

BBLセミナー プレゼンテーション資料

2014年3月26日

「次世代ロボットの研究開発動向」

比留川博久

<http://www.rieti.go.jp/jp/index.html>

次世代ロボットの研究開発動向

比留川博久

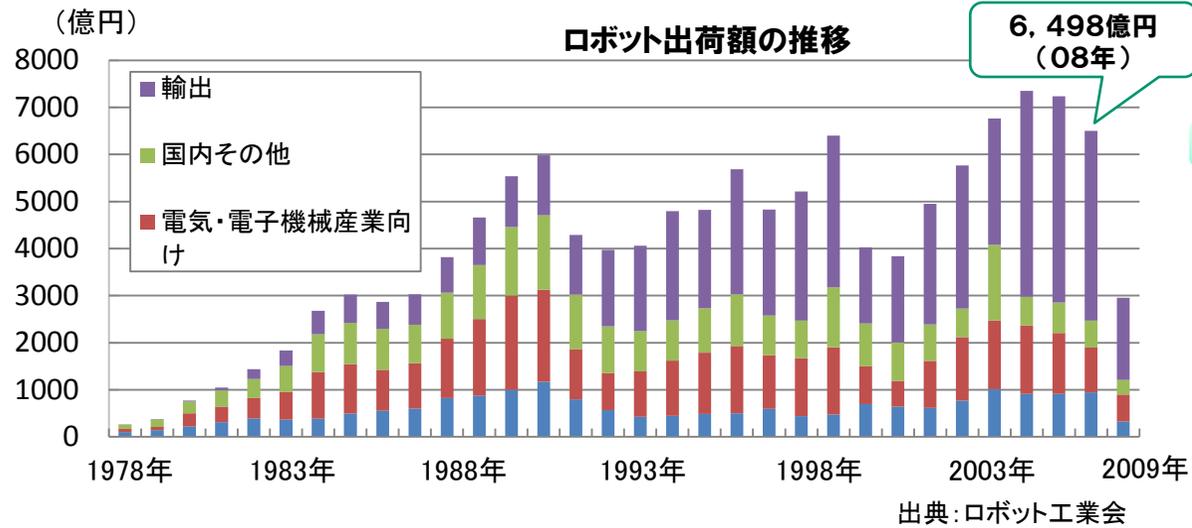
(独)産業技術総合研究所
知能システム研究部門長

概要

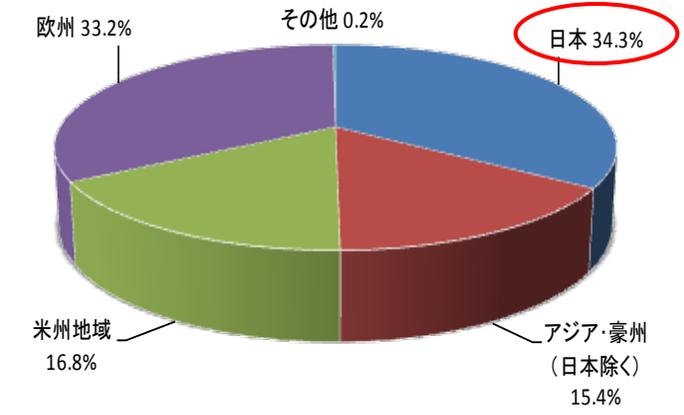
- ロボット産業の現状と社会背景
- 次世代ロボットの研究開発動向
- 今後の展望

産業用ロボット市場の現状

- ・ 全世界における稼働台数は年々増加
- ・ 国内の産業用ロボットの稼働台数は全世界の34%に相当(2008年)
- ・ 日本の2008年のロボット出荷額は約6,498億円



世界の産業用ロボット稼働台数(2008年)



