

調査全体に係る共通事項

① なぜ水力発電のみを対象とするのか

ブータンにおける発電マスタープランを策定する前提として、ブータンにおける電源構成（発電量ベース）に占める水力発電の割合が99.8%以上であること、また水力以外の発電用資源に乏しい内陸国であり、輸送インフラが未発達であることから、化石燃料による発電コストに競争力はなく、将来的にも水力発電の代替案として検討する余地は限りなく低いと考えられます。また水力発電を除く再生可能エネルギーについては、2016年よりADBが再生可能エネルギーマスタープラン策定を支援していますが、同様に発電コストが高いこと¹に加えて利用可能な土地面積が狭いため、ポテンシャルもそれほど多くはありません。このため、本調査では、国内の発電ポテンシャルの太宗を占め、発電コストも他と比較して優位性のある水力発電を対象の発電方式としています。2003年にノルウェーの支援により策定された電力マスタープランにおいても水力発電のみを対象としており、今回の調査においても、ブータン政府からは電力マスタープランとして要請されていますが、要請の中身は水力発電のマスタープランを策定するものであり、水力発電を対象とすることが先方政府との間で合意されています。なお、水力を含む再生可能エネルギー（水力、地熱、風力など）、化石燃料によるエネルギー（火力ほか）を比較したうえで、ブータンの主軸エネルギーとして水力を選択していることを報告書に記載します。

（ご参考）ブータン国内の電源構成（発電量ベース、2017年）

	発電量 (GWh)	割合 (%)
Large Hydroelectric Plants (>25 MW)	7,717.2	99.84
Mini and Micro Hydroelectric Plants	11.2	0.15
Diesel Generators	0.3	0.00
Wind Generators	1.1	0.01
Total	7,730	100

出所：Power Data 2017, Royal Government of Bhutan

② 水力開発の目的

ブータンは、「第11次五か年計画（2013-2018）」において、「水力発電開発の促進と送電網の強化」を重要プログラムと位置付け、また2016年に策定した経済開発政策（Economic Development Policy 2016）において、ブータンの5つの宝石（5 jewels）²の第一番目に水力発電を掲げています。国内の電化率が99%に達している中でブータン政府として水力開発を重要視する理由は、国家収入確保の手段として水力開発を位置付けていることにあります。具体的には、

¹ ADBによる再生可能エネルギーマスタープラン（2016）では、5,000kW以上のメガソーラー太陽光発電で17.5Nu/kWhであり、大規模水力（2Nu/kWh）の約9倍、5,000kW規模の水力（4.6Nu/kWh）の約4倍の発電コストとされている。

² 経済開発政策2016（Economic Development Policy 2016）における5 jewelsとして、Hydropower, Agriculture, Cottage and small industries, Tourism, Miningを掲げている。

水力発電の事業税収やインドへの売電収入は国家歳入の約 20%、GDP の約 15%（2014 年）を占めており、水力発電は国内電力需要³を満たすためだけでなく、国家財源確保の極めて重要な資源です。なお、水力発電による収入が国民総幸福量（GNH）最大化のためのブータン政府による各種施策の欠かせない財源となっています。

③ 水力発電所の分類（流れ込み式なのかダム式なのか）

一般水力発電所を分類する場合には、大きく 2 つの分類方法があります。一つ目は、水の運用可能性に焦点を当てた分類方法で、「流れ込み式」、「調整池式」、「貯水池式」に分類されます。二つ目は、構造物に焦点を当てた分類方法で、「ダム式」、「ダム水路式」、「水路式」に分類されます。流れ込み式でも取水するための堰（ダム）は必要であり、使用水量が多ければ流れ込み式でも高い堰（ダム）が必要になります。ブータンにおいては、多くは「流れ込み式」または小さな調整容量（乾季において数時間程度）を持った「調整池式」ですが、本調査において環境社会への正負の影響、技術・経済性、を評価し計画を策定する予定です。

④ マスタープランと個別地点計画の違い

本調査はマスタープランであることから、個別地点の詳細な計画策定ではなく、個別地点の概略計画（取水口、水路、発電所などの位置図、出力規模、発電形式、概算工事費、年間発電電力量など）を策定し、それに基づいて環境面の評価も加えて、開発優先順位を決定します。このため、本調査における代替案の検討は、個別地点における代替案を評価するのではなく、全体計画における代替案を検討することになります。

