

スリランカ民主社会主義共和国
保健省 (MOH)

スリランカ国
病院における再生可能エネルギーを活用した
電力供給安定化計画
準備調査報告書
(先行公開版)

2023年11月

独立行政法人国際協力機構
(JICA)

委託先
八千代エンジニアリング株式会社

社基
JR (P)
23-140

序 文

独立行政法人国際協力機構は、スリランカ民主社会主義共和国の「スリランカ国 病院における再生可能エネルギーを活用した電力供給安定化計画」にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を八千代エンジニアリング株式会社に委託しました。

調査団は、2023年4月から2023年5月までスリランカの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

2023年11月

独立行政法人 国際協力機構
社 会 基 盤 部
部 長 田 中 啓 生

要 約

(1) 国の概要

スリランカはインド亜大陸の南東部に位置する国土面積は約 65.6 km² の島国である。北部州ジャフナから南部州ゴールまで約 450km におよぶ。北部が比較的平坦である一方、島の中心部から南部にかけては山岳地帯となり、スリランカ国最高峰のピドゥルタラガラ山やピーク自然保護区は標高 2,000m を超える。長さ 100km を超える河川は 16 本あり、最長であるマハウェリ川は中央高地を水源として北東のベンガル湾につながる。海岸沿いは平坦地が広がり、海拔 30m 未満の海岸地帯は砂浜が多く、北東部及び南部の海岸線には絶壁や湾が形成されている。

スリランカの電力需要の伸びは顕著であり、2014 年から 2018 年の 5 年間では平均 6.2% という高い成長率が確認されている。電力省の報告書である「Progress 2021 Program 2022」によると、2021 年のスリランカの電力需要成長率は年 5.5% である。同年の最大需要の成長率は年 3.7% である。2021 年 1 月～9 月における最大需要は 2,801.62MW を記録した。

(2) プロジェクトの背景、経緯および概要

増加する需要に対応するため、スリランカでは新たな電源開発に取り組んできたが、既に主要な水力資源はほぼ開発されており、供給の不足分は化石燃料である石油火力で補われていることから発電コストが割高になっている。2022 年には国際的な石油価格の高騰と深刻な外貨不足により火力発電の燃料輸入が大幅に滞ることとなり、平均発電コストは前年比の約 2.5 倍に増加し、1 日あたり 2 時間程度の計画停電を行う必要が生じた。また電気料金が前年比の 75% 値上げされる等、電力事情が悪化しており、今後も電力料金は高止まりする見通しである。

このような状況は医療分野にも大きな影響を及ぼしており、特に消費電力の大きい大型の病院では電力系統の停電時に非常用発電機 (EDG) を運転させて対応する必要がある。そのため、燃料不足や燃料の高騰により空調を停止する、更に照明を間引いた節電の必要が生じており、医療サービスそのものにも制約が生じる恐れがある。

上記を踏まえ、本計画で太陽光発電システムを導入することにより、電力に係る費用を軽減し、もって医療サービスの向上を図る計画を求める意向がスリランカから示されたため、無償資金協力の活用を前提とした準備調査を実施する。

(3) 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICA は協力準備調査団を 2023 年 4 月 15 日～5 月 9 日 (第一次現地調査) にスリランカに派遣し、同国関係者と実施内容の協議を行うとともに、プロジェクトサイト調査および関連資料の収集を実施した。

帰国後、調査団は現地調査結果及び収集資料に基づき、プロジェクトの必要性、社会・経済効果、実施の妥当性について検討し、その結果を協力準備調査報告書 (案) に取りまとめた。JICA は 2023 年 8 月 21 日から 8 月 23 日まで第二次現地調査 (概要説明) をオンラインで実施して協力準備調査報告書 (案) の説明および協議を行い、本案件実施機関である保健省から基本合意を得た。

本計画は、既設屋根上に配置する系統連系型の太陽光発電システムから発電することで購入電力量を削減し、病院の支出を削減することを目的としている。保健省はこの支出削減分を医療サービスに充当することでスリランカ国民の健康増進に寄与することを期待している。プロジェクトの概要を下表に示す。

プロジェクトの概要

区分	プロジェクトコンポーネント	数量・容量
1. スリジャヤワルダナプラ総合病院 (SJGH)		
調達/ 据付	(1) Photovoltaic (PV)モジュール及び付属品	一式・443kW
	(2) パワーコンディショナ及び付属品	4セット・100kW
	(3) 電力ケーブル及び端末材料	一式
	(4) 火災報知機	一式
	(5) 据付機材基礎	一式
	(6) 屋根改修	一式
調達	(1) 調達機材用保守用道具	一式
	(2) 調達機材用交換部品	一式
2. ラトナプラ教育病院 (TH Ratnapura)		
調達/ 据付	(1) PV モジュール及び付属品	一式・184kW、67kW
	(2) パワーコンディショナ及び付属品	2セット・100kW、 1セット・100kW
	(3) 電力ケーブル及び端末材料	一式
	(4) 火災報知機	一式
	(5) 据付機材基礎	一式
	(6) 屋根改修	一式
調達	(1) 調達機材用保守用道具	一式
	(2) 調達機材用交換部品	一式
3. クルネガラ教育病院 (TH Kurunegala)		
調達/ 据付	(1) PV モジュール及び付属品	一式・240kW
	(2) パワーコンディショナ及び付属品	3セット・100kW
	(3) 電力ケーブル及び端末材料	一式
	(4) 火災報知機	一式
	(5) 据付機材基礎	一式
調達	(1) 調達機材用保守用道具	一式
	(2) 調達機材用交換部品	一式

[出所] 調査団作成

(4) プロジェクトの工期および概略事業費

施工・調達業者契約認証まで非公表。本計画の工期は本体事業の閣議決定後、約24ヶ月である。

(5) プロジェクトの評価

1) 妥当性

以下に示すとおり、本計画はスリランカの開発計画やエネルギー政策の実現に資するとともに、一般国民にプロジェクト効果が裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高い。

(a) 裨益性

本計画により削減される電力料金は保健省に還元される。保健省はスリランカ国民の健康に対する政策を実施する機関であるため、裨益は全スリランカ国民に資する。

(b) 我が国の援助方針との整合性

保健省の年次報告書（2020年）によると、保健省の目標の一つは、自己負担額の削減と財政リスクの削減のための新戦略の開発である。これに対して我が国は、対スリランカ国別開発協力方針の重点分野（中目標）において、「脆弱性の軽減」として、気候変動・防災対策のための政府の体制整備・強化に向けて、ハード・ソフトの両面で取り組みを支援すると共に、保健・医療などの分野を中心として関連施設の整備や能力強化などの社会サービス基盤の改善支援を挙げている。

本計画で太陽光発電システムを据付することにより、保健省への財務への貢献から質の向上に寄与することが期待できる。また、屋根への太陽光発電システムは、各病院の電力供給システムを強化するため、我が国の中目標である関連施設の整備に資する。そのため、本事業は、スリランカ、我が国双方の援助方針と合致するため整合性は高い。

2) 有効性

(a) 定量的効果

本計画により期待できる定量的効果を下表に示す。

表 4.1 本計画による定量的効果

成果指標	基準値 (2023年)	供用開始年 (2028年)
太陽光発電システムによる発電量	0	1,269.4MWh (現状の病院の電力消費量の8.6%に相当)
温室効果ガス(GHG)排出削減量	0	820t-CO ₂ (現状の病院の電力使用に起因するCO ₂ 排出量の11.1%を削減)
セイロン電力庁に対する支払削減額	0	約25.5百万SLR/年(約10.1百万円/年) (現状の病院の電気代の8.7%を削減。)

備考： 2022年実施の質問状の結果を踏まえ、各病院の電力料金を SLGH、TH Ratnapura、TH Kurunegala の順に 22.6SLR/kWh、18.0SLR/kWh、17.6SLR/kWh として計算した。

[出所] 調査団

(b) 定性的効果

本計画により期待される定性的効果を下表に示す。

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果・改善程度
1. スリランカでは再生可能エネルギーの導入促進に係り、「再生可能エネルギーマスタープラン」において、2030年までに再生可能エネルギーによる発電電力量の総発電電力量に対する割合を70%とする目標が示されている。	各病院に設備容量約900kWpの系統連系型太陽光発電システムを導入する。	本計画により導入される太陽光発電システムはメガソーラークラスであり、国の進める再生可能エネルギーの導入目標数値達成に対して、実勢値を大きく前進させる。
2. 保健省は限られた予算額で保健分野に係る政策を実施している。	保健省の政策実施の予算額が増える。	保健省の2020年年次報告書によると、2020年の経常支出予算は127,606百万ルピーである。本計画により21.8百万ルピーの削減が見込まれる。第一次現地調査のヒアリングによると、この費用削減により、その他の政策実施に割り当てられることが見込まれるため、間接的に政策実施の予算額を増やす効果が期待できる。

以上のように、本計画を実施することで多大な効果が期待されることから、協力対象事業に対して、我が国の無償資金協力を実施することの妥当性が確認される。更に、本協力対象事業の実施及び実施後の運営・維持管理についてもスリランカの体制は人員・予算とも十分であり、問題はないと考えられる。

目 次

序文

要約

目次

位置図／写真

図表リスト／略語集

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1	当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1	現状と課題.....	1-1
1-1-2	開発計画.....	1-2
1-1-3	社会経済状況.....	1-2
1-2	無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	1-4
1-3	我が国の援助動向	1-5
1-4	他ドナーの援助動向	1-6

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1	プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1	組織・人員.....	2-1
2-1-2	財政・予算.....	2-1
2-1-3	技術水準.....	2-3
2-1-4	既存施設・機材.....	2-5
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状況.....	2-14
2-2-1	関連インフラの整備状況.....	2-14
2-2-2	自然条件.....	2-14
2-2-2-1	位置及び地形.....	2-14
2-2-2-2	地質.....	2-15
2-2-2-3	気候.....	2-15
2-2-2-4	湿度.....	2-15
2-2-2-5	降雨量	2-16
2-2-2-6	風速.....	2-17
2-2-2-7	地震.....	2-18
2-3	当該国における無償資金協力事業実施上の留意点.....	2-18
2-4	その他（グローバルイシュー等）	2-19
2-4-1	PV モジュール製造に係るサプライチェーンの人権問題.....	2-19
2-4-2	ジェンダー主流化について.....	2-20

第3章 プロジェクトの内容

3-1	プロジェクトの概要	3-1
3-2	協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1	設計方針	3-2
3-2-1-1	基本方針	3-2
3-2-1-2	自然環境条件に対する方針	3-3
(1)	温度・湿度条件に対する方針	3-4
(2)	降雨・落雷に対する方針	3-4
(3)	地震条件に対する方針	3-4
(4)	地質・地形条件に対する方針	3-4
3-2-1-3	社会経済条件に対する方針	3-4
3-2-1-4	施工事情に対する方針	3-5
3-2-1-5	現地業者、現地資機材の活用に係る方針	3-6
3-2-1-6	実施機関の維持・管理能力に対する方針	3-6
3-2-1-7	施設、機材等のグレードの設定に係る方針	3-6
3-2-1-8	工法／調達方法、工期に係る方針	3-7
3-2-1-9	施工監理に係る方針	3-8
3-2-1-10	安全対策に係る方針	3-8
3-2-2	基本計画（機材計画／施設計画）	3-8
3-2-2-1	基本計画（機材計画）	3-8
3-2-2-2	基本計画（施設計画）	3-36
3-2-3	概略設計図	3-50
3-2-4	施工計画／調達計画	3-51
3-2-4-1	施工方針／調達方針	3-51
3-2-4-2	施工上／調達上の留意事項	3-53
3-2-4-3	施工区分／調達・据付区分	3-55
3-2-4-4	施工監理計画／調達監理計画	3-55
3-2-4-5	品質管理計画	3-57
3-2-4-6	資機材等調達計画	3-59
3-2-4-7	初期操作指導・運用指導等計画	3-58
3-2-4-8	ソフトコンポーネント計画	3-62
3-2-4-9	実施工程	3-62
3-2-5	安全対策計画	3-63
3-3	相手国側分担事業の概要	3-63
3-3-1	相手国負担事項	3-63
3-3-2	税制及び免税手続き	3-65
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	3-67
3-4-1	基本方針（実施体制、要員）	3-67
3-4-2	日常点検と定期点検項目	3-68

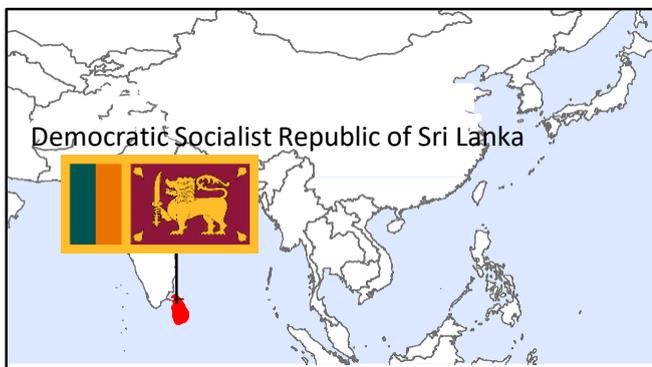
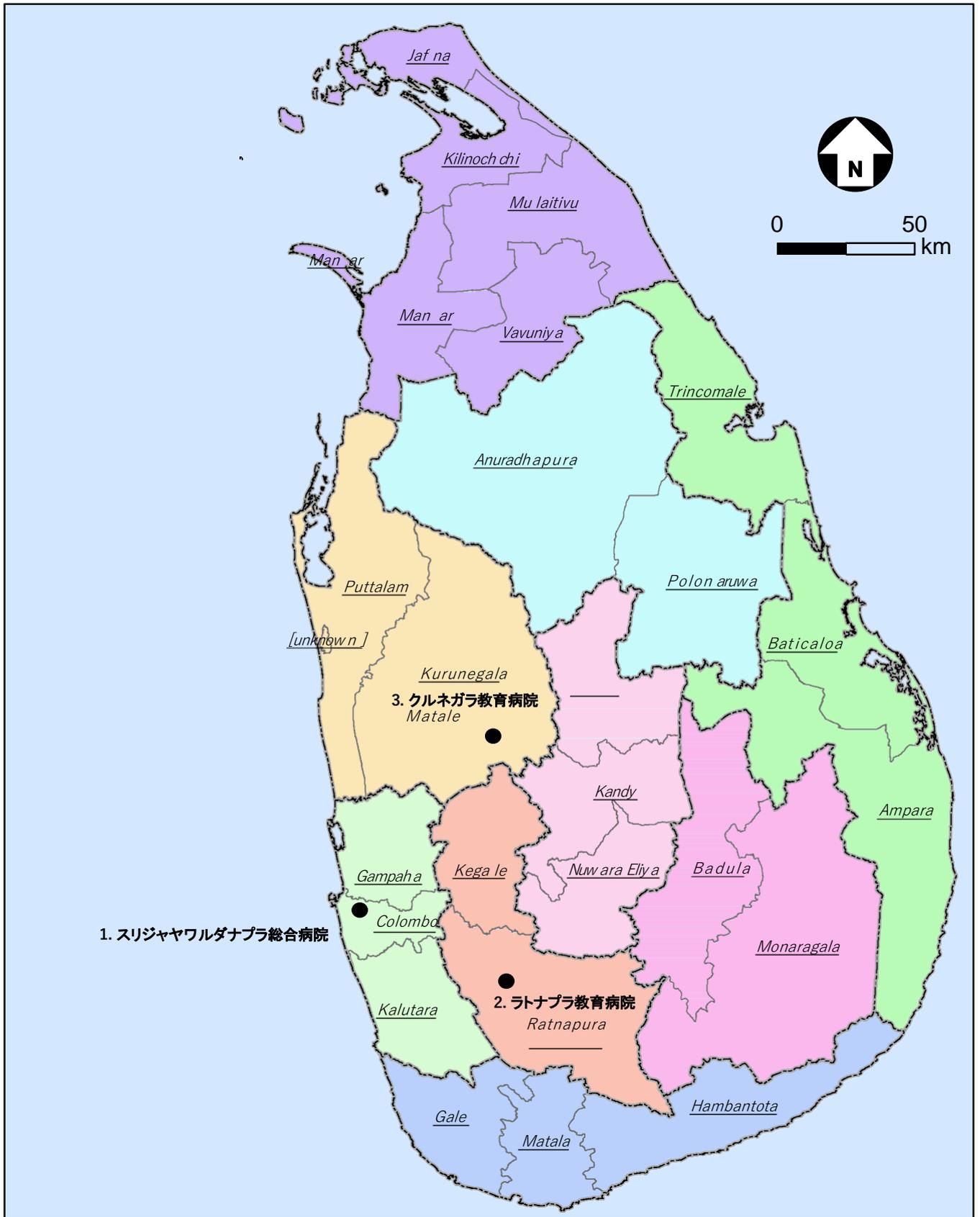
3-4-3	予備品調達計画.....	3-69
3-5	プロジェクトの概略事業費	3-71
3-5-1	協力対象事業の概略事業費.....	3-71
3-5-1-1	日本側負担経費.....	3-71
3-5-1-2	相手国側負担経費	3-71
3-5-1-3	積算条件	3-72
3-5-2	運営・維持管理費.....	3-72

第4章 プロジェクトの評価

4-1	事業実施のための前提条件	4-1
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-1
4-3	外部条件	4-2
4-4	プロジェクトの評価	4-2
4-4-1	妥当性	4-2
4-4-2	有効性	4-3

[資料]

1.	調査団員・氏名.....	A-1
2.	調査行程.....	A-2
3.	関係者（面会者）リスト.....	A-3
4.	討議議事録（M/D）	A-4
5.	技術協議録（Field Report）	A-5
6.	概略設計図.....	A-6
7.	各サイトの対象既設建屋の現況写真.....	A-7
8.	シュミットハンマーテスト結果.....	A-8
9.	気候変動対策支援ツール（JICA Climate-FIT: 緩和策 Mitigation）計算シート	A-9
10.	蓄電池コンポーネント検討に係る説明資料.....	A-10



[Legend]

- Province border
- Northern
- Sabaragamuwa
- Central
- Southern
- Eastern
- North Central
- Uva
- NorthWestern
- Western

プロジェクトサイト位置図

調査対象地域の現況写真 (1/2)



スリジャヤワルダナプラ総合病院
PV パネル据付予定の B 棟北側屋根。



スリジャヤワルダナプラ総合病院
PV パネル据付予定の B 棟南側屋根。表面の瓦を取り除き、敷設する。



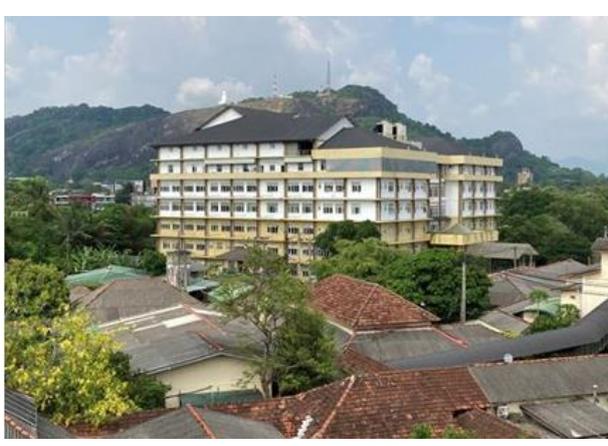
スリジャヤワルダナプラ総合病院
パワーコンディショナを収納するコンテナ据付予定地。写真中央のコンテナは現在資材庫として使用中。本体工事前に先方負担工事で移設。



スリジャヤワルダナプラ総合病院
調査団と病院側院長、技術者との現地での協議の様子。



クルネガラ教育病院
対象病院の全景。病棟が密集している。



クルネガラ教育病院
PV パネル据付予定の産科病棟。

調査対象地域の現況写真 (2/2)



クルネガラ教育病院

産科病棟屋根の様子。金属折版屋根であり、状態は良好。



クルネガラ教育病院

写真奥は太陽光発電システム据付予定の産科病棟。右側は現在未使用の焼却炉。当該焼却炉を先方負担工事で取り壊し、コンテナを据付する。



ラトナプラ教育病院

PV モジュール据付予定の本館（JICA 棟）。2003 年 JICA 無償資金協力にて建設。



ラトナプラ教育病院

PV モジュール据付候補サイトである血液バンク棟。



ラトナプラ教育病院

パワーコンディショナを収納するコンテナ据付予定地である院長コンパウンド。



ラトナプラ教育病院

コンテナ据付予定地。病院本館の間の敷地を活用する。

図表リスト

第1章

図 1.1	スリランカの人口構造・人口増加（2000年～2021年）	1-3
図 1.2	スリランカの国内総生産（2000年～2021年）	1-3
表 1.1	スリランカの発電開発計画	1-2
表 1.2	我が国の電力分野への援助動向	1-5
表 1.3	保健分野の他ドナーの支援一覧表	1-6

第2章

図 2.1	保健省（MOH）組織図	2-1
図 2.2	スリジャヤワルダナプラ総合病院の組織図	2-3
図 2.3	ラトナプラ教育病院の組織図	2-4
図 2.4	クルネガラ教育病院の組織図	2-4
図 2.5	受電用変圧器の写真	2-5
図 2.6	非常用発電機コンテナの写真	2-5
図 2.7	UPS 系統コンセントの写真	2-5
図 2.8	SJGH 負荷記録（2023年4月24日～25日）	2-6
図 2.9	TH Ratnapura JICA 棟負荷記録	2-10
図 2.10	TH Ratnapura 血液バンク棟の負荷記録（2023年4月29日）	2-12
図 2.11	TH Kurunegala 産科病棟負荷記録（2023年5月2日～3日）	2-13
図 2.12	スリランカ国の道路網	2-14
図 2.13	各地の平均気温（2020年～2023年各月平均気温）	2-16
図 2.14	各地の湿度（1991年～2021年）	2-16
図 2.15	各地の降雨量（2020年～2023年）	2-17
図 2.16	各地の平均風速（2020年～2023年各月平均風速）	2-18
表 2.1	保健省の損益計算書	2-2
表 2.2	保健省の貸借対照表	2-3
表 2.3	SJGH 受電設備一覧	2-5
表 2.4	SJGH 個別負荷記録	2-7
表 2.5	TH Ratnapura 受電設備一覧	2-8
表 2.6	TH Ratnapura 電気料金推移	2-9
表 2.7	TH Ratnapura 個別負荷記録	2-10
表 2.8	TH Kurunegala 受電設備一覧	2-12
表 2.9	TH Kurunegala 主系統負荷状況	2-13
表 2.10	各地の平均気温（2020年～2023年各月平均気温）	2-15
表 2.11	各地の平均湿度（1991年～2021年各月平均湿度）	2-16

表 2.12	各地の降雨量（2020年～2023年各月平均降雨量）	2-17
表 2.13	各地の平均風速（2020年～2023年各月平均風速）	2-18
表 2.14	スリランカでの50年間の地震の記録	2-18
表 2.15	ガイドランスの内容整理	2-19
表 2.16	ジェンダーに関する各病院の質問回答	2-21

第3章

図 3.1	太陽光発電システム概要	3-9
図 3.2	パターン1のタイムチャート	3-12
図 3.3	パターン2のタイムチャート	3-12
図 3.4	パターン3のタイムチャート	3-13
図 3.5	スリジャヤワルダナプラ総合病院 配置計画	3-13
図 3.6	太陽光発電システム接続概要（スリジャヤワルダナプラ総合病院）	3-14
図 3.7	ラトナプラ教育病院 配置計画	3-16
図 3.8	太陽光発電システム接続概要 （ラトナプラ教育病院（血液バンク棟・本館））	3-17
図 3.9	太陽光発電システム接続概要（ラトナプラ教育病院（JICA棟））	3-18
図 3.10	クルネガラ教育病院配置計画	3-19
図 3.11	太陽光発電システム接続概要（クルネガラ教育病院（主系統））	3-20
図 3.12	太陽光発電システム接続概要（クルネガラ教育病院（産科病棟））	3-21
図 3.13	病院の敷地図（スリジャヤワルダナプラ総合病院）	3-37
図 3.14	病院の敷地図（ラトナプラ教育病院）	3-38
図 3.15	病院の敷地図（クルネガラ教育病院）	3-40
図 3.16	構造強度確認フロー	3-41
図 3.17	太陽光パネル設置予定の屋根平面図及び写真	3-41
図 3.18	建物断面図（SJGH B棟）	3-42
図 3.19	屋根平面図及び建物断面図（TH Ratnapura JICA棟）	3-43
図 3.20	屋根平面図及び建物断面図（TH Ratnapura 事故救急救命棟）	3-45
図 3.21	屋根平面図及び建物断面図（TH Ratnapura 血液バンク棟）	3-47
図 3.22	外観・内観写真・建物断面図及びトラス断面図 （TH Kurunegala 産科病棟）	3-49
図 3.23	事業実施関係図	3-53
図 3.24	事業実施工程表（案）	3-62
表 3.1	プロジェクトの概要	3-1
表 3.2	非常用発電機の運転実績	3-3
表 3.3	対象サイトの気象条件	3-4
表 3.4	商用系統停電時の太陽光発電システムの運転方法の検討	3-11
表 3.5	既設太陽光発電システム遠隔監視装置	3-22
表 3.6	太陽光発電システム遠隔監視装置設置場所	3-22

表 3.7	大型モニタ設置場所	3-23
表 3.8	気象条件	3-24
表 3.9	適用する基準及び規格	3-24
表 3.10	PV モジュールの仕様	3-25
表 3.11	PV モジュール用架台の仕様	3-25
表 3.12	接続箱の仕様	3-25
表 3.13	集電箱の仕様	3-25
表 3.14	パワーコンディショナの仕様	3-26
表 3.15	直流入力盤の仕様	3-26
表 3.16	ケーブル処理盤の仕様	3-26
表 3.17	絶縁変圧器の仕様	3-26
表 3.18	気象観測装置の仕様	3-27
表 3.19	計測装置の仕様	3-27
表 3.20	遠隔監視装置の仕様	3-27
表 3.21	コンテナの仕様	3-28
表 3.22	低圧分電盤 (SJGH、 TH Kurunegala) の仕様	3-28
表 3.23	低圧分電盤 (TH Ratnapura) の仕様	3-29
表 3.24	低圧分電箱 (TH Kurunegala) の仕様	3-30
表 3.25	中継端子箱 (TH Ratnapura) の仕様	3-30
表 3.26	中継端子箱 (TH Kurunegala) の仕様	3-31
表 3.27	電力/制御ケーブル及び端末材料 (SJGH) の仕様	3-31
表 3.28	配線用資材 (SJGH) の仕様	3-32
表 3.29	電力/制御ケーブル及び端末材料 (TH Ratnapura) の仕様	3-33
表 3.30	配線用資材 (TH Ratnapura) の仕様	3-34
表 3.31	電力/制御ケーブル及び端末材料 (TH Kurunegala) の仕様	3-34
表 3.32	配線用資材 (TH Kurunegala) の仕様	3-35
表 3.33	接地材料の仕様	3-35
表 3.34	火災報知器の仕様	3-36
表 3.35	対象建屋選定における調査の観点及び判断項目	3-36
表 3.36	スリジャヤワルダナプラ総合病院の太陽光発電システム発電出力	3-37
表 3.37	スリジャヤワルダナプラ総合病院のコンクリート圧縮強度計測結果	3-37
表 3.38	ラトナプラ教育病院の太陽光発電システム発電出力	3-39
表 3.39	クルネガラ教育病院の太陽光発電システム発電出力	3-40
表 3.40	クルネガラ教育病院のコンクリート圧縮強度計測結果	3-40
表 3.41	既存設計図面から得られた構造設計条件 (SJGH B 棟)	3-42
表 3.42	既存設計図面から得られた構造設計条件 (TH Ratnapura JICA 棟)	3-44
表 3.43	ラトナプラ教育病院/JICA 棟の構造強度確認結果表	3-44
表 3.44	既存設計図面から得られた構造設計条件 (TH Ratnapura 事故救急救命棟)	3-45
表 3.45	ラトナプラ教育病院・事故救急救命棟の構造強度確認結果表	3-46

表 3.46	既存設計図面から得られた構造設計条件 （TH Ratnapura 血液バンク棟）	3-47
表 3.47	ラトナプラ教育病院・血液バンク棟の構造強度確認結果表.....	3-47
表 3.48	既存設計図面から得られた構造設計条件（TH Kurunegala 産科病棟）	3-49
表 3.49	クルネガラ教育病院・産科病棟の構造強度確認結果表.....	3-49
表 3.50	主な品質管理計画	3-58
表 3.51	主要資機材調達リスト	3-59
表 3.52	主要な相手国負担事項	3-63
表 3.53	本邦企業へのヒアリング結果	3-67
表 3.54	日常点検項目	3-68
表 3.55	定期点検時の点検項目	3-69
表 3.56	主機材の取替周期と点検内容（推奨例）	3-69
表 3.57	本計画にて各病院に調達する予備品	3-70
表 3.58	交換部品の時期と費用	3-70
表 3.59	試験機材及び保守工具	3-71
表 3.60	スリランカ国側負担経費	3-71
表 3.61	年間運営・維持管理費集計表	3-72

第4章

表 4.1	本計画による定量的評価	4-3
表 4.2	太陽光発電システムによる発電量計算条件.....	4-4
表 4.3	太陽光発電システムによる月別発電量.....	4-4
表 4.4	CEB に対して削減される電気使用料金.....	4-6
表 4.5	本計画にて期待される定性的効果	4-6

略 語 表

英語略	英 語	和 訳
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
ASTM	American Society for Testing and Materials	米国試験材料協会
ATS	Automatic Transfer Switch	自動切替開閉器
B/A	Banking Arrangement	プロジェクト用銀行口座
BS	British Standard	英国規格
CEB	Ceylon Electricity Board	セイロン電力公社
CECB	Central Engineering Consultancy Bureau	スリランカ中央技術コンサルタント局
CIDA	Construction Industry Development Authority	建設省開発庁
CVVS	Control-use Vinyl insulated Vinyl Sheathed cable	遮へい付き制御用ビニル絶縁ビニルシースケープル
DTTP	Department of Trade and Investment Policies	貿易・投資政策局
EDG	Emergency Diesel Generator	非常用発電機
E/N	Exchange of Notes	交換公文
FEP	Flexible Electric Pipe	波付硬質ポリエチレン管
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GFATM	The Global Fund to Fight AIDS, Tuberculosis and malaria	世界エイズ・結核・マラリア対策基金
IEC	International Electromechanical Commission	国際電気標準会議
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JCS	Japanese Cable Makers' Association Standard	日本電線工業会規格
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	電気学会電気規格調査会
JEM	Japan Electrical Manufacturer	日本電機工業会
JIS	Japanese Industrial Standards	日本産業規格
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau	ドイツ復興金融公庫
KOFIH	Korea Foundation for International Healthcare	韓国国際保健医療財団
KOICA	Korea International Cooperation Agency	韓国国際協力団
M/D	Minutes of Discussion	討議議事録
MOF	Ministry of Finance	財務相
MOH	Ministry of Health	保健省
MOP	Ministry of Power	電力省
MOLEF	Ministry of Labour and Foreign Employment	労働・海外雇用省
MOUDH	Ministry of Urban Development & Housing	住宅都市開発省
NCDs	Non-Communicable Diseases	非感染性疾患
NDC	Nationally Determined Contributions	国が決定する貢献
NS	Nominated Subcontractor	商社指定下請業者
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PCS	Power Conditioner System	パワーコンディショナーシステム
PV	Photovoltaic	光起電性
SJGH	Sri Jayewrdenepura General Hospital	スリジャヤワルダナプラ総合病院
TH	Teaching hospital	教育病院
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	気候変動に関する国際連合枠組条約
UPS	Uninterruptible Power Supply	無停電電源装置
VP	Vinyl Pipe	合成樹脂製電線管

第1章 プロジェクトの背景・経緯

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

(1) 電源開発計画

発電設備容量ベースでは、水力発電は31%を占め最大である。次いで石油火力は23%、石炭火力は20%である。再生可能エネルギーによる発電（小水力、風力、太陽光、バイオマス）は26%を占める。再生可能エネルギーによる発電のうち屋上型太陽光発電の割合は8%である。

発電電力量ベースでの上位2つは石炭火力の40%と水力発電の28%が占める。なお、屋上型太陽光発電の割合は2%である。

2016年9月にUNFCCC（気候変動に関する国際連合枠組条約）にて批准されたNDC（国が決定する貢献）では、2030年までに、無条件では4%、条件付きで16%の温室効果ガスの排出低減が目指されている。電力省（Ministry of Power: MOP）の報告書（Progress 2021 Programme 2022）によると、スリランカの将来発電計画策定に係る基本方針は、以下の3つの政策イニシアチブに基づく。

- 2030年までの再生可能エネルギーによる発電電力量30%の実現。
- 2050年までのカーボンニュートラルの達成。
- 新設の石炭火力発電所を計画しないこと。

(2) 長期電源開発計画

国営会社であるセイロン電力庁（CEB）は、公共規制局（Public Utilities Commission of Sri Lanka）の下部組織であり、発電、送配電の運営から集金、電力料金策定を含む電力事業全般を実施する。

CEBは長期発電開発計画2023-2042（Long Term Generation Expansion Plan 2023-2042）の中で、屋上型太陽光発電設備は環境負荷の小さく、電力供給を推進するための強力な役割を有すると位置付ける。

「Net Energy Metering Facility」は2010年にCEB、ランカ電気会社（Lanka Electric Company: LECO）を通じて導入された枠組みである。この枠組みにより、いかなる電力消費者も再生可能エネルギーを用いる発電に参画できること、そして系統への余剰電力の送り出しが認められた。余剰電力は、クレジットの形で各電力消費者に還元され、翌月以降に発生する電力使用料金から差し引かれる。

更に屋上型太陽光発電導入促進のため、2016年CEBは新たに「Net Accounting」と「Net Plus」という2つの枠組みを導入した。

Net accountingは、消費者から系統への売電について、20年にわたり固定売電料金を設定する。はじめの7年間は22.0LKR/kWh、次の13年間は15.5LKR/kWhである。いわゆる日本でも導入されている固定価格買取制度と同等の概念である。

Net Plusでは、契約で制限された発電容量において、消費者が据付した太陽光発電システムからの全発電電力を系統へ送り出すことができる。Net PlusはNet accountingと異なり自家消費を想定していない。

上記の3つの枠組み適用は、低圧線連系の屋上の太陽光発電システムに限定している。また、

2019年、スリランカ政府は、アジア開発銀行（ADB）から50百万米ドルの借款契約を締結し、国内の産業・商業向けの屋上の太陽光発電（発電容量は5kWまで）を推進している。2021年までに44MW相当分が調達された。

(3) 現状と課題

(2)で記した3つの枠組みによる屋上型太陽光発電導入量は2020年末時点で374MWに達した。

2023年5月に再生可能エネルギー庁から入手したデータによると、2021年時点での屋上の太陽光発電システムは650MWである。そのため、2021年単年の新たな導入量は276MWと考えられる。再生可能エネルギー庁から入手の発電システム開発を表1.1に示す。2030年の屋上型太陽光発電設備の導入目標は1,513MWである。目標遂行のためには、屋上型太陽光発電システム調達・据付の継続・推進が欠かせない。

現状の導入実績を鑑みると、2030年までに毎年95MWの新たな屋上型太陽光発電設備の導入の維持を継続する必要がある。他方で、太陽光発電システムの寿命が20年とすると、撤去対象となるシステムも考えられるため、実際に導入するPVモジュールはこれより大きくなる。太陽光発電システムの導入・更新を維持し続けなければならないことが課題である。

表 1.1 発電システム開発計画

Resource	Installed Capacity	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Biomass	54	54	64	70	75	80	85	90	95	100
Major Hydro	1,383	1,538	1,538	1,568	1,568	1,568	1,568	1,568	1,568	1,568
Mini Hydro	429	464	610	669	678	692	720	720	720	720
Solar Rooftop	650	841	1,016	1,141	1,241	1,341	1,441	1,313	1,413	1,513
Solar Ground Mounted	140	418	873	1,274	1,679	1,859	2,034	2,314	2,564	2,749
Floating Solar				200	400	500	600	700	800	900
Wind	249	249	269	524	789	919	1,169	1,299	1,474	1,649
Wind Offshore						500	1,000	1,500	1,500	2,000
Geothermal									10	30
Wave								5	5	10
Total Capacity (MW)	2,905	3,563	4,370	5,446	6,429	7,459	8,617	9,509	10,149	11,239
Total Generation (GWh)	8,293	9,666	11,170	13,333	15,245	18,033	21,187	23,740	25,045	28,075

備考：黄色ハイライトは、本計画で導入するシステムが該当する屋上型太陽光発電設備の導入目標を示す。

[出所] スリランカ再生可能エネルギー庁

1-1-2 開発計画

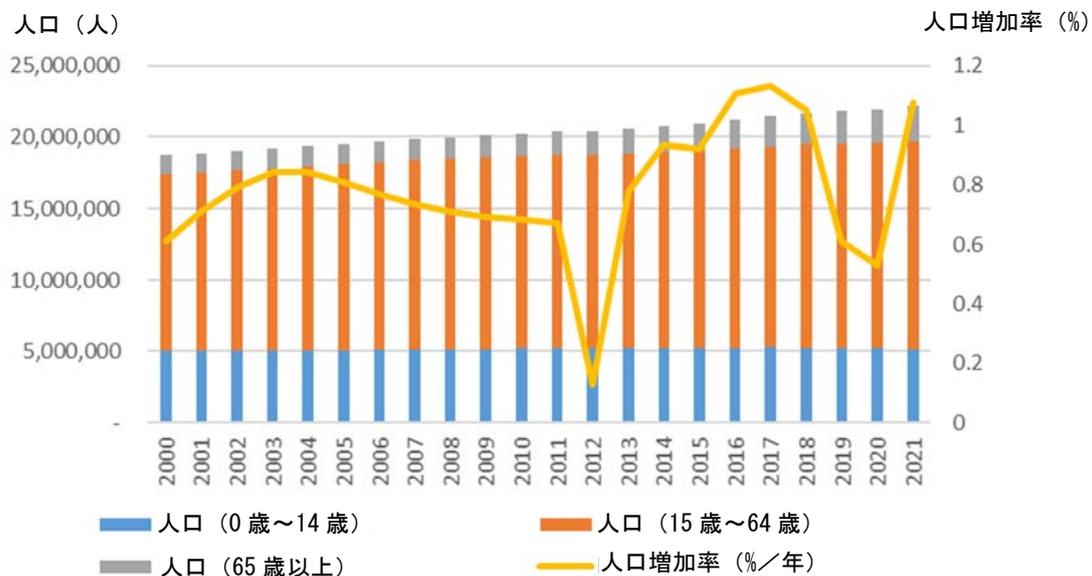
保健省の年次報告書（2020年）によると、保健省の目標の一つは、自己負担額の削減と財政リスクの削減のための新戦略の開発である。これに対して我が国は、対スリランカ国別開発協力方針の重点分野（中目標）において、「脆弱性の軽減」として、気候変動・防災対策のための政府の体制整備・強化に向けて、ハード・ソフトの両面で取り組みを支援すると共に、保健・医療などの分野を中心として関連施設の整備や能力強化などの社会サービス基盤の改善支援を挙げている。

1-1-3 社会経済状況

(1) 人口

スリランカの2000年～2021年の年齢グループ別人口構成、人口増加率を図1.1に示す。人口

増加率は平均 0.8%で推移している。スリランカの人口において 15 歳～64 歳の占める割合が高い。一方、65 歳以上の高齢者の人口増加率は 3%で推移している。この間、平均寿命は 2000 年の 70.4 歳から 2020 年の 76.4 歳に伸びている。



[出所] 世界銀行

図 1.1 スリランカの人口構造・人口増加率（2000 年～2021 年）

(2) 経済

スリランカの一人当たりの国内総生産(米ドル時価)、経済成長率、インフレ率を図 1.2 に示す。2009 年の紛争の終結による復興需要や経済活動の活性化等によって、2010～2012 年の国内総生産成長率は平均 8.4%を記録した。その後も 2017 年までは 4～6%前後で安定的に推移したが、2018 年の成長率が 2.3%と鈍化すると、2019 年には同年に発生した連続爆破テロ事件等の影響もあり、0.2%のマイナス成長となった。更に、2020 年は新型コロナウイルス感染症拡大により、3.5%のマイナス成長となった。



[出所] 世界銀行

図 1.2 スリランカの国内総生産（2000 年～2021 年）

(3) 対象病院の状況

本計画で太陽光発電システムを調達する病院の 2022 年 8 月時点の状況は以下のとおりである。

1) スリジャヤワルダナプラ総合病院

スリジャヤワルダナプラ総合病院は 1983 年に建設された。病床数 1,060、外来患者数は 19,803 人 (2021 年) である。本病院は、保健省からの予算配分に加えて患者からの医療費を徴収し、医療サービスを維持している。職員数は 1,983 人 (2022 年) である。病院内は整理整頓されており、運営は問題なく行われている。しかし、医療カルテなどは電子化されておらず、ファイル・書類ラックで管理されている。

なお、同病院は本邦の建設会社により建設された。

2) ラトナプラ教育病院

ラトナプラ教育病院は 1877 年に設立された。病床数は 1,488、外来患者数は 424,850 人 (2021 年) である。病院敷地は 0.25km² であり、本計画で対象の 3 病院の中で最も病床数に対する敷地 (密度) が大きい。傾斜地に立地しているため、病院敷地内には坂や階段が多い。医療費は基本的に無料である。職員数は 3,598 人 (2022 年) である。また、看護学校が同病院敷地内に併設している。2004 年に JICA 無償資金協力 (ラトナプラ総合病院整備計画 (第 2 期)) で OMF 棟 (Oral and MaxilloFacial Unit) を建設した。

3) クルネガラ教育病院

クルネガラ教育病院は 1890 年に設立された。病床数は 2,548 と 3 病院の中で群を抜いて多い。外来患者数は 246,118 人 (2021 年) である。他方で病院敷地は 0.14km² であり、スリジャヤワルダナプラ総合病院の 0.12km² と大差ない。そのため、病身敷地内は建屋が多く、本計画の 3 病院の中で最も密集している環境である。医療サービスは基本的に無料で提供されている。

1-2 無償資金協力要請の背景・経緯及び概要

スリランカの電力需要の伸びは顕著であり、2014 年から 2018 年の 5 年間では平均 6.2% という高い成長率が確認されている。電力省の報告書である「Progress 2021 Program 2022」によると、2021 年のスリランカの電力需要成長率は年 5.5% である。同年の最大需要の成長率は年 3.7% である。2021 年 1 月～9 月における最大需要は 2,801.62MW を記録した。

増加する需要に対応するため、スリランカでは新たな電源開発に取り組んできたが、既に主要な水力資源はほぼ開発されており、供給の不足分は化石燃料である石油火力で補われていることから発電コストが割高になっている。2022 年には国際的な石油価格の高騰と深刻な外貨不足により火力発電の燃料輸入が大幅に滞ることとなり、平均発電コストは前年比の約 2.5 倍に増加し、1 日あたり 2 時間程度の計画停電を行う必要が生じた。また電気料金が前年比の 75% 値上げされる等、電力事情が悪化しており、今後も電力料金は高止まりする見通しである。

このような状況は医療分野にも大きな影響を及ぼしており、特に消費電力の大きい大型の病院では電力システムの停電時に非常用発電機 (EDG) を運転させて対応する必要があるため、燃料不足や燃料の高騰により空調を停止する、更に照明を間引いた節電の必要が生じており、医療サービスそのものにも制約が生じる恐れがある。

上記を踏まえ、本計画で太陽光発電システムを導入することにより、電力に係る費用を軽減し、

もって医療サービスの向上を図る計画を求める意向がスリランカから示されたため、無償資金協力の活用を前提とした準備調査を実施する。

1-3 我が国の援助動向

(1) 我が国の援助方針

「対スリランカ民主社会主義共和国 国別開発協力方針（平成 30 年 1 月）」によると、我が国はスリランカとの関係に関し、海上輸送路の確保や南アジア・中東・アフリカ諸国との経済関係発展の上での地政学的な面でも重要性を有すると位置付けている。我が国の ODA の基本方針（大目標）では、着実に経済成長しているスリランカの一層の成長と安定化を促すため、質の高い成長のための基盤・制度整備を中核とした支援を行うとしている。

重点分野（中目標）では、質の高い成長の促進のため、首都圏を中心とする国内の人の移動・物流の改善や国際的な連結性の向上のための運輸インフラの整備、安価な電力や水の安定供給などを図ることが必要と強調する。このため、スリランカの経済発展を促進しつつ、我が国進出企業の活動環境の整備・改善にも寄与する運輸・電力・上下水道などのインフラ整備を、我が国技術の活用も視野に入れつつ、ハード・ソフトの両面で積極的に支援するとしている。

本計画は、我が国企業が有する高品質の太陽光発電システムを供与し、安価な電力供給を図り、もってスリランカの電力のインフラ整備に寄与する。

(2) 電力分野における我が国の援助動向

1990 年以降に実施の電力分野における我が国のスリランカに対する政府開発援助を表 1.2 に示す。水力、火力の発電所建設および送電網改修などの発電および送電分野への援助が多い。これらのプロジェクトは円借款事業にて実施された。2009 年に実施の太陽光発電システムでは、環境プロジェクト無償スキームで実施した。ハンバントタ市に野建て（地上据付）の太陽光発電システム 0.7MW を調達した。

表 1.2 我が国の電力分野への援助動向

実施年度	案件名	種別	供与額
1991 年	アッパー・コトマレ水力発電事業 (E/S)	円借款	14.82 億円
1993 年	送電網拡充事業 (2)	円借款	9.18 億円
1994 年	西海岸石炭火力発電事業 (E/S)	円借款	9.76 億円
1994 年	ワクレ水力発電事業	円借款	212.27 億円
1995 年	サマラナウェア水力発電改修事業	円借款	52.82 億円
1996 年	ケラニティッサ・コンバインド・サイクル発電所建設事業	円借款	134.81 億円
1997 年	送電網整備事業	円借款	31.14 億円
1997 年	コロンボ首都圏電気通信網整備事業	円借款	100.23 億円
1998 年	送電網整備事業 (II)	円借款	40.30 億円
1998 年	配電網増強事業	円借款	59.73 億円

実施年度	案件名	種別	供与額
1998年	コロンボ首都圏電気通信網整備事業	円借款	133.69億円
2001年	コロンボ市配電網整備事業	円借款	59.59億円
2002年	電力セクター改革プロジェクト	円借款	29.38億円
2002年	電力セクター改革プログラム	円借款	74.40億円
2004年	ワウニア・キリノッチ送電線修復事業	円借款	12.78億円
2008年	電源多様化促進事業（調査・設計等のための役務）	円借款	8.20億円
2009年	太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画	無料資金協力	8.60億円
2009年	アッパー・コトマレ水力発電所建設事業	円借款	45.52億円
2010年	ワウニア・キリノッチ送電線修復事業	円借款	14.22億円
2012年	大コロンボ圏送配電損失率改善事業	円借款	159.41億円
2015年	全国送配電網整備・効率化事業	円借款	249.30億円

[出所] 外務省ウェブサイト（ODA 国別援助実績）

1-4 他ドナーの援助動向

保健省の作成する年次進捗報告書 2021 年版（Annual Progress Report 2021）に基づく、現在の他ドナーの援助動向を表 1.3 に示す。二国間協力、また多国間協力を含め 13 の計画が進行中である。最大のドナーは世界銀行であり、2 つの計画が実施中である。事業費は 196.7 百万米ドルである。二国間協力での最大ドナー国は中国であり、合計金額は 88.3 百万米ドルである。

表 1.3 保健分野の他ドナーの支援一覧表

計画名	ドナー	事業費 (百万米ドル)	実施期間
Primary Healthcare System Strengthening Project (PSSP)	世界銀行	119.0	2019 – 2023
Sri Lanka COVID-19 Emergency Response & Health Systems Preparedness Project	世界銀行	77.7	2020 – 2023
Health System Enhancement Project (HSEP)	アジア開発銀行	34.3	2018 – 2023
Matara District Maternal and New-born Health Care Strengthening Project	韓国国際協力団 (KOICA)	4.2	2017 – 2023
Global Fund to fight AIDS, Tuberculosis and Malaria	世界エイズ・結核・ マラリア対策基金 (GFATM)	5.1	2019 – 2021
Development of Ambulatory Care Centre (OPD) of NHSL (GoSL-China)	中国政府	38.3	2017 – 2022
Upgrading Health Facilities of Selected Hospitals	中国輸出入銀行	50.0	2019 – 2021
Development of District Hospital Kalutara as a Specialized Maternal and Children's Hospital (GoSL & Netherland)	オランダ政府	17.6	2016 – 2020

計画名	ドナー	事業費 (百万米ドル)	実施期間
A Neonatal and Obstetrics Reference Centre for the De Zoyza Maternity Hospital (France-HNB)	フランス政府	16.2	2019 – 2022
Construction of a Surgical Unit and procurement of Medical equipment for Teaching Hospital- Batticaloa (GoSL-India)	インド政府	0.9	2019 – 2020
Helmut Khol Maternity Hospital Karapitiya, Galle (GoSL - Germany - kfw)	ドイツ復興金融公庫	14.6	2015 – 2020
Health Information and Quality Improvement Project (Debt to Health Swap in Sri Lanka)	Global Fund	15.2	2021 – 2024
Capacity Building of Biomedical Engineering Service in Sri Lanka	韓国国際保健医療財団 (KOFIH)	5.4	2021 – 2024

備考：事業費は、1米ドル = 306.11 スリランカルピーで換算。

[出所] 保健省 Annual Progress Report (APR) 2021 に基づき調査団作成

なお、我が国の保健分野への支援では、保健医療サービス改善事業（Health and Medical Service Improvement Project）（事業費 60.7 百万米ドル）を実施中である。この事業では、西部州、北西部州、中部州、北中部州、東部州、ウバ州において三次医療機関と保健人材養成機関の施設・機材整備を行い、それにより、循環器系疾患を中心とした NCDs の診断・治療に係る医療サービスの改善を図る。

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

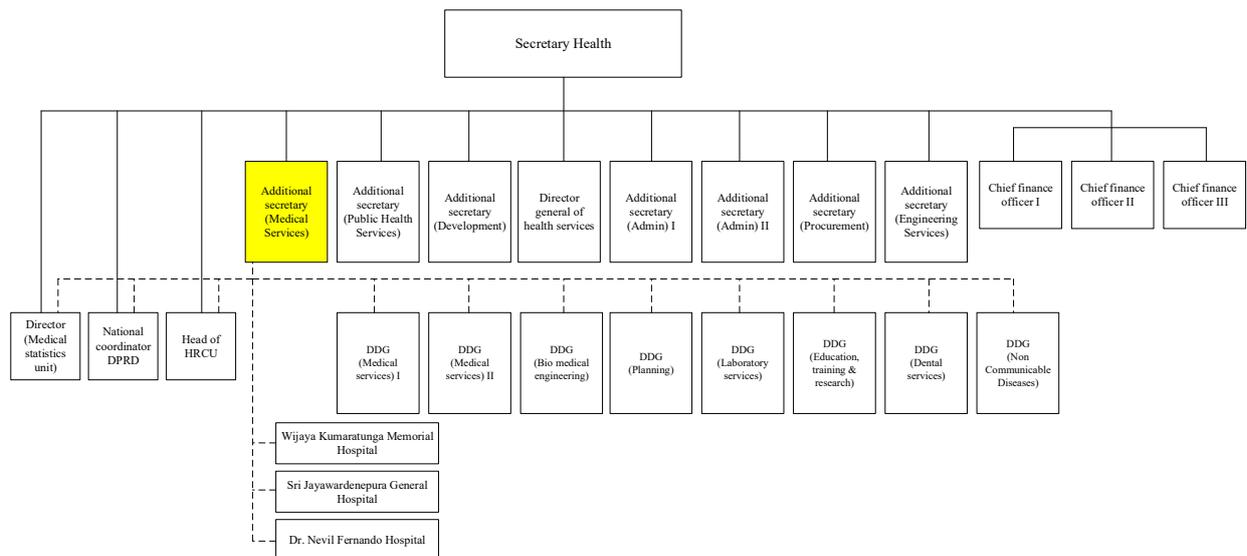
第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

本計画の実施機関は保健省（MOH）である。図 2.1 は保健省の組織図を示す。保健省は、大臣秘書（Secretary of Health）の直下に 7 部門の追加秘書、3 名の主財務官、そして局長が位置している。

本計画の担当部署は図中に黄色で示した追加秘書（医療サービス）である。



備考：黄色ハイライトは本計画担当部署を示す。

DPRD（Disaster Preparedness and Response Unit）、HRCU（Human Resource Coordinating Unit）

〔出所〕保健省提供資料に基づき調査団作成

図 2.1 保健省（MOH）組織図

2-1-2 財政・予算

表 2.1 は 2018 年～2021 年の保健省の損益計算書を示す。2018 年から 2021 年の歳入は、平均 165,930 百万スリランカルピー（2,299 スリランカルピー／日本円換算で約 720 億円。）という規模である。この金額のほぼ 100%（平均 162 百万スリランカルピー）は、国庫から賄われる。この期間の平均歳出は 171,894 百万スリランカルピーである。

表 2.2 は、2018 年～2021 年の保健省の損益計算書を示す。負債比率は平均 1%である。

表 2.1 保健省の損益計算書

単位：スリランカルピー

Fiscal year	2018	2019	2020	2021
Revenue				
<Revenue receipts>				
Total revenue receipts (A)	0	0	0	0
<Non revenue receipts >				
Treasury imprests	153,596,073,552	177,481,065,914	170,603,319,029	146,492,028,815
Deposits	1,123,188,414	1,288,671,564	1,022,446,413	823,391,121
Advance accounts	1,249,499,155	1,324,068,003	834,009,186	1,209,490,238
Other receipts	3,050,045,925	4,218,806,339	0	0
Total non revenue receipts (B)	159,018,807,045	184,312,611,820	172,459,774,629	148,525,410,173
<Total revenue ((A) + (B))>	159,018,807,045	184,312,611,820	172,459,774,629	148,525,410,173
<Remittance to the Treasury>			157,857,592	436,210,244
Net revenue	159,018,807,045	184,312,611,820	172,301,917,037	148,089,199,929
Expenditure				
<Recurrent expenditure>				
Wages, salaries & Other employment benefits	73,976,446,142	86,818,028,010	95,337,911,354	102,311,548,215
Other goods & services	55,476,622,080	67,248,348,031	14,589,892,164	14,639,276,707
Subsidies, grants and transfers	4,995,748,529	5,289,298,556	16,639,916,274	4,681,167,315
Other	0	15,000	0	0
Total recurrent expenditure	134,448,816,751	159,355,689,597	126,567,719,792	121,631,992,237
<Capital expenditure>				
Rehabilitaton & Improvement of capital assets	6,829,576,667	6,906,239,344	4,566,610,206	5,357,632,783
Acquisition of capital assets	17,734,661,997	17,035,552,286	27,166,561,008	18,379,958,844
Capital transfers	1,079,479,688	647,137,345	615,386,660	361,757,000
Acquisition of financial assets	0	0	0	0
Capacity building	972,622,441	848,252,917	591,864,322	738,091,297
Other	5,918,593,229	3,138,068,208	9,580,096,453	8,306,843,204
Total capital expenditure	32,534,934,022	28,575,250,101	42,520,518,649	33,144,283,129
<Main ledger expenditure>				
Deposit payment	909,054,923	1,232,519,780	1,040,667,748	693,068,785
Advance payments	1,493,684,255	1,539,073,594	747,363,134	1,144,420,746
Other main ledger payments	0	0	0	0
Total main ledger expenditure	2,402,739,178	2,771,593,375	1,788,030,882	1,837,489,531
Total expenditure	169,386,489,951	190,702,533,073	170,876,269,323	156,613,764,897
Balance	(10,367,682,906)	(6,389,921,252)	1,425,647,714	(8,524,564,968)

[出所] 保健省 Annual Performance Report (2019, 2021) に基づき調査団作成。

表 2.2 保健省の貸借対照表

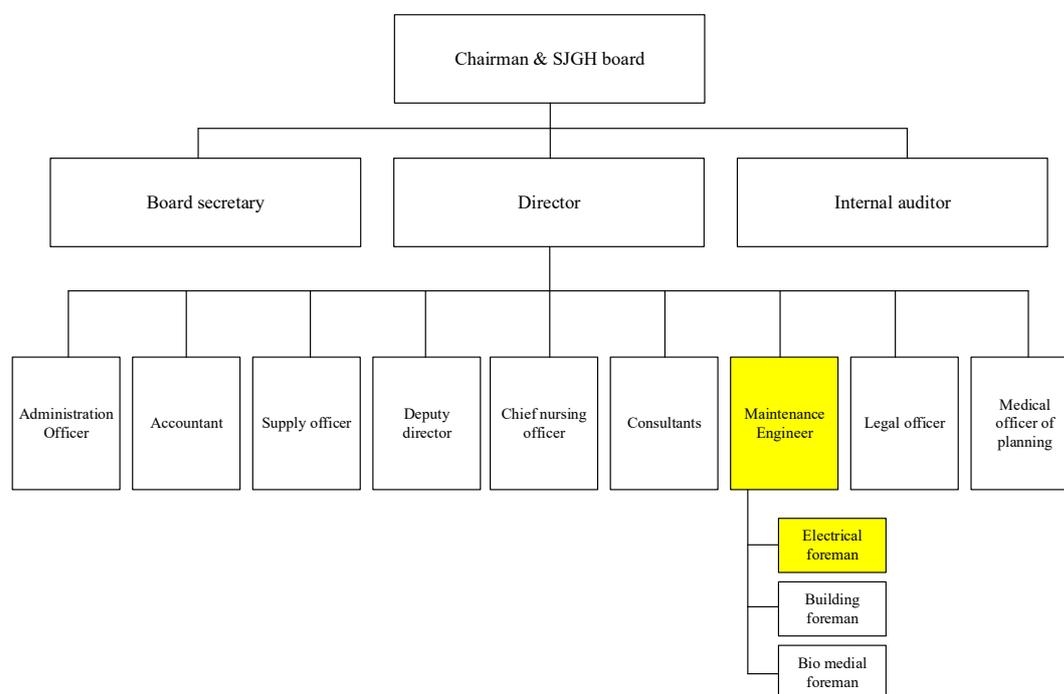
単位：スリランカルピー

Fiscal year	2018	2019	2020	2021
<Non financial assets>				
Property, plant & equipment	120,885,406,858	167,974,858,973	192,229,155,836	190,551,719,479
<Financial assets>				
Advance accounts	2,438,009,903	2,653,015,494	2,566,369,442	2,501,299,950
Cash & cash equivalents	283,481,634	471,051,300	402,819,741	4,132,954
Total assets	123,606,898,395	171,098,925,767	195,198,345,019	193,057,152,383
<Net assets/Equity>				
Net worth to treasury	996,234,073	1,155,087,880	1,086,663,188	890,771,336
Property, plant & equipment revenue	120,885,406,858	167,974,858,973	192,229,155,836	190,551,719,479
Rent and work advance reserve		0	0	0
<Current liabilities>				
Deposits accounts	1,441,775,830	1,497,927,614	1,479,706,254	1,610,528,614
Unsettled imprest balance	283,481,634	471,051,300	402,819,741	4,132,954
Total liabilities	123,606,898,395	171,098,925,767	195,198,345,019	193,057,152,383

[出所] 保健省 Annual Performance Report (2019, 2021) に基づき調査団作成。

2-1-3 技術水準

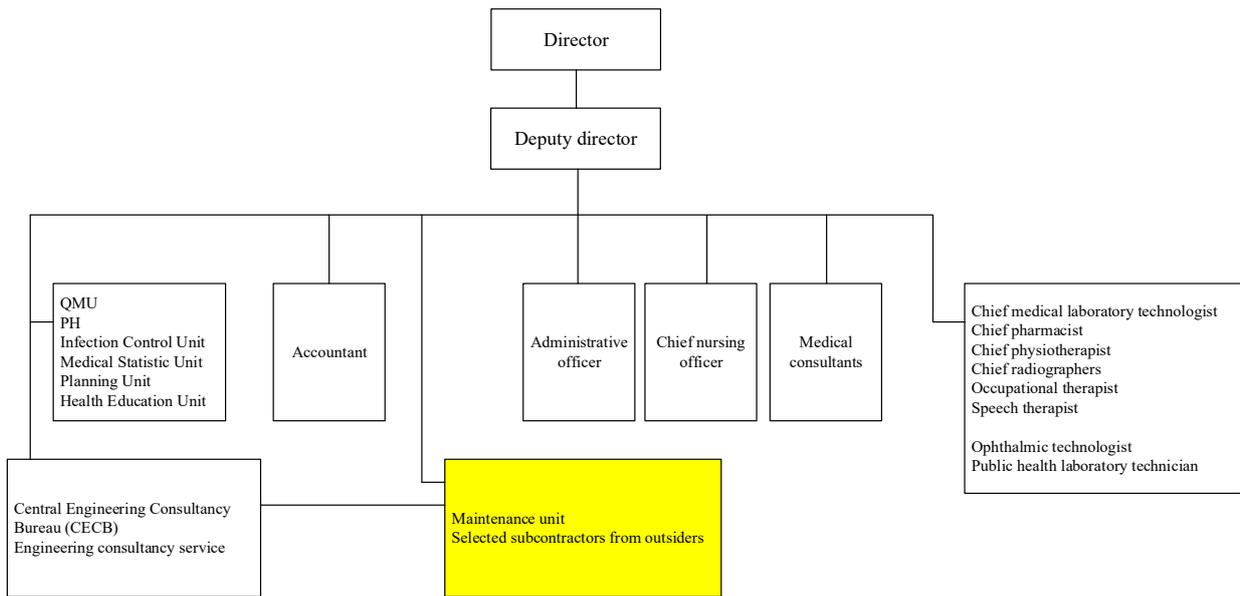
本計画の太陽光発電システムを調達据付する各サイトの組織を図 2.2～図 2.4 に示す。各病院では維持管理部署を有しており、同部署は各病院の非常用発電機の運用、また既設の太陽光発電システムの運転維持管理を行う。



備考：黄色ハイライトは本計画の調達機材の維持管理を行う部署。

[出所] スリジャヤワルダナプラ総合病院提供資料に基づき調査団作成

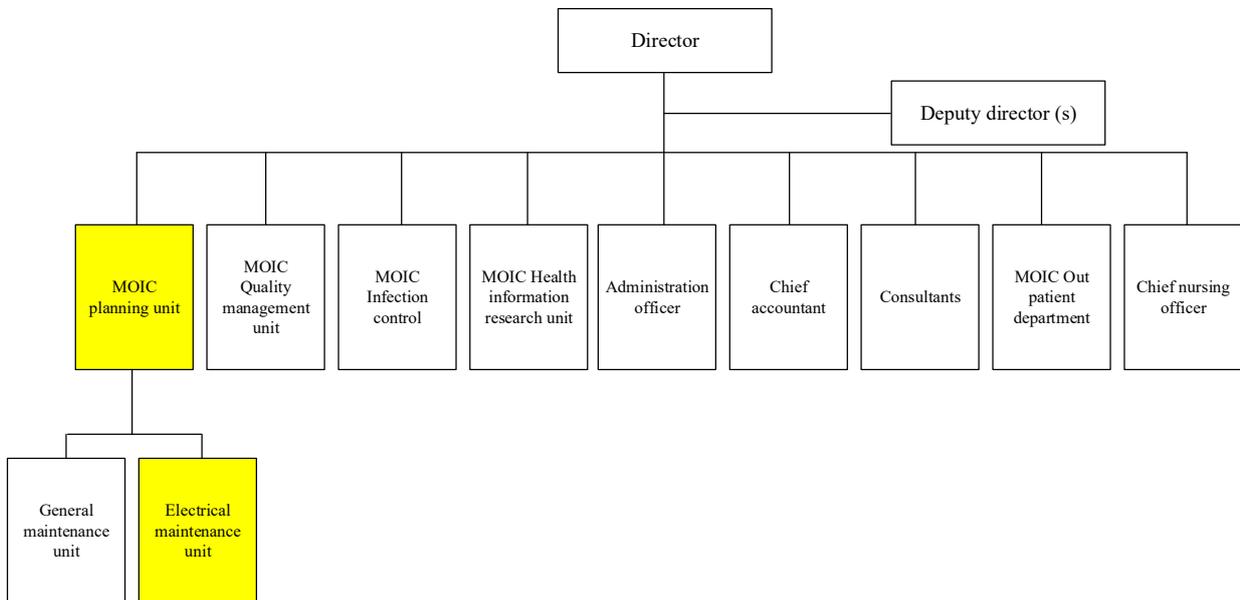
図 2.2 スリジャヤワルダナプラ総合病院の組織図



備考： 黄色ハイライトは本計画の調達機材の維持管理を行う部署。

[出所] ラトナプラ教育病院提供資料に基づき調査団作成

図 2.3 ラトナプラ教育病院の組織図



備考： 黄色ハイライトは本計画の調達機材の維持管理を行う部署。

[出所] クルネガラ教育病院提供資料に基づき調査団作成

図 2.4 クルネガラ教育病院の組織図

すべての病院で維持管理担当エンジニアと技術協議、サイト調査を行い、非常用発電機は、系統停電時の給電に問題なく使用していることを確認した。また、運転に支障の出ないようにするため、発電機の燃料を調達し、運転記録に保存している運転維持管理体制を確認した。更に、非常用発電機の機能維持のため定期的に機能確認運転を行っていることを確認した。

ラトナプラ教育病院、クルネガラ教育病院では太陽光発電システムを運転している。これらの

定期維持管理は外部委託業者によって行われている。ヒアリングによると、定期的なクリーニング、不具合時の PV モジュール交換を行うとのことである。

各病院で現在保有する機材の運転維持管理状況を鑑みると、本計画の太陽光発電システムの運転維持管理を行う技術水準を有していると判断する。

2-1-4 既存施設・機材

今回調査対象となった3病院はいずれも 33 kV もしくは 11 kV の CEB 配電系統から 400V へ降圧後に受電し、院内の建屋設備、医療機器に電気を供給する。CEB と病院の設備所掌分界点は受電変圧器 2 次側 (400V) となっている。各病院とも CEB からは複数個所で受電しており、電力供給の冗長化を考慮した受電設備により構成されている。ほとんどの受電設備に対して非常用発電機が接続され、CEB の配電系統からの電力供給が不可となる場合、停電から十数秒での電力バックアップが可能な構成となっている。非常用発電機については 1 回/月程度の頻度で動作確認運転が行われており、保守・運用面において十分な体制構築がなされている。更に、生命維持に直接影響を及ぼす可能性のある人工呼吸器、手術機器等への給電は、瞬時の停電も許容されないため無停電電源装置 (UPS) が具備され、商用系統停電後も一定時間は蓄電池からの継続電力供給可能となっている。



図 2.5 受電用変圧器の写真



図 2.6 非常用発電機コンテナの写真



図 2.7 UPS 系統コンセントの写真
(赤色で表示)

(1) スリジャヤワルダナプラ総合病院 (SJGH)

SJGH 病院内主要電気設備一覧を表 2.3 に記す。

表 2.3 SJGH 受電設備一覧

供給先	変圧器	非常用発電機	特記
本館	750 kVA x 2 (33/0.4 kV)	800 kVA x 2	常用系統が 4 母線、非常用系統が 2 母線の構成で各負荷へ電力供給されている。2007 年に非常用発電機を増容量化更新他が実施され、常用系を含めた全母線の非常用発電機バックアッ

供給先	変圧器	非常用発電機	特記
			プ供給が可能となっている。
心臓病棟	600 kVA x 1 (33/0.4kV)	1,000 kVA x 1 250 kVA x 1	

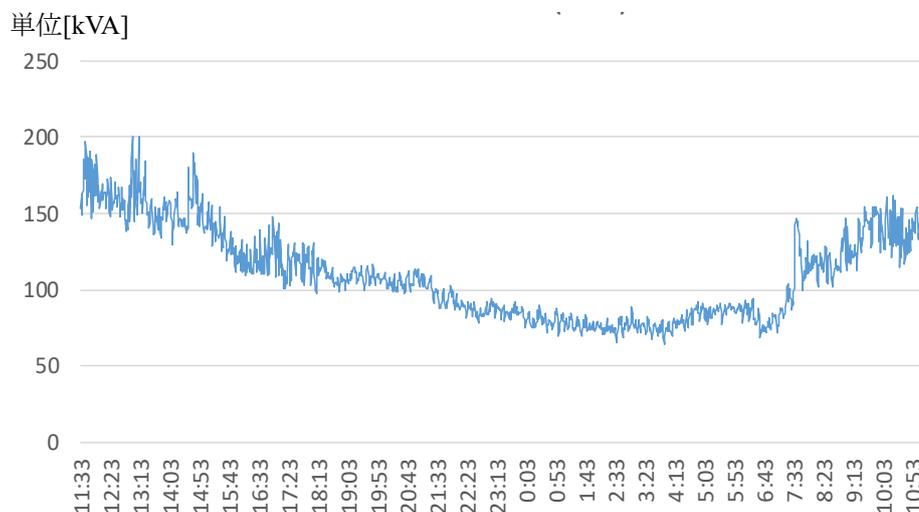
[出所] 調査団

両方の建物共に CEB の 33 kV 配電系統より受電し電力供給が行われている。当該配電線は以前、病院及び国会議事堂の専用線であったが、近隣の需要家への接続供給が増加したことにより経済危機前頃から停電回数は増えたとのことである。

本館系統より A～C 棟、周辺建物への電力供給が行われており、本計画における太陽光発電システムについても本館系統への接続で計画としている。なお本館は建屋も含め本邦企業により建設されており、33 kV 屋内型空気絶縁開閉装置、地上設置型変圧器、400 V 屋内型空気絶縁開閉装置で構成されている。ただし、自動火災報知設備については構内ケーブルの不良により現在不使用となっている。構内低圧線は病棟各フロアに設置された低圧分岐盤までケーブルにて接続され、各病棟、手術室、ラボ、クリニック、受付窓口等に電力供給されている。

図 2.8 は本館系統のうち TR-1 2 次側電力を計測した結果を表したグラフである。2023 年 4 月 24 日 11:00～翌 25 日までの 24 時間の病院負荷を計測しており、院内の日負荷状況が分かるものとなっている。なお、計測回路構成の都合上 1 相のみのデータとなっているため、3 相負荷のアンバランスはあるものの、表示されている負荷の 3 倍程度の電力が消費されていることとなる。

最大電力は 201kVA (13:00:27 記録)、最小電力は 64.55kVA (3:55:27 記録)であった。



[出所] 調査団

図 2.8 SJGH 負荷記録 (2023 年 4 月 24 日～25 日)

日中の診療開始 7:00 頃より病院内需要が増え始め、11:00～13:00 頃ピークに到達する。夕方以降は需要が低い状態が続く傾向にある。最大、最小比較で 3 倍程度の差となっている。病院関係者インタビューにて空調系負荷が需要の半分以上を占めているとのことであり、気温や診療患者数の下がる夜間については需要が下がることが伺える。この他同時に採取した記録ではないものの、400V 系各フィーダー単位で簡易的に負荷の記録を採取した。表 2.4 に示す。

表 2.4 SJGH 個別負荷記録

Board	Feeder	電力(VA)				特記
		R 相	S 相	T 相	3 相	
Commercial-1	X-Ray3	230	230	230	690	
	L-1	8,740	5,060	5,060	18,860	C 棟入院患者用負荷
	L-2	8,280	5,060	5,060	18,400	C 棟入院患者用負荷
	L-3	6,900	9,660	8,280	24,840	C 棟入院患者用負荷
	L-5	11,500	17,250	12,420	41,170	手術室他特別重要系含む負荷
	X-Ray	-	-	-	-	
	Total	35,650	37,260	31,050	103,960	
Commercial-2	L-6	2,300	1,380	2,300	5,980	
	CT Machine L-11	9,660	5,750	6,670	22,080	CT スキャン室向け
	L-9	4,140	3,450	2,300	9,890	
	L-8	4,140	4,140	4,140	12,420	
	L-7	3,220	2,300	3,680	9,200	
	L-10	-	-	-	-	
	total	23,460	17,020	19,090	59,570	
Commercial-3	P-1	690	805	805	2,300	
	P-2	-	-	-	-	
	P-3	575	575	460	1,610	
	P-8	-	-	-	-	
	P-6	-	-	-	-	
	P-7	4,600	4,600	5,520	14,720	洗濯室、病棟負荷
	A/C Gen Office	2,300	2,070	4,600	8,970	A 棟オフィス系負荷
	PAT Lab	460	575	805	1,840	
	Physiontherapy	1,150	1,840	1,840	4,830	
	NTCU					
	Total	9,775	10,465	14,030	34,270	
Commercial-4	P-9	414			414	
	P-10					
	P-11					
	DU-A/C	1,380	920	2,530	4,830	
	New machine supply	4,830	4,600	4,600	14,030	
	X-Ray1	345	230	345	920	
	Total	6,969	5,750	7,475	20,194	
Generator-1	PG-6					

Board	Feeder	電力(VA)				特記
		R 相	S 相	T 相	3 相	
	PG-7	7,360	7,820	9,200	24,380	
	PG-8	575	690	1,380	2,645	
	PG-10	4,600	6,900	6,900	18,400	
	Generator	690	-	-	690	
	IT Room	1,840	3,680	1,380	6,900	
Generator-2	Director Quarter	12,420	16,100	13,800	42,320	宿舎、新オフィス
	LG-07	4,600	5,750	1,610	11,960	
	LG-06	5,060	5,060	4,140	14,260	
	LG-04	1,035	4,600	2,300	7,935	
	LG-02	1,150	4,140	1,725	7,015	
	Kitchen	1,610	230	345	2,185	
	LG-01	11,500	9,200	4,140	24,840	
	No3	5,520	4,140	6,900	16,560	
	LG-03	1,150	2,990	4,140	8,280	
	PG-04	13,800	14,260	14,260	42,320	
	PG-05 (pump house)	6,900	6,900	6,900	20,700	
	Elev supply	64,745	73,370	60,260	198,375	エレベーター電源用

[出所] 調査団

(2) ラトナプラ教育病院 (TH Ratnapura)

TH Ratnapura 病院内主要受電設備を表 2.5 に記す。

表 2.5 TH Ratnapura 受電設備一覧

供給先	変圧器	非常用発電機	特記
本館 病棟群 血液バンク棟	250 kVA x 2 (33/0.4kV)	500 kVA x 1 62 kVA x1	250kVA 変圧器 2 台より本館系統の主分電盤 (Main Distribution Board) に電源供給する。変圧器 1 台より分岐して新設血液バンク棟に電力を供給する。
JICA 棟	400 kVA x 2 (33/0.4kV)	300kVA x1	全ての機器が非常用発電機によりバックアップ可能
事故救急救命棟	630kVA x1	450kVA x1	全ての機器が非常用発電機によりバックアップ可能
薬物貯蔵建屋 看護学校	630kVA x1	-	薬貯蔵設備、遺体安置室といった負荷はあるが非常用発電機によるバックアップ電源は無い。

[出所] 調査団

本館系統は最も古く、病棟中央部の主分電盤を介し各病棟向けの電力供給を行っているが老朽

化が著しい。非常用発電機が接続される自動切替装置も同様に老朽化が進行している。山間部の傾斜地に病院が建設されており、1870年代に建設された本館を中心に放射状に病棟が拡張されており、新設設備設置のための有効なスペースが非常に限られている。

ラトナプラ教育病院では本館に 20kW の PV モジュールが設置されており稼働中である。

表 2.6 は各病棟における CEB 系統からの受電電力量及び電気料金の推移を示す。2019 年～2022 年において各病棟とも消費電力量は微減となっているが 2022 年を境に電気料金が高騰していることが伺える。

表 2.6 TH Ratnapura 電気料金推移

西暦	本棟		薬物貯蔵建屋		JICA 棟		事故救急救命棟		血液バンク棟	
	買電電力量 (MWh)	電気料金 (kRs)								
2019	1723.421	29,966.07	103.921	1,874.75	1038.345	19,240.23	704.983	13,177.70	82.823	1,559.67
2020	1732.078	29,874.23	116.325	2,071.73	1035.75	19,058.16	837.021	15,192.36	84.09	1,581.44
2021	1439.408	25,021.89	120.86	2,354.41	944.142	17,328.2	1062.684	19,115.89	82.478	1,550.65
2022	1426.896	32,633.96	106.994	2,661.29	909.013	22,413.15	976.065	23,148.63	78.146	1,967.87

[出所] 調査団

図 2.9 と図 2.10 に調査期間中に計測した JICA 棟と血液バンク棟の日負荷データを示す。

【JICA 棟】

2023 年 4 月 27 日 15:59～翌 28 日までの 24 時間の病棟負荷を計測しており、JICA 棟系統の日負荷状況が分かる。計測回路構成で 1 相のみの負荷データ表示となっているため、表示されている負荷の 3 倍程度の電力が消費されていることとなる。最大・最小需要値の差が 4 倍程度と大きく時間帯による負荷の増減がかなり大きい。外来患者については午前から正午過ぎにピークを迎え、夕方以降はほぼ人がいない状態であった。

最大電力は 87.3kVA (10:23:57 記録)、最小電力は 20.5kVA (00:54:57 記録)であった。

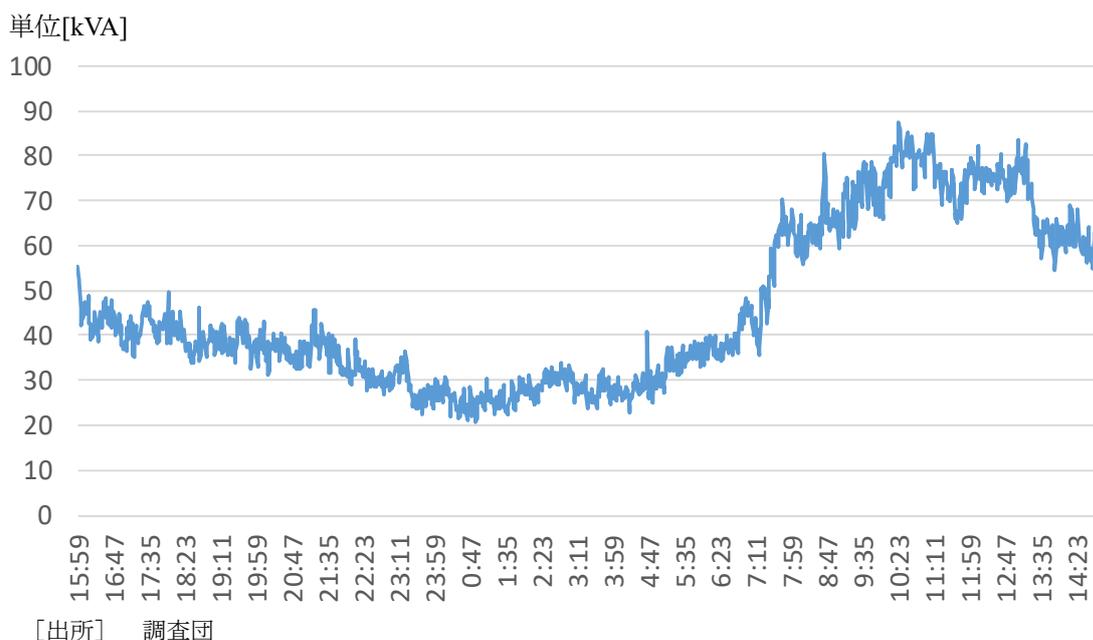


図 2.9 TH Ratnapura JICA 棟負荷記録

また、同時測定ではないが、JICA building 系統及び Main building 系統のフィーダー単位での負荷記録を表 2.7 に記す。フィーダー単位での需要がある程度判定できるものとなっている。

表 2.7 TH Ratnapura 個別負荷記録

【JICA 棟】

Feeder No.	負荷名称	MCCB (AT)	実測値(A)			
			R 相	S 相	T 相	N 相
G1	LN-B/LN-G1/LN-11/LN-21	150	0.8	32.0	25.3	
G2	LN-G2/LN-12/LN-22	75	14.0	10.6	4.3	
G3	LR-G/LR-1	150	24.7	3.7	4.7	
G4	MEN-1/AUTO CLAVE/MEOP/DRYER(1)	175	1.8	3.2	6.5	
G5	MER-1/DRYER(3)	75	3.3	11.1	15.2	
G6	MEN-2/ME-MOP(2-1)	50	12.2	10.2	10.6	
G7	MP-AHU	100	5.8	14.2	0	
G8	LP-CW	100	7.5	3.3	16.6	
G9	MP-MG	50	4.6	4.7	4.2	
G10	MP-HP	30	0	0	0	
G11	ELV	50	0	0	0	
G12	(JICA Strage System) No use	150	-	-	-	
G13	P/L ER	30	0	?	?	
G14	OPD Pharmacy	100	0	0	0	
1F-6	X RAY (2)	100	1.0	0,6		

2F-1	PN-B	300	46.5	20.9	18.0	30(N)
2F-2	PN-C	200	37.0	1.2	12.4	
2F-3	Spare	50	-	-	-	
2F-4	Spare	225	-	-	-	
2F-5	PR-G	100	6.5	0,2	0,4	
1F-1	LN-B/LN-G1/LN-11/LN-12	125	7.8	4.2	8.6	
1F-2	LN-G2/LN-12/LN-22/AUTO CLAVES	250	36.0	37.2	31.3	
1F-3	LR-G/LR-1	100	11.2	4.4	3.3	
1F-4	X-RAY (1)	100	0.8	0.9	0.4	
1F-5	X-RAY (3)	100	0	0	0	
1F-7	Spare	100	0	0	0	
1F-8	P/L-ER	100	0	0	0	

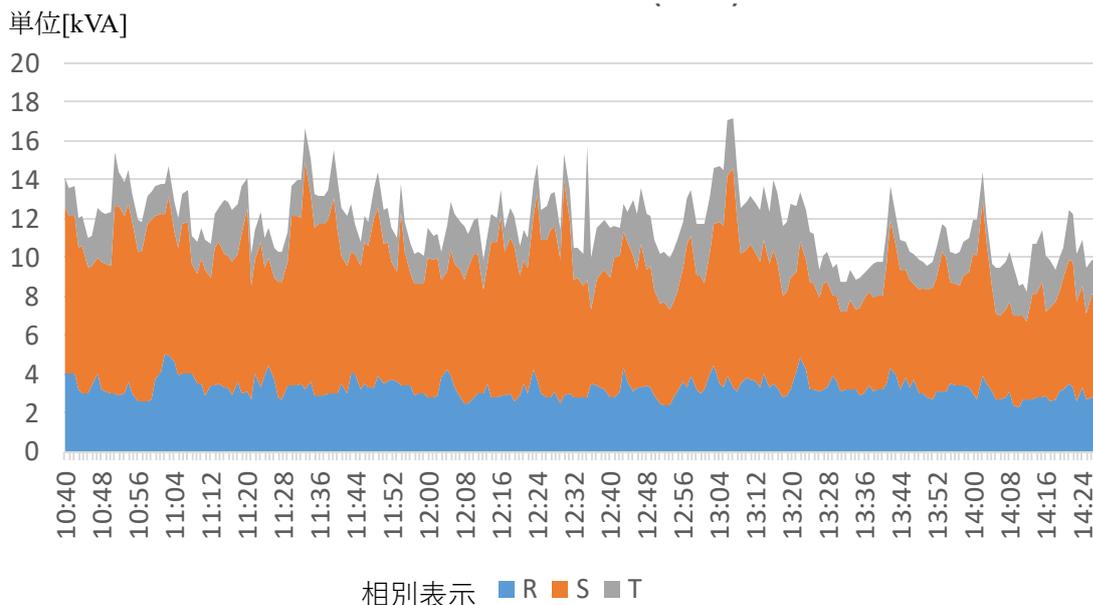
【本館】

Feeder No.	負荷名称	MCCB (AT)	実測値(A)			
			R 相	S 相	T 相	N 相
SDB-1 (6)	A Wing G/F R.H.S	200	24.6	4.4	6.6	
SDB-2 (1)	A Wing G/F L.H.S	400	5.1	1.4	1.8	
SDB-3 (4)	A Wing 1st/F R.H.S	250	20.0	20.0	38.8	
SDB-4 (7)	B Wing G/F R.H.S	200	28.6	22.0	21.1	
SDB-5 (2)	B Wing G/F L.H.S	400	52.8	28.0	33.0	
SDB-6 (8)	B Wing 1st/F R.H.S	160	34.5	83.0	20.5	
SDB-7 (9)	B Wing 1st/F L.H.S	160	50.0	34.9	30.5	10 (N)
(5)	OT A/C, A Wing 1st/F L.H.S	250	60.6	64.6	64.0	
(11)	Office	160	30.0	13.5	27.6	
(3)	Spare	400				
(10)	Lift	160				
(12)	Spare	160				

[出所] 調査団

【血液バンク棟】

2023年4月29日 の日負荷の計測を行ったが、血液バンク棟については3相負荷データ収集が可能であった。血液バンク棟については血液保管用の冷蔵庫負荷がメインであり、気温の上昇下降に合わせ冷蔵庫電力の変化が起きている模様である。3相バランスが非常に悪く、単相負荷が中心と想定される。下記の計測期間中は20kVA程度の記録であるが、調査期間中に4台の冷蔵庫が運転中に瞬時値を計測できたが、その際は48kVAの負荷がかかっていた。



[出所] 調査団

図 2.10 TH Ratnapura 血液バンク棟の負荷記録 (2023 年 4 月 29 日)

(3) クルネガラ教育病院 (TH kurunegala)

TH Kurunegala 病院内主要受電設備を表 2.8 に記す。

表 2.8 TH Kurunegala 受電設備一覧

供給先	変圧器	非常用発電機	特記
主回路	1,000 kVA x 1 (33/0.4kV)	1,000 kVA x 1	クルネガラ病院の主系統であり、多くの病棟向けに電気を供給している。手術室等の重要系負荷については他受電系統からの救援可能な系統を構築している。主系統全ての機器について非常用発電機によりバックアップ可能である。
産科病棟	800kVA x 1 (33/0.4kV)	400kVA x 2	非常用発電機については 2 台での並列運転が可能である。
心臓病棟	630 kVA x 1 (11/0.4kV)	500kVA x 1	
実験研究棟	400 kVA x 1 (11/0.4kV)	500kVA x 1 82 kVA	

[出所] 調査団

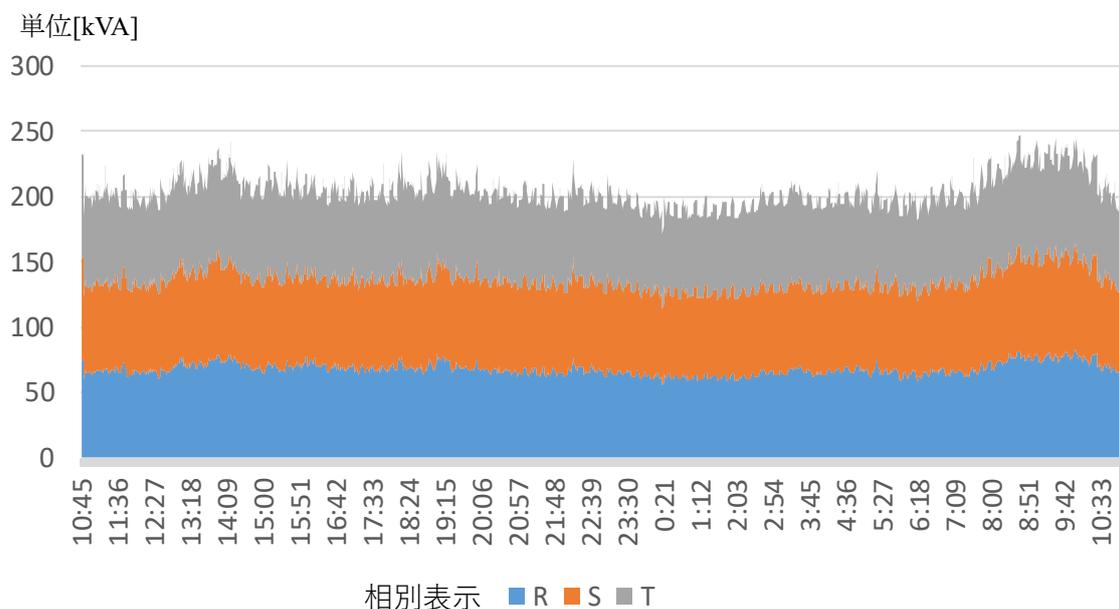
33 kV 及び 11 kV の配電線で CEB から受電しているが、11kV は近隣変電所からの専用回線となっており、停電の頻度は低いとのことである。非常用発電機の運転記録からも停電の影響は小さいことが伺える。主系統に関しては病院内の大半の設備向けに電力を供給しているものの、開閉設備は経年劣化が激しい。運開以降病棟の増床が継続していることから、建屋が密集しており、太陽光発電システムの新設設置スペースに関しては非常に限定的となっている。病院側回答より、病院全体のピーク電力は 1,500kW 程度(12:00~13:00 頃)となっている。

図 2.11 に調査期間中に計測した負荷データのグラフを示す。PV モジュールの配置候補である産科病棟の主分電盤（MDB）にて 2023.5.2 10:45～翌 3 日までの 24 時間の病棟負荷を計測し、産科病棟系統の日負荷状況が分かるものとなっている。産科病棟系統 については 3 相負荷データ計測が可能であった。

なお、最大電力は 247kVA (8:39:50 記録)、最小電力は 170kVA (0:19:50 記録)であった。

グラフより 3 相がある程度バランスしており、時間帯の負荷に大きな変動が無い様子が伺える。

本病棟は地下～7 階建ての構造となっており、4 階までが一般病棟、5 階が手術室、6 階以降が機械室となっている。各フロア分電盤の負荷計測の結果、機械室負荷がほぼ大半を占めており、3 相電源空調が主な負荷である模様である。入院患者が大半を占めており、照明・空調負荷の一日を通しての変動があまりないことが伺える。



[出所] 調査団

図 2.11 TH Kurunegala 産科病棟負荷記録 (2023 年 5 月 2 日～3 日)

また、同時測定ではないが、参考として主系統のうち重要系・特別重要系を除く負荷群の電力計測結果を表 2.9 に示す。

表 2.9 TH Kurunegala 主系統負荷状況

フィーダー	2023.5.1 11:30			2023.5.2 9:30			2023.5.2 15:30		
	R(kVA)	S(kVA)	T(kVA)	R(kVA)	S(kVA)	T(kVA)	R(kVA)	S(kVA)	T(kVA)
Nursing training center, main clinic	17.48	15.87	8.51	14.95	16.1	9.2	7.59	5.98	3.45
Matron Quarters,DPM	1.61	1.38	3.68	8.05	9.2	9.43	2.53	1.38	2.53
Sewage Pump room	0	0	0	0	0	0	0	0	0
WD 5/6/7/20/21	3.45	1.61	4.14	3.22	2.07	2.3	1.15	3.22	4.37
Old Labour room AC	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Main Labo, Night Labo	3.68	0.23	0.23	5.75	0.69	0.69	4.6	0.23	0.46

[出所] 調査団

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

スリランカの道路開発庁が管理するスリランカの道路は、図 2.12 に示すとおり各地方への道路網が整備されており、調査対象病院は首都から車両でのアクセスが可能な場所に立地している。

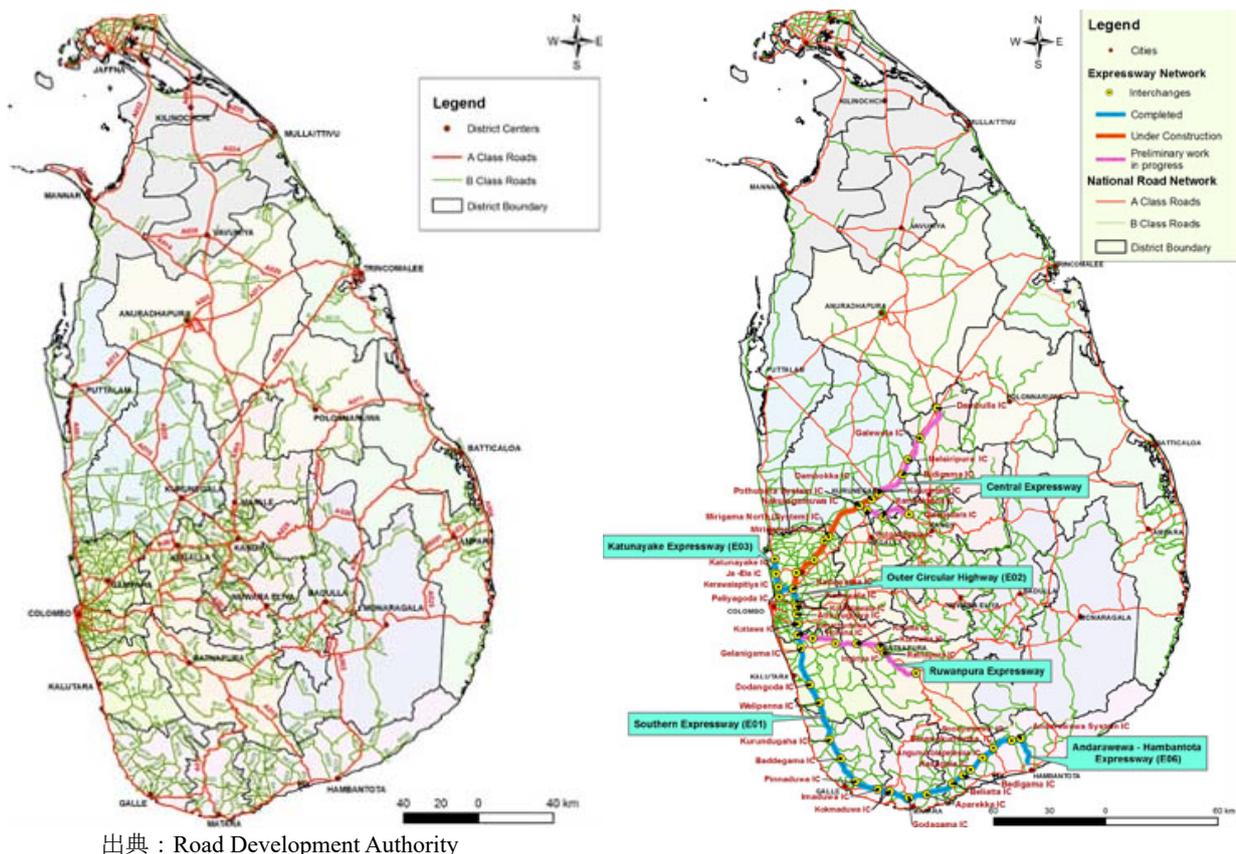


図 2.12 スリランカ国の道路網
(左：全国道路網 (2019 年)、右：高速道路網 (2021 年))

(2) 水道

対象病院は、上水または井水による給水が整備されている。

2-2-2 自然条件

2-2-2-1 位置及び地形

スリランカはインド亜大陸の南東部に位置する国土面積は約 65.6 km² の島国である。北部州ジャフナから南部州ゴールまで約 450km におよぶ。北部が比較的平坦である一方、島の中心部から南部にかけては山岳地帯となり、スリランカ国最高峰のピドゥルタラガラ山やピーク自然保護区は標高 2,000m を超える。長さ 100km を超える河川は 16 本あり、最長であるマハウェリ川は中央高地を水源として北東のベンガル湾につながる。海岸沿いは平坦地が広がり、海拔 30m 未満の海岸地帯は砂浜が多く、北東部及び南部の海岸線には絶壁や湾が形成されている。

2-2-2-2 地質

スリランカの地質は、海岸部を除き先カンブリア時代の基盤岩類から構成されるエリアが大半である。これらは、構成岩石の特徴により、西からワンニ岩体、ハイラインド岩体、ヴィジャヤン岩体に区分される。ワンニ岩体は、ミグマタイト質～花崗岩質片麻岩やザクロ石黒雲母片麻岩などが多い。ハイラインド岩体は、チャーノッカイトや花崗岩質片麻岩、泥質片麻岩のほかに、大理石や珪岩を含む。ヴィジャヤン岩体には、花崗岩質やミグマタイト質の岩石が多い。花崗岩質片麻岩類が広く分布しており、土砂災害が多く発生している。

調査対象病院の建物外周部の目視確認では、いずれも地盤沈下の発生が伺える躯体のひび割れや損傷は確認されていない。

2-2-2-3 気候

スリランカの各地の平均気温を表 2.10 に示す。スリランカの気候は熱帯性であり高温多湿である。海岸部・低地は年平均気温 27℃～28℃となるが、標高約 1,890m のヌワラ・エリヤは年平均気温 22℃と一年中温暖な気候となる。

