

5. TECHNICAL MEMORANDUM

5. TECHNICAL MEMORANDUM

5-1. TECHNICAL MEMORANDUM (2015 年 1 月)

- (1) Kosrae
- (2) Pohnpei
- (3) Chuuk
- (4) Yap


**PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT
FOR
POWER SECTOR IMPROVEMENT
FOR
THE STATE OF KOSRAE
IN
THE FEDERATED STATES OF MICRONESIA**

TECHNICAL MEMORANDUM


JANUARY 2015

Confirmed and Agreed by

Prepared and Submitted by


1/16/15

Fred N. Skilling
General Manager
Kosrae Utilities Authority (KUA)


Mitsuhsa Nishikawa
Chief Consultant
JICA Preparatory Survey Team
dated 16 Jan 2015

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

1. Introduction

In response to the request made by the Government of Federated States of Micronesia (Micronesia) on “the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae (the Project)”, JICA has decided to implement a preparatory survey in order to ascertain the necessity and validity of the project under the grant aid scheme, as well as to collect the basic data and information on the power sector in Kosrae State (Kosrae Utilities Authority (KUA)) will be grasped, and those concerning the potential for renewable energy (solar power, micro hydropower, wave generation and wind turbine) will also be collected at the time of this first field survey (from 13 – 16 January 2015).

Collected data and information for the potential of renewable energy will be utilized to decide components of the Project.

2 Submission of Inception report

JICA preparatory survey team (the Team) submitted the inception report and explained main contents to KUA such as Outline of the request, Outline of the preparatory survey, Basic policy on the survey & Items to be discussed, etc., and KUA confirmed and understood them.

3 Collected data and Information

Based on answers for the questionnaire sent from JICA Micronesia Office to KUA, and through discussions and sites visit with KUA counterparts, the Team had obtained the following data and information from KUA at the time of the first field survey;

3.1 Basic Data and Information of the Electricity Sector of Kosrae state.

- (1) General Information
- (2) Summary of Existing Generating Facilities
- (3) Quality of Existing Electric Power system
- (4) Demand forecast
- (5) Organization chart of KUA
- (6) Financial data of KUA
- (7) Others

3.2 Basic Data and Information of Potential of the Renewable Energy

- (1) Photovoltaic (PV) Power Generation
- (2) Hydropower Generation
- (3) Wave Power Generation
- (4) Waste materials Power Generation
- (5) Attachment: Table A-1: Meteorological Data for necessary for Photovoltaic (PV) Power Plant

The Team understood that those main contents of data and information collected; also the request made by the Government of Micronesia for the Project. Therefore, the Team will commence to build the component of the Project under the consultation of JICA, and conduct 2nd field survey on March 2015 in order to ascertain the necessity and validity of the Project under Japan’s Grant Aid scheme.

4 Insufficient data and information

Although the Team received answers for questionnaire from KUA, both KUA and the Team confirmed that the additional data and information will be sent by KUA to the Team by e-mail as soon as possible (E-mail number of the Team are shown in Clause-5), in case insufficient and/or lack of data and information for the study are found by the Team during data analysis works in Japan.

5 Attendance of the meeting between Kosrae state side and the Team**5.1 Attendance from Kosrae State Governments and KUA**

Name	Position	E-mail	Notes
Mr. Carson K. Sigrah	LT. Governor, Kosrae State Government		Courtesy call only
Mr. Lipar George	Administrator, Budget Statistics, ODA, Kosrae State Government		ditto
Fred N. Skilling	General Manager, KUA		
Mr. Robert Taulupe	Operation Manager, KUA		Counterpart of the Team
Mr. Gerry Protacio	Electrical Engineer, KUA		Counterpart of the Team
Mr. Wadel R. Kinere	Port Director, Department of Public Works, Kosrae State Government		Meteorological Data

5.2 Attendance from the Team

Name	Position	E-mail	Notes
Takahisa Watanabe	Project Formulation Adviser, JICA Micronesia Office		
Mitsuhisa Nishikawa	Chief Consultant, Yachiyo Engineering Co.,Ltd.		
Takayuki Miyamoto	Generating facilities Yachiyo Engineering Co.,Ltd.		

- End -


**PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT
FOR
EXPANSION OF GRID-CONNECTED SOLAR GENERATION SYSTEM
IN
THE FEDERATED STATES OF MICRONESIA**

TECHNICAL MEMORANDUM

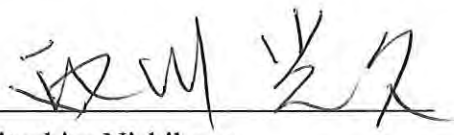
JANUARY 2015

Confirmed and Agreed by

Prepared and Submitted by



Marselino Actouka
General Manager
Pohnpei Utilities Corporation (PUC)



Mitsuhsisa Nishikawa
Chief Consultant
JICA Preparatory Survey Team

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

1. Introduction

In response to a request made by the Government of Federated States of Micronesia (Micronesia) on “the Project for Expansion of Grid Connected Solar Generation System (the Project)”, JICA has decided to dispatch a survey team to Micronesia in order to collect the basic data and information on the overall power sector (at Pohnpei state, Chuuk state, Yap State and Kosrae state) in Micronesia will be grasped, and those concerning the potential for renewable energy (solar power, micro hydropower, wave generation and wind turbine) will also be collected at the time of this field survey (from 18 – 22 January 2015).

Collected data and information on the power sectors and the potential of renewable energy will be utilized to ascertain the necessity and validity of the project under the grant aid scheme, as well as to consider the future Japan’s assistance project.

2. Collected data and Information

JICA survey team (the Team) has received the answers to a questionnaire sent from JICA Micronesia Office to Pohnpei Utilities Corporation (PUC), and through the discussions between the Team and PUC counterparts, the Team have received the following data and information from PUC at the time of the field survey;

2.1 Basic Data and Information of the Electricity Sector.

- (1) General Information (such as organization, tariff, financial statues, etc.)
- (2) Summary of Existing Generating Facilities (Diesel engine generators and solar generation system)
- (3) Quality of Existing Electric Power system (distribution system, adopted voltage, frequency, etc.)

The Team visited PUC Nanpohmna Power plant to confirm present operation statues of existing diesel engine generating facilities under the guidance of PUC’s counterpart.

2.2 Basic Data and Information of Potential of the Renewable Energy

(1) Photovoltaic (PV) Power Generation

- 1) Features of Existing PV Power Plant
- 2) Future Plan of PV Power Project. (There is no concrete plant sites selected)
- 3) Data necessary for PV Power Generation design.

The Team visit existing solar generation system sites (President Office (20kW), COM-FSM (160kW) and Netti elementary school (200kW)), and confirmed that operation situations of all three (3) sites are very good, although a monitoring panel at President Office is temporary shutdown at moment.

Meteorological Data necessary for Photovoltaic (PV) Power Plant (Attachment: Table A-1) is not submitted by PUC to the Team. Therefore PUC requested to send such data to the Team by the end of January 2015.

(2) Hydropower Generation

- 1) Features of Existing Power Facilities.

2) Planned Future Hydropower Project

The Team visit existing Nampil hydro power plant (rated output capacity 725kW) guided by PUC counterparts and confirmed that it is in good operation conditions.

3. Insufficient data and information

Although the Team received answers for questionnaire from PUC, both PUC and the Team confirmed that the additional data and information will be sent by PUC to the Team by e-mail as soon as possible (E-mail number of the team members are shown in Cluase-5), in case insufficient and/or lack of data and information for the study are found by the Team during analysis works of data and information in Japan.

4. Attendance of the meeting between PUC and the Team

4.1 Attendance from Kosrae State Governments and PUC

Name	Position	E-mail	Notes
Mr. Hubert Yamada	Assistant Secretary, Division of Energy, Department of Resources & Development		
Mr. Samson Pretrick	Deputy Secretary, Department of Foreign Affairs		
Mr. Marselino Actouka	General Manager, PUC		
Mr. Sidney Kilmete	Renewable Energy Engineer, PUC		
Mr. Nixon Anson	Assistant General Manager for Power distribution and Generation, PUC		
Mr. John T. Martin	Distribution Manager, PUC		

4.2 Attendance from the Team

Name	Position	E-mail	Notes
Takahisa Watanabe	Project Formulation Adviser, JICA Micronesia Office		
Mitsuhisa Nishikawa	Chief Consultant, Yachiyo Engineering Co.,Ltd.		
Takayuki Miyamoto	Generating facilities Yachiyo Engineering Co.,Ltd.		

- End -

MM



**PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT
FOR
POWER SECTOR IMPROVEMENT
FOR
THE STATE OF KOSRAE
IN
THE FEDERATED STATES OF MICRONESIA

TECHNICAL MEMORANDUM**

JANUARY 2015

Confirmed and Agreed by

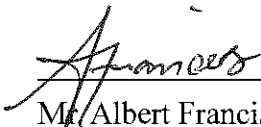
Prepared and Submitted by



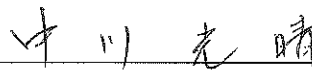
Mr. Mark Waite
Chief Executive Officer
Chuuk Public Utility Corporation



Mr. Kaoru Nishiwaki
Consultant
JICA Preparatory Survey Team



Mr. Albert Francis
Power manager
Chuuk Public Utility Corporation



Mr. Mitsuharu Nakagawa
Consultant
JICA Preparatory Survey Team

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

1. Introduction

In response to the request made by the Government of Federated States of Micronesia (Micronesia) on “the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae”, JICA has decided to implement a preparatory survey in order to ascertain the necessity and validity of the project under the grant aid scheme, as well as to collect the basic data and information on the overall power sector in Micronesia will be grasped, and those concerning the potential for renewable energy (solar power and micro hydropower) will also be collected and analyzed at the time of this first field survey. Basic data and information collected at Pohnpei, Chuuk and Yap states will be utilized for further examinations to consider the future Japan’s assistance project.

2. Collected data and Information

Based on a questionnaire sent from JICA Micronesia Office to Chuuk Public Utility Corporation (CPUC), JICA preparatory survey Team (the Team) have received the following data and information to be collected from CPUC at the time of first field survey;

2.1 Basic Data and Information of the Electricity Sector of the each state.

- (1) General Information
- (2) Summary of Existing Generating Facilities
- (3) Quality of Existing Electric Power system

2.2 Basic Data and Information of Potential of the Renewable Energy

- (I) Photovoltaic (PV) Power Generation
 - 1) Features of Existing PV Power Plant
 - 2) Future Plan of PV Power Project
 - 3) Data necessary for PV Power Generation design
- (2) Hydropower Generation (There is no plan and potential is minimal)

Attachment: Questionnaire for Basic Information Survey (Chuuk Public Utility Corporation)

3. Insufficient data and information

Although the Team received answers for questionnaire from CPUC, both CPUC and the Team confirmed that the following answers are insufficient and/or lacking. Therefore, CPUC agreed to send again the sufficient answers the Team by e-mail by the end of January 2015.(E-mail number of the Team are shown in Cluase-5)

Items to be re-sent by CPUC to the Team

No.	Questionnaires No.	Insufficient contents	New/additional answers	Nos. of attachments
1		Drawing for the existing PV system		
2		Electrical Standards for CPUC		
3		Tariff documents		
4		Layout of the Existing Power Plant		
5		Single line diagram for Power Plant and distribution line		

4 Others

4.1 Current situation of the price of petroleum

CPUC does not consider that the Chuuk State Action Plan will not be changed at the present time, even though the price of petroleum is going down continuously. The major goal of the Policy is that the share of renewable energy sources will be at least 30% of total energy production by 2020. CPUC and the Consultant confirmed it.

4.2 Collected Data & Information

CPUC and the Consultant confirmed that Collected Data & Information will be utilized for further examinations to consider the future Japan's assistance project. There is no commitment from the Japanese side concerning the realization of the Project at the First Field Survey. CPUC and the Consultant confirmed it.

5 Attendance of the meeting between CPUC and the Team

5.1 Attendance from CPUC

Name	Position	E-mail	Notes
Mr. Mark Waite	CEO		
Mr. Albert Francis	Power Manager		

5.2 Attendance from the Team

Name	Position	E-mail	Notes
Mr. Kaoru Nishiwaki	Consultant		
Mr. Mitsuharu Nakagawa	Consultant		

- End -

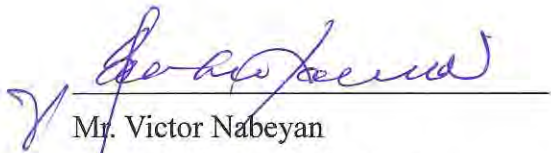
**PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT
FOR
POWER SECTOR IMPROVEMENT
FOR
THE STATE OF KOSRAE
IN
THE FEDERATED STATES OF MICRONESIA**


TECHNICAL MEMORANDUM

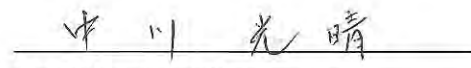
JANUARY 2015

Confirmed and Agreed by

Prepared and Submitted by


Mr. Victor Nabeyan
Assistant General Manager
Yap State Public Service Corporation


Mr. Kaoru Nishiwaki
Consultant
JICA Preparatory Survey Team


Mr. Mitsuharu Nakagawa
Consultant
JICA Preparatory Survey Team

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

YACHIYO ENGINEERING CO., LTD.

1. Introduction

In response to the request made by the Government of Federated States of Micronesia (Micronesia) on “the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae”, JICA has decided to implement a preparatory survey in order to ascertain the necessity and validity of the project under the grant aid scheme, as well as to collect the basic data and information on the overall power sector in Micronesia will be grasped, and those concerning the potential for renewable energy (solar power and micro hydropower) will also be collected and analyzed at the time of this first field survey.

Basic data and information collected at Pohnpei, Chuuk and Yap states will be utilized for further examinations to consider the future Japan’s assistance project.

2 Collected data and Information

Based on a questionnaire sent from JICA Micronesia Office to Yap State Public Service Corporation (YSPSC), JICA preparatory survey Team (the Team) have received the following data and information to be collected from YSPSC at the time of first field survey;

2.1 Basic Data and Information of the Electricity Sector of the each state.

- (1) General Information
- (2) Summary of Existing Generating Facilities
- (3) Quality of Existing Electric Power system

2.2 Basic Data and Information of Potential of the Renewable Energy

- (1) Photovoltaic (PV) Power Generation
 - 1) Features of Existing PV Power Plant
 - 2) Future Plan of PV Power Project
 - 3) Data necessary for PV Power Generation design
- (2) Hydropower Generation (There is no plan and potential is minimal)

Attachment: Questionnaire for Basic Information Survey (Yap State Public Service Corporation)

3 Insufficient data and information

Although the Team received answers for questionnaire from YSPSC, both YSPSC and the Team confirmed that the following answers are insufficient and/or lacking. Therefore, YSPSC agreed to send again the sufficient answers the Team by e-mail by the end of January 2015.(E-mail number of the Team are shown in Cluase-5)

Items to be re-sent by YSPSC to the Team

No.	Questionnaires No.	Insufficient contents	New/additional answers	Nos. of attachments
1		Electrical Standards for YSPSC		
2		Financial and Technical Data		
3		Drawing for the existing PV system		
4		Tariff documents		
5		Generated power data by solar energy		

4 Others

4.1 Current situation of the price of petroleum

YSPSC does not consider that the Yap State Action Plan will not be changed at the present time, even though the price of petroleum is going down continuously. The major goal of the Policy is that the share of renewable energy sources will be at least 30% of total energy production by 2020. YSPSC and the Consultant confirmed it.

4.2 Collected Data & Information

YSPSC and the Consultant confirmed that Collected Data & Information will be utilized for further examinations to consider the future Japan's assistance project. There is no commitment from the Japanese side concerning the realization of the Project at the First Field Survey. YSPSC and the Consultant confirmed it.

5 Attendance of the meeting between YSPSC and the Team

5.1 Attendance from YSPSC

Name	Position	E-mail	Notes
Mr. Faustino Yangmog	General Manager		
Mr. Victor Nabeyan	Assistant General Manager		
Mr. Francis Falan	Power Generation Manager		
Mr. Gidion Moofal	Customer Service		
Mr. Steven Libmad	Project District Manager		
Mr. Joe Hafler	Project Manager		
Mr. Mario Sukulbech	Outer Island Operation Manager		

5.2 Attendance from the Team

Name	Position	E-mail	Notes
Mr. Kaoru Nishiwaki	Consultant		
Mr. Mitsuharu Nakagawa	Consultant		

- End -

5-2. TECHNICAL MEMORANDUM (2015 年 10 月)

TECHNICAL MEMORANDUM
ON
THE PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT FOR POWER SECTOR IMPROVEMENT FOR THE STATE OF KOSRAE
IN
FEDERATED STATES OF MICRONESIA

The Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") sent the JICA's Study Team for the 3rd field survey on the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae (hereinafter referred to as "the Project") from 5th October to 13th October 2015. The purpose of the mission is to accelerate the realization of this JICA's new project by reaching a consensus from all stakeholders for finalized demand forecast in Kosrae. This coordination for the consensus on the demand forecast is also expected to contribute the parallel on-going project funded by World Bank; Federated States of Micronesia, Energy Sector Development (P148560).


JICA's Study Team conducted at first the analysis of the power demand at Kosrae State during the 2nd field survey in March 2015. Based on the analysis and explanation of the demand survey, Kosrae State Government, Kosrae Utilities Authority (hereinafter referred to as "KUA") and JICA mutually confirmed major components of the Project in the Minutes of Discussion (M/D) signed on 20th March 2015 and the Field Report signed on 27th March 2015. However, KUA has later informed to JICA Study Team that the additional power demand should be considered in the Project as some of new business entities might come in the State in the near future.

Followed by a number of discussions related to this issue among all the stakeholders including Kosrae State, KUA and Federated States of Micronesia (hereinafter referred to as "FSM"), World Bank and JICA, it was shared as a common understanding that the components of both World Bank's and JICA's projects should be established on the basis of one shared demand forecast in Kosrae, as to avoid the duplication of assistance which might result in inefficient resource mobilization for FSM and Kosrae State. The stakeholders also confirmed that the report on the demand forecast in Kosrae and the selection of capacity of diesel engine generators presented by JICA Study Team should be reviewed and validated through this 3rd field survey of the Team.

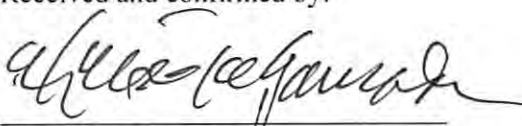
As a result of the discussions and examination in the 3rd field survey, all parties have confirmed the reviewed demand forecast and the subsequent result on the selection of capacity of diesel engine generators as described in this Technical Memorandum hereto.

Pohnpei Micronesia
October 20th, 2015

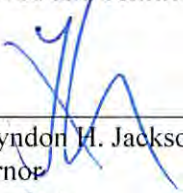
Prepared and submitted by:


 Mr. Mitsuhiro NISHIKAWA
 Chief Consultant
 JICA Study Team

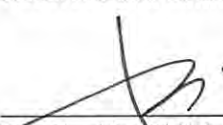
Received and confirmed by:


 Mr. Hubert Yamada
 Assistant Secretary
 Department of Resources and Development
 FSM

Received and confirmed by:


 Mr. Lyndon H. Jackson
 Governor
 Kosrae State
 FSM

Received and confirmed by:


 Mr. Fred N. Skilling
 General Manager
 Kosrae Utilities Authority (KUA)
 FSM

*Preparatory Survey on the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae
in Federated States of Micronesia*

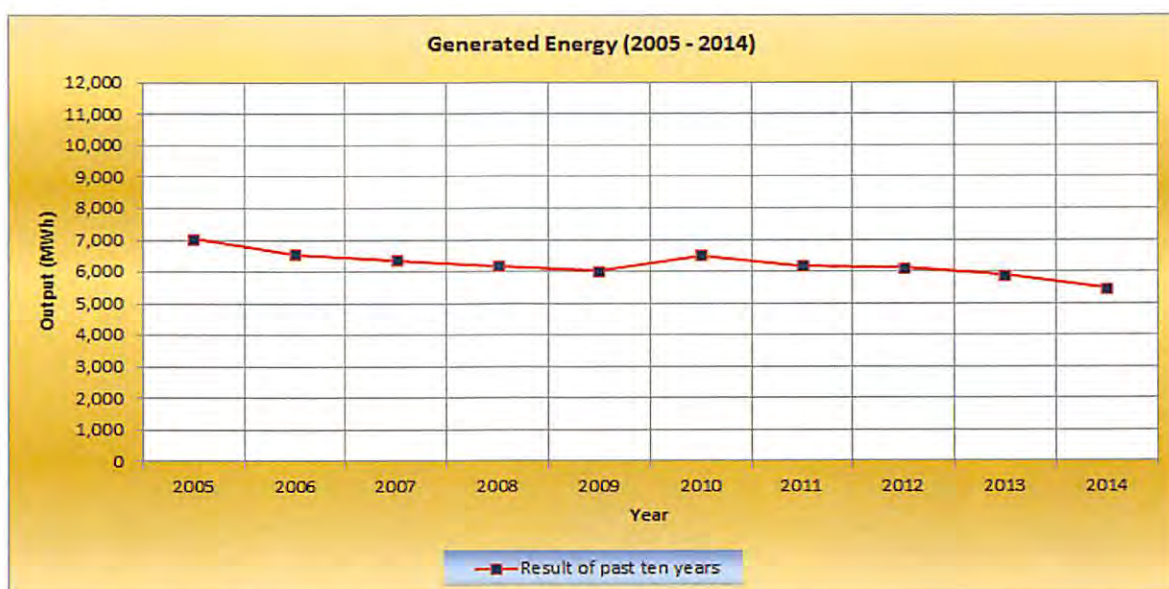
Demand Forecast and Selection of Diesel Engine Generators' Capacity

This report was prepared by JICA study team based on the results of 2nd field survey conducted from March 9th to March 27th, 2015, and the 3rd field survey, additionally conducted from 5th October to 13th October, 2015.

Detailed survey results are as follows.

1. Power Generation Record in Kosrae

Based on the power generation record from year 2005 to 2014 provided by KUA as shown in Figure-1, a tendency of generating output is moderately decreasing from 7,034 MWh in 2005 to 5,463 MWh in 2014 (decreasing ratio is approximately 22% for the last ten (10) years).



Source: Kosrae Utilities Authority (KUA)

Figure-1 Generation Record (2005 – 2014) in Kosrae

One of the reasons of decreasing tendency of generation output was assume to be decreasing tendency of numbers of population shown in Table-1 below:

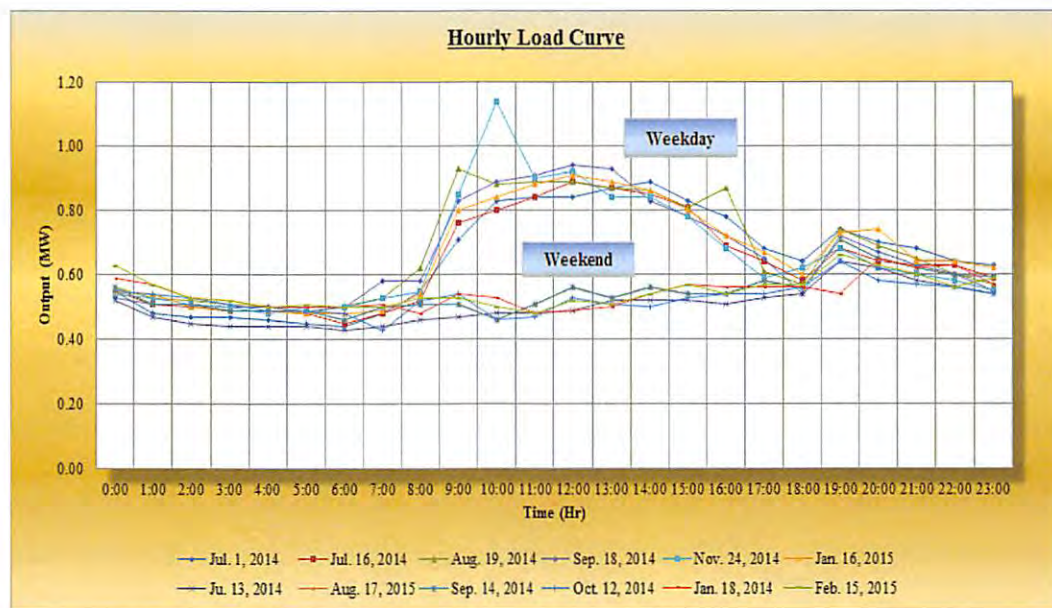
Table-1 Population of Kosrae State

Year	Population	Percentage
2000	7,686	
2010	6,616	-13.6% from year of 2000

Source: Kosrae Utilities Authority (KUA)

The JICA study team also received the hourly load data from the beginning of year 2014 up to February 2015 from KUA, and prepared a typical hourly Load curve as shown in Figure-2, which shows the highest recorded load among the data and typical daytime loads of weekday and weekend. The typical daytime loads were clearly different in weekday and weekend, and the typical daytime loads on the weekend in 2014 were 0.53 MW as average of midday and those on the weekday were 0.89 MW. The highest load of the year 2014 was 1.14 MW recorded on Nov. 24th.

Preparatory Survey on the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae in Federated States of Micronesia



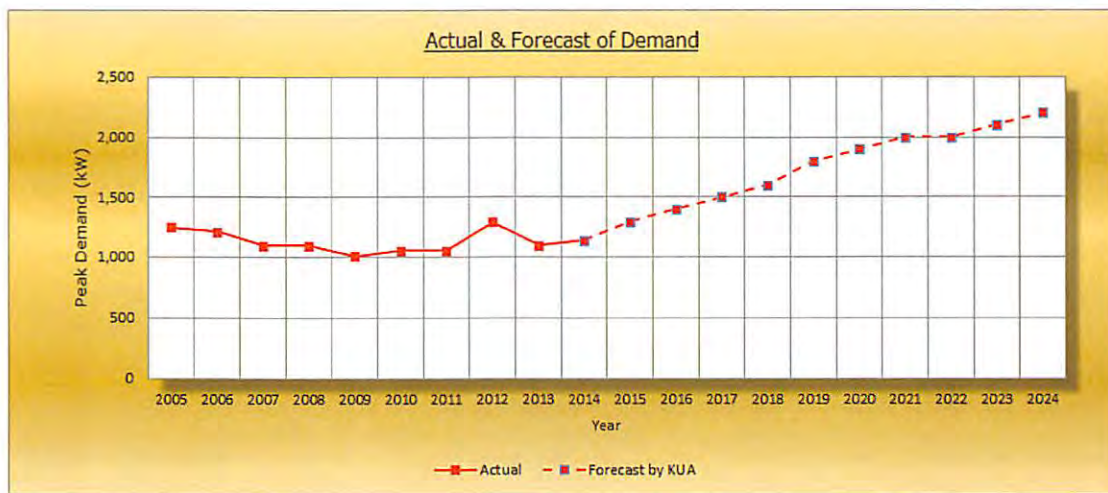
Source: Kosrae Utilities Authority (KUA)

Figure-2 Typical Hourly Load Curve (Jan.2014 – Feb. 2015) in Kosrae

2. Demand Forecast

2.1 Demand Forecast Prepared by KUA

The actual generated peak load record from the year 2005 to 2014 of the Tofol Power Station and the demand forecast from the year 2015 to 2024 prepared by the KUA is indicated in Figure -3.



Source: Kosrae Utilities Authority (KUA)

Figure-3 Peak Demand Forecast Prepared by KUA

KUA anticipated that peak demand would be increased up to 2,200kW in the next ten (10) years. The following facilities are to be constructed / renewal as additional demands in near future as shown in Figure-3.

- (a) Hospital (200kW)

*Preparatory Survey on the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae
in Federated States of Micronesia*

- (b) School (100kW)
- (c) Fish transshipment facility (500kW)

2.2 Demand forecast determined by 2nd Field Survey

In order to confirm the above new demand shown in the clause 2.1, JICA team discussed with officials from KUA during the 2nd field survey on March, 2014.

As results of discussions between KUA and the JICA study team during the 2nd field survey, the demand in the State of Kosrae was confirmed that would not change drastically in the near future in accordance with the following reasons;

- (1) No detailed information and evidences (such as National/District development plans, specifications, schedule, facilities' planning and financial planning etc.) of the above mentioned three (3) new demands was presented by KUA.
- (2) The power generation output in 2014 had been declined to 78% of the one in 2005 (Refer to clause 1)

Based on the above, the peak and the low demand in the near future for Kosrae State determined by 2nd field survey assumed as follows:

- Peak load : 1.14MW as shown clause - 1.
- Low load of daytime (from 9:00AM to 4:00PM) on weekdays : approximately 710kW which was based on the data from KUA data
- Low load of daytime (from 9:00AM to 4:00PM) on weekend : approximately 460 kW which was based on the data from KUA data

These loads were extracted from generated output record at the normal operating conditions in the year 2014.

2.3 Assessment of additional demand determined by the 3rd Field Survey

After the 2nd field survey, KUA and Kosrae State has later informed the following additional demands, and JICA study team conducted the 3rd field survey in order to review and reconfirm the latest and forecasted power demand situations.

Based on the 3rd survey, the team determined the appropriateness including the following loads for the future demand.

- (1) Fish Transshipment Facilities
Peak Load: 180kW, Regular Load: 110kW
- (2) Water Bottling Facility
Peak Load: 180kW, Regular Load: 126kW
- (3) Dr. Arthur P. Sigrah Memorial Hospital
Peak Load: 101kW, Regular Load: 71kW
- (4) Malem Elementary School
No additional demand was confirmed.

Total Additional Peak Load was forecasted 461 kW, Additional Regular Load was forecasted 307kW

(Note);

- a) Installed 15 containers of maximum capacity 12kW for each and regular capacity 7.3kW for each container was confirmed for Fish Transshipment Facilities.
- b) Installed necessary process equipment in the plant house of Water Bottling Facilities was confirmed. The commencement of operation is expected after distribution line connected. The 13.8kV distribution line is under construction by KUA and expected to complete by the end of November 2015. KUA will install a single phase distribution transformer of 3 sets of 75kVA (Total 225kVA capacity. 13.8kV/420/242V).

*Preparatory Survey on the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae
in Federated States of Micronesia*

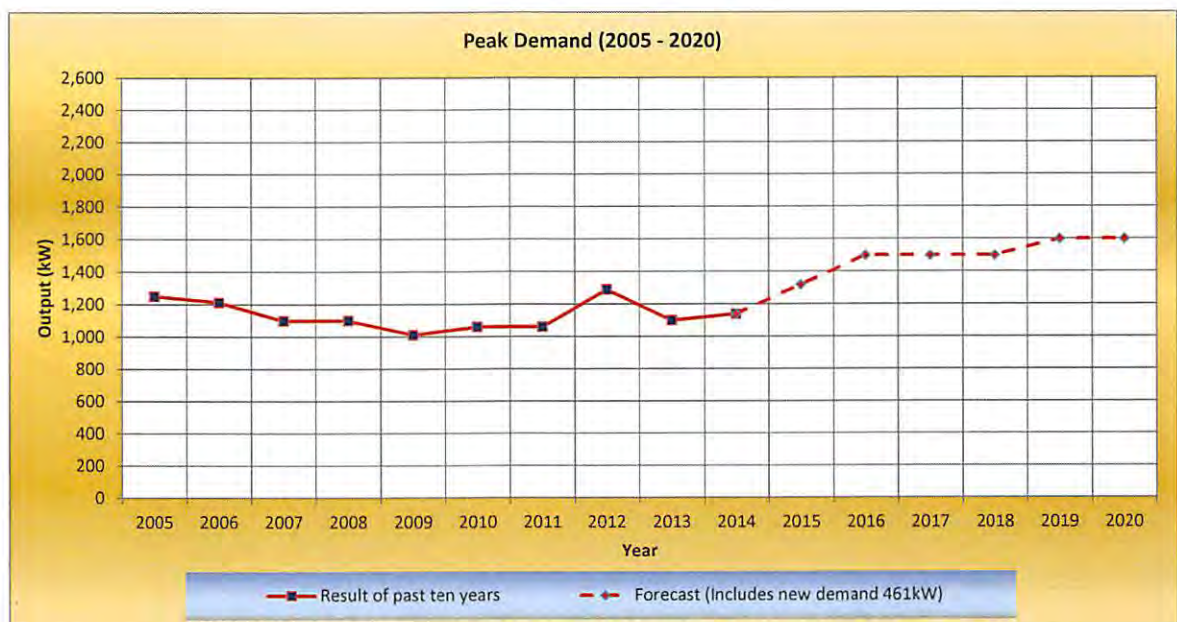
- c) According to the PMU (National Government of FSM), Dr. Arthur P. Sigrah Memorial Hospital will commence a renewal project assisted by the US Grant, from early next year (2016), and bidding/construction period is approximately 3 years.

The PMU plans that the total demand of hospital is 341kW. The existing demand of the Memorial Hospital is 240kW.

Therefore, the additional demand will be assumed 101 kW (341kW-240kW) according to KUA's data and information.

