

2018 年 7 月 17 日

ロボット国際競技大会 (World Robot Summit)
インフラ災害対応分野 プラント災害予防種目
プレ大会 (2018) 競技ルール Ver. 1.05

本ルールは変更されることがある。

最新版については <http://worldrobotsummit.org/> を参照すること

目次

1. 競技シナリオと背景	5
2. 競技フィールド	6
2.1 模擬プラント概要	6
2.2 競技フィールド概要	7
3. 競技ミッション	8
ミッション P1 : Inspection/Maintenance (日常点検/設備調整)	9
ミッション P3 : Diagnosis (設備診断)	13
ミッション P4 : Disaster Response: Initial fire extinction (災害対応：初期消火)	15
ミッション P5 : Disaster Response: Search (災害対応：要救助者搜索)	17
4. 点検対象	18
4.1 設備／構造物の概要	18
4.1.1 配管群	18
4.1.2 ポンプ	18
4.1.3 小型タンク	20
4.1.4 ボイラ	20
4.2 点検／調整対象の概要	22
4.2.1 圧力計	22
4.2.2 温度計	22

4.2.3 水位計	23
4.2.4 バルブ	23
4.3 変状	24
4.4 路面の種類	24
4.5 瓦礫	24
5. 競技スケジュール	25
6. 得点について	25
6.1 ミッションポイント：ミッション達成レベルの評価	25
6.2 技術ポイント：ロボット技術レベルの評価	25
6.3 時間ポイント：達成時間の評価	25
6.4 得点集計および決勝進出条件	26
7. チームメンバー	26
8. 競技ロボット	26
9. ミッションに関すること	28
10. 通信ネットワーク	28

11. 受賞 28

12. その他 28

1. 競技シナリオと背景

本競技では、製造／製油／製鉄などのプラントにおける日常点検／検査および異常発生時応急対応を競技テーマとする。様々なプラントに対応できるような競技タスクおよびミッションを設定する。

プラント点検に関するロボット導入の利点

[日常点検の無人自動化] 海上プラント等作業員派遣が困難な場所や、危険な場所（環境）にある設備（ポンプ、タンク、ボイラ）・構造物の点検（見回り）・健全性評価診断を無人自動化できれば、点検時の人的事故を防ぐことができる。

[異常（変状）の早期発見] 人的ミスによる異常発生、設備の老朽化や経年劣化による設備の破損。それらを要因とする設備機能不全、事故（爆発（ガス漏れ）、火災（有毒ガス発生）、有害物質の流出）などを、ロボットの導入により定期点検頻度を上げることにより未然に防ぐことができる。また、高温環境下や危険のリスクが高い設備の点検・検査作業は該当設備を停止しなければ実施できない場合がある。このような環境に対するロボット導入は、稼働中でも点検検査作業を可能にすることから、設備の稼働率向上が期待される。

[災害対応] 災害により、配管の一部が破損することで、可燃性ガスの漏れが発生し、爆発および火災が発生する可能性あり。災害発生後は、速やかに燃料配管のバルブを閉じるとともに、可燃性ガスが充満している雰囲気中の設備装置付近にあるスプリンクラー（シャワー）や泡消火設備のバルブを開くことができれば、迅速な初期消火対応が可能となる。

2. 競技フィールド

競技フィールドは、実際のプラントを再現したものとする。事前にプラントレイアウト、各種ターゲットの配置やその他の詳細については、技術情報として随時公開する。

2.1 模擬プラント概要

2020 年の本大会は、福島県南相馬市に建設予定の W10m×D12m×H30m の 6 階建ての建物で実施する予定である。各階は、以下のような構成であり、各階の高さは 5m である。

- 1 階：基本設備（ポンプ、ボイラ、小型タンク、配管群）
- 2 階：配管群
- 3/4 階：中大型タンク
- 5/6 階：煙突



模擬プラント完成予想

2018 年プレ大会では、東京ビックサイトにて、基本設備と配管群を中心に小規模な模擬プラントを設置して開催する。

2.2 競技フィールド概要

プレ大会での点検対象設備は、パイプ群(A)/(B)、ポンプ、小型タンク、ボイラー、大型タンク壁面とし、競技フィールドは、図1に示すように各設備エリアに区分される。各競技ミッションは、該当の設備エリアで構成されるミッションゾーン内で行う。

