

2.2.5 200kW、2,000kW 級 発電／蓄電／充電システムの検討結果

1) 太陽電池パネルの設置、電気工事関連調査

(1) 電力会社からの受電および系統連系に関する調査

通常の施設における受配電方式は、その施設の規模や種類によって受電する電圧は異なるものの、1回線あるいは2回線で電力会社より受電し、施設内の機器類の使用場所や目的に合わせて配電されるのが一般的である。

諫早湾干拓地における受配電、およびその他電気設備の設置においても、対象が広大な面積を持つ干拓地である為、各共通施設や、各区画の契約者毎に電力会社との契約を結び、使用目的に合わせた電気設備を各所毎に設置するのが一般的と考える。

しかし、新エネルギー・省エネルギーを導入した近代的な「循環型次世代農業」を目指す干拓地であり、需要場所の電力の補助を目的とした太陽光発電設備を有し、その得られた電力によって充電する共通共用の電動農機具を導入するなど、広大な敷地面積と相まって、大きな可能性と共に様々な問題・課題が予想される。

この事から実際に電力を供給する九州電力に協力頂き、現実に近い形のシミュレーションをしながら、「電力供給規定」をふまえた電力会社としての見解を取材し、干拓地全体、又は電力需要場所毎に、受電・系統連系に関する色々な可能性について考察した。
(図－1)

I 干拓地全体を1電力需要者と仮定した場合

- 電力供給については可能（但し下記条件付）
- 電力供給数は1受電
- 受電電圧は22kV（特別高圧）
- 受電場所（責任分解点）は干拓地入り口付近
- 契約者は事業者
- 太陽光発電による系統連系は可能（但し電力品質について電力会社との協議が必要）
- 契約内容には既設設備（取水・排水設備）が含まれる
- 太陽光パネル設置位置は任意
- 充電ステーションの設置位置は任意

考察

電力会社の規定により同一敷地内での複数受電はできない為、既設設備の現在の1次側配線（電力会社所掌）は撤去し、新設変電所からの送電となる。又責任分解点が入り口付近となることから、この付近に受変電施設の建設が望ましい。又、構内配線用の電柱、配電線路は需要者側（事業者）の所掌範囲となる。

Ⅱ 電力需要場所毎に受電する場合

<集出荷貯蔵施設>

- 電力供給については可能（但し下記条件付）
- 電力供給数は1受電
- 受電電圧は6kV（高圧）
- 受電場所（責任分解点）は東側道路付近の任意の位置
- 契約者は電力需要者
- 太陽光発電による系統連系は可能（但し電力品質について電力会社との協議が必要）
- 太陽光パネルの設置位置は任意

考察

通常の受配電、系統連系が可能であると考えられる。

<ビニルハウス施設>

- 電力供給については可能（但し下記条件付）
- 電力供給数は4受電（公道で分割された4箇所それぞれにそれぞれ電力が必要な場合）
- 受電電圧は6kV（高圧）（50kW超）および100-200V（低圧）
- 受電場所（責任分解点）は公道付近の任意の位置
- 契約者は電力需要者
- 太陽光発電による系統連系は可能（但し電力品質について電力会社との協議が必要）
- 太陽光パネルの設置位置は任意（但し、低圧受電で当該敷地外への設置の場合は「自家用電気工作物」の届出が必要）

考察

電力の需要場所が公道と用水路により4箇所に分断されている為、各箇所で電力を使用する場合は、規定により使用場所毎に受電設備が必要である。

<施設園芸設備>

- 電力供給については可能（但し下記条件付）
- 電力供給数は1受電
- 受電電圧は6kV（高圧）
- 受電場所（責任分解点）は公道付近の任意の位置
- 契約者は電力需要者
- 太陽光発電による系統連系は可能（但し電力品質について電力会社との協議が必要）
- 太陽光パネルの設置位置は任意

考察

通常の受配電、系統連系が可能であると考えられる。

<露地野菜施設>

- 電力供給については可能（但し下記条件付）
- 電力供給数は2受電（公道で分割された2箇所それぞれにそれぞれ電力が必要な場合）
- 受電電圧は6kV（高圧）（50kW超）および100-200V（低圧）
- 受電場所（責任分解点）は公道付近の任意の位置
- 契約者は電力需要者
- 太陽光発電による系統連系は可能
- 太陽光パネルの設置位置は任意（但し、低圧受電で当該敷地外への設置の場合は「自家用電気工作物」の届出が必要）

考察

<ビニルハウス施設>と同様に公道により2つに分断されている。

<充電ステーション>

- 電力供給については可能（但し下記条件付）
- 電力供給数は設置場所毎
- 受電電圧は100-200V（低圧）
- 受電場所（責任分解点）は公道付近の任意の各位置
- 契約者は事業者
- 太陽光発電による系統連系は可能（但し電力品質について電力会社との協議が必要）
- 太陽光パネルの設置位置は敷地内のみ任意（当該敷地外への設置の場合は「自家用電気工作物」の届出が必要）

考察

充電ステーションのみに必要な電力を任意の場所で一括受電し、各ステーションに配電するという方法が考えられるが、「1構内、1建物につき1受電」という大原則があるため、ステーション毎の受電が必要である。設備容量から充電ステーションは低圧受電となる

<既設設備（排水機場・ポンプ場）>

- 現状のまま（太陽光発電による電力の補助は行わない）
- ・電力品質について

全項目に共通する系統連系の場合の「電力品質」については、力率・周波数・電圧の変動や高調波の抑制等、他地域の電力需要者に影響が及ばないように、電力会社と綿密に協議し、保護装置を設置するなどの対策を講じなければならない。

尚、この協議に要する期間は1条件につき3ヶ月程度必要（電力会社見解）となる為、協議期間を考慮した計画が必要である。

- ・売電できない契約について

低圧受電において農業用電力および公衆街路灯にて契約した場合は、系統連系ができ

ない為、契約時は注意が必要。

以上の結果より次項では受電・配電・発電・蓄電・充電の組み合わせを「一括受電」と「個別受電（連系・独立）」更に設備容量を 200kW, 2,000kW 級発電設備を考慮した 5 パターンに分類して、ケーススタディの形で検証する。

参 考

[電気工作物]

「電気事業法」において電気工作物とは、発電、変電、送・配電又は電気使用のために設置する機械、器具、ダム、水路、貯水池、電線路その他の工作物である。と定義されており、一般的に「一般電気工作物」「自家用電気工作物」に分類される。

（自家用電気工作物は事業用電気工作物に含まれるが事業用電気工作物は電力会社などの工作物である為、自家用電気工作物のみ抽出し、事業用電気工作物は割愛する）

「一般電気工作物」とは他の者から 600V 以下の電圧で受電し、その同一構内でその受電に係る電気を使用するための電気工作物であって、その受電と別系統で構内以外の電気工作物と接続されていないものである。

（同一構内に設置される 20kW 未満の太陽光発電設備（小電力発電設備）を含む）

「自家用電気工作物」とは「一般電気工作物」および電気事業（電力会社等）の用に供する電気工作物以外の電気工作物であり、具体的には

- ・電力会社から高圧および特別高圧で受電するもの。
- ・小電力発電設備以外の発電設備を有するもの。
- ・構外にわたる電線路を有するもの。

と定義されている。

つまり、高圧以上の受電や小電力以外の発電機を有すれば「自家用電気工作物」となるが、低圧受電や 20kW 未満の太陽光単独運転であっても、構外に設置した太陽光パネルを接続する場合は、[構外にわたる電線路を有する]ことになるため、「自家用電気工作物」に位置づけられる可能性がある。この事に十分留意して太陽光パネルの配置計画検討を行う必要がある。

「自家用電気工作物」設置者は経済産業省令で定める技術基準に適合するように維持すると共に、保安規定の制定や提出、主任技術者の選任、届出という義務が課せられる。

[需要場所]

電力会社が定めた引き込みに関する基準でも、細かい制約が有り、需要場所の形態によっては電力会社が定める [需要場所] に該当せず、＜ビニルハウス施設＞＜露地野菜施設＞のように公道や用水路に跨った需要場所の場合、同一需要者で複数の契約が必要

となるケースも発生する為、施設の配置計画についてもこの事に十分留意して計画する必要がある。(以下に九州電力の供給条件を示す)

***** 「特定規模需要標準供給条件（九州電力）」より抜粋 *****

第2章 第8項 需要場所

(1) 当社は、1 構内または1 建物を1 需要場所といたします。ただし、集合住宅等の1 建物内において、共用部分その他建物の使用上独立している部分がある場合はその部分を1 需要場所とすることがあります。

なお、この場合において、構内とは、さく、へいその他の客観的なしや断物によって明確に区画された区域をいいます。また、建物とは、独立した建物をいいます。

(2) 隣接する複数の(1)に定める構内の場合で、それぞれの構内において営む事業の相互の関連性が高いときは、1 需要場所は、(1)にかかわらず、その隣接する複数の構内とすることがあります。

(3) 道路その他公共の用に供せられる土地((1)に定める構内または(2)に該当するものを除きます。)において街路灯等が設置されている場合は、その設置されている場所を1 需要場所といたします。

※該当例(1): マンション、アパート

(2): 商業施設、ショッピングモール

(3): 公道上の道路照明、自動販売機

(2) 諫早湾干拓地での受電および系統連系のケーススタディ

調査によって得られた情報を元に下記の5パターンに分類し当該干拓地の規模や使用状況を考慮しながら、各パターンの太陽光パネルの設置位置や規模、メリット・デメリットについて検証した。(表-1)

I 全需要場所一括受電方式 (2,000kW 級連系) (図-2、7)

当干拓地に必要な既設設備を含めたすべての電力を一括して受電(特別高圧)し、太陽光パネルにより発電した電力と電力会社との系統連系を行い変電所より各需要場所へ配電する。

太陽電池パネルは需要場所内設置。

II 各需要場所個別受電 (2,000kW 級連系) (図-3、7)

各需要場所において必要な電力を電力会社より個別に受電し、必要数の太陽光パネルにより発電した電力を受電盤で接続し、各需要場所で系統連系を行う。

太陽電池パネルは需要場所外設置。

III 各需要場所個別受電 (200kW 級連系) (図-4、8)

受電方法はIIと同様。

太陽光パネルは需要場所内設置。

IV 太陽光発電 (2,000kW 級級単独) (図-5、9)

各需要場所において必要な電力すべてを太陽電池パネルによってのみ供給する。

又、日没後の電力使用にそなえて蓄電池設備を設置する。

太陽光パネルは需要場所外設置。

V 太陽光発電 (200kW 級単独) (図-6、10)

IVと同様。

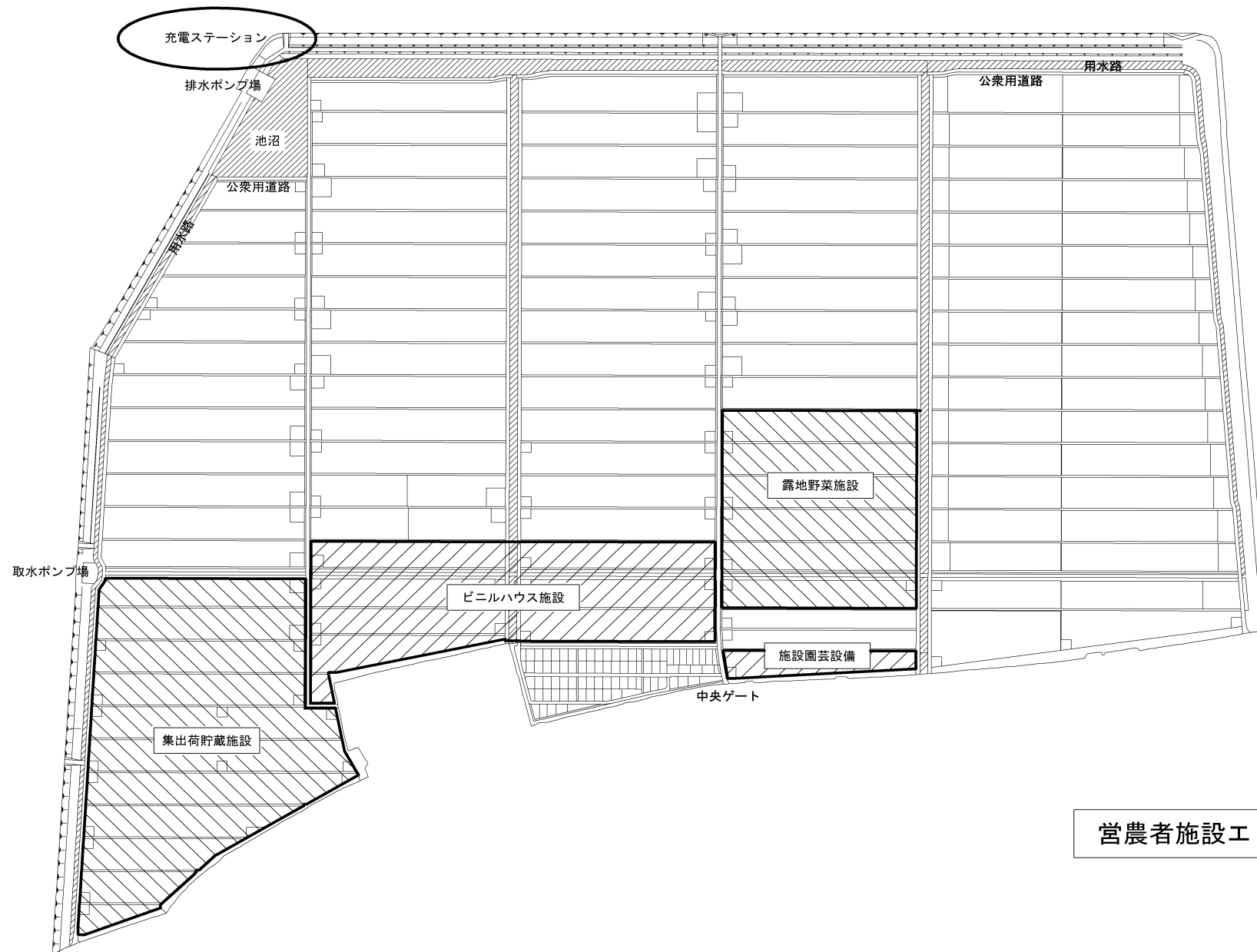
太陽光パネルは需要場所内設置。

諫早湾干拓地での受電および系統連系のケーススタディ

表－1

受電	方式	I 全需要場所一括受電	II 各需要場所個別受電	III 各需要場所個別受電	IV 太陽光発電	V 太陽光発電
	系統連系	2,000kW（連系）	2,000kW（連系）	200kW（連系）	2,000kW（単独）	200kW（単独）
契 約		特別高圧	高圧、低圧	高圧、低圧	－	－
契約者		事業者	需要者	需要者	－	－
負荷容量		2,024 + 600 = 2,624kW	2,024kW	221kW	2,024kW	221kW
配電	受電側	電力会社→変電所→各需要場所	電力会社→需要場所	電力会社→需要場所	－	－
	発電側	太陽光パネル→変電所	太陽光パネル→需要場所	太陽光パネル→需要場所	太陽光パネル→需要場所	太陽光パネル→需要場所
太陽光 パネル	設置ユニット数	210	210	26	210	26
	設置場所	需要場所（内）	需要場所（外）	需要場所（内）	需要場所（外）	需要場所（内）
メリット		・電源の管理が容易 ・電源品質の調整が容易 ・他地域への悪影響（電源品質）が少ない ・需要者への配電が1系統 ・設備の増設が容易 ・電気料金が一括支払い	・事業者による各需要者への電気料金徴収は不要 ・送電線のケーブルが短い ・既設設備の電力契約は現状維持できる	・事業者による各需要者への電気料金徴収は不要 ・機器類の隣接設置によりメンテナンスが容易 ・発電側ケーブルが短い ・既設設備の電力契約は現状維持できる	・電力会社からの引込み設備が不要 ・電力使用料が発生しない ・地域の停電の影響が無い ・昼間充電した電力を夜間使用できる ・既設設備の電力契約は現状維持できる	・発電側ケーブルが短い ・機器類の隣接設置によりメンテナンスが容易 ・電力会社からの引込み設備が不要 ・電力使用料が発生しない ・地域の停電の影響が無い ・昼間充電した電力を夜間使用できる ・既設設備の電力契約は現状維持できる
デメリット		・建設コストが高価 ・契約電力料金が高価 ・設備メンテナンス費、料金徴収システムが必要 ・送電線のケーブルが長い ・送電線のケーブル径が大きい ・既設設備の電力を含める為の改修費が必要 ・受電部の事故・異常が既設設備にまで影響する ・電力事業として成り立つか疑問	・太陽光パネルが需要場所に収まらない ・発電側ケーブルが長い ・発電側ケーブル径が大きい ・全体の電源品質の調整が困難 ・場所によっては1需要者が複数の電気契約	・機器類の設置スペースにより敷地面積が減る ・機器増設が困難 ・場所によっては1需要者が複数の電気契約	・建設コストが高価 ・各設備容量に合わせた蓄電池設備が必要 ・蓄電池設備費が高価 ・維持費がかかる ・トラブルによる停電時には電力会社からの供給は受ける事ができない ・設備増設が困難	・機器類の設置スペースにより敷地面積が減る ・機器増設が困難 ・各設備容量に合わせた蓄電池設備が必要 ・蓄電池設備費が高価 ・維持費がかかる ・トラブルによる停電時には電力会社からの供給は受ける事ができない ・設備増設が困難
受配電イメージ						
建設コスト順位		2	3	2'	1	1'
形 態		電力事業	－	－	－	－
太陽光発電設備機器配置図 システム構成図		図－2 図－7	図－3 図－7	図－4 図－8	図－5 図－9	図－6 図－10

