

無人運航船の機関室遠隔監視における 船員の状況把握システムのコンセプト開発

2022(3Q)-2023(4Q)期報告書

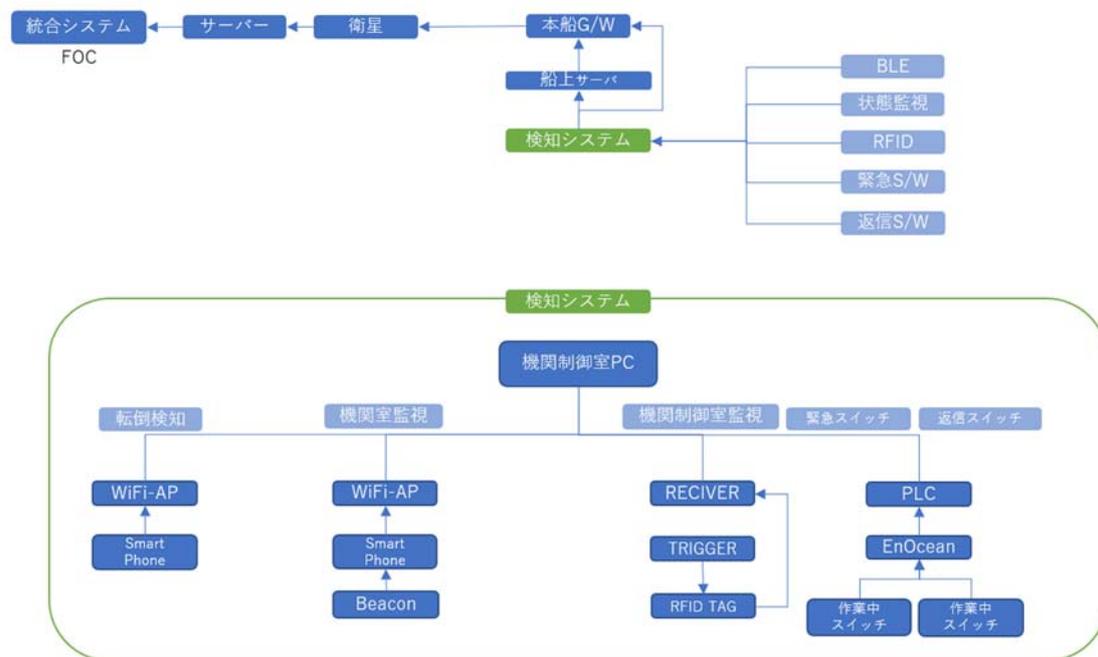
本船エンジニア所在把握システム開発チームは以下に開発の経過と以降の計画について報告致します。

【概要】

無人運航船の計画を進めるうえで機関室、機関制御室に乗組員(機関士1名)が在中している事の確認を行い、作業指示を陸上から出す必要がある。その為、機関士の在中状態は陸上にて確認出来る手段を確立し、状況のモニタリングを出来るシステムの開発が必要。

システムには位置監視に加え、機関士の状態(作業対応中及び緊急状態)を発信できる様に開発を進めている。

※システム概要図



【開発計画】

1. 位置監視システムについて

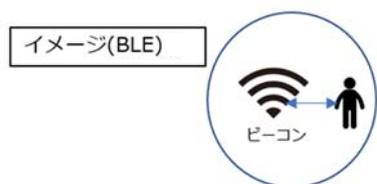
ターゲット（機関士）との距離を電波強度を用いて距離測定を行い強弱により位置を導く方式の検討を行った。 検証内容については以下を参照。

電波規格	周波数帯	検証内 周波数	電波 距離	電波 直進 性	回り 込み	見解
LoRa	803~ 930MHz	低	数 KM	弱い	◎	周波数帯が低い為電波干渉物を避けて長距離に飛ばすには適しているが直進性が低い為位置検知には適していない。第 759 回 : LoRa とは - ケータイ Watch (impress.co.jp)参考
EnOcean	928MHz		100 M	弱い	◎	
WIFI	2.4GHz& 5GHz	中	100 M	強い	○	船内に持ち込んだ場合 AP を複数設置する必要がある測定方式は 3 点測位となりスマホから AP の受信状態をサーバに送る必要がある
BLE	2.4GHz		20M	強い	○	船内に持ち込んだ場合 AP を複数設置する必要がある測定方式は 3 点測位（上記参照）もしくは近接方式電波エリア内に入る事により通知を行う 既に色々な機器があり転用が可能
ZigBee	2.4GHz		100 M	強い	○	3 点測位もしくは近接になるか確認を行う必要がある。元々はセンサー情報を発信する為に開発された規格。安価な価格であるが機器の開発から検討を行う必要がある、BLE と同じ 2.4GHz なので電波に関する検証は同じで良いと考える
UWB	8.5GHz~ 9.5GHz	高	60M	更に 強い	×	3 点測位となる、電波の直進性が強く直接的な電波が反射した電波かを識別しやすい、障害物があると
NFC	13.56MHz	高	10 c m	更に 強い	×	対応距離が短すぎるので採用不可
RFID	13.56MHz	高	2.5 M	更に 強い	×	2.5~3M の範囲で近接認識が可能（セミアクティブ TAG）周辺環境については検証する必要がある

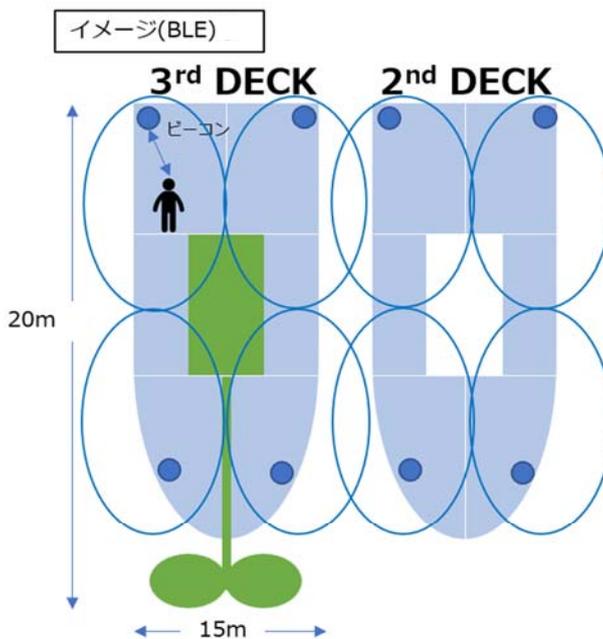
上記の検討を踏まえた中でコスト、設置方法、運用性を考慮し機器及び手法の確定。
確定結果は以下のとおり。

機関室内：BLE（自己発電型）＋スマートフォン

固定したビーコン電波強度をスマホにて測定を行い電波強度による位置測定を行う。



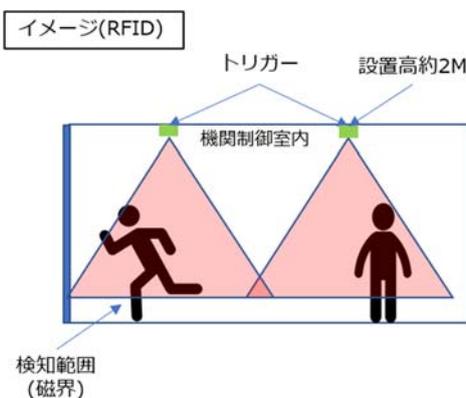
この測定方式に関してはおおよその位置測定となり、機関室内にターゲットが在中している状態が確認出来る様に開発を進める。



機関制御室：RFID+TAG（セミアクティブ RFID+BLE 発信）

磁界発信機（トリガー）を用いて磁界エリアを作成、トリガーエリアに入った TAG より再度トリガーに信号を発信し位置検知を行う。

この測定方法についてはトリガーから発信される磁界エリアが狭いが確実に TAG がエリア内に入った事が確認出来る為、機関制御室に確実にターゲットが在中している事を確認出来る。



この測定方法についてはトリガーから発信される磁界エリアが狭いが確実に TAG がエリア内に入った事が確認出来る為、機関制御室に確実にターゲットが在中している事を確認出来る。

