

イラク国  
クルド電力省

イラク国  
電力セクター復興事業（Ⅱ）準備調査

最終報告書  
(和文 要約)

平成 25 年 8 月  
(2013)

JICA LIBRARY



1215180 [9]

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

東電設計株式会社

中政
CR(3)
13-026



1215180 [9]

クルド地域電力省

イラク国電力セクター復興事業(II) 準備調査

最終報告書和文要約

平成25年8月

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

東電設計株式会社



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

# 総合目次

---

1. 案件要約
2. 系統解析
3. 400kV変電設備
4. 400kV送電線
5. 環境・社会配慮
6. 経済財務分析



---

# 1. 案件要約



# 目次

---

## 1.1 調査団紹介

## 1.2 調査概要

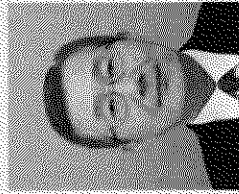


# 1. 案件要約

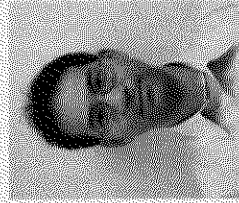
## 1.1 調査団紹介

調査団を以下紹介する。

### 系統解析

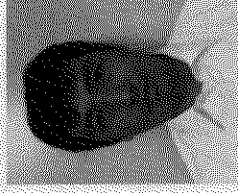


神田 芳夫  
団長/計画全般



橘高 実咲  
系統解析担当

### 機器設計

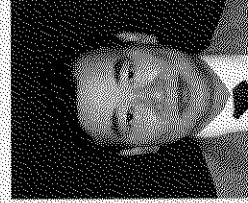


小川 正浩  
副団長/送電線担当



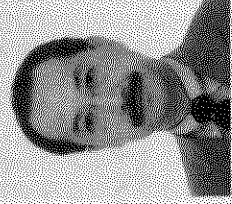
園山 隆治  
変電所担当

### 経済財務分析



井上 友幸  
経済・財務分析担当

### 環境・社会配慮



平山 芳夫  
環境・社会配慮担当

# 1. 案件要約

---

## 1.2 調査概要

以下に示す背景の下、調査が開始された。

### (1) 背景

- 1) クルド地区開発計画に伴い、電力設備の強化が必要となっている。現実に2009-2011年の電力需要の増加は年率で26%であった。
- 2) 3つの州にまたがる400kV送電線網建設が変電所の現過負荷状態を解決することが検討されている。(2020年までに全長約1,000km)
- 3) 最適電力増強計画と信頼性の確保が必須である。





# 1. 案件要約

---

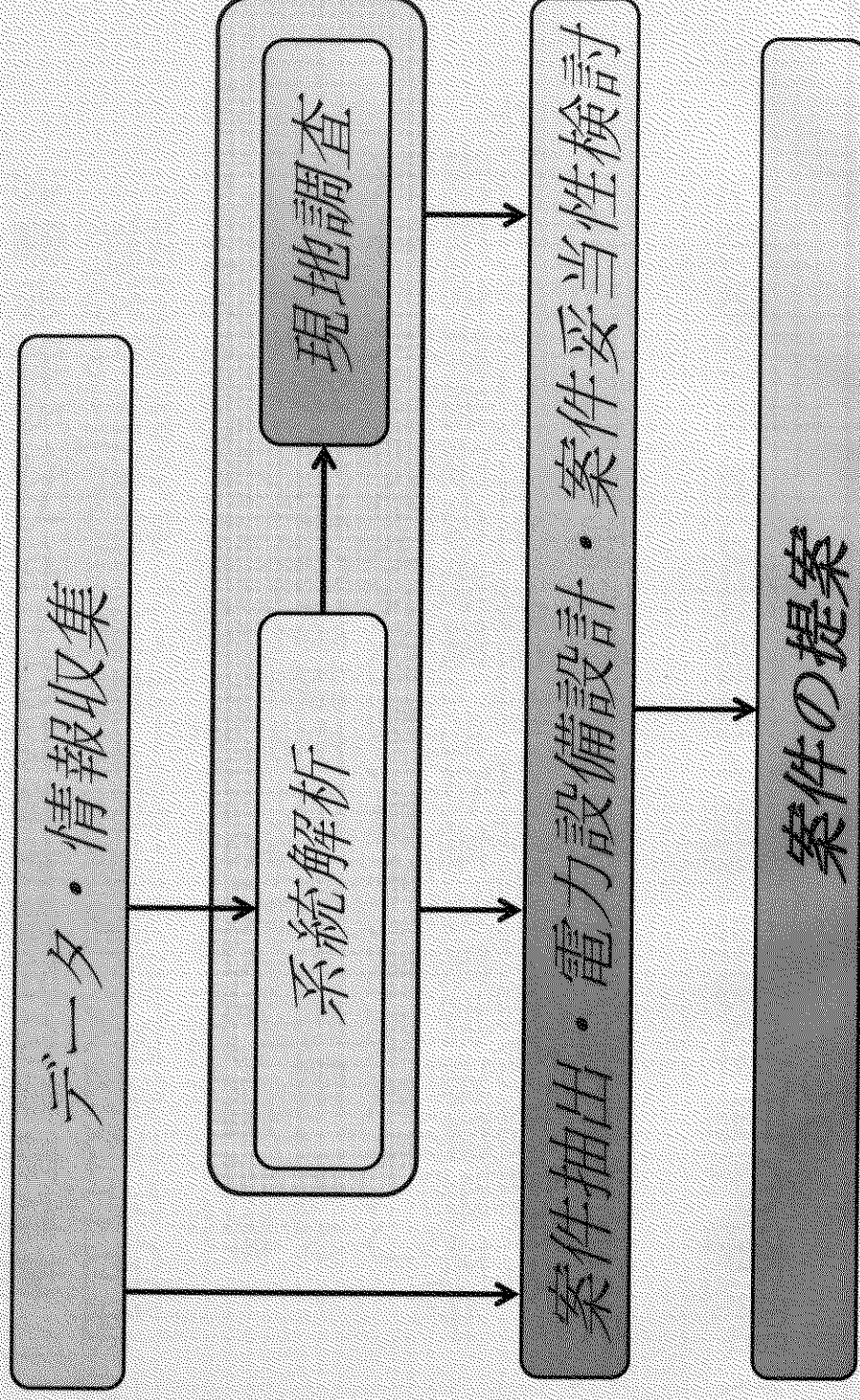
## (2) 調査の目的

- 1) クルド地域電力省と最適電力系統増強計画を検討する。  
⇒ 系統解析結果に基づき、案件の妥当性を確認し、事業規模、予算、建設スケジュール、事業体制、環境評価、経済財務分析等検討結果を報告書にまとめる。
- 2) 独立行政法人 国際協力機構(JICA)による円借款事業の可能性検討の一助となる報告書を作成する。

# 1. 案件要約

## (3) 調査手順

以下の手順により調査を進める。



# 1. 案件要約

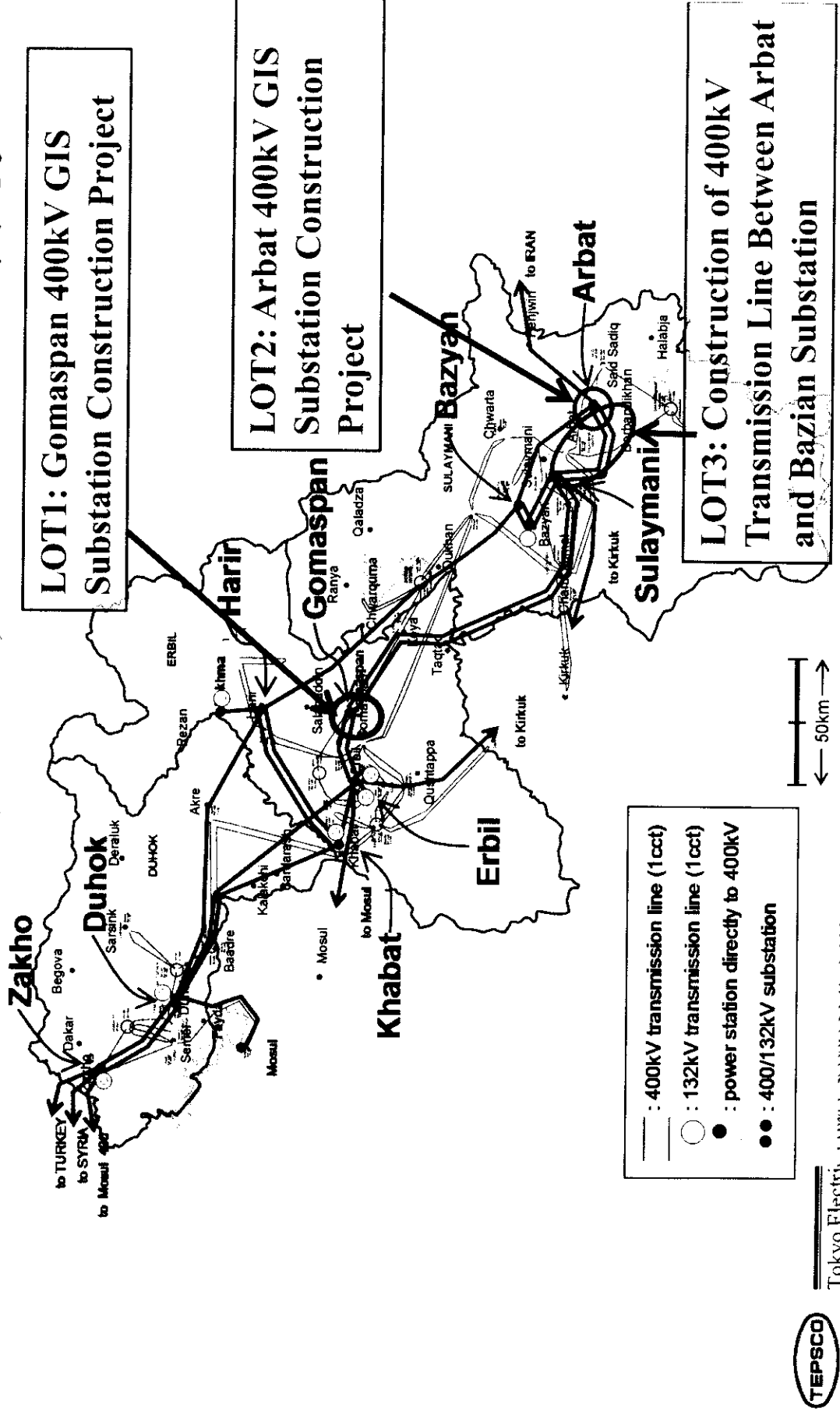
## (4) カウンターパートとの協議スケジュールと内容;

No.	期間	協議内容
第1回協議	2013年 1月8日～1月10日	<ul style="list-style-type: none"><li>・調査概要説明と意見交換</li><li>・基本データ入手他</li></ul>
第2回協議	2013年 3月11日～3月14日	<ul style="list-style-type: none"><li>・系統解析中間報告・データ調整</li><li>・第一次設備検討</li><li>・建設場所確認</li><li>・経済・財務協議</li><li>・環境協議</li><li>・第一次現地調査</li></ul>
第3回協議	2013年 4月22日～4月25日	<ul style="list-style-type: none"><li>・系統解析最終化確認</li><li>・プロジェクトスコープ最終化確認</li><li>・プロジェクトスケジュール調整</li><li>・設備詳細確認/調整</li><li>・予算額確認調整</li><li>・第二次現地調査</li><li>・経済・財務最終化</li><li>・環境社会配慮最終化</li></ul>
第4回協議	2013年 6月3日～6月6日	<ul style="list-style-type: none"><li>・ドラフトレポート最終化確認</li><li>・プレゼンテーション</li></ul>

# 1. 案件要約

## (5) 案件候補

下記3つの案件(LOT1～3)を候補案件として提案する。



Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.

# 1. 案件要約

## (6) 予算(プロジェクトコスト)

下記のとおり予算化した。LOT分けについては入札作業開始時にクルド電力省と再調整する。プロジェクトコスト合計で256MUS\$で提案。

アイテム	コスト (MUS\$)
400kV変電所建設コスト(2 変電所)	180
400kV送電線建設コスト	53
土地取得コスト	0
環境モニターコスト	0
コンサルタントコスト	23(*)
合計	256

(\*)コンサルタントコスト;RMEKはこの費用を最小化するためスコープを現提案から縮小することがあり得る。具体的には国際コンサルタントはクルド出張ベースとし、現地にはクルド人マネージャー、クルド人エンジニアを常駐させる案が出ている。

# 1. 案件要約

## (7) プロジェクトスケジュール

コンサルタント選定から工事完了までのスケジュールを下記する。LOT分け、工事期間(Implementation期間長)については入札作業開始前に電力省と再調整する。RMEKは3LOT一括契約・工事開始を希望。

No.	Descriptions	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	6th Year
1	Consultant Selection	██████████					
2	LOT1(Gomaspan S/S)						
2.1	PQ & Tender + Contract		██████████		26 Months		
2.2	Implimentation				██████████		
2.3	Guarantee = 24 M						
3	LOT2(Arbat S/S)						
3.1	PQ & Tender + Contract		██████████		26 Months		
3.2	Implimentation				██████████		
3.3	Guarantee = 24 M						
4	LOT3(Transmission Line)						
4.1	PQ & Tender + Contract		██████████		18 Months		
4.2	Implimentation				██████████		
4.3	Guarantee = 24 M						

## 2. 系統解析



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

---

# 目次

- 2.1 2013年のクルド電力概況
- 2.2 2020年のクルド電力概況
- 2.3 クルド電力系統ベースケースの潮流
- 2.4 クルド電力系統 Bazyan 変電所まで建設した  
ケースの潮流
- 2.5 潮流・電圧計算の検討結果
- 2.6 2020年 クルド電力系統の短絡容量検討
- 2.7 結論

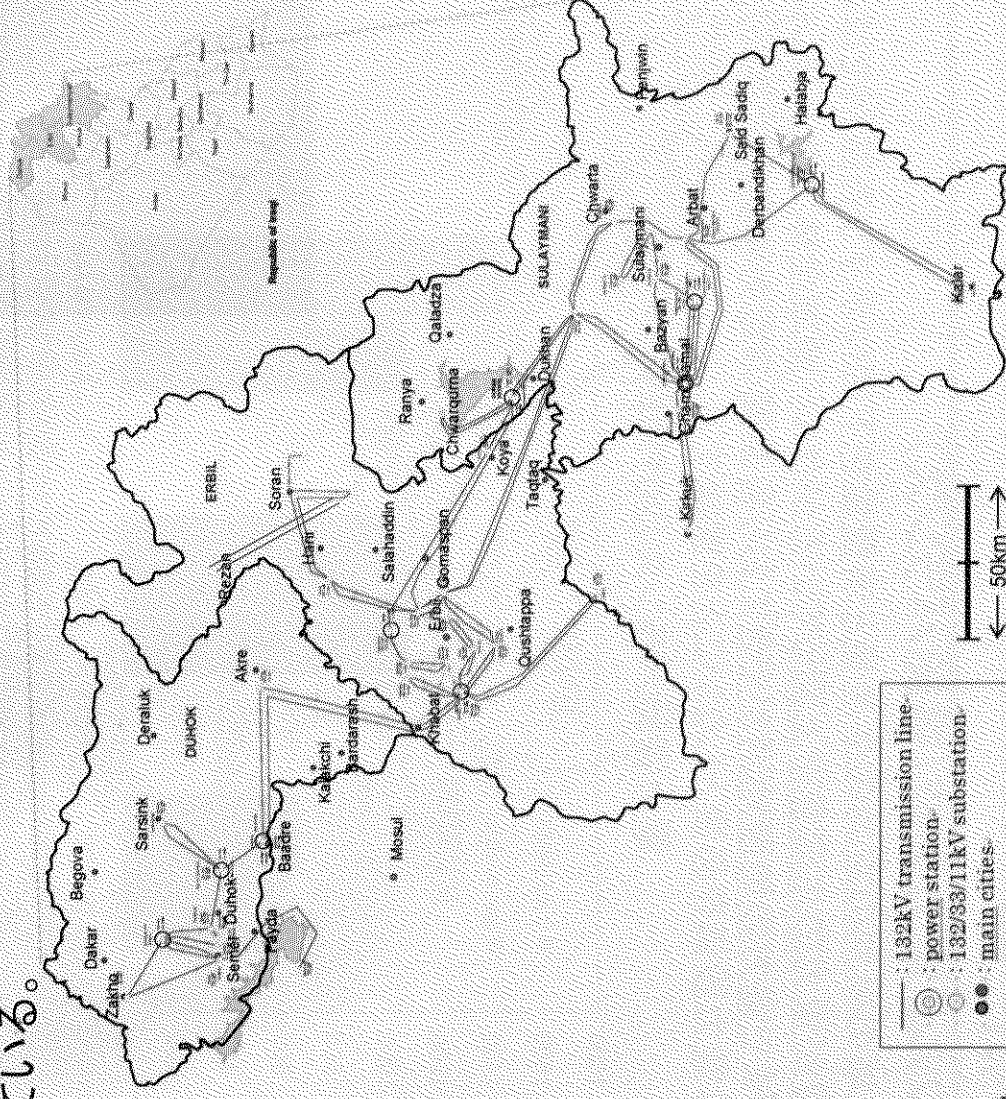


## 2. 系統解析

### 2.1 2013年のクルド電力概況

#### (1) 2013年のクルド電力系統

2013年現状ではクルド地域の電力系統最高電圧は132kVであり、下記に示す規模になっている。

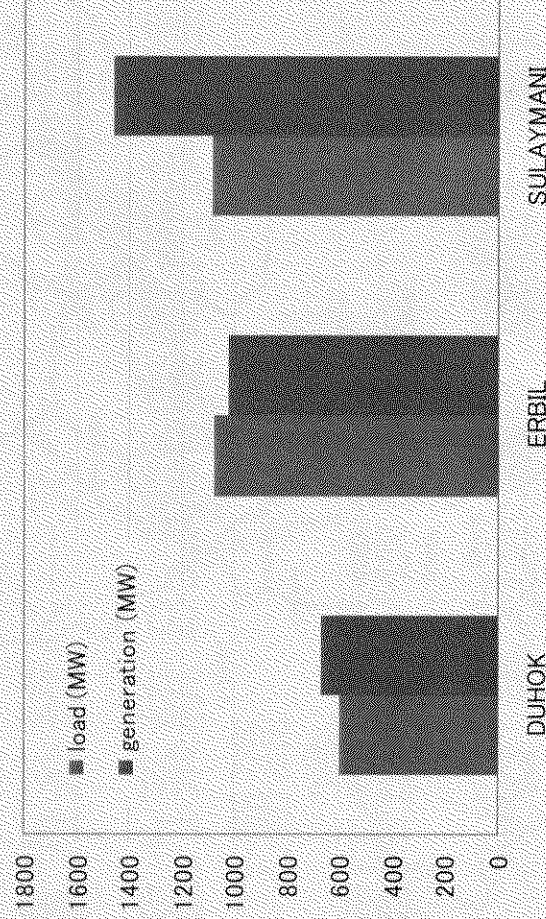


# 2. 系統解析

## (2) 2013年のクルド電力系統(需給バランス)

2013年のクルド地域の県別の電力の生産量と消費量を下図に示す。各県別ではエルビル県で若干電力消費量が電力の生産量を上回っているがクルド地域全体ではバランスがとれている。これは各地域で電力の地産地消ができており各県間の電力移動が小さいため、県間を連携する大規模な電力設備を必要としないことを意味する。

