

教材としての「電子説明書」の試作
自律型ロボットを用いた総合学習の補助の支援

二見尚之, 市山雅美

教材としての「電子説明書」の試作 自律型ロボットを用いた総合学習の補助の支援

二見尚之¹, 市山雅美²

The Development of the "Electronic Manual" as the Learning Materials
- A System to help students to assist "SOGO GAKUSHU" on an Autonomous Robot -

FUTAMI Naoyuki¹, ICHIYAMA Masami²

[Abstract]

Some schools in the secondary education have the class of SOGO GAKUSHU in which the students assemble and program KIROBO(Autonomous robot), and make the presentation on it. The university students practice assisting the class.

We produced an electronic manual experimentally in order to assist the prior training for the practice and the reflection on the practice. At first we listed the knowledge, the know-how and the method (hereinafter referred to as the skills) necessary to assemble KIROBO. Next, we connected the skills with the items of the assembly manual. Finally, we developed the following functions : 1. search and display function 2. note-taking function 3. work check function 4. user management function.

[Keyword]

learning from an experience / practice, electronic learning materials, assembly of a robot kit, assisting higher education, the skills for the robot work

1. はじめに

1.1 湘南工科大学での取り組み

湘南工科大学では、学生が社会に関連した体験・実習（以下、実習という）を通して、様々な種類の学びが可能となる取り組みがなされている¹⁾（図1）。実習は、「社会貢献活動1・2」や「プロジェクト実習」の授業科目を中心に実施されていて、テーマには教育系、福祉ものづくり系、環境系などの多岐の分野があり、約40テーマがある。学生は、テーマに応じて学内外で実習を行う。実習による学びには、実習先での直接的な学びや、学生間での学び、学生自身の内省による学び、大学の教員・スタッフからのアドバイス

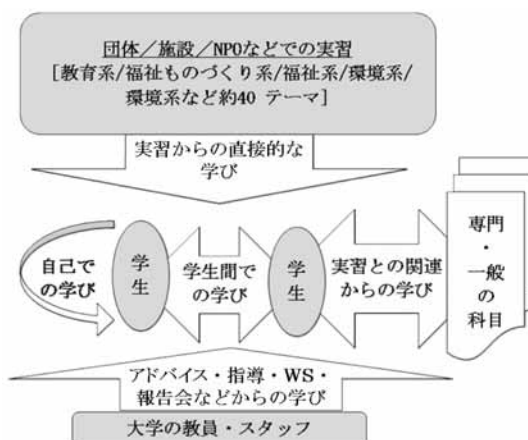


図1 実習から学ぶ取り組み

¹情報工学科 助教

²総合文化教育センター 講師

や指示による学び、中間期でのワークショップや終了時の報告会、事前・事後アンケートなどを通しての学び、実習と専門・一般教育科目との関連を意識することによる学びなどがあると考えられる。

これらの実習の1つに、高等学校や中等教育学校における総合学習の授業を補助するテーマがある。

1.2 総合学習補助の実習と学び

授業は、T 高等学校と H 中等教育学校で実施された。T 高校の場合、2 年生の総合学習の 1 講座として開設された。3 ~ 4 名の生徒で 1 チームを構成し、チーム単位でロボットの機能を考え、組立、プログラミングし、作成したロボットについて発表が行われた。授業時間は 50 分間 × 13 回である。ロボットは、自律型ロボット KIROBO と IconWorks (株式会社イケイジャパン) が用いられている。組立説明書に従って作成された KIROBO の例を図 2 に示す。

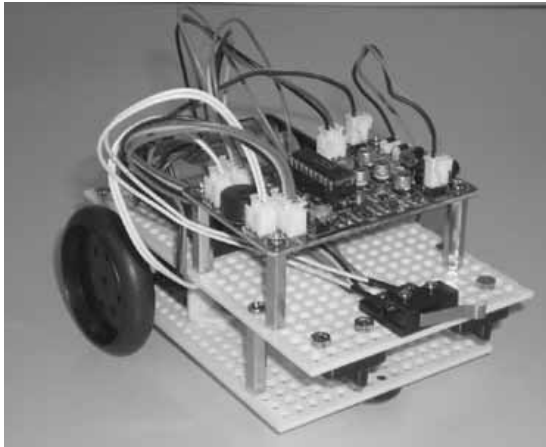


図 2 KIROBO の組立例

授業は NPO コアネットのメンバーが進め、学生はその授業を補助する。

コアネットのメンバーは産業界 OB のボランティアであり、情報産業などの技術者や会社役員などの経歴を持つ。コアネットのメンバーと授業を受ける生徒との年齢差は大きい。