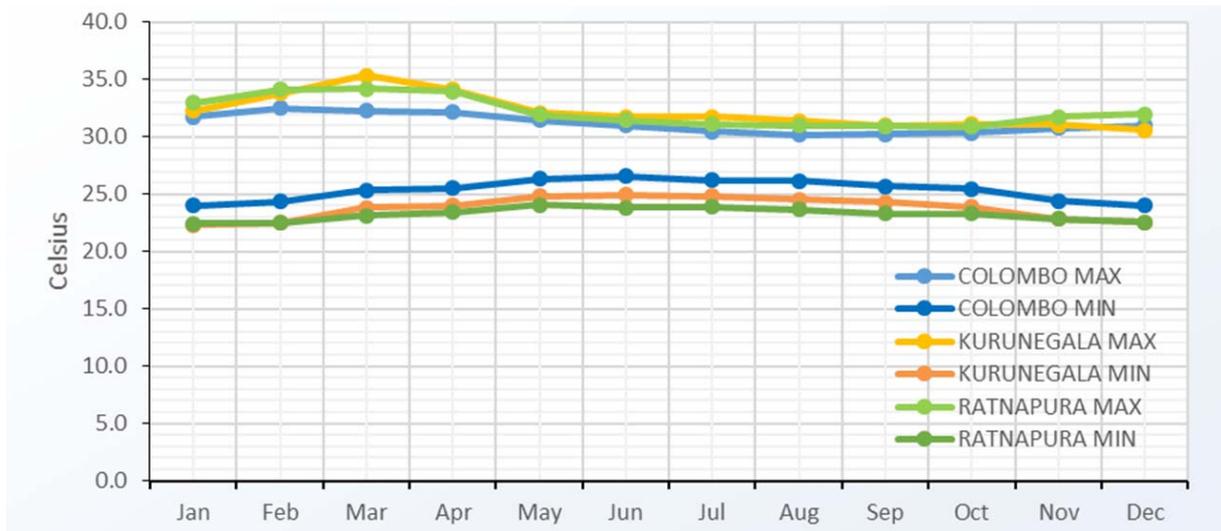
対象病院のある各地域の平均最高気温及び平均最低気温は図 2.13 のとおりである。3 地域とも平均最高気温は 31℃～32℃、平均最低気温は 23℃～25℃である。

表 2.10 各地の平均気温（2020 年～2023 年各月平均気温）

単位：℃

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	平均
コロンボ平均最高気温	31.7	32.5	32.3	32.2	31.4	31.0	30.5	30.2	30.2	30.3	30.7	31.0	31.2
コロンボ平均最低気温	24.0	24.4	25.4	25.5	26.4	26.6	26.2	26.2	25.7	25.5	24.4	24.0	25.3
クルネガラ平均最高気温	32.3	33.8	35.4	34.2	32.1	31.8	31.7	31.4	31.0	31.1	31.0	30.6	32.2
クルネガラ平均最低気温	22.3	22.5	23.8	24.0	24.8	24.9	24.8	24.5	24.3	23.9	22.8	22.5	23.8
ラトナブラ平均最高気温	32.9	34.1	34.2	33.9	31.9	31.4	31.1	31.0	30.9	30.9	31.7	32.0	32.2
ラトナブラ平均最低気温	22.4	22.5	23.1	23.4	24.1	23.8	23.9	23.7	23.3	23.3	22.9	22.6	23.2

[出所] Department of Meteorology の入手データを元に調査団作成



[出所] Department of Meteorology の入手データを元に調査団作成

図 2.13 各地の平均気温（2020 年～2023 年各月平均気温）

2-2-2-4 湿度

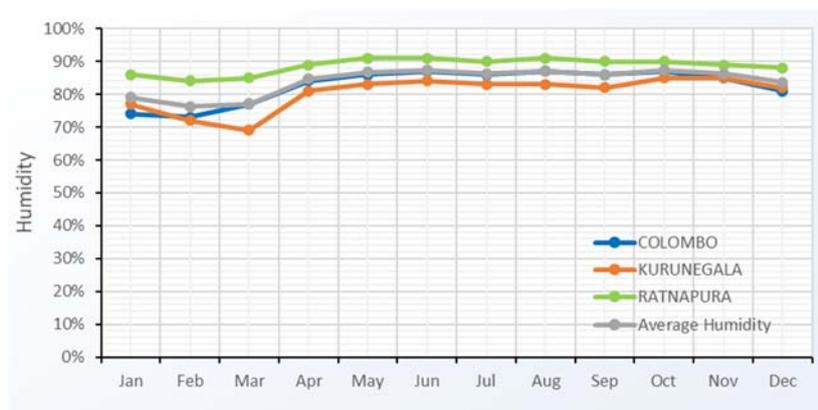
対象病院のある各地域の平均湿度は図 2.14 のとおりである。3 地域の年平均湿度は 81%～89%となり、1 年を通じてほぼ一定であり、高湿度である。

表 2.11 各地の平均湿度（1991 年～2021 年各月平均湿度）

単位：%

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	平均
コロンボ	74	73	77	84	86	87	86	87	86	87	85	81	83
クルネガラ	77	72	69	81	83	84	83	83	82	85	85	82	81
ラトナプラ	86	84	85	89	91	91	90	91	90	90	89	88	89

[出所] Climate Data



[出所] Climate Data

図 2.14 各地の湿度（1991 年～2021 年）

2-2-2-5 降雨量

スリランカの気候はモンスーンの影響が強い。季節風である南西モンスーンと北東モンスーン

は年 2 回あり、季節に応じて降雨量が変化する。各地域の降雨量を表 2.12 に示す。5 月～9 月になると山岳地帯によって風が遮られ、島の南西部に多量の雨をもたらす。4 月～5 月は大雨で、6 月～9 月はやや減少する。10 月から 12 月になると無風状態となるものの、雨量の多い日が全島にわたり続く。北東モンスーンの時期となる 11 月から 3 月では、南西部では雨量が最も少なくなる。

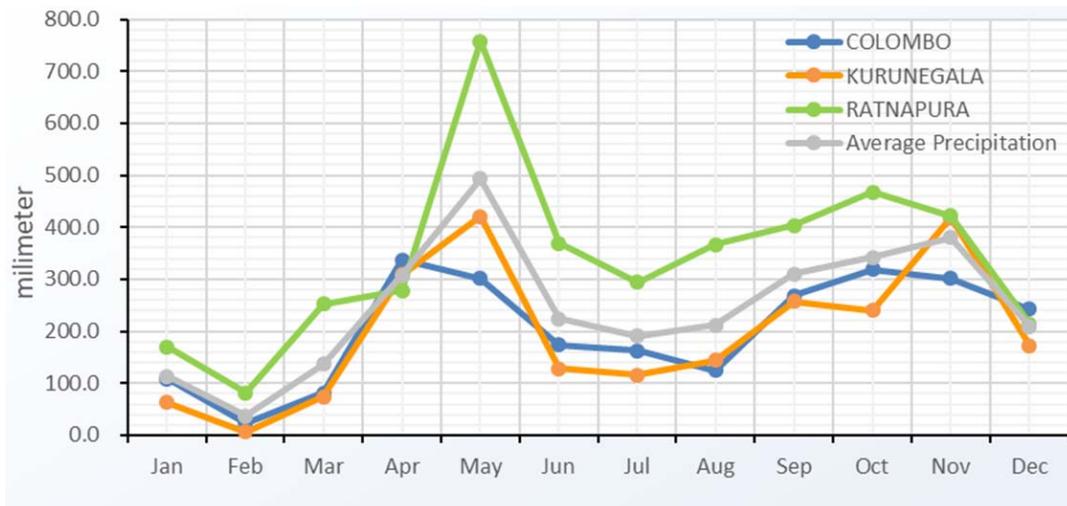
対象病院のある各地域の降雨量は図 2.15 のとおりである。各地域とも 4 月から 5 月の降雨量が多く、特にラトナプラの 5 月降雨量は最も多く 757.9mm である。

表 2.12 各地域の降雨量 (2020 年～2023 年各月平均降雨量)

単位 : mm

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	年平均
コロンボ	108.1	23.6	81.6	337.4	301.1	173.4	162.3	124.9	268.6	318.8	301.2	242.4	203.6
クルネガラ	63.4	6.4	74.4	308.4	420.7	128.5	115.8	143.7	257.6	240.6	417.9	172.2	195.8
ラトナプラ	170.2	81.4	252.8	278.7	757.9	369.7	293.9	366.6	403.5	467.0	422.4	214.4	339.9

[出所] Department of Meteorology の入手データを元に調査団作成



[出所] Department of Meteorology の入手データを元に調査団作成

図 2.15 各地の降雨量 (2020 年～2023 年)

2-2-2-6 風速

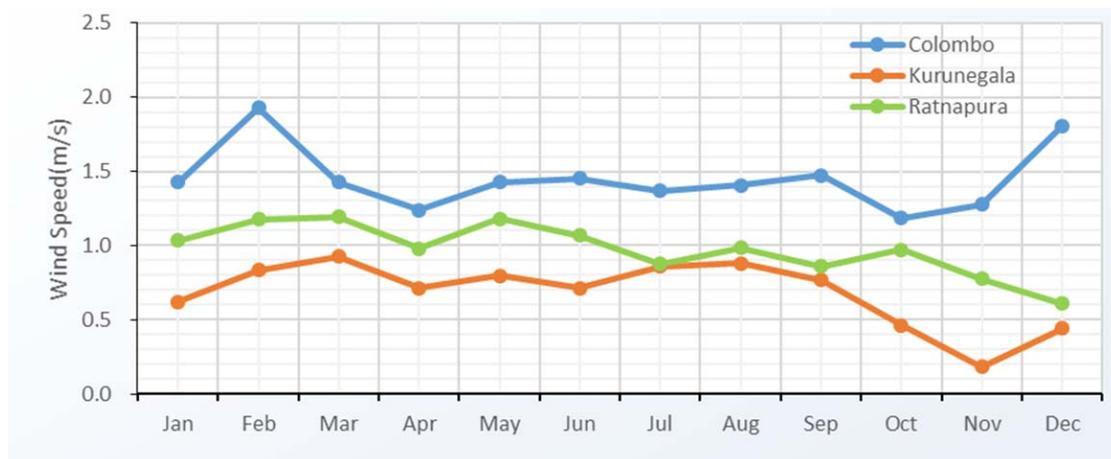
対象病院のある各地域の年平均風速は 0.7～1.5m/s であり、10 月～11 月は風速が下がる。コロンボは沿岸部に近く、クルネガラ及びラトナプラに比べ年間を通して風速が高く年平均は 1.5 m/s であるものの、最大風速ではラトナプラとほぼ同じである。各地域の平均風速を表 2.13 及び図 2.16 に示す。

表 2.13 各地の平均風速（2020 年～2023 年各月平均風速）

単位：m/s

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	年平均	最大風速
コロンボ	1.4	1.9	1.4	1.2	1.4	1.5	1.4	1.4	1.5	1.2	1.3	1.8	1.5	2.1
クルネガラ	0.6	0.8	0.9	0.7	0.8	0.7	0.9	0.9	0.8	0.5	0.2	0.4	0.7	1.3
ラトナプラ	1.0	1.2	1.2	1.0	1.2	1.1	0.9	1.0	0.9	1.0	0.8	0.6	1.0	2.0

[出所] Department of Meteorology の入手データを元に調査団作成



[出所] Department of Meteorology の入手データを元に調査団作成

図 2.16 各地の平均風速（2020 年～2023 年各月平均風速）

2-2-2-7 地震

スリランカは地震の発生が少ない。直近では 2021 年 9 月にマグニチュード 4.4 の地震がセイロン島南西沖にて発生したことが記録されている。スリランカでの 50 年間の地震の記録（表 2.14）では、マグニチュード 7.0 以上の地震が発生した記録は残っていない。なお、2004 年に発生したスマトラ島沖地震（マグニチュード 9.0）の研究資料によれば、震源地から約 1,600 km 西側に位置しているスリランカには津波が発生したものの、揺れは殆ど感知しなかったとされている。

表 2.14 スリランカでの 50 年間の地震の記録

発生日	マグニチュード	震源地
2021 年 9 月 24 日	4.4	セイロン島 南西沖
2009 年 4 月 15 日	4.5	セイロン島 東部沖
1993 年 12 月 7 日	5.2	セイロン島 西部沖
1973 年 8 月 31 日	5.9	セイロン島 東部沖

[出所] Earthquake Track

2-3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点

本計画の実施機関は保健省である一方、実際の運営・維持管理機関は各対象病院である。したがって、保健省及び対象病院の連携、保健省による免税、先方負担事項等の内部手続きが確実に実施される必要がある。

2-4 その他（グローバルイシュー等）

2-4-1 PVモジュール製造に係るサプライチェーンの人権問題

我が国は、2022年9月に「責任あるサプライチェーン等における人権尊重のためのガイドライン」を発表するなど、国際社会における、人権尊重の取組みを重要視している。太陽光発電システムの主要機材であるPVモジュールは、強制労働を含む人権侵害のもとで製造されていた事例がある。このため、太陽光発電システムの調達におけるサプライチェーン上の人権問題に係る対応について、関連組織の取組状況を整理し、本計画における機材調達方針に反映する。

(1) 関連組織の対応方針

1) 太陽光発電協会

太陽光発電協会は、1987年に設立された法人である。太陽光発電システムに関連する利用技術の確立、普及促進、及び産業の発展により、国内の経済繁栄と国民の生活の向上、そして所属会員の共通の利益を図ることを目的として設立された。所属会員は、関連団体、太陽光発電システムの主要製品・周辺機器・素材・販売・施工を実施する企業を含む119組織からなる（2023年5月時点）。

同協会は「太陽光発電産業の人権問題に関する取り組み宣言（2022年10月15日）」を公表した。さらに「太陽光発電産業のサプライチェーン等における人権尊重に係る取組ガイドランス～実践の手引～（2023年4月28日）」を策定し、会員企業とともにサプライチェーンにおける人権問題の防止・軽減に取り組んでいる。

当該ガイドランスは、「責任あるサプライチェーン等における人権尊重のためのガイドライン」に準拠した事業活動に取り組む際の、具体的な活動の参考として作成された。当該ガイドランスに記載される活動を表2.15に示す。

表 2.15 ガイドランスの内容整理

項目	概要
(1) 人権方針の策定	企業の行動方針を策定し、人権尊重責任を果たすというコミットメントを内外に向けて表明することで全社的な関与を要求
(2) 人権デューデリジェンス（人権DD）の実施	以下の観点で企業が、自社・グループ及びサプライヤー等における人権への負の影響を特定し、防止・軽減し、取組の実効性を評価し、その対処について内外へ説明・情報開示を実施 ✓ リスクが重大な事業領域の特定 ✓ 負の影響の発生過程の特定 ✓ 負の影響と企業の関わりの評価 ✓ 対応の優先順位付け
(3) 負の影響の防止・軽減	企業は負の影響の防止・軽減策を講じることが推奨されるが、実施に当たっては特に以下の点に留意する。 ✓ 契約を結ぶ前に、強制労働等の有無をサプライヤー等に確認するプロセスを持つ ✓ サプライチェーンで強制労働等が確認された場合、サプライヤー等による是

項目	概要
	<p>正措置を実施することや是正措置を取らなかった場合に、契約の解除を行うこと等を盛り込んだ契約を取り交わす</p> <p>✓ 契約時にサプライヤー等向けの行動規範を示す</p> <p>当該行動規範（例）には、法令の遵守、強制労働・ハラスメント・差別などの禁止、是正措置の対応、下請業者にも同様の行動規範に沿うものであることを保証、事業活動に対する透明・誠実性の確保等が示されている。</p>

[出所] 調査団作成

2) 国内関連メーカー

国内の PV モジュールメーカー数社にヒアリングした結果、最も積極的に人権問題に取り組んでいるメーカーでは、太陽光発電協会による「太陽光発電産業の人権問題に関する取り組み宣言（2022年10月15日）」よりも前に独自の人権方針を定め自社ホームページにて公開し、あらゆる事業活動を含むバリューチェーン全体を適用範囲とし、ビジネスパートナーやサプライヤーに対しても人権の尊重を求める対応を取っていた。さらに米国が発行する取引制限リスト（Entity List）に掲載のある事業者との取引を実施しない等のリスク管理を徹底し、人権 DD の枠組みを構築することでサプライヤーに対して当該メーカーの人権方針・経営理念を示し、理解が得られた相手を適切な取引先として選定し、全ての一次サプライヤーを対象に人権の遵守状況を確認している。

上記以外のメーカーは取り組みレベルに差はあるものの、一次サプライヤーに対して調達先を確認する等の対応を取っている点は共通し、人権遵守の取り組みを各社実施していた。

(2) 本案件における機材調達方針案

各機関の取り組み方針を踏まえ、以下の調達方針とする。

- ✓ 入札図書に、サプライチェーン上の強制労働や児童労働がないことの証明書／表明書の提出を反映する。
- ✓ 「過去5年間、強制労働や児童労働の義務の不履行により、契約不履行が発生しなかったことを明示する資格基準」の提出を要求する。
- ✓ 人権尊重の活動は企業全体としての取り組みが必要となることから、経営層の関与のもと取り組みが実施されていることが証明されなければならない。このため、該当の書面には、経営層による署名を求めることとする。

2-4-2 ジェンダー主流化について

本計画のサイトである3病院を対象に医療サービス受益者・提供者における女性の割合を質問状で調査した。その結果を表2.16に示す。

医療サービス受益者（患者）に占める女性の割合は、半数以上に当たる50～70%と回答された。また、医療サービス提供者（医者、看護師等）に占める女性の割合は、SJGHで50%以上、TH Kurunegalaで80%であった。さらに、TH Kurunegaraの本件担当者は副院長の要職を務める女性であった。

この調査結果から、対象病院における女性の割合は患者、サービス提供者ともに高いため、本計画の効果の便益は平等に与えられるものと考えられる。

他方、機材の維持管理にあたる女性職員の数については10%、65%とばらつきがある。また、第

1 次現地調査中の各病院の機材に関する技術協議の担当者はいずれも男性であった。そのため、保健分野ではジェンダー主流化は比較的進んでいるものの、機材の維持管理というインフラに近い分野では依然として男性が主であり、このことから女性の参画機会は限定的であると考えられる。

表 2.16 ジェンダーに関する各病院の質問回答

項目	SJGH	TH Ratnapura	TH Kurunegala
医療サービス受益者の女性割合	51%	50%	70%
医療サービス提供者の女性割合	50%以上	無回答	80%
機材担当部門の女性割合	(*)	10%	65%

備考： (*) ほとんどすべてのユニット長は女性と回答。

[出所] 調査団

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

(1) 上位目標とプロジェクト目標

スリランカ政府は電気産業の総合政策ガイドライン（2022年1月）とスリランカ国国家エネルギー政策戦略（2019年）を策定した。これらは、セイロン電力庁（CEB）が2023年2月に発行した「長期電源開発計画（2023-2042）」の根拠の位置づけである。同計画において、スリランカ政府は、2030年までに70%の全国の発電を再生可能エネルギー源とすること、そして2050年には発電においてカーボンニュートラルを達成することを目標としている。

本計画で、系統連系型の太陽光発電システムを導入することは、上記の目標達成に資する。

(2) プロジェクトの概要

本計画は、既設屋根上に配置する系統連系型の太陽光発電システムから発電することで購入電力量を削減し、病院の支出を削減することを目的としている。保健省はこの支出削減分を医療サービスに充当することでスリランカ国民の健康増進に寄与することを期待している。プロジェクトの概要を表3.1に示す。

表 3.1 プロジェクトの概要

区分	プロジェクトコンポーネント	数量・容量
1. スリジャヤワルダナプラ総合病院 (SJGH)		
調達/ 据付	(1) Photovoltaic (PV)モジュール及び付属品	一式・443kW
	(2) パワーコンディショナ及び付属品	4セット・100kW
	(3) 電力ケーブル及び端末材料	一式
	(4) 火災報知機	一式
	(5) 据付機材基礎	一式
	(6) 屋根改修	一式
調達	(1) 調達機材用保守用道具	一式
	(2) 調達機材用交換部品	一式
2. ラトナプラ教育病院 (TH Ratnapura)		
調達/ 据付	(1) PV モジュール及び付属品	一式・184kW、67kW
	(2) パワーコンディショナ及び付属品	2セット・100kW、 1セット・100kW
	(3) 電力ケーブル及び端末材料	一式
	(4) 火災報知機	一式
	(5) 据付機材基礎	一式
	(6) 屋根改修	一式
調達	(1) 調達機材用保守用道具	一式
	(2) 調達機材用交換部品	一式
3. クルネガラ教育病院 (TH Kurunegala)		
調達/ 据付	(1) PV モジュール及び付属品	一式・240kW
	(2) パワーコンディショナ及び付属品	3セット・100kW

区分	プロジェクトコンポーネント	数量・容量
	(3) 電力ケーブル及び端末材料	一式
	(4) 火災報知機	一式
	(5) 据付機材基礎	一式
調達	(1) 調達機材用保守用道工具	一式
	(2) 調達機材用交換部品	一式

[出所] 調査団作成

3-2 協力対象事業の設計方針

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

本計画はスリランカ国の3病院へ系統連系型の太陽光発電システムを導入することで電気料金の支出を削減し、財政の改善に資する計画である。同時に、スリランカ国が進める再生可能エネルギーの導入を促進することでスリランカ国の目標達成に資すると共に、CO₂削減などの効果をもたらす。

本計画は無償資金協力事業であることに留意し、供用開始後、各病院によって適切に運転維持管理がなされるよう、PVモジュール、接続箱、集電箱、パワーコンディショナ、連系用変圧器等の必要最低限の電気設備から構成する。

同時に、発電表示板などを調達し、多くの公衆が使用する病院でシステムの効果を示し、プロジェクトの見える化に留意する。

蓄電池コンポーネントについて

当初本準備調査では蓄電池コンポーネントを加える方針で設計検討を行った。しかし、以下の3つの理由から蓄電池コンポーネントは不要と判断し、コンポーネントに加えないこととした。蓄電池コンポーネントの削除については、ドラフト説明調査（オンライン）において保健省と協議を行い、了解を得た。協議の際に使用した資料を添付資料10に示す。

(1) 病院への電力供給事情の観点

2022年の経済危機直後に発生した頻繁な停電（約300時間/月）は、現時点では解消されている。各病院から入手した2020年～2022年の非常用発電機の運転は表3.2のとおり、漸減傾向にある。

表 3.2 非常用発電機の運転実績

西暦	スリジャヤワルダナプラ 総合病院	ラトナプラ 教育病院	クルネガラ 教育病院
2018	49:41	-	-
2019	37:16	-	32:00
2020	37:16	45:17	84:00
2021	37:16	55:10	56:00
2022	49:42	35:25	27:00
2023	24:30	31:09	0:21

備考：2023年の数値は、2023年1月1日から～第一次現地調査時点までの実績時間を年間の運転時間に換算した。

[出所] 調査団作成

この表では、病院側が定期的に行う非常用発電機の機能確認試験の運転時間を含む。そのため、実際の停電に起因する非常用発電機の運転時間はさらに短くなると推測される。

また、CEB クルネガラ支店でのヒアリングによると、病院は重要インフラであるため、専用線を用いた配電線による給電とすることで、スリランカにおいては一般需要家よりも給電信頼度を高くしているとのことであった。

上記から病院での系統停電時間は改善していることが裏付けられた。

(2) 既設重要負荷における UPS の採用

蓄電池設備から給電する負荷選定において、重要負荷であっても生命に直接関係する治療設備負荷には、個別に UPS が設置され停電対策が取られている。次に重要な病院負荷として、薬品等を保管する冷蔵庫や照明設備及びエアコン等が考えられる。しかし、今回調査の結果、計画停電の実績や予定も無く、瞬停はあるものの系統電源が安定していることも把握することが出来た。また、非常用発電機も定期的メンテナンスもされており、長時間停電でも病院負荷のほとんどがバックアップされる状況である。従って、系統電源及び非常用発電機の安定したシステム構築により、蓄電池の設置効果が低くなり、蓄電池によるバックアップシステムは不要と判断した。

(3) スリランカ国の電力料金体系の観点

スリランカでは時間帯別電力料金の設定が無いため、蓄電池を用いることで受電電力量のピークシフトを行い、もって電力料金の削減に資する、といった使用方法はできない。

3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

(1) 温度・湿度条件に対する方針

スリランカの気候は熱帯性であり高温多湿で、対象病院のある各地域では平均最高気温 31℃～32℃、平均最低気温は 23℃～25℃である。

また、モンスーンの影響が強く、年 2 回の季節風である南西モンスーンと北東モンスーンに伴い、季節に応じて降雨量が変化する。5 月～9 月にかけての南西モンスーンの時期はヤラ期 (yala) と呼ばれ、風が山岳地帯に遮られて島の南西部に多量の雨をもたらす。特に 4 月～5 月は大雨で、6 月～9 月はやや減少する。ヤラ期には、北部から北東部は風下になり乾燥する。10 月から 12 月

は無風状態となって気団の影響で天候は不安定になり、全島で雨の多い日々が続く。11月から3月にかけての北東モンスーンの時期は、北東部を中心に1月までは雨が多い。この頃、南西部は1年で最も雨の少ない時期になる。対象病院のある各地域の降雨量は4月から5月の降雨量が多く、特にラトナプラの5月降雨量は最も多く757.9mmとなる。

Deaprtoment of Meteorology が収集している気象データ及びオンラインで確認できる Climate Data の平均湿度データにより、対象サイトの気候条件は表 3.3 のとおり整理する。

表 3.3 対象サイトの気象条件

項目		値		
		コロンボ	クルネガラ	ラトナプラ
標高		7m	116m	86m
周囲温度	最高	33.3℃	36.7℃	35.4℃
	最低	23.7℃	22.1℃	22.0℃
	平均	31.2℃	32.2℃	32.2℃
最高湿度		95%	95%	95%
最大風速		2.1m/s	1.3m/s	2.0m/s
年間降水量		2,443mm	2,209mm	4,078mm

本計画で調達する機材は上記の気候条件を考慮するとともに、機器を設置するコンテナ内は機器の発熱による温度上昇が起こるため、機器の運転・保守に支障のないようにコンテナ内温度を30℃以下に維持することとする。

(2) 降雨・落雷に対する方針

雨期の雷が懸念されるため、高所作業が伴う工事工程に十分な配慮を行うとともに、太陽光発電設備（PV モジュール）は高所に設置されることから避雷針の設置が必要となる。スリジャヤワルダナプラ総合病院は既存避雷針の保護角に入るため避雷針の新設は不要であるが、ラトナプラ教育病院及びクルネガラ教育病院は新たに避雷針を設置する方針とする。

(3) 地震条件に対する方針

スリランカは地震の発生が少ない。直近では2021年9月にマグニチュード4.4の地震がセイロン島南西沖にて発生したことが記録されているが、スリランカでの50年間の地震の記録では、マグニチュード7.0以上の地震が発生した記録は残っていない。なお、2004年に発生したスマトラ島沖地震（マグニチュード9.0）の研究資料によれば、震源地から約1,600 km 西側に位置しているスリランカには津波が発生したものの、揺れは殆ど感知しなかったとされている。このため、設計においては、地震に対して特段考慮する必要性は低いと考えられるため、我が国で標準的に採用されている日本の建築電気設備の耐震設計・施工マニュアルに準じる方針とする。

(4) 地質・地形条件に対する方針

本計画は既存病院の屋根上部に PV モジュールを設置する。地質・地形的な条件を踏まえて既存の建物が建設されているため、入手図面及び既存建物状況の目視確認にて PV モジュールの設置可否を判断した。

なお、現況確認の結果からは、いずれの設置対象建物にも特筆すべき重大なクラックは認められなかった。具体的には、経年劣化に伴う躯体表面の微細なクラックは多少あるものの躯体への

影響は無く、地震や地盤沈下又は施工不良や構造計画的不具合によるクラックの発生は認められなかった。

3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

2020年のスリランカ国の経済成長率は-3.6%とマイナスに転落した。そして、2022年7月にスリランカ国は「国家破産」を宣言した。さらに、ガソリン・ディーゼル燃料の不足から、国民の政府に対する不安は熾っている。これらのスリランカ国経済面、および社会面の脆弱さを加味し、工事工程を効率的に想定し、長期にわたらないよう留意することが必要である。

3-2-1-4 施工事情に対する方針

(1) 関連法規・基準に対する方針

スリランカでは、太陽光発電設備に関する独自の規格が定められており、同規格は主に電力機器の国際規格である IEC (International Electrotechnical Commission) に準拠している。しかし、日本のメーカーは IEC には準拠せず、日本の規格である JIS 等に準拠している。本計画にてスリランカの規格に準拠する場合、日本製品を採用することが困難となるため、電力省、持続可能エネルギー庁と協議し、日本の規格の適用を要請した。2023年5月2日付で持続可能エネルギー庁より、無償資金協力で調達する機材は日本規格に基づくことを受け入れる旨を記載したレターが発出された。日本の規格を適用することで、規定される定格電圧に基づく絶縁距離・機材に要求の適用寸法(例：ケーブルの導体断面積)などが異なるため機材設計の面で差異が生じる可能性がある。しかし据付後の運用では、適合するスペアパーツの点で注意を要するものの、通常の機材運転面では大きな問題は生じない。

PV モジュール設置対象建屋における屋根改修工事の設計・施工に関する法律については、スリランカでは、設計に対し英国規格 (BS: British Standards) に準用したスリランカ国基準・建築編 (SLS: Sri Lanka Standard 876) を適用しており、本計画においては当該基準を参照しつつ、日本の建築基準法に基づいて設計を行う。また、建設工事の安全基準として住宅都市開発省 (MOUDH: Ministry of Urban Development & Housing) は「建設業の安全衛生に関するガイドライン (Guidelines on Safety and Health in Construction)」を示している。本計画においては当該ガイドラインや「ODA 建設工事安全管理ガイダンス」を参照しつつ、施工計画を行う。

(2) 資機材調達に対する方針

太陽光発電システムはスリランカ国内で広く流通し一般家庭でも使用されている。ただし、主要な太陽光発電システム用機材である PV モジュール、パワーコンディショナ等は、スリランカ国内で製造はされておらず、第三国から調達されている。流通している PV モジュールは安価である一方、サプライチェーン上における強制労働に対する懸念がある。このため、本計画における PV モジュールの調達に関しては、人権問題に留意し、強制労働に関与した製品、企業を排除できるよう調達要件を設定する必要がある。具体的には、一般社団法人太陽光発電協会が「太陽光発電産業の人権問題に関する取り組み宣言」を発出していることから、当該協会に所属する企業を主要な調達先とする。なお、所属企業には主要な国内 PV モジュールメーカーが含まれている。

(3) 建設事情及び労務に対する方針

スリランカの首都であるコロombo市においては、高層ビルや大型ショッピングセンター等の大規模施設の建設工事の実績を多く有し、経験・実績のある現地人技術者や熟練工の調達は、比較的容易である。このため、PV モジュール設置対象建屋における屋根改修工事に係る労務は、本邦請負企業の下請負企業（現地建設業者）から調達する方針とする。

労働・海外雇用省（MOLEF: Ministry of Labour and Foreign Employment）により業種ごとの法定最低賃金が定められているが、単純労働者賃金と技術者報酬との格差、公共工事における標準単価と民間建設工事での技術者単価との乖離があることに留意を要する。

3-2-1-5 現地業者、現地資機材の活用に係る方針

(1) 現地コンサルタント

本計画は、PV モジュールの設置や既存建屋の屋根改修工事の据付工事を主としており、スリランカではこれに対応した現地コンサルタントが限定的であることから、日本人コンサルタントの常駐監理者（機材技術者）、短期派遣監理者（建築技術者）を監理要員として配置する方針とする。

(2) 現地建設業者

スリランカにて建設事業を行う場合、建設業の許可制度はないが、現地建設業者は建設省開発庁（CIDA: Construction Industry Development Authority）へ登録する必要がある。コロombo市においては高層ビルや大型ショッピングセンター等の大規模施設の建設工事が見られ、経験と技術力が蓄積された現地建設業者を本邦請負企業の下請負企業として採用、活用する方針とする。

(3) 現地資機材

PV モジュール設置対象建屋における屋根改修工事に係る資機材調達は、スリランカでは、主要資材であるセメント・鉄筋・骨材をはじめ、金属折板屋根材も現地調達が可能である。セメント、木材は国内生産が行われ、鉄筋も国内製造されているものの、鉄骨は主にインドやパキスタンからの輸入品が流通している。材料規格は BS 基準が準用されており、仕様に問題はない。以上により、現地にて流通する資機材を採用、調達する方針とする。

3-2-1-6 実施機関の維持・管理能力に対する方針

本計画は太陽光発電システムを病院に据え付ける。各病院は電気技術者を有し、セイロン電力庁からの低圧側受電設備の運転維持管理を行っているため、基本的な電気設備運転維持管理の技術経験を有している。現状の人員、技術経験で十分に運転できるため、また、各病院の電気技術者の技術を加味し、複雑な構成とならないよう留意する。

3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

(1) 施設計画

本計画では PV モジュール設置対象建屋の状況に応じて屋根葺き工事及び塗装工事を行う。屋根の維持管理には高所作業を伴うことに加え、PV モジュール設置により屋根面への接触が困難

となり、維持管理がさらに困難になることから、使用する屋根葺き材料及び塗装仕様の選定にあたっては、耐久性を重視したグレード設定とする。

(2) 機材計画

本計画で建設・調達される太陽光発電システムの設計に当たっては、既設の設備構成や各病院に所属する維持管理エンジニアの技術水準に則り、供与後の運用・維持管理を実施するエンジニアの技術レベルを逸脱しないように留意する。

3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係る方針

(1) 施設建設の工法／調達及び工期

PV モジュール設置対象建屋における屋根改修工事は、現地にて資機材が調達可能な計画及び設計とする。また、各病院において既存病院施設が稼働中であることを考慮し、工法に係る方針を以下に示す。

- スリジャヤワルダナプラ総合病院の据付工事対象建屋（B棟）の屋根は、スレート屋根の上に瓦葺きとなっているが、瓦の上にPVモジュールを固定することが難しいことと、多数の瓦が割れていることから、瓦を撤去して金属折版屋根葺きとし、その上にPVモジュールを設置する。また、スレート屋根にはアスベストが含まれていることから、スレート屋根の加工は行わず、既存アンカーボルト穴を使用して、新たなアンカーボルトを用いて金属折版屋根を既存の母屋に固定する。
- ラトナプラ教育病院の据付工事対象建屋（JICA棟）の屋根は、アスベストを含むルーフィングシート葺きであるため、同シート葺きが施工されていないバルコニー部分の梁上に、アンカー固定した鉄骨下地を新たに設け、金属折板屋根を同下地上に固定する。
- ラトナプラ教育病院の据付工事対象建屋（事故救急救命棟及び血液バンク棟）の屋根は、建屋の金属折版葺きであるが、竣工から10年以上経過しているため、補修として、既存の金属折版屋根を高圧洗浄後、再塗装する。
- クルネガラ教育病院の据付工事対象建屋（産科病棟）の屋根は、2019年に竣工した建屋の金属折版葺きであるため、改修工事は行わない。

また、既存病院施設が稼働中にこれら改修工事を要するため、以下の仮設工事工法を想定する。

- 据付工事対象建屋の外周部に外部足場を設置。
- 外部足場に防護柵を設置。
- 据付工事対象建屋の屋根面に屋根足場を設置。
- 据付工事対象建屋の外周部にトラッククレーン及びアウトリガーを設置可能な作業スペースが確保できないため、資機材の揚重に必要な滑車や仮設昇降設備を設置。

工期策定に係る方針を以下に示す。

- 稼働中の病院内での施工であるため、安全性に十分配慮した仮設工事期間を考慮する。
- 資機材を免税で購入するための手続きに時間を要すること及び雨期の工事効率が著しく下がることに留意した準備工事期間を考慮する。
- スリジャヤワルダナプラ総合病院B棟の金属折版屋根葺き、ラトナプラ教育病院のJICA棟の鉄骨下地取付（金属折版屋根材の新設用）、事故救急救命棟及び血液バンク棟の既存金属折版屋根の高圧洗浄後及び再塗装に係る作業のクリティカルパスを作成し、適切な作業人員及び建設機械配置を踏まえた工程を策定する。

(2) 機材輸送条件について

日本、又は第三国から機材を輸送する場合は、コロンボ港まで海上輸送となる。コロンボ港到着後、通関手続き（最長15日を想定）を経て、コンテナのまま、スリジャヤワルダナプラ総合病院、ラトナプラ教育病院、クルネガラ教育病院のそれぞれのサイトまで陸路でのトラック輸送が可能である（1週間程度の所要期間を見込む）。通関手続き中、コンテナはコロンボ港内のコンテナターミナルに留められる。

3-2-1-9 施工監理に係る方針

本計画実施につき、徹底した品質管理体制を確立するため、機材据付計画及びPVモジュール設置対象建屋における屋根改修計画を策定し、日本人コンサルタントの常駐監理者（機材技術者）、短期派遣監理者（建築技術者）を配置する方針とする。

3-2-1-10 安全対策に係る方針

本計画実施につき、病院職員や患者等の第三者が立ち入ることがない建設予定地での施設新築工事とは異なり、稼働中の病院内での現地据付工事となるため、「安全対策プラン」及び「安全施工プラン」を策定し、安全管理体制の要員を配置する方針とする。

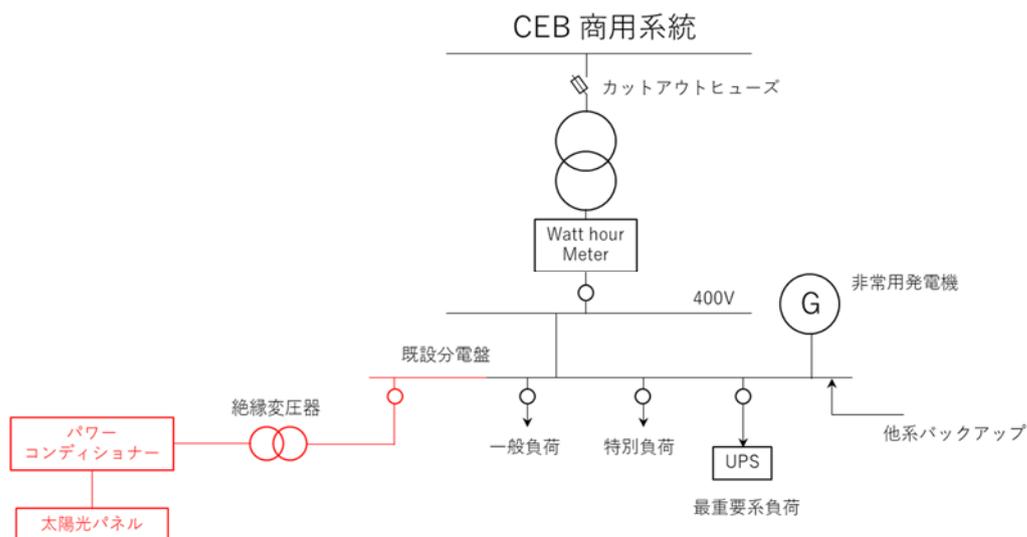
本計画の現地据付工事を実施する調達業者は、商社指定下請業者（NS: Nominated Subcontractor）となる本邦電気工事会社、或いは本邦建設会社が想定される。これら電気工事会社や建設会社の本邦本社から「安全担当者」を派遣し、安全セミナー及び安全パトロールを実施する方針とする。

3-2-2 基本計画（機材計画／施設計画）

3-2-2-1 基本計画（機材計画）

(1) システム概要

本計画では、スリジャヤワルダナプラ総合病院、ラトナプラ教育病院、クルネガラ教育病院の3病院に対し、屋根設置型太陽光発電システムを導入する。各病院の系統停電時間が2022年以降改善していることから、3-2-1-1章に記載の通り、当初計画していた蓄電池及び充放電制御用のEMSはプロジェクトコンポーネントから除外し、太陽光発電パネル、系統連系用のパワーコンディショナ（PCS）及びその他附属設備（以下これらを総称し、「本システム」と呼称）を導入することで検討を進めた。以下に本システムの概要を示す。



[出所] 調査団作成

図 3.1 太陽光発電システム概要

本システムは太陽光発電パネル、最大電力点追従制御機能及び DC/AC 変換機能を持つインバータで構成される PCS、既設電気設備系統への接続のための絶縁変圧器、分電盤等で構成される。当該 3 病院は、病院内で必要となる全電力を CEB 商用系統より受電して消費できる受配電設備で構成されており、CEB 商用系統が停電時のみ非常用発電機から電力供給を行っている。ラトナプラ教育病院とクルネガラ教育病院には小容量の太陽光発電設備が設置されているものの、大部分が CEB 商用系統からの電力で賄われていることから、本システムの設置に伴い商用系統からの購入電力量の低減が大きく期待される。

昼間に太陽光発電パネルにて発電された直流電力は、PCS で交流電力に変換され、絶縁変圧器を介し既設分電盤へと電力を供給する。本システムの PCS は平常時には CEB 商用系統と連系（同期）運転を行い、日射強度、太陽光発電パネル温度などで変動する出力電力を最大となるように追従制御を行いながら負荷へ電力を供給する。商用系統停電発生時は、単独運転検知機能により瞬時に運転を停止させ待機状態となる。各病院とも商用系統復電後は手動で非常用発電機から商用系統への切替えを行っており、PCS は、その切替後に連系運転を再開させる。

各病院とも商用系統停電後は、全ての病院負荷への非常用発電機によるバックアップ給電が考慮されており、特に生命維持に関わる最重要系負荷については無停電電源装置（UPS）による無瞬断切替バックアップ給電機能が設備されている。このように医療設備としての電源供給の冗長化が十分に考慮され高い信頼性が確保されている施設で、天候に左右され不安定電源となる再生可能エネルギー電源は単独で病院負荷に電力供給をさせずに商用電源と並列に接続することで、電力供給量の支援の役割を持たせる。太陽光発電設備は発電可能電力を既設負荷に供給し、不足分については CEB 商用系統から買電する。なお、病院内の電力需要に対して、本計画で計画している建物に搭載可能な太陽光発電パネル出力は十分小さいため、太陽光発電余剰電力が病院外の商用系統側に流入する恐れはないが、系統に連系して運転する自家用発電設備となるため、系統連系点の電力量計は双方向の電力量が計測可能なものを CEB 所掌で設置（電力量計の費用負担は病院）する必要がある。

(2) 商用系統停電時の太陽光発電システムの運転方法

各病院とも商用系統が停電時には、非常用発電機が起動して病院内に給電する系統構成となっているが、本計画で導入予定の太陽光発電システムの商用系統停電時の運転方法について検討した。

A) 前提条件

- 常時電力供給の商用系統停電が発生の場合、EDG が十数秒で起動し、停電負荷への電力供給を開始する。商用系統復電後は、EDG から商用系統への切替え後に EDG をオペレーターが手動にて停止している。(現状の病院運用)
- 日本国内で製造される太陽光発電用 PCS は、系統連系技術要件ガイドラインを満足するために単独運転検知機能が標準的に搭載されているので、商用系統停電発生時に PCS は自動的に停止する。
- 本システムは、病院の付帯設備の一部となるため常時監視を前提とした設備構成は避ける必要があり、PCS には商用系統復電後に自動で再連系する機能を有するものとする。

B) 検討内容

商用系統停電中の PCS の運転方法下記の 3 パターンで検討を行った。

- ・ パターン 1：系統停電中は運転 EDG と同期連系運転し太陽光発電電力供給（自動）
- ・ パターン 2：系統停電中は PCS を停止で待機状態とし、商用系統の復電後に再連系（自動）
- ・ パターン 3：系統停電後の PCS 起動は保安員判断で実施（手動操作）

上記 3 パターンで、既設設備への影響、運用性、太陽光発電寄与時間などの観点で検討を行った結果を表 3.4 に取りまとめた。図 3.2～図 3.4 に各パターンのタイムチャートを示す。

表 3.4 商用系統停電時の太陽光発電システムの運転方法の検討

	パターン 1	パターン 2	パターン 3
概要	<p>PCS の運転（連系操作を含む）・停止は「自動」で実施</p> <p>① CEB 商用電源（系統）停電時は PCS 停止</p> <p>② EDG 起動での給電開始後に PCS は EDG と連系運転開始</p> <p>③ 系統が復電後の EDG→系統切替時に PCS 停止</p> <p>④ 系統側の常用電源に切戻し後に PCS の系統連系運転開始</p>	<p>PCS の運転（連系操作を含む）・停止は「自動」で実施</p> <p>① 系統停電時は PCS 停止</p> <p>② EDG 起動での給電開始時は PCS の連系運転を防止</p> <p>③ 系統側復電後に常用電源側切戻し後に PCS の系統系運転開始</p>	<p>PCS の運転と停止操作は基本的に「手動」で実施</p> <p>① 系統停電時は PCS 停止（単独運転検知の保護機能）</p> <p>② 系統側復電で常用電源側切戻し後に保安員の操作で系統連系運転開始</p>
タイムチャート	図 3.2 参照	図 3.3 参照	図 3.4 参照
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光発電を最大限に利用 EDG 燃料の焚き減らし 自動回路で運転・再連系・停止を実施するので保安員の負担軽減 	<ul style="list-style-type: none"> EDG との同期運転での技術的懸念の心配無し 自動回路で運転・再連系・停止を実施するので保安員の負担軽減 	<ul style="list-style-type: none"> 保安員の判断で運転・停止が自由に実施可能
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 既設設備の改造が必要（EDG 運転時の切替信号取込み） 系統停電時の太陽光発電 PCS と EDG の小規模系統での同期運転に伴う電力安定供給への技術的懸念解消が必要 	<ul style="list-style-type: none"> EDG 運転中は太陽光発電電力の利用不可 EDG 燃料焚き減らしへの貢献不可 既設設備の改造が必要（EDG 運転時の切替信号取込み） 	<ul style="list-style-type: none"> EDG との同期運転を避けるのは保安員判断のみとなりヒューマンエラーによる不具合発生懸念（パターン 2 で作成のインターロックを保安目的で回路構成する必要がある。） 系統復電後の PCS 運転操作忘れに伴う太陽光発電利用時間の減少懸念

[出所] 調査団作成

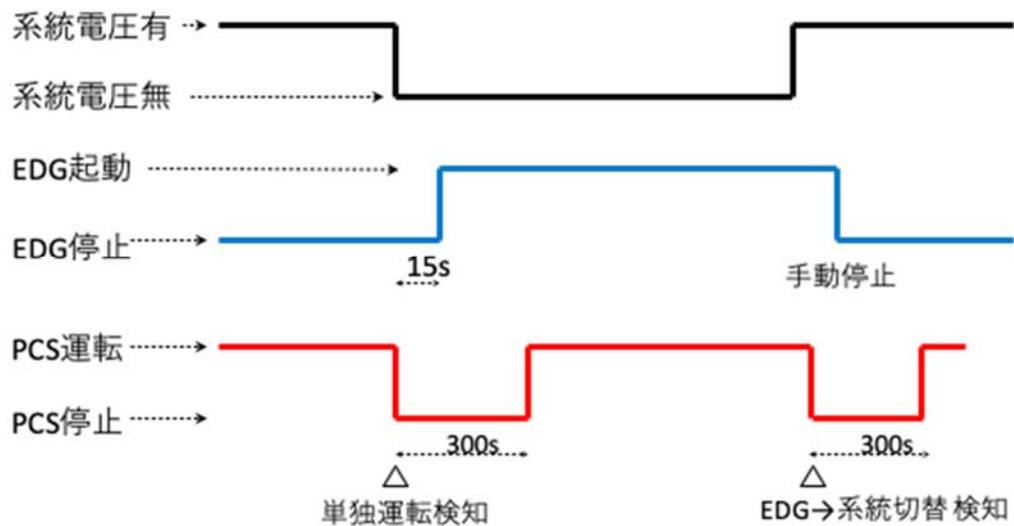


図 3.2 パターン1のタイムチャート

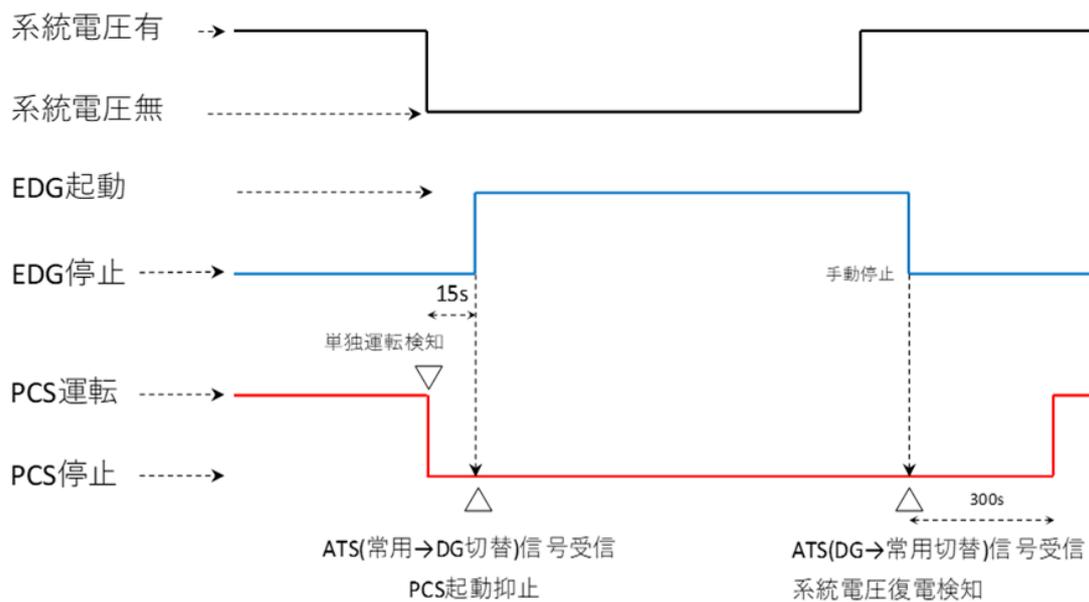


図 3.3 パターン2のタイムチャート

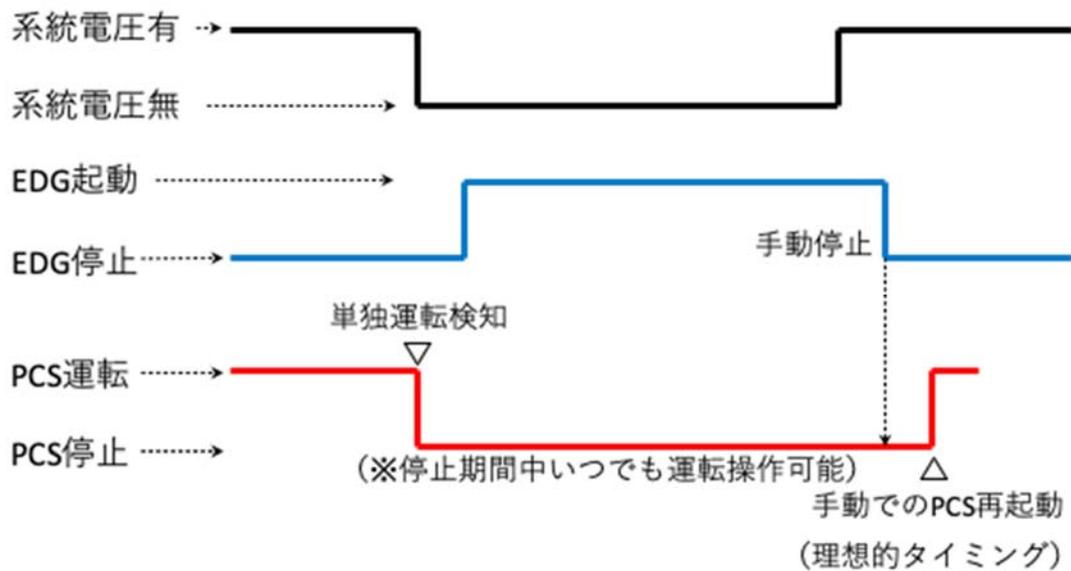


図 3.4 パターン 3 のタイムチャート

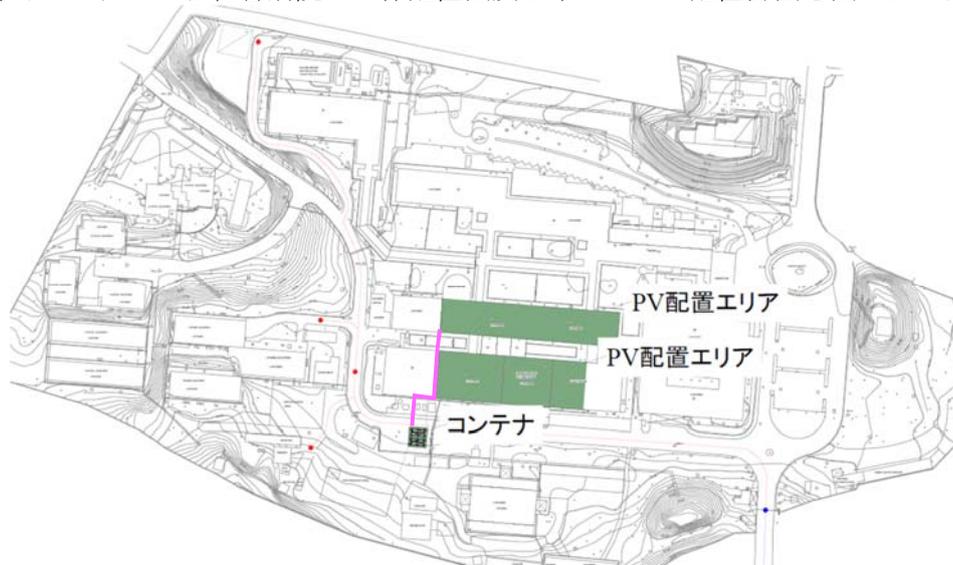
C) 検討結果

電力供給の信頼性の観点で既設設備への悪影響の懸念が最も小さく、運用性においても優位性があるパターン 2 の自動運転が可能な機器構成で計画する。但し、保守点検時保安員の運転操作が必要となるため、自動/手動のモード切替機能を持たせ、手動での操作も可能とする。

(3) 病院毎のシステム適用概要

1) スリジャヤワルダナプラ総合病院

スリジャヤワルダナプラ総合病院の全体配置図及び本システム配置計画を図 3.5 に示す。



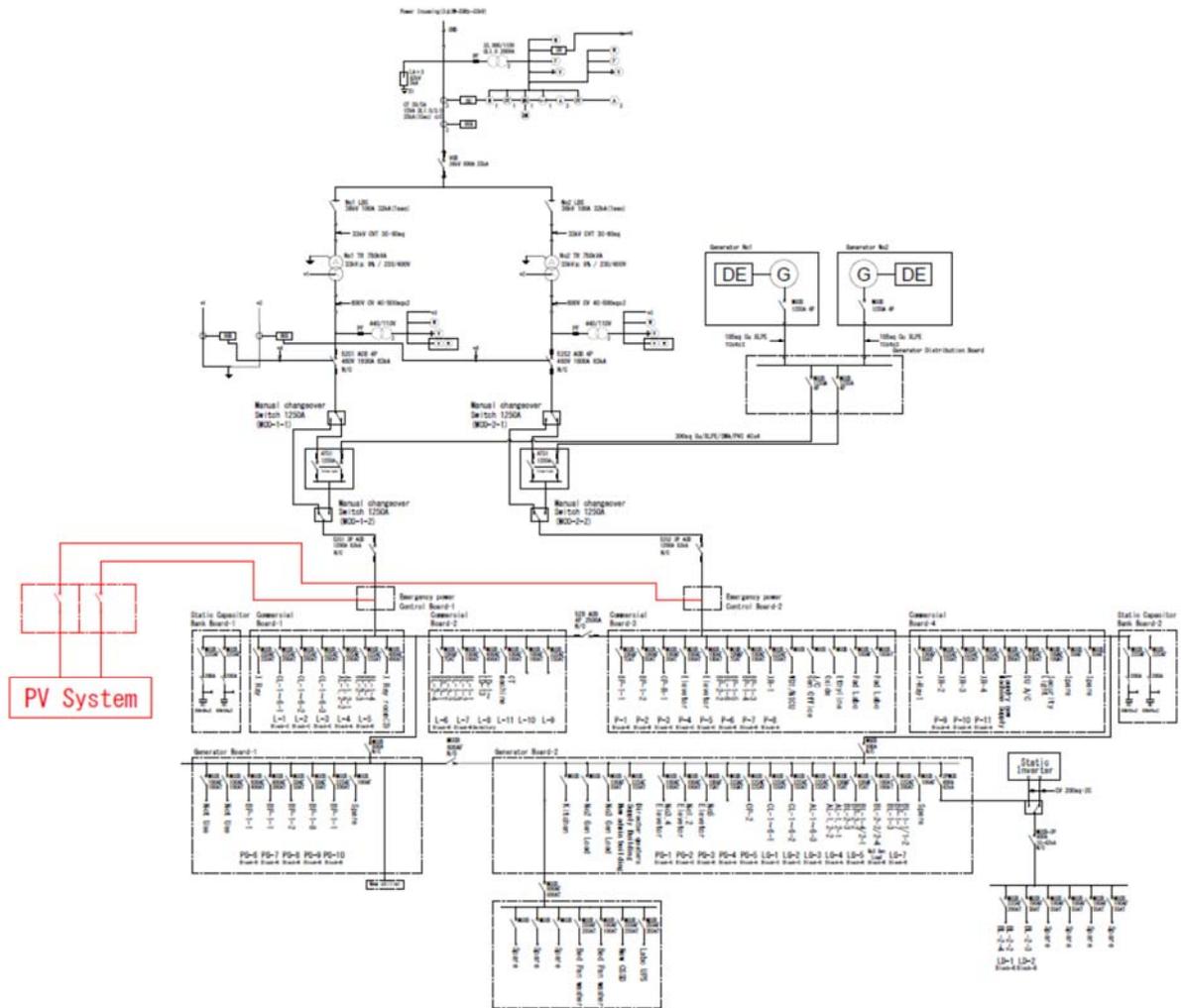
備考：ピンク色の線はケーブルルートを示す。緑色はコンテナ及び PV モジュール配置エリアを示す。

[出所] スリジャヤワルダナプラ総合病院提供の地形図に基づき調査団作成

図 3.5 スリジャヤワルダナプラ総合病院 配置計画

既設 B 棟の屋根部分（約 2,750m²）に太陽光発電パネルを設置する予定であり、約 440kW の出力を見込む。PCS を内蔵するコンテナについては B 棟より構内道路を挟んで反対側の緑地部分に据付けることで計画する。

本調査の現地調査実施時点では、コンテナ据付予定箇所には不使用となっている古いコンテナが設置されており、本計画の入札開始前までにスリランカ側にて撤去予定である。図 3.5 のピンク線は概略ケーブルルート図を示す。PCS からの太陽光発電電力は、B 棟の電気室内に設置されている既設主幹分電盤に連系するが、区分接続に必要な配線用遮断器（MCCB）を設置する場所が当該分電盤に確保できないので、MCCB を具備した分電盤を本計画で電気室内に設置し、そこを經由して既設主幹分電盤母線にケーブルで接続することで計画する。既設電気設備系統と本システムの接続は図 3.6 に示す。



備考：拡大図を添付資料-6 に示す。

【出所】 調査団作成

図 3.6 太陽光発電システム接続概要（スリジャヤワルダナプラ総合病院）

本システムは病院内の配電主系統における 2 台の主要変圧器 2 次側（400 V 側）の母線に接続することで、常用系、非常用系いずれの母線にも太陽光発電電力を供給することになり、既設変圧器

の負荷率の低減と CEB 系統からの買電電力量の削減が期待できる。本システムの故障が発生した場合は故障機を系統から切り離し自動停止するので、太陽光発電電力供給が減少もしくは停止することになるが、配電系統は、常用時は CEB 商用系統、バックアップ時は非常用発電機+UPS の構成が維持されるため、病院内における電力供給信頼度の低下には繋がらない。

2) ラトナプラ教育病院

ラトナプラ教育病院では、血液バンク棟、事故救急救命棟及び JICA 棟の 3 ヶ所の建屋屋根部分に太陽光発電パネルを設置する。各々の建屋が離れており、太陽光発電電力変換のための PCS を搭載するコンテナを 1 カ所に配置することが困難であることから、コンテナ配置は 2 か所とすることで計画する。各建屋の屋根面積及び太陽光発電出力については以下の通りとなる。

- ・ 血液バンク棟：30 kW (434m²)
- ・ 事故救急救命棟: 37 kW (529m²)
- ・ JICA 棟：184 kW (1168m²)

(i) 血液バンク棟と事故救急救命棟に設置の太陽光発電設備システム

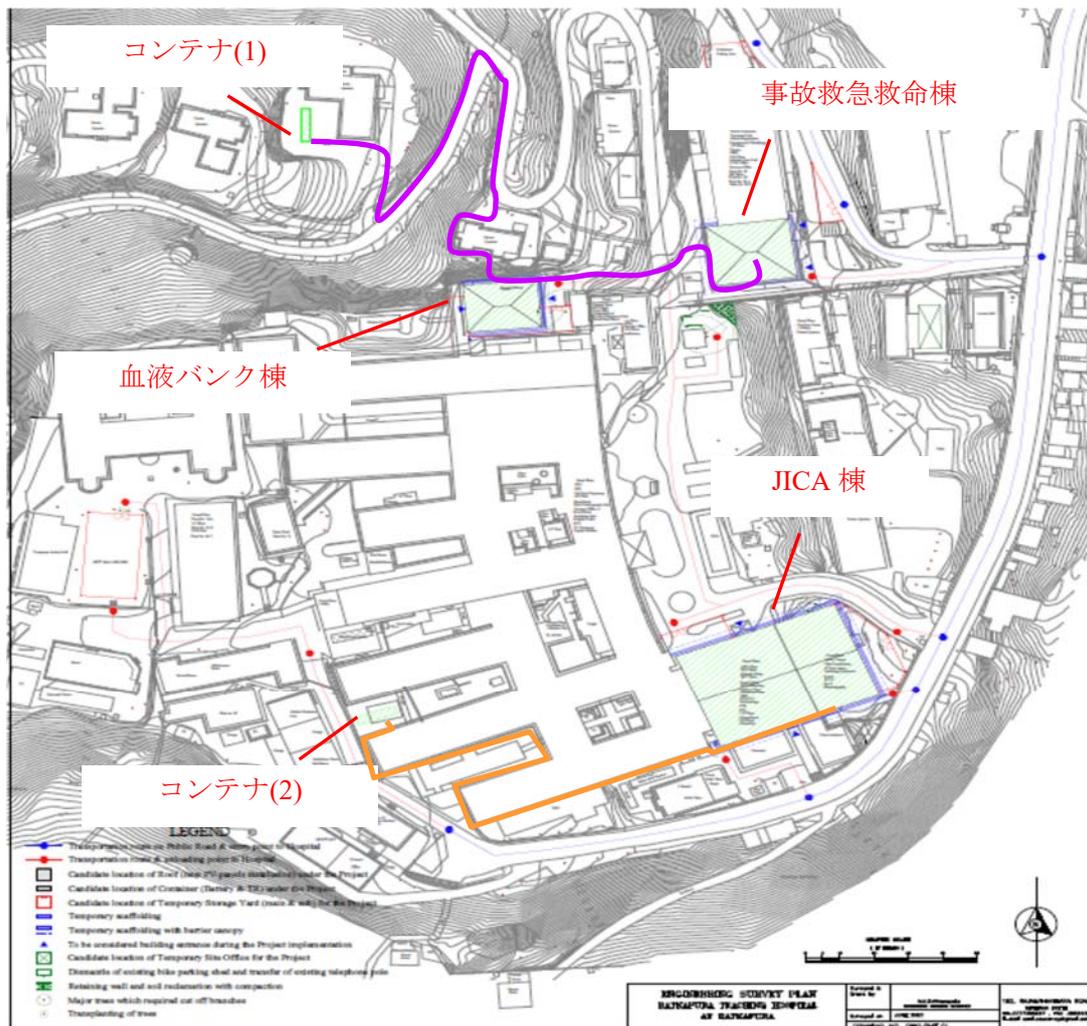
両建屋に設置する太陽光発電出力の合計約 60 kW を図 3.7 のコンテナ (1) に集約するものとする。事故救急救命棟に設置の太陽光発電パネルからの直流ケーブルは、建屋壁部分と軒屋根（事故救急棟と本館の連絡通路の構内道路横断部）沿いに血液バンク棟近傍に設置されている非常用発電機建屋までケーブルラックや電線管内に収納し布設する。血液バンク棟に設置の太陽光発電パネルからの直流ケーブルも既設のケーブルラック経由で非常用発電機建屋まで寄り付き、事故救急棟からのケーブルと合流後に埋設電線管路とコンクリート柱による架空電線路を利用し、コンテナ (1) までケーブル布設を行う。なおコンテナ (1) の配置位置は、病院側との協議の結果、医師宿舎の空きスペース部分を活用することとした。

PCS にて DC/AC 変換された電力は、交流ケーブルで前述の直流ケーブルと同一ルートを通り、非常用発電機建屋に新設する分電盤で、既設 CEB 商用系統からの血液バンク棟用の主幹配電盤行きの受電ケーブルと接続して、本館と血液バンク棟へ供給される。図 3.7 において紫色のラインが概略ケーブルルートとなる。

(ii) JICA 棟に設置の太陽光発電設備システム

JICA 棟に据え付けるパネルからの太陽光発電出力 184kW は、複数の直流ケーブルで図 3.7 内のコンテナ (2) に運搬する。太陽光発電パネルからの直流ケーブルは JICA 棟及び本館の外壁部分に新設するケーブルラックと電線管に収納しコンテナ (2) まで布設する。コンテナ (2) は、病院側との協議の結果で、本館の産科病棟の中庭部分に設置することとした。

PCS にて DC/AC 変換された電力は、交流ケーブルで前述の直流ケーブルと同一ルートを通り、JICA 棟 1 階の電気室に設置の主幹分電盤に連系する。区分接続に必要な配線用遮断器 (MCCB) を設置する場所が当該分電盤に確保できないので、MCCB を具備した分電盤を本計画で電気室内に設置し、そこを経由して既設主幹分電盤母線にケーブルで接続することで計画する。図 3.7 においてオレンジ色のラインが概略ケーブルルートとなる。



備考：オレンジ色、紫色の線はケーブルルートを示す。黄緑色はコンテナ及び PV モジュール配置エリアを示す。

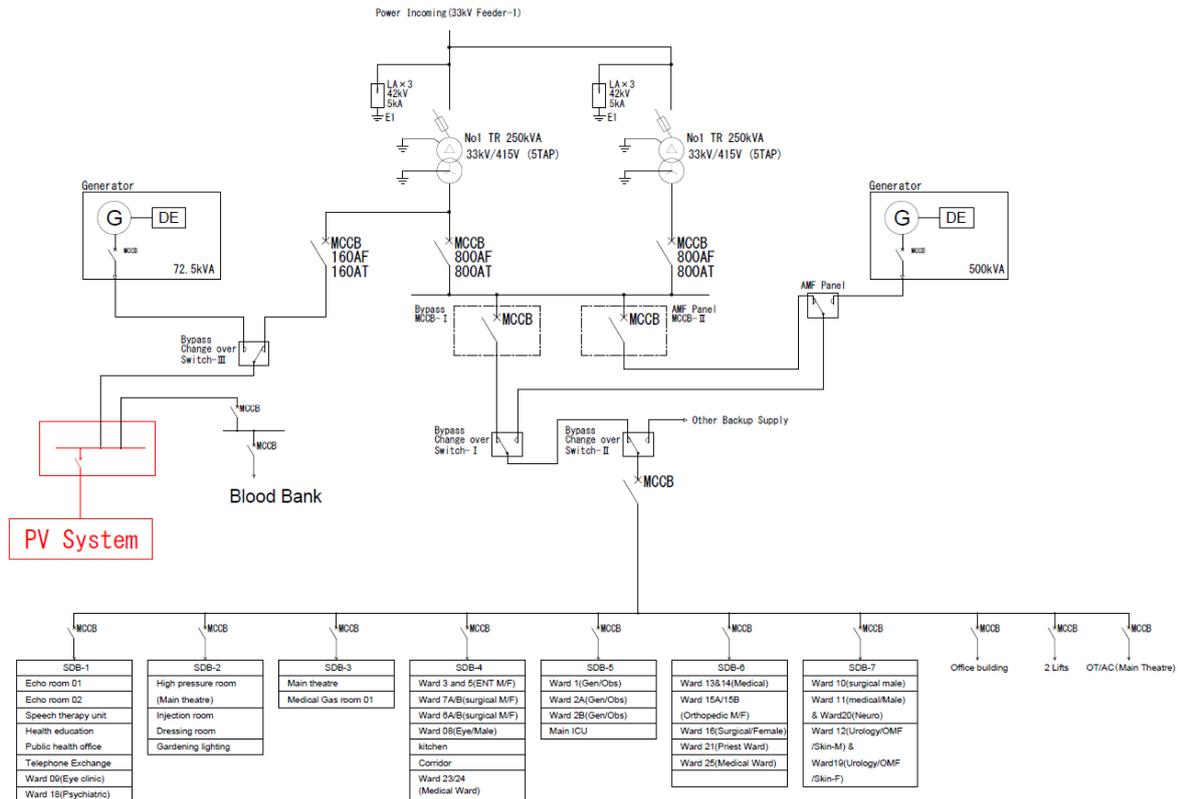
[出所] ラトナプラ教育病院提供の地形図に基づき調査団作成

図 3.7 ラトナプラ教育病院 配置計画

(iii) 既設電気設備との接続

既設電気設備系統と本システムの接続については図 3.8 と図 3.9 の単線結線図（太陽光発電システム接続概要図）を参照願う。

現在の血液バンク棟は、図 3.5 に示すように本館系統が CEB 商用系統から受電するための第 1 変圧器の低圧側端子から分岐する形で受電しており、専用の非常用発電機を備えている。その非常用発電機と商用系統の切替開閉器（ATS）の下流に低圧分電箱を設け、既設ケーブルに分岐接続することで、比較的短時間の停電作業をもって本システムを接続することが可能となる。事故救急救命棟及び血液バンク棟に搭載する太陽光発電出力は、血液バンク棟と第 1 変圧器低圧側端子経由で本館へ供給されることとなる。



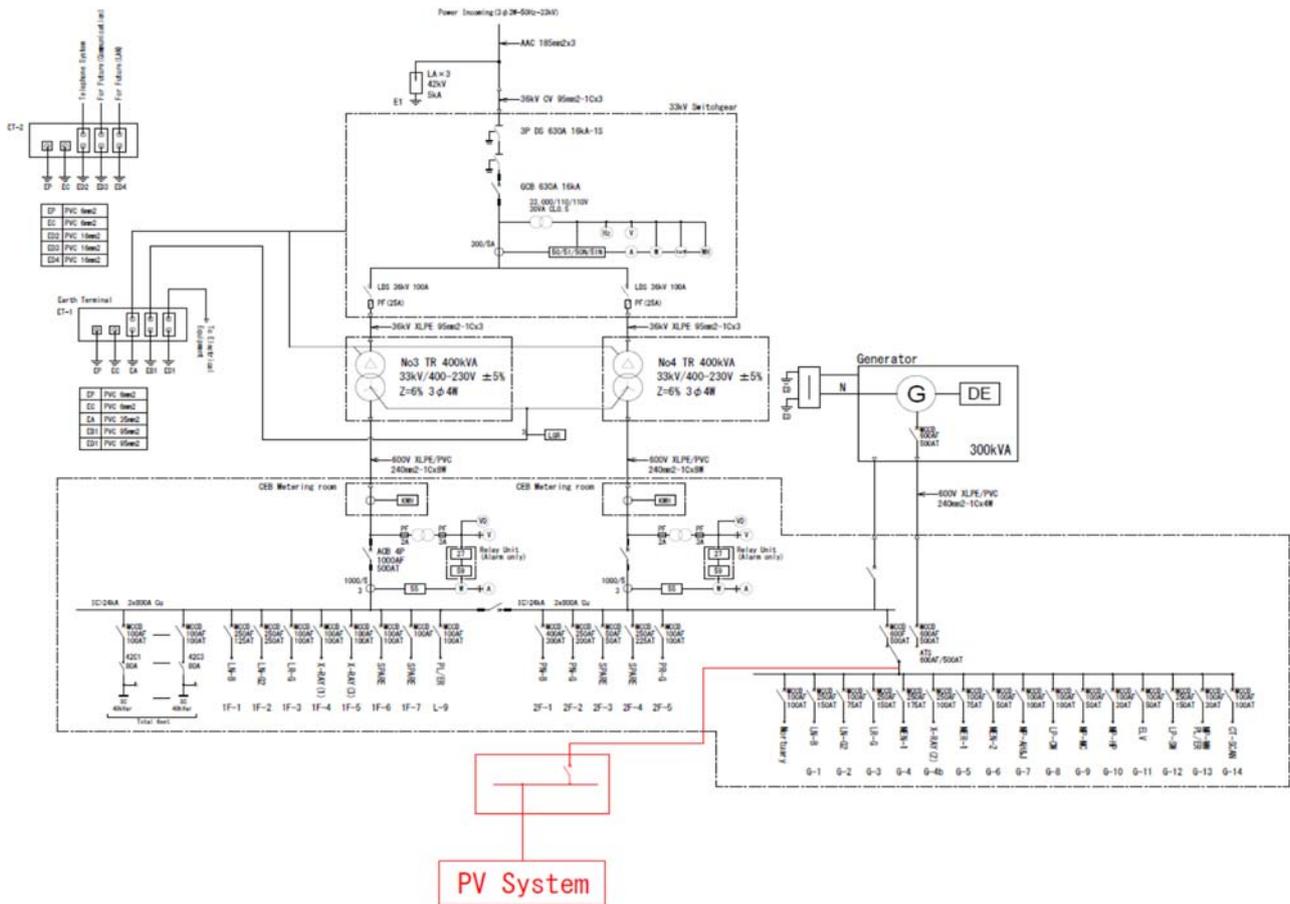
備考：拡大図を添付資料-6 に示す。

[出所] 調査団作成

図 3.8 太陽光発電システム接続概要（ラトナプラ教育病院（血液バンク棟・本館））

現在の JICA 棟の受配電設備は、受電変圧器 2 台と、400 V の常用系 2 母線+非常用系 1 母線構成の主幹分電盤が設けられている。主幹分電盤には 200 kW クラスの接続が可能な予備の MCCB は無く、また追加で MCCB を取付ける場所も無いため、JICA 棟電気室内に壁掛け式の MCCB 内蔵の低圧分電箱を設け、新設ケーブルで需要負荷の多い非常用系母線に連系し、本システムの発生電力を供給することで計画する。

血液バンク棟、JICA 棟向けの計画系統は共に、本システム故障時においても非常用発電機を含む既設設備からの電力供給は現状と同様に可能であり、電力供給信頼性は維持される。



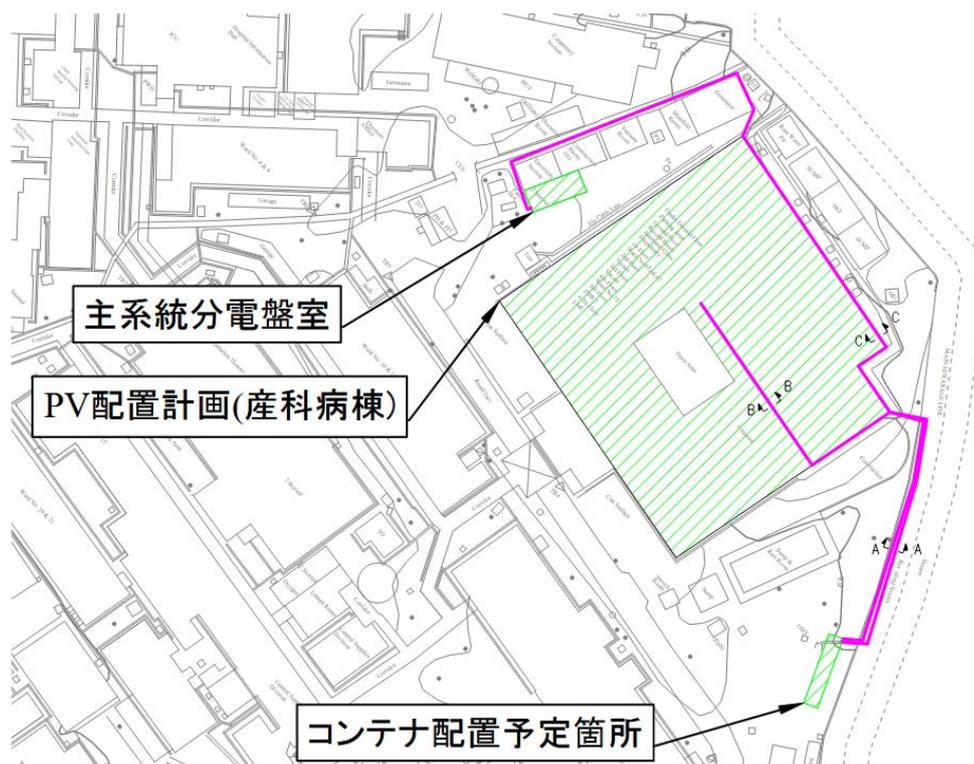
備考：拡大図を添付資料-6 に示す。

〔出所〕 調査団作成

図 3.9 太陽光発電システム接続概要（ラトナプラ教育病院（JICA 棟））

3) クルネガラ教育病院

クルネガラ教育病院の全体配置及び本システム配置計画を図 3.10 に示す。本病院では 3-2-2-1 章で記載のとおり産科病棟の屋根に本計画の太陽光発電パネルを配置する。産科病棟横の敷地に現在不使用の焼却炉設備があり、その場所に PCS 内蔵のコンテナを設置することで計画する。このため病院側にて既設焼却炉を本計画開始前までに撤去することで合意している。本システム発電電力は、産科病棟の分電盤と産科病棟に隣接した需要が高い病院主系統の受配電設備の両方に供給することとする。太陽光発電パネルの出力は約 240 kW を計画している。



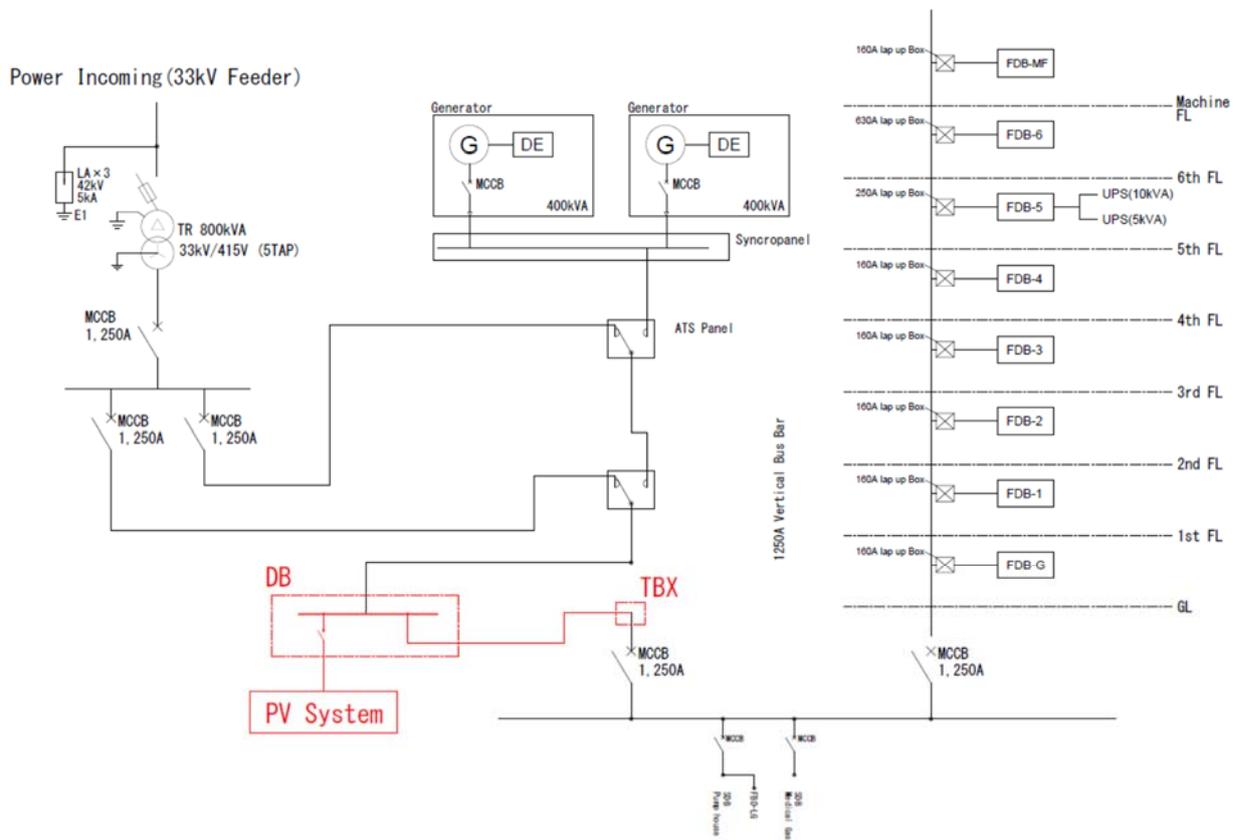
備考：ピンク色の線はケーブルルートを示す。黄緑色は主系統との分電盤設置場所及び PV モジュール配置エリアを示す。

[出所] クルネガラ教育病院提供の地形図に基づき調査団作成

図 3.10 クルネガラ教育病院配置計画

産科病棟屋根に設置した太陽光発電パネルからの直流ケーブルは、建屋内部の既設縦ダクトを利用し、地階部分の駐車場エリアまで引き落とし、ケーブルトレイ（建屋内エリア）と電線管に収納しコンテナまで布設する。

2 台の PCS で、産科病棟用と主系統用に分けて DC/AC 変換された電力は、交流ケーブルで前述の直流ケーブルと同一ルートで産科病棟地階のケーブルトレイまで寄り付く。産科病棟用のケーブルは、1 階設置の主幹分電盤への既設ケーブル立ち上げ位置近傍に新設する分電盤で、既設主幹分電盤への受電ケーブルに MCCB を介して分岐接続する。主系統用のケーブルは産科病棟を通過後に埋設で主系統電気室まで布設するが、主幹分電盤に適切な予備 MCCB が無く、更に取付スペースの確保が難しいため、壁掛け式の分電盤を新たに設け MCCB を介して主幹分電盤母線に連系する。概略ケーブルルートについては図 3.10 におけるピンク線で示す。既設電気設備系統と本システムの接続について主系統用は図 3.11 を、産科病棟用は図 3.12 の単線結線図を参照願う。

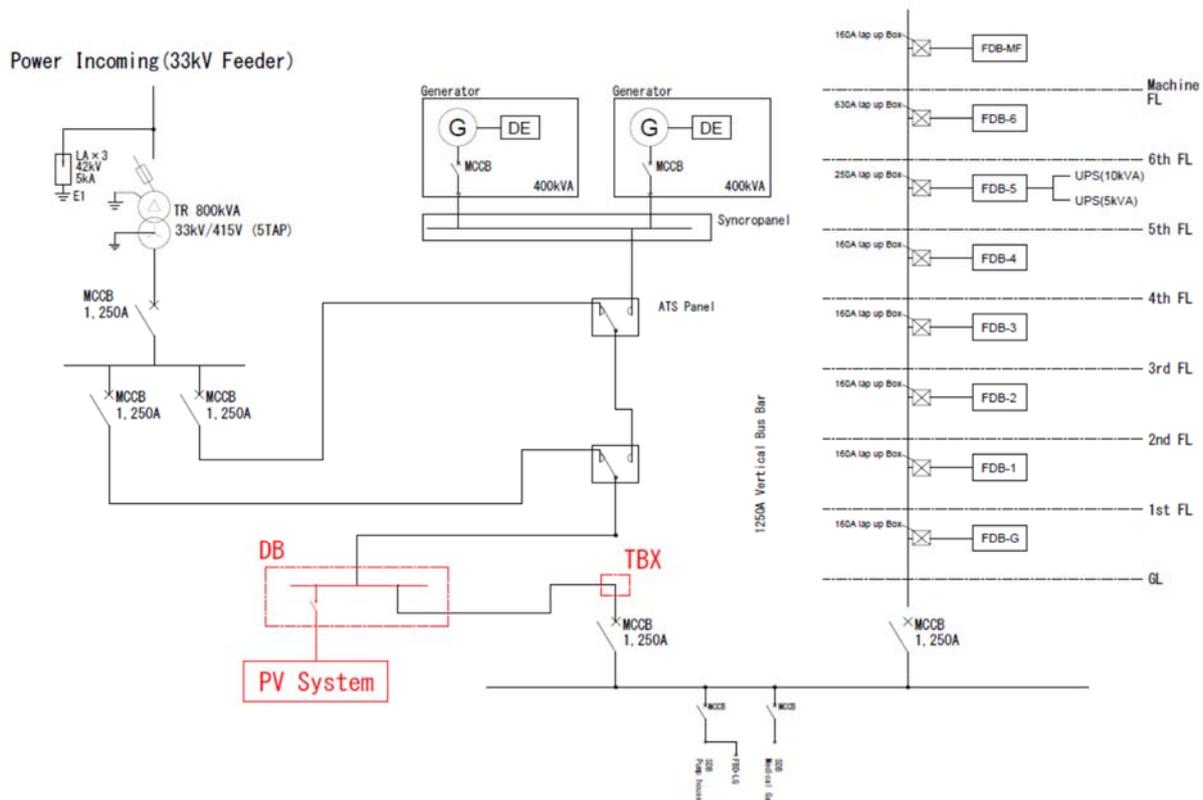


備考：拡大図を添付資料-6 に示す。

[出所] 調査団作成

図 3.11 太陽光発電システム接続概要（クルネガラ教育病院（主系統））

現在の主系統は CEB 商用系統からの 1,000 kVA の受電用変圧器からの常用給電系統に対して 1,000 kVA の非常用発電機を備えた切替給電が可能な構成で、主幹分電盤に接続されており、22 のフィーダを有している。裏面が開放型の主幹分電盤は、400 V 主母線が露出しており新規接続などの工事は容易であるが、安全面では十分な注意が必要である。主幹分電盤が設置してある電気室内に壁掛け型低圧分電盤を新設し、その分電盤内の MCCB を介して本システム発電電力を、需要の高い主系統の母線に連系供給することとする。クルネガラ教育病院においても本計画の計画は主系統と産科病棟系統共に、本システム故障時においても非常用発電機を含む既設設備からの電力供給は現状と同様に可能であり、電力供給信頼性は維持される。



備考：拡大図を添付資料-6 に示す。

[出所] 調査団作成

図 3.12 太陽光発電システム接続概要（クルネガラ教育病院（産科病棟））

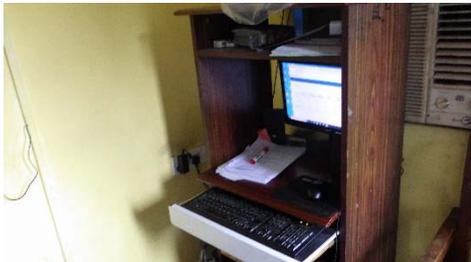
産科病棟は1階電気室内設置の主幹分電盤に、CEB 商用系統電源からの受電変圧器1台に2台の同期可能な非常用発電機を備えた受配電設備からケーブルで給電されており、ここから建屋内縦ダクト内に設置のバスダクトで各フロアへ電力を供給している。調査団の現地調査時点では1階の主幹分電盤に予備のMCCBがあり、ここに本システムからのケーブルを接続することで、建屋停電を実施することなく容易に電力供給を行うことが可能であるが、これを用いるためには50kW以下の容量のPCSを接続する必要があり、本計画で計画の100kWのPCSを採用する場合は利用が不可能である。したがって、主幹分電盤の受電ケーブルにMCCBを介して分岐接続することで本システムからの接続を計画する。

4) システム付帯設備

① 遠隔監視装置

既に既設太陽光システムを設置しているクルネガラ教育病院とラトナプラ教育病院は、遠隔地にて発電状況が確認できる遠隔監視システムを導入している。表 3.5 に示す。

表 3.5 既設太陽光発電システム遠隔監視装置

クルネガラ	ラトナプラ
<p>電気設備のエンジニアルームに専用の PC を据付けており、ウェブブラウザ経由で発電状況の監視が可能</p>	<p>メインビル建屋壁に小型インバータを据付けており、二次元バーコード読み込みにて発電状況の監視が可能</p>
	

[出所] 調査団作成

本計画で導入計画する本システムにおいても、日常的な太陽光発電量の確認や設備状況の監視を目的に遠隔監視装置を設置することとする。継続的な監視が可能となるように保守員が常駐している箇所、監視用 PC の設置が可能な箇所などの条件を考慮し、各病院で調査・聞取りの結果、表 3.6 に示す場所に遠隔監視用 PC を設置することで計画する。

表 3.6 太陽光発電システム遠隔監視装置設置場所

病院	設置場所
スリジャヤワルダナプラ総合病院	B 棟 1 階 電気室横作業室
ラトナプラ教育病院	JICA 棟 地下 1 階 電気員室
クルネガラ教育病院	電気保安員控室

[出所] 調査団作成

遠隔監視装置へは、PCS からのデータ信号を構内に布設する光ケーブルを介して伝送し、遠隔監視用 PC でデータ処理表示を行う。

② 太陽光発電システムのパブリックモニタ

病院利用者に本計画で導入の太陽光発電システムの運転状況（太陽光発電実績、CO₂削減量などを数十秒単位で表示更新）を通知する表示器を設置する。

各病院院長等との協議の結果、表 3.7 で示す場所に大型モニタを設置する計画とする。

表 3.7 大型モニタ設置場所

病院	設置場所
スリジャヤワルダナプラ 総合病院	本館 A 棟 1 階入口総合窓口前 
ラトナプラ教育病院	JICA 棟 1 階裏側外来患者入口 
クルネガラ教育病院	産科病棟 1 階ホール 

[出所] 調査団作成

③ 火災報知設備

PCS 内蔵のコンテナ設備には、基本的に人は常駐せず無人状態であり、電気設備火災発生時は発見が遅れることが予想される。そのため、コンテナ内に火災（煙）感知器を設置し、遠隔監視用 PC 設置場所で火災発生検知が可能なように計画する。

(4) 設計条件

1) 自然条件

太陽光発電システム、機器基礎の設計に適用する気象条件を表 3.8 に示す。

表 3.8 気象条件

項目	値			
	コロombo	クルネガラ	ラトナプラ	
標高	7m	116m	86m	
周囲温度	最高	33.3	36.7	35.4
	最低	23.7	22.1	22.0
	平均	31.2	32.2	32.2
最高湿度	95%	95%	95%	
最大風速	2.1m/s	1.3m/s	2.0m/s	
年間降水量	2,443mm	2,209mm	4,078mm	

[出所] 調査団作成

2) 電気関連条件

- 運用電圧（交流） 400/230 V (3 相 4 線方式)
- 周波数 50 Hz
- 電圧運用幅に対する考慮
本計画では、太陽光発電システムを設置することで計画しており、既設の受配電設備と同期して運転することになるので、連系点である分電盤の 400 V 母線電圧が商用電源と調和がとれる運用幅となるように計画する。
 - ① 本システムからの送り出し電圧調整用変圧器タップ電圧は、線間電圧：415V、相電圧：240 V
(CEB 変圧器のタップ電圧と合わせる。運用電圧より約 4%高)
 - ② 連系点である 400 V 母線到達時に運用電圧以上が確実に確保可能なケーブルサイズを選定（電圧降下の考慮）直流ケーブル（太陽光発電モジュール～PCS 間）の電圧降下は、スリランカ公共事業委員会発行の屋根型太陽光発電システム据付指針（2022 年 9 月）で 3%以下が推奨されており、これを準拠する方針とする。
- 耐震設計 設計水平震度 1.0G 設計鉛直震度 0.5G

3) 適用基準及び規格

太陽光発電システム、機器基礎の設計に適用する基準及び規格を表 3.9 に示す。

表 3.9 適用する基準及び規格

名称	適用
(a) 日本工業規格 (JIS)	工業製品全般に適用する。
(b) 電気学会電気規格調査会標準規格 (JEC)	電気製品全般に適用する。
(c) 日本電機工業会標準規格 (JEM)	同上
(d) 日本電線工業会規格 (JCS)	電線、ケーブル類に適用する。
(e) 電気設備に関する技術基準	電気工事全般に適用する。
(f) 国際電気標準会議規格 (IEC)	電気製品全般に適用する。
(g) 国際標準化機構 (ISO)	電気・機械製品全般に適用する。
(h) スリランカの関連基準・規格	主に施工関係に適用する。

[出所] 調査団作成

本計画で調達する機材の基本仕様を表 3.10～表 3.34 に示す。

表 3.10 PV モジュールの仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格
(2)	種類	単結晶シリコン、多結晶シリコンまたは同等
(3)	保護等級	IP65 以上
(4)	モジュール変換効率	20.0%以上
(5)	標準試験条件	日射量 1,000 W/m ² , 室内温度 25 °C, Air mass (AM) 1.5
(6)	バイパスダイオード	具備すること。
(7)	最大出力	1 枚当たり 410 W 以上
(8)	設備容量	440 kWp 以上 (SJGH) 250kW 以上 (TH Ratnapura) 260kW 以上 (TH Kurunegala)

[出所] 調査団作成

表 3.11 PV モジュール用架台の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	種類	: 屋根置きタイプ
(2)	材質	: アルミニウム合金と同等 (使用耐用年数 20 年以上)
(3)	取付金具	: 具備すること。
(4)	設計風速	: 40 m/s 以上

[出所] 調査団作成

表 3.12 接続箱の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	構造	屋外壁掛け型、害虫侵入防止機能付
(2)	材質	SPHC 鋼板 (JIS G 3131)
(3)	塗装	粉体塗装もしくは同等
(4)	保護等級	IP45 以上
(5)	入力側機能 ・入力回線数 ・直流開閉器	モジュール配置に対して適切な数 断路器
(6)	出力側機能 ・型式	遮断器
(7)	逆流防止素子	具備すること。

[出所] 調査団作成

表 3.13 集電箱の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	構造	屋外壁掛け型、害虫侵入防止機能付
(2)	材質	SPHC 鋼板 (JIS G 3131)
(3)	塗装	粉体塗装もしくは同等
(4)	保護等級	IP45 以上
(5)	配線用遮断器 (入力側) ・入力回線数 ・アンペアフレーム	モジュール配置に対して適切な数 接続されたストリングの合計短絡電流以上
(6)	配線用遮断器 (出力側) ・アンペアフレーム	接続されたストリングの合計短絡電流以上
(7)	その他	銘板、ドアの鍵、ODA ステッカーを具備すること。

[出所] 調査団作成

表 3.14 パワーコンディショナの仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	定格出力	100kW
(2)	総合出力容量	100kW x 4 台 (SJGH) 100kW x 3 台 (TH Ratnapura) 100kW x 3 台 (TH Kurunegala)
(3)	最大許容直流入力電圧	600 V
(4)	交流出力相数・線数	三相 3 線
(5)	交流出力定格電圧	製作会社の標準電圧とする。
(6)	交流出力定格周波数	50 Hz
(7)	効率	95%以上 (単機)
(8)	連系保護	過電圧、不足電圧、周波数上昇、周波数低下
(9)	単独運転検出	受動的方式・能動的方式を有す。
(10)	台数制御機能	装備する (2 台以上連系の構成の場合)。 装備しない (1 台構成の場合)。
(11)	塗装色	5Y7/1 (半ツヤ) 又は製作会社標準色とする。
(12)	操作表示部	英文表記とする。
(13)	付属品	チャンネルベース、名称銘板、取付用ボルトナット類

[出所] 調査団作成

表 3.15 直流入力盤の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	面数	2 面 (SJGH) 1 面 (TH Ratnapura) 1 面 (TH Kurunegala)
(2)	構造	屋内金属閉鎖自立型
(3)	入出力仕様	DC100 kW×2 回線の入力と各 PCS への出力
(4)	塗装色	5Y7/1 (半ツヤ) 又は製作会社標準色とする (パワーコンディショナと同一色)。
(5)	付属品	チャンネルベース、名称銘板、取付用ボルトナット類

[出所] 調査団作成

表 3.16 ケーブル処理盤の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	面数	1 面 (TH Ratnapura) 1 面 (TH Kurunegala)
(2)	構造	屋内金属閉鎖自立型もしくは壁掛け型
(3)	入出力仕様	DC 100kW の入力と PC への出力

備考：必要に応じて調達する。スリジャヤワルダナプラ総合病院では使用しない。

[出所] 調査団作成

表 3.17 絶縁変圧器の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	定格容量・台数	200kVA x 2 台 (SJGH) 200kVA x 1 台、100kVA x 1 台 (TH Ratnapura) 200kVA x 1 台、100kVA x 1 台 (TH Kurunegala)
(2)	絶縁・種別	乾式・H 種絶縁
(3)	相数	三相
(4)	電圧	1 次 (系統側) 240/415 V、+2.5%、-2.5%タップ付き 2 次 (PC 側) PCS 出力電圧

番号	仕様項目	要求仕様
(5)	結線	Y-Δ、Y 側は中性点引き出し端子付
(6)	角位相	YNd1
(7)	%インピーダンス	製作会社の標準値
(8)	冷却方式	自冷方式
(9)	外部接続方式	1 次 三相 4 線、2 次 三相 3 線
(10)	定格周波数	50 Hz
(11)	付属品	チャンネルベース、名称銘板、取付用ボルトナット類添付とする。

