

Rijowarts : 技術関心を誘引するエンタテインメントシステムの開発と評価

西村 綾乃¹ 氏間 可織¹ 安齊 クレア¹ 甲藤 仁美¹ 有本 茜¹ 橋本 菜摘¹

概要: 理工系技術に関するワークショップは数多く開催されているが、技術的な関心が薄い層の興味を促すことは難しい。その一方で、エンタテインメント性と学習意欲の向上に関する研究が盛んに行われている。そこで、我々は複数のインターフェースや入力デバイスを使用し、幅広いユーザが楽しんで体験できるエンタテインメントシステム“Rijowarts”を実装した。本システムは技術的な関心が薄いユーザに対して、学習への入り口として興味を持ってもらうことを目的としている。また、お茶の水女子大学の微音祭(きいんさい)にて展示を行い、200名以上のユーザからシステムに関する評価の回答を得られた。本論文では、実装手法と展示事例、ユーザ評価について報告を行う。

Rijowarts : Development and Evaluation of an Entertainment System Arousing Interest to Technology

AYANO NISHIMURA¹ KAORI UJIMA¹ CLAIRE ANZAI¹ HITOMI KATTO¹ AKANE ARIMOTO¹
NATSUMI HASHIMOTO¹

Abstract: Many companies hold workshops and seminars for beginners, however, it is not an effective approach for a persons uninterested in technology fields. Meanwhile, many studies on entertaining potentialities and increasing learner's motivation for learning have been presented. We developed the entertainment system “Rijowarts” using multiple interface and input device. It provides a wide range of users with pleasant experience for entrance of learning of technology. This paper reports the implementation, exhibitions and user evaluations of this system.

1. はじめに

理工系の人口減少傾向は、日本国内における社会的な問題である。このような問題を「理科離れ」として取り上げ、調査や検証を行っている論文は数多く存在する [1][2]。文部科学省では、「理科離れ」解決への取り組みを行っており^{*1}、企業単位でも、科学館でのワークショップや初心者向けの講習会^{*2}を開催している。これらの試みは、知識を学んでから最終的な成果物を作るという流れになっていることが多い。しかしながら、この順序だと、学習をするという点が先立つため、理工系技術への関心が薄い層への効

果的なアプローチにはなっていない。そこで、元来のセミナーとは異なり、学習の結果得られる成果物を、初めに体験してもらうことで、初心者に関心をえられるのではないかと考えた。

また、エンタテインメント性と学習意欲の向上に関する研究も盛んに行われている [3]。多くの人々の技術への学習意欲を引き出すために、楽しさを取り入れることは有用である。

以上の考えから、我々は幅広いユーザが楽しんで体験できるエンタテインメントシステム“Rijowarts”を実装した。本システムは、エンタテインメント化された成果物を、まず実際に触ってもらうことで、分野外の人にも理工系技術への関心を誘発し、学習体制へと導くことを目的としている。また、アーサー・C・クラークによって定義された「十分

¹ お茶の水女子大学大学院

Ochanomizu University, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

^{*1} http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpab200301/hpab200301_2_237.html

^{*2} <http://www.hitachi.co.jp/csr/sc/report/archives/0309.html>

に発達した科学技術は、魔法と見分けが付かない」という法則を念頭に置き、更には、エンタテインメントシステムとしてのゲーム性を持たせるために、“魔法学校の試験で何点とれるか”というコンセプトで、実装を行った。本論文では、実装手法と、実際にシステムを稼働し展示を行った際のユーザ評価について報告する。

2. 関連研究

近年、エンタテインメント化したシステムを通して、体験や経験を得るために多くの試みが為されている。北田らは、科学館向けのエンタテインメント VR システムの開発を行った [4]。ユーザにクイズコンテンツを通して、科学に対して楽しい体験をもって興味を持たせることを目的としている。RFID とプロジェクションマッピングを使用した謎解きゲームコンテンツとして新潟県立自然科学館にて企画展示された。