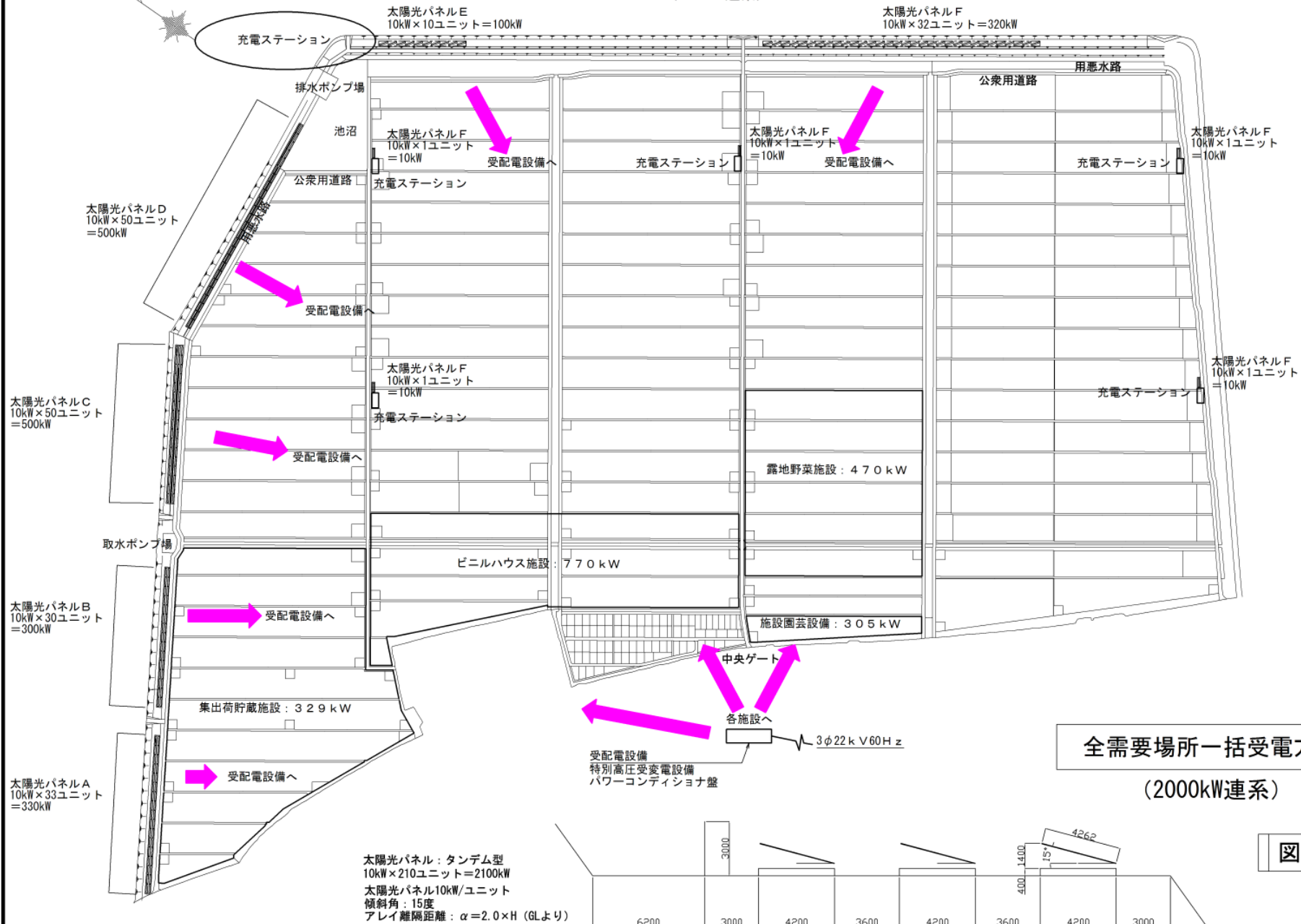
営農者施設エリア配置図



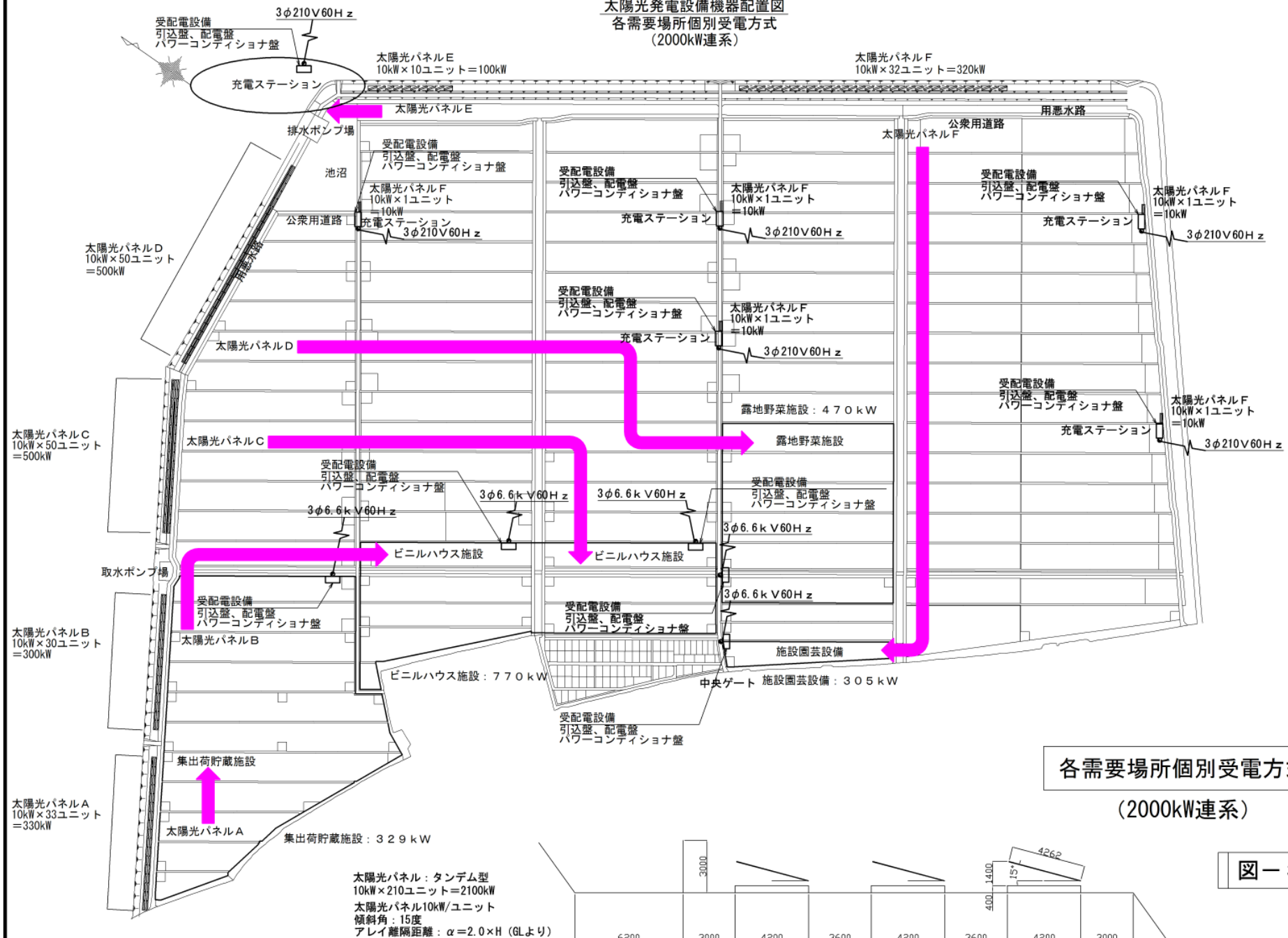
営農者施設エリア配置図

図－１

太陽光発電設備機器配置図
全需要場所一括受電方式
(2000kW連系)



太陽光発電設備機器配置図
各需要場所個別受電方式
(2000kW連系)



各需要場所個別受電方式
(2000kW連系)

图-3

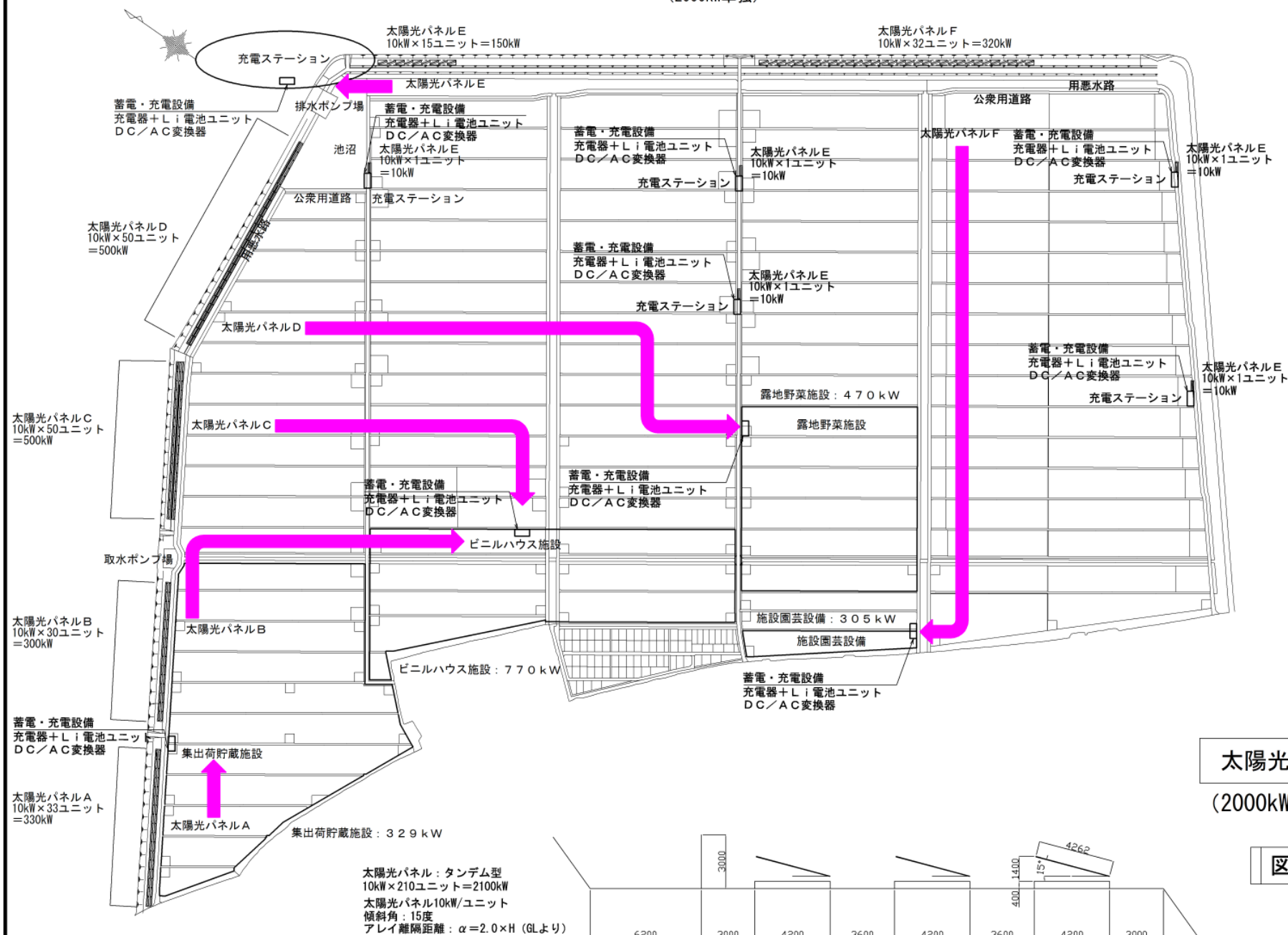
各需要場所個別受電方式
(200kW連系)

太陽光パネル：タンデム型
10kW×26ユニット=260kW
太陽光パネル10kW/ユニット
傾斜角：15度
アレイ離隔距離： $\alpha=2.0 \times H$ (GLより)

図一

图-4

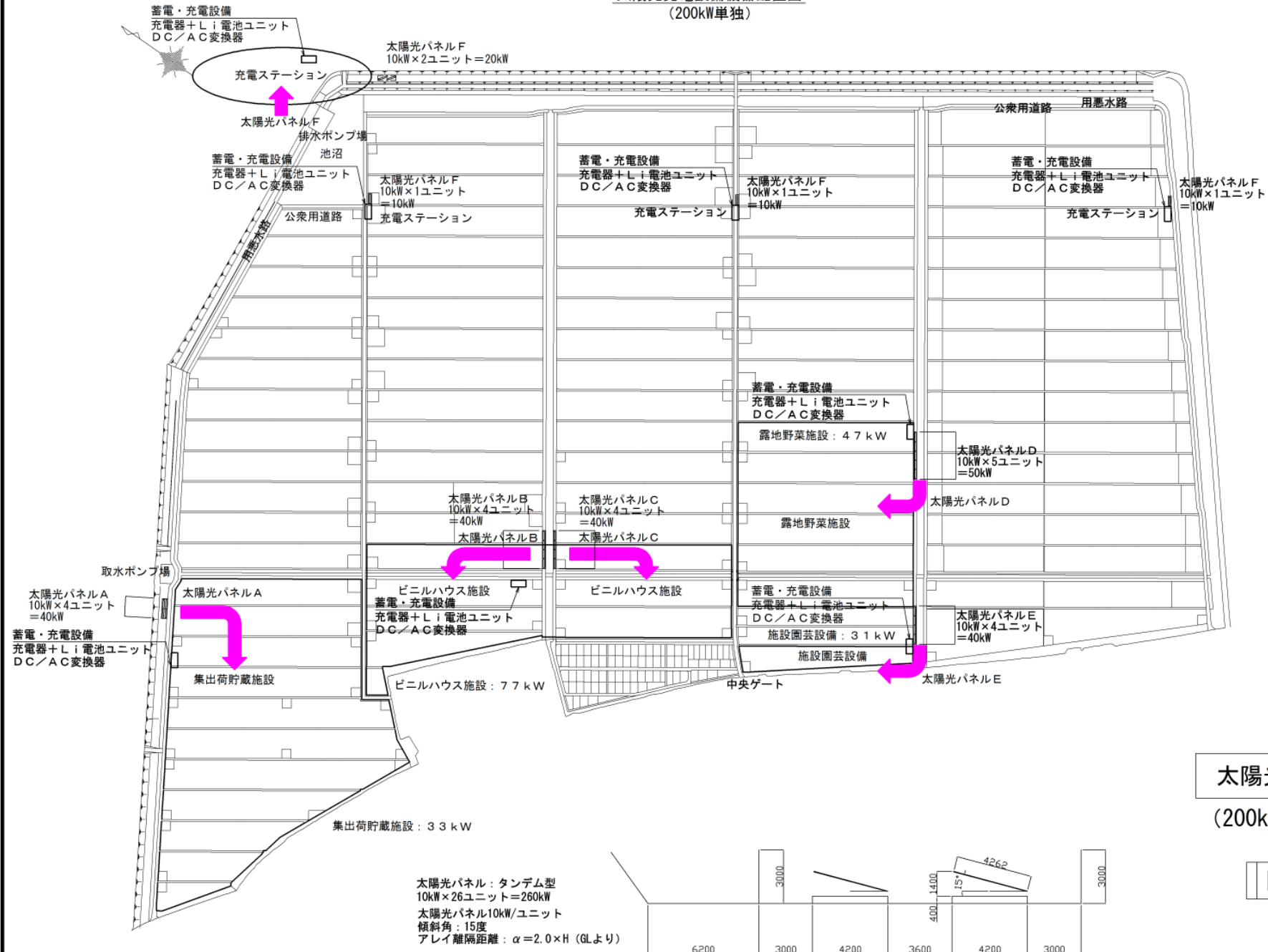
太陽光発電設備機器配置図
(2000kW単独)