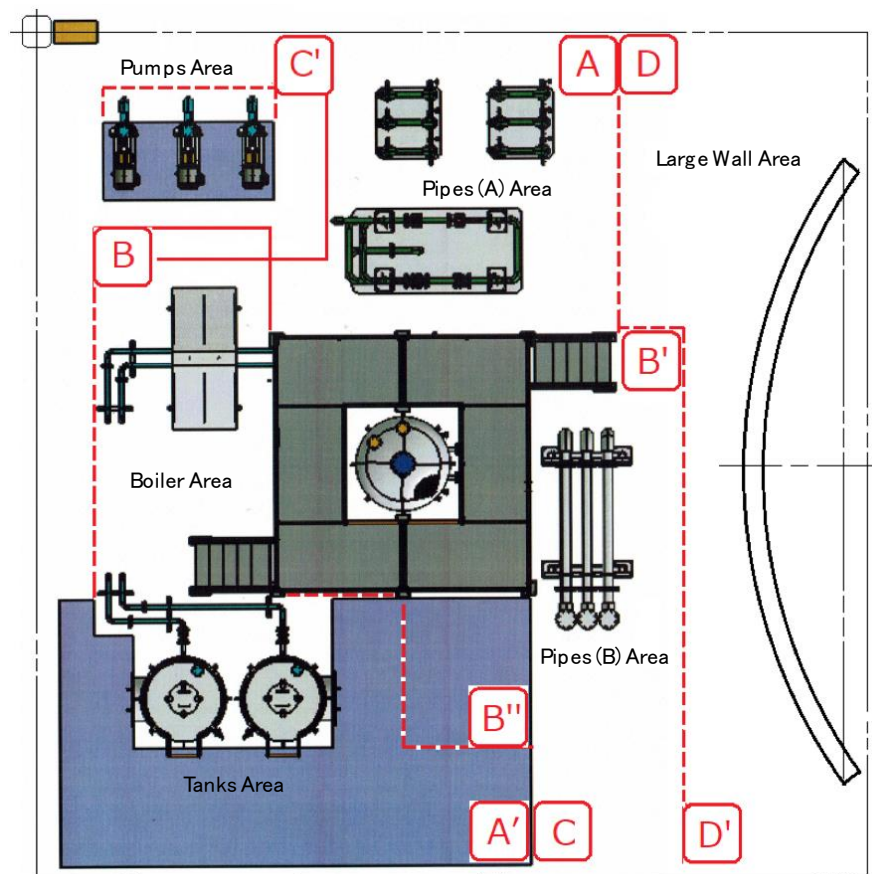


図1: プラント災害予防チャレンジ競技フィールドレイアウト



:スタートおよびエンドエリア（900mm x 900mm 四方）

----- : 侵入禁止ライン、 ————— : ミッションライン

3. 競技ミッション

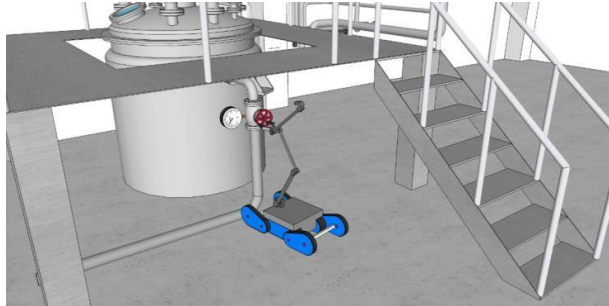
プラント点検ロボットの性能を評価するために、5つの競技ミッションが用意される。各競技ミッションは、それぞれの点検作業指示書にもとづき行われ、ミッションに応じた競技タスク（点検調査、作業）が設定されている。各競技ミッションは指定されたゾーン（ミッションゾーン）内で行われ、ロボットは、各ミッションゾーン内に設定されたスタートエリアから指定されたエンドエリアまで移動し、点検作業指示書に従い各競技タスクを実施する。全ての競技タスクを終了したのちは、スタートエリアまで戻る。ただし、各競技タスクを行う順番は任意とする。

競技終了後、次の競技が始まるまでに、指定された様式の報告書に点検および作業内容を記載し提出する。デジタルデータの場合はUSBスティックメモリに記録したものを提出する。予選競技の順位は、各ミッションで取得した競技ポイントの総合計点数によって決定される。競技ポイントは、ミッションポイント、技術ポイント、時間ポイントの合計点数とする。各ポイントの詳細は6章で説明する。自律制御により競技ミッションを行う場合は、「移動」、「点検（作業）」、「報告」の各段階においてオペレータの介在を認める。

以下、各競技ミッションの概要と競技タスクについて説明する。

ミッション P1：Inspection/Maintenance（日常点検/設備調整）

競技課題：プラントにおける日常点検は、数名のスタッフにより、1日に数回実施されている。遠隔操縦／自律移動ロボットにより、点検の省力化を図りたい。そこで本ミッションでは、ロボットは設備装置の稼働状態を見回り点検し、指定された場所にあるメータなどの数値を読み取り、その数値を報告する。また、指定された状態になるよう設備装置の調整を行う。



要求される能力：

〔移動〕 移動空間は通路（一部幅が狭い場所がある：約 600mm）、階段、配管群で構成され、路面材質はコンクリート、グレーチング、チェッカープレートなどである。ロボットはこの空間を移動する能力が要求される。

〔観察・操作〕 点検・操作対象は、事前に場所および形状が分かっているメータやバルブハンドル等である。ロボットは実装されているセンサやマニピュレータ等を使用し、これらの対象を点検・操作する能力が要求される。

〔環境適応〕 複数の設備装置の周辺に配管群が複雑に張り巡らされているプラントの平常時環境でタスクが実行できる環境適応能力がロボットに要求される。

〔技術チャレンジ〕 メータの値を自動認識するとともに、その数値の動的な変化に対応してフィードバック的にバルブ操作をできる能力。実用レベルの処理能力（速さと正確さ）。自律移動による点検能力。

競技タスク内容と得点：

各点検対象設備について点検作業指示書にもとづき日常点検を行う。

パイプ群(A)