- d) Since all the equipment is not simultaneously operated at normal operation load in general, the team evaluated a demand factor (Simultaneous usage percentage) for the following facilities;
- Water Bottling Facilities : 70% of the peak load
 - New Dr. Arthur P. Sigrah Memorial Hospital : 70% of the peak load

Based on the assessment shown clause 2.3 of additional loads confirmed by the 3rd Field survey above, the peak demand forecast up to year 2020 in Kosrae was assumed as follows: (Figure-4)



Source of data of past 10 years: Kosrae Utilities Authority (KUA)

Figure-4 Peak Demand Record and Forecast

3 Conditions to select Suitable Unit and Total Capacity of Diesel Generators

Based on the demand forecast described in the clause 2 above, JICA team arranged the following conditions in order to select the suitable unit capacity and total capacity of diesel generators.

(1) Conditions of Peak and Lowest Demand

- 1) Peak demand : 1,140 + 461 (Assumed additional load) = 1,601kW
(Assumed additional load is shown in clause 2.3)
- 2) Low demands of Weekend : 460kW + 50 (Assumed additional load) = 510kW
(Assumed additional load of weekend is assumed 50% of the peak load of the memorial hospital (101kW). For the other facilities such as fish transshipment facilities and the water bottling facility, JICA study team assumed the cases their operation would stop on the weekend).

*Preparatory Survey on the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae
in Federated States of Micronesia*

(2) Conditions of Other Power Source

Solar Power Generation : 300kWp (Recommended weekend generating capacity: 50% = 150kWp)

(Note): In Kosrae state, there are two (2) solar power generation projects. One (1) project with 200kWp output capacity assisted by PEC fund which was completed at within Tofol power station premises. It started operation on last April. The other PV project assisted by EU with 100 kWp capacity at the parking area of Kosrae state office is still under the construction and it is expected to start operation from the beginning of the next year.

The power demand of weekend is low compared with the one of weekday. PV generation ratio of the Kosrae State is high against total power demand. Therefore, JICA team recommended KUA to stop 50% of PV system output on the weekend, in order to keep the power quality (such as frequency and voltage) and KUA agreed with JICA's recommendation.

On the other hand, necessity to stop 50% of PV system output on the weekday is not confirmed, since PV output affects small on system frequency due to the large enough amount of diesel generators output of the weekday's daytime, even in the case when PV output suddenly decreases due to weather conditions.

(3) Operating Condition of Diesel Generator

- a) Minimum Operation Load: Recommended as more than 40% of rated unit capacity, in order to protect cylinders from soot caused by incomplete combustion.
- b) Limited of Load Change Ratio: Recommended as less than 25% of total rated capacity of diesel generators, in order to keep power quality against a change of PV output from sudden output decrease caused by weather conditions.
- c) Minimum unit capacity of diesel generator: Recommended at least equal to minimum system load during weekend.

(4) Load covered by Diesel Generator (refer to item 3.1 (1) above)

- a) Peak Load : 1,601kW = 1,601kW
- b) Low load of Weekend : 510kW - (PV: 300kWx50%) = 360kW

(5) Calculation of Suitable Total and Unit Capacity of Diesel Generator

- a) Suitable total capacity for generators considering with installed PV capacity

Minimum total capacity of diesel generators considered from the view point of "Limit of Load Change Ratio (25%)" caused by PV power generation, based on item (2) & (3) of clause 3 above, is calculated as follows;

- Minimum total capacity = $300\text{kW} / 25\% = 1,200\text{kW}$

Hereby;

300kW : Rated capacity of PV
25% : Load change ratio at moment

- Result: Suitable total capacity of diesel generators should be 1,200kW or more from the view point of the total PV generation capacity (300kW).

- b) Suitable unit capacity for generators considering with installed PV capacity

Suitable unit capacity of diesel generator considered from the view point of "minimum weekend load", is calculated as follows;

(Minimum operation load of diesel generator is recommended more than 40% of rated capacity)

Preparatory Survey on the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae in Federated States of Micronesia

- Unit maximum diesel generator capacity = 360 kW /40% = 900 kW

Hereby;

360 kW : Assumed minimum weekend load

40 % : Minimum load of diesel generator

- Result: Suitable unit capacity of diesel generator should be less than 900 kW

From the results of the above, the unit capacity of generator is recommended between 360 kW (Low load of weekend covered by diesel generator) and 900 kW.

4. Appropriate unit generator capacity and total capacity for assistant

Through the whole study of JICA study team, appropriate units and size for assistant components for KUA funded by World Bank and JICA are presented as three (3) sets of 600kW diesel engine generators (continuous rating) hereto. All stakeholders will make the best effort that KUA is going to procure recommended unit capacity of diesel engine generator as close to and not less than 600 kW (continuous rating).

The correlation among the total available capacity of all generators including proposed assistant units and existing units, the firm capacity (defined as “Total generation capacity of Tofol power station – the largest unit generator capacity”), and the peak demand determined in clause 2 is shown Figure-5.

“Total generation capacity of Tofol power station” in Figure-5 is determined based on the KUA’s operation schedule of all related generators shown in Table -2.

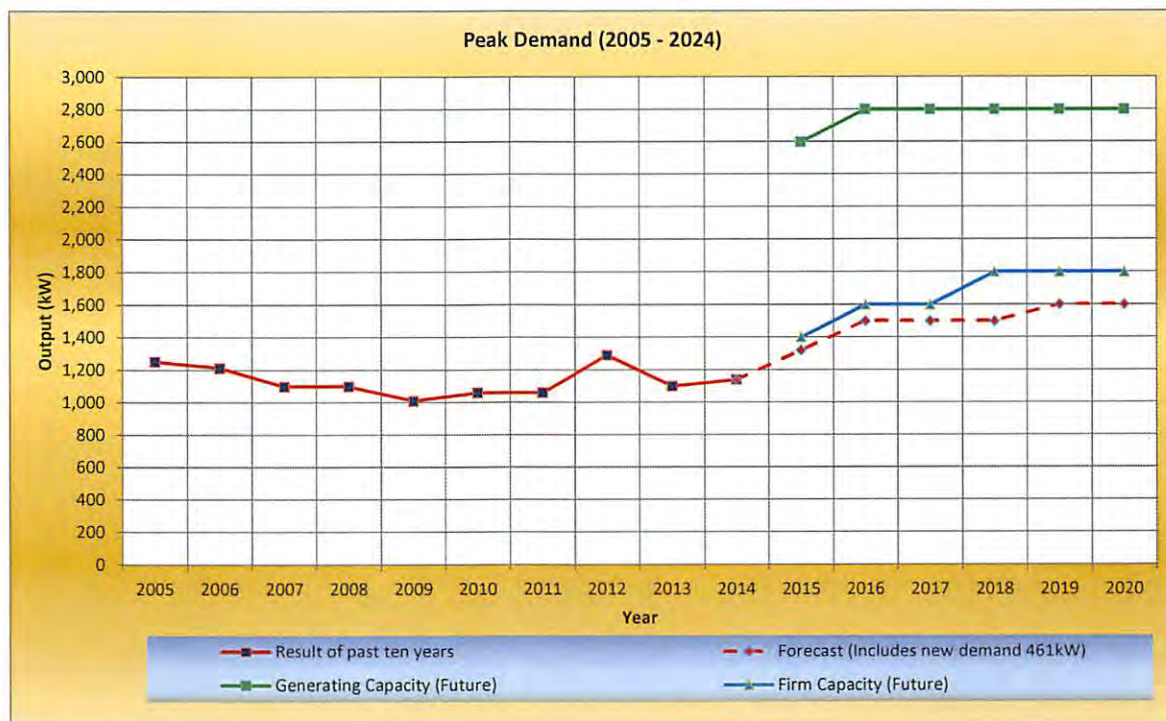


Figure-5 Available Capacity of Generators and Peak Demand

*Preparatory Survey on the Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae
in Federated States of Micronesia*

Table-2 Operation Schedule of Diesel Engine Generators

DEG No.	Description	Available Capacity (kW)	Year					
			2015	2016	2017	2018	2019	2020
G-4	Existing	400		Retire				
G-6	Existing	1,200				Retire		
G-8	Existing	1,000						
G-9	Assisted by WB	600						
G-10	Assisted by JICA	600						
G-11	Assisted by JICA	600						
Total		4,400						

The concepts of the presented components are as follows;

- (1) Total generation capacity of Tofol power station including newly installed 3 units of 600 kW covers enough for the peak demands from the year 2016 to the year 2020 as shown in the Figure-5.
- (2) Any kind of diesel generators should be conducted periodical maintenance works at every 6 months and its maintenance period is 2 weeks to 3 months. In order to consider these maintenance cycles for Tofol power station, the firm capacity (defined as “Total generation capacity of Tofol power station – the largest unit generator capacity”) was taken account for the study. The firm capacity shown in Figure-5 was made sure that there are some margin capacities against the peak demand from the year 2016 to the year 2020.
- (3) 600 kW capacity generators are suitable for Kosrae’s situation from the view point of better availability in the market, fewer consumption of fuel and longer life period of the unit due to less low load operation time, comparing to the one of larger capacity such as 750 kW and 900 kW.

6. ソフトコンポーネント計画書

ミクロネシア国
コスラエ州電力供給改善計画

ソフトコンポーネント計画書

平成 28 年 4 月

八千代エンジニアリング株式会社

ミクロネシア国コスラエ州電力供給改善計画

ソフトコンポーネント計画書

目 次

1. ソフトコンポーネントを計画する背景.....	A-6-2
2. ソフトコンポーネントの目的.....	A-6-3
3. ソフトコンポーネントの成果.....	A-6-3
4. 成果達成度の確認方法.....	A-6-3
5. ソフトコンポーネントの活動（投入計画）.....	A-6-4
6. ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法.....	A-6-6
7. ソフトコンポーネントの実施工程.....	A-6-6
8. ソフトコンポーネントの成果品.....	A-6-7
9. ソフトコンポーネントの概算事業費.....	A-6-7
10. 相手国実施機関の責務.....	A-6-7

1. ソフトコンポーネントを計画する背景

本協力対象事業は、発電建屋、ディーゼル発電設備及び配電設備を調達及び建設する事により、ミクロネシア連邦コスラエ州の電力事業者であり、ミクロネシア連邦側の実施機関であるコスラエ公共事業公社（KUA：Kosrae Utilities Authority）の発電、配電に係る設備を更新する。供与設備の引き渡し後の運転・維持管理はKUAが行う。

コスラエ州の電力供給を行っているKUAの職員数は23名、技術的に運転・維持管理に携わる人数は7人程度である。現状稼働可能なディーゼル発電機は3台（G-4, G-6, G-8）であり、発電設備の日常的な維持管理は行えているものの、新しい機器が導入された際に適切な運営・維持管理を行う上では、組織的な維持管理体制を構築し、維持管理能力のレベルアップ（日常点検の常用性と記録・整理・分析・保管）が必要である。

一方、太陽光発電システムについては、小型（低圧接続型）のシステムを除き、大型（グリッド接続型）のシステムはコスラエ州には導入されることがなかったが、2015年4月に大洋州環境共同体（PEC）基金で定格200kWpの太陽光発電システムが導入され、2015年12月には欧州連合（EU）の援助で100kWpの太陽光発電システムが導入され、13.8kV配電系統に合計300kWpが連系して運用を開始している。その結果、コスラエ州の直近の需要（昼間の最大平均、約920kW）に対して導入された合計300kWpの太陽光発電システムの容量は32.6%と大きくなるが、系統安定化システム等は設備されておらず、KUAは本計画で整備されるディーゼル発電設備が13.8kWの配電系統に連系された太陽光発電システムから受ける電力品質への影響を考慮したディーゼル発電設備の運転・維持管理概念及びその方法を定着させる必要が有る。

ディーゼル発電設備の維持管理（保全）は「予防保全」と「事後保全」に大別される。KUAの維持管理は、事後保全の中でも計画性のない「緊急事後保全」に該当するケースが多い。事後保全が問題とされるのは、(1) 設備に与えるダメージが大きく、補修に多額の費用を要する、(2) 補修のため設備が長期間停止される、という理由からである。

KUA自身が実施している現状の技術教育は、太陽光発電システムを含め発電所内でのOJTが中心である。本協力対象事業においては、工事期間中、試験運転及びコミッショニング時に機器納入業者により調達されるディーゼル発電設備の実機を使った運転操作及び維持管理を主体にKUA維持管理要員へOJT（On the Job Training）が実施されるが、運転操作と維持管理が中心のOJTでは、発電設備の総合的運営管理を行うための技術習得には不十分と考えられるので、本ソフトコンポーネントでは設備の作動原理、構造、システムについての座学から、維持管理（保全）、巡回点検、記録の整理及び予防保全に渡る一連の技術指導をKUA維持管理要員に行う予定である。併せてKUAはディーゼル発電設備と太陽光発電システムとの連携運転の維持管理が必須となるため、太陽光発電システムとの連携運転に関する技術指導も行う。

2. ソフトコンポーネントの目的

ソフトコンポーネントにおいて、コンサルタントは、実施機関である KUA に対し、本協力対象事業で供与するディーゼル発電設備（600kW×2 基）の運転・維持管理に係る技術指導を行うが、コスラエ州では太平洋経済共同体（PEC）及び欧州連合（EU）の援助で整備された太陽光発電システムが運用されていることから、ディーゼル発電設備と太陽光発電システムとの連携運転でディーゼル発電設備が太陽光発電システムから受ける影響を極力抑える運転についても技術指導を行う。コンサルタントによるディーゼルエンジン、発電機の作動原理と構造等を座学を通して、また実務的な知識・技術を実機を使って指導し、維持管理（予防保全）の浸透を図ることを目的とする。以下にソフトコンポーネントの目標を示す。

- ・ 内燃機関（ディーゼルエンジン）の構造、機能、理論に係る体系的な知識の指導。
- ・ 発電機の構造、機能、システム等に係る体系的知識の指導。
- ・ 各機械設備系統（潤滑油系統、冷却水系統、電気設備等）の構造、機能とシステム構成に係る体系的な知識の指導。
- ・ ディーゼルエンジン、発電機、各機械設備系統及び電気設備の予防保全に係る体系的な知識の指導。
- ・ ディーゼルエンジン、発電機、機械設備及び電気設備の予防保全計画の策定
- ・ 系統連系された太陽光発電システムからの影響を考慮したディーゼルエンジン発電機の運転計画と予防保全計画の立案

3. ソフトコンポーネントの成果

本ソフトコンポーネントの導入により、予防保全計画に係る次のような成果を達成する。

- ・ KUA により、座学及び実機訓練を通して習得した、構造、機能、理論を踏まえたディーゼルエンジン、発電機及び各機械・電気設備系統、並びに系統連系された太陽光発電システムとの連携運転を考慮した運転・維持管理計画が立案される。
：ディーゼルエンジン、発電機及び各機械・電気設備の運転管理基準値データシートの整備
- ・ KUA により、座学及び実機訓練を通して習得した、構造、機能、理論を踏まえたディーゼルエンジン、発電機及び各機械、電気設備系統の予防保全計画が立案される。
：定期点検周期表の整備

4. 成果達成度の確認方法

以下に示す各カテゴリーが終了する毎に理解度確認試験を実施し、成果達成度を確認する。

- ・ 内燃機関の構造、機能
- ・ 各機械設備系統の構造、機能
- ・ 発電機及び電気設備システム
- ・ 発電設備の運転・維持管理計画策定（太陽光発電システムとの連携運転を含む）

- ・ 予防保全計画策定

5. ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

(1) 活動内容

ソフトコンポーネントにおいて、予防保全活動の実施を図るため、実機を使った運転・維持管理知識の指導を中心に、必要な座学を含めて以下の技術指導を行う。また、試験や内部討論会等を行い、知識の習得状況を把握する。

- ① 4サイクルディーゼル機関の原理
- ② エンジンとの直結状況を含めた発電機の構造
- ③ 燃料油系統の概要、熱効率の維持、排出ガス管理、燃料油性状管理
- ④ 潤滑油系統の概要、潤滑油清浄装置の動作原理、流体潤滑、潤滑油性状管理
- ⑤ 冷却水系統の概要、冷却性能と熱効率の関連、冷却系統の腐食防止、冷却水性状管理
- ⑥ 圧縮空気系統の概要、ディーゼルエンジン始動方法
- ⑦ 発電機2次側のケーブルの接続端子の構造と接続方法
- ⑧ 発電機の試験方法と試験器具
- ⑨ 給排気系統の概要、排気温度管理の重要性
- ⑩ 各センサーの取り付け状況と配線状況
- ⑪ 廃油処理系統の概要、環境影響の観点からの留意事項
- ⑫ 設備故障と予防保全（予備品購入計画の立案・策定）
- ⑬ ディーゼルエンジンの予防保全の要点
- ⑭ 各機械設備系統の予防保全の要点
- ⑮ ディーゼルエンジンの定期点検周期表の策定
- ⑯ ディーゼルエンジンの運転管理基準値データシートの策定
- ⑰ 各機械設備系統の定期点検周期表の策定
- ⑱ 各機械設備系統の運転管理基準値データシートの策定
- ⑲ ディーゼル発電機の起動条件と電力負荷から生じる太陽光発電システムの運転制約
- ⑳ 太陽光発電システムと連携されたディーゼル発電機の運転計画（平日、休日毎）

(2) 投入計画

ソフトコンポーネントの実施にあたってコンサルタントは国内活動（作業）に、①ディーゼルエンジンの設計業務や運転維持管理業務に従事し、技術に精通した日本人技術者（ディーゼル発電技術者）、及び②太陽光発電システムとディーゼル発電機の連携運転に係る設計業務等に従事し、運転・維持管理技術に精通した日本人（系統連系システム技術者）を選任する。また現地活動期間は、業者契約完了後から施設・機材の引渡し完了まで、それぞれ1.0ヶ月、0.5ヶ月とし、供与設備運用開始前までに技術指導が完了するよう要員計画を行う。

現地派遣前の国内作業において、収集した KUA の運転・維持管理資料をもとに KUA の機械・電気技術者の技術水準を分析し、その技術水準に即した技術指導資料（ディーゼルエンジン機能・構造・発電機等、並びに各機械設備系統の技術資料、及び太陽光発電システムと連携運転される発電機の特徴並びに検討課題、試験問題）を作成する（1.0 ヶ月、0.5 ヶ月）。

本協力対象事業のソフトコンポーネント要員の国内における活動内容を表—1、現地における活動内容を表—2 に示す。

表—1 ソフトコンポーネント活動詳細計画（国内活動）

カテゴリー	活動内容	実施期間
内燃機関の理論	以下に係るテキスト、マニュアル、試験問題の作成を行う ① 「4 サイクルディーゼル機関の原理」 ② 「直結される発電機の原理と構造」	0.25 月
各機械・電気設備系統の理論	以下に係るテキスト、マニュアル、試験問題の作成を行う ③ 「燃料油系統の概要、熱効率の維持、排出ガス管理、燃料油性状管理」 ④ 「潤滑油系統の概要、潤滑油清浄装置の動作原理、流体潤滑、潤滑油性状管理」 ⑤ 「冷却水系統の概要、冷却性能と熱効率の関連、冷却系統の腐食防止、冷却水性状管理」 ⑥ 発電機 2 次側ケーブル端子の構造と構造 ⑦ 発電機の試験方法と試験器具 ⑧ 「圧縮空気系統の概要、ディーゼルエンジン始動方法」 ⑨ 「給排気系統の概要、排気温度管理の重要性」 ⑩ 各センサーの取り付け状況と配線状況 ⑪ 「廃油処理系統の概要、環境影響の観点からの留意事項」	0.25 月
予防保全	以下に係るテキスト、マニュアル、試験問題の作成を行う ⑫ 「設備故障と予防保全」 ⑬ 「ディーゼルエンジンの予防保全の要点」 ⑭ 「各機械設備系統の予防保全の要点」	0.25 月
予防保全計画策定	以下に係るテキスト、マニュアル、試験問題の作成を行う ⑮ 「ディーゼルエンジンの定期点検周期表の策定」 ⑯ 「ディーゼルエンジンの運転管理基準値データシートの策定」 ⑰ 「各機械設備系統の定期点検周期表の策定」 ⑱ 「各機械設備系統の運転管理基準値データシートの策定」	0.25 月
小計	ディーゼル発電技術者	1.0 月 x 1 人
太陽光発電と連携運転される発電設備の特徴と課題	以下に係るテキスト、マニュアル、試験問題の作成を行う ① 「系統連系運転される発電設備の原理と基礎知識」 ② 「系統連系運転される発電設備の特徴」 ③ 「系統連系運転される発電設備導入時の検討課題」 ④ 「系統連系運転される発電設備の出力変動」	0.5 月
小計	系統連系システム技術者	0.5 月 x 1 人

表—2 ソフトコンポーネント活動詳細計画（現地活動）

カテゴリー	活動内容	実施期間
内燃機関の理論	① 4サイクルディーゼル機関及び補機、発電機並びに電気設備の原理	0.20月
各機械・電気設備システムの理論と実地訓練	② ディーゼル機関と発電機の実機による起動・停止訓練（圧縮空気システムを含む） ③ 燃料油システムの概要、熱効率の維持、排出ガス管理、燃料油性状管理 ④ 潤滑油システム、潤滑油清浄装置の動作原理、流体潤滑、潤滑油性状管理 ⑤ 冷却水システムの概要、冷却性能と熱効率の関連、冷却システムの腐食防止、冷却水性状管理 ⑥ 給排気システムの概要、排気温度管理の重要性 ⑦ 廃油処理システムの概要、環境影響の観点からの留意事項	0.40月
予防保全の必要性と実地訓練	⑧ 設備故障と予防保全 ⑨ ディーゼルエンジンの予防保全の要点 ⑩ 発電機と電気設備の予防保全 ⑪ 各機械設備システムの予防保全の要点	0.20月
予防保全計画策定	⑫ ディーゼルエンジンの定期点検周期表の策定 ⑬ 発電機と電気設備の定期点検周期表の策定 ⑭ ディーゼルエンジンの運転管理基準値データシートの策定 ⑮ 各機械設備システムの定期点検周期表の策定 ⑯ 各機械設備システムの運転管理基準値データシートの策定	0.20月
小計	ディーゼル発電技術者	1.0月 x 1人
太陽光発電と連携運転される発電設備の理論と実施訓練	① 「系統連系運転の原理、基礎知識と検討課題」に係る説明・講義 ② 「系統連系運転の特徴」の把握 ③ 「系統連系運転の出力変動」に係る資料作成指導 ④ 「ディーゼル発電設備と太陽光発電システムの連携運転マニュアルの作成」に係る指導	0.5月
小計	系統連系システム技術者	0.5月 x 1人

6. ソフトコンポーネントの実施リソースの調達方法

本協力対象事業で実施するソフトコンポーネントは、ディーゼルエンジン、発電機の機能、構造、理論から実機を使ったディーゼル発電設備の運転・維持管理までの一貫した知識・技術の指導が必要なことから、日本人コンサルタントが全体を監督・指導して実施する。ただし、円滑な実施とその後の運転・維持管理を有効的・効率的に行うためにはKUA維持管理要員の率先、自発努力が肝要であることから、KUAから受講者の取りまとめ責任者を選任してソフトコンポーネントの実施に当たるものとする。

7. ソフトコンポーネントの実施工程

本協力対象事業のソフトコンポーネントの実施工程を表—3に示す。

表-3 ソフトコンポーネント実施工程

月数	1	2
1. 内燃機関と発電機の理論	■	
2. 各機械・電気設備系統の理論と実地訓練	■	
3. 予防保全の必要性と実地訓練	■	
4. 予防保全計画策定		■
5. ディーゼル発電と太陽光発電との連携運転		■

8. ソフトコンポーネントの成果品

本協力対象事業のソフトコンポーネント実施により得られる成果品は以下のとおりである。

- ・ ソフトコンポーネント完了報告書
- ・ ディーゼル発電設備技術資料（英文）
- ・ 技術指導内容理解度確認試験結果（英文）
- ・ ディーゼル発電設備の定期点検周期表（英文）
- ・ ディーゼル発電設備の運転管理基準値データシート（英文）
- ・ 系統連系運転の出力変動表（英文）

9. ソフトコンポーネント概算事業費（案）

同事業費（案）は以下のとおりである。

項目	事業費積算時 (千円)	備考
(1) 直接人件費	2,568	● 現地再委託等はない
(2) 直接経費	1,181	
(3) 間接費	3,287	
合計	7,036	

10. 相手国実施機関の責務

- ・ ソフトコンポーネントの実施にあたり、KUA からカウンターパートを選任する。
- ・ ソフトコンポーネントの参加者を KUA から人選する。
- ・ ソフトコンポーネントのクラスルームトレーニングの実施場所を提供する。

7. その他資料・情報

7. その他資料・情報

(1) 敷地測量図及び土質調査報告書

REPORT

Yachiyo Engineering Co.Ltd.

Project for Power Station
Improvements in the State of Kosrae,
Micronesia
Topographical Survey and Soil
Explorations

Prepared for:

Yachiyo Engineering Co.Ltd.

Prepared by:

Tonkin & Taylor International Ltd

Distribution:

Yachiyo Engineering Co.Ltd.

2 copies

Tonkin & Taylor International Ltd (FILE)

1 copy

May 2015

Job No: 751122



Table of contents

1	Introduction	1
	1.1 General	1
	1.2 Project Description	1
2	Site Description	2
3	Summary of the Topographic Survey	2
4	Summary of the Soils Investigation	3
	4.1 General	3
	4.2 Hand auger and Scala penetrometer Investigations	3
	4.3 Geotechnical Laboratory Schedule	3
5	Subsurface Conditions	4
	5.1 Geological Setting	4
	5.2 Ground and Groundwater Conditions	4
	5.2.1 General	4
	5.2.2 Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT “N” value	5
6	Geotechnical Laboratory Testing Results	8
7	Discussion and Engineering properties	9
	7.1 General	9
	7.2 Foundation Design	9
	7.3 Solid Density, Undrained Shear Strength, Cohesion and Internal Friction Angle Range	13
	7.4 Site Seismic Classification	13
	7.4.1 General	13
	7.4.2 Importance Level	13
	7.4.3 Peak Ground Acceleration	13
8	Applicability	15
Appendix A: Contract of Topographical Survey and Soils Explorations		
Appendix B: Topographical Survey and Geotechnical Investigation Location Plans		
Appendix C: Geotechnical Investigation Data		
Appendix D: Laboratory testing		

1 Introduction

1.1 General

Tonkin & Taylor International (T&TI) was engaged by Yachiyo Engineering Co., Ltd. (YEC) to undertake soil investigations and a topographic survey for a proposed new power house at the existing Tofol Power Station (defined herein as 'the site') in Kosrae, Micronesia.

The investigations and survey have been carried out in accordance with the "Contract of Topographical Survey and Soil Explorations" provided to T&TI by YEC. The soil investigations comprised 6 hand augered boreholes (two of which BH1 and BH5 were carried out through the base of trial pits), 3 trial pits and 7 Scala penetrometer tests, at locations directed by the representative of YEC. Laboratory testing of recovered soil samples from the site was also undertaken. This work scope was agreed with YEC.

The topographic survey of the site was undertaken by New Zealand based topographical surveyors, under the supervision of T&TI.

The geotechnical assessment was undertaken in accordance with our proposal dated 27 February 2015¹.

The scope of the geotechnical investigations has included:

- A review of relevant existing information held in T&TI archives.
- T&TI supervision of the Topographical Survey conducted by a NZ based surveyor.
- 6 hand augered boreholes to a maximum of 5m depth.
- 3 machine excavated trial pits to a maximum to 2.2m depth
- 7 Scala penetrometer tests to a maximum of 5m depth.
- Assessment of suitable foundation solutions for structures on the site.
- Preparation of this report outlining the geology, site subsurface conditions and presenting preliminary geotechnical information and recommendations to support the development of the site.

This report summarises the results of the soils investigations carried out at the site.

1.2 Project Description

Kosrae lies in the eastern Caroline Islands and is a single island State making up part of the Federated States of Micronesia. Kosrae consists of three islands. The main island which is triangular in shape and occupies a total land area of 112 square kilometres while two smaller islands along the eastern coast occupy an area of 0.5km² and 100m² respectively. Kosrae has a relatively elevated and steep interior which is almost entirely vegetated, surrounded by coastal mangroves and a coral reef in the low lands. The population of Kosrae is approximately 6000.

The project involves construction of a new power house building at the existing Tofol power generation plant in Tofol. Based on preliminary design drawings provided by YEC we understand the proposed power house will consist of a new building with an approximate 20m by 30m footprint. We understand that the northern two thirds of the building will comprise a two storey steel structure housing three new generation units along with electrical control rooms and offices. The southern third of the building will be single level, open air and contain the sludge treatment

¹ Tonkin and Taylor International Ltd. (27 February 2015) , Preparatory Survey on the Project for Power Sector Improvements for the State of Kosrae in the Federated States of Micronesia

area. In addition a concrete access road will also be constructed down the eastern side of the new building.

2 Site Description

The site is located on the main island road at the eastern extent of the village of Tofol, Kosrae. The site is approximately 14km from Kosrae International Airport.

The existing power station site is located on a relatively flat plateau above the main island road. It is bound by the island road to the north and east and steep slopes to the south and west. A number of existing buildings currently occupy the site including the main office building, machinery and maintenance sheds, power generation building, oil tanks and a partially completed solar energy generation area.

It is proposed that the new power house building will be located along the western boundary of the site, directly north of the existing Material Stock Yard Building. The proposed location of the new power house is currently occupied by a 40ft shipping container which has been converted into an office facility which is currently disused. A pig sty and large tree are also present to the northeast. At least three abandoned motor vehicles were located within an overgrown part of the proposed building site.

The proposed new building is to be constructed on a plateau approximately 3 to 4m above the road. The plateau is gently sloping from the south to the north before it drops off rapidly down to the road. Gully features are present to both the east and west of the proposed development area.

Within the proposed building footprint, the site topography varies by approximately 1m from the south to the north (being higher to the south). Accordingly site earthworks are likely to be required to create a level building platform. Based on discussions with YEC representatives, we understand the cut to fill will be designed to try and achieve a balance (i.e. all material cut from the higher southern end of the site will be used to fill the lower northern end of the site to create a level platform).

3 Summary of the Topographic Survey

A topographical survey of the site was undertaken by NZ based surveyors in March 2015 under the supervision of T&TI. The topographical survey details and results are summarised in the following section.

Topographical survey of the site was undertaken from the 21st to 26th March 2015.

Equipment used included:	Sokkia RTK GPS XR1 Base and Rover
	Sokkia SET4130R3-36T Reflectorless Total Station
Local Benchmark used:	N/A
Coordinate system used:	Universal Transverse Mercator (UTM WGS84)
Height Datum:	Assumed Height 100m at BM2 (14m above Lelu Sea level)

The Topographical Survey plans and report have been presented in Appendix B.

4 Summary of the Soils Investigation

4.1 General

The soil investigations were carried out in March 2015 and the scope of the work was completed in accordance with the 'Contract of Topographical Survey and Soil Explorations', presented in Appendix A. All field tests were terminated at refusal or at the target depth provided by YEC.

The following tasks were completed for the soils investigation:

- 6 No. Hand auger boreholes (BH1 to BH6) to 5.0m below existing ground level.
- 7 No. Scala penetrometer tests (SC1 and SC2) to 5.0m below ground level.
- 1 No. excavated trial pit (TP1) to 2.2m below ground level

The subsections below present a summary of the investigation work and laboratory testing results. Site investigation logs are presented in Appendix C and laboratory testing results are presented in Appendix D.

4.2 Hand auger and Scala penetrometer investigations

The soil investigation testing, including hand augered boreholes and Scala penetrometer tests, were located within and surrounding the proposed new building footprint over a period of 6 days (21 March – 26 March 2015). The hand augered boreholes extended to a depth of up to 4.8m below existing ground level. The Scala penetrometer tests were terminated at 5.0m below ground level (except SC1 which met refusal at 4.2m due to the presence of hard ground)

In-situ shear strength testing was carried out in the hand auger boreholes in cohesive materials using a calibrated pilcon shear vane and samples were collected for geotechnical laboratory testing. The subsurface soils were described in accordance with NZ Geotechnical Society guidelines and shear strengths are recorded on the borehole logs presented in Appendix C. The Scala penetrometer provides continuous soil strength data until hard ground/refusal is achieved (10 - 20 blows per 50mm penetration). The results of the Scala penetrometer tests are included in Appendix C.

Published correlations between Scala penetrometer test results and SPT 'N' values have been used to assess the soil material properties used.

4.3 Geotechnical Laboratory Schedule

The recovered samples were transported back to Auckland and geotechnical laboratory testing was carried out by Geotechnics Ltd. The laboratory tests have been completed in accordance with the relevant New Zealand standards and the laboratory is fully accredited with international Accreditation New Zealand (IANZ) registration.

The soil testing consisted of the following:

- Atterberg limits (3 No.)
- Natural moisture contents (3 No.)
- Particle size distribution (3 No.)
- Solid density (3 No.)
- pH for acidity (3 No.)

5 Subsurface Conditions

5.1 Geological Setting

Published Geological information² indicates the island of Kosrae is volcanic in origin with the basement rock consisting of either the Kosrae Main Lava series (KMLS) or the Kosrae Nepehlinite Series (KNS). The rocks of the KMLS typically comprise basalts, ankaramited and hawaiiites while the rock of the KMS group are typically highly to moderately under-saturated lavas and dikes.

Soils on the island typically fall into one of four categories; highly weathered oxisols (typical of lowland areas), inceptisols (younger, less weathered soils typical of mountainous areas) entisols (typical of low lying swampy areas) and mangrove muds (containing mucky organic peats). Due to the volcanic origin of the soils, the high rainfall on the island and high degree of weathering the soils are typically acidic in nature. In addition the soils typically contain a moderate amount of organic material³.

