

Supported by  日本 THE NIPPON
財団 FOUNDATION

生産効率向上化のための 「工場見える化システム」の実用化

2015年度 成果報告書

2016年9月



一般財団法人 日本船舶技術研究協会

目 次

1. 研究概要	1
1. 1 目的	1
1. 2 開発目標	1
1. 3 研究内容	2
1. 4 研究期間	3
1. 5 研究体制	3
1. 6 研究結果	3
2. 活動状況報告	7
2. 1 調査研究委員会	7
2. 2 委員会議事概要	8
2. 3 技術セミナー	9
3. まとめと今後の展望	14

1. 研究概要

1.1 目的

我が国造船業が今後も新興造船国に対する競争力を維持していくためには、船舶の建造工程における更なる生産効率の向上が不可欠である。建造現場での人や物、さらには作業の流れを「見える化」するための情報技術を確立し、造船工場をモニタリングすることによって、建造工程における問題個所の把握と対応策を適切に講じることができるようになれば、更なる生産効率の向上も期待できる。

(一財)日本船舶技術研究協会では日本財団の助成を受け、2012～13年度にかけて、モニタリング技術の研究として「船舶建造高品質化・効率化技術の調査研究（工程管理システムの調査研究）」を実施した。本事業は、この研究成果を踏まえて、造船所の現場で実際に活用することができるモニタリングシステム、即ち「工場見える化システム」の実用化を行うことを目的とする。

1.2 開発目標

造船所において実用に供されるシステムの開発を目指して、次の3点を開発目標とした。

(1) 造船生産現場における「人」の作業識別及び行動識別を行うシステム

- ① 作業者の位置と作業内容の情報収集を、ビデオ画像と、スマートフォンに組み込まれたWi-Fi電波強度、GPS、加速度センサおよびRFIDリーダ等の組み合わせにより実施する。
 - ② 得られた情報を分析し、作業や作業者の移動図とヒートマップおよび作業者や作業エリアによって整理された作業進捗状況の表（ガントチャート）等を容易かつ迅速に作成できるシステムとする。
- なお、ブロックなどのモノの位置や移動の把握は対象とせず今後の開発課題とした。

(2) 小組立工場を対象としつつ、他の工程への発展性をもつプラットフォームを構築。

現状は小組立工場を対象としているが、今後のセンサ技術やIoT技術の進歩を取り込んで中組・大組立工場にも適用できるように、高い汎用性と発展性を備えたプラットフォームシステムとして開発する。