[出所] 調査団作成

表 3.18 気象観測装置の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	気温計	1 台 (専用シールド付き) (SJGH、TH Kurunegala) 2 台 (専用シールド付き) (TH Ratnapura)
(2)	日射計	1 台 (SJGH、TH Kurunegala) 2 台 (TH Ratnapura)
(3)	信号変換器箱	製作会社の標準仕様とする。
(4)	付属品	各機器取付に必要な金具類一式を含む

[出所] 調査団作成

表 3.19 計測装置の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	データ計測方式	30 秒以下で製作会社の標準仕様とする 傾斜面日射強度、気温、発電電力
(2)	測定周期 データ収集項目 使用機器	
(3)	ソフトウェア仕様	計測監視装置 シリアル信号変換器(RS485⇒RS232C 変換) 無停電電源装置 短時間停電に伴う計測装置の停止を防ぐ (バックアップ時間 10 分程度) データ収集サーバ(データの保存は 1 年間は可能なこと) 計測装置他附属装置を収納可能な筐体一式 瞬時値、グラフ及び帳票の表示 PCS 運転状態及び警報の監視 PCS 保護装置設定情報保存 データの外部出力機能 (CSV 等エクセル表示が可能な形態) 機能
(4)	表示装置	LCD モニタ 1 台、椅子

[出所] 調査団作成

表 3.20 遠隔監視装置の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	遠隔監視装置	遠隔監視用 PC 1 台 (LCD モニタ、キーボード、マウス付) コンテナ内設置の計測装置と同等の表示機能を具備すること 伝送装置一式 (計測装置との光ファイバケーブル接続用メディアコンバータを含む)
(2)	パブリックモニタ	遠隔監視装置他附属装置を収納可能な筐体一式 壁掛け式 42 インチ以上 LCD モニタ 1 台 (架台付)、表示用小型 PC (LCD モニタ架台への取付を考慮)、メディアコンバータ (計測装置との光ファイバケーブル接続用、計測装置側用も含む)

[出所] 調査団作成

表 3.21 コンテナの仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	寸法	40ft × 1 台もしくは 20ft コンテナ × 2 台相当 (SJGH)。 31ft × 1 台相当 (TH Ratnapura)。 40ft × 1 台相当 (TH Kurunegala)。
(2)	構造仕様	①材質は、製作会社の標準仕様とする。 ②直射日光により内部温度上昇に影響が少ない構造とする。 ③出入口は、現地盤搬入口を兼ねるため十分な開口を確保する。 ④盤背面から保守が必要な場合は配慮した構造とする。 ⑤収納する盤重量に耐える構造とする。 ⑥床面に配線口を設ける等の機器据付に必要な加工を実施こと。
(3)	収納条件	(ケーブル貫通用穴明け、盤類取付用加工の実施等) 絶縁変圧器を PCS 及びその他の装置を同じコンテナに収納する場合は、隔壁を設ける。又は別コンテナに収納する。
(4)	内部仕様	①絶縁変圧器室は、吸気口 (フィルタ付きギャラリ) と外部吹き出し方式の換気扇 (虫等の侵入防止を考慮) 付とする。 ②パワーコンディショナ及び他の機器は 30°C以下に保つこと。 ③天井に照明設備を設ける。(盤面 300 ルックス、その他は 70 ルックスを確保) ④コンテナ内雑電源用で分電盤を設けること。 ⑤1 コンテナにコンセントを 3 箇所設けること。 ⑥計測装置近傍に火災受信機盤実装可能な隔離を設けること。
(5)	塗装色	5Y7/1 又製作会社標準仕様とする。耐候仕様 (高温多湿の熱帯気候に耐える仕様)
(6)	付属品	ベース、取付金具、ボルトナット類添付とする。

[出所] 調査団作成

表 3.22 低圧分電盤 (SJGH、TH Kurunegala) の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格
(2)	型式	屋内金属閉鎖自立型、ベース架台付 (SJGH) 屋外金属閉鎖自立型、ベース架台付 (TH Kurunegala) 前面扉 (取手は施錠可能、キー付き)
(3)	保護等級	IP21 以上 (SJGH) IP42 以上 (TH Kurunegala)
(4)	数量	2 面 (SJGH) 1 面 (TH Kurunegala)
(5)	塗装色	マンセル 5Y7/1 (半ツヤ)
(6)	定格電圧	3 相 4 線式、400/230 V
(7)	定格周波数	50 Hz
(8)	定格短時間耐電流	16 kA (1 Sec.) 以上
(9)	収納機器 ・配線用遮断器 (MCCB)	3 相 4 線式、外部警報用補助接点付 400AT 1 台 (SJGH) 250AT 1 台 (TH Kurunegala)

番号	仕様項目	要求仕様
(10)	<ul style="list-style-type: none"> ・母線 ・端子台 ・電線 ・接地端子 ・その他必要な機材類 	1250A 以上 (TH Kurunegala) 3 相 4 線用の 4 母線 (電線または導体) 下記ケーブルサイズの入線接続が可能な位置に端子台を設置 (SJGH) PCS 側 : 240mm ² (4C) 既設主分電盤側 : 150mm ² (4C) (TH Kurunegala) PCS 側 : 120mm ² (4C) 既設主分電盤側 : 150mm ² (4C) ATS 側 : 240mm ² (4C) 主分電盤側 : 240mm ² (4C) 補助接点引き出し用制御端子台 低压分電盤内機器相互間を接続するための必要な電線類 (導体の使用も可)
(11)	ケーブル取込み	機器設置、ケーブル固縛のために必要な金具類、感電防止を考慮した絶縁板、銘板など 盤下部入線(SJGH)
(11)	付属品	側面もしくは裏面 (TH Kurunegala) チャンネルベース、銘板、取付用金具・ボルトナット類

[出所] 調査団作成

表 3.23 低压分電箱 (TH Ratnapura) の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格
(2)	型式	屋外金属閉鎖壁掛け型 (箱 1)、屋内金属閉鎖壁掛け型 (箱 2) 前面扉 (取手は施錠可能、キー付き)
(3)	保護等級	IP44 以上(箱 1)、IP21 以上(箱 2)
(4)	寸法	800 幅×350 奥行×700 高 以下(箱 1)、1000 幅×350 奥行×1000 高 以下(箱 2)
(5)	数量	各 1 面
(6)	塗装色	マンセル 5Y7/1 (半ツヤ)
(7)	定格電圧	3 相 4 線式、400/230 V
(8)	定格周波数	50 Hz
(9)	定格短時間耐電流	16 kA (1 Sec.) 以上
(10)	収納機器 <ul style="list-style-type: none"> ・配線用遮断器 (MCCB) ・母線 ・端子台 ・電線 ・接地端子 	3 相 4 線式、外部警報用補助接点付 250AT 1 台 (箱 1)、400AT 1 台 (箱 2) 250A 以上 3 相 4 線用の 4 母線 (電線または導体) (箱 1) 下記ケーブルサイズの入線接続が可能な位置に端子台を設置 (箱 1) PCS 側 : 150mm ² (4C) 既設主分電盤側 : 50~70mm ² (4C)相当 (箱 2) PCS 側 : 185mm ² (4C) 既設主分電盤側 : 185mm ² (4C)相当 低压分電盤内機器相互間を接続するための必要な電線類 (導体の使用も可) 接地に必要な端子類

番号	仕様項目	要求仕様
	・その他必要な機材類	機器設置、ケーブル固縛のために必要な金具類、感電防止を考慮した絶縁板、銘板など
(11)	ケーブル取込み	箱下面（箱1）、箱上面（箱2）
(12)	付属品	銘板、取付用金具・ボルトナット類

[出所] 調査団作成

表 3.24 低圧分電箱（TH Kurunegala）の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格
(2)	型式	屋内金属閉鎖壁掛け型 前面扉（取手は施錠可能、キー付き）
(3)	保護等級	IP21 以上
(4)	寸法	400 幅×350 奥行×1000 高 以下
(5)	数量	1 個
(6)	塗装色	マンセル 5Y7/1（半ツヤ）
(7)	定格電圧	3 相 4 線式、400/230 V
(8)	定格周波数	50 Hz
(9)	定格短時間耐電流	16 kA (1 Sec.) 以上
(10)	収納機器	
	・配線用遮断器（MCCB）	3 相 4 線式、外部警報用補助接点付 400AT 1 台
	・端子台	下記ケーブルサイズの入線接続が可能な位置に端子台を設置 PCS 側：240mm ² (4C) 既設主分電盤側：150mm ² (4C)相当
	・電線	低圧分電盤内機器相互間を接続するための必要な電線類（導体の使用も可）
	・接地端子	接地に必要な端子類
	・その他必要な機材類	機器設置、ケーブル固縛のために必要な金具類、感電防止を考慮した絶縁板、銘板など
(11)	ケーブル取込み	箱下面または上面
(12)	付属品	銘板、取付用金具・ボルトナット類

[出所] 調査団作成

表 3.25 中継端子箱（TH Ratnapura）の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格
(2)	型式	屋外金属閉鎖自立型、ベース付 前面扉（取手は施錠可能、キー付き）
(3)	保護等級	IP44 以上
(4)	寸法	600 幅×350 奥行×600 高 以下
(5)	塗装色	マンセル 5Y7/1（半ツヤ）
(6)	数量	1 面
(7)	定格電圧	3 相 4 線式、400/230 V
(8)	定格周波数	50 Hz
(9)	定格短時間耐電流	16 kA (1 Sec.) 以上
(10)	収納器具	
	・端子台もしくは端子接続導体	3 相 4 線式対応、1 フィーダ用 下記ケーブルサイズの入線接続が可能な位置に端子台を設置 低圧分電箱(1)側：50mm ² (4C)

番号	仕様項目	要求仕様
(11)	<ul style="list-style-type: none"> 接地端子 その他必要な機材類 ケーブル取込み	血液バンク棟主分電盤側：50～70mm ² (4C)相当 接地に必要な端子類 機器設置、ケーブル固縛のために必要な金具類、感電防止を考慮した絶縁板など 盤下面 入線後は異物、小動物の侵入を防げること

[出所] 調査団作成

表 3.26 中継端子箱 (TH Kurunegala) の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS、JEC、JEM もしくは同等規格
(2)	型式	屋外金属閉鎖自立型、ベース付 前面扉（取手は施錠可能、キー付き）
(3)	保護等級	IP42 以上
(4)	寸法	1600 幅×600 奥行×1700（ベース含み）高 以下
(5)	塗装色	マンセル 5Y7/1（半ツヤ）
(6)	数量	1 面
(7)	定格電圧	3 相 4 線式、400/230 V
(8)	定格周波数	50 Hz
(9)	定格短時間耐電流	16 kA (1 Sec.) 以上
(10)	収納器具 <ul style="list-style-type: none"> 端子台もしくは端子接続導体 接地端子 その他必要な機材類 	3 相 4 線式対応、1 フィーダ用 下記ケーブルサイズの入線接続が可能な位置に端子台を設置 低圧分電盤側：240mm ² (4C) 産科病棟既設主分電盤側：240mm ² (4C) 接地に必要な端子類 機器設置、ケーブル固縛のために必要な金具類、感電防止を考慮した絶縁板など
(11)	ケーブル取込み	側面もしくは裏面
(12)	付属品	チャンネルベース、銘板、取り付け用ボルトナット類

[出所] 調査団作成

表 3.27 電力/制御ケーブル及び端末材料 (SJGH) の仕様

直流電力ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC もしくは同等規格
(2)	型式	架橋ポリエチレン絶縁ケーブル
(3)	用途	太陽光発電設備用 DC ケーブル
(4)	導体	銅より線もしくは円形圧縮
(5)	線心数	単心
(6)	ケーブルサイズと長さ <ul style="list-style-type: none"> (※) 25mm² 以上 95mm² 以上 	(※)PV モジュール～接続箱間。ただし、ケーブルサイズについては PV モジュール側コネクタサイズに合わせるものとする。 1,500m x 2 本(総長 3,000m) 接続箱 x 8 ～集電箱 x2 間 125m x 2 本(総長 250m) 集電箱 x 2～PCS 間 230m x 2 本 x 2 条(総長 920m)
(7)	端末材料	接続に必要な端末材、コネクタ類 一式

交流電力ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS もしくは同等規格
(2)	型式	架橋ポリエチレン(XLPE)絶縁ビニル(PVC)シースケーブル
(3)	導体	銅より線もしくは円形圧縮
(4)	線心数	4心
(5)	ケーブルサイズと長さ ・ 150 mm ² 4C ・ 240 mm ² 4C	低圧分電盤～既設主分電盤まで 2 本分計 40 m 低圧分電盤～PCS 収納コンテナまで 2 本分計 120 m
(6)	端末材料	接続に必要な端末材（端子）類 一式

制御ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS もしくは同等規格
(2)	一般制御ケーブル	遮へい付き制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル (CVV-S) もしくは同等品
(3)	光ファイバケーブル	補強（テンションメンバ）付マルチモード光ファイバケーブル コア径 50μm、クラッド径 125μm、心数 4心以上 コンテナ内の制御装置から遠隔監視装置（リモート端末）と遠隔表示器（太陽光の発電量表示パネル）間の情報伝送用として利用する。
(4)	端末材料他	ケーブル接続に必要な端子、コネクタ（光ファイバ用（SC 又は LC）を含む）類、光ファイバケーブル用光分線箱(取付・配線に必要な付属品を含む)一式

[出所] 調査団作成

表 3.28 配線用資材 (SJGH) の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	電線管	鋼製電線管 (G、C)、合成樹脂製電線管 (VP) または、波付硬質合成樹脂管 (FEP) もしくは同等品
(2)	ケーブルトレイ	鋼製ラダータイプ溶融亜鉛メッキ仕上げもしくは同等品
(3)	波付硬質合成樹脂管 (FEP)	ケーブルルート、地中埋設用。
(4)	既設主分電盤母線接続資材	既設主分電盤 (1980 年代前半製造、東芝製) を構成する盤の Emergency Power Control Board 1 盤と Emergency Power Control Board 2 盤の母線に今回設置の低圧分電盤からのケーブルを接続する。具体的には銅母線導体の盤内電線とのボルトナット接続部を利用して接続する。ケーブル端末端子の接続を容易にするための分岐導体 (銅) を準備
(5)	その他配線用資材	プルボックス、電線管やトレイ類の接続部品、同配線資材の支持材、貫通部等のシール材、ケーブル固縛資材、表示シール他配線用資材一式

[出所] 調査団作成

表 3.29 電力/制御ケーブル及び端末材料 (TH Ratnapura) の仕様

直流電力ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC もしくは同等規格
(2)	型式	架橋ポリエチレン絶縁ケーブル
(3)	用途	太陽光発電設備用 DC ケーブル
(4)	導体	銅より線もしくは円形圧縮
(5)	線心数	単心
(6)	ケーブルサイズと長さ ・(※)	(※)PV モジュール～接続箱間。ただし、ケーブルサイズについては PV モジュール側コネクタサイズに合わせるものとする。 ケーブル総長 事故救急救命棟 :140 m x 2 本(総長 280 m) 血液バンク棟: 150 m x 2 本(総長 300 m) JICA 棟:820 m x 2 本(総長 1,640 m) ケーブル総長 JICA 棟: 接続箱 x 6 ～集電箱 x2 間 95 m x 2 本(総長 190 m) ケーブル総長 血液バンク棟 :接続箱 x1～PCS 間 300 m x2 本 (総長 600 m) ケーブル総長 事故救急救命棟: 接続箱 x 1～PCS 間 400 m x2 本 (総長 800 m) JICA 棟:集電箱 x2～PCS 間 600 m x 2 本(総長 1,200 m)
	・ 35mm ² 以上	
	・ 50mm ² 以上	
	・ 70mm ² 以上	
(7)	端末材料	接続に必要な端末材、コネクタ類 一式

交流電力ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS もしくは同等規格
(2)	型式	架橋ポリエチレン(XLPE)絶縁ビニル(PVC)シースケーブル、直接埋設方式の場合はアーマー（鎧装）ケーブルを使用する。
(3)	導体	銅より線もしくは円形圧縮
(4)	線心数	4 心
(5)	ケーブルサイズと長さ ・ 50 mm ² 4C ・ 150 mm ² 4C ・ 185 mm ² 4C	低圧分電箱 (1) ～中継端子箱まで 10 m PCS コンテナ(事故救急救命棟・血液バンク棟用) ～低圧分電箱 (1) まで 280 m PCS コンテナ(JICA 棟用) ～低圧分電箱 (2)まで 2 本並列分で計 700 m
(6)	端末材料	接続に必要な端末材（端子）類 一式

制御ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS もしくは同等規格
(2)	一般制御ケーブル	遮へい付き制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル (CVV-S)

番号	仕様項目	要求仕様
(3)	光ファイバケーブル	もしくは同等品 補強（テンションメンバ）付マルチモード光ファイバケーブル コア径 50 μm、クラッド径 125 μm、心数 4 心以上 コンテナ内の制御装置から遠隔監視装置（リモート端末）と遠隔表示器（太陽光の発電量表示パネル）間の情報伝送用として利用する。
(4)	端末材料	ケーブル接続に必要な端子、コネクタ（光ファイバ用（SC 又は LC）を含む）類、光ファイバケーブル用光分線箱（取付・配線に必要な付属品を含む）一式

[出所] 調査団作成

表 3.30 配線用資材（TH Ratnapura）の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	電線管	鋼製電線管（G、C）、合成樹脂製電線管（VP）または、波付硬質合成樹脂管（FEP）もしくは同等品
(2)	ケーブルトレイ	鋼製ラダータイプ溶融亜鉛メッキ仕上げもしくは同等品 設置対象場所：JICA 棟電気室、JICA 棟電気室～PCS コンテナ間、PCS コンテナ下部など
(3)	波付硬質合成樹脂管（FEP）	埋設ルートなど
(4)	電柱	コンクリート製、長さ 12 m 設置対象場所：PCS コンテナ（Director Quarter）～事故救急救命棟及び血液バンク棟用ディーゼル発電機までのルート間
(5)	その他配線用資材	メッセンジャワイヤ（電柱利用架空ルート）、電柱用支線、プルボックス、配線資材類の接続部品、支持材、貫通部等のシール材、ケーブル固縛資材、表示シール他配線用資材一式

[出所] 調査団作成

表 3.31 電力／制御ケーブル及び端末材料（TH Kurunegala）の仕様

直流電力ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC もしくは同等規格
(2)	型式	架橋ポリエチレン絶縁ケーブル
(3)	用途	太陽光発電設備用 DC ケーブル
(4)	導体	銅より線もしくは円形圧縮
(5)	線心数	単心
(6)	ケーブルサイズと長さ ・(※)	(※)PV モジュール～接続箱間。ただし、ケーブルサイズについては PV モジュール側コネクタサイズに合わせるものとする。 ケーブル総長：1,600m x 2 本(3,200m)
(7)	端末材料	ケーブル総長 接続箱 x1～PCS(100 kW) 間 240m x2 本(480m) 接続箱 x3～PCS(200kW) 間 610m x2 本(1,220m) 接続に必要な端末材、コネクタ類 一式

交流電力ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS もしくは同等規格
(2)	型式	架橋ポリエチレン(XLPE)絶縁ビニル(PVC)シースケーブル、 直接埋設方式の場合はアーマー（鎧装）ケーブルを使用する。
(3)	導体	銅より線もしくは円形圧縮
(4)	線心数	4心
(5)	ケーブルサイズと長さ ・ 120 mm ² 4C ・ 150 mm ² 4C ・ 240 mm ² 4C	PCS コンテナ～産科病棟地階の低压分電盤まで 160 m 低压分電箱～主要系統既設主分電盤まで 20 m PCS コンテナ～主要系統電気室の低压分電箱まで 220 m 低压分電盤～中継端子盤まで 4 本並列分計 50 m
(6)	端末材料	接続に必要な端末材（端子）類 一式

制御ケーブル及び端末材料

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	適用規格	IEC、JIS もしくは同等規格
(2)	一般制御ケーブル	遮へい付き制御用ビニル絶縁ビニルシースケーブル (CVV-S) もしくは同等品
(3)	光ファイバケーブル	補強（テンションメンバ）付マルチモード光ファイバケーブル コア径 50 μm、クラッド径 125 μm、心数 4 心以上 コンテナ内の制御装置から遠隔監視装置（リモート端末）と 遠隔表示器（太陽光の発電量表示パネル）間の情報伝送用と して利用する。
(4)	端末材料	ケーブル接続に必要な端子、コネクタ（光ファイバ用（SC 又 は LC）を含む）類、光ファイバケーブル用光分線箱(取付・ 配線に必要な付属品を含む)一式

[出所] 調査団作成

表 3.32 配線用資材（TH Kurunegala）の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	電線管	鋼製電線管（G、C）、合成樹脂製電線管（VP）または、波付 硬質合成樹脂管（FEP）もしくは同等品
(2)	ケーブルトレイ	鋼製ラダータイプ溶融亜鉛メッキ仕上げもしくは同等品 設置対象場所：産科病棟地階天井利用ルート、PCS コンテナ 下部など
(3)	波付硬質合成樹脂管 (FEP)	屋外道路横断部や埋設ルートなど
(4)	その他配線用資材	プルボックス、電線管やトレイ類の接続部品、同配線資材の 支持材、貫通部等のシール材、ケーブル固縛資材、表示シー ル他配線用資材一式

[出所] 調査団作成

表 3.33 接地材料の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	接地方式	網状接地（コンテナ基礎下部）及び接地棒連結併用方式
(2)	接地抵抗	10Ω 以下（既設接地システムと連結）
(3)	使用材料 ・ 埋設用接地線 ・ 絶縁被覆接地線 ・ 接地棒	軟銅より線もしくは同等品 ビニル絶縁電線もしくは同等品 銅被覆鋼棒もしくは同等品

番号	仕様項目	要求仕様
(4)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 接続材料 ・ 避雷針 ・ 避雷導体 その他資材 	圧縮コネクタ又はボルトコネクタもしくは同等品 避雷突針、支持管及び支持管取付金具類 PV モジュール設置に伴う既設の棟上げ導体方式避雷接地保護範囲から逸脱部の保護用 避雷導体、導線、導体支持金具及び接続部品類 端子ほか必要資材 一式

備考：避雷針、避雷導体は TH Ratnapura、TH Kurunegala のみ対象。

[出所] 調査団作成

表 3.34 火災報知器の仕様

番号	仕様項目	要求仕様
(1)	感知器 <ul style="list-style-type: none"> ・ 適用規格 ・ 型式 ・ 数量 	IEC、JIS もしくは同等規格 煙感知器 4 個（コンテナ毎に設置）（TH Ratnapura） 2 個（コンテナ毎に設置）（SJGH、TH Kurunegala） 取付に必要な付属品 一式
(2)	火災受信機 <ul style="list-style-type: none"> 適用規格 型式 数量 付属品 	IEC、JIS もしくは同等規格 占有受信機 コンテナからの火災信号を受け報知するとともに遠隔監視所への表示出力をおこなう。 2 台（コンテナ毎に 1 台設置）（TH Ratnapura） 各 1 台（SJGH、TH Kurunegala） 取付に必要な付属品 一式

備考：避雷針、避雷導体は TH Ratnapura、TH Kurunegala のみ対象。

[出所] 調査団作成

3-2-2-2 基本計画（施設計画）

(1) 現地調査と対象屋根の選定経緯

当初対象とした 3 病院の候補建屋について、現地調査に基づき表 3.35 に示す観点で調査フローを作成し、対象とする建屋の選定を行った。

表 3.35 対象建屋選定における調査の観点及び判断項目

調査部位・観点	判断項目
建屋外観	躯体（外壁・梁・床）の異常なクラックの有無、建物沈下の状況確認、周囲の擁壁クラックの有無
建屋屋根	損傷及び劣化の程度
建屋内部	屋根裏状況の確認、雨漏りの有無、PV モジュール工事中における下階の影響有無。
既存図面の入手	図面が全く入手できない建物は対象外とする。ただし、一部入手不可の場合は既存建物状況を鑑みて判断する。

[出所] 調査団作成

以上を踏まえた現地調査から、各病院における設置方針を次に示す。

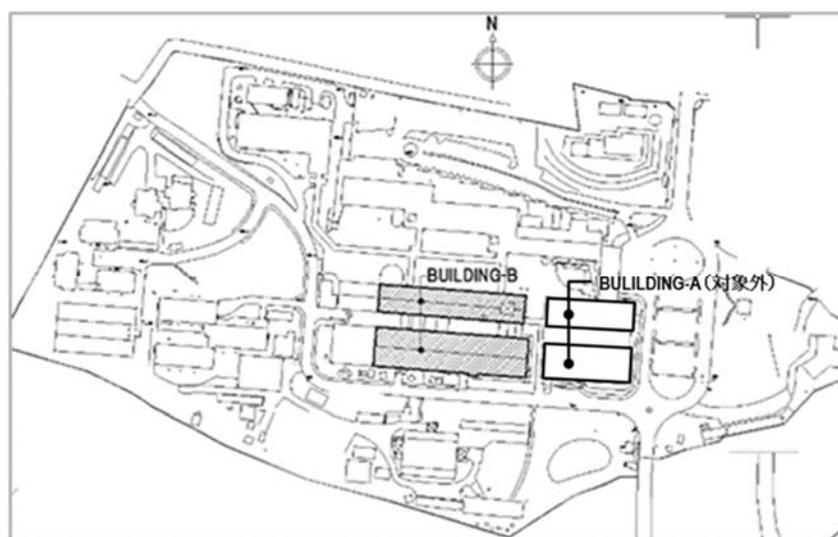
1) スリジャヤワルダナプラ総合病院

我が国の無償資金協力で約40年前に建設された本館のうちB棟の屋根にPVモジュールを設置する。本館の屋根は、スレート屋根の上に瓦葺きとなっているが、瓦の上にPVモジュールを固定することが難しいことと、多数の瓦が割れていることから、瓦を撤去して新設の金属折版屋根葺きとし、その上にPVモジュールを設置する。瓦を撤去するため、金属折版屋根とPVモジュールを載せても、屋根への荷重の増加は無い。

建設当時の図面によれば、スレート屋根にはアスベストが含まれていることから、スレート屋根には一切の加工を行わず、既存の穴を使用して金属折版屋根とPVモジュールを取付けるボルトを建物の母屋に固定する。また、B棟スレートの極一部にひび割れが発生しており、若干の雨漏りの痕跡が確認されたが、下部コンクリートスラブによって下階への影響は全くなかった。スレート屋根の上部に新設の金属折板屋根で覆うことにより雨漏りを防ぐ工法とする。

なお、A棟屋根もPVモジュールの設置候補として調査を行った。A棟の場合は構造が異なり、吊り天井（コンクリート天井が無い）のため、工事中に下の階の部屋が使用できず、工事が困難となること、また現時点で雨漏りが見られ、工事後の屋根改修の原状復帰の判断が難しくなることから、A棟の屋根はPVモジュール据付対象外とした。

パワーコンディショナを格納するコンテナ（約12m×3m）の置き場は、仮設の資材置き場としていたコンテナを撤去した跡地とする。



[出所] 調査団作成

図 3.13 病院の敷地図（スリジャヤワルダナプラ総合病院）

表 3.36 スリジャヤワルダナプラ総合病院の太陽光発電システム発電出力

優先度	建屋	容量
A	B 棟	443kW
—	A 棟	-

[出所] 調査団作成

スリジャヤワルダナプラ総合病院は瓦を撤去して金属折版屋根葺きとすることから、コンクリ

ート造である B 棟小屋裏の束柱に対し、構造劣化程度や補強の必要判断を行うためシュミットハンマーによるコンクリートの圧縮強度を計測した。加えて、予備調査として B 棟屋上に存在する機械基礎設置用束柱及び A 棟小屋裏の梁も対象として計測を 3 か所行った。結果を表 3.37 に示す（詳細データは巻末を参照）。前述のとおり A 棟は施工困難なため対象外としたが、コンクリート強度においても B 棟と比べ劣る結果となった。外見では劣化や損傷はなく、原因は不明である。B 棟は期待される強度が確認でき、選定対象として適していることを確認した。

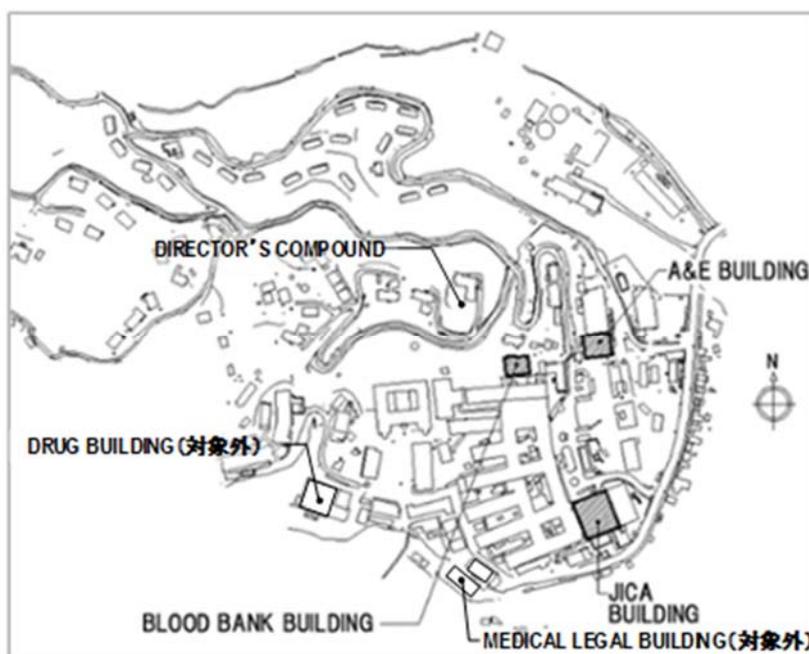
表 3.37 スリジャヤワルダナプラ総合病院のコンクリート圧縮強度計測結果

測定棟名	B 棟	B 棟	A 棟
測定部位	屋上 束柱	小屋裏 束柱	小屋裏 梁
推定圧縮強度 (日本建築学会式)	30.0 N/mm ²	27.5 N/mm ²	23.1 N/mm ²

2) ラトナプラ教育病院

我が国の無償資金協力で約 20 年前に建設された本館（通称 JICA 棟）、事故救急救命棟、並びに血液バンク棟の屋根に PV モジュールを設置する。調査時点で検討した医療法務棟は屋根裏部分のトラスが木製であり、強度が確認できなかったため、対象外とした。薬物貯蔵建屋は構造図が入手できなかったこと、及び JICA 棟からの距離が長いこと電圧降下と配電損失が著しいので対象外とした。

パワーコンディショナを収納するコンテナ（約 12m×3m）は、JICA 棟と血液バンク棟・事故救急救命棟間の距離が離れており、線路損失、電圧降下の観点で縮約に適さないため、2 箇所に分けて設置する。



[出所] 調査団作成

図 3.14 病院の敷地図（ラトナプラ教育病院）

表 3.38 ラトナブラ教育病院の太陽光発電システム発電出力

優先度	建屋	容量
A	JICA 棟	184kW
A	事故救急救命棟	37kW
B	血液バンク棟	30kW
—	医療法務棟	—
—	薬物貯蔵建屋	—

[出所] 調査団作成

対象建屋となる JICA 棟の屋根は、アスファルトシングル葺きの仕上げ直下に通気層が設けられ、その下部に屋根コンクリートスラブが存在する。アスファルトシングル葺きの劣化や損傷は外見上認められなかったものの、PV モジュールを設置する際に用いるビスによって割れの誘発や、通気層へ貫通する可能性が高い。このため、屋根の勾配に沿って上部に太陽光を載せるための梁組みを行い、直接既存屋根に搭載することを回避する計画とした。

事故救急救命棟、並びに血液バンク棟は、既存の金属折板屋根の塗装面劣化が認められたため、塗装を行ったうえ PV モジュールを設置する。

シュミットハンマー試験は、試験を行える安全な場所の確保ができないことから実施しなかった。JICA 棟は上記のとおり新たに梁組を行うことや事故救急救命棟及び血液バンク棟の母屋組は鉄骨であることを踏まえ、コンクリート強度は既存図面及び資料のみの調査とした。

3) クルネガラ教育病院

2019年に竣工した産科病棟の屋根に PV モジュールを設置する。屋根は金属折版葺きであるため、PV モジュールの固定に支障はない。新しい建物であるため構造図等の図面が揃っており、構造上の評価が可能である。

現在建設中の観察病棟屋根への PV モジュール設置の要請が病院側からあった。同建屋は、地上 2 階建ての既設建屋の 3~5 階部分を増築する工事である。しかし、既設建屋部の構造図面が提出されなかったため、建屋の構造を確認することができず、当該建屋は対象から外す判断をした。

パワーコンディショナを収納するコンテナ (約 12m×3m) の置き場は、現在使用していない焼却炉を撤去した跡地とすることで、病院側と合意している。



[出所] 調査団作成

図 3.15 病院の敷地図 (クルネガラ教育病院)

表 3.39 クルネガラ教育病院の太陽光発電システム発電出力

優先度	建屋	容量
A	産科病棟	240kW
-	観察病棟	-
-	外来病棟	-
-	理学療法棟	-
-	薬物貯蔵建屋	-

[出所] 調査団作成

産科病棟の屋上にて、構造劣化程度や補強の必要判断を行うためシュミットハンマーによるコンクリートの圧縮強度を計測した。加えて、予備調査として観察病棟の2階大梁と合わせ、合計2か所行った。結果を表3.40に示す(詳細データは添付資料を参照)。前述のとおり観察病棟は2階建てとして建設された上部に増築予定であり、5階建てを想定した躯体となっていないことから対象外としたが、コンクリート強度においても産科病棟と比べ劣る結果となった。産科病棟は期待される強度が確認でき、選定対象として適していることを確認した。

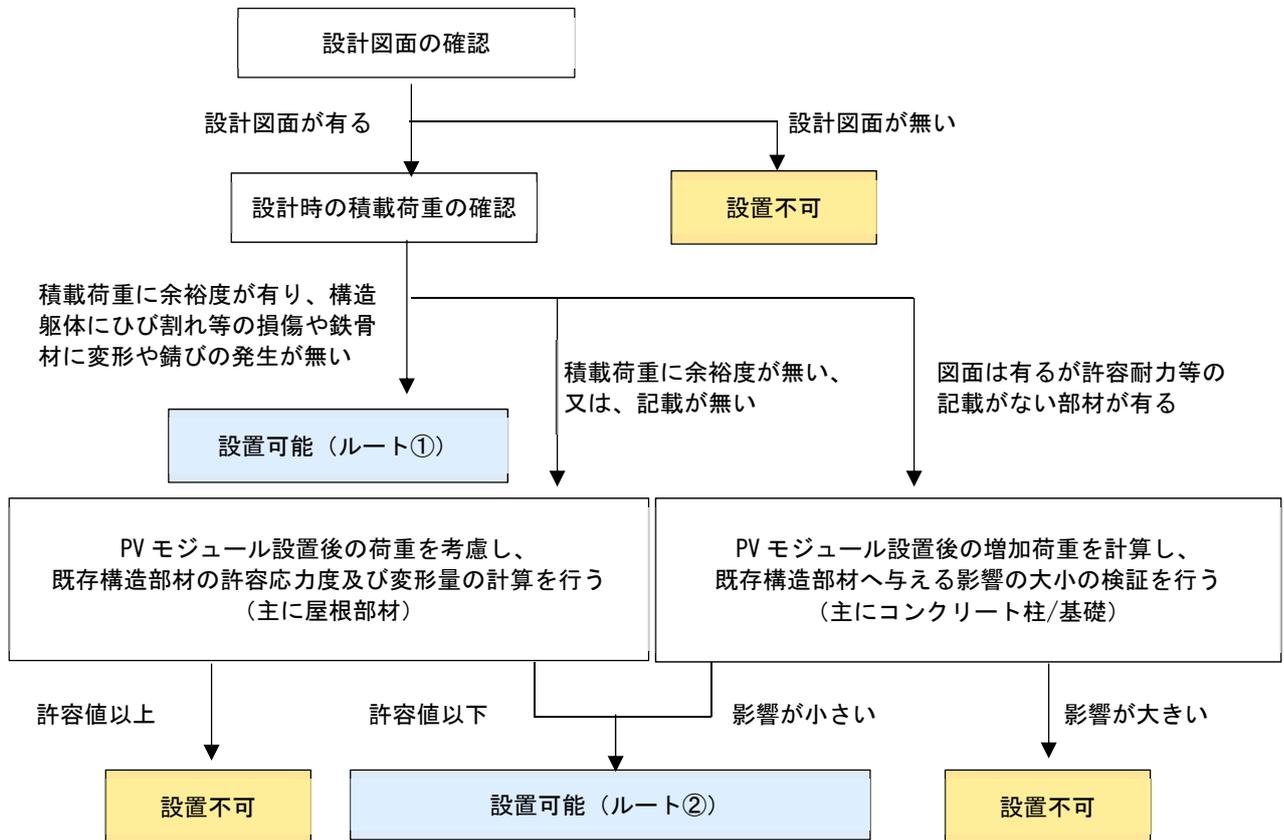
表 3.40 クルネガラ教育病院のコンクリート圧縮強度計測結果

測定棟名	産科病棟	観察病棟
測定部位	屋上 束柱	大梁
推定圧縮強度 (日本建築学会式)	26.7 N/mm ²	23.2 N/mm ²

(2) 建築構造強度の確認

1) 検証方法

本検証は、設計図書や構造計算書類及び現地調査結果を基に、PV モジュールの設置を予定している既存構造物の強度確認を行うものであるが、古い建築物が多く、設計時の構造設計資料が十分でないことから、下記に示すフローチャートで検証を行う。

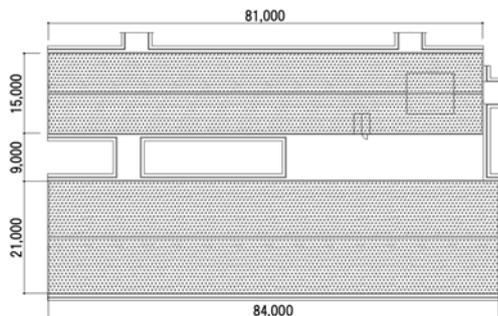


[出所] 調査団作成

図 3.16 構造強度確認フロー

2) スリジャヤワルダナプラ総合病院/B棟の構造評価

a) 既存建物の概要



屋根平面図



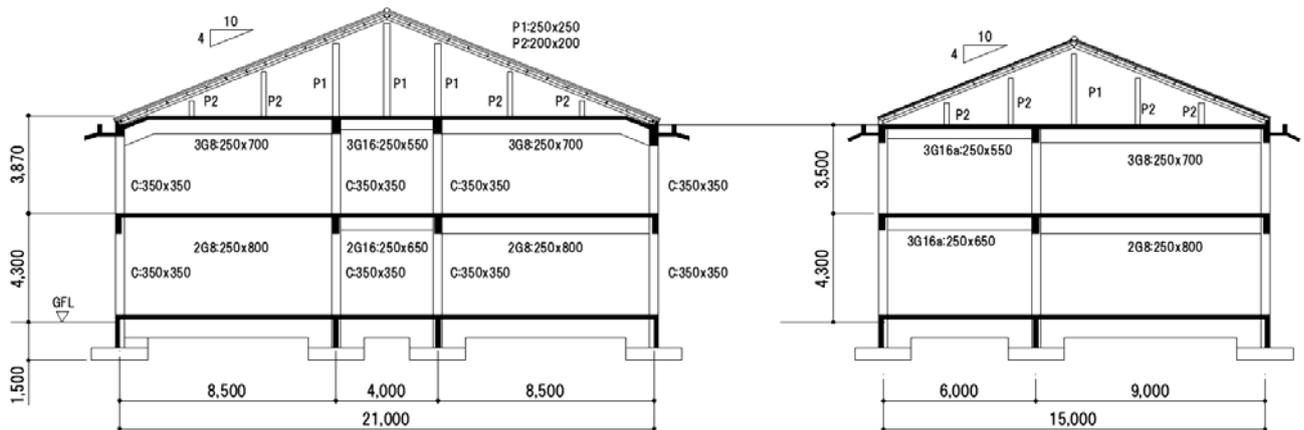
屋根外観写真



屋根内面写真

[出所] 調査団作成

図 3.17 PV モジュール設置予定の屋根平面図及び写真



[出所] 調査団作成

図 3.18 建物断面図 (SJKH B 棟)

本建物は、日本の無償資金協力により建設され、1983年(約40年前)に竣工した総合病院の建物である。鉄筋コンクリート造2階建てで、1階2階は病院関係の部屋であるが、2階の屋根裏はコンクリートスラブで区切られており、空調機やダクト類の置き場となっている。屋根は鉄骨梁と鉄骨母屋に波型スレートを取り付け、その上に瓦葺きを施している。

b) 既存設計図面から得られた構造設計条件

表 3.41 既存設計図面から得られた構造設計条件 (SJKH B 棟)

構造・階数	鉄筋コンクリート造・地上1階建て	
使用コンクリート	Fc28=25N/mm ²	
鉄筋	SD345	
鉄骨材	SSC400	
基礎設計地耐力	20t/m ²	
積載荷重	部屋名	積載荷重
	屋根	76.5kg/m ²
	待合室	408kg/m ²
	病室	204kg/m ²
	事務所	255kg/m ²
	廊下・階段室	305kg/m ²
風荷重	基本風速: 33.5m/sec 風圧: 63.4kg/m ²	
地震時荷重	無し	

本施設は、構造計算書は保管されていなかったが、既存建物の図面が比較的良好な形で保管されていたため、図面より既存構造物の構造諸元の確認ができた。

c) 構造強度検証結果

本施設の屋根は、波型スレート材の上に屋根瓦を重ねた構造となっているが、建設から約40年を経て、広範囲で屋根瓦の割れ、剥がれ等が見られる状況であることから、PVモジュールを、既存屋根に直接取り付けることは、今後の劣化による瓦の補修が困難となること、及び、PVモジュール設置工事が困難であることから、波型スレートを残し、屋根瓦を撤去して、新たに鋼製折版屋根を設ける計画とした。そのため重量的には、取り除く瓦の重量(≒23.0kg/m²)に対し、新た

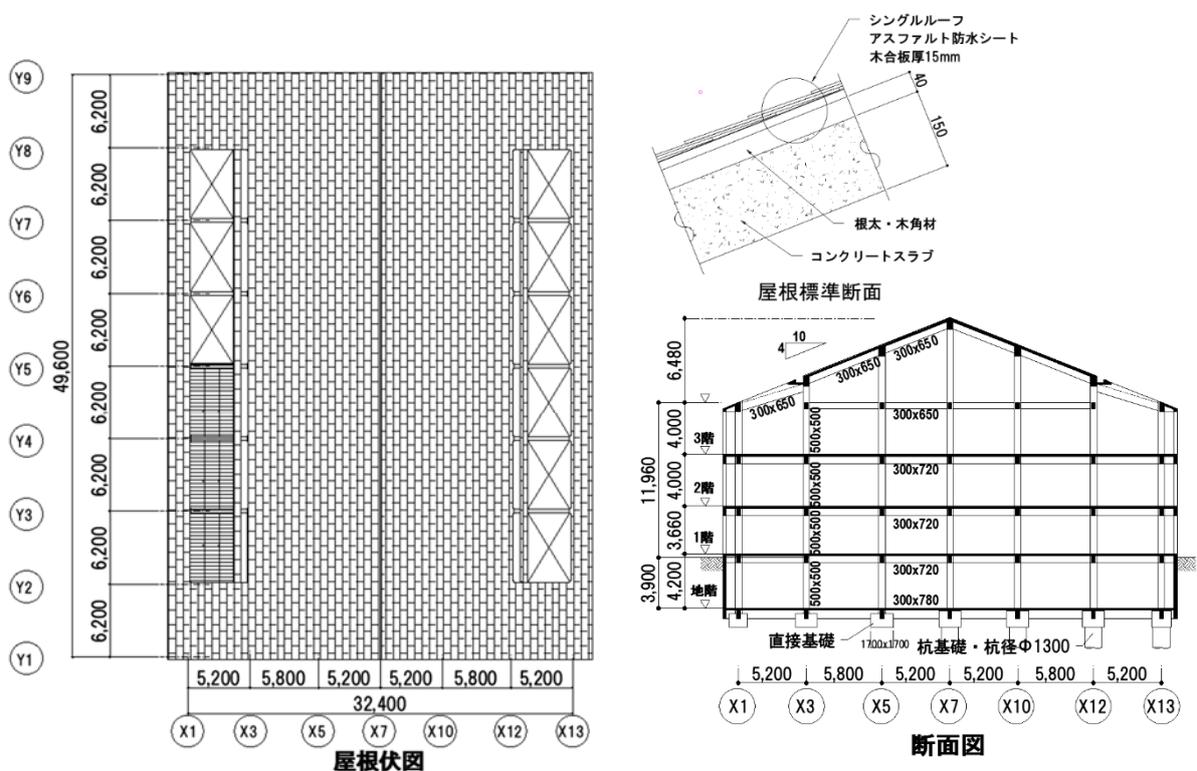
に設ける折版屋根と PV モジュールの重量は約 25.0kg/m²であり、微増ではあるが、屋根を支える既存鉄骨梁や構造強度に影響を及ぼすものではないと判断した。よって、

- ① 積載荷重に余裕が有る
- ② シュミットハンマーを使用して確認したコンクリート強度は設計強度以上であり、構造物体にひび割れ等の損傷は無い
- ③ 屋根鉄骨材の変形や錆びの発生は無く、ボルト接合部の状態に問題は無い

以上の事由により、ルート①の検証手法にて「PV モジュール設置可能」と判断した。

3) ラトナプラ教育病院・JICA 棟の構造評価

a) 既存建物の概要



[出所] 調査団作成

図 3.19 屋根平面図及び建物断面図 (TH Ratnapura JICA 棟)

本建物は、日本の無償資金協力で建設され 2003 年 (約 20 年前) に竣工した。基礎部は、直接基礎と杭基礎を併用している。傾斜地に建設されたことから、造成時に盛り土になる部分は杭基礎を採用し切土となる部分には直接基礎を採用したものと想定される。病院は常時稼働しており建物周辺に空地が無いことや地形的な制約からクレーン車等建設用揚重機が使用困難であることを考慮した上で太陽光設置計画をする必要がある。

建物の設計図書類は、意匠図の一部が紛失しており、構造計算書は保管されていなかったが、構造図は比較的良好な形で保管されていた。

b) 既存設計図面及び当時の基本設計調査報告書から得られた構造設計条件

表 3.42 既存設計図面及び当時の基本設計調査報告書から得られた構造設計条件 (TH Ratnapura JICA 棟)

構造・階数	鉄筋コンクリート造・地下1階・地上3階建て	
使用コンクリート	基礎部 Fc28=24N/mm ² ・地上部 Fc28=21N/mm ²	
鉄筋	JIS SD345/SD295 相当品	
基礎	現場打ちコンクリート杭基礎（杭径：900/1100/1350mm の3種類）と直接基礎の併用	
杭耐力	径 900mm	125ton (1225kN)
	径 1100mm	195ton (1920kN)
	径 1350mm	282ton (2763kN)
直接基礎の設計耐力	100ton/m ² (980kPa)	
屋根仕様	コンクリートスラブの上、4.0cm 角の木材+構造用合板15mm+アスファルト防水層+シングルルーフィング	
積載荷重	部屋名	積載荷重
	手術室・検査室・診察室	300kg/m ²
	X線検査室	400kg/m ²
	書庫倉庫	500kg/m ²
	廊下	180kg/m ²
風荷重	基準風速-33.5m/sec（基本設計調査報告書より抜粋）	
地震時荷重	無し	

c) 構造強度検証結果

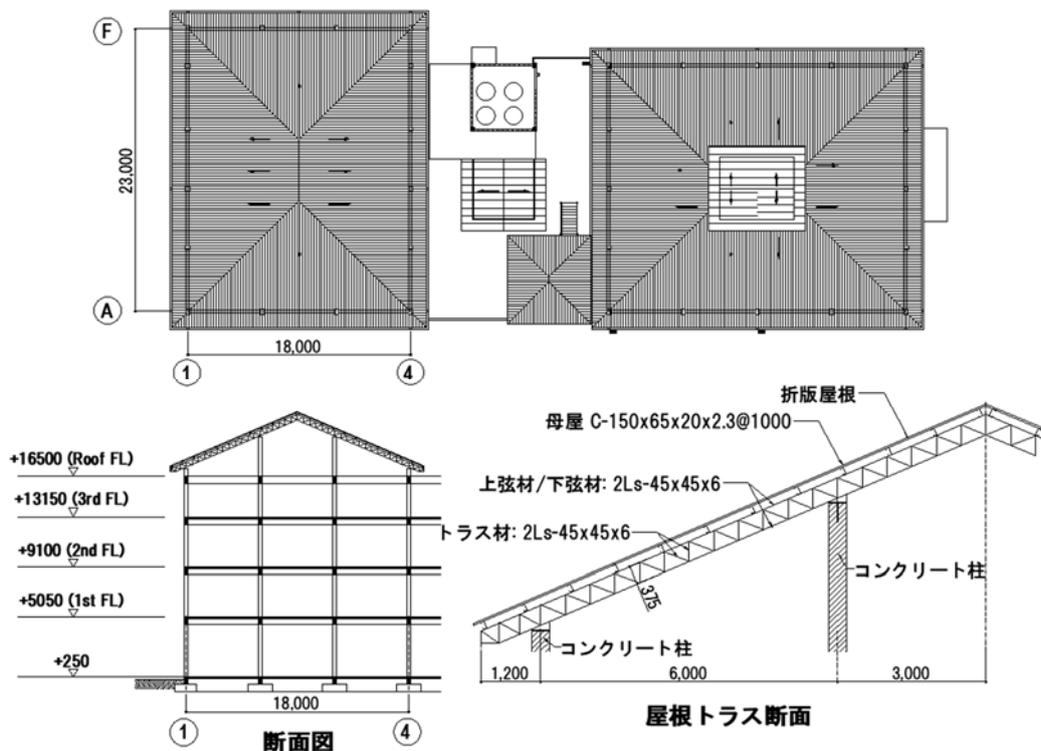
屋根の積載荷重の値が不明であったため、PV モジュールを載荷した場合の構造計算を実施し安全性の確認を行った。結果を表 3.43 に示す。屋根躯体コンクリート及び基礎の耐力について問題ないことを確認できたことから、「PV モジュール設置可能」と判定した。

表 3.43 ラトナプラ教育病院/JICA 棟の構造強度確認結果表

既存の構造諸元		PV モジュールを載荷した場合の既設構造耐力の余裕度		判定
屋根スラブ	コンクリート強度:21N/mm ²	鉄筋量	209%	許容値以内 OK
	スラブ厚：150mm			
	鉄筋：D10・D12@200			
屋根コンクリート梁	コンクリート強度:21N/mm ²	鉄筋量	128%	許容値以内 OK
	断面寸法：30x55cm 主鉄筋：3-D22			
	スターラップ：D10@200	せん断耐力	161%	許容値以内 OK
基礎	コンクリート強度 24N/mm ²	接地圧	113%	許容値以内 OK
	設計地耐力: 100t/m ²			

4) ラトナプラ教育病院・事故救急救命棟

a) 既存建物の概要



[出所] 調査団作成

図 3.20 屋根平面図及び建物断面図 (TH Ratnapura 事故救急救命棟)

本建物は、2012年(約10年前)に建設された比較的新しい建物である。建物は2つの屋根を有するが、棟屋の無い南側の屋根にPVモジュールが設置される予定である。鉄筋コンクリート地上4階建ての上に鉄骨トラスを設け屋根の鋼製折版を支持している。既存建物の意匠図の一般図と構造図の一部が保管されていたが、構造計算書は保管されていなかった。

b) 既存設計図面から得られた構造設計条件

表 3.44 既存設計図面から得られた構造設計条件 (TH Ratnapura 事故救急救命棟)

構造・階数	鉄筋コンクリート造4階建て
使用コンクリート	$F_c28=25\text{N/mm}^2$ (GRADE25)
鉄筋	異形鉄筋 460N/mm^2 /普通丸鋼 250N/mm^2
鉄骨材	GRADE 43/ Yield Strength 275N/mm^2
基礎	直接基礎 (許容耐力: 不明)
屋根仕様	鉄骨トラス構造の上、断熱材+折版
積載荷重	不明

c) 構造強度検証結果

屋根の積載荷重の値が不明であったため、鉄骨トラスはPVモジュールを載荷した場合の構造計算を実施し安全性の確認を行った。また、基礎は許容耐力が不明であったが、基礎の大きさや形式は図面に明記されていたため、PVモジュールの重量による強度上の影響を計算し安全性の検証を行った。結果を表3.45に示す。屋根トラス、躯体コンクリート及び基礎の耐力について問

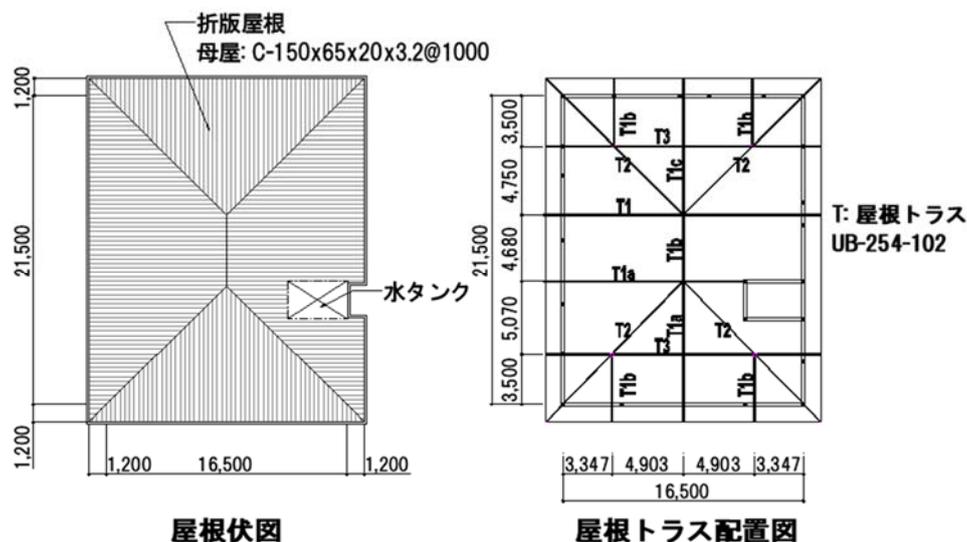
題ないことが確認できたことから、「PV モジュール設置可能」と判定した。

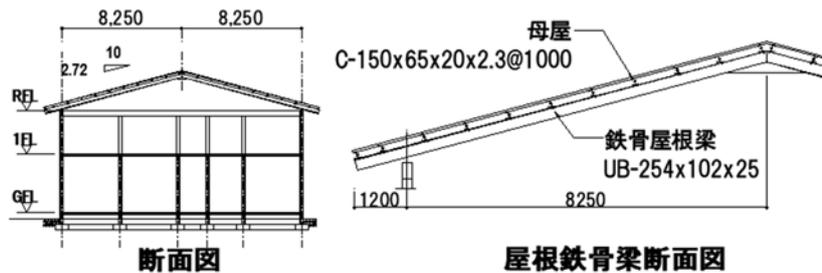
表 3.45 ラトナプラ教育病院・事故救急救命棟の構造強度確認結果表

既存の構造諸元		PV モジュールを載荷した場合の 既設構造耐力の余裕度		判定	
屋根鉄骨	トラス弦材 2Ls-45x45x6	構造強度	常時	460%	OK
			短期（施工時）	360%	OK
		変形量	常時	0.3cm(L/2000)	OK
			短期（施工時）	0.5cm(L/1200)	OK
	トラスラチス材 2L-45x45x6	構造強度	常時	1200%	OK
			短期（施工時）	900%	OK
母屋材 C-150x65x20x2.3	構造強度	常時	240%	OK	
		短期（施工時）	160%	OK	
	変形量	常時	3.4mm(L/1400)	OK	
		短期（施工時）	4.0mm(L/1200)	OK	
柱 コンクリート	柱寸法：35x35cm/コンクリート強度:25N/mm ² /主鉄筋：8-D20/上部 8-D16 屋根トラスは柱で支持されており梁への影響は無い。PV モジュールを設置した場合、柱 1 本あたり最大 7.0kN の増加となるが、圧縮応力としては、0.2%の微増であり柱の構造強度に全く影響を及ぼすものではないことから問題ないと判断する。			OK	
基礎	設計地耐力は不明であるため、PV モジュールを設置した場合の接地圧の増加の割合から判断する。1つの基礎につき最大で 7.0kN 増加となるが、基礎の大きさが 2.0mx2.0m であるので接地圧は 3.2kN/m ² の増加となる。同敷地内の Blood Bank Building の地耐力が 100KN/m ² であることから、問題ないと判断する。			OK	

5) ラトナプラ教育病院：血液バンク棟

a) 既存建物の概要





[出所] 調査団作成

図 3.21 屋根平面図及び建物断面図 (TH Ratnapura 血液バンク棟)

本建物は 2005 年頃 (約 18 年前) に建設された建物で、意匠図や構造図の一部は保管されていたものの構造計算書は保管されていなかった。鉄筋コンクリート造 2 階建てで、屋根は鉄骨トラスの上に母屋、断熱材及び鋼製折版の仕上げとなっている。鉄筋コンクリートは柱の位置が整列に配置されておらずラーメン構造とはなっていない。基礎は直接基礎で地中梁の下は砂利敷きである。

b) 既存設計図面から得られた構造設計条件

表 3.46 既存設計図面から得られた構造設計条件 (TH Ratnapura 血液バンク棟)

構造・階数	鉄筋コンクリート造 2 階建て
使用コンクリート	不明のため $F_c28=21\text{N/mm}^2$ と仮定
鉄筋	不明のため、異形鉄筋 460N/mm^2 /普通丸鋼 250N/mm^2 と仮定
鉄骨材	UB-254x102x25 GRADE 43/ Yeild Strength 275N/mm^2
基礎	直接基礎 (許容耐力: 100kN/m^2)
屋根仕様	鉄骨梁の上、断熱材+折版
屋根積載荷重	不明

c) 構造強度検証結果

本施設は、既存建物の図面の一部が保管されているのみであり、コンクリート強度、鉄筋、積載荷重等が不明であった。屋根の鉄骨材については図面及び使用材料が明記されていたため、PV モジュールの重量を考慮して強度計算を行い安全性の確認を行った。鉄筋コンクリート部の使用材料は不明であったため、通常採用されるコンクリート強度である $F_c28=21\text{N/mm}^2$ と仮定して検証を行った。また、鉄筋の使用材料も不明であったため、他建物を参考として、異形鉄筋 460N/mm^2 と仮定して検証を行った。基礎は大きさと許容地耐力が明記されていたので、PV モジュールの重量による強度上の影響を計算し安全性の検証を行った。結果を表 3.47 に示す。屋根トラス、躯体コンクリート及び基礎の耐力について問題ないことが確認できたことから、「PV モジュール設置可能」と判定した。

表 3.47 ラトナプラ教育病院・血液バンク棟の構造強度確認結果表

既存の構造諸元		PV モジュールを載荷した場合の既設構造耐力の余裕度		判定	
屋根鉄骨	主材 UB-254x102	構造強度	常時		200%
			短期 (施工時)	180%	OK
		変形量	常時	1.2cm(L/1400)	OK
			短期 (施工時)	2.4cm (L/700)	OK

既存の構造諸元		PV モジュールを載荷した場合の 既設構造耐力の余裕度		判定	
	母屋材 C-150x65x20x3.2	構造強度	常時	240 %	OK
			短期 (施工時)	160 %	OK
		変形量	常時	3.4mm(L/1400)	OK
			短期 (施工時)	4.0mm(L/1200)	OK
柱 コンクリート	柱寸法：22.5x22.5cm/コンクリート強度:21N/mm ² 屋根トラスは周辺柱の20本で支持されており、PV モジュールを設置した場合、柱1本あたり最大1.0kNの増加となるが、圧縮応力としては、約0.3%の微増であり柱の構造強度に全く影響を及ぼすものではないことから許容範囲以内であると判断する。			OK	
基礎	設計地耐力は不明であるため、PV モジュールを設置した場合の接地圧の増加の割合から判断する。1つの基礎につき最大で1.0kN増加となるが、基礎の大きさが0.9mx0.9mであるので接地圧は1.2kN/m ² 程度の増加となるが、許容地耐力が100kN/m ² であることから、1.2%程度の増加は許容範囲以内であると判断する。			OK	

6) クルネガラ教育病院・産科病棟

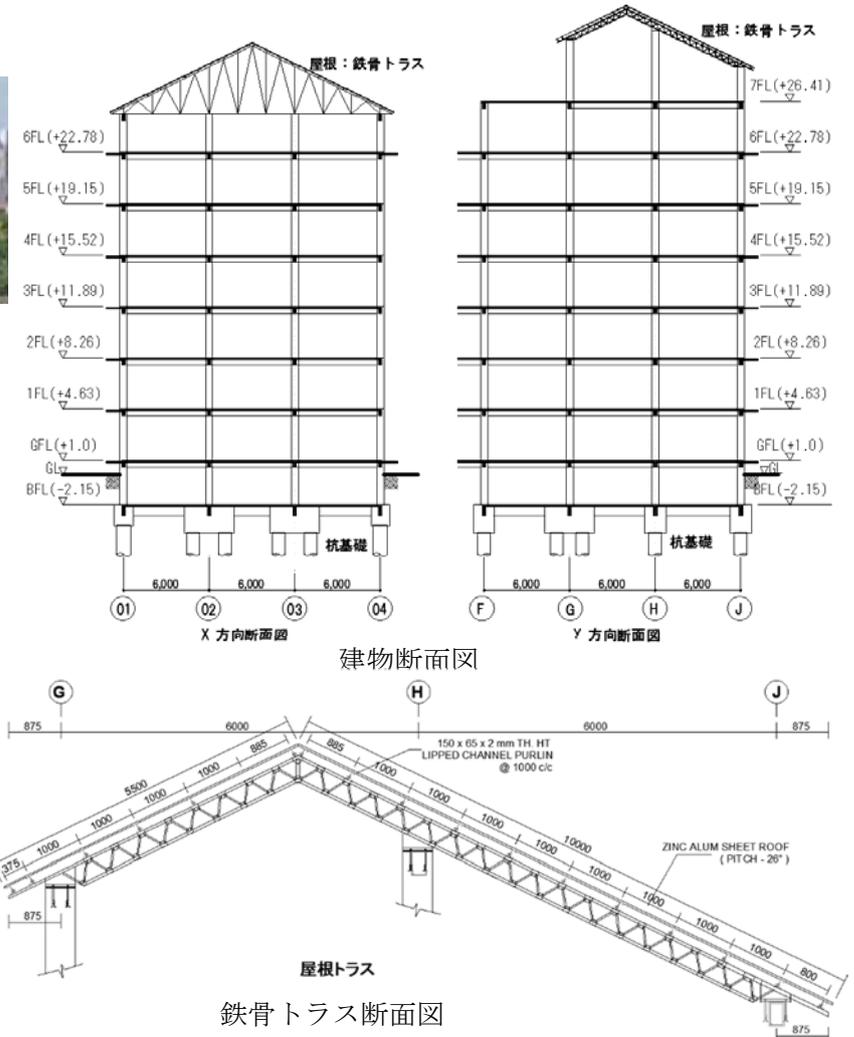
a) 既存建物の概要



屋根鋼製折版



鉄骨トラスと屋根内観



[出所] 調査団作成

図 3.22 外観・内観写真・建物断面図及びトラス断面図 (TH Kurunegala 産科病棟)

本建物は2019年に建設された新しい建物である。地下1階地上7階（一部8階）の鉄筋コンクリート造で、基礎は現場打ち杭であり、屋根は鉄骨トラスの上に断熱材+鋼製折版の仕上げである。設計図面は意匠図の一部分、構造図の一部分のみが保管されており、構造計算書は保管されていなかった。コンクリートの状態についてヒビ割れ等の不具合は見られず、シュミットハンマーで耐力試験を実施した結果、設計強度以上であることを確認した。また配筋図より、鉄筋は十分配筋されており品質的に良好な建物であることが伺える。

b) 既存設計図面から得られた構造設計条件

表 3.48 既存設計図面から得られた構造設計条件（TH Kurunegala 産科病棟）

構造・階数	鉄筋コンクリート構造、地下1階地上7階（一部8階）
使用コンクリート	Fc28=30N/mm ²
鉄筋	GRADE 460（BS4449 又は BS4481）
基礎	現場打ちコンクリート杭基礎（杭径：750/900/1000mm の3種類、杭長は10.0m～15.0m）で、杭耐力は不明
屋根仕様	鉄骨トラス梁の上に軽量鉄骨母屋を取り付け、仕上げは断熱材+折版
屋根積載荷重	不明

c) 構造強度検証結果

本施設は、既存建物の図面の一部が保管されていたが、構造計算書は保管されていなかった。屋根の積載荷重が不明であったことから、屋根鉄骨トラスはPVモジュールの重量を考慮して強度計算を行い、部材強度及び撓みともに許容値以内であることを確認した。屋根トラスは全てコンクリート柱で支持されていることから、PVモジュールによる増加荷重を計算し柱の強度に影響を及ぼすものではないことを確認した。また、基礎は杭基礎であり、杭耐力が記載されていなかったが、PVモジュールによる増加荷重は杭耐力に影響するものではないことを確認した。結果を表3.49に示す。屋根トラス、躯体コンクリート及び基礎の耐力について問題ないことが確認できたことから、「PVモジュール設置可能」と判定した。

表 3.49 クルネガラ教育病院・産科病棟の構造強度確認結果表

既存の構造諸元		PVモジュールを載荷した場合の 既設構造耐力の余裕度			判定
屋根鉄骨	屋根トラス 弦材	構造強度	常時	300%	OK
			短期（施工時）	200%	OK
		変形量	常時	0.2cm(L/4000)	OK
			短期（施工時）	0.4 cm (L/2000)	OK
	屋根トラス ラチス材	構造強度	常時	210%	OK
			短期（施工時）	157%	OK
		構造強度	常時	158%	OK
			短期（施工時）	120%	OK
母屋材 C-150x65x20x32.	変形量	常時	0.8cm(L/350)	OK	
		短期（施工時）	1.0cm(L/320)	OK	
柱 コンクリート	柱寸法：50x50cm/コンクリート強度:30N/mm ²				OK
	屋根トラスは柱で支持されており梁への影響は無い。PVモジュールを設置した場合、柱1本あたり最大9.0kNの増加となるが、圧縮応力は、0.4%の微増であり柱の構造強度に影響を及ぼすものではないことから問題ないと判断する。				

既存の構造諸元	PV モジュールを載荷した場合の 既設構造耐力の余裕度	判定
基礎	本建物の基礎は現場打ちコンクリート杭であり使用コンクリーはFc28=30N/mm ² を採用している。杭耐力が不明であるため、PV モジュールを設置した場合の荷重の増加の割合から判断する。杭は3種類有り最小直径は750mm である。PV モジュールを載荷した場合、1つの基礎につき最大で9.0kN 増加となるが、杭の許容圧縮強度のわずか0.2%の割合であることから基礎に影響は無いと判断する。	OK

3-2-3 概略設計図

添付資料-6 概略設計図参照

(1) 機材図面

スリジャヤワルダナプラ総合病院

- SE-1 PV パネル配置計画図
- SE-2 全体配置計画図
- SE-3 単線結線図
- SE-4 システム構成図
- SE-5 コンテナ配置計画図
- SE-6 ケーブルルート計画図

ラトナプラ教育病院

- RE-1 PV パネル配置計画図
- RE-2 全体配置計画図
- RE-3 単線結線図
- RE-4 システム構成図
- RE-5 コンテナ配置計画図
- RE-6 ケーブルルート計画図

クルネガラ教育病院

- KE-1 PV パネル配置計画図
- KE-2 全体配置計画図
- KE-3 単線結線図
- KE-4 システム構成図
- KE-5 コンテナ配置計画図
- KE-6 ケーブルルート計画図
- KE-7 主系統電源盤室配置計画図

(2) 施設図面

スリジャヤワルダナプラ総合病院

- SF-1 施設配置図
- SF-2 既設 B 棟・屋根形状図
- SF-3 既設 B 棟・新設屋根計画図&詳細図
- SF-4 既設 B 棟・新設屋根用母屋計画図
- SF-5 既設 B 棟・タイバー取付け詳細図
- SF-6 既設 B 棟・水切り板詳細図
- SF-7 コンテナ基礎図
- SF-8 仮設計画

ラトナプラ教育病院

- RF-1 施設配置図
- RF-2 JICA 棟・既設屋根形状図
- RF-3 JICA 棟・新設屋根用鉄骨図
- RF-4 JICA 棟・新設屋根図
- RF-5 JICA 棟・鉄骨詳細図
- RF-6 JICA 棟・屋根詳細図
- RF-7 事故救急救命棟・既設屋根形状図
- RF-8 事故救急救命棟・既設屋根鉄骨梁配置図&工事項目
- RF-9 血液バンク棟・既設屋根鉄骨梁配置図&工事項目
- RF-10 コンテナ基礎図
- RF-11 仮設計画

クルネガラ教育病院

- KF-1 施設配置図
- KF-2 産科病棟・既設屋根図・断面図
- KF-3 産科病棟・既設屋根鉄骨図
- KF-4 コンテナ基礎図
- KF-5 仮設計画

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

本計画は、我が国の無償資金協力の枠組みに従って実施されることにより、適正な工期・施工精度・品質確保がなされると判断される。我が国政府より事業実施の承認がなされ、両国政府による交換公文（以下、「E/N」と称す）及び贈与契約（以下、「G/A」と称す）の締結後、実施に移行する。以下に本計画を実施に移行する際の基本事項及び特に配慮すべき点を示す。

(1) 施工／調達の基本方針

安全管理、工程管理を優先方針とし、品質管理を確実に行う。品質管理・工程管理を確実に実施するため、現地にて多くの建設実績を有し、資機材の調達能力及び労務管理能力に精通した現地業者を効率的に活用する。特に本計画においては、稼働中の病院内における施工となることから、病院関係者及び利用者との動線分離に配慮し、徹底した第三者災害防止策を策定するとともに、病院利用者や近隣住民への妨げとならないよう、工事騒音・振動には最大限の注意を払う。また、高所作業での転落防止や工事資材の落下防止に留意する。

(2) スリランカ側事業実施体制

本計画におけるスリランカ側の実施体制として E/N・G/A の署名・締結及び実施における契約業務は実施機関である保健省（Ministry of Health : MOH）が行い、実施期間中の各病院との調整を行う。

(3) コンサルタント

本計画を円滑に実施するため、日本のコンサルタントが MOH と設計監理業務契約を締結し、本

計画に係わる実施設計と調達監理業務を実施する。コンサルタントは入札図書を作成すると共に、事業実施主体である MOH に対し、機材調達の入札業務を代行する。

コンサルタントは、調達監理に加え病院稼働中の据付工事等を含むため、据付工事の着手から完工まで機材技術者の常駐調達監理者を現地に配置し、建築技術者の監理者を短期派遣し、品質管理・工程管理を含む総合的な調達監理を実施する。

(4) 請負業者（調達管理業者）

我が国の無償資金協力の枠組みに従い、公開入札によりスリランカ側から選定された日本国法人の請負業者が、本計画の据付工事等を含む機材調達を実施する。

据付工事の請負業者には、特に本計画同等案件の施工実績、建設現場での安全・確実な施工能力・実績、適切な資機材搬入・搬出計画が要される。さらには、工事期間中に病院利用者や近隣住民等への十分な安全対策を実施できる能力を有することが重要である。

機材調達の請負業者には、適切な工期管理、輸送手続き、並びに機材調達と据付工事との綿密な打ち合わせが可能な能力が要される。

(5) 技術者派遣の必要性

本計画の据付工事等は、PV モジュール設置対象建屋における屋根改修工事を含み、資機材の調達・輸送・搬入、現場工事等を行う。そのため、各病院での改修工事工程を考慮した管理が必須であり、工事全体を一貫して指揮・管理できる日本の請負業者の技術者を常駐で配置することが必要と判断する。

機材調達管理については、据付工事との綿密な打ち合わせ、各メーカーとの現場調整、該当機材の試運転以後の作業が伴う。MOH だけでなく、実際に機材を扱う各病院の機材維持管理責任者や病院局長などへの丁寧な説明も必要となるため、通常メンテナンスや維持管理における知見を有する日本人技術者を派遣する計画である。

(6) 計画実施に関する全体的な関係

調達監理を含め、本計画の実施担当者の相互関係を図 3.23 に示す。

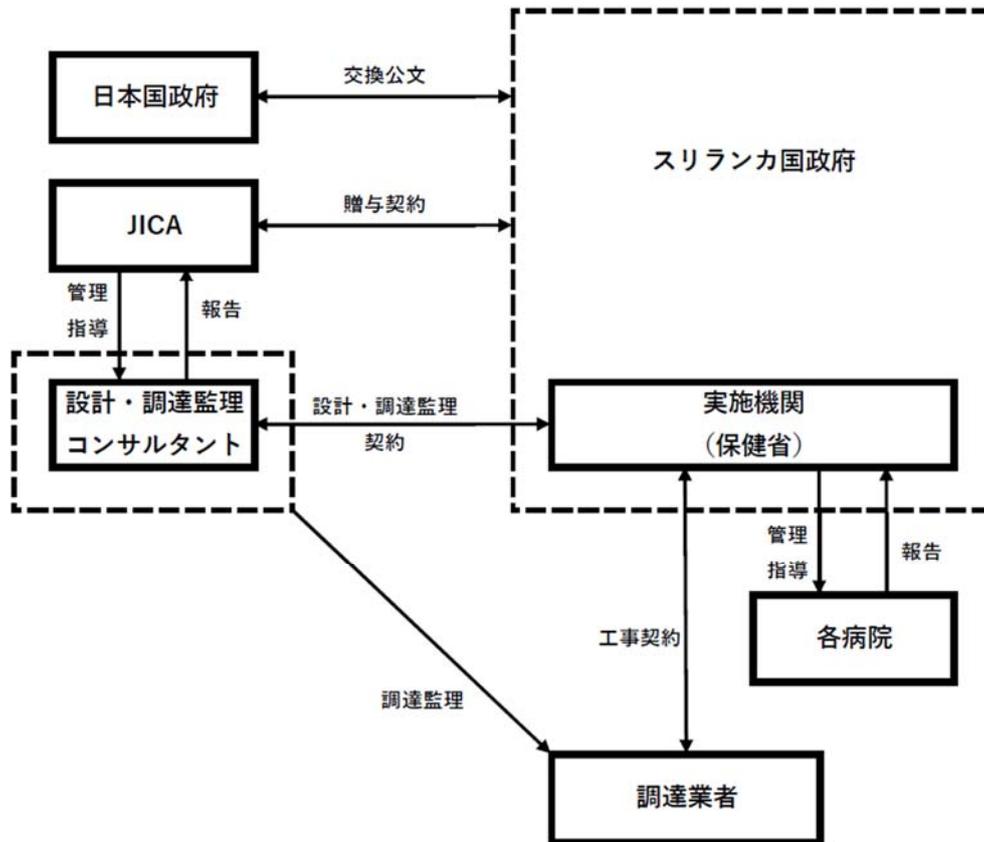


図 3.23 事業実施関係図

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

(1) 据付場所

首都近郊では特に朝夕の出退勤時間等は自動車の混雑に留意する必要があるが、本計画対象地は首都コロombo市からスリジャヤワルダナプラ総合病院まで1時間程度、クルネガラ教育病院まで3時間程度、ラトナプラ教育病院まで3時間程度の所要時間である。陸路によるトラック輸送が可能な地域であり、各対象地へ資機材輸送後は各病院敷地内の資材置き場に仮置きが可能のため、現地の陸上輸送に係る工事遅延のリスクは低い。一方で、病院敷地内は、既存病院施設が稼働中であるため、資材置き場から据付工事対象の建屋までの経路において、交通誘導員を配置するなどの対策を講じて、病院職員や患者への接触事故に留意する必要がある。そのほか、以下の点に留意した施工計画及び調達計画を策定する。

1) 建設資材運搬・搬入時期

スリランカでは2月から5月にかけて降雨量が増加し、6月から7月にかけて降雨量が減少し、8月から11月にかけて再度降雨量が増加する傾向にある。特に5月と11月に降雨量増加のピークとなることから、事前に雨期を想定した資機材搬入計画を策定し、工程への支障を最小限に留めるようにする。

2) 資機材の保管

本計画は、既存病院内における建設であることから、「主資材置き場（現地内陸輸送後の資機材仮置き）」として使用可能な場所が限られる。「主資材置き場」から各対象建屋が離れているため、屋根改修及び機材据付対象建屋近傍に資機材仮置きするための「副資材置き場」が各病院側から提供される予定である。各病院の「主資材置き場」と「副資材置き場」の距離を考慮した病院敷地内の資機材搬送計画を策定する。

(2) 資材調達

PV モジュール設置対象建屋における屋根改修工事に関しては、本計画で採用する主要建設資機材は、全てスリランカ国内での調達が可能（市場に流通する輸入資材も含む）であり、調達に特段の問題は無い。

(3) 安全管理

本計画実施につき、徹底した安全管理体制を確立するため、以下のとおり、施工計画の策定と併せて詳細に検討する。

- ① ODA 建設工事安全管理ガイダンスに従い、工事請負業者に対し「安全対策プラン」及び「安全施工プラン」を作成させ、レビュー・策定し、安全管理に関する活動を適切に遂行する。
- ② 現地監理者は、携帯電話を携帯し、日本人関係者、スリランカ側関係者、警察及び病院等を網羅した緊急連絡網を整備し、関係者に周知徹底する。
- ③ 朝礼を励行し、作業開始前に当日の作業内容の確認や安全訓示を行う。
- ④ 作業開始前・終了時には、現場の巡視を徹底し、作業足場、手摺り等が安全な作業環境にあることを確認する。
- ⑤ 悪天候の場合は、作業床や搬入路が滑りやすくなり、転倒・転落の原因になることから、常にアクセス部分の点検を行い、良好な状態を確保する。

(4) 機材調達留意事項

日本政府は、2022年9月に「責任あるサプライチェーン等における人権尊重のためのガイドライン」を発表するなど、国際社会における、人権尊重の取組みを重要視している。本計画の主要機材であるPVモジュールは、強制労働を含む人権侵害のもとで製造されていた事例がある。このため、国内外組織のサプライチェーンに係る人権尊重の取組状況をふまえ、機材調達方針を以下とする。

➤ 準備調査期間中の対応

関連する機材の見積取得先は、「太陽光発電産業の人権問題に関する取り組み宣言（2022年10月15日）」を行った太陽光発電協会の会員企業に限定する。見積取得先に対して、太陽光発電協会が策定したガイダンスへの取組み状況、及び主要調達先を確認のうえ、不適切だと判断される場合は取得した見積を排除する。これにより、サプライチェーン上の人権尊重が確保された条件下での積算を実施する。

➤ 詳細設計時の対応

以下の調達方針とする。

- ✓ 入札図書に、サプライチェーン上の強制労働や児童労働がないことの証明書／表明書の提出を反映する。
- ✓ アジア開発銀行の標準入札図書や世界銀行が作成する「IPF SOLAR PROCUREMENT BIDDER DECLARATION- FORCED LABOR」を参考に、「過去5年間、強制労働や児童労働の義務の不履行により、契約不履行が発生しなかったことを明示する資格基準」の提出を要求する。
- ✓ 人権尊重の活動は企業全体としての取組みが必要となることから、経営層の関与のもと取組みが実施されていることが証明されなければならない。このため、該当の書面には、経営層による署名を求めることとする。

3-2-4-3 施工区分／調達・据付区分

本計画の概要及びスリランカ側負担事項については、M/Dにおいて、適切な時期に確実に実施すること、また、そのために必要な予算措置を行うことについて概ね合意された。本計画の実施における、日本側及びスリランカ側の調達・据付区分を表3.52に示す。

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは概略設計の趣旨を踏まえ、実施設計業務・調達監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは調達監理において、本計画機材据付対象予定の建屋及びスリランカにおける様々な事情を十分に認識すると共に、工程管理、品質管理、出来高管理及び安全管理の整合性を保つように計画を行う。

(1) 調達監理の基本方針

コンサルタントは据付工事等を含む調達が所定の工期内に完工するよう機材調達、据付工事、調整・試運転、初期操作指導及び運用指導の進捗を監理し、契約書に示された品質、出来形及び機材の納期を確保すると共に、現場での据付工事が安全に実施されるように調達業者を監理・指導することを基本方針とする。

1) 工程管理

コンサルタントは契約書に示された工期内に完成するよう、各週、各月毎に、工事請負業者により契約締結時に計画された実施工程と実際の進捗状況を確認する。工程遅延が予測される場合には、工事請負業者に対し注意を促すと共に、その対策案の提出と実施を求め、契約工期内に工事及び建設資機材の納入が完了するように指導を行う。

計画工程と進捗工程の比較は主として以下の項目による。

- ① 工事出来高確認（建設資機材調達状況及び工事進捗状況）
- ② 資機材（建設資機材及び備品）搬入実績確認

- ③ 仮設工事及び建設機械準備状況の確認
- ④ 技術者、技能工、労務者等の歩掛及び実数の確認

2) 安全管理

「3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項 (3) 安全管理」にて述べたとおり、徹底した安全管理体制を確立する。調達業者の安全管理責任者と協議・協力し、据付工事期間中の現場での労働災害及び第三者（病院職員、患者等）に対する傷害及び事故を未然に防止するための管理を行う。現場での安全管理に対する留意点は以下のとおりである。

- ① 安全管理規定の制定と管理者の選任
- ② 建設機械類の定期点検の実施による事故の防止
- ③ 工事用車両、運搬機械等の運行ルート策定と安全走行の徹底
- ④ 安全施設の設置及び定期的な点検
- ⑤ 労働者に対する福利厚生制度の整備と休日取得の励行

(2) 調達監理体制

本計画対象地であるスリジャヤワルダナプラ総合病院は、首都コロombo市の近郊に位置しており、また、クルネガラ教育病院及びラトナプラ教育病院は、首都コロombo市から自動車で3時間程度の距離に位置していることから、本邦技術者の短期派遣及び常駐監理者の配置に支障はない。

スリジャヤワルダナプラ総合病院 B 棟の金属折版屋根葺き、ラトナプラ教育病院の JICA 棟の鉄骨下地取り付け（金属折板屋根材の新設用）、事故救急救命棟及び血液バンク棟の既存金属折版屋根の高圧洗浄後及び再塗装に係る建築工事を含むことから、該当工事期間中を対象に、建築技術者の派遣を計画することとし、詳細設計内容を踏まえた適切な施工監理体制を構築する。

現地工事期間中の現場事務所として、各病院側から病院敷地内の既存施設内空き部屋が提供され、コンサルタントの常駐監理技術者及び施工会社の作業所長、建築技術者等が常に現場を確認できるものとする。

(3) 調達監理方針

主な機材調達監理業務は以下のとおりである。

1) 機材調達業者打合せ・機材製作図確認（国内）

機材調達業者の調達計画及び製造計画を確認し、製作図面、製造日程表などの関連書類の妥当性を検証する。

2) 出荷前調査（国内）

機材調達業者との船積み準備確認、第三者検査機関が実施する船積み前機材照合検査のスケジュール調整業務などを行う。

3) 船積前機材照合検査（国内及び第三国）

工場の梱包倉庫にて製品検査証との照合、構成品、付属品の確認、外見検査を経て製品梱包された後、「製品検査成績書」にて出荷前検査の実施内容を確認する。

4) 現地調達監理（現地）

常駐調達監理技術者は、調達機材の据付作業全般を監理し、機材搬入の時間帯の検証、機材仮置き・開梱場所の確定、機材保管場所の鍵引き渡し、施設・機材の養生方法を検証する。また、調達機材据付後に必要な検収・引渡し書類（英語）を確認する。

5) メーカー保証期間満了前検査（現地）

本計画の機材に係るメーカー保証期間満了前検査時において、担当コンサルタントが各病院の局長、職員、維持管理部職員等に整備機材の稼働状況、故障の有無及び故障時の対応等をインタビューすることで機材の状況を把握し、適切な対応を検討する。

3-2-4-5 品質管理計画

(1) 基本方針

改修された PV モジュール設置対象建屋の屋根及び制作・納入・据付された機材が要求されている品質、出来形を満足しているか否かを契約図書に基づき照査・確認する。コンサルタントは、照査・確認の結果、品質や出来形の確保が危ぶまれると判断する場合、直ちに請負業者に訂正、変更、修正を求める。

コンテナ基礎のコンクリートは、少量打設のため、現場練りを想定する。各病院から首都コロンボ市にある公共の圧縮強度試験機関も 1 日で移動が可能のため、試験実施に問題ない。着工時に請負業者が選定した試験機関の試験機キャリブレーション状況を確認する。

(2) 品質管理項目

コンサルタントは、品質管理項目として、以下の照査・監理・確認を徹底する。また、主な品質管理計画を表 3.50 に示す。

1) 建設工事施工図及び使用資材仕様書の照査

現地工事に先立ち、請負業者に対し、各種工事に係る施工図の提出を義務づけ、内容を確認する。また、搬入する資材の仕様書及び購入証明書の提出を求め、確実な品質確保を実施する。

2) 金属折板屋根、鉄骨下地の制作図及び仕様書の照査

金属折板屋根、鉄骨下地の製造・現地工事に先立ち、請負業者に対し、製作図の提出を義務づけ、内容を確認する。また、金属折板屋根、鉄骨下地の搬入時に仕様書及び製作図との照合を実施する。

3) 金属折板屋根、鉄骨下地の製造・生産現場への立会い又は検査結果の照査

必要に応じ、請負業者が調達する金属折板屋根、鉄骨下地の生産・製造工場や製作・組立工場での立会い検査を実施し、素材や原材料の品質確認及び製品検査証明等の照査を行う。

4) 出来形・仕上り状況の監理・確認

現場において、各種工事段階毎に技術指導及び立会い検査を行い、請負業者に対し、不具合のある箇所は徹底して手直し、是正措置を実施する。また、出来形検査では、施工図との照合を実施する。

5) 機材調達に係る品質確認

コンサルタントの施工監理要員は、本計画で調達される資機材の品質並びにそれらの施工／据付出来形が、契約図書（技術仕様書、実施設計図等）に示された品質・出来形に、請負業者によって確保されているかどうかを、下記の項目にもとづき監理・照査を実施する。品質／出来形の確保が危ぶまれる時は、請負業者に訂正・変更・修正を求める。

- ① 資機材の製作図及び仕様書の照査
- ② 資機材の工場検査立会い、または工場検査結果の照査
- ③ 梱包・輸送及び現地仮置き方法の照査
- ④ 資機材の施工図、据付要領書の照査

表 3.50 主な品質管理計画

工事名	管理項目	試験（検査）方法	試験頻度
土工事	地耐力	平板載荷試験もしくは簡易支持測定	各コンテナ基礎 1箇所
	締め固め度	目視検査	基礎底面全箇所
	根伐り法面角度 床付精度	計測（1:0.8以上勾配） 計測	
型枠工事	出来形	寸法検査・写真	全部材
	材料検査	板厚・材質・変形	全部材
	組立検査	目視（隙間・補強材・スペーサー）	全部材
鉄筋工事	引張強度	引張強度試験もしくはミルシート（JIS、ASTM、BS等規格以上）	サイズ・鋼種毎 1回
	品質全般	ミルシート	サイズ・鋼種毎 1回
	配筋検査	本数・径・鉄筋間隔・継ぎ手長さ・定着長さ・被り厚さ	コンクリート打設前・全箇所
コンクリート工事	骨材粒度	振り分け試験	採取場 1カ所毎
	試験練り	配合・水セメント比・圧縮強度・スランプ・塩分濃度試験	1回（設計強度毎）
	圧縮強度	圧縮強度試験（設計基準強度+補正值+割増し）	打設部位毎 1回
	スランプ	スランプ試験	打設毎
	塩化物量	カンタブ試験	打設部位毎 1回
	コンクリート温度	打込み時コンクリート温度（35℃以下）	打設毎
	出来形（型枠解体後）	計測	全部位
折板屋根工事	製作工場	製作工場の証明書	製作前
	折板屋根材	目視・計測	搬入時
	据付精度	目視・計測	据付時
鉄骨工事	製作工場	製作工場の証明書	製作前

工事名	管理項目	試験（検査）方法	試験頻度
	鋼材	製造工場出荷証明書、ミルシート	搬入時
	据付精度	目視・計測	据付時
塗装工事	材料	規格	搬入時
	中塗り・上塗り	目視	適宜

3-2-4-6 資機材等調達計画

(1) 建設資機材調達方針

既存病院屋根の改修工事で採用する主要資機材は、概ねスリランカ国内での調達が可能（市場に出回っている輸入資機材も含む）である。建設資機材の内、セメント、骨材、鉄筋、木材、塗料等は、スリランカ国産（セメント、骨材、鉄筋）または近隣国（鉄骨はインド、パキスタン。木材はマレーシア。塗料は日本メーカーを含む第三国）からの輸入品が数多く市場に出回っているため、現地での入手は容易である。建設機械・重機及び運搬車両等の工事用機械は、スリランカ国内の施工会社から調達（リース）が可能である。主要資機材及び調達先のリストを表 3.51 に示す。

表 3.51 主要資機材調達リスト

資機材名	調達先	生産地		備 考
	現地	現地産	輸入品	
コンテナ基礎工事				
ポルトランドセメント	○	○	-	国内入手可能（原料は輸入）
コンクリート用骨材	○	○	-	〃
木材	○	○	○	〃
型枠材	○	-	○	国内入手可能（マレーシアの輸入品）
鉄筋	○	○	○	国内入手可能
屋根改修工事				
共通仮設資材（仮囲い）	○	-	○	国内入手可能
直接仮設資材（足場）	○	-	○	〃
鉄骨	○	-	○	国内入手可能（材料はインド、パキスタンより輸入、加工・組立は国内）
金属折板屋根	○	-	○	国内入手可能（材料はオーストラリアより輸入、加工・組立は国内）
塗装材	○	-	○	国内入手可能（日本メーカー／第三国からの輸入品）
建設機械				
ダンプトラック	○	-	-	国内入手可能
バックホウ	○	-	-	〃
トラッククレーン	○	-	-	〃
コンクリートミキサー	○	-	-	〃

(2) 機材調達方針

本計画における PV モジュールの調達に関しては、人権問題に留意し、強制労働に関与した製品、企業を排除できるよう調達要件を設定する必要がある。一般社団法人太陽光発電協会が「太陽光発電産業の人権問題に関する取り組み宣言」を発出していることから、当該協会に所属する企業を主要な調達先とする。主要機材の調達先（原産国）は下記のとおりとする。

1) 日本国又は現地調達機材

PV モジュール用架台、接続箱、集電箱、パワーコンディショナ、盤類、絶縁変圧器、装置類、

コンテナ、配線用資材、接地材料、火災報知器、他。

2) 日本国又は第三国調達（DAC、ASEAN）資機材

電力／制御ケーブル及び端末材料、他。

3) 日本国又は第三国調達（DAC、ASEAN、又は APEC 加盟国）資機材

PV モジュール

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

各病院の設備管理者は系統連系太陽光発電システム据付の日本人技術者（調達業者）から実際の運転・維持管理方法を習得する。

(1) 初期操作指導計画

1) 運転開始前の検査、点検、測定指導

運転を開始する前に実施する検査、点検、測定は 3-4-2 項「定期点検」に記載した項目を準用して実施する。検査、点検、測定した結果は必ず記録しておく。調達業者は下記事項を保安員へ技術移転する。

a) PV モジュールの点検

据付時建設時に輸送中の破損、損傷（表面ガラスのひび、割れ、変色など）がないことをチェックする。

b) 接続端子部の確認

パワーコンディショナなどは輸送中ネジの緩むことがある。工事配線中の仮配線のままのもの、テストなどで緩めたものなどがそのままの状態であることがある。運転前は端子部のネジの緩みを確認する。また極性、正極（P または＋）、負極（N または－）端子の間違い、直流回路、交流回路の配線間違いなどがないようにチェックする。

c) その他周辺機器の点検

計測装置等のその他機器に関しても目視検査で異常がないことを据付時建設時にチェックする。

(2) 測定指導と安全対策指導

保安員は運転開始前に設置した太陽光モジュールが正しく作動し、性能を保持しているかチェックする。保安員は実際の作業前に太陽光アレイの取り扱いに関する安全対策の指導を設置業者から受ける。

1) 安全対策

作業開始前に安全対策（服装及び感電対策）を遵守し下記の点を守る。

a) 服装

➤ ヘルメット、安全具、等

b) 感電防止

➤ 作業前に太陽電池ストリングの一端をはずしておく。

➤ 低圧絶縁手袋を着用

- 絶縁処理された工具を使用
- 雨天時は作業をしない。

2) 太陽光アレイの検査：電圧、極性の確認、短絡電流の測定

a) 太陽電池モジュールの性能測定

正しく施工され、仕様書どおりの電圧が出ているか確認する。また、正負極は間違えないか、電圧計でストリングごとに確認する。

b) 短絡電流の測定

太陽電池モジュールが仕様書に記載されている短絡電流が流れるか電流計で測定する。

3) 絶縁抵抗測定

太陽光発電システムに通電して良いかどうかを確認するために絶縁抵抗試験をする。建設後運転開始前、定期点検時、又は事故時不良箇所の特定のため、修復したあとに絶縁抵抗を測定する。絶縁抵抗を測定したら抵抗値を記録しておく。使用電圧が 300 V 超過の場合は 0.4 MΩ 以上必要である。

4) 接地抵抗測定

漏電事故による人身事故、火災などから人命、財産を守るため電機機器の接地は重要である。接地工事は A、B、C、D の 4 種類の工事がある。A 種、C 種、D 種接地工事は電気機器や、ケーブルの金属外装などの非充電部分に実施する。高圧の金属製外箱は 10 Ω 以下（A 種接地）に、300 V を越える低圧外箱は 10 Ω 以下（C 種接地）であるが、電路に地絡を生じた場合 0.5 秒以内に電路を遮断する装置を設けた場合は 500 Ω 以下でよい。本計画の太陽電池アレイは電圧が 300 V 超過なので接地抵抗は 10 Ω 以下とする。

(3) 運用指導計画

系統連系太陽光発電システムは運転開始後操作の必要がない。系統連系太陽光発電システムは自動的に毎日稼動するが、系統側停電等発生の場合は系統単独運転検出機能により運転を停止し、系統復旧後は自動的に再連系を行う。運転初期は、初期故障で半導体や太陽光モジュール等の不具合が発生することがあり、適切な不具合対処がなされない場合は太陽光発電システムの長期停止を招く恐れがあることから、毎日点検する必要がある。系統連系太陽光発電システム運転初期、保安員は調達業者と共にパワーコンディショナコンテナ巡回、遠方監視装置の計測データを確認することで、設備点検方法を習得する。

1) 日常点検記録ノートを作成、保管

日常点検は 3-4-2 項「定期点検項目」に詳しく記載する。保安員は日常点検項目を点検したあと、点検結果を記録する点検記録ノートを作成し保管する。記録を取り、経過監視御をすることにより各機器の異変を早期に感知できる。

2) 日射量と発電量チェック

保安員は日射量と発電量をパワーコンディショナ帳票機能を用いて対比しながら常にチェッ

クする。このチェックにより、保安員は太陽光モジュール、パワーコンディショナなどに不具合が発生した場合、異常を早期に感知できる。

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

ラトナプラ教育病院、クルネガラ教育病院では既設の太陽光発電システムを有し、これらの機材の維持管理は電気エンジニアが行う。また、スリジャヤワルダナプラ総合病院では現在稼働中の太陽光発電システムを有しないものの、系統からの受電設備を適切に管理しており、設備運転維持管理技術を有している。他方、太陽光発電システムは非常用発電機のような操作を通常必要としないシステムである。

これら病院での維持管理の現状と、太陽光発電システムの特徴を鑑みると、本計画では各機材の特性、特徴、仕様を踏まえ、メーカーの技術者により、初期操作指導、運用指導を実施することで、機材の引き渡し後の運転・維持管理は可能と判断する。維持管理体制は、現状の外部機関への委託体制を含めて十分に整っているため、コンサルタントによる運転維持管理に係るソフトコンポーネントは本計画に含めない方針とする。