学生には、コアネットから、学生 1 人が 1 チームを担当し、生徒の相談に応じたり、アドバイスしたり、また、生徒と一緒に作成したりすること、さらに、新しいゲームの作成やアイデアを提案することも要請さ

れた(図 3)。

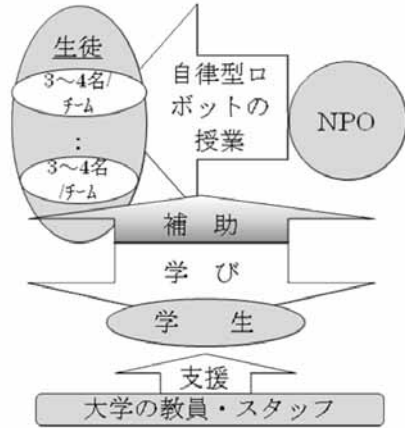


図 3 総合学習の補助

実習の大きな流れとしては、まず、学生が、スタッフからの説明などを基に約 40 テーマの中からこのテーマを選択・決定し、実習開始時に事前アンケートなどに回答し、次に、打ち合わせを行った。打合せ後、学生は事前に KIROBO の組立やプログラミングを行った。実習の中間期にはワークショップへの出席や中間報告書を提出し、実習終了時に報告会で発表を行い、事後アンケートに回答した(図 4)。学生には、これらの活動を通して、工学と直接的に関わりのある自律型ロボットを作成する技能や、指導実践の技能、

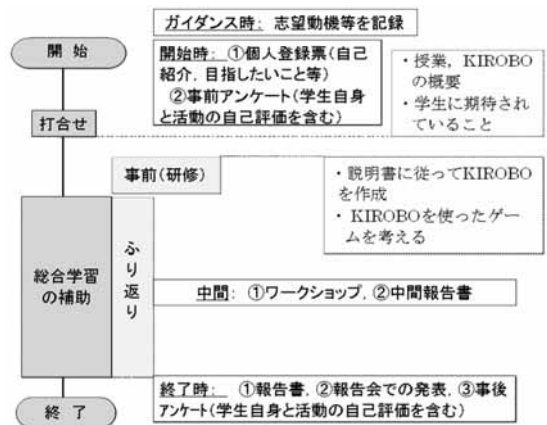


図 4 総合学習の補助における実習の流れ

教材としての「電子説明書」の試作（二見，市山）

対象校の生徒や NPO メンバーとのコミュニケーション能力，問題解決能力，協働の能力などの養成が期待され，また，学習意欲の向上も期待されている。

1.3 教育・学習を支援するシステム

教育・学習をコンピュータで支援するシステム（以下，CAI）は，大きくは，教える CAI と学ぶ CAI の 2 つに分類される。教える CAI には，ドリル型 CAI，個別学習指導型 CAI，教材提示型 CAI があり，学ぶ CAI には，検索／問い合わせ型 CAI，ゲーム・シミュレーション型 CAI，問題解決・思考の道具型 CAI があり，それぞれ開発・提供されてきている²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾。

また，学習者の自学自習を進めさせるために情報関連の演習課題が開発された⁶⁾⁷⁾。そこでの学習活動は，情報関連の用語を調べまわること，調べたことを他者に伝達する趣旨でまとめること，さらに，学習活動についての自己評価をねらったアンケートへの回答が含まれている。学習者のアンケート結果からは，学習意欲が確認された。

総合学習の補助においては，学生が，実習開始前や実習中に，KIROBO の組立などに関わる知識・ノウハウ・方法（以下，スキル）を，調べられたり，また，調べたことや考えたこと，他者へ伝える事項などを記録したり，整理したりする活動が重要と考えられる。よって，ここでは，これらの活動を支援するコンピューター機能を試作することとする。試作に際しては，教える CAI ではなく，学ぶ CAI，特に，学生が能動的にシステムに働きかける，検索／問い合わせ型 CAI，および，問題解決・思考の道具型の CAI の要素を持たせることが必要と考えられる。