出典: IFR Statistical Department 「World Robotics 2009」

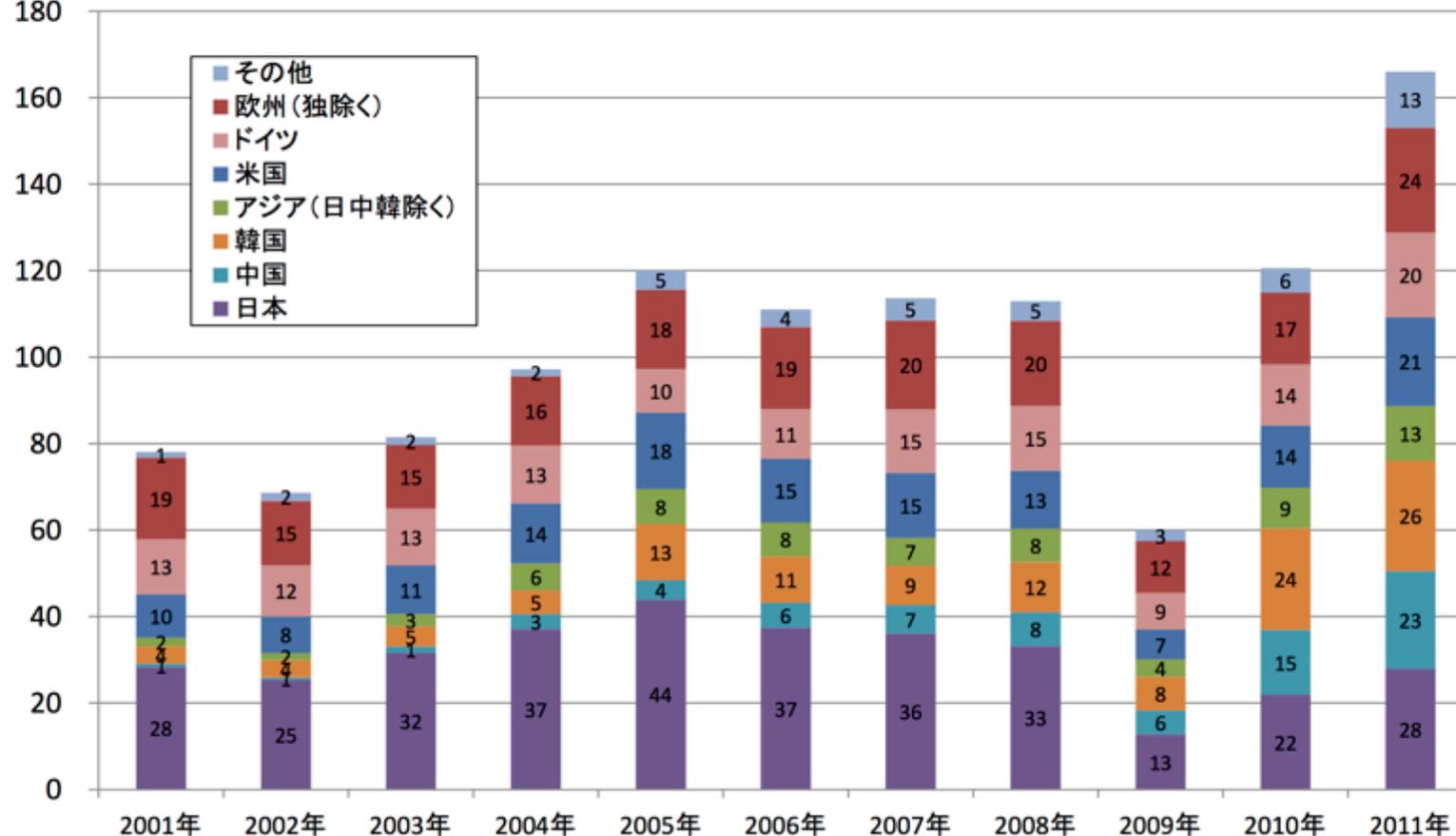
全世界における稼働台数



出典: 日本ロボット工業会「マニピュレータロボットに関する企業実態調査」(2008)、IFR SD「World Robotics 2009」

2. 主要国・地域の産業用ロボット(電子部品実装機を除く)販売台数

(単位:千台) 180



	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年	2008年	2009年	2010年	2011年
その他	1.7%	2.8%	2.2%	1.7%	3.8%	3.7%	4.6%	4.1%	4.3%	4.7%	7.8%
欧州(ドイツ除く)	24.2%	21.7%	18.1%	16.5%	15.3%	17.1%	18.0%	17.4%	20.0%	13.8%	14.6%
ドイツ	16.3%	17.3%	16.1%	13.8%	8.4%	10.3%	13.0%	13.4%	14.2%	11.7%	11.8%
米国	12.9%	12.3%	13.9%	14.3%	14.7%	13.3%	13.2%	11.8%	11.4%	11.9%	12.4%
アジア計(日中韓除く)	2.5%	2.4%	3.5%	6.5%	6.7%	7.0%	5.7%	6.8%	6.6%	7.8%	7.6%
韓国	5.2%	5.8%	5.7%	5.6%	10.8%	9.7%	8.0%	10.2%	13.1%	19.5%	15.4%
中国	0.9%	0.8%	1.8%	3.6%	3.7%	5.2%	5.8%	7.0%	9.2%	12.4%	13.6%
日本	36.3%	37.0%	38.8%	38.2%	36.6%	33.7%	31.8%	29.3%	21.3%	18.2%	16.8%

Sources: UNECE(国際連合欧州経済委員会), IFR(国際ロボット連盟) and national robot associations(各国ロボット協会)。日本の数値は、dedicated machining robotを除く販売数。

