

3 電力系統把握

各離島の電力系統を調査し、設備導入に関わるそれぞれの特色を把握する。

特色を把握する上で、下記の調査を実施する予定である。

- ・対象離島：表1の現地調査対象離島以外の海底ケーブル及び海上架空線で電力供給を受ける沖縄県内のすべての離島を対象とする。
- ・送電線路：今後の方策のニーズを把握するため、上記離島における送電線路の仕様（契約口数、亘長、運開時期、経路など）と需要量を把握する。
- ・将来需要：上記需要量は現状であって、設備存続が望まれる今後30年間の将来需要量を過去の人口増減から推定する。

(1) 対象離島

現地調査を実施する対象離島は前項表1に示す離島であるが、本事業の主旨を考慮して、ここでは海底ケーブル及び海上架空線で接続された沖縄県内のすべての離島に対して机上調査を行うものとする。なお、海底ケーブル及び海上架空線以外の電力供給方法としては橋梁添架ケーブルがあるが、一般的な送配電線路と大差ないものとみなし、本検討には含まないものとする。

机上調査の対象離島及び対象市町村は下表の通りである。

机上調査対象離島一覧

No	圏域	対象市町村	対象離島	供給方法	現地調査
1	沖縄本島	伊平屋村	伊平屋島	海底ケーブル	
2			野甫島	海底ケーブル	
3		伊是名村	伊是名島	海底ケーブル	
4		伊江村	伊江島	海底ケーブル	
5		本部町	水納島	海底ケーブル	
6		うるま市	津堅島	海底ケーブル	
7		南城市	久高島	海底ケーブル	
8		座間味村	座間味島	海底ケーブル	
9			阿嘉島	海底ケーブル	
10			慶留間島	海底ケーブル	
11		渡嘉敷村	渡嘉敷島	海底ケーブル	
12		久米島町	オーハ島	海上架空線	
13	宮古	宮古島市	大神島	海底ケーブル	●
14		多良間村	水納島	海底ケーブル	●
15	八重山	竹富町	竹富島	海底ケーブル	●
16			由布島	海上架空線	
17			小浜島	海底ケーブル	●
18			西表島	海底ケーブル	●
19			鳩間島	海底ケーブル	●
20			黒島	海底ケーブル	●
21			新城島（上地）	海底ケーブル	●
22			新城島（下地）	海底ケーブル	●

(2) 送電線路と需要量

現状把握している各対象離島への送電線路の仕様及び電力需要量は下表の通りである。本調査の中で下表の最新情報を確認し、整理する。

送電線路と需要量

市町村名	島名	契約口数	需要量 (MWh)	亘長 (km)	運開年月	経路及び仕様			
伊平屋村	伊平屋島	1,141	7,042	6.42 6.42	2号 S61.3 3号 H15.7	伊是名島から海底ケーブル 伊是名島から海底ケーブル			
	野甫島	67	120			伊平屋島から海底ケーブル			
伊是名村	伊是名島	1,463	8,147	23.69 23.66	1号 H15.4 2号 H18.3	沖縄本島から海底ケーブル 沖縄本島から海底ケーブル			
				6.74 6.13	2号 S57.2 3号 S62.9	沖縄本島から海底ケーブル 沖縄本島から海底ケーブル			
伊江村	伊江島	4,251	22,792	6.74 6.13	2号 S57.2 3号 S62.9	沖縄本島から海底ケーブル 沖縄本島から海底ケーブル			
本部町	水納島	60	159	4.48	S56.1	瀬底島から海底ケーブル			
うるま市	津堅島	397	1,177	5.81	H8.11	沖縄本島から海底ケーブル			
南城市	久高島	286	845	6.63	H8.5	沖縄本島から海底ケーブル			
座間味村	座間味島	633	3,451	7	S59.2	渡嘉敷島から海底ケーブル			
	阿嘉島	292	1,788	3.06	S59.2	慶良間島から橋梁添架ケーブル 座間味島から海底ケーブル			
	慶留間島	84	256	5.18	H1.10	渡嘉敷島から海底ケーブル			
渡嘉敷村	渡嘉敷島	739	5,080	30.80	H28.3	沖縄本島から海底ケーブル			
久米島町	奥武島	53	1,526			久米島から橋梁添架ケーブル			
	オーハ島	0	0			奥武島から架空線			
宮古島	池間島	551	1,684			宮古島から橋梁添架ケーブル			
	大神島	28	61	3.99	H18.10	宮古島から海底ケーブル			
	来間島	209	694			宮古島から橋梁添架ケーブル			
	伊良部島	3,329	17,020	5.18 6.8	2号 S49.6 3号 H12.7	宮古島から海底ケーブル 宮古島から海底ケーブル			
				134	1,650			伊良部島から架空線	
多良間村	水納島	12	14	8.74	H1.8	多良間島から海底ケーブル			
竹富町	竹富島	432	3,886	4.24 4.57	1号 S49.6 2号 S60.1	石垣島から海底ケーブル 石垣島から海底ケーブル			
				2.69 2.68	2号 S60.1 3号 H14.8	小浜島から海底ケーブル 小浜島から海底ケーブル			
	鳩間島	95	209	5.76	S58.7	西表島から海底ケーブル			
	由布島	30	390			西表島から架空線			
	小浜島	572	8,148	7.83 9.38 13.31	1号 S49.6 2号 S60.1 1号 H18.11	竹富島から海底ケーブル 竹富島から海底ケーブル 石垣島から海底ケーブル			
				黒島	331	895	11.15	H8.9	竹富島から海底ケーブル
				新城島(上地)	46	52	0.7	S63.4	新城島(下地)から海底ケーブル
	新城島(下地)	4	14	6.86	S63.4	西表島から海底ケーブル			
	内離島			1.65	S60.7	西表島白浜から海底ケーブル			

■ 過去の人口推移

現状把握している県内離島の過去 30 年間の人口推移を下表に示す。

各離島の置かれた状況に違いがあるため、これらの情報から将来 30 年間の人口推移を概ね想定し、将来需要量を推定するものとする。

(少  多)

