

4-2 地下ダムかんがい施設への新エネルギー導入構想

(1)カンジンダムかんがい施設の概要

①久米島の農業農村整備の現状

久米島町の基幹産業である農業は、各種土地改良事業やその他補助事業などの導入により、農業生産基盤の環境を大幅に向上させている。しかし町の基幹作物であるサトウキビの生産は、国内外の情勢が大きく変化し品質取引が行われるなど農家にとっては厳しい経営が強いられ、その生産量は平成元年～2年の124,000 tをピークに年々減少を続け、近年は50,000 t前後にまで落ち込んでいる。

一方野菜や熱帯果樹生産は、ウリミバエ、ミカンコバエの撲滅で着実に生産を伸ばしてきており、とくに花卉が飛躍的に伸びている。

今後の農業振興においては、計画的な基盤整備の推進、新規就労者の育成、農業に連動した先端技術の導入により、労働力の省力化、品質の向上、経営の合理化や機械化を推進し、県内外への大量出荷を目指した野菜、果樹、花卉などの振興と併せて久米島の特産品の創出を図っていくこととしている。

農業農村整備の状況は、圃場整備 74%、水源整備 53%、畑地かんがい施設 28%の整備率になっているが、今後カンジン地区の水源施設、畑地かんがい施設の整備により、水源整備は72%に、畑地かんがい施設整備は47%にまで向上することになる。

②カンジン地区の概要と事業目的

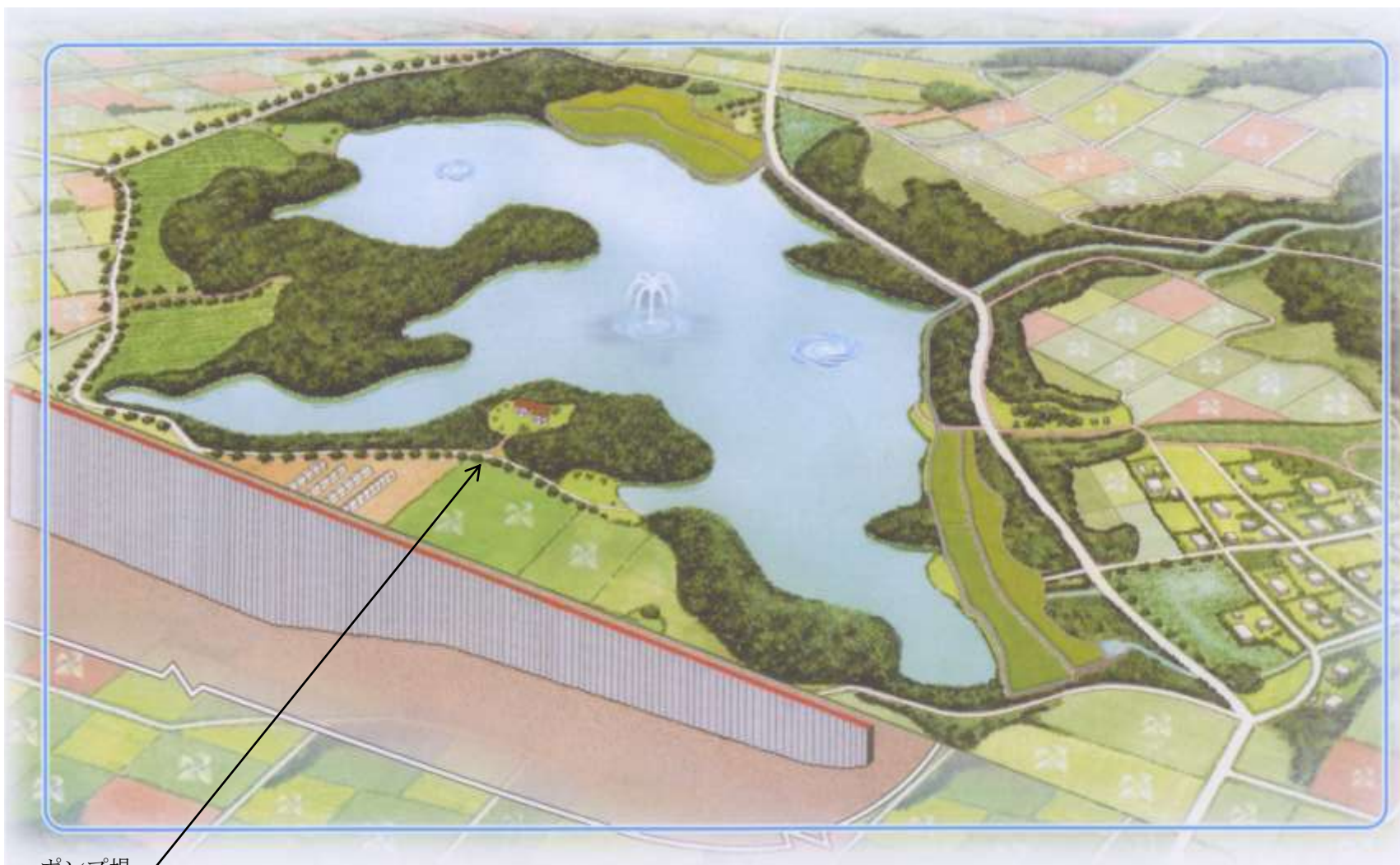
カンジン地区は久米島町の西部、旧具志川村に広がる農業地域である。この地域に新しい水源が開発され、畑地かんがい施設の整備が進められている。

