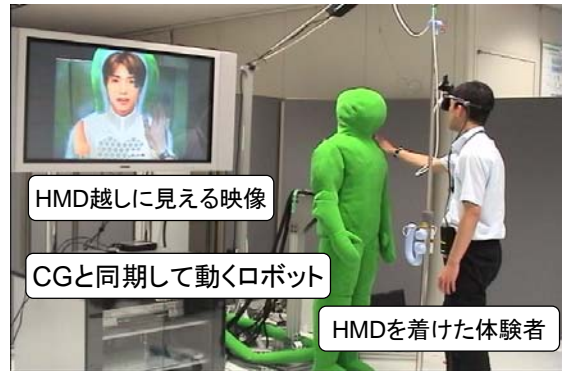


# 複合現実とロボットによる 実体を持ったアバター 「バーチャルヒューマノイド」の 可能性

庄司道彦  
(NTTドコモ 総合研究所)  
mshoji@acm.org

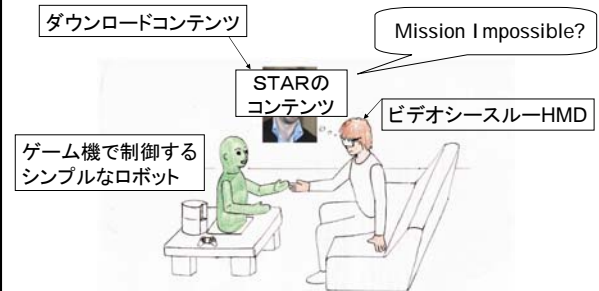
## バーチャルヒューマノイドとは？



## ビデオ(視点映像)



## 目標: realなplayer



※ビデオシースルーHMDは、アイカメラの映像を画像処理し、現実と合成した映像を接眼部のディスプレイに表示します。

## 特徴

- ビデオシースルーHMDで現実と仮想を合成。
  - 任意の視覚効果が付加できる。
- ロボットとCGとのシンクロ
  - 両者はボーンの寸法と構造が同じ。CGはロボットの関節角度データを追って動く。
- 軽量・安全
  - 宇宙作業ロボットの制御技術で‘やわ’なロボットを制御

## なぜドコモが？

答えは最後に

## 時間配分

1. 概要とバックグラウンド(30分)
2. 要素技術の説明(30分)
3. 開発の経緯と今後の展望(30分)

## 何のためにやってるのか？(1)

普及へのハードルを  
越えられないロボットに  
新しい商品像を与える

## 何のためにやってるのか？(2)

全てが経済的価値に還元される  
「身も蓋もない未来」としての現在.

未来を作る職業としての  
プライドを賭けた挑戦.

## 日本のロボット産業の現状

ブーム.  
しかし...

AIBO, QRIO開発中止の衝撃

工業用をのぞくと、  
一社あたりの売り上げは  
数十億円程度.

## 開発者・研究者の思い込み

売れないのは性能が  
足りないからである

残酷な真実  
商品企画として  
イケてない

ロボットはユーザーにとって「何」  
なのか？

商品として成立していない現実

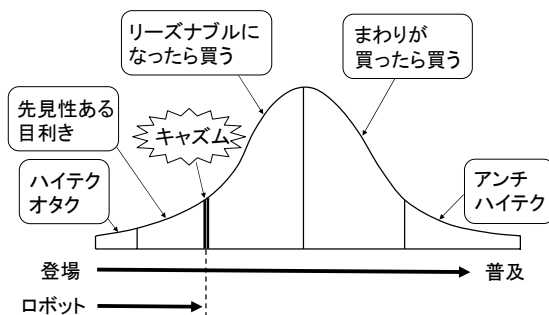


マイコン→パソコンのような質的転換が必要



ユーザにとって何をやる装置と成りうるのか？

キャズム (1991年 J. A. Moore)