さらに、北田らは前述のシステムのサーバ側に記録されているユーザの成績データ群を分析し、傾向について報告を行っている [5]。誤回答及び時間切れという簡易な集計のみで、問題の実際の回答状況と、実世界指向エンタテインメントシステムにおけるインターフェースや入力デバイスの違いによる体験難度の向上を明らかにしている。

また、福地らはトランポリン運動に、自分撮りの機能を付加することで、自発的な運動への参加を促進するシステムを開発した [6]。ユーザの面白い写真を撮って人に見せたいという自己表現欲求を刺激することで、競争的創造状態を作り出している。既存のものごとに楽しさの要素を追加することで、積極性や継続性を促すことを目的とした「エンタテインメント化」の研究の一環として実装された。

以上の研究を参考に、Rijowarts の最初の展示場所として、大学で開催される学園祭を選択した。科学館などの、あらかじめ興味がなければ足を運びにくい場所ではなく、目的の異なる多様な人々が集まる場所で展示することで、より幅広いユーザ層に体験してもらおうと考えたのである。また、ランキングシステムを用意することで、ユーザの競争心を刺激し、コンテンツに関する理解や反復参加を促すことにした。

3. Rijowarts

Rijowarts は、複数のコンテンツを持つ複合型エンタテインメントシステムである。室内ゲームでは、ある特定の入力や、単一の動作が多くなってしまうがちになることが問題として挙げられる。ユーザにとって苦手な動作や入力方法を強いる場合、興味を引き出すことは難しい。そこで、ユーザの関心の対象となる技術の幅を広げ、ゲームにおける得手不得手を緩和する目的で、複数のインターフェースや入力デバイスを使用した。身体を大きく動かすコンテンツや、出題された問題を考えるコンテンツなどを用意する



図 1 杖型端末.

Fig. 1 Device of wand.

ことで、多くの人が楽しめるように設計している。

ユーザは本システムを体験する際に、魔法学校に試験を受けに来た、という設定で各コンテンツを体験することにより、没入感を得ることができる。これにより、エンタテインメント性を引き上げた。

3.1 システム体験の流れ

ユーザは魔法学校の生徒に扮した案内人の引率に従い、Rijowarts を体験する。

3.2 入場

ユーザはまずタブレット上で名前の登録を行い、5 種類の質問に答え、一意である受験番号を得る。その後、杖型端末（赤外線発生装置）を受付で受け取る（図 1）。ユーザは杖を受け取った後、帽子型ロボットによる組分けを行う。この時、組は登録を行った際に答えた質問によって変化する。現時点では 4 つの組を用意し、それぞれの組ごとの総合得点なども表示した。

3.3 各コンテンツの体験

コンテンツは全部で 7 種類用意をした。ユーザはそのうち 3 種類のコンテンツを体験することができる。体験後はスコアが表示され、ユーザの得点となる。各コンテンツについては後に詳細を述べる。

3.4 退場

ユーザが全てのコンテンツを体験した後、成績表を渡す。成績表にはユーザの名前、組、遊んだコンテンツの名称、スコア、受験番号、日時が記載されている。また、それぞれのコンテンツで得たスコアの合計を他のユーザとランキング形式で競うことが可能である。ランキングの結果は受付に設置してある巨大スクリーンに投影されている（図 2）。

4. 実装

現時点において、Rijowarts では 7 種類のゲームコンテンツを実装した。Rijowarts のもたらす世界観に統一性を



図 2 ランキングの画面.
Fig. 2 Display of ranking.