電力需給バランス(2013年)



\*発電 (Generation) の値は各発電設備の設備容量に基づいている。

\*Dibisの負荷 (Load) はErbil governorateに含めている。

\*Kirkukの負荷はErbil governorateに含めている。

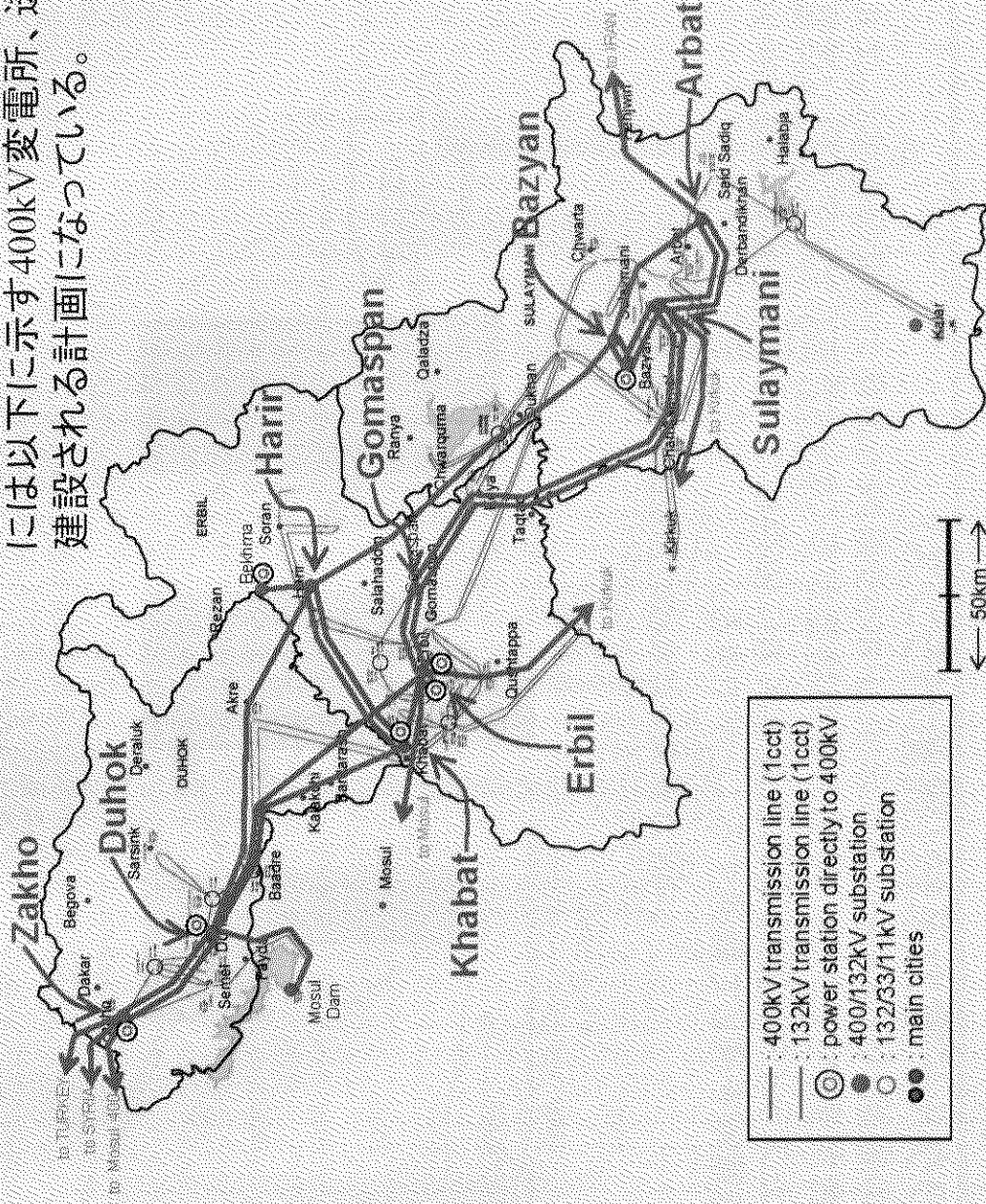
(MW)	Duhok	Erbil	Sulaymani
負荷(需要)	603	1,077	1,091
発電(供給)	672	1,029	1,462

## 2. 系統解析

### 2.2 2020年のクルド電力概況

#### (1) 2020年のクルド電力系統(系統図)

既に一部の建設が始まっているが2020年には以下に示す400kV変電所、送電線が建設される計画になっている。

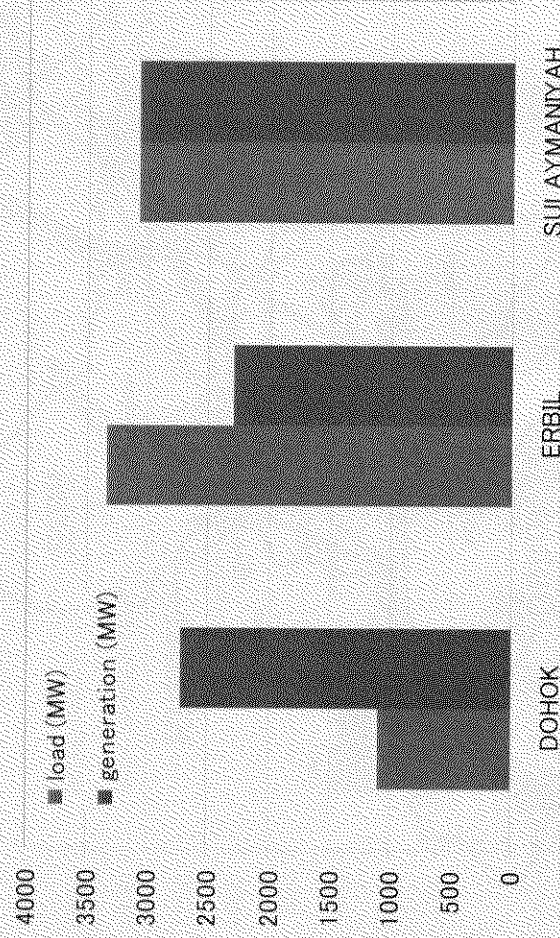


## 2. 系統解析

### (2) 2020年のクルド電力系統(需給バランス)

2020年の電力の需給バランスを以下に示す。ドホック県内での電力生産量が多く、エルビル県内の電力消費が多い。この為、県間の電力移動が多くなり、計画している400kV送電網が有効になる。またスライマニ県は電力生産を水力に依存している為、渇水期にはドホック県の電力を400kV送電線を通じて融通することができる。

電力需給バランス(2020年)



\*発電(Generation)の値は各発電設備の設備容量に基づいている。

\*Dibisの負荷(Load)はErbil governorate)に含めている。

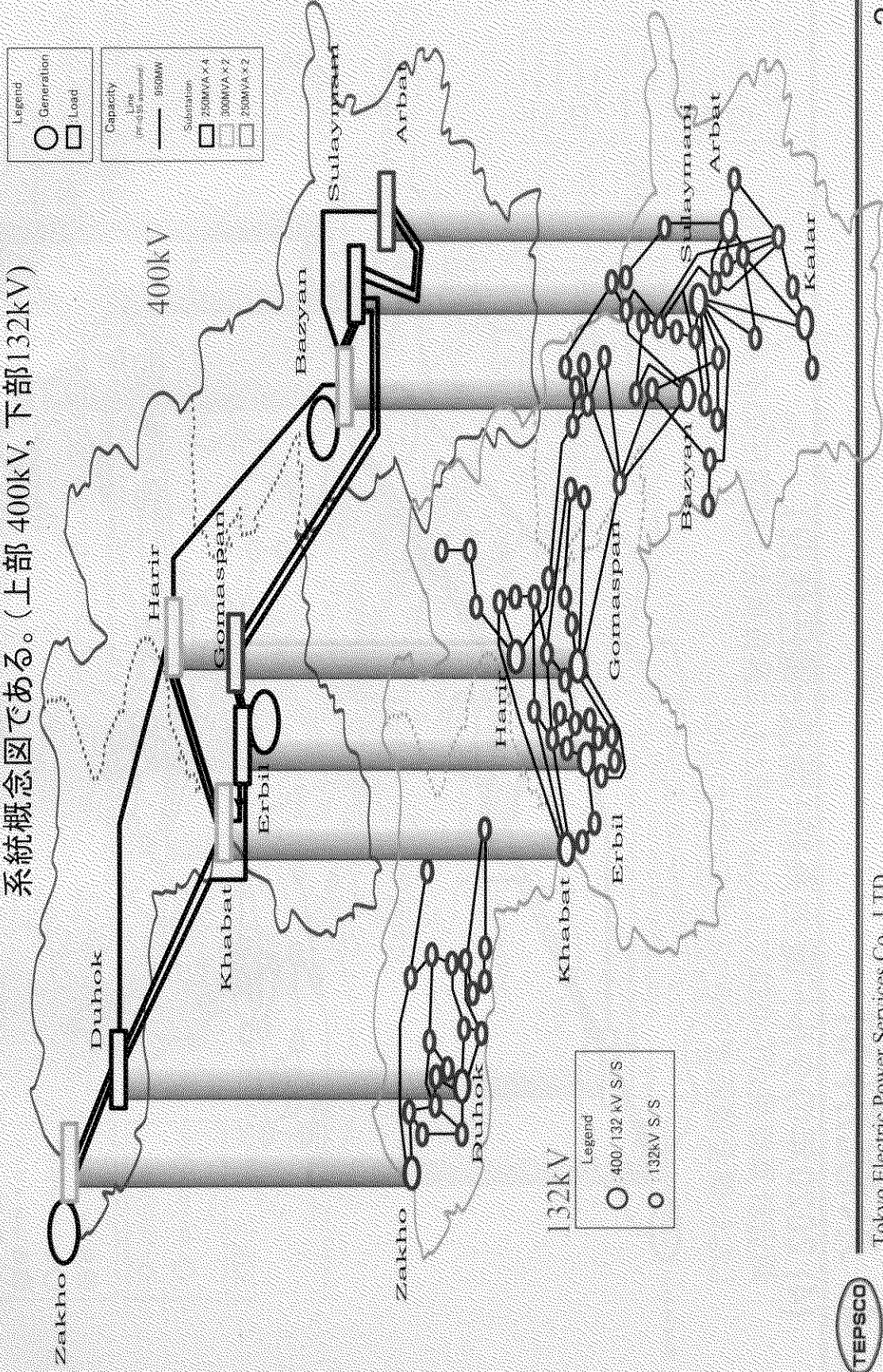
\*Kirkukの負荷はErbil governorate)に含めている。

(MW)	Dohok	Erbil	Sulaymani
負荷(需要)	1,107	3,354	3,089
発電(供給)	2,734	2,300	3,084

# 2. 系統解析

## (3) 2020年のクルド電力系統(概念図)

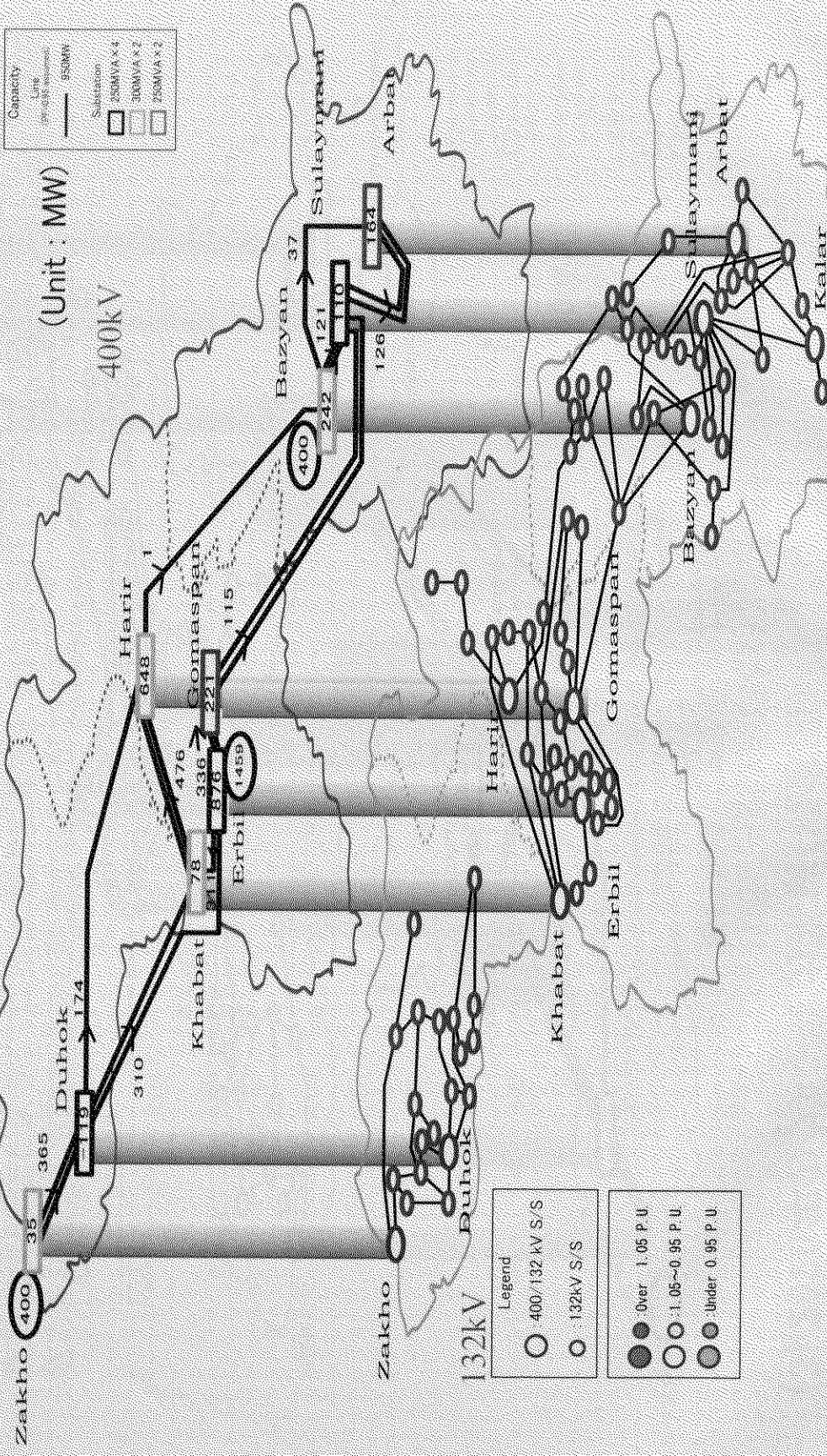
以下は400kV系統と132kV系統を2層に分けて示した系統概念図である。(上部400kV, 下部132kV)



