

2. パイロットプロジェクト地域の選定

2.1 北タラワの概要

キリバス共和国には23の人が住んでいる島（地域）がある。その人口・所帯数、および経済状況を表2.1-1に示す。

北タラワはキリバス共和国の首都がある南タラワとは同じ環礁（Atoll）にあり、干潮時にはトラック等大型車による輸送が可能であるが、通常は南タラワとは船により連絡している。

北タラワには15の村落があり、人口は1991年には3650名、所帯数が550であった。行政の中心はアバオコロであり、住人のほとんどは政府の役人である。

北タラワの南部（南タラワより）の4村落には南タラワからの送電線による電化計画があるが、更に北への延長は予定されていない。

今回 J I C A による調査の対象地域として北タラワを選定した理由は、

- (1) 南タラワから近く、機材の輸送、調査員のアクセスが比較的容易である
- (2) 設置後保守を担当する S E C としても現地保守担当者の管理が容易である
- (3) 南タラワに近い場合現金経済が普及している

等の理由により、カウンターパートが指定したことにより決定された。

2.2 村落の選定

北タラワにおける15の村落から P V を設置する6村落を選定したのは、アバオコロを現地保守担当者の基地としたときに、徒歩または自転車で巡回可能な範囲として、TARATAI から KAINABA までとした。村落の概要は表2.2-1に示す

表2.2-1 北タラワ6村落の概要

村落名	所帯数	人口	平均年収 (A\$/所帯)
TARATAI	41	195	1,938
NOTOUE	54	324	1,876
ABAOKORO	32	218	2,165
MARENANUKA	10	60	1,760
TABONIBARA	43	300	3,215
KAINABA	21	150	2,033
合計	201	1,247	2,152

平均年収は村落調査に対する回答(150/201)の結果を集計したもの

Table 2.1-1 キリバス共和国各島の社会・経済データー

Name of Island	Area k m ²	Population		Household		Number of		Fish Sales		Popla Sale		Wage income		Remittance		Total income	
		1991	1991	Village	Maneaba	1000AS 1985	1000AS 1985	1000AS 1985	1000AS 1985	1000AS 1985	1000AS 1985	1000AS	1000AS	1000AS	per -son AS		
①BANABA	6	284	62	3	0							12	32	2	34	748	
②MAKIN	8	1,762	295	2	2	48	143	83	224	268	683	83	224	268	683	384	
③BUTARITARI	13	3,774	633	8	6	188	228	230	621	586	1,623	230	621	586	1,623	448	
④MARAKEI	14	2,863	443	8	7	144	222	116	313	352	1,031	116	313	352	1,031	383	
⑤ABAIANG	17	5,233	743	18	15	127	243	241	651	368	1,389	241	651	368	1,389	317	
⑥NORTH TARAWA	15	3,648	551	14	10	293	128	118	319	192	932	118	319	192	932	291	
⑦SOUTH TARAWA	16	25,380	3,297	17	8	1,738	0	4,076	11,005	1348	14,091	4,076	11,005	1348	14,091	659	
⑧MAIANA	17	2,180	376	13	9	34	184	109	294	336	848	109	294	336	848	396	
⑨ABEMAMA	27	3,218	534	8	6	235	296	185	500	378	1,409	185	500	378	1,409	475	
⑩KURIA	15	990	187	4	3	69	133	50	135	104	441	50	135	104	441	420	
⑪ARANUKA	12	1,002	169	3	2	23	330	76	205	152	710	76	205	152	710	722	
⑫NONOUTI	20	2,814	539	8	6	211	225	184	497	438	1,371	184	497	438	1,371	468	
⑬TABITEUA NORTH	26	3,201	586	12	10	54	274	157	424	292	1,044	157	424	292	1,044	329	
⑭TABITEUA SOUTH	12	1,331	250	6	4	26	0	91	246	122	394	91	246	122	394	298	
⑮BERU	18	2,909	539	9	6	147	95	162	437	270	943	162	437	270	943	351	
⑯NIKUNAU	19	1,994	369	6	4	33	175	93	251	274	733	93	251	274	733	356	
⑰ONOTOA	16	2,100	431	7	7	112	144	92	248	266	770	92	248	266	770	400	
⑱TAMANA	5	1,385	263	3	2	20	96	79	213	166	495	79	213	166	495	359	
⑲ARORAE	9	1,440	276	2	2	33	81	64	173	270	562	64	173	270	562	382	
⑳WASHINGTON	10	936	163	5	2	0	68	0	0	0	68	0	0	0	68	151	
㉑PANNING	34	1,309	244	8	4	0	22	107	289	20	331	107	289	20	331	744	
㉒CHRISTMAS	388	2,537	341	4	4	0	23	439	1,185	26	1,234	439	1,185	26	1,234	713	
㉓CANTON (KANTON)	9	45	8	1	1	0	0	5	14	4	18	5	14	4	18	729	
TOTAL	726	72,335	11,301	169	120	3,542	3,110	6,769	18,276	6,234	31,162	6,769	18,276	6,234	31,162	488	

Average remittance/HH: 2,000AS

Average wage: 2,700AS/Y

2.3 P Vシステム設置家屋の選定

上記6村落、201所帯から55のP Vシステム設置家屋の選定は、92年3月度の調査時に、北タラワアバオコロのマネアバにおいて希望者を召集して行った。

希望者は予約金である50A\$を納め登録し、希望者が55を越えた場合は抽選を予定していたが、実際には若干予定数に達せず、アバオコロの政府関係者の家に取り付けることとなった。設置希望家屋について92年6月度の調査時に家屋毎の詳細設計を行い、設計図を用意して93年1月度調査時の設置作業に備えたが、実際に設置した家屋は設計対象の家屋と違ったケースが多数現れた。

表2.3-1に各村落別の設置希望家屋数と実際に取り付けた家屋数を示す

表2.3-1 設置希望家屋数(92/7)と設置家屋数(93/1)

村落名	設置希望(92/7)	設置家屋(93/1)
TARATAI	5	2
NOTOUE	12	15
ABAOKORO	20	25
MARENANUKA	5	3
TABONIBARA	4	6
KAINABA	9	4
	(Maneaba 1)	(Maneaba 1)
合 計	55	55

ELECTRIFICATION CUSTOMER'S MAP

TARATAI

VILLAGE: TARATAI

No.	CODE No.	CUSTOMER'S NAME
1	R17	TETIKA
2	R	TABOBO

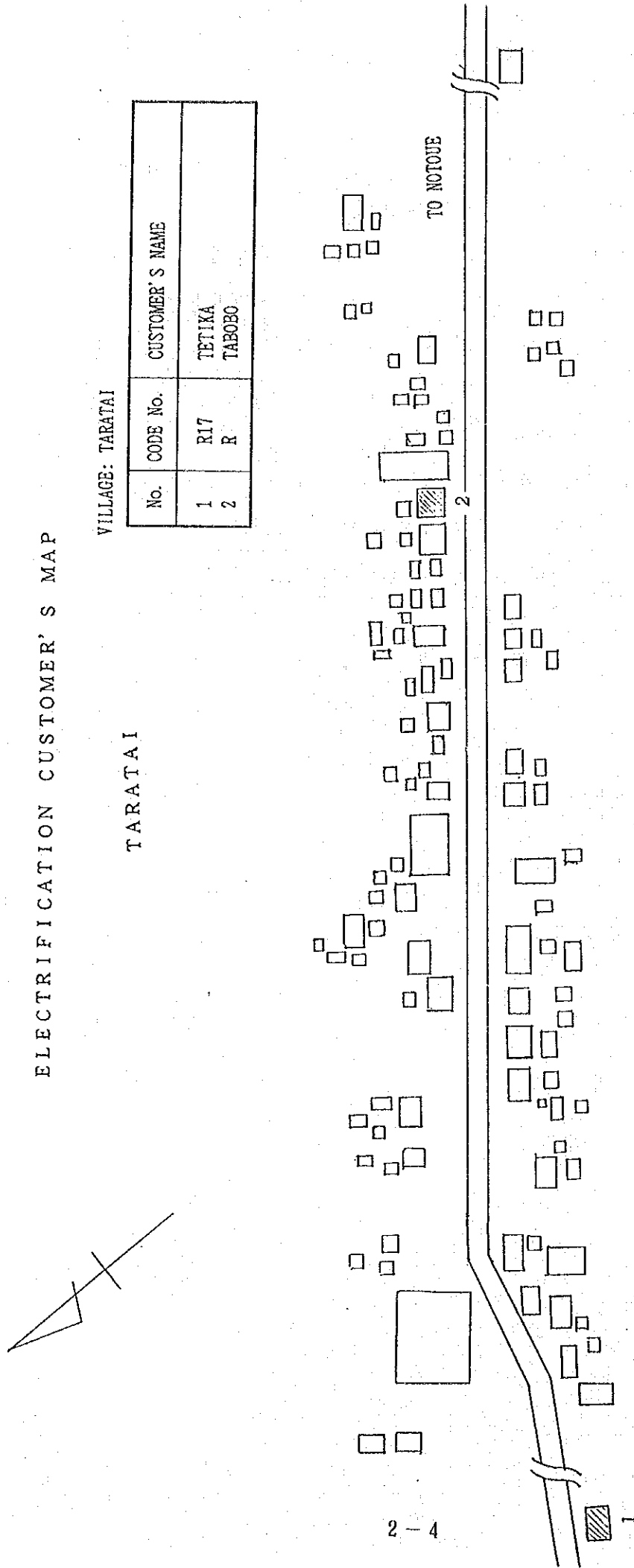


Figure 2.2-1 PVシステム設置家屋の位置図 タラタイ

VILLAGE: NOTOUE

Location of PV electrified Household in Notoue

ELECTRIFICATION CUSTOMER'S MAP

NOTOUE

No.	CODE No.	CUSTOMER'S NAME
1	N1	AREBONTO
2	N3	BENTARA
3	N10	KEITI (KEETI)
4	N16	MIKAERE TIMAIA
5	N30	TERIRIAKI (TERINAKI)
6	N32	TIKANRO
7	N35	UTIMA (A)WA
8	N36	WAIRE
9	N37	IOTEBWA
10	N38	AIRIN
11	N	RONITI
12	N	TAUKABAN
13	N	TEBIKE
14	N	TIIBAU
15	N	TAMUERA

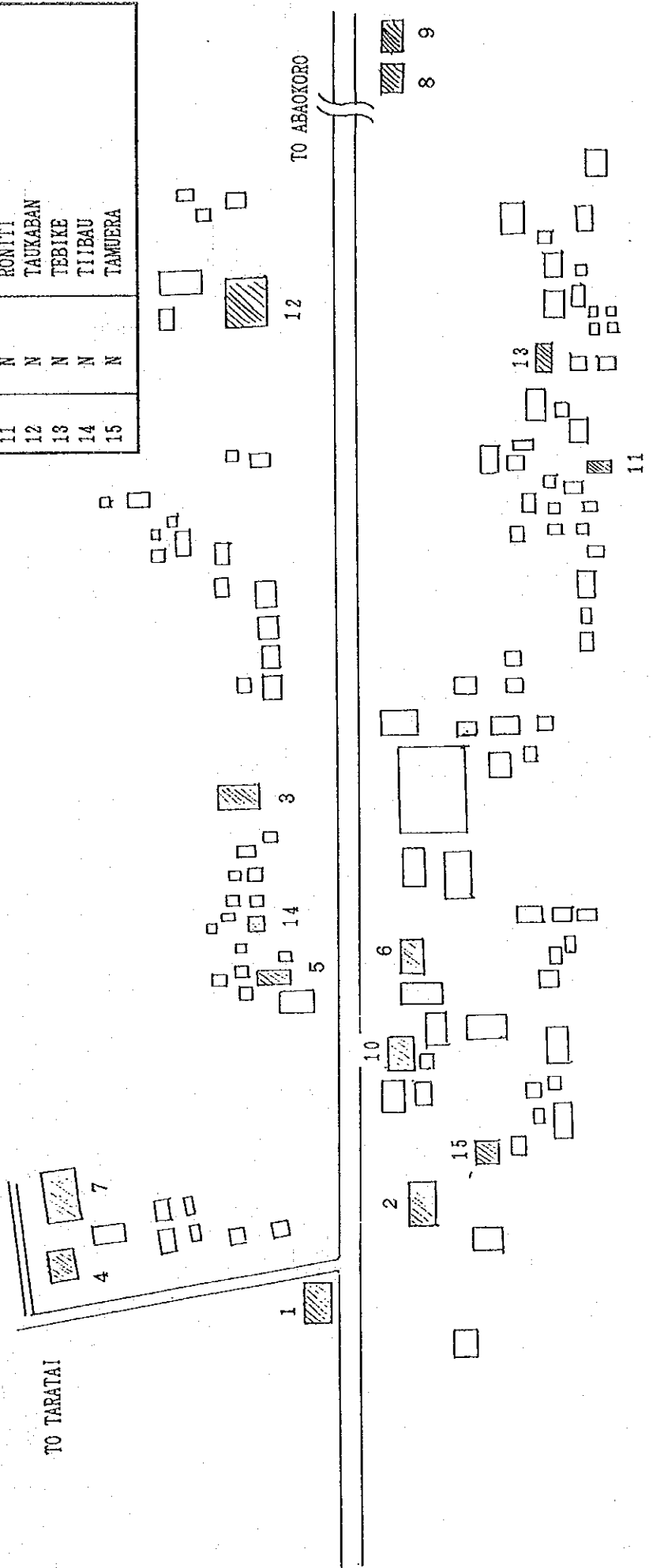


Figure 2.2-2 PVシステム設置家屋の位置図 / トウエ

ELECTRIFICATION CUSTOMER'S MAP

ABAOKORO

Location of PV electrified Household in Abaokoro

No.	CODE No.	CUSTOMER'S NAME
1	A1	ABAKUKA
2	A4	BEJA TOARA
3	A5	EKEIETA ITITAKE
4	A9	LOUI NAMANE
5	A10	NAITIRIA TAMTON
6	A11	OBETA
7	A16	IERUBAARA
8	A17	TEBUAKA
9	A18	TEKAKIABO
10	A21	TEMARAWA KAWITU (?)
11	A27	MAKIN NGATAU
12	A29	TAUKABAN
13	A32	RIBATI
14	A33	TIOTI
15	A35	ABAU
16	A36	BHENAWA
17	A37	MATIOTA
18	A	TEMAGIMAU
19	A	TEKATAU
20	A	KAUBUNANG
21	A	BAURO
22	A	AMBO
23	A	TEKEAROI
24	A	TETAKE
25	A	BIITA



Figure 2.2-3 PVシステム設置家屋の位置図 アバオコロ

Location of PV electrified Household in Marenanuka
ELECTRIFICATION CUSTOMER'S MAP

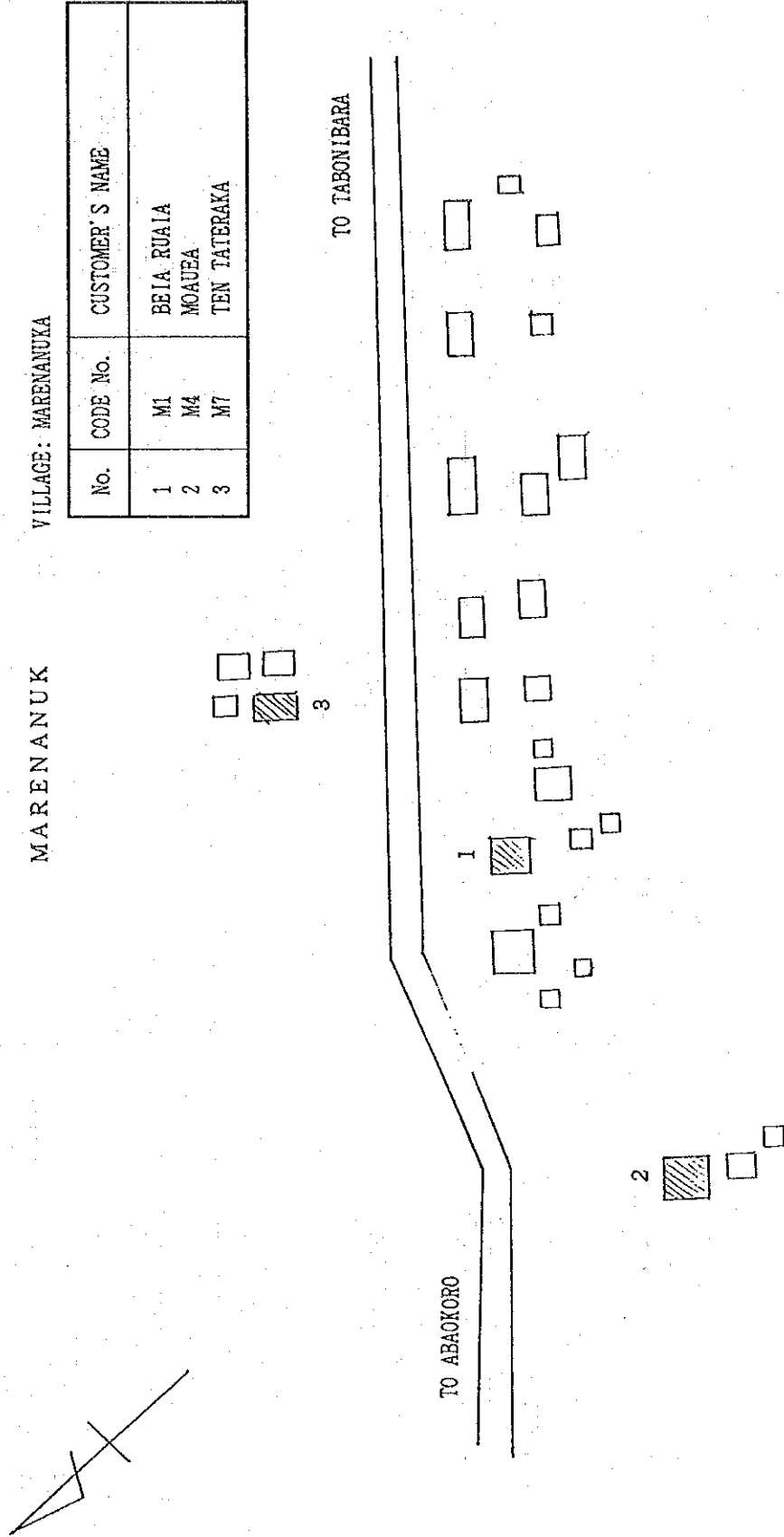
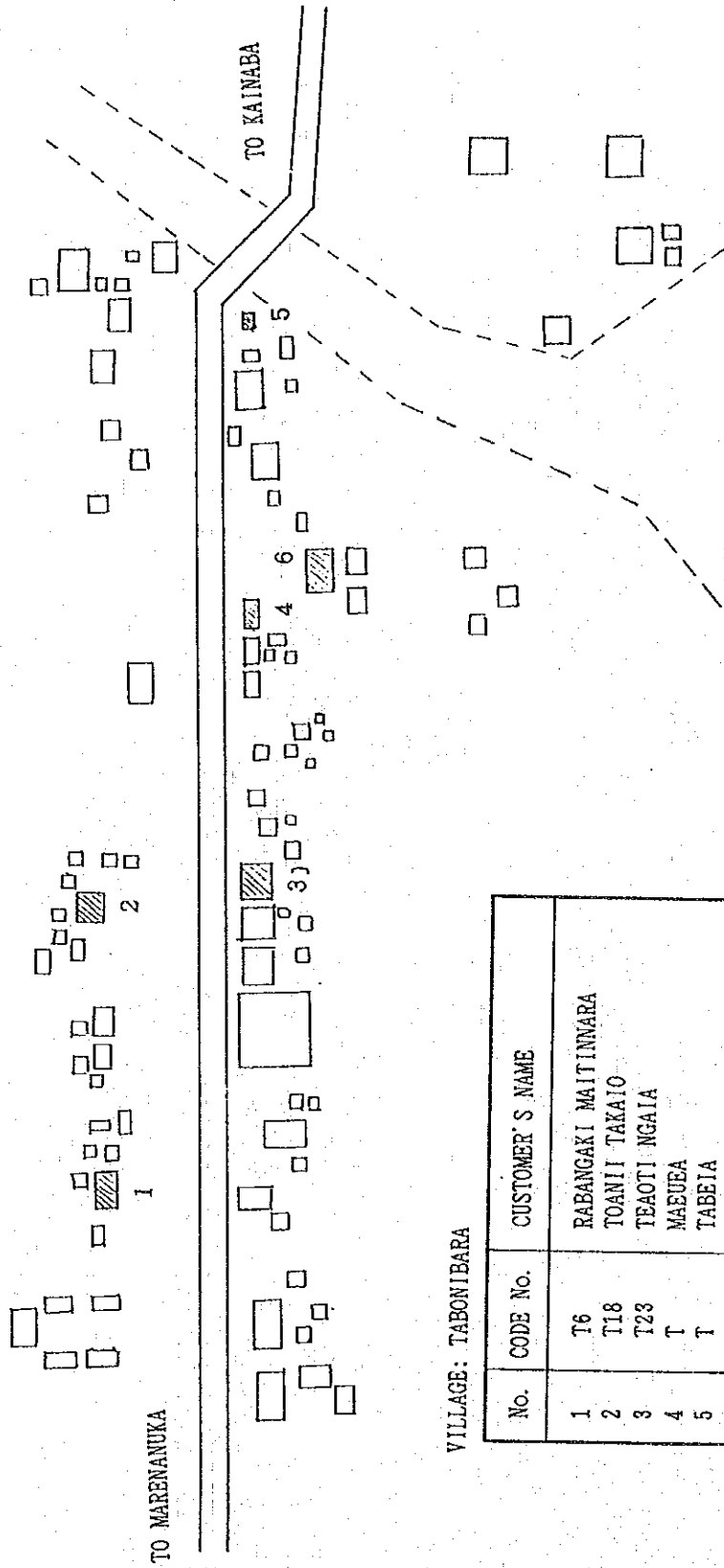