出すため、各コンテンツは魔法試験に関するテーマ（飛行術、薬草学、魔法薬学、変身術、魔法生物、闇の魔術、呪文学）を持っている。加えて、帽子型ロボット、杖型端末、各コンテンツのスコアやユーザの ID を管理するシステムを開発した。

4.1 飛行術

飛行術（図 3(a)）では、スクリーンに投影されたフィールド上を障害物を避けながら自由に飛び回り、球を取得することで、スコアを獲得する。ユーザはコントローラとなる箒にまたがり、足場に立つことで画面上の移動操作を行う。現段階では、箒の柄と穂の間に加速度センサを取り付けることで上下の入力を、ユーザが乗っている足場に圧力センサを取り付けることで左右の入力を取得した。上下左右の組み合わせにより、ユーザは 8 方位に移動することが可能である。なお、フィールドの実装には Unity を用い、各センサの値を Arduino 経由でシリアル通信を行い送信することで操作を実現した。

4.2 薬草学

薬草学（図 3(b)）では、スピーカーを 5 つ、更にそれと連動した人形を 5 体用意した。人形はマンドラゴラと呼ばれる植物を模した形に作られている。5 体の内、1 体が鳴き声をあげるので、ユーザは制限時間内にどの個体が鳴いているかを探し当てることでスコアを獲得する。各々の人形は口の中に緑色の LED と光センサを持っており、口の中に指を入れて光を遮ることで音を止めることができる。音の制御及びスコア制御には Java を用い、人形の制御には Arduino を使用した。

4.3 魔法薬学

魔法薬学（図 3(c)）では、プロジェクターによって投影される指示に従い、制限時間内に材料を鍋に入れ、左右に掻き混ぜることでスコアを獲得する。材料の入った瓶の底に AR マーカーを貼り付け、鍋の下に置いたカメラで読み取

ることで材料の種類・回転の判定を行った。また、鍋の底はアクリル板を 2 枚重ねることで、透過・回転を実現した。掻き混ぜる際は、鍋に付属した棒を使い、アクリル板を動かす。実装には Processing, QPToolkit を使用した。

4.4 変身術

変身術（図 3(d)）では、スクリーン上に鏡像として映しだされたユーザの動きに連動するアバターを操作し、障害物を避けながら、変身するためのアイテムに触れることでスコアを獲得する。ゲームの終了後、獲得した得点によって、アバターが様々な物体に変身する。ユーザの位置及び動きは Xtion を用いて取得した。また、フィールドの実装には Unity を用いた。

4.5 魔法生物

魔法生物（図 3(e)）では、リードスイッチを鼻先に仕込んだぬいぐるみを使い、机の上に用意されたアイテムの中から正解を探し出し、スコアを獲得する宝探しゲームを行う。ぬいぐるみは磁石が入った正解のアイテムに触れると、鼻先が光り、身体が震える。

4.6 闇の魔術

闇の魔術（図 3(f)）では、霧の中に投影した標的の上に杖型端末をかざすことでスコアを獲得する。霧発生装置の上部に赤外線カメラを設置し、杖型端末に取り付けられた赤外線 LED の光を認識する。認識した座標が PC のアプリケーション上の標的の判定範囲内にあれば、有効とした。

4.7 呪文学

呪文学（図 3(g)）では、ドア型のスクリーンにクイズを投影し、壁に飾られた絵画の中から正解を探し出すことで、スコアを獲得する。正解の絵画に描かれた魔法陣に杖型端末をかざすことで、ドア型スクリーンの鍵が解錠され、自動で開く仕組みになっている。絵画にはフォトトランジスタが組み込まれており、杖型端末からの赤外線 LED を受光すると、アプリケーション上で正誤判定が行われる。実装には Processing, Arduino を用いた。

4.8 帽子型ロボット

帽子型ロボット（図 3(h)）では、サーボモータ、スピーカー、Arduino を用いて、顔のある帽子型ロボットを実装した。帽子の顔は布のシワを使い、目と口を作ることによって表現している。ブラウザ上でボタンを押すと、ユーザ登録をした際に答えた質問の回答を管理システムに問い合わせを行い（図 4）、回答に依存したあらかじめ用意された音声再生され、口元が動く。サーボモータを動かすためのシリアル通信と音声再生を同時に行うことで、帽子が発話しているように見せた。