かんがいによる受益面積は338 ha、受益農家は366人、事業費は平成16年度時点で124億円が支出されている。事業は水源施設が平成17年度で完成し、引き続いて排水施設やその他施設の二期工事が進められているが、沖縄県による事業は水源とその関連施設の整備までで、排水・散水施設など農家の受益設備は久米島町土地改良区の事業となっている。

もともとカンジン地区の農地は琉球石灰岩を基岩とする島尻マージ地帯で土層厚の変化が大きく、場所によっては石灰岩が地表に露出しているため、土壌の保水力が小さく、下層土が非常に固いため根の伸張が十分ではなかった。

そのため、少雨の年には干ばつ被害が発生し、農作物の生産の不安定を招いている。また近年は水やりを必要とする野菜や花卉などへの転換と、作物が多様化する中、畑地かんがい施設の整備が急務となっている。かんがい施設は農作物の収量増加、品質の向上を通じて農業総生産の向上を可能にし、新たな水を利用した高収益作物への転換も可能となる。

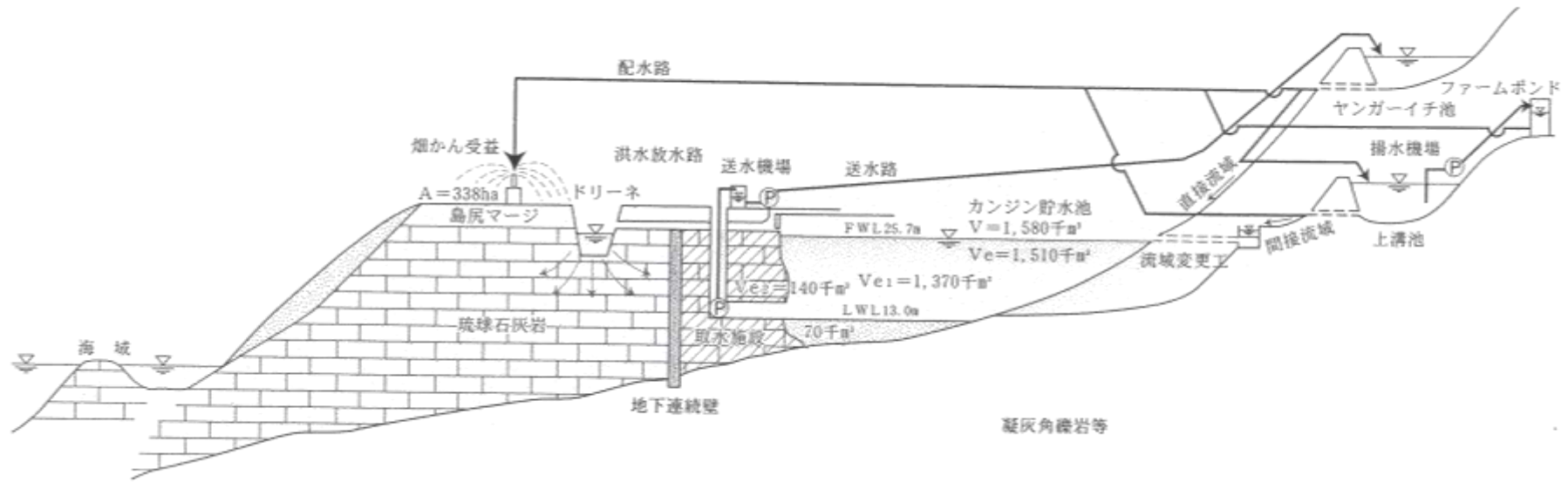
以下に掲載の絵図の出典沖縄県農林水産部南部農林土木事務所の「カンジン地区の事業概要」である。



