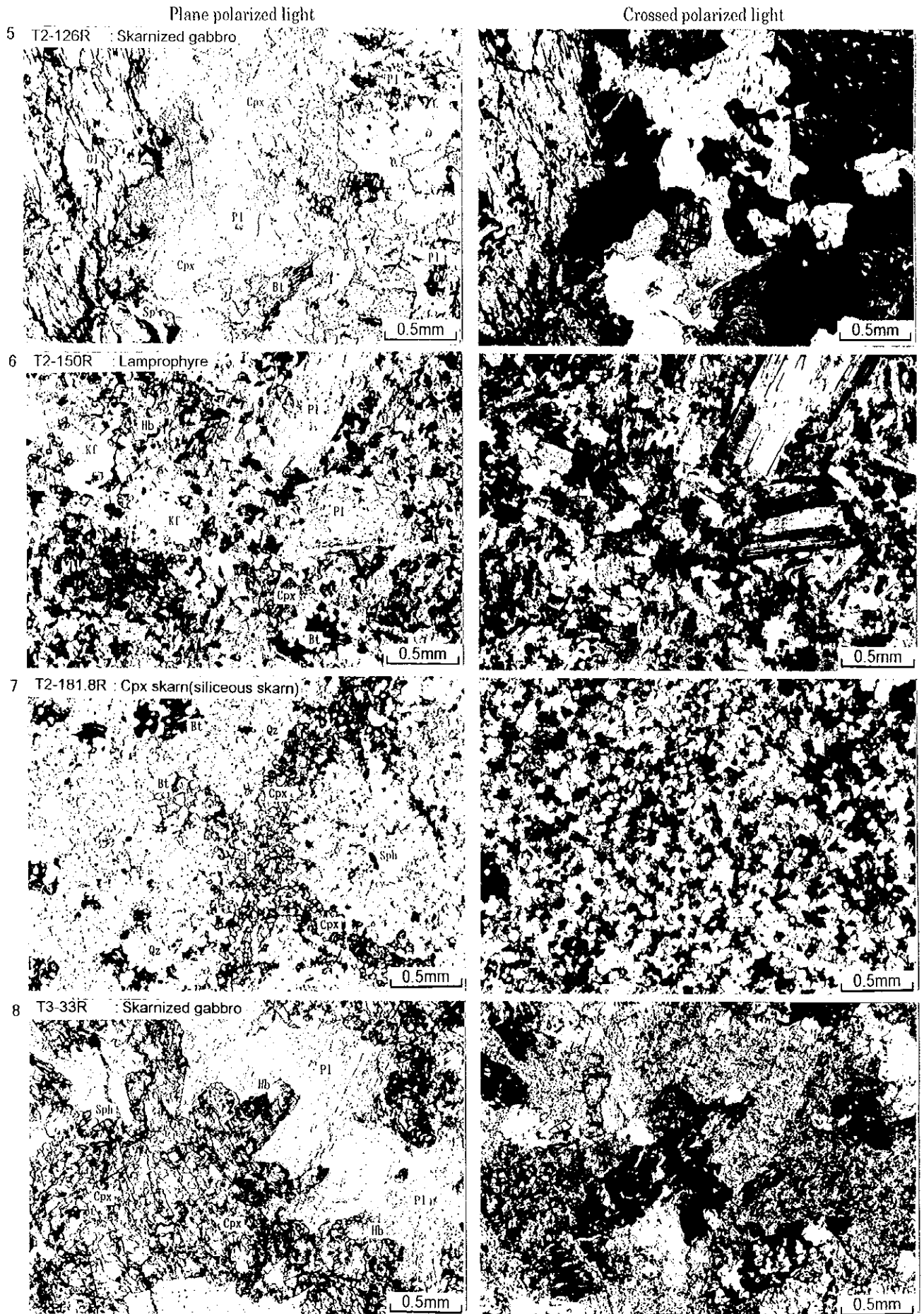


4 T2-104L

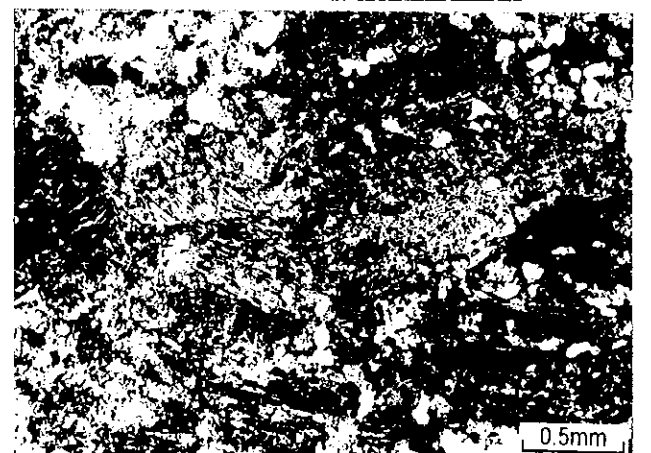
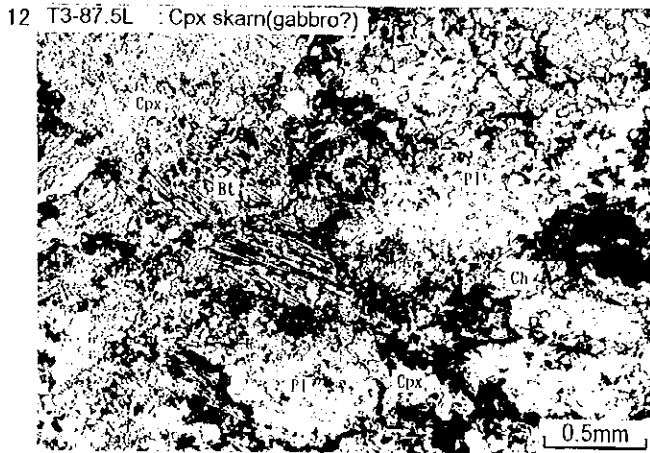