(3) ネットワーク化を想定したWEBアプリケーションシステムとして構築

各社の情報通信ネットワークの中で活用できるように、スタンドアローンのシステムでは無く、インターネットを介したWEBアプリケーションシステムとして構築する。

以上の「工場見える化システム」の概念を図1.2.1に示す。

「工場見える化システム」の実用化

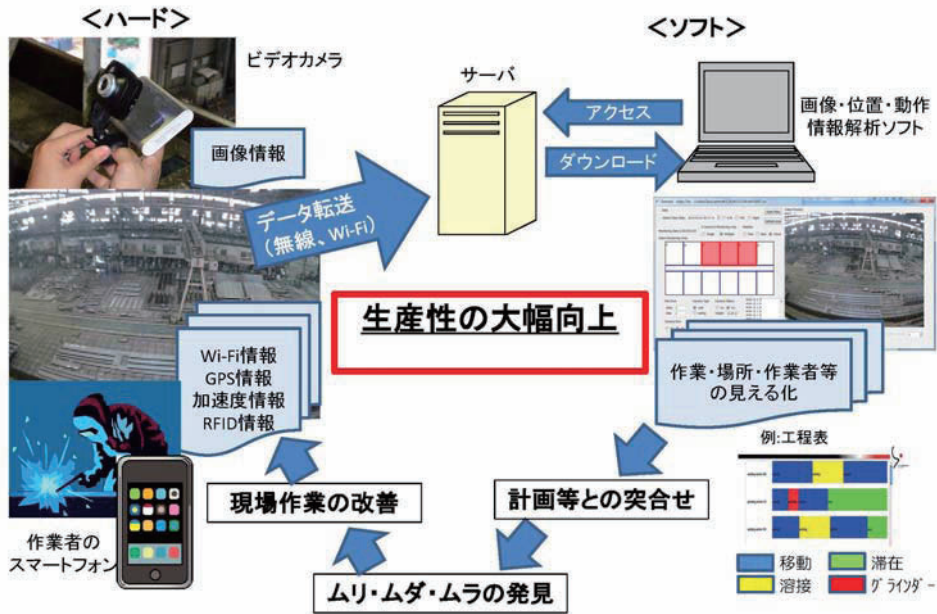


図1.2.1 工場見える化システムの概念

1.3 研究内容

(1) 工場見える化システムのソフトウェア開発

ビデオ画像とスマートフォンに仕込まれたWi-Fi、GPS、加速度センサ、さらにはRFIDリーダー等のデータを融合して、人の識別、作業識別及び行動識別を行う「工場見える化システム」のソフトウェアを開発する。本システムの有する機能は次の通り。

- ①データベース機能
- ②スマートフォンアプリ
- ③データ解析機能
- ④データ表示機能
- ⑤ビデオ検索・表示機能 等

(2) 工場見える化システムのハードウェアの開発

ハードウェアは市販品を主に用いるものとし、可能なかぎり安価で簡易なシステムを構築することを目標とした。

①専用ビデオカメラの開発

本システム専用のビデオカメラとして市販のカメラを改造して製作する(Wi-Fi通信機能の付加等)。

②その他のハードウェアの整備

RFIDリーダー、ICタグ、スマートフォン、無線LAN AP (アクセスポイント)、PC、外部メモリー等のシステムを構築するのに必要なハードウェアを市販の製品をベースに整備する。

(3) 実証実験

工場見える化システムを構成するシステム（ソフト及びハード）の事前性能確認試験を行うと共に、全てを総合した実証実験を造船工場で実施する。さらにその結果をもとに造船工場のモニタリングシステムとして、より使い易いシステムへの改善を図る。

1.4 研究期間

2015年4月1日 ～2016年9月30日

当初は1ヵ年計画であったが、半年延長した。研究スケジュールを表1.4.1に示す。

1.5 研究体制

船技協をプラットフォームとする調査研究委員会を組織し、下記の体制において、4回の委員会を実施した。

- ・ 国立大学法人 東京大学 青山教授（主査）
- ・ 国立大学法人 九州大学
- ・ (国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
- ・ (一社) 日本造船工業会
- ・ 株式会社名村造船所
- ・ 住友重機械マリンエンジニアリング株式会社
- ・ 三井造船株式会社
- ・ 国土交通省海事局船舶産業課
- ・ (一財) 日本船舶技術研究協会（事務局）

1.6 研究結果

(1) 工場見える化システムのソフトウェア開発

東大で開発された画像処理技術をベースに、先に述べた3つの開発目標、

- ① 造船生産現場における「人」の作業識別及び行動識別を行うシステムの構築
- ② 小組立工場を対象としつつ、他の工程への発展性をもつプラットフォームを構築
- ③ ネットワーク化を想定したWEBアプリケーションシステムとして構築

を達成するプラットフォームシステムを開発した。

(2) 工場見える化システムのハードウェア開発

出来る限り安価で簡易なシステムとするため、工場見える化システムで用いるハードウェアは全て市販品を用いた。今回準備したハードウェアの機種、数量及び構成は図1.6.1に示す。全ての購入金額は約240万円である。

(3) 実証実験

本システムの機能の検証及び改良のための実証実験を3つの造船所において合計4回実施した。これにより、システムの機能の検証及び問題点の抽出と及びその改良等が達成できた。また、本システムをそれぞれの造船所のレイアウトに対応して適用するための十分な運用習熟訓練を行うことができた。

