

## 2. 発電利用実証試験について

### 2.1 目的

海洋温度差発電は、発電出力が大きいほど発電コスト(円/kWh)が低くなるとされる。最終的な商用プラントは出力 100MW(100,000kW)規模であり、その発電コストは 10 円/kWh 強である。その中間段階のプラントである出力 10MW(10,000kW)では 20 円/kWh 前後、1MW(1,000kW)は 40~60 円/kWh と算定されている(図 2-1)。

一方、本実証設備の出力は 100kW 規模(発電利用実証用ユニット A: 発電出力 50kW + 同規模の要素技術試験用ユニット B)であるため、得られたデータを解析・汎用化して、次のステップである 1MW さらには 10MW の技術的信頼性向上に役立てることが重要である。併せて、1MW、10MW 規模の発電設備の設計や運用時に想定される課題についても、本実証試験を通じて知見を得ることが望まれる。

本設備はこのような背景の下に設置された。

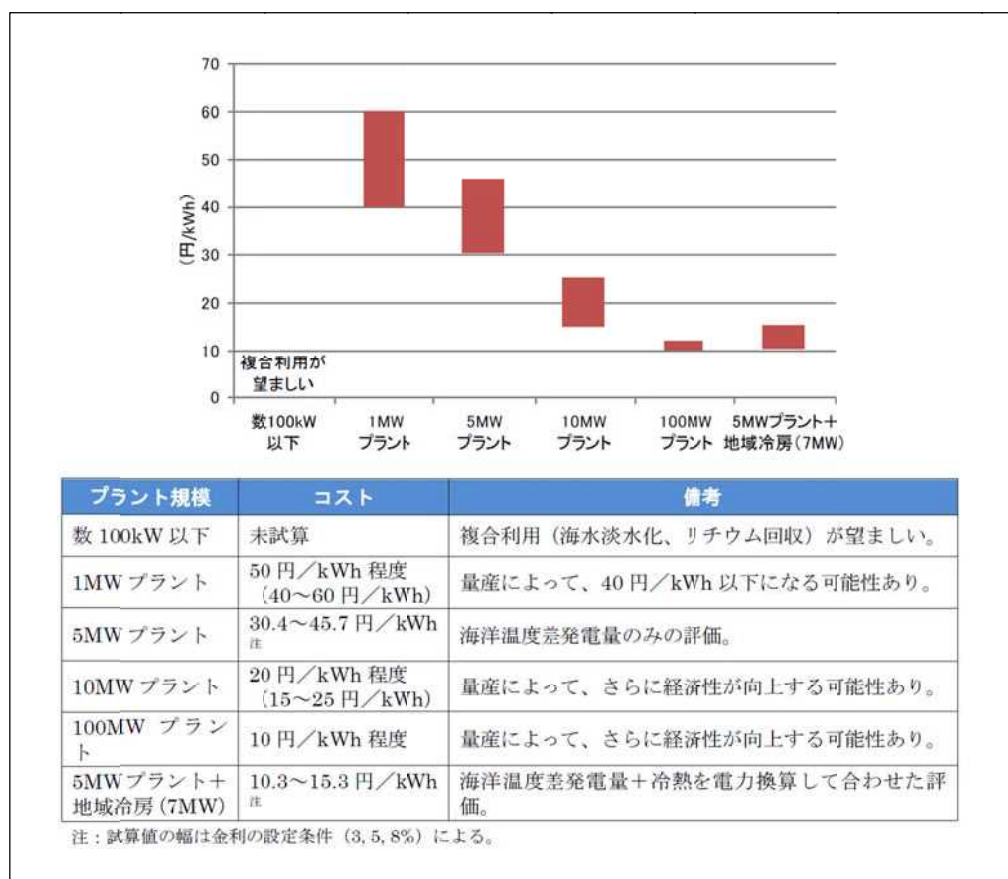


図 2-1 (参考)海洋温度差発電の発電コスト

(出典:NEDO, 2013 年 12 月, 「再生可能エネルギー技術白書第 2 版」, 19 頁, 図 6-16)

## 2.2 実施スケジュール

### (1) 概要

本事業は平成 24 年 8 月 16 日から平成 27 年 3 月 31 日の 3 ヶ年度に亘り実施された。

平成 24 年度は発電実証設備の製作と建設、平成 25 年度および 26 年度は発電実証設備を用いた運転試験を行なった。

### (2) 平成 24 年度

平成 24 年度は、研究所において取水している海水(表層水および深層水)の余剰分を利用した海洋温度差発電の実証設備の設置を完了した。本設備は平成 25 年 4 月 8 日に、委託者である沖縄県による完成検査が行われ、同日沖縄県に引き渡された。

本設備の概要は次の通りである。

- ・海洋温度差発電技術のうち最も大型化・商用化に適しているとされる、クローズドサイクル式の発電実証設備である。
- ・実証設備は 2 つのユニットにより構成する。うち一方は、海洋温度差発電の重要な実証項目である長期連続運転用(発電:最大出力 50kW 相当)、もう一方は、将来の将来の海洋温度差発電設備の実用化に向けた要素技術実験用のプラットフォームを目的としている。

詳細については、下記の完成図書を別冊として提出した。

- ・完成図書「海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証事業」
  - 分冊 NO.1-1, 1-2 土木工事及び機械設備据付工事編
  - 分冊 NO.2-1, 1-2 機械設備編
  - 分冊 NO.3-1, 3-2, 3-3 電気設備編

また、設置工程を表 2-1 に示す。

表 2-1 設置工程

日付	内容	備考
H24.8.16	本事業に関する委託契約書締結 基本設計開始	
H24.8.16 - 31	主要機器類の発注	機械装置
H24.9.6 - 12	ボーリング調査	土木・基礎

日付	内容	備考
H24.9.11 - 12	沖縄ハワイクリーンエネルギー協力 第3回海洋エネルギーワークショップにおける事業説明	その他
H24.9.13 - 14	島内輸送および現地工事に関する現地調査	土木・基礎 電気・計装
H24.10.15	熱交換器製作開始(メーカー工場)	機械装置
H24.10.25	沖縄電力 系統連系協議開始	機械・電気
H24.10.25	久米島消防本部協議(発電設備設置届)	機械装置
H24.10.29	作動流体ポンプ性能立会検査(メーカー工場)	機械装置
H24.11.7	コンデンセートドラム 耐圧・気密試験(メーカー工場)	機械装置
H24.11.13	確定仕様書(機械部分)および現地工事に関する説明会(深層水研究所)	機械装置 据付
H24.11.14	「小型バイナリー発電に関する規制見直し」に関する打合せ(経産省資源エネルギー庁電力安全課)	機械装置
H24.11.19	発電設備設置届提出(消防本部)	機械装置
H24.11.21	土木・基礎工事着手	土木・基礎
H24.12.1	熱交換器耐圧試験・出荷開始	機械装置
H24.12.6	発電ユニット 仮組開始	機械装置
H24.12.21-27	基礎杭打設	土木・基礎
H25.1.9	発電ユニット 耐圧・気密試験(メーカー工場)	機械装置
H25.1.17	発電ユニット 完成検査(メーカー工場)(沖縄県立会)	機械装置
H25.1.21	発電ユニット 据付準備開始	据付
H25.1.24	発電ユニット メーカー工場出港	機械装置
H25.1.28	発電ユニット 久米島着・据付開始	機械装置 据付
H25.2.7	電気・計装工事開始	電気・計装
H25.2.14-21	発電ユニットおよび熱交換器 耐圧・気密試験	機械装置
H25.2.15	沖縄電力 系統連系申込手続き完了	機械・電気
H25.3.6-23	断熱工事	据付
H25.3.9-13	タービン発電機 搬入・据付	機械・電気
H25.3.11	外構道路復旧	土木・基礎 据付
H25.3.11-18	作動流体封入	機械装置
H25.3.14-15	海水系統通水試験	据付
H25.3.22-26	電気・計装関連作動試験	電気・計装
H25.3.27-30	発電装置運転試験	

日付	内容	備考
H25.3.30	発電ユニットによる発電成功	
H25.3.31~4.7	ダム回り、ダム直し	
H25.4.8	完成検査および引き渡し(沖縄県)	

工程の詳細については、別途提出の「週間工程表」(土木・基礎・据付工事関連)および「プロジェクト進捗報告」(機械装置および電気・計装中心)に記録した。

### (3) 平成 25-26 年度

本実証設備は、50kW の発電出力を持つ連続発電試験用ユニット A と、要素技術試験用のユニット B により構成されている。

ユニット A は、発電試験用運転として可能な限りの連続運転と発電試験を実施した。平成 25 年はタービン発電機を系統連系を行わず、試験データ取得時の有人運転のみを行なった。平成 26 年度は、平成 26 年 4 月 7 日に系統連系を行なって以降、無人自動運転を開始した。

ユニット B では、基本的に連続運転を行ないつつ、より大出力の商用プラントで起こり得る課題の程度の検討、最適な設計点及び運転点の模索及び運転特性の把握等の基礎データ収集を行なった。

各ユニット試験内容の詳細は 2.4 節で述べる。

## 2.3 実証試験設備の仕様

### 2.3.1 基本コンセプト

#### (1) 概要

- ・ 海洋温度差発電技術のうち最も大型化・商用化に適しているとされる、クローズドサイクルの発電実証設備である。
- ・ 実証設備は2つのユニットにより構成する。うち一方は、海洋温度差発電の重要な実証項目である長期連続運転用（発電：最大出力50kW相当）、もう一方は、将来の将来の海洋温度差発電設備の実用化に向けた要素技術実験用のプラットフォームである。

#### (2) 表層水および深層水供給配管系統

現在の表層水・深層水利用者に供給される海水流量、温度および使用方法を変えないコンセプトとして、図2-2および図2-3に示す通り、既設海水タンクの水位を自動制御弁（図中①）の開度で制御することにより一定に保つ配管システムである。

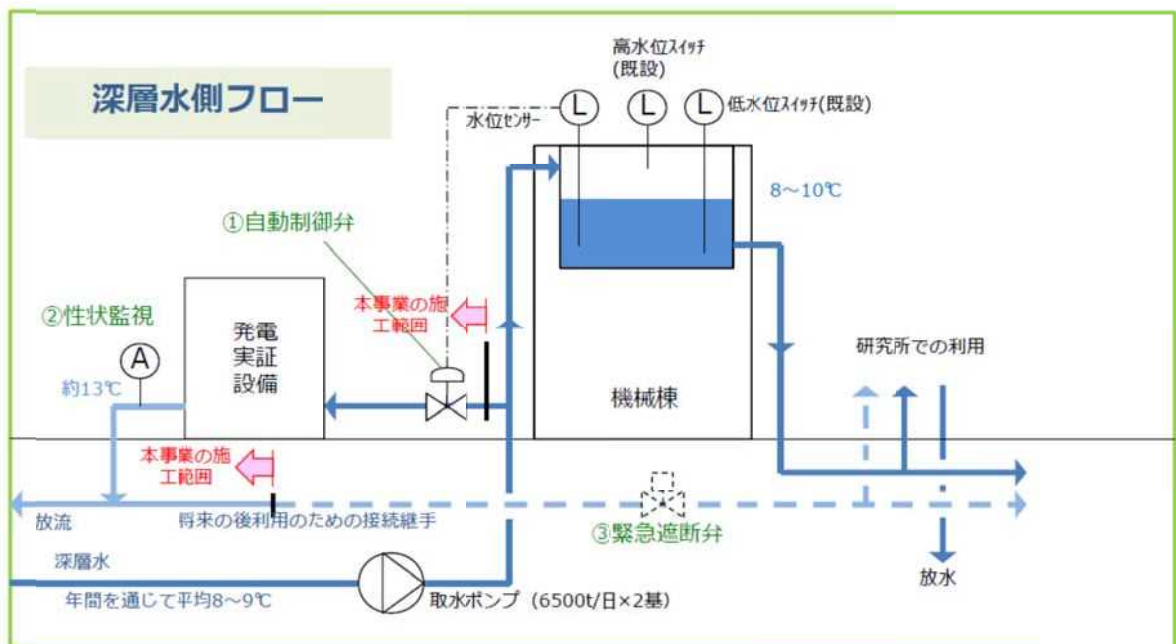


図 2-2 深層海水系統

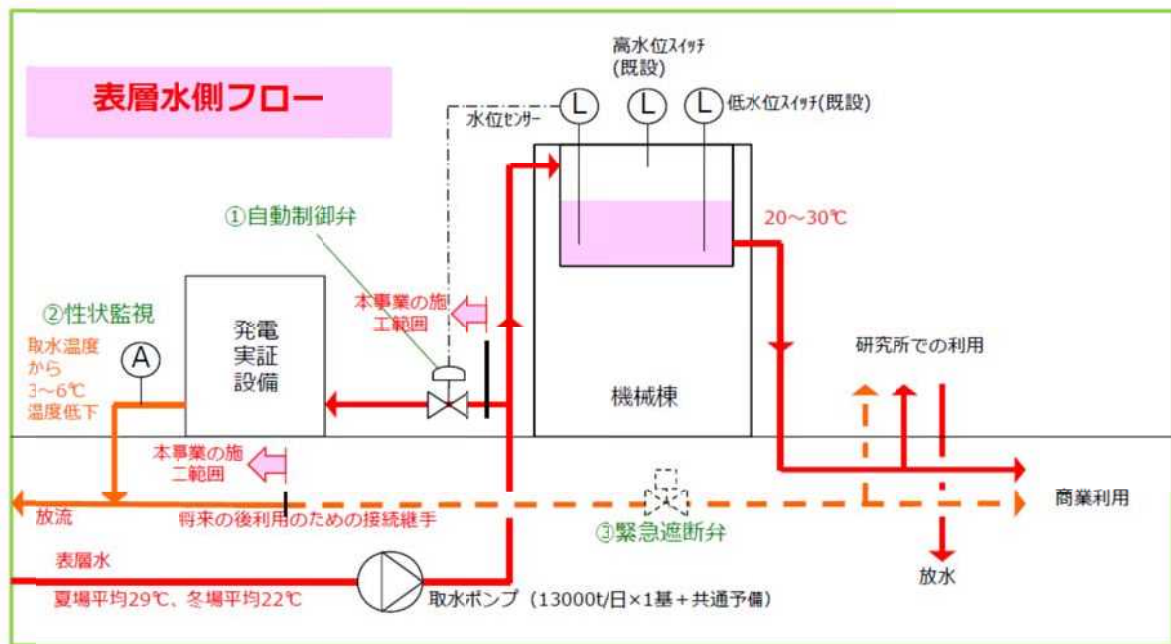


図 2-3 表層海水系統

本設備の設置前は、図中の高水位スイッチが作動した際に取水ポンプを停止、低水位スイッチが作動した際に取水ポンプを起動する、オン・オフ運転を行っていた。本設備の設置後は、水位一定での運転を行なっている。

### (3) 実証設備のコンセプト

実証設備は、海洋温度差発電技術のうち最も大型化・商用化に適しているとされるクローズドサイクル式の発電実証設備を設置した。

クローズドサイクルとは、温かい表層水を用いて低沸点媒体を気化させ、その蒸気でタービン発電機を駆動させる発電方式を指す。タービン発電機を駆動させた後の低沸点媒体蒸気は冷たい深層水を用いて液化され、媒体ポンプにより再び蒸発工程に送られることにより、連続的に発電を行う。(図2-4)

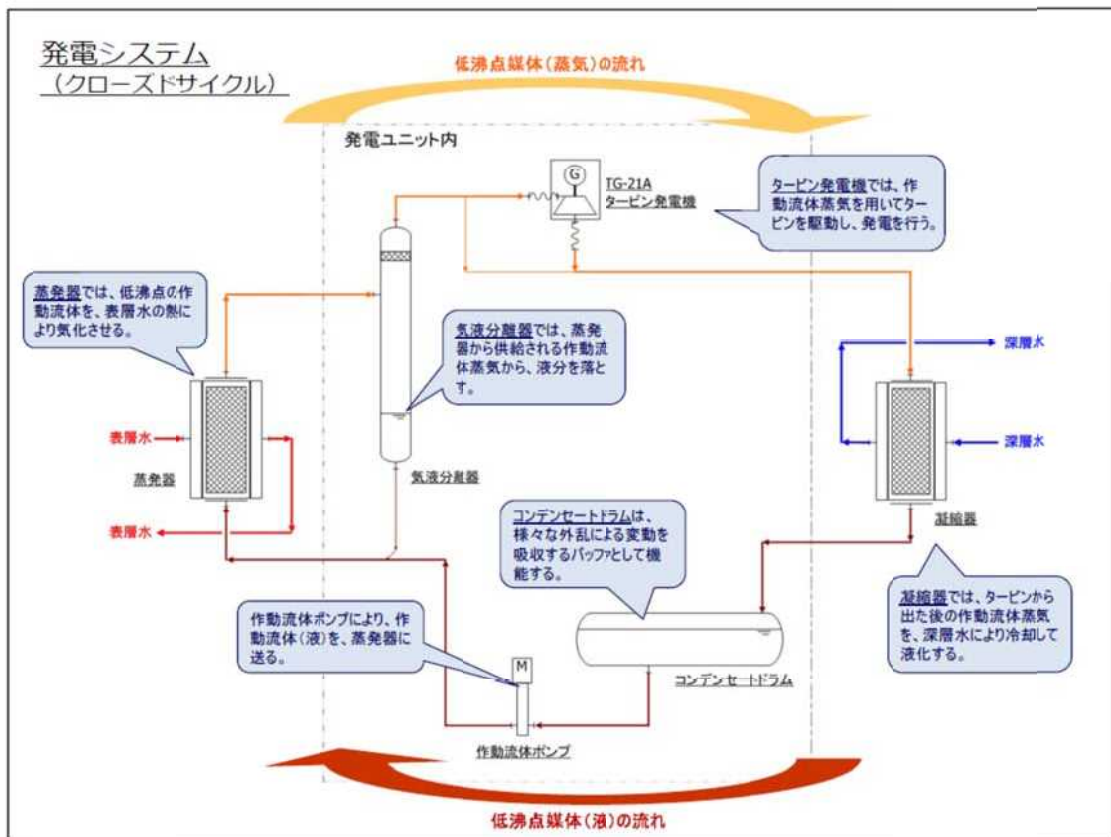


図2-4 クローズドサイクルの原理

実証設備は2つのユニットにより構成する。うち一方（図1-4および1-5における「ユニットA」）は、海洋温度差発電の重要な実証項目である長期連続運転（発電：最大出力50kW相当）用、もう一方は、将来の海洋温度差発電設備の実用化に向けた要素技術実験用のプラットフォームとする。