離島人口推移

市町村名	島名	H26 年 世帯数	H26 人口 (人)	人口推移					
				H22	H17	H12	H7	H2	S60
伊平屋村	伊平屋島	532	1,206	1,260	1,430	1,420	1,336	1,345	1,308
	野甫島	51	105	125	117	110	98	111	83
伊是名村	伊是名島	788	1,541	1,589	1,762	1,897	1,895	1,892	2,003
	具志川島	0	0	0	0	0	0	0	0
	屋那覇島	0	0	0	0	0	0	0	0
伊江村	伊江島	2,180	4,730	4,737	5,110	5,112	5,131	5,127	5,055
本部町	水納島	27	44	42	49	53	61	45	54
うるま市	津堅島	264	495	470	485	531	554	690	784
南城市	久高島	154	271	269	295	229	259	249	286
粟国村	粟国島	445	739	863	936	960	968	930	930
渡名喜村	渡名喜島	223	402	452	531	523	616	560	529
座間味村	座間味島	321	567	557	663	597	611	535	525
	阿嘉島	164	263	253	332	349	311	255	221
	慶留間島	35	65	55	82	80	96	63	66
	嘉比島	0	0	0	0	0	0	0	0
	安慶名敷島	0	0	0	0	0	0	0	0
	外地島	0	0	0	0	0	0	0	0
	安室島	0	0	0	0	0	0	0	0
	屋嘉比島	0	0	0	0	0	0	0	0
渡嘉敷村	久場島	0	0	0	0	0	0	0	0
	渡嘉敷島	414	691	756	785	730	725	708	885
	前島	3	4	4	5	0	0	2	3
	黒島	0	0	0	0	0	0	0	0
	儀志布島	0	0	0	0	0	0	0	0
久米島町	離島	0	0	0	0	0	0	0	0
	久米島	3,916	8,340	8,489	9,137	9,332	9,793	10,281	10,212
	硫黄島島	0	0	0	0	0	0	0	0
	奥武島	18	30	24	32	20	21	20	17
北大東村	才一八島	0	0	6	8	7	5	8	9
北大東島	269	553	665	588	671	575	519	584	
南大東	南大東島	645	1,277	1,442	1,448	1,445	1,473	1,399	1,504
宮古島	宮古島	21,787	48,316	46,001	46,249	46,377	46,154	46,358	48,226
	池間島	401	667	648	682	734	817	801	1,025
	大神島	20	32	28	43	46	44	64	88
	来間島	96	165	157	176	189	166	175	161
	伊良部島	2,705	5,569	5,148	6,283	6,815	7,053	7,900	8,871
多良間村	下地島	37	53	57	60	88	92	131	164
	多良間島	532	1,253	1,227	1,364	1,331	1,401	1,457	1,616
石垣市	水納島	4	5	4	6	7	8	6	16
	石垣島	22,359	48,559	46,922	45,183	43,302	41,777	41,245	41,177
竹富町	小島	0	0	0	0	0	0	0	0
	竹富島	178	351	303	330	279	262	273	308
	西表島	1,197	2,270	2,197	2,318	1,976	1,887	1,711	1,641
	鳩間島	39	61	43	64	54	45	54	70
	由布島	10	10	21	28	32	30	14	6
	小浜島	359	604	579	648	447	486	503	488
	黒島	120	209	194	208	199	193	209	221
	新城島(上地)	12	14	12	6	5	3	6	5
	新城島(下地)	2	2	4	4	3	6	9	7
	波照間島	277	538	499	581	551	595	687	721
	内離島	0	0	0	0	0	0	0	0
	嘉弥真島	1	2	6	4	4	0	1	0
	外離島	0	0	1	1	1	1	1	0
与那国町	与那国島	791	1,543	1,657	1,796	1,852	1,801	1,833	2,054

■ 将来人口推移予測と将来需要量

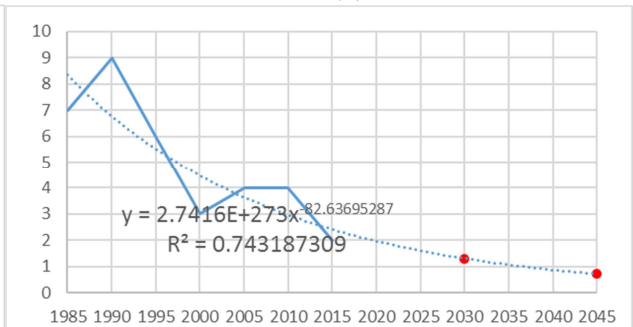
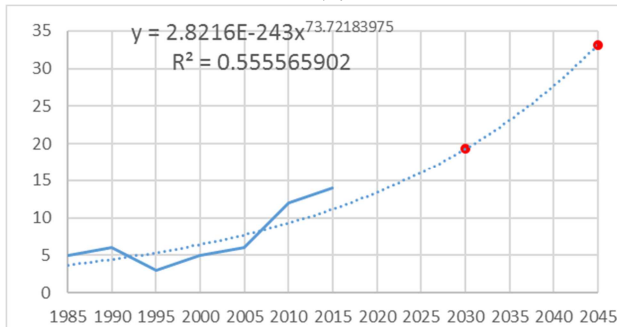
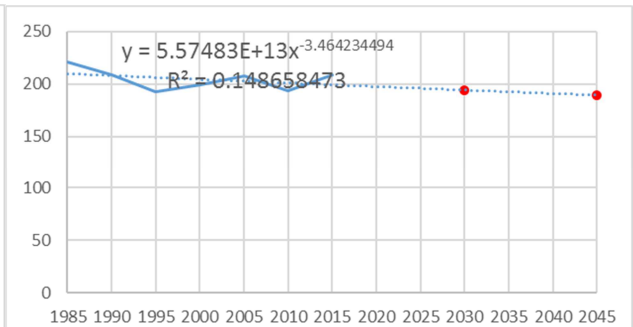
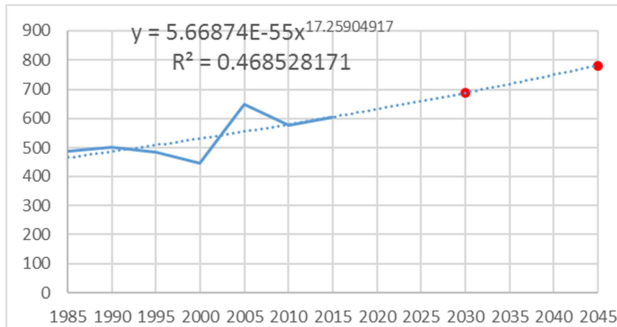
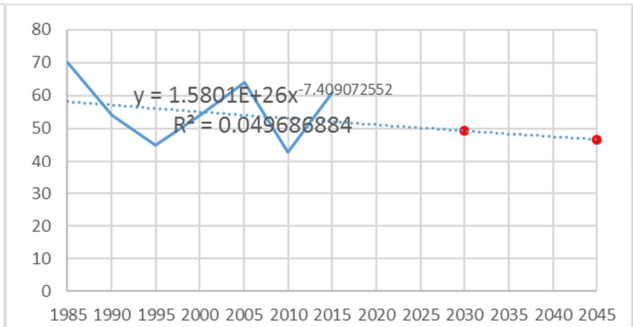
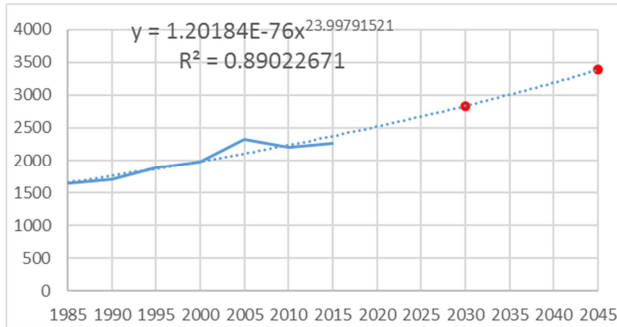
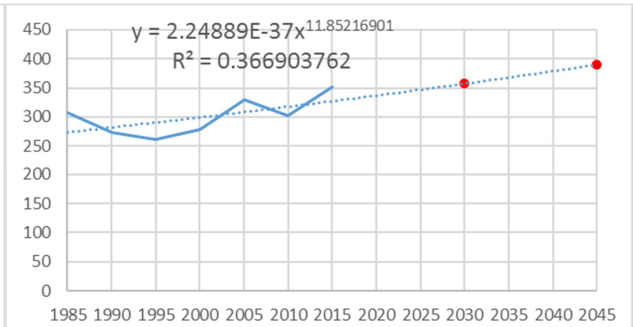
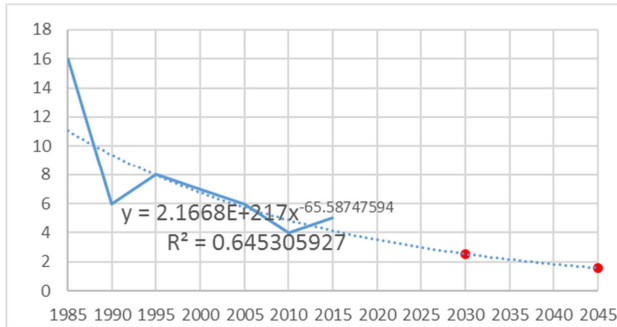
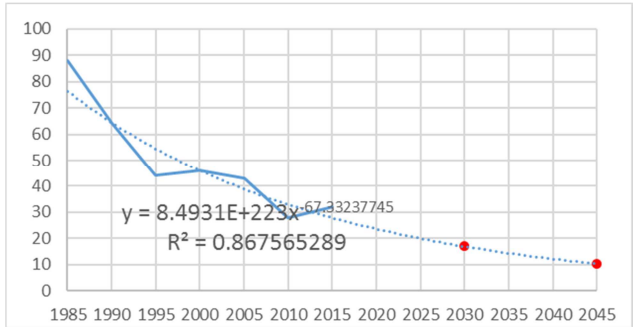
県内離島の過去30年間の人口推移から、将来の人口推移予測及び電力需要量予測を下表に示す。
将来30年間の人口推移予測は最小二乗法を用いて算出し、得られた将来人口を現在人口で割った値から倍数を算出して、現在電力需要量に乗じることで将来電力需要量を予測した。

