

平成30年度「品質管理の高度化に関する調査研究」
報告書

平成31年3月

一般社団法人 日本船舶品質管理協会

品質管理の高度化に関する調査研究委員会 委員名簿（助成事業）

（敬称略）

担当	氏名	所属
委員長	荒木 勉	東京理科大学大学院教授／上智大学名誉教授
委員	島田 毅	一般財団法人 日本海事協会
委員	大石敏明	株式会社赤阪鐵工所
委員	道本修司	ダイハツディーゼル株式会社
委員	椿 稔	株式会社ディーゼルユナイテッド
委員	長谷川正則	新潟原動機株式会社
委員	田中孝弘	阪神内燃機工業株式会社
委員	好井美貴	株式会社マキタ
委員	小林 圭	株式会社三井E & S マシナリー
委員	上野 潤	三菱重工エンジン&ターボチャージャ株式会社
委員	山家正俊	ヤンマー株式会社
関係官庁	野宮雅晴	国土交通省 海事局 検査測度課
事務局	澤山健一 岡田 裕 中西孝志	一般社団法人 日本船舶品質管理協会

品質管理の高度化に関する調査研究委員会 作業部会員名簿（助成事業）

（敬称略）

担当	氏名	所属
部会長	荒木 勉	東京理科大学大学院教授／上智大学名誉教授
部会員	大石敏明	株式会社赤阪鐵工所
部会員	黒田 透	株式会社赤阪鐵工所
部会員	道本修司	ダイハツディーゼル株式会社
部会員	長谷川正則	新潟原動機株式会社
部会員	柳沢徹雄	新潟原動機株式会社
部会員	田中孝弘	阪神内燃機工業株式会社
部会員	前田卓也	阪神内燃機工業株式会社
部会員	小林 圭	株式会社三井E & S マシナリー
部会員	新田周平	ヤンマー株式会社
事務局	岡田 裕 中西孝志	一般社団法人 日本船舶品質管理協会

目 次

1. 事業の目的.....	1
2. 研究対象の絞り込み	1
3. 研究委員会の立上げ	1
4. 研究内容	1
5. 研究の実施スキーム	2
6. 平成 30 年度期末 研究進捗状況.....	2
7. 平成 31 年度の研究予定.....	8
別添 1 平成 30 年度 品質管理の高度化に関する調査研究委員会、作業部会員 名簿	10
別添 2 平成 30 年度 品質管理の高度化に関する調査研究委員会 組織図.....	11
別紙 3 平成 30 年度 品質管理の高度化に関する調査研究 事業の実施予定表.....	12
別紙 4 品質管理の高度化に関する調査研究 初年度進捗報告会 配布資料	13

1. 事業の目的

近年のNO_x、SO_x、及びCO₂の船外排出規制の強化、船内騒音規制の制定等に対応するため、船用機器の機構は精密・複雑化しており、その構成部品も多種・多様化している。また、船用メーカーでは、品質管理を含めた技術・技能の伝承が難しくなっている。さらに、若年層の採用は、少子化の影響で多くを見込めず、将来的な人材不足は避けられないと考えられる。船用メーカーが直面しているこのような課題を克服し、品質の高い製品を供給するためには、IoT、AI等最新の技術を採用した高度品質管理システムを製造事業場に導入する必要がある。本事業では、高度品質管理システムのモデルを研究開発し、実用化することにより、船用機器製造事業場に対し同システムの導入を促進することを目的とする。

2. 研究対象の絞り込み

研究を進めるに当たり、委員として依頼する事業場の絞り込みを検討した。当協会の会員企業は180社を超え、その内、対象とする製造認定事業場数も50に上り、また、認定物件としての取扱品目も多岐に亘るため、最初から全事業場を対象とする研究は困難であるため、研究対象を絞り込むこととした。検討結果、製造認定事業場数が多く、部品点数や売上規模の面でも代表的な認定物件である「内燃機関」が研究対象として適当であると考えた。

3. 研究委員会の立上げ

(1) 委員会設置の目的及び委員会の役割

研究目的が「品質管理の高度化」であり、内燃機関に絞っても幅広く多岐に亘る研究が必要と考えられたため、同認定物件を製造する主要な事業場に検討を依頼し、賛同を得て委員会を結成することとした。本委員会は、研究内容や進め方を決定する指導的な役割を担うこととした。

(2) 委員会構成メンバー（別添1参照）

本委員会の委員には内燃機関を製造する国内の主要な認定事業場に検討を依頼し、9社より委員を派遣頂いた。併せて、一般財団法人日本海事協会に参画頂き、委員長は学識経験者をお願いすることとした。また、オブザーバとして国土交通省海事局の出席を頂き、本委員会を立ち上げた。

4. 研究内容

高度品質管理システムを実現するための基本要素は下記3項目と考えられ研究課題とした。この3要素について、多種少量生産を特徴とする船用工業の製造現場に於いて実証することにより、その組合せでほぼ全ての製造現場に適用できると考える。

(1) リアルタイム管理

部品加工及び組立状況や設備の稼働状況をリアルタイムで把握し管理する。工場内には多種類の部品や半製品が流れ常に変化し、工作設備も様々の稼働状態にあるが、これらを適正に管理することは品質管理の基本である。ICタグやIoT技術により多量の状態データをリアルタイムで把握し管理する。

(2) 検査データのオンライン化

各製造工程の検査記録のデジタル入力とデータ評価を行いオンラインで照合し確認業務と直結させる。各工程では検査や社内試験により部品や製品の細部にわたる合否判定を行い、最終製品の品質を裏付ける重要な業務となっている。画像情報、音声入力、ハンディターミナルなどにより、全工程の多量の検査データを一元的に見える化し、分析に供することにより、品質管理の確実化と即応性の強化を図る。画像情報はトレーサビリティ等様々の用途に活用する。

(3) 画像、AIの活用による品質管理の効率化

AIは人の作業の多くをサポートできる可能性があるが、特に、重要な品質管理業務である不適合の検知と未然防止に効果が期待される。また、画像活用は製造工程において詳細を把握できる有用な技術である。これらを段階的に導入し、機能の育成と拡大を図り、品質管理における活用範囲を拡大する。

5. 研究の実施スキーム

(1) 委員会の実施スキームに関する決定（別添2参照）

上記の3項目の研究を実施するため、委員会の下に作業部会を設けることとした。作業部会のメンバーは委員会での審議の結果、委員の中から認定事業場6社にお願いすることとし、研究に当たっては、上記4.(1)～(3)の項目に対し、6社が研究課題を分担し実施することとした。

(2) 各社との委託契約

日本財団の助成金を研究内容に応じて予算化し、作業部会の各メンバーに委託することとし委託契約を結んだ。

6. 平成30年度期末 研究進捗状況

4.(1)～(3)の研究課題に関し、活動内容と平成30年度期末の進捗状況を下記に報告する。また、実施予定表を別添3に示す。

(1) リアルタイム管理

a) 活動内容

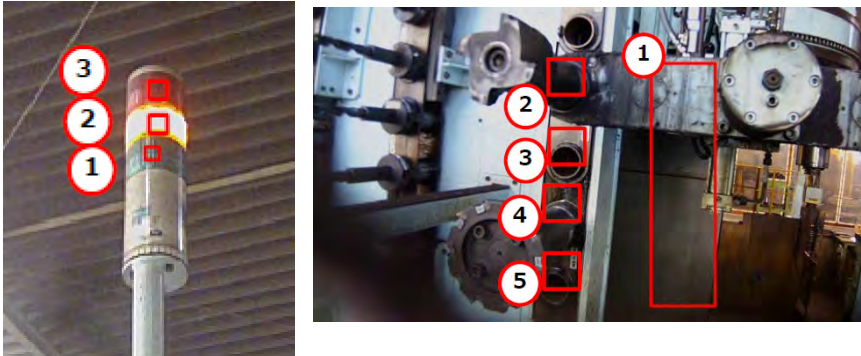
①工作機械のIoT情報を品質管理に活用。IoTによる振動等のデータを活用し機械加工工程での不適合の未然防止を図る。

②機関部品等にICタグを取付け、工程進捗や検査結果などをリアルタイムで管理し品質管理の効率化と不適合の未然防止を図る。他工場や部品製造者との連携も検討する。

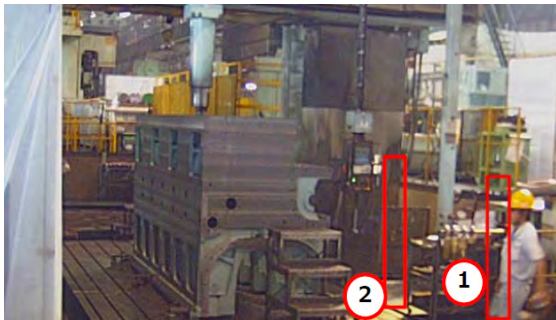
b) 進捗状況

①工作機械のIoT化に関し、機械加工職場の数台の工作機にセンサーを取り付け、データを収集中。不適合の未然防止対策に関しては、検討対象となるエラーの発生が少なく異常検知の定義付けが難しい状況であり、課題が明確になった。

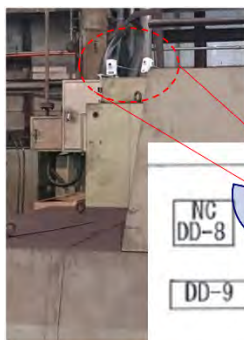
② I C タグシステムの開発業者として大手 1 社を決定し、システムや機材、配置等詳細打合せを行い、確認試験を行った上、機関主要部品の機械加工職場に設置し、平成 3 1 年 2 月から運用に入った。I C タグと画像情報の連携により、工程詳細が把握でき、有用性が明らかになった。一方、I C タグは金属部品に使用できるよう工夫したが、検知能力過敏による問題や電波の死角など課題も明らかになり改善を進めている。



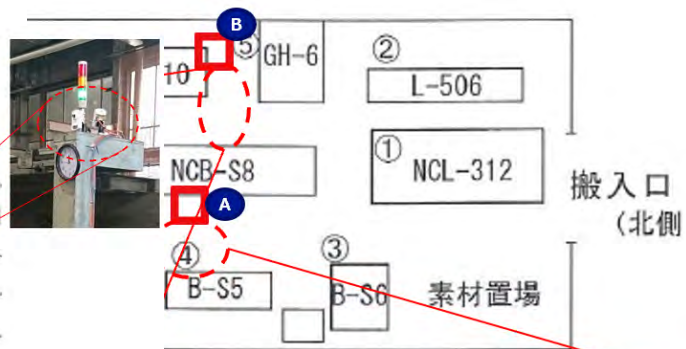
(パトライトや刃具の動きを把握)



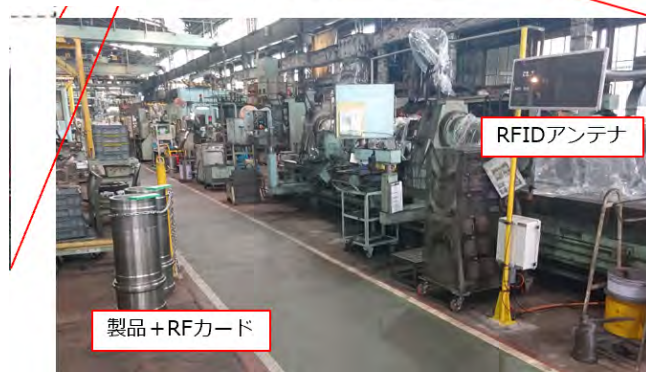
(人がエリアに入るタングを把握)



(カメラ配置)



(アンテナ配置)



製品+RFカード

(2) 検査データのオンライン化

a) 活動内容

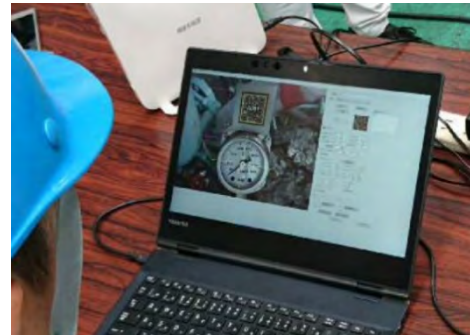
- ① 検査データデジタル入力の効率化のため、画像情報、音声入力、ハンディターミナル等を活用し、作業現場に適した検査データのオンライン化システムを研究する。
- ② 検査データの精度確認と状態診断の効率化に関し、性能試験及び完成検査に於ける検査データの異常有無確認を効率化し、併せてデータ分析により状態診断など品質管理の向上に役立てる。

b) 進捗状況

- ① 検査データのデジタル化に必要なアナログ計器読取ソフトの基本部分を開発した。平成30年9月以降、3回の実機試験を実施済。操作性、振動対応など課題が明確になり、スマートグラスによる改善を含め実用化へ向け改善を進めている。品質記録のデジタル化については、市販ソフト「i-リポーター」を採用し、そのプラットフォーム上でデジタル化を進めることを決定した。電子認証システムも検討中。