2. 機関士の状態監視について

機関士の作業状態もしくは緊急時を陸上に知らせる手段の検討を行った。
検討するなかで無線方式のスイッチを所持し状況を伝える方法を検討した。
陸上に伝える事は2種類の個別のスイッチを個別に所持する方法を検討。

転倒検知について

スマホの加速度センサーを用いて転倒時の加速度を検知し陸上に転倒状態を通知

緊急スイッチについて

スイッチ自らハートビートを発信できる電池式無線スイッチを使用し緊急時を陸上に通知する方式を検討

作業中スイッチについて

バッテリーレス(自己発電型)無線のスイッチを用いて陸上から連絡があった際に即時返信が出来ない場合の作業中状態を示すスイッチを押す事により作業中状態ステータスを返信

イメージ図



加速度センサーにより急激な動きを監視 (例)



電池不要のEnOcean スイッチを携帯し緊急時のアラームを発呼

(例)



電池不要のEnOcean スイッチを携帯し作業中の状態を表示

上記検討を進める上でスマートフォンからも状態発信をできる方がよりユーザーが使いやすくなると想定しスマートフォンアプリケーションにも同等のスイッチの追加を行った。

【現在の開発状況】

構成機器について

構成機器の選定が完了、機器の発注を行い検証準備が整う。

選定機器については以下のとおり。

BLE: EnOcean Multisensor

RFID: Matrix 社製 リーダートリガー一体式プロトタイプ

スマートフォン: Google Pixel7a

緊急スイッチ: アーミン・ペンダントコール (ETP-CAL-T3)

作業中スイッチ: EnOcean 無線リモコンスイッチ (T02-EnOcean)

その他プログラムをインストールする PC 及び受け入れ信号受け入れ PLC 等

プログラムについて

UI の作成及び原理プログラム(位置監視アプリケーション: Crew360)の検討及び作成

アプリケーションの種類は以下2種を作成

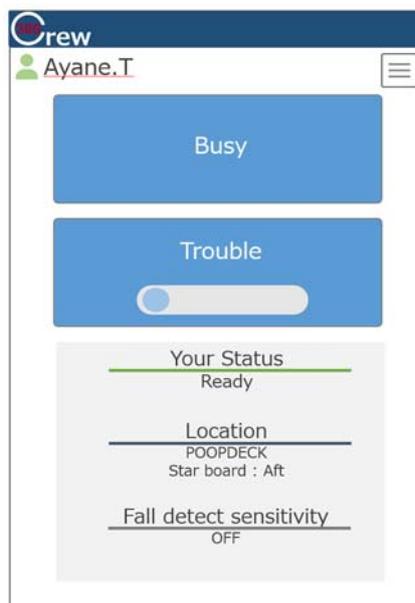
PC アプリケーション: ブラウザにて運用を出来る事とし、運用方法に関しては専用の IP アドレスを打ち込み閲覧できるアプリケーションを作成

スマートフォンアプリケーション: Android をベースとした専用アプリケーションを作成

※イメージ図: PC アプリケーション



※イメージ図：スマートフォンアプリケーション



【来期に向けての開発予定】

- ・ 完成したプログラムの検証
- ・ UI 表示の確認及び最適化
- ・ BLE 受信状態の検証及び最適化
- ・ 転倒検知プログラムの検証及び最適化
- ・ 統合システムとの連携確認

【まとめ】

今期のプロジェクトについては所在管理システムの手法及び機器選定、アプリケーションの開発を進めた。

来期に向けては完成したプロトタイププログラムをベースに検証を進め最終プログラムの完成を目指す。

以上

無人運行船の機関室遠隔監視におけるバルブ等アナログ機器のスマート化 2022(3Q)-2023(4Q)期報告書

【概要】

次に示される「図1 システム計画概要図」に基づきバルブの開閉情報を BEAMAC 社の IAS に提供する。

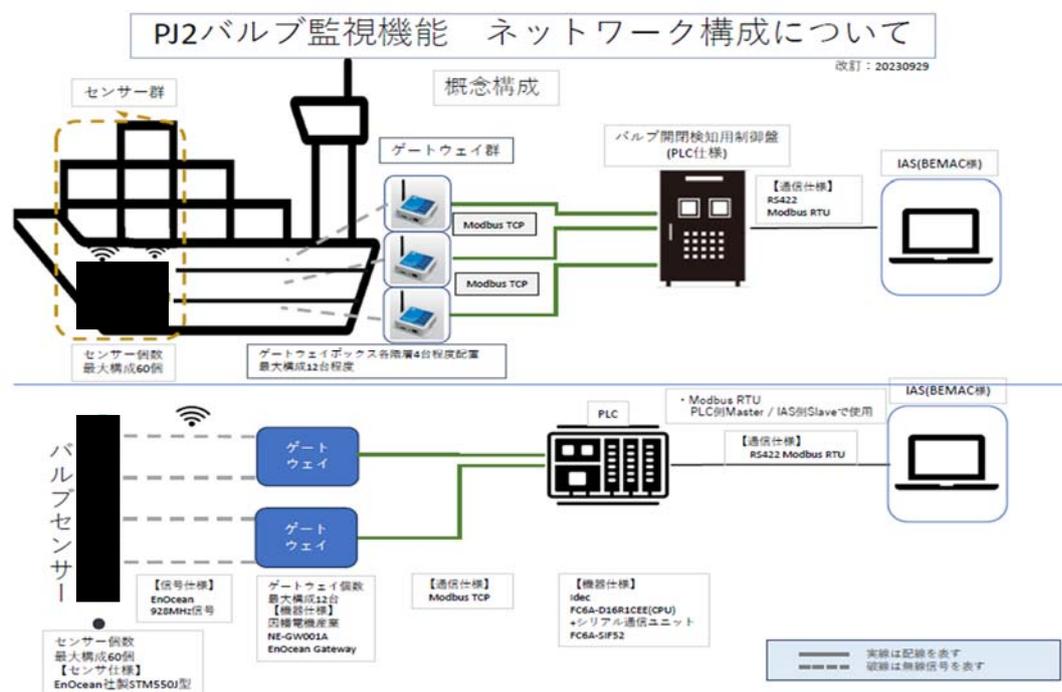
提供されたデータは IAS での表示、陸上 FOC での支援情報に利用される。

構成は大きく「無線センサ部」、「ゲートウェイ部」、「制御部」に分類される。

各部、船上で有効と考えられる手段を決定する為、以下の開発を行った

手動弁開閉の監視システム

図1 システム計画概要



【開発のマイルストーン】

A-1：自律船を想定した適用方法の検討

A-2：バルブへのセンサー取付ギミックの検討作成（対象弁情報確認中）

A-3：センサー伝達距離確認試験（社内試験済）

A-4：センサー船上電波強度試験の実施（船舶内試験済）

A-5：ゲートウェイの選定 及び通信制御盤の開発（実証機運用中 2023.10～）

【次フェーズの開発計画】

B -1: 監視対象バルブの検討、決定（本船仕様書に基づき）

B -2: IAS へのデータ送信の取り決めと通信確認。

A-1：自律船を想定した適用方法の検討

旗船が期待する省人、省労力を考え「環境発電センサー」方式を選択。

メンテナンスフリーで電池交換を要しない EnOcean 社のセンサー群を選定した。

但し全ての使用環境で環境発電センサーが使用出来るかは継続検討中。

A-2：バルブへのセンサー取付ギミックの検討（開発途上）

船上で指定される各種バルブの開閉状態を検知するため典型的なグローブ弁から研究を開始。

次頁の図-2に示す原理モデルを作成し試作品を製作した。



図-2:

A-3：センサー陸上電波強度試験の実施（社内試験）

決定のレビューとしてサンフLEM工場にて試作品センサ付バルブの電波試験を実施した。

試験結果は図-3 に示す。

結論として陸上環境では十分な伝達距離が得られる事が判った。また、試験における無線電波方式は BLE 帯を使用した。

図-3：センサ電波強度試験記録

BLE, EnOceanセンサ電波強度、条件評価試験														計測日 2022/11/30 追加計測日 2022/12/6		
	5m地点	10m地点	15 m地点	20 m地点	25 m地点	限界点	5m地点	10m地点	15 m地点	20 m地点	25 m地点	限界点	階層遮蔽物	送信機	送信機	送信機
	(遮蔽無し)						(遮蔽有り)						2 F	鉄壁1枚5m	鉄壁2枚5m	鉄壁2枚15m
センサー1 BLE 受信機 (スマフォアプリ) 電波強度 (dbi)	○	○	○	○	△	△30m地点	○	○	○	○	○	△30m地点	△成功1/3	○	△成功1/3	×
センサー2 Sub G 受信機 (400)ドングル) 電波強度 (dbi)	○	○	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×			
センサー2 Sub G (ID-D600) 受信機 (400)ドングル) 電波強度 (dbi)	○	○	○	○	△	×	○	○	△	×	×	×	×			

A-4：センサー船上電波強度試験の実施 (船舶内試験)

造船所に協力いただき類似船型機関室での電波試験を行った。

さらに踏み込んだ環境条件と機器設置位置を検討するための調査を行い、以下の試験結果を得られた。

また、監視対象と成り得るバルブ外形情報も同時に収集した。

(添付資料：船上で利用されるバルブ 2022年12月実船)

BLE, EnOceanセンサ電波強度、条件評価試験(船洋造船)										計測日 2022/12/16	
テスト	受信地点1	受信地点2	計測点 A	計測点 B	計測点 C	計測点 D	計測点 E	計測点 F	計測点 G		
① センサー1 BLE 受信機 (アプリ) 測定 (a) 電波強度 (dbi) 測定法	ECR機		Purifier 3rd.Deck	Air reserve tank 3rd.Deck	G/E 3rd.Deck	Fuel Serv. Tank 3rd.Deck	Sea Water Pump Bottom Deck	Sludge pump Bottom Deck	BWS Bottom Deck		
			83/28	147/30	80/7	178/30	130/220	640/240	120/40		
			-83/20	-88/97	-77/83	-88/73	-86/81	-77/86	-82/78		
② センサー1 BLE 受信機 (アプリ) 受信機	ECR機		Purifier 3rd.Deck	Air reserve tank 3rd.Deck	G/E 3rd.Deck	Fuel Serv. Tank 3rd.Deck	Sea Water Pump Bottom Deck	Sludge pump Bottom Deck	BWS Bottom Deck		
			5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5		
③ センサー1 BLE 受信機 (アプリ) 測定 (a) 電波強度 (dbi) 測定法		INC.倉庫 2nd.Deck	Purifier 3rd.Deck	Air reserve tank 3rd.Deck	G/E 3rd.Deck	Fuel Serv. Tank 3rd.Deck	Sea Water Pump Bottom Deck	Sludge pump Bottom Deck	BWS Bottom Deck		
			83/28	147/30	80/7	178/30	130/220	640/240	120/40		
			-88/78	-88/88	-82/78	-87/89	-87/77	-73/82	-73/80		
④ センサー1 BLE 受信機 (アプリ) 受信機		INC.倉庫 2nd.Deck	Purifier 3rd.Deck	Air reserve tank 3rd.Deck	G/E 3rd.Deck	Fuel Serv. Tank 3rd.Deck	Sea Water Pump Bottom Deck	Sludge pump Bottom Deck	BWS Bottom Deck		
			5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	4/5	4/5		
⑤ センサー2 Sub G 受信機 (400)ドングル) 測定 (a) 電波強度 (dbi) 測定法	ECR機		Purifier 3rd.Deck	Air reserve tank 3rd.Deck	G/E 3rd.Deck	Fuel Serv. Tank 3rd.Deck	Sea Water Pump Bottom Deck	Sludge pump Bottom Deck	BWS Bottom Deck		
			83/28	147/30	80/7	178/30	130/220	640/240	120/40		
			-74/71	-74/73	-74/77	-74/73	-80/88	-77/79	-86/78		
⑥ センサー2 Sub G 受信機 (400)ドングル) 受信機	ECR機		Purifier 3rd.Deck	Air reserve tank 3rd.Deck	G/E 3rd.Deck	Fuel Serv. Tank 3rd.Deck	Sea Water Pump Bottom Deck	Sludge pump Bottom Deck	BWS Bottom Deck		
			5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5	5/5		
⑦ センサー2 Sub G 受信機 (400)ドングル) 測定 (a) 電波強度 (dbi) 測定法		INC.倉庫 2nd.Deck	Purifier 3rd.Deck	Air reserve tank 3rd.Deck	G/E 3rd.Deck	Fuel Serv. Tank 3rd.Deck	Sea Water Pump Bottom Deck	Sludge pump Bottom Deck	BWS Bottom Deck		
			83/28	147/30	80/7	178/30	130/220	640/240	120/40		
			-78/30	-78/82	77/83	-74/82	-80/82	-77/82	-/-		
⑧ センサー2 Sub G 受信機 (400)ドングル) 受信機		INC.倉庫 2nd.Deck	Purifier 3rd.Deck	Air reserve tank 3rd.Deck	G/E 3rd.Deck	Fuel Serv. Tank 3rd.Deck	Sea Water Pump Bottom Deck	Sludge pump Bottom Deck	BWS Bottom Deck		
			5/5	5/5	4/5	5/5	1/5	5/5	5/5		
測定法	受信地点1	受信地点2	計測点 A	計測点 B	計測点 C	計測点 D	計測点 E	計測点 F	計測点 G		
場所の説明	ECRを介してすべての機器が設置された位置での受信テスト	隣接する隔壁の真上または真下の位置での受信テスト	隣接する隔壁の真上または真下の位置での受信テスト	隣接する隔壁の真上または真下の位置での受信テスト	隣接する隔壁の真上または真下の位置での受信テスト	隣接する隔壁の真上または真下の位置での受信テスト	燃料タンクのM.L.G.L.の真上または真下の位置での受信テスト	海水ポンプの1/2階の真上または真下の位置での受信テスト	スラッジポンプの真上または真下の位置での受信テスト	海水ポンプの真上または真下の位置での受信テスト	海水ポンプの真上または真下の位置での受信テスト
写真											

測定法は、本表が示す内容を参考にしながら計測した上で、右欄が受信機を配置した場合は適用です。計測法は必ずしもこれに限らずです。

図-4：船上電波強度試験記録



A-5：ゲートウェイの選定 及び通信制御盤の開発

下記図-5、6 に示すゲートウェイボックスと通信制御盤を開発中。

完成次第、通信試験を予定している。

2024 年 1 月現在、使用電波は 928MHz とし日本国内での使用に限ったものとして開発中。

図-5：ゲートウェイボックス（開発中）

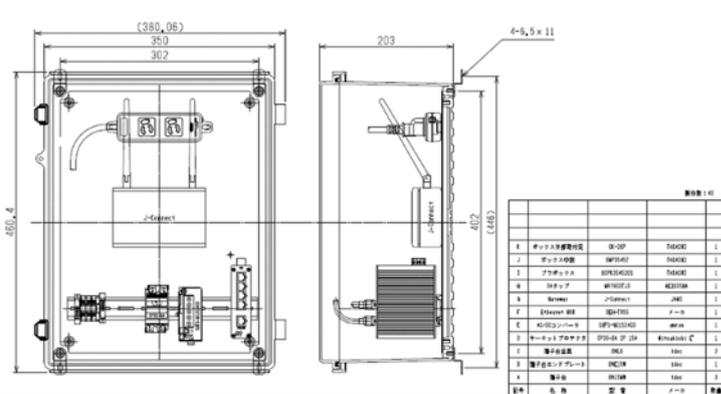
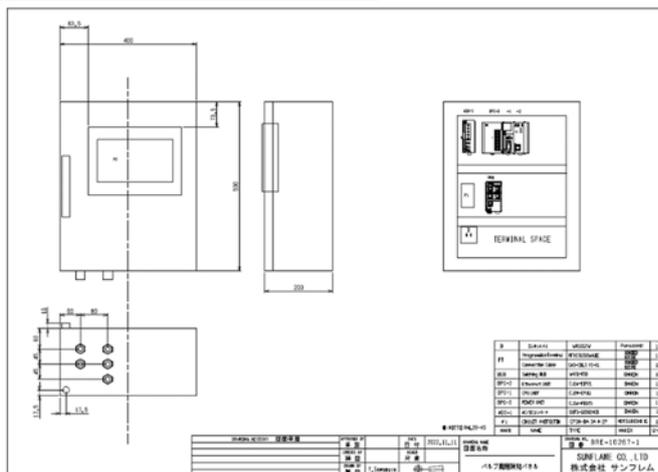