1. 日本のロボット産業の足元市場規模推計

大分類	中分類	小分類	推計対象時期	足下推計値	2015年	2020年	2025年	2035年	(単位:億円)
製造分野	従来型産業用ロボット	-	2012年	6,530	9,365	10,524	10,926	11,027	
	次世代型産業用ロボット	次世代組立ロボット(自動車用)	-	N/A	324	992	2,393	7,988	
		ロボットセル(電気機械用)	2012年	1~2	329	1,048	2,488	8,279	
	食品産業	食品ハンドリング	-	N/A	179	675	1,432	1,640	
		食品加工	2010年	15~20	81	305	793	1,743	
	医薬品産業	-	-	N/A	-	-	-	-	
化粧品産業	-	-	N/A	-	-	-	-		
ロボテック(RT)製品	ロボテック(RT)家電/住宅設備	-	2012年	797	928	2,859	4,880	5,579	
	ロボテック(RT)自動車	-	2012年	40	509	1,033	2,083	7,370	
	ロボテック(RT)船舶	-	2012年	500	159	281	444	729	
	ロボテック(RT)鉄道	-	2012年	47	25	46	74	128	
	ロボテック(RT)建機	-	2012年	6	149	298	576	1,750	
	ロボテック(RT)農機/農業	土地利用型農業	-	N/A	11	23	73	276	
		酪農・畜産	2011年	6~9	102	294	498	588	
		農業物流	2011年	7	273	603	812	858	
	ロボテック(RT)林業	-	2011年	1~2	17	84	304	872	
	農水産分野	農業	露地・施設栽培	2012年	2	9	39	150	927
漁業・水産養殖業		-	2010年	10~12	54	168	417	1,142	
サービス分野	医療	手術支援	2012年	75	43	136	317	534	
		調剤支援	2012年	100	65	210	383	414	
		リハビリ機器(※自立支援と重)	2012年	5~7	-	-	-	-	
		医療周辺サービス(搬送等)	2012年	2~3	-	-	-	-	
	介護・福祉	自立支援(※リハビリ機器と重)	2012年	5~7	134	397	825	2,206	
		介護・介助支援	2012年	1~6	33	146	414	1,837	
	健康管理	フィットネス	2012年	30~40	1,376	1,461	1,576	1,817	
		健康モニタリング	2012年	1~2	54	161	440	1,480	
	清掃	-	-	N/A	22	127	541	4,287	
	警備	機械警備	2010年	152	210	610	1,249	2,689	
		施設警備	-	N/A	17	210	703	1,632	
	受付・案内	-	2012年	1~2	2	9	39	465	
	荷物搬送	ポーター	-	N/A	7	30	132	811	
		重作業支援	-	N/A	15	43	120	2,299	
	パーソナルモビリティ	-	2012年	2	71	1,160	8,843	9,656	
	物流	パレタイザ/デパレタイザ	2011年	123	212	410	865	1,523	
無軌道台車システム		2011年	84	298	648	1,210	1,681		
次世代物流支援		-	N/A	73	408	1,073	4,326		
検査・メンテナンス	住宅	-	N/A	46	98	157	213		
	社会インフラ	2012年	2~3	216	1,038	2,188	1,805		
教育	-	2012年	1~10	119	243	361	450		
アミューズメント	-	2012年	1	211	357	576	1,222		
レスキュー	-	-	N/A	8	60	291	670		
探査	-	-	N/A	17	73	257	811		
ホビー	-	2012年	1~6	223	716	1,485	2,157		
家事支援	-	-	N/A	-	-	157	858		
見守り・コミュニケーション	-	2007年	1~2	3	11	36	341		
合計				-	約 8600	15,990	28,533	52,580	97,080