2章で，総合学習の補助の事前学習や実習中の振り返りを支援するための機能について検討し，3章で，総合学習の補助で用いられるスキルについて述べ，4章で，教材としての「電子説明書」の試作について述べる。

2．支援機能の検討

2.1 学生が書いた中間期や終了時の報告

2008～2009年度に5名が実習した。中間期や終了時の報告書において，KIROBO や指導に関わる記述には次があった。

- A君：「キロボにプログラミングしてみたがなんどやってもおもしろいになくて困った。」
「教えることの難しさを今のうちに学べて良

かった」

- B君：「もっと専門的な知識を学ぶ必要があると思いました。」
「学生と活動団体・社会のパイプ的なつながりになれたと思います」
「教師側の立場で生徒との接し方を学びました。」
- C君：「実習先の学生たちに全部教えるのではなく，ヒントを出すことで自分たちの力だけで目指す目標にたどり着けるように協力できたと思います」。
- D君：「もっと人と人が知識を深め合うことに真摯に向き合うべきと思いました。」
- E君：「高校生と大学生の思考が思っていたより違っていた」
「キロボを作成するときとプログラミングを入れるときのアドバイスで多少の手助けはできたと思う」

2.2 担当教員・スタッフの意見

総合学習テーマの担当教員2名と支援スタッフの意見としては，次が挙げられた。

- KIROBO を作りながら，気づいたことや話し合ったことをメモして，整理すればもっと良かったのではないか。
- センサーなどを用いた制御プログラミングをした経験がないので，もっと練習が必要であった。
- プログラミング経験が無い学生にとっては，プログラミングに戸惑いがあったと考えられる。事前の練習がもっと必要と考える。
- 事前に教育の方法などについて，より深く勉強させておくべき。
- センサーを用いたプログラムをどこまでやろうとしたか疑問である。
- 実習中に，KIROBO や補助の内容などについての振り返りがもっと必要であった。
- など。

2.3 検討

上述から，学生が，KIROBO を作成しながら，KIROBO の組立やプログラミングに関わる事項，指導方法に関わる事項を，調べたり，調べたことや気がついたことなどを記録したり，それらを整理したり，学生間で情報交換・議論するのを支援する機能の提供が求められていると考えられる。これらの機能が提供されることで，学生の調べる力や，調べたことを整理する力，他者への情報伝達力の養成を支援することができると考えられる。

3. 総合学習の補助で用いられるスキル

3.1 明示化するスキル

支援機能の提供のためには、KIROBO 作成に必要なスキルや、授業展開と生徒の活動などを明らかにした上で、コンピューターでの支援について検討する必要がある。そこで、KIROBO 自体、KIROBO の組立、ロボットの制御、組立に関わるその他、教育系、の5つの面から、スキルを明示化することとした。

3.2 KIROBO と組立のスキル

(1) KIROBO について

KIROBO 自体について、メーカー側の開発目的、構成部品および機能、工具、プログラミング環境の4つの面について、明示化することを試みた。その概要を次に述べる。

メーカー側の開発目的： 自律型ロボット入門者向け（12歳以上を対象）であり、メーカーは、子供と大人が話し合いながら進めることを期待し、プログラミングの楽しさを知ることや、科学技術への興味・関心を持つことを目的としている。

構成部品、機能： プラスチック製の部品や電子部品、機械部品がある。入出力は光センサー2個、接触センサー2個、モーター駆動回路2個、ブザー1個である。作成者の考えで部品を組み合わせ、ねじとナットで固定する。いわゆるプラモデル作りであり、中高生には簡易な製作と考えられる。組立に必要な工具：ニッパーまたはカッター、ラジオペンチ、そしてドライバーが必要である。

プログラミング環境：メーカー提供の IconWorks が用いられ、ユーザーが Web サイトからダウンロードして利用する。プログラミングは動作および制御の部品を並べ組み合わせて作成する。産業界で多く用いられている C 言語系のプログラミングではなく、比較的直感的なプログラミングが可能な、いわゆるタイル・プログラミング方式である。

(2) KIROBO 作成について

湘南工科大学の取り組みは、学部教育の一環であるので、学部の専門分野との関連も重要である。それで、KIROBO 組立に関わるスキルを、大きくは、機械・電気系、ロボットの制御系、教育系の3つとして、明示化を図ることとした。また、生徒にとっては中等教育の科目との関連も重要であるので、その対応関係も