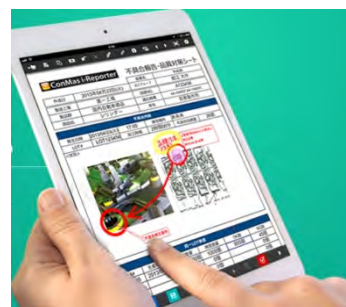
(スマホによる計器の撮影)



(読取り値と画像を記録)



(現場で使えるスマートグラス例)

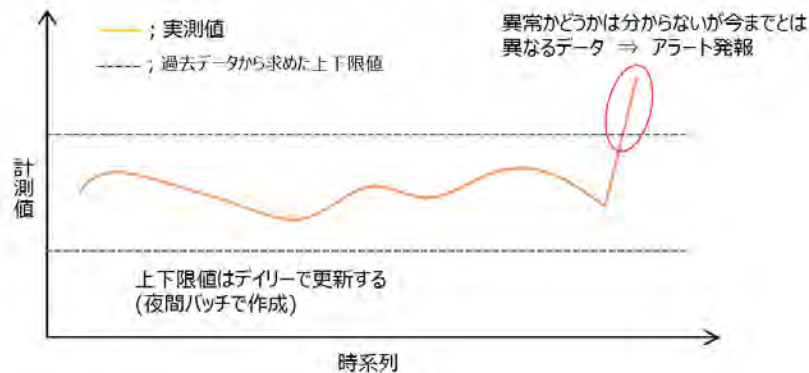


(i-リポーター表示例)

②検査データの精度確認システムについて、完成試験データの確認手作業を自動化するためシステム会社を選定の上ソフトの基本部分が完成した。現場のパソコンに組み込み基本機能の確認中。先ず、正常値と異なる値を検出し人が確認する方式で進めている。入力方法については、デジタルペンにより手書き数値をペン先端の小型カメラで読み取りデジタル化している。

過去データを教師データとし、取得データの良否を判定するシステム

- 取得したデータの良否を判定するのは過去に取得したデータを活用(教師データ)とする
- 異常を予測するのではなく、正常と異なる状態を検知するためのシステムとする



(良否判定概念図)

(3) 画像、A I の活用による品質管理の効率化

a) 活動内容

- ①画像情報の活用による検査の効率化に関し、受入部品等の画像情報を分析し図面との対比、画像計測による品質確認など画像を活用した検査の効率化と不適合の未然防止に役立てる。
- ②大型構造物の労力の大きな検査業務に対し、特に有用と考えられる画像による計測を研究する。
- ③A I 技術の活用による不適合未然防止に関し、調達情報の分析にA I 技術を活用し不適合発生を予測し未然防止に役立てる。併せて工程内不適合への適用など応用範囲の拡大を研究し、品質管理の向上を図る。

b) 進捗状況

- ①受入検査場で画像活用による検査の効率化のため、3Dレーザ計測装置、及び画像計測装置を検討した。レーザ計測装置は1社を選定し、多関節アーム式3Dレーザスキャナを購入し運用を開始した。特に、配管材等長物の計測に効果が大きく、業務効率向上を進めている。また、画像計測については、国内の画像計測会社に検証部品を送りステレオ画像による計測を行い、3D計測器の結果と比較した。精度面ではレーザと比べ精度が劣るが、全体形状や主要寸法の評価に有用と考えられる。



アーム式3Dレーザー計測機

エンジン部品など複雑な形状のものは
レーザー計測でより早く正確に計測でき、
3D図面との対比も可能



(エンジン部品)



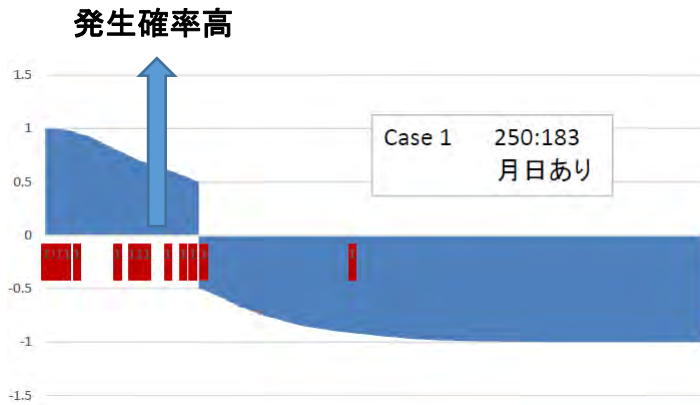
左部品を画像計測し理想の線（赤色）を重ねずれの程度を確認した。

②大型構造物の画像計測については、平成30年6月に計測と解析を行ったところ、計測精度面で改善の余地があり、同年9月に精度向上試験実施した。計測結果より実用精度に近づいたが、更に改善が必要と考えられ、レーザー計測を取り入れた計測方式について検討することとした。

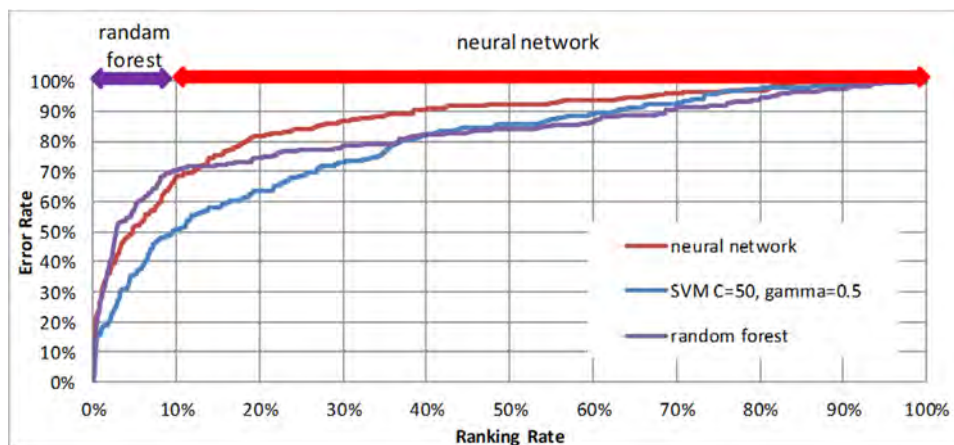


(大型構造物の画像計測状況)

③A I 活用に関する社内ワーキング会議で解析用データ項目を抽出した。A I ソフト 3 社を比較し検証している。最初に、2 万 5 千件のデータで 2 社により解析を実施し、概ね良い結果が得られた。続けて、3 7 万件の本番データで検証を行った。A I ソフトは Amazon、Google の 2 社と海上技術安全研究所を比較して解析を進めた。期末までの結果では、海上技術安全研究所の予測が最も良かった。



Google A I により 2 万 5 千件のデータより不適合予測を行った例
発生を予測する青色の上向きのグラフと実際に発生した赤色の発生実績が高い確率で一致している。



海上技術安全研究所では、3 種類の方法を比較して解析した。上図のようにニューラルネットワーク法では全件数の 2 0 % までで実不適合の 8 0 % まで予測している。

(4) 普及のための品質管理の高度化に関するアンケートの実施 (別添 4 参照)

品質管理の高度化に関する認定事業場の意向を確認するため、「品質管理の高度化に関する調査研究委員会」の委員以外を含む計 5 1 事業場にアンケート票を送り、平成 3 0 年 9 月に調査を実施した。その結果に基づき、平成 3 1 年 3 月 2 0 日に約 2 0 事業場と関係官庁の出席を得て、初年度進捗報告会を開催した。発表スライドの抜粋を添付する。

7. 平成31年度の研究予定

(1) リアルタイム管理

a) 課題と進め方

①工作機械のIoT化を品質管理で役立てるため、設備故障の予防については、検討対象となるエラーの発生が少ないが、継続して観察するとともに、新規のテーマとして、工具摩耗に着目したIoTデータの分析に取り組む。

②運用を開始したICタグと画像の連携システムを活用し課題の改善を進め実用化するとともに、滞留箇所の詳細分析などにより品質管理改善に役立てる。また、他工場との連携については、社内鑄造工場との一貫管理を検討する。

(2) 検査データのオンライン化

a) 課題と進め方

①アナログ計器読取ソフトは温度計、燃料ラックに続き、今後、圧力計に機能拡張する。併せてスマートグラスを使用した操作性の改善を研究する。品質記録のデジタル化については、検討中のソフトを導入し検査用帳票類の登録を進める。外部へのデータ提出及び電子認証については、当協会との間で実証試験を行い実用化へと進める。

②検査データの精査について、完成したソフトを全社システムとリンクさせ、データは常用する全機種種の参照データを入力し拡充する。完成試験データの過去データとの比較機能についても、単なる比較から様々の論理検証機能を追加し精査するシステムとする。さらに、不適合未然防止への活用も検討する。システムを活用し省力化を進め、新システムのメリットと課題を明確にする。併せて、他職場、他事業場への展開も検討する。

(3) 画像、AIの活用による品質管理の効率化

a) 課題と進め方

①3Dレーザ計測装置3DCAD図との連携機能の検証を行う等受入検査場で活用し、費用対効果及び課題を明確にする。また、画像計測装置は検証結果を評価し、画像を活用した受入検査システムについて検討する。また、計測以外の画像活用のためエンジン部品の欠陥検出に関する研究を行う。

②大型構造物の画像計測に関し、精度と取扱性が良く現場で使えるシステムとして実用化するための検討を行う。

③AI活用による不適合発生予測手法を日常的に活用可能なように更に育てる。また、同手法は、データによる良否予測という点で応用範囲が広く、他の事例でも解析し有用性を確認する。さらに、AI解析手法に関し、画像による欠陥検出や工作機械のIoT情報の解析など品質管理実務に役立てるための研究を行う。