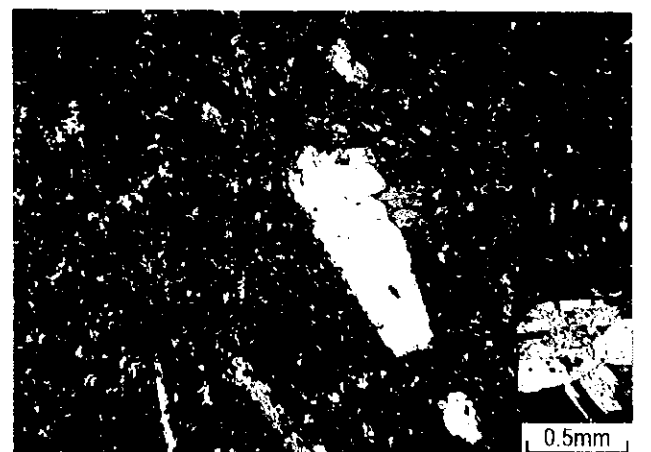
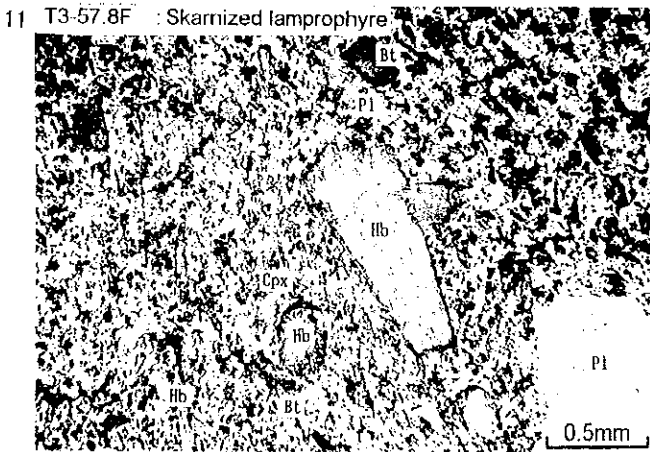
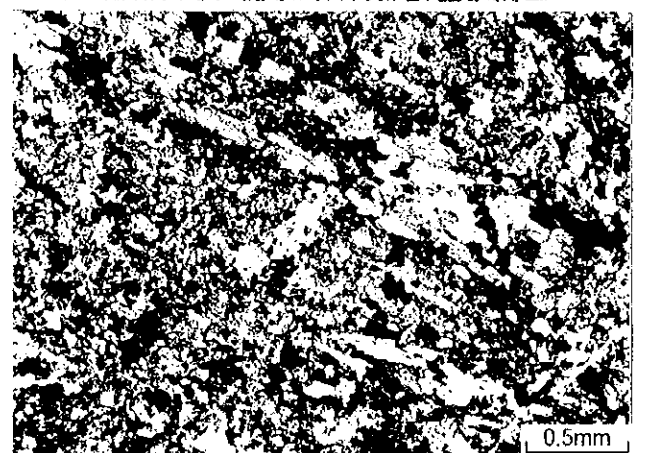