### ユニットA

ユニットAは、海洋温度差発電のネックとなっている長期連続運転を行うための装置とする。これにより海洋温度差発電の技術的信頼性を向上させ、将来の大規模化に向けた検証に寄与する。

ユニットAは以下のサブユニットにより構成される。

#### ■ 発電ユニットA

最大発電端出力50kWを発電するユニットで、次の機器により構成される。

（蒸発器および凝縮器は、下記の通り別置）。

- タービン発電機（最大出力50kW）
- 作動流体ポンプ
- コンデンセートドラム

- 気液分離器
- 補機類
- 配管・電気・計装システム一式
- 架台および見学・点検用歩路一式

#### ■ 蒸発器ユニットA

高効率のチタン製全溶接式プレート式熱交換器ユニット。

- 蒸発器（チタン製全溶接式プレート式熱交換器）
- 配管・蒸発器架台等

#### ■ 凝縮器ユニットA

高効率のチタン製全溶接式プレート式熱交換器ユニット。

- 凝縮器（チタン製全溶接式プレート式熱交換器）
- 配管・凝縮器架台等

### ユニットB

ユニットBは、我が国における深層水・表層水熱交換器やタービン等、要素機器に関する小型実験プラットフォームとしての機能を果たすことを目的として設置された。これにより、将来の海洋温度差発電設備の実用化に向けた関連技術の研究開発を促進する。

ユニットAと同サイズの発電ユニット（ただし、要素技術実験用のため実際の発電は行わず、タービン発電機の代替に膨張弁）を設備し、ユニットAと同じ温度・流量条件での試験を可能とした。実験結果の解析に必要な計装機器および監視・記録装置も設備した。

ユニットBは以下のサブユニットにより構成される。

#### ■ 発電ユニットB

発電ユニットAと同サイズ、同仕様であるが、要素技術実験用のため実際の発電は行わず、タービン発電機の代替に膨張弁を装備する。

- 膨張弁（タービン発電機代替）
- 作動流体ポンプ
- コンデンセートドラム
- 気液分離器
- 補機類
- 配管・電気・計装システム一式
- 架台および見学・点検用歩路一式

#### ■ 蒸発器架台B

様々なタイプの蒸発器の試験が可能となるように、架台を設備する。



- 配管（海水）・蒸発器架台等

#### ■ 凝縮器架台B

様々なタイプの凝縮器の試験が可能となるように、架台を設備する。

- 配管（海水）・凝縮器架台等

#### ■ 要素技術試験用蒸発器B

H25年度の実験用として、蒸発器を設置する。

- 蒸発器（チタン製全溶接式プレート式熱交換器）
- 関連配管等

#### ■ 要素技術試験用凝縮器B

H25年度の実験用として、凝縮器を設置する。

- 凝縮器（チタン製全溶接式プレート式熱交換器）
- 関連配管等

### (4) 実証設備の特徴等

ア 天候、気温、海水温の変化に応じた運転状態および発電出力等、性能検証に必要なデータを計測及び記録する機能を有する。

本設備は、海水流量および海水温の変動に追従した連続運転を実施する。気温、海水流量、海水温（表層水、深層水の実証設備出入口における温度）に加え、発電ユニット内においても性能検証に必要な温度・圧力・流量センサーと常時監視・記録装置を備える。

イ 設置場所の気候等を踏まえ、堅固で耐久性を有する設備とする。

発電ユニット、蒸発器、凝縮器、架台等は屋外設置となるため、設置場所の気候、および沿岸域であることを踏まえて、強度設計（風雨対策）および塗装防食設計を行う。

ウ 海洋温度差発電に係る将来的な技術の向上への寄与を考慮する。

ユニット A では、海洋温度差発電の課題となっている連続運転を実施し、その運転状態を記録することにより、将来に向けた問題点を抽出する。その対策を立案し、将来の大型化のための設計・運転ノウハウを蓄積する。

また、海洋温度差発電の将来的技術向上には、実海水（表層水および深層水）を使用した各種の要素技術実験が必須とされる。本提案では、前項にて述べた通り「実験用プラットフォーム

ム」としてユニット B を用意し、このような要素技術実験実施を可能としている。

エ 海洋温度差発電の設備の大型化、商用化時の性能を、本件事業の性能検証結果から予測することができる仕様とする。

本件事業の報告書において、本件事業の性能検証結果から、大型化、商用化時の性能を予測する計算手法について記載する。

同時に、同計算手法をソフトウェア化して本実証設備の監視装置（図 2-5）に実装し、リアルタイムな性能予測を可能とする。

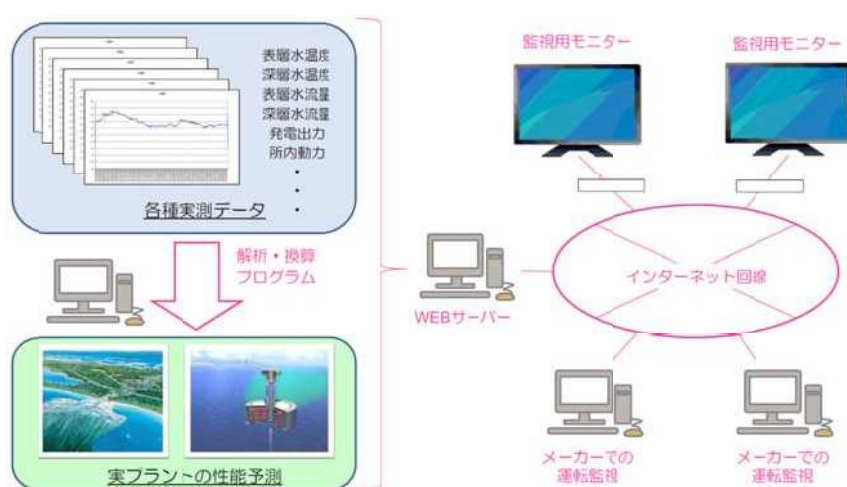


図 2-5 監視装置のコンセプト

オ 見学者等の受入れを考慮した仕様とする。

発電ユニット A および B の外壁のうち一部は、日常の目視点検用にポリカーボネート透明板とした。見学者はこれを利用して内部の構造が見学可能である。また、高所には点検およびメンテナンス用のステージを設置するため、これを見学用に兼用することが可能である。

## 2.3.2 設計条件

### (1) 全体コンセプト

- ① 各機器および配管は、圧力および耐食面において、作動流体を NH<sub>3</sub> および R134a のどちらでも使用できる仕様とする。
- ② 最大負荷として、NH<sub>3</sub> を使用したとき 50kW/基を可能とする仕様とする(表 2-2 参照)。R134a を使用したときは、50kW の出力は達成しない。
- ③ 当面の運転は、R134a で運用する(項目(3)の理由)。  
⇒電気事業法等の見直しにより、NH<sub>3</sub> 運転に切り替えることも考慮する。

表 2-2 NH<sub>3</sub> 設計と R134a 設計(いずれも出力 50kW 時)との差異

		NH <sub>3</sub> 媒体(採用仕様)	R134a 媒体(参考)
機器	WFポンプ	8.9m <sup>3</sup> /h x 52.9mTH (液比重: 0.622) 2.8kW	27.6m <sup>3</sup> /h x 16.7mTH (液比重: 1.255) 3.3kW
	タービン	入口 708m <sup>3</sup> /h 出口 1019m <sup>3</sup> /h 比重 0.0078(入口) 差圧 333kPa	入口 1072m <sup>3</sup> /h 出口 1584m <sup>3</sup> /h 比重 0.0323(入口) 差圧 215kPa
	気液分離器	0.55mφ×2.8m 高	0.80mφ×2.8m 高
	WFドラム	0.9mφ×2.55m 長	1.1mφ×2.55m 長
	熱交換器	蒸発器 324m <sup>2</sup> (U≒2600) 凝縮器 319m <sup>2</sup> (U≒2600)	蒸発器 708m <sup>2</sup> (U≒1200) 凝縮器 873m <sup>2</sup> (U≒900)
配管	高圧側液	50A	80A
	高圧側蒸気	150A	200A
	低圧側蒸気	200A	250A
耐圧	30°C飽和	1.16MPaA	0.77MPaA
	40°C飽和	1.56MPaA	1.02MPaA
	50°C飽和	2.03MPaA	1.31MPaA

### (2) 使用する海水量

表層水、深層水は研究所や周辺企業が使用した余剰分を利用する。参考情報として 2010 年の使用量を図 2-6 に示す。

本実証設備としては、研究所の表層海水、深層海水の取水量全量(13,000m<sup>3</sup>/d = 540m<sup>3</sup>/h)を通水できる容量を持つ。

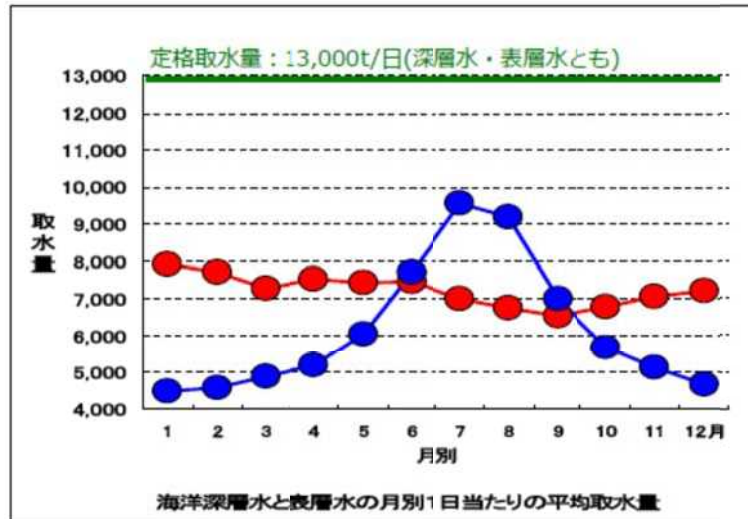


図 2-6 (参考) 平均取水量の推移(2010 年)

### (3) 作動流体

NH<sub>3</sub> 媒体とするのが理想的であるが、以下の理由により特殊な申請等が必要となり、工期的に現実的ではない。したがって、2012 年度末の試運転～しばらく 2013 年度の運転は、R134a で運用し、電気事業法の見直し動向を見ながら NH<sub>3</sub> への切り替えを検討する。

課題① NH<sub>3</sub> 媒体の場合の離隔距離(敷地境界:20m)が確保できない。

課題② ボイラー・タービン主任技術者が選任できない。

### (4) 設計条件まとめ

以上により、設計を進める上での設計条件を以下 4 つに整理する。(表 2-3)

本設備は、これらのどの条件においても問題なく運転できる仕様とする。但し、条件②において極端に使用条件と対応仕様が異なる作動流体ポンプやタービンノズル部は条件②採用時に換装するものとする。詳細は次項に記す。

条件① 余剰海水を使用して R134a 媒体で平均的に出力が高くなる中間期条件

条件② 海水全量(13,000t/d)を使用して、NH<sub>3</sub> 媒体で出力 50kW を達成する条件(※将来的に検討する)

条件③ R134a 媒体で最もタービン差圧大な時期の条件(2013 年度の夏期)

条件④ R134a 媒体で最も運転継続が困難(タービン差圧小)な時期の条件(2013 年度の冬季)

表 2-3 設計条件

項目	単位	条件①	条件②	条件③	条件④
		R134a 設計点	NH <sub>3</sub> 最大(将来)	R134a 夏期	R134a 冬期
表層水					
流量	t/h	267	564	240	216
温度	℃	26.8	29.0	29.0	20.0
深層水					
流量	t/h	231	564	282	404
温度	℃	8.3	8.0	8.0	8.3

(5) 配管・機器等の設計条件

① 外気温等

38℃とする。

また、本設備への海水の供給がストップした場合を想定し、本設備を構成する機器・配管等の最大使用圧力は 1,400kPaG (=アンモニアの 38℃における飽和圧)とする。

② 機器等の設計点とオフデザイン対応、NH<sub>3</sub> 切替時対応

表 2-4 に、機器等の設計点とオフデザイン対応、NH<sub>3</sub> 切替時対応を示す。

表 2-4 設計点とオフデザイン運転、NH<sub>3</sub> 切替時の対応

対象	設計点	オフデザイン対応	NH <sub>3</sub> 切替時対応
配管・弁・計装等のサイズ・圧力・材質	条件①～④の最も不利な条件	—	そのまま使用。 ただし電事法溶接安管審が必要な配管は作り直し
タービン	条件①	出力は出たなり 運転上限を超えないよう 保護回路を組む。	タービン入口ノズル部の み作り直し
WF ポンプ	条件③ (R134a で最も不利)	出口側調整弁制御	換装が必要
気液分離器	条件①～④で最も不利な条件	— (ただしデミスターの 限界流速を超えないよう 保護回路を組む)	そのまま使用
コンデンセート ドラム	本表の他機器・配管の 仕様により液保有量を決定	—	高圧ガス保安法→電事 法(溶接安管審)への読 み替え
蒸発器	条件②	出たなり	新規製作(電事法溶接 安管審)。不要となった 蒸発器は凝縮器に転用
凝縮器	条件②	出たなり	そのまま使用

### 2.3.3 適用法規

本設備は原理としてバイナリー発電である。このため、不活性媒体である R134a を使用した場合、2012 年 4 月に施行された「バイナリー発電設備に関する電気事業法の規制の見直し」<sup>1</sup>の対象となる。一方 NH<sub>3</sub>を使用する場合は規制緩和対象とはならない。これを踏まえて、次の通り法規対応を行なった。

#### (1) 電気事業法対応

	建設時(R134a)	将来の NH <sub>3</sub> 切り替え時
那覇産業保安監督事務所協議	実施した	実施する
保安規定の変更届出	届出を行なった	届出を行う
溶接安全管理審査申請	－(規制緩和対象)	受審する
使用前安全管理審査	－(規制緩和対象)	受審する
BT 主任技術者選任届	－(規制緩和対象)	選任する(or 特区申請する)
電気主任技術者選任届	選任した(研究所兼任)	選任する(兼任)
(沖縄電力との系統連系協議)	実施した	実施する

#### (2) 消防法対応

	建設時(R134a)	NH <sub>3</sub> 切り替え時
発電設備設置届	届出を行った	届出を行う
少量危険物取扱届	－	届出を行う

#### (3) その他

環境関連規制は県や市町村独自の規制があるため、建設前に確認をおこなった。現状 R134a を使用する限りは、必要な承認や届出は存在しない。NH<sub>3</sub>切り替え時は再度協議が必要となる。

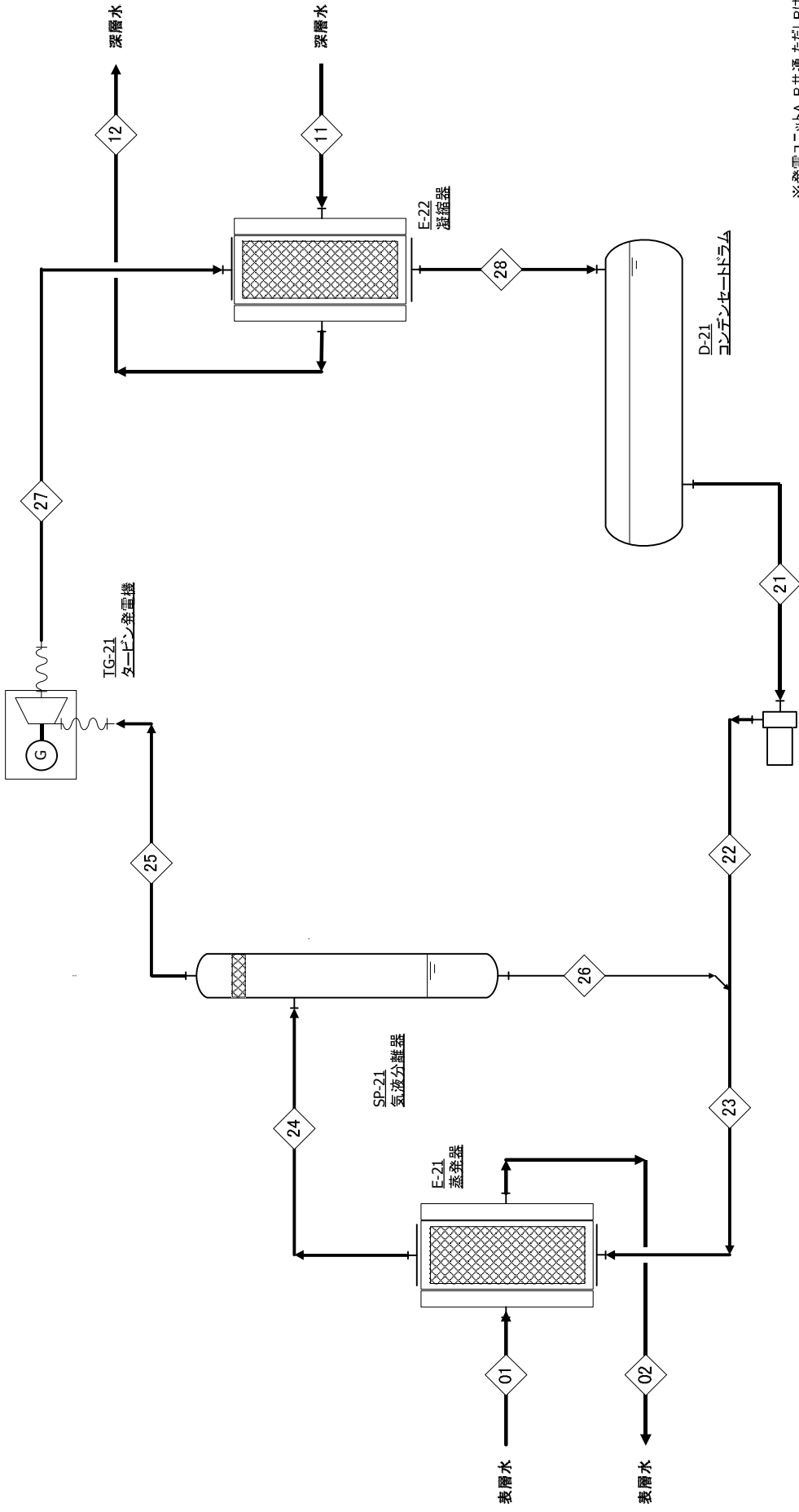
<sup>1</sup> 「バイナリー発電設備に関する電気事業法の規制の見直しについて」、平成 24 年 4 月 17 日、経済産業省 資源エネルギー庁 原子力安全・保安院 電力安全課  
[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/oshirase/2012/04/240417-2.html](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2012/04/240417-2.html)  
 電気事業法施行規則等の一部を改正する省令、経済産業省令第三十五号  
[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/oshirase/2012/04/240417-2-1.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2012/04/240417-2-1.pdf)  
 小型のもの若しくは特定の施設内に設置されるものである水力発電所、水力設備及び水力発電所の発電設備、小型の汽力を原動力とする火力発電所、火力設備及び火力発電所の発電設備、液化ガスを熱媒体として用いる小型の汽力を原動力とする火力発電所又は小型のガスタービン原動力とする火力発電所及び火力設備を定める件  
 (告示) 経済産業省告示第百号  
[http://www.meti.go.jp/policy/safety\\_security/industrial\\_safety/oshirase/2012/04/240417-2-3.pdf](http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/oshirase/2012/04/240417-2-3.pdf)

