

イラク国
イラク電力省

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



1215179[1]

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

東電設計株式会社

中欧

CR(3)

13-025



1215179 [1]

イラク連邦電力省

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. プロジェクトサイト
4. 400kV GIS変電所の仕様
5. 建設コストおよび建設スケジュール
6. 経済・財務分析
7. その他関連事項
 - i. 送電線パイロットプロジェクト
 - ii. イラク連邦電力省の組織と関連部署
 - iii. 環境・社会配慮



1. 案件要約



目次

1.1 調査団紹介

1.2 調査概要

1.3 系統解析

1.4 案件候補

1.5 400kV変電所の単線結線図

1.6 プロジェクトスケジュール

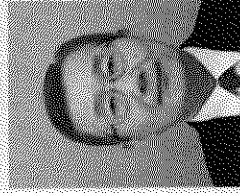
1.7 予算(プロジェクトコスト)

1. 案件要約

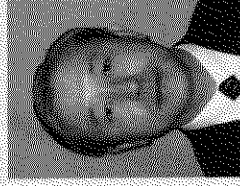
1.1 調査団紹介

調査団を以下に紹介する。

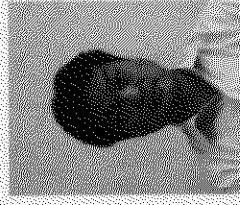
系統解析



神田 芳夫
団長/計画全般

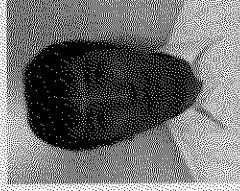


木下 信行
系統計画



高瀬 英和
系統計画担当

機器設計

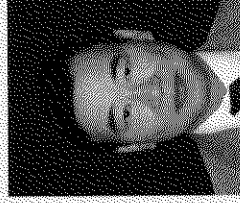


小川 正浩
副団長/送電線担当



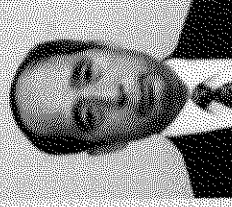
古屋 浩信
変電担当

経済財務分析



井上 智之
経済財務分析担当

環境・社会配慮



大森 宏
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。

a) 背景

a-1) イラク本邦の電力開発計画に伴い、電力設備の強化が必要となっている。

a-2) イラク連邦のピークロードは、2005年：3,644MWであるが、7年間で3.5倍の12,950MWに増加している。

a-3) 増加する電力需要に対して、安定して電力を供給するために400kV送電線、変電所の建設が必要となる。



1. 案件要約

1.2 調査概要

b) 調査の目的

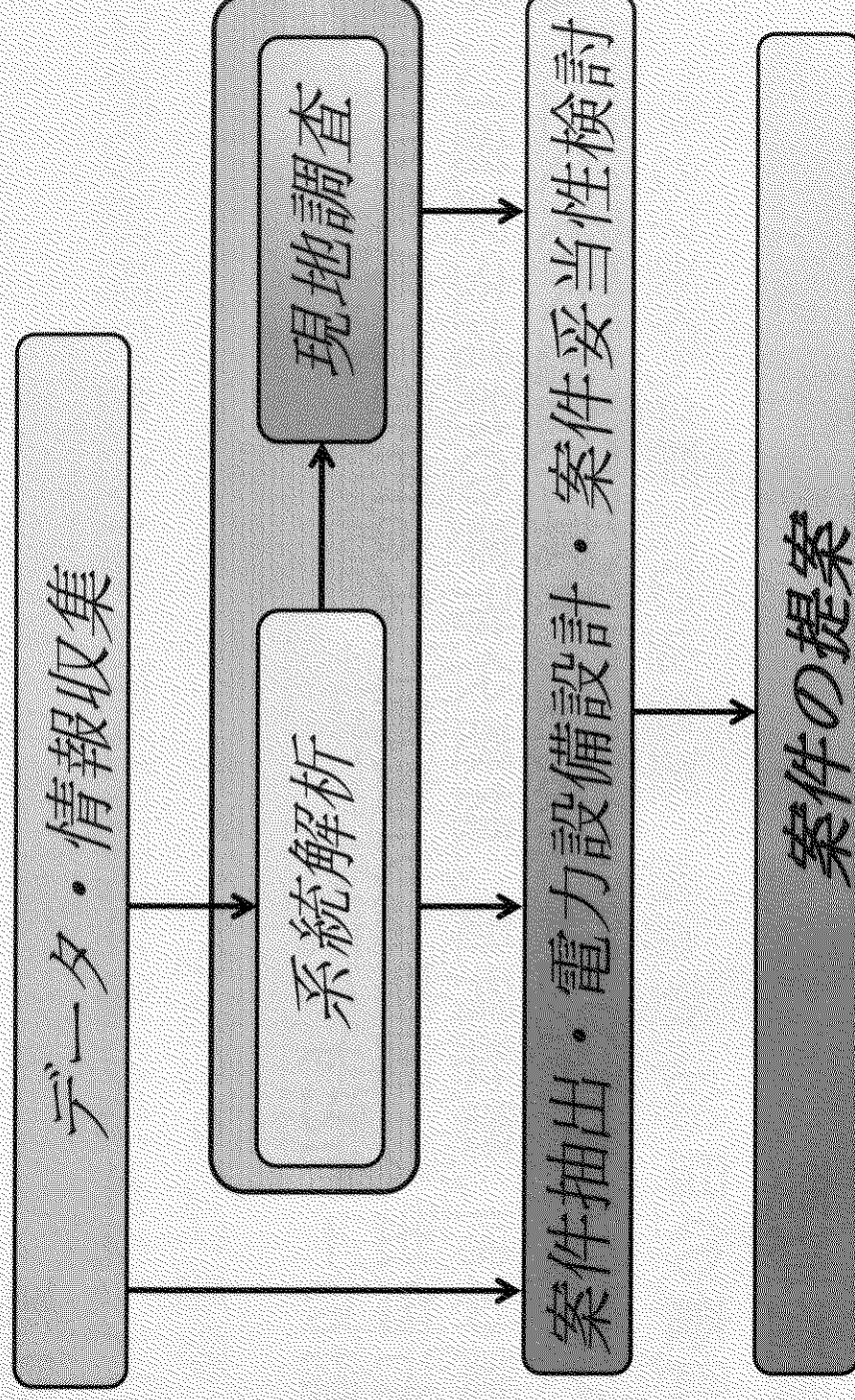
カウンターパートと事業規模、予算、建設スケジュール、事業体制、環境評価、財務分析等の検討を実施し、独立行政法人 国際協力機構による円借款事業の可能性検討の一助とする。

1. 案件要約

1.2 調査概要

c) 調査手順

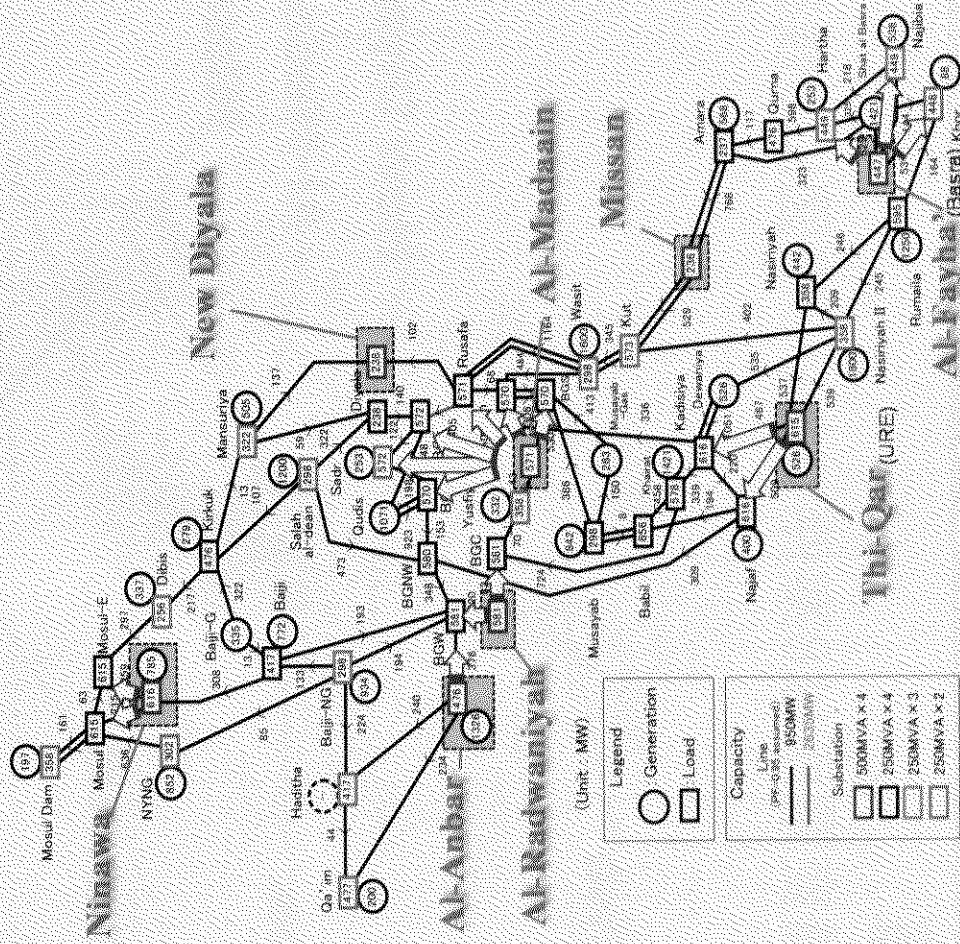
以下の手順により調査を進める。



1. 案件要約

1.3 系統解析

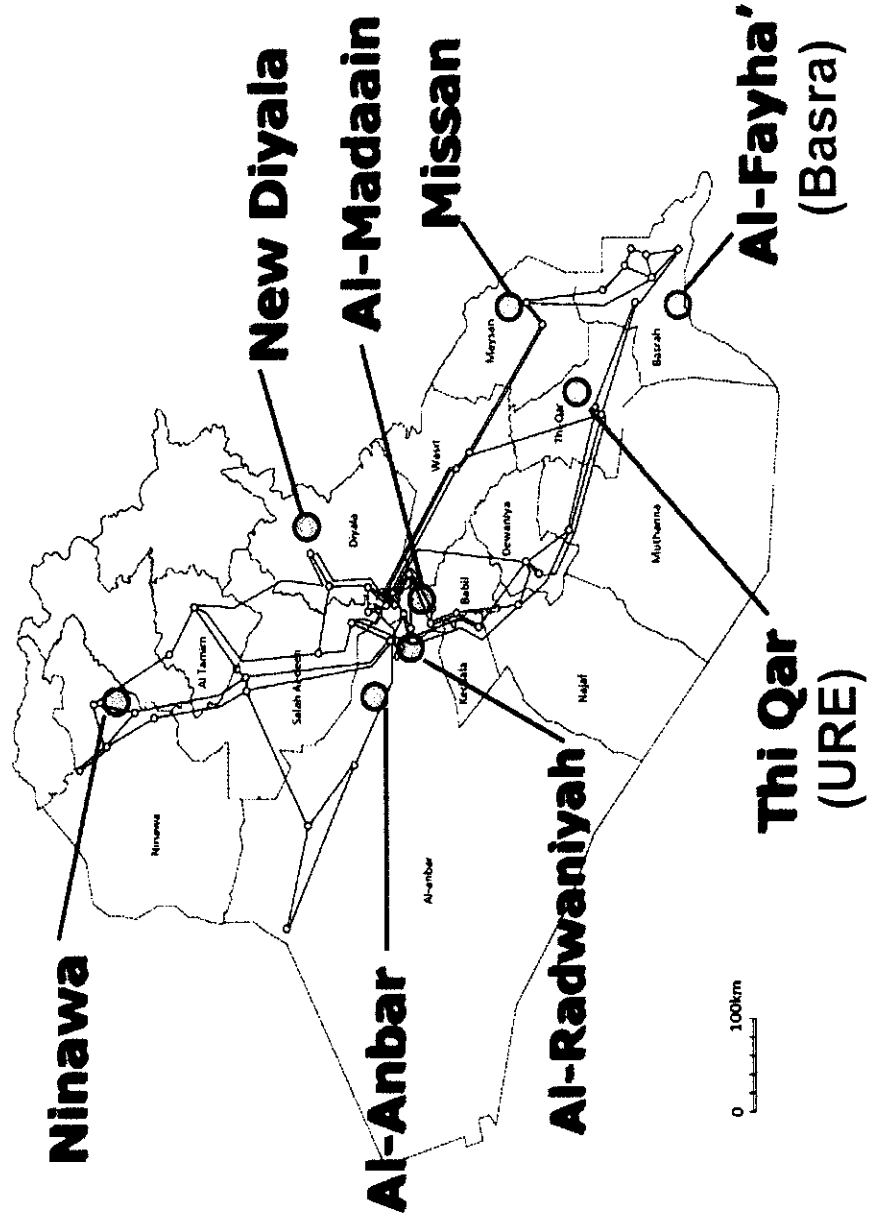
系統解析を行い、案件候補の必要性を確認した。



1. 案件要約

1.4 案件候補

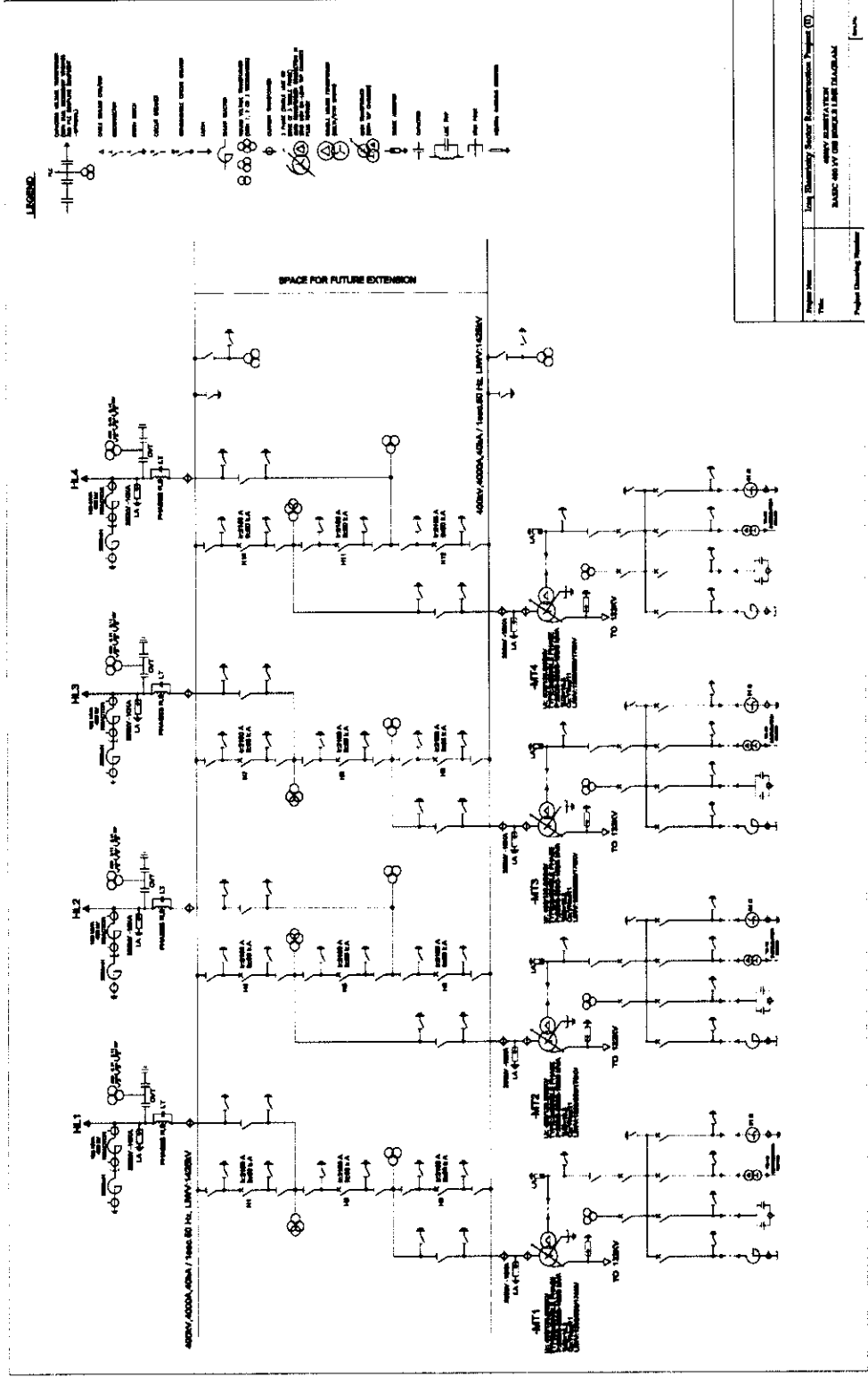
本調査の候補変電所は8案件であり、下図に8候補地点の位置を示す。



1. 案件要約

1.5 400kV変電所の単線結線図

予算化に適用した単線結線図を次に示す。



1. 案件要約

1.6 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に示す。

Scope / Events	Duration	Year											
		1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	6th Year	7th Year	8th Year				
- Selection of Consulting Firm	12 months	■											
a P/Q period / JICA concurrence	4 months		■										
b Preparation of Tender Documents / JICA concurrence	5 months		■	■									
c Tender Period	3 months			■									
d Evaluation of Tender	6 months			■	■								
e JICA concurrence for Tender Evaluation	2 months			■	■								
f Contract Negotiation	2 months				■	■							
g JICA concurrence for Contract	1 month					■							
h Opening of LC / Issuing L/COM)	3 months					■	■						
i Construction stage	26 months								■	■	■	■	■
j Issue of TOAC	-												
k Warranty Period	24 months											■	■
l Issue of FAC	-												

