

公益財団法人 国際高等研究所
2017年度 第1回 エジソンの会



人間社会との調和のとれた 新たなセンシングとアクチュエーション

場 所: 国際高等研究所

2017年4月25日(火)

(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR)
知能ロボティクス研究所長・ATRフェロー
萩田 紀博



1. 人と機械の調和的協働とは？ Human-Machine Harmonious Collaboration

目 次



1. 人と機械の調和的協働とは？
Human-Machine Harmonious Collaboration
2. ATRは先駆的な人とロボットの調和的協働を開発
3. CRESTでも新たな人と機械の調和に挑戦
4. スマートネットワークロボットは人と機械の調和的協働の宝庫
- * 総務省 膨大な数の自律型モビリティシステムを支える多様な状況に応じた周波数有効利用技術の研究開発の研究委託による
5. ビジネス化を加速するフォーラム(i-RooBO Network Forum)もできているよ
6. 倫理的・法的・社会的課題(ELSI)はこれから
7. まとめ



なぜ調和が大事なのか？



人が機械を制御する ⇒ We agree it?

機械が人を制御する ⇒ We do not agree it.



Human-Machine
Harmonious
Collaboration

Harmonious (or Ballanced)
Collaboration between
Human and Machine



立石科学技術振興財団
は1990年代初頭に
人と機械の調和を重視していたんだ

5



2.
ATRは先駆的な
人とロボットの調和的協働を開発



公益財団法人 立石科学技術振興財団

設立の趣意

今日、日本の科学技術の進歩・発展は著しいものがありますが、エレクトロニクス及び情報工学の分野における技術革新も、いまでは社会的・経済的にきわめて大きな影響を及ぼしています。(中略)しかしながら、その技術革新のスピードが速いだけに、技術革新がそれら機器やシステムを使う主体である人間に及ぼす影響が十分考慮されない傾向があります。このため、本当に使いやすい機器・システムの開発が大きな課題になっています。

一方、今後の技術の飛躍的な発展のためには、人間の素晴らしい知識能力を規範にしたファジィなどの人工知能技術を確立し、使いやすい機器・システムの提供はもちろん、**人間がより楽しく創造的な活動をするのに**広く役立たせることが期待されます。このような情勢に鑑み、オムロン株式会社、立石一真及び立石孝雄の醸出資金により「立石科学技術振興財団」を設立し、

エレクトロニクス及び情報工学の分野で、**人間と機械の調和を促進する研究**

及び国際交流に対し助成をおこない、

技術革新を人間にとって真に最適なものとすることに寄与せんとするものであります。

http://www.tateisi-f.org/?page_id=236



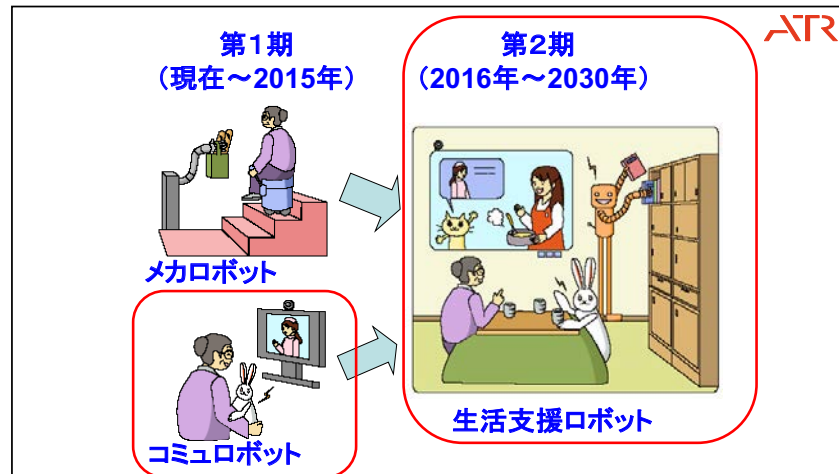
立石 一真



立石 孝雄



2004年内閣府で言ったこと



Press Release for Robovie R2 and M2 from ATR
with Nobuo Yamato, Vstone and Tomotaka Takahashi, Robo Garage
2003.10.28

ATR



ATR

2003年に
ヴィストン(大和社長)と
ロボガレージ(高橋智隆)とATR(萩田)
と3人で報道発表したんだ

2003年10月28日報道発表

ATR



ATR



人型ロボットで
大阪ドリームチーム5年連続
ロボカップ優勝!!

