

## ロボットを対象とした新しい相互作用のデザインの試み： 函館観光振興用ロボット IKABO を例として

松原 仁・柳 英克・鈴木 昭二・和田 雅昭・  
片桐 恭弘・中島 秀之・鈴木 恵二・小野 哲雄

We have proposed and developed a squid-like robot “IKABO” for Hakodate sightseeing promotion. We have designed not only the robot itself (hardware and software) but also intellectual production system, education system and local contribution system in Hakodate. We think the robot can be a new communication tool to connect Hakodate with the world.

Keywords: local contribution (地域貢献), intellectual production (産学連携), entertainment (エンタテインメント)

### 1. はじめに

本論文ではわれわれが製作した函館観光振興用ロボット IKABO (図1) についてそのデザインの方  
考え方について論じる。IKABO はロボットの技術そのものについては特に新しいところはない。このロボットの新しいところは、デザイン要素を拡張した人・モノ・地域・教育・活動などを有機的に繋ぐ相互作用のデザインにある。その狙いは的中し、IKABO は函館観光のシンボルとして観光スポットであるいは CG の中で活躍している。

### 2. IKABO の歴史

開発のきっかけは 2005 年に函館を含む道南地域の地元民有志から公立はこだて未来大学に対して函館の観光を振興するための「いかロボット」の製作依頼があったことである。函館市では毎年 8 月上旬に港祭りが実施され、歩行者天国の道を数万人が「いか踊り」を踊りながら練り歩く。そのときに一緒に踊ることのできるロボットを作ってほしいというのが地元民の要望であった(その後地元民有志は

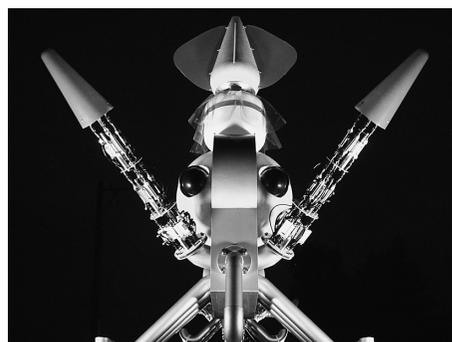


図1 IKABO 1号機  
(函館港祭りで市内を巡行)。

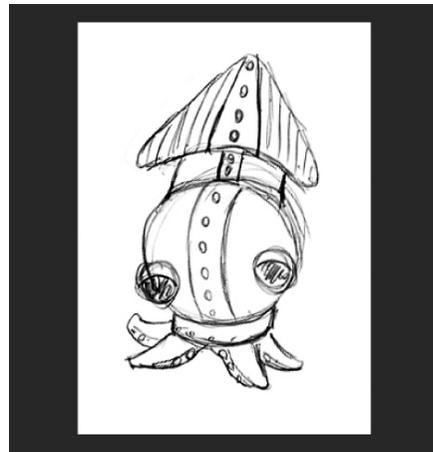
---

An Attempt for New Design of Interaction Using Robot: An Example of Hakodate Sightseeing Promotion Robot “IKABO”, by Hitoshi Matsubara, Hidekatsu Yanagi, Sho’ji Suzuki, Masaaki Wada, Yasuhiro Katagiri, Hideyuki Nakashima (Future University Hakodate), Keiji Suzuki, and Tetsuo Ono (Hokkaido University).

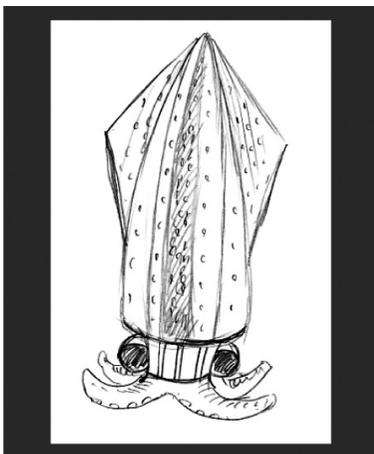
「ロボットフェス・インはこだて」市民の会を設立し、この組織が資金集めなど「いかロボット」に関する活動の中心となっている)。著者らが函館工業高等専門学校(現函館大学)の教員、地元民、地元企業などと何度も議論を重ねた上で 2006 年秋に「いかロボット」の 1 号機を完成させた (IKABO HP 文献参照)。地元民の当初の希望は高さ 20 メートルのロボットであったが、安全性や可動性や費用の面から 2 メートル程度のものとなった。市民から愛称を募って IKABO という名称に決まった。函館市内の各種イベントに出演して「いか踊り」を披露し、多くの新聞やテレビに取り上げられた。2007 年夏にはほぼ同じデザインの 2 号機が函館工業高等専門学校によって製作され、この年の港祭りに 2 台揃って初登



-1. 製作優先型



-2. キャラクタ重視型



-3. オリジナル依存型



-4. オリジナル脚色型

図2 ハードウェアデザインの方向性.

