

## 調査・研究報告書の要約

書名	平成20年度石油化学コンビナートのメンテナンス作業へのRT適用に関するニーズ調査研究報告書				
発行機関名	社団法人 日本機械工業連合会・社団法人 日本ロボット工業会				
発行年月	平成21年3月	頁数	130頁	判型	A4

## [目次]

序 (会長 金井 務)

はしがき (会長 利島康司)

委員会名簿

## 目次

## 第1章 調査研究の概要

- 1.1 調査研究の目的
- 1.2 調査研究の概要
- 1.3 調査研究の体制

## 第2章 コンビナート経営環境変化と迫られる対応

- 2.1 造る時代からメンテナンス (維持・管理・保全) の時代へ
- 2.2 基幹産業の維持・強化と次世代産業の育成
- 2.3 イノベーションを促す異業種連携・広域連携

## 第3章 国内コンビナートの現状

- 3.1 コンビナート概要
- 3.2 石油精製業の現状
- 3.3 石油化学業の現状
- 3.4 プラントエンジニアリング業の現状

## 第4章 プラントメンテナンスの現状

- 4.1 プラント高経年化
- 4.2 コンビナートにおけるプラントメンテナンス
- 4.3 労働安全
- 4.4 政府の取組

## 第5章 プラントメンテナンスの新しい視点

5. 1 なぜR T×メンテナンスなのか
5. 2 プラントメンテナンスのパラダイム転換 ～考え方の変換～
5. 3 生産性向上に向けた人間と技術の役割分担の再定義
5. 4 異業種・他分野の技術導入の必要性
5. 5 タスクオリエンテッドについて

## 第6章 安全管理について

6. 1 リスク管理の重要性について
6. 2 人と技術の役割について
6. 3 リスク管理手法を用いたプラントメンテナンス

## 第7章 ロボット業界の最新動向

7. 1 産業用ロボットの現状
7. 2 次世代ロボット（サービスロボット）の開発状況
7. 3 ロボットビジネス化の取組状況
7. 4 コンビナートのR T化の取組について

## 第8章 コンビナートの共通課題

8. 1 現地調査ヒアリング及びアンケート結果集計
8. 2 モデルプロジェクト
8. 3 各地域の取組紹介

## 第9章 提 言 ～今後の取り組みへの期待～

9. 1 異業種・他分野との交流促進、技術導入
9. 2 オールジャパンでの広域連携、地域間のアライアンス構築
9. 3 プロジェクト化に向けたアクションプラン
9. 4 枠組みの維持、機関連携のために
9. 5 メンテナンスビジネス・技術の他分野への展開

### [要 約]

国内石油化学コンビナートを中心に問題となっている「プラント設備の高経年劣化」、  
「人員不足や技能伝承難」などに対し、ロボット・テクノロジー（以下R T \*<sup>1</sup>）の適用  
可能性を検討し、我が国基幹産業の維持強化や次世代新産業の育成を図ることを目的とし  
て調査事業を行った。調査内容としては、コンビナートプラントのオーナー企業が課題と  
考えているR T化ニーズの現地調査、関連企業へのアンケート調査、R Tシーズ企業側へ  
のニーズ提示と各課題に対する取り組み方針協議などを行った。この調査事業結果を踏ま

え、今後はコンビナートのR Tニーズ詳細について検討を加えるとともに課題を整理し、日本各地のクラスター事業などに参画している企業やロボットビジネス推進協議会会員企業に提示し、具体的なニーズ解決策立案などの展開を図り、課題解消に向かって取組を進めていくこととしたい。

**(※1：R T=ロボット一体だけでなく、ロボットを構成する要素技術も含んだ技術全体を指す)**

## 第1章 調査研究の概要

### 1. 1 調査研究の目的

本調査研究では、国内石油化学コンビナートの「高経年劣化問題」、「少子高齢化問題」などの課題に対するメンテナンス作業のR T適用可能性を検討し、基幹産業の維持強化と次世代産業の育成を目指す。