ATR



ATR

2004年から
ロボカップでも5年連続優勝したんだ

単体ロボットのセンシング能力は
飛躍的に向上した

ATR



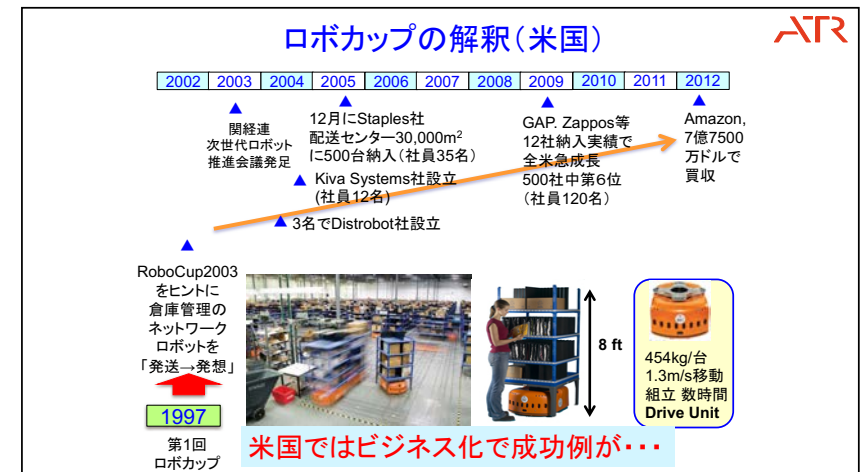
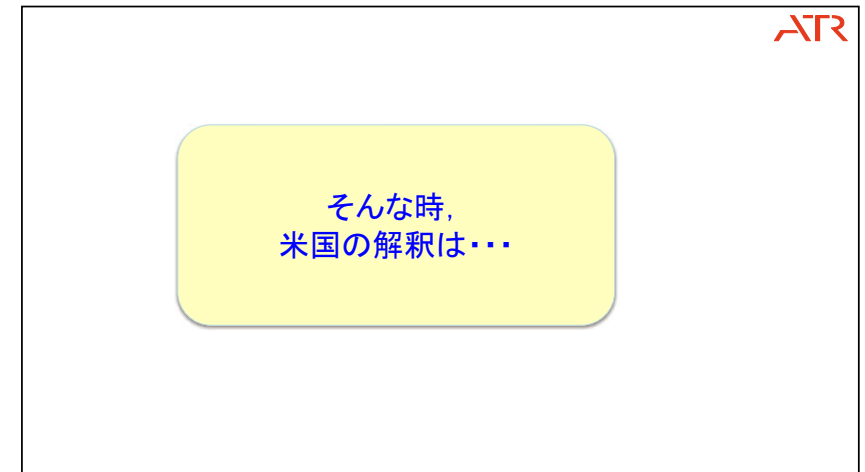
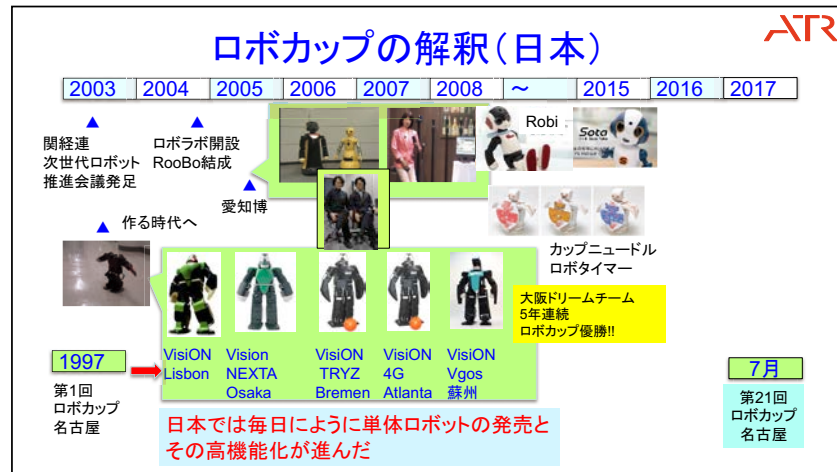
2004年リスボン



2005年大阪



2007年アトランタ



ネットワークロボットの振る舞い -Kiva Systems-



- ・床1mおきに(人手で)2次元バーコード(位置情報)
→ロボットのカメラでずれを検出補正して自律移動。
- ・WiFiでコンピュータクラスタに情報を送信
- ・コンピュータクラスタは情報操作と運搬トラフィック制御の両方を担当
- ・倉庫周りの箱詰ステーションに
ヒューマンオペレータ遠隔操作者:
- ・ロボットは、時には中2階にエレベータで上がったりして、特定のラックを探し、ステーションに運ぶ。
- ・バッテリー充電が要るとき:「一杯飲み行く」と話す→適切なタイミングを見つけ出す1時間に5分位充電。

アイディアのヒント:

2003年ロボカップのビデオをMITの友人と議論して、仕様を決定

2010年5月時点でGAPを含む12社に導入



販売実績とBefore/Afterは？



○販売実績:2008年4月時点で1000台のロボット出荷

○納入先(いずれも配送センター)