場して「いか踊り」を地元民と共に踊った（その後毎年港祭りに登場している）。その後も現在に至るまで市内だけでなく札幌や東京で各種イベントに登場している。また IKABO のグッズも作成され販売されている。2008 年末に函館市の依頼で市内の業者が作成した函館観光振興を目的とした動画 CG（イカール星人といういかの形をした宇宙人が函館を襲うというストーリー）にイカール星人の手先の悪役として IKABO が登場した（イカール星人 HP 文献参照）。この動画は Youtube やニコニコ動画で大ヒットしてさまざまな賞を受けた。当初の目的であった函館のシンボルとしてのロボットという役割は十分に果たしていると思っている。

いかロボットとしては大阪大学で開発したものが

ある（大阪大学いかロボット HP 文献参照）が、これは水中で動く実物のいかを模したもので、われわれのものとはデザイン上の考え方が異なる。

地域振興において何かオリジナルなものを開発する試みは古くは「一村一品運動」など多くの事例がある。また昨今は映画やアニメの舞台をファンが巡る聖地巡礼と呼ばれる動きが広まりつつあり、それを観光に生かそうという試みも始まっている（岡本, 2009）。聖地巡礼による観光振興は、インターネットでイカール星人の CG のファンになった人に IKABO の実物を見に函館に来てもらうというわれわれの考えに通じるところがある。またご当地キャラクタをデザインして観光振興などに用いる例がある。それらの中でわれわれの IKABO が異なるの

はロボットとして人間との動的なインタラクションが実現できる点にある。イカール星人のCGの中の五稜郭タワーのロボットが登場するが、最近発表された通天閣ロボット（通天閣ロボット HP 文献参照）はその流れを受けたご当地キャラクターのロボット化の動きの一つである。

### 3. デザインコンセプト

IKABOの開発コンセプトは函館の「光の街」という地域の特色を活かした「光」と、地域と世界を繋ぐメディアを意味する「連携」から「光と連携」とした。このコンセプトに基づいて、インターネットに接続可能な「通信機能」・「光」によるインタラクションを実現する「イルミネーション機能」・IKABOの対面あるいは非対面のリモート操作を実現する新たなインタフェース・これらを統括して制御するソフトウェア・IKABOの地域祭り参加・IKABOの運営組織・インターネット上のIKABOサイト開設・広報戦略など、プロダクトデザインの枠を越えた視点からデザイン要素を抽出している。

### 4. IKABOにおけるデザイン開発の特徴

IKABOデザインの特徴は、ロボットを人々に新たな経験を提供するプロダクトとして、デザイン要素をモノ・ヒト・観光振興・地域貢献・教育にまで拡張してコンセプトメイクを行った点である。その結果、本来のプロダクトデザインにおける機能・形態・使い勝手などデザイン要素の優先度を見直し新たに構築した。特に造形的な要素はロボットの機構や動作・素材・開発技術・開発予算など不確定要素や想定される制約が多いため優先度を低くした。しかし、IKABO開発のクライアントである「ロボットフェス・イン・はこだて市民の会」メンバーや産・官・学・民の関係者に対してロボットデザインのチャレンジな提案に理解を得るため、ハードウェアの造形的なデザイン案の方向性を検討した（図2）。ハードウェアデザインの方向性としては、ロボットのメカ部分を強調したもの・メカと筐体で覆う部分を調整したもの・可動部の決定・オリジナルであるいかなの形態に対する依存度の調整などが検討の対象となる。以下に4つのデザイン案の方向性を提案している。



