

ブータン王国  
経済省 (MoEA)  
水力発電・電力系統局 (DHPS)

ブータン国  
電カマスタープラン 2040  
策定プロジェクト

ファイナル・レポート  
別冊

令和1年11月  
(2019年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

東京電力ホールディングス株式会社 (TEPCO HD)  
東京電力パワーグリッド株式会社 (TEPCO PG)  
東電設計株式会社 (TEPSCO)  
日本工営株式会社  
株式会社 IIEP

産公
JR
19-074

## 目 次

Appendix-1	各ポテンシャル地点の状況	1-1
1.1	A-4: Kunzangling	1-1
1.2	A-5: Tingma_Rev	1-4
1.3	A-8: Dorokha	1-9
1.4	W-6: Chuzom	1-14
1.5	W-8: Zangkhepa	1-18
1.6	W-19: Pipingchhu	1-22
1.7	P-15: Tamigdamchu	1-27
1.8	P-17: Tseykha	1-30
1.9	P-26: Thasa	1-37
1.10	P-28: Kago-1	1-41
1.11	P-29: Kago	1-44
1.12	P-29R: Kago_Rev	1-48
1.13	P-30: Pinsa	1-52
1.14	P-34: Darachhu	1-57
1.15	P-34R: Darachhu_Rev	1-61
1.16	P-35: Dagachhu-II	1-65
1.17	P-35R: Dagachhu-II_Rev	1-72
1.18	P-38: Tashiding	1-77
1.19	M-5: Bemji	1-83
1.20	M-6: Jongthang	1-87
1.21	M-6R: Jongthang_Rev3	1-91
1.22	M-11R: Wangdigang_Rev	1-95
1.23	M-17: Buli	1-100
1.24	M-18: Nyekhar	1-104
1.25	C-7: Chamkharchhu-IV	1-108
1.26	C-10: Chamkharchhu-II_Rev	1-115
1.27	K-13: Minjey_Rev	1-119
1.28	K-15: Phawan	1-126
1.29	G-6: Khamdang_Rev	1-131
1.30	G-7: Gongri_Rev	1-137
1.31	G-9: Gamrichhu-3	1-144
1.32	G-10: Gamrichhu-2_Rev2	1-146
1.33	G-11: Gamrichhu-1_Rev2	1-151
1.34	G-13: Sherichhu	1-157
1.35	G-14R: Uzorong_Rev	1-161
1.36	G-16: Jerichhu	1-165
1.37	G-19: Nagor	1-168
1.38	G-22: Panbang	1-172
1.39	N-1: Nyera Amari Kangpara (G)	1-177
1.40	N-2: Lamai Gonpa	1-180
1.41	N-3: Peydung-Kangpar_Rev	1-184
1.42	N-3R: Pedung-Kangpar_Rev2	1-189
Appendix-2	MCA 点数表	2-1
2.1	1 次評価の点数表	2-1
2.2	2 次評価の点数表	2-1

Appendix-3	環境社会配慮	3-1
3.1	環境基準	3-1
3.2	絶滅危惧種	3-2
Appendix-4	系統解析結果	4-5
4.1	系統解析結果	4-5
4.2	系統図	4-15
4.3	単線結線図	4-20
Appendix-5	優先開発地点設計図	5-1
5.1	Dorokha (A-8)	5-1
5.2	Pinsa (P-30)	5-6
5.3	Chamkharchhu-II (C-10)	5-11
Appendix-6	揚水式水力の調査	6-1
6.1	調査内容	6-1
6.2	有望素材地点の抽出条件	6-1
6.3	机上調査結果	6-2
6.4	現地調査結果	6-2
Appendix-7	財務分析数表	7-1
Appendix-8	拡大図集	8-1

## 図目次

図 A 1-1 平面レイアウト (A-4).....	1-3
図 A 1-2 Google Earth イメージ (A-4).....	1-3
図 A 1-3 平面レイアウト (A-5_Rev) .....	1-8
図 A 1-4 水路縦断図 (A-5_Rev) .....	1-8
図 A 1-5 平面レイアウト (A-8).....	1-13
図 A 1-6 水路縦断図 (A-8).....	1-13
図 A 1-7 平面レイアウト (W-6).....	1-17
図 A 1-8 水路縦断図 (W-6).....	1-17
図 A 1-9 平面レイアウト (W-8 Rev).....	1-21
図 A 1-10 水路縦断図 (W-8 Rev).....	1-21
図 A 1-11 平面レイアウト (W-19).....	1-26
図 A 1-12 水路縦断図 (W-19).....	1-26
図 A 1-13 平面レイアウト (P-15).....	1-29
図 A 1-14 水路縦断図 (P-15).....	1-29
図 A 1-15 平面レイアウト (P-17).....	1-36
図 A 1-16 水路縦断図 (P-17).....	1-36
図 A 1-17 平面レイアウト (P-26).....	1-40
図 A 1-18 水路縦断図 (P-26).....	1-40
図 A 1-19 平面レイアウト (P-28).....	1-43
図 A 1-20 水路縦断図 (P-28).....	1-43
図 A 1-21 平面レイアウト (P-29).....	1-47
図 A 1-22 水路縦断図 (P-29).....	1-47
図 A 1-23 平面レイアウト (P-29R).....	1-51
図 A 1-24 水路縦断図 (P-29R).....	1-51
図 A 1-25 平面レイアウト (P-30).....	1-56
図 A 1-26 水路縦断図 (P-30).....	1-56
図 A 1-27 平面レイアウト (P-34).....	1-60
図 A 1-28 水路縦断図 (P-34).....	1-60
図 A 1-29 平面レイアウト (P-34_Rev) .....	1-64
図 A 1-30 水路縦断図 (P-34_Rev) .....	1-64
図 A 1-31 平面レイアウト (P-35).....	1-71
図 A 1-32 水路縦断図 (P-35).....	1-71
図 A 1-33 平面レイアウト (P-35_Rev) .....	1-75
図 A 1-34 水路縦断図 (P-35_Rev) .....	1-75
図 A 1-35 地質断面図 (N-S Section).....	1-76
図 A 1-36 平面レイアウト (P-38).....	1-82
図 A 1-37 水路縦断図 (P-38).....	1-82
図 A 1-38 平面レイアウト (M-5) .....	1-86
図 A 1-39 水路縦断図 (M-5) .....	1-86
図 A 1-40 平面レイアウト (M-6) .....	1-90
図 A 1-41 水路縦断図 (M-6) .....	1-90
図 A 1-42 平面レイアウト (M-6_Rev3).....	1-94
図 A 1-43 水路縦断図(M-6_Rev3).....	1-94
図 A 1-44 平面レイアウト (M-11_Rev).....	1-99

図 A 1-45 水路縦断図(M-11_Rev).....	1-99
図 A 1-46 平面レイアウト (M-17).....	1-103
図 A 1-47 水路縦断図(M-17).....	1-103
図 A 1-48 平面レイアウト (M-18).....	1-107
図 A 1-49 水路縦断図(M-18).....	1-107
図 A 1-50 平面レイアウト (C-7).....	1-114
図 A 1-51 水路縦断図(C-7).....	1-114
図 A 1-52 平面レイアウト (C-10).....	1-118
図 A 1-53 水路縦断図 (C-10).....	1-118
図 A 1-54 平面レイアウト (K-13_Rev).....	1-125
図 A 1-55 水路縦断図(K-13_Rev).....	1-125
図 A 1-56 平面レイアウト (K-15).....	1-130
図 A 1-57 水路縦断図 (K-15).....	1-130
図 A 1-58 平面レイアウト (G-6).....	1-136
図 A 1-59 水路縦断図(G-6).....	1-136
図 A 1-60 平面レイアウト (G-7).....	1-143
図 A 1-61 水路縦断図 (G-7_Rev).....	1-143
図 A 1-62 平面レイアウト (G-9).....	1-145
図 A 1-63 平面レイアウト (G-10_Rev).....	1-150
図 A 1-64 水路縦断図 (G-10_Rev2).....	1-150
図 A 1-65 平面レイアウト (G-11_Rev2).....	1-156
図 A 1-66 水路縦断図 (G-11_Rev2).....	1-156
図 A 1-67 平面レイアウト (G-13).....	1-160
図 A 1-68 水路縦断図 (G13).....	1-160
図 A 1-69 平面レイアウト (G-14 Rev).....	1-164
図 A 1-70 水路縦断図 (G-14_Rev2).....	1-164
図 A 1-71 平面レイアウト (G-16).....	1-167
図 A 1-72 水路縦断図 (G-16).....	1-167
図 A 1-73 平面レイアウト (G-19).....	1-171
図 A 1-74 水路縦断図 (G-19).....	1-171
図 A 1-75 平面レイアウト (G-19).....	1-176
図 A 1-76 水路縦断図 (G-19).....	1-176
図 A 1-77 平面レイアウト (N-1).....	1-179
図 A 1-78 水路縦断図 (N-1).....	1-179
図 A 1-79 平面レイアウト (N-2).....	1-183
図 A 1-80 水路縦断図 (N-2).....	1-183
図 A 1-81 平面レイアウト (N-3).....	1-187
図 A 1-82 水路縦断図 (N-3).....	1-187
図 A 1-83 地質縦断図 (N-3 Rev).....	1-188
図 A 1-84 平面レイアウト (N-3 Rev2).....	1-192
図 A 1-85 水路縦断図 (N-3).....	1-192
図 A 1-86 地質縦断図 (N-3 Rev2).....	1-193
図 A 4-1 PSS/E 解析結果 (2035 年-Base).....	4-6
図 A 4-2 PSS/E 解析結果 (2035 年- Dry Season).....	4-7
図 A 4-3 PSS/E 解析結果 (2035 年-110%).....	4-8
図 A 4-4 PSS/E 解析結果 (2040 年-Base).....	4-9
図 A 4-5 PSS/E 解析結果 (2040 年- Dry Season).....	4-10

図 A 4-6 PSS/E 解析結果 (2040 年-110%)	4-11
図 A 4-7 PSS/E 解析結果 (2050 年-Base)	4-12
図 A 4-8 PSS/E 解析結果 (2050 年- Dry Season)	4-13
図 A 4-9 PSS/E 解析結果 (2050 年-110%)	4-14
図 A 4-10 系統計画の将来構想 (2050 年)	4-16
図 A 4-11 系統図 (2035 年)	4-17
図 A 4-12 系統図 (2040 年)	4-18
図 A 4-13 系統図 (2050 年)	4-19
図 A 4-14 単線結線図 (2030 年)	4-21
図 A 4-15 単線結線図 (2035 年)	4-22
図 A 4-16 単線結線図 (2040 年)	4-23
図 A 4-17 単線結線図 (2050 年)	4-24
図 A 5-1 一般平面図 Dorokha (A-8)	5-2
図 A 5-2 取水ダムおよび取水口平面図 Dorokha (A-8)	5-3
図 A 5-3 取水ダム断面図 Dorokha (A-8)	5-4
図 A 5-4 発電所、放水口および開閉所平面図 Dorokha (A-8)	5-5
図 A 5-5 一般平面図 Pinsa (P-30)	5-7
図 A 5-6 取水ダムおよび取水口平面図 Pinsa (P-30)	5-8
図 A 5-7 取水ダム断面図 Pinsa (P-30)	5-9
図 A 5-8 発電所、放水口および開閉所平面図 Pinsa (P-30)	5-10
図 A 5-9 一般平面図 Chamkharchhu-II (C-10)	5-12
図 A 5-10 取水ダムおよび取水口平面図 Chamkharchhu-II (C-10)	5-13
図 A 5-11 取水ダム断面図 Chamkharchhu-II (C-10)	5-14
図 A 5-12 発電所、放水口および開閉所平面 Chamkharchhu-II (C-10)	5-15
図 A 6-1 揚水素材地点位置図	6-2
図 A 6-2 平面レイアウト (Pangbang PSPP)	6-3
図 A 6-3 平面レイアウト (Jerichhu PSPP)	6-7
図 A 6-4 水路縦断図 (Jerichhu PSPP)	6-7
図 A 6-5 平面レイアウト (Basochhu PSPP)	6-11
図 A 6-6 水路縦断図 (Basochhu PSPP)	6-11
図 A 8-1 拡大図 (図 5-18)	8-1
図 A 8-2 拡大図 (図 5-19)	8-2
図 A 8-3 拡大図 (図 5-20)	8-1
図 A 8-4 拡大図 (図 5-21)	8-1
図 A 8-5 拡大図 (図 5-22)	8-2
図 A 8-6 拡大図 (図 7-4)	8-1
図 A 8-7 拡大図 (図 9-8)	8-2
図 A 8-8 拡大図 (図 9-13)	8-3
図 A 8-9 拡大図 (図 9-26)	8-4

### 表目次

表 A 2-1 MCA1 次評価点数表 (Technical – Part 1/2)	2-1
表 A 2-2 MCA1 次評価点数表 (Technical – Part 2/2)	2-2
表 A 2-3 MCA1 次評価点数表 (Technical <Sub-Score> – Part 1/2)	2-3
表 A 2-4 MCA1 次評価点数表 (Technical <Sub-Score> – Part 2/2)	2-4
表 A 2-5 MCA1 次評価点数表 (Economic – Part 1/3)	2-5

表 A 2-6 MCA1 次評価点数表 (Economic – Part 2/3) .....	2-6
表 A 2-7 MCA1 次評価点数表 (Economic – Part 3/3) .....	2-7
表 A 2-8 MCA1 次評価点数表 (Environment– Part 1/2).....	2-8
表 A 2-9 MCA1 次評価点数表 (Environment– Part 2/2).....	2-9
表 A 2-10 MCA1 次評価点数表 (Social environment– Part 1/2) .....	2-10
表 A 2-11 MCA1 次評価点数表 (Social environment– Part 2/2) .....	2-11
表 A 2-12 MCA1 次評価点数表 (Natural environment – Part 1/3) .....	2-12
表 A 2-13 MCA1 次評価点数表 (Natural environment – Part 2/3) .....	2-13
表 A 2-14 MCA1 次評価点数表 (Natural environment – Part 3/3) .....	2-14
表 A 2-15 MCA1 次評価点数表 (Social development – Part 1/3).....	2-15
表 A 2-16 MCA1 次評価点数表 (Social development – Part 2/3).....	2-16
表 A 2-17 MCA1 次評価点数表 (Social development – Part 3/3).....	2-17
表 A 2-18 MCA2 次評価点数表 (Technical) .....	2-1
表 A 2-19 MCA2 次評価点数表 (Technical <Sub-Score> – Part 1/2).....	2-2
表 A 2-20 MCA2 次評価点数表 (Technical <Sub-Score> – Part 2/2).....	2-3
表 A 2-21 MCA2 次評価点数表 (Economic – Part 1/2) .....	2-4
表 A 2-22 MCA2 次評価点数表 (Economic – Part 2/2) .....	2-5
表 A 2-23 MCA2 次評価点数表 (Environment).....	2-6
表 A 2-24 MCA2 次評価点数表 (Social environment – Part 1/2) .....	2-7
表 A 2-25 MCA2 次評価点数表 (Social environment – Part 2/2) .....	2-8
表 A 2-26 MCA2 次評価点数表 (Natural environment – Part 1/2) .....	2-9
表 A 2-27 MCA2 次評価点数表 (Natural environment – Part 2/2) .....	2-10
表 A 2-28 MCA2 次評価点数表 (Social development – Part 1/2).....	2-11
表 A 2-29 MCA2 次評価点数表 (Social development – Part 2/2).....	2-12
表 A 3-1 Ambient Air Quality Standards.....	3-1
表 A 3-2 Noise Level Limits.....	3-1
表 A 3-3 Urban Drinking Water Supply (Water Quality Standard).....	3-1
表 A 3-4 哺乳類：25 種.....	3-2
表 A 3-5 鳥類：19 種.....	3-2
表 A 3-6 爬虫類：3 種.....	3-3
表 A 3-7 両生類：1 種.....	3-3
表 A 3-8 他の無脊椎動物：1 種.....	3-3
表 A 3-9 植物：43 種.....	3-3
表 A 6-1 揚水開発地点の抽出基準.....	6-1
表 A 7-1 財務分析数表 (G-G Scheme) .....	7-1
表 A 7-2 財務分析数表 (ODA Scheme).....	7-2
表 A 7-3 財務分析数表 (PPP Scheme - Part1/2).....	7-3
表 A 7-4 財務分析数表 (PPP Scheme - Part2/2).....	7-4
表 A 7-5 財務分析数表 (IPP Scheme - 1) .....	7-5
表 A 7-6 財務分析数表 (IPP Scheme - 2) .....	7-6
表 A 7-7 財務分析数表 (IPP Scheme – 3).....	7-7
表 A 7-8 財務分析数表 (G-G Scheme (Delay)).....	7-8
表 A 7-9 財務分析数表 (ODA Scheme (Delay)).....	7-9
表 A 7-10 財務分析数表 (PPP Scheme (Delay) - Part1/2).....	7-10
表 A 7-11 財務分析数表 (PPP Scheme (Delay) - Part2/2).....	7-11
表 A 7-12 財務分析数表 (IPP Scheme - 1 (Delay)) .....	7-12
表 A 7-13 財務分析数表 (IPP Scheme - 2 (Delay)) .....	7-13

表 A 7-14 財務分析数表 (IPP Scheme - 3 (Delay)) .....	7-14
表 A 7-15 財務分析数表 (ODA Scheme (RP)) .....	7-15
表 A 7-16 財務分析数表 (PPP Scheme (RP) - Part1/2).....	7-16
表 A 7-17 財務分析数表 (PPP Scheme (RP) - Part2/2).....	7-17



## Appendix-1 各ポテンシャル地点の状況

### 1.1 A-4: Kunzangling

主要データ	地点名	A-4: Kunzangling		調査日	19, 20/11/2018		
	水系名	Amochhu		河川名	Amochhu		
	ダム / 堰	緯度 : 27° 17' 41.28" N		経度 : 89° 0' 37.82" E			
	発電所	緯度 : 27° 10' 50.91" N		経度 : 89° 1' 11.84" E			
	タイプ	流れ込み式 (調整池有)			ダム河床標高	EL 2,060 m	
	主要諸元	設備出力	897 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ	66 (21) m
		最大使用水量	141 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	160 m
		有効落差	737.2 m			水平水路延長	14,839 m
集水面積		2,100 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		1.1 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点 : 発電所地点から 15 km 以上 発電所地点 : 1 橋梁および 約 8 km					
水文	河川流量 (目視)						
	河床堆積物						
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                      計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマ                      ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたるグレーターヒマラヤセ                      クションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                      幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分溶融およびし                      ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、お                      よび珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では溶融                      のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンで                      は珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and                      McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。正片麻                      岩を散見する。層厚 ; 5.0 km 以下で、西部へ厚くなる。</p>					
	ダム地点						
	水路経過地						
	発電所地点						

自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは、保護区域内（Jigme Khesar 厳正環境保全区域）にある。本保護区は、地球的規模からその貴重性が評価される生物多様性に富んだ地区である。</li> <li>➤ ゾーニング区分は、未確定（未公示）である。しかし、事務的レベルでは、ゾーニング案が作成されており、本案によると、サイトは、コア地区に該当する。</li> <li>➤ 森林・公園局は、現行の規制法（『森林・自然保護法（1995年）』）に、厳正環境保全区域内では、自然科学的な調査・研究以外の一切の人為的な活動を禁止出来る条項を盛り込んだ改訂法案を準備中である。</li> <li>➤ サイトの上流に文化的な価値を有する神聖な湖があり、その周辺に面積約1 ha以下の湿地が有る。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム計画地は、冷温帯性広葉樹と針葉樹の混交林で、『森林・自然保護法に基づく通達』（Forest and Nature Conservation Rules of Bhutan）で貴重種として指定されている「冬虫夏草」、「Snow down Lily」、「ブルーポピー」、「ヤクヨウニンジン」等が林床に生育し、これらの植物が水没する。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「レッドパンダ（EN）」、「インドヤギウ（VU）」、「ヤク（VU）」、「ドール（VU）」、「ミミセンザンコウ（CR）」、「ヒョウ（VU）」、「ツキノワグマ（VU）」、「ナナミゾサイチョウ（VU）」等の生息が確認されている（公園事務所資料による）。</li> <li>➤ 淡水魚類の絶滅危惧種である「ゴールデン・マシール（EN）」、「Schizothorax richardsonii（VU）」の生息が確認されている（公園事務所資料による）。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	➤ なし
	歴史的 / 文化的遺産	➤ なし
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 森林・公園局は、現在は、法裁量に代わり、行政指導の立場で、厳正環境保全区域においては、自然科学的な調査・研究以外の一切の人為的な活動を禁止している。</li> </ul> <p>&lt;地元意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 郡役場関係者は、事業は地元経済や地元住民の生計改善に資するものとの認識にあり、水力発電所建設構想を歓迎している。また、私有地への影響や接収等が無い限りは、地元住民も調査実施に協力するであろうとの見解を示した。</li> </ul> <p>&lt;県政府・郡役場関係者による開発効果への期待・意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 事業施設はソンベイカ郡（Sombaykha Gewog）に位置する。同郡はハ県（Haa Dzongkhag）全体に比して貧困率が劣悪である。地元住民は事業実施に伴い農道が拡幅されることを期待している。また、ハ町（Haa Town）からインド国境のプンツェリン（Phuentsholing）の間の道路が事業実施に伴い改善される場合、物産品の売買等が容易になるとしている。</li> </ul>

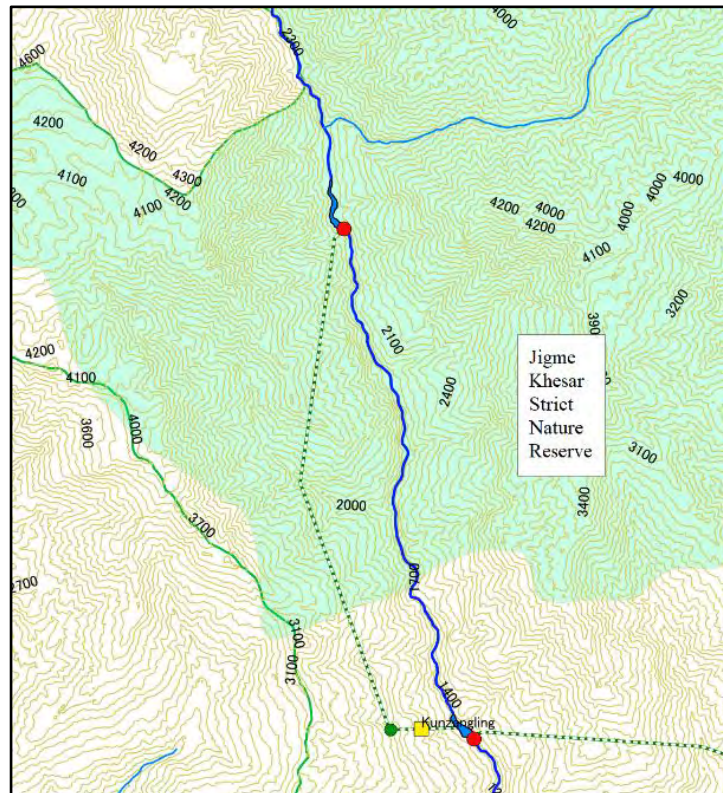


図 A 1-1 平面レイアウト (A-4)

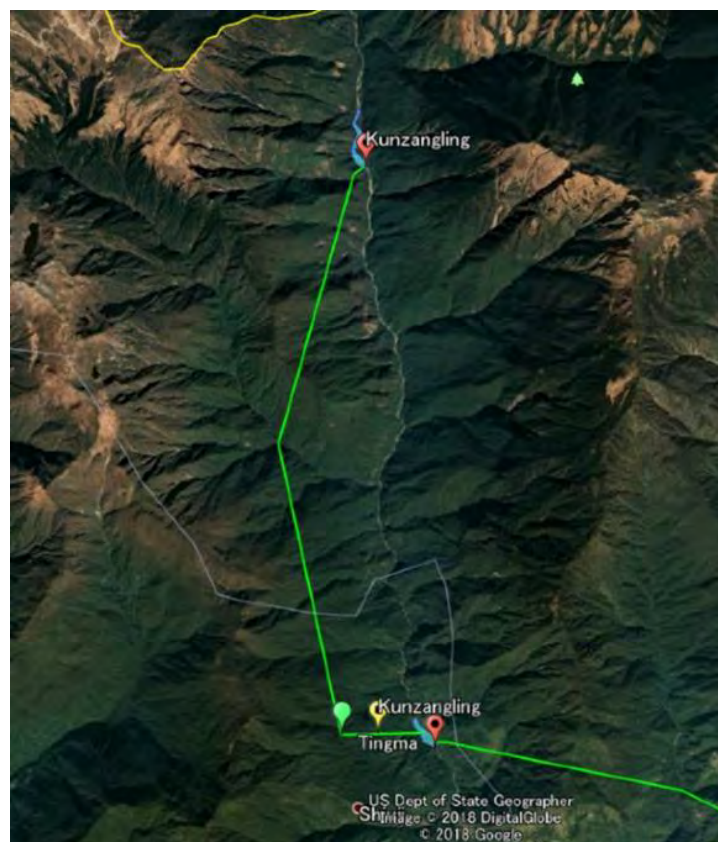


図 A 1-2 Google Earth イメージ (A-4)

## 1.2 A-5: Tingma\_Rev

主要データ	地点名	A-5: Tingma_Rev		調査日	20/11/2018	
	水系名	Amochhu		河川名	Amochhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 12' 34.21" N		経度： 89° 1' 20.35" E		
	発電所	緯度： 27° 9' 15.93" N		経度： 89° 4' 35.82" E		
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 1,520 m
	主要諸元	設備出力	816 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		148 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		70 m
有効落差		638.3 m		水平水路延長		13,806 m
集水面積		2,208 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	Haa から Sombaykha まで車で 5 時間 ダム地点：15km 発電所地点：15km				
水文	河川流量（目視）	35 - 40 m <sup>3</sup> /s				
	河床堆積物	0.5 - 1.0 m (礫)				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレートヒマラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレートヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。 幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分溶融およびしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では溶融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。正片麻岩を散見する。層厚 ; 5.0 km 以下で、西部へ厚くなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 踏査範囲においては、地すべりや岩盤クリープを示すような地形は認められないが、全般に未固結堆積物が厚く堆積している。</li> <li>➤ 明瞭なリニアメントは、確認できない。</li> <li>➤ 道路等の切土で確認できる地質は、片岩および片麻岩である。これらの露頭では、全般に風化が顕著で緩みも大きい。</li> </ul>				
	ダム地点	<p><b>【A-5_Rev】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ A-4 地点は保護区域内であり、開発が困難であることから、遊休落差を極力少なくするため、A-5 ダムサイトを保護区域外の最上流部に移動させた。</li> </ul> <p><b>【A-5】</b> ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム軸右岸の斜面は、小規模な崩壊跡地の可能性がある。ただし、現在は植生が回復しており、崩壊の進行性は小さいものと推定される (Photo 1)。</li> <li>➤ 上記斜面の直上流側の斜面は、遷緩線が確認できることから、移動岩塊の可能性がある (A-4 放水口位置に相当) (Photo 1)。</li> </ul>				

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路沿いの地質は、道路切土の露頭から片岩および片麻岩が分布すると想定される (Photo 2)。全体的な構造は、NW-SE 走向で、北に緩く傾斜している (Photo 3)。なお、河床部付近では、片岩および片麻岩が急崖を形成している (Photo 4)。</li> <li>➤ 水路内の岩級は、RMR 評価で 58、Class-III 主体となる。</li> </ul>
	発電所	<p>【A-5_Rev】 ドローンで確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所地表部の尾根は、おおむね一様な傾斜となっており不安定な状況は認められない (Photo 4,5)。</li> </ul> <p>【A-5】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所は、急崖を形成する尾根部に位置する。</li> <li>➤ 斜面の一部で崩壊地が認められる (Photo 6)。</li> <li>➤ 地質は、道路の切土で未固結堆積物が確認できる (Photo 7)。</li> <li>➤ 放水口付近の地形は、直線的な線状の地形を呈しており断層の可能性はある。ただし、放水口はその影響外にあるため、特段の問題はないと判断される。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。しかし、湛水区域の上流部は、保護区 (Jigme Khesar Strict Nature Reserve) に隣接する。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム建設に伴い、「アカギ」、「シイ属」、「カエデ属」や「ヒマラヤマツ」、「ソテツ属」等が混在する冷温帯性針葉樹・広葉樹の混交林の一部が水没する。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「ヒョウ (VU)」、「ツキノワグマ (VU)」、「ナナミゾサイチョウ (VU)」等の生息が確認されている (公園事務所資料による)。</li> <li>➤ 淡水魚類の絶滅危惧種である「ゴールデン・マシール (EN)」、「Schizothorax richardsonii (VU)」の生息が確認されている (公園事務所資料による)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>

<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 保護区内の河川に生息する絶滅危惧種（魚類）への影響を緩和するために、ダム等の構造物に、魚道等の環境保全対策施設の導入を考慮することが必要である。</li> </ul> <p>&lt;地元意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 郡役場職員は、私有地への影響や接収等が無い限りは、地元住民も調査実施に協力するであろうとの見解である。</li> </ul> <p>&lt;県政府・郡役場関係者からの開発効果への期待・意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 事業施設はソンバイカ郡 (Sombaykha Gewog) に位置する。同郡はハ県 (Haa Dzongkhag) 全体に比して貧困率が劣悪である。地元住民は事業実施に伴い農道が拡幅されることを期待している。また、ハ町 (Haa Town) からインド国境のプンツェリン (Phuentsholing) の間の道路が事業実施に伴い改善される場合、物産品の売買等が容易になるとしている。</li> </ul> <p>&lt;県・郡レベルで既に計画されている地域開発&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ソンバイカ郡～Nakha～Sonnapata 湖～ハ町の間にはトレッキングコースを設ける構想がある（詳細は未定）。</li> </ul>
------------	---

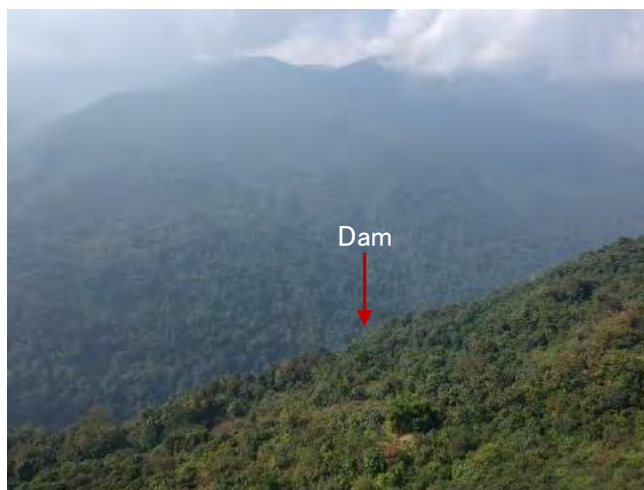


Photo 1 A-5 ダム地点



Photo 2 道路沿いの露頭 (風化片岩)



Photo 3 堅岩の構造 (NW-SE 走向, N 傾斜)



Photo 4 A-5\_Rev サージタンク地点周辺の遠望



Photo 5 A-5\_Rev 発電所地点周辺の遠望



Photo 6 A-5 発電所地点周辺の斜面崩壊



Photo 7 A-5 発電所周辺の未固結堆積物



図 A 1-3 平面レイアウト (A-5\_Rev)

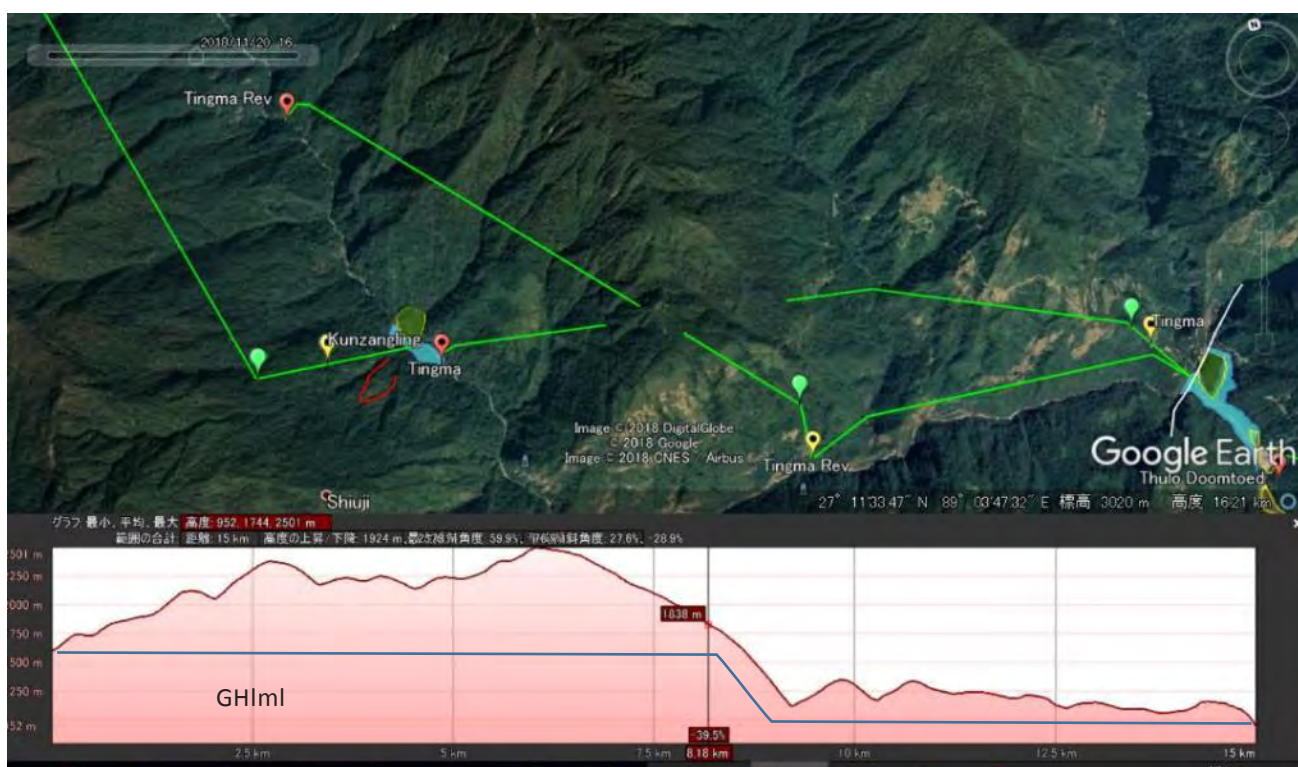


図 A 1-4 水路縦断面図 (A-5\_Rev)



### 1.3 A-8: Dorokha

主要データ	地点名	A-8: Dorokha		調査日	21/11/2018	
	水系名	Amochhu		河川名	Amochhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 8' 12.27" N		経度： 89° 8' 5.19" E		
	発電所	緯度： 27° 2' 19.09" N		経度： 89° 12' 34.28" E		
	タイプ	流れ込み式（調整池有）			ダム河床標高	EL 840 m
	主要諸元	設備出力	550 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		174.8 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		210 m
有効落差		364.6 m		水平水路延長		14,187 m
集水面積		2,602 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		7.9 MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	Sombaykha からダム地点まで車で 1.5 時間 e ダム地点 : 2 km 発電所地点 : 1 橋梁 + 0.5 km				
水文	河川流量（目視）	40 - 50 m <sup>3</sup> /s				
	河床堆積物	0.5 - 1.0 m (礫)				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマ                  ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤ                  セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびし                  ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、                  および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では                  熔融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブー                  タンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and                  McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。正片麻                  岩を散見する。層厚 ; 5.0 km 以下で、西部へ厚くなる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当該サイトは、全域にわたり急崖を形成している箇所が多い。</li> <li>➤ 明瞭なリアメント、地すべりや岩盤クリープのような不安定                  斜面は確認できない。しかし、未固結堆積物が多々見られる。</li> <li>➤ ダムサイト～水路にかけては、片岩および片麻岩が分布してい                  る。Long によれば水路中央部に衝上断層が分布するとしてい                  るが、明瞭なものは確認できていない。</li> </ul>				
	ダム地点	ドローンによる観察 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム軸周辺の地形は、左右岸共に急崖を形成している (Photo 1)。</li> <li>➤ ダムサイト下流側には、片岩および片麻岩が分布している (Photo 2, 3)。</li> <li>➤ 全体構造は、NW-SE 走向、10~20NE 傾斜。</li> <li>➤ ダム軸下流側には河床砂礫が厚く堆積している (Photo 4)。</li> <li>➤ ダム軸直上流の左岸河床には河床砂礫および左岸側の沢から                  流出した土砂が厚く堆積している (Photo 5)。</li> </ul>				
	水路経過地	右岸道路からの観察 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路沿いの地質は、片岩および片麻岩と想定される。これらは、                  全域にわたり急崖を形成することが多い (Photo 6)。水路内の</li> </ul>				

		岩級は、RMR 評価で 67、Class-II 主体となる。
	発電所	ドローンによる観察 ▶ 発電所地表部の尾根は、急峻な地形を呈しており、不安定な状況は認められない (Photo 7, 8)。 ▶ 発電所サイト周辺の地質は、片岩および片麻岩であると想定される。
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	▶ サイトは保護区域外である。
	貴重動植物	▶ ダムサイトは、「マルバフジバカマ」等の草本類や「アカギ」、「タイ・オーキッドツリー」等の広葉樹が生育する。しかし、これらの広葉樹は、河床より高い位置に生育する (約 50 メートル) ため、水没の恐れは無い。河川敷きに広範囲に分布する草本類のみが水没する。 ▶ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「ヒョウ (VU)」、「トラ (EN)」、「ナナミズサイチョウ (VU)」等の生息が確認されている (公園事務所資料による)。 ▶ 淡水魚類の絶滅危惧種である「ゴールデン・マシール (EN)」の生息が確認されている (公園事務所資料による)。
	移転 / 補償物件	▶ なし
	歴史的 / 文化的遺産	▶ なし
	その他	▶ 河川幅が 100 メートル以上あり、ダム高も低いため、河川周辺の自然環境への影響は殆ど想定されない。 < 県政府・郡役場関係者からの開発効果への期待・意見 > ▶ 地元地域 (ソンベイカ郡 (Sombeykha Gewog)、ガキリン郡 (Gakiling Gewog)) はハ県 (Haa Dzongkhag) 全体に比して貧困率が劣悪である。地元住民は、事業実施に伴い、地元市場の改善や地元ビジネスの振興、就業機会の改善を通じた生計改善を期待している。 < 県・郡レベルで既に計画されている地域開発 > ▶ 第 12 次 5 カ年計画下で 17 の活動が予定されている (建設、道路メンテナンス、農道修復、水源回復等)。 < 注 > ▶ ダムサイトから約 1 km 下流にある吊橋付近の河川敷に、数世帯が所有する 8 エーカー (およそ 3.2ha) の私有地 (裸地) がある。土地所有者はダムサイトから南へ 1.5km 程度の場所にあるプツェナ村 (Putsena village) に居住しており、移転や生計手段喪失等の直接の被害はない。



Photo 1 ダム地点



Photo 2 右岸アバットの露頭

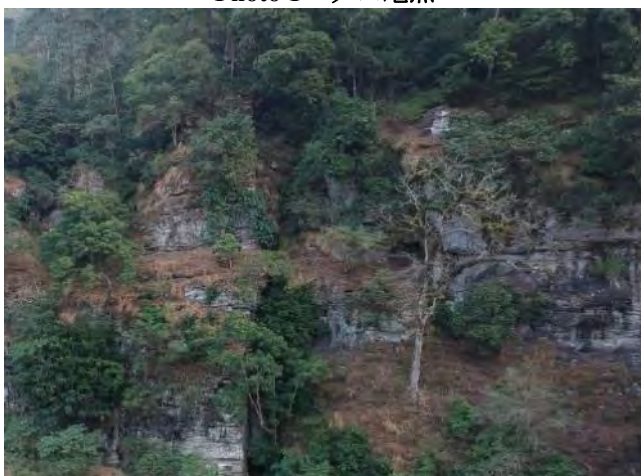


Photo 3 左岸アバットの露頭

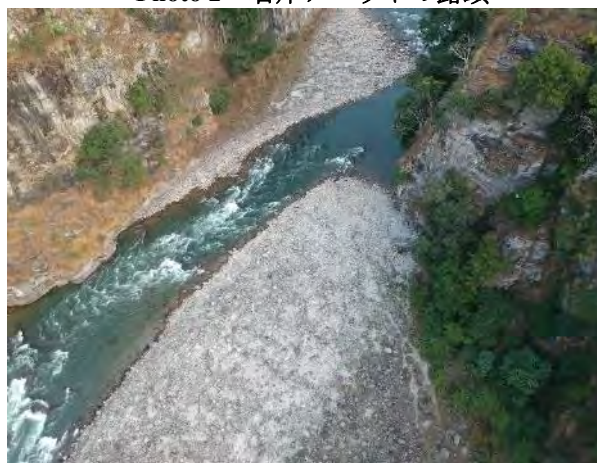


Photo 4 河床砂礫 (ダム地点直下流)



Photo 5 河床砂礫 (ダム上流部)



Photo 6 水路経過地の地形



Photo 7 発電所周辺地形



Photo 8 放水口地点



図 A 1-5 平面レイアウト (A-8)

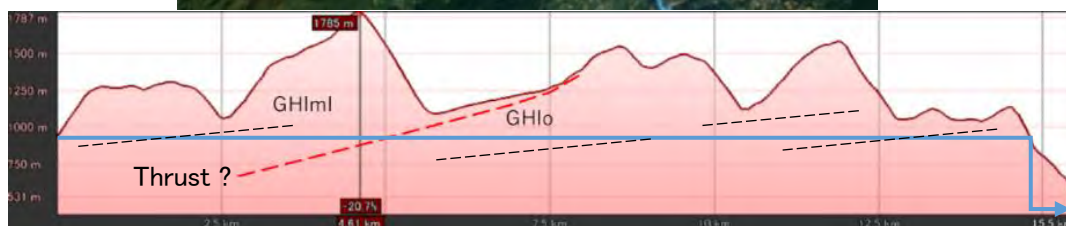
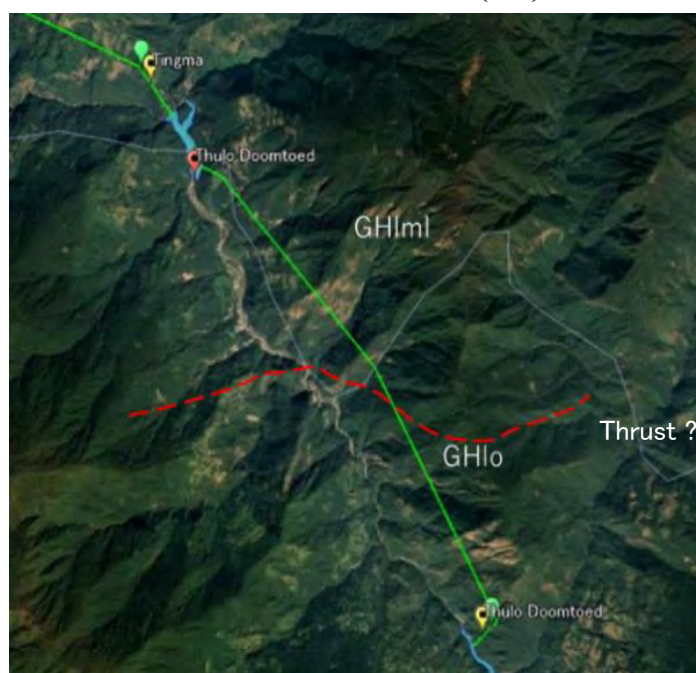


図 A 1-6 水路縦断図 (A-8)

### 1.4 W-6: Chuzom

主要データ	地点名	W-6: Chuzom		調査日	10/12/2018	
	水系名	Wangchhu		河川名	Wangchhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 18' 41.83" N		経度： 89° 32' 50.47" E		
	発電所	緯度： 27° 16' 28.44" N		経度： 89° 32' 0.96" E		
	タイプ	貯水池式			ダム河床標高	EL 2,059m
	主要諸元	設備出力	152 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		94.5 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		550 m
有効落差		186.0 m		水平水路延長		4,486 m
集水面積		2,483 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		370.6 MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダムおよび発電所地点：幹線道路からアクセス可能			
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の地質はカンブリア～オルドビス紀にかけての Paro 累層 (Pzpm)の中部ユニットに属する。雲母-ザクロ石-白雲母片岩を伴う灰～暗灰、薄層、細粒の雲母質珪岩で、ごくまれに石灰珪質岩や大理石を伴う。下位の片岩ユニットと漸移する。白～灰色、中程度結晶度の大理石層をもつ。白～灰色、中結晶度のマーカー層 (m1; 10m 厚) が互層する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 南北方向の道路法面では上述の大理石層は観察されなかった。</li> <li>➤ 過去の土石流に伴う厚い堆積物が、調査地周辺には広く分布している。土石流が古い段丘堆積物層を削って堆積している露頭が所々で観察される。</li> </ul>				
	ダム地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは Wangchhu と Parochhu の合流部直下流に位置する。</li> <li>➤ ダムおよび取水口地点の地形は、河床から約 100m の高さまでは傾斜約 55 度の V 字状を示すが、それ以上は 30 度程度と傾斜が緩くなっている (Photo 1)。</li> <li>➤ EW/20S の走向傾斜をもつ片岩あるいは珪岩が右岸河床に観察されるが、河床であるにもかかわらず新鮮ではなく中程度に風化しているように見える。河床に巨大な岩塊が散在しているが、これらの岩塊の表面も汚れが付着している (Photo 2)。</li> <li>➤ ダムサイトの地表は、段丘礫や土石流堆積物などの厚い堆積物で覆われており、ダム基礎の掘削量は膨大である。さらに、厚い被服物は、ダムサイトのみならず、湛水池予定範囲内にも広く分布する。これらは湛水池周辺の斜面崩壊リスクを高めるとともに、崩壊により調整池容量の減少も招く可能性が高い (Photo 2)。</li> <li>➤ ダムコンクリート骨材候補地は、近傍では Thimphuchhu と Parochhu 合流部以外には見いだせない。しかし岩石は中程度に風化し割れ目が発達しているため、歩留りもさほど期待できない。</li> </ul>				

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Wangchhu 右岸の水路経過地の地表は疎林で、新鮮な岩盤の露頭に乏しい。</li> <li>➤ 導水路トンネルの岩盤の大部分は RMR 値 ;53 と見積もられる Class-III; Fair rock と想定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地下発電所周辺の地質は中程度に風化した片岩が優勢で、発電所背後の山腹には片岩と珪岩が分布する (Photo 5)。層厚約 1m の片岩と 2-5m 厚の珪岩が互層をなす。岩の硬さは “R4; strong1” 程度と見えるが、節理が頻繁に入っていると想定される。発電所空洞周辺の地山の層相と岩盤状況を把握するための詳細な地質調査が必要である。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域はヒマラヤゴヨウの森林の中にあるが、森林は人間の活動によって非常に荒廃している。</li> <li>➤ パロの森林事務所によるとプロジェクト地域は荒廃しているために絶滅危惧種は生息していない。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、パロ県政府からのヒアリングによると、ダムサイト・湛水域において少なくとも下記の影響の可能性はある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトについては、湛水の影響で住宅を含め 220 軒の建物の移転が必要となりうる。イスナ (Isuna) 村のみでも 70 世帯以上の移転がみこまれる。</li> <li>➤ 約 594 エーカーの私有地の用地取得を要する。シャバ (Shaba) 村のみでも約 100 エーカーの水田が損失する可能性がある。</li> <li>➤ パロ空港からティンパーへの国道約 30km 以上が影響を受ける可能性がある。イスナ橋、チュザム橋が湛水の影響をうける可能性がある。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データによると「タチョグ寺 (Tachog Lhakhang)」や「タチョグ橋 (Tachog Suspension Bridge)」といった国家的重要性がある文化財を含む 27 の文化遺産が湛水の影響を受ける可能性がある。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ パロ県政府によると、本事業は広範囲な水田の損失、多くの住民移転、主要公的施設の再建を要することから、実施は不可能であるとの意見であった。</li> </ul>

<sup>1</sup> Hand held specimens requires more than one blow of geological hammer to fracture it.



Photo 1 ダム地点



Photo 2 ダム地点の河床状況



Photo 3 ダム右岸



Photo 4 ダム地点の厚い表土



Photo 5 発電所地点上部の露頭



Photo 6 ダム地点の河床状況



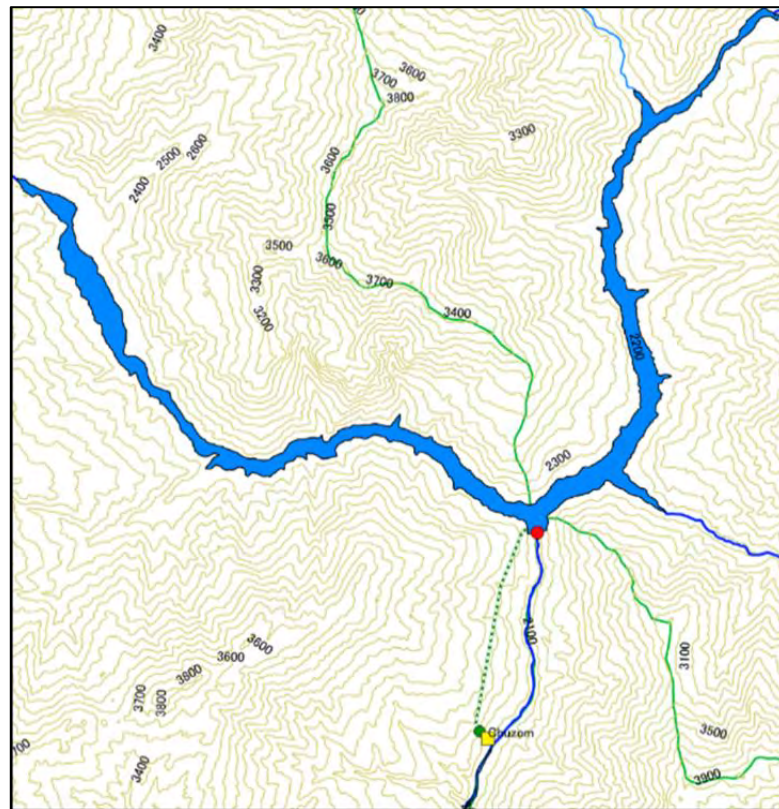


図 A 1-7 平面レイアウト (W-6)

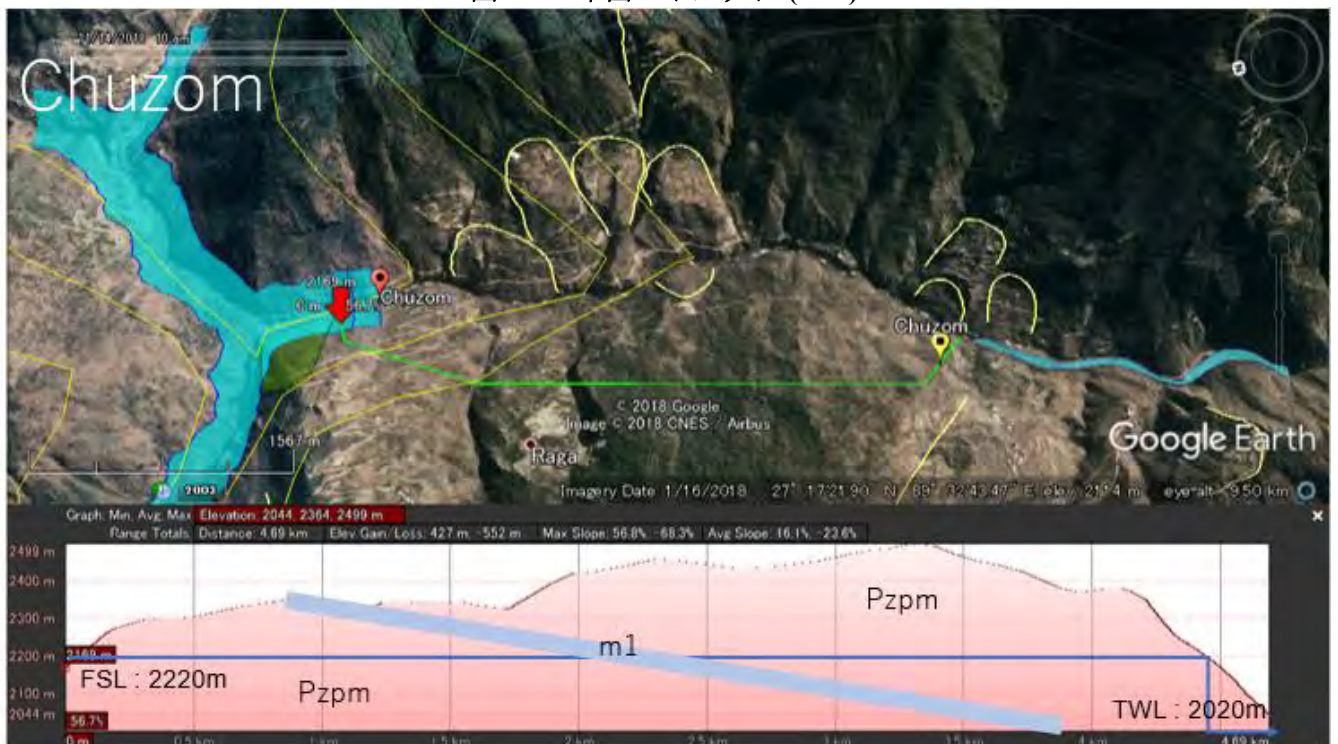


図 A 1-8 水路縦断面図 (W-6)

### 1.5 W-8: Zangkhepa

主要データ	地点名	W-8: Zangkhepa_Rev		調査日	10/12/2018	
	水系名	Wangchhu		河川名	Parochhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 34' 55.26" N		経度： 89° 17' 37.14" E		
	発電所	緯度： 27° 29' 10.90" N		経度： 89° 20' 30.04" E		
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 2,700m
	主要諸元	設備出力	54 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		21.6 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		30 m
有効落差		288.3 m		水平水路延長		12,696 m
集水面積		471 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： 既設道路からアクセス可能 (既設道路 10 km の改修が必要) 発電所地点： 1 橋梁、既設道路 1 km の改修が必要			
sihuto	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の上流半部の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグ                  レーターヒマラヤ帯(Ghlm)に属し、構造上下位にあたる グレー                  ターヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置す                  る。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびし                  ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、                  および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では                  熔融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブー                  タンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and                  McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。                  水路の下流半部は、カンブリア ~ オルドビス 紀の正片麻岩ユ                  ニット(GHlo)と新原生代 ~ カンブリア [?] 紀の下部メタ堆積                  岩ユニット (GHlml) からなる。                  崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩；一般に優                  白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰り返す                  が、局所的には離れて分布する。東部ブータンに向かって厚くな                  るグレーターヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンブリア紀                  - オルドビス紀の花崗岩ブルトンが変形したものと解釈される。                  下部メタ堆積岩ユニット (GHlml)は角閃岩相で、主として黒雲母                  -白雲母-ザクロ石片岩およびしばしばカイアナイト、シリマナイ                  ト、もしくは十字石を含む準片岩を含む珪岩からなるメタ堆積岩                  類。部分的な熔融構造を有する正片麻岩を散見する。</p>				
	ダム地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 原案ダム地点は Jigme Dorji 国立公園内に位置するため、開発が困難であることから、国立公園外の最上流部にシフトした。</li> <li>➤ さらに、このダムサイトは、沈砂池が置ける平坦面を有する左岸の段丘面の上流に位置する。</li> <li>➤ 取水口地点の地形は、20° 程度と緩やかで、左右両岸とも河床沿いに水田として利用されている。</li> <li>➤ 地点の左岸には岩盤露頭はない。</li> </ul>				

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路は Jigme Dorji 国立公園（コリドー）への影響を避けるため、左岸側に設ける。</li> <li>➤ 沈砂池からトンネルまでの約 100m の区間、地層が厚さ約 30m の礫質土で構成されているため、暗渠設置となる。地下式の沈砂池の掘削は巨大な硬質礫を含む地層であることから困難である。</li> <li>➤ 導水路トンネル沿いの地質は構造上下位のグレーターヒマラヤ セクションに属するため、正片麻岩や準片岩など片麻岩質岩、片岩、あるいは珪岩などで構成され、掘削には適している。</li> <li>➤ 導水路トンネル沿いの風化度合いはほとんどが弱風化（SW）、推定 RMR 値；71、Class-II の岩盤と想定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口地点を、Jigme Dorji 国立公園 から避けて計画したことにより、必然的に発電所地点は下流側へ移すことになる。</li> <li>➤ 聖なる山；Taksang (Tiger's nest) からの景観を考慮し、水槽と発電所は、Taksang を訪れる人々から見えない隠れた位置とする。当位置も導水路トンネル同様、地層は片麻岩で構成されているので、地下発電所の建設に支障はない。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。しかし、取水口地域は Jigme Dorji 国立公園と生物的回廊（TSNR-JDNP）に非常に近い位置にあるので、国立公園と生物的回廊の境界線をもう一度確認する必要がある。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域はヒマラヤゴヨウの森林の中にある。</li> <li>➤ パロの森林事務所によると、サンバー（VU）、ツキノワグマ（VU）がプロジェクト地域に生息する。また、国家トラ調査（National Tiger Survey, 2014-2015）で、プロジェクト地域があるパロ県（Dzongkhag）でトラの成獣 6 頭の幼獣が 5 頭確認された。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ツェント地区（Tsento Gewog）役場からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転はなし。ただし、発電所サイト付近に 2 軒住宅がある。</li> <li>➤ 私有地の用地取得はなし。ただし、ザムサチオッグ（Zamsa Chiwog）のダングレyna村（Dangreyna Viilage）の住民の所有地が発電所サイトのすぐ下にある。また、ザムサ・チオッグ近くに民間業者の採石場がある。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、ツェント地区（Tsento Gewog）政府からのヒアリングによると直接的影響がある文化遺産はない。ただし、非常に古く、重要なレディ・ゴンパ（Lhedi Gompa）寺が導水路付近の丘陵地にあり、工事時に間接的影響を受ける可能性がある。また、距離が離れているので直接的影響はないものの、重要な国家的文化遺産のタクサン（Taksang）とドルガヤル・ゾン（Drugayal Dzong）（17 世紀の要塞兼仏教寺院）が地区内にある。</li> </ul>

<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は私有地の一部を通過している。</li> <li>➤ ツェント地区役人によると、シャリ村 (Shari Village) の 7 世帯ほどが、個人所有のポンプを使用し、灌漑水を Pacchu から直接取水している。発電所からの放水路よりも下流に水田が位置するため影響はあまりないとみられるが、詳細は事業検討時に村落代表にも確認する必要がある。</li> </ul>
------------	--