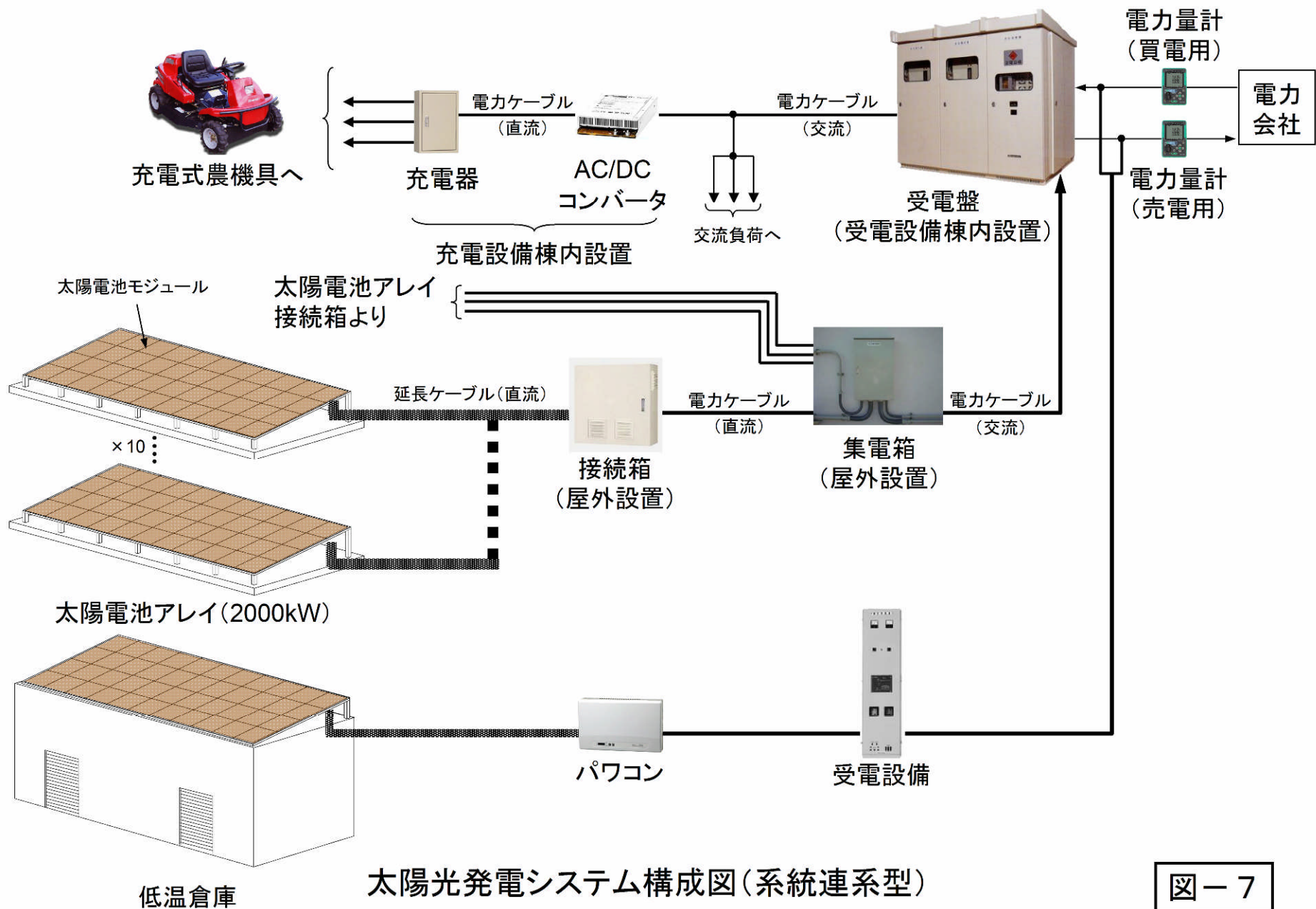


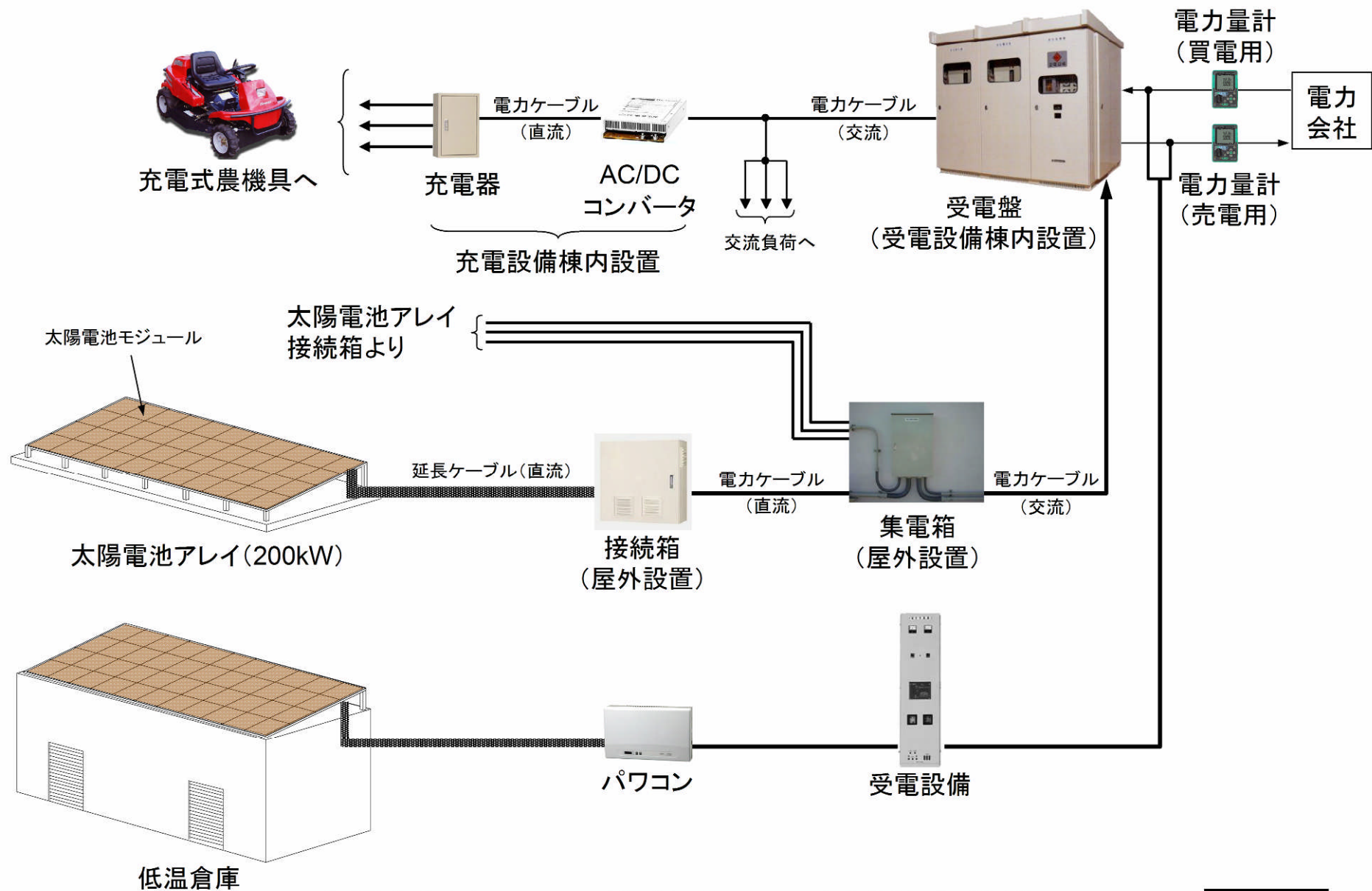
太阳光发电
(2000kW单独)

图-5

太陽光発電設備機器配置図
(200kW単独)

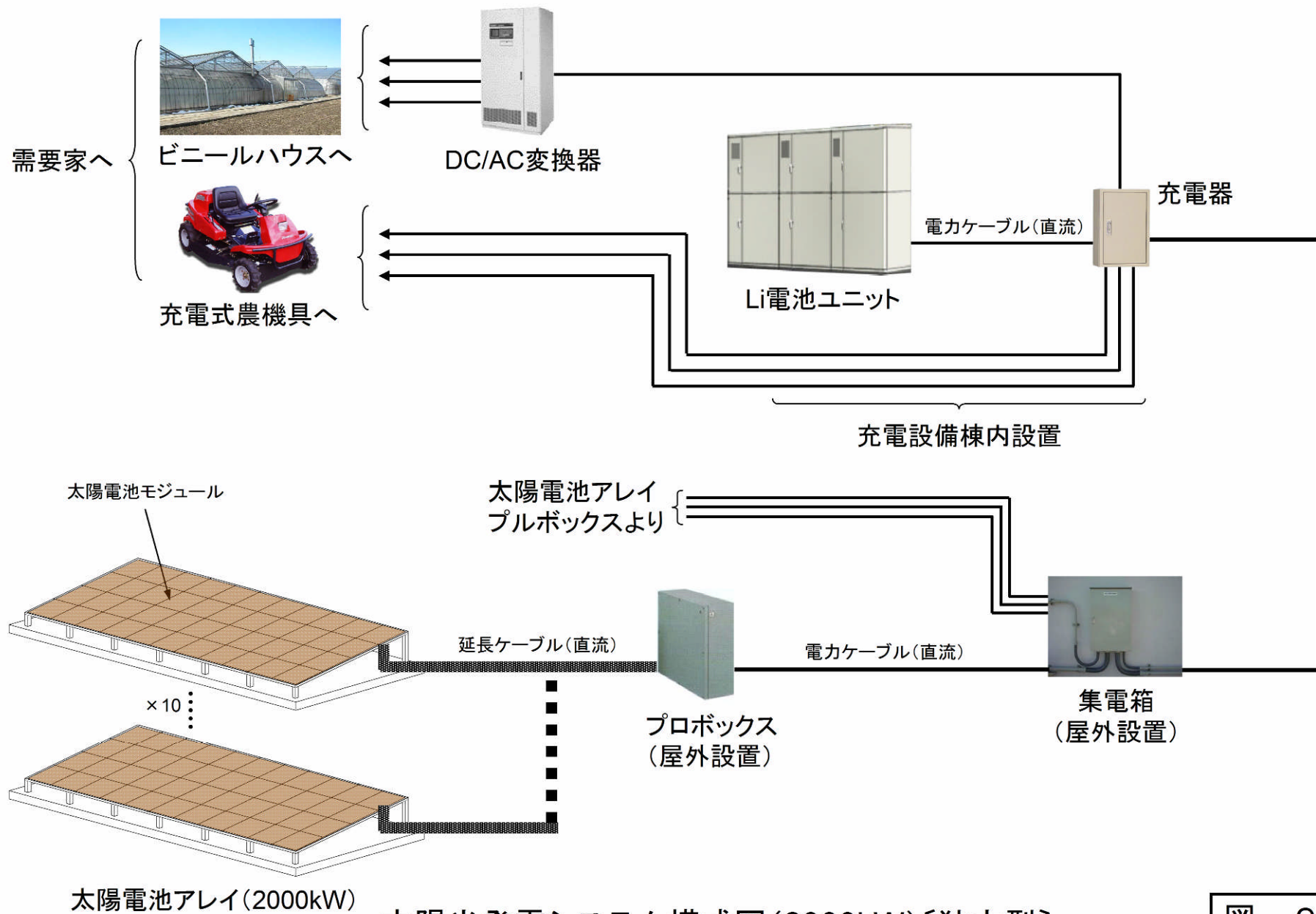






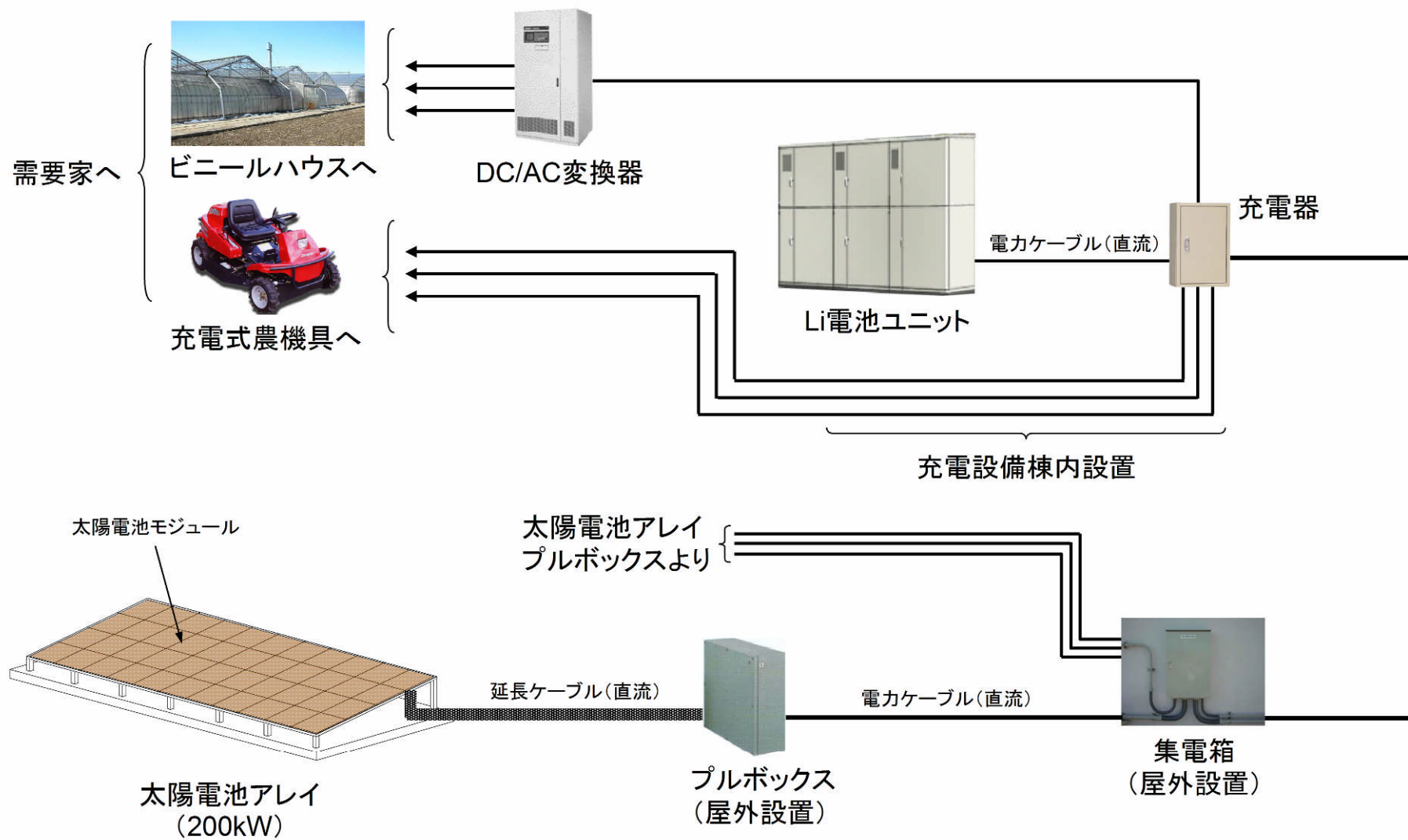
太陽光発電システム構成図(200kW)〔系統連系型〕

図－ 8



太陽光発電システム構成図(2000kW)〔独立型〕

図－ 9



太陽光発電システム構成図(200kW)〔独立型〕

図-10

(3) ケーススタディから導き出される実現性および問題点

I 全需要場所一括受電方式 (2,000kW 級連系)。

・問題点, 課題

広大な干拓地に一括で供給する為、その大きさによる莫大な建設コストがかかる。
又、既設設備を含む全体の電気使用料を管理しなければならない為、専属の管理者が必要であり、施設の保全（年次点検等）や各電力需要者への電力料金の請求業務などの監視・管理システムの構築が必要となる。