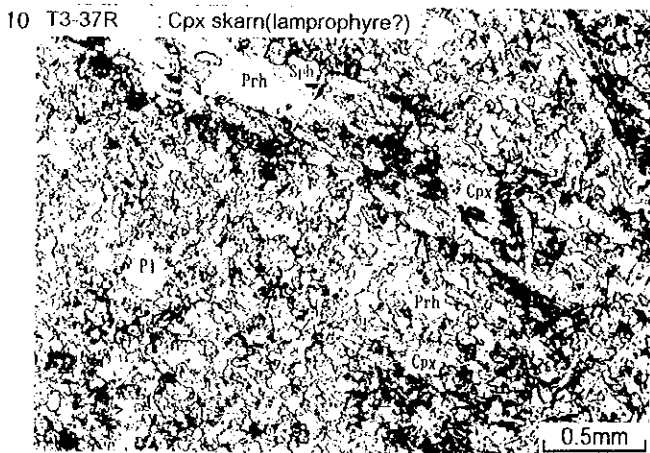
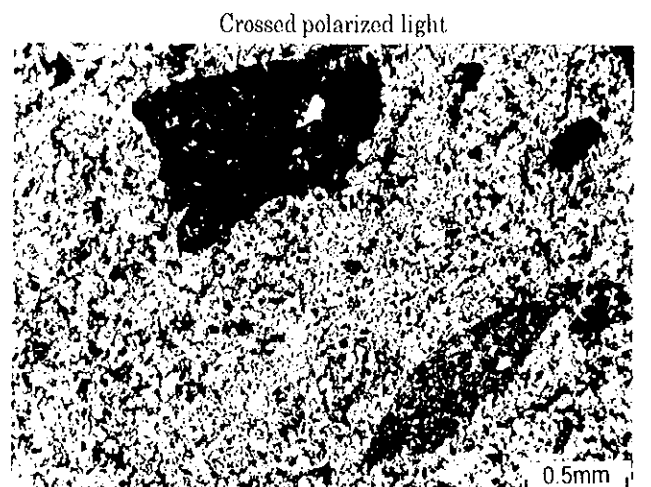
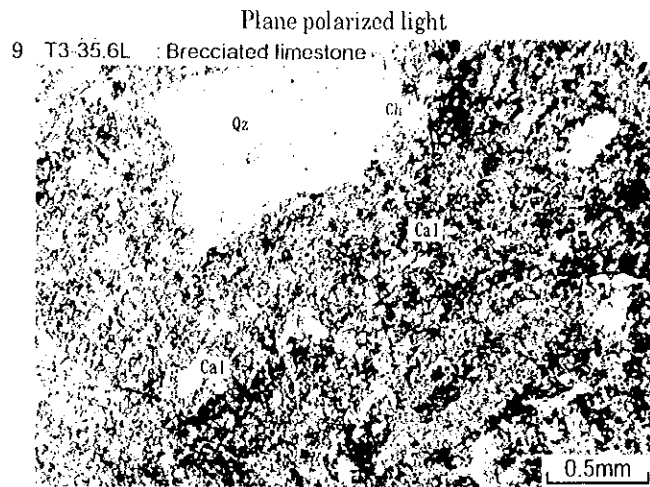
Skarnized gabbro



