

名村情報システム株式会社

工場見える化への取り組み

林 康一郎*

Koichiro Hayashi



末次 英明**

Hideaki Suetsugu



2015 年，一般財団法人日本船舶技術研究協会が，東京大学のモニタリングの研究により開発されたシステムを日本財団の助成事業のもと実用化することとなり，弊社がシステムを構築した．また 2016 年には株式会社名村造船所の伊万里事業所の内業工場にて構築したシステムの検証を実施した．本稿はこれらの内容について紹介する．

1. 緒言

東京大学青山研究室では予てより船舶建造の工程管理の研究の一環としてモニタリングの研究を行っている．名村造船所と弊社はその研究に，意見交換や工場でのデータ収集・提供など実施してきた．

東京大学で開発されたモニタリングシステム（以下，東大システムと記す）を 2015 年に実用化することとなり，弊社にてシステム（以下，本システムと記す）の構築を行い，2016 年に名村造船所で本システムの検証を行った．

2. モニタリング

2. 1 モニタリング方法

モニタリングは東京大学の研究内容に基づいている．本システムの説明の前に，システムで扱う情報を取得するモニタリングについて用いる機材と関係する情報を第 1 表に示す．

なお，モニタリングの研究およびシステムに関しては日本船舶海洋工学会の平成 26 年春季講演会において「船舶建造工程のモニタリング情報の獲得と活用に関する研究」にて発表されている．

- ①屋内設置型のカメラでは，撮影した動画の映像を画像解析し，作業の情報（内容，時刻，位置）を抽出する．その為造船所の工場では見通しが良い内業工場の小組立定盤を対象としている．
- ②携帯端末では，内蔵センサの情報から，作業者の位置と時刻を抽出する．また定盤の周囲に配置した無線 LAN 親機との Wi-Fi 強度から，携帯端末の携帯者である作業者の位置と時刻を別途算出する．
- ③RFID では，工具に取り付けたタグを RFID リーダで読み取り，リーダ携帯者である作業者の作業と時刻を抽出する．

第 1 表 モニタリング方法

機材	対象	収集情報	解析・抽出情報
カメラ	作業者	動画，時刻	作業内容（溶接，ガウジング，グラインディング）とその位置と時刻，作業者位置と時刻
携帯端末	作業者	GPS 座標，加速度，Wi-Fi 強度，時刻	作業者位置と時刻，作業者加速度
RFID	工具	タグ情報，時刻	作業者の工具を扱う作業時刻

原稿受理日：July 22, 2016

*名村情報システム株式会社 西日本事業本部 伊万里事業所 システム開発部 開発 3 グループ
 **名村情報システム株式会社 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

2. 2 モニタリング機材構成環境

モニタリングは、2. 1 の機材と無線 LAN 機器、PC やバッテリーなどで構成された環境で行う。概略を第 1 図に示す。

①工場内事務所設置

事務所に各情報を蓄積する HDD をつなげた PC、また PC にはカメラの映像を確認するための無線 LAN 親機をつなげる。

②工場内設置

工場の様子を撮影するカメラに、無線 LAN 親機（ブリッジモード）を有線 LAN ケーブルでつなぐ。また電源の確保が不可能な場合を想定し、AC コンセント付のバッテリーを用意。またカメラは設置場所の振動を考慮しスタビライザ付のものとしている。