1. 案件要約

1.7 予算(プロジェクトコスト)

a)変電所コストの算出ベース。

変電所コストは、IQP8のLOT6応札書価格を基に、以下の通り試算した。

146MUS\$ (14,600MJPY)

※為替レート: 1US\$ = 100JPY

変電所規模(主要機器)は次の通りである

- 400/132/33kV 500MVA 変圧器: 4 台
- 400kV GIS (1-1/2 母線方式): 4 回線
- 132kV GIS (二重母線方式): 16 回線

注) 変電所建設コストの内、日本企業はENで免税、その他の企業はイラクの国内法措置により免税となるため、税金部分を予算から除外した。

2. 系統解析



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

目次

- 2.1 MoEから提供されたデータ
- 2.2 需要予測
- 2.3 400kV電力設備の増強計画
- 2.4 候補変電所の位置
- 2.5 2020年断面系統の電力潮流図
- 2.6 候補変電所が建設されない場合
- 2.7 2020年断面系統の故障電流分布
- 2.8 まとめ

2. 系統解析

2.1 MoEから提供されたデータ

MoEより電力系統解析に用いるデータとして、次のPSS/E*データの提供を受けた。

- ・2012-5(30-4-12).sav (2012年断面)
- ・summer 2013(fn)shunt.sav (2013年断面)
- ・400 kV network 6-3-12.sav (2020年断面)

このデータに基づきイラク連邦電力省管内の400kV電力設備や電力需要の現状と今後の計画を分析するとともに、候補変電所を建設した場合の電力潮流計算にした。

*PSS/E は Power System Simulator for Engineeringの略称で電力系統解析ソフトウェアの名称である。

2. 系統解析

2.2 需要予測

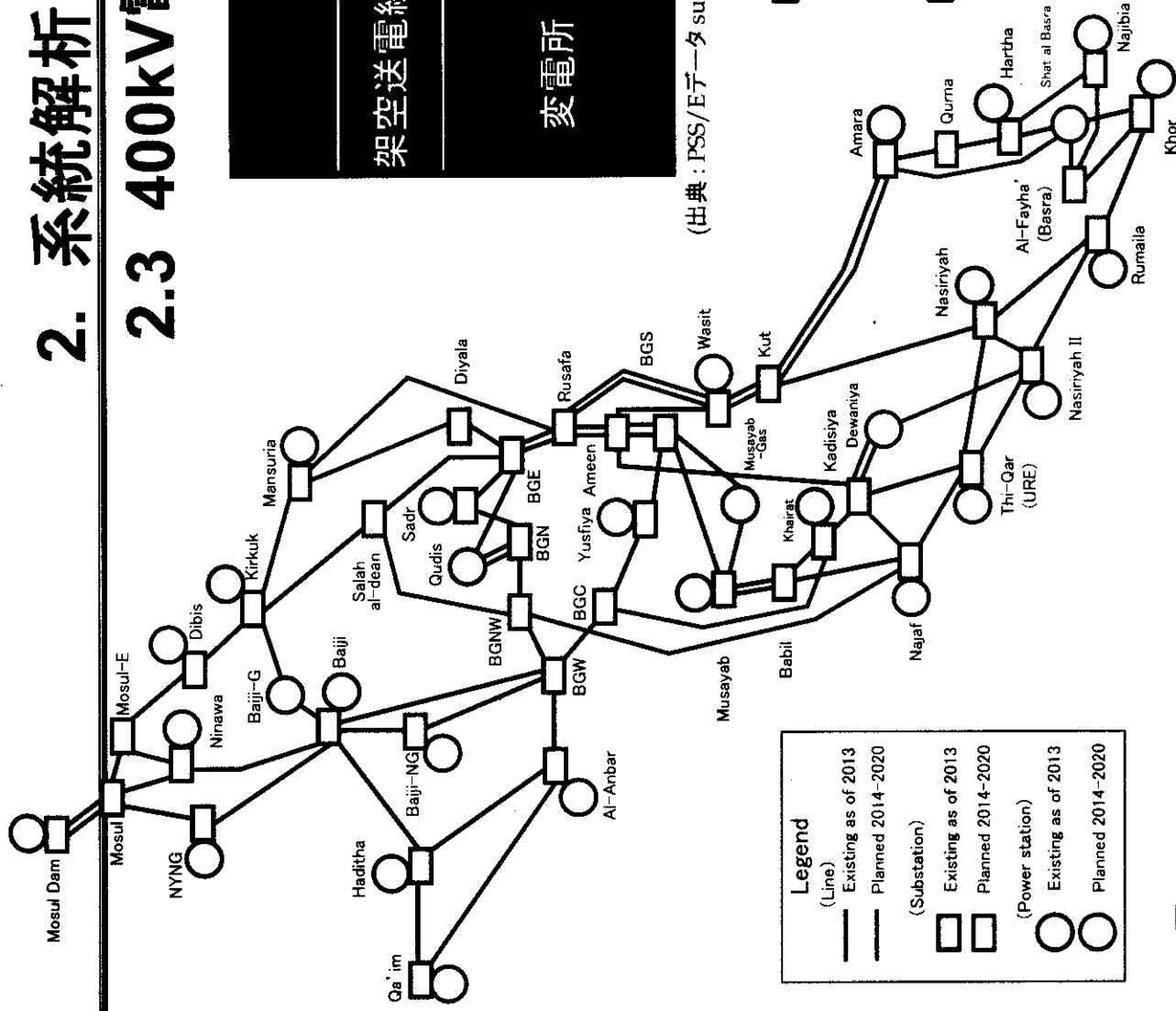
年	2012	2013	2020	需要の伸び (2012-2020)
需要 (MW)	9,930	11,011	21,300	10%

(出典：PSSE data 2012-5(30-4-12).sav, summer 2013 (fin) shunt.sav, 400kV network 6-3-12.sav)

MoEの電力系統解析用データによると、イラク連邦管内の電力需要は年々増加し、2012年から2020年までに10%の伸びが予想され2020年の電力需要は21,300MWに達する。

2. 系統解析

2.3 400kV電力設備の増強計画



Legend	
(Line)	
—	Existing as of 2013
- - -	Planned 2014-2020
(Substation)	
▭	Existing as of 2013
- - - ▭	Planned 2014-2020
(Power station)	
○	Existing as of 2013
- - - ○	Planned 2014-2020

年		2013	2020
架空送電線	送電線巨長 (km)	4,395	6,422
	変電所の数	23	42
変電所	変電所の総容量 (MVA)	16,750	34,000

(出典：PSS/Eデータ summer 2013 (fin)shunt.sav 400kV network 6-3-12.sav)

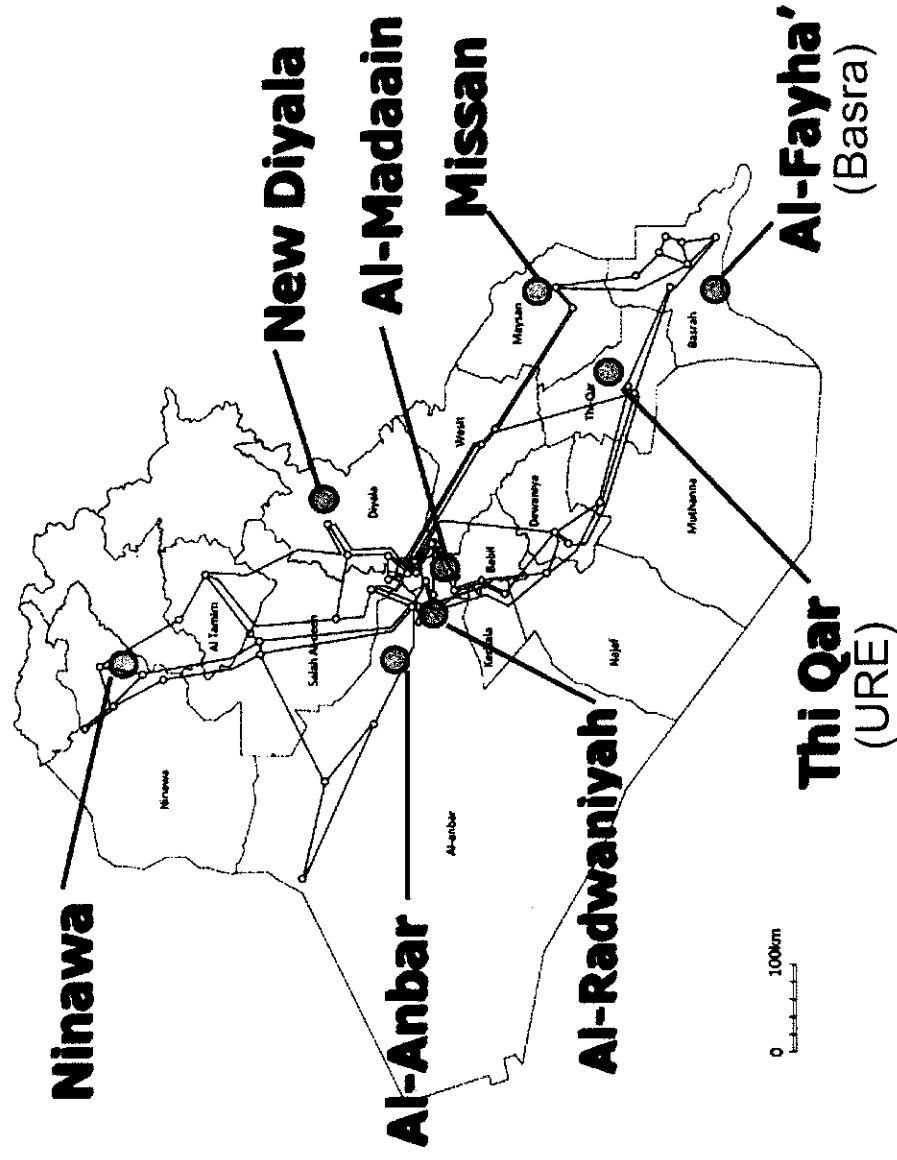
- MoEは増え続ける電力需要を賄うため、電力設備の増強計画があることがわかった。
- 2020年までに多くの変電所が建設される



2. 系統解析

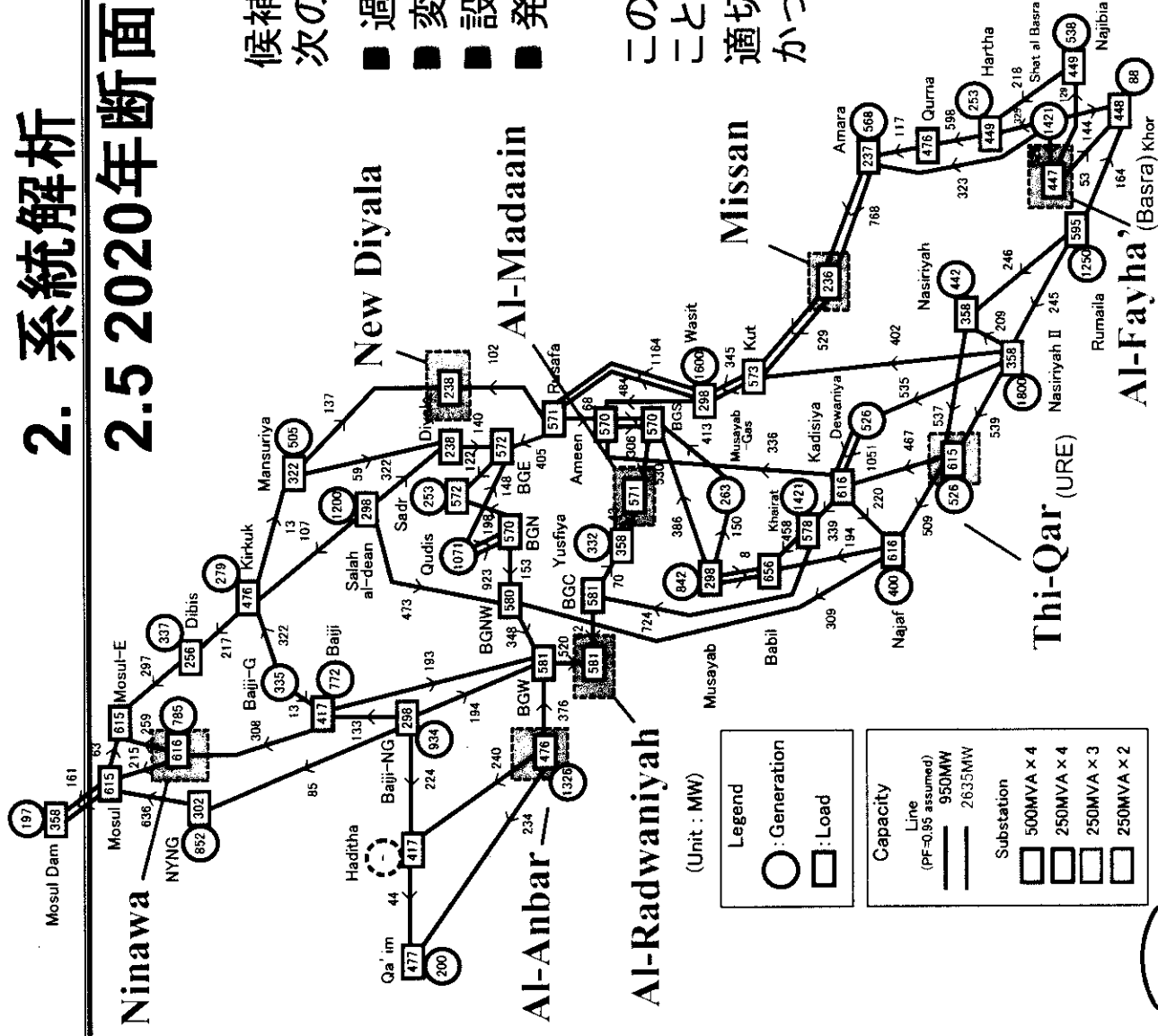
2.4 候補変電所の位置

本調査の候補変電所は8案件であり、下図に8候補地点の位置を示す。



2. 系統解析

2.5 2020年断面系統の電力潮流図



候補変電所建設することによって、次の問題がないことを確認した。

- 過負荷変電所と過負荷送電線
- 変電所の電圧状態
- 設備単一故障時の過負荷設備
- 発電機の進相運転

この結果、8候補変電所を建設することによって、2020年の需要に対し、適切に電力供給が行えることがわかった。

(PSS/Eデータの「400 kV network 6-3-12.sav」に基づいた)

