ロボット感動教育

-ロボット工学教育，ロボット使った工学教育-

RSJ「ロボット感動教育」研究専門委員会
埼玉大学　琴坂信哉

ロボット感動教育とは？

- 全国各地でロボットを使った教育活動が盛んに行われている
  - 中学，高校，大学におけるロボットを使った教育
  - ロボットコンテスト
- 総合的なメカトロニクス教育教材
  - プログラミング，メカニクス，エレクトロニクス
  - 結果が分かりやすい，見て楽しい
- 感動を与えることのできる教育手段
  - 創る感動，動かす感動，達成する感動
  - 知る感動，困難を克服する感動
  - ロボット感動教育と呼ぶことにする

一例：夏休みロボット工作教室

- 30組を対象に，独自の移動ロボットキットの工作を行なう工作教室を実施
  - シャーシの穴あけ，配線，組み立て等の作業
  - 申込倍率が，毎年10倍以上のイベント
- ロボット講演会を実施
- 地域の科学館との連携事業
  - さいたま市青少年宇宙科学館との連携
- JSTの支援（地域の科学舎推進事業）
  - 例年，20組が限度のところを30組に増員
  - 十分な人数の指導補助員を確保

ロボットを使った教育の背景

- 技術家庭の時間の削減
  - 昭和52年時点と比べて中学3年間の技術家庭の授業時間数は，245時間から実質87.5時間に減少（全日本技術家庭科研究会報告より）
- 工学部への志願者の減少
- 問題解決型教育の不在
  - 理科教育（解析的能力の育成）は，増加
  - 農業もないとの指摘ー＞創造する楽しみを与える教育の不在
- 一方，新しいロボット産業としての期待
  - 教育用ロボットの市場
  - 海外展開の可能性
- 地域ロボコンや小中学生向けの工作教室は，大半がボランティアによる運営．資金も人材も少ない中．．．

RSJ「ロボット感動教育」研究専門委員会

- 日本ロボット学会の工学教育への関わり
  - ロボットを使った教育に関わる研究者，教育者の全国ネットワークとして，2008年8月に発足
- これまでの活動
  - ロボットを使った教育に関するアンケートの実施
  - 2009年3月に第二回「ロボット感動教育」シンポジウム実施
  - 予算申請：JST科学技術理解増進活動ー＞残念ながら不採択
    - ご協力頂きました方々に御礼申し上げます
  - 日本ロボット学会学術講演会にてOSを組織
    - 本委員会の活動の紹介
    - ロボットを使った教育手段，手法の研究発表の場
    - ロボットを使った教育の現状報告

今後の活動に向けて

- 全国ネットワーク
  - この活動にご賛同頂ける方々が多数
  - 全国ネットワークの構築
  - ボランティア活動の限界
- 「ロボット感動教育」研究専門委員会報告書
  - 現状と課題，望ましいあり方，学会の取るべき方策
  - 委員の皆さんの意見の集大成
- 「ロボット感動教育」活動の今後について
  - *RSJ2010にてOS「ロボット感動教育」を企画提案*
  - 継続か常設化か？
  - 活動継続のための予算獲得に向けて

そして，第二回シンポジウム

- 本日のプログラム
  - ロボット教育手法
    - カリキュラム構成
    - 教育手法
  - 様々な形でのロボットイベント活動とその利点，及び課題
  - ロボット教育に関わる国の施策
- これからの「ロボット感動教育」に向けた議論
  - パネルディスカッション
  - 今後の「ロボット感動教育」研究専門委員会の活動

ロボットを使った教育に関するアンケート

- ロボットを使った教育手法の調査
  - ロボット工学の教育，ロボットによる工学教育のそれぞれについて実施の有無
  - ロボットを使った教育の内容（教科内容）
  - 教育手法，手段（教材等）の収集
  - ＃最終的には，理想的なカリキュラムの構築を目標
- 企業，大学，工専，自治体を対象
  - ロボット研究者の所属している大学，企業に送付
- 2009年3月に実施
  - アンケートにご協力頂きました方々に御礼申し上げます

参考資料（RSJ2009にて発表）

大学を対象としたアンケート結果

- ロボットに関連する教育活動の内容
  - 教育目標，用いている教材，教育環境
  - 投入している人材，財源，授業時間
  - 教育内容，体系，将来の計画等
- 10大学からご返答を頂きました
  - 機械系学科：5校，情報系学科：5校
  - 7校にて「ロボット工学」授業あり
    - 機構学，制御工学等の授業はある（ロボット工学固有の学問体系とは何か？）
    - 体系的なロボット工学の教授は，困難との指摘も
  - 初年時教育，3年次の集大成としての実験演習科目
  - 財源，人材の必要性の指摘，「夏休み工作」を超えるロボット教材の必要性

参考資料（RSJ2009にて発表）

工業高等専門学校を対象としたアンケートの結果

- 大学と同様の質問
- 6校からご返答を頂きました
  - 機械系3校，電子情報系3校
  - 大半の学校で「ロボット工学」の授業あり
  - ロボット製作，プログラミングの演習授業もあり
  - 学内，学外コンテストの実施，参加も全校
  - 大学と異なり産官学連携による教育も，ほぼ全校が実施
  - 産業用実機を用いた演習授業も多数
  - 教材の維持（消耗品の購入，修繕）が困難との指摘

参考資料（RSJ2009にて発表）

企業を対象としたアンケートの結果

- 社員研修の内容
  - 研修内容，使用している教材
  - ロボット系人材のニーズ
- 7社からご返答を頂きました
  - ロボット系に特化した研修は，行っていない
  - ロボット系人材に特化した採用は行っていない
  - 基礎学力と人材面での教育を教育機関に期待

参考資料（RSJ2009にて発表）

アンケート結果まとめ

- 大学におけるロボット教育の現状
  - 企業との連携の不足，企業の求める人材との乖離
  - 学問体系としてのロボット工学を踏まえたカリキュラムは，実施されていない．
    - いわゆるロボット学科では？理想カリキュラムとは？
  - 総合教材としてのロボットは，人気ではあるが人材等の面から本格的実施が困難．座学のみが多い．
- 高専，高校におけるロボット教育の現状
  - 企業との連携．ロボットを使った工学教育が中心
  - 専門性の高い高度技術に踏み込む必要が無いため，総合教材としてロボットが有効に使われている

参考資料（RSJ2009にて発表）

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

カリキュラムとしてのロボティクス

坪内孝司
（つぼうちたかし）
筑波大学大学院
システム情報工学研究科
知能機能システム専攻　教授

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

ロボティクスを標榜する学科

- Daruma.net（金沢工科大学 出村先生ブログ 2009/3/17付）によると
  - 立命館大学　ロボティクス学科（1996）
  - 金沢工業大学　ロボティクス学科（2004）
  - 東洋大学　機能ロボティクス学科（2005）
  - 桐蔭横浜大学　ロボット工学科（2005）
  - 千葉工業大学　未来ロボティクス学科（2006）
  - 大同工業大学　ロボティクス学科（2006）
  - 東京電機大学　ロボット・メカトロニクス学科（2007）
  - 埼玉工業大学　ヒューマン・ロボット学科（2007）
  - 神奈川工科大学　ロボット・メカトロニクス学科（2007）
  - 愛知工科大学　ロボットシステム工学科（2007）
  - 広島国際大学　機械ロボティクス学科（2007）
  - 高知工科大学　ロボット工学専攻　（2009）

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

なぜこのようにロボットを標榜する学科が増えたのだろうか

- 私見
  - 受験生を集めやすい?
  - ロボットが学問として認知された?
    - 立命館大学ロボティクス学科設立の時の苦労話 from 川村先生
  - 今様の機械・メカトロニクス教育として格好の題材?!

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

昨年の本シンポジウムでは. . .

つくばチャレンジへの参加を通じた個人的雑感を述べさせていただきました.
その内容から拾うと. . .

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

筑波大学知能ロボット研究室における Principal Productは？

- 移動ロボット，あるいはロボット関連の技術？
- 研究室の大ボスである油田教授のお言葉としては. . .

人材！

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

（つくばチャレンジに学生と参加した）
指導教員としてのスタンスは...

○「屋外組」に参加の学生に対して

学生自身の研究テーマと「屋外組」での担当部分が重なる学生は
⇒一人ではできないシステム作りを経験でき，自分のテーマに対する責任も生まれる

異なる学生は
⇒個人でやる研究とグループでやるプロジェクト開発的研究の両方の経験ができる
（人材としては両方の経験があることは財産のはず）

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsunabico PROJECT SINCE 1977

指導教員としてのスタンスは...

○人材育成の立場として私自身は

- まず，「どうすればよいか」ではなく「どうしなければならないか」という問題意識を持たせること
- その問題解決のアイデアを学生自身からも出し尽くすこと，を心がけた．
  - アイデアや案は最後まで聞くこと，
  - アイデアを聞いた後で，経験上懸念されることは徹底して議論すること，を心がけた

⇒議論によるアイデアのブラッシュアップができた

⇒チームワークの醸成もできた

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsunabico PROJECT SINCE 1977

結局ロボット作りのためには，

1. ロボットが動く環境に対する洞察とそれに対処しながら
2. ミッションを完遂するために必要なロボットの設計，センサの選定と必要な処理を
3. 総合的にまとめ，バランスをとって洗練してゆくことが必要

集積と洗練

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsunabico PROJECT SINCE 1977

合言葉:「想定外を想定内に」

- 『ロボットを走らせたとき，「想定の外」の考え落ちによって，途中でロボットを止めざるを得ない，という不具合をなくそう』

⇒ロボットをその環境で多数回走らせ，その環境で出くわすさまざまな事象をすべて経験し，それに耐えられるようにシステムをブラッシュアップすること．

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsunabico PROJECT SINCE 1977

合言葉:「想定外を想定内に」

エンジニアとしての人材育成に資する経験をさせることができる

1. ミッションの確認と仕様設定
2. 必要なハードウェア，ソフトウェアの集積・実装
3. 実装したシステムの枯らし

経験の蓄積

⇒ロボットをその環境で多数回走らせ，その環境で出くわすさまざまな事象をすべて経験し，それに耐えられるようにシステムをブラッシュアップすること．

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsunabico PROJECT SINCE 1977

話を戻して

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsunabico PROJECT SINCE 1977

ロボットテクノロジーを（実践性をもって）勉強すること

- エンジニアとしてのセンス育成につながる
  - ∵広い視野と分野横断的知識が必要
  - かつ，技術の確実な理解も必要
- ロボットを製作して動かしてみれば，その設計の良し悪しは目で見てはっきりわかる
- ロボットを創造するための（実践的）基礎知識の裾野はかなり広い！

→基礎課程から応用課程までカバーできる

→学びのターゲットが具現化できる

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsukubico PROJECT SINCE 1977

教育技術的観点

- 教育心理学における「レディネス（readiness）」
  - その学習者がその単元なり事項を学習し理解するためにget ready となっている状態
  - 教育者からすれば，その事項を教えるための prerequisite の把握と復習→readiness の醸成という教育技術的技巧がある．

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsukubico PROJECT SINCE 1977

Readiness と prerequisite

- 普段の1コマ1コマの講義において
  - 学習指導案［本時の学習指導］
  - 本時のねらい・学習目標
    - 「．．．ができるようになる」

教育目標 カリキュラム シラバス

  - 既習事項の復習
  - 本時の内容/本論の提示

Prerequisite の確認 Readinessの醸成

  - 理解度の確認/復習
  - 次回へのつながりの提示

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsukubico PROJECT SINCE 1977

Readiness と prerequisite

- 学部4年間での教育課程編成では
  - 教育目標　　c.f. 文部科学省　学習指導要領
    - どのような人材を育てるのか?
    - 卒業時に持たせる人材的能力はどのようなものか?「．．．ができるようになる」
  - カリキュラム
    - 教育目標の実装そのもの
    - 講義構成の樹形図

Prerequisite の確認 Readiness

  - シラバス
    - 実装としての各講義の詳細設計図
    - 学習達成度評価の規準（のりじゅん）と基準（もとじゅん）　↑教育目標との呼応

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsukubico PROJECT SINCE 1977

Readiness と prerequisite

- 講義の受講生の立場から
  - いまこの数学を勉強して何の役に立つの?
    - 線形代数と解析学，力学など初年級でよくある科目
  - 「研究ができる」と思って入学した学生の落胆
    - 3年先（卒研配属）は遠いなぁ．．．
    - 何をやればどうなるかがわかる定型的実験なんてつまらない!→（2,3年生でのよくある?学生実験）

→卒業研究着手時に必要な能力を1年生から順に積み上げるカリキュラム編成が問題?

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsukubico PROJECT SINCE 1977

ロボット関係学科のカリキュラムを観察すると

（これも私見であることをお許しを）

- 立命館大学　ロボティクス学科
  - 積み上げ方式のカリキュラム編成
  - ロボット実験I（2年次）/ロボット実験II,III（3年次）
  - http://www.ritsumei.ac.jp/se/rm/robo/robo.edu/robocurr-show.png
- 千葉工業大学　未来ロボティクス学科
  - 豊富な実験実習系科目が1年生から講義と並行して走る
    - 「ロボティクスプロジェクト」1年次後期～3年次後期
    - 「ロボット体験演習」1年次前期，「ロボット設計製作論」2年次，3年次，「ロボット製作論」3年次
  - http://www.robotics.it-chiba.ac.jp/basic/class_table.html

具体的なもの触れることの重視 座学と実習のタイアップ 実習によるreadiness の醸成

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Tsukubico PROJECT SINCE 1977

人材育成目標は?

- 卒業生はどのような能力を身につけていることを期待するか?

（以下思いつき的私見です．かつ，順不同！）

  - ロボットの設計製作を通じて，機械要素とアクチュエータを組み合わせた機械の初歩的な設計製作のための図面が描けるようになり，それに基づく製作ができるようになる．また，その機械を作動させるアクチュエータを計算機とソフトウェアにより制御することが実践的にできるようになる．
  - ロボットに関連する運動学，動力学に関する初歩的な問題を解くことができるようになる．動力学を導出する際には，ニュートン・オイラーによる方法，解析力学による方法を両方とも使うことができるようになる．特にこれらをロボットマニピュレータに実践的に応用できるようになる．

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

人材育成目標は?

- 計算機の構成要素やCPU内部の動きを模式的に説明することができるようになる．機械語，アセンブリ言語を用いて基本的なCPUの動きを説明できるようになる．
- C言語，C++言語などを用いて基本的なデータ構造や計算アルゴリズム（リストの生成と並べ替え，並べ替え，ループと分岐，など）を記述することができる．また，アルゴリズムとパラメータを分離し，構造化したスタイルでのプログラムが書けるようになる．
- 線形代数学および解析学に関する基礎的な知識に基づき，線形システムや現代制御理論（の古典）に関する問題を解くことができるようになる．これにより，線形システムにおけるインパルス応答やステップ応答の時間系での過渡応答特性を記述できるようになる．

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

人材育成目標は?

- 複素解析にもとづき，フーリエ変換やラプラス変換などの積分変換を取り扱うことができるようになる．線形システムの周波数応答特性が記述できるようになる．
- フィードバックによる制御系の構成ができ，極配置法などによる制御設計ができるようになる．
- 機械要素について列挙できるようになる．また，材料学の初歩的な知識により，機構設計を行う際の材料選択や応力集中などについての解析を行うことができるようになる．
- ロボットの外界・内界センシングに必要となるセンサの種類や構造を列挙できるようになる．それらから計測できる物理量やセンサからの信号の出力形式が説明できるようになる．

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

人材育成目標は?