(4) 配管・機器等の設計・製造との関連

対象	今年度(R134a)	将来の NH <sub>3</sub> 切り替え時
配管・弁等	設計・検査に関して電事法に従う。溶接安管審は受審しない。	電事法の規定で溶接安管審が必要な配管は作り直し
タービン	電事法に従う。	電事法に従う(作り直し)
WF ポンプ	電事法に従う。(特に規定なし)	電事法に従う。(特に規定なし)
気液分離器	設計・検査に関して電事法に従う。溶接安管審は受審しない。	そのまま使用
コンデンセートドラム	高圧ガス保安法による。	高圧ガス保安法→電事法(溶接安管審)への読み替えを行う。
蒸発器	設計・検査に関して電事法に従う。溶接安管審は受審しない。	新規製作(電事法溶接安管審)。不要となった蒸発器は凝縮器に転用
凝縮器	設計・検査に関して電事法に従う。溶接安管審は受審しない。	そのまま使用



2.3.4 熱物質バランス図



※発電ユニットA, B共通 ただしBはタービン無し

Rev.	Description	Date	Reviewed	Approved
12/229	社内レビュー用として作成	12/2/29		
Client: 沖縄県				
Job No.	WA-0123			

熱・物質バランス図 (PFD)  
条件① R134a媒体 設計点

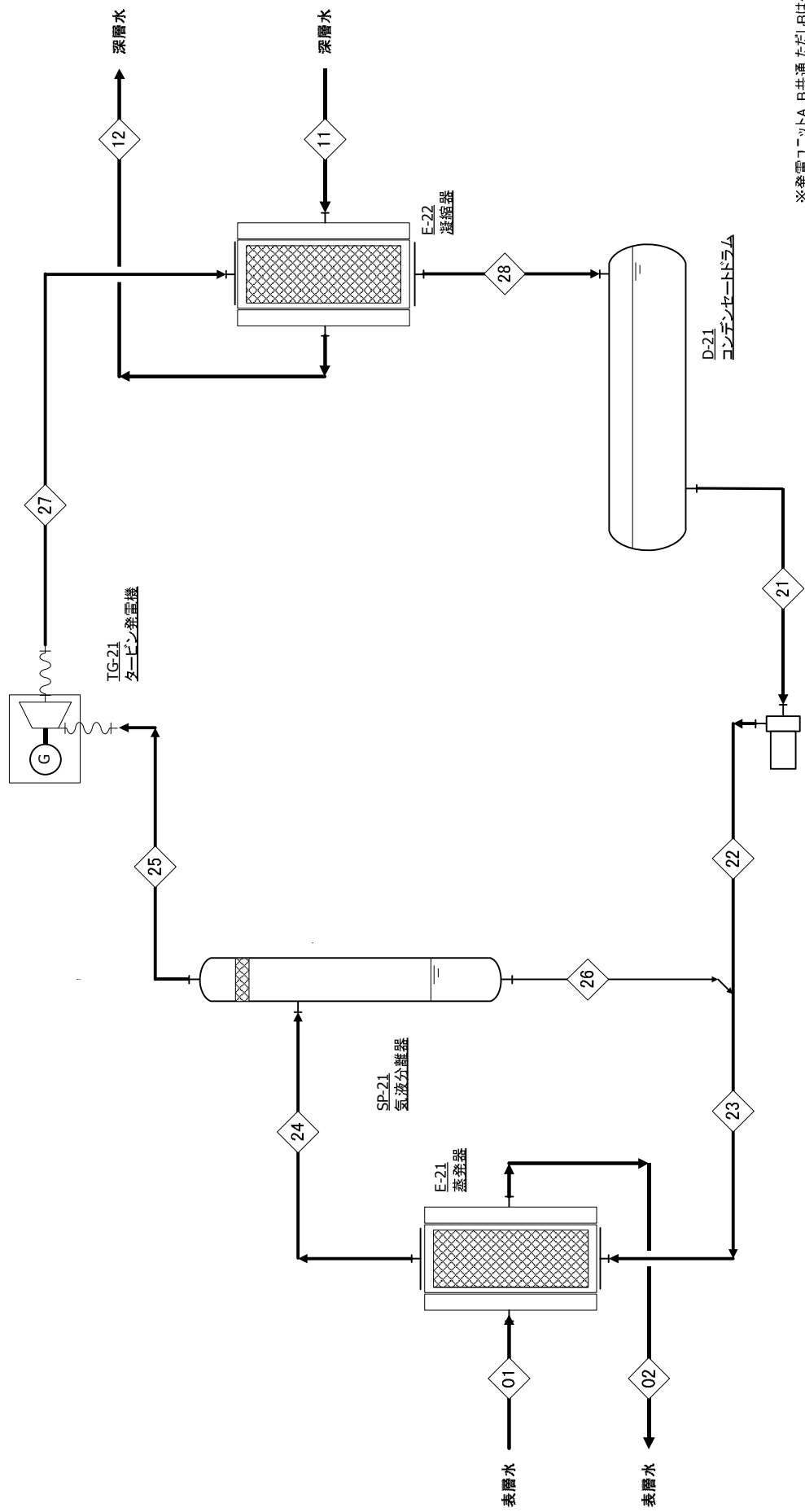


Prepared By: S. Okamura (15 MAR. '13)  
Reviewed By: K. Hashimoto (18 MAR. '13)  
Approved By: T. Watanabe (18 MAR. '13)

Drawing No. DG-AG-0101 Sheet No. 1/1

Line No.	01	02	11	12	21	22	23	24	25	26	27	28
流体	表層海水	表層海水	深層海水	深層海水	r134a	r134a	r134a	r134a	r134a	r134a	r134a	r134a
質量流量	265	265	308	308	16.58	16.58	23.68	23.68	16.58	7.10	16.58	16.58
温度	deg-C	26.8	23.8	8.3	13.1	13.2	16.0	22.3	22.3	22.3	13.3	13.1
圧力	MPaA	0.300	0.280	0.300	0.459	0.613	0.613	0.613	0.613	0.613	0.459	0.459
密度	t/m <sup>3</sup>	1025	1025	1025	1250	1250	1241	42.1	29.8	1217	22.3	1250
定圧比熱	kJ/kg-K	4.0	4.0	4.0	1.38	1.38	1.39	1.01	1.01	1.01	0.96	1.38
体積流量	m <sup>3</sup> /h	259	259	300	13.26	13.26	19.09	562	556	5.84	742	13.26
乾き度	kg/kg	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.070	-0.049	0.700	1.000	0.000	1.001	0.000
管径	A	400	400	400	100	50	50	150	150	80	200	100
断面積	mm <sup>2</sup>	114009	114009	114009	8213	2163	2163	18646	18646	4769	32283	8213
流速	m/s	0.63	0.63	0.73	0.45	1.70	2.45	8.37	8.28	0.34	6.39	0.45

2.3.4 熱物質バランス図 (続き)



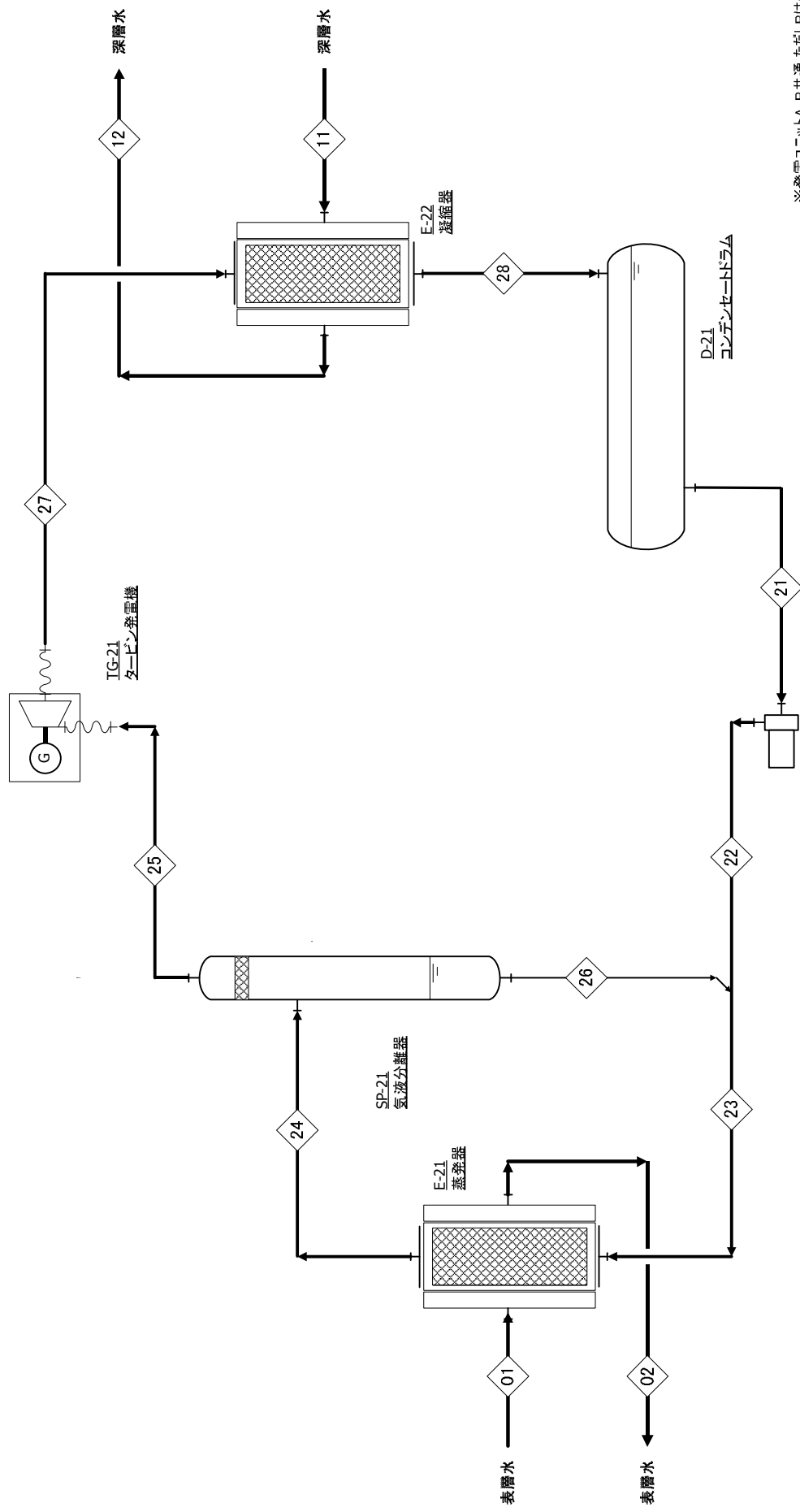
P-21 作動流体ポンプ

Line No.	01	02	11	12	21	22	23	24	25	26	27	28
流体	表層海水	表層海水	深層海水	深層海水	ammonia	ammonia	ammonia	ammonia	ammonia	ammonia	ammonia	ammonia
質量流量	555	555	555	555	5.52	5.52	7.89	7.89	5.52	2.37	5.52	5.52
温度	29.0	26.0	8.0	11.0	12.4	12.4	16.1	24.7	24.7	24.7	12.2	12.2
圧力	MPaA	0.300	0.300	0.280	0.663	0.994	0.994	0.994	0.994	0.994	0.663	0.663
密度	t/m <sup>3</sup>	1025	1025	1025	622	622	616	11.0	7.7	603	5.4	622
定圧比熱	kJ/kg-K	4.0	4.0	4.0	4.69	4.69	4.71	4.78	4.78	4.78	4.69	4.69
体積流量	m <sup>3</sup> /h	541	541	541	8.88	8.88	12.80	7.17	7.14	3.92	1028	8.88
乾気度	kg/kg	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.050	-0.035	0.700	0.000	0.000	0.974	0.000
管径	A	400	400	400	100	50	50	150	150	80	200	100
断面積	mm <sup>2</sup>	114009	114009	114009	8213	2163	2163	18646	18646	4769	32283	8213
流速	m/s	1.32	1.32	1.32	0.30	1.14	1.64	10.63	10.63	0.23	8.85	0.30

※発電ユニットA, B共通 ただしBはタービン無し

▲															
▲	設計進捗による変更														
▲	社内レビュー用として作成														
Rev.	Description	Date	Reviewed	Approved											
Job No.	WA-0123	Client:		沖縄県											
熱・物質バランス図 (PFD)															
条件② NH3媒体 設計点															
Prepared By		S. Okamura		(Date)		15 MAR. '13		Reviewed By		K. Hashimoto		(Date)		18 MAR. '13	
Approved By		T. Watanabe		(Date)		18 MAR. '13		Client:		Xenesisys Inc.		Xenesisys Engineering Group		Drawing No. DG-AG-0102	
Sheet No. 1/1															

2.3.4 熱物質バランス図 (続き)



※発電ユニットA, B共通 ただしBはタービン無し

△									
△	設計進捗による変更	12/7/20							
△	お取引先への指示作成	12/27/29							
△	Rev.	Description	Date	Reviewed	Approved				
Job No. WA-0123			Client:		沖縄県				

熱・物質バランス図 (PFD)  
条件③ R134a媒体 夏期運転条件

**Xenesisys**  
Xenesisys Inc.  
Engineering Group

Prepared By (Date)  
S. Okamura (15 MAR. '13)

Reviewed By (Date)  
K. Hashimoto (18 MAR. '13)

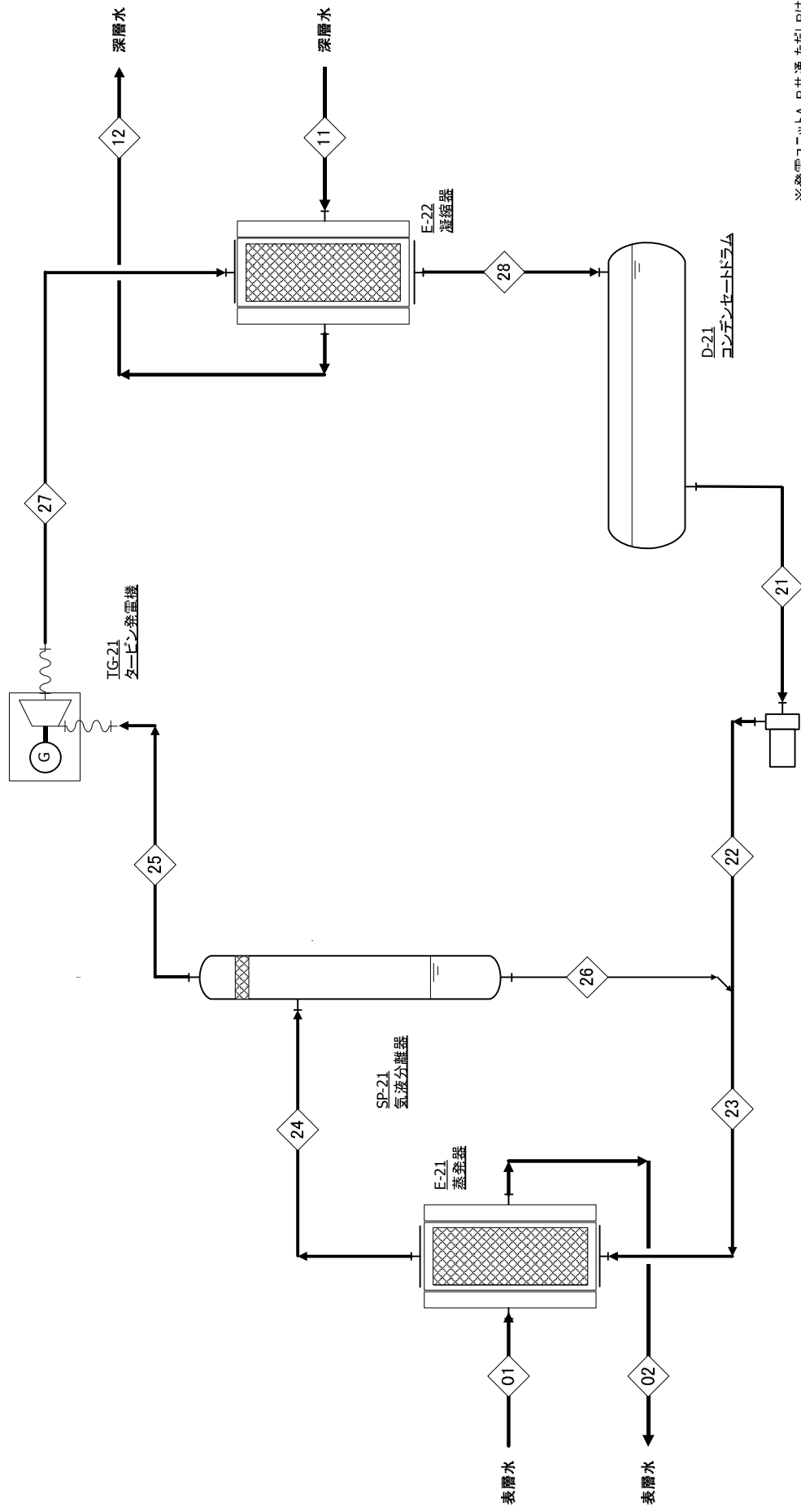
Approved By (Date)  
T. Watanabe (18 MAR. '13)