4.9 杖型端末

杖型端末（図 1）では、内部に傾きセンサ、赤外線 LED、

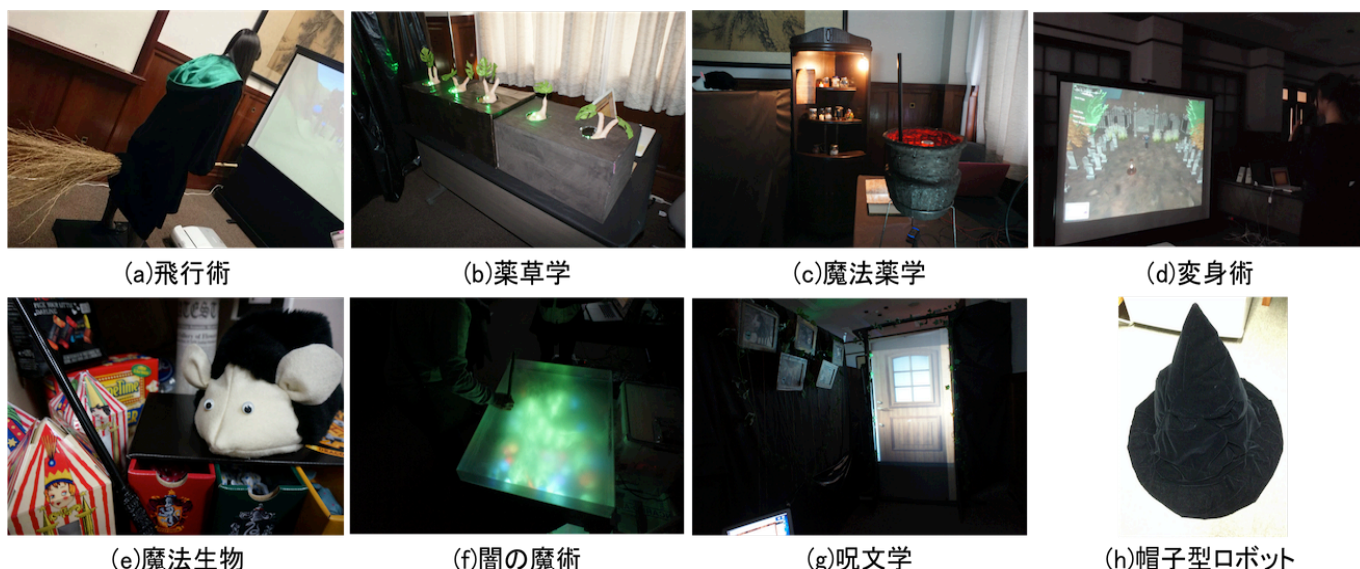


図 3 各ゲームコンテンツ.
Fig. 3 Game contents.

単 4 電池を組み込むことで実装した．杖先を上に向けると，赤外線 LED が光る仕組みになっている．端末はそれぞれ一意である番号を持っており，ユーザの受験番号と管理システム上で紐付いている．

4.10 管理システム

管理システム (図 4) では，全てのコンテンツのスコア及びユーザ ID の管理，ユーザが持っている杖型端末番号に受験番号の紐付けを行っている．ユーザ登録を行うと，管理システムから受験番号が割り振られる．受付でユーザに貸与する杖型端末の番号と受験番号をブラウザ上から登録することで，杖型端末とユーザの紐付けが行われる．

各コンテンツには，あらかじめコンテンツ番号が振っており，管理システム上に登録されている．スコアを登録する際は，各コンテンツから，杖型端末の番号，コンテンツの番号及びスコアをクエリ送信またはブラウザ上から送信することで，管理システム上で受験番号と各コンテンツのスコアが自動的にデータベースに保存される．本管理システムを利用することで，全てのコンテンツを Rijowarts 内のシステムとして統合した．

また，保存されたスコアを集計することでランキングを表示することを可能にしている．実装には，PHP, MySQL, HTML5, CSS3, JavaScript を使用した．

5. 評価

2014 年 11 月 8, 9 日にお茶の水女子大学で開催された微音祭にて Rijowarts の有料展示を行い (図 5)，コンテンツを体験した人を対象に，任意で紙媒体のアンケートを実施した．アンケートの内容を図 6 に示す．設問 1 から設問 4 にかけては，体験者の個人的な背景についての質問を行っ