- 画像処理やセンサ信号処理に関する知識に基づいて，センサ情報の処理が行えるようになる．また，処理結果によって，ロボットの動きを変化させることにより，ロボットを環境適応的に動作させるプログラムを実践的に書くことができるようになる．
- ロボットやバイオメカニクスなどに関連する基礎的な知識を有し，現状のトレンドを模式的に説明できるようになる．
- 安全設計に関する基礎的な知識を有し，これを設計製作に活かすことができるようになる．
- 知的財産に関する基礎的な知識を有し，特許制度の仕組みを説明できるようになる．また特許申請に係る明細書を書けるようになる．

筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

人材育成目標は?

- 技術者倫理に関する基礎的な知識を有し，これが説明できるようになる．
- ベイズ推定に関連する確率論の初歩的な知識を有し，カルマンフィルタやパーティクルフィルタの実装ができるようになる．特に移動ロボットの位置推定に関連した応用が実践的にできるようになる．
- トランジスタや演算増幅器によるアナログ電子回路に関する基礎的な知識を有し，基本的な回路設計を行うことができ，回路製作と実験もできるようになる．
- ロボットや制御に関連する代表的なソフトウェア（CAD,計算機シミュレーション，グラフィクスなど）をリテラシとして実践的に扱えるようになる．

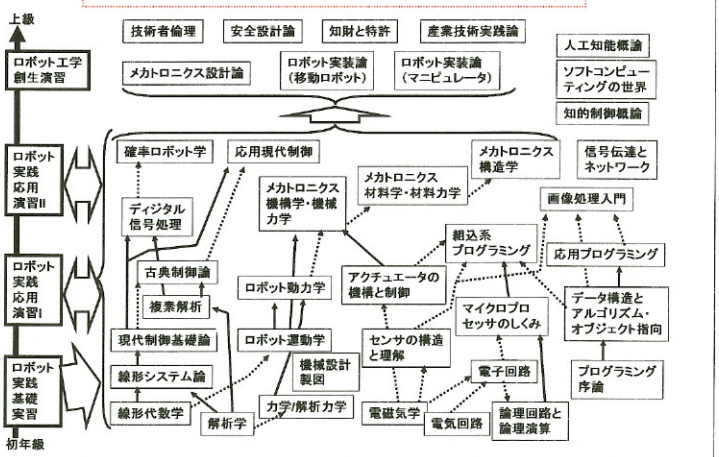
筑波大学 University of Tsukuba　知能ロボット研究室 Intelligent Robot Laboratory Yamabico PROJECT SINCE 1977

人材育成目標は?

- 論理回路に関する基礎的な知識を有し，組み合わせ論理回路および順序回路における論理設計ができるようになる．ハードウェアとしての論理回路を構成することができる．また，ソフトウェアでこれを模擬できるようになる．

- これらの項目に必要な講義科目内容を集める
- Prerequisiteを考慮して並べる
- 分量・粒度を考慮

ロボット工学カリキュラム私案（大学/ロボット系学科）



国策としてのロボット教育への期待

○村井健介（産総研　関西センター）

Hope for Education with Robots as National Projects

*Kensuke MURAI (AIST Kansai)

Abstract － Various measures and recommendations related to next generation robots and human education have been performed under the 3rd Science and Technology Basic Plan in Japan. Recently new cabinet released new growth strategy toward green innovation and life innovation. Robots have several advantages in order to educate scientific interests and improve technological literacy. National projects to customize contents of education with robots would be requested especially for science education from elementary school.

Key Words: Education with Robots, the 3rd Science and Technology Basic Plan, Innovation 25, Council fot Science and Technology Policy, Next Generation Robots, Technological Literacy, Science Education

1. はじめに

我が国では，科学技術政策[1, 2]においてロボット技術や人材育成に関して，様々な提言によりプロジェクトが推進されている．現在推進されている第 3 期科学技術基本計画の分野別推進戦略[3]において，ロボット領域は情報通信分野における戦略重点科学技術に位置付け，イノベーション 25[4], 革新的技術戦略[5]などでも次世代のロボット技術への高い期待が示されている．

ロボット技術は数多くの省庁がそれぞれ研究開発を推進しており，内閣府が司令塔となって府省連携の強化の推進を目指した科学技術連携施策群のひとつである「次世代ロボット連携施策群」が推進されてきた．現在，さらなる連携を目指して後継の次世代ロボット研究連携推進会議が定期的に開催され，内閣府総合科学技術会議のもとに総務省・文部科学省・厚生労働省・農林水産省・経済産業省・国土交通省が連携に向け議論している．例えば，農林水産省と経済産業省は農商工連携としての食糧システムや植物工場に関する報告書[6, 7]を取りまとめ，省エネ技術やロボット化などの工学的なアプローチの期待と人材育成の必要性が記述されている．

しかしながら，「科学技術・研究開発の国際比較 2009 年版 -電子情報通信分野-」[8]によると，「いつまでも日本がロボット大国であり続けられるかどうか予断を許さない」として日本国内に危機意識がある状況ではあるが，それでも日本が少子高齢化社会などの世界的にも重要な課題をロボット技術で克服していくかについては，国際社会が注目している．

さて，2009 年 9 月に発足した鳩山内閣は，新成長戦略[9]および施政方針演説[10]において課題解決型国家を目指す姿勢を示している．これらにおいて，日本の強みを生かした成長としての「環境・エネルギー」と「健康（医療・介護）」が，フロンティアの開拓による成長としての「アジア」と「観光・地域活性化」が，成長を支えるプラットフォームとし

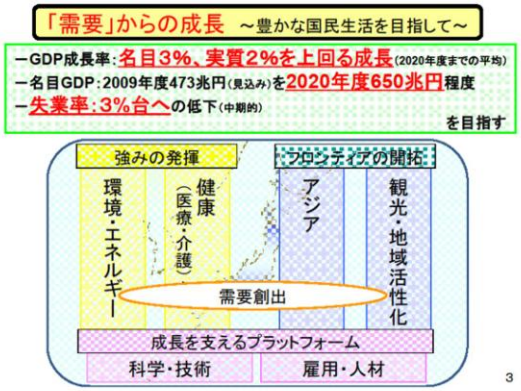


図1.　新成長戦略（基本方針）～ 輝きのある日本へ～のイメージより[9]

ての「科学・技術」と「雇用・人材」を挙げている．（図 1 参照）

新成長戦略では，主として地球温暖化（エネルギー）対策と少子高齢化対策の課題を解決する「モデル国」となるため，「グリーンイノベーション」と「ライフイノベーション」を日本の戦略的なイノベーション分野として人材育成や技術開発を後押しするほか，需要を創造するとしている．

2.　理科教育と科学技術リテラシーについて

現代においては科学技術と社会が密接につながっており，人々は環境問題や人口問題，情報技術などに関して科学技術の在り方についての判断を迫られることが多い. 科学的な見方・考え方[11]によって，客観的で合理的な評価ができることが重要で，科学・技術はこれまで以上に重要な「教養」 になっており，科学技術リテラシー（あるいは後述の科学的リテラシーや技術リテラシー）が世界的に話題となっている．

技術革新が進展し，知識社会へと向かう先進諸国において，ICT（情報通信技術）は一般家庭や学校，

オフィスから工場まで様々な環境に浸透してきている．労働という側面に限定しても，仕事の中で要求されるスキルの変化はICT の進展に応じて速まってきており，スキルを磨き続けていなければ，たちまちのうちに陳腐化してしまう．そのような技術変化に対応できる労働者の慢性的な不足が，労働市場でのスキル・ミスマッチを生むと考えられている．

国際教育到達度評価学会IEA（International Association for the Evaluation of Educational Achievement）による国際比較調査TIMSS（Trends in International Mathematics and Science Study)では，世界の児童・生徒の理科に対する興味の推移を追跡調査している．2007年の調査によると，日本は学年の進行とともに理科（自然科学）に対する興味が低下していることが明らかになっている．理科についての自信は，日本の小学4年生と中学2年生ではそれぞれ8ポイントと28ポイント国際平均値より下回っている．また，「理科を勉強すると日常生活に役に立つ」「他教科を勉強するために理科が必要だ」「自分が行きたい大学に行くために理科でよい成績をとる必要がある」「将来，自分が望む仕事に就くために，理科でよい成績をとる必要がある」という設問に対し，肯定的な回答をした中学2年生の割合が20～30ポイント国際平均値より下回っている．[12]

科学的リテラシーとしては，経済協力開発機構OECD（Organisation for Economic Co-operation and Development）では，世界の15 歳を対象にした「国際学習到達度調査」PISA（Programme for International Student Assessment)のPISA2006[13,14]において，「30 歳の時点で自分が科学に関係する仕事に就いている」と予測する日本の15歳生徒はわずか8%であり，OECD平均の25%を大きく下回わる結果となった．日本の15 歳生徒はPISA 調査のテストでは成績が良かったにもかかわらず，自らの科学的能力に対する自信は，OECD 加盟国の中で一番低かった．この結果が「PISAショック」とも呼ばれる議論となり，

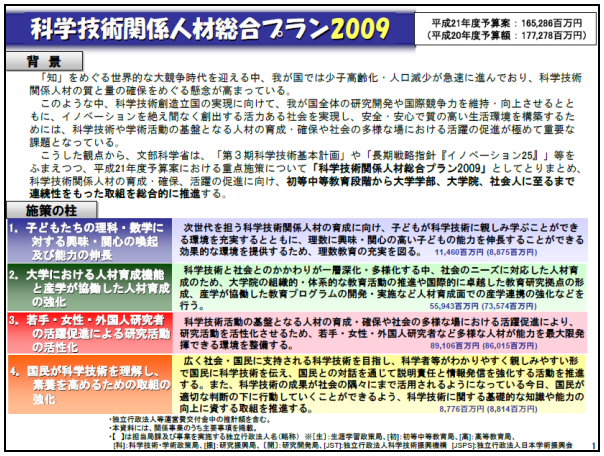


図 2．科学技術関係人材総合プラン 2009（文部科学省）[21]

思考力・表現力など社会的実践力を育む活用型学力（PISA型学力）に向けた授業モデルの開発が関心を集めている．[15]

さらに，OECDでは，国際成人技能調査PIAAC（Programme for the International Assessment of Adult Competencies） が現代の情報化時代に求められる成人のコンピテンシーを測定する大規模な国際調査も企画されている．[16,17]

科学技術白書(平成 21 年度版)[18]では,中国やインドなどの台頭や少子高齢化による労働力の急減などが指摘されている．国際競争力を高めるため，基礎科学力の強化や，大学・研究機関が出した成果の積極的な活用などを求める一方で，「国際的な研究者のネットワークから取り残されつつある」と警鐘を鳴らしている．教育再生懇談会[19]でも英会話力や理数教育について議論され，科学技術・学術活動の基盤となる人材をいかに養成し，確保していくかが極めて重要であると報告している．

また，技術リテラシーについては，日本工学アカデミーEAJ（The Engineering Academy of Japan）の「技術リテラシーと市民教育」[20]において，技術リテラシー教育が初等教育と普通高等教育から欠けてしまっていると指摘している．現在の教育課程の枠内で，すこしでも早く最低レベルの技術リテラシーの学習を取り入れるとすれば，「総合的な学習の時間」を利用するほかないと提案している．しかしながら，問題はカリキュラムを作り，教室や実験室での学習を担当する教員の能力であり，なかでも小学校の教員でこの問題が表面化しようと指摘している．特にリテラシー教育に適当な教材の選定が重要で，技術的知識は充分でなくても小学校程度の科学リテラシーがあれば自然に生徒とともに教員自身も技術リテラシーが身につけられるような教材の開発と並行して総合的な教育に適した題材についての教員に対する情報の提供も重要となるとしている．

このように，科学技術創造立国に向けて，我が国全体の研究開発や国際競争力を維持・向上させるとともに，イノベーションを絶え間なく創出する活力ある社会を実現し，安全・安心で質の高い生活環境を構築するためには，科学技術や学術活動の基盤となる人材の育成・確保や社会の多様な場における活躍の促進が極めて重要な課題となっている．こうした観点から，文部科学省は「科学技術関係人材総合プラン 2009」[21]としてとりまとめ，科学技術関係人材の育成・確保，活躍の促進に向け，初等中等教育段階から大学学部，大学院，社会人に至るまで連続性をもった取組を総合的に推進し，平成 21 年度概算要求額は約 1650 億円であった．

図 2 において，①に含まれる理科支援員配置事業は小学校 5～6 年生の理科で実験などを大学生らが補佐する事業であったが，行政刷新会議「事業仕分け」

評決により廃止の判定となった．主な理由（コメント）としては，「理科支援員の必要性は否定しないが，内容・やり方を見直す必要がある．理科好きの子どもを増やす努力を国が行うことには大賛成だが，中長期計画なしに平成23年までのモデル的事業では効果がみえないため，まずは廃止して教育改革とあわせて行うべき．[22]」であった．このように，理科教育のあり方が今後教育改革の中で議論される予定である．図3に示すように，人材育成の社会的投資効果は年齢が増加するにつれて低くなる傾向[23]が指摘されている．就学期は就学後に比べて社会的投資効果が高いにも関わらず，先述の科学技術関係人材総合プラン2009では理科教育に関連する①や科学技術リテラシー教育に関連する④が②や③に比べて少ない．理科離れ防止や科学技術リテラシーの向上が十分配慮された人材育成予算を期待したい．

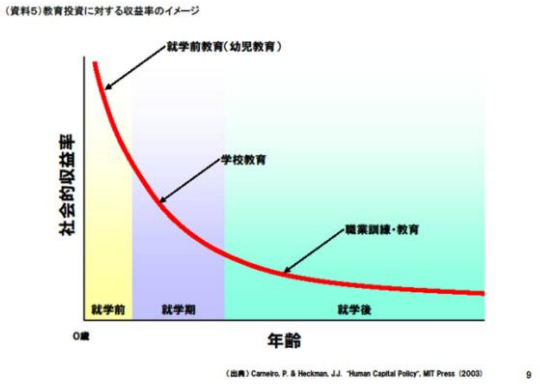


図3．教育投資に対する収益率のイメージ[23]

3. ロボット教育の動向

経済産業省のロボット政策研究会の報告書[24]によると，「ロボット」を「センサー，知能・制御系，駆動系の3つの要素技術を有する『知能化した機械システム』」として，広く定義している．

最近では，技能五輪国際大会でも，移動式ロボットが種目のひとつとなっている．欧米でも，ロボット技術を普及・導入させるべくロボットに関与するプログラムが，米国NASAの“Robotics Alliance Project”[25]，英国の“Walking with Robots (WWR)”[26]など多数実施され，特に独国Fraunhofer IAISが中心のRobertaプロジェクトはEUに波及しており，特に女性の技術者確保に効果があると報告している．[27,28] このように，ロボットは世界的に優れた教材であるといえる．