将来人口推移予測と将来需要量

市町村名	島名	電力供給	人口推移予測			30年後の倍数	2015 需要量 (MWh)	2045 需要量 (MWh)
			2030年	2045年	R ²			
伊平屋村	伊平屋島	海底ケーブル	1,244	1,205	0.148	1.00	7,042	7,034
	野甫島	海底ケーブル	135	152	0.422	1.45	120	173
伊是名村	伊是名島	海底ケーブル	1,384	1,219	0.880	0.79	8,147	6,443
	具志川島							
	屋那覇島							
伊江村	伊江島	海底ケーブル	4,628	4,455	0.556	0.94	22,792	21,467
本部町	水納島	海底ケーブル	40	36	0.318	0.82	159	131
うるま市	津堅島	海底ケーブル	346	272	0.823	0.55	1,177	648
南城市	久高島	海底ケーブル	272	275	0.012	1.02	845	858
粟国村	粟国島	島内発電所	748	683	0.504	0.92	4,071	3,760
渡名喜村	渡名喜島	島内発電所	380	328	0.586	0.82	2,077	1,695
	座間味島	海底ケーブル	628	655	0.139	1.16	3,451	3,986
座間味村	阿嘉島	海底ケーブル	317	336	0.071	1.28	1,788	2,286
	慶留間島	海底ケーブル	64	61	0.036	0.94	256	242
	嘉比島							
	安慶名敷島							
	外地島							
	安室島							
	屋嘉比島							
	久場島							
	渡嘉敷村	渡嘉敷島	海底ケーブル	671	635	0.244	0.92	5,080
久米島町	前島		0	0				
	黒島							
	儀志布島							
	離島							
北大東村	久米島	島内発電所	7,455	6,669	0.958	0.80	48,632	38,887
	硫黄島島							
	奥武島	橋梁添架	39	51	0.692	1.68	1,526	2,570
	オーハ島	架空線	0	0			0	0
南大東	北大東島	島内発電所	638	662	0.086	1.20	4,832	5,786
宮古島	南大東島	島内発電所	1,296	1,236	0.420	0.97	8,945	8,660
	宮古島	島内発電所	46,719	46,678	0.001	0.97	232,026	224,162
	池間島	橋梁添架	507	415	0.839	0.62	1,684	1,049
	大神島	海底ケーブル	17	10	0.868	0.32	61	20
	来間島	橋梁添架	167	165	0.010	1.00	694	694
	伊良部島	橋梁添架	4,047	3,154	0.926	0.57	17,020	9,640
	下地島	橋梁添架	26	15	0.949	0.28	1,650	462
多良間村	多良間島	島内発電所	1,079	957	0.875	0.76	5,337	4,078
	水納島	海底ケーブル	3	2	0.645	0.31	14	4
石垣市	石垣島	島内発電所	52,439	57,226	0.945	1.18	263,581	310,627
	小島							
竹富町	竹富島	海底ケーブル	357	390	0.367	1.11	3,886	4,316
	西表島	海底ケーブル	2,837	3,385	0.890	1.49	12,630	18,835
	鳩間島	海底ケーブル	49	47	0.050	0.77	209	160
	由布島	架空線	28	36	0.078	3.60	390	1,403
	小浜島	海底ケーブル	688	781	0.469	1.29	8,148	10,542
	黒島	海底ケーブル	194	189	0.149	0.91	895	811
	新城島(上地)	海底ケーブル	19	33	0.556	2.37	52	123
	新城島(下地)	海底ケーブル	1	1	0.743	0.36	14	5
	波照間島	島内発電所	426	362	0.810	0.67	3,303	2,223
	内離島							
	嘉弥真島		0	0			0	0
	外離島		0	0			0	0
	与那国町	与那国島	島内発電所	1,423	1,273	0.829	0.82	8,695

■ 対象離島の人口推移予測

対象離島における 2015 年を起点とする将来 30 年間の人口推移予測は以下の通りである。



新城島 (上地)

新城島 (下地)

1) 参考 電力需要量 積み上げ試算

ここで、電力需要量を現地調査結果を基に、積み上げ試算した例を示す。

活用するデータは以下のとおり。

仕様データ名称	発行元	使用方法
地図データベース Zmap DATABASE	株式会社ゼンリン	地図データおよび面積データ、建物種別、名称等の確認
建築物エネルギー消費量調査報告 (第 38 報)	一般社団法人 日本 ビルエネルギー総合 管理技術協会	施設種別における電力需要量 の平均値
家計調査	総務省	沖縄県の家庭における月別電力 使用料
平成 27 年度 住宅経済関連データ	国土交通省	沖縄県の戸建て住宅平均延べ 床面積

試算は、大きく以下の流れで実施した。

- ① 地図データより、150 m²以上の建物を抽出
- ② 施設種別ごとの電力需要量の平均値をもとに、大規模施設の需要を想定
- ③ 世帯数および沖縄県の電力需要平均より、住宅による需要を算定
- ④ ②、③の合計により、当該エリアの電力需要量の総計を試算

■ 小浜島の例

- ① 地図データより、150 m²以上の建物を抽出
 ② 施設種別ごとの電力需要量の平均値をもとに、大規模施設の需要を想定
 小浜島において、住宅用途ではない150 m²以上の建物は以下のとおり。