Figure 2.2-4 PVシステム設置家屋の位置図 マレナヌカ

Location of PV electrified Household in Tabonibara
ELECTRIFICATION CUSTOMER'S MAP

TABONIBARA



VILLAGE: TABONIBARA

No.	CODE No.	CUSTOMER'S NAME
1	T6	RABANGAKI MAITINARA
2	T18	TOANI TAKAIO
3	T23	TEAOTI NGAIA
4	T	MAEURA
5	T	TABEIA
6	T	TIRIBO

Figure 2.2-5 PVシステム設置家屋の位置図 タボニバラ

Fig 2.2-6 Location of PV electrified Household in Kainaba

ELECTRIFICATION CUSTOMER'S MAP

VILLAGE: KAINABA

No.	CODE No.	CUSTOMER'S NAME
1	K4	BIRIKAU TABOKAI
2	K10	TAAKE TETAUA
3	K11	TEBUATEI ABIETE
4	K14	UEANNA TEMANIKAAI

KAINABA

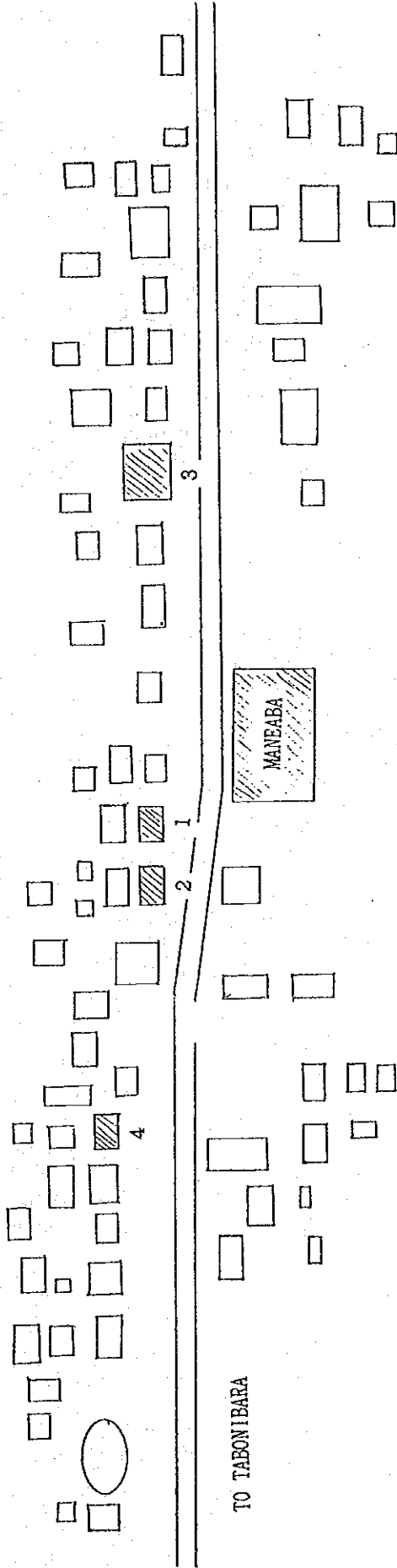


Figure 2.2-6

PVシステム設置家屋の位置図 カイナバ

Example of PV User's Contract

PV SOLAR SYSTEM UTILITY CONTRACT
(Te BORARAOI IAON KAMANENAAKIN TE TIORA)

This agreement was made on _____ 19_____
between the Solar Energy Company Limited (SEC) and
_____ for the installation use and maintenance of the
solar lighting system installed on _____ (customer)
house.

(Te boraraoi aei e karaoaki n te _____ 19_____
imarenan te Solar Energy Company Limited (SEC) ao _____
ibukin kanimwan, kaboonganaan ao tararuaan bwain nako te solar
ake a kanimwaki n ana auti _____ (te tia
kaboonganaa)).

In return for fees received, the Solar Energy Company agrees
to install the following items which remains the property of
the SEC:

(Boon te te mwane are e reke iroun te kambana, te SEC e
kukurei ni kanim bwaai aika oti inano are ana riki bwa ana
bwai te SEC):

2 Solar PV Modules and associated mounting components
(2 te Solar Panel ma bwaina nako)

1 Switch Board and Regulator
(1 tiwiti booti ao te rekureita)

1 Battery with associated box
(1 te baetere ma baokina)

All wiring to connect the above items.
(uaea ni kabane ake a kanimaki nakon bwaai akana oti i
eta)

And the SEC agrees to install the following items which become
the property of the customer upon the commissioning of the
system and after receiving twelve monthly fees:

(E kukurei naba te SEC ni kanim bwaai aika oti inano ake ana
riki bwa oin ana bwai te tia kabonganaa te tiora imuiin bwakan
roona inanon tebwi ma uoua te namakaina):

1 PL11 fluorescent light and associated switch and cable
(1 te taura ae te PL11 ma tiwiitina ao uaeana)

2 PL7 fluorescent light and associated switch and cable
(2 te taura ae te PL7 ma tiwitina ao uaeana)

1 LED night light and associated switch and cable
(1 te taura ae te LED ma tiwiitina ao uaeana)

Upon commissioning and receipt of appropriate fees, the SEC agrees to visit the customer's site once per month in order to maintain the part of the system which is its property to insure the availability of sufficient electrical energy to provide an average of four hours of fluorescent light and eight hours of night light use per day.

(Man te tai are e kauraaki iai te taura ao e karekeaki roon te taura, te SEC e kukurei n tuaa ana taura te tia bwaibwai teuana te tai n te namakaina n te aro are e na teimatoa raioiroin ana bwa te SEC n te aro are e na iai n taai nako te iti ao n tauraoi n reke inanon te maan ae aua te awa uran taura aika taian PL7 ao te PL11 ao waniua te aua ibukin kamanenakin te taura ae LED).

The SEC further agrees to promptly repair faults in the part of the system which is its property to insure that the system is available for use as continuously as possible

(E kukurei naba te SEC karaoa te uruaki n te tai ae riai iaon bwaaiake bonoin ana bwai bwa e na teimatoa nakoraoin te tiora ibukin kaboonganaakina ni katoa bong).

In order for this agreement to remain in force, the customer agrees:

(Ibukin kateimatoaan mwakurin te boraraoi aio, te tia bwaibwai e kukurei ni):

To pay designated fees promptly.

(kabwakaa roon ana auti ni katoa tai)

To allow the SEC access to all all parts of the system at any reasonable time as is necessary for proper repair and maintenance.

(kariaia rokon te SEC bwa e na roko ni karaoa ana mwakuri iaon te tiora n te tai are e riai n te aro are ana teimatoa tamaroan bwain te tiora).

To inform the SEC of any problems with the systems as soon as they arise.

(kaongoa te SEC taekan uruaki ni bwain te tiora n te tai are e reke naba iai).

To use the system as per the written instruction provided by the SEC.

(kaboonganaa te tiora n arona are e koreaki iaon bokina)
Not to make any changes or to in anyway damage or tamper with any part of the system without written permission from the SEC. This is includes adding or changing electrical appliances.

(N aki bitii ao n urui ke ni kuai bwain nako te tiora ni karokoa ae e karekea te karialakaki man te SEC. E na akea bwai riki aika a na kanimaki ke n anaaki irarikin ke man bwaai ake oti n te boraraoi)

Not to allow additional shade to fall upon the solar panel through vegetation growth or building construction.

(N aki kariaia rokon te nuu iaon te tiora panel are e reke man te aroka ke aekan kateitei riki tabeua)

If this agreement is violated, the customer understands that the Solar Energy Company has the right to disconnect or remove its property from the customer's premises.

(Uruan te boraraoi aio, te tla bwalbwal e maataata raoi bwa e inaomata te SEC ni katoka rokon te iti ke n anai ana bwal man ana auti te tlabwalbwal).

This contract remains valid for one year from the day of commissioning which is _____

(Te boraraoi aio e na teimatoa inanon teuana te ririki man te tai are e karokoaki iai te iti n _____)

Signed by
(Tlaina)

Customer

Solar Energy Company Ltd.

3. 地方電化の技術及びシステムの選択

3.1 キリバス共和国における発電方式の検討

キリバス共和国における自給可能なエネルギーはバイオマスと再生可能エネルギー。それも太陽と風力、海洋エネルギーに限られる。

バイオマスもそれによって発電するほど集めることは困難であるし、風力は赤道直下であるため、クリスマス島など一部を除いてはそれほど大きくない。また、海洋エネルギーの利用はいまだ実験段階で開発途上国に導入するほどには至っていない。

一方太陽光発電については、その技術は既に十分開発され、利用についても仏領ポリネシア、ツバル、フィジーなど近隣の地域において既に導入され、或程度の評価が得られている。しかもキリバス共和国は太陽の日射量は日本の2倍に近く、また風も強くないということで、太陽光発電には最適の地域の一つである。

従って発電方式を検討する上で、対象となるのは既に多数の実績のあるガソリンまたはディーゼルの発電機による発電と、太陽光発電の両者を比較すればよいと考えられる。

3.2 ディーゼル発電方式と太陽光発電（P V）の比較

3.2.1 ライフサイクルコストによる比較

電気の使用量が異なる3ケースの比較を試みた。

- (1) 照明のみ： このケースでは、利用者は3つの照明灯と1つの常夜灯を利用する。ディーゼル発電機は6時間運転され、常夜灯も6時間の使用となる。地方電化ではこのケースが最も一般的である。
- (2) 照明+TV/VCR： 上記のケースにテレビとビデオを追加したケースである。この場合もディーゼル発電機の運転時間は6時間とする。南太平洋地域の標準的な村では5軒に1軒ぐらいがビデオを所有できるであろう。
- (3) 照明+冷蔵庫： このケースではディーゼル発電機は24時間運転されねばならない。南太平洋の標準的な村で5%ぐらいの家が冷蔵庫を所有するであろう。

3.2.2 計算の結果

各ケースの前提の基で、それぞれのケースで15年間に必要となる全ての費用を計算し、割引率を10%として現在価値になおして合計した数値を比較する。数字が小さい方が有利となる。このケースでは発電される電気のコストではなく使用する電気器具のコストも含めて比較している。その理由はディーゼル発電による交流の電気と、P Vによる直流の電気では使用できる電気器具の効率や価格が異なるためである。一般にP Vシステムで使用できる電気器具は、効率はよいが価格が高い。一方ディーゼル発電で使用される電気器具は種類も多く、価格も安い、電気の使用量が多くなる。

Table 3.2-1 システム使用機器の仕様、価格
(P Vシステム)

機器項目	数量	使用時間	使用量	寿命 年	価格 US\$
		H/Day	Wh/Day		
蛍光灯(11W)	1	6	66	5	40
蛍光灯(7W)	2	4	56	5	40
常夜灯(0.25W)	1	12	3	5	12
カラーTV(80W)	1	2.5	200	7	300
ビデオ(40W)	1	2.5	100	7	300
冷蔵庫(220L)	1	24	720	10	1,200

Table 3.2-2 システム使用機器の仕様、価格
(ディーゼル発電)

機器項目	数量	使用時間	使用量	寿命 年	価格 US\$
		H/Day	Wh/Day		
蛍光灯(16W)	1	6	96	10	25
蛍光灯(11W)	1	4	44	10	25
白熱灯(40W)	1	4	160	1	1.1
常夜灯(1W)	1	12	3	1	2
カラーTV(110W)	1	2.5	200	7	200
ビデオ(65W)	1	2.5	100	7	300
冷蔵庫(180W)	1	24	2,600	10	900

Table 3.2-3 P Vシステム構成機器、価格

照明のみのケース(125Wh/Day)

機器項目	数量	単価	コスト	寿命 年
		US\$	US\$	
P V パネル(55W)	1	350	350	15
バッテリー(12V,100Ah)	1	135	135	4
コントローラー	1	120	120	8
支柱	1	100	100	15
設置作業(hours)	12	3	36	
合計			741	

Table 3.2-4 P Vシステム構成機器、価格

照明+TV/VCRのケース(425Wh/Day)

機器項目	数量	単価	コスト	寿命 年
		US\$	US\$	
P V パネル(47W)	4	325	1,300	15
バッテリー(6V,160Ah)	4	120	480	6
コントローラー	1	200	200	8
支柱	2	100	200	15
設置作業(hours)	12	3	36	
合計			2,216	

Table 3.2-5 P Vシステム構成機器、価格

照明+冷蔵庫のケース(845Wh/Day)

機器項目	数量	単価	コスト	寿命 年
		US\$	US\$	
P V パネル(55W)	6	350	2,100	15
バッテリー(2V,435Ah)	12	150	1,800	6
コントローラー	1	200	200	8
支柱	3	100	300	15
設置作業(hours)	12	3	36	
合計			4,436	

Table 3.2-6 PVシステム発電コスト

項目	照明のみ	照明+TV/VCR	照明+冷蔵庫
電気使用機器コスト			
初期費用 (US\$)	132	732	1,322
追加購入費用 (US\$)*	133	476	452
発電システムコスト			
初期費用 (US\$)	741	2,216	4,436
将来発生費用 (US\$)*	243	454	1,461
運転経費			
年間保守費用 (US\$)	18	18	18
15年合計*	137	137	137
総コスト	1,386	4,015	7,818

*15年間の費用を割り引き率10%で現在価値に換算

Table 3.2-7 ディーゼル発電用構成機器、コスト (需要家数: 40戸として)

項目	照明のみ	照明+TV/VCR	照明+冷蔵庫
電気使用機器コスト			
初期費用 (US\$)	51	551	953
追加購入費用 (US\$)*	21	307	275
発電システムコスト			
ピーク需要(1戸当たり:W)	100	250	300
必要容量 (kW)	4	10	12
システム効率(%)	40	40	40
必要システム容量 (KW)	10	25	30
コスト/KW (US\$)	3,000	2,750	2,500
初期投資額 (US\$)	30,000	68,750	75,000
一戸当たり (US\$)	750	1,719	1,875
分解点検費用 (US\$)*	189	432	472
運転経費			
電力使用量 (Kwh)	10	25	90
発電コスト (USc/Kwh)	65	60	55
年間発電コスト (US\$)	78	180	594
15年合計*	593	1,369	4,518
総コスト	1,604	4,378	8,093

*15年間の費用を割り引き率10%で現在価値に換算

3.2.3 検討結果

PVシステムとディーゼル発電システムを機器まで含めたライフサイクルコストで比較した。即ち、発電システムと電気利用機器を含む初期の設備投資と交換機器の投資、及び運転と保守管理費の合計での比較である。

システムの設計で重要な要素はシステムの電気供給に関する信頼性と、電気利用機器の使用時間である。信頼性を高くしようとするシステムは当然高くなり、どこで折り合いをつけるかが設計では重要なポイントとなる。

一般的にPVシステムはディーゼル発電に対し、a)配電線が来ていない地域、b)燃料の供給が定常的でないか、高価になる場合、c)配電線や、発電所への取り付けが困難な場所、d)一時的に大量の電気を使用したい場合、e)利用者の数が時間とともに増加する場合、f)騒音及び排ガスが問題になる場合、g)ディーゼル発電機の技術者が確保、または訓練が出来ない場合。

一方PVシステムが適当でないケースは、a)電気の使用量が大きい場合、b)日射量が十分にとれない地域、c)交流の電気が大量に必要な場合。などとなっている。

前項で計算した結果、南太平洋の島嶼国地域ではPVシステムによる地方電化のライフサイクルコストが、ディーゼル発電システムより若干安くなる結果となった。

特に電気の使用量の小さい家庭でその差が大きく、電気の使用量が多くなるにつれてその差は余り明確にならない。

この計算の前提としてPVシステム及びディーゼル発電システムとも適正に設計され、適正にメンテナンスされているものとする。

この計算で得られるディーゼル発電の電力単価は、一般のディーゼル発電の単価に比較して高いものとなったが、発電量が少なく、僻地における燃料費がコスト高であることを含んでいる。

Table 3.2-8 P Vシステムとディーゼルシステムの比較

項 目	ディーゼル集中方式	P V分散方式
初期投資	発電システムは安いですが配電等にコストがかかる	発電システムは高いが配電コストは安い
システム寿命	発電機の寿命は適正な保守がないと寿命が短くなる	P Vモジュールの寿命は長いですが、バッテリーの寿命が短く交換が必要
運転性能	需要の変動に追従可能 低需要の時効率が悪い	非常に容易
燃料供給	都市では供給が容易だが地方では供給が問題になる	燃料の必要がない 日照量が確保できること
保守管理	保守要員の確保、訓練がやや困難 保守用部品の種類が多く、供給管理が困難	保守要員の訓練が簡単で採用が容易 必要部品が少なく管理が容易
環境影響	燃料の漏れ、騒音、排ガスの臭いなどの問題有り	影響はほとんど無いが、使用済みバッテリーの回収処理が必要
適用地域	商用配線(Grid)がすでにある地域 燃料の入手が容易で確実な地域 電気の使用量が多く長時間使用する 場合	Gridがなく、燃料が高く、入手がコンスタントに期待できないような地域 電気の使用量の多い時間が短時間しかないような地域 利用者が少しずつ増えるような場合 環境影響を最小限にしたい場合、等

3.3 P Vシステムと配線 (Grid) 延長のケース比較

キリバスにおいて、北タラワの一部に配線を延長する計画があり、その時にP Vシステム及びディーゼル発電を設置する場合との比較が検討された。

コスト比較はそれぞれの電化システムで初期投資、運転・保守費用、各家庭の配線・電気機器の費用を含めて行われた。

比較の期間は15年ですべての機器は計算の初年度に購入され、寿命がきたときは次の年に更新されるものとした。主要な前提条件はTable 3.3-1に掲げた。

15年間の必要な費用を算出し、10%の割引率で初年度の現在価値に引きなおして比較した。結果はFig 3.3-1に示したが、配線延長がもっとも高くつくことが示されている。

ディーゼル発電とP Vシステムはほぼ同じ費用となった。

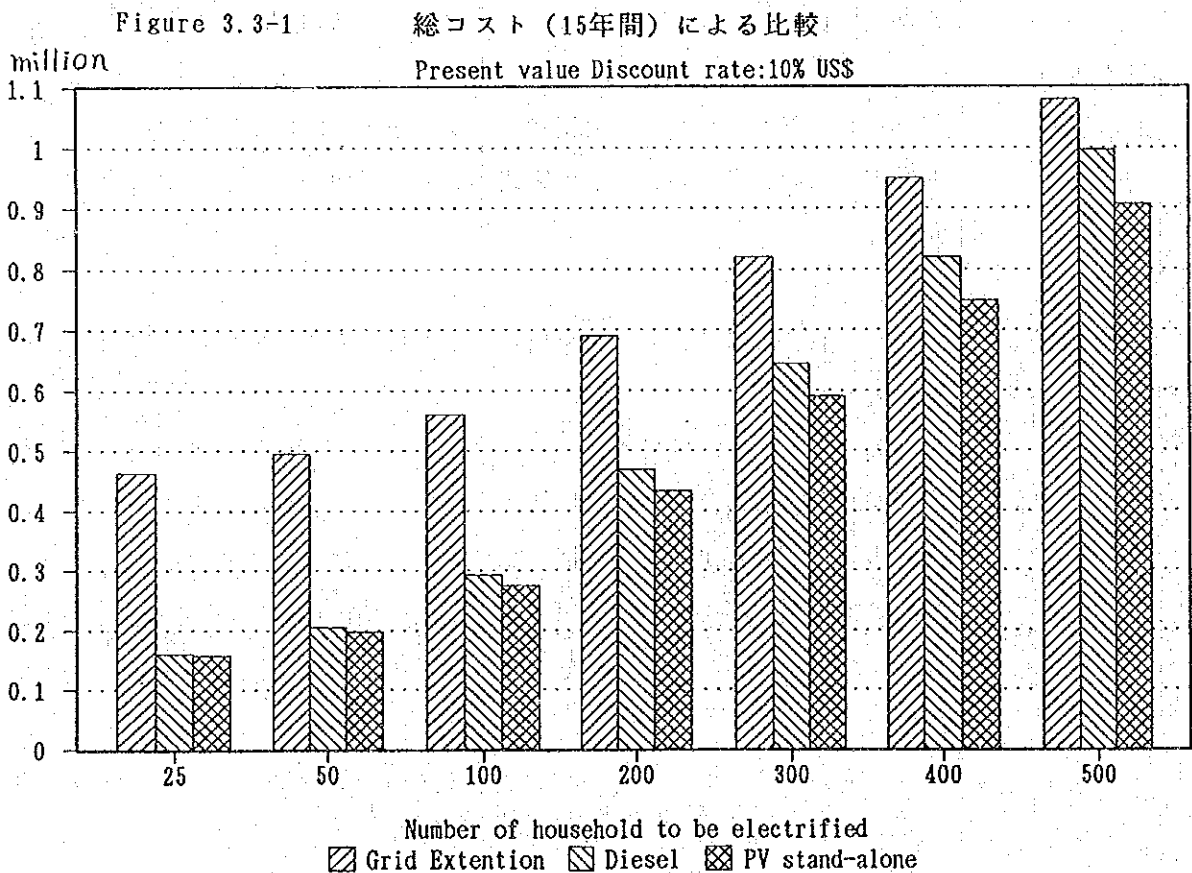


Table 3.3-1 配電線延長、独立型ディーゼル、P Vシステムによる地方電化の経済性比較前提
(250戸のケース)