配電は1対nを形成することから配電線路が長くなる。その為ケーブルの延長が長くなることで発生する電圧降下の対策が更に必要である。

既設設備についても同じ電力で賄うことになるため、出力2,000kW級の太陽光発電では結果的に電力会社への売電は考えられない。

II 各需要場所個別受電 (2,000kW 級連系)

・問題点, 課題

＜ビニルハウス施設＞＜露地野菜施設＞のように公道や用水路を跨ぐ敷地については「特定規模需要標準供給条件（九州電力）」において需要範囲を1需要場所と認められず、1需要者が複数の契約をしなければならない。

これは電気主任技術者の選任が複数になることを意味し、1受電に比べ最大4倍の設備費、労務費が必要になる。

又、通常一般電気工作物である低圧受電方式（充電ステーション）でも敷地外に太陽光パネルを設置すると、構外に渡る電線路を有する形となる為「電気事業法」により自家用電気工作物となり、関係省庁への届出、主任技術者の選任、定期点検の実施等、契約者の負担が増すことになる。

道路を取り壊し、区画を1つの形にするか、あるいは柵、塀で道路を遮断するなどの対策を講じる必要がある。

III 各需要場所個別受電 (200kW 級連系)

・問題点, 課題

太陽光パネルの設置台数が少ない為、すべてを電力需要場所内へ設置することでケーブル長を短くできるが、その分敷地の一角を占有することになり、農地の面積が削られる可能性がある。

太陽光パネルによる発電容量が低い為、賄える電力量は限界が低い。

又、充電ステーションを他の電力需要場所内に設置する場合は、塀や柵などで区画を分割し、同一敷地とならない様に対策を講じる必要がある。

IV 太陽光発電（2,000kW 級単独）。

- ・問題点，課題

太陽光パネルによって発電した電力を蓄電するための蓄電池の数が膨大であり、莫大な建設コストがかかる。

発電量は気象に左右されやすく安定供給という意味では疑問が残る上、その性質上日没からの発電は不可能である為、各需要場所で蓄電設備が必要となる。

自給自足の電力である為、万が一の電源トラブルで停電が発生した場合でも、電力会社からの電力供給はできない。その為、トラブルに即座に対応できる監視体制・保守体制を特に強化する必要がある。

又、蓄電池は消耗部品である為、定期的に更新する必要がある。故に高額な維持費が発生する。

V 太陽光発電（200kW 級単独）

- ・問題点，課題

IVに加えてⅢと同様に、太陽光パネルの設置台数が少ない為、すべてを電力需要場所内へ設置することで、敷地の一角を占有することになり農地の面積が削られる可能性がある。

(4) 実現に向けての工事関連の検討

a) 設備負荷の想定

長崎県農政課より入手した資料に基づき下表の様に想定し、太陽光パネルユニットのレイアウトを検討する為に必要なユニット数を設備負荷容量から算出した。

ユニット 施設名	2,000kW 級計画	太陽電池 ユニット	200kW 級計画	太陽電池 ユニット
ビニルハウス施設	約 770kW	80	約 77kW	8
露地野菜施設	約 470kW	50	約 47kW	5
施設園芸設備	約 305kW	32	約 31kW	4
集出荷貯蔵設備	約 329kW	33	約 33kW	4
充電ステーション (最大値)	約 150kW	15	約 33kW	5
計	約 2,024kW	210	約 221kW	26
※既設設備	約 600kW	—	—	—

太陽電池パネル：タンデム型モジュール 10kW/ユニット

長崎県農政課より入手 2008 年 3 月

b) システム構成

受電・系統連系のケーススタディで分類した 5 パターンに対するシステム構成図
(図－7～10)

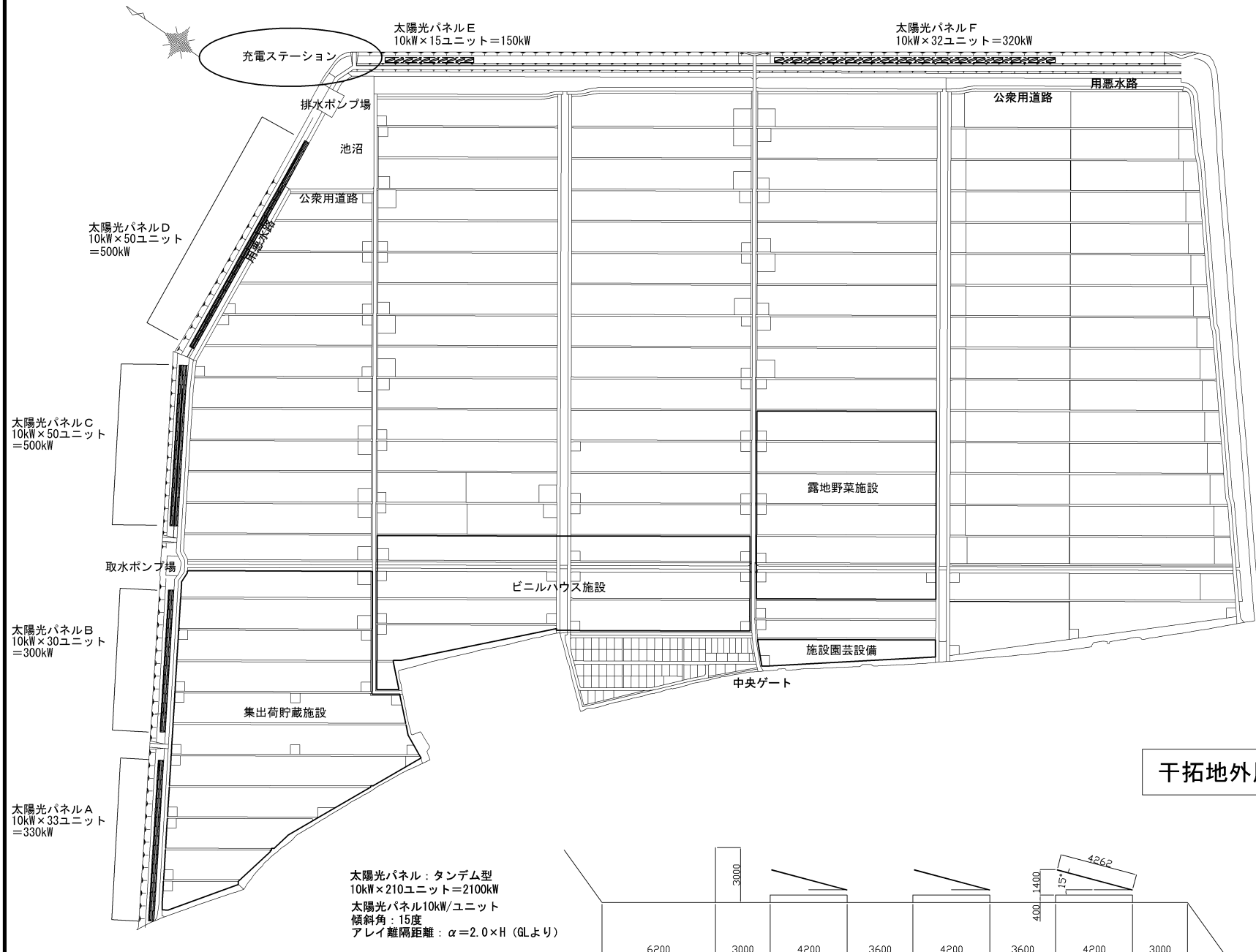
c) レイアウト

設備負荷容量から算出した太陽電池パネルユニットのレイアウト案 (2,000kW 級)

(案 1) 干拓地外周部設置案 (図－11)

(案 2) 当該区画に隣接する用水路沿い設置案 (図－12)

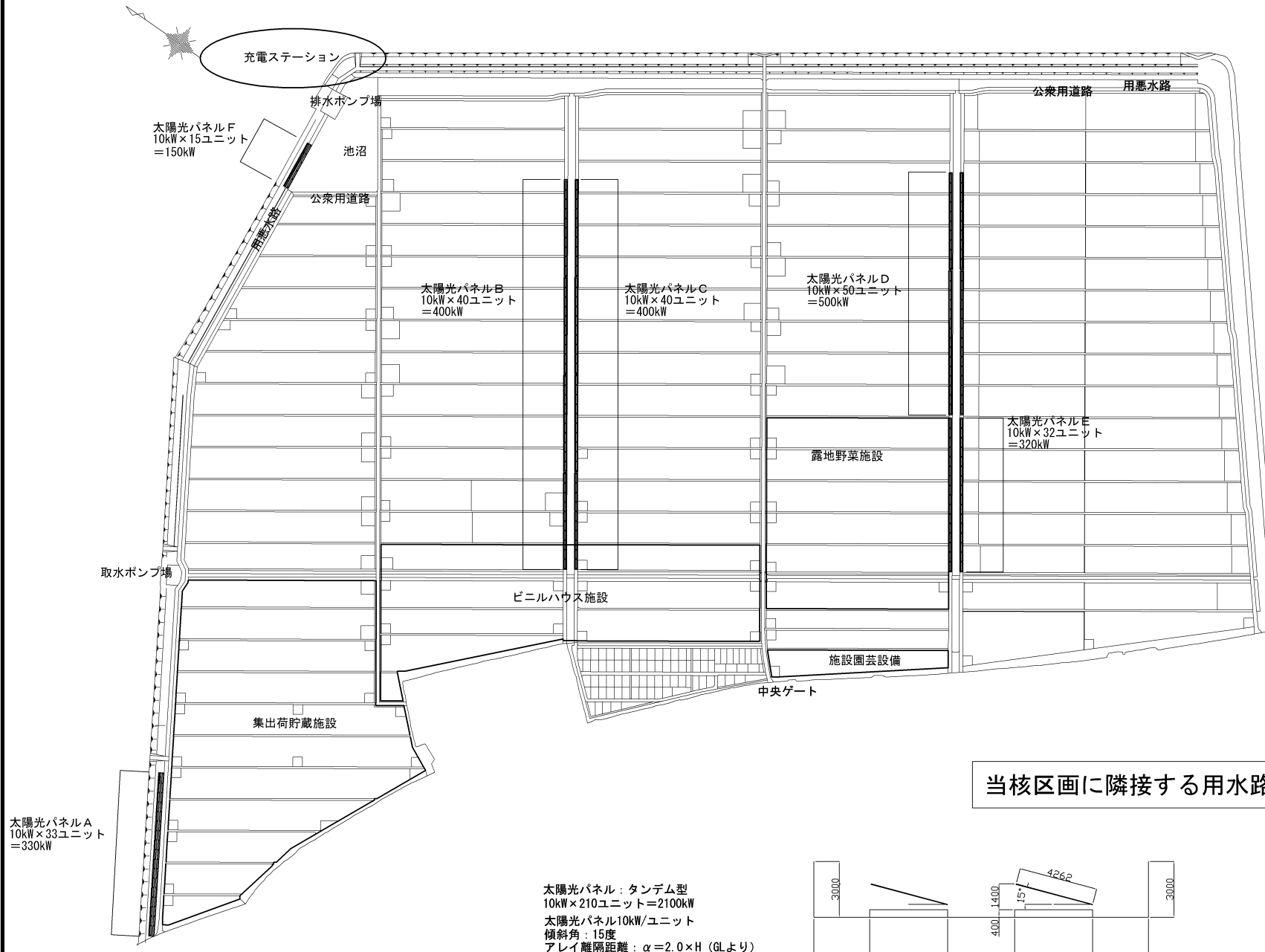
干拓地外周部設置案



干拓地外周部設置案

図-11

当核区画に隣接する用水路沿い設置案



d) 太陽電池パネルの設置場所及び架台の検討

(a) 太陽電池パネルの設置位置

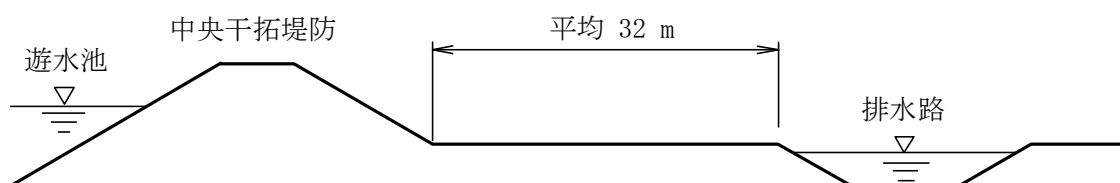
(a) - 1 中央干拓堤防と排水路の間

諫早湾中央干拓地の太陽電池パネル設置位置は農地、水路、道路を除くと、中央干拓堤防と排水路との間の延長約 5.9 km の平地が選定される。

太陽電池パネル設置面積

- ・ 10 kW : $7 \text{ m} \times 32 \text{ m} = 224 \text{ m}^2$
- ・ 200 kW : $224 \text{ m}^2 \times 20 = 4,480 \text{ m}^2$
- ・ 2,000 kW : $4,480 \text{ m}^2 \times 10 = 44,800 \text{ m}^2$

中央干拓堤防と排水路との間の幅は道路等を除き約 32m であり面積は $5,900 \text{ m} \times 32 \text{ m} = 188,800 \text{ m}^2$ であり、太陽電池パネルの向きを考慮しても設置できる広さである。