※2015~2035年の推計は平成22年度ロボット産業将来市場調査(経産省・NEDO)による。

※「従来型産業用ロボット」には電子部品実装機を含む。

我が国の社会状況

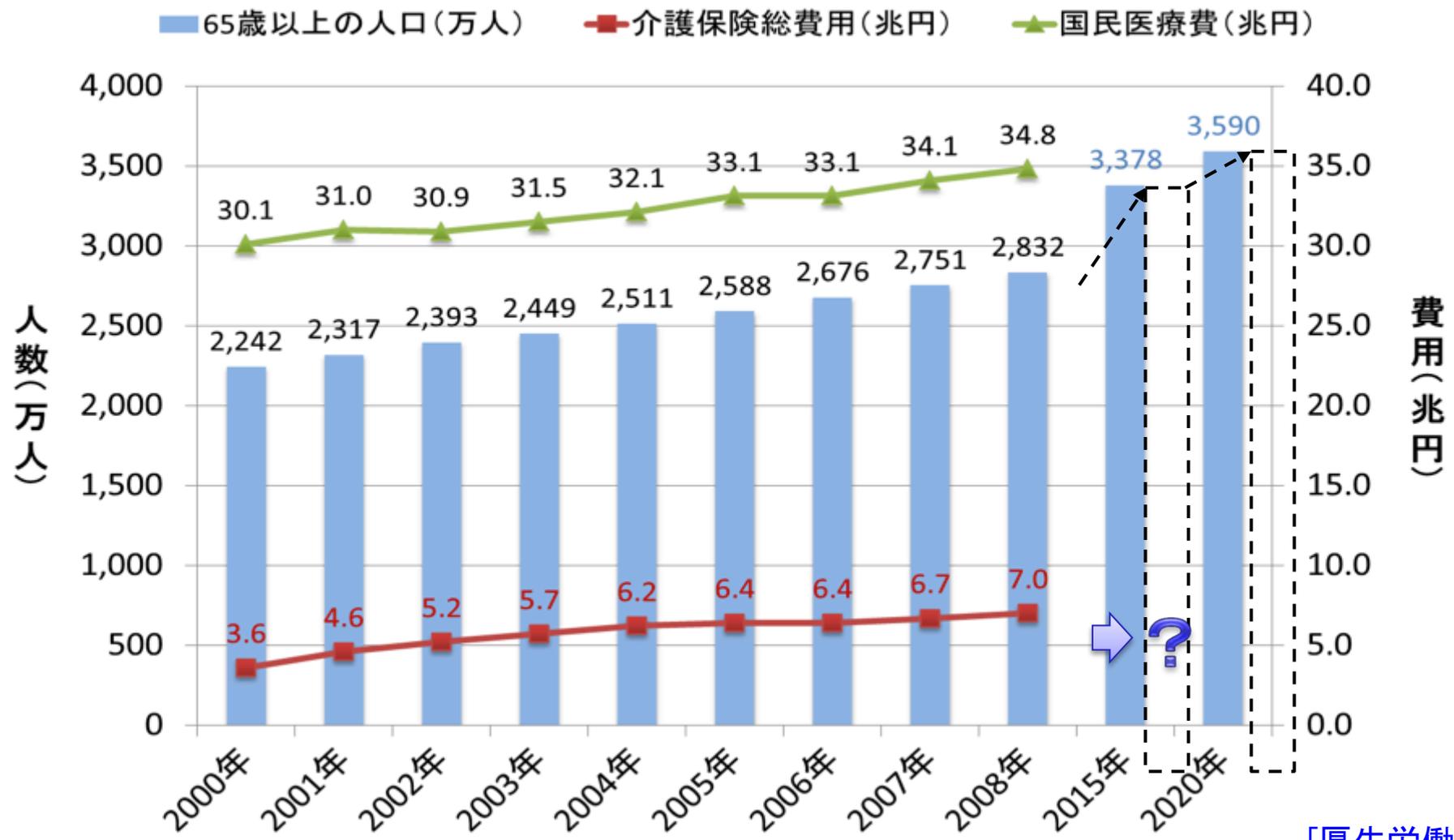
	2005年	2025年	増減
労働力人口 ¹⁾ (15才～64才)	6,770万人	6,300万人	▲470万人
高齢者人口 ²⁾ (65才～)	2,539万人	3,472万人	933万人
発生するギャップ			1,403万人

出典

1) 厚生労働省職業安定局推計(2002年7月)

2) 国立社会保障・人口問題研究所「日本の将来推計人口」(2002年1月)

高齢者数と医療費・介護費の推移



[厚生労働省]

概要

- ロボット産業の現状と社会背景
- 次世代ロボットの研究開発動向
- 今後の展望

人間共存型産業用ロボット

- 従来の産業用ロボット
 - ロボット専用の作業環境を構築
 - ロボット本体より周辺機器の方が高価
 - 労働安全衛生法により人間から隔離する義務
 - 少品種大量生産向き
- 人間共存型産業用ロボット
 - 人間の作業環境に近い作業環境
 - 周辺機器は低コスト
 - 労働安全衛生法の解釈変更(2013年12月)
 - 多品種少量生産向き

ロボットによるビルの清掃システム

- 社会的必要性
 - 高層ビル等の清掃を自律的に行うロボットシステム
 - 晴海トリトンスクエア等10棟程度のビルに導入
- 技術的先進性
 - エレベータ操作システム
 - 安定したナビゲーション
- 特筆すべき点
 - 業務用清掃分野開拓



今年のロボット大賞2006大賞授賞



移送・仮置場定置
[東京電力ホームページより]



遠隔操作室
[東京電力ホームページより]

- ・普賢岳災害復旧作業等で実績のある遠隔操作重機による作業
- ・4/6から大成JVが施工を担当
- ・実作業に入ったのでリモートコントロール化PTの検討対象外

インフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクト 22. 2億円（新規）

産業技術環境局 研究開発課
03-3501-9221
製造産業局 産業機械課
03-3501-1691

事業の内容

事業の概要・目的

○橋・トンネル等社会インフラや石油プラント等産業インフラは、今後、建設後50年を経過するものが加速度的に増加する等、それらの老朽化に対する十分な資金と高度な維持管理の専門知識を有する人材の不足が大きな課題となっています。そのため、既存インフラの状態に応じて効果的かつ効率的な維持管理・更新等を図る必要があります。