### 1. 2 調査研究の概要

メンテナンス作業等の課題に対するコンビナート現場のニーズ調査と関係先へのアンケート調査を実施するとともに、各地域間連携を踏まえたR Tシーズの調査などを行った。

### 1. 3 調査研究の体制

コンビナートの業界団体職員や有識者、R T技術専門家などで構成する「石油化学コンビナートのメンテナンスRT化調査研究専門委員会」を当工業会内に設置し調査事業を行った。

## 第2章 コンビナート経営環境変化と迫られる対応

### 2. 1 造る時代からメンテナンスの時代へ

コンビナートを取り巻く世界の経済構造の変化、経営環境変化への対応や国際競争力強化の中でメンテナンスを積極的に活用・展開する時代となっている。

### 2. 2 基幹産業の維持・強化と次世代産業の育成

グローバルな競争と人材確保・育成の課題の中でR Tを使ったアプローチにより課題解決を図ることが基幹産業強化と少子高齢化対策或いは新産業育成に有効である。

### 2. 3 イノベーションを促す異業種連携・広域連携

我が国の製造業は色々な分野で優れた技術を持っており、地域の異業種連携や広域連携の取組がなされている。R Tシーズ側の技術検討については、この総合力を活用することが重要である。

### 第3章 コンビナートの現状

#### 3. 1 コンビナート概要

我が国の石油コンビナートは、石油精製分野と石油化学分野の2つに分類されるが、原油を利用することから臨海地区に設置されている。石油精製コンビナートは、原油を蒸留し、温度差を利用して軽油・ガソリン・重油・などに分離する過程を担う。また、石油化学コンビナートは、分離された生成物を更に化学製品の原料に仕分ける過程を担う。いずれも我が国の産業の根幹をなす重要な産業である。最近は、両分野が連携して、インフラ設備の相互利用や製品の高機能化に取組み付加価値を上げる動き、などが広がっている。

#### 3. 2 石油精製業の現状

石油精製業は、我が国の製造業の根幹である。しかし、石油供給体制確保、国際石油情勢変動、地球温暖化対策、バイオマス燃料の取り組みなど多くの課題が山積している。メンテナンスの高機能化もその一つである。

#### 3. 3 石油化学業の現状

我が国の石油化学工業はナフサが原材料であり、あらゆる生産品に使われ、我が国の発展に寄与している。石油化学コンビナートは、ナフサを熱分解するエチレンプラントとエチレン、プロピレン等を原料として各種の化学品を製造するプラントがある。これらのプラントは2年または4年毎の定期修理で停止する以外は24時間連続の運転を行っている。メンテナンス高機能化は今後の課題の一つである。

#### 3. 4 プラントエンジニアリング業の現状

プラントエンジニアリング業は金融危機により先行きは不透明であるが、エネルギー需要は引き続き高いと予測している。専業大手エンジニアリング企業は海外の売り上げ比率が80%を超えている。将来への課題としては、新規事業の展開、環境問題への貢献などが有り、メンテナンスの目指す、安心・安全の確保と立場は異なるが、方向は一致している。専業中堅企業は国内比率が90%近くと高く、東アジア対象も40%を超える。将来への課題としては、労働力・人材の確保と技術の伝承が最優先課題である。また、プラント長寿命化の方向にありメンテナンスはより重要になる。将来への課題としては、人材、技術、新規事業などであるが、環境関連への貢献が上位を占めているのが注目される。

### 第4章 プラントメンテナンスの現状

#### 4. 1 プラント高経年化

我が国の素材型業種の実質ビンテージ（設備の平均年齢）は高くなっているが、この物理的耐用年数は適切なメンテナンス実施で延長できることは明らかであり、更なるメンテ

ナンス取組向上が期待される。

#### 4. 2 コンビナートにおけるプラントメンテナンス

国内プラントの老朽化が進行する中、プラントメンテナンスの需要は増加傾向にあるものの、中長期的に見れば、継続するわけではないと見込まれる。

コンビナートにおけるメンテナンスは、・日常保全 — 主にプラント稼動中に実施と・定期点検修理 — 装置を停止して実施に分類できる。また、プラント定期点検修理の時期が春と秋に集中する。さらに規制緩和により、定修が2年周期、4年周期化するに伴い、プラント周辺地域の外注先の確保が困難である。また、技術や技能が蓄積されず、専門人材の育成も障害となっている。