(4) アンケート結果を踏まえた普及活動の実施

平成31年3月20日に開催した初年度進捗報告会で得られた各位意見を平成31年度研究に役立てる。同じく平成31年度も1～2回の進捗報告会を計画している。

以上

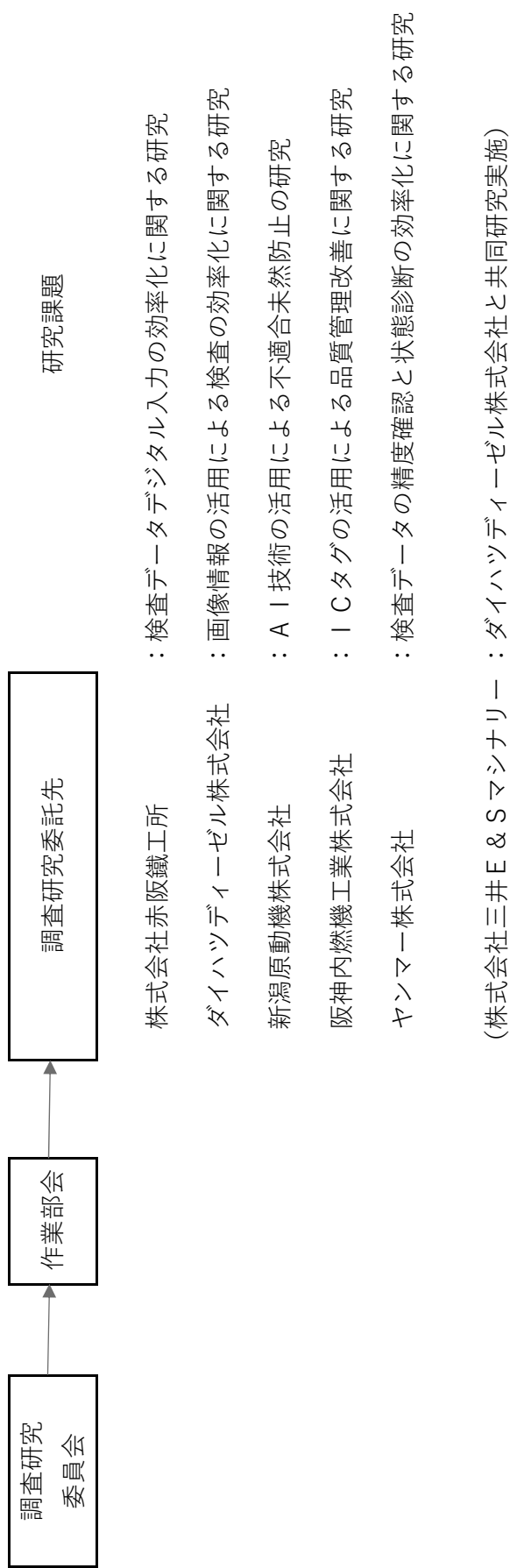
平成30年度 品質管理の高度化に関する調査研究委員会、作業部会 名簿

平成31年3月20日

(一社)日本船舶品質管理協会

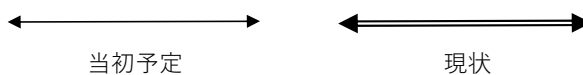
担当	委員会			作業部会			備考
	氏名	所属	役職	担当	氏名	所属	
委員長	荒木 勉	東京理科大学大学院 上智大学	教授 名誉教授	部会長	荒木 勉	東京理科大学大学院 上智大学	教授 名誉教授
委員	島田 毅	一般財団法人 日本海事協会	技術本部 機関部長				
委員	大石 敏明	株式会社赤阪鐵工所	品質保証部部長	部会員	大石 敏明	株式会社赤阪鐵工所	品質保証部部長
委員	道本 修司	ダイハツディーゼル株式会社	生産購買統括本部 守山工場 品質管理部 部長	部会員	道本 修司	ダイハツディーゼル株式会社	生産購買統括本部 守山工場 品質管理部 部長
委員	椿 稔	株式会社ディーゼルユナイテッド	品質保証部部長				
委員	長谷川 正則	新潟原動機株式会社	生産センター 品質管理グループ長	部会員	長谷川 正則	新潟原動機株式会社	生産センター 品質管理グループ長
委員	田中 孝弘	阪神内燃機工業株式会社	取締役執行役員 カスタマーサポートセンター長	部会員	田中 孝弘	阪神内燃機工業株式会社	取締役執行役員 カスタマーサポートセンター長
委員	好井 美貴	株式会社マキタ	品質保証部 品質管理グループ マネージャー				
委員	小林 圭	株式会社三井E & S マシナリー	玉野機械工場 生産総括室 生産技術グループ長	部会員	小林 圭	株式会社三井E & S マシナリー	玉野機械工場 生産総括室 生産技術グループ長
委員	上野 潤	三菱重工エンジン&ターボチャージャー株式会社	品質保証部 主幹				
委員	山家 正俊	ヤンマー株式会社	エンジン事業本部 特機エンジン 統括部品質管理部 検査第一グループ課長	部会員	新田 周平	ヤンマー株式会社	エンジン事業本部 特機エンジン統括部 管理グループ
関係官庁	野宮 雅晴	国土交通省 海事局 検査測度課	船級協会業務調整官				
事務局	澤山 健一	一般社団法人 日本船舶品質管理協会	専務理事				
	岡田 裕	同	常務理事	事務局	岡田 裕	一般社団法人 日本船舶品質管理協会	常務理事
	中西 孝志	同	上席技師		中西 孝志	同	上席技師

平成30年度 品質管理の高度化に関する調査研究委員会 組織図



平成30年度 品質管理の高度化に関する調査研究 事業の実施予定表

実施項目	平成30年度														
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
1. リアルタイム管理 ・ 研究計画立案 ・ ICタグ、IoT機器調達、システム導入 ・ 機器取付、配線工事、作動確認 ・ 運用による効果の確認、課題抽出	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
2. 検査データのオンライン化 ・ 研究計画立案 ・ デジタル入力、画像入力装置調達、システム導入 ・ 機器取付、作動確認 ・ 運用による効果の確認、課題抽出	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
3. 画像、AIの活用による品質管理の効率化 ・ 研究計画立案 ・ 画像分析機器等の調達、システム導入 ・ 機器取付、作動確認 ・ 運用による効果の確認、課題抽出 ・ AIソフト契約 ・ AIによる不適合分析、課題抽出	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		
	←→			←→			←→			←→			←→		



平成31年3月20日
 (一社) 日本船舶品質管理協会

品質管理の高度化に関する調査研究 初年度進捗報告会次第

- 開催日時 : 平成31年3月20日(水) 13:30~15:30
- 開催場所 : 東京都千代田区神田佐久間町1丁目9番地 第7東ビル
 (一社) 日本船舶品質管理協会 1F 会議室
- 開催目的 : 当協会では、品質管理の高度化に関する調査研究委員会の指導の下、平成30年度、31年度の2ヶ年で研究を進めておりますが、その初年度の活動状況についてご報告の上、意見交換を行いたく開催いたします。

時間	内容	
13:30~13:35	開催ご挨拶 品質管理の高度化に関する調査研究委員会 委員長 東京理科大学大学院教授、上智大学名誉教授 荒木 勉	
	初年度進捗状況報告	
13:35~13:45	1	ICTタグの活用による品質管理改善 阪神内燃機工業株式会社
13:45~13:55	2	検査データデジタル入力の効率化 株式会社赤阪鐵工所
13:55~14:05	3	検査データの精度確認と状態診断の効率化 ヤンマー株式会社
14:05~14:20	4	画像情報の活用による検査の効率化 ダイハツディーゼル株式会社、株式会社三井E & S マシナリー
14:20~14:30	5	AI技術の活用による不適合未然防止 新潟原動機株式会社
14:30~14:35	6	海上技術安全研究所 AIに関する研究概要 海上技術安全研究所
14:35~14:55	コーヒースタンド	
14:55~15:25	意見交換会	
15:25~15:30	今後へ向けてのご挨拶 一般社団法人日本船舶品質管理協会 専務理事 澤山健一	

事務局担当者 : (一社) 日本船舶品質管理協会 中西孝志 t-nakanishi@jmq.or.jp

品質管理の高度化に関する調査研究

研究課題：

ICタグの活用による 品質管理改善

2019年3月20日
阪神内燃機工業株式会社
協力) リコージャパン株式会社

1

◆ 取組み内容

ICタグにより工程進捗や検査結果などをリアルタイムで管理し品質管理効率化と不適合未然防止を図る。



リコー株式会社（株式会社リコージャパン）と共同により、システム開発を目指す。

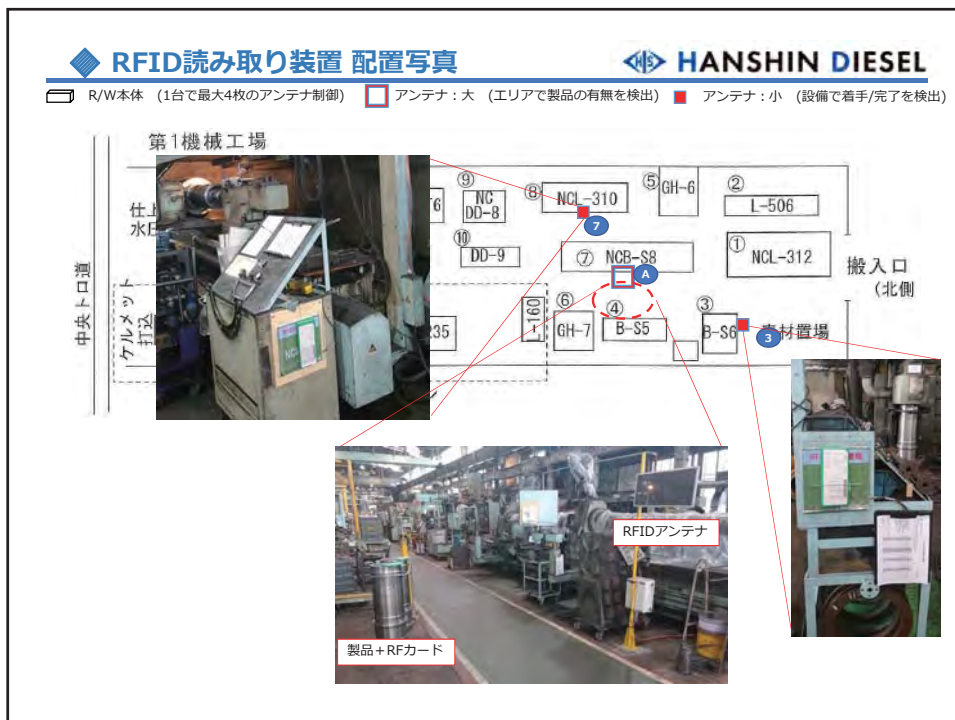
リコー 選定理由：

- ・リコー製リライタブルRFIDタグの製造工程との相性の良さ
- ・豊富なRFID導入実績（300事業所以上）と、他社よりも柔軟な対応が可能な点
- ・弊社での作業実績

2



3



4

◆ カメラ配置図

HANSHIN DIESEL



カメラ	設定No.	観察ポイント	カメラ	設定No.	観察ポイント
①	A	バトライトの緑点灯を検出	③	F	設備のフード閉閉を検出
	B	バトライトの黄点灯を検出		G	設備エリアからの移動を辺出
	C	バトライトの赤点灯を検出		H	設備エリアからの移動を辺出
②	D	作業台前での人を検出	④	I	バトライトの緑点灯を検出
	E	設備前周辺での移動を検出		J	バトライトの黄点灯を検出
				K	バトライトの赤点灯を検出

5

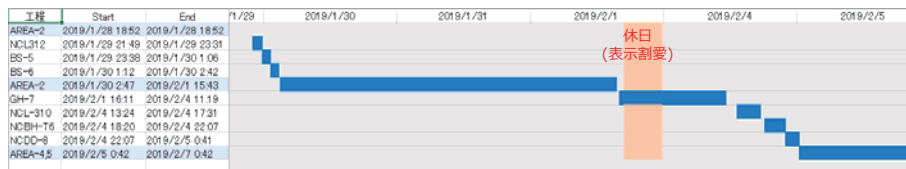
◆ 結果① 製品単位の進捗見える化 (RFID)

HANSHIN DIESEL

□ 従来見えなかった各工程の着手、完了タイミングが見える化できた

- 工程ごとの作業時間が見えるようになり、品質バラツキとの関係性を推測できるようになる
- 今後データが増えることで、作業標準時間を精度よく見積もることが可能になる
- 工程設計する上での、ネックとなる工程が見えてくる

19900381088-01
製番 LA34-110

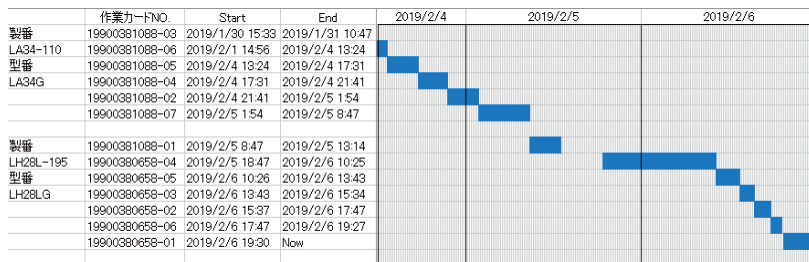


6

◆ 結果② 設備単位の進捗見える化 (RFID) HANSHIN DIESEL

□ 設備単位での作業時間が見える化できた

- 最も工数のかかる設備を見る化することで、無駄時間の有無が見えてくる
- 同じ設備、同じ製品番号でもばらつきを解析することで品質との関連が見えてくる
- 設備ごとの稼働状況が見えることで、点検の考え方や設備投資の必要性も見えてくる