①第1回目

目的；基本システムの検証とシステムの運用習熟訓練

日時；2016年2月22日（月）～2016年2月26日（金）

場所；A造船所 小組立工場

②第2回目

目的；前回不具合部分の修正後の基本システムの検証と運用習熟訓練

日時；2016年3月25日（金）～2016年3月26日（土）

場所；A造船所 小組立工場

③第3回目

目的；改良システムの検証と運用習熟訓練

日時；2016年7月4日（月）～2016年7月6日（水）

場所；B造船所 小組立工場

④第4回目

目的；工場レイアウトの違いへの改良システムの対応の検証と運用習熟訓練

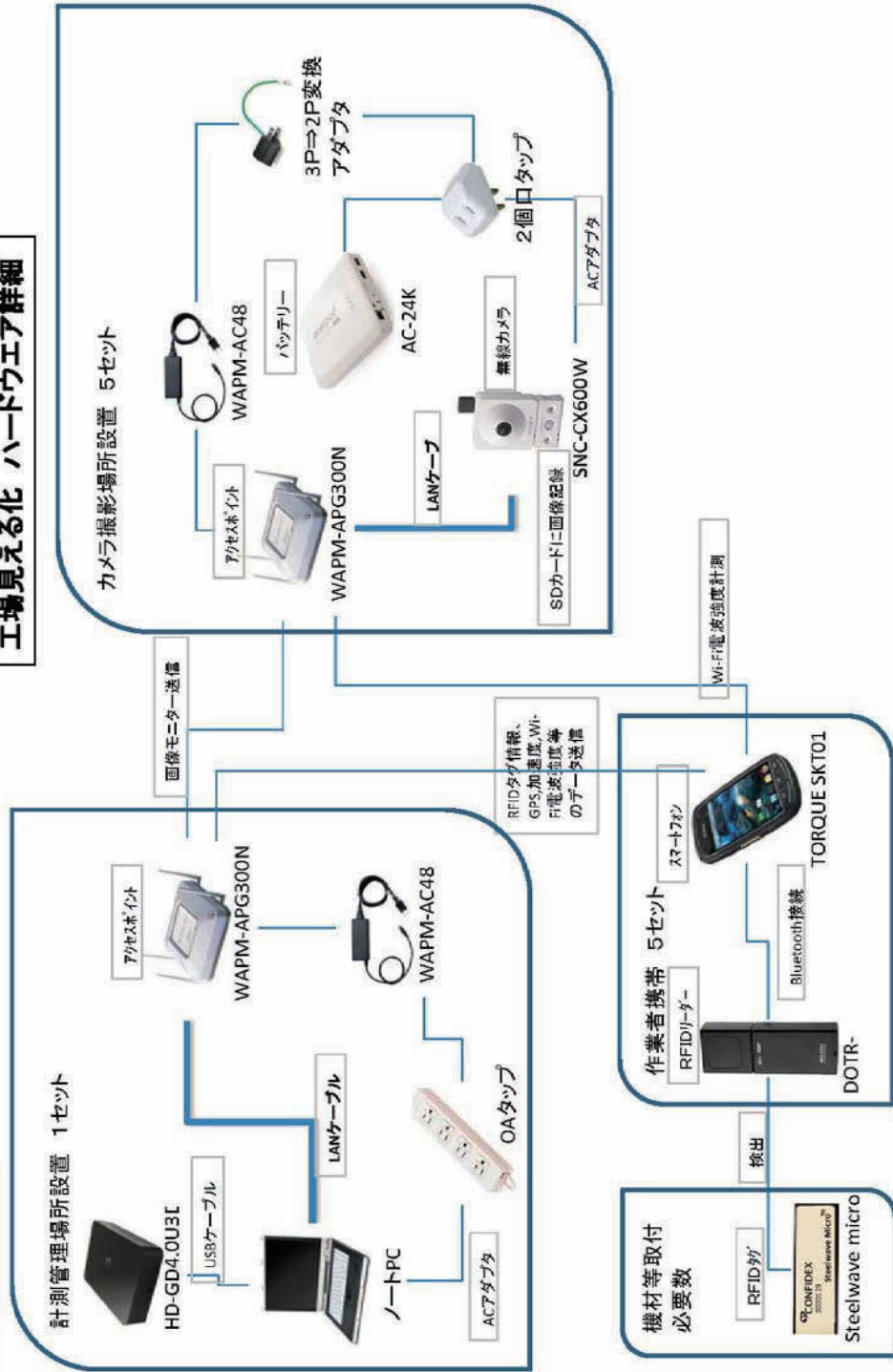
日時；2016年9月7日（水）～2016年9月9日（金）

場所；C造船所 小組立工場

表 1.4.1 研究スケジュール

	2015年度			2016年度		
	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月	4~6月	7~9月
①工場見える化システムのソフトウェア開発						
＜第1段階＞：基本システム構築						
・システム仕様検討						
・システム設計・作成	発注○					
＜第2段階＞：改良及び精度向上						
・システム仕様検討						
・システム設計・作成				発注○		
②工場見える化システムのハードウェア開発						
・専用ビデオカメラの開発						
・その他ハードウェア（RFID、スマホ、無線LAN AP等）の整備						
③実証実験						
・造船所における総合実証実験				第1回 2/22-26	第2回 3/25-26	第3回 7/4-6
・効果検証/フィードバック/完成						第4回 9/7-9
④セミナー、報告書等						
・工場見える化システム実用化委員会（4回程度）	○		○		○	○
・セミナー開催	7/21		12/11		5/23	8/17
・成果報告書						9/14

接続イメージ(工場内)



工場見える化 ハードウェア詳細

図 1.6.1 ハードウェア詳細

2. 活動状況報告

2.1 調査研究委員会

研究を実施するに当たり、（一財）日本船舶技術研究協会をプラットフォームとした「工場見える化システムの実用化に関する調査研究委員会」（以下、委員会）を設立した。委員会委員については、表2.1.1に示す通り、大学、研究機関、造船所から参加いただいた。

表2.1.1モニタリング技術等の船舶建造工程への適用に関する調査研究委員会名簿
(敬称略)

	氏名	所属
委員長	青山 和浩	国立大学法人 東京大学 大学院 工学系研究科 システム創成学専攻 教授
委員	白山 晋	国立大学法人 東京大学 大学院 工学系研究科 システム創成学専攻 准教授
	篠田 岳思	国立大学法人 九州大学 大学院 工学研究院 海洋システム工学部門 教授