Job No. WA-0123 Client: 沖縄県

Drawing No. DG-AG-0103 Sheet No. 1/1

Line NO.	流体	01	02	11	12	21	22	23	24	25	26	27	28
質量流量	t/h	240	240	282	282	18.39	18.39	26.27	26.27	18.39	7.88	18.39	18.39
温度	°C	29.0	25.4	8.0	11.1	13.9	14.0	17.0	23.9	23.9	23.9	14.1	13.9
圧力	MPa	0.300	0.280	0.300	0.280	0.471	0.644	0.644	0.644	0.644	0.644	0.471	0.471
密度	t/m <sup>3</sup>	1025	1025	1025	1025	1247	1248	1237	44.2	31.3	1211	22.9	1247
定圧比熱	kJ/kg-K	4.0	4.0	4.0	4.0	1.38	1.38	1.39	1.42	1.42	1.42	0.97	1.38
体積流量	m <sup>3</sup> /h	234	234	275	275	14.74	14.74	21.24	594	588	6.51	803	14.74
乾さ度	kg/kg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.077	-0.054	0.700	0.000	0.000	1.001	0.000
管径	A	400	400	400	400	100	50	50	150	150	80	200	100
断面積	mm <sup>2</sup>	114009	114009	114009	114009	8213	2163	2163	18646	18646	4769	32283	8213
流速	m/s	0.57	0.57	0.67	0.67	0.50	1.89	2.73	8.85	8.75	0.38	6.91	0.50

2.3.4 熱物質バランス図 (続き)



Line No.	01	02	11	12	21	22	23	24	25	26	27	28
流体	表層海水	表層海水	深層海水	深層海水	r134a	r134a	r134a	r134a	r134a	r134a	r134a	r134a
質量流量	214	214	342	342	11.18	11.18	15.97	15.97	11.18	4.79	11.18	11.18
温度	20.0	17.5	8.3	9.9	11.1	11.1	12.7	16.2	16.2	16.2	11.1	11.1
圧力	0.300	0.280	0.300	0.280	0.430	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.430	0.430
密度	1025	1025	1025	1025	1257	1257	1252	35.0	24.7	1239	20.9	1257
定圧比熱	4.0	4.0	4.0	4.0	1.37	1.37	1.38	0.98	0.98	0.98	0.95	1.37
体積流量	209	209	334	334	8.89	8.89	12.75	457	453	3.87	534	8.89
乾き度	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	-0.038	-0.026	0.700	1.000	0.000	1.000	1.000
管径	A	400	400	400	50	50	50	150	150	80	200	100
断面積	mm2	114009	114009	114009	8213	2163	2163	18646	18646	4769	32283	8213
流速	m/s	0.51	0.51	0.81	0.30	1.14	1.64	6.81	6.75	0.23	4.80	0.30

※発電ユニットA, B共通。ただしBはタービン無し

Rev.	Description	Date	Reviewed	Approved
1	設計進捗による変更	12/7/20		
2	本P&IDに用いた作成	12/27/29		

Job No. WA-0123 Client: 沖縄県

熱・物質バランス図 (PFD)  
条件④ R134a媒体 冬期運転条件

Prepared By (Date)  
S. Okamura (15 MAR. 13)

Reviewed By (Date)  
K. Hashimoto (18 MAR. 13)

Approved By (Date)  
T. Watanabe (18 MAR. 13)

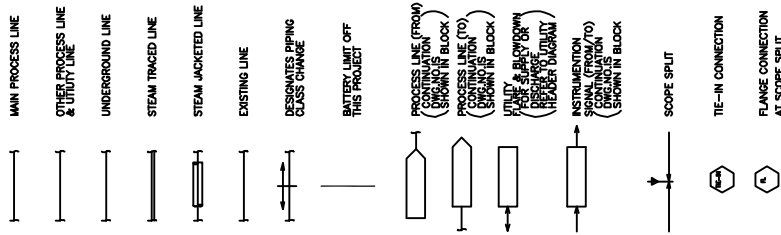
Xenesis  
Xenesis Inc.  
Engineering Group

Client: 沖縄県

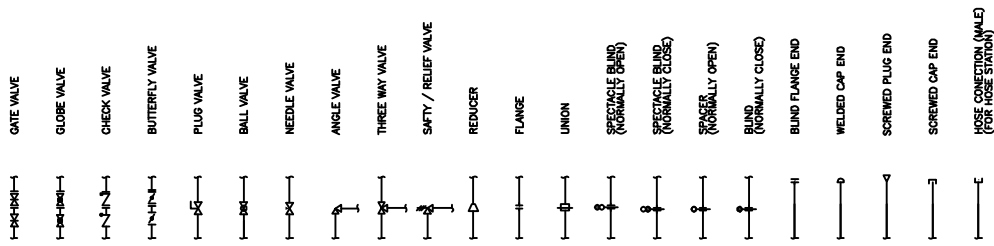
Drawing No. DG-AG-0104 Sheet No. 1/1

2.3.5 配管計装図

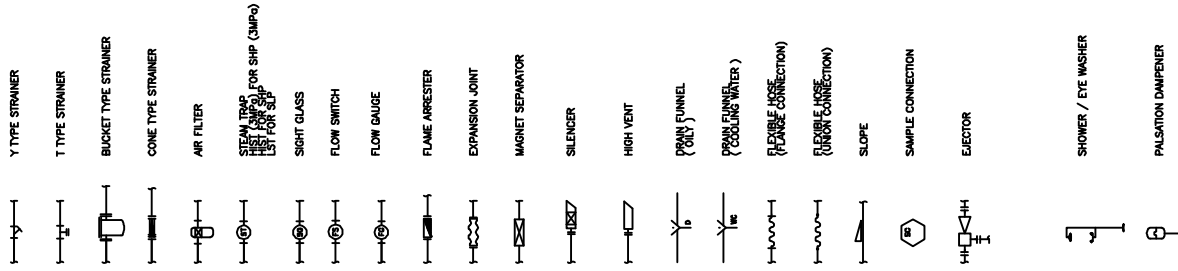
GRAPHIC SYMBOL OF PIPING



GRAPHIC SYMBOL OF PIPING



GRAPHIC SYMBOL OF PIPING



ABBREVIATIONS

ATM	ATMOSPHERE
BF	BLIND FLANGE
B.L	BATTERY LIMIT
D	DIAMETER
DC	DRAIN CONNECTION (OTHERWISE NOTED)
DR	DRAIN
HC	HOSE CONNECTION
CSC	CAR SEALED CLOSE
CSO	CAR SEALED OPEN
NC	NORMALLY CLOSE
MAX.	MAXIMUM AND MAXIMIZE
MIN.	MINIMUM AND MINIMIZE
R	RADIUS
SC	SAMPLE CONNECTION
UC	UTILITY CONNECTION (OTHERWISE NOTED)
VC	VENT CONNECTION (OTHERWISE NOTED)
FF	FLAT FACE FLANGE
RF	RAISED FACE FLANGE
LJ	LAP JOINT FLANGE
RTJ	RING JOINT FLANGE
LO	LOCKED OPEN

MECHANICAL EQUIPMENT DESIGNATION CODE

D	DRUM
E	HEAT EXCHANGER
M	ELECTRIC MOTOR
P	PUMP
SP	SEPARATOR
T	TANK
TC	TURBINE GENERATOR

15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

**INSTRUMENTATION LEGEND**

- (A) DENSITY ELEMENT
- (A<sub>PH</sub>) PH ELEMENT
- (AC<sub>PH</sub>) PH CONTROLLER
- (AI<sub>D</sub>) DENSITY INDICATOR
- (AI<sub>PH</sub>) PH INDICATOR
- (AIC<sub>PH</sub>) PH INDICATING CONTROLLER
- (AR<sub>gas</sub>) GAS ANALYZER RECORDER
- (AR<sub>PH</sub>) PH RECORDER
- (AT<sub>gas</sub>) GAS ANALYZER TRANSMITTER
- (AT<sub>D</sub>) DENSITY TRANSMITTER
- (AT<sub>PH</sub>) PH TRANSMITTER
- (AV<sub>PH</sub>) PH CONTROL VALVE
- (DP) DIFFERENTIAL PRESSURE INDICATOR
- (DPC) DIFFERENTIAL PRESSURE INDICATING CONTROLLER
- (DPS) DIFFERENTIAL PRESSURE SWITCH
- (DPT) DIFFERENTIAL PRESSURE TRANSMITTER
- (FE) FLOW ELEMENT
- (FG) SIGHT FLOW INDICATOR
- (FI) FLOW INDICATOR
- (FC) FLOW INDICATING CONTROLLER
- (FO) FLOW TOTALIZER
- (FD) FLOW INDICATING TOTALIZER
- (FR) FLOW RECORDER
- (FS) FLOW RATIO SWITCH
- (FSW) FLOW SWITCH
- (FT) FLOW TRANSMITTER
- (FV) FLOW CONTROL VALVE
- (FY) FLOW COMPUTER, RELAY, CONVERTER
- (HC) MANUAL CONTROL
- (HCV) MANUAL CONTROL VALVE
- (HCL) MANUAL LOADING STATION
- (HS) MANUAL SWITCH
- (HV) MANUAL CONTROL VALVE
- (I) CURRENT METER
- (IS) CURRENT SWITCH
- (J) WATT METER
- (KE) PHASE ELEMENT

**INSTRUMENTATION LEGEND**

- (KI) PHASE INDICATOR
- (KT) PHASE TRANSMITTER
- (LC) LEVEL CONTROLLER
- (LE) LEVEL ELEMENT
- (LG) LEVEL GAUGE
- (LI) LEVEL INDICATOR
- (LIC) LEVEL INDICATING CONTROLLER
- (LR) LEVEL RECORDER
- (LS) LEVEL SWITCH
- (LT) LEVEL TRANSMITTER
- (LV) LEVEL CONTROL VALVE
- (LY) LEVEL COMPUTER, RELAY, CONVERTER
- (PG) PRESSURE GAUGE
- (PI) PRESSURE INDICATOR
- (PIC) PRESSURE INDICATING CONTROLLER
- (PR) PRESSURE RECORDER
- (PS) PRESSURE SWITCH
- (RSE) RUPTURE DISK
- (RSV) PRESSURE SAFETY/RELIEF VALVE
- (RT) PRESSURE TRANSMITTER
- (RV) PRESSURE CONTROL VALVE
- (RY) PRESSURE COMPUTER, RELAY, CONVERTER
- (RO) RESTRICTION ORIFICE
- (RI) ROTATION INDICATOR
- (RT) ROTATION TRANSMITTER
- (SE) SPEED ELEMENT
- (SI) SPEED INDICATOR
- (SIC) SPEED INDICATING CONTROLLER
- (SIT) SPEED INDICATING TRANSMITTER
- (SV) SHUTDOWN VALVE
- (SOV) SHUT-OFF VALVE
- (SV) SAFETY VALVE
- (TC) TEMPERATURE CONTROLLER
- (TE) TEMPERATURE ELEMENT
- (TG) TEMPERATURE GAUGE
- (TI) TEMPERATURE INDICATOR

**INSTRUMENTATION LEGEND**

- (TIC) TEMPERATURE INDICATING CONTROLLER
- (TR) TEMPERATURE RECORDER
- (TS) TEMPERATURE SWITCH
- (TV) TEMPERATURE CONTROL VALVE
- (TW) THERMOWELL
- (TY) TEMP. COMPUTER, RELAY, CONVERTER
- (VE) VIBRATION ELEMENT
- (VI) VIBRATION INDICATOR
- (VT) VIBRATION TRANSMITTER
- (XE) POSITION ELEMENT
- (XI) POSITION INDICATOR
- (XT) POSITION TRANSMITTER

**GRAPHIC SYMBOL OF INSTRUMENTATION**

- (○) FIELD MOUNTED
- (⊖) CENTRAL CONTROL PANEL
- (⊕) LOCAL PANEL
- (◇) INTERLOCKING LOGIC
- (◇) LOGIC ON ESD SYSTEM
- (---) INSTRUMENT AIR LINES
- (- - -) INSTRUMENT ELECTRICAL LINES
- (- · - · -) INSTRUMENT CAPILLARY LINES
- (- · - · -) INSTRUMENT SOFT WARE SIGNAL LINE
- (□) ELECTRIC MOTOR
- (⤴) DIAPHRAGM ACTUATED
- (⊞) CYLINDER ACTUATED
- (⊞) SOLENOID ACTUATED
- (⊞) DIAPHRAGM SEAL
- (|) ORIFICE
- (⊞) VORTEX FLOWMETER
- (⊞) ROTAMETER

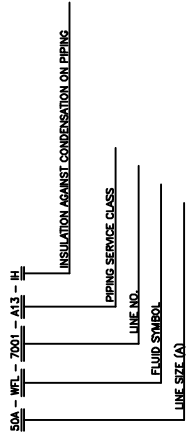
**FUNCTION SYMBOLS**

- (⊞) SUMMATION
- (⊞) ADDITION
- (⊞) SUBTRACTION
- (⊞) MULTIPLICATION
- (⊞) DIVISION
- (⊞) SQUARE ROOT EXTRACTION
- (⊞) VOLT TO PNEUMATIC
- (⊞) CURRENT TO PNEUMATIC

**ALARM AND TRIP SYMBOL LEGEND**

- (AH) ALARM HIGH
- (AL) ALARM LOW
- (HH) ALARM HIGH HIGH (TRIP)
- (LL) ALARM LOW LOW (TRIP)

**LINE No. SYSTEM**



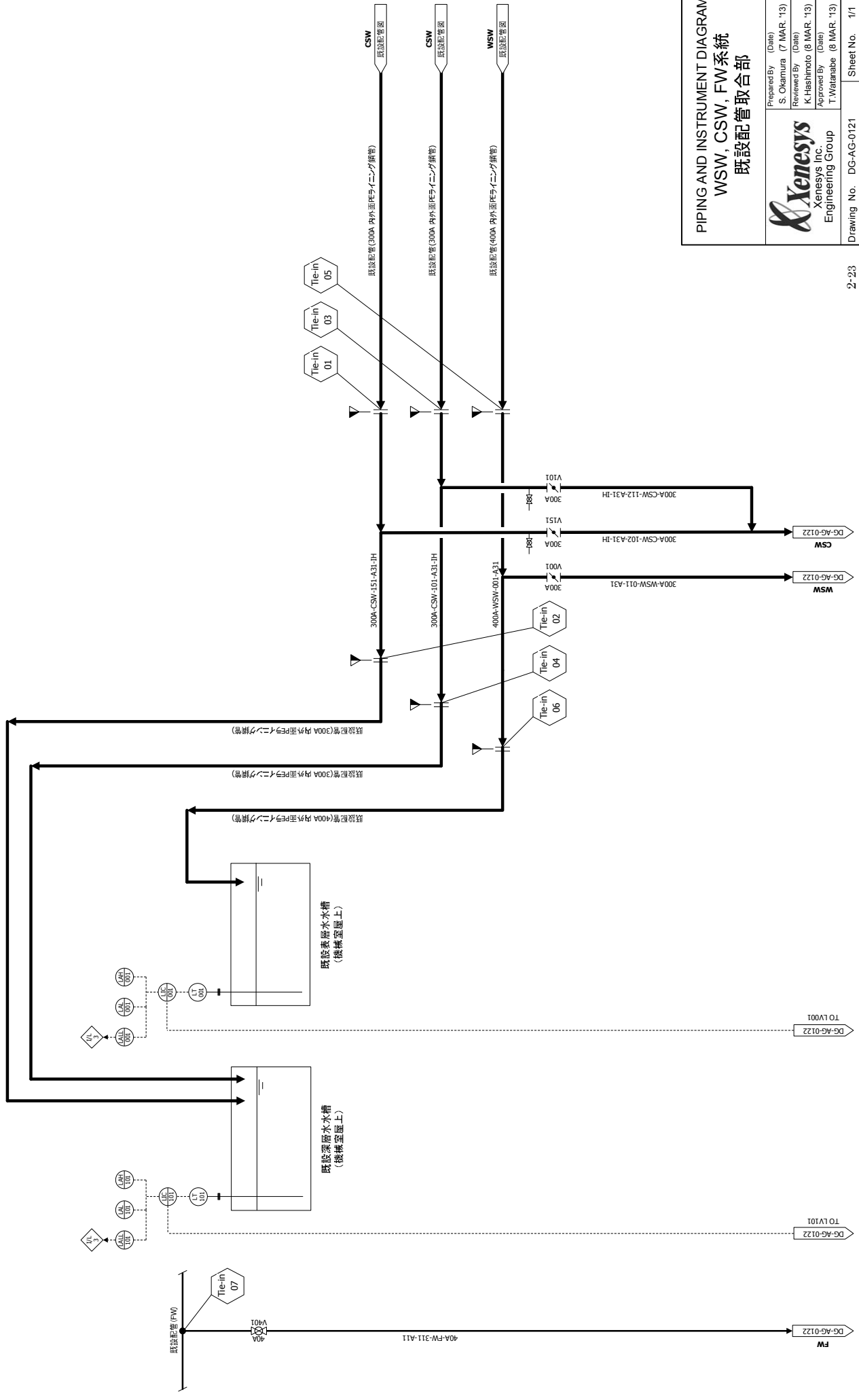
PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM  
シンボリスト(2/2)