○本事業では、的確にインフラの状態を把握できるモニタリング技術（センサ開発、イメージング技術、非破壊検査技術）、点検・補修を行うロボット等の開発を進めることが必要です。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

- ①インフラの状態モニタリング技術開発
（例）複合センサ基盤技術、検出部の高機能化技術、画像を活用したイメージング技術、非破壊検査技術
- ②インフラ点検・補修用ロボット技術開発
（例）人が到達困難な場所へ点検・補修機器を搭載して移動する小型移動ロボット、防爆・防水・防塵化ロボット



人・物の移動・搬送の効率化による低炭素社会の実現

1. 移動・搬送技術
2. 協調制御技術
3. 情報統合・支援技術

2. 協調制御技術

NEDO エネルギーITS推進事業 (H 20~H24) / 協調走行(自動運転)に向けた研究開発



一部NEDO オープンイノベPJ (H 19~H21)



3. 情報統合・支援技術



1. 移動・搬送技術

つくばモビリティロボット実験特区実証事業

○モビリティロボット

低炭素社会や高齢化対応社会など日本の諸課題解決に向けた高い期待と可能性



セグウェイ

従来



特区認定後



ロピッツ(日立)



ウイングレット(トヨタ)



マーカス、マイクロモビリティ
(産総研)

現行法上（道路交通法および道路運送車両法上）、明確な位置づけがないため、日本の公道を走行することができない。

特区認定により公道実験が可能に(2011年6月開始)

- ・ 環境や人に優しい社会、モビリティ格差のない社会システムのモデル発信
- ・ 生活支援分野など新しいロボット産業の創出拠点の形成

概要

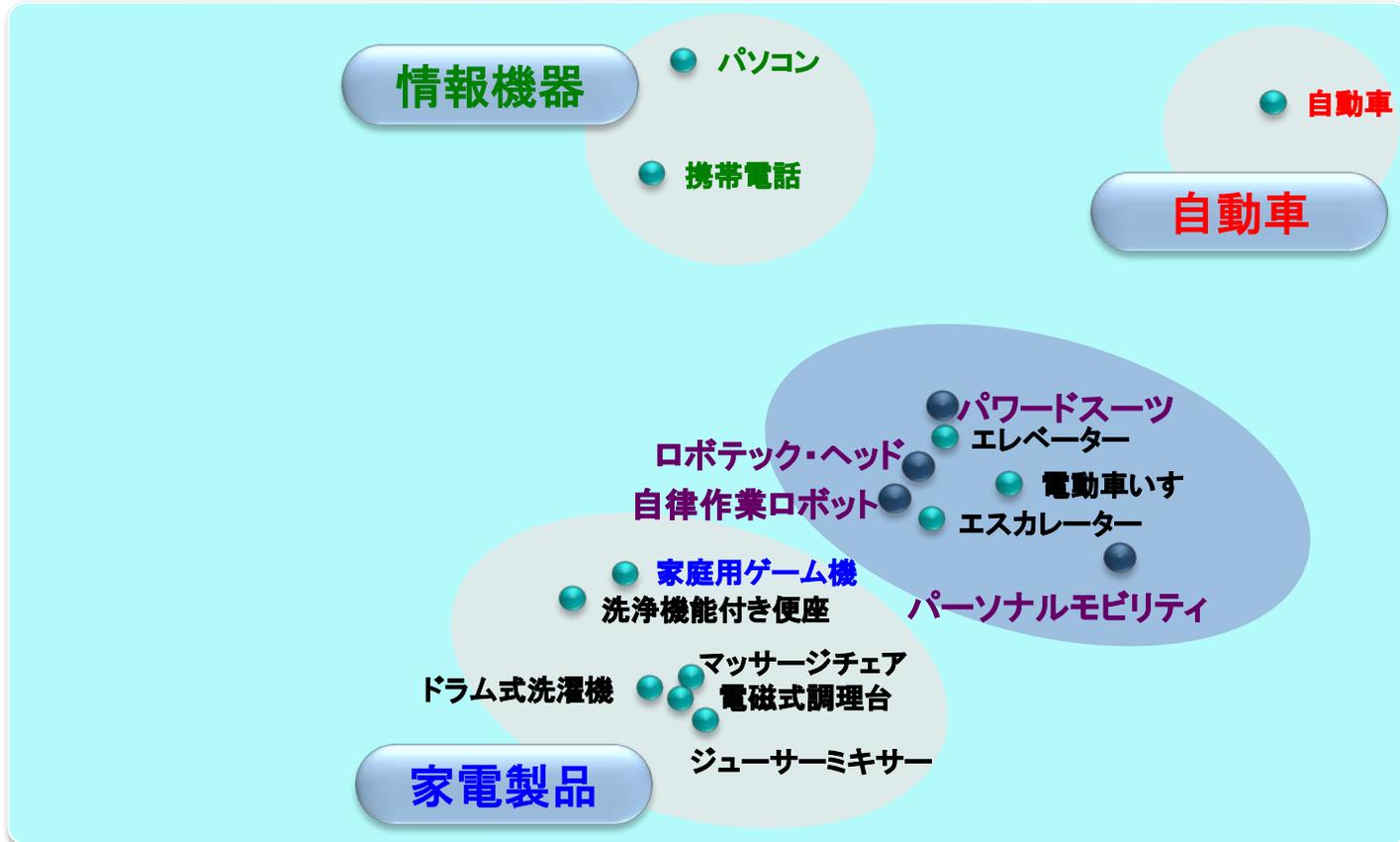
- ロボット産業の現状と社会背景
- 次世代ロボットの研究開発動向
- 今後の展望