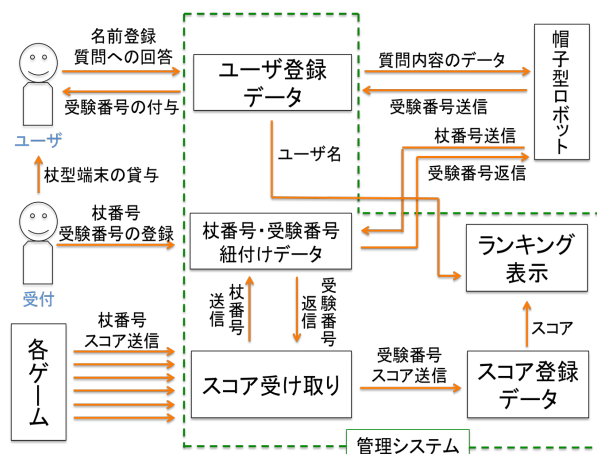


図 4 管理システム構成図.
Fig. 4 Architecture of administration system.



図 5 当日の様子.
Fig. 5 Rijowarts in Kiin-sai.

リジワーツ魔法魔術学校アンケート

- ご自身についてご回答をお願いします。
受験番号（成績表の左下にあるNo.です） No. _____
性別 ・男 ・女 ・その他
年齢 （ 歳）
- 誰と来しましたか？（複数選択可）
・友人 ・家族 ・恋人 ・ひとり ・その他（ ）
- リジワーツを知ったきっかけは何ですか？（複数選択可）
・Twitter ・ブログ ・YouTube ・学園祭グランプリ ・立て看板 ・チラシを見て
・文化祭パンフレット ・関係者（名前： ） ・その他（ ）
- リジワーツの試験は何回目ですか？
回目 _____
- 印象に残ったアトラクションはどれですか？（2つまで選択可）
・組み分け帽子 ・杖の仕掛け ・変身術（ジェスチャー） ・飛行術（霧に乗る）
・薬草学（音当て） ・呪文学（ドアを開く） ・闇の魔術に対する防衛術（霧に杖を向ける）
・魔法薬学（鍋で薬の調合） ・魔法生物飼育学（宝探し）
- リジワーツの楽しさを5段階で評価してください（1：つまらない、5：とても楽しかった）
5.とても楽しかった 4.楽しかった 3.ふつう 2.あまり楽しくない 1.つまらない
- リジワーツのクオリティを5段階で評価してください
5.とても高い 4.高い 3.ふつう 2.低い 1.とても低い
- 機会があれば、もう1度リジワーツの試験を受けたいと思いますか？
・はい ・いいえ
- こういった技術を使って、ゲームが作られているのか興味を持ちましたか？
・はい ・いいえ
- 杖作り、ゲーム作りのワークショップ（体験型セミナー）があれば、参加したいと思いますか？
・はい ・いいえ
- ご意見・ご感想があれば自由にご記入ください

ご協力ありがとうございました。今回取得したデータ及び個人情報は、研究目的での利用に限り、第三者に公開することはございません。予め、ご了承ください。以上に同意して頂ける方は、連絡先のご記入とご署名をお願い致します。

Mail: _____ 署名: _____

図 6 実施したアンケート

Fig. 6 Questionnaire.

ている。設問 5 から設問 10 にかけては、Rijowarts を体験した後の印象や評価についての質問を行った。また、設問 11 にて Rijowarts に関する感想を自由記述の形式で、任意に記入してもらった。

5.1 結果

不備による無効数を除いて 8 日は 141 人、9 日は 83 人、合計で 224 人分の回答を得た。ユーザの性別と年齢の割合を図 7 に示す。今回は、大学の学園祭内で展示を行ったため、10 代、20 代のユーザが 8 割を占めた。