Tokyo Electric Power Services Co., LTD



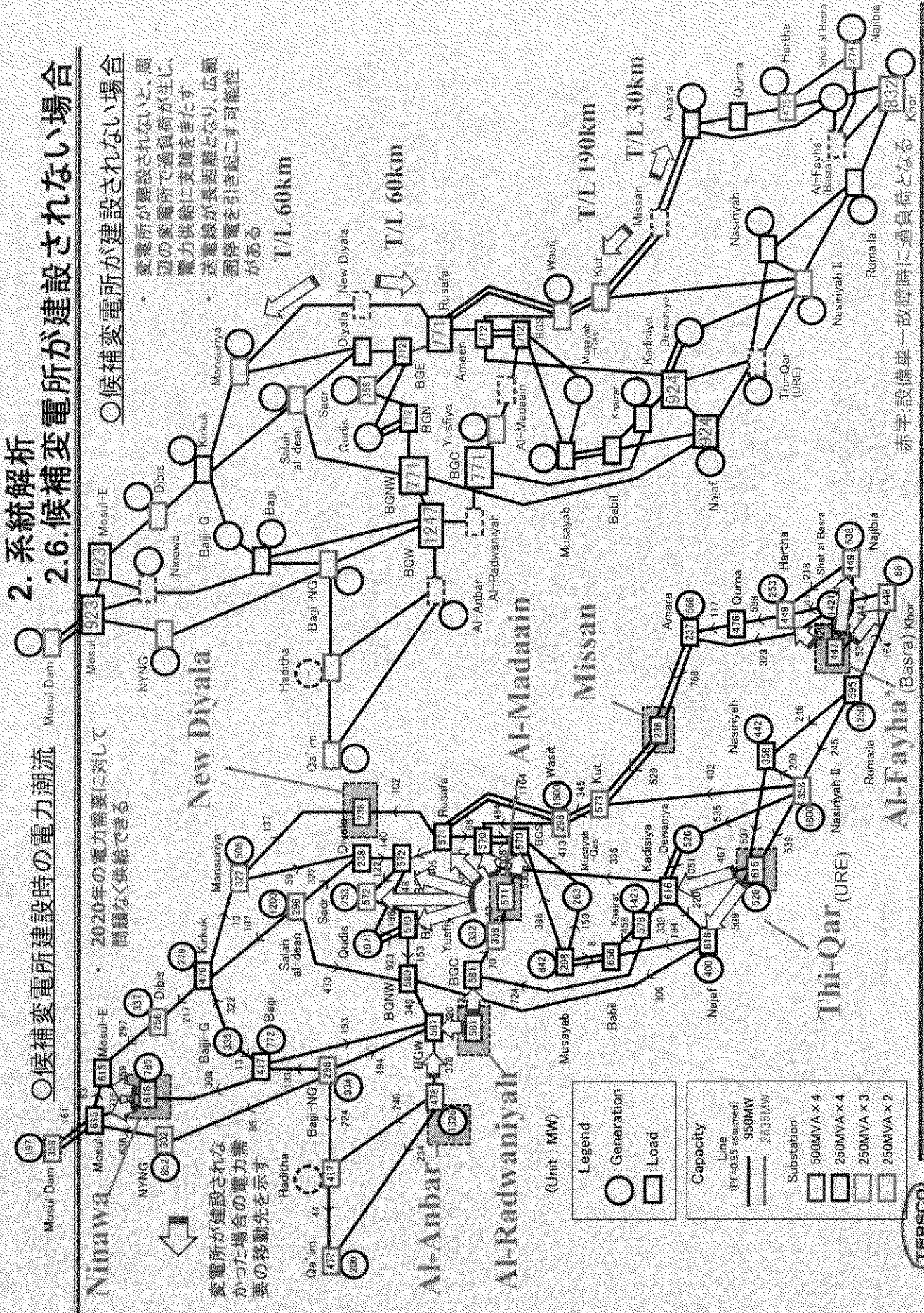
2. 系統解析 2.6. 候補変電所が建設されない場合

○ 候補変電所建設時の電力潮流

2020年の電力需要に対して
問題なく供給できる

○ 候補変電所が建設されない場合

- 変電所が建設されない、周辺の変電所で過負荷が生じ、電力供給に支障をきたす
- 送電線が長距離となり、広範囲停電を引き起こす可能性がある



赤字設備単一故障時に過負荷となる

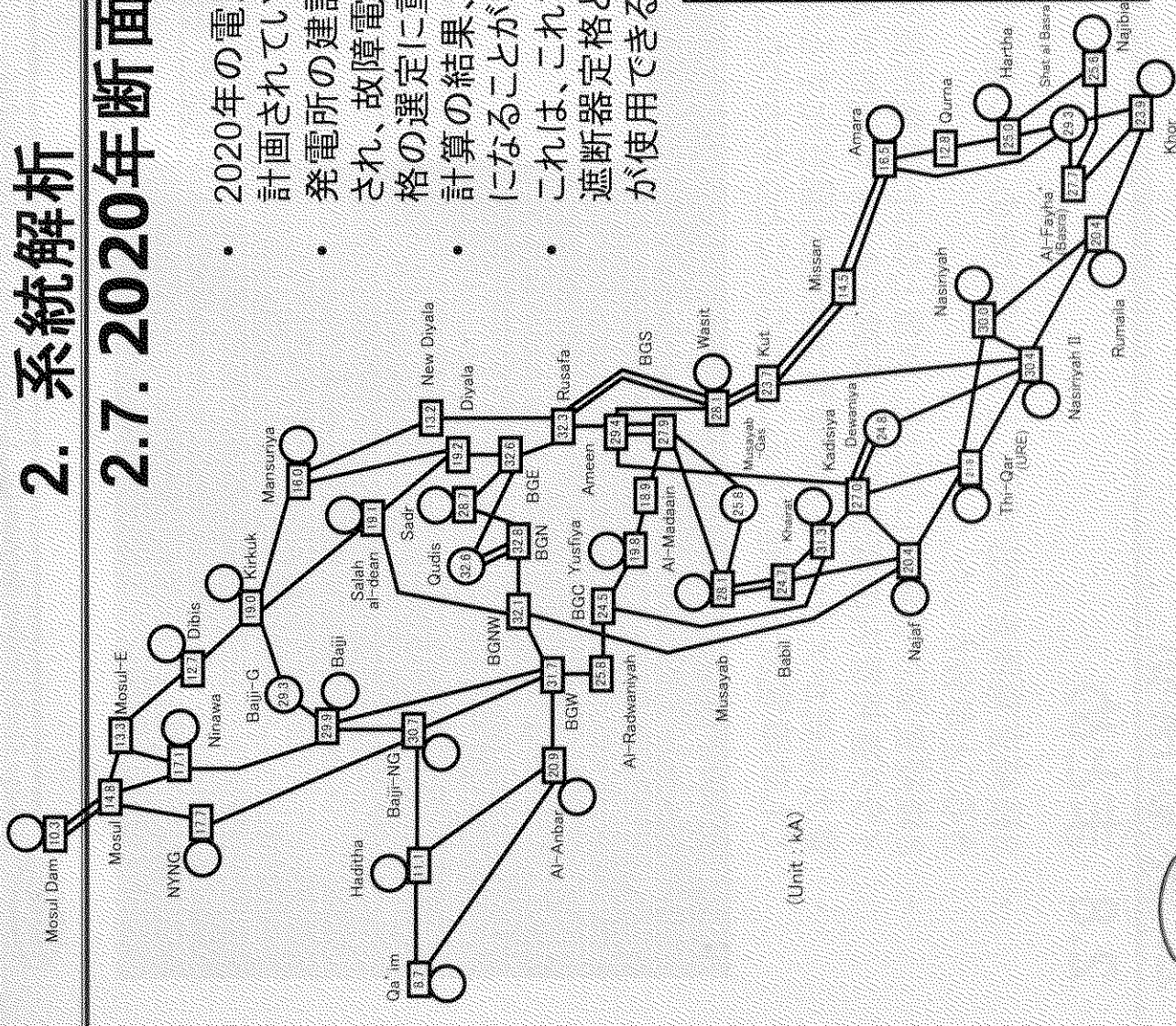
(PSS/Eタータの「400 kV network 6-3-12.sav」に基づいた)

Tokyo Electric Power Services Co., LTD



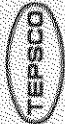
2. 系統解析

2.7. 2020年断面系統の故障電流分布



候補変電所	故障電流 (kA)
Al-Madaain	18.9
Al-Radwaniyah	25.8
Al-Fayha' (Basra)	27.7
New Diyala	13.2
Missan	14.5
Ninawa	17.1
Thi-Qar(URE)	21.8
Al-Anbar	20.9

- 2020年の電力需要の伸びに対して発電所の建設も計画されている。
- 発電所の建設に伴い、故障電流が増えことが予想され、故障電流の値は、変電所建設時の遮断器定格の選定に重要な要因となる。
- 計算の結果、故障電流は候補変電所で40kA以下になることがわかった。
- これは、これまでイラク連邦管内で使用されている遮断器定格と同じであり、IEC規格に準じた遮断器が使用できることを意味する。



2. 系統解析

2.8 まとめ

- ・ 8候補変電所を建設することで、2020年のイラク連邦管内の電力需要に対し、適切に供給できることが分かった。
- ・ 8候補変電所を建設しないと、対象となった変電所周辺で過負荷や広域停電の可能性があり、イラク連邦管内の経済活動に支障をきたす可能性があることがわかった。
- ・ 電力系統が大きくなると故障電流問題が顕在化するが、解析の結果、8候補変電所を建設しても故障電流が問題となることがないことがわかった。

地域名	変電所名	候補変電所が建設されない場合
Ninawa	Ninawa	周辺変電所で過負荷が発生する
Baghdad	Al-Radwaniyah	〃
	Al-Madaain	〃
Al-Anbar	Al-Anbar	〃
Diyala	New Diyala	広域停電
Thi Qar	Thi Qar (URE)	周辺変電所で過負荷が発生する
Missan	Missan	広域停電
Basra	Al-Fayha'(Basra)	周辺変電所で過負荷が発生する

3. プロジェクトサイト



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

目次

3.1 候補地点全体の位置

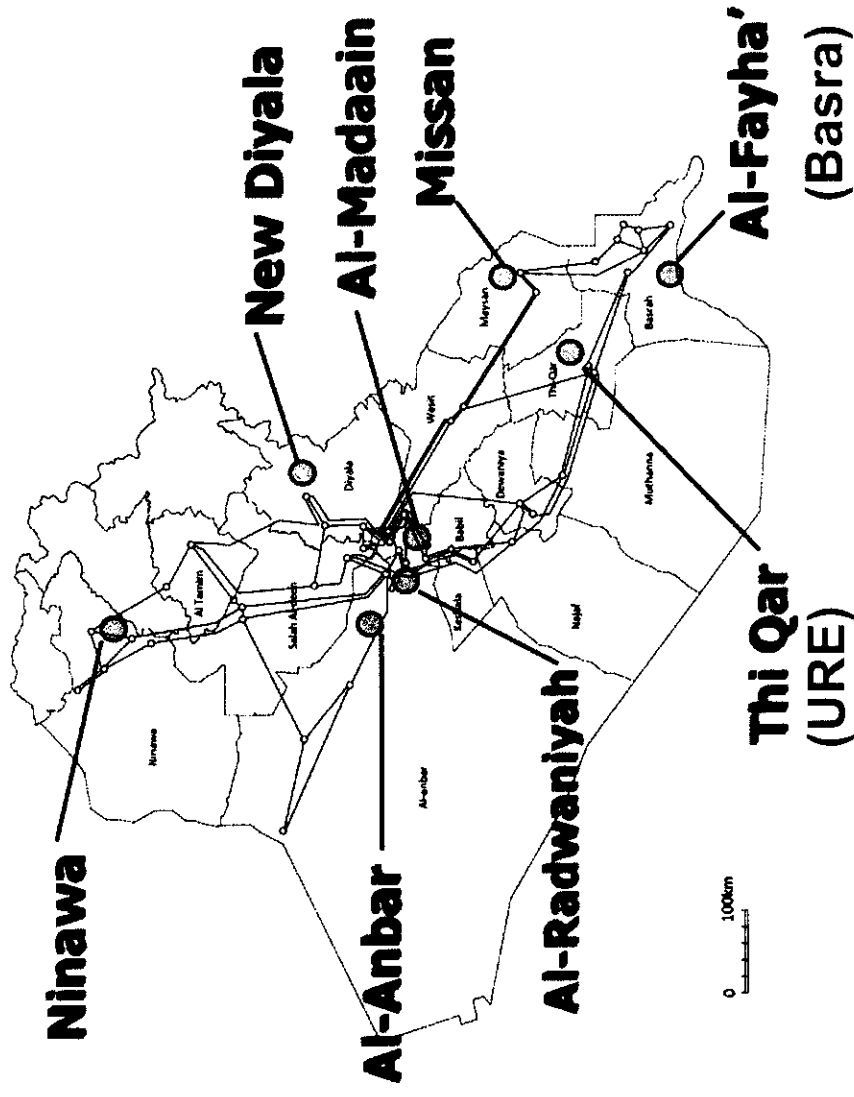
3.2 候補地点の状況



3 プロジェクトサイト

3.1 候補地点全体の位置

本調査の候補変電所は8案件であり、下図に8候補地点全体の位置を示す。



3 プロジェクトサイト

3.2 候補地点の状況

各候補地点は、すべて政府機関（農業省、財務省）管轄の用地であり、用地カテゴリーは農地、砂漠地、未開拓地である。ほぼフラットな地形で変電所レイアウトに必要なスペースは十分確保することが可能である。

また既設400kV送電線も比較的近傍に通っており、将来送電線連系にも適した位置である。

変電所位置については、電力省との協議により、各地点とも、資機材の搬出入を容易にするため、主要道路の近傍に配置する計画とした。

本調査の候補地点の状況を次頁以降に示す。

3 プロジェクトサイト

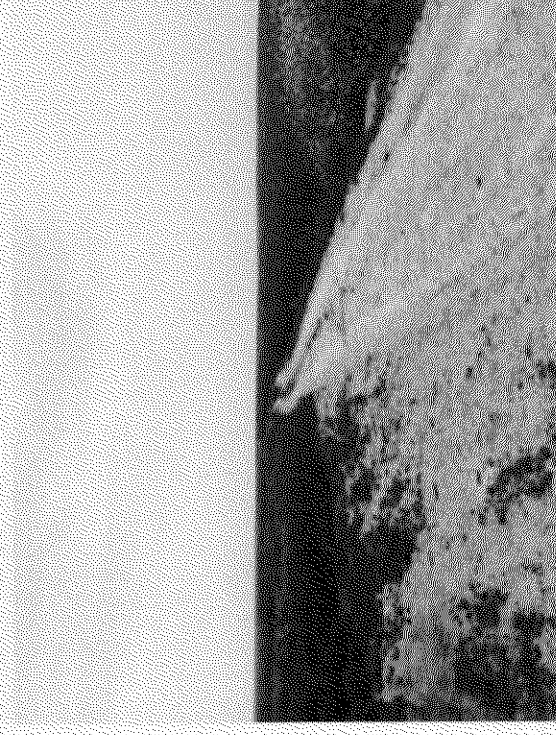
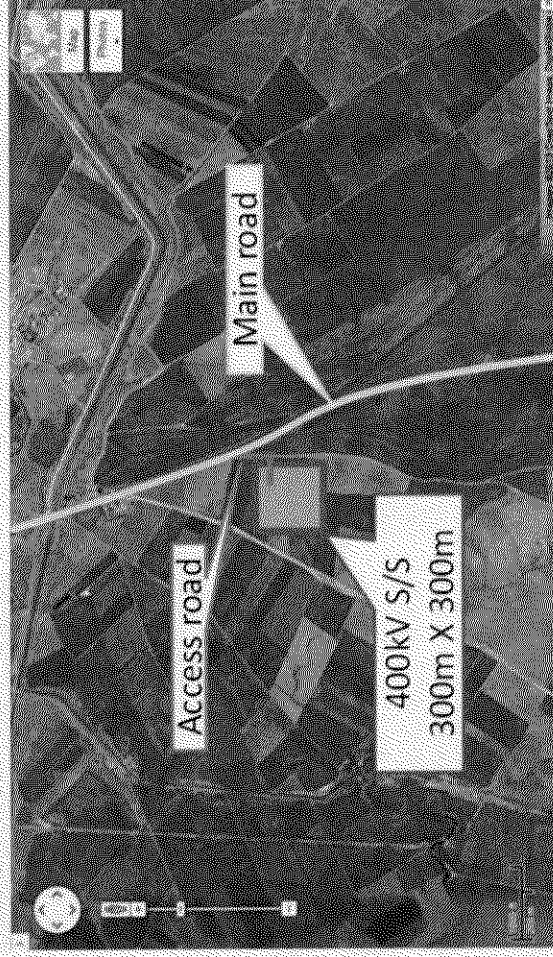
3.2 候補地点の状況