Photo 1 堰地点



Photo 2 堰地点（上流遠望）

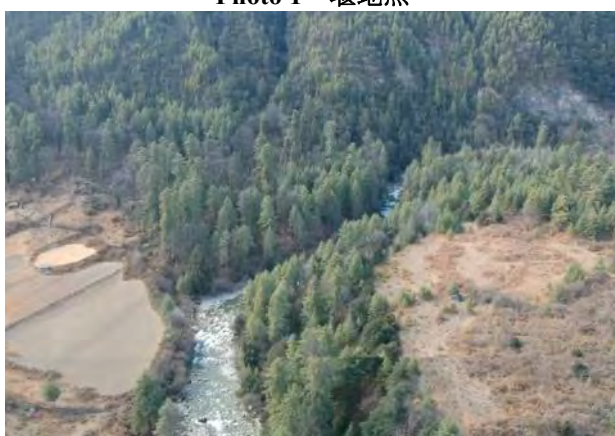


Photo 3 堰地点（下流遠望）



Photo 4 ローカル道路沿いの礫交じり土



Photo 5 発電所地点上に分布する片麻岩類



Photo 6 放水口地点

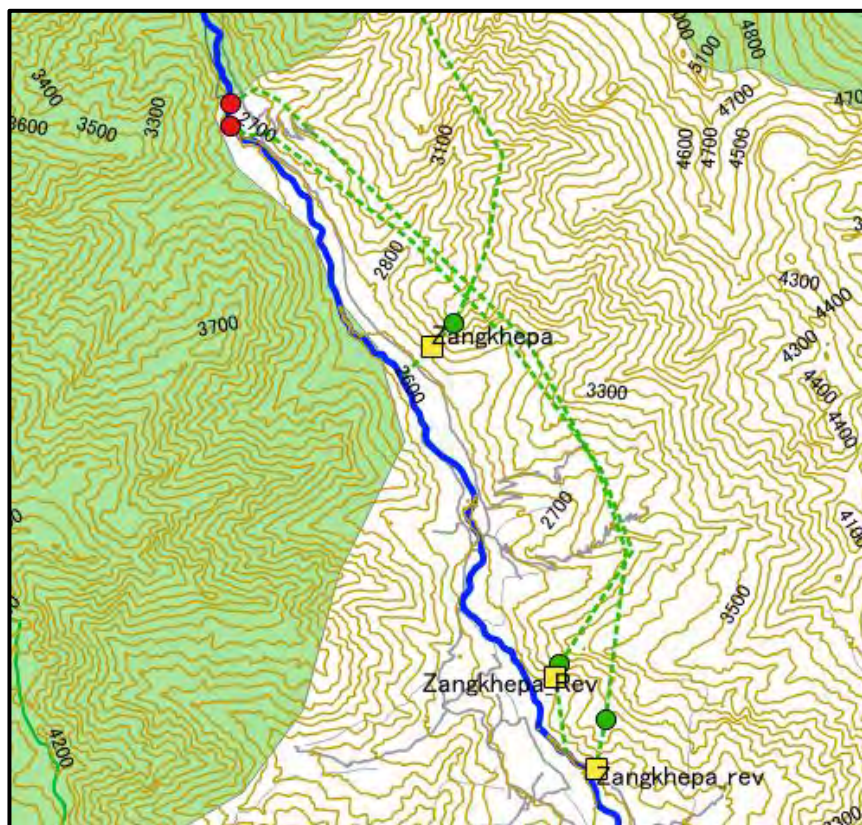


図 A 1-9 平面レイアウト (W-8 Rev)



図 A 1-10 水路縦断図 (W-8 Rev)

## 1.6 W-19: Pipingchhu

主要データ	地点名	W-19: Pipingchhu		調査日	22/11/2018		
	水系名	Wangchhu		河川名	Pipingchhu		
	ダム / 堰	緯度： 26° 51' 13.45" N		経度： 89° 47' 2.830" E			
	発電所	緯度： 26° 46' 22.10" N		経度： 89° 44' 3.45" E			
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 585 m	
	主要諸元	設備出力	100 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ	35 (20) m
		最大使用水量	29.9 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	80 m
有効落差		386 m		水平水路延長		13,394 m	
集水面積		217 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： 20 km 発電所地点： 1 橋梁、 2 km				
水文	河川流量（目視）	2 – 2.5 m <sup>3</sup> /s（他流域にリークしている可能性がある） (Wangchhu 下流側の支川： 2 m <sup>3</sup> /s)					
	河床堆積物	0.1 – 0.5 m（砂礫）					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                      表層の地質は、レッサーヒマラヤ帯の新原生代～カンブリア[?] 紀の Baxa 層群 Manas 累層の分布域にある。                      灰～白色、中～厚層厚、中～粗粒、部分的に斜交層理をもつトラフ内堆積物相の礫岩質珪岩、暗灰色～暗緑色の薄層～薄い層状の千枚岩、および中粒の灰色苦灰岩（地域的には離れて分布）                      (Bhargava, 1995; Tangri, 1995a; Long et al., 2011A)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当該サイトの地形は、GoogleEarth によると Pipingchhu 沿いでは、NW-SE 系のリニアメントが顕著に認められる。</li> <li>➤ 当該サイト周辺の道路沿いで崩壊地形が多く確認できる。</li> <li>➤ 発電所サイト近傍の Wangchhu 右岸側道路では片岩 (Photo 3)、発電所サイト近傍の Pipingchhu 左岸側の林道沿いでは、phyllite (Photo 4,5) および dolomite の角礫からなる calcareous breccia (Photo 6,7) が分布している。Long の地質図を考慮すれば、ダム～発電所には、同様な地質分布が想定される。</li> <li>➤ Long によれば、発電所サイト付近に thrust fault が想定されているが、今回の調査では、thrust fault は確認できていない。</li> </ul>					
	ダム地点	アクセス不可					
	水路経過地	アクセス不可 ➤ 水路沿いの地質は確認できていないが、水路は、何条もの thrusut fault と水路軸方向と緩い角度で遭遇することが想定される。水路内の岩級は、RMR 評価で 48 となり Class-III 主体になると考えられる。					

	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所サイト周辺は、傾斜 45° 程度の一様な斜面を形成している (Photo 1)。</li> <li>➤ 電所サイトの岩盤は、岩自体は硬質であるが、thrust fault の影響により所々脆弱化が想定される。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは、「イトバシヨウ」、「サラソウジュ」、「カエデ属」等が生育する亜熱帯広葉樹の自然林である (森林事務所ヒアリング結果)。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「トラ (EN)」、「アジアゾウ (EN)」、「ヒョウ (VU)」等の生息が確認されている (森林事務所へのヒアリング結果)。</li> <li>➤ 公園事務所資料によると、淡水魚類の絶滅危惧種である「ゴールデン・マシール (EN)」の生息が確認されている。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ アクセス不可のため不明。</li> </ul> <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所サイト上に私有建築物 (10 軒) と農地が存在する。</li> <li>➤ 発電所が地上に建設される場合、農産物 (メイズ、キビ、オレンジ、サトウキビ、バナナ、ジャックフルーツ、マンゴー、パパイヤ等が現在栽培されている) に損失が生じる可能性が高い。</li> <li>➤ 牛・鶏などの家畜が現在農家で飼育されている。</li> <li>➤ 村ではチークが育てられている。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 「ジメチュ・ニュー (Jimechunye)」と呼ばれる国宝級の文化遺産が発電所サイトから南東の方角 500m の地点に存在する。ブータン人観光客がよく訪れており、郡役場では外国人観光客の誘致策を検討している。観光開発は、次期 5 か年計画でも主要なプログラムとなっている。</li> </ul>
	その他	<p>&lt;予見される環境社会影響&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 事業実施により既存道路・橋梁が水没するため、近隣村への影響が予見される。</li> </ul>
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ワンチュ水力発電所 (Wangchhu HPP) の発電所立地と本事業の発電所立地が同じ村内で近接している。ワンチュ水力発電所の発電所は地上での建設が計画されており、用地取得・移転が必要となるため、地元住民との交渉が調査実施時点で進められている。地元住民は、より良い条件 (「より肥沃な代替地の提供を村内または郡の別の村で行う」) での代替用の提供が行われることから、用地取得や作物補償に前向きである。</li> </ul>	

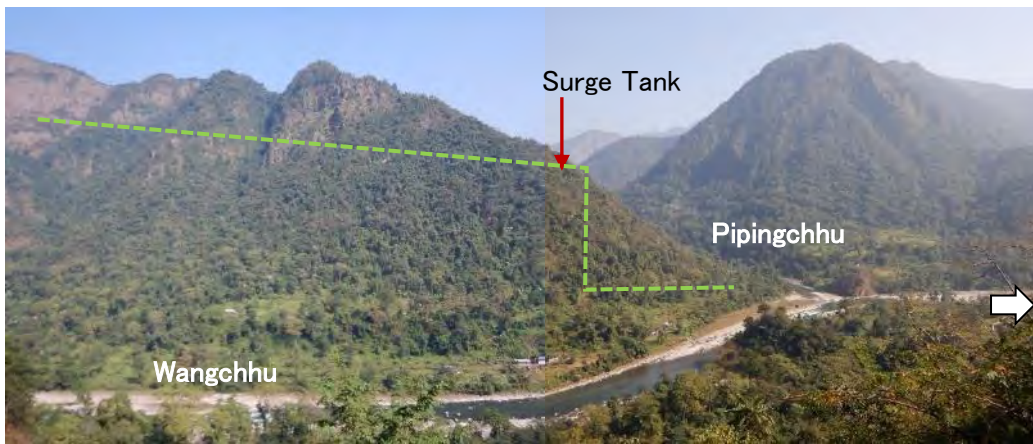


Photo 1 発電所地点

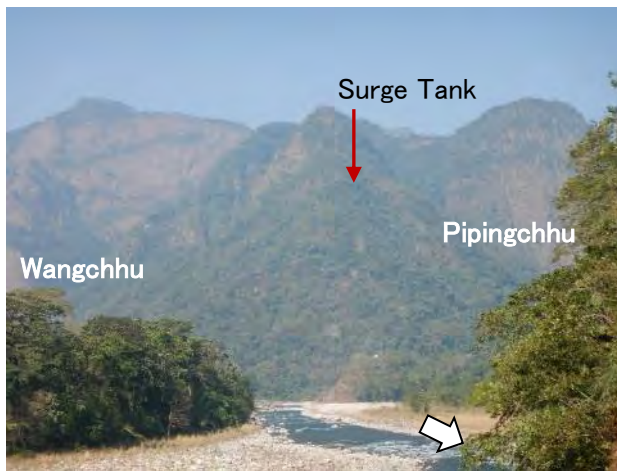


Photo 2 サージタンク地点



Photo 3 道路沿い地質 (片岩)



Photo 4 道路沿い地質 (千枚岩)



Photo 5 左地質の接写





Photo 6 道路沿い地質（石灰質角礫岩）



Photo 7 道路沿い地質（石灰質角礫岩）



図 A 1-11 平面レイアウト (W-19)

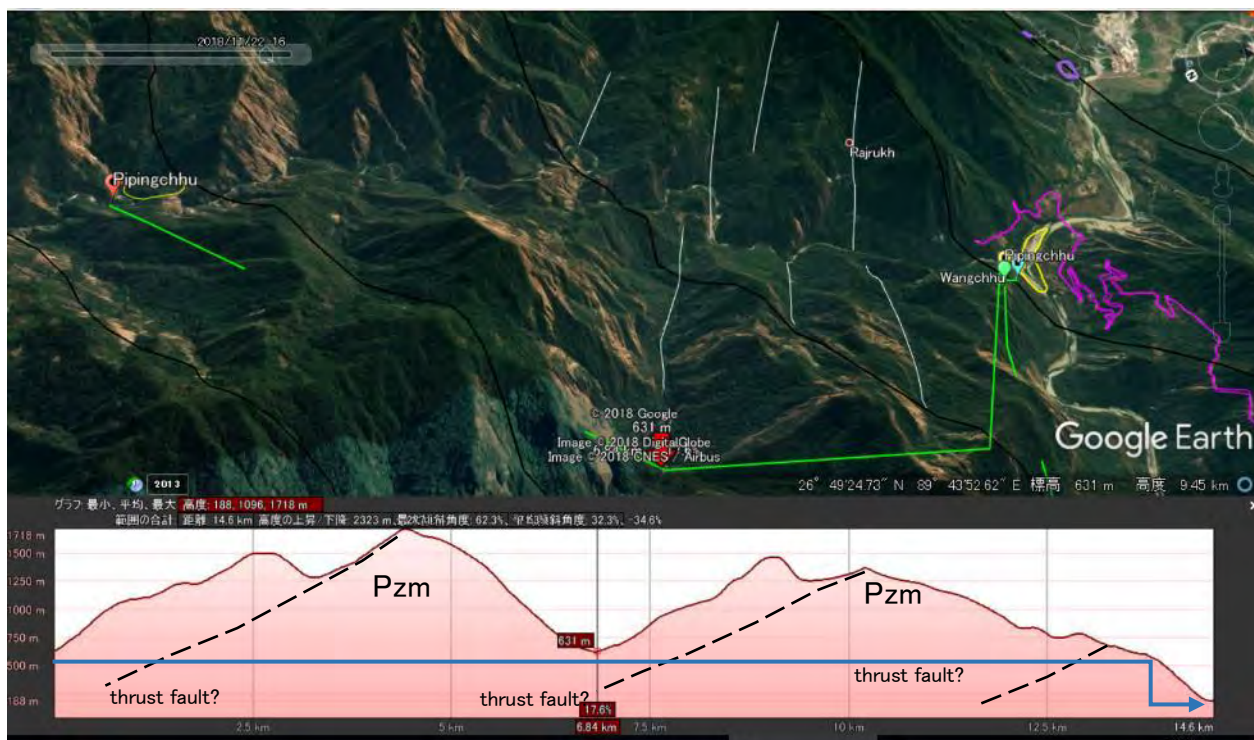


図 A 1-12 水路縦断面図 (W-19)

## 1.7 P-15: Tamigdamchu

主要データ	地点名	P-15: Tamigdamchu		調査日			
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Phochhu		
	ダム / 堰	緯度： 27° 41' 53.19" N 27° 41' 21.69" N		経度： 89° 58' 54.39" E 89° 57' 29.26" E			
	発電所	緯度： 27° 40' 51.39" N		経度： 89° 56' 20.04" E			
	タイプ	流れ込み式（調整池有）		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,540 m EL 1,555 m	
	主要諸元	設備出力	188 MW		ダム/堰 高さ	60 (40) m 5 m	
		最大使用水量	156.5 m <sup>3</sup> /s		堤頂長	80 m 40 m	
有効落差		139.5 m			水平水路延長	4,993 m	
集水面積		2,120 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離						
水文	河川流量（目視）						
	河床堆積物						
地形・地質	地質概要		Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 計画地点の地質は、新原生代-オールドビス[?] 紀のグレートヒマ ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレートヒマ ラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。 幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分溶融および しばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、 および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では 溶融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブー タンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。				
	ダム地点						
	水路経過地						
	発電所						
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域		➤ プロジェクトサイトは、保護区域（Jigme Dorji National Park）内である。				
	貴重動植物		➤ ダムサイトは、「ヒマラヤマツ」、「シイ」、「ソテツ」等の植生 で構成される原生林である。 ➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「トラ (VU)」、「ツ キノワグマ (VU)」、「ヒョウ (VU)」の生息が確認されてい る（地元住民へのヒアリング結果）。 ➤ 遡上性の魚類の生息は確認されていない（地元住民へのヒア リング結果）。				
	移転 / 補償物件		➤ なし				
	歴史的 / 文化的遺産		➤ なし				

その他	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ ダム、水路及び発電所の各施設が、保護区（国立公園）に含まれる。</li></ul> <p>&lt;注&gt; 県政府関係者によると、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ プナカ県 (Punakha Dzongkhag) は自然環境保全や文化サイト保護に非常に厳格であり、文化サイトの緩衝地帯内での開発行為は困難とされている。また、中央政府省庁による開発計画は、県政府と協議の上で最終決定が行われることになっている。</li><li>➤ プナカ県には政府公有地と王室の土地等が存在するが、これらの境界線は明瞭ではない。</li><li>➤ 開発用地として利用可能な空き地を確保することは難しい。また、土地利用の変更は、<b>Ministry of Human Settlement</b> だけでなく、王室の合意も取り付ける必要がある。</li><li>➤ 水源が年々枯渇しており、小さい支流の傍の村では水不足が発生している。その一方で夏期には大雨に伴う洪水が発生する(近年最も大きかった洪水は1994年)。氷河湖決壊 (GLOF) への早期警報システムや災害マップなどが既に開発されている。</li></ul>
-----	---

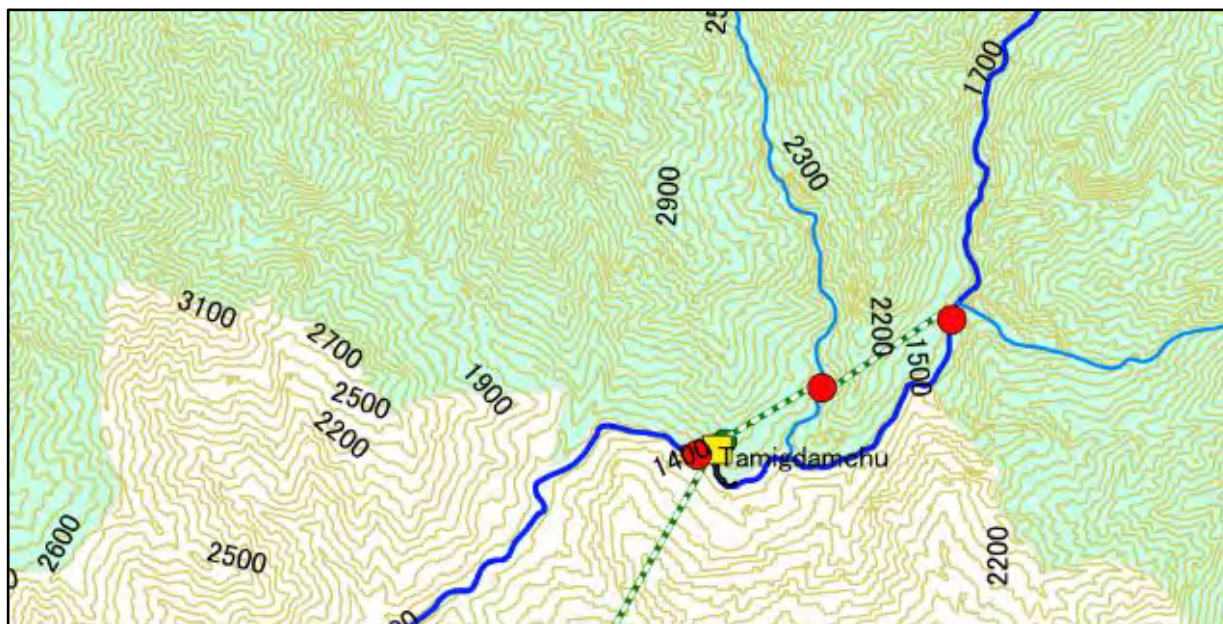


図 A 1-13 平面レイアウト (P-15)



図 A 1-14 水路縦断面図 (P-15)

## 1.8 P-17: Tseykha

主要データ	地点名	P-17: Tseykha		調査日	10/12/2018	
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Phochhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 40' 49.90" N		経度： 89° 56' 7.10" E		
	発電所	緯度： 27° 36' 20.68" N		経度： 89° 52' 40.77" E		
	タイプ	流れ込み式（調整池有）			ダム河床標高	EL 1,380m
	主要諸元	設備出力	170 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		162.8 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		90 m
有効落差		120.9 m		水平水路延長		9,980 m
集水面積		2,205 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		0.4 MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： 3 km 発電所地点：既設幹線道路からアクセス可能			
水文	河川流量（目視）	100 – 120 m <sup>3</sup> /s				
	河床堆積物	0.1 – 0.5 m (砂礫)				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り</p> <p><b>【ダム～発電所】</b>          計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレートヒマラヤ帯(Ghlm<sub>u</sub>)に属し、構造上下位にあたる グレートヒマラヤセクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。          幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <p><b>【水路～発電所】</b>          地点は、新原生代-オルドビス [?] 紀グレートヒマラヤ帯に属し、構造上下位のグレートヒマラヤ セクションのカンブリア～オルドビス 紀正片麻岩ユニット (GHl<sub>o</sub>)に位置する。          急崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩；一般に優白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰り返すが、局的には離れて分布する。東部ブータンに向かって厚くなるグレートヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンブリア紀 - オルドビス紀の花崗岩プルトンが変形したものと解釈される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 踏査範囲においては、地すべりや岩盤クリープを示すような地形は認められない。</li> <li>➤ ダムサイトから発電所にかけての地形は、30～40° 程度傾斜する斜面を呈し、所々急崖を形成している。</li> <li>➤ 発電所付近の明瞭なリニアメントは確認できない。</li> <li>➤ 道路掘削法面では、片麻岩と片岩が観察される。</li> </ul>				

	ダム地点	<p>アクセス不能 ドローンによる観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 右岸側の地形は、急崖を形成する。左岸側の地形は、植生に覆われており不明である (Photo 1, 2, 3, 4)。</li> <li>➤ 地質は、周辺の露頭から片麻岩および片岩であると想定される (Photo 5)。</li> <li>➤ 全体構造は、周辺の露頭からおおむね EW~NW-SE 走向で北に 10~20° 程度傾斜している。</li> <li>➤ 河床部の堆砂は、全般に少ないと想定される (Photo 6)。材料候補地も未確認である。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路沿いの Phochhu 左岸側の地形は、全般に 30~40° の傾斜を呈している。</li> <li>➤ 地質は、道路沿いの露頭から片麻岩および片岩が分布すると想定される。</li> <li>➤ 水路内の岩級は、RMR 評価で 58、Class-III 主体と推定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所計画地点は、崖錐地形を呈しておりおおむね 20~30° 程度で河床に向かい一様に緩い傾斜となっている (Photo 7, 8, 9)。</li> <li>➤ 地質は、崖錐堆積物および段丘堆積物 (Photo 10) である。基盤岩は転石の状況から片麻岩が主体であると想定される (Photo 11)。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムの一部が保護区 (ダムの右岸は Jigme Dorji National Park) に跨る。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムの右岸の保護区に接する地帯は、ヒマラヤマツの原生林である。対岸の左岸 (保護区域外) は、アカギヤスタジイ等の常緑広葉樹に覆われている。</li> <li>➤ 地下に建設される水路の地上部及び発電所建設予定地の主な植生は、ヒマラヤマツやソテツが生育する混交林であるが、発電所建設予定地の一部は畑地である。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「トラ (EN)」、「ツキノワグマ (VU)」、「ヒョウ (VU)」の生息が確認されている (地元住民へのヒアリング結果)</li> <li>➤ 遡上性の魚類の生息は確認されていない (地元住民へのヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 工事期間中に生計活動に影響が出る可能性がある。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>

	<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムと発電所の放水口までの減水区間に、絶滅危惧種に指定されているシロハラサギの採餌、繁殖地がある。</li> <li>➤ 発電所予定地付近に私有構造物と稲作地が存在するが、ゾミ郡 (Dzomi Gewog) 長は「地元住民は恐らく事業実施に前向きであろう」との見解である。</li> <li>➤ 象の鼻の形をした聖山が2つの川 (Phochhu と Mochhu) の間にあり、Department of Culture (DOC) によって遺産認定されており、農道に至るまでいかなる開発行為も禁止されている。発電所サイトは Phochhu を挟んでこの山の反対側に位置しており、ゾミ郡長は「対岸であり問題ない。送電線も迂回させればよい」との見解を示す一方、DOC 及びプナカ県政府関係者は慎重な立場を崩さない。</li> <li>➤ プナカ県 (Punakha Dzongkhag) は自然環境保全や文化サイト保護に非常に厳格であり、文化サイトの緩衝地帯内での開発行為は困難とされている。また、中央政府省庁による開発計画は、県政府と協議の上で最終決定が行われることになっている。</li> <li>➤ プナカ県には政府公有地と王室の土地等が存在するが、これらの境界線は明瞭ではない。</li> <li>➤ 県政府関係者によると、開発用地として利用可能な空き地を確保することは難しい。また、土地利用の変更は、Ministry of Human Settlement だけでなく、王室の合意も取り付ける必要がある。</li> <li>➤ 水源が年々枯渇しており、小さい支流の傍の村では水不足が発生している。その一方で夏期には大雨に伴う洪水が発生する (近年最も大きかった洪水は 1994 年)。氷河湖決壊 (GLOF) への早期警報システムや災害マップなどが既に開発されている。</li> </ul>
--	------------	--





Photo 1 ダム地点



Photo 2 ダム地点 上流側

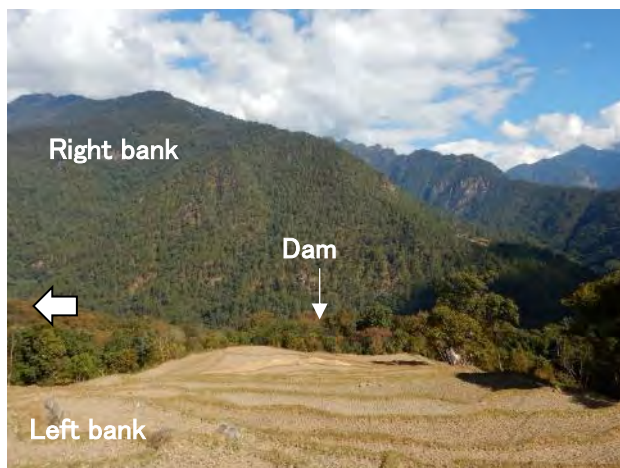


Photo 3 ダム右岸



Photo 4 ダム右岸の露頭 (片麻岩?)



Photo 5 ダム右岸



Photo 6 河床部分



Photo 7 発電所地点



Photo 8 発電所近傍の河床



Photo 9 発電所地点 (地上式)



Photo 10 発電所近傍の段丘堆積物 (Granite)



Photo 11 発電所近傍の移動岩塊 (片麻岩)



図 A 1-15 平面レイアウト (P-17)

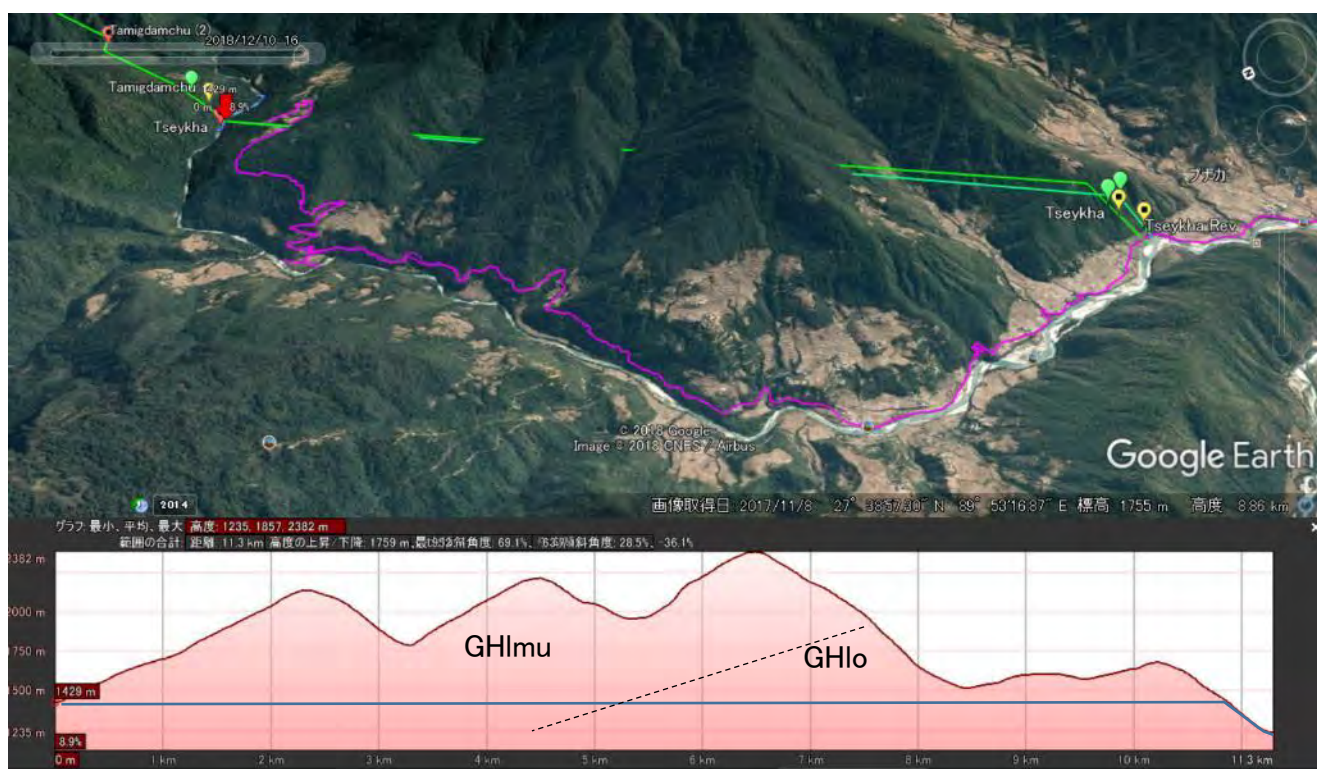


図 A 1-16 水路縦断面図 (P-17)

1.9 P-26: Thasa

主要データ	地点名	P-26: Thasa		調査日	14/11/2018	
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Sankoshchhu	
	ダム / 堰	緯度 : 27° 12' 28.31" N		経度 : 90° 4' 9.15" E		
	発電所	緯度 : 27° 5' 55.41" N		経度 : 90° 4' 8.53" E		
	タイプ	調整池式		基本諸元	ダム河床標高	EL 460 m
	主要諸元	設備出力	706 MW		ダム/堰 高さ	108 (23) m
最大使用水量		489.3m <sup>3</sup> /s	堤頂長		350 m	
有効落差		167.4.0 m	水平水路延長		10,579 m	
集水面積		7,040 km <sup>2</sup>	有効貯水容量		39.5 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点 : 既設基幹道路からアクセス可能 発電所サイト : 1 橋梁、0.5 km				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレートヒマ                  ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレートヒマラヤ                  セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびし                  ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、お                  よび珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融                  のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンで                  は珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and                  McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。                  構造上上位のグレートヒマラヤ区に属する中新世の優白質花崗                  岩が、Punatsangchhu 周辺に分布する上述の古い各地層に貫入して                  いる。                  水路の、取水口から 1/3 里程を水路ほぼ直交方向の向斜軸が通る。</p>				
	ダム地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 当初図上で計画したダムサイトは、Gigme Singye 国立公園とそれと連結するコリドーの中に入っていたので、これを約 3km 下流にシフトした。河床レベルは約 20m 低くなるが、Harachhu からの流入水が得られる。</li> <li>➢ ダムサイトは、60-70° の勾配を有する急峻で、狭隘な地形に位置する。</li> <li>➢ ダムサイトの地質は、走向傾斜 N70E/45S をもつ珪岩優勢。</li> <li>➢ 地形的・地質構成的にコンクリート重力式ダムが適している。</li> <li>➢ ダム用骨材はかつて Punatsangchhu I 水力で使われた原石山の材料を用いることを推薦する。</li> </ul>				
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ダムサイトを下流へ下げることにより、水路を左岸へ回せ、かつ水路長も短くなるメリットがある。</li> <li>➢ Google earth 画像で、水路全長の 1/3 と 2/3 の位置にリニアメントが見られるが、明瞭ではない。</li> <li>➢ Punatsangchhu に沿って左右岸には層状珪岩が観察される。風化度合いは、崖の表面で中風化 (MW) を示すが、水路地山内部の一部では弱風化 (SW) が期待できる。</li> </ul>				

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 導水路トンネル経過地の岩盤は、RMR 値 ; 57、主に Class-III 程度と推定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 発電所は地上式とし、Punatsangchhu 左岸の沖積段丘面に載せることを推奨する。</li> <li>➢ 段丘面の河床からの高さは 10m に満たないため、施工中及び運用中の洪水から設備を保護するために護岸を築く必要がある。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 取水口は生物的回廊 (JDNP-JSWNP) と国立公園の境界に位置している。国立公園側はコア・ゾーンである。</li> <li>➢ 導水路 (地下) の一部は生物的回廊の中を通る。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ プロジェクト地域はヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➢ シロハラサギ (CR) とコツメカワウソ (VU) が Punatsangchhu に生息している。</li> <li>➢ 右岸の道路沿いに希少な植物 <i>Pentstemon pulcherrima</i> を現場調査中に確認した。この植物は現時点でブータンではここも唯一か所だけで確認されている。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ NLC の GIS データとアタン地区政府からのヒアリングによると</li> <li>➢ 住民移転なし</li> <li>➢ 私有地の用地取得なし</li> <li>➢ 変更したダムサイトの湛水域で以下の公的インフラが影響を受け、再建が必要となる可能性がある。</li> <li>➢ -車両通行可能な橋 2 カ所、歩行者用のつり橋 1 カ所</li> <li>-国立公園 (JSWNP) の Taksha パークレンジャーオフィス (職員住宅含む)</li> <li>-プナサンチュ川の絶滅危惧種の回遊魚 Golden Masheer の種苗生産施設 (執務室や職員住宅含む)</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ NLC の GIS データとアタン地区 (Athang Gewog) 役場、村落代表 (Tshopas) からのヒアリングによると、ダムサイト・湛水域および発電所サイトに文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ プロジェクトが位置するアタン地区は、ワンデュ・ポダン県内で最貧困地区の一つである。</li> <li>➢ Punasanchu と Harachhu の 2 河川が合流する地点から Harchuu 沿い 20km 範囲にルカ (Rukha) という地元の伝統的コミュニティがある。ルカ コミュニティとは、ワンデュ・ポダン県の 11 村とツラン県の 1 村から構成される。同コミュニティでは 2 河川の合流地点からダユル (Dayul) 村およびチナディン (Chinading) 村まで Harachhu で釣りをする公的なライセンスを取得している。このコミュニティにとっては川魚の販売が主要な現金収入源の一つとなっている。</li> </ul>

特記事項	<ul style="list-style-type: none"><li>▶ ルカ コミュニティ住民にとって移動経路の確保は重要であり、生活・生計活動の鍵となっている。変更したダムサイトの湛水域にある橋は、ルカ コミュニティから舗装道路への唯一のアクセスポイントである。</li><li>▶ プロジェクト実施検討時には、ルカ コミュニティの漁業活動へのプロジェクトの影響を明らかにするため、魚の生息数、回遊経路などについて入念な調査実施が求められる。</li></ul>
------	--



Photo 1 ダム地点 左岸



Photo 2 ダム地点 右岸



Photo 3 ダム地点 下流側



Photo 4 採石場候補地  
(先行プロジェクト用の採石場)



Photo 5 発電所地点近傍の層状珪岩



Photo 6 サージタンクおよび発電所地点

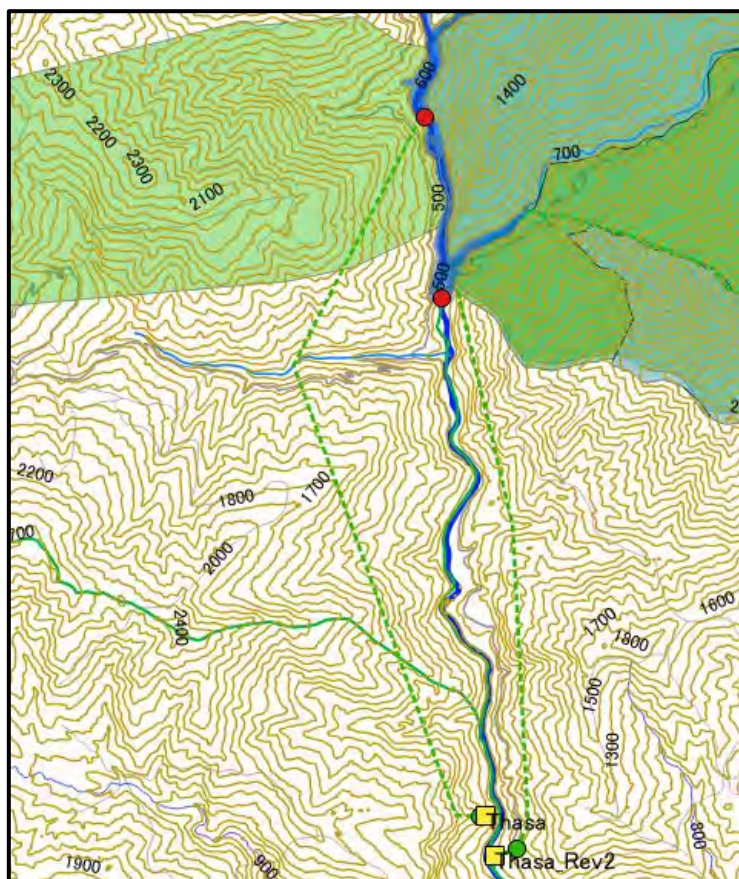


図 A 1-17 平面レイアウト (P-26)

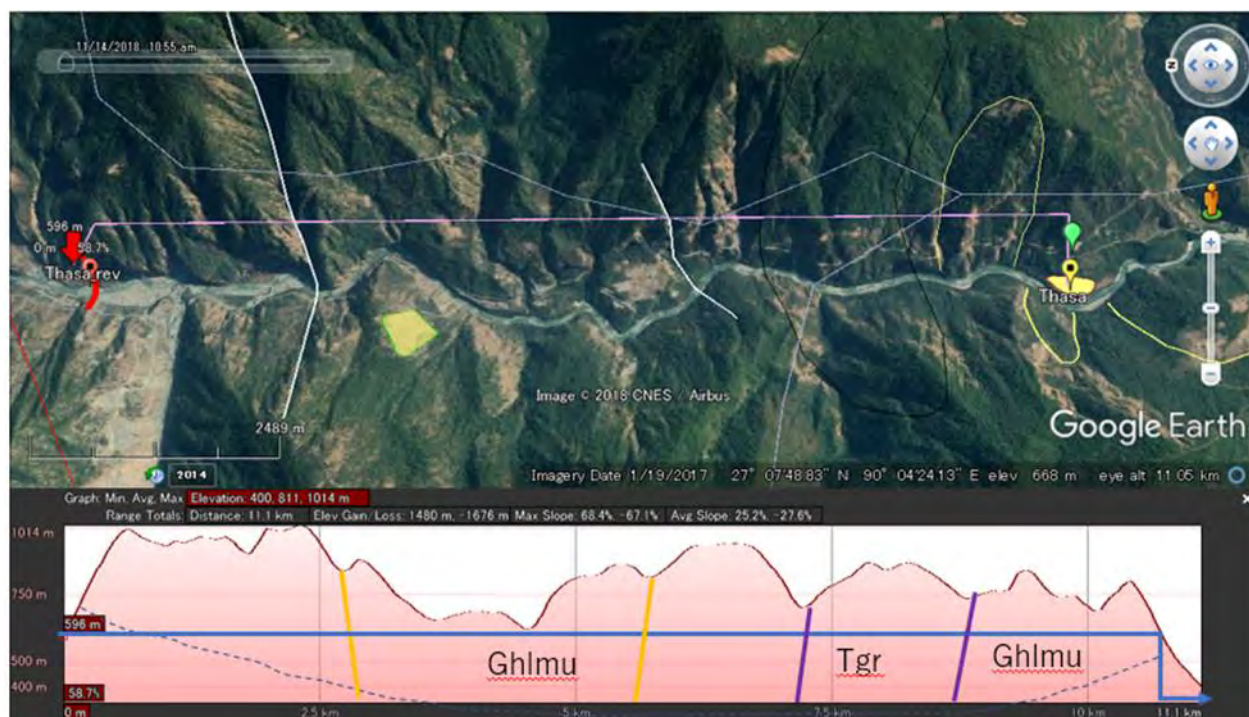


図 A 1-18 水路縦断面図 (P-26)



### 1.10 P-28: Kago-1

主要データ	地点名	P-28: Kago-1		調査日	-		
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Kisonachhu		
	ダム / 堰	緯度： 27° 20' 32.23" N		経度： 90° 8' 59.88" E			
	発電所	緯度： 27° 19' 58.42" N		経度： 90° 8' 41.54" E			
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 2,340 m	
	主要諸元	設備出力	102 MW		ダム/堰 高さ	5 m	
最大使用水量		17.2 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	30 m	
有効落差		688.2 m			水平水路延長	2,056 m	
集水面積		250 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	発電所地点は Bartsha プロジェクトの取水堰の上流 0.6 km に位置する。Kago-1 の取水堰はさらに 1.8 km 上流に位置する。 総計 6.4 km のアクセス道路の新設、および既設道路 22 km の改修が必要となる。					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                      計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレートヒマラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレートヒマラヤセクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                      幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分溶融およびしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では溶融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当地点周辺には地形的に不可解な問題点が Google earth 画像上で幾つか見られる。まず一つは無数の N-S 方向の割れ目が卓越すること、次に河川が山腹を抉って形成されていることである。これらは、石灰岩あるいは苦灰岩などの可溶性岩石が伏在する可能性を示している。</li> <li>➤ 既存の地質図の精度上、細部の地質情報には限界があるため、計画のレビューにあたっては、詳細な地質図作成が必要である。</li> </ul>					
	ダム地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 小規模の堰を作る程度であれば特段困難なことはないと思われる。</li> </ul>					
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 周辺には N-S 方向の割れ目が無数にみられるので、導水路トンネル内でも同様なセンスの系統的な割れ目に遭遇する可能性が高い。これらの系統的割れ目群はときとして多量の地下水の通り道になっていることが多いため、導水路トンネルの掘削には困難が伴うと思われる。</li> </ul>					
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地下発電所でも、岩盤は導水路トンネル同様の、地下水に係る問題を有すると推定される。</li> </ul>					

自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当該河川は生物的回廊（North）と Jigme Singye Wangchuck 国立公園の境界になっている。国立公園側はコア・ゾーンである。すべての発電施設と付帯施設は公園または生物的回廊に入ることになる。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は冷帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ 絶滅危惧種（種などは不明）が生息すると思われる。</li> <li>➤ Lophikha (Kago-1 近くの村) の村人によれば、村近くの池にシロハラサギ (CR による) が定期的に飛来すること (現場調査中のインタビュー)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データとアタン地区政府、Kago-Lomtshokha チオググ代表からのヒアリングによると、&lt;ダムサイト・湛水域&gt;および&lt;発電所サイト&gt;において</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転は必要なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得必要なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<p>NLC の GIS データ、アタン地区政府、Kago-Lomtshokha チオググ代表からのヒアリングによるとプロジェクトサイトには文化遺産はない。</p>
	その他	<p>&lt;地区役場関係者からの環境社会影響・開発効果への意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクトが位置するアタン地区は、ワンデュ・ポダン県内で最貧困地区の一つである。</li> <li>➤ プロジェクトサイト近隣に伝統的慣習を持つコミュニティはない。</li> </ul> <p>&lt;県・地区レベルで既に計画されている地域開発&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 12 次 5 年計画(2018-2023 年)でエコ・トレイルの観光開発が計画されている。</li> <li>➤ 地区開発基金の予算、農業森林省や IFAD の資金支援で園芸作物栽培(マンゴー、グアバ、オレンジの果樹栽培や胡桃等)が推進されている。プロジェクトによる道路改良により、こうした地元農産品の販売増の可能性が期待できる。</li> </ul>

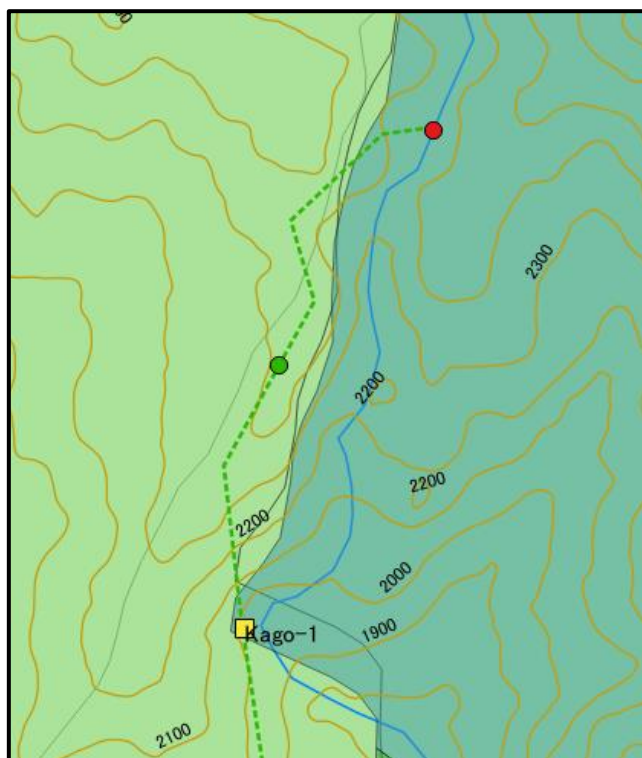


図 A 1-19 平面レイアウト (P-28)

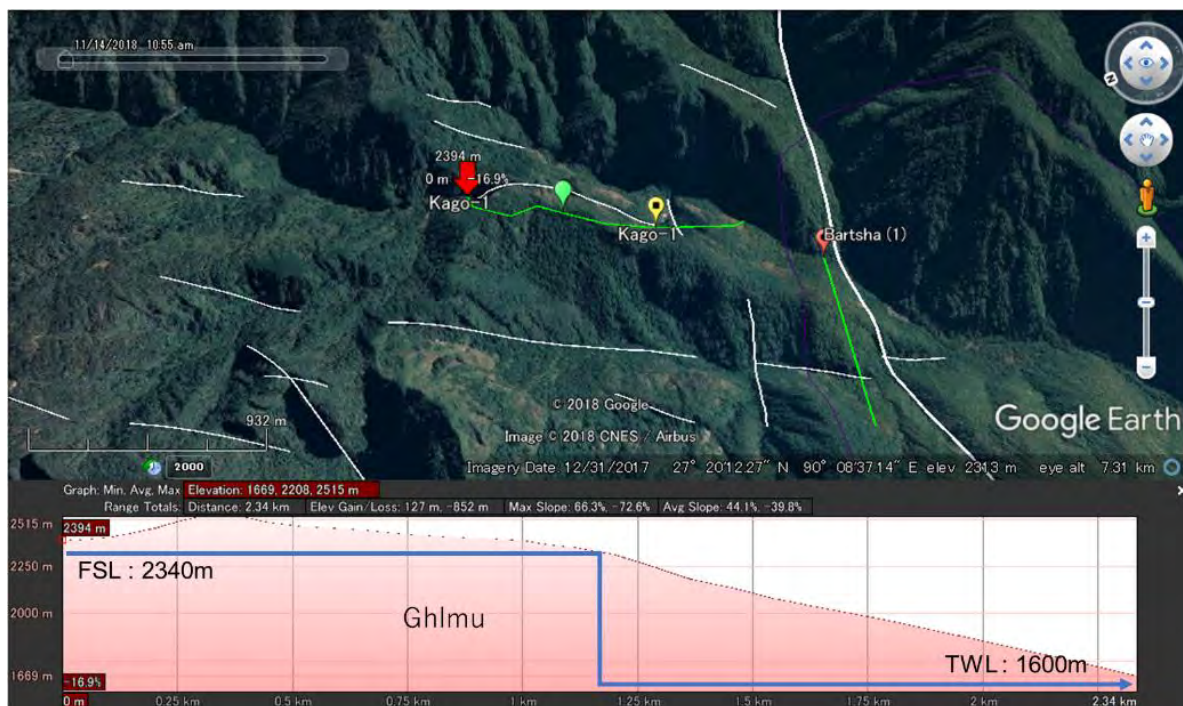


図 A 1-20 水路縦断面図 (P-28)

### 1.11 P-29: Kago

主要データ	地点名	P-29: Kago		調査日	15/11/2018 16/11/2018			
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Morichhu Porichhu			
	ダム / 堰	緯度： 27° 19' 22.28" N 27° 20' 11.69" N		経度： 90° 8' 29.50" E 90° 5' 27.62" E				
	発電所	緯度： 27° 18' 5.60" N		経度： 90° 6' 18.85" E				
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,480 m		
	主要諸元	設備出力	58 MW		ダム/堰 高さ	5 m 5 m		
		最大使用水量	26.0 m <sup>3</sup> /s		堤頂長	40 m 40 m		
有効落差		250.4 m			水平水路延長	5,900 m		
集水面積		377 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	MCM		
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： No.1 堰地点まで 4 km 、 No.2 堰地点まで 5 km (既設道路 22 km 間の改修が必要) 発電所地点： 1 橋梁、 0.5 km					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 計画地点の地質は、新生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマ ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。 幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびし ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、お よび珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融 のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンで は珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。 構造上上位のグレーターヒマラヤ区に属する中新世の優白質花崗 岩が、Punatsangchhu 周辺に分布する上述の古い各地層に貫入して いる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Long 他(2011) の地質図では Punatsangchhu 周辺に限定的で ある優白質花崗岩が、取水口から Punatsangchhu 近傍の林道 沿いに広い範囲に広がって分布することを確認した。花崗岩質 岩は、導水路東側 Morichhu 右岸にも分布する。</li> </ul>						
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No.1 堰は Morichhu、No.2 堰は Porichhu に位置する。 Morichhu の支流では頻繁に洪水が発生するため、No.1 堰は合 流直上流部に設ける。</li> <li>➤ 両取水堰の設計取水量は 25m<sup>3</sup>/s に満たないので、巨礫の堆積 する氾濫原にトレンチ堰を設けるのが妥当である。</li> </ul>						
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Morichhu 河岸と発電所に近い Porichhu 左岸の急崖では 塊状 の優白質花崗岩が弱風化(SW)もしくは中風化 (MW) の状態 であることが観察される。</li> <li>➤ 水路のほとんどの区間を優白質花崗岩が占めていると想定され る。水路沿いは RMR 値 ; 74 と見積もられる主として Class-II の岩盤で構成されると判断される。</li> </ul>						

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Google Earth 画像で、N-S 方向の割れ目が卓越するため、E-W 方向の水路と交差する。一方、E-W 走向のリニアメントは水路の主要部分と交差する。</li> <li>➤ 鉄管路経過地の山体は比較的緩いことから、地表設置型を推奨する。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Morichhu と Porichhu の合流部には、岩盤露頭は観察されないが、十分な広さがあるので、発電所は沖積平坦面の地表に設置することを推奨する。</li> <li>➤ 沖積平坦面は河床からの高さが 10m に満たないので、建設中および運用中に洪水の被害を避けるために護岸を設置する必要がある。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 2つの取水口が計画されている。東にある取水口 (Bartsha (1)) は Jigme Singye Wangchuck 国立公園の境界に位置している。国立公園側はコア・ゾーンのようなので、確認が必要である。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は温帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ 2018年11月15日の現場調査でヒョウ (VU) の足跡を確認し、さらにブータン人専門家がカワウソの糞を確認したが、種は不明。コツメカワウソ (VU) の可能性がある。</li> <li>➤ Lophokha (プロジェクトサイト近くの村) の村人によれば、村近くの池にシロハラサギ (CR) が定期的に飛来すること (現場調査中のインタビュー)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データとアタン地区政府からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転は必要なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得は必要なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、アタン地区政府、村落代表からのヒアリングによるとプロジェクトにより直接影響を受ける文化遺産はない。ロボカ (Lophokha) 村の南に地元住民が聖なる場所とするアタ湖 (Athang (Adha) Tsho) があるがプロジェクトの影響はない。</li> </ul>
	その他	<p>&lt; 県政府・地区役場関係者からの環境社会影響・開発効果への意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクトが位置するアタン地区は、ワンデュー・ポダン県において最貧困地区の一つである。</li> <li>➤ プロジェクトサイト近隣に伝統的慣習を持つコミュニティはない。</li> <li>➤ ダムサイトや発電所近くの村落からアタン地区役場までは未舗装道路のアクセスのみ (約 22km) である。中には、どのタイプの道路にも全くアクセスがない家も数軒ある。したがって、プロジェクトによる道路改良で、教育や保健施設へのアクセスの正のインパクトが期待される。</li> </ul>

		<p>&lt; 県・地区レベルで既に計画されている地域開発 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 12次 5年計画(2018-2023年)でエコ・トレイルの観光開発が計画されている。</li> <li>➤ 地区開発基金の予算、農業森林省や IFAD の資金支援で園芸作物栽培(マンゴー、グアバ、オレンジの果樹栽培や胡桃等)が推進されている。プロジェクトによる道路改良により、こうした地元農産品の販売増の可能性が期待できる。</li> </ul>
--	--	---



Photo 1 取水堰地点



Photo 2 取水堰地点の河床状況



Photo 3 Porichhu 沿いの Leucogranite 露頭



Photo 4 発電所地点近傍の岩盤露頭



Photo 5 サージタンクおよび発電所地点



Photo 6 サージタンクおよび発電所地点

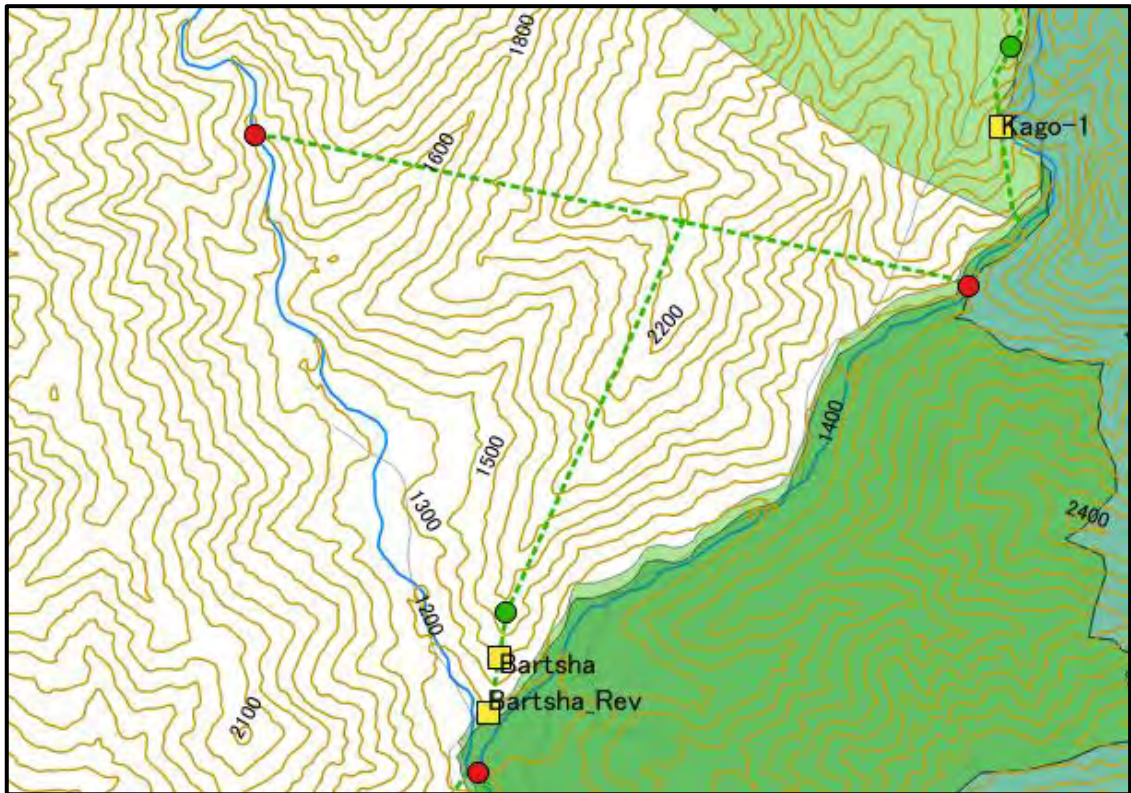


図 A 1-21 平面レイアウト (P-29)

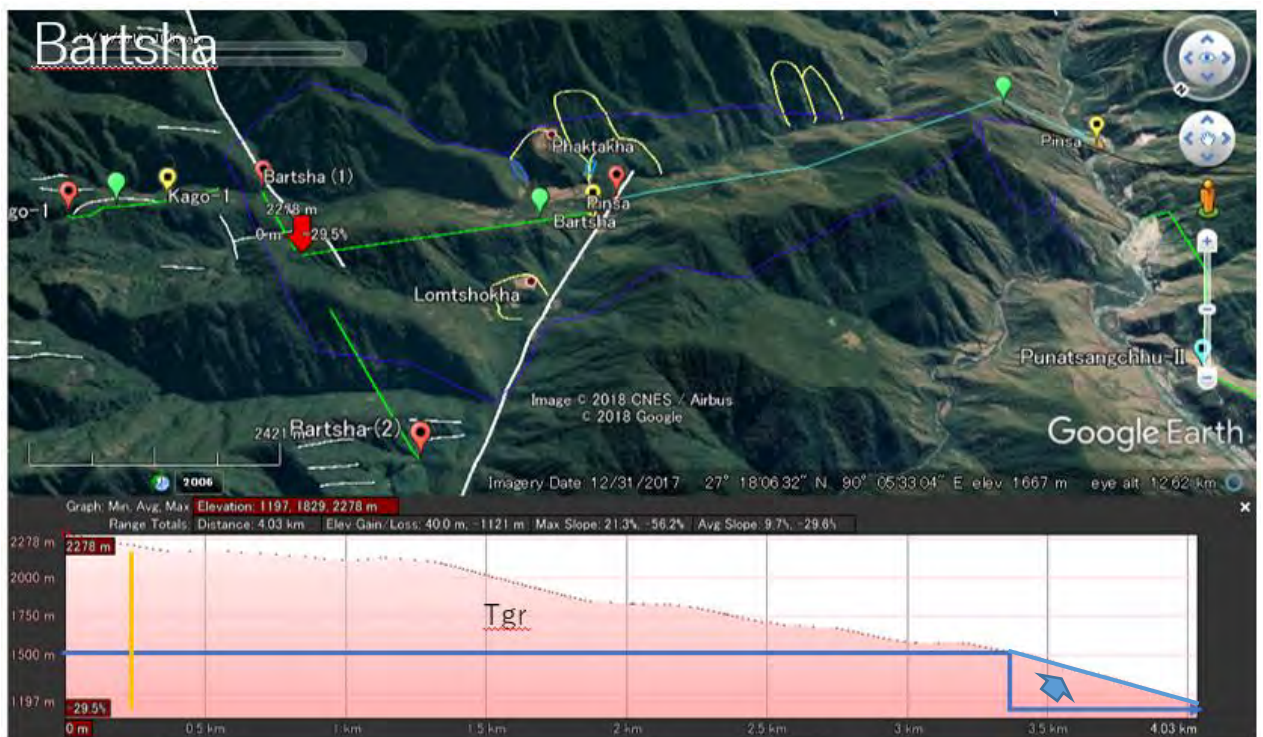


図 A 1-22 水路縦断面図 (P-29)