- (1)Staples社:30,000m²で500台のロボット
- (2)Walgreens(ドラッグストアのチェーン店):数100台のロボット
- (3)Zappos(オンラインの靴店)で420万品の靴、ハンドバッグ、着物を扱う。

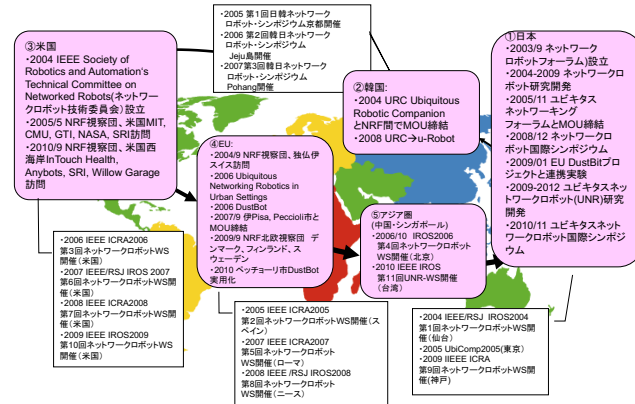
○Before/After

- ・Kiva System : 600~700アイテム/時間(6秒以内に1回の早さ)
(ベルトコンベア:人ひとり 200~400アイテム)
- ・10,000m²四方の倉庫400~600万ドルで配備
(ベルトコンベアを設置するのに比べて遙かに安い)
- ・Kiva System: 数週間
(ベルトコンベア:建設に12から18ヶ月)

海外との連携を
忘れるな!
→標準化では大事

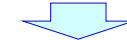


ネットワークロボットの国際的拡がり(2004-2011)

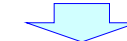


1994~

Internet of People (IoP)



2007~

Internet of Things (IoT)
Internet of Everything (IoE)

クラウドネットワークロボット

2020~

Internet of Presence (new IoP)



Amazonだけでなく、
ニトリやヤマト宅急便がいろいろな
物流支援ロボットを導入しているよ

センサとアクチュエーションを知的に
制御するネットワークロボットなんだ

二人ぼっち

Alone Together

ロボットとお遍路さんとは似てるんだ

ATR

二人ぼっちは同行二人と
似ているんだ

山道は
バーチャル型ロボット
が守ってくれる

寺に着くと
ビジブル型ロボット
に拝む

存在感メディアの時代がやってきた

ATR

ロボットもホビーからおもちゃ価格まで下落

2003年
ロボットがアニメからホビーの時代に

2013年
日用品がロボット化する時代に



Robovie M (ロボビー・エム)
約40万円
(ヴイストン社製)



3分間
しゃべる
タイマー

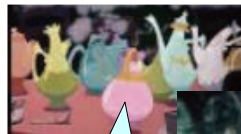


日清食品の懸賞品(非売品)
「カップヌードル ロボタイマー
トリオ」(ヴイストン社製)

不思議の国のアリス
- The Unbirdday Song -

日用品がしゃべる

ATR



これも二人ぼっちビジネス
の基本要素なんだ

クラウドネットワークロボット
で、これが現実の世界で
実用化できる時代
が来ているよ。



ヴイストンとロボガレージ社の合作

ATR

これも二人ぼっちビジネスだね



ディアゴスティーニ
<http://deagostini.jp/rbi/>

Robi2 9月発売予定



<https://robotstart.info/2017/01/23/robo2-presl.html>

ATR

アマゾン エコー(2015～)



Echo Dot
\$49.99



Amazon Echo
\$179.99



Amazon Tap
\$129.99

ロボットは少なくとも次の3機能を持っているよ

ATR

1. Sensation 認識

Seeing, hearing, touching

2. Actuation 駆動

Moving, gesturing, talking
delivering goods

3. Intelligent Control 制御

Communicating with other
robots, sensor networks,
smartphones, etc.



ATR

一方
ロボットサービスとは?

34

ロボットサービス

ATR

これら3機能をもつCityは
ロボットシティになるんだ



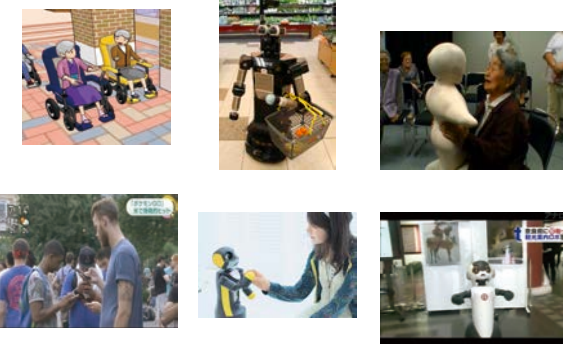
ロボットサービスとは？



- ◆本来、人でもできるが、
人手不足、長時間労働、単純作業、
多地点出張など人の代わりに
ロボットに代行した方が望ましいサービス
- ◆衛生面、人命(原発被爆、伝染病)、近所関係
などで、人ではできないサービス