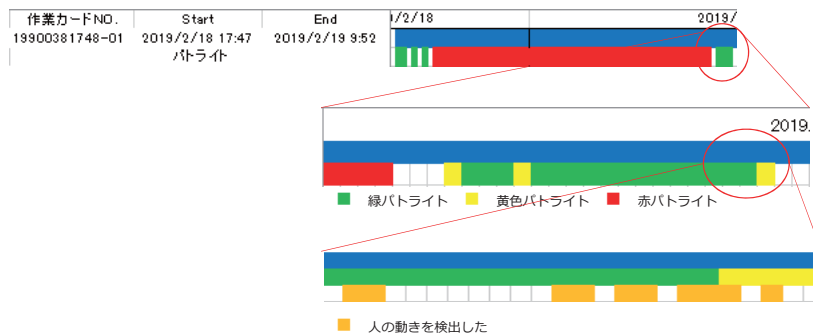


7

◆ 結果③ 工程進捗詳細化 (RFID+カメラ) HANSHIN DIESEL

□ RFIDで工程の進捗が見える化され、さらに詳細な見える化をカメラデータで実施

- パトライトの点灯状態を自動で取得することで、機械の動作時間を取得
- 工程のばらつきを詳細に分析することが可能
- 休憩時間や、休日の前に設備を稼働させて稼働率を上げている工夫が見受けられる
- 人の携わる作業が工程内でも詳細化できる

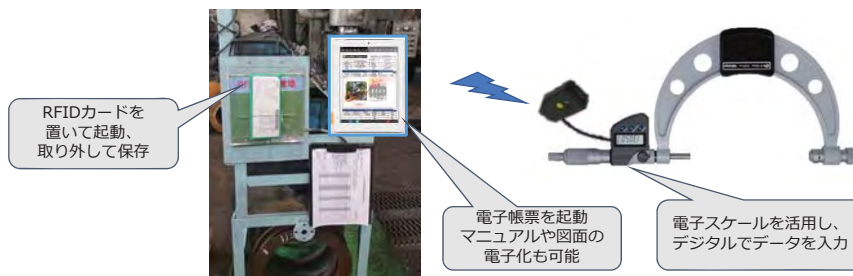


8

- RFIDで工程の進捗を見える化
 - リライタブル採用により、既存の帳票を印字できるため、視覚による確認もできる。
 - 設備や製品ごとに集計が可能で、見方を変えて応用・改善に利用可能
- 詳細な見える化をカメラデータで実施
 - パトライトの点灯状態を自動で取得することで、機械の動作時間を取得
 - 工程のばらつきを詳細に分析することが可能
- 見えてきた問題点
 - エリア検知での製品配置にルール化が必要
 - 電波の反射などにより、近隣データを取得してしまう可能性あり。
 - アンテナやRFIDの汚れによる誤認識

9

- 帳票のデジタル化、入力のデジタル化によるヒューマンエラーの回避
 - ① RFIDカードをトリガにして、電子帳票を起票（タブレット又はPC）
帳票間違い、入力間違い、リアルタイムで見える化
 - ② デジタルスケールを活用した、検査結果入力の自動化
自動入力により、人の目のばらつきを回避。手書き業務の削減
- 他工場との連携を導入。製造管理の一元化
 - ① 鋳物素材（別工場） → 輸送 → 入材 → 機械加工 を一括管理



10

検査データデジタル入力 の効率化

株式会社 赤阪鐵工所

平成31年3月20日

アカサカ

1

画像解析ソフトの開発目的

「品質記録のデジタル化」の一部として、アナログ計器の自動読取システム開発を行いました。アナログメータをスマートフォン等のカメラ付きデバイスで撮影し、画像データから数値に変換します。品質向上や作業工数削減を目的とし、読取誤差、読取ミス、入力ミスの低減と短時間に自動記録することにより作業効率が向上を目指します。

アカサカ

2

画像解析ソフトの計測対象

本研究で、計測対象としているアナログメーターは、以下の3種類になります。



排気用ダイヤル温度計



棒状温度計



燃料ポンプバック

アカサカ

3

画像解析ソフト概要

画像解析ソフトは、各アナログメーターの針位置やQRコード間の距離を画像解析により数値化し、自動的にエクセル計測シートに入力されます。

計測端末より画像データをホストに送り、画像解析した結果を計測端末に返し、計測者確認後、ホストの計測シートに保存されます。

The diagram illustrates the process: a camera captures an image of a dial thermometer, which is then processed by software to extract the needle value (78.0). This data is then input into an Excel spreadsheet. The spreadsheet has columns for 'No.', '計測名' (Measurement Name), 'シート名' (Sheet Name), 'セルスタート' (Cell Start), and multiple columns for '負荷率' (Load Rate) at different time intervals (D, 25, 50, 75, 100, 110 minutes).

No.	計測名	シート名	セルスタート	負荷率 D/5	負荷率 25	負荷率 50	負荷率 75	負荷率 100	負荷率 110
			(R/F)	(R/F)	(R/F)	(R/F)	(R/F)	(R/F)	(R/F)
1	排気用温度計12	Page.1	-	K,6	L,8	M,8	N,8	O,8	P,8
2	距離7	Page.1	-	K,9	L,9	M,9	N,9	O,9	P,9
3	ダイヤル温度計3	Page.1	-	K,10	L,10	M,10	N,10	O,10	P,10
4	M2,3	Page.1	-	K,11	L,11	M,11	N,11	O,11	P,11
5	M4,4	Page.1	-	K,12	L,12	M,12	N,12	O,12	P,12
6	M4,5	Page.1	-	K,13	L,13	M,13	N,13	O,13	P,13
7	c001c002address	Page.1	-	K,14	L,14	M,14	N,14	O,14	P,14

アカサカ

4

画像解析ソフトの陸上検証試験

弊社製作の船用4サイクル主機関に装備されている、排気用ダイヤル温度計、棒状温度計、燃料ポンプラックに、計測用QRコードプレートを装備して、陸上試運転時に計測試験を実施しました。

<確認項目>

1. ホスト側ソフトウェア機能
2. ホストと端末間の通信環境
3. 計測時間の評価
4. 計測端末の操作性
5. 計測精度(距離、振動、照度等)

アカサカ

5

テスト風景

①棒状温度計の計測



②燃料ポンプラック計測



③排気用ダイヤル温度計



④排気用ダイヤル温度計の計測



アカサカ

6

結果及び課題

1. ホスト側ソフトウェア機能
主機関、陸上試運転の成績表に、自動書込みを確認
2. 機器間の通信環境
工場内wifiにより、端末とホスト間の通信は良好
3. 計測時間の評価
ホスト側画像処理時間に関しては、1回の計測に約2秒
4. 計測端末の操作性
現在、両手での撮影のため、片手撮影を目指します。
5. 計測精度(距離、振動、照度等)
精度としては、人が読むより優れた結果が出ています。
計器振動、撮影手振れの影響により撮影エラーが発生
します。撮影方法の改善を検討します。

アカサカ

7

来年度研究内容

「検査データデジタル入力の効率化」として、今年度に引き続き画像処理の向上を目指すと共に、新たに「認定事業所の検査と審査データ提出に関する電子化」についての研究を実施していく予定です。

<画像処理>

1. 計測対象の増加(圧力計)
2. 計測精度の向上(振動対策)
3. 操作性の向上(スマートグラスなど)

<検査書類 電子化と認証システム>

1. 検査記録の電子化
2. 電子認証の調査



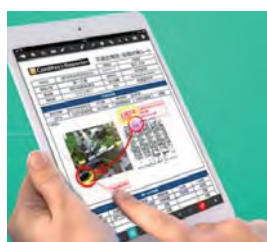
アカサカ

8

検査記録の電子化の検証

紙で記録している検査記録をタブレット端末を使用し記録します。電子化する事でペーパーレスとなり、社内承認フローの時間短縮を図ります。また、認定事業所として、審査データを電子化し、登録を進めます。

「現場帳票」記録・報告・
閲覧ソリューションの
i-Reporterを使用した検証



アカサカ

9

電子認証システムの調査

電子化した検査書類は・・・

「いつ」、「誰」が作成したのか？

検査資格者により検査承認されているか？

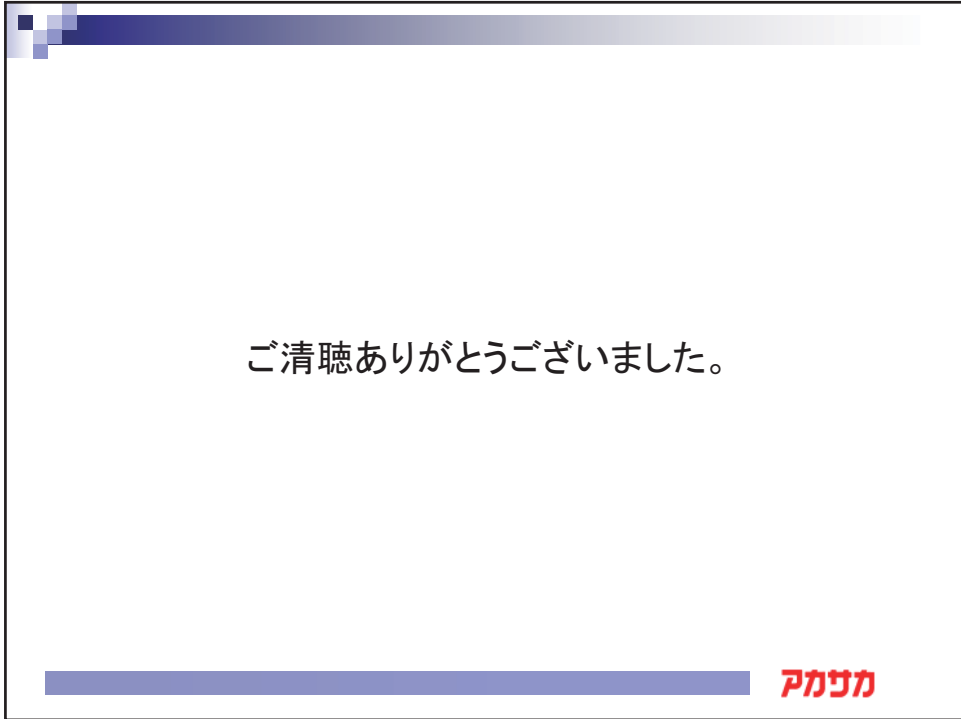
検査書類を確実に認証できるのか・・・

市販の電子認証システムの調査を実施します。

外部へのデータ提出及び電子認証については
(一社)日本船舶品質管理協会との間で実証試験を行い実用化を調査します。

アカサカ

10



ご清聴ありがとうございました。

アカサカ

検査データの精度確認と状態診断の 効率化に関する研究

2019年3月20日
ヤンマー株式会社特機エンジン統括部



YANMAR

0

目次

Proprietary and Confidential Information - [SL2]

1. システム導入の背景
2. システム概要
3. スケジュール



© YANMAR Co., Ltd.

2019/3/18

Page: 1

YANMAR

1

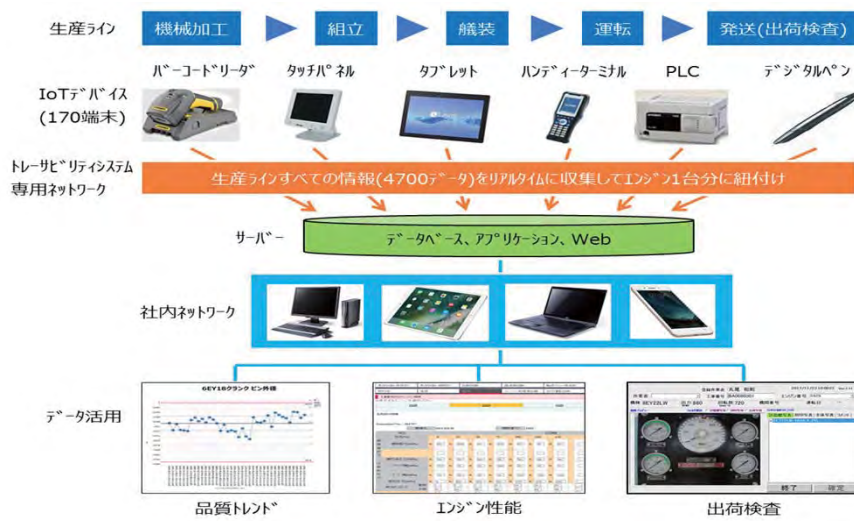
1. システム導入の背景



2

1. システム導入の背景

トレーサビリティシステム概要



3

デジタルペン導入の背景

- ・紙ベースに記録している運転性能データを電子化したい
- ・PCを使用しての入力作業は工数がかかる(タブレット端末も普及していなかった)

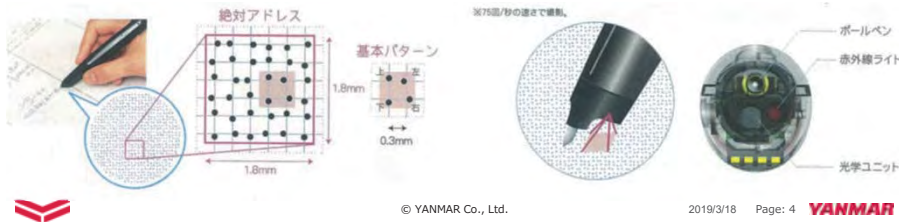


手書きと同じような作業性(直感性)を保ったまま電子化できないか？

デジタルペンの導入を決定(2012年7月)

■ デジタルペンによるデータ電子化のしくみ

ドットパターン(用紙上の座標)を持った用紙上を、カメラ内蔵のデジタルペンで普段どおりに記入作業すると記入情報をデジタルデータ化することが可能なくみ



© YANMAR Co., Ltd.