ポンプ場
150 kWh × 2

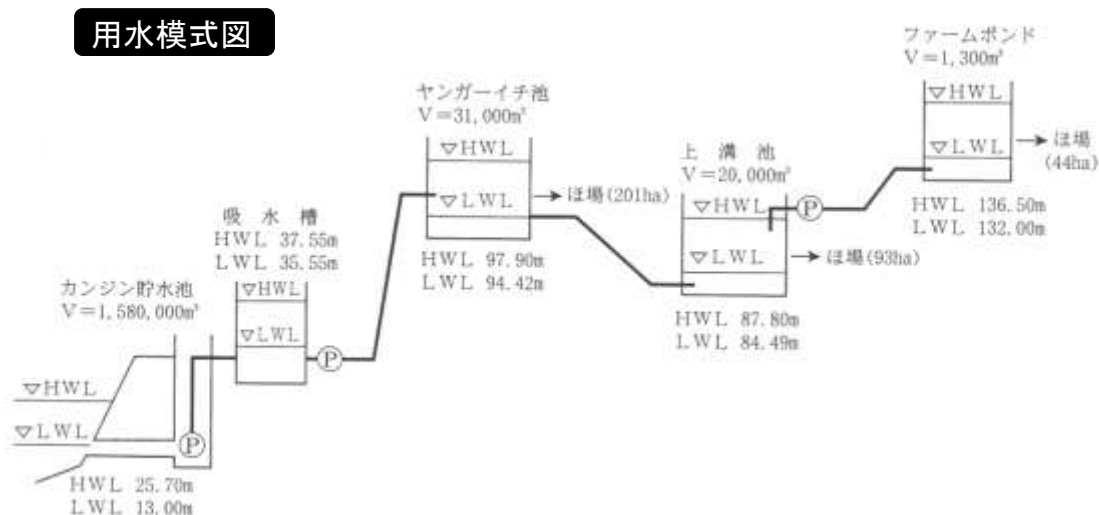
カンジン貯水池鳥瞰図

全体施設計画模式図



③かんがい事業の内容

水源計画は、二つの既存のため池（51,000 m³）を優先的に利用し、不足分を新設のカンジン貯水池（1,580,000 m³）にもとめる形になっている。以下の揚水／揚水模式図を参照。



揚水系統は、カンジン貯水池からポンプでいったん吸水槽に汲み上げ（最大揚程 24.55 m、最小揚程 9.85 m）、更にポンプでヤンガーイチ池（31,000 m³）に汲み上げ（最大揚程 62.35 m、最小揚程 56.87 m）、そこから自然流下の排水で 201 ha の農地かんがいを行い、上溝池（20,000 m³）に落とした（最大揚程(-)13.41 m、）後、ここからの排水で 93 ha の農地かんがいを行うことになる。

ここまでの揚水でスプリンクラーの作動が十分でない圃場が約 44 ha 見込まれるので、更にポンプで揚程差最大揚程 52.01 m、最小揚程 44.2 m のファームポンド（1,300 m³）に汲み上げ、自然流下によりかんがいを行うことになっている。

揚水のために使用されるポンプは現在 150 kW×2 台が設置されており、この 2 台はカンジン貯水池～吸水槽間のポンプ、吸水槽～ヤンガーイチ池間のポンプであり、ファームポンドへの揚水ポンプは未整備になっている。これはファームポンドがまだ整備されていないことによるものである。

(2)かんがい揚水・排水量と事業用電力需要の推定

かんがい施設整備事業はようやく県の事業の第 1 期工事が終了した段階であり、畑地への排水施設の整備は未完の状況にあるため、受益施設の運用を受け持つ久米島町や土地改良区でも、かんがい用電力消費量の想定はまだ行われていない。

地域新エネルギーでは計数的な整理が必要なことから、このかんがい施設整備事業がすべて完成し、全ての施設が計画どおり運用された場合に予想される電力消費量を以下のように推計した。

【推計の前提】

かんがい面積

338 ha（事業概要より）

ポンプにより揚水・給水すべきかんがい用水量

1,500,000 m³と想定

県の計画数値＝補給水量 m³/秒、ポンプ稼働時間、ポンプ稼働日数より推計
別途、沖永良部・須原地区のかんがい対象面積＝30 ha、用水量＝110,635 m³
/年でチェック。