Based on the topography and location of the site it is likely that the site is underlain by predominately oxisol residual soils (soils formed from the weathering of parent rock) overlying volcanic rocks (basalt etc.) at varying stages of weathering. The results of the geotechnical investigations across the proposed development area confirmed the presence of volcanic soils as expected.

5.2 Ground and Groundwater Conditions

5.2.1 General

The results of the geotechnical investigations across the proposed development area indicate the subsurface conditions typically comprise topsoil overlying either coral sand (fill) and uncontrolled fill or residual soils. In the south east and north of the proposed development area, uncontrolled fill and coral sands were encountered directly below the topsoil, with either the fill overlying the coral sand (TP1) or coral sand overlying the fill (BH1 and BH5). Below these layers the natural volcanic soils were encountered.

Across the remainder of the site, natural volcanic soils were encountered directly below either the topsoil or coral sand layers. Minor fibrous organic lenses (peat) were encountered in BH3 (4.1m deep, 0.2m thick) and BH5 (2.4m deep and 0.1m thick). The organic material was found to be relatively intact, (still retaining most of its structure) dark purple in colour and moist to wet. However, approximately 5m to the west of the development area (outside the proposed building footprint) a thicker and shallower layer of organic material was encountered in BH4 (2.2m deep, at least 2m thick).

A summary of the ground conditions is presented in Table 1 below.

² Hafiz, R. U. et al 2013, *Geological Origin of the Volcanic Islands of the Caroline Group in the Federated States of Micronesia*, *Western Pacific South Pacific Studies* Vol.33, No. 2 2013

³ Merlin, M. Taulung, R. Juvik, J. 1993, *Sahk Kap Ac Kain In Can Kosrae: Plants and Environments in Kosrae*, University of Hawai'i at Mānoa

Table 1-Summary of typical ground conditions within the building footprint

Depth (Below ground level)	Geological Unit	Soil Description	Soil Undrained shear strength (Cu)
0-0.1m	Topsoil	Silty TOPSOIL with minor organics and some sand and gravels, loose, dry , non- plastic	N/A
0.1-0.5m	Coral Sand (Fill)	Medium to coarse SAND, with fine gravels white grey, medium dense, dry (BH1, BH2 and TP1)	N/A
0.3-1.2m	Uncontrolled fill	SILT to silty CLAY with sand and gravel inclusions and some refuse (tin cans, cloth, car parts), orange brown to dark brown low plasticity, moist (BH1, BH5, and TP1)	45-110kPa
0.2-4.7m	Residual soils	CLAY, Silty CLAY and SILT (some cemented), with occasional fine gravels, low to moderately plastic, orange brown mottled purple and black moist to wet	40-220kPa
2.4-2.5m (BH5) 4.1-4.3m (BH3) 2.2-4.5 (BH4)*	Organics	Fibrous PEAT and rootlets, spongy dark purple colour, non-plastic, wet	N/A

*Note: outside building footprint

Groundwater inflows into the investigation holes were typically encountered at the base of the fill or coral sand layers at the interface between the highly permeability fills / coral sands and the lower permeable volcanic soils. Groundwater levels were typically measured at between 1m and 2.5m depth at the completion of each borehole.

Scala penetrometer tests were carried out adjacent to each of the hand augered boreholes. From this in-situ testing, we can assess the soil strengths at specific depths below the site. The Scala results and inferred soil strengths are summarised in Table 2 below:

Table 2- Summary of Scala penetrometer results

Depth (Below ground level)	Average Scala Blows per 50mm	Soil Type	Inferred Consistency	Equivalent SPT "N" values
0-0.1m	N/A	Topsoil	Loose	N/A
0.1-0.5m	6-8	Coral Sand	Medium Dense	24-32
0.3-1.2m	2-4	Uncontrolled fill (cohesive)	Firm to stiff	8-16
0.2-4.7m	1-4	Residual soils (cohesive)	Firm to very stiff	4-16
2.25 – 4.5	4-7	Organics	Medium Dense	16-28

5.2.2 Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" value

Tables 3-9 below provide Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" values for SC1 to SC7 at 0.5m intervals.

Table 3- Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" value-SC1

Depth (Below ground level)	Average Scala Blows per 50mm	Inferred Strength	Equivalent SPT "N" values
0.5	5	Medium Dense	20
1.0	2.5	Stiff	10
1.5	3.5	Stiff	14
2.0	2.5	Stiff	10
2.5	3	Stiff	12
3.0	3	Stiff	12
3.5	3	Stiff	12
4.0	2.5	Stiff	10
4.5	5	Very Stiff	20

Table 4- Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" value-SC2

Depth (Below ground level)	Average Scala Blows per 50mm	Inferred Strength	Equivalent SPT "N" values
0.5	5	Medium Dense	20
1.0	2	Firm	8
1.5	1.5	Firm	6
2.0	1	Firm	4
2.5	3.5	Stiff	14
3.0	4.5	Stiff	18
3.5	4.5	Stiff	18
4.0	5	Very Stiff	20
4.5	4	Stiff	16
5.0	5	Very Stiff	20

Table 5- Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" value-SC3

Depth (Below ground level)	Average Scala Blows per 50mm	Inferred Strength	Equivalent SPT "N" values
0.5	2	Loose	8
1.0	1	Firm	4
1.5	1	Firm	4
2.0	2	Stiff	8
2.5	2	Stiff	8
3.0	1.5	Firm	6
3.5	2	Stiff	8
4.0	2.5	Stiff	10
4.5	3	Stiff	12
5.0	5	Very Stiff	20

Table 6- Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" value-SC4

Depth (Below ground level)	Average Scala Blows per 50mm	Inferred Strength	Equivalent SPT "N" values
0.5	2.5	Loose	10
1.0	2.0	Stiff	8
1.5	3	Stiff	12
2.0	2.5	Stiff	10
2.5	3.5	Stiff	14
3.0	4.5	Stiff	18
3.5	4.5	Stiff	18
4.0	6	Very Stiff	24
4.5	6.5	Very Stiff	26
5.0	7	Very Stiff	28

Table 7- Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" value-SC5

Depth (Below ground level)	Average Scala Blows per 50mm	Inferred Strength	Equivalent SPT "N" values
0.5	1.5	Loose	6
1.0	2	Stiff	8
1.5	4	Stiff	16
2.0	2.5	Stiff	10
2.5	2.5	Stiff	10
3.0	1.5	Firm	6
3.5	2	Stiff	8
4.0	1.5	Firm	6
4.5	3	Stiff	12
5.0	4.5	Stiff	18

Table 8- Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" value-SC6

Depth (Below ground level)	Average Scala Blows per 50mm	Inferred Strength	Equivalent SPT "N" values
0.5	1	Loose	4
1.0	10	Dense	40
1.5	7	Medium Dense	28
2.0	3	Stiff	12
2.5	2.5	Stiff	10
3.0	4	Stiff	16
3.5	5	Very Stiff	20
4.0	4.5	Stiff	18
4.5	5	Very Stiff	20

5.0	5	Very Stiff	20
-----	---	------------	----

Table 9- Summary of Scala Penetrometer results and equivalent SPT "N" value-SC7

Depth (Below ground level)	Average Scala Blows per 50mm	Inferred Strength	Equivalent SPT "N" values
0.5	3	Medium dense	12
1.0	1.5	Firm	6
1.5	1.5	Firm	6
2.0	2	Stiff	8
2.5	2.5	Stiff	10
3.0	2	Stiff	8
3.5	2	Stiff	8
4.0	2	Stiff	8
4.5	2.5	Stiff	10
5.0	3.5	Stiff	14

6 Geotechnical Laboratory Testing Results

A summary of the geotechnical laboratory testing results is presented in Table 10 below. A full set of the geotechnical testing data sheets is presented in Appendix D.

Table 10 – Summary of the geotechnical laboratory testing

Hand Auger No.	Sample Depth (m)	Solid Density	Grain Size Analysis	Moisture Content	pH
BH1	0.1-0.2	-	Coral SAND with minor silt and trace clay light yellowish orange brown mottled red	-	-
BH1	0.8-0.9	-	-	-	6.4
BH3	0.3-0.6	-	Silty SAND with some clay and some gravel brown mottled orange	-	6.5
BH3	1.3-1.5	-	-	35.2%	-
BH4	0.4-0.6	-	-	41%	-
BH4	1.0-1.2	2.88 t/m ³	-	-	-
BH5	0.6-0.7	2.87 t/m ³	-	-	-
BH5	1.2-1.3	-	-	38.4%	6.8
BH5	2.7-2.9	-	Silty SAND with some clay and gravel greyish brown mottled orange-red	-	-
BH5	3.9-4.1	2.86 t/m ³	-	-	-

7 Discussion and Engineering properties

7.1 General

Recommendations and opinions in this report are based upon data from 6 No. hand augered boreholes, 1 No. trial pit and 7 No. Scala penetrometer tests from the subject site.

The nature and continuity of the subsoil away from the test locations is inferred, but it must be appreciated that actual conditions could vary from the assumed model.

From the results of the soils investigation, geotechnical laboratory testing and published empirical relationships, we have assessed the engineering properties for the underlying soils at the site for the designer's consideration in the following subsections.

During construction actual ground conditions should be confirmed by a geotechnical engineer competent to judge whether the soils exposed in the foundation excavations are compatible with those described within this report.

7.2 Foundation Design

Following discussions with YEC, it is understood that shallow foundations will be constructed for the proposed power house, providing the ground conditions are suitable.

The site investigation data has indicated the presence of uncontrolled fill across the south east and north of the site. Due to the highly variable nature of its placement and properties as well as the presence of refuse (tin cans, cloth and car parts etc.) throughout we do not consider this material to be suitable for founding the new structure on. We recommend that the fill is removed prior to construction and replaced with compacted crushed gravel to an engineered standard (where required). The coral sand will also require removal to excavate the uncontrolled fill. However, the coral sand should be stockpiled for re-use on-site with the engineered fill.

As outlined in Section 5.2 above, fibrous organic peat was encountered across the western and northern areas of the site (in BH3 at 4.1m depth and BH5 at 2.2m depth). As the thickness of the organic layers encountered within these boreholes is relatively thin, it is unlikely that significant settlements will result from foundation loading. The overlying residual soils can be expected to reduce the applied bearing stress from foundations

However we do note that a significant deposit of organic material was encountered in BH4, approximately 5m west of the proposed building footprint. Constructing foundations over this deposit would likely result in moderate to relatively high settlements which could require mitigation measures such as pre-loading with vertical drains or deep / pile foundation options to be considered. It is therefore recommended that the building be constructed as far to the east as practical to mitigate this risk.

It is expected that shallow foundations bearing on the residual volcanic soils or compacted gravel fill may be utilised as a founding layer for the proposed power house depending on the actual loads. We have provided bearing capacities for these material types.

We recommend using a strength reduction factor of 0.5 ($\Phi_G=0.5$) to give an ultimate limit state (ULS) bearing capacity, in accordance with New Zealand Design Standards (ref: NZS 1170). For serviceability limit state design we recommend a strength reduction factor of 0.33 ($\Phi_G=0.3$) to give an allowable bearing capacity. Recommended bearing capacities are presented in Tables 11 - 17 below. These values have been evaluated based on empirical design charts between allowable bearing pressure, to give 25mm of settlement, and SPT 'N' values as developed by Terzaghi and Peck 1948 for a 1.5m wide footing. Note: ULS =Ultimate Limit State (ref. NZS1170)

Table 11- Bearing Capacities of volcanic soils for SC1

Depth (Below existing ground level)	Geotechnical Bearing Capacities			Foundation Type
	Allowable - (kPa or kN/m ²) (FoS=3)	ULS* - (kPa or kN/m ²)	Ultimate(kPa or kN/m ²)	
500mm	N/A-Fill	-	-	Shallow strip footings up to 1m wide
1m	N/A-Fill	-	-	
1.5m	150	225	450	
2m	100	200	300	
2.5m	120	225	450	
3m	150	225	450	Deep Foundation (i.e. Bored piles) '3 x B' Embedment into the founding layer (volcanic soils)
3.5m	150	225	450	
4m	150	225	450	
4.5m	200	300	600	
5m	200	300	600	

Table 12- Bearing Capacities of volcanic soils for SC2

Depth (Below existing ground level)	Geotechnical Bearing Capacities			Foundation Type
	Allowable - (kPa or kN/m ²) (FoS=3)	ULS* - (kPa or kN/m ²)	Ultimate(kPa or kN/m ²)	
500mm	N/A-Fill	-	-	Shallow strip footings up to 1m wide
1m	80	120	240	
1.5m	50	75	150	
2m	50	75	150	
2.5m	150	225	450	
3m	150	225	450	Deep Foundation (i.e. Bored piles) '3 x B' Embedment into the founding layer (volcanic soils)
3.5m	170	250	500	
4m	170	250	500	
4.5m	200	300	600	
5m	200	300	600	

Table 13- Bearing Capacities of volcanic soils for SC3

Depth (Below existing ground level)	Geotechnical Bearing Capacities			Foundation Type
	Allowable - (kPa or kN/m ²) (FoS=3)	ULS* - (kPa or kN/m ²)	Ultimate(kPa or kN/m ²)	
500mm	80	120	240	Shallow strip footings up to 1m wide
1m	50	75	150	

1.5m	50	75	150	Deep Foundation (i.e. Bored piles) '3 x B' Embedment into the founding layer (volcanic soils)
2m	80	120	240	
2.5m	80	120	240	
3m	80	120	240	
3.5m	80	120	240	
4m	100	150	300	
4.5m	150	225	450	
5m	200	300	600	

Table 14- Bearing Capacities of volcanic soils for SC4

Depth (Below existing ground level)	Geotechnical Bearing Capacities			Foundation Type
	Allowable - (kPa or kN/m ²) (FoS=3)	ULS* - (kPa or kN/m ²)	Ultimate(kPa or kN/m ²)	
500mm	100	150	300	Shallow strip footings up to 1m wide
1m	80	120	240	
1.5m	120	180	360	
2m	100	150	300	
2.5m	150	225	450	
3m	150	225	450	Deep Foundation (i.e. Bored piles) '3 x B' Embedment into the founding layer (volcanic soils)
3.5m	170	250	500	
4m	170	250	500	
4.5m	200	300	600	
5m	200	300	600	

Table 15- Bearing Capacities of volcanic soils for SC5

Depth (Below existing ground level)	Geotechnical Bearing Capacities			Foundation Type
	Allowable - (kPa or kN/m ²) (FoS=3)	ULS* - (kPa or kN/m ²)	Ultimate(kPa or kN/m ²)	
500mm	N/A-Fill	-	-	Shallow strip footings up to 1m wide
1m	N/A-Fill	-	-	
1.5m	160	240	480	
2m	100	150	300	
2.5m	100	150	300	
3m	150	225	450	Deep Foundation (i.e. Bored piles) '3 x B' Embedment into the founding layer (volcanic soils)
3.5m	170	250	500	
4m	170	250	500	
4.5m	200	300	600	

5m	200	300	600	
----	-----	-----	-----	--

Table 16- Bearing Capacities of volcanic soils for SC6

Depth (Below existing ground level)	Geotechnical Bearing Capacities			Foundation Type
	Allowable - (kPa or kN/m ²) (FoS=3)	ULS* - (kPa or kN/m ²)	Ultimate(kPa or kN/m ²)	
500mm	N/A-Fill	-	-	Shallow strip footings up to 1m wide
1m	N/A-Fill	-	-	
1.5m	N/A-Fill	-	-	
2m	120	180	360	
2.5m	100	150	300	Deep Foundation (i.e. Bored piles) '3 x B' Embedment into the founding layer (volcanic soils)
3m	150	225	450	
3.5m	170	250	500	
4m	170	250	500	
4.5m	200	300	600	
5m	200	300	600	

Table 17- Bearing Capacities of volcanic soils for SC7

Depth (Below existing ground level)	Geotechnical Bearing Capacities			Foundation Type
	Allowable - (kPa or kN/m ²) (FoS=3)	ULS* - (kPa or kN/m ²)	Ultimate(kPa or kN/m ²)	
500mm	120	180	360	Shallow strip footings up to 1m wide
1m	50	75	150	
1.5m	50	75	150	
2m	80	120	240	
2.5m	100	150	300	Deep Foundation (i.e. Bored piles) '3 x B' Embedment into the founding layer (volcanic soils)
3m	100	150	300	
3.5m	100	150	300	
4m	100	150	300	
4.5m	100	150	300	
5m	150	225	450	

7.3 Solid Density, Undrained Shear Strength, Cohesion and Internal Friction Angle Range

Table 18 below summarises the approximate solid densities, undrained shear strengths, cohesion and effective internal friction angles for the different sites. These have been assessed using results of the site investigations and laboratory testing.

Table 18- Summary of Solid Density, Undrained Shear Strength, Cohesion and Internal Friction Angle- Proposed Transmission House

Depth (Below existing ground level)	Soil Description	Unit Weight (KN/m ³)	Undrained Shear Strength (kPa)	Cohesion (kPa)	Effective Internal Friction Angle (deg)
0-0.1m	Topsoil	16	N/A	N/A	N/A
Compacted gravel	Gravel Fill	20	N/A	0	38°
0.2-4.7m	Residual soils	17	40-220kPa	5	30°
2.25 – 4.5	Organics	16	N/A	0	25°

7.4 Site Seismic Classification

7.4.1 General

It is appropriate to design the foundations and structure in accordance with the New Zealand Standard NZS 1170.5:2004 subject to confirmation with the local Government authorities. From the geotechnical investigations undertaken we consider that the site should be classified as a Class C- (Shallow soil site).

Alternatively the U.S. International Building Code should be applied given that Kosrae is a former U.S. Trust Territory.

7.4.2 Importance Level

In accordance with NZS 1170.0:2002⁴ we have completed this assessment on the basis that the proposed development will be an Importance Level 2 structure. If this is changed during detailed design then updates will be required to this report.

7.4.3 Peak Ground Acceleration

The probabilistic earthquake hazard assessment for Australia and the South Pacific prepared by McCue⁵ provides recommendations with respect to estimated ground accelerations. Peak ground accelerations (PGAs) expected from the design earthquakes under serviceability limit state (SLS) and ultimate limit state (ULS) conditions are presented in Table 19 below.

⁴ NZS 1170.0: 2002 *Structural design actions – Part 0: General Principles*

⁵ McCue, K. (1999). Seismic Hazard Mapping in Australia, the Southwest Pacific and Southeast Asia, *Annali Di Geofisica* 42, 1191-1198.

Table 19: Design Peak Ground Accelerations

Design Life (years)*	Serviceability Limit State (SLS)		Ultimate Limit State (ULS)	
	Return Period	Peak Ground Accelerations	Return Period	Peak Ground Accelerations
50	1 in 25 years	0.05g	1 in 500 years	0.20g

** Design Life to be confirmed by the structural engineer/architect as appropriate. If different from that assumed, or if this changes during the project life then these values and the opinions in this report may require reviewing and amending as and where necessary.*

8 Applicability

This report has been prepared for the benefit of YEC with respect to the particular brief given to us and it may not be relied upon in other contexts or for any other purpose without our prior review and agreement.

Tonkin & Taylor International Ltd

Environmental and Engineering Consultants

Report prepared by:

Reviewed for Tonkin & Taylor International Ltd by:



Chris Thurlow

Geotechnical Engineer



Andy Pomfret

Project Manager

Authorised for Tonkin & Taylor International Ltd by:



Chris Freer

Project Director

**Appendix A: Contract of Topographical Survey and Soils
Explorations**

**PREPARATORY SURVEY
ON
THE PROJECT
FOR
The Project for Power Sector Improvement for the State of Kosrae
IN
THE FEDERATED STATES OF MICRONESIA

CONTRACT
OF
TOPOGRAPHICAL SURVEY AND SOIL EXPLORATIONS**

THIS CONTRACT is entered into on this 16th day of March 2015 by and between Yachiyo Engineering Co., Ltd. (hereinafter referred to as “YEC”) and Tonkin & Taylor International, duly organized and existing under the laws of New Zealand, (hereinafter referred to as “the Contractor”).

WHEREAS, YEC requested the Contractor to perform the Topographical Survey and Soil Explorations work which is outlined in Annex (hereinafter referred to as “the Work”).

WHEREAS, the Contractor has accepted to perform the Work in accordance with the specifications and conditions set forth in this Contract and Annex hereto.

THEREFORE, based on and in consideration of the foregoing premises and of the terms and conditions hereinafter provided, both parties hereto agree as follows:

Clause 1 : WORK

The Contractor shall implement the Work as hereinafter defined under the terms and conditions of this Contract.

Clause 2 : YEC's REPRESENTATIVE

YEC shall assign a representative (hereinafter referred to as “the Representative”) at the site. The Representative shall have the right to supervise, inspect and give approval for the Work.

Clause 3 : SPECIFICATIONS

The Work shall be performed in accordance with specifications in Annex.



Clause 4 : SITE LOCATION

Location of site is shown in Annex.

Clause 5 : WORK ITEMS

The Work shall cover the followings;

1) Topographical Survey

- (a) Preparation for topographical survey
- (b) Survey work at the site and data collections
- (c) Making drawing(s)
- (d) Reporting
- (e) Attending the site meeting with State of Kosrae Government for confirmation of boundary line of project site.

2) Soil Exploration

- (a) Preparation for field test
- (b) Dynamic cone penetration test and Soil sampling
- (c) Soil laboratory test
- (d) Reporting

Clause 6 : PREPARATION FOR THE WORK

The Contractor shall prepare all the necessary highly-skilled personnel and all of the required materials, facilities and equipment for the performance of the Work at the site and laboratory. The Representative shall have the right to check and review such materials, facilities and equipment at any time during the execution of the Work.

Clause 7 : REPORTING

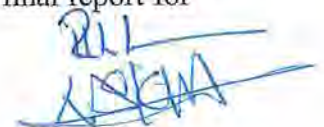
The Contractor shall submit a written daily report of the Work in English to YEC.

Clause 8 : INSPECTIONS OF RESULTS

The Contractor shall request YEC for an inspection of results immediately at the completion of each item of the Work. If such results are not accepted by YEC, the Contractor shall redeem those works as soon as possible to the satisfaction of YEC, the Contractor shall once more submit the results to YEC for inspection.

Clause 9 : TIME FOR COMMENCEMENT AND COMPLETION

The Contractor shall commence the Work at the site on **23rd day of March 2015** and submit a DRAFT copy of the report (without the result of laboratory testing) by **27th day of March 2015**. The Contractor shall complete all the Work including both Topographical Survey and Soil Exploration by **27th day of March 2015**. The Contractor shall submit the final report for



approval by YEC. If such the final report is not accepted by YEC, the Contractor shall redeem the final report as soon as possible to the satisfaction of YEC. The Contractor shall complete to submit the final report to YEC by posting after confirming acceptance of YEC by 30th day of April 2015.

Clause 10 : CONTRACT AMOUNT

The Contract amount shall be 39,950 US. Dollars.

Clause 11 : METHOD OF PAYMENT

(a) Advance payment

YEC shall pay an advance payment of thirty (30) percent of the Contract amount to the Contractor upon signing of the Contract.

(b) Final payment

Payment of the remaining balance of the Contract amount shall be effected to the Contractor immediately after the Work has been finished and approved by YEC.

Clause 12 : PENALTY

A penalty of one/one hundred (1/100) of the Contract amount shall be imposed upon the Contractor per day by YEC, with maximum of ten (10) percent of the total Contract amount for a delay in the performance of the Work for which the Contractor is responsible to complete within the period as set forth in Clause 9.

The penalty amount shall be deducted from the final payment amount to be made to the Contractor.

Clause 13 : FORCE MAJEURE

The Contractor shall not be responsible for any delay caused by Force Majeure such as change in laws and regulations of The Federated States of Micronesia, strikes and sabotage, natural disasters, declared or undeclared war, blockades, revolutions, and natural calamities and severe weather conditions (e.g. cyclone) beyond the control of the Contractor. If it appears that such Force Majeure continues to the end of the Contract period mentioned in Clause 9, YEC shall have the right to terminate this Contract at any time.

Clause 14 : LIABILITY

YEC shall be exempted from or kept harmless against any damage, loss and/or accident incurred by or arising from a third party in connection with any activity of the Contractor during the period of the Work.



Clause 15 : TERMINATION OF CONTRACT

YEC has the right to terminate the Contract by giving a written prior notice to the Contractor, in case of any of the following cases;

- (a) Due to causes attributable to the Contractor, if YEC judges that completion of the Work cannot be expected within the time set forth in Clause 9, and in accordance with the detailed time schedule submitted by the Contractor and approved by YEC.
- (b) If the Work is not fully performed by the Contractor in accordance with the Contract and specifications without (at YEC's discretion) justified reasons.
- (c) If the Contractor does not commence the Work or if the Contractor suspends the Work for a certain period without (at YEC's discretion) justified reasons after the effective date of this Contract.
- (d) If the Contractor violates any provision of this Contract and does not rectify it within ten (10) days after the Contractor has received notice of breach of contract from YEC.

Clause 16 : ASSIGNMENT AND/OR SUBCONTRACT

Without prior written consent of YEC, the Contractor shall not assign any or this entire Contract to a third party.

Clause 17 : EFFECTIVE DATE OF THIS CONTRACT

This Contract shall become effective on the date first above written.

Clause 18 : CHANGES IN WORKING PROGRAM

YEC has the right to change the contents of the Work, if modifications are necessary. In case of such change, the time for completion and the Contract amount may be modified by mutual agreement in writing of both parties hereto. However, if extension of Contract period or increase in contract amount is required due to reasons attributable to the improper execution of the Work by the Contractor, such request from the Contractor shall not be approved by YEC. Should the YEC order additional works, an additional fee shall be paid to the Contractor, however, the Contractor shall not refuse to carry out the additional works without satisfactory reasons.

Clause 19 : DOUBTS OR UNSPECIFIED ITEMS

Any doubts in connection with this Contract or anything not specified in this Contract shall be determined amicably by mutual agreement between both parties.

Clause 20 : MAINTENANCE OF SECRECY

Without obtaining YEC's prior written approval, the Contractor shall not disclose, not only during the effective period of this Contract but also after the termination or completion of the



Contract, any information and/or data etc., which has been made known to the Contractor in executing the Work.

Clause 21 : EVALUATION OF ADDITIONAL AND OMITTED WORK

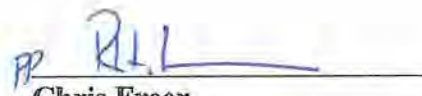
All work added or omitted under the instructions of YEC shall be evaluated at rates and prices set out in this Contract. If no applicable rates or prices are set out in this Contract, then suitable rates or prices shall be agreed upon between YEC and the Contractor. In the event of disagreement, YEC shall determine such rates or prices as shall, in his opinion, be reasonable and proper.

IN WITNESS WHEREOF; the parties hereto have executed this Contract by there duly authorized representatives as of the date first above written.

For and On Behalf of
The YEC

For and On Behalf of
The Contractor

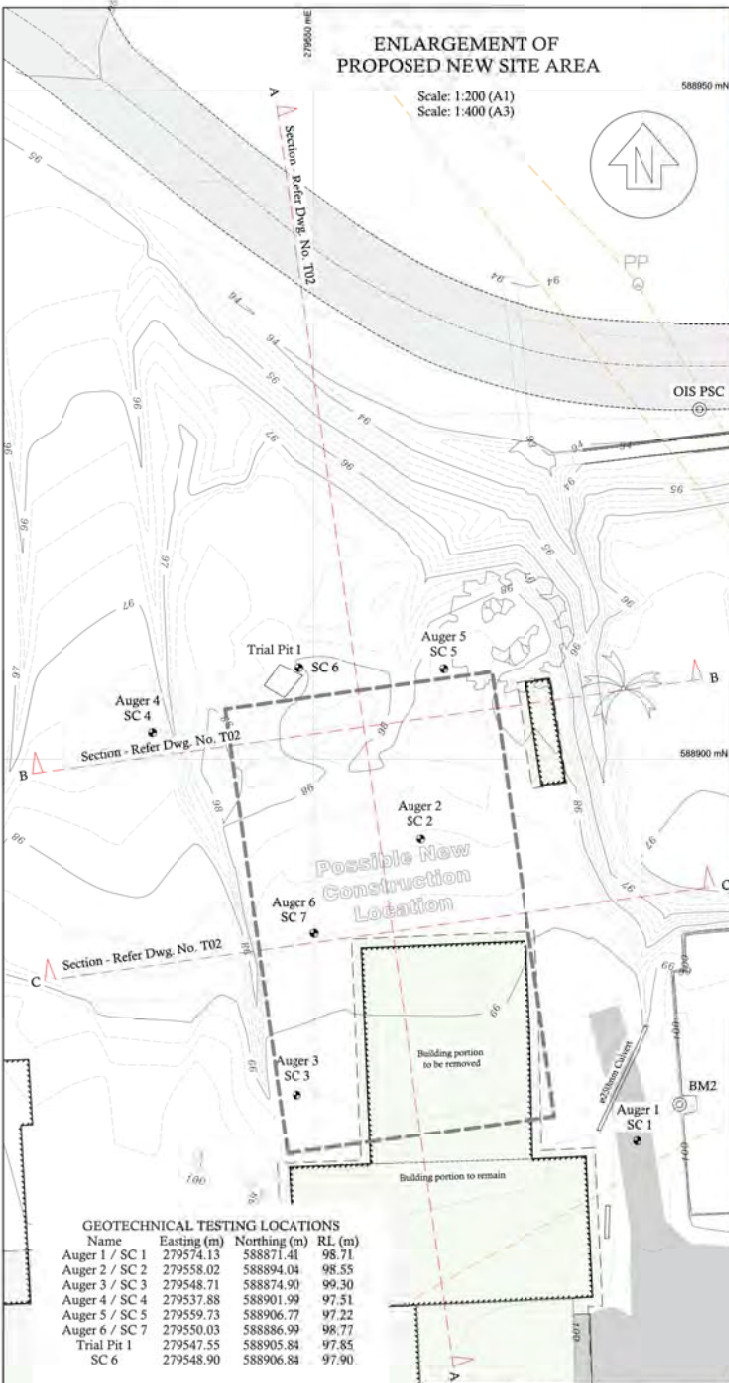

Mitsuhsa Nishikawa
Chief Consultant
Yachiyo Engineering Co., Ltd.
(JICA Study Team)


Chris Freer
Project Director
Tonkin & Taylor International

**Appendix B: Topographical Survey and Geotechnical
Investigation Location Plans**

ENLARGEMENT OF PROPOSED NEW SITE AREA

Scale: 1:200 (A1)
Scale: 1:400 (A3)



GEOTECHNICAL TESTING LOCATIONS

Name	Easting (m)	Northing (m)	RL (m)
Auger 1 / SC 1	279574.13	588871.41	98.71
Auger 2 / SC 2	279558.02	588894.04	98.55
Auger 3 / SC 3	279548.71	588874.90	99.30
Auger 4 / SC 4	279537.88	588901.99	97.51
Auger 5 / SC 5	279559.73	588906.77	97.22
Auger 6 / SC 6	279550.03	588886.99	98.77
Trial Pit 1	279547.55	588905.84	97.85
SC 6	279548.90	588906.84	97.90

PHILIPPINES

588850 mN

INDONESIA

Indonesia

588900 mN

LEGEND

- Building (Walls)
- Concrete Floor or Pad
- Building Roof
- Fence
- Gate
- Road Centerline
- Edge of Seal
- Lamp Post
- Telecommunications Pole
- Power Pole
- Overhead Telecommunications Cables
- Overhead Electrical Cables
- Coconut Palm
- Other Surveyed Tree
- Survey Mark
- Geotech Test Site
- Major Contour (1m spacing)
- Minor Contour (0.25m spacing)
- Sealed Road Surface
- Site Vehicle Access (Track/Gravel/Seal)

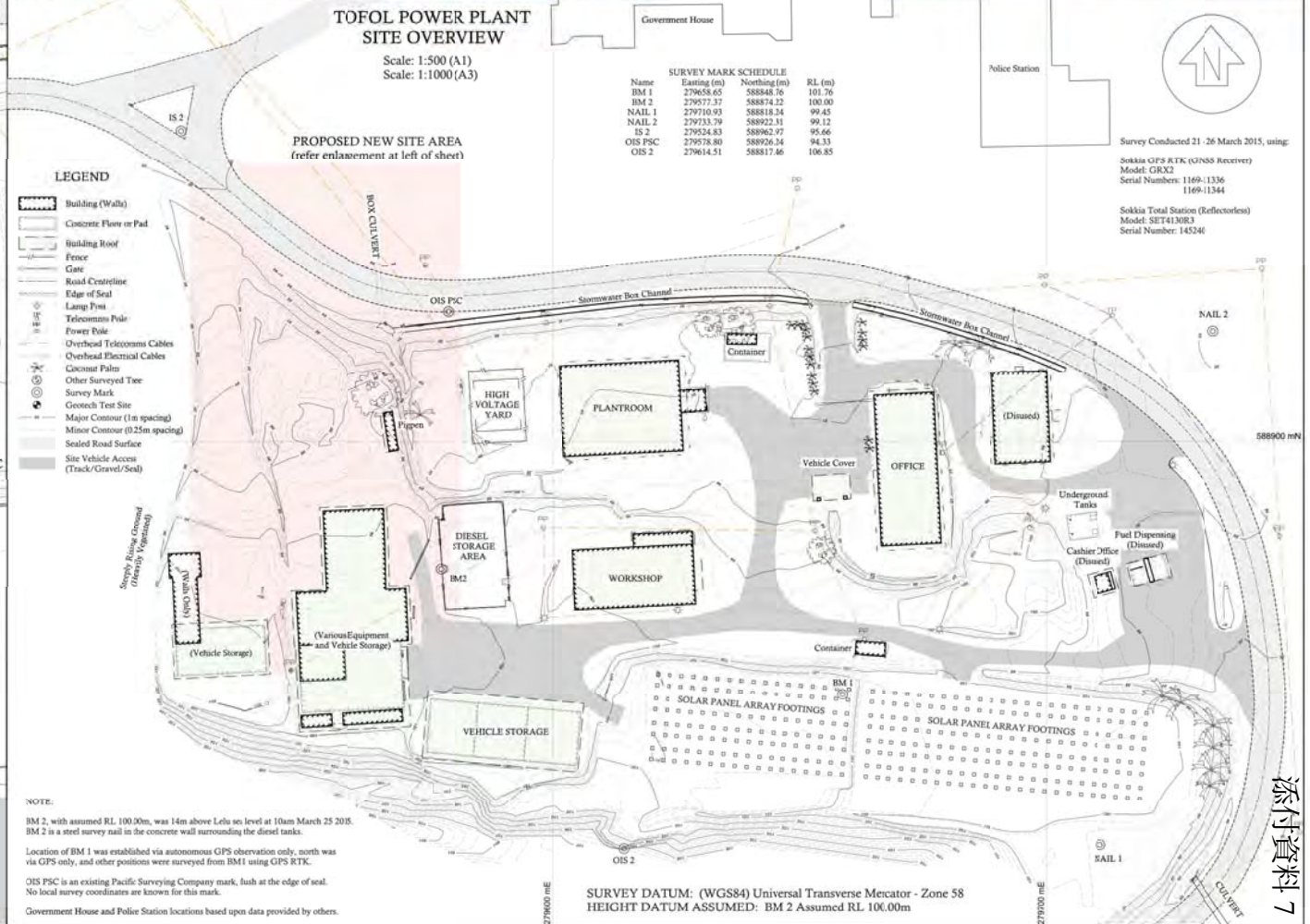
NOTE:

BM 2, with assumed RL 100.00m, was 14m above Lelu sea level at 10am March 25 2015.
BM 2 is a steel survey nail in the concrete wall surrounding the diesel tanks.
Location of BM 1 was established via autonomous GPS observation only, north was via GPS only, and other positions were surveyed from BM1 using GPS RTK.
OIS PSC is an existing Pacific Surveying Company mark, flush at the edge of seal.
No local survey coordinates are known for this mark.
Government House and Police Station locations based upon data provided by others.