### 1.12 P-29R: Kago\_Rev

主要データ	地点名	P-29R: Kago_Rev		調査日	19/01/2019		
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Morichhu		
	ダム / 堰	緯度 : 27° 19' 33.45" N		経度 : 90° 8' 44.18" E			
	発電所	緯度 : 27° 18' 5.60" N		経度 : 90° 6' 18.85" E			
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 1,585 m	
	主要諸元	設備出力	58 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ	5 m
		最大使用水量	17.9 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	30 m
有効落差		376.7 m		水平水路延長		6,124 m	
集水面積		260 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	取水堰地点 : 5 km (既設道路 22 km 区間の改修が必要) 発電所地点 Powerhouse Site : 1 橋梁、0.5 km					
水文	河川流量 (目視)	約 4.0 m <sup>3</sup> /s					
	河床堆積物	0.5 – 5.0 m (巨礫)					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の地質は、新新生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマラヤ帯 (Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤ セクションの                  上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびしばしば                  藍晶石-, 珪線石-, あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic                  et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融のない主として上位の                  緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザク                  ロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する                  (Gansser, 1983)。構造上上位のグレーターヒマラヤ区に属する中新世の優                  白質花崗岩が、Punatsangchhu 周辺に分布する上述の古い各地層に貫入し                  ている。</p> <p>➤ 取水堰地点から Punatsangchhu を渡る橋まで既設林道沿いに                  Leucogranite が広く分布している。一方、Long et al., 2011 作成の                  地質図によると Leucogranite の分布域は Punatsangchhu 近傍に限                  られている。さらに、その分布域は Morichhu の水路トンネルの東側                  に位置する Morichhu の右岸側にも分布する (Photo 2, 3)。</p>					
	取水堰地点	<p>➤ 支流 (Porichhu) の取水を止めるとともに、本川取水堰を右岸側が保                  護区域外となる最上流部に移動させた。                  ➤ 取水堰は原案 No.1 堰と Kago-1 計画の放水口地点との中間に位置す                  る (Photo 1)。                  ➤ 最大使用水量が 25m<sup>3</sup>/s 以下であるので、トレンチ堰を採用する。                  ➤ 取水口および水路は本川の右岸側に位置するが、高い植生に覆われて                  おり岩盤の状況は確認できなかった。</p>					



	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 新鮮～僅かに風化した大きな Leucogranite 岩盤露頭が Morichhu 沿いに見られた。また、発電所地点の近傍では Porichhu の左岸の急崖では中程度に風化した Leucogranite の露頭が観察された (Photo 3)。</li> <li>➤ 水路ルート全体が Leucogranite 帯の中を通過すると想定される。水路内の岩級は、RMR 評価で 74、Class-II 主体となる。</li> <li>➤ グーグルアース上では東西方向のリニアメントがいくつか見られる。</li> <li>➤ 水圧管路ルート沿いの地形は比較的緩傾斜であるので、地上式にすることを推奨する (Photo 4)。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Morichhu と Porichhu の合流点付近の沖積平野に地上式の発電所を建設することを推奨する。</li> <li>➤ 沖積平野の標高は河床から 5 m 以下の高さであるため、発電所を工事中も含め洪水から守るための導流壁を建設する必要がある (Photo 5)。また、水車はペルトン型を採用する必要がある。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 堰は Jigme Singye Wangchuck 国立公園の境界に位置している。国立公園側はコア・ゾーンのようなので、確認が必要である。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は温帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ 2018 年 11 月 15 日の現場調査でヒョウ (VU) の足跡を確認し、さらにブータン人専門家がカワウソの糞を確認したが、種は不明。コツメカワウソ (VU) の可能性がある。</li> <li>➤ Lophokha (プロジェクトサイト近くの村) の村人によれば、村近くの池にシロハラサギ (CR) が定期的に飛来すること (現場調査中のインタビュー)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データとアタン地区政府からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<p>NLC の GIS データ、アタン地区政府、村落代表 (Tshopas) からのヒアリングによるとプロジェクトサイトに直接影響を受ける文化遺産はない。ロポカ (Lophokha) 村の南に地元住民が聖なる場所とするアタ湖 (“Athang (Adha) Tsho”)があるがプロジェクトの影響はない。</p>
	その他	<p>&lt; 県政府・地区役場関係者からの環境社会影響・開発効果への意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクトが位置するアタン地区は、ワンデュ・ポダン県において最貧困地区の一つである。</li> <li>➤ プロジェクトサイト近隣に伝統的慣習を持つコミュニティはない。</li> </ul> <p>&lt; 県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトや発電所近くの村落からアタン地区役場までは未舗装道路のアクセスのみ(約 22km)である。中には、どのタイプの道路にも全くアクセスがない家も数軒ある。したがって、プロジェクトによる道路改良で、教育や保健施設へのアクセスの正のインパクトが期待される。</li> </ul> <p>&lt; 県・地区レベルで既に計画されている地域開発 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 12 次 5 年計画(2018-2023 年)でエコ・トレイルの観光開発が計画されている。</li> </ul>

		<p>➤ 地区開発基金の予算、農業森林省や国際農業開発基金(IFAD)の資金支援で園芸作物栽培(マンゴー、グアバ、オレンジの果樹栽培や胡桃等)が推進されている。プロジェクトによる道路改良により、こうした地元農産品の販売増の可能性が期待できる。</p>
--	--	---

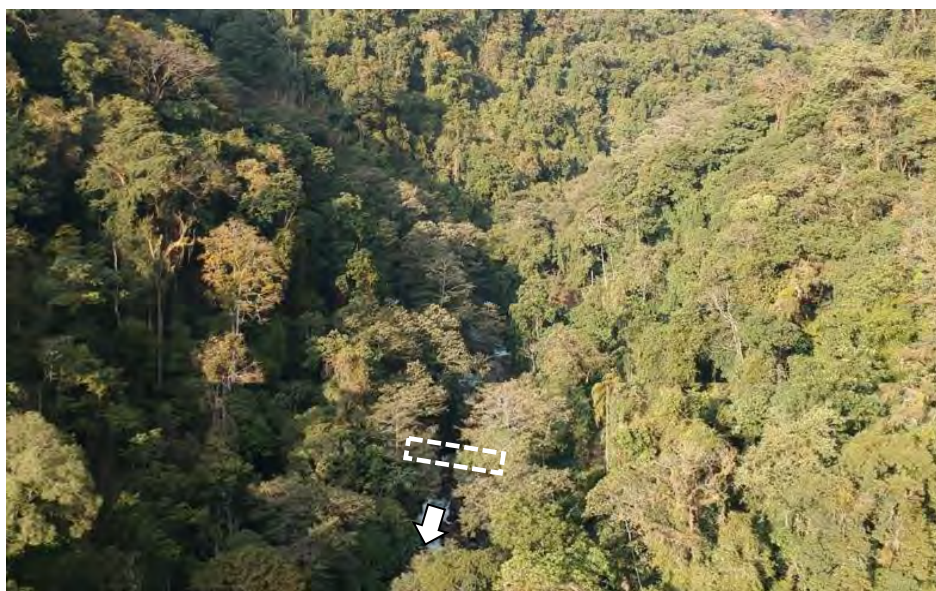


Photo 1 取水堰地点



Photo 2 Morichhu 沿いの Leucogranite 露頭



Photo 3 発電所近傍の Porichhu の左岸に見られる急崖

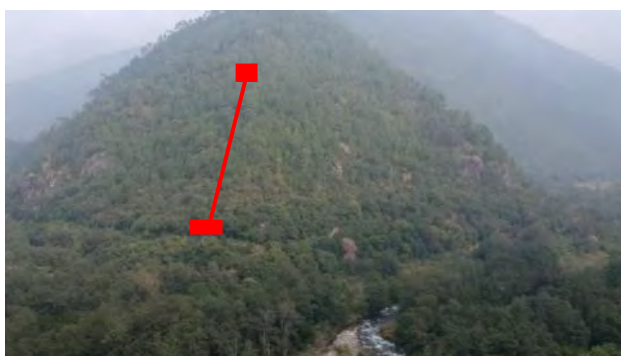


Photo 4 サージタンク位置

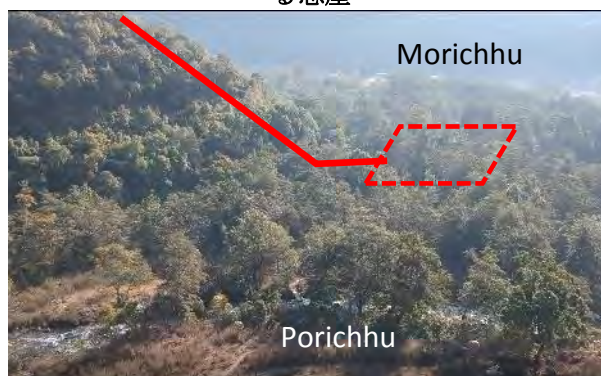


Photo 5 発電所および開閉所地点



図 A 1-23 平面レイアウト (P-29R)

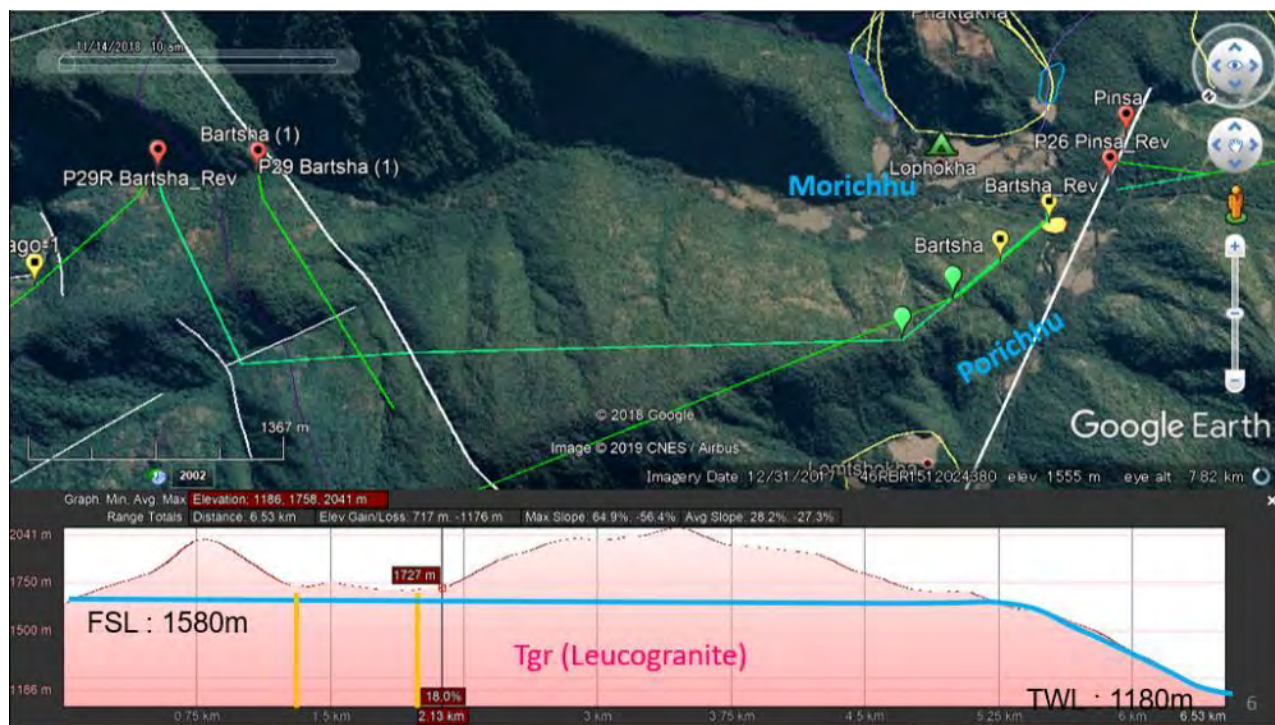


図 A 1-24 水路縦断図 (P-29R)

1.13 P-30: Pinsa

主要データ	地点名	P-30: Pinsa Rev		調査日	14-16/11/2018 20/01/2019	
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Kisonachhu (Morichhu & Porichhu)	
	ダム / 堰	緯度： 27° 17' 42.22" N 27° 17' 42.10" N		経度： 90° 6' 11.61" E 90° 6' 8.18" E		
	発電所	緯度： 27° 14' 31.89" N		経度： 90° 3' 27.92" E		
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 1,170 m
	主要諸元	設備出力	153 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		20.7 m <sup>3</sup> /s 8.7 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		40 m 30 m
有効落差		604.8 m		水平水路延長		7,634 m
集水面積		301 km <sup>2</sup> 126 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	取水堰地点：0 km (既設道路 22 km 間の改修が必要) 発電所地点：1 橋梁、0.5 km (既設道路 3 km 間の改修が必要)				
水文	河川流量 (目視)	約 5 m <sup>3</sup> /s (Morichhu) 約 2.5 m <sup>3</sup> /s (Porichhu)				
	河床堆積物	1.0 – 5.0 m (礫～巨礫)				
地形・地質	地質概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り</li> <li>➤ 表層の地質は、グレートヒマラヤ帯のうち構造上下位のグレートヒマラヤユニットの上部変成岩群に属する新原生代～オルドビス [?] 紀の上部変成岩群に属する。</li> <li>➤ 幅広い変成度を持ち、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。東部では、部分溶融およびしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では溶融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)。</li> <li>➤ 構造上上位のグレートヒマラヤ区に属する中新世の優白質花崗岩が、Punatsangchhu 周辺に分布する上述の古い各地層に貫入している。</li> <li>➤ グレートヒマラヤ区に属する中新世の優白質花崗岩が前述の Punatsangchhu 近傍の古い地層に貫入している。</li> <li>➤ 優白質花崗岩が、取水口から Punatsangchhu を渡る橋までの間で近傍の林道沿いに広い範囲に広がって分布するのが確認できた。</li> </ul>				

	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水堰は、Morichhu と Porichhu の合流部直上流にそれぞれ位置する。ここでは、地形は緩く河床は広い (Photo 1, 2)。</li> <li>➤ 取水堰地点周辺には基盤岩は確認されず、沖積氾濫原には巨石 (3m ~ 10m) が堆積しているため、トレンチ堰が適している (Photo 3)。</li> <li>➤ 取水口位置は、水路長が短くなる右岸側に設ける。</li> <li>➤ 沈砂池は Porichhu の右岸に地上式で設置する。</li> <li>➤ 洪水から取水口ゲートおよび沈砂池を守るため、防護壁を設置する必要がある。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 露頭のほとんどで、塊状で弱風化 (SW) 若しくは中風化 (MW) の優白質花崗岩が観察された (Photo 4)。</li> <li>➤ 導水路ルート周辺の岩盤は優白質花崗岩であり、岩級は RMR 値 ; 74 と見積もられ、Class-II 岩盤が出現すると推定される (Photo 5)。</li> <li>➤ 経済性の観点から、鉄管路は地上式が好ましい。ただし、経過地近傍に地層境界の変質に伴って形成されたと想定される小さな谷があるため、ルートはそこを避け南側のやせ尾根上に設置する。地下式の場合でも、同じ線形とすることで堅岩内を通すことができる。 (Photo 7, 8)。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所は、Punatsangchhu 左岸に恰好の平坦面が確保できることから、地表式を提案する (Photo 8)。</li> <li>➤ ただし、平坦面は河床からの比高わずか 10m 程度と低いため、施工中・運転中を通じて洪水の影響を受けやすく、被害を避けるために擁壁を築く必要がある。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水ダムは Jigme Singye Wangchuck 国立公園の境界にあり、国立公園側は多目的使用ゾーンである。</li> <li>➤</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口と導水路は温帯広葉樹林に覆われ、発電所周辺はヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➤ Lophokha (プロジェクトサイト近くの村) の村人によれば、村近くの池にシロハラサギ (CR) が定期的に飛来すること (現場調査中のインタビュー)。</li> <li>➤ 発電所は Punatsangchhu の左岸に位置する。Punatsangchhu では、シロハラサギ (CR) とコツメカワウソ (VU) が観察されている。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、アタン地区政府と Lopokha - Phakthakha チオグ代表からからのヒアリングによると、&lt;ダムサイト・湛水域&gt;および&lt;発電所サイト&gt;において</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転は必要なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得は必要なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、アタン地区政府、ロポカ- パクタカ チオグ代表からのヒアリングによるとプロジェクトサイトで直接影響を受ける文化遺産はない。</li> </ul>

<p>その他</p>	<p>&lt;県政府・地区役場関係者からの開発効果やその他の意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクトが位置するアタン地区は、ワンデュ・ポダン県において最貧困地区の一つである。</li> <li>➤ プロジェクトサイト名 <b>Pinsa</b> は発電所から <b>Punatsangchhu</b> の川を挟んで反対側にある村の名前で、発電所サイト周辺に住民はいない。</li> <li>➤ ダムサイトや発電所近くの村落からアタン地区役場までは未舗装道路のアクセスのみ(約 <b>22km</b>)である。中には、どのタイプの道路にも全くアクセスがない家も数軒ある。したがって、プロジェクトによる道路改良で、教育や保健施設へのアクセスの正のインパクトが期待される。</li> </ul> <p>&lt;県・地区レベルで既に計画されている地域開発&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>12次 5カ年計画(2018-2023年)</b>でエコ・トレイルの観光開発が計画されている。</li> <li>➤ 地区開発基金の予算、農業森林省や国際農業開発基金(FAD)の資金支援で園芸作物栽培(マンゴー、グアバ、オレンジの果樹栽培や胡桃等)が推進されている。プロジェクトによる道路改良により、こうした地元農産品の販売増の可能性が期待できる。</li> </ul>
------------	---



Photo 1 取水堰地点 (Porichhu)



Photo 2 取水堰地点 (Morichhu)



Photo 3 合流地点直上流



Photo 4 地方道路沿いに分布する優白色花崗岩



Photo 5 珪岩 と優白色花崗岩との地質境界部



Photo 6 発電所地点



Photo 7 サージタンクおよび水圧管路ルート

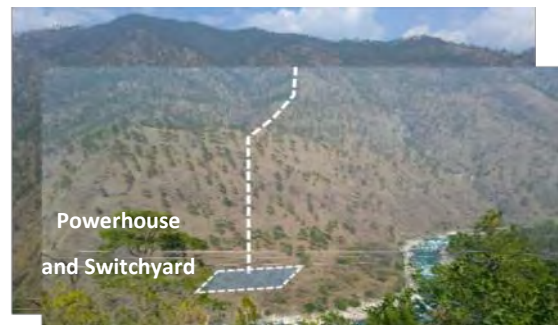


Photo 8 水圧管路ルート

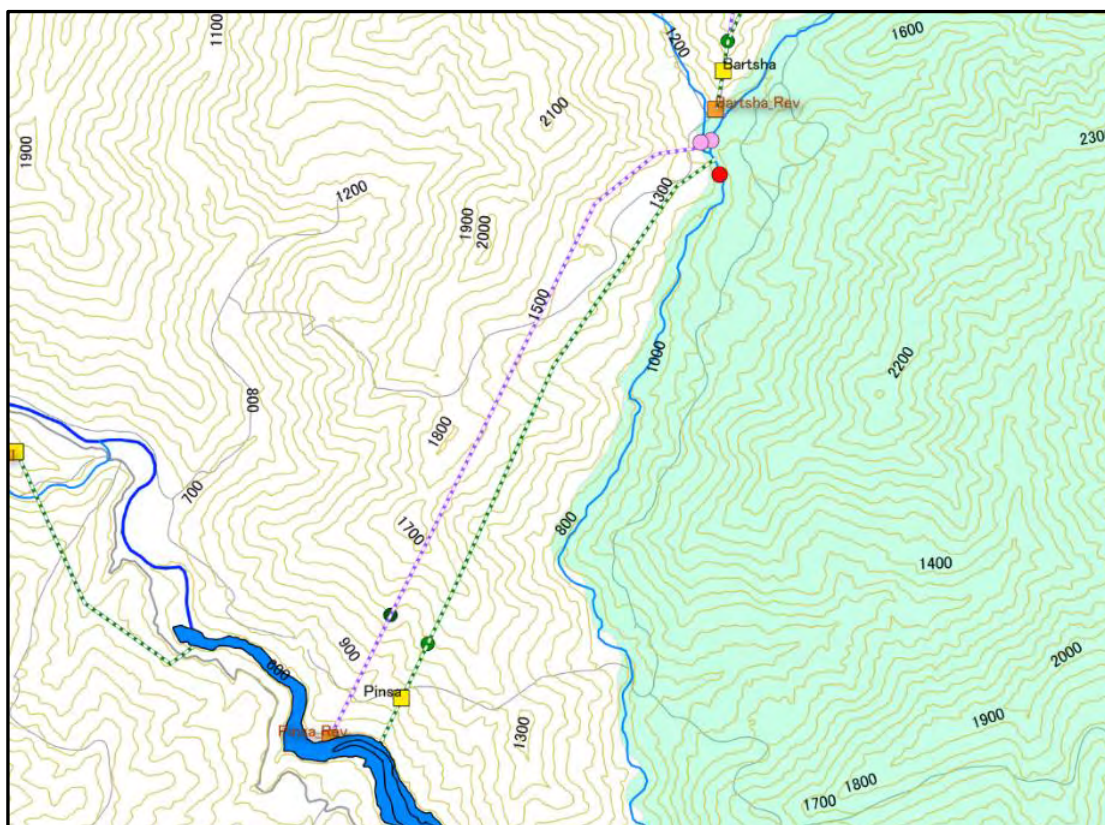


図 A 1-25 平面レイアウト (P-30)

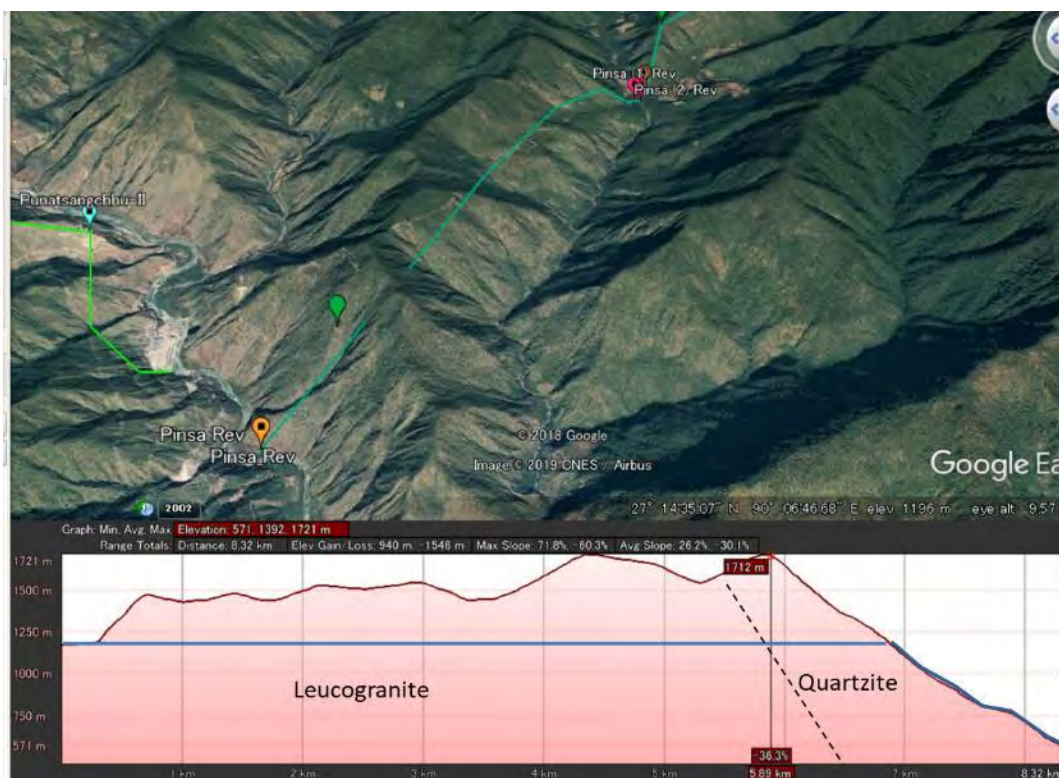


図 A 1-26 水路縦断面図 (P-30)



### 1.14 P-34: Darachhu

主要データ	地点名	P-34: Darachhu		調査日	15/11/2018	
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Darachhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 6' 3.32" N		経度： 89° 47' 2.28" E		
	発電所	緯度： 27° 3' 34.91" N		経度： 89° 51' 57.44" E		
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,640 m
	主要諸元	設備出力	61 MW		ダム/堰 高さ	5 m
		最大使用水量	15.3 m <sup>3</sup> /s		堤頂長	30 m
有効落差		460.4 m	水平水路延長		10,625 m	
集水面積		220 km <sup>2</sup>	有効貯水容量		MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	取水堰地点：発電所地点から 15 km 発電所地点：1 橋梁、3 km				
水文	河川流量（目視）	未確認				
	河床堆積物	未確認				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所サイト下流の Dagachhu 沿いでは片岩および片麻岩が分布している。Long の地質図を考慮すれば、取水堰～発電所には、同様な地質分布が想定される。</li> <li>➤ Google Earth によれば、取水堰～発電所付近では、規模の大きな崩壊や明瞭なりニアメントは確認できない。</li> </ul>				
	取水堰地点	アクセス不能 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Long の地質図を考慮すれば、取水堰地点周辺の地質は発電所地点と同様に片岩および片麻岩が分布していると想定される。～発電所には、同様な地質分布が想定される。また、全体の地質構造は NW-SE 走向で緩やかに北に傾斜している。</li> </ul>				
	水路経過地	アクセス不能 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路沿いの地質は確認できていないが、発電所サイト下流側と同等の地質性状であるとすれば、水路内の岩級は、RMR 評価で 58 となり Class-III 主体になると考えられる。</li> </ul>				

	発電所	ドローンで観察 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所地表付近の斜面は、40° 前後で一様に傾斜しており、地すべりや岩盤クリープ等もないことから、安定していると判断される (Photo1, 2)。</li> <li>➤ 風化・緩みの程度は、発電所サイト下流側の露頭状況から判断すれば、小さいものと想定される。</li> <li>➤ 発電所下流側の Dagachhu 沿いの露頭から、当該サイトの地質は片岩および片麻岩であると想定される。全体構造は、NW-SE 走向で、北に 5~20° の緩い角度で傾斜している (Photo 3)。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。しかし、水路は、環境法 (『森林・環境保全法 (1995 年)』) による開発規制を受ける文化的保全林 (Heritage Forest) の隣接部を横断する。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは、冷温帯広葉樹の自然林である。水路、サージタンク及び発電所計画地は、ヒマラヤスギ、オオバ、ヒマラヤマツ等が混在する針・広混交林である。</li> <li>➤ 水路計画地に隣接する森林の一部は文化財保全林 (Heritage Forest) に指定されているが、水路は地下に建設されるため、文化財保全林への影響は無い。</li> <li>➤ ダムと発電所間の減水区間には、数カ所の小沢を有するが、乾季には流量が枯渇するものと考えられる。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「キカス・ペクティナタ (VU)」、「ナナミズサイチョウ (VU)」、「シロハラサギ (C) R」等の生育・生息が確認されている (森林事務所へのヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
	その他	<地元意見> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地元住民は、過去の他案件実施の経験から、プロジェクト実施を社会経済面での発展に資する最も効果的なものであると認識し、したがって新規プロジェクトを歓迎する意向である。</li> </ul> <県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト実施に伴う地区レベルの道路の拡幅や改善が望ましい。なお、ダガナ県 (Dagana Dzongkhag) 平均に比し、当該地域の貧困率は良好である (およそ 2 割)。</li> <li>➤ 現在、サイトまでの道路アクセスは無いが、域内の道路アクセスやネットワークが改善されれば、市場アクセスや観光促進の一助となる (現在トレッキングコースが開発途中である)。</li> </ul> <県政府・地区役場関係者からの環境社会影響への意見> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 工事に伴う騒音や振動などがゾン (県政府庁舎) に及ぶことを懸念し、そうした環境影響が発生しないなどが及ばないよう要望している。</li> </ul> <注> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所用地上に 1.5 エーカー (約 0.6ha) の私有地 (4 世帯が所有する裸地) があるが、居所は別であるため、発電所が地上に建設される場合、用地取得のみとなり、移転や資産喪失・これに伴う補償は無い。</li> </ul>

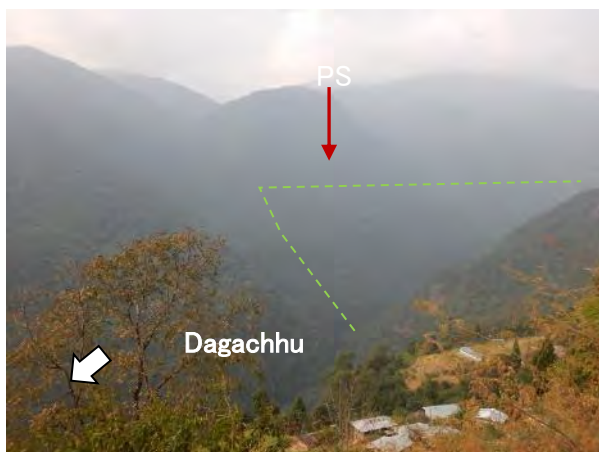


Photo 1 発電所地点



Photo 2 発電所地点



Photo 3 発電所地点下流の露頭 (片岩, 片麻岩)

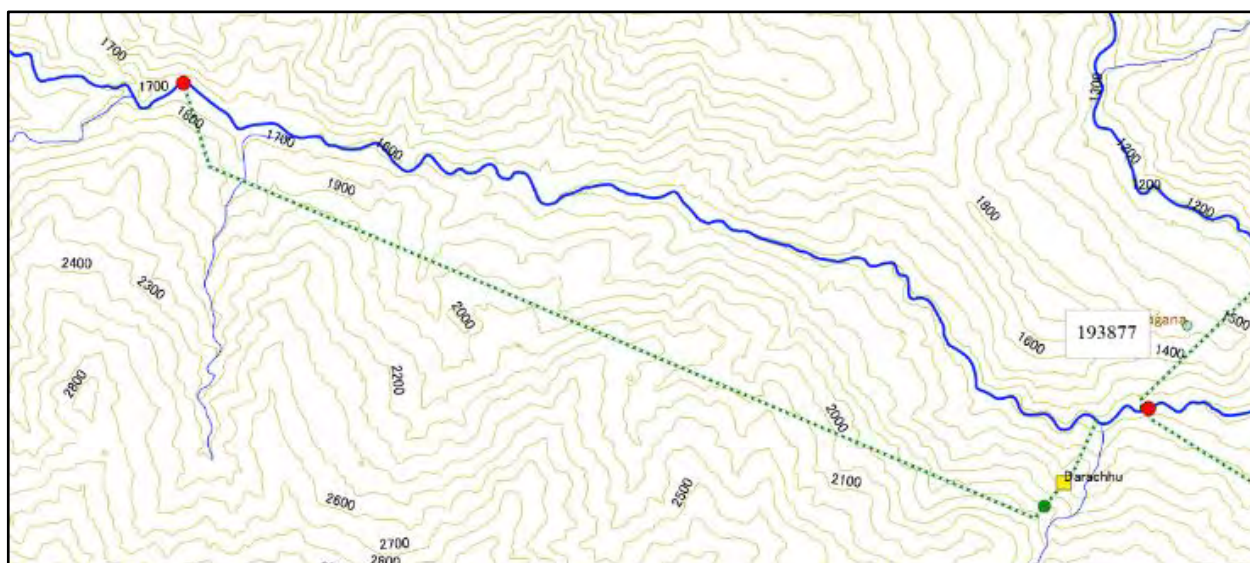


図 A 1-27 平面レイアウト (P-34)

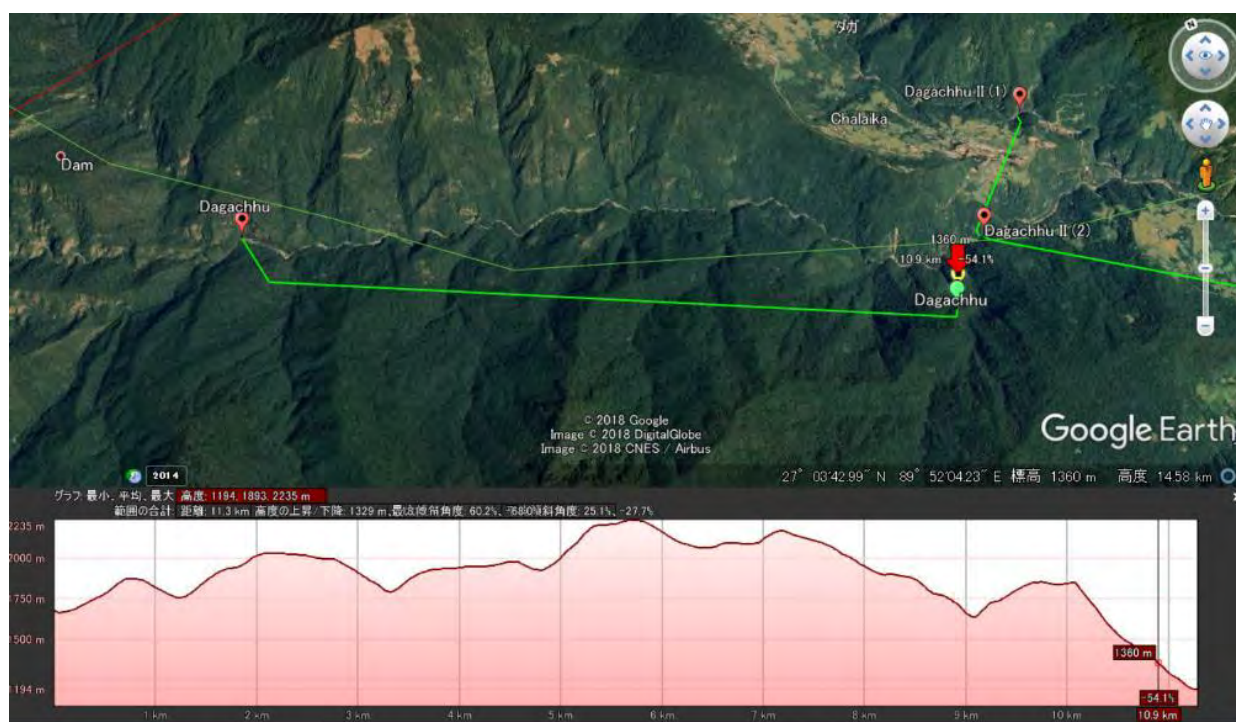


図 A 1-28 水路縦断図 (P-34)

### 1.15 P-34R: Darachhu\_Rev

主要データ	地点名	P-34R: Darachhu_Rev		調査日	18/01/2019	
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Darachhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 6' 3.32" N		経度： 89° 47' 2.28" E		
	発電所	緯度： 27° 3' 15.70" N		経度： 89° 54' 28.08" E		
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 1,640 m
	主要諸元	設備出力	89 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		15.3 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		30 m
有効落差		674.3 m		水平水路延長		14,067 m
集水面積		220 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	取水堰地点：既設基幹道路から 15 km 発電所地点：地方道路から 0.5 km				
水文	河川流量（目視）	3.0 – 3.5 m <sup>3</sup> /s （合流点の流量から推定）				
	河床堆積物	未確認				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。 幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 雲母片岩 (Mica 片岩) が Dagana Dzong 周辺に観察され、片麻岩が Dagachhu 沿いの発電所地点下流に分布している。これらの地層は緩く北に傾斜している。</li> <li>➤ Dagachhu II の Pre-FS 報告書 (ADB/ Mott MacDonald in May 2016) によると、「石英質雲母片岩および石英質片麻岩を薄く帯状に挟む片麻状珪岩」が水路中央部の Darachhu 河床で確認されている。</li> <li>➤ Google Earth イメージでは規模の大きな崩壊や明瞭なリニアメントは確認できないが、規模の小さいリニアメントが取水堰地点近傍の水路上に観察される。</li> </ul>				
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Long の地質図、Pre-FS 報告書、および第 1 次現地調査結果を考慮すれば、取水堰周辺の地質は雲母片岩（取水堰地点から遠く離れた下流で調査された「石英質雲母片岩および石英質片麻岩を帯状に挟む片麻状珪岩」の上位層）である。また、全体の地層は NW-SE 走向で緩やかに北に傾斜しているため、取水堰地点の地質は雲母片岩であると想定される。</li> </ul>				

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dagachhu II の放水口地点は極力下流にシフトしたレイアウトに変更した。</li> <li>➤ 水路沿いの地質は確認できていないが、上位から雲母片岩、珪岩、および片麻岩の順で水路および水圧管路沿いに分布する。水路内の岩級は、RMR 評価で 58 となり Class-III 主体になると考えられる (Photo 4)。</li> <li>➤ サージタンクおよび発電所地点の地表部は地質が良くないことから地上式ではなく地下式とすることが望ましい。</li> </ul>
	発電所	<p>ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所地表付近の斜面は、40° 前後で様に傾斜しており、地すべりや岩盤クリープ等もないことから、安定していると判断される。風化・緩みの程度も低いと想定される (Photo 1)。</li> <li>➤ 地質概要で述べたように発電所周辺地質は片麻岩であると想定される。全体構造は、NW-SE 走向で、北に 5~20° の緩い角度で傾斜している。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。しかし、水路は、環境法 (『森林・環境保全法 (1995 年)』) による開発規制を受ける文化的保全林 (Heritage Forest) の地下部周辺を横断する。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは、冷温帯広葉樹の自然林である。水路、サージタンク及び発電所計画地は、ヒマラヤスギ、オオバ、ヒマラヤマツ等が混在する針・広混交林である。</li> <li>➤ 水路計画地に隣接する森林の一部は、文化財保全林 (Heritage Forest) に指定されているが、水路は、地下に建設されるため、文化財保全林への影響は無い。</li> <li>➤ ダムと発電所間の減水区間には、数か所の小沢を有するが、乾季には流量が枯渇するものと考えられる。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「キカス・ペクティナタ (VU)」、「ナナミゾサイチョウ (VU)」、「シロハラサギ (CR)」等の生育・生息が確認されている (森林事務所へのヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul> <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイト上は私有地であり、稲作が行われている。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>

<p>その他</p>	<p>&lt;地元意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 地元住民は、過去の他案件実施の経験から、プロジェクト実施を社会経済面での発展に資する最も効果的なものであると認識し、したがって新規プロジェクトを歓迎する意向である。</li> </ul> <p>&lt;県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ プロジェクト実施に伴う地区レベルの道路の拡幅や改善が望ましい。なお、ダガナ県 (Dagana Dzongkhag) 平均に比し、当該地域の貧困率は良好である (およそ2割)。</li> <li>▶ 域内の道路アクセスやネットワークが改善されれば、市場アクセスや観光促進の一助となる (現在トレッキングコースが開発途中である)。</li> </ul>
------------	---



Photo 1 地下発電所地点



Photo 2 Dagana Dzong で観察された雲母片岩



Photo 3 雲母片岩中の珪岩のプーディン



Photo 4 水路ルート

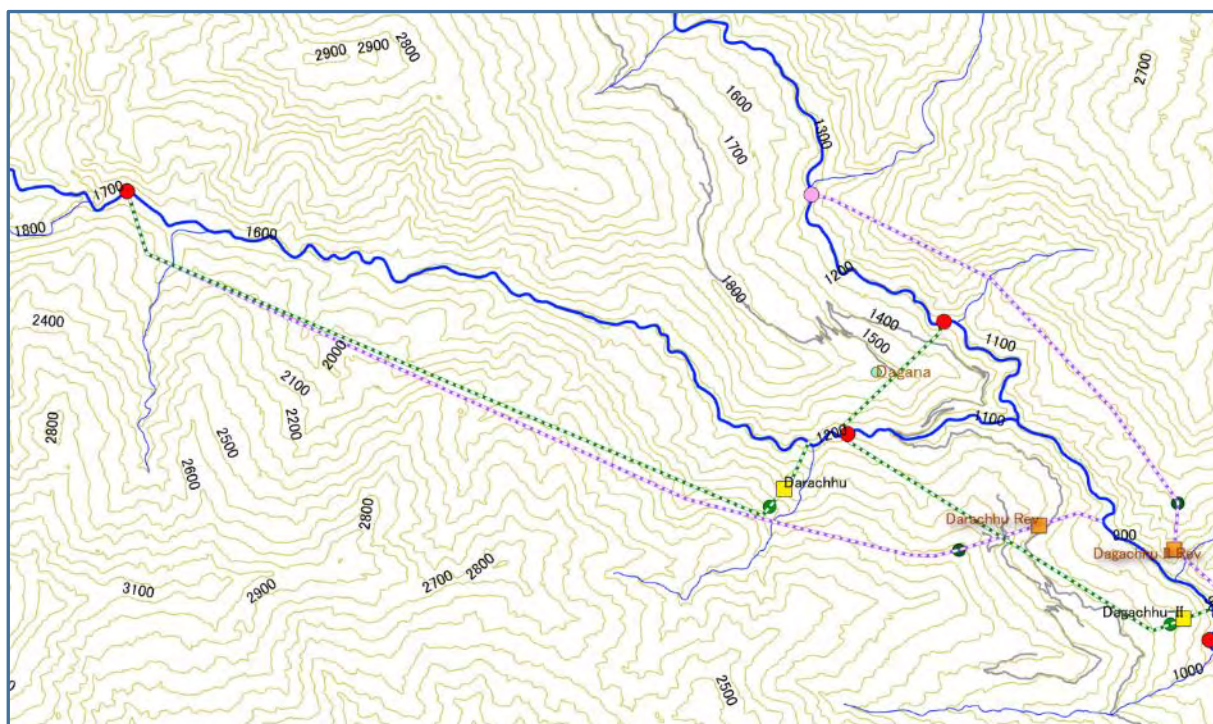


図 A 1-29 平面レイアウト (P-34\_Rev)

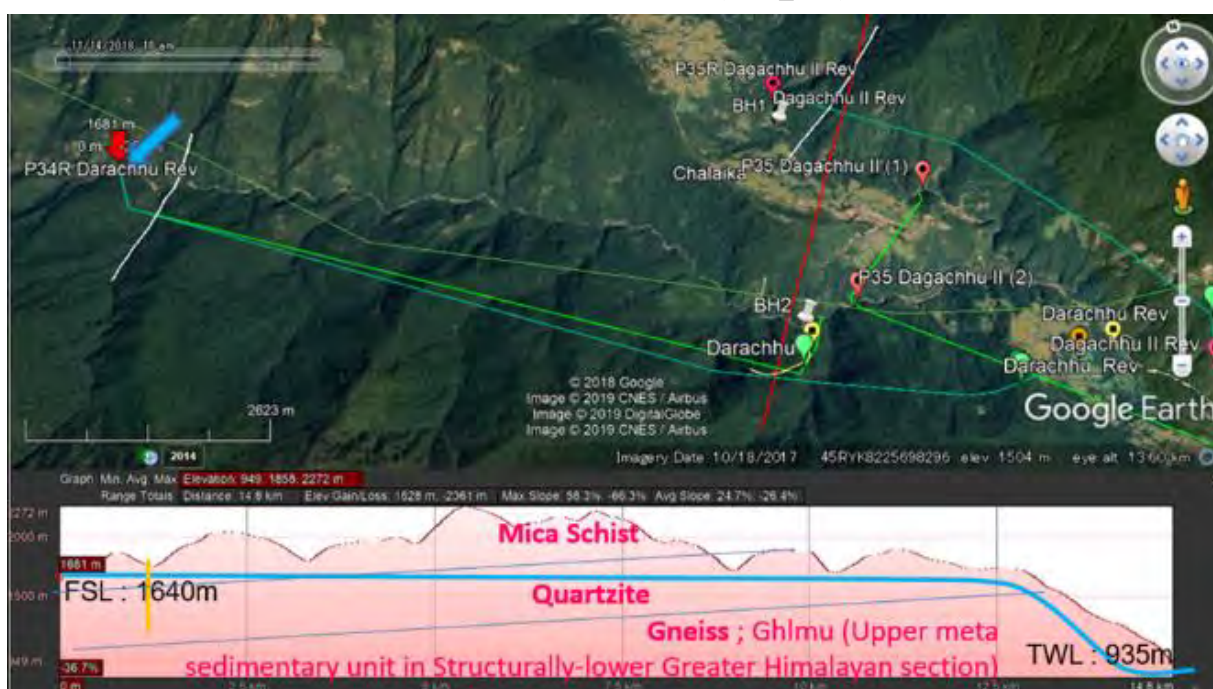


図 A 1-30 水路縦断面図 (P-34\_Rev)



### 1.16 P-35: Dagachhu-II

主要データ	地点名	P-35: Dagachhu-II		調査日	14, 15/11/2018	
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Darachhu, Dagachhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 4' 39.37" N 27° 3' 55.78" N		経度： 89° 53' 19.16" E 89° 52' 29.32" E		
	発電所	緯度： 27° 2' 26.14" N		経度： 90° 6' 18.85" E		
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,130 m EL 1,120 m
	主要諸元	設備出力	94 MW		ダム/堰 高さ	29 (14) m 35 (10) m
最大使用水量		41.2 m <sup>3</sup> /s	堤頂長		50 m 70 m	
有効落差		265.1 m	水平水路延長		1,965 m 5,484 m	
集水面積		593 km <sup>2</sup>	有効貯水容量		MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： No.1 ダム地点まで 1km、No.2 ダム地点まで 1km 発電所地点：既設 Dagachhu 水力発電所の取水地点から 1 km			
水文	河川流量（目視）		Dagachhu : 4 - 5 m <sup>3</sup> /s Darachhu : 4 - 5 m <sup>3</sup> /s			
	河床堆積物		0.5 - 5m（礫～巨礫）			
地形・地質	地質概要		<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレートヒマ                  ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレートヒマラヤ                  セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分溶融およびし                  ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、お                  よび珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では溶融                  のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンで                  は珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and                  McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイト(1)、(2)ともに片岩および片麻岩が分布している。                      Long の地質図を考慮すれば、ダム～発電所には、同様な地質分                      布が想定される。</li> <li>➤ Google Earth によれば、ダム～発電所付近では、規模の大きな                      崩壊や明瞭なリニアメントは確認できない。</li> </ul>			

	取水堰地点	<p>【Dam (1)】 ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム左岸側は急崖を形成。右岸側は 40～50° 程度の一様な斜面を形成する。地すべりや岩盤クリープは認められない (Photo 1, 2, 3)。</li> <li>➤ 風化・緩みの程度は、小さいものと想定される。</li> <li>➤ 河床には河床砂礫が厚く堆積している。礫は大礫～巨礫の円礫が主体で、最大径φ5m程度。河床砂礫は、ダム軸直下流約200mの支沢合流部付近で広く分布している (Photo 4, 5)。</li> </ul> <p>【Dam (2)】 ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム右岸は急崖を形成。左岸側は、植生に覆われており不明であるが、40° 程度の一様な斜面を形成していると判断される (Photo 6)。</li> <li>➤ 風化・緩みの程度は、小さいものと想定される。</li> <li>➤ ダム軸下流側の Dagachhu 沿いの露頭から、当該サイトの地質は片岩および片麻岩であると想定される。全体構造は、NW-SE 走向で、北に 5～20° の緩い角度で傾斜している (Photo 7)。</li> <li>➤ 河床には河床砂礫が厚く堆積している。礫は大礫～巨礫の円礫が主体で、最大径φ1m程度 (Photo 8)。</li> <li>➤ ダム直下流には、既設発電所の取水口がある (Photo 9, 10)。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路沿いの地質は確認できていないが、ダムサイトと同等の地質性状であるとするれば、水路内の岩級は、RMR 評価で 58 となり Class-III 主体になると考えられる。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所サイト周辺の地質は、サイト下流の Dagashhu 沿い右岸側で確認できる片麻岩が想定される (Photo 11, 12)。</li> </ul>
	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。しかし、水路(ダム (II) と発電所を結ぶ) が埋設される地上部は、文化財保全林 (Heritage Forest) である。</li> </ul>
自然 / 社会環境	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイト (I 及び II) は、オレンジジャスミン等の灌木が生育する広葉樹林である。水路、サージタンク及び発電所計画地は、ヒマラヤスギ、オオバ、ヒマラヤマツ等が混在する針・広混交林である。</li> <li>➤ ダムと発電所間の減水区間には、数か所の小沢を有するが、乾季には流量が枯渇するものと考えられる。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「キカス・ペクティナタ (VU)」、「ナナミゾサイチョウ (VU)」、「シロハラサギ (CR)」、「トラ (EN)」等の生育・生息が確認されている (森林事務所へのヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所・サージタンク周辺に 3 つの holy site が存在する可能性があるが、詳細は不明である。</li> </ul>

<p>その他</p>	<p>&lt;地元意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 地区役場関係者によると、過去の他案件実施の経験から、プロジェクト実施を社会経済面での発展に資する最も効果的なものであると認識し、したがって新規プロジェクトを歓迎する意向である。用地取得等がある場合でも、十分かつ適切な補償を受ける限りにおいて地元住民は事業実施に前向きな姿勢を示すであろうとのことである。</li> </ul> <p>&lt;県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ダガナ県 (Dagana Dzongkhag) 平均に比し、当該地域の貧困率は良好である (およそ2割)。プロジェクト実施に伴う道路の改善によって市場アクセスが改善し、地元産品 (野菜、鶏肉、コメ、果物等) の売り上げ増が期待できる。</li> <li>▶ 建設期間中の人口増加に伴い、学校や病院のレベルが強化・向上することが期待される。</li> </ul> <p>&lt;県政府・地区役場関係者からの環境社会影響への意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 宗教サイトの保護と改善が観光業の促進になるであろう。</li> <li>▶ 工事に伴う騒音や振動などがゾーン (県政府庁舎) に及ぶことを懸念し、地上・地下工事を問わず、そうした環境影響が発生しないなどが及ばないよう要望している。</li> </ul> <p>&lt;注&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 発電所サイト及びその周辺に、31 世帯が所有する 150 エーカー (およそ 60ha) の土地があり、現在コメ、メイズ、カルダモン、オレンジなどの産品が栽培されている。また、牛などの家畜の放牧も行われている。</li> </ul>
------------	---

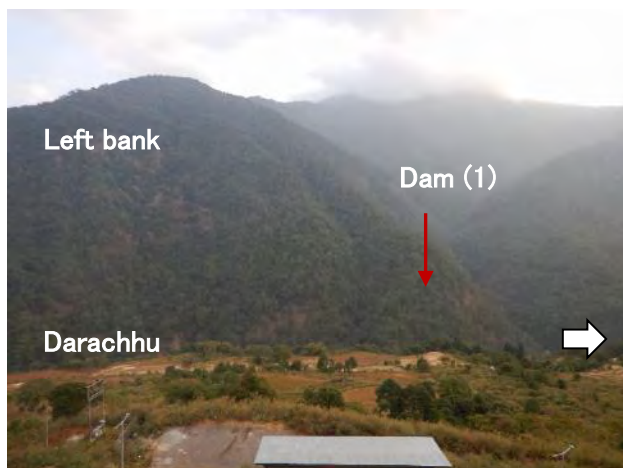


Photo 1 ダム地点 (1)

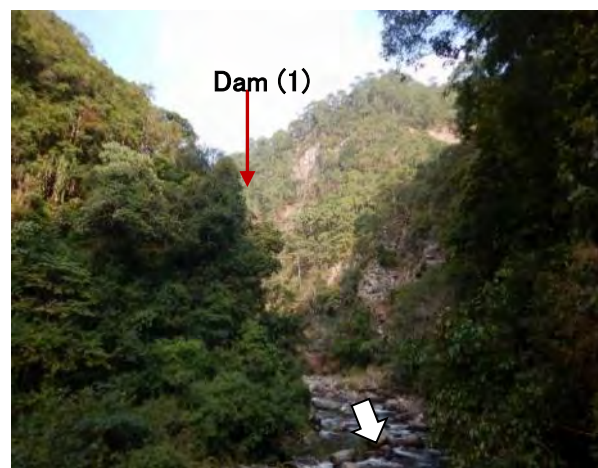


Photo 2 ダム地点(1) 下流より



Photo 3 ダム地点 (1) 上空より



Photo 4 ダム下流 200m地点の河床

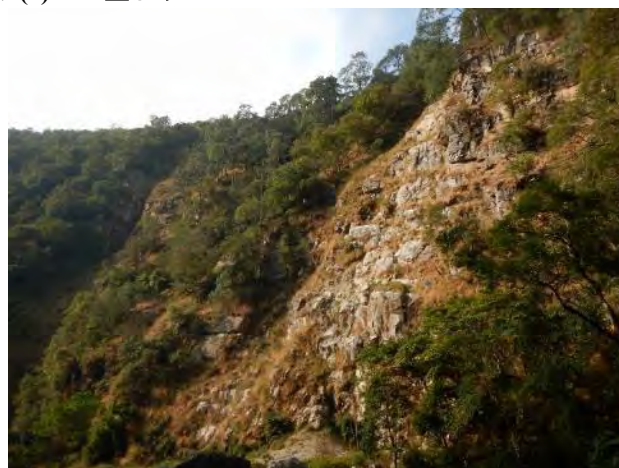


Photo 5 下流 400m 地点の右岸



Photo 6 ダム右岸 (2)



Photo 7 ダム右岸 (片麻岩の露頭)



Photo 8 ダム下流河床状況 (2)



Photo 9 既設ミニ水力発電所



Photo 10 既設ミニ水力発電所の取水口



Photo 11 発電所地点



Photo 12 発電所地点（片麻岩の露頭）



図 A 1-31 平面レイアウト (P-35)

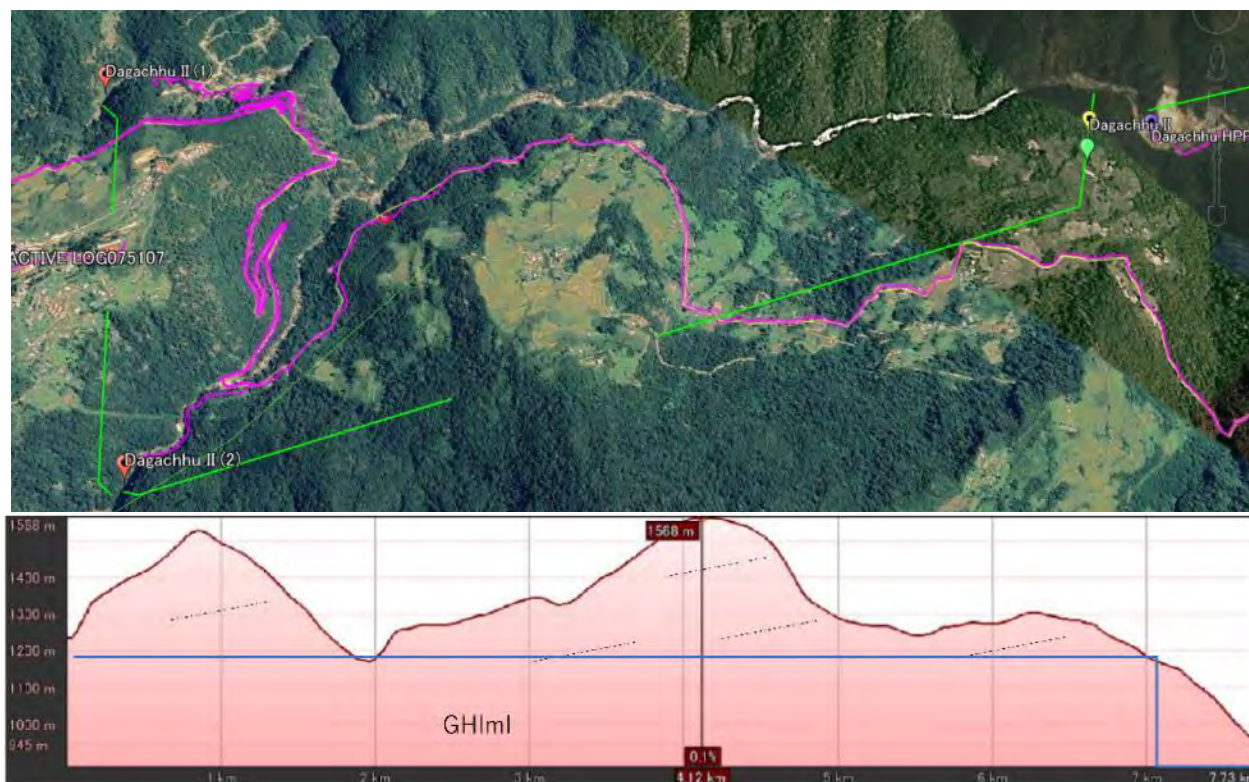


図 A 1-32 水路縦断面図 (P-35)

### 1.17 P-35R: Dagachhu-II\_Rev

主要データ	地点名	P-35R: Dagachhu-II_Rev		調査日	17/01/2019	
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Dagachhu	
	ダム / 堰	緯度 : 27° 6' 08.47" N		経度 : 89° 52' 26.28" E		
	発電所	緯度 : 27° 2' 55.47" N		経度 : 89° 54' 57.45" E		
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,270 m
	主要諸元	設備出力	71 MW		ダム/堰 高さ	5 m
最大使用水量		21.3 m <sup>3</sup> /s	堤頂長		30 m	
有効落差		386.0 m	水平水路延長		8,100 m	
集水面積		307 km <sup>2</sup>	有効貯水容量		MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	取水堰地点 : 地方道路から 2 km 発電所地点 : 既設 Dagachhu HPP の取水ダムから 1.5 km 放水口地点 : 既設 Dagachhu HPP の取水ダムから 0.3 km				
水文	河川流量 (目視)	4 - 5 m <sup>3</sup> /s				
	河床堆積物	0.5 - 3 m 巨礫				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレートヒマ ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレートヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。 幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびし ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、お よび珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融 のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンで は珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dagachhu II の Pre-FS 報告書 (ADB/ Mott MacDonald in May 2016) によると、「石英質雲母片岩および石英質片麻岩を薄く帯状に挟む片麻状珪岩」がこの地域で確認されている。</li> <li>➤ Dagachhu ならびに Darachhu と交差する南北方向 (Google Earth イメージ図の赤線) の地質断面図を下記に示す。</li> <li>➤ Google Earth イメージでは規模の大きな崩壊や明瞭なリニアメントは確認できないが、規模の小さいリニアメントが取水堰地点近傍の水路上に観察される。</li> </ul>				
	取水堰地点	<p>アクセス不能 ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Darachhu の転流を取り止めるとともに、取水堰を上流 (沢との合流点) にシフトする。</li> <li>➤ 取水堰は Dagachhu の峡谷 (Pelrichhu との合流点) に位置する (Photo 1) 。</li> <li>➤ 数 m 以上の転石が河床に分布・堆積し、その厚さは 5m 以上と推定される (Photo 2, 3) 。</li> <li>➤ の深さダム左岸側は急崖を形成。右岸側は 40~50° 程度の一様な斜面を形成する。地すべりや岩盤クリープは認められない (Photo 1, 2, 3) 。</li> </ul>				