3.2.1 Ninawa

行政区域, 市名 : Mosul, Khether

用地カテゴリー : 農地

所有権 : 農業省



3 プロジェクトサイト

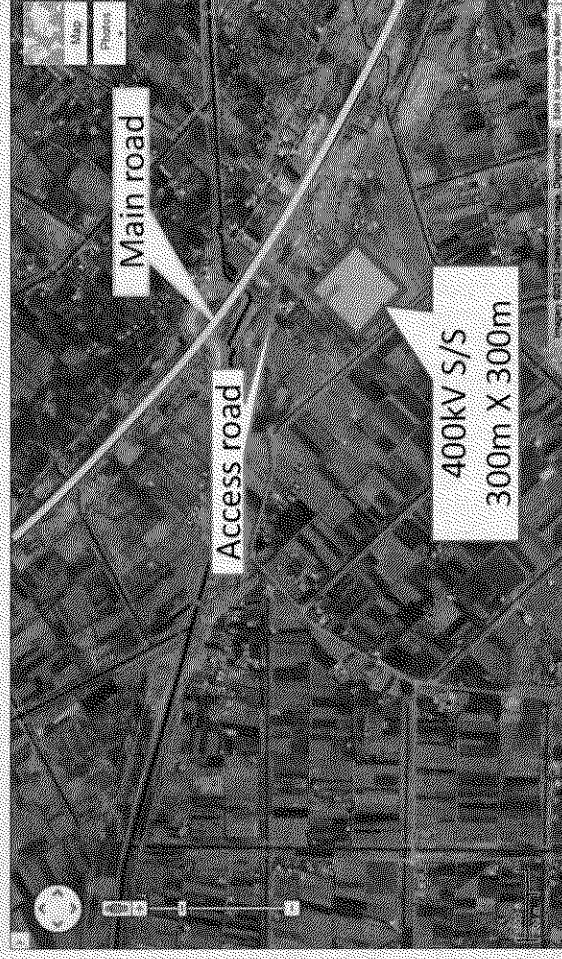
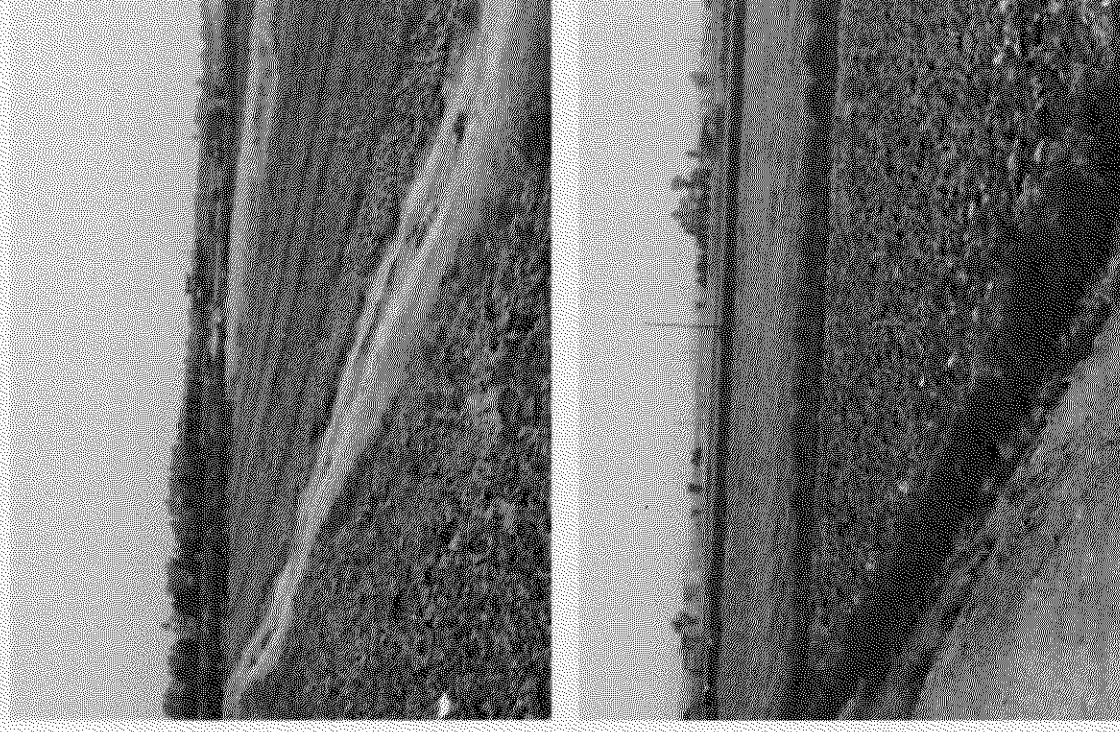
3.2 候補地点の状況

3.2.2 Al-Radwaniyah

行政区域, 市名 : Baghdad- Radwaniyah

用地カテゴリ : 農地

所有権 : 農業省



3 プロジェクトサイト

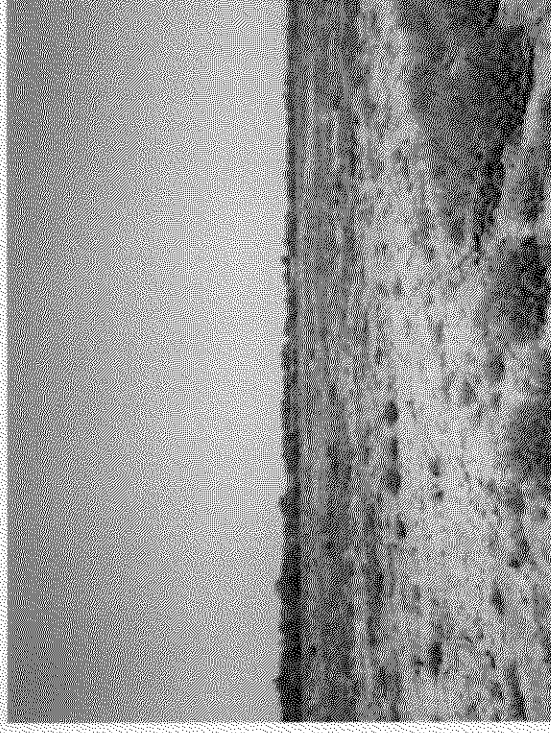
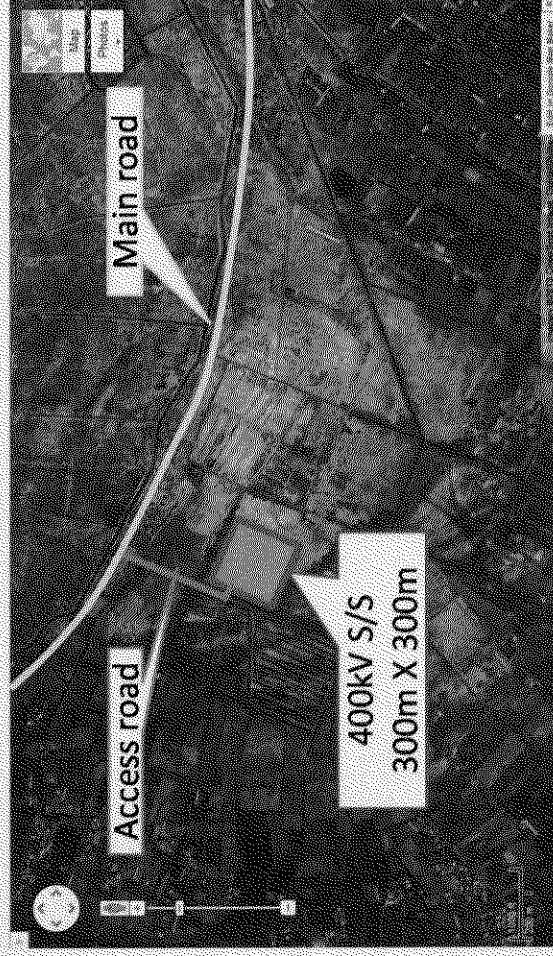
3.2 候補地点の状況