設問 6、設問 7 では、Rijowarts に関して、ユーザが感じた楽しさ及びクオリティに関して 5 段階で評価してもらった。その結果を、図 8 に示す。設問 6 では、楽しいと感じた（4 以上の評価をつけた）ユーザが 97.3%、設問 7 ではクオリティが高いと感じた（4 以上の評価をつけた）ユーザが 93.7%という結果になった。

設問 9 では使用されている技術に興味を持ったかどうかの質問を行っている。その結果を年代、男女別に表 1 に示す。全体で 94%のユーザが技術に興味を持ったと回答した。更に、設問 10 ではワークショップ参加への意欲に関する質問を行った。その結果を表 2 に示す。83%のユーザから、ワークショップに参加したいという回答を得られた。

最後に、設問 11 で得られた意見及び感想の一例を示す。

- 同様の研究に興味があるので公開可能な技術を是非一度はおしえていただければ幸いです。
- 情報科 1 年です。こんなことができるんだ！っていう

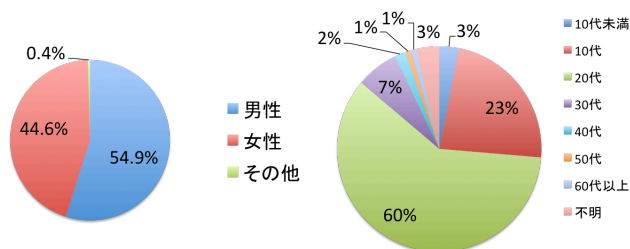


図 7 性別 (左), 年齢 (右)

Fig. 7 Sex(left), Age(right)

発見がたくさんあってびっくりした！！

- とても楽しくてクオリティが高くておどろきました！
どうやって作られているのか気になります！
- 難しかったけど楽しかったです。どんな技術が使われているか知りたいです。
- どんなしくみで作っているのかとても興味がわきました
- ゲーム作りが気になった。
- 技術的にどう実現しているのか興味があります

5.2 結論

以上の結果より、システムとしてのエンタテインメント性や没入感に関して、高い評価が得られたと言える。また、設問 9 及び設問 11 で得られた意見や感想から分かるように、Rijowarts はユーザの理工系技術への興味を引き立てることに成功している。更に、実際にものづくりを行うワークショップへの参加に対しても意欲的な回答が多かった。

本システムは、関心の薄いユーザに向けて実装を行っていたが、理工系を専攻しているユーザからも、新たな発見が得られたという意見があった。元から技術に対して知識があるユーザに対しても、更に関心を引き出すことができる可能性を見出した。

しかしながら、表 1、表 2 から分かるように、興味を持ったユーザが 94%だったにも関わらず、ワークショップにも参加したいと回答したユーザは 83%に減る結果となった。この傾向は、特に 20 代男性に顕著に見られた。次回の展示開催時の課題として、この因果関係を明らかにしていきたい。

また、楽しいと感じたか、という質問の回答と比較して、クオリティに関する回答の評価が低かった点に関しては「動作が不安定だったため」や「システムの反応をもっと良くして欲しい」という意見がいくつか見られた。これは、杖型端末を投げる、分解するなどの想定を越えたユーザの行動や、長時間稼働によるハードウェアの脆弱性が原因だったと考えられる。今後は、各コンテンツのハードウェア強化や、長時間稼働の検証を行っていきたい。

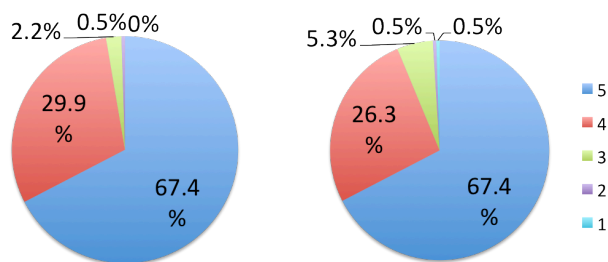


図 8 楽しさに関する評価 (左), クオリティに関する評価 (右)

Fig. 8 Evaluation of entertainment(left), Evaluation of quality(right)

表 1 技術に興味を持ったか (人)