Drawing No. DCAW0112

2-22

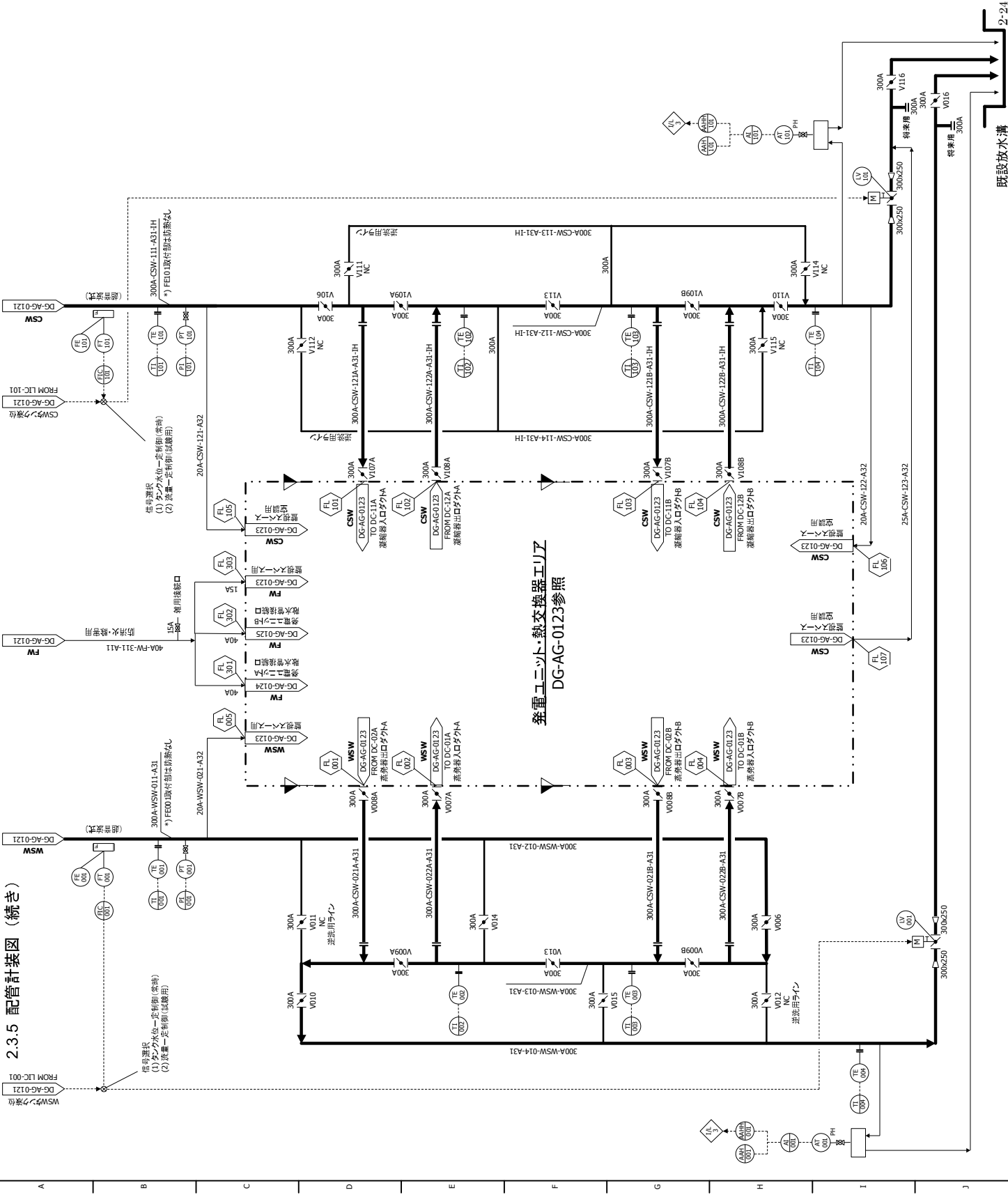
Sheet No. 1/1

2.3.5 配管計装図 (続き)



PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM WSW, CSW, FW系統 既設配管取合部	
Prepared By S. Okamura (7 MAR. '13)	Reviewed By K. Hashimoto (8 MAR. '13)
Approved By T. Watanabe (8 MAR. '13)	Date (Date)
Drawing No. DG-AG-0121	Sheet No. 1/1

### 2.3.5 配管計装図 (続き)



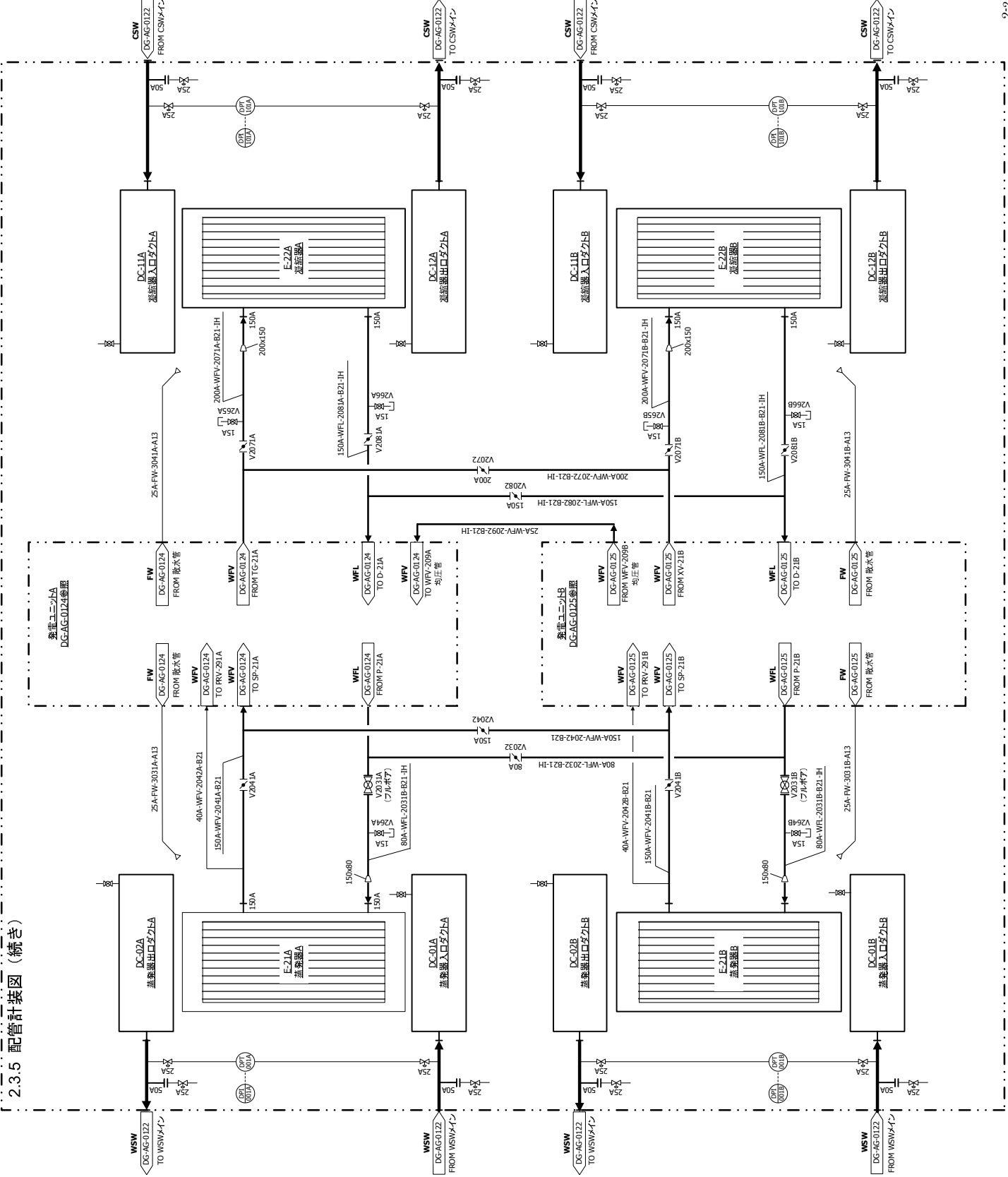
**PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM**  
**WSW, CSW, FW 系統**  
**発電ユニット・熱交換器エリア外**

Prepared By S. Okamura (7 MAR '13)	(Date)
Reviewed By K. Hashimoto (8 MAR '13)	(Date)
Approved By T. Watanabe (8 MAR '13)	(Date)

Drawing No. DG-AG-0122 Sheet No. 1/1



2.3.5 配管計装図 (続き)



PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM  
 FW, WFV, WFL系統  
 発電ユニット・熱交換器エリア内

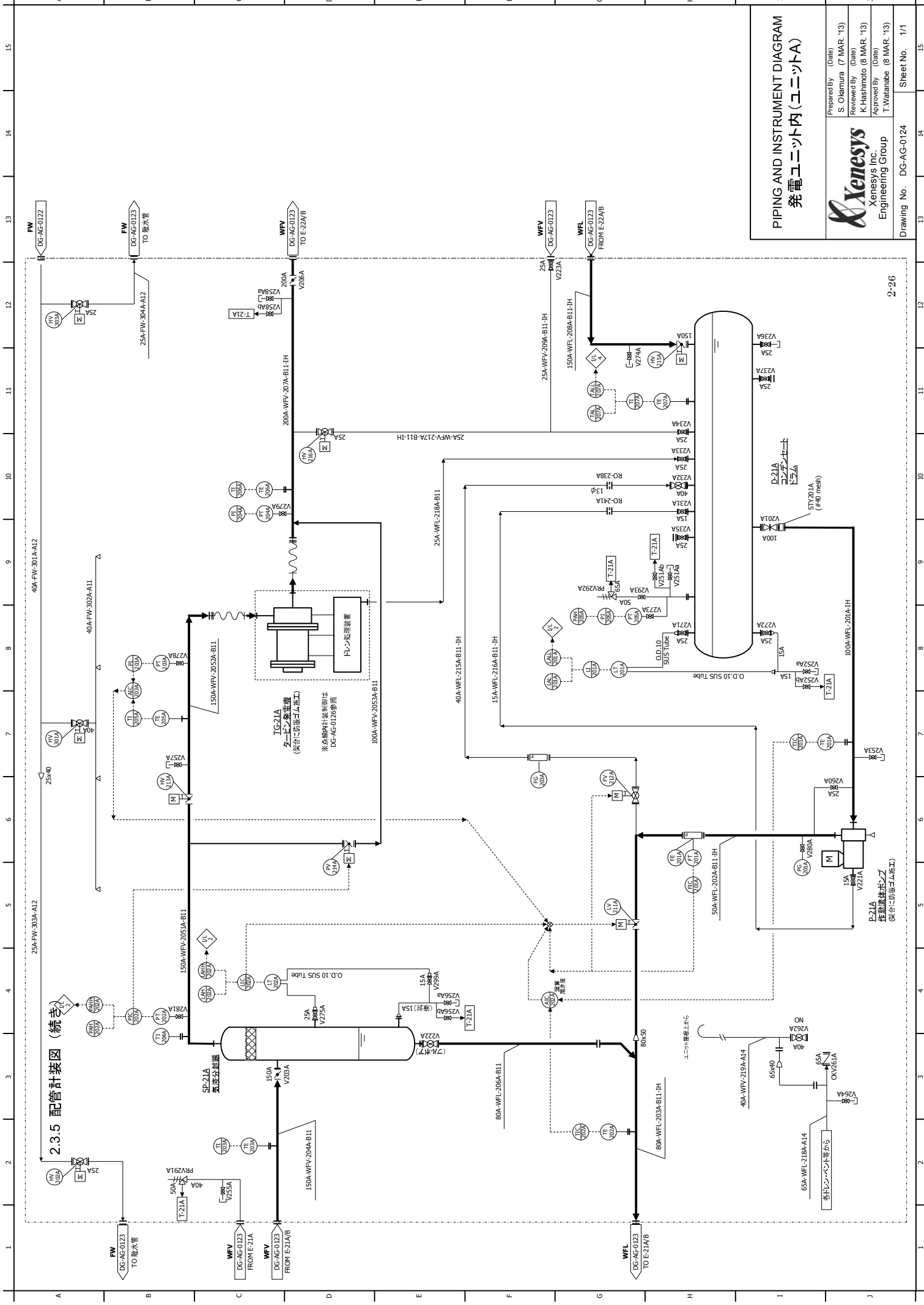
Prepared By (Date)  
 S. Okamura (7 MAR '13)

Reviewed By (Date)  
 K. Hashimoto (8 MAR '13)

Approved By (Date)  
 T. Watanabe (8 MAR '13)

Xenesys  
 Xenesys Inc.  
 Engineering Group

Drawing No. DG-AG-0123 Sheet No. 1/1



2.3.5 配管計装図 (続き)

PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM  
発電ユニット内(ユニットA)

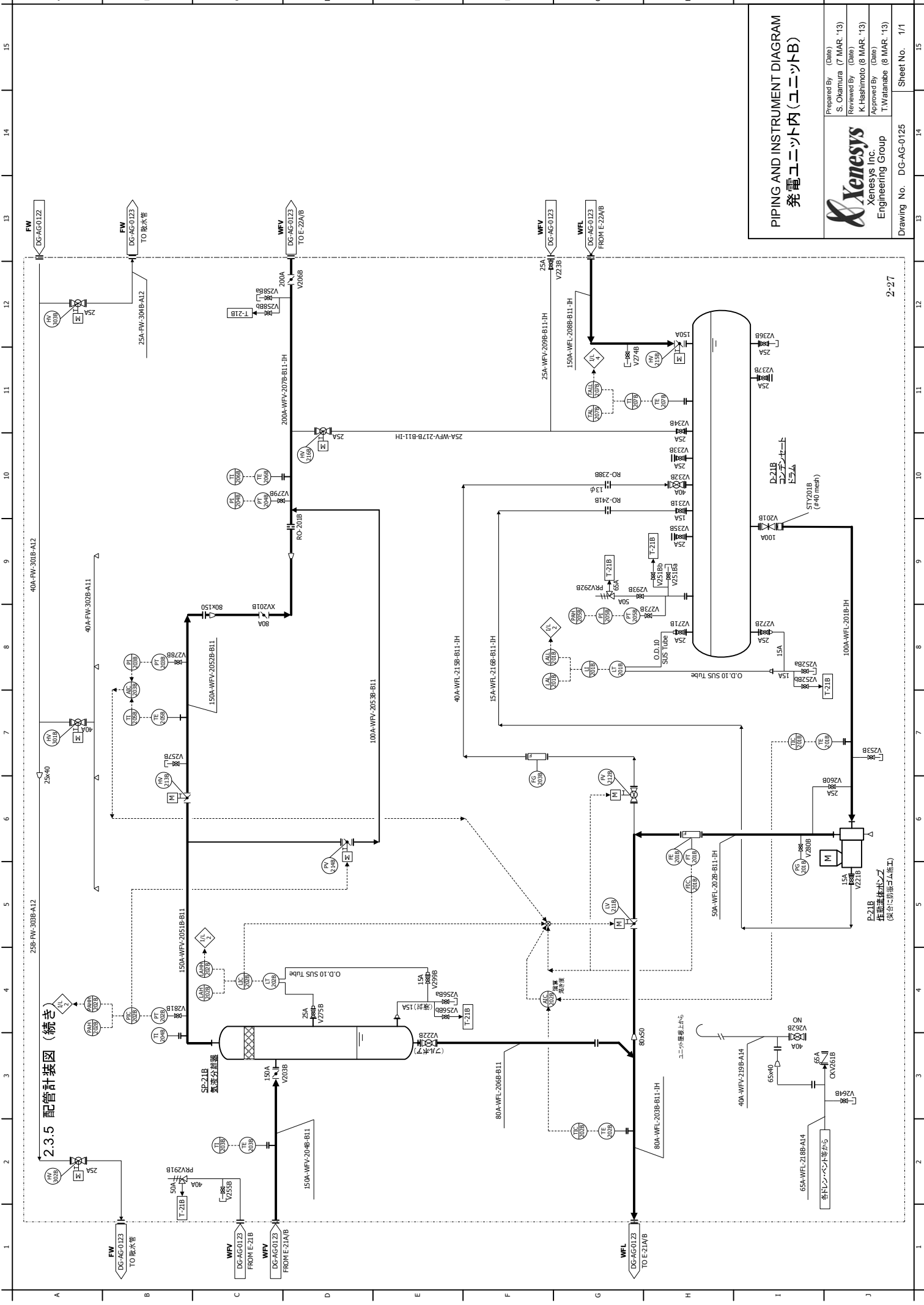


Prepared By (Date)  
S. Ohmura (7 MAR '13)

Reviewed By (Date)  
K. Hashimoto (8 MAR '13)

Approved By (Date)  
T. Watanabe (8 MAR '13)

Drawing No. DG-AG-0124  
Sheet No. 1/1



2.3.5 配管計装図 (続き)

**PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM**  
**発電ユニット内(ユニットB)**

Prepared By (Date)  
 S. Okamura (7 MAR. '13)

Reviewed By (Date)  
 K. Hashimoto (8 MAR. '13)

Approved By (Date)  
 T. Watanabe (8 MAR. '13)

Xenesys  
 Xenesys Inc.  
 Engineering Group

Drawing No. DG-AG-0125 Sheet No. 1/1

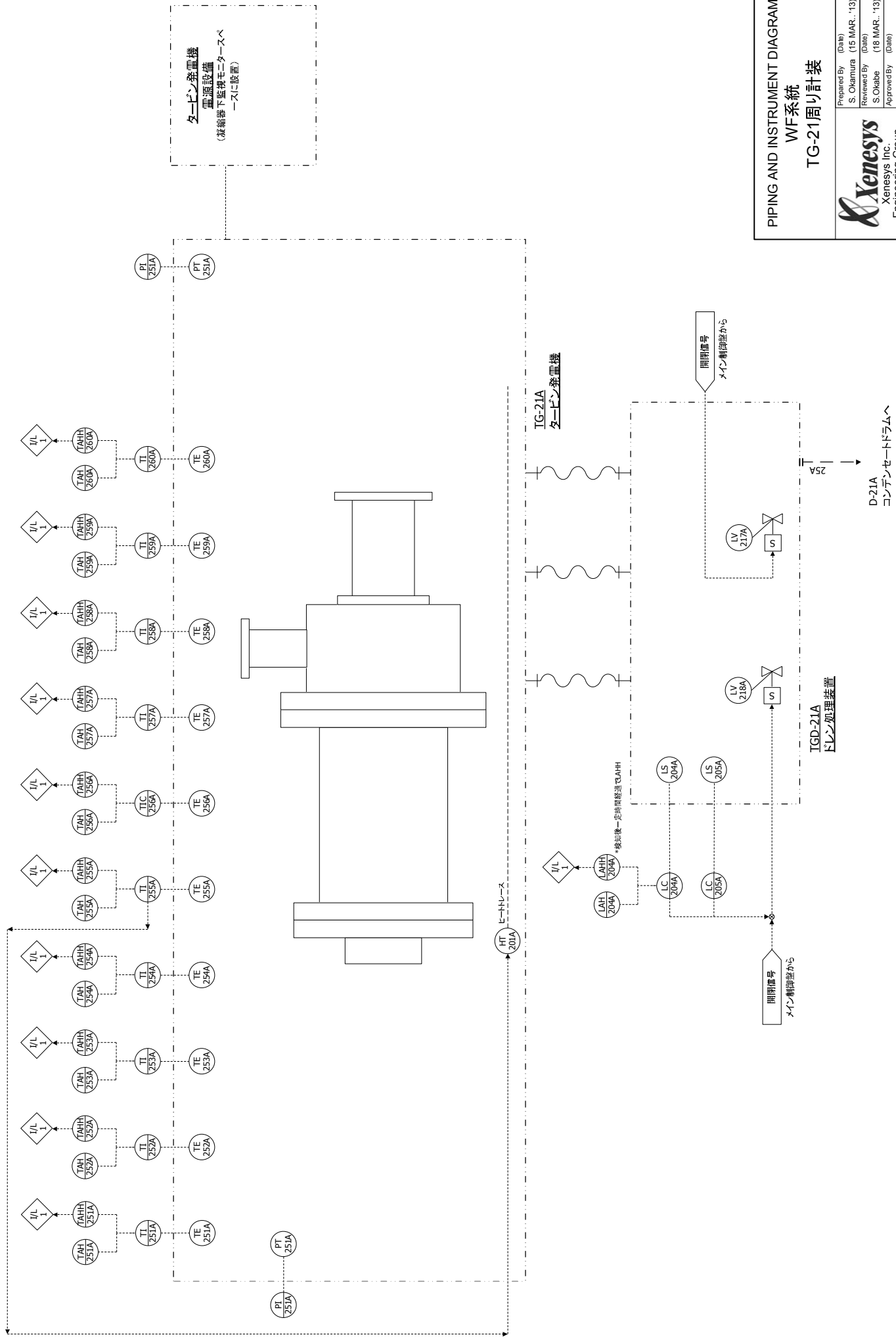
2-27

D-21B  
 圧縮機本体ボブ  
 (実寸に防振ゴム無し)