現状認識

古典的なロボット像では  
キャズムを超えられない

逆から考える

この30年にキャズムを  
超えて家庭に入り込んだ  
新手の高額商品は何か？

回答欄

普及を押し込んだ根源的な欲求

# 所有欲・独占欲

論理的帰結

# スター独占ロボ

## 「会えない人に会える装置」

HMDを使ってヒューマノイドロボットにアバターを重畳表示し、ロボットを人間の姿に見せる、ある種のメディアプレイヤー



## 先駆者たち

研究者	ロボット	合成画像	合成法	用途
大橋・鈴木ら (1997)	アーム型	ロボットのCG	HMD	介護ロボットの親和性向上
舘 (1999)	全身型	人の実写映像	プロジェクタ	医療ロボットに医師の姿を合成
三輪・石引ら (2001)	胸像型	人の実写映像	HMD プロジェクタ	対話相手の姿をロボットに合成
山田・渡辺 (2002)	アーム型	CGキャラクタ	HMD	顔色が変わるインタラクティブな腕相撲ロボット
本研究 (2005)	全身型	CGキャラクタ	HMD	コンテンツ再生

## ゲーム業界との関係

ゲーマーはお腹いっぱい

→ 別腹のメニューとしてコンテンツ再生に特化したロボットはどうか？

## 皮算用

(ドコモの公式見解ではありません)

次々世代ゲーム機

全機種合計5年で1億台？

その1%がゲーム機接続型

ロボットを使うなら100万台。

## 続・皮算用

登場から5年目までに  
ハード300億円/年,  
ソフト300億円/年程度,  
ゲーム市場の拡大に貢献？

## 続々・皮算用

登場から10年目までに  
1億台のゲーム機の5%に  
つながるとしたら？

「そんなに、誰が買うのか」

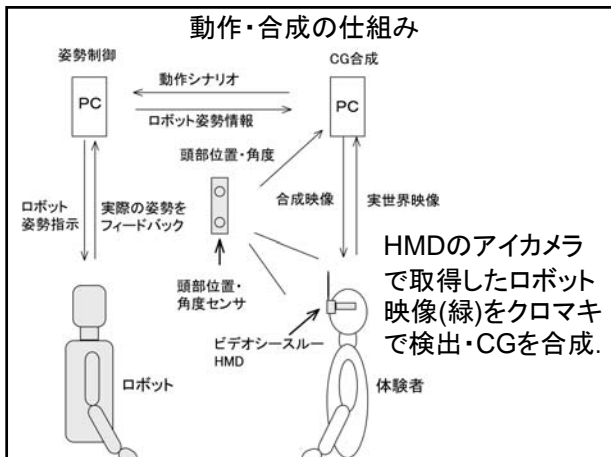
かなり高い確率で,  
2015年頃  に  
巨大な  市場ができる。

## 第一部終了

この後は第二部

- ・技術解説
- ・Siggraphでの展示の紹介

### 動作・合成の仕組み



### ハードウェアスペック:PC

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 複合現実システム用サーバー              | 1 |
| HMD接続用クライアント               | 1 |
| 客観視点合成用                    | 1 |
| CPU: Pentium 2.8GHz        |   |
| Memory:2048MB              |   |
| Graphic card:              |   |
| NVIDIA Quadro FX4000 AGPx8 |   |

## ハードウェアスペック:HMD

Canon VH-2002

- 立体視対応ビデオシーサー型  
(左右アイカメラの映像をPCで処理し、  
接眼部のディスプレイに表示)
- 視野角:  
水平 51度, 垂直 37度
- 解像度: VGA
- 入力: NTSC

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 31 ]

## ハードウェアスペック:センサ

Laser Bird(ヘッドトラッキング用)

- 6自由度  
x,y,z 座標, ロール・ピッチ・ヨー
- 走査範囲: 水平±50度, 垂直±60度
- サンプリングレート:  
240point/s, 遅延5.7ms
- Interface: RS-232C

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 32 ]

## CGモデル



3ds max で制作  
リアルタイムレンダリング:  
OpenGL+OGRE

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 33 ]

## コンテンツ制作工程



モデリング  
→音声収録  
→リップシンク  
→CGモーション  
→ロボットモーション

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 34 ]

## 技術的な課題

複合現実の3つの課題

光学的整合性: 実環境とCGの照明にずれがない  
幾何的整合性: 位置がずれてない  
時間的整合性: タイミングがずれていない  
上記3つに加え、「力学的整合性」が必要

力学的整合性: CGのモーションが力学的に  
ロボットで実演可能であること

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 35 ]

## ロボットへのCG合成に関する問題

ロボットと(複数の)CGモデルとの体格差を  
どう吸収するか?