項目	配電線延長		独立型ディーゼル		P Vシステム		
需要家数	一般家庭	250	250	250	250		
	集会所	10	10	10	10		
電力需要	一般家庭	集会所	一般家庭	集会所	一般家庭	集会所	
直流冷蔵庫(85w)						10	
交流冷蔵庫(400w)		10		10			
ラジオ(6w)	250		250		250		
アイロン(1000w)	83						
蛍光灯(20w)	500	50	500	50	500	50	
ビデオ(100w)		10		10		10	
年間電力消費量	6.4 MWh		3.3 MWh		2.7 MWh		
設備投資 (U S \$)							
配電線延長	12,000\$/km						
家庭接続費用	875\$/HH		875\$/HH				
ディーゼル発電機			1,000\$/kw				
家屋内配線	90\$/HH		90\$/HH		90\$/HH		
P Vシステム					一般家庭	集会所	
パネル(53w)					350\$	2	10
バッテリー(100Ah)					150\$	1	4
コントローラ...					175\$	1	2
初期投資額合計	1,037,000\$		362,000\$		325,000\$		
運転・保守費用							
燃料効率	0.29L/Kwh		0.35L/Kwh				
送電ロス	15%						
配電ロス	7%			7%			
燃料価格	0.43\$/L		0.43\$/L				
保守費用	初期投資の1%		0.1\$/Kwh		初期投資の2%		

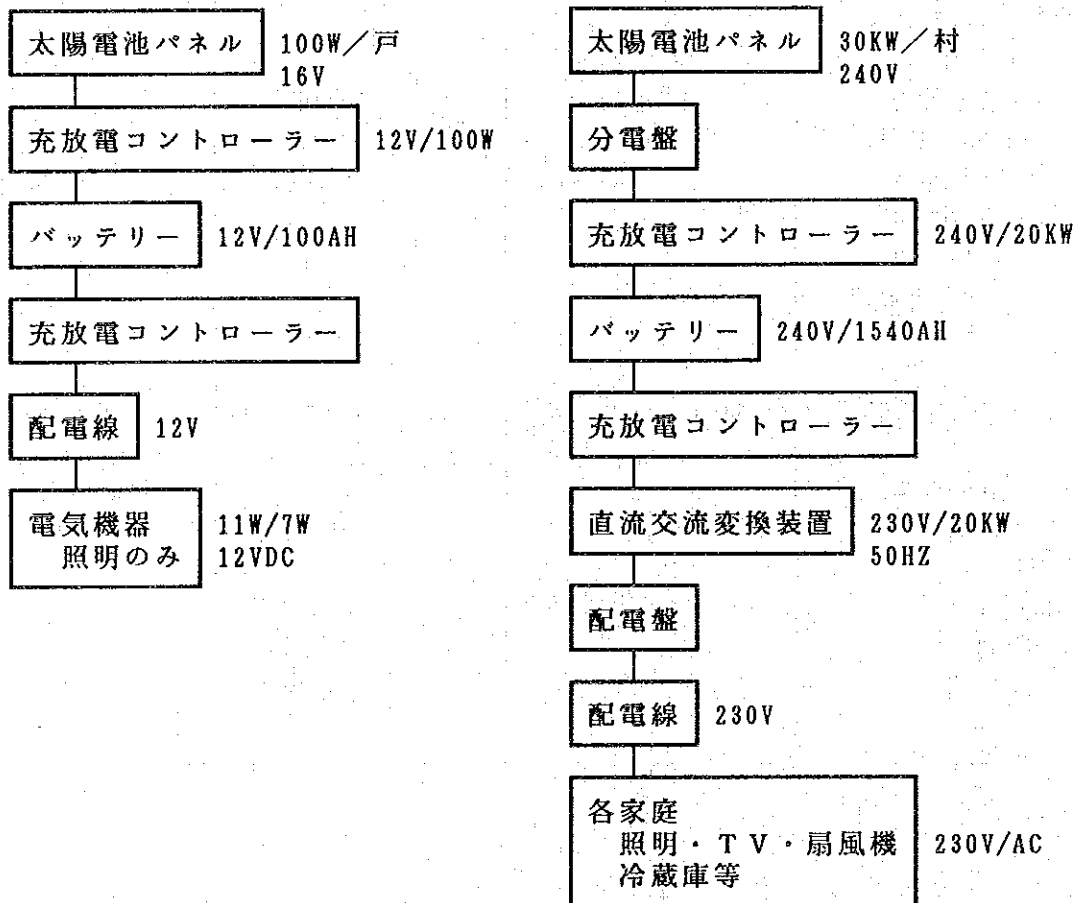
3.4 分散配置型と集中配置型との比較

3.4.1 システム構成の比較

項目	分散配置型	集中配置型
PVパネル 充放電コントローラー バッテリー インバーター 配電線 分電盤 電力計 電気機器	小容量を各戸に 各戸に必要 小容量を各戸に 不要 低圧・短距離 不要 不要 直流専用器	大容量を一ヶ所に 一ヶ所でよい 大容量を一ヶ所に 必要 高圧の長距離配電線が必要 必要 必要 市販の交流機器の使用が可能

3.4.2 システム設置例

ネリバス共和国太陽光発電計画（55戸）（分散配置型） タイ国農村電化計画（60戸）（集中配置型）



3.4.3 費用の比較

(1) システム設置例で一戸あたりの設置費用を試算

項 目	分散配置型		集中配置型	
	単 価	費 用	単 価	費 用
		US\$/HH		US\$/HH
P V パネル	7 US\$/W	700	7 US\$/W	3,500
充放電コントローラ	2 US\$/W	200	1 US\$/W	333
バッテリー	0.2 US\$/Wh	240	0.2 US\$/Wh	1,232
インバーター	---		1 US\$/W	333
配電線	100 US\$/HH	100	500 US\$/HH	500
分電盤	---		50 US\$/HH	50
電力計	---		50 US\$/HH	50
電気機器	---		---	
合計		1,240		5,998

(2) 出力あたりの設置費用比較

出 力	分散配置型	集中配置型
100 W	1,240 US\$/HH	1,680 US\$/HH
200	2,380	2,760
300	3,520	3,840
500	5,800	5,998
700	8,080	8,160
1,000	11,500	11,400

一戸あたりの太陽電池パネル設置量が1kwよりも小さいときは、分散配置型の方が設置費用が少なくなる。

表3.4-1 PVシステム（太陽光発電システム）における 集中発電システムと分散独立システムとの比較

	分散独立システム (STAND-ALONE SYSTEM)	集中発電システム (CENTRAL SYSTEM)
配電システム	配電システムが不要である 自己の住居内の配線のみでよい	配電システムが必要 開発途上国の地方部落では家と家の間隔が離れており、配電の費用がシステムの大きい部分を占める。
システム容量	個々の家の需要に応じた容量のシステムの設置が可能 需要および支払能力に応じた設備容量のシステムを設置できる。	部落全体の需要に応じたシステム容量 PVシステムの場合バッテリーを組み込んだシステムでありピーク需要には左右されない。
システム構成	システムの構成が簡単で保守も容易 システムの電圧も低く、システムの構成部品も構造が単純で故障が少ない。	分散型の合計よりも容量は小さくて良い（但し配電のロスがあるのではほぼ同じ容量が必要か） システムの構成がやや複雑になる
使用電気機器	PV専用の低電力消費機器が開発されている（冷蔵庫等） 市販の電気機器が使用できないので誤って大電力消費機器を使用する恐れがない。	配電を行うため独立型より高圧になり、分電盤、電力計などの機器が必要になる。
システム効率	システムが簡単で配線が短いため効率が高い	市販の機器が使用可能 アイロンや湯沸かしなどの市販の機器が使用可能なので設計以上の消費となる場合もある。
システムの移動性	移動容易 環境の変化等により住居を移動したときシステムも共に移動できる。	配電線が長く、システム構成が複雑となるので効率が悪くなる。配電ロスが10～20%にもなる。 移動困難 部落全体が移動する場合など、システムの移動に大きな費用が必要となる。
システムへの親近感	親近感が大きい 自己所有の感じに近く、管理に配慮する。	共有しているとの意識が低い システムに関する親近感がなく、ただ電気が使えれば良いといった意識になる。
システムの信頼度	自己責任で完結する 電気の使いすぎ等で供給が止まっても影響を受けるのは自分だけである。	影響が部落全体におよぶ 個人の電気の使いすぎ、不適當な使用等により供給が停止した影響が部落全体におよぶ。

	分散独立システム (STAND-ALONE SYSTEM)	集中発電システム (CENTRAL SYSTEM)
<p>システムの設置場所</p> <p>システムの安全性</p> <p>システムの拡張性</p> <p>グリッドへの接続</p> <p>システム保守要員</p>	<p>スペースが小さくて良い</p> <p>日射条件の良い場所 (P V パネル設置場所) が小さくて良い。</p> <p>電圧が 12 ~ 24 V であり比較的安全</p> <p>拡張・縮小が比較的容易</p> <p>すべて新規にシステムを入れ換える必要あり</p> <p>簡単なトレーニングで養成でき、定着し易い</p>	<p>まとまったオープンスペースが必要</p> <p>日射条件の良いまとまったスペースを確保するのが結構難しい (南太平洋の島国において)。</p> <p>配電は高圧 (120/230V) になり、事故の危険性が高まる。</p> <p>システムの拡張は容易であるが、システムの規模が大きくなれば P V の有利性が低くなる。電力消費が増えたとディゼル発電、グリッド結合が有利となる。</p> <p>グリッドへの接続が容易である。</p>
		<p>一般の電気技術者と同等のトレーニングが必要</p> <p>電気技術者と同等の技術を身につけると、他の職場への移動が起き易く、定着が困難</p>

4. 詳細設計と仕様の決定

4.1 気象観測データの考察

キリバス共和国タラワ島における1980~1986年の7年間の気象データを調査し分析を行なった。気象データの内容はつぎのとおりである。

キリバスにおける気象観測データの状況を表4.1-1に示す。

表4.1-1 気象観測データの状況

	単位	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	備考
日射量	ラングレイ	○	○	○	○	○	○	○	
温度	℃	○	-	○	○	○	○	-	
湿度	%	○	-	○	○	○	○	-	

$$1 \text{ Langleys} = 1 \text{ カロリ} / \text{cm}^2 = 0.01163 \text{ KWh/m}^2$$

○ : 観測データあり

日射量 : 7年間の平均日射量は $5.69 \text{ (KWh/m}^2 \cdot \text{日)}$ で、日本の約1.5倍を記録している。日照時間内における1時間単位の日射量の度数比率で $6.00 \text{ (KWh/m}^2 \cdot \text{日)}$ 以上の日射量度数が約60%ある。(4.1-1図、4.1-2図)

気温 : 気温は気温度数分布で見ると、 $28 \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$ が多く、昼間は殆どこの範囲にある。(4.1-3図)

湿度 : 湿度は湿度度数分布で見ると、 $72 \sim 82 \%$ が多く、昼間は殆どこの範囲にある。(4.1-4図)

日射量の変化状況 : 1986年における1日の日射量の変化状況をグラフにすると、1-2-5図のとおり1年間を通じ殆ど同じで、日本のように季節による大きな変化はない。(表 4.1-2)

また、1980~1986年の間の1日当たりの日射量を表4.1-3に示す。

図4.1-1 日射量分布 (1980~1986年)

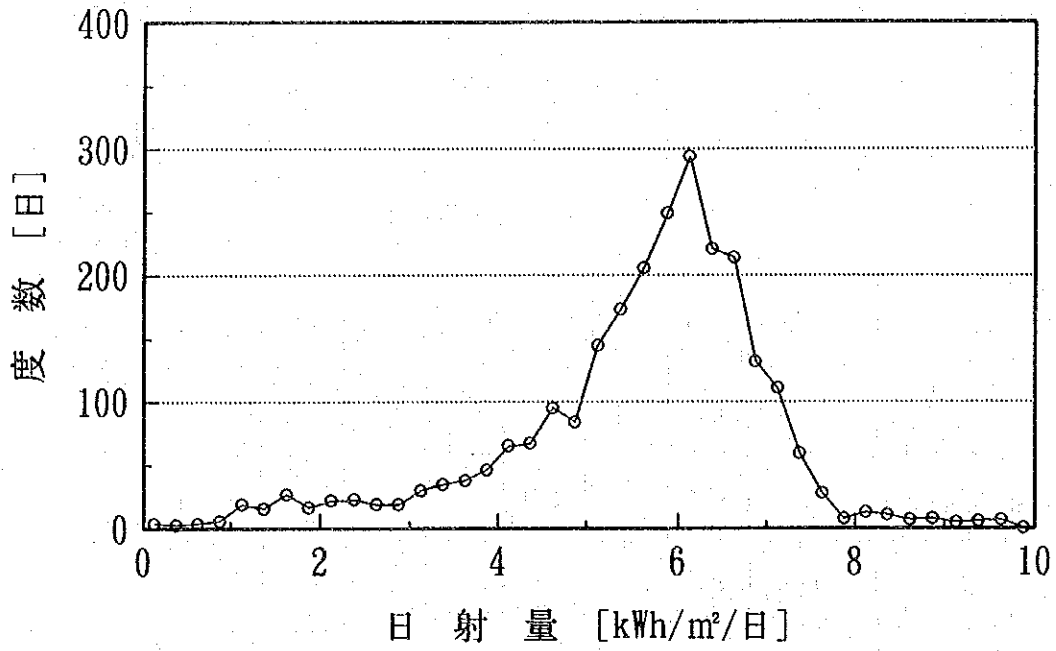


図4.1-2 日射量分布 (1980~1986年)

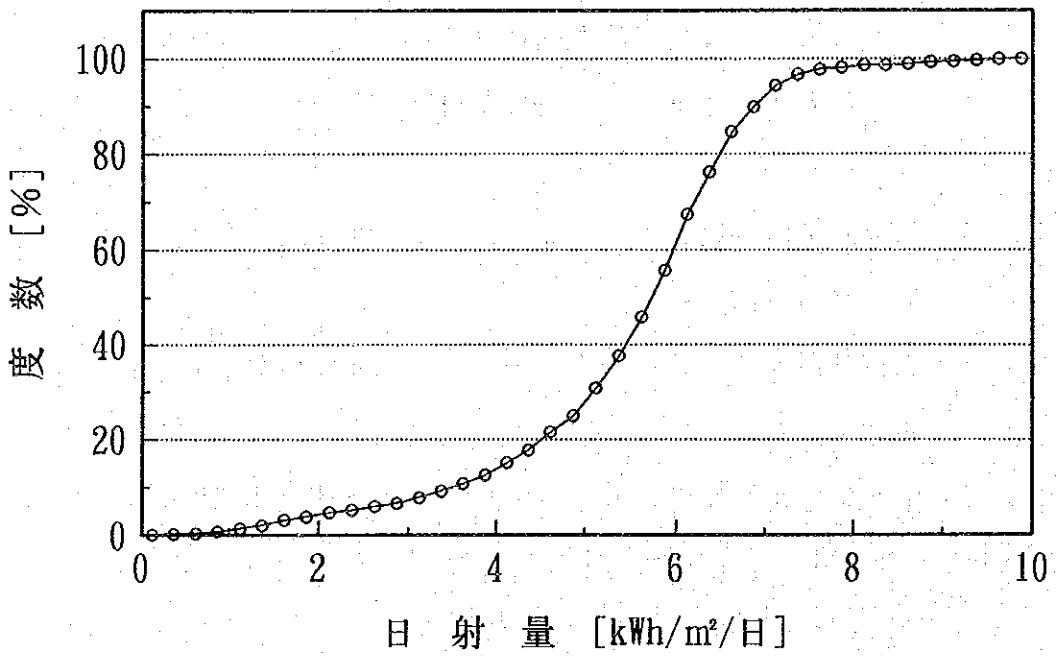


図4.2-3 気温分布 (1982~1986年)

(全体の度数 1459)

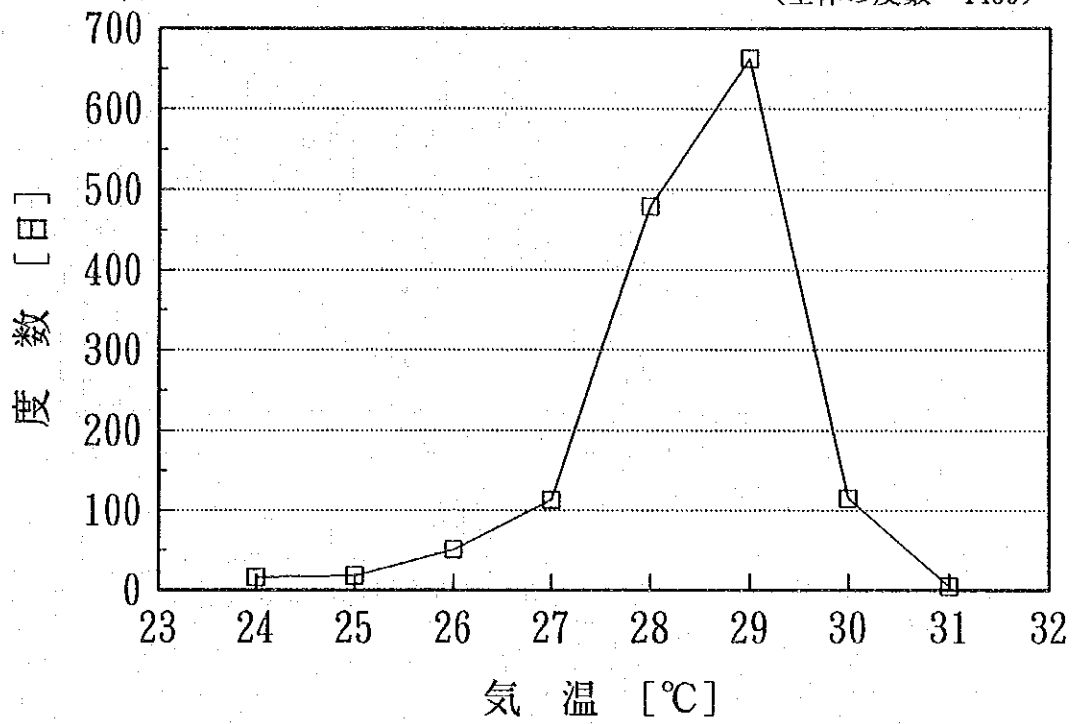


図4.2-4 湿度分布 (1982~1986年)

(全体の度数 1454)

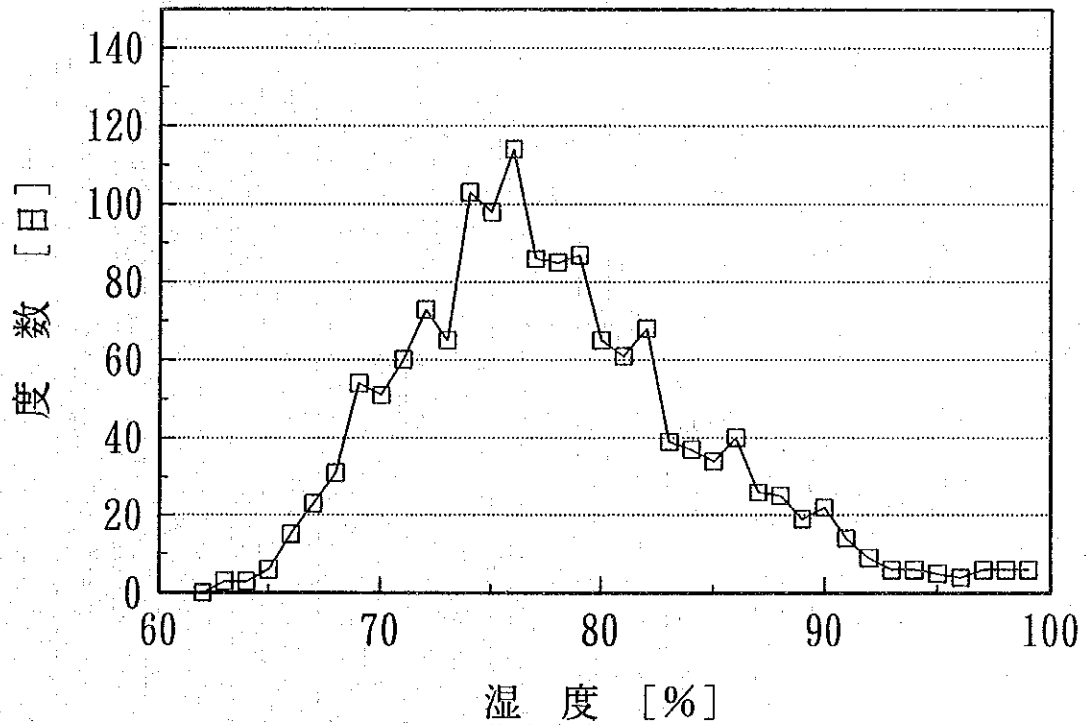


図4.1-5 一年間の日射量変動の例 (1986年)