TOFOL POWER PLANT SITE OVERVIEW

Scale: 1:500 (A1)
Scale: 1:1000 (A3)

PROPOSED NEW SITE AREA
(refer enlargement at left of sheet)



SURVEY MARK SCHEDULE

Name	Easting (m)	Northing (m)	RL (m)
BM 1	279658.65	588848.16	101.76
BM 2	279577.37	588874.22	100.00
NAIL 1	279710.93	588818.24	99.45
NAIL 2	279733.79	588922.11	99.12
IS 2	279524.83	588962.97	95.66
OIS PSC	279578.80	588926.24	94.33
OIS 2	279614.51	588817.46	106.85

Survey Conducted 21 - 26 March 2015, using:

Sokkia GPS RTK (GNSS Receiver)
Model: GRX2
Serial Numbers: 1169-1136
1169-1134

Sokkia Total Station (Reflectorless)
Model: SET4130R3
Serial Number: 145246

KOSRAE
Scale 1: 100 000 (A1)
Scale 1: 200 000 (A3)



LOCATION GUIDE
(not to scale)

SURVEY DATUM: (WGS84) Universal Transverse Mercator - Zone 58
HEIGHT DATUM ASSUMED: BM 2 Assumed RL 100.00m

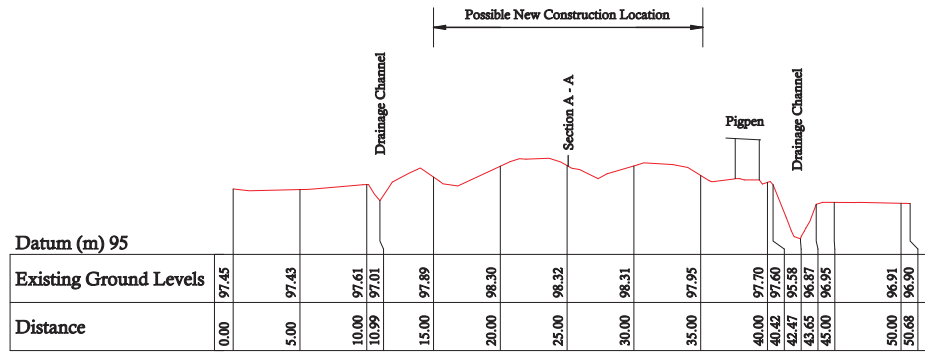
Revision	Description	Approved	Date
DRAFT2	For Information		04-05-15
DRAFT1	For Information		30-01-15



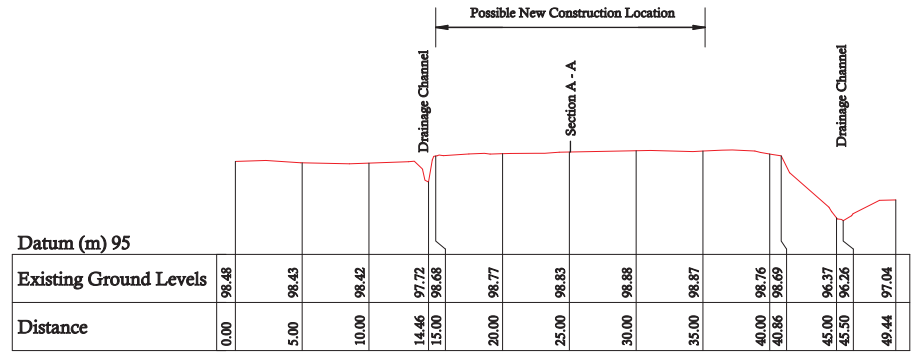
A-7-26

Drawn	ES	As Shown	Title Topographical Survey Plan Kosrae Utilities Authority Site Tofol, Kosrae Federated States of Micronesia	Dwg. No. T01
Designed				
Surveyed	ES			
Project:	Kosrae Topo			
				Job No. 15009
				Revision DRAFT2

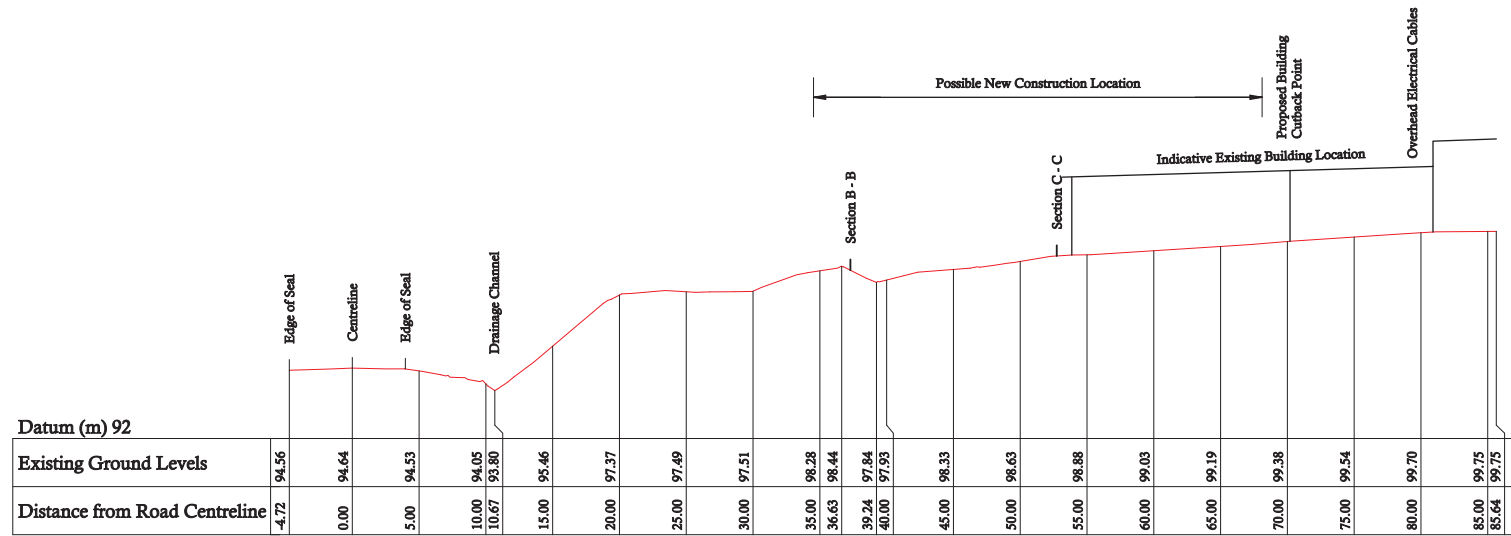
REFER Dwg. No. T01 for Section Locations



Section B - B



Section C - C



Section A - A

HEIGHT DATUM ASSUMED: BM 2 Assumed RL 100.00m

Client		04-05-18	
DRAFT	For Information	Approved	Date
Revision	Description	Approved	Date



A-7-27

Drawn	ES	Scale	H - 1:200 (A1) V - 1:100 (A1)
Designed			
Surveyed	ES	Scale	H - 1:400 (A3) V - 1:200 (A3)
Project:	Korae Topo		

Title
Sections A-A, B-B, and C-C
Tofol Power Plant site,
Tofol, Kosrae
Federated States of Micronesia

Dwg. No.	T02
Job No.	15009
Revision	DRAFT

添付資料 7

A-7-27

Appendix C: Geotechnical Investigation Data

- **Hand auger borehole Logs**
- **Scala Penetrometer results**



TONKIN & TAYLOR LTD

BOREHOLE LOG

BOREHOLE No: BH1
Hole Location: Refer to site plan.
SHEET 1 OF 1

PROJECT: Kosrae Power Plant		LOCATION: Tofol Kosrae		JOB No: 751122																			
CO-ORDINATES: 588871 mN 279574.13 mE		DRILL TYPE: 50mm Hand Auger		HOLE STARTED: 21/3/15																			
R.L.: 99.62 m		DRILL METHOD: HAND AUGER		HOLE FINISHED: 21/3/15																			
DATUM: UTM WGS84		DRILL FLUID: N/A		DRILLED BY: CJT																			
GEOLOGICAL		ENGINEERING DESCRIPTION																					
GEOLOGICAL UNIT, GENERIC NAME, ORIGIN, MINERAL COMPOSITION.	FLUID LOSS	WATER	CORE RECOVERY (%)	METHOD	CASING	TESTS	SAMPLES	R.L. (m)	DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CLASSIFICATION SYMBOL	MOISTURE / WEATHERING CONDITION	STRENGTH/DENSITY CLASSIFICATION	SHEAR STRENGTH (kPa)			COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)			DEFECT SPACING (mm)	SOIL DESCRIPTION Soil type, minor components, plasticity or particle size, colour. ROCK DESCRIPTION Substance: Rock type, particle size, colour, minor components. Defects: Type, inclination, thickness, roughness, filling.		
														10	20	30	50	100	200			50	100
TOPSOIL							Bag	99.5			D	MD									TOPSOIL, organic silt inclusions; dark brown. Non-plastic.		
CORAL SAND												F									Medium to coarse SAND, with regular fine to coarse gravel (coral) inclusions; light brown and white colour. Dry, non-plastic.		
FILL					Digger Excavated	• 48/5kPa		99.0			M										SILT, with medium to coarse gravels; orange brown. Non-plastic, weakly cemented.		
RESIDUAL SOIL					Hand Auger	• 193/43kPa	Bag				VSt										Silty CLAY, with some medium gravel inclusions and refuse (tin can); blue grey colour. Moist, low plasticity.		
						• 96/32kPa			98.5			St										CLAY, some silt, with occasional sand inclusions; orangey brown. Moist, plastic.	
						• 72/24kPa			98.0			M/W										CLAY, with occasional fine gravel and weakly cemented silt (purple brown); dark orange brown. Becoming wet (sticky).	
						• 72/16kPa				97.5		VSt											Silty CLAY, some minor sand inclusions; bright orange. Wet, plastic.
						• 129/16kPa				97.0		W											Sandy SILT; purple black. Damp, weakly cemented.
						• 125/29kPa				96.5			St										SILT, with some sand; green brown mottled purple black. Saturated, low plasticity.
						• 120/16kPa				96.0			VSt										SILT; grey blue stained orange red. Damp, weakly cemented.
						• 96/24kPa				95.5			S	H									Clayey SILT, minor sand; orange brown mottled purple/red. Saturated, plastic.
						• 145/24kPa				95.0													Silty CLAY, some sand; bright orange. Saturated, moderate plasticity.
						• >225kPa				95.0													END OF BOREHOLE AT 4.1m. Unable to auger.
				• UTP				4.5															
								5.0															

T:\T\DATA\TEMPLATE.GDT.jib



BOREHOLE LOG

BOREHOLE No: BH2
Hole Location: Refer to site plan.
SHEET 1 OF 1

PROJECT: Kosrae Power Plant										LOCATION: Tofol Kosrae										JOB No: 751122																								
CO-ORDINATES: 588894.04 mN 279558.02 mE										DRILL TYPE: 50mm Hand Auger										HOLE STARTED: 21/3/15																								
R.L.: 98.54 m										DRILL METHOD: HAND AUGER										HOLE FINISHED: 21/3/15																								
DATUM: UTM WGS84										DRILL FLUID: N/A										LOGGED BY: CJT CHECKED:																								
GEOLOGICAL										ENGINEERING DESCRIPTION																																		
GEOLOGICAL UNIT, GENERIC NAME, ORIGIN, MINERAL COMPOSITION.										FLUID LOSS	WATER	CORE RECOVERY (%)	METHOD	CASING	TESTS			SAMPLES		R.L. (m)	DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CLASSIFICATION SYMBOL	MOISTURE WEATHERING CONDITION	STRENGTH/DENSITY CLASSIFICATION	SHEAR STRENGTH (kPa)			COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)			DEFECT SPACING (mm)			SOIL DESCRIPTION Soil type, minor components, plasticity or particle size, colour, ROCK DESCRIPTION Substance: Rock type, particle size, colour, minor components. Defects: Type, inclination, thickness, roughness, filling.									
TOPSOIL																		98.5		x	D	MD							Organic SILT; dark brown. Dry, non-plastic.															
FILL																		98.5		o									Medium to coarse GRAVEL; dark grey. Moderately strong, angular.															
CORAL SAND																		98.5		x									Medium to coarse SAND, with gravel (coral); white/light grey. Non-plastic, moderately strong.															
RESIDUAL SOIL										On completion					201/40kPa			98.0		x	M	L							SILT, some fine to medium, weakly cemented gravel inclusions; dark brown green. Moist, non-plastic.															
Hand Auger										Hand Auger					UTP			97.5		x	W								- becoming wet.															
															UTP			97.0		x									- orange yellow staining.															
															UTP			96.5		x			H						SILT, some sand; grey blue. Saturated, non-plastic.															
															UTP			96.0		x									Clayey SILT, some weakly cemented and some sand; orange brown. Moist, low plasticity.															
															UTP			95.5		x									- minor blue grey staining.															
															UTP			95.5		x									- purple black, cemented silt inclusions.															
															UTP			95.5		x									- medium weathered gravel inclusions; black with yellow red staining. Strong, angular.															
															UTP			95.5		x									- fine gravel inclusions becoming more regular.															
																		95.0		x									END OF BOREHOLE AT 3.2m.															
																		94.5		x									Unable to auger.															
																		94.0		x																								
																		94.0		x																								
																		5.0		x																								

T-T_DATA_TEMPLATE.GDT.ilb



TONKIN & TAYLOR LTD

BOREHOLE LOG

BOREHOLE No: BH3
Hole Location: Refer to site plan.
SHEET 1 OF 1

PROJECT: Kosrae Power Plant		LOCATION: Tofol Kosrae		JOB No: 751122													
CO-ORDINATES: 588874.9 mN 279548.71 mE		DRILL TYPE: 50mm Hand Auger		HOLE STARTED: 23/3/15													
R.L.: 99.30 m		DRILL METHOD: HAND AUGER		HOLE FINISHED: 23/3/15													
DATUM: UTM WGS84		DRILL FLUID: N/A		LOGGED BY: CJT CHECKED:													
GEOLOGICAL		ENGINEERING DESCRIPTION															
GEOLOGICAL UNIT, GENERIC NAME, ORIGIN, MINERAL COMPOSITION:	FLUID LOSS	WATER	CORE RECOVERY (%)	METHOD	CASING	TESTS	SAMPLES	R.L. (m)	DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CLASSIFICATION SYMBOL	MOISTURE / WEATHERING CONDITION	STRENGTH/DENSITY CLASSIFICATION	SHEAR STRENGTH (kPa)	COMPRESSION STRENGTH (MPa)	DEFECT SPACING (mm)	SOIL DESCRIPTION
																	Soil type, minor components, plasticity or particle size, colour.
ROCK DESCRIPTION																	
Substance: Rock type, particle size, colour, minor components.																	
Defects: Type, inclination, thickness, roughness, filling.																	
TOPSOIL												D/M	H				TOPSOIL, silt, with gravels, with organic inclusions; dark brown. Non-plastic.
RESIDUAL SOIL								99.0									Silty CLAY; orangey brown. Dry to moist, plastic.
						>225kPa		98.5									- occasional sand inclusions.
						106/17kPa		98.0									- some fine to medium gravel inclusions.
						61/29kPa		97.5									SILT, some clay, with fine to coarse sand inclusions; grey green mottled orange colour. Wet, moderate plasticity.
						193/14kPa		97.0									- occasional red/purple, highly weathered, fine to medium gravel inclusions.
						154/13kPa		96.5									SILT, some minor clay, with regular gravel inclusions; green. Wet, low plasticity; gravel highly weathered, purple grey, weak rock.
						96/8kPa		96.0									SILT, some cemented with fine to coarse sand inclusions; grey green. Wet, low plasticity.
						40/24kPa		95.5									- becomes brown orange colour.
						124/21kPa		95.0									- grey blue.
						48/32kPa		94.5									Fibrous PEAT; purple black. Firm, saturated, non-plastic.
						108/32kPa		94.0									Clayey SILT; grey purple. Wet, plastic.
						48/32kPa		93.5									END OF BOREHOLE AT 4.5m.
						145/32kPa		93.0									
						64/32kPa		92.5									
					80/35kPa		92.0										
					193/40kPa		91.5										

T-T DATATEMPLATE.GDT fib



TONKIN & TAYLOR LTD

BOREHOLE LOG

BOREHOLE No: BH4
Hole Location: Refer to site plan.
SHEET 1 OF 1

PROJECT: Kosrae Power Plant		LOCATION: Tofol Kosrae		JOB No: 751122														
CO-ORDINATES: 588901.99 mN 279537.88 mE		DRILL TYPE: 50mm Hand Auger		HOLE STARTED: 23/3/15														
R.L.: 97.51 m		DRILL METHOD: HAND AUGER		HOLE FINISHED: 23/3/15														
DATUM: UTM WGS84		DRILL FLUID: N/A		DRILLED BY: CJT														
				LOGGED BY: CJT														
				CHECKED:														
GEOLOGICAL		ENGINEERING DESCRIPTION																
GEOLOGICAL UNIT, GENERIC NAME, ORIGIN, MINERAL COMPOSITION.	FLUID LOSS	WATER	CORE RECOVERY (%)	METHOD	CASING	TESTS	SAMPLES	R.L. (m)	DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CLASSIFICATION SYMBOL	MOISTURE / WEATHERING CONDITION	STRENGTH/DENSITY CLASSIFICATION	SHEAR STRENGTH (kPa)	COMPRESSION STRENGTH (MPa)	DEFECT SPACING (mm)	SOIL DESCRIPTION	
																	Substance: Rock type, particle size, colour, minor components.	
TOPSOIL AND HARDFILL																		
RESIDUAL SOIL																		
																		Organic SILT, with regular to fine coarse gravel inclusions (hardfill); dark brown. Moist, non-plastic.
						>225kPa	Bag	97.3				M						
						141/29kPa		97.0	0.5			D	H					Silty CLAY; orange brown. Dry, non-plastic.
						116/19kPa		96.5	1.0			VSt						Clayey SILT, with some minor sand; dark green. Dry, low plasticity.
						112/16kPa	Bag	96.0	1.5			M						- highly weathered, fine gravel inclusions; purple orange.
						85/19kPa		95.5	2.0									- occasional weakly cemented silt inclusions.
						61/29kPa		95.0	2.5									Silty CLAY, with some cemented silt inclusions; brown green. Moist, moderate plasticity.
						64/17kPa		94.5	3.0									SILT, with some sand and minor clay; dark green. Moist, moderate plasticity.
						>225kPa	Bag	94.0	3.5									SAND lense with fine gravel inclusions; dark green. Non-plastic.
						>225kPa		93.5	4.0									SILT, with some sand and regular firm, highly weathered gravel inclusions; grey green/purple green. Wet, low plasticity.
						64/28kPa		93.0	4.5									Fibrous PEAT; dark purple black. Wet, non-plastic, spongy.
						80/16kPa		92.5	5.0									
						146/32kPa		92.0	5.5									SILT, some clay, sand and fine gravel; grey purple blue. Wet, plastic.
						64/45kPa		91.5	6.0									Fibrous PEAT; dark purple black. Wet, non-plastic, spongy.
						72/32kPa		91.0	6.5									
						72/24kPa		90.5	7.0									END OF BOREHOLE AT 4.5m.

T-T DATATEMPLATE.GDT.jfb



TONKIN & TAYLOR LTD

BOREHOLE LOG

BOREHOLE No: BH5
Hole Location: Refer to site plan.
SHEET 1 OF 1

PROJECT: Kosrae Power Plant		LOCATION: Tofol Kosrae		JOB No: 751122													
CO-ORDINATES: 588906.51 mN 279560.65 mE		DRILL TYPE: 50mm Hand Auger		HOLE STARTED: 24/3/15													
R.L.: 98.40 m		DRILL METHOD: HAND AUGER		HOLE FINISHED: 24/3/15													
DATUM: UTM WGS84		DRILL FLUID: N/A		LOGGED BY: CJT CHECKED:													
GEOLOGICAL		ENGINEERING DESCRIPTION															
GEOLOGICAL UNIT, GENERIC NAME, ORIGIN, MINERAL COMPOSITION.	FLUID LOSS	WATER	CORE RECOVERY (%)	METHOD	CASING	TESTS	SAMPLES	R.L. (m)	DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CLASSIFICATION SYMBOL	MOISTURE / WEATHERING CONDITION	STRENGTH/DENSITY CLASSIFICATION	SHEAR STRENGTH (kPa)	COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)	DEFECT SPACING (mm)	SOIL DESCRIPTION Soil type, minor components, plasticity or particle size, colour. ROCK DESCRIPTION Substance: Rock type, particle size, colour, minor components. Defects: Type, inclination, thickness, roughness, filling.
TOPSOIL											M						Organic SILT, with gravels. Moist, non-plastic.
FILL				Digger Excavated		80/16kPa		98.0	0.5		St						Clayey SILT, some cemented with highly weathered gravels, some refuse present (cloth); orangey brown. Moist, low plasticity.
						104/24kPa	Bag				VSt						
						129/16kPa		97.5	1.0								Coarse coral SAND, with silt, white/light grey. Moist, non-plastic.
RESIDUAL SOIL						104/16kPa	Bag										Silty CLAY, with some minor coarse sand to fine gravel inclusions; orange brown. Moist, moderate plasticity.
						90/24kPa		97.0	1.5		St						
						80/19kPa		96.5	2.0		VSt						- highly weathered, fine gravel inclusions becoming more regular; grey with purple-orange staining.
						109/27kPa		96.0	2.5		M/W	H					- minor organic inclusions. - becoming wet.
						UTP					W						Clayey SILT, some weakly cemented, with regular, highly weathered coarse sand to medium gravels; brown mottled grey-green and orange. Wet, moderate plasticity.
						206/61kPa	Bag	95.5	3.0		VSt						SILT, some clay; brown mottled yellow white and red. Wet, moderate plasticity.
						188/16kPa		95.0	3.5		H						- grading to grey blue/green.
						169/48kPa											
						>225kPa											Cemented SILT, with some some completely weathered gravel inclusions; grey blue mottled orange and white. Moist, non-plastic.
RESIDUAL SOIL/COMPLETELY WEATHERED ROCK						>225kPa	Bag	94.5	4.0								- highly weathered gravel inclusions becoming regular.
						UTP											END OF BOREHOLE AT 4.3m.
								94.0	4.5								
								93.5	5								

T:\T_DATA\TEMPLATE.GDT.ib

Log Scale 1:25



TONKIN & TAYLOR LTD

BOREHOLE LOG

添付資料 7

BOREHOLE No: BH6
Hole Location: Refer to site plan.
SHEET 1 OF 1

PROJECT: Kosrae Power Plant		LOCATION: Tofol Kosrae		JOB No: 751122																					
CO-ORDINATES: 588886.99 mN 279550.03 mE		DRILL TYPE: 50mm Hand Auger		HOLE STARTED: 26/3/15																					
R.L.: 98.70 m		DRILL METHOD: HAND AUGER		HOLE FINISHED: 26/3/15																					
DATUM: UTM WGS84		DRILL FLUID: N/A		DRILLED BY: CJT																					
				LOGGED BY: CJT																					
				CHECKED:																					
GEOLOGICAL		ENGINEERING DESCRIPTION																							
GEOLOGICAL UNIT, GENERIC NAME, ORIGIN, MINERAL COMPOSITION.	FLUID LOSS	WATER	CORE RECOVERY (%)	METHOD	CASING	TESTS	SAMPLES	R.L. (m)	DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CLASSIFICATION SYMBOL	MOISTURE / WEATHERING CONDITION	STRENGTH/DENSITY CLASSIFICATION	SHEAR STRENGTH (kPa)			COMPRESSIVE STRENGTH (MPa)			DEFECT SPACING (mm)	SOIL DESCRIPTION Soil type, minor components, plasticity or particle size, colour. ROCK DESCRIPTION Substance: Rock type, particle size, colour, minor components. Defects: Type, inclination, thickness, roughness, filling.				
														0	50	100	0	50	100			50	100	2000	
TOPSOIL											M										Organic SILT, with regular fine to coarse gravels. Moist, non-plastic.				
RESIDUAL SOIL	On completion	Hand Auger				>225kPa		98.5			D/M	H									SILT, some clay, occasional highly weathered (red/purple colour), fine to medium gravels; yellow brown colour. Dry to moist, moderate plasticity.				
						117/21kPa		98.0			M	VSt										Clayey SILT, some weakly cemented with occasional fine to medium gravel; greenish brown colour. Moist, low plasticity.			
						64/16kPa		97.5				W	St										- becoming wet.		
						>225kPa		97.0					H												
						152/16kPa		96.5					M	VSt										SILT, some cemented, with regular highly weathered gravel inclusions and some minor sand; dark yellow brown colour, mottled orange red. Moist, low plasticity.	
						UTP		96.0						St											- gravels becoming less regular.
						80/40kPa		95.5						W/S											Silty CLAY, some sand and occasional gravel; orange brown colour. Wet to saturated, moderate plasticity.
						88/39kPa		95.0																	
						80/40kPa		94.5						D	St										SILT; bright orange colour. Dry, non-plastic.
						72/16kPa		94.0						W											Silty CLAY, some sand and occasional gravel; orange brown colour. Wet, moderate plasticity.
			128/38kPa		93.5																				
			64/19kPa		93.0																				
			88/48kPa		92.5																				
			104/40kPa		92.0																				
			64/24kPa		91.5																				
					91.0																	END OF BOREHOLE AT 4.6m.			

T:\T DATA\TEMPLATE\GDT.jib



EXCAVATION LOG

EXCAVATION No: TP1
Hole Location: Refer to site plan.

SHEET 1 OF 1

PROJECT: Kosrae Power Plant		LOCATION: Tofol Kosrae		JOB No: 751122	
CO-ORDINATES: 588905.84 mN 279547.55 mE		EXPOSURE TYPE: DIGGER BUCKET		EXCAV. STARTED: 25/3/15	
R.L. 97.85 m		EQUIPMENT: Excavator		EXCAV FINISHED: 25/3/15	
DATUM UTM WGS84		OPERATOR: Local Contractor		LOGGED BY: CJT	
		DIMENSIONS:		CHECKED BY:	

EXCAVATION TESTS			ENGINEERING DESCRIPTION				GEOLOGICAL							
PENETRATION 1 2 3	SUPPORT WATER	SAMPLES, TESTS	R.L. (m)	DEPTH (m)	GRAPHIC LOG	CLASSIFICATION SYMBOL	SOIL NAME, PLASTICITY OR PARTICLE SIZE CHARACTERISTICS, COLOUR, SECONDARY AND MINOR COMPONENTS	MOISTURE CONDITION / WEATHERING	STRENGTH / DENSITY CLASSIFICATION	ESTIMATED SHEAR STRENGTH (kPa)			ORIGIN TYPE, MINERAL COMPOSITION, DEFECTS, STRUCTURE	UNIT
										10	25	100		
							Organic SILT, with regular fine to coarse gravels. Moist, non-plastic.	M	L				TOPSOIL	
				97.5	0.5		SILT, with some clay, sand and fine to coarse gravel; dark brown colour. Moist, low plasticity. Occasional rubbish/refuse including: cans, car bodies, organics.		MD				FILL	
				97.0	1.0									
				96.5	1.5		Medium to coarse SAND to medium GRAVEL (coral); light brown. Medium dense, dry, non-plastic. Medium to coarse GRAVELS, with some silt and sand infilling; dark blue colour. Non-plastic. Gravels moderately to slightly weathered, weak to moderately strong.						CORAL SAND (FILL) GRAVEL FILL	
		•>225kPa		96.0	2.0		Clayey SILT, with some occasional fine gravel; orange/yellow brown colour. Moist, moderate plasticity.						RESIDUAL SOIL.	
		•>225kPa		95.5	2.5		- minor fibrous organic inclusions.							
		•>225kPa					END OF TEST PIT AT 2.4m.							
				95.0										

SKETCH															



TONKIN & TAYLOR

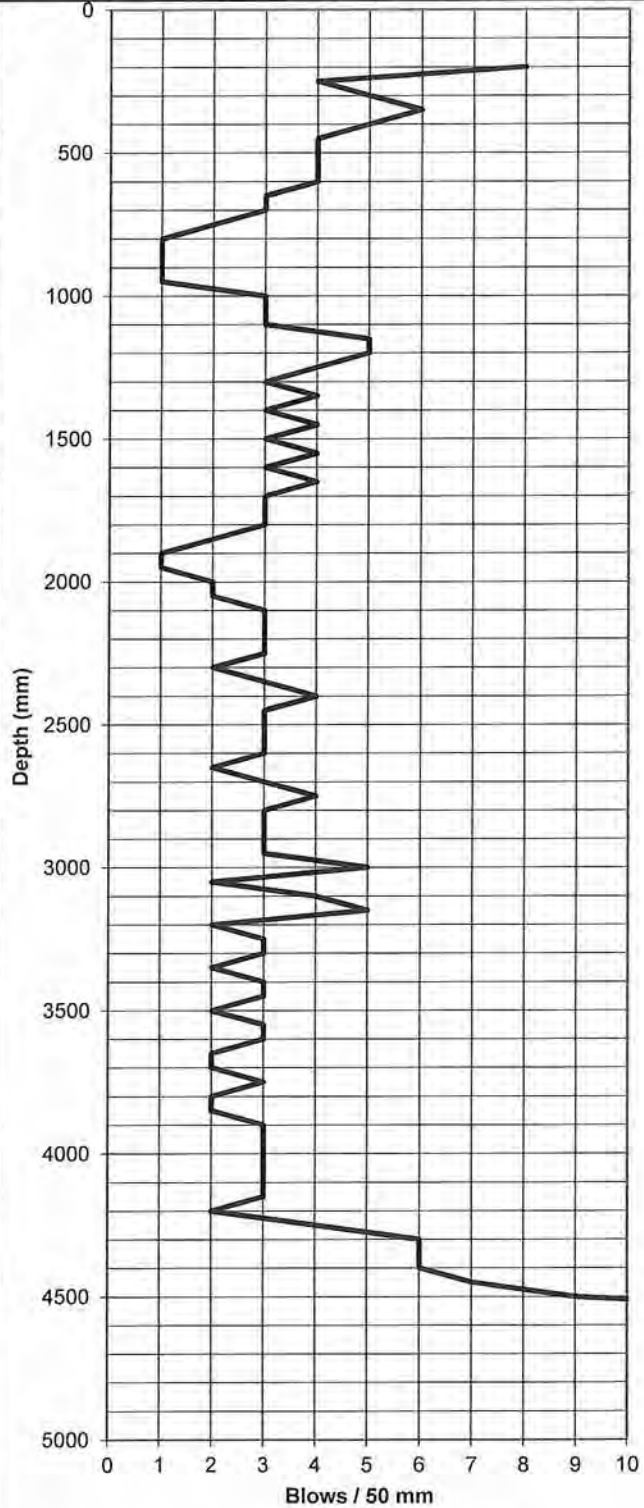
SCALA PENETROMETER LOG

Job No: 751122
 Project: Kosrae Power Sttion
 Location: tofol, Kosrae
 RL:

Date: 21/03/2015
 Operated by: CJT
 Logged by: CJT
 Checked by:

Test No.	SC1
Sheet of	1 / 1

mm Driven	No. of Blows	mm Driven	No. of Blows
50		2550	3
100		2600	3
150		2650	2
200	8	2700	3
250	4	2750	4
300	5	2800	3
350	6	2850	3
400	5	2900	3
450	4	2950	3
500	4	3000	5
550	4	3050	2
600	4	3100	4
650	3	3150	5
700	3	3200	2
750	2	3250	3
800	1	3300	3
850	1	3350	2
900	1	3400	3
950	1	3450	3
1000	3	3500	2
1050	3	3550	3
1100	3	3600	3
1150	5	3650	2
1200	5	3700	2
1250	4	3750	3
1300	3	3800	2
1350	4	3850	2
1400	3	3900	3
1450	4	3950	3
1500	3	4000	3
1550	4	4050	3
1600	3	4100	3
1650	4	4150	3
1700	3	4200	2
1750	3	4250	4
1800	3	4300	6
1850	2	4350	6
1900	1	4400	6
1950	1	4450	7
2000	2	4500	9
2050	2	4550	14
2100	3	4600	20
2150	3	4650	
2200	3	4700	
2250	3	4750	
2300	2	4800	
2350	3	4850	
2400	4	4900	
2450	3	4950	
2500	3	5000	



Test Method Used: NZS 4402:1988 Test 6.5.2 Dynamic Cone Penetrometer



Yachiyo Engineering Company
 Suva Radio
 REFERENCE No. 751122

March 2015

[1]



TONKIN & TAYLOR

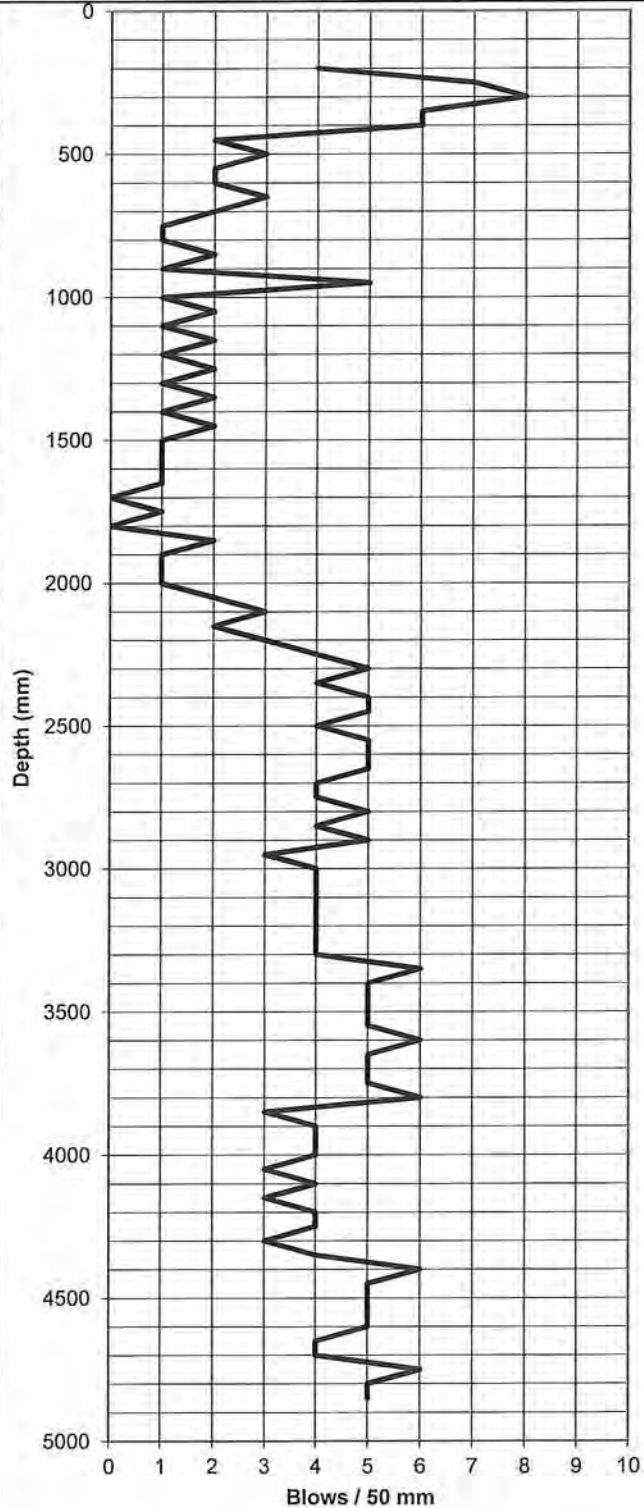
SCALA PENETROMETER LOG

Job No: 751122
 Project: Kosrae Power Station
 Location: Tofol Kosrae
 RL:

Date: 21/03/2015
 Operated by: CJT
 Logged by: CT
 Checked by:

Test No.	SC2
Sheet of	1 / 1

mm Driven	No. of Blows	mm Driven	No. of Blows
50		2550	4
100		2600	5
150		2650	5
200	4	2700	5
250	7	2750	4
300	8	2800	4
350	6	2850	5
400	6	2900	4
450	2	2950	5
500	3	3000	3
550	2	3050	4
600	2	3100	4
650	3	3150	4
700	2	3200	4
750	1	3250	4
800	1	3300	4
850	2	3350	4
900	1	3400	6
950	5	3450	5
1000	1	3500	5
1050	2	3550	5
1100	1	3600	5
1150	2	3650	6
1200	1	3700	5
1250	2	3750	5
1300	1	3800	5
1350	2	3850	6
1400	1	3900	3
1450	2	3950	4
1500	1	4000	4
1550	1	4050	4
1600	1	4100	3
1650	1	4150	4
1700	0	4200	3
1750	1	4250	4
1800	0	4300	4
1850	2	4350	3
1900	1	4400	4
1950	1	4450	6
2000	1	4500	5
2050	2	4550	5
2100	3	4600	5
2150	2	4650	5
2200	3	4700	4
2250	4	4750	4
2300	5	4800	6
2350	4	4850	5
2400	5	4900	5
2450	5	4950	
2500	4	5000	



Test Method Used: NZS 4402:1988 Test 6.5.2 Dynamic Cone Penetrometer



Yachiyo Engineering Company
 Suva Radio
 REFERENCE No. 751122

March 2015

(1)



TONKIN & TAYLOR

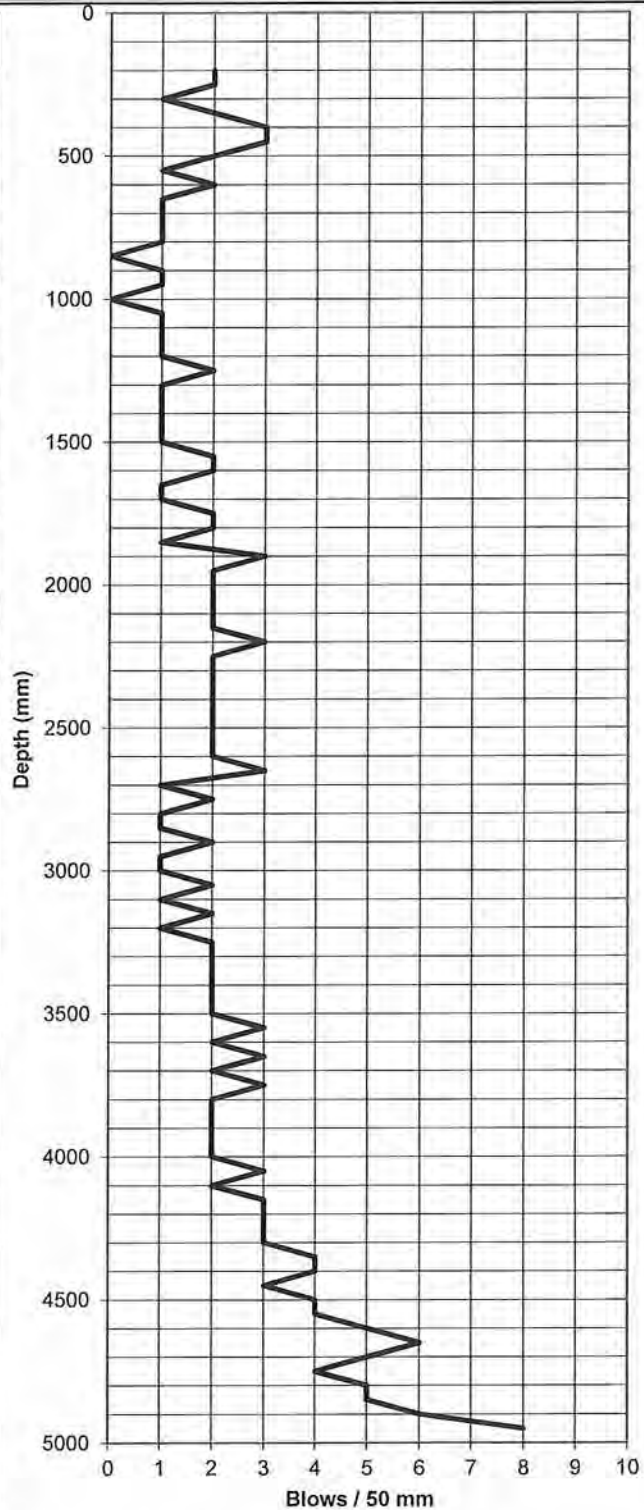
SCALA PENETROMETER LOG

Job No: 751122
 Project: Kosrae Power Station
 Location: Tofol, Kosrae
 RL:

Date: 24/03/2015
 Operated by: CJT
 Logged by: CJT
 Checked by:

Test No.	SC3
Sheet of	1 / 1

mm Driven	No. of Blows	mm Driven	No. of Blows
50		2550	2
100		2600	2
150		2650	3
200	2	2700	1
250	2	2750	2
300	1	2800	1
350	2	2850	1
400	3	2900	2
450	3	2950	1
500	2	3000	1
550	1	3050	2
600	2	3100	1
650	1	3150	2
700	1	3200	1
750	1	3250	2
800	1	3300	2
850	0	3350	2
900	1	3400	2
950	1	3450	2
1000	0	3500	2
1050	1	3550	3
1100	1	3600	2
1150	1	3650	3
1200	1	3700	2
1250	2	3750	3
1300	1	3800	2
1350	1	3850	2
1400	1	3900	2
1450	1	3950	2
1500	1	4000	2
1550	2	4050	3
1600	2	4100	2
1650	1	4150	3
1700	1	4200	3
1750	2	4250	3
1800	2	4300	3
1850	1	4350	4
1900	3	4400	4
1950	2	4450	3
2000	2	4500	4
2050	2	4550	4
2100	2	4600	5
2150	2	4650	6
2200	3	4700	5
2250	2	4750	4
2300	2	4800	5
2350	2	4850	5
2400	2	4900	6
2450	2	4950	8
2500	2	5000	



Test Method Used: NZS 4402:1988 Test 6.5.2 Dynamic Cone Penetrometer



Yachiyo Engineering Company
 Suva Radio
 REFERENCE No. 751122

March 2015

(1)



TONKIN & TAYLOR

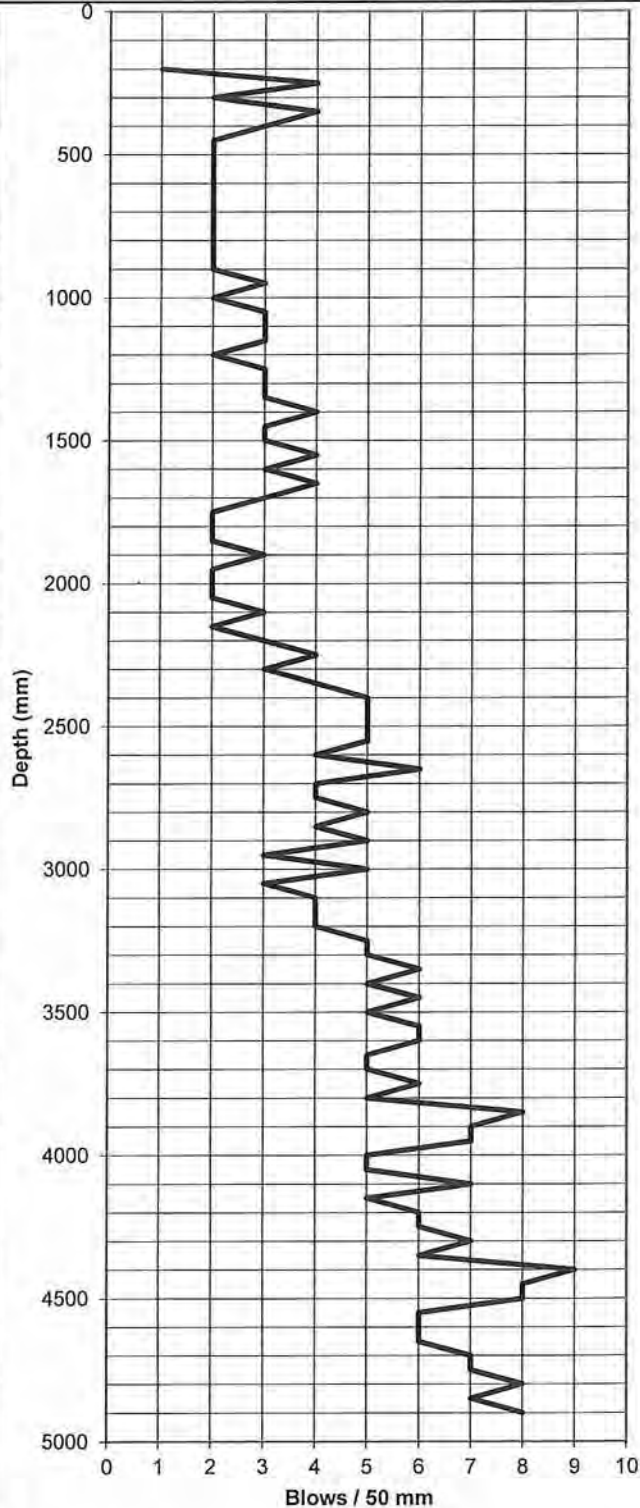
SCALA PENETROMETER LOG

Job No: 751122
 Project: Kosrae Power Station
 Location: Tofol, Kosrae
 RL:

Date: 24/03/2015
 Operated by: CJT
 Logged by: CJT
 Checked by:

Test No.	SC4
Sheet of	1 / 1

mm Driven	No. of Blows	mm Driven	No. of Blows
50		2550	5
100		2600	4
150		2650	6
200	1	2700	4
250	4	2750	4
300	2	2800	5
350	4	2850	4
400	3	2900	5
450	2	2950	3
500	2	3000	5
550	2	3050	3
600	2	3100	4
650	2	3150	4
700	2	3200	4
750	2	3250	5
800	2	3300	5
850	2	3350	6
900	2	3400	5
950	3	3450	6
1000	2	3500	5
1050	3	3550	6
1100	3	3600	6
1150	3	3650	5
1200	2	3700	5
1250	3	3750	6
1300	3	3800	5
1350	3	3850	8
1400	4	3900	7
1450	3	3950	7
1500	3	4000	5
1550	4	4050	5
1600	3	4100	7
1650	4	4150	5
1700	3	4200	6
1750	2	4250	6
1800	2	4300	7
1850	2	4350	6
1900	3	4400	9
1950	2	4450	8
2000	2	4500	8
2050	2	4550	6
2100	3	4600	6
2150	2	4650	6
2200	3	4700	7
2250	4	4750	7
2300	3	4800	8
2350	4	4850	7
2400	5	4900	8
2450	5	4950	
2500	5	5000	



Test Method Used: NZS 4402:1988 Test 6.5.2 Dynamic Cone Penetrometer



Yachiyo Engineering Company
 Suva Radio
 REFERENCE No. 751122

March 2015

(11)



TONKIN & TAYLOR

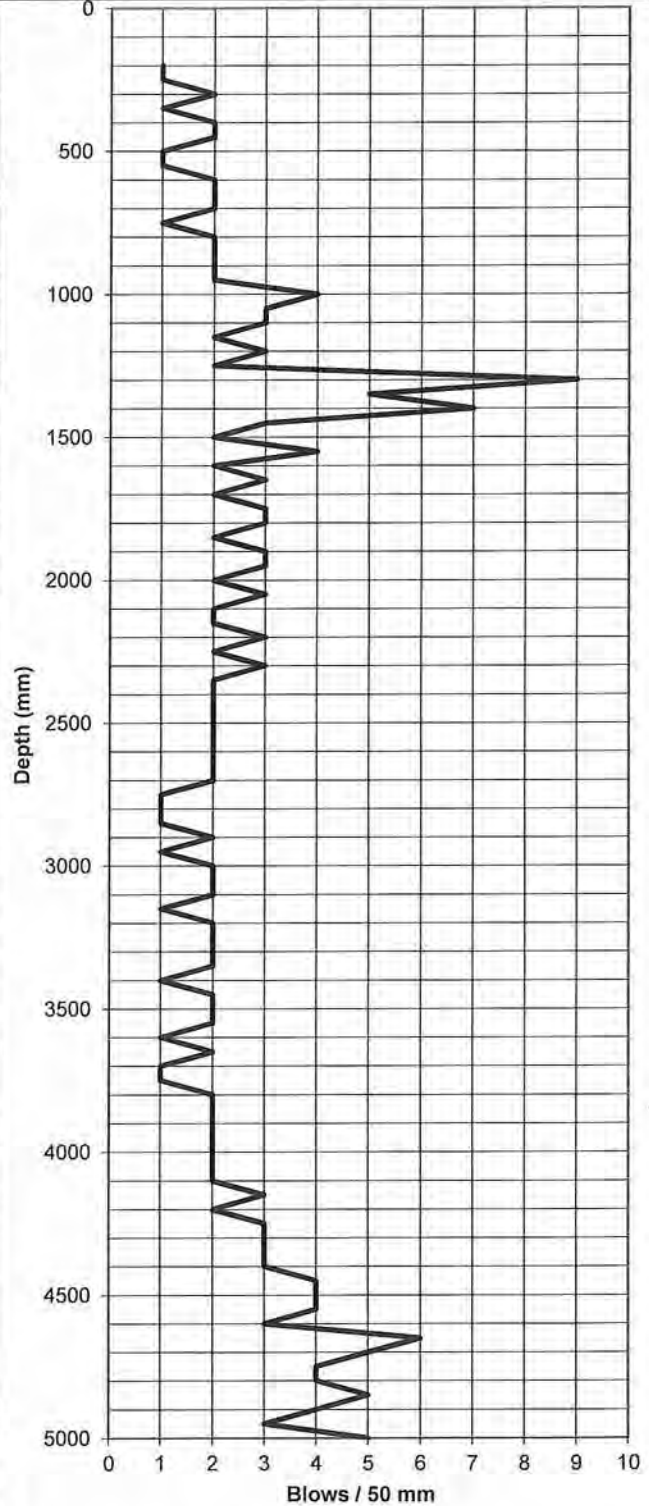
SCALA PENETROMETER LOG

Job No: 751122
 Project: Kosrae Power Station
 Location: Tofol, Kosrae
 RL:

Date: 25/03/2015
 Operated by: CJT
 Logged by: CJT
 Checked by:

Test No.	SC5
Sheet of	1 / 1

mm Driven	No. of Blows	mm Driven	No. of Blows
50		2550	2
100		2600	2
150		2650	2
200	1	2700	2
250	1	2750	1
300	2	2800	1
350	1	2850	1
400	2	2900	2
450	2	2950	1
500	1	3000	2
550	1	3050	2
600	2	3100	2
650	2	3150	1
700	2	3200	2
750	1	3250	2
800	2	3300	2
850	2	3350	2
900	2	3400	1
950	2	3450	2
1000	4	3500	2
1050	3	3550	2
1100	3	3600	1
1150	2	3650	2
1200	3	3700	1
1250	2	3750	1
1300	9	3800	2
1350	5	3850	2
1400	7	3900	2
1450	3	3950	2
1500	2	4000	2
1550	4	4050	2
1600	2	4100	2
1650	3	4150	3
1700	2	4200	2
1750	3	4250	3
1800	3	4300	3
1850	2	4350	3
1900	3	4400	3
1950	3	4450	4
2000	2	4500	4
2050	3	4550	4
2100	2	4600	3
2150	2	4650	6
2200	3	4700	5
2250	2	4750	4
2300	3	4800	4
2350	2	4850	5
2400	2	4900	4
2450	2	4950	3
2500	2	5000	5



Test Method Used: NZS 4402:1988 Test 6.5.2 Dynamic Cone Penetrometer



Yachiyo Engineering Company
 Suva Radio
 REFERENCE No. 751122

March 2015

[1]



TONKIN & TAYLOR

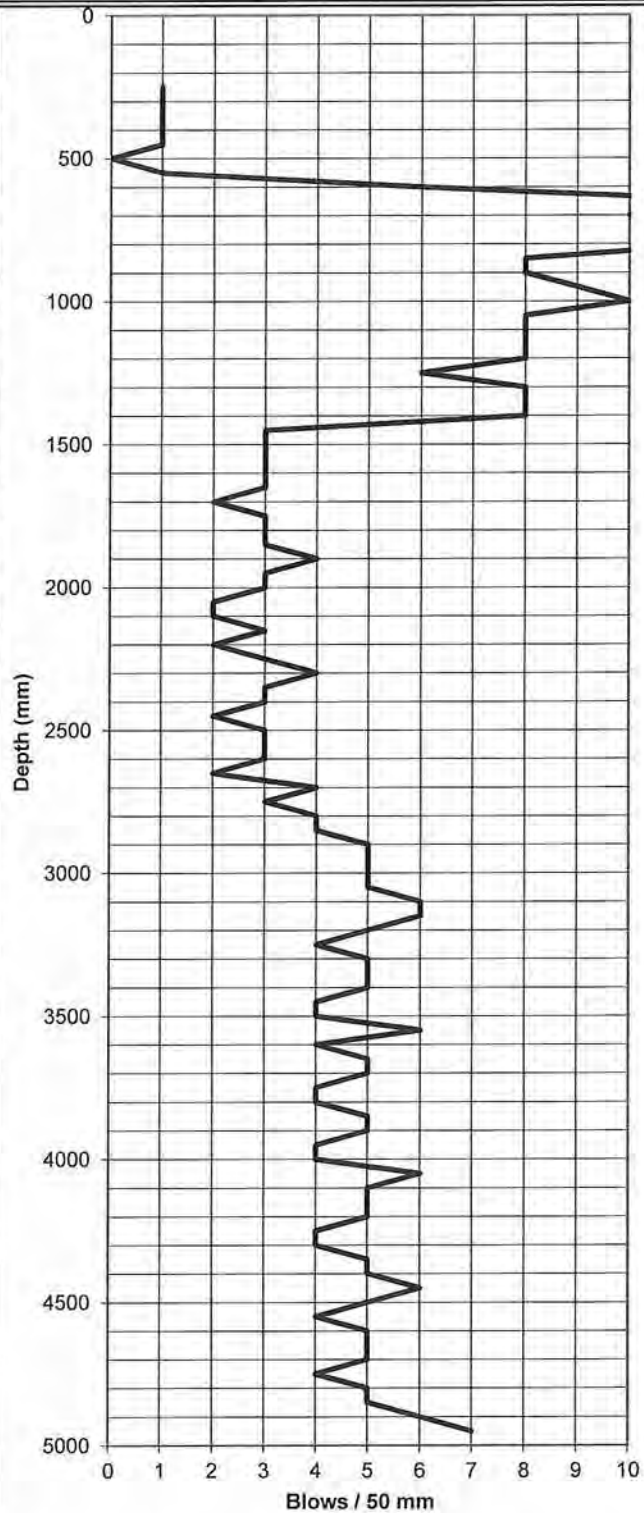
SCALA PENETROMETER LOG

Job No: 751122
 Project: Kosrae Power Station
 Location: Tofol, Kosrae
 RL:

Date: 26/03/2015
 Operated by: CJT
 Logged by: CJT
 Checked by:

Test No.	SC6
Sheet of	1 / 1

mm Driven	No. of Blows	mm Driven	No. of Blows
50		2550	3
100		2600	3
150		2650	2
200		2700	4
250	1	2750	3
300	1	2800	4
350	1	2850	4
400	1	2900	5
450	1	2950	5
500	0	3000	5
550	1	3050	5
600	6	3100	6
650	12	3150	6
700	10	3200	5
750	20	3250	4
800	12	3300	5
850	8	3350	5
900	8	3400	5
950	9	3450	4
1000	10	3500	4
1050	8	3550	6
1100	8	3600	4
1150	8	3650	5
1200	8	3700	5
1250	6	3750	4
1300	8	3800	4
1350	8	3850	5
1400	8	3900	5
1450	3	3950	4
1500	3	4000	4
1550	3	4050	6
1600	3	4100	5
1650	3	4150	5
1700	2	4200	5
1750	3	4250	4
1800	3	4300	4
1850	3	4350	5
1900	4	4400	5
1950	3	4450	6
2000	3	4500	5
2050	2	4550	4
2100	2	4600	5
2150	3	4650	5
2200	2	4700	5
2250	3	4750	4
2300	4	4800	5
2350	3	4850	5
2400	3	4900	6
2450	2	4950	7
2500	3	5000	



Test Method Used: NZS 4402:1988 Test 6.5.2 Dynamic Cone Penetrometer



Yachiyo Engineering Company
 Suva Radio
 REFERENCE No. 751122

March 2015

[1]



TONKIN & TAYLOR

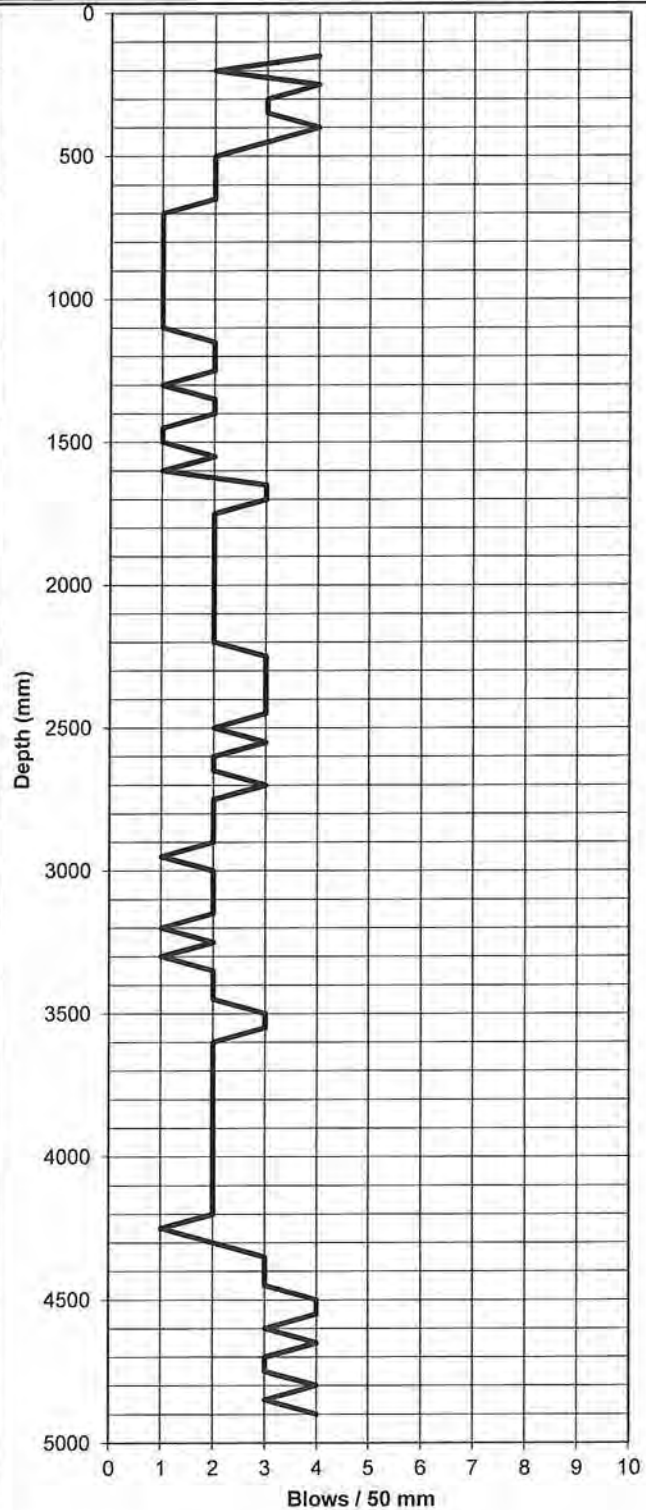
SCALA PENETROMETER LOG

Job No: 751122
 Project: Kosrae Power Station
 Location: Tofol, Kosrae
 RL:

Date: 26/03/2015
 Operated by: CJT
 Logged by: CJT
 Checked by:

Test No.	SC7
Sheet of	1 / 1

mm Driven	No. of Blows	mm Driven	No. of Blows
50		2550	3
100		2600	2
150	4	2650	2
200	2	2700	3
250	4	2750	2
300	3	2800	2
350	3	2850	2
400	4	2900	2
450	3	2950	1
500	2	3000	2
550	2	3050	2
600	2	3100	2
650	2	3150	2
700	1	3200	1
750	1	3250	2
800	1	3300	1
850	1	3350	2
900	1	3400	2
950	1	3450	2
1000	1	3500	3
1050	1	3550	3
1100	1	3600	2
1150	2	3650	2
1200	2	3700	2
1250	2	3750	2
1300	1	3800	2
1350	2	3850	2
1400	2	3900	2
1450	1	3950	2
1500	1	4000	2
1550	2	4050	2
1600	1	4100	2
1650	3	4150	2
1700	3	4200	2
1750	2	4250	1
1800	2	4300	2
1850	2	4350	3
1900	2	4400	3
1950	2	4450	3
2000	2	4500	4
2050	2	4550	4
2100	2	4600	3
2150	2	4650	4
2200	2	4700	3
2250	3	4750	3
2300	3	4800	4
2350	3	4850	3
2400	3	4900	4
2450	3	4950	
2500	2	5000	



Test Method Used: NZS 4402:1988 Test 6.5.2 Dynamic Cone Penetrometer



Yachiyo Engineering Company
 Suva Radio
 REFERENCE No. 751122

March 2015

[1]

Appendix D: Laboratory testing



23 Morgan Street, Newmarket
Auckland 1023, New Zealand
p. +64 9 356 3510
w. www.geotechnics.co.nz

File: P:\616587.000\Working Material\pH Value_summary.xlsx

Page of

Your Job No.: 751122

Site : Kosrae, Micronesia

Our Job No.: 616587.000

Test Method Used: NZS 4402:1986 Test 3.3.1 Determination of the pH value by electrometric method.

TEST RESULTS

Table 1: pH Test Results Summary

BH No.	1	3	5
Depth (m)	0.8-0.9	0.3-0.6	1.2-1.3
Average pH Value	6.4	6.5	6.8

Remarks : A standard soil:water ratio of (1 : 2.5) was used to perform the test.
The average pH value reported to the nearest 0.1 of the soil suspension.

Tested by: ST

Date: 22/4/15

Checked by: MP

Date: 22/4/15



23 Morgan Street, Newmarket
Auckland 1023, New Zealand
p. +64 9 356 3510
w. www.geotechnics.co.nz

The Pathless 2000 Series In-situ Density Summary Sheet

Page of

Your Job No.: 751122

Site : Kosrae, Micronesia

Our Job No.: 616585.000

Test Method Used: NZS 4402:1986 Test 2.7.2 Determination of Solid Density of Soil Particles - Vacuum Method

SOLID DENSITY TEST RESULTS

Table 1: Solid Density

BH No.:	4	5	5
Depth (m)	1.0-1.2	0.6-0.7	3.9-4.1
Average Solid Density (t/m ³)	2.88	2.87	2.86

Remarks : The average solid density was reported to the nearest 0.01 t/m³.

Tested by: ST

Date: 22/4/15

Checked by: MP

Date: 22/4/15



23 Morgan Street, Newmarket
Auckland 1023, New Zealand
p. +64 9 356 3510
w. www.geotechnics.co.nz

File: P:\010157\2009\Testing Material\Atterberg Limits_summary.doc

Page of

Your Job No.: 751122

Site : Kosrae, Micronesia

Our Job No.: 616587.000

Test Method Used: NZS 4402:1986

Test 2.1 Determination of the Water Content

Test 2.2 Determination of the Liquid Limit

Test 2.3 Determination of the Plastic Limit

Test 2.4 Determination of the Plasticity Index

TEST RESULTS

Atterberg Limits Test Results Summary

BH No.:	3	4	5
Depth (m)	1.3-1.5	0.4-0.6	1.2-1.3
Water Content (%)	35.2	41.0	38.4
Liquid Limit	70	69	73
Plastic Limit	39	40	39
Plasticity Index	31	29	34

Remarks : Atterberg limits performed on material passing 0.425mm test sieve.