(1) 圧力計の数値確認

水平および鉛直方向に配置された圧力計の目盛りの読み取り数値を報告：10 点/箇所
（ただし、設置場所による得点差あり）

(2) バルブの開閉

水平および鉛直方向に配置されたバルブのハンドルを 90 度回す：10 点/箇所
（ただし、設置場所による得点差あり）

(3) バルブの調整

水平および鉛直方向に配置されたバルブのハンドルを指定された角度に回す：10 点/箇所
（ただし、設置場所による得点差あり）

ポンプ 3 台

(1) 稼働状態の確認

制御盤 LED 表示を認識し状態を報告：10 点

(2) 圧力計の数値確認

目盛りの読み取り数値を報告：10 点/台

(3) バルブの開閉

バルブのハンドルを 90 度回す：10 点/台

タンク 2 器

(1) 水位計の数値確認

目盛りの読み取り数値を報告：10 点/器

(2) バルブの開閉

バルブのハンドルを 90 度回す：10 点/器

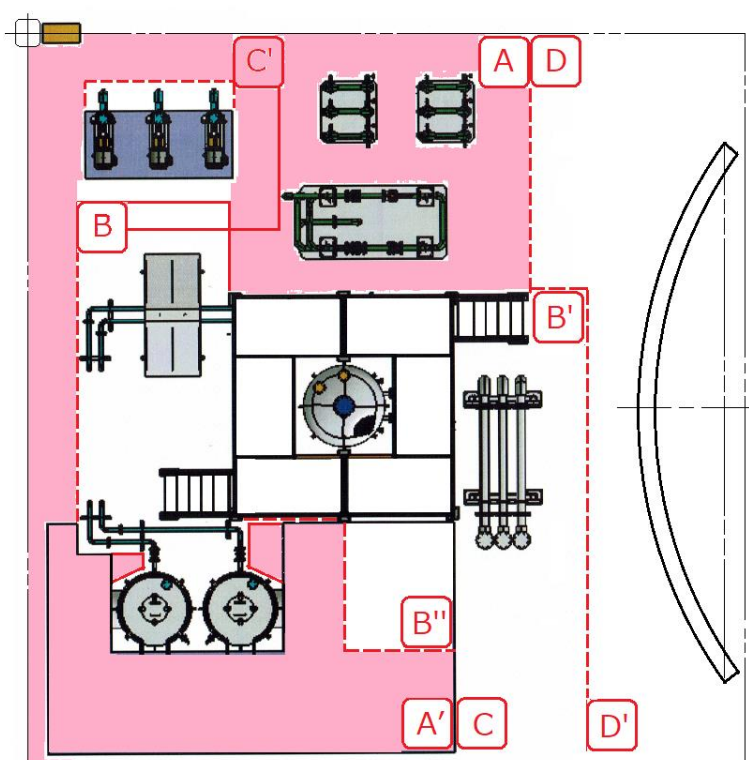


図 2: ミッションゾーン P1

技術ポイント加点条件の例：

[移動] 作業指示にもとづきスタートゾーンからエンドゾーンまで自己位置推定法などを用いて自律移動ができる。

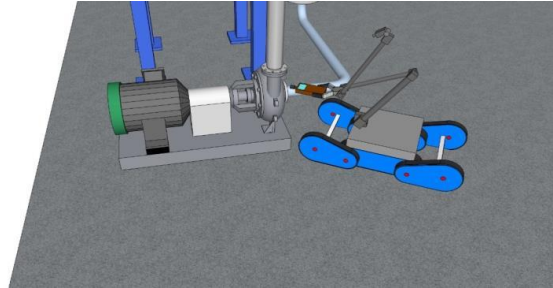
[点検（メーター）] 点検対象（圧力計、水位計、ポンプ制御盤 LED）の位置を画像処理などで自動認識し、自律的なロボット本体及びマニピュレータの姿勢制御により、メータの文字盤を鮮明に表示することができる。

[調整（ハンドル／レバー操作）] ハンドルやレバーの位置を自動認識し、自律的なマニピュレータの姿勢制御やエンドエフェクタのハンドリング制御によりハンドル／レバーを把持できるとともに適切な回転操作ができる。

[報告] 該当なし

ミッション P2：Fault Detection（異常検知）

競技課題：プラントでは定期的に計測デバイスを用いた詳細点検が行われている。センサ技術や解析技術の活用により、異常の早期発見を図りたい。そこで本ミッションでは、ロボットは定期点検を指示された設備装置の老朽化／経年劣化、人為的なミスなどによる異常を迅速に発見し、その場所と内容を報告する。



要求される能力：

[移動] ミッション P1 と同様

[観察・操作] 点検項目は、各設備の異常熱源有無、ガス漏れ（濃度）、異常音/振動有無、ボルト締結部緩み、水漏れなどの異常検知である。ロボットは、実装されているセンサやカメラ等を使用し異常検知を行う。異常発生場所は未知、異常事象は事前に大会運営者により規定され既知である、異常事象の計測装置は、大会運営者が用意する計測器を使用しても構わないが、各チームで装置を用意しても良い。

※貸与予定計測器：振動計 VM-82A (RION)、騒音計 NL-42 (RION)

[環境適応] ミッション P1 と同様

技術チャレンジ：発生箇所未知な環境での異常検知。既存の計測機器を活用や、ロボットへの計測装置統合技術（インテグレーション技術）。実用レベルの処理能力（速さと正確さ）。自律移動による点検能力。

競技タスクの内容と得点：

各点検対象設備について点検作業指示書にもとづき異常の検知を行う。

パイプ群(B)

- (1) フランジ部のボルト緩みを発見
ボルトの緩み有無を報告：10 点/箇所
- (2) フランジ部の錆びたボルトを発見
錆びたボルトの有無を報告：10 点/箇所
- (3) 配管部のガス漏れを発見する
二酸化炭素濃度を報告：10 点
- (4) 配管表面温度の異常を発見
異常温度の場所と温度（適正值との差）を報告：10 点

ポンプ 3 台

- (1) 異常ポンプを特定
異常のあるポンプを特定しポンプ番号を報告：10 点
- (2) 架台部のボルト緩みを発見

- 緩んでいるボルトの位置と本数を報告：10 点/箇所
- (3) 架台部のボルトのサビを発見
- 錆びているボルトの位置と本数を報告：10 点/箇所

タンク 2 器

- (1) タンク内酸素濃度を測定する
- 酸素濃度測定値を報告：40 点/器

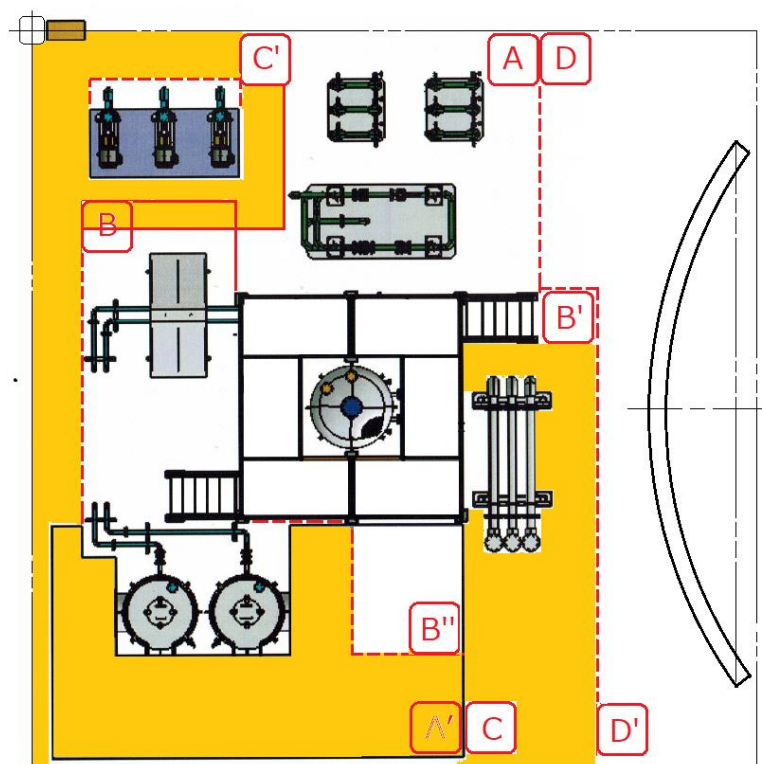


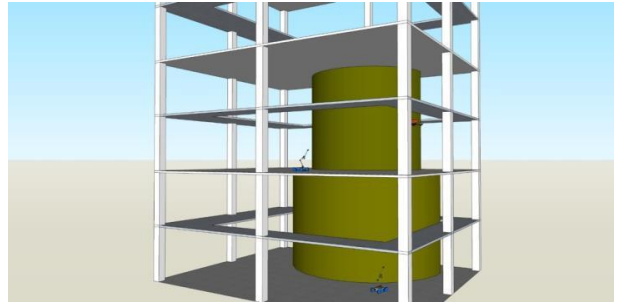
図 3: ミッションゾーン P2

技術ポイント加点条件の例：

- [移動] 作業指示にもとづきスタートゾーンからエンドゾーンまで自己位置推定法などを用いて自律移動ができる。
- [点検（ボルト）] ボルトの位置を画像処理などで自動認識し、自律的なロボット本体及びマニピュレータの姿勢制御により、ボルト頭部にエンドエフェクタを正対することができる。
- [報告] ボルトの締付軸力／トルク、ポンプの振動 RMS 値／音圧などの数値を報告することができる。