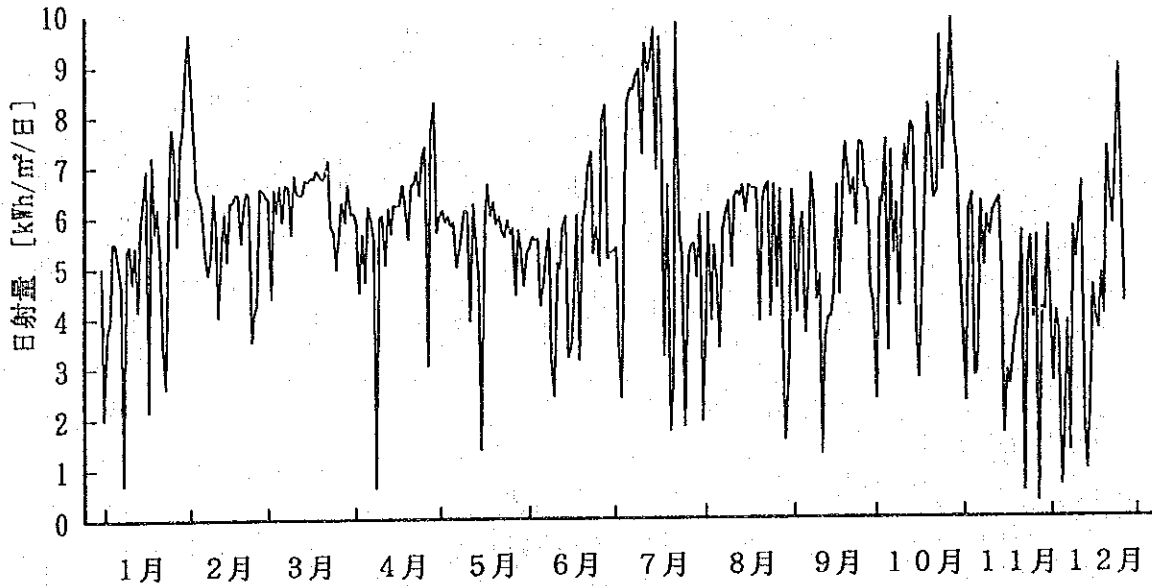


表4.1-2 一年間の日射量変動の例 (1986年)

(kWh/m²・日)

	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEP.	OCT.	NOV.	DEC.
1	5.01	9.64	6.41	6.06	6.01	5.29	5.28	5.42	6.51	6.54	7.56	0.30
2	2.01	8.68	6.36	5.86	6.12	5.36	5.29	5.43	3.55	6.50	7.19	4.16
3	3.69	7.62	4.38	4.50	5.88	5.59	5.38	4.77	1.55	4.54	5.26	4.09
4	3.95	6.57	6.54	5.64	6.00	5.52	3.50	6.01	2.76	4.24	3.84	5.78
5	5.50	6.42	6.08	4.69	5.80	5.55	2.38	1.93	6.49	2.35	2.29	4.35
6	5.48	6.18	6.62	6.20	5.88	4.22	6.30	3.80	5.65	6.32	6.12	2.69
7	5.04	5.34	5.90	5.95	4.99	4.66	8.28	6.05	4.06	6.22	6.41	4.08
8	4.59	4.80	8.64	5.54	5.38	5.29	8.54	3.92	5.69	7.49	2.79	3.65
9	0.70	5.23	6.58	0.63	5.75	5.76	8.49	5.40	6.02	3.30	2.87	0.63
10	5.31	6.47	5.66	5.97	6.11	3.19	8.76	4.68	3.66	7.27	6.27	1.69
11	5.45	6.87	6.82	6.02	6.09	2.42	8.90	3.36	4.65	5.23	4.98	3.87
12	4.69	4.01	6.47	5.04	9.92	5.08	7.23	5.73	6.82	6.23	5.97	1.30
13	5.42	5.34	6.44	6.16	6.25	4.94	9.42	5.99	6.27	4.18	5.58	5.75
14	4.14	6.07	6.45	5.66	5.48	5.79	8.85	6.28	4.31	5.18	6.06	5.13
15	5.82	5.13	6.73	6.22	4.70	6.00	9.07	4.97	4.80	7.36	6.20	5.80
16	6.26	6.30	6.69	6.22	1.37	3.19	9.72	6.34	1.26	6.85	6.35	6.65
17	6.95	6.30	6.78	6.23	5.77	3.37	6.91	6.48	3.55	7.83	4.87	2.05
18	2.15	6.45	6.75	6.63	6.63	4.51	9.55	6.37	3.97	7.77	1.65	0.94
19	7.21	6.45	6.92	6.16	6.00	6.02	7.62	6.59	3.97	3.74	2.90	2.37
20	5.69	5.49	6.84	5.56	6.30	3.14	3.21	6.04	4.49	2.76	2.61	4.59
21	6.19	6.13	6.75	6.63	5.85	5.82	6.61	6.59	6.58	4.75	3.33	3.95
22	5.13	6.50	6.79	6.64	6.00	6.26	1.72	6.54	4.42	6.57	3.88	3.71
23	3.50	6.43	7.13	6.91	5.72	6.97	—	6.54	6.52	8.19	3.99	4.83
24	2.61	3.52	6.80	6.41	5.58	7.28	—	6.52	7.44	7.45	5.69	4.01
25	6.30	4.11	5.70	7.25	5.92	5.25	—	3.90	6.78	6.32	0.50	7.34
26	7.77	4.26	4.95	7.40	5.64	5.78	2.64	6.21	6.38	6.44	0.19	6.50
27	7.34	6.56	5.73	3.04	5.77	5.01	9.83	6.57	6.73	9.54	4.99	5.79
28	5.45	6.52	6.28	7.68	4.43	7.90	5.63	6.65	5.77	6.87	5.55	7.35
29	7.39	—	5.88	8.26	5.73	8.19	5.25	3.98	7.44	8.25	3.93	8.97
30	7.73	—	5.63	5.68	5.27	5.16	1.81	6.61	7.42	8.54	5.58	6.51
31	8.78	—	6.04	—	4.61	—	5.15	4.55	—	9.89	—	4.26
AVE.	5.27	6.02	6.31	5.89	5.51	5.28	6.48	5.49	5.18	6.31	4.51	4.29

4.2 システム設計

4.2.1 計画時設計

(1) システム基本設計

システム基本設計としては、太陽電池の発電電力量と負荷の使用電力量とをバランスさせるとともに、蓄電池の使用率を50%とし、その使用可能容量は負荷の使用電力量に対して約3倍（3日分）の余裕をもたせることとする。電気量に注目して作成したブロック図を、図4.2.1-1に示す。

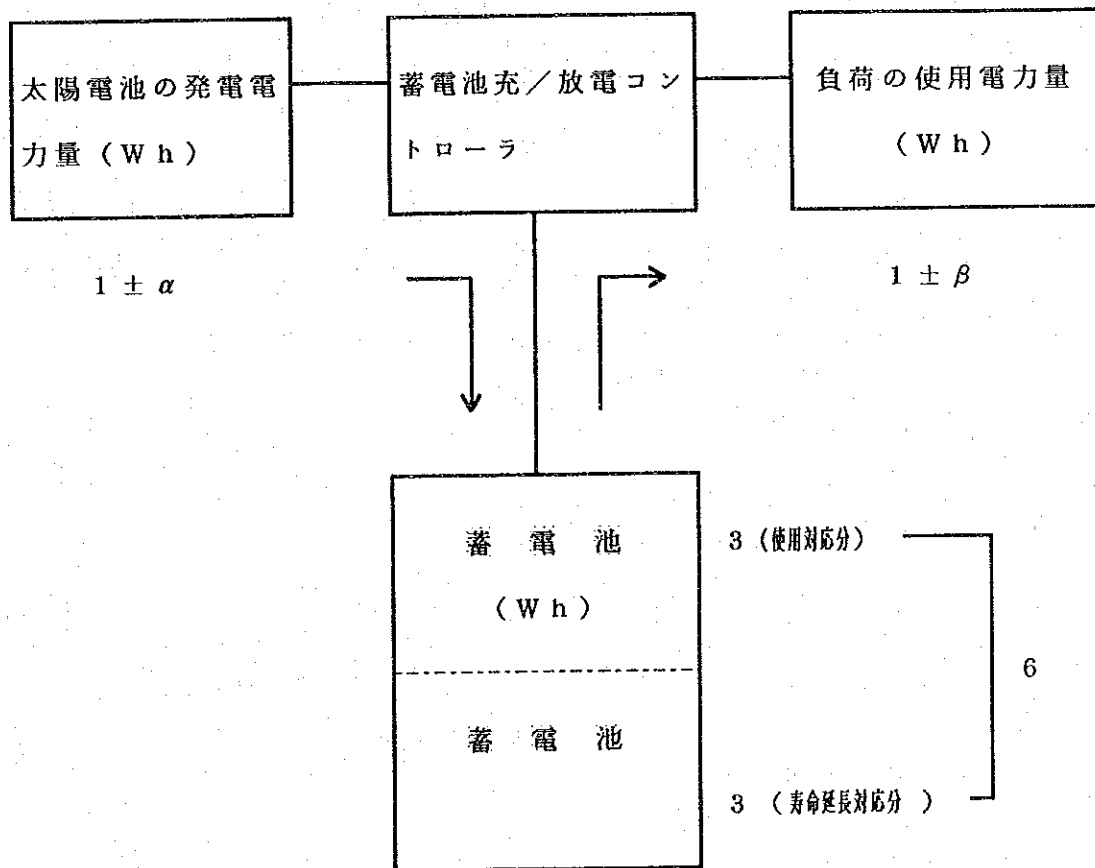


図4.2.1-1 システムブロック線図

すなわち、年間平均の一日当たりの発電電力量と使用電力量とが、ほぼ同一となっているが、実際の個々の一日の日射量が多い日があったり少ない日があったりする ($\pm \alpha$)。また、使用量も電灯を早く消したり、長時間点灯

させたりすることがある(±β)。これらの日々の日射量と電灯の使用条件とが関連してPVシステムが運転される事となる。

なお、蓄電池に余裕がある時は発電電力量を多く貯えたり、余裕がないときは発電電力量を捨てたりすることがある。

蓄電池の設置容量は、先にも述べたとおり放電深度を50%程度にして運転することにより、蓄電池の寿命が長くなることから、使用対応分の2倍の容量とする。さらに、キリバス地方の日射量実績にをもとに、本システムの電気の発電量および蓄電池の充・放電量等についてシミュレーション結果では、年間を通じて非常に安定した日射量が得られている。

この状況を「(6)シミュレーション結果」に示す。

(2)電灯照明のニーズ

北タラワ島における電気による照明のニーズはあるとの感触を得るとともに、アンケート調査でも表れている。(前回調査「社会影響調査」参照)しかし、何一つ産業のないこの島では現金収入がココナッツ・魚の取引あるいは出稼ぎの仕送り等で非常に少ないことから、当該設備建設の分担金および維持管理費の負担は非常な重圧となっているようだった。結局、住民の希望とSECの経営との関連から、一般住宅55戸、集会所1戸に設置することとなった。

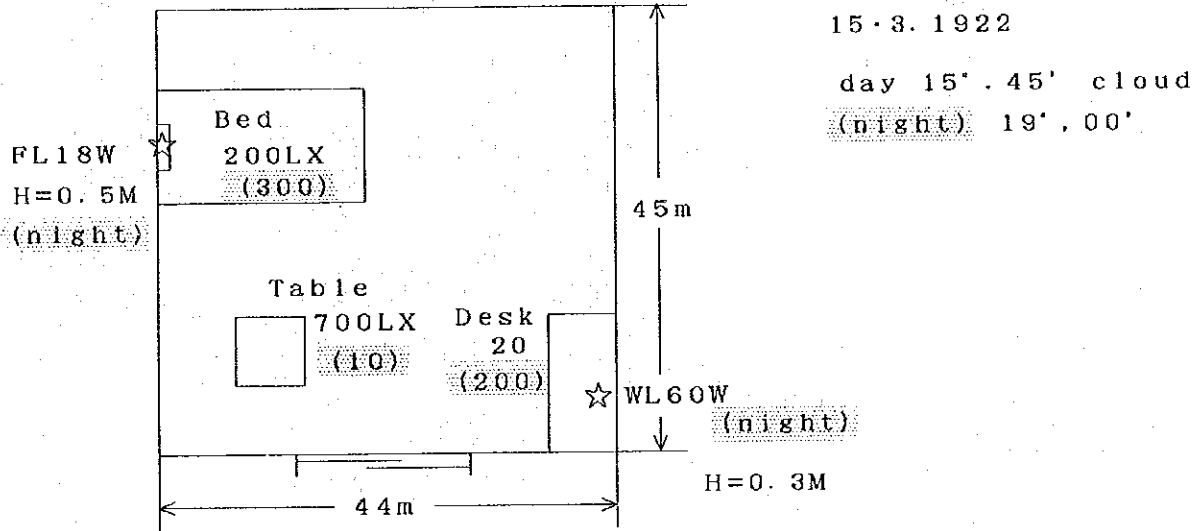
電灯照明の照度については、南タラワ島に点灯しているホテルの照明ならびに北タラワ島のゲストハウスの照明を調査した結果、およそ20~100ルクスであった。したがって、照度はマクロ的ではあるが100ルクス程度を目標にすることとした。(「照度測定結果」参照)

照度測定結果

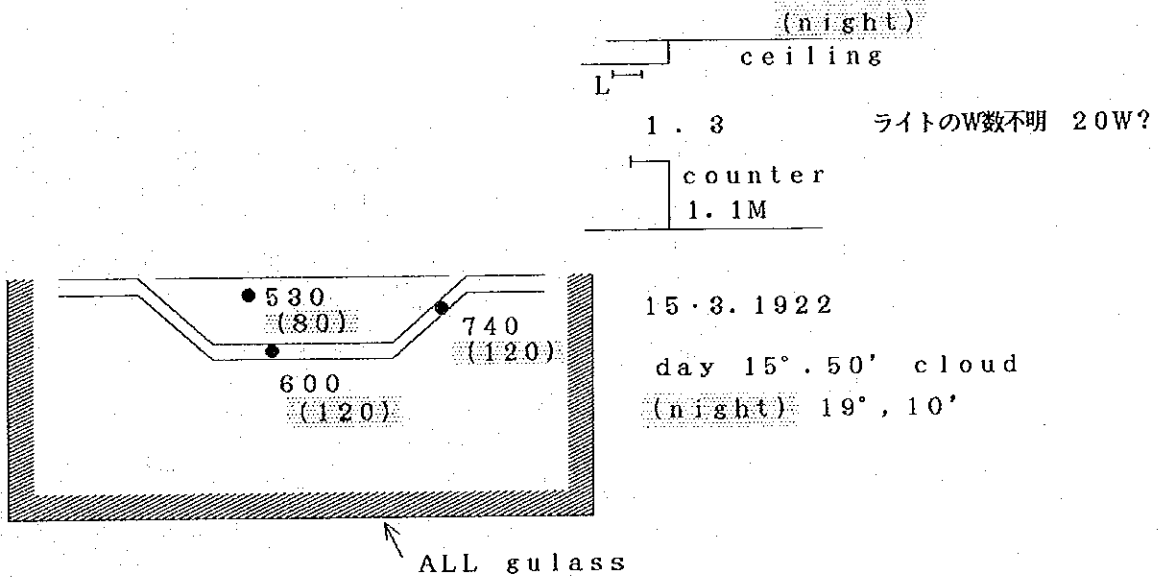
Result of illumination measurement

1. Illumination of hotel

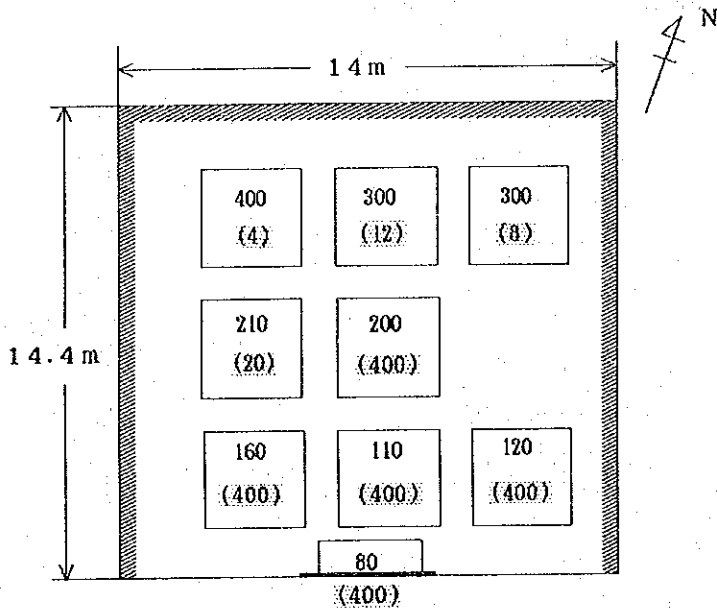
(1) Room



(2) Front



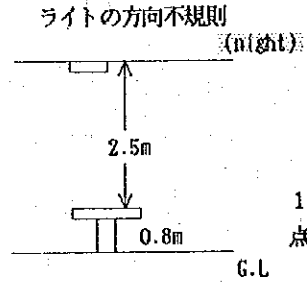
(3) Restaurant



15.3.1922

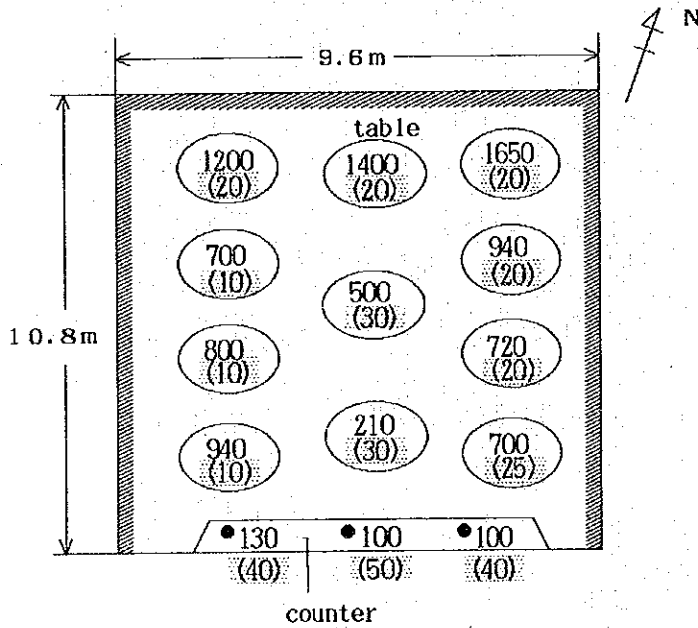
day 15'.15' cloud

(night) 19'.30'



1/4程度しか
点灯していない。

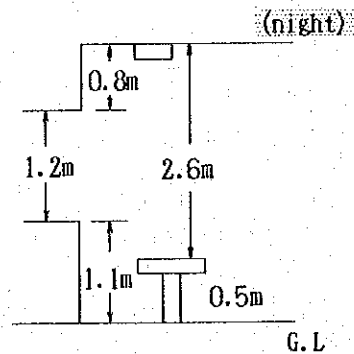
(4) Lounge bar



15.3.1922

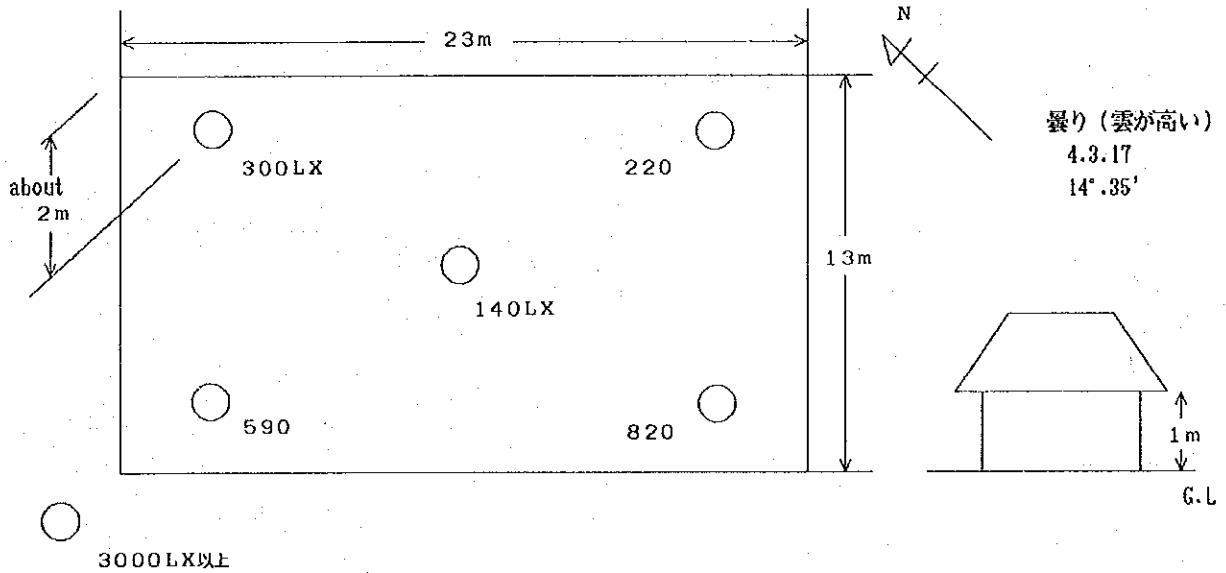
day 15'.20' cloud

(night) 19'.30'