図3 キャラクタ重視型の完成イメージ。

#### 4.1 製作優先型

ロボット素材として金属やプラスチックなど硬質なものをご想定しており、プリミティブな立体でデザイン構成を行うため、高度な加工技術を必要とせず製作が容易で制作期間の短縮と製作コストを低く抑えられるメリットがある。一方で、各パーツの親和性が低いため動作の自由度も低く、造形的な制約があり無骨な形になりやすいというデメリットがある。いかなの形態に対する依存度は低い。

#### 4.2 キャラクタ重視型

ターゲットユーザをご想定したキャラクター形成に焦点を合わせ、愛らしさを感じさせる工夫として、幼児体型に準じた筐体と大きな目の動作で表情を表す機構を持っている。いかなの形態から特徴的な要素のみを抽出し、ロボットのイメージを強調する形に再構成している。プリミティブな立体のパーツと可動域の大きいパーツで機能の棲み分けを行い、制作面のメリットと造形性のバランスを取る狙いがある。いかなの形態そのものの依存度は低い。

#### 4.3 オリジナル依存型

製作工程の簡易化よりもいかなのオリジナル形態の特徴を多く取り入れ、リアルないか型ロボットの実現を追求する。イルミネーションなどの光のパターンもいかなの生態に準じるもので、造形素材は柔軟性のある発泡ウレタンや樹脂・ゴム素材などを想定し、リアルな質感を目指している。

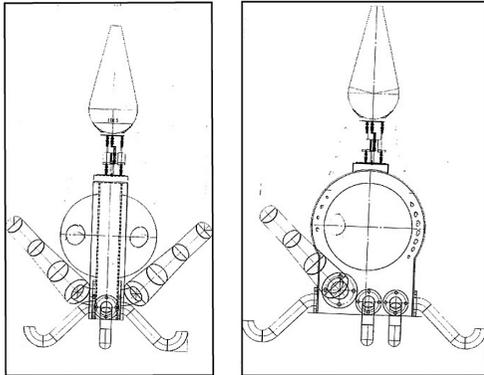


図4 仕様設計の検討.

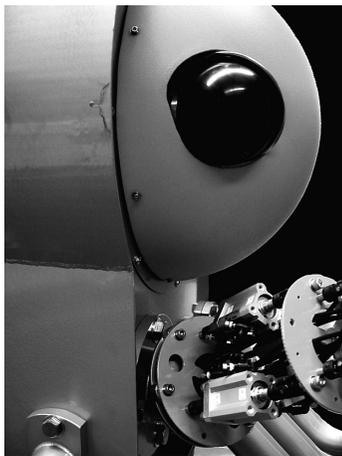


図5 IKABO 可動部の機構.

#### 4.4 オリジナル脚色型

キャラクタ重視型とオリジナル依存型の中間に位置するもので、ロボットとしての構造的な特徴を持ちながらもいかのリアルな質感を持っている。プロポーションに変化を加えることで強いキャラクタの形成を行っている。

これら4つの方向性について検討を行った結果、製作・機能・機構・造形性・キャラクタ性などのバランスを考慮したキャラクタ重視型の図2-2のデザイン案を推進して行くことが決まった。このフェイズではいか型ロボットのデザイン案をシンボルキャラクタとして完成させ(図3)、デザイン案に基づいての仕様設計を地元の機械製作所が行った(図4)。総制作費が500万円という制約があるため、ロボットを構成する主なパーツは工業製品の流用を基本とし、漁業用のプラスチック製浮き玉や水道用バル

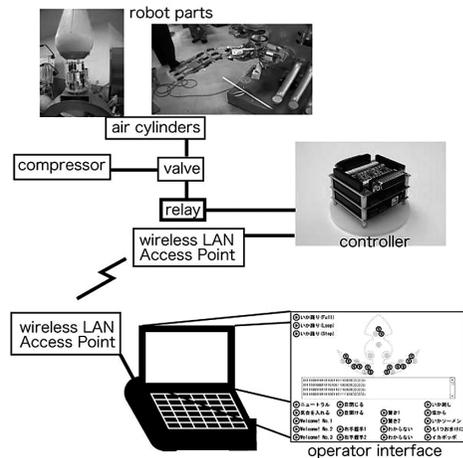


図6 IKABO のシステム構成.