【推計結果】

月次のかんがい用水量

沖永良部・須原地区ファームポンドかんがい事業の「月次揚水計画値」から想定した数値を、久米島土地改良区のコメントで久米島の事情にあわせて整理。

1月	2月	3月	4月	5月	6月
1.0%	1.0%	1.0%	3.0%	7.0%	12.0%
15千m ³	15千m ³	15千m ³	45千m ³	105千m ³	180千m ³

7月	8月	9月	10月	11月	12月
23.0%	22.0%	22.0%	5.0%	2.0%	1.0%
345千m ³	330千m ³	330千m ³	75千m ³	30千m ³	15千m ³

年間計
100.0%
1,500千m ³

かんがい用電力消費量（ポンプ駆動用等電力消費・ポンプ効率込み）

揚水・給水用電力消費量は宮古土地改良区の場合、全計画完成時点での想定値＝0.49 kWh/m³、沖永良部土地改良区の場合、計画値＝0.47 kWh/m³となっていることから、カンジン地区の場合を0.48 kWh/m³と推定。

全揚水量 1,500千m³の排水池別の排水割合

ヤンガーイチ池から	201 ha	59.4%	891千m ³
上溝池から	93 ha	27.5%	413千m ³
ファームポンドから	44 ha	13.1%	196千m ³

平均揚程と揚水量

ヤンガーイチ池排水分	76.8 m	1,500 m ³
上溝池排水分	(マイナス)	609 m ³ (1,500-891)
ファームpond排水分	48.1 m	196 m ³

位置のエネルギー排水地別原単位の計算 (電力換算)

ヤンガーイチ池排水分: $1 \text{ m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 76.8 \text{ m} \div 3,600 = 0.209 \text{ kWh/m}^3$

ファームpond排水分: $1 \text{ m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 \times 48.1 \text{ m} \div 3,600 = 0.131 \text{ kWh/m}^3$

(9.8 m/s²は重力、3,600はジュールから電力への換算率)

位置のエネルギーからみた排水地別エネルギー (電力換算)

ヤンガーイチ池排水分: $1,500,000 \text{ m}^3 \times 0.209 \text{ kWh/m}^3 = 313,500 \text{ kWh}$

ファームpond排水分: $196,000 \text{ m}^3 \times 0.131 \text{ kWh/m}^3 = 25,676 \text{ kWh}$

計 339,176 kWh

送水排水ロス等を加味した電力消費量

ロス率=55% (宮古揚水かんがいの例など)

電力消費量 = $339,176 \div 0.45 = \underline{\underline{753,724 \text{ kWh/年間}}}$

月別電力消費量の推計(リアルタイム揚水運転の場合)

1月	2月	3月	4月	5月	6月
1.0%	1.0%	1.0%	3.0%	7.0%	12.0%
7,537	7,537	7,537	22,612	52,761	90,447

7月	8月	9月	10月	11月	12月
23.0%	22.0%	22.0%	5.0%	2.0%	1.0%
173,358	165,819	165,819	37,686	15,074	7,537

年間計
100.0%
753,724 kWh

ポンプ容量とピーク時の稼動状況

現在設置済みのポンプは150 kW×2台。最終的には3台とみられる。

各池が電力消費のピークシフト効果を若干有しているので電力消費のピーク月である7月=173,358 kWhは前月に若干シフト可能で、最終的には150,000 kWh程度に収まる可能性がある。(8~9月が問題であるが)

県の計画どおりポンプ3台とすると、ピーク月には、

$$150,000 \text{ kWh} \div 31 \text{ 日} \div 450 \text{ kW} = 10.8 \text{ 時間}$$

となり、ポンプ3台を1日平均10.7時間稼働させるが必要になる。



カンジンダムとポンプ室



施設された2台の揚水ポンプ (150 kW × 2)