2009年3月25日に報告されたロボット産業政策研究会の報告書[29]において，「我が国は少子高齢化・人口減少という大きな課題に直面しており，介護・福祉分野などでのロボットの活用ニーズが高まっている中，我が国の国内に，ロボットに必要なものづくりやIT分野の研究開発，設計，製造の現場を維持・発展させていくためには，それにふさわしい人材の育成が不可欠であり，教育の役割が極めて重要である．小学校・中学校においては，平成21年度から新しい学習指導要領への移行が始まり，新しい中学校学習指導要領の解説には，中学校技術・家庭科の「エネルギー変換に関する技術」と「情報に関する技術」における製作品の例としてロボットが挙げられ，ロボットを題材としたメカトロの設計などが産業界での即戦力となる人材の育成事業として実施されている．また，初等中等教育においては，実際に動きがあるため実物教育に適していることや課題設定の自由度の高さといったロボットの教材としての特長が活かされ，理科離れが議論される中でも，生徒を惹きつけている．高等教育においても，ロボットが機械やITといった様々な分野の技術で構成されており，それらの技術及びその統合技術について学べることが利点となっている．将来的には，こうした各教育段階での取組が連携し，産業界などで求められる人材に応じて体系化されていくことで，より効果的な教育が可能になると考えられる．このように，ロボットそれ自身が教材として用いられ成果が上がっていることである．」と報告され，理科離れが懸念される中，ロボットの教材としての有効性が強調されている．

また，総合科学技術会議のロボット領域検討会の報告[30]によると，「ロボットは一般の人々の関心も高く，動きを見て理解し易いことから，科学教育，ものづくり教育，ロボットを題材としたコンテストや芸術はじめ様々な文化活動など，教育，文化の振興にも大きな効果を持つ．数学，物理，機械，電子，情報，さらには芸術コンテンツ創造まで多岐にわたる分野を総合的に身につけることにも役立ち，人材育成の観点からも非常に有効性が高い点にも鑑み，より多くの人が若いころからこのような研究開発に触れることのできる環境を作ることが望まれる．また，人材育成に関しては日本国内のみならず，ロボット研究通じた教育によるとアジア諸国等との関係強化など，国際貢献おいても役立ってきている」としてロボット領域についての新たな視点としてとりまとめられている．

4. ロボット教育の導入・普及のポイント

前述のように，ロボットを用いた教育は，多岐にわたる分野を総合的に身につけることに役立ち，バランスのとれた学習が可能である．ロボットは，初等教育からの理科教育用の実物教材として最適であ

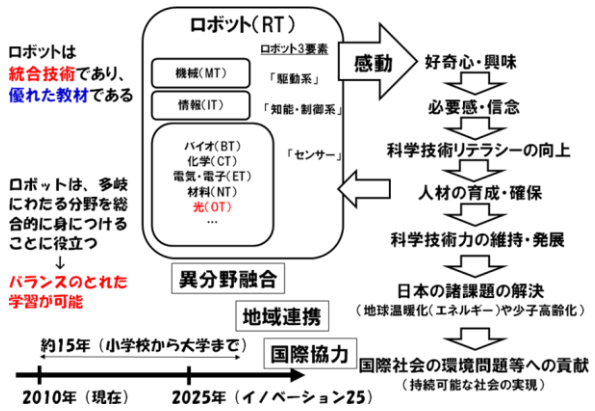


図 4. ロボット感動教育のポジティブフィードバックの概念図

る．日本工学アカデミーが提言するように，初等教育からの技術リテラシー教育を導入すれば，様々な技術について知見を深めながら，将来の課題解決型国家を担う人材が育成できることになる．図 4 は，ロボットによる感動から，好奇心・興味を発生し，必要感・信念を高め，科学技術リテラシーを向上するとともに，人材の育成・確保を達成し，我が国や国際社会の諸課題の解決に向けた様々な貢献ができると同時に，ロボット技術も発展するというポジティブフィードバックの概念を示している．

しかしながら，予算の少ない初等教育において，ロボット教育を推進していくためには，IT 技術を導入することが普及への重要なポイントである．デジタル教材とリアル教材の併用は，その有効な手法である．デジタル教材としては，JST 理科教育支援センターの「理科ねっとわーく」[31]や「JST バーチャル科学館」[32]などがある．「理科ねっとわーく」では，大学・研究機関などの最先端の研究成果を活用した科学技術・理科教育用デジタル教材を全国の教育現場に提供している．例えば，「ロボットを通して見た物理の世界」[33]（図 5 参照）では，「眼」「手」「足」という部位を成り立たせている物理について学習することができるようになっている．これ以外にも，様々な理科教育テーマにデジタル教材としてまとめられており，ロボットに関連させてデジタル教材を活用すれば，体系的なロボット教育の学習プログラムを構築することにつながる．

図 5. 「ロボットを通して見た物理の世界」（JST 理科教育支援センター「理科ねっとわーく」）[30]

5. まとめと国策への期待

これまでの議論を国策としてのロボット教育への期待を込めて，以下にまとめた．

(1) 地球温暖化（エネルギー）対策や少子高齢化対策の課題を抱える日本が課題解決型国家のモデル国となるためには，初等教育における理科離れを防ぎ，技術者の育成・確保と科学技術リテラシーの向上が必須である．

(2) ロボットは感動を与えるだけでなく，多岐にわたる分野を総合的に身につけ，バランスのとれた学習が期待できる．

(3) 科学技術リテラシーの向上を目的として，初等教育からロボット教育を幅広く導入・普及するためにも，積極的なデジタル教材の活用が望ましい．

(4) これらの観点から，課題解決型国家のモデル国として課題解決型人材を数多く育成することを国家戦略とし，教育改革とあわせてロボット教育を体系化する人材育成プログラムを開発・導入することが重要である．

(5) ロボット教育により育成した人材が国際的にも地域活性化にも活躍できる場の提供を，関係省庁が連携して推進すべきである．

参 考 文 献

[1] 村井，大久保，“次世代ロボットに向けた政府推進施策”，日本ロボット学会誌，Vol.26，No.5，pp.390-393，2008.

[2] 村井，佐藤，“日本の科学技術政策におけるロボットと人材育成”，第 27 回日本ロボット学会学術講演会 2J1-03（2009.9.15-17，横浜国立大学）.

[3] “第 3 期科学技術基本計画”（2006 年 3 月 28 日），http://www8.cao.go.jp/cstp/kihonkeikaku/kihon3.html；“第 3 期科学技術基本計画分野別推進戦略”（2006 年 3 月 22 日），http://www8.cao.go.jp/cstp/kihon3/index2.html

[4] “イノベーション 25”（2006 年 6 月 1 日），http://www.cao.go.jp/innovation/action/conference/minutes/minute_cabinet/kakugi1.pdf

[5] “革新的技術戦略”（2007 年 5 月 19 日），http://www8.cao.go.jp/cstp/project/bunyabetu2006/jyoho/7kai/sanko5.pdf

[6] “IT・ロボット技術による持続可能な食料生産システムのあり方”（2008 年 7 月 24 日，日本学術会議，農学基礎委員会農業情報システム学分科会），http://w

ww.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t60-4.pdf
[7] “農商工連携研究会 植物工場ワーキンググループ報告書”（2009年4月），http://www.meti.go.jp/press/20090424004/20090424004-3. pdf
[8] “科学技術・研究開発の国際比較2009年版 -電子情報通信分野-” （2009年5月，(独)科学技術振興機構 研究開発戦略センター），http://crds.jst.go.jp/output/pdf/09ic02.pdf
[9] “新成長戦略（基本方針）～輝きのある日本へ～”（2010年12月30日），http://www.meti.go. jp/topic/data/growth_strategy/pdf/091230_1.pdf, http://www.meti.go.jp/topic/data/growth_strategy/pdf/091230_2.pdf
[10] “第174回国会における鳩山内閣総理大臣施政方針演説”（2010年1月29日），http://www.kantei.go.jp/jp/hatoyama/statement/201001/29siseihousin.html
[11] 濱田嘉昭，“科学的な見方・考え方”（放送大学教育振興会，2007）
[12] “国際数学・理科教育動向調査の2007年調査（TIMSS2007）”，http://www.nier.go.jp/timss/2007/gaiyou2007.pdf
[13] “PISA 2006 年調査第1回結果発表”，http://www.oecdtokyo2.org/pdf/theme_pdf/education/20071204pubilc_release.pdf
[14] “OECD生徒の学習到達度調査（PISA）2006年調査国際結果の要約”，http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/gakuryoku-chousa/sonota/071205/001.pdf
[15]角屋ら，“科学リテラシーを育む中学校・高等学校の理科カリキュラムの研究開発 I”，広島大学 学部・附属学校共同研究機構研究紀要,第32号, pp.251-257（2004.3）
[16]“OECD によるPIAAC（国際成人技能調査）の開発動向”，日本労働研究雑誌No. 577, pp.53-61（2008），http://www.jil.go.jp/institute/zassi/backnumber/2008/08/pdf/053-061.pdf
[17] “OECD国際成人技能調査（PIAAC）に関する報告”，JILPT 資料シリーズ No.37（2008），http://www.jil.go.jp/institute/chosa/2008/documents/037_siryo.pdf
[18] “科学技術白書（平成21年度版）”（文部科学省），http://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/html/hpaa200901/1268148.htm.
[19] “教育再生懇談会－第四次報告－”（2009年5月28日），http://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouiku_kondan/houkoku/singi-matome4.pdf
[20] “技術リテラシーと市民教育”： EAJ Information No.122（2005. 5），日本工学アカデミー（EAJ; Engineering Academy of Japan）
[21]“科学技術関係人材総合プラン2009”(文部科学省)，http://www.mext.go.jp/a_menu/jinzai/seisaku/08082716/001.pdf
[22] “行政刷新会議 ワーキング・グループ事業仕分けの評価結果について（速報版）”，http://www.cao.go.jp/sasshin/kaigi/honkaigi/d3/pdf/ss2.pdf
[23] “幼児教育無償化の論点”（2009年3月30日，文部科学省幼児教育課），http://www8. cao. go. jp/shoushi/13zero-pro/k_5/pdf/ref2-1.pdf
[24] “ロボット政策研究会 報告書”（2006年5月），http://www.meti.go.jp/press/20060516002/robot-houkokusho-set.pdf
[25] “NASA Robotics Alliance Project”，http://robotics.arc.nasa.gov/events/2008_sponsorship.php
[26] “Walking With Robots（WWR）Project”，http://www.walkingwithrobots.org/
[27] “Roberta Project”，http://www.roberta-home.eu/de/
[28] A. Green, “Girls discover robotics”D&T Practice（2009.5）pp.7-9, http://www.stemdirectories.org.uk/_db/_documents/Roberta_article_D&T_Practice_5. 2009.pdf
[29] “ロボット産業政策研究会 報告書 ～少子高齢化時代を見据え，ロボットと共存する安全・安心な社会システムの構築に向けて～”（2009年3月25日），http://www.meti.go.jp/press/20090325002/20090325002-3.pdf
[30] “ロボット領域検討会（領域検討とりまとめ）”（2008年6月24日），http://www8.cao.go.jp/cstp/project/bunyabetu2006/jyoho/7kai/siryo3.pdf
[31]“理科ねっとわーく”，http://www.rikanet.jst.go.jp/
[32]“JST バーチャル科学館”，http://jvsc.jst.go.jp/
[33] “ロボットを通して見た物理の世界”（JST理科教育支援センター「理科ねっとわーく」），http://rikanet2.jst.go.jp/contents/cp0270a/start.html

学習者ひとりひとりが納得する学びを目指して

○三宅なほみ　（東京大学 大学発教育支援コンソーシアム推進機構）

Educational reform aiming at individual knowledge building

*Naomi Miyake, Consortium for Renovating Education of the Future, The University of Tokyo.

Abstract ー A new discipline called learning sciences study the process of how people learn to become wiser in formal and informal settings, to design more effective learning environments. One of the widely shared design principle in the field is to make learning environments collaborative, where participants naturally examine and reflect one's own understanding, to find new questions to create more integrated knowledge. The presentation plans to introduce the notion of "learning by design," where participating learners work in a community sharing "scientifically evidenced" facts to design a novel object for fair competition.

***Key Words*:** Leaning sciences, collaborative learning

1. 大学発教育支援コンソーシアム推進機構

2008 年 10 月，東京大学に「大学発教育支援コンソーシアム推進機構」が設置され，埼玉県教育委員会や東京都文京区教育委員会，宮崎県五ヶ瀬町教育委員会などとの連携がスタートした。きっかけは，安倍内閣下での教育再生会議である。委員であった小宮山・前東大総長は本会議の「社会総がかりで教育再生を」との提言を受け，これを具体化する方策として「大学発教育支援コンソーシアム」を提案した。コンソーシアムは，大学での研究成果を生かして小・中，高校の教育の質を高めることを目的としている。東大だけでなく，京都大と京都市教委，名古屋大，お茶の水女子大，早稲田大の各機関でも活動を始めている。それぞれが関係の深い地域を支援しながら大学同士で連携し，研究者が培ってきたリソース（資源）を提供する。今後，連携大学を増やし，更に産学が連携して民間企業にある専門性を教育現場に導入し，教育の在り方を多様化してその質を上げる試みを展開する予定である[1]。

2. 学習科学

同推進機構は認知科学を基礎に置き，人がどのように科学的概念を理解するのかなど学習のメカニズムと，それを支援する実践方法について教育現場での学習の質向上のための実践的な研究・研修活動に取り組んでいる。そのような研究分野を「学習科学」と呼ぶ。人の学びについて，これまでよりずっと詳細な分析をして，学習というものがどのような過程を経て起きるものなのかを精査し，そこから得られる知見を元に学習を支援して，学習の質を全体としていまよりもっとずっと高めようという気概の大きい目標に向かってさまざまな角度から実践的な研究が進められている[2]。

学習がどのようにして起きるのか，例えば「学校」と呼ばれる制度の中で「授業」と呼ばれる仕組みによって人がどれ程のことをどの程度身につけるのか，その過程は実際どんなもので，うまくいかない場合にどんな支援が有効なのか，きちんとしたことはまだ十分にはわかっていない。そもそも人が一生の間にどれほどの知識を身につけるものなのか，それをどうやって身につけたのかなどについては，基本データすらない。学習科学は，それらを少しずつはっきりさせて，実際に学校の授業の中などで有効な学びが起きそうな実践に結びつけ，学びとはどういうものかを実証的に検討する。

学習科学研究がもたらした大きな変化の１つに，学習を，単に個人的なものとしてではなく，人々が相互に影響を与え合って互いの達成度を高める協調的なものと捉え直す学習観の変化がある。この変化そのものが学習とは何か，また理解や推論，問題解決，知識生成などの高次認知過程とはどのようなものかについての認知的な考え方を深めるさまざまな研究を生んできた。同時に協調的な学習場面では（研究や開発場面でも同じだが），複数の者の間で会話が交わされたり，互いの考え方の検討のためさまざまな外化記録が残されたりするため，これまでは観察しにくかった途中のプロセスが分析可能になってきた。この観察，記録，分析のために昨今の情報記録技術の飛躍的な進展が大きな役割を果たしている。このように学習科学研究は，一方では現実のテクノロジの開発と深く関係して現実の教育を変えようとしており，他方認知過程の根底とも言える学習過程そのものについての認知科学研究者の理解を進化させつつあると言えるだろう。

3. うまく行く学習の特徴

学習研究の流れの１つに，うまくいった学習とはどのようなものかを調べる研究がある。物理学者やチェスのグランド･マスター，職場の達人や音楽，スポーツといった分野で国際的に活躍する人などを対象に，実験に参加してもらったり，生育歴などを調べたり，人類学的な手法で行動観察したりして，熟達