プラントメンテナンスは人の技術・技能に依るところが多く、3K（きつい、汚い、危険）で若年者雇用が難しい状況に変わりはない。また、コンビナートの定期点検修理においては需要の季節変動により安定雇用が難しいことなどより高齢化が著しく、労働人口減少を見通した取組み着手が急務である。

#### 4. 3 労働安全

昔の、優秀な労働者をベースにした「現場の感性」「注意力を高める精神的教育訓練」「自主管理重視」等による「災害ゼロの絶対安全」の志向から、「労働安全衛生マネジメントシステム」の運用と「リスクアセスメント」を実施する「計画－実施－評価－改善」の労働安全管理方針に変更されてきている。

#### 4. 4 政府の取組

プラントメンテナンス業について経済産業省告示にて、その生産性向上に向けた支援に取組んでいる。

### 第5章 プラントメンテナンスの新しい視点

#### 5. 1 なぜRT×メンテナンスなのか

イノベーションを起こす方法論としてRTを位置づけることが新しい視点である。プラントメンテナンスは社会的ニーズも高く、屋外という過酷な現場で、RTの活用プロセスを提示してニーズに対する課題解決を図りたい。ニーズ・シーズ両者の交流から具体的なアプローチやプロジェクトが生まれることを期待する。

#### 5. 2 プラントメンテナンスのパラダイム転換 ～考え方(文化)の変換～

プラントメンテナンスは、既設の設備を有効に活用していこうと言う気運があり、特に、少子高齢化を向かえ、若年労働者の労働改善や価値観への対応などパラダイム転換が起きている。メンテナンスフリー化、リアルタイム・24時間稼働、メンテナンスの手法やプロセスの再構築（安心・安全とのバランス）などがその視点である。これらの中には\*

従来から課題と認識されているハードルの高い課題 \*比較的技術的なハードルは低い  
後回しになってきた課題 がある。

#### 5. 3 生産性向上に向けた人と技術の役割分担の再定義

メンテナンス改善は、生産性向上に向けて人と機械の役割を再評価し、環境改善や安全管理などを勘案して再定義する必要がある。

#### 5. 4 異業種・他分野の技術導入の必要性

我が国は幾多の産業が発展しており、多くの異業種や他分野が共存し繁栄してきた。メンテナンスRT化についてもこれら異業種や他分野との技術交流を通して課題解決を図ることが可能であると考えられる。

#### 5. 5 タスクオリエンテッドとは

ロボットと言うと汎用的なものを想像するが、ここでは「タスクオリエンテッドアプローチ」の手法で課題解決を試行したい。

### 第6章 安全管理について

#### 6. 1 リスク管理の重要性について

「安全」に対する言葉として「リスク」がある。「リスクはゼロにできない」がグローバルスタンダードの認識であり、「リスクはどこまで許容されるか」が課題になる。リスク管理のポイントは、「どれだけ安全にすれば社会的な合意が得られるか」と「リスク評価に基づいて優先順序をつけて実行する」ことである。