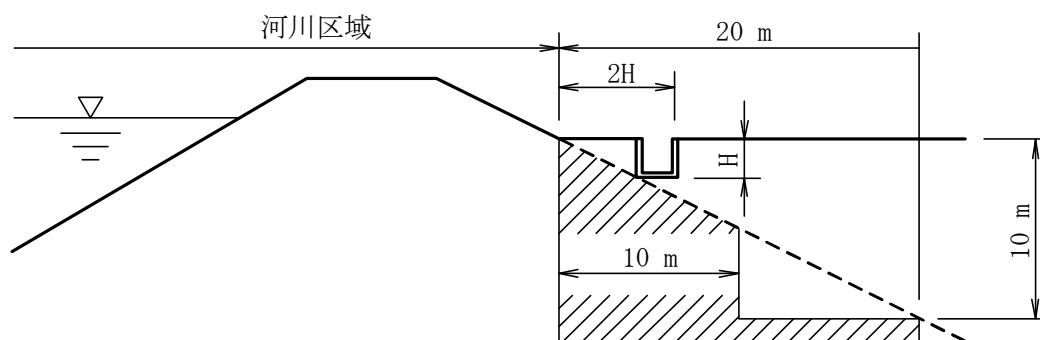
(a) - 2 堤防上に設置する場合

河川堤防上に工作物を設置する場合、工作物設置許可基準により許可を受けなければならない。

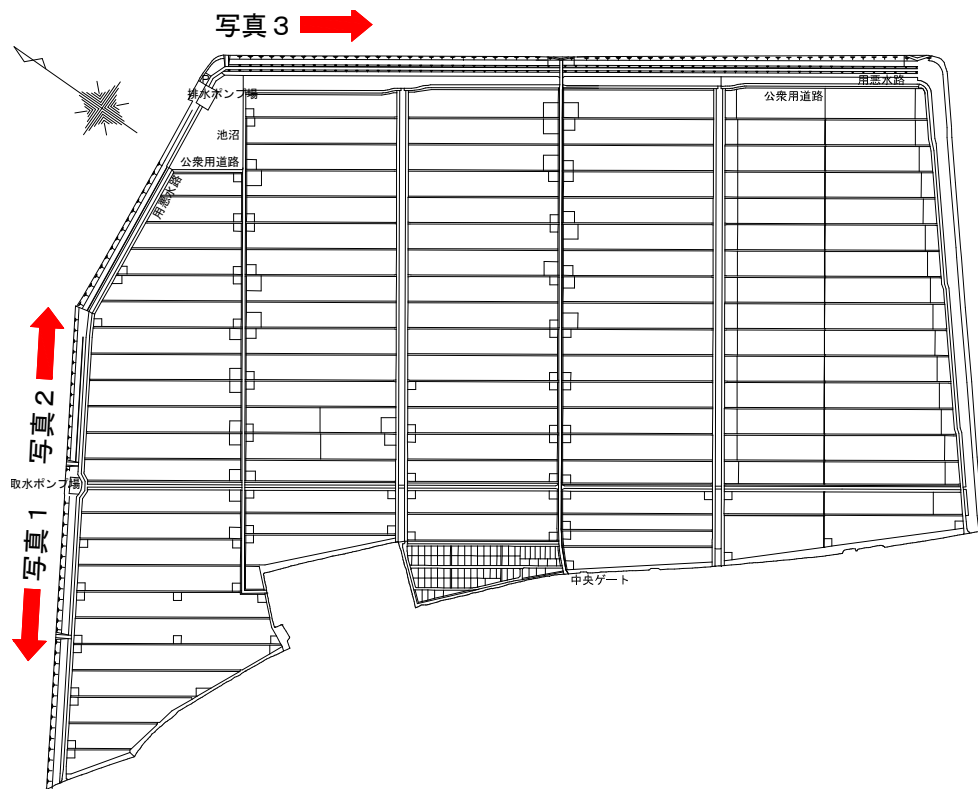
工作物の設置の許可を行うにあたっては、本基準の他に構造に関しては「河川管理施設構造令」に、土木工学上の安定計算等の設計基準的な内容については「河川砂防技術基準(案)」に基づき、総合的に河川管理上の判断を行う必要がある。

「解説・工作物設置許可基準」河川管理技術研究会編(財)国土開発技術研究センター発行によると堤防斜面を含む堤防上への縦断占用はできない。

堤防の斜面下部の平場の河川区域外へ設置する場合は下図の斜線部へ構造物が入らなければ設置できる。



上記判断基準から判断すると太陽電池パネルの設置は掘削深も深くなく、たとえ杭基礎とした場合でも河川区域外の堤防と排水路との間には十分設置できるものと考えられる。



太陽電池パネル設置予定地写真位置図



写真 1



写真 2

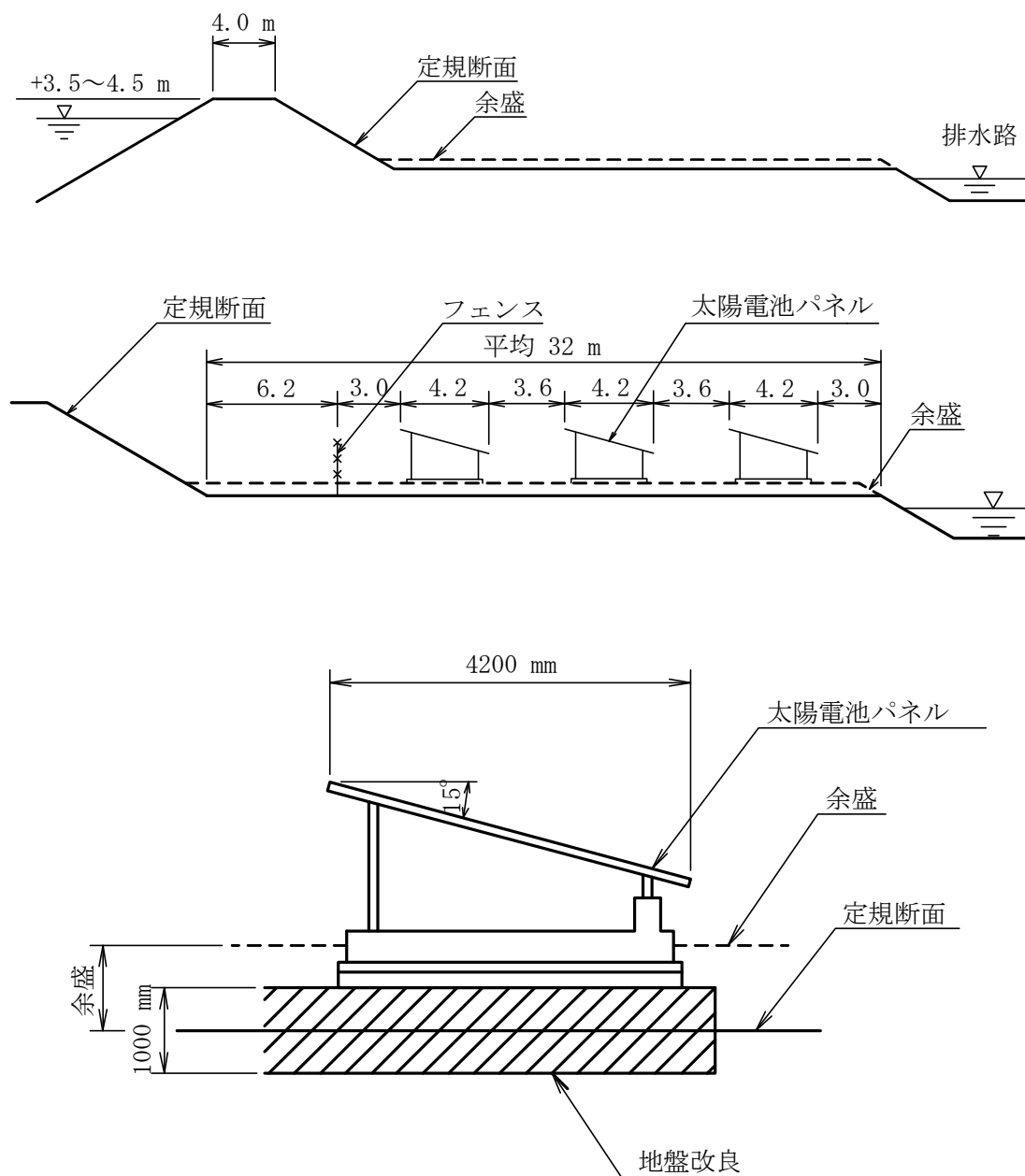


写真 3

(b) 太陽電池パネル設置地盤の検討

太陽電池パネル設置位置は堤内地側平坦部であるが、農林水産省九州農政局諫早湾干拓事務所中央干拓堤防土質調査資料によると、ここは地盤改良部と未改良部の接点部であり、直近には高盛土の堤防もあり地盤沈下が起こる可能性もある。

太陽電池パネルは基礎、架台を含め 10 kN/m^2 以下の軽い構造物である。このような構造物を杭基礎等により深い支持地盤で支えるのは不経済であり、実用上機能を果たせる基礎構造とする。もし地盤沈下が生じても支障が無いように余盛等の対策を行うものとする。



太陽電池パネル設置図

(c) 太陽電池パネル設置位置

堤防斜面や堤防天端を含めた河川区域内の縦断方向へは、水門、樋門、橋台等やむを得ず設置するもの以外は設置できないため、堤防と排水路との間の河川区域外に太陽電池パネルを設置することは可能と推察できる。また、中央干拓堤防の方向は必ずしも南側に面している所ばかりではないので、太陽電池パネルが可能な限り南側を向くように調整する。

(d) 太陽電池パネル架台構造計算方法

(d) - 1 計算概要

当計算は太陽電池パネルを設置するための鉄骨架台及び基礎について、建築基準法に準拠し安全性を確認するために行う。

構造は鉄骨造、基礎形状はベタ基礎とし、高さは 1.8 m とする。

(d) - 2 構造計算の方針

・準拠基準 建築基準法・同施行令・告示等及び「建築物の構造関係技術基準解説書」(2007 年版) 及び日本建築学会の諸基準とする。

・計算方針 工作物に準じて許容応力度設計とする。

(d) - 3 荷重・外力等

・固定荷重 太陽電池パネル及び下地鉄骨として 0.3 kN/m^2 、他、柱材、梁材の荷重を見込む。

・地震力 「建築設備耐震設計・施工指針」より、耐震クラス B の 1 階の震度を採用し、 $C_0=0.4$ とする。

・風圧力 建築基準法により算出する。

算出条件：地表粗度区分はⅡとする。

$V_0=34 \text{ m/s}$ (諫早市)

$G_f=2.2$ $H=1.8 \text{ m}$

速度圧 : $q=1.0 \text{ kN/m}^2$

風力係数：建築基準法に準ずる。



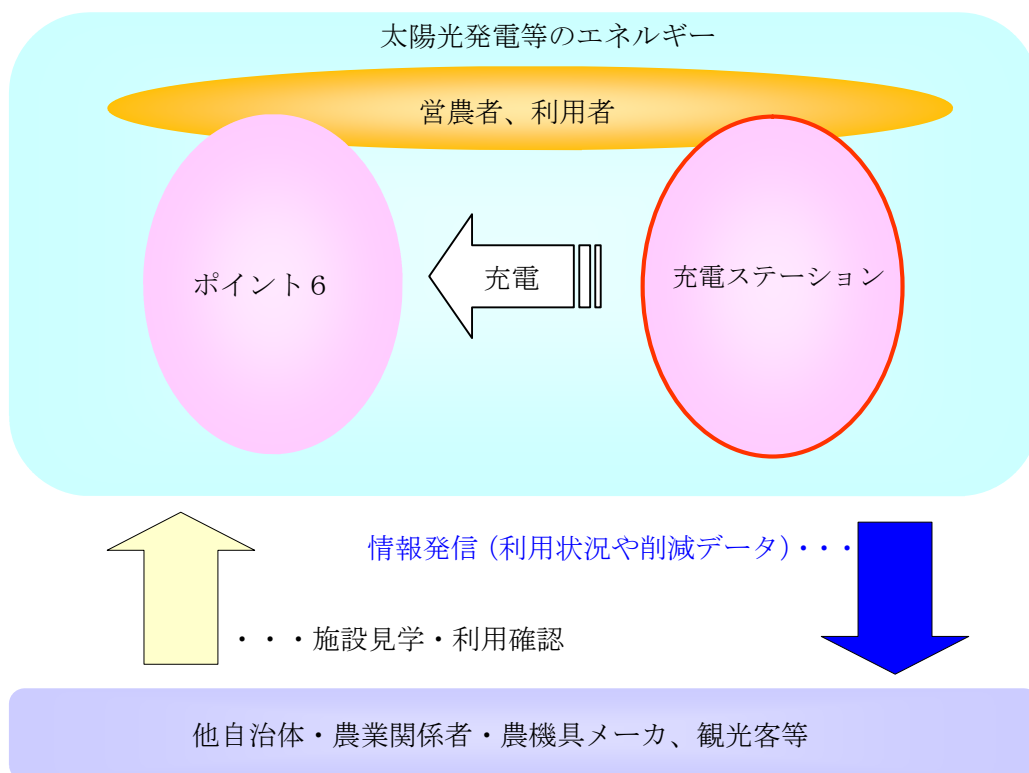
(まとめ)

諫早湾干拓地は広い敷地と区画された農地のため、太陽光パネル等を設置できる場所が限られてくる。農地以外の土地を利用することを考えると、堤防沿いの土地が利用できるが、堤防斜面を含む堤防上では縦断占有はできず堤防横の平坦地の利用となる。2,000kwの太陽光パネルの設置スペースとしては十分な面積で地盤としても余盛を行うことで問題無い。太陽光発電施設を堤防横に設置した場合、営農者への電源供給のための配電設備の建設コストが莫大になり、諫早湾干拓地には向いていないと考えられる。広い敷地での利用は、利用する場所の近くに設置することが実用的であり、施設ごと（充電ステーション、低温倉庫、ビニルハウス）に太陽光発電施設を設置することが望ましいと考えられる。

このことから、充電ステーションは堤防横、低温倉庫は屋根利用、ビニルハウスは隣接する用水路沿いを利用することが考えられる。

2) 蓄電・充電ステーションの調査

ここでは、諫早湾干拓地における循環型次世代農業の一つである電動農機具を実用化させるためのエコ・ステーションの調査・分析を行い、諫早湾干拓内での電動農機具利用形態を踏まえ、電動農機具への充電だけでなく、どれだけ利用され、どれだけ環境に配慮できたか情報発信の場所になりうる位置づけとして、蓄電・充電ステーションの調査・検討を行うものとする。



(1) 蓄電・充電ステーションの現状

近年、注目されている電気自動車であるが、様々な方法によって電池に電気を蓄え、それを動力源としてモータを駆動させて走行する。その為、蓄電あるいは充電方法に関する知識が必要となる。ここでは、その蓄電・充電に関する調査結果を記載する。

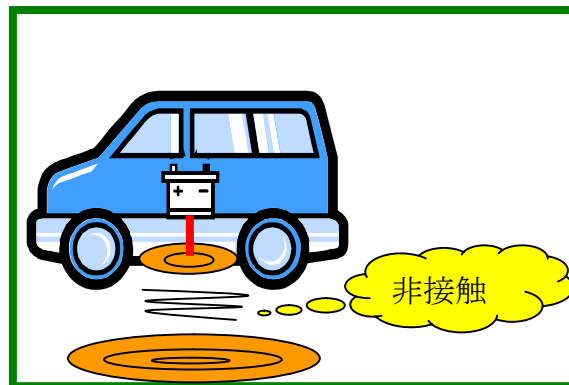
a) 充電に関する考察

充電とは電池に電気を蓄えることであるが、電気自動車では電池の種類や充電方式により各種各様なものがある。基本的には交流電源から直流に変換しながら電池の要求に従い充電する。以下のような充電方式、充電器などがある。

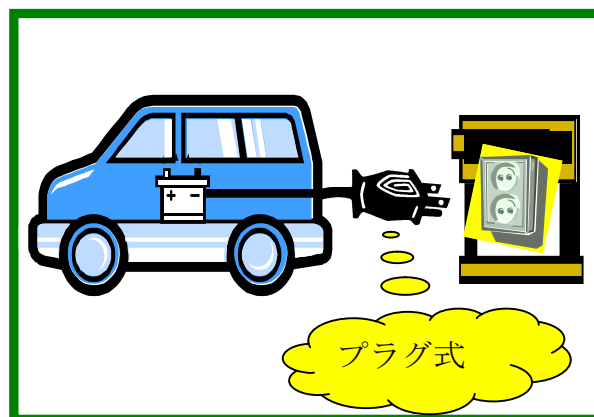
(a) 充電方式

地上側の電源と車との間を接続する方法に以下の2種類がある。

●インダクティブ充電：電磁誘導によりエネルギーの伝達を行う方法。



●コンダクティブ充電：電気端子の接続により電気の伝達を行う方法。



(b) 充電器の設置場所による分類

据置型充電器：充電器を車外に設置したものである。直流で車両に電力を供給する。インダクティブ充電、急速充電はこの分類に入る。

車載型充電器：充電器を車載したものである。200V交流電源があればケーブルを持参する事により充電できる。コンダクティブ充電が、この分類に入る。

携帯型充電器：据置型を改良し、カートリッジ式タイプで携帯できるようにしたものである。

(c) 充電時間・目的の違いによる分類

普通充電：電気自動車の充電方法の基本であり、夜間にゆっくり充電する方法である。特に深夜電力等を利用すると経済的で、電力の負荷平準化にも役立つ。但し、充電時間は4～8時間程度かかる。