ミッション P3 : Diagnosis (設備診断)

競技課題：プラントでは、数年に一度修理改修を想定した大規模な点検が行なわれている。また、プラント操業を停止し清掃作業を行う場合もある。このため、ロボットを活用して、プラント操業停止期間の短縮化や高所など危険な箇所の点検を行いたい。そこで本ミッションでは、ロボットは配管（フランジ含）構造物群とタンクや煙突



のような大規模構造物を対象とし設備の健全性を評価診断し、老朽化／経年劣化の状態を報告する。プレ大会では、大型タンク壁面を模した木製の壁を用意する。

要求される能力：

[移動] ミッション P1 と同様

[観察・操作] 診断対象は配管／ダクト、大規模構造物である。ロボットは、実装されているセンサやカメラ等を使用する。変状発生場所は未知。異常事象は事前に大会運営者により規定され既知である。

[環境適応] ミッション P1 と同様

技術チャレンジ：複雑に入り組んでいる配管群、大型タンクのような広範囲、煙突のような高所での調査作業。ロボットへの診断装置統合技術（インテグレーション技術）。自律制御性能は必須としないが、複雑／大規模な対象に対応できる高度なヒューマン－ロボットインタラクションやデータ解析処理能力は要求される。実用レベルの処理能力（速さと正確さ）。報告の際、検査箇所を特定するために、現場で 3D モデルをリアルタイムに作成し、調査結果をマッピングする能力を有していることが望ましい。

競技タスクの内容と得点：

大型タンク壁面について点検作業指示書にもとづき健全性の評価診断を行う。

各検査エリア（ベースボード単位）に対して以下の点検項目に関する評価診断結果を報告する。

(1) クラックの有無

クラックのある場所を特定し、幅と長さを報告：10 点/箇所

(2) 腐食（さび）の有無

指定されたエリアに対するさびの面積率を報告：10 点/エリア。[参照：ASTM D610]

(3) うき（空洞）の有無

うきのある場所を特定し、その場所を報告：40 点/箇所

技術ポイント加点条件の例：

[移動] 複数の Waypoint を設定し自律移動ができる。

（各設備付近に到達目標ゾーンを用意する必要あり）

[点検（診断）] 各種変状の位置を自動認識し、カメラレンズなどを正対することができる。

[報告] 3D 地図をリアルタイムに作成し、変状の位置を地図内に表示することができる。

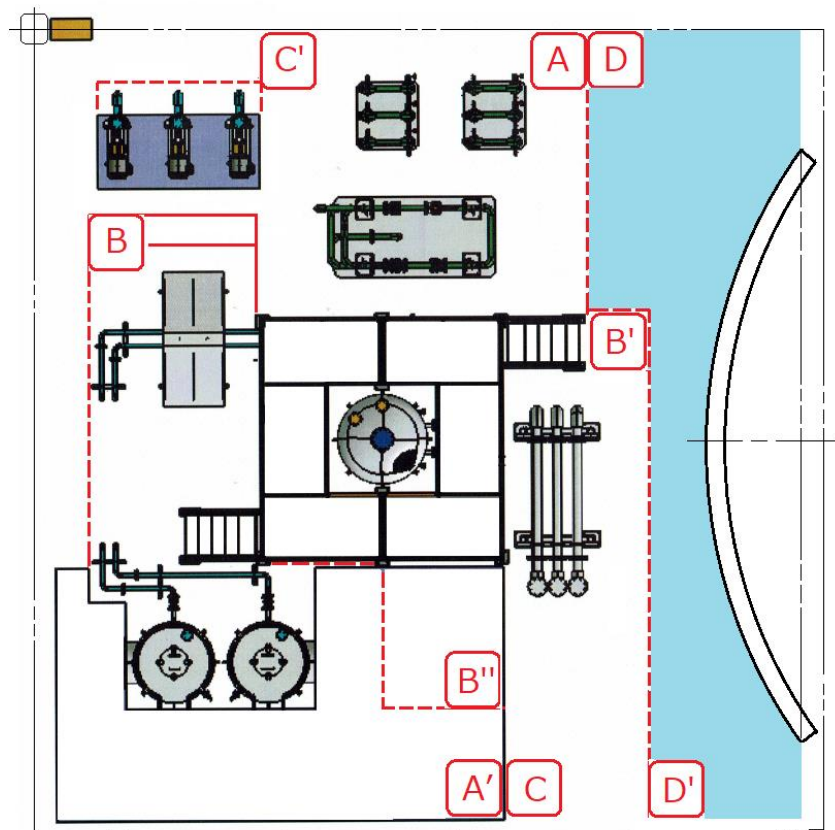
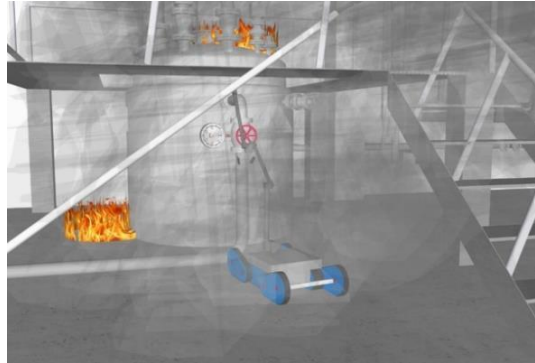


図 4: ミッションゾーン P3

ミッション P4：Disaster Response: Initial fire extinction（災害対応：初期消火）

競技課題：ロボットが見回り点検中に、爆発音が発生する。配管の老朽化によるガス漏れが原因であった。該当設備装置周辺では火災が発生し、煙が充満している（ブレ大会では煙の発生はない）。また、他の設備装置もガス漏れの可能性があり、さらなる爆発の可能性がある危険な状態であるため、人が近づくことができない。災害の拡大防止のため、ロボットによる初期消火を行いたい。そこで本ミッションでは、ロボットは該当設備装置及び他の設備装置周辺にある各種配管のバルブを適切に開閉する（消火設備（スプリンクラーや泡消火設備）用配管は開く、可燃性ガスや油類系配管は閉める）。