		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ADB/ Mott MacDonald が実施した Dagachhu II 水力開発計画の Pre-FS 報告書を参照すると、新鮮な岩盤が左右岸とも期待される。</li> <li>➤ 河床部で実施されたボーリング (BH-1) 結果によると、砂礫層厚は 7.8m で一軸圧縮強度は 22.4 ~ 49.5MPa であった。</li> <li>➤ 従って、堰の建設は問題ない。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 斜面勾配が急で、地質条件が良い Dagachhu の左岸側の山体に水路ルートを変更した。これにより、水路の延長も短くなる。</li> <li>➤ 水路ルート沿いの地質は観察できなかったが、導水路トンネルは全線に亘り片麻岩内を通過すると考えられることから、水路内の岩級は、RMR 評価で 63 となり Class-II 主体になると考えられる。</li> <li>➤ 水路ルートの上流部は一つのリニアメントと交差する箇所があり、建設に当たっては交差部の地質性状を確認するための調査が必要である (Photo 4)。</li> </ul>
	発電所	<p>アクセス不可</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Dagachhu 沿いの発電所位置下流にある露頭から、発電所地点周辺の岩は片麻岩であると想定される (Photo 5)。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは、オレンジジャスミン等の灌木が生育する広葉樹林である。水路、サージタンク及び発電所計画地はヒマラヤスギ、オオバ、ヒマラヤマツ等が混在する針・広混交林である。</li> <li>➤ ダムと発電所間の減水区間には、数カ所の小沢を有するが、乾季には流量が枯渇するものと考えられる。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「キカス・ペクティナタ (VU)」、「ナナミゾサイチョウ (VU)」、「シロハラサギ (CR)」、「トラ (EN)」等の生育・生息が確認されている (森林事務所へのヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
	その他	<p>&lt;地元意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地区役場関係者によると、過去の他案件実施の経験から、プロジェクト実施を社会経済面での発展に資する最も効果的なものであると認識し、したがって新規プロジェクトを歓迎する意向である。</li> </ul> <p>&lt;県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダガナ県 (Dagana Dzongkhag) 平均に比し、当該地域の貧困率は良好である (およそ 2 割)。プロジェクト実施に伴う道路の改善によって市場アクセスが改善し、地元産品 (野菜、鶏肉、コメ、果物等) の売り上げ増を期待している。</li> </ul> <p>建設期間中の人口増加に伴い、学校や病院のレベルが強化・向上することが期待される。</p>

	<p>&lt; 県政府・地区役場関係者からの環境社会影響への意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➢ 工事に伴う騒音や振動などがゾン（県政府庁舎）に及ぶことを懸念し、地上・地下工事を問わず、そうした環境影響が発生しないなどが及ばないように要望している。</li></ul>
--	---

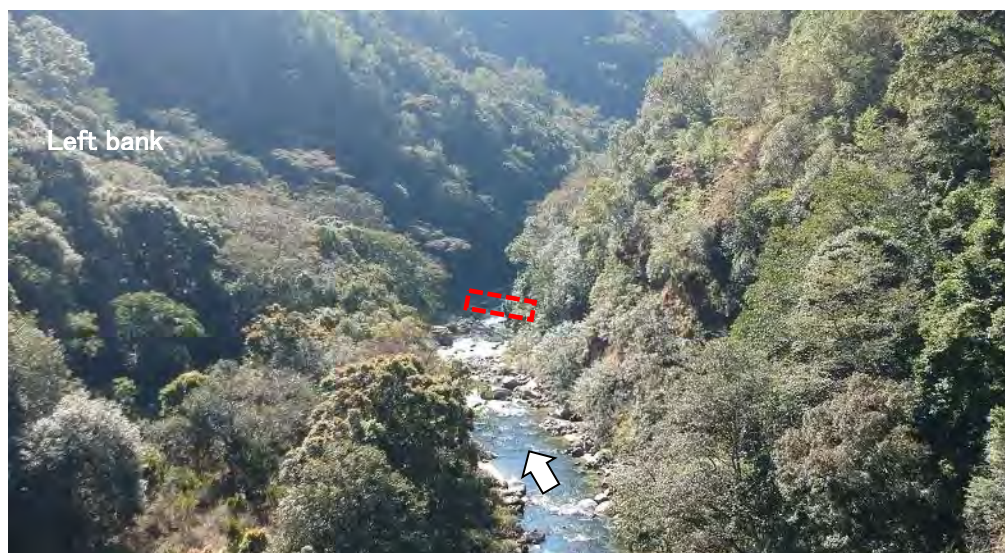


Photo 1 取水堰地点

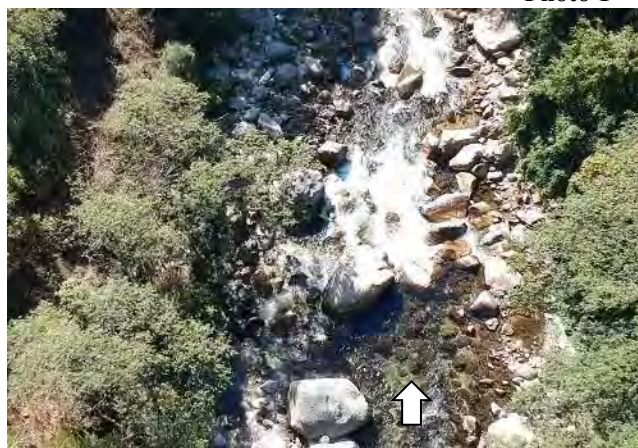


Photo 2 河床状況

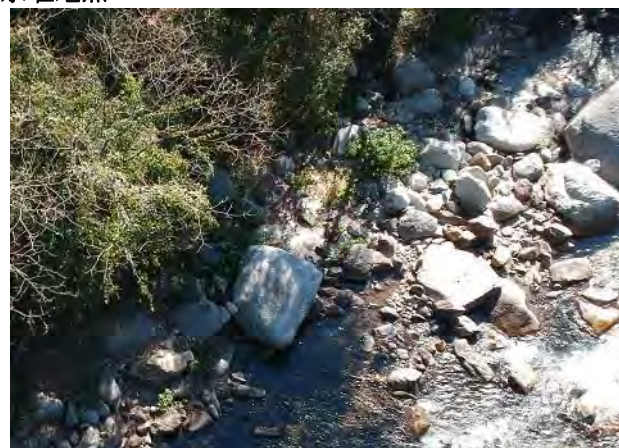


Photo 3 河床堆積物状況

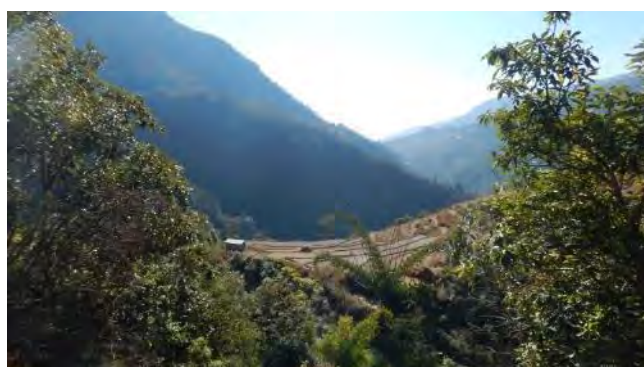


Photo 4 形態的なギャップ（リニアメントが上流部の導水路トンネルと交差する）



Photo 5 水路、サージタンク、水圧管路および発電所

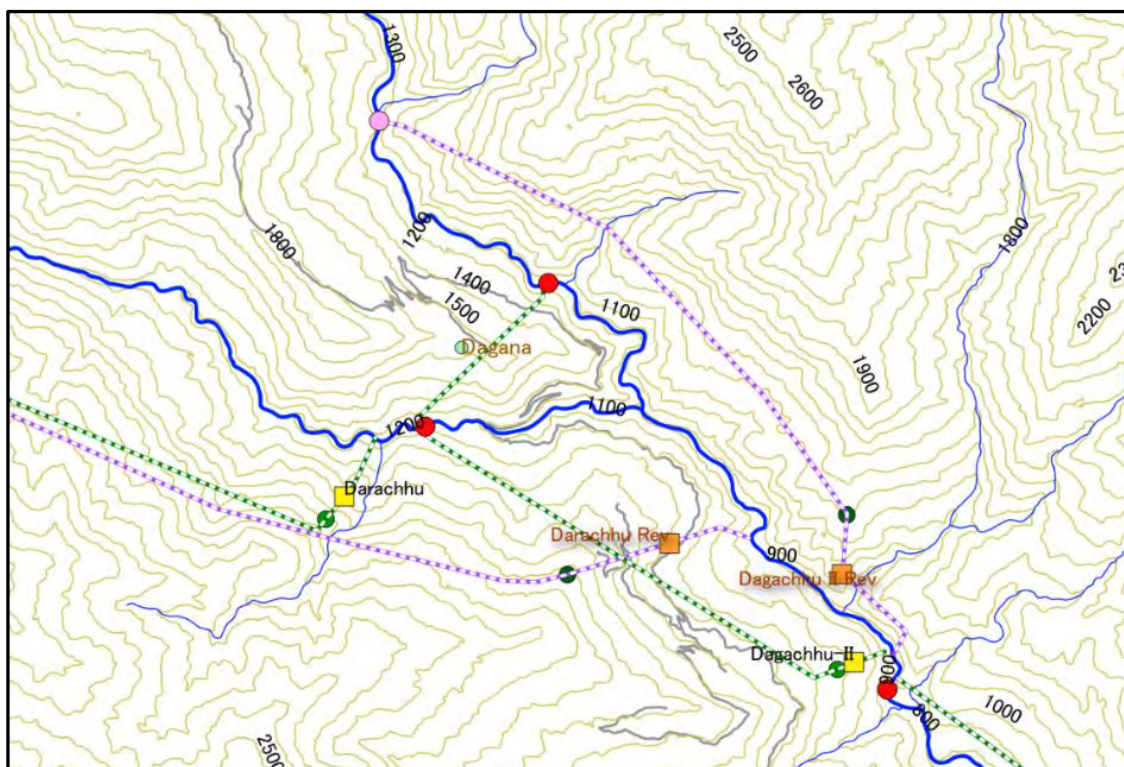


図 A 1-33 平面レイアウト (P-35\_Rev)

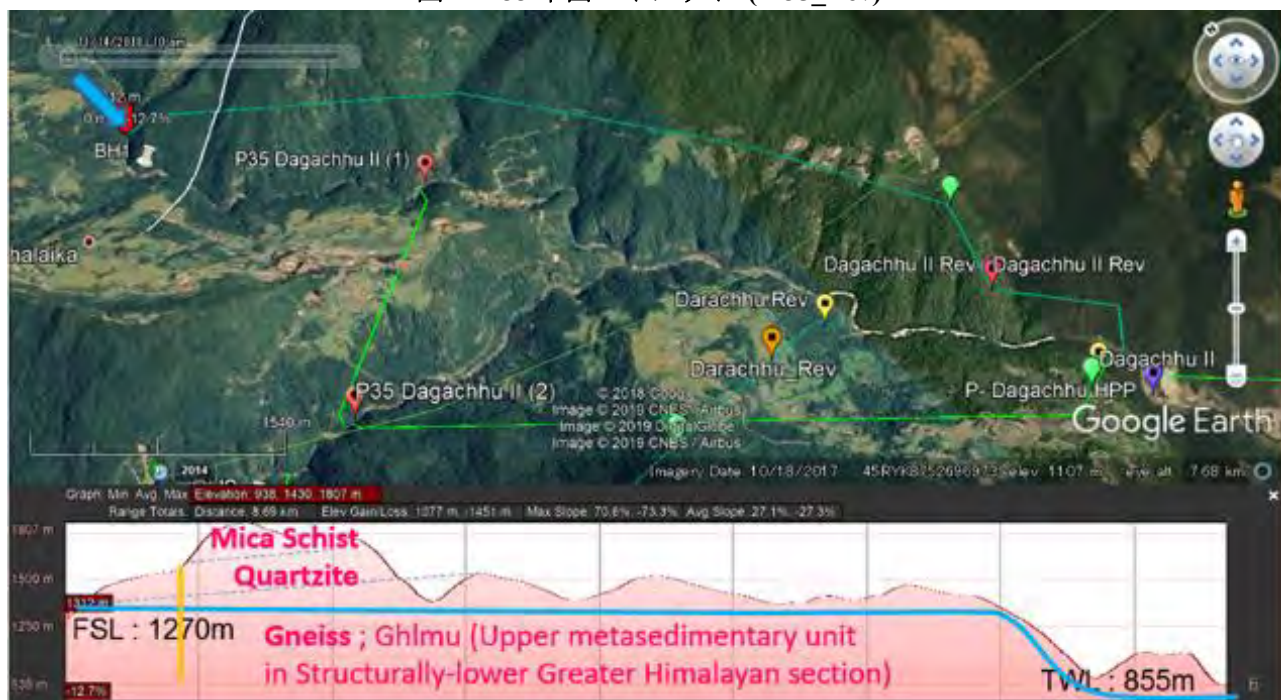


図 A 1-34 水路縦断面図 (P-35\_Rev)



図 A 1-35 地質断面図 (N-S Section)

### 1.18 P-38: Tashiding

主要データ	地点名	<b>P-38: Tashiding</b>		調査日	14, 16/11/2018	
	水系名	Punatsangchhu		河川名	Dagachhu	
	ダム / 堰	緯度： 26° 57' 44.84" N		経度： 89° 57' 37.72" E		
	発電所	緯度： 26° 55' 1.36" N		経度： 90° 1' 20.18" E		
	タイプ	流れ込み式 (調整池有)			ダム河床標高	EL 500 m
	主要諸元	設備出力	81 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		53.6 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		140 m
有効落差		175.8 m		水平水路延長		8,207 m
集水面積		788 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		1.1 MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 既設 Dagachhu 発電所の放水口から 0.3km 発電所地点： 5km				
水文	河川流量 (目視)	約 13 m <sup>3</sup> /s (既設 Dagachhu 発電所の放流量： 10 m <sup>3</sup> /s)				
	河床堆積物	0.3 – 5m (砂礫～巨礫)				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 【ダム～水路】</p> <p>計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマ ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。 幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびし ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、お よび珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融 のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンで は珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。層厚； 5.0 km 以下で、西部へ厚くなる。</p> <p>【発電所】</p> <p>計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀レッサーヒマラヤ 帯の Jaishidanda 累層に属する。 灰色、黒雲母に富む、一部にザクロ石含有片岩。灰色～黄褐色、 雲母薄層含有、石質岩片に富む珪岩と互層状 (Bhargava,1995; Dasgupta,1995; Long et al.,2011A)。一般に層厚 600-900 m である が、 Kuri 沿いでは 1,700m (Long et al.,2011A)。 上部で緑色片 岩、下部で角閃岩相 (Gansser,1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当該サイトは、Dagachhu 左岸側の岩盤クリープや発電所周辺 の大規模崩壊が特徴的である。</li> <li>➤ ダムサイト～水路にかけては、片岩および片麻岩が分布してい る。また、発電所サイトは、Long によれば片岩および珪岩が分 布するとともに、MCT の分布が想定されている。</li> </ul>				

	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ダム左岸側は、岩盤クリープが進行しており、所々崩壊に至っている。また、風化・緩みの程度も大きくなっている (Photo 1,2,3,4)。</li> <li>➢ 既設の Dagachhu HPP のサージタンク掘削時にその周辺が陥没したとの情報があった。サージタンク周辺も岩盤クリープ地形が認められることから、陥没は緩んだ岩盤を掘削したことで発生したことが想定される(Photo 5)</li> <li>➢ ダム軸周辺の地質は、片岩が主体であると想定される (Photo 6)。</li> <li>➢ サイト周辺の地質構造は、道路の露頭からおおむね NW-SW 走向、10~30° NE 傾斜である。</li> <li>➢ 河床には河床砂礫が堆積しているが、その層厚は不明である。礫は大礫~巨礫の円礫が主体である。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水路沿いの地質は確認できていないが、ダムサイトと同等の地質性状であるとすれば、水路内の岩級は、RMR 評価で 40、Class-IV 主体となる。なお、岩級は、MCT の影響を受けて発電所側ほど評価が低くなると想定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ アクセス不能</li> <li>➢ 発電所サイト周辺は、Long によると MCT の影響範囲にあると想定される。Google Earth によれば、発電所サイト周辺は MCT の影響と思われる崩壊地が多く認められる。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ サイトは保護区域外である。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ダムサイト、水路、サージタンク及び発電所計画地は、ヒマラヤスギ、オオバ、ヒマラヤマツ等が混在する針・広混交林である。</li> <li>➢ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「ナナミゾサイチョウ (VU)」、「シロハラサギ (CR)」、「トラ (EN)」等の生息が確認されている (森林事務所へのヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 6 世帯が所有する 20 エーカー (およそ 8 ha) があり、耕作地として使用されている。</li> </ul> <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ なし</li> </ul>
	その他	<p>&lt;地元意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 地区役場関係者によると、より肥沃な土地を代替地として提供される限りにおいて、地元住民は事業実施を歓迎であろうとのことである。</li> </ul> <p>&lt;県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 当該地区は、ダガナ県 (Dagana Dzongkhag) でも 3 番目に貧困率が劣悪となっている。プロジェクト実施に伴う道路の拡幅や移動手段の強化、就業機会、乳製品・野菜・コメ・家畜・鶏・卵などの強化が期待される。</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>➤ 建設期間中の人口増加に伴い、学校や病院のレベルが強化・向上することが期待される。</li></ul> <p>&lt; 県政府・地区役場関係者からの環境社会影響への意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 人畜ともに伝染病の拡大がダガナ水力発電所建設時に発生したため、そのような事態が再び起きることを懸念している。</li><li>➤ 水路計画ルートから発電所サイトまでのエリアでは、地滑りが頻繁に発生している。水路ルートは、川の南から川の北側へ再考が望ましい。</li></ul>
--	--	---



Photo 1 取水ダム左岸の岩盤クリーブ



Photo 2 ダム地点



Photo 3 ダム地点左岸の崩壊地



Photo 4 岩盤クリーブによる崩壊地形





Photo 5 Dagachhu 発電所のサージタンク



Photo 6 ダム地点から約 1km 上流の露頭 (片岩)



図 A 1-36 平面レイアウト (P-38)

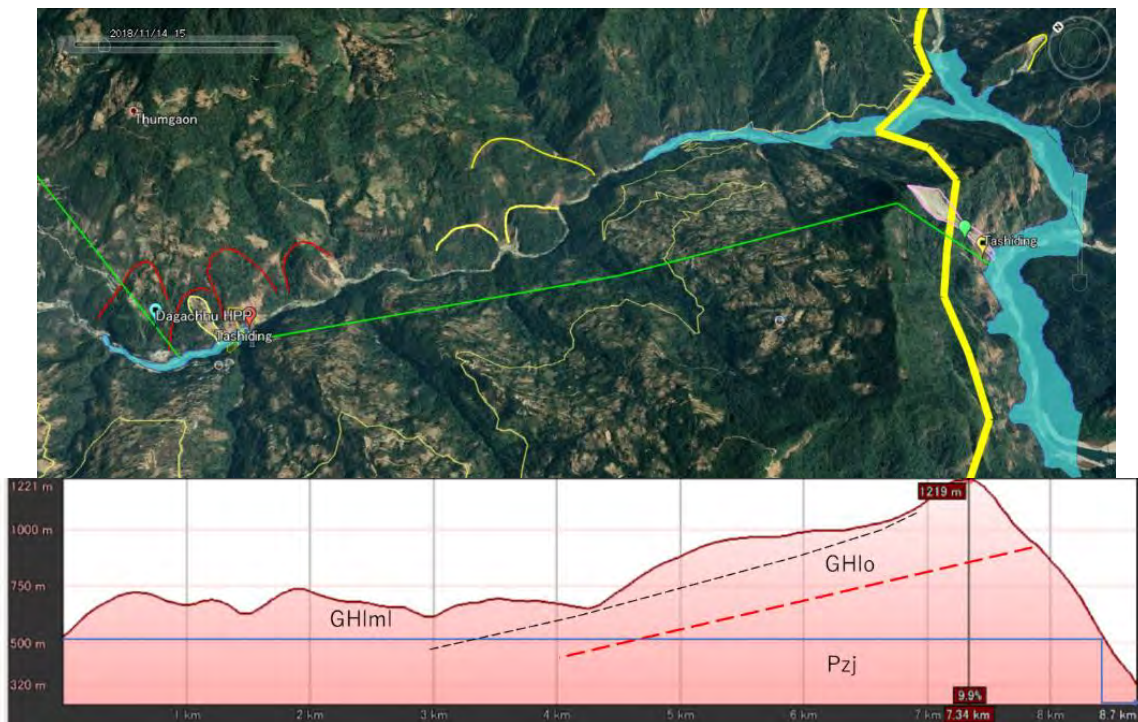


図 A 1-37 水路縦断図 (P-38)

### 1.19 M-5: Bemji

主要データ	地点名	M-5: Bemji		調査日	19/11/2018-	
	水系名	Mangdechhu		河川名	Mangdechhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 42' 14.61" N		経度： 90° 28' 57.46" E		
	発電所	緯度： 27° 34' 24.31" N		経度： 90° 27' 48.52" E		
	タイプ	流れ込み式（調整池有）			ダム河床標高	EL 2,530 m
	主要諸元	設備出力	333 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		71.6 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		180 m
有効落差		539.4 m		水平水路延長		16,421 m
集水面積		1,010 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		1.2 MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 約 10 km (既設道路 25km 間の改修が必要) 発電所地点： 0 km				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  表層の地質は、カンブリア～オルドビス [?] 紀のグレートヒマ                  ラヤ帯のうち構造上下位のグレートヒマラヤセクションに属す                  る。                  水路上流半部は、主として角閃岩相(Gansser, 1983)を示し部分的に                  溶融、多種の変成度を持ち、主に角閃岩相を呈する (Gansser,                  1983)。東部では、部分溶融およびしばしば藍晶石-, 珪線石-, あ                  るいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、                  中西部ブータンの基盤付近では溶融のない主として上位の緑色片                  岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザク                  ロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010) 上部メタ堆積岩ユ                  ニット(GHlmu)。                  下流半部は、カンブリア～オルドビス紀の正片麻岩ユニット                  (GHlo)。崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩；一                  般に優白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰                  り返すが、局所的には離れて分布する。東部ブータンに向かって                  厚くなるグレートヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンブリ                  ア紀 - オルドビス紀の花崗岩プルトンが変形したものと解釈さ                  れる。</p>				
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地点は踏査できていないが、ダム建設に特段支障はないと思わ れる。</li> <li>➤ 地形・地質的にコンクリート重力式ダムが適していると考えら れる。</li> <li>➤ ダムコンクリート骨材は、1km 下流にある原石山候補地から採 取することを推薦する。</li> </ul>				

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 表層の地質は、構造上下位のグレーターヒマラヤ区に属するため、水路沿いの地質は問題ないと推定される。</li> <li>➢ 風化度はほとんどが弱風化 (SW) であるが、おそらく地すべり地形と想定される SE 方向に面する最下流部斜面は中風化 (MW) である。</li> <li>➢ 岩盤は主に、RMR 値 ; 65 の Class-II で構成されると推定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 発電所は Bemji 村の地下に位置する。</li> <li>➢ 発電所としての地下空洞の安定性に特段の問題はないと想定される。しかし Dzong 直下に位置するため環境社会的問題を解決することが必要となる。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 取水口は Wangchuk Centennial 国立公園内にある。</li> <li>➢ 導水路 (地下) の約 3 分の 2 は同国立公園内にある。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Google Earth によると取水口と導水路 (地下) の周辺はヒマラヤゴヨウ林に覆われている。発電所は Bemji 村に位置し、その周辺はヒマラヤゴヨウ林に覆われている。</li> <li>➢ 近郊の村 (Karshong) の村人によると、ヒョウ (VU)、ツキノワグマ (VU) が生息し、カウソ (種不明) が生息している可能性がある。</li> <li>➢ Jigme Singye Wangchuk 国立公園 Trongsa 事務所の管理官によると、プロジェクト地域の西に位置する北生物的回廊 (North Biological Corridor) はトラ (EN) にとって重要な回廊である。そのため、プロジェクト地域は同回廊内に位置していないが、トラ保全について十分な注意が必要である。管理官によると、レッドパンダ (EN)、ターキン (VU)、ヒョウ (VU)、ツキノワグマ (VU) がプロジェクト地域に生息している。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ヌビ地区 (Nubi Gewog) 役場、村落代表からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 住民移転なし</li> <li>➢ 発電所サイトに私有の農地がある。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<p>NLC の GIS データ、ヌビ地区 (Nubi Gewog) 役場、村落代表 (Tshopas) からのヒアリングによると、直接影響を受ける歴史・文化遺産はないが、以下の文化財サイトが周辺地域にある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 発電所サイトから約 300m の場所に「Bemji Naktshang」と呼ばれるベンジで最古住宅の 1 つとなる文化遺産がある。</li> <li>➢ 導水路から約 80m のところに「Menmo Tashi Yangzom」と呼ばれ、住民が供え物をする土地神の文化的サイトがある。</li> </ul>

その他	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ プロジェクトサイトはトンサ (Trongsa) 県内で比較的所得が高い地域であり、車両通行可能な道路があり、プロジェクトによる顕著な追加的な正の社会的インパクトは特段予見されない。</li></ul> <p>&lt; 県政府の水力発電開発に対する意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ 県政府はマンデチュ水力発電プロジェクトの経験から、水力発電および関連インフラ建設工事に伴う爆発や振動が県政府の建物その他に与える影響に懸念があると述べていた。</li></ul>
-----	--

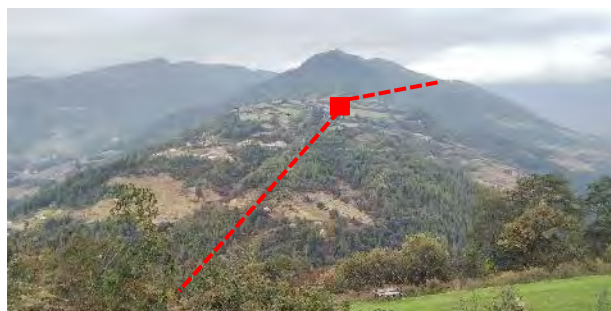


Photo 1 水路およびサージタンク

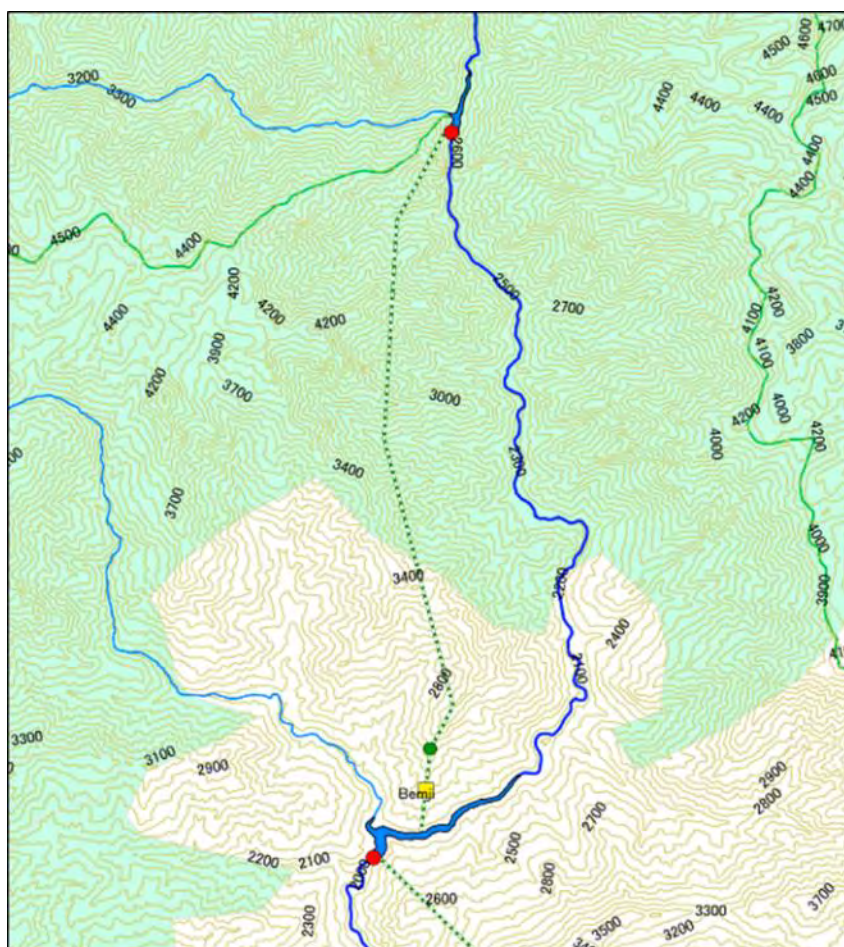


図 A 1-38 平面レイアウト (M-5)

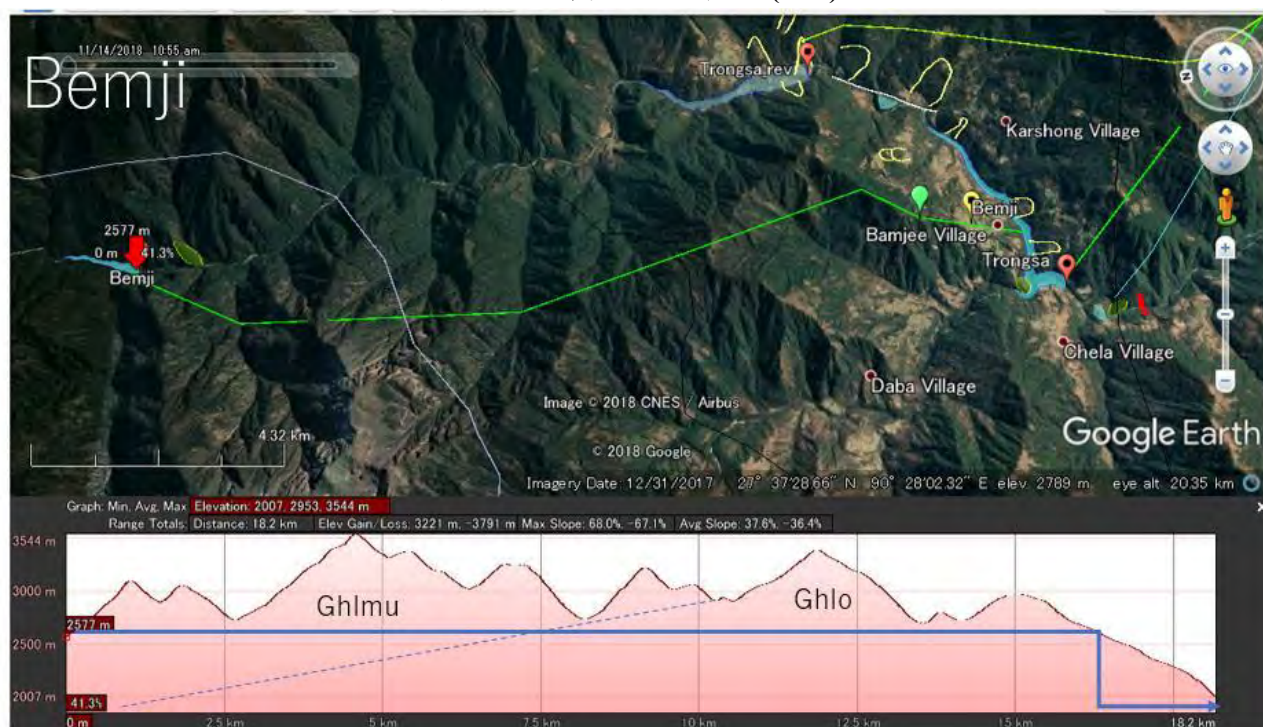


図 A 1-39 水路縦断図 (M-5)

## 1.20 M-6: Jongthang

主要データ	地点名	M-6: Jongthang		調査日	19/11/2018 20/11/2018		
	水系名	Mangdechhu		河川名	Mangdechhu		
	ダム / 堰	緯度： 27° 33' 39.17" N		経度： 90° 27' 0.79" E			
	発電所	緯度： 27° 29' 39.23" N		経度： 90° 30' 17.38" E			
	タイプ	調整池式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,907 m	
	主要諸元	設備出力	164 MW		ダム/堰 高さ	138 (40) m	
最大使用水量		93.1m <sup>3</sup> /s			堤頂長	240 m	
有効落差		204.6 m			水平水路延長	8,262 m	
集水面積		1,314 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	28.3 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 0 km, Trongsa 町から車で 1 時間 発電所地点： 0 km					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  表層の地質は、グレートヒマラヤ帯のうち構造上下位のグレートヒマラヤユニットの上部変成岩群に属するカンブリア～オルドビス [?] 紀の正片麻岩ユニット (GHlo) に属する。                  崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩；一般に優白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰り返すが、局所的には離れて分布する。東部ブータンに向かって厚くなるグレートヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンブリア紀 - オルドビス紀の花崗岩プルトンが変形したものと解釈される。</p>					
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当初計画および見直し箇所のダムおよび湛水池周辺には多くの地すべり地形が観察されるため、貯水位を下げることは斜面をより安定化されるのに好都合である。その理由から、調査団はダム地点を約 2km 下流の Mangdechhu と流入支流との合流部へ移すことを提案する。これにより水頭は減じるが、支流からの流入が得られ、また水路長も短くなる。</li> <li>➤ ダムサイト左右岸は急峻で、V 字谷を成す。かつ、ダムサイト基盤には塊状の片麻岩が期待できる。</li> <li>➤ ダムサイトより 0.5km 上流にある河川が屈曲する位置の尾根地形は、建設材料候補地として適していると期待できる。</li> </ul>					
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトを下流側へ移すことで、水路長は原案より短くなる。</li> <li>➤ Trongsa 市西部の国道に露出する岩盤露頭の観察結果から、導水路では片麻岩、珪岩および薄い片岩が繰り返し出現するとみられる。</li> <li>➤ 導水路沿いの岩盤は、推定 RMR 値；69、岩級；Class-II が期待できる。</li> </ul>					

	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 原案の発電所と放水路位置は、Trongsa 市の Trongsa Dzong 付近に計画されている。仮にこれらの設備が地下であったとしても建設のための同意を得るのは難しいと思われる。したがって、現案より 0.8km 上流側の位置に変更する。この変更により落差が約 30m 減じる。</li> <li>➤ 発電所は、Trongsa 市への影響と敷地が狭く地表設置が厳しいことを考慮し地下式とする。</li> <li>➤ 地下発電所周辺の地質は、比較的安定した塊状の片麻岩と期待される。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区地域外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 代替案の取水口の右岸はヒマラヤゴヨウ林に、左岸は冷帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ オリジナル案の取水口の右岸はヒマラヤゴヨウ林、左岸は冷帯広葉樹林／ヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➤ 導水路（地下）と放水口地域は冷帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ 近郊の村（Karshong）の村人によると、ヒョウ（VU）、ツキノワグマ（VU）が取水口地域に生息し、カワウソ（種不明）が取水口近くに生息している可能性がある。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ヌビ地区（Nubi Gewog）役場、村落代表(Tshopa)からのヒアリングによると</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 発電所サイトに私有農地がある。</li> <li>➤ ダムサイト・湛水域では、約 16 エーカーの私有農地や家畜の放牧地、コミュニティ所有地等の用地取得が必要になり、また、いくつかの牛小屋などが影響を受ける。作物および牧畜活動への影響が予見される。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<p>NLC の GIS データ、ヌビ地区役場、村落代表からのヒアリングによると直接影響を受ける歴史・文化遺産はない。</p>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路はトンサ市の中心地の上方を通過し、建設中に複数の公的インフラ、住宅、トンサゾン上方にある国立博物館へ影響する可能性がある。</li> <li>➤ プロジェクトサイトは比較的所得が高い地区であり、車両通行可能な道路があり、プロジェクトによる顕著な追加的な正の社会的インパクトは特段予見されない。</li> </ul> <p>&lt; 県政府の水力発電開発に対する意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県政府はマンデチュ水力発電プロジェクトの経験から、水力発電および関連インフラ建設工事に伴う爆発や振動が県政府の建物その他に与える影響に懸念があると述べていた。</li> </ul>





Photo 1 取水堰地点

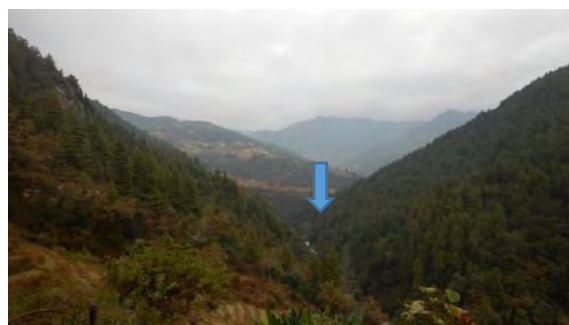


Photo 2 原石山候補地



Photo 3 既設道路沿いに露頭する片麻岩  
(水路ルート沿いに分布すると想定される)



Photo 4 サージタンクおよび発電所地点

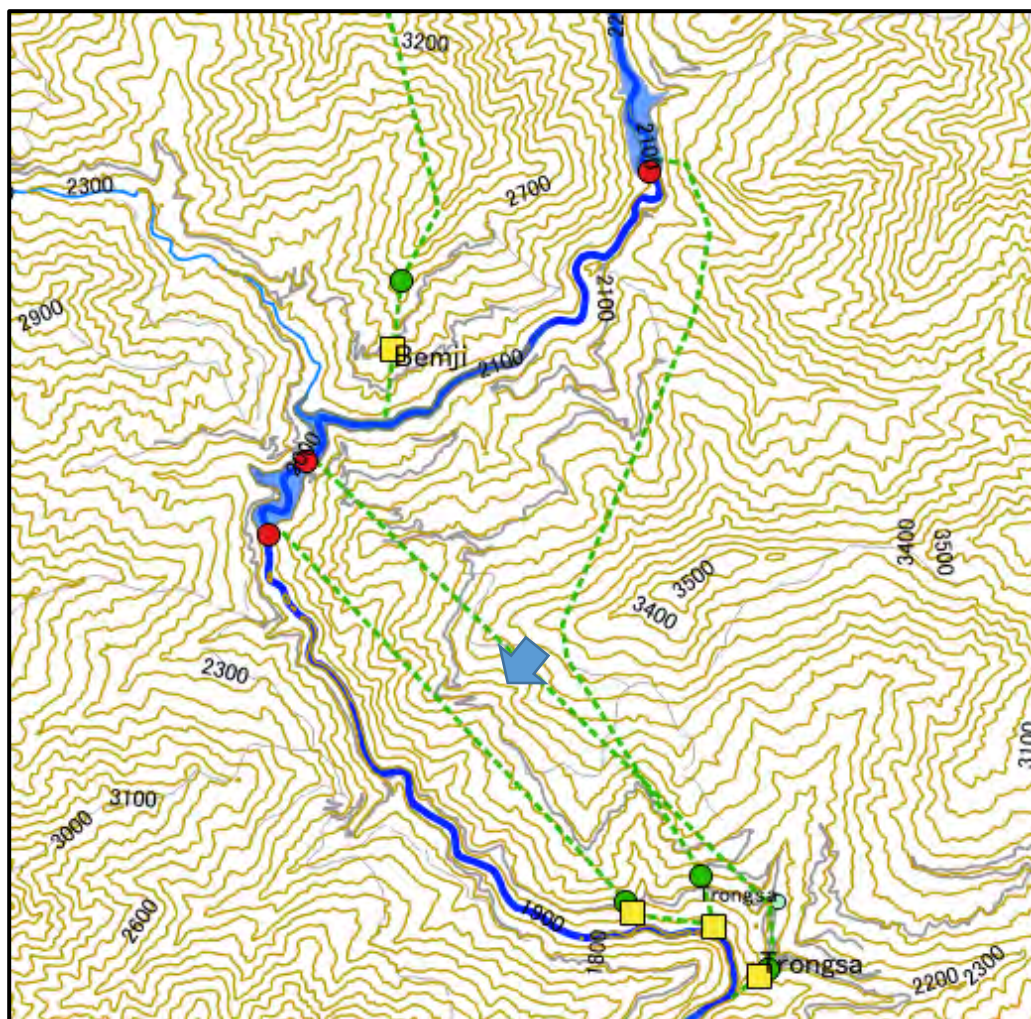


図 A 1-40 平面レイアウト (M-6)

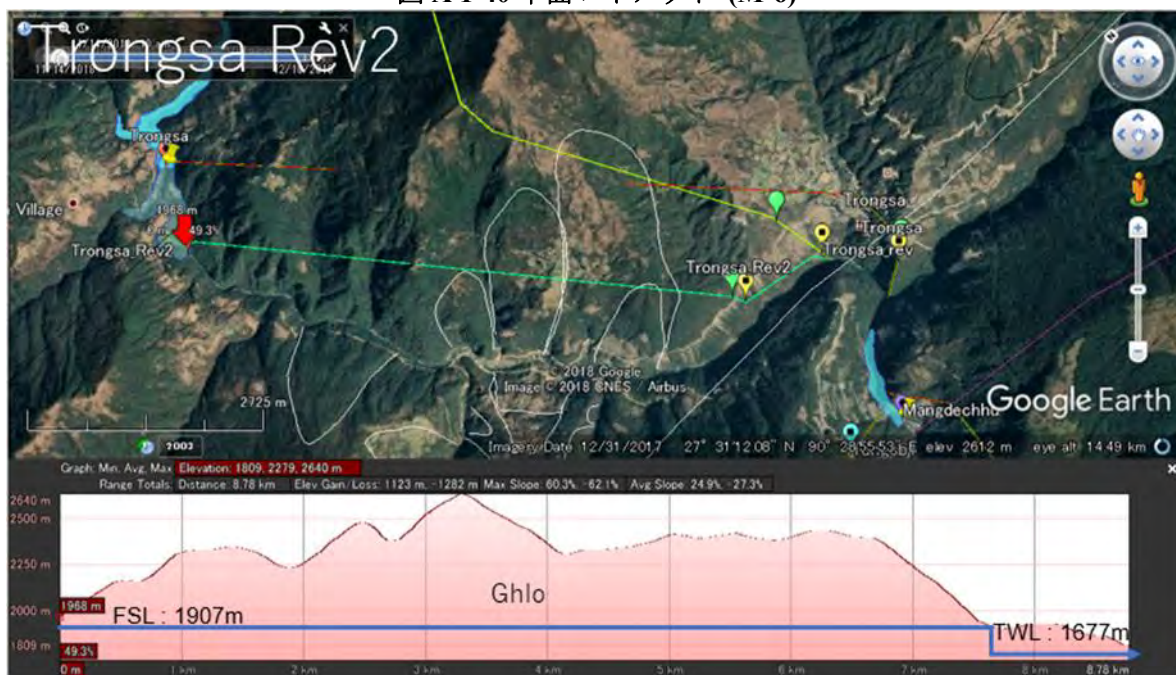


図 A 1-41 水路縦断面図 (M-6)

### 1.21 M-6R: Jongthang\_Rev3

主要データ	地点名	M-6R: Jongthang_Rev3		調査日	21/01/2019			
	水系名	Mangdechhu		河川名	Mangdechhu			
	ダム / 堰	緯度： 27° 36' 18.15" N		経度： 90° 29' 52.02" E				
	発電所	緯度： 27° 30' 11.41" N		経度： 90° 29' 18.88" E				
	タイプ	流れ込み式（調整池有り）		基本諸元	ダム河床標高	EL 2,100 m		
	主要諸元	設備出力	232 MW		ダム/堰 高さ	51 (21) m		
		最大使用水量	85.0m <sup>3</sup> /s		堤頂長	140 m		
有効落差		316.2 m			水平水路延長	14,721 m		
集水面積		1,200 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	0.3 MCM		
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 1 km, Trongsa 町から車で 3 時間 発電所地点： 0 km						
水文	河川流量（目視）	約 15 m <sup>3</sup> /s						
	河床堆積物	砂～玉石（礫）						
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  表層の地質は、グレーターヒマラヤ帯のうち構造上下位のグレーターヒマラヤユニットの上部変成岩群に属するカンブリア～オルドビス [?] 紀の正片麻岩ユニット (GH10) に属する。                  崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩；一般に優白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰り返すが、局所的には離れて分布する。東部ブータンに向かって厚くなるグレーターヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンブリア紀 - オルドビス紀の花崗岩プルトンが変形したものと解釈される。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Trongsa 市から地点に至る途中のつづら折りの林道脇の露頭では、平坦な山頂部付近で深い風化が観察される。特に、上流域で顕著である。</li> </ul>						
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当初計画の M-5 地点は、保全区域内にあるため、開発は極めて難しい。このため、当地点のダムを保護区域外の最上流部にシフトした。</li> <li>➤ Rev3 案のダム地点周辺には多くの地すべり地形があるため、最終案のダム地点は地すべり地形を極力避け、最上流部にシフトするとともに、ダム高を 30m 以下にした (Photo 1, 2)。</li> <li>➤ ダムサイト左右岸は、傾斜約 30 ° の緩やかな斜面である。幅約 50m の河床には砂および礫で構成される現河床堆積物が分布する(Photo 2)。</li> <li>➤ 取水口地点には岩盤の露頭は見出されない。堤体材料候補地が期待できないため、アースダムの方が望ましい。土石流堆積物や段丘堆積物などは広く分布するので、築堤材料として有望である。</li> </ul>						

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地表部では深い風化によって新鮮な岩盤は見られないが、水路トンネル沿いには新鮮な正片麻岩が分布すると思われる (Photo 3)。</li> <li>➤ 水路下流部は、岩級は RMR 値 ; 57 で Class-III であると推定される。しかしながら上流側の 1/4~1/3 の区間は風化により岩盤は劣化していると推定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 原案の発電所と放水路位置は、Trongsa 市の Trongsa Dzong 付近に計画されている。仮にこれらの設備が地下であったとしても建設のための同意を得るのは難しいと思われる。したがって、現案より 0.8km 上流側の位置に変更する。この変更により落差が約 30m 減じる。</li> <li>➤ 発電所は、Trongsa 市への影響と敷地が狭く地表設置が厳しいことを考慮し地下式とする。</li> <li>➤ 地下発電所周辺の地質は、比較的安定した塊状の片麻岩と期待される。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区地域外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 代替案の取水口の右岸はヒマラヤゴヨウ林に、左岸は冷帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ オリジナル案の取水口の右岸はヒマラヤゴヨウ林、左岸は冷帯広葉樹林/ヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➤ 導水路 (地下) と放水口地域は冷帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ 近郊の村 (Karshong) の村人によると、ヒョウ (VU)、ツキノワグマ (VU) が取水口地域に生息し、カワウソ (種不明) が取水口近くに生息している可能性がある。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ヌビ地区 (Nubi Gewog) 役場、村落代表 (Tshogpa) からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ ダムサイト・湛水域では私有の農地や放牧地の一部と牛小屋 / 作業小屋なども影響を受ける可能性がある。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、ヌビ地区 (Nubi Gewog) 役場、Bemji チオグ代表からのヒアリングによると直接影響を受ける歴史・文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は私有農地の一部の下を通る。</li> <li>➤ プロジェクトサイトは比較的所得が高い地区であるが、ダムサイトへの道路アクセスの向上は周辺の村落に正の社会的インパクトがあると予見される。</li> </ul> <p>&lt; 県政府の水力開発に対する意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県政府はマンデチュ水力発電プロジェクトの経験から、水力発電および関連インフラ建設工事に伴う爆発や振動が県政府の建物その他に与える影響に懸念がある。</li> </ul>



Photo 1 ダム地点\_Rev3 (高さ : 60m)  
(右岸の基礎岩盤が確認できない)



Photo 2 最終ダム地点 (高さ : 30m)



Photo 3 既設道路沿いに露頭する正片麻岩  
(水路ルート沿いに分布すると想定される)

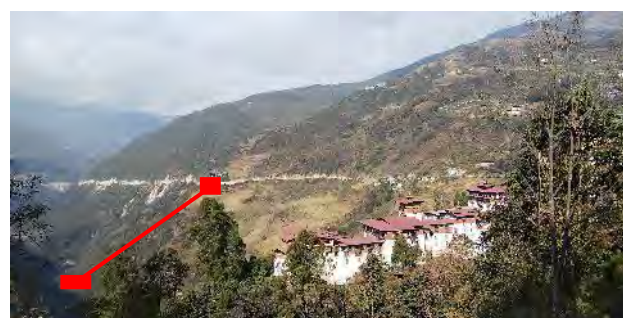


Photo 4 サージタンクおよび発電所地点

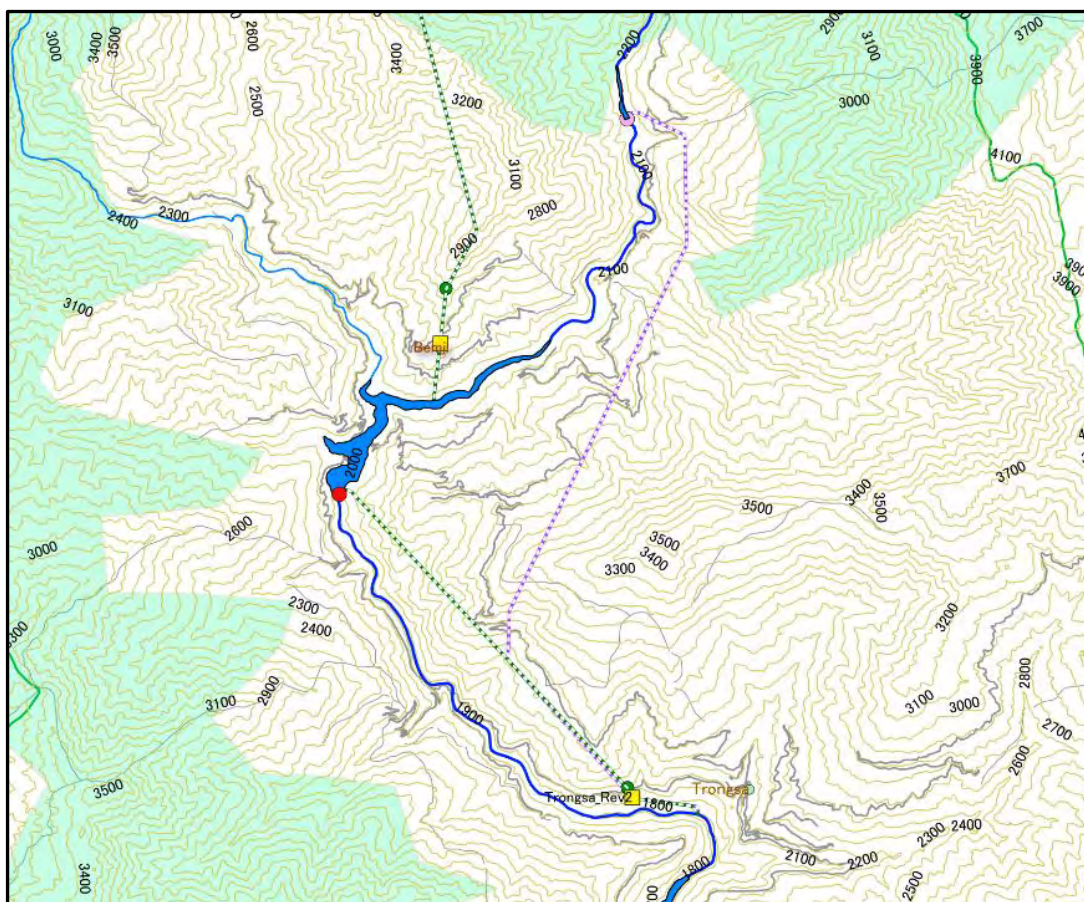


図 A 1-42 平面レイアウト (M-6\_Rev3)

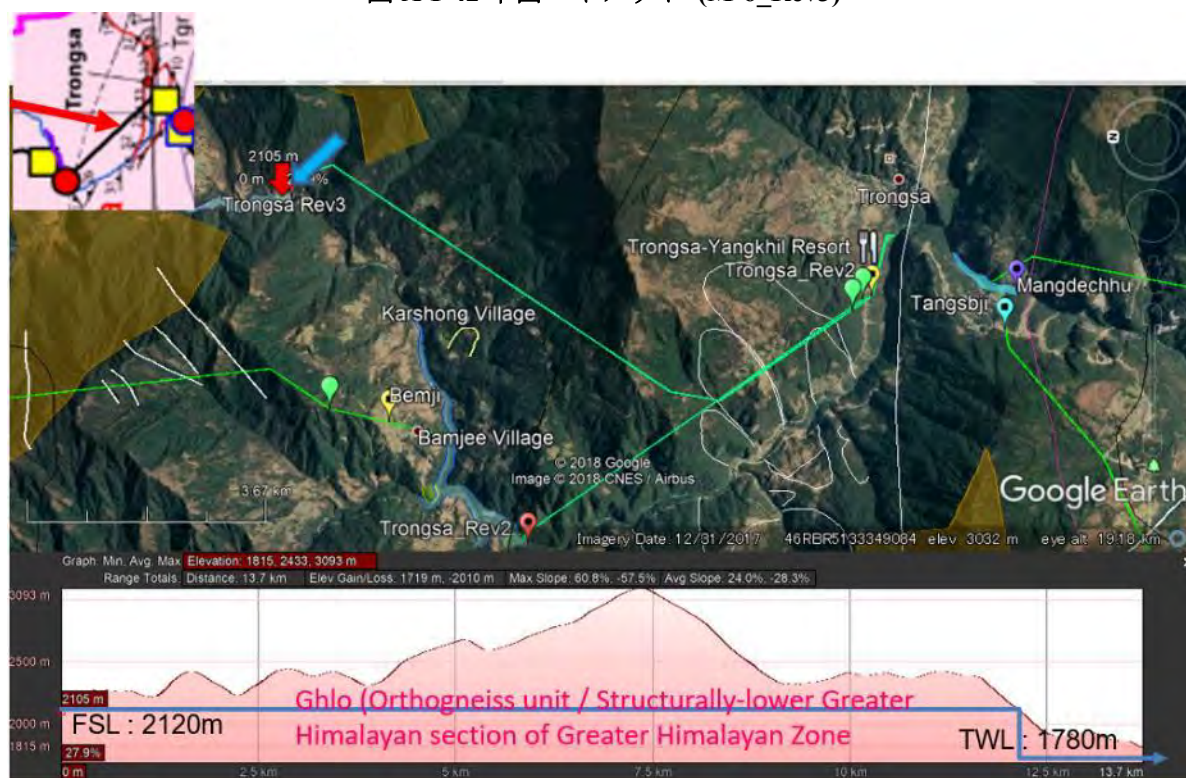


図 A 1-43 水路縦断面図(M-6\_Rev3)

## 1.22 M-11R: Wangdigang\_Rev

主要データ	地点名	M-11R: Wangdigang_Rev		調査日	20/11/2018, 09/03/2019		
	水系名	Mangdechhu		河川名	Mangdechhu		
	ダム / 堰	緯度： 27° 19' 51.14" N		経度： 90° 34' 57.28 "E			
	発電所	緯度： 27° 13' 36.87" N		経度： 90° 37' 2.35" E			
	タイプ	流れ込み式（調整池有）		基本諸元	ダム河床標高	EL 910 m	
	主要諸元	設備出力	502 MW		ダム/堰 高さ	126 (26) m	
最大使用水量		176.4 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	200 m	
有効落差		330.2 m			水平水路延長	13.268 m	
集水面積		2,490 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	22.4 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： 0 km 発電所地点： 0 km				
地形・地質	地質概要		<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。                  計画地点の地質は、オルドビス紀あるいはより若い時代のテーチスヒマラヤ帯に属する。当地点の地質は、発電所付近に向斜軸をもつ南同斜構造を成す。                  水路上流側半部は、Chekha 累層 (Pzc)に属する。本層は、主として上部緑色片岩相を有し、厚相、細～中粒、急崖を形成する、黒雲母-白雲母-ザクロ石片岩を伴う雲母質珪岩である。                  下流側半部は Maneting 累層 (Pzm)に属する。層相は、暗灰色、石墨片岩状、引き摺り変形し、細互層状を呈する黒雲母ザクロ石千枚岩である。</p>				
	取水堰地点		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは Mangdechhu 発電所放水口の 5km 下流である。したがって、ダムの FRL は、Mangdechhu 発電所の運転の影響を考慮して決める必要がある。</li> <li>➤ ダムサイトおよび取水口は、函型の狭隘な地形に位置する (Photo 1)。左右岸に露出する岩盤は、堅硬そうに見受けられる。珪岩と雲母片岩がダムサイトより高い位置を通る道路沿に観察された。</li> <li>➤ ダムサイトは、地形地質両面から、100m 未満の規模のアーチあるいはコンクリート重力式ダムに適している。ただし、ダム付近の湛水池周辺に複数の地すべりを引き起こす可能性のある地形がみられるため、工事中および運転中の安全確保のために、斜面安定化策を講じる必要がある。</li> <li>➤ ダム用建設材料は、直上流部の左岸からの支流との合流部が適していると考えられる。</li> </ul>				

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Mangdechhu 右岸は、Jigme Singye 国立公園の multiple zone にあたる。公園への影響を避けるため、水路は左岸に設ける。</li> <li>➤ 原案の放水口は、崩壊斜面の直下に計画されている。さらに水槽、発電所および放水路は、公園の corridor に位置する。そのため、水路長を若干延長し、支流との合流部に置き、水槽、発電所および放水路も同様に移すこととした。</li> <li>➤ 導水路沿いには、珪岩や片岩の塊状岩盤が 期待できる。導水路トンネルの大半の区間で、岩盤は主として RMR 値 ; 58、Class-III; Fair rock と推定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 原案の発電所地点の地下空洞周辺は、千枚岩優勢と判断される。発電所地点上部には塊状の雲母ザクロ石千枚岩の露頭が見られる (Photo 3) 。特段の片状構造は認められないが、岩片の硬さは “R3; medium strong2” と軟質であり、また節理が 0.3m に発達する。</li> <li>➤ 発電所位置は、下流の河川合流部に移し、地上式にするとともに水車形式をペルトンに変更することが望ましい。</li> </ul>
	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口と発電所の右岸は Jigme Singye Wangchuk 国立公園の多目的使用ゾーンに入っている。</li> <li>➤ 導水路 (地下) の約半分は生物的回廊 (TNP-JSWNP-RMNP : 川の左岸) を通る。</li> <li>➤</li> </ul>
自然 / 社会環境	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口と導水路は主に温帯広葉樹林に覆われ、ところどころにヒマラヤマツの林がある。放水口地域は亜熱帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ Jigme Singye Wangchuk 国立公園 Trongsa 事務所の管理官によると、プロジェクト地域にはゴールデンラングール (VU) とサンバー (VU) が生息している。シロハラサギ (CR) とナナミゾサイチョウ (VU) はプロジェクト地域に採食のためにやってくる。魚類の Putitor (Golden) Mahseer (EN) が同地域にいる可能性がある。また Cycas pectinata (VU : 植物) が生息している。</li> <li>➤ シロハラサギは同河川で定期的に観察されていて、Zhemgang 地域森林事務所の森林官が放水口から約 200m 下流で 1 羽を観察している。シロハラサギについては M18 Burgangchhu の報告を参照のこと。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、グーグルアースマップ、ランテル地区 (Langtel Gewog) 役場からのヒアリングによると、</p> <p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 数軒住宅あるが、マンデチュ水力発電会社 (MHPA) のキャンプの一時的住居であり、定住している住民の移転なし。 .</li> <li>➤ 約 9.6 エーカーの私有農地と休閒地の用地取得が必要になる。</li> <li>➤ 橋 2 カ所と県道の一部が湛水域の影響を受ける可能性がある。</li> </ul> <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転および私有地への影響なし。</li> </ul>

<sup>2</sup> Cannot be scraped or peeled with a pocket knife. Hand held specimens can be fractured with single firm blow of geological hammer.