40A-WFV-219B-A14  
 香トレンベンポンプ等から

ユニット番号上から

2.3.5 配管計装図 (続き)

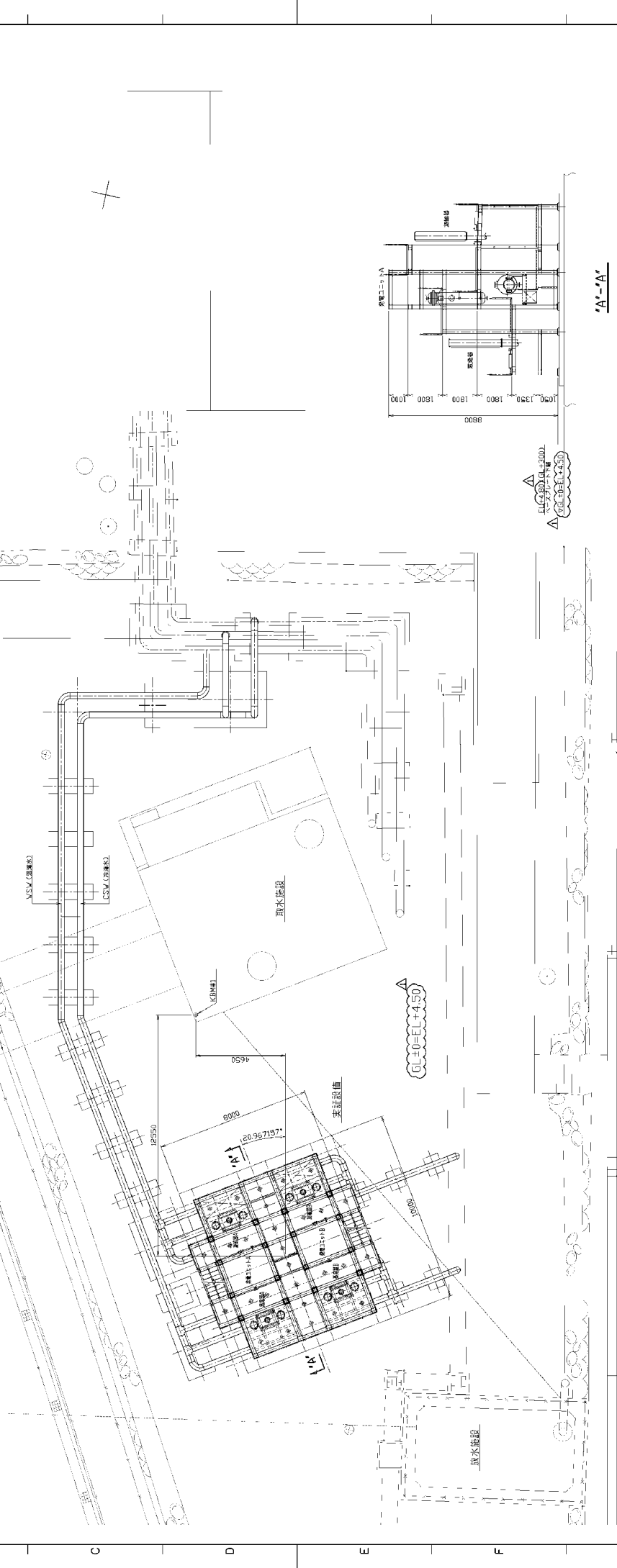


PIPING AND INSTRUMENT DIAGRAM  
WF系統  
TG-21周り計装

 Xenesys Inc. Engineering Group	Prepared By (Date) S. Okamura (15 MAR., '13)	Sheet No. 1/1
	Reviewed By (Date) S. Okabe (16 MAR., '13)	
	Approved By (Date) T. Watanabe (18 MAR., '13)	

Drawing No. DG-AG-0126

MARK			PARTICULARS			MATERIAL			NO. REQUIRED			MASS (kg)			REMARKS		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	



2.3.6 全体配置図

1 121023 基礎レベリ変更。 TK 窪谷 一 新沢  
 0 121017 新編調整する。 TK 窪谷 一 新沢

NO. DATE DESCRIPTION DRAWN CHECKED

SCALE 1/100

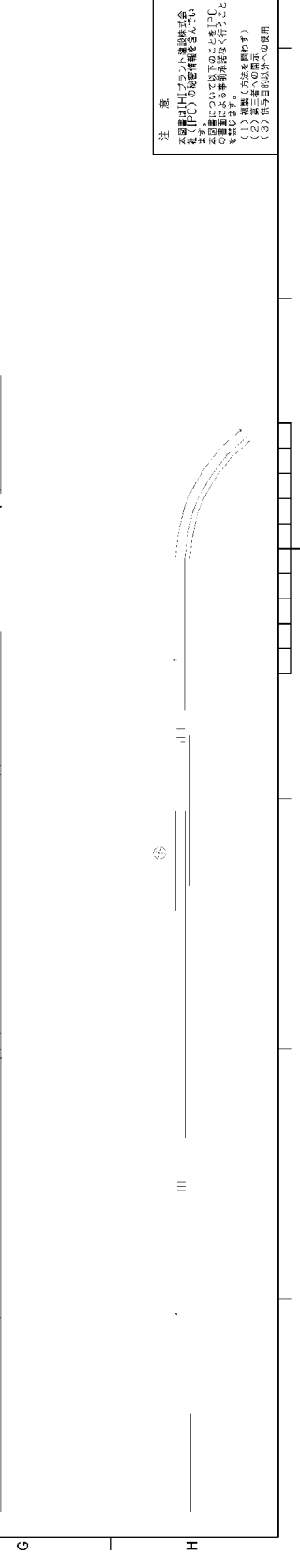
1ST ANGLE  
 ISOMETRIC  
 PROJECTION

沖繩県 建設本部  
 設計課  
 配管課

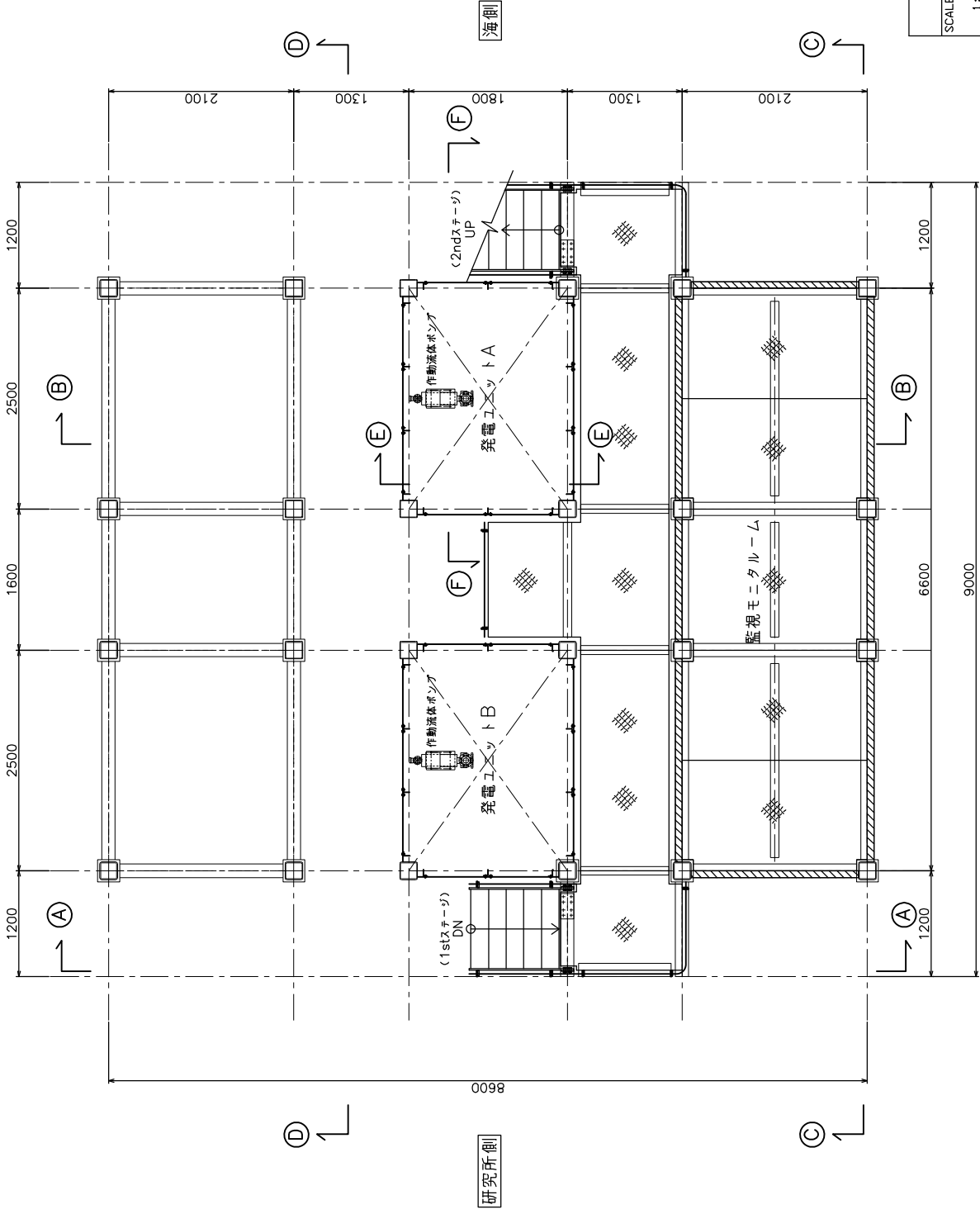
JOB NO. 52731-216  
 DRAWING NO. 06000-0001  
 REV. 1.1

IPG

IP Plant Construction Co., Ltd.  
 (652731216-P0000-0001 Rev.1) (1/1)



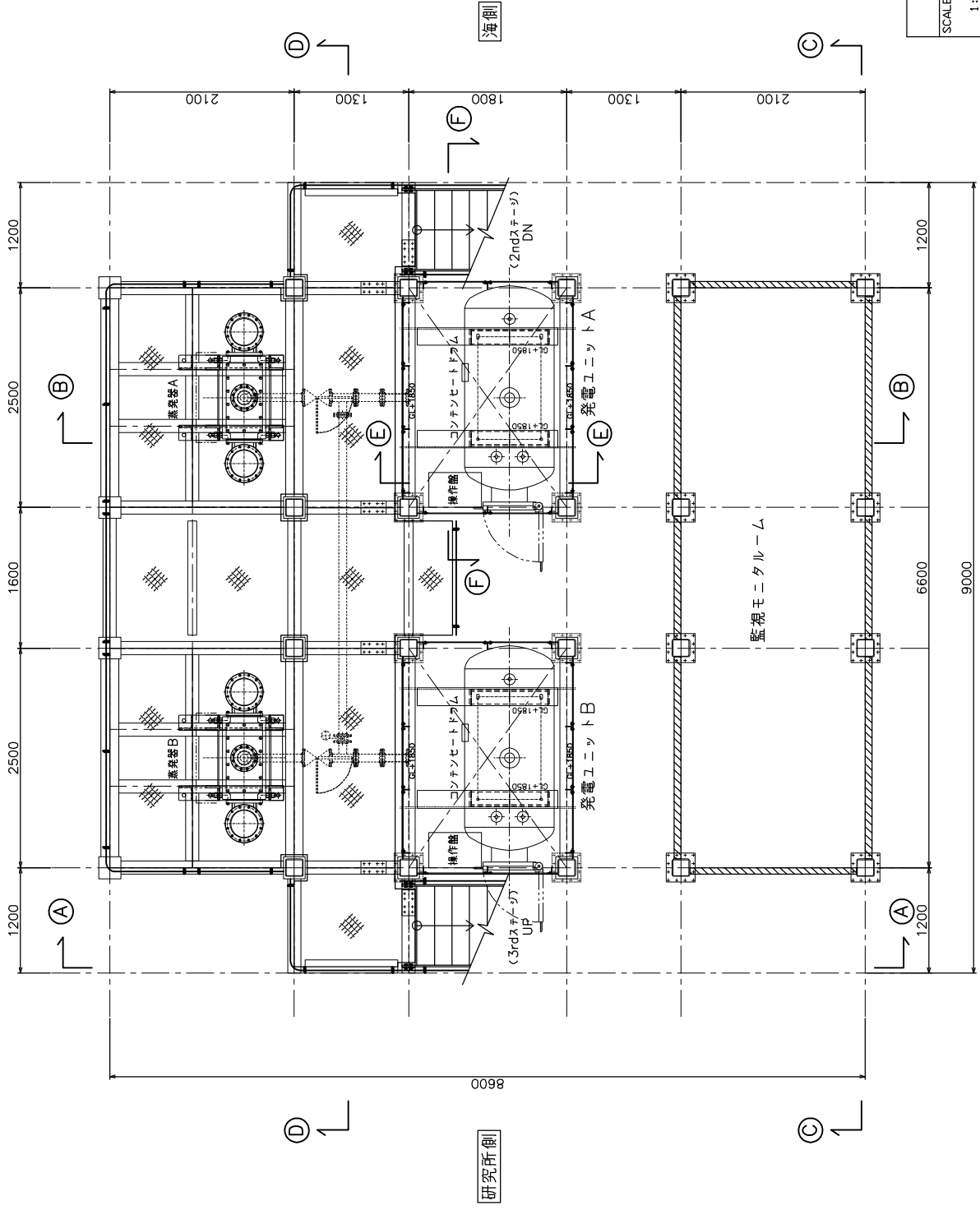
2.3.7 プロットプラン



海洋温度差発電実証試験設備	
SCALE	1:50
PLOT PLAN 1stステージ 平面図	
株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック <b>AMTEC</b> 技術部	
図面番号	K4000400
REV.	0

1stステージ 平面図

2.3.7 プロットプラン (続き)

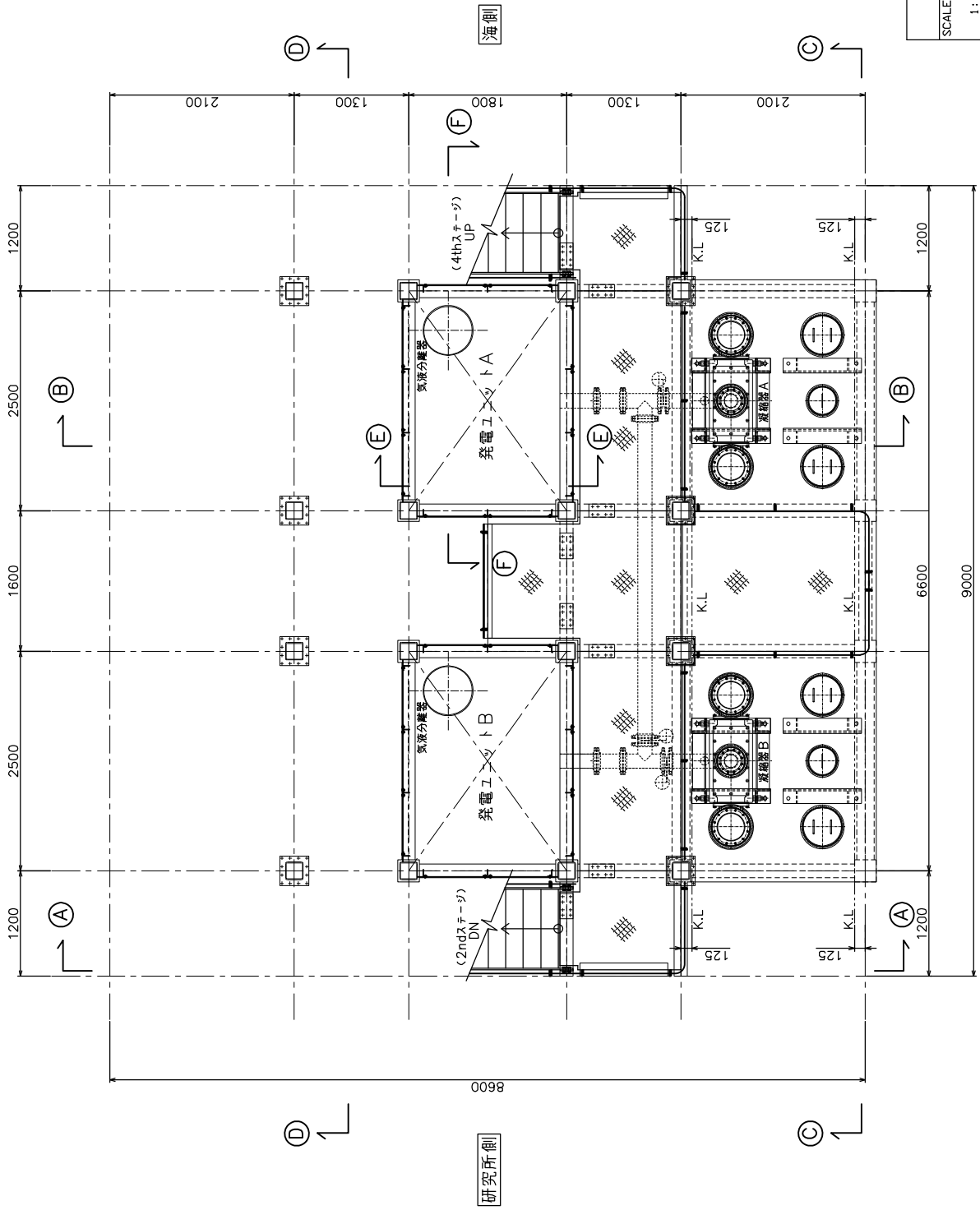


海洋温度差発電実証試験設備	
SCALE 1:50	PLOT PLAN 2nd スタージ 平面図
株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック <b>AIMEC</b> 技術部	
図面番号 K4000400	REV. 0