安全に対する考え方は、日本固有の「絶対安全」から世界標準である「リスクベースの安全」へと移行している。

#### 6. 2 人と技術の役割分担について

日本では「人間が努力すれば災害を防止することが可能である」従って、作業者を教育することによって安全が確保できると考えられてきた。

一方、欧米では「人は間違いを犯すものであり、機械は、いつかは壊れる」ことを前提として、安全対策が考えられてきた。表1にその違いを示す。

現在は国際的な安全管理が必要である。

表1 安全に関する日本と国際安全規格

	日本	国際規格
安全目標	ゼロ災をめざす。 (建前上は絶対安全を標榜)	「許容されるリスク」をもって安全 受け入れ不可能なリスクがないこと  freedom from unacceptable risk
安全に対する 考え方	現場の作業者の注意や訓練によって 安全を確保する。	人間の注意だけでは安全は確保できないと いう基本的な認識がある。  (製造メーカーが安全な機械を作ることを義務付ける)
機械の安全規格	個別の機械毎に、構造規格としての 安全規格がある。	全ての機械に適用できるような一般的な安全 要求基準を決めている。

### 6. 3 リスク管理手法を用いたプラントメンテナンス

従来は、設備を維持管理していくためのメンテナンス費用をコストと考え、可能なら削減した。しかし、設備は着実に老齢化し、設備の全ライフサイクルを通して故障が発生、経年が進むと故障率が増加する。従って、メンテナンス費用は設備を維持管理するのは必要な投資と認識せねばならない。

コンビナードにおけるメンテナンスにおける課題は、膨大な配管、狭隘な場所の機器、高所での点検、補修作業などである。ここで、少子高齢化により、熟練技能者が退職し、若年層育成が進展していないために、メンテナンス作業を効率よく進めることが難しい。

今こそ人間がやることを、RTで代替できないかを真剣に検討する必要がある、高所作業、狭隘作業、危険作業等をRTに置き換えて行くことが不可避である。

## 第7章 ロボット業界の最新動向

### 7. 1 産業用ロボットの現状

産業用ロボットは世界の生産量を誇っており、世界のトップランナーの地位を築いており、技術的にも最先端の研究を進めている。

毎年行われる「ロボット大賞」でも人間を超える能力を発揮するものが賞を得ており、当分はその地位をキープするものと思われる。

### 7. 2 次世代ロボット（サービスロボット）の開発状況

最近話題の次世代ロボット（サービスロボット）は未だ市場が生成されていないが、新産業となるべく期待されている。我が国では、2足歩行や車輪移動型のひと形ロボッ

トなどが話題となっているが、実際の現場で使えるようなものはまだ無い。海外では国が支援して開発費用を負担する動きがあり、国際競争は激しくなることが予想される。

システム製品であるロボットに関する要素技術の高度化は進んでおり高機能、高性能なものが現れている。センサーやソフトウェアなどは新しい技術進展が図られており、これらの技術を活用して、今までRT化が難しかったような作業についてもRT化を検討することは意義のあることと考える。

### 7. 3 ロボットビジネス化の取組状況

日本では先行してサービスロボットのビジネス化を目指して民間の協議会が設置され取り組みが行われている。このロボットビジネス推進協議会は、安全、規制や保険など人間と共存するサービスロボットの懸案事項を改善することを目標に活動を推進している。

### 7. 4 コンビナートのRT化の取組について

コンビナートメンテナンス作業のロボット化は以前にも検討したことがある。その時点の技術は現状レベルと違ってかなり低いものであった。（特にコンピュータ技術や情報技術などは進歩が著しい）また、極限環境として原子力発電所などのメンテナンス作業のロボット化などの経験も役に立つこともあると考えられる。

こう考えると、当時ロボット化が難しかった作業も最新の技術で対応できるものも多いと考えられる。そう言う意味で、コンビナートメンテナンス作業のRT化検討を行うことは意義のあることと考える。

## 第8章 コンビナートの共通課題

### 8. 1 現地調査ヒアリング及びアンケート調査集計

石油コンビナートの現地調査は、鹿島・水島コンビナートの2つで行い、RT適用のニーズについて、調査を行った。また、石油関連の団体加盟の企業にRT適用に関するアンケートを行い整理をした。今後詳細に関して更に、詰めていきたいと考える。

