

## 操船中の船員の音声行動コーパスの構築とコモンセンス知識の獲得

Building Sailor's Speech Behavior Corpus to acquire Commonsense Knowledge in Ship Navigation

鈴木敦志\*1  
Atsushi Suzuki青島大悟\*2  
Daigo Aoshima大谷尚史\*3  
Naofumi Otani桐山伸也\*1  
Shinya Kiriya杉山岳弘\*1  
Takahiro Sugiyama竹林洋一\*2  
Yoichi Takebayashi

\*1静岡大学情報学研究科

Graduate School of Informatics, Shizuoka University

\*2静岡大学創造科学技術大学院

Graduate School of Science and Technology, Shizuoka University

\*3静岡大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Engineering, Shizuoka University

We have been building sailor's speech behavior corpus to acquire commonsense knowledge in ship navigation. The corpus consists of each sailor's audio and video data of bridge operation and behavior description based on sailor's role-specific workflow. Collecting the sailors' multimodal behavior data in ship handling simulator training, we have described behavior to build speech behavior corpus. The corpus enabled us to analyze sailor's behavior on statistical method and communication failure by comparing behavior description with workflow. Experimental results have suggested the corpus enhance sailor's commonsense knowledge acquisition on bridge operation.

## 1. はじめに

船舶のブリッジでは、複数の船員がお互いに指示・報告などの主に音声によるコミュニケーションを行うことで、航行のための意思決定を行っている。しかし、「相手はすでに知っているはずだ」と思い込み、必要な情報を伝えなかった場合や、曖昧な情報による意図の食い違いなどのコミュニケーションのミスにより、他船の動向や自船位置に関する情報共有に失敗することで、衝突や座礁などの事故が起こる。

ブリッジ業務において船員同士が簡潔に、確実に情報の共有を行うには、各船員は海事法規や機器の知識、業務中の音声コミュニケーションなどに関する十分なコモンセンス知識を持つ必要がある。そのため、船舶業務のシミュレータを用いたBRM(Bridge Resource Management)トレーニングが行われており、活発な情報共有を促すことでチームワークの向上を図っている [1]。

本稿では、BRMトレーニングにおいて、音声をはじめとする多種のセンサデータを収集し、発話を中心として船員の行動を蓄積することで、ブリッジ業務での安全な操船のための常識獲得を支援することに使える音声行動コーパスの構築を行う。

## 2. 音声行動コーパス

ウェアラブル機器の進歩により、人々が動きながらコミュニケーションを行う場面を扱うことが増えた。そのような実世界の場におけるコーパス構築に関する研究として、車内会話コーパス [2] や、議事録コーパス [3] といったものが挙げられる。

本稿では、実世界の、人々が動きながら行動している場面で、音声を中心としたマルチメディア・データを収集し、どのような行動が行われているのかを記述することで、音声行動コーパスを構築する。音声行動コーパスからコミュニケーションのミスなどについて分析を行い、BRMトレーニングの場にフィードバックすることで、ブリッジ業務におけるコモンセンス獲得過程を支援する。

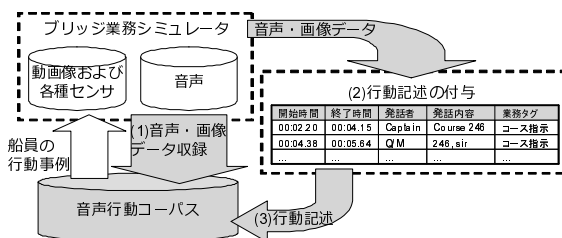


図 1: 音声行動コーパスの構築

音声行動コーパスの構築の流れを図 1 に示す。(1) ブリッジ業務に従事している船員の映像・音声をセンサで収録し、(2) そのデータ上に船員の動作・発話などの行動を行動記述として付与することで、(3) コーパスにデータを蓄積してゆく。

## 3. コーパスの構築

## 3.1 ブリッジ業務のデータ収集

日本海洋科学社のブリッジ業務シミュレータ室にカメラ、マイクを設置し、トレーニングの様子を記録した。船員の発話内容・発話時間と位置・向き・指差しなどの行動を収録するため、ブリッジ内を移動する訓練参加者の動作を邪魔しないように、1 台で室内全域を撮影できる自由局面ミラーカメラを天井に設置し、無線ピンマイクを各船員に取り付けて発話データを記録した。他船との接近が多い海域での操船を想定した約 40 分の BRM トレーニングの様子を収録した。

収集したデータに対し発話の書き起こしを行い、それを元に船員の行動を記述していく。

## 3.2 船員の行動の記述

ブリッジ業務において船員は船長・二等航海士・三等航海士・操舵手などの役割ごとに業務が分担されており、ブリッジ内を動きながら口頭で作業の指示・報告などのコミュニケーションを行うことで操船・他船の見張り・通信などの業務を行っている役割ごとの船員の業務の流れをワークフローとして表現し、それに基づいて船員の行動の記述を行う。音声中の 1163 発話に対し、発話区間・発話者・発話内容の書き起こしの付与を行