Tested by: ST

Date: 22/4/15

Checked by: MP

Date: 22/4/15



19 - 23 Morgan Street
Newmarket
Auckland 1023
New Zealand

p. +64 9 356 3510

添付資料 7

Geotechnics Project ID 616587

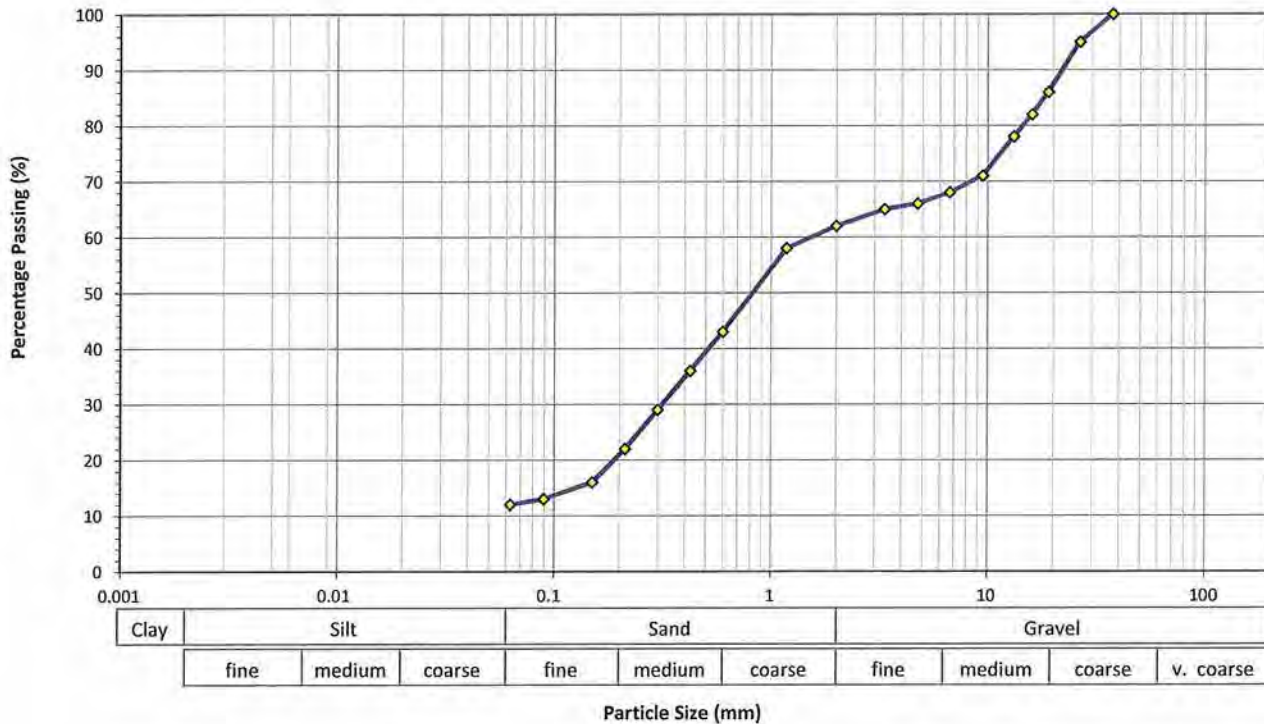
Customer Project ID 751122

Determination of the Particle Size Distribution - NZS 4402:1986 Test 2.8.1 (Wet Sieve)

Sample Details

Geotechnics Sample ID	Kosrae, Micronesia
Date Tested	9/04/2015
Sample	Kosrae, Micronesia - BH1_0.1-0.2m
Sample Description	Coral SAND with minor silt and trace of clay, loose, White mixed with light to dark grey and light yellowish orange brown, mottled red.
Specimen	N/A
Specimen Description	N/A

Test Result



Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)
150	-	26.5	95	4.75	66	0.300	29
100	-	19.0	86	3.35	65	0.212	22
75.0	-	16.0	82	2.00	62	0.150	16
63.0	-	13.2	78	1.18	58	0.090	13
53.0	-	9.50	71	0.600	43	0.075	-
37.5	100	6.70	68	0.425	36	0.063	12

Test Remark(s)

• The material used for testing was natural, whole soil. • The percentage passing the <0.063mm was obtained by difference. • The minimum mass of sample required for sieving is 15 kg, but due to insufficient sample mass the sieving was carried out on ~ 1.47 kg. The sample description is not IANZ accredited.

This test is not IANZ accredited and the results are therefore not endorsed.

Approved By ST Date 21/04/2015



19 - 23 Morgan Street
Newmarket
Auckland 1023
New Zealand

GEOTECHNICS

p. +64 9 356 3510

Geotechnics Project ID 616587

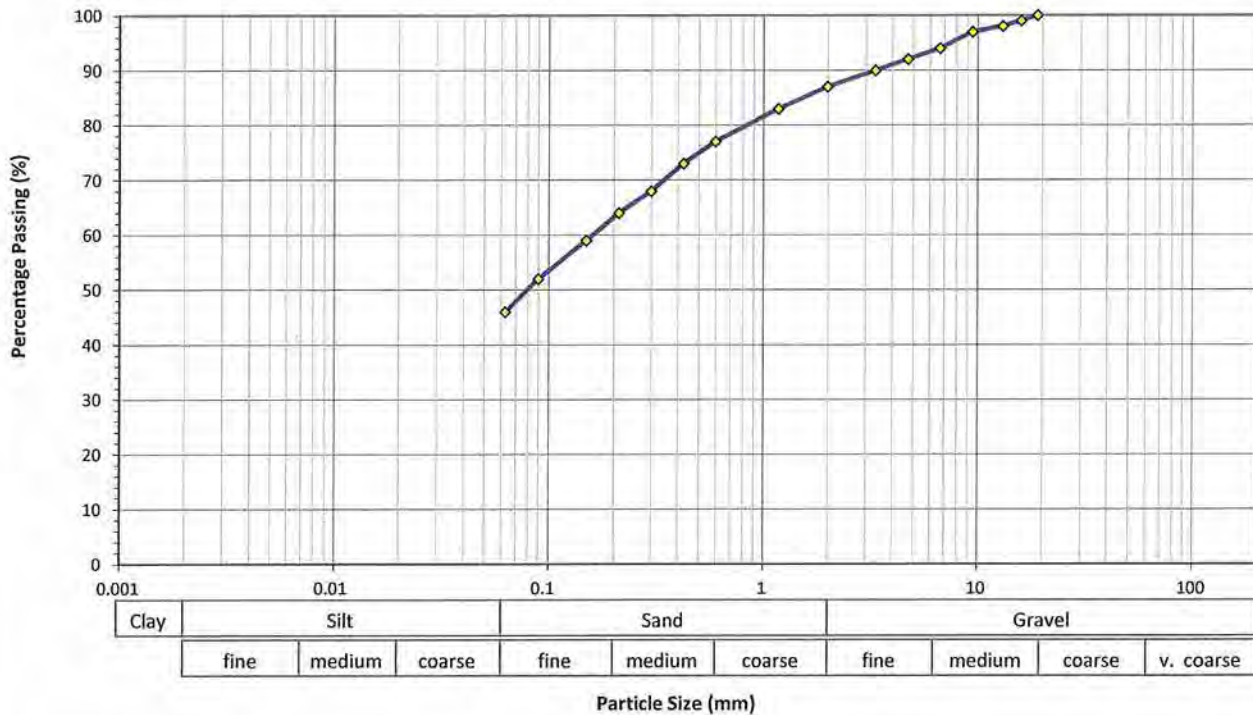
Customer Project ID 751122

Determination of the Particle Size Distribution - NZS 4402:1986 Test 2.8.1 (Wet Sieve)

Sample Details

Geotechnics Sample ID	Kosrae, Micronesia
Date Tested	9/04/2015
Sample	Kosrae, Micronesia - BH3_0.3-0.6m
Sample Description	silty SAND with minor to some clay and some gravel, soft, brown, mottled orange.
Specimen	N/A
Specimen Description	N/A

Test Result



Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)
150	-	26.5	-	4.75	92	0.300	68
100	-	19.0	100	3.35	90	0.212	64
75.0	-	16.0	99	2.00	87	0.150	59
63.0	-	13.2	98	1.18	83	0.090	52
53.0	-	9.50	97	0.600	77	0.075	-
37.5	-	6.70	94	0.425	73	0.063	46

Test Remark(s)

• The material used for testing was natural, whole soil. • The percentage passing the <0.063mm was obtained by difference. • The minimum mass of sample required for sieving is 2 kg, but due to insufficient sample mass the sieving was carried out on ~ 0.71 kg. The sample description is not IANZ accredited.

This test is not IANZ accredited and the results are therefore not endorsed.

Approved By ST Date 21/04/2015



19 - 23 Morgan Street
 Newmarket
 Auckland 1023
 New Zealand
 p. +64 9 356 3510

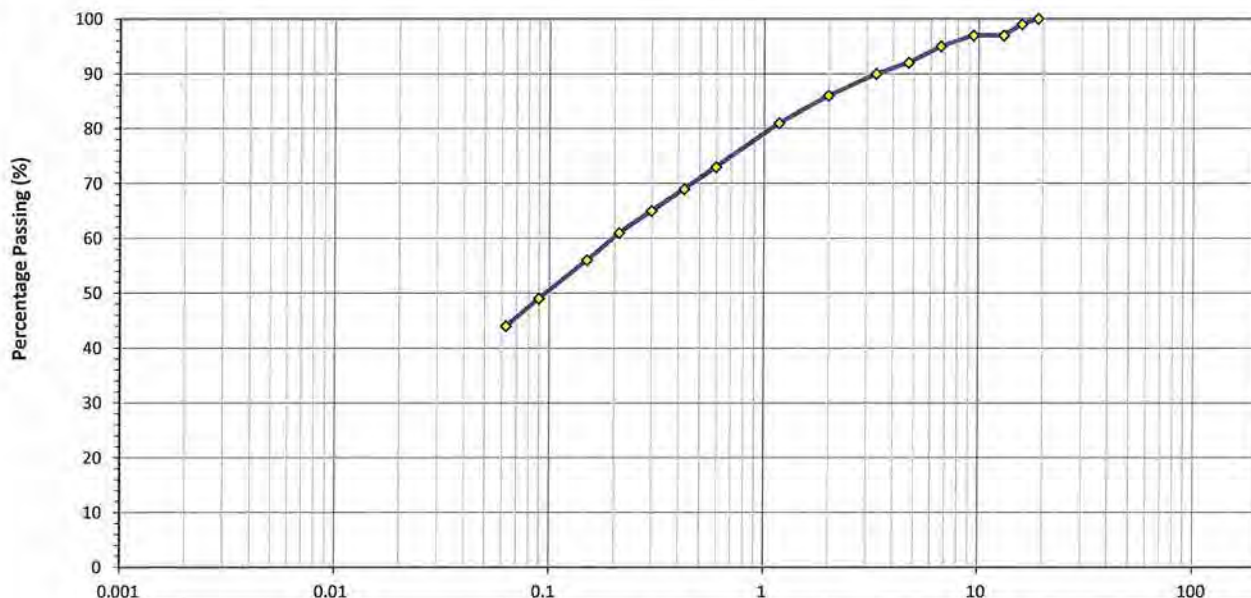
Geotechnics Project ID 616587
 Customer Project ID 751122

Determination of the Particle Size Distribution - NZS 4402:1986 Test 2.8.1 (Wet Sieve)

Sample Details

Geotechnics Sample ID	Kosrae, Micronesia
Date Tested	9/04/2015
Sample	Kosrae, Micronesia - BH5_2.7-2.9m
Sample Description	silty SAND with minor to some clay and some gravel, soft, greyish brown, mottled orange-red.
Specimen	N/A
Specimen Description	N/A

Test Result



Clay		Silt			Sand			Gravel			
		fine	medium	coarse	fine	medium	coarse	fine	medium	coarse	v. coarse

Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)	Sieve Size (mm)	Percentage Passing (%)
150	-	26.5	-	4.75	92	0.300	65
100	-	19.0	100	3.35	90	0.212	61
75.0	-	16.0	99	2.00	86	0.150	56
63.0	-	13.2	97	1.18	81	0.090	49
53.0	-	9.50	97	0.600	73	0.075	-
37.5	-	6.70	95	0.425	69	0.063	44

Test Remark(s)

• The material used for testing was natural, whole soil. • The percentage passing the <0.063mm was obtained by difference. • The minimum mass of sample required for sieving is 2 kg, but due to insufficient sample mass the sieving was carried out on ~0.59 kg. The sample description is not IANZ accredited.

This test is not IANZ accredited and the results are therefore not endorsed.

Approved By ST Date 21/04/2015

8. 基礎情報収集調査報告書

添付資料-8 基礎情報収集調査結果報告書

**ミクロネシア国
コスラエ州電力供給改善計画準備調査**

基礎情報収集調査結果報告書

平成 28 年 4 月
(2016 年)

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
八千代エンジニアリング株式会社

基礎情報収集調査結果概要 目 次

プロジェクト対象位置図
調査地域の現況写真

1. ミクロネシア連邦電力セクターの現状

1-1	コスラエ州.....	A-8-10
1-2	ポンペイ州.....	A-8-10
	(1) 発電設備の現状.....	A-8-10
	(2) 現状の電力損失.....	A-8-14
	(3) 電化率について.....	A-8-14
	(4) PUC の財務状況.....	A-8-14
1-3	チューク州.....	A-8-14
	(1) 発電設備の現状.....	A-8-14
	(2) 現状の電力損失.....	A-8-16
	(3) 電化率について.....	A-8-16
	(4) CPUC の財務状況.....	A-8-16
1-4	ヤップ州.....	A-8-17
	(1) 発電設備の現状.....	A-8-17
	(2) 現状の電力損失.....	A-8-19
	(3) 電化率について.....	A-8-19
	(4) YSPSC の財務状況.....	A-8-19

2. 電力セクターの組織・技術水準

2-1	コスラエ州.....	A-8-20
2-2	ポンペイ州.....	A-8-20
	(1) PUC の組織.....	A-8-20
	(2) 技術水準.....	A-8-21
2-3	チューク州.....	A-8-22
	(1) CPUC の組織.....	A-8-22
	(2) 技術水準.....	A-8-22
2-4	ヤップ州.....	A-8-23
	(1) YSPSC の組織.....	A-8-23
	(2) 技術水準.....	A-8-24

3. 需要予測と再生可能エネルギーのポテンシャル

3-1	コスラエ州.....	A-8-24
	(1) 電力需要予測.....	A-8-24

(2) 太陽光発電のポテンシャル	A-8-24
(3) 水力発電の可能性について	A-8-25
3-2 ポンペイ州	A-8-30
(1) 電力需要予測	A-8-30
(2) 太陽光発電のポテンシャル	A-8-30
(3) 水力発電の可能性について	A-8-31
3-3 チューク州	A-8-32
(1) 電力需要予測	A-8-32
(2) 太陽光発電のポテンシャル	A-8-33
(3) 水力発電の可能性について	A-8-33
3-4 ヤップ州	A-8-34
(1) 電力需要予測	A-8-34
(2) 太陽光発電のポテンシャル	A-8-35
(3) 水力発電と風力発電の可能性について	A-8-35
3-5 ミクロネシア連邦電力セクターの開発ポテンシャル(主として再生可能エネルギー)	A-8-35

添付資料

4. 討議議事録 (Technical Memorandum)	A-8-39
本文の添付資料－5 参照	



調査位置図

調査地域の現況写真 (1/4)

[ポンペイ州]



PUC 発電所

(撮影日：2015年1月21日)

既存のディーゼル発電機が据付けられている発電建屋。CAT #1 及び#2 は別棟となっている。



ディーゼル発電機 (CAT#2) の状況

(撮影日：2015年1月21日)

既存 CAT#2。2016 年 1 月現在、CAT#1, CAT#2 のうち CAT#2 のみ稼働している。



ディーゼル発電機 (P. Module#1~#3) の状況

(撮影日：2015年1月21日)

PUC は電力不足のため IPP (FSM Petroleum Corp) 社と契約を行い(Package type の定格 550kWx4 台)、据付けられた 4 台の内、1~2 台が運転されている。



既設ディーゼル発電機の状況

(撮影日：2015年1月21日)

既設のディーゼルエンジン発電機の状況。部品は取り外され他のエンジンの部品として使用されている。

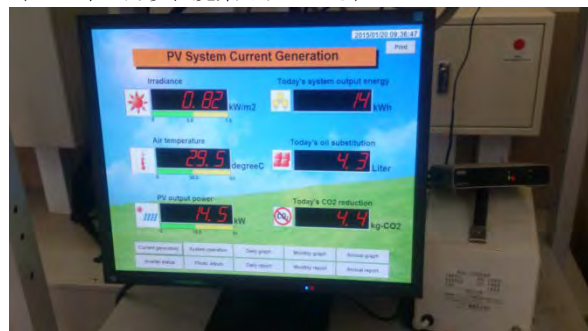
(2016 年 1 月現在廃棄されている)



太陽光発電システムの状況 (President Office)

(撮影日：2015年1月20日)

我が国の環境プログラム無償によって据え付けられた 20kWp の太陽光発電システム。



太陽光発電システムの状況 (President Office)

(撮影日：2015年1月20日)

太陽光発電の発電表示モニター。20kWp の出力に対し調査時は 14.5kW を発電していた。

(注) コスラエ州は本文の巻頭写真参照

調査地域の現況写真 (2/4)

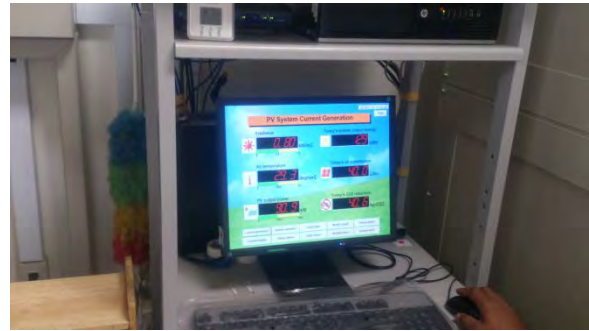
[ポンペイ州]



太陽光発電システムの状況 (COM-FSM)

(撮影日：2015年1月20日)

我が国の環境プログラム無償によって据え付けられた160kWpの太陽光発電システム。



太陽光発電システムの状況 (COM-FSM)

(撮影日：2015年1月20日)

太陽光発電の発電表示モニター。160kWpの出力に対し調査時は90.9kWを発電していた。



太陽光発電システムの状況 (Elementary School)

(撮影日：2015年1月21日)

太平洋環境共同体(PEC)ファンドの支援により学校の屋根に据えつけられた200kWpの太陽光発電。



太陽光発電システムの状況 (Elementary School)

(撮影日：2015年1月21日)

太陽光発電の発電表示モニター。



水力発電所の状況 (Nanpil Hydro)

(撮影日：2015年1月21日)

欧州連合(EU)の支援によって修復されたナンピル小水力発電所(725kW)。2014年に修復完了となっている。



太陽光発電システムの据付候補地の状況

(撮影日：2015年1月21日)

太陽光発電システムの据付候補地。州政府ビルディングの駐車場。

調査地域の現況写真 (3/4)

[チューク州]



ネプコス (NEPUKOS) 発電所

(撮影日：2015年1月12日)

既存のディーゼル発電機 (4 台)。2 台が稼働しており、1 台がスタンバイ、1 台は使用停止している。



ネプコス発電所

(撮影日：2015年1月12日)

既存 0.48/13.8kV 変電設備。経年劣化により機器の傷みが激しい。



ネプコス発電所内の状況

(撮影日：2015年1月12日)

新しい発電所建屋を建設し、2 台のディーゼル発電機を導入する予定である。また、太陽光発電システム (200 kWp) を WB の支援により導入する予定である。



太陽光発電システムの状況 (空港)

(撮影日：2015年1月13日)

65 kWp の太陽光発電システムがイタリア政府の支援により据え付けられている。



太陽光発電システムの状況 (Chuuk High School)

(撮影日：2015年1月13日)

200 kWp の太陽光発電システムが太平洋環境共同体 (PEC) Fund の支援によって据え付けられている。



ウィチョン川 (Wichon River) の様子

(撮影日：2015年1月14日)

ウエノ島にある川の様子。水量が少なく、水力発電としての可能性は低い。

調査地域の現況写真 (4/4)

[ヤップ州]



ダリプワイ (DALIPYAY) 発電所の状況
(撮影日：2015年1月18日)

既存の発電所でディーゼル発電機が8台設置されている。2台が稼働中である。



ディーゼル発電機 (8号機) の状況
(撮影日：2015年1月18日)

現在稼働している DEUTZ 製のディーゼル発電機。定格出力は 3.2 MW で 1996 年に据え付けられている。



発電所内変電設備の状況
(撮影日：2015年1月18日)

既存 4.16/13.8 kV の変電設備。2台 (5000 kVA) の変圧器が設置され、4 Feeder へ電力が供給されている。



太陽光発電システムの据付状況
(撮影日：2015年1月18日)

太平洋環境共同体(PEC) Fund の支援により 200 kWp の太陽光発電システムを発電所敷地内に据付中である。



ヤップ病院の様子 (Yap Memorial Hospital)
(撮影日：2015年1月18日)

ADB の支援により、22 kWp の太陽光発電システムを据え付ける予定である。



上水道用貯水池の様子
(撮影日：2015年1月18日)

発電所近くに位置する上水道用貯水池。水力発電としての可能性は低い。

ミクロネシア国

コスラエ州電力供給改善計画準備調査

基礎情報収集調査結果報告書

ミクロネシア連邦（人口約 11 万人、702km²、）は、ヤップ、チューク、ポンペイ、コスラエの 4 州からなる島嶼国である。各州の電力事業は各州に設立された公共事業公社によって運営されており、主にディーゼル発電機を用いて電力を供給しているが、設備の老朽化に伴う発電効率の低下や燃料の高騰により、電気料金が高騰し国民の経済的負担を大きくしている。

本基礎情報収集調査はミクロネシア連邦各州の公共事業公社の“ミクロネシア連邦電力セクターの現状”、“電力セクターの組織・技術水準”及び“需要予測と再生可能エネルギーのポテンシャル”に係る基礎情報調査を 2015 年 1 月及び 2016 年 1 月に実施したものであり、併せて、各州の太陽光発電と水力発電のポテンシャルを整理したものである。尚、各州の公共事業公社は以下の通りである。

- (1) コスラエ州 ; コスラエ公共事業公社 (Kosrae Utilities Authority: KUA)
- (2) ポンペイ州 ; ポンペイ公共事業公社 (PUC : Pohnpei Utilities Corporation)
- (3) チューク州 ; チューク公共事業公社 (CPUC : Chuuk Public Utility Corporation)
- (4) ヤップ州 ; ヤップ公共事業公社 (YSPSC: Yap State Public Service Corporation)

1. ミクロネシア連邦電力セクターの現状

1-1 コスラエ州

コスラエ州の電力セクターの現状と課題については本報告書、第 1 章、1-1 当該セクターの現状と課題に示しているので本稿では割愛する。

1-2 ポンペイ州

(1) 発電設備の現状

ポンペイの電力はポンペイ公共事業公社 (PUC : Pohnpei Utilities Corporation) が供給を行っており、主としてディーゼル発電機を用いて電力を供給している。PUC の発電設備も老朽化に伴う発電効率の低下や、運転停止が頻発している。

併せて燃料価格の 2014 年半ばまでの高騰により、電気料金が 0.47 米ドル/kWh と高く (2014 年)、ポンペイ州民の経済的負担は重くなっていると共に、稼働可能な発電機が少なく電力供給

をコンスタントに出来ない状態が頻発している。

このため PUC では緊急に高速エンジンを用いた 1.8MW（定格）のパッケージタイプの発電機 3 台（表 1-2.2 の No.3,4,5 の 3 台）をレンタル契約で導入し、2015 年 1 月に同発電機はコミッショニングを経て、電力の供給を開始した。また、PUC は民間の発電会社(Vital Diesel Plant : IPP)から 1,320kW（有効出力 330kW x 4 台）の電力の買い取りを 2015 年 1 月より開始し電力量の不足に対応している。

ポンペイ州には 2016 年 1 月現在稼働中の太陽光発電システムは我が国の環境プログラム無償及び太平洋環境共同体 (PEC) ファンドの支援を受け建設された、以下の太陽光発電設備があり、順調に発電を行っている。

- President Office: 20kWp (JICA)
- COM (College of Micronesia): 165kWp (JICA)
- Net Elementary School: 200kWp (PEC)

また、PUC は 1987 年に稼働を開始した小水力発電所（表 1-2.1 に示す定格 1.445MW と 0.725MW の Nanpil Hydro : ）を運用していたが、2003 年の洪水により設備がダメージを受け使用不可の状態であった。その後 EU の支援を受け 725kW の小水力設備を設置し、2014 年 6 月から運用を再度開始したが、河川の水量が少ないため主に雨期にしか使用できない状況となっている。

以下表 1-2.1 及び図 1-2.1 にポンペイ州の発電設備の 2015 年 1 月現在の状況を、表 1-2.2 には 2016 年 1 月現在の状況を示す。

表 1-2.1 ポンペイ州の発電設備（2015 年 1 月現在）

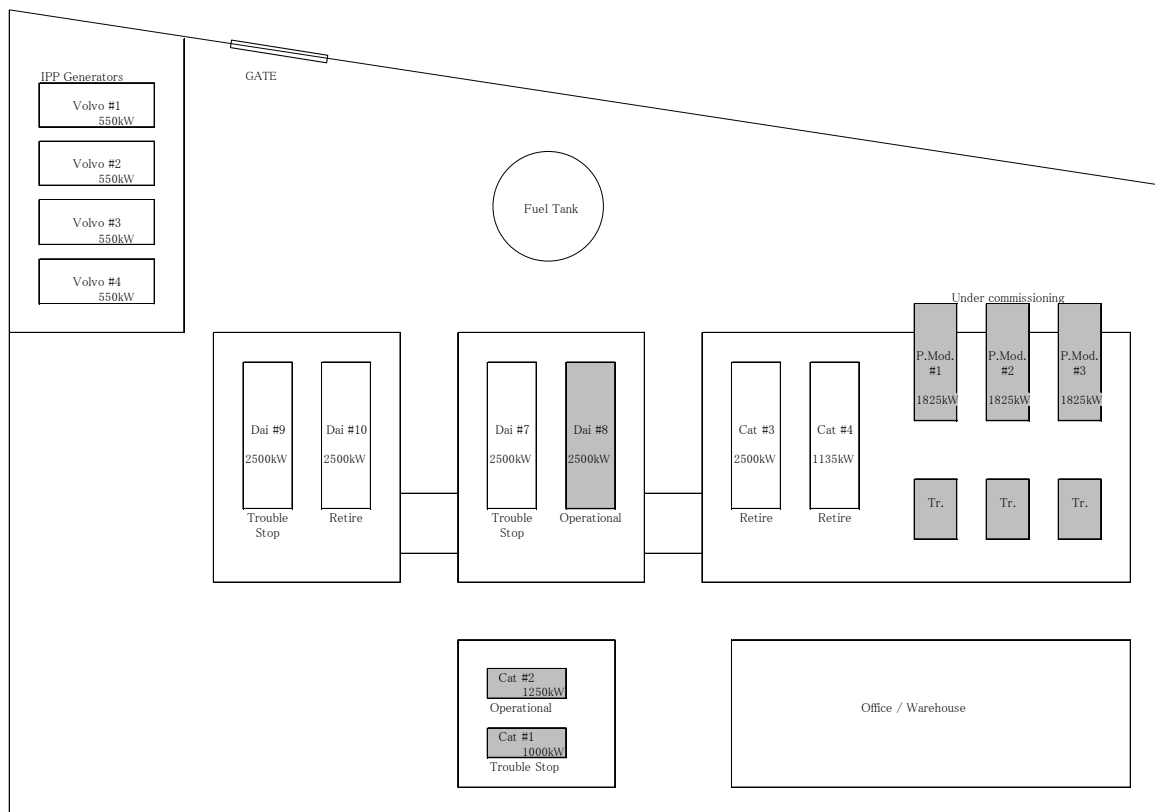
No.	定格容量 (kW)	発電可能容量 (kW)	据付年	現在の状況	備考
CAT#1	1,000	0	2013	Operational	On duty
CAT#2	1,250	700	2013	Operational	On duty
CAT#3	1,135	0	1998	Not in Operation	Retired
CAT#4	1,135	0	1998	Not in Operation	Retired
DAI#7	2,500	2,000	1992	Not in Operation	Trouble
DAI#8	2,500	2,000	1992	Operational	On duty
DAI#9	2,500	2,000	1993	Not in Operation	Trouble
DAI#10	2,500	2,000	1993	Not in Operation	Retired
P.Mo#1	1,825	1,650	2014	Operational	Under commissioning
P.Mo#2	1,825	1,650	2014	Operational	Under commissioning
P.Mo#3	1,825	1,650	2014	Operational	Under commissioning
Vol#1	550	330	2013	Operational	On duty
Vol#2	550	330	2013	Operational	On duty
Vol#3	550	330	2013	Operational	On duty
Nanpil Hydro	725	725	2014	Operational	On duty
Solar	20	20	2013	Operational	On duty (President Office)
Solar	165	165	2013	Operational	On duty (COM)
Solar	200	200	2014	Operational	On duty (Net Elementary School)

出典：ポンペイ公共事業公社(PUC)、2015 年 1 月現在

表 1-2.2 ポンペイ州の発電設備 (2016 年 1 月現在)

No.	Unit	Status	Date of install	Rated capacity(kW)	Available capacity (kW)	Notes
1	CAT # 1	Non operational	2013	1,000	0	Exciter assembly
2	CAT # 2	Operational	2013	1,250	700	56%
3	P. Module 1	Operational	2014	1,825	1,650	90%
4	P. Module 2	Operational	2014	1,825	1,650	90%
5	P. Module 2	Operational	2014	1,825	1,650	90%
6	Volvo #1	Operational	2013	550	330	60%
7	Volvo #2	Operational	2013	550	330	60%
8	Volvo #3	Non operational	2013	550	0	0%
9	Volvo #4	Operational	2013	550	330	60%
	Total Diesel Generation			9,925	6,640	67%
10	Palikir Solar	Operational	2013	180	160	89%
11	Nanpil Hydro	Operational	2014	725	725*1	100%
12	NETschool Solar	Operational	2014	200	200	100%
PUC Total Renewable E. Generation				1,105	1,085	98%

(*1) PUC のリストでは 725kW, 口頭では 200kW 程度



出典：調査団調べ（2015年1月現在）

図1-2.1 既設ディーゼル発電機配置図

ポンペイ州の最大需要電力は数年前までは約7MW あったが、2016年1月現在の最大需要電力は5.85MWである。通常は、表1-2.2に示す3号機～5号機に加え、IPP（FSM Petroleum Corp）による6,7,9号機のうち1～2台が運転されている。PUCとしては、今後のPV発電所を蓄電設備なしで可能な限りディーゼル発電機と連系するため、敢えて中速のディーゼル発電機ではなく負荷追従性が高い高速のディーゼル発電機を導入している。

ポンペイ州の電力危機は2009年から現在（2006年1月）まで続いているので、PUCでは以下の発電機増設計画を検討中である。

① 緊急の増設計画は世銀の援助で2.0MWの発電機2台を整備する。同発電機が据付完了すると、Total Available capacity が約10MWとなる。

② 今後のPUCの発電容量開発計画

以下の容量まで各電源を増設することをPUCとして計画している。

- * ディーゼル発電；15.0 MW（アメリカに500kW 2台の無償要請提出済。）
- * Solar Farm；10.0 MWp（土地面積100 エーカー）
- * Hydro Power；10.0 MW

(2) 現状の電力損失

ポンペイ州での電力の損失について、PUCは2016年1月現在、電力損失の管理記録を持っていないため正確な数値は把握できないが9～15%となっている。

(3) 電化率について

現状の電化率については約95%となっている。

(4) PUCの財務状況

PUCの2014年度収支状況を表1-2.3に示す。2014年は半ばまで燃料油の価格が高騰していたが、僅かでも利益が出ていたので、燃料油の価格が下落している現在、燃料費が総支出の69%を占めているので、2015年の財務状況は改善されると思われる。

表 1-2.3 PUCの2014年財務状況

単位：US\$

収入	14,530,000
支出	14,500,000
主支出内訳	
(1) 燃料費	10,000,000
(2) 維持管理費	4,000,000
(3) 予備品費	500,000
国からの補助	0

出典：調査団調べ

1-3 チューク州

(1) 発電設備の現状

チューク州の電力は2015年1月現在、チューク公共事業公社（CPUC：Chuuk Public Utility Corporation）が供給を行っており、主にディーゼル発電機を用いて電力を供給している。しかし、発電設備の老朽化に伴う発電効率の低下や2014年半ばまでの燃料価格の高騰により、電気料金が0.49米ドル/kWh（Residential, Jan. 2015）と高く州民の経済的負担は重くなっていると共に、稼働可能な発電機に問題が発生すると、電力の供給ができない状態となっている。

チューク州全体の人口は48,651人（2010 Census）で、州都があるウエノ島には州全体の約26%が住んでいる。電気料金の支払いはプリペイド方式に移行しており、支払い状況は近年改善されてきている。

チューク州は、ミクロネシア連邦中央政府が策定した「国家エネルギー政策 2010（FSM National Energy Policy）」の中で示されている「2020年までに再生可能エネルギーの利用率を30%以上にする」という目標を基に、「チューク州エネルギー・アクション・プラン 2013（Chuuk State Energy Action Plan - Revised February 2013）」を策定し、中央政府と同様の目標を掲げ、発電設備の燃料価格の影響を最小