37

ロボットサービスはサイバー空間と フィジカル空間の両方を使うんだ



サービスロボットとロボットサービスの違い



- ◆サービスロボットはロボット中心だが
- ◆ロボットサービスは、
 - ・ICTのスマホ、センサーネットワーク、
ウェアラブルセンサなどが連携して
生まれるサービス。
 - ・IoTの一部でもある。

38

社会常識(社会的知能)
を持った
ロボットサービスとは？

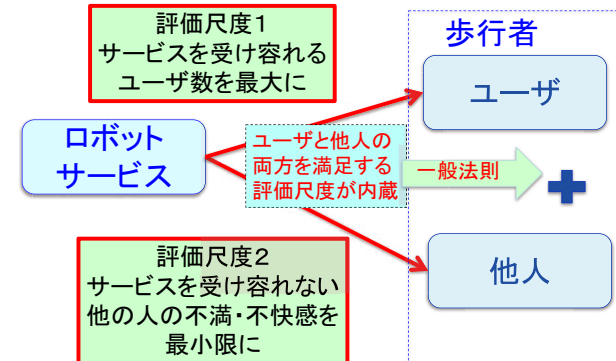


40

ロボットサービスの
 良し悪しを決めるのは
 ユーザだけではないんだ
 —快不快の本質がここにある—

41

ロボットサービスはユーザが喜ぶ
 サービスだけを提供しても受け容れられない



行き交う場所はロボットサービスの宝庫だけど...
 ユーザとそれ以外の人混在する



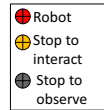
人の位置・高さと進む方向・行動が繁華街
 で計測可能に (Crest Project by ATR、2012)



ロボットに近づく人のモデル

ATR

立ち止まって話す確率26.3%,
立ち止まって観察する 確率25.9%,
ゆっくり近づく4.1%, その他の動き
→ 人との衝突回避プログラムに反映

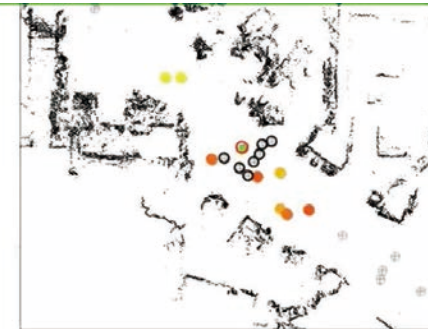


Stop to observe (a group coming from center), and then stop to interact (A woman in red)

Reproduced in a simulation

ロボットが案内サービス をすることによって起きる混雑

ATR



人々の動きが予測できるようになると(2012, 大阪南港)

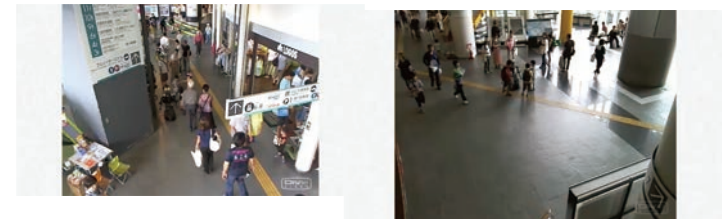
ATR



Copyright (C) 2012 ATR, Kyoto JAPAN. All rights reserved.

ロボットが案内サービス をすることによって起きる混雑

ATR

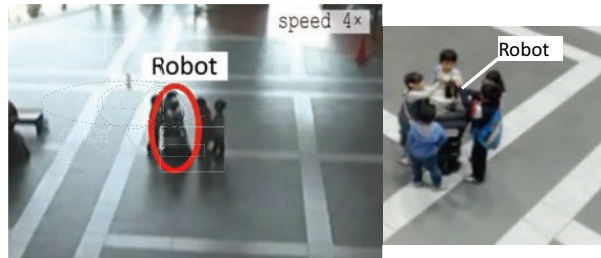


混雑回避モデルが
ないと

混雑モデルがある場合

H. Kidokoro, T. Kanda, D. Brscic, M. Shiomi, Will I bother here? - A robot anticipating its influence on pedestrian walking comfort -, HRI 2013, 2013. (winner of the Best paper award)

子供たちによるロボットへの集団いじめ



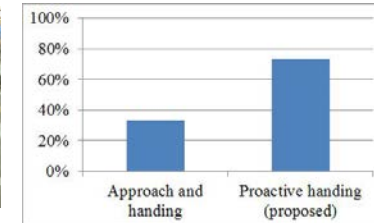
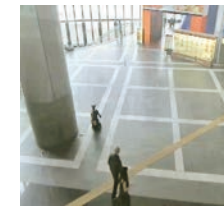
Drazen Brscic et al: Escaping from Children's Abuse of Social Robots,
The 10th ACM/IEEE International Conference on Human Robot
Interaction,
Best Enabling Field Studies Award, Portland, Oregon, March 5th, 2015