3.2.3 Al-Madaain

行政区域, 市名 : Baghdad-Madaain

用地カテゴリー : 農地

所有権 : 農業省



3 プロジェクトサイト

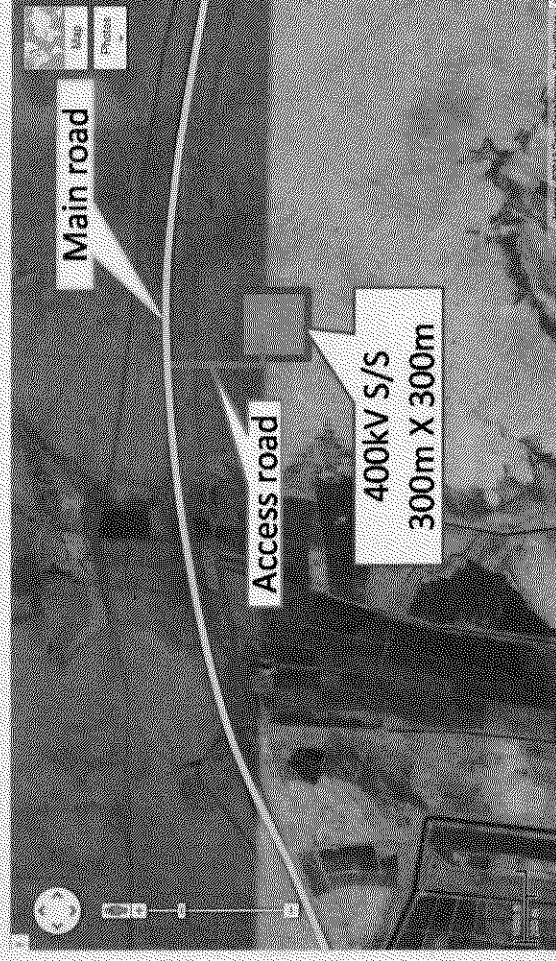
3.2 候補地点の状況

3.2.4 Al-Anbar

行政区域, 市名 : Anbar, Ramadi

用地カテゴリ : 未開拓地

所有権 : 財務省

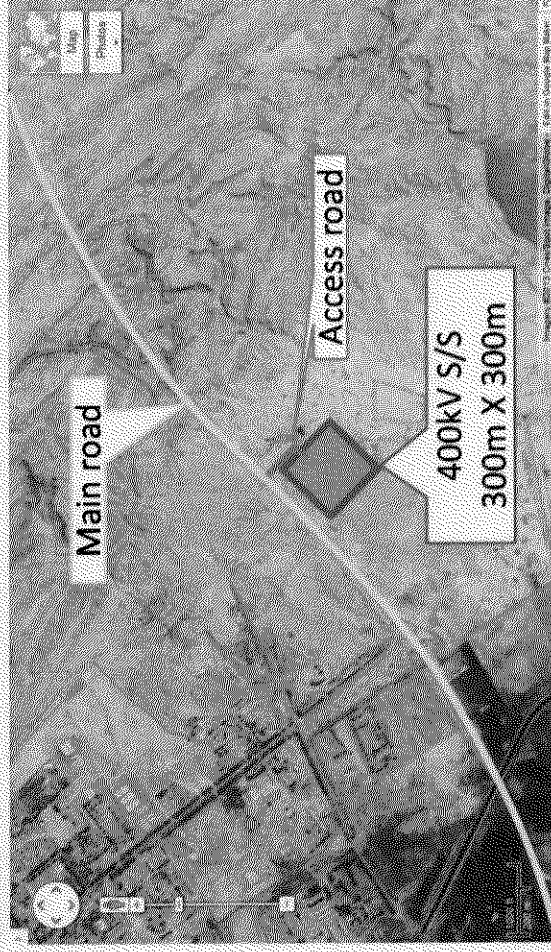


3 プロジェクトサイト

3.2 候補地点の状況

3.2.5 New Diyala

行政区域, 市名 : Diyala, Failaq
用地カテゴリ : 砂漠地
所有権 : 財務省

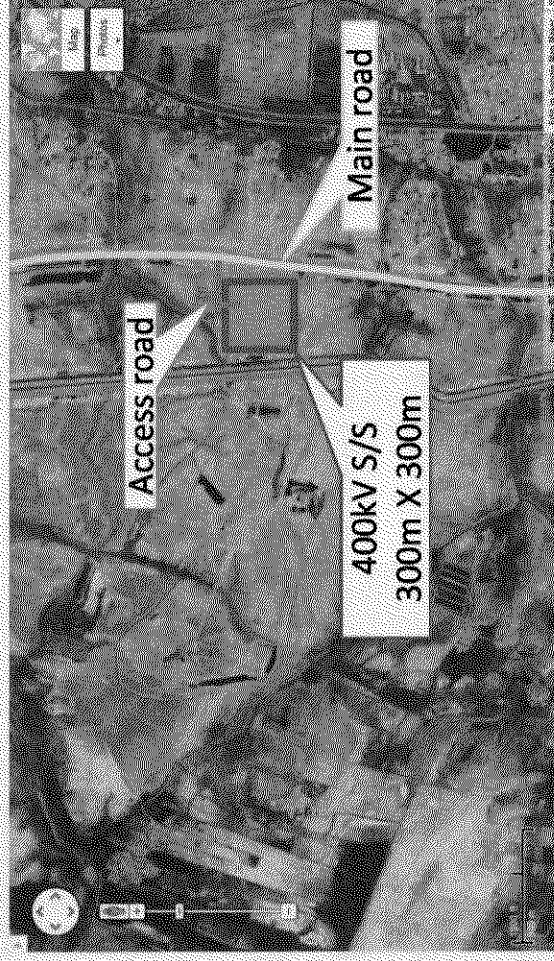


3 プロジェクトサイト

3.2 候補地点の状況

3.2.6 Thi Qar (URE)

行政区域, 市名 : Thi Qar, Nasiriya
用地カテゴリ : 農地
所有権 : 財務省

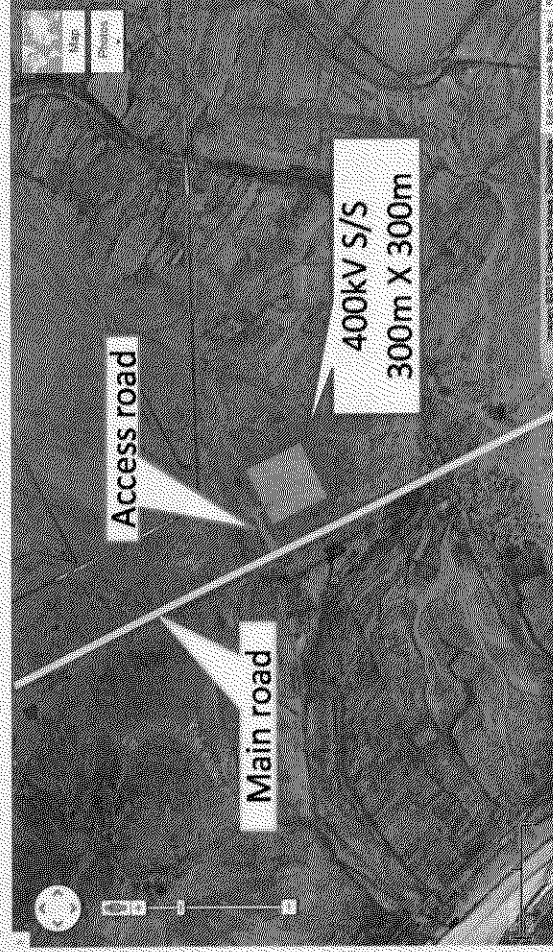


3 プロジェクトサイト

3.2 候補地点の状況

3.2.7 Missan

行政区域, 市名 : Missan, Amarah
用地カテゴリ : 農地
所有権 : 財務省

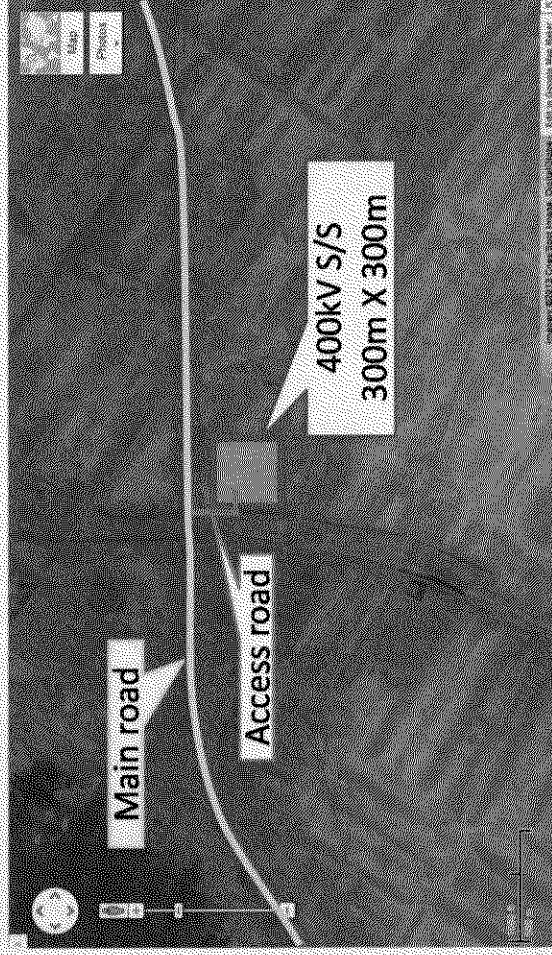
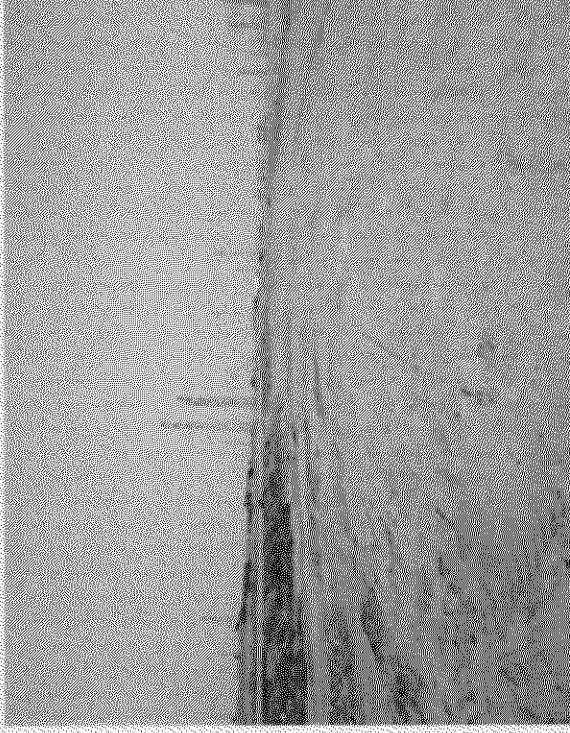


3 プロジェクトサイト

3.2 候補地点の状況

3.2.8 Al-Fayha'

行政区域, 市名 : Basra , Basra
用地カテゴリー : 塩分を含む砂漠地
所有権 : 政府



4. 400kVGIS変電所の仕様



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

目次

4.1 変電所設備設計

4.2 変電所の単線結線図

4.3 変電所の機器配置図(レイアウト)



4. 400kV GIS変電所の仕様

4.1 変電所設備設計

4.1.1 設計方針

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。

変電所に設置される主要変圧器は、1次電圧400kV、2次電圧132kVとし、変電所所内設備、調相設備を接続するため、33kV3次巻線を設けた単巻変圧器とする。

電圧毎の送電システムの機器仕様、並びに400kV変電所新設工事における各電圧階級の送電線回数、各種変電機器設備の設置数は次頁以降に示す通りである。

4. 400kV GIS変電所の仕様

4.1 変電所設備設計

4.1.1 設計方針

No.	項目	400kV システム	132kV システム	33kV システム
1	定格電圧	420 kV	145 kV	36 kV
2	公称電圧	400 kV	132 kV	33 kV
3	相数	3	3	3
4	周波数	50Hz	50Hz	50Hz
5	雷インパルス耐電圧 (LIWV)	1425 kV	650 kV	170 kV
6	商用周波耐電圧 (1 分間)	650 kV	275 kV	70 kV
7	X/R 比 推奨値	100 以下	-	-
8	定格遮断電流	50 kA	40 kA	31.5 kA
9	短絡電流	50kA/1 sec	40kA/1 sec	31.5kA/3 sec
10	短絡容量	34700 (MVA)	9200 (MVA)	1800 (MVA)
11	母線定格電流	4000 A	3150 A	3000A
12	中性点接地方式	直接接地	直接接地	リアクトル / 接地変圧器
13	騒音レベル (IEC60551, NEMA TR1)	88dB	88dB	



4. 400kV GIS変電所の仕様

4.1 変電所設備設計

4.1.1 設計方針

No.	設備項目	数量
1	屋内式 400kV GIS -50kA	遮断器12基
2	屋内式 132kV GIS -40kA	遮断器24基
3	単相 500/3MVA 単巻変圧器, 400 $\sqrt{3}$ /138.6 $\sqrt{3}$ /33kV	12基
4	400kV 50MVA 分路リアクトル	4基
5	屋内式 33kV GIS (補助回路(所内、調相設備)用)	4組
6	400kV 屋外機器 (送電回線)	4回線
7	132kV 屋外機器 (送電回線)	16回線
8	SCS (変電所コントロールシステム)	1式
9	保護継電器システム	1式
10	AC/DC システム	1式
11	通信システム	1式
12	132kV, 33kV, 低圧ケーブル及び制御ケーブル	1式
13	33kV 接地変圧器, 中性点抵抗器, 33kV電力用コンデンサ, 33kV 分路リアクトル	1式
14	建物、設備機器	1式



4. 400kV GIS変電所の仕様

4.2 変電所の単線結線図

4.2.1 400kV システム

400kV機器設備は、イラク連邦電力省の標準母線方式である1-1/2遮断器システムを採用する。

初期建設の母線回線数は、4ダイアメーターとし、各ダイアメーターは送電線ファイダーと変圧器ファイダーで構成される。また初期建設は負荷(電力)量に応じた回線数とし、将来の負荷増加に伴い、増設回線のスペースを確保する設計とする。

次頁に400kV機器設備の単線結線図で示す。

4. 400kV GIS変電所の仕様

4.2 変電所の単線結線図

4.2.2 132kV システム

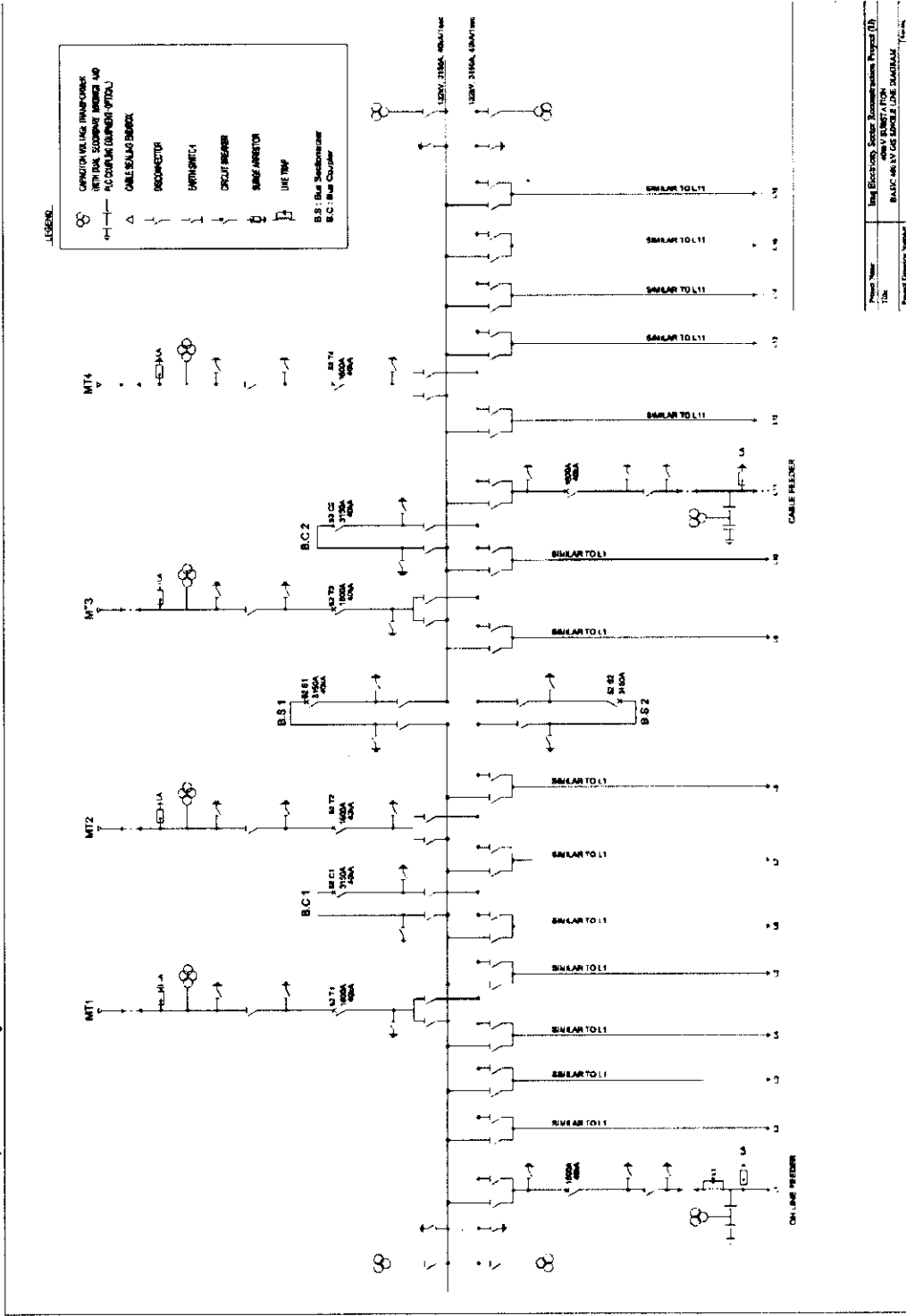
132kV機器設備は、イラク連邦電力省の標準母線方式であるダブル(2重)母線方式を採用する。初期建設の送電線回線数は、16回線とする。また初期建設は負荷(電力)量に応じた回線数とし、将来の負荷増加に伴い、増設回線のスペースを確保する設計とする。

次頁に132kV機器設備の単線結線図で示す。

4. 400kV GIS 変電所の仕様

4.2 変電所の単線結線図

4.2.1 132kV システム



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

4. 400kV GIS変電所の仕様

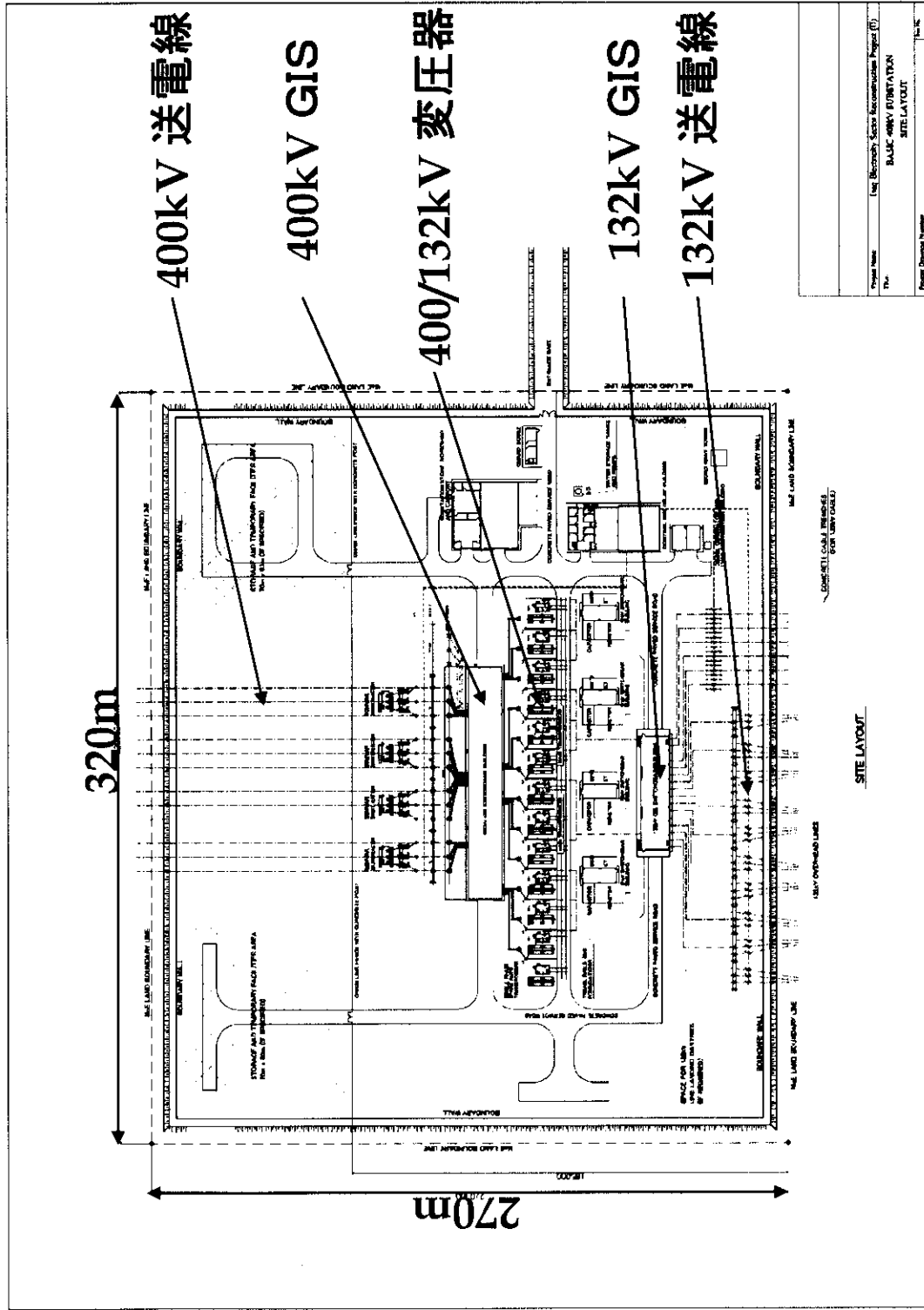
4.3 変電所の機器配置図(レイアウト)

次頁に変電所の機器配置平面図を示す

- a) 400kVと132kV GISはそれぞれ建物内据え付けとする。
- b) 変電所機器設備は、上部より400kV送電線→
400kV GIS→400/132kV変圧器→132kV GIS
→132kV送電線の順で配置される。
- c) GISを採用した縮小型変電所であるため変電所敷地は将来
増設箇所、工事中の現地事務所、機材置き場等を含め320m
× 270mを想定している。

4. 400kV GIS 変電所の仕様

4.3 変電所の機器配置図(レイアウト)

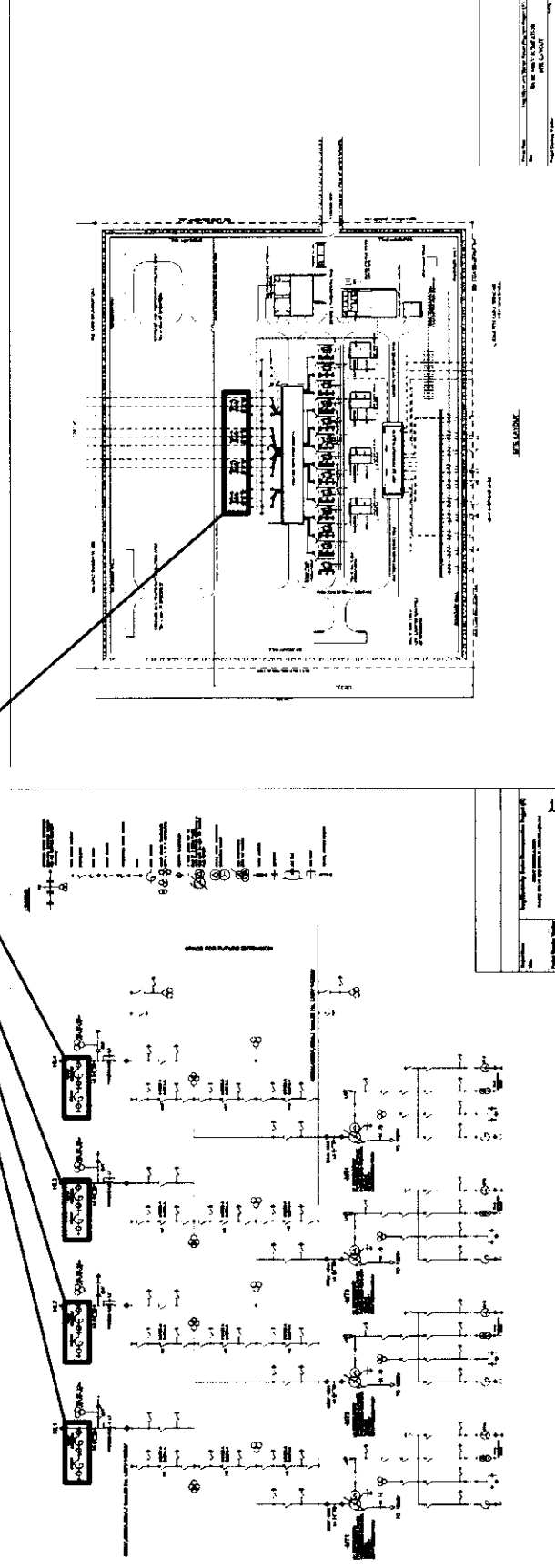


4. 400kV GIS変電所の仕様

4.3 変電所の機器配置図(レイアウト)