とはどんな過程で起きるものかを研究する。それらの報告から人が何かに上達するまでの学習過程の特徴をまとめてみると，

- 自ら学びたいという強い動機づけがある
- かなりの量，例えば数千に及ぶ時間がかかる
- 積極的な関連情報の収集，蓄積，構造化
- 失敗や成功経験の繰返しとその統合
- 意図的，計画的な練習が有効な場合がある
- 到達点が再吟味され新たな目標が設定される
- 教え合い，議論し合う仲間が存在する
- 異なった達成レベルのメンバーが混在するコミュニティが存在する
- コミュニティ内で自我を確立することと学習成果が直結する
- コミュニティ自体が目標を継続的に再吟味し，設定し直すことが契機となってメンバーの成長を促す

などが挙げられ，いわゆる「学校」と呼ばれる学習現場で普通に起きると想定される学習過程とは異なった特徴がみられる。中でも特徴的な学習形態として，複数の人が互いに自分の理解していることを説明し合うことによって各自の理解を再確認し，自らまだわかっていないことを見つけて知識を再構築する社会的な学習形態がある。このような形態を積極的に取り入れた学習デザインを一般に「協調的な学習」と呼び，さまざまな形態での協調的な学習法とその効果が報告されている。

4. 「協調的な学習」実践とその効果

協調的に学ぶためには，自分の考えを持ち，それを外化し，他人のアイディアと相互参照吟味してその結果自分の考えを作り直すなど，私たちが普段行っている認知過程より負荷の高い認知過程が要求される。一般に私たちは生まれつきこのような作業を得意とするわけではない。協調的な学習による知識構築を支援しようという試みは，普段学習者が行わない学習スキルの獲得を要求する。そのような学習スキルの獲得を可能にする協調的な学習形態の一例として，ジグソー法と呼ばれる形態がある。

ジグソー方式は最初社会心理学チームによって社会的協調性や相互尊重観の育成を目的として開発され[3]，次第に文化的に多様な学習環境を効果的に機能させるためのより高度なシステムに拡張された。ジグソー法では，まず各自分担して持っている断片的な知識を統合することにメリットがあるような課題，例えば「高い山の上での沸点は快晴時の海面での沸点と同じか，それより高いか低いか」という問題に対して，まず「山の高さと気圧の変化」「水の三態変化」「沸点と気圧の関係」についてそれぞれ調べて確認し，次に確認したことを交換しあって問題を解くなどの状況を準備する。初めに学習者を三つに分け，それぞれ三つの事項を確認した上で，それらのグループから 1 人ずつを組み合わせて「ジグソー」グループを形成する。こうすることによって，ジグソーグループでは，ひとりひとりの学生が何かしら「自分しか知らないこと」，自分のアイディアを持っていることが誰の目にも明らかな状況が作り出される。この状況でひとりひとりのメンバーは，各自分担して確認したことを説明し合い各自の理解を確認し合うとともにそれらを統合して一つの課題を解決する。このジグソー方式は，専門家グループに分かれて調べたことを統合してより高度なプロジェクトを行うことによって，知的な協調的活動の方略としても有効に機能する。ジグソー法による学習は，その効果として理解した内容の保持率が高いだけでなく，各自が自らの理解程度を再確認することによって新たな問いを見出すなど，より積極的な学習スキルの獲得につながることが報告されている。

協調的な学習形態のもう一つの例として，具体的なものづくりとそのための理論的な科学的理解を組み合わせた実践がある。例えば風船がしぼむ時に発生する力を動力に車を走らせる課題について，走行距離をグループで競わせるのではなく，まずそれぞれのグループにどのような原理で走行距離が延びるかの予測を立てさせる。予測を公開した後，それぞれのグループがコミットした予測について「実験」して「結果」を報告し合う。各グループは，すべての実験結果の中から「確からしい」「有効だ」と判断するものを選んで，最終的な企画を立て，「フェア」な競争によって自分たちの理解と応用力を競う。このような手順を繰り返し踏むことによって，科学や工学に興味関心の薄かった学生も積極的に参加できる授業が可能になり，その中で実験手順や互いの成果を活用しあう精神が慣用されると報告されている[4]。シンポジウムでは，この実践例を中心に新しい学習過程理解に基づく協調的な学びが学習者ひとりひとりの納得を導く仕組みを紹介し，参加各位の建設的批判的検討を仰ぎたい。

参 考 文 献

[1] http://coref.u-tokyo.ac.jp/

[2] 学会情報は http://www.isls.org/

[3] http://www.jigsaw.org/.

[4] 三宅・白水(2003)『学習科学とテクノロジ』放送大学教育振興会に詳しい紹介がある。

夢のある作品製作で想像力と活性化を！

～アイデアコンテストが企業にもたらすもの～

株式会社 デンソー 技術企画部
夢卵2008実行委員長
手操（てぐり） 能彦（よしひこ）
yoshihiko_teguri@denso.co.jp

DENSO

夢のあるアイデアの創出と作品製作へのチャレンジを通して，従業員の発想力・創造力の向上を図る

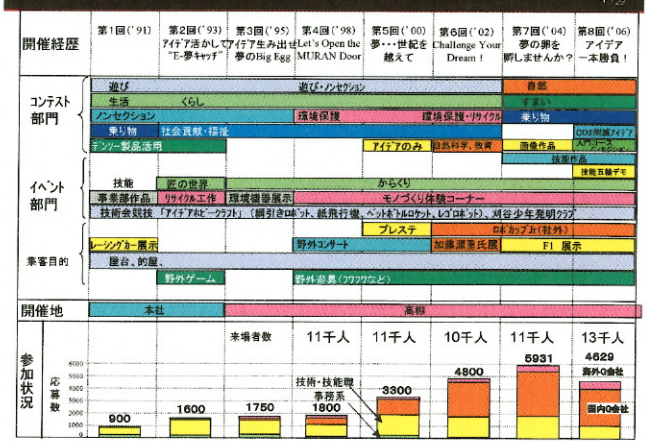
2年に1度開催されるデンソーのアイデアコンテスト

- **デンソーの全グループ従業員が参加可能**
  - 従業員が代表者なら，家族，友人も参加可能
  - 弥栄寿会(退職者の親睦団体)，刈谷工業高校始め社外からも参加
- **「アイデア作品展」** アイデアを作品にして，発想とモノづくりを競う
- **「からくり作品展」** 動力を使わないからくり作品で競う
- **「技能作品展」** デンソーの卓越した技能を作品で競う
- **その他イベント**
  ものづくりコーナー，ロボカップJR三河大会，サイエンスショー，職人芸デモ，刈谷少年発明クラブ展示等
- **従業員の自主企画，自主運営**
  実行委員会の84名を中心に活動，他約200名が当日ボランティアとして参加

DENSO

- 夢卵前史
  - 1962年スタートのアイデアグループ制度(初代林社長発案)
    - 考える力，モノとして完成させる力をグループ活動で育成する
    - 1987年まで25年，35回続くも特定部署への偏りで制度疲労で消滅?
- 夢卵
  - 1990年，6代目田中社長の想いでスタート．1991年が第1回．
  - 第1回はアイデア応募900件，以来，ほぼ2年に一度の開催で，2008年の第9回は5,800件の応募，のべ12,000人の来場者．
  - 第4回から国内外のグループ会社にも参加を呼びかけ．2008年の第9回は海外14社，国内15社から応募．
  - マスコットキャラクタはムーちゃん，ランちゃん．2008年の第9回からピーちゃんも参加．

DENSO



- デンソー技術会51年目の節目の年
  - あと50年続くイベントのスタートにしたい
- 応募者の減少
  - 特定部署への応募者のかたより
  - 出品者は展示とデモで大忙し
  - 製作力のない応募者の敬遠(事務系など)
  - ギブアップ応募者の増加
- ボランティアスタッフの疲弊感
  - アイデア，からくり，技能作品展以外の集客イベントの肥大化
  - 2年に1度の開催なので運営ノウハウがのこらない
  - なりてがいない(前回スタッフのリピート率は実質ゼロ)
- 社外への情報発信の欠如
  - TV放映などマスコミへの露出はあるが，基本はデンソー内部で留まる

DENSO

まずは，アイデアコンテストの原点に返ろうをコンセプトに

そのためには不要なイベントは切り捨てたい
．．だけど集客が．．で皆で議論のあげく

本社で，会社のイベントと同時開催
浮いたお金でアイデアコンテストを充実

Catch Your Dreams！
子どもの頃の夢何だった？」

DENSO

開催に向けて

- 応募者を増やそう，ケアしよう
  - 新人　新入社員に説明会実施
  - ペアリング企画　製作能力のない応募者とアイデアのない製作者のペアリング
    ついでに弥栄寿会の巻き込み
  - 製作チュータリング会　試作のプロから製作のアドバイス
  - プレイベント　見学会，プレゼン教室等月1イベント
  - メーリングリスト　出品者同士の仲間意識の醸成
- 出品者の満足感を高揚．．出品者が主役
  - 拡大ウェルカムパーティ
  - リアルタイム＋出品者による審査＋観客による審査
  - 出品者と観客の交流，プレゼンの充実

開催に向けて

- 新しい仕掛け
  - 賞金のアップ　なんと，100万円(従来の倍額)
  - 派手なステージ　ステージが出品者の晴れ舞台
  - ツインゲスト　北原輝久+夏川純
  - ツインMC　ステージ＋会場の同時MC
- スタッフを集めよう
  - 運営ノウハウの分散　社内専門部署に専任スタッフを
  - ナレッジの文書化　徹底したドキュメント化の実施
  - なんと言っても宴会　グループ毎に懇親，垂直立ち上げ
- マスコミへの露出のアップ
  - ニュース，特別番組など，民放5社，NHKで取り上げられた

開催に向けて

- 社外への情報発信
  - 富士重工，ダイハツ工業，アイシン精機との交流
    特にダイハツとは相互乗り入れの実現

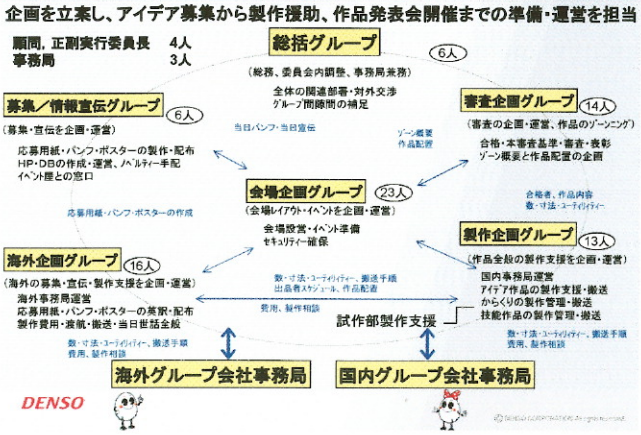
  - 地域の方々への情報発信
    - ノボリ，町内会へのビラ配布
    - 地元の方々の特別指定席の設定

歴代グランプリと名人5連覇の歴史

名人に祭り上げてしまおう
．．ただし実力で勝ち取れ
別扱いで審査，合格すれば名人位認定

開催に向けて

企画を立案し、アイデア募集から製作援助、作品発表会開催までの準備・運営を担当



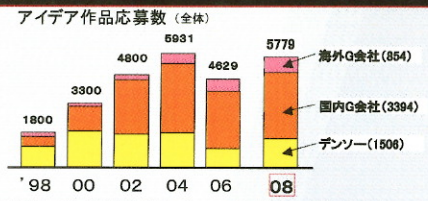
アイデア募集

応募ジャンルの廃止、グランプリ賞金50万円⇒100万円
本社に加え食堂（基礎研、高棚、幸田）での応募びら配り
食堂TVでの各種PR

応募状況と書類審査

13

- 応募総数は
  - V字回復



- 書類審査にて85作品が選ばれた .. 1.3%の狭き門
  - デンソー本体　38作品　新入社員1名含む
  - 国内グループ会社　35作品
  - 海外グループ会社　12作品　米5, 欧1, 印1, 亜5
- 製作補助費最大30万円で7月から製作スタート
- 7/7製作者説明会を皮切りにプレイベントもスタート

DENSO

ペアリング会

14

DENSO

月1イベント: ダイハツアイコン祭り見学会

15

月1イベント: プレゼン講習会

16

いよいよ開催初日

17

当日入場者数: 11852人

18

入賞作品一覧

アイデア作品

賞	作品名	会社・部署	代表者(敬称略)
グランプリ	2フィンガードライブ「ゆびコン」	デンソー基礎研究所	河内 稔
2位＋子どもに人気があったで賞	かぶせてポン!!	アスモ株式会社	中川 祥次
3位	さっとスッキリ傘	浜名湖電装	加藤 利彦
ゲスト審査員賞	むけるんるん	デンソー基礎研究所	井野川 和也
ゲスト審査員賞	寂しがりやのスニーカー	アスモ株式会社	秋本 純奈
名人賞	交通安全サンバイザー「信号ヨシ」	日本自動車部品総合研究所	鬼丸 貞久
事業グループ長賞	シャン・リン・ポン	デンソー基礎研究所	近藤 徹次
ヘルシー賞	Exercise With Enjoy	DNHA	Devendra Nath Sharma
エコで賞	エコロジカル浄水器Ⅱ	デンソーEHV機器開発部	酒井 泰幸
Catch Your Dreams賞	Diiセンサがかなえたゲームの夢	デンソーIC技術2部	大矢 晃示
ノミネート賞	つるっと卵	京三電機	石井 達也
ノミネート賞	見えない信号クリアン	デンソー基礎研究所	猪俣 純朋
ノミネート賞	魚活き活きソーラー酸素君	デンソー基礎研究所	大島 久紳
ノミネート賞	夫婦円満メタボ対策 自転車式乗馬マシン	デンソー工機部	寺田 幸司
ノミネート賞	清潔!早い!確実!くすり取り出し	アスモ株式会社	朝野 創

技能作品

賞 名	作品名	会社・部署	代表者(敬称略)
最優秀賞	不思議なランプ	日本自動車部品総合研究所	鳥居 学
優秀賞	捕われた恐竜	デンソー開発部	牧 千秋
敢闘賞	五輪の歯	デンソー熱工機部	安江 真

からくり作品

賞 名	作品名	部署	代表者(敬称略)
からくり大賞	ブラン渡くん	日本自動車部品総合研究所	岡田 明
からくり優秀賞	エスパードライブ	アスモ株式会社	西尾 昇泰
からくり特別賞	THE UFO	アンデン株式会社	加藤 皇

グランプリ

2位＋子供に人気があったで賞

3位

からくり

技能作品

刈谷少年発明クラブの作品

25 / 29

名人誕生

26 / 29

表彰式

27 / 29

まとめ

28 / 29

- 長年続いたイベントの制度疲労
  - 新しい仕掛けでリフレッシュ　ツインゲスト，派手なステージ
  - 異質で多様な体験　他企業との交流
- スタッフ，出品者の疲労感
  - 企画・運営，出品者，観客の全てが満足する仕掛け　ウェルカムパーティ
  - 出品者が成長できる仕掛け　プレゼン教育，ペアリング
  - 企画・運営の効率的な実施　業者との綿密な打合せ
- なりゆきで規模の拡大
  - 原点を大切に，こだわる　アイデアコンテストに集中
  - 不要なものは切り捨てる　派手なイベントの切捨て
  - イベント同士の補完　組合イベントとの同時開催

DENSO

夢卵は永遠に続く　．．かな？

29 / 29

DENSO

おまけ．．夢卵2010もよろしくお願いします

30 / 29

＜メインイベント＞
- アイディアコンテスト
- からくり作品展示

＜目玉イベント＞
- ロボットブース
- モビリティブース
- 未来の絵コンテスト
- モノづくり＆競技会

ロボットブース(企画中)
- ロボット相撲
- ロボット講演会
- レゴロボコンテスト
- ロボット展示会　など

日時：2010年11月13日(土)、14日(日)
場所：デンソー本社（愛知県刈谷市）

ロボットブースをはじめ、楽しいイベントを開催します

DENSO

ロボットコンテストの企画と実際

Produce of Robot Contest and Its Practice

田中　孝之（北大）　河村　隆（信州大）

Takayuki TANAKA, Hokkaido University, ttanaka@ssi.ist.hokudai.ac.jp
Takashi KAWAMURA, Shinshu University, kawamura@shinshu-u.ac.jp

This paper describes social contributions through robot contests of JSME-RMD Technical Session on Education on Mechatronics (TSEM) and Hokkaido University respectively. On the robot contest produce competition as one of activities of JSME-RMD TSEM, participants plan an original robot contest for children including the rule book, the field, the robots for demonstration and the promotion video. Then, they present the robot contest as the trial management. This competition aims to promote their creativity, especially the problem-raising ability and the problem segmentation ability, and presentation ability too.