当初、カメラの動画情報は無線で送る構想であったが電波状況により情報に欠落が生じることがあった為、情報はカメラに内蔵可能な SD カードへ記録することとした。

③作業員携帯

作業員に、携帯端末と RFID リーダを携帯してもらう。また事前に作業時に扱う工具（溶接面やトーチ、クレーンコントローラなど）にタグを張り付けておく。

RFID リーダは、近くのタグの情報を自動で取得し、リンクしている携帯端末へ情報を転送するよう設定している。

2. 3 モニタリング情報

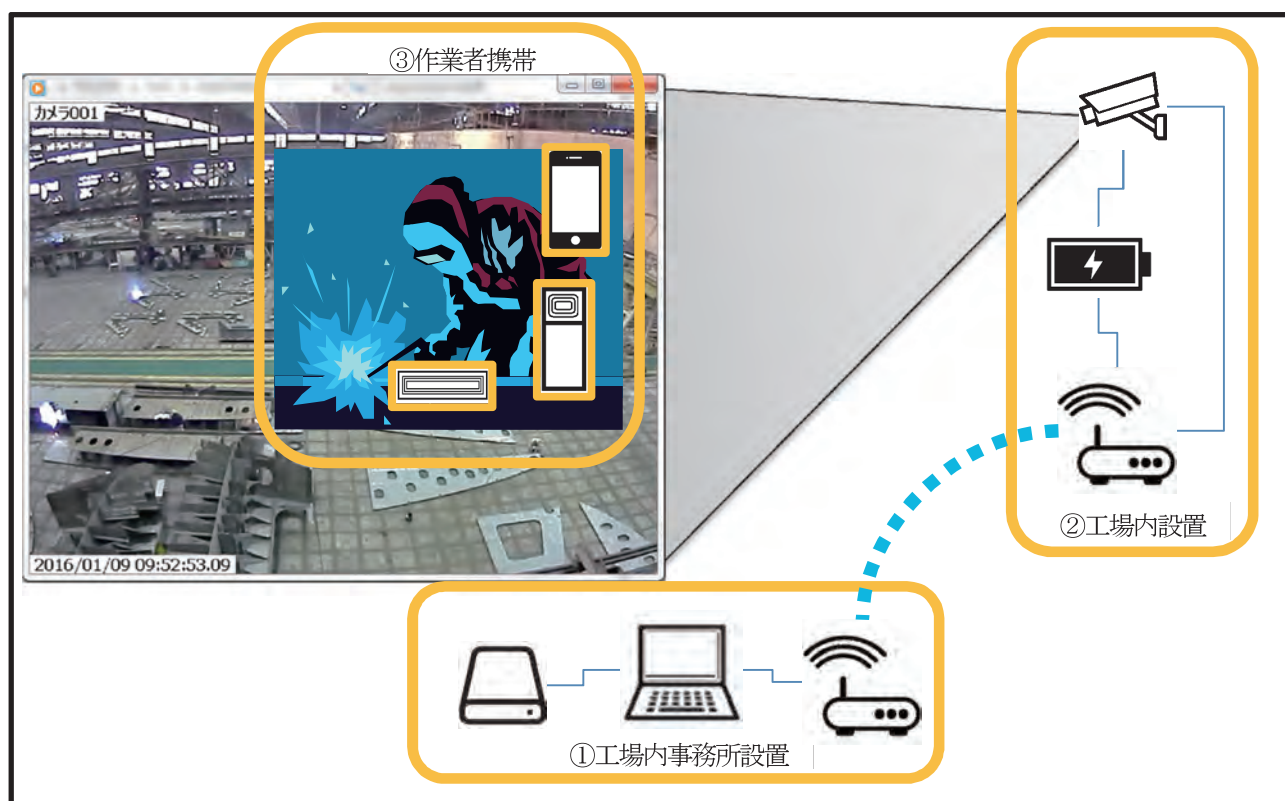
①カメラでの取得情報

カメラで取得される動画は 640×480 の解像度で 20FPS のフレームレートとしている。解像度とフレームレートは東大システムの制限事項となっている。

②携帯端末での取得情報

携帯端末で取得する情報は以下の 4 項目としている。

- ・GPS 座標と計測時刻
- ・加速度と計測時刻
- ・周辺無線 LAN 親機との Wi-Fi 強度と計測時刻
- ・RFID リーダから受信したタグの ID と受信時刻



第 1 図 モニタリング機材の構成環境

3. システム実用化

3. 1 東大システムの実用面

東大システムは上記のモニタリングによる収集情報を入力として、作業のガントチャートや加速度グラフなどを出力可能なWindows OS上で動作するスタンドアローンのシステムとして仕上がっている。

然しながら研究者以外の他者が利用するとすると、操作面や処理時間などに課題があった。

3. 2 システム構築

本システムの構築にあたり、最終的に東大システムの実用化として以下の対応を実施した。

- ・インターフェイスの変更
- ・Web アプリケーションへの移行
- ・データベースの採用
- ・画像解析処理の処理速度向上
- ・解析処理の調整
- ・オペレータの判断を入れた解析結果の編集機能の開発
- ・携帯端末用の情報取得プログラムの開発