3-2-4-9 実施工程

E/N、G/A の締結から業者契約まで5ヶ月、工事本工期19ヶ月、E/N締結から引渡しまで24ヶ月を要する。図3.24に実施工程表（案）を示す。

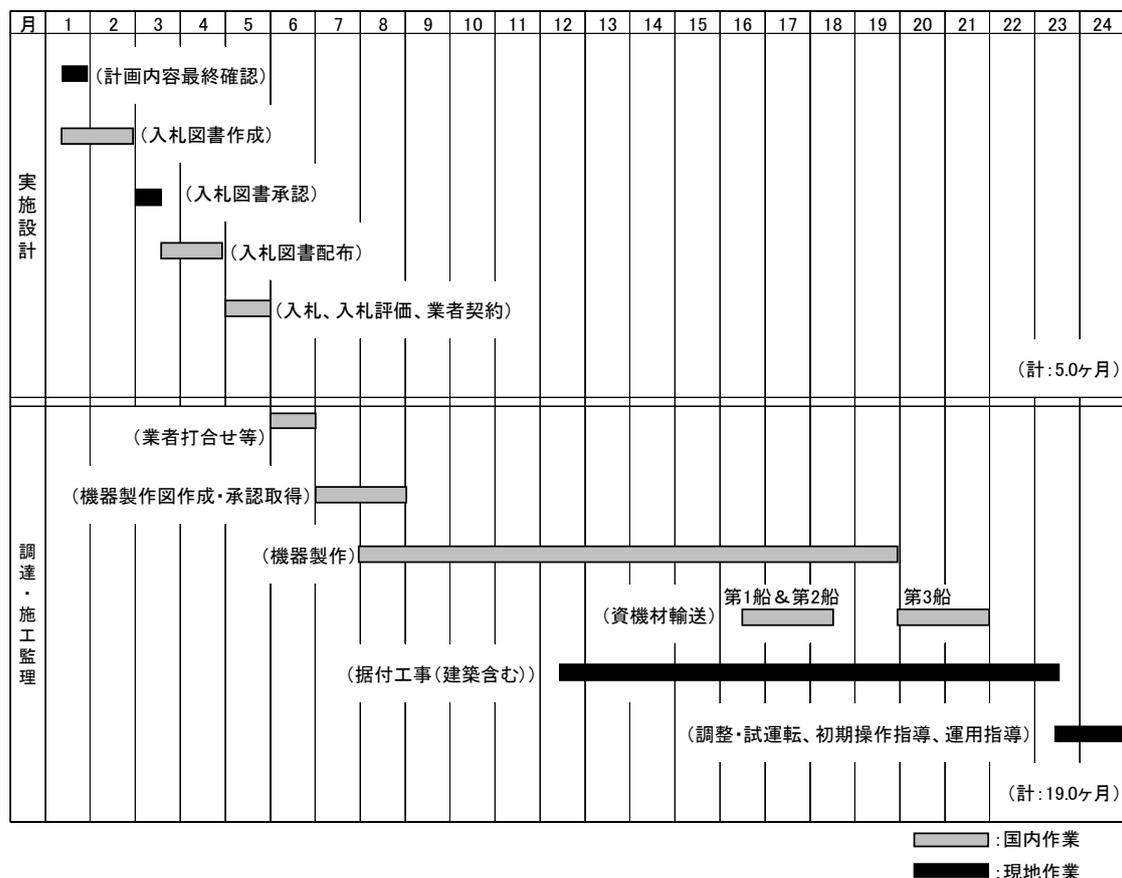


図 3.24 事業実施工程表（案）

3-2-5 安全対策計画

2022年3月以降、経済悪化による物価高騰、燃料不足等の理由から政府に対する抗議活動が頻繁に行われていたものの、沈静化の傾向にある。しかしながら、再燃の可能性はあるため、事業実施にあたっては最新の治安情報に留意しつつ、また、JICA スリランカ事務所、在スリランカ日本国大使館また実施機関である MOH から安全情報の収集に努める等の安全対策を適宜講じる必要がある。

3-3 相手国側分担事業の概要

3-3-1 相手国負担事項

本計画の E/N 締結後、MOH は、各機関の協力のもと、表 3.52 の項目を負担する。

表 3.52 主要な相手国負担事項

負担事項	完了期限	日本側		スリランカ側		実施機関	備考
		調達	据付	調達	据付		
A. 入札公示前							
(1) 日本の銀行 (the Agent Bank) と銀行取極 (B/A) を締結し、銀行口座を開設する。	G/A 締結後 1 か月以内	-	-	●		MOH	Central Bank of Sri Lanka
(2) 日本の銀行にコンサルタントへの支払に関する支払授權書 (A/P) を発行する。	コンサルタント契約締結後 1 か月以内	-	-	●		MOH	MOF
(3) B/A に基づき、日本の銀行に手数料を支払う。				●		MOH	MOF
1) A/P の通知手数料	コンサルタント契約締結後 1 か月以内	-	-	●		MOH	MOF
2) A/P の支払手数料	支払い毎	-	-	●		MOH	MOF
(4) 製品及びサービスの購入に関して課される関税、内国税、その他課税が、無償資金協力の費用を使用せずに指定省庁によって免除されることを確認する。	G/A 締結後 1 か月以内	-	-	●		MOH	関連省庁
(5) 免税手続きに必要な書類の手配、申請	入札公示前	-	-	●		MOH	必要に応じて
(6) 太陽光発電システムコンテナ用地を確保する。	入札公示前	-	-	●		MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(7) 都市開発庁 (UDA) から計画、ゾーニング、建設許可を取得する。	入札公示前	-	-	●		MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(8) 樹木伐採許可を取得する。	入札公示前	-	-	●		MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala 必要に応じて
(9) プロジェクトモニタリングレポート (PMR) の提出。	入札図書準備前	-	-	●		MOH	詳細設計結果を反映する。
B. 工事期間中							
(1) 日本の銀行 (the Agent Bank) に調達業者への支払に関する支払授權書 (A/P) を発行する。	業者契約締結後 1 か月以内	-	-	●		MOH	MOF
(2) B/A に基づき、日本の銀行に手数料を支払う。							
1) A/P の通知手数料	業者契約締結後 1 か月以内	-	-	●		MOH	MOF
2) A/P の支払手数料	支払い毎	-	-	●		MOH	MOF
(3) 主資材置き場 (現地内陸輸送後の資機材仮置き) 及び副資機材置き場 (建屋近傍の資機材仮置き) の敷地を提供する。	業者契約締結後 1 か月以内	-	-	●		MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(4) 工事期間中のコンサルタント及び調達業者の仮設現場事務所を提供する。	業者契約締結後 1 か月以内	-	-	●		MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala

負担事項	完了期限	日本側		スリランカ側		実施機関	備考
		調達	据付	調達	据付		
(5) プロジェクト機材の調達、据付、引き渡し。	工事期間中	●	●	-	-	-	SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(6) 調達機材用保守用道具、交換部品を調達する。	工事期間中	●	-	-	-	-	SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(7) 初期操作指導・運用指導を行う。	工事完了前	-	●	-	-	-	SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(8) 太陽光発電システムを既設低圧系統と連系する際に、必要な既設設備停電を行う。	工事期間中	-	-	●	-	MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(9) 太陽光発電システムを系統連系するためのCEBからの許可取得。	工事完了前	-	-	●	-	MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(10)CEB から許可取得のための必要な試験を実施する。	工事完了前	-	●	-	-	-	SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala (サイト)
(11)双方向電力量計の調達及び据付する。	工事完了前	-	-	●	-	MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(12)コンテナ建設予定地の既設コンテナを移設する。	工事前	-	-	●	-	MOH SJGH	
(13)コンテナ建設予定地の支障物を移設する。	工事前	-	-	●	-	MOH SJGH	架空線、電柱等。
(14)既存瓦の撤去先(保管場所)を確保する。	工事前	-	-	●	-	MOH SJGH	
(15)既設スレート屋根上の既存瓦を撤去する。	工事期間中	-	●	-	-	-	SJGH (サイト)
(16)既設スレート屋根上の金属折板屋根を新設する。	工事期間中	-	●	-	-	-	SJGH (サイト)
(17)主資機材置き場およびケーブル、電柱等の機材設置に障害となる既存樹木、枝を伐採する。	工事期間中	-	-	●	-	MOH TH Ratnapura	
(18)JICA 棟屋根に金属折板屋根を新設する。	工事期間中	-	●	-	-	-	TH Ratnapura (サイト)
(19)事故救急救命棟及び血液バンク棟の屋根を高圧洗浄及び再塗装する。	工事期間中	-	●	-	-	-	TH Ratnapura (サイト)
(20)コンテナ建設予定地にある既設焼却炉を撤去し、整地する。	工事前	-	-	●	-	MOH TH Kurunegala	
(21)工事中に必要な既設障害物(樹木・枝を含む)の撤去	工事期間中	-	-	●	-	MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(22)荷揚港での迅速な荷揚と通関手続きの便宜供与、並びに機材調達業者による内陸輸送を支援する。	工事期間中	-	-	●	-	MOH	
(23)機材供与や役務の関連業務を実施する日本人及び第三国人がスリランカ入国及び滞在するための必要な便宜供与を行う。	工事期間中	-	-	●	-	MOH	
(24)スリランカ国における免税、通関等に係る手続きを行う。	工事期間中	-	-	●	-	MOH	
(25)プロジェクトの実施に必要な電気や給排水設備、その他の付帯設備を提供する。	工事期間中	-	-	●	-	MOH	
(26)無償資金協力により調達及び据付されるもの以外で、プロジェクト実施に必要なすべての費用を負担する。	工事期間中	-	-	●	-	MOH	
(27)PMRを指定時期(船積時、引渡時、初期操作指導・運用指導完了時)で提出する。	各作業完了後1か月以内	-	-	●	-	MOH	
(28)PMR最終版(竣工図書、機材リスト、完成写真を含む)を提出する。	業務完了証明書発行後1か月以内	-	-	●	-	MOH	
(29)プロジェクト完了に関する報告書を提出する。	プロジェクト完了後6か月以内	-	-	●	-	MOH	

負担事項	完了期限	日本側		スリランカ側		実施 機関	備考
		調達	据付	調達	据付		
(30)プロジェクトの実施に従事する者の安全を確保する。	工事期間中	-	-	●		MOH	
(31)安全確保のための必要な対応を行う。	工事期間中	-	-	●		MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
C. 工事完了、引き渡し後							
(1) 無償資金協力により建設された施設及び設備を適切かつ効果的に維持・利用する。 1) 維持管理費の予算配分 2) 運営・維持管理体制 3) 日常点検及び定期点検	工事完了後	-	-	●		MOH (*)	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala

備考： ● 当該項目の責任所掌を示す。

[出所] 調査団作成

3-3-2 税制及び免税手続き

本計画実施のために調達される機材及びサービスに関して、スリランカより本邦コンサルタント及び本邦請負業者に対し、免税措置が施される。以下に本計画に関連する税制とその免税手続きを示す。

なお、スリランカの税制は頻繁に改定されているため、プロジェクト実施時期に再度の確認が必要となる。

(1) 税制

1) 法人税

① 法人所得税

スリランカ国内の法人企業に課される税金である。2022 年中は特定の企業を除き法人所得税率は14%であったが、2023年1月1日より30%に改定された。根拠法は、Inland Revenue (Amendment) Act, No. 45 of 2022 である。

② 源泉徴収税

スリランカの非居住者に対する、スリランカを源泉とするサービス料等に対して14%の源泉徴収税が適用される。根拠法は、Inland Revenue (Amendment) Act, No. 45 of 2022 である。

2) 個人所得税

個人所得に対する課税であり、所得に応じて、0~36%の税率が課される。根拠法は、Inland Revenue Act No.10 of 2006 及び Advance Personla Income Tax Table (2023.01.01-2023.03.31)である。

3) 付加価値税

物品やサービスの購買時に課される間接税である。2022年8月31日までの税率は12%であったが、2022年10月1日以降は15%に改定された。根拠法は、Gazette Extraordinary No. 2295/08 dated August 31, 2022 である。

4) 港湾・空港開発税

港湾・空港開発税（Ports and Airports Development Levy : PAL）は、2009年1月に発効した。すべての非スリランカ産の輸入貨物に対して課される税金である。輸入貨物の HS コードごとに税率が決められている。根拠法は、Ports and Airports Development Levy Act, No. 18 of 2011 及び Gazette Notification No. 2312/67 dated December 31, 2022 である。なお、輸入貨物に課される税率は頻繁に改定されていることに注意が必要である。

5) 社会保障負担賦課金（SSCL）

社会保障負担賦課金（Social Security Contribution Levy : SSCL）は、2022年10月1日に発効した。以下の課税対象者に対して四半期ごとに2.5%の税率が課せられる。根拠法は、SSCL Act No. 25 of 2022 である。

- 1) あらゆる物品の輸入者
- 2) あらゆる物品の製造業者
- 3) あらゆる種類のサービスを提供する事業者
- 4) 2)の規定の適用を受ける製造業者による販売以外の物品の輸入および販売を含む物品の卸売または小売の事業者

(2) 免税手続き

本計画は無償資金協力として実施されるため、免税が原則である。スリランカにおける免税の手続き方法は大きく二つある。1つは特定の要件を満たした「Strategic Development Projects」が適用される方法である。「Strategic Development Projects」は、スリランカの国益にかなうプロジェクトであり、主に以下に示すような国に経済的及び社会的利益をもたらす可能性のあるプロジェクトが該当する。

- (a) 経済全体への裨益があること。
- (b) 外貨の流入が見込まれること。
- (c) 雇用が創出され、所得を得る機会が増加すること。
- (d) 技術発展が認められること。

上記の条件を満たす場合に「Strategic Development Projects」となり、特定の期間において免税等の優遇措置が適用される。しかしながら、本計画は条件に合致しない。

2つ目は免税許可証を入手する方法である。2022年7月にスリランカ国内で閣議決定された手続き方法であり、本計画は当該方法が適用される。本計画の実施機関である保健省が財務省及び貿易・投資政策局（Department of Trade and Investment Policies、以下 DTIP）に対して免税許可証の発行を依頼し、DTIP がこれを発行する。請負業者は、保健省から免税許可証のコピーを受領し、免税許可証及び所定の船積み書類を税関に提出することにより免税措置がなされる。

(3) 本邦企業等に対するヒアリング

スリランカで過去に ODA プロジェクトを実施した経験のある本邦企業を対象に、免税手続きに係るヒアリングを行った。その結果を以下に整理する。ただし、プロジェクト実施が 2012 年～2014 年であり、当時の免税手続きに関する結果である点に注意が必要である。また、当該プロジェクトは、「Strategic Development Projects」が適用された。

表 3.53 本邦企業へのヒアリング結果

項目	概要
実施プロジェクト	時期：2012 年～2014 年 プロジェクトの種類：橋梁
法人税	内国歳入局（Inland Revenue Department：IRD）に申請し、暫定の税識別番号（Tax Identification Number：TIN）を取得する。そして、IRD に対して毎月納税申告書を送付し、免税適用である旨を通知する。
個人所得税	スリランカ非居住者が得た所得は、ODA プロジェクトの従事者である場合は免除される。 (183 日以上滞在する場合は、IRD への申請が必要)
付加価値税	財務省（Ministry of Finance：MoF）から、付加価値税免除を示すレターを取得し、これを提示することでスリランカでの資機材調達が免税となる。
港湾・空港開発税	プロジェクト実施機関が MoF に対して納税免除の申請を実施することで免税が適用となる。
社会保障負担賦課金（SSCL）	SSCL は 2022 年に有効となっていることから、当該プロジェクト実施時の適用はない。

[出所] 調査団作成

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 基本方針（実施体制、要員）

本計画の対象サイトであるスリジャヤワルダナプラ総合病院、ラトナプラ教育病院、クルネガラ教育病院は電力事業者ではないものの、各病院は設備維持管理技術者を有している。各病院は 33kV, 11kV 配電線の受電設備の運転維持管理のみならず、高温の機械摺動部があり、高い運転維持管理技術を有するディーゼル発電設備を保有している。一定の技術水準が確認され、本計画で据付する太陽光発電システムの運転維持管理は問題なく行える。太陽光発電システムは、現在維持管理部門に所属する要員が運営・維持管理に従事する体制となる。

また、ラトナプラ教育病院、クルネガラ教育病院のヒアリングによると、不具合が生じた場合の PV モジュール交換等の対応を委託している。通常の運転維持管理は各病院の維持管理部門が現在の要員で行い、不具合が生じた場合の対処は、外部委託会社によって実施される。

3-4-2 日常点検と定期点検項目

(1) 定期点検項目

系統連系太陽光発電システムを持続的に運転するためには日常の保守、点検が欠かせない。保安員が実施する点検には大きく分けて下記の2点検がある。

- 運転開始後の日常点検
- 運転後ある期間経過した後の定期点検

1) 日常点検

系統連系太陽光発電システムは運転に入ったら、他の発電設備と異なり起動・停止等の運用操作の必要はない。

系統連系太陽光発電システムは太陽が昇り、ある時点になると自動的に毎日稼働する。系統連系太陽光発電システムが何らかの原因で停止したあとは停止原因を確認後、手動でスタートスイッチを投入する。運転初期は半導体である太陽光発電モジュール等の不具合が発生することがあるので、毎日稼働状況を点検する必要がある。

太陽光発電システムは無人による自動運転が可能であるが、日常点検することによりシステムの異常を速やかに発見することができる。

日常点検は、運転開始後1ヶ月間は、目視点検により毎日実施する。その後は毎週1回程度実施する。また、地震・強風・大雨の後には、必ず行う。表3.54は主な日常点検項目を示す。

表 3.54 日常点検項目

点検対象	点検項目
計測機器	・ 正常に発電しているか、発電量と日射量記録 ・ 指示計器、表示の確認
盤、箱	・ 外箱の腐食、錆 ・ 外部配線の損傷
パワーコンディショナ	・ 外箱の腐食、錆 ・ 外部配線の損傷 ・ 動作時の異音、異臭 ・ 換気口フィルターの掃除 ・ 設置環境（温度、湿度）
接地	・ 配線の損傷

[出所] 調査団作成

保安員は日常点検を実施するときに下記の2点を励行する。

- 日常点検記録ノートを作成と保管

日常点検項目は「表3.54に記載されている。保安員は日常点検項目を確認したあと、点検結果を記録する点検記録ノートに記載し、保管する。記録をとることにより各機器の異変を早期に感知できる。

- 日射量と発電量チェック

保安員は日射量と発電量を対比しながら常にチェックする。このチェックにより、保安員

は太陽光モジュール、パワーコンディショナなどの不具合が発生した場合に早期に感知できる。

2) 定期点検

一般的な定期点検項目と測定項目を表 3.55 に表示する。定期点検はある期間運転したあとにシステムを停止し、各機器の点検と表に示す測定項目を測定する。第 1 回の定期点検は運転開始から 1 年経過した年に実施する。

表 3.55 定期点検時の点検項目

点検対象	点検項目	測定試験
PV モジュール	<ul style="list-style-type: none"> ・表面の汚れ、破損 ・外部配線の破損 ・架台の損傷、錆の発生など ・接地線の損傷、接地端子の緩み 	<ul style="list-style-type: none"> ・絶縁抵抗測定 ・開放電圧測定（必要時）
接続箱、集電箱	<ul style="list-style-type: none"> ・外箱の腐食、錆 ・外部配線の損傷、接続端子の緩み ・接地線の損傷、接地端子の緩み 	<ul style="list-style-type: none"> ・絶縁抵抗測定
パワーコンディショナ	<ul style="list-style-type: none"> ・外箱の腐食、錆 ・外部配線の損傷、接続端子の緩み ・接地線の損傷、接地端子の緩み ・動作時の異音、異臭 ・換気口フィルターの目詰まり ・接地環境（湿度、温度） 	<ul style="list-style-type: none"> ・絶縁抵抗測定 ・表面部の動作確認 ・保護機能試験
接地	<ul style="list-style-type: none"> ・配線の損傷 	<ul style="list-style-type: none"> ・接地抵抗測定

[出所] 太陽光発電システムの設計と施工

3-4-3 予備品調達計画

太陽光発電システムはインバータを使用しているので半導体の故障の可能性がある。運転初期に半導体の欠陥は現れるので、初期不良がなければ、問題なく稼働すると考えられる。また、その他部品についても、天災、経年劣化による故障の可能性があるため、幾つかの機器を予備品として調達する。

1) 機材の取替周期と点検内容

機材は経年と共に劣化し、やがて機能を果たさなくなる。太陽電池モジュールは出力特性の測定により、ある程度劣化の状況を判断できるが、他の多くの機材では劣化の状況を判断することは難しい。システムの信頼性を保つためには予防保全の考え方から、故障に至る前に部品を交換する方法がある。参考として主要機器の推奨取替周期と点検内容を示す。システムによっては、コスト高となることが懸念されるが本計画では予備品として納入する。

表 3.56 主機材の取替周期と点検内容（推奨例）

部品種類	推奨取替周期	点検内容
太陽光モジュール	20 年 ～30 年	外観及び電圧の測定
接続箱	10 年～15 年	動作不良
集電箱	10 年～15 年	動作不良
パワーコンディショナ	10 年～15 年	動作不良
主低圧盤	10 年～15 年	動作不良

部品種類	推奨取替周期	点検内容
連系用変圧器	20年	温度上昇
ヒューズ	7年又は5万時間	溶断
クーラー	5年～10年	動作不良、性能低下
冷却ファン	5年	動作不良

[出所] 調査団作成

2) 予備品の保管

システム構成機材の破損や故障は直接システムの給電停止に繋がるケースが多い。トラブル発生時、速やかに修理または機材交換を行うことが望ましい。現地または周辺に交換用の機材が保管されていれば迅速にシステムの復旧が行える。しかし、高価な部品や大量の部品の保管はコスト高となるので、機材の特性、経済性、システムの復旧に掛かる時間などを考慮して、予備品の数量、保管場所を設定する必要がある。本計画サイトである各病院には表 3.57 に示す予備品を調達する。

表 3.57 本計画にて各病院に調達する予備品

機器	数量
PV モジュール	全数の 3%
接続箱	2 台
集電箱	1 台
冷却ファン	1 式 (100%)
電磁接触器	各種 1 個
表示パネル	1 式
補助リレー	各種 2 個
ヒューズ	1 式 (100%)
配線用遮断器 (MCCB)	各種 1 組
DC ケーブル接続用コネクタ	各種 3 %
光ファイバ接続用コネクタ	5 組
感知器 (火災報知器)	1 個

[出所] 調査団作成

3) 予備品購入計画

系統連系太陽光発電システムの運転に必要な主要機材と推奨取替え期間は表 3.58 に示した。主要機材の取替え時期には機材購入費用が発生する。主要機材の取替え費用は、取替え時期に支出するように毎年経費を計上する必要がある。しかしながら、本計画では必要最小限の主要機材の予備品をシステム納入時に納入する。

なお、予備品としては購入しないが、コンテナ内に設置するクーラーの寿命は 5 年～10 年であるので、運転後 5 年を目途にクーラー交換の予算を計上する必要がある。

表 3.58 交換部品の時期と費用

交換部品	交換時期	台数	費用
クーラー	5 年～10 年	2 台 (SJGH) 4 台 (TH Ratnapura) 2 台 (TH Kurunegala)	Rs.550,000/台

[出所] 調査団作成

4) 試験機材及び保守工具購入計画

本計画サイトである各病院が維持管理費に必要な試験機材及び保守工具を購入する。主な項目は表 3.59 に示す。

表 3.59 試験機材及び保守工具

項目	員数
デジタルマルチメータ	1 台
絶縁抵抗計	1 台
検電器	1 台
クランプメータ	1 台
接地抵抗計	1 台
保守工具セット	1 式
コンビネーションツールセット	1 式

[出所] 調査団作成

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対事業の概略事業費

本協力対象事業を実施する場合に必要な概略事業費総額は、(非公表) となり、先に述べた日本側とスリランカ側の負担区分に基づく双方の経費内訳は、下記 3-5-1-3 に示す積算条件によれば、次のとおり見積もられる。ただし、この額は交換公文上の供与限度額を示すものではない。

3-5-1-1 日本側負担経費

施工・調達業者契約認証まで非公表。

3-5-1-2 相手国側負担経費

スリランカ国側負担経費は約 192,685 米ドル (約 25.9 百万円)、その内訳を表 3.60 に示す。

表 3.60 スリランカ側負担経費

負担経費 約 25.9 百万円

負担事項	完了期限	実施機関	概算費用 (米ドル)	備考
A. 入札公示前				
(1) B/A に基づき、日本の銀行に手数料を支払う。		MOH		MOF
1) A/P の通知手数料	コンサルタ外契約締結後 1 か月以内	MOH	非公表	MOF
2) A/P の支払手数料	支払い毎	MOH	非公表	MOF
(2) 製品及びサービスの購入に関して課される関税、内国税、その他課税が、無償資金協力の費用を使用せずに指定省庁によって免除されることを確認する。	G/A 締結後 1 か月以内	MOH	153,600	関連省庁
B. 工事期間中				
(1) B/A に基づき、日本の銀行に手数料を支払う。				
1) A/P の通知手数料	業者契約締結後 1 か月以内	MOH	非公表	MOF
2) A/P の支払手数料	支払い毎	MOH	非公表	MOF
(2) 太陽光発電システムを系統連系するため	工事完了前	MOH	非公表	(*)SJGH

負担事項	完了期限	実施機関	概算費用 (米ドル)	備考
の CEB からの許可取得。		(*)		TH Ratnapura TH Kurunegala
(3) 双方向電力量計の調達及び据付する。	工事完了前	MOH (*)	非公表	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
(4) コンテナ建設予定地の既設コンテナを移設する。	工事前	MOH SJGH	非公表	
(5) コンテナ建設予定地の支障物を移設する。	工事前	MOH SJGH	非公表	架空線、電柱等。
(6) 主資機材置き場およびケーブル、電柱等の機材設置に障害となる既存樹木、枝を伐採する。	工事期間中	MOH TH Ratnapura	非公表	
(7) コンテナ建設予定地にある既設焼却炉を撤去し、整地する。	工事前	MOH TH Kurunegala	5,000	
(8) 工事中に必要となる既設障害物（樹木・枝を含む）の撤去	工事期間中	MOH (*)	非公表	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala
C. 工事完了、引き渡し後				
(1) 無償資金協力により建設された施設及び設備を適切かつ効果的に維持・利用する。 1) 維持管理費の予算配分 2) 運営・維持管理体制 3) 日常点検及び定期点検	工事完了後	MOH (*)	非公表	(*)SJGH TH Ratnapura TH Kurunegala

[出所] 調査団作成

3-5-1-3 積算条件

- 1) 積算時点： 2023年5月（調査終了月）
- 2) 為替交換レート： 1 US\$ = 134.38円
1 SLR = 0.39703円
- 3) 施工・調達期間： 詳細設計、工事（又は機材調達）の期間は、施工工程に示したとおり。
- 4) その他： 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。なお、本事業は予備的経費を想定した案件となっている。但し、予備的経費の適用及び経費率については外務省によって別途決定される。

3-5-2 運営・維持管理費

システムの運転維持管理は各病院の現状の維持管理部門スタッフで可能のため、新たな人件費の増は見込まない。他方、表3.61に示す運営・維持管理費が必要になる。

表 3.61 年間運営・維持管理費集計表

サイト	項目	費用 (米ドル)	備考
スリジャヤワルダナプラ 総合病院	維持管理の外注費	500	外部会社によるサービス費用。
	エアコン交換積立費	320	1 unit
クルネガラ教育病院	維持管理の外注費	500	
	エアコン交換積立費	320	1 unit
ラトナプラ教育病院	維持管理の外注費	500	
	エアコン交換積立費	640	2 unit

備考：現地通貨から換算レート： 1 SLR = 0.39703 円、1 US\$ = 134.38 円

[出所] 調査団作成

第4章 プロジェクトの評価

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

事業実施の前提条件として、スリランカ側は、許認可取得、各病院での先方負担事項の履行のための予算を確保する。許認可取得、各病院での先方負担事項の概要を以下に示す。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

(1) 入札公示前

- ① 各病院は、工事实施に係る許認可申請を行う。
- ② 各病院の主資材置き場及び副資材置き場の敷地を確保する。
- ③ 各病院は、据付工事等期間中のコンサルタント及び調達業者の仮設現場事務所の空きスペースを確保する。
- ④ スリジャヤワルダナプラ総合病院は、建設予定地内の支障物（架空電線及び電柱）を移設するための予算確保及び必要な事前作業を行う。
- ⑤ スリジャヤワルダナプラ総合病院は、本計画のコンテナ据付予定地にある既設コンテナを移設するための予算確保及び必要な事前作業を行う。
- ⑥ スリジャヤワルダナプラ総合病院は、調達業者が行う既設 B 棟スレート屋根上の既設瓦の撤去及び保管先の場所を確保するための予算確保及び必要な事前作業を行う。
- ⑦ ラトナプラ教育病院は、主資機材置き場出入口および低圧架空ケーブル線路で障害となる既存樹木の移設を行う。
- ⑧ クルネガラ教育病院は既設焼却炉の解体・撤去・整地を行うための予算確保及び必要な事前作業を行う。
- ⑨ 各病院は、その他本計画で調達する機材の据付予定地を協力準備調査時点の状態に維持する。

(2) 工事期間中

- ① 各病院は、日本側工事開始前に、上記（1）項④～⑧で事前調整を行った作業を遅滞なく行う。
- ② 各病院は、調達業者と調整し、本計画で据付する機材を既設設備と連系する際に必要な停電を行う。
- ③ 各病院は、本計画の太陽光発電システムを系統と連系する際に必要となるセイロン電力庁の連系許可を得るための申請を行う。そして、調達業者が連系試験を行うための現場試験実施の調整を行う。

(3) 供用開始後

各病院は、「3-4-2 日常点検と定期点検項目」項の記す内容に基づいて調達機材を適正・効果的に運転維持管理する。

4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現・持続させるために前提となる外部条件は、以下のとおりである。

(1) 上位目標に対して

- 再生可能エネルギーに関する政策が変更されない。
- 政治・経済が安定している。

(2) プロジェクト目標に対して

- 運転維持管理に必要な予算が確保される。
- 運転維持管理が持続的に行われる。

(3) 期待される成果に対して

- 現状の気象条件が維持される。
- 太陽光発電システムが十分に稼働する。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

以下に示すとおり、本計画はスリランカの開発計画やエネルギー政策の実現に資するとともに、一般国民にプロジェクト効果が裨益するものであることから、協力対象事業の妥当性は高い。

(1) 裨益性

本計画により削減される電力料金は保健省に還元される。保健省はスリランカ国民の健康に対する政策を実施する機関であるため、裨益は全スリランカ国民に資する。

(2) 我が国の援助方針との整合性

保健省の年次報告書（2020年）によると、保健省の目標の一つは、自己負担額の削減と財政リスクの削減のための新戦略の開発である。これに対して我が国は、対スリランカ国別開発協力方針の重点分野（中目標）において、「脆弱性の軽減」として、気候変動・防災対策のための政府の体制整備・強化に向けて、ハード・ソフトの両面で取り組みを支援すると共に、保健・医療などの分野を中心として関連施設の整備や能力強化などの社会サービス基盤の改善支援を挙げている。

本計画で太陽光発電システムを据付することにより、保健省への財務への貢献から質の向上に寄与することが期待できる。また、屋根への太陽光発電システムは、各病院の電力供給システムを強化するため、我が国の中目標である関連施設の整備に資する。そのため、本事業は、スリランカ、我が国双方の援助方針と合致するため整合性は高い。

4-4-2 有効性

本計画では、以下に示す温室効果ガスの削減と電力料金削減の効果が十分に期待される。運転維持管理機関である各病院の維持管理部門（保安員）は運転維持管理する技術力を有しており、有効性を達成できる。

(1) 定量的評価

本計画により期待できる定量的効果を表 4.1 に示す。

表 4.1 本計画による定量的効果

成果指標	基準値 (2023 年)	供用開始年 (2028 年)
太陽光発電システムによる発電量	0	1,269.4MWh (現状の病院の電力消費量の 8.6%に相当)
温室効果ガス (GHG) 排出削減量	0	820t-CO ₂ (現状の病院の電力使用に起因する CO ₂ 排出量の 11.1%を削減)
セイロン電力庁に対する支払削減額	0	約 25.5 百万 SLR/年 (約 10.1 百万円/年) (現状の病院の電気代の 8.7%を削減。)

備考： 2022 年実施の質問状の結果を踏まえ、各病院の電力料金を SLGH、TH Ratnapura、TH Kurunegala の順に 22.6SLR/kWh、18.0SLR/kWh、17.6SLR/kWh として計算した。

[出所] 調査団

1) 年間発電電力量の算定

本計画により導入される太陽光発電システムの発電量を計算する。各月の推定発電電力量を E_{PM} [kWh/月]、基本設計係数を K' 、温度補正係数を K_{PT} 、太陽電池モジュールの公称最大出力の和を P_{AS} [kW]、月積算傾斜面日射量を H_{AM} [kWh/(m²・月)]、標準試験条件における日射強度を G_s [kW/m²] とすると、 E_{PM} は次のように表せられる。

$$E_{PM} = K' \times K_{PT} \times P_{AS} \times H_{AM} / G_s$$

基本設計係数 K' は、日射量年変動補正、経時変化補正、アレイ回路補正、アレイ負荷整合補正などから成る直流補正係数 K_d 、インバータ実効効率を η_{INO} とすると、次のように示される。

$$K' = K_d \times \eta_{INO}$$

- K_d は、太陽電池表面の汚れ、太陽の日射強度が変化することによる損失の補正、太陽電池の特性差による補正を含み、0.9 と想定した。
- η_{INO} は 0.95 とした。

K_{PT} は、日射により太陽電池の温度が上がり、変換効率が変わるための補正係数であり、以下計算式により求められる。

$$K_{PT} = 1 + \alpha (T_m - 25) / 100$$

ここに、 α : 最大出力温度係数 (%/°C) = -0.5 (%/°C) [結晶系モジュールを想定]、 T_m : モジュール温度 (°C) = $T_{av} + \Delta T$ 、 T_{av} : 月平均気温 (°C) とする。また、 ΔT : モジュール温度上昇

(°C)は屋根置き形であるため 21.5°Cを用いた。

アレイ出力 P_{AS} は、各建屋屋根の想定太陽光モジュールの最大出力の和を想定する。 H_{AM} は、日射量計算ソフトの METEONORM Version 8.1 を用い、表 4.2 に示す条件にて得る傾斜面日射量を利用する。

表 4.2 太陽光発電システムによる発電量計算条件

位置	建屋	PV 出力 (kW)	方位角	傾斜	備考
スリジャヤワルダナプラ 総合病院 (コロンボ)	B 棟	210.74	+4°	21°	南向きの屋根
		232.47	-176°	21°	北向きの屋根
ラトナプラ教育病院 (ラトナプラ)	JICA 棟	92.25	-21°	21°	南南東向きの屋根
		92.25	+159°	21°	北北西きの屋根
	救急救命棟	12.30	-7°	21°	南向きの屋根
		6.15	+83°	21°	西向きの屋根
		12.30	+173°	21°	北向きの屋根
		6.15	-97°	21°	東向きの屋根
		12.30	-5°	15°	南向きの屋根
	血液バンク棟	6.15	+85°	15°	西向きの屋根
		6.15	+175°	15°	北向きの屋根
		6.15	-95°	15°	東向きの屋根
		6.15	-95°	15°	東向きの屋根
	クルネガラ教育病院 (クルネガラ)	産科病棟	73.39	-34°	26°
45.1			+56°	26°	南西向きの屋根
91.43			+146°	26°	北西向きの屋根
51.66			-124°	26°	北東向きの屋根

G_s は標準試験条件における日射強度であり、1 を用いた。

以上の条件に基づいて計算する結果、各月の太陽光発電システムによる発電量は表 4.3 のとおり算出され、年間総発電量は 1,269.4 MWh と推測する。

表 4.3 太陽光発電システムによる月別発電量

スリジャヤワルダナプラ総合病院

単位：MWh

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
Block-B	47.9	49.6	58.1	54.5	50.4	48.8	50.3	51.7	52.3	50.1	46.8	44.2	604.7

ラトナプラ教育病院

単位：MWh

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
JICA 棟	20.7	21.1	24.6	22.8	21.0	20.3	20.8	21.4	21.6	21.2	19.9	18.9	254.2
血液 バンク棟	3.6	3.7	4.2	3.9	3.5	3.4	3.5	3.6	3.7	3.7	3.4	3.3	43.5

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
救急 救命棟	4.1	4.2	4.9	4.6	4.2	4.1	4.2	4.3	4.3	4.2	4.0	3.8	50.9
合計	28.4	29.0	33.7	31.3	28.7	27.8	28.5	29.3	29.6	29.1	27.3	26.0	348.6

クルネガラ教育病院

単位：MWh

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
産科病棟	26.6	26.7	31.1	29.3	26.4	25.4	25.9	26.1	26.0	25.5	24.0	23.2	316.1

[出所] 調査団

2) クリーンエネルギー導入により削減される年間化石燃料消費量

JICA の公開する気候変動対策支援ツール (JICA Climate-FIT: 緩和策 Mitigation) によると、太陽光による発電施設を増設する案件の場合、GHG 排出削減量 ER_y は以下のとおり計算する。

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

ただし、

- ER_y : y 年の事業実施による GHG 排出削減量 (t-CO₂e/y)
- BE_y : y 年のベースラインシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO₂e/y)
- PE_y : y 年のプロジェクトシナリオにおける GHG 排出量 (t-CO₂e/y)

また、 BE_y は、以下のとおり計算する。

$$BE_y = EG_y - EF_{elec}$$

ただし、

- EG_y : 再エネ発電施設による y 年における年間発電量 (MWh/年)
- EF_{elec} : 電力の CO₂ 排出係数 (t-CO₂/MWh)

ここで、 EG_y は、1) で求めたとおり 1,269.4MWh を使用する。

EF_{elec} には太陽光発電システムの断続的に給電するという特徴を加味し Combined Margin Grid Emission Factor (intermittant Energy) の数値を使用するため、上記ツールの別表 3 を参考にし、0.646 を使用する。 BE_y は $1,269.4 \times 0.646 = 820$ t-CO₂ と算出する。

太陽光による発電施設増設案件のため、 PE_y は 0 とする。

以上から、GHG 排出削減量 ER_y は、 $820 - 0 = 820$ t-CO₂ と算出する。

3) 計画の持続発展性

各病院が CEB に対して支払う電力料金は約 17.2SLR/kWh である。本計画による太陽光発電システムの導入後、系統への逆流は発生しない見込みである。太陽光発電システムによる全発電量が各病院で消費される場合、表 4.4 に示す支払を毎月削減させ、結果として年間

約 21.8 百万スリランカルピーの電気料金支出を減じることが可能になる。なお、「3-5-2 運営・維持管理費」によると年間維持管理費用は 2,780 米ドル (941 千 SLR) であることから、期待される削減電力料金の 4%程度である。そのため、供用開始後の持続発展性は確保されると考える。

表 4.4 GEB に対して削減される電気使用料金

単位：千 SLR

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
SJGH	824	853	999	937	867	839	865	889	900	862	805	760	10,401
TH Ratnapura	488	499	580	538	494	478	490	504	509	501	470	447	5,996
TH Kurunegala	458	459	535	504	454	437	445	449	447	439	413	399	5,437

[出所] 調査団

(2) 定性的効果

本計画により期待される定性的効果を表 4.5 に示す。

表 4.5 本計画にて期待される定性的効果

現状と問題点	本計画での対策	計画の効果・改善程度
1. スリランカでは再生可能エネルギーの導入促進に係り、「再生可能エネルギーマスタープラン」において、2030年までに再生可能エネルギーによる発電電力量の総発電電力量に対する割合を 30%とする目標が示されている。	各病院に設備容量約 900 kWp の系統連系型太陽光発電システムを導入する。	本計画により導入される太陽光発電システムはメガソーラークラスであり、国の進める再生可能エネルギーの導入目標数値達成に対して、実勢値を大きく前進させる。
2. 保健省は限られた予算額で保健分野に係る政策を実施している。	保健省の政策実施の予算額が増える。	保健省の 2020 年年次報告書によると、2020 年の経常支出予算は 127,606 百万ルピーである。本計画により 21.8 百万ルピーの削減が見込まれる。第一次現地調査のヒアリングによると、この費用削減により、その他の政策実施に割り当てられることが見込まれるため、間接的に政策実施の予算額を増やす効果が期待できる。

添付資料

1. 調査団員・氏名

第一次現地調査

氏名	担当業務	所属	備考
久下 勝也	総括	独立行政法人 国際協力機構 社会基盤部 資源・エネルギーG	オンライン
柴田 久里	計画管理	独立行政法人 国際協力機構 社会基盤部 資源・エネルギーG 第一 T	オンライン
不二葦 教治	業務主任者/ 太陽光発電計画 (1)	八千代エンジニアリング株式会社	
阿部 真	太陽光発電計画 (2)	八千代エンジニアリング株式会社	オンライン
橋本 秀実	蓄電池システム	八千代エンジニアリング株式会社	
近藤 和晃	副業務主任者/ 機材計画 (1)	八千代エンジニアリング株式会社	
中村太郎	機材計画 (2)	西日本技術開発株式会社	
大橋圭一郎	機材計画 (3)	西日本技術開発株式会社	
増田一郎	施設改修計画 (1)	八千代エンジニアリング株式会社	
山本寿幸	施設改修計画 (2)	八千代エンジニアリング株式会社	
伊藤晃生	施設改修計画 (3)	八千代エンジニアリング株式会社	
小松大記	施設計画/ 積算 (施設)	八千代エンジニアリング株式会社	
藤原慧矢	調達・施工計画/ 積算 (機材)	八千代エンジニアリング株式会社	

2. 調査行程

第一次現地調査日程表

月日	曜日	実働員	業務主任者／太陽光発電計画(1)	副業務主任者／機材計画(1)	蓄電池システム	機材計画(2)	機材計画(3)	調達・施工計画／積算(機材)	施設改修計画(1)	施工計画／積算(施設)	施設改修計画(2)	施設改修計画(3)	宿泊地		
			不二重毅治 八千代エンジニアリング	近藤和晃 八千代エンジニアリング	橋本秀実 八千代エンジニアリング	中村太郎 西日本技術開発	大橋圭一郎 西日本技術開発	森原基夫 八千代エンジニアリング	増田一郎 八千代エンジニアリング	小松大記 八千代エンジニアリング	山本寿幸 八千代エンジニアリング	伊藤晃生 八千代エンジニアリング			
1	2023/4/15	土	成田(11:20)⇒コロンボ(17:10) by UL455						成田(11:20)⇒コロンボ(17:10) by UL455					コロンボ	
2	2023/4/16	日							資料整理・国内打合せ					コロンボ	
3	2023/4/17	月							サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)					コロンボ	
4	2023/4/24	木							資料整理・国内打合せ					コロンボ	
5	2023/12/31	金	サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)						サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)					コロンボ	
4	2023/4/18	火	サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)						サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)					コロンボ	
5	2023/4/19	水	移動(コロンボ→クルネガラ) サイト状況調査(クルネガラ病院)						移動(コロンボ→ラトナブラ) サイト状況調査(ラトナブラ病院)		移動(コロンボ→クルネガラ) サイト状況調査(クルネガラ病院)			ラトナブラ クルネガラ	
6	2023/4/20	木	サイト状況調査(クルネガラ病院)						サイト状況調査(ラトナブラ病院)		サイト状況調査(クルネガラ病院)			ラトナブラ クルネガラ	
7	2023/4/21	金	サイト状況調査(ラトナブラ病院)						サイト状況調査(ラトナブラ病院)		移動(クルネガラ→ラトナブラ) サイト状況調査(ラトナブラ病院)			ラトナブラ	
8	2023/4/22	土	サイト状況調査(ラトナブラ病院)						サイト状況調査(ラトナブラ病院)		サイト状況調査(ラトナブラ病院)			ラトナブラ	
9	2023/4/23	日	移動(ラトナブラ→コロンボ) 資料整理・国内打合せ						移動(ラトナブラ→コロンボ) 資料整理・国内打合せ					コロンボ	
10	2023/4/24	月	09:00 JICA事務所参観訪問 11:00 保健省参観訪問 16:00 技術協議(再生可能エネルギー庁)	サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)						市場調査 サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)					コロンボ
11	2023/4/25	火	8:00 サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院) 14:00 スリランカ規格参観訪問	サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)			成田(11:20)⇒コロンボ(17:10) by UL455		市場調査 サイト状況調査(スリジャヤワルダナブラ病院)				コロンボ		
12	2023/4/26	水	ミニッツ協議	11:00 技術協議(電力エネルギー省) 12:00 ミニッツ協議	移動(コロンボ→ラトナブラ) サイト状況調査(ラトナブラ病院)			市場調査		市場調査			コロンボ ラトナブラ		
13	2023/4/27	木	情報分析・国内協議		サイト状況調査(ラトナブラ病院)			市場調査		市場調査 技術協議(再生可能エネルギー庁) 施工計画(案)作成			コロンボ ラトナブラ		
14	2023/4/28	金	11:30 大鉄館報告 13:30 JICA事務所報告 移動(コロンボ(19:15)⇒成田(07:35+1) by UL454)		サイト状況調査(ラトナブラ病院)			市場調査		市場調査 技術協議(気象庁) 移動(コロンボ(19:15)⇒成田(07:35+1) by UL454)			コロンボ ラトナブラ		
15	2023/4/29	土	帰国		移動(コロンボ→ラトナブラ)[近藤・藤原] サイト状況調査(ラトナブラ病院)			帰国					ラトナブラ		
16	2023/4/30	日	移動(ラトナブラ→クルネガラ) 情報分析・国内協議											クルネガラ	
17	2023/5/1	月	サイト状況調査(クルネガラ病院) フィールドレポート作成											クルネガラ	
18	2023/5/2	火	サイト状況調査(クルネガラ病院) フィールドレポート作成											クルネガラ	
19	2023/5/3	水	サイト状況調査(クルネガラ病院) フィールドレポート作成											クルネガラ	
20	2023/5/4	木	移動(クルネガラ→コロンボ) オンライン協議(フィールドレポート案)											コロンボ	
21	2023/5/5	金	満月祭第一日 資料整理・国内打合せ											コロンボ	
22	2023/5/6	土	満月祭第二日 資料整理・国内打合せ											コロンボ	
23	2023/5/7	日	資料整理・国内打合せ											コロンボ	
24	2023/5/8	月	保健省報告・フィールドレポート署名・JICA事務所報告 移動(コロンボ(19:15)⇒成田(07:35+1) by UL454)											機中泊	
25	2023/5/9	火	帰国											—	

第二次現地調査日程表(オンライン)

月日			官団員	業務主任者／太陽光発電計画(1)	副業務主任者／機材計画(1)	施設改修計画(2)	宿泊地
				不二葦教治 八千代エンジニアリング	近藤和晃 八千代エンジニアリング	橋本秀実 八千代エンジニアリング	
1	2023/8/21	月	準備調査報告書案説明、ミニッツ協議				オンライン
2	2023/8/22	火					
3	2023/8/23	水					
4	2023/8/24	木					
5	2023/8/25	金	準備調査報告書案説明、ミニッツ協議				オンライン

3. 関係者（面会者）リスト

所属および氏名

職位

保健省

Ministry of Health (MOH)

Dr. Sunil De Alwis

Consultant in Medical Administration
Additional Secretary (Medical Services)

Dr. Avanthi Rupasinghe

Senior Registrar/Add. Secretary of Office

Eng. S.P. Senavirathna

Civil Engineer

Eng. A.S. Dharmabandu

Mechanical Engineer

Eng. K.S.C.M. De Silva

Electrical Engineer

スリジャヤワルダナプラ総合病院

Sri Jayewardenepura General Hospital

Dr. Rathnasiri A Hewage

Consultant in Medical Administration
Director

T.W. Jayanath

Electrical Foreman

D.C. Wickramasena

Accountant

T.W. Malitha S. Perera

Management Assistant

ラトナプラ教育病院

Teaching Hospital Ratnapura

Dr. Anoja Rodrigo

Director

Dr. R.D.S. Ranasinghe

Deputy Director

Dr. K.D.U.C. Rathnayake

Medical Officer-GMU

I.B.Y. Kandewatta

Development Officer

クルネガラ教育病院

Teaching Hospital Kurunegala

Dr. Chandana Kendangamuwa

Director

Dr. Sanjeewanie Rajakaruna

Deputy Director

Dr. H.B.I.L. Siriwimala

Medical Officer - Planning

A.L. K. Samarasinghe

Resident Engineer – CECB

S. Wickaramaarchchi

Hospital Secretary

Thushara Ilankoon

Hospital Secretary

Dr. R.A.W.N. Ranathunga

Medical Officer Quality Management Unit

H.M.P. Gunaratne

Development Officer

H.M.I.S. Herath

Development Officer

H.M.N.J. Bandara

Health Management Assistant Officer

E.D.M.K. Wijesinghe

Development Officer

H.M.J.P.B. Herath

Health Management Assistant Officer

所属および氏名

職位

電力エネルギー省

Ministry of Power and Energy

Mr. Samitha Thennakoon

Deputy Director

スリランカ・持続可能エネルギー庁

Sri Lanka Sustainable Energy Authority

Eng. J. M. Athla

Director General

スリランカ 気象局

Department of Meteorology

Shiromani Jayawardene

Director

中央技術コンサルタント局（ラトナプラ）

Central Engineering Consultancy Bureau (CECB), Ratnapura

Aruna Abeyrathne

Electrical Engineer

Praneeth Jayaweera

Electrical Superintendent

セイロン電力公社（ラトナプラ）

Ceylon Electricity Board (CEB), Ratnapura

Eng. Parakrama Ranasinghe

Civil Engineer

I.A.M. Senarath

Quantity Surveyor

セイロン電力公社（クルネガラ）

Ceylon Electricity Board (CEB), Kurunegala

Eng. Palitha Rathnayake

Chief Engineer

在スリランカ日本国大使館

Embassy of Japan in Sri Lanka

Ms. Sachi Tanaka

Second Secretary (Economic Section)

JICAスリランカ事務所

JICA Sri Lanka Office

Tetsuya Yamada

Chief Representative

Yuri Ide

Senior Representative

Tsuyoshi Mizuno

Representative

Takashi Kondo

Representative

4. 討議議事録 (M/D)

Minutes of Discussions
on
the Preparatory Survey for the Project
for

Strengthening Electricity Resilience in Hospitals Using Renewable Energy

Based on the several preliminary discussions between the Government of Sri Lanka (hereinafter referred to as "Sri Lanka") and Japan International Cooperation Agency, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") dispatched the Preparatory Survey Team for the Outline Design (hereinafter referred to as "the Team") of the Project for Strengthening Electricity Resilience in Hospitals Using Renewable Energy (hereinafter referred to as "the Project") to Sri Lanka. The Team held a series of discussions with the officials of the Government of Sri Lanka and conducted a field survey. In the course of the discussions, both sides have confirmed the main items described in the attached sheets.

Colombo, 28 April, 2023


Dr. KUGE Katsuya
Leader, Preparatory Survey Team
Japan International Cooperation Agency
Japan


Mr. Janaka Sri Chinadraguptha
Secretary
Ministry of Health
Sri Lanka

ATTACHMENT

1. Objective of the Project
The objective of the Project is to provide a stable power supply to the hospitals by/through installing solar power generation and battery storage system, thereby contributing to provide improved medical services through decarbonization and reduction of cost of fuel and electricity.
2. Title of the Preparatory Survey
Both sides confirmed the title of the Preparatory Survey as "the Preparatory Survey for the Project for Strengthening Electricity Resilience in Hospitals Using Renewable Energy".
3. Project site
Both sides confirmed that the sites of the Project are Sri Jayawardhanapura General Hospital (SJGH) in Western Province, Teaching Hospital (TH) - Rathnapura in Sabaragamuwa Province, and Teaching Hospital (TH) - Kurunegala in North-Western Province, which is shown in Annex 1.
4. Responsible authority for the Project
Both sides confirmed the authorities responsible for the Project are as follows:
4-1. The Ministry of Health will be the executing agency for the Project (hereinafter referred to as "the Executing Agency"). The Executing Agency shall coordinate with all the relevant authorities to ensure smooth implementation of the Project and ensure that the undertakings for the Project shall be managed by relevant authorities properly and on time. The organization charts are shown in Annex 2.
5. Items requested by the Government of Sri Lanka
5-1. As a result of discussions, both sides confirmed that the items requested by the Government of Sri Lanka are as follows:
Roof mounted solar power generation and battery storage system with EMS (Energy Management System) for Sri Jayawardhanapura General Hospital, Teaching Hospital - Rathnapura and Teaching Hospital - Kurunegala
5-2. JICA will assess the feasibility of the above requested items through the survey and will report the findings to the Government of Japan. The final scope of the Project will be decided by the Government of Japan.

5-3. The Government of Sri Lanka shall submit an official request to the Government of Japan through a diplomatic channel before the appraisal of the Project, which is scheduled in August, 2023.

6. Procedures and Basic Principles of Japanese Grant

6-1. The Sri Lanka side agreed that the procedures and basic principles and basic principles of Japanese Grant (hereinafter referred to as "the Grant") as described in Annex 3 shall be applied to the Project.

As for the monitoring of the implementation of the Project, JICA requires Sri Lanka side to submit the Project Monitoring Report, the form of which is attached as Annex 4.

6-2. The Sri Lanka side agreed to take the necessary measures, as described in Annex 5, for smooth implementation of the Project. The contents of the Annex 5 will be elaborated and refined during the Preparatory Survey and be agreed in the mission dispatched for explanation of the Draft Preparatory Survey Report.

The contents of Annex 5 will be updated as the Preparatory Survey progresses, and eventually, will be used as an attachment to the Grant Agreement.

7. Schedule of the Survey

7-1. The Team will proceed with further survey in Sri Lanka until 8th of May 2023.

7-2. An official request to the Government of Japan will be submitted before August, 2023.

7-3. JICA will prepare a draft Preparatory Survey Report in English and to explain its contents around August 2023.

7-4. If the contents of the draft Preparatory Survey Report is accepted and the undertakings for the Project are fully agreed by the Sri Lanka side, JICA will finalize the Preparatory Survey Report and send it to Sri Lanka around April 2024.

7-5. The above schedule is tentative and subject to change.

8. Environmental and Social Considerations

8-1. The Sri Lanka side confirmed to give due environmental and social considerations during implementation, and after completion of the Project, in accordance with the JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (January, 2022).

8-2. The Project is categorized as "A/B/C/FT" from the following considerations:

The project is likely to have minimal adverse impact on the environment under the JICA guidelines for environmental and social considerations (January, 2022).

The EIA report is not required for the Project in the country's legal system.

9. Other Relevant Issues

9-1 Gender Mainstreaming

Both sides confirmed that following gender elements shall be duly reflected in the scope of Preparatory Survey.

(a) Percentage of female in health service beneficiaries and service providers.

(b) Percentage of female staff in departments responsible for equipment maintenance.

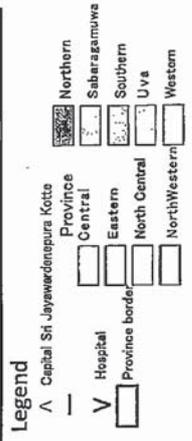
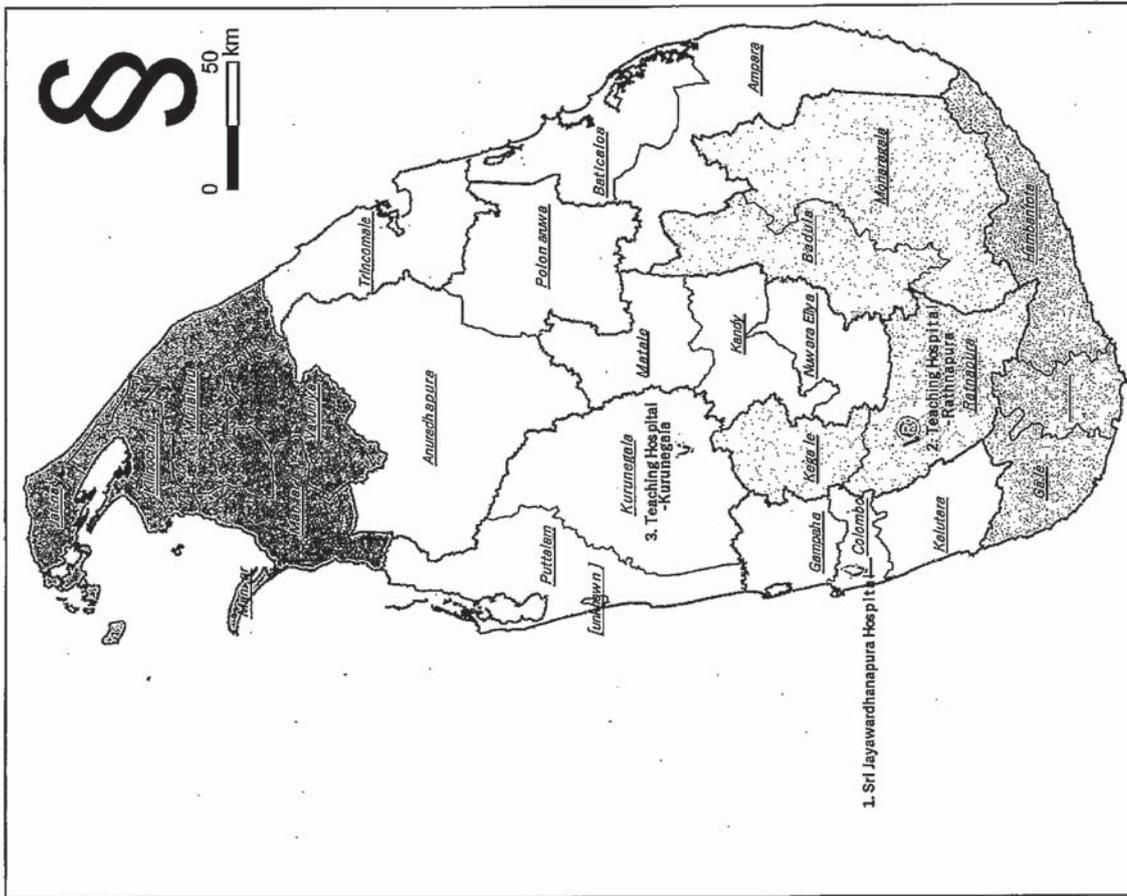
Annex 1 Project Site

Annex 2 Organization Chart

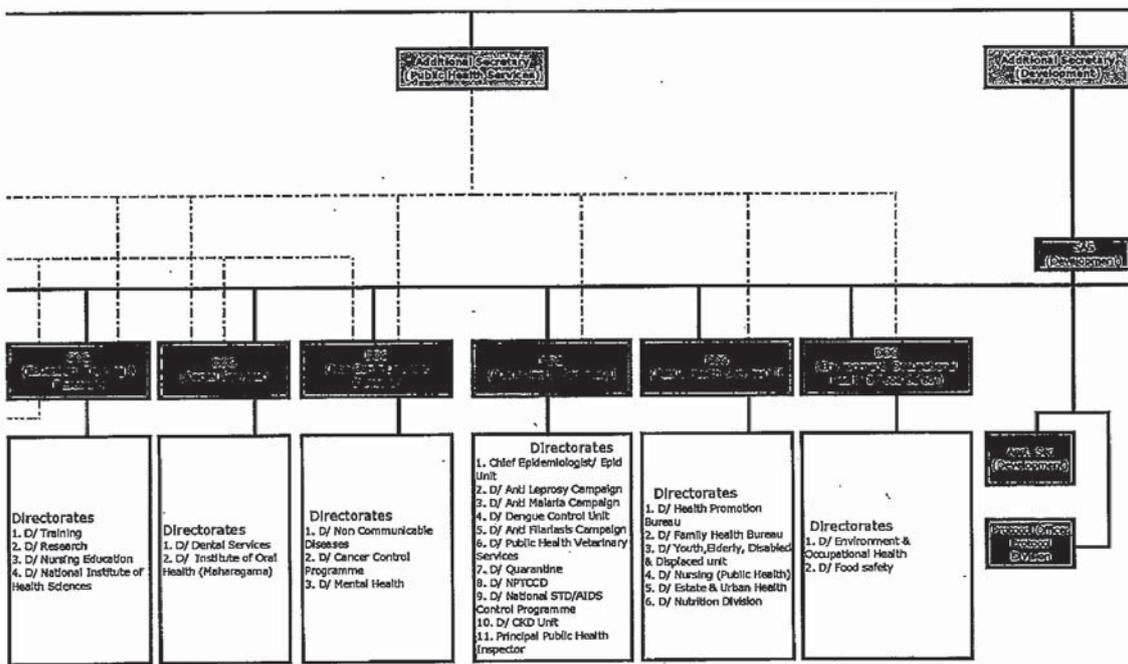
Annex 3 Japanese Grant

Annex 4 Project Monitoring Report (template)

Annex 5 Major Undertakings to be taken by the Government of Sri Lanka



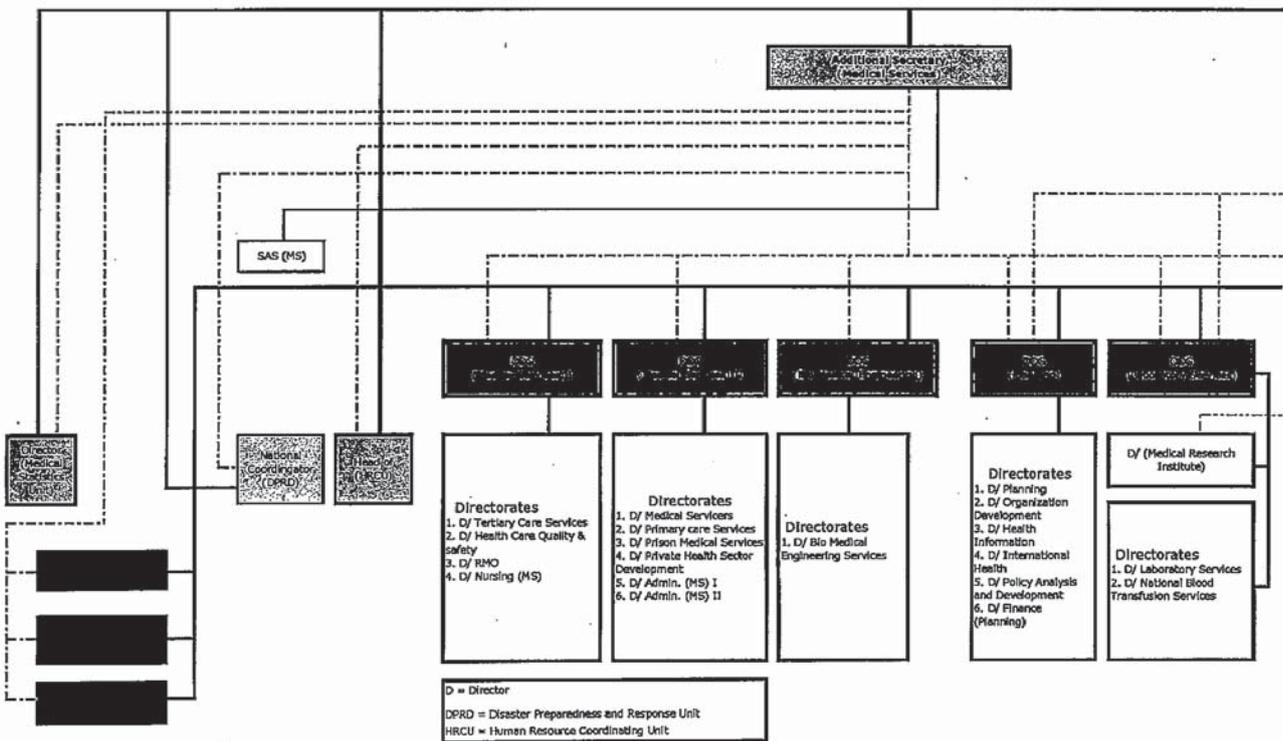
Project Site



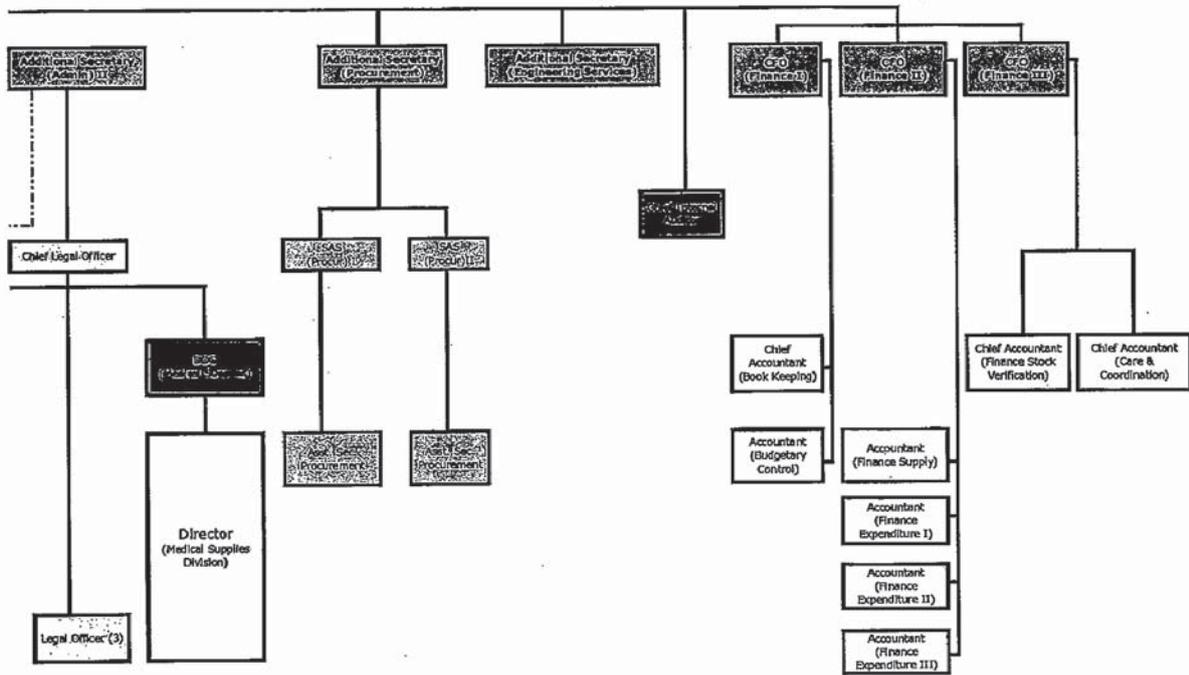
OD Unit - MDPU (24.03.2022)

Annex 2

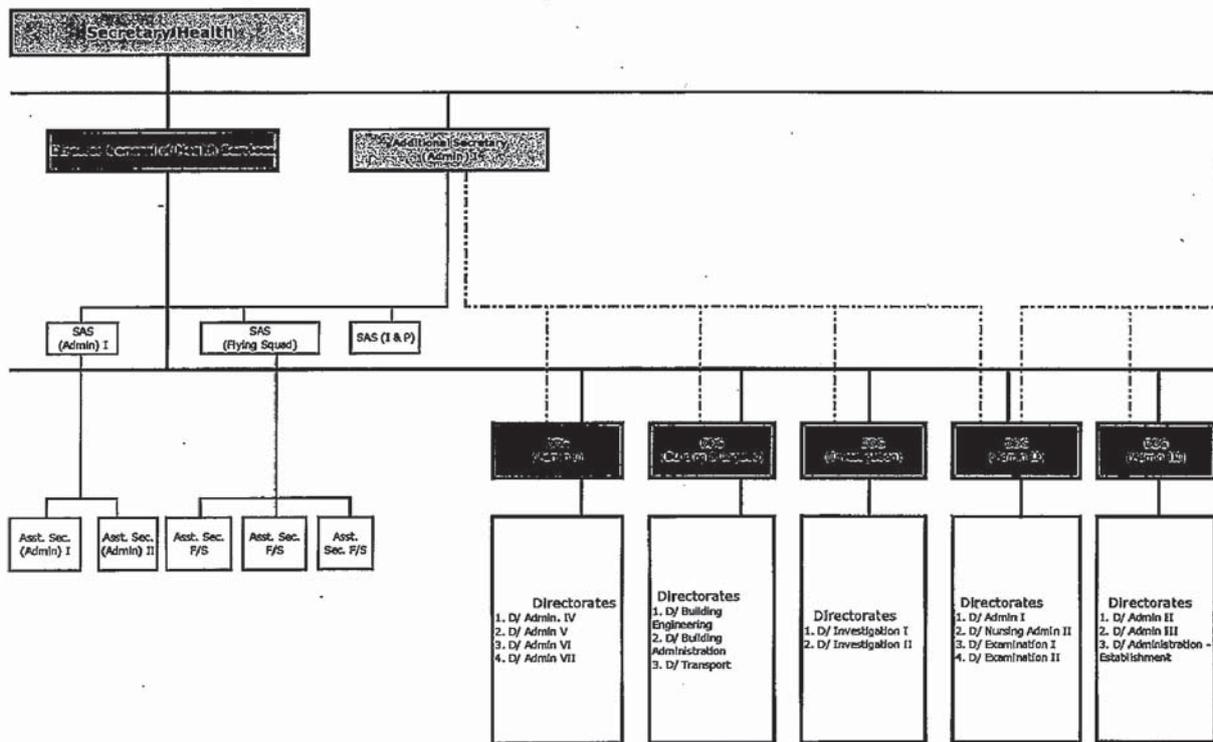
Draft Organization Structure for Ministry of Health - 24.03.2022



OD Unit - MDPU (24.03.2022)



OD Unit - MDPU (24.03.2022)



OD Unit - MDPU (24.03.2022)

JAPANESE GRANT

The Japanese Grant is non-reimbursable fund provided to a recipient country (hereinafter referred to as "the Recipient") to purchase the products and/or services (engineering services and transportation of the products, etc.) for its economic and social development in accordance with the relevant laws and regulations of Japan. Followings are the basic features of the project grants operated by JICA (hereinafter referred to as "Project Grants").

1. Procedures of Project Grants

Project Grants are conducted through following procedures (See "PROCEDURES OF JAPANESE GRANT" for details):

- (1) Preparation
 - The Preparatory Survey (hereinafter referred to as "the Survey") conducted by JICA
- (2) Appraisal
 - Appraisal by the government of Japan (hereinafter referred to as "GOJ") and JICA, and Approval by the Japanese Cabinet
- (3) Implementation
 - Exchange of Notes
 - The Notes exchanged between the GOJ and the government of the Recipient
 - Grant Agreement (hereinafter referred to as "the G/A")
 - Agreement concluded between JICA and the Recipient
 - Banking Arrangement (hereinafter referred to as "the B/A")
 - Opening of bank account by the Recipient in a bank in Japan (hereinafter referred to as "the Bank") to receive the grant
 - Construction works/procurement
 - Implementation of the project (hereinafter referred to as "the Project") on the basis of the G/A
- (4) Ex-post Monitoring and Evaluation
 - Monitoring and evaluation at post-implementation stage

2. Preparatory Survey

(1) Contents of the Survey

The aim of the Survey is to provide basic documents necessary for the appraisal of the the Project made by the GOJ and JICA. The contents of the Survey are as follows:

- Confirmation of the background, objectives, and benefits of the Project and also institutional capacity of

relevant agencies of the Recipient necessary for the implementation of the Project.

- Evaluation of the feasibility of the Project to be implemented under the Japanese Grant from a technical, financial, social and economic point of view.
- Confirmation of items agreed between both parties concerning the basic concept of the Project.
- Preparation of an outline design of the Project.
- Estimation of costs of the Project.
- Confirmation of Environmental and Social Considerations

The contents of the original request by the Recipient are not necessarily approved in their initial form. The Outline Design of the Project is confirmed based on the guidelines of the Japanese Grant.

JICA requests the Recipient to take measures necessary to achieve its self-reliance in the implementation of the Project. Such measures must be guaranteed even though they may fall outside of the jurisdiction of the executing agency of the Project. Therefore, the contents of the Project are confirmed by all relevant organizations of the Recipient based on the Minutes of Discussions.

(2) Selection of Consultants

For smooth implementation of the Survey, JICA contracts with (a) consulting firm(s). JICA selects (a) firm(s) based on proposals submitted by interested firms.

(3) Result of the Survey

JICA reviews the report on the results of the Survey and recommends the GOJ to appraise the implementation of the Project after confirming the feasibility of the Project.

3. Basic Principles of Project Grants

(1) Implementation Stage

1) The E/N and the G/A

After the Project is approved by the Cabinet of Japan, the Exchange of Notes (hereinafter referred to as "the E/N") will be signed between the GOJ and the Government of the Recipient to make a pledge for assistance, which is followed by the conclusion of the G/A between JICA and the Recipient to define the necessary articles, in accordance with the E/N, to implement the Project, such as conditions of disbursement, responsibilities of the Recipient, and procurement conditions. The terms and conditions generally applicable to the Japanese Grant are stipulated in the "General Terms and Conditions for Japanese Grant (January 2016)."

2) Banking Arrangements (B/A) (See "Financial Flow of Japanese Grant (A/P Type)" for details)

a) The Recipient shall open an account or shall cause its designated authority to open an account under the name of the Recipient in the Bank, in principle. JICA will disburse the Japanese Grant in Japanese yen for the Recipient to cover the obligations incurred by the Recipient under the verified contracts.

b) The Japanese Grant will be disbursed when payment requests are submitted by the Bank to JICA under an Authorization to Pay (A/P) issued by the Recipient.

3) Procurement Procedure

The products and/or services necessary for the implementation of the Project shall be procured in accordance with JICA's procurement guidelines as stipulated in the G/A.

4) Selection of Consultants

In order to maintain technical consistency, the consulting firm(s) which conducted the Survey will be recommended by JICA to the Recipient to continue to work on the Project's implementation after the E/N and G/A.

5) Eligible source country

In using the Japanese Grant disbursed by JICA for the purchase of products and/or services, the eligible source countries of such products and/or services shall be Japan and/or the Recipient. The Japanese Grant may be used for the purchase of the products and/or services of a third country as eligible, if necessary, taking into account the quality, competitiveness and economic rationality of products and/or services necessary for achieving the objective of the Project. However, the prime contractors, namely, constructing and procurement firms, and the prime consulting firm, which enter into contracts with the Recipient, are limited to "Japanese nationals", in principle.

6) Contracts and Concurrence by JICA

The Recipient will conclude contracts denominated in Japanese yen with Japanese nationals. Those contracts shall be concurred by JICA in order to be verified as eligible for using the Japanese Grant.

7) Monitoring

The Recipient is required to take their initiative to carefully monitor the progress of the Project in order to ensure its smooth implementation as part of their responsibility in the G/A, and to regularly report to JICA about its status by using the Project Monitoring Report (PMR).

8) Safety Measures

The Recipient must ensure that the safety is highly observed during the implementation of the Project.

9) Construction Quality Control Meeting

Construction Quality Control Meeting (hereinafter referred to as the "Meeting") will be held for quality assurance and smooth implementation of the Works at each stage of the Works. The member of the Meeting will be composed by the

Recipient (or executing agency), the Consultant, the Contractor and JICA. The functions of the Meeting are as follows:

a) Sharing information on the objective, concept and conditions of design from the Contractor, before start of construction.

b) Discussing the issues affecting the Works such as modification of the design, test, inspection, safety control and the Client's obligation, during of construction.

(2) Ex-post Monitoring and Evaluation Stage

1) After the project completion, JICA will continue to keep in close contact with the Recipient in order to monitor that the outputs of the Project is used and maintained properly to attain its expected outcomes.

2) In principle, JICA will conduct ex-post evaluation of the Project after three years from the completion. It is required for the Recipient to furnish any necessary information as JICA may reasonably request.

(3) Others

1) Environmental and Social Considerations

The Recipient shall carefully consider environmental and social impacts by the Project and must comply with the environmental regulations of the Recipient and JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April, 2010).

2) Major undertakings to be taken by the Government of the Recipient

For the smooth and proper implementation of the Project, the Recipient is required to undertake necessary measures including land acquisition, and bear an advising commission of the A/P and payment commissions paid to the Bank as agreed with the GOJ and/or JICA. The Government of the Recipient shall ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the Recipient with respect to the purchase of the Products and/or the Services be exempted or be borne by its designated authority without using the Grant and its accrued interest, since the grant fund comes from the Japanese taxpayers.

3) Measures to ensure more efficient implementation of the Grant

i) In the event that the EN and the G/A concerning a project cannot be signed by the end of the following Japanese fiscal year of the cabinet decision concerned by the GOJ, the authorities concerned of the two Governments will discuss the cancellation of the project.

ii) In the event that the period, specified in the G/A, during which the grant is available expires before the completion of the disbursement, the authorities concerned of the GO J will thoroughly review the status, situation and perspective of the implementation of the project concerned before extending the said period. The authorities concerned of the two Governments will discuss the termination of the project including a refund, unless there are concrete prospects for its completion.

iii) Regardless of the period mentioned in ii) above, the authorities concerned of the two Governments will, in the event that five years have passed since the cabinet decision concerned by the GOJ before the completion of the disbursement, except as otherwise confirmed between them, discuss the termination of a project including a refund, unless there are concrete prospects for its completion.

4) Proper Use

The Recipient is required to maintain and use properly and effectively the products and/or services under the Project (including the facilities constructed and the equipment purchased), to assign staff necessary for this operation and maintenance and to bear all the expenses other than those covered by the Japanese Grant.

5) Export and Re-export

The products purchased under the Japanese Grant should not be exported or re-exported from the Recipient.

Project Monitoring Report
on
Project for Strengthening Electricity Resilience in Hospitals Using Renewable Energy Grant Agreement No. XXXXXXXX
20XX, Month

Organizational Information

Signer of the G/A (Recipient)	Person in Charge (Designation) _____ Contacts _____ Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____
Executing Agency	Person in Charge (Designation) _____ Contacts _____ Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____
Line Ministry	Person in Charge (Designation) _____ Contacts _____ Address: _____ Phone/FAX: _____ Email: _____

General Information:

Project Title	
E/N	Signed date: _____ Duration: _____
G/A	Signed date: _____ Duration: _____
Source of Finance	Government of Japan: Not exceeding JPY _____ mil. Government of (): _____

1: Project Description

1-1 Project Objective

--

1-2 Project Rationale

- Higher-level objectives to which the project contributes (national/regional/sectoral policies and strategies)
- Situation of the target groups to which the project addresses

--

1-3 Indicators for measurement of "Effectiveness"

Quantitative indicators to measure the attainment of project objectives		
Indicators	Original (Yr)	Target (Yr)

Qualitative indicators to measure the attainment of project objectives	

2: Details of the Project

2-1 Location

Components	Original <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual
1.		

2-2 Scope of the work

Components	Original* <i>(proposed in the outline design)</i>	Actual*
1.		

Reasons for modification of scope (if any).
(PMR)

2-3 Implementation Schedule

Items	Original		Actual
	proposed in the outline design	(at the time of signing the Grant Agreement)	

Reasons for any changes of the schedule, and their effects on the project (if any)

--

2-4 Obligations by the Recipient

2-4-1 Progress of Specific Obligations
See Attachment 2.

2-4-2 Activities
See Attachment 3.

2-4-3 Report on RD
See Attachment 11.

2-5 Project Cost

2-5-1 Cost borne by the Grant (Confidential until the Bidding)

Components	Original (proposed in the outline design)	Actual (in case of any modification)	Cost (Million Yen)	
			Original ¹⁾²⁾	Actual
1.				
Total				

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate: 1 US Dollar = Yen

2-5-2 Cost borne by the Recipient

Components	Original (proposed in the outline design)	Actual (in case of any modification)	Cost (1,000 Taka)	
			Original ¹⁾²⁾	Actual
1.				

Note: 1) Date of estimation:
2) Exchange rate: 1 US Dollar =

Reasons for the remarkable gaps between the original and actual cost, and the countermeasures (if any)

(PMR)

2-6 Executing Agency

- Organization's role, financial position, capacity, cost recovery etc,
- Organization Chart including the unit in charge of the implementation and number of employees.

Original (at the time of outline design)
name:
role:
financial situation:
institutional and organizational arrangement (organogram):
human resources (number and ability of staff):
Actual (PMR)

2-7 Environmental and Social Impacts

- The results of environmental monitoring based on Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
- The results of social monitoring based on in Attachment 5 (in accordance with Schedule 4 of the Grant Agreement).
- Disclosed information related to results of environmental and social monitoring to local stakeholders (whenever applicable).

3: Operation and Maintenance (O&M)

3-1 Physical Arrangement

- Plan for O&M (number and skills of the staff in the responsible division or section, availability of manuals and guidelines, availability of spareparts, etc.)

Original (at the time of outline design)
Actual (PMR)

3-2 Budgetary Arrangement

- Required O&M cost and actual budget allocation for O&M

Original (at the time of outline design)
--

Actual (PMR)

4: Potential Risks and Mitigation Measures

- Potential risks which may affect the project implementation, attainment of objectives, sustainability
- Mitigation measures corresponding to the potential risks

Assessment of Potential Risks (at the time of outline design)

Potential Risks	Assessment
1. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low Impact: High/Moderate/Low Analysis of Probability and Impact Mitigation Measures: Action required during the implementation stage: Contingency Plan (if applicable):
2. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low Impact: High/Moderate/Low Analysis of Probability and Impact: Mitigation Measures: Action required during the implementation stage: Contingency Plan (if applicable):
3. (Description of Risk)	Probability: High/Moderate/Low Impact: High/Moderate/Low Analysis of Probability and Impact: Mitigation Measures: Action required during the implementation stage:

Contingency Plan (if applicable):
Actual Situation and Countermeasures (PMR)

5: Evaluation and Monitoring Plan (after the work completion)

5-1 Overall evaluation

Please describe your overall evaluation on the project.

5-2 Lessons Learnt and Recommendations

Please raise any lessons learned from the project experience, which might be valuable for the future assistance or similar type of projects, as well as any recommendations, which might be beneficial for better realization of the project effect, impact and assurance of sustainability.

5-3 Monitoring Plan of the Indicators for Post-Evaluation

Please describe monitoring methods, section(s)/department(s) in charge of monitoring, frequency, the term to monitor the indicators stipulated in 1-3.

Monitoring sheet on price of specified materials

1. Initial Conditions (Confirmed)

	Items of Specified Materials	Initial Volume A	Initial Unit Price (¥) B	Initial total Price C=A×B	1% of Contract Price D	Condition of payment	
						Price (Decreased) E=C-D	Price (Increased) F=C+D
1	Item 1	●●t	●	●	●	●	●
2	Item 2	●●t	●	●	●		
3	Item 3						
4	Item 4						
5	Item 5						

2. Monitoring of the Unit Price of Specified Materials

(1) Method of Monitoring : ●●

(2) Result of the Monitoring Survey on Unit Price for each specified materials

	Items of Specified Materials	1st	2nd	3rd	4th	5th	6th
		○month, 2015	○month, 2015	○month, 2015			
1	Item 1						
2	Item 2						
3	Item 3						
4	Item 4						
5	Item 5						

(3) Summary of Discussion with Contractor (if necessary)

.

.

G/A NO. XXXXXXXX
PMR prepared on DD/MM/YY

Attachment

1. Project Location Map
2. Specific obligations of the Recipient which will not be funded with the Grant
3. Monthly Report submitted by the Consultant
Appendix - Photocopy of Contractor's Progress Report (if any)
- Consultant Member List
- Contractor's Main Staff List
4. Check list for the Contract (including Record of Amendment of the Contract/Agreement and Schedule of Payment)
5. Environmental Monitoring Form / Social Monitoring Form
6. Monitoring sheet on price of specified materials (Quarterly)
7. Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries) (PMR (final) only)
8. Pictures (by JPEG style by CD-R) (PMR (final) only)
9. Equipment List (PMR (final) only)
10. Drawing (PMR (final) only)
11. Report on RD (After project)
12. Report on the Management of Safety for Construction Works

Report on the Management of Safety for Construction Works

Month/Year 2022年×月	Cumulative number of labor 労働延人数	Cumulative number of public accident 公衆災害件数	Cumulative hours worked 延べ実労働時 間数	Number of deaths and injuries due to industrial accidents 労働災害による死傷者				Frequency rate 度数率	Severity rate 強度率
					Death and injuries 死傷者数	Aggregated number of calendar days absent 延べ休業日数	Aggregated number of work- days lost 延べ労働損失日数		
This Month 当月				Death 死者					
				More than 4 calendar days absent 休業4日以上					
				1 to 3 calendar days absent 休業1~3日					
				Total 計					
Total including this month 当月迄累計				Death 死者					
				More than 4 calendar days absent 休業4日以上					
				1 to 3 calendar days absent 休業1~3日					
				Total 計					
Note 注)		<p>1. Frequency rate is the frequency of occurrence of industrial accidents. Frequency rate = (Number of deaths and injuries due to industrial accidents ÷ Cumulative hours worked) × 1,000,000 度数率 = (労働災害による死傷者数 ÷ 延べ実労働時間数) × 100万時間</p> <p>2. Severity rate is degree of seriousness of the industrial accident. Severity rate = (Aggregated number of work-days lost ÷ Cumulative hours worked) × 1,000 強度率 = (延べ労働損失日数 ÷ 延べ実労働時間数) 1000時間</p> <p>3. Aggregated number of work-days lost = Aggregated number of calendar days absent × (300 ÷ 365) Death (7,500 days) : death as a result of an industrial accident includes not only instantaneous death but also death as a result of occupational injury or disease. 延べ労働損失日数 = 延べ休業日数 × (300 ÷ 365) . . . 死亡7500日 (即死のほか負傷が原因で死亡したものを含む)</p> <p>4. Frequency rate and severity rate are rounding off the third decimal place. 度数率・強度率は小数点第3位以下四捨五入</p>							

Report on Proportion of Procurement (Recipient Country, Japan and Third Countries)
(Actual Expenditure by Construction and Equipment each)

	Domestic Procurement (Recipient Country) A	Foreign Procurement (Japan) B	Foreign Procurement (Third Countries) C	Total D
Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Direct Construction Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
others	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Equipment Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Design and Supervision Cost	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	
Total	(A/D%)	(B/D%)	(C/D%)	

Annex 5

Major Undertakings to be taken by the Government of Sri Lanka

1. Specific obligations of the Government of Sri Lanka which will not be funded with the Grant

(1) Before the Tender

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To sign the banking arrangement (B/A) with a bank in Japan (the Agent Bank) to open bank account for the Grant	within 1 month after the signing of the G/A	MOH		
2	To issue A/P to the Agent Bank for the payment to the consultant within 1 month after the signing of the contract(s)	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOH		
3	To bear the following commissions to the Agent Bank for the banking services based upon B/A 1) Advising commission of A/P (Authorization to Pay) 2) Payment commission for A/P	within 1 month after the signing of the contract(s) every payment	MOH		
4	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detailed Design) Major undertakings to be taken by three hospitals in general:	before preparation of the bidding documents	MOH		
5	To secure and clear the following lands 1) Project sites (approx. 12m x 3m (36m ²) for each) for container of PV system at each hospital.	before notice of the bidding	Each hospital		
6	To obtain the planning, zoning, building permit from the Urban Development Authority (UDA)	before notice of the bidding	Each hospital		
7	To obtain the interconnection license from the Ceylon Electricity Board (CEB)	before notice of the bidding	Each hospital		
8	To obtain tree cutting /transplanting permit from relevant authority if necessary.	before notice of the bidding	Each hospital		
9	To clear, level and reclaim the following sites 1) Leveling and reclaiming the sites for container of PV system at each hospital, if necessary. 2) Securing temporary storage yard at each hospital site (approx. 16m x 30m (500m ²)) 3) Securing plots for site offices of the Consultant and the Supplier (approx. 30m ² each)	before notice of the bidding	Each hospital		
11	Major undertakings to be taken by Teaching Hospital Kurunegala in particular To remove unused incinerator by the maternity building to vacate a space for the container of PV system. Major undertakings to be taken by Teaching Hospital Ratnapura in particular	before notice of the bidding	TH Kurunegala		
12	To construct a retaining wall and reinforce a slope which goes down from the parking lot in front of the main office where a container of PV system is to be installed.	before notice of the bidding	TH Ratnapura		
(2)	During the Project Implementation				
NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.

1	To issue A/P to the Agent Bank for the payment to the supplier and the contractor	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOH		
2	To bear the following commissions to the Agent Bank for the banking services based upon the B/A 1) Advising commission of A/P 2) Payment commission for A/P	within 1 month after the signing of the contract(s) every payment	MOH		
3	To ensure prompt unloading and customs clearance at ports of disembarkation in the country of the Recipient and to assist the Supplier(s) with internal transportation therein	during the Project	MOH		
4	To accord Japanese physical persons and/or physical persons of third countries whose services may be required in connection with the supply of the products and the services such facilities as may be necessary for their entry into the country of the Recipient and stay therein for the performance of their work	during the Project	MOH		
5	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the country of the Recipient with respect to the purchase of the products and/or the services be borne by its designated authority without using the Grant.	during the Project	MOH		
6	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project	during the Project	MOH		
7	To notify JICA promptly of any incident or accident, which has, or is likely to have, a significant adverse effect on the environment, the affected communities, the public or workers.	during the construction	MOH		
8	To submit Project Monitoring Report after each work under the contract(s) such as shipping, hand over, installation and operational training	within 1 month after completion of each work	MOH		
9	To submit Project Monitoring Report (final) (including as-built drawings, equipment list, photographs, etc.)	within 1 month after issuance of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	MOH		
10	To submit a notice concerning completion of the Project	within 6 months after completion of the Project	MOH		
11	To provide office space necessary for the implementation of the Project in the site(s)	before start of the construction	MOH and each hospital		
12	To ensure the safety of persons engaged in the implementation of the Project	during the Project	MOH		
13	To take necessary measures for security and safety of the Project site	during the construction	MOH and each hospital		

(3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
----	-------	----------	-----------	----------------	------

1	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid 1) Allocation of maintenance cost 2) Operation and maintenance structure 3) Routine check/Periodic inspection	After completion of the construction	MOH and each hospital	
2	To secure budget for contracting the FV system maintenance agreement with outsourcing company.	After completion of the construction	MOH and each hospital	

2. Other obligations of the Government of Japan funded with the Grant

NO	Items	Deadline	Amount (Million Japanese Yen)*
1	To construct facility and provide equipment 1) To conduct the following transportation a) Marin (Air) transportation of the products from Japan to the country of the Recipient b) Internal transportation from the port of disembarkation to the project site 2) To provide equipment with installation and commissioning		
2	To implement detailed design, bidding support and procurement supervision (Consulting Service)		
3	Contingencies		
	Total		XXX

* The Amount is provisional. This is subject to the approval of the Government of Japan.

5. 技術協議録 (Field Report)

**PREPARATORY SURVEY
FOR
THE PROJECT FOR STRENGTHENING
ELECTRICITY RESILIENCE IN HOSPITALS USING
RENEWABLE ENERGY
FIELD REPORT**

8th May 2023

Prepared and Submitted by:

for 
Mr. Kyoji FUJII
Chief Consultant,
JICA Study Team

Confirmed and Agreed by:


Dr. Sunil De Alwis
Consultant in Medical Administration
Additional Secretary (Medical Services)
Ministry of Health
The Implementing Agency for the Project

Contents

1. Outline of the Project	1
1.1 Background of the Project	1
1.2 Framework for the Project	1
1.3 Scope of the Japanese side	1
1.4 Obligation/Undertakings of the Sri Lankan side for the Project	2
2. Tentative design at the stage of the first field survey	3
2.1 Design condition	3
2.2 Applicable Standards	3
2.3 Technical requirements for building	4
2.3.1 Sri Jayewardenepura General Hospital	4
2.3.2 Teaching Hospital Ratnapura	4
2.3.3 Teaching Hospital Kurunegala	5
2.4 Technical requirements for equipment	6
2.4.1 General description of the System	6
2.4.2 Sri Jayewardenepura General Hospital	7
2.4.3 Teaching Hospital Ratnapura	10
2.4.4 Teaching Hospital Kurunegala	15
2.5 Procurement Plan of Spare Parts and Maintenance Tools	18
2.6 Training plan	18
3. Tentative Implementation Schedule of the Project	18
4. Drawings	20
- GA-01 Site location map	
- GA-02 System diagram	
- SI-01 PV arrangement plan (SJGH)	
- SI-02 Temporary facilities plan (SJGH)	
- SI-03 Single line diagram (SJGH)	
- RT-01 PV arrangement plan (TH Ratnapura)	
- RT-02 Temporary facilities plan (TH Ratnapura)	
- RT-03 Single line diagram (TH Ratnapura)	
- KU-01 PV arrangement plan (TH Kurunegala)	
- KU-02 Temporary facilities plan (TH Kurunegala)	
- KU-03 Single line diagram (TH Kurunegala)	
[Attachment]	
- Attachment – 1 Member List of the Study Team	
- Attachment – 2 Major Undertakings to be taken by the Sri Lankan side	
- Attachment – 3 Tentative Implementation Schedule	

JICA STUDY TEAM
Yachiyo Engineering Co.,Ltd.




1. Outline of the Project

1.1 Background of the Project

JICA sent to Sri Lanka the survey team (the JICA Study Team) headed by Mr. Kyoji Fujii, Team Leader of the JICA Study Team, to conduct the first field survey and the Team stayed in Sri Lanka from 15th April to 8th May, 2023.

The Team continued discussions with the concerned officials of Sri Lanka and the field survey in Sri Lanka.

Sri Jayewardenepura General Hospital (SJGH), Teaching Hospital Ratnapura (TH Ratnapura) and Teaching Hospital Kurunegala (TH Kurunegala) as well as the Ministry of Health (MOH), the responsible ministry, and the JICA Study Team had series of technical discussions to form mutual understandings about the contents, scope, preconditions for the Outline Design, basic specifications, general layouts, and so on of the Project throughout the first field survey. SJGH, THR, THK, MOH and the JICA Study Team agreed to record the following issues described on this Field Report as a conclusion of the discussions.

Components of the Project will be further examined and may be modified through the consultation with the Japanese Ministry of Foreign Affairs and JICA headquarters. It is important for the Sri Lankan side to understand that the Preparatory Survey is not a commitment for the future implementation of the Project.

Particularly, in consideration of the schedule and procedures of Japan's Grant Aid projects, the JICA Study Team explained, and the Sri Lankan side agreed with the JICA Study Team to proceed to the further study, the outline design, planning of the implementation schedule, the cost estimation and so on of the Project in accordance with the mutual understandings made on this field report immediately after the first field survey.

1.2 Framework for the Project

The Ministry of Health (MOH) will be the Executing Agency for the Project.

1.3 Scope of the Japanese side

The Scope of the Japanese side is shown in Table 1-1 and GA-01 Site location map in the Drawings.

Table 1-1 Outline of the Proposed Components

Components	Capacity
1. Sri Jayewardenepura General Hospital (SJGH)	
(1) Procurement and Installation Work	
1. PV generation system	Approx. 440kW 200kW x 2
2. Energy management system	1 lot
3. Battery energy storage system	1 lot
4. LV distribution line	1 lot
5. Foundation for the Equipment to be installed	
(2) Procurement Work	
1) Maintenance Tools for the Equipment to be procured	1 lot
2) Spare Parts for the Equipment to be procured	1 lot
2. Teaching Hospital Ratnapura (TH Ratnapura)	
(1) Procurement and Installation Work	
1) PV generation system	Approx. 280kW 200kW x 1, 100kW x 1
2) Energy management system	1 lot
3) Battery energy storage system	1 lot
4) LV distribution line	1 lot
5) Foundation for the Equipment to be installed	
(2) Procurement Work	
1) Maintenance Tools for the Equipment to be procured	1 lot
2) Spare Parts for the Equipment to be procured	1 lot
3. Teaching Hospital Kurunegala (TH Kurunegala)	
(1) Procurement and Installation Work	
1) PV generation system	Approx. 250kW 200kW x 1
2) Energy management system	1 lot
3) Battery energy storage system	1 lot
4) LV distribution line	1 lot
5) Foundation for the Equipment to be installed	
(2) Procurement Work	
1) Maintenance Tools for the Equipment to be procured	1 lot
2) Spare Parts for the Equipment to be procured	1 lot

[Remark] Quantities shall be examined in the outline design.

1.4 Obligations/Undertakings of the Sri Lankan side for the Project

A Before the Tender announcement

Major undertakings to be taken by three hospitals in general:

- A-1 To secure the sites (approx. 12m x 3m (36m²) for each) for container of PV system at each hospital.
- A-2 To obtain the planning, zoning, building permit from the Urban Development Authority (UDA).
- A-3 To obtain the interconnection license from the Ceylon Electricity Board (CEB).
- A-4 To obtain tree cutting /transplanting permit from relevant authority if necessary.

A-5 To clear, level and reclaim the following sites:

- Leveling and reclaiming the sites for container of PV system at each hospital, if necessary.
- Securing temporary storage yard at each hospital site (approx. 16m x 30m (500m²))
- Securing plots for site offices of the Consultant and the Supplier (approx. 30m² each).

Major undertakings to be taken by Teaching Hospital Kurunegala in particular

A-6 To remove unused incinerator by the maternity building to vacate a space for the container of PV system.

Major undertakings to be taken by Teaching Hospital Ratnapura in particular

A-7 To construct a retaining wall and reinforce a slope which goes down from the parking lot in front of the main office where a container of PV system is to be installed (to be revised).

B After Handing Over

B-1 To secure budget for contracting the PV system maintenance agreement with outsourcing company.

