

|                  |   |
|------------------|---|
| Title            | 国際宇宙ステーションにおける対話エージェントによる作業支援システムの提案と有効性の評価   |
| Sub Title        | Proposal and Evaluation of Operation Support System with Spoken Dialogue Agent at the International Space Station   |
| Author           | 西嶋, 頼親(Nishijima, Yorichika)<br>神武, 直彦(Kotake, Naohiko)   |
| Publisher        | 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科   |
| Publication year | 2014  |
| Jtitle           |   |
| JaLC DOI         |   |
| Abstract         |   |
| Notes            | 修士学位論文. 2014年度システムエンジニアリング学 第170号   |
| Genre            | Thesis or Dissertation  |
| URL              | <a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002014-0049">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO40002001-00002014-0049</a> |

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

修士論文

2014年度

国際宇宙ステーションにおける  
対話エージェントによる  
作業支援システムの提案と有効性の評価

西嶋頼親

(学籍番号：81333422)

指導教員 神武直彦

2015年3月

慶應義塾大学大学院

システムデザイン・マネジメント研究科

システムデザイン・マネジメント専攻

Proposal and Evaluation of Operation  
Support System with Spoken Dialogue  
Agent at the International Space Station

Yorichika Nishijima

(Student ID Number : 81333422)

Supervisor Naohiko Kohtake

March 2014

Graduate School of System Design and Management,

Keio University

Major in System Design and Management

# 論 文 要 旨

|   |          |     |      |
|---|----------|-----|------|
| 学籍番号  | 81333422 | 氏 名 | 西嶋頼親 |
| 論文題目：<br>国際宇宙ステーションにおける対話エージェントによる作業支援システムの提案と有効性の評価  |          |     |      |
| (内容の要旨)<br>本論文では、国際宇宙ステーション（以下、ISS）における、対話エージェントによる作業支援システムの提案と有効性の評価を行った結果を報告する。<br>宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、ISS の「きぼう」日本実験棟の有償利用事業をすすめているが、宇宙飛行士が地上スタッフの指示を受けて実施する作業において、しばしば作業の中断や誤作業が発生する。例えば、トヨタ自動車を中心に実施したキロボ（KIROBO）プロジェクトでは、2013年12月6日の実験で、約7時間の中断を余儀なくされるトラブルが発生した。民間利用の場合は、そのような中断によって、遅延だけでなく、膨大なロスコストにつながる。このようなトラブルは、1日に10数回発生する物理的な通信途絶や、複数の人を介して伝達するISSとの通信形態に起因する。<br>そのため、本研究では、通信途絶時でも対応可能で、作業進捗状況に合わせた支援を可能にする対話エージェントによる作業支援システムをISS内に設置することが有効ではないかと考えた。現在、ISSには音声認識および音声合成発話などの機能をもつ対話エージェントは存在せず、通信途絶時はマニュアルしか存在しない。そこに、作業に関する質問に答えられる対話エージェントを加えることで、既存の対応策ではサポートしきれない部分を補う作業支援システムを構築可能ではないかと考えた。また、会話することによって宇宙飛行士の思考整理を助け、進捗状況に応じた確認も可能となる。以上の理由から、本研究では、作業支援システムとしての対話エージェントシステムを検討した。<br>まず、ISSの運行および通信環境の分析を行い、地上で普及している対話エージェントについて調査し、本作業支援システムのコンセプトを「進捗状況の把握と推論による提案ができる対話エージェント」と定めた。次に、宇宙飛行士、管制官、実験担当者のステークホルダに要求分析を行い、ISSにおいて最適と考えられる作業支援システムのアーキテクチャ設計を行って、通信途絶時においても有効な、ISS内で完結しうる作業支援システムを設計した。この作業支援システムの有効性を評価するために、地上でプロトタイプによる評価実験を行った。実験では被験者がタスクを実行し、その作業支援手段として対話エージェント条件とマニュアル条件での比較を行った。<br>実験の結果、対話エージェントには、発音の不明瞭さやユーザの音声対話への不慣れさがあるにも関わらず、アンケートにおいては、「効率的に作業できた」「イライラしなかった」等の項目で、有意にポジティブな印象が高かった。またタスク達成数も比較して多く、タスク達成時間は短い上に有為傾向がみられた。また「人間相手では言えないことが言える」などの対話エージェントならではの利点を評価するコメントが得られた。課題としては、対話エージェントの発話を誤認識することが多かったので、「ゆっくり読み直す」等の機能が必要であることが分かった。以上の成果により、本研究は、ISSでの作業を支援する新しいシステムの可能性を示すことができたと考えている。 |          |     |      |
| キーワード（5語）<br>国際宇宙ステーション、対話エージェント、作業支援システム、キロボ（KIROBO）、通信途絶  |          |     |      |