400kV分路リアクトルのスコープは4台とするが、入札ステージの段階において、実際の系統条件に基づき、分路リアクトルの必要性について再検討することを推奨する

400kV 分路リアクトル



5. プロジェクトのコスト・スケジュール



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

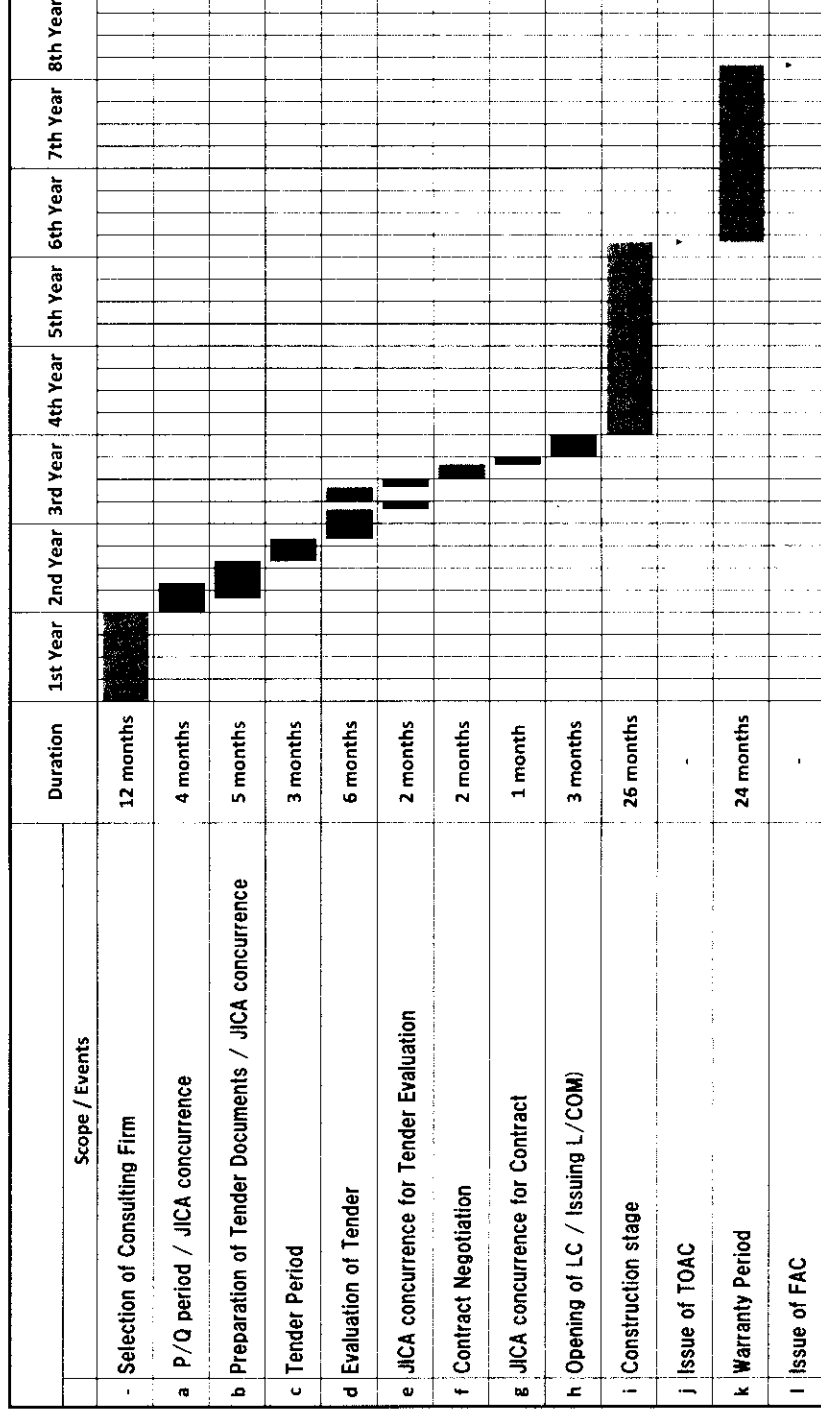
目次

- 5.1 プロジェクトの全体工事スケジュール
- 5.2 400kV 変電所の工事スケジュール
- 5.3 予算(プロジェクトコスト)

5. プロジェクトのコスト・スケジュール

5.1 プロジェクトの全体工事スケジュール

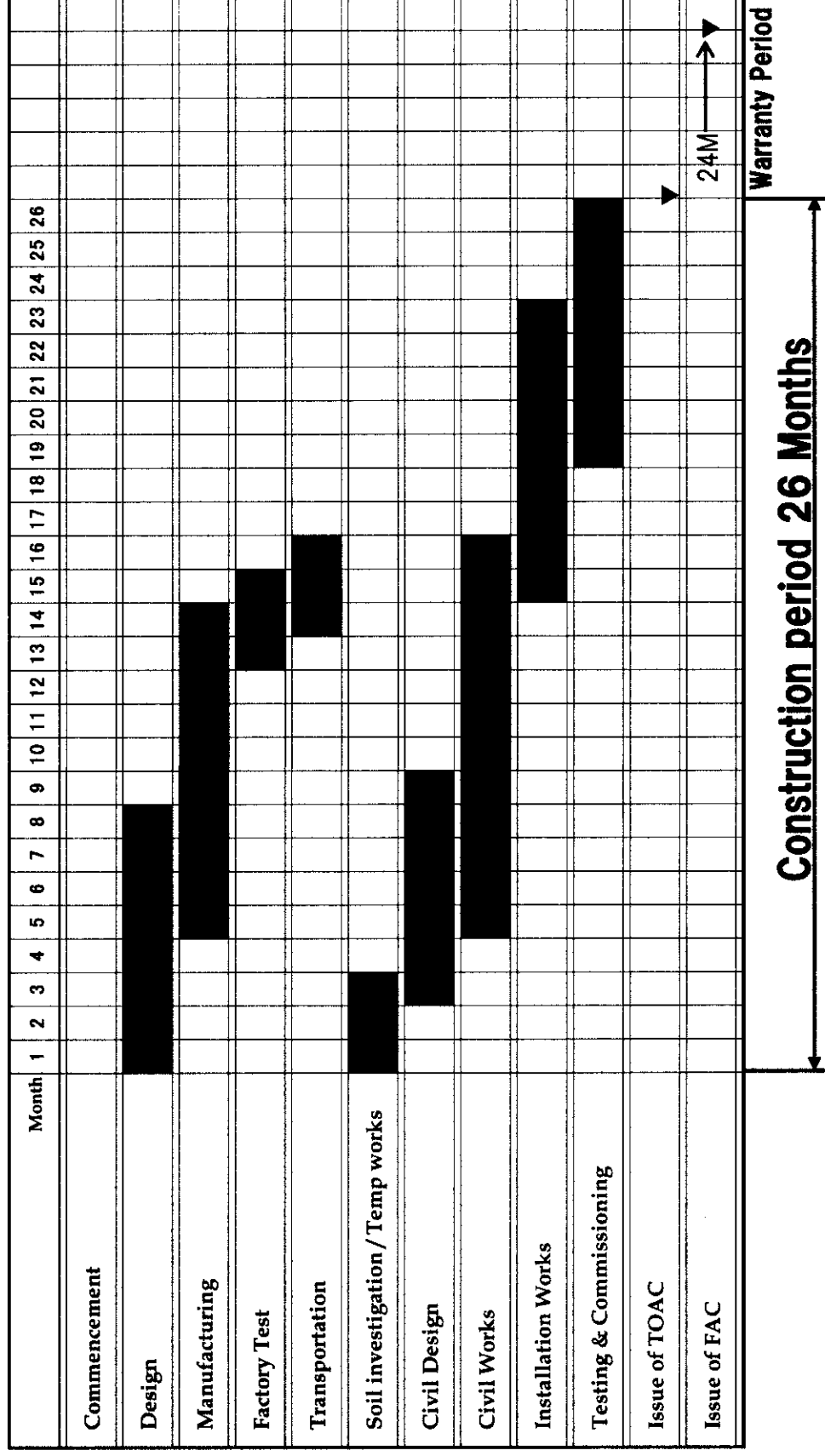
典型的なプロジェクト工事スケジュールを下図に示す。
 コンサル会社選定を12ヶ月、入札ステージは複数プロジェクト対応を考慮して24ヶ月とした。また工事開始～完了(TOAC)まで26ヶ月、保証期間24ヶ月とした。



5. プロジェクトのコスト・スケジュール

5.2 400kV 変電所の工事スケジュール

典型的な400kV変電所工事スケジュール(26ヶ月)の内訳を下図に示す。



5. プロジェクトのコスト・スケジュール

5.3 プロジェクトコスト(予算)

5.3.1 変電所1箇所あたりの建設コストベース

変電所建設コストは、IQP8のLOT6応札価格を基に、以下の通り試算した。

146M US\$ (14,600M JPY) / 400kV GIS 変電所(フルターンキーベース)

試算対象の変電所規模(主要機器)は次の通りである

- 500MVA 主要変圧器(400/132/33kV): 4台
- 400kV GIS (1-1/2 母線方式): 4 回線
- 132kV GIS (2重母線方式): 16 回線
- その他必要な機器設備を含む

5. プロジェクトのコスト・スケジュール

5.3プロジェクトコスト(予算)

5.3.1 変電所1箇所あたりの建設コストベース 変電所1箇所あたりの建設コストの内訳を以下に示す

Items / Descriptions	Price	
	USD	Price JPY (USD 1=JPY 100)
Supply of Equipment		
a Electrical & Communication Equipment (Japanese Firms & Product)	\$ 82.318 M	¥ 8,232 M
b Insurances and Security for Inland Transportation	\$ 8.232 M	¥ 823 M
Site Work		
c Electrical Site Work & Civil/Building Work	\$ 18.110 M	¥ 1,811 M
d Insurance	\$ 1.876 M	¥ 188 M
Specified Spare Parts & Maintenance Equipment	\$ 3.526 M	¥ 353 M
Recommended Spare Parts	\$ 0.221 M	¥ 22 M
Engineering, Electrical Design, Civil Design, Factory Inspection and Management etc including Training.	\$ 7.317 M	¥ 732 M
Net Contract Price	\$ 121.6 M	¥ 12,160 M
Contingency (10% of Net Contract Price)	\$ 12.2 M	¥ 1,220 M
Cost Escalation (10% of Net Contract Price)	\$ 12.2 M	¥ 1,220 M
Total FTK Construction Price	\$ 146.0 M	¥ 14,600 M

注) 変電所建設コストの内、日本企業はENで免税、その他の企業はイラクの国内法措置により免税となるため、税金部分を予算から除外した。



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

5. プロジェクトのコスト・スケジュール

5.3 プロジェクトコスト(予算)

5.3.2 プロジェクトコストベース

下記の通り予算化した。

プロジェクトコストの合計で1,224MUS\$で提案。

項目	単価(US\$)	数量	合計額 (US\$)
400kV 変電所建設コスト	146M	8	1,168M
コンサルタントコスト (固定額部分)*	24M	1	24M
Consulting service cost (案件数による変動額部分)	4M	8	32M
合計			1,224M

注(*); 固定額部分には、イラクにおけるセキュリティコストを含む
予備費は変電所建設コストに含む

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

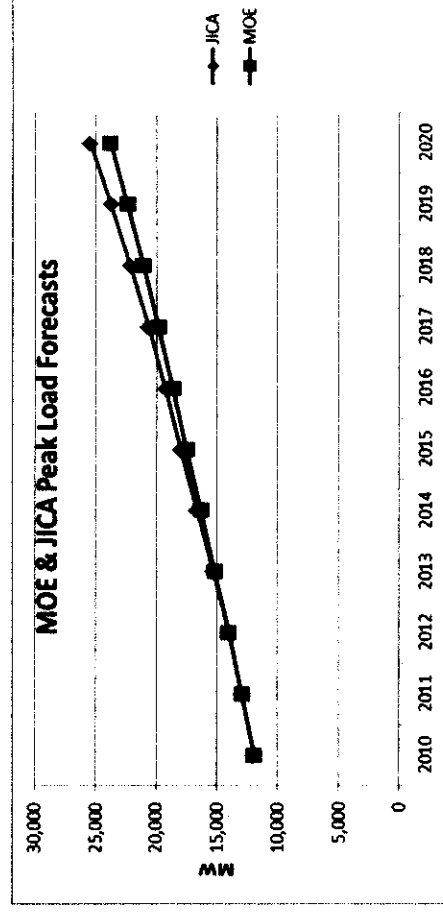
6.1.1 ピーク需要見通し

以下の表は2020年までのMOEのピーク需要見通しで、2012年から2020年までの伸び率は6.9%/年である。また、JICAの見通しでは同期間7.8%/年の伸び率である。MOEの見通しの方が多少低めであるが、大きな差は認められない。 MW

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	20/12
JICA	14,000	15,300	16,700	18,000	19,300	20,700	22,200	23,800	25,500	7.8%
MOE	14,000	15,200	16,300	17,500	18,600	19,800	21,100	22,400	23,800	6.9%

出典： MOE見通し：“電力省マスタープラン2013 - 2017”

JICA見通し：GDP伸び率、電力需要のGDP弾性値、ロードファクターなどから予測



6. 経済・財務分析

6.1 電力需要と料金のレビュー

6.1.2 電力需要量伸び率

先のピーク需要と人口伸び率から一人あたりの電力需要量を計算すると以下の通りである。2020年で、MOE見通しで3,700kWh/人年、JICA見通しで3,950kWh/人年である。

年	人口 百万人	MOE			JICA		
		ピーク需要 MW	電力需要 GWh	一人当たり kWh/人	ピーク需要 MW	電力需要 GWh	一人当たり kWh/人
2011	32.67	12,950	79,409	2,431	12,950	79,409	2,431
2012	33.45	14,017	85,952	2,570	14,017	85,952	2,570
2013	34.22	15,184	93,108	2,721	15,279	93,691	2,738
2014	35.00	16,299	99,945	2,856	16,654	102,122	2,918
2015	35.81	17,495	107,279	2,996	17,986	110,290	3,080
2016	36.52	18,627	114,221	3,128	19,281	118,230	3,237
2017	37.25	19,824	121,561	3,263	20,669	126,743	3,402
2018	38.00	21,075	129,232	3,401	22,157	135,868	3,575
2019	38.76	22,385	137,265	3,541	23,753	145,651	3,758
2020	39.53	23,775	145,788	3,688	25,463	156,138	3,950
20 / 11	2.1%	7.0%	7.0%	4.7%	7.8%	7.8%	5.5%

6. 経済・財務分析

6.1 電力需要と料金のレビュー

6.1.3 電力料金と補助金

電力売上高は、平均電力料金×電力販売量で計算され、2011年で843百万米ドル
一方、MOEによれば燃料費＋労務費の合計で、2,109百万米ドルである。この差が補助金として、2011年には1,267百万米ドルが政府より拠出されている。補助金の割合は、60%ある。