このため本システムでは、研究の要となる東大システムでの画像解析処理の基本的な部分は採用し、周辺は全て新たに構築している。

また導入・保守費用が安価となるよう、構築には全て商用利用が無料で可能なソフトウェアを採用した。今回採用したソフトウェアを第2表に示す。

モニタリングに使用するハードウェアについては第3表に示す型番の製品を選定した。

第2表 採用ソフトウェア

Java 開発環境	Java SE Development Kit
データベース	PostgreSQL
データベースツール	pgAdminIII
統合開発環境	NetBeans IDE
データベースドライバ	PostgreSQL JDBC ドライバ

第3表 採用ハードウェア

カメラ	SNC-CX600W
無線 LAN 親機	WAPM-APG300N
バッテリー	AC-18K
携帯端末	TORQUE SKT01
RFID リーダ	DOTR-920J
RFID タグ	Steelwave micro II

3. 3 システムフロー

本システムの概略フローを第2図に示す。

①記録媒体

モニタリングで取得した情報（2. 3に記した情報）は、工場内事務所に設置したPCに接続されたHDDに一旦保存する。

②工場識別マスタ登録

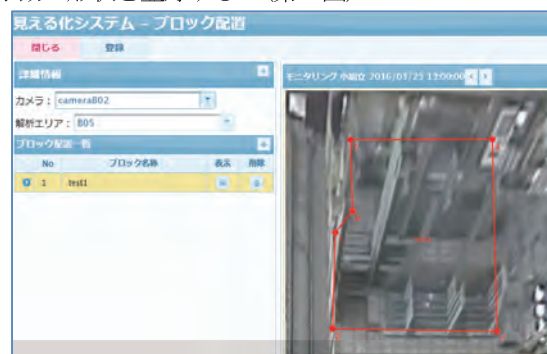
どこの工場の定盤のモニタリング情報なのかを識別するための工場の情報を登録する。

③取り込み処理

記録媒体からモニタリング情報を取り込み、データベースへの登録、動画は必要な解像度やフレームレートに変換してサーバ側の記録媒体へ保存する。

④初期設定登録

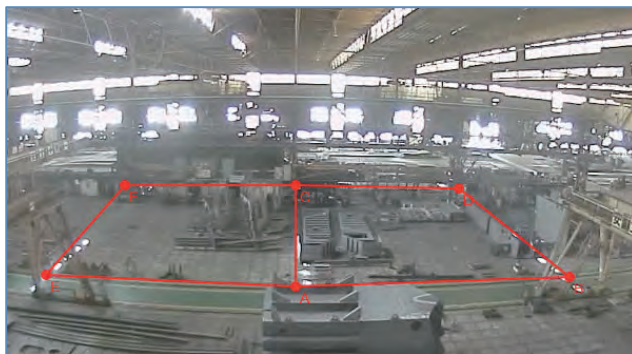
画像解析処理に使うパラメータの初期設定を登録する。また映像開始直後の組立品の配置は解析機能がないため、手動で形状を登録する。（第3図）