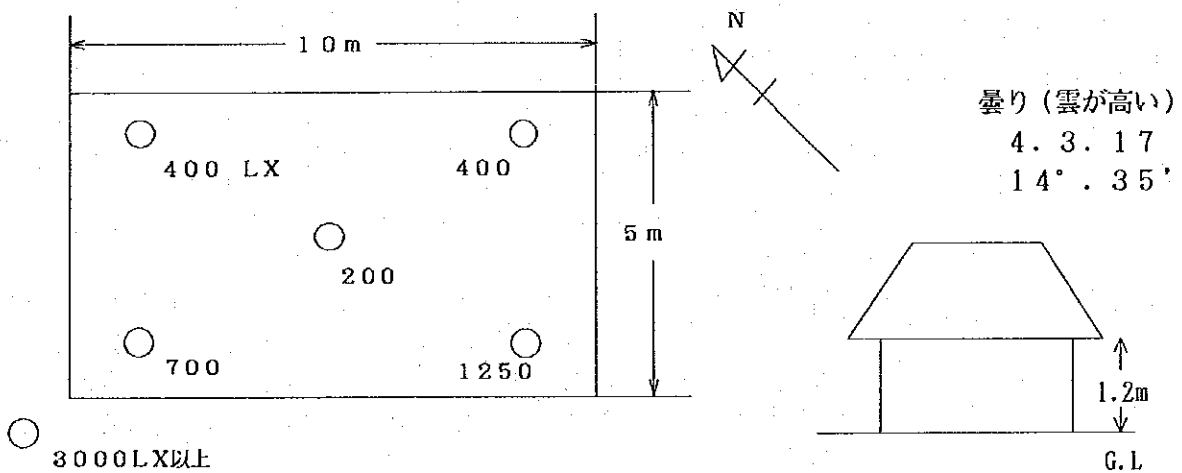


2. Illumination of Maneaba

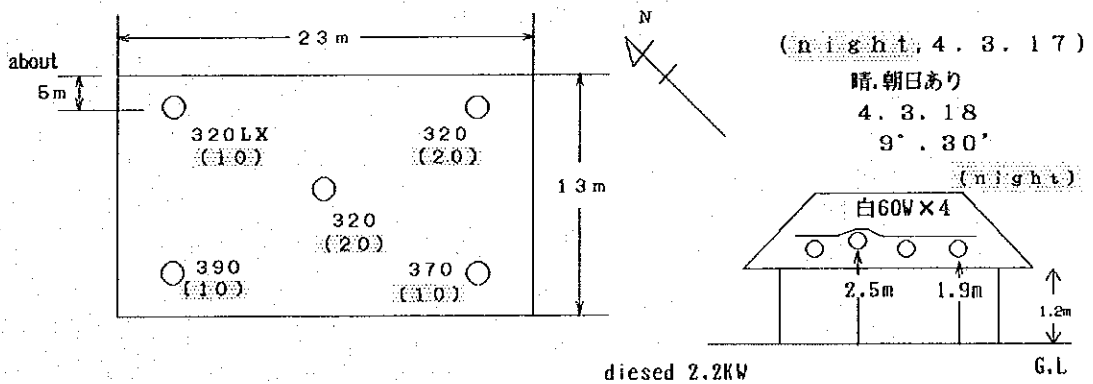
(1) TABONIBARA 21人



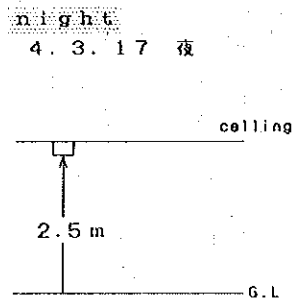
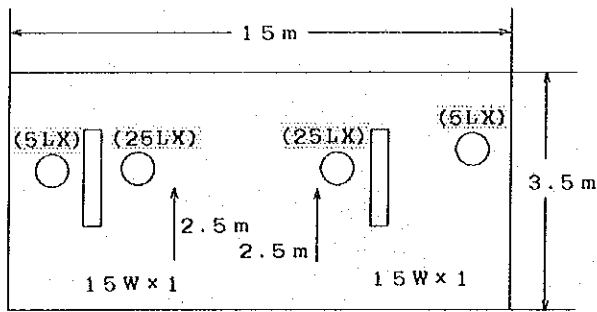
(2) MARENANUKA 21人



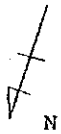
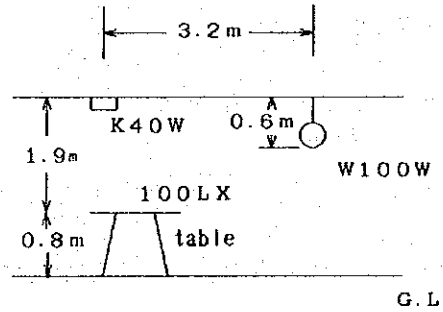
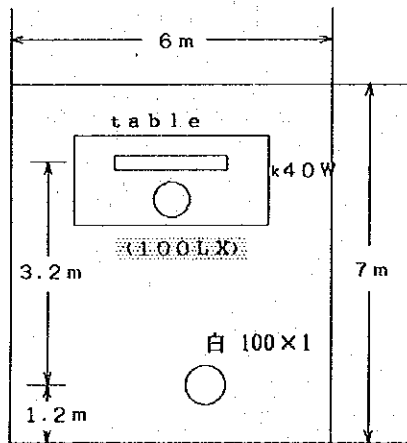
(3) ABAOKORO 19人



3. Guest House (ABAKORO)



4. House of Mr. Wade (D.R)



4. 3. 22

<Tool of measurement>

HIOKI Lux Hi Tester 3421

HIOK 1980 NO.10125 JAPAN

(3) 機器・材料の設計

太陽電池、蓄電池、配電盤および配線材料等の設計については、当該地の気温、塩害等の環境状況を考慮した対応を行なうこととする。具体的には、機器・配線は密封またはコーティング、材料では鉄は湿式亜鉛メッキならびに導体は黄銅またはステンレスの材料を使用する。

鋼材のメッキ材料について、以下に示す。

太陽電池架台に使用する鋼材のメッキについて

太陽電池システムを設置する場所が塩害をうける懸念がある場合は次の鋼材を使用することが望ましい。電力会社の配電用アームもこのメッキ厚さで使用し塩害地区を含め長年月の使用実績がある。

1 使用鋼材

- ・ J I S G 3 3 0 2 (溶融亜鉛めっき鋼板および鋼帯) に定める S G H 4 0 0 または S G C 4 0 0 0 を使用する。
- ・ めっき付着量は Z 4 5 とする。

2 めっき試験

- ・ J I S H 0 4 0 1 (溶融亜鉛めっき試験方法) に定める次の方法でおこなう。

塩化アンチモン法 (めっき付着量) ランク S G C 4 0 0

ハンマー試験 (めっきの剥離)

(4) 運転制御等

キリバス共和国での P V システムは、つぎにより運転を行なうとともに、保守・点検の適正な実施と使用者に対する節電の P R をおこなう。

以下に運転管理上の実施事項を示す。

運転管理の実施事項

項 目	実 施 項 目
蓄電池の端子電圧による制御	<p>制御する蓄電池の端子電圧の選定は蓄電池の充・放電特性を吟味して、蓄電池容量で上限100%～50%の範囲をねらって設定する。</p> <p>昼間の蓄電池の充電で端子電圧が蓄電池容量の90%相当の電圧になると、太陽電池からの充電を中止する。また、夜間の蓄電池からの放電で端子電圧が蓄電池の容量の50%相当の電圧になると、蓄電池から放電を中止する。</p>
電灯使用の合理化PR	<p>上記時間内であっても、可能な限り消灯するよう現地住民にPRする。（一般には、4～6時間の使用だとのこと、正月・祭りなど特別な日は長く点灯するとのこと。年間20日程度らしい）</p>
その他	<p>月に1回程度蓄電池の均等過充電を行う。</p> <p>10A以下の電流で蓄電池容量に対して120%（晴天で1日）の充電。</p>

上記の運転方法は、蓄電池の寿命保持を最優先させPVシステムを安定して運転するよう配慮したシステムであるため、太陽電池、蓄電池および負荷とのバランスを第1としたものである。即ち、現地ユーザーには昼間の点灯制限、負荷容量の増設制限することとなりユーザーサイドから見れば決して十分なPVシステムではない。その点をユーザー（北トラワ住民）に理解してもらって、PVシステムの寿命を長くするための利用方法について協力をお願いすることとしたい。

なお、本システムで負荷の使用をタイマーによっても制御する予定であったが、時計式も光電池式も一般地域での使用可能な製品はあるが、塩害・湿気などに対応した製品がないため採用を見合わせた。その結果、昼間も電気の使用が可能となるので、当システムの使用に関するシミュレーションを行い、その影響の確認を行った。

一部の負荷が12時間程度であれば使用可能であるが、電灯を昼間消し忘れの日があると(24時間点灯させる)システムが充分機能しないケースが考えられる。したがって、昼間の消灯のPRを充分に行う必要がある。

(5)制御電圧

太陽光発電システムにおける蓄電池充放電の制御電圧に関する基本的考え方は次のとおりである。蓄電池の制御電圧を表4.2.1-3に示す。

表4.2.1-3 蓄電池の制御電圧

過充電防止電圧	過放電防止電圧
<p>停止電圧</p> <p>停止電圧は過充電を抑制できる電圧とし、更に充電不足で長時間使用された時の電池寿命に対する悪影響を考慮して決定する。</p>	<p>停止電圧</p> <p>停止電圧は電池の過放電を防止し、特に緩放電時に低い電圧まで放電する事の寿命に対する悪影響を考慮し、極力高い電圧とする。</p>
<p>再開電圧</p> <p>再開電圧は停止後に降下する電池電圧特性を考慮し、長時間または放電開始後でないとなりに達しない電圧とする。</p>	<p>再開電圧</p> <p>再開電圧は停止後に上昇する電池電圧特性を考慮し、充電開始後でないとなりに達し得ない電圧とする。</p>

基本的考え方をもとに、太陽電池の発電特性および蓄電池の充放電特性を充分考慮して、具体的制御電圧を次のとおり決定した。

(a) Voltage charge-discharge Controller

充放電制御装置の具体的制御電圧を表4.2.1-4①～③に示す。

表4.2.1-4 充放電制御装置の具体的制御電圧

① For house (Unit: V)

Charge control		Discharge control	
充電停止	15.6 (2.6)	放電停止	11.4 (1.9)
充電再開	12.6 (2.1)	放電再開	12.6 (2.1)

② For test house (Unit: V)

Charge control		Discharge control	
充電停止	14.4	放電停止	10.5
充電再開	----	放電再開	----

③ For MANEABA (Unit: V)

Charge control		Discharge control	
充電停止	31.2 (2.6)	放電停止	22.8 (1.9)
充電再開	25.2 (2.1)	放電再開	25.2 (2.1)

太陽電池の電圧と蓄電池の端子電圧変化状況は次のとおりである。

• Solar Module

	Unit	KYOCERA	SHOSEKI
Out put power	W	58.7	65.0
Working voltage	V	20.3	21.3
Working current	I	2.88	3.05
Open-circuit vol	V	25.4	26.8
Open-circuit cur	I	3.10	3.4
Efficiency	%	10.8	12.75
最大システム電圧 600V、素子温度 25℃、 照射条件 AM1.5, 1KW/m ²			

KYOCERA $V_o = 20.3V(1 - 0.377\%/^{\circ}C * 35deg) = 17.6V$

SHOSEKI $V_o = 21.3V(1 - 0.377\%/^{\circ}C * 35deg) = 18.5V$

• Battery

For house (12CT-110)

at charge 0.1Cで100% 2.6V * 6 = 15.6V

at discharge 0.1Cで50% 13V — 11.0V

4.2.1-2図 12CT-110形蓄電池放電特性図 ベント形

4.2.1-3図 12CT-110形蓄電池充電特性図 ベント形

4.2.1-4図 12CT-110形蓄電池充電特性図 ベント形

For test house (12CTE-120)

at charge 0.1Cで100% 2.6V * 6 = 15.6V

at discharge 0.1Cで50% 13V — 11.0V

4.2.1-5図 12CTE-120形蓄電池放電特性図 シール形

4.2.1-6図 12CTE-120形蓄電池充電特性図 シール形

(b) 太陽電池発電電圧の指定検討

先に検討した太陽光発電システムの運転電圧の各パートの組合せを基本として、電気配線も考慮した最終電圧の決定を行なうため、太陽電池から蓄電池までの電圧降下を計算して、その電圧降下分の太陽電池側の電圧アップさせる。その検討結果が次のとおりである。

① 検討条件

- ・ 太陽電池容量 : 100W, DC 12V システム
- ・ 逆流防止ダイオード : 使用
- ・ 使用ケーブル : VVF 2.6mmφ * 2C, ケーブル長 20m,
電気抵抗 3.35Ω / Km
- ・ 充電時の蓄電池電圧 : 15V
- ・ 充電電流 : 8.33A
- ・ 太陽電池温度 : 標準時 25℃, 動作時 60℃
- ・ 太陽電池温度上昇による電圧降下率 : -0.4% / °C
- ・ 逆流防止ダイオードによる電圧降下率 : システム電圧 (12V) の6%

充電回路構成図 の概念を図4.2.1-7に示す。

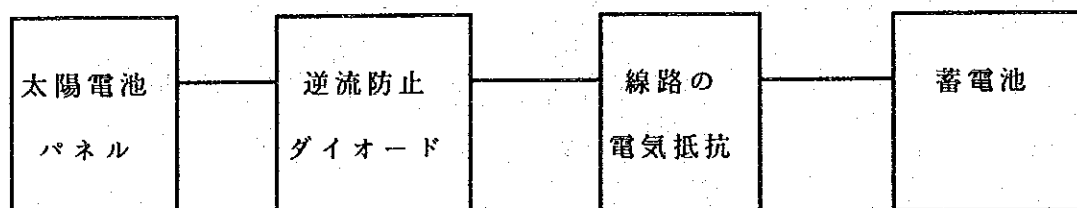


図4.2.1-7 充電回路構成図 の概念

② 計算結果

蓄電池の端子電圧を15Vとして、太陽電池パネル側からの電圧降下要因箇所の電圧降下計算をおこなうと、下記のとおり太陽電池の標準時の動作電圧は19.6Vとなる。この計算結果を表4.2.1-5に示す。

表4.2.1-5 太陽電池モジュールの出力電圧計算結果

蓄電池の電圧		15(V)
電圧降下		$1.2(V) = 0.134\Omega * 8.33(A)$
電圧降下		$0.72(V) = 12(V) * 0.06$
温度上昇による降下		$(15.0 + 1.2 + 0.72) / (1 - 0.14)$
標準時の動作電圧	19.6(V)	

(6) シミュレーション結果

1980年～1986年の7年間のキリバス共和国における日射量測定結果を使用し、3ケースの負荷条件を設定してシミュレーションした結果を、以下の表4.2.1-6～4.2.1-7に示す。(負荷バランスシミュレーション参照) ケース1は暗い時間帯に6～12時間点灯するケース、ケース2は各負荷とも12時間点灯するケースであり、ケース1はほとんど支障なくシステム運転が可能であるが、ケース2は年間およそ30日間12時間より早く消灯する日が生じる。ケース3は24時間点灯したケースで、いわゆる「消し忘れ」の状況であるが、毎日24時間点灯することは不可能である。

表4.2.1-6 シミュレーション結果

ケース	日射が多い	日射が平均	日射が少ない
ケース1 1部早く消す 11W-6h*1 7W-12h*2	VG	VG	G 3時間程度しか点灯しない日が一年に2～3日ある。 下表参照
ケース2 全夜間点灯 11W-12h*1 7W-12h*2	VG	VG	G 5時間程度しか点灯しない日が一年に数十日ある。 下表参照
ケース3 昼夜点灯 11W-24h*1 7W-24h*2	G 毎日、20時間程度点灯する。	G 毎日、14時間程度点灯する。	NG 毎日夜全負荷を点灯することは不可能である。

(注) VG:Very Good, G:Good, NG:No Good

表4.2.1-7 電灯照明が不具合になる日数

	1980年	1981年	1982年	1983年	1984年	1985年	1986年
ケース1	7日	1日	3日	4日	0日	0日	9日
ケース2	41日	27日	41日	35日	24日	15日	64日
ケース3	毎日24時間全負荷を点灯は不可						

4.2.2 実施設計

(1) 使用電力量の想定

キリバス共和国北トラワ島住民の電灯照明に対するニーズを調査した結果では、多くの人達が電灯照明は必要と回答しているが、その具体的電灯のW数とか、取付け場所について聞いてみると、ほとんどの住民から明確な回答は得られなかった。一応、カウンターパートと相談して電灯の容量および個数を決定した。このことは、至極当然のことかも知れない。即ち、これまでに当地に無かった電灯照明という新しいものに対して、住民の電灯に対する知識が全然無いため、戸惑いの方が多いようであった。したがって、一度、電灯照明が設置されてみたらワット数の大小または「ここよりあっちが良かった」などと具体的な要望がはっきりするものと考えられる。一般住宅および集会所の電灯照明（電灯負荷）を表4.2.2-1と表4.2.2-2に示す。

表4.2.2-1 一般住宅の電灯照明

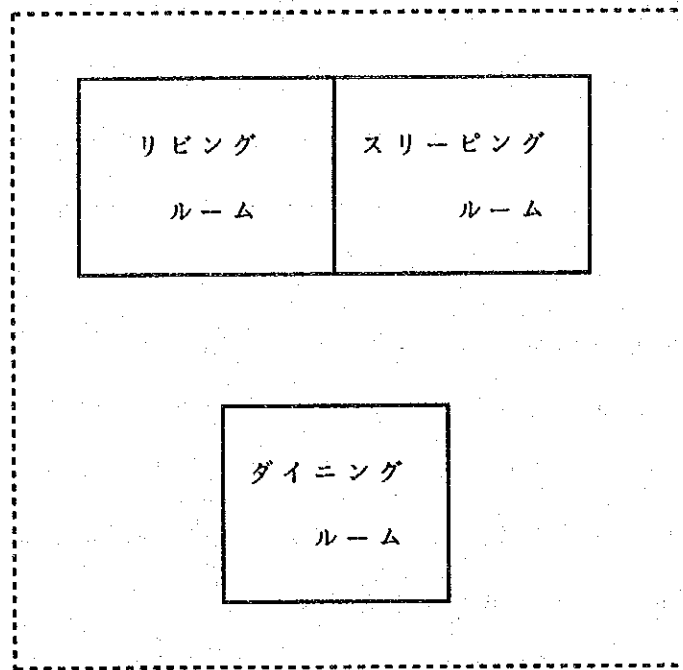
個 所 別	灯 個 数
リビングルーム	(12V) 11W-1, 1W-1
スリーピングルーム	(12V) 7W-1
ダイニングルーム	(12V) 7W-1

表4.2.2-2 集会所の電灯照明

集会所のホール	(24V) 20W-4
---------	-------------

なお、一般住宅の間取り標準を図4.2.2-1に示す。

図4.2.2-1 一般住宅の間取り標準

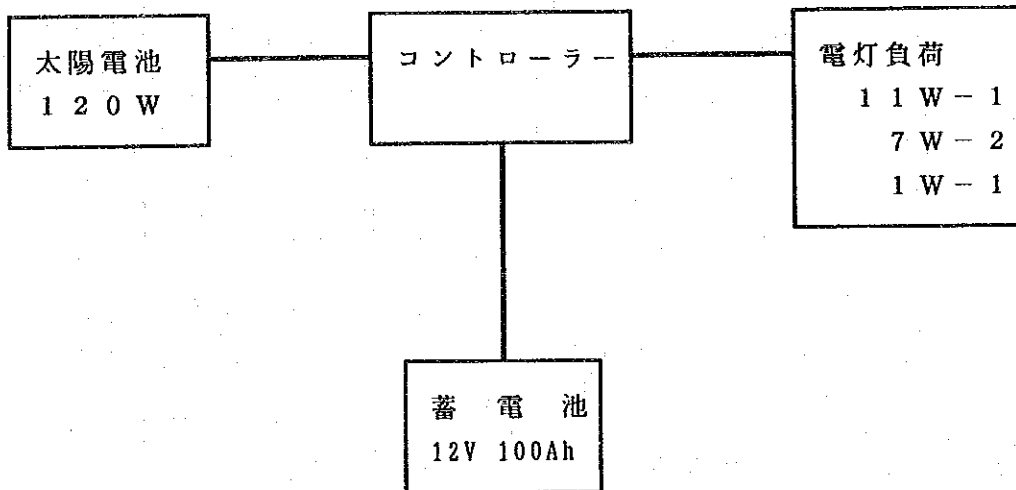


(2) システム構成

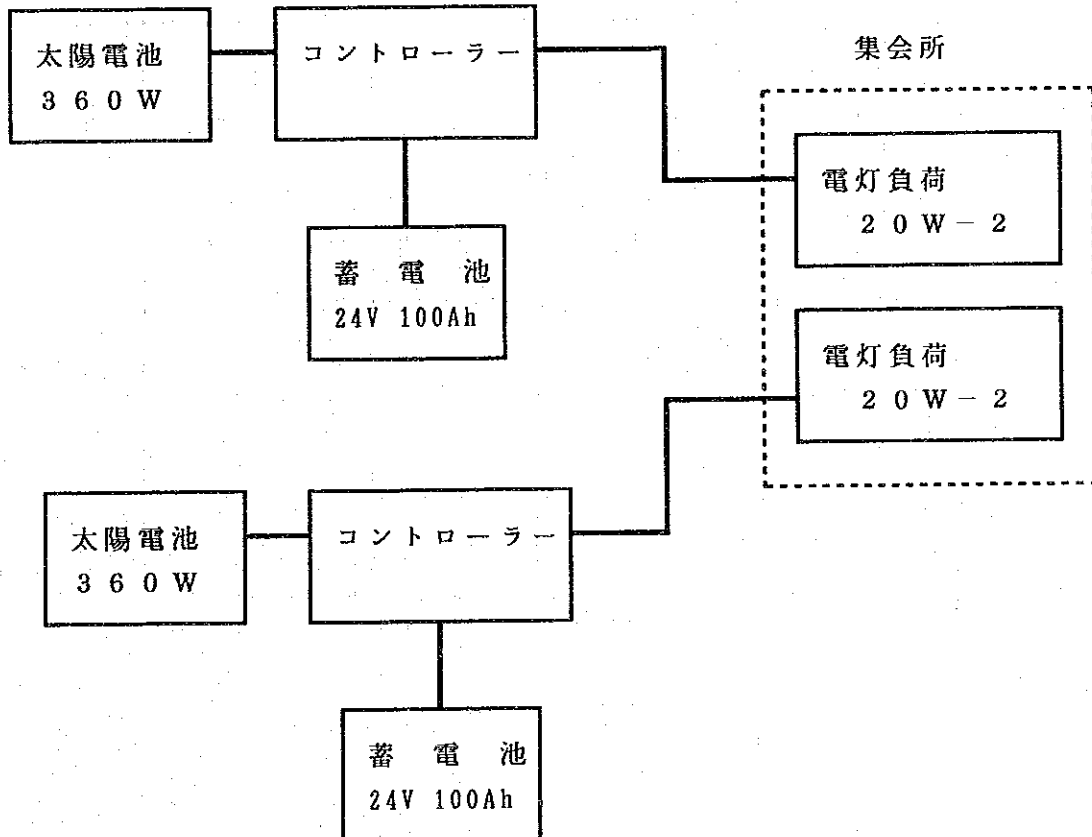
前記、基本設計に基づいた一般住宅と集会所のシステム構成を図4.2.2-2に示す。