## 2. 系統解析

### (4) 2020年のクルド電力系統(潮流・電圧状況)

潮流計算結果から400kV, 132kV系統ともに過負荷および電圧の不具合が発生しない健全運転ができていことがわかる。

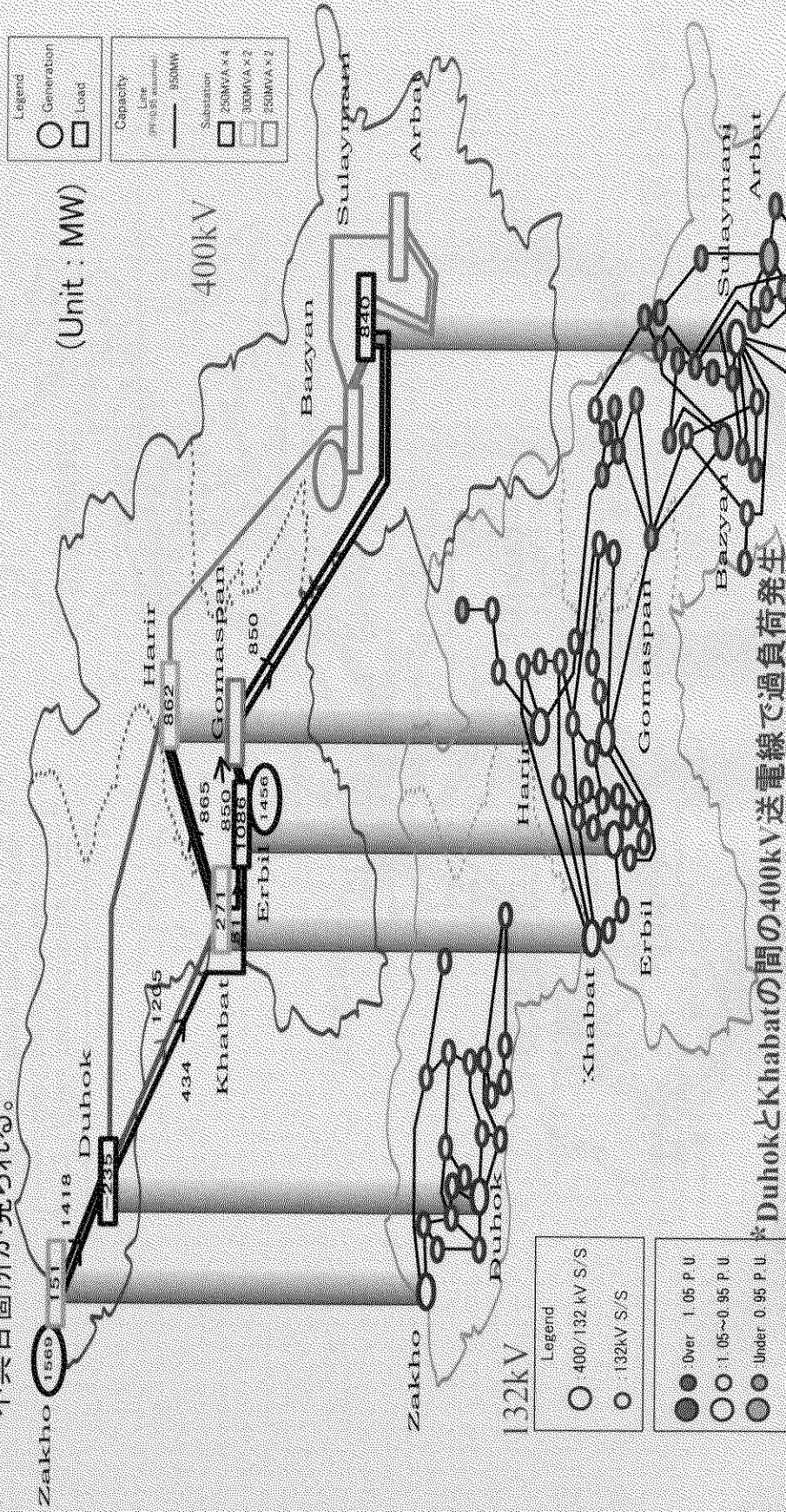




# 2. 系統解析

## (2) クルド電力系統ベースケースの潮流計算結果

■ 以下の解析結果のとおりGomaspan,Arbat変電所が建設される前では、過負荷および電圧の不具合箇所が見られる。



\* DuhokとKhabatの間の400kV送電線で過負荷発生

\* N-1におけるErbil近傍の132kV送電線で過負荷発生

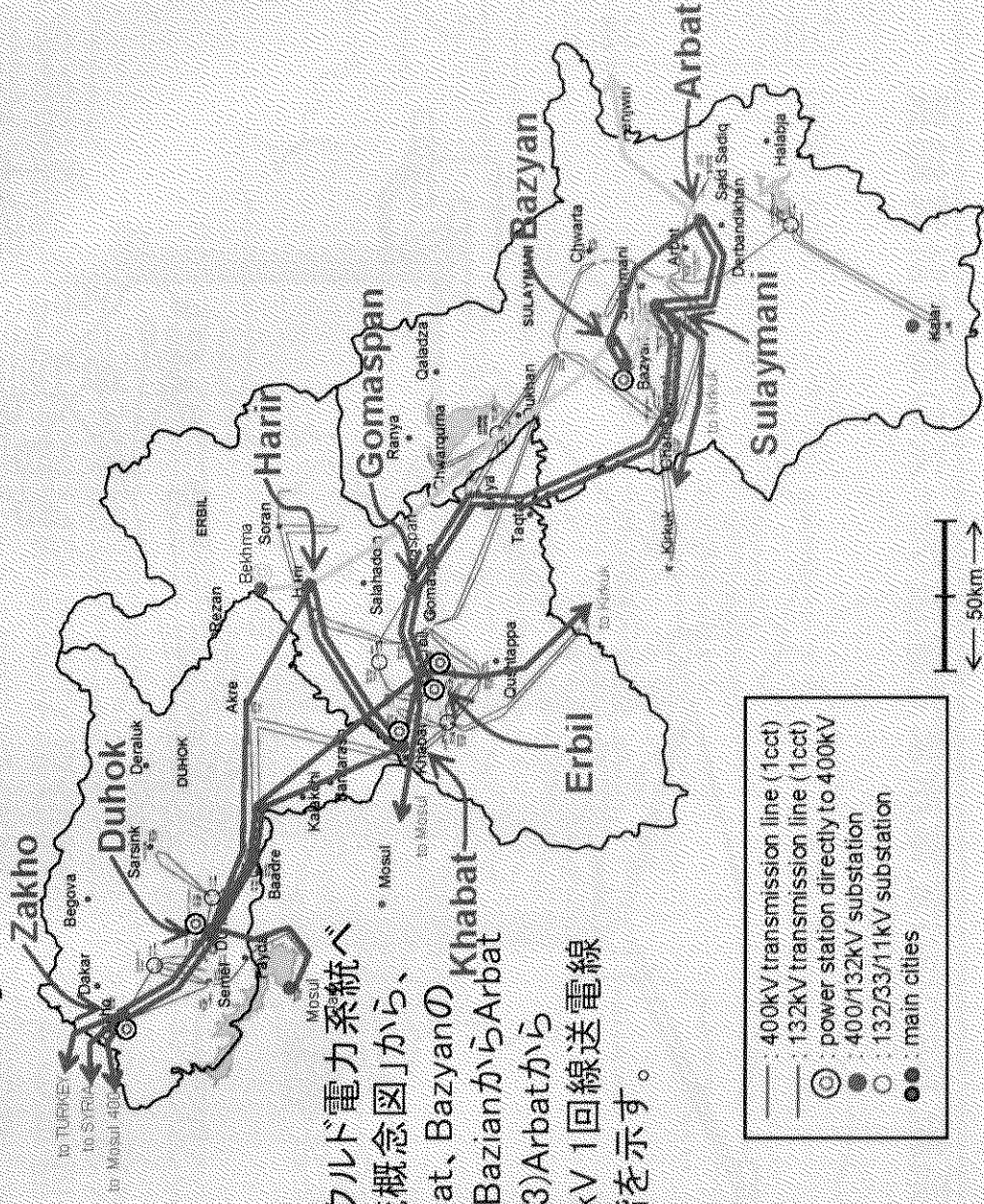
\* ErbilとSulaymaniyahにおけるいくつかの変電所で電圧が0.95 P.U.を割り込む。



## 2. 系統解析

### 2.4 クルド電力系統 Bazyan変電所まで建設したケースの潮流

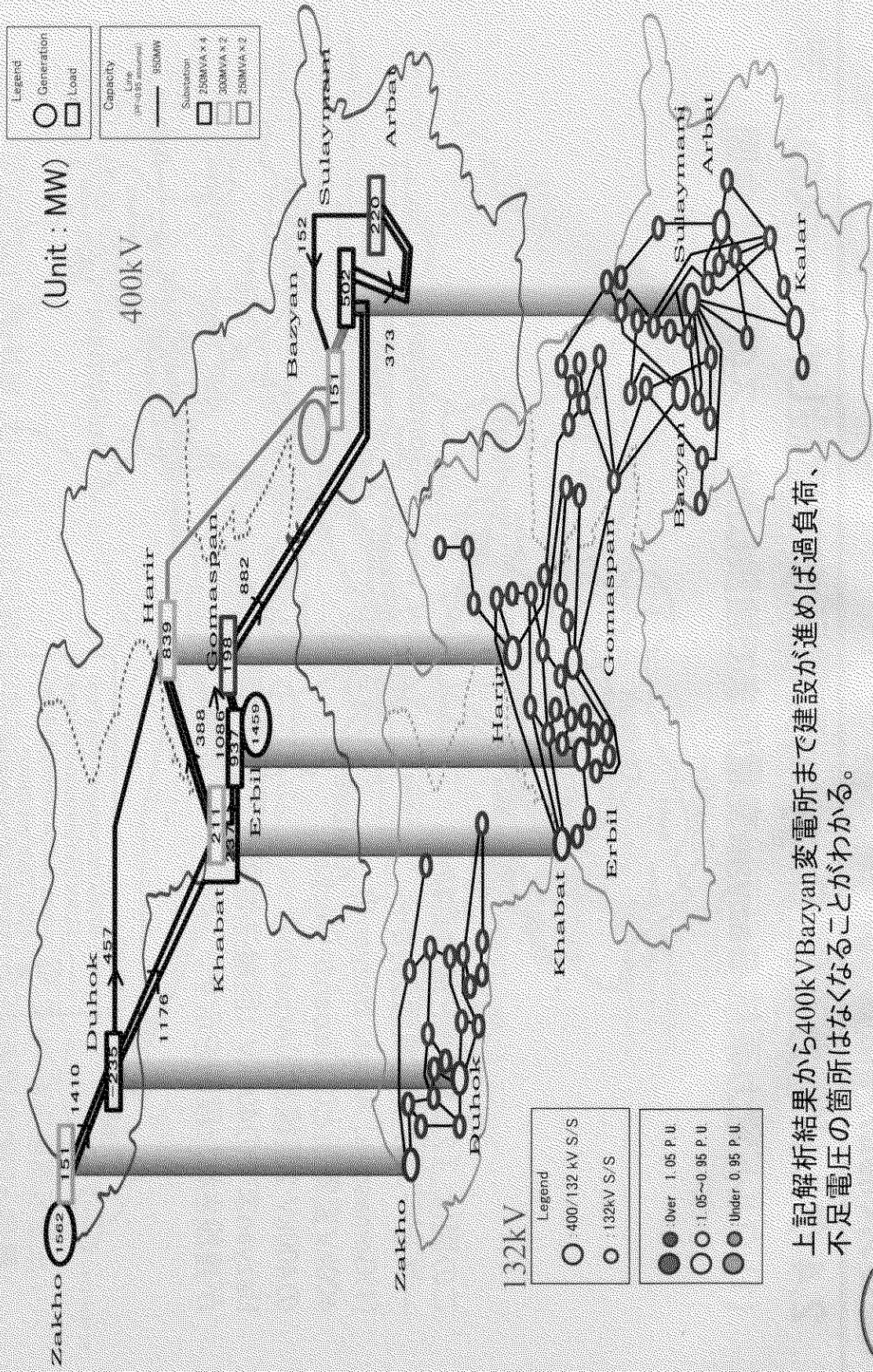
#### (1) クルド電力系統 Bazyan変電所まで建設したケースの系統概念図



この図は、「2.3.1 クルド電力系統ベ  
ースケースの系統概念図」から、  
(1)Gomaspan、Arbat、Bazyanの  
400kV変電所と(2)BazianからArbat  
の400kV 2回線と(3)Arbatから  
Bazyanまでの400kV 1回線送電線  
が建設された段階を示す。

# 2. 系統解析

## (2) クルド電力系統 Bazyan 変電所まで建設ケースの潮流計算結果



上記解析結果から400kV Bazyan 変電所まで建設が進めば過負荷、不足電圧の箇所はなくなることがわかる。

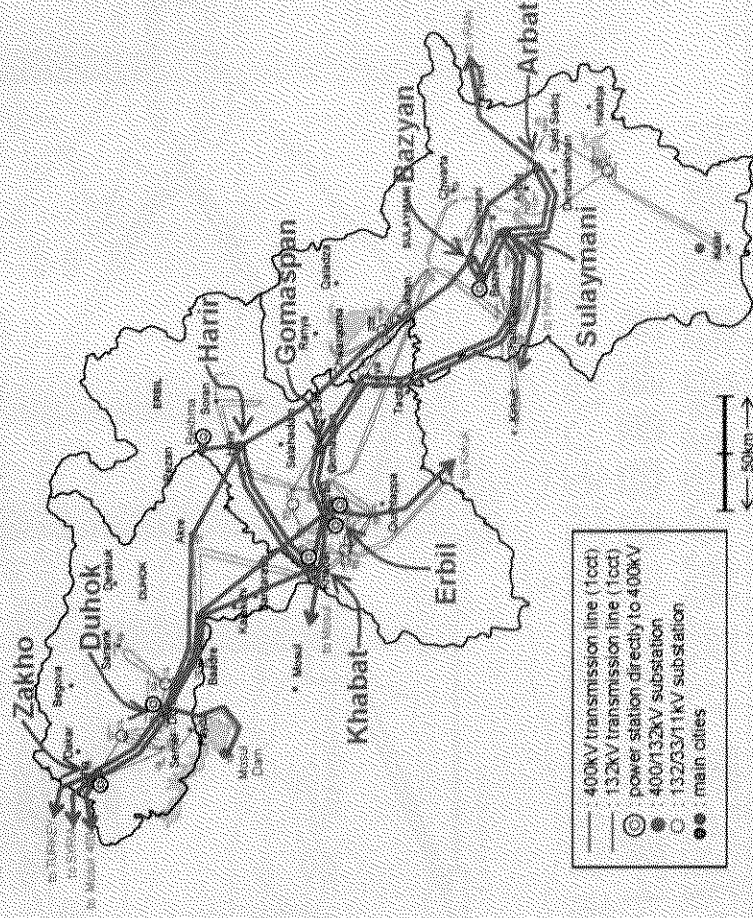


## 2. 系統解析

### 2.5 潮流・電圧計算の検討結果

系統解析(潮流・電圧計算)結果から、2020年のRMEK 400kV送電網増強計画(下記)は将来のクルド地域の電力需要増大に対して過負荷および電圧の不具合なく運用される計画であることが証明された。