49

ビラ配りができるロボット



We implemented the successful behavior: "Approach from frontal right/left and extending human's arm when close to receiver" → 73.3% of success



C. Shi, et al., A model of distributional handing interaction for a mobile robot, The 2013 Robotics: Science and Systems Conference (RSS 2013), 2013. (Acceptance Rate 30%)

ビラ配りだって人によって
うまい下手があるんだよ

3.
CRESTでも
新たな人と機械の調和に挑戦

戦略目標(文部科学省)2014.2.12



【戦略目標名】

人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理技術の開発

【達成目標】

情報科学技術(知的情報処理技術関連)を中心に、認知科学、ロボティクス(知能・制御系)の学問分野と融合した新たな領域を構築し、人間と機械の創造的協働を実現する統合的な知的情報処理技術を開発するため、以下の目標の達成を目指す。

達成目標① 場の状況と話の流れに応じた対話の実現に向けた知的情報処理技術の開発

達成目標② 人間と機械の創造的協働を実現する知的情報処理システムの開発に向けた対話、作業等のメカニズムの解明と技術開発

53

Beyond Words の時代



IEEE Spectrum , 50th Anniversary Issue
にみる将来社会像(June, 2014)

状況依存サービスを追究 Situated Services



CREST 研究領域

人間と調和した創造的協働を実現する
知的情報処理システムの構築(CREST)

CREST Research Area

Intelligent Information Processing Systems
Creating Co-Experience Knowledge and Wisdom
with Human-Machine Harmonious Collaboration

54

The End of Disability



IEEE Spectrum , 50th Anniversary Issueにみる将来社会像(June, 2014)

新たに生み出された知識の社会的・法的受容性などの新たな問題



参考書

ユビキタス技術 ネットワークロボット
ー技術と法的問題ー
土井美和子・萩田紀博・小林正啓 共著
オーム社(2007)



これ以外にもたくさんあります。

RoboLaw (FP7)

Regulating Emerging Technologies
in Europe: Robotics Facing Law and Ethics
2012-2014



THE ROBOLAW PROJECT HAS CONCLUDED IN MAY 2014. THE DOCUMENT ENTITLED 'GUIDELINES FOR REGULATING ROBOTICS' WILL BE OFFICIALLY RELEASED ON SEPTEMBER 22nd, 2014 AND WILL BE AVAILABLE FOR DOWNLOAD FROM THIS WEB-SITE

Call 1(H26年度) 採択結果と生まれる知識・知恵



研究代表者	課題名	人間と機械の協働過程から生まれる知識・知恵
佐藤 洋一 (東大、教授)	集合視による注視・行動解析に基づくライフィノベーション創出	複数人の注視情報(集合視)を情報共有することで生まれる 集団知 、
渡邊 克巳 (早大、教授)	潜在アンビエント・サーフェス情報の解読と活用による知的情報処理システムの構築	アスリートも含めた運動しながら邪魔にならずに計測できる 運動知 、 身体知
鈴木 健嗣 (筑波大、教授)	ソーシャル・イメージング:創造的活動促進と社会性形成支援	自閉症児を含む子ども達の社会性形成(社会知)を支援する知的システム構築
山口 高平 (慶大、教授)	実践知能アプリケーション構築フレームワーク PRINTEPSの開発と社会実践	様々な知識を活用するための 共通プラットフォーム構築

5
9

採択要件



提案内容には、

- なぜその研究が必要なのか、
- 社会へのインパクト、
- 人間社会と調和するために
倫理的・法的・社会的な視点で考慮した点、
- 中間・最終目標で実現するシステムのイメージや数値的な目標

等 を含むことが望まれます。

58

Call 2(H27年度) 採択結果と生まれる知識・知恵



研究代表者	課題名	人間と機械の協働過程から生まれる知識・知恵
伊藤 孝行 (名工大、教授)	エージェント技術に基づく大規模合意形成支援システムの創成	SNS上の合意形成支援と自動交渉する社会的合意形成知
春野 雅彦 (NICT、主任研究員)	社会脳科学と自然言語処理による社会的態度とストレスの予測	SNS言語データ、生体情報、行動・脳計測実験からの社会的態度・ストレス知
長井 隆行 (電通大、教授)	記号創発ロボティクスによる人間機械コラボレーション基盤創成	認識情報(パターン)と知識群(シンボル)とを融合する 人機械コラボレーション共通基盤
金井 良太 (株)アラヤ、代表取締役)	神経科学の公理的計算論と工学の構成論の融合による人工意識の構築とその実生活空間への実装	主観的感覚、意思や自発的な推論機能を持つ人工意識モジュール開発