2. Tentative design at the stage of the first field survey

2.1 Design condition

(a) Climate Condition

Table 2-1 Basic Conditions (2020-2022) for Target Area of the Project

Items	COLOMBO	KURUNEGALA	RATNAPURA
Altitude	7 m	116 m	86 m
Ambient Temperature	Maximum	33.3	36.7
	Minimum	23.7	22.1
Mean (Degrees Centigrade)	Maximum	31.2	32.2
	Minimum	21.1	22.0
Maximum Wind Velocity	2.1 m/s	1.3 m/s	2.0 m/s
Annual Rain Fall	2,443 mm/year	2,209 mm/year	4,078 mm/year

(b) System voltage

400/230 V : 3 phase 4 wire system

(c) Frequency

50 Hz

2.2 Applicable Standards

Considering the conditions of Japan's Grant Aid in which Japanese products need to be used, Japanese standards such as JIS (Japanese Industrial Standards), JEC (Japanese Electro-technical Committee's standard), JEM (Japanese Electrical Manufacturers' Association's standard), etc. as well as International Electrical Standard (IEC) shall be applicable for the equipment to be used for the project.

2.3 Technical requirements for building

2.3.1 Sri Jayawardenepura General Hospital (SJGH)

(1) Scope of Work

1) Photovoltaic (PV) panels will be installed on the roof of the Building-B as shown in the site plan.

(2) Remarks

- 1) All the roof tiles of the Building-B will be removed because of the damage due to deterioration over time.
- 2) New steel roofing will be installed on the existing corrugated cement sheet.
- 3) The Photovoltaic Panels will be installed on the new steel roofing.
- 4) Japanese side will remove the roofing tiles and transport to the designated area as SJ-02 shows. MOH shall properly treat these tiles.

In September, 2022, preliminary screening survey was conducted and Block-A and Block-B were screened. As result of survey, Block-A became out of scope.

- 1) 'Block-A' is excluded because the Block-A construction does not include slab structure and the rainwater leakage is observed.

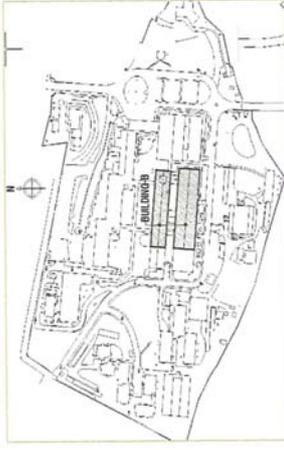
2.3.2 Teaching Hospital Ratnapura

(1) Scope of Work

1) PV panels will be installed on the roof of the Accident and Emergency (A&E) building, JICA building and Blood bank building.

(2) Remarks

- 1) The building drawings (Architectural, Structural and Electrical drawings) of the Blood bank building shall be provided from the MOH to JICA Study Team by the 9th May. If the drawings are not submitted by the 9th May, installation of PV panels to the Blood bank building will be deleted from the scope of the Project.



**Fig 2-1 Site plan
(Sri Jayawardenepura General Hospital)**



**Fig 2-2 Site plan
(Teaching Hospital Ratnapura)**

In September, 2022, preliminary screening survey was conducted and JICA building, Blood bank building, A&E building, medical legal building and drug store building were screened. As result of survey, 'Medical legal building' and 'Drug store building' became out of scope due to reasons below:

- 2) Medical legal building is not included in the Project because The roof truss is assembled by wooden materials and the strength cannot be confirmed.
- 3) Drug store building is not included in the Project because of no building drawings and long distance from JICA buildings.

2.3.3 Teaching Hospital Kurunegala

(1) Scope of Work

- 1) PV panels will be installed on the roof of the Maternity building as shown in the site plan

(2) Remarks

- 1) In September, 2022, preliminary screening survey was conducted and Maternity building, OPD building, Physiotherapy building, and Drug store building were screened. As a result of survey, 'OPD building', 'Physiotherapy building' and 'Drug store building' are not included in the Project because of the long distance and relatively small PV generation capacity.

- 2) Ward building is studied and identified not to be included in the Project because the building is under construction and above 2nd floor of 4th stories building are extension building. There is no drawing available for the lower parts, therefore the safety of the structure cannot be confirmed.



**Fig.2-3 Site plan
(Teaching Hospital Kurunegala)**

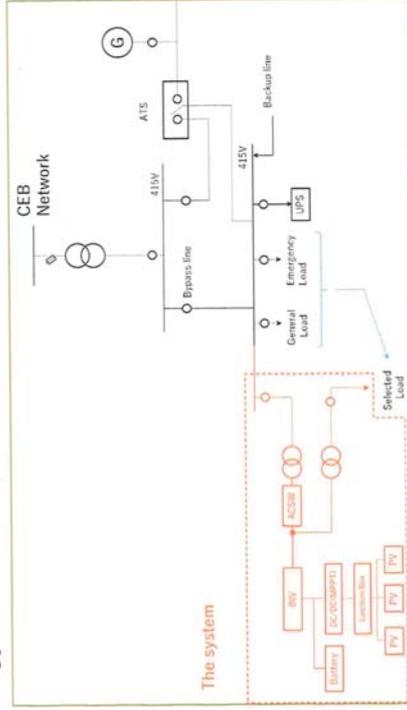
2.4 Technical requirements for equipment

2.4.1 General description of the System

The roof mounted solar power generation and battery storage system with EMS (Energy Management System) for Sri Jayewardenepura General Hospital (SJGH), Teaching Hospital Ratnapura (TH Ratnapura) and Teaching Hospital Kurunegala (TH Kurunegala) to be supplied under the Project (which is hereunder called "the System") has the following configuration and function.

(1) Configuration

The System mainly consists of a photovoltaic panel, a DC/DC converter, a bidirectional inverter, and a storage battery, and it will play a role of decreasing purchasing power from grid and of securing power in the event of power outage. Outline configuration figure is as mentioned below.



**Fig.2-4 Simple configuration of the System inter-connected
with existing power supply system in the hospital**

(2) Function

The power generated by photovoltaic panels inputs DC/DC converter, which has a function of tracking and capturing the maximum power point of solar cells and is converted to appropriate voltage for battery charging and supplying to bidirectional inverter. When the storage battery is fully charged, all the power generated by the solar panels is supplied to the loads connected downstream and surplus is fed to the inter-connected Main Distribution Board (MDB). This function contributes to decrease in the purchase of electricity by the hospitals.

In the event of a power failure of MDB side, the System is rapidly isolated from the MDB system, and the battery supplies the power to loads connected downstream continuously.

(3) Selection of Loads to be supplied by the System

Even in the event of a loss of external power, the system will be in stand-alone operation and can be backed up for some time by storage batteries. However, solar power derived from renewable energy sources should not be used to supply power to medical equipment that may directly affect the human body for safety. Therefore, the selection of loads to be supplied from the System has been conducted under the following conditions.

- Since the switching process for individual loads is very complicated, screening of loads to be supplied by the System has been conducted assuming switching at the feeder level of the main distribution board (MDB) of the hospitals.
- No power will be supplied from the system if there is any risks to patients in the hospital based on the impact and likelihood.
- Since the backup function of the power supply continuity is provided by storage batteries, priority has been given as much as possible to supplying power to facilities that are important for the operation of the hospital, such as data servers and blood storage banks, etc.
- The total capacity of the loads directly supplied by the System has been selected to be less than 60% of the rated capacity of the inverter, taking into account the ever-changing load and future load growth. This is to avoid automatic shutdown of a inverter in case of overloading.

2.4.2 Sri Jayewardenepura General Hospital

The following equipment shall be installed for Sri Jayewardenepura General Hospital

- (1) PV modules and accessories
Approx. 440KW PV will be installed on the roof of Block -B.
- (2) Power conditioner and accessories
Container house(s), in which power conditioner, batteries, control devices, transformers and their related facilities to be equipped, will be installed in the area beyond crossing the road on the south side of the electrical room in Block-B building.
- (3) Cable and accessories
DC cables from the solar panels to power conditioner in the container house will be installed through junction boxes and connection boxes to be mounted near the solar panels.
AC cables for interconnection between the System and existing low voltage bus will be conducted at MDB in the electrical room in Blok-B building. Cables from the System for supplying power to existing selected loads will be laid and be switched over at MDB as well. Junction boxes will be mounted near MDB for aforesaid purpose.

Table 2-2 Equipment to be provided for Sri Jayewardenepura General Hospital (tentative)

No.	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
(1) a.	PV module and accessories PV module	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Quantity: 440KW or more (total output) • Type: Mono-crystalline, multi-crystalline silicon, tandem type of crystalline silicon, or amorphous silicon type • Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent • Degree of protection: IP65 or more • Module output: 410W with a tolerance of +10%, -0% • Module efficiency: 21.00% or higher • Standard test conditions (STC): Solar irradiation: 1000W/m sq, module temperature: 25oC, Air Mass (AM): 1.5 spectrum
b.	Supporting structure for PV module and fitting material	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Type: PV module mounting rail type • Rail material: Aluminum alloy or equivalent • Fitting materials: Provided. • Remark: Fitting materials shall be applicable to the roof part.
c.	Junction box	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Enclosure type: Outdoor use, proof from vermin and insect. • Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent • Protection class of case: IP45 or higher • Material of case: SPHC (JIS G3131) or stronger • Coating of case: Power coating or equivalent • Enclosed function for input circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Number of input circuits: To be specified. - Type: Disconnecting switch - Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher • Enclosed function for output circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Type: Disconnecting switch - Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher • Number of input circuits: To be specified. • Blocking diode for reverse protection: Provided. • Surge protection device (SPD): Class-I

No.	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
d.	Collecting box	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> Enclosure type: Outdoor use, proof from vermin and insect. Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent Protection class of case: IP45 or higher Material of case: SPHC (JIS G3131) or stronger Coating of case: Power coating or equivalent Enclosed function for input circuits: <ul style="list-style-type: none"> Number of input circuits: To be specified. Type: Molded-case circuit breaker (MCCB) Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher Ampere frame (AF): total short circuit of connected strings or higher Blocking diode for reverse protection: Provided Enclosed function for output circuits: <ul style="list-style-type: none"> Type MCCB Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher Ampere frame (AF): Total short circuit of connected strings or higher Number of input circuits: To be specified.
(2)	Power Conditioning System and accessories	1	lot	
a.	DC/AC inverter	2	sets	<p>Rated power output: 200 kW, 3 phase</p> <p>Major function</p> <ul style="list-style-type: none"> Grid interconnection operation with solar generated power and storage batteries Standalone operation with solar generated power and storage batteries Control of battery charging & discharging
b.	DC/DC converter	2	sets	<p>Rated power: sufficient power for DC/AC inverter operation (200 kW or above)</p> <p>Major function</p> <ul style="list-style-type: none"> Maximum power point tracking of solar cells Capturing solar panel generated power
c.	AC switch	2	sets	<p>Rated power: sufficient power for DC/AC inverter operation (200 kW or above)</p> <p>Major function</p> <ul style="list-style-type: none"> Optimal control of loads connected
d.	Insulation transformer 1	2	sets	<p>Rated power: 200 kVA</p> <p>Type: Dry, indoor type</p> <p>Number of phase: 3</p> <p>Voltage</p> <ul style="list-style-type: none"> primary: 400 V secondary: inverter input voltage <p>Winding: Star (with neutral point pull-out terminal) - Delta</p>

No.	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
e.	Insulation transformer 2	2	sets	<p>Rated power: 200 kVA</p> <p>Type: Dry, indoor type</p> <p>Number of phase: 3</p> <p>Voltage</p> <ul style="list-style-type: none"> primary: inverter output voltage secondary: 400/230 V (to be used with 3 phase 4 wire system) <p>Winding: Delta - Star (with neutral point pull-out terminal)</p> <p>Type: Lithium-ion</p> <p>Rating: 120 kW, 240 kWh or more</p> <ul style="list-style-type: none"> Pyranometer 1 set Air temperature sensor with radiation shield 1 set <p>Including necessary accessories for installation and remote monitoring</p> <p>Energy control, storage and management function to be included in the system</p>
f.	Battery	2	sets	
g.	Weather data collection sensor	1	lot	
h.	Energy Management System (EMS)	1	lot	<p>Energy control, storage and management function to be included in the system</p>
i.	Remote monitoring device	1	set	<p>Liquid Crystal Display (LCD) monitor with wall mount metal fitting</p> <ul style="list-style-type: none"> Size: 43 inch or more <p>Computer for LCD monitor</p> <ul style="list-style-type: none"> VESA mountable Sufficient specification for communication with EMS and displaying PV condition <p>Necessary accessories for remote signal transmission and communication with EMS</p>
(3)	Cable and accessories	1	set	
a.	LV panel	1	set	<p>400/230 V AC distribution panel</p> <ul style="list-style-type: none"> Molded-case circuit breakers (MCCB) 400/230 V AC, three phase, four wire Wiring and terminal blocks
b.	Terminal box	1	lot	<p>400/230 V AC cable connection boxes for switching over to new cables of the System from existing ones of selected loads</p>
c.	Power cable and terminal materials	1	lot	<p>Necessary DC & AC power cables and their necessary accessories for connection</p>
d.	Control cable and terminal materials	1	lot	<p>Necessary control & communication cables and their necessary accessories for connection</p>
e.	Grounding material	1	lot	<p>Earthing conductors and accessories</p>
f.	Materials for cable laying	1	lot	<p>Cable tray, conduit, junction box and their necessary accessories including supporting materials</p>
(4)	Fire detection system	1	lot	<p>Fire detector(s) and monitoring device for container house(s)</p>

2.4.3 Teaching Hospital Ratnapura

The following equipment shall be installed for Teaching Hospital Ratnapura

- (1) PV modules and accessories
Approx. 220kW PV will be installed on the roof of JICA Building.
Approx. 30kW PV will be installed on the roof of A & E Building.
Approx. 30kW PV will be installed on the roof of Blood Bank Building.
- (2) Power conditioner and accessories
Container houses, in which power conditioner, batteries, control devices, transformers and their related facilities to be equipped, will be installed at the area between Ward No.2 & No.2B of the Main Building for PV of JICA Building and at the area behind Director Quarters for PV of A & E Building and Blood Bank Building.
- (3) LV panel, cable and accessories
DC cables from the solar panels to power conditioner in the container house will be installed through junction boxes and connection boxes to be mounted near the solar panels.
AC cables for interconnection between the System and existing low voltage bus will be conducted at MDB in the electrical room in the JICA Building for solar panels on JICA Building and be conducted at the ATS panel of 72.5 kVA emergency generator for solar panels on A & E and Blood Bank Buildings. Cables from the System for supplying power to existing selected loads will be laid and be switched over at MDB and ATS panel respectively. Junction boxes will be mounted near MDB and ATS panel for aforesaid purpose.

Table 2-3 Equipment to be provided for Teaching Hospital Ratnapura (tentative)

No.	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
(1) a.	PV module and accessories PV module	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Quantity: 280kW or more (total output) • Type: Mono-crystalline, multi-crystalline silicon, tandem type of crystalline silicon, or amorphous silicon type • Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent • Degree of protection: IP65 or more • Module output: 410W with a tolerance of +10%, -0%. • Module efficiency: 21.00% or higher • Standard test conditions (STC): Solar irradiation: 1000W/m sq, module temperature: 25oC, Air Mass (AM): 1.5 spectrum
b.	Supporting structure for PV module and fitting material	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Type: PV module mounting rail type • Rail material: Aluminum alloy or equivalent • Fitting materials: Provided. • Remark: Fitting materials shall be applicable to the roof part.

No.	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
c.	Junction box	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Enclosure type: Outdoor use, proof from vermin and insect. • Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent • Protection class of case: IP45 or higher • Material of case: SPHC (JIS G3131) or stronger • Coating of case: Power coating or equivalent • Enclosed function for input circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Number of input circuits: To be specified. - Type: Disconnecting switch • Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher • Enclosed function for output circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Type: Disconnecting switch - Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher • Number of input circuits: To be specified. • Blocking diode for reverse protection: Provided. • Surge protection device (SPD): Class-1 • Enclosure type: Outdoor use, proof from vermin and insect. • Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent • Protection class of case: IP45 or higher • Material of case: SPHC (JIS G3131) or stronger • Coating of case: Power coating or equivalent • Enclosed function for input circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Number of input circuits: To be specified. - Type: MCCB • Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher • Ampere frame (AF): Total short circuit of connected strings or higher • Blocking diode for reverse protection: Provided • Enclosed function for output circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Type: MCCB - Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher - Ampere frame (AF): total short circuit of connected strings or higher - Number of input circuits: To be specified.
d.	Collecting box	1	lot	
(2)	Power Conditioning System and accessories DC/AC inverter-1	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Rated power output: 200 kW, 3 phase
a.		1	sets	<ul style="list-style-type: none"> • Major function <ul style="list-style-type: none"> - Grid interconnection operation with solar generated power and storage batteries - Standalone operation with solar generated power and storage batteries - Control of battery charging & discharging

No.	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
b.	DC/DC converter-1	1	sets	Rated power: sufficient power for DC/AC inverter operation (200 kW or above) Major function <ul style="list-style-type: none"> Maximum power point tracking of solar cells Capturing solar panel generated power
c.	AC switch-1	1	sets	Rated power: sufficient power for DC/AC inverter operation (200 kW or above) Major function <ul style="list-style-type: none"> Optimal control of loads connected
d.	Insulation transformer 1-1	1	sets	Rated power: 200 kVA Type: Dry, indoor type Number of phase: 3 Voltage <ul style="list-style-type: none"> primary: 400 V secondary: inverter input voltage Winding: Star (with neutral point pull-out terminal) - Delta
e.	Insulation transformer-2-1	1	sets	Rated power: 200 kVA Type: Dry, indoor type Number of phase: 3 Voltage <ul style="list-style-type: none"> primary: inverter output voltage secondary: 400/230 V (to be used with 3 phase 4 wire system) Winding: Delta - Star (with neutral point pull-out terminal)
f.	Battery-1	1	sets	Type: Lithium-ion Rating: 120 kW, 240 kWh or more
g.	Energy Management System (EMS)-1	1	lot	Energy control, storage and management function to be included in the system
h.	DC/AC inverter-2	1	sets	Rated power output: 100 kW, 3 phase Major function <ul style="list-style-type: none"> Grid interconnection operation with solar generated power and storage batteries Standalone operation with solar generated power and storage batteries Control of battery charging & discharging
i.	DC/DC converter-2	1	sets	Rated power: sufficient power for DC/AC inverter operation (100 kW or above) Major function <ul style="list-style-type: none"> Maximum power point tracking of solar cells Capturing solar panel generated power
j.	AC switch-2	1	sets	Rated power: sufficient power for DC/AC inverter operation (100 kW or above) Major function <ul style="list-style-type: none"> Optimal control of loads connected

No.	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
k.	Insulation transformer 1-2	1	sets	Rated power: 100 kVA Type: Dry, indoor type Number of phase: 3 Voltage <ul style="list-style-type: none"> primary: 400 V secondary: inverter input voltage Winding: Star (with neutral point pull-out terminal) - Delta
l.	Insulation transformer 2-2	1	sets	Rated power: 100 kVA Type: Dry, indoor type Number of phase: 3 Voltage <ul style="list-style-type: none"> primary: inverter output voltage secondary: 400/230 V (to be used with 3 phase 4 wire system) Winding: Delta - Star (with neutral point pull-out terminal)
m.	Battery-2	1	sets	Type: Lithium-ion Rating: 60 kW, 120 kWh or more
n.	Energy Management System (EMS)-2	1	lot	Energy control, storage and management function to be included in the system
o.	Weather data collection sensor	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> Pyranometer: 1 set Air temperature sensor with radiation shield: 1 set Including necessary accessories for installation and remote monitoring
p.	Remote monitoring device	1	set	Liquid Crystal Display (LCD) monitor with wall mount metal fitting <ul style="list-style-type: none"> Size: 43 inch or more Computer for LCD monitor <ul style="list-style-type: none"> VESA mountable Sufficient specification for communication with EMS and displaying PV condition <ul style="list-style-type: none"> Necessary accessories for remote signal transmission and communication with EMS
(3)	Cable and accessories			
a.	LV panel	1	set	400/230 V AC distribution panels for connection to MDBs <ul style="list-style-type: none"> Molded-case circuit breakers (MCCB) 400/230 V AC, three phase, four wire Wiring and terminal blocks 400/230 V AC cable connection boxes for switching over to new cables of the System from existing ones of selected loads
b.	Terminal box	1	lot	Necessary DC & AC power cables and their necessary accessories for connection Necessary control & communication cables and their necessary accessories for connection Earthing conductors and accessories
c.	Power cable and terminal materials	1	lot	
d.	Control cable and terminal materials	1	lot	
d.	Grounding material	1	lot	
f.	Materials for cable laying	1	lot	Concrete pole, cable tray, conduit, junction box and their necessary accessories including supporting materials
(4)	Fire detection system	1	lot	Fire detector(s) and monitoring device for container house(s)

2.4.4 Teaching Hospital Kurunegala

The following equipment shall be installed for Teaching Hospital Kurunegala

- (1) PV modules and accessories
Approx. 250kW PV will be installed on the roof of Maternity Building.
- (2) Power conditioner and accessories
Container house(s), in which power conditioner, batteries, control devices, transformers and their related facilities to be equipped, will be installed in the area where the unused incinerator located near the Maternity Building. The incinerator will be demolished and removed by Sri Lankan side before the Bid Announcement of the Project.
- (3) LV panel, cable and accessories
DC cables from the solar panels to power conditioner in the container house will be installed through junction boxes and connection boxes to be mounted near the solar panels.
AC cables for interconnection between the System and existing low voltage bus will be conducted at MDB fed from 1,000 kVA transformer in the electrical room near the Maternity Building.
Cables from the System for supplying power to existing selected loads will be laid and be switched over at MDBs fed from 1,000 kVA and 800 kVA transformers respectively. Terminal boxes will be mounted near MDBs for aforesaid purpose.

Table 2-4 Equipment to be provided for Teaching Hospital Kurunegala (tentative)

No	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
(1)	PV module and accessories			
a.	PV module	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Quantity: 250kW or more (total output) • Type: Mono-crystalline, multi-crystalline silicon, tandem type of crystalline silicon, or amorphous silicon type • Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent • Degree of protection: IP65 or more • Module output: 410W with a tolerance of +10%, -0%. • Module efficiency: 21.00% or higher • Standard test conditions (STC): Solar irradiation: 1000W/m sq, module temperature: 25oC, Air Mass (AM): 1.5 spectrum
b.	Supporting structure for PV module and fitting material	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Type: PV module mounting rail type • Rail material: Aluminum alloy or equivalent • Fitting materials: Provided. • Remark: Fitting materials shall be applicable to the roof part.
c.	Junction box	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Enclosure type: Outdoor use, proof from vermin and insect. • Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent • Protection class of case: IP45 or higher • Material of case: SPHC (JIS G3131) or stronger

No	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
d.	Collecting box	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Coating of case: Power coating or equivalent • Enclosed function for input circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Number of input circuits: To be specified. - Type: Disconnecting switch • Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher • Enclosed function for output circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Type: Disconnecting switch - Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher • Number of input circuits: To be specified. • Blocking diode for reverse protection: Provided. • Surge protection device (SPD): Class-I • Enclosure type: Outdoor use, proof from vermin and insect. • Applicable standard: JIS, JEC, JEM, IEC, or equivalent • Protection class of case: IP45 or higher • Material of case: SPHC (JIS G3131) or stronger • Coating of case: Power coating or equivalent • Enclosed function for input circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Number of input circuits: To be specified. - Type: MCCB • Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher • Ampere frame (AF): Total short circuit of connected strings or higher • Blocking diode for reverse protection: Provided • Enclosed function for output circuits: <ul style="list-style-type: none"> - Type MCCB - Rated voltage: Maximum power voltage of a string or higher - Ampere frame (AF): total short circuit of connected strings or higher • Number of input circuits: To be specified.
(2)	Power Conditioning System and accessories	1	lot	<ul style="list-style-type: none"> • Rated power output: 200 kW, 3 phase • Major function <ul style="list-style-type: none"> - Grid interconnection operation with solar generated power and storage batteries - Standalone operation with solar generated power and storage batteries - Control of battery charging & discharging • Rated power: sufficient power for DC/AC inverter operation (200 kW or above) • Major function <ul style="list-style-type: none"> - Maximum power point tracking of solar cells - Capturing solar panel generated power
a.	DC/AC inverter	1	sets	
b.	DC/DC converter	1	sets	

No	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
c.	AC switch	1	sets	Rated power: sufficient power for DC/AC inverter operation (200 kW or above) Major function • Optimal control of loads connected
d.	Insulation transformer	1	sets	Rated power: 200 kVA Type: Dry, indoor type Number of phase: 3 Voltage • primary: 400 V • secondary: inverter input voltage • Winding: Star (with neutral point pull-out terminal) - Delta
e.	Insulation transformer 2	1	sets	Rated power: 200 kVA Type: Dry, indoor type Number of phase: 3 Voltage • primary: inverter output voltage • secondary: 400/230 V (to be used with 3 phase 4 wire system) • Winding: Delta - Star (with neutral point pull-out terminal)
f.	Battery	1	sets	Type: Lithium-ion Rating: 120 kW, 240 kWh or more
g.	Weather collection sensor	1	lot	• Pyranometer: 1 set • Air temperature sensor with radiation shield: 1 set Including necessary accessories for installation and remote monitoring
h.	Energy Management System (EMS)	1	lot	Energy control, storage and management function to be included in the system
i.	Remote monitoring device	1	set	Liquid Crystal Display (LCD) monitor with wall mount metal fitting • size: 43 inch or more • Computer for LCD monitor • VESA mountable • Sufficient specification for communication with EMS and displaying PV condition - Necessary accessories for remote signal transmission and communication with EMS
(3)	Cable and accessories	2	sets	400/230 V AC distribution panels for connection to MDBs • Molded-case circuit breakers (MCCB) 400/230 V AC, three phase, four wire Wiring and terminal blocks
a.	LV panel	1	lot	400/230 V AC cable connection boxes for switching over to new cables of the System from existing ones of selected loads
b.	Terminal box	1	lot	Necessary DC & AC power cables and their necessary accessories for connection
c.	Power cable and terminal materials	1	lot	



No	Equipment	Q'ty	Unit	Major Specifications
d.	Control cable and terminal materials	1	lot	Necessary control & communication cables and their necessary accessories for connection
e.	Grounding material	1	lot	Earthing conductors and accessories
f.	Materials for cable laying	1	lot	Cable tray, conduit, concrete pole, junction box and their necessary accessories including supporting materials
(4)	Fire detection system	1	lot	Fire detector(s) and monitoring device for container house(s)

2.5 Procurement Plan of Spare Parts and Maintenance Tools

Capability of sustainable operation and maintenance for the equipment of the Project by the Recipient is one of conditions for the Japan's Grant Aid. The Sri Lankan side shall keep operation and maintenance for the equipment of the Project properly by himself, including procurement of spare parts. On the other hand, the warranty period for the Project is 1 year after the completion certificate. To secure operation and maintenance for the equipment of the Project for the warranty period, the Spare parts required for the period shall be provided as the scope of the Japanese.

Possession of maintenance tools for proper operation and maintenance for the equipment of the Project by the Recipient is one of conditions for the Japan's Grant Aid. However, the special tools required for operation and maintenance of the equipment of the Project shall be provided as the scope of the Japanese.

Spare parts and maintenance tools listed in Table 2-5 and Table 2-6 are recommended to be procured. More detailed parts, tools, test equipment and the quantity will be explained in the Draft Final Report.

Table 2-5 Recommended Spare Part List

No.	Name of spareparts	Quantity		
		SR	KU	RT
(1)	PV module and accessories	3% (pc)	3% (pc)	3% (pc)
1.	PV module	2pc	2pc	2pc
2.	Junction box	1pc	1pc	1pc
3.	Collecting box			
(2)	Power conditioner and accessories	1pc each	1pc each	1pc each
1.	Cooling fan	1pc each	1pc each	1pc each
2.	MCCB	1pc each	1pc each	1pc each
3.	Electromagnetic contactor	1pc each	1pc each	1pc each
(3)	Cable and accessories	1pc each	1pc each	1pc each
1.	MCCB (LV panel)	1pc each	1pc each	1pc each
2.	Electromagnetic contactor (LV panel)	3% of each	3% of each	3% of each
3.	Cable	3% of each	3% of each	3% of each
		3% of each	3% of each	3% of each

[Note] pc: piece



4. Drawings

GA-01 Site location map

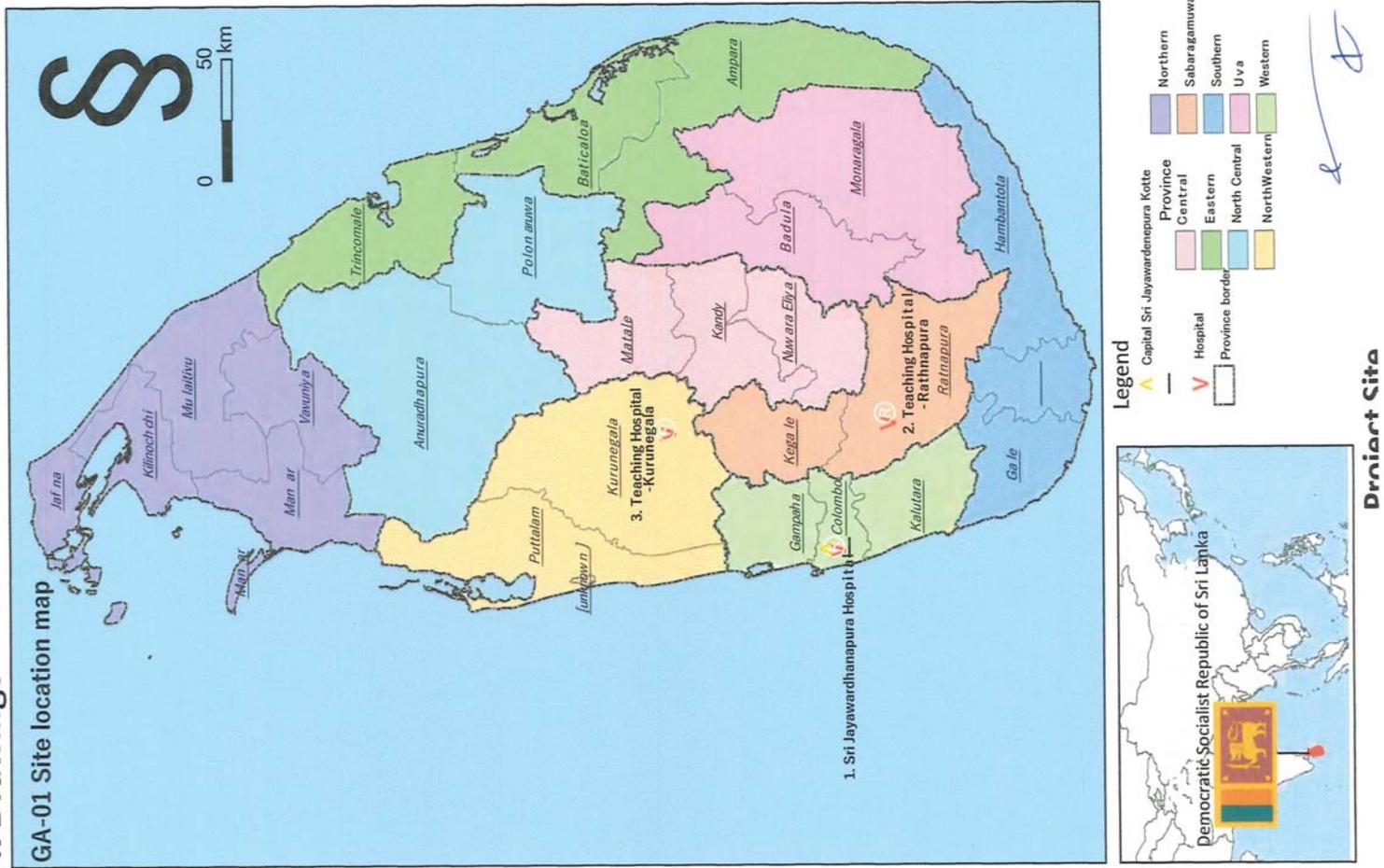


Table 2-6 Recommended maintenance tool list

No.	Name of maintenance tool	Quantity		
		SR	KU	RT
(1)	Digital Multi Meter	1unit	1unit	1unit
(2)	Insulation resistance tester	1unit	1unit	1unit
(3)	Voltage detector	1unit	1unit	1unit
(4)	Clamp meter	1unit	1unit	1unit
(5)	Earth resistance tester	1unit	1unit	1unit
(6)	Electrical tool set	1unit	1unit	1unit
(7)	Combination tool set	1unit	1unit	1unit

2.6 Training plan

On-the-job training (OJT) shall be carried out during the construction period. Through the OJT, maintenance and operation staff of each hospital will be able to experience practical skill from Manufacturer's engineers. Contents of OJT are proposed as follows;

- > Detection of abnormal condition through the EMS (i.e. alarm)
- > Routine maintenance
- > Trouble-shooting

3. Tentative Implementation Schedule of the Project

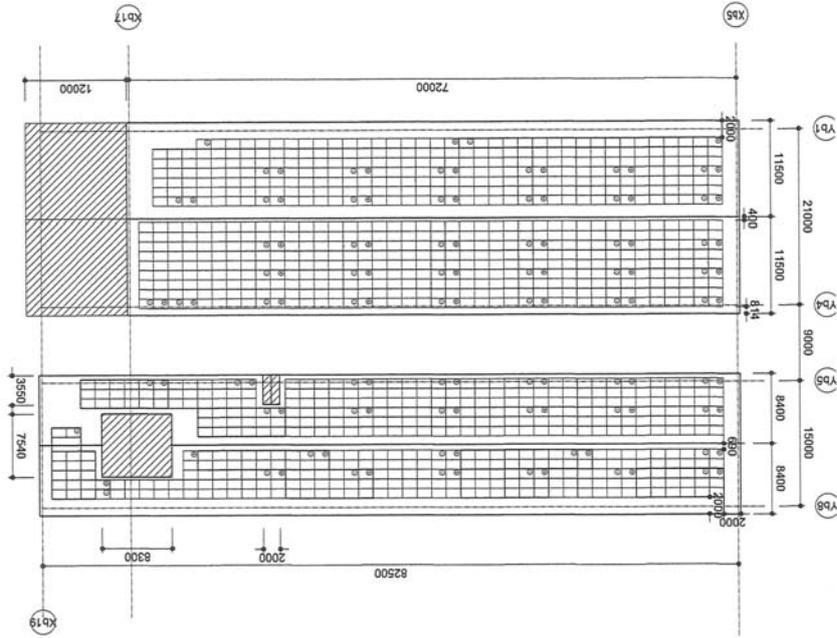
The tentative implementation schedule is shown in Attachment-3. In case that the Project is approved by the Japanese Government, the Project will proceed as below in the earliest scenario. The installation work of the Project will start in January, 2024. It is important for both sides to understand that the Preparatory Survey is not a commitment for the future implementation of the Project.

- > The Exchange of Notes between the Sri Lanka and Japanese Government shall be signed in December, 2023.
- > The Bid Opening will be held in May 2024.
- > Installation work of the Project will start in October, 2024.
- > The implementation work will be performed in series at each hospital, and the handover will be as follows:

- (a) Sri Jayawardanapura General Hospital: June, 2025
- (b) Teaching Hospital Kurunegala: September, 2025
- (c) Teaching Hospital Ratnapura: December, 2025

SJ-1 PV arrangement plan
(Block-B)

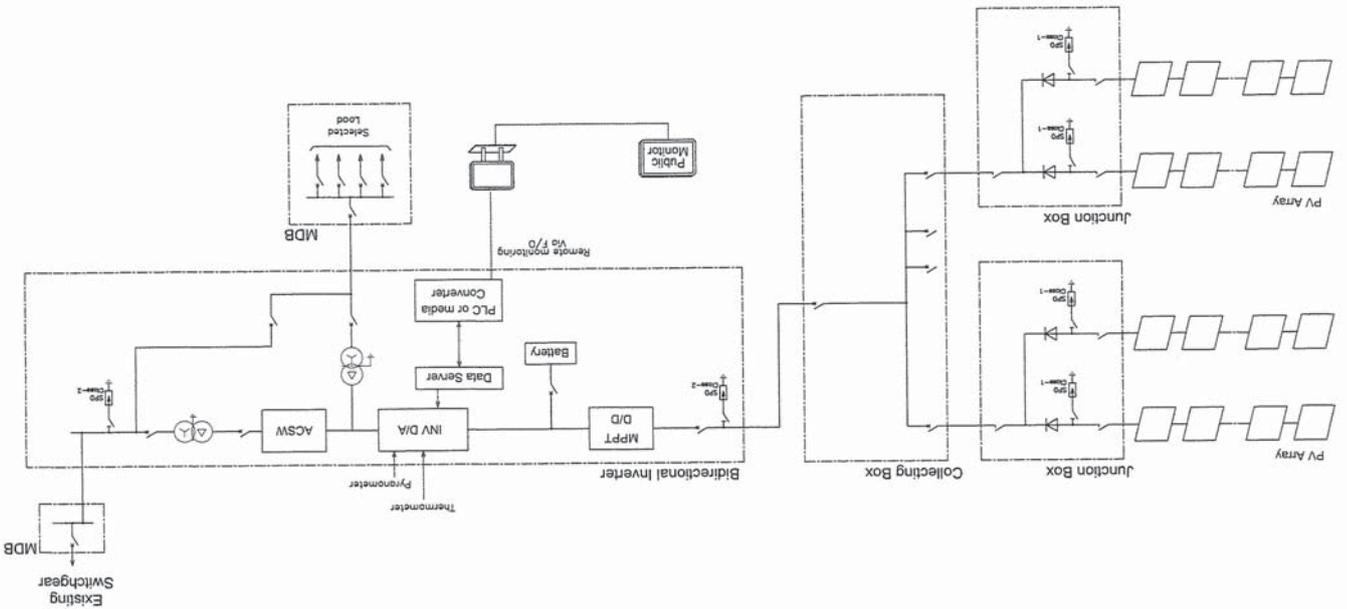
Total: 1,080 Panel



SJ-01 PV arrangement plan (SJGH)

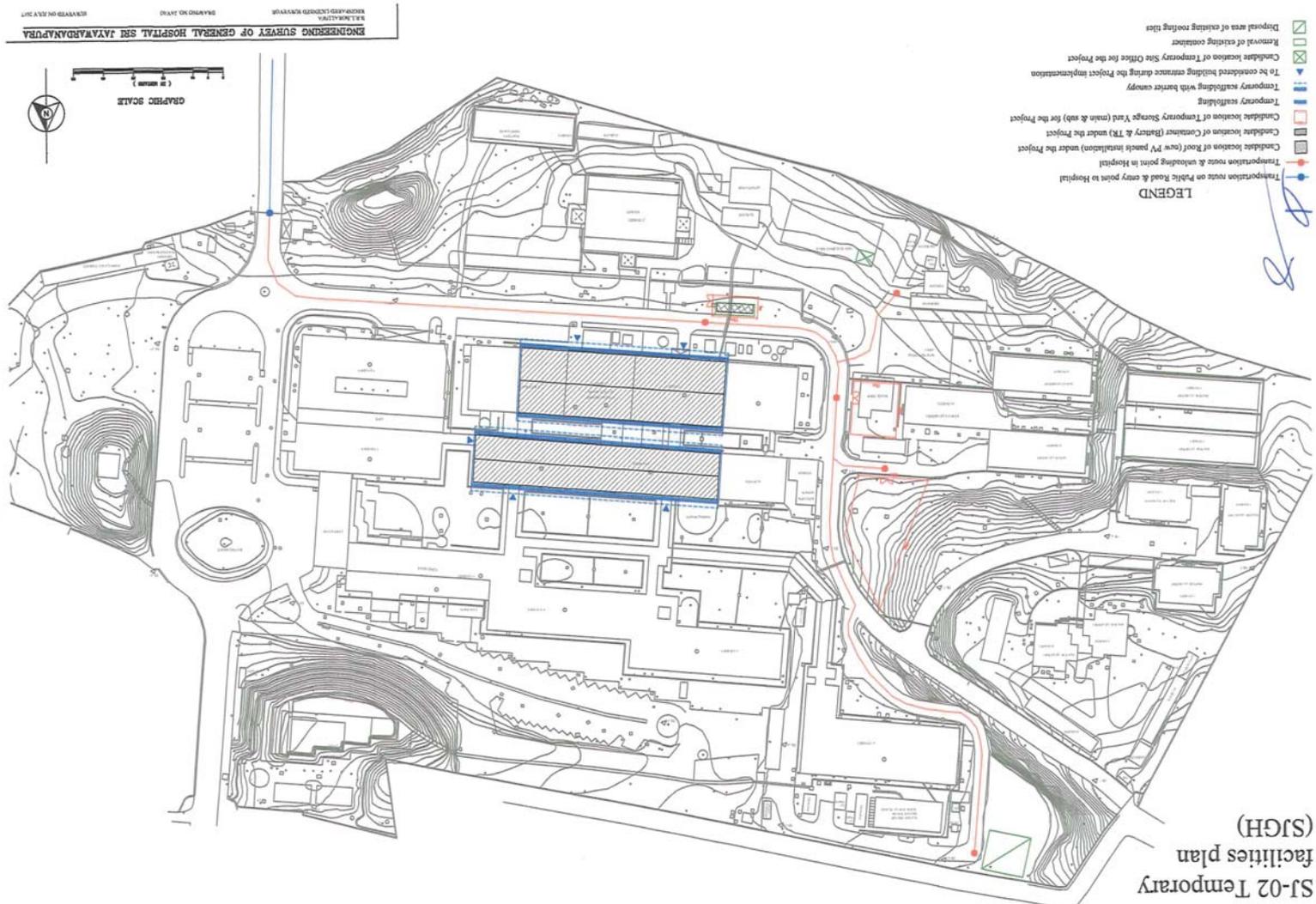
GA-2 System Diagram

ACS	ACSW
INV	Inverter
MPT	Maximum Power Point Tracking
SPD	Surge Protection Device
PV	Photo Voltaic

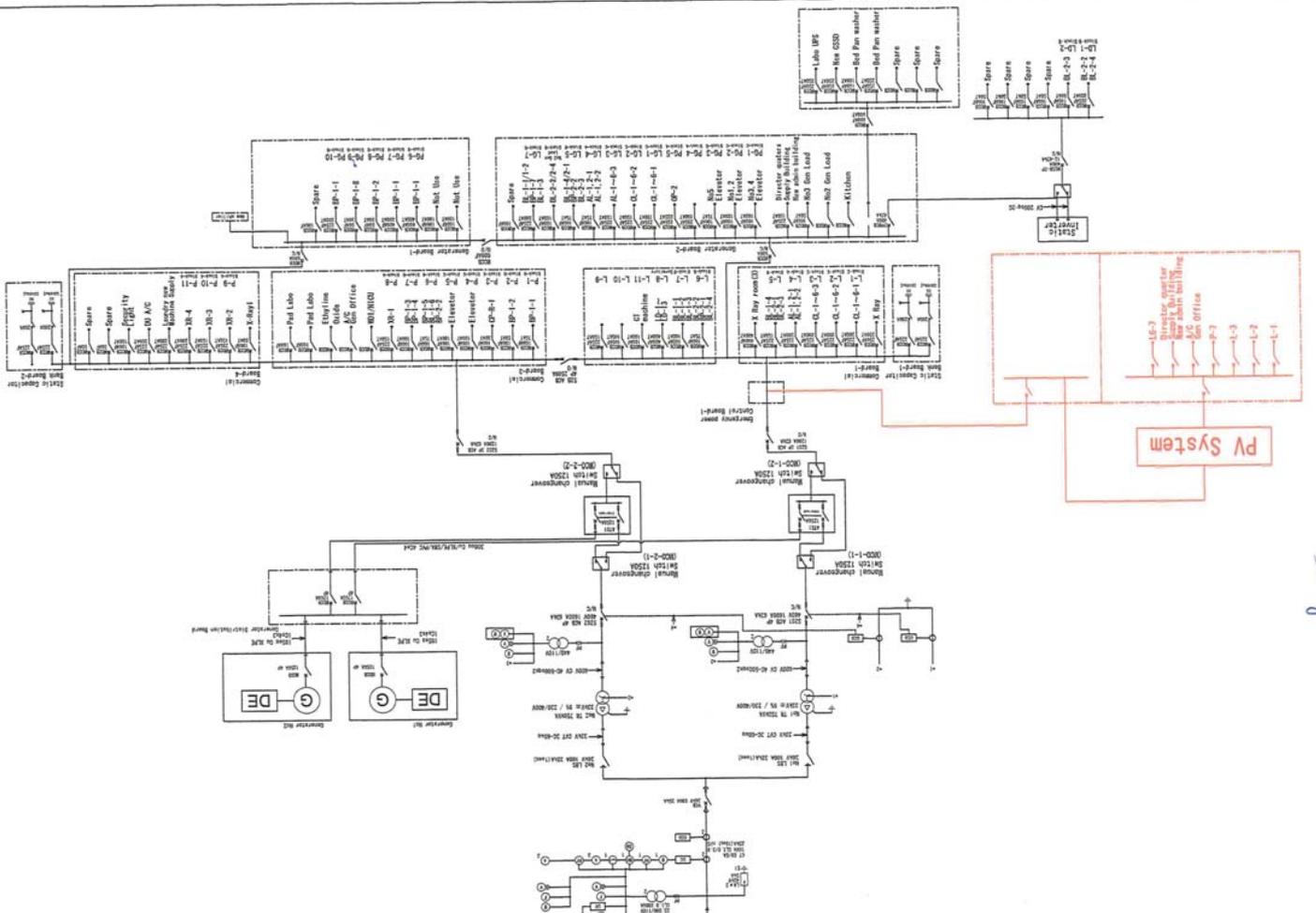


GA-02 System diagram

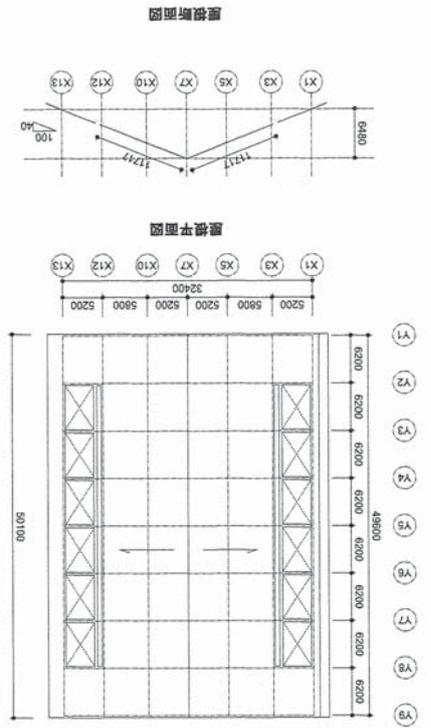
S1-02 Temporary facilities plan (SJGH)



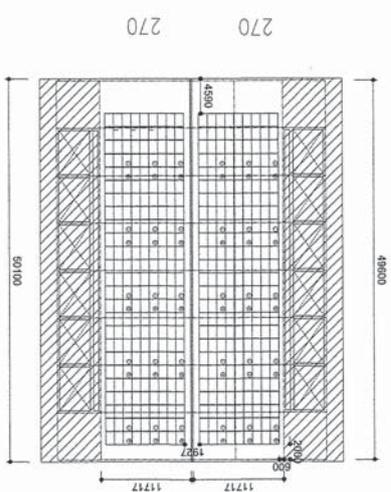
S1-03 Single line diagram (SJGH)



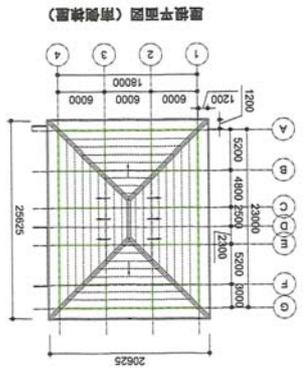
RT-01 PV arrangement plan (TH Ratnapura)



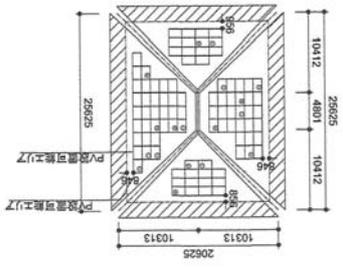
Total: 540 Panel



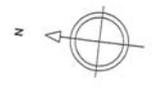
RT-1-1 PV arrangement Plan (JICA building)



Total: 90 Panel



RT-1-2 PV arrangement plan (A&E building)

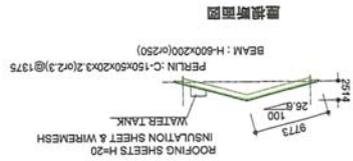
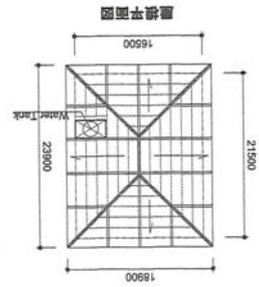
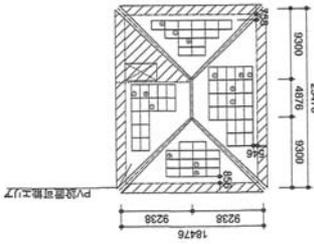


Handwritten blue checkmarks and scribbles.

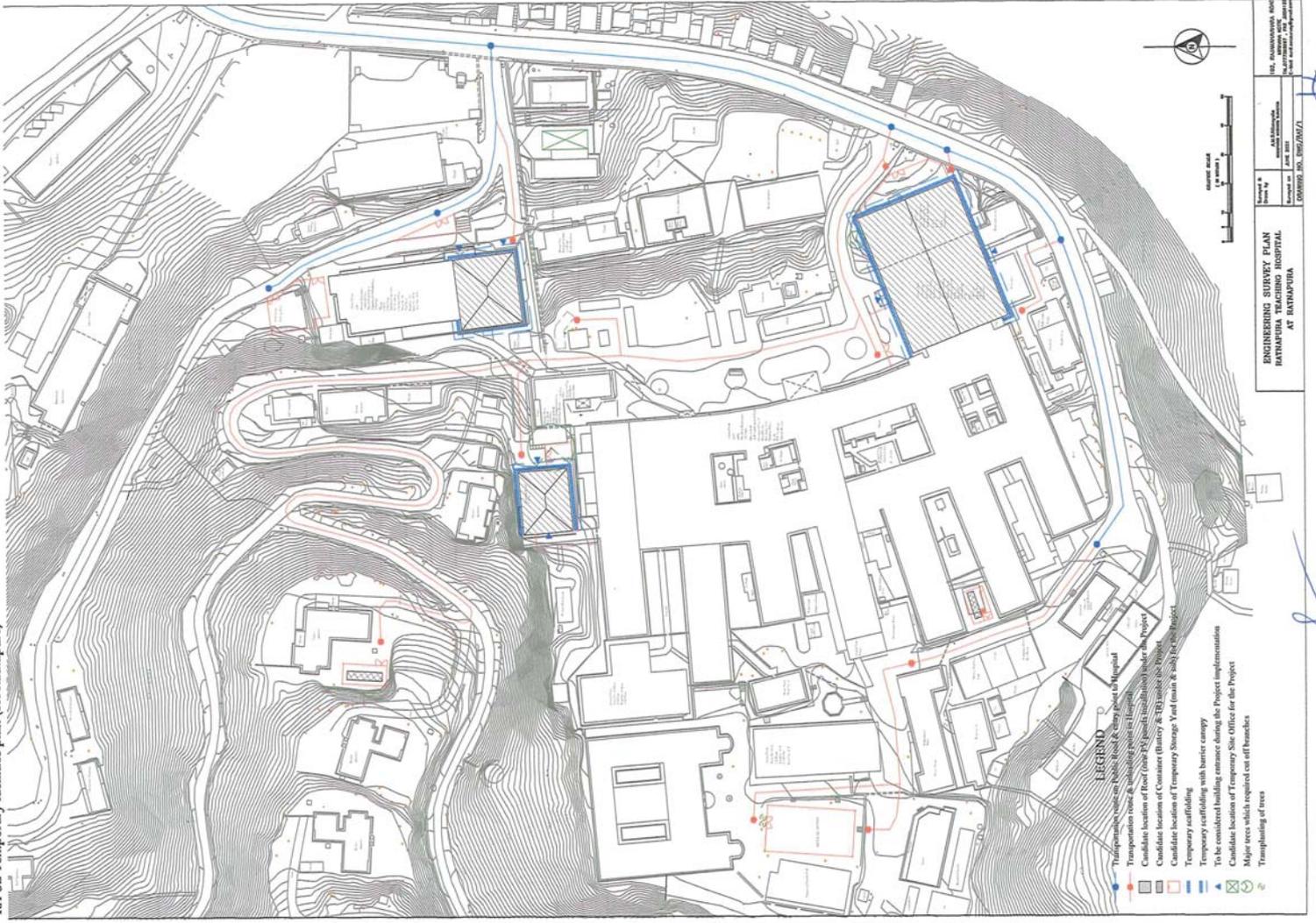
Handwritten blue checkmarks and scribbles.

RT-1-3 PV arrangement plan
(Blood Bank building)

Total: 70 Panel

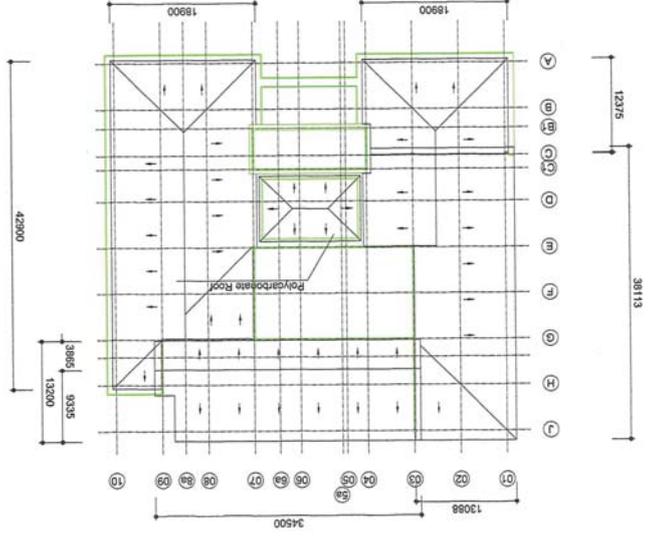


RA-02 Temporary facilities plan (IH Ratnapura)

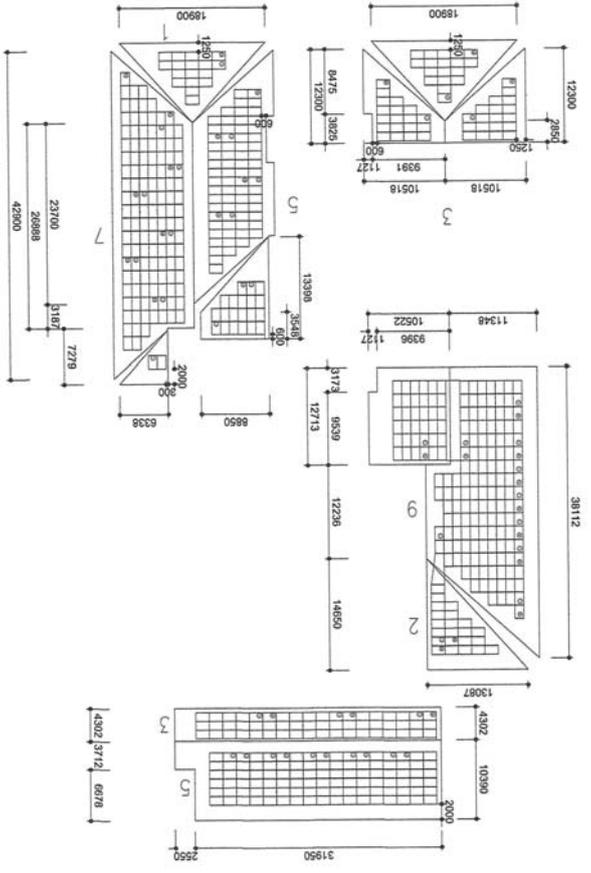


ENGINEERING SURVEY PLAN
RATNAPURA TEACHING HOSPITAL
AT RATNAPURA
OWNER: DR. BHARGAVA
DATE: 10/10/2023

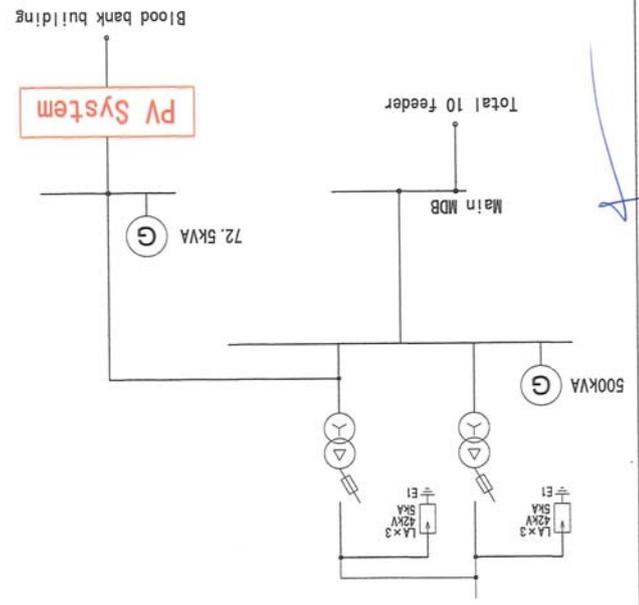
Maternity Complex 屋顶伏图



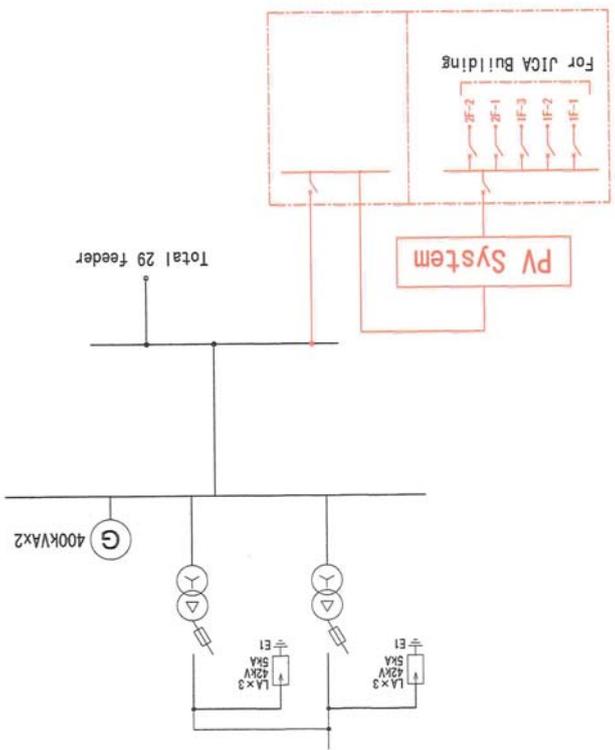
KU-01 PV arrangement plan (TH Kurunegala)



RT-03 Single line diagram (TH Ratnapura)

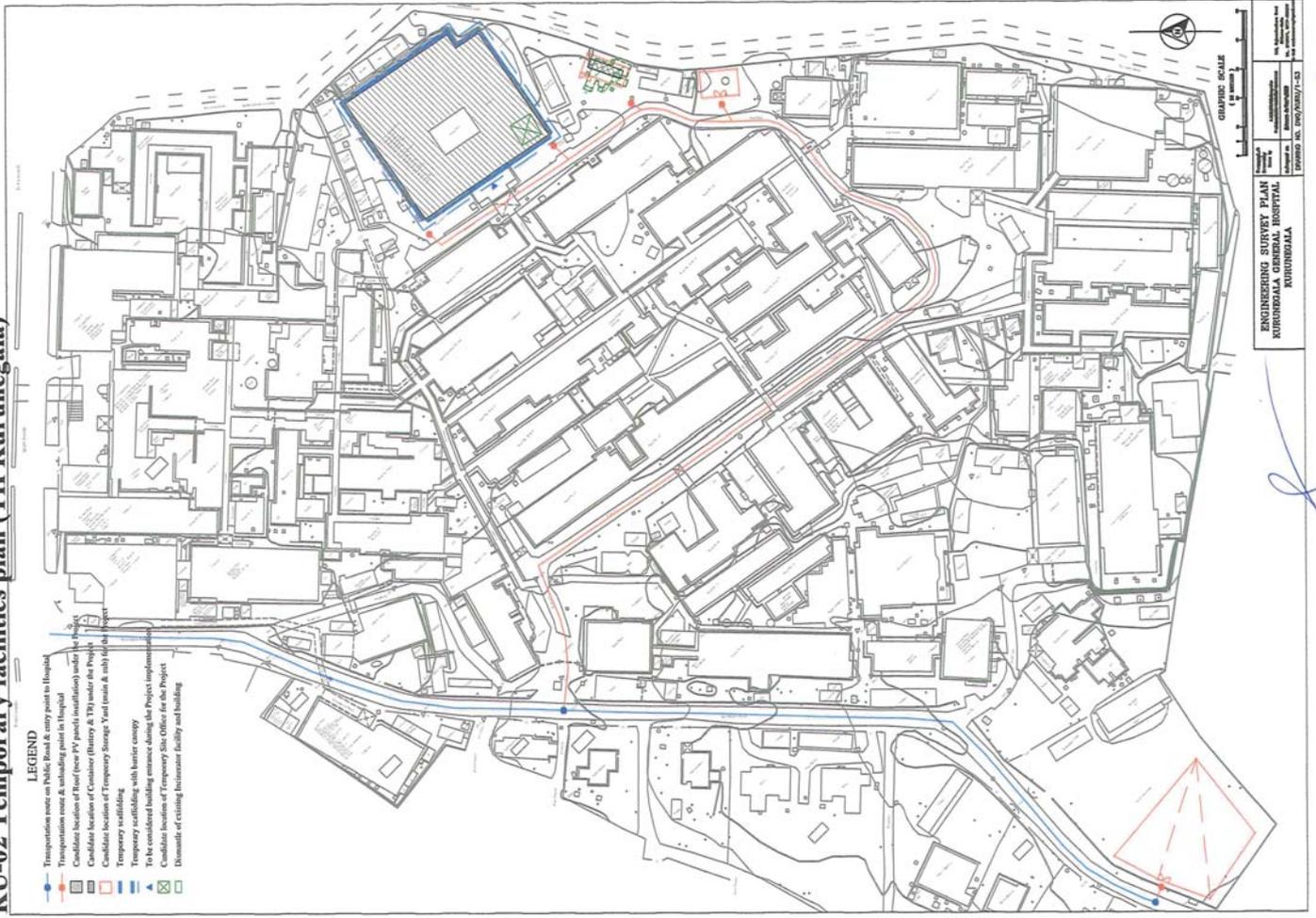


JICA Incoming



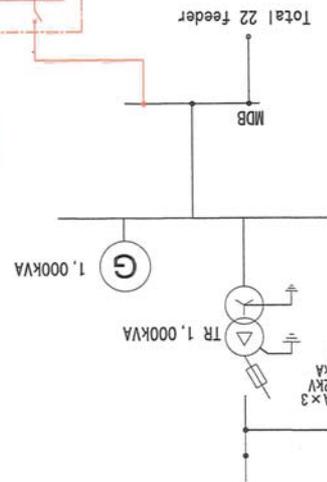
KU-1 PV arrangement plan

KU-02 Temporary facilities plan (TH Kurumegala)

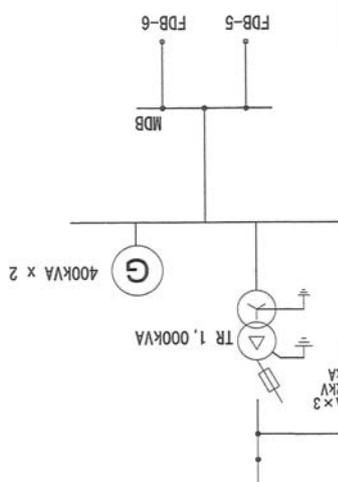


KU-03 Single Line Diagram (TH Kurumegala)

Main bank Incoming



Maternity Incoming



f

Attachment-1

Member List of the Study Team

NAME	ASSIGNMENT	ORGANIZATION	REMARK
Kyoji FUJII	Team leader / PV generation plan (1)	Yachiyo Engineering Co., Ltd. (YEC)	
Makoto ABE	PV generation plan (2)	YEC	Work in Japan only
Hidemitsu HASHIMOTO	Battery energy storage system	YEC	
Kazuaki KONDO	Deputy team leader / Equipment plan (1)	YEC	
Taro NAKAMURA	Equipment plan (2)	West Japan Engineering Consultants, Inc. (WJEC)	
Keiichi OHASHI	Equipment plan (3)	WJEC	
Ichiro MASUDA	Facility plan (1)	YEC	
Hisayuki YAMAMOTO	Facility plan (2)	YEC	
Kosei ITO	Facility plan (3)	YEC	
Hironori KOMATSU	Procurement and installation plan & cost estimation (Facilities)	YEC	
Keiya FUJIWARA	Procurement and installation plan & cost estimation (Equipment)	YEC	

Attachment-2

Major Undertakings to be taken by the Sri Lankan side

(1) Before the Tender

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To sign the banking arrangement (B/A) with a bank in Japan (the Agent Bank) to open bank account for the Grant	within 1 month after the signing of the G/A	MOH		
2	To issue A/P to the Agent Bank for the payment to the consultant within 1 month after the signing of the contract(s)	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOH		
3	To bear the following commissions to the Agent Bank for the banking services based upon B/A 1) Advising commission of A/P (Authorization to Pay)	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOH		
	2) Payment commission for A/P	every payment	MOH		
4	To submit Project Monitoring Report (with the result of Detailed Design)	before preparation of the bidding documents	MOH		
	Major undertakings to be taken by three hospitals in general:				
5	To secure and clear the following lands 1) Project sites (approx. 12m x 3m (36m ²) for each) for container of PV system at each hospital.	before notice of the bidding	Each hospital		
6	To obtain the planning, zoning, building permit from the Urban Development Authority (UDA)	before notice of the bidding	Each hospital		
7	To obtain the interconnection license from the Ceylon Electricity Board (CEB)	before notice of the bidding	Each hospital		
8	To obtain tree cutting /transplanting permit from relevant authority if necessary.	before notice of the bidding	Each hospital		
9	To clear, level and reclaim the following sites 1) Leveling and reclaiming the sites for container of PV system at each hospital, if necessary. 2) Securing temporary storage yard at each hospital site (approx. 16m x 30m (500m ²)) 3) Securing plots for site offices of the Consultant and the Supplier (approx. 30m ² each)	before notice of the bidding	Each hospital		
	Major undertakings to be taken by Teaching Hospital Kurunegala in particular				
11	To remove unused incinerator by the maternity building to vacate a space for the container of PV system.	before notice of the bidding	TH Kurunegala		
	Major undertakings to be taken by Teaching Hospital Ratnapura in particular				
12	To construct a retaining wall and reinforce a slope which goes down from the parking lot in front of the main office where a container of PV system is to be installed (To be revised).	before notice of the bidding	TH Ratnapura		

(2) During the Project Implementation

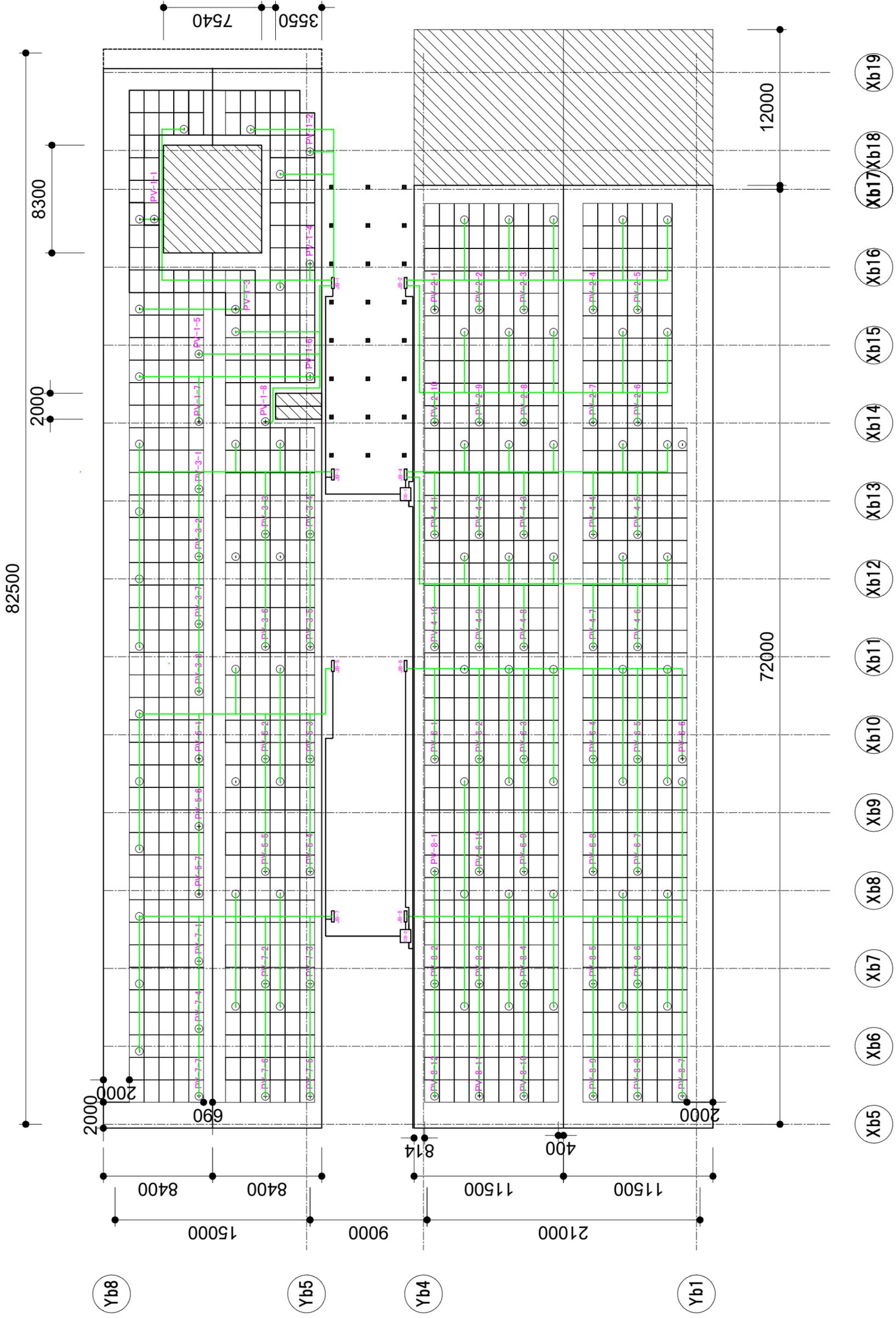
NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To issue A/P to the Agent Bank for the payment to the supplier and the contractor	within 1 month after the signing of the contract(s)	MOH		
2	To bear the following commissions to the Agent Bank for the banking services based upon the B/A 1) Advising commission of A/P	within 1 month after the signing of the contract(s) every payment	MOH		
	2) Payment commission for A/P		MOH		
3	to ensure prompt unloading and customs clearance at ports of disembarkation in the country of the Recipient and to assist the Supplier(s) with internal transportation therein	during the Project	MOH		
4	To accord Japanese physical persons and/or physical persons of third countries whose services may be required in connection with the supply of the products and the services such facilities as may be necessary for their entry into the country of the Recipient and stay therein for the performance of their work	during the Project	MOH		
5	To ensure that customs duties, internal taxes and other fiscal levies which may be imposed in the country of the Recipient with respect to the purchase of the products and/or the services be borne by its designated authority without using the Grant;	during the Project	MOH		
6	To bear all the expenses, other than those covered by the Grant, necessary for the implementation of the Project	during the Project	MOH		
7	To notify JICA promptly of any incident or accident, which has, or is likely to have, a significant adverse effect on the environment, the affected communities, the public or workers.	during the construction	MOH		
8	To submit Project Monitoring Report after each work under the contract(s) such as shipping, hand over, installation and operational training.	within 1 month after completion of each work	MOH		
9	To submit Project Monitoring Report (final) (including as-built drawings, equipment list, photographs, etc.)	within 1 month after issuance of Certificate of Completion for the works under the contract(s)	MOH		
10	To submit a notice concerning completion of the Project	within 6 months after completion of the Project	MOH		
11	To provide office space necessary for the implementation of the Project in the site(s)	before start of the construction	MOH and each hospital		
12	To ensure the safety of persons engaged in the implementation of the Project	during the Project	MOH		
13	To take necessary measures for security and safety of the Project site	during the construction	MOH and each hospital		

(3) After the Project

NO	Items	Deadline	In charge	Estimated Cost	Ref.
1	To maintain and use properly and effectively the facilities constructed and equipment provided under the Grant Aid 1) Allocation of maintenance cost 2) Operation and maintenance structure 3) Routine check/Periodic inspection	After completion of the construction	MOH and each hospital		
2	To secure budget for contracting the PV system maintenance agreement with outsourcing company.	After completion of the construction	MOH and each hospital		

6. 概略設計図

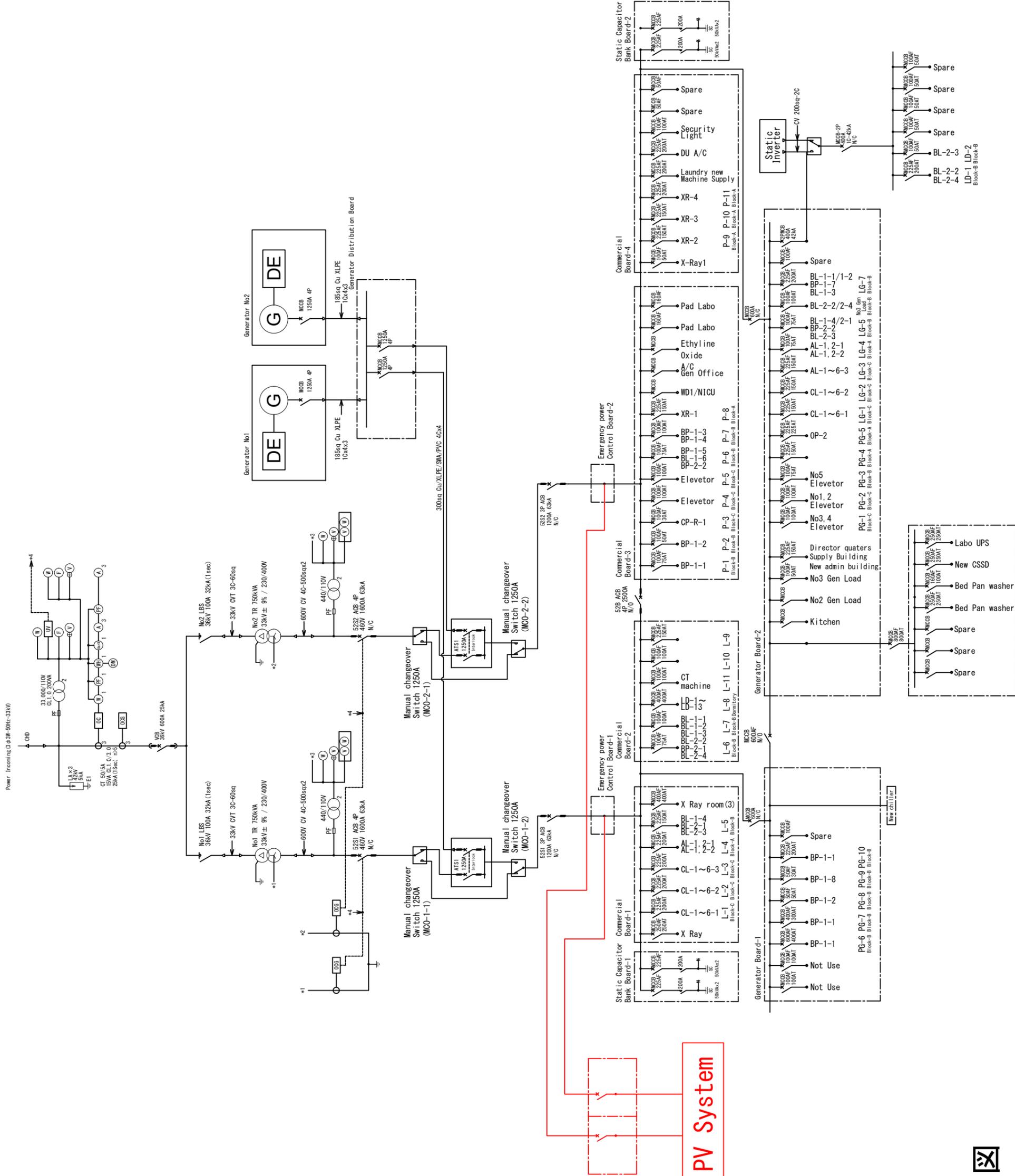
6-1. 機材図面 (SJGH)



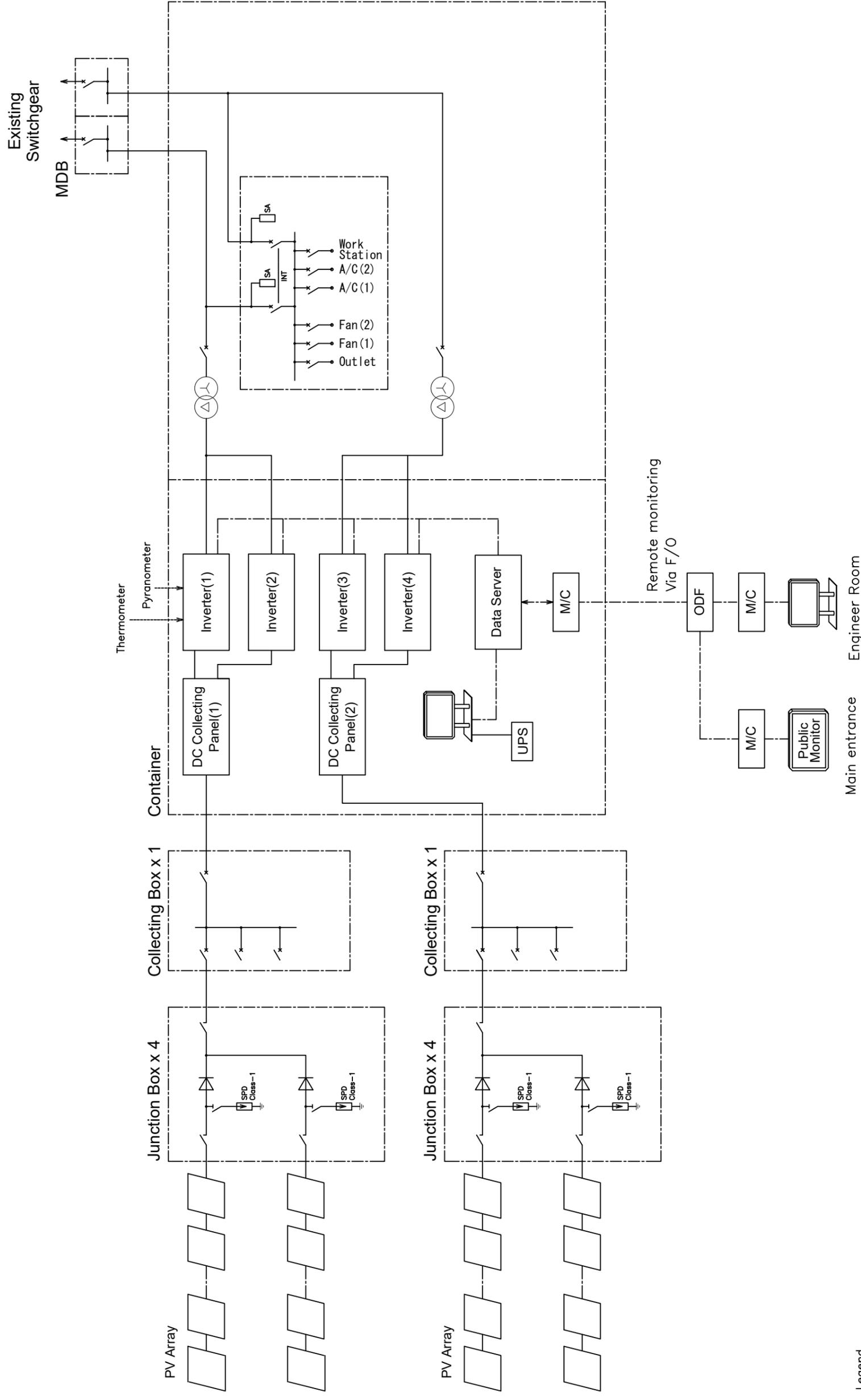
SE-1 PVパネル配置図



SE-2 全体配置計画図



SE-03 単線結線図



Legend

PV	Photo Voltaic
SPD	Surge Protection Device
INV	Inverter
M/C	Media Converter
ODF	Optical Distribution Frame
SA	Surge Arrester

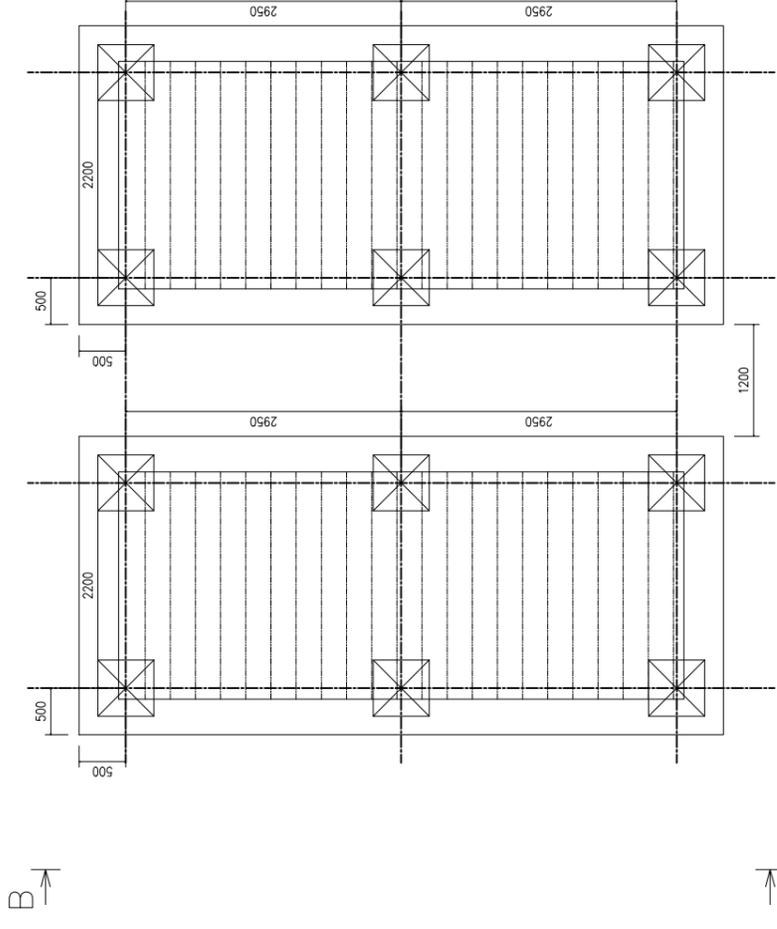
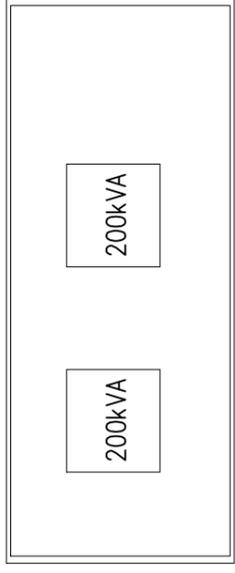
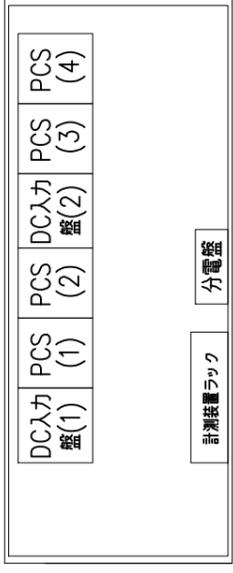
—— Power Line

----- Control & communication Line

Main entrance Engineer Room

SE-4 システム構成図

20ft (HC)

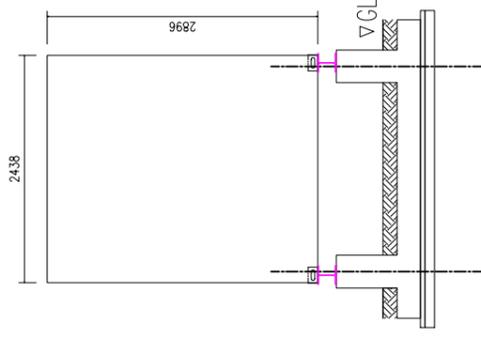


B↑

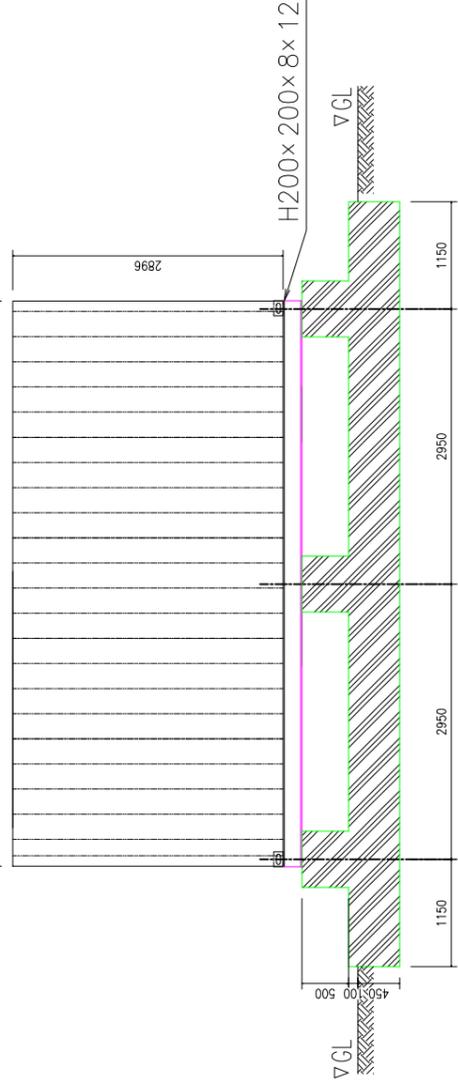
B↑

A↑

A↑



A↑

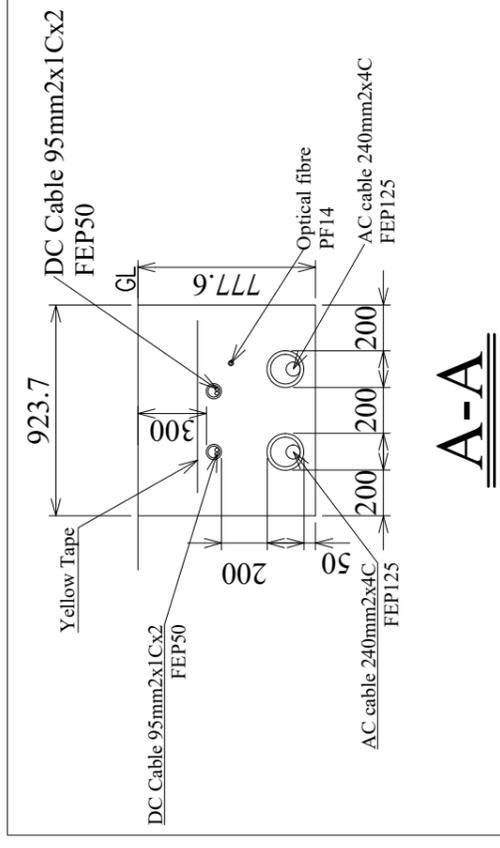


B↑

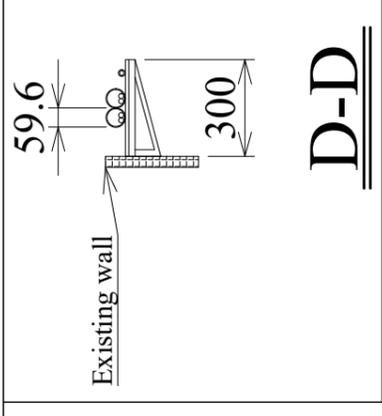
B↑



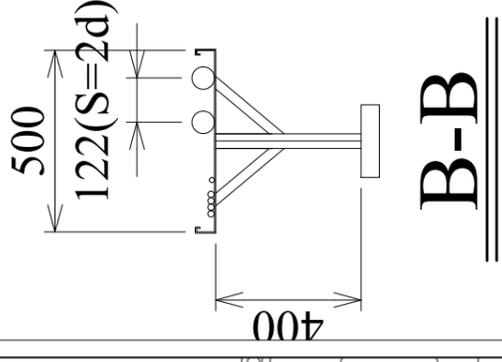
SE-6 ケーブルルート計画図



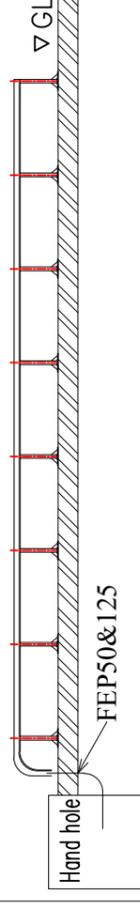
A-A



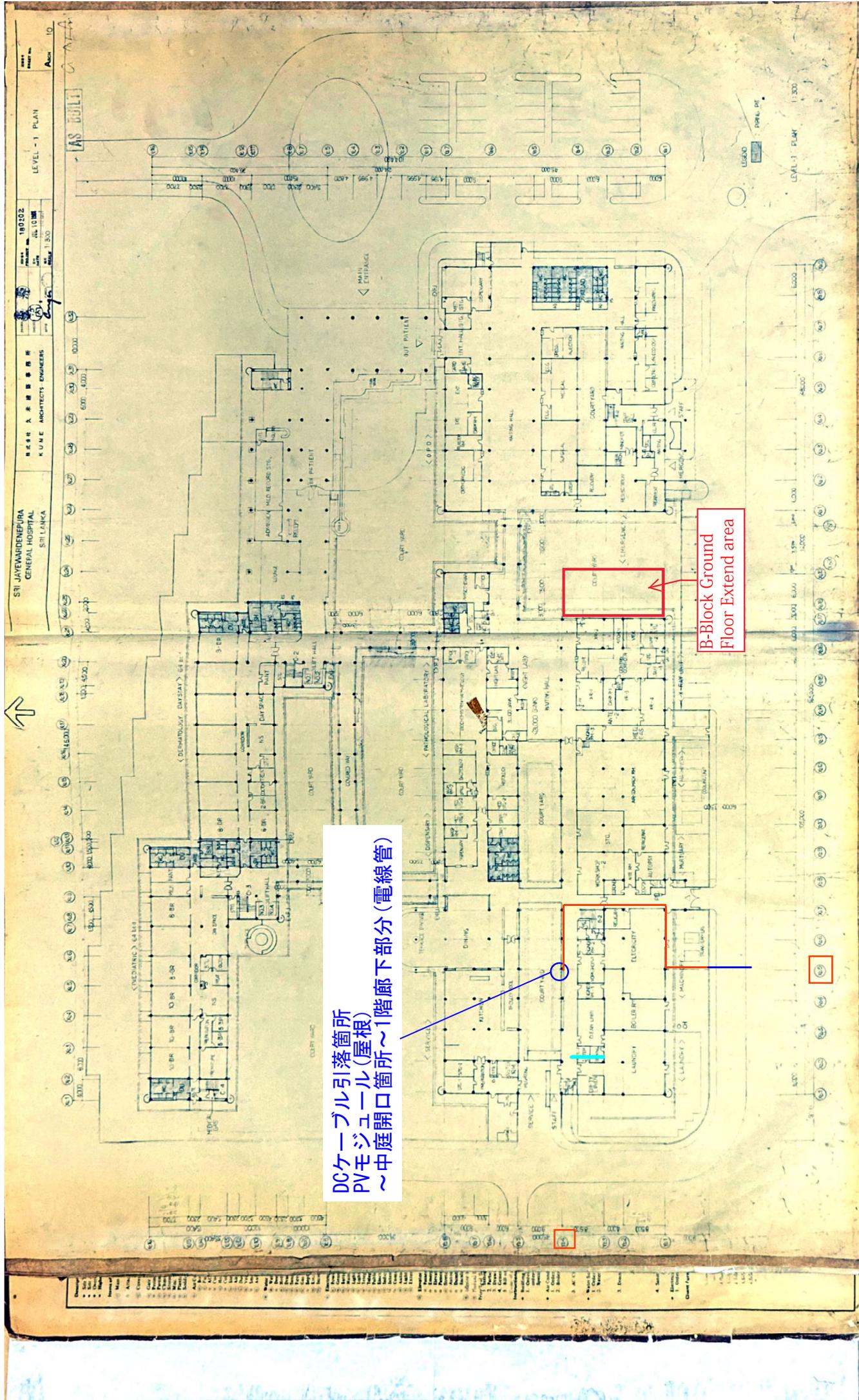
D-D



B-B



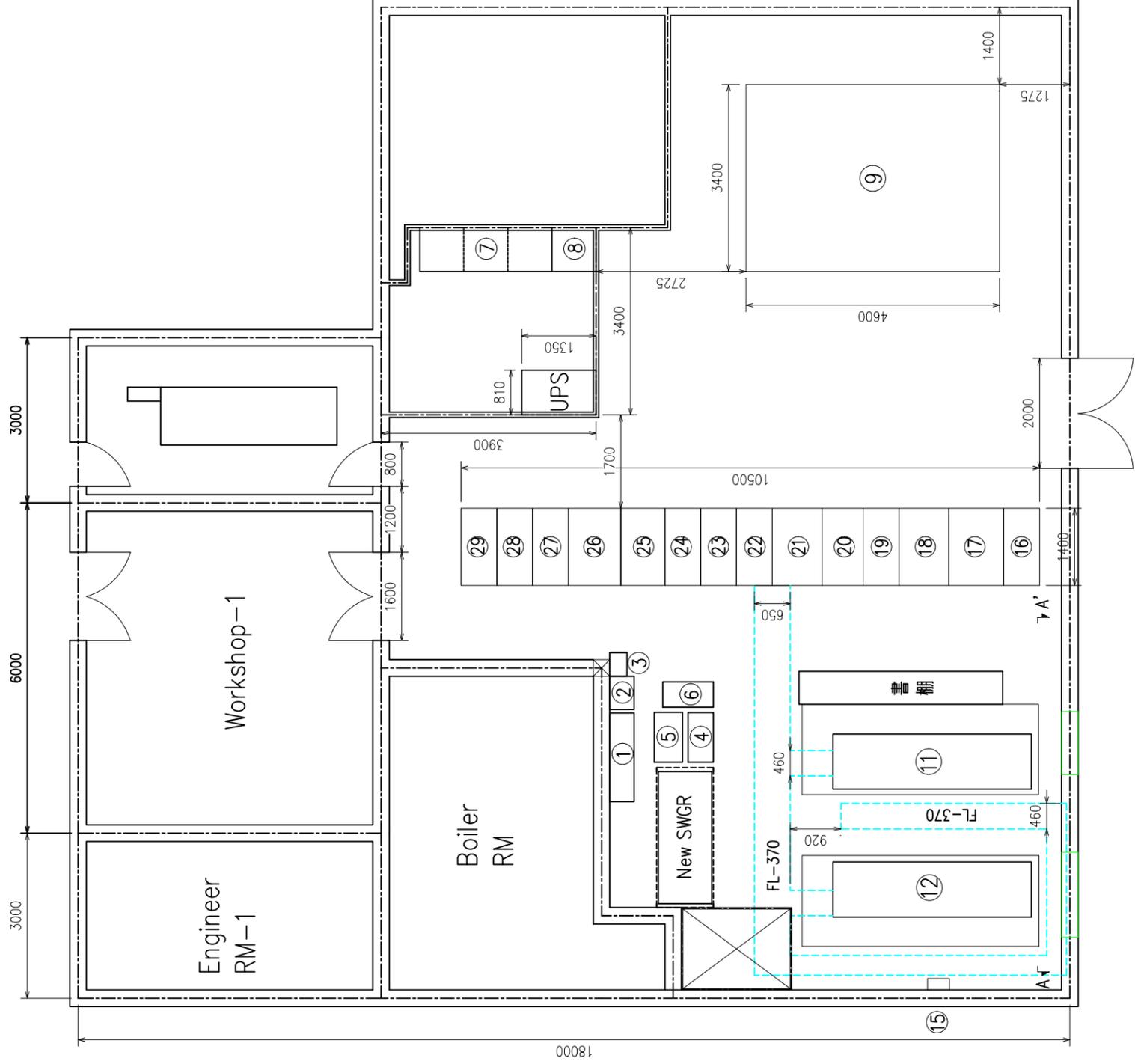
C-C



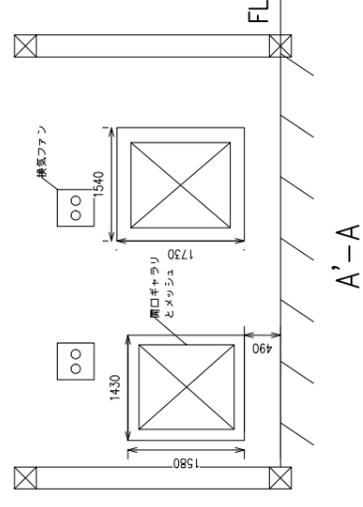
DCケーブル引落箇所
 PVモジュール(屋根)
 ~中庭開口箇所~1階廊下部分(電線管)