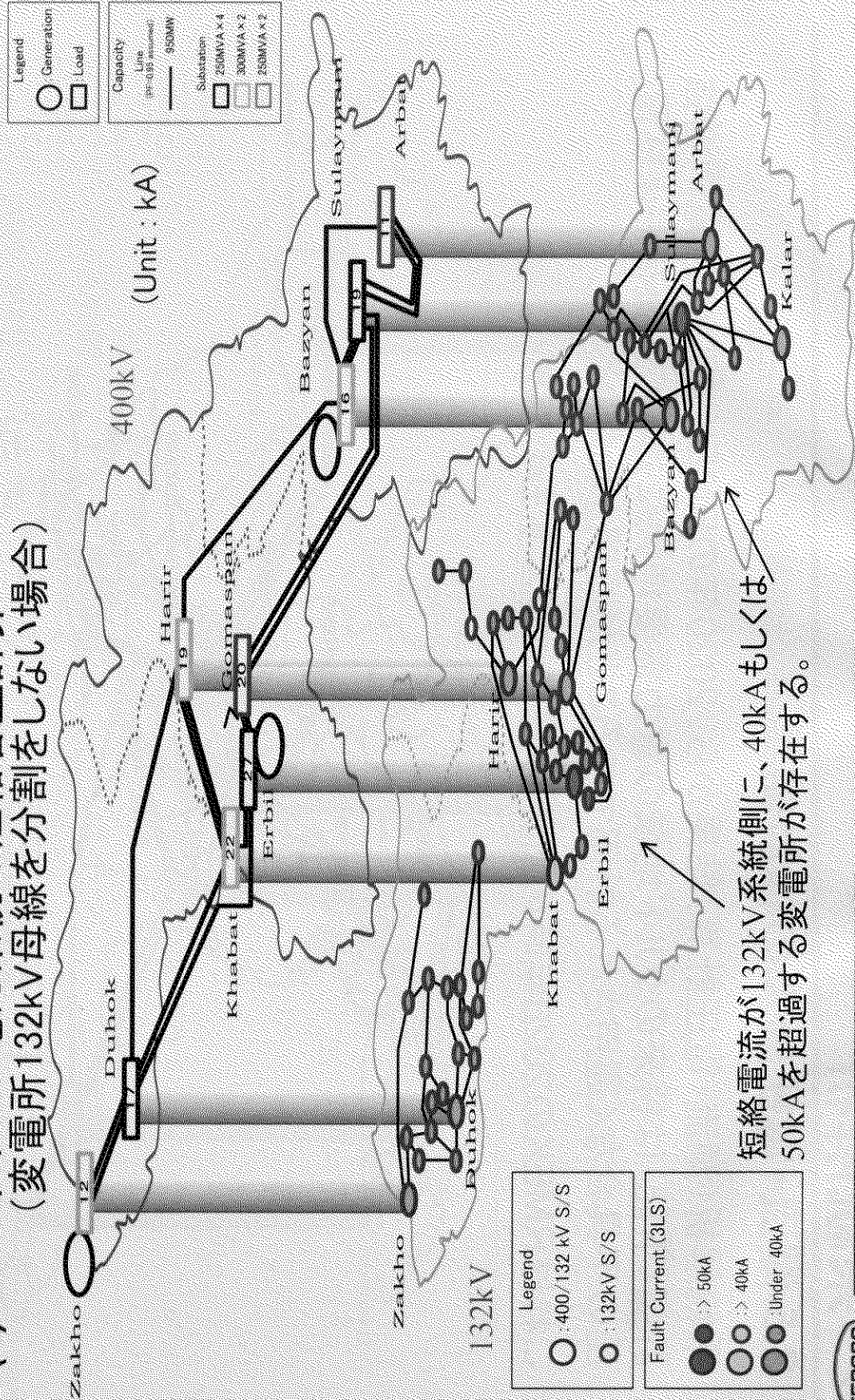
これはRMEKの2020年時の計画の妥当性を示すものである。



# 2. 系統解析

## 2.6 2020年クルド電力システムの短絡容量検討

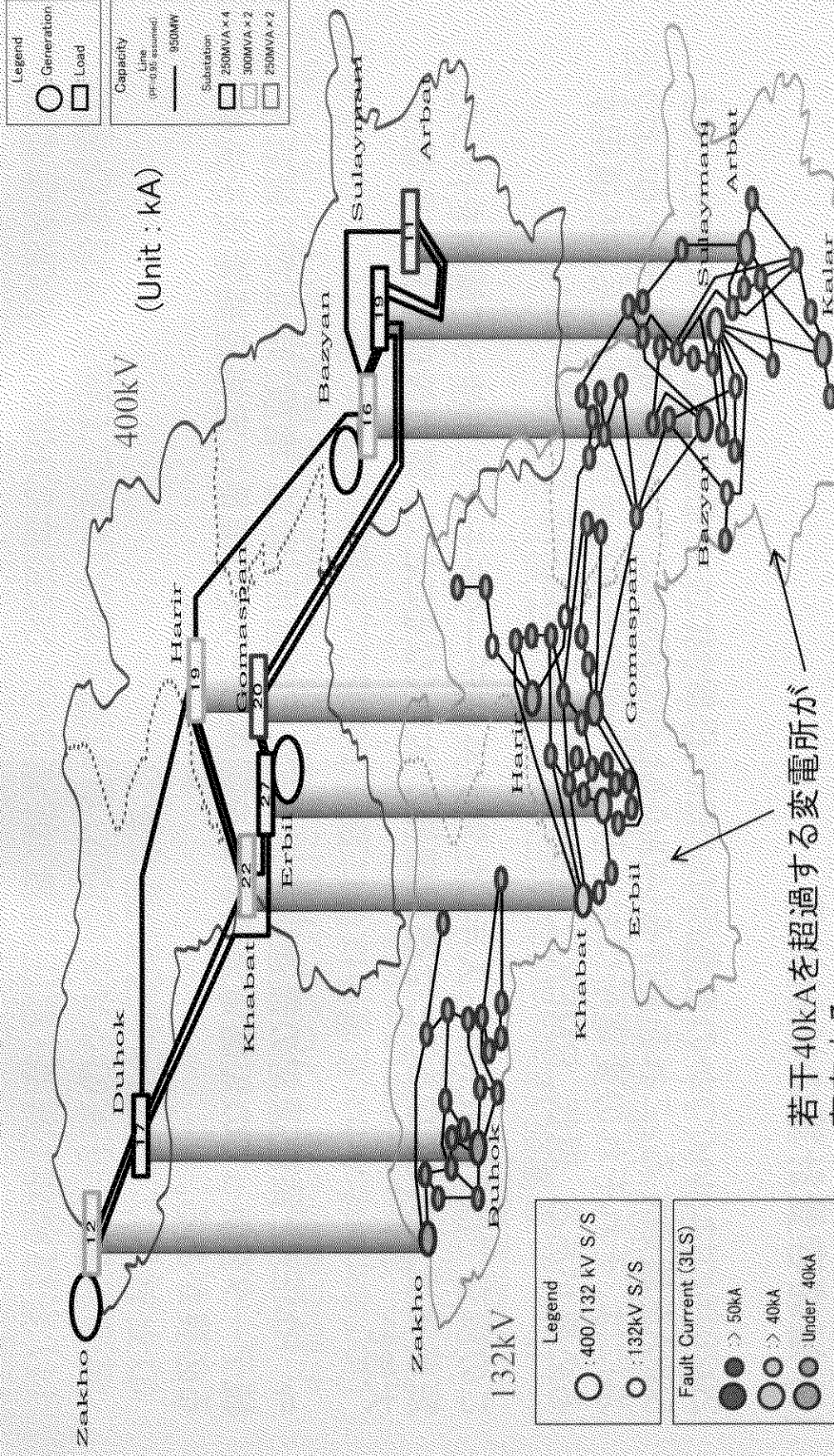
(1) 2020年クルド電力システムの短絡容量計算  
(変電所132kV母線を分割をしない場合)



短絡電流が132kV系統側に、40kAもしくは50kAを超過する変電所が存在する。

# 2. 系統解析

(2) 2020年クルド電力系統の短絡容量  
(変電所の132kVの母線を分割した場合)



## 2. 系統解析

### (3) 短絡容量計算の検討結果

2020年には、いくつかの変電所の132kV母線側における短絡電流が40kAもしくは50kAを超過する。これを避ける(40kAもしくは50kA以下の短絡電流に抑えること)為には、それぞれの變電所における132kV側の母線を適宜分割して系統を運用する必要がある。現状、RMEKは母線分割での系統運用を望んでいない。

この調査では、RMEKから入手した電力系統データをそのまま使って解析を行った。短絡電流が大きくなることは適用機器が大きくなることで、電力設備形成に影響が大きい。

⇒ RMEKと系統運営の最適再検討、またその適用(新設・増設)時点での最新系統データを使つての短絡電流再計算を実施したうえで慎重に定格短絡電流を決める必要がある。

## 2. 系統解析

---

### 2.7 結論

(1) 系統解析(潮流・電圧計算)結果から、2020年のRMEK 400kV送電網増強計画は将来のクルド地域の電力需要増大に対して過負荷および電圧の不具合なく運用される計画である。



上記送電網の中でプロジェクト化に着手していない400kV変電所は以下の通りであり、GomaspanとArbat変電所は特に重要であることが証明された。従って、この2箇所の建設は案件として適切である。

- Gomaspan変電所
- Arbat変電所
- Bazyan変電所 (BazyanはRMEK自己資金にて建設予定)

(2) 400/132kV変電所の132kV側母線分割運用により、2020年時における短絡電流を50kA(もしくは40kA)未満とすることができる。

# 3. 400kV変電設備



Tokyo Electric Power Services Co., LTD



# 目次

---

- 3.1 変電所の単線結線図
- 3.2 変電所の配置図(レイアウト)
- 3.3 変電所の建設スケジュール
- 3.4 変電所の建設コスト(予算)
- 3.5. クルド地域電力省の組織と関連部署

## 3. 400kV変電設備

---

### 3.1 変電所の単線結線図

本調査で対象とする変電所は400kV,132kVのGIS（ガス絶縁開閉装置）を適用した縮小型変電所である。変電所の規模を以下の単線結線図で示す。

#### (1) 400kVシステム

- 1) 次図に示すとおりクルド地域電力省の標準方式である1・1/2遮断器システムを採用する。初期建設は4ダイヤメーターとする。
- 2) 負荷（電力）量に応じた初期建設を実施、将来の負荷増加に応じて機器を増設できるよう設計する。⇒400kV送電線、400/132kV変圧器等の赤記点線部は将来増設分。



## 3. 400kV変電設備

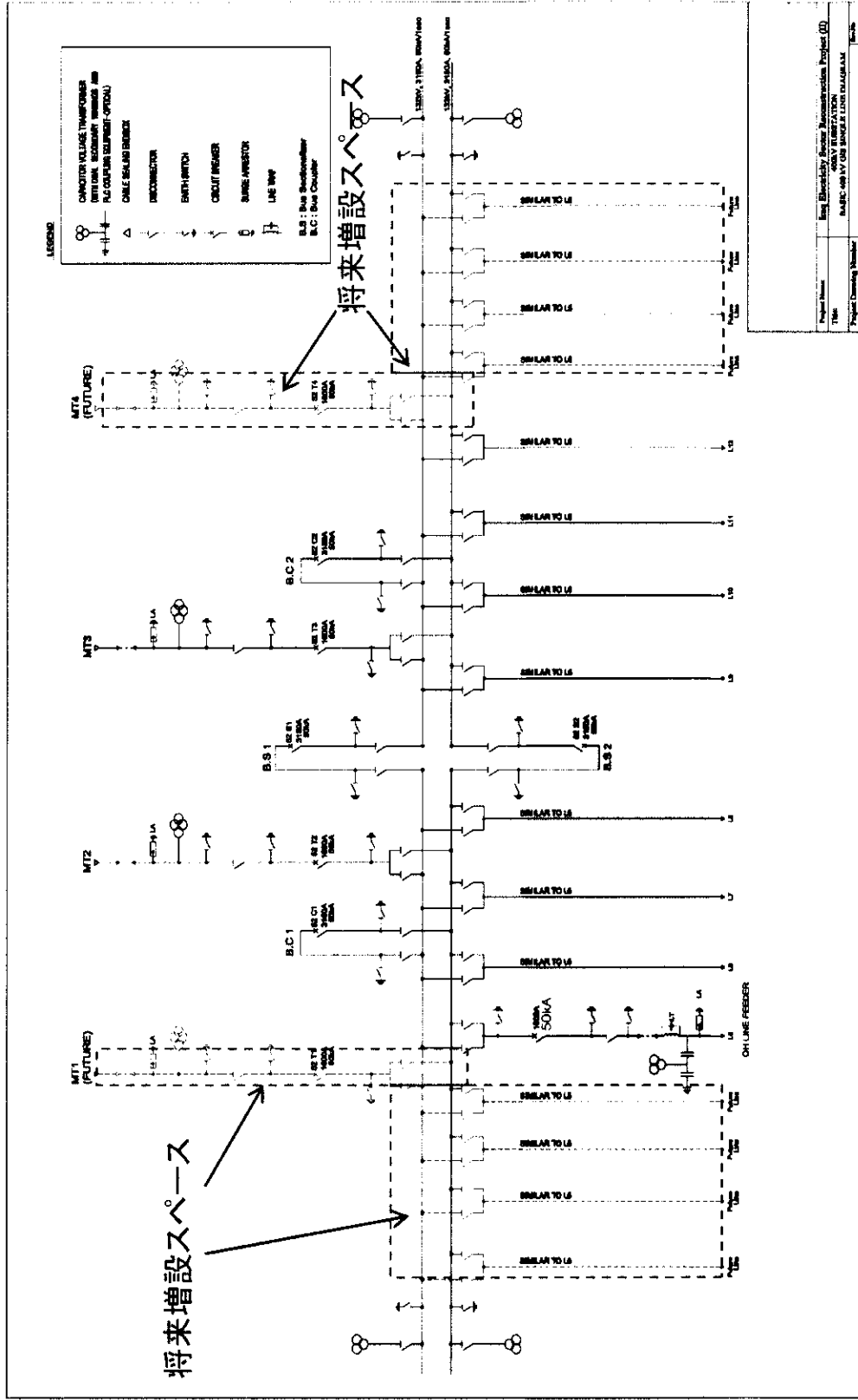
---

### (2) 132kVシステム

- 1) 次図に示すとおりクルド地区電力省の標準母線方式であるダブル(2重)母線方式とする。
- 2) 400kV同様、負荷(電力)量に応じた初期建設を実施、将来の負荷増加に応じて機器を増設できるように設計する。  
⇒送電線回線の赤記点線部は将来増設分であり、初期建設時は8回線の132kV送電線に対応する。

# 3. 400kV変電設備

## 132kVシステム



## 3. 400kV変電設備

### 3.2 変電所の配置図(レイアウト)

(1) 次図は変電所の配置平面図であり、変電所の構成機器、建屋(ビルディング)、回線道路等の配置を示す。業務範囲は現地土木工事、機器据付、現地試験を含むFTK(フルターンキー)である。

- 1) 400kVと132kVのGISはそれぞれ建物の中に据え付けられる。
- 2) GISを採用した縮小型変電所であるため変電所の大きさは建設工事中の現地事務所、機材置き場等を含め320m x 270m。
- 3) 図面上部から400kV送電線—400kV GIS—400/132kV変圧器—132kV GIS—132kV送電線の順で接続される。

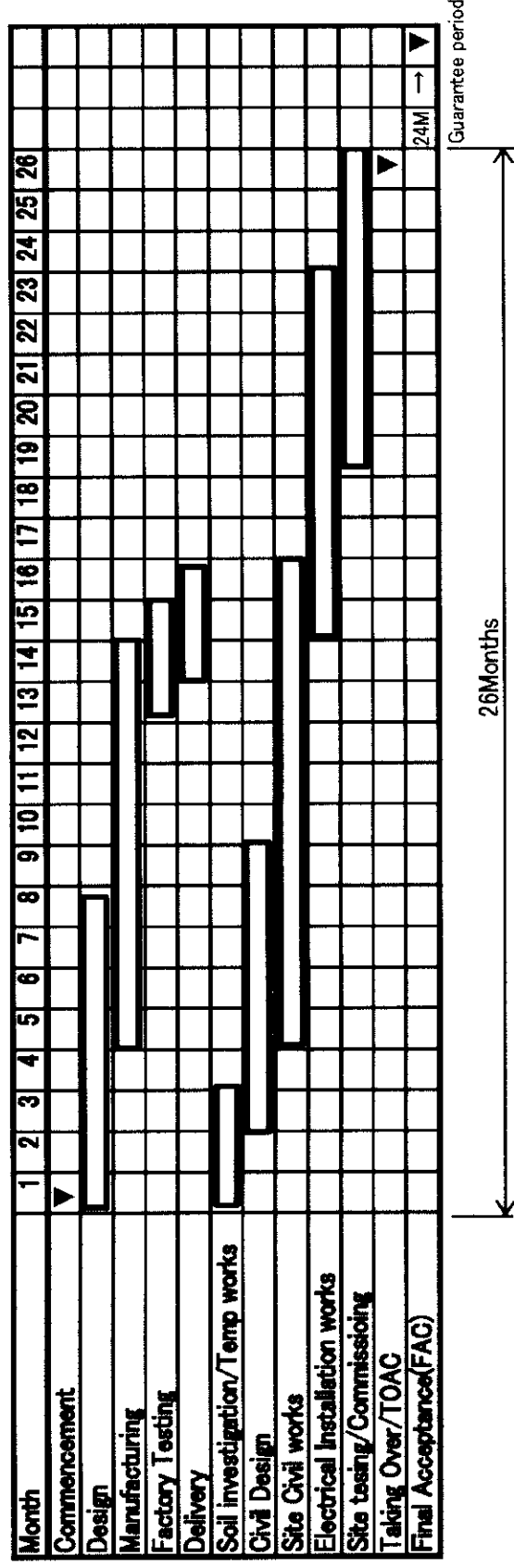


# 3. 400kV変電設備

## 3.3 変電所の建設スケジュール

以下に変電所の建設スケジュールを示す。工事開始から完成(TOAC)まで26ヶ月とし、保証期間を24ヶ月とした。工事期間短縮(24ヶ月)の電力省希望もあり案件実施までに電力省と期間を最終調整する。