均等充電：電池の充電状態を揃えるため定期的に充電する方法である。

急速充電：大電力で短時間に充電する方法です。エコ・ステーションでは大体、急速充電が主流のようである。30分で約50%充電出来、また30分以内でも充電量が80%程度になると充電が終了し、満充電にはならない。

緊急充電：電池切れになったような緊急時に、どこにでもある100V電源で充電する

方法である。但し充電には長時間かかってしまう。

(d) 充電場所

充電場所は普通充電では自分の駐車場での夜間充電が基本となる。(電力の負荷平準化のため) 充電時間は5～8時間程度ですが、車を使用しない夜間であれば長くても問題ないと思える。但し、充電時間を短く計画すると設備費用や電力料が高くなり経済的ではない。また、電気自動車普及促進のため、出先で急速充電できるエコ・ステーションでも充電できるようになっている。

b) 充電ステーションの現状

低公害自動車であるクリーンエネルギー自動車(電気・天然ガス・メタノール)及びLPガス自動車への燃料供給を事業として行う燃料等供給施設を「エコ・ステーション」と呼んでいる。上記4種類のエネルギーを供給する。

現在、ガソリンスタンドのような電気自動車の充電スタンド(エコ・ステーション)の整備も始まっており、全国に369箇所(平成19年3月現在)のエコ・ステーションが設置されている。

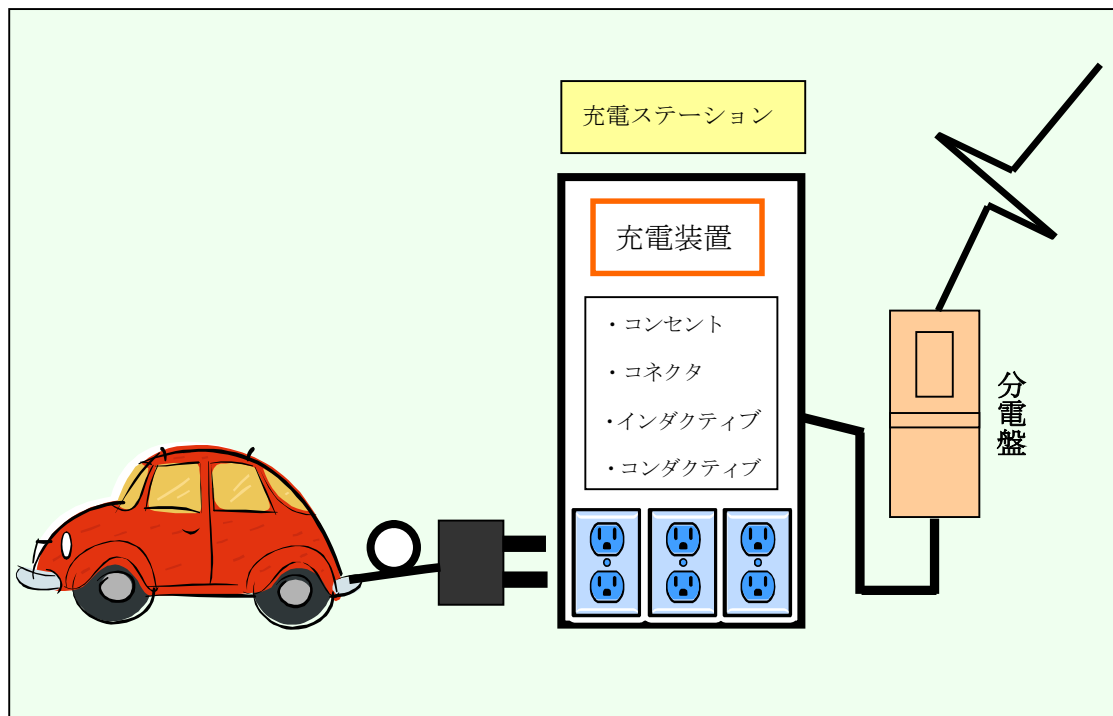
九州・沖縄では29箇所のエコ・ステーションがあり、そのうち電気は5箇所ある。

比較的長時間駐車できる場所に設置することが適していると考えられ、公共駐車場、公共施設、スーパー、デパート等が増えている。

その際、電気自動車のユーザが何か用をしている間に充電する方法が理想とされている。設備としては24時間いつでも充電でき、その維持費としては計測用の電力以外は、ほとんど発生しないのが特徴である。

管理人が常駐する必要は無いが、安全(特に子供のいたずらによる感電)や盗電に対して何らかの対策も必要であると考えられる。

(一般的な充電ステーションの構成)



主な機器構成として、分電盤や電力量計、充電装置により構成されており、充電した電力量を計測して料金を徴収するシステムになっている。

(a) 電気自動車と経済性

電気自動車の燃料コスト（電気代）は、一般的にガソリン車の $1/3 \sim 1/7$ といわれている（注1）。また、電気自動車は、自動車グリーン税制の軽減対象となり、例えば軽自動車規格の電気自動車は自動車取得税が、通常3%のところ2.7%削減されて、0.3%になる。（注2）

燃料コストがガソリン車に比べ安価なため利用者への負担が少ないが、電気自動車の購入コストが高く、走行距離が少ない、鉛蓄電池を使用した電気自動車であればランニングコストが高い等、普及にはまだまだ時間がかかるものと思われる。

（注1）＜電気自動車を充電するときの電気代＞

（有限責任中間法人電動車両普及センター「電気自動車について」より）

乗用車（高性能電池搭載車）を空の状態から満充電するには30kWh程度の電力が必要である。1kWhの深夜電力料金の基本料金などを参入すると約11円（通常電力は約25円）となる。満充電で走行可能な約200kmを走行するために必要な電気代とガソリン代の比較は表の通りとする。

車両	費用	電気代／燃料費
----	----	---------

普通乗用車（高性能電池搭載車）	約 330 円	約 11 円（深夜）
	約 750 円	約 25 円（昼間）
ガソリン自動車（燃費 10km/1）	約 2,400 円	120 円/1

（参考）

- ・電気料金：経済産業省 「電気料金の低減化・適正化に関する事後評価書」（平成 17 年 6 月）
- ・財団法人日本エネルギー経済研究所 石油情報センター「価格情報」

（注 2）国土交通省ホームページより（自動車グリーン税制について）

(b) ハイブリッド自動車の蓄電池・充電について

ハイブリッド自動車の電池はニッケル・水素電池やリチウムイオン電池である。バスなどには鉛電池が使用されている。

ハイブリッド自動車電池は電気自動車電池とは違い高出力のでる電池が必要である。電気自動車のようにエネルギーを蓄え走行する訳ではなく、少量のエネルギーでよく、出力は車両を駆動する力が必要なため、電気自動車と同等程度が必要である。このため、ハイブリッド自動車は高出力性能が重要になり、走行中常時充放電を繰り返しておりその使用に耐え、寿命が長いことも条件になる。

販売されているハイブリッド乗用車はニッケル・水素電池を使用し電池管理をしながら使用しているので、リフレッシュは必要ないが、鉛電池を使用している大型の車両では 2 週間に 1 回程度はリフレッシュのために、充電が必要になる。

c) 充電ステーション現地調査

クリーンエネルギー自動車の普及を目指したエコ・ステーションが大分の日本文理大学の構内にあり、調査を行った。



日本文理大学
電気自動車充電所
案内看板



分電盤



充電ステーション

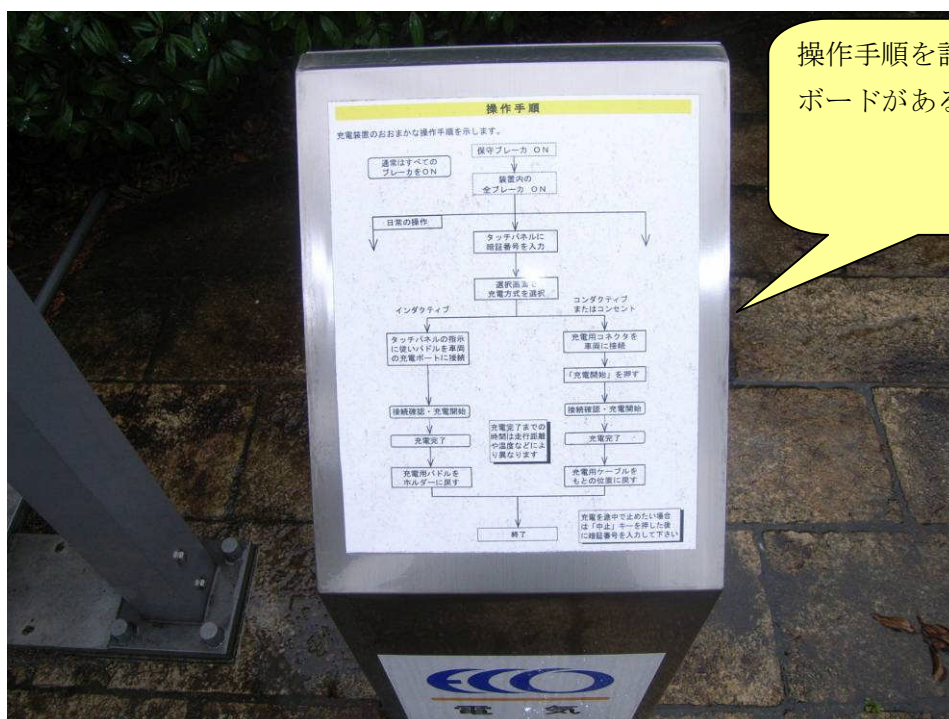
分電盤の外観
内部にはブレーカ
のみ収納。
電力量計は無し。



充電ステーション
の外観。

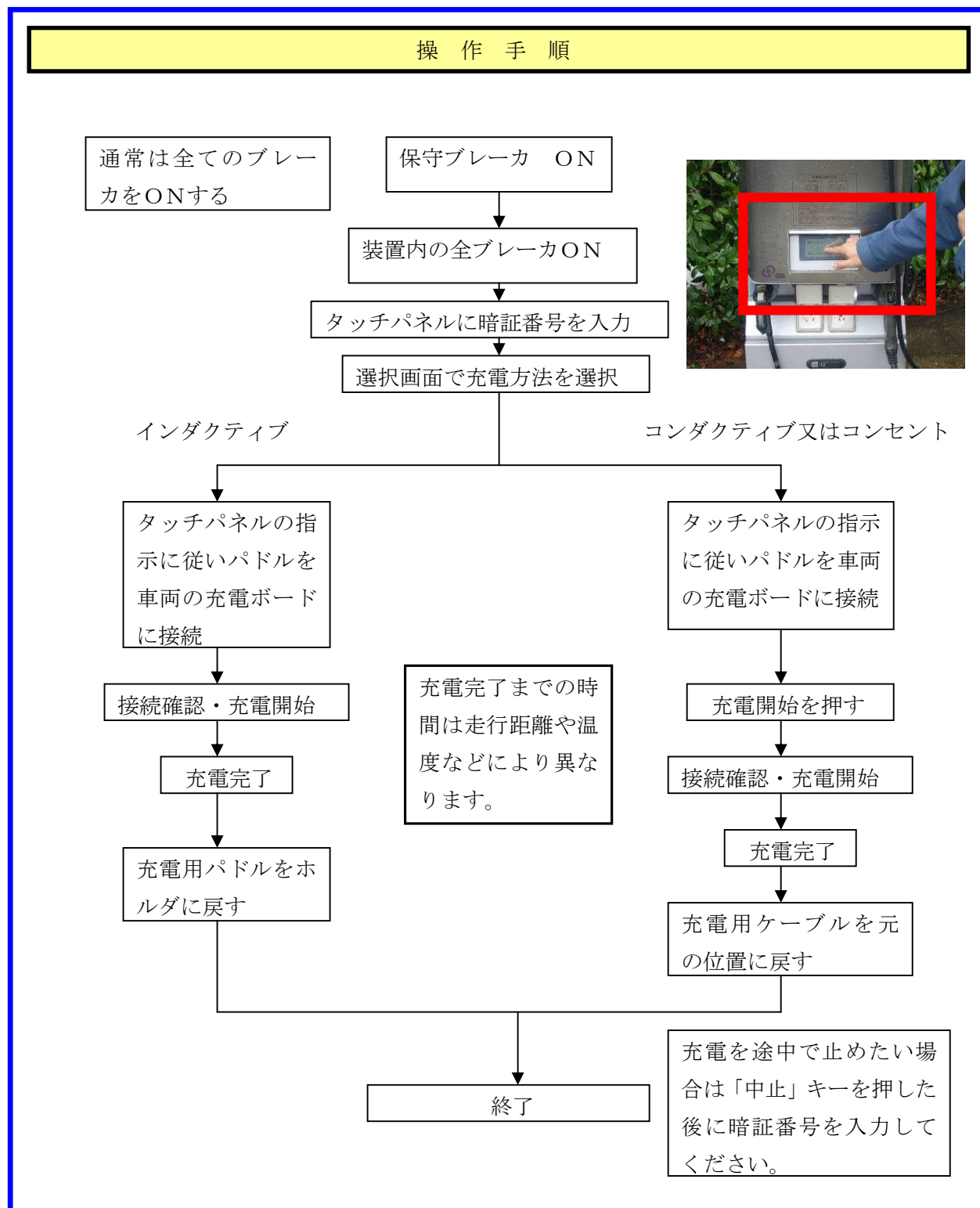


覗き窓の奥には電力量
計がある。



操作手順を記述した
ボードがある。

《操作手順》



『調査のまとめ』

●日本文理大学では、充電した電力量をアワーメータで累計稼動時間を計測しており、構内公用車（20台弱）を主流に充電している。

走行用のモータはACまたはDCの両方があり、その特徴として、DCモータは低価格、ACモータはエネルギー効率が優れている。

充電の方法としては、「急速充電」と「普通充電」があるが、日本文理大学では「普通充電」を採用している。（九州ではここだけ）

満充電での走行距離は約200kmとなり、充電時間は1回に10時間程度かかるが、途中で充電を中止することも可能である。

充電を行う目安として、電池の残量が30％程度になると充電を行うようである。

●

ー参考ー

《充電ステーションの仕様》

入力：単相3線200V 30A 6kVA

出力：① インダクティブ方式（非接触式の電磁誘導方式）

② コンダクティブ方式（直接プラグから充電）

③ 200Vコンセント

④ 100Vコンセント

①～④を電気自動車に合わせて利用する。

（電池の種類）

鉛蓄電池、ニッケル水素、リチウムイオン電池

エコ・ステーション用普通充電設備仕様書（財団法人エコ・ステーション推進協会）が既に存在していたが、交流充電で現在開発中の電動農機具は直流のため応用利用になると考えられる。

(2) 諫早湾干拓での蓄電・充電ステーションのケーススタディ

a) 電動農機具の充電設備について

(a) 諫早湾干拓内の充電方法

前章でも現状把握できたように、現在日本国内に普及している充電方法については、非接触及び直接プラグイン方式で普及しており、また、充電方法として普通充電、急速充電、緊急充電と3種類ほどあり、場所によっては利用が可能となっている。ここでは、現在開発中の電動農機具の仕様の確認及び電動農機具の将来性を想定し、諫早湾干拓内での充電設備について調査・検討を行うものとする。

●開発予定電動農機具の条件

<現状>

開 発 中		電池種別	充電装置	充電 接続形態	充電電源 種別	バッテリー使用 個数/時間	使用能力	充電時 間
	電気自動車	鉛、ニッケル水素, リチウムイオン	車体に実装	非接触 プラグイン	AC100V AC200V	—	—	4～8h
	草刈機	リチウムイオン	未実装 別途必要	カートリッジ	DC24V	18 個/h	0.1ha/h	8h 程度 想定
	運搬車	リチウムイオン	未実装 別途必要	カートリッジ	DC24V	6 個/h	500kg	8h 程度 想定