### 8. 2 モデルプロジェクト

RT適用に関し、ユーザが課題としている案件（反応塔の触媒抜き取り）を聴取することができた。今後この案件を一つの事例として詳細検討を進めたいと考える。

### 8. 3 各地域の取組紹介

RT関連の各地取組を紹介する。今後はこれらの集団の連携が重要であり、それぞれの課題に対して、如何に取り組んでいくかの摺り合わせをきめ細かく進める必要がある。



## 第9章 提 言～今後の取り組みへの期待～

### 9. 1 異業種・他分野との交流促進、技術導入

今回の調査の枠組み自体が 幅の広い異業種、他分野（川下企業：プラントオーナー、川中企業：プラントエンジニアリング、プラントメンテナンス、川上企業：ロボット・RTそして学術分野、各地の支援組織）の連携から生まれた。今までも川上・川下の交流からの産業創出は期待されてきたが、実際に川下、川中、川上企業に加えて産学官の枠組みも包含して約半年に渡って活動を行ったことに大きな意義がある。この取組みから本調査でもプラントオーナー企業やメンテナンス企業からニーズが提示され、それに対するソリューション提案の動きが具体的に起こりはじめていることがさらに意義深い。今後のこの枠組みが継続して機能し、具体的な成果が結実することを期待するものである。

### 9. 2 オールジャパンでの広域連携、地域間のアライアンス構築

今回の調査の枠組みのもう一つの大きな特徴は、東京でのみ委員会が開催されたのではなく、実際のプラント現場に出かけてプラントオーナー企業の技術担当者やその地域での取組み状況のヒアリングを行い、オープンな現場見学、セミナーなどを委員会とともに開催して、地元の中小企業（要素技術メーカー）や非破壊検査企業など幅広く情報提供を行い、また意見交換を行ったことにある。顔の見える広域連携、地域間連携の端緒についての取り組みが継続する方策が図られることを期待する。

### 9. 3 プロジェクト化に向けたアクションプラン

端緒についての今回の取組みから今後、具体的な成果を得るためのアクションとして様々な方策が考えられる。

- (1) 今回形成された各分野が同じテーブルにつく枠組みの機能的な維持
- (2) 具体的なアクションプラン（具体的な課題解決プロジェクト組成やさらなる広がりを目指して）

各分野が参画しながら課題解決に向けて成果をあげていく手法として提示したタスクオリエンテッドなアプローチを具体的な課題にあてはめて機能させることも重要である。また、地道な活動（製油所現場の見学、技術交流会・セミナーの開催など）も進めていく必要がある。

更に、継続した調査も必要となってくる。内容としては今回調査からさらに進めて、より具体的な課題抽出と課題解決策の方向性を提示し、国際競争の観点から海外動向などが調査対象となる。

### 9. 4 枠組みの維持、機関連携のために

今後、成果を実現するためには、川下、川中、川上企業が参画する枠組みの維持、活性

化が不可欠である。また具体的なアクションを起こす基礎にあるのは各地域での地道な取り組みである。地域の支援機関やクラスター政策とも連動した実態のある活動が望まれる。そのためには、川下、川中、川上各分野のキーマンやそれをつなぐコーディネーターの役割は大きい。さらに産官学連携や広域連携を機能的に動かす意味でもコーディネーターの役割が大きい。コーディネーター役は単独で一人で担うだけでなく、キーマンやコーディネーターがチームで機能するような新しい産業創出の方策も必要となってくる。

#### 9. 5 メンテナンスビジネス・技術の他分野への展開

今回の川下、川中、川上、産学官の枠組みから将来、結実する成果を異分野で共有して、我が国の国力の底上げに寄与できれば、望外の喜びとなる。その方向性として2つ考えられる。

ひとつは、異分野として例えば、道路、トンネル、橋梁などの社会インフラのメンテナンスでの活用などが考えられる。

また、もうひとつの方向性として今回、形成された枠組みから成果が具体的におこれば、成功事例として、他の分野でも川上、川中、川下の枠組みが形成され、成果が生まれることを期待する。

以上



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp/>