1. 緒　言

近年，ロボットコンテスト（以下，ロボコン）などの技術系イベントが全国各地で盛んに行われ，学会，地域自治体，企業，学校など多種の団体が主催し，その規模も大小さまざまである．ロボコンは参加する者の創造力を育成することや，見る者の理工学への興味をかきたてることを大きな目的として，物づくり教育，創造性教育に多いに貢献している．

日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門メカトロニクス教育研究会ではロボコンプロデュースコンペティションを実施している[3]．従来のロボコンにはない着眼点をもった創造性教育である．本報では，ロボコンプロデュースの目的と創造性教育における役割について述べる．また，ロボコンの更なる発展のための，今後のロボコンプロデュースの展開について述べる．

一方，地域でのロボットコンテストも様々な運営体制で開催されている．地域レベルの活動が，全国レベルの活動を活性化することは言うまでもなく，今後益々地域レベルの活動を支援すべきである．ここでは，長野県上田市にて行われている「平成ロボコン」を実例としてあげ，地域でのロボコンの企画運営の実際と，地域活動の活性化に向けた提言を行う．

2. ロボコンプロデュース

2.1 ロボコンプロデュースの目的と役割－問題提起・展開能力を含む創造力育成

近年，様々なロボットコンテストが行われている．例えば，日本機械学会では 1997 年よりロボットグランプリを開催し，主に大学・高専生の創造性教育に力を入れている[1]．一般参加型競技も実施され，参加者層に広がりを見せている．また，学校教育においては，中学校技術家庭科の教科書にロボコンが取り上げられ，授業の中でも 1990 年代はじめより実施されている例もある[2]．また，2003 年には国際ジュニアロボコンが開催されるなど，低年齢層の物づくり教育の国際化も進んでいる．これら従来のロボコンでは，競技で決められたルールに従って，ロボットを製作し，ロボットの性能を競ってきた．また，その中で物づくりの技術やアイデア，芸術性，さらにはチームワークなどが評価されてきた．

これら従来のロボコンは，決められたルールに従ってロボットを製作し，ロボットの性能を競い合うものであり，創意工夫を凝らし，改良改善を重ねることによって，技術力を高めることが大きな目的であった．エンジニアとして物づくりの知識や経験は不可欠であり，従来のロボコンを通じた創造性教育ではこれらを育成することに主眼が置かれていた．つまり，指導者は，ある技術課題を解決するために必要な知識および，その知識の使い方を実践的に教育してきたわけである．

しかしながら，ロボコンに限らず実際の社会問題に取り組む際には，具体的な技術課題が明らかになっていないことや，問題すら明確でないこともある．このような場合には，従来のロボコンで育成されてきた問題解決のための物づくり能力だけでは不十分である．

筆者らは，問題提起，展開，解決の 3 つの能力を備えて，創造力が身に付くものと考える．つまり，これまでのロボコンで養われてきた問題解決能力に加えて，何が問題であるかを認識して，それを明らかにする「問題提起能力」と，その問題を解決すべき具体的な技術課題にまで細分化する「問題展開能力」が必要であると考える（図 1）．

そこで，われわれは 1999 年より，従来のロボコンとは異なった独自のロボコンとして，問題提起・展開能力の育成に重点をおいたロボコンプロデュースを行っている[4], [5]．小中学生が作れる操縦型ロボットを用いた対戦型ロボット競技を企画し，競技の独創性や教育効果などを競うコンテストである．

初回からしばらくの間は電気通信大学ロボメカ工房および同大学 SVBL 主催で実施してきたが，2002 年より日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門メカトロニクス教育研究会の企画として実施している．

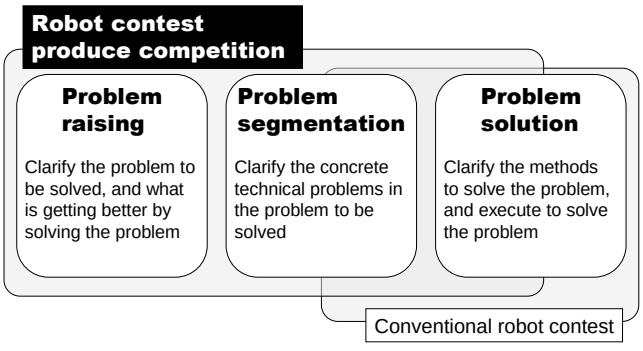


Fig. 1 Robot contest produce competition on creativity education

2.2 ロボコン企画・運営による問題提起・展開能力の育成

前述のとおり，ロボコンプロデュースは従来のロボコンと異なり，問題提起・展開能力の育成に重点をおいている．参加者（大学・大学院生）はロボコン企画者となり，独創的なロボコンを企画するとともに，それを実施するまでの過程を次のとおり模擬的に体験・シミュレーションする．

(1) 小・中学生を参加対象とするロボコンを考案する（図 2(a)）

わかりやすく楽しく，小・中学生への教育効果が期待できるロボコンを企画する．参加チームにはロボットキットが配布され，小・中学生にも作ることができるロボットを用いた競技とする．対戦形式は特に規定しない．ルールは子どもたちにも理解しやすいことが望ましく，また，教育効果を考慮して，子どもたちがロボットの機構に工夫をしやすい競技が望ましい．

(2) ルール集，運営マニュアル，競技フィールド，デモ用ロボット，プロモーションビデオを製作する

(a) 競技の進め方・ルールなどを説明したロボコンのルール集と，このロボコンを実施するための運営マニュアルを作成する．ルール集は，参加者に配布されるもので，競技について小・中学生でもよく理解できるように記述する．また，ロボットの製作についても必要な情報を記載する．運営マニュアルは，ロボコンを実施しようとしているひとに必要な情報を与えるためのものである．運営スタッフが，事前の準備から，当日の運営，事後の対応まで必要な作業と，その手順のすべてを記述する．また，技術目標や教育的効果についても記述する．（図 2(b)）

(b) 競技フィールドは 3m×3m 以内とする．ただし，運搬などを考慮して，折りたたみ・分解などができるように設計する．（図 2(c)）

(c) 配布されたキットのほか，各チームで用意したものを自由に使える．フィールド上に置くものや，ロボットにつけるものなど，必要なものを各チームで調達する．

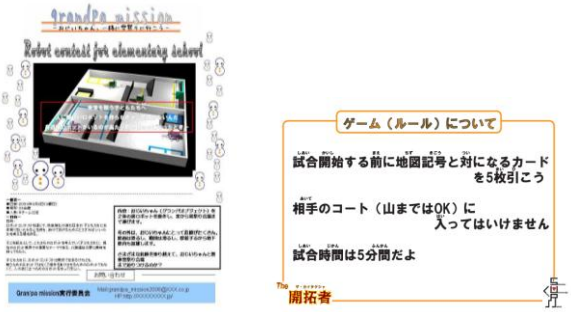
(d) プロモーションビデオ（10 分程度）は，ビデオを見ただけで競技内容が理解できるもので，ルール説明のほかに，ロボットの作り方などについて説明しても良い．

(3) 内容・実施方法などについて発表する（図 2(d)）

考案したロボコンについて 15 分以内で発表する．ロボコンの実演のほか，プロモーションビデオも利用する．

以上のように，企画したロボコンの技術的な目標・課題を明確にする過程で，問題提起・展開能力を育成することができると考える．また，自らのアイデアをルール集や運営マニュアルといった文章のほか，実演やプロモーションビデオなど様々な形態で表現することでプレゼンテーション能力を育成できると考える．

(a) Planning and discussion



(b) Rule book and administration manual

(c) Contest field, robot and promotion video for demonstration

(d) Presentation and demonstration

Fig.2 Process of robot contest produce competition

2.3 評価方法

従来のロボコンでは製作したロボットの技術力や独創性などが評価されるが，ロボコンプロデュースでは企画したロボコンのルール集と運営マニュアル，実演とプロモーションビデオから，(1)独創性，(2)完成度，(3)教育効果，(4)プレゼンテーションの項目で評価する．さらに，ロボコンプロデュース独特の総合評価方法として，企画されたロボコンの販売価格を評価している．

3. ロボコンプロデュースの今後の展開

3.1 提案コンテストのデータベース化と社会貢献

ロボコンプロデュースで企画されたロボコンは，ルール集，運営マニュアル，プレゼンテーション資料を含め

てメカトロニクス教育研究会で著作権を保有している．これをデータベース化し，web 等で公開することで，一般社会に成果を還元していく．既に，国際ジュニアロボコン，青森県ジュニアロボコン，船橋市ふなばしロボコンなどにて，本会で企画されたロボコンが実施された実績がある．

3.2 地域ロボコンの活性化と指導者への啓蒙活動

現在多くの小中学校でロボコンが実施されているが，地域格差は小さくはない．これまで，本会は東京，長野，札幌にて実施してきた．2009 年には盛岡で実施する予定である．今後，物づくり教育が活発でない地域で実施することで，教員などロボコン指導者への啓蒙活動を行うことで，地域レベルでの物づくり教育活動を活性化する．

4. 地域ロボコンの実際と活性化に向けた提言

4.1 平成ロボコン大会 ― 長野県上田市の活動

長野県上田市では，1994 年より地域ものづくり活動として平成ロボコンを開催している[6]．信州大学のほか，上田市や地元企業とが密な連携体を構成し，産学官連携の理想的なものづくり活動を実施している．

現在では，コンテスト自体は日本機械学会ロボットグランプリの一般参加型競技スカベンジャーロボットコンテストが行われているものの，上田ケーブルビジョン，長野県テクノ財団，浅間テクノポリス地域センターが主催し，信州大学を中心とした平成ロボコン大会実行委員会が運営を行っている．また，上田市，上田市教育委員会，上田商工会議所が後援し，理想的な地域ネットワークのもとで，企画運営が行われている．

4.2 地域ロボコンの活性化に向けた提言

(1) 地域の意識向上とものづくりネットワークの整備

地域連携によるロボット工作教室を開催するには，地域のものづくりに対する意識の向上が必要不可欠である．そのためには，地域担当者となるキーパーソンの育成が最重要課題として挙げられる．現状は，ロボット工学に関わる教育者や研究者，技術者がボランティア的に活動している事例が多く，キーパーソンの有無で，ものづくり活動の地域格差に大きな隔たりがある．

学会等が主導してセミナーなどを開催し，このようなキーパーソンを育成して，地域ものづくりネットワークの整備を促進すべきである．キーパーソンには，教育者や研究者だけでなく，地域の現役技術者や元技術者，ものづくりを趣味としている方がなり得る．実際に，ロボットコンテストにて，父母や祖父母が子どもたちとロボット作りを楽しんでいる光景を良く目にする．また，キーパーソンを育成して，地域ネットワークを形成した後にも，持続的にその活動を支援する体制が必要である．

(2) 教育の場の提供

地域にてロボットコンテストやロボット工作教室を開催する際に，その企画や運営方法を考案することが負担となる．日本機械学会ロボメカ部門メカトロニクス教育研究会では，ロボットコンテストの企画・運営をシミュレートし，新たなロボットコンテストを生み出す競技「ロボコンプロデュース」を実施している．そこでは，コンテストの独創性だけでなく，教育効果や運営方法についても審査されている．このように，学会や教育機関がロボットコンテストを，その教育効果や運営方法について検証した上で，そのノウハウをデータベース化することで，教育の場を提供することが，地域活動の活性化につながる．

(3) 地域産業との連携，地域インフラの活用

地場産業との連携も，各地域のものづくり活動の活性化を促進し，また地域ごとの特色を出すことができる．地場産業，TLO，産学共同研究センター，商工会議所，青少年科学館を，地域ものづくりネットワークに取り入れ，「ひと・もの・金」の運営体制を確立すべきである．また，参加者を募るためには，特に小中学校では地域の教育委員会，自治体との連携も重要視すべきである．また，マスコミ，自治体，図書館，科学館，博物館など地域インフラを活用して，ものづくりネットワークをより強固にしつつ，地域へのものづくり意識を広範囲に浸透させるべきである．そのためにも，キーパーソンの育成と人の輪の構築が必要である．

5. 結　言

本報では，ロボットコンテストの企画とその実際について紹介した．メカトロニクス教育研究会で実施しているロボコンプロデュースコンペティションについて，その目的と創造性教育における役割について述べた．本コンペティションでは，問題提起，問題展開，問題解決能力を含む創造力の育成を目標としている．また，全国レベルのものづくり活動を活性化するために，地域活動の実例を紹介し，活性化のための提言を行った．地域ネットワーク構築とキーパーソンの育成が大きな課題である．そのために，学会主導の取り組みも必要となる．

参考文献

[1] 広瀬茂男，“ロボットグランプリの更なる全国展開”，日本機械学会 2002 年度年次大会講演資料集(VIII)，pp.503-504，2002.

[2] 下山 大，“ロボット教育を通じた創造性教育”，日本機械学会 2002 年度年次大会講演資料集(VIII)，pp.505-506，2002.

[3] 田中孝之，“地域と連携した物づくり教育”，日本機械学会 2002 年度年次大会講演資料集(VIII)，pp.507-508，2002.

[4] 田中孝之ほか，“ロボコンプロデュースコンペティション”， ROBOMEC2008，2A1- I18 (2008).

[5] ロボコンプロデュース 2008 ホームページ，http://www.ssc-lab.com/procon2008/

[6] 平成ロボコンホームページ http://robocon.ueda.ne.jp/

高専におけるロボコン教育

○前田貴信(佐世保工業高等専門学校)

Robotics Education for College of Technology

*Takanobu MAEDA, Sasebo National College of Technology

Abstract ー College of Technology(KOSEN) is executing practicing robotics education besides the Robot Contest(KOSEN RoboCon). In this Paper, In this thesis, it reports on an educational effect of the Robot Contest and the example of practicing the robotics education.