次世代ロボットはなぜ上市されないか

- 世界で初めての製品を大企業が開発
 - リスク vs. ppm
- 課題のソリューションになっていない
 - エンジニア中心の単品開発
 - 対象産業の業務理解不足

● リスクとベネフィットの関係(全体)

ベネフィットの多さ(指標値)



リスクの多さ(指標値)

ISO13482正式発行

**NEDO生活支援ロボット実用化PJメンバーが草案を提出。
議論をリードして正式発行に至った！**

ISO 13482の構成

1. 適用範囲
2. 参照規格
3. 用語と定義
4. リスクアセスメント
5. 安全要求事項と保護方策

代表的危険源

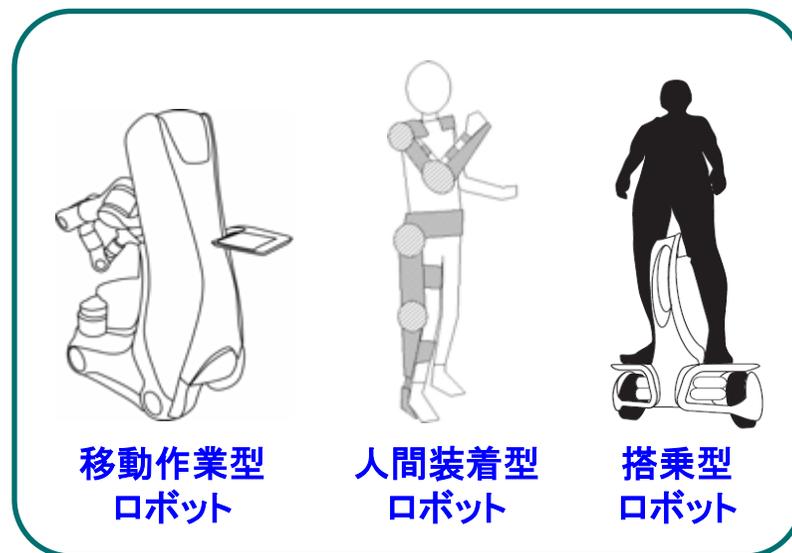
(エネルギー源、振動、熱、耐久性など)