要求される能力：

[移動] ミッション P 1 と同様

[観察・操作] 対象はミッション P 1 と同じ、初期消火、ガレキ撤去作業

[環境適応] 災害発生時（煙、水、油、ガレキ等がある事前情報の少ない未知環境）

技術チャレンジ：総合的かつ実用的な能力の実現。特に、外乱のある未知環境での作業実現を目指す。また、P1～3の各競技タスクが実行できる能力を災害時に流用することを目指す。

競技タスクの内容と得点：

ボイラーについて点検作業指示書にもとづき日常点検を行う。災害発生後は、初期消火の対応を行う。

ボイラー

点検歩廊下（狭隘空間）：

(1) 圧力計の数値確認

目盛りの読み取り数値を報告：20 点/箇所

(2) バルブの開閉:

ハンドルを 90 度回す：20 点/箇所

点検歩廊上（階段踏破）：

(3) 温度計の数値確認

目盛りの読み取り数値を報告：20 点/箇所

サイレンなどの警報音発生後:

(4) 点検歩廊上にて燃料配管のバルブを閉め（レバーを 90 度回す：40 点）、点検歩廊付近にある泡消火設備の起動弁を開ける（手動起動装置のカバーを開け、ハンドルを 90 度回す：40 点）

技術ポイント加点条件の例：P1 に準拠

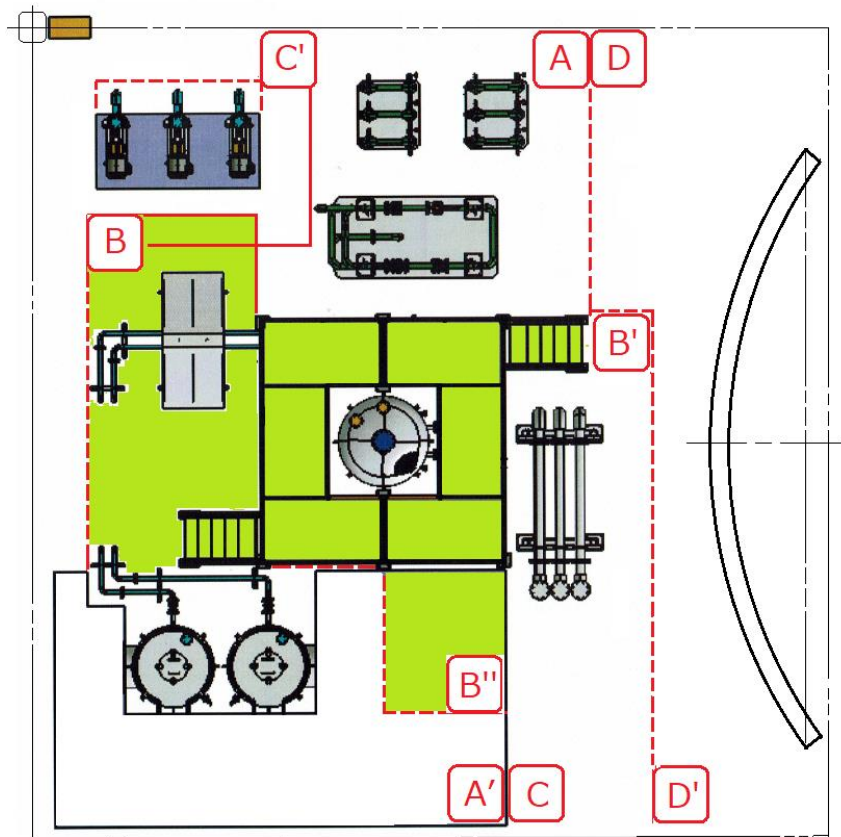
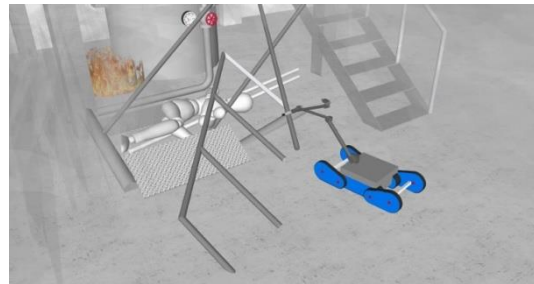


図 5: ミッションゾーン P4

ミッション P5：Disaster Response: Search（災害対応：要救助者搜索）

競技課題：災害発生（爆発）後、作業員点呼時に不明者が 1 名いることが判明する。不明者は、事故発生時に 2 階の事務室にいたことがわかっている。そこで本ミッションでは、ロボットは、二次災害を防ぐためにも、ロボットによる要救助者の搜索を行う。



要求される能力：

[移動] ミッション P 1／P2、ガレキのある環境

[観察・操作] ガレキ撤去作業および要救助者搜索

[環境適応] 災害環境（煙、水、油、ガレキ等がある事前情報の少ない非構造的環境）への適用

技術チャレンジ：総合的かつ実用的な能力の実現。特に、外乱のある非構造的環境下（未知環境）での作業実現を目指す。また、P1～3の各競技タスクが実行できる能力を災害時に流用することを目指す。

競技タスク内容と得点：

日常点検については P1/P4 に準拠

サイレンなどの警報後、散乱したガレキを除去しながら移動する（40 点）とともに、プラント内に取り残された作業員（マネキン）1 名を探し、場所を報告する（40 点）。

サプライズタスクあり

技術ポイント加点条件の例：P1 に準拠

ミッションゾーン P5 は、P1 と P4 を合わせたゾーンとする。

4. 点検対象

4.1 設備／構造物の概要

4.1.1 配管群

4.1.1.1 配管群(A)