ブ・ステンレスボウル・工事現場で使用されるコーンなどを仕様に応じて選択し試作を行った。可動式の足は、3つの関節を持ち空気圧シリンダー9本が伸縮する機構になっており両足共に512通りの動作を実現している(図5)。空気圧シリンダーは目の部分に1本と頭部にも3本内蔵しており、これらはIKABO本体のH8マイコンで制御される。またIKABO頭部に仕込んだイルミネーションと全ての可動部が外部PCから無線LANを通じて送られる制御指令を受けて作動する(図6)。

#### 5. IKABO におけるロボットデザイン開発の試み

IKABO をロボットデザインの側面から「光と連携」というコンセプトに基づいて地域と世界を繋ぐ新しいメディアと位置付けた。特にメディア機能に重点を置き、センシングデバイスによる環境情報の表示とサウンド生成によるメッセージの発信、携帯電話などのモバイルからの信号による動作の制御や光のインタラクションの実現を目指す提案を行った(図7)。当初はIKABOを制御する専用デバイスの開発を想定していたが、任天堂のWiiリモコンが開発され、動作の制御は全てWiiリモコンで代用できることが分かったため、Wiiリモコンを利用したネットワーク経由の遠隔操作を実現するソフトウェア開発を行った(図8, 9)。

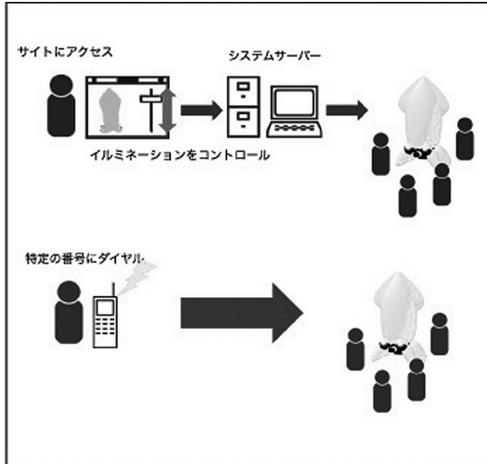


図 7 IKABO のメディア機能とシステム構成.

## ウェブサイト-ソフトウェア

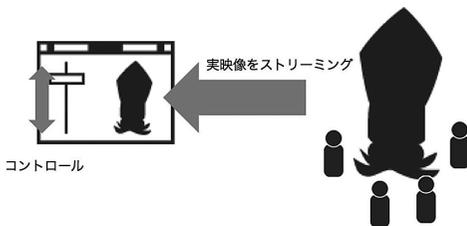


図 8 遠隔操作を行う Web サイトのイメージ.

## 6. IKABO が実現する連携と相互作用

ロボットデザインにおいては人とロボットを繋ぐインタラクティブシステムの構築が最も重要なデザイン要素となる。IKABO の開発においてはデザインコンセプトの「光と連携」に基づいて無線 LAN による遠隔地操作で光と動作のインタラクティブシステムを構築し、あらかじめ連続した動作をプログラムして本体に保存し、無線 LAN からの制御で作動することが出来る。これまで音楽に合わせたいか踊りと数パターンの挨拶をこのプログラムによって実演している。これら試作段階で実現した無線 LAN からの制御機能をインターネットに拡張し、ストリーミング映像の配信も成功している(図 10)。

IKABO 開発は「観光用ロボット制作運営プロジェクト」あるいは「函館の人にもっとロボットに親し



図 9 Wii リモコンによる IKABO の操作 (科学未来館:Digital EXPO 2009).



図 10 IKABO の遠隔操作によるストリーミング映像の配信.

んでもらおうプロジェクト」というテーマのもとに大学における 3 年生のプロジェクト学習の教育プログラムに組み込み継続して行っている。学生プロジェクトは、世界のユーザが IKABO にアクセスするための公式サイトを作成し(図 11, 12)、ユーザが直接制御できるようにインターフェースの設計を行ない公開する計画である。さらに、IKABO 後継機開発やイベントの企画・運営など様々な活動で地域に入り込んで行き、若い感性と活力で地域を活性化させると同時に、貴重な学びの場を得ている。

IKABO は港祭りはじめ函館のイベントや TV 番組などに出演して観光シンボルの役割を果たす一方、函館市が企画した観光振興用のアクセス数 100 万を超える CG 動画の中にコミカルな役回りで登場し、その人気から観光みやげグッズが発売される