2019/3/18 Page: 4 YANMAR

4

システム導入の背景

デジタルペンを採用したことで、手書きの作業性を維持したまま運転性能データを電子化することが可能になった。
が、ごく稀(約0.5%)に誤変換が発生する



誤変換のままデータが客先に流出すると・・・

大きな信頼失墜に繋がる可能性がある

- ・誤変換の検出に多くの工数が必要である
- ・お客様立会時は約1時間で(誤変換検出・修正、覚書作成など)対応する必要がある
- ・本来の検査業務(エンジンの性能確認)に工数を費やせない



短時間で誤変換を含めた異常値を検出したい

2012年から電子化して蓄積したデータを活用して異常値検出のシステムが構築できないか？



© YANMAR Co., Ltd.

2019/3/18 Page: 5 YANMAR

5

2. システム概要

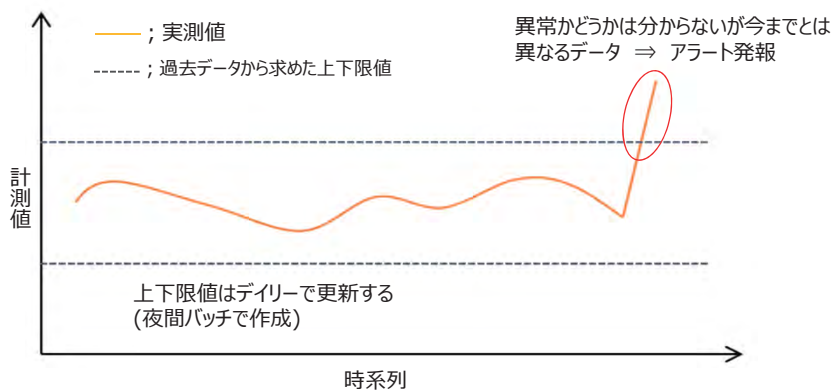


6

2. システム概要

システムイメージ

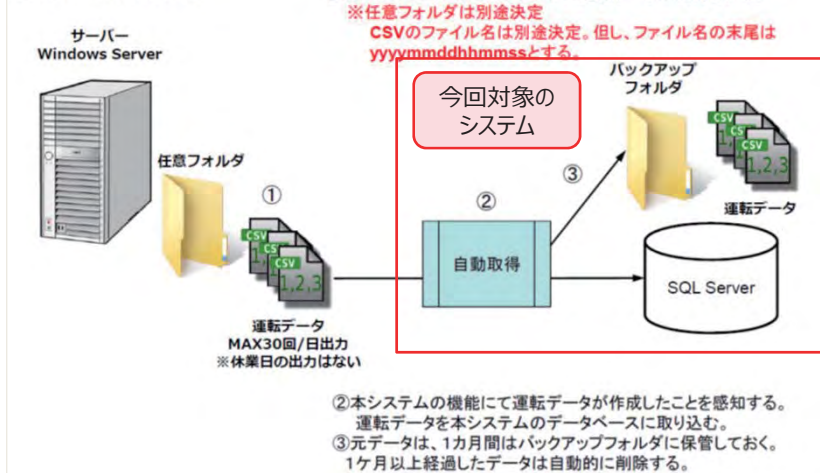
- 取得したデータの良否を判定するのは過去に取得したデータを活用(教師データ)とする
- 異常を予測するのではなく、正常と異なる状態を検知するためのシステムとする



7

システム構成①

運転データ自動取得



システム構成②

教師データ作成

1. 夜間処理で教師データを作成する。
教師データは、機種・回転数・出力毎に作成する。
1つの取込データ内に同じ工事番号、機関番号、機関形式の情報が存在した場合はエラー(ログ出力)として取込は中止する。
2. 当日作成した運転データから教師データを再作成する。
3. 教師データは、各項目の集計値及び統計値(平均値(下限値、上限値含む)、中央値、最大値、最小値、標準偏差、分散)を再作成する。
※前日までの教師データと当日の運転データを元に教師データを再作成する。

取込データの項目に対する本システムの項目名は以下とする。

取込データの項目名	本システム項目名
機関情報工事番号	→ 工事番号
機関情報機関番号	→ 機関番号
機関情報機関形式	→ 機関形式



システム構成③

- 取得データと教師データ(上下限值)を比較して判定
⇒上下限値を外れている場合はセルを赤色に着色する
(上下限値付近の場合は黄色で着色する)
- 良否の判断は人手で実施する

■ 良否判定画面イメージ

項目名	単位	規格値	25	50	75	100	100	110	0.0	0.0	0.0	0.0
機関回転数	min-1	900	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
燃料消費量計測量	kg		0	0	1.5	0	2	0	0	0	0	0
燃料消費量時間	sec		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
燃料消費量/時	kg/h		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
燃料消費量/出力・時	sr/k		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
正味燃料消費率(機関出力)	sr/k		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
機関温度	°C		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
排気色	排気温度	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
冷却水温度空気冷却器入口	°C		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
冷却水温度ジャケット入口	°C		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
冷却水温度各気筒出口No.1	°C		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



3. スケジュール



4つのフェーズに区切ってシステムを構築

フェーズ	対象データ	実施内容	導入時期
フェーズ1	・運転(性能)データ	・一部データ(主に温度データ)でモデル構築 ・データ連携は手動(スタンドアローン)で実施	'19/2
フェーズ2	・運転(性能)データ	・全データでモデル構築 ・データ連携は手動(スタンドアローン)で実施	'19/3
フェーズ3	・運転(性能)データ	・データ連携を自動で実施(サーバーにて管理) ・性能曲線、トレンドグラフなどの付随機能追加	'19/9
フェーズ4	・運転(性能)データ ・設備データ	・アラート発報データに相関するデータの自動紐付け ・教師データに季節変動などのパラメータ付与 ・他システムとの連携	'20/1



画像情報の活用による検査の効率化

受入部品等の画像情報を活用し図面との対比、
画像による品質確認など検査の効率化と不適合の
未然防止に役立てる。

ダイハツディーゼル株式会社
品質管理部 道本

1

目次

1. 概要
2. 取り組み①(画像情報)
3. 取り組み②(レーザースキャナー)
4. 取り組み効果
5. 今後の取り組み

2

1. 概要

受入検査場での検査の効率化を目指しレーザー計測装置、及び画像計測装置を検討した。

- ①画像計測会社に検証部品を送りステレオ画像による計測を依頼し、検査に適用可能かを確認。
- ②多関節アーム式レーザーสキャナーを導入しその効果を確認。

3

2. 取り組み①(画像情報)

ステレオカメラを用い配管部品(水用配管)の計測



使用機器

カメラ:IDS社

型式:UI-5280CP-M-GL

解像度:2456x2054

CMOS

レンズ:フジノン社

型式:HF16HA-1B

ソフトウェア

AVS社製

4

3. 取り組み②(レーザースキャナー)

多関節アーム式レーザースキャナーを導入



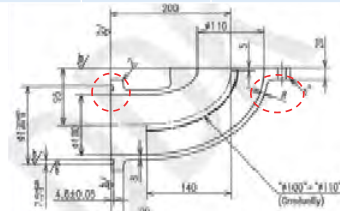
機器メーカー:FARO社
 機器名称:Quantum"S" ScanArm
 レーザー式スキャナー、
 点の集合体を立体形状に成型する。
 測定範囲直径2.5m
 測定精度0.048mm
 測定精度規格ISO 10360-8 Annex D

5

4. 取り組み効果

配管部品の主要寸法を各計測方法で計測した結果を比較

	ボルト 穴径(mm)	リング溝 の計測	フランジ面 角度(°)	肉厚 (mm)	備考
①ステレオカメラ 画像計測	20.6	不可	89.70	不可	エッジの面取りが影響し 穴径の計測精度が悪い
②レーザースキャナー	19.12	可能	90.03	(9.476)※	※レーザ光が到達可 能である範囲のみ
3次元計測器	19.100	可能	90.01	(9.10~ 9.50)	
図面寸法	19	—	90	8	



6

4. 取り組み効果

レーザースキャナーによる部品寸法計測と
従来の計測方法との比較

対象部品:水用配管

従来方法:定盤上に部品を設置し基準となる面に対して水平出し
作業を行い金尺やハイトゲージにて寸法を確認する。



2名作業でホイストにて部品を吊りながら計測対象となる箇所寸法を確認する。今回の部品については4回水平出し作業を行い各所の寸法を計測した。

7

4. 取り組み効果

レーザースキャナーによる部品寸法計測と
従来の計測方法との比較

レーザースキャナーによる計測



定盤上に部品を設置する。水平出し作業は不要。
レーザーにより形状の把握作業を行い、読み取った形状をコンピューター上で操作することで各所の寸法を確認。また、配管上にある溶接座の位置の把握も容易に可能となる。

8

5. 今後の取り組み

レーザースキャナーの活用を進め運用により出てくる課題とメリットを明確化し検査業務に有用な実用化研究を行う。また、画像を活用した不適合検出について研究し検査の効率化に繋げる。

以上

画像情報の活用による検査の効率化

画像を用いた船用ディーゼルエンジン大型加工品の計測

2019年03月20日

株式会社三井E&Sマシナリー
玉野機械工場 生産総括室

報告者:長崎 俊憲

M MITSUI E&S

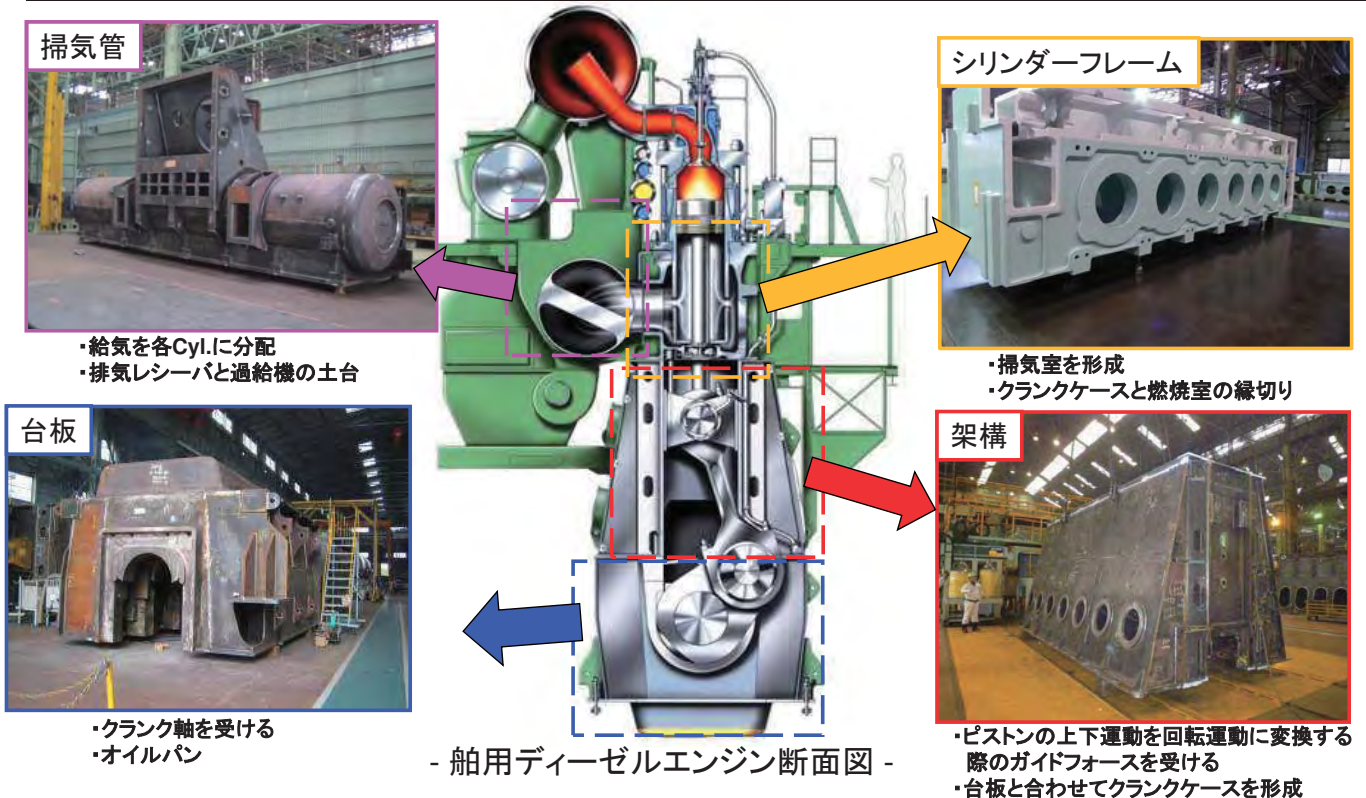
株式会社三井E&Sマシナリー

Copyright © Mitsui E&S Machinery Co., Ltd. All rights reserved.