表4.2.2-2 一般住宅および集会所のシステム構成

(a) 一般住宅



(b) 集会所



(3)コントローラの制御電圧

コントローラの制御電圧を表4.2.2-3～4.2.2-5に示す。

表4.2.2-3 一般住宅用

(単位：V)

過充電防止		過放電防止	
充電停止	15.6	放電停止	11.4
充電再開	12.6	放電再開	12.6

表4.2.2-4 一般住宅評価用

(単位：V)

過充電防止		過放電防止	
充電停止	14.1	放電停止	10.75
充電再開	---	放電再開	---

表4.2.2-5 集会所用

(単位：V)

過充電防止		過放電防止	
充電停止	31.2	放電停止	22.8
充電再開	25.4	放電再開	25.2

(4) 太陽光発電システムによる電灯供給のイメージ

一般住宅と集会所の太陽光発電による電灯供給のイメージを図4.2.2-3および図4.2.2-4に示す。

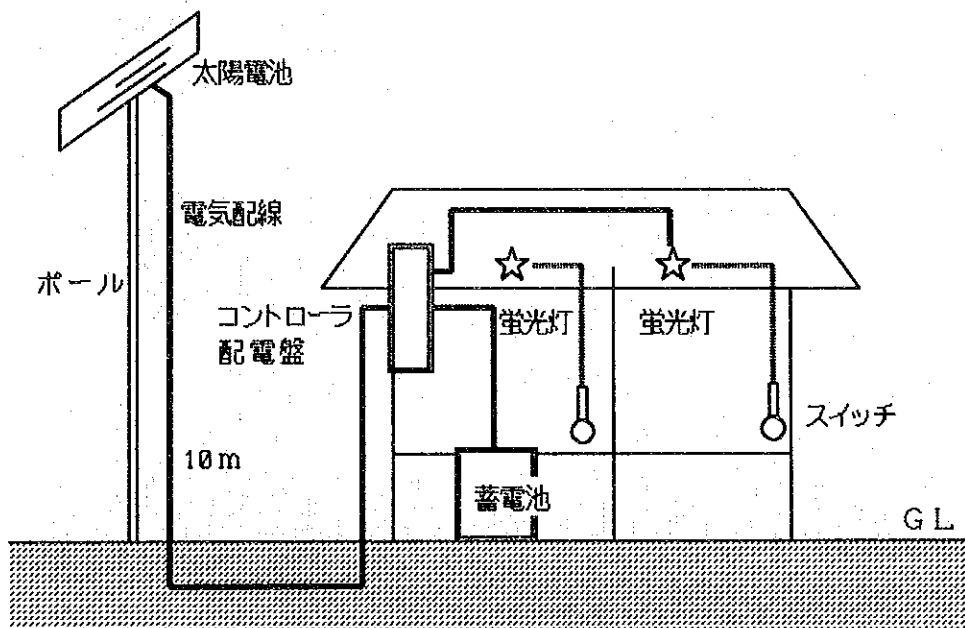


図4.2.2-3 一般家庭のイメージ図

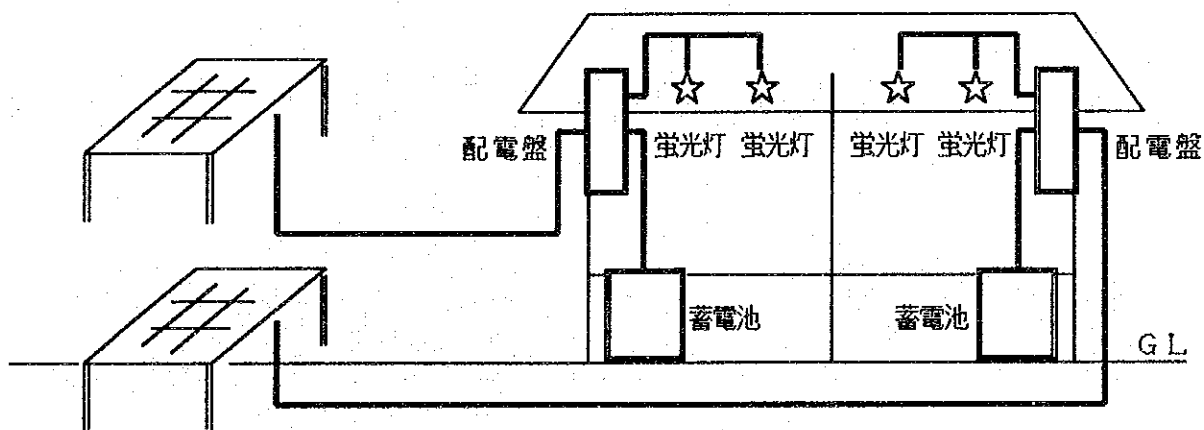


図4.2.2-4 集会所のイメージ図

(5) 設置方法の比較

キリバス国の住宅用として設置する太陽光発電システムは、以下に示すとおり、結果として太陽電池モジュールを全てポールマウント型とすることとした。先ず、ポールマウント型と屋根設置型とを図4.2.2-5および図4.2.2-6に示す。

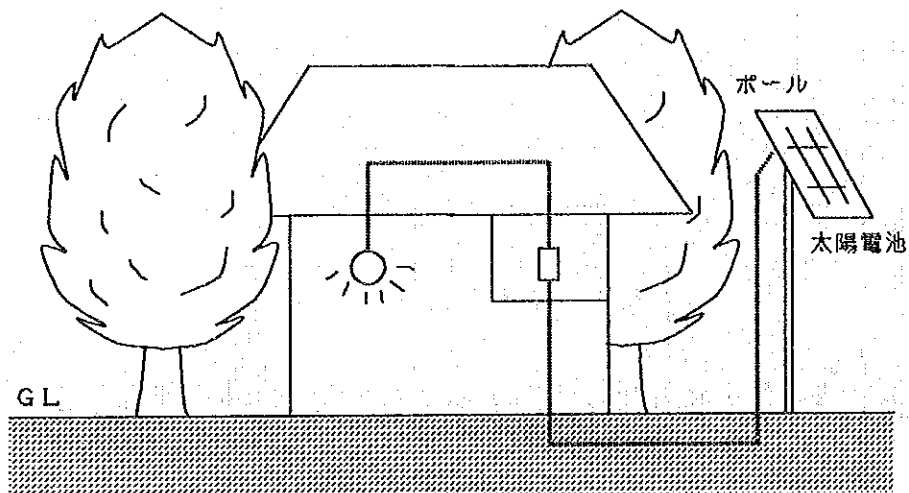


図4.2.2-5 ポールマウント型

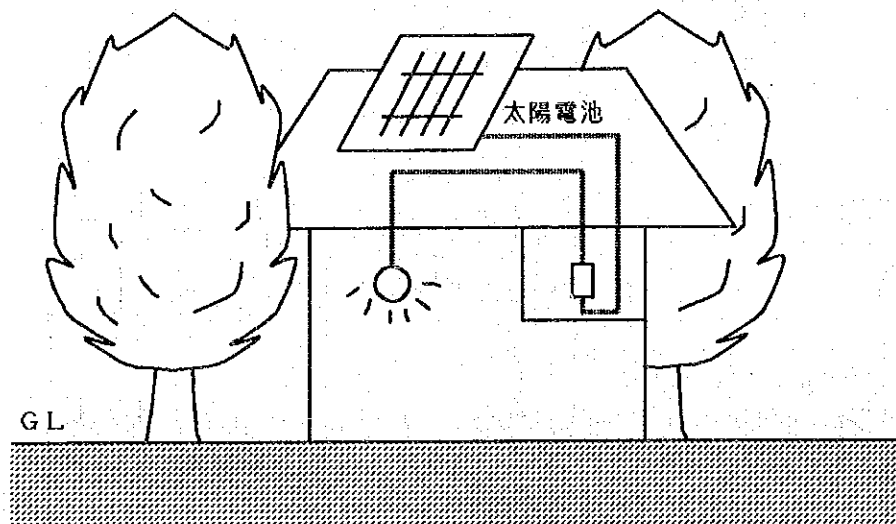


図4.2.2-6 屋根設置型

(a) キリバス国の住環境と彼らの慣習

我々は、当初上記 A, B の両方式を採用することとして臨み、実施設計にとりかかった。我々も当該環境状況は調査していたつもりであったが、現実に地域住民と話しているうちに、次のようなことが分かった。

- ・家屋は椰子の木、パームトゥリー、パンダナス等の樹木の木陰のできるなかに建てられており、青空は見えるが、一日中太陽の直達日射があたることはない。特に緑葉樹であるパームトゥリーの陰になると太陽エネルギーの享受は望まれない。
- ・家屋そのものが、非常に簡単にできている関係か、比較的頻繁に家屋を移動させることと、屋根材に使用している椰子の葉は耐用年数が短い（約5年）こともあって、家屋の改造を頻繁に行なう。実施設計時における折衝時に、彼らはもうすぐ屋根を吹替えるとか、移動させるとか言う。（たしかに、6ヵ月後にはそのようになっている。）

(b) 設置方法の具体的項目別比較

以上のような状況から、本太陽光発電システムをキリバス国の資産として、維持・管理していくためには、少し初期投資が高価となるけれども太陽電池パネルは住民の家屋に取付けない方が良いと判断した。もし、屋根に取付けておくと、国の資産である関係上、国の経費で移設、改善または立会、費用の分担折衝など人的対応が多くなると考えた。

設置方法の比較を表4.2.2-6に、建設費の経済性を表4.2.2-7に示す。

表4.2.2-6 設置方法の比較

項目	ポールマウント型	屋根設置型
建設費の経済性	△ 高価	○ 安い
エネルギーの享受性	○ 場所自由・多い	△ 場所固定・少ない
工事の難易性	△	○
工事の出来映え	○	△
保守管理	○ 簡単・自由に	△ 困難
総合	○	△

表4.2.2-7 建設費の経済性 (単位：円)

項目	単位	単価	ポールマウント型		屋根設置型	
			数量	金額	数量	金額
ポール	本	102,000	1	102,000	--	--
PVパネル止め金具	組	10,000	--	--	2	20,000
根加	本	1,350	1	1,350	--	--
電線	m	110	20	2,200	10	1,100
保護チューブ	本	200	2	400	--	--
埋設保護シート	本	240	10	2,400	--	--
雑材料 テーフ、サトル、 コネクターなど	式	500	1	500	--	--
			--		2	1,000
工費	人	2,000	2	4,000	2	4,000
計				112,850		26,100

(6)使用機材の詳細

1992年6月に実施した現地調査の結果から、各家個別の配線設計を行い主要資機材の必要数量を求めた。なお、資機材の数量は、国内調達分および現地調達分に分けて算定した。

(a)調達資材

詳細設計時点での国内調達分および現地調達分の必要資機材数量を表4.2.2-8に示す。

(c) 予備資材

予備資材として現地（SEC）に保管してある主要資機材数量を表4.2.2-11に示す。

表4.2.2-11 国内調達分の予備資機材数量

名 称	仕 様	単 位	数 量
太陽電池モジュール	単結晶シリコン形 63.0[W]	枚	4
太陽電池モジュール	多結晶シリコン形 58.7[W]	枚	4
ケーブル引込み用 ポ ー ル	L = 5.0[m]	本	6
充放電コントローラ (集会所用)	D C 24[V], 300[W]用	個	1
充放電コントローラ (一般家庭用)	D C 12[V], 100[W]用	個	2
蓄 電 池	ベント型, 12[V] 110[Ah](100H率)	個	6
N F B (一般家庭用)	D C 12[V], 10[A]用	個	2
主 ス イ ッ チ (一般家庭用)	D C 30[A], 両切り形	個	8
ケ ー ブ ル	V V F 2.6mm×2 ^o	m	400
ケ ー ブ ル	V V F 1.6mm×2 ^o	m	1,000
ケ ー ブ ル	V V F 1.6mm×3 ^o	m	100
雑材・消耗品	配線用材料, 工具類など	式	1

(d)使用資材に対する評価

本件調査のシステム建設に使用された資機材は、以下に示す点を考慮して選定された。

1)主要機材(太陽電池モジュール,蓄電池など)は、実績があり性能の良い日本製品を採用する。

①パイロット・プラントの主要機器として、現在までのところその性能を十分に発揮していると評価される。しかしながら今後の機器取替え時期となったときに同じ日本製の物を購入しようとする、かなりの負担増が懸念されるので現地調達可能な製品による評価も必要であると想定される。

2)システム建設地点は、海岸に面しているので防錆処理が十分に施された材料を使用する。

①十分な防錆処理を考慮して、メッキの付着量を規制した事により、重量が重くなった。今回のように重機によって運搬することのできない地域では、その運搬にも支障が起きたので周囲の環境条件に見合った適正な製品を選定する必要がある。

約2年前に現地のゲストハウスに設置されている太陽光発電システムを見ると、かなりの錆が発生している事からみて、本件のポール型架台などの防錆処理は妥当であったと評価できる。

3)一般資材は、今後の保守・管理作業を考慮して、できる限り現地調達可能な物を使用する。

①一般資材は、可能な限り現地調達可能品を使用したので現地作業員もその取扱いに慣れていて工事の進捗がスムーズに行われ、また品不足に対する対応も容易に行うことができた。

しかしながら、現地調達品の中には品質管理が充分に行われて製品も多々ある(本工事では、多数の蛍光灯が新品であるにもかかわらず点灯しなかった。)ので工事前にその製品の取扱いに対する再確認および試験が必要である。

表4.2.2-8 国内調達分の必要資機材数量

名 称	仕 様	単 位	数 量
太陽電池モジュール	単結晶シリコン形 63.0[W]	枚	80
太陽電池モジュール	多結晶シリコン形 58.7[W]	枚	50
ポールマウント L = 5.0[m]	太陽電池モジュール2枚 取付け用	組	55
ケーブル引込み用 ポ ー ル	L = 5.0[m]	本	6
地上設置用架台	太陽電池モジュール4枚 取付け用	組	3
充放電コントローラ (集会所用)	D C 24[V], 300[W]用	個	3
充放電コントローラ (一般家庭用)	D C 12[V], 100[W]用	個	57
蓄 電 池	ベント型, 12[V] 110[Ah](100H率)	個	63
同 上 収 納 箱	鍵付き	個	59
システム評価用 計 測 装 置	D C 12[V], 100[W]用 (蓄電池含む)	台	2
同 上 モ ニ タ ー		台	1
N F B (集会所用)	D C 24[V], 20[A]用	個	2
N F B (一般家庭用)	D C 12[V], 10[A]用	個	58
主 ス イ ッ チ (集会所用)	D C 30[A], 両切り形	個	4
主 ス イ ッ チ (一般家庭用)	D C 30[A], 両切り形	個	174
ケ ー ブ ル	V V F 2.6mm×2 ^φ	m	1,500
ケ ー ブ ル	V V F 1.6mm×2 ^φ	m	3,400

ケーブル	V V F 1.6mm×3 ^φ	m	600
ケーブル	S V 1.6mm×2 ^φ	m	390
雑材・消耗品	配線用材料, 工具類など	式	1

表4.2.2-9 現地調達分の必要資機材数量

名称	仕様	単位	数量
蛍光灯具 (集会所用)	D C 24[V], 20[W]	灯	5
蛍光灯具 (一般家庭用)	D C 12[V], 11[W]	灯	58
蛍光灯具 (一般家庭用)	D C 12[V], 7[W]	灯	114
照明灯具 (一般家庭用)	D C 12[V], 1[W]	灯	58
蛍光灯具用スイッチ (集会所用)	D C 24[V]用 三路スイッチ	個	5
蛍光灯具用スイッチ (一般家庭用)	D C 12[V]用 三路スイッチ	個	116
蛍光灯具用スイッチ (集会所用)	D C 24[V]用	個	3
蛍光灯具用スイッチ (一般家庭用)	D C 12[V]用	個	114

(b) 使用資材

1993年1月～2月の間に実施された太陽光発電システム設置工事で使用した主要資機材数量を表4.2.2-9および表4.2.2-10に示す。

表4.2.2-9 国内調達分の使用済資機材数量

名 称	仕 様	単 位	数 量
太陽電池モジュール	単結晶シリコン形 63.0[W]	枚	76
太陽電池モジュール	多結晶シリコン形 58.7[W]	枚	46
ポールマウント L=5.0[m]	太陽電池モジュール2枚 取付け用	組	55
地上設置用架台	太陽電池モジュール4枚 取付け用	組	3
充放電コントローラ (集会所用)	DC 24[V], 300[W]用	個	2
充放電コントローラ (一般家庭用)	DC 12[V], 100[W]用	個	55
蓄 電 池	ベント型, 12[V] 110[Ah](100H率)	個	57
同 上 収 納 箱	鍵付き	個	59
システム評価用 計 測 装 置	DC 12[V], 100[W]用 (蓄電池含む)	台	2
同 上 モ ニ タ ー		台	1
N F B (集会所用)	DC 24[V], 20[A]用	個	2
N F B (一般家庭用)	DC 12[V], 10[A]用	個	56
主 ス イ ッ チ (集会所用)	DC 30[A], 両切り形	個	4
主 ス イ ッ チ (一般家庭用)	DC 30[A], 両切り形	個	166
ケ ー ブ ル	V V F 2.6mm×2 ^c	m	1,100

ケーブル	V V F 1.6mm×2 [°]	m	2,400
ケーブル	V V F 1.6mm×3 [°]	m	500
ケーブル	S V 1.6mm×2 [°]	m	390
雑材・消耗品	配線用材料など	式	1

表4.2.2-10 現地調達分の使用済資機材数量

名称	仕様	単位	数量
蛍光灯器具 (集会所用)	D C 24[V], 20[W]	灯	5
蛍光灯器具 (一般家庭用)	D C 12[V], 11[W]	灯	58
蛍光灯器具 (一般家庭用)	D C 12[V], 7[W]	灯	114
照明器具 (一般家庭用)	D C 12[V], 1[W]	灯	58
蛍光灯器具用スイッチ (集会所用)	D C 24[V]用 三路スイッチ	個	5
蛍光灯器具用スイッチ (集会所用)	D C 12[V]用 三路スイッチ	個	116
蛍光灯器具用スイッチ (一般家庭用)	D C 24[V]用	個	3
蛍光灯器具用スイッチ (一般家庭用)	D C 12[V]用	個	114