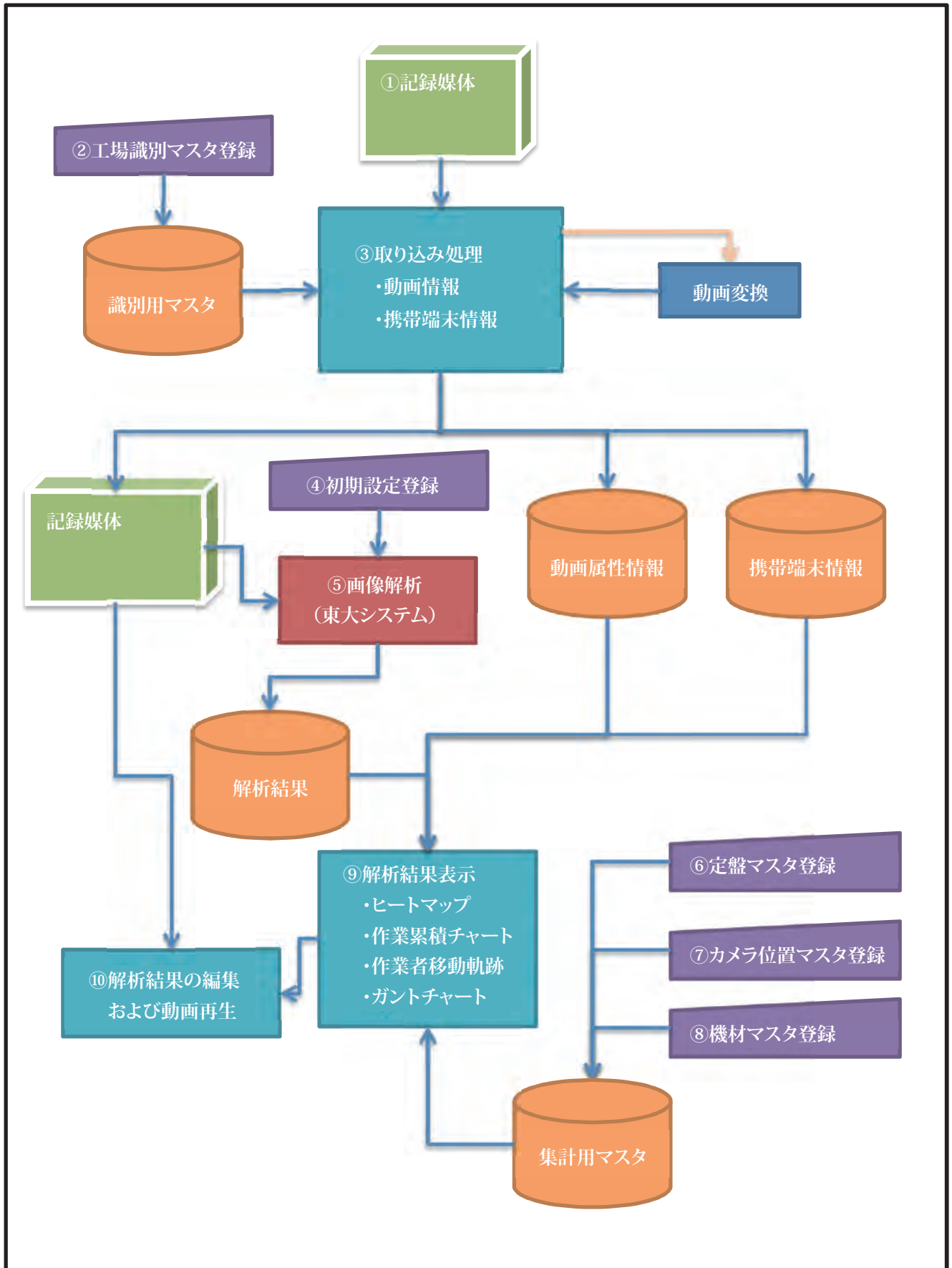
第3図 組立品形状登録

⑤画像解析

変換された動画の映像上で解析範囲を指定（第4図）し、画像の解析を行う。解析された作業者の移動や作業の位置や時刻、組立品の移動時刻の結果をデータベースに登録する。



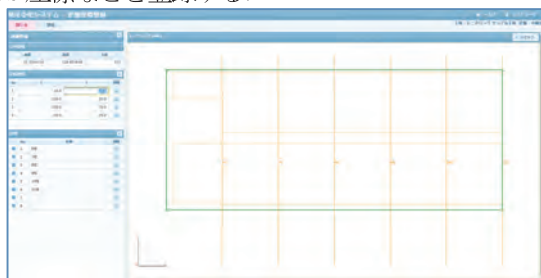
第4図 解析範囲指定



第2図 システムフロー

⑥定盤マスタ登録

対象となる定盤のレイアウト（第5図）や基準点のGPS座標などを登録する。



第5図 レイアウト設定

⑦カメラ位置マスタ登録

⑥のレイアウト上に、カメラを設置した位置を登録する。

⑧機材マスタ登録

携帯端末とその携帯作業者などを登録する。

⑨解析結果表示

解析結果を指定した条件で定盤レイアウト上にヒートマップ表示や作業のガントチャートなどを表示する。出力例を第6図に示す。

⑩解析結果の編集および動画再生

オペレータの判断を入れたガントチャートの編集、及びガントチャートの指定した時間から動画を再生し作業状況を確認する。

4. システム検証

4. 1 モニタリングの対象

名村造船所の内業工場の小組定盤を対象にモニタリングを行い、本システムを検証した。

対象の定盤は40m×100mで、カメラと無線は5台設置し、携帯端末は5名の作業者にお願いした。

時間は3日間の各8時間とした。



第6図 解析結果出力例

4. 2 作業のフロー

作業のフローは次の一連の流れとなる。

- ①モニタリング対象とする定盤を決める。
- ②定盤の広さに合わせてカメラや無線 LAN 親機の設置場所を決める。
- ③カメラは PC で映像を確認し設置角度を調整する。
- ④対象定盤で作業する作業者を確認し、モニタ対象とする作業に必要な作業者と工具を決定する。これらの情報はシステムに登録する。
- ⑤モニタリング開始に合わせて、カメラの録画の開始、作業者への端末配付と作業者が使う工具にタグを取り付ける。
- ⑥バッテリーが9時間以上持たないので、昼休みにバッテリーを交換する。RFID リーダと携帯端末も一旦作業者から回収し充電を行い、午後の始めに再度配付する。
- ⑦モニタリング終了後にカメラの録画を停止し、SD カードを回収し、作業者の端末とタグを回収する。バッテリーも回収し充電を行う。
- ⑧SD カードと携帯端末の収集情報を本システムに登録する。
- ⑨モニタリング期間が終わったら機材を回収する。
- ⑩本システムで解析を行う。