	松尾 宏平	(国研) 海上・港湾・航空研究所 海上技術安全研究所 構造基盤技術系 基盤技術研究グループ 主任研究員
	乗富 賢蔵	住友重機械マリンエンジニアリング(株) 製造本部 工作部 計画グループ スタッフ
	大迫 貴庸	(株)名村造船所 船舶海洋事業部 生産管理部 生産技術課 課長
	中村 拓貴	三井造船(株) 船舶・艦艇事業本部 千葉造船工場 管理部 計画グループ
関係者	五十嵐健司	(一社) 日本造船工業会 技術部 調査役
	末次 英明 (2016年4月 林康一郎より 交代)	名村情報システム(株) システム開発部開発2グループ GL
関係官庁	松本 友宏	国土交通省 海事局 船舶産業課 専門官
事務局	竹内 智仁 (2016年4月 松尾真治より 交代)	(一財) 日本船舶技術研究協会 研究開発グループ グループ長
	森山 厚夫	(一財) 日本船舶技術研究協会 研究開発ユニット プロジェクトリーダー
	杉山 哲雄	(一財) 日本船舶技術研究協会 研究開発ユニット
	安本 春菜	(一財) 日本船舶技術研究協会 研究開発ユニット

2.2 委員会議事概要

委員会は4回実施した。第1回から第4回までの委員会議事について、以下に概要を示す。

○ 第1回「工場見える化システムの実用化に関する調査研究委員会」

日時：2015年7月21日（火）13：30～17：00

場所：スタンダード会議室虎ノ門HILLS FRONT店 6階B会議室

議題：①委員紹介

②知的財産権技術資料リスト

③守秘義務誓約書

④事業計画書（案）

⑤モニタリングによる工場見える化（総論）

⑥「工場見える化システム」ソフトウェア仕様

⑦「工場見える化システム」カメラシステムの検討状況

⑧工場見える化システムの活用について

⑨造船所におけるカメラモニタリングシステム画像を用いた作業分析法

⑩青山先生の最近の研究

○ 第2回「工場見える化システムの実用化に関する調査研究委員会」

日時：2015年12月11日（金）13：30～17：00

場所：（一財）日本船舶技術研究協会 4F大会議室

議題：①第1回委員会議事録（案）

②知的財産権技術資料リスト

③研究進捗状況

④ソフトウェア進捗状況報告

⑤ハードウェア進捗状況報告

⑥「工場見える化システム」応用のアイデア

⑦「工場見える化システム」の維持管理イメージ（案）

⑧「工場見える化システムの実用化」技術セミナーのプログラム（案）

○ 第3回「工場見える化システムの実用化に関する調査研究委員会」

日時：2016年5月23日（月）11：00～15：00

場所：（一財）日本船舶技術研究協会 4F大会議室

議題：①第2回委員会議事録（案）

②知的財産権技術資料リスト

- ③ 研究進捗状況
- ④ ソフトウェア開発状況報告
- ⑤ 実証実験概要
- ⑥ 「工場見える化システム」の応用と維持管理について
- ⑦ 技術セミナーについて
- ⑧ その他、情報提供
 - 自律型行動計測システム
 - UWB位置測位システム