6
0

Call 3(H28年度) 採択結果と生まれる知識・知恵

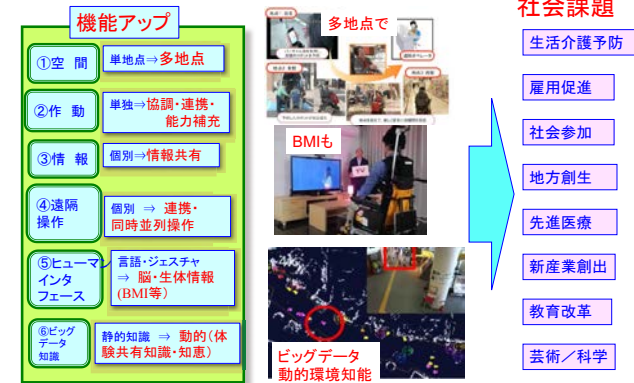
Human-Machine
Harmonious
Collaboration

ATR

研究代表者	課題名	人間と機械の協働過程から生まれる知識・知恵
黄瀬浩一 (大阪府大教授)	経験サプリメントによる行動変容と創造的協働	ICT経験バンクを介した 体験共有知
森嶋厚行 (筑波大、教授)	CyborgCrowd: 柔軟でスケーラブルな人と機械の知力集約	クラウドソーシングの仕事効率を 上げる人間と機械の協働連携知
長井 志江 (大阪大、特任准教授)	認知ミラーリング: 認知過程の自己理解と社会的共有による発達障害者支援	自己の認知状態を自分や他人と 情報共有できる自己知

スマートネットワークロボットによる機能アップで
高度なサービスに進化

ATR



63

4.

スマートネットワークロボットは
人と機械の調和的協働の宝庫

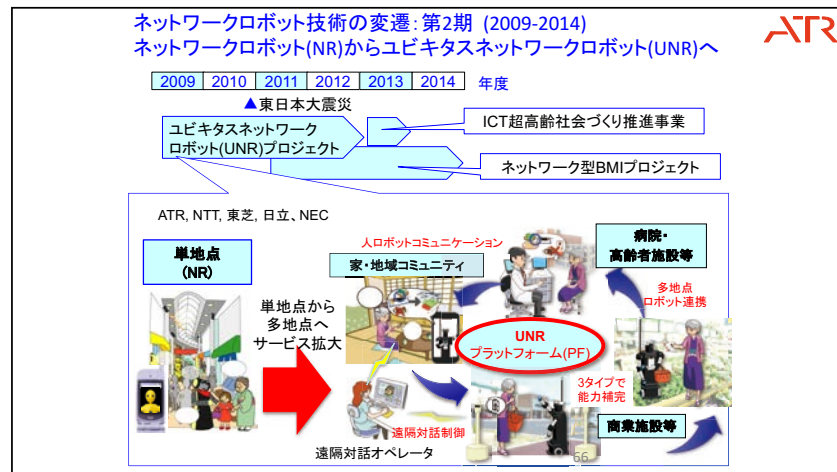
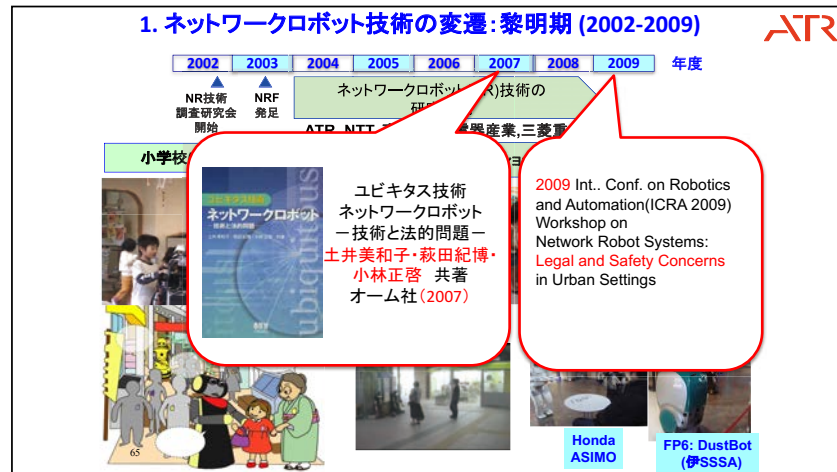
ATR

ネットワークロボット技術の変遷: 黎明期 (2002-2009)