2-31

2nd スタージ 平面図

2.3.7 プロットプラン (続き)

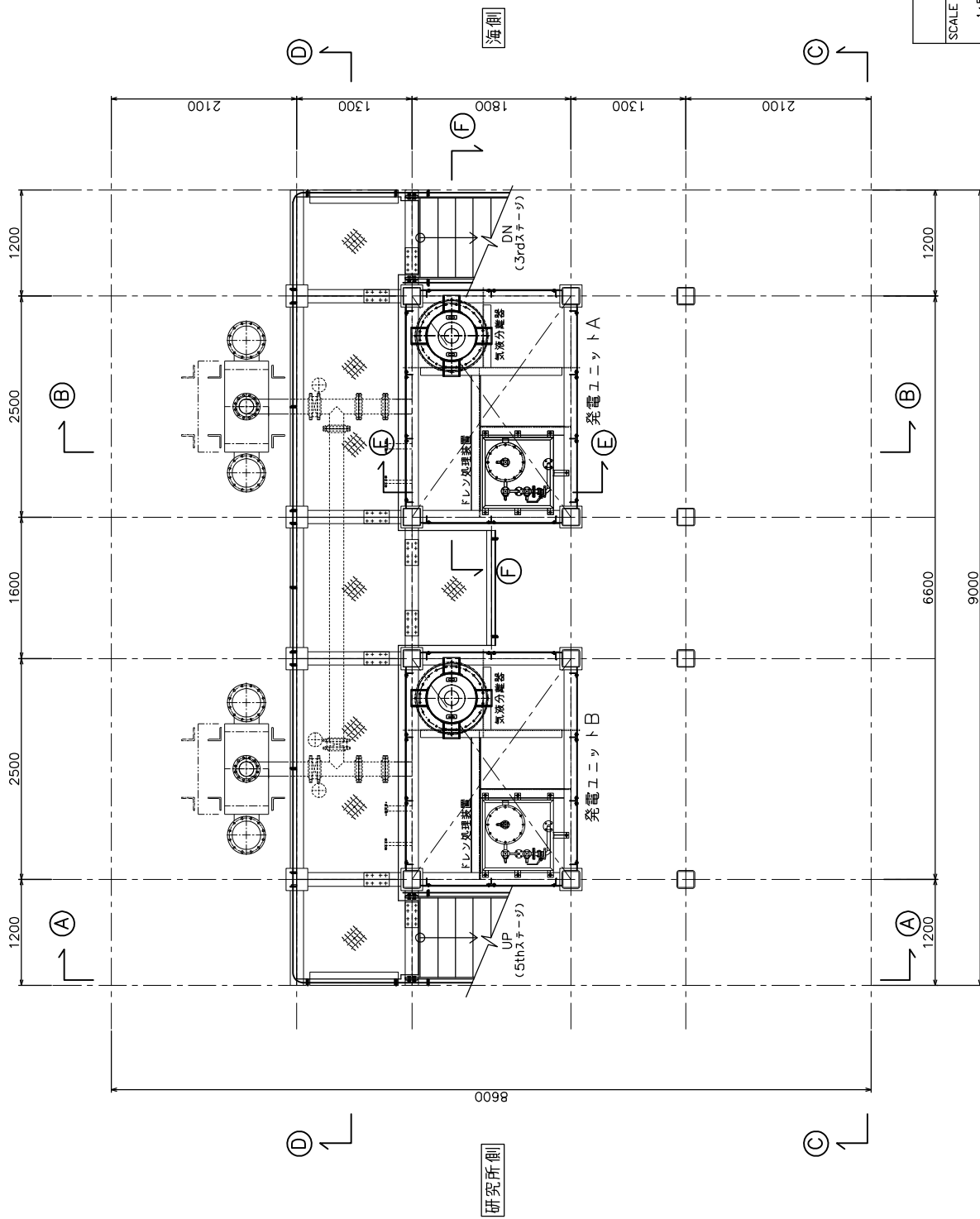


海洋温度差発電実証試験設備	
SCALE 1:50	PLOT PLAN 3rd スタージ 平面図
株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック <b>AMTEC</b> 技術部	
REV. 0	3/12

3rd スタージ 平面図



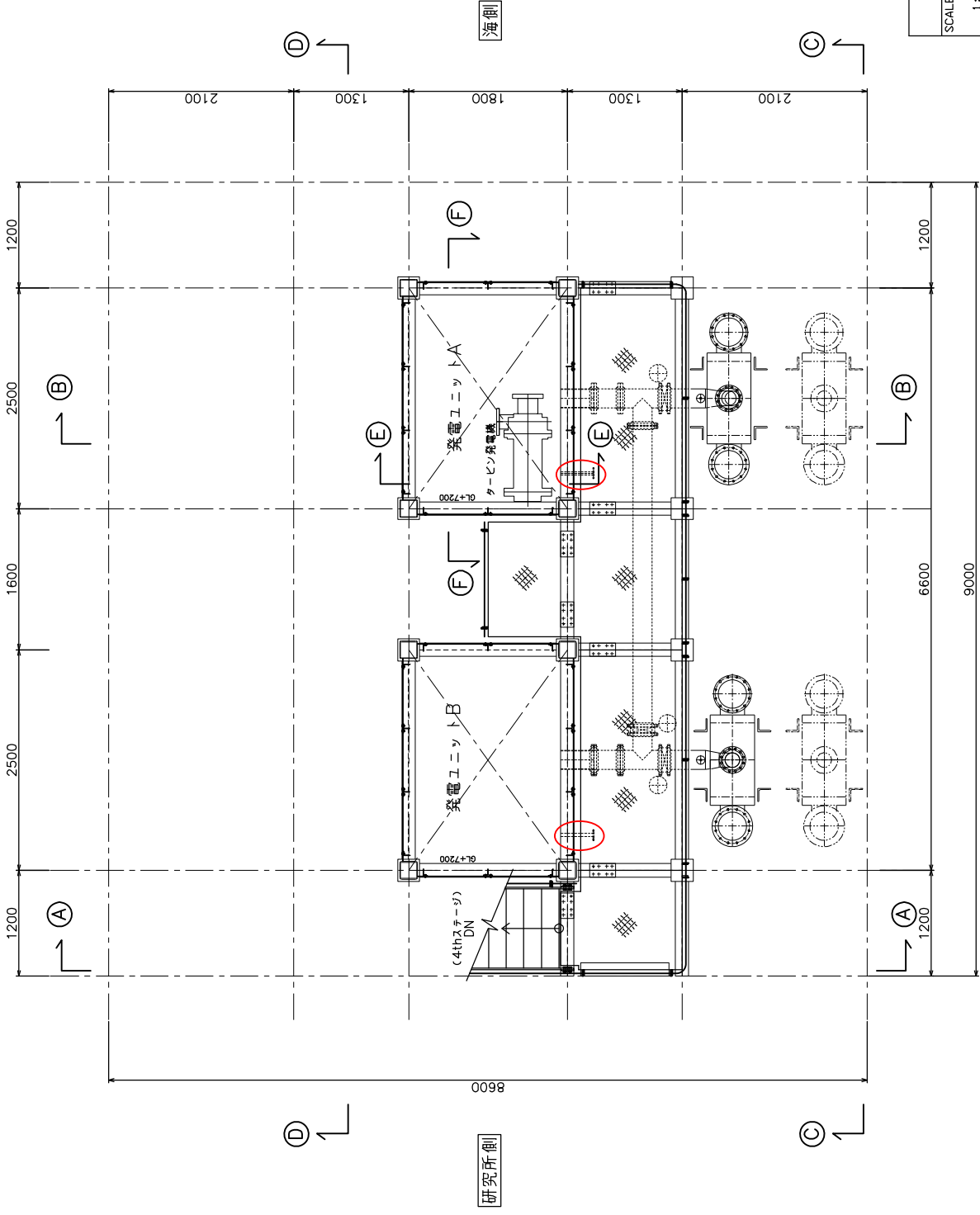
2.3.7 プロットプラン (続き)



海洋温度差発電実証試験設備	
SCALE	1:50
PLOT PLAN 4thステージ 平面図	
株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック <b>AMTEC</b> 技術部	
図面番号	K4000400
REV.	0
	4/12

4thステージ 平面図

2.3.7 プロットプラン (続き)



SCALE 1:50

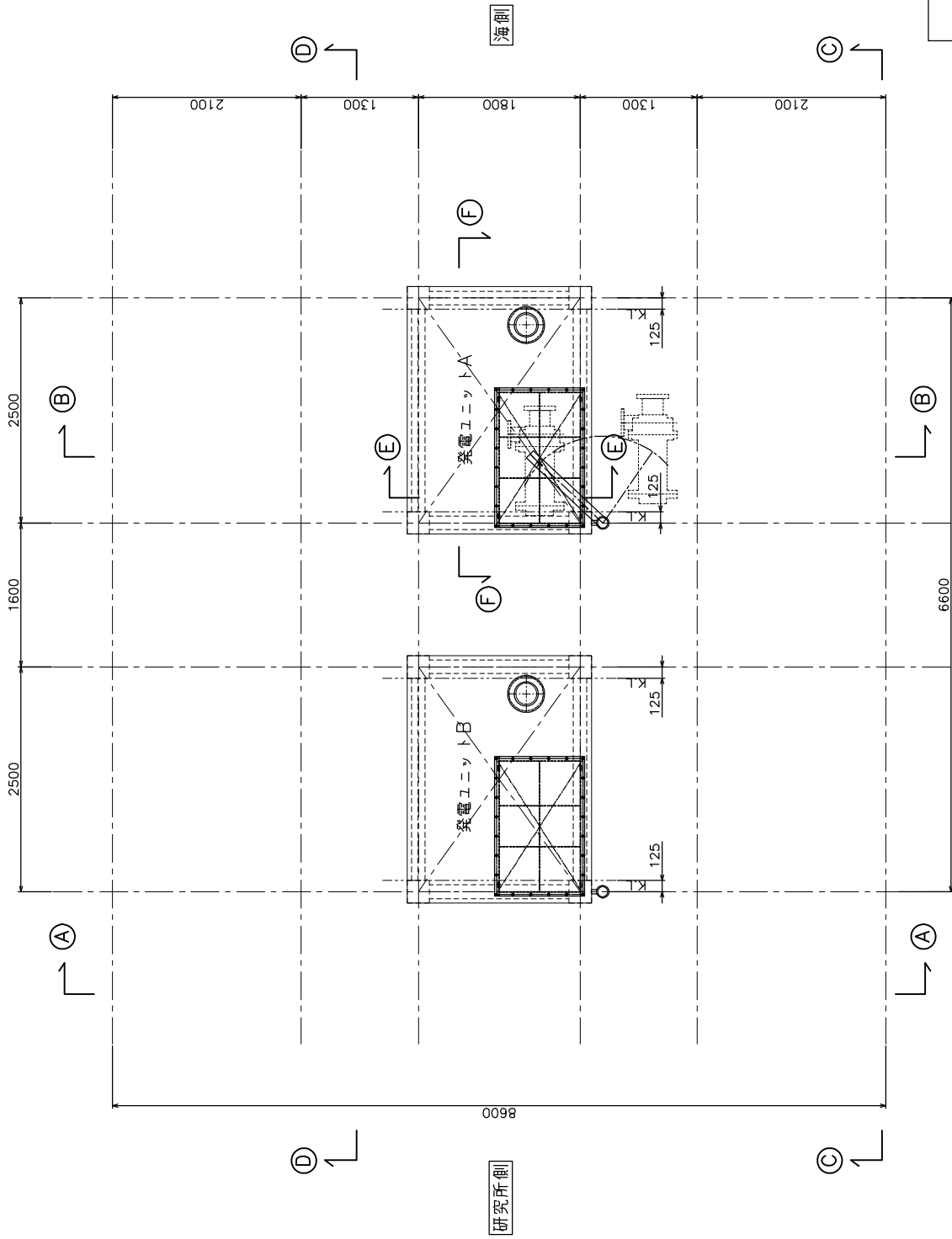
海洋温度差発電実証試験設備  
PLOT PLAN  
5th ステージ 平面図

株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック  
**AMTEC** 技術部

図面番号 K4000400  
REV. 0

5th ステージ 平面図

2.3.7 プロットプラン (続き)



海洋温度差発電実証試験設備

SCALE

1:50

PLOT PLAN  
PH ステージ 平面図

株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック



技術部

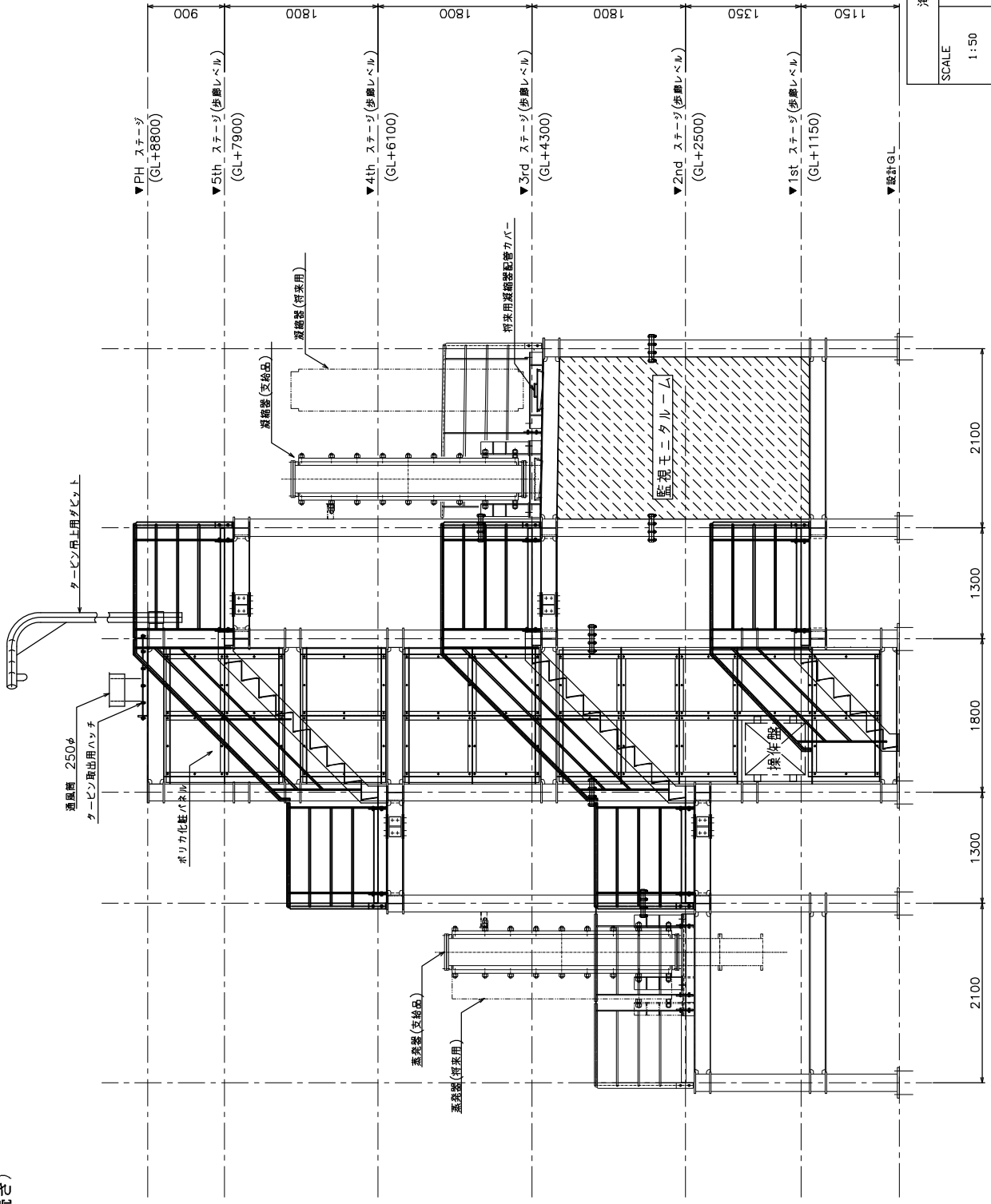
図面番号 K4000400

2-35

REV. 0

PH ステージ 平面図

2.3.7 プロットプラン (続き)