現在開発中の電動農機具は、草刈機及び運搬車で進めており、仕様としては上記のとおり研究開発が進んでいる状況である。但し、現在はカートリッジ式を進めているが、将来性を考慮すると、電気自動車同様に非接触及びプラグイン式等の普及も考えられる。そこで諫早湾干拓内のバッテリー充電方法については、現時点ではカートリッジ式とプラグイン式のケースを想定するものとする。

【電動農機具の充電接続】

●ケース1・・・バッテリーカートリッジ式

電動農機具へ搭載されているカートリッジ式バッテリーを取り外し、充電設備へ搭載、接続することで充電できる方法が想定される。但し、充電設備側へバッテリーを搭載するスペースが課題となるが、充電設備側の工夫、例えばバッテリーを充電設備側へストックしておくなどの方法等が考えられる。

●ケース2・・・プラグイン式

充電設備へバッテリーが搭載された電動農機具をその設備の場所まで移動してプラグインへ充電ケーブルを接続する事で充電する方法が想定される。プラグイン式となると充電設備側のケーブルを接続するのみで充電がされるので、利用者側の運用がし易くなり、一般的にはこの方式が望まれる。

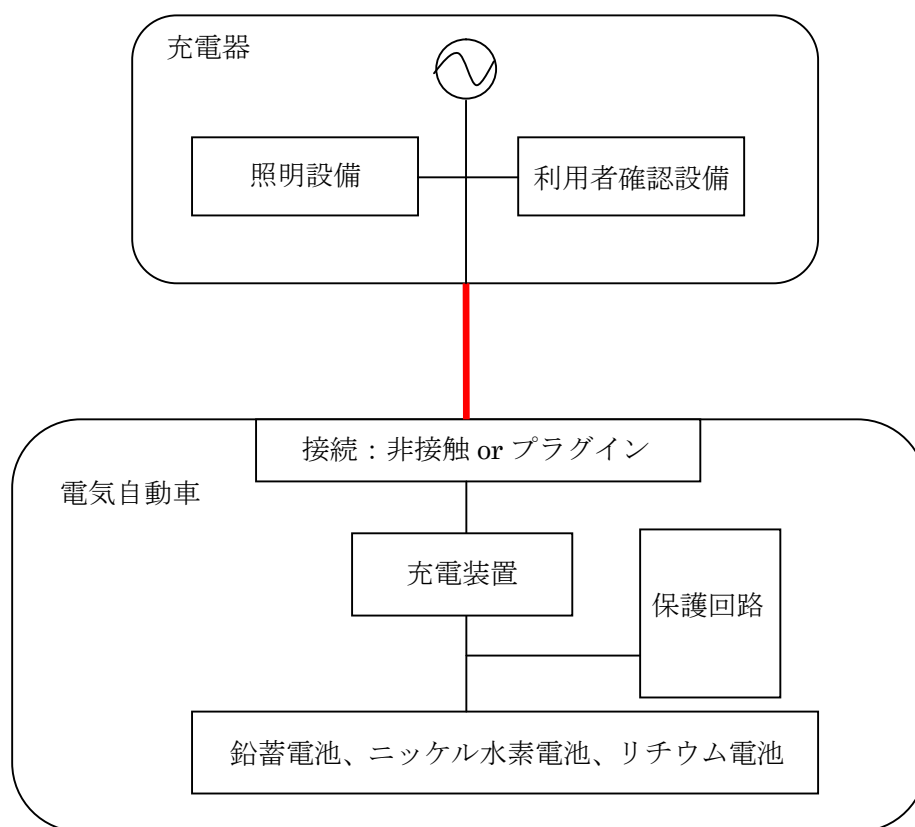
<プラグインの参考写真（電気自動車）>



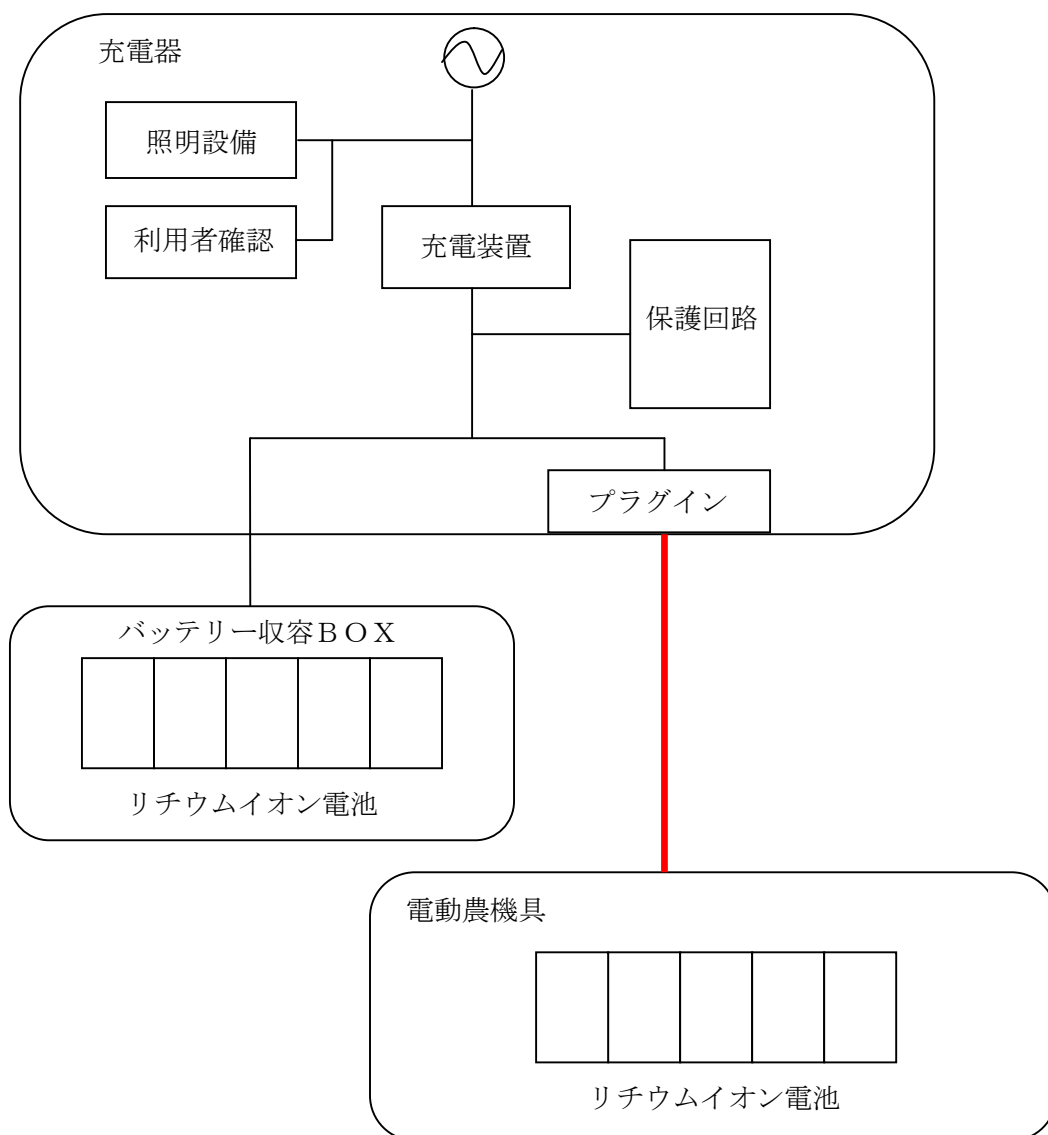
●ケース 1、2 と電気自動車との差異について

電気自動車は充電装置を車へ搭載しており、基本的には家庭用電気（AC100、AC200V）でも充電可能としているのに、対して現在開発中電動農機具は充電装置を実装されていない。大きく分けて電源供給システムがかわるので、整理のために以下へ電源供給方法の違いを記載する。

<電気自動車充電ブロック図>



<電動農機具想定充電ブロック図>



<差異>（現状の状態で）

●カートリッジ式で充電器を利用した場合

- ・利用者がバッテリーを充電器へ取り付ける必要がある。
- ・接続が必要になる。
- ・収容BOXへバッテリーを同時に収容するスペースが必要になる。
- ・充電器とバッテリー収容BOXを大きくすれば、同時接続数を増やすことが可能。
- ・そのままBOX内に収容させておき、夜間充電なども可能となる。

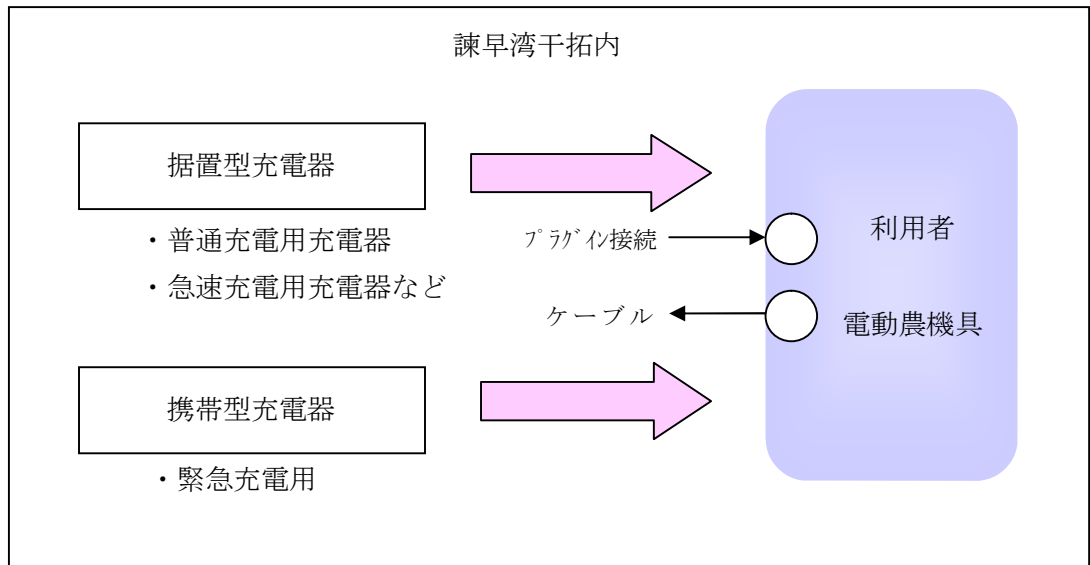
●プラグイン式で充電器を利用した場合

- ・電動農機具がその場所まで、移動が必要になる。
- ・線を接続するだけで充電が可能となる。
- ・充電完了するまでその場所に電動農機具を置いておく必要がある。

【電動農機具の充電種別】

●ケース３・・・普通充電・急速充電・緊急充電等

蓄電・充電ステーションの現状で調査したように、電気自動車の充電器側は据置型、車載型、携帯型があり充電方法として普通・均等・急速・緊急充電等がある。諫早湾干拓においても、充電器種別・充電方法の検討が必要になるが、電動農機具使用電池や詳細仕様に合わせた研究・開発が必要となる。また、限られた地域内での利用を考えると、以下のケースが想定される。



＜充電方法の方向性＞

充電方法については現在、電動農機具が研究開発中であるため、プラグインやカートリッジまた、充電方法としても、将来的には電気自動車のように充電装置そのものが車両本体に実装される可能性もあるが、以下充電ステーションのケーススタディを想定する前提においては、バッテリーの使用個数や、充電方法により大きく設備がかわってくるため、本調査段階としてはプラグイン式及びカートリッジ式を想定し、次項の調査・検討を行うものとする。

＜充電種別の方向性＞

充電種別については、普通充電、急速充電等を実現する必要がある、尚かつ、緊急避難的要素で、緊急充電も実現の方向性が望まれる。

(b)充電設備容量算出

諫早湾干拓内での電動農機具の利用台数や稼働状況により、充電設備側の容量を算出する必要がある。ここでは、現時点での利用想定台数及び電動農機具仕様（使用するリチウムイオン電池仕様）に基づき、充電設備容量と充電器設備の仕様の検討・調査を行い考えられるケースを想定するものとする。

但し、容量の算出にあたり、電動農機具台数は想定台数で、太陽光発電設備の調査で用いている台数で検討を行うものとする。

●充電設備台数の算出（2, 000kW太陽光発電）

電動農機具の台数について

想定する電動農機具の台数は以下の通りとする。

機器名称	容量 (kW)	季節	1日あたり			
			稼働台数 (台)	稼働時間 (h)	使用量 (kWh)	
草刈機	4.5	夏	10	4	180	※1
		冬	3	2	27	※2
運搬車	2.0	通年	20	6	240	※3
1日あたりの電力使用量(kWh)					420	

※1：草刈機（4.5kW）10台を夏場1日あたり4時間使うとした場合の電力使用量

※2 " 3台を冬場 " 2時間 "

※3 運搬車（2.0kW）20台を通年 " 6時間 "

リチウムイオン電池の仕様

名 称	定格容量 (Ah)	公称容量 (Ah)	公称電圧 (V)	外形寸法(mm)	質量(kg)
標準型 340Wh 電池	88	103	3.9	116 ^W ×66.5 ^D ×175 ^H	2.87

寸法イメージ：タバコ1箱程度の大きさ

各電動農機具の仕様は以下の通りとする。

機器名称	容量 (kW)	電圧 (V)	電池数 (個)	直列数× 並列数	合計容量 (Ah)
草刈機	4.5	24	18	6×3	264

上記条件により、使用時間は約1時間20分となる。

機器名称	容量 (kW)	電圧 (V)	電池数 (個)	直列数× 並列数	合計容量 (Ah)
運搬車	2.0	24	12	6×2	176

上記条件により、使用時間は約2時間となる。

使用電動農機具から算出すると、草刈機1台を1日4時間使用する場合に必要な蓄電池の数量は54個。運搬車1台を1日6時間使用する場合に必要な蓄電池の数量は36個となり、全台数で1,260個必要となる。

●カートリッジ式バッテリーの充電器盤1面で、充電できる容量は27kWh(標準電池340Wh×80個)を想定した場合16(面)が必要となる。

変換効率を80%と想定した場合、必要となる入力容量

27kWh電力貯蔵装置を応用した充電器の場合、1面当り

$$P(W) = \text{電圧}(V) \times \text{電流}(A) \times \text{力率}(0.8)$$

$$3kW = 200(V) \times \text{電流値}(A) \times 0.8$$

$$\text{電流値} = 18.8(A)$$

これに変換効率を考慮して

$$18.8(A) \div 0.8 = 23.5(A) \approx 25(A)$$

単相200V 25A となる。(※1)

電気設備の合計容量は

$$16(\text{面}) \times 25(A) = 400(A)$$

$$\text{単相負荷と考えた場合には } 400 \times 200 = 80kVA$$

$$\text{三相負荷設備とした場合には } 47kVA \text{ 相当となる。}$$

電気設備容量は、27kWh電力貯蔵装置を応用した充電器として、変換効率を80%と想定し、メーカーカタログデータより算出すると、三相負荷設備とした場合、47kVA相当となる。

●プラグイン式バッテリーの場合はそれぞれ草刈機10台、運搬車20台で同時に使用する電池数は420個となり、一つの充電器で80個の蓄電池を充電した場合で、6面が必要となる。また設備容量については、※1で必要となる25A×1.2(付帯設備分の考慮乗率) = 30Aとなり、単相3線200Vであれば1面当たり6kVA相当となる。

●充電設備台数の算出（200kW太陽光発電）

電動農機具の台数について

想定する電動農機具の台数は以下の通りとする。

			1 日あたり			
機器名称	容量	季節	稼動台数	稼動時間	使用量	
	(kW)		(台)	(h)	(kWh)	
草刈機	4.5	夏	1	4	18	※ 1
		冬	1	2	9	※ 2
運搬車	2.0	通年	5	6	60	※ 3
1 日あたりの電力使用量(kWh)					78	