B-Block Ground
 Floor Extend area

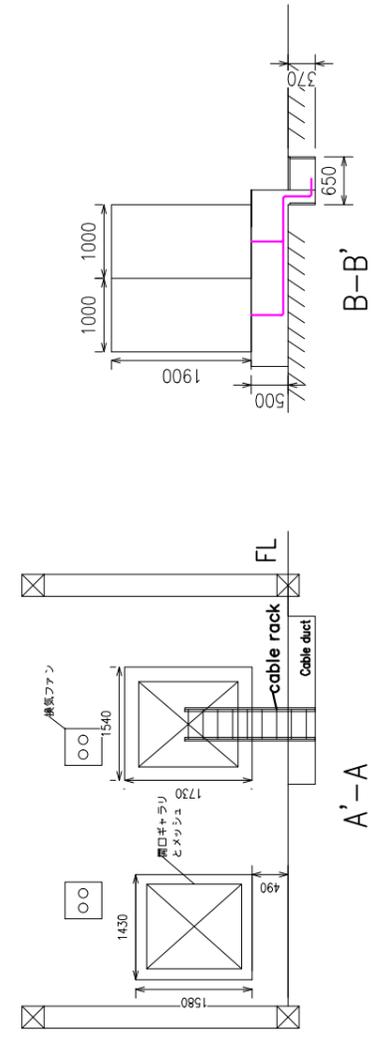
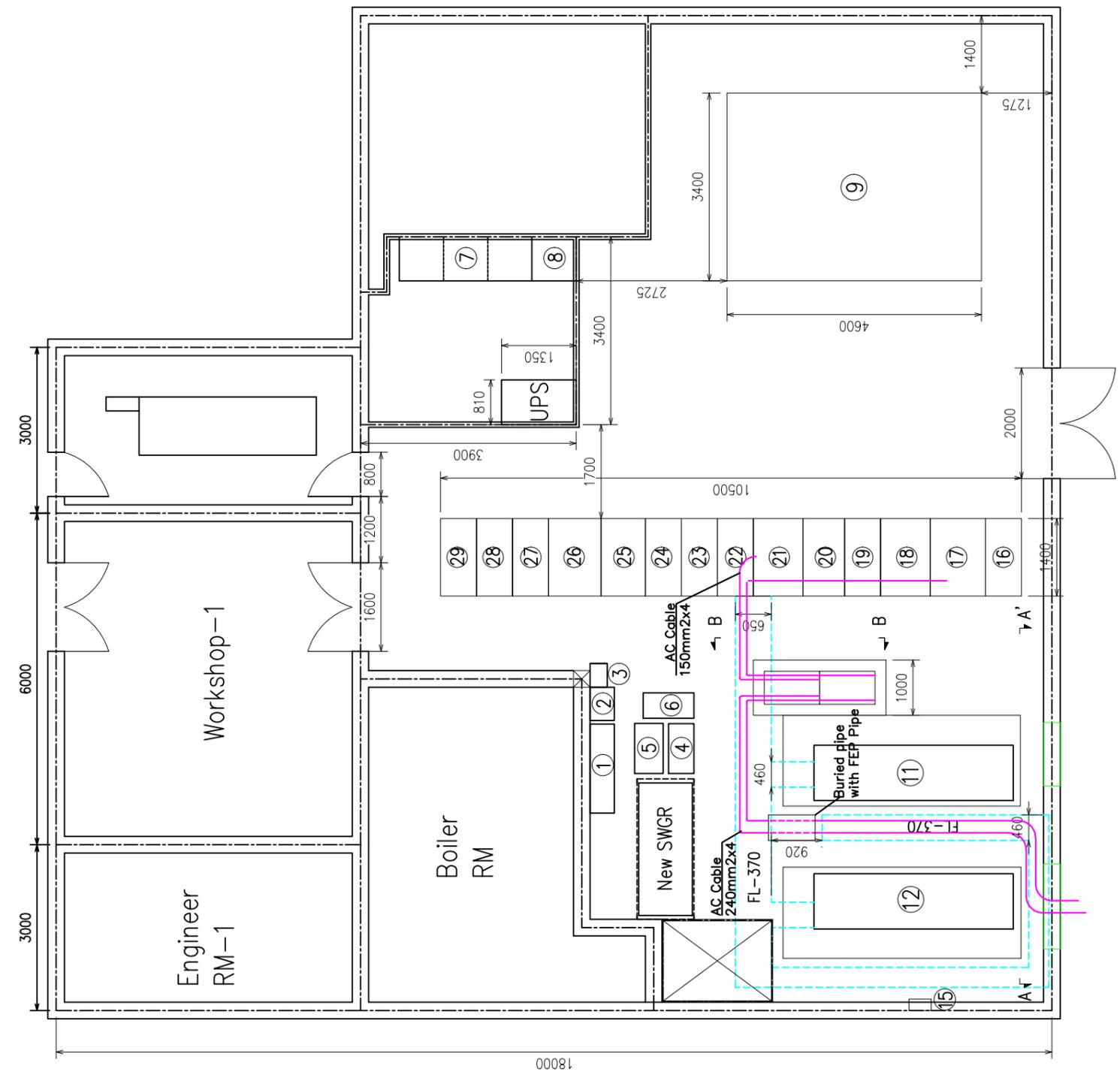
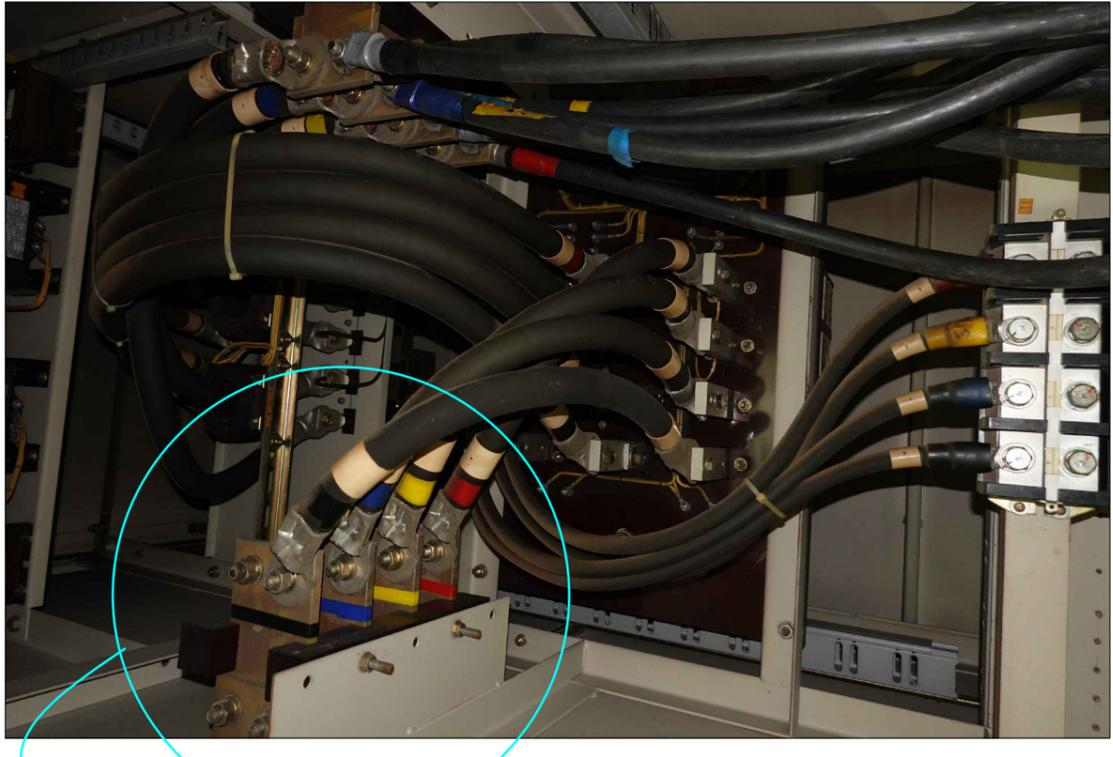
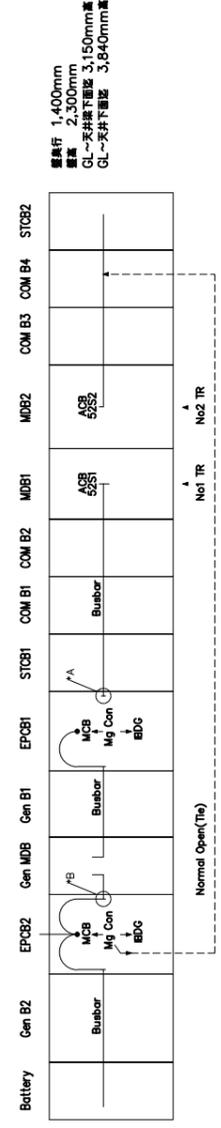
SE-6 ケーブルルート計画図



No.	Name of panel	Note	No.	Name of panel	Note
①	Station pump	1,610(W) x 440(D)	⑩	Battery board	650W x 1,400D
②	Oil gear pump panel	600(W) x 440(D)	⑪	Generator Board 2	1,000W x 1,400D
③	Chiller panel		⑫	Emergency power Control Board 2	900W x 1,400D
④	Cabinet		⑬	Generator Main distribution Board	650W x 1,400D
⑤	Cabinet		⑭	Generator Board 1	750W x 1,400D
⑥	Cabinet		⑮	Emergency power Control Board 1	900W x 1,400D
⑦	Battery Cabinet	2400(W) x 800(D)	⑯	Static Capacitor board 1	650W x 1,400D
⑧	DC Charger	800(W) x 800(D)	⑰	Commercial board 1	650W x 1,400D
⑨	33kV Switchgear	4,600(W) x 3,400(D)	⑱	Commercial board 2	650W x 1,400D
⑩	Main distribution board	9,850(W) x 2,000(D)	⑳	Main distribution board 1	800W x 1,400D
⑪	400V ATS PAnel (No1 Incomer)	3,600(W) x 1,000(D)?	㉑	Main distribution board 2	950W x 1,400D
⑫	400V ATS PAnel (No2 Incomer)	3,600(W) x 1,000(D)?	㉒	Commercial board 3	650W x 1,400D
⑬	Elevator Panel(1)	500(W) x 220(D)	㉓	Commercial board 4	650W x 1,400D
⑭	Elevator Panel(2)	500(W) x 220(D)	㉔	Static Capacitor board 2	650W x 1,400D
⑮	Tank Box	400(W) x 210(D)			

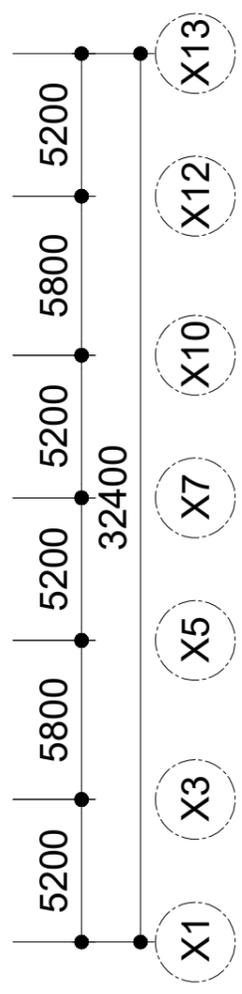
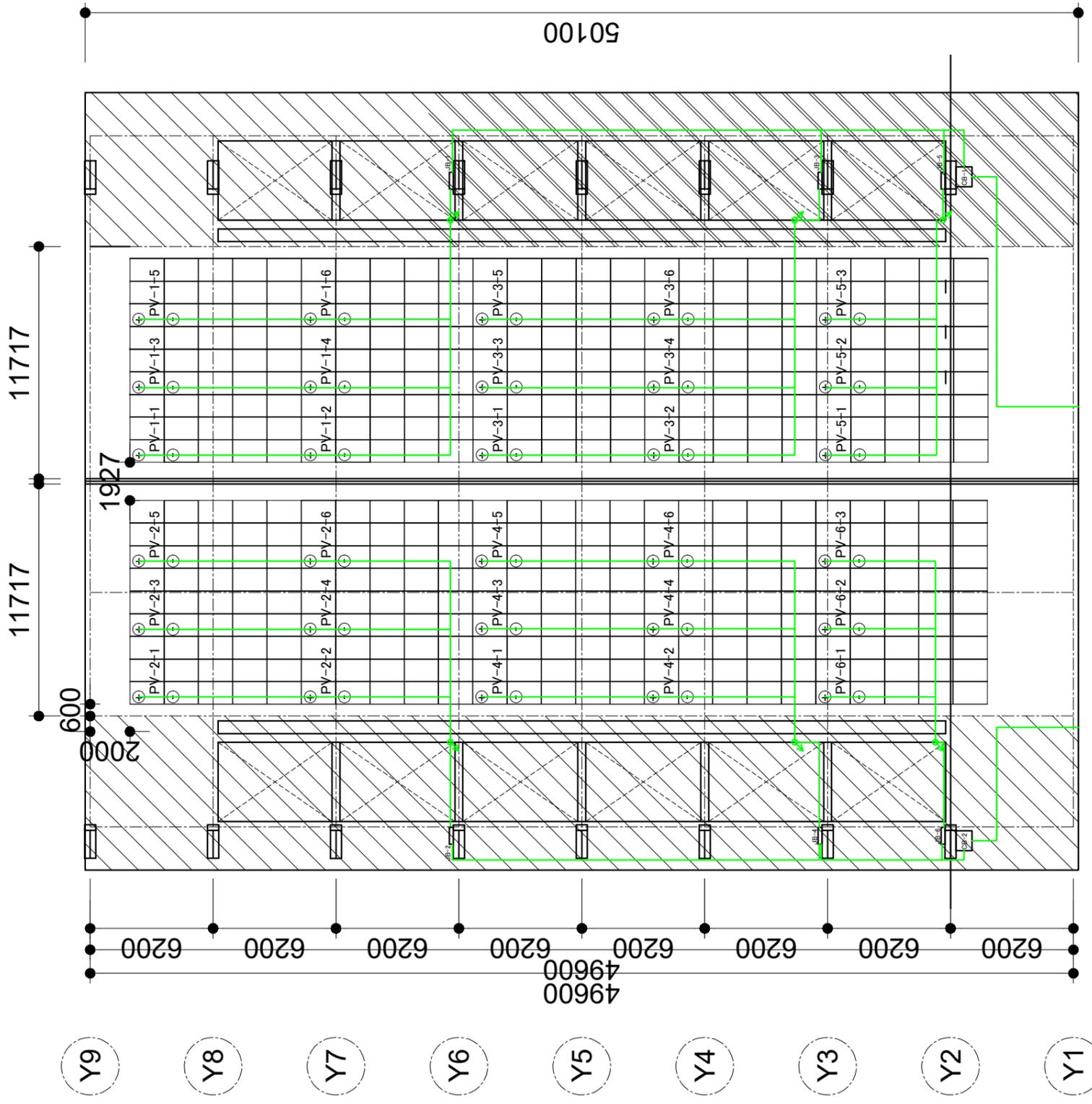


SE-6 ケーブルルート計画図

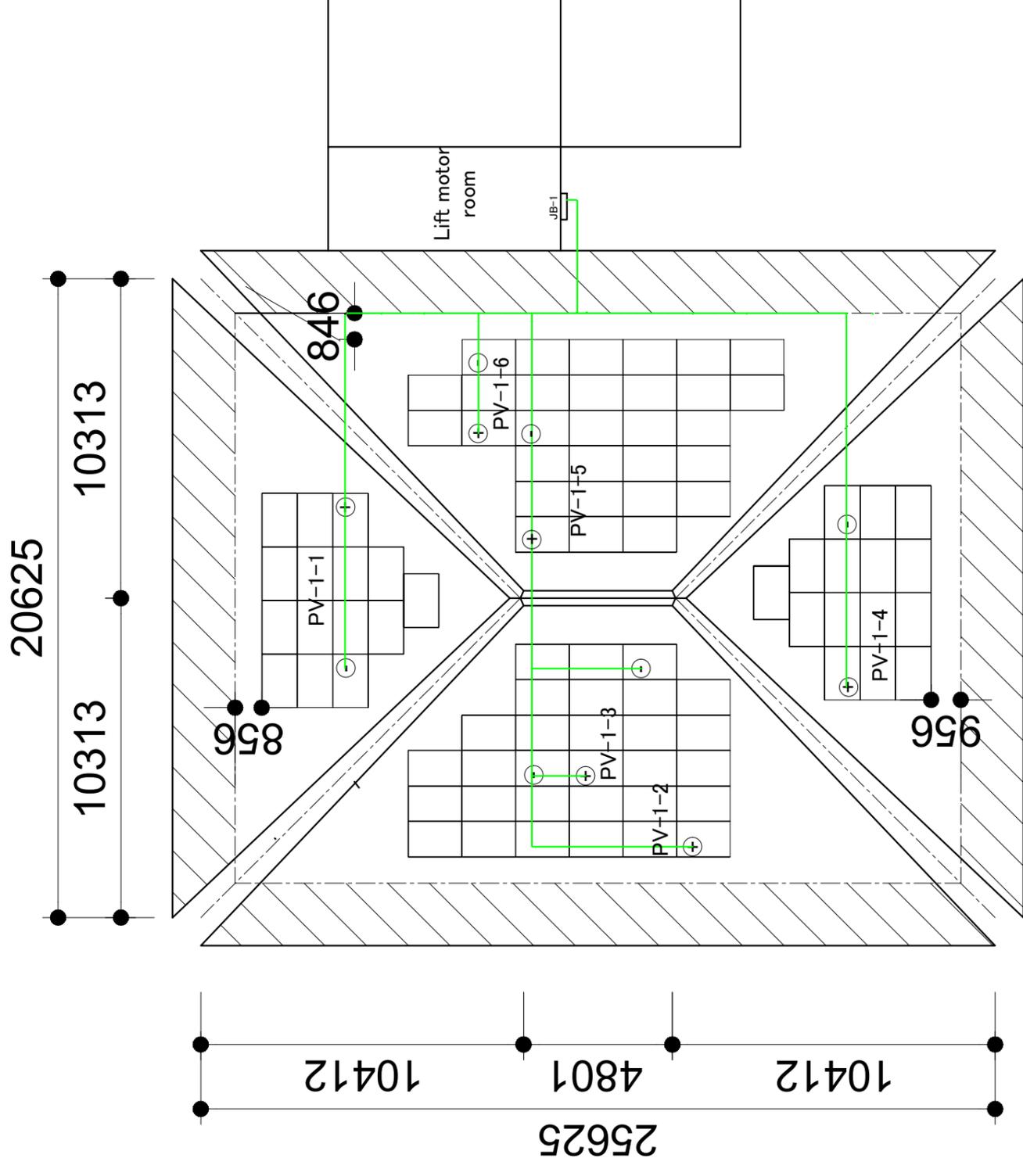


SE-6 ケーブルルート計画図

6-2. 機材図面 (TH Ratnapura)

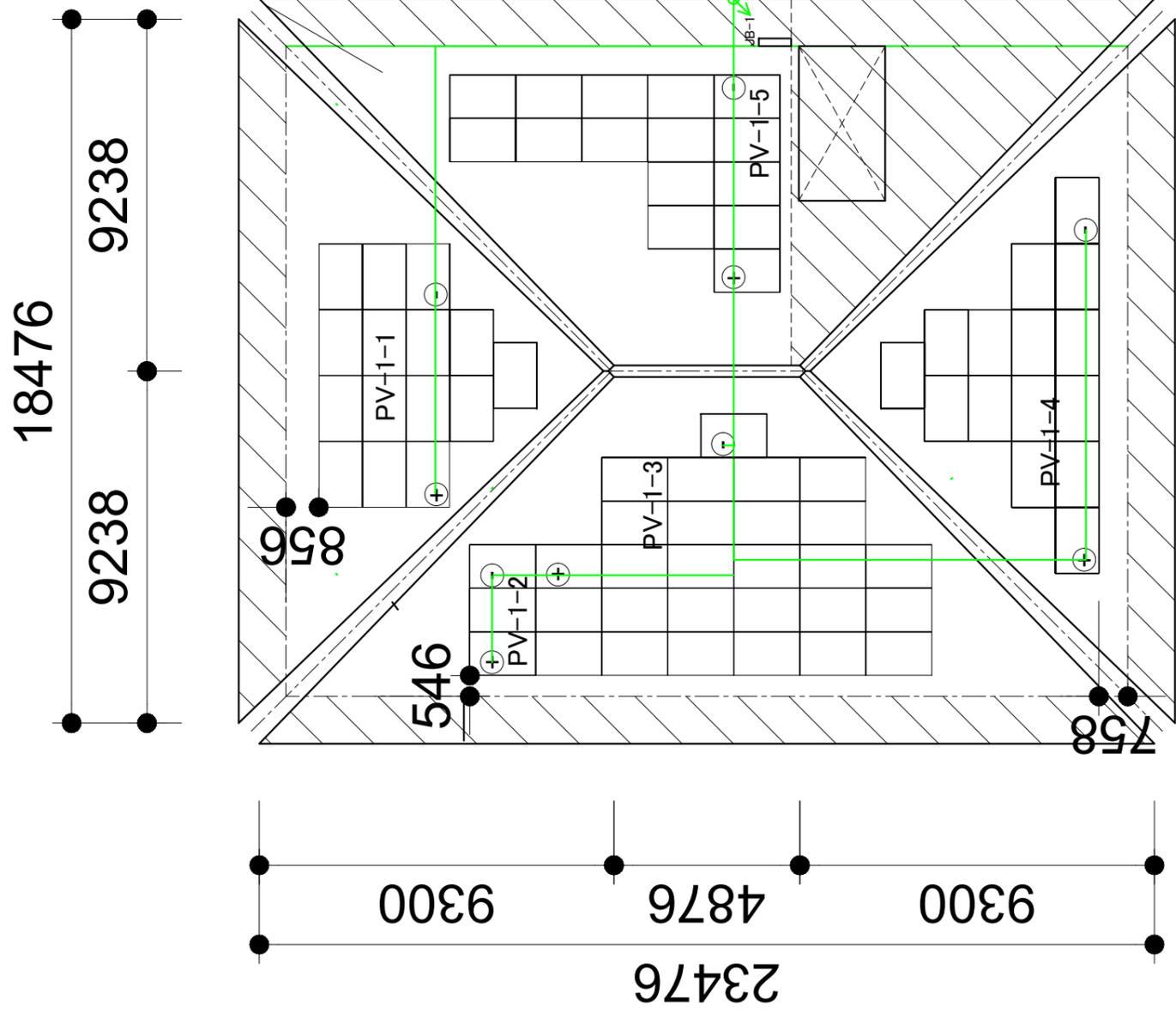


RE-1-1-1 PV パネル配置図 (JICA棟)



RE-1-2 PV パネル配置図

(事故救急救命棟)



RE-1-3 PV パネル配置図

(血液バンク棟)

コンテナ(事故救急&血液バンク棟用)

PV配置予定(事故救急救命棟)

PV配置予定(血液バンク棟)

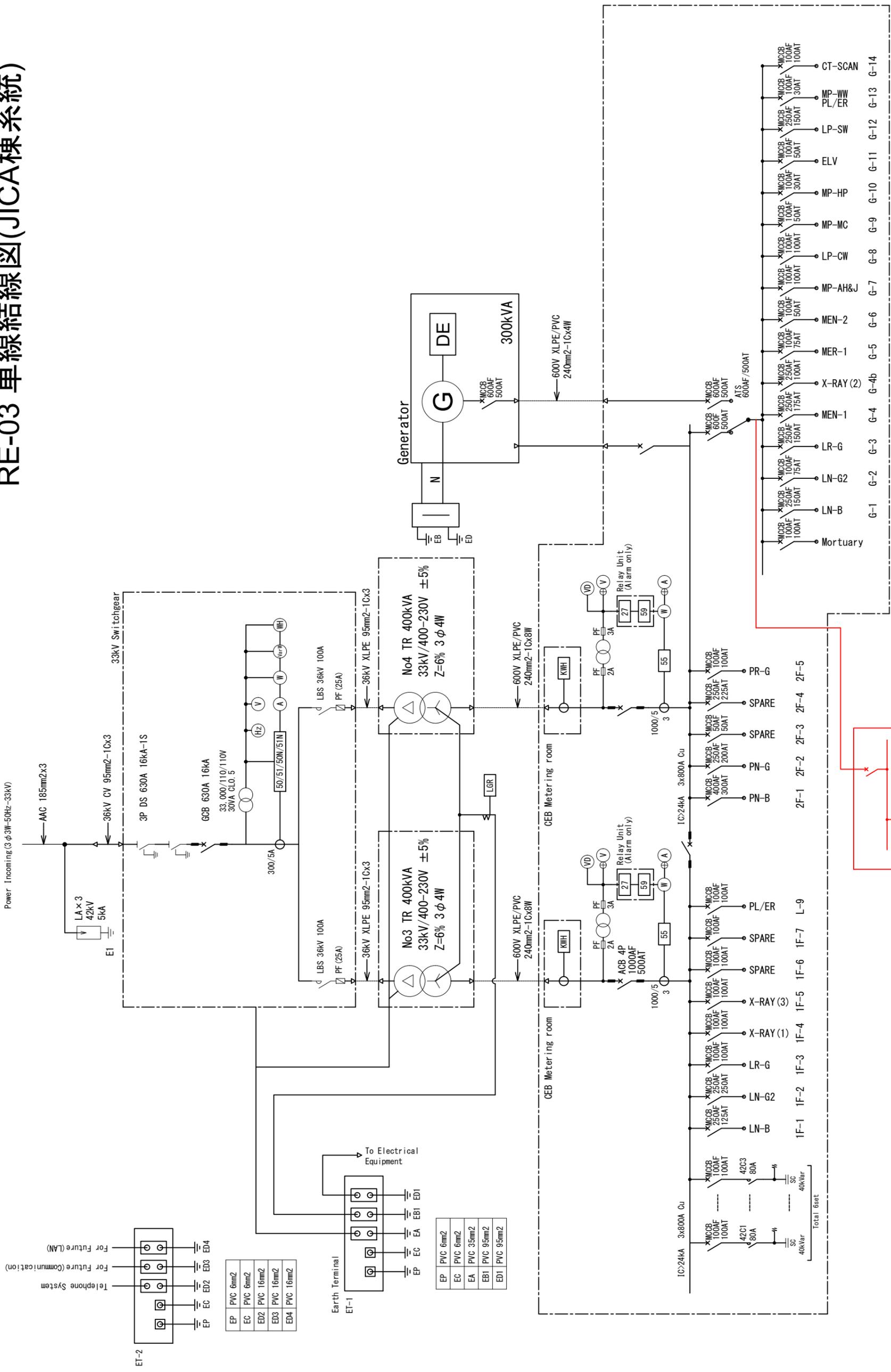
PV配置予定(JICA棟)

コンテナ(JICA棟用)

RE-2 全体配置計画図

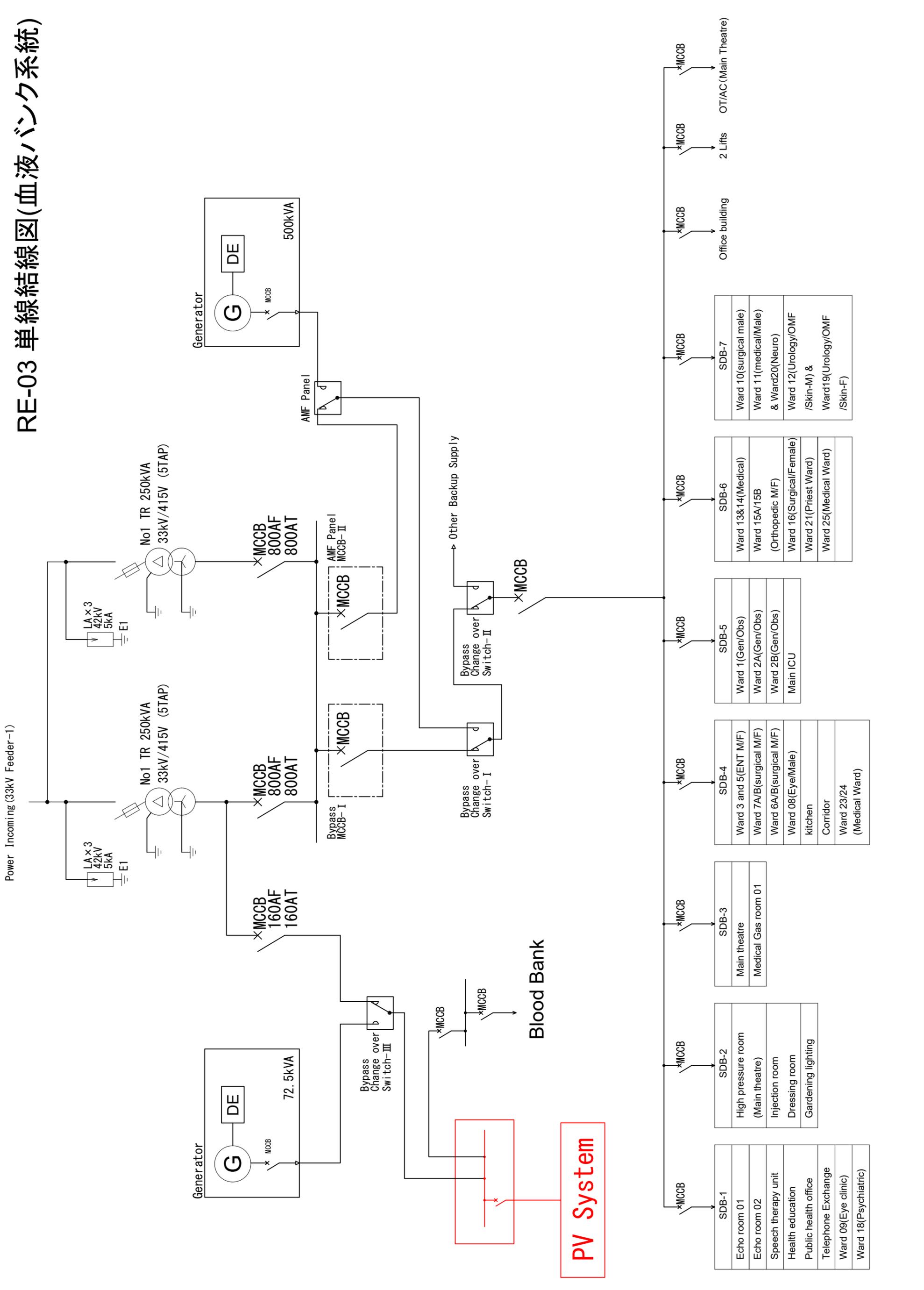


RE-03 単線結線図(JICA棟系統)



PV System

RE-03 単線結線図(血液バンクシステム)



SDB-1
Echo room 01
Echo room 02
Speech therapy unit
Health education
Public health office
Telephone Exchange
Ward 09(Eye clinic)
Ward 18(Psychiatric)

SDB-2
High pressure room
(Main theatre)
Injection room
Dressing room
Gardening lighting

SDB-3
Main theatre
Medical Gas room 01

SDB-4
Ward 3 and 5(ENT M/F)
Ward 7A/B(surgical M/F)
Ward 6A/B(surgical M/F)
Ward 08(Eye/Male)
kitchen
Corridor
Ward 23/24 (Medical Ward)

SDB-5
Ward 1(Gen/Obs)
Ward 2A(Gen/Obs)
Ward 2B(Gen/Obs)
Main ICU

SDB-6
Ward 13&14(Medical)
Ward 15A/15B (Orthopedic M/F)
Ward 16(Surgical/Female)
Ward 21(Priest Ward)
Ward 25(Medical Ward)

SDB-7
Ward 10(surgical male)
Ward 11(medical/Male & Ward20(Neuro)
Ward 12(Urology/OMF /Skin-M) &
Ward19(Urology/OMF /Skin-F)

Office building

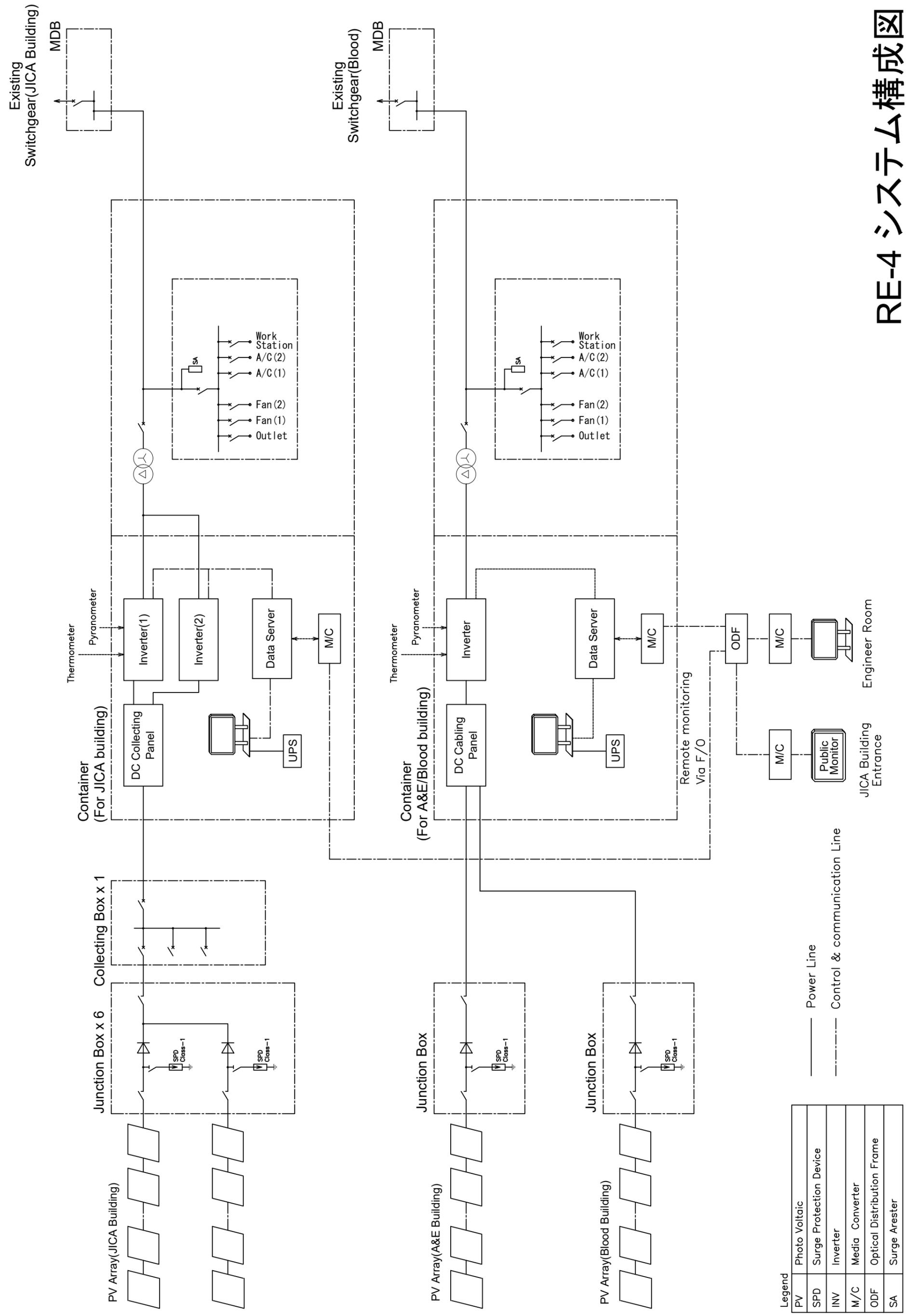
2 Lifts

OT/AC (Main Theatre)

PV System

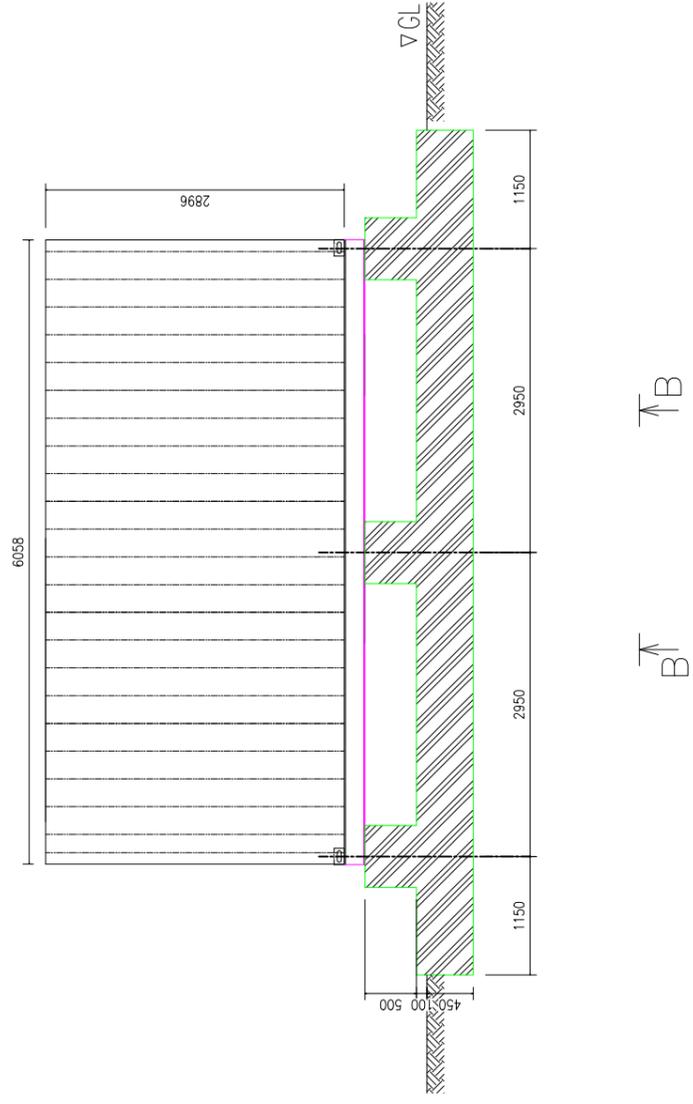
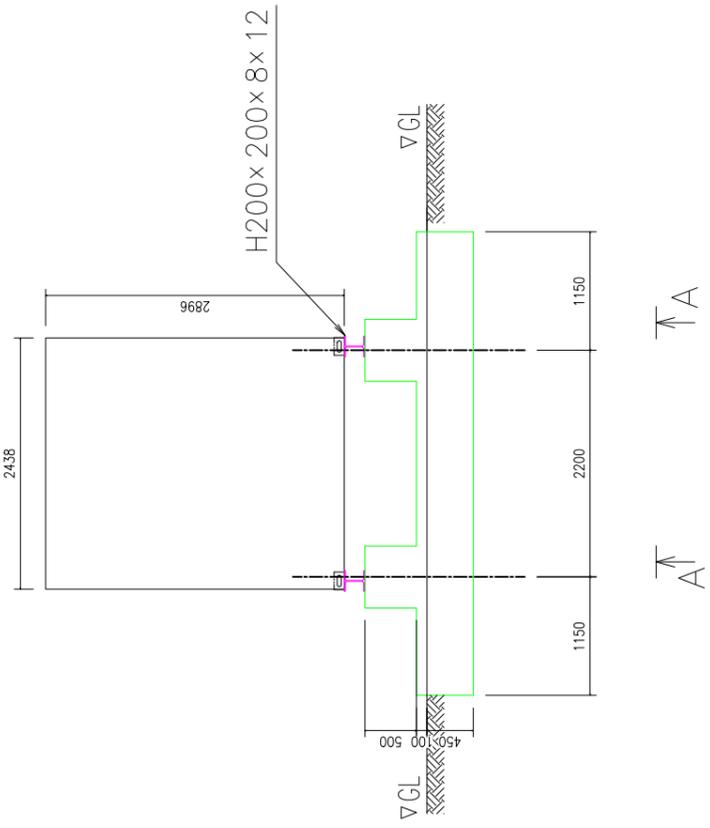
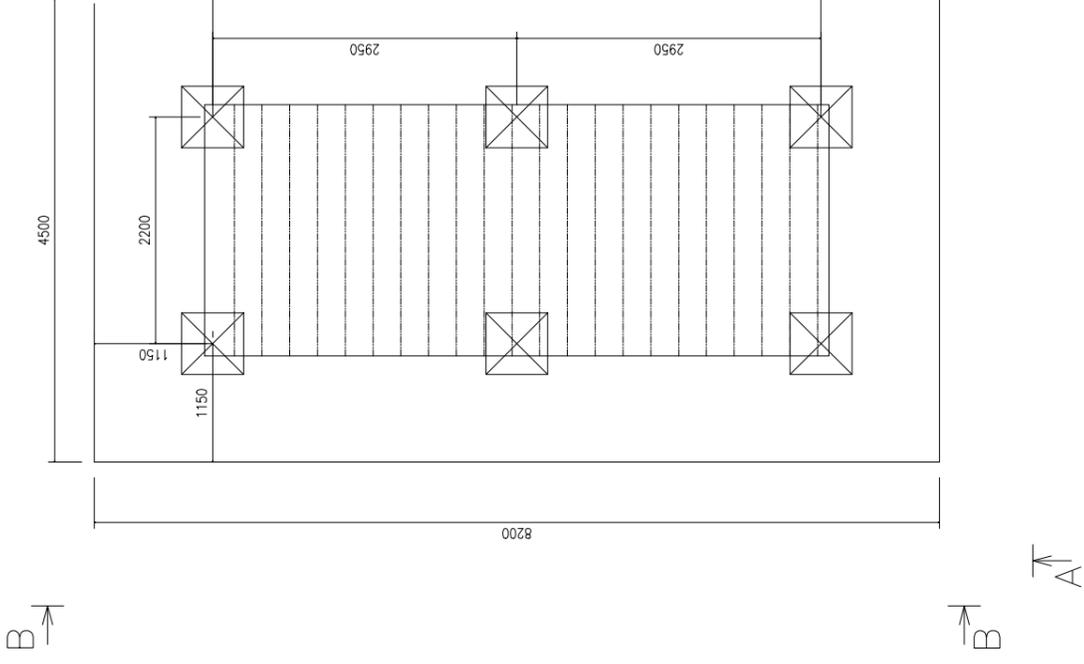
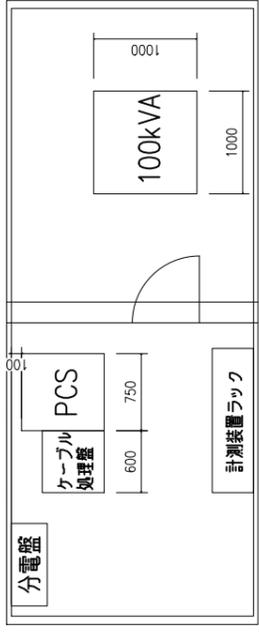
Blood Bank

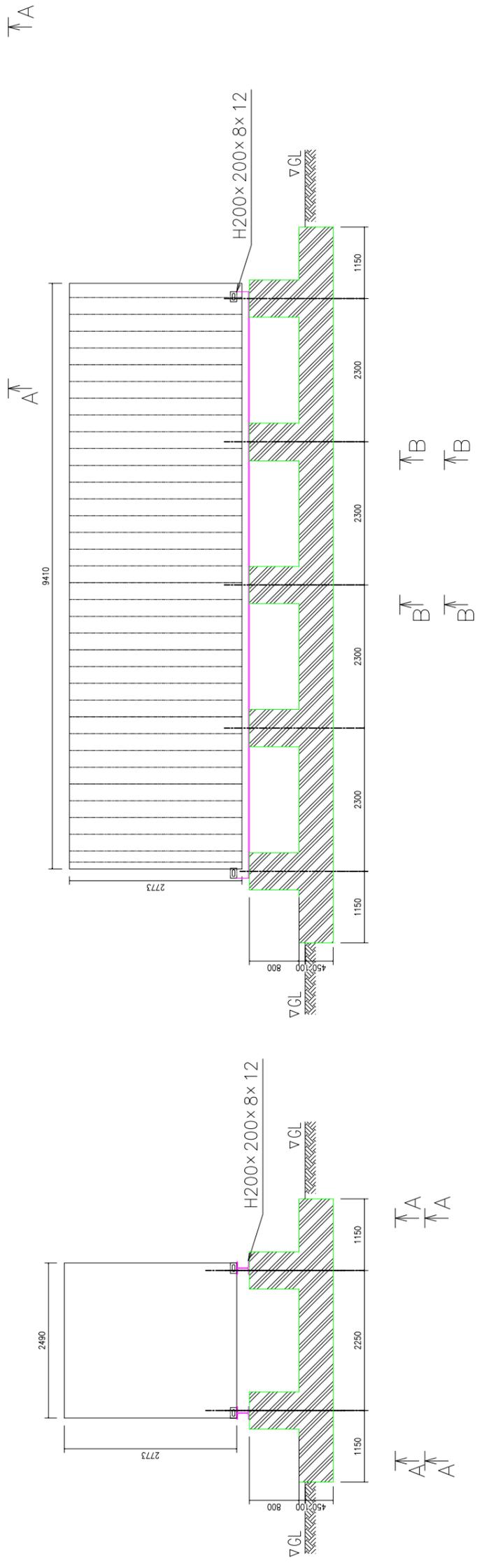
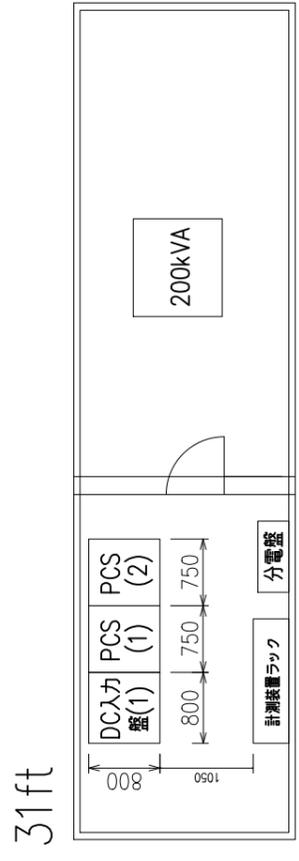
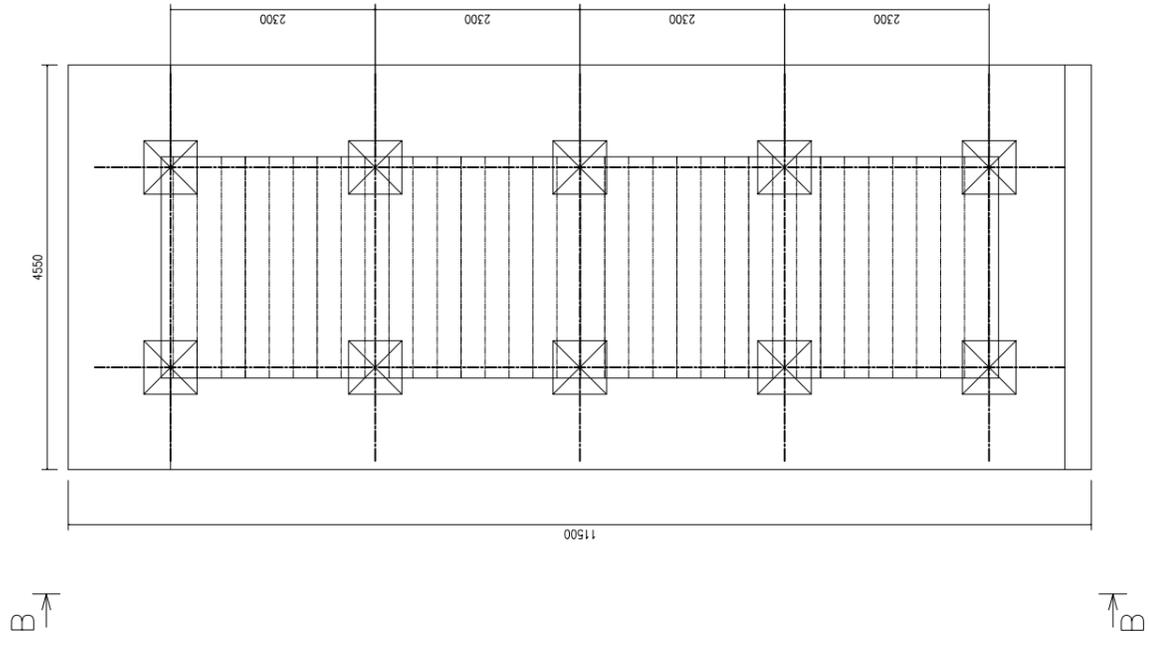
RE-4 システム構成図



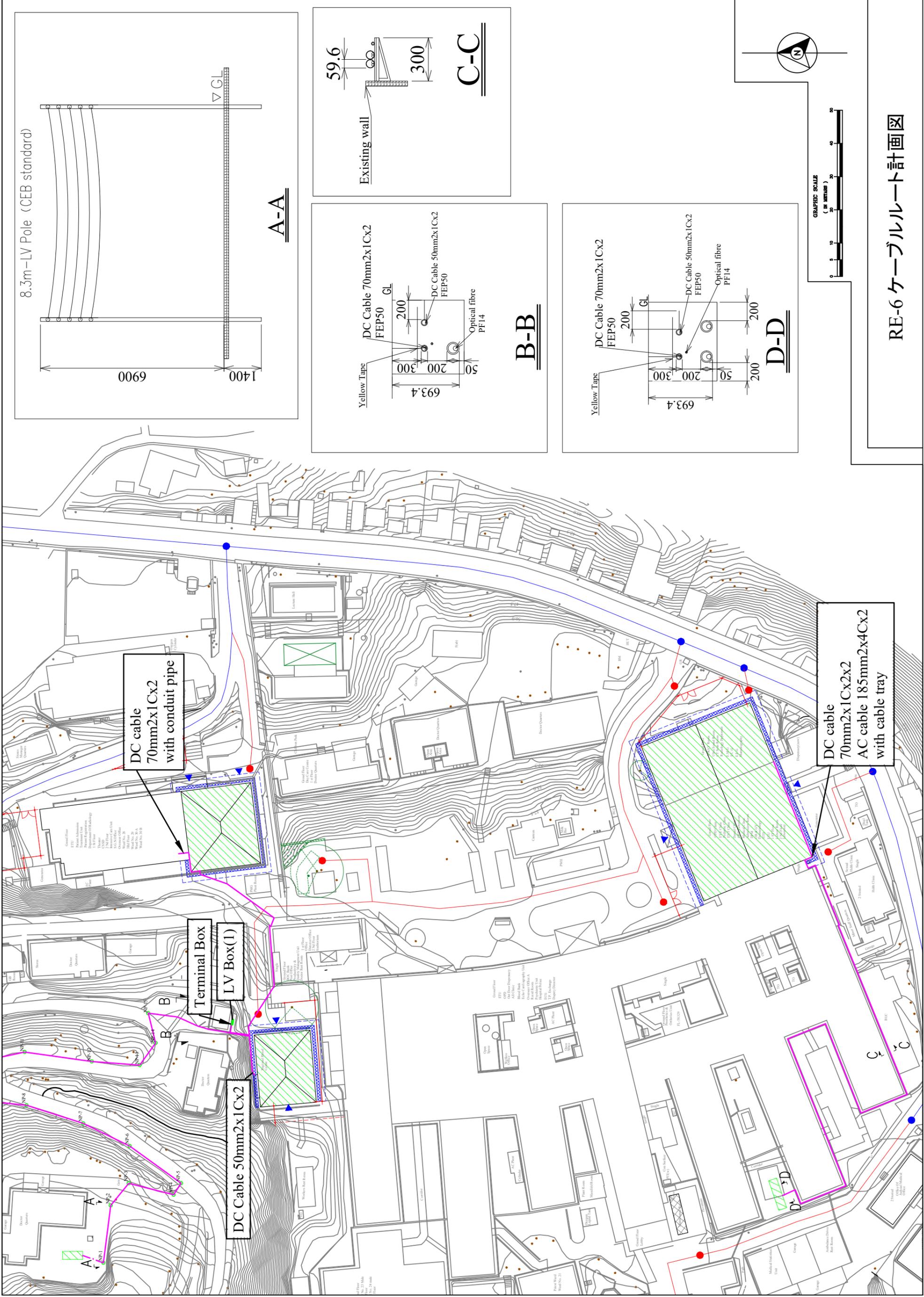
Legend	
PV	Photo Voltaic
SPD	Surge Protection Device
INV	Inverter
M/C	Media Converter
ODF	Optical Distribution Frame
SA	Surge Arrester
<hr style="border-top: 1px solid black;"/> Power Line <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> Control & communication Line	

20ft (HC)





RE-5 コンテナ配置計画図



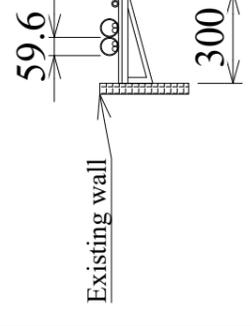
8.3m-LV Pole (CEB standard)

6900

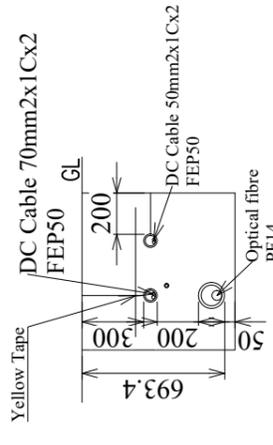
▽GL

1400

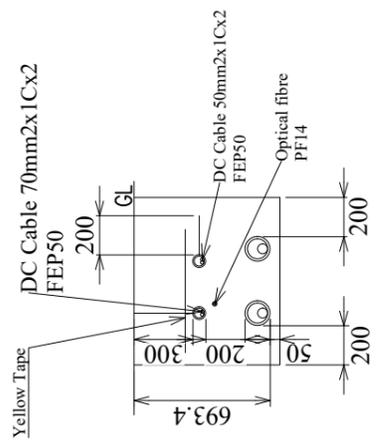
A-A



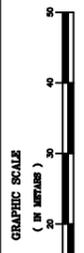
C-C



B-B



D-D



GRAPHIC SCALE
(IN METERS)

DC cable
70mm2x1Cx2
with conduit pipe

Terminal Box

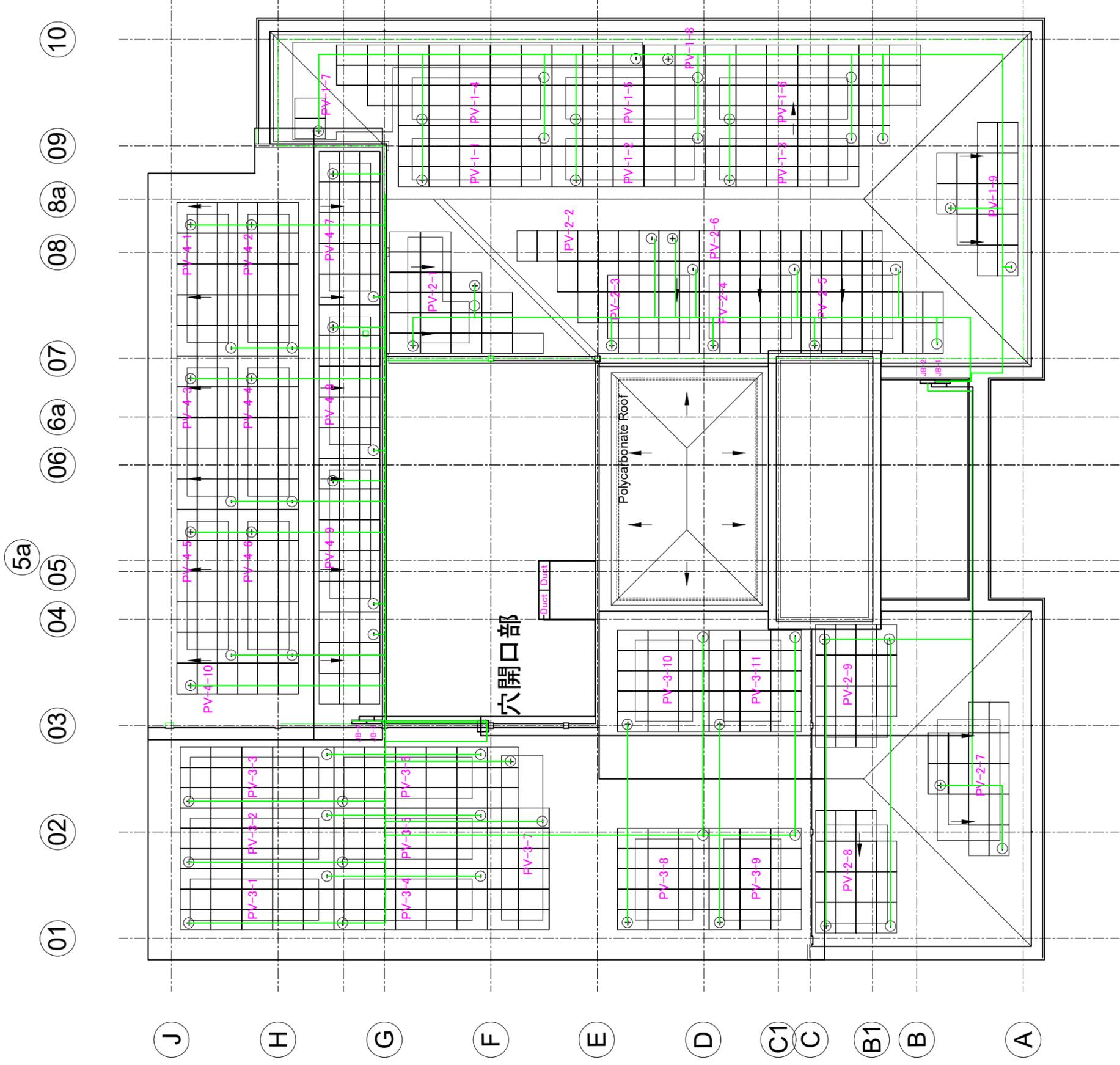
LV Box(1)

DC Cable 50mm2x1Cx2

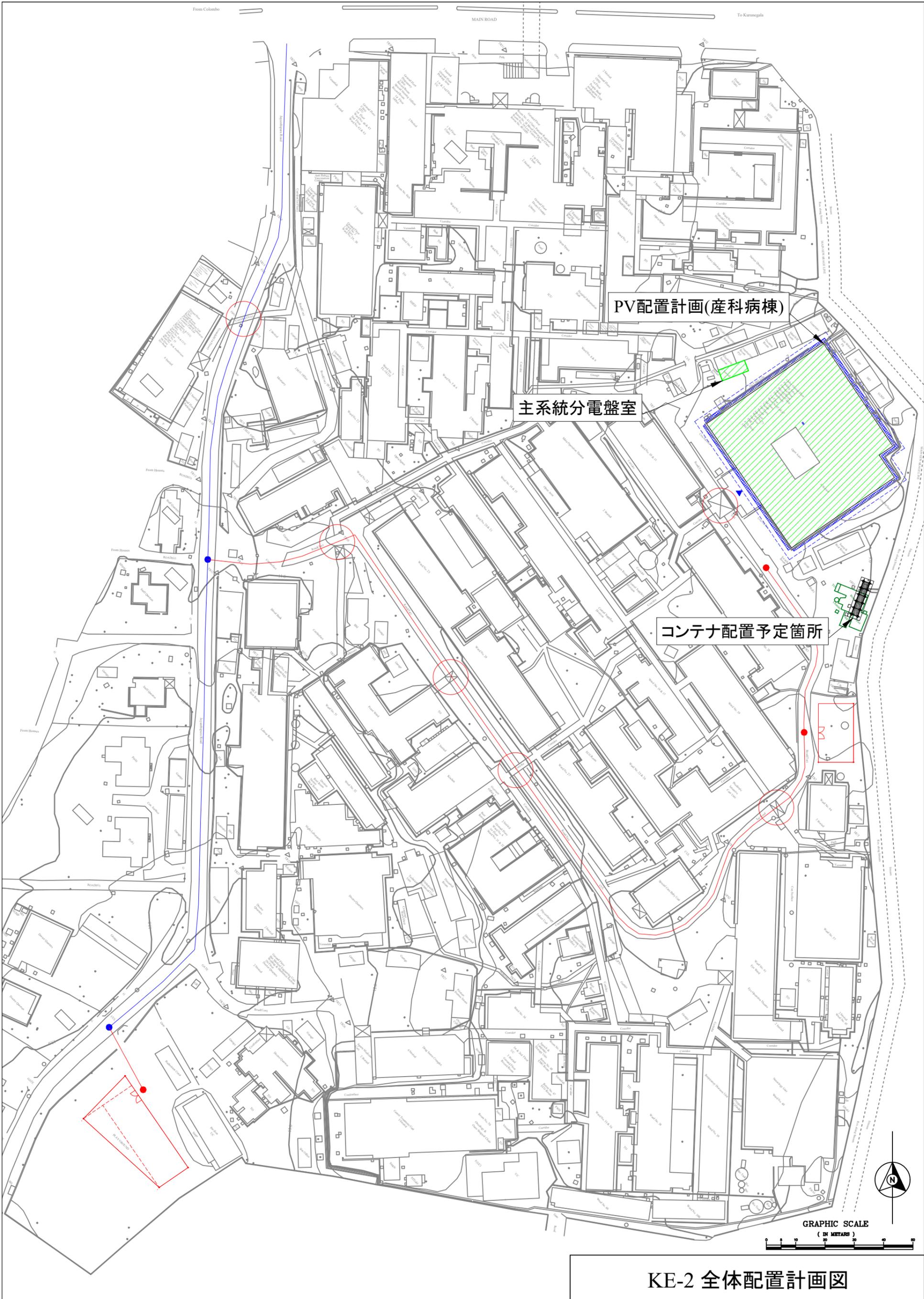
DC cable
70mm2x1Cx2x2
AC cable 185mm2x4Cx2
with cable tray

RE-6 ケーブルルート計画図

6-3. 機材図面 (TH Kurunegala)



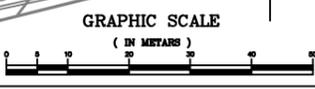
KE-1 PVパネル配置図



PV配置計画(産科病棟)

主系統分電盤室

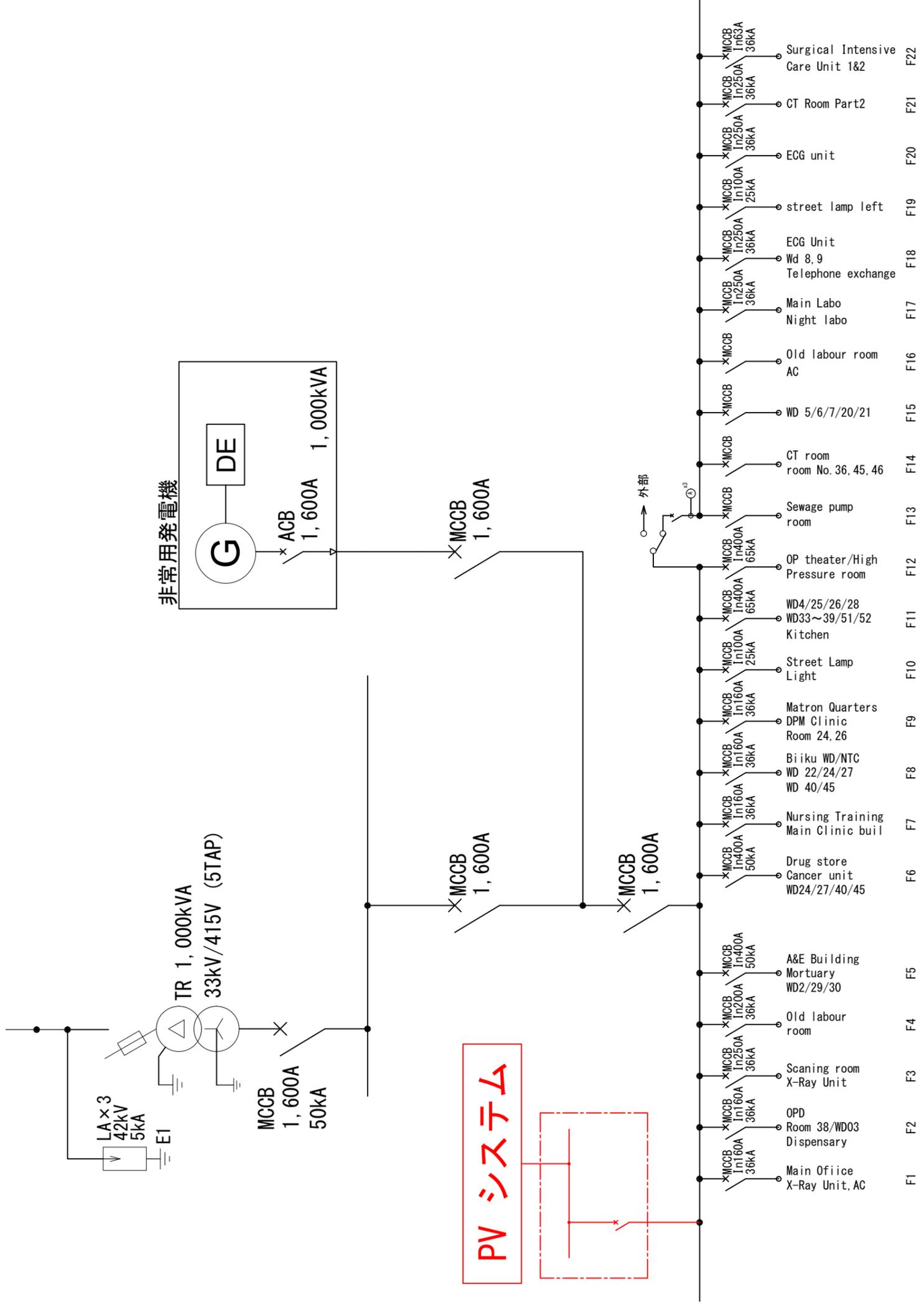
コンテナ配置予定箇所



KE-2 全体配置計画図

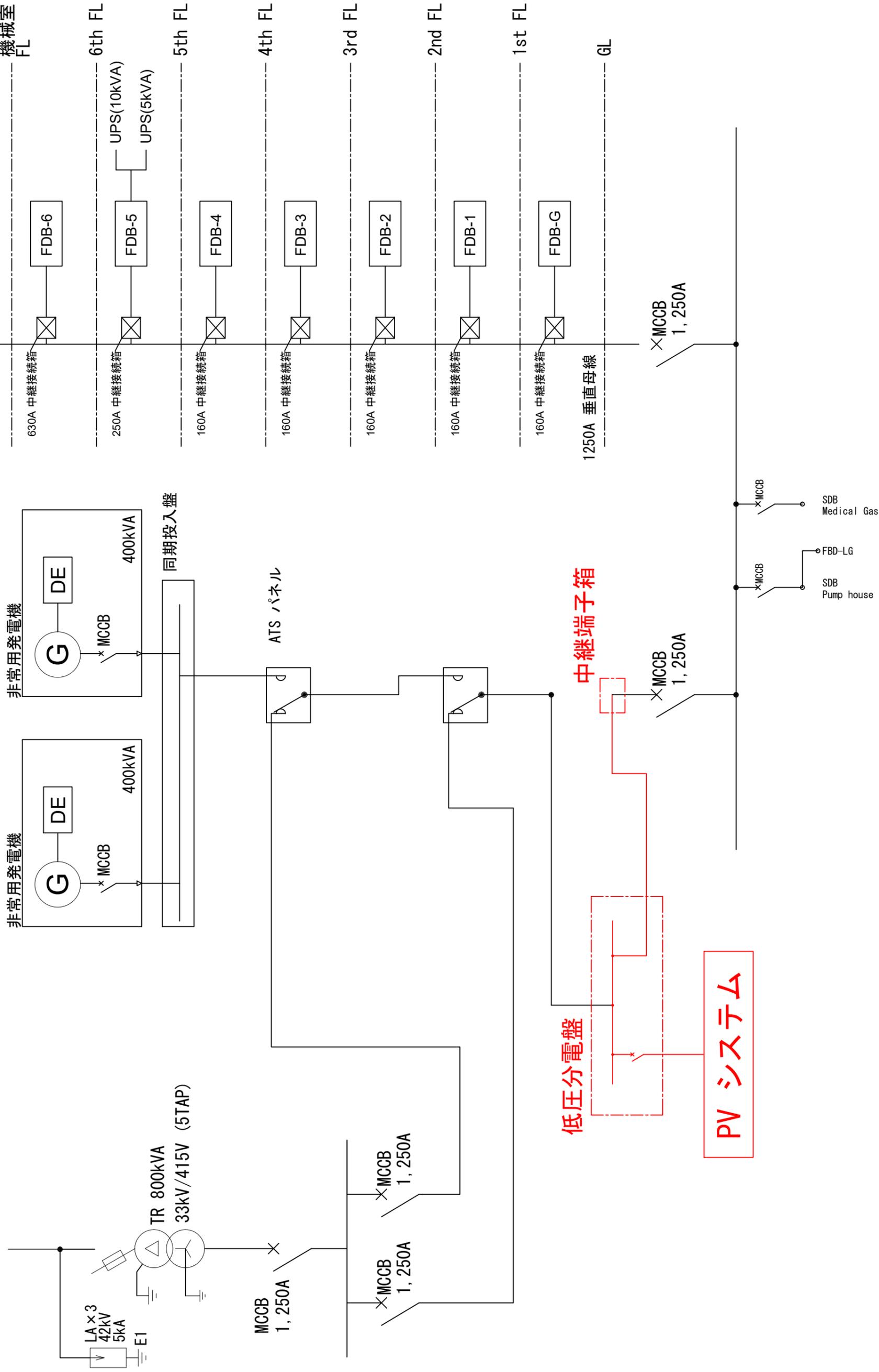
KE-3-1 単線結線図(メイン系統)

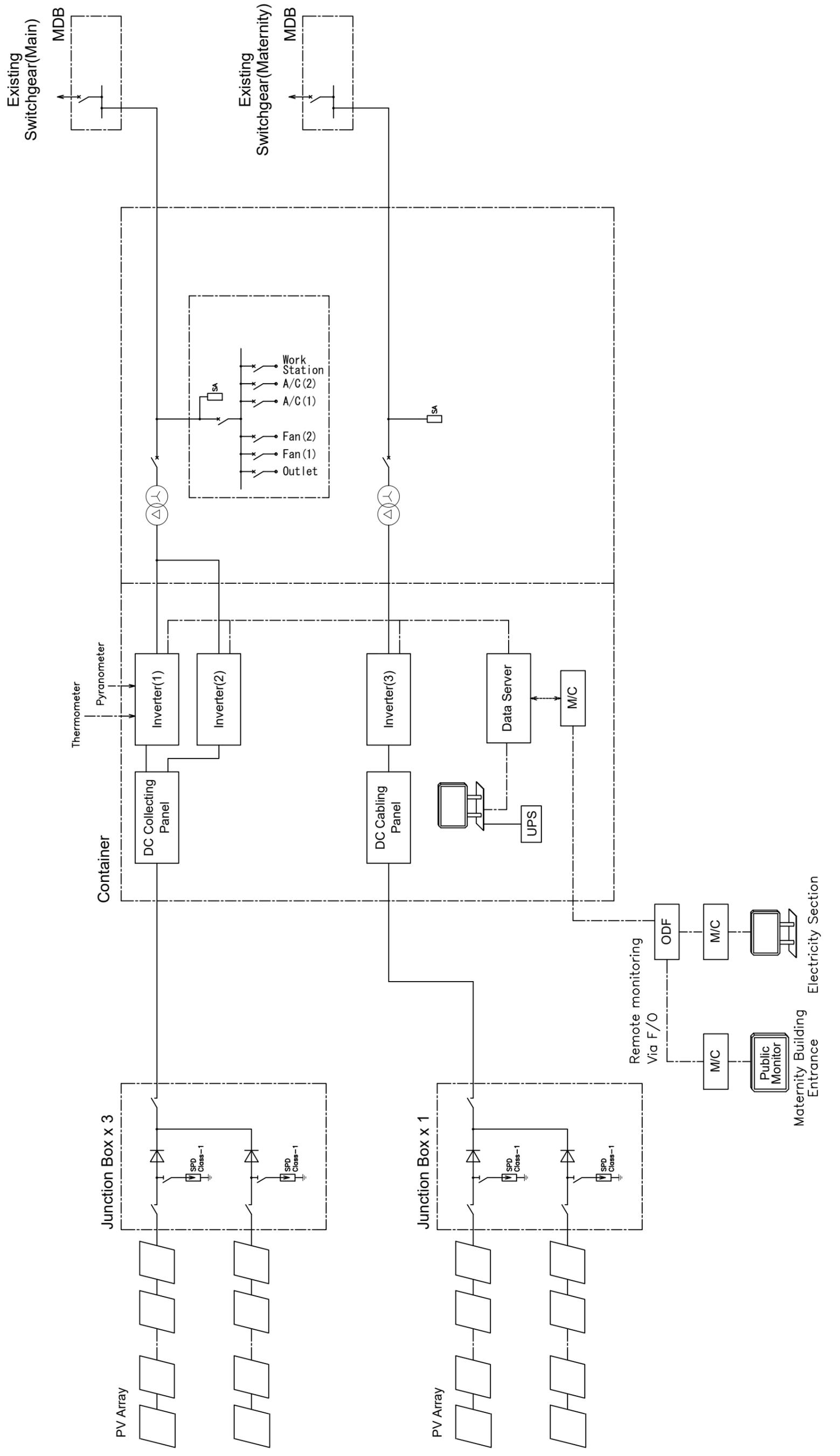
CEB配電線 (33kV Feeder)



KE-3-2 単線結線図(産科病棟系統)

CEB配電線(33kV Feeder)





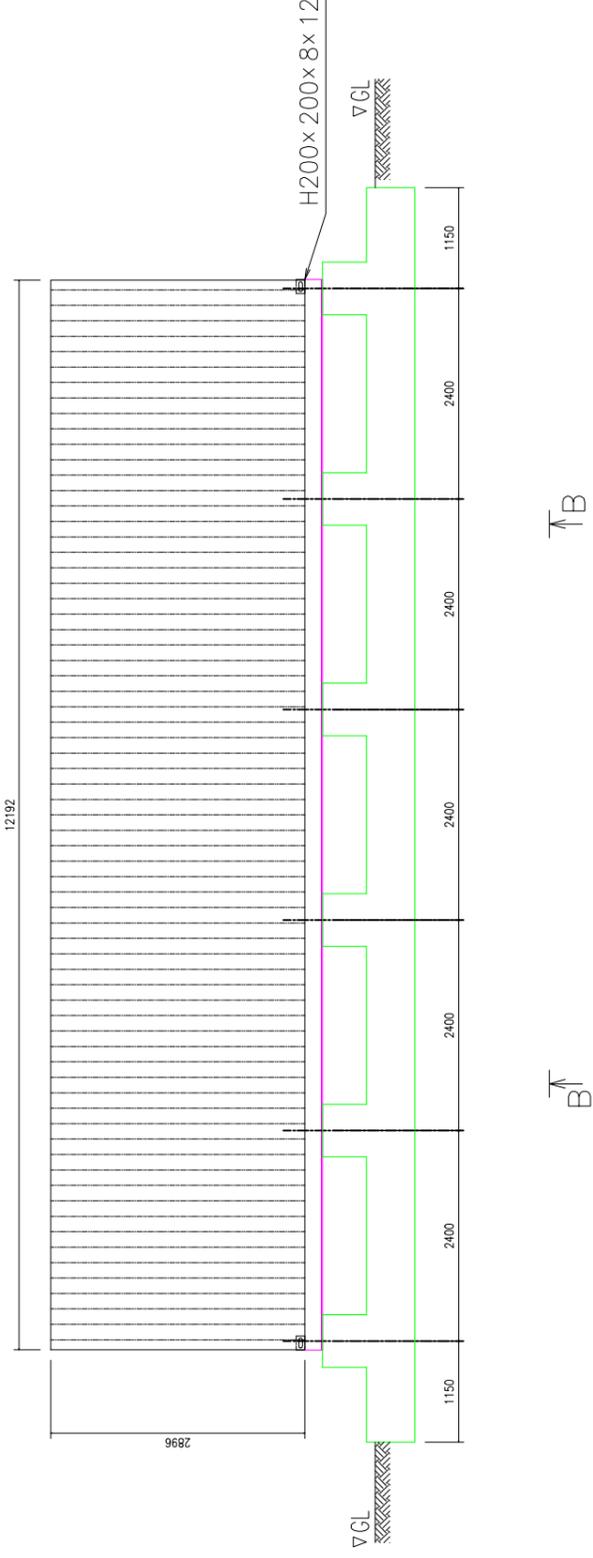
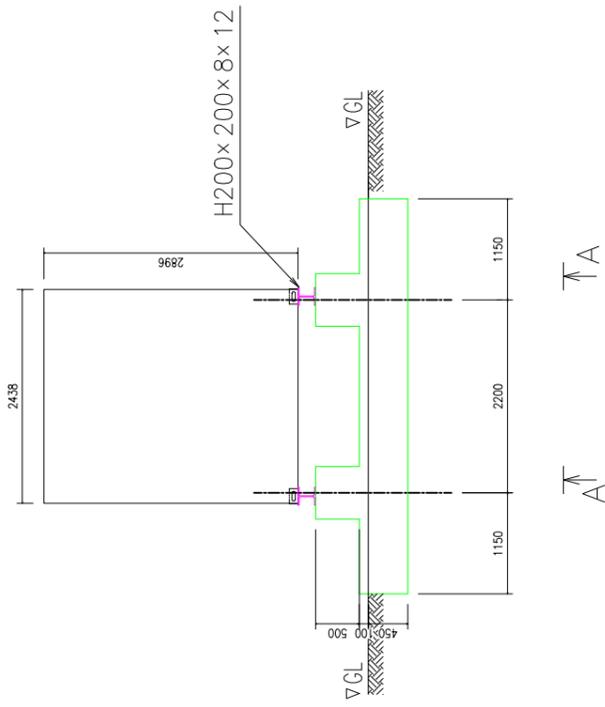
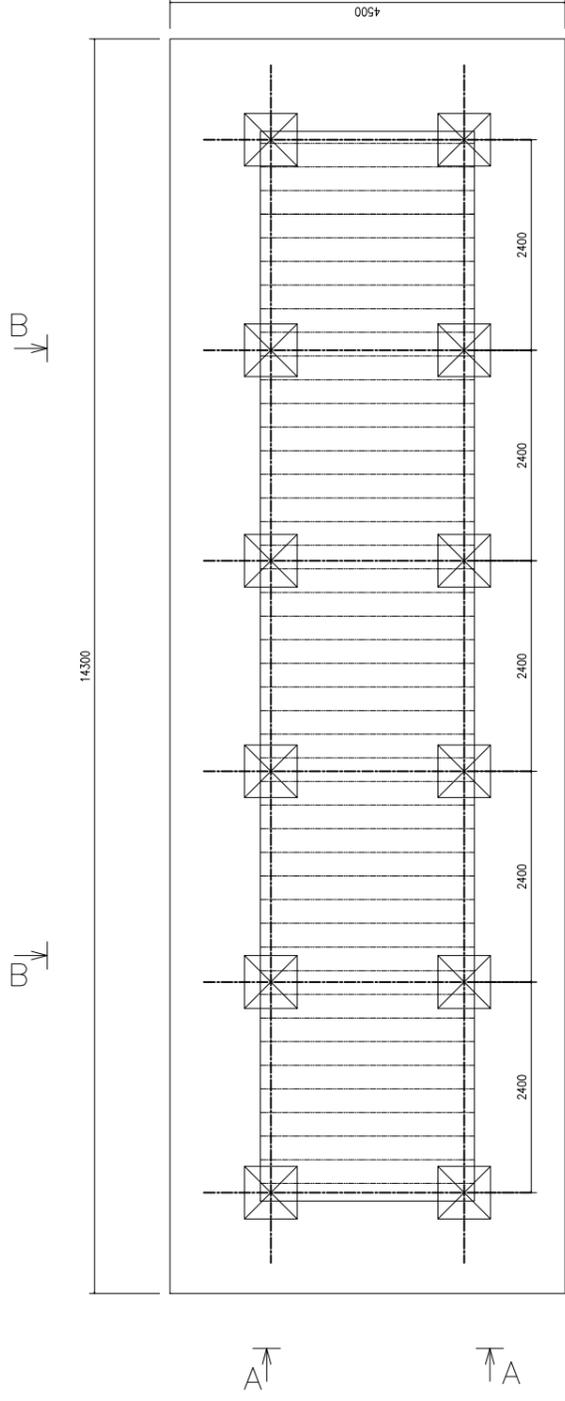
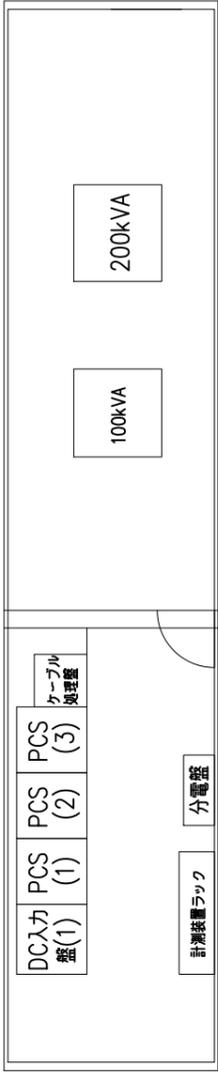
Legend

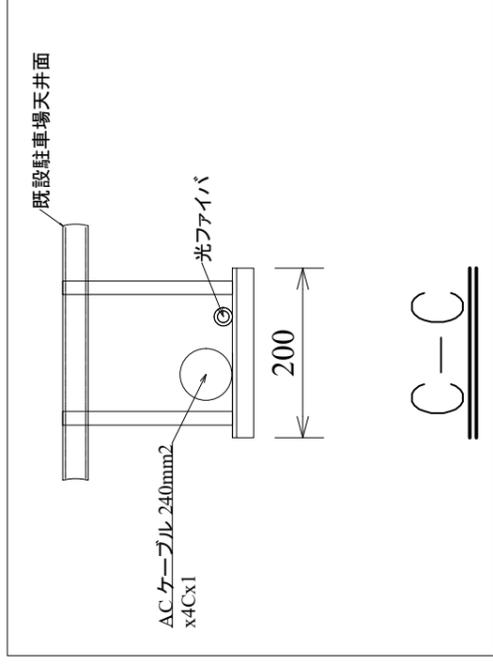
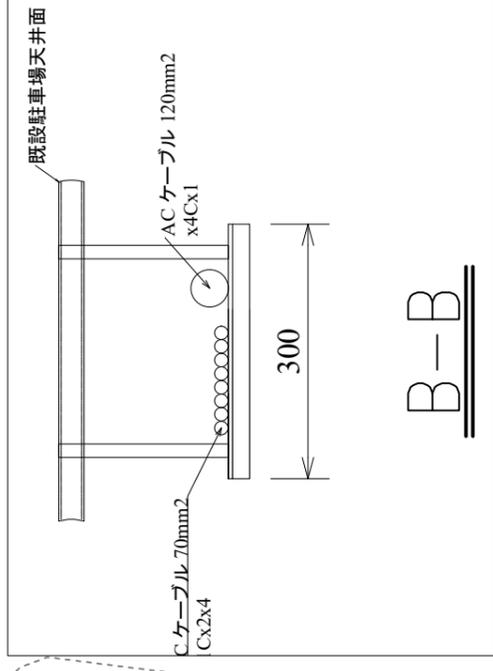
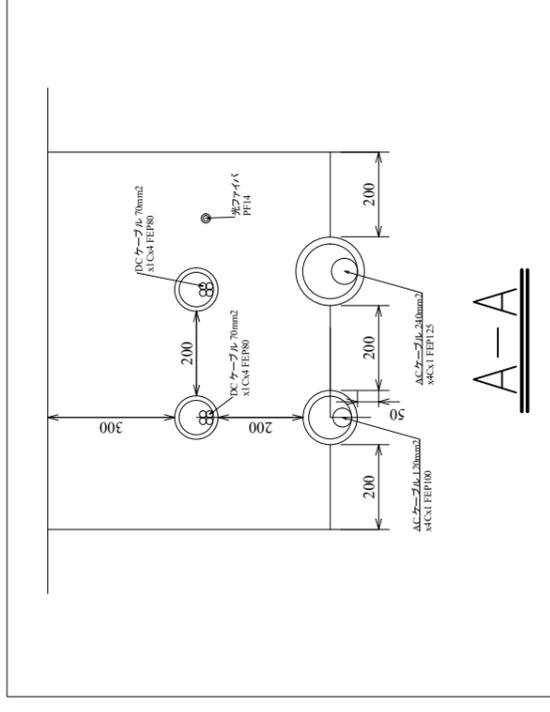
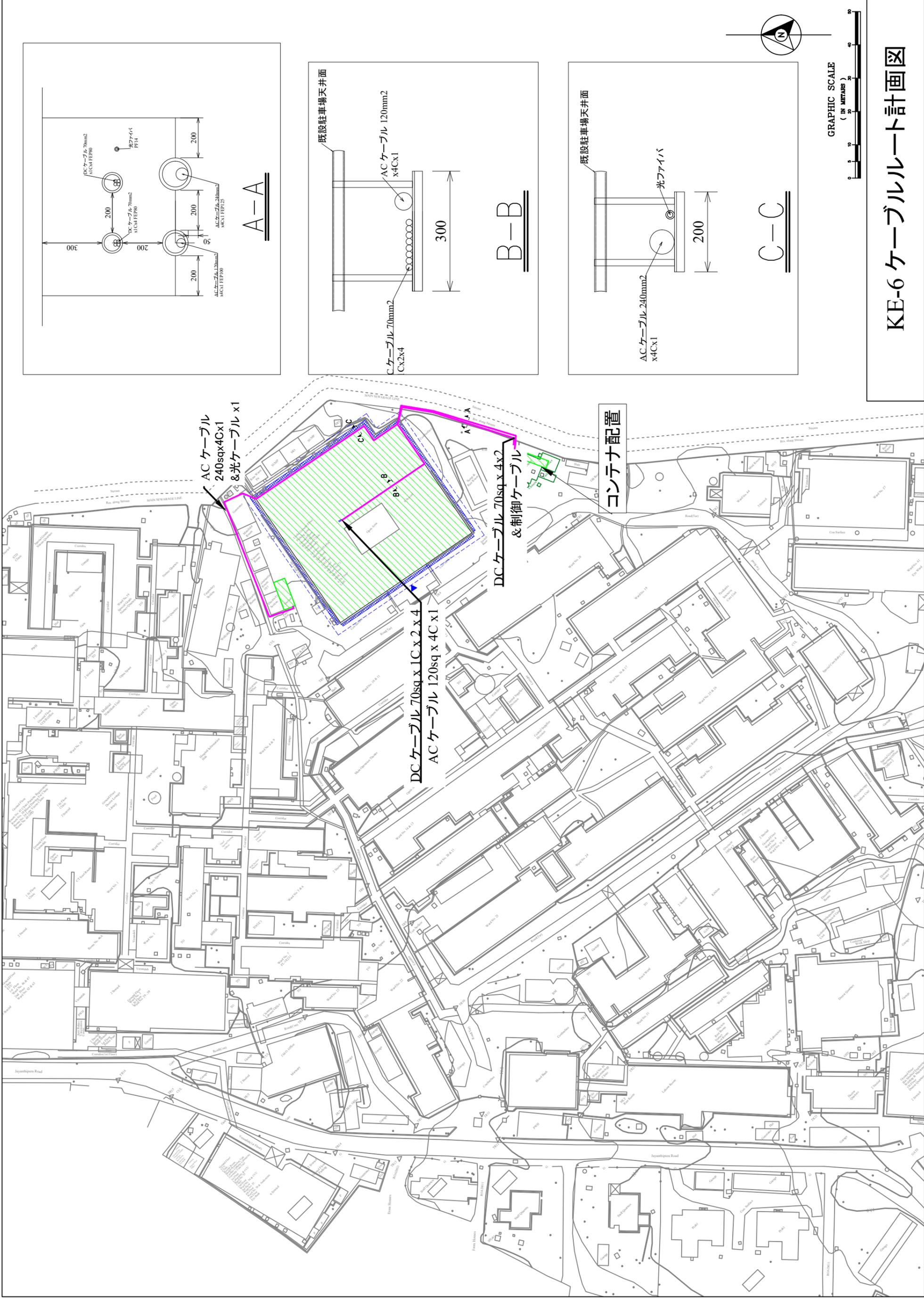
PV	Photo Voltaic
SPD	Surge Protection Device
INV	Inverter
M/C	Media Converter
ODF	Optical Distribution Frame
SA	Surge Arrester

— Power Line
 - - - Control & communication Line

KE-4 システム構成図

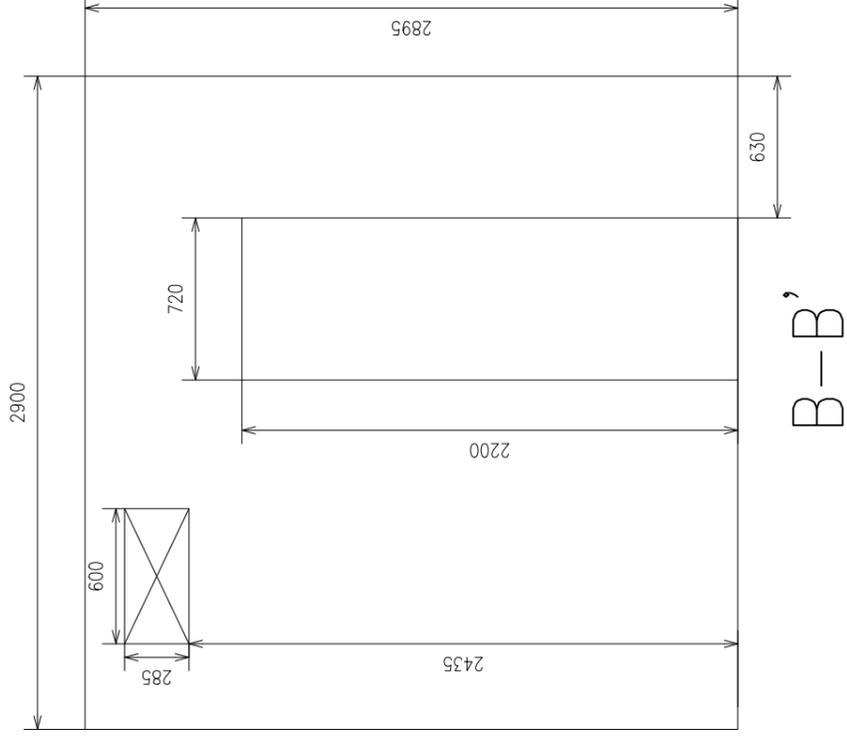
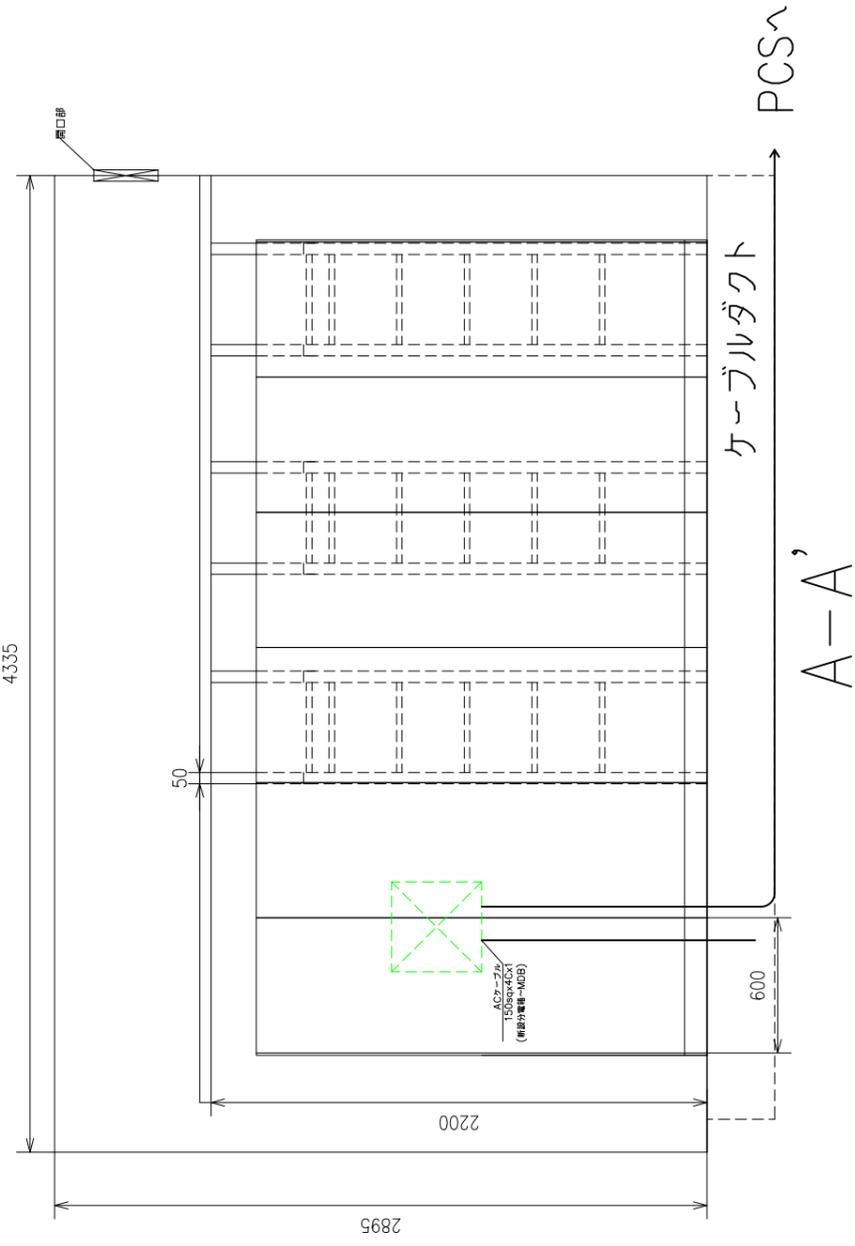
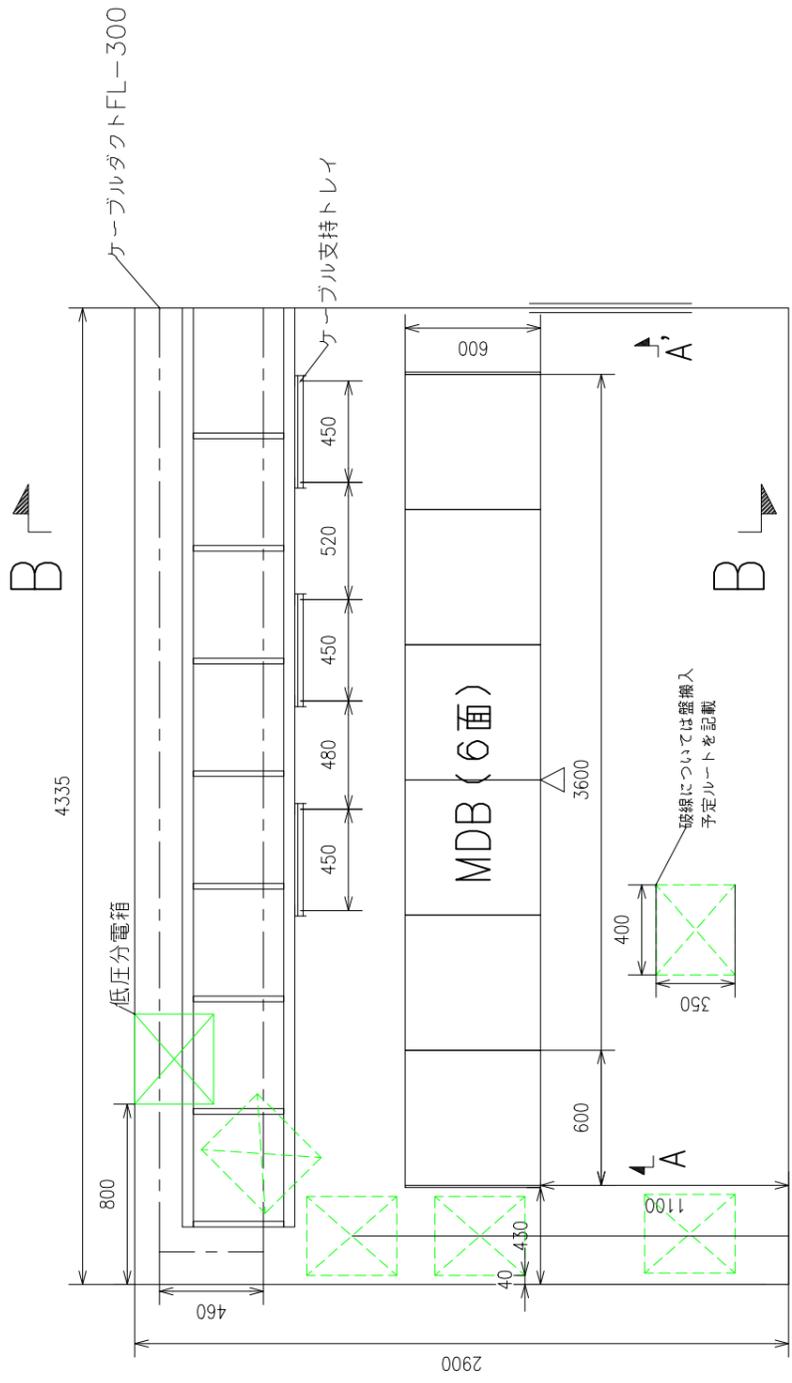
40ft(HC)