	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、ランテル地区 (Langtel Gewog) 役場からのヒアリングによると、プロジェクトサイトに文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は居住地、農地、休閒地、酪農場を通過する。</li> </ul> <p>&lt;地区役場関係者からの環境社会影響・開発効果への意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地区役場によるとランテル地区の一部のコミュニティはトンサ県内で相対的に貧困地域である。Mangdechhu の右岸側に位置する Jigme Singye Wangchuk 国立公園 (JSWNP) 内のモンパと呼ばれる伝統的住民を含むコミュニティが比較的所得が低い地域である。</li> <li>➤ 導水路がある Mandechhu の左岸側と反対 (右岸側) には 4 カ所のモンパコミュニティがあるが、プロジェクトによる用地取得、住民移転や資産喪失、生計活動への直接的負の影響は受けない。</li> </ul> <p>&lt;県政府の水力発電開発に対する意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県政府はマンデチュ水力発電プロジェクトの経験から、水力発電および関連インフラ建設工事に伴う爆発や振動が県政府の建物その他に与える影響に懸念がある。</li> </ul>



Photo 1 ダム地点



Photo 2 発電所及び水圧管路

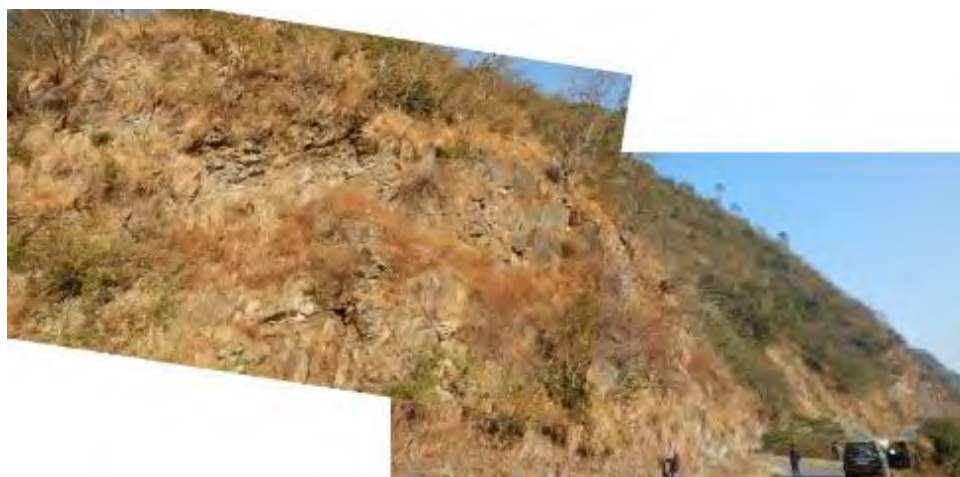


Photo 3 発電所上部の露頭

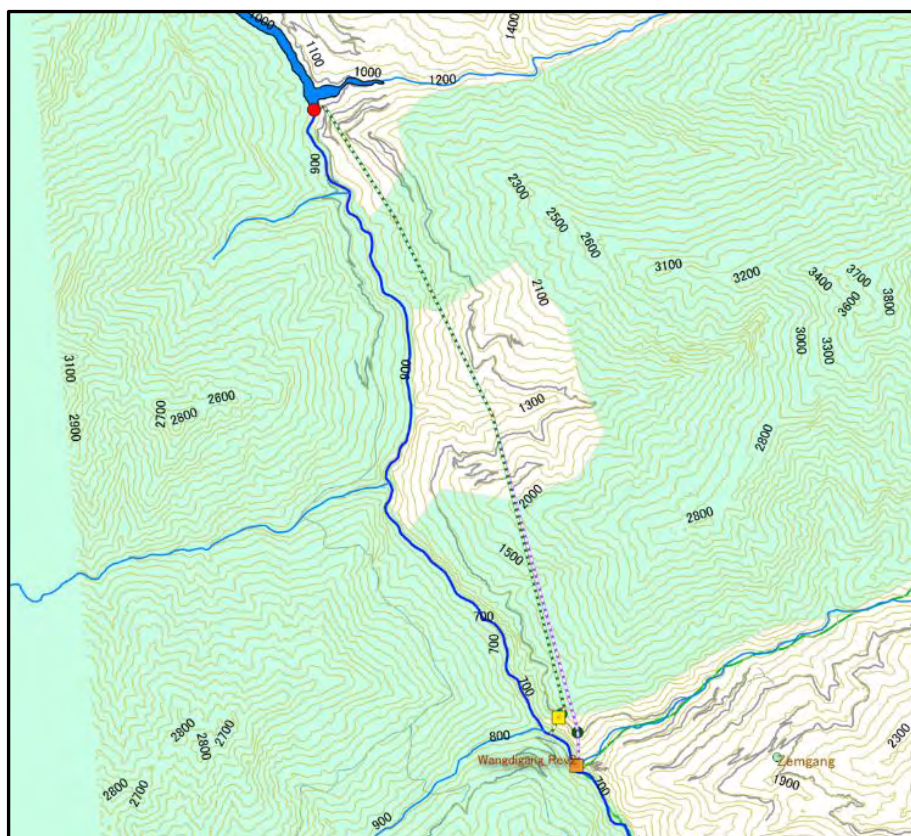


図 A 1-44 平面レイアウト (M-11\_Rev)

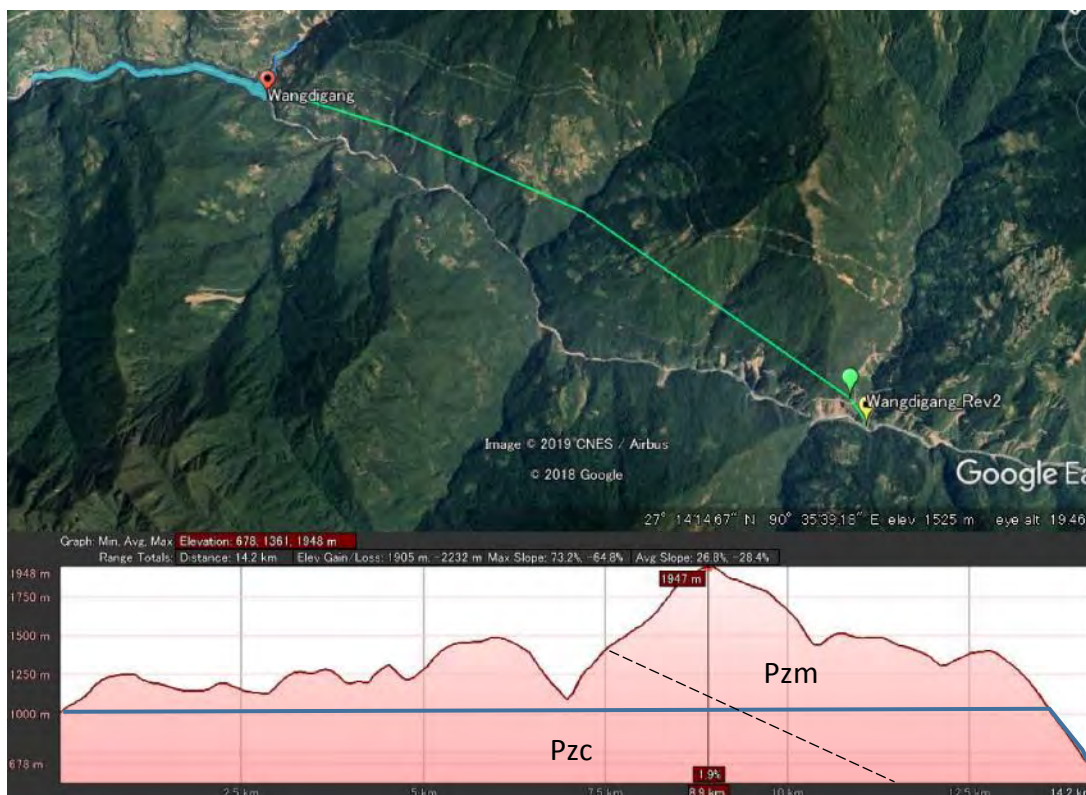


図 A 1-45 水路縦断面図(M-11\_Rev)

### 1.23 M-17: Buli

主要データ	地点名	<b>M-17: Buli</b>		調査日	22/11/2018		
	水系名	Mangdechhu		河川名	Burgangchhu		
	ダム / 堰	緯度： 27° 9' 7.30" N		経度： 90° 47' 31.47" E			
	発電所	緯度： 27° 7' 44.68" N		経度： 90° 47' 17.75" E			
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,375 m	
	主要諸元	設備出力	69 MW		ダム/堰 高さ	5 m	
最大使用水量		14.0 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	30 m	
有効落差		572 m			水平水路延長	5,090 m	
集水面積		214 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 0.5km (Buli Village から 3km 間の既設道路の改修が必要) 発電所地点： Nyekhar Village から放水口地点まで 2 km (Buli Village から 14km 間の既設道路の改修が必要)					
地形・地質	地質概要	Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 表層の地質は、グレーターヒマラヤ帯のうち構造上下位のグレーターヒマラヤユニットの上部変成岩群に属するカンブリア～オルドビス [?] 紀の正片麻岩ユニット (GHlo) に属する。 崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩；一般に優白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰り返すが、局所的には離れて分布する。東部ブータンに向かって厚くなるグレーターヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンブリア紀 - オルドビス紀の花崗岩プルトンが変形したものと解釈される。 ➤ 当計画は、Burgangchhu 流れ込み式発電計画の直上流に放水する計画である。したがって、両計画の混合案も検討の余地がある。					
	取水堰地点	➤ 原案の取水口地点には、塊状の片麻岩の露頭が見られる。取水口および水路の建設に特段の問題はないと想定される。ただし、明かり沈砂池を設ける用地がないため、地下に設置する必要がある。 ➤ 変更案取水口地点として、1.5km 上流の候補地を選定した。これは平坦地で、沈砂池を地上式にすることができる。さらに、原案と比較して約 70m の水頭増が得られる。 ➤ 堰および取水口周辺の地形はなだらかで、地表には過去の土石流がもたらした礫および粘性土の堆積物が分布する。					
	水路経過地	➤ 原案の明かり水路を変更案は沈砂池から下流を圧力式に変更した。 ➤ 導水路沿いには、新鮮で塊状の片麻岩の岩盤が期待できる。導水路沿いの岩盤は、推定 RMR 値； 62 の主として Class-II と想定される。					

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Burgangchhu 右岸の急崖には、地層境界にほぼ直交する鉛直に近い (N12W/75NE) 節理が、10~20m 間隔で見られる。これらの節理群は、トンネルと頻繁に遭遇する方向であり、掘削時に部分的な突発湧水のリスクが懸念される。</li> <li>➤ 導水路経過地に 3 本のリニアメントが見られる。2 本は E-W 方向、1 本は N-S 方向である</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地形が急峻なため、発電所は地下に計画する。</li> <li>➤ 周辺の地質は、塊状の片麻岩で構成されるため、地下発電所および放水路の建設には問題ないと判断される。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口地域は主に亜熱帯広葉樹林に、導水路（地下）と放水口地域は亜熱帯広葉樹林とヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➤ Buli の村人によれば、トラ (EN) とヒョウ (VU) がプロジェクト地域に生息している。現場調査中にゴールデンラングール (VU) の群れを観察している (2018 年 11 月 22 日)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ナンコー地区 (Nangkhör Gewog) 役場からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし。</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、ナンコー地区役場からのヒアリングによるとプロジェクトにより直接影響をうける文化遺産はない。プロジェクトサイトはブリ (Buli) 村から距離があるが、同村は文化遺産村の地位があり、同村内には森林遺産等もある。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は未耕作の私有地を通過する。</li> <li>➤ 現状、シェムガン県内においてナンコー地区の中心のブリは比較的所得が高い。</li> </ul> <p>&lt; 県・地区レベルで既に計画されている地域開発 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 12 次 5 年計画(2018-2023 年)で、エコ・トレイル (シェムガンの町からブリ村への道路に入る地点~タリ村~ブリ村) の観光開発が計画されている。</li> </ul> <p>&lt; 県政府・地区役場関係者の水力発電開発に対する意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県副代表 (Dzongrab) によると、県政府としては、シェムガン県は国内最後の生態系ホットスポットがあり、水力開発プロジェクトは生態系ゾーンに影響を与える可能性があるため、あまり積極的でない。</li> <li>➤ 地区役場ではプロジェクトを歓迎し、支援するという意向である。</li> </ul>

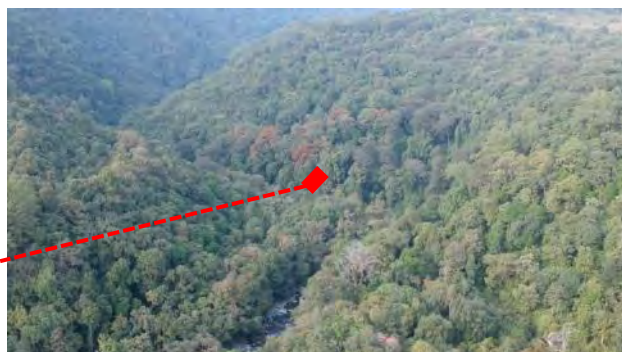


Photo 1 取水堰

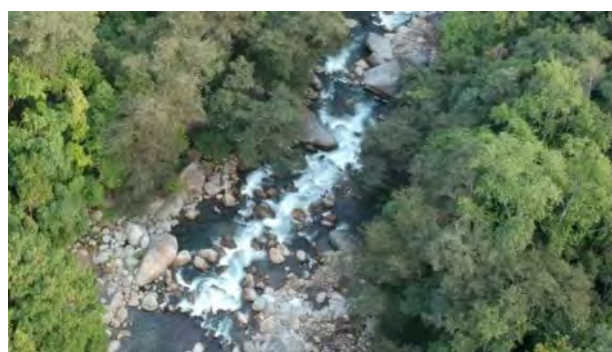


Photo 2 取水堰地点の河床堆積物

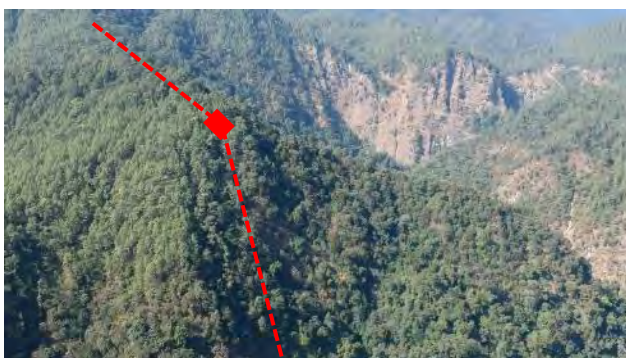


Photo 3 サージタンク



Photo 4 発電所地点

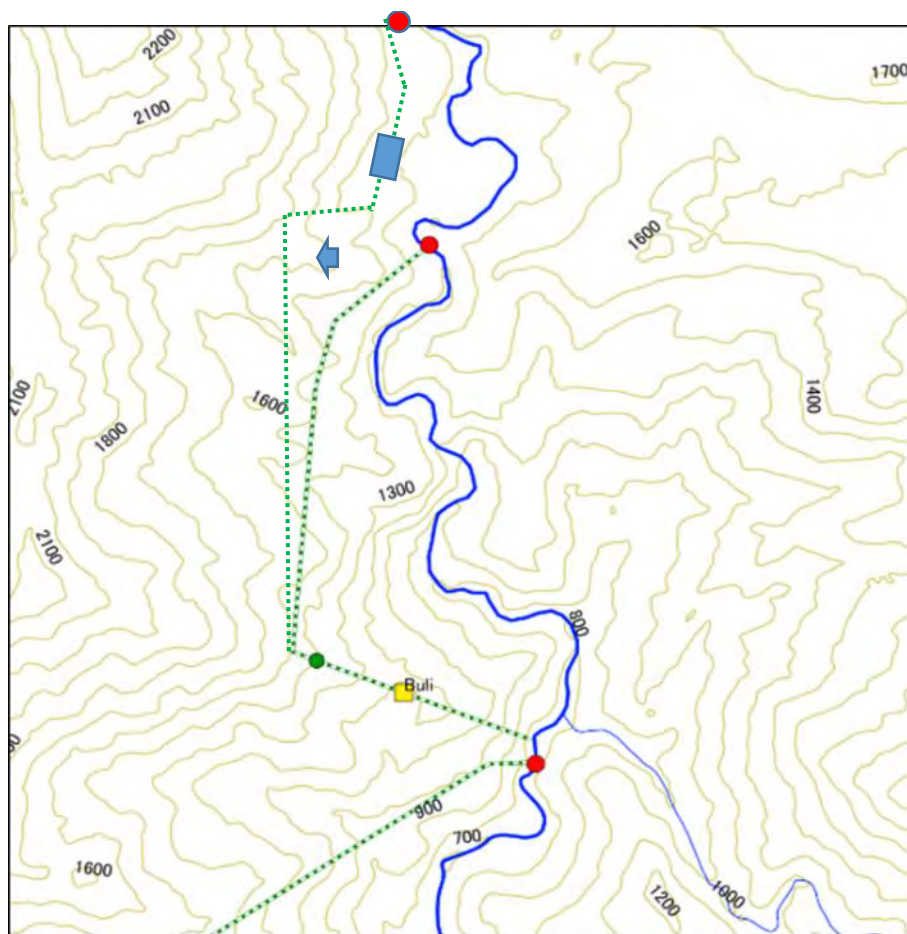


図 A 1-46 平面レイアウト (M-17)



図 A 1-47 水路縦断面図(M-17)

## 1.24 M-18: Nyekhar

主要データ	地点名	M-18: Nyekhar		調査日	22/11/2018 24/11/2018		
	水系名	Mangdechhu		河川名	Burgangchhu		
	ダム / 堰	緯度： 27° 7' 29.26" N		経度： 90° 47' 42.41" E			
	発電所	緯度： 27° 6' 11.32" N		経度： 90° 45' 21.77" E			
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 740 m	
	主要諸元	設備出力	43 MW		ダム/堰 高さ	5 m	
最大使用水量		15.9 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	30 m	
有効落差		399.9 m			水平水路延長	5,229 m	
集水面積		244 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： Nyekhar Village から放水口地点まで 2 km (Buli Village から 14km 間の既設道路の改修が必要) 発電所地点： 1 橋梁、 0 km					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。                      地点は、新原生代-オルドビス [?] 紀グレートヒマラヤ帯に属し、                      構造上下位のグレートヒマラヤ セクションのカンプリア～オルドビス 紀正片麻岩ユニット (GHlo)に位置する。                      急崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩；一般に優白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰り返すが、局所的には離れて分布する。東部ブータンに向かって厚くなるグレートヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンプリア紀 - オルドビス紀の花崗岩プルトンが変形したものと解釈される。</p>					
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口地点は Buli 計画の放水口直下流に位置する。</li> <li>➤ 2計画とも 1.0 m<sup>3</sup>/s で経過鵜されているので、比較案の一つとして、水路を Buli 計画の放水路に直結する案が考えうる。どちらかの計画の停止の影響を避けるため、連絡室、放水口および取水口の追加設備が必要となる。</li> <li>➤ 堰と取水口の建設には特段の問題はない。</li> </ul>					
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路は、Burgangchhu 右岸に設置する。左岸案では 30m の追加水頭が期待されるが、放水口が 1.9km 下流となるため、公園の corridor に接することになる。</li> <li>➤ 鉄管路は、地下設置で計画されていたが、踏査の結果、尾根が約 30 度と緩やかであるため、地表設置が可能である。</li> <li>➤ 地質状況としては、新鮮で塊状の片麻岩が導水路沿いに期待できる。導水路の岩盤は、推定 RMR 値；66 で、主として Class-II で構成されると予想される。</li> </ul>					
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地下 発電所については、地表に用地がないため、地下とする。</li> <li>➤ 周辺の地質は、塊状の片麻岩で構成されるため、発電所と放水路を地下に設置することは妥当と考えられる。</li> </ul>					



自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> <li>➤ 放水口は Mangdechhu の左岸にあり、Mangdechhu は Royal Manas 国立公園の境界線になっている。同公園のこの地域は多目的使用ゾーンである。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は主に亜熱帯広葉樹林に覆われている。放水口の近くはヒマラヤマツ林がある。</li> <li>➤ Jigme Singye Wangchuk 国立公園 Tingtibi 事務所の公園管理官によるとミミセンザンコウ (CR) がプロジェクト地域に生息している。魚類では、Putitor (Golden) Mahseer (EN) と Snow Trout (VU) が生息している。</li> <li>➤ シロハラサギについて (Tingtibi の公園事務所での 2018 年 11 月 24 日のインタビューによる)</li> <li>➤ Tingtibi 公園事務所でシロハラサギの活動をモニタリングしている。</li> <li>➤ 2014 年以降、一組のシロハラサギが周辺で繁殖している。2015 年から 2018 年の繁殖記録は以下の通り。2015 年雛 2 羽、2016 年雛 2 羽、2017 年雛 3 羽、2018 年雛 3 羽。巣は Mangdechhu 支流の Bertichhu (Tingtibi 上流約 5km) で確認されている。2018 年は本プロジェクトの放水口予定地の約 500m 上流の Mangdechhu 左岸で繁殖した。</li> <li>➤ シロハラサギは水量が減る冬季は Mangdechhu 沿いで採食し、夏は支流で採食する。シロハラサギは Snow Trout やその他の魚類を餌にしているようである。</li> <li>➤ シロハラサギは人間活動に敏感で、約 150m の距離を人間との間にとり、それ以下に近づくと飛び立つ。違法漁業がサギの採食活動を阻害し、サギは時に夜間に採食をする。そのために送電線 (または配電線) に衝突する。</li> <li>➤ インタビュー時、Tingtibi 公園事務所に若鳥の死体があった。公園管理官によると、この死体は (インタビューした日の) 5 日前に送電線の下で回収したものであった。死因は不明だが、この若鳥は送電線に衝突したと考えられる。</li> <li>➤ シロハラサギは埃っぽい場所や騒音が多い場所を嫌う。</li> <li>➤ Burgangchhu プロジェクトはシロハラサギに大きな影響を与える可能性がある。また Wangdigang のプロジェクトでも特別な配慮が必要である。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ナンコー地区役場からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、ナンコー地区役場からのヒアリングによるとプロジェクトにより影響を受ける文化遺産はない。</li> </ul>

	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は耕作地の一部を通過し、灌漑水路に影響がある可能性がある。</li> </ul> <p>＜県政府・地区役場関係者からの環境社会影響・開発効果への意見＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクトサイト周辺のナンコー地区のニャカー(Nyakhar)やツェルダン (Tsheldang) のコミュニティは地区内の比較では経済的に脆弱であり、本プロジェクトによる便益が期待される。</li> </ul> <p>＜県政府・地区役場関係者の水力発電開発に対する意見＞</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県副代表 (Dzongrab) によると、県政府としては、シエムガン県は国内最後の生態系ホットスポットがあり、水力開発プロジェクトは生態系ゾーンに影響を与える可能性があるため、あまり積極的でない。</li> <li>➤ 地区役場ではプロジェクトを歓迎し、支援するという意向である。</li> </ul>
--	-----	---

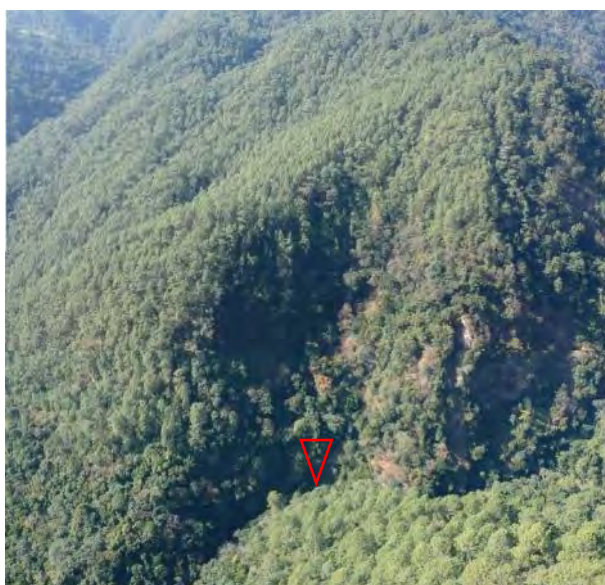


Photo 1 取水堰地点



Photo 2 取水堰地点 (Bird's-eye View)

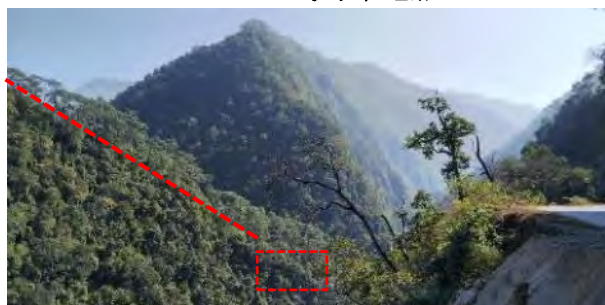


Photo 3 発電所及び水圧管路



Photo 4 発電所地点対岸の片麻岩の大岩塊

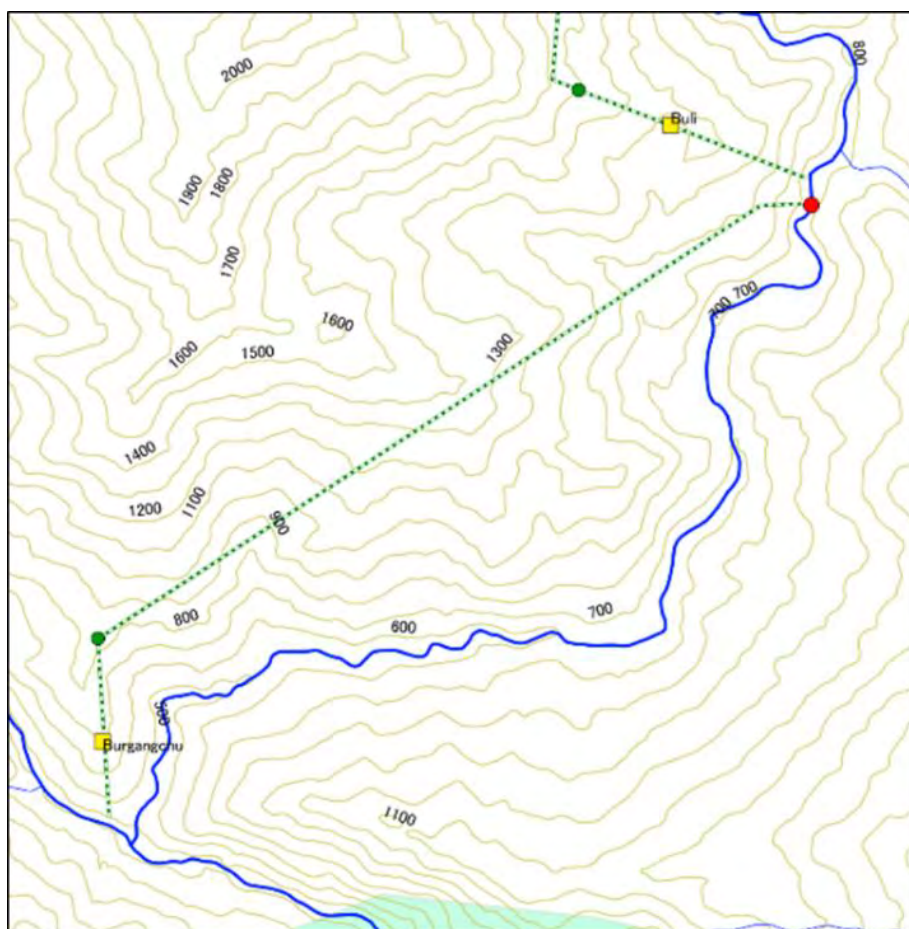


図 A 1-48 平面レイアウト (M-18)

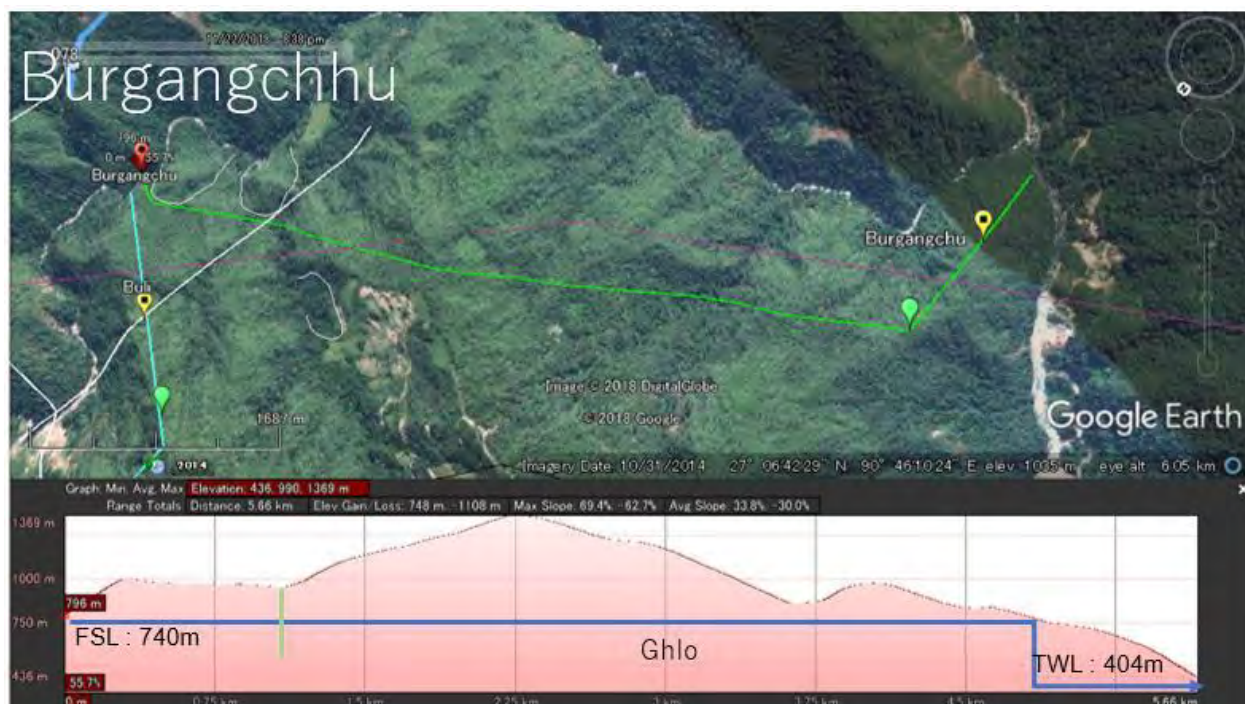


図 A 1-49 水路縦断面図(M-18)

### 1.25 C-7: Chamkharchhu-IV

主要データ	地点名	C-7: Chamkharchhu-IV		調査日	26/11/2018	
	水系名	Chamkharchhu		河川名	Chamkharchhu	
	ダム / 堰	緯度 : 27° 28' 48.18" N		経度 : 90° 48' 39.66" E		
	発電所	緯度 : 27° 24' 31.22" N		経度 : 90° 52' 58.04" E		
	タイプ	調整池式		基本諸元	ダム河床標高	EL 2,478 m
	主要諸元	設備出力	451 MW		ダム/堰 高さ	118 (40) m
最大使用水量		130.7 m <sup>3</sup> /s	堤頂長		160 m	
有効落差		399.9 m	水平水路延長		11,759 m	
集水面積		2,080 km <sup>2</sup>	有効貯水容量		22.7 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離		Bumthang から車で 1 時間 ダム地点 : 0 km, (既設道路 10 km 間の付け替えが必要) 発電所地点 : 1 橋梁、10 km			
水文	河川流量 (目視)		40 – 50 m <sup>3</sup> /s			
	河床堆積物		0.1 – 0.5 m (礫)			
地形・地質	地質概要		<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り</p> <p><b>【ダム】</b>                  計画地点の地質は、新原生代-オールドビス[?] 紀のグレートヒマラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレートヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分溶融およびしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では溶融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <p><b>【水路～発電所】</b>                  表層の地質は、オールドビス紀 若しくはより若い時代のテーチスーヒマラヤ帯の Chekha 累層に属する。</p> <p>黄褐色～灰色、細～中粒、急崖を形成する、東部および中部ブータンでは黒雲母白雲母ザクロ石片岩を伴う雲母質珪岩(Tangri and Pande, 1995; Long and McQuarrie, 2010)。Dang Chu クリップの中では、緑～白色、薄層の大理石を伴う。Lingshi 地域では、わずかに灰色の千枚岩と暗灰色の千枚岩質珪岩を伴い、黄褐色の、急崖を形成する大理石が優勢(Gansser, 1983)。上部は緑色片岩相が優勢 (Gansser, 1983)。層厚 2.2-4.0 km (Long et al., 2011B)。</p>			

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 踏査範囲においては、地すべりや岩盤クリープを示すような地形は認められない。</li> <li>➤ 全般に Chamkharchhu 左岸側の地形は急峻で急崖を形成することが多く、それに対して右岸側の地形は、緩やかな斜面を形成している。</li> <li>➤ 明瞭なリアメントは、確認できない。</li> <li>➤ 道路等の切土で確認できる地質は、片麻岩が主体である。</li> <li>➤ Chamkharchhu 沿いには、所々段丘面が確認された。</li> </ul>
	取水ダム地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 左右岸共に急崖を形成する (Photo 1)。</li> <li>➤ 地質は、非常に硬質な片麻岩が分布する (Photo 2, 3)。</li> <li>➤ 全体構造は、NE-SW 走向で南に 20° 傾斜している。</li> <li>➤ Joint が卓越しており、N60E/20SW(構造と同じ)、NS/70W、EW/80S の 3 方向が顕著である。</li> <li>➤ 開口割れ目が多く認められ、全体に緩み大きい (Photo 4)。</li> <li>➤ ダムに対して下流下がり方向となる N60E/20SW の節理は、所々密に卓越することがある (Photo 5)。</li> <li>➤ 河床部の堆砂は、全般に少ないと想定される (Photo 6, 7)。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路沿いの左岸側の地形は、全般に急崖を形成している (Photo 8)。</li> <li>➤ 地質は、右岸側からの観察で、片麻岩が分布すると想定される。</li> <li>➤ Long によると水路中央部付近に衝上断層が分布するとしているが、確認できていない。また、千枚岩の分布も確認できていない。</li> <li>➤ 水路内の岩級は、RMR 評価で 72、Class-II 主体となる。</li> </ul>
	発電所	ドローンで確認 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所地表部の尾根は、おおむね一様な傾斜となっており不安定な状況は認められない (Photo 9, 10)。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。しかし、ダムサイトから発電所建設位置までの下流域右岸 1,500m は国立公園 (Phrumsengla National Park) に接している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは「ツツジ属」、「カエデ属」が混植する広葉樹林である。発電所建設位置は、「シイ属」、「コナラ属」が混植する冷温帯・暖温帯広葉樹の混交林である。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「オグロヅル (VU)」、「ナナミヅサイチョウ (VU)」、「クリチャミヤマテッケイ (VU)」、「レッド・パンダ (EN)」、「ヒマラヤジャコウジカ (EN)」、「トラ (EN)」等の生息が確認されている (森林事務所資料による)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ダムサイト・湛水域> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ チュミ地区 (Chumey Gewog) に仮設建築物 4 軒 (製材所) が Khagangchhu の右岸にあり、水没する。プムタン中心地のチョコール地区 (Chhokor Gewog) では、耕作地が水没する。</li> </ul> <発電所サイト> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地区役場関係者によると、発電所サイトは放牧地で、同サイトの周辺に建物が残っている可能性がある (アクセス不可のため未確認)。</li> </ul>

	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトの2つの河川 (Chamkharchhu と Khagangchhu) が                  出会う場所に地元住民が奉る「Sengye namsumgi dra」と呼ばれる                  宝崖があり、事業実施によってこの崖と、崖近くにある小規模な                  仏塔 (choeten) が水没する。なお、Department of Culture (DOC)                  によると、同崖は国宝級の文化的な聖地である。</li> <li>➤ 僧院や仏舍利、仏教寺院、マニ車などのサイト計 9 件が湛水域の周                  辺 500m 圏内にある。</li> </ul>
	その他	<p>&lt;地元意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ チュミ地区役場関係者は、聖なる崖が部分的に水没することに関し                  て地元住民が反対しない限りにおいて、事業実施を歓迎するとのこ                  とである。</li> <li>➤ ウラ地区 (Ura Gewog) 役場関係者は、もし発電所サイトに私有地や                  建築物があつて何らかの影響を受ける場合、当該住民は地区中心部                  の代替地提供を望むであろうとした。</li> </ul> <p>&lt;県政府・地区役場関係者からの環境社会影響への意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 既存道路・橋梁が水没するため、近隣村落住民の往来に影響が出る。</li> </ul> <p>&lt;注&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県政府関係者によると、ブムタン中心地の湛水域は洪水地域として                  ハザードマップ上指定されており、同マップに基づき居住地や農地                  等の私有地はすべて権利を別の場所に移す (空地とする) ことにな                  っている。なお、同手続き向こう数年の予算配賦に基づく実施とな                  る。</li> </ul>
特記事項		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県政府関係者によると、上流地域に 108 の氷河湖があり、早期警                  報システムが設置されている。</li> </ul>



Photo 1 ダム地点

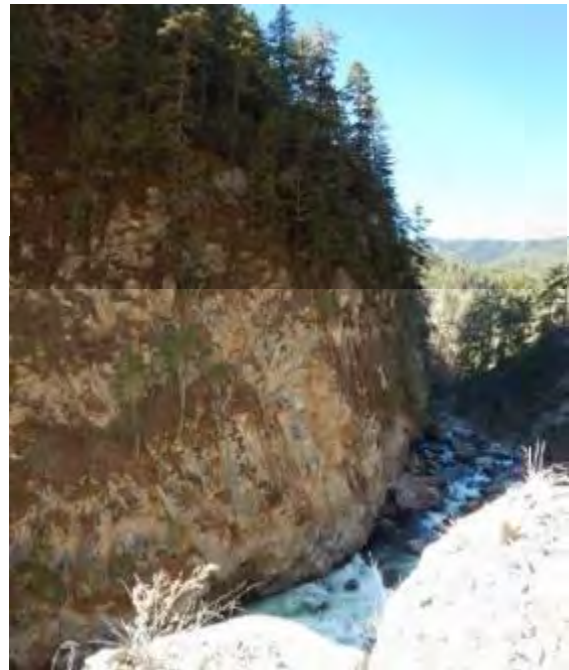


Photo 2 片麻岩 (右岸)



Photo 3 片麻岩 (左岸)



Photo 4 開口割れ目 (左岸)



Photo 5 節理卓越 (下流傾斜) ゾーン

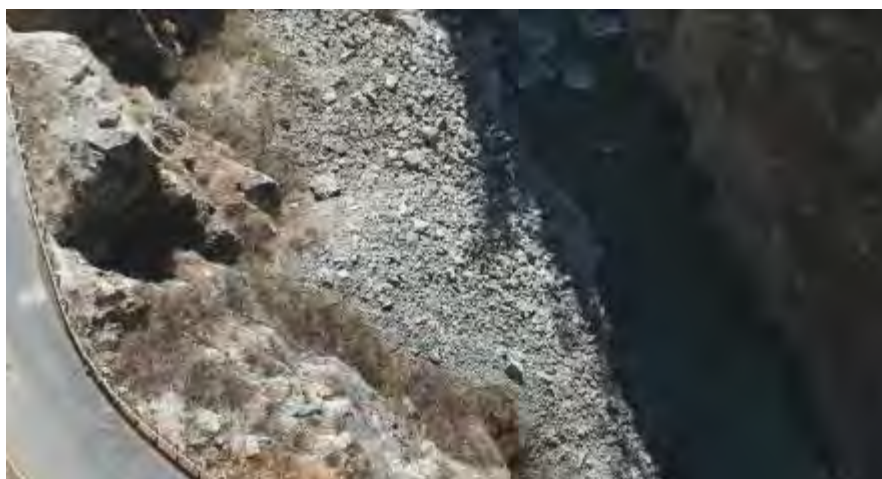


Photo 6 ダム地点の河床



Photo 7 ダム上流の河床



Photo 8 水路経過地



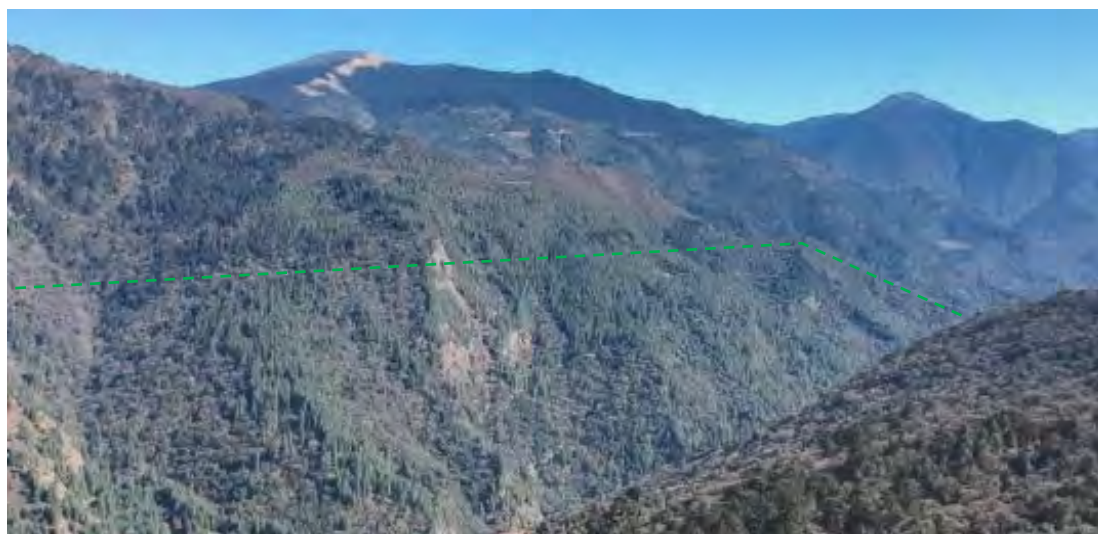


Photo 9 水路経過地およびサージタンク



Photo 10 発電所地点



Photo 11 右岸側の段丘面



図 A 1-50 平面レイアウト (C-7)

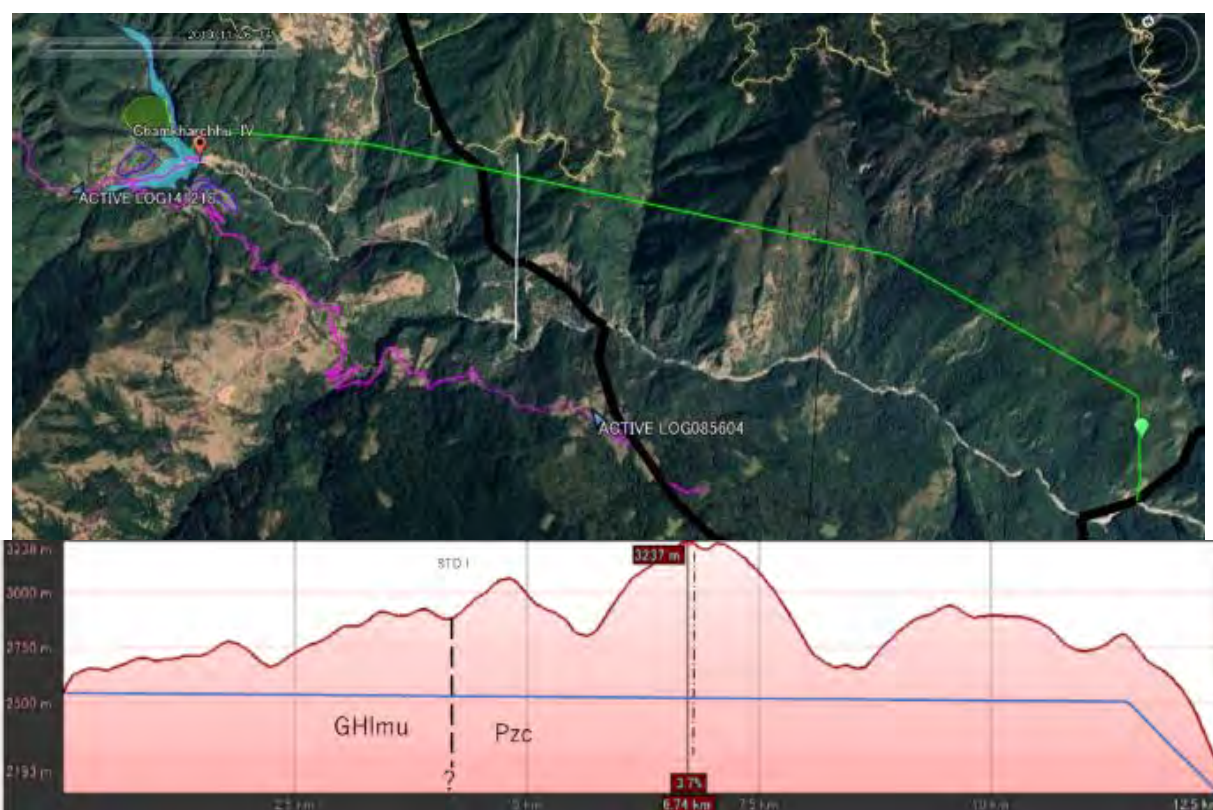


図 A 1-51 水路縦断面図(C-7)

## 1.26 C-10: Chamkharchhu-II\_Rev

主要データ	地点名	C-10: Chamkharchhu-II_Rev		調査日	21/11/2018	
	水系名	Mangdechhu		河川名	Chamkharchhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 16' 24.05" N		経度： 90° 55' 46.22" E		
	発電所	緯度： 27° 12' 8.26" N		経度： 90° 56' 49.74" E		
	タイプ	流れ込み式（調整池有）			ダム河床標高	EL 1,225 m
	主要諸元	設備出力	414MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		130.4 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		180 m
有効落差		368.3 m		水平水路延長		9,541 m
集水面積		2,525 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		1.2 MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点：発電所地点から地方道路 10km（改修必要） 発電所地点：0 km, Buli village から 25km（改修必要）			
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 計画地点の地質は、グレートヒマラヤ帯のうち構造上下位のグ レートヒマラヤユニットの上部変成岩群に属するカンブリア ～オルドビス [?] 紀の正片麻岩ユニット（GHlo）に属する。 崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩；一般に優 白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰り返す が、局所的には離れて分布する。東部ブータンに向かって厚くな るグレートヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンブリア紀 - オルドビス紀の花崗岩プルトンが変形したものと解釈される。</p> <p>➤ 左岸では北傾斜の緩斜面が概ね 2km おきに複数回繰り返す。 25 ° 程度の傾斜を有し、当地の地形を特徴づけている（ある 意味のケスタ）。緩斜面の一部は地すべり地形を呈し、耕作地 および集落として利用されている。</p>				
	取水ダム地点	<p>➤ サイトを直接観察できていないが、グーグルアース画像下の地 形観察結果に従い、当初計画地点から 0.3km 下流に移した。 ➤ ダムサイトは、V字型の急峻な地形をなす（Photo 1, 2）。した がって、コンクリート重力式ダムが適しており、堤体材料は、 1 km 上流側にある原石山候補地から容易に得ることができ る。 ➤ ダム及び取水口計画地点の直上流は過去の地すべり跡の地形 をなしているため、取水口はダムに隣接するように配置する （Photo 2）。</p>				
	水路経過地	<p>➤ 導水路としては、右岸が保護林に指定されていることから、左 岸に変更する。これにより、トンネルの施工のための取り付け 道路の設置が容易となる。 ➤ Chamkharchhu 左岸の崖には、中風化（MW）の層状の片麻岩 質岩が観察できる。導水路の岩盤等級は推定 RMR 値；63 と 見積もられる Class-II が想定される。地層境界は連続性が 高い不連続面となっていると想定され、被りの薄い区間では不 連続面沿いに挟在物や或いはそれが流されて空隙になってい る箇所が出現する可能性が高い。</p>				

	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所地点の地表は、段丘面状の平坦な地形で、被りは約200m ある。中風化(MW)の岩盤露頭が付近の広い範囲に観察できる。地下発電所空洞周辺は、堅硬で塊状の岩盤が期待できるが、連続性の高い上流緩傾斜の不連続面が 30~50m 間隔で出現することが想定される。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ オリジナル案では導水路（地下）の約半分が生物的回廊（TNP-JSWNP-RMNP：川の右岸）を通る予定だったため、導水路が左岸を通るレイアウトに変更し影響がないようにした。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Google Earth によると取水口と導水路は温帯広葉樹林に覆われている。放水口地域は亜熱帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ 近くの村（Nimshong）の村人によると、トラ（EN）とヒョウ（VU）が生息している。魚類では Putitor (Golden) Mahseer（EN）が生息している。</li> <li>➤ プロジェクト地域へのアクセス道路は既存道路を拡張するなどの工事が必要で、道路沿いの森林に影響がある。Tingtibi から Buli 経由の道は約 50km ある。Panbang からの既存道路の距離は不明。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、シンカー（Shingkar）地区役場および村落代表からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、シンカー地区役場からのヒアリングによるとプロジェクトにより直接影響をうける文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は Charkharchhu 左岸の村落や農地の下を通過する。</li> </ul> <p>&lt; 県政府・地区役場関係者からの環境社会影響・開発効果への意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトおよび発電所周辺の村落は、比較的距離のある未舗装道路によるアクセスしかなく、プロジェクトによる道路改良で教育と保健施設へのアクセス向上のインパクトが期待できる。</li> </ul> <p>&lt; 県政府・地区役場関係者の水力発電開発に対する意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県政府はマンデチュ水力発電プロジェクトの経験から、水力発電および関連インフラ建設工事に伴う爆発や振動が県政府の建物その他に与える影響に懸念があると述べていた。</li> <li>➤ また県政府は本プロジェクトの予備調査実施時から Charkharchhu 周辺村落の経済効果への期待があり、プロジェクト開始前からゲストハウス建設していることを懸念している。</li> <li>➤ 一方、地区役場関係者はプロジェクトが進むことを要望している。</li> </ul>



Photo 1 片麻岩露頭 (左岸)



Photo 2 ダムサイトおよび取水口



Photo 3 サージタンク



Photo 4 放水口地点

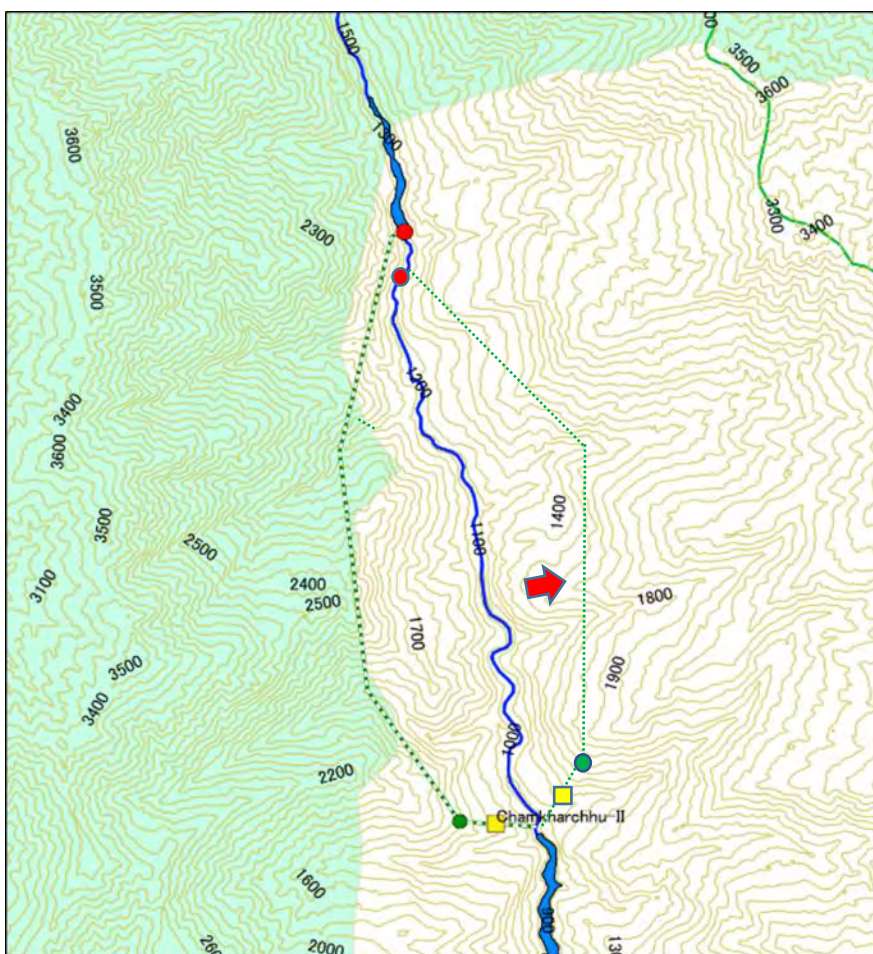


図 A 1-52 平面レイアウト (C-10)

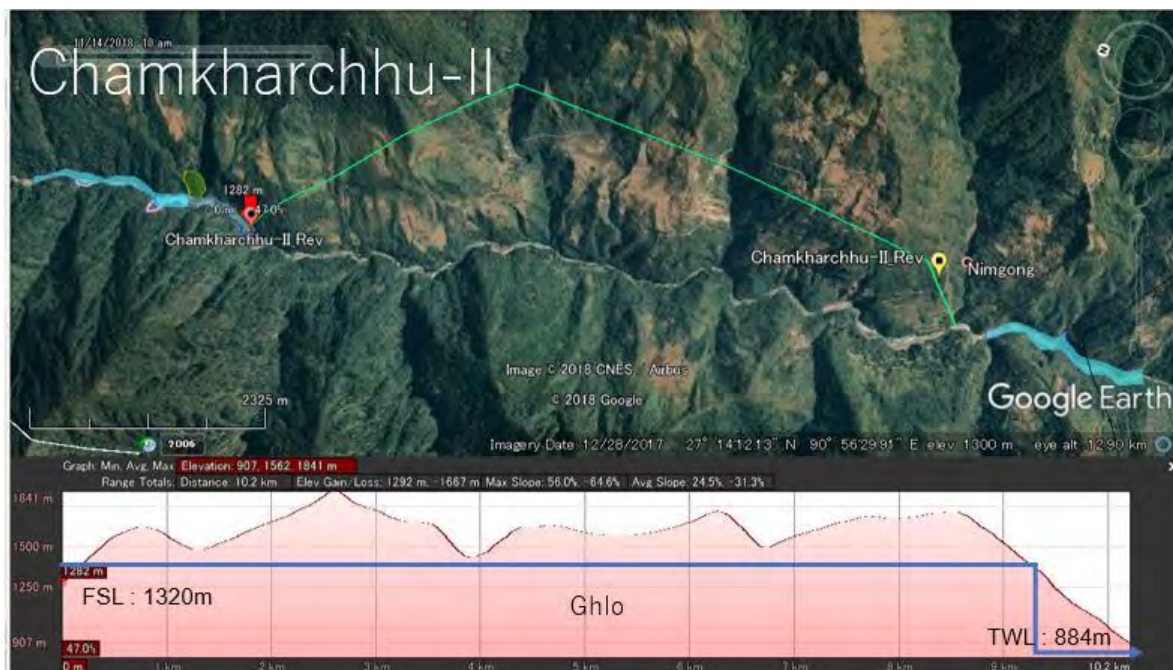


図 A 1-53 水路縦断面図 (C-10)