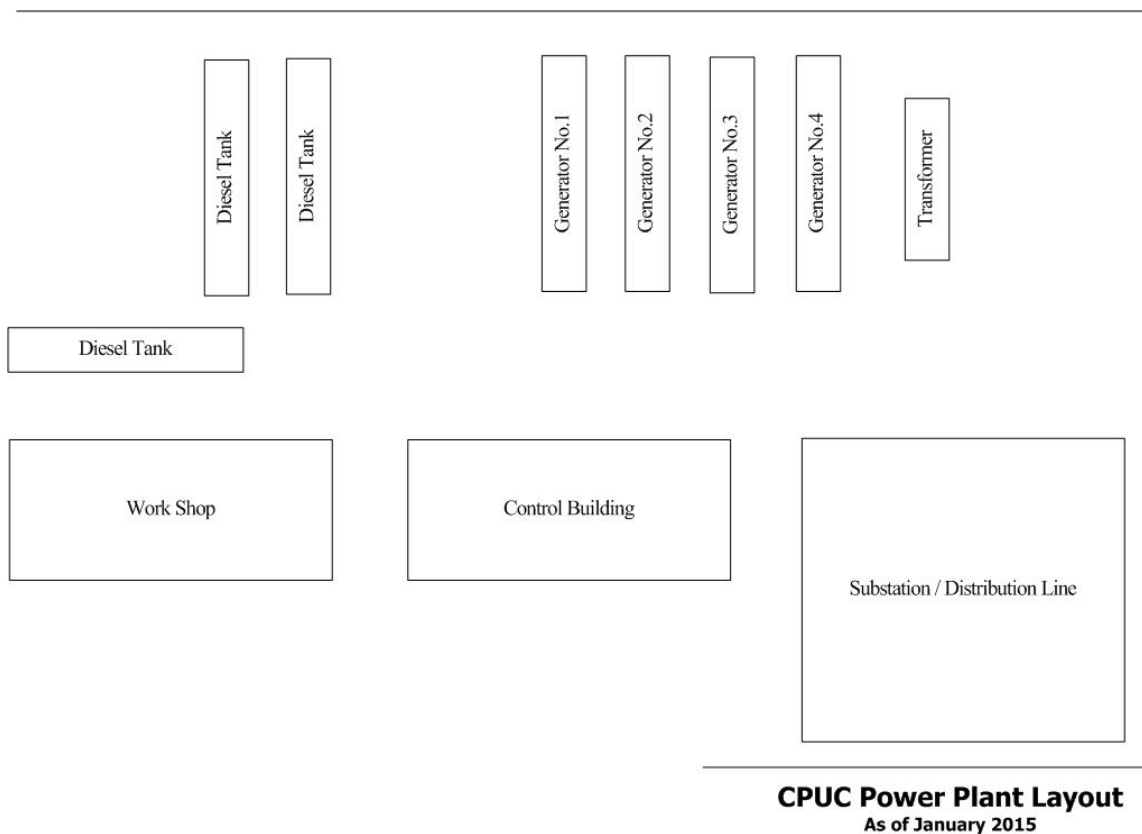
限にするよう計画を立て、実施している。

州都のあるウエノ島には、ディーゼル発電機 4 台が設置されているネプコス発電所があるが、その他のチューク州の島にはディーゼル発電機は設置されておらず、独立型 PV システムが数島に設置されているのみである。ネプコス発電所の既設発電設備の状況は表 1-3.1 に、発電所内配置図を図 1-3.1 に示す。また、PV システムの発電設備の状況について表 1-3.2 に示す。

表 1-3.1 ネプコス発電所の発電設備概要

No.	定格容量 (kW)	発電可能容量 (kW)	回転速度 (rpm)	製造年	現在の状況	備考
G-1	1,300	1,300	1,200	2011	Operation	On duty
G-2	1,300	1,300	1,200	2011	Operation	On duty
G-3	1,800	1,000	1,800	N/A	Not in Operation	Stop
G-4	1,800	1,000	1,800	N/A	Not in Operation	Retired(Under repair)

出典：チューク公共事業公社(CPUC) 2015 年 1 月現在



出典：調査団調べ

図 1-3.1 ネプコス発電所内配置図

表 1-3.2 PV システムの発電設備概要

No.	島名	サイト	設備容量	現在の状況	備考
1	Weno Island	International Airport	65 kWp	Operation	Grid-connected
2	Weno Island	Chuuk High School	200 kWp	Operation	Grid-connected
3	Fefan Island	West Fefan Elementary School	6 kWp	Operation	Stand Alone System
4	Fefan Island	Sapore Junior High School	13 kWp	Operation	Stand Alone System
5	Uman Island	Uman Sapota Elementary School	6 kWp	Operation	Stand Alone System
6	Tol Island	Wonip Elementary School	6 kWp	Operation	Stand Alone System
7	Tol Island	Munien Elementary School	4 kWp	Operation	Stand Alone System
8	Fanapanges Island	Fanapanges Elementary School	6 kWp	Operation	Stand Alone System
9	Udot Island	Udot Elementary School	6 kWp	Operation	Stand Alone System
10	Moch Island	Moch Junior High School	6 kWp	Operation	Stand Alone System
11	Satawan Island	Satawan Senior High School	6 kWp	Operation	Stand Alone System
12	Oneop Island	Oneop Elementary School	4 kWp	Operation	Stand Alone System
13	Lekinioch Island	Lekinioch Junior High School	9 kWp	Operation	Stand Alone System
14	Unun Island	Unun Senior High School	9 kWp	Operation	Stand Alone System
	合計		346 kWp		

出典：チューク公共事業公社(CPUC) 2015 年 1 月現在

(2) 現状の電力損失

現状の電力損失については、変電損失、配電損失を含めた合計で約 21%となっている

(3) 電化率について

現状の電化率については、ウエノ島で約 85%、チューク州全体で 27%となっている。この数値はコスラエ州やポンペイ州よりかなり低い(両州は約 95%)。特に地方島の電化率が低いと思われる。

(4) CPUC の財務状況

2015 年 1 月現在の CPUC の財務状況を以下の表 1-3.3 に示す。

表 1-3.3 CPUC の 2014 年財務状況

(単位：US\$)

収入	6,512,086
支出	5,727,034
主支出内訳	
(1) 燃料費	4,199,509
(2) 維持管理費	48,692
(3) 予備品	173,001
(4) その他	1,305,832
国からの補助	0

表 1-3.3 に示す通り 2014 年度の CPUC の財務状況は 2014 年半ばまで続いた燃料油価格の高騰にも拘らず、約 80US 万ドルの黒字となっており、支出の内訳は燃料費が総支出の約 73%を占めている。従って 2015 年度は、燃料油価格が下落しているため、更に黒字が増え、電気料金を値下げ方向へ向かうと考えられる。

1-4 ヤップ州

(1) 発電設備の現状

ヤップ州の電力はヤップ公共事業公社(YSPSC: Yap State Public Service Corporation)が供給を行っており、主にディーゼル発電機を用いて電力を供給している。電気料金は 0.37 米ドル/kWh (Residential, Jan. 2015)で、他の州に比べると安価である。しかし、他の州と同様に、既設発電設備の老朽化は進んでおり、稼働可能な発電機に問題が発生すると電力の供給ができない状態となっている。

ヤップ州全体の人口は 11,376 人(2010 Census)で、州都があるヤップ島には 7,371 人が住んでいる。電気料金の支払いはプリペイド方式に移行しており、支払い状況は近年改善されてきている。

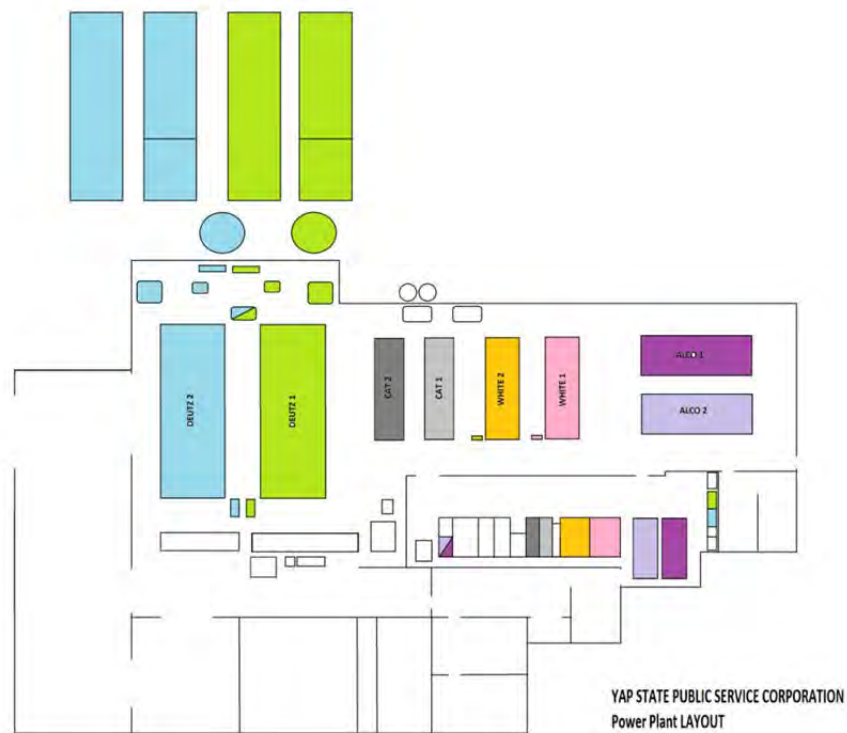
ミクロネシア連邦中央政府が策定した「国家エネルギー政策 2010(FSM National Energy Policy)」によると、「2020 年までに再生可能エネルギーの利用率を 30%以上にする」という目標を掲げている。ヤップ州はその目標を基に、「ヤップ州エネルギー・アクション・プラン 2013(Yap State Energy Action Plan - Revised February 2013)」を策定し、2015 年までに、ヤップ島の再生可能エネルギーの利用率を 10%とし、将来的に利用率を 50%まで上げる計画を進めている。

州都のあるヤップ島にはディーゼル発電機 8 台が設置されているダリプワイ発電所がある。その他の島については、3 つ島にディーゼル発電機が各島 1 台設置されている。また、独立型 PV システムが他の数島に設置されている。ダリプワイ発電所の既設発電設備の状況は表 1-4.1 に、発電所内配置図を図 1-4.1 示す。また、PV システムの発電設備の状況について表 1-4.2 に示す。

表 1-4.1 ダリプワイ発電所の発電設備概要

No.	定格容量 (kW)	発電可能容量 (kW)	回転速度 (rpm)	製造年	現在の状況	備考
G-1	2,000	0	900	1974	Not in Operation	Retired
G-2	2,000	0	900	1974	Not in Operation	Retired
G-3	750	0	1,800	N/A	Not in Operation	Under repair
G-4	750	400	1,800	N/A	Not in Operation	Black out start
G-5	800	0	1,200	N/A	Not in Operation	Retired
G-6	800	0	1,200	N/A	Not in Operation	Retired
G-7	3,200	3,200	600	1995	Operation	On duty
G-8	3,200	3,200	600	1995	Operation	On duty

出典：ヤップ公共事業公社(YSPSC) 2015 年 1 月現在



出典：調査団調べ 2015年1月現在

図 1-4.1 ダリプワイ発電所内配置図

表 1-4.2 PV システムの発電設備概要

No.	島名	サイト	設備容量	現在の状況	備考
1	Yap Island	YSPSC Power Plant	200 kWp	Operation	Grid-connected
2	Ulithi Atoll	Falalop Ulithi	63 kWp	Operation	Stand Alone System
3	Ulithi Atoll	Asor	20 kWp	Operation	Stand Alone System
4	Ulithi Atoll	Mogmog	48 kWp	Operation	Stand Alone System
5	Ulithi Atoll	Fadarai	30 kWp	Operation	Stand Alone System
6	Walaai Atoll	Falalop Woleai	41 kWp	Operation	Stand Alone System
7	Walaai Atoll	Togaliip	9 kWp	Operation	Stand Alone System
8	Walaai Atoll	Seliap	10 kWp	Operation	Stand Alone System
9	Walaai Atoll	Wottegai	15 kWp	Operation	Stand Alone System
10	Walaai Atoll	Falalus	9 kWp	Operation	Stand Alone System
11	Satawal	-	62 kWp	Operation	Stand Alone System

12	Fais	-	66 kWp	Operation	Stand Alone System
13	Ngulu	-	1 kWp	Operation	Stand Alone System
14	Ifalik	-	40 kWp	Operation	Stand Alone System
15	Faraulep	-	15 kWp	Operation	Stand Alone System
16	Elato	-	15 kWp	Operation	Stand Alone System
17	Lanotrek	-	30 kWp	Operation	Stand Alone System
18	Eauripik	-	12 kWp	Operation	Stand Alone System
19	Falalus	-	14 kWp	Operation	Stand Alone System
20	Wottegai	-	20 kWp	Operation	Stand Alone System
21	Seliap	-	14 kWp	Operation	Stand Alone System
22	Tegailap	-	14 kWp	Operation	Stand Alone System
23	Piig	-	12 kWp	Operation	Stand Alone System
	合計		760 kWp		

出典：ヤップ公共事業公社(YSPSC) 2015 年 1 月現在

(2) 現状の電力損失

現状の電力損失については、YSPSC が調査中で現在データを保有していない。

(3) 電化率について

現状の電化率については、ヤップ島で約 95%、ヤップ州全体で 60%となっている。ヤップ島以外では 3 島のみにディーゼル発電機が整備されているが、他の地方環礁等は太陽光設備のみであるので、電化されていても電力供給時間にはかなり制約が有る可能性があり、実質の電化率はもっと低い可能性もあると考えられる。

(4) YSPSC の財務状況

YSPSC の財務状況を以下の表 1-4.3 に示す

表 1-4.3 YSPSC の 2014 年財務状況

単位：US\$

収入	5,551,971
支出	6,246,464
主支出内訳	
(1) 燃料費	4,091,121
(2) 維持管理費	104,578
(3) 予備品	14,668
(4) その他	2,036,097
国からの補助	0

出典：調査団調べ

表 1-4.3 に示す通り 2014 年の YSPSC の財務状況は同年半ばまでの燃料油価格の高騰もあり、約 80US 万ドルの赤字である。総支出に対する燃料費の割合は約 65% 占めており、同年半ば以降の燃料費の下落は、2015 年以降の財務状況改善に繋がると考えられる。

2. 電力セクターの組織・技術水準

2-1 コスラエ州

コスラエ州の電力セクターについては本報告書、第 2 章、2-1 プロジェクトの実施体制に示しているため本稿では割愛する。

2-2 ポンペイ州

(1) PUC の組織

ポンペイ州では、ポンペイ公共事業公社(PUC: Pohnpei Utilities Corporation)が電力事業を担っている。PUC は管理部門、上下水道部門、発電部門の 3 部所から成る。電力部門は 2015 年 1 月現在、約 160 名が所属している。図 2-2.1 に PUC の組織を示す。

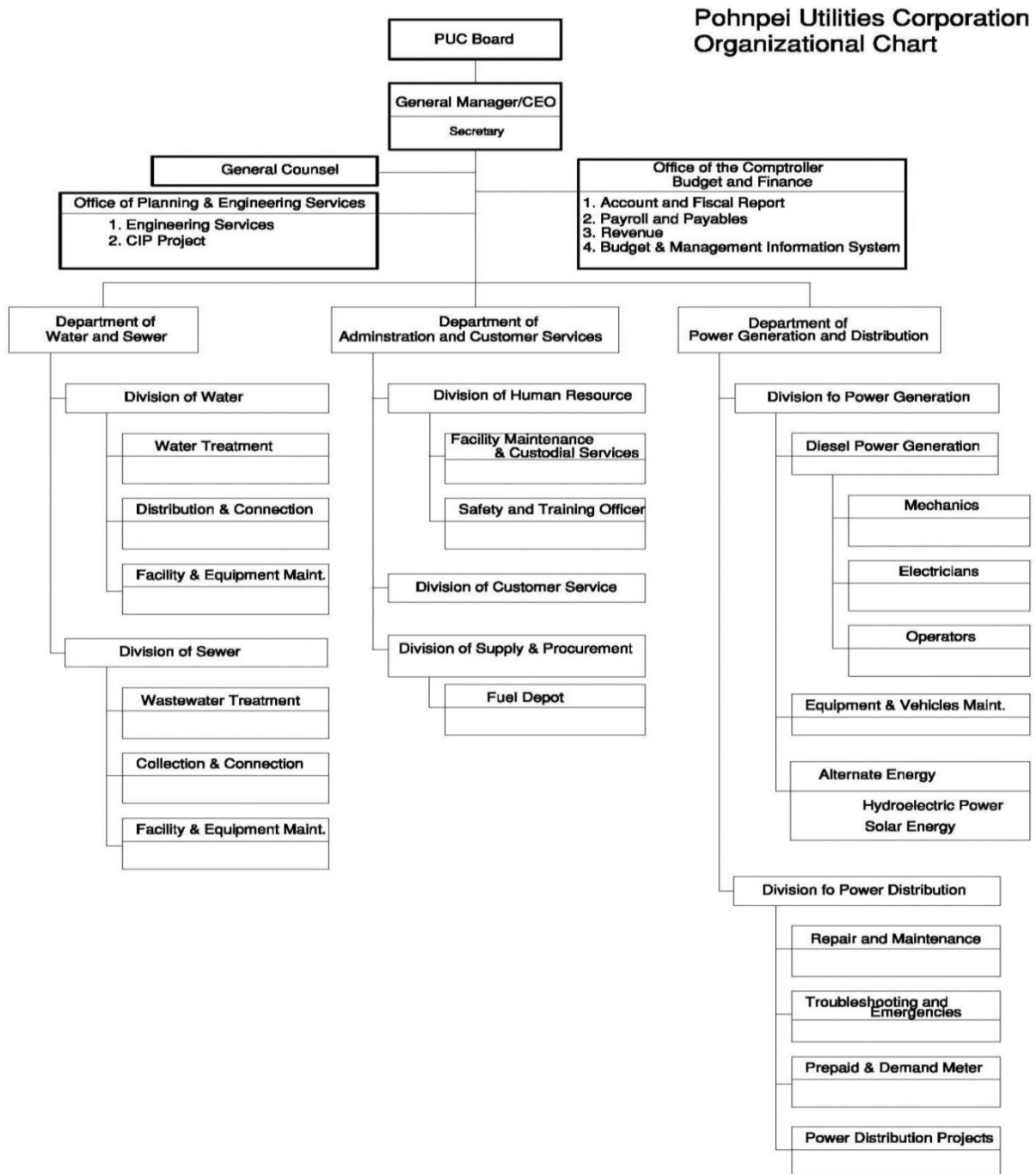


図 2-2.1 PUC の組織

(2) 技術水準

ポンペイ州の電力供給を行っている PUC の職員数は約 160 名と他州に比して多いが、適切な運営・維持管理を行う上では、更なる維持管理技術のレベルアップが必要と思われる。

特に現状は故障したら直すという体制で行っているため、予防保全という考えが不足している。まずは日常点検の常用性と記録の分析・保管という面でのレベルアップが必要であると思われる。

2-3 チューク州

(1) CPUC の組織

チューク州ではチューク公共事業公社 (CPUC: Chuuk Public Utility Corporation) が電力事業を担っている。CPUC は管理部門、電力部門、上下水道部門の 3 部所から成る。電力部門は 2015 年 1 月現在、41 名が所属しており、発電部、配電部、技術部に分かれている。図 2-3.1 に CPUC の組織を示す。

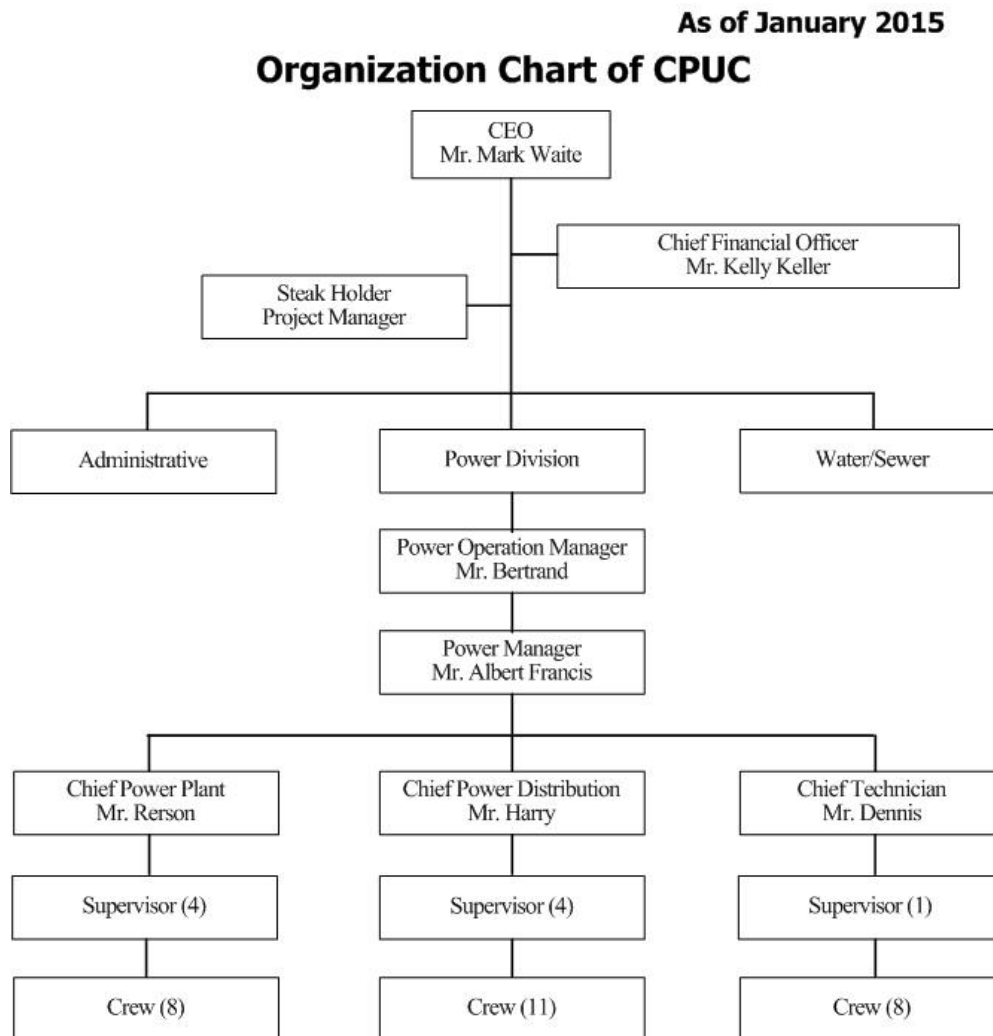


図 2-3.1 CPUC の組織図

(2) 技術水準

CPUC は総勢 41 名の小さな組織であり、技術者は、発電部門:12 名、配電部門:15 名、事務部門:9 名の体制となっている。所有する設備は老朽化が進んでおり、運転・維持管理状況も芳しくないのが現状である。発電所を運用するために必要な資料やデータの管理についても、十分とは言えず、管理体制も確保されていないのが現状である。また、PV システムについては、CPUC で 265kWp の連系 PV シ

システムを運用しているが、維持管理に必要な書類、図面等を保管していない。従って、日常の運転・維持管理がどの程度実施されているか不明である。従って、まず運転・維持管理の日常点検の常用性と記録の整理・分析・保管という面でのレベルアップが必要であると思われる。

2-4 ヤップ州

(1) YSPSC の組織

ヤップ州では、ヤップ公共事業公社 (YSPSC: Yap State Public Service Corporation) が電力事業を担っている。YSPSC は電力部門以外に上下水道部門も管轄している。電力部門は2015年1月現在、103名が所属しており、管理部門、発電部、配電部、メンテナンス部及びヤップ島以外の島を管轄する部門に分かれている。図 2-4.1 に YSPSC の組織を示す。

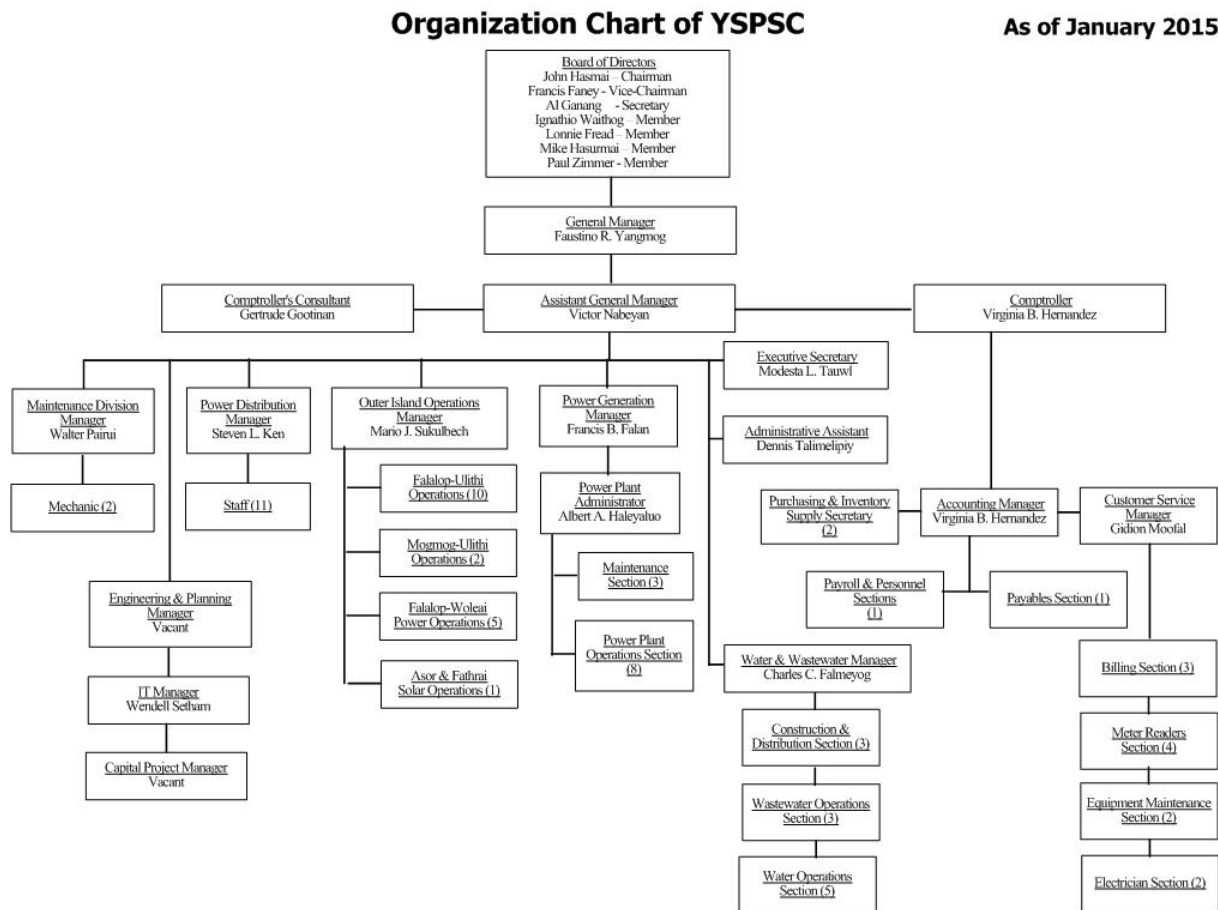


図 2-4.1 YSPSC の組織

(2) 技術水準

YSPSCは総勢103名の組織であり、電力部門に關係する技術者は、発電部門が13名、配電部門が12名、ヤップ島以外の発電・配電部門が19名となっている。所有する設備8台の内、6台は40年以上前に製造されたものであり、現在は停止している。現在稼働している2台は1995年製で老朽化は進んでいるが、管理状況は比較的良く、維持管理体制も確保されており、順調に運転を続けているので、YSPSCはディーゼル発電設備の基礎的な技術は保有していると思われる。

PVシステムについては、ヤップ島以外の島で小規模のPVシステムが設置され、運用されている。また、現在、200kWpの連系PVシステムがヤップ島に据付中であり、PVシステムを運用するための基礎的な技術、知識は習得していると判断できる。

3. 需要予測と再生可能エネルギーのポテンシャル

3-1 コスラエ州

(1) 電力需要予測

コスラエ州の電力需要予測については本報告書、第1章、1-1当該セクターの現状と課題、1-1-1現状と課題、(7)電力需要予測に示しているので本稿では割愛する。

(2) 太陽光発電のポテンシャル

コスラエ州のエネルギー・アクション・プラン2013では再生可能エネルギーによる電力供給の割合を2020年までに30%とする政策を立案している。コスラエ州では欧州連合(EU)の援助で2008年に建設された5ヶ所で45.5kWのPVシステムのほか、太平洋環境共同体(PEC)の支援による200kWpのPVシステムと、欧州連合(EU)支援による100kWpが2015年に稼働し、合計最大出力は345.5kWpとなる。これは週末の最少需要510kWから見ると68%となり、太陽光発電の発電効率を60%としても41%となり、現状のままでPVシステムをGridに繋ぐと、ディーゼル発電設備を含む供給電力品質に与える影響が大きく、系統安定化設備の付加や運転方法の検討が必要となる。

また、ミクロネシア連邦政府はコスラエ州に対し別途500kWpの太陽光発電システム導入を検討しており、据付候補地としてコスラエ州の国際空港の駐車場を考えている。現在国際空港では、エントランス付近の屋根に6.4kWpのPVシステム(欧州連合(EU)の支援)が据付けられているが、コスラエ国際空港の駐車場はスペースが小さく500kWpの太陽光発電システムの据付は不可能である。現状のスペースを考慮すると50から100kWp程度が限界と思われる。これに対し、KUAは他の候補地を見つけ合計で500kWpの据付で対処しようと考えている。しかしながら、コスラエ州は平地が少ないため、500kWp分の太陽光システムを追加で敷設する場合、5から6か所以上の候補地が必要となると思われる。もし、500kWpの太陽光発電システムが実現されると既設

の太陽光設備との合計出力は約 845kWp となり、系統安定化設備や蓄電設備導入の検討が必須となる。

(3) 水力発電の可能性について

コスラエ州ではエネルギー・アクション・プラン 2013 で小水力発電 250kW の開発を掲げているが、小水力発電に適した河川(水源)がなく、ポテンシャルも低い。その為、現在水力発電開発の進捗は滞っているのが現状である。

第 2 次現地調査時、調査団は「コスラエ州で計画されている電力開発プロジェクト」に示されているコスラエ島の水力発電所開発の可能性を探るため、KUA との協議し、現地踏査準備を行い、KUA が過去の調査を基に可能性が高いと判断している候補地を中心に調査を行った。

1) 調査行程・調査地点

コスラエ州における水力発電所候補地の調査結果は以下に示す通りであり、調査地点は図 3-1.1 に示す、Okat、Toful、Tafuyat、Malem、Finkol、Menka、Utawa、Palusrik の 8 地点である。

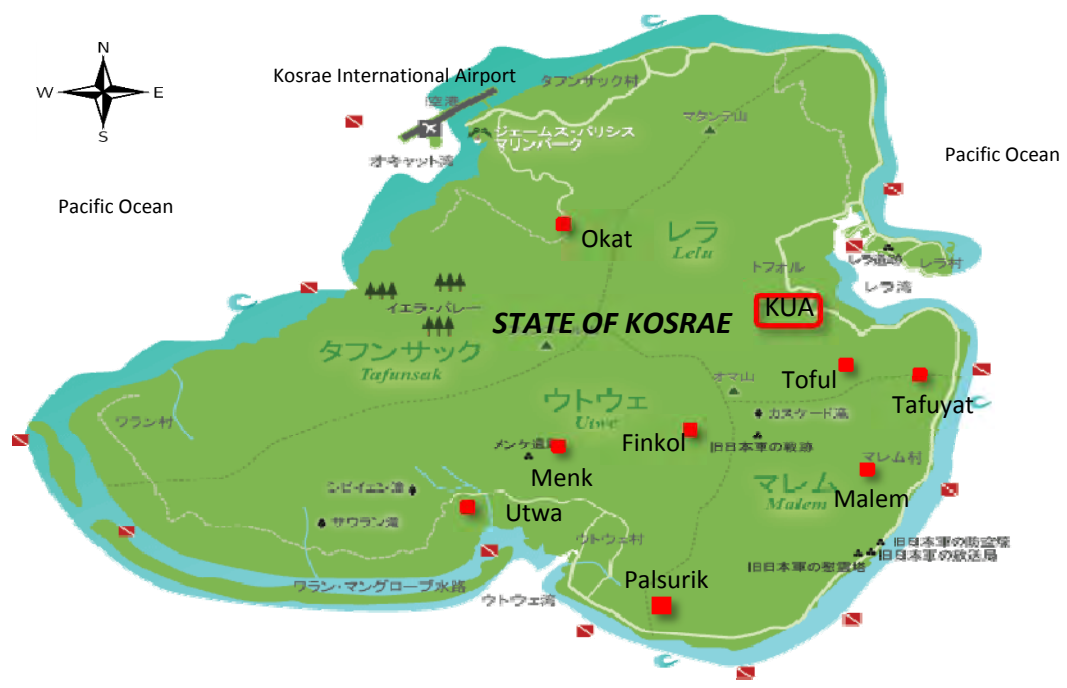


図 3-1.1 調査地点位置図

2) 開発可能性の評価

- (a) どの開発予定地点も流域面積が小さく、また土壌の水分保有期間率の悪い地質（雨中の調査であったが、足元がそれほどぬかるむことがなかった）であることから、雨が短時間に流出してしまうことや、雨量の少ない乾季に流量が少なくなる特徴があると見受けられた。
- (b) Toful、Tafuyat、Malem、Palusrik の4地点では、河水が水道用水として利用されており、水力発電開発は水道用水に影響を及ぼさない範囲での開発となる。従って、水道用取水堰の上流における開発地点を探したが、流域が小さくなり（流量が少なくなり）、水力発電開発に適した地点は見つけられなかった。
- (c) Malem では20年ほど前に水道水を利用した小水力発電所（出力10kW）があったとの情報が有ったが、現在は撤去されており、発電所の基礎のみが残っている。この地点の再開発は可能であるが、導水管の布設替えが必要である。出力は4～5kW程度と想定される。
- (d) Palusrik 地点では、現在アジア開発銀行（Asian Development Bank : ADB）の支援によって浄水場の建設が行われている。この浄水場の取水堰の下流では、余剰水（水道水取水後の水）を使った小水力発電は可能である。発電電力は浄水場のポンプ電力として利用が出来る（出力は3kW程度）。
- (e) Menka, Finkol 地点は今回の調査ではアクセスがなく現地踏査を出来なかったが、これら地点は流域も大きく、アクセスが可能になれば再度調査する必要がある。
- (f) Utwa は小水力地点に観光用の滝があり、環境保護の観点から開発は難しいと判断される。