なお、各地点における代替案の検討を含む詳細な規模検討や、各地点の地域住民が参加するステークホルダーミーティングの開催は、当該地点の Feasibility Study (FS) 実施時に実施するものと考えています。

³ 水力発電電力量は既に国内電力需要量を超過しておりインドに輸出している（2017 年、5,700 GWh）。他方で、多くが流れ込み方式であることから乾季には大幅に発電量が低下し、一部期間にはインドから輸入しており、乾季の電力輸入量（2017 年、91.92 GWh）を将来の水力開発で賄うこととなる。

既設発電所及び建設中発電所

添付資料 2

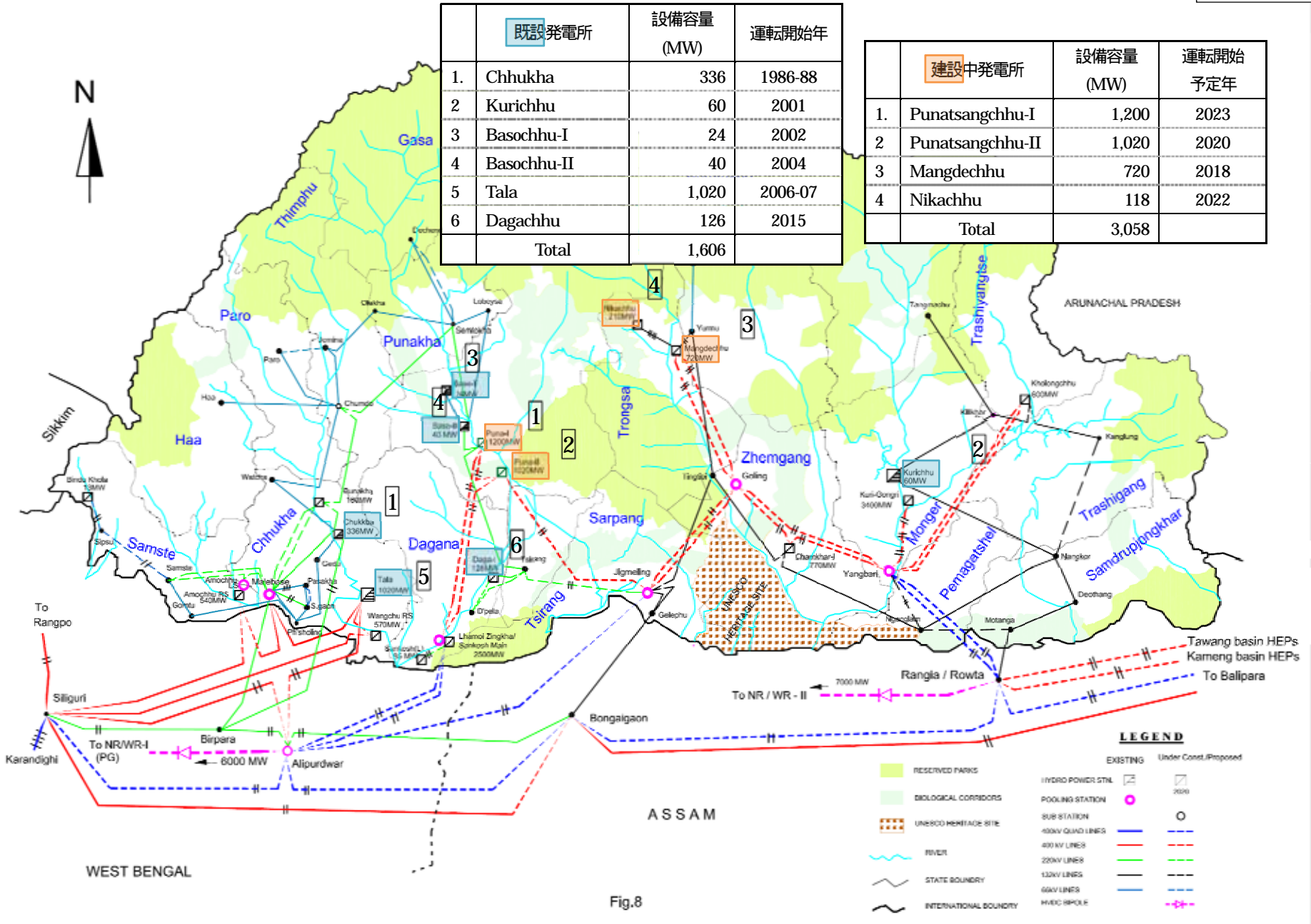


Fig.8

系統開発計画（2012年）における計画地点

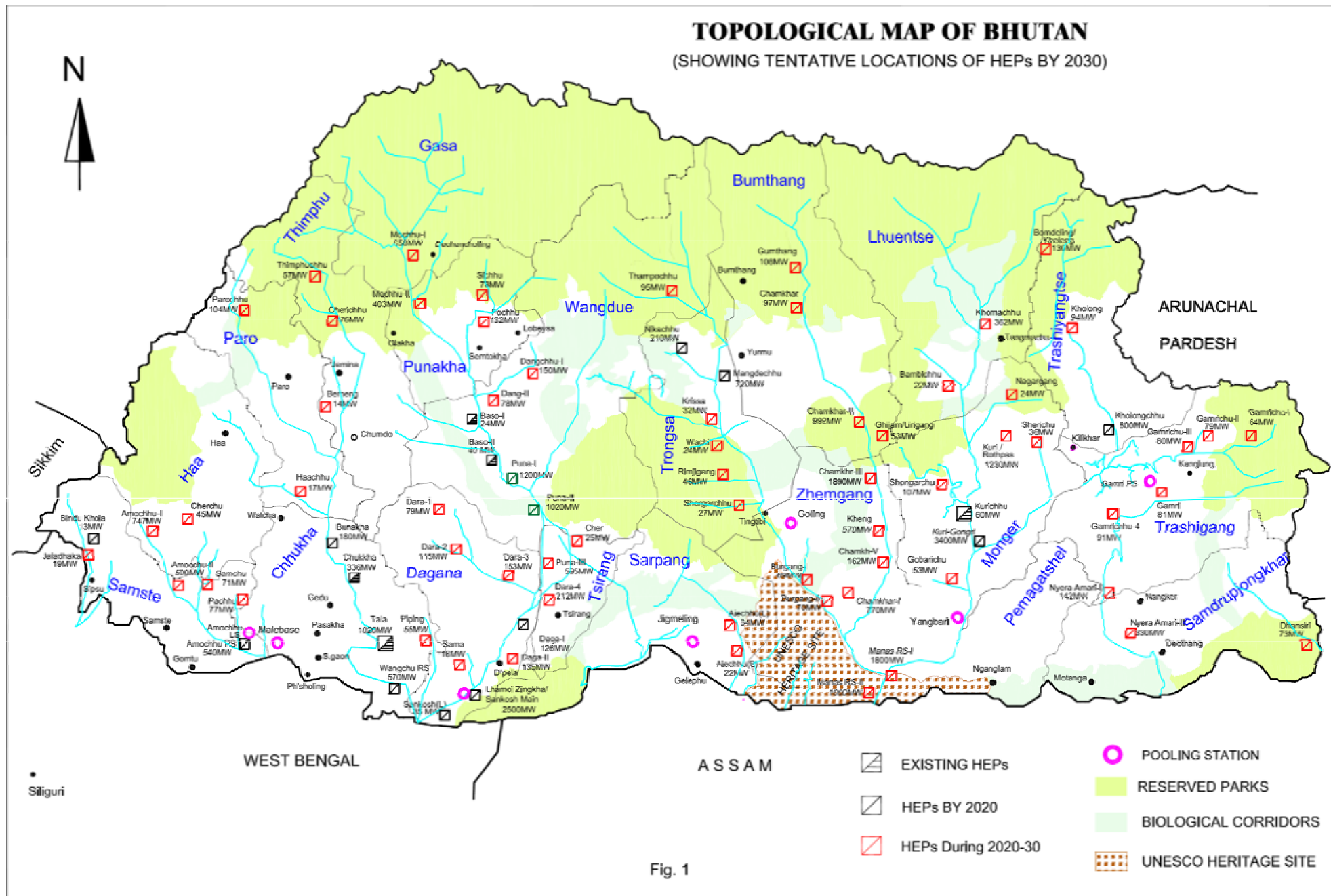


Fig. 1

略語集

Abbreviation	Word
BEA	Bhutan Electricity Authority
BPC	Bhutan Power Corporation
CDCL	Construction Development Corporation Limited
CFU	Colony Forming Unit
CO ₂	Carbon Dioxide
C/P	Counterparts
DFR	Draft Final Report
DGPC	Druk Green Power Corporation
DHPS	Department of Hydropower & Power Systems
DoC	Department of Culture
DoFPS	Department of Forest and Park Services
DoR	Department of Road
DPR	Detailed Project Report
DRE	Department of Renewable Energy
DYT	Dzongkhag Yargay Tshogdu
ECB	Election Commission of Bhutan
EIA	Environmental Impact Assessment
FAQ	Frequently Asked Question