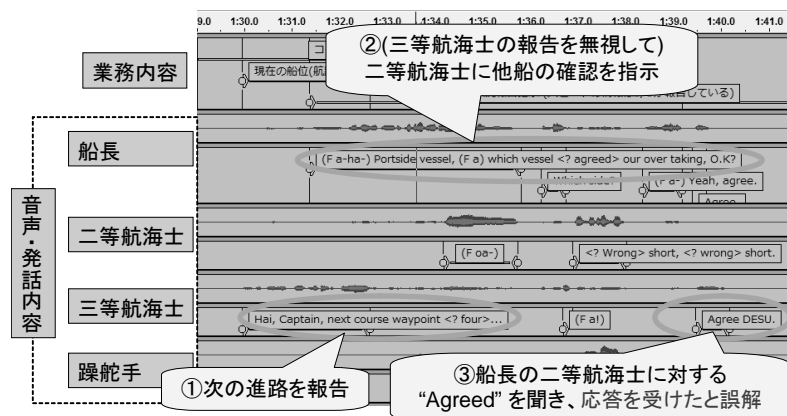


図 2: コミュニケーションのミスの例

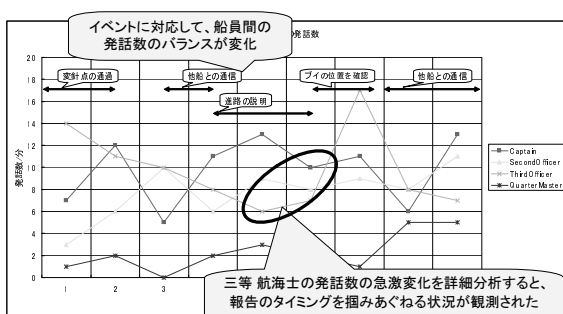


図 3: 船員の発話量の変化

い、ワークフローに沿って業務を分析することで業務種別ラベルを行動記述として付与した。この作業にはマルチトラック音声編集ソフトウェア“ Audacity ”を利用した。

#### 4. コーパスを用いたブリッジ内のコミュニケーションの分析

##### 4.1 事例分析

コーパスに対し、業務に含まれる発話の流れがその業務のワークフローと一致しない箇所について分析を行い、その一例として次のようなコミュニケーションのミスの場面を得た。場面を Audacity で表示したスクリーンショットとして図 2 に示す。

この場面では、(1) 三等航海士が船長に対して次の進路を報告しているが、(2) 船長は三等航海士の報告に対し応答せず、二等航海士に他船の位置の確認を指示している。報告が正しく伝わっていない可能性が高いため、三等航海士は船長に対し報告を繰り返す必要があるが、(3) 船長の二等航海士に対する発話中の“Agreed”という言葉聞き、応答を受けたと誤解して再び報告することがないまま過ぎてしまっている。

##### 4.2 統計的分析

時間の変化に対する船員ごとの発話量の変化を、図 3 に示す。船員の発話数の変化から、各船員のコミュニケーションの活発さや、外部のイベントに対する発話数の変化などを読み取ることができ、ブリッジ業務におけるコミュニケーションの様子について概観することができる。

##### 4.3 考察

船員の発話につけられた業務タグと、役割ごとに定義された業務のワークフローを比較することで、指示・報告に対す

る応答の欠落、対象が曖昧な発話、作業内容のフィードバックの有無などのコミュニケーションのミスについてのコーパスから分析することが可能である。

## 5. まとめ

本稿では、船舶のブリッジ業務トレーニングの場を記録し、航海時に船員が取った行動を再現、分析可能な音声行動コーパスの構築について検討した。BRM トレーニングのデータを収録し、船舶業務のワークフローに基づく行動記述の付与を試行したところ、事故につながるコミュニケーションのミスの分析が可能であり、分析結果をトレーニングの場にフィードバックすることにより、船舶業務におけるコモンセンス知識の獲得に寄与できる見通しを得た。

今後は継続して船舶業務のデータを蓄積しながら、映像・音声データに付与するデータ構造の検討や、船舶業務のワークフローの記述の詳細化などを行うとともに、音声認識技術やパターン認識などの技術を使ってラベリングの自動化について検討することで [4]、船舶業務支援システムの高度化に向けて研究を進めていく。

## 謝辞

この研究はシップ・アンド・オーシャン財団の支援を受けた。また、船舶ブリッジ業務の分析データをご提供して下さった東京大学の稗方利夫助教、角田領氏、データ収録に協力して下さった株式会社日本海洋科学、共同研究者のデジタル・センセーション株式会社に感謝の意を示す。

## 参考文献

- [1] 安藤英幸, 大和裕幸, 角田領, ブリッジにおける協調作業の対話分析, 日本造船学会論文集, Vol.195, pp.63-70, 2004.
- [2] 河口信夫, 松原茂樹, 若松佳広, 梶田将司, 武田一哉, 板倉文忠, 稲垣康善, 実走行車内音声対話コーパスの設計と特徴, 信学技報, NLC2000-57, 61-66, 2000
- [3] 河原達也, 筆記録作成のための話し言葉処理技術, 情報処理学会研究報告. SLP, 音声言語情報処理, 2006
- [4] 青島大悟, 鈴木敦志, 桐山伸也, 杉山岳弘, 竹林洋一, マルチモーダルセンシングによるブリッジ業務分析システムの開発, 人工知能学会 全国大会, 3D3-8 (2008)