構造物仕様：

JIS-SGP パイプ（80A）、JIS-SS (10K) フランジ、JIS-SS 製溶接エルボ（ベンド）

圧力ゲージ、ボールバルブ（80A）、ストップ

バルブ（80A）、ゴムシートバルブ（80A） ※図はイメージ

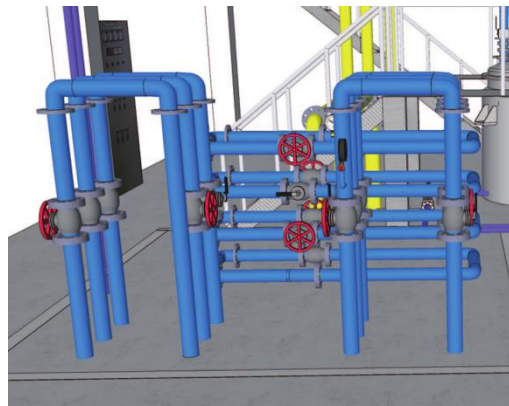
点検項目：

- (1) 圧力計測定（P1、 P5）：レンジは 0.25、 1.0、 1.6 MPa の 3 種類を用意。±5%以内の読取精度。設置高さは約 600mm から約 1800mm。

- (2) バルブ開閉（P1、 P5）：レバー（長さ約 400mm）と円形のハンドル

報告内容（判定基準）：

該当なし



4.1.1.2 配管群 B

構造物仕様：

JIS-SGP パイプ（150A）、JIS-SS (10K) フランジ、JIS-SS 製溶接エルボ（ベンド）

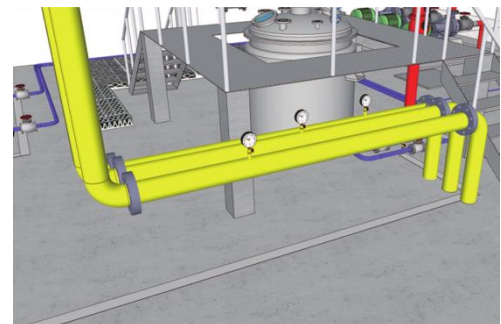
点検項目：

- (1) 健全性評価（腐食、ガス漏れ有無（二酸化炭素濃度測定）、ボルトの緩み／さび、異常熱源などの変状）（P2）

報告内容（判定基準）：

異常の有無及び場所

詳細は WEB など別途情報提供する予定



※図はイメージ

4.1.2 ポンプ

設備装置仕様：

片吸込渦巻きポンプー

（口径 100 × 80、 7.5kW）

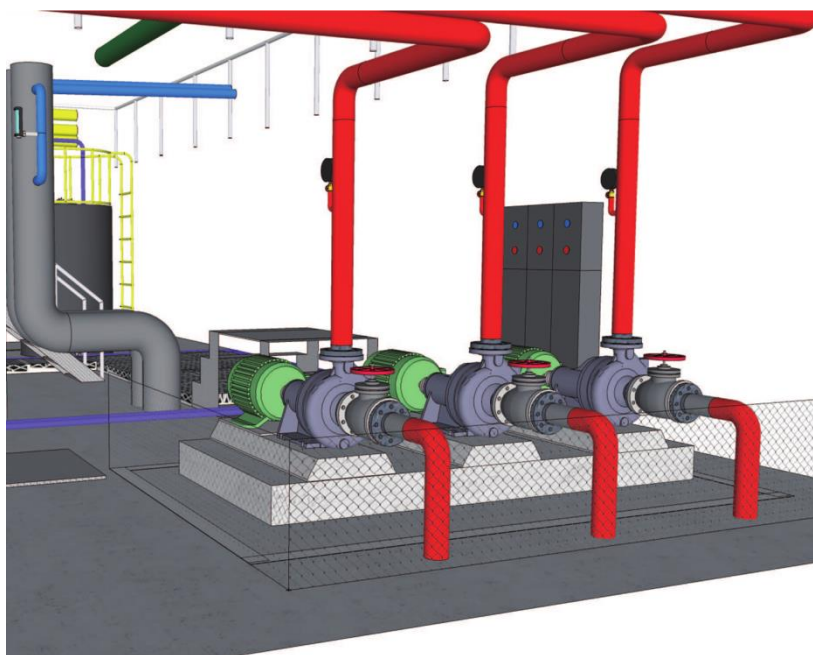
JIS-SGP パイプ（80A、100A）、JIS-100A フランジ（10K、吸引側）、JIS-80A フランジ（10K、吐出側）、圧力ゲージ、80A ボールバルブ
高さ約 125mm の架台上に設置

点検／調整項目：

- (1) 圧力計測定（P1、 P5）：レンジは 1.0MPa。±5%以内の読取精度。設置高さは約 1500mm。
- (2) バルブ開閉（P1、 P5）：レバーハンドル（長さ約 400mm、設置高さ約 1200mm）
- (3) 健全性（異常音／振動、土台ボルト締結部緩み／さび（P2）

報告内容（判定基準）：

異常の有無及び場所。判定基準は ISO 振動評価基準（ISO 10816-3）に準拠予定
詳細は WEB など別途情報提供する予定



※図はイメージ

4.1.3 小型タンク

設備装置仕様：

JIS-SS 鋼板製溶接組立構造（ $\phi 1,200 \times H1,900\text{mm}$ ）

はしご（安全柵なし、有効幅約 400mm、ステップ間隔 300mm、7 段）

点検用ハッチ（天井、直径約 300mm、スイングボルト固定脱着式ハッチ）

点検用ハッチ（下部、直径約 600mm、ボルト固定脱着式ハッチ）

タンク側面水位レベルゲージ（チューブラ式液面計） 排出部 50A ボールバルブ

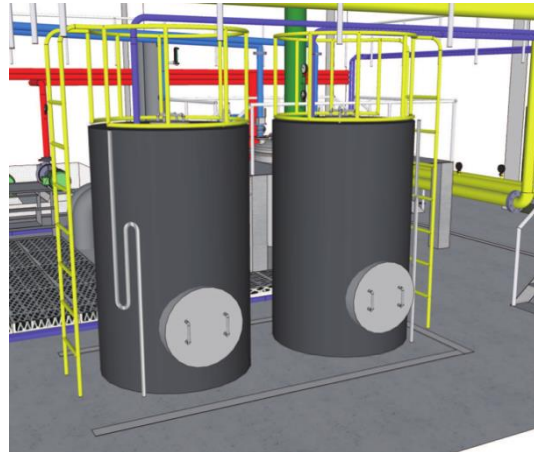
点検／調整項目：

- (1) タンク側面：水位の確認（P1、 P5）
- (2) ハンドルバルブの操作（P1、 P5）
- (3) 天井ハッチ：タンク内酸素濃度の測定（P2）
- (4) 天井ハッチ開閉(プレ大会では開いている)