***Key Words*:** Technical College of Technology, Robot Contest (RoboCon), Embedded System

1. 高専におけるロボット教育

高等専門学校（通称　高専）は，中学校卒業後5年間の一貫した専門教育により，企業に入社後即戦力として活躍できるような技術者を育む高等教育機関であり，現在，全国に52校（60キャンパス）ある．ロボット工学は機械系，電気電子系の技術が融合した学問であり，ロボット教育は高専においても重要不可欠な物となっている．その最たるものがロボットコンテスト（以下　高専ロボコン）で，すでに20年以上の歴史を持つ．一方，高専ロボコンに参加していない学生の方が多数であるため，彼らへのロボット教育も欠かせないため，各高専とも実験，実習によるカリキュラムを工夫して実施している．

本講演では，高専におけるロボット教育の一例として，佐世保高専の高専ロボコンへの取り組みおよび授業で実施しているロボット教育について紹介する．

2. 高専ロボコンにみるロボット教育

2.1 高専ロボコンの生い立ち

高専ロボコンは 1988 年に始まった，高専といえばロボコンといわれるような一大教育イベントである．その前年，NHK がアメリカ・マサチューセッツ工科大学（MIT）で行われているロボットコンテストのドキュメンタリー番組を放送したところ好評だったということで，日本でも同様の実践的なものづくり教育を行えばより優れた技術者を育成できるのでは，と翌年『アイデア対決！独創コンテスト～乾電池カー・スピードレース～』と銘打って大会が開催された．ルールは『乾電池 2 個で体重 60kg 以上の人を乗せ，35 メートルのコースでタイムを競う』というシンプルなものであった．全国の高専 62 校（当時）に参加を呼びかけたところ，24 校からアイデアの応募があり，書類審査で選ばれた 12 校がアイデアをもとに乾電池カーを製作し，そのアイデアと技術力を競い合った．Fig.1 に，第１回大会の様子を示す．

Fig.1　Photo : 1st RoboCon 1988

この大会の模様を主催者の１つである NHK が放送したところまたもや好評を博し，翌年から『アイデア対決！ロボットコンテスト』として人気が高いイベントとなって広まった．現在は 8 つの地方大会に各高専から２台（チーム）のロボットが出場し，優勝および審査員推薦の合計 25 台（チーム）で全国大会を行う形式となっている．Fig.2 に，第 1 回～20 回大会までのタイトルを示す．

2.2 ロボコンの教育理念

主催者である NHK によると，ロボコンとは『既成概念にとらわれず自らの頭で考え，自らの手でロボットを作ることの面白さを体験してもらい，発想する事の大切さ，物作りの素晴らしさを共有してもらう全国規模の教育イベント』と定義されている[1]. よって，ロボコンは対戦形式をとってはいるものの，最も評価されるのは『アイデア』であり，対戦に関

Fig.2 History of RoboCon(1st～20th)

してはスポーツマンシップならぬ『アイデアマンシップ』が求められている（アイデアマンシップの定義は不明確）.

2.3 ロボコンのルール

高専ロボコンのルールは毎年異なるが，技術の進歩に従いハイレベルなものとなってきている．前述の第１回のみ例外で人が載っているが，第 2 回以降はリモコン操縦（第 13 回までは有線，以降は無線）または搭載マイコンによる自律制御である.

競技のルールは大別して（1）ボール，箱，ブーメランなどを運ぶ，飛ばすなどして点を取る，（2）自作のオブジェ（地元の名産などをモチーフにすることが多い）を目的の場所に障害物を乗り越えて移動し設置，披露（変形）しその技術と芸術度を競う，（3）運動会の競技をロボットで再現してスピードを競う，などが多い．以前は車輪やクローラでの移動ロボットが主であったが，最近は２足または多足のロボットを複数台用いることが多い.

2.4 ロボコンへの取り組み方

参加各校のロボコンへの取り組み方は様々だが，多くの高専において『ロボコン部』という部活動で実施していることが多い．これは，当初は機械工学科，電気工学科といった学科で希望者を募り，3〜5 名程度の学生が 1 台のロボットを作るということが多かったが，ロボットに対する技術レベルが高くなるとともに，1 つの学科の持つ専門技術だけでは設計・制作できない（特にマイコン制御，多足歩行機構など），作業量が増え他の部活動と掛け持ちができない，技術の伝承が不可欠，などの理由で部活動とした方が取り組みやすいからという判断からである.

高専ロボコンの大会までのスケジュールは，概ね以下のとおりである.

・4 月下旬…ルール発表
　　アイデア作成，設計，試作
・6 月中旬…アイデア堤出，本格的に製作
・7 月下旬…アイデア審査結果によりアイデア修正

Fig.3　Appearance　of　Idea

　　夏休みはほぼ毎日作業
　　9 月以降は深夜作業もあり
・10 月〜…順次，地方大会開催
・11 月下旬…全国大会

ロボット製作には，ルールでは決められた上限金額があるが，実際には試作・設計変更による再製作などで相当出費がかさみ，ルールの金額より大幅に上回る場合がほとんどである.

2.5 ロボコンによる教育的効果

ロボコンは『アイデア対決』を謳っているため，ルールに則りながらも如何に面白い動きをして観客を驚かせるアイデアを出せるかという発想力，そのアイデアを具現化出来るかという技術力, 1 つの課題をチーム一丸となって達成できるかいう組織力が問われている.

発想力を鍛えるためには，教員が学生らからアイデアをどうやって引き出させるのかという方法が重要である．１つの例として，まずルールを読んで各人にアイデアを出させ，次に最初に出たアイデア以外のアイデアを出させることで，より個性的なものにしていく，という方法がある．ただし，最近ではロボットは作りたいがアイデアは考えられない，思い浮かばないという学生も少なくなく，問題となっている. Fig.3 にアイデアを討論している様子を示す.

技術力は部活動にすることで先輩から後輩へ伝えていくシステムが確立し，これにより専門技術を学んでいない下級生や専門が異なる学生も様々な技術を習得することが出来る．これには教員，技術職員の他，卒業生や地元企業が協力することもある.

組織力は，スケジュールや予算の管理，メカ製作班と電子回路・マイコン製作班との連携，下級生への指導など様々である．スケジュールは教員がしっかりと指導する必要があるが，ここに企業経験者が入るとよいという事例もある．また，上級生が設計・製作だけでなくマネージャとして動けるようになったほうが好ましい.

2.6 ロボコン活動期以外の取り組み

ロボコンの活動期は 4 月下旬から 11 月までであるが，それ以外のオフシーズンにどれだけ部員の技能を高めることが出来るか，新しい技術習得出来るかが重要となっている．そこで，ロボコンで制作したロボットを出前授業などで子どもたちが操作できるように改造したり，新しいマイコンのプログラムに挑戦したりなど，翌年に良い成績を残すことができるよう，年中活動している．また，前日の出前授業ではロボコン部部員が子どもたちにロボットの操作方法を教えたり，ロボットの概要を説明させたりと，コミュニケーション能力を育ませる体験も積極的に行っている.

3. ロボコン以外のロボット教育

高専ロボコンは高専を代表するロボット教育ではあるが，ロボコンに参加している一部の学生以外の一般学生はほとんど関わりが無いという不完全な教育という側面があることは否めない．ロボット工学は機械と電気電子の融合した学問であるので，当該の学科の学生にはぜひとも全員が学んで欲しいものである．そこで各高専では独自のロボット教育を進めており，佐世保高専も例外ではない．ここでは，佐世保高専電子制御工学科に在籍する学生全員または選択希望者が受講しているロボット教育の例をあげる．その特徴はいずれも高専ロボコンを指導してきて得た教育方法を活用したものである．

3.1 組込みシステム演習

組み込み技術は特に自律型ロボットにおいて大きな位置を占める．従来『マイコン実習』としてマイコンプログラムングを4年生時にたった1回(3時間)だけ行っていたものを，昨今の組込み技術の需要の高まりに応じて大幅に拡充した．その際，高専ロボコンで培ったマイコンプログラムと周辺回路の作成手法を参考にし，特に実習のテキスト作成にはロボコンに参加した学生の協力を得て作成した．

現在，以下のごとく１年生から５年生に至るまで系統的に組込み技術を学ぶことができるようなカリキュラムになっている．

・1 年生…情報処理
　　Ｃ言語の基礎，アルゴリズムなど
・2 年生…マイコン組み立てボードの組み立て
　　簡単なプログラミング
・3 年生…上記マイコンボードを使っての
　　ライントレースカーの作成
　　（4，5 名によるグループ作業）
・4 年生…組込みプログラミング実験・実習（５回）
・5 年生…組込みプログラミング実験・実習（１回）

特に, 3 年生時にはオリジナルのライントレースカーをグループで作らせることで，ロボコンと同じ教育効果を狙っている. さらに, ロボットの設計思想，作業分担，製作状況，制作後の性能評価などを発表させることにより，プレゼンテーション能力を磨き，かつ他のグループとの比較評価もすることができる総合的な工学実習にしている．Fig.4 に発表の様子を示す.

また，一部の学生は 5 年生の卒業研究において組み込み技術を応用した装置やロボットの製作を行っており，上記のカリキュラムが大いに役立っている.

さらに最近では，上記実習の内容を発展させ地元企業の技術者向けの『人材育成事業』としてもセミナーを行っている.

Fig.4 Presentation of LineTrace Robot

3.2 創作実習

高専入学間もない 1 年生に対し，工学的な興味を深めさせ，学年が上がるにつれて難しくなる専門教科の橋渡しとして，複数のテーマを同時に行う少人数によるものづくり授業を実施している．「ロボコンワールドへようこそ！」というテーマでは，２時間×4 週程度でできる，ベニヤ板とモータ，リモコン（モータの正逆回転ができるスイッチ）による移動ロボットを 2 名で 1 台ずつ制作させる．その際，単にものづくりを実体験させるだけでなく，目標とする速度で移動できるようモータの回転数とタイヤの直径を決定させたり，ロボット完成後の試走会で目標通りの速度が出せたかなどの評価，および実習前と後でものづくりに対する態度がどう変化したかを調査するアンケートを行っている.

3.3 総合創造演習

高専では 5 年間の本科課程修了後，1〜2 割の学生がさらに 2 年，専攻科課程に進学し，学士を取得することができる制度がある．佐世保高専では機械，

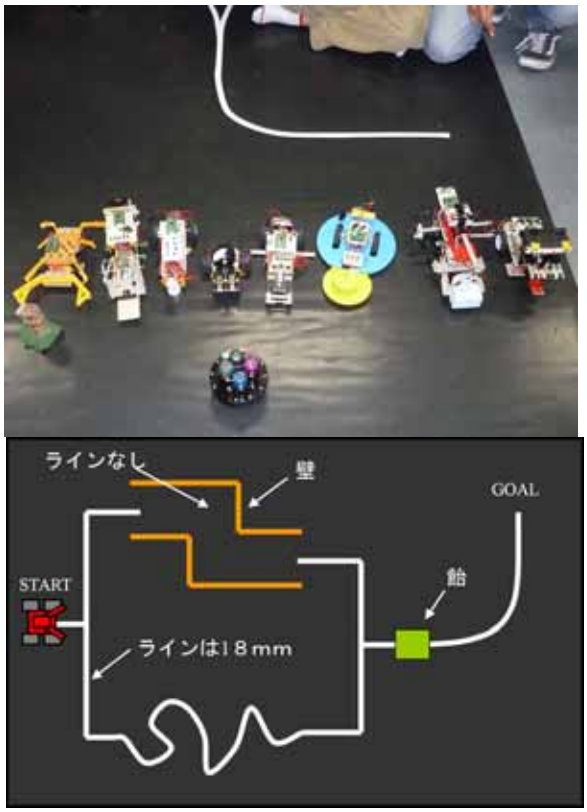


Fig.5 Line Trace Robots (Upper) , Course of Race for Line Trace Robot (Lower)

電気電子，物質の 2 専攻があり，その 2 年時に各専攻の学生が 2 名ずつ合計 2 名でグループを作り，全く異なる分野の技術者が能力を合わせてひとつのプロジェクトであるロボット製作に挑む．また，本演習では学生が自ら部品調達（地元の取引業者にも協力を依頼）と予算管理を行うという，技術者としてより実践的な経験をつむことも目的としている．

製作するロボットは基本的にはマイコン制御による自律移動のライントレースカーだが，毎年異なるルール設定を行っている．例えば，クレーンでボールを掴みながらの移動，障害物を乗り越えるか回避するかはロボットが判断して進むなど，である．電気電子専攻の学生以外はこのようなマイコン制御で動くロボットを作ることはほとんどが初めてで，複合的・複眼的視野を持つ技術者の養成に十分役立っている．Fig.5 に専攻科生らが製作しらロボットたちと、平成 21 年度の課題でのコースを示す。

3.4 製図・3 次元 CAD による設計

電子制御工学科では 1 年次に図学（前期），製図（後期），2 年次に製図（前期）の授業を受講し，機械設計の基礎を学習する．2 年次には 2 次元 CAD 演習を行うが，演習の最後に「オリジナル製品の設計」という課題を行う．わずか 10 数時間しか学習していないので CAD ソフトの基本的な操作しか学ぶことはできないが，3 次元 CAD という立体的に設計できる道具を使ってロボットや自動車，家電などを自由に設計させている．そこでは，機構的なものはほとんど無視し，イラストレーションを作画する感覚で設計させているが，アイデアの発想，具現化をコンピュータ上で体験することができる．

なお，使用する 3 次元 CAD はロボコン部が実際にロボットを設計する際に使用するものと同じであり，ロボコン部員が率先して取り組んだり，同級生に使い方を伝授したりということもある．

4. ロボコン後の学生について

高専ロボコンの教育的効果を評価するひとつの項目として，高専ロボコンに参加した学生がその後の進路があげられる．全国的な統計はないが，本校の場合，大学へ編入学する学生が必ずしも多いというわけではない．たとえば，平成 22 年卒業のロボコン参加者 13 名のうち大学編入学が 7 名で，本学の平均とほぼ同じ割合である．以前，学科で希望者を募っていた頃（～平成 15 年）は学業も優れロボコンに大きな情熱を持った学生が志願していたため，大学進学率は比較的高かった．しかし，参加者が増え，ロボコン部を発足させた以降は成績の如何に関わらず興味がある学生が参加するようになったため，このような結果となっているかと思われる．

一方，就職する企業の業種は，大学編入後の卒業生も含めロボット・メカトロ関連の製造業へ進む卒業生は多い．特に，大学編入後にロボット工学やメカトロ関連の研究に進んだ卒業生は多く，その分野の企業に就職する傾向が高いように思われる．

このように，ロボコンと進学・就職先が必ずしも関連があるわけではないが，ロボコンの体験が少なからず彼らの技術的進歩に貢献出来ていることを切に願う．

5. まとめ

高専ロボコンは高専のロボット教育の最もメジャーなものでありながら，現在曲がり角にきているという．前述の通り参加する学生にしか教育的効果がないほか，最近課題が複雑かつ高度化した影響で強い学校と弱い学校との差が広がっているという見方もある．これは地域差（資材購入のしやすさ，地元企業に卒業生がどれだけ就職しているか，地元企業や自治体の支援があるか，など），教員の熱心さ，設備の充実, 教員の配置, 予算など学校の対応の差，などいくつか要因がある．本年度，各高専のロボコン担当者が一同に集う，高専ロボコンフォーラムが初めて開催され，今後の高専ロボコンをどう盛り上げていけばよいかが主催者（高専機構，NHK）と参加者がともに意見を交換した．これを契機に高専ロボコンがロボット教育の最たるものとなることに期待する．

また，高専ロボコンから派生したさまざまなロボットに関係する授業，実験実習がロボット学会を中心に精査され，また新しい技術が積極的に取り入られることで，高専をはじめとする技術者を育む各種教育機関で先端技術を実体験できる教育法として確立していくことを願う．

参　考　文　献

[1] “NHK　ロボットコンテストのウェブサイト”, http://www.official-robocon.com/top.html

[2] 前田貴信、小野文慈: “ 高専ロボコンのオフシーズンにおける技術向上のための取り組み方 ”, 論文集「高専教育」, 第 32 号, pp.781-786, 2009.