	単位	2009	2010	2011
Average power tariff	¢ /kWh	1.6	2.1	3.2
Power sales	GWh	26,300	27,500	25,900
Power sales income	Million USD	427	588	843
Fuel cost	Million USD	1,344	1,153	1,182
Labor cost	Million USD	844	910	927
Cash cost	Million USD	2,188	2,063	2,109
Cash unit cost	¢ /kWh	8.3	7.5	8.1
Subsidy (Cash cost - Sale)	Million USD	1,760	1,475	1,267
Subsidy contribution	%	80.5	71.5	60.1

出典: MOEデータをもとに調査団計算

6. 経済・財務分析

6.1 電力需要と料金のレビュー

6.1.4 フルコストベース電力料金(2012年~2020年)

電気料金を燃料費、労務費、支払金利、返済金、利益などのキャッシュフローベースで、計算すると以下の表の通りである。本計算には今後の投資計画から発生する返済金と金利が加算されている。

- 電力料金は、2012年で15.6¢ /kWhで、2020年では16.4¢ /kWhとなる。(2012年実質価格)
- 金利を含まない電力料金は、2012年で14.4¢ /kWh、2020年でも14.4¢ /kWhである。

		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Cash out	Fuel	ID Billion	10,383	11,205	12,090	12,923	13,711	14,545	15,428	16,363
	Labor	ID Billion	1,107	1,129	1,151	1,174	1,198	1,222	1,246	1,271
	Interest	ID Billion	1,310	1,634	1,942	2,210	2,417	2,643	2,923	3,224
	Repayment	ID Billion	985	1,228	1,460	1,662	1,817	1,987	2,198	2,424
	Profit	ID Billion	1,872	2,334	2,775	3,157	3,453	3,776	4,176	4,606
	Total	ID Billion	15,656	17,530	19,418	21,126	22,597	24,173	25,971	27,888
Chash in	Tariff	ID /kWh	182	187	190	192	191	191	191	191
	Tariff	c /kWh	15.6	16.0	16.3	16.4	16.3	16.3	16.3	16.4
	Revenue	ID Billion	15,656	17,530	19,418	21,126	22,597	24,173	25,971	27,888

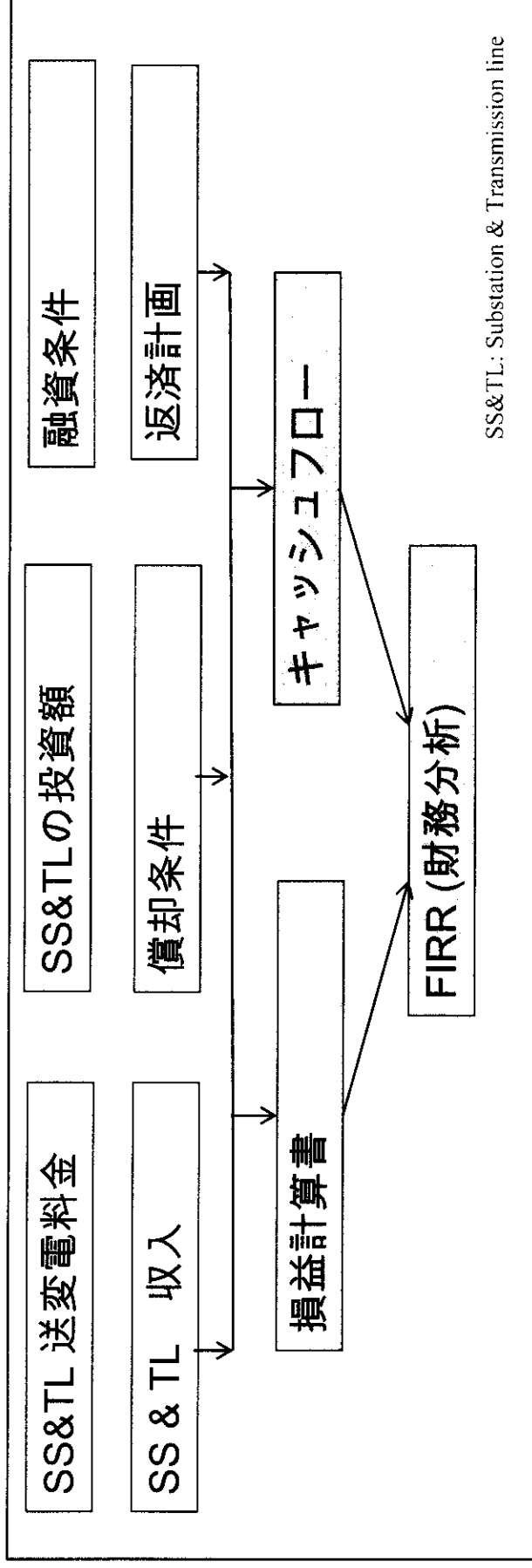
(出典：JICA 調査団)



6. 経済・財務分析

6.2 財務分析

6.2.1 財務分析フロー



6. 経済・財務分析

6.2 財務分析

6.2.2 変電所投資額

サイト番号	候補変電所	県	変電所投資額 (MUS\$)	コンサルタント コスト(MUS\$)	合計 (MUS\$)	接続送電線 距離km
1サイト の場合	Ninawa	Ninawa	146.0	28.0	174.0	25
	Al-Radwaniyah	Baghdad	146.0	28.0	174.0	2
	Al-Madaan	Baghdad	146.0	28.0	174.0	15
	Al-Anbar	Al-Anbar	146.0	28.0	174.0	2
	New Diyala	Diyala	146.0	28.0	174.0	3
	Thi-Qar	Thi-Qar	146.0	28.0	174.0	1.5
	Missan	Missan	146.0	28.0	174.0	隣接
	Al-Fayha'	Basra	146.0	28.0	174.0	2
2サイト の場合			292.0	32.0	324.0	
8サイト の場合			1,168.0	56.0	1,224.0	

注意: 各変電所は、400kV GIS で能力は500MW*2である。また、接続線距離はMOEの見通しである。

6. 経済・財務分析

6.2 財務分析

6.2.3 発電、送電、配電機能別料金計算

2012年の電気料金15.6円/kWhを発電、送電、配電に分割すると以下の通りである。

	割合	ID / kWh (2012実績)	円 / kWh (2012実績)
電力料金	100%	182	15.6
発電料金割合	70%	128	10.9
送電料金割合	15%	27	2.34
変電料金割合	(15% / 2)	13.5	1.17
送電料金割合	(15% / 2)	13.5	1.17
配電料金割合	15%	27	2.34

6.2.4 エスカレーションと金融指標

財務分析で使用するエスカレーションおよび各要素は、以下のとおりである

項目	値	計算式
賃金のエスカレーション	3.0%	
原油価格エスカレーション	2.0%	
電気料金エスカレーション	1.4%	原油価格 * 0.7 (弾性値)
O/M コストエスカレーション	2.5%	(賃金 + 原油価格) / 2
割引率	10.0%	
為替レート	1,170ID/USD	

TEPSCO

Tokyo Electric Power Services Co., LTD

6. 経済・財務分析

6.2 財務分析

6.2.5 シナリオの設定

シナリオ	2012年 フルコストベース 電気料金	2020年の電気料金 ()内は2012年固定料金	2030年の電気料金 ()内は2012年固定料金
基準料金	15.6 ¢ /kWh	16.0 ¢ /kWh (15.6 ¢ /kWh)	18.4 ¢ /kWh (15.6 ¢ /kWh)
10% 減料金	14.0 ¢ /kWh	14.4 ¢ /kWh (14.0 ¢ /kWh)	16.6 ¢ /kWh (14.0 ¢ /kWh)
20% 減料金	12.5 ¢ /kWh	12.8 ¢ /kWh (12.5 ¢ /kWh)	14.7 ¢ /kWh (12.5 ¢ /kWh)

注意: 電気料金のエスカレーション = 1.4% / 年

10% 減料金 シナリオは、2012年の基準料金から10%減額した電気料金を設定している。

20% 減料金 シナリオは、2012年の基準料金から20%減額した電気料金を設定している。

6.2.6 基準シナリオのFIRR

シナリオ	変電所数	FIRR エスカレーション 1.4% / 年	FIRR 2012年固定価格
基準シナリオのFIRR (15.6 ¢ /kWh)	1 サイト	19.0%	16.8%
	2 サイト	20.0%	17.8%
	8 サイト	20.8%	18.6%

注意: サイト数の増加とともに、FIRRが上昇しているのは、コンサル料金のスケールメリットによるものである。

6. 経済・財務分析

6.2 財務分析

6.2.7 電気料金10%減シナリオのFIRR

シナリオ	変電所数	FIRR エスカレーション 1.4%/年	FIRR 2012年固定価格
電気料金10%減のFIRR (14.0円/kWh)	1サイト	17.0%	14.7%
	2サイト	18.0%	15.7%
	8サイト	18.7%	16.5%

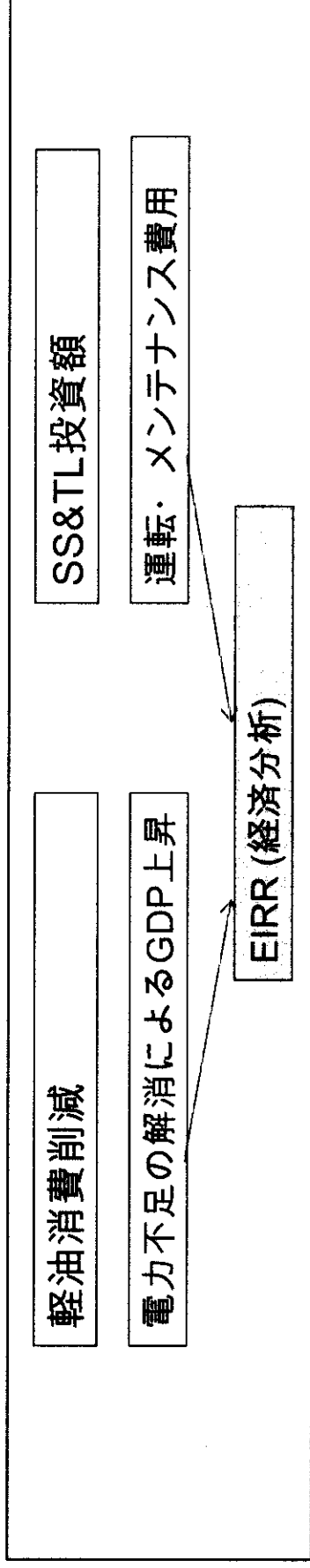
6.2.8 電気料金20%減シナリオのFIRR

シナリオ	変電所数	FIRR エスカレーション 1.4%/年	FIRR 2012年固定価格
電気料金20%減のFIRR (12.5円/kWh)	1サイト	15.0%	12.7%
	2サイト	15.8%	13.4%
	8サイト	16.5%	14.1%

6. 経済・財務分析

6.3 経済分析

6.3.1 経済分析の考え方



6.3.2 EIRRの結果

以下の通りEIRRは22%～24%の間であり、国家的便益は確保されるという結果である。

2017年現在価値

変電所数	EIRR	便益額 (MUS\$)	ディーゼル発電の減少による便益 (MUS\$)	GDP 増加便益 (MUS\$)	総原価 (MUS\$)
1 site	22.6%	609	525	84	131
2 sites	23.8%	1,219	1,051	168	263
8 sites	24.9%	4,880	4,209	671	1,055

注意：便益と総コストは2019年から2048年の現在価値合計である。

注意：サイト数の増加とともに、EIRRが上昇しているのは、コンサル料金のスケールメリットによるものである。

7. その他



Tokyo Electric Power Services Co., LTD

目次

7. その他

- i. 送電線パイロットプロジェクトの提案
- ii. イラク連邦 電力省の組織と関連部署
- iii. 環境・社会配慮



i. 送電線パイロットプロジェクトの提案

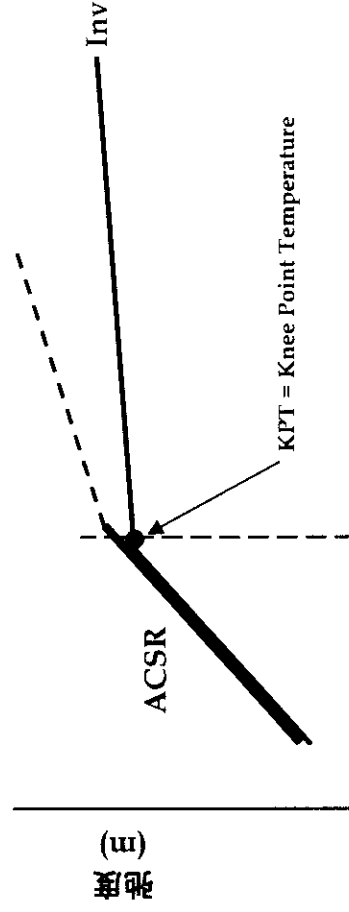
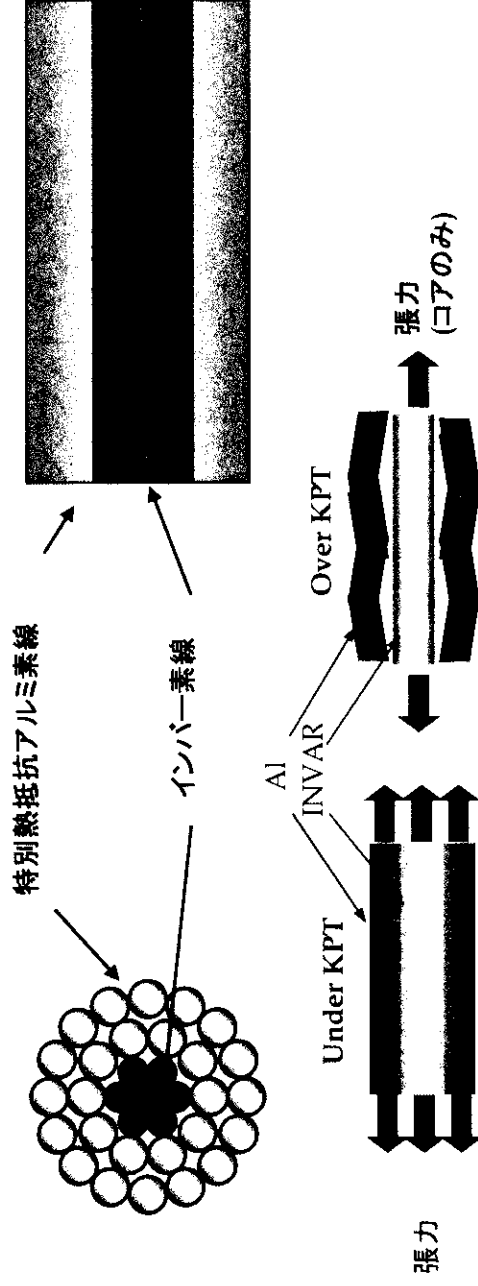
- 1. インバー電線の概要**
- 2. インバー電線のメリット**
- 3. MoEにおけるインバー電線適用予定箇所**
- 4. 適用電線諸元 (参考)**
- 5. MoEにおけるインバー電線張替工事費と工事期間**



1. インバー電線の概要

1.1 構造と性能

インバー電線の構造と性能を以下に示す。



- インバー電線は変遷温度点(KPT)を超える温度では、熱膨張が非常に小さい。
- KPT 以上では、アルミ層は張力を分担せず、インバーコアのみで張力を分担する。
- 従って、電線が高温になっても電線弛度が増加しない特性を持っている。

1. インバー電線の概要

1.2 適用実績

国内外でのインバー電線の適用実績を以下に示す。

(1) 日本 (1981 - 2012)

- 総巨長: 約 6,000 km
- 適用送電線数: 約350 線路

(2) 諸外国 (1990 - 2012)

- 総巨長: 約 4,500 km
- 採用国: 10か国以上
(香港、ギリシア、韓国、フランス、マレーシア、アラブ首長国連邦、スリランカ、中国、イタリア、タイ、米国等)
- 適用送電線数: 約40線路

2. インバー電線のメリット

インバー電線の適用が効果的な送電線は以下の通りであり、下記のインバー電線のメリットを活かすことができる。

- 用地利用が制限されている送電線
- 新設工事により社会環境的影響が大きくなる送電線
- 短時間で送電容量アップが必要な送電線
- 十分な修繕予算がとれない送電線