4.3 システム構成機器と材料の仕様

本太陽光発電システムを、さらに長寿命化させるために、使用機器の選定が重要である。以下は、過去の試験結果および機器の開発状況により選定した。

(1) 一般的事項

前記、設計をベースに使用する機器・材料の選定については、次を配慮して選定をおこなった。

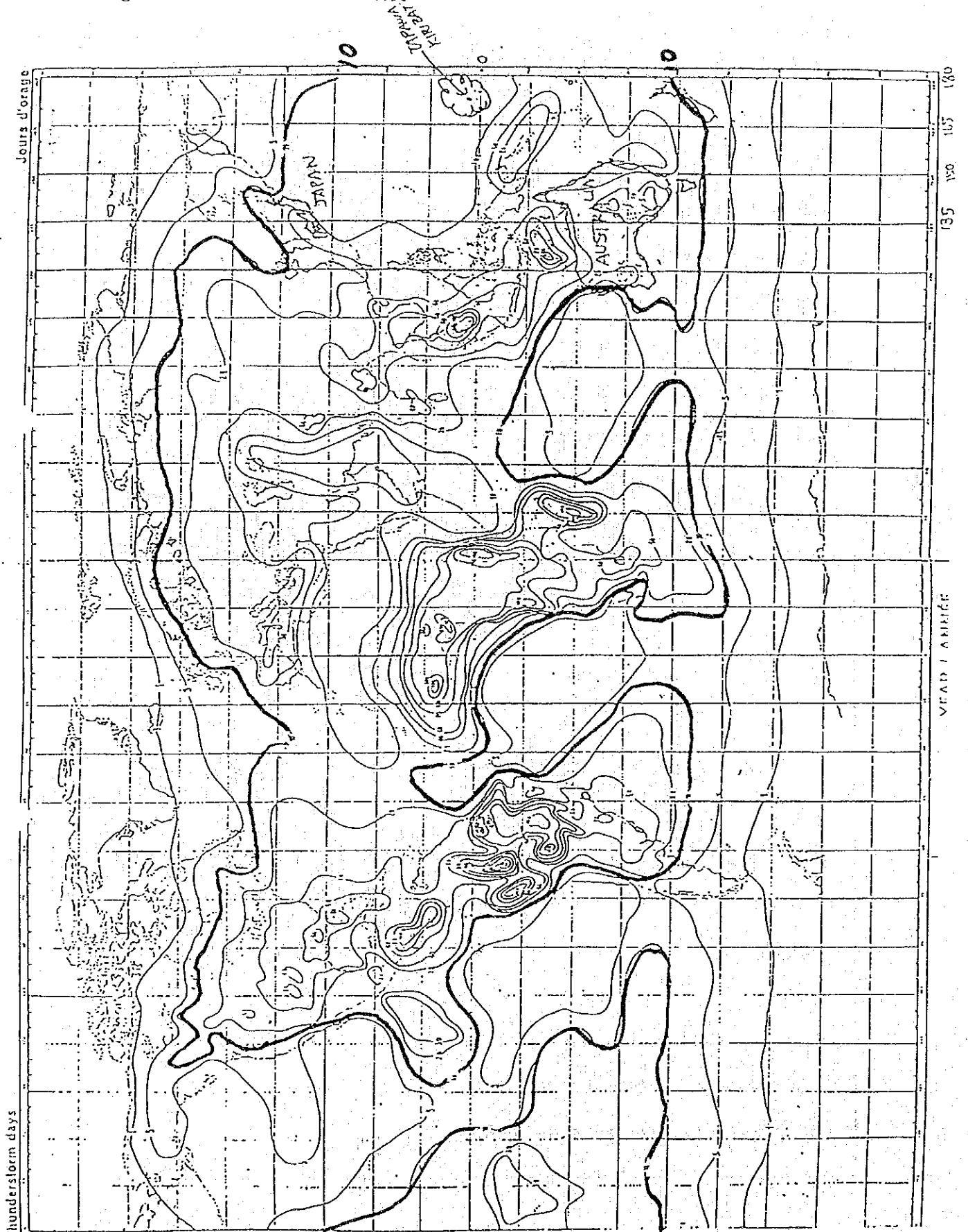
- ① 機材の種類は可能な限り種類を少なくする。
- ② 現地で購入可能な材料は、それを優先する。
- ③ 機材全てに塩害防止対策を配慮する。(例えば、モールド、メッキなど)
- ④ 工事の容易性・効率性を優先する。
- ⑤ 雷害防止対策はとらないこととした。

表4.3-1に雷害防止対策をとらないこととした理由を示す。

表4.3-1 [キリバスで雷害防止対策を実施しない理由]

<p>[キリバスで雷害防止対策を実施しない理由]</p> <p>現地政府およびSECの担当者ならびにウェード氏の意見を聞いた結果、つぎの理由により、当システムには耐雷対策はしないこととした。</p> <ul style="list-style-type: none">・ 現地では雷は数年に1回程度の発生で、もしあっても非常に小規模であること。・ 当システムは12V, 24V回路であるため、雷対策の効果が期待できないこと。・ 耐雷用のダイオードを付けて、高温・多湿による劣化で故障発生の懸念がある。・ 世界のThunderstorm Days per Yearによると、キリバスは10～20の間でありマクロ的ではあるが他地域と比較して多い方ではない。 <p>(年間の雷発生日数を図4.3-1に示す。)</p>
--

Fig 4.3-1 世界の雷発生頻度



(2) 具体的選定理由

構成機器および材料の具体的選定理由を以下に示す。

構成機器および材料	選 定 理 由 ・ 結 果
<p>1. 太陽電池パネル</p> <p>日本製</p> <ul style="list-style-type: none"> ・京セラ(株) ・昭和シェル石油(株) 	<p>太陽電池パネルは、西条太陽光発電所に納入した国内メーカー(10社)で、次の条件を備えたメーカーから購入する事とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①建設・運転実績からクレームが少ないこと。 ②現在、(平成5年)品質管理が完備し、通年安定して製造していること。 ③出力、絶縁耐力試験を実施すること。 ④発電電圧を蓄電池の電圧変化特性に合わせること。 <p style="text-align: right;">別紙4.3-1 参照 別紙4.3-2 参照</p>
<p>2. コントローラ</p> <p>ドイツ製 (日本で購入)</p> <p>シーメンス</p>	<p>コントローラの選定は、国の内外で市販されているメーカー(4社)について、次の事項を考慮して選定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①制御電圧の基本的事項が遵守されること。 ②キリバス国は珊瑚礁の島であり、周囲は海に囲まれ海拔は1~2(m)と湿度・塩分が異常に多い環境にある。 <p>これらのことを考慮して、次の対策を実施しているメーカーの機器を採用することとした。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・メイン接点に金メッキを施している。 ・基盤の配線をモールドしている。 ・すでに製品化しており、前記の制御電圧の設定に対応可能である。 <p style="text-align: right;">別紙4.3-3 参照 別紙4.3-4 参照</p>
<p>3. 蓄電池</p> <p>日本製 古河電池(株)</p>	<p>蓄電池は国の内外メーカー(4社)について、次の事項を考慮して選定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①NEDOプロジェクトの研究で実績のある電極がグラッド式の補水するタイプのベント形を採用する。 ②PVシステムの運転を5年間の保障を可能とする。 ③そのためには、現時点で、使用実績および蓄電池の充・放電の特性が明確なものであること。 ④システム評価用の2セットは補水不要のシール形を採用する。 <p>蓄電池の充放電および温度変化にともなう端子電圧の変化と太陽電池の電圧との整合ならびにコントローラの電圧制御の整合を行なっている。蓄電池は100Ahを採用し放電深度を約100~50%の間で運転する。</p> <p style="text-align: right;">別紙4.3-5 参照</p>
<p>4. ボール</p> <p>日本製 京セラ(株)</p>	<p>ボールは塩害による錆びの防止対策として、溶融亜鉛めっき鋼材を採用することとした。その他の付属鋼材も溶融亜鉛メッキとし、付着量はZ45とした。</p>

構成機器および材料	選 定 理 由 ・ 結 果
<p>5. 電気配線関係</p> <p>日本製</p>	<p>電気配線は湿度・塩害防止対策上から、次の事項を考慮した。</p> <p>① 電線線心は塩分の浸水を防止するため単線とした。</p> <p>② ケーブルの使用区分は配電盤用として丸穴の気密対応としてSV、その他はVV Fを採用した。</p> <p>③ 電線太さは、電圧協調を配慮してシステムバランスを保持するよう設計を行なった。</p> <p>④ 電線の接続は極力、圧接続とするとともに、接続ボックスを使用した。</p> <p>⑤ 蛍光灯と電線の接続は器具の取替えを考慮して、ピス接続器を採用した。</p> <p style="text-align: right;">別紙4.3-6 参照</p>
<p>6. 蛍光灯</p> <p>フランス製 (キリバスで購入)</p>	<p>蛍光灯は安定器の基盤配線をコーティングするなど塩害による錆および湿気による腐食防止対策の配慮が施されているものを採用した。</p> <p>日本には12V、24V用は見られなかった。不良取替時には現地で購入できる方がよい。</p> <p>① 11W蛍光灯</p> <p>② 7W蛍光灯</p> <p>③ 1W放電灯</p> <p style="text-align: right;">別紙4.3-6 参照</p>
<p>7. 電気器具・その他</p> <p>外国製 (現地で購入)</p> <p>テープ・サドル は日本で購入</p>	<p>スイッチなどの電気器具については、日本でも製造されていない製品で、キリバス国に既に普及しているものを採用することにより、故障時の取替え対応が容易であることと、経済的に安価であることから、次の機器・材料は現地の市販品を使用することとした。</p> <p>テープは耐候性を顧慮して、プラスチック材料は黒色とする。自己融着テープとガードテープを使用し、自己融着テープで機器等への気密性を保つよう配慮した。</p> <p>釘、サドルなどはステンレスまたは銅・黄銅製を使用する。</p>

(3)主要材料

一般住宅および集会所に使用した主要材料を、表4.3-2および表4.3-3に示す。

なお、詳細は別紙4.3-1～4.3-6を参照の事。

表4.3-2 一般住宅の主要材料

材 料	単 位	数 量	備 考
太陽電池モジュール	枚	2	100～200W
ポール型（2枚用）	本	1	4 m
コントローラ	台	1	
蓄電池	台	1	100Ah
蛍光灯 11W	本	1	
7W	本	2	
1W	本	1	
ノーヒューズブレーカー	個	1	
配電盤	面	1	

表4.3-3 集会所の主要材料

集会所（40W*2システムを2セット設置）

材 料	単 位	数 量	備 考
太陽電池モジュール	枚	12	600～720W
架台型（6枚用）	台	2	
コントローラ	台	2	
蓄電池	台	4	100Ah/1台
蛍光灯 20W	本	4	
ノーヒューズブレーカー	個	2	
配電盤	面	2	

太陽電池メーカー一覧

メーカー	製造設備	備考
1 三菱電機(株)	*	専用設備なし
2 京セラ(株)	○	
3 小松電子金属(株)	-	製造中止
4 シャープ(株)	△	製造一時中止
5 (株)ほくさん	△	
6 (株)東芝	*	
7 昭和シェル石油(株)	○	
8 松下電器(株)	△	
9 富士電機(株)	△	
10 (株)日立製作所	*	

太陽電池の特性

項目	単位	京セラ(株)	昭和シリル石油(株)
Output power	W	58.7	65.0
Working voltage	V	20.3	21.3
Working current	A	2.88	3.05
Open-circuit vol	V	25.4	26.8
Open-circuit cur	A	3.10	3.4
Efficiency	%	10.8	12.75
最大システム電圧 600V、素子温度 25℃、 照射条件 AM1.5, 1KW/m ²			

京セラ(株) $V_o = 20.3V(1 - 0.377\%/^{\circ}C * 35deg) = 17.6V$

昭和シリル石油(株) $V_o = 21.3V(1 - 0.377\%/^{\circ}C * 35deg) = 18.5V$

蓄電池の特性

For house(12CT-110)

at charge 0.1C 100% 2.6V*6=15.6V

at discharge 0.1C 50% 13V~11.0V

For test house(12CTE-120)

at charge 0.1C 100% 2.6V*6=15.6

at discharge 0.1C 50% 13V~11.0V

コントローラ

1. B P Solar (単位：V)

過充電防止		過放電防止	
充電停止	14.4	放電停止	10.35
充電再開	12.5	放電再開	13.1

2. Solar Energy (単位：V)

過充電防止		過放電防止	
充電停止	14.4	放電停止	10.75
充電再開	---	放電再開	---

3. シーメンス (単位：V)

過充電防止		過放電防止	
充電停止	14.8	放電停止	10.35
充電再開	12.5	放電再開	12.5

4. 京セラ (単位：V)

過充電防止		過放電防止	
充電停止	15.0	放電停止	11.4
充電再開	13.5	放電再開	12.6

Voltage charge-discharge Controller

1. For General house (Unit: V)

Charge control		Discharge control	
充電停止	15.6 (2.6)	放電停止	11.4 (1.9)
充電再開	12.6 (2.1)	放電再開	12.6 (2.1)

2. For Evaluation house (Unit: V)

Charge control		Discharge control	
充電停止	14.4	放電停止	10.5
充電再開	---	放電再開	---

3. For MANEABA (Unit: V)

Charge control		Discharge control	
充電停止	31.2 (2.6)	放電停止	22.8 (1.9)
充電再開	25.2 (2.1)	放電再開	25.2 (2.1)

メーカー別蓄電池端子電圧比較表

メーカー・型別		放電時の端子電圧			充電時の端子電圧		
		100% ↓	50% ↓	0% ↓	0% ↑	50% ↑	100% ↑
古河	C S L 型 ヲンﾄ	2.01	1.975	1.80	1.975	2.16	2.80
	M S E 型 シｰﾙ	2.06	2.02	1.80	*	2.17	2.76
	H S 型 ヲンﾄ	2.02	1.98	1.80	*	2.18	2.85
	Hyb-MF シｰﾙ (自動車用)	2.08	2.02	1.77	2.05	2.15	2.63
日本電池	S L B 型 ヲンﾄ	2.04	1.99	1.875	2.08	2.25	2.89
	M S E 型 シｰﾙ	2.05	1.97	1.80	*	*	*
	S F K ヲンﾄ	2.00	1.95	1.87	1.80	2.15	2.73
	H S 型 ヲンﾄ	1.92	1.89	1.80	*	*	*
	自動車用 シｰﾙ	充放電特性が得られなかった					
湯浅	S C S 型 ヲンﾄ	2.014	1.950	1.80	2.17	2.30	2.84
	自動車用 シｰﾙ	充放電特性が得られなかった					
B P ソーラ ヲンﾄ		充放電特性が得られなかった					

太陽光発電システムの雑材料の一部を現地で購入する理由

蛍光灯および点滅スイッチの購入については、つぎの理由により現地で調達させていただきたい。

- (1) DC12V、蛍光灯（安定器を含む）は日本にない。
- (2) 点滅用スイッチは現地で調達する方が安価である。
- (3) 取替え時は現地で容易に調達可能である。

< 参考 >

平成 4 年 6 月 調べ

品 名		国内品	国外品	備 考
蛍 光 灯	DC12V 11W	---	3,000円/個	SECが取扱っている。
	DC12V 7W	---	3,000円/個	SECが取扱っている。
	DC12V 1W	---	2,000円/個	SECが取扱っている。
点滅用スイッチ		900円/個	750円/個	SECが取扱っている。

品 名		国内品	国外品	備 考
電 線	2.6*3 V V F	180円/m	250円/m	
	2.6*2 V V F	110円/m	170円/m	

なお、電線 V V F は国内で調達する。

5. パイロットプラントの設置

5.1 調査用資機材の調達と輸送

5.1.1 資機材の調達

国内調達分

太陽光発電電池（モジュール）（単結晶、多結晶）	138枚
モジュール用ポール	67本
バッテリー	69個
バッテリー用ボックス	59個
コントローラー	63個
ノンフューズブレーカー	60個
メインスイッチ	185個
電線（2芯、3芯）	7,400m
バッテリー用硫酸	25本

現地調達分

蛍光灯（灯具、蛍光管）（20W, 11W, 7W）	177本
スイッチ（1W LED付き）	58個
スイッチ類	238個

5.1.2 資機材類の輸送

日本からキリバス共和国南タラワ：木製コンテナーに梱包し、貨物船で運び、
バージにて陸揚げした。

南タラワから北タラワ：コンテナーから取りだし、3胴型ヨットをチャーターして運び、更に小型ボートに積み取り陸揚げ

北タラワ内の輸送：JICAトラック、ボート、リヤカー、人力にて運搬

5.2 P V システムの設置

(1) 部品組立工程

a) 常夜灯の組立：LEDをスイッチに組み込む

個数：60 S E Cにて実施

b) コントローラー板の組立：コントローラー、スイッチ類を木の板に取り付け

個数：一般家屋用 55、マネアパ用 2

調査団とS E Cが協同して実施

c) 蛍光灯具の組立：蛍光灯具を木の板に取り付け、家屋の梁、柱などへの取付を容易にする

個数：20W-- 4、11W-- 55、7W-- 110

調査団とS E Cが協同で実施

(2) 各村落でのP V システムの設置

a) バッテリーに硫酸を充填

b) 上記組立を終えた部品やモジュール、ポール、バッテリーなどを各村の設置対象家屋へ運搬

c) モジュールをポールに取り付け、家屋の近くで日照量を確保できる位置に穴を掘り、ポールを設置

d) 屋内にコントロール板、照明器具、スイッチなどの取付を実施

e) モジュールからコントロール板、コントロール板からバッテリーへの配線を行い、点検した後、システムを生かしバッテリーへ充電開始

f) 2日間ほど十分充電した後、照明の使用を開始

(3) 作業から得られた教訓

a) 輸送・運搬

・ 事前調査の段階で利用可能な輸送手段、運搬手段を選定しておき、それらに応じた資機材の荷姿を考慮しておく。

・ 資機材の重量は最大2人で運搬できる程度

- ・ 4 輪駆動のトラック（荷台が有るもの）は僻地での活動に大層役にたつ。

b) 現地調達資機材

- ・ 現地調達を行った蛍光灯灯具は、12V用と24V用の区別が明確でなく、一部誤って取り付けられたものがあった
- ・ 現地にも電工用部品などの販売をしている店が出来たが、品質的には満足するものが得られなかった
- ・ 椰子の繊維を編んだ紐が現地で売られており、部材の固定用として有効である

c) 設置作業

- ・ 現地の地質は珊瑚が砕けた砂か、堅い岩となっており、しかも地下水位が高いため、小さい直径の穴を1 m以上の深さに掘ることは非常に困難であった
- ・ コンクリートに使用できる砕石や小石を得ることは困難であり、また塩分の無い水も少なくコンクリートの強度は、日本の標準からは割引いて計算する必要がある
- ・ 家屋に使用されている木材の中には非常に堅いものや、表面だけ堅く内部は柔らかいものなどがあり、釘、ネジ釘の使用に注意が必要

d) 作業員

- ・ 現地で採用した作業員は概ね良質で、作業態度、作業内容など十分協同作業に耐えるものであった
- ・ 保守担当者として採用予定の候補者が3人参加しており、調査団との協同作業を通じ、技術の移転、保守作業内容の訓練を図れたことは有益で有った

Table 5.2-1 P V システムの設置スケジュール (実績)

P:ポール設置、W:配線作業 (): マネアバ

設置家屋数	アハオコ	ハウエ	タライ	マレナカ	タホニハラ	カイナ
	25	15	2	3	6	4(1)
1/14	P					
15	P W					
16	P					
17						
18						
19		W P				
20		W P	P			
21		W		P		
22		W			P	
23						
24						
25						
26		W				
27		W	W			
28			W			
29			W			
30			W	W		
31						
2/ 1				W	W	
2					W	
3						P W
4						P W
5						W

5.3 計画時設計からの変更箇所と変更理由

計画時設計から実施設計へと移行した時点において、設置家屋や施工方法等について一部変更したところがある。

ここでは、その変更箇所および変更理由について以下に述べる。

(1) 計画時設計における基本的事項

設計時には、各点灯希望者（以下希望者とする）の意見を参考に、以下のような項目を前提として、各家屋の電気設備設置のための調査を実施した。

(a) 太陽電池モジュール設置場所は、次を配慮して選定する。

- ・ 極力希望者の家屋に近いところ
- ・ 樹木の影などの影響を受けないところ

(b) 配電盤設置場所は、次を配慮して選定する。

- ・ 容易に子供などの手がふれず、かつ保守管理が容易におこなえる
- ・ 希望者の日常生活の支障とならない
- ・ 設置工事が比較的容易におこなえる

(c) 蓄電池（収納箱を含む）設置場所は、次を配慮して選定する。

- ・ 容易に子供などの手がふれず、かつ保守管理が容易におこなえる
- ・ 希望者の日常生活の支障とならない
- ・ 風通しが良く、かつ火気などを使用する場所から離れている
- ・ 配電盤に近いところ
- ・ 設置工事が比較的容易におこなえる

(d) けい光灯設置場所は、次を配慮して選定する。

- ・ 極力一部屋の中で、明るさに片寄りがない。
- ・ 容易に子供などの手がふれず、かつ保守管理が容易におこなえる
- ・ 設置工事が比較的容易におこなえる

(e) スイッチ類設置場所は、次を配慮して選定する。

- ・ 各部屋への入口付近へ設置する事を基本とする。
- ・ 設置工事および操作が比較的容易におこなえる

(f) その他配線、配線接続箱などの設置場所は、次を配慮して選定する。

- ・設置工事および操作が比較的容易におこなえる
- ・極力目立たない

(2) 計画時設計から実施設計への移行時点における変更箇所および変更理由

(a) 一般家屋

- ・設置家屋の変更

計画時から実施時へ移行した際、計画時予定の設置家屋から変更があった。村落別設置戸数の変更状況の詳細を表5.3-1に示す。

表5.3-1 村落別の設置家屋変更戸数

村落名	実施戸数 (実施時 設計)	計画戸数 (計画時 設計)	村落別変更状況		
			増加戸数 (計画より)	減少戸数 (計画より)	増減状況 (計画より)
トラタイ	2	5	1	4	▲3
ノトウエ	15	12	5	2	+3
アバオコロ	25	20	8	3	+5
マレナヌカ	3	5	0	2	▲2
タボニバラ	6	4	3	1	+2
カイナバ	4	9	0	5	▲5
合計	55	55	+17	▲17	±0

・変更の理由

SEC側の説明によれば、

* 契約金額 (A\$50) を用意できなかった。

* 各月の支払を継続できない。

等の経済的理由により、当初計画時点申込者の中から機器設置を辞退する申込者が出た。

(3) システム構成機器の設置場所変更

計画時から実施時を通じて、機器設置を希望した一般需要家38軒のうち26軒を抽出して、そのシステム機器設置場所の変更理由を調査した結果を、表5.3-2に示す。

表5.3-2 機器設置場所の変更戸数

変更理由	戸数
家の配置等の変更	13
家具配置、内装や樹木の状況等の変更	5
家主の要望	8

(b) 集会所 (Maneaba)