(3)新エネルギー(太陽光発電)導入構想

①新エネルギー導入の規模

- ・夏季一般電力需要のピーク月にかんがい需要がピークを迎える。
 - ・現在の計画では、契約電力は第一期分が 360 kW 前後、揚水ポンプの稼働時間は 21:00 から 13:00 までとなっていて、仮に夜間電力料金メニューが適用された場合には、基本料金：360 kW×1,653 円×0.85×12 ヶ月×1.05=6,373 千円/年間
のほかに、従量料金：9.61 円/kWh の電力コストが発生する。
 - ・しかし久米島電業所の発電コストのうち、燃料費が kWh あたり 11 円前後、その他の比例費が kWh あたり 3 円前後、計 14 円前後になると推測されるので、この料金適用は沖縄電力にとっての負担増になる。
 - ・また夏場に需要が集中することから、商用電力利用は沖縄電力の年間予備率悪化(上昇)をまねき、固定費負担の増加に繋がり地域に「所得」が生まれない。
 - ・これらのことから、かんがい用の太陽光発電は夏場のかんがい用電力のピークを賄える形が理想的となる。
 - ・かんがい電力不需要期の余剰電力は町内日中電力の消費に回すこともできる。
(島内の電力需要は年間約 52,000 千 kWh ある)
(現在の年間ピーク電力供給は 10,000 kW に接近)
 - ・県の計画どおりポンプ 3 台とし、ピーク月には、
 $150,000 \text{ kWh} \div 31 \text{ 日} \div 450 \text{ kW} = 10.8 \text{ 時間}$
ポンプ 3 台を 1 日平均 10.7 時間稼働させる場合、1 日の電力使用量は、4,860 kWh = 17,496 MJ になり、7 月の最適傾斜角 20 度での 1 日積算日射量 = 20.5 MJ/m²・日を適用すると変換効率 100% 時の必要集熱面積は 853 m²になる。
 - ・実際に必要な太陽電池パネルの面積は、この数値をモジュール変換効率で割ると得られる。
 - ・1 m²に降り注ぐ太陽エネルギーは 1 kW であるから、7 月の 1 日ピークだけを考える場合は、理論発電容量としては 853 m²×1 kW=853 kW となるが、インバータ損失 (8%) やケーブル損失 (8%) を考慮すると、実際の発電容量としては、
 $853 \text{ kW} \div 0.92 \div 0.92 = 1,007 \text{ kW}$
が必要になる。
- これによって 1 日 4,860 kWh のかんがい用電力が供給できる計算である。
(853 kW×24 時間×7 月の設備利用率 23.7% (後述) ≒ 4,860 kWh)
- ・メガ W 級大規模導入で「国の実証プロジェクト」をねらうこともできよう。

②太陽電池の選定とその理由

地域特性への配慮

- ・ 亜熱帯地域適用性の考慮
- ・ 広域波長帯利用可能性
- ・ 設置面積に制約なし（周囲は人家なし、未利用地多し）
- ・ 台風対策、離島電源対策
- ・ かんがい用池の周囲の有効活用