示すようにした。その例を次に述べる。

機械・電気系：部品や工具などの整理方法、説明書に従って組立てる、センサーやモーターなどの機能や特性を理解した上で取り付ける、バリを取る、などがある。バリに関わるスキルの例を図5に示す。

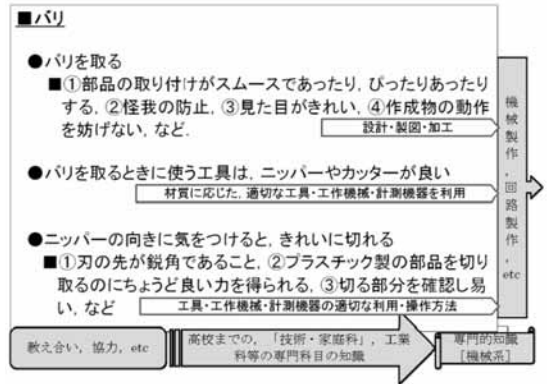


図5 バリに関わるスキルの例

バリを取る理由や方法などがあり、それらは、設計、製図、加工の分野と関連して、機械製作や電気・電子回路製作などの学部の専門科目に繋がる。中等教育では主に「技術・家庭科」や、工業科での専門科目に関連する。

ロボットの制御系：プログラミングやロボットの機能・制御、検証に関わる。プログラムの作成方法のスキルの例を図6に示す。

プログラムの作成は、専門科目の基礎プログラミ

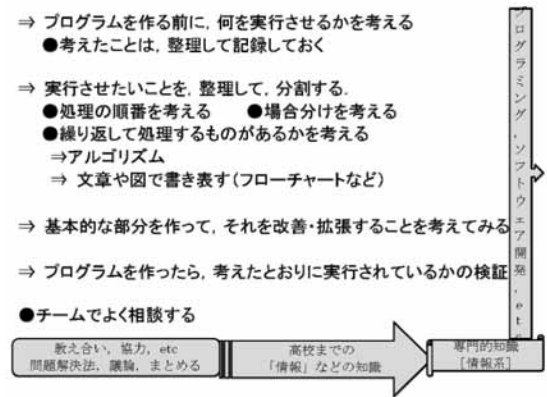


図6 プログラム作成方法のスキルの例

教材としての「電子説明書」の試作（二見，市山）

ングやソフトウェア工学，アルゴリズムとデータ構造などに繋がり，中等教育では「情報」などと関連している．

教育系：教材分析や，授業の設計・組立，授業の実施と活動分析などがある．教授者や生徒，補助の活動概要や，ロボット，授業段階での項目例を図7に示す．

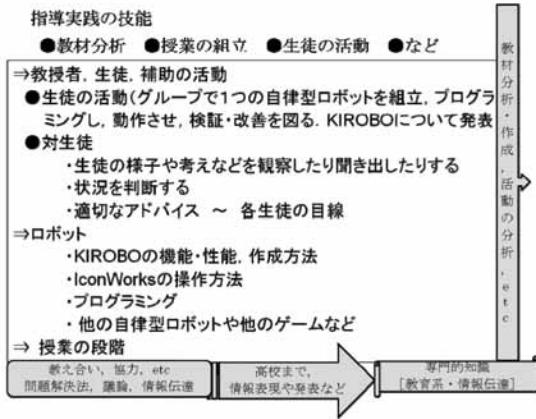


図7 教育系のスキルの例

教育方法や教育工学，プレゼンテーション，などの教職科目や専門科目，一般教養科目に繋がり，中等教育では情報表現などに関連している．

4. 「電子説明書」の試作

4.1 試作の方針

ここでは，KIROBO組立の中の「パーツリスト」とそれにかかわるスキルを取り上げることとする．学生が，組立説明書⁸⁾の内容について，3章で述べたスキルを調べられる機能や，調べたことや考えたことなどを記録できるメモ機能，KIROBO組立作業時のチェックの支援機能，学生の利用状況の管理機能の4つを基本機能とする電子説明書を作成することとする．については，組立説明書の流れに従って，内容の項目を示し，学生はマウス操作で項目を選択することでスキルを調べられるようにする．については，紙媒体の組立説明書で行われる必要事項の書き込み，と同様な活動が可能となる工夫をする．については学生の番号や氏名などを蓄積できるようにする．これらの機能を実現するために，組立説明書やスキルなどをコンピューター内に蓄積し，検索できる機