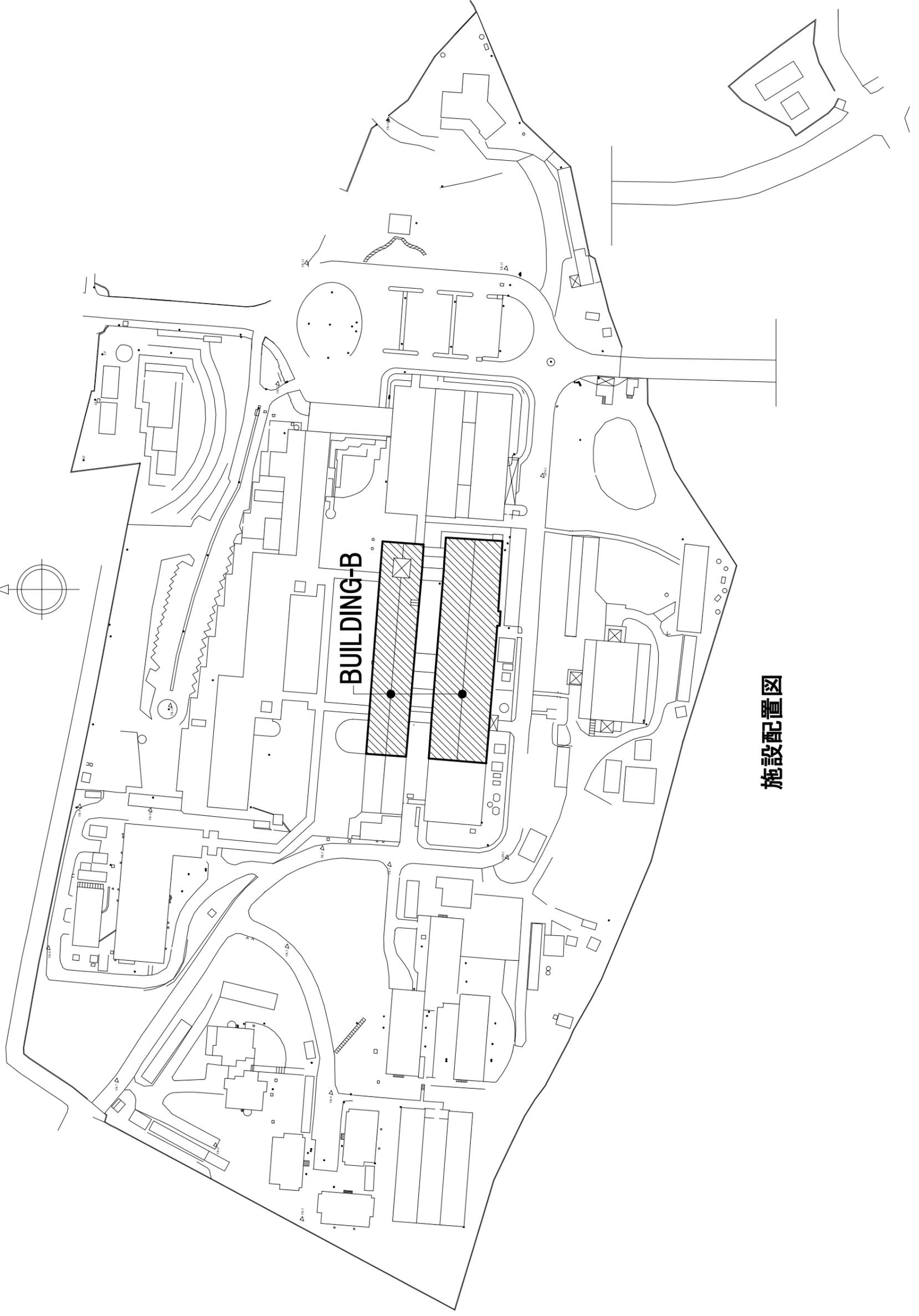
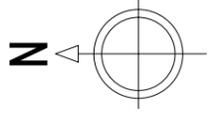
KE-6 ケーブルルート計画図

KE-7 主系統電源盤室配置計画図

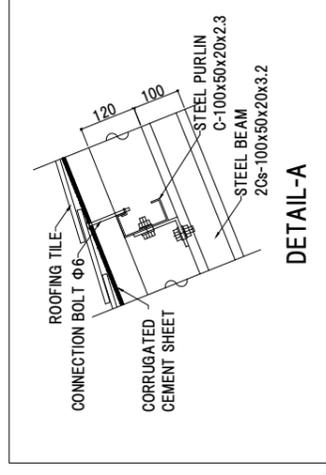
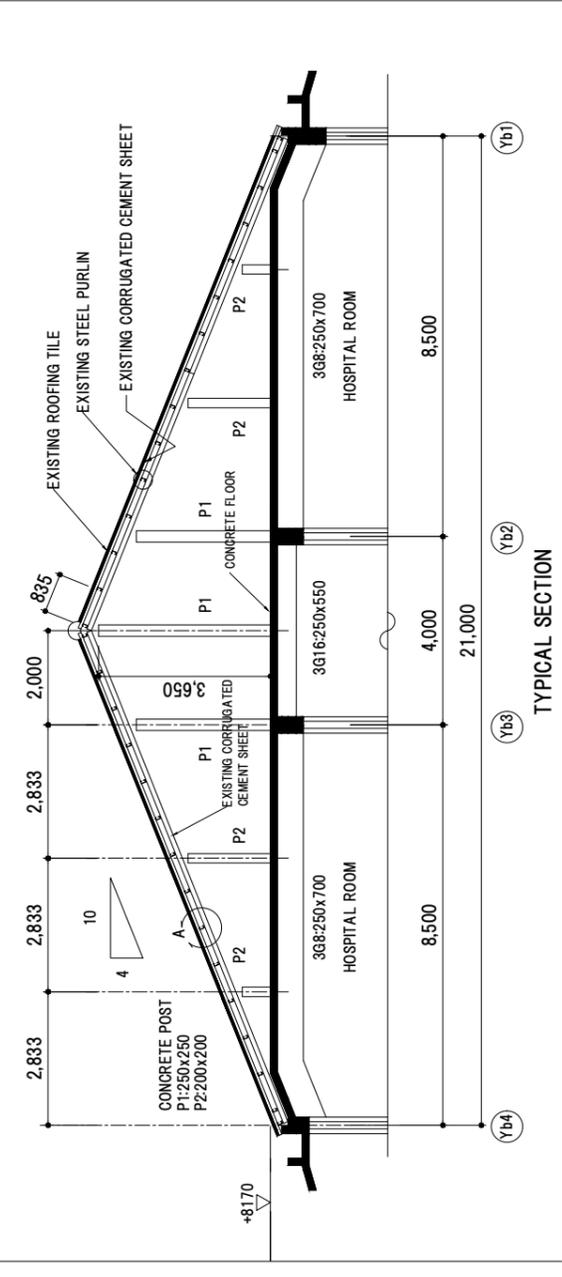
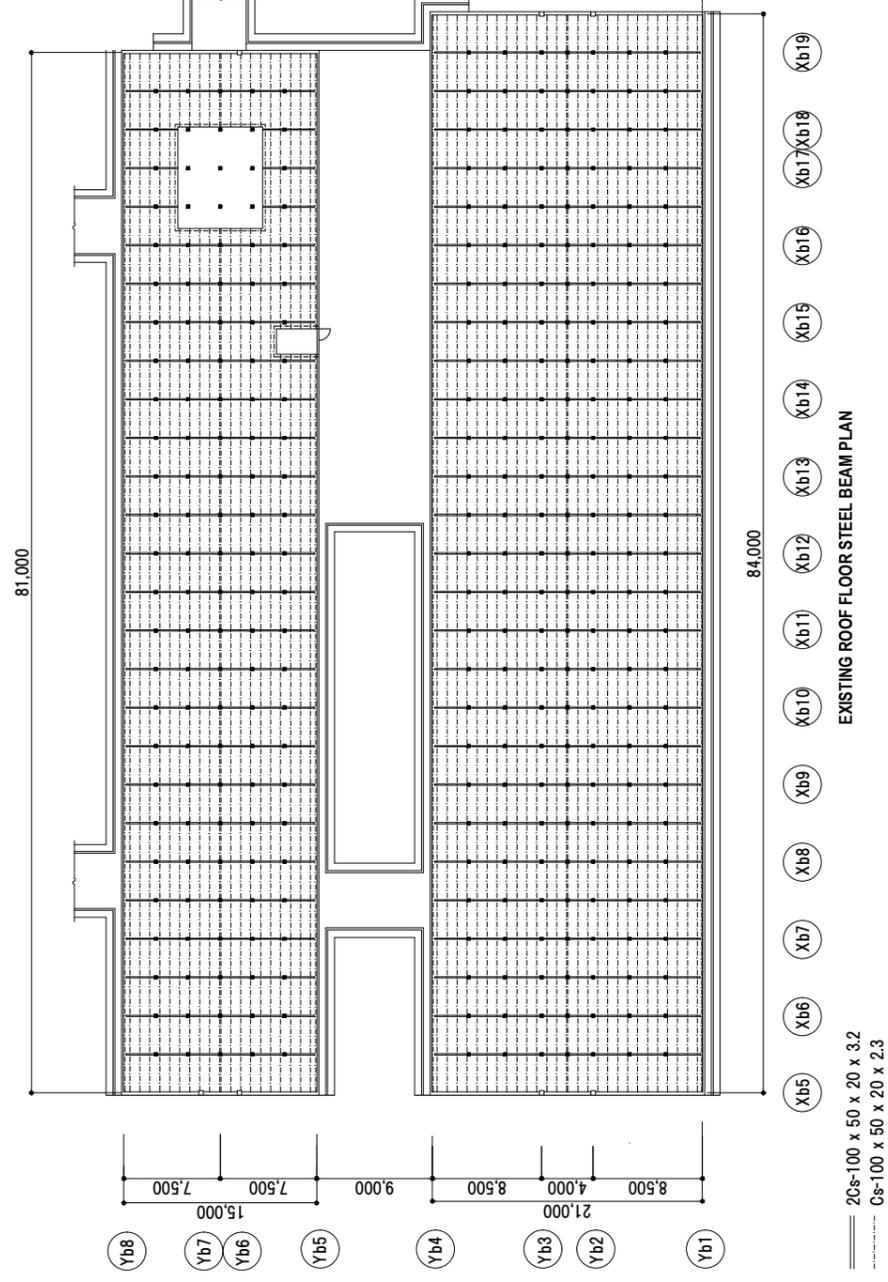
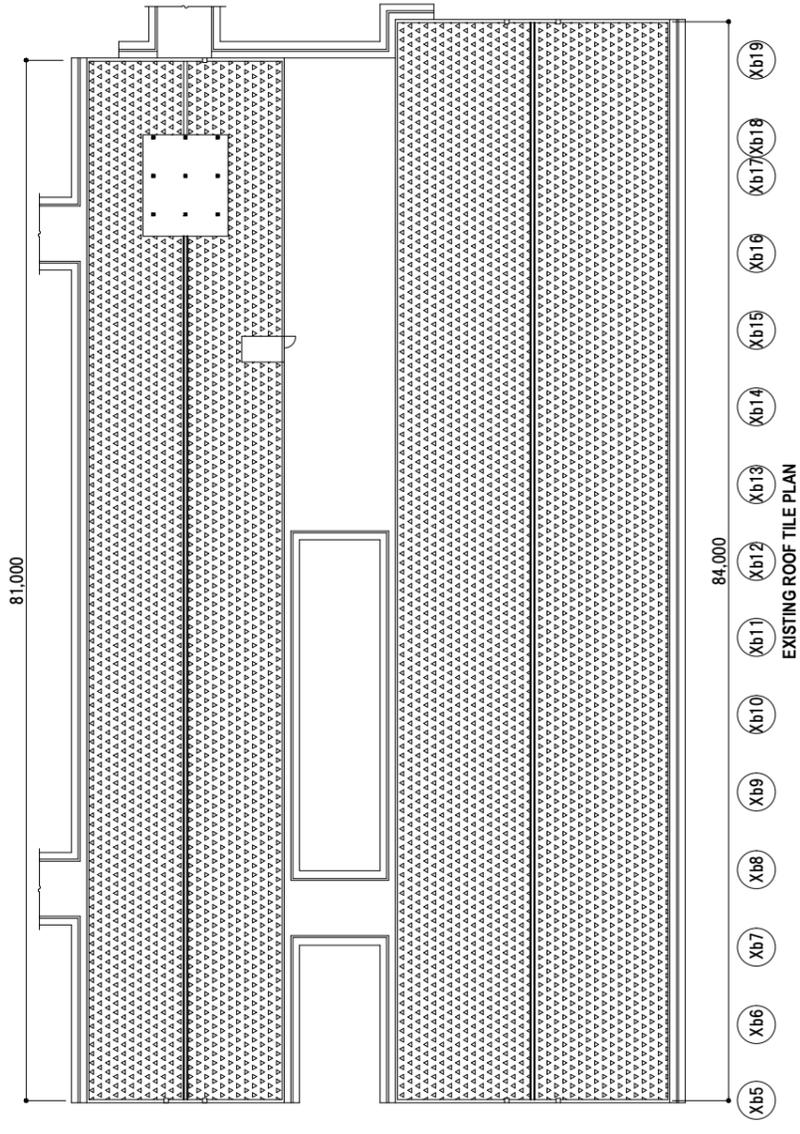
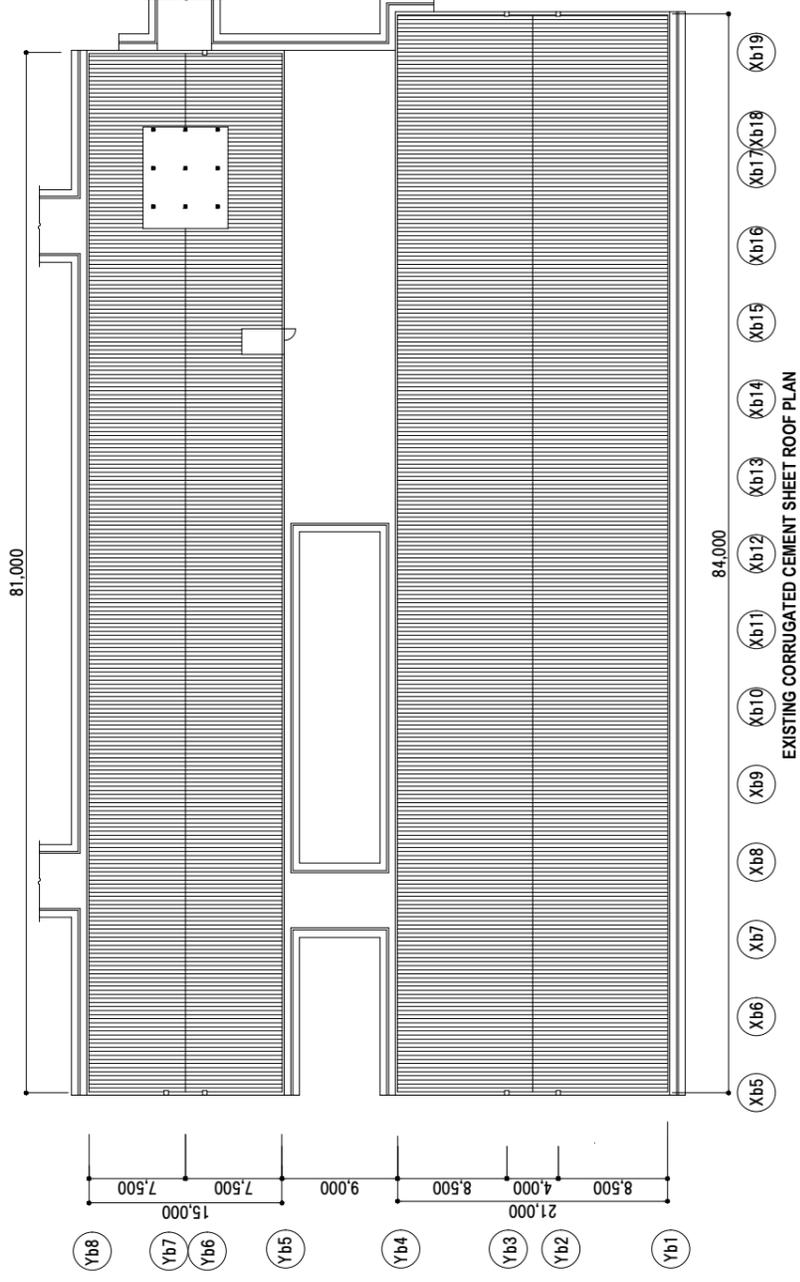


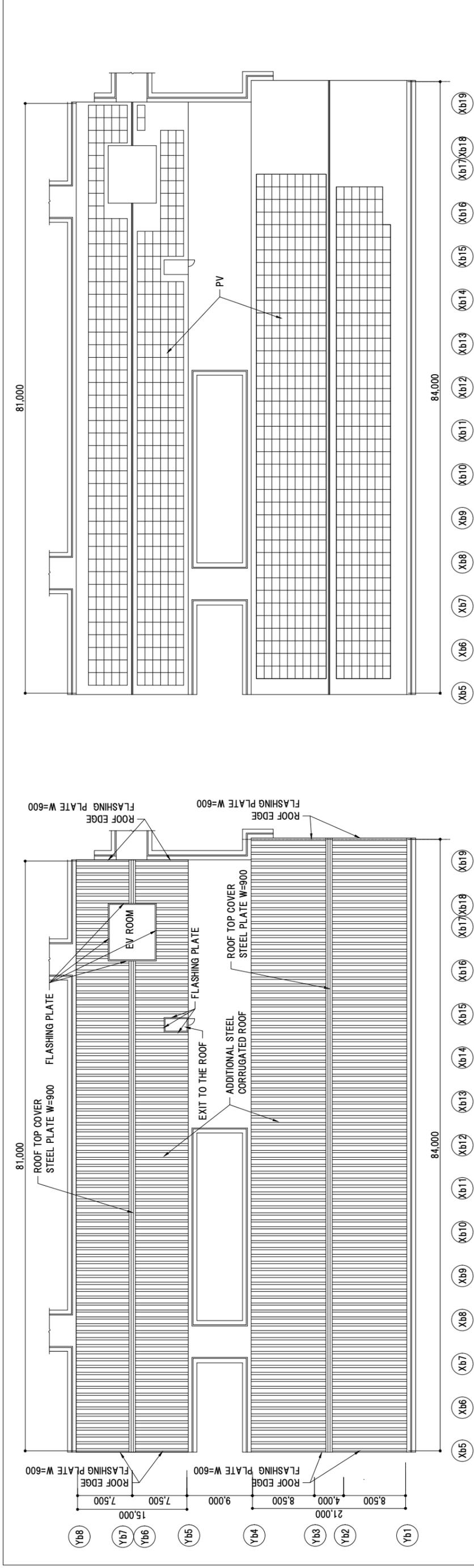
*建屋実線については内壁を示す

6-4. 施設図面 (SJGH)



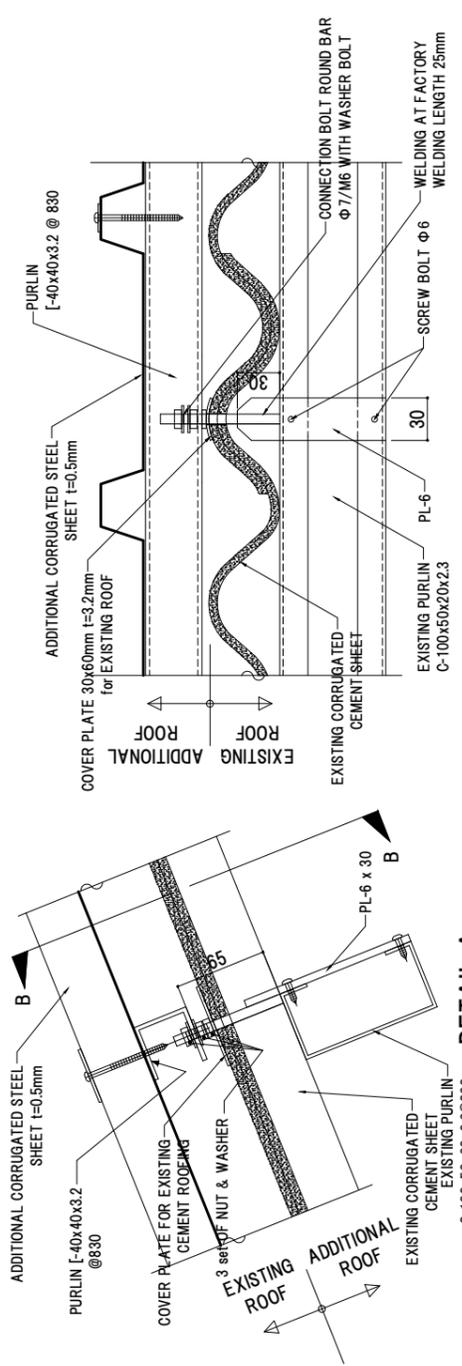
施設配置図





PV ALLOCATION PLAN

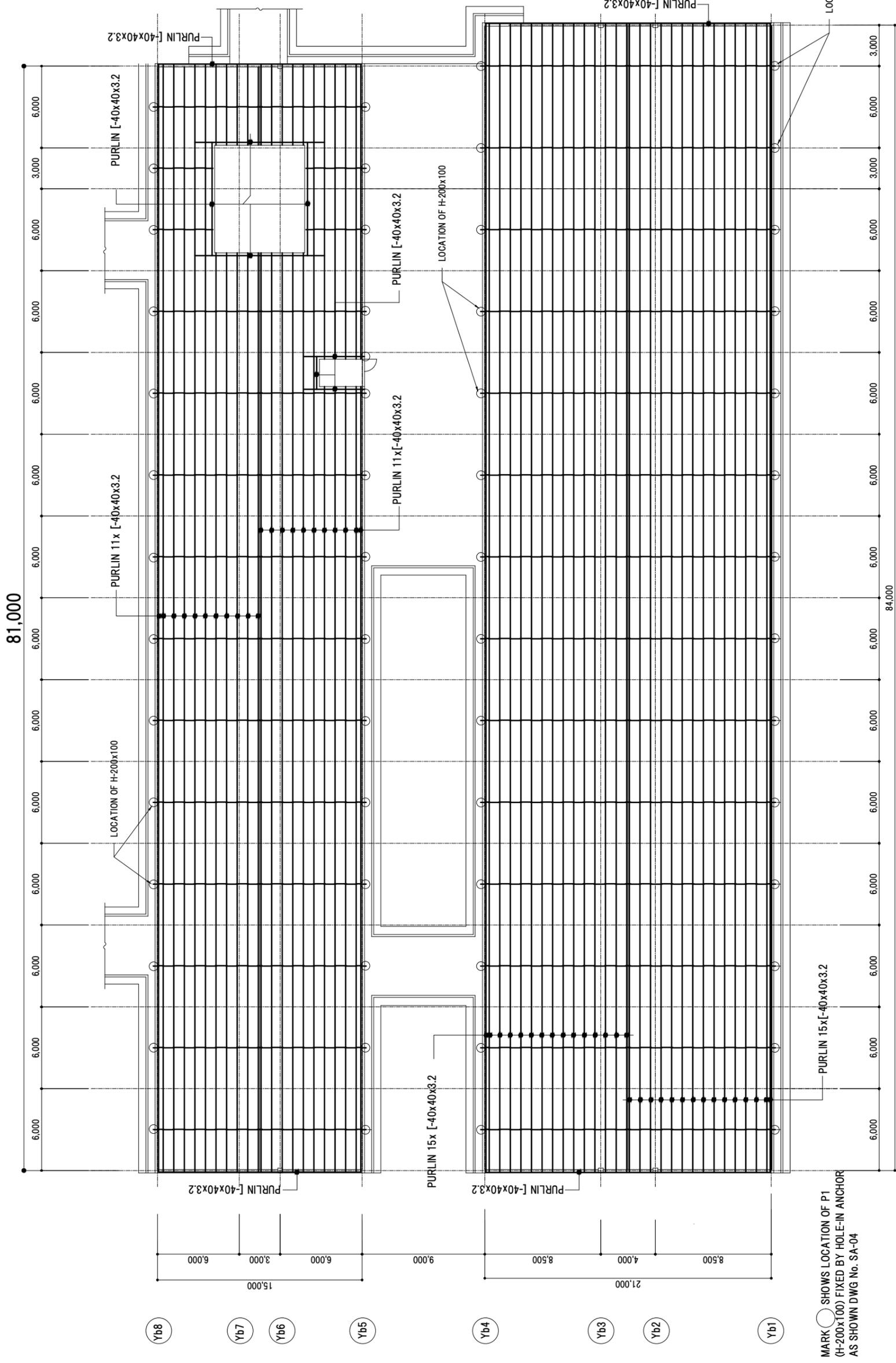
ADDITIONAL CORRUGATED STEEL ROOF PLAN



SECTION B-B

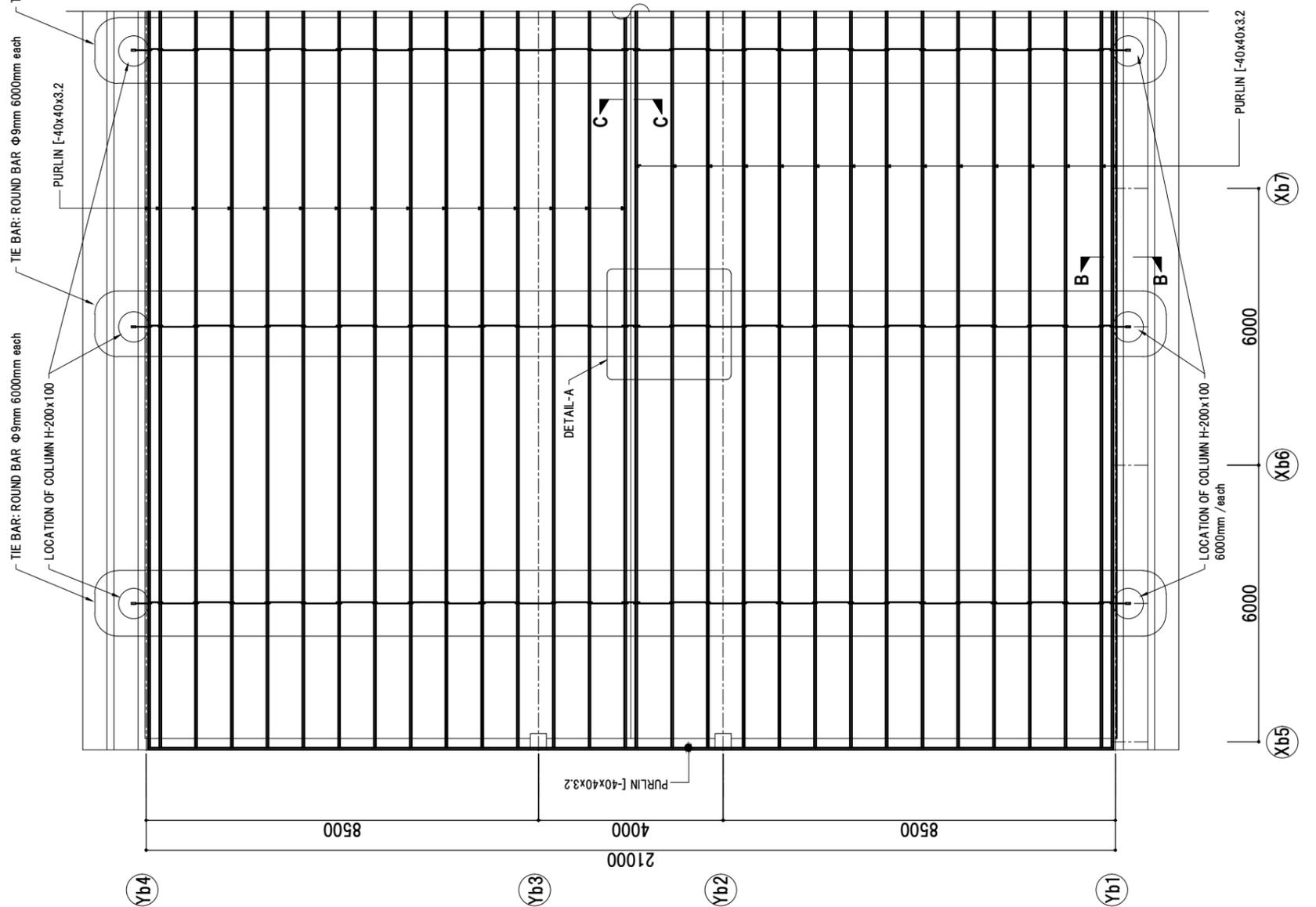
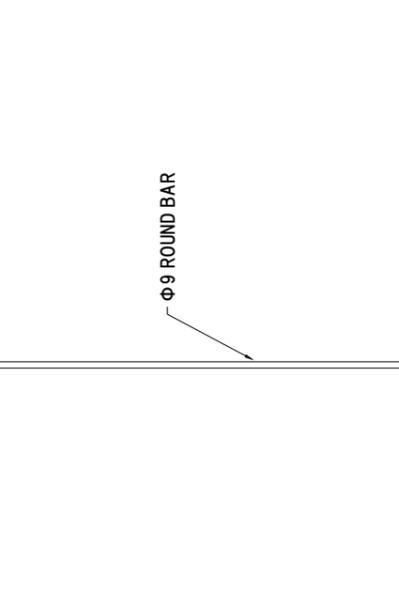
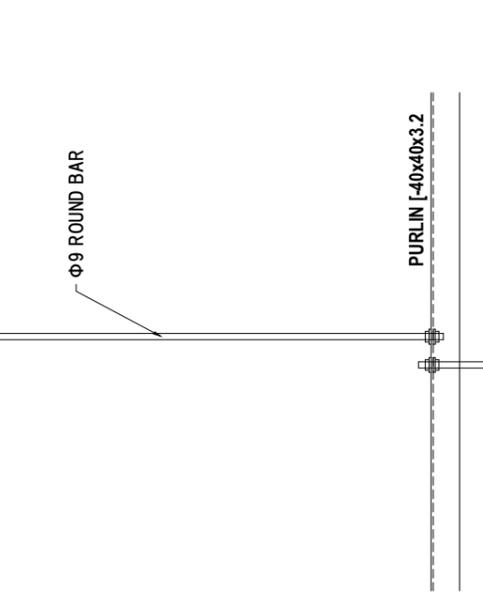
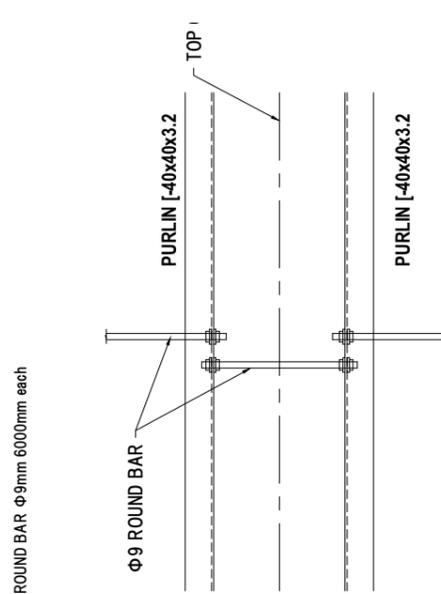
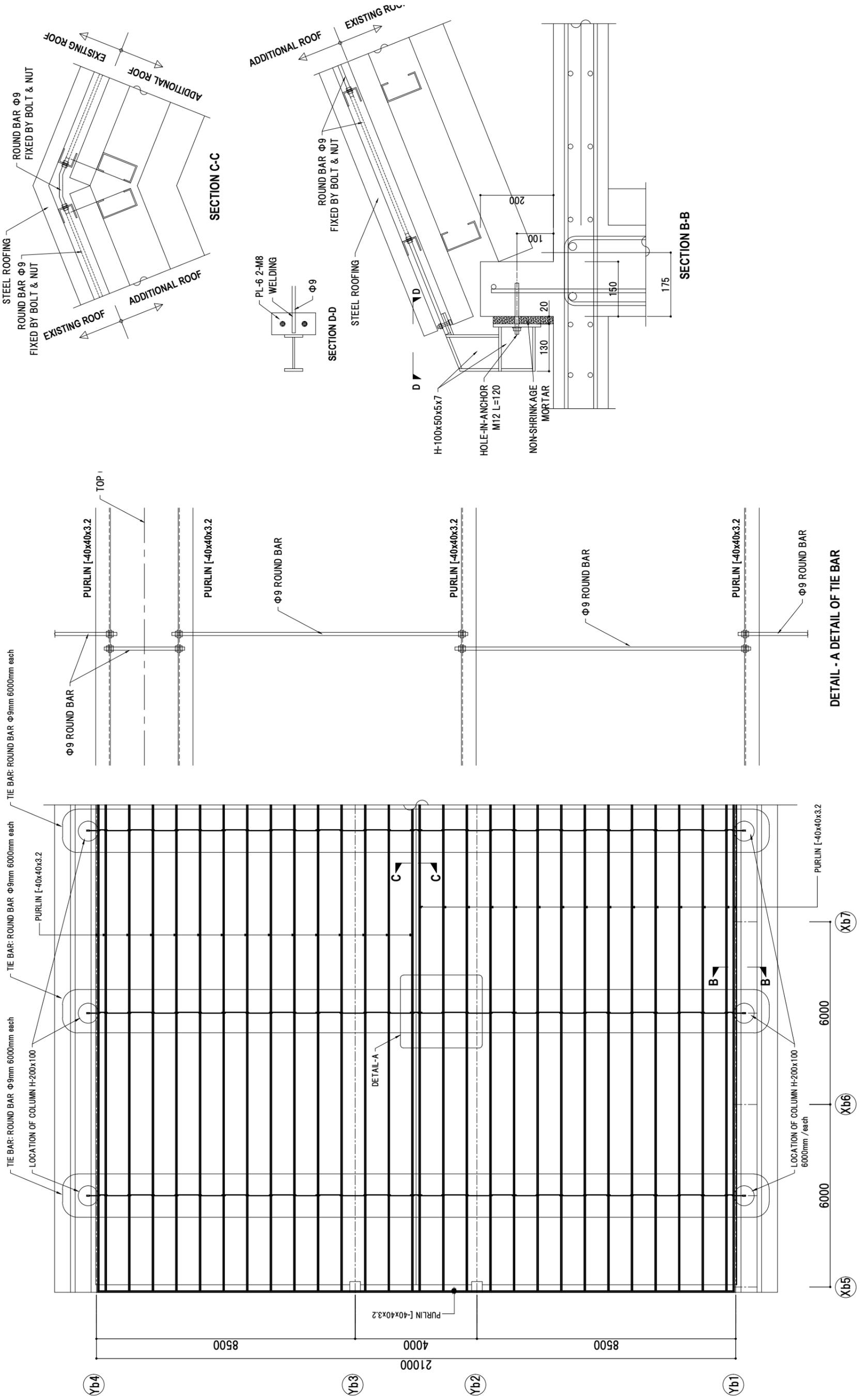
DETAIL-A

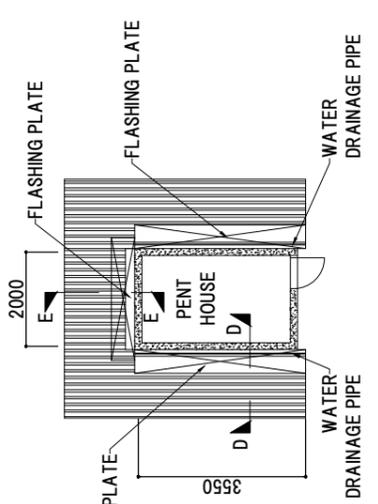
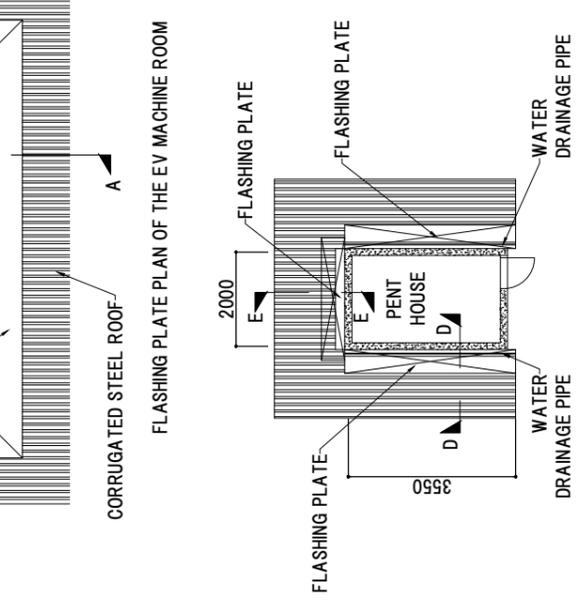
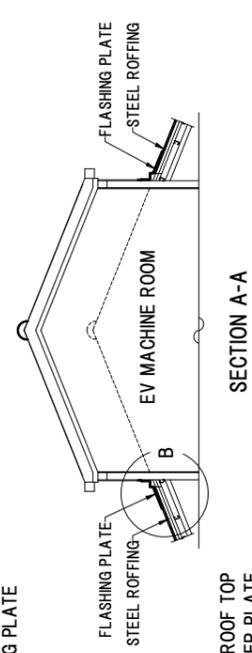
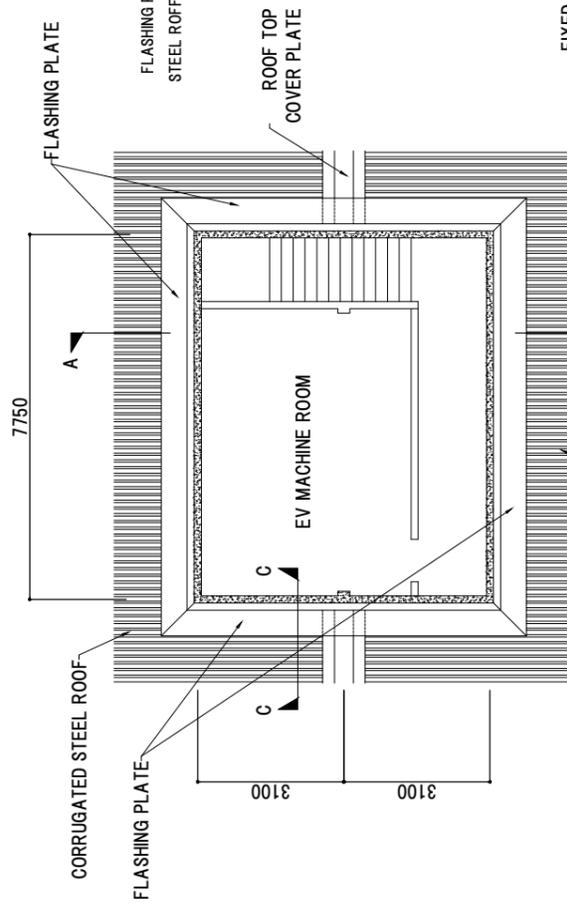
- NOTES:
- (1) THE MAIN ITEMS OF ROOFING WORKS ARE AS FOLLOWS:
 - 1) ALL OF THE EXISTING ROOFING TILES SHALL BE REMOVED AND STOCK AT THE DESIGNATED PLACE IN THE HOSPITAL AREA
 - 2) INSTALL ADDITIONAL ROOFING SHEET AND FLASHING PLATE
 - (2) METHOD AND ITEMS OF THE ADDITIONAL ROOFING WORKS ARE AS FOLLOWS:
 - 1) EXISTING CONNECTION BOLT FIXING EXISTING CORRUGATED CEMENT SHEET AND EXISTING STEEL PURLIN SHALL BE REMOVED
 - 2) NEW CONNECTION PLATE AND BOLT SHALL BE INSTALLED AT THE POSITION OF THE EXISTING CONNECTION BOLT HOLE
 - 3) NEW CONNECTION PLATE AND BOLT SHALL BE FABRICATED AT THE FACTORY
 - 4) NEW CONNECTION PLATE AND BOLT SHALL BE FIXED BY SCREW BOLT AT THE POSITION OF THE EXISTING CONNECTION BOLT HOLE
 - 5) NEW PURLIN FOR ADDITIONAL STEEL ROOFING SHALL BE FIXED TO THE CONNECTION BOLT AS SHOWN DETAIL-A AND SECTION-B
 - 6) THE INTERVAL OF THE EXISTING PURLIN OF ROOF SLOPE DIRECTION IS 835mm, AND EXISTING CORRUGATED CEMENT SHEET AND PURLIN IS CONNECTED BY BOLT φ6 AT 1670mm INTERVALS. THEREFORE, THE NEW CONNECTION PLATE AND BOLT SHALL BE PROVIDED AT 1670mm INTERVAL TYPICALLY
 - 7) THE HORIZONTAL INTERVAL OF THE EXISTING CONNECTION BOLT FOR EXISTING CORRUGATED CEMENT SHEET IS 520mm ~640mm
 - 8) THE NEW COVER PLATE SHALL BE INSTALLED AT AS SHOWN SECTION B-B
 - 9) INSTALL NEW PURLIN AND FIXING ADDITIONAL ROOFING



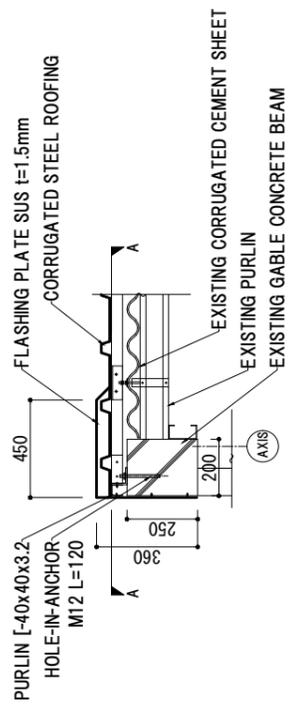
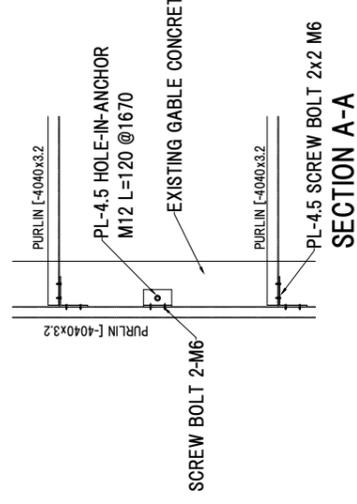
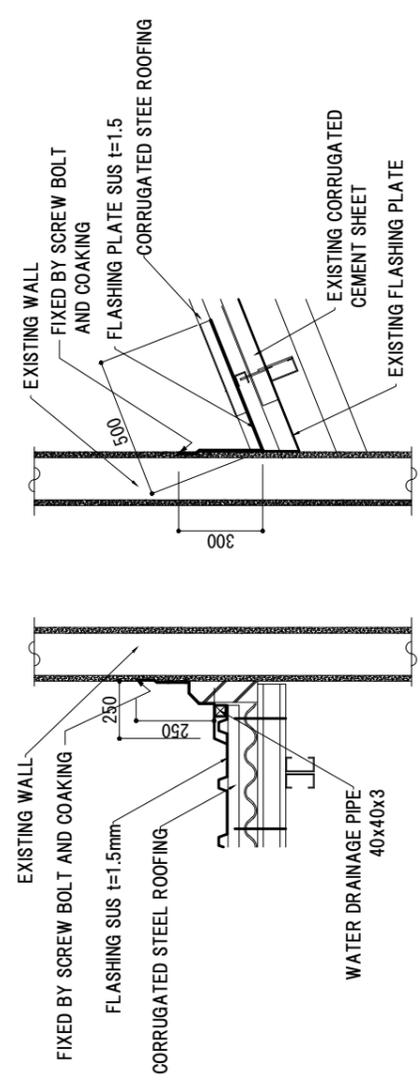
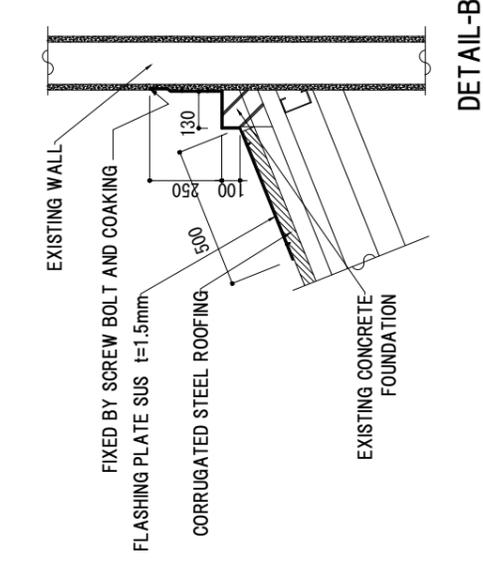
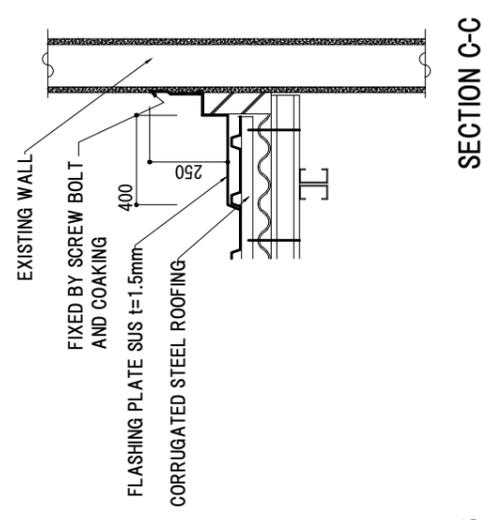
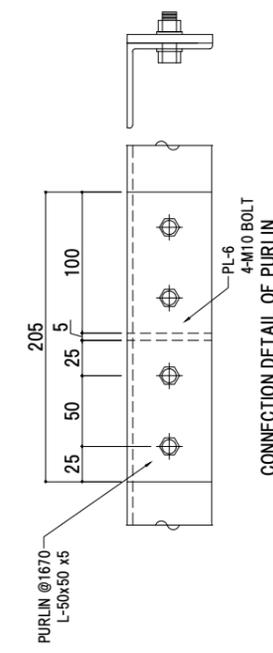
ADDITIONAL PURLIN PLAN

MATERIALS:
 STRUCTURAL STEEL: SS400/SSC400 OR EQUIVALENT
 ROUND BAR: SR235 OR EQUIVALENT

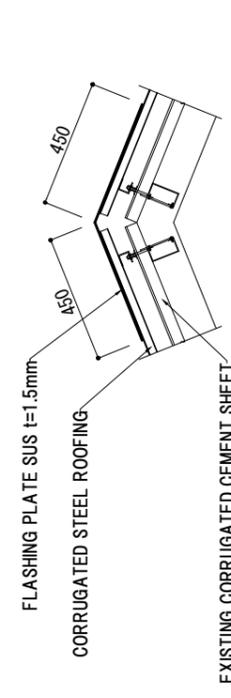




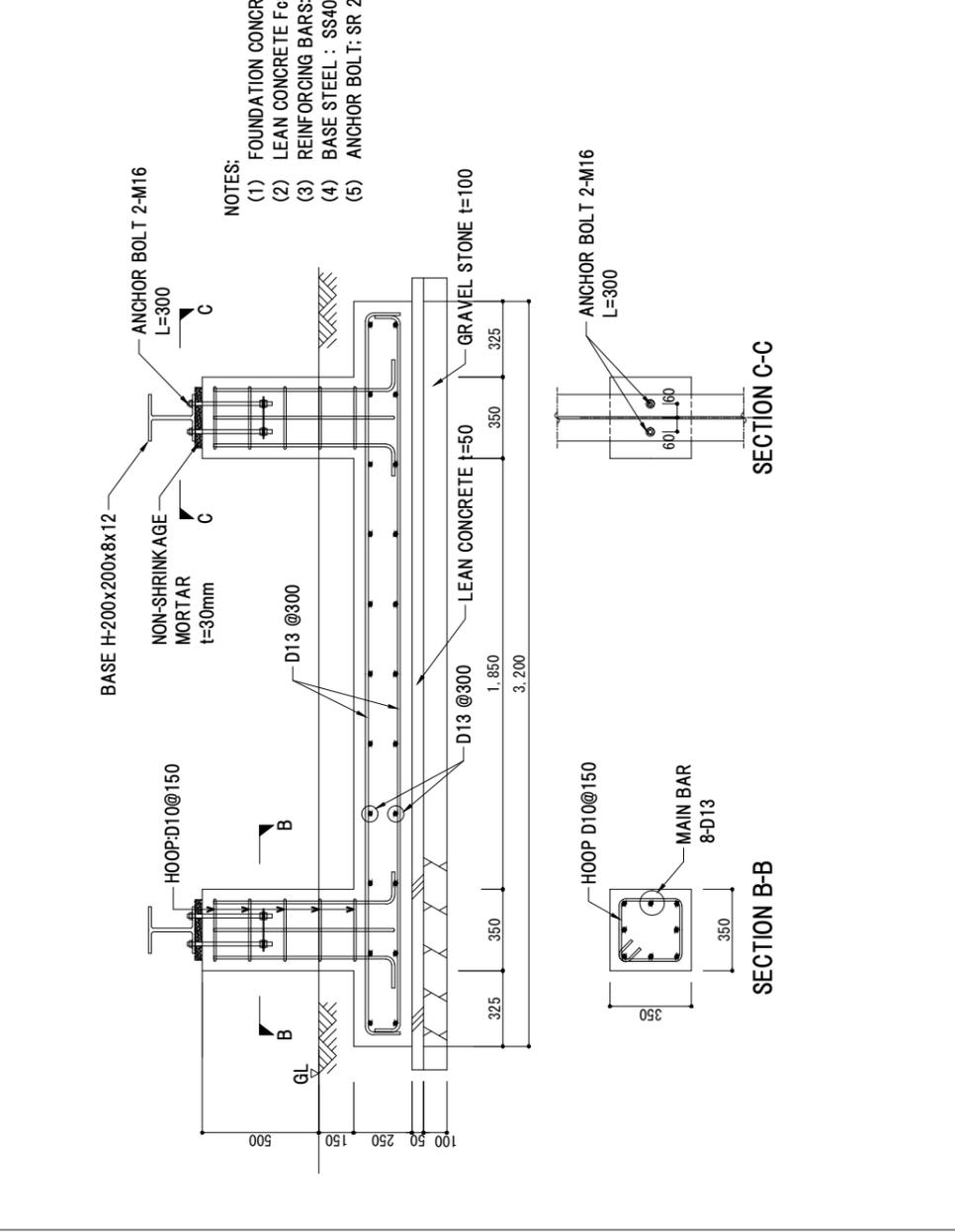
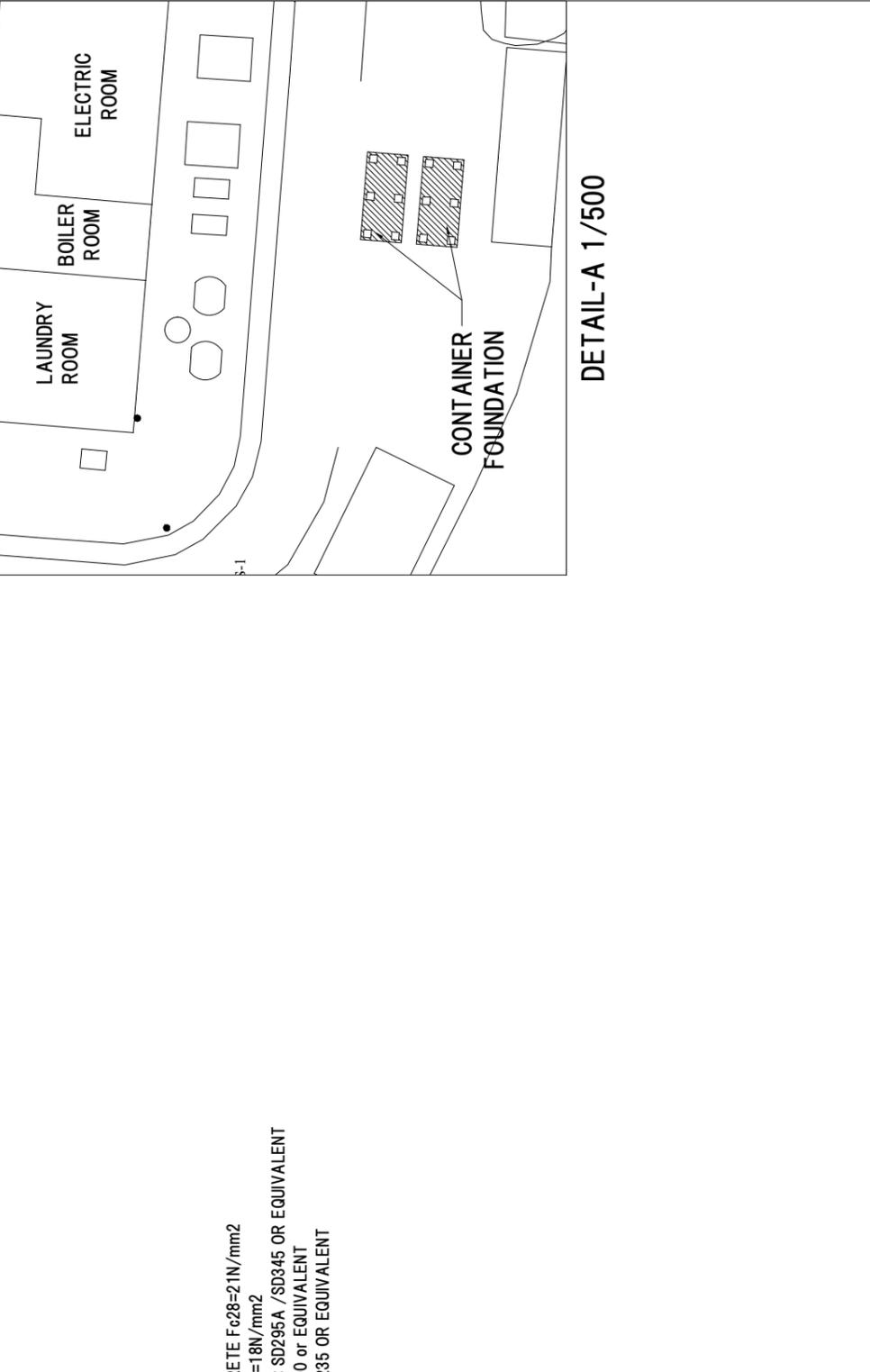
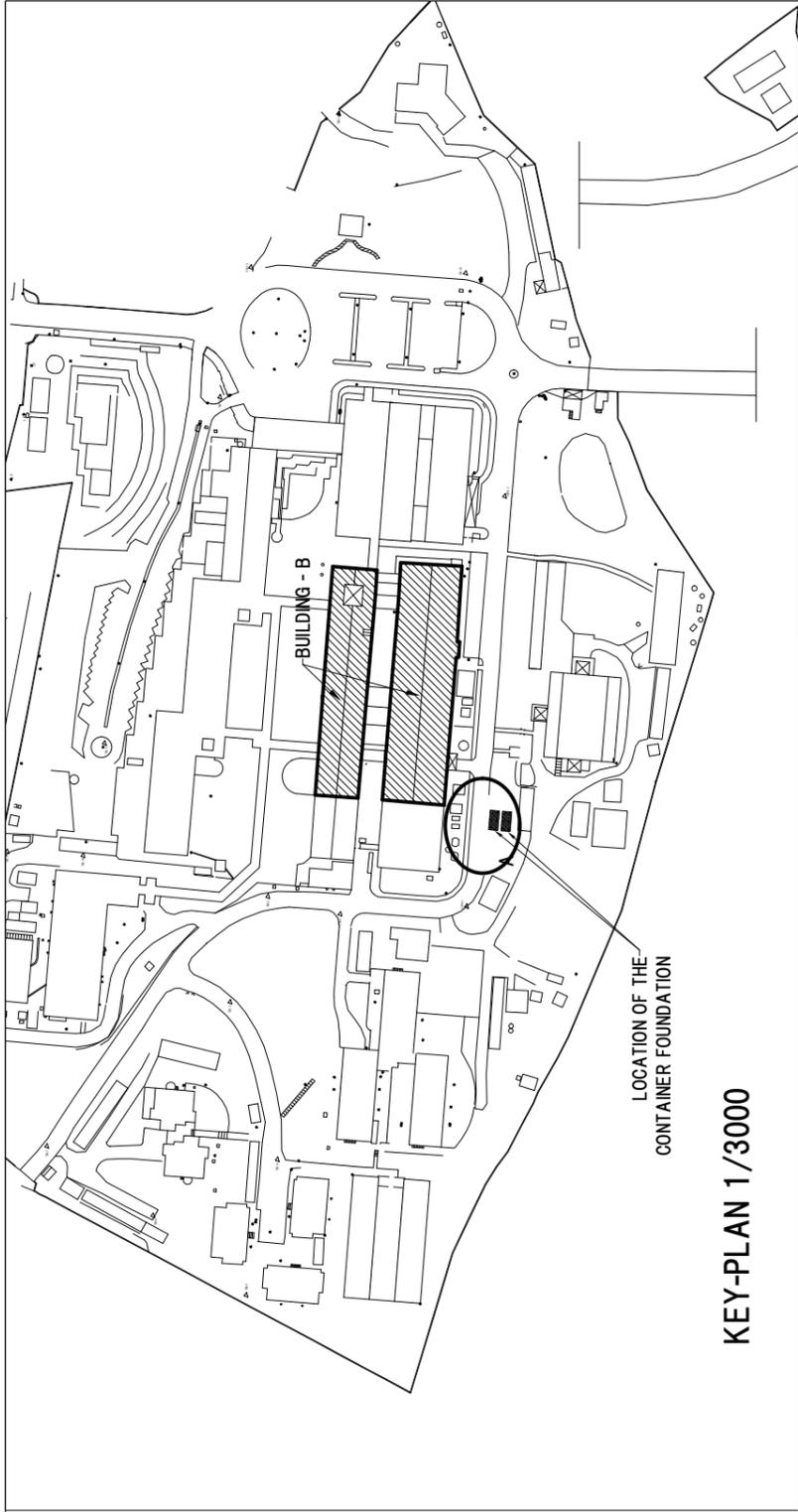
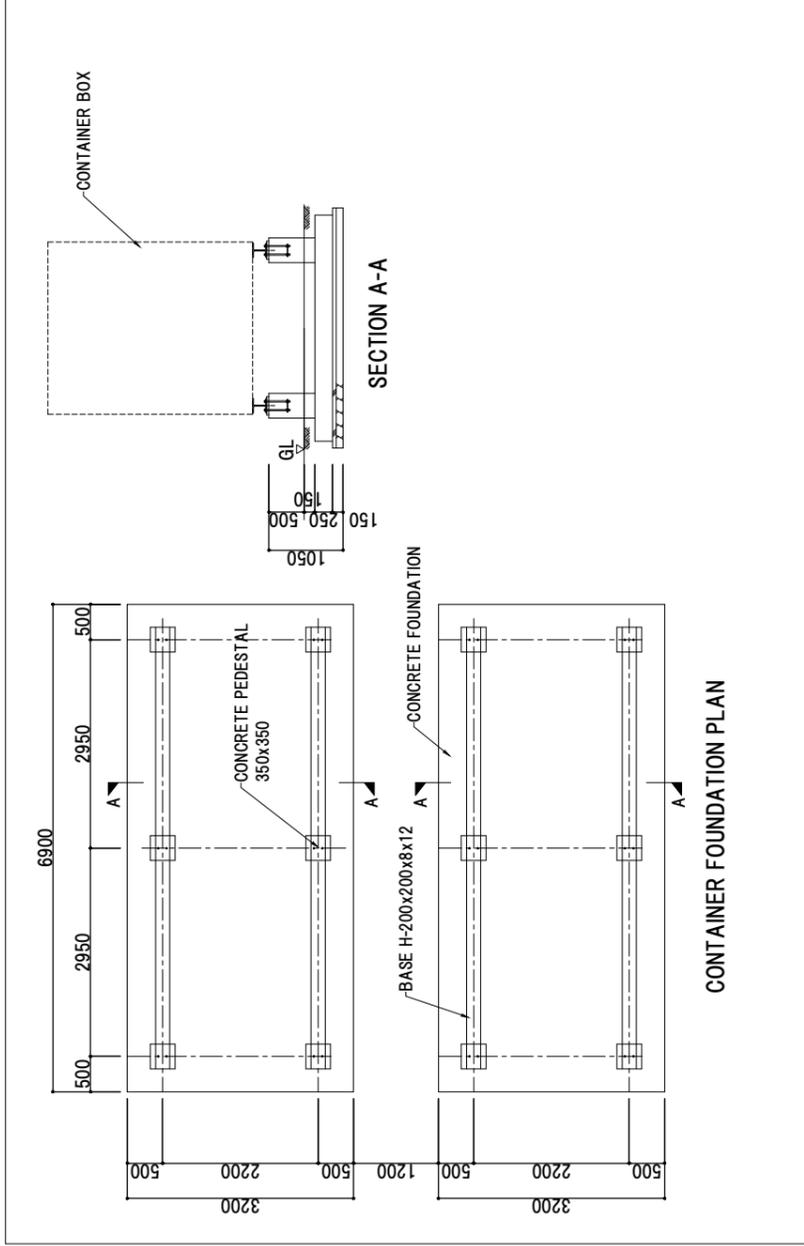
NOTE
DIMENSIONS FOR THE FLASHING PLATE ARE JUST FOR REFERENCE.
THE CONTRACTOR SHALL CARRY OUT SITE SURVEY, AND SHALL BE DECIDED THE ACCURATE
DIMENSION BASE ON THE ACTUAL DIMENSION MEASURED ON SITE



TYPICAL SECTION OF THE FLASHING FOR THE ROOF EDGE

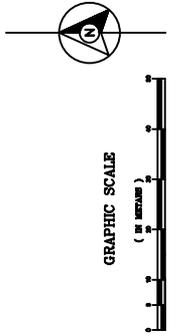
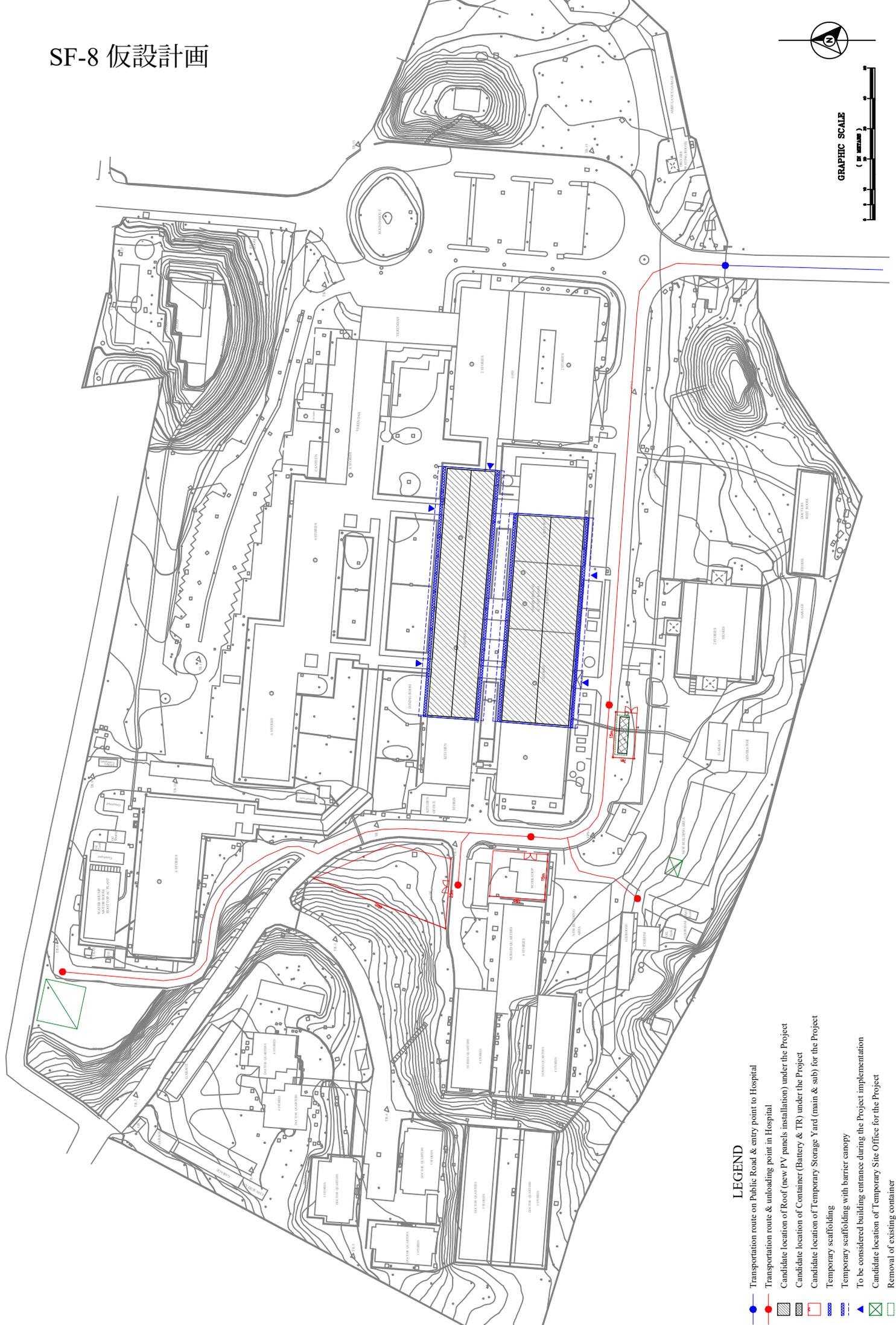


TYPICAL SECTION OF THE FLASHING FOR THE ROOF TOP



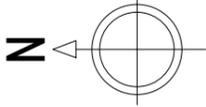
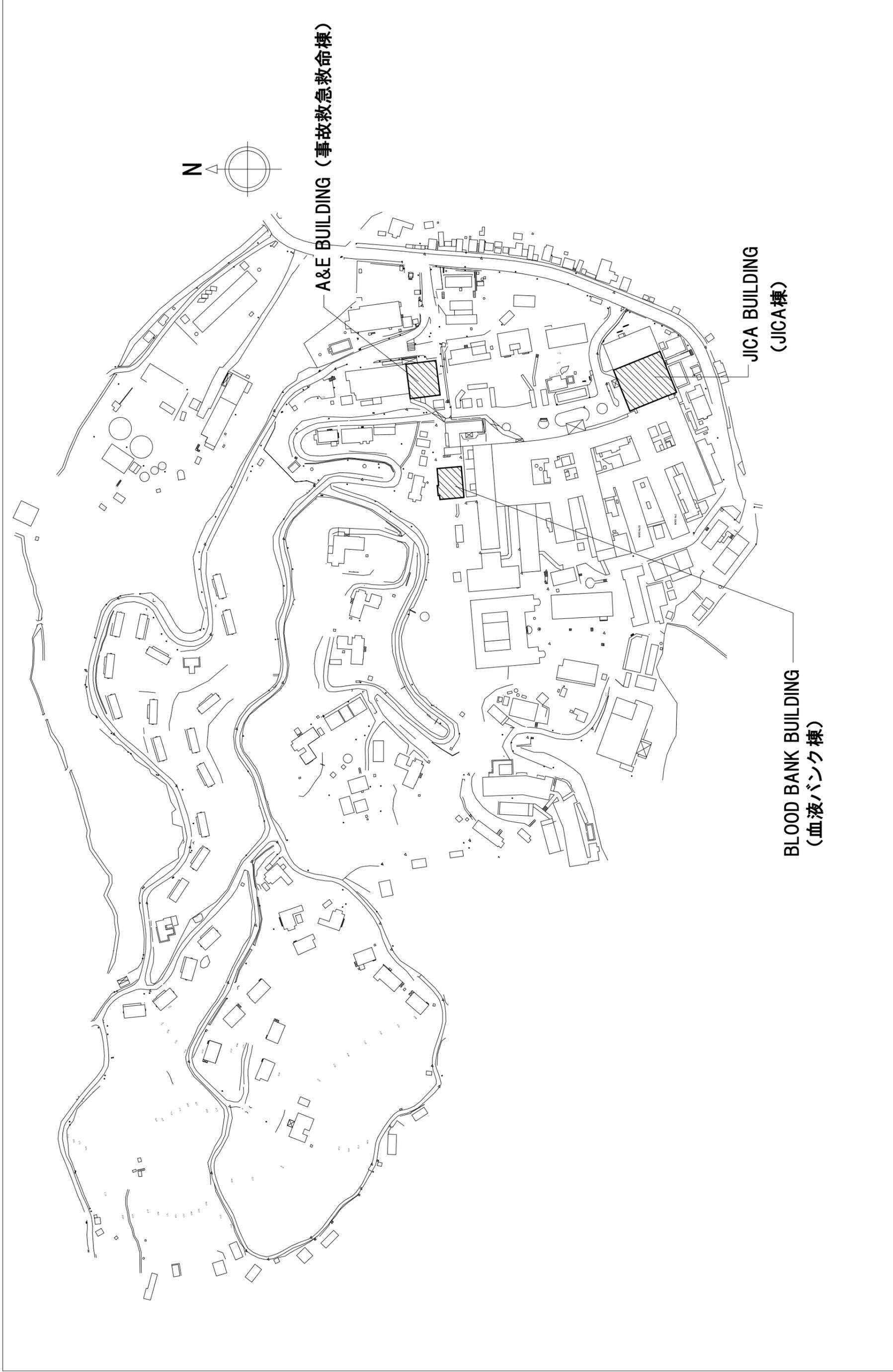
- NOTES:
- (1) FOUNDATION CONCRETE $F_c=28=21N/mm^2$
 - (2) LEAN CONCRETE $F_c=18N/mm^2$
 - (3) REINFORCING BARS: SD295A / SD345 OR EQUIVALENT
 - (4) BASE STEEL : SS400 OR EQUIVALENT
 - (5) ANCHOR BOLT : SR 235 OR EQUIVALENT

SF-8 仮設計画



- LEGEND**
- Transportation route on Public Road & entry point to Hospital
 - Transportation route & unloading point in Hospital
 - Candidate location of Roof (new PV panels installation) under the Project
 - Candidate location of Container (Battery & TR) under the Project
 - Candidate location of Temporary Storage Yard (main & sub) for the Project
 - Temporary scaffolding
 - Temporary scaffolding with barrier canopy
 - To be considered building entrance during the Project implementation
 - Candidate location of Temporary Site Office for the Project
 - Removal of existing container
 - Disposal area of existing roofing tiles

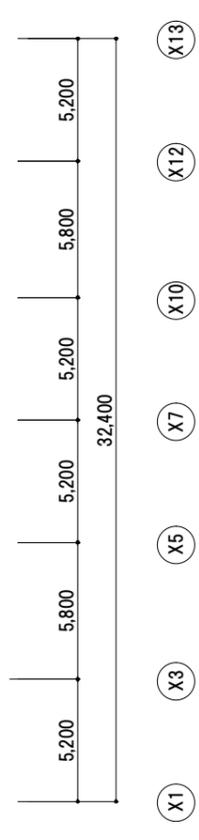
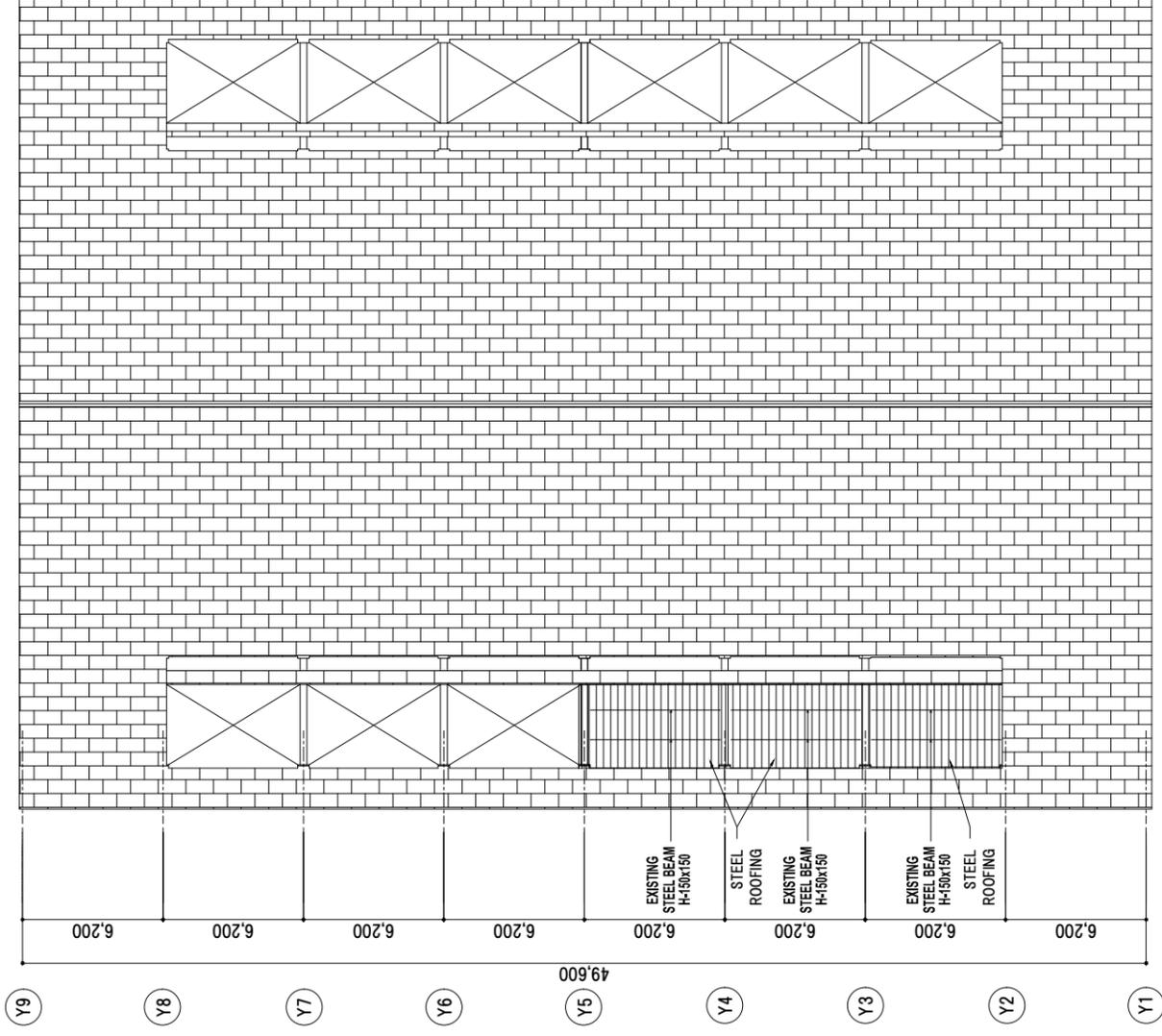
6-5. 施設図面 (TH Ratnapura)



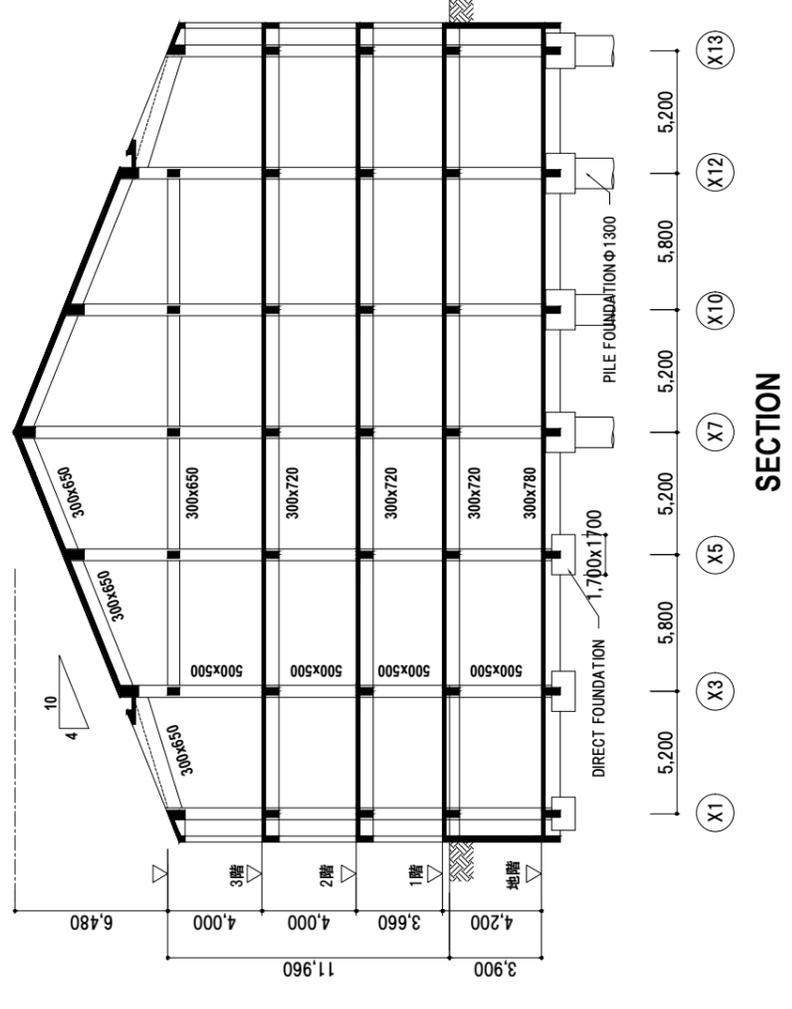
A&E BUILDING (事故救急救命棟)

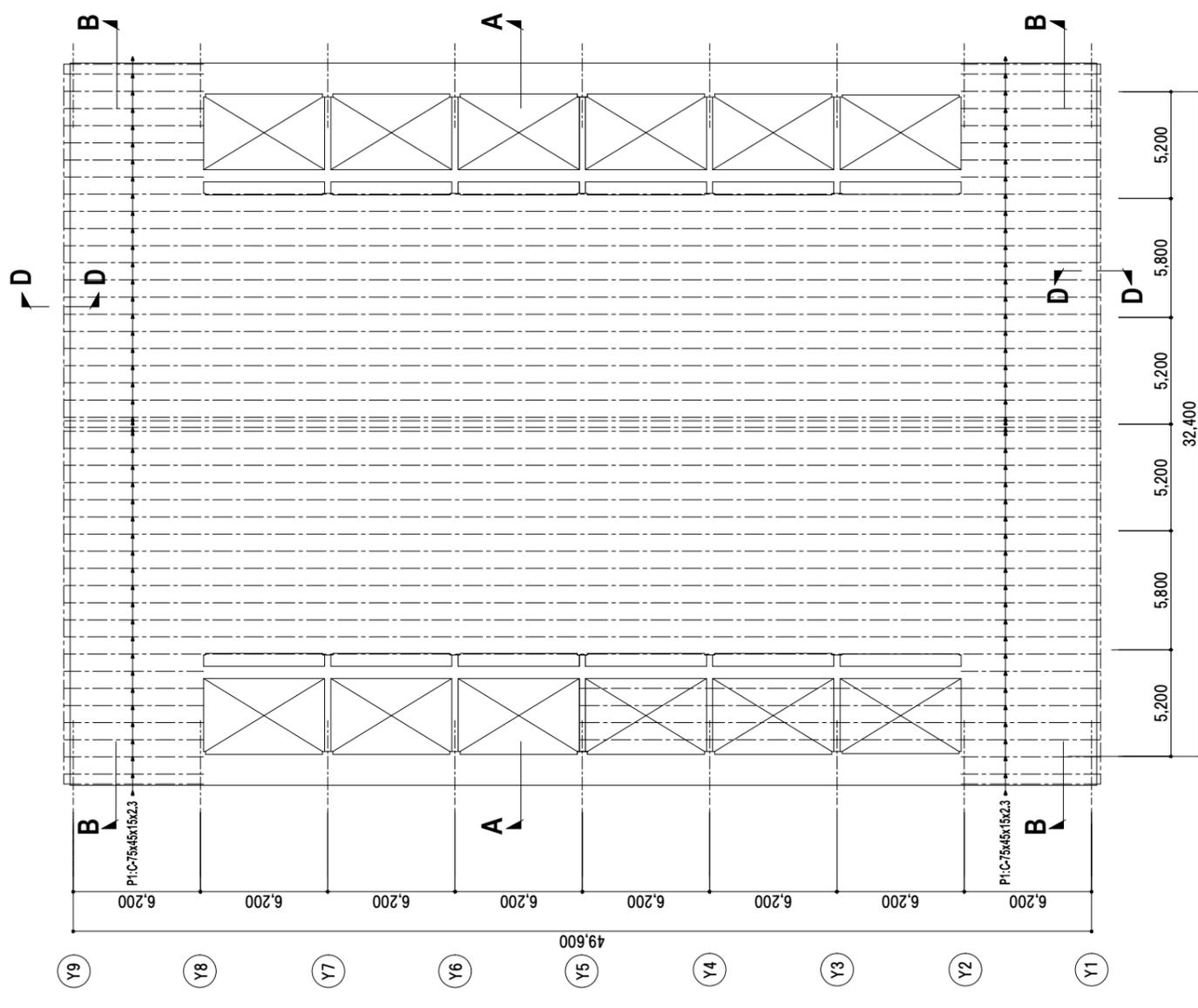
JICA BUILDING
(JICA棟)

BLOOD BANK BUILDING
(血液バンク棟)



ROOF PLAN
EXISTING ROOF CONDITION

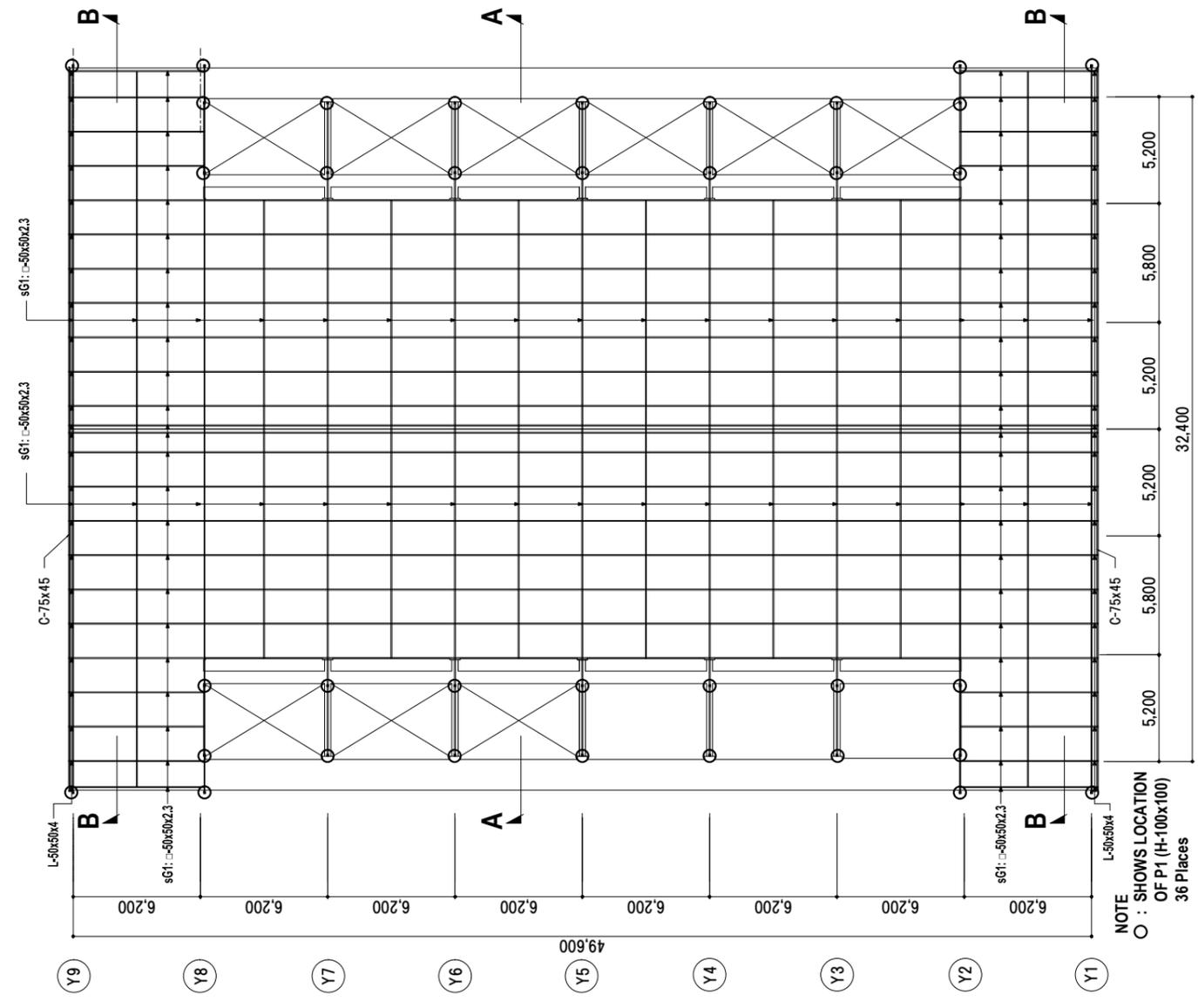




Y9
Y8
Y7
Y6
Y5
Y4
Y3
Y2
Y1

X1 X3 X5 X7 X10 X12 X13

ROOF FLOOR PURLIN PLAN



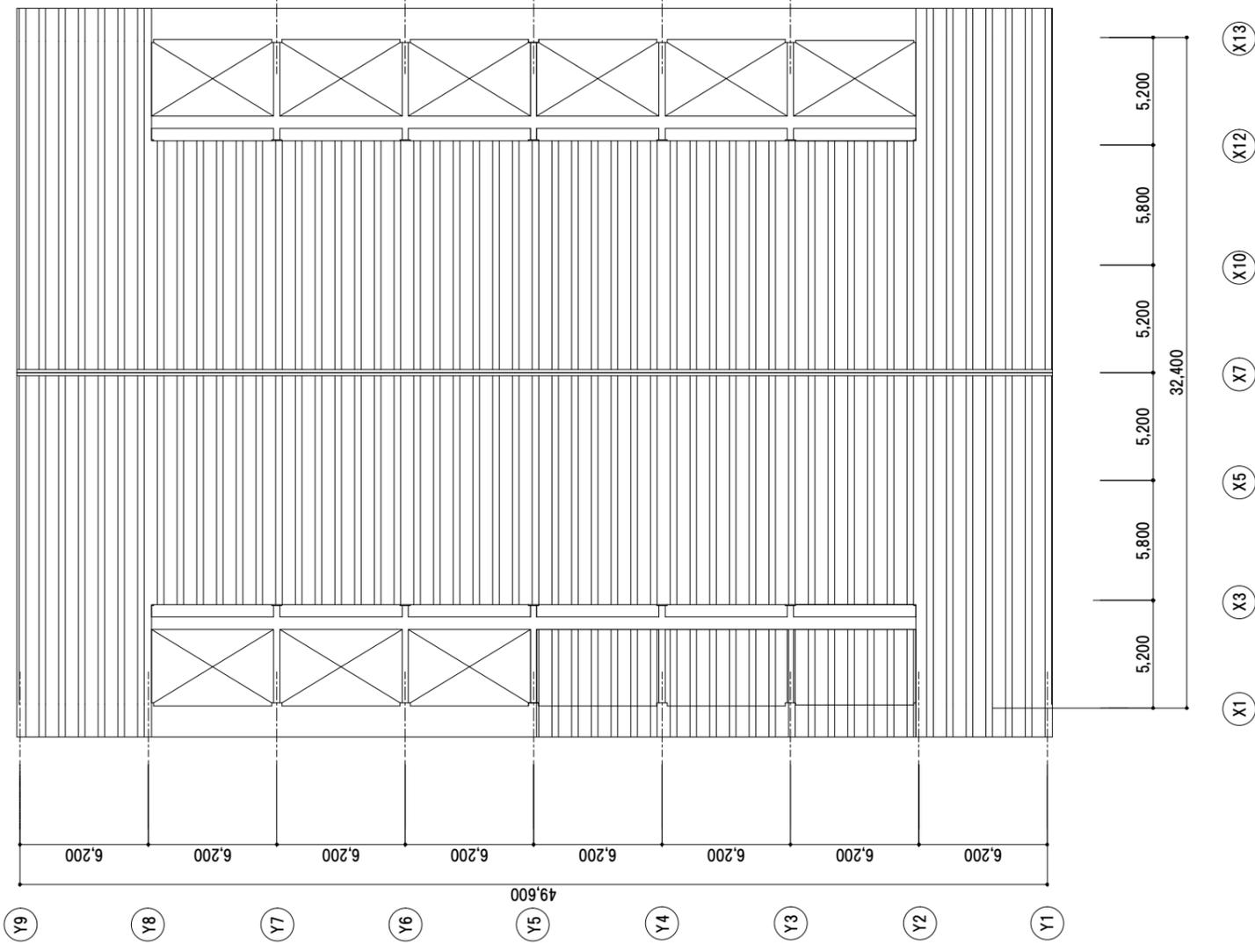
Y9
Y8
Y7
Y6
Y5
Y4
Y3
Y2
Y1

X1 X3 X5 X7 X10 X12 X13

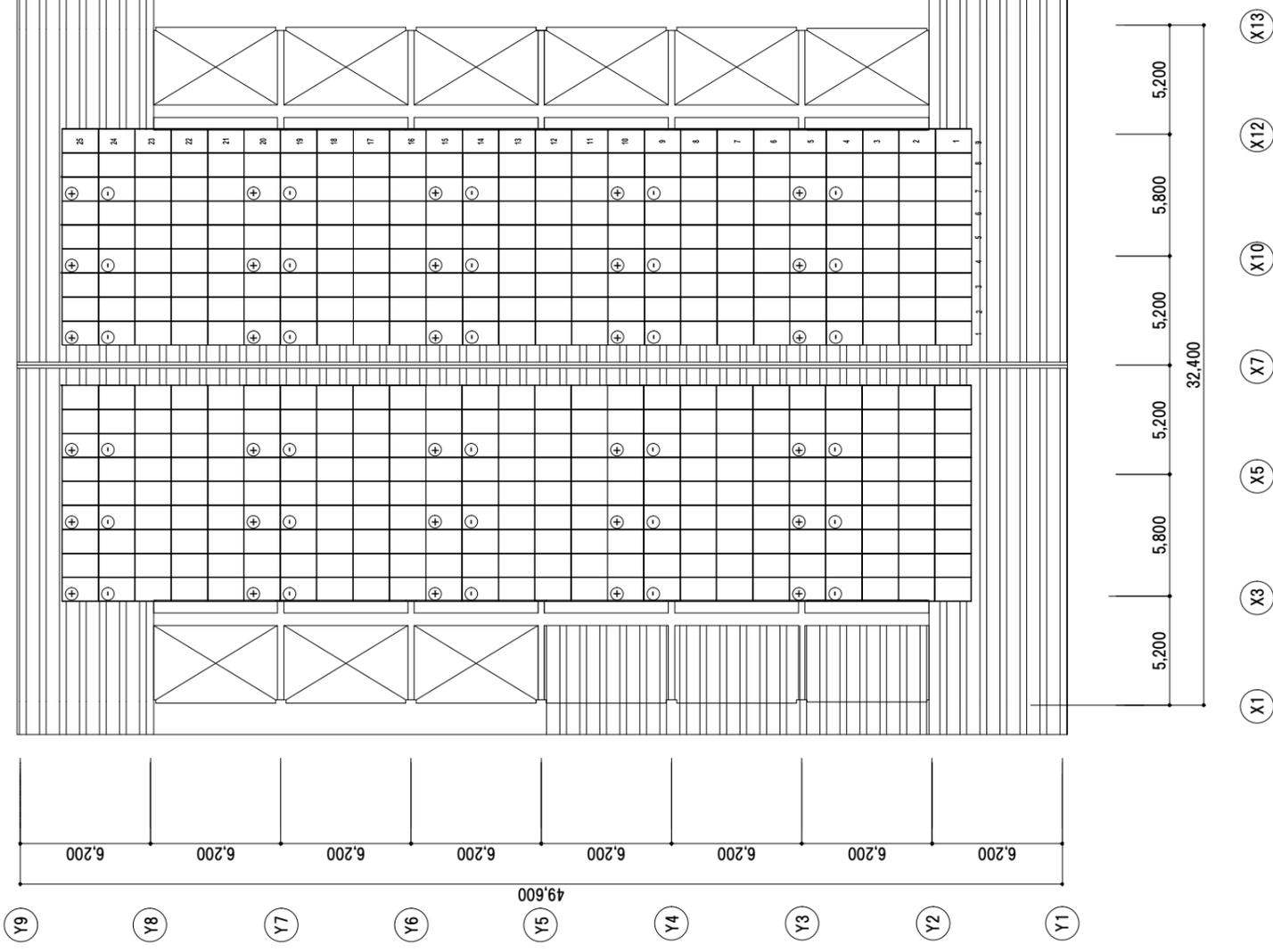
ROOF FLOOR STEEL FRAME PLAN
FOR ADDITIONAL ROOFING

NOTE
○ : SHOWS LOCATION
OF P1 (H-100x100)
36 Places

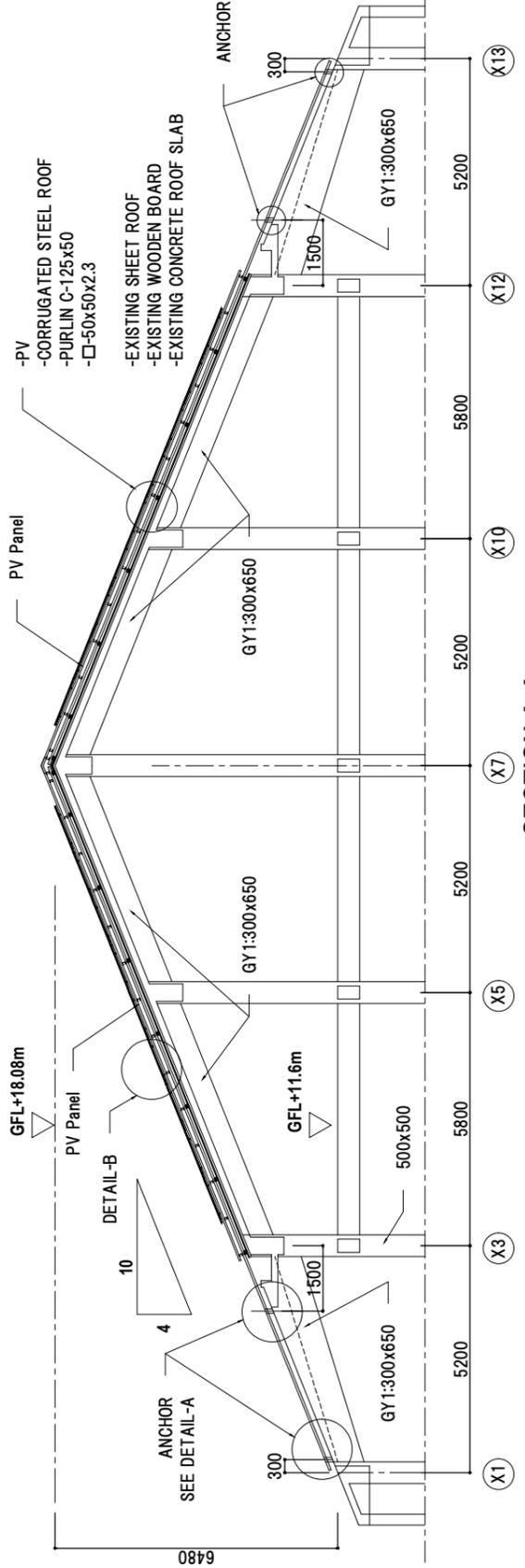
MATERIALS:
STRUCTURAL STEEL:
SS400/SSC400