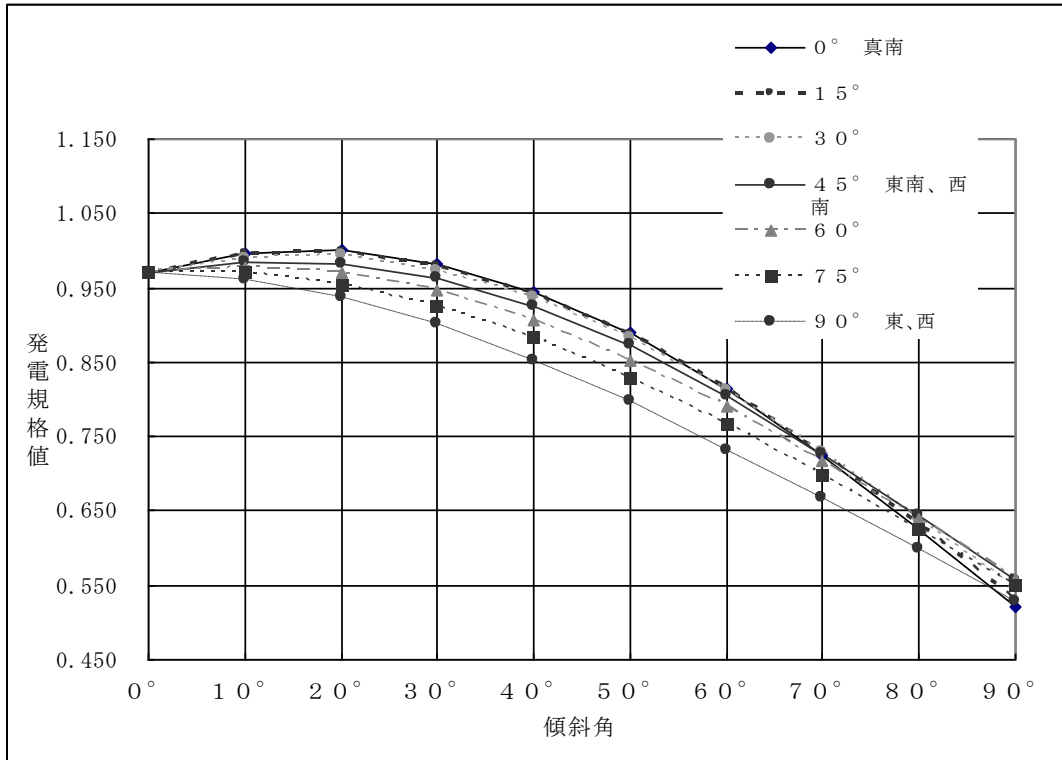
太陽電池としては；

- ・ 19年度市場に登場するアモルファス・タンデム型の採用が有望
- ・ 19年度市場に登場する化合物半導体系のうちの、C I S系太陽電池にも注目する必要あり（別紙参考資料参照）
- ・ 新型新技術の適用により大型実証プロジェクトをねらうのであれば、
 - ◆アモルファス・タンデム型 100 kW ユニットアレイ×5系列
 - ◆化合物半導体（C I S）型 100 kW ユニットアレイ×5系列
 による電源構成はどうか。
- ・ ただしこの場合は直流分割方式でシステムを組む必要がある。
- ・ 亜熱帯地域特性適合性を検証する大型実証プロジェクトとして一工夫する必要あり。

③久米島の全年平均日射量とPVパネルの最適設置角度

年間発電量 (kWh) 傾斜角、方位角
 真南で傾斜角 20 度
 =1.000

方位角 傾斜角	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
	真南			東南、西南			東、西
0°	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971
10°	0.995	0.995	0.990	0.986	0.978	0.971	0.961
20°	1.000	0.998	0.993	0.983	0.971	0.954	0.937
30°	0.983	0.981	0.973	0.964	0.947	0.925	0.901
40°	0.945	0.942	0.937	0.925	0.906	0.882	0.853
50°	0.889	0.887	0.882	0.872	0.853	0.829	0.798
60°	0.814	0.814	0.812	0.805	0.790	0.766	0.733
70°	0.725	0.728	0.730	0.728	0.718	0.699	0.667
80°	0.624	0.631	0.639	0.643	0.639	0.624	0.600
90°	0.520	0.530	0.547	0.557	0.559	0.549	0.528

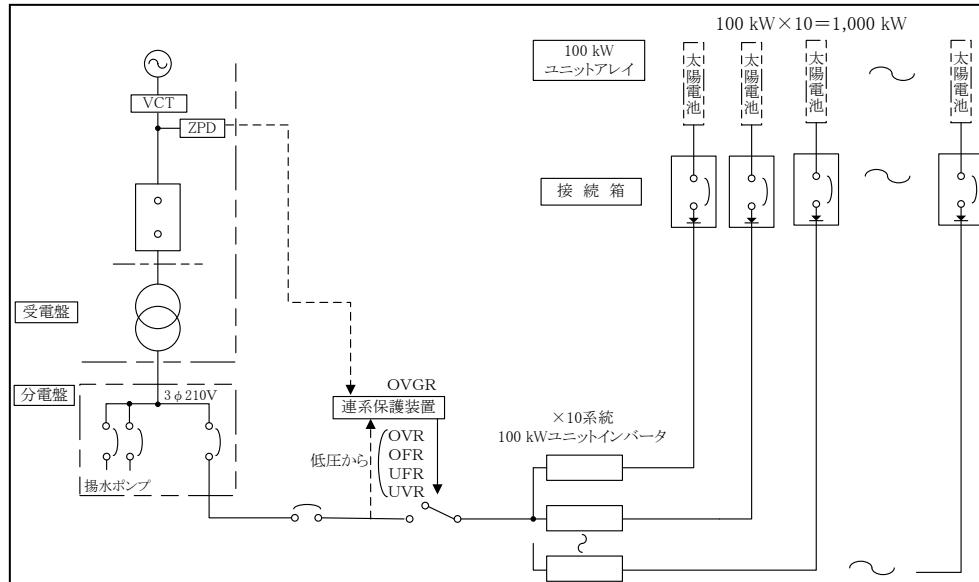


発電量と傾斜角、方位角 (久米島)