Typical Construction Schedule of 400kV Substation





## 3. 400kV変電設備

---

### 3.4 変電所の建設コスト（予算）

予算として以下を提案；

⇒ 90M米ドル/変電所

■ JICAの類似変電所の入札結果(IQP8イラク電力セクター復興事業2012月9月開札)を参考にしてスコープを調整して予算を算定。

## 3. 400kV変電設備

---

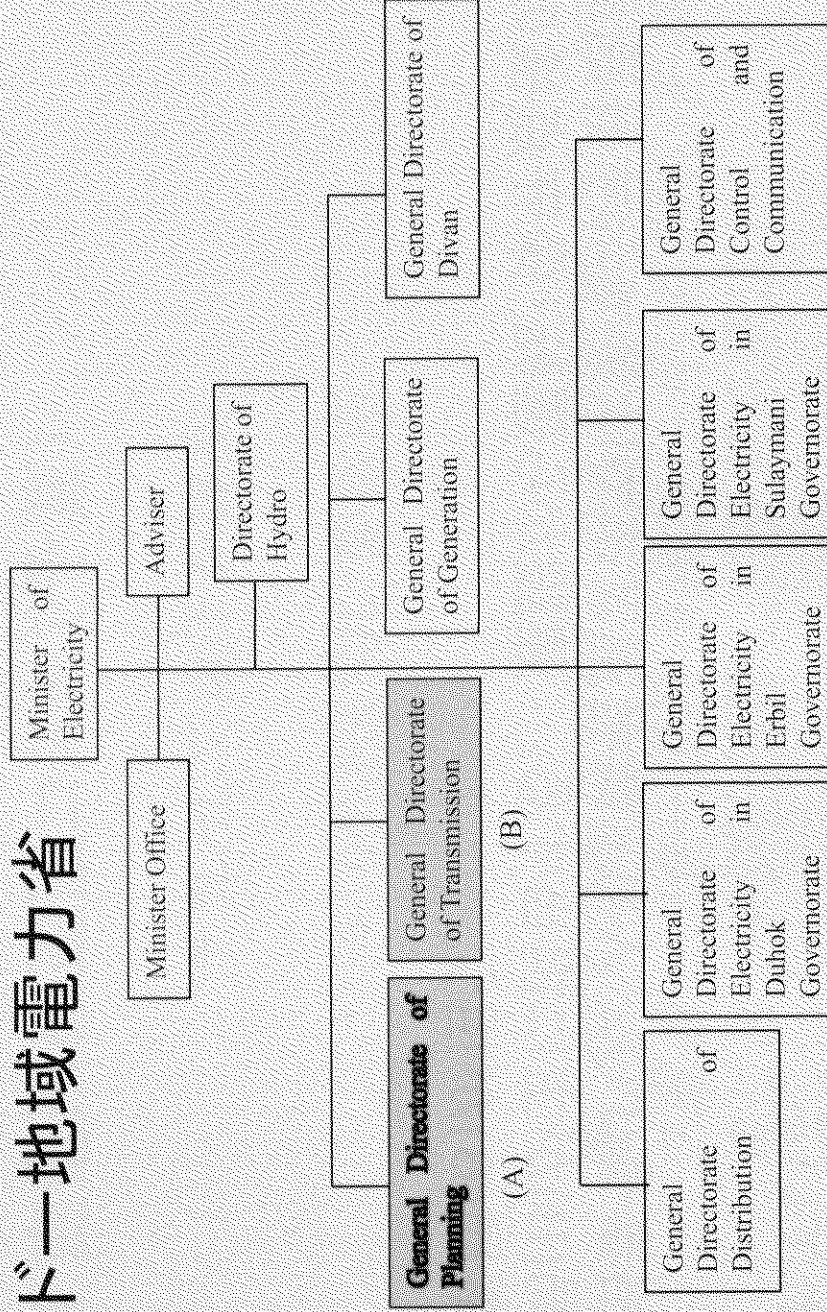
### 3.5 クルド地域電力省の組織と関連部署

次図にクルド地域電力省の組織を示す。電力大臣下に各局が置かれている。

資格審査(PQ)、入札、業者選定までは黄で示す計画局(A)と送電局(B)が主に担当する。建設から運転・保守点検の段階は送電局(B)が担う。

# 3. 400kV変電設備

## クルドー地域電力省



Stage	Involved Directorate	Remarks
PQ and Tender stage	General Directorate of Planning and General Directorate of Transmission ((A) & (B))	Up to the signing of Contract
Project Implementation	General Directorate of Transmission (B)	After signing of Contract
Operation and maintenance	General Directorate of Transmission (B)	After Completion of the Construction (Taking Over)

# 4. 400kV送電線



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

# 目次

---

4.1 送電線ルート

4.2 送電設備の仕様

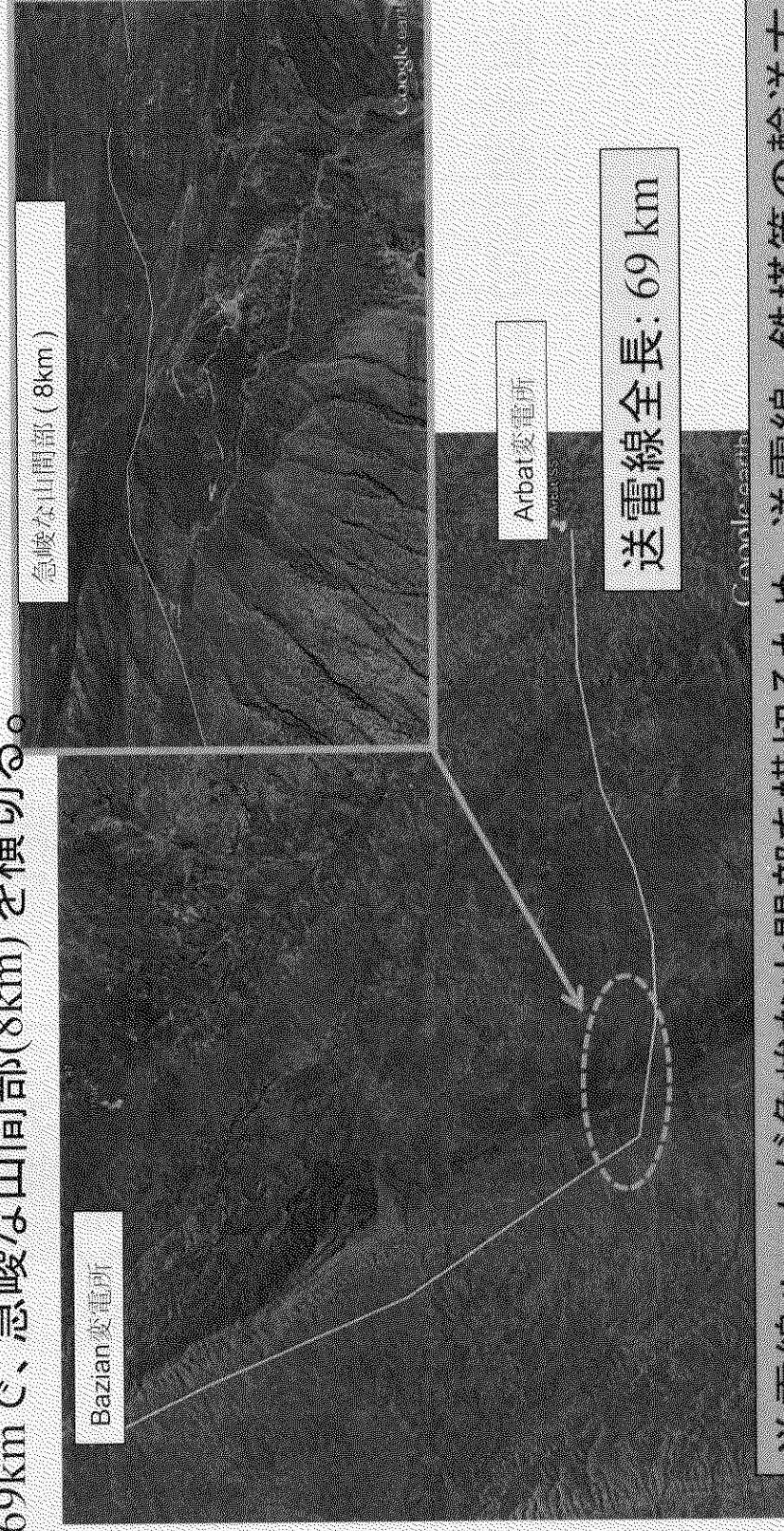
4.3 建設スケジュール

4.4 建設コスト(予算)

# 4. 400kV送電線

## 4.1 送電線ルート

下記のとおり送電線はBazian 400kV変電所とArbat 400kV変電所間約69kmで、急峻な山間部(8km)を横切る。



送電線ルートが急峻な山間部を横切るため、送電線、鉄塔等の輸送方法、建設方法は詳細の現地調査を実施したうえで決める必要がある。

## 4. 400kV送電線

---

### 4.2 送電設備の仕様

#### (1) 電線と地線

- 電線: ACSR 490mm<sup>2</sup>, Double
- 地線: OPGW 24/F (ASCR “Dorking” と同等の性能を所持)

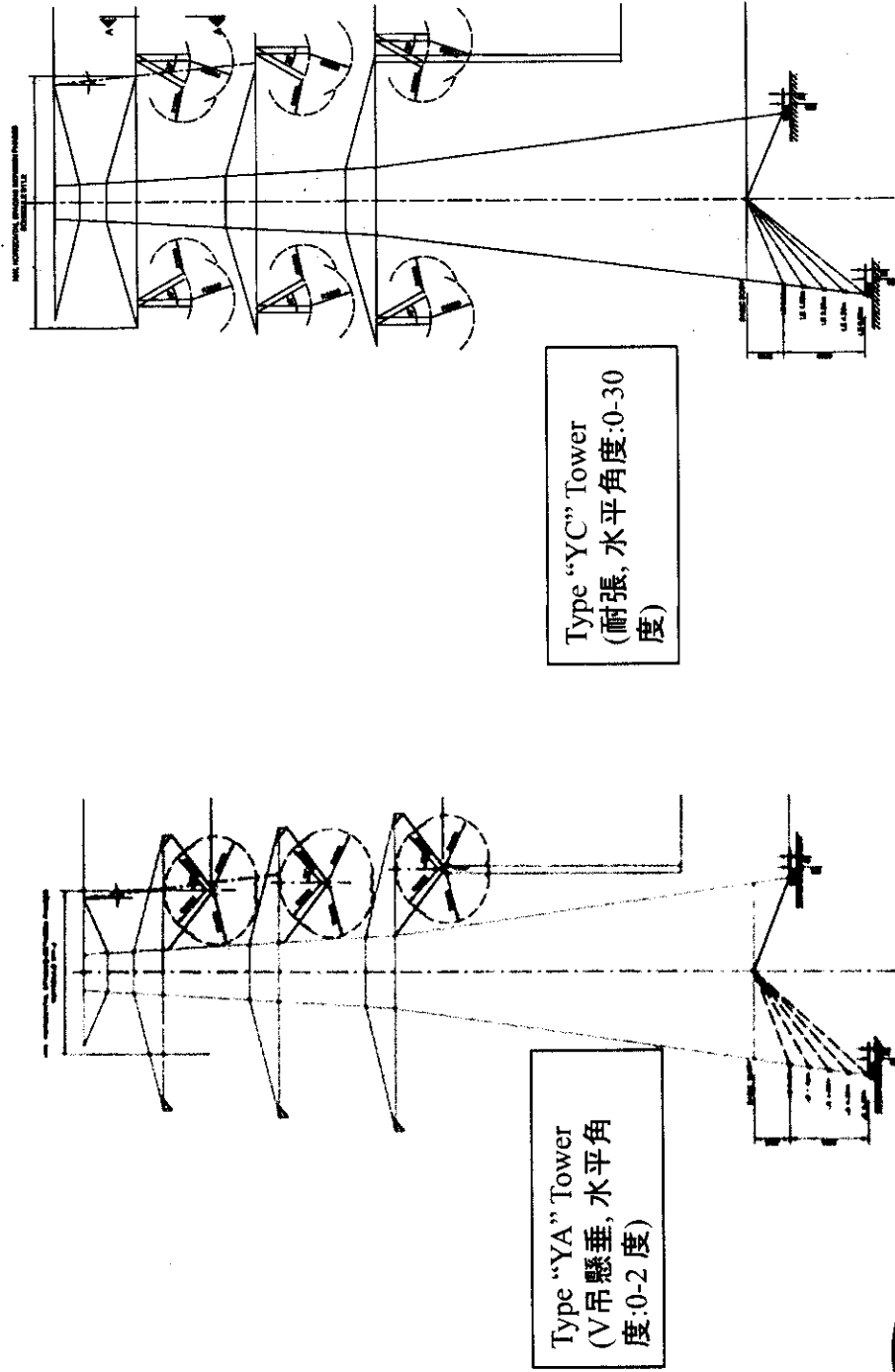
#### (2) がいし

- タイプ: 標準型, 耐塩懸垂がいし
- 強度系列と連辺りがいし個数:
  - 懸垂がいし ; 120 kN, 30個/連当り
  - 耐張がいし; 160 kN, 24個/連当り

# 4. 400kV送電線

## (3) 鉄塔

鉄塔には、2回線、ラチス構造の鉄塔を適用する。



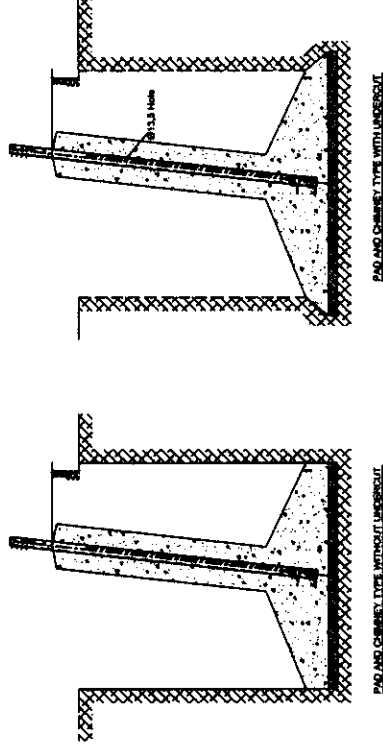


# 4. 400kV送電線

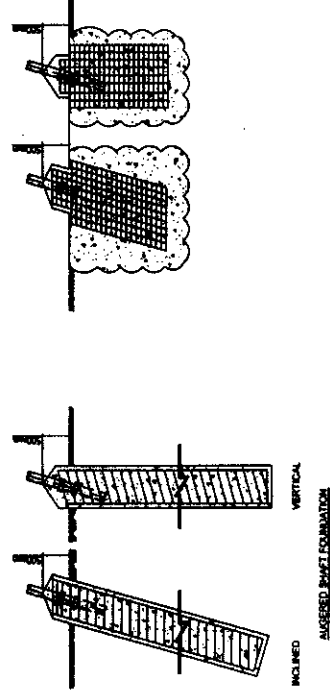
## (4) 基礎

鉄塔基礎には、直接基礎および深礎基礎を適用する。

直接基礎  
(なだらかな山岳部)



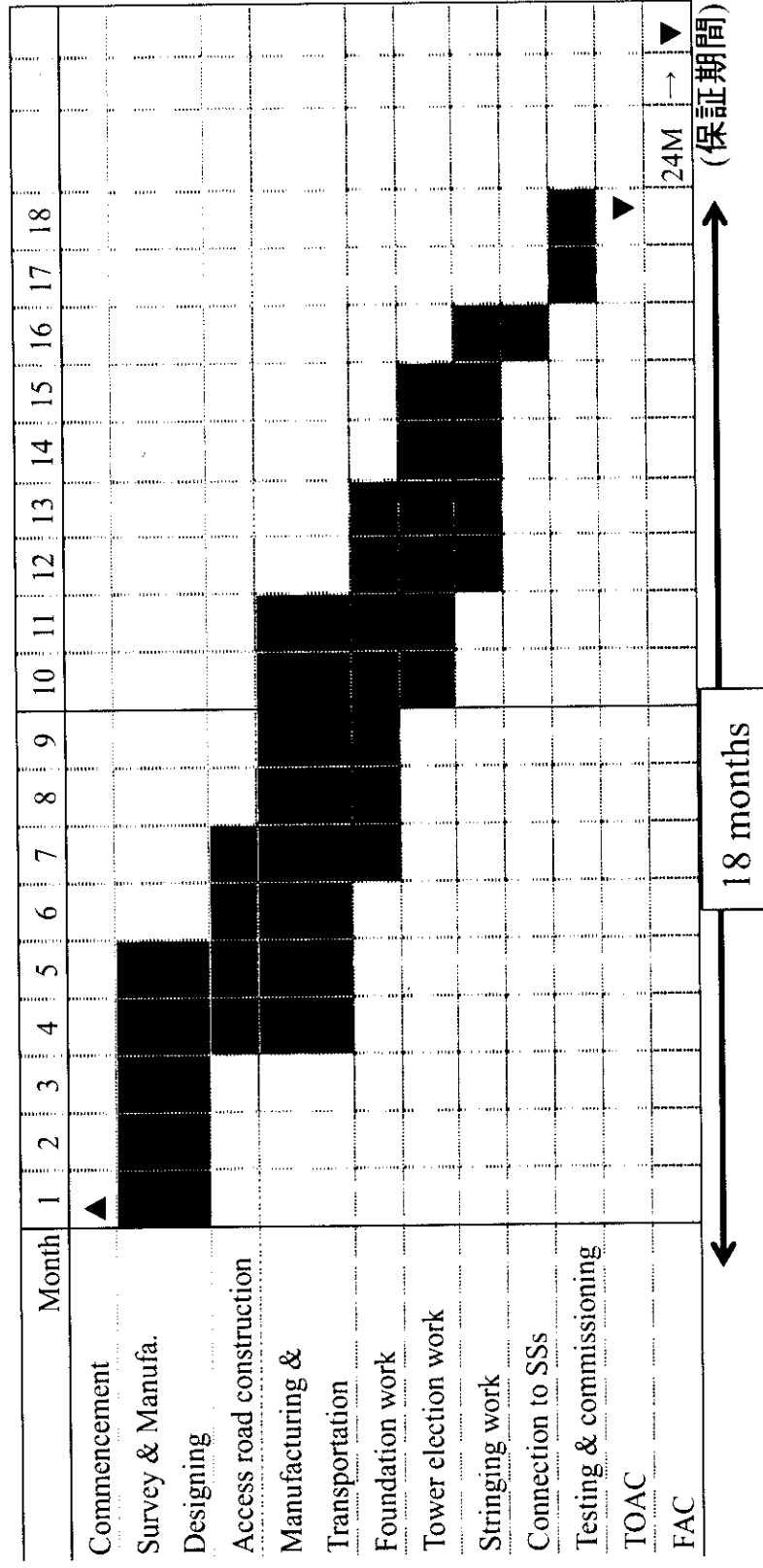
深礎基礎  
(急峻な山岳部)