建物種別	名称	面積 m ²	電力使用原単位 kW h/m ² ・年	電力使用量 kW h・年
官公署庁	小浜構造改善センター	449.4	123	55,281
官公署庁	竹富町立小浜保育所	413.1	123	50,817
官公署庁	小浜公民館	194.2	123	23,885
官公署庁	町立小浜小・中学校	1,021.7	123	125,670
官公署庁	ニラカナイカントリークラブ	740.5	123	91,076
ビルアパート	町営住宅B	201.0	113	22,707
ビルアパート	町営住宅A	282.2	113	31,890
ビルアパート	(株)はいむるぶし寮	669.6	113	75,663
ビルアパート	小浜糖業(株)寮	410.4	113	46,380
事業用建物	小浜染・織工房	195.5	174	34,023
事業用建物	通所介護事業所さみん	201.2	174	35,005
事業用建物	県立小浜診療所	230.4	174	40,088
事業用建物	居酒屋あーじゅ	188.9	174	32,865
事業用建物	(有)クバマコーポレーション	199.0	174	34,624
事業用建物	お食事処結小浜島店	245.4	174	42,704
事業用建物	民宿みやら	225.7	174	39,263
事業用建物	金城商店	258.6	174	44,995
事業用建物	民宿うふだき荘	174.7	174	30,394
事業用建物	(株)はいむるぶし	1,612.2	167	269,241
事業用建物	前本商店	234.8	174	40,848
事業用建物	民宿だいく家	157.7	174	27,447
事業用建物	大久運送	165.1	174	28,722
事業用建物	民宿かやま荘	154.3	174	26,846
事業用建物	沖縄電力(株)小浜配電塔	257.9	174	44,882
事業用建物	竹富町小浜製糖工場	1,707.5	174	297,105
事業用建物	小浜島小型焼却炉施設	150.9	174	26,253
事業用建物	居酒屋やらます	242.5	174	42,197
事業用建物	ちゅらさんばし旅ぬかろい	498.4	174	86,713
事業用建物	(有)ふしいぬしま	217.9	174	37,922
事業用建物	レンタル結	153.2	174	26,648
事業用建物	小浜島総合案内所	190.5	174	33,147
事業用建物	星野リゾートリゾナーレ小浜島	303.6	167	50,705
事業用建物	カフェ&レストランパイヤ	168.1	174	29,244
事業用建物	民宿大城	162.1	174	28,204
住戸以外における電力需要量 総計				1,953,453

③ 世帯数および沖縄県の電力需要平均より、住宅による需要を算定

表 那覇市における月別電気代平均

那覇市	2016年											
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
光熱・水道	18,687	19,861	20,185	18,351	17,999	19,218	21,542	22,790	24,064	22,069	20,729	19,006
電気代	8,626	9,265	8,693	7,683	8,584	9,320	11,985	13,557	14,560	12,138	10,872	8,564
ガス代	4,839	5,491	5,856	5,591	4,514	4,542	4,255	3,833	3,758	3,941	3,927	4,408
他の光熱	742	293	641	347	246	319	142	97	83	280	279	644
上下水道料	4,480	4,813	4,995	4,729	4,655	5,038	5,160	5,303	5,663	5,708	5,651	5,391

家計調査

ここで、現地調査より、離島の住宅においては、業務用冷蔵庫、冷凍庫を保有しているため、夏場に2万円程度の電気代となっているとのヒアリングより、離島における電気需要を想定。

表 沖縄離島における電気代および電気使用量試算

沖縄離島	2016年												計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
電気代(円)	11,848	12,726	11,940	10,553	11,791	12,802	16,462	18,622	20,000	16,673	14,934	11,763	170,114
電気使用量(kWh)	413	444	416	368	411	446	574	649	697	581	521	410	5,930

表 電気料金単価試算(沖縄電力HP参考)

基本契約料		394.65
22.49	120	2,699
27.93	180	5,027
29.87	397	11,858
計	697	19,585
	契約込	19,979

④ ②、③の合計により、当該エリアの電力需要量の総計を試算

小浜島世帯数		359 戸
住宅1戸当たり電力需要		5,930 kWh・年
小浜島住宅電力需要	小計	2,128,870 kWh・年
小浜島住宅以外電力需要	小計	1,953,453 kWh・年
小浜島 電力需要量	総計	4,082,323 kWh・年

試算の結果、4,082MWhと想定される。

一方で、別途調査の需要は8,148MWhであることから、乖離が生じている。理由として、前頁の大規模施設需要量の算定において、工場等の需要算定を行っているが、原単位は平均値であることから、特殊施設におけるそれぞれの固有の需要量と差が出ていることなどが考えられる。

そのため、積み上げ型の需要量算定は、大規模な離島において、一部エリアの電力需要を想定する際などに活用すべきと考えられる。

4 仕様検討

太陽光発電による再エネ100%自活システムを構築する際の必要な設備容量や付属機器を検討する。太陽光発電設備に加えて、どのような付帯機器が必要になるかは、次項の制度調整やシステム概要設計で明らかにする予定である。