に対する要求事項

6. 安全関連制御システム要求事項

安全関連制御システム

(停止、速度制御、環境センシング、力制御など)に対する
要求事項



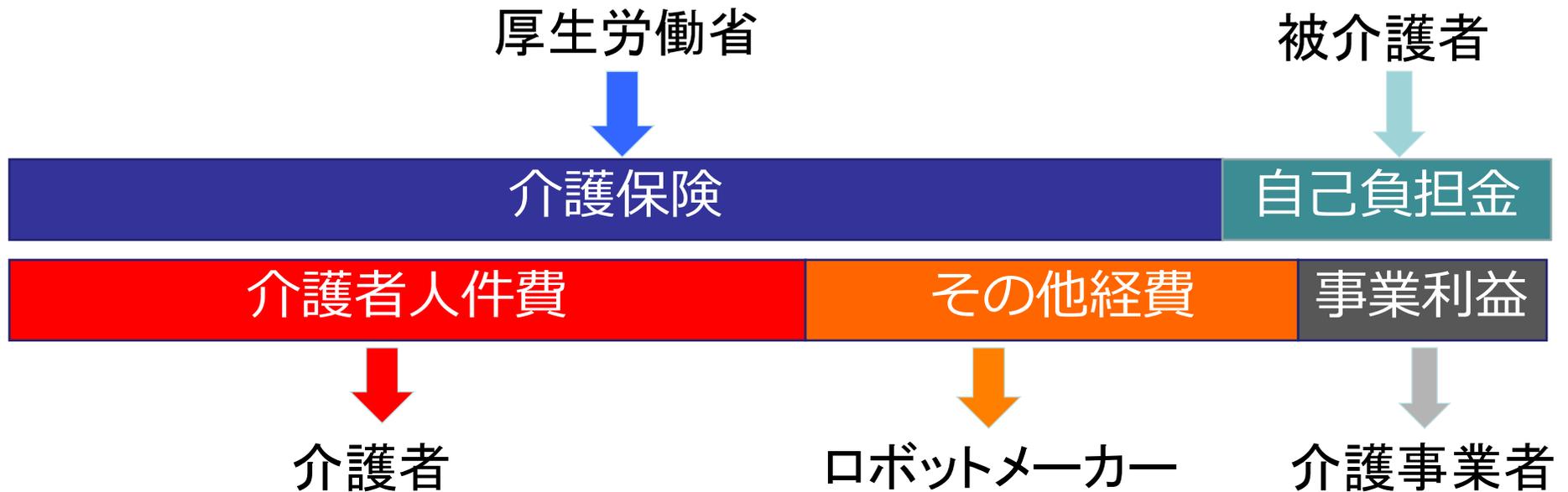
次世代ロボットに適した開発主体

- 大企業からのカーブアウト
 - 人材と知財をセットで別会社化
 - 失敗したら親会社に戻す
 - 成功したら親会社を買収する
- ベンチャー企業
 - 事業化体制を担保してから国プロを実施
 - 国プロ実施段階からVCが評価
 - 開発が成功したら即座に投資

次世代ロボットはなぜ上市されないか

- 世界で初めての製品を大企業が開発
 - リスク vs. ppm
- 課題のソリューションになっていない
 - ケーススタディ: ロボット介護機器

ロボット介護機器のステークホルダー



目標: 被介護者の参加拡大、介護者の負担軽減、総介護費用の抑制

制約: 介護者人件費 = 報酬 × 介護者数
 介護者数 ≥ 被介護者 / 3

解: 被介護者の介護度を下げる、人件費より安いロボット機器を作る

ロボット介護機器と対象施設

- 老健／特養
 - 収入の大部分は介護保険
 - 入所希望者が待っている
 - 医療法人／社会福祉法人が運営
 - 目標は離職率と残業代減少
- 民間有料老人ホーム
 - 自己負担が大きい
 - 入居率と利益率が直結
 - 目標は業務効率化によるサービスの質の向上

経済産業省ロボット介護機器開発・導入促進事業

■ 目的

高齢者の**自立支援**, 介護者の**負担軽減**に資するロボット介護機器の開発・導入を促進すること. 次の2事業を実施.



移乗支援

■ 開発補助事業

介護現場のニーズを踏まえてロボット技術の利用が有望な分野を**重点分野**として特定し, 開発企業に対し補助を行う.



移動支援

■ 基準策定・評価事業

機器の開発に必要な**安全性と効果の**アセスメント手法・検証方法、倫理審査等の「**実証プロトコル**」を確立する.