年代	性別	はい	いいえ
10 代未満	男	3	2
	女	1	0
	その他	1	0
10 代	男	18	1
	女	31	2
20 代	男	72	5
	女	56	1
30 代	男	14	0
	女	1	0
40 代	男	4	0
50 代	男	0	1
	女	1	0
60 代以上	男	1	0
	女	1	0
不明	男	2	0
	女	6	0
合計		212(94%)	12(6%)

表 2 ワークショップに参加してみたいか (人)

年代	性別	はい	いいえ
10 代未満	男	4	1
	女	1	0
	その他	1	0
10 代	男	16	3
	女	29	4
20 代	男	60	17
	女	52	5
30 代	男	12	2
	女	0	1
40 代	男	2	2
50 代	男	0	1
	女	0	1
60 代以上	男	1	0
	女	1	0
不明	男	2	0
	女	5	1
合計		186(83%)	38(17%)

6. まとめと今後の予定

本論文では、魔法のような体験を通し、幅広いユーザから理工系技術に興味を持ってもらうことを目的とした複合型エンタテインメントシステム Rijowarts を実装した．複数のコンテンツを用意することで、多様なインターフェースや入力デバイスを使用することが可能になり、ユーザの興味の対象となる技術の幅を広げ、ゲームにおける得手不得手を緩和した．更には、お茶の水女子大学で開催された微音祭にて展示を行うことで、224 人のユーザからアンケートの回答を得られた．その結果、技術に興味を持ったと回答したユーザが 94%を占め、Rijowarts は多くのユーザの関心を誘引するシステムとして機能した．

今後の予定として、実際に学習体制へと導くことが出来たのかどうかを、詳細に検証するため、今回行った展示の体験時に使用してもらったデバイス (杖や魔法生物など) を作成するワークショップを開催したいと考えている．また、微音祭では 10 代未満から 60 代以上の幅広い年代のユーザに向けて展示を行ったが、子供向けや、中高生向けなど特定の年代向けに、コンテンツの難易度を合わせた展示も計画していきたい．特に、成長の過程で、多くの知識や教育を必要としている義務教育課程中のユーザに向けて、Rijowarts を体験し、ワークショップで体験中に使用したデバイスを作ってもらえるような試みをしたいと考えている．そのために、教育機関や地方自治体などと協力して、システムの展示を行っていききたい．

謝辞 本研究を進めるにあたり、的場やすし氏、門村亜珠沙氏、池松香氏、大野敬子氏、升田枝里氏、飯沢奈緒氏、笹川真奈氏、永淵玲緒菜氏、野口未来氏、伊藤貴之教授、暦本純一教授、椎尾一郎教授にご協力頂きました．この場で感謝の意を述べさせていただきます．

参考文献

- [1] 鶴岡森昭, 永田敏夫, 細川敏幸, 小野寺彰: 大学・高校理科教育の危機-高校における理科離れの実状, 高等教育ジャーナル-高等教育と生涯学習-, 1996, 1, 105-115.
- [2] 斉藤浩一, 高橋郷史: 理科離れの原因帰属に関するモデル作成の試み, 東京情報大学研究論集 9.1 (2005), 1-9.
- [3] 坏奈 緒美, 椎塚 久雄: エンタテインメント性と学習意欲, 自動制御連合講演会講演論文集,53,0,30-30,2010, 自動制御連合講演会.
- [4] 北田 大樹, 和田 孝志, 白井 暁彦: RFID とプロジェクションマッピングを活用した科学館向けエンタテインメント VR システム. エンタテインメントコンピューティング, 2012.
- [5] 北田 大樹, 奈良 優斗, 和田 孝志, 白井 暁彦: 科学館向けエンタテインメントシステムにおける成績データを用いたユーザ解析, 研究会講演予稿, 265,212-215,2013, 画像電子学会.
- [6] 福地 健太郎, 助台 良之, 大野 悠人: 競創による動機づけ: 自分撮りによるトランポリン運動の促進システムの事例, WISS, 2014.