但し、各設備容量については机上調査対象離島（全22島）に対して、下記手順で検討する。

(1) 電力需要量

前項(2)電力系統把握で把握する。

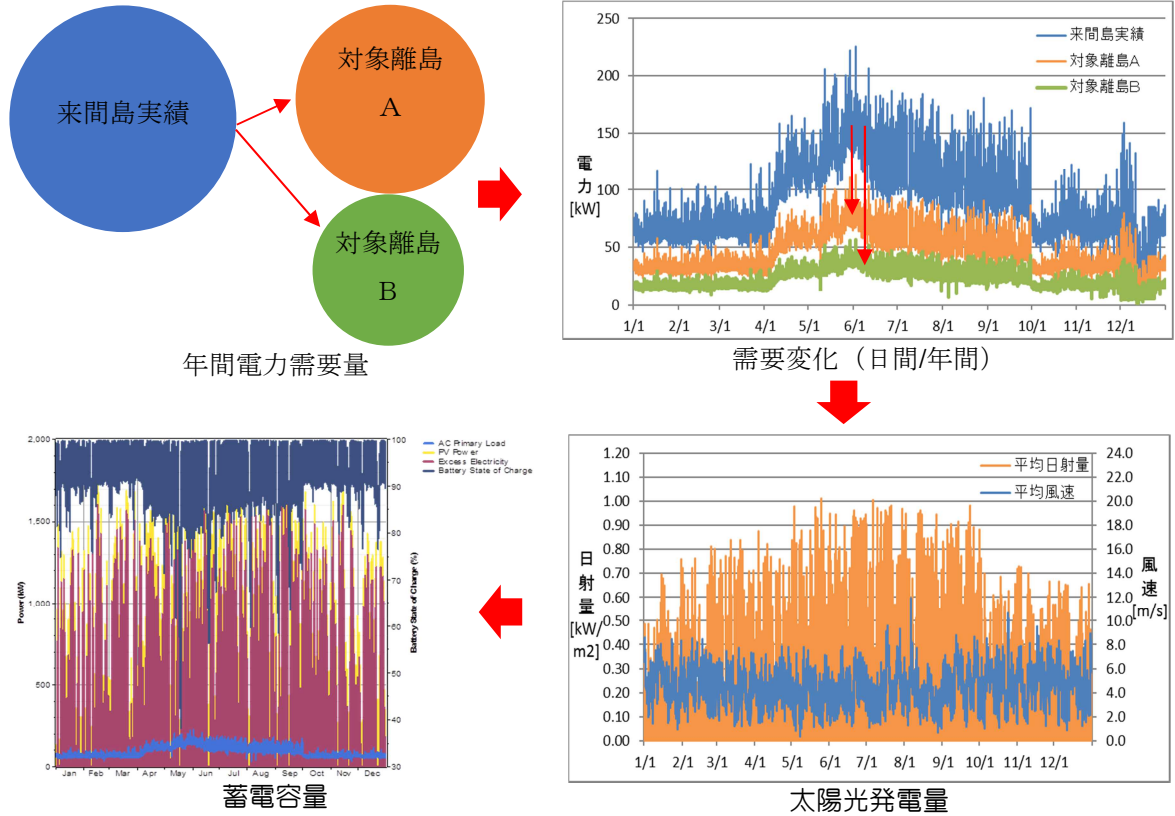
電力需要量

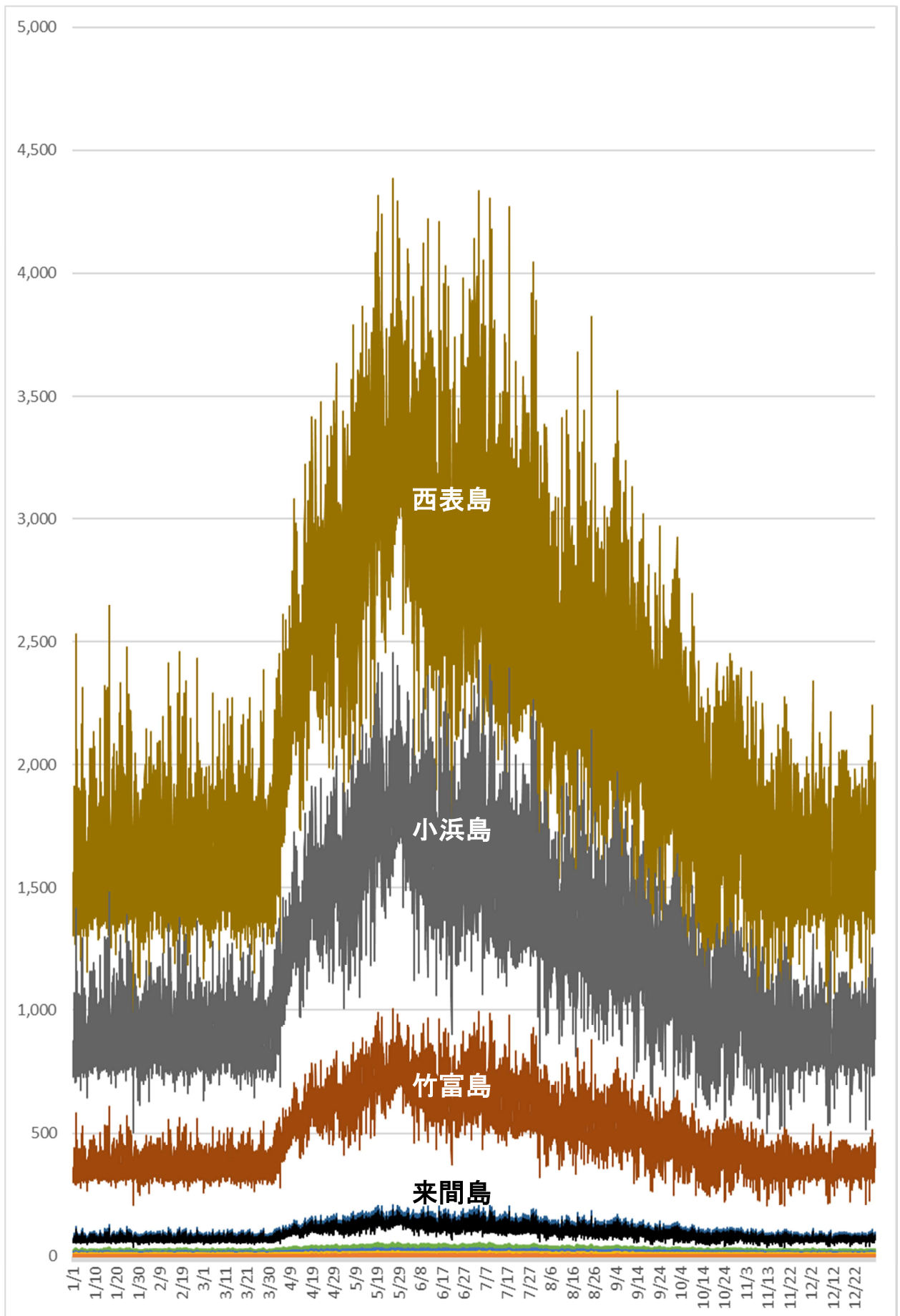
市町村名	島名	電力供給	30年後の倍数	2015需要量(MWh)	2045需要量(MWh)	システム検討採用需要量(MWh)
伊平屋村	伊平屋島	海底ケーブル	1.00	7,042	7,034	7,034
	野甫島	海底ケーブル	1.45	120	173	173
伊是名村	伊是名島	海底ケーブル	0.79	8,147	6,443	8,147
伊江村	伊江島	海底ケーブル	0.94	22,792	21,467	22,792
本部町	水納島	海底ケーブル	0.82	159	131	159
うるま市	津堅島	海底ケーブル	0.55	1,177	648	1,177
南城市	久高島	海底ケーブル	1.02	845	858	858
粟国村	粟国島	島内発電所	0.92	4,071	3,760	4,071
渡名喜村	渡名喜島	島内発電所	0.82	2,077	1,695	2,077
座間味村	座間味島	海底ケーブル	1.16	3,451	3,986	3,986
	阿嘉島	海底ケーブル	1.28	1,788	2,286	2,286
	慶留間島	海底ケーブル	0.94	256	242	256
渡嘉敷村	渡嘉敷島	海底ケーブル	0.92	5,080	4,668	5,080
	前島			0	0	0
久米島町	久米島	島内発電所	0.80	48,632	38,887	48,632
	奥武島	橋梁添架	1.68	1,526	2,570	2,570
	オーハ島	架空線		0	0	0
北大東村	北大東島	島内発電所	1.20	4,832	5,786	5,786
南大東	南大東島	島内発電所	0.97	8,945	8,660	8,945
宮古島	宮古島	島内発電所	0.97	232,026	224,162	232,026
	池間島	橋梁添架	0.62	1,684	1,049	1,684
	大神島	海底ケーブル	0.32	61	20	61
	来間島	橋梁添架	1.00	694	694	694
	伊良部島	橋梁添架	0.57	17,020	9,640	17,020
	下地島	橋梁添架	0.28	1,650	462	1,650
多良間村	多良間島	島内発電所	0.76	5,337	4,078	5,337
	水納島	海底ケーブル	0.31	14	4	14
石垣市	石垣島	島内発電所	1.18	263,581	310,627	310,627
竹富町	竹富島	海底ケーブル	1.11	3,886	4,316	4,316
	西表島	海底ケーブル	1.49	12,630	18,835	18,835
	鳩間島	海底ケーブル	0.77	209	160	209
	由布島	架空線	3.60	390	1,403	1,403
	小浜島	海底ケーブル	1.29	8,148	10,542	10,542
	黒島	海底ケーブル	0.91	895	811	895
	新城島(上地)	海底ケーブル	2.37	52	123	123
	新城島(下地)	海底ケーブル	0.36	14	5	14
	波照間島	島内発電所	0.67	3,303	2,223	3,303
	嘉弥真島			0	0	0
外離島			0	0	0	
与那国町	与那国島	島内発電所	0.82	8,695	7,173	8,695