報告内容（判定基準）：

- (1) 水位計測定： $\pm 5\%$ 以内の精度
- (2) 酸素濃度測定： $\pm 30\%$ 以内の精度

判定基準は、酸素欠乏症等防止規則に準拠予定



※図はイメージ

4.1.4 ボイラ

設備装置仕様：

小型ボイラ（ $\phi 1,300 \times H1,550\text{mm}$ ）

JIS-SGP パイプ（50A、80A、250A） JIS-250A フランジ継手（10K） x 1、JIS-80A フランジ継手（10K） x 2、圧力ゲージ 4 以上、温度ゲージ 1、50A ボールバルブ（レバー） x 2、80A ボールバルブ（レバー）

点検用デッキ：

歩廊幅 1,000mm

スケルトン階段（全幅 700mm（有効幅 600mm）、ステップ奥行 240mm、蹴り上げ高さ 227mm、傾斜約 40° ）

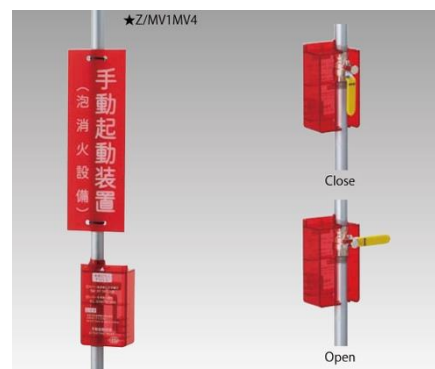
泡消火設備手動起動装置

Foam Fire Extinguishing Equipment

Manual Starting Device

参考：立売堀製作所 (Itachibori Mfg. Co., Ltd)

<http://www.itachibori.co.jp/>

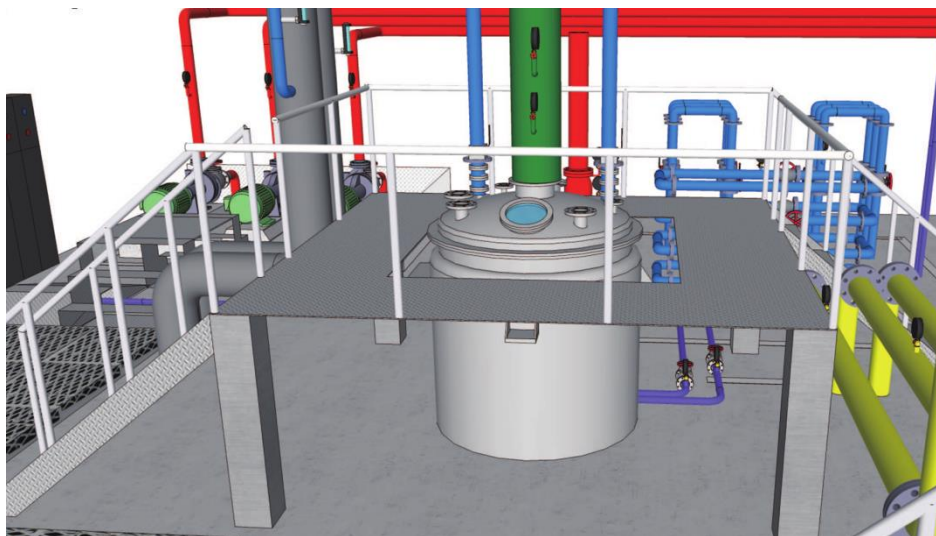


点検／調整項目：

- (1) 圧力計測定(P4)：レンジは 1.0 および 1.6 MPa の 2 種類を用意。設置高さは、床から約 500mm と点検歩廊から約 1500mm.
- (2) 温度計測定(P4)：レンジは 0-200°C. 設置高さは点検歩廊から約 1700mm.
- (3) ハンドル操作 (P4)：水および燃料配管の開閉／圧力調整、消火設備配管の開閉
設置高さは点検歩廊から約 1500mm.

報告内容（判定基準）：

- (1) 圧力／温度測定値：±5%以内の精度



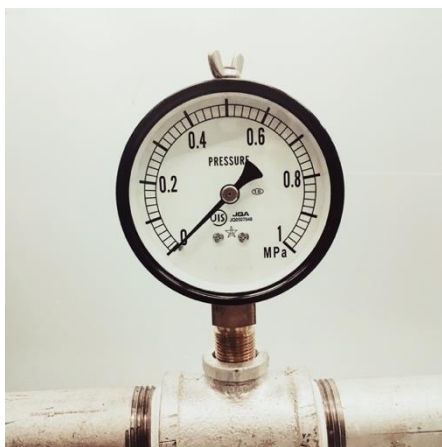
※図はイメージ

4.2 点検／調整対象の概要

配管系に応じた規格品を用意する予定

4.2.1 圧力計

圧力計は JIS B 7505-1「ブルドン管圧力計 (Bourdon Tube Pressure Gauge)」を用意する予定。
長野計器（株）製 General Industrial Pressure Gauges（汎用圧力計）、AC20-181-2000（A 枠
立型: Type A / Lower connection・ $\phi 75$ ）、測定レンジは 0.25、1.0、1.6 MPa を用意する予
定。



Ex. 右下精器社製 汎用圧力計 S-31-1MP
長野計器（株）(Nagano Keiki Co., Ltd.)、<http://www.naganokeiki.co.jp/>

4.2.2 温度計

長野計器（株）製 Bimetal Thermometer（バイメタル式温度計）、
TB14-000-110A、測定範囲 0-200°C



4.2.3 水位計

昭和機器計装（株）製 Tubular Type Level Gauge（チューブラ式水位計）、LG-510、～約1,400mm 水面高さまで計測可能

昭和機器計装（株）（Showa Instrument Information Co.,Ltd.）、
<http://www.showa-kk.com/>



4.2.4 バルブ

レバーハンドル：

（株）KITZ 製 10K Cast Iron Ball Valve（鋳鉄ボールバルブ）、10FCTB (50A、80A)

円形ハンドル：

巴バルブ（株）製 Rubber Seated Valve（ゴムシートバルブ）、700Z-2F (80A)

（株）KITZ 製 Class 150 Cast Bronze Gate Valve（青銅ゲートバルブ）、EBH (80A)



左から：Ball Valve, Rubber Seated Valve, Gate Valve

KITZ Corp., <http://www.kitz.co.jp/english/>

巴バルブ（株）（TOMOE VALVE CO., LTD.）、www.tomoevalve.com/english/index-e.html

参考：回転に必要なトルク

(1) ハンドル 約 0.8Nm

KITZ 社製、Class 125 Brass Gate Valve（黄銅ゲートバルブ）FR 1B (25A)