1

船用ディーゼルエンジン大型加工品について

M MITSUI E&S



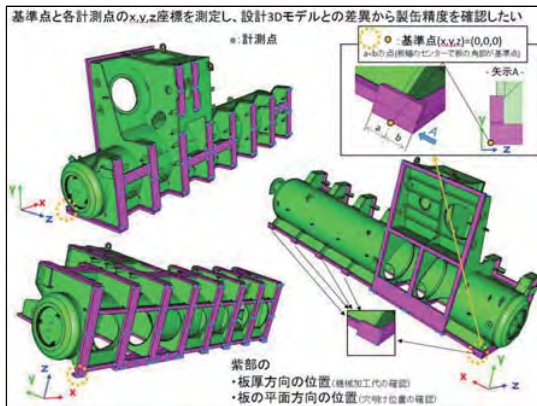
株式会社三井E&Sマシナリー

Copyright © Mitsui E&S Machinery Co., Ltd. All rights reserved.

2

研究目的

船用ディーゼルエンジンの構成部品である「掃気管」の**芯出し計測作業**を画像計測技術を用いて容易に正確に計測出来る体系を構築する
Page3で詳細説明



- 芯出し計測している計測点 -



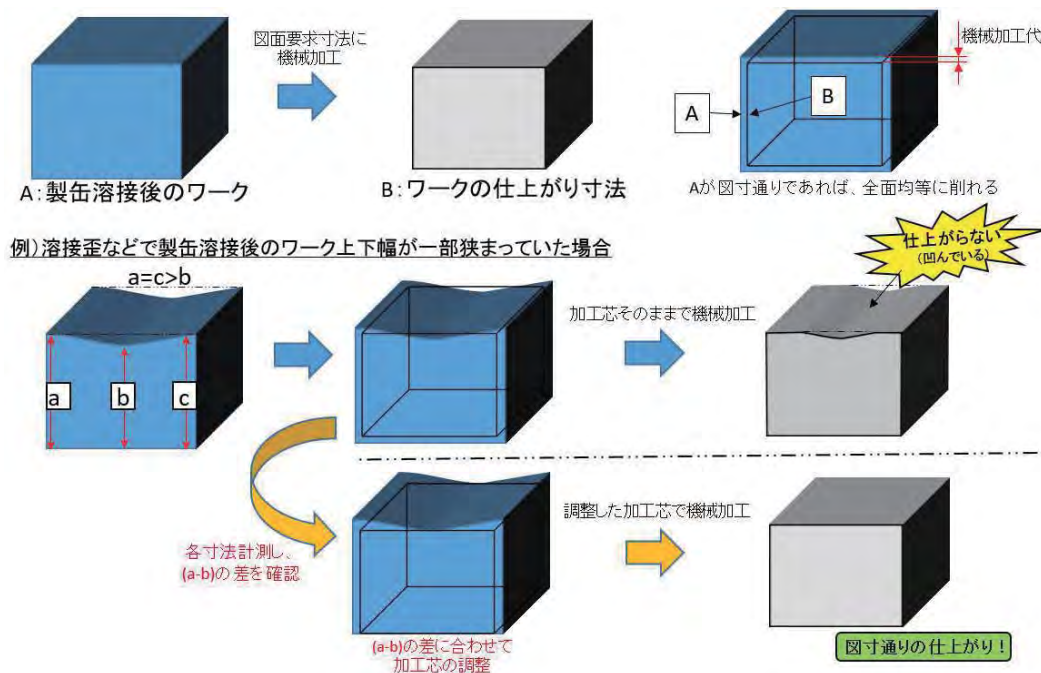
- 組立時に精度が必要なため計測している箇所 -

■ 現在の状況と懸念事項

- 定盤上で巻尺、差金、下げ振り、レーザー墨出し器等のアナログな道具で計測 ⇒ 目盛り読み間違いのリスク、結果を記録用紙に書き写す手間
- 計測には精度の高い定盤とそれを設置する場所が必須 ⇒ 精度が設備に依存するため製缶場所で精度が異なる
- 熟練した計測技能者が必要 ⇒ 熟練工の不足による計測精度低下

↳ 懸念事項を払拭出来るような新しい計測体系の開発が急務

研究目的 < 補足_製缶品の寸法計測(芯出し作業)が必要になる理由 >



機械加工が可能かどうか、製品寸法を確認し、ワーク修正の要否、加工芯調整の要否を確認するために寸法計測(芯出し作業)が必要

計測システムと選定理由

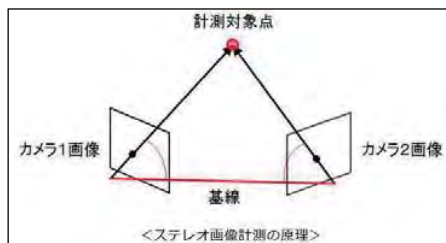
計測システムとしてステレオカメラを選定

ステレオカメラとは？

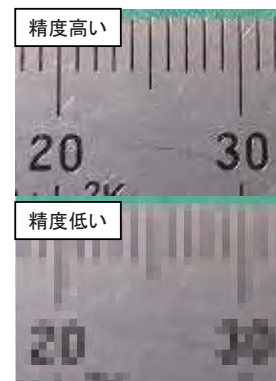
- 計測対象への角度を測るセンサとして、基線の両端にカメラ位置を固定。
- 空間中にある一点を二つのカメラで同時に撮影するだけで、三角測量によりカメラから見たその点の立体的な位置を計測。
- 画像中の1画素が実際どれだけの長さに対応するかで精度が決まるため、レンズ・カメラの解像度・撮影距離・基線長(カメラ間距離)によって変わる。
(例：撮影距離以外は同じ設定で、撮影距離を離すと精度が落ちる)



- ステレオカメラ外観 -



(参照元：(株)アブライド・ビジョン・システムズHP)



- 画素による精度イメージ -

選定理由

- 他の3次元計測装置に比べ、設備費が安い。(レーザートラッカーだと2千万円以上の設備費)
- カメラで撮影するだけで計測可能な画像データが得られ、技能による差が少ない。
- 計測データがデジタル出力されるため、人が介在することで発生する計測ミスや記録用紙への転記ミスを防げる。

ステレオカメラ検証内容

ステレオカメラを使用した計測システムの検証

掃気管計測時の懸念事項

- 協力を依頼したメーカーが大型加工品の計測を行った実績がないため、計測精度が不明(要求精度は2mm以内)。
- 大きな品物で精度を求める場合は複数の画像をつなぎ合わせる必要があり※1、基準となるマーカと計測したい点を同時に撮影する必要がある。
※1 距離が離れると単位長さあたりの画素数が減少して精度悪化するため



この写真のような位置からステレオカメラで撮影しても計測できるが、精度が低い

- マーカは画像をつなぎ合わせるだけでなく、画像データ内の距離基準としても使うため、マーカの正確な位置情報が必要。
- マーカと計測点の距離が遠くなると精度が落ちる(高所の計測点は精度が悪化する)。

検証内容

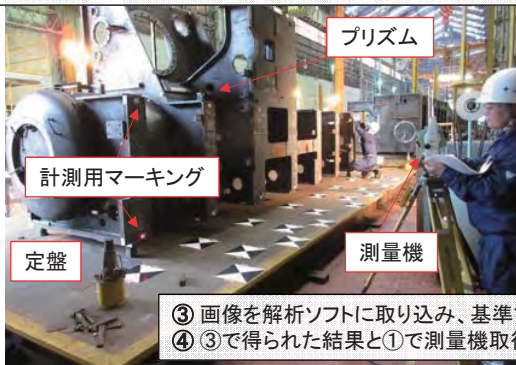
- 計測精度がどうなっているか確認するため、測量機でも測定点を計測し、比較する。
- 要求事項が満たせるか実ワークで撮影して確認
- ①で測量機を使用するので、ステレオカメラ撮影前に測量機でマーカ位置も計測
- 中間地点に測量機用プリズムを置いて高所の計測精度を確認



- プリズム写真 -

計測、検証手順

① 測量機を用いて定盤に置いた基準マーカ、プリズム、ワーク自体の計測箇所(計測用マーキング位置)を計測



② ステレオカメラを用いてステレオ画像を取得



③ 画像を解析ソフトに取り込み、基準マーカ位置から計測用マーキング位置の寸法情報を取得
④ ③で得られた結果と①で測量機取得した寸法情報を比較

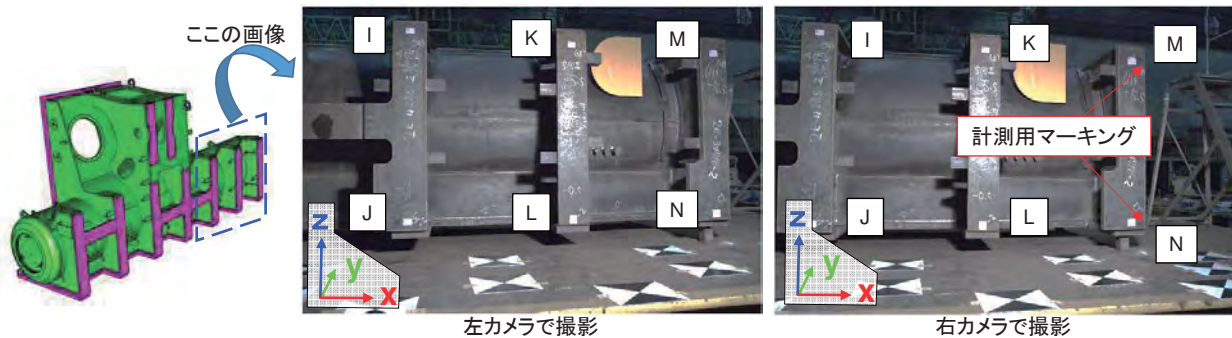
装置システム(2回目の計測時の仕様)

- ・測量機 ⇒ 基準マーカ位置の計測 及び 精度検証用に使用
 トータルステーション: ライカ製 TS15 (プリズム精度: 1mm + 1.5ppm, ノンプリ精度: 2mm + 2ppm)
 プリズム: ライカ製 GRZ101 ミニ360度ピンホールプリズム(高所計測時の基準マーカの代わりに点として使用)
- ・ステレオカメラ ⇒ 画像による計測機器
 カメラ: FLIR製 BlackflyS BFS-U3-200SC6C-C (5472×3648 約2,000万画素)
 レンズ: KOWA製 LM12XC2 12mm/F2.0
 基線長: 400mm
- ・ノートパソコン ⇒ ステレオカメラ制御用PC(カメラ単体では動作しない)
 CPU: Intel Core i7-5500U 2.4Ghz
 メモリ: 8GB

計測結果

ステレオカメラの計測は2回実施した。1回目の計測は精度も悪かったため、精度向上を狙って機器変更して再計測した2回目の結果を報告する。

得られた結果例(ステレオ画像 2回目の結果)



得られた結果例(数値データ 2回目の結果)