→ '後光' が差した  
キャラクター。  
結果的に光学的  
整合性は不要に。

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 36 ]

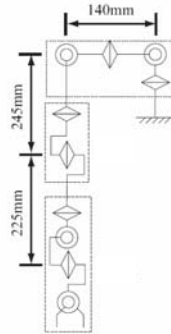
## ハードウェアスペック:ロボット



片腕1.5kg,  
胴体7kg

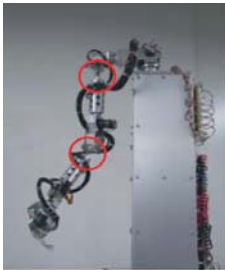
カセンサ  
(前腕, 上腕)

## ハードウェアスペック:ロボット



関節自由度  
肩 5  
肘 1  
手首 3  
首 3  
胴体 1

## ロボット制御の問題



軽量化すると動作中振動。  
→宇宙用ロボットアーム  
の振動抑制技術を導入

ひずみゲージを用いた  
振動検出システムを,  
人との接触検知にも使用

※東北大学近野助教授との共同研究.

## ロボットアーム(ビデオ)



## ひずみゲージ

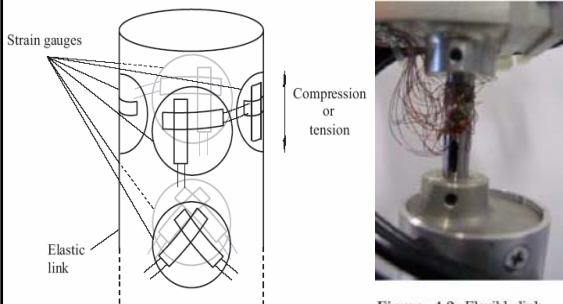
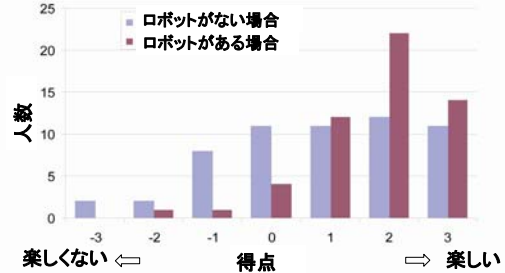


Figure 4.2: Flexible link.

## アンケート評価:楽しかった?

被験者:日本人の大人111人 (男性:54 女性:57)



ロボットがある方が楽しい, という評価

## Siggraphでのデモ



5日間で約1000人が体験

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 43 ]

## 体験者の感想は主に3種類

1. Cool!
2. Incredible!
3. Amazing!

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 44 ]

## もっともウケていたのは？

中高年女性一般客

会場の警備員

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 45 ]

## 会場での反応

バーチャルな存在が手を触れてくる、という点が新しい。(VRの研究者)

勤務中なんだが、やってみたい。(会場の警備員)

このプロジェクトの行方に関心がある。見守りたいのでwebサイトを教えてほしい。(会場設営業者のボス)

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 46 ]

## 会場での反応(2)

リアルなCGは気持ち悪い。  
本当に不気味の谷を越えるか？  
と思っているのか？  
(日本人の先生)

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 47 ]

## 答

なってもならなくても良い。  
自由なエフェクトで現実を  
超えた面白さを！

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 48 ]



## これまでの、ネットでの反応

男の鼻息のようなものを感じる

(自分はネトゲ廃人でも)  
日本の将来が心配だ

人類就要滅亡了orz

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 49 ]

## これまでの反応まとめ

直接体験した人  
新しい体験の提供として、  
コンセプトを高く評価(外国人)  
実装上のあら探し(日本人)

ネットで見ただ人(日本人・外国人共通)  
介護等の実用系あるいは  
エロ系の用途しか思いつかない

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 50 ]

## 第二部終了

この後は第三部

- ・開発の経緯
- ・「なぜドコモでやってるのか」への回答

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 51 ]

## 開発の経緯(1)

着想は2000年11月末.