構を構築する．ここでは，組立説明書をイメージデータとし，スキルの蓄積や検索にはMS-Excel2007、および、VBAを使用することとする．

4.2 試作した機能

(1) 機能とデータ

機能は大きくは，検索・提示機能，メモ機能，作業チェック機能，利用者管理機能の4つからなり，データとしては大きくは，組立説明図，スキル，スキル構造，メモ，図の構造，チェック情報，利用者情報，の7つである（図8）．ここでの利用者は実習を行う学生である．

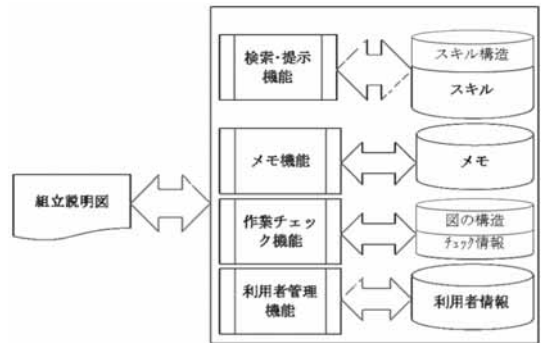


図8 各機能とデータの概要

利用者管理機能は，利用者の番号，氏名，利用日などを管理する．次に，電子説明書の操作・表示や，検索・提示機能，メモ機能，作業チェック機能について述べる．

(2) 電子説明書の操作・提示

利用者が組立説明書を見ながら操作しながら組立を可能とするために，組立説明図をイメージデータとして保持し，MS-Excelのヘッダー部に貼り付けた．また，組立説明図を提示するワークシートのセルの大きさを，検索・提示機能，メモ機能，作業チェック機能を実現するために，25×25ピクセルとした．利用者からの操作は，基本的にはマウスで行わせ，利用者の考えをメモに入力する際にはキーボードを利用するとした．

(3) 検索・提示機能

ここでは，利用者が組立説明書のパーツリストをベースにして，パーツの有無の確認をして，各パーツにかかわるスキルについて調べ，また，調べたことや考えをメモとして組立説明書に貼り付けられることを目標として，この機能を作成した（図9）．

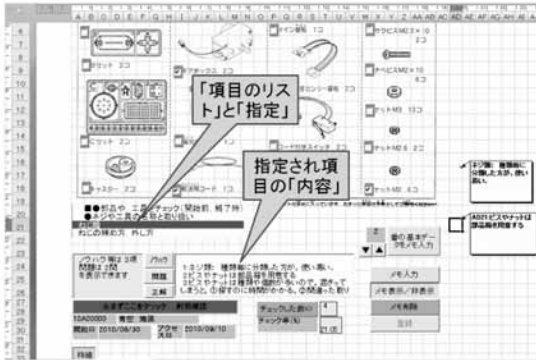


図9 検索・提示機能

データ：「スキル」と「スキル構造」がある。「スキル」には、部品や作業などを分類し、その解説や、解説を確認するための設問と正答を、「スキル構造」には、の分類ごとの構成や構成数などを蓄積させた。

表示：項目を表示するリストボックス、項目の構成を示すテキストボックス、解説や問題、正答を表示させるボタン、具体的なスキルを表示するテキストボックスを配置した。

内部動作：利用者によって、の項目が指定されると、その項目を「スキル構造」に検索し、に表示する、そして、ボタンによって表示する様に要求されると、検索結果に基づいて「スキル」に該当データを検索して、にその内容を表示する。

(3) メモ機能

利用者が KIROBO を組立ながら、気がついたことなどを、組立説明書にメモできることを実現するために、MS-Excel のメモを、ボタンで利用できるように、次の3つの機能を VBA でプログラムし作成した。

メモ入力機能：利用者が組立説明書の任意の位置にメモを入力可能とする機能である。利用者が入力したい位置のセルをクリックし、次に「メモ入力」ボタンをクリックすることで、VBA プログラムがセル番地を取得し、そのセルにメモを挿入するようにした。

メモへの入力については、検索・提示機能によって表示されたスキルは、利用者がそのスキルの番号を指定し、「メモ入力」ボタンをクリックすることで可能とした。利用者の考えを入力する場合