### 1.27 K-13: Minjey\_Rev

主要データ	地点名	K-13: Minjey_Rev		調査日	28/11/2018	
	水系名	Kurichhu		河川名	Kurichhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 34' 57.56" N		経度： 91° 12' 38.74" E		
	発電所	緯度： 27° 31' 3.84" N		経度： 91° 10' 25.40" E		
	タイプ	調整池式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,070 m
	主要諸元	設備出力	673 MW		ダム/堰 高さ	120 (15) m
		最大使用水量	381.5 m <sup>3</sup> /s		堤頂長	220 m
有効落差		204.6 m	水平水路延長		8,908 m	
集水面積		8,926 km <sup>2</sup>	有効貯水容量		52.2 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	既設道路 5km 間と 1 橋梁の付け替えが必要 ダム地点： 0 km 発電所地点： 1bridge and 0.5 km				
水文	河川流量（目視）	100 – 120 m <sup>3</sup> /s				
	河床堆積物	0.3 – 1.0 m（礫）				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。  <b>【ダム～発電所】</b>          計画地点の地質は古原生代レッサーヒマラヤ帯の Daling-Shumar 層群 Daling 累層 (pCd) で構成される。          下位の Shumar 累層(pCs)と同様の層相であるが、片岩と千枚岩が優勢である。珪岩は薄～中層厚、中粒の灰色石灰岩が稀に互層する。下部境界は Shumar 層(pCs)と漸移する (McQuarrie et al.,2008; Long et al.,2011A)。層厚は 2.3～3.2 km (Long et al.,2011A)。</p> <p><b>【湛水池】</b>          計画地点の地質は新原生代-オルドビス [?] 紀レッサーヒマラヤ帯の Jaishidanda 累層 (Pzj) に属する。          灰色、黒雲母に富む、一部灰色～黄褐色のザクロ石含有片岩と互層状。層状雲母薄層を含有し石質岩片に富む珪岩 (Bhargava,1995; Dasgupta,1995; Long et al.,2011A)。一般に 層厚 600-900 m、しかし Kuri 沿いでは 1,700m (Long et al., 2011A)。上部は緑色片岩、下部に向かって角閃岩相 (Gansser,1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 踏査範囲においては、地すべりや岩盤クリープを示すような地形は認められない。</li> <li>➤ 全般に右岸側は急峻で急崖を形成することが多いが、左岸側は、傾斜 40～50° の一様な斜面を形成している。</li> <li>➤ 明瞭なリニアメントは、確認できない。</li> <li>➤ 道路等の切土で確認できる地質は、片岩および片麻岩である。</li> <li>➤ Long によると湛水池内に MCT が分布することになるが、その露頭は確認できていない。ただし、露岩が少なく、周囲と比べ地形が比較的なだらかになる箇所があり、MCT はその領域を通過する可能性がある (Photo 1)。</li> </ul>				

	取水ダム地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 右岸は急崖を形成する (Photo 2,3)。左岸は 40~50° に一様に傾斜する斜面を形成している (Photo 5)。</li> <li>➤ 地質は、硬質な片岩が分布する (Photo 4)。</li> <li>➤ 左岸側の露頭は少なく、露岩は、割れ目が開口しており緩みが大きい (Photo 4)。また、左岸側は、右岸側と比較して未固結堆積物が厚く分布している可能性がある (Photo 5, 6)。</li> <li>➤ 全体構造は、EW 走向で北に 20~30° 傾斜している。</li> <li>➤ 河床部の堆砂は、全般に少ないと想定される (Photo 7)。</li> <li>➤ MCT が調整池内を通ると想定される。大きな移動岩塊のような地形が左岸側に見られ、ここが MCT の分布域である可能性がある (Photo 1)。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路沿いの右岸側の地形は、全般に急峻な斜面を形成しており、地すべりおよび岩盤クリープなどの不安定斜面は観察されていない。(Photo 15)。</li> <li>➤ 地質は、道路切土の観察から、Quartzite 主体で所々片岩が存在すると想定される。</li> <li>➤ Long によると右岸側には、Kurichhu 沿いに MCT が分布するとしているが、その分布は確認できていない。</li> <li>➤ 地質は主に珪岩が分布し、片岩の挟みがあると想定される。</li> <li>➤ 水路内の岩級は、RMR 評価で 63、Class-II 主体となる。</li> </ul>
	発電所	<p>ドローンで確認</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所計画位置の尾根は全体的に一様な勾配であり、岩盤クリープなどの不安定斜面は観察されていない (Photo 10)。</li> </ul>
	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイト、発電所は、コリドー区域内に位置し、コリドーの一部が湛水区域に含まれる。水路は、コリドーの地下を横切る。</li> <li>➤</li> </ul>
自然 / 社会環境	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは「ソテツ属」と混植する「ヒマラヤマツ」で覆われている。しかし、これらの「ヒマラヤマツ」は、河床より高い位置に生育しているため、水没の恐れは無い</li> <li>➤ コリドーは、「ナラ属」で構成される灌木と「ヒマラヤマツ」の混交林で覆われているが、森林の一部は、宅地、畑地に開墾されている。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「ヒョウ (VU)」、「トラ (EN)」、「ナナミヅサイチョウ (VU)」の生息が確認されている (公園事務所へのヒアリング結果)。</li> <li>➤ 下流に既設のダムがあるため、遡上性の魚類は確認されていない (公園事務所ヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 30 エーカー (およそ 12ha) の私有地 (稲作地、法人所有地、宅地 (17 区画)、家畜飼育地、車庫) が水没する恐れがある。 <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul> </li></ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ハイウェイ沿いの仏塔一件が水没する恐れがある。また、聖人が訪れた洞窟 (Amdrangchu Zham) 他仏塔やマニ車周辺にある。</li> </ul>



その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現在指定されているコリドーは、動物の移動経路として利用されていないことが確認されたので、現在作成中の保護区域管理計画では、コリドーの指定を解除することになっている（公園事務所ヒアリング結果）。</li> </ul> <p>&lt;地元意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ミンジェイ地区（Minjey Gewog）地区長によると、被影響住民は歓迎しない可能性はあるが、その他の地元住民は事業実施に合意するであろうとのことである。</li> </ul> <p>&lt;県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 県全体の平均に比して、当該地域住民の生活レベルは良好である。就業機会や地元交易、ビジネスなどの創出が期待される。</li> </ul> <p>&lt;予見される環境社会影響&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 私有地の他、宗教法人所有地 0.37 エーカー（0.15ha）、所有者不明地 0.26 エーカー（0.1ha）、法人所有地 0.1 エーカー（0.04ha）、政府機関所有地（オレンジ農園）1.9 エーカー（0.76ha）が、それぞれ事業実施によって水没する。</li> <li>➤ 既に良好な道路網が存在しており、事業実施によって既存ハイウェー、農道、橋梁に影響が生じる。</li> </ul> <p>&lt;県・地区レベルで既に計画されている地域開発&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 既存農道のメンテナンスや給水スキーム等が第 12 次 5 年計画に含まれる。</li> </ul>
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 重要な火葬場（敷地標高 1,780m）が調整池末端部に位置する（Photo 11）ことから、満水位を EL.1820 m から EL. 1770 m（50m）に下げることとした。</li> </ul>



Photo 1 MCT 分布域



Photo 2 ダム軸

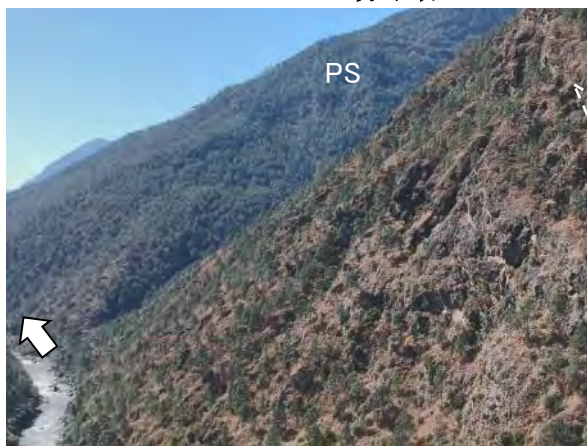


Photo 3 ダム軸右岸



Photo 4 ダム地点左岸 (緩みのある片岩)



Photo 5 ダム軸左岸



Photo 6 ダム軸左岸



Photo 7 ダム地点付近の河床

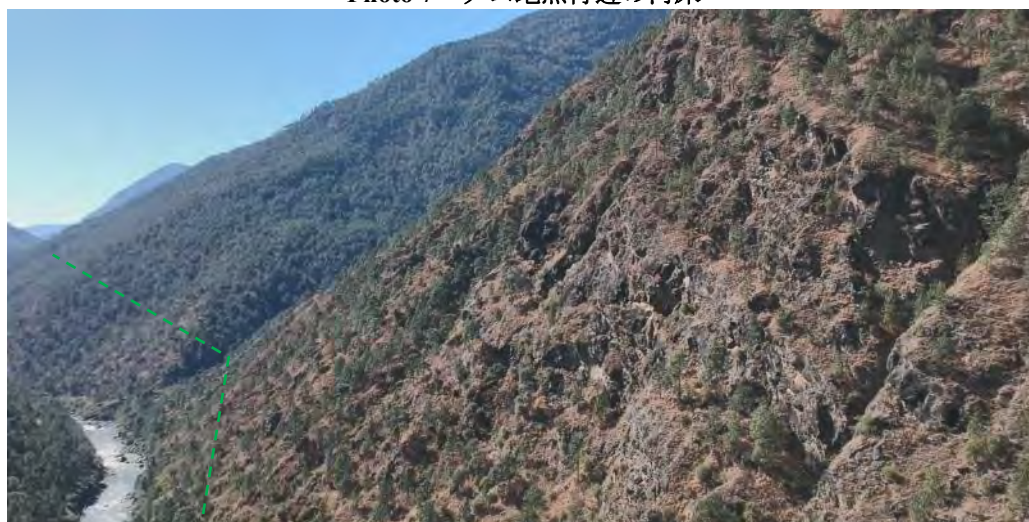


Photo 8 水路ルート (取水口側)



Photo 9 水路ルート (発電所側)



Photo 10 発電所地点



Photo 11 火葬場 (Kurichhu との合流点)

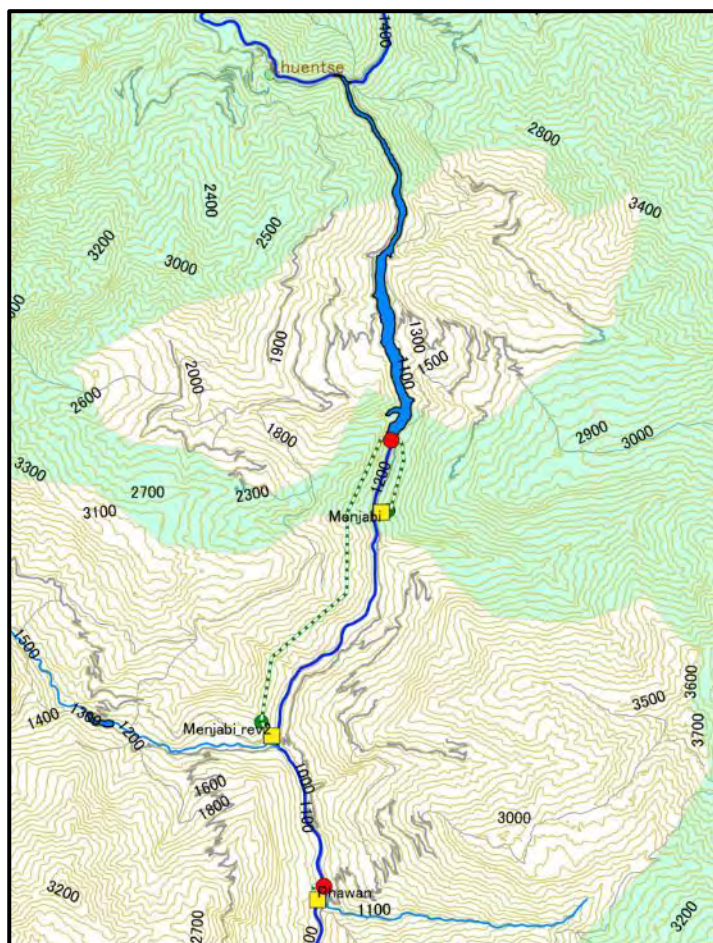


図 A 1-54 平面レイアウト (K-13\_Rev)

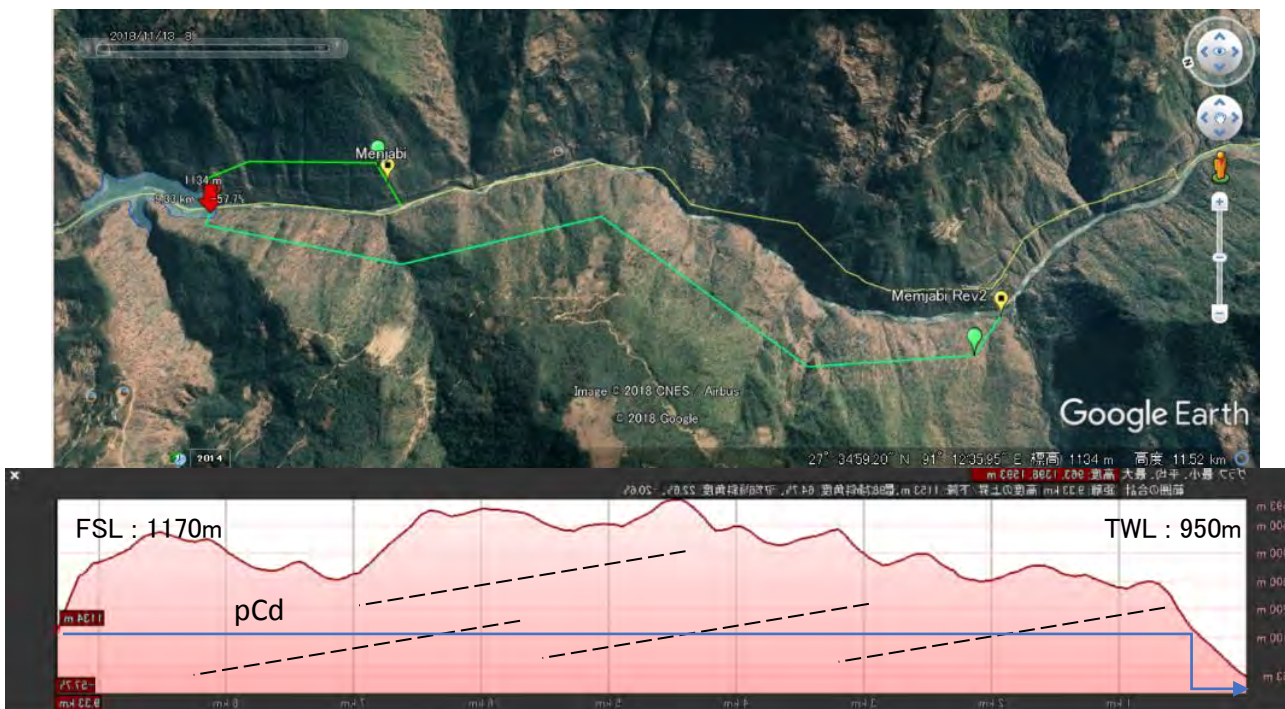


図 A 1-55 水路縦断面図(K-13\_Rev)

## 1.28 K-15: Phawan

主要データ	地点名	K-15: Phawan		調査日	28/11/2018			
	水系名	Kurichhu		河川名	Kurichhu			
	ダム / 堰	緯度： 27° 29' 0.53" N		経度： 91° 10' 58.57" E				
	発電所	緯度： 27° 28' 50.15" N		経度： 91° 10' 50.62" E				
	タイプ	調整池式		基本諸元	ダム河床標高	EL 905 m		
	主要諸元	設備出力	499 MW		ダム/堰 高さ	185 (30) m		
		最大使用水量	401.2 m <sup>3</sup> /s		堤頂長	460 m		
有効落差		144.2 m			水平水路延長	600 m		
集水面積		9,388 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	112.6 MCM		
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 0.5 km 発電所地点： 0.5 km						
水文	河川流量（目視）	100 – 120 m <sup>3</sup> /s						
	河床堆積物	0.3 – 1.0 m（礫）						
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。 調査地の地質は、グレーターヒマラヤ帯のうち構造上下位のグレーターヒマラヤユニットの上部変成岩群に属する新原生代 Daling-Shumar 層群 Shumar 累層 (pCs)の分布域にある。 淡灰～白色、褐色風化、極細粒、中～高層厚、急崖を成す珪岩。薄～厚層、緑色、上部に行くほど普遍的になる変形し引き摺り変形した石英のレンズを有する白雲母-黒雲母片岩および千枚岩と互層する。Kuri 溪谷沿いで 6 km の層厚に及ぶことを除けば、層厚は 1-2 km (Long et al.,2011A)。上部は緑色片岩相 (Gansser,1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 踏査範囲においては、地すべりや岩盤クリープを示すような地形は認められない。</li> <li>➤ 全般に右岸側は急峻で急崖を形成することが多いが、左岸側は、傾斜 40～50° の一様な斜面を形成している。</li> <li>➤ 明瞭なリニアメントは、確認できない。</li> <li>➤ 道路等の切土で確認できる地質は、珪岩、片岩である。</li> <li>➤ Long によると湛水池上流の右岸側に MCT が分布することになるが、その露頭は確認できていない (Photo 1)。</li> </ul>						
	取水ダム地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 右岸は急崖を形成する (Photo 2, 3)。左岸は 40～50° に一様に傾斜する斜面を形成している (Photo 2, 4)。</li> <li>➤ 地質は、硬質な珪岩が主体で片岩が所々挟在している (Photo 5)。</li> <li>➤ 左岸側の露頭は少なく、未固結堆積物が厚く分布している可能性がある (Photo 6)。</li> <li>➤ 全体構造は、所々弱い褶曲が認められるが、全体には EW 走向で北に 10～20° 傾斜している (Photo 3)。</li> <li>➤ 右岸側では N70W/80SW 方向の節理が明瞭である (Photo 3)。</li> <li>➤ 河床部には、河床砂礫が厚く堆砂していると想定される (Photo 7)。</li> </ul>						

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水路沿いの右岸側の地形は、全般に急峻な斜面を形成している。</li> <li>➢ 地質は、道路切土の観察から、珪岩主体で所々片岩が介在すると想定される。</li> <li>➢ 水路内の岩級は、RMR 評価で 56、Class-III 主体となる。</li> </ul>
	発電所	ドローンで観察 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 発電所地表部の尾根は、急峻な地形を呈しており、不安定な状況は認められない (Photo 8, 9)。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ サイトは保護区域外である。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ダムサイトは「アカギ」、「タイ・オーキッドツリー」等の広葉樹と「ヒマラヤマツ」に覆われている。ダムサイトの左岸側の一部には、「ビルマネムノキ」、「ヨーロッパアカマツ」、「ムクロジ」が植栽されている。これらの植栽木は、湛水区域に含まれ水没する。</li> <li>➢ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「ヒョウ (VU)」、「トラ (EN)」、「ナナミゾサイチョウ (VU)」の生息が確認されている (森林事務所へのヒアリング結果)。</li> <li>➢ 下流に既設のダムがあるため、遡上性の魚類は確認されていない (森林事務所ヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 裸地 6 エーカー (およそ 2.4ha) が水没する。また、稲作地 (5 件)、オレンジ農園 (1 件) がそれぞれ部分的に水没する。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 湛水域のすぐ下流に聖なる金魚石が 2 つある (河川域内)。ツェンカル地区 (Tsenkhar Gewog) では、同サイトを第 12 次 5 年計画下で整備する計画であり、Tourism Council に対して歩道を整備するよう要請している。</li> </ul>
	その他	<地元意見> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 地区役場関係者は前向きな姿勢を示している。</li> </ul> <県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ルンツェ県 (Lhuntse Dzongkhag) 全体の平均に比して、当該地域住民の生活レベルは良好である。就業機会や地元ビジネスなどの創出が期待される。</li> </ul> <予見される環境社会影響> <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 既に良好な道路網が存在しており、事業実施によって既存ハイウェイ、農道の一部、橋梁 4 件に影響が生じる。</li> <li>➢ 農業省施設 (鶏農場・乳業農場) が水没する。同農場ではブータン国内の地元種が集められており、地元住民も雇用されている。</li> </ul>



Photo 1 MCT 分布域



Photo 2 片麻岩 (右岸)



Photo 3 珪岩 (右岸)

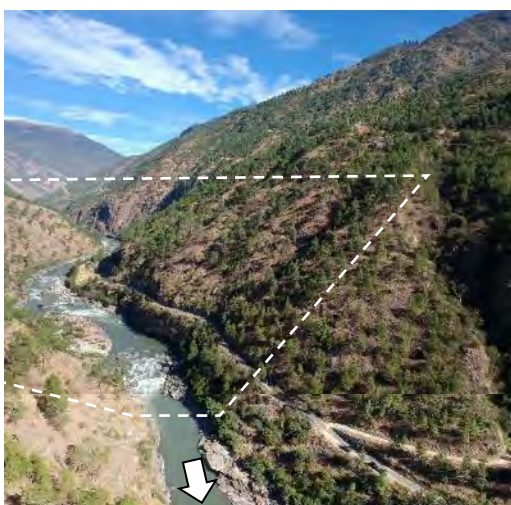


Photo 4 ダム左岸



Photo 5 ダム軸周辺露頭 (珪岩)  
(片岩を狭在する)





Photo 6 左岸の未固結堆積物



Photo 7 河床砂礫



Photo 8 水圧管路および発電所地点

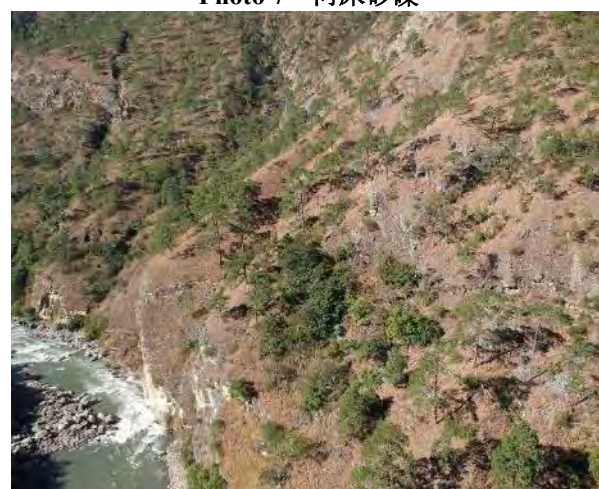


Photo 9 発電所地点 (拡大)

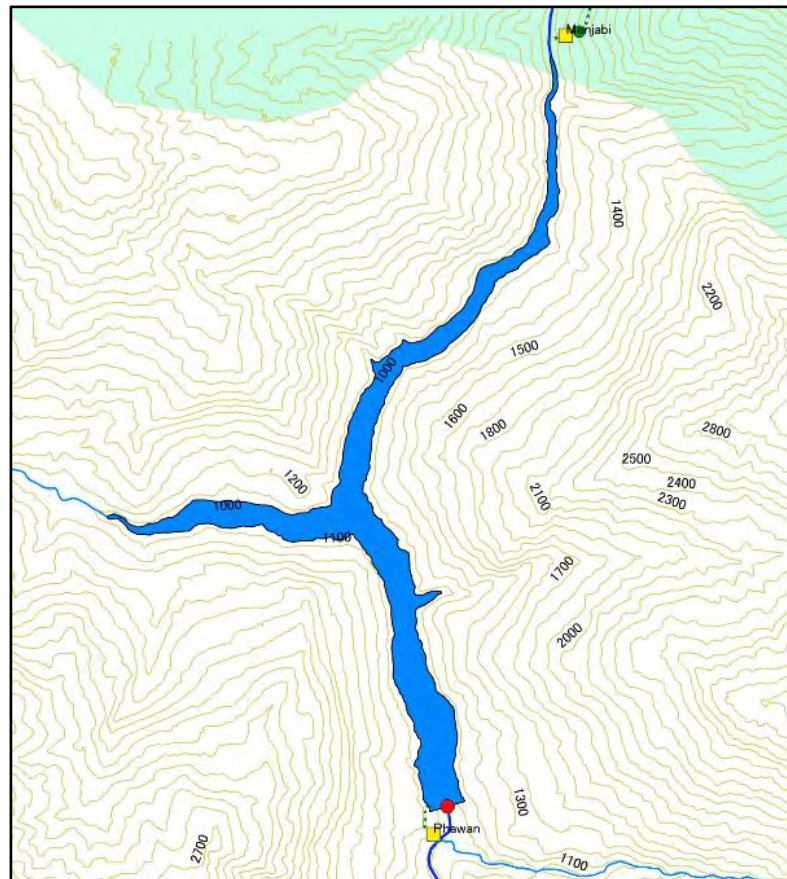


図 A 1-56 平面レイアウト (K-15)

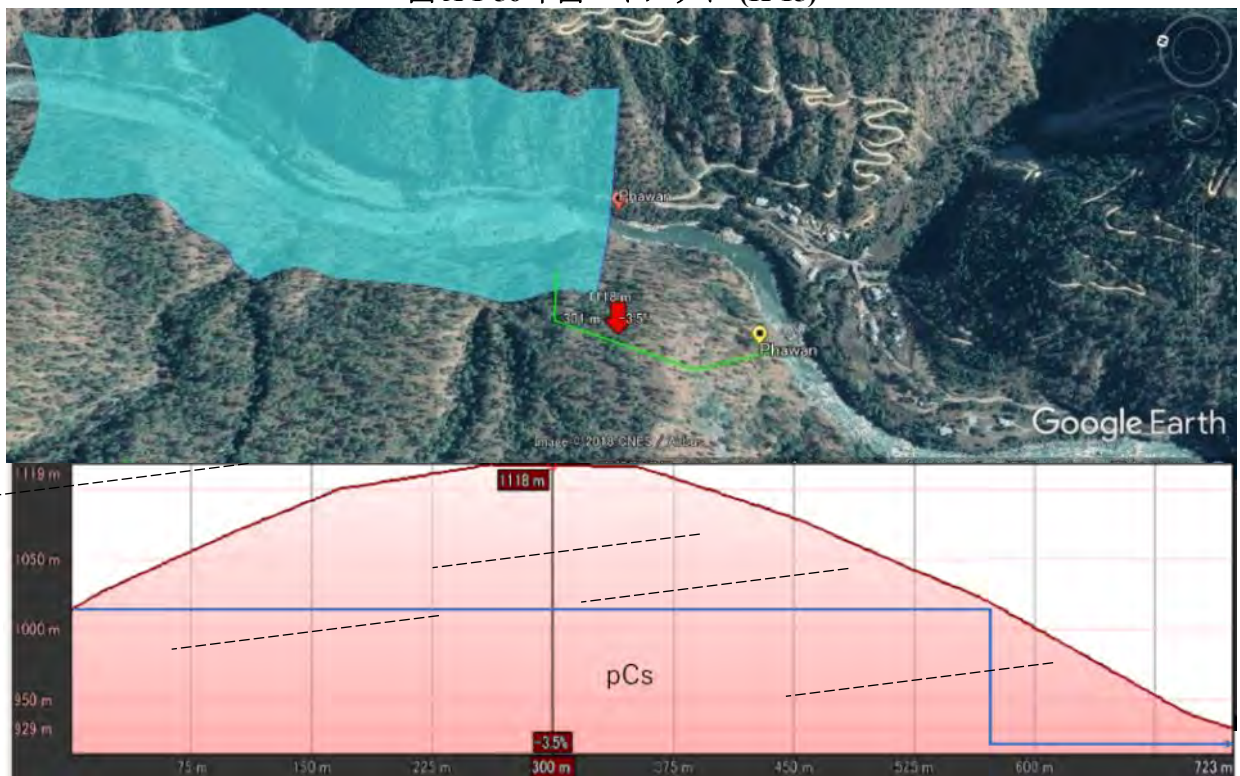


図 A 1-57 水路縦断面図 (K-15)

### 1.29 G-6: Khamdang\_Rev

主要データ	地点名	G-6: Khamdang_Rev		調査日	2/12/2018	
	水系名	Gongri		河川名	Tawangchhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 28' 48.69" N		経度： 91° 38' 42.40" E		
	発電所	緯度： 27° 26' 36.59" N		経度： 91° 34' 46.32" E		
	タイプ	流れ込み式（調整池有）			ダム河床標高	EL 957 m
	主要諸元	設備出力	512 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		440.1 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		150 m
有効落差		134.9 m		水平水路延長		9,652 m
集水面積		7,286 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		0.8 MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 5 km 発電所地点： 0 km				
水文	河川流量（目視）	120 – 150 m <sup>3</sup> /s				
	河床堆積物	0.3 – 1.0 m (礫)				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマ                  ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤ                  セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびし                  ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、お                  よび珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融                  のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンで                  は珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and                  McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所付近には片岩および片麻岩が分布している。Long の地                      質図を考慮すれば、ダム～発電所には、同様な地質分布が想定                      される。</li> <li>➤ Google Earth によれば、ダム～発電所付近では、規模の大きな                      崩壊や明瞭なリニアメントは確認できない。</li> <li>➤ 本川と沢の合流部には、扇状地が多くみられる。</li> <li>➤ ダム湛水池末端部はインドとの国境に近い。</li> </ul>				
	取水ダム地点	<p>ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム軸左右岸の斜面は、40～50° の一様な傾斜を呈している。                      地すべりや岩盤クリープは認められない (Photo 1, 2)。</li> <li>➤ 河床砂礫の分布は不明瞭である。ダム下流約 2km の右岸側                      には、規模の大きな扇状地が認められる (Photo 3)。</li> </ul>				

	水路経過地	<p>ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路沿いの地質は確認できていないが、発電所サイトと同等の地質性状であるとすれば、水路内の岩級は、RMR 評価で 56 となり Class-III 主体になると考えられる。</li> <li>➤ 水路中央部に扇状地堆積物の分布が確認できるが、水路は当該箇所を避けて計画すれば問題ないと判断される (Photo 4, 5)。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所サイト周辺は急崖を形成している。岩盤クリープ等、斜面の不安定化は認められない (Photo 6, 7)。</li> <li>➤ 発電所サイト周辺の地質は、非常に硬質な片麻岩および片岩が露頭している (Photo 8)。周囲は露岩が少なく、未固結堆積物が厚く分布している (Photo 9)。</li> <li>➤ 地質構造は、NW-SE 走向で、北に 10~20° 傾斜している。またこの方向で節理が卓越している。</li> <li>➤ 上記の通り、水圧管路ルートおよび発電所位置をオリジナル案の下流に分布する堅硬な片麻岩/片岩が露頭する位置に移動した。</li> <li>➤</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。</li> <li>➤ 2018 年現在、森林・公園局が策定中の新保護区管理計画案では、当プロジェクト区域はコリドーに含まれる (森林事務所でのヒアリング結果)。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは、「フトモモ属」の温帯広葉樹が混植する「ヒマラヤマツ」の疎林である。ダム建設に伴い、「フトモモ属」の樹木は、水没するが、「ヒマラヤマツ」は河床より高い位置に生育するので、水没の恐れは無い。</li> <li>➤ 地下に建設される水路の地上の植生は、森林火災の後の自然更新された、広葉樹の灌木林である。</li> <li>➤ 発電所建設予定地は、急峻な山腹に、広葉樹の灌木が疎らに生育する露岩地域である。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「トラ (EN)」、「ファイヤールトン・モンキー (VU)」、「ヒョウ (VU)」の生息が確認されている (地元住民へのヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 稲作地が水没する (トエシヨ地区 (Toetsho Gewog) Manam 村)。マッシュルーム、レモングラスなどの農作物及び竹が影響を受ける。</li> <li>➤ 湛水域付近では、トエシヨ地区の住民が冬期に牛を放牧している。</li> <li>➤ 小規模ながら湿地がダムサイト付近に確認される。</li> </ul> <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>

その他	<p>&lt;地元意見&gt;</p> <p>カンドン地区 (Khamdang Gewog) とトエシヨ地区の役場関係者によると、地元住民は水力発電開発を長年待ち望んでおり、トエシヨ地区の地区長は、地元住民の利益に資するため、トランジットキャンプを地区内に設置することを提案した。</p> <p>&lt;注&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ゴンザラ・ニュー (Gongzala nye) と呼ばれる聖地が水路末端にあり、ブータン国内でも最も聖域とされる地点の一つである。また、水路上部にはオンバ・ニュー (Omba Nye) がある。冬期には多くのブータン人がこれらの聖地を訪れるため、県政府はトレッキングコースの創設を計画している。</li> <li>➤ Manam 村ではダクパ語 (Dakpa language) が使用され、年中行事はブータンの他地域とは異なる独特のものである。</li> <li>➤ 村は国境に接するため、道路アクセスが設けられていない。県政府は、今後も道路整備の予定はないとしている。</li> <li>➤ クロンチュ水力発電所 (Kholongchhu HPP) のベースキャンプ (colony) 設営にあたり、同計画地内の私有地の代替地提供と現金補償が行われている。代替地 (8 エーカー : 18 世帯所有) は本事業の発電所サイト周辺にあり、18 世帯に割り当てられたばかりである。</li> <li>➤ Manam 村の稲作地は湿地にあり、政府が保全を図っている。湿地面積が限られるため、県政府関係者は本事業による湿地利用は好ましくないとしている。</li> </ul>
特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム地点はインドとの国境付近で非常にセンシティブな領域であることから、地方行政から調査は許可されなかった。</li> </ul>



Photo 1 下流からダム展望



Photo 2 ダム地点



Photo 3 ダム下流の扇状地



Photo 4 水路ルート



Photo 5 水路ルート



Photo 6 水圧管路および発電所地点



Photo 7 移動した発電所地点の露頭



Photo 8 片岩露頭



Photo 9 未固結堆積物

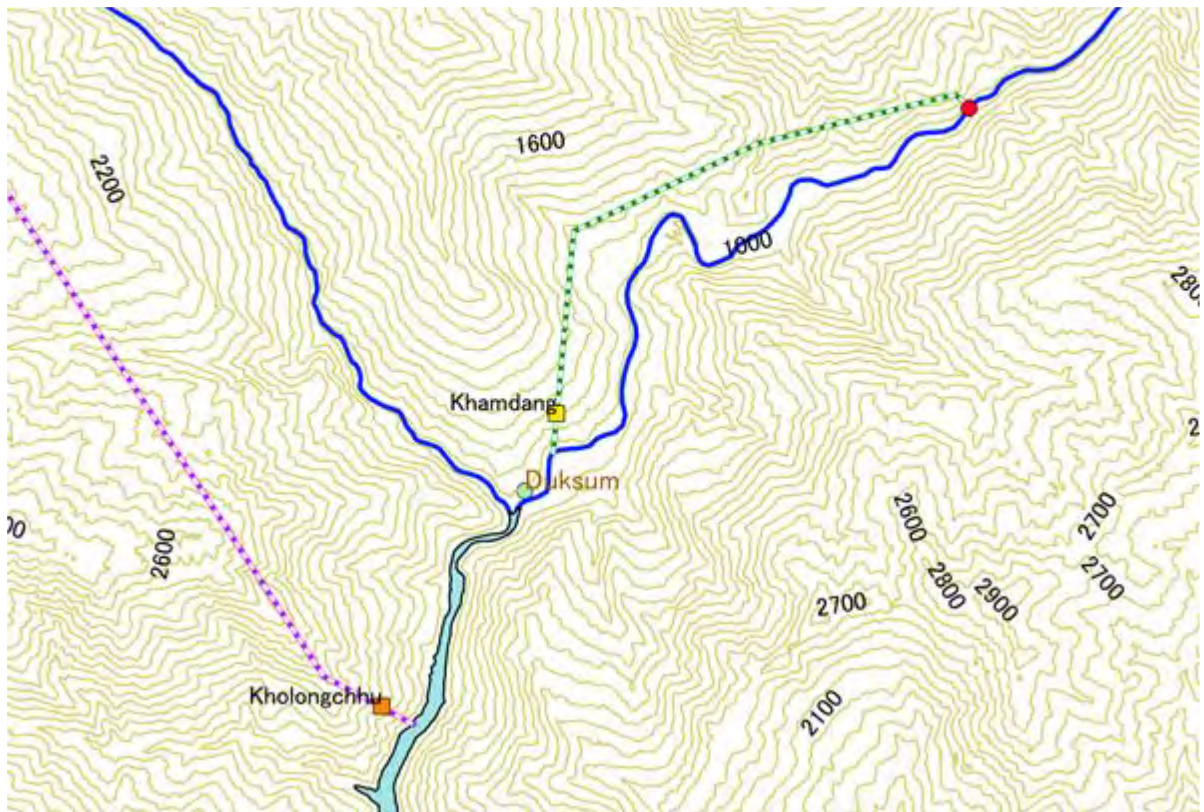


図 A 1-58 平面レイアウト (G-6)

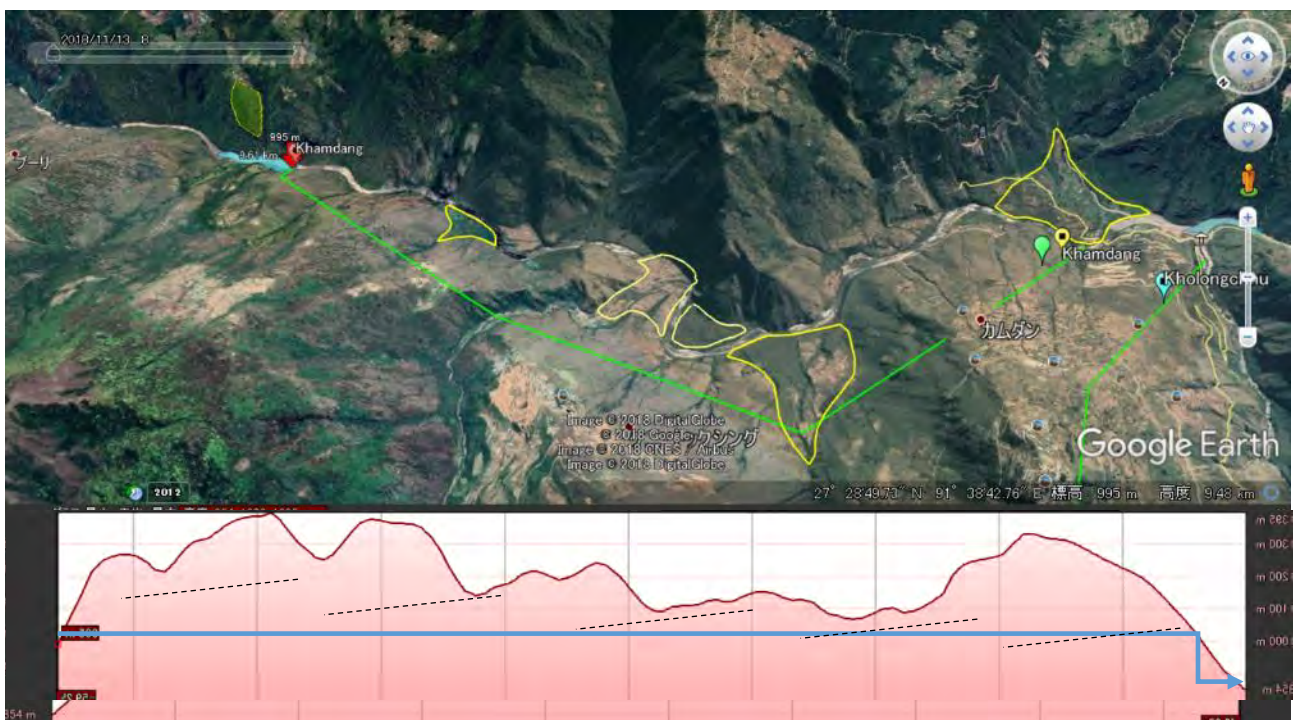


図 A 1-59 水路縦断面図(G-6)



### 1.30 G-7: Gongri\_Rev

主要データ	地点名	G-7: Gongri_Rev		調査日	3/12/2018		
	水系名	Gongri		河川名	Gongri		
	ダム / 堰	緯度： 27° 22' 50.27" N		経度： 91° 33' 37.08" E			
	発電所	緯度： 27° 21' 15.59" N		経度： 91° 33' 20.49" E			
	タイプ	調整池式			ダム河床標高	EL 722 m	
	主要諸元	設備出力	546 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ	130 (27) m
		最大使用水量	523.7 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	335 m
有効落差		120.9 m		水平水路延長		3,963 m	
集水面積		8,669 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		48.2 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	既設道路 4km 間を移設する必要がある。 ダム地点： 0 km 発電所地点：1 橋梁、0.3km					
水文	河川流量（目視）	120 – 150 m <sup>3</sup> /s					
	河床堆積物	0.3 – 1.0 m (Boulder)					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り                  計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマ                  ラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤ                  セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびしば                  しば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、およ                  び珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融の                  ない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは                  珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie,                  2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイト～発電所付近にかけては片麻岩および片岩が分布し                      ている。</li> <li>➤ Google Earth によれば、ダム～発電所付近では、規模の大きな                      崩壊や明瞭なリニアメントは確認できない。</li> </ul>					
	取水ダム地点	<p>ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム軸計画箇所は、当初案では右岸側で厚く未固結堆積物が分                      布しておりダム軸として好ましくないことから、約 2km 上流                      側に変更した。</li> <li>➤ ダム軸左右岸の斜面は、急崖を形成している。地すべりや岩盤                      クリープは認められない (Photo 1, 2, 3)。</li> <li>➤ 変更ダム軸付近の地質は片麻岩が主体で、一部片岩が分布して                      いる。片麻岩は非常に硬質である (Photo 5)。</li> <li>➤ 全体構造は、EW 走向で南に 20° 傾斜している。</li> <li>➤ 片麻岩中には、まれには規模の小さなシアーズンが確認され                      る。幅 10 数cm程度で、全体構造と調和的に EW 走向で南に 20°                      傾斜している (Photo 6)。</li> <li>➤ ダム軸付近の河床砂礫の分布は、規模が小さい (Photo 7)。</li> </ul>					

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム直下流左岸側には、扇状地堆積物が広く分布している (Photo 8)。</li> <li>➤ 河床砂礫の分布の規模は小さく (Photo 7)、扇状地がダムの下流左岸側に広く分布する (Photo 8)。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路の位置は、当初右岸側を計画していたが、右岸側は未固結堆積物が広く分布していることから、左岸側に変更した。</li> <li>➤ 右岸道路の切土の地質状況から、水路沿いの地質は、片麻岩および片岩であると想定される (Photo 9)。水路内の岩級は、RMR 評価で 70 となり Class-II 主体になると考えられる。</li> </ul>
	発電所	<p>ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所サイト周辺は、40～50° の一様な急斜面を形成している。岩盤クリープ等、斜面の不安定化は認められない (Photo 10)。</li> <li>➤ 発電所位置は、当初計画では尾根中心部を通るように計画されていたが、尾根先端部がやせ尾根であることから、Gamrichhu 側に変更した (Photo 11)。</li> <li>➤ 発電所サイト周辺の地質は、片麻岩および片岩である。未固結堆積物の層厚は薄い (Photo 12)。</li> <li>➤ 地質構造は、Drangmechhu 沿いの道路切土から、N30W/30～40NE と想定される。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外である。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは、「フトモモ属」の温帯広葉樹が混植する「ヒマラヤマツ」の疎林である。ダム建設に伴い、「フトモモ属」の樹木は水没するが、「ヒマラヤマツ」は、河床より高い位置に生育するので、水没の恐れは無い。</li> <li>➤ 地下に建設される水路の地上の植生は、「ヒマラヤマツ」の疎林である。</li> <li>➤ 発電所建設予定地は、河川山腹斜面に生育する「ハンノキ」と山腹中腹に疎らに生育する「ヒマラヤマツ」の混交林である。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「ソテツ属 (VU)」の生育が確認されている。しかし、これらの植生は山腹の中腹に生育するので、水没の恐れは無い。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 56 エーカーが水没する。稲作地（少なくとも 12 世帯が土地所有権を有している。）と宅地（4 世帯居住）が主となっている。</li> </ul> <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>

	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ブータン国内でも最も重要な文化遺産であるゴムコラ寺院と水辺の聖地が水没する可能性があることに関し、DOC 及び県政府から強い懸念が示されている。DOC は、何らかの回避策または緩和策が講じられることを必要条件としている。なお、計画では、ゴムコラ寺院は水没の可能性はないものの、水辺の聖地が水没する。</li> <li>➤ 仏塔 1 件や聖なる石なども湛水域に位置し、周辺に複数の遺産の存在が確認されている。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地元では雇用機会が少なく、子どもや親戚を頼ってティンプーやパロなどの都会に移り住む地元住民が多い。当該地域の地区においても、登録のある家屋のおよそ 2 割が空き家となっている。</li> <li>➤ 地区レベルでは事業実施による雇用機会創出や収入改善に期待している。</li> <li>➤ クロンチュ水力発電所 (Kholongchhu HPP) の変電所が 2019 年 3 月現在整備中であるが、水没の可能性はある。</li> <li>➤ 地元住民によると、クロンチュ水力発電所の FS では住民コンサルテーションが実施されなかったが、FS 終了間際になって住民側が照会し、ゴムコラ寺院と水辺の聖域を回避するために事業施設の立地や計画等が再検討された経緯があった。</li> </ul>



Photo 1 変更ダム地点

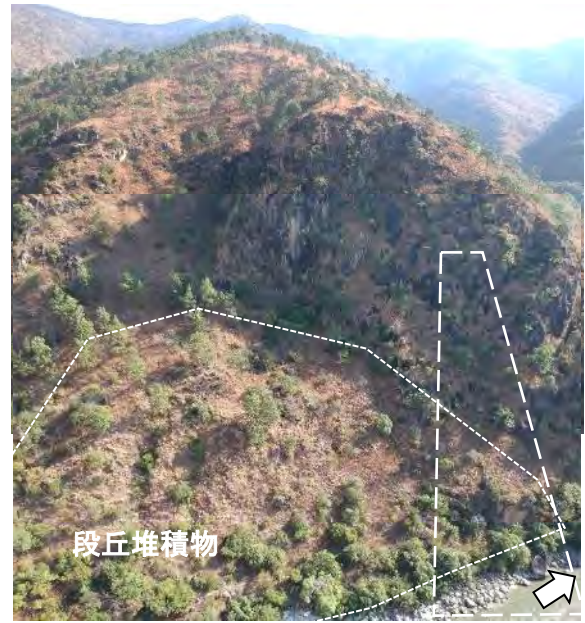


Photo 2 変更ダム軸左岸

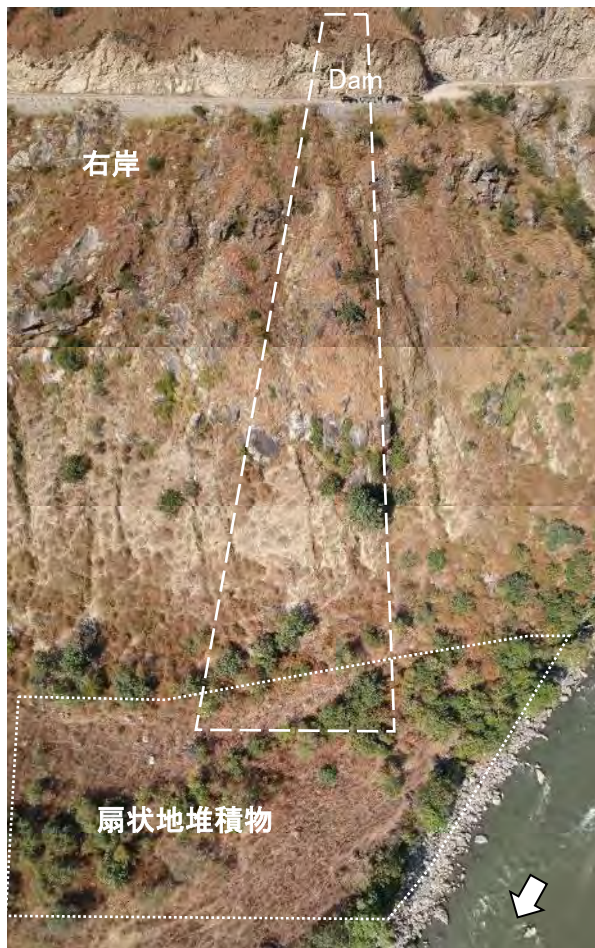


Photo 3 変更ダム軸右岸



Photo 4 変更ダム地点右岸の道路沿いの露頭 (片麻岩)



Photo 5 右岸の道路沿いの露頭 (片麻岩)



Photo 6 シェアゾーン



Photo 7 変更ダム地点の河床



Photo 8 段丘及び扇状地堆積物



Photo 9 水路ルート



Photo 10 発電所周辺



Photo 11 発電所周辺



Photo 12 発電所周辺露頭

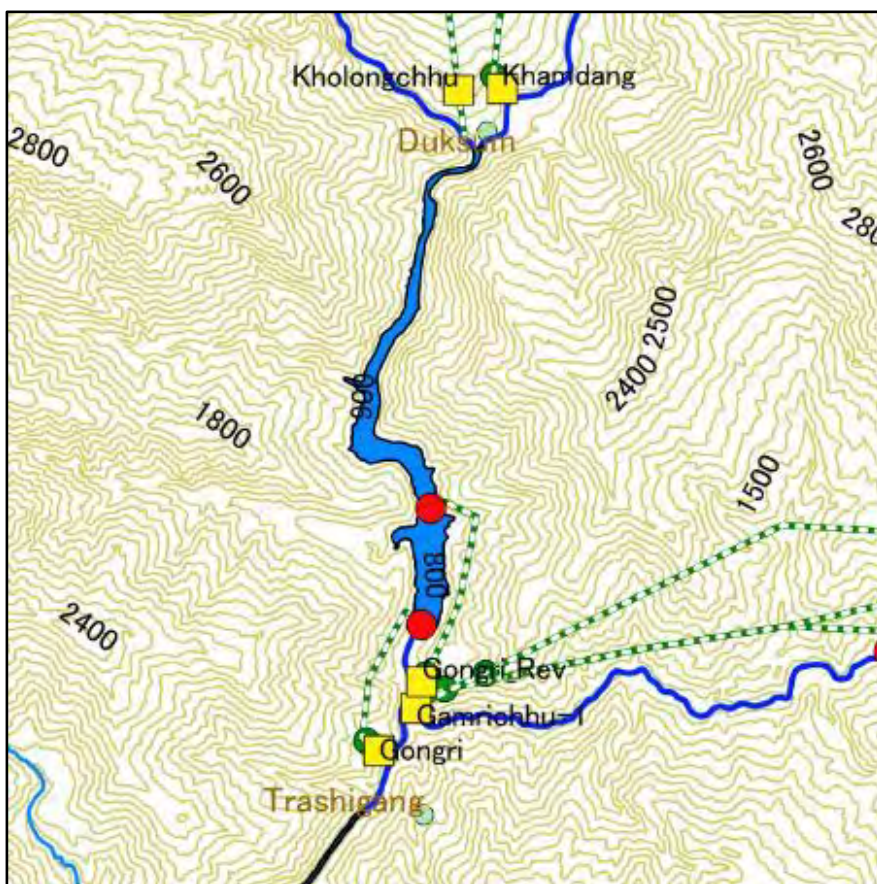


図 A 1-60 平面レイアウト (G-7)

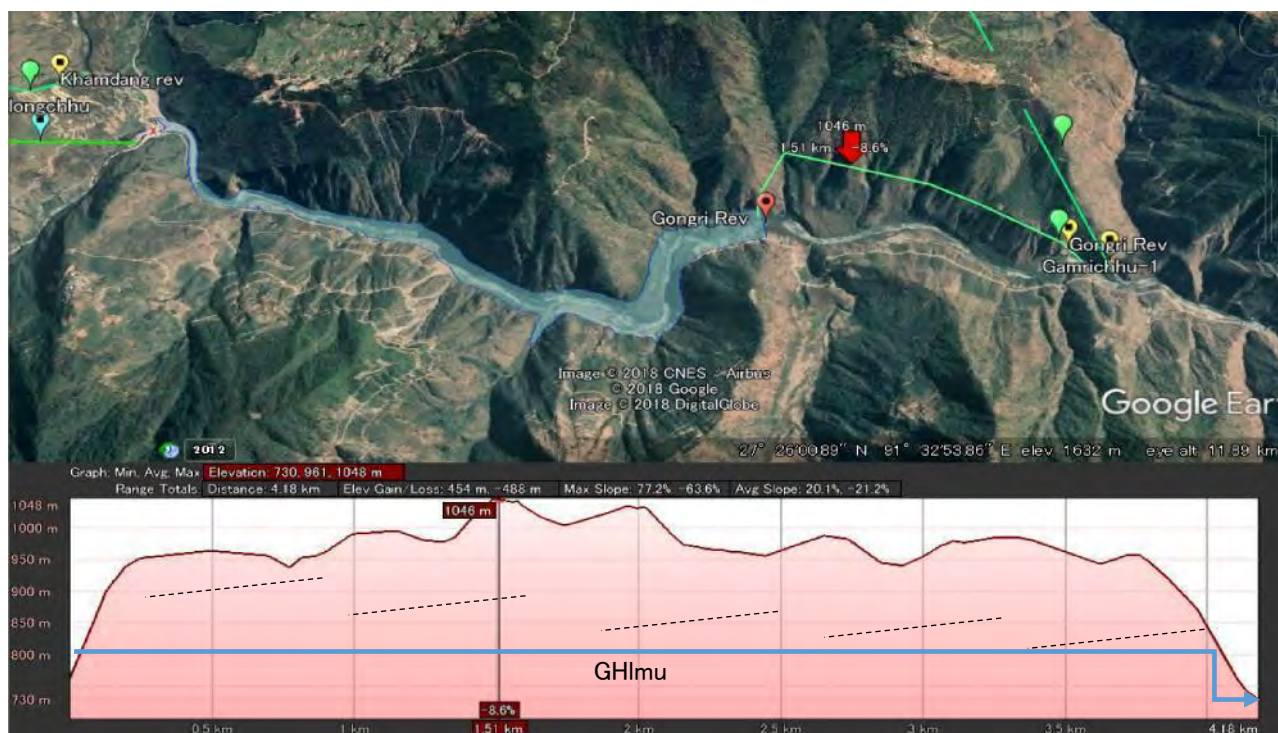


図 A 1-61 水路縦断面図 (G-7\_Rev)

### 1.31 G-9: Gamrichhu-3

主要データ	地点名	<b>G-9: Gamrichhu-3</b>		調査日		
	水系名	Gongri		河川名	Gamri	
	ダム / 堰	緯度： 27° 24' 47.14" N		経度： 91° 52' 19.79" E		
	発電所	緯度： 27° 23' 18.66" N		経度： 91° 45' 53.01" E		
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 2,280 m
	主要諸元	設備出力	123 MW		ダム/堰 高さ	5 m
		最大使用水量	18.4 m <sup>3</sup> /s		堤頂長	30 m
有効落差		771.9 m	水平水路延長		13,786 m	
集水面積		214 km <sup>2</sup>	有効貯水容量		MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離					
水文	河川流量（目視）					
	河床堆積物					
地形・地質	地質概要		<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。 計画地点の地質は、オルドビス紀あるいはより若い時代のテーチスヒマラヤ帯の Chekha 累層 (Pzc) に属する。 黄褐色～灰色、細～中粒、急崖を形成する、東部および中部ブータンでは黒雲母白雲母ザクロ石片岩を伴う雲母質珪岩(Tangri and Pande, 1995; Long and McQuarrie, 2010)。Dang Chu クリップpeの中では、緑～白色、薄層の大理石を伴う。Lingshi 地域では、わずかに灰色の千枚岩と暗灰色の千枚岩質珪岩を伴い、黄褐色の、急崖を形成する大理石が優勢(Gansser, 1983)。上部は緑色片岩相が優勢(Gansser, 1983)。層厚 2.2-4.0 km (Long et al., 2011B)。</p>			
	取水堰地点					
	水路経過地					
	発電所					
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ プロジェクトサイトは、保護区域（Sakteng Wildlife Sanctuary）内である（ダムサイトは、コア・ゾーン、地下に埋設される水路の地上部は、マルチプル・ユース・ゾーン及びバッファ・ゾーンとなっている）。</li> <li>▶</li> </ul>			
	貴重動植物		▶ 不明（保護区（コアゾーン）に位置するため、調査不可）			
	移転 / 補償物件		▶ なし			
	歴史的 / 文化的遺産		▶ 周辺地域に仏教石垣の存在が確認される。			
	その他		▶ 保護区のコア・ゾーン内における各種開発行為は、原則認められない（森林・環境局ヒアリングによる）。			
特記事項		▶ フォンミ地区（Phongmey gewog）役場は、就業機会や地元市場創設、非居住住民の帰還などの正の影響を強く期待している。				



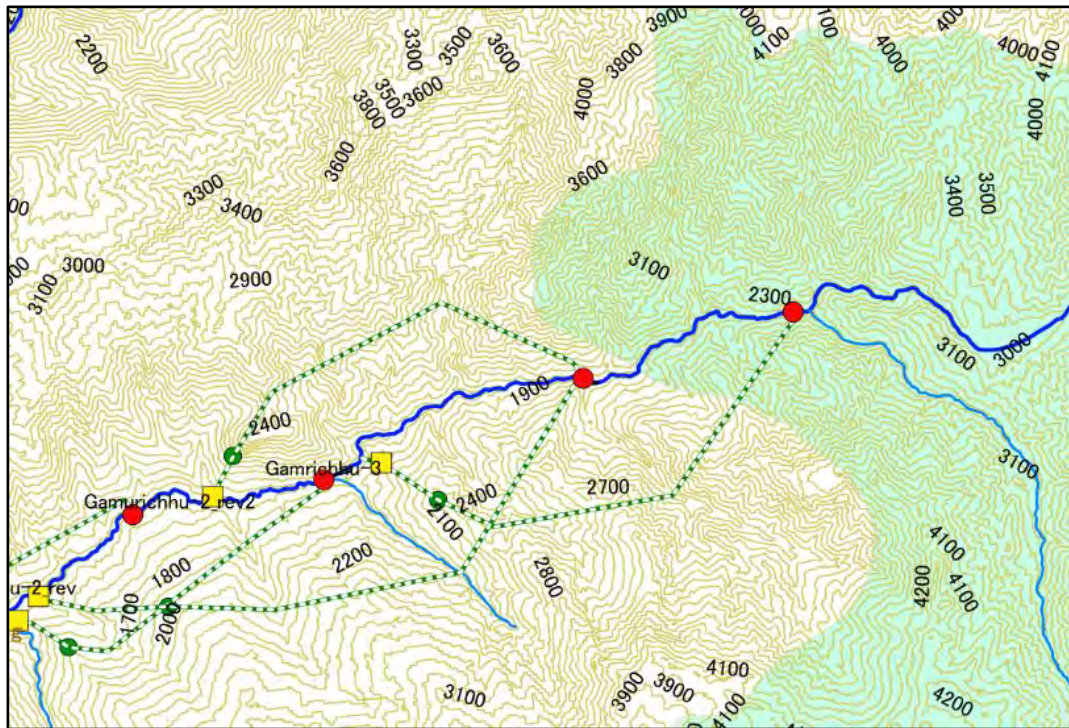


図 A 1-62 平面レイアウト (G-9)