# 4. 400kV送電線

## 4.3 建設スケジュール

下記に示すとおり建設期間は18ヶ月、保証期間を24ヶ月とした。建設期間については入札前にクルド電力省と再調整する。



# 4. 400kV送電線

## 4.4 建設コスト(予算)

以下のとおり送電線の建設コストは山間部の工事の難しさを考慮して53MUSS\$で算出・提案した。

No.	Sections	Items	Total (US\$)
1	Moderate Mountain Area between Bazian SS~Arbat SS (61 km)	Materials	19,201,000
		Civil & Erection	19,020,000
		Sub-total	38,221,000
2	Steep Mountain Area = Between Shakh-i Darmana mountain and Shakh-i Kani Bi mountain (8 km)	Materials	2,518,000
		Civil & Erection	3,137,000
		Sub-total	5,655,000
	Summation of Construction Cost (69 km) (No. 1 + No. 2)	Materials	21,719,000
		Civil & Erection	22,157,000
		Summation	43,876,000 (\$636,000/km)
3	Contingency & Escalation	20% of Summation Cost	8,775,200

Total Cost

52,651,200

Say 53MUSS\$

# 5. 環境社会配慮



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

# 目次

---

- 5.1 クルド地域における環境法
- 5.2 環境影響分類カテゴリー
- 5.3 ゴマスパン変電所
- 5.4 アルバット変電所
- 5.5 アルバット変電所-バジアン変電所間の  
送電線
- 5.6 環境ボードからの要求事項
- 5.7 農業者所有の土地を利用するための手順
- 5.8 環境社会配慮上の評価
- 5.9 まとめ

# 5.環境社会配慮

---

## 5.1 クルド地域における環境法

(1) 2008年度法律番号 8

“Environmental Protection and Improvement In Iraqi Kurdistan Region”

- クルドにおける環境基本法
- 環境影響評価に関する規程が定められている

(2) 2007年度 規制番号 1

“Information about categories (A, B, C) projects classification”

- プロジェクトの分野による環境影響カテゴリーの分類

(3) 2010年度法律番号 3

“The Law of Environmental Protection and Improvement Board in Iraqi Kurdistan Region”

- クルドにおける環境行政を担当する「環境保護および向上ボード（環境ボード）」の組織、役割および業務を定める

# 5.環境社会配慮

## 5.2 環境影響分類カテゴリ

### (1) 事業別分類

カテゴリ-A	カテゴリ-B	カテゴリ-C
(a) ダムと貯水池 (b) 火力発電所と水力発電所の建設および拡充 (c) 大規模産業プラント (d) 大規模な灌漑、排水、治水 (e) 営林事業 (f) 石油・ガスを含む鉱山開発 (g) その他	(a) 農産品加工業 (b) 送電・変電 (c) 小規模な灌漑・排水 (d) 再生可能エネルギー事業 (水力発電ダムを除く) (e) 村落の電化事業 (f) 観光事業 (g) 村落の水道・下水道事業 (h) その他	(a) 教育事業 (b) 地域医療 (c) 健康増進事業 (d) 栄養強化事業 (e) 公共事業 (f) 人材開発事業

- 一本件の”送電・変電”はカテゴリ-Bに分類される。
- 送電線の長さに伴うカテゴリ変更はない。

## 5.環境社会配慮

(2) 各カテゴリーによる環境ボードへの申請手順の相違

カテゴリー	申請先	審査および認可担当
A	各地域の環境事務所	エルピルの環境ボード
B	(各事務所でカテゴリー 一を決定する)	本省
C		各地域の環境事務所

(3) 各カテゴリーへの要求事項

- カテゴリーー A: 厳格なEIALレポートの提出
- カテゴリーー B: 簡単なEIALレポート提出
- カテゴリーー C: EIALレポートの提出は不要



## 5.環境社会配慮

---

### (4) EIAレポートの作成

- 申請者あるいはコンサルタントが作成する。
- 環境ボードが認定した州毎のコンサルタントのリストが用意されており、一般にはこの中から選択して、委託する。
- 認定されたコンサルタントは多くの経験があり、比較的安価に業務を受託する。

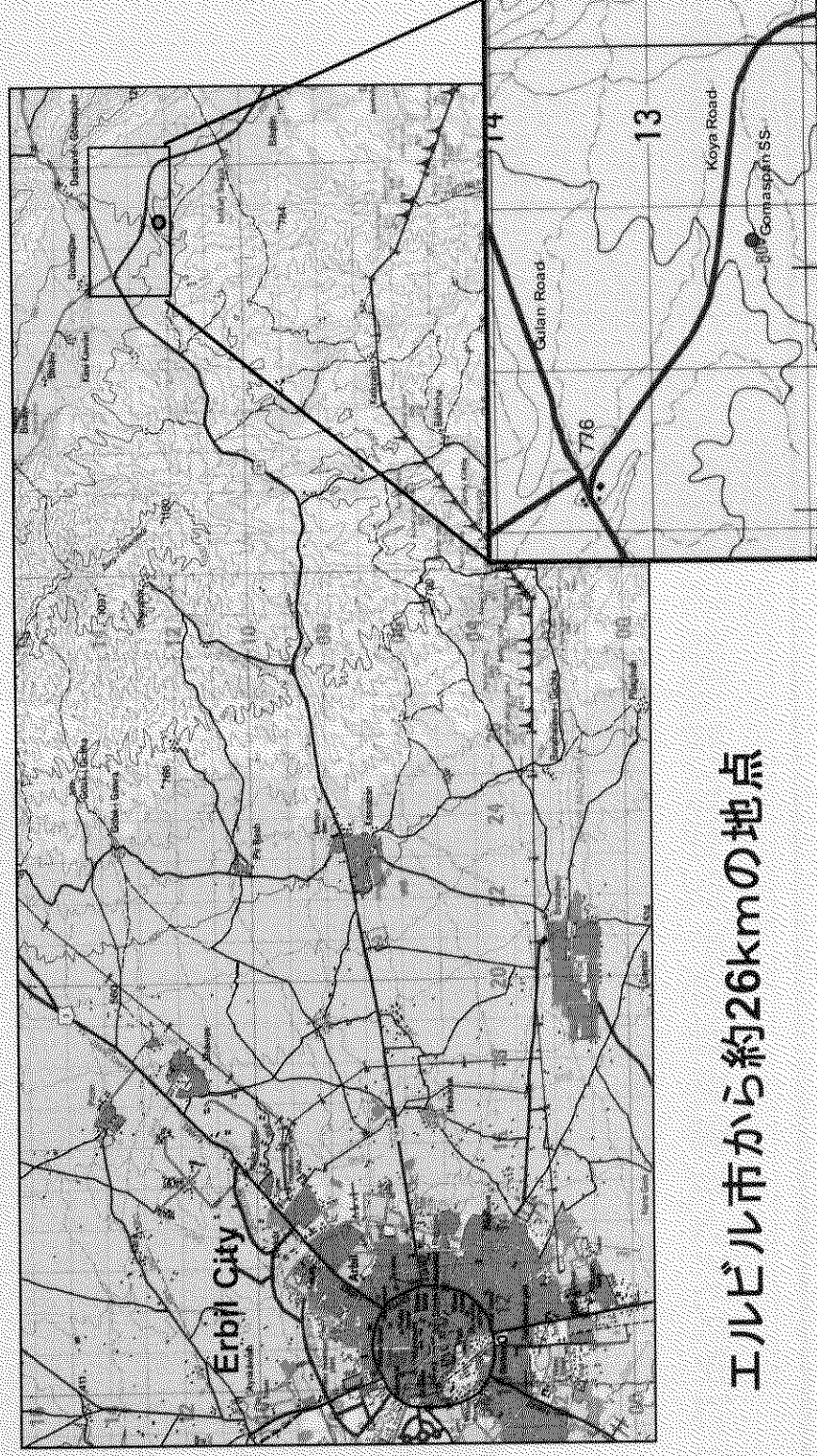
### (5) EIAレポート作成認定コンサルタント

- ドホーク州： 3社
- エルビル州： 9社
- スレイマニ州： 6社

# 5.環境社会配慮

## 5.3 ゴマスパン変電所

### (1)ゴマスパン変電所の建設予定地

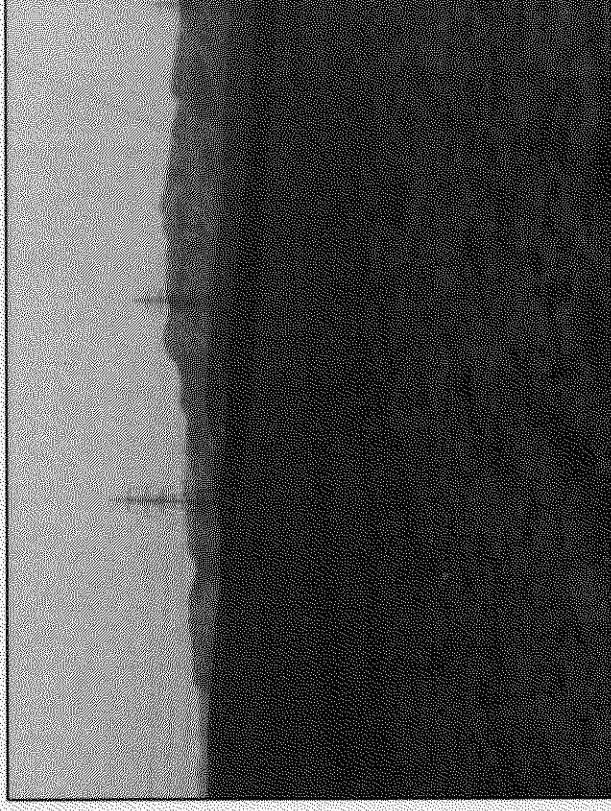


エルビル市から約26kmの地点

## 5.環境社会配慮

---

### (2) ゴマスパン変電所建設予定地の周辺状況

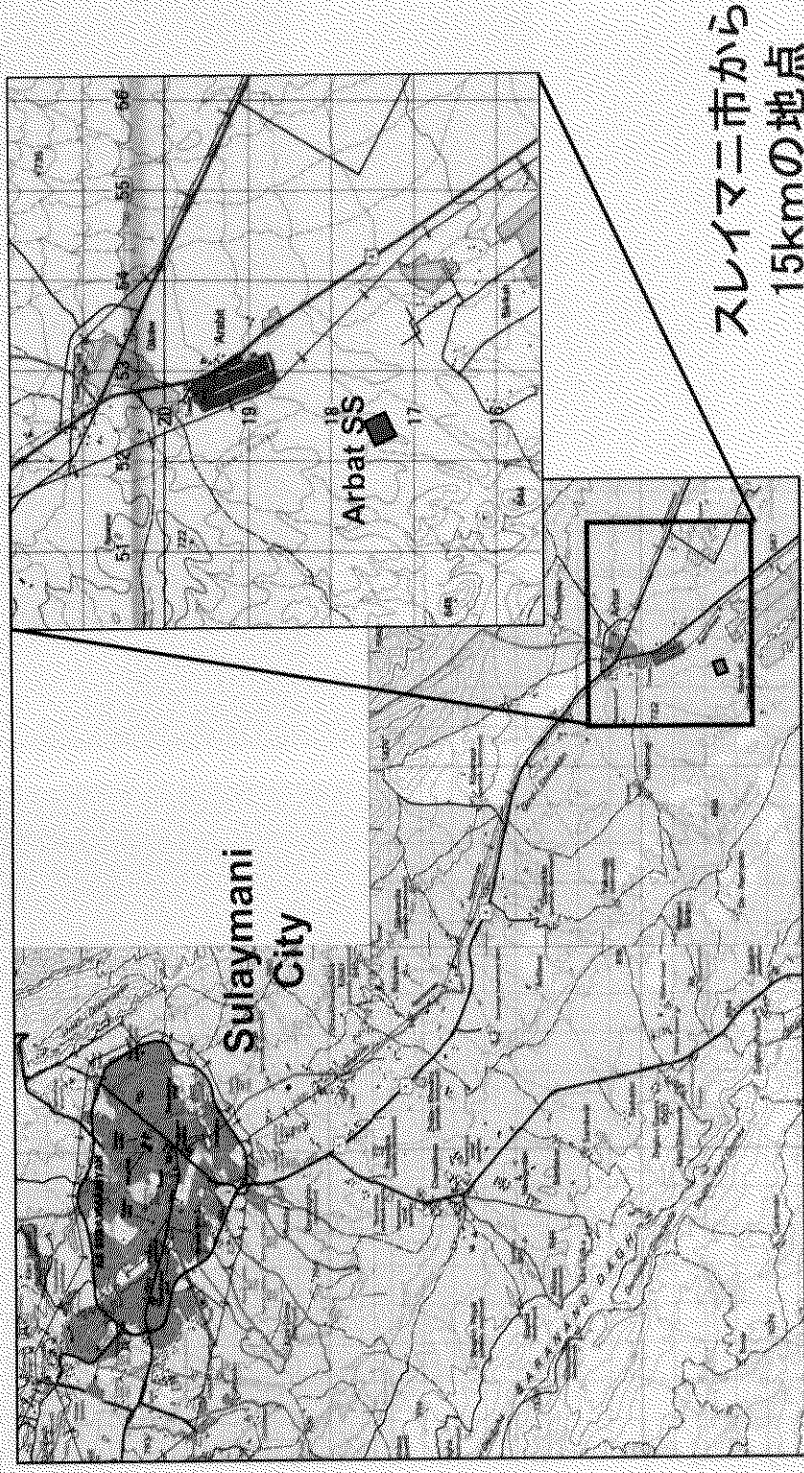


- 農地として使用されている。農民は農業省から借りて使用している。
- 周辺にプロジェクトを阻害する施設や植生はない。

# 5.環境社会配慮

## 5.4 アルバット変電所

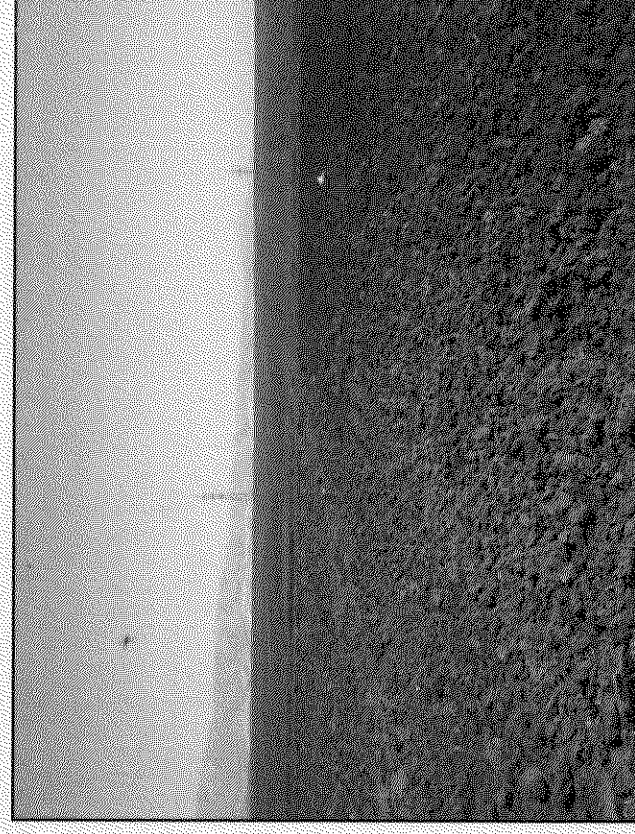
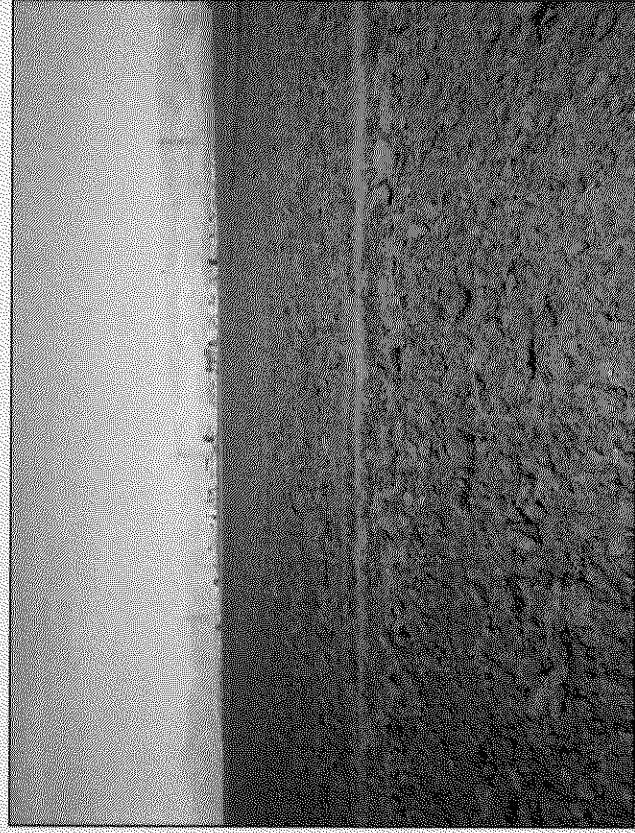
### (1) アルバット変電所の建設予定地