4. 3 検証結果

本システムでの動作的な問題はなかったが、実際に情報を取得する方法や解析結果に課題が残った。

5. 課題

5. 1 RFID の課題

RFID リーダは携帯端末と一緒に溶接スパッタからの保護のため、作業者の胸の内ポケットに収納してもらった。RFID リーダには読み取り面があり、その面から前方に 90 度くらいの円錐内が読み取り範囲のため、溶接姿勢では円錐の外側になりやすい溶接面やトーチの位置でのタグの読み取りが難しい。またタグは 4cm×1cm 程の大きさのためか、検証期間中に 1 個紛失している。

RFID リーダでの情報取得には更なる工夫が必要と考える。

5. 2 解析処理の課題

動画からの作業者や作業の取得は、情報は出力されるものの別の作業と判定されたり、作業者が別人と判定された

りする。また工場の構造や撮影方向、位置にも影響されるだろうが、名村造船所の工場では天井や側面に窓があるため、晴天の場合は全体的に映像が明るく、曇りだと暗くなるなど映像の解析判定にかなり影響を与える。このため、本システムではオペレータの判断を入れた編集機能や動画の再生機能を取り入れて対応することとしたが、将来的に更なる改善が必要と考える。

5. 3 作業者位置の課題

GPS, Wi-Fi による位置測定の結果は東京大学での研究結果からも芳しくない。高精度な位置を取得するには他の技術が必要と考える。

6. 結言

東大システムのモニタリング映像の解析処理を用いた本システムを構築し、実際の造船所の工場で動作検証を実施した。結果としては多数の課題が残った。課題には他にも本手法だけでは大型組立品での内部作業や外業での作業の工程までカバーできないなどもあり、別の技術や手法の研究も必要である。

Industry4.0 や IoT といった今後の製造業を変える動きが活発になっていくのは明らかである。造船業においてもこれらの手法や技術を上手く取込み、工程管理の更なる精度向上が期待される。本システムがその一助となれば幸いである。

なお本システムは、一般財団法人日本船舶技術研究協会が事務局として大学や造船所などのメンバで委員会が発足しており、その中で管理されている。

謝辞

本システムの開発委託と本稿の公表を許可頂きました一般財団法人日本船舶技術研究協会、本システムの開発にご協力を頂きました東京大学青山和浩教授並びに同研究生に厚く御礼申し上げます。

また本システムへのご意見、モニタリング作業にご協力を頂きました株式会社名村造船所の関係各位にも厚く御礼申し上げます。