### 1.32 G-10: Gamrichhu-2\_Rev2

主要データ	地点名	G-10: Gamrichhu-2_Rev2		調査日	5/12/2018 6/12/2018		
	水系名	Gongri		河川名	Gamri		
	ダム / 堰	緯度 : 27° 24' 10.85" N		経度 : 91° 49' 2.74" E			
	発電所	緯度 : 27° 23' 5.69" N		経度 : 91° 43' 16.76" E			
	タイプ	流れ込み式			基本諸元	ダム河床標高	EL 1,785 m
	主要諸元	設備出力	108 MW			ダム/堰 高さ	35 (10) m
最大使用水量		23.7 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		140 m	
有効落差		525.5 m		水平水路延長		11,920 m	
集水面積		307 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点 : 1 橋梁、1 km 発電所地点 : 1 km					
水文	河川流量 (目視)	10 – 12 m <sup>3</sup> /s					
	河床堆積物	0.3 – 1.0 m (礫)					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。 計画地点の地質は、オルドビス紀あるいはより若い時代のテーチスヒマラヤ帯の Chekha 累層 (Pzc) に属する。 黄褐色～灰色、細～中粒、急崖を形成する、東部および中部ブータンでは黒雲母白雲母ザクロ石片岩を伴う雲母質珪岩(Tangri and Pande, 1995; Long and McQuarrie, 2010)。Dang Chu クリップペの中では、緑～白色、薄層の大理石を伴う。Lingshi 地域では、わずかに灰色の千枚岩と暗灰色の千枚岩質珪岩を伴い、黄褐色の、急崖を形成する大理石が優勢(Gansser, 1983)。上部は緑色片岩相が優勢(Gansser, 1983)。層厚 2.2-4.0 km (Long et al., 2011B)。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当該サイトは東西に流下する Gamrichhu の右岸側に計画されている。当該サイト周辺は、大局的に左岸側で緩傾斜、右岸側で急傾斜となっている。Google Earth によれば、ダム～発電所付近では、規模の大きな崩壊や明瞭なリニアメントは確認できない。</li> <li>➤ ダムサイトから発電所にかけては片麻岩、片岩、珪岩が分布している。</li> <li>➤ 河床にはφ数 m 規模も巨礫が多く分布しており、土石流の発生が多いことがうかがえる。</li> </ul>					
	取水ダム地点	<p>ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム軸左右岸の斜面は、植生に覆われおり不明であるが、ドローン画像によると左右岸とも傾斜 30～40°程度の規模の小さな崖錐地形を呈しているようである (Photo 1, 2)。</li> <li>➤ ダムサイト周辺の地質は、ダム直上流左岸側の露頭状況から、片岩であると想定される (Photo 3)。</li> <li>➤ 右岸側のダム天端より高標高部斜面には、片麻岩の巨礫が点在している。背後の急崖からの崩積土が厚く溜まっている可能性がある。</li> </ul>					

自然 / 社会環境		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地質構造は、EW 走向で、北に 10～20°傾斜している。</li> <li>➤ 河床堆積物は、巨礫が多く土石流堆積物が多く分布している。今後も土石流発生の可能性が高いことが想定される (Photo 4)。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路ルートは左岸側から急斜面の右岸側の斜面に変更した。</li> <li>➤ 水路沿いの地質は、道路沿いの露頭から片麻岩、片岩、珪岩が分布すると想定される。道路沿いの露頭では、所々変質箇所が認められる (Photo 5, 6, 7)。</li> <li>➤ 道路沿いの露頭ら想定すれば、水路内の岩級は、RMR 評価で 59 となり Class-III 主体になると考えられる。</li> </ul>
	発電所	<p>ドローンで観察</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所サイト周辺は急崖を形成している。岩盤クリープ等、斜面の不安定化は認められない (Photo 8)。</li> <li>➤ 発電所サイト周辺の地質は、非常に硬質な珪岩および片岩であると想定される (Photo 9)。</li> <li>➤ 地質構造は、EW 走向で、北に 30～40°傾斜している。</li> </ul>
	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイトは保護区域外であるが、ダムサイトから 600m 離れた上流域一帯は保護区 (Sakten Wildlife Sanctuary) に指定されている。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイトは、主に「カシ」、「サクラ」等の冷温帯広葉樹と「ヒマラヤマツ」等の針葉樹の混交林である。大部分の植生は河床から高い位置に生育しているため、水没する植生は河床付近の斜面に生育する冷温帯広葉樹の一部に限定される。</li> <li>➤ 地下に建設される水路の地上の植生は「ヒマラヤマツ」の疎林である。</li> <li>➤ 発電所建設予定地は「ハンノキ」等の灌木林である。</li> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として「トラ (EN)」、「フアイヤールトン・モンキー (VU)」、「カワウソ (種名不明)」等の生息が確認されている (地元住民へのヒアリング結果)。</li> <li>➤ 遡上性の魚類の生息は確認されていない (地元住民へのヒアリング結果)。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイト周辺に仏塔 2 件が確認される。</li> </ul>
	その他	<p>&lt; 県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地区役場関係者は、正の影響を強く期待している。具体的には、就業機会や地元市場の創設、村から出て行った非居住住民の帰還などである。</li> </ul>
	特記事項	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダム地点を上流側にシフトするとともに水路を斜面の傾斜が緩く農地が広がる左岸側から急傾斜の右岸側へ変更した。これにより、移動土塊中を水路が通過する懸念がなくなる。</li> </ul>



Photo 1 ダム地点



Photo 2 ダムサイト周辺



Photo 3 ダム上流左岸の露岩 (片岩)

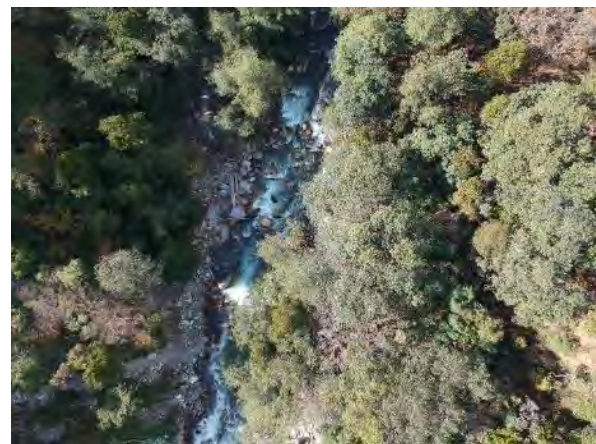


Photo 4 河床部



Photo 5 道路沿いの露頭 (片岩)



Photo 6 道路沿い露頭  
(熱水変質による崩壊地)



Photo 7 道路沿い露頭 (熱水変質による崩壊地) (片麻岩)



Photo 8 水圧管路および発電所



Photo 9 発電所地点周辺



Photo 10 発電所周辺の河床



Photo 11 発電所周辺の露頭

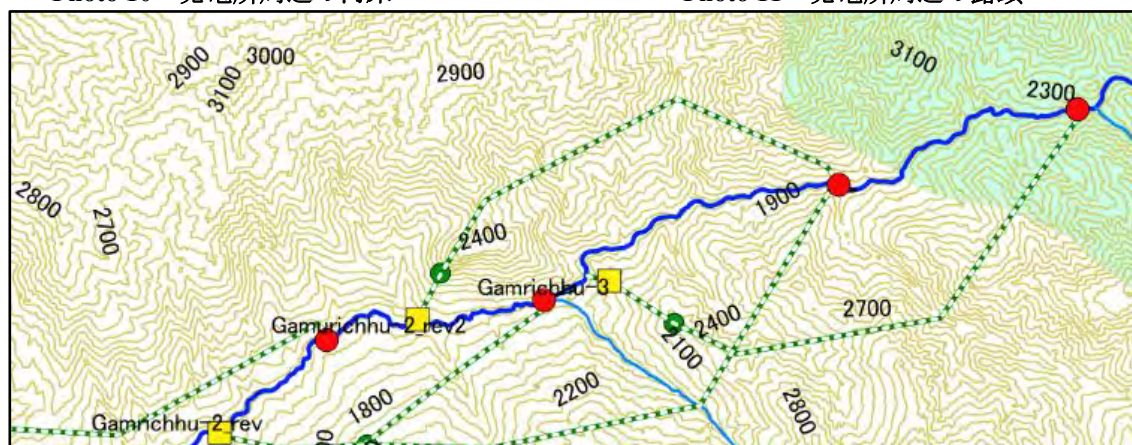


図 A 1-63 平面レイアウト (G-10\_Rev)

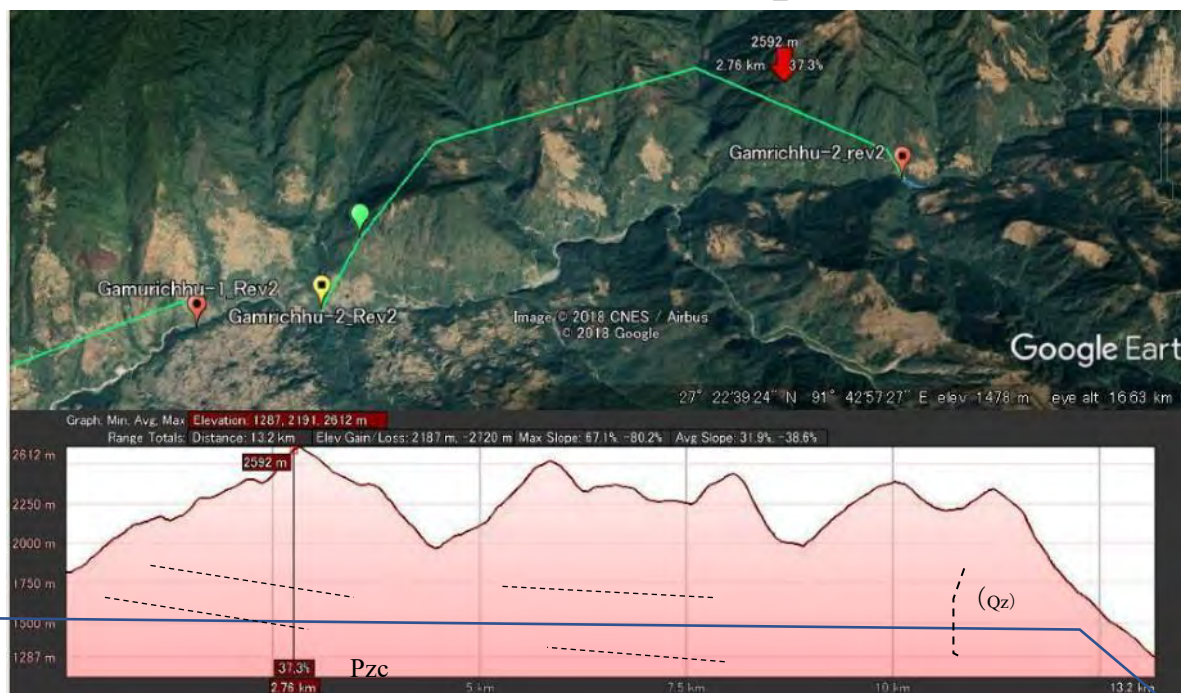


図 A 1-64 水路縦断面図 (G-10\_Rev2)

1.33 G-11: Gamrichhu-1\_Rev2

主要データ	地点名	G-11: Gamrichhu-1_Rev2		調査日	5/12/2018 6/12/2018	
	水系名	Gongri		河川名	Gamri	
	ダム / 堰	緯度： 27° 22' 56.93" N		経度： 91° 42' 5.37" E		
	発電所	緯度： 27° 21' 1.88" N		経度： 91° 33' 15.54" E		
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 1,155 m
	主要諸元	設備出力	150 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		38.1 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		80 m
有効落差		455.7 m		水平水路延長		15,765 m
集水面積		493 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： 1 km 発電所地点： 1 km			
水文	河川流量 (目視)		15 – 20 m <sup>3</sup> /s			
	河床堆積物		0.3 – 1.0 m (礫)			
地形・地質	地質概要		<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。                  【ダム～水路】                  計画地点の地質は、オルドビス紀あるいはより若い時代のテーチスヒマラヤ帯の Chekha 累層 (Pzc) に属する。                  黄褐色～灰色、細～中粒、急崖を形成する、東部および中部ブータンでは黒雲母白雲母ザクロ石片岩を伴う雲母質珪岩(Tangri and Pande, 1995; Long and McQuarrie, 2010)。Dang Chu クリップの中では、緑～白色、薄層の大理石を伴う。Lingshi 地域では、わずかに灰色の千枚岩と暗灰色の千枚岩質珪岩を伴い、黄褐色の、急崖を形成する大理石が優勢(Gansser, 1983)。上部は緑色片岩相が優勢(Gansser, 1983)。</p> <p>【水路～発電所】                  計画地点の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグレーターヒマラヤ帯(Ghlmu)に属し、構造上下位にあたる グレーターヒマラヤセクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置する。                  幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、および珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では溶融のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンでは珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。正片麻岩を散見する。</p> <p>➤ 当該サイトは東西に流下する Gamrichhu の右岸側に計画されている。当該サイト周辺は、大局的に左岸側より右岸側で傾斜が急になっている。また、右岸側では、段丘面が数か所確認できる。Google Earth によれば、ダム～発電所付近では、規模の大きな崩壊や明瞭なリニアメントは確認できない。</p>			

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 河床の状況は、下流域まで巨礫が多く分布しており、土石流の影響を大きく受けていることが想定される。</li> <li>➢ 発電所付近および水路経過地付近の道路沿いには、片岩および片麻岩が分布している。Long の地質図を考慮すれば、ダム～発電所には、同様な地質分布が想定される。</li> <li>➢ 水路は、衝上断層を通過することになっている。</li> </ul>
	取水ダム地点	ドローンで観察 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ダム軸右岸の斜面は、40～50°の様な傾斜を呈している。地すべりや岩盤クリープは認められない。一方、左岸側の斜面は、植生に覆われており不明であるが、30～40°程度傾斜していると想定される (Photo 1, 2, 3)。</li> <li>➢ ダム軸の地質は、周辺の露岩状況から、片麻岩および片岩であると想定される (Photo 4)。</li> <li>➢ 地質構造は、周辺の露岩状況から EW 走向、20～30°北に傾斜している。</li> <li>➢ 河床砂礫の分布は不明瞭であるが、Gamrichhu は全体に土石流堆積物の分布が多いことから、ダムサイト周辺には、河床砂礫が厚く分布していると想定される (Photo 5)。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 水路沿いの地質は確認できていないが、発電所サイトおよび道路周辺と同等の地質性状であるとすれば、水路内の岩級は、RMR 評価で 56 となり Class-III 主体になると考えられる。</li> <li>➢ 水路経過地は、上流域ほど地山被りが薄くなっている (Photo 6)。また上流側の水路経過地の沢部には、堆積物が厚く分布していることが懸念される (Photo 5)。</li> <li>➢ Long によると、水路は衝上断層を通過することになっているが、その状況は確認できていない。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 発電所サイト周辺は、40～50°の様な急斜面を形成している。岩盤クリープ等、斜面の不安定化は認められない (Photo 7, 8)。</li> <li>➢ 発電所サイト周辺の地質は、片麻岩および片岩である。未固結堆積物の層厚は薄い (Photo 9)。</li> <li>➢ 地質構造は、Drangmechhu 沿いの道路切土から、N30W/30～40NE と想定される。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ サイトは保護区域外である。しかし、ダムサイトから約 600m 離れた上流域一帯は、保護区 (Sakten Wildlife Sanctuary) に指定されている。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ ダムサイトは、主に「カシ」、「サクラ」等の冷温帯広葉樹と「ヒマラヤマツ」等の針葉樹の混交林である。大部分の植生は河床から高い位置に生育しているため、水没する植生は河床付近の斜面に生育する冷温帯広葉樹の一部に限定される。</li> <li>➢ 地下に建設される水路の地上の植生は、「ヒマラヤマツ」の疎林である。</li> <li>➢ 発電所建設予定地は、「ハンノキ」等の灌木林である。また、灌木林に隣接して、小面積の畑地がある。</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ IUCN が指定する主な絶滅危惧種として、「トラ (EN)」、「フアイヤールトン・モンキー (VU)」、「カワウソ (種名不明)」等の生息が確認されている (地元住民へのヒアリング結果)。</li> <li>➤ 遡上性の魚類の生息は確認されていない (地元住民へのヒアリング結果)。</li> </ul>
移転 / 補償物件	<p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 湛水域に一軒空き家が確認される。これは、野生動物を恐れる住民が放棄したものの、地区役場に登録されたままとなっているものである。残るエリアは政府の裸地である。</li> </ul> <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ なし</li> </ul>
歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ サイト周辺に仏塔 1 件が確認される。</li> </ul>
その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 耕作地の地下に発電所や水路が整備されることになる。</li> </ul> <p>&lt;県政府・地区役場関係者からの開発効果への期待・意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ タシガン県 (Trashigang Dzongkhag) 全体より貧困率は劣悪な状況にある。このため、就業機会やビジネス機会、より地元コミュニティが関与できる開発事業が希求しされている。</li> </ul> <p>&lt;注&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 年々河川の流域が浸食され、当該地域は度々洪水に見舞われる。近年では 2003 年に大規模洪水が発生し、職業訓練所や橋梁、家屋稲作地、動物が浸水・流された。地区政府は流域の既存施設を徐々にではあるが高台に移転する手続きを行っている。</li> </ul>



Photo 1 ダム地点

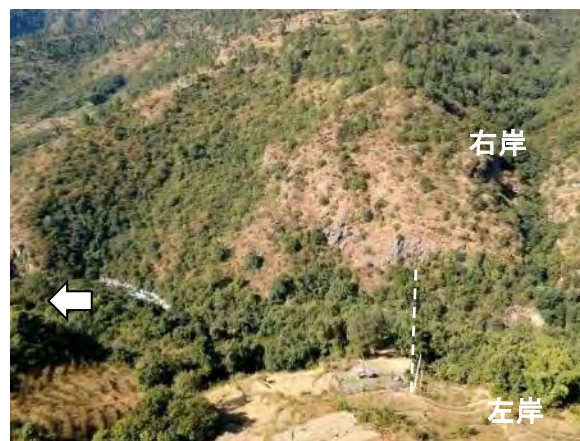


Photo 2 ダム地点

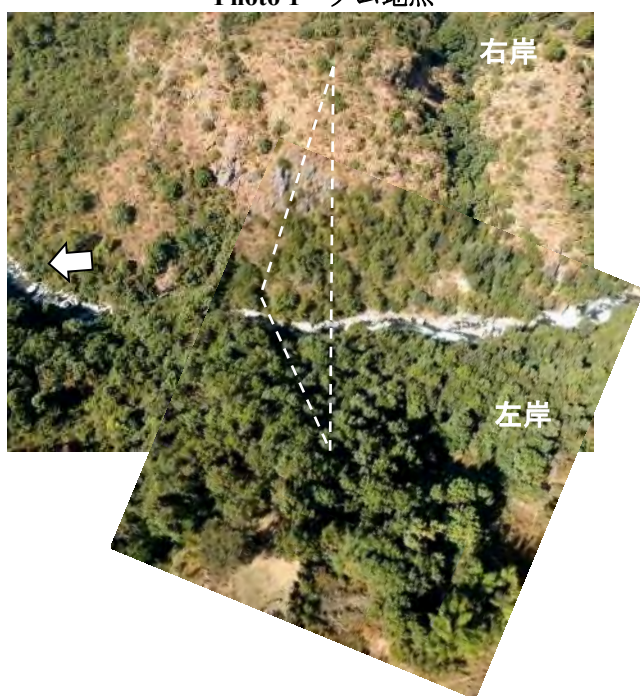


Photo 3 ダム地点 (上空から)



Photo 4 ダム地点周辺の露頭



Photo 5 水路ルート (取水口側)



Photo 6 水路ルート (放水口側)



Photo 7 発電所地点



Photo 8 発電所周辺の露岩

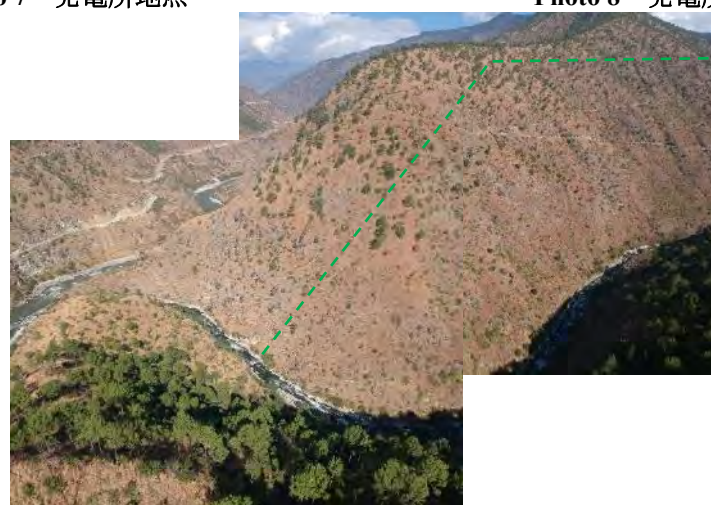


Photo 9 発電所周辺の地形



図 A 1-65 平面レイアウト (G-11\_Rev2)



図 A 1-66 水路縦断面図 (G-11\_Rev2)

### 1.34 G-13: Sherichhu

主要データ	地点名	G-13: Sherichhu		調査日	4/12/2018 5/12/2018		
	水系名	Drangmechhu		河川名	Sherichhu		
	ダム / 堰	緯度： 27° 22' 19.60" N		経度： 91° 21' 39.77" E			
	発電所	緯度： 27° 16' 7.25" N		経度： 91° 24' 47.40" E			
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,100m	
	主要諸元	設備出力	58 MW		ダム/堰 高さ	5 m	
最大使用水量		16.8 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	30 m	
有効落差		399.9 m			水平水路延長	12,640 m	
集水面積		278 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 0 km (最も近い村から取水堰地点まで既設道路の改修が必要) 発電所地点： 0 km					
水文	河川流量 (目視)	7 - 8 m <sup>3</sup> /s					
	河床堆積物	1.0 - 5.0 m (巨礫)					
地形・地質	地質概要	<p>(Long 他.,2011 の編集による)地相は以下の通り 調査地は、南から北へ原生代 Daling-Shumar 層群に属する Shumar 累層(pCs), Daling 累層(pCd)、原生代～オルドビス紀の Jaishidanda 累層 (Pzj) 、および原生代～オルドビス紀のグレーターヒマラヤ帯下部ヒマラヤセクションの下部メタ堆積岩ユニット (GHlml) の順に配列する。MCT (主中央衝上断層) が水路上流部を通過する。</p> <p>発電所周辺にのみ分布する Shumar 累層 (pCs)は、淡灰～白色、褐色風化、極細粒、中～高層厚、急崖を成す珪岩。薄～厚層、緑色、上部に行くほど普遍的になる変形し引き摺り変形した石英のレンズを有する白雲母-黒雲母片岩および千枚岩と互層する。</p> <p>水路下流半部に分布する Daling 累層 (pCd)は、Shumar 累層と同様な層相を有すが、片岩と千枚岩が優勢となる。珪岩は薄～中層厚、まれに中粒灰色石灰岩を挟む。下部地層境界部は Shumar 累層と漸移的。MCT より下流側で水路上流半部を占める Jaishidanda 累層 (Pzj) は、灰～黄褐色、層状雲母含有、石質片に富む珪岩を伴う、灰色、黒雲母に富む、部分的にザクロ石含有片岩で構成される。層相は上部で緑色片岩に、下部で角閃岩に変化する。</p> <p>取水口付近に限定的に分布する下部メタ堆積岩ユニット (GHlml) は、珪岩としばしばカイアナイト・シリマナイト或いはスタウロライト含有する黒雲母白雲母ザクロ石含有片岩および部分的に溶融構造を有する角閃岩相メタ堆積岩。正片麻岩が所々に散在する。</p>					
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 堰周辺の地形は左岸がほぼ鉛直、右岸は植生に被われ 25°程度で非対称である。左岸の急崖を作る岩石は片麻岩である。堰付近には巨大な礫が分布する。</li> <li>➤ 当初計画地点で堰の建設に何ら問題はないが、300m 上流側に移すことにより沈砂池を置くスペースが確保できるので、上流</li> </ul>					

		側へ移すことが望ましい。水路を健全な片麻岩部分へ連結するのに、左岸の現在は流れがない小溪流の豊水期の洪水から保護するために、約 50m の暗渠を構築する必要がある。
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路は、Sherichhu 左岸に計画する。上流半部の地質は堅硬な片麻岩で構成されるが、最上流部で破碎帯として注意を払うべき衝上断層；MCT を通過する。下流半部は、剥離性を有する片岩および・あるいは千枚岩優勢の岩石で構成されるため、施工中の安全・断面保全対策に配慮する必要がある。</li> <li>➤ MCT 通過予想区間周辺での地質調査は必須である。</li> <li>➤ 導水路の岩盤は、RMR 値；34、Class-IV 相当と予想される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所は地下に位置し、放水路は Manaschhu の右岸になる。当初案の放水口の建設には厚い堆積物の掘削を伴うため、それを避けるため放水口を Manaschhu の当初より 1.7km 上流側に移すこととした。</li> <li>➤ 厚い未固結の崖錐堆積物が発電所地点を被っている。崖錐堆積物の下の岩盤の風化程度は、中風化(MW)である。</li> <li>➤ 地下発電所の地層は、Daling 累層 (pCd)の片岩と千枚岩と推定される。</li> <li>➤ Uzorong 計画が実現しない場合、Sherichhu 発電所は水頭が 100m 追加され、地上式にすることができる。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 森林公園局から提供された GIS データによるとプロジェクト地域は保護区外に位置している。しかし、プロジェクト地域に最も近い Bumdeling 野生生物保護区の森林保護官によると取水口は野生生物保護区内または境界線にあるとのことである。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口地域は亜熱帯広葉樹林に覆われ、導水路（地下）地域は主にヒマラヤマツ林に覆われている。放水口地域はヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➤ 野生生物保護区の森林保護官によるとレッドパンダ (EN)、ヒョウ (VU) などの絶滅危惧種が生息している。Drangmechhu に Putitor (Golden) Mahseer (EN) が生息していることから、プロジェクト対象河川にもこの魚類が生息していると想定される。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ドラメツェ地区 (Drametsue Gewog) 役場および村落代表からのヒアリングによると、</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、ドラメツェ (Drametsue) 地区役場および村落代表からのヒアリングによると、プロジェクトサイトに歴史文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は私有農地を通過する。</li> </ul>



Photo 1 取水堰地点

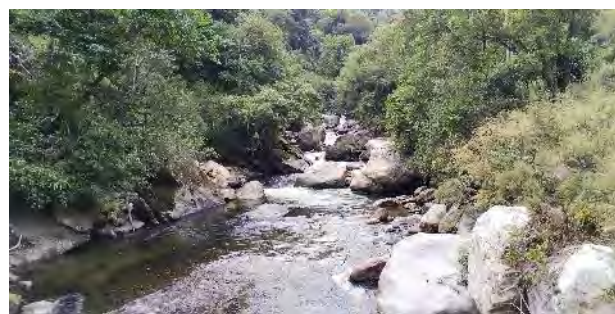


Photo 2 取水堰上流



Photo 3 サージタンク地点



Photo 4 発電所地点 (地上式)

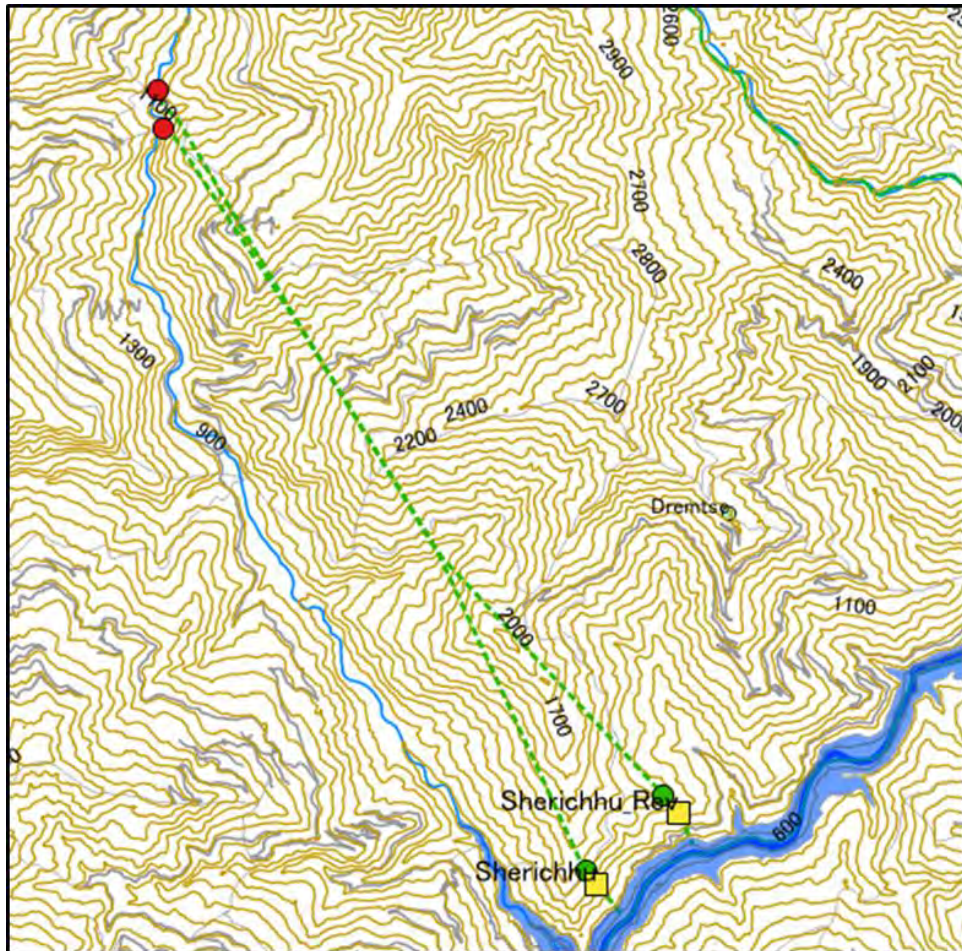


図 A 1-67 平面レイアウト (G-13)

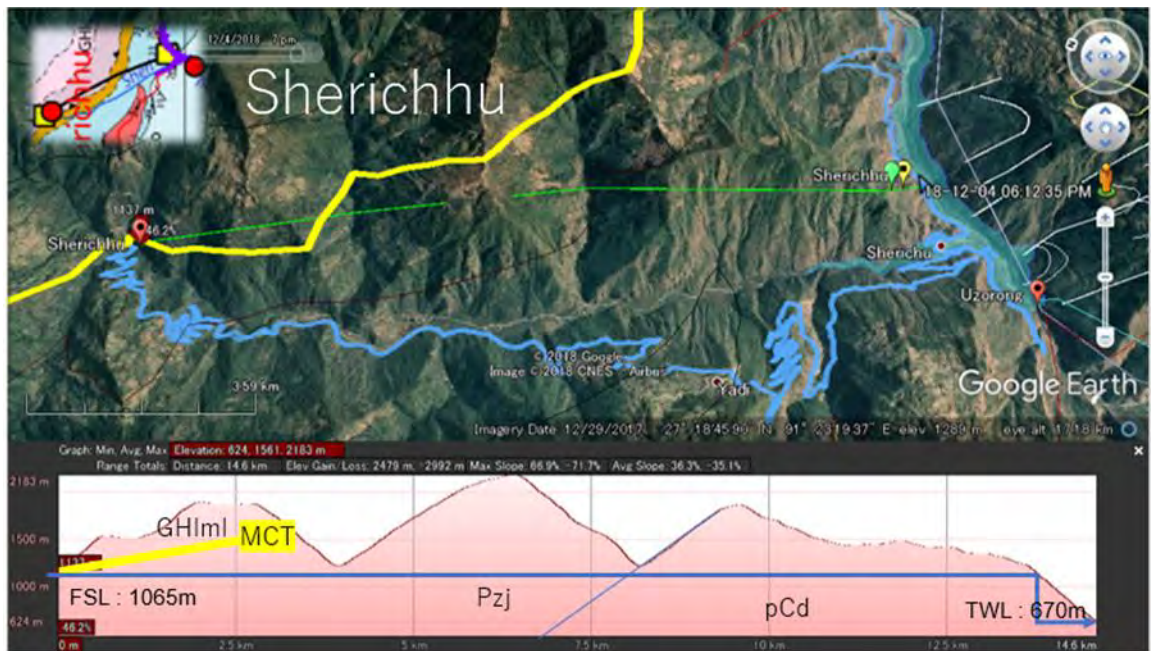


図 A 1-68 水路縦断面図 (G13)



### 1.35 G-14R: Uzorong\_Rev

主要データ	地点名	G-14R: Uzorong_Rev		調査日	4/12/2018	
	水系名	Manaschhu		河川名	Manaschhu	
	ダム / 堰	緯度： 27° 13' 56.04" N		経度： 91° 23' 29.64" E		
	発電所	緯度： 27° 13' 8.88" N		経度： 91° 23' 43.23" E		
	タイプ	調整池式			ダム河床標高	EL 530m
	主要諸元	設備出力	764 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		614 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		330 m
有効落差		144.2 m		水平水路延長		1,860 m
集水面積		10,175 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		217.3 MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点： 1.5 km 発電所地点：ダム地点から 1 橋梁、3km				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。 計画地点の地質は、新原生代 Daling-Shumar 層群 Shumar 累層 (pCs) に属する。 淡灰～白色、褐色風化、極細粒、中～高層厚、急崖を成す珪岩。薄～厚層、緑色、上部に行くほど普遍的になる引き摺り変形したレンズを示す石英を含有する白雲母-黒雲母片岩および千枚岩と互層する。 Shumar 累層 (pCs)に被われる Daling 累層 (pCd)は、Shumar 累層 (pCs)と似たような層相をもつが、片岩と千枚岩が優勢である。珪岩は、薄～中層厚、中粒の灰色石灰岩が稀に互層する。下部境界は Shumar 累層と漸移する (McQuarrie et al.,2008; Long et al.,2011A)。層厚は 2.3～3.2 km (Long et al.,2011A)。</p> <p>➤ ダムサイト直下流に、傾斜約 15 で北へ傾斜する断層あるいは不整合面が観察できる。上盤の地層は北へ、下盤は南へ傾斜している。境界部表面は植生で隠れているが、境界部の走向傾斜は N45W/15NE と読める。この位置は Shumar 累層 (pCs)と Daling 累層 (pCd)の境界にあたるかもしれない (Photo 4)。</p>				
	取水ダム地点	<p>➤ ダムサイトの地形は非対称で、左岸はほぼ鉛直、逆に右岸は薄い表土上に松が生える 25 ° 緩傾斜の地形である。幅約 70m の河床は、礫層で覆われている (Photo 1, 2)。</p> <p>➤ 左岸の急崖を成す岩石は、珪岩を挟む片岩のように見える。正センスの引き摺り褶曲構造を示し、全体の走向傾斜は N50E/40-50NW である。</p> <p>➤ 風化程度は、中風化 (MW) である。地層直方向に溝が見られ、底部に溶出物が貼りついているのが観察される (Photo 3)。このことから、岩石中に何らかの可溶性の成分が含まれていると推定され、計画のような 150m を超える高い重力式ダムは推奨できない。</p> <p>➤ 従って、ダムサイトを 1.5 km 下流側の、河床レベルで 10m 低い場所にシフトすることとした。当位置は、先に DHPS が調査を実施した箇所、珪岩が露出しており、pCs 分布域と想定され、原計画案より望ましいと考えられる (Photo 5)。しかし、Google earth 画像下で左岸に不安定斜面が観察される。</p>				

	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路の上流側 1/3 は、RMR 値 ; 37、Class-IV の岩盤、それ以外は RMR 値 ; 47、 Class-III と想定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所および放水口には特段の問題点はない。ただし、放水口直下流には、不安定な地形が認められる。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域はヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➤ Bumdeling 野生生物保護区の森林保護官によるとヒョウ (VU) は普通にみられるという。Drangmechhu に Putitor (Golden) Mahseer (EN) が生息している。前回の DHPS による調査時にヒョウの足跡が DHPS の職員によって確認されている。</li> <li>➤ Uzorong and Kanglung 地区の村人によると 2016 年以降 11 月にオグロゾルが Khengri と Gongri の合流点で観察されている。詳細は以下、2016 年に 1 羽、2017 年に 2 羽、2018 年に 3 羽。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ウゾロン地区 (Uzorong Gewog)、カンルン地区 (Kanglung Gewog)、ドラメツェ地区 (Drametsue Gewog) の役場、村落代表 (Tshopas) からのヒアリングによると</p> <p>&lt;ダムサイト・湛水域&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の建築物の GIS データでは、湛水域の 35 軒の移転が必要となる。しかし、現地踏査結果と地区や村落代表からの情報では、2019 年 1 月時点、対象地域に定住しているのは 4 軒 (食堂兼住宅) のみで、その他の住宅は一時的建設労働者住宅、道路局の職員住宅、空き家である。</li> <li>➤ 農業やその他の目的の約 116 エーカーの私有地の用地取得が必要になる。</li> <li>➤ 湛水域にある施設: 農民組合運営のレモンガラス加工工場、自然資源開発公社 (NRDCL) の採石場、吊り橋 2 カ所、車両通行可能な橋 2 カ所、森林局オフィスと苗床、道路の一部、道路局オフィスと職員住宅、水量計量ステーション</li> </ul> <p>&lt;発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転、私有地への影響なし。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データでは文化遺産はないが、地区役場や村落代表のヒアリングと現地踏査により、Sherichhu と Gonri の 2 つの河川の合流地点の湛水域に「Aja Ney Ju」と呼ばれるサイトがある。仏塔 (Chorten) や 8 世紀にブータンを訪れた仏教の教祖であるグル・リンポチェの石座があり、地元民から聖なるサイトとみなされている。</li> </ul>
	その他	<p>&lt;地区役場関係者からの環境社会影響・開発効果への意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ウゾロン地区役場によると、プロジェクトによる道路改良 (拡幅、舗装) により、タシガン県からサムドルップジョンカー県への交通の流れが変わり、東西の国道の距離を短縮するバイパスとしてウゾロン地区を通過する道路ルートの利用が伸び、地元経済活性化</li> </ul>

		<p>の正のインパクトの可能性はある。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ カンルン地区役場では、用地取得対象となる農地と同様条件の代替地を地区内で提供できないとの意見だったが、ウゾロン地区役場は代替地提供に関して問題ないとの意見である。</li> <li>➤ カンルン地区役場によると、湛水域に入る Membrang という場所ではカンルン地区の無職の若者を対象とした園芸作物プロジェクト計画が現女王の支援により計画されている。同プロジェクトは2019年に開始する予定となっている</li> <li>➤ ドラメツェ地区役場によると Gonri 川沿い地域では農業生産増を目的とした土地利用権 (Land User Certification) プログラムの農地がある。</li> </ul>
--	--	---



Photo 1 ダム地点



Photo 2 ダム地点左岸拡大



Photo 3 溝の底に付着する溶解物



Photo 4 ダム地点直下流左岸の地層境界



Photo 5 Uzorong Rev ダム地点

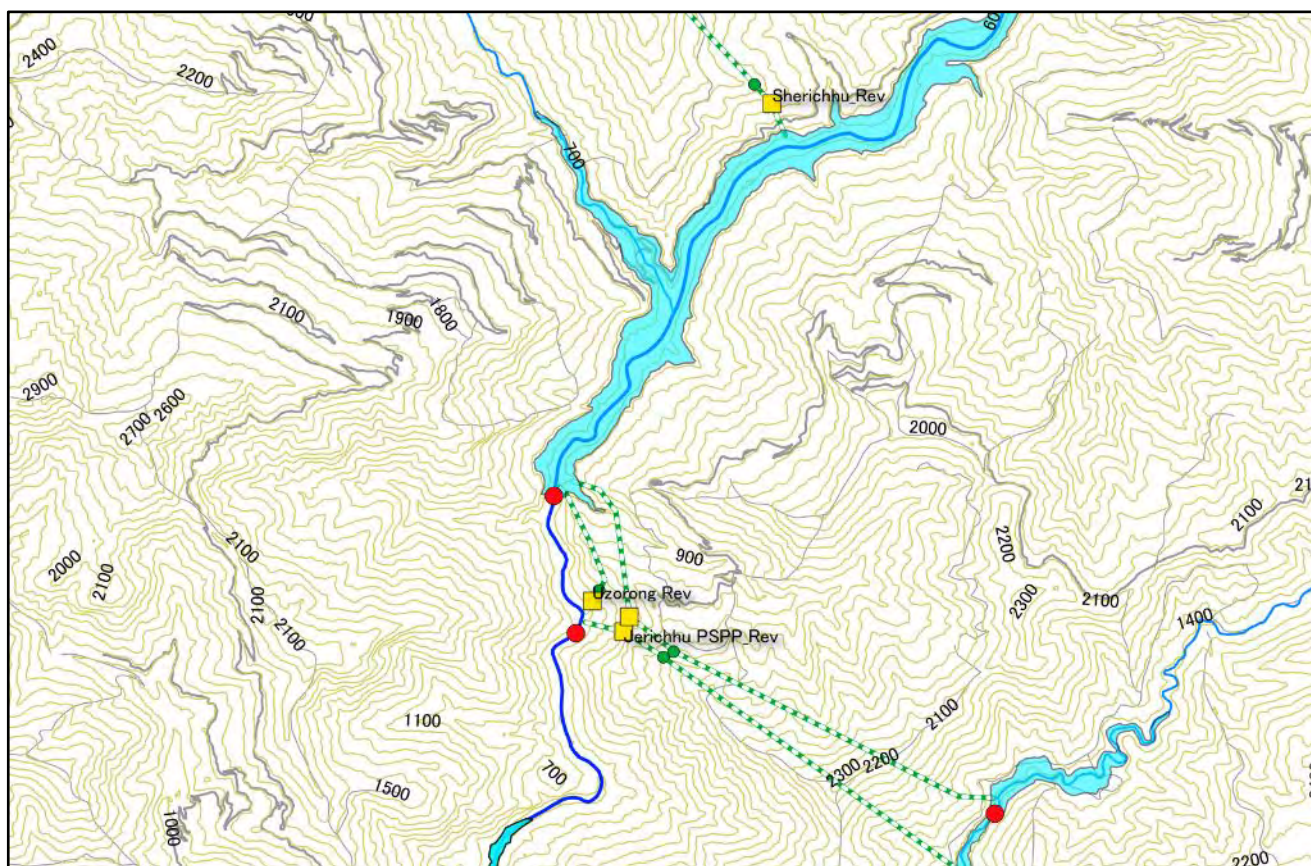


図 A 1-69 平面レイアウト (G-14 Rev)

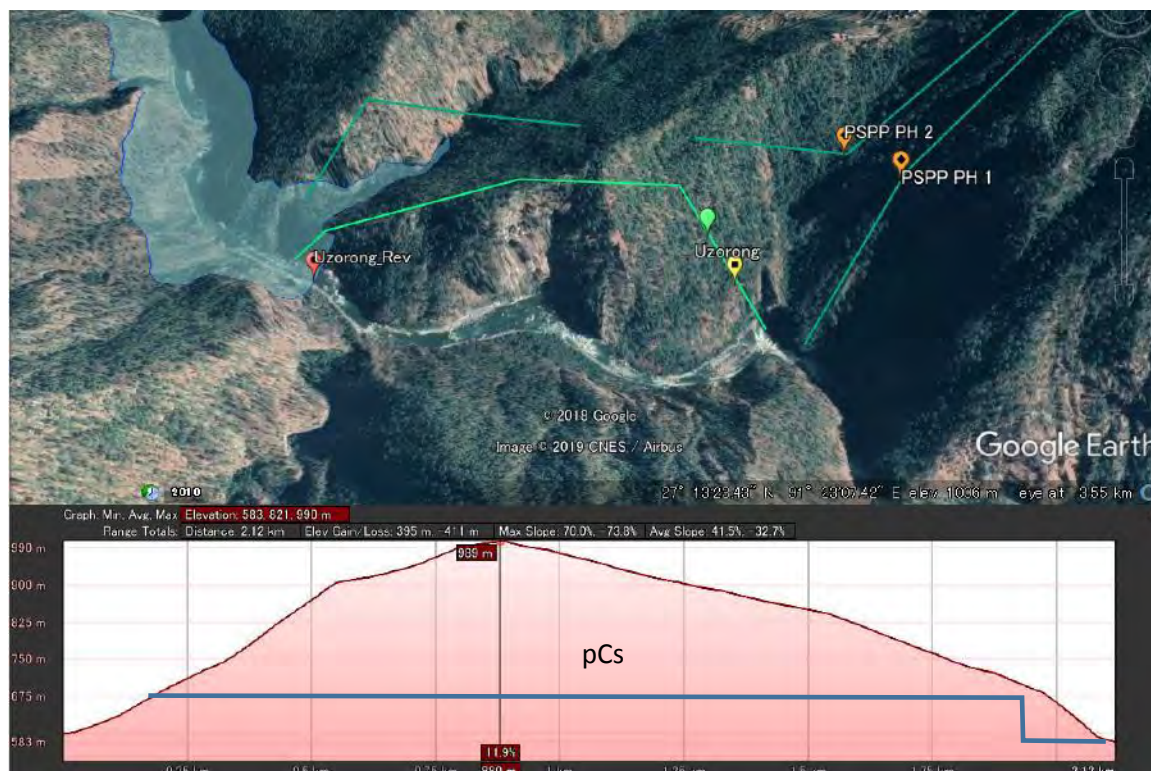


図 A 1-70 水路縦断面図 (G-14\_Rev2)

### 1.36 G-16: Jerichhu

主要データ	地点名	<b>G-16 : Jerichhu</b>		調査日	30/11/2018	
	水系名	Manaschhu		河川名	Jerichhu	
	ダム / 堰	緯度 : 27° 8' 51.18" N		経度 : 91° 25' 43.08" E		
	発電所	緯度 : 27° 6' 46.43" N		経度 : 91° 22' 50.74" E		
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 1,020 m
	主要諸元	設備出力	39 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		9.2 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		30 m
有効落差		483.6 m		水平水路延長		6,844 m
集水面積		153 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離	<p>取水堰地点および発電所地点 : アクセス道路なし</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水堰近くの Banag Tang 村 に行く道路は 2 ルートある。一つは Wamrong から 42km、もう一つは Ngangshing Tshangkhang Ray から 39km である。どちらのルートも車で 2.5 時間かかる。</li> <li>➤ 建設用アクセス道路としては更に 10 km 新設する必要がある。</li> </ul>				
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。 計画地点の地質は、レッサーヒマラヤ帯の新原生代～カンブリア [?] 紀の Baxa 層群 Manas 累層 (Pzm) の分布域にある。 灰～白色、中～厚層厚、中～粗粒、部分的に斜交層理をもつトラフ内堆積物相の礫岩質珪岩、暗灰色～暗緑色の薄層～薄い層状の千枚岩、および中粒の灰色苦灰岩 (Bhargava, 1995; Tangri, 1995a; Long et al., 2011A)。 一部には切り離された苦灰岩が取り込まれる。さらに Baxa 層群 Pangsari 累層(pCd)も衝上断層を介して上に被る。</p>				
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口位置は Jerichhu 中流部で、V 字谷である。溪流には新鮮な珪岩と千枚岩が露出していることから、5m の高さの堰を作るうえで、地形地質的に特段の問題はないと考えられる。</li> <li>➤ 計画地点の東部にある Banagtang 集落近傍では、林道の掘削法面に溶出物が観察できた。おそらく、Pangsari 累層 (pCd) の石灰質岩から溶出してきたものと想定される。</li> </ul>				
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 当初案では、水路は左岸に計画されており、上位の Manas 累層 (Pzm)に設けるより好ましい。</li> <li>➤ 導水路には、薄層であるが新鮮な珪岩と千枚岩が予想される。導水路は、推定 RMR 値 ; 38、Class-III の岩盤と想定される。</li> <li>➤ 画像下に明瞭なりニアメントが観察できる。</li> </ul>				
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所周辺の岩盤は層状の珪岩と一部千枚岩で構成されると想定され、地下空間建設には適しているように見受けられる。</li> <li>➤ 上記岩盤は細かく割れやすい性状を有していると想定される。地層の傾斜が 30° 程度であることから、発電所空洞の長軸は、走向に直交する方向に設置することが求められる。</li> </ul>				

自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は亜熱帯広葉樹林に覆われている（ただし、JICA 調査団は取水口地域しか訪問できなかった）。</li> <li>➤ 取水口地域近くの住民(Phogchiri の住民)によると、ヒョウ(VU)が生息している。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	NLC の GIS データ、シュメール (Shumer) 地区役場および村落代表からのヒアリングによると、 <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、シュメール地区役場からのヒアリングによるとプロジェクトにより直接影響をうける文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は約 10 世帯が所有している私有地を通過する。</li> </ul>

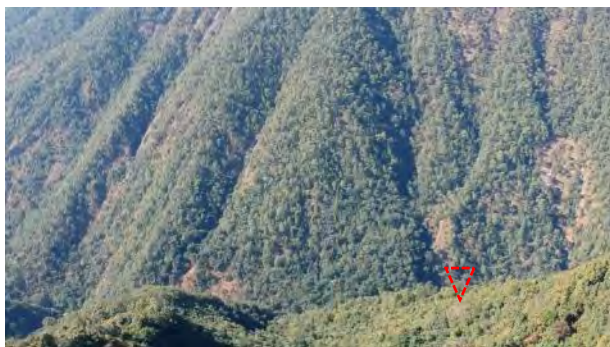


Photo 1 取水堰地点



Photo 2 水路ルート

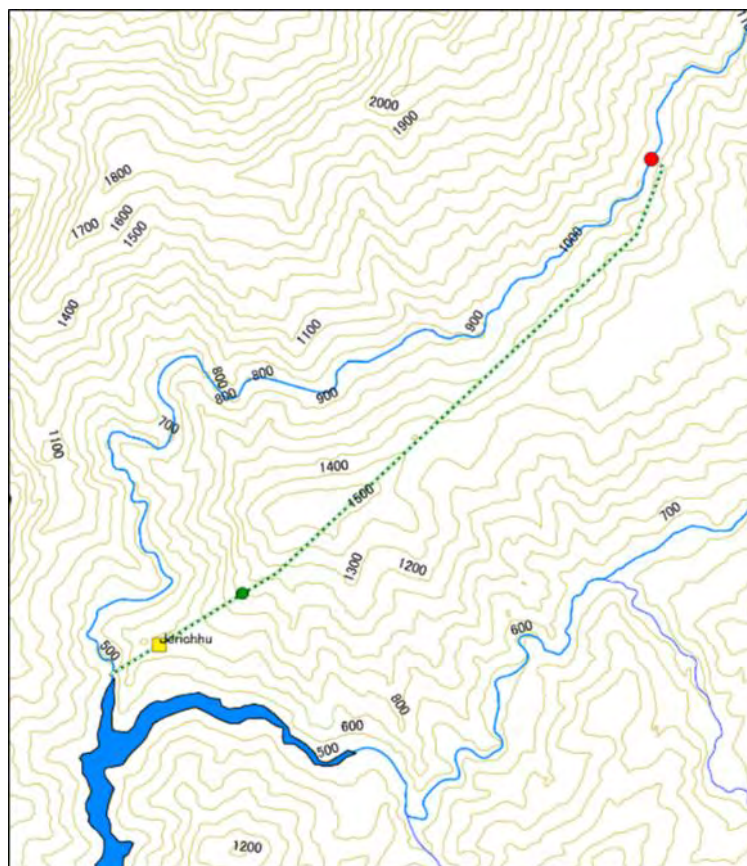


図 A 1-71 平面レイアウト (G-16)

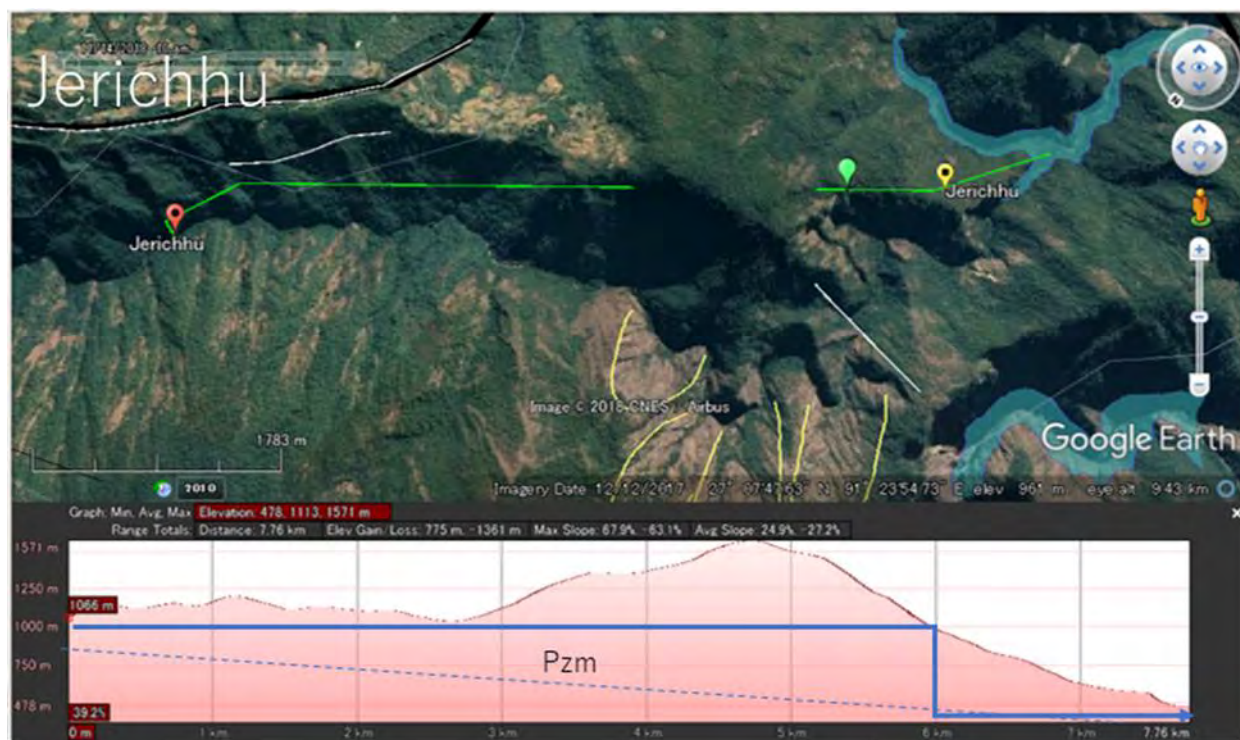


図 A 1-72 水路縦断図 (G-16)

### 1.37 G-19: Nagor

主要データ	地点名	<b>G-19: Nagor</b>		調査日	27/11/2018 30/11/2018		
	水系名	Manaschhu		河川名	Gangchatpu		
	ダム / 堰	緯度： 27° 5' 13.80" N 27° 4' 44.96" N		経度： 91° 6' 16.48" E 91° 6' 6.12" E			
	発電所	緯度： 27° 1'46.73"N		経度： 91°12'50.94"E			
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 925 m	
	主要諸元	設備出力	59 MW		ダム/堰 高さ	5 m	
最大使用水量		10.9 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	30 m	
有効落差		627.8 m			水平水路延長	1,003 m 13,644 m	
集水面積		146 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	取水堰地点：0 km (Manaschhu を渡る橋から Nagor 村までの 38km と Nagor 村から取水堰地点までの 7km を回収する必要がある) 発電所地点：1 橋梁、0.5km					
地形・地質	地質概要	Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 計画地点の地質は、新原生代～カンブリア[?] 紀レッサーヒマラヤ帯の Baxa 層群 Manas 累層 (Pzm) の分布域にある。 灰～白色、中～厚層厚、中～粗粒、部分的に斜交層理をもつトラフ内堆積物相の礫岩質珪岩、暗灰色～暗緑色の薄層～薄い層状の千枚岩、および中粒の灰色苦灰岩 (Bhargava, 1995; Tangri, 1995a; Long et al., 2011A)。一部には切り離された苦灰岩が取り込まれる。さらに Baxa 層群 Pangsari 累層(pCd)も衝上断層を介して上に被る。					
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水堰・取水口周辺の岩盤は一部千枚岩を伴う珪岩で構成されており、特段の問題はないと思われる。</li> <li>➤ しかしながら、両取水口の総流量は 1.0 - 1.5 m<sup>3</sup>/s ほどであり、設計流量に対してきわめて小さい。</li> </ul>					
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nagor 村近傍の林道沿いには熱水変質に起因する崩壊斜面が散見される。熱水変質脈は地下水を溜める不透水層として機能するため、水路トンネル掘削時に特に注意が必要である。</li> <li>➤ 導水路トンネルの 2/3 区間は Manas 累層 (Pzm)、残りの 1/3 区間は Pangsari 累層(pCd)で、RMR 値 ; 39、岩盤は Class-III と推定される。</li> <li>➤ 導水路トンネルは、背斜状構造の衝上断層を切ると想定される。</li> </ul>					
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 地下発電所上部の地形は、60° と極めて急峻である。しかし、このような急峻な地形では、例えば Kuri Gongri ダムサイトに見られるような岩盤クリープに伴う鉛直に近い割れ目が発達する傾向を有するので、建設中の安全確保に特段の注意を要する。</li> <li>➤ 発電所および放水路の岩盤は苦灰岩で、堅硬のように見える。透水性と地下の空洞に関して、詳細設計前に詳しい地質調査を実施する必要がある。</li> </ul>					



自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は主に亜熱帯広葉樹林に覆われている。導水路（地下）地域は亜熱帯／温帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ 取水口近くの村 Nagor の村人によると、ヒョウ（VU）とツキノワグマ（VU）が生息している。放水口がある Manaschhu には Putitor (Golden) Mahseer (EN) が生息している。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	NLC の GIS データによると <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得は発電所サイトで必要になる可能性がある。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データによるとプロジェクトにより直接影響をうける歴史・文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	