※1 草刈機（4.5kW）1台を夏場1日あたり4時間 使うとした場合の電力使用量

※2 “ 1台を冬場 “ 2時間 “

※3 運搬車（2.0kW）5台を通年 “ 6時間 “

リチウムイオン電池の仕様

名 称	定格容量 (Ah)	公称容量 (Ah)	公称電圧 (V)	外形寸法(mm)	質量 (kg)
標準型 340Wh 電池	88	103	3.9	116 ^W ×66.5 ^D ×175 ^H	2.87

寸法イメージ：タバコ1箱程度の大きさ

各電動農機具の仕様は以下の通りとする。

機器名称	容量 (kW)	電圧 (V)	電池数 (個)	直列数× 並列数	合計容量 (Ah)
草刈機	4.5	24	18	6×3	264

上記条件により、使用時間は約1時間20分となる。

機器名称	容量 (kW)	電圧 (V)	電池数 (個)	直列数× 並列数	合計容量 (Ah)
運搬車	2.0	24	12	6×2	176

上記条件により使用時間は約2時間となる。

使用電動農機具から算出すると、草刈機1台を1日4時間使用する場合に必要な蓄電池の数量は54個。運搬車1台を1日6時間使用する場合に必要な蓄電池の数量は36個となり全台数で234個必要となる。

充電器盤1面で、充電できる容量は27kWh（標準電池340Wh×80個）を想定した場合は、3（面）が必要となる。

変換効率を80%と想定した場合、必要となる入力容量

27kWh電力貯蔵装置を応用した充電器の場合、1面当り

$$P(W) = \text{電圧}(V) \times \text{電流}(A) \times \text{力率}(0.8)$$

$$3kW = 200(V) \times \text{電流値}(A) \times 0.8$$

$$\text{電流値} = 18.8(A)$$

これに変換効率を考慮して

$$18.8(A) \div 0.8 = 23.5(A) \approx 25(A)$$

単相200V 25A となる。

電気設備の合計容量は

$$3(\text{面}) \times 25(A) = 75(A)$$

$$\text{単相負荷と考えた場合には } 75 \times 200 = 15kVA$$

三相負荷設備とした場合には 9kVA 相当となる。

電気設備容量は27kWh電力貯蔵装置を応用した充電器として、変換効率を80%と想定し、メーカーカタログデータより算出すると三相負荷設備とした場合9kVAとなる。

●プラグイン式バッテリーの場合はそれぞれ草刈機1台、運搬車5台で同時に使用する電池数は78個となり、一つの充電器で80個の蓄電池を充電した場合で、1面が必要となる。また設備容量については、※1で必要となる25A×1.2（付帯設備分の考慮乗率）=30Aとなり、単相3線200Vであれば6kVA相当となる。

<想定結果>

種別	充電方法	1日当たりの稼働台数	稼働時間	同時接続総バッテリー数	必要盤面数	負荷
2000kW	カートリッジ式	草刈:10台	4h	1260個	16面	単相:80KVA
		運搬:20台	4h			三相:47KVA
	プラグイン式	草刈:10台	4h	420個	6面	単相:6KVA
		運搬:20台	4h			
200kW	カートリッジ式	草刈:1台	1.4h	234個	3面	単相:15KVA
		運搬:5台	2.0h			三相:9KVA
	プラグイン式	草刈:1台	1.4h	78個	1面	単相:6KVA
		運搬:5台	2.0h			

b) 充電ステーションの設置ケース

据置型の充電器を電気自動車ではエコステーションと呼ぶが、諫早湾干拓内での据置型の充電器（以下、充電ステーション）の設置ケースを想定するものとする。

<中央干拓平面図>

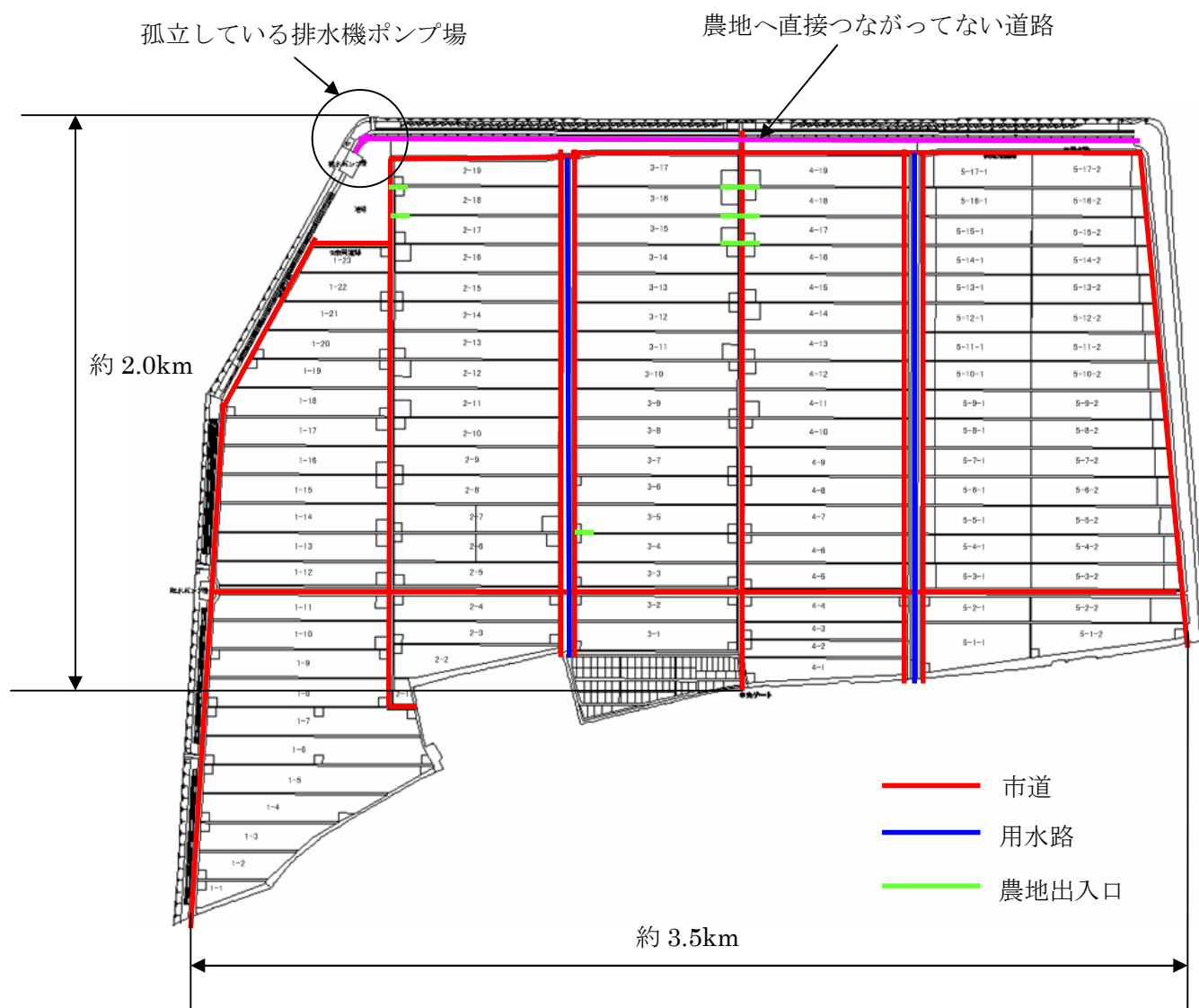


中央干拓・・・581ha

(a)諫早湾干拓内の概況

干拓内には、排水ポンプ場及び取水ポンプ場等の施設があり、各農地を中央干拓の中央ゲートをくぐり、下記図のとおり車道とそれぞれ用水路が存在している。

本干拓内で、充電ステーションの設置ケースを想定するにあたり、別紙(2)-b)-1～3の状況を把握し、設置ケースを想定する。



諫早湾干拓内の農地は広大な敷地面積であり、電動農機具の利用が分散する可能性もある。そこで、充電ステーションの設置ケースについては、以下のケースを想定する。

現場調査写真

別紙(2)－b)－1

農地横に景観用の植樹がされている

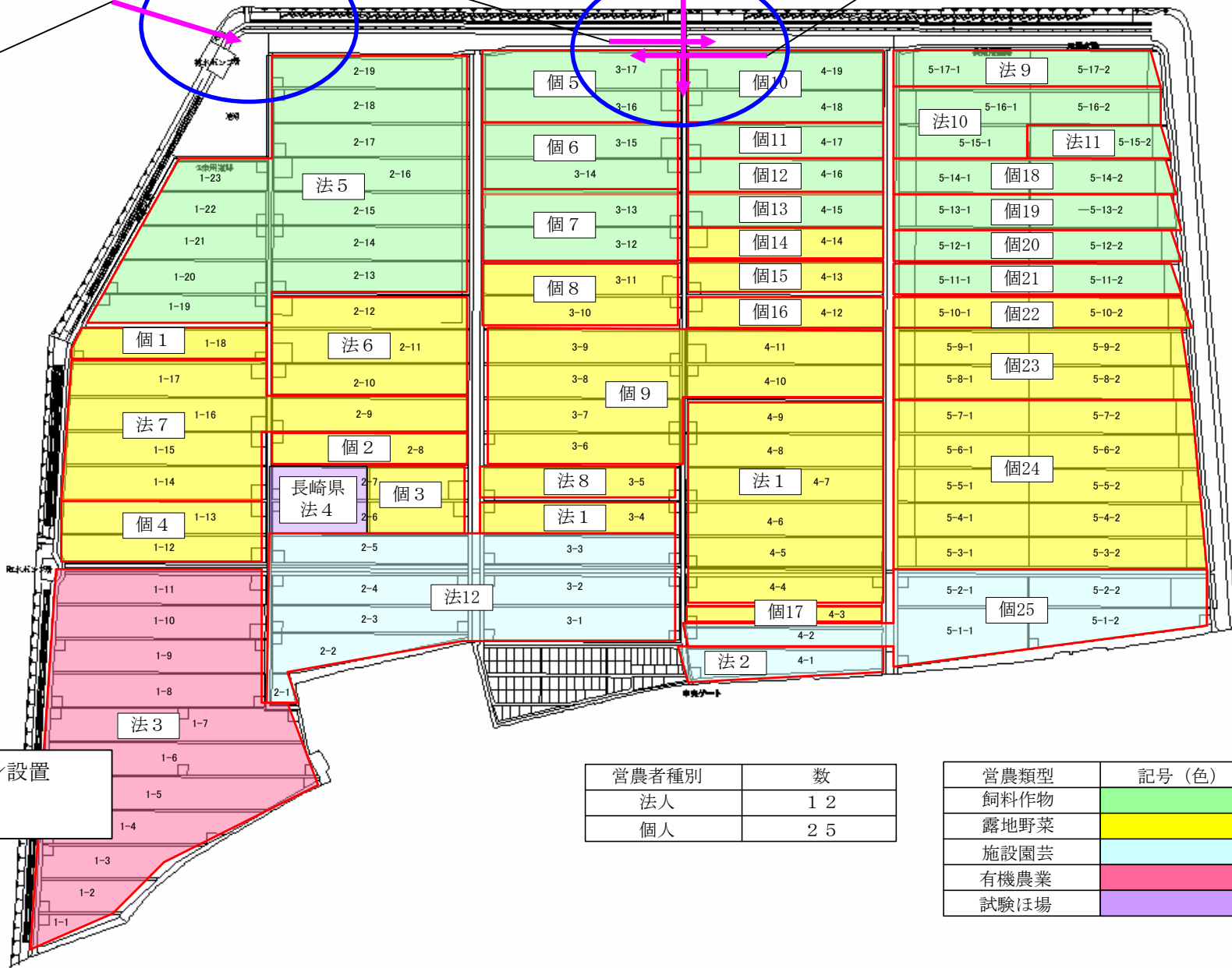


ポイント 1

ポイント 2



ステーション設置
案



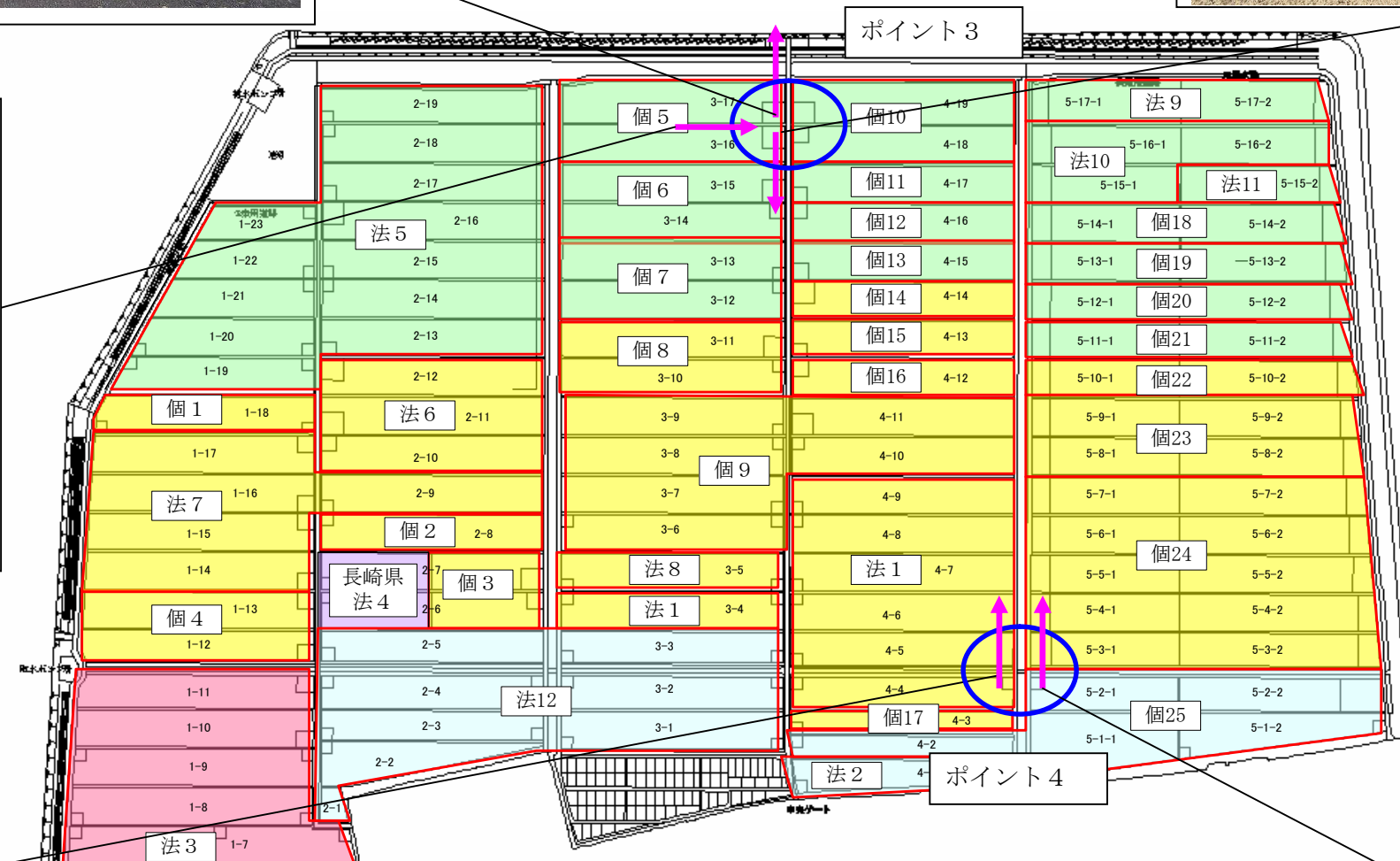
営農者種別	数
法人	1 2
個人	2 5

営農類型	記号 (色)
飼料作物	緑
露地野菜	黄
施設園芸	水色
有機農業	桃
試験ほ場	紫

別紙(2)-b)-2



A photograph showing a wide, dark asphalt road surface. A white double-headed arrow spans the width of the road, with a white box containing the text "4. 5 m" centered above it. The road is bordered by a light-colored, sandy or gravelly shoulder on the right and a grassy area on the left. In the background, a road and some vegetation are visible under a clear sky.



用水路横に配管が埋設されているが、
スペース有り