	カメラ計測値			法線方向による 計測面との誤差
	x	y	z	
I	3925.684	2325.971	374.113	1.689
J	3910.520	2334.047	-770.835	1.682
K	4944.011	2373.421	344.781	2.129
L	4942.984	2373.561	-789.949	2.129
M	5963.584	2355.067	331.651	2.565
N	5952.430	2337.683	-777.643	2.560

赤字: 写真手前(-y)方向の誤差
黒字: 写真奥(+y)方向の誤差

計測誤差

	定盤付近の高さの点	定盤から高さのある点
1回目	±10mm前後※1	計測不可※3
2回目	±2.5mm前後※2	60mm前後

※1 三次元的なズレ量

※2 二次元的なズレ量(ある平面を定義して、その奥行方向のズレ量)

※3 基準マーカが定盤にしかなく、高さがあると同じ画像に基準マーカと計測点を映しこむことが出来なかったため。

- ・定盤付近の計測で得られた画像奥行方向の結果は誤差が要求精度2mmを超えており、現時点では使用不可。
⇒機器選定や基線長の変更などで、精度向上は可能。ただし、精度がどれだけ上がるかはやってみなければわからない
(奥行方向だけでなく、三次元で評価をした際の誤差も同様)
- ・高所計測用にプリズムを用いたが、結果精度が悪く別の手法検討が必要。
- ・ステレオカメラでの撮影時間は早いですが、基準点の計測やデータ解析に時間がかかるため、運用方法の検討が必要。
- ・誤差評価を測量機の計測結果が正として評価したが、測量機自体も計測誤差があるので、精度評価方法を見直す必要がある。
- ・つなぎ合わせのキモとなる基準点の計測も同様に測量機を使用しているので、

以上の結果から、ステレオカメラでの大型加工品の画像計測精度はまだ未だであり、解決する課題も多いため、別の計測システムを検討することも必要である。

例) ヘキサゴン・メトロジー(株) AICON MoveInspect DPA



計測精度: $2 \mu\text{m} + 5 \mu\text{m}/\text{m}$ (RMS),
 $3 \mu\text{m} + 7 \mu\text{m}/\text{m}$ (3シグマ)

AI技術の活用による不適合未然防止

平成31年3月20日

新潟原動機株式会社

生産センター 品質管理グループ

長谷川 正則

生産センター 生産改革グループ 情報システムチーム

柳沢 徹雄

N/GATA

Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved.

目次

1. 目的
2. 分析するデータについて
3. AI(機械学習)の概要
4. AI(機械学習)ソフト選定
5. 教師あり機械学習の性能評価方法
6. RPAによるデータ自動作成
7. 機械学習を開始
8. 教師データ作成手法の検討
9. まとめ

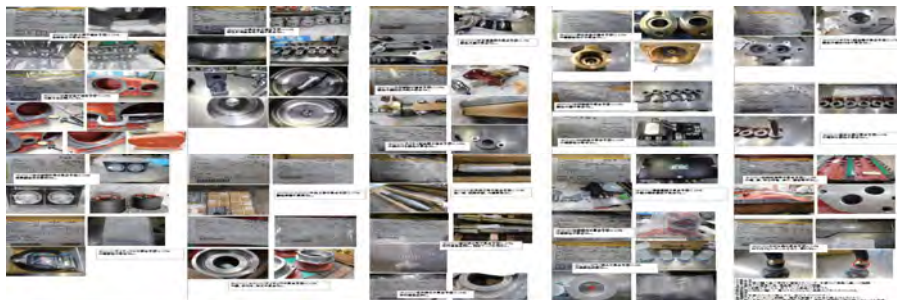
1 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

N/GATA

1. 目的

調達情報の分析にAI技術を活用して不適合発生を予測し、未然防止に役立てる。
合わせて工程内不適合への適用など応用範囲の拡大を研究し、品質管理の向上を図ることを目的とする。

下の写真のように、工場では毎日様々な部品を多数検査しなければならない。
今回の研究を通じて、受入検査の重点検査対象の選定に役立てるとともに、調達先の指導にも役立てることを将来的な目標とする。



2 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

N/GATA

2. 分析するデータについて

弊社は2006年より損報システムと命名した不適合を管理するシステムの運用を開始しており、現在まで12年間で約5万件ほどの不適合データが登録されている。
過去の発注データにこの不適合情報を付与することで、不適合が発生した発注情報の特定を行うことができる。

まずはこのデータを活用して、AI(機械学習)を活用して、不適合の未然防止に取り組むこととした。



損報システム



損報入力画面



損傷報告票

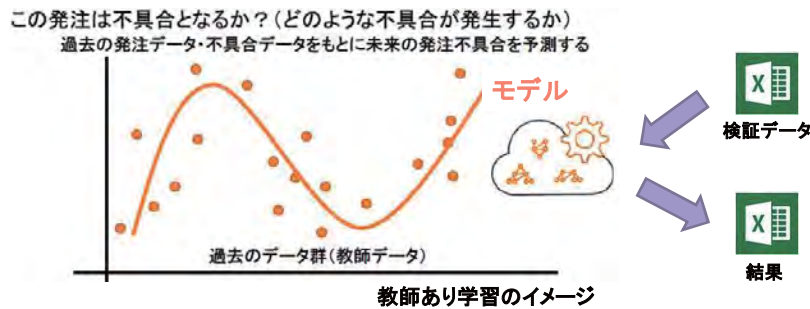
3 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

N/GATA

3. AI(機械学習)の概要

機械学習(Machine Learning)とはAI(人工知能)の1分野で、集めたデータをコンピュータに学習させて、そのデータに潜むパターンや特性、特徴を発見して、予測させることをいう。

機械学習は主に、教師あり学習、教師なし学習、強化学習と3種類あるが、今回の目的から教師あり学習で行うこととし、発注データに対して、「不適合発生か正常か」の分類を行い、正解(不適合発生)を当てることを目的とする。



4 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

N/GATA

4. AI(機械学習)ソフト選定

機械学習ソフト比較表

No.	AI基盤	ソフト名称	セキュリティ	言語	学習速度	コスト	現状の評価
1.		AmazonのMLのアルゴリズムはロジスティック回帰モデル作成時間及び解析時間が早いため採用					
2.		MicrosoftのAzureのアルゴリズムは複数から選択解析手法が20種類もあるため逆に不採用					
3.		MAGELLAN BLOCKSのアルゴリズムはディープラーニング 解析時間は長時間だが採用					

海上技術安全研究所殿に作業していただいたアルゴリズムは以下の3種類

1. ニューラルネットワーク
2. ランダムフォレスト
3. サポートベクターマシン

5 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

N/GATA

5. 教師あり機械学習の性能評価方法

教師あり機械学習の性能評価方法については、検査の効率を考慮して、不適合と予測したうちで正解率が高いものを評価するPrecisionの値を優先することとした。

		予 測	
		不適合	正常
結 果	不適合	① True Positive (不適合を予想して 実際に不適合だった)	④ False Negative (正常を予想したが 不適合だった)
	正常	② False Positive (不適合を予想したが 正常だった)	③ True Negative (正常を予想して 実際に正常だった)

True ~: 予測成功
False ~: 予測失敗

~ Positive: 不適合を予測
~ Negative: 正常を予測

- Accuracy:** 正しく分類できた割合
 $(TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)$
 →不適合と正常の分類の重要度に差がない場合に使用する
- Recall:** 正解が不適合のうち、正しく分類できた割合
 $TP / (TP + FN)$
 →実際に不適合の予測漏れがないことが重要な場合
 (がんなど病気の予測で、陽性を陰性と予想したら大変なことになる)

- Precision:** 予測が不適合のうち、正しく分類できた割合
 $TP / (TP + FP)$
 →不適合を予想して実際に不適合であることが重要な場合に使用
 (天気予報で晴れと予想して実際は雨だと信用を無くす)

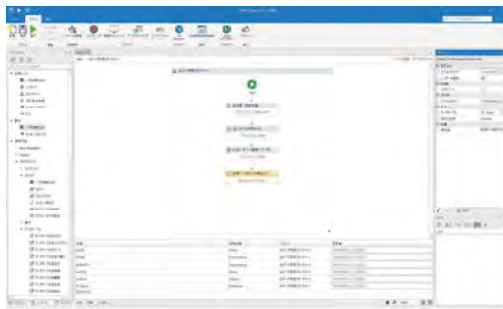
N/GATA

6. RPAによるデータ自動作成

RPAとはRobotic Process Automationの略で、事務仕事の自動化を行ってくれるソフトウェアロボットのことである。

今回、数あるRPAのソフトウェアの中から、「UiPath」を選定した。

RPAを活用して、パラメータファイルを修正するだけで、自動で教師データ・検証データをデータベースから取得してCSV形式に整えたデータを作成するようになり、解析作業の効率化を図った。



教師データ



検証データ

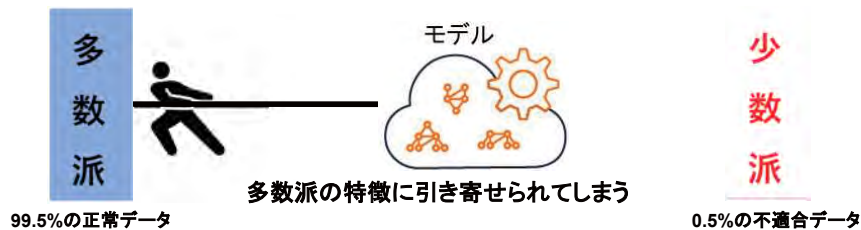
N/GATA

7. 機械学習を開始

まずは、発注データ、メーカー情報及び過去の不適合データから有用と思われる項目を選定し、機械学習の分類の元となる解析モデルの作成を行った。

AmazonML、MAGELLAN BLOCKSともに作成したモデルの正解率は90%を超える値であったため、そのモデルを用いて検証した結果についても、不適合の発生を90%以上正解するのだと勘違いしていた。

だが、実際は正常・不適合含めた発注データすべての結果を分類するため、0.5%の不適合を当てるだけでなく、99.5%の正常データを当てることを含めたモデルの正解率が90%以上ということであった。



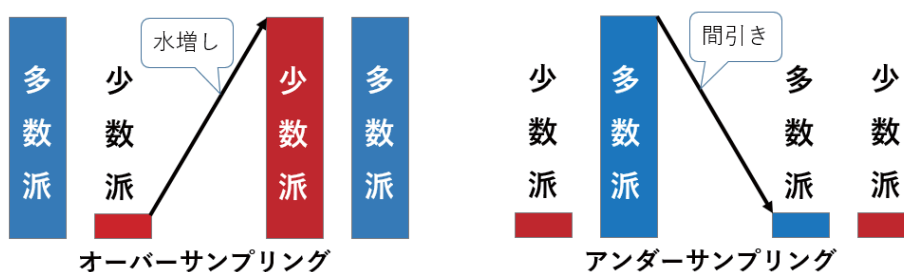
N/GATA

8 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

8. 教師データ作成手法の検討

以上を踏まえて、不均衡なデータを機械学習で分類するうえで、多数派の特徴に引っ張られないモデルの作成方法を検討したところ、多数派と少数派の教師データの量の偏りを小さく調整するのが良いのではないかと考えた。

調査したところ、不均衡データを調整する手法として、オーバーサンプリングとアンダーサンプリングという手法があることが分かった。



N/GATA

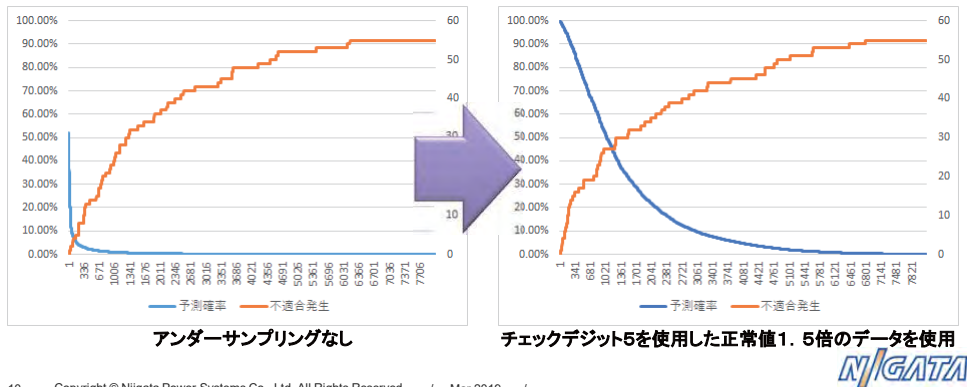
9 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