## ウェブサイト-ソフトウェア

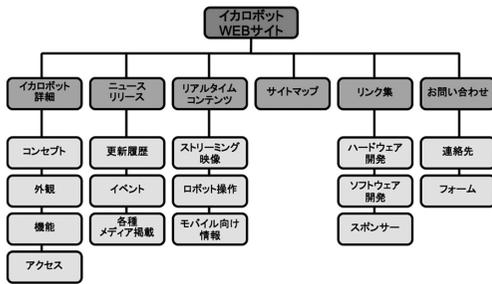


図 11 IKABO サイトのコンテンツ設計。

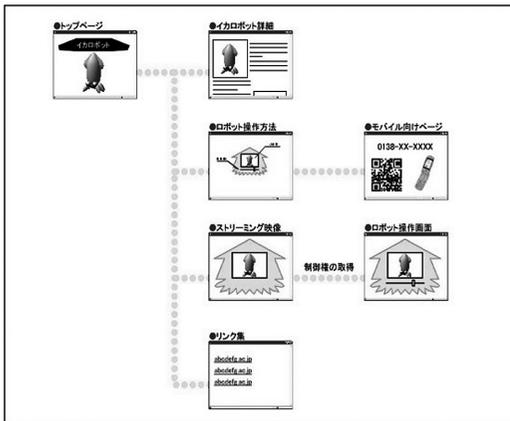


図 12 IKABO サイトのコンテンツ設計。

までになった。近い将来には、日本全国あるいは世界各地からマスメディアを通じて IKABO を知り、インターネット経由で IKABO の制御を経験した人々が、函館という街に興味を持ち訪れてくれることを期待している。

IKABO デザインの本質はプロダクトデザインの枠を越えた視点からデザイン要素を拡張し、人・モノ・地域・教育・活動などが有機的に相互作用をもたらすインタラクション・デザインにある。

### 7. 地域の連携と活動

はこだて未来大学は自治体（現在の区分で函館市、北斗市、七飯町）がスポンサーとなって 2000 年に開学した公立の大学である。開学当時から地元に着した産・官・学・民の連携を重視することがうたわれていたが、必ずしも開学当初からの連携がうまくいったということではない。IKABO プロジェクトは人・モノ・地域・教育・活動などへデザインの対

象を拡張したプロジェクトであり、地元民・はこだて未来大学・函館工業高等専門学校・市役所・地域の企業・函館市や北斗市の議会などを有機的に繋ぐ方法の提案をしている。地元民・はこだて未来大学・函館工業高等専門学校・地元企業などが IKABO プロジェクトの実現について多くの議論（10 回程度）を行い、お互いの考えを理解し合う過程で地域の繋がりが形成された。それらに加えて市役所、市議会などを加えた「ロボットフェス・インはこだて」市民の会が結成され IKABO の運営母体となり、資金集めや会報の出版、IKABO 絵画公募展など継続して活動を行っている。いまは IKABO プロジェクトをきっかけに、道南圏将来構想などさまざまなところで地域の連携が形成されている。

### 8. おわりに

IKABO のデザインの考え方について述べた。従来のロボットはもっぱら技術的な新しさを志向していたために人や社会の活動との相互作用を創出するものは多くないが、IKABO は技術的に新しいところはないもの人や社会の活動との相互作用を創出する非常に稀な例であると考えている。最近 1 号機より小さい IKABO3 号機が完成した（函館工業高等専門学校はそれとは異なる 4 号機を完成させた）。3 号機も 1 号機とは違った形で人や社会の活動との新たな相互作用を創出するものと期待している。さらには当初の案であった 20 メートルのロボットを何らかの形で実現するために案を練っている最中である。またデザインの面では、いかの 10 本の「足」を機能として全部使っていない（IKABO1 号機は 2 本の「足」が動くことができる）のが不満なので、より多くの足を生かすにはどうすればいいか検討している。

### 謝辞

IKABO の作成および運営についてお世話になっている「ロボットフェス・インはこだて」市民の会、公立はこだて未来大学、函館工業高等専門学校および業者のみなさんに感謝します。特に IKABO1 号機の運営に関わってくれた公立はこだて未来大学のプロジェクト学習の学生のみなさんに深く感謝します。