(ROBODEX2000を見た夜.)

12月より大学の研究室で助手.

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 52 ]

## 開発の経緯(2)

研究室の方向性と違いすぎ  
→ 一人で週末に自宅で研究.

2001年9月に(後光の)特許を  
弁理士に相談. 翌年1月出願.

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 53 ]

## 開発の経緯(3)

2002年秋  
実用化可能な企業に企画書  
を持って売り込み.

Do Co Mo CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 54 ]

## 開発の経緯(4)

実用化可能な企業の(推奨)条件

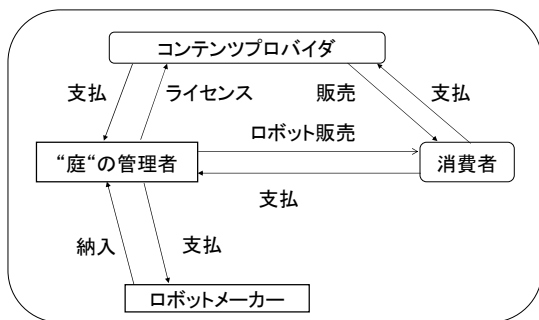
- ・複数メーカーから規格化されたハードを調達している  
個人向けのサービス事業者.

## 開発の経緯(5)

実用化可能な企業の(必須)条件

- ・複数のコンテンツビルダーとのエコシステムを維持している  
個人向けのサービス事業者.

## Walled garden model



## 開発の経緯(6)

理想はi-modeのビジネスモデル  
(コンテンツの少額決済も得意)  
そこで、ドコモを訪問.

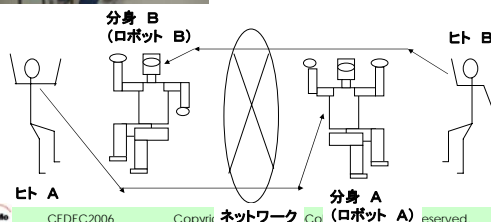


企画は否定. 入社は可.  
2003年8月ドコモ入社.

## 開発の経緯(7)



ドコモの元々の分身ロボットの  
コンセプト



## 開発の経緯(8)

ドコモの元々の分身ロボットの  
問題点

身振り手振りを伝える未来の電話である、  
というが...

想定するユーザー層(家族)と  
商品像(腕に貼った電極から人の  
動きをコピーするロボット)が乖離



この方向性は取りやめ

## 開発の経緯(9)

自分の企画が通らないので  
東北大近野助教授との共同研究  
でロボットアームから着手。

2004年秋  
ついに企画にGOサイン。

## 開発の経緯(10)



初代:  
2005年3月完成  
可動部は首だけ。

(ビデオ:別ウインドウ)  
2005年9月のロボット学会で発表。

## 開発の経緯(10)



2代目:  
2005年11月完成。  
首, 胸, 肘が可動。  
(肩, 手首はフリー。)  
(足は飾り。)

2005年12月NTTのイベントで一般公開。  
(体験者数約600人)  
2006年6月デジタルコンテンツシンポで発表。

## 開発の経緯(11)



3代目:  
2006年9月完成。  
可動部は首, 胸, 肩,  
肘, 手首。

男性CGを追加。

2006年夏siggraphで発表・公開。

## ここまでのまとめ

ロボット業界の問題点  
・キラーアプリがない。

ゲーム業界の問題点  
・ユーザーがお腹いっぱい。

一つの突破口としてドコモの  
バーチャルヒューマノイドを紹介。

## 今後の予定

2006年9月16日～17日,  
インタラクティブ東京(科学未来館)で  
一般公開予定。

※WEBサイトで15日からとあったのは間違い。

## 今後の予定

2006年9月30日  
契約切れにつき退職.