8. 教師データ作成手法の検討

アンダーサンプリングをした結果、下のように予測確率には明らかに変化が見られた。

性能評価方法のPrecisionの値は、2.59%とまだまだ改善の余地はあるが、アンダーサンプリングの効果は明らかとなった。

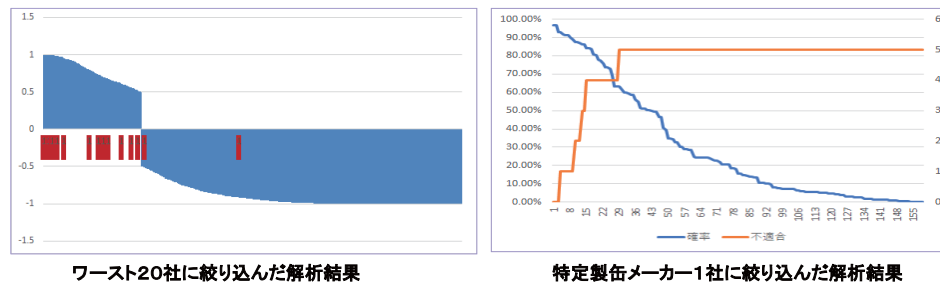
この段階で、発注済みのデータに対して実証実験を行うこととした。



10 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

9. まとめ

その後、精度を上げるべく、教師データについて、ある特定条件に絞り込んで試してみたところ、昨年の不適合発生ワーストメーカー20社に絞り込んだ結果は左下のグラフのような4分の1ほどで不適合のほとんどを予測することができた。また、製缶メーカー1社に絞り込んで解析を行い、右グラフのような結果を得るモデルも作成できたが、検証するデータを変更すると解析結果が比較できないほど悪くなるなど、安定した精度の高いモデルの作成についてはまだ完成できていない。



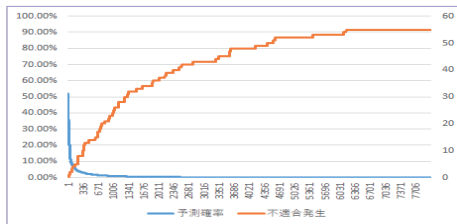
11 Copyright © Niigata Power Systems Co., Ltd. All Rights Reserved. / Mar 2019 /

9. まとめ

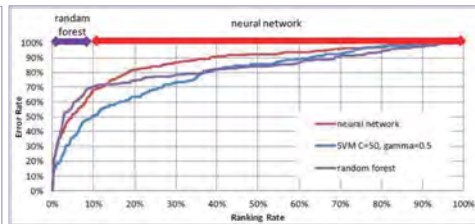
最後に、まったく同じ条件の教師データを使用した、海上技術安全研究所殿に行っていた解析結果のグラフと弊社で行った解析結果のグラフを比較のために並べてみた。

海上技術安全研究所殿のAI解析結果は、不適合予想率の高い順で並べると、全体の1割ほどで不適合の約7割を当てることができる。

来年度以降、海上技術安全研究所殿のAIモデルを利用し、まずは社内にて重点検査対象の選定に役立てたい。



AmazonMLを使用した弊社解析結果



海上技術安全研究所殿解析結果

9. まとめ

来年度の取り組みについては、以下とする。

・分類問題（不適合予測）

今回行ったようなAI（機械学習）を活用した分類について、それを実務に活用できることを目指す。また、他部門でも利用できるシステムを検討する。

・時系列問題（機械故障予防）

工作機械の振動データ等のビッグデータをもとに故障前の変化を判断して未然防止（予兆保全）を行うことを目指す。

・画像判断（ピストン鑄巣判断）

AIによる画像判断により、検査の自動化を目指す。まずはピストンの欠陥判断のモデル作成に取り組む。



AIに関する研究概要

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所
海上技術安全研究所

間島 隆博、○平方 勝
馬 沖、小沢 匠

0

AI研究の流れ

ダートマス会議 (1956年)

第一次ブーム

第二次ブーム

人工知能研究のテーマ

知能はいかにしてコンピュータによってシミュレートできるか？

第三次ブーム

2011年 音声認識 2012年 画像認識 2014年 LSTM (マルチモーダル)

< 深層NN >



Googleの猫

< マルチモーダル >



キャプション生成

< 深層強化学習 >

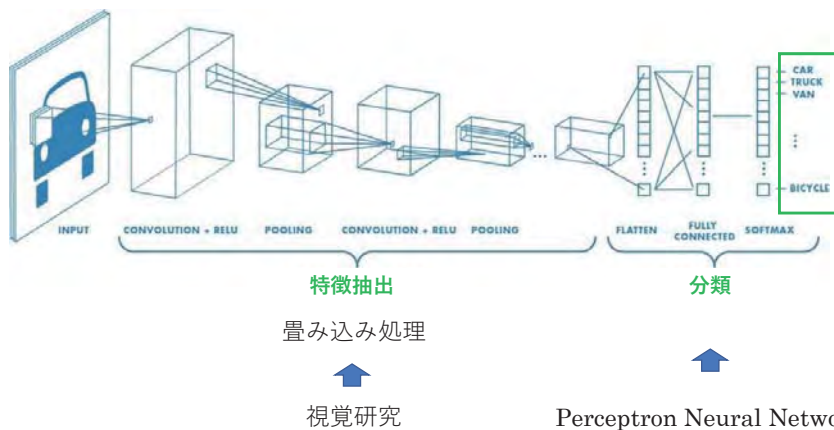


AlphaGo

1

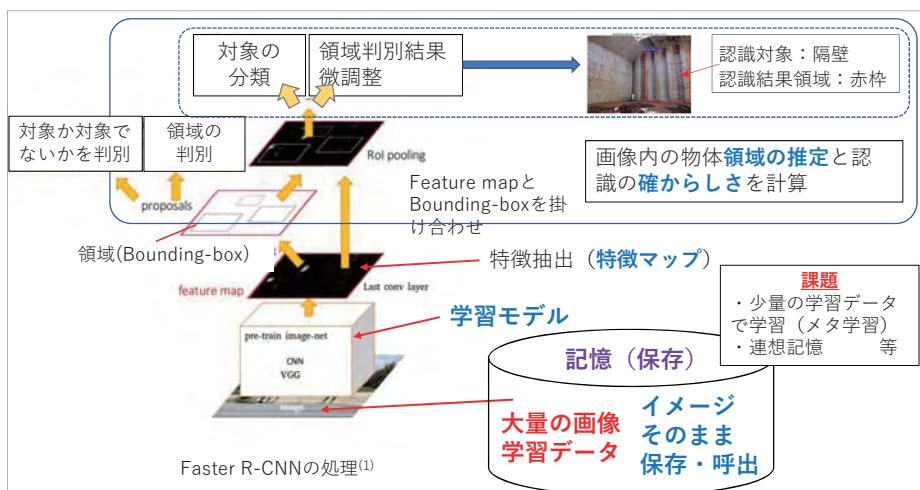
画像分類

Convolutional Neural Network (CNN)



2

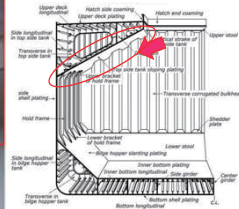
画像認識 (1)



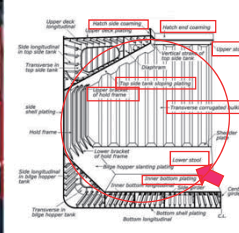
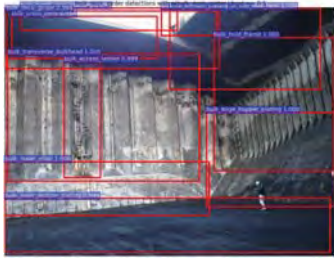
(1) Shaoqing Ren, Kaiming He, Ross Girshick, and Jian Sun (2015): Faster R-CNN

3

画像認識 (2)



Top side tank sloping plating: 99.2%
Deck girder: 93.3%
Hold frame: 50%未満

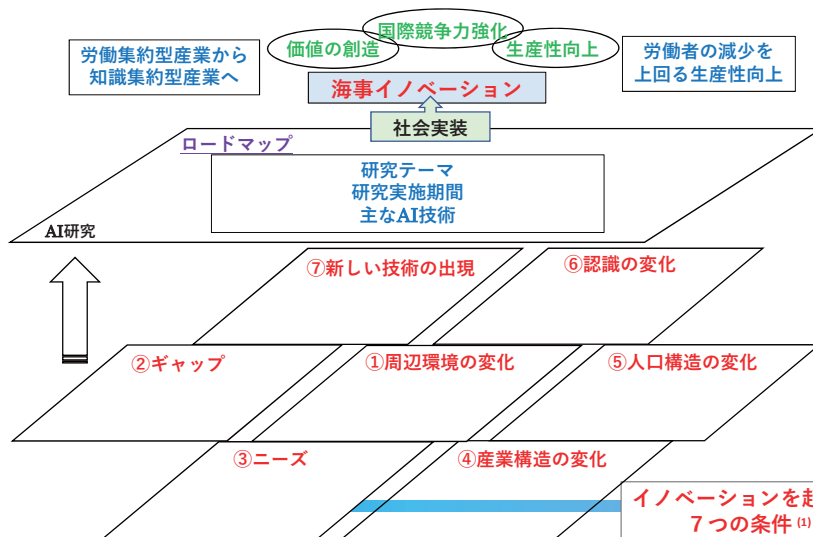


Top side tank sloping plating: 100%
Hold frame: 100%
Bilge hopper plating: 100%
Transverse bulkhead: 100%
Lower stool: 100%
Access ladder: 99.9%
Inner bottom plating: 99.9%
Deck girder: 99.9%
Hatch side coaming: 99.9%
Hatch end coaming: 99.4%
Cross deck: 99.4%

4

海技研の取り組み(1)

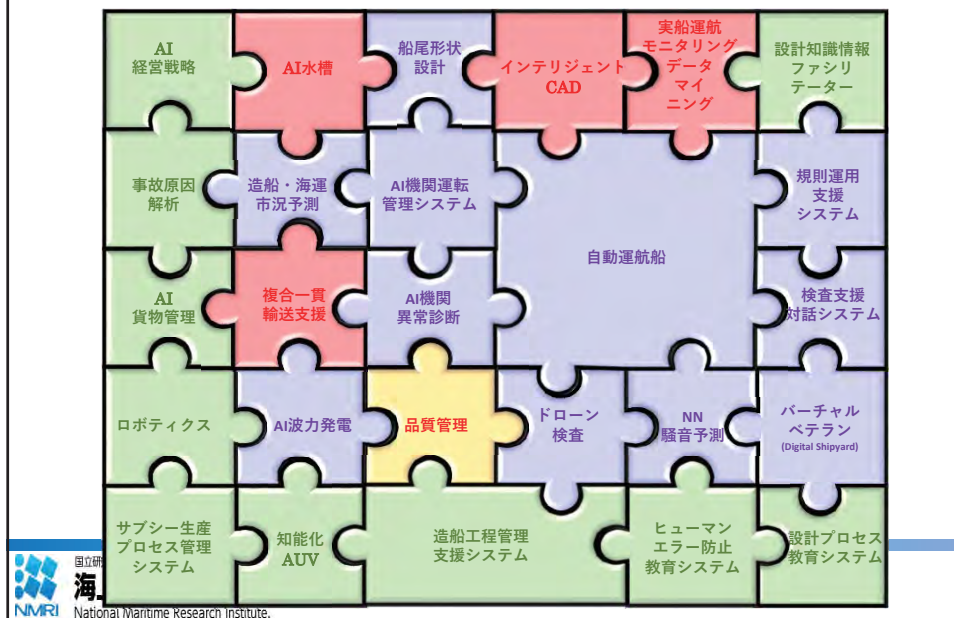
海技研は、2018年11月、**AIプロジェクトチーム**を発足
社会実装を目標に、AIを活用した研究を横断的に実施する。



(1) P.F.ドラッカー、イノベーションと企業家精神、ダイヤモンド社を参考

5

海技研の取り組み(2) 海事分野におけるAI研究テーマビジョン



6

ご清聴ありがとうございました

7