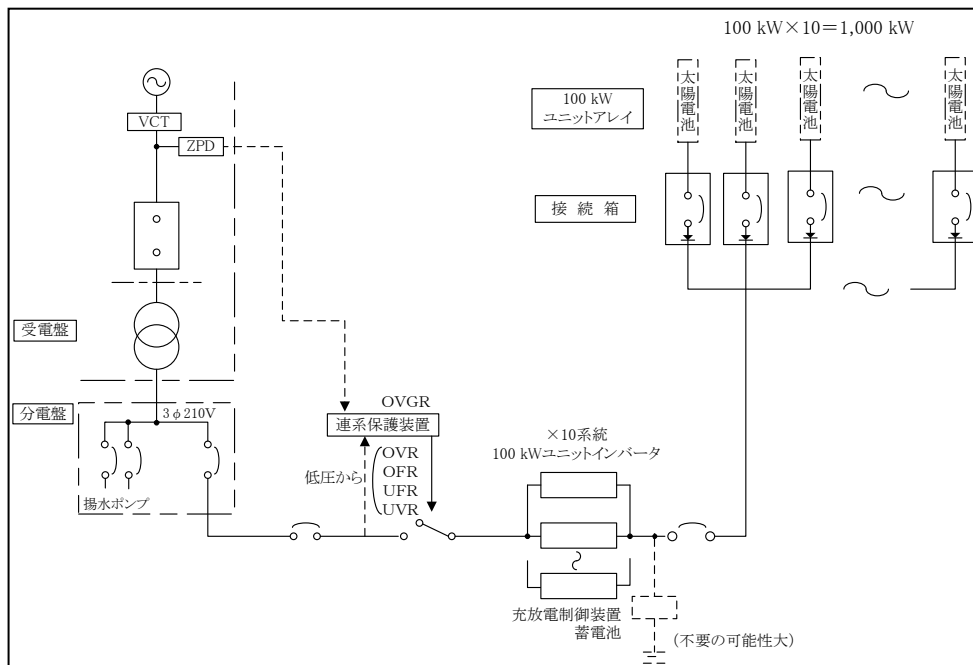
⑤メガW級太陽電池を前提にした運用システム全体像

(簡単な単線結線図)

- ・久米島では方位角 0 (真南向き) 傾斜角 20 度の場合が日積算集熱面日射量がベストになることから、カンジンダム周囲に傾斜角 20 度で 100 kW のユニットアレイ 10 系列と 100 kW の大型パワーコンディショナー 10 台を配置する。



ユニットバスを用いたシステム (直流分割方式)



ユニットバスを用いたシステム (直流共通方式)

- VCT : 電圧変流器
- ZPD : 零相電圧検出器
- OVGR : 地絡過電圧継電器
- OVR : 過電圧継電器
- OFR : 周波数上昇継電器
- UFR : 周波数低下継電器
- UVR : 不足電圧継電器

⑥年間電力収支の想定

- ・久米島での 100 kW の太陽電池からの発電期待量を計算する。
- ・方位角ゼロ、傾斜角 20 度。

	日射量 (kWh/m ² /d)	日発電量 (kWh/d)	日数 (日)	月間発電量 (kWh/月)
1月	2.64	264	31	8,184
2月	2.92	292	28	8,176
3月	3.44	344	31	10,664
4月	4.39	439	30	13,170
5月	4.36	436	31	13,516
6月	4.69	469	30	14,070
7月	5.69	569	31	17,639
8月	5.58	558	31	17,298
9月	5.36	536	30	16,080
10月	4.61	461	31	14,291
11月	3.28	328	30	9,840
12月	2.78	278	31	8,618
年間計				151,546

- ・この数値をもとに、インバータ損失 8 %、ケーブル損失 8 %、温度補正係数 5 %として設備利用率を計算すると：

$$\text{設備利用率} = 151,546 \text{ kWh} \times (1 - 0.21) \div 100 \text{ kW} \times 8,760 \text{ 時間} = \underline{13.67\%}$$
- ・因みに、7月の設備利用率は 23.7%に達する。
- ・100 kW×10 系列を用いて、月別の電力需給バランスを試算すると次のようになる。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月
発電量	81,840	81,760	106,640	131,700	135,160	140,700
需要量	7,537	7,537	7,537	22,612	52,761	90,447
過不足	74,303	74,223	99,103	109,088	82,399	50,253
	7月	8月	9月	10月	11月	12月
発電量	176,390	172,980	160,800	142,910	98,400	86,180
需要量	173,358	165,819	165,819	37,686	15,074	7,537
過不足	3,032	7,161	(-)5,019	105,224	83,326	78,643
	年間計					
発電量	1,515,460 kWh					
需要量	753,724 kWh					
過不足	761,736 kWh					