## 5.環境社会配慮

---

### (2) アルバット変電所予定地の周辺状況

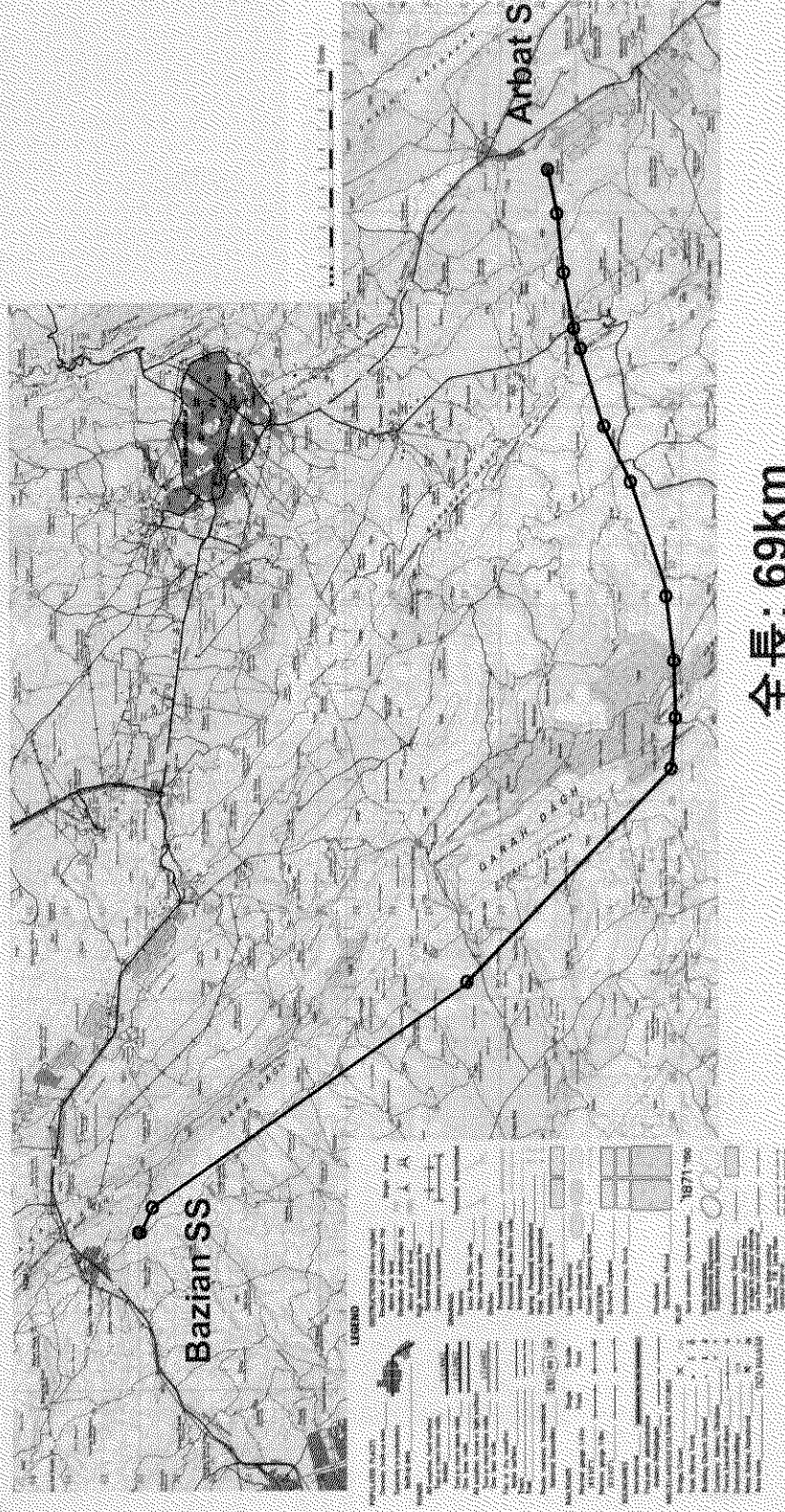


- 農地として使用されている。農民は農業省から借りて使用している。
- 周辺にプロジェクトを阻害する施設や植生はない。

# 5.環境社会配慮

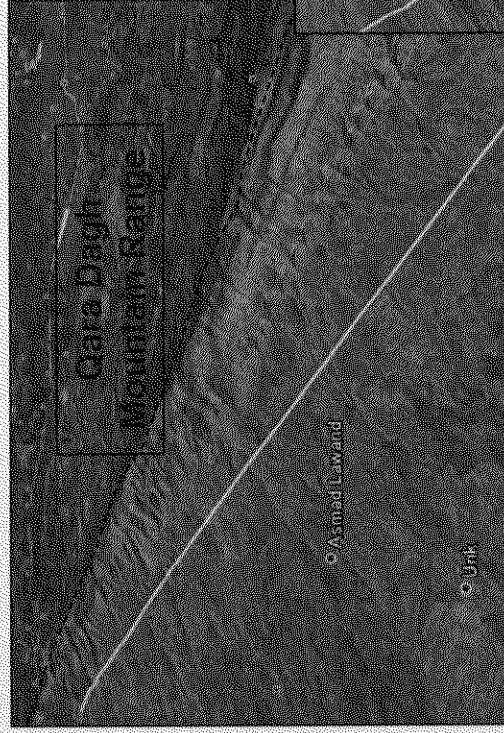
## 5.5 アルバット変電所－バジアン変電所間の送電線

### (1) 送電線の建設予定ルート



# 5.環境社会配慮

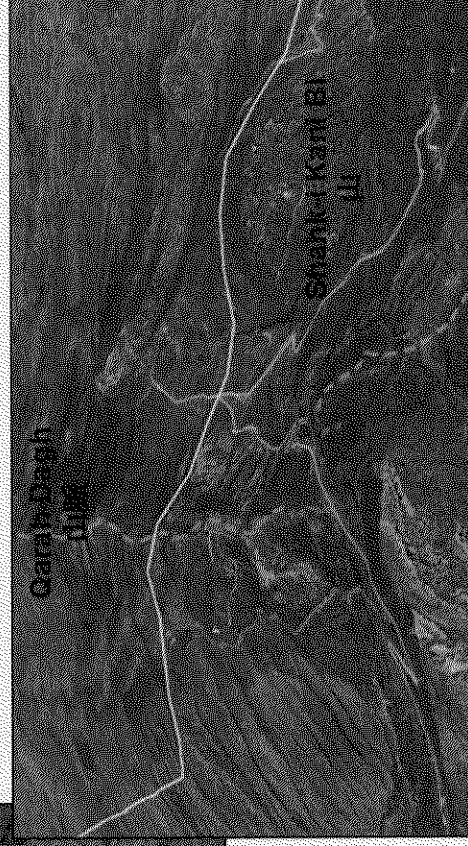
## (2) 送電線建設予定地の周辺状況-1



山脈の麓に沿ったルート

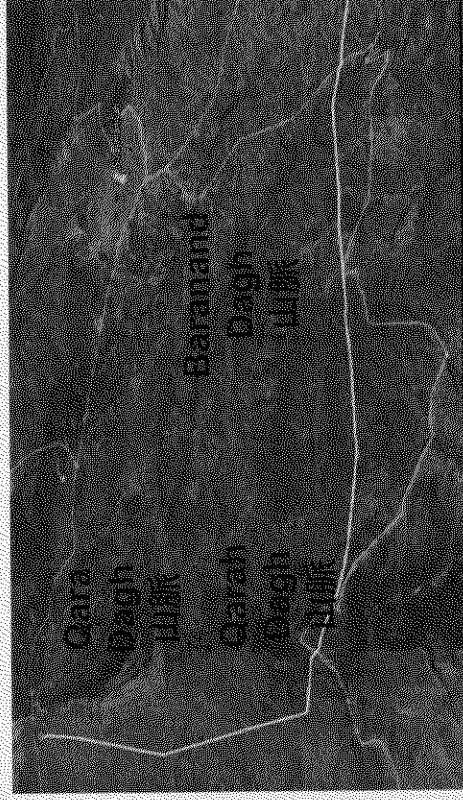
— 樹林帯を避けたルート構成  
となっている

山脈越えのルート



# 5.環境社会配慮

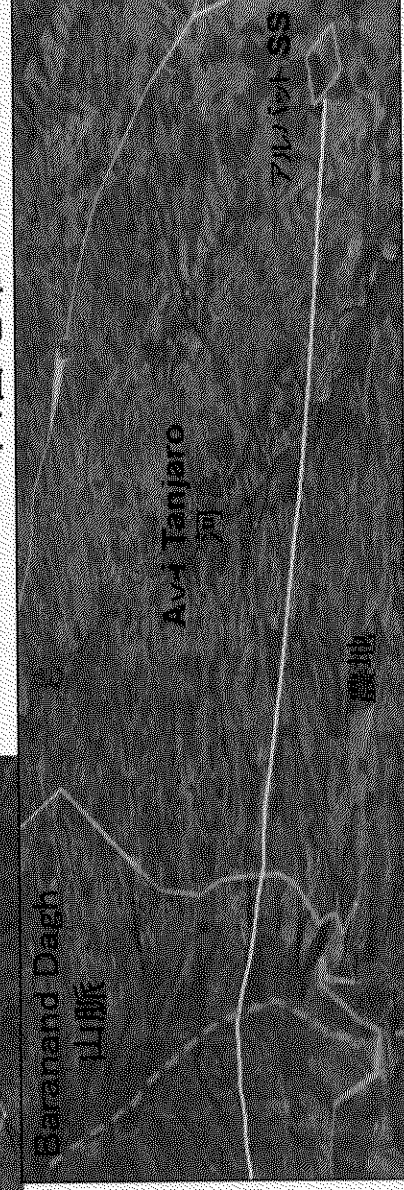
## (3) 送電線建設予定地の周辺状況-2



山岳地帯

—送電線の障害となる集落、  
建物は避けている

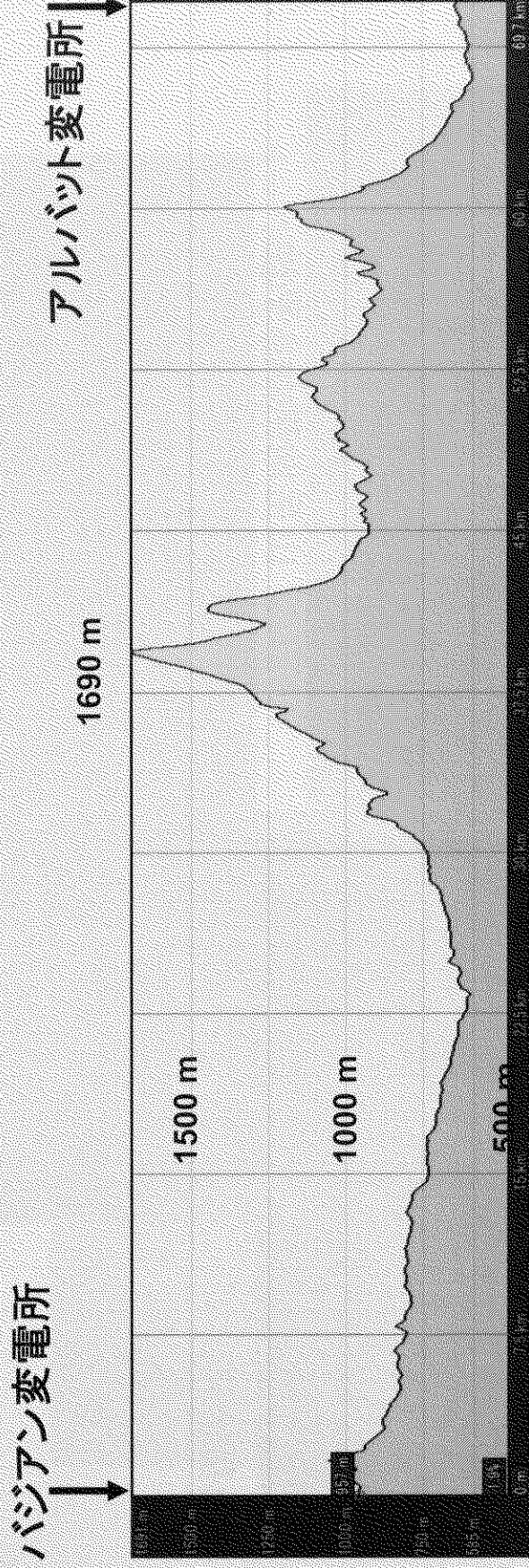
山岳地帯から平地





# 5.環境社会配慮

## (4) 送電線建設予定地の高低差



— 山脈を横切るため、高低差の大きなルートとなっている。

## 5.環境社会配慮

---

### 5.6 環境ボードからの要求事項

- (1) 簡易な環境影響評価レポートの提出
- (2) 樹木の伐採をしないこと  
(もし必要な場合は、移植あるいは植林を実施する。)

### 5.7 農業者所有の土地を利用するための手順

- (1) 電力省から農業者に土地利用を申請する。
- (2) 農業者が申し出を受諾する。
- (3) 農民への補償は、農業者と電力省で協議する。  
(代替地の提供あるいは金銭による補償)

# 5.環境社会配慮

## 5.8 環境社会配慮上の評価

環境・社会的影響項目	ゴマスパン 変電所	アルバット 変電所	送電線
住民移転	無し	無し	無し
民族的課題	無し	無し	無し
自然保護区	無し	無し	無し
動植物：希少種が存在	無し	無し	無し
文化遺産	無し	無し	無し
景観阻害	無し	無し	無し
学校・病院等の建物	無し	無し	無し
その他の障害	無し	無し	無し

# 5.環境社会配慮

## 5.9 まとめ

下記の通り要約する。2箇所の400kV変電所および400kV送電線とも環境影響分類カテゴリ-Bであり、土地は農地利用もしくは山地の為、建設に支障は無い。

プロジェクト	州	カテゴリ	土地の利用状況	評価
ゴマスパン 変電所	エルビル	B	農地	建設可能
アルバット 変電所	スレイマニ	B	農地	建設可能
送電線	スレイマニ	B	農地および 山地	建設可能

## 6. 經濟財務分析



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

# 目次

---

6.1 電力需要と料金のレビュー

6.2 財務分析

6.3 経済分析

# 6. 経済財務分析

## 6.1 電力需要と料金のレビュー

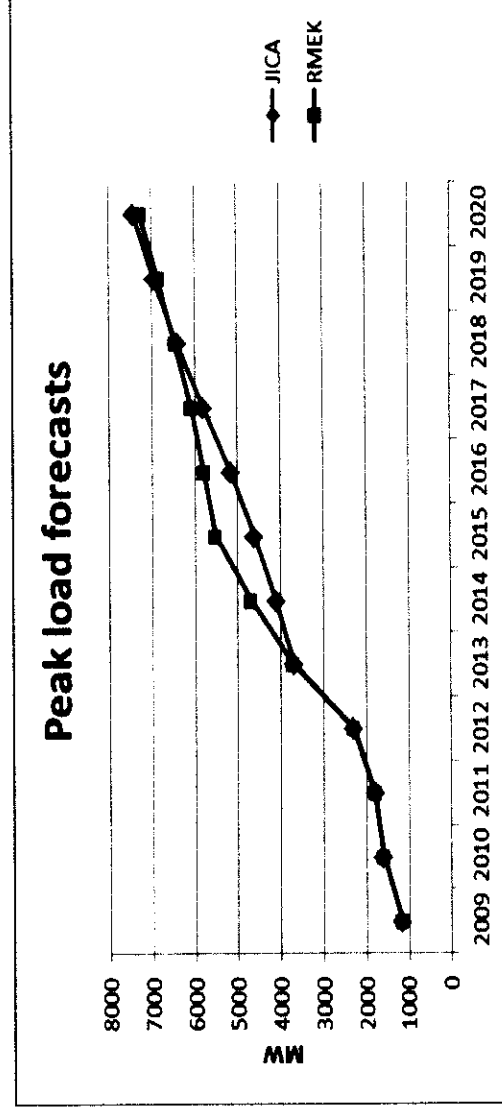
### (1) RMEKのピーク需要見通しのレビュー

以下の表は、2020年までのRMEKのピーク需要見通しで、2012年から2020年までの伸び率は15%/年である。また、JICAの見通しでは同期間16%/年の伸び率である。双方の見通しでは、2020年時点のピーク需要は7300～7400MWの範囲で大きな差はない。

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
JICA	2,300	3,690	4,114	4,616	5,170	5,800	6,409	6,947	7,434
RMEK	2,300	3,717	4,700	5,521	5,788	6,093	6,459	6,846	7,257

出典：RMEK：“クルド地域開発戦略2013-2017”