ATR



6

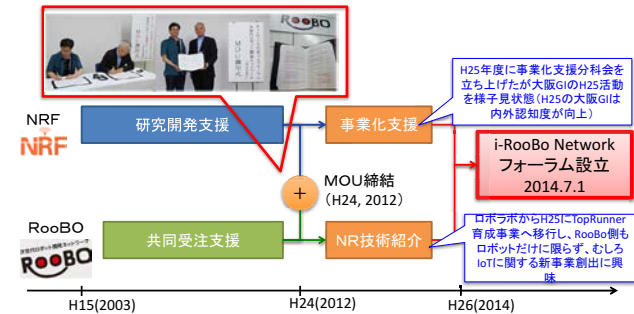


5. ビジネス化を加速する フォーラム(i-RooBO Network Forum) もできているよ

69

iRooBO <= NRF x RooBO

NRFとRooBOがIoT分野でR&D&Iを支援するプラットフォーム“i-RooBO”(アイ・ローボ)を構築するためにi-RooBO Network Forum (略称 iRF) に合併する。



71

iRooBO
Network の表記

i-RooBO Network Forum
or
iRooBO

70

各団体の詳細

ネットワークロボットフォーラム NRF

- ◆ 設立年月日: 平成15(2003)年9月30日
- ◆ 活動目的: ネットワークロボットの早期実現に向け、研究開発・標準化の推進を図り、情報通信(IT)の健全な発展に寄与すること
- ◆ 運営体制:
 - ・ネットワークロボットフォーラム総会 (会長: 徳田 英幸氏 慶應義塾大学 教授)
 - ・幹事会 (幹事16名)
 - ・技術部会 (部会長: 萩田 紀博氏 ATR知能ロボティクス研究所 所長)
 - ・企画部会 (部会長: 斎藤 義男氏 東日本電信電話株式会社 理事)
 - ・事務局: ネットワークロボットフォーラム事務局 (住所: 東京都新宿区新宿1-20-2 小池ビル6F SCAT内 tel: 03-3351-8155 mail: nrf@scat.or.jp <http://www.scat.or.jp/nrf/>)
- ◆ 会員数: 143機関(2013年11月時点)
- ◆ 特徴: 大手の研究開発系の企業が多く参加している
- ◆ 現状の課題:
 - ・研究開発が中心となっており、市場化への動きが遅い。

次世代ロボット開発ネットワークRooBO

- ◆ 設立年月日: 平成16(2004)年6月23日
- ◆ 活動目的: ロボットテクノロジーを活用した新しい製品・サービス開発をめざす企業を対象に、様々な技術を保有する企業が連携し、参加企業の事業の発展を図ること
- ◆ 運営体制:
 - ・運営主体: RooBO運営委員会
 - ・運営委員長: ギャストン株式会社 代表取締役 大和 信夫氏
 - ・運営委員: 9名
 - ・事務局: (公財)大阪府都市型産業振興センター 新産業創造推進室 (住所: 大阪府北区梅田1-13-1600 大阪駅前第3ビル 16F コラボス316内 tel: 06-6347-7003 (RooBO事務局直通) mail: info@roobo.com <http://www.roobo.com>)
- ◆ 会員数:
 - 法人会員数: 254社、個人会員数: 260名 (2014年4月時点)
- ◆ 特徴:
 - ・大阪のものづくり中小企業が多い
 - ・既存の事業から、自社の技術を使った新規事業に取り組む企業が多い
- ◆ 現状の課題:
 - ・開発力のある中小企業が集積しているが、プロモーションができておらず、受注に繋がらない。
 - ・若手・IT系企業との連携や情報交換ができていない。

72

2015年12月に一般社団法人化 設立背景および目的



2020年の東京オリンピックを控え、政府においては「ロボット革命」の実現に向けて、世界一のロボット利活用社会や、ITと融合したロボット（IoT）で世界をリードすることなどを目標に1000億円規模のロボットプロジェクトの推進をめざしているなど、今まさにロボット産業が盛り上がっている。

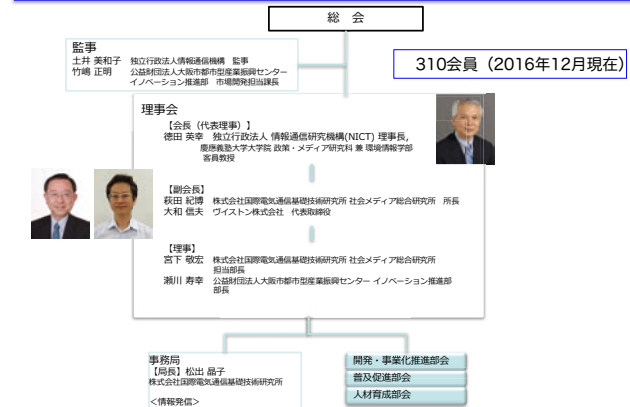
また、現在、商業や観光等のサービス産業分野や介護福祉分野等においても、人手不足などの課題解決策として、ロボット・ロボットテクノロジーの導入に期待が高まっており、実際にiRooboにもサービス提供企業からの開発相談が多く寄せられている。