図-6：通信制御盤（開発中）



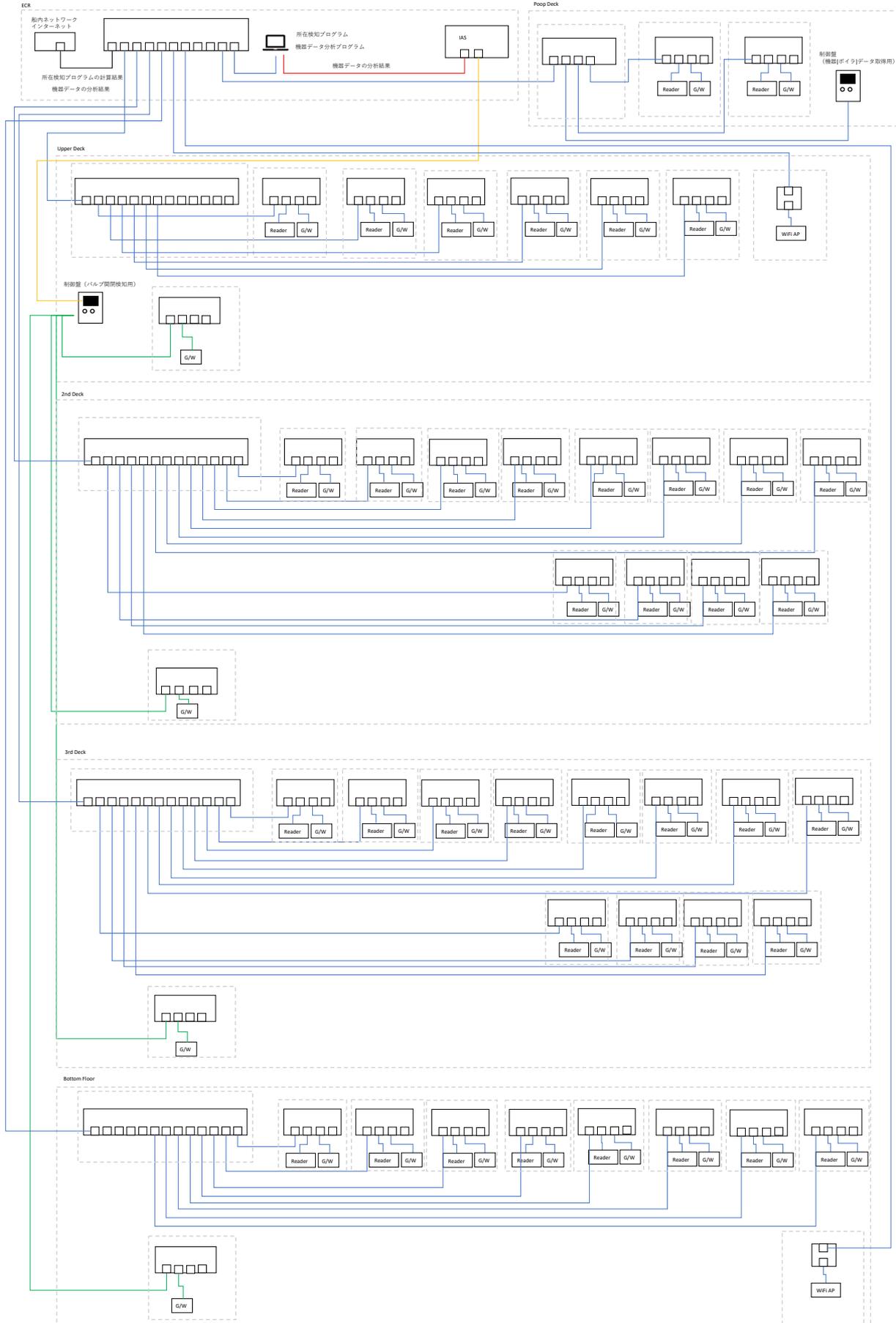
192.168.1.xxx系LAN

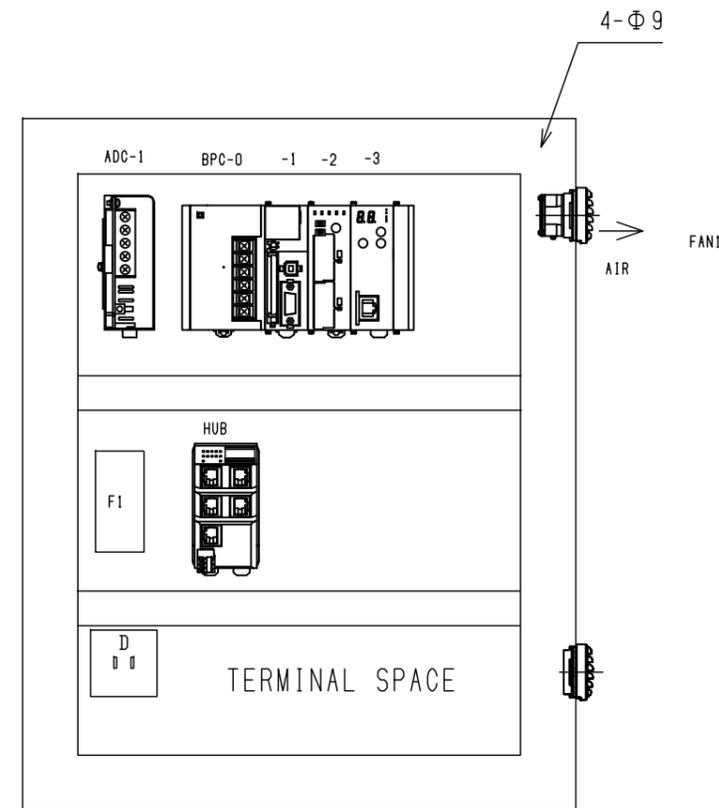
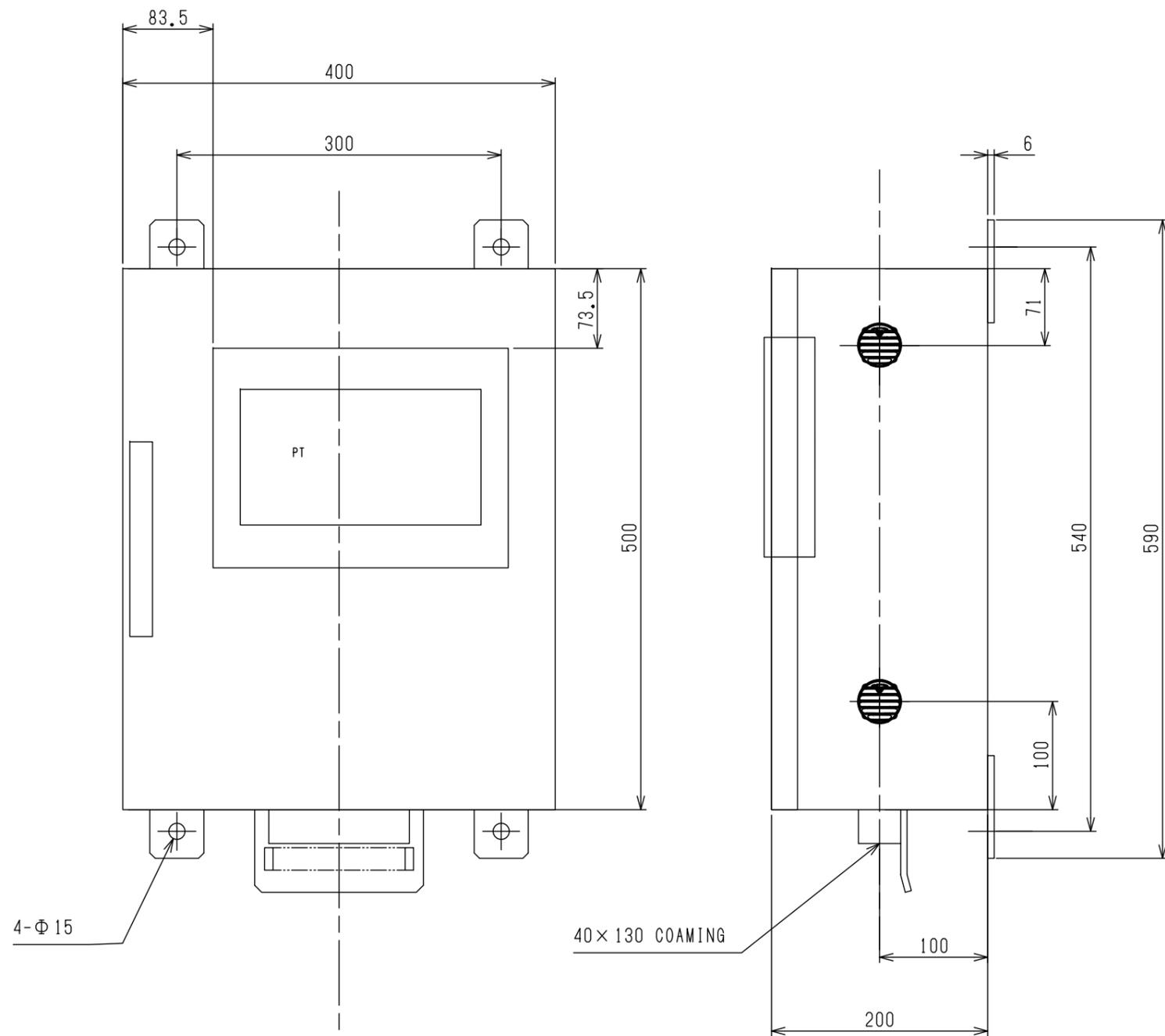
192.168.2.xxx系LAN