Appendix 3 Photomicrographs of the Thin Sections



Appendix 3 Photomicrographs of the Thin Sections



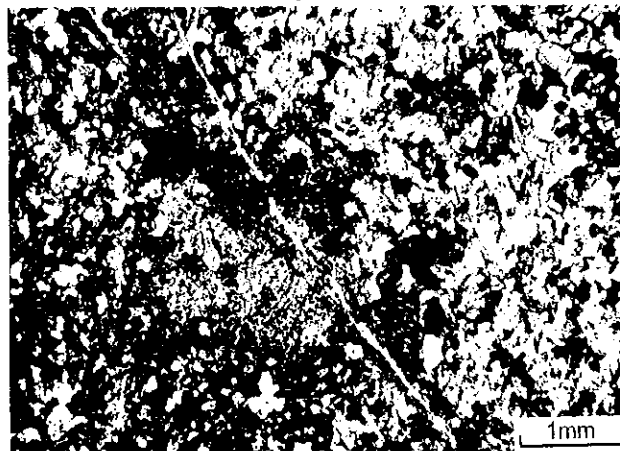
Appendix 3 Photomicrographs of the Thin Sections

Plane polarized light

Crossed polarized light

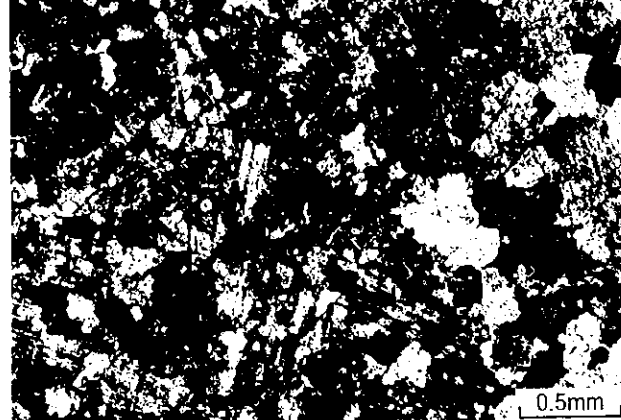
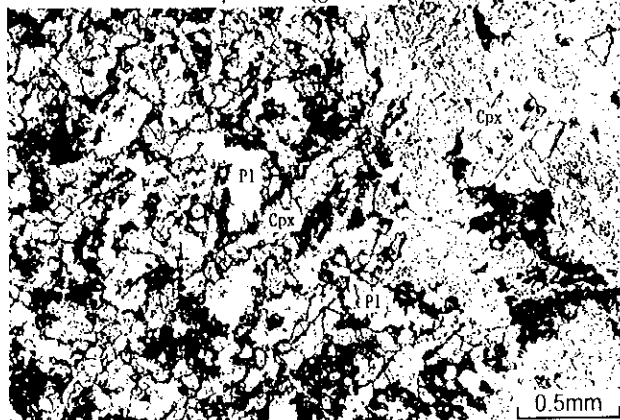
13 T3-89L

Cpx skarn(gabbro?)



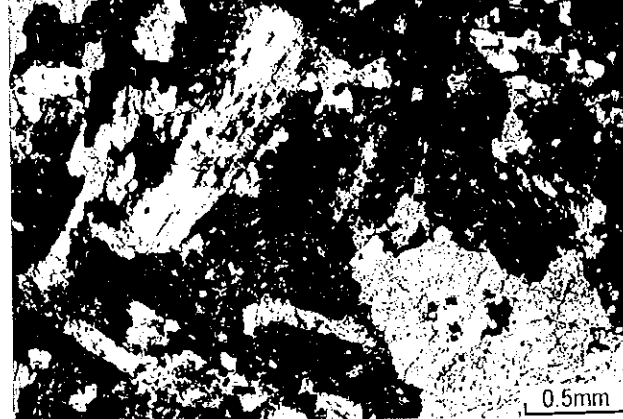
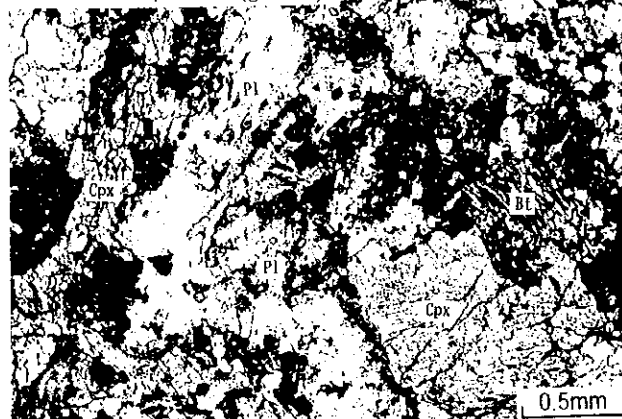
14

T3-104.1L : Ga-Hb-Cpx skarn (gabbro?)