(3) 需要変化

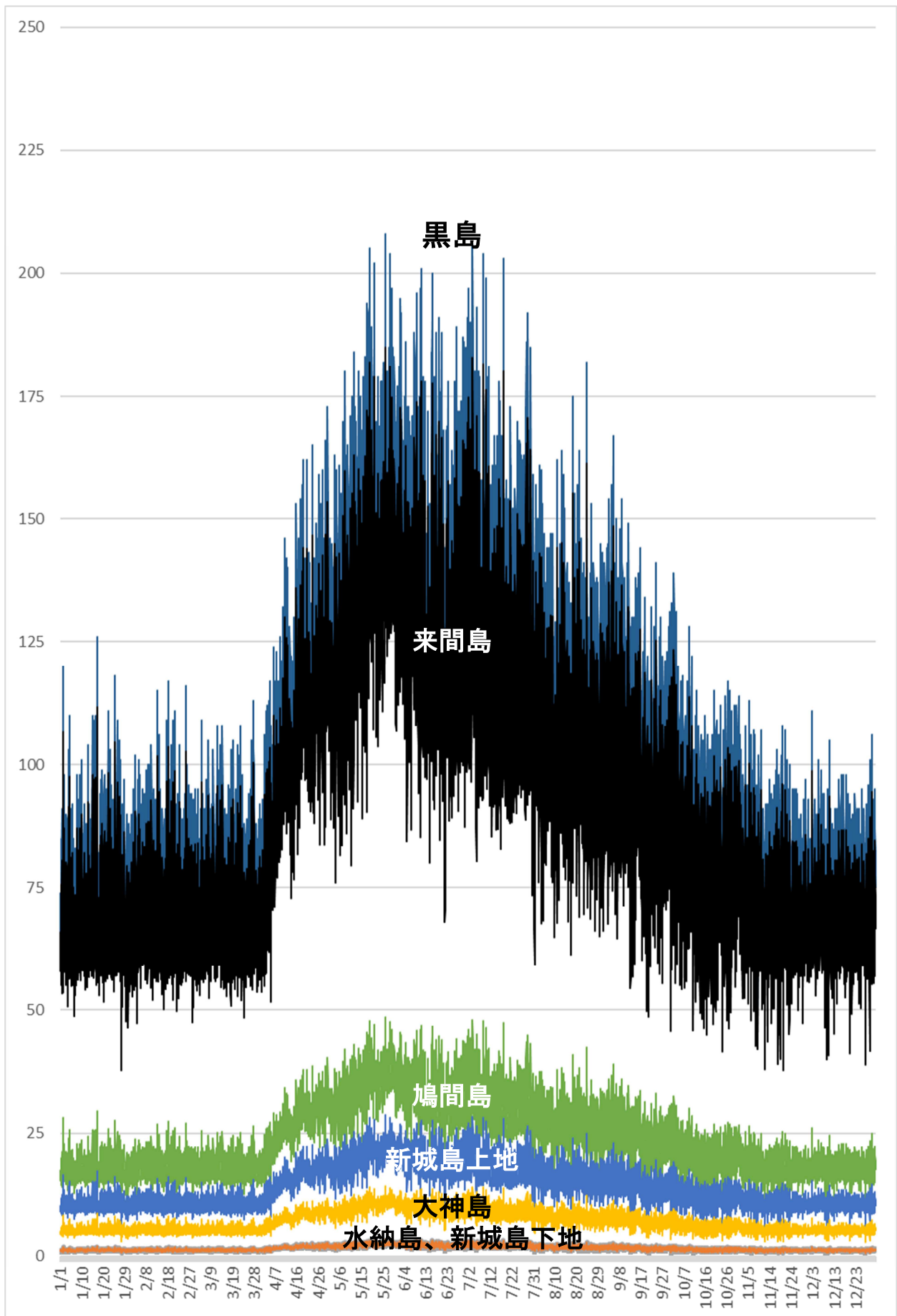
電力需要は日間及び年間で変化する。

その変化モデルについては宮古島市来間島における電力需要量実績が活用できる。この来間島電力需要量実績を前項の電力需要量に合致するよう、負荷推移を伸縮演算して、需要変化を推定する。この解析を対象離島に対して実施して、需要変化を把握する。





需要变化（竹富島、小浜島、西表島）

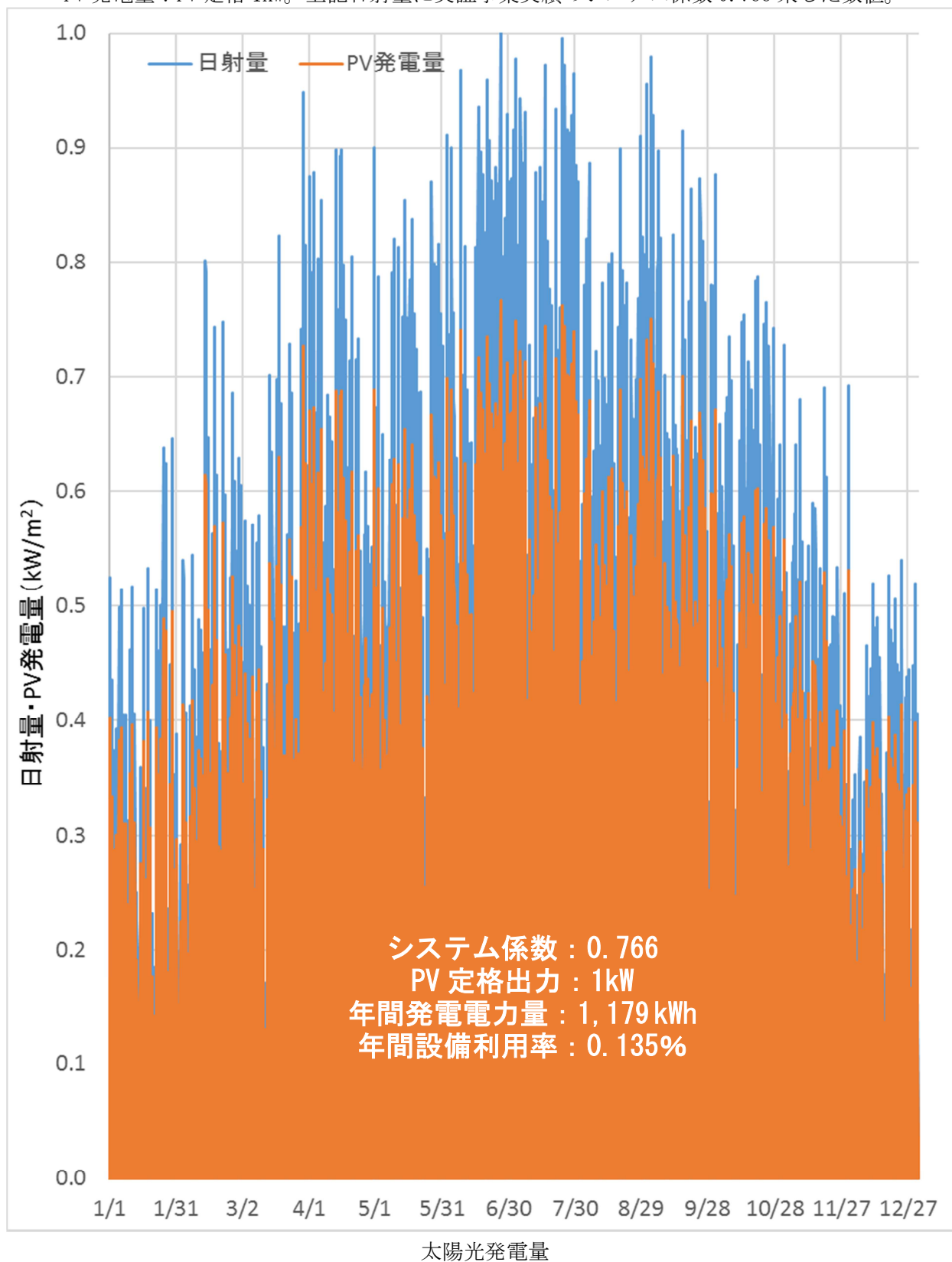


需要変化（水納島、新城島下地、大神島、新城島上地、鳩間島、黒島）

(4) 太陽光発電量

気象庁や宮古島市島嶼型スマートコミュニティ実証事業実績の日射量データから、年間 8760 時間の太陽光発電量を想定する。

日 射 量：気象庁日射量データ 2014 年 1 月 1 日～2016 年 12 月 31 日の 3 年間、平均値
PV 発電量：PV 定格 1kW。上記日射量に実証事業実績のシステム係数 0.766 乗じた数値。