Modbus RS485

192.168.X.xxx系LAN

※IASシステムでのIPアドレスも要確認



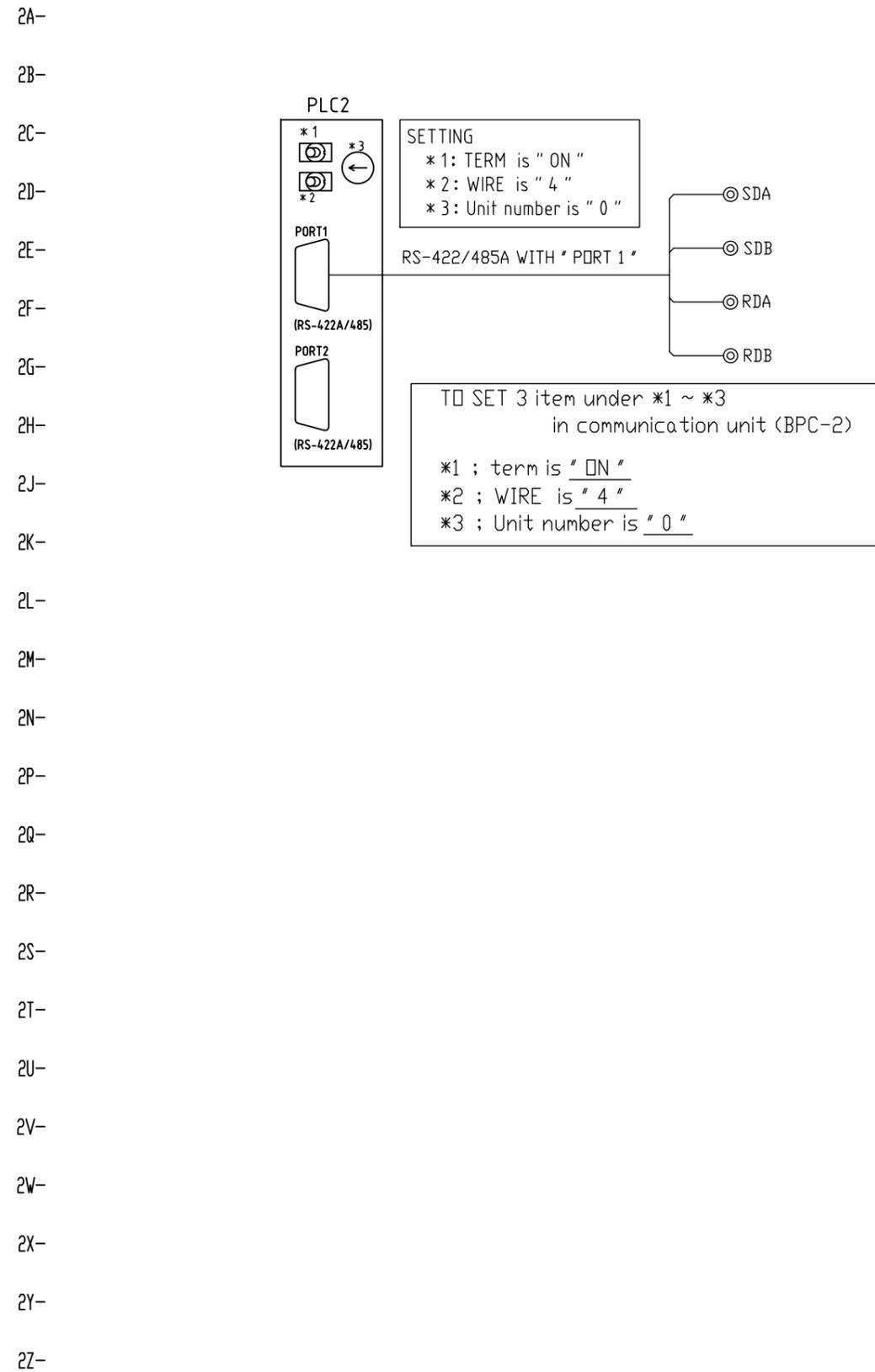
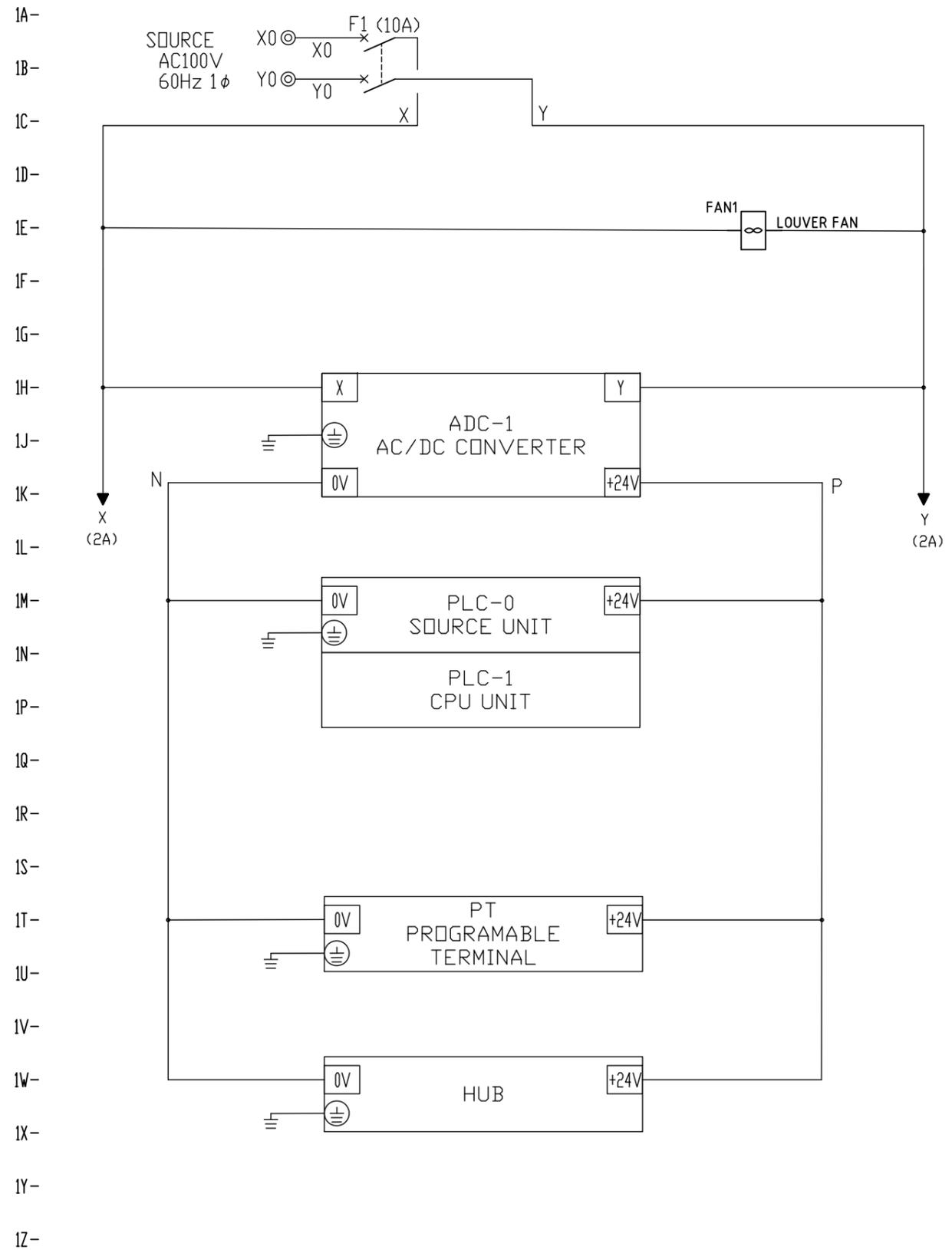