各発電所開発予定地点の比較表を表 3-1.1 に示し、併せて開発予定地点の現況を写真 3-1.1～写真 3-1.4 に示す。



[出典] JICA 調査団撮影

写真 3-1.1 Okat 橋付近の流況（発電所地点、取水堰サイトはこの上流）



[出典] JICA 調査団撮影

写真 3.1-2 Malem 取水堰（旧日本軍によって建設されたもの）



[出典] JICA 調査団撮影

写真 3-1.3 Malen 発電所跡



[出典] JICA 調査団撮影

写真 3-1.4 Palusik 取水堰下流

No	1	2	3	4	5	6	7	8
計画地点名	Okat	Tofol	Tafuyat	Malem	Finkol	Menka	Utawa	Palusrik
位置	Tafunsak地区	Lelu地区	Lelu地区	Malem地区	Utwa地区	Utwa地区	Utwa地区	Malem地区
取水地点	Okat橋上流200m	Toful水道用取水堰の上流	Tafuyat水道用取水堰の上流	Malem取水堰	取水堰新設	取水堰新設	取水堰新設	Palsurik既設取水堰を流用
発電所位置	Okat橋付近	Toful水道用取水堰の直上流	Tafuyat水道用取水堰の直上流	Malem配水管の終点	新設取水堰の下流	新設取水堰の下流	新設取水堰の下流	Palsurik既設取水堰の下流
流域面積(km ²)	4.97	1.36	0.69	1.87	2.50	1.85	2.00	1.15
取水地点標高(m)	14.00	60.00	68.00	68.00				46.00
発電所地点の標高(m)	9.00	58.00	44.00	44.00				34.00
発電所地点の静水頭(m)	5.00	2.00	24.00	24.00				12.00
最大使用水量(m ³ /sec)	0.100	0.023	0.009	0.029				0.040
発電出力(kw)	3.14	0.29	1.35	4.37				3.01
年間発生電力量(kwh)	16,000	2,000	7,000	23,000				16,000
現況と想定される備の内容	①取水堰(H=2m)新設 ②導水管(約200m)新設 ③地上式発電所新設 ④遠隔制御装置導入	①Toful川は簡易水道水の供給源となっており、取水地点はToful取水堰上流で選定する。 ②導水管を新設。 ③既設取水堰の直上流に地上式発電所を新設する。 ④遠隔制御装置導入	①Tafuyat川は簡易水道水の供給源となっており、取水地点はTafuyat取水堰上流で選定する。 ②導水管を新設。 ③既設取水堰の直上流に地上式発電所を新設する。 ④遠隔制御装置導入	①水道用導水管内に水中ポンプ型の水車発電機を装備 ②地上式発電所新設 ③遠隔制御装置導入	①現地にはアクセス道路がないため現地状況の確認が出来ない。これら地点の開発には、アクセス道路の新設が必要である。 ②発電タイプは流れ込み式発電所である。	①Sipoye滝を利用した発電計画である。滝が観光施設化しており、発電利用は無理である。	①Palsurik川は簡易水道水の供給源となっており、取水地点はPalsurik取水堰とする。 ②既設導水管を流用する。 ③既設取水堰の下流に地上式発電所を新設する。 ④浄水設備運転所で管理する。	
開発に係る長所	①年間を通じて流量が安定しているので規模の割には発電電力量が稼げる。 ②発電所地点には既設道路がありアクセス道路新設の必要はない。 ③KUAの配電線(13.8KVA)電線が直ぐそばを通っており、その配電線に系統接続可能である。 ④KUAのHQから約6km離れており、HQから遠隔操作運転可能である。	①水道用配水タンクがあり、既設取水堰までのアクセス道路がある。 ②水道用配水タンクまでKUAの配電線が来ている。 ③KUAのHQから約1kmの距離にあり、HQから遠隔操作運転可能である。	①既設取水堰までのアクセス道路がある。 ②KUAの配電線が発電所付近まで来ている。 ③KUAのHQから約3kmの距離にあり、HQから遠隔操作運転可能である。	①敷地内で発電所用地の確保が出来ている。 ②KUAの配電線が発電所付近まで来ている。 ③KUAのHQから約7kmの距離にあり、HQから遠隔操作運転可能である。	—	—	①発電所用地の確保が必要となる。 ②KUAの配電線が浄水場まで来ているので、これに接続する。 ③浄水場との併設となり、維持管理が容易である。	
開発に係る短所	①諸設備(取水堰、発電所など)の用地買収が必要である。 ②取水堰および導水管工事は仮設道路が必要である。 ③導水管が長いので導水管径を大きくして導水ロスを低減する必要がある(コスト高)。	①河川流量が少ないため出力が小さく投資効果がない。 ②諸設備(取水堰、発電所など)の用地買収が必要である。 ③取水堰および導水管工事は仮設道路が必要である。	①河川流量が少ないため出力が小さく投資効果がない。 ②諸設備(取水堰、発電所など)の用地買収が必要である。 ③取水堰および導水管工事は仮設道路が必要である。	①水道設備を利用した発電のため導水管ロス低減のための管路径の変更が必要になる。 ②水道用導水管の遊休エネルギーを利用するため、水道給水に悪影響を及ぼさない範囲での発電利用になる。	—	—	①水道水取水後の残水量を利用するため、出力は小さくなる。	
周辺地区への環境的影響	①工事場所は村落から離れているため、工事による騒音、振動、濁水および道路の使用などの社会環境に係る問題は少ない(工事期間は6か月未満)。 ②工事区域における貴重な動植物は所見されなかった。	①工事場所は村落から離れているため、工事による騒音、振動、濁水および道路の使用などの社会環境に係る問題は少ない(工事期間は6か月未満)。 ②工事区域における貴重な動植物は所見されなかった。	①工事場所は村落から離れているため、工事による騒音、振動、濁水および道路の使用などの社会環境に係る問題は少ない(工事期間は6か月未満)。 ②工事区域における貴重な動植物は所見されなかった。	①工事場所と民家が接近しており、工事時の騒音、振動および濁水等に対する配慮が必要である(工事期間は6か月未満)。 ②工事区域における貴重な動植物は所見されなかった。	①工事場所は村落から離れているため、工事による騒音、振動、濁水および道路の使用などの社会環境に係る問題は少ない(工事期間は6か月未満)。 ②工事区域における貴重な動植物は所見されなかった。	①滝を利用した発電計画である。滝が観光施設化しており、発電利用は無理である。	①工事場所は村落から離れているため、工事による騒音、振動、濁水および道路の使用などの社会環境に係る問題は少ない(工事期間は6か月未満)。 ②工事区域における貴重な動植物は所見されなかった。	
概算建設費	約600万円			約900万円				約550万円
評価	○	×	×	○	×	×	×	○

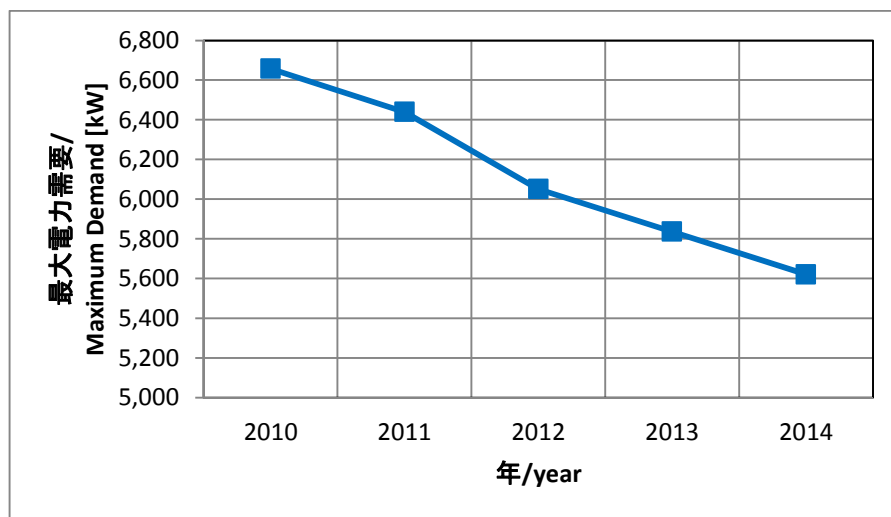
表 3-1.1 水力発電候補地点比較表

3-2 ポンペイ州

(1) 電力需要予測

ポンペイ州の2016年1月の電力需要はピーク時約5,850kWとなっているが、過去5年間の発電実績では以下の図3-2.1 発電実績のグラフに示すように年々発電量が低下してきている。これは人口の減少と料金徴収のプリペイド化が原因であると思われるが、他の要素として、PUCが保有するディーゼル発電設備の故障が多発し、発電能力が低下してきていることによる、供給側の問題によるものとも考えられる。

発電能力の低下が大きな要因であることを示すようにポンペイでは停電が多発している。PUCはこの状況の改善のためIPPの会社と買電契約を結び2015年1月から電力の買い取りを行って発電量の不足分を補てんしている。



出典：ポンペイ公共事業公社(PUC)

図3-2.1 発電実績

これらの状況から PUC の発電出力が電力需要に見合った能力まで回復すれば、電力需要はほぼ横ばい（6,000kW/peak）で推移していくと考えられる。

PUC の今後の発電機新規購入計画については、前項 1-2(1)節に示す。

(2) 太陽光発電のポテンシャル

ポンペイ州では他州と同様に、再生可能エネルギーによる電力供給の割合を2020年までに電力供給の30%とする計画としている。現在ポンペイ州は再生エネルギーによる発電出力はPVシステム及び小水力発電設備で合計1,110kWp（表1-2.2参照）を有している。

現在稼働しているPVシステム（表1.2-1参照）と、ミクロネシア連邦政府にて導入検討している500kWpが完成すると、PVシステムの合計出力は885kWpとなりポンペイ州のピーク需要の

6MW の約 15%となる。従って PV システムの導入による電力品質への悪影響を防ぎ、安定させるための系統安定化設備や蓄電設備導入の検討が必要となる。

ミクロネシア連邦政府は、ポンペイ州での 500kWp の PV システムの据付候補地を「州政府庁舎の駐車場及び Pohnlangas を候補地として検討している。ポンペイ州政府庁舎の駐車場スペースの敷地広さは、実施に当たっては敷地測量等を行い、どの程度の規模の PV パネル等が据付可能であるか確認する必要がある。また、もう一方の候補地 (Pohnlangas) についても同様に据付可能面積を確認する必要があるが、ポンペイ州も平地が少ない為、サイトを分散して合計で 500kWp とすることが必要と思われる。

(3) 水力発電の可能性について

ポンペイ州は比較的河川に恵まれ、水力発電の候補地になり得る河川を持っている。現在 PUC は EU の支援で修理を終えた Nanpil Hydro を稼働しているが、他に開発候補地として 2 カ所の河川をあげている。一か所は Lehnmesi River であり、もう一か所は Lehndiadi River である。しかしながら、PUC は発電可能容量検討等の実施計画をまだ作成していない。なお、アジア開発銀行(Asian Development Bank: ADB)は Pohnpei Power Sector Development 2012 で高容量が期待できる水力発電の開発候補地として以下表 3-2.1 に示す候補地をプロポーザしている。Lehnmesi River は PUC が考えている候補地と一致しており、ADB レポートでは発電可能容量が高いと見込まれていることから有力な候補地であると思われる。

表 3-2.1 水力発電の開発候補地

	Municipality/Project/River	Installed Capacity (kW)	Estimated Annual Generation (Million kWh)	Estimated Annual Generation (kW)
Net Municipality				
	Nankawad	980	4.50	4,491
Kiti Municipality				
	Lehnmesi # 1	790	2.07	2,620
	Lehnmesi # 2	1,080	2.82	2,611
	Lehnmesi # 3	2,500	6.66	2,644
Madolenhmn Municipality				
	Senpen	240	0.68	2,833
	Total	5,590	16.73	

出典：アジア開発銀行(Asian Development Bank: ADB) Pohnpei Power Sector Development 2012

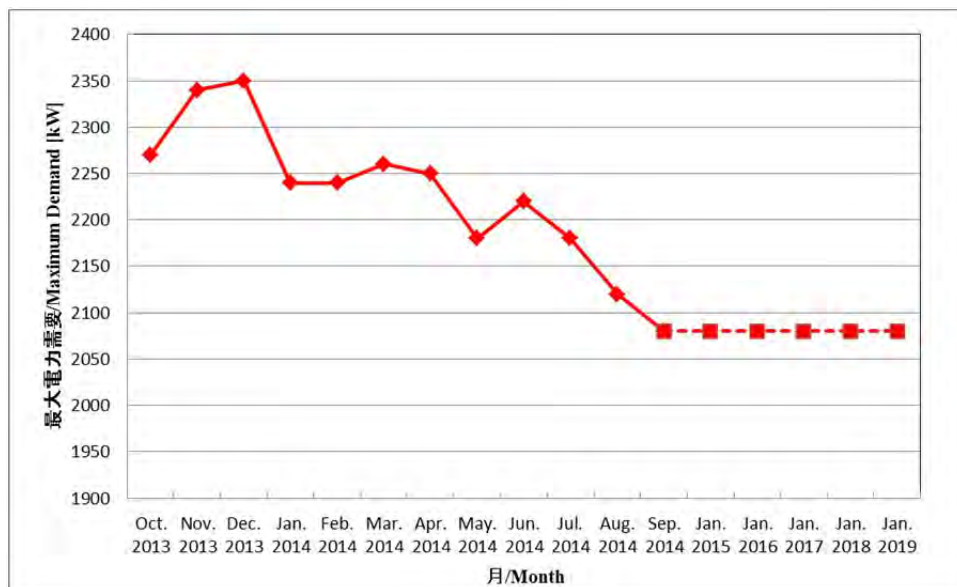
また、現在稼働中の Nanpil Hydro は雨期を中心とした河川水量が比較的豊富な時期にしか稼働できないという状況にある。よって、水力発電の候補地では年間を通して安定的に水が確保できる

かを確認する必要がある。また、安定的に水が確保できなければダムのような貯水できる施設の検討が必要と思われる。尚、ADB レポートの 4.4 項、Ranking of Proposed Hydropower Projects に示されている“Table 13 Proposed hydropower projects for implementation”では表 3-2.1 に示された 3 か所の候補地の他に Nanpil Hydro が入っており、合計出力は 7.75MW となっている。但し PUC が計画している将来の水力発電所開発計画 10MW を満たす開発候補地点は示されていない。

3-3 チューク州

(1) 電力需要予測

チューク州ウエノ島の 2013 年 10 月～2014 年 9 月までの 1 年間の電力需要と CPUC が作成した 2015 年から 2019 年までの需要予測を図 3-3.1 に示す。CPUC は、今後、電力需要の増減はほとんどなく、約 2.0～2.3MW の電力需要が数年続くと予測している。



出典：調査団調べ

図 3-3.1 電力需要

「チューク州エネルギー・アクション・プラン 2013」によると、今後、2.4 MW の発電機を 2 台、1.15 MW を 2 台、1.4 MW 1 台を新たに導入し、既設発電機と取り換える事を計画している(Chuuk State Compact Funds による)。また、再生可能エネルギーの利用率を上げるため、州都があるウエノ島に合計 450 kWp の連系 PV システムを導入する計画を進めており、既に 265 kWp の連系 PV システムが設置されている(PEC 及び EU 支援)。PV システムについては、ウエノ島以外にも独立型 PV システムを導入する計画を進めている。また、ウエノ島内は水力発電の可能性が低く、現時点で CPUC は計画していない。

今回の基礎情報収集調査で CPUC から以下のようなプロジェクトを検討してほしいと要望があった。

- ① ウエノ島以外の島の電化率を上げるため、ウエノ島から海底ケーブル敷設して近隣の島へ電力を供給する。
- ② ウエノ島以外の島に独立型 PV システムを導入する。
- ③ ウエノ島以外の島にディーゼル発電機を導入する。

上記①の要望については、近隣の島に一部設備が据え付けられているという情報を入手しているが、海底ケーブルが敷設されていないこと、また、土地所有者との問題で計画が進んでいない。

上記②及び③については、ウエノ島以外の島の電化率を上げるため、PV システムやディーゼル発電機を導入する計画である。ウエノ島近隣の島に発電設備を導入する場合、用地の確保、住民との合意及び予備品の購入を含む維持管理などの問題が考えられる。

(2) 太陽光発電のポテンシャル

チューク州の太陽光発電設備の建設用地としては、現在、Tonowas 島及び Satowan 島が候補地となっている。Tonowas 島は州都のあるウエノ島から約 4 km に位置し、ウエノ島から比較的近いという地の利の点から候補地として可能性が高い。しかし、Tonowas 島では、欧州連合（EU）支援による発電所及び配電線の建設計画があるものの、土地所有者と CPUC との間で、土地の賃貸借契約で紛争が起こっており、計画が進んでいない状況である。従って PV システムを建設する場合は、CPUC の所有地や公共機関の建物に据え付けることを検討する事が望ましい。

Satowan 島はウエノ島から約 300 km 離れており、輸送や据付工事の問題、更に継続的に維持管理できるかどうかなど多くの課題が考えられる。ウエノ島では、空港に既設の 65 kWp の連系 PV システムと Chuuk High School に 200 kWp の連系 PV システムが既に運用されている。また、今後、WB 支援により 200kWp の PV システムを発電所内敷地に据え付ける計画があり、現在調査を実施中である。現在調査中の 200kWp が据え付けられた場合、PV システム全体で 465kWp となる。2014 年の最大電力需要は約 2.0 MW、最小電力需要は約 1.2 MW であり、今後、PV システムを導入する場合は電力品質を確保するため、再生可能エネルギーからの電力供給変動分を考慮した系統安定化システム等を検討する必要がある。

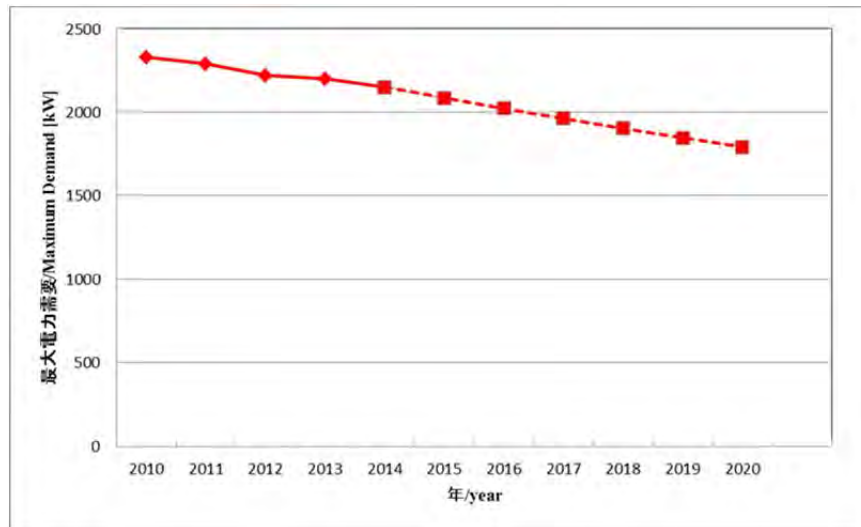
(3) 水力発電の可能性について

ウエノ島にはウィチョン川と呼ばれている川があるが、水量が少なく、水力発電としての可能性は低い。また、CPUC はチューク州内で水力発電計画を考えていない。

3-4 ヤップ州

(1) 電力需要予測

YSPSC が作成した、ヤップ州ヤップ島の過去 5 年間の電力需要と将来の電力需要予測を図 3-4.1 に示す。YSPSC は、今後、電力需要が年 3%の割合で減少すると予測している。この原因は他州と同様に Guam や米国本土への出稼ぎによる人口の減少や電力料金徴収のプリペイド化が挙げられている。



出典：YSPSC

図 3-4.1 電力需要予測

今回の基礎情報収集調査を通して、YSPSC から以下のような電力プロジェクトの支援ニーズの説明があった。

- ① 発電効率を上げるため、1 MW 程度のディーゼル発電機を数台導入する。
- ② ヤップ島内の低圧三相 4 線式配電線路の増設

①の要望の主旨は、ヤップ島の既設発電所には 8 台のディーゼル発電機が据付けられているが、現在稼働しているのは 1995 年製の 3.2 MW のディーゼル発電機 2 台のみで、このディーゼル発電機 2 台で電力を供給しているため、低負荷時の発電効率が非常に悪い状態である (kWh 当たりの燃料消費量が悪い)。この状況を改善するために、YSPSC は小容量のディーゼル発電機を数台導入したいとの事である。既にこの YSPSC の要望に対しては ADB が昨年 11 月 21 日に入札公示を行い (締め切りは本年 1 月 15 日) 出力 1,800kW と 800kW の高速ディーゼル発電機 2 台と関連する配電盤等の調達を開始している。

②については、現在、ミクロネシア連邦の配電線路は中圧配電線路 3 相 3 線 13.8kV から、単相変圧器 3 台を柱上に設置し、降圧後、低圧 3 相 4 線式配電線路を各需要家へ配電している。しかしヤップ島では 3 台の単相変圧器が設置されているのは、一部の地域にのみであり、YSPSC は需要家の要望に合わせた、配電線路を整備し、需要家への電力供給力向上を考えている。この為、低圧三相 4 線式 (380/220V) 配電線路を増設し、電力供給対象地域を拡大したいとの事である。

(2) 太陽光発電のポテンシャル

“ヤップ州エネルギー・アクション・プラン 2013”によると、2014年までに太平洋環境共同体(PEC)の支援により 150kWp の太陽光発電システムを建設と、支援機関は未決定であるが 250kWp の太陽光設備の建設が計画されている。

実際にはヤップ島では太平洋環境共同体(PEC)支援により、現在(2015年1月)、200kWpの連系PVシステムを発電所付近で据付け工事中である。また、公共機関(病院、学校など)の建屋屋根には、現在、ADBの支援により、合計300kWpのPVシステムが据え付けられる計画が進められている。更に、ミクロネシア連邦政府は、ヤップ島の既設ディーゼル発電所付近及びその他建物の上に500kWpのPVシステム建設することを検討としている。

ヤップ島の最大電力需要は約2.2MW、最小電力需要は約1.1MWであり、今後、PVシステムを導入する場合は、他の州と同様に、電力品質を確保するため、再生可能エネルギーからの電力供給変動分を考慮した系統安定化設備や蓄電池設備等の導入等を検討する必要がある。

(3) 水力発電と風力発電の可能性について

ヤップ島は地形上から水力発電の対象となる候補地が少なく、ポテンシャルは低い。また、“ヤップ州エネルギー・アクション・プラン 2013”にも水力発電の開発計画は示されておらず、YSPSCは現在のところ水力発電の開発計画を考えていない。しかし、上水道用のため貯水池から上水道処理施設(浄水場)までの落差(約10m)を利用した小水力発電を開発できる可能性がある。YSPSCに確認したところ、今までYSPSCには水力発電の建設及び運営の経験がなく、維持管理の方法や費用などを考えると、開発を行う可能性は低いとの事である。

“ヤップ州エネルギー・アクション・プラン 2013”によると、2013～2014年で風況調査が行われ、その後1.0～1.2MWの風力発電機の建設がADB支援により立案されている。2015年1月現在、実施された風況調査結果を基に、ADB支援による300kWの風力発電設備3台を据え付ける計画が進行中である。計画通りに300kW x 3台の風力発電機が据え付けられた場合、電力系統に接続が予定されており、電力需要に対して再生可能エネルギーの割合が非常に高くなることが予想される。従って、今後太陽光発電システムを含む再生可能エネルギーからの電力供給変動分を考慮した系統安定化システム等を検討する必要がある。

3-5 ミクロネシア連邦電力セクターの開発ポテンシャル(主として再生可能エネルギー)

表 3-5.1 に「ミクロネシア連邦電力セクターの開発ポテンシャル(主として再生可能エネルギー)」を添付する。

表 3-5.1 ミクロネシア連邦電力セクター開発ポテンシャル（主に再生可能エネルギー）

州名・適用	状況・要望度	裨益効果	留意点
1. コスラエ州			
(1) 太陽光発電(PV)	<p>以下の候補地に 500kWp の PV システムの導入が検討されているが、KUA の要望は低い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コスラエ国際空港駐車場 (約 15mx35m) <p>空港駐車場スペースは狭く (50kWp 程度) 設置容量には限界があり、近隣の他施設 (港湾倉庫) の屋根 (約 15mx70m) 等を利用して 100kWp 程度のスペースと想定される。</p> <p>また、コスラエ州は平地が少なく設置場所が限られてくることから、発電可能容量の確認が必要である。</p>	<p>PV システムの発電量に見合ったディーゼル発電機の燃料費削減が可能となる。</p>	<p>PV システムの発電量は不安定であるため、全体需要に対する PV システムの発電割合が大きくなるとディーゼル発電機の負担割合が小さくなり、電力の品質に悪影響 (電圧・周波数の変動等) が出る恐れがある。よって、蓄電池設備、制御機器等の導入を検討し、電力の品質確保を行う必要がある。</p> <p>コスラエ州では PV システムの発電量 (345.4kWp) 割合が最高需要 (1,600kW) に対し 29%及び平日の最少需要予測 (780kW) に対しは 44%にまで達している。</p>
(2) 水力発電	<p>コスラエ州アクションプランでは水源開発を目標としてあげているものの、KUA は候補地・計画もなく重要視していない。</p>	<p>水力発電が可能であったとしても小規模の独立型程度であると考えられ裨益効果は低い。</p>	<p>ミクロネシア連邦土地所有者が個人となっている場合が多いため、土地利用に係わる問題が発生しやすいと考えられる。このため候補地に選定には留意が必要である。</p>
2. ポンペイ州			
(1) 太陽光発電(PV)	<p>以下の候補地に 500kWp の PV システムの導入が検討されており、PUC の要望は高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・州政府庁舎の駐車場 (約 7mx80m) ・Pohnlangas 地区 (約 50mx100m) <p>州政府庁舎の駐車場は 50kWp 及び Pohnlangas 地区は 500kWp 程度のスペースがあると想定される。</p> <p>しかしながら、Pohnlangas 地区は場所が特定されていないことから場所の特定が必要である。</p>	<p>PV システムの発電量に見合ったディーゼル発電機の燃料費削減が可能となる。</p>	<p>PV システムの発電量は不安定であるため、全体需要に対する PV システムでの発電割合が大きくなるとディーゼル発電機の負担割合が小さくなっていくため、電力の品質に悪影響 (電圧・周波数の変動等) が出る恐れがある。よって、ポンペイ州は平均需要 (5,600kW) に対し 6.8% と割合はまだ少ない状況であるが、将来に備え電力の品質確保の検討を行っていく必要となる。</p> <p>仮に 500kWp の PV システムを導入した場合は 15.7%まで上昇する。</p>
(2) 水力発電	<p>ポンペイ州には何カ所かの水力発電の候補地があり、また ADB の調査報告書からも発電容量の大きな水力発電所が期待でき、PUC も関心を示しているが開発計画は持っていない。</p>	<p>ディーゼル発電の発電負担が減りディーゼル発電機の燃料費削減が可能となるが、水力発電の建設には環境面等の考慮が必要になり時間を要するため効果が出るのはかなりの将来になる。</p>	<p>PUC は現在 Nanpil 水力発電所 (725kW) を保有しているが、この発電所は河川に水量が豊富な雨期の時期に稼働する計画となっており通年で稼働できない。よって、通年稼働できる水力発電の開発には利用可能な水量調査が重要となる。</p>

州名・適用	状況・要望度	裨益効果	留意点
3. チューク州			
(1) 太陽光発電(PV)	<p>以下の候補地に 500kWp の PV システムが検討されており、CPUC の要望は高い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ Satowan 島 ・ Tonowas 島 (約 80mx120m) <p>Tonowas 島は多少の平地があり 500kWp 程度が可能と想定されるが、Satowan 島はチュークの州都であるウエノ島から東南に約 300km に位置した環礁島であり、人が多く住んでいる島は幅 700m、長さ 2,500m 程度の三日月形した島となっている。このため、設置可能な場所は公共施設駐車場及び屋根等と限られてくることから設置場所・発電容量の確認が必要である。</p>	<p>チューク州の電化率は州都のあるウエノ島は 85%であるが、チューク州全体では 27%となっており、電化率向上に寄与する。</p>	<p>ミクロネシア連邦は土地所有者が個人となっているため、土地利用に係わる問題が発生しやすい。よって、候補地の選定には留意が必要である。</p> <p>また、チューク州には多くの島があり CPUC の管理体制が十分とは言えないため、プロジェクトの実施に当たっては管理体制の確認・確立等が重要となる。</p>
(2) ディーゼル発電	<p>CPUC はウエノ島以外の電化率向上のため、ウエノ島以外にディーゼル発電機を要望している。</p>		
(3) 水力発電	<p>チューク州では河川が少なく、水量も少ないことから CPUC では水力発電は考えていない。</p>	<p>水力発電が可能であったとしても超小規模の独立型であると考えられ裨益効果は低い。</p>	<p>CPUC は水力発電の維持管理経験がないため十分な教育が必要となる。</p>
4. ヤップ州			
(1) 太陽光発電(PV)	<p>以下の候補地に 500kWp の PV システムが検討されているが YSPSC の要望は低い。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ ディーゼル発電所付近 (約 30mx70m) ・ 及びその他建物 (約 5mx20mx3ヶ所) <p>発電所付近は 200kWp 及び周辺建物は 300kWp 程度のスペースを保有していると想定される。</p> <p>しかしながら、現状場所が特定されていないことから発電容量に見合った場所の特定が必要である。</p>	<p>YSPSC は現在以下を実施中又は計画をしている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 200kWp の PV を据付中 (PEC 支援) ・ 300kWp の PV 発電設備を計画中 (ADB 支援) ・ 300kWx3 台の風力発電の計画が進行中 (ADB 支援) <p>これらにより、再生可能エネルギーの割合が大きくなりすぎる計画となっている。よって、さらに 500kWp の PV システムを実施しても電力の品質が不安定となり効果は薄いと思われる。</p>	<p>現状 YSPSC の最少需要は 1.1MW であり、PV 発電の容量で 500kWp を実施・計画している。これは最少需要の 45%超となり、これに風力 (300kWx3 台) を加えると 1,400kW となって最少需要を超えている状況にある。</p> <p>再生可能エネルギーで最少需要を超えているため電力の品質はかなり不安定となる。このため電力の品質確保のための設備の導入計画を立てる必要がある。</p>
(2) 水力発電	<p>ヤップ州では水力発電の候補地が少なく、水力発電は考えていない。</p>	<p>水力発電が可能であったとしても超小規模の独立型であると考えられ裨益効果は低い。</p>	<p>YSPSC は水力発電の維持管理経験がないため十分な教育が必要となる。</p>

州名・適用	状況・要望度	裨益効果	留意点
(3) 13.8kV 配電設備の更新	ヤップ島では 13.8kV 配電線 (3 相 4 線) が発電所付近にしか敷設されていない。他の個所は単相ラインとして 13.8kV 配電線から延伸されおり需要家の希望する 3 相の配電線が接続できない状況となっている。よって、YSPSC は 13.8kV の配電線の延伸及び設備の更新を要望している。	需要家の望む電力を供給することができる。また、需要家が増えることになる。	既設配電線ライン状況、仕様等を詳細に調査する必要がある。

KUA : Kosrae Utilities Authority (コスラエ公共事業公社)

PUC : Pohnpei Utilities Corporation (ボンペイ公共事業公社)

CPUC : Chuuk Public Utility Corporation (チューク公共事業公社)

YSPSC : Yap State Public Service Corporation (ヤップ公共事業公社)

添 付 資 料

4. 討議議事録(Technical Memorandum)

各州との討議議事録については添付資料－5を参照