(1) メリット

- 同サイズの通常電線に比べ、1.6-2倍電流容量が増加
- 既設鉄塔の改良、補強の必要なし
- 通常電線と同じ工法での張替えが可能



3. MoEにおけるインバー電線適用予定箇所

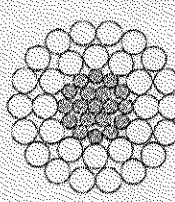
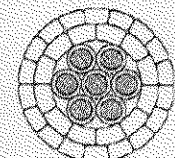
MoEがJICAに対し、インバー電線への張替えを要請した既設送電線は以下の2線路である。

- A線路
132 kV Baghdad North - Taji間, 亘長: 4.2 km, 2回線, Teal 電線
- B線路
132 kV Al Rasheed - Yusfies間, 亘長: 12.0 km, 2回線, Teal 電線



4. 適用電線諸元 (参考)

4.1 ACSR電線とインバー電線特性の比較

Type of Conductor		ACSR	ZTACIR/AS
Nominal area		Teal	244 mm ²
Stranding	No./mm	30/3.607-AL	18/TW*(3.05) ² -ZTAL* ¹
		19/2.164-ST	12/TW*(3.44) ² -ZTAL* ¹
Min. breaking load		133.4	7/4.27-IR/AS* ⁵
Diameter	Conductor	25.25	22.31
	Core	10.82	12.81
Cross sectional area	Al	306.6	243.7
	St	69.88	100.2
	Total	376.48	343.9
Weight		1398	1390
D.C. resistance at 20°C		0.09443	0.110
Modulus of elasticity	Conductor	88.5	88.1
	Core	205.9	152.0
Co-efficient of linear expansion	Conductor	18.0	13.3
	Core	11.5	3.7
Cross sectional view			

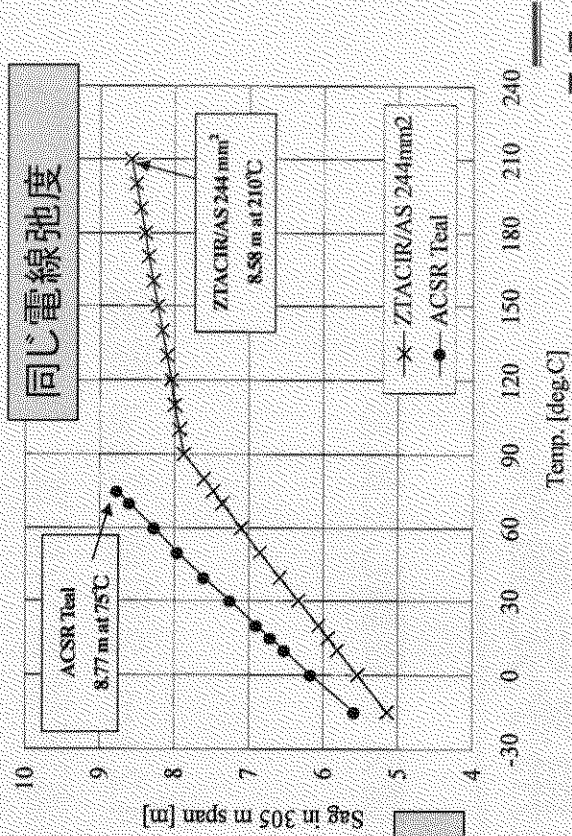
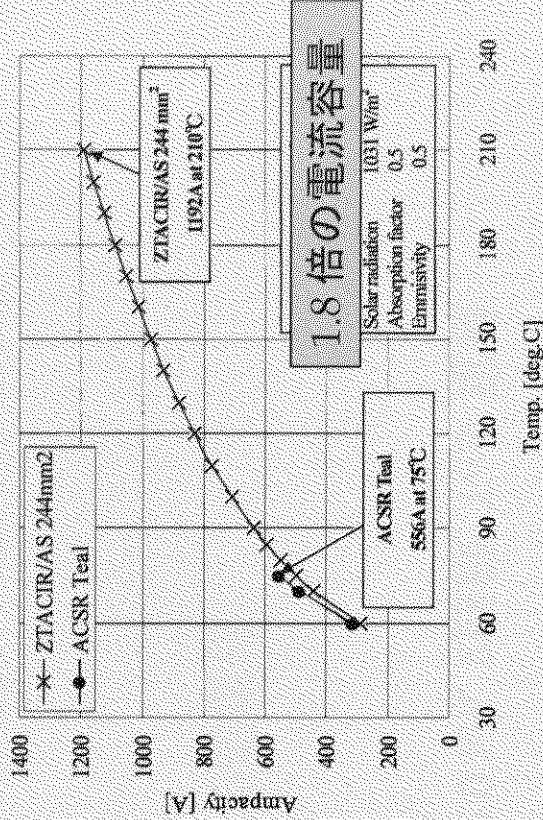
Note *1 (Z)TAL : (Super) Thermal resistant aluminum alloy wire

*2 TW : Trapezoid shaped wire

*3 Value in parenthesis : Equivalent diameter (mm)

*4 EST : Extra high strength galvanized steel

*5 IR/AS : Aluminum-clad Invar alloy



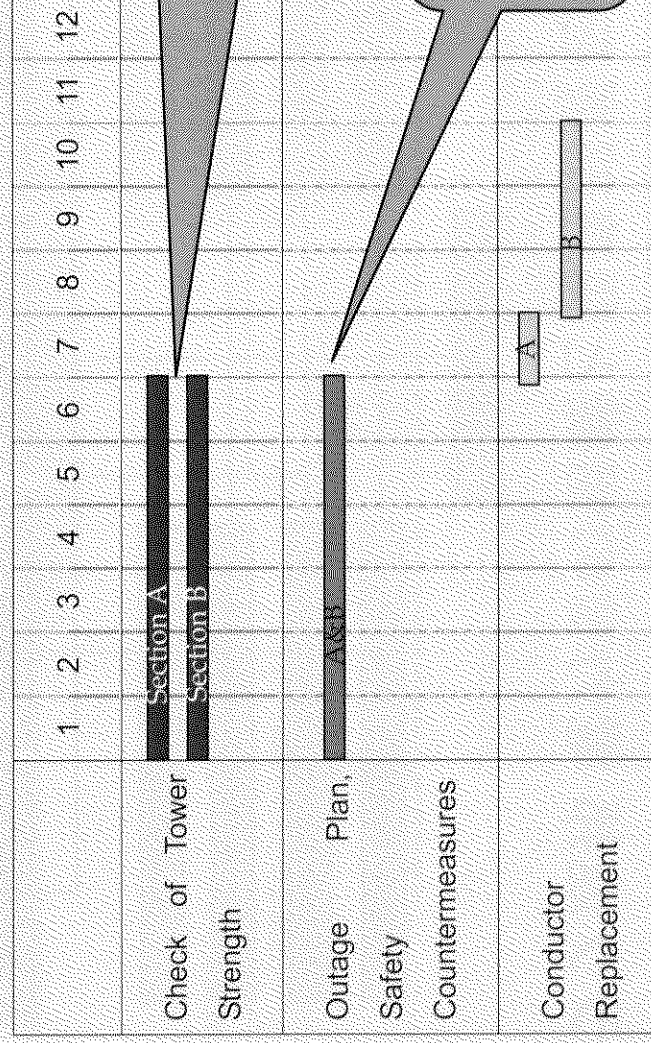
同重量、同外形

5. MoEにおけるインバー電線張替工事費と工事期間

5.1 電線張替工事費 (コンサルタント費を除く)

- 132 kV Baghdad North - Tajji間, 亘長: 4.2 km
⇒ **0.8 million USD (CIF: 0.6 M USD, LTE: 0.2 M USD)**
- 132 kV Al Rasheed - Yusfies間, 亘長: 12.0 km,
⇒ **2.0 million USD (CIF: 1.6 M USD, LTE: 0.4 M USD)**

5.2 電線張替工事期間 (単位: 月)

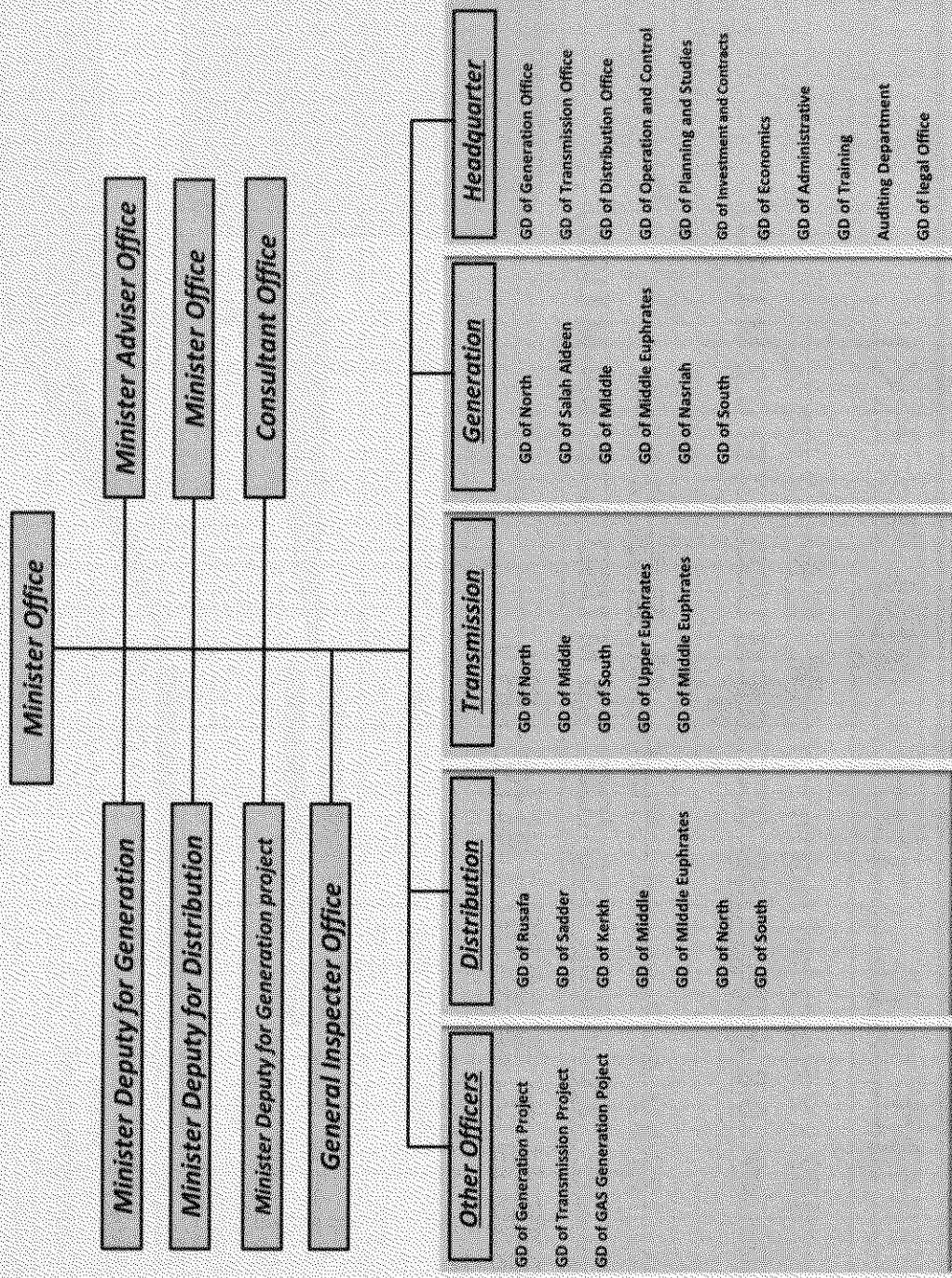


電線張替工事中の鉄塔倒壊等を回避するため、鉄塔構造図作成による鉄塔強度チェックが非常に重要。
この検討には、外国コンサルタント会社が行い、MoEに対してその検討手法を技術移転する必要がある。

電線張替工事は片回線ずつ送電停止を行うため、送電停止計画および作業安全対策は慎重に検討する必要がある。

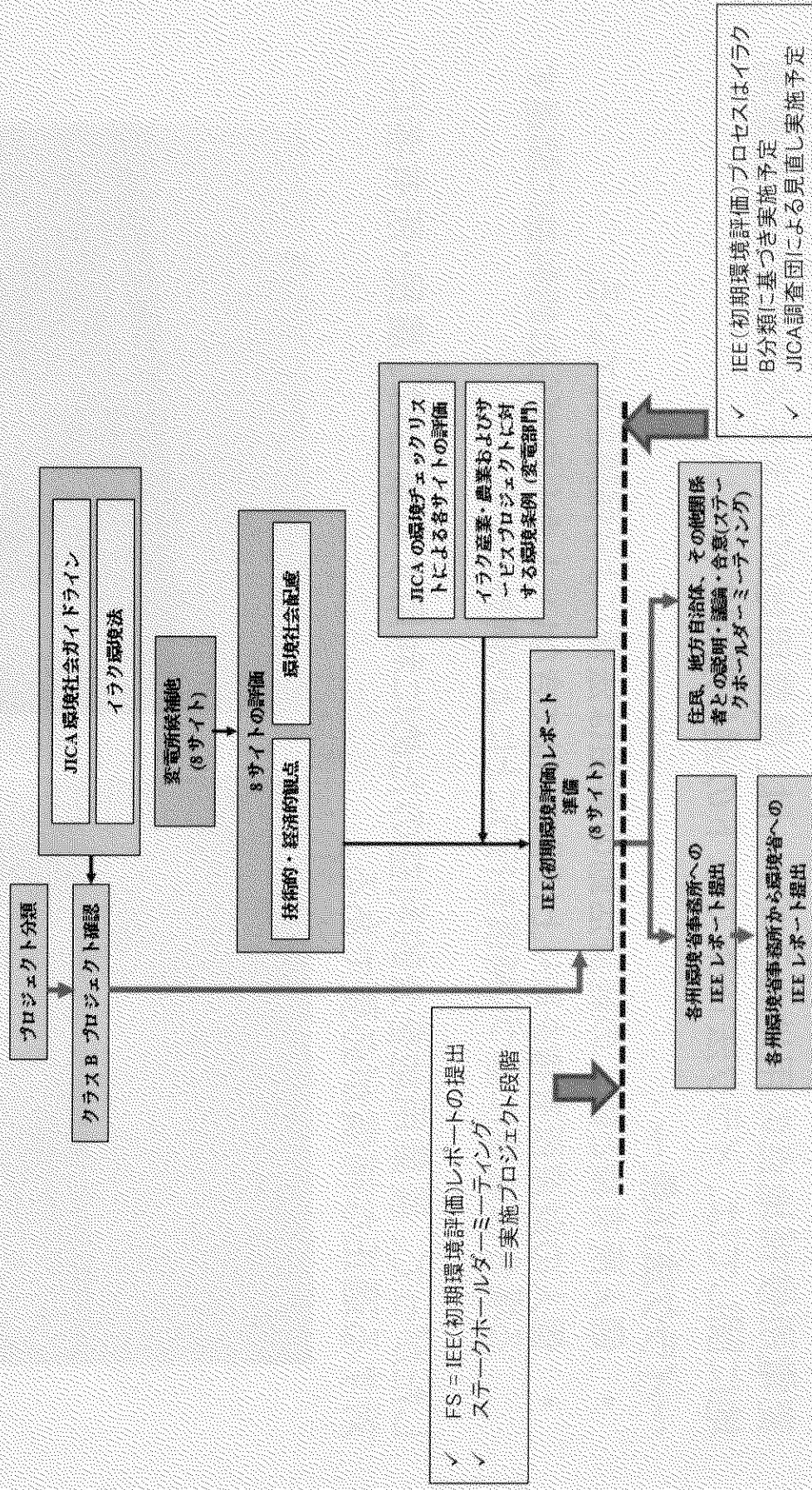
ii.イラク連邦 電力省の組織と関連部署

イラク連邦 電力省の組織と関連部署を以下に示す



iii. 環境・社会配慮

環境・社会配慮手順を以下に示す。



iii. 環境配慮

変電所候補地点の用地カテゴリーは、農業用地が大半を占めており、農業用地に関しては、イラク法16条で以下の通り規定されている。

～イラク法16条～

- 個人所有権と個人の経済活動の事由は法律により保障されている。
- 個人の財産所有権を取り上げることとはできない。しかしながら公的利益に関連する場合は法律に基づく補償を行うことにより例外となる。

したがって、農業用地を公的利益のために利用する場合は、農民・所有者に対する適正な補償が必要である。