サイエンスを重視したロボット教育

小中学生の取り組みからみえてくるもの

○川原田康文(NPO 法人 ヨコハマ Robot Science)　荒木　貴之(立命館小学校)

Yasufumi KAWARADA, NPO Yokohama Robot Science

Takayuki ARAKI, Ritsumeikan Primary School

Abstract －In the modern world, new skills and techniques are required to survive the ever-changing society. This study shows the recent developments in educational robotics which focus on providing the young minds with those necessary abilities: critical thinking, creativity, and communication.

***Key Words*:** Educational Robotics, Science Education, Methodical Mind

1.　はじめに

社会が大きく変化し、最近ではマウスイヤーと言われるように科学技術の発達は大きい。それに伴って子どもたちだけでなく、大人の社会にも大きな変化が起きている。以前はよりたくさんの知識を習得することが重要であるとされた。そして先人たちの発見した法則や原理などを理解することが、学習の中心とされてきた。

しかし、近年社会の変化とともに学習のスタイルや重視される点が変わってきたと考える。それは、1990年代に始まった情報化の波とともにやってきたのである。世界中のあらゆる出来事を瞬時に知ることができ、世界中の人たちと情報をやりとりしたり通信したりすることも可能となったのである。このことにより、知識・技能重視の学習から思考力、創造力、コミュニケーション力の育成に重点をおいた学習が重視されつつある。

また、現在私たちはその社会で生活を営んでいるが、今後10年、20年経過したとき、今の価値観は果たして重要とされるであろうか。教育においてはその変化も考え、様々な学習を展開していく必要があると考えている。

本発表では、様々な取り組みを発表し、今後の社会を担っていく子どもたちの教育についてまとめた。

2．ロボット教育で身に付ける力とは

ロボット教材は、子どもたちにとってどのような存在なのか、おそらく大人がロボットを認識している感覚とは違ったものであるように感じている。また、子どもたちの発想の豊かさ、ひらめきを形に変えた時の自信に満ちた表情には、まさしく「遊びの天才」と考える。

新学習指導要領では、「生きる力をはぐくむことを目指し，創意工夫を生かした特色ある教育活動を展開する中で，基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ，これらを活用して課題を解決するために必要な思考力，判断力，表現力その他の能力をはぐくむとともに，主体的に学習に取り組む態度を養い，個性を生かす教育の充実に努めなければならない。」としている。自発的に向上し続けようとする力がある限り、その人間は成長し続けるものである。相互にコミュニケーションを取りながら成長できるものであると考える。このような力を育成するにあたり、ロボット教材を使った学習の教育的効果は、とても高いと考える。小中学校の学習指導要領で重視されている観点は、思考力や表現力、コミュニケーション力に総称される「生きる力」であるが、私たちは、教科を超えた学習を通して完成されていくものと考える。つまり、ロボット教材を使った学習の特徴は、実際の動きが体験できること、センサ（入力）及びアクチュエータ（出力）との関連をプログラムで制御する（論理的思考）ことが実践できるところにあると考える。

つまり、ロボット教材を使った学習では、算数や理科、社会や産業の事象などを関連付けて、学習することが可能と考え、現在も実践している。また、グループ学習を取り入れることで、他人とのコミュニケーション力の育成が可能となる。

そして、自ら問題を発見し、筋道を立てて理解していく力を養うことが、子どもたちの生涯にわたる力を伸ばすためと考えている。

これまでの私たちの実践研究から、日頃の生活経験や体験が少ない子どもたちにとって、とても重要なことは、体験し、その中から何を習得するかということを明確にし、子どもたちにも伝えることが重

図１　学習シート例

要であると考えている。そして、習得した内容と習得していない内容を、指導者と学習者がともに確認することで次の学習の目標が明確になると考える。

そこで図1のような学習シートを使用している。このようなシートを使うことで、ロボットのセンサの特性を知るという科学的な学習の中に、センサの使用目的、算数数学の処理・表現、言語活動、そして、生活や社会の中での使用例、将来への展望などが総合的に学習できると考える。また、「ものづくり」を通して行っているため、子どもたちにとっては、この学習は、遊びの延長ともいえる。つまり、習得後の定着が高いと考えている。

３．小中学校などでの取り組みの現状

最近、全国の小中学校でロボット教材を使った学習が行われつつある。しかし、公立小学校では、指導する教員の意志に左右され、公立中学校では、特定の教科（技術・家庭）の学習で行われていることが多い。新学習指導要領の技術・家庭では、計測・制御の授業が必修化されたこともあり、今後すべての子どもたちが学習することになる。

図２　中学校での授業の様子

ロボット教材を使った中学校の教諭の実践からは、知的財産権の教育や、ものづくり、エネルギー変換、および利用、計測と制御、プログラムの作成、社会で使われている様々な技術のガバナンスなどの内容が総合的に指導することができるという報告がある。

また、私立小中学校では、学校の特色として、組織的に取り組まれている場合が多い。特に教科の枠を超えた学習の一環として、実践されていることが多い。

（株）マイクロソフトと（株）ベネッセは、数年前から私立中学校において、ロボット学習とプレゼンテーションを組み合わせた学習を展開している。

このプロジェクトからも、子どもたちの知的探求心や思考力の向上が見られている。

図３　考えを発表する生徒

立命館小学校では、生活科・理科・図画工作科を横断的に結び付け、「ものづくりを重視したサイエンス教育」を実現するために、日本でも初めて「ロボティクス科」という教科を設置し、第 1 学年から第 4 学年まで、年間を通して各学年 30 単位ずつ指導している。

図４　レゴ・ミニセットによる「力・構造」の授業

ターゲットとする 5 つの領域は、「力・構造」「電気・回路」「プログラミング・制御」「デザイン」そして人類や世界の平和のために科学を運用するという「社会倫理」である。これらの取り組みは、CSK、日本ヒューレット・パッカード（日本 HP）、レゴ（エデュケーショナル・ディビジョン）といった企業や、立命館大学・神戸大学・日本科学未来館等の研究者の支援を受けながら、授業は協働で行われている。なお、2007 年度の実践「創造性と論理的思考力を高めるものつくり教育－ロボティクス科の創造」は、JST（独立行政法人科学技術振興機構）の SPP（サイエンス・パートナーシップ・プロジェクト）において、小学校ロボット部門で初の採択を受け、公的資金を受けながら授業開発が行われた。

表 1：立命館小学校と連携する企業とその内容

企業名	連携する内容
CSK	MIT メディアラボで開発された小型コンピュータ「クリケット」の貸与と人的支援
日本 HP	アランケイ博士らが開発した「スクイーク（ソフトウェア）」にかかわる情報提供、PC 等の寄贈
レゴ	「ミニセット」「教育用レゴマインドストーム NXT」などの教材、大会、海外の教育事情等の情報提供

5 年生と 6 年生ではロボティクス科の授業は設定していないが、課外活動として「ロボット部」が活動しており、後述する WRO（World Robot Olympiad）、FLL（FIRST LEGO League）等のロボット大会に 2006 年度より参加し、2008 年度の FLL JAPAN 大会では、「チームワークプレゼンテーション賞」を受賞、2009 年度の WRO では関西地区予選及び全国大会で優勝し、日本代表として韓国で開催された WRO 国際大会へ出場した。

なお、立命館小学校では社会貢献活動の一環として、京都市教育委員会が主宰する「GoGo 土曜塾」に情報提供し、NPO 法人スーパーサイエンスキッズとともに、「スクイーク・ワークショップ」をほぼ月に 2 回のペースで、関西地区在住の小中学生を対象としたワークショップを開催している。

4．WRO や FLL などのロボットコンテスト

WRO（World Robot Olympiad）とは、国立シンガポールサイエンスセンターの発案により 2004 年からスタートした大会で、2009 年度は約 30 カ国で国内大会が行われた。英語圏諸国（英、北米、オーストラリア等）、アジア各国の学校教育機関、科学館等において、自律型ロボットを活用した創造性、問題解決力育成、論理的思考の育成の取組が拡大してきた中、各国連携の活動をする事で国際交流も含めた科学技術振興、人材育成をより推進して行く事を目的に行われている。日本も、2004 年から参加し、2009 年には 2009 年には国内で 800 チームが参加するまで増加した。国際大会では、高校の部で、2007 年に優勝、2009 年に準優勝した。

FLL（FIRST LEGO League）とは、欧米を中心に 1998 年から始まった世界最大級のロボット大会で、ロボット競技とテーマに沿ったリサーチ・チームワーク・テクニカルの３つのプレゼンテーションの総合得点で競い合う競技である。日本は、2004 年から参加している。なお、FLL は年度毎にテーマが設けられており、子どもたちが自発的に社会問題についてかかわることができるような設定がなされている。

表 2：FLL のテーマ設定

2004 年度	NO LIMIT（障害がある方へのサポート）
2005	OCEAN ODDYSSEY（人類と環境との共存）
2006	NANO QUEST（ナノテクノロジー）
2007	POWER PUZZLE（エネルギーの有効活用）
2008	CLIMATE CONNECTIONS（気候変動）
2009	SMART MOVE（環境負荷を低減する移動）
2010	BODY FORWARD（医学への挑戦）

図５ WRO2009International 大会の様子

図6 WRO2009International 大会に出場した日本の子どもたち

5．世界の状況との比較

ロボット教材を使った学習は、社会の変化が激しい社会で必要なコミュニケーション力と創造し、自ら考える能動的な人材を育成されることができると考えられている。このことは、10 年後、20 年後の社会がどのようになっているのかわからないという考えの基取り組まれている。

韓国では、今までのカリキュラムで、学習指導を行っているのでは、時代の流れについて行けることどもたちを育成できないということで、2009 年度から教育カリキュラムを変更し、すべての学習活動の中心を ICT にし、プログラム学習等を含めたロボット教育を小学生から実施している。高麗大学の李教

授は、プログラムの学習を実施する目的は、プログラマーを育成するためではない。この学習を受けることで、子どもたちの思考の広がりが大きくなると述べている。

シンガポールでは、モデル校において、すべての教科において、コンピュータと接続可能なロボット教材を活用した授業の展開が実践されている。語学やコミュニケーション系の科目においてもロボット教材が活用され、文書作成スキルやディスカッションなどで実施されている。また、サイエンスセンターなどで開催されるロボット講座も多数開催されている。子どもたちだけでなく教員向けの講座もあり、教材としてのロボット技術を習得できる環境整備が十分整っている。

図７　ロボット教材に取り組むシンガポールの子どもたち

６．新しい教育の必要性

理科離れという教育課題は、産業の基盤を担う社会人不足という社会問題に発展し、技術立国日本の将来が危ぶまれている。一方、アジア諸外国では日本が先進的に実践してきたものづくり教育を ICT 技術の効果的活用による新しいサイエンス教材の積極的導入し初等学習より推し進められ理科・技術教育の充実が進んでいる。このひとつの教育成果として理工系分野への進学の増加や国際ロボットコンテストでの上位入賞などがある。

一方では、国内の技術教育に熱心な学校においては、ロボットなどの工学技術との関連性を設けた総合的な学習が行われているが、一般的には技術革新のスピードに対応した各学校独自の技術習得や習得技術を活用した新しい授業への対応は十分とはいえない。

これらのことを考えると、20 年後、30 年後の日本や世界がどのようになっているか推測し、社会の人材としての子どもたちをどのように育成していくかというビジョン、教育のカリキュラムや、指導者の育成・研修を最優先で考えなければいけないのではないか。

７．まとめ

50年後、現在ある職業の半分はなくなっているという説もある。以前は自動車を作るラインに多くの人が関わっていたが、現在は、殆どの作業をロボットが行っているように、スーパーで、購入した商品を瞬時に会計できるシステムのニュースをみると、ある程度納得できるのである。最近、科学技術力の発展のスピードや、ロボットを使った国際大会に参加している子どもたちを見ていると、これまでの日本の習慣や考え方は、大きく変える必要があると考える。Lars Nyengaard氏(デンマーク レゴ本社 ロボティクス開発最高責任者)は、これからの教育では、知識・技能を習得し、あるルーティンワークを的確にこなすことが重要ではなく、その場の状況に応じて臨機応変に対応することや、学び方や理解力を学ぶ力が重要であると述べている。

現在、日本が進めている教育改革は、この流れに沿ったものであるようにも思えるが、実際に子どもたちに接している教員に、どこまで伝わっているであろうか。指導者の考え方を大きく変えなければいけない時期がきており、そのための研修や設備など、将来を見据えた質の高い教育を実施するにあたり、検討しなくてはいけない点はたくさんあると考える。

参　考　文　献

[1] 荒木貴之:“ ロボットが教室にやってくる－知的好奇心はこうして伸ばせ　立命館小学校のアイディアー ”, 教育出版, 2008.2.

[2] 荒木貴之・加藤賢次郎:“ デジタルアーカイブを教育に活かす（新しいテクノロジーと学習環境） ”, 学習情報研究 No.210.pp20-23, 2009.9.

[3] 荒木貴之: “ 日本発 21 世紀型教育モデル―つなぐ力が教育を変える ”, 教育出版, 2010.1.

[4] 荒木貴之・川原田康文”レゴマインドストーム公式サイト：先生の声 ”http://www.legoeducation.jp/mindstorms/teaching/index.html

[5] 川原田康文”ロボットを使った論理的思考力を育むカリキュラムの開発 “ 横浜国立大学教育人間科学部紀要自然科学 第 11 集,2009.2

[6] Tomomi Cyubachi, Yausumi Kawarada: “Development of curriculum for children to keep studying”,2nd International Symposium on Robotics in Science and Technology Education,2009.11

地域におけるロボット教育

石原秀則
香川大学工学部知能機械システム工学科

１．総論

地域における青少年を対象とした科学技術関連の理解増進活動において，ロボットの果たしている役割は，極めて大きい．現在，理科実験教室，自然観察教室など，青少年に対して科学技術へ親しんでもらうための試みは各地で行われている．しかし，小学生を対象としている場合，その原理を追求することはなく，科学の不思議を体験するにとどまっている．もちろん，科学に関心を持ってもらうことを目的としているので，その意味では目的は達成している．ただ，不思議な体験により科学に興味を持ったとしても，それを持続，発展させるための取り組みが必要である．現時点で，各地で実施されている関連する教室は, 同じプログラムを毎年繰り返しているものが多く, 一度は体験できても，さらなる体験を追加することが難しい．

ロボットを教材として用いる青少年向けの教室では，ものづくりの体験とプログラミングに主眼を置いているものが多い．現在の子供たちの遊びの中に，ものづくりが消えつつある中で，ものづくりを体験させることは，重要な意味を持っている．ロボットを組み立てていく過程で，道具の使い方を覚え，構造を理解することで空間認識能力を育て，さらにはマニュアルを読むことで読解力も身につけることができる．つまり，科学技術を身につける上での基礎能力を身につけることが可能である．

プログラミングにおいても, 単なるワープロ, ネットサーフィンといった PC の使い方ではなく，PC 本来のプログラミング機能について理解し，論理的にアルゴリズムを構成することで，論理的思考能力も身につけることができる．

このように，ロボットをツールとすることで，科学技術を理解し，身につけていくための準備ができる．

しかし，地域でのこのような活動では大きな問題がひとつある．それは，地域においては，コンテンツを提供する組織, 人材が限定的であるため, コンテンツを増やすことが極めて難しいことである．先に述べた理科実験教室などと同様に，複数のプログラムを用意することが難しいため，折角子供たちが関心を持っても，それをのばすことが極めて難しい．その欠点をカバーする一つの方策が，全国で展開している各団体をネットワーク化することであろう．各団体が有するコンテンツを相互活用することで，コンテンツの幅を広げ，対象の年齢も広げることが可能となる．