には、キーボードから直接、文字が入力されることとした。

メモ表示 / 非表示機能：必要なメモのみを表示させたり、複数のメモが表示されて見にくくなり理解を妨げるのを避けたりするために、この機能を作成した。

メモの削除機能：不要となったメモの削除するために作成した。内部の動作はの機能と同様である。

(4) 作業チェック機能

KIROBO 組立時には、部品の有無の確認や、作業の終了の印を付けると、作業の誤りを少なくしたり進捗状況を把握しやすくなったりする。その支援をするために、次の2つの機能を作成した(図10)。

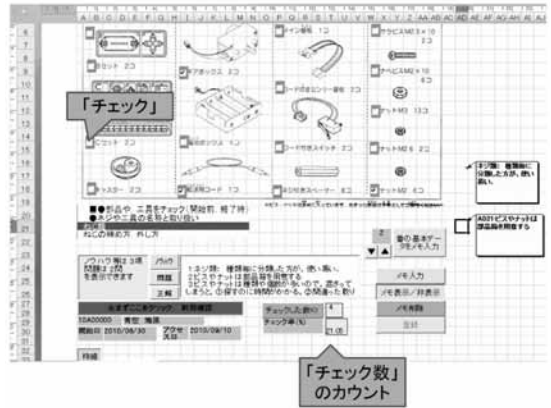


図10 作業チェック機能

チェック機能：MS-Excel のチェックボックスを利用した。

チェック数カウント機能: 利用者のチェック数と、「図の構造」データ中のチェックすべき数とを比較した進捗状況を提示する機能である。

4.3 検 討

KIROBO 組立説明書の「パーツリスト」とそれにかかわるスキルをコンピューター内に蓄積し、それに対しての 検索・提示機能、メモ機能、作業チェック機能、および、利用者管理機能の基本動作を確認した。

今後は、試作した機能およびスキルについて次のことが考えられる。

教材としての「電子説明書」の試作（二見，市山）

- スキルの表現に，図などを用いることができる仕組みを検討する．
- 利用者によるメモの分類が可能となる機能を作成する．
- 今回は，パーツリストとねじのスキルを取り上げたが，組立説明書のすべてを組み込む．
- 利用者の考えを反映しやすくするために，利用者用の部品，例えば，チェックボックスや，図を用意する．

5. ま と め

中等教育における KIROBO 作成の総合学習の授業を補助する実習の，事前指導と実習中の振り返りを支援する目的で，電子説明書を試作した．まず，KIROBO 組立に必要なスキルを明らかにした．次に，パーツリストに関連するスキルを取り上げ，検索・提示機能，メモ機能，作業チェック機能，利用者管理機能の4つを作成した．今後は，機能の充実を図ることなどが求められている．

[謝 辞]

NPO コアネット (<http://www.core-net.org/>) とメンバーの方々，そして，対象校には，学生を快く受け入れて頂きました．感謝申し上げます．

本研究は平成 20 年度教育 GP「社会と工学をつなぐ技術活用力の育成」の一環である．

[参考・引用文献]

- 1) 眞岩宏司 他 8 名 (湘南工科大学 社会貢献活動連絡協議会), 「社会貢献活動」, 「福祉ものづくり」報告書 2008, 2009. 4
- 2) 木村捨雄, 「第 14 章センター方式による CAI」, 教育工学, 福村出版, 1990, pp. 206-223.
- 3) 中山和彦, 木村捨雄, 東原義訓, 「コンピュータ支援の教育システム・CAI」, 東京書籍, 1987.
- 4) 美馬のゆり, 「第 5 章思考の道具・学習の道具」, 認知的道具のデザイン, 金子書房, 2001, PP.118-138.
- 5) 二見尚之, 「等差数列のプログラム例を調べられるコンテンツの開発 - C プログラミング教育を支援する学習環境」, 2009, 日本科学教育学会年会論文集, Vol. 33, pp. 347-348.
- 6) 二見尚之, 「情報処理教育における演習課題の開発」2000, 日本科学教育学会年会論文集, Vol. 24, pp. 165-166.
- 7) 二見尚之, 「自己学習を目指した情報演習課題」, 2003, 日本科学教育学会年会論文集, Vol. 27, pp. 297-298.
- 8) ELEKIT KIROBO MR-9132 組み立て説明書, (株)イーケイジャパン
- 9) 二見尚之, 市山雅美, 「自律型ロボットの総合学習の補助活動による学びの支援の検討」, 2010, 日本科学教育学会年会論文集, Vol. 34, pp. 277-278.