(4)新エネルギー導入の効果と導入対策

①導入の効果

- ・商用電力側としては、約 500 kW の新たな電源の確保が不要になる。
- ・500 kW の電源を年間稼働率 17.2%※という極端な低操業度で運用する事態を回避できる。この経済的メリットは大きい。

$$\text{※ } 753,724 \text{ kWh} \div 500 \text{ kW} \times 8,760 \text{ 時間} = 17.2\%$$

- ・高率補助を適用できると、発電コストは沖縄電力の夜間電力料金=9.61 円を大幅に下回ることが考えられ、電力会社の託送制度を活用して余剰電力を町の公共施設に供給できれば、地域全体としてのコスト削減効果(省マネー効果)が期待できる。

②導入対策

- ・環境省の平成 18 年度『メガワットソーラー共同利用モデル事業』が参考になる。

太陽光発電モデル事業

3 つの地域安件採択 環境省 1,000 kW 導入目指す

環境省は 11 日、合計 1 千 kW の太陽光発電システム導入を促進する「メガワットソーラー共同利用モデル事業」で地域からの提案 3 案件を採択したと発表した。自治体や民間企業など住宅以外の施設で発電システムの導入を進めるのがねらい。

地域住民の出資による共同利用や売電、環境教育への活用も図る。補助内定総額は 3 億 8 千万円。

採択されたのは、地元企業で構成される有限責任事業組合(LLP)や有限会社 3 社。長野県佐久市、飯田市周辺、高知県香南市周辺でそれぞれ発電システムの導入を行う。各案件とも 06~08 年度の 3 ヶ月で出力合計 1 千 kW の設置を目指す。

環境省からの補助は 1 kW あたり上限 40 万円。同省は、住宅用と比べ導入が進まない業務用での太陽光の設置拡大を図る。

佐久市の製造業 6 社が組織した LLP は、自治体や地元企業の施設に発電システムを分散設置。

施設所有者の自家消費分に供給したり、電力会社への売電を行う。環境教育のほか、クリーンエネルギーの観点を踏まえたものづくりに活用する。

飯田市周辺で事業を行う有限会社は長野県南信州地域で銀行の支店やガソリンスタンド、保育園・幼稚園など太陽光の未普及施設に導入。市民出資による共同利用発電所として、設置施設に発電電力を供給する。高知県の LLP でも公共・民間施設に設置して自家消費や売電を行うとともに、地元企業や住民への共同利用事業を実施する。

(出典：電気新聞 平成 18 年 9 月 12 日)

- ・ もう一つは、NEDOの委託研究事業『大規模電力供給用太陽光発電系統連系安定化実証研究』が参考になる。
- ・ 久米島としては『離島型』を全面に出し、「わが国最初の例」を訴えることが肝要。

大規模太陽光発電 2 千 kW 施設構築へ N T T - F 山梨・北杜市 N E D O から受託

N T T ファシリティーズと山梨県北杜市は 2 日、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (N E D O) の委託研究事業である「大規模電力供給用太陽光発電系統安定化等実証研究」を受託したと発表した。北杜市で合計 2 千 kW の大規模太陽光発電システムを構築し、太陽光モジュールの総合評価や実証研究、電力系統へ安定的に供給できる大容量パワーコンディショナーの開発を目指す。研究開発期間は 06～10 年度までの 5 年間。

同事業は、研究データを基に、大規模太陽光発電システムのコスト低減と導入促進を図り、温室効果ガスとされる二酸化炭素 (C O₂) の削減に貢献するのが狙い。北海道電力も、稚内市での太陽光発電事業が N E D O に採択されており、北杜市での事業と共同で実証研究が行われる見込み。

北杜市に設置されるシステムでは、従来の結晶系モジュールのほか、化合物半導体太陽電池、集光型システムなどの新たなモジュールを採用。日照量の多い同市で、メガワット級の太陽電池による系統への安定供給を実証する。

事業終了後は、システムを継続運用し電力会社へ売電。N T T ファシリティーズと北杜市は、発電所を観光地や環境教育拠点として活用し、レクリエーションパーク、エコエネルギーパークに転用したい考えだ。

(出典：電気新聞 平成 18 年 10 月 3 日)