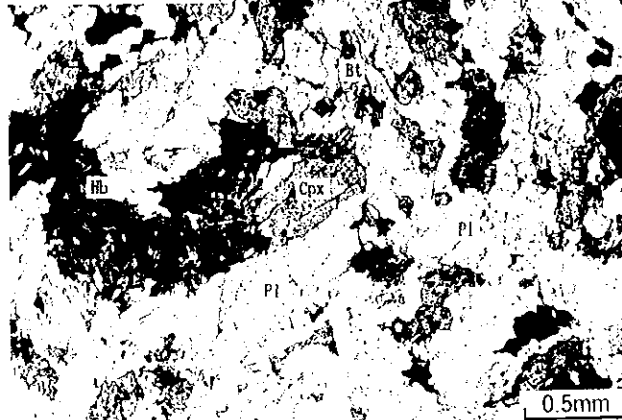
15

T3-104.2L : Cpx skarn (gabbro)

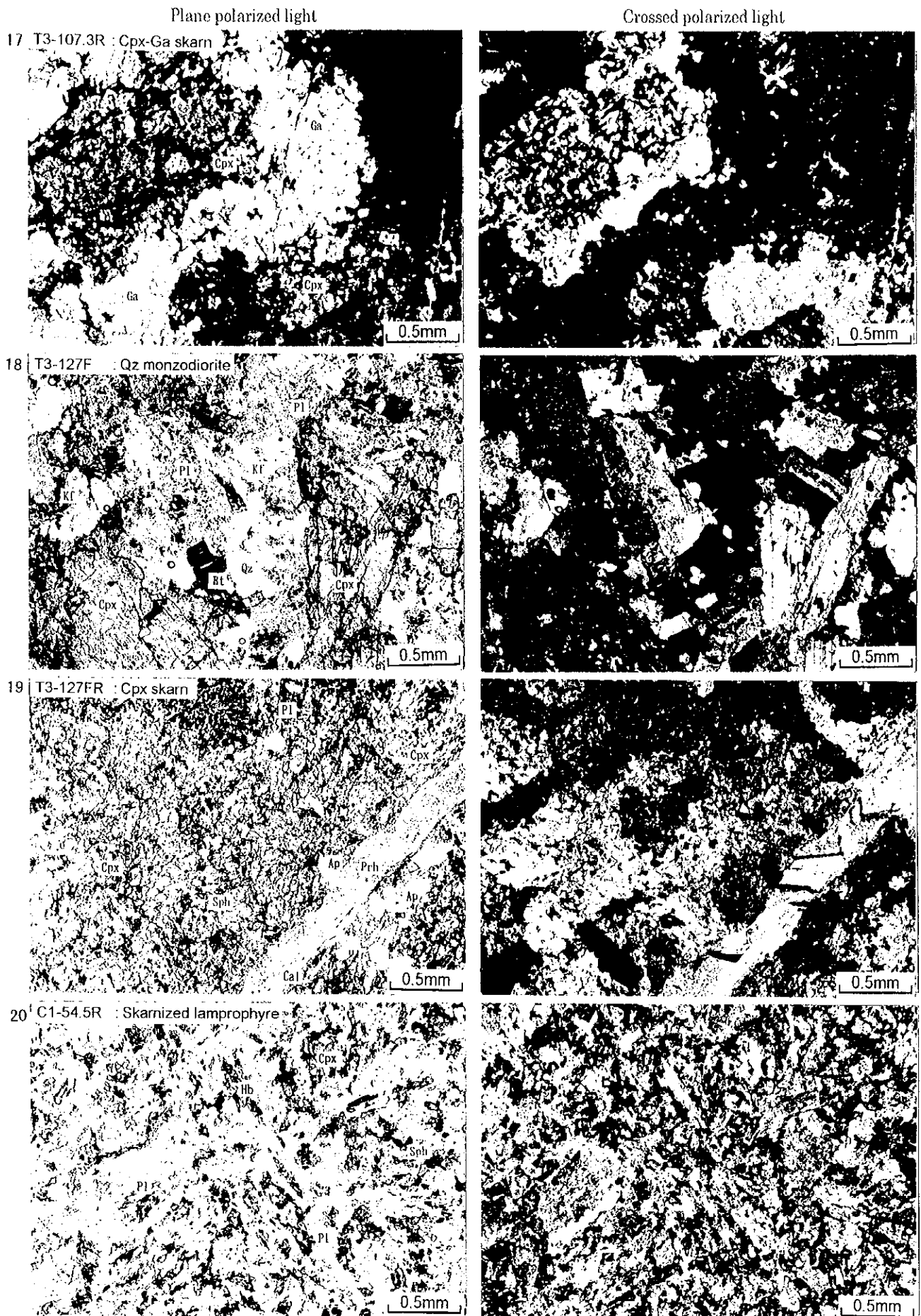


16

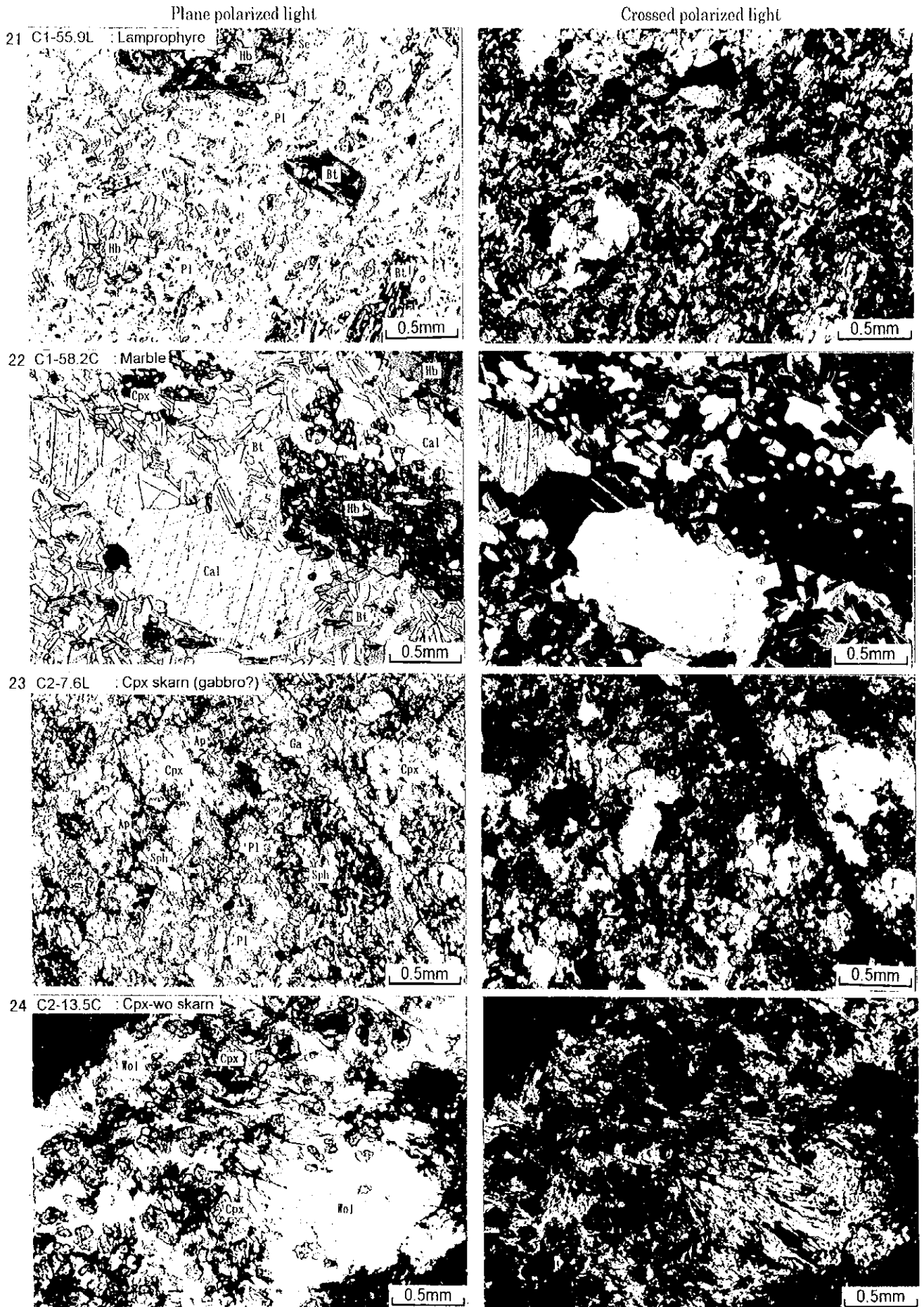
T3-105.4L : Gabbro



Appendix 3 Photomicrographs of the Thin Sections



Appendix 3 Photomicrographs of the Thin Sections



Appendix 3 Photomicrographs of the Thin Sections

Plane polarized light

Crossed polarized light