しかしながらその一方で、ユーザーと開発者との接点が少なかったり、技術の標準化、導入にあたっての規制緩和等の課題、また、開発人材、特にシステムインテグレーターの不足などの課題がある。

i-RooBO Network Forumは、2014年7月1日に、ロボット分野の研究開発支援と共同受注支援の機能に加えて、同分野で不足しているコンセプトメイク（技術・製品プロデュース機能）と資金調達（新規事業立ち上げ機能）を支援する機能によって、最先端ロボット技術による人々のQOL向上に資するイノベーションを促進することをめざして設立した。

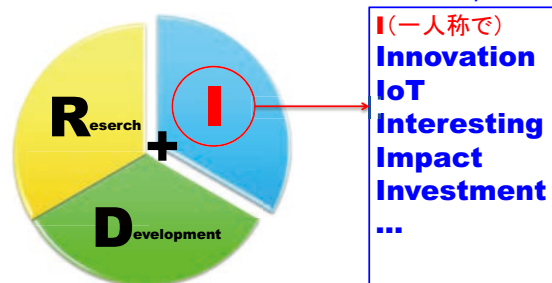
iRooboは、「ロボットのいる日常」の実現をめざし、ロボット・ロボットテクノロジーを活用した製品・サービスの市場化へ向けて更に活発に活動するため、これまでの機能に実証支援機能などを加えて会員サービスをより充実させ、企業および行政機関との連携を強化しながら自立運営することを目的に、一般社団法人を設立する。

運営体制



R&DにI (many I's) 機能を強化

many I's



R&D&Iを全部カバーするイノベーションプラットフォームが

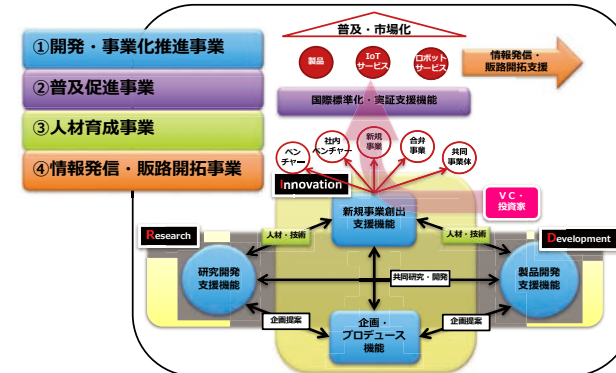
i-RooBO Network Forum

74

R&D&I機能および事業



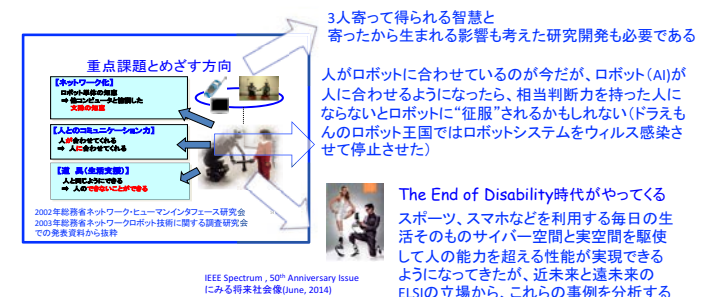
R&D&I機能によるプロジェクト創出から、市場化まで行うワンストップサービス。



76

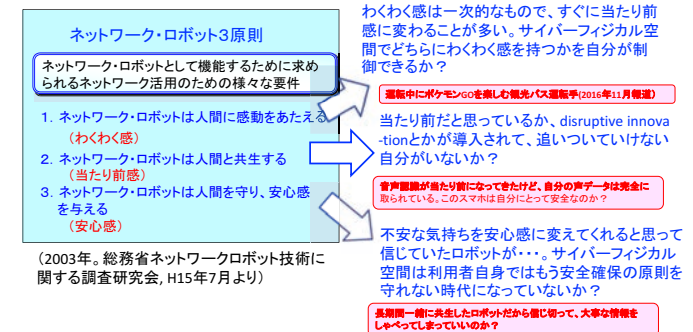
6. 倫理的・法的・社会的課題 (ELSI)はこれから

15年前と本質的な問題は何も変わっていないが・・・



2002年頃は
どうだったか？

ネットワークロボット3原則を創った時から
光と影は考えていたが・・・



7. まとめ（2020年にむけて）



- (1) ビッグデータ、IoT、脳、人工知能と連携した
スマートネットワークロボット時代が来る
- (2) ロボット、スマホ、自動車、車いす、センサーネットワーク等、
センサとアクチュエーションが連携するロボットサービスが重要
- (3) 社会実装(ビジネス化)を加速するために、
やりたい人(I am eager to do)が集まる
i-RooBO Network Forumような活動が大事
- (4) センサとアクチュエーションの社会実装には、
ELSI(倫理的・法的・社会的課題)に配慮した
学際的研究・分析・合意形成が不可欠
- (5) 国際高等研様にもぜひ、これらのご検討をお願いしたい

81



ご清聴ありがとうございました