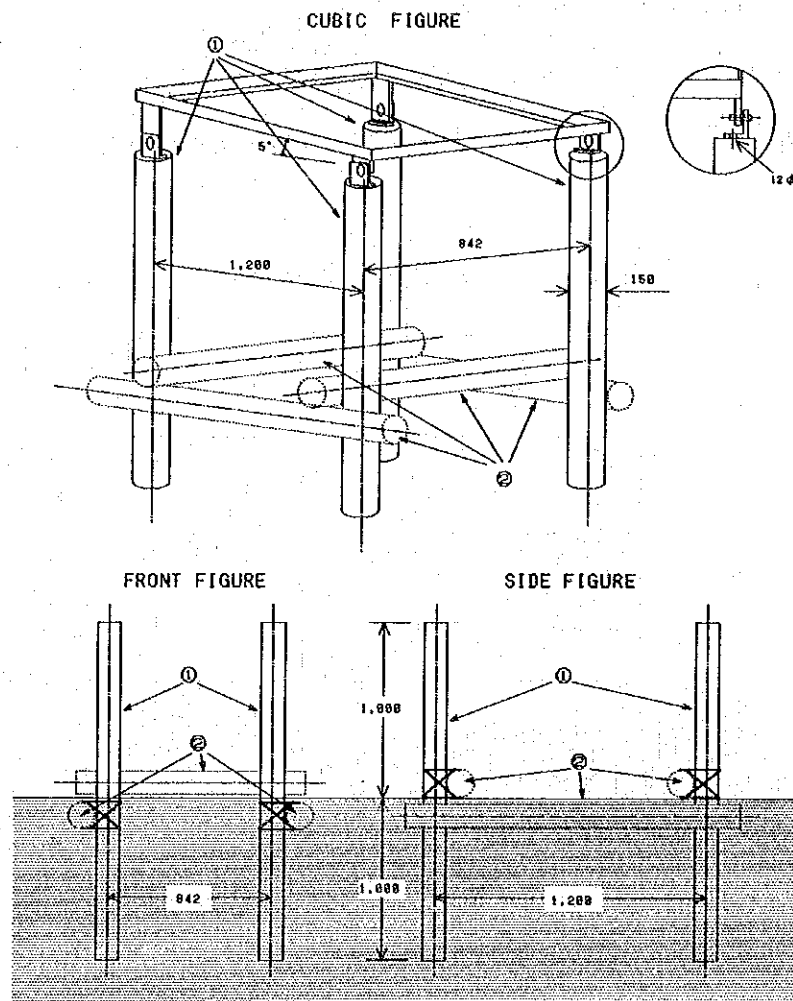
・点灯回路の変更

カイナバ村の長老および村民より、
「集会所は多数の村民が共同で使用する場所であり、電灯の使用を希望する人が、希望の場所まで行って点灯するのが望ましい。」
との要望があり、当初予定の「3路スイッチ回路」を変更し、それぞれのけい光灯に1個のスイッチを対応させる回路とした。なお、個人住宅は「3路スイッチ回路」を採用している。

・地上設置架台の変更

架台は椰子の木を現地調達して設置する事としていたが、現地調査で塩化ビニールパイプがあることから、架台の主柱を椰子の木から塩化ビニールパイプを使用し、中にコンクリートをつめることとした。

また、各柱とも機械掘り（つぼ掘り）としたので、各主柱間の梁は設けずに独立基礎とした。架台の詳細を図5.3-1に示す。



①塩化ビニール管(内部コンクリート)

②設けず

図5.3-1 架台の詳細

5.4 気象観測装置の設置

(1) 気象観測装置設置場所

キリバス共和国の北タラワ島に次の気象観測装置を設置した。

- a. 設置年月：1992年6月
- b. 設置場所：北タラワ島 アバオコロ村 政府支所横
- c. 記録方法：10分毎連続記録

設置場所の概要を図5.4-1に示す。

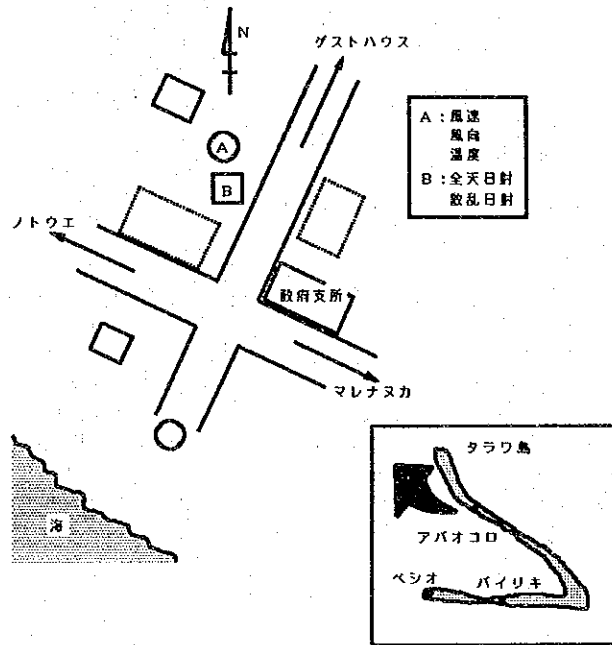


図5.4-1 気象観測装置設置場所概要

(2) 計測項目

気象観測装置の計測項目を表5.4-1に示す。

表5.4-1 気象観測装置の計測項目

計測器	備 考
風向・風速計	キリバス共和国では椰子の木の影を避けられない状況にある。 また、散乱光日射は計測例がないので、当地で計測し、影の影響を考慮した太陽光発電の発電量を想定する。
気温・湿度計	
全天日射量計	
散乱日射量計	

(3) 気象観測装置機器仕様

(a) 日射計

- ・ 日射センサー (ケーブル10mつき)
 - 型式 : KDC-CM21
 - 測定範囲 : 0~2.0 (kW/m²)
 - 出力 : 0~10 (mV)
- ・ センサーホルダー
- ・ データ記録装置 (電圧積算型)
 - 型式 : KADEC-UP

(b) 風向・風速計

- ・ 風向・風速センサー (変換器付き)
 - 型式 : KDC-S4A (ケーブル20mつき)
 - 測定範囲
 - 風向 : 0~360°
 - 風速 : 0~40 (m/s)
 - 0~10 (mV) / 0~1 (V)
- ・ ポール (6m)
- ・ データ記録装置
 - 風向用 : KADEC-US (ひずみ・電圧型)
 - 風速用 : KADEC-US (電圧積算型)

(c) 気温・湿度計

- ・ 温湿度センサー
 - 型式 : KDC-S2
 - 測定範囲
 - 気温 : -30~70℃ / 0~1 (V)
 - 湿度 : 0~100 (%) / 0~1 (V)
- ・ 電源レギュレータ
- ・ データ記録装置
 - 気温用 : KADEC-US (ひずみ・電圧型)
 - 湿度用 : KADEC-US (ひずみ・電圧型)

(d) 付帯機器

- ・ データ回収器
- ・ ICカード

他

(4) 気象観測装置設置状況図

気象観測装置の設置状況を図5.4-2に示す。

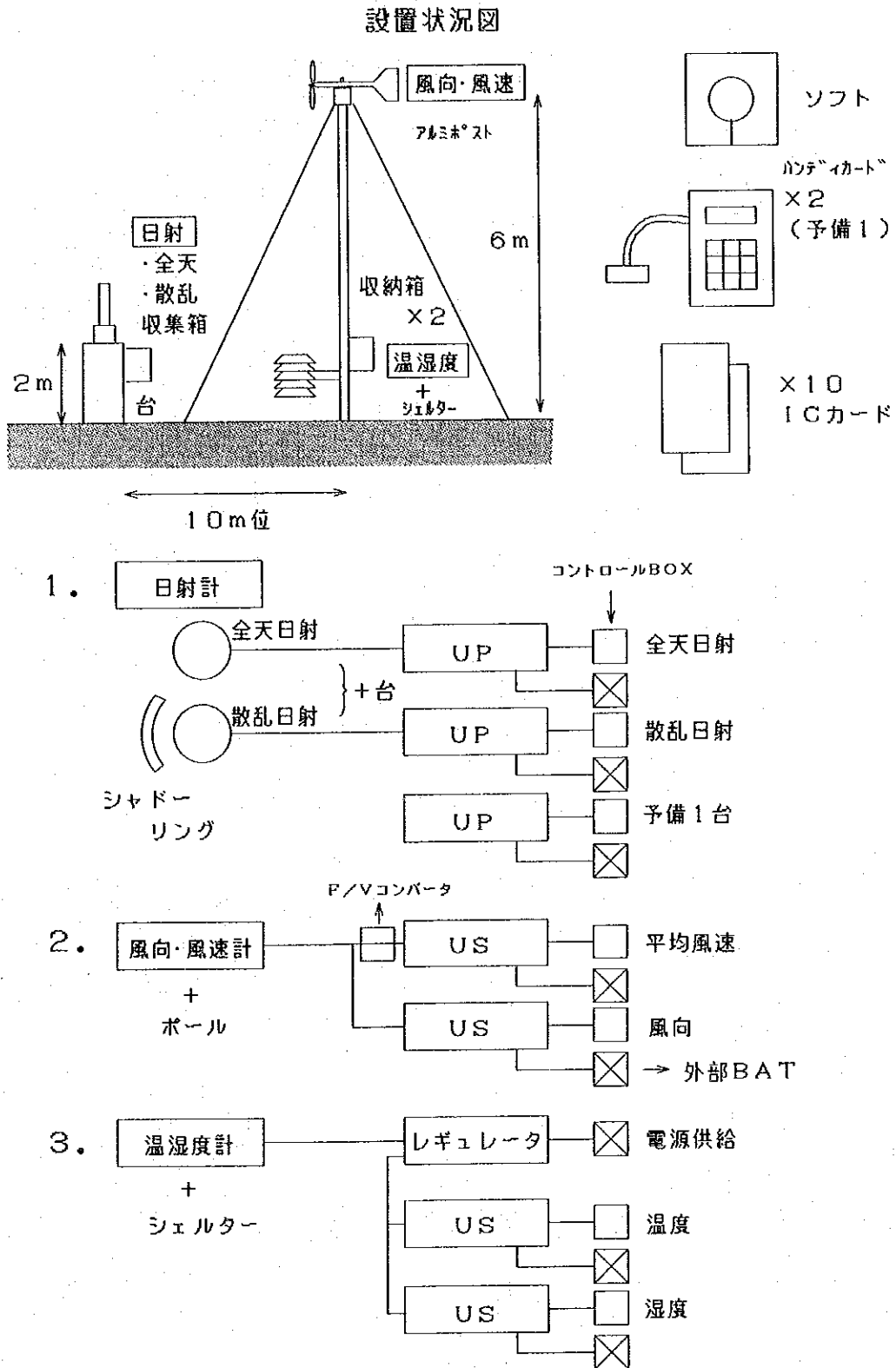


図5.4-2 気象観測装置設置状況図

6. SEC 要員トレーニングの内容

6.1 保守管理

6.1.1 現地技術者の教育

(1) SEC 技術者のトレーニング

日本におけるキリバス共和国のフィールドテクニシャンのトレーニングは四国において次のスケジュールにより実施した。

(a) キリバス共和国太陽光発電地方電化計画調査の一環としての計画

研修実施計画：研修対象者 Mr. Terubentau Akura

表6.1.1-1 研修スケジュール(四電技術コンサルタント分) 1992年

	日程	曜	研修内容	宿泊所	担当
11	9/30	水	移動 東京/高松 見学 関電 六甲アイランド	四電 高松荘	エネ研/ 四 C
12	10/ 1	木	挨拶 四 C, 四国総研 見学 中央給電指令所 (10.30~11.30)	四電 高松荘	
13	10/ 2	金	見学 坂出火力 P S (10.00~12.00)	四電 高松荘	
14	10/ 3	土	資料整理	四電 高松荘	
15	10/ 4	日	見学 西条光 P S	西条(ホテル)	
16	10/ 5	月	見学 西条火力 P S, 本川水力 P S	松山(ホテル)	
17	10/ 6	火	見学 伊方原子力 P S	四電 高松荘	
18	10/ 7	水	実習 電気工事会社 KK 新精電設工業	四電 高松荘 四電 高松荘	
19	10/ 8	木	実習	四電 高松荘	
20	10/ 9	金	実習	四電 高松荘	
21	10/10	土	資料整理	四電 高松荘	
22	10/11	日	資料整理	四電 高松荘	
23	10/12	月	実習 電気工事会社	四電 高松荘	
24	10/13	火	実習	四電 高松荘	
25	10/14	水	実習	四電 高松荘	
26	10/15	木	講座 太陽光発電システム設計	四電 高松荘	四 C
27	10/16	金	移動 高松/東京	東京	/エネ研

KK 新精電設工業 (従業員 9人)

社 長 佐藤音八 高松電気工事組合 副支部長

所在地 高松市松島町三丁目2-21

TEL 0878-31-7691

(b)KK 新精電設工業での実習内容

- ①受注から施工までのスケジュール管理
- ②作業および作業員のスケジュール管理
- ③在庫管理方法
- ④商品発注方法
- ⑤得意先への対応方法
- ⑥納入業者への対応方法
- ⑦代金請求方法
- ⑧代金回収方法

(c)四国電力(株)での実習内容(見学場所と所要時間)

表6.1.1-2に四国電力(株)での実習内容および見学場所を記す。

表6.1.1-2 四国電力(株)での実習内容(見学場所と所要時間)

見 学 場 所	所要時間	見 学 場 所
西条太陽光発電所	2.00	太陽電池、制御室
西条火力発電所	2.00	PR館、中央制御所、屋上
本川水力発電所	2.00	PR館、発電機、水車、周辺構造物
伊方原子力発電所	3.00	ビクターズハウス、中央制御室、タービン建屋 荷揚げ岸壁、放水路
中央給電指令所	1.00	指令室、シミュレータ

(d)日本での工事訓練

訓練の目的は「キリバス共和国太陽光発電地方電化計画調査」にかかる太陽光発電システム設置工事を行うとき、現地作業をよりスムーズにおこなうとともに、また作業員が工具等の取扱いを習得し現地作業の効率化を図ることにある。

①実施時期 : 平成4年10月15日(木)

②場所 : (株)四国総合研究所 構内 自転車置場

③訓練参加者

高橋、仙波、橋崎(4C)、谷(エネ研)、高岸、八木(昭石)
アクラ(キリバス)

④訓練内容

現地のヤシの木(丸太)での構成を模擬し、次の事項を確認する。

- ・器具・工具の確認
- ・材料の確認と適否の確認
- ・器具・配電盤・ケーブルの取付け工事の訓練

⑤取付け場所 : 図6.1.1-1を参照の事

⑥機器・材料・工具

表6.1.1-3に今回の訓練で使用した機器、材料、工具を示す。

表6.1.1-3 訓練で使用した機器、材料、工具一覧表

	品名	仕様	備考
機器	蛍光灯 11W コントローラ 蓄電池	キリバスで購入 シーメンス製	取付け機器の順序 機器の取付け方法
材料	スイッチ ケーブル サドル 三路スイッチ 分岐ボックス	15A台 10A V A 2.6mmφ*2c, 3c	工事の手順 材料の取付け方法
工具	圧縮器 ペンチ ドライバー ペンチサック		工具の適正な使い方

(2) フィールドテクニシヤンのトレーニング

現地（北タラワ）の技術者へのトレーニング（技術移転）は、下記に示す工事をおおして工事および保守・点検に関する項目について行った。

(a) 工事に関する技術指導内容

1) 太陽電池アレイ

- ・ 一般家庭用ボールマウントおよび集会所用地上設置型架台の組立および据付方法。

2) 配電盤

- ・ 充放電コントローラ・NFB・主スイッチおよび保護装置の取付方法。
- ・ 各機器間の配線および端末処理の方法。
- ・ 充放電コントローラ・NFB・主スイッチおよび保護装置の作動および取扱い方法。

3) 蓄電池

- ・ 蓄電池電解液の取扱いおよび電解液入れ用器具の取扱い方法。
- ・ 電解液入れ方法および液面レベルの確認方法。

4) 電気機器

- ・ 各電気機器の取付けおよび配線方法。

5) 屋外・屋内配線工事

- ・ 各配線用材料の適切な使用場所および使用方法。
- ・ ケーブルの配線および端末処理の方法。
- ・ 三路スイッチおよび片切りスイッチ回路の構成および実際の結線方法。

6) その他工事に関する一般事項

- ・ 各種工具の適正な使用方法。
- ・ 各種材料の適正な使用場所。
- ・ 作業安全および材料・工具の保管方法。

(b) 設備保守および点検（監視）方法に関する技術指導内容

設備保守および点検方法については、定期的に巡回監視を行い不備なところが見つかれば修理などの適切な処置を施し、処理が不可能な場合には

S E C の技術員に連絡するよう指導した。

1) 太陽電池アレイ

- ・ 取付け部の緩みおよび太陽電池モジュールの破損の有無の確認。

2) 配電盤

- ・ 充放電コントローラ・NFB・主スイッチおよび保護装置の取付け部の緩みの有無の確認。
- ・ 各機器端子部などの緩みの有無の確認。

3) 蓄電池

- ・ 液面レベルの確認および補水の実施。
- ・ 外観の目視点検（蓄電池本体の変形および汚損の有無の確認）。
- ・ 接続部の緩みの有無の確認。
- ・ 均等過充電の実施方法。
- ・ 日常保守実施時の注意事項。

4) 電気機器

- ・ 蛍光灯具の取付け部および接続部などの緩みの有無の確認。
- ・ 蛍光灯具の破損の有無の確認。
- ・ 三路スイッチおよび片切りスイッチの故障の有無の確認。

5) 屋外・屋内配線工事

- ・ ケーブルおよび配線材料などの破損の有無の確認。
- ・ 無断増設の有無およびS E C の公正な運用方針の明確化。

(3) 現地における保守作業の指導

(a) 現地での指導

SECの技術員に対しては、現地の技術者に太陽光発電システムの工事および保守に関する技術指導が充分行えるように日本国内で作成した工事・保守要項によって下記の項目についての技術移転を行った。

表6.1.1-3 に現地における保守作業の指導項目を示す。

表6.1.1-3 現地における保守作業の指導項目

項 目	施 策 お よ び 実 行 内 容
パトロール	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽電池モジュールは正常か、影が長時間かからないか。 ・ 負荷設備は正常か、特に無断増設はないか。 (増設は不可) ・ 蓄電池の液は充分か。 ・ 不良器具はないか。
点検・取替など	<ul style="list-style-type: none"> ・ 太陽電池モジュールおよび蓄電池の端子電圧の測定。 (システム運転の適正度のチェック) ・ 蓄電池への補水。 ・ 均等過充電の実施。(1カ月に1回程度10A以下の電流で蓄電池容量に対して120%(晴天時1日に相当)の過充電を行い蓄電池を新品同様の状態にする。) ・ 蓄電池の交換。(適正に使用すれば予定では5年目以降) ・ 不良器具の取替え。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ 不必要な電気利用制限の協力PR。(節電) ・ 電気相談。 ・ 集金。

なお、参考として日本国内で製作した「工事・保守要項」を別冊として添付する。

(b)日本からの追加指導

現地に予備品として残してきた蓄電池の管理方法について、蓄電池の寿命などを充分考慮して、下記に示す電解液を入れて充電する方法をSECの技術員に依頼した。

1)手順

- ①気密線を開けて電解液を注入する。
- ②予備品の太陽電池モジュールおよび充放電コントローラを利用して充電する。1回目の充電は、2日間程度行う。
- ③その後は、1回/月の割合で充電を行う。

2)回路ブロック図

蓄電池の充電を行うための回路ブロックを下記の図6.1.1-2に示す。

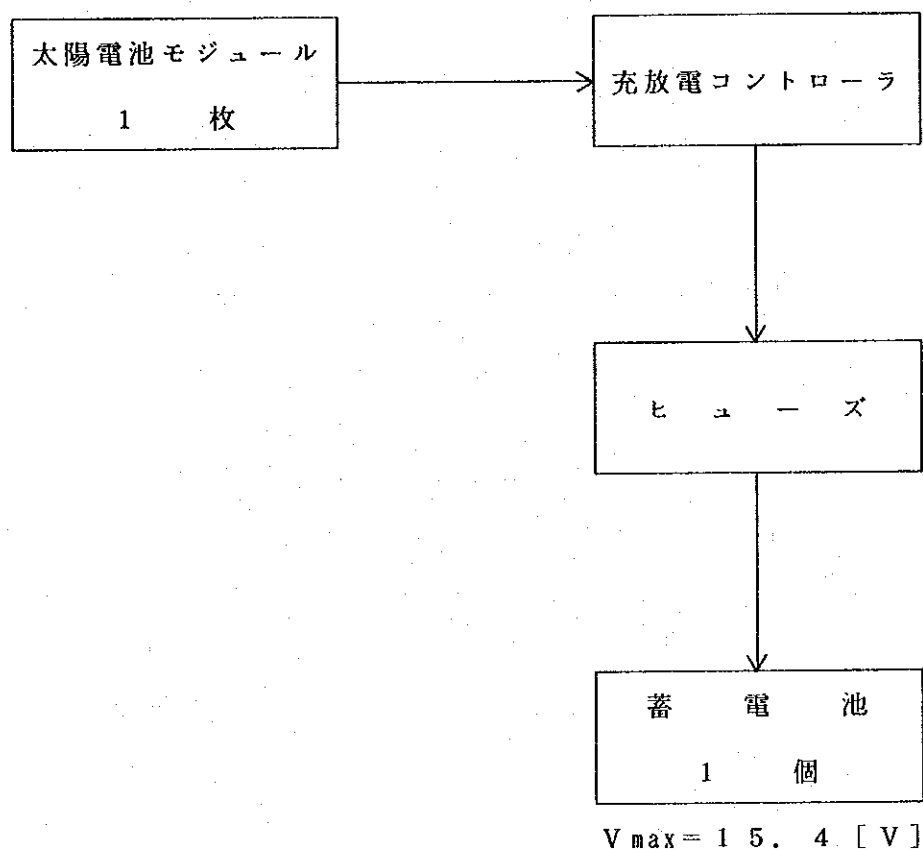


図6.1.1-2 蓄電池の充電回路ブロック図