PLLOT PLAN  
④ - ④ 側面図

株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック  
**AMTEC** 技術部

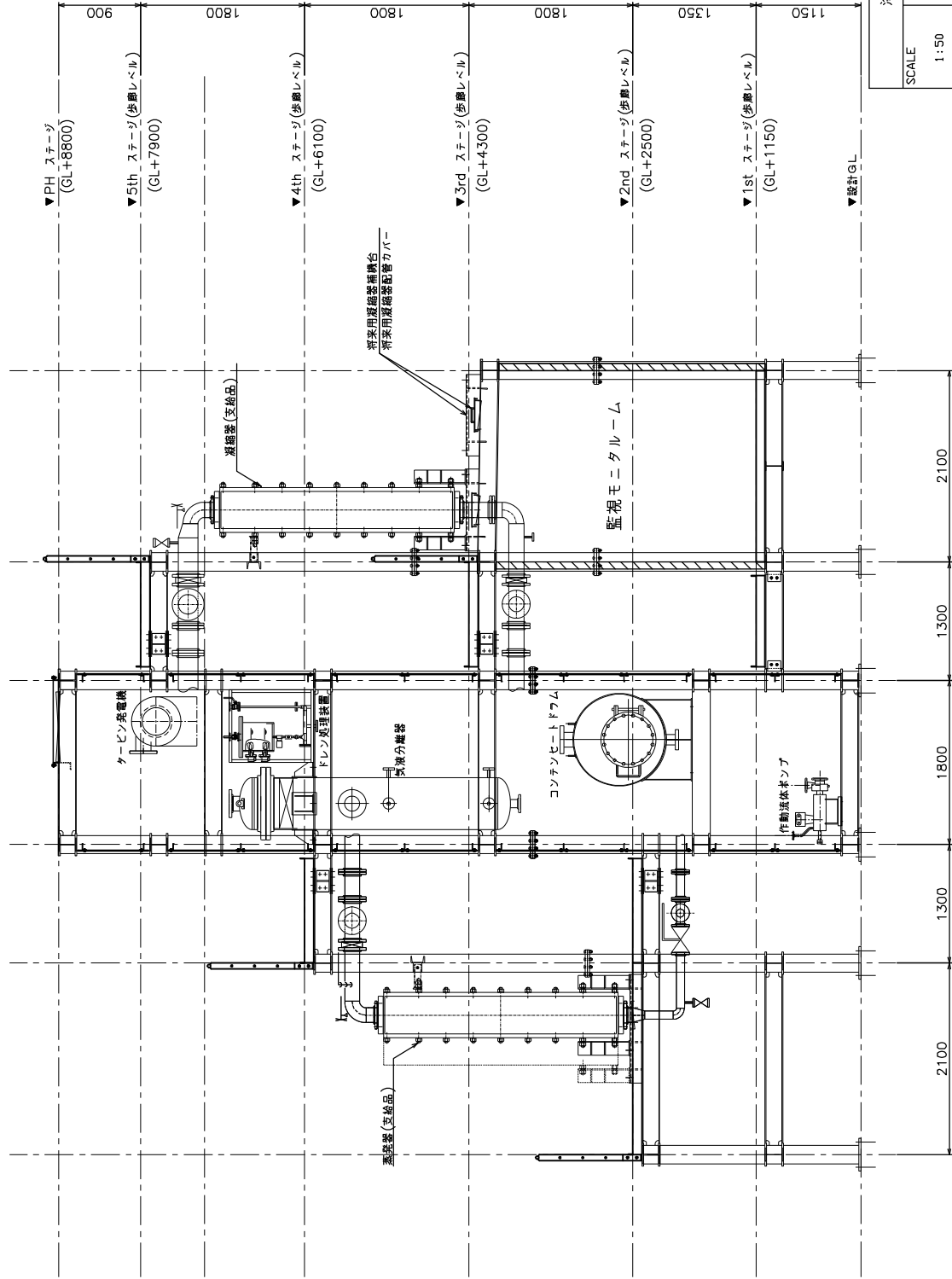
図面番号 K4000400  
REV. 0  
7/12

④ - ④ 側面図

2-36

海洋温度差発電実証試験設備

2.3.7 プロットプラン (続き)



海洋温度差発電実証試験設備

SCALE

1:50

PLLOT PLAN

㊸ - ㊸ 側面図

株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック

**AMTEC** 技術部

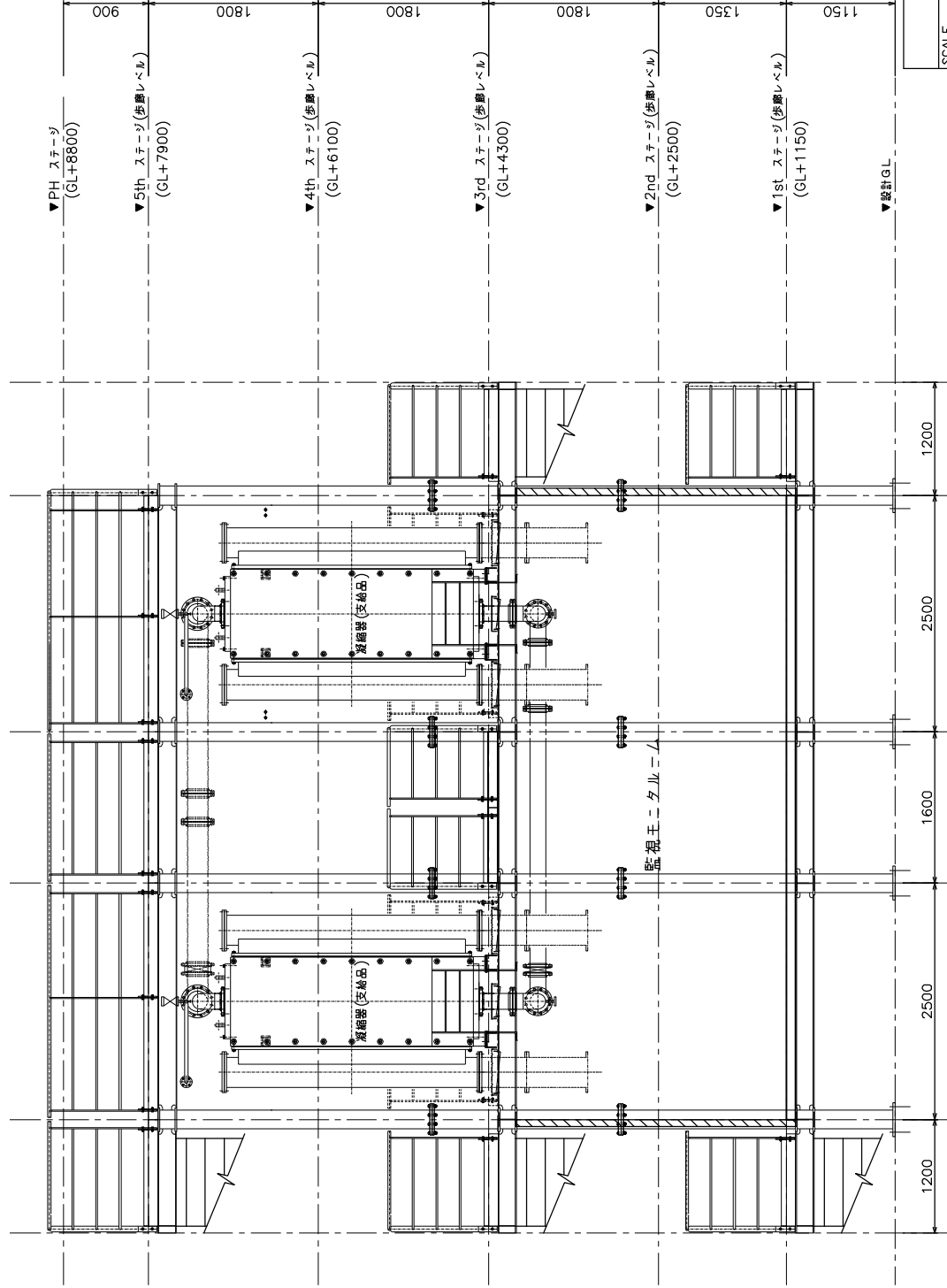
2-37

図面番号 K4000400

REV. 0

㊸ - ㊸ 側面図

2.3.7 プロットプラン (続き)

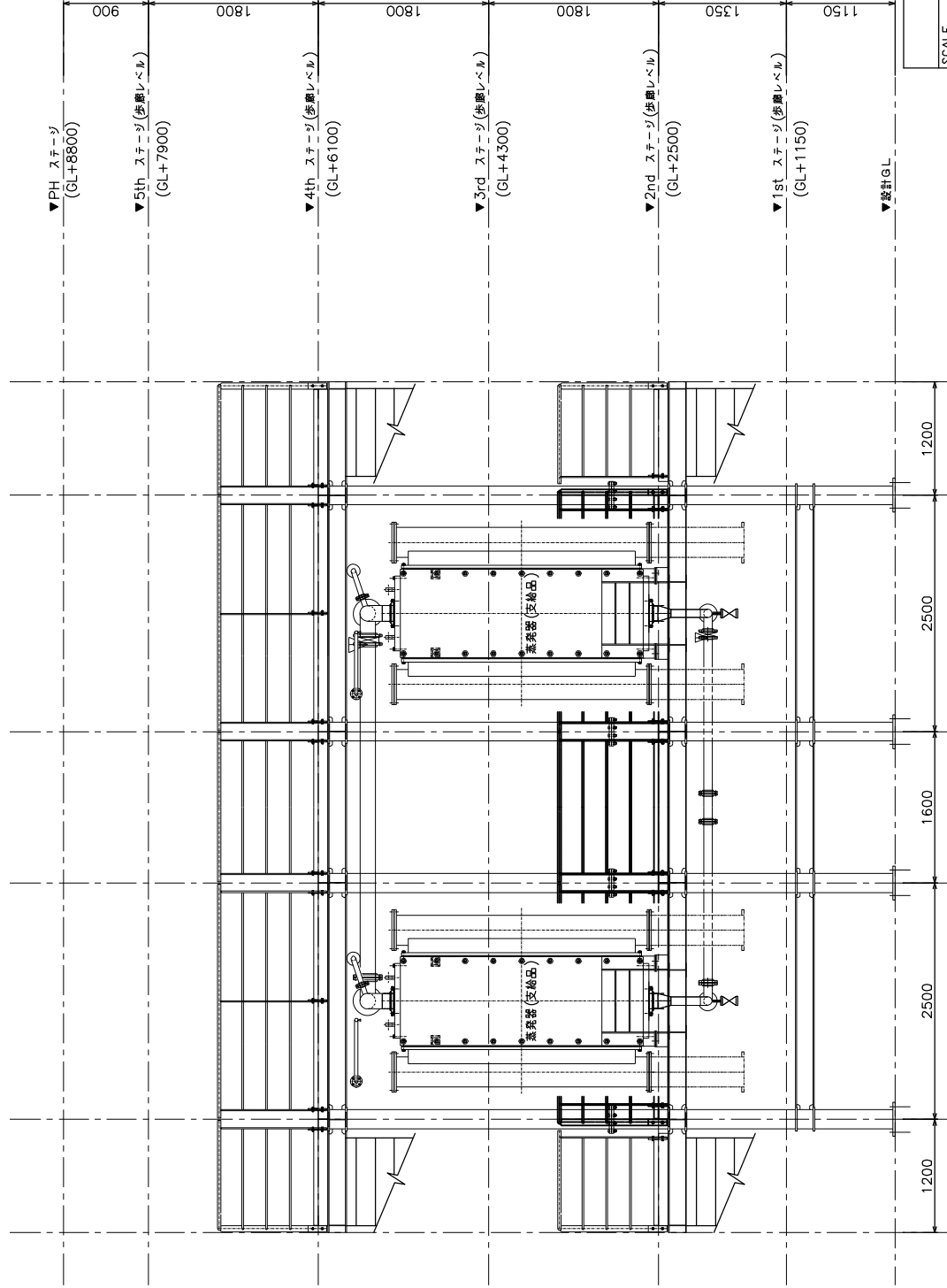


①-① 側面図

SCALE		PLOT PLAN	
1:50		①-① 凍結器側 側面図	
株式会社 アイ・エイチ・アイ・アムテック			
AMTEC 技術部			
図面番号	K4000400	REV.	9/12

海洋温度差発電実証試験設備

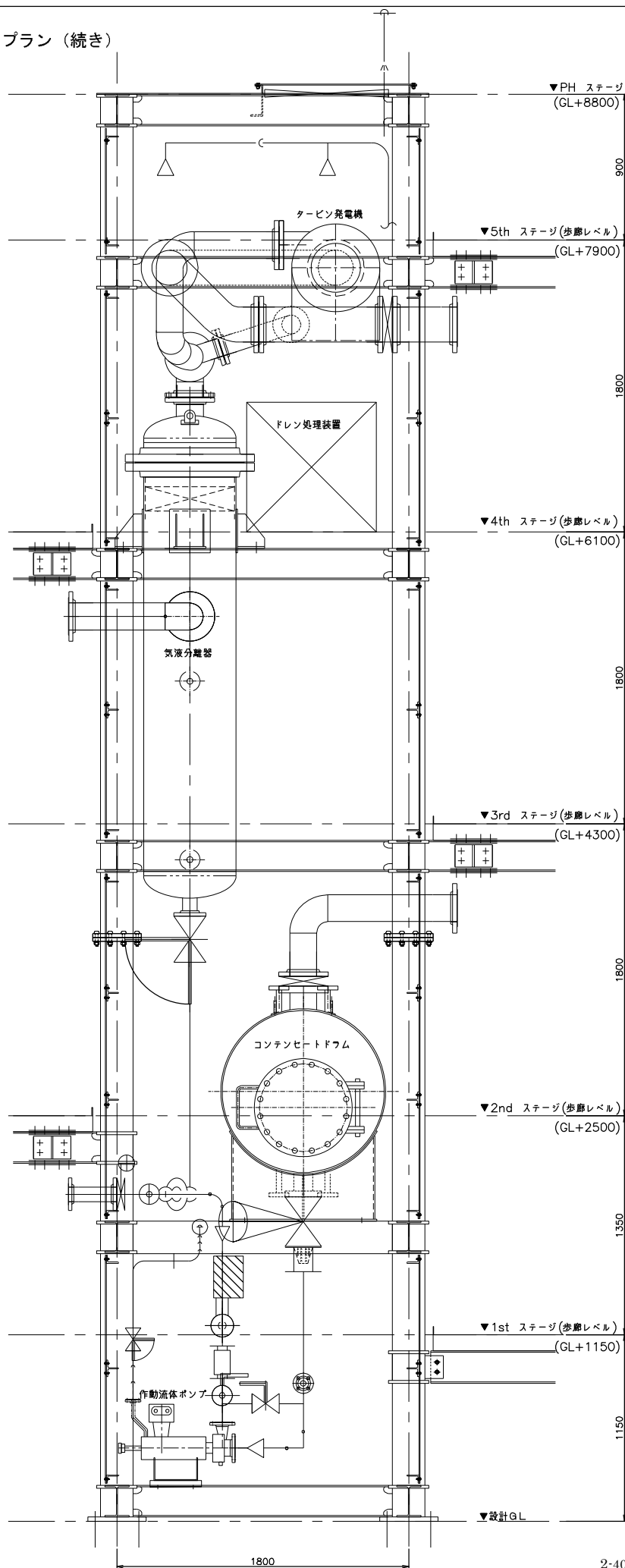
2.3.7 プロットプラン (続き)



① - ① 側面図

海洋温度差発電実証試験設備	
SCALE	PLOT PLAN
1:50	① - ① 蒸気室側 側面図
株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック	
AIMTEC 技術部	
図面番号	REV.
K4000400	0

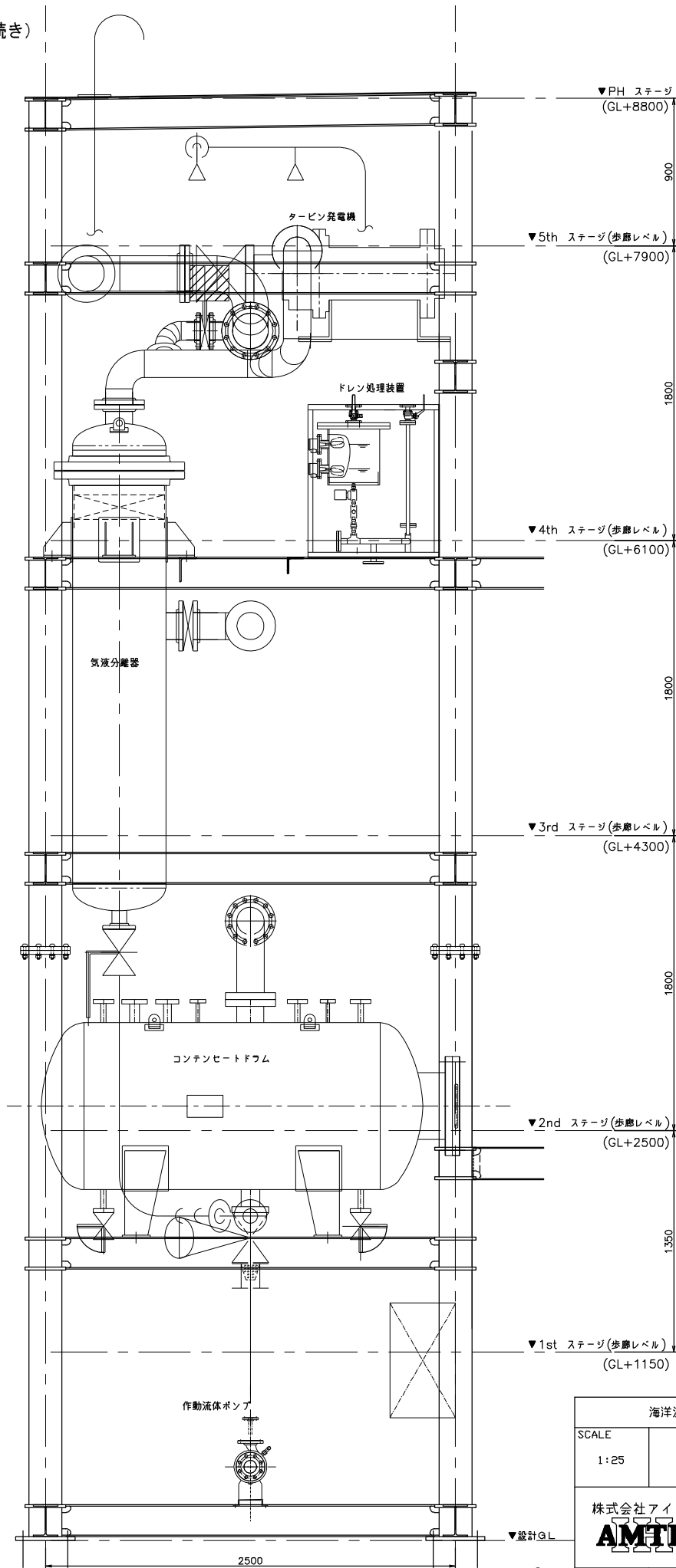
2.3.7 プロットプラン (続き)



海洋温度差発電実証試験設備	
SCALE 1:25	PLOT PLAN E - E Aユニット側 側面図
株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック <b>AMTEC</b> 技術部	
図面番号	K4000400
REV.	0 1/12



2.3.7 プロットプラン (続き)



海洋温度差発電実証試験設備	
SCALE	1:25
PLOT PLAN	
⑦ - ⑥ Aユニット側 側面図	
株式会社アイ・エイチ・アイ・アムテック	
<b>AMTEC</b> 技術部	
図面番号	K4000400
REV.	0 11/12