２．香川における活動

香川県では，主に香川大学，かがわ高専（旧詫間電波高専），e-とぴあかがわなどが，ロボットを題材に，青少年に向けた理解増進活動を行っている．それぞれの団体が独自に，県内のイベントなどでロボット製作体験教室を開催している．内容としては，香川大学はマイクロロボットをテーマとしたおもちゃ作り（リモコンの車），かがわ高専，e-とぴあかがわが LEGO マインドストームを利用したプログラミングに特化したロボット作りを行っている．そのほかにも，香川ヒューマノイドロボット研究会という民間グループが，2 足歩行ロボットを用いたデモンストレーションを各地で行っている．e-とぴあかがわにおけるロボット教室では，参加者からの要望もあり，一度教室に参加した子供たちを対象とした上級コースも開講している．

2010 年 2 月 21 日に，JR 高松駅前のホールで，ロボットをモチーフとしたイベントを開催したところ，約 1200 名の来場者を集めた．本イベントは，JST「科学と芸術の集い」受託事業を受けて実施した「科学と芸術の集い」ロボットアーティスト大集合で，ロボットデモやアニメデザイナーの講演を行った．アンケートなどを見ると，ロボットなどへの関心が極めて高いことが見て取れる．また，香川県内の小中学校にチラシを配布したところ，1 週間で 1000 名を超える申込があったことからも，同様のことが見て取れる．

これらの活動を通じて，このような機会を増やしていくことの重要性が確認される．しかし，継続的に実施していくための実施体制，資金対策を整える必要があるが，香川県においては，香川大学にしか工学部がないことなど，体制面において課題がある．

HITACHI
Inspire the Next

「企業におけるロボット教育」

（株）日立製作所 機械研究所
都市ロボティクスプロジェクト
細田 祐司

1 目 次

1. 日立のロボティクス開発の歩み
2. ロボット開発とRT教育
3. 人間共生ロボットEMIEWの開発
4. まとめ

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

2 目 次

1. 日立のロボティクス開発の歩み

（機研）社外HP：ロボティクス／開発の歴史
http://www.hitachi.co.jp/rd/research/robotics.html

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

3 日立のロボット研究開発のビジョン

人間共生を大目標として、先端技術開発を推進

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

4 ロボット開発の歴史（移動技術）

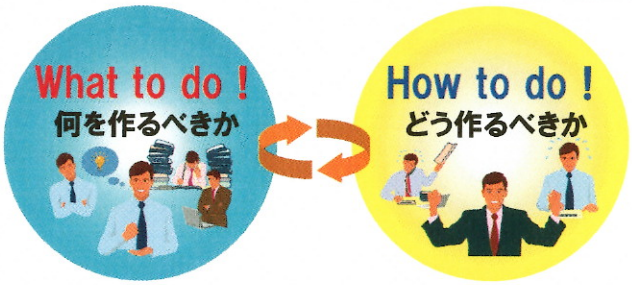
Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

5 目 次

2. ロボット開発とRT教育

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

6 新市場・新RT製品創生の両輪



市場開拓途上のサービスロボット開発では日常

新しい市場・製品を産出せるRT技術者の育成

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merl

7 What to do のプロセス

既存製品
製品企画＝市場動向調査＋演繹的コンセプト策定

市場がまだ見えないサービスロボット
価値の創造＝今は存在しない必要性の創造

新しい文化・生活の仮説

製品コンセプトの仮説

機能・仕様の仮説

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merl

8 What to do の教育

企業ではOJTが基本

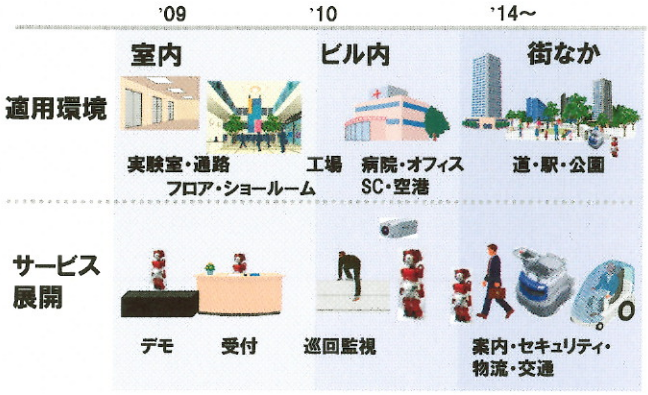
○施　策:
- 若手による長期研究開発計画の策定:企画力の訓練
- 模擬開発による一貫開発訓練:Ex. つくばチャレンジ、ロボカップ

○ポテンシャルアップの方向性:
- 世の中に対する好奇心・夢⇔実用製品を見るストイックな目
- シナリオ構築力＝イメージ力、具体的に絵にする能力
- 技術の目利き＝総合知識の獲得:T型からπ型へ

○グローバル化に向けた学校教育の改革:
- 自分の発想で物事を考え抜く力
- 自分の意見を明確に主張し他者との議論で磨く力
- 提案スキル:提案を通す力、人を説得する力

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merl

9 将来像:人間共生ロボットの適用環境とサービス



Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merl

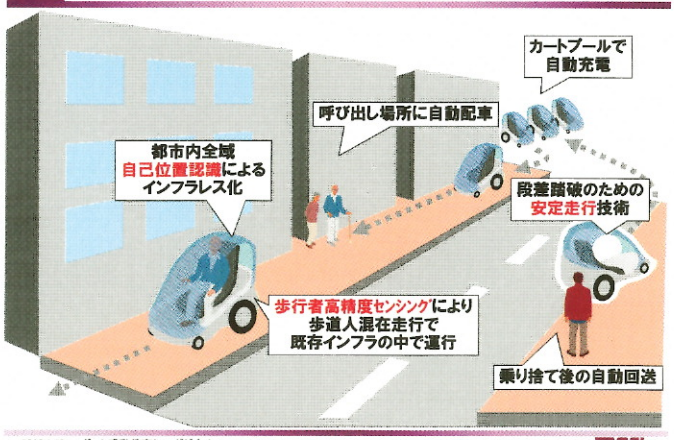
10 将来像:コンパクトシティー:都市物流ロボット応用イメージ

宅配運搬量:657万個/年（人口3万人の場合）
（宅配便＋生協等＋スーパー等の個人宅配）

大量の配送を人とロボットで分担

事業規模(物流ロボット):650億円/年
（国内人口カバー率1%/年として）

11 将来像:都市交通における自律カート応用イメージ



Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merl

12 模擬開発教育：つくばチャレンジ 2009

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merL

13 模擬開発教育：つくばチャレンジ 2009：ビデオ

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merL

14 What to do の教育

企業ではOJTが基本

○施　策：
- 若手による長期研究開発計画の策定：企画力の訓練
- 模擬開発による一貫開発訓練：Ex. つくばチャレンジ、ロボカップ

○ポテンシャルアップの方向性：
- 世の中に対する好奇心・夢⇔実用製品を見るストイックな目
- シナリオ構築力＝イメージ力、具体的に絵にする能力
- 技術の目利き＝総合知識の獲得：T型からπ型へ

○グローバル化に向けた学校教育の改革：
- 自分の発想で物事を考え抜く力
- 自分の意見を明確に主張し他者との議論で磨く力
- 提案スキル：提案を通す力，人を説得する力

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merL

15 How to do の教育（1）

課題解決型作業：日本が得意としてきたが教育問題で陰りが出てきた
これもOJTが基本（実力は実際の仕事で身に着く）

○ロボット適用教育のステップ：
- ロボットキット教育：新人向けメカトロ技術教育，味見効果のみ
- ロボット模擬開発：計画、設計、製造、実証までの開発管理を体験
- 実システム開発：この経験を積み重ねスキルを磨くのが王道

○実システム開発の前段階（What to do の要素を含む）：
■システムコンセプト企画：
- 短期作業：市場の把握、自他ベンチマーク、勝てるコンセプト
- 長期計画：市場仮説、コンセプト仮説に基づき所要技術探索

■システム仕様の策定：
- ニーズ分解、課題抽出、解析サーベイによる完成像のイメージング
- 設計、製作、実証、運用全てを俯瞰した目標仕様の決定

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merL

16 How to do の教育（2）

○実システム開発の後段階（How to do の世界）：
■開発計画の線引き・開発体制の確保：
- 期間、開発予算、人的資源の制約下で開発計画の立案
- 開発過程での進捗把握、計画修正を含む遅延防止管理

■設　計：下記各設計を相互に理解する必要がある
- 機械設計：安易なCAE活用の前に基礎力修得が必要
  - モノ作りに対する理解：製造現場の体験
  - 物理挙動に対する理解：机上計算による本質の確認
  - 三次元空間把握力：手書き二次元図面による設計修行
- 電気設計：
  - CAE設計技術：機械設計に比べ初心から有効
  - 実装設計技術：ノイズ、接地、熱、高周波等の対策スキル
- 制御ソフト設計：ロボット模擬開発による学習に効果あり
  - システム物理特性の把握、最終動作イメージの把握
  - 機構運動、機構構造、アプリに合わせた物理現象の理解

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merL

17 目　次

3．人間共生ロボットEMIEWの開発

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved
merL

18 日立の取り組み

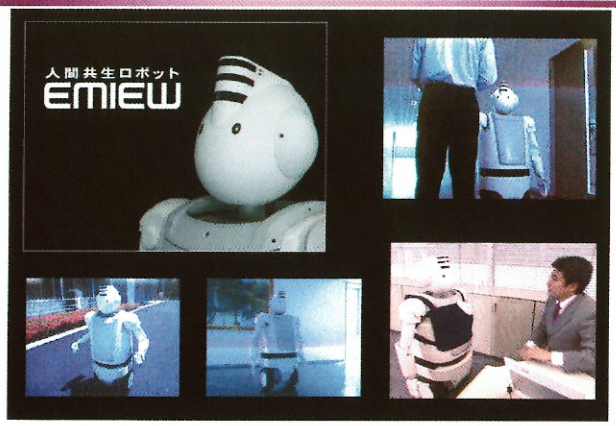
- 「NEDO次世代ロボット実用化プロジェクト」に参画

NEDOプロトタイプロボット展
（05/6/9～19）

日立グループ館
（05/8/6～28）

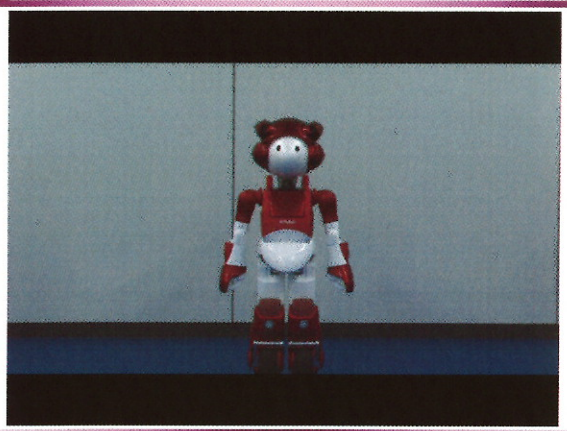
Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

19 VIDEO



Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

20 EMIEW 2 のビデオ

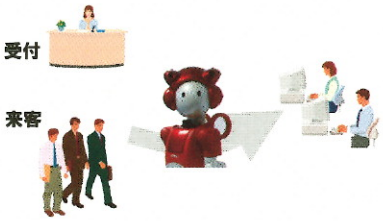


Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

21 日立の考えるロボットフィールド

案内

人の中でのサービス



- 本質安全（=軽量）
- ストレスを感じさせない機敏さ（=2輪・高速）

ビル全域移動

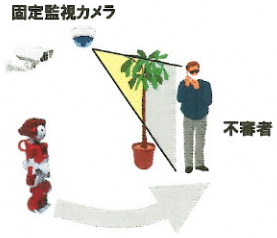
- 設備連動
- 2足移動

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

22 日立の考えるロボットフィールド

セキュリティ

死角レス



死角の補完

心理バリア低減

随時監視

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

23 4. まとめ

- What to do, How to do. を常に要求されるサービスロボットの開発を、新規のRT製品開発の雛型と捉え、OJTの視点から企業内教育の在り方について述べた。
- その実践の実例として、自律移動システムのコンセプト提案、つくばチャレンジへの取り組み状況を紹介した。
- またこれまでの開発例としてEMIEWシリーズの開発成果について紹介した。

Copyright © Hitachi,Ltd. 2010 All rights reserved

◇◆「ロボット感動教育シンポジウム２０１０」開催のお知らせ◆◇

ロボット教育（ロボットを対象とした教育、ロボットを用いた教育）は、 若い人の育成や理科回帰、ソフトとハードを融合できる人材教育、先端的なメカトロニクスやものつくり教育、また教育を通じた国際貢献という意味で重要な分野であります。日本ロボット学会のロボット教育研究専門委員会では、ロボット教育に関して、まず現況把握調査を実施し、その理想的なあり方とカリキュラムを考察し、それらを踏まえて、教育認定のありかたの検討とともに、ロボット教育への提言としてとりまとめるべく活動を実施しています。今回、その途中経過を報告し、インテンシブな議論の場、将来のプロジェクト化の議論の場として「第二回ロボット感動教育シンポジウム」を開催することとしました。皆様の活発なご議論を通じたこの分野の深化を期待します。

■シンポジウム概要

日程： 2010 年 3 月 30 日 (火)　10:00～18:10
会場：東京大学　工学部 2 号館（221 講義室）
プログラム：ロボット感動教育に関する講演とパネルディスカッション
参加費：無料

■講演者（敬称略）と講演内容

10:00　開会の挨拶　　佐藤 知正（東京大学大学院　情報理工学系研究科）

≪第一部：ロボット教育の体系と手法≫

10:05　琴坂 信哉（埼玉大学大学院　理工学研究科）
　　講演①「ロボット感動教育」

10:10　坪内 孝司（筑波大学大学院　システム情報工学研究科）
　　講演②「カリキュラムとしてのロボティクス」

10:40　村井 健介（産業技術総合研究所　関西センター）
　　講演③「国策としてのロボット教育への期待」

11:10　三宅 なほみ（東京大学　大学発教育支援コンソーシアム推進機構）
　　講演④「ロボット教育手法、教育手法からみたロボット」

12:10 － 13:30 〈昼食〉

≪第二部：ロボットコンテストの広がりとその効果≫

13:30　手操 能彦（株式会社デンソー　技術企画部）
　　講演⑤「キーノートスピーチ　～ロボットコンテスト夢卵から得られるもの～ 」

14:00　田中 孝之（北海道大学大学院　情報科学研究科）・河村 隆（信州大学　繊維学部）
　　講演⑥「ロボットコンテストの企画と実際」

14:30　前田 貴信（佐世保工業高等専門学校　電子制御工学科）
　　講演⑦「高専におけるロボット教育」

15:00　川原田 康文（NPO 法人 ヨコハマ Robot Science）・荒木 貴之（立命館小学校）
　　講演⑧「サイエンスを重視したロボット教育」

15:30 － 16:00 〈休憩〉

16:00　石原 秀則（香川大学工学部　知能機械システム工学科）
　　講演⑨「地域におけるロボット教育」

16:30　細田 祐司（株式会社日立製作所）
　　講演⑩「企業におけるロボット教育」

≪第三部：ロボット教育プロジェクト提案へ向けて≫

17:00　パネルディスカッション　～ロボット感動教育提案～
　　司会：佐藤 知正　　パネリスト：発表者、フロアの方

18:00 － 18:10　閉会の挨拶　　琴坂 信哉