FAN1	VENTILATION FAN	WLP-8K	NITTO	1
FAN2	LOUVER BOARD	WLP-8	NITTO	1
D	FEMAIL CONCENTRATOR	WK1012W	Panasonic	1
PT	PROGRAMABLE TERMINAL	PFXST6500WADE	SCHNEIDER ELECTRIC	1
	CONNECTION CABLE	CA3-CBLS YS-01	SCHNEIDER ELECTRIC	1
HUB	SWITCHING HUB	W4S1-05D	OMRON	1
BPC-3	ETHERNET UNIT	CJ1W-EIP21	OMRON	1
BPC-2	SERIAL COM. UNIT	CJ1W-SCU31-V1	OMRON	1
BPC-1	CPU UNIT	CJ2M-CPU11	OMRON	1
BPC-0	POWER UNIT	CJ1W-PD025	OMRON	1
ADC-1	AC/DCコンバータ	S8FS-G05024CD	OMRON	1
F1	CIRCUIT PROTECTOR	CP30-BA 3A M 2P	mitsubishi E.	1
MARK	NAME	TYPE	MAKER	Q'ty

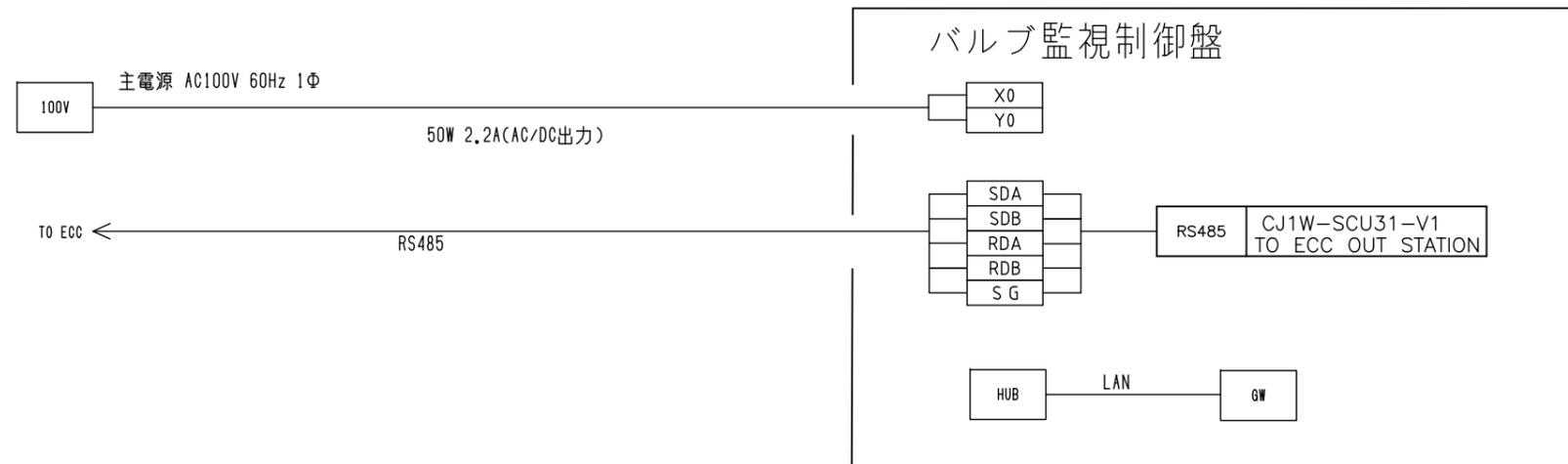
箱: NITTO RAL20-45

DRAWING HISTORY 図面来歴	APPROVED BY 承認	DATE 日付	2023.1.11	DRAWING NAME 図面名称	DRAWING NO. 図番
	CHECKED BY 検図	SCALE 尺度			BRE-10273-1
	DRAWN BY 製図		Y.Sawamura	バルブ開閉検知盤	SUNFLAME CO., LTD 株式会社 サンフレム

= WIRING DIAGRAM =



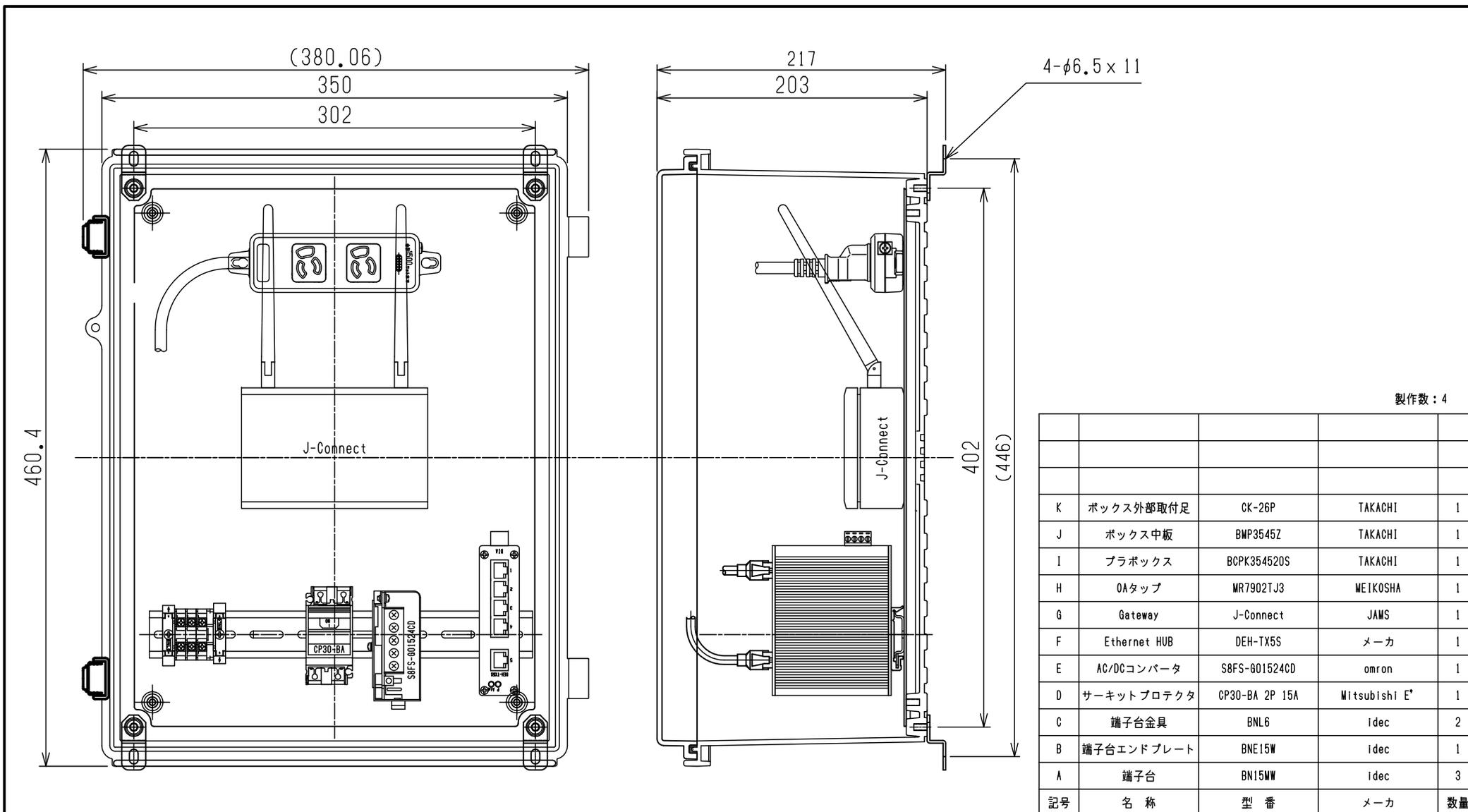
DRAWING HISTORY 図面来歴		SCALE 尺度	NON	CHECKED BY 調査	OWNER & S. NO. 注文者及船番	DRAWING NO. 図番	BRE - 10273 - 2
		DATE 日付	11-Jan. 2023	DRAWN BY 製図	INTERNAL WIRING DIAGRAM バルブ監視制御盤・展開接続図	SUNFLAME CO., LTD. 株式会社 サンフレム	
				Y.Sawamura			