## 文 献

IKABO HP. <http://ikarobo.com/> (2010/5/4)  
 イカール星人 HP. <http://ika-r.com/> (2010/5/4)  
 大阪大学いかロボット HP. <http://www.naoe.eng.osaka-u.ac.jp/ikarobot/> (2010/5/4)  
 岡本 健 (2009). アニメ聖地巡礼行動における旅行者の情報環境に関する研究. 第6回観光情報学会全国大会.  
 通天閣ロボット HP.  
<http://www.tsutenkakurobo.com/>  
 (2010/5/4)

(Received 31 Jan. 2010)

(Accepted 17 June 2010)



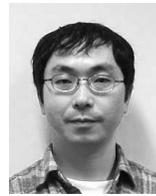
松原 仁 (正会員)

1959年東京生まれ. 1981年東大理学部情報科学科卒業. 1986年同大学院工学系研究科情報工学専攻博士課程修了. 同年通産省工科院電子技術総合研究所(現産業技術総合研究所)入所. 2000年公立はこだて未来大学情報アーキテクチャ学科教授. 2010年同複雑系知能学科教授. エンタテインメントコンピューティング, ゲーム情報学, 農業情報学などに従事. NPO ロボカップ日本委員会会長, NPO 観光情報学会会長, 人工知能学会編集長.



柳 英克

京都生まれ. 1980年東京芸術大学美術学部デザイン科卒. NHK「できるかな」, フジテレビ「ひらけポンキッキ」をはじめTV・CM・舞台などで, デザイン・イラストレーション・造形美術・アイデアプランを手掛ける. マルチメディア作品によるインスタレーションやパフォーマンスなどの創作活動を経て2000年4月より公立はこだて未来大学に着任する. 現在はマルチモーダルな情報表示法やニューメディアの開発をテーマに研究活動を行っている.



鈴木 昭二

1993年筑波大学大学院博士課程工学研究科修了. 博士(工学). 日本学術振興会特別研究員, LAAS, 理化学研究所を経て, 1995年大阪大学助手となる. 2000年より公立はこだて未来大学助教授となり2007年より准教授現在に至る. 移動ロボットの研究に従事. 日本ロボット学会, 日本機械学会, IEEE 会員.



和田 雅昭

平成5年北海道大学水産学部漁業学科卒業. 同年株式会社東和電機製作所入社. 平成16年北海道大学大学院水産科学研究科環境生物資源科学専攻博士後期課程(社会人特別選抜)修了. 平成17年公立はこだて未来大学講師. 平成18年同大学助教授. 平成19年同大学准教授. 海洋をフィールドとするセンサネットワークシステム等の研究に従事. 平成18年度山下記念研究賞. 博士(水産科学). 情報処理学会, 日本航海学会, IEEE 会員.



片桐 恭弘 (正会員)

1981年3月東京大学大学院工学系研究科情報工学専攻修了. 工学博士. NTT基礎研究所, ATRメディア情報科学研究所を経て現在公立はこだて未来大学教授. 自然言語処理, 社会的インタフェース, 対話インタラクションの認知科学の研究に従事.



中島 秀之 (正会員)

1983年, 東京大学大学院情報工学専門課程修了(工学博士). 人工知能を状況依存性の観点から研究. マルチエージェントならびに複雑系の情報処理とその応用に興味を持っている. 主要編著書: Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments (Springer), 知能の謎(講談社ブルーバックス), AI辞典第2版(共立出版)他.

**鈴木 恵二**

1965年生。1993年北海道大学大学院工学研究科精密工学専攻博士後期課程修了。同年北海道大学助手。1995年同大学助教授。2000年公立ほこだて未来大学助教授。2004年同大学教授。2008年北海道大学教授。複雑系工学，マルチエージェントシステム等の研究に従事。博士（工学）。情報処理学会，人工知能学会，IEEE等各会員。

**小野 哲雄 (正会員)**

1997年北陸先端科学技術大学院大学情報科学研究科博士後期課程修了。同年，(株)ATR知能映像通信研究所客員研究員。2001年，公立ほこだて未来大学情報アーキテクチャ学科助教授。2005年，同学科教授。2009年より北海道大学大学院情報科学研究科教授。博士（情報科学）。認知情報科学，人工知能一般に興味を持つ。特に，ヒューマンロボット（エージェント）インタラクション，インタラクティブシステムに関する研究に従事。