## SUMMARY OF MASTER'S DISSERTATION

|  |          |      |                     |
|--|----------|------|---------------------|
| Student<br>Identification<br>Number  | 81333422 | Name | Yorichika Nishijima |
| <p><b>Title</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Proposal and Evaluation of Operation Support System<br/>with Spoken Dialogue Agent at the International Space Station</b></p>  |          |      |                     |
| <p><b>Abstract</b></p> <p>This paper will report on the results of proposals and evaluations of the effectiveness of an operation support system at the International Space Station (ISS) using a spoken dialogue agent.</p> <p>The Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) has promoted paid utilization projects on the ISS' Japanese Experiment Module "Kibo," but occasionally there have been interruptions or mistakes in work performed by astronauts receiving instructions from staff on the ground. For example, with the KIROBO project that was implemented primarily with Toyota Motor Corporation, trouble occurred that forced an interruption of about seven hours during an experiment on December 6, 2013. In private sector use there have not only been delays, but also enormous losses in terms of cost as a result of these interruptions. These kinds of trouble were caused by the physical blackouts in communications that occur over ten times a day, and by the form of communications with the ISS that must pass through several people.</p> <p>Therefore, for this study, I decided that establishing an operation support system at the ISS using a spoken dialogue agent, one that can provide support during communications blackouts and enable assistance according to the progress of work, would be effective. Currently there is no dialogue agent on the ISS with functions such as voice recognition and speech synthesis; there are only manuals to follow during times of communication blackouts. Therefore I decided that it could be possible to build a new operation support system that could compensate for the areas not supported using current measures, by adding a spoken dialogue agent that can answer work-related questions. In addition, by conversing with astronauts the agent can help them organize their thoughts and check on the state of their progress. For these reasons, in this study I considered the use of a spoken dialogue agent as an operation support system.</p> <p>To begin, upon analyzing the operational and communications environment on the ISS and studying the spoken dialogue agents that had become prevalent on the ground, I decided that the concept for this operation support system would be "a spoken dialogue agent that could make suggestions through inference and understanding of work progress." Then I conducted requirements analysis for the stakeholders -- astronauts, controllers, and experiment supervisors -- and designed an architecture for an operation support system that was considered most appropriate for the ISS, and designed an operation support system that would also be effective in times of communications blackouts and could be completed within the ISS. To evaluate the effectiveness of this system, I conducted an evaluation experiment using a prototype on the ground. In the experiment, a subject performed tasks and compared the results of work assistance based on whether a dialogue agent or a manual was used.</p> <p>As a result of the experiment, despite the inarticulate pronunciation and the unfamiliarity of users' speech dialogue, there were significantly positive responses to a survey in categories such as "I could do my work efficiently" and "I was not frustrated." I also saw a promising trend in shortening of task completion time, with a relatively large number of tasks completed. There were also comments praising the benefits unique to the spoken dialogue agent, such as "I could tell it things that I could not say to a human partner." In terms of issues, there were many instances of misunderstanding of speech from the dialogue agent, so I realized that "read again slowly" and other features would be necessary. Based on the above results, this study indicated the possibility for a new system for assisting the operations support system on the ISS.</p> |          |      |                     |
| <p><b>Keywords (5 words)</b></p> <p>International Space Station, Spoken Dialogue Agent, Operation Support System, KIROBO, Communications Blackout</p>  |          |      |                     |