○ 第4回「工場見える化システムの実用化に関する調査研究委員会」

- 日時：2016年8月17日（木）13：30～17：00
場所：（一財）日本船舶技術研究協会 4F大会議室
議題：① 第3回委員会議事録（案）
② 知的財産権技術資料リスト
③ 研究進捗状況
④ 技術セミナーの講演内容について
⑤ 「工場見える化システム」の維持管理方案

2.3 技術セミナー

当該事業の成果を報告する目的で、公益社団法人日本船舶海洋工学会及び一般社団法人日本造船工業会の協賛を得て、「造船工場見える化システムに関する技術セミナー」を開催した。

本セミナーには、造船、船用工業、海運等の海事関係者、システム開発業界などから約150名の参加があった。

1) 日時及び場所

日時：2016年9月14日（水） 13:30～17:00
場所：日本財団 大会議室

2) 各講演の概要

基調講演 造船の見える化からCPS（Cyber Physical System）へ

・東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻 教授 青山和浩

造船所において作業実績の詳細を適切に把握するためのツールとしてCPS（Cyber空間上の建造シミュレーションと現実の建造工程のモニタリングによる建造革新）による強い生産システムの構築が必要であること

から、現実の建造工程をモニタリングできる「見える化」の実用化が期待されている。これにより、船舶建造マネジメントシステムのPDCAサイクルの中の重要な構成要素（CHECK）を構築できるとする説明があった。

講演 1. 工場見える化システムの実用化

- ・（一財）日本船舶技術研究協会 研究開発ユニット
プロジェクトリーダー 森山厚夫

造船生産現場での「人」の作業識別・行動識別を可能とするシステムの開発概要を説明し、ビデオ画像と作業者が装着するスマホによる各種データの解析によりヒートマップやガントチャートを容易に迅速に作成できることをデモによって実演した。

講演 2. 工場見える化システムのソフトウェアの概要

- ・名村情報システム（株）西日本事業本部伊万里事業所
システム開発部開発2グループ グループリーダー 末次英明

工場見える化システムの動作条件やネットワーク構成など詳細な設計思想について説明し、各種データベースに影響を及ぼすことなく新たなセンサやアプリケーションを付加できるよう構築されていることなど紹介があった。

講演 3. 工場見える化システムの造船所における応用

- ・住友重機械マリンエンジニアリング（株）製造本部
工作部計画グループ 乗富賢蔵
- ・（株）名村造船所 船舶海洋事業部
生産管理部 生産技術課 課長 大迫貴庸
- ・三井造船（株）船舶・艦艇事業本部 千葉造船工場
管理部 計画グループ 中村拓貴

工場見える化システムに期待する応用例について、各造船所での課題から浮かび上がったニーズに対し、取得の必要なデータの整理と実現した場合の生産工程へのメリットを説明した。また、工場安全の観点から「人」の作業識別・行動識別に注目して安全マネジメントの実現に期待するなどの提案がなされた。

講演 4. 造船現場改善コンサルティングにおける工場見える化システムの活用

- ・（一財）日本船舶技術研究協会 業務グループ
第2ユニット長 谷川文章

造船現場での生産性向上などの改善にかかるコンサルティングには、人の動きやモノの動きなどの現状把握が基本となるため、工場見える化システムは従来のワークサンプリングやタイムスタディに省力化（人手による観測や記録）やデータ生成に大きな効果を与えてくれ、今後のコンサル業務を加速できることを強調された。

講演 5. 行動センシングデータによる造船作業の推定

・ 東京大学 大学院工学系研究科システム創成学専攻 准教授 白山晋

個々の作業者の行動センシングをもとにデータ化することで、動作識別、位置計測、作業内容の推定が可能となった。その計測手法の説明と効果についての説明があった。今後、プラットフォームとしての工場見える化システムに組み込むことで、作業分析の精度が高まることに期待された。