Photo 1 Nagor 村近くの熱水変質により脱色した岩



Photo 2 No.1 堰地点近傍の風化した珪岩と千枚岩

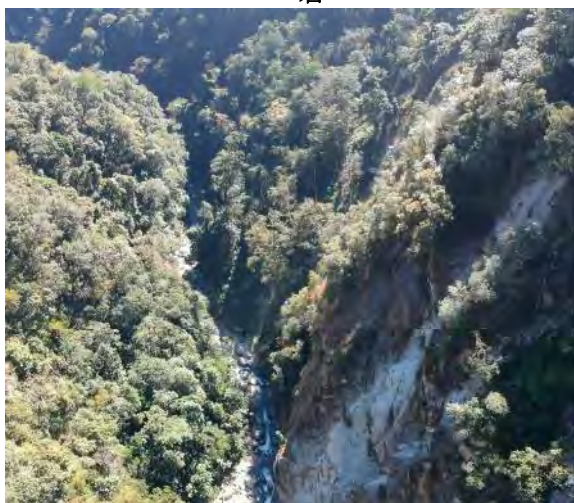


Photo 3 No.1 取水堰



Photo 4 No.2 取水堰の上流側



Photo 5 水圧管路および発電所地点

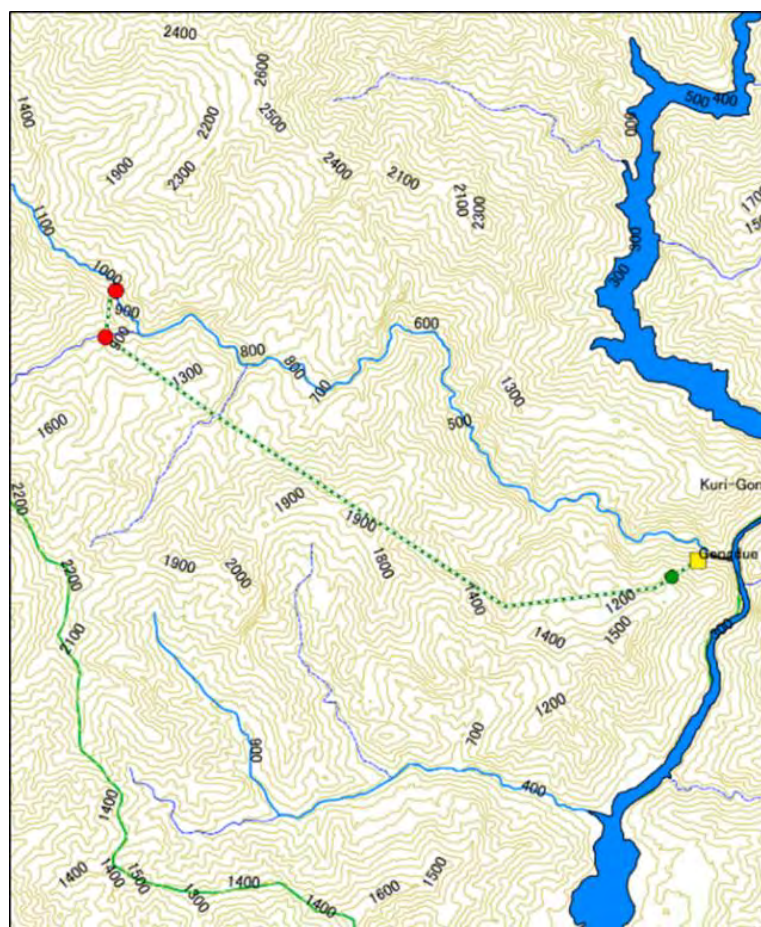


図 A 1-73 平面レイアウト (G-19)



図 A 1-74 水路縦断面図 (G-19)

### 1.38 G-22: Panbang

主要データ	地点名	G-22: Panbang		調査日	26/11/2018 27/11/2018		
	水系名	Drangmechhu		河川名	Manaschhu		
	ダム / 堰	緯度 : 26° 51' 41.29" N		経度 : 91° 0' 18.92" E			
	発電所	緯度 : 26° 51' 32.19" N		経度 : 91° 0' 14.74" E			
	タイプ	調整池式		基本諸元	ダム河床標高	EL 121 m	
	主要諸元	設備出力	1,100 MW		ダム/堰 高さ	155 (21) m	
最大使用水量		1,006.4 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	406 m	
有効落差		119.3 m			水平水路延長	600 m	
集水面積		20,944 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	495.2 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	ダム地点 : 0 km (Panbang 町から既設道路 3 km 間を改修する必要がある。) 発電所地点 : 0 km					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。 計画地点の地質は新原生代～カンブリア [?] 紀レッサーヒマラヤ帯の Baxa 層群 Manas 累層 (Pzm)に属する。 灰～白色、中～厚層厚、中～粗粒、部分的に斜交層理をもつトラフ内堆積物相の礫岩質珪岩、暗灰色～暗緑色の薄層～薄い層状の千枚岩、および中粒の灰色苦灰岩 (Bhargava, 1995;Tangri, 1995a; Long et al., 2011A)。 E-W 方向の向斜・背斜軸、MBT (Main Boundary Thrust) さらに熱水変質脈などが、Manas 川にほぼ平行に計画地点を通過する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 千枚岩薄層 (1m 未満) を伴う珪岩が、ダムサイト右岸の道路沿いに露出する。中風化 (MW) を示す露頭に 3 方向の節理群が発達する (Photo 3)。全体に割れ目に富み、ハンマーの打撃で用に砕くことができる。岩石の硬さは、 R33 (Medium strong rock)である。</li> <li>➤ 一方、左岸河床には、弱風化 SW (Slightly Weathered) 岩盤が露出する。岩盤は一見硬そうであるが、右岸同様、2-3 方向の節理が発達している (Photo 4)。</li> <li>➤ ダムサイト下流の道路法面には硬さ ; R2 (Weak rock) の岩盤に Manas 川にほぼ平行～やや斜行する方向で破碎帯が観察される (Photo 6)。</li> <li>➤ 上述のような地質条件下で、コンクリート重力式の建設は困難である。</li> </ul>					

<sup>3</sup> Cannot be scraped or peeled with a pocket knife. Hand held specimens can be fractured with single firm blow of geological hammer. (after ISRM 1981)

	取水ダム地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ダムサイト右岸には破碎した珪岩および千枚岩が分布することから、100m を超す規模のダム基礎としては十分ではないと判断される。</li> <li>➤ さらに、湛水池右岸に観察される 2 ヶ所の大規模な斜面崩壊は、将来湛水池に膨大な量の崩積物をもたらすこととなる。</li> <li>➤ ダムサイトとして、原案から 6km 上流に代替案が見出せる。水頭は原案より 30m 減じるが、単独での経済性は原案よりはるかに改善する。また、15 の家屋の水没ならびに上記斜面崩壊による膨大な量の崩積物の湛水池への流入を避けることができる。</li> <li>➤ さらに、この湛水池は揚水発電の下部調整池として計画されている。しかし、この揚水計画の放水路は幅 20-30m の熱水変質脈と遭遇することとなる。</li> </ul>
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口および水路は左岸に計画される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 原案の発電所は、左岸の地下に計画されている。</li> <li>➤ 比較案として、建設費を減じるために、下流の沖積平坦面上に置くことを推奨する。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 左岸（ダムサイトから約 15km 上流まで）は Royal Manas 国立公園の多目的使用ゾーン（予定）内にある。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は亜熱帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ Panbang 地域の森林管理官によると、アジアゾウ（EN）とガウル（VU）が夏になるとプロジェクト地域にやってくる。また Putitor (Golden) Mahseer（EN）が同河川に生息する。ダムサイト近くの村（Yumdang）の村人によると、ヒョウ（VU）とツキノワグマ（VU）が生息している。</li> <li>➤ ダムは現在の季節的水量に変化を与え、Royal Manas 国立公園を含む下流生態系に影響を与える。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、ナンコール、ノルブガン、ジョカ、ディチェンリ、ダウンミガン地区（Ngakhor, Norbugang, Bjoka, Dechengling, Dungming Gewog）役場、村落代表(Tshogpa)からのヒアリングによると、</p> <p>&lt; 湛水域 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データによると、3 チオツグ（Yumdang、Yangbari、Chapdonpa）の 4 村（Yumdang, Zarkapla Bali, Pato, Gem de Ri）の少なくとも 45 軒の建物が移転対象となる、地区役場関係者からの情報では、96 世帯が対象となるとの見方であった（地区別：ナンコール 12 世帯、ジョカ 9 世帯、ディチェンリ 25 世帯、ダウンミン 3 世帯、ゴンデユ 47 世帯）。</li> <li>➤ NLC の GIS データによると、約 700 エーカーの私有地の用地得が必要となる。地区政府の情報によると土地利用目的は居住地、農地、放牧地、店舗、採石場、休閒地等である。（地区別用地取得面積は、ナンコール約 35 エーカー、ノルブガン約 45 acre, ジョカ約 130 エーカー、ディチェンリ約 175 エーカー、ダウンミンにも私有地が多少ある。）。</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ グーグルアースマップと地区役場の情報によると、未舗装道路、ゲルポッシン～ナグラムハイウェイの一部、NRDCL の採石場 2 カ所、テルンヤンバリ間の吊り橋(歩行用)、Kurungchhu の車両通行可能なベイリー橋、Sokporogchhu の車両通行可能な橋等の多くの公的インフラ設備が湛水の影響を受ける可能性がある。</li> </ul> <p>&lt;ダムおよび発電所サイト&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転、私有地の用地取得なし。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データによると、仏塔 1、マニ車 1 が湛水域にある。また、コミュニティの寺が湛水域のすぐ近くにある。</li> </ul>
	その他	<p>&lt;郡政府、地区役場の環境社会影響と開発効果に対する意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクトの影響を受ける村落の中には比較的貧困者数が多いところが含まれる。湛水域に入るドンミン地区ミクリ (Mikuri) チオグファミリー (Lanilee) 村は貧困者数が比較的多いチオグの 1 つであり、貧困地域をターゲットとしているタラヤナ基金の生計支援プロジェクトが実施されている。ヤンバリ (Yanbari) チオグは経済的に脆弱な地域で、ナムゲル・ワンチュク殿下 (4 代目国王の叔父) の支援による魚の養殖プロジェクトが実施されており、またタラヤナ基金により住宅建設支援を受ける計画がある。</li> <li>➤ プロジェクトサイト周辺の村落においては、道路アクセス向上と地元生産品の販売増が期待される。例えば、ジョカ地区チャブデンマ (Chapdemba) チオグの村落は道路アクセスがなく、ザルカブラからパンバンへの移動に 3、4 時間かかる。ジョカ地区の村落は籐や竹の手工芸品が有名であり、道路アクセス向上と輸送コスト減少により、それらの販売が増加する可能性がある。</li> <li>➤ 国内旅行者のみならず、外国旅行者によるエコツーリズムが活発になってきている。インド人観光客が国境を越えてブータン側のマナス国立公園へ訪問している。</li> <li>➤ ケルン川とクルン川の合流地点はジグメ・ウーゲン・ワンチュク殿下 (5 代目国王の弟君) の釣り場である。</li> <li>➤ クリーゴンリからパンバン方面の川沿いは採石場のポテンシャルが高い。</li> </ul>



Photo 1 ダムおよび発電所地点



Photo 2 ダム地点下流の道路沿いで見られる僅かにせん断された珪岩



Photo 3 ダム地点右岸の珪岩の露頭



Photo 4 河床左岸の珪岩の露頭



Photo 5 ダム地点より 4.5km 上流の熱水変質による大規模崩壊地

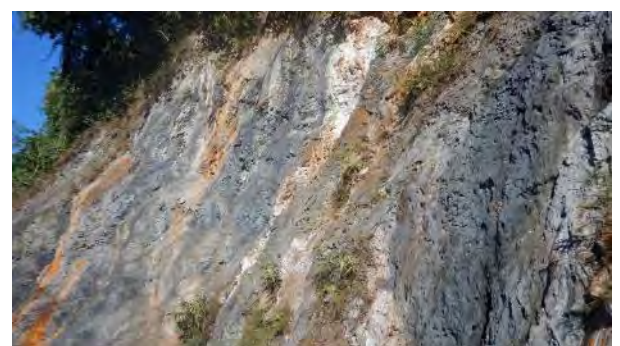


Photo 6 ダム地点から 17km 上流の Manaschhu の左岸で観察された熱水変質帯（下記 Google Earth の No. 115 flag ポイント）

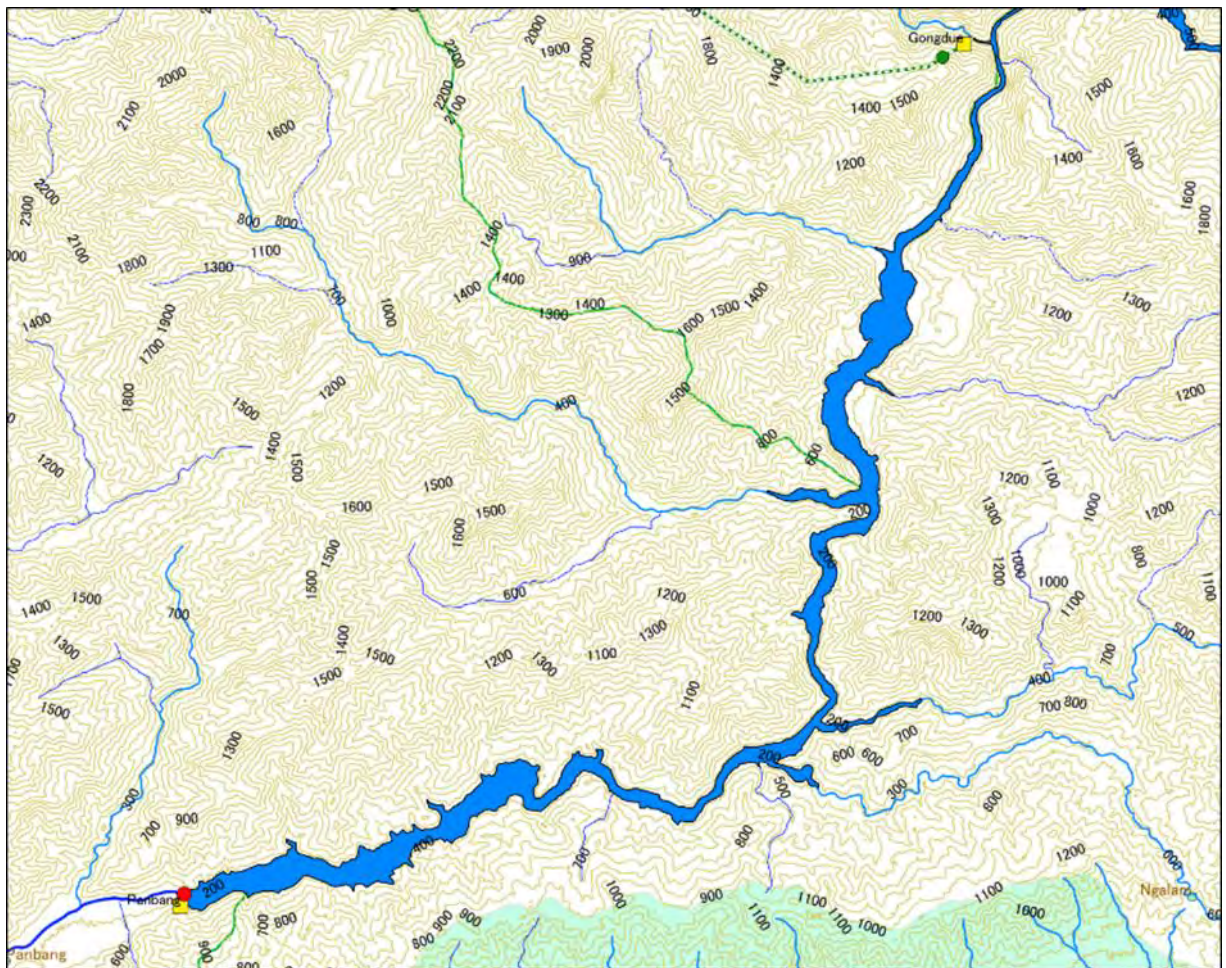


図 A 1-75 平面レイアウト (G-19)

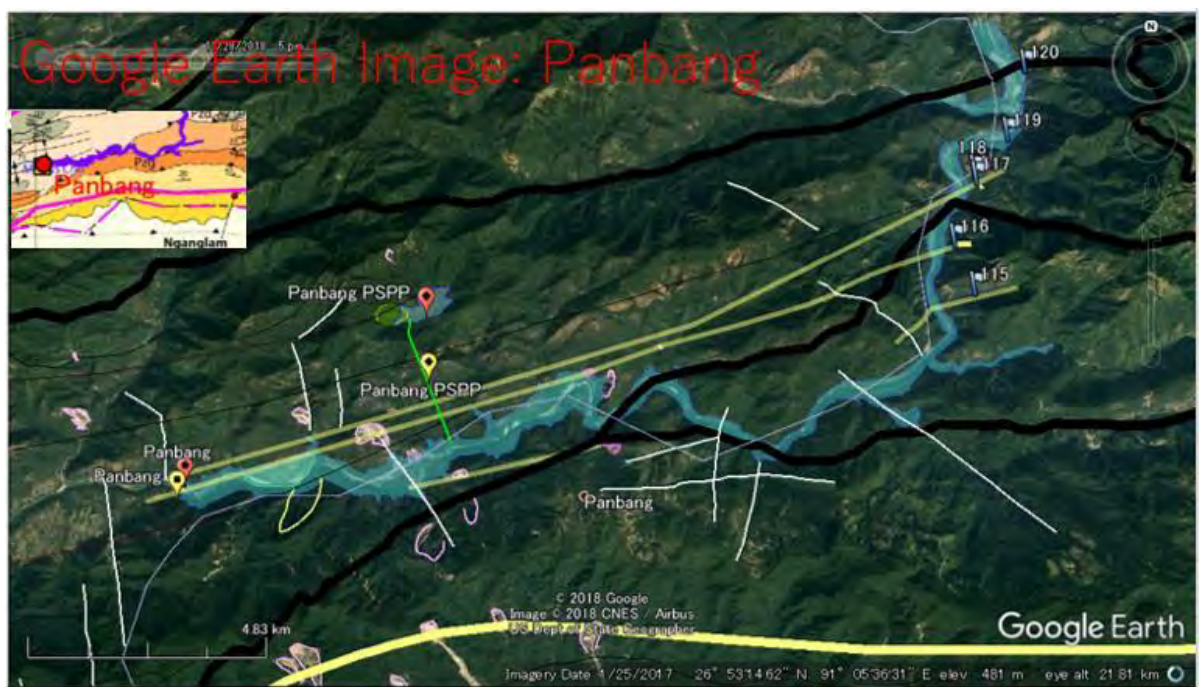


図 A 1-76 水路縦断面図 (G-19)



### 1.39 N-1: Nyera Amari Kangpara (G)

主要データ	地点名	N-1: Nyera Amari Kangpara (G)		調査日	02/12/2018	
	水系名	Nyera Amari		河川名	Shangri	
	ダム / 堰	緯度 : 27° 15' 48.76" N		経度 : 91° 43' 33.82" E		
	発電所	緯度 : 27° 14' 35.02" N		経度 : 91° 44' 8.83" E		
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 2,790 m
	主要諸元	設備出力	71 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ
最大使用水量		10.8 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		30 m
有効落差		762.6 m		水平水路延長		6,261 m
集水面積		145 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM
アクセス	既設道路からの 離隔距離		取水堰地点 : Kangpara 中心部から 16 km 発電所地点 : Kangpara 中心部から 14 km			
地形・地質	地質概要		<p>Long 他(2011) に記載されている調査地の地相は以下の通り 計画地点水路最上流部の地質は、新原生代-オルドビス[?] 紀のグ レーターヒマラヤ帯(Ghlm<sub>u</sub>)に属し、構造上下位にあたる グレー ターヒマラヤ セクションの上部メタ堆積岩類ユニットに位置す る。 幅広い変成度合いを有する、つまり東部では、部分熔融およびし ばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片麻岩、片岩、お よび珪岩 (Grujic et al., 2002)、中西部ブータンの基盤付近では熔融 のない主として上位の緑色片岩相(Gansser, 1983)、中央ブータンで は珪岩と角閃石-白雲母-ザクロ石片岩相をなす(Long and McQuarrie, 2010)、主に角閃岩相を呈する (Gansser, 1983)。 続く区間の水路の地質は、グレーターヒマラヤ帯のうち構造上下 位のグレーターヒマラヤユニットの上部変成岩群に属するカン ブリア~オルドビス [?] 紀の正片麻岩ユニット (GHl<sub>o</sub>)に属する。 崖を形成する、塊状で風化した花崗岩起源の正片麻岩 ; 一般に優 白質で眼球状長石を欠く。準片麻岩、片岩および珪岩が繰り返す が、局所的には離れて分布する。東部ブータンに向かって厚くな るグレーターヒマラヤ帯の堆積岩源岩に貫入したカンブリア紀 - オルドビス紀の花崗岩プルトンが変形したものと解釈される。 水路の最も長い区間を占めるのは、下部メタ堆積岩ユニット (GHl<sub>m</sub>) ; 角閃岩相で、主として黒雲母-白雲母-ザクロ石片岩およ びしばしば藍晶石-、珪線石-、あるいは十字石含有準片岩を含む 珪岩からなるメタ堆積岩類。部分的な熔融構造を有する正片麻岩 を散見する。</p>			
	取水堰地点		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 時間的制約のため、調査団は取水地点を調査できていないが、堰の設置には特段の問題は見当たらない。</li> <li>➤ 水路の地質は構造上下位のグレーターヒマラヤ セクションに属し、推定 RMR 値 ; 65、ほとんどの区間が Class-II に属すると思われる。したがって、導水路の地質はトンネルの施工には問題ないと判断される。</li> </ul>			
	水路経過地					
	発電所					

自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は冷帯広葉樹林に覆われていると考えられる。</li> <li>➤ Kangpara 地区の森林管理官によると、ヒョウ (VU)、ツキノワグマ (VU) とサンバー (VU) が生息している。地元で「Kheng Nga」と呼ばれる魚が生息していて、Putitor (Golden) Mahseer (EN) である可能性がある。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	NLC の GIS データ、カンパラ地区 (Kangpara Gewog) 役場からのヒアリングによると <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、カンパラ地区役場からのヒアリングによるとプロジェクトサイトに歴史・文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	< 県政府・地区役場関係者の環境社会配慮への意見 > <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nyera Amari 川は地元固有の魚が多く生息している。カンパラ地区のコミュニティは釣りの公的ライセンスや権限を保持していないが、時に川魚をたんぱく源として食している。現金収入源としての魚釣りは行っていない。</li> </ul> < 農業森林省森林局支所の意見 > <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ タシガン県森林局チーフ森林オフィサー (CFO) によると、Nyera Amari 川沿いに漁業の公的ライセンスを取得したコミュニティ漁業グループを形成する可能性がある。また、12 次 5 年計画において、カンパラ地区内に数千エーカーに及ぶ面積の森林マネジメントユニットを設定することが提案されている、同ユニットが設定されると対象地域での開発は制約が生じる。</li> </ul>

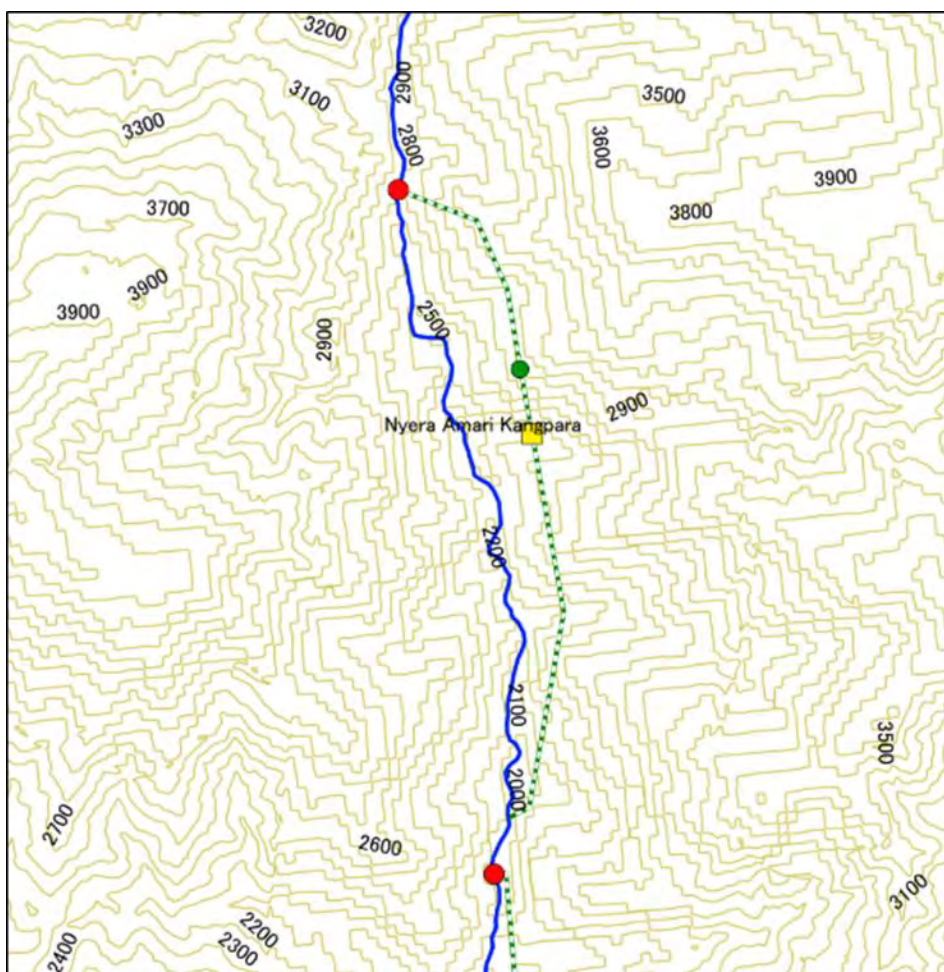


図 A 1-77 平面レイアウト (N-1)

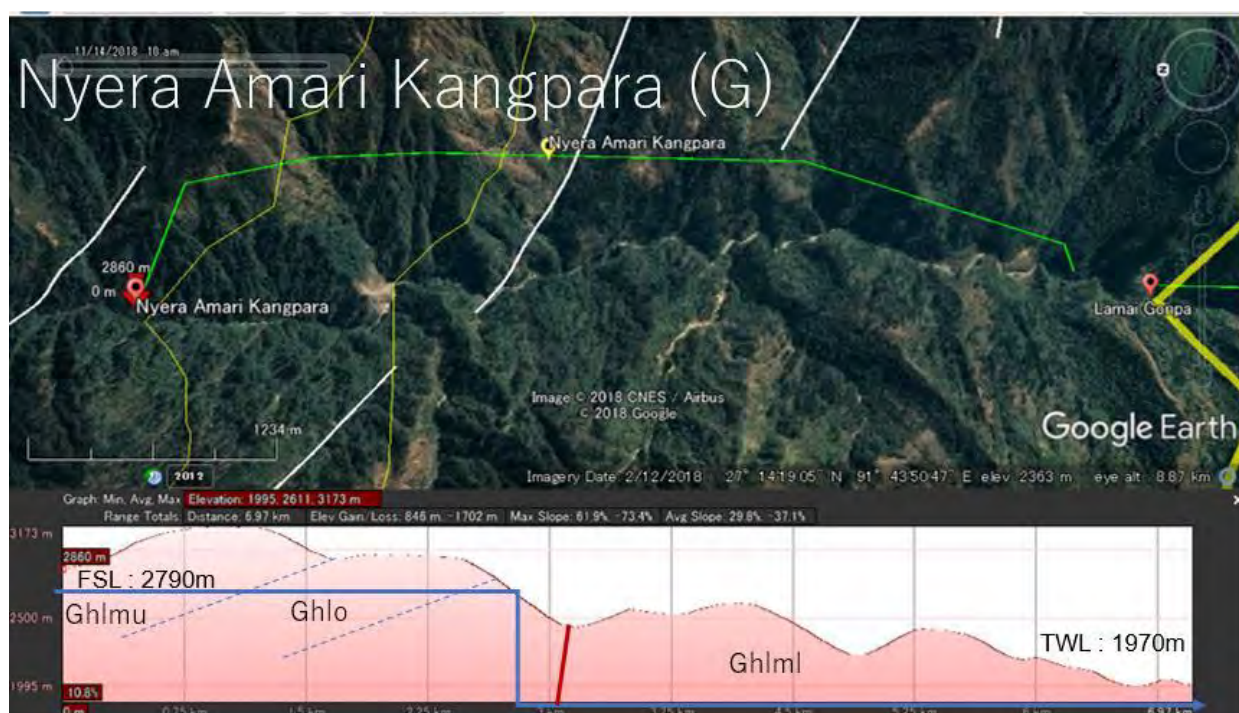


図 A 1-78 水路縦断面図 (N-1)

### 1.40 N-2: Lamai Gonpa

主要データ	地点名	N-2: Lamai Gonpa		調査日	2/12/2018 3/12/2018		
	水系名	Nyera Amari		河川名	Shangri		
	ダム / 堰	緯度： 27° 12' 29.92" N		経度： 91° 43' 42.41" E			
	発電所	緯度： 27° 8' 39.65" N		経度： 91° 43' 35.01" E			
	タイプ	流れ込み式		基本諸元	ダム河床標高	EL 1,935m	
	主要諸元	設備出力	37 MW		ダム/堰 高さ	5 m	
最大使用水量		14.1 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	30 m	
有効落差		302.3 m			水平水路延長	9,695 m	
集水面積		188 km <sup>2</sup>			有効貯水容量	MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離	取水堰地点：約 20km 発電所地点：0 km					
地形・地質	地質概要	<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。          計画地点の地質は南から北へ、新原生代 Daling-Shumar 層群の Shumar 累層 (pCs)・Daling 累層 (pCd)、新原生代-オルドビス (?) 紀の Jaishidanda 累層 (Pzj)の順に配列する。          発電所周辺に分布する Shumar 累層 (pCs)は、淡灰～白色、褐色風化、極細粒、中～高層厚、急崖を成す珪岩。薄～厚層、緑色、上部に行くほど普遍的になる変形し引き摺り変形した石英のレンズを有する白雲母-黒雲母片岩および千枚岩と互層する。          水路の大半を占める Daling 累層 (pCd)は、Shumar 累層と同様の層相であるが、片岩と千枚岩が優勢である。珪岩は薄～中層厚、中粒の灰色石灰岩が稀に互層する。下部境界は Shumar 累層と漸移する (McQuarrie et al.,2008; Long et al.,2011A)。層厚は 2.3～3.2 km (Long et al.,2011A)。          最上流部の取水口付近に分布する Jaishidanda 累層 (Pzj)は、灰色、黒雲母に富む、一部灰色～黄褐色のザクロ石含有片岩と互層状。層状雲母薄層を含有し石質岩片に富む珪岩 (Bhargava,1995; Dasgupta,1995; Long et al.,2011A)。一般に 層厚 600-900 m、しかし Kuri 沿いでは 1,700m (Long et al., 2011A)。上部は緑色片岩、下部に向かって角閃岩相となる (Gansser,1983)。</p>					
	取水堰地点	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水堰地点は、Nyera Amari の支流 ; Shangri に計画されている。</li> <li>➤ 計画地点は、地震リスクが高く、かつ顕著な衝上断層 (MCT) が取水堰近くを通過する。</li> </ul>					
	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路ルートは、Shangri の左岸に設置する。</li> <li>➤ 水路ルートの地質は、片岩と千枚岩が卓越すると想定され、導水路トンネルの線形は脆弱層や異方性岩盤を避けて選定するのが望ましい。</li> <li>➤ 導水路トンネルは Daling 累層 (pCd) に位置し、岩級は RMR 値 ; 42 で Class-III の岩盤と想定される。</li> </ul>					

	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 発電所地点は僧院に近く、正確な離隔の把握が必要である。</li> <li>➤ 発電所は厚い珪岩層分布範囲に位置するため、発電所を地下に設置することに特段の問題はないと想定される。しかし、地下空洞施工時に熱水変質帯や ST (Shumar Thrust) との遭遇を回避するために、詳細な地質状況の把握、特に千枚岩や片岩など異方性岩盤の分布を注意深く調査する必要がある。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> <li>➤ Trashigang の森林事務所によると、プロジェクト地域周辺に forest management unit を設定する計画がある。大きさは約 5,000 ha だが、位置の詳細は不明。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口と導水路 (地下) 地域は温帯広葉樹林に覆われていると考えられ、放水口地域は温帯広葉樹林に覆われている。</li> <li>➤ Kangpara 地区の森林管理官によると、ヒョウ (VU)、ツキノワグマ (VU) とサンバー (VU) が生息している。地元で「Kheng Nga」と呼ばれる魚が生息していて、Putitor (Golden) Mahseer (EN) である可能性がある。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、カンパラ地区 (Kangpara Gewog) 役場からのヒアリングによると</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、カンパラ地区役場からのヒアリングによると、発電所と導水路が約 0.33km のところに Lamai Gonpa Lhakhang という非常に古い文化遺産がある。カンパラ地区で最も重要な文化遺産の 1 つであり、県政府および地区役場ともにプロジェクト建設中の爆発や掘削工事により寺が影響を受けることを懸念している。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路は私有地の一部とコミュニティフォレストの下を通過する。</li> </ul> <p>&lt; 県政府・地区役場関係者の環境社会配慮への意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nyera Amari 川は地元固有の魚が多く生息している。カンパラ地区のコミュニティは釣りの公的ライセンスや権限を保持していないが、時に川魚をたんぱく源として食している。現金収入源としての魚釣りは行っていない。</li> </ul> <p>&lt; 農業森林省森林局支所の意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ タシガン県森林局チーフフォレストオフィサー (CFO) によると、Nyera Amari 川沿いで漁業の公的ライセンスを取得したコミュニティ漁業グループを形成する可能性がある。また、12 次 5 年計画において、カンパラ地区内に数千エーカーに及ぶ面積の森林マネジメントユニット (FMU) を設定することが提案されている、同ユニットが設定されると対象地域での開発は制約が生じる。</li> </ul>



Photo 1 発電所地点



Photo 2 発電所地点周辺に分布する珪岩



Photo 3 風化した珪岩および千枚岩 (Waypoint 150)

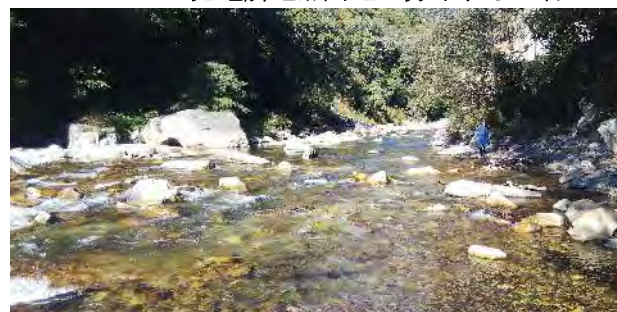


Photo 4 Nyera Amari 河川状況

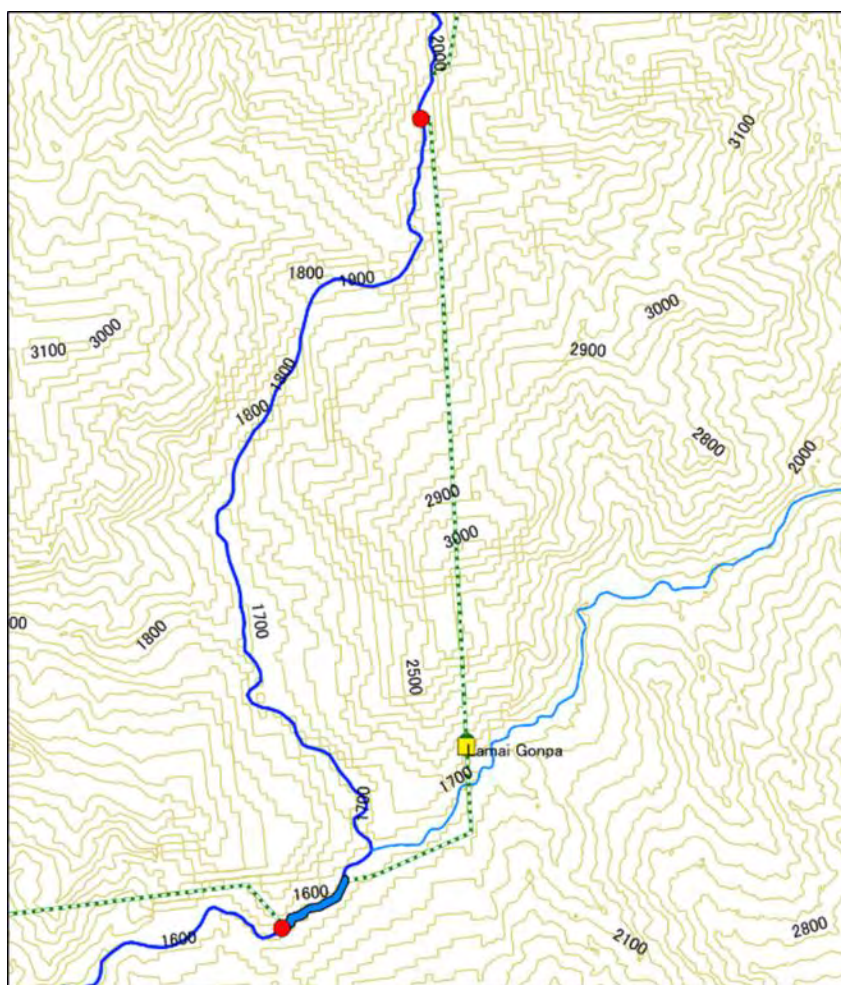


図 A 1-79 平面レイアウト (N-2)



図 A 1-80 水路縦断面図 (N-2)

### 1.41 N-3: Peydung-Kangpar\_Rev

主要データ	地点名	N-3: Peydung-Kangpar_Rev		調査日	2/12/2018 3/12/2018		
	水系名	Nyera Amari		河川名	Nyera Amari		
	ダム / 堰	緯度： 27° 7' 40.10" N		経度： 91° 42' 12.60" E			
	発電所	緯度： 27° 5' 52.46" N		経度： 91° 36' 51.67" E			
	タイプ	流れ込み式（調整池有）			基本諸元	ダム河床標高	EL 1,575m
	主要諸元	設備出力	102 MW			ダム/堰 高さ	58 (28) m
最大使用水量		28.4 m <sup>3</sup> /s		堤頂長		120 m	
有効落差		418.5 m		水平水路延長		12,500 m	
集水面積		379 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		0.7 MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： 0 km 発電所地点： 0 km				
地形・地質	地質概要		<p>Long 他(2011) に記載されている岩相は以下の通り。                  調査地は、新原生代 Daling-Shumar 層群 Shumar 累層 (pCs) の分布域にある。                  淡灰～白色、褐色風化、極細粒、中～高層厚、急崖を成す珪岩。薄～厚層、緑色、上部に行くほど普遍的になる引き摺り変形した石英のレンズを有する白雲母-黒雲母片岩および千枚岩と互層する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 発電所上部斜面には熱水変質起源と想定される弱層に起因する地すべり地形がある。変質脈は千枚岩相に沿っており、同時に水路に並走している。したがって、熱水変質脈の分布を注意深く調査して水路線形を決定することが重要である (Photo 3)。</li> </ul>				
	取水堰地点		<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 原案は、高さ 58m のコンクリート重力式ダムで計画されている。しかし、ダムサイトの直下流に沖積平坦面があり、明かり沈砂池を設置できるので、高さ 15m 未満の堰に変更することを推奨する。</li> <li>▶ Nyera Amari の支流である Shangri と Gongri の流量を目測した結果、Shangri は 4-5m<sup>3</sup>/s、Gongri は 2-3 m<sup>3</sup>/s で、合流部で 6-7m<sup>3</sup>/s と見積もられた。一方、発電所付近での流量は 5m<sup>3</sup>/s 未満に見える。流域のいくつかの溪流には隆起面積比で期待する流量に足りないものが見受けられる。</li> <li>▶ ダム・取水口地点の地形は、右岸が急で 55°、左岸は 35° である。</li> <li>▶ 堰付近には岩盤露頭は見出せず、河床には巨礫が堆積している。厚い堆積物が想定されるため、フローチングタイプの堰を推奨する。</li> </ul>				



	水路経過地	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 水路全線に珪岩が卓越すると想定する。平均層厚は珪岩が 0.4m、互層状に 10mm 程度の千枚岩薄層が挟在する。地層の走向傾斜は、N70-80E/40NW である。道路の掘削法面で二組の節理群が 0.2m 間隔で認められる (Photo 2)。</li> <li>➤ 取水口付近のごく一部に風化した片岩若しくは千枚岩が予想される。</li> <li>➤ 水路は、Shumar 累層 (pCs)の中を通過し、岩盤は推定 RMR 値 ; 63 で Class-II と想定される。</li> </ul>
	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現地踏査結果から、水槽・発電所および放水路の一連の線形を Nyera Amari I の直上流に移動する。落差 70m の増が見込める (平面レイアウト参照)。</li> <li>➤ 地下発電所には特段の問題は想定されないが、熱水変質脈と ST (Shumar 衝上断層)を避ける必要がある (Photo 3)。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口地域は温帯広葉樹林に覆われ、導水路 (地下) と放水口地域はヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➤ Kangpara 地区の森林管理官によると、ヒョウ (VU) 、ツキノワグマ (VU) とサンバー (VU) が生息している。地元で「Kheng Nga」と呼ばれる魚が生息していて、Putitor (Golden Mahseer (EN) である可能性がある。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データ、カンパラ地区役場からのヒアリングによると</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 湛水域において約 2 エーカー私有地の用地取得が必要となる (現時点では休閑地である水田と畑が対象)。</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、カンパラ地区役場からのヒアリングによるとプロジェクトサイトに歴史・文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 導水路はコミュニティフォレストを通過する可能性がある。</li> </ul> <p>&lt; 県政府・地区役場関係者の環境社会配慮への意見 &gt;</p> <p>Nyera Amari 川は地元固有の魚が多く生息している。カンパラ地区のコミュニティは釣りの公的ライセンスや権限を保持していないが、時に川魚をたんぱく源として食している。現金収入源としての魚釣りは行っていない。</p>

		<p>&lt;農業森林省森林局支所の意見&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▶ タシガン県森林局チーフフォレストオフィサー (CFO) によると、Nyera Amari 川沿いに漁業の公的ライセンスを取得したコミュニティ漁業グループを形成する可能性がある。また、12次5年計画において、カンパラ地区内に数千エーカーに及ぶ面積の森林マネジメントユニット (FMU) を設定することが提案されている。同ユニットが設定されると対象地域での開発は制約が生じる。</li></ul>
--	--	---



Photo 1 取水堰地点および沈砂池



Photo 2 発電所上部の道路沿いの珪岩露頭



Photo 3 熱水変質により脆弱化した地層



Photo 4 発電所地点から下流側

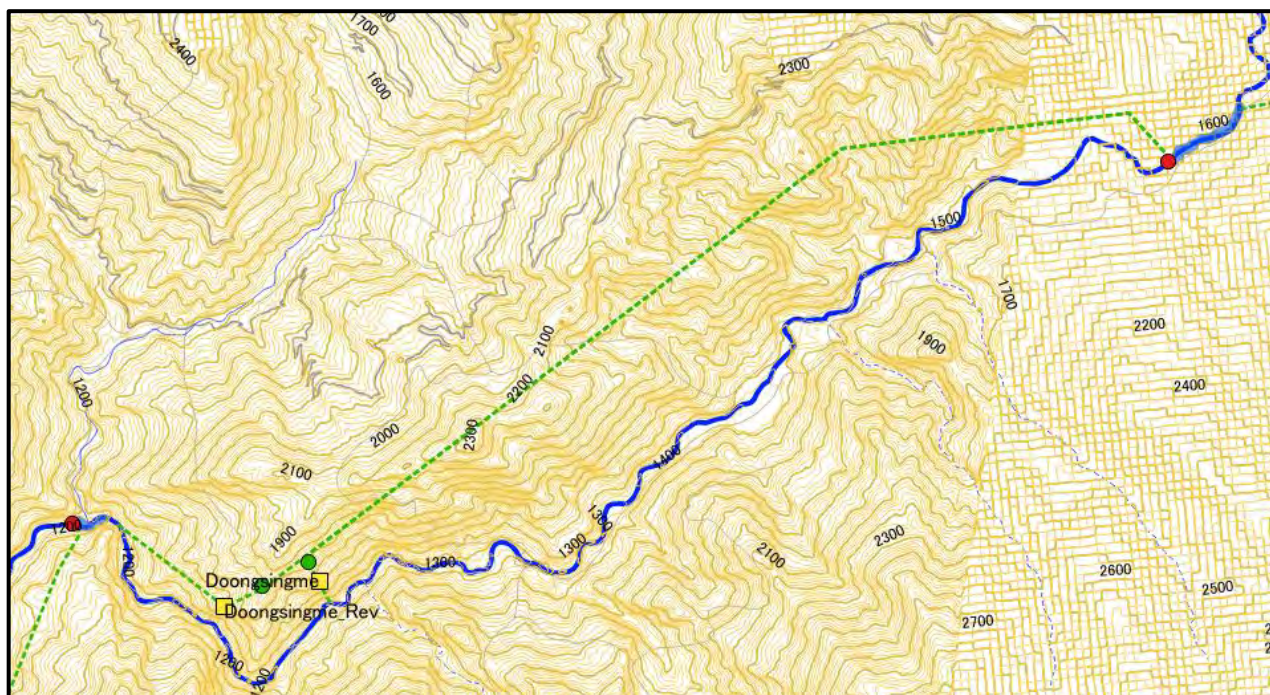


図 A 1-81 平面レイアウト (N-3)

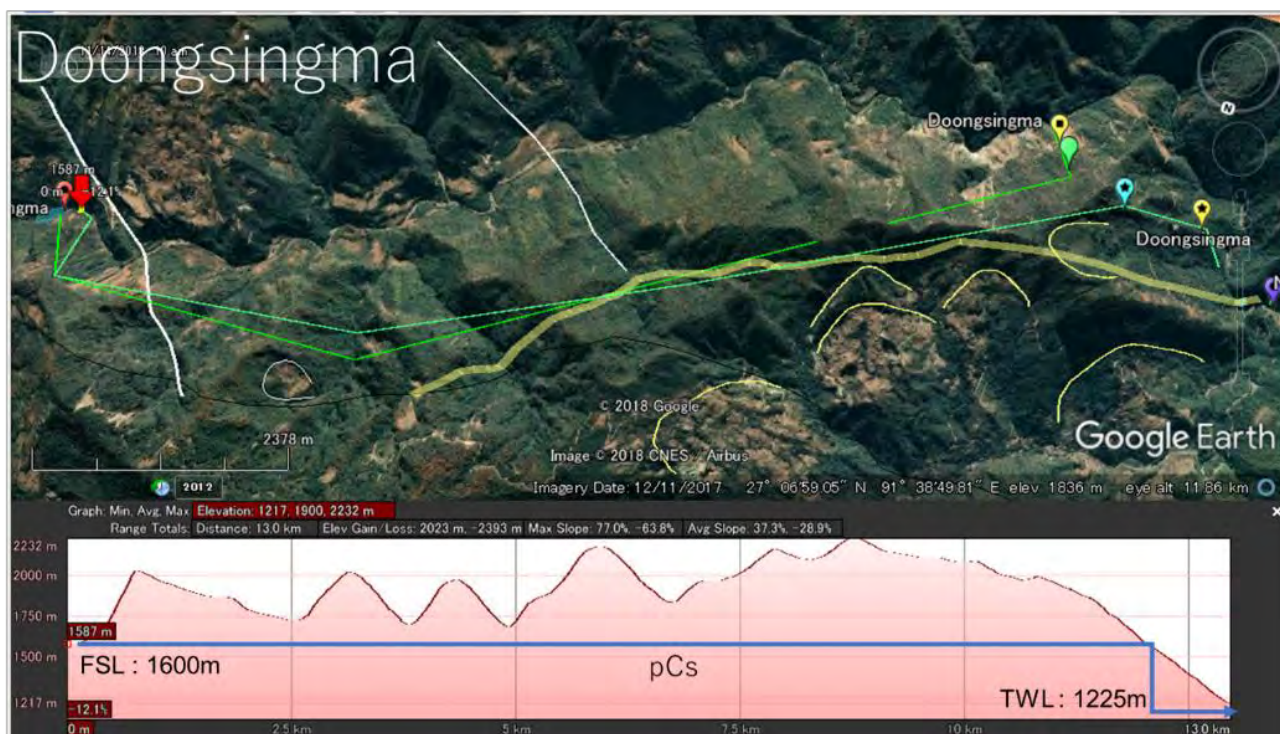


図 A 1-82 水路縦断面図 (N-3)

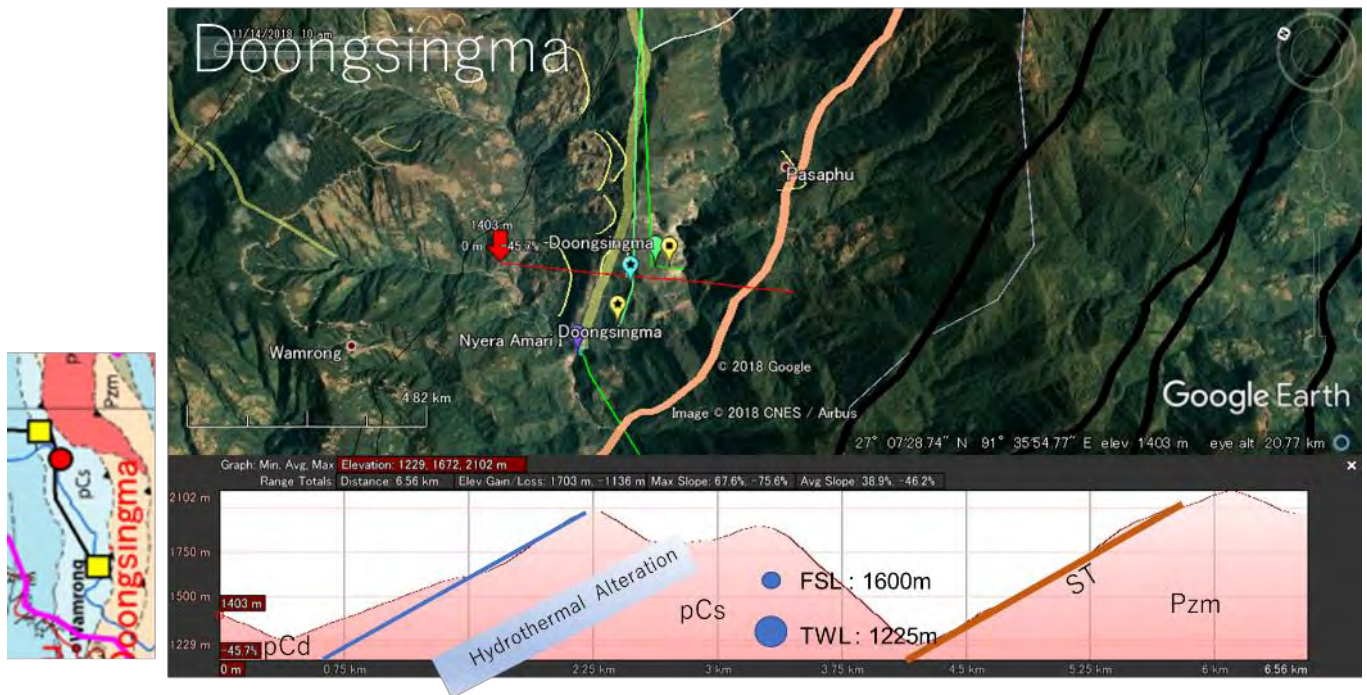


図 A 1-83 地質縦断図 (N-3 Rev)

### 1.42 N-3R: Pedung-Kangpar\_Rev2

主要データ	地点名	N-3R: Pedung-Kangpar_Rev2		調査日	26/01/2019		
	水系名	Nyera Amari		河川名	Nyera Amari		
	ダム / 堰	緯度： 27° 9' 3.17" N		経度： 91° 42' 9.73" E			
	発電所	緯度： 27° 5' 47.50" N		経度： 91° 36' 16.48" E			
	タイプ	流れ込み式			ダム河床標高	EL 1,675m	
	主要諸元	設備出力	73 MW		基本諸元	ダム/堰 高さ	5 m
		最大使用水量	17.3 m <sup>3</sup> /s			堤頂長	40 m
有効落差		488.3 m		水平水路延長		12,750 m	
集水面積		231 km <sup>2</sup>		有効貯水容量		MCM	
アクセス	既設道路からの 離隔距離		ダム地点： 0 km 発電所地点： 0 km				
水文	河川流量（目視）		2.5 - 3 m <sup>3</sup> /s				
	河床堆積物		0.5 - 1m（礫）				
地形・地質	地質概要		<p>Long 他(2011)に記載されている調査地の地相は以下の通り                  表層の地質は、グレートヒマラヤ帯のうち構造上下位のグ                  レーターヒマラヤユニットの上部変成岩群に属する新原生                  代 Daling-Shumar 層群 Shumar 累層 (pCs)の分布域にある。                  淡灰～白色、褐色風化、極細粒、中～高層厚、急崖を成す珪                  岩。薄～厚層、緑色、上部に行くほど普遍的になる変形し引                  き摺り変形した石英のレンズを有する白雲母-黒雲母片岩お                  よび千枚岩と互層する。</p> <p>➤ 発電所上部斜面には熱水変質起源と想定される弱層に起                  因する地すべり地形がある。変質脈は千枚岩相に沿って                  おり、同時に水路に並走している。したがって、熱水変質                  脈を避けるように水路線形および発電所地点を決定する                  ことが重要である（南北方向地質断面参照）。</p>				
	取水堰地点		<p>➤ Laimai Gonpa 計画は経済性が低く開発が難しいため、こ                  の計画を取りやめ、当地点の取水口を Nyera Amari 川の                  上流側に移し、落差を稼ぐこととした。</p> <p>➤ 堰周辺には露頭は見出せず、礫層が河床を被って堆積し                  ている。厚い堆積物が予想されるため、トレンチ堰とす                  ることが望ましい (Photo 1)。</p>				
	水路経過地		<p>➤ 水路全線に珪岩が卓越すると想定する。平均層厚は珪岩                  が 0.4m、互層状に 10mm 程度の千枚岩薄層が挟在する。                  地層の走向傾斜は、N70-80E/40NW である。道路の掘削                  法面で二組の節理群が 0.2m 間隔で認められる (Photo                  2)。</p> <p>➤ 取水口付近のごく一部に風化した片岩若しくは千枚岩が                  予想される。</p> <p>➤ 水路は、Shumar 累層 (pCs)の中を通過し、岩盤は推定                  RMR 値；63 で Class-II と想定される。</p>				

	発電所	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 現地踏査結果から、水槽・発電所および放水路の一連の線形を Nyera Amari I の直上流に移動する。落差 70m の増が見込める（平面レイアウト参照）。</li> <li>➤ 地下発電所には特段の問題は想定されないが、熱水変質脈と ST (Shumar 衝上断層) を避ける必要がある (Photo 4)。</li> </ul>
自然 / 社会環境	自然公園 / 保護区域	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ プロジェクト地域は保護区外に位置している。</li> </ul> <p>&lt; 県政府・地区役場関係者の環境社会配慮への意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nyera Amari 川は地元固有の魚が多く生息している。カンパラ地区のコミュニティは釣りの公的ライセンスや権限を保持していないが、時に川魚を釣ってたんぱく源として食している。現金収入源としての釣りは行っていない。</li> </ul>
	貴重動植物	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 取水口地域は温帯広葉樹林に覆われ、導水路（地下）と放水口地域はヒマラヤマツ林に覆われている。</li> <li>➤ Kangpara 地区の森林管理官によると、ヒョウ (VU)、ツキノワグマ (VU) とサンバー (VU) が生息している。地元で「Kheng Nga」と呼ばれる魚が生息していて、Putitor (Golden) Mahseer (EN) である可能性がある。</li> </ul>
	移転 / 補償物件	<p>NLC の GIS データによると</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 住民移転なし</li> <li>➤ 私有地の用地取得なし</li> </ul>
	歴史的 / 文化的遺産	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ NLC の GIS データ、カンパラ地区役場からのヒアリングによるとプロジェクトサイトに歴史・文化遺産はない。</li> </ul>
	その他	<p>&lt; 県政府・地区役場関係者の環境社会配慮への意見 &gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Nyera Amari 川は地元固有の魚が多く生息している。カンパラ地区のコミュニティは釣りの公的ライセンスや権限を保持していないが、時に川魚をたんぱく源として食している。現金収入源としての魚釣りは行っていない。</li> </ul>



Photo 1 変更取水堰地点



Photo 2 発電所上部の道路沿いの珪岩露頭



Photo 3 発電所地点から下流側



Photo 4 熱水変質により脆弱化した地層



図 A 1-84 平面レイアウト (N-3 Rev2)



図 A 1-85 水路縦断図 (N-3)



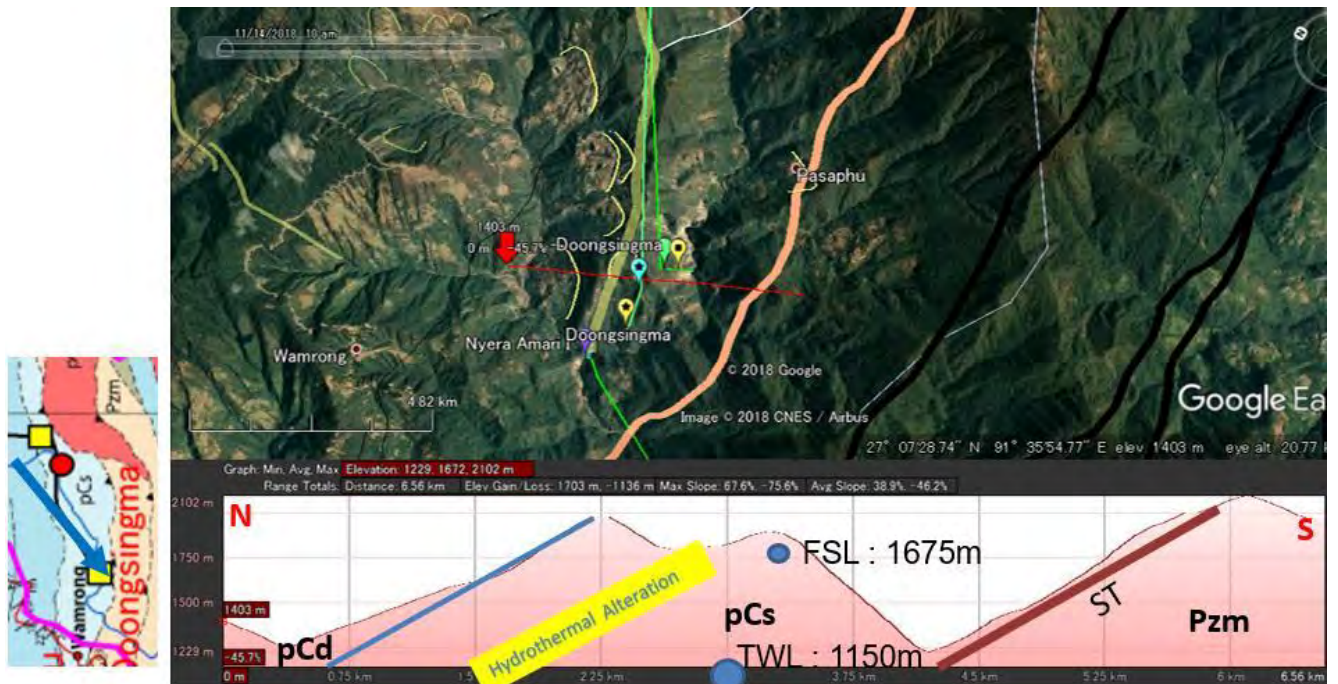


図 A 1-86 地質縦断図 (N-3 Rev2)