(5) 蓄電容量

上記②及び③から、最適な蓄電容量を検討する。

なお、太陽光発電量の全てを充電する場合は蓄電容量が膨大になり経済性が損なわれてしまうケースが多いため、部分的には太陽光発電の出力抑制を実行することを前提に、蓄電容量の最適化を行うものとする。あくまで経済性を重視する。

宮古島市島嶼型スマートコミュニティ実証事業実績の来間島実証成果（東京大学大学院にて実施）は下記の通りである。

太陽光発電設備（PV）と蓄電池設備（BESS）のコスト最適化の手法は様々あるが、本調査で想定する将来的に太陽光発電設備が 20 万円/kW、蓄電池設備が 5 万円/kWh となるようなケースにおいては、発生頻度が非常に少ない低い日射量の期間に合わせて再エネ 100%設計すると、必要となる蓄電池容量は飛躍的に大きくなり経済性が損なわれることから、容量比は PV (kW) : BESS (kWh) = 1 : 2 であり、再エネ 100%ではなく、95%~99%が最適となると考えられる。

BESS設定

BESS制御

PV発電量-需要>0 :蓄電池充電
PV発電量-需要<0 :蓄電池放電

BESS SOC範囲は100%から30%まで
30%以下で放電→不足電力としてカウント
充放電効率:85%(充電ロス7%,放電ロス8%)

PV設備容量計算範囲 (20万円/kW)

大神島:50~400kW 水納島:5~100kW

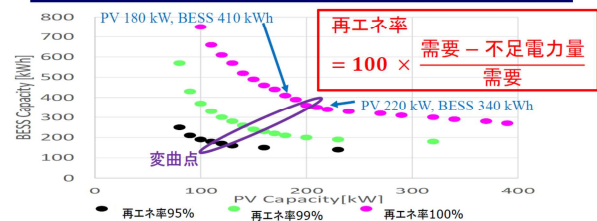
BESS容量計算範囲 (5万円/kWh)

大神島:50~800kWh 水納島:5~300kWh



The University of Tokyo, Baba Lab 6

検討結果 PV-BESS最小容量

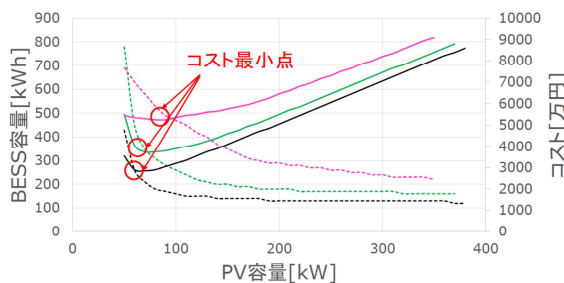


PVとBESSはトレードオフ関係がみられる。
PVが一定量を超えたらあまりBESSが減らなくなる。
95%と99%の必要最低設備容量の差に比べて、
99%と100%の必要最小設備容量差が大きい。



The University of Tokyo, Baba Lab 7

コスト検証



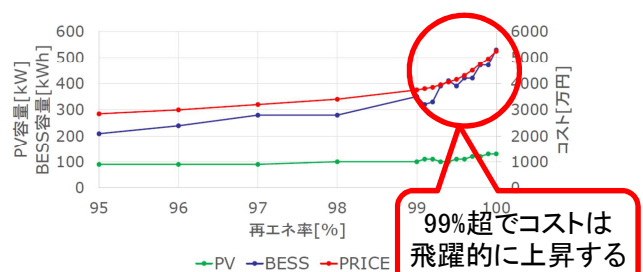
-----95%BESS -----99%BESS -----100%BESS ————95%価格 ————99%価格 ————100%価格

コストも考えると低PV,高BESS側で考える必要がある



The University of Tokyo, Baba Lab 11

各再エネ率での最小コスト比較



99%から100%の間で著しく上がっている。
主にBESSの必要容量が増えていることがわかる



The University of Tokyo, Baba Lab 12

来間島実証成果（東京大学大学院にて実施）

以上のことを加味して、経済性を考慮すると再エネ 95~99%を目指すことが妥当であるため、コスト最適化となる試算条件は下記の通りとする。

太陽光発電設備 (PV) 単価	20 万円/kW	
蓄電池設備 (BESS) 単価	5 万円/kWh	
PV (kW) : BESS (kWh) 容量比	1 : 2	
バックアップ発電機単価	15 万円/kW	(最大負荷と同等規模とする)
バックアップ発電単価	50 円/kWh	
目標再エネ率	95~99%	

コスト最適化となる蓄電池容量などの試算結果は下表の通りである。

コスト最適化試算結果

対象離島	算定結果
大神島	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 90kW ・蓄電池容量 : 180kWh ・再エネ率 : 98.4% ・想定発電コスト : 32.64 円/kWh ・概算建設費 : 30,000,000 円
水納島	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 20kW ・蓄電池容量 : 40kWh ・再エネ率 : 97.6% ・想定発電コスト : 32.12 円/kWh ・概算建設費 : 7,000,000 円
竹富島	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 6,000kW ・蓄電池容量 : 12,000kWh ・再エネ率 : 96.7% ・想定発電コスト : 31.78 円/kWh ・概算建設費 : 2,058,000,000 円
西表島	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 27,000kW ・蓄電池容量 : 54,000kWh ・再エネ率 : 97.7% ・想定発電コスト : 32.17 円/kWh ・概算建設費 : 9,090,000,000 円
鳩間島	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 300kW ・蓄電池容量 : 600kWh ・再エネ率 : 97.7% ・想定発電コスト : 32.19 円/kWh ・概算建設費 : 101,000,000 円
小浜島	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 15,000kW ・蓄電池容量 : 30,000kWh ・再エネ率 : 97.5% ・想定発電コスト : 32.05 円/kWh ・概算建設費 : 5,068,000,000 円
黒島	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 1300kW ・蓄電池容量 : 2600kWh ・再エネ率 : 98.0% ・想定発電コスト : 32.38 円/kWh ・概算建設費 : 435,000,000 円
新城島（上地）	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 175kW ・蓄電池容量 : 350kWh ・再エネ率 : 97.5% ・想定発電コスト : 32.05 円/kWh ・概算建設費 : 60,000,000 円
新城島（下地）	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電容量 : 20kW ・蓄電池容量 : 40kWh ・再エネ率 : 97.6% ・想定発電コスト : 32.12 円/kWh ・概算建設費 : 7,000,000 円

※■網掛部は中継地点となる離島を示す。

5 制度調査

調査対象離島において、太陽光発電で100%自活する際、導入設備や運用時に関する関連法令について調査し、事業実現にむけた課題の抽出及び解決方法を提案する。以降で検討する供給システムについても、法規制等関係法令を調査、整理する。

- 基本的に導入する供給システムについては技術基準、安全基準に関連する法令に準ずるものとする。
- 特に一般送配電事業者としての電力供給義務などの制度との照合を行う。

(1) オフグリッド再エネ住宅

基本的にオフグリッド再エネ住宅となれば、送配電事業者からの電力供給を不要することができるため、供給契約を解約できる。

仮に島内の全世帯が供給契約を解約する場合には、電力供給義務は発生しなくなると考えられる。但し、将来性を踏まえると現存する海底ケーブル等を撤去するに至れるかどうかは不明。そのため制度確認を行うものとする。

(2) 単独フィーダ再エネ電源（低圧線路接続）

単独フィーダ再エネ電源を導入した場合、当該設備の所有者は送配電事業者以外がなり得るか、その場合は電力小売事業者として許認可が必要かを、確認する。但し、沖縄電力が所有者となる場合には、上記の確認は不要であるが、方策の選択肢を広げる意味で調査を実施する。