講演 6. 画像情報を活用した造船所における作業・安全観測法

・ 九州大学大学院工学研究院海洋システム工学部門 准教授 田中太氏

画像情報や情報携帯端末によって、作業の標準化・作業の安全化・有効な観測法についての考え方を説明された。標準作業手順の検討では、熟練者と非熟練者との要素作業に相違点があり、作業者の時間軸と作業内容を一覧にすることで改善点がみえてくるなど新たな切り口が示された。見える化によって、あるべき姿（＝標準化）が推進され、作業の安全が深化することを期待された。

講演 7. ICT技術の応用による造船現場の作業支援システムの研究開発

・ (国研) 海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
構造基盤技術系基盤技術研究グループ 主任研究員 松尾宏平

講演者が関与している研究開発の一つであるAR技術の造船に応用した場合の有効性について話された。いわゆるARアプリケーションの研究開発を造船支援のために推進しており、現場作業である「曲げ加工」「配管施工」「艀装作業」にARを実装した例を紹介された。研究が進むことで、工場見える化システムへの補完的役割を担うことに期待を表明された。



開会挨拶 神林伸光 船技協理事長



青山和浩様



森山厚夫 船技協研究開発PL



末次英明様



乗富賢蔵様



大迫貴庸様



中村拓貴様



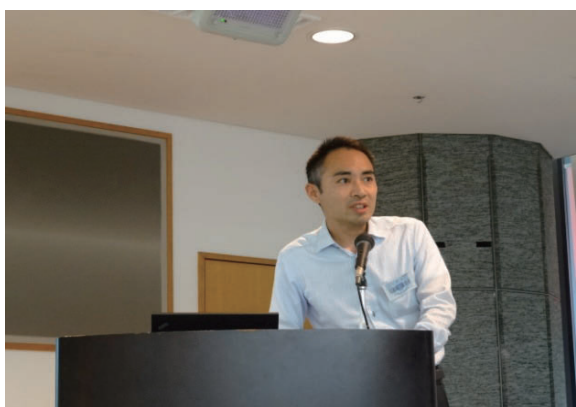
谷川文章 船技協業務第2ユニット長



白山晋様



田中太氏様



松尾宏平様



閉会挨拶 三谷泰久 船技協常務理事

3. まとめと今後の展望

本システムの開発により、先に述べた3点の開発目標、即ち、

- ①造船生産現場における「人」の作業識別及び行動識別を行うシステム
- ②小組立工場を対象としつつ、他の工程への発展性をもつプラットフォームを構築
- ③ネットワーク化を想定したWEBアプリケーションシステムとして構築

を達成できた。しかし、より実用性を高めるために、今後は、**ブロックなどのモノの移動の把握**並びにスマートグラスやQRコード等（下図参照）のモニタリング情報を追加することで、**中組・大組の作業の見える化**を行う必要があると考える。

また、作業者がスマートウォッチ等のウェアラブルPCを携帯することにより、作業者の体温や脈拍等のデータを取得し、**作業者の健康管理**を行うようなシステムも求められるところである。

さらに、計画と見える化システムの解析結果を準リアルタイムで対比させることにより、作業の遅れの把握と適切な対応を迅速に行うことができる**予実管理システム**を開発する必要があると考えられる。

・QRコード／RFIDタグ

- RFID: Suicaなどに用いられる無線通信で情報をやりとりする技術.
- 各作業用具やワークに設置されたQRコード/Tagを作業者が携帯したカメラ/リーダによって読み取ることで、作業者が各時刻にどの作業を行っているのか判定.



Supported by  日本 THE NIPPON
財団 FOUNDATION

この報告書は、日本財団の助成金を受けて作成しました。

生産効率向上化のための「工場見える化システム」の実用化
2015年度成果報告書

2016年（平成28年）9月発行

発行 一般財団法人 日本船舶技術研究協会

〒107-0052 東京都港区赤坂2丁目10番9号 ラウンドクロス赤坂

TEL 03-5575-6428 FAX 03-5114-8941

URL <http://www.jstra.jp/> E-mail info@jstra.jp

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。