*ケーブルは相当品可

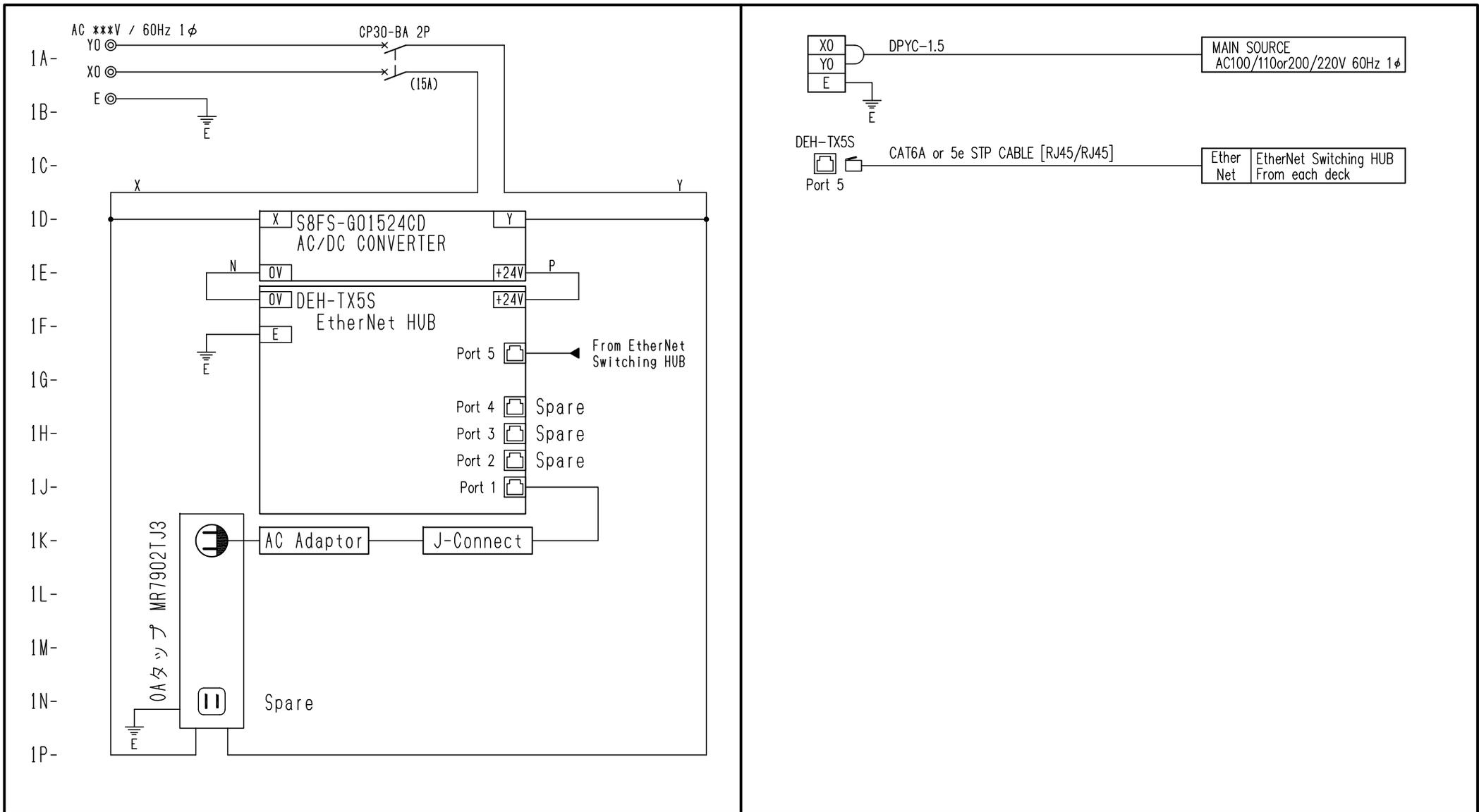
DRAWING HISTORY 図面来歴	APPROVED BY 承認	DATE 日付	NON	DRAWING NAME 図面名称	DRAWING NO. 図番
	CHECKD BY 検図	SCALE 尺度	2023/1/11	バルブ開閉検知盤 配線接続図	BRE-10273-3
	DRAWN BY 製図	Y. Sawamura			SUNFLAME CO., LTD 株式会社 サンフLEM

It is prohibited to divert or distribute the document anywhere other than the submitting purpose. 提出した目的以外に本書を転用・配布する事を禁ず。