(2) レバー 約 2.0Nm

KITZ 社製、Type 600 Brass Ball Valve（黄銅ボールバルブ）TK 1B(25A)

4.3 変状

別添資料参照

4.4 路面の種類

コンクリート、グレーチング、チェッカープレート、段差
スロープ 傾斜 15 deg

4.5 瓦礫

瓦礫は、点検ロボットが対応できるもの（細いパイプ。変形しているものも含む）を想定し
用意する予定。

5. 競技スケジュール

セットアップ（ロボット検査）2 日間、予選競技 4 日間、決勝競技 1 日間

予選競技 1 日目の午前中にテストランの時間を設ける予定

競技時間：1 ミッション 30 分（セッティング 5 分、競技 20 分、撤収 5 分）

6. 得点について

6.1 ミッションポイント：ミッション達成レベルの評価

各ミッション内において達成した競技タスク（点検調査／応急処置）に対する取得ポイントをミッションポイントとする。ミッションポイントにより、各ミッションの達成レベルを評価する。

6.2 技術ポイント：ロボット技術レベルの評価

高度なロボット技術を実現しているチームに対して技術ポイントを与える。技術内容やそれらの数に応じて各ミッションポイントの 10%から最大 20%までを技術ポイントして加点する。技術ポイントは、事前に行うロボット検査の際に、審判団によるヒアリングにもとづき認定する。ただし、ヒアリングの際にデモの実施を要求する場合がある。

事例を以下に挙げる。

- (i) 指示された検査／操作対象の場所まで自律移動し、巡回することができる
- (ii) ハンドルの位置を自動認識し自律操作できる
- (iii) 異常検知結果を数値で報告きる（ex. ポンプ異常、ボルト緩み）
- (iv) リアルタイムに地図を生成し、検査及び評価診断結果を生成した地図内に表示できる
- (v) 省エネルギー性を考慮している（自己申告）
- (vi) 耐環境性（防水防塵（IP）、防爆）に対応している（自己申告）

※(vi)については証明書（認定証など）の提示により対応の有無を判断する

※プレ大会では、各種メータの読み取りについて目視による認識も認めるが、2020 年の本大会では自動認識を必須とする予定である

6.3 時間ポイント：達成時間の評価

各ミッションの達成時間に応じて加点する予定である。

6.4 得点集計および決勝進出条件

各ミッションでチームが取得した競技ポイントは、ミッション毎に当該ミッション最高得点にて正規化した点数を各チームのミッション獲得ポイントとする。予選競技結果（ミッション獲得ポイントによる順位）をもとに上位4チーム程度を決勝進出チームとする。

7. チームメンバー

チームメンバーは、予めTDPにて申請することとし、最大10人までとする。パドックエリア（チーム控室）には、チームメンバーしか入ることができないものとする。

チームメンバーの役割は以下のように定める。

- ・チームリーダー（1人）：チームのとりまとめ。競技結果不服の申し立ては必ずチームリーダーを通して行うこと。
- ・ロボットオペレータ（2名）：ロボットを操縦する者。オペレータエリアに入る資格を有するもの。
- ・ネットワーク管理者：チームのネットワークを管理する者。
- ・安全管理者：ロボット動作中にロボットに付き添い、周囲の安全を確保する（1人／台）。
- ・ヘルパー：ロボットをスタート地点やリスタート地点から運搬する。

オペレータと安全管理者は役割を兼ねることはできない。残りの役割については兼職が可能である。また、チームリーダー以外は、ミッション毎にその役割を交代しても良い。

チームメンバーの追加及び変更は、事前に申請すること。

8. 競技ロボット

・競技ロボットは、形態を問わない。クローラ型、ドローン型、ヒューマノイド型、脚型、ヘビ型など、どのような形態でも使用することができる。

・競技に使用するロボットの台数は無制限とする。

— 競技開始時点で、ロボット底面積合計が4平方メートルを超えないこと。スタートエリアからはみ出ても良いが、設置位置については審判の指示に従うこと。

— 高さ方向は、無制限である。

— 競技開始以降は、底面積が4平方メートルを超えても良い。

・ロボットの重量は最大130kg/台とする。

・競技ロボットおよび操縦システムは、事前に提出のTeam Description Paperに記載されているものに限る。

- ・競技ロボットおよび操縦システムは、事前にロボット検査を受け、合格したもののみに限る。
- ・競技ロボットはミッション毎に変更が可能である。しかし、ミッションの途中での変更は不可とする。
- ・使用する電池は、安全が保証されているものを使用すること。
- ・万が一に備えて、発火等ロボット異常時の対応をチームでも検討しておくこと。
- ・電波法など大会実施国（日本）の法律に違反していないこと。

9. ミッションに関すること

リスタート：技術的な不具合への対応、2 分のペナルティを課す。

・リスタートの際は、スタート地点まで戻る。リスタート前までに行った競技タスクに関する得点は保持される。ただし、リスタート後に、既に実施済みの競技タスクに対する再トライは認めない。

棄権：やむを得ず、ミッションの遂行ができない場合

危険行為の実施：以下のような行為を行なったチームには大幅な減点もしくは退場を指示する場合がある。

- ・相手チームへの妨害
- ・フィールドの大幅な破壊
- ・そのほか審判が危険な行為と認めた場合

・ミッション遂行時は、不測の事態に備え、安全管理者がロボットに付き添って行動すること。

・ミッション結果の裁定については、チームリーダーを通して審判団に異議申し立てができる。異議申し立ては次の競技開始までに行うこと。

10. 通信ネットワーク

オペレータ用コンピュータとロボット間の通信環境は各チームで用意する。無線および有線通信のどちらを利用しても良い。通信ネットワークの条件については、WRS 全体で別途指定する通信に関する規定に準拠すること。

11. 受賞

6 章に基づき計算された得点に応じて、順位は決定される。

技術賞やアイデア賞など特別な賞の選定は、専門審査委員によって決定される。

12. その他

競技中は、実行委員会の指示には従うこと。

改訂履歴

Ver.0.95(2017 年 11 月 7 日): 初版

Ver.0.96(2018 年 3 月 1 日): 重量制限を 1 0 0 k g から 1 3 0 k g に変更(7 章)

Ver.1.04 (2018 年 7 月 14 日) : 改訂第 1 版

Ver.1.05 (2018 年 7 月 17 日) : 改訂第 2 版 : 設備の配管情報を修正