JICA：クルド地区のGDP伸び率、電力需要のGDP弾性値、ロードファクターからピーク電力を予測。

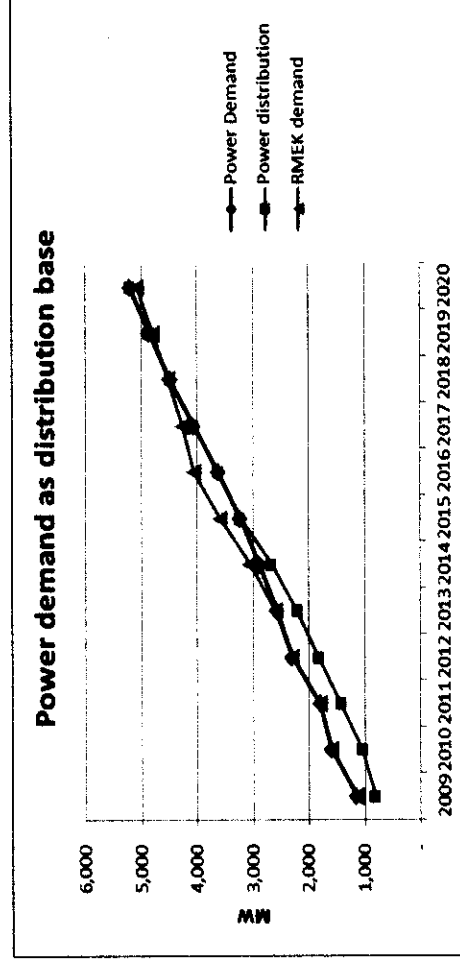


# 6. 経済財務分析

## (2) JICA調査団の電力需要見通し

クルド電力省では、2015年までに電力不足を解消するという目標を持っているので、下図のRMEKの需要見通しでは、2015年と2016年は上振れしている。これに対して、JICA見通しでは各年14%程度の均等な伸び率となっているが双方の見通しはほぼ同等である。

＜RMEKとJICAの電力量需要見通し＞



＜JICAの電力量需要見通しと一人当たり電力消費量＞

年	送電端電力量		人口 百万人	一人当たり電力消費量 kWh / 人
	MW	GWh		
2012	1,833	16,057	5.7	2,817
2020	5,204	45,587	7.1	6,421
20/12	13.9%	13.9%	2.8%	10.8%





# 6. 経済財務分析

## (3) 2012年の平均料金と補助金

下表は2012年のセクター別平均電力料金単価で、全平均電力料金は補助金込みで15.7 ¢ /kWhである。

	電気料金		補助金		合計
	ID/kWh	¢ /kWh	ID/kWh	¢ /kWh	
農業用料金	30	2.5	158	13.1	15.6
家庭用料金	39	3.3	146	12.4	15.7
商業用料金	57	4.8	133	11.1	15.9
工業用料金	60	5.0	128	10.6	15.6
政府用料金	60	5.0	128	10.6	15.6
電力平均	45	3.8	141	11.9	15.7

出典：2012年のRMEKの電力消費および料金表よりJICA調査団にて計算

## (4) 2012年の売上量とロス

下表は2012年のRMEKの売上量、送電量および送配電ロス率である。

	単位	Erbil	Sulaymani	Duhok	合計
売上量	GWh	3,892	4,510	2,350	10,752
	MW	444	515	268	1,227
送電端量	MW	665	755	413	1,833
ロス率	%	33	32	35	33

注意：ロス率=100- 売上量(MW) / 送電端量(MW)\*100 出典：2012年RMEKアニュアルレポート

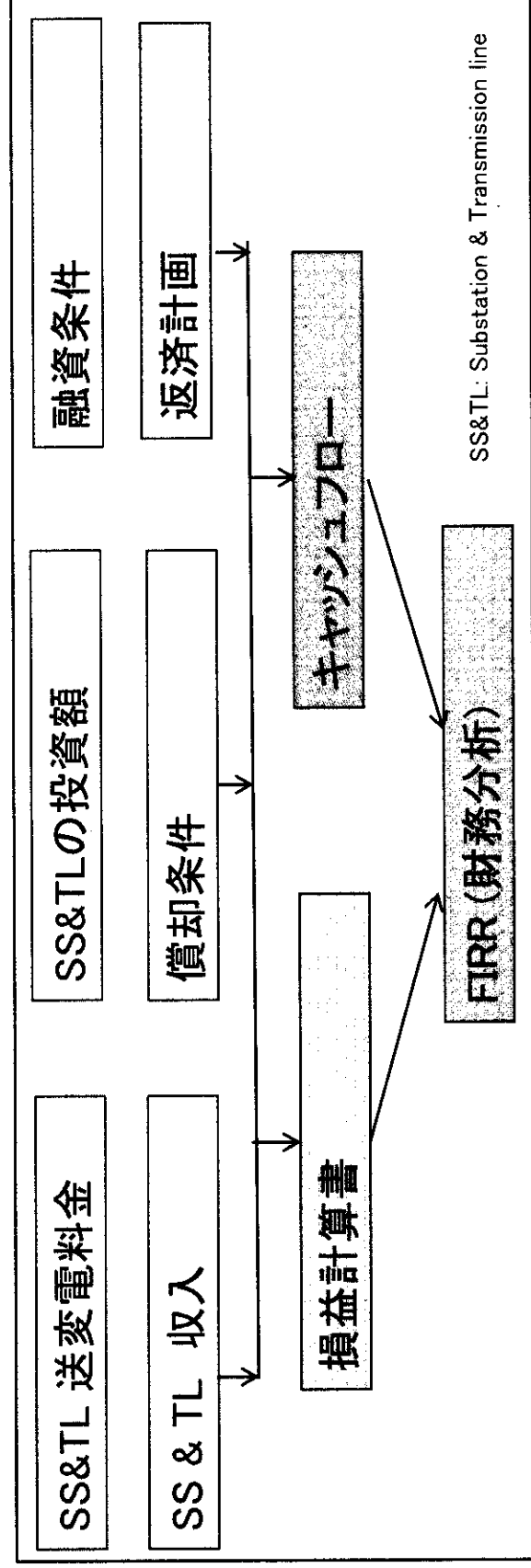


Tokyo Electric Power Services Co., LTD

# 6. 経済財務分析

## 6.2 財務分析

### (1) 財務分析フロー



# 6. 経済財務分析

## (2) 分析のためのケース設定

	管区	内容
LOT1	Erbil	Gomaspan 400kV GIS 変電所 (250MW*2)
LOT2	Sulaymani	Arbat 400kV GIS 変電所 (250MW*2)
LOT3	Sulaymani	400kV 送電線 (Bazian ~ Arbat 間)

経済財務分析のためのケース設定	
ケース 1	LOT1 SS
ケース 2	LOT2 SS
ケース 3	LOT3 TL
ケース 4	LOT1+LOT2 SS + SS
ケース 5	LOT2+LOT3 SS + TL
ケース 6	LOT1+LOT2+LOT3 SS+ SS+TL

SS: Substation, TL: Transmission line  
ケース4、5、6は各LOTを組み合わせたときの経済財務分析である。

# 6. 経済財務分析

## (3) 発電、送電、配電のコスト

2012年の電気料金15.7 ¢ / kWhを発電、送電、配電に分割すると以下の通りである。

	構成比	ID / kWh (2012年実績)	¢ / kWh (2012年実績)
電気料金	100%	186.2	15.7
発電コスト	70%	130.3	11.0
送電コスト	15%	27.9	2.35
配電コスト	15%	27.9	2.35

上の料金表からLOT別の電力料金を計算すると以下のとおりである。

LOT名	LOT別料金	計算式
LOT1	1.18 ¢ / kWh	SS=15.7 ¢ / kWh * 15% / 2
LOT2	1.18 ¢ / kWh	SS=15.7 ¢ / kWh * 15% / 2
LOT3	0.64 ¢ / kWh	TL=15.7 ¢ / kWh * 15% / 2 * (LOT3とLOT2の投資比率)
LOT1+LOT2	1.18 ¢ / kWh	SS=15.7 ¢ / kWh * 15% / 2
LOT2+LOT3	1.82 ¢ / kWh	SS+TL=1.18 ¢ / kWh + 0.64 cent / kWh
LOT1+LOT2+LOT3	1.50 ¢ / kWh	LOT1と (LOT2+LOT3)の平均 =1.18 ¢ / kWh / 2 + (1.18 ¢ / kWh + 0.64 ¢ / kWh) / 2

<参考:クルド地区における送電と配電の累積投資額の推定である。送電投資:変電投資は=1:1である。>

コスト項目	長さ&SS数	計算式	建設コスト
送電線長	送電線長: 3,130km	\$0.6 百万 / 4 / km * 3,130km	\$469 百万
変電所	33 箇所	\$15 百万 * 33	\$495 百万



## 6. 経済財務分析

### (4) LOT1 と LOT2 の投資額

LOT1とLOT2のそれぞれの投資額は以下のとおりである。

項目	単位	投資総額	初年度投資	次年度投資
a. 変電所	1000USD	75,000	37,500	37,500
c. コンテインジェンシー	1000USD	7,500	3,750	3,750
d. コストエスカレーション	1000USD	7,500	3,750	3,750
e. 建設費合計	1000USD	90,000	45,000	45,000
f. コンサルタント・サービス	1000USD	9,500	4,750	4,750
g. 投資合計	1000USD	99,500	49,750	49,750

### (5) LOT3 の投資額

LOT3の投資額は以下のとおりである。

項目	単位	投資総額	初年度投資	次年度投資
a. 送電線	1000USD	44,168	22,084	22,084
c. コンテインジェンシー	1000USD	4,416	2,208	2,208
d. コストエスカレーション	1000USD	4,416	2,208	2,208
e. 建設費合計	1000USD	53,000	26,500	26,500
f. コンサルタント・サービス	1000USD	4,000	2,000	2,000
g. 投資合計	1000USD	57,000	28,500	28,500

# 6. 経済財務分析

## (6) エスカレーション要素と金融条件

項目	単位	値
賃金エスカレーション	%	3.0%
原油価格エスカレーション	%	2.0%
料金エスカレーション	%(Labor*0.5)	1.4%
O/M コストエスカレーション	%(Labor *0.5)	2.5%
割引率	%	10.0%
為替レート	ID / 米ドル	1,170ID/USD

## (7) 収支計算式

項目	科目	計算式
変電所	売上	送電量 * 変電所料金 変電量は当初は能力の30%、その後需要の伸びとともに上昇し最大で70%とする。 変電所料金：1.18 cent / kWh (15.7 cent/kWh * 15% / 2)
	費用	賃金、修繕費、償却費、長期短期の金利 アドミニストレーションコストとして賃金の20%を計上
	税	修繕部品を輸入するときは5%が課税される 固定資産税や法人税は課税されない
送電網	売上	送電量 * 送電網料金 (変電所料金と同じ) 送電量は当初は能力の30%、その後需要の伸びとともに上昇し最大で70%とする。 送電料金：1.18 cent / kWh (15.7 cent/kWh * 15% / 2)
	費用	賃金、修繕費、償却費、長期短期の金利 アドミニストレーションコストとして賃金の20%を計上
	税	修繕部品を輸入するときは5%が課税される 固定資産税や法人税は課税されない

# 6. 経済財務分析

## (8) FIRRの計算結果

	項目	基準 シナリオ	料金10%減 シナリオ	料金20% less シナリオ
LOT1	変電料金	1.18c ¢ /kWh	1.06 ¢ /kWh	0.94 ¢ /kWh
	変電コスト	0.81 ¢ /kWh	0.81 ¢ /kWh	0.81 ¢ /kWh
	FIRR	16.2%	14.3%	12.2%
LOT2	変電料金	1.18 ¢ /kWh	1.06 ¢ /kWh	0.94 ¢ /kWh
	変電コスト	0.81 ¢ /kWh	0.81 ¢ /kWh	0.81 ¢ /kWh
	FIRR	16.2%	14.3%	12.2%
LOT3	送電料金	0.64 ¢ /kWh	0.58 ¢ /kWh	0.51 ¢ /kWh
	送電コスト	0.45 ¢ /kWh	0.45 ¢ /kWh	0.45 ¢ /kWh
	FIRR	14.9%	13.1%	10.9%
LOT1+LOT2	変電料金	1.18c ¢ /kWh	1.06 ¢ /kWh	0.94 ¢ /kWh
	変電コスト	0.81 ¢ /kWh	0.81 ¢ /kWh	0.81 ¢ /kWh
	FIRR	16.2%	14.3%	12.2%
LOT2+LOT3	送変電料金	1.82 ¢ /kWh	1.64 ¢ /kWh	1.45 ¢ /kWh
	送変電コスト	1.26 ¢ /kWh	1.26 ¢ /kWh	1.26 ¢ /kWh
	FIRR	15.7%	13.9%	11.7%
LOT1+LOT2+LOT3	送変電料金	1.50 ¢ /kWh	1.35 ¢ /kWh	1.20 ¢ /kWh
	送変電コスト	1.03 ¢ /kWh	1.03 ¢ /kWh	1.03 ¢ /kWh
	FIRR	15.9%	14.0%	12.0%

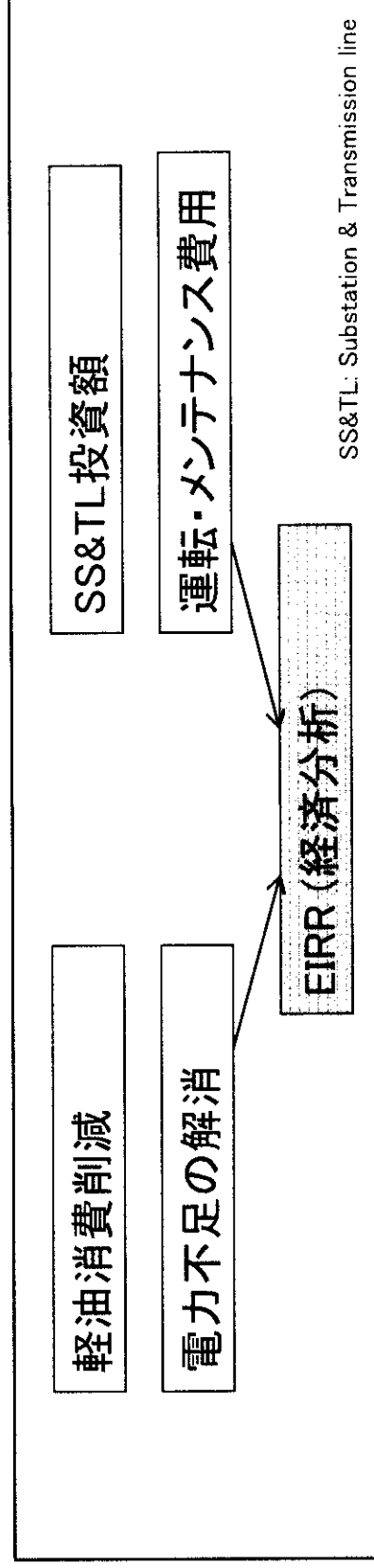
- ・ 基準シナリオでFIRRは16%、料金10%減シナリオでFIRRは14%、料金20%減シナリオでFIRRは12%である。
- ・ すべてのFIRRは、目標とする10%を超えているので、プロジェクトの経済性には問題ない。
- ・ 全期間で料金がエスカレーションせず一定の時は、各FIRRは上の表から2%程度減少するが、それでも各FIRRは10%以上である。



# 6. 経済財務分析

## 6.3 経済分析

### (1) 経済分析フロー





# 6. 経済財務分析

## (2) デーゼル発電コストの推定

クルド地区での小型ディーゼル発電機の推定発電コストは以下の通りである。

軽油価格	75 円 /リッター
発電効率	35%
燃料コスト	75 円 /リッター / (9,000kcal/リッター * 35%/860kcal/kWh) =20.5 cent/kWh
固定費	\$1,000/kW * (償却費*10% + 金利*10% + その他費用*10%) =3.5cent/kWh
平均発電コスト	20.5 円 /kWh + 3.5 円 /kWh = 24.0 円 /kWh
適用発電コスト	24.0 円 /kWh * 70% = 17.0 円 /kWh

## (3) 電力不足解消にもなうGDP上昇額

クルド地区での電力不足解消にもなうGDPの増加額の計算式は以下の通りである。

電力受益者数	= 438,000 人 (500MW*1,000*70%*8,760時間/7,000kWh/人)
評価対象受益数	= 307,000 人 (438,000人 * 70%)
一人当たりGDP	= \$6,000 /人 (2012年実績)
電力不足年間解消率	= 平均5%の解消率 (10 労働時間/日 * 5% = 0.5 時間 / 日)
労働生産性上昇額	GDP/人 * 評価対象受益者数 * (1 + 電力不足年間解消率)
送配電によるGDP上昇額	労働生産性上昇額 * 15%

## 6. 経済財務分析

### (4) EIRRの計算結果

- FIRRが約16%であったのに対してEIRRは以下の表のとおり約21%～23%である。
- LOT1+LOT2+LOT3の投資額は合計で256 百万米ドルである。このときの資本回収期間(Pay Back Period)は、キャッシュフロー表から計算すると現在価値ベースで操業後8年となる。
- 本プロジェクトのEIRRはインフラ案件としては高位に保たれている。したがって、国家経済的観点からの便益は十分にある。

LOT	EIRR	便益額	ディーゼル発電の減少による便益	GDP 上昇便益
LOT1	22.9%	1,564 百万米ドル	1,160 百万米ドル	404 百万米ドル
LOT2	22.9%	1,564 百万米ドル	1,160 百万米ドル	404 百万米ドル
LOT3	21.6%	853 百万米ドル	635 百万米ドル	218 百万米ドル
LOT1+LOT2	21.9%	1,564 百万米ドル	1,160 百万米ドル	404 百万米ドル
LOT2+LOT3	22.3%	2,374 百万米ドル	1,751 百万米ドル	623 百万米ドル
LOT1+LOT2+LOT3	22.9%	3,945 百万米ドル	2,918 百万米ドル	1,027 百万米ドル