いずれにしても、送配電事業者としての電力供給義務については当該電源設備以外に非常用ディーゼル発電設備を沖縄電力が所有する方策が考えられる。この場合、どのような制御方法及び管理方法を実行することで、電力供給義務は果たしていると言えるのかは不明。そのため制度確認を行うものとする。

(3) 複数フィーダ再エネ電源（高圧線路接続）

基本的には②単独フィーダ再エネ電源（低圧線路接続）と同じである。

<聞き取り調査結果>

■ 那覇産業保安監督事務所 保安監督課

- ① システム全体を沖縄電力所有とした方が、必要となる電気主任技術者の選任といった観点からも、問題なく進められると思われるとのこと。例えば、西表島で太陽光100%による電力供給を行った場合でも、配電線で選任されており、明確になっていれば問題ないとのこと。
- ② 電力会社との供給契約、供給義務は那覇産業保安監督事務所の判断ではなく、総合事務局の判断や契約者個別の対応によるところと思われる、単独フィーダにあっては完全に分けられるのであれば当事者間の判断になるとのこと。
- ③ 単独・複数フィーダ再エネ電源方式では法改正が必要との見解があったため、特区案を提示。安全基準は順守することとし、自家発電を持っている大きな工場のようなイメージで、システムの所有者を同一とした地域電力供給の特区とする内容で御理解を得られた。

■ 内閣府沖縄総合事務局 経済産業部 エネルギー対策課

- ① 離島への電力安定供給については、電気事業法で事業の許可、供給区域について定められており、離島への電力供給は一般送配電事業者となっている。また、その区域については離島供給約款で定められており、経済産業大臣からの承認も受けているため、本事業で、例えば大神島への供給を停止する等の変更となると、沖縄電力への影響が大きく離島事業部だけでなく営業部や企画本部等の協力が必要となる。
- ② 住民からの同意についても、現在の住民との同意はもちろんのことであるが、現在は住まわれない土地所有者や将来的に離島に戻ることを考えている方などを考慮すると、範囲をどこまで広げる必要があるか、市町村レベルか、県レベルか等難しくなると思われる。
- ③ 一般送配電事業者以外の者が電力を供給しようとする場合、特定供給事業者の制度がある。この場合、電気料金の発生はできず、再生可能エネルギーによる発電のみとすることもできないが、本事業では蓄電池を持つことから可能と思われる。

6 費用対効果検討

検討した設備の導入コストとランニングコスト（10年毎に30年分）を算出し、現在の電力供給コストと比較し、費用対効果を整理する。

前項までの調査・検討を実施した上で、「3.2 システム概要設計」を反映して、算出し、現在の電力供給コストと比較する。費用対効果の整理は机上調査対象離島（全20島）に対して実施するものとする。

①発電単価

発電単価については、沖縄本島系統は概ね10円/kWhとし、離島系統は概ね35円/kWhとした。

②送電単価

直近の渡嘉敷島海底ケーブル敷設実績より海底ケーブル敷設単価は3万円/mとして、ケーブル存続年数30年間の送電量から送電単価を算出した。

③供給単価

①発電単価と②送電単価を加算した。

電力供給単価

市町村名	島名	電力供給	2015 需要量 (MWh)	2045 需要量 (MWh)	① 発電単価 (円/kWh)	海底ケーブル 総延長 (km)	② 送電単価 (円/kWh)	①+② 供給単価 (円/kWh)
伊平屋村	伊平屋島	海底ケーブル	7,042	7,034	10.00	12.84	1.82	11.82
伊是名村	伊是名島	海底ケーブル	8,147	6,443	10.00	47.35	5.81	15.81
伊江村	伊江島	海底ケーブル	22,792	21,467	10.00	12.87	0.56	10.56
本部町	水納島	海底ケーブル	159	131	10.00	4.48	28.18	38.18
うるま市	津堅島	海底ケーブル	1,177	648	10.00	5.81	4.94	14.94
南城市	久高島	海底ケーブル	845	858	10.00	6.63	7.85	17.85
座間味村	座間味島	海底ケーブル	3,451	3,986	10.00	7.00	2.03	12.03
	阿嘉島	海底ケーブル	1,788	2,286	10.00	3.06	1.71	11.71
	慶留間島	海底ケーブル	256	242	10.00	5.18	20.23	30.23
渡嘉敷村	渡嘉敷島	海底ケーブル	5,080	4,668	10.00	30.80	6.06	16.06
宮古島	大神島	海底ケーブル	61	20	35.00	3.99	65.41	100.41
多良間村	水納島	海底ケーブル	14	4	35.00	8.74	624.29	659.29
竹富町	竹富島	海底ケーブル	3,886	4,316	35.00	8.81	2.27	37.27
	西表島	海底ケーブル	12,630	18,835	35.00	5.37	0.43	35.43
	鳩間島	海底ケーブル	209	160	35.00	5.76	27.56	62.56
	由布島	架空線	390	1,403	35.00	0.70	0.60	35.60
	小浜島	海底ケーブル	8,148	10,542	35.00	30.52	3.75	38.75
	黒島	海底ケーブル	895	811	35.00	11.15	12.46	47.46
	新城島(上地)	海底ケーブル	52	123	35.00	0.70	13.46	48.46
新城島(下地)	海底ケーブル	14	5	35.00	6.86	490.00	525.00	

※ ■ 網掛部は中継地点となる離島を示す。

2 仕様検討(4)蓄電容量に示す要領にて自給システム適用時の各離島の想定供給単価を算定した結果を下表に示す。

前述の現在想定供給単価を比較して、費用対効果の有無を確認した。

費用対効果

市町村名	島名	電力供給	2015 需要量 (MWh)	2045 需要量 (MWh)	①+② 供給単価 (円/kWh)	自給システム 供給単価 (円/kWh)	費用対 効果
伊平屋村	伊平屋島	海底ケーブル	7,042	7,034	11.82	32.02	
伊是名村	伊是名島	海底ケーブル	8,147	6,443	15.81	32.62	
伊江村	伊江島	海底ケーブル	22,792	21,467	10.56	31.79	
本部町	水納島	海底ケーブル	159	131	38.18	31.74	あり
うるま市	津堅島	海底ケーブル	1,177	648	14.94	31.79	
南城市	久高島	海底ケーブル	845	858	17.85	31.83	
座間味村	座間味島	海底ケーブル	3,451	3,986	12.03	31.71	
	阿嘉島	海底ケーブル	1,788	2,286	11.71	31.84	
	慶留間島	海底ケーブル	256	242	30.23	31.71	
渡嘉敷村	渡嘉敷島	海底ケーブル	5,080	4,668	16.06	31.70	
宮古島	大神島	海底ケーブル	61	20	100.41	32.64	あり
多良間村	水納島	海底ケーブル	14	4	659.29	32.12	あり
竹富町	竹富島	海底ケーブル	3,886	4,316	37.27	31.78	あり
	西表島	海底ケーブル	12,630	18,835	35.43	32.17	あり
	鳩間島	海底ケーブル	209	160	62.56	32.19	あり
	由布島	架空線	390	1,403	35.60	32.09	あり
	小浜島	海底ケーブル	8,148	10,542	38.75	32.05	あり
	黒島	海底ケーブル	895	811	47.46	32.38	あり
	新城島(上地)	海底ケーブル	52	123	48.46	32.05	あり
新城島(下地)	海底ケーブル	14	5	525.00	32.12	あり	

※■網掛部は中継地点となる離島を示す。