FR	Final Report
F/S	Feasibility Study
GAO	Gewog Administrative Officer
GLOF	Glacial Lake Outburst Flood
GNH	Gross National Happiness
GNHC	Gross National Happiness Commission
GYT	Gewog Yargay Tshogchung
HEP	Hydro Electric Project
IEE	Initial Environmental Examination
IFC	International Finance Corporation
INDC	Intended Nationally Determined Contribution
IUCN	International Union for Conservation of Nature
JCC	Joint Coordination Committee

Abbreviation	Word
JICA	Japan International Cooperation Agency
MCA	Multi Criteria Analysis
MOAF	Ministry of Agriculture and Forests
MoM	Minutes of Meeting
MoWHS	Ministry of Works and Human Settlement
MW	Megawatt
NCHM	National Center for Hydrology and Meteorology
NEC	National Environment Commission
NGO	Non-Governmental Organization
NLCS/DoSAM	National Land Commission Secretariat / Department of Survey and Mapping
NSB	National Statistics Bureau
NTFP	Non-Timber Forest Product
NTGMP	National Transmission Grid Master Plan
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
RGoB	Royal Government of Bhutan
PSMP	Power System Master Plan
R/D	Record of Discussion
SEA	Strategic Environmental Assessment
SHM	Stakeholders Meeting
TCU	True Color Unit
TOR	Terms of Reference
WB	World Bank
WHO	World Health Organization
WWF	World Wildlife Fund

注) 黄色のハイライトは、第1回 SHM 参加機関を示す。

本調査で検討する影響項目と調査項目(案)

分類	影響項目	調査項目
汚染対策	水質汚濁	水質の変化（水温成層、富・貧栄養化等の推測）
	廃棄物	建設工事に伴う廃棄物の有無、現場周辺の廃棄物の処分方法
	底質	河床の地形、土質等の自然条件
自然環境	保護区	保護区の種別、管理形態（ゾーニング区分とその目的）、影響範囲（面積）
	生態系	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 動物（鳥類を含む）の状況、水生生物（魚類を含む）の状況、植物の状況 ➤ 湛水面積
	水象	河川・水路の流況
	地形、地質	地形・地質等の自然条件
社会環境	用地取得・住民移転	プロジェクト候補地の取得用地の用途・規模、移転規模
	貧困層	貧困層等の社会的弱者を含むプロジェクト候補地住民の社会経済状況
	先住民族	先住民族等の社会的弱者を含むプロジェクト候補地住民の社会経済状況
	雇用や生計手段等の地域経済	プロジェクト候補地住民の生活・生計状況
	土地利用や地域資源利用	プロジェクト候補地及び周辺の土地利用状況・地域の社会経済活動状況
	水利用	上・下流域における水利用状況
	既存の社会インフラや社会サービス	プロジェクト候補地及び周辺のインフラ・社会サービスの整備状況とアクセス
	文化遺産	登録文化史跡・遺産、地域信仰等の対象となる巨木、巨岩等

	景観	プロジェクト候補地及び周辺の景観、遠望景観
その他	越境の影響、及び気候変動	最終的に抽出された水力優先プロジェクトを踏まえて、2040年までの開発計画を策定する際に、その効果を算定する