→ ドコモにおけるプロジェクト終了

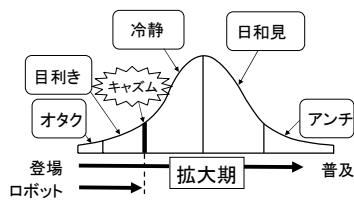
## 番外編:明日はどっちだ

よく頂くコメント  
大型VR施設になら入るのでは?



しかし、その先の発展は?

## ハードが先か?コンテンツが先か?



コンテンツダウンロードのビジネスモデルは拡大期に入ると良いが...  
→ 立ち上げ期のコンセプト見直し

## どう立ち上げる?

アリーステージを引っ張るのは、見返りを求めずに自作コンテンツを公開するマニア層。(アルビン・トフラーの言う「革命的な富」?)

今これを具現化しているのは?

→

## 全ての道はSecond Lifeに通ず? (1)

2006年8月18日~20日, Second Lifeの現実世界でのカンファレンスで語られた将来像

(MYCOMジャーナルシリコンバレー101の報道)  
<http://journal.mycom.co.jp/column/svalley/189/>

第1段階 ゲーム  
第2段階 ビジネス (←今ここ)  
第3段階 ミックスワールド  
(例: WEBカメラを窓にしたバーチャル/リアルワールドでの同時開催イベント)

## 全ての道はSecond Lifeに通ず? (2)

第4段階?

バーチャルヒューマノイドを使うと、バーチャル世界の住人がアバターの外見を保ったまま現実世界に出てこられる。



バーチャルワールドの住人に対して、現実世界への出現ポイントとなる。(やっぱり分身ロボット?)

## 最後のまとめ

ロボットにアバターを合成するバーチャル  
ヒューmanoイドの可能性

- ・初期の段階ではバーチャルワールドから現実世界に現れるための“よりしろ”として使われる。
- ・拡大期には商用コンテンツが揃い、ある種のリアルプレイヤーのように使われる。

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 73 ]

## またお会いしましょう



このビデオはCEDECのWEBサイトにアップロードされます

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 74 ]

## 既発表文献リスト(1)

庄司道彦, 三浦郁奈子: “リアルメディアプレイヤーとしてのヒューmanoイドロボット: 全体コンセプト”, 第23回日本ロボット学会学術講演会, 3F34(Sep. 2005)

三浦郁奈子, 庄司道彦: “リアルメディアプレイヤーとしてのヒューmanoイドロボット: コンテンツ生成のための動作印象評価手法”, 第23回日本ロボット学会学術講演会, 3F35(Sep. 2005)

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 75 ]

## 既発表文献リスト(2)

廣崎尚登, 近野敦, 庄司道彦, 内山勝: “分身ロボットのための人間型9自由度ロボットアーム”, 第6回計測自動制御学会システムインテグレーション部門学術講演会(SI2005), 1D4-4(Dec. 2005)

庄司道彦, 三浦郁奈子: “複合現実とロボットによるデジタルヒューマンコンテンツの実体化”, 第2回デジタルコンテンツシンポジウム, 2-2 (June 2006)

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 76 ]

## 既発表文献リスト(3)

M. Shoji, K. Miura, A. Konno: “U-Tsu-Shi-O-Mi: The Virtual Humanoid You Can Reach”, Siggraph2006 Emerging Technologies, (July 2006)

庄司道彦: “複合現実とロボットによる実体を持ったアバター「バーチャルヒューmanoイド」の可能性”, CEDEC2006, (Aug. 2006)

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 77 ]

## 既発表文献リスト(4)

K. Miura, M. Shoji: “Similarity of human motion: congruity between perception and data”, SMC2006, (to be appeared in Sep. 2006)

CEDEC2006 Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved. [ 78 ]

## 既公開特許リスト

庄司道彦「画像処理システム、画像処理装置およびディスプレイ装置」特願2002-013792(個人出願、審査請求中)

Michihiko SHOUJI, Image processing system, image processing apparatus, and display apparatus, PCT/JP03/00523  
(上記特許のPCT出願の米国移行、一部許可済、一部継続審査請求中)



CEDEC2006

Copyright©2006NTT DoCoMo Inc. All rights reserved.

[ 79 ]