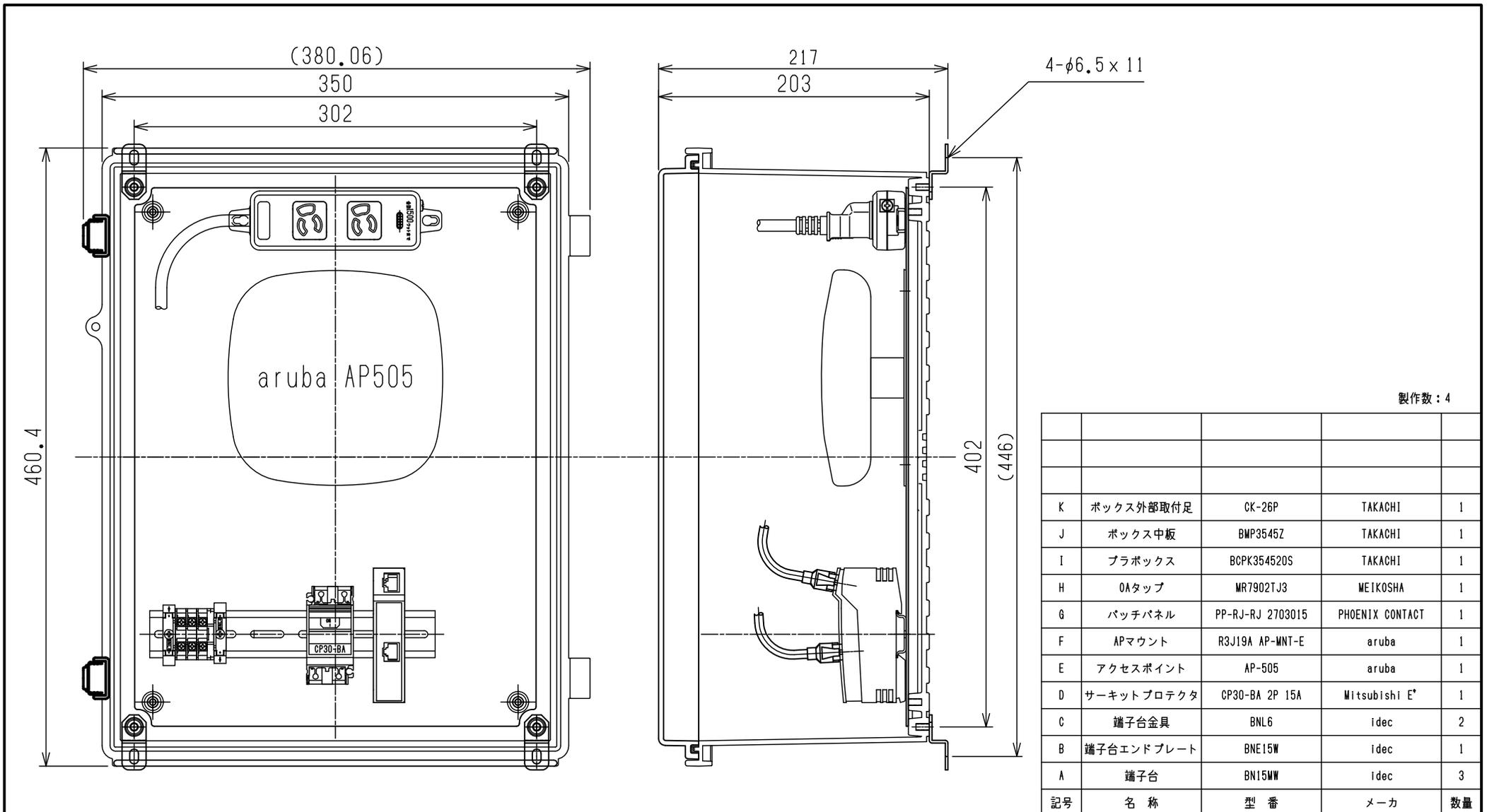
DRAWING HISTORY 図面来歴		APPROVED BY 承認	DATE 日付 10-Jan.2023	DRAWING NAME 図面名称 Gateway Box	DRAWING NO. 図番 Reference
		CHECKD BY 検図	SCALE 尺度 1:4		
		DRAWN BY 製図 E.Morii		OUTLINE	SUNFLAME CO., LTD 株式会社 サンフレム

It is prohibited to divert or distribute the document anywhere other than the submitting purpose. 提出した目的以外に本書を転用・配布する事を禁ず。



DRAWING HISTORY 図面来歴	APPROVED BY 承認	DATE 日付	12-Jan.2023	DRAWING NAME 図面名称	Gateway BOX	DRAWING NO. 図番	Reference
	CHECKD BY 検図	SCALE 尺度	NON			INTERNAL WIRING DIAGRAM	SUNFLAME CO., LTD 株式会社 サンフLEM
	DRAWN BY 製図	E. Morii					

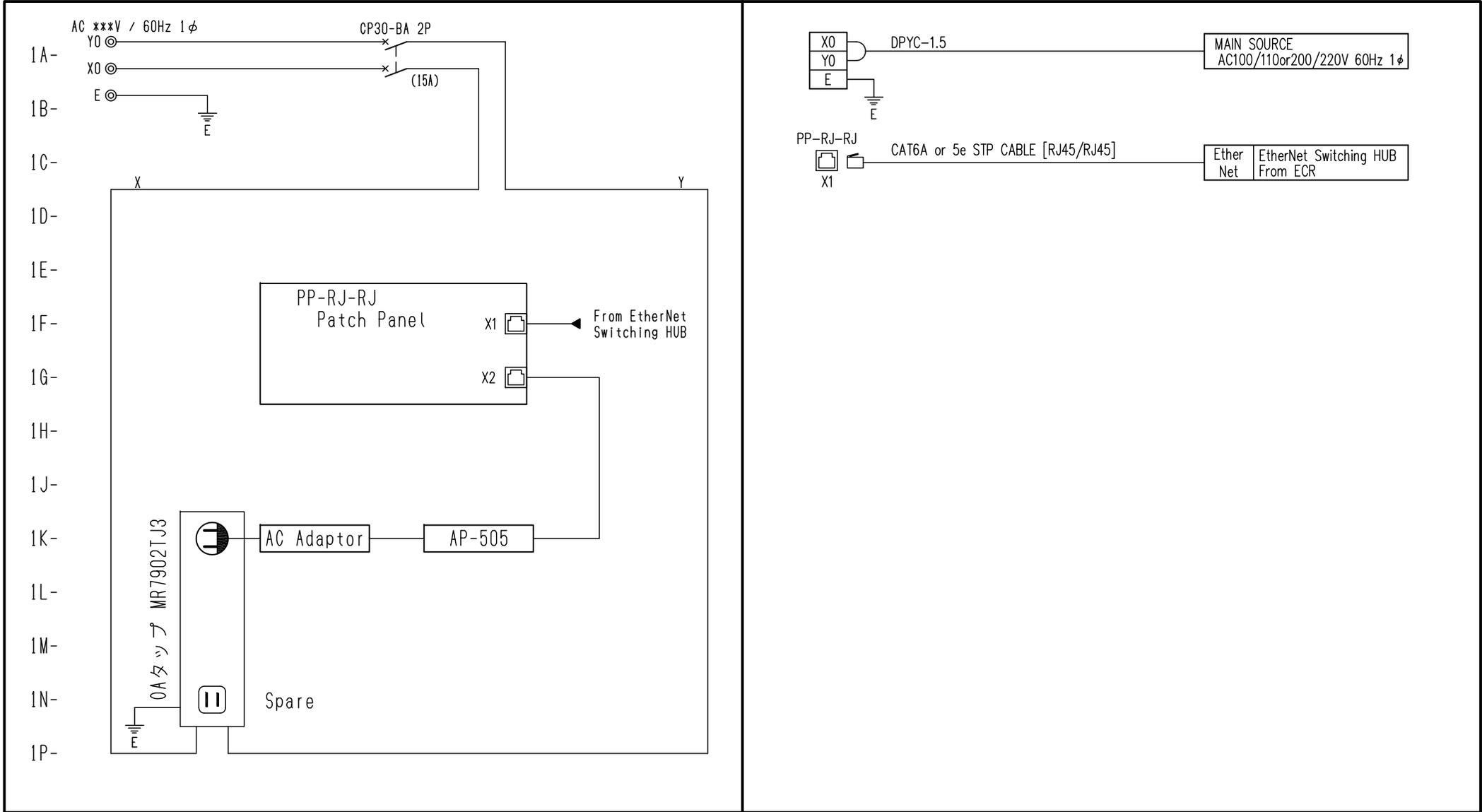
It is prohibited to divert or distribute the document anywhere other than the submitting purpose. 提出した目的以外に本書を転用・配布する事を禁ず。



製作数：4

DRAWING HISTORY 図面来歴		APPROVED BY 承認	DATE 日付 13-Jan.2023	DRAWING NAME 図面名称 Wi-fi AP Box	DRAWING NO. 図番 Reference
		CHECKD BY 検図	SCALE 尺度 1:4		
		DRAWN BY 製図 E.Morii		OUTLINE	SUNFLAME CO., LTD 株式会社 サンフレム

It is prohibited to divert or distribute the document anywhere other than the submitting purpose. 提出した目的以外に本書を転用・配布する事を禁ず。



DRAWING HISTORY 図面来歴	APPROVED BY	DATE	13-Jan.2023	DRAWING NAME 図面名称	DRAWING NO. 図番	
	承認	日付				Wi-fi AP BOX
	CHECKD BY	SCALE	NON	INTERNAL WIRING DIAGRAM		
検図	尺度		SUNFLAME CO., LTD 株式会社 サンフLEM			
DRAWN BY	E.Morii					
製図						

It is prohibited to divert or distribute the document anywhere other than the submitting purpose. 提出した目的以外に本書を転用・配布する事を禁ず。