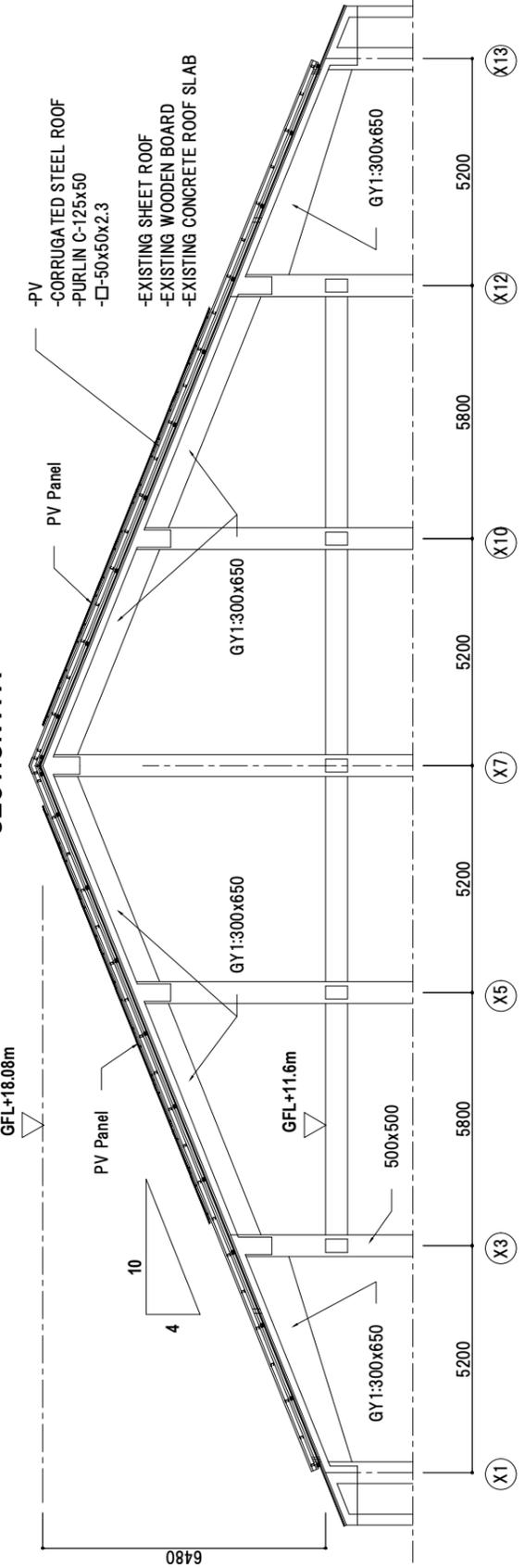
ADDITIONAL ROOF PLAN
(CORRUGATED STEEL ROOF)



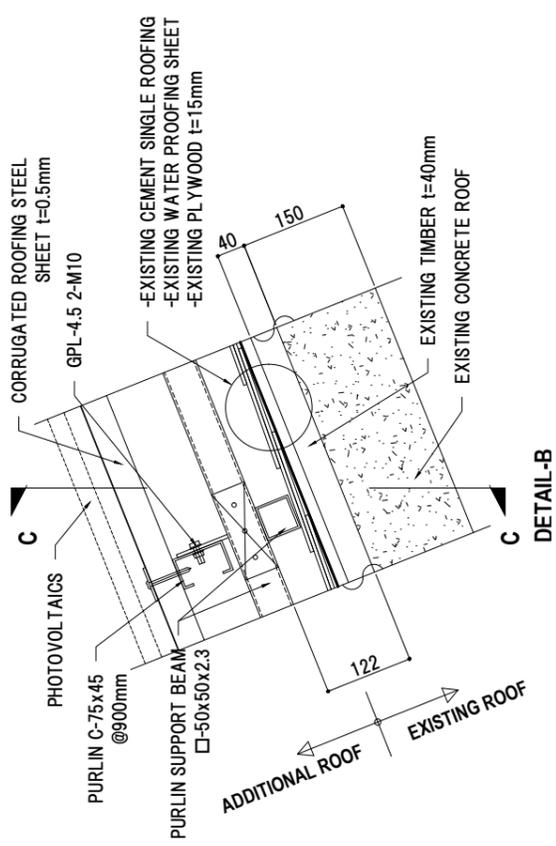
PV ARRANGEMENT PLAN



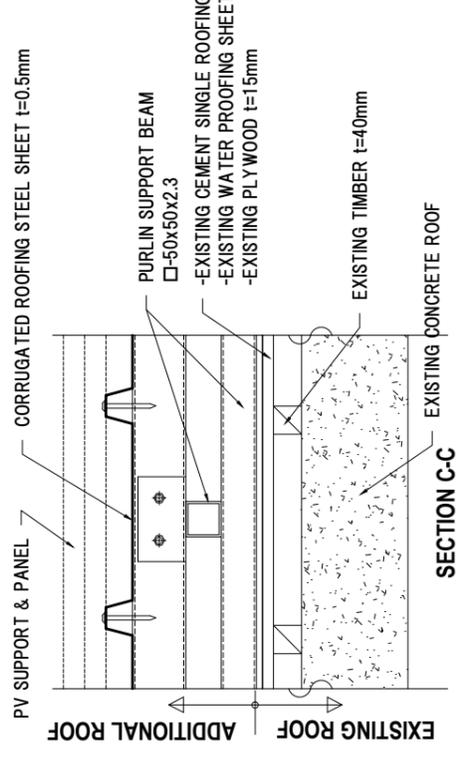
SECTION A-A



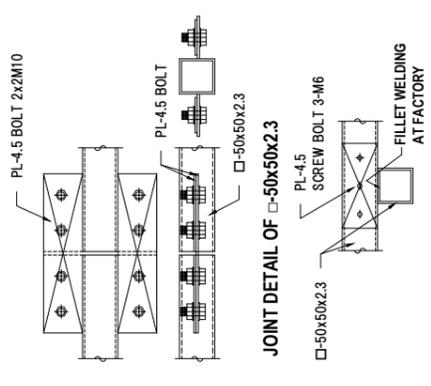
SECTION B-B



DETAIL-B



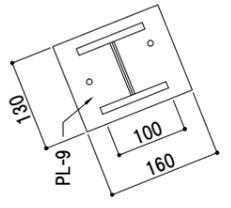
SECTION C-C



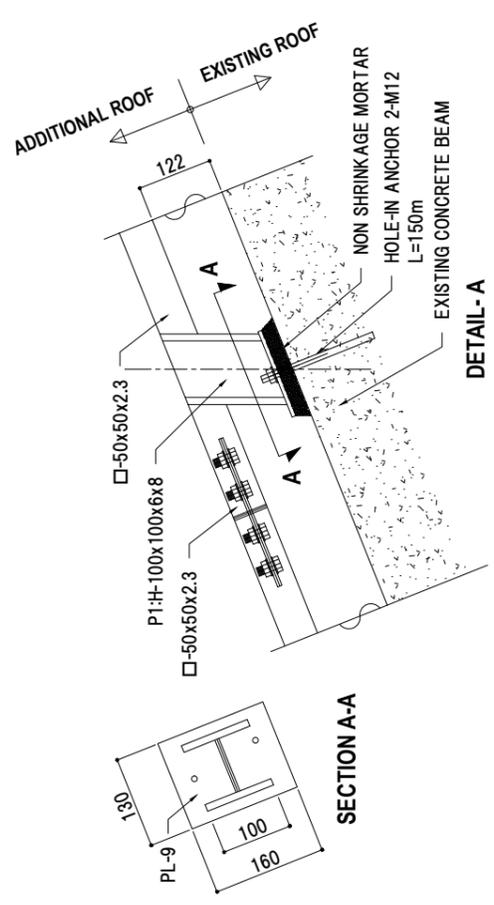
JOINT DETAIL OF □-50x50x2.3

CROSSING PART

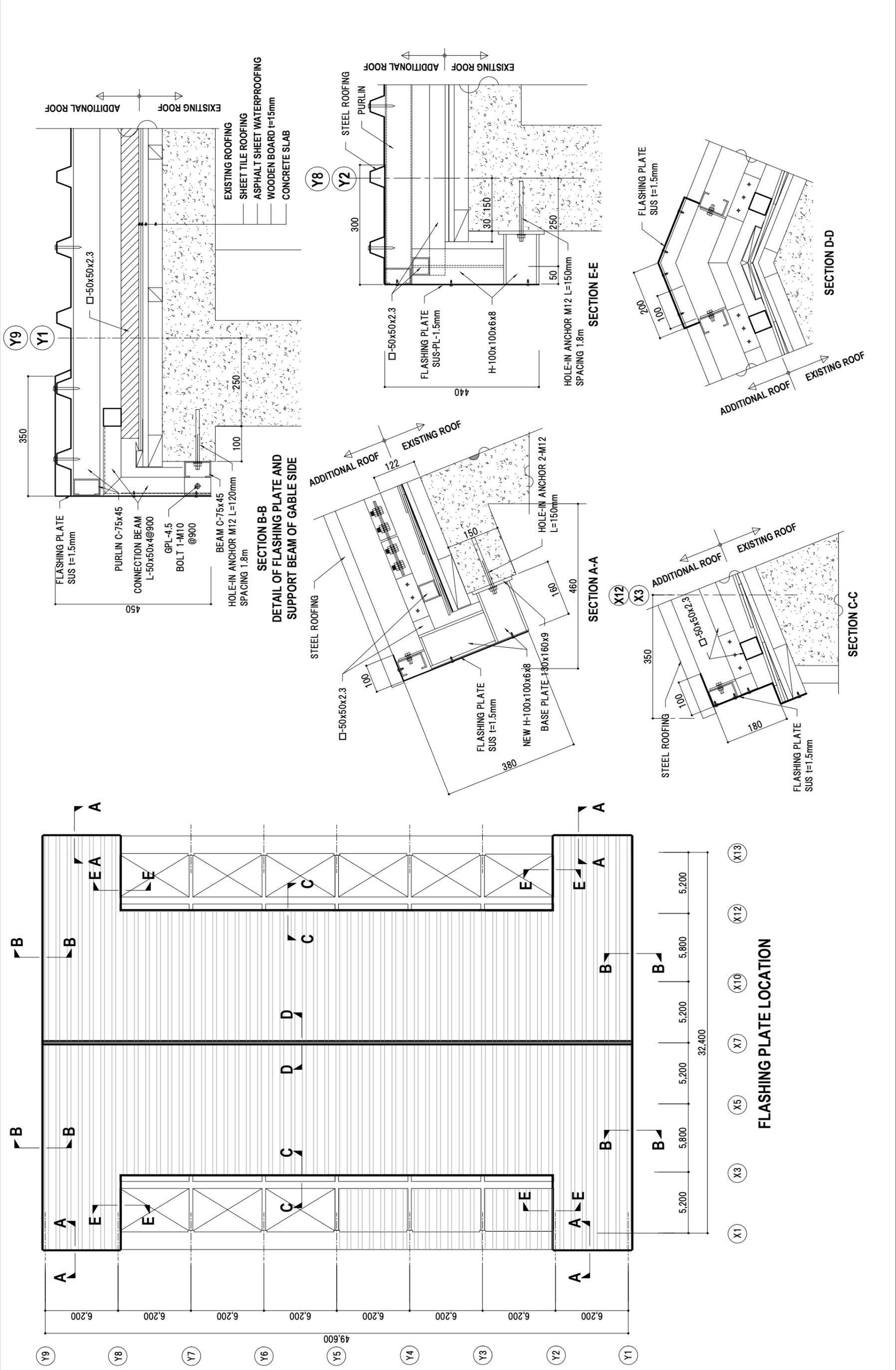
NOTES:
ALL OF THE CROSSING PART OF THE □-50x50x2.3 SHALL BE CONNECTED EACH OTHERS BY SCREW BOLT AS SHOWN ABOVE

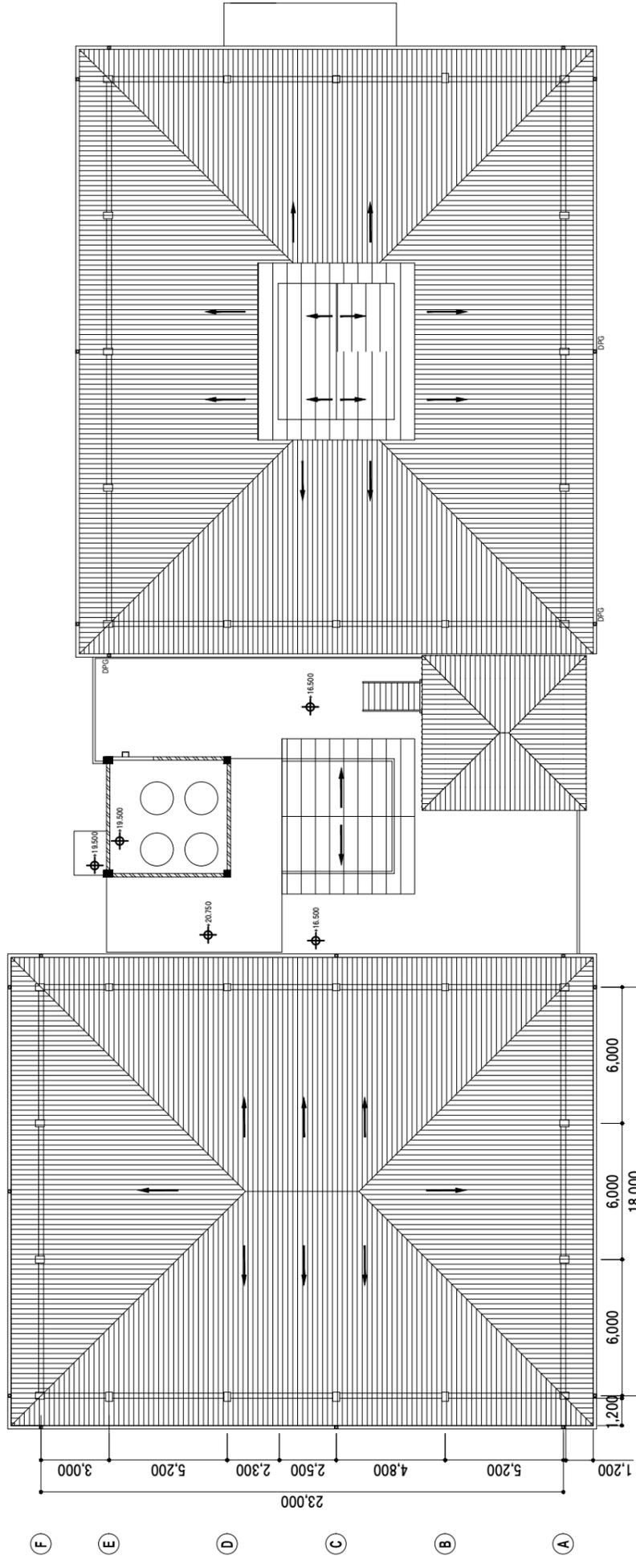
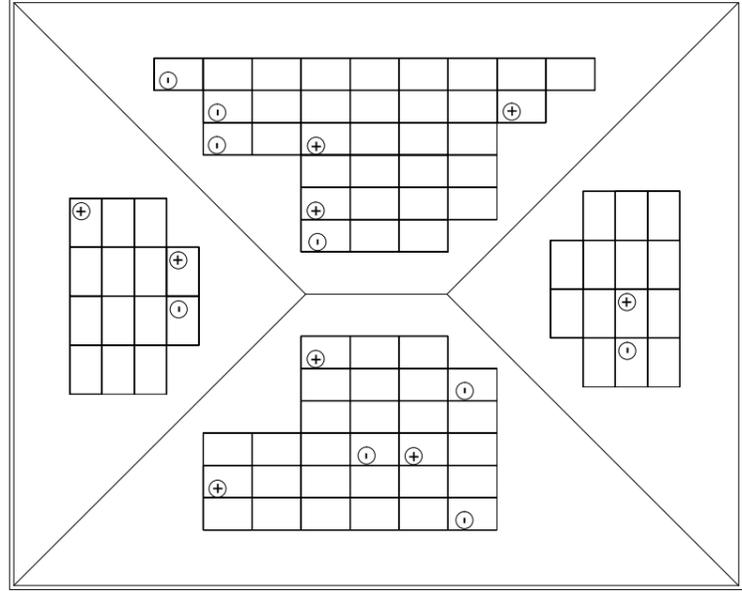


SECTION A-A



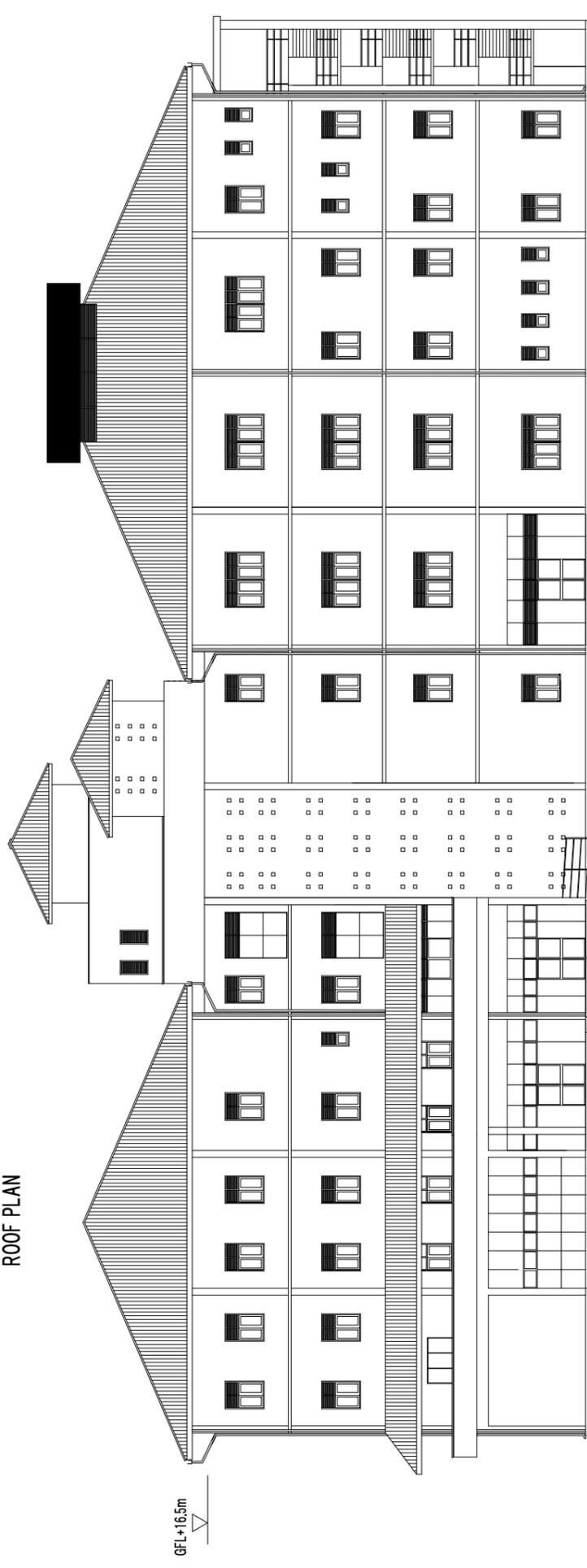
DETAIL-A



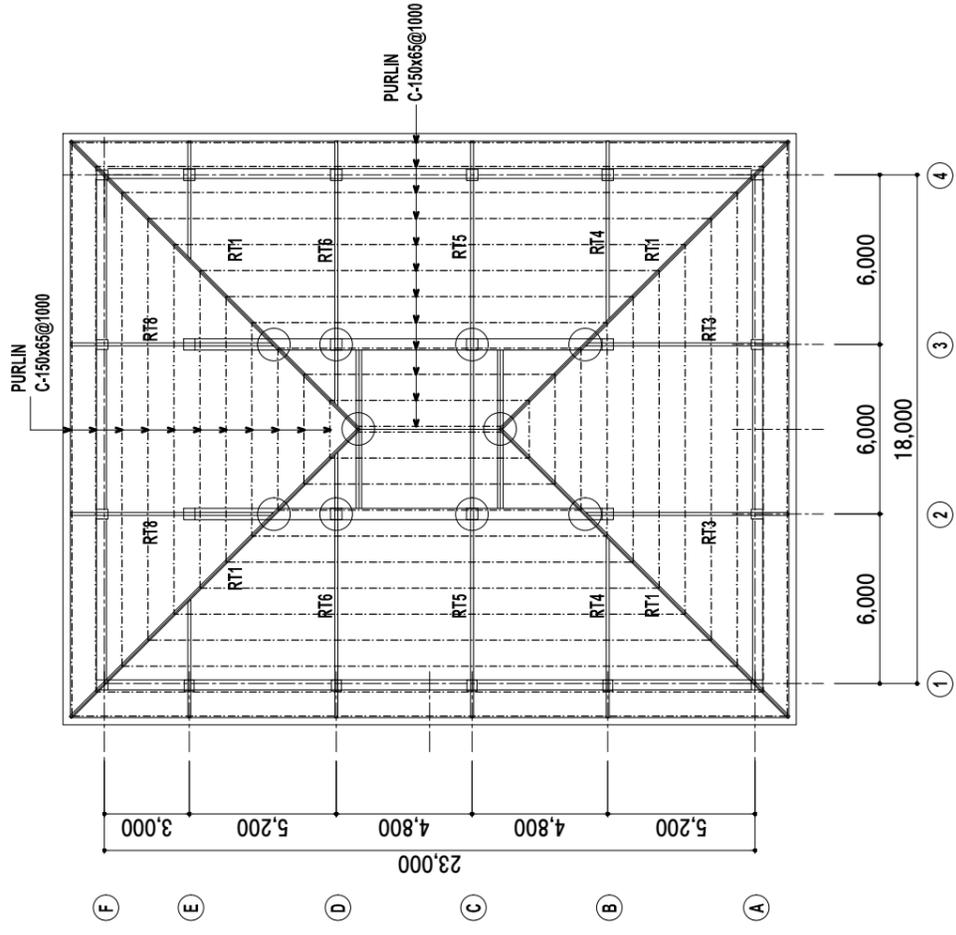


PHOTOVOLTAICS ALLOCATION PLAN

ROOF PLAN



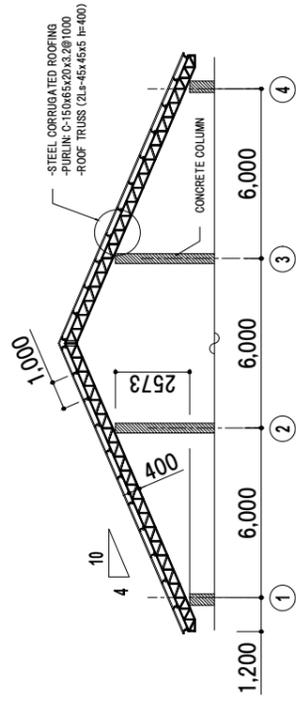
FRONT ELEVATION



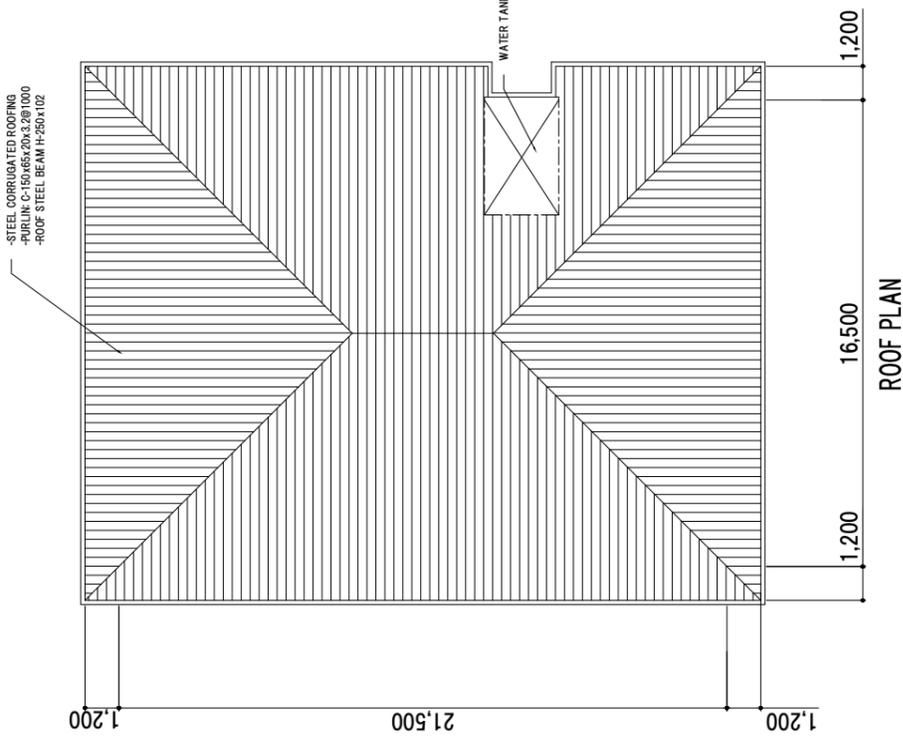
- ITEMS OF THE ROOFING WORKS TO BE DONE BY THE PROJECT
 FOLLOWING WORKS SHALL BE INCLUDED IN THE SCOPE OF WORKS OF THE CONTRACTOR BEFORE
 INSTALLATION OF THE PHOTOVOLTAICS
- (1) CLEANING EXISTING STEEL ROOF BY HIGH PRESSURE WATER WASHING MACHINE
 - (2) REPLACE AND RETIGHTENS THE EXISTING SCREW WHEN THE SCREW CONNECTING ROOF STEEL AND STEEL PURLIN ARE LOOSE
 - (3) PAINTING EXISTING STEEL ROOF BY SILICONE RESIN PAINT

ROOF TRUSS PLAN

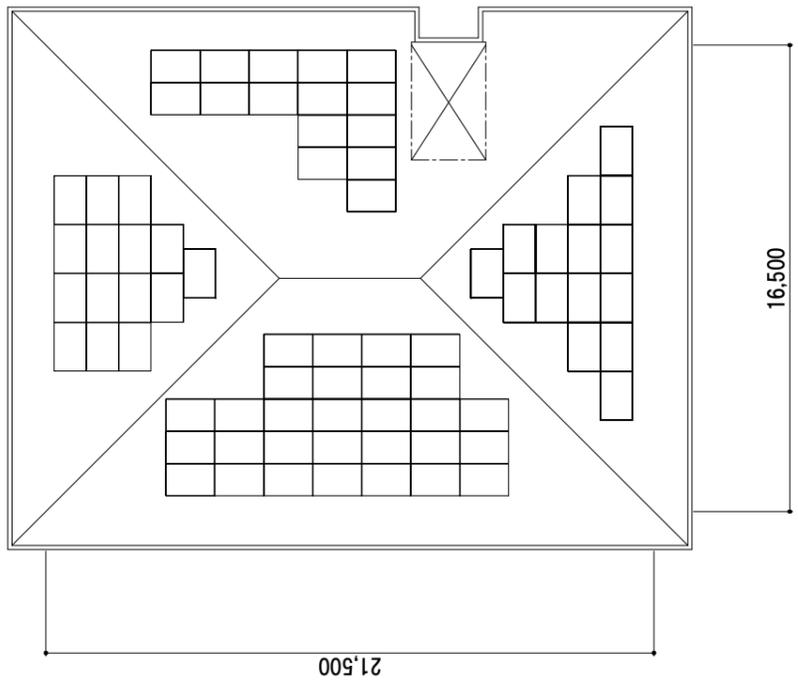
- NOTES
- (1) LOCATION MARKED BY ○ SHOWS CONNECTION TO THE CONCRETE STRUCTURE
 - (2) Purlin C-150x65x20x3.2 @1000



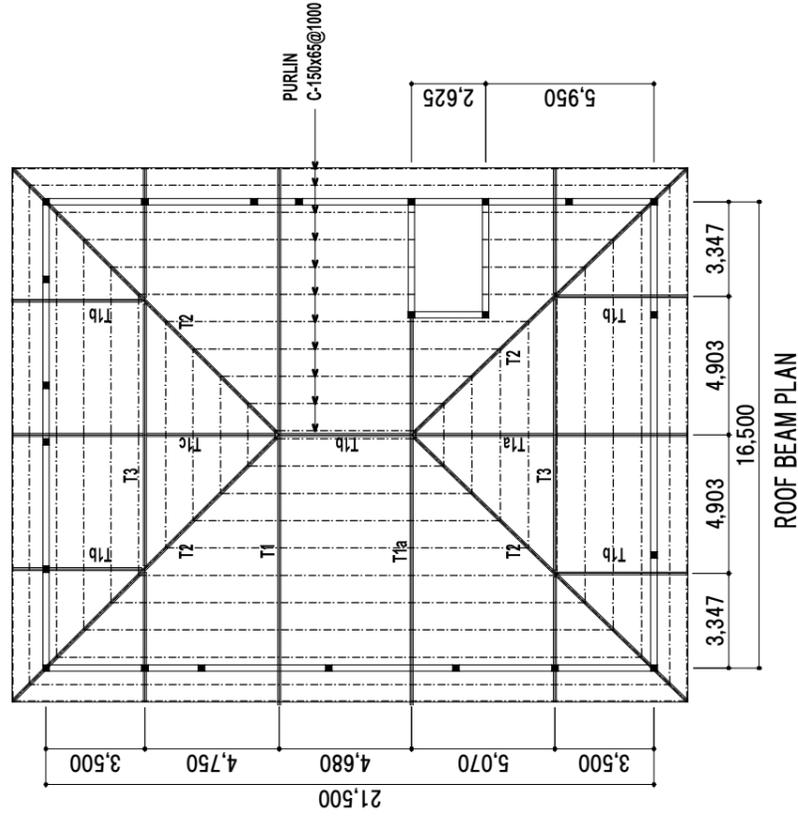
ROOF TRUSS RT5 SECTION



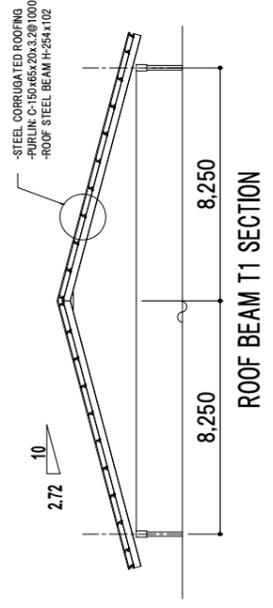
ROOF PLAN



PHOTOVOLTAICS ALLOCATION PLAN



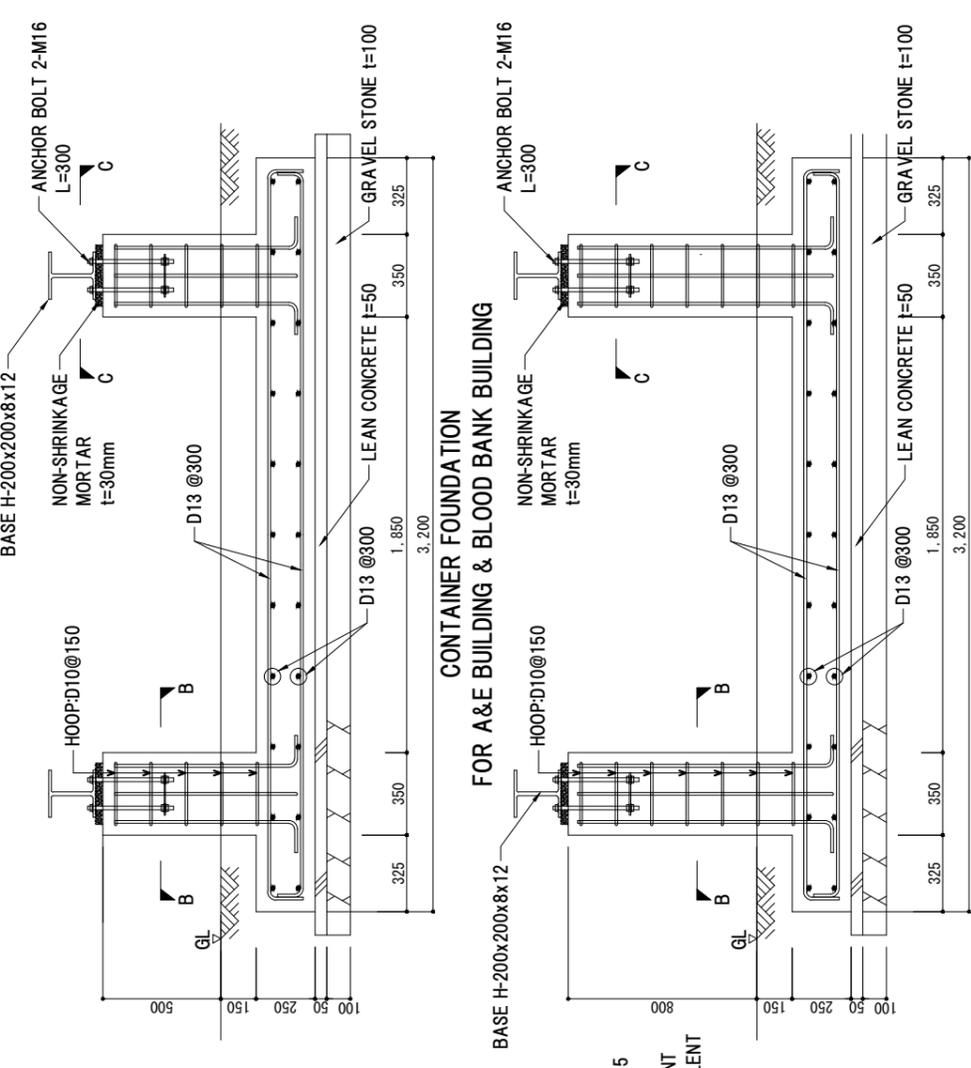
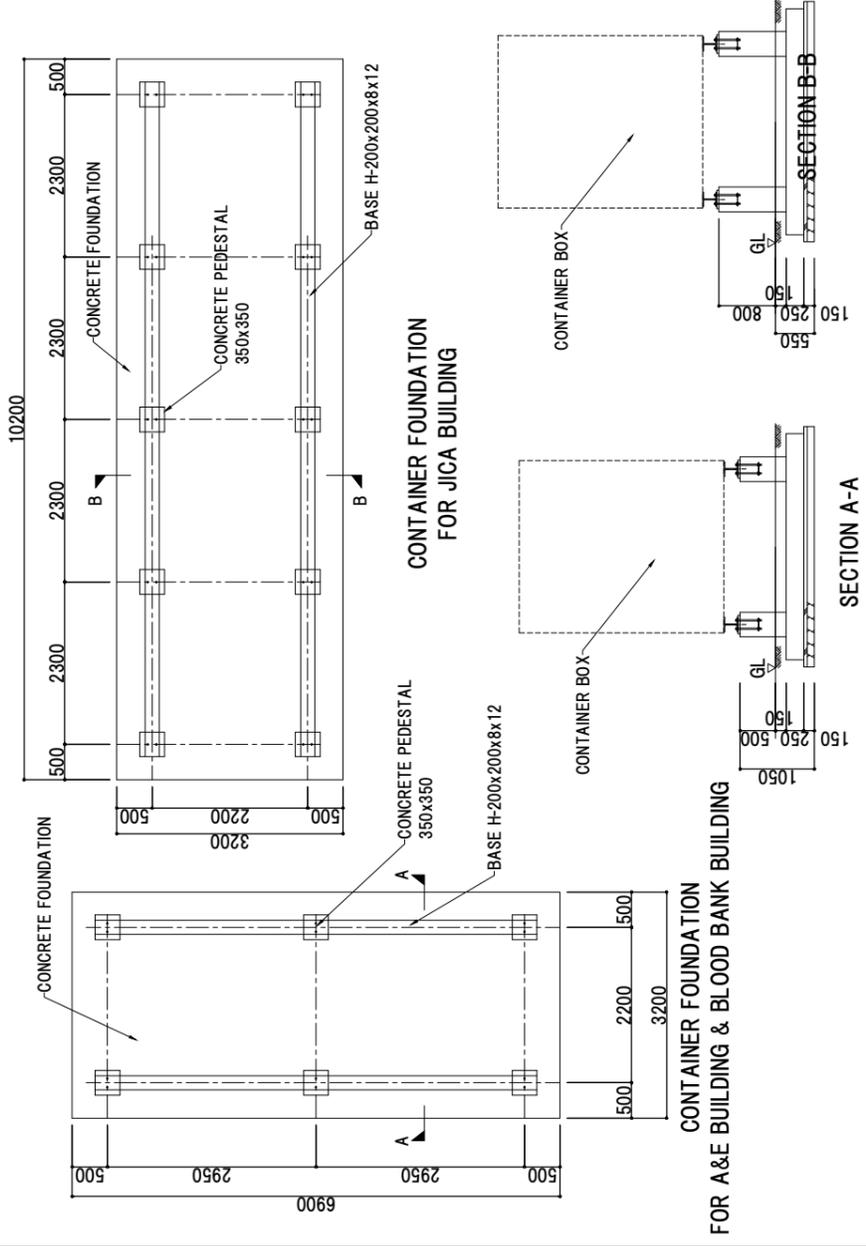
ROOF BEAM PLAN



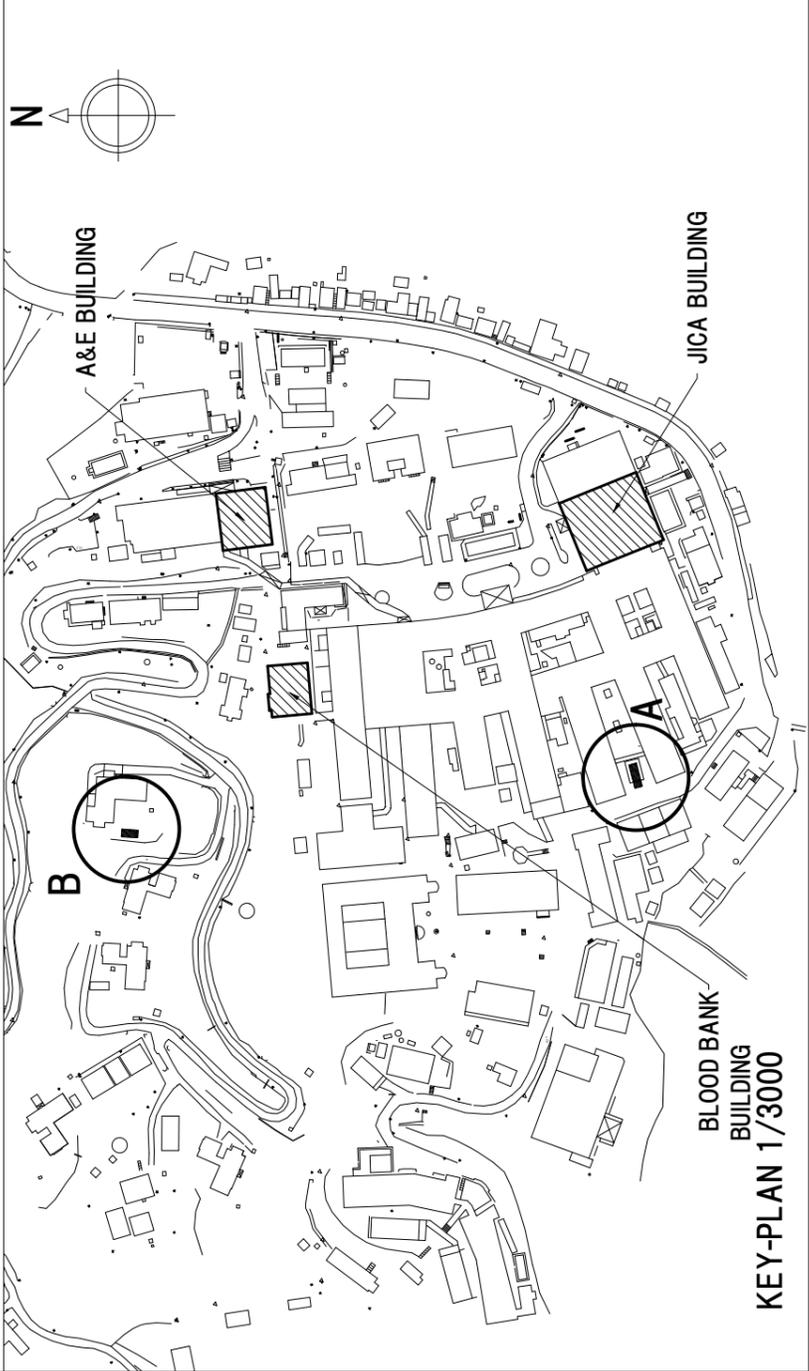
ROOF BEAM T1 SECTION

ITEMS OF THE ROOFING WORKS TO BE DONE BY THE PROJECT FOLLOWING WORKS SHALL BE INCLUDED IN THE SCOPE OF WORKS OF THE CONTRACTOR BEFORE INSTALLATION OF THE PHOTOVOLTAICS

- (1) CLEANING EXISTING STEEL ROOF BY HIGH PRESSURE WATER WASHING MACHINE
- (2) REPLACE AND RETIGHTENS THE EXISTING SCREW WHEN THE SCREW CONNECTING ROOF STEEL AND STEEL PURLIN ARE LOOSE
- (3) PAINTING EXISTING STEEL ROOF BY SILICONE RESIN PAINT



- NOTES:
- (1) FOUNDATION CONCRETE
F_c28=21N/mm²
 - (2) LEAN CONCRETE F_c=18N/mm²
 - (3) REINFORCING BARS: SD295A /SD345 OR EQUIVALENT
 - (4) BASE STEEL : SS400 or EQUIVALENT
 - (5) ANCHOR BOLT: SR 235 OR EQUIVALENT



RF-11 仮設計画



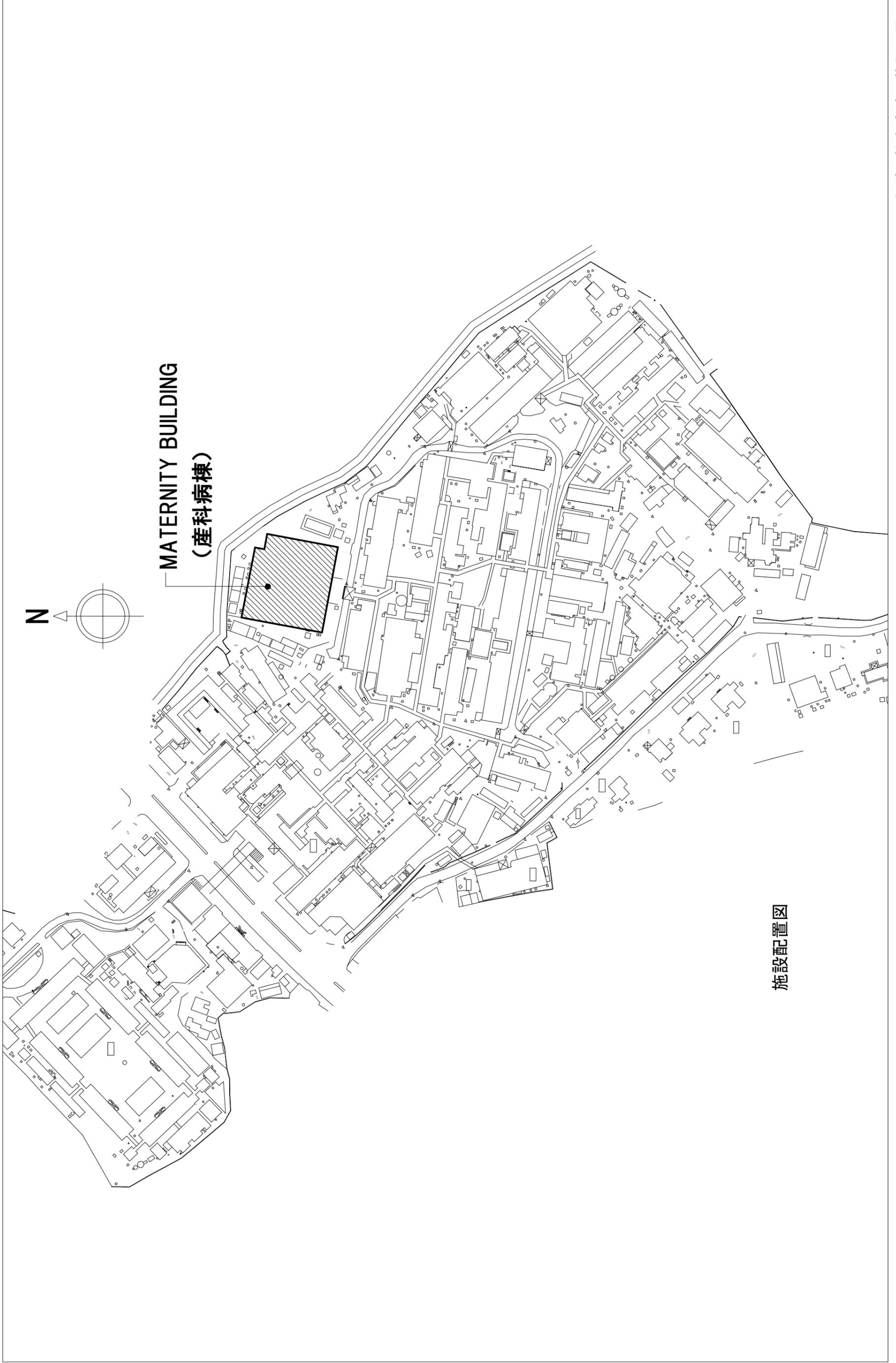
LEGEND

- Transportation route on Public Road & entry point to Hospital
- Transportation route & unloading point in Hospital
- Candidate location of Roof (new PV panels installation) under the Project
- Candidate location of Container (Battery & TR) under the Project
- Candidate location of Temporary Storage Yard (main & sub) for the Project
- Temporary scaffolding
- Temporary scaffolding with barrier canopy
- ▲ To be considered building entrance during the Project implementation
- Candidate location of Temporary Site Office for the Project
- Major trees which required cut off branches
- Transplanting of trees

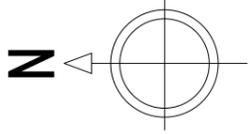


ENGINEERING SURVEY PLAN RATNAPURA TEACHING HOSPITAL AT RATNAPURA		Surveyed & Drawn by A.M.S.Attanayake REGISTERED LICENSED SURVEYOR	192, RAJAMAHAVIHARA ROAD MIRIHANA KOTTE TAL.0777398997 , FAX :2856122 E-Mail sunil.secsurvey@gmail.com
		Surveyed on JUNE 2021	
		DRAWING NO. DWG/RAT/1	

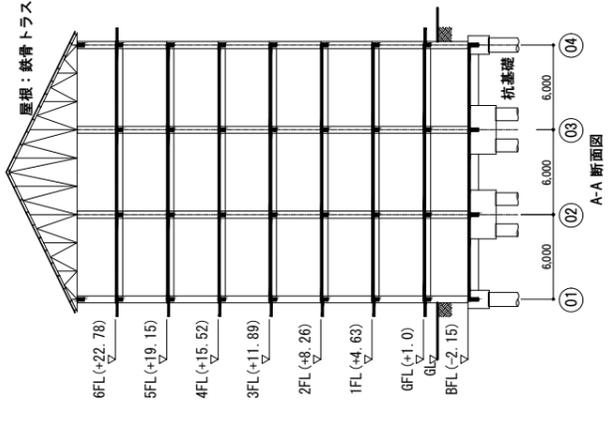
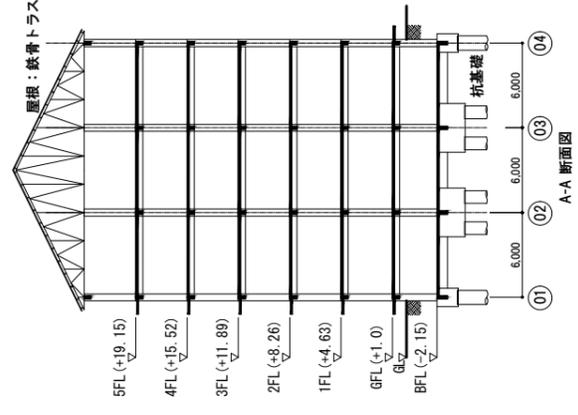
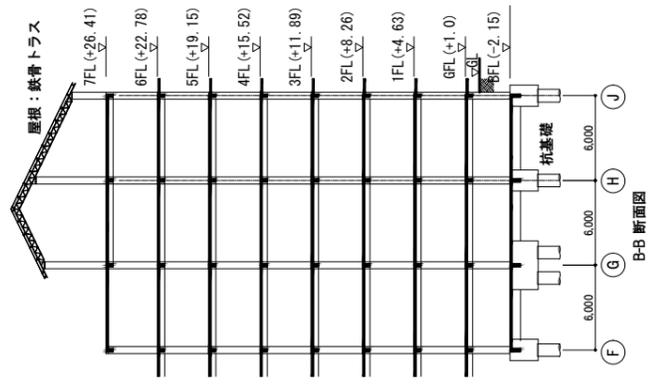
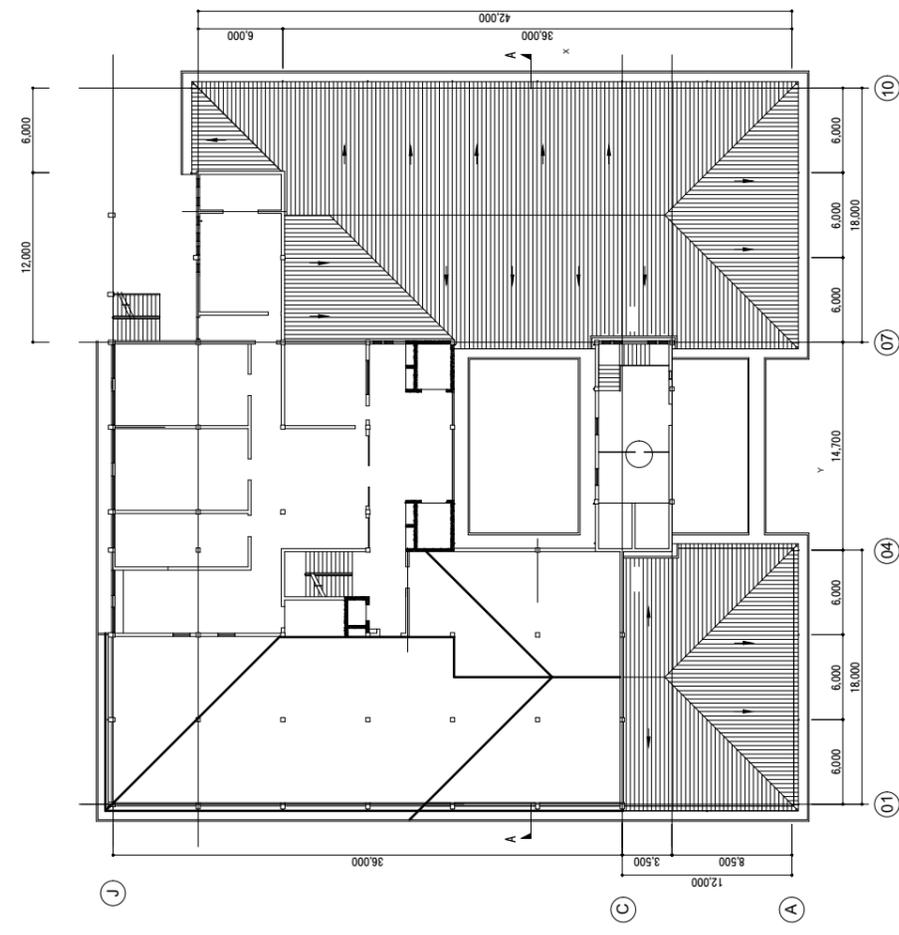
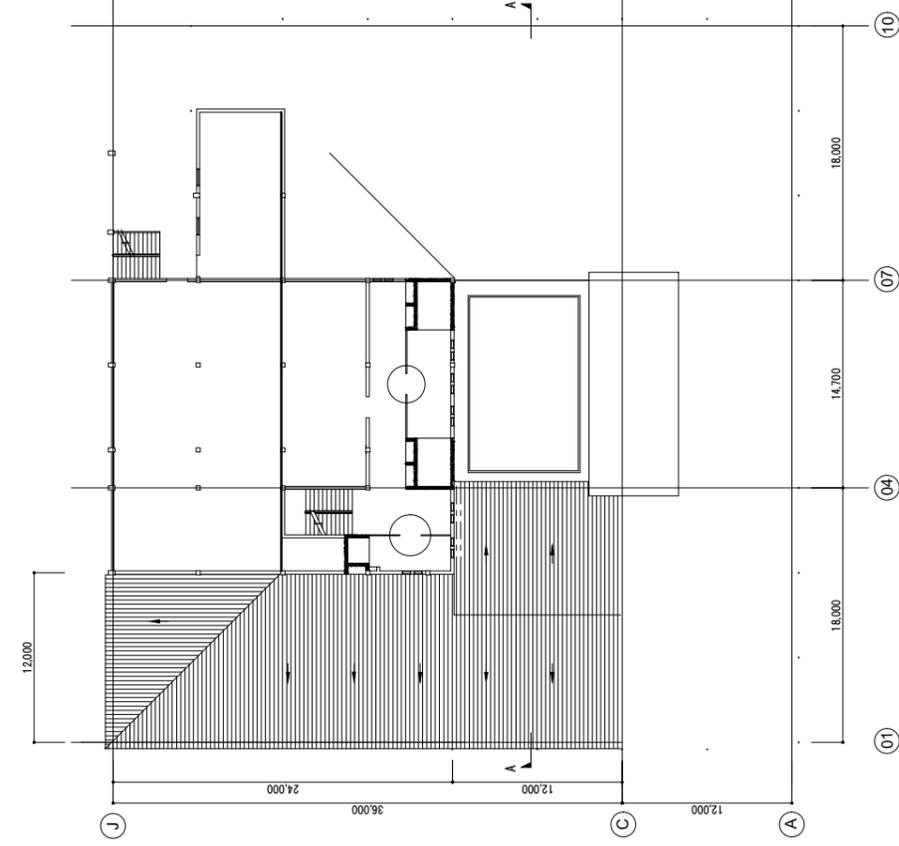
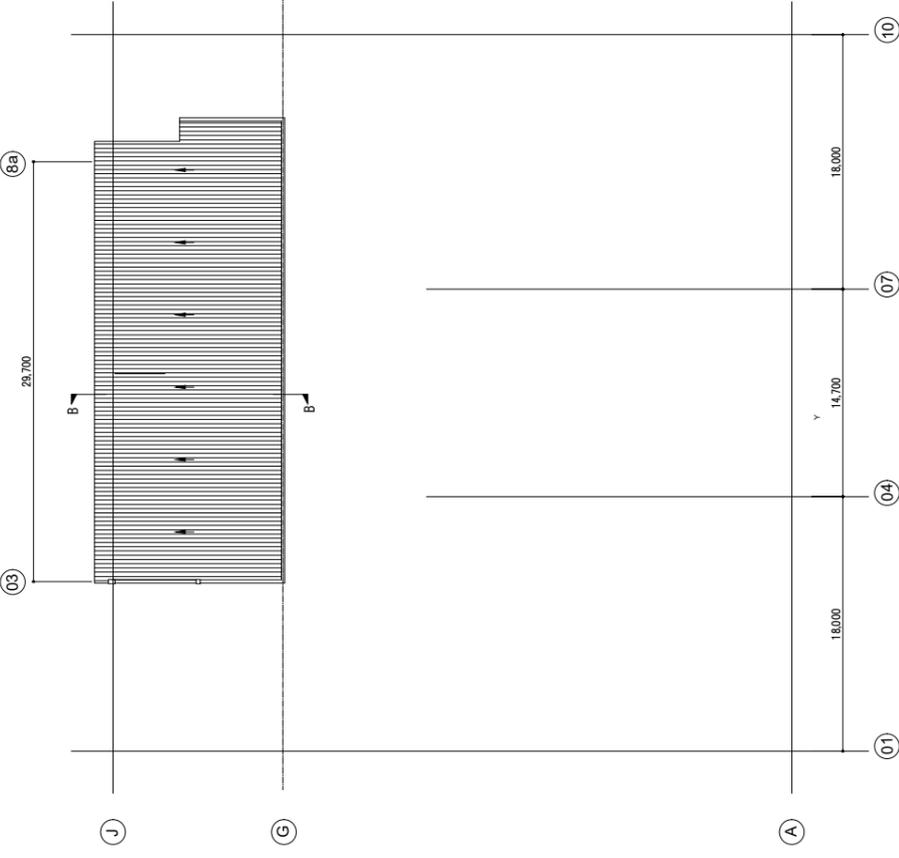
6-6. 施設図面 (TH Kurunegala)

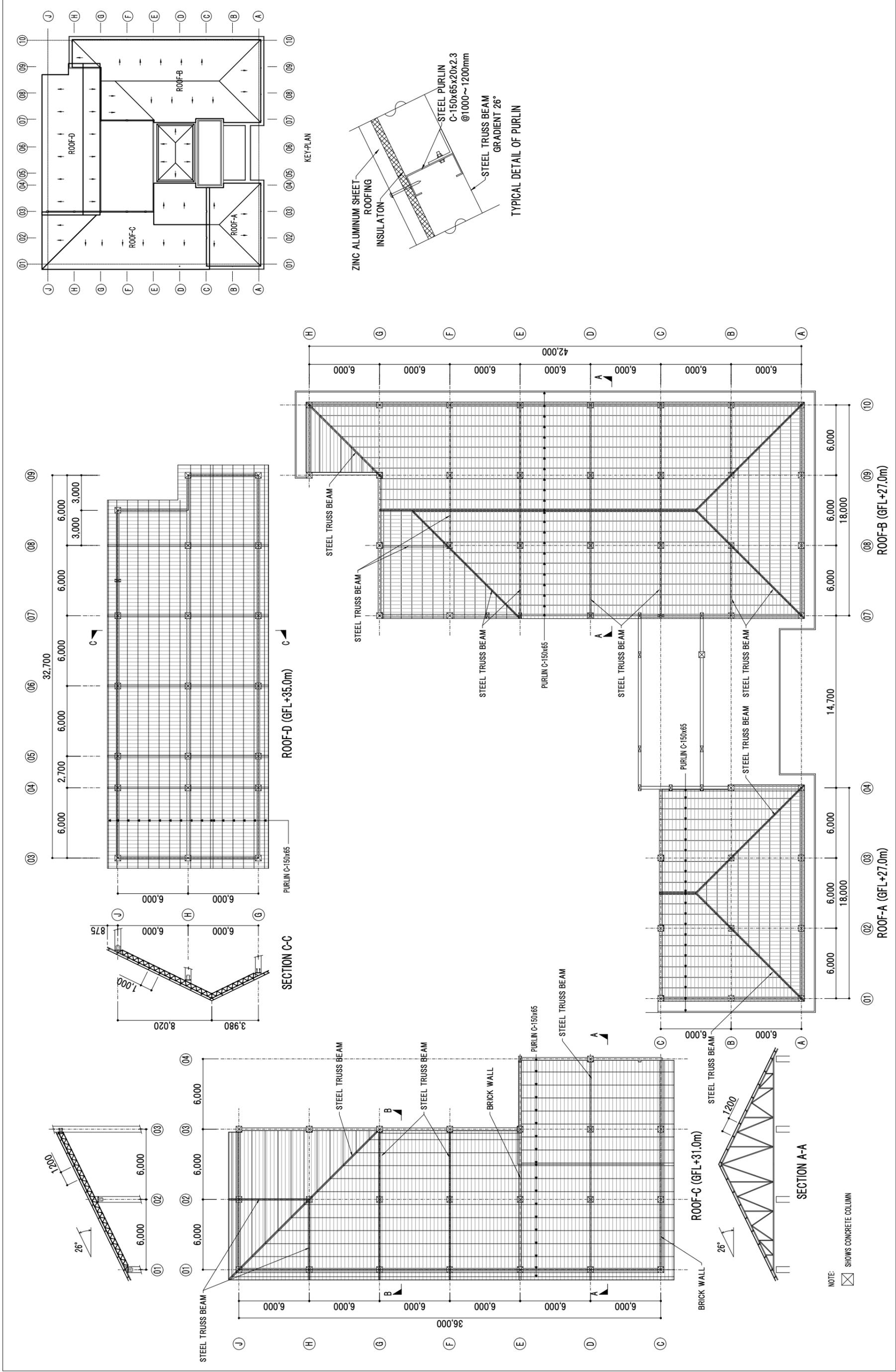


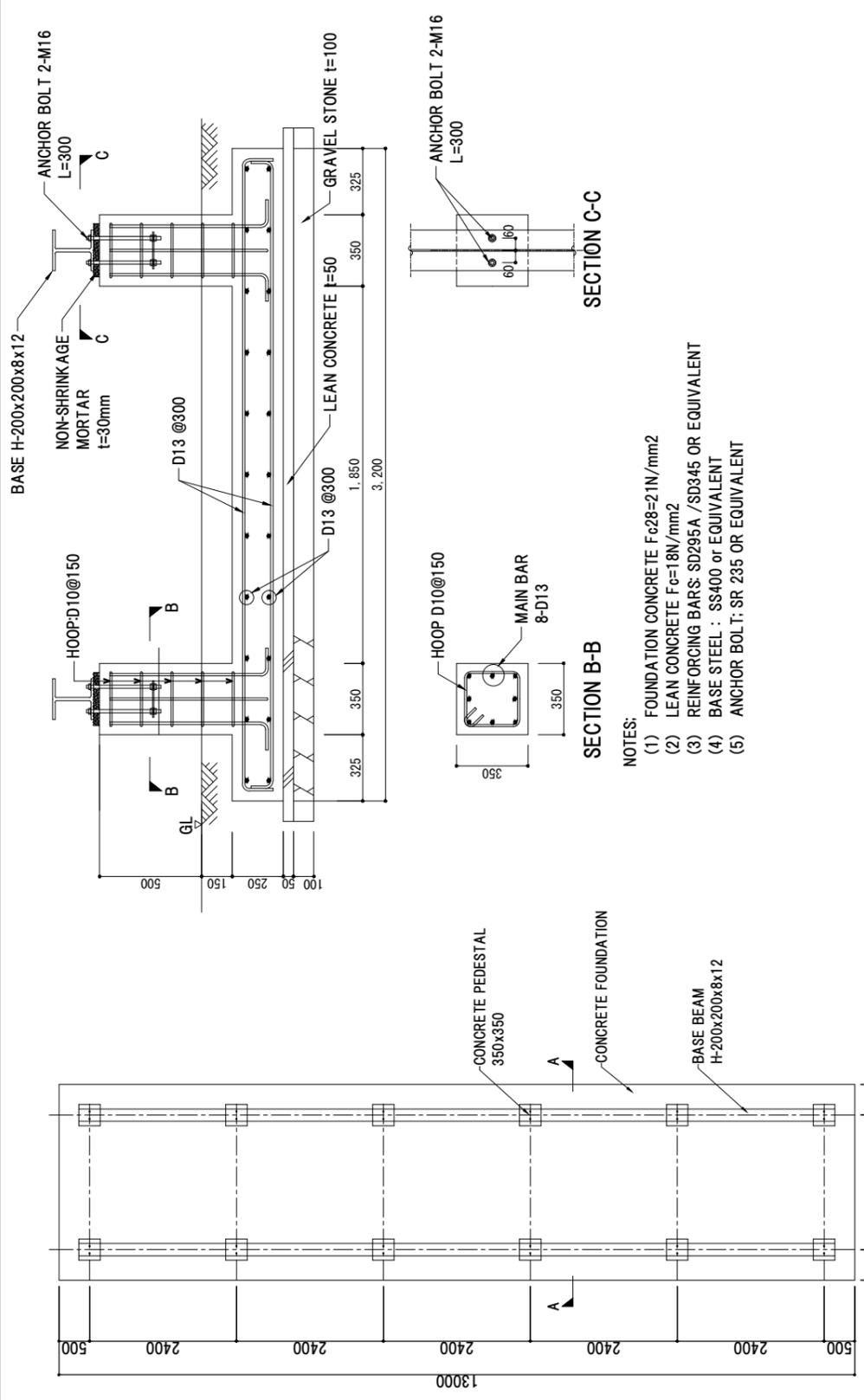
MATERNITY BUILDING
(産科病棟)



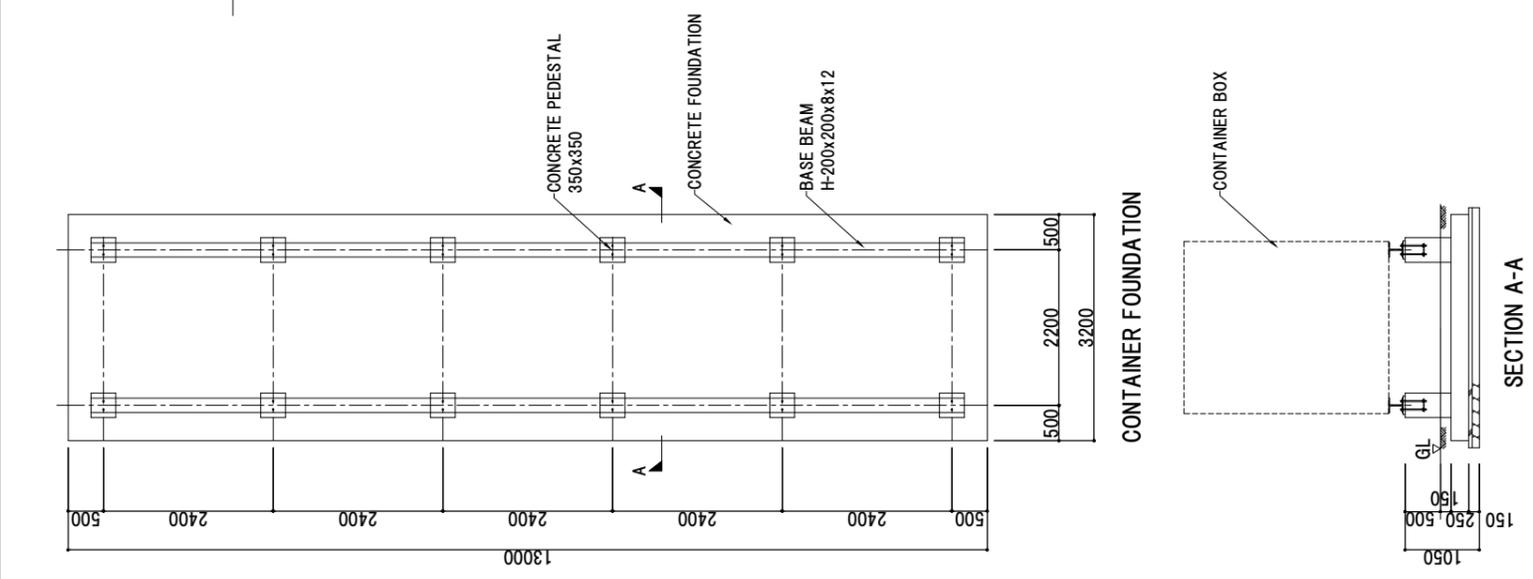
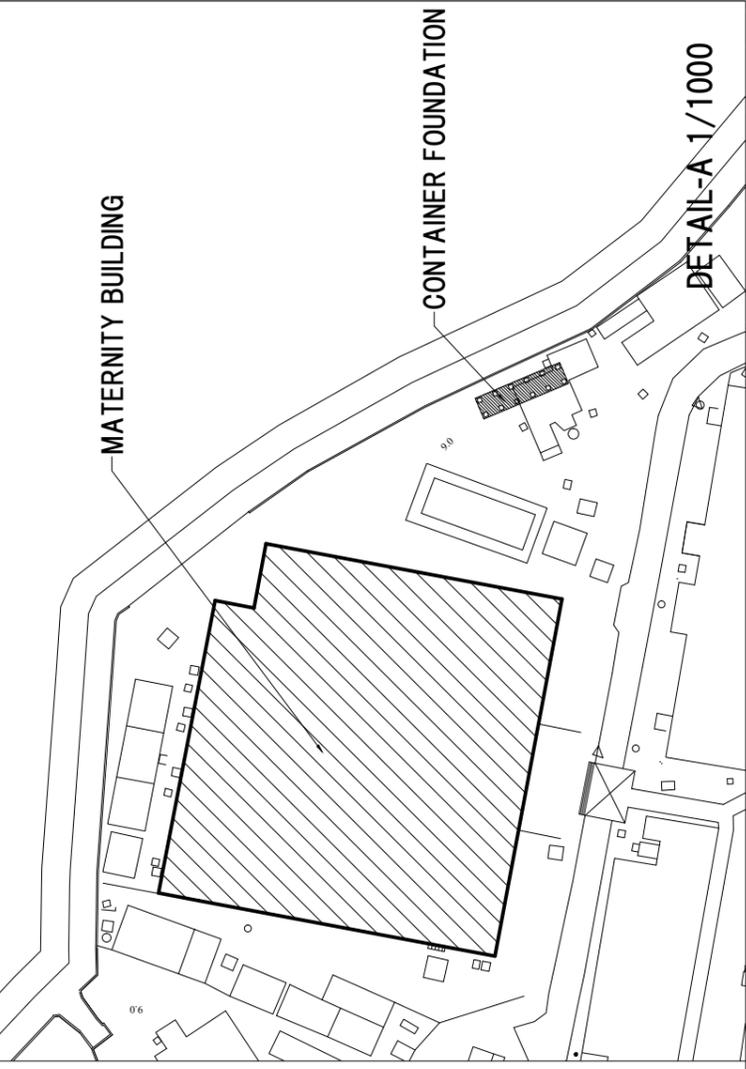
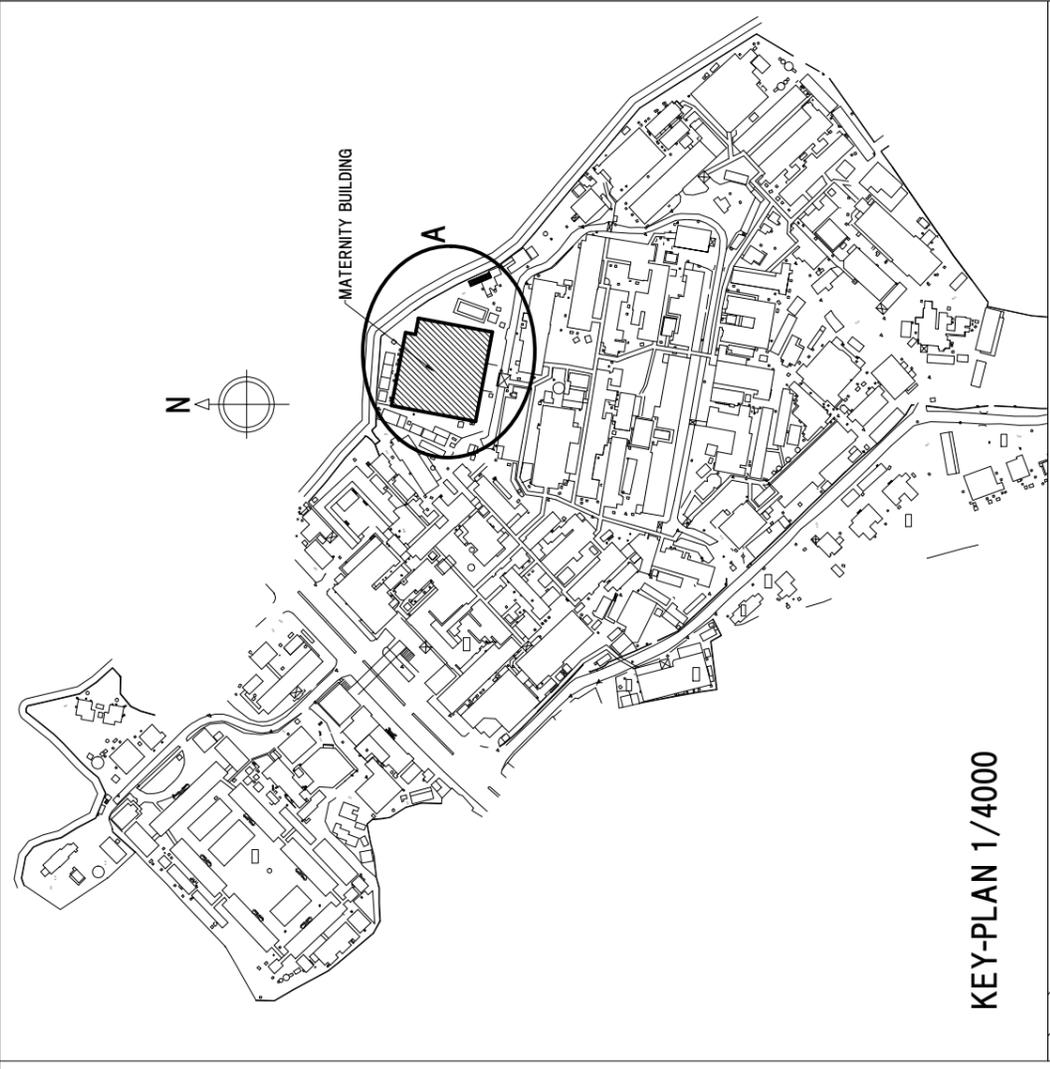
施設配置図







- NOTES:
- (1) FOUNDATION CONCRETE $F_c=28=21N/mm^2$
 - (2) LEAN CONCRETE $F_c=18N/mm^2$
 - (3) REINFORCING BARS: SD295A / SD345 OR EQUIVALENT
 - (4) BASE STEEL : SS400 or EQUIVALENT
 - (5) ANCHOR BOLT: SR 235 OR EQUIVALENT



7. 各サイトの対象既設建屋の現況写真

調査対象地の現況写真 (1/4)



スリジャヤワルダナプラ総合病院 (B棟)
B棟の屋根瓦の状況。経年劣化により瓦が割れ、はがれ落ちている。



スリジャヤワルダナプラ総合病院 (B棟)
B棟の最上階梁・柱の状況。コンクリートのひび割れや損傷もなく、修復や改修は必要ない。



スリジャヤワルダナプラ総合病院 (B棟)
B棟の小屋裏状況。コンクリートの束柱はひび割れや損傷もなく、修復や改修は必要ない。



スリジャヤワルダナプラ総合病院 (B棟)
母屋となる鉄骨部材に錆は無く、修復や改修は必要ない。スレートの状態は良好であった。



ラトナプラ教育病院 (JICA棟)
周囲状況。大型クレーンの設置は困難である。躯体はひび割れも無く良好な状態である。



ラトナプラ教育病院 (JICA棟)
最上階の躯体状況。経年の汚れはあるがひび割れは無く、良好な状態である。

調査対象地の現況写真 (2/4)



ラトナプラ教育病院 (JICA 棟)
 小屋裏の躯体 (梁) 状況。ひび割れも無く良好な状態である。



ラトナプラ教育病院 (事故救急救命棟)
 外部躯体状況。ひび割れも無く良好な状態である。



ラトナプラ教育病院 (事故救急救命棟)
 小屋裏のコンクリート束柱の状況。ひび割れも無く良好な状態である。



ラトナプラ教育病院 (事故救急救命棟)
 小屋裏の梁や母屋の鉄骨状況。錆もなく良好な状態である。



ラトナプラ教育病院 (事故救急救命棟)
 既存の金属折板屋根状況。メンテナンスはされておらず、錆びているビスがある。高圧洗浄と塗装が必要である。



ラトナプラ教育病院 (血液バンク棟)
 外部躯体状況。ひび割れも無く良好な状態である。

調査対象地の現況写真 (3/4)



ラトナプラ教育病院（血液バンク棟）
 屋根に設置された貯水タンクの下部コンクリート状況。ひび割れもなく良好な状態を確認した。



ラトナプラ教育病院（血液バンク棟）
 メンテナンスはされておらず、高圧洗浄と塗装が必要である。貯水タンクを避けて太陽光パネルを設置する。



クルネガラ教育病院（産科病棟）
 外部躯体状況。ひび割れも無く良好な状態である。



クルネガラ教育病院（産科病棟）
 小屋裏の母屋組状況。良好な状態を確認した。



クルネガラ教育病院（産科病棟）
 柱・梁の躯体や壁にひび割れもなく良好な状態である。



クルネガラ教育病院（産科病棟）
 屋根の状態は良く、塗装の必要はない。既存屋根に架台を設置し、太陽光パネルを敷設する。

調査対象地の現況写真 (4/4)



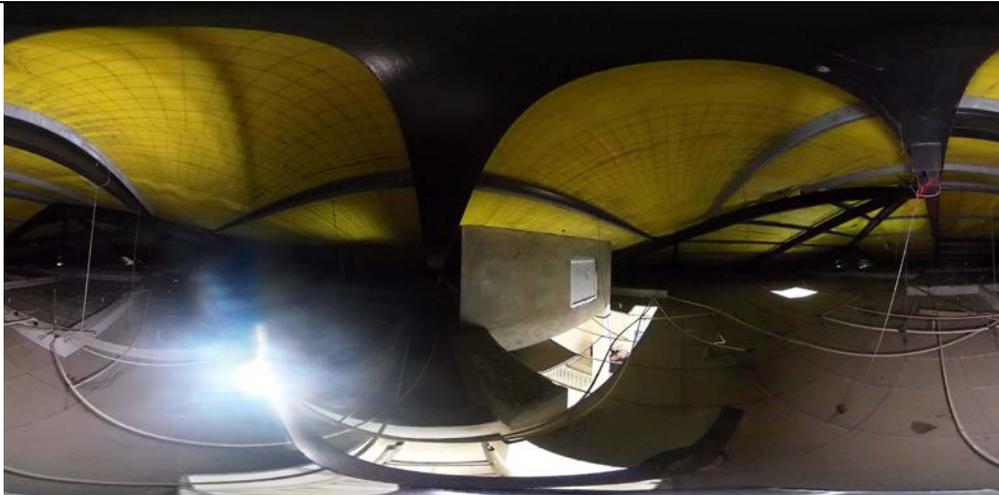
ラトナブラ教育病院 (360度カメラ)

JICA 棟の既存屋根状況。直接目視できない場所はロッドに取り付けた 360 度カメラにて状況を確認した。



ラトナブラ教育病院 (360度カメラ)

JICA 棟の小屋裏状況。劣化の損傷や異常は認められなかった。躯体状況も良好であった。



ラトナブラ教育病院 (360度カメラ)

事故救急救命棟の小屋裏状況。雨漏りもなく、母屋鉄骨に錆は認められなかった。

8. シュミットハンマーテスト結果

スリジャヤワルダナプラ総合病院及びクルネガラ教育病院にて、シュミットハンマーを用いて太陽光パネル設置に係る屋上と小屋裏の既存コンクリート圧縮強度を測定した。以下は測定結果である。なお、同テストを行っていないラトナプラ教育病院の JICA 棟は、入院患者への騒音・振動の影響を鑑みて図面から強度を確認し、事故救急救命棟及び血液バンク棟は小屋組みのメインフレームが鉄骨造となっているため図面から強度を確認した。

表 8.1 シュミットハンマーによる圧縮強度の推定結果

1958年「シュミットハンマーによる実施コンクリートの圧縮強度判定方法指針（案）」による。

測定棟名	B棟	スリジャヤワルダナプラ 病院 B棟	スリジャヤワルダナプラ 病院 A棟（参考）	クルネガラ教育病院 産科病棟	クルネガラ教育病院 観察病棟（参考）	
測定部位	屋上束柱	小屋裏束柱	小屋裏束柱	束柱天端	大梁	
測定日	2023. 4. 27	2023. 4. 27	2023. 4. 18	2023. 4. 26	2023. 4. 26	
打撃方向	0°	0°	-90°	-90°	0°	
反発硬度						
No. 1	56	55	51	45	40	
No. 2	56	46	40	42	40	
No. 3	55	36	39	42	38	
No. 4	58	41	44	42	39	
No. 5	54	54	38	42	42	
No. 6	54	54	34	42	46	
No. 7	57	55	38	42	40	
No. 8	61	51	28	47	44	
No. 9	47	54	30	46	38	
No. 10	45	45	39	47	36	
No. 11	54	53	32	47	38	
No. 12	58	52	33	46	34	
No. 13	54	54	30	45	33	
No. 14	53	52	40	41	42	
No. 15	57	55	36	42	42	
No. 16	55	46	28 *	42	44	
No. 17	59	53	44	47	44	
No. 18	50	48	30	44	42	
No. 19	48	53	41	47	42	
No. 20	55	46	45 *	46	40	
No. 21		54		43	40	
No. 22				39	41	
No. 23				39	40	
No. 24				46	43	
No. 25				44	40	
測定値の平均値	54.30	50.33	37.00	43.80	40.32	
測定値の平均値±20%	65.16 43.44	60.40 40.27	44.40 29.60	52.56 35.04	48.38 32.26	
採用値の合計	1086	1057	667	1095	1008	
採用値の個数	20	21	18	25	25	
採用値の平均	R0	54.30	50.33	37.06	43.80	40.32
含水状態補正（圧痕黒色）	R1	2	0	0	2	0
打撃方向補正係数	R2	0	0	3.1	2.7	0
見かけの圧縮強度 （日本材料学会式）	Fc	547.90	470.33	338.02	446.50	340.16
見かけの圧縮強度 （日本建築学会式）	Fc	510.99	467.43	393.14	454.05	394.34
材令補正（1000日以上）	α	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
推定圧縮強度 （日本材料学会式）	F	328.74 kg/cm ² 32.2 N/mm ²	282.20 kg/cm ² 27.7 N/mm ²	202.81 kg/cm ² 19.9 N/mm ²	267.90 kg/cm ² 26.3 N/mm ²	204.10 kg/cm ² 20.0 N/mm ²
推定圧縮強度 （日本建築学会式）	F	306.59 kg/cm ² 30.0 N/mm ²	280.46 kg/cm ² 27.5 N/mm ²	235.88 kg/cm ² 23.1 N/mm ²	272.43 kg/cm ² 26.7 N/mm ²	236.60 kg/cm ² 23.2 N/mm ²

注）推定強度の算定には以下の式を用いる。

- | | | |
|-------------|---------------------------------|-------------------------|
| 1) 推定圧縮強度 | $F = \alpha \cdot F_c$ | F: 材令補正した後の最終推定強度 |
| 2) 見かけの圧縮強度 | $F_c = 13R - 184$ (日本材料学会式) | α: 材令補正係数 |
| | $F_c = 7.3R + 100$ (日本建築学会式) | Fc: 見かけの圧縮強度 |
| 3) 基準強度 | $R = R_0 + (R_1 + R_2)$ | R0 = シュミットハンマーの反発度 (R値) |
| SI単位換算 | $kg/cm^2 \times 0.098 = N/mm^2$ | R1 = 含水状態の補正值 |
| | | R2 = 打撃角度の補正值 |

表中の * 印のあるものは不採用データ（採用値の平均±20%を超えるもの）を示す。

既存コンクリートの強度測定試験（シュミットハンマーテスト）状況写真



スリジャヤワルダナプラ総合病院
B棟屋上のコンクリート強度測定状況(1/2)



スリジャヤワルダナプラ総合病院
B棟屋上のコンクリート強度測定状況(2/2)



スリジャヤワルダナプラ総合病院
B棟小屋裏束柱のコンクリート強度測定状況(1/2)



スリジャヤワルダナプラ総合病院
B棟小屋裏束柱のコンクリート強度測定状況(2/2)



クルネガラ教育病院
産科病棟屋上のコンクリート強度測定状況(1/2)



クルネガラ教育病院
産科病棟屋上のコンクリート強度測定状況(1/2)

9. 気候変動対策支援ツール計算シート

15. Renewable Energy / Solar, Wind and Others

Project Name

Project for Strengthening Electricity Resilience in Hospitals Using Renewable Energy

Country

The Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

Emission Reduction

		Value	Unit
ER _y	Emission reduction	820	tCO ₂ /year
BE _y	Baseline emission	820	tCO ₂ /year
PE _y	Project emission	0	tCO ₂ /year

Inputs

1) Electricity generation projects (Grid connected system or standalone or mini-grid syst) *Input only orange cell

Parameter	Description	Value	Unit
-	The project is a development of geothermal power plant	No	
-	The project is a development of hydro power plant and CH ₄ emission from reservoirs of hydro power plants is	No	
EG _y	Total electricity produced by the project activity in year y	1,269	MWh/year
EF _{elec}	CO ₂ emission factor of the electricity	0.646	tCO ₂ /MWh
EF _{res}	Default emission factor for emissions from reservoirs of hydro power plants	0	kgCO _{2-eq} /MWh
W _{Main,CO2}	Average mass fraction of carbon dioxide in the produced steam		tCO ₂ /t
W _{Main,CH4}	Average mass fraction of methane in the produced steam		tCH ₄ /t
GWP _{CH4}	Global warming potential of methane		tCO ₂ /tCH ₄
M _{S,y}	Quantity of steam produced in year y		t/year
FC _{i,y}	Consumption of fossil fuel i at the power plant in year y		t/year
NCV _i	Net calorific value of the fossil fuel i		TJ/Gg
EF _{fuel,i}	CO ₂ emission factor of the fossil fuel i		kgCO ₂ /TJ

2) Solar water system

*Input only orange cell

Parameter	Description	Value	Unit
-	The project is installation of solar water systems	No	
EF _{fuel,i}	CO ₂ emission factor of the fossil fuel i		kgCO ₂ /TJ
ε _{BL}	Efficiency of baseline heating system		-
F _y	Amount of hot water supplied by the solar water heating system in year y		m ³
ΔT	Temperature rise of water (or hear carrier) by the solar water heating system		K
C	Specific heat of water (or hear carrier)		GJ/t.K
ρ	Density of water (or heat carrier)		t/m ³

15. Renewable Energy / Solar, Wind and Others

Project Name

Project for Strengthening Electricity Resilience in Hospitals Using Renewable Energy

Country

The Democratic Socialist Republic of Sri Lanka

Calculations

		Value	Unit
Emission reduction		820	tCO ₂ /year
Baseline emission		820	tCO ₂ /year
Baseline emission (Electricity generation projects (Grid connected system or standalone or mini-grid system))		820	tCO ₂ /year
Total electricity produced by the project activity in year y		1269.4	MWh/year
CO ₂ emission factor of the electricity		0.646	tCO ₂ /MWh
Baseline emission (Solar water system)		0	tCO ₂ /year
	0	0	kgCO ₂ /TJ
Efficiency of baseline heating system		0	-
Amount of hot water supplied by the solar water heating system in year y		0	m ³
Temperature rise of water (or heat carrier) by the solar water heating system		0	K
Specific heat of water (or heat carrier)		0	GJ/t.K
Density of water (or heat carrier)		0	t/m ³
Project emission		0	tCO ₂ /year
Default emission factor for emissions from reservoirs of hydro power plants		0	kgCO ₂ -eq/MWh
Average mass fraction of carbon dioxide in the produced steam		0	tCO ₂ /t
Average mass fraction of methane in the produced steam		0	tCH ₄ /t
Global warming potential of methane		0	tCO ₂ /tCH ₄
Quantity of steam produced in year y		0	t/year
Consumption of fossil fuel i at the power plant in year y		0	t/year
Net calorific value of the fossil fuel i		0	TJ/Gg
CO ₂ emission factor of the fossil fuel i		0	kgCO ₂ /TJ

10. 蓄電池コンポーネント検討に係る 説明資料

スリランカ国 再生可能エネルギーを活用した病院の 電力レジリエンス強化計画準備調査（QCBS）

蓄電池コンポーネントの分析

2023年8月
JICA調査団

蓄電池を本計画対象外とする技術的理由

以下の理由から蓄電池（電力貯蔵システム）の調達、据付を本計画のコンポーネントから削除する。

(1) セイロン電力庁から各病院への電力供給状況の改善

表 非常用発電機の年間運転時間

単位：時間

西暦	スリジャヤワルダナプラ 総合病院	ラトナプラ 教育病院	クルネガラ 教育病院
2018	49:41	-	-
2019	37:16	-	32:00
2020	37:16	45:17	84:00
2021	37:16	55:10	56:00
2022	49:42	35:25	27:00
2023	24:30	31:09	0:21

1月～4月の
実績の3倍

(2) 無停電電源装置（UPS）の具備

本計画対象の全ての病院において、患者の生命に係わる重要な医療設備（手術室、集中治療室等）は無停電電源装置（蓄電池）を具備している。

(3) 予備電源設備への要求事項

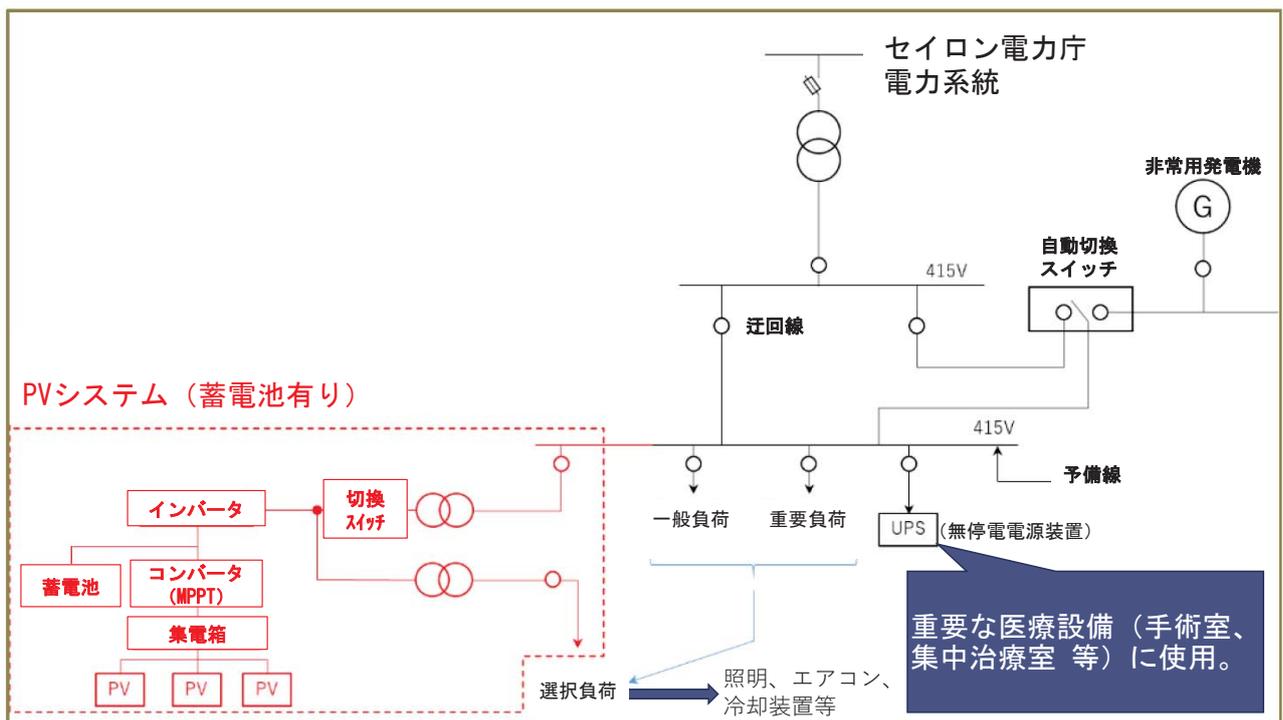
スリランカにおける病院の電気安全基準の要求事項を満たさないため、太陽光発電や蓄電システムは生命に関わる医療設備（手術室、集中治療室等）に電力を供給できない。

医療施設の分類と予備電源への要求事項

分類	医療施設	予備電源
グループ0：救急処置と診断	マッサージ室	許容できる停電時間 0.5~15秒
グループ1：特別な医療施設の患者	寝室・分娩室、心電図・脳波検査室 内視鏡室、検査室、処置室 泌尿器科、 放射線診断治療室、水治療室、 理学療法室、血液透析室、 磁気共鳴画像法（MRI）室、核医学室	許容できる停電時間 0.5~15秒
グループ2：生命維持／複雑な手術	麻酔室 手術室 手術準備室 手術石膏室 手術回復室 心臓カテーテル室 集中治療室 血管造影検査室 未熟児室	許容できる停電時間 0.5秒未満 無停電電源装置（UPS）具備が必要。 太陽光、蓄電システムは要求を満たさない。

【出所】病院の電気安全基準（スリランカ公共事業委員会）

蓄電池有り太陽光（PV）システムの各病院給電システムとの接続図



スリランカの停電実績（CEB年次報告書より）



指標	地区	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
SAIDI (需要家一軒当たり平均停電時間) 時間/世帯/年	配電地区-1 コロombo クルネガラ	66時間13分/年 (5.5時間/月) (10.9分/日)	75時間32分/年 (6.3時間/月) (12.4分/日)	99時間25分/年 (8.3時間/月) (16.3分/日)	78時間25分/年 (6.5時間/月) (12.9分/日)	53時間35分/年 (4.5時間/月) (8.8分/日)
	配電地区-3 ラトナプラ	79時間6分/年 (6.6時間/月) (13.0分/日)	81時間25分/年 (6.8時間/月) (13.4分/日)	108時間23分/年 (9.0時間/月) (17.8分/日)	78時間31分/年 (6.54時間/月) (12.9分/日)	84時間1分/年 (7.05時間/月) (13.8分/日)
SAIFI (需要家一軒当たり平均停電回数) 回数/世帯/年	配電地区-1 コロombo クルネガラ	16.5回/年 (1.4回/月)	15.1回/年 (1.3回/月)	109回/年 (9.1回/月)	25.9回/年 (2.2回/月)	17回/年 (1.4回/月)
	配電地区-3 ラトナプラ	49.1/年 (4.1回/月)	56.8/年 (4.7回/月)	69/年 (5.8回/月)	44.5/年 (3.7回/月)	48.6/年 (4.1回/月)
水力発電電力量 (GWh/年)		3,061	5,172	3,784	3,911	5,640

【出所】年次報告書（2017年～2021年）（セイロン電力庁）

2019年のような渇水年でも、平均停電時間は1日あたり16～18分、月あたり8～9時間である。病院には専用の配電線があるため、一般需要家よりも電力供給の信頼度は高い。

蓄電池システム追加の費用便益分析（1）



下表は、停電時に選択負荷に対して3時間給電できる容量を持つ蓄電池の推定値を示す。

本計画予算内で蓄電池の予算を確保するため、太陽光（PV）パネルの容量を削減する必要がある。
 下表は、蓄電池のある場合、無い場合の太陽光発電容量[kW]の比較を示す。

サイト	選択負荷 [kW]	蓄電池容量 [kWh]	蓄電池の費用 [米ドル]
スリジャヤワルダナプラ 総合病院 (SJGH)	140	540	369,863
ラトナプラ教育病院	65	360	246,575
クルネガラ教育病院	75	360	246,575
合計			863,013米ドル

蓄電池の追加費用

サイト	PVパネル容量 (現計画) [kW]	削減する PVパネル容量 [kW]	PVパネル容量 (蓄電池有り) [kW]
スリジャヤワルダナプラ 総合病院	443	-73	370
ラトナプラ教育病院			
- JICA棟	184	-19	165
- 血液バンク棟	37	-37	0
- 救急救命棟	30	-30	0
クルネガラ教育病院	240	-25	215
合計	934	-184	750

蓄電池システム追加の費用便益分析（2）

蓄電池有り／無しの効果比較 - 1

サイト	PVパネルによる発電 [MWH/年]			削減される電気料金 [千スリランカルピー/年]		
	蓄電池無し (現計画) [A]	蓄電池有り [B]	[B-A]	蓄電池無し (現計画) [A]	蓄電池有り [B]	[B-A]
スリジャヤワルダナプラ 総合病院	604.7	505.1	-99.6	10,401	8,687	-1,714
ラトナプラ教育病院						
- JICA棟	254.2	228.0	-26.2	4,395	3,941	-454
- 血液バンク棟	43.5	0	-43.5	884	0	-884
- 救急救命棟	50.9	0	-50.9	717	0	717
クルネガラ教育病院	316.1	283.2	-32.9	5,437	4,871	-566
合計	1,269.4	1,016.3	-253.1	21,834 (67,100米ドル)	17,499 (53,780米ドル)	-4,335 (-13,320米ドル)

* 1スリランカルピー = \$325.4

「蓄電池有り」は17,499 千スリランカルピーの電気代を節約できるが、「蓄電池無し（現計画）」に比べて電気代節約効果は4,335 千スリランカルピー分少なくなる。

蓄電池システム追加の費用便益分析（3）

蓄電池有り／無しの効果比較 - 2

非常用発電機用ディーゼル油削減量想定的前提条件：

① 年間停電時間

ケース1：30時間/年

ケース2：60時間/年

(SAIDI（平均停電時間）と各病院の非常用発電機運転時間から仮定。)

② 蓄電池から給電の選択負荷

140 kW (SJGJ) + 65 kW (THR) + 75 kW (THK) = 280 kW

* SJGH（スリジャヤワルダナプラ総合病院）、THR：ラトナプラ教育病院、THK：クルネガラ教育病院

③ 軽油単価

1.37 米ドル/リットル（2023年5月時点の現地価格）

期待できる燃料削減量

ケース1：1,964 米ドル/年

ケース2：3,928 米ドル/年

蓄電池システム追加の費用便益分析 (4)

本計画への蓄電池据付の評価

「蓄電池有り」の場合

長所

- ① 停電時に選択負荷へ蓄電池から給電可能。
- ② 停電時の非常用発電機の燃料消費量を削減可能。
- ③ 軽油の使用量を削減して環境への影響を軽減。



短所

- ① 病院の電力需要は太陽光発電システムの発電量よりもはるかに大きいため、蓄電する太陽光の余剰電力は無い。
- ② 年間の停電時間は限られるため蓄電池からの給電は多くない。そのため、非常用発電燃料削減効果は小さい。
- ③ 蓄電池は10年ごとに交換する必要があるため、**交換のための予算 (863,013米ドル)**を確保する必要がある。これは、電気料金削減や燃料削減よりも大きい。

- (1) 削減できる電力料金：
53,780米ドル x 10年 = 537,800米ドル
- (2) 削減できる燃料（非常用発電機運転用）：
3,928米ドル/年（ケース2） x 10年 = 39,280米ドル
- (3) 10年間の削減料金：蓄電池交換費用
(1)+(2) : 577,080米ドル (<863,013米ドル)

「蓄電池無し」の場合、太陽光パネル容量が大きくなり、電気料金が年間 13,320米ドル多く削減でき、かつ10年後の蓄電池交換費用863,013米ドルが不要となる。

[結論]
蓄電池の据付は推奨しない。