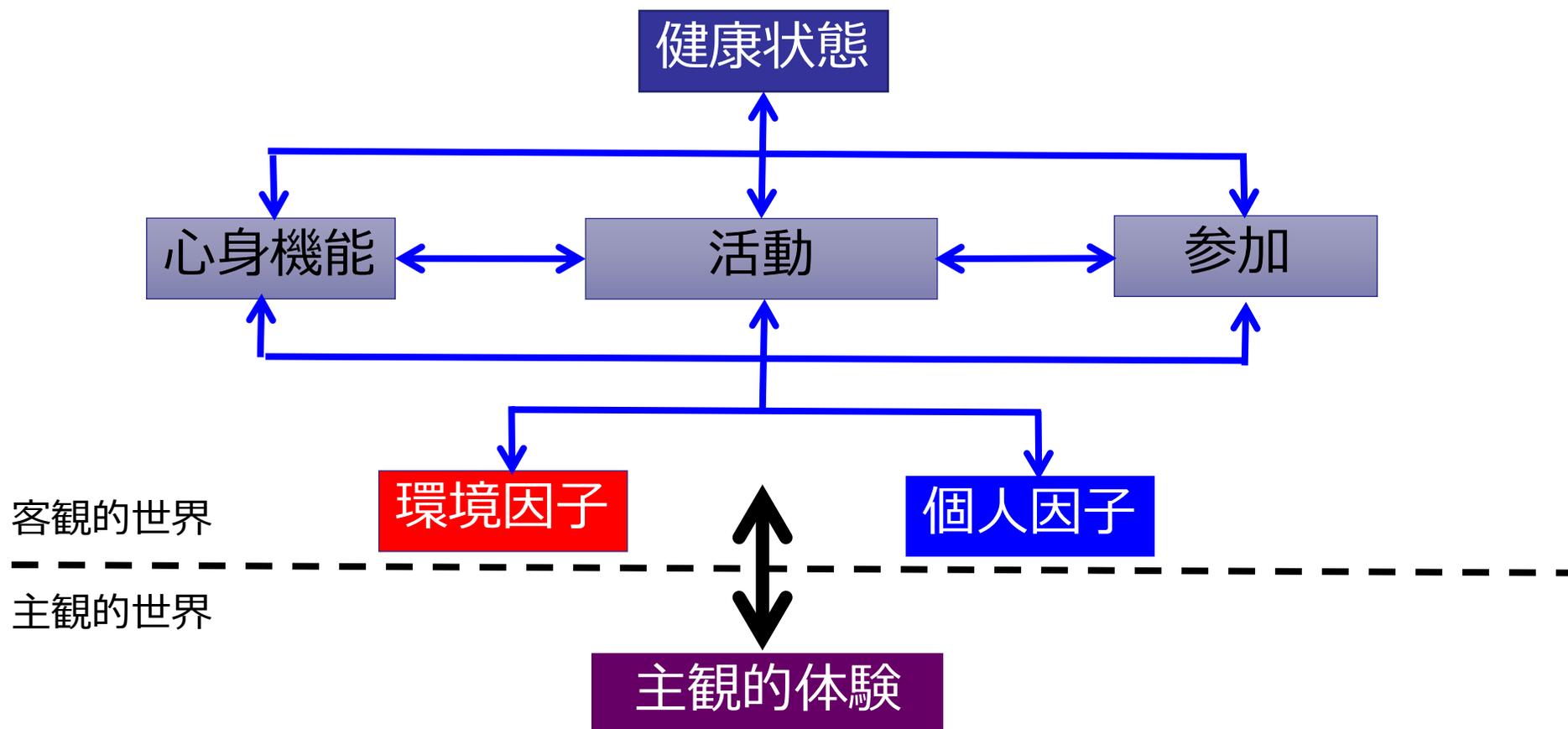
排泄支援



見守り支援

ICF生活機能モデル

(International Classification of Functioning, WHO 2001)



目標とする「参加」を実現するための**環境因子**として、知的支援技術を実現する

ICF下位活動(中分類)

ICF上位活動(中分類)

ICF参加(大分類)

学習と知識の応用

コミュニケーション

運動・移動

- ストレス他心理的要求への対処
- 意思決定
- 技能の習得
- 書くことの学習
- 読むことの学習
- コミュニケーション用具技法の利用
- 非言語的メッセージの表出
- 話す
- 交通機関や手段の利用
- 移動
- 歩行
- 手と腕の使用
- 持ち上げることと運ぶこと
- 乗り移り(移乗)
- 基本的な姿勢の変換

- レクリエーション・レジャー
- コミュニティライフ
- 無報酬の仕事
- 報酬を伴う仕事
- 職業訓練
- 学校教育
- 基本的な対人関係
- 調理以外の家事
- 調理
- 健康に注意する
- 飲む
- 食べる
- 更衣
- 排泄
- 自分の体を洗う

- 社会生活・市民生活
- 教育・仕事・経済
- 対人関係
- 家庭生活
- セルフケア

目標 生活機能低下者の参加の増加

目標 要介護者の増加率の抑制

ICFに基づく開発コンセプトシート

I. 実生活での活用法

項目		具体的内容	記入者・記入日
目標 一日の生活の中での	被介護者		
	介護者		
項目と具体的内容・留意点 目標とする「活動」	被介護者		
	介護者		

使用する環境(場所、時、物、人等)					
おこころるマイナスと 対処法	被介護者	疾患			
		心身機能			
		活動			
	介護者	参加			
		疾患			
		心身機能			
適応と禁忌	被介護者	活動			
		参加			
		疾患			
	介護者	心身機能			
		活動			
		参加			
実生活での活用の基本方針					

ロボット介護機器導入実証事業

(通称：ロボット介護推進事業)

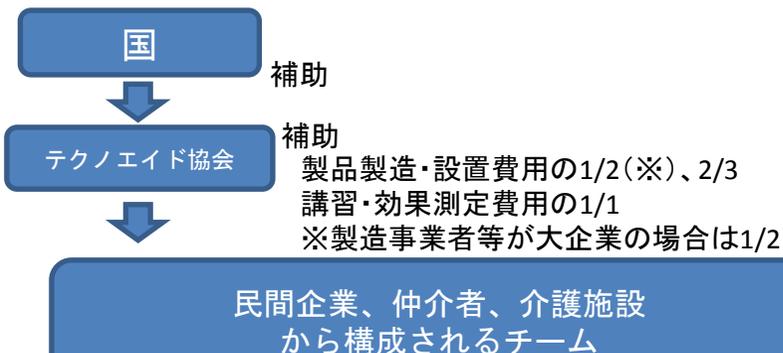
経済産業省 製造産業局 産業機械課
03-3501-1691
公益財団法人テクノエイド協会 企画部
03-3266-6883

事業の内容

事業の概要・目的

- ロボット介護機器については、現場とのコミュニケーションの不足や先行事例が乏しいこと等、市場の不確実性が高く、優れたアイデアを持ちつつも量産化に踏み切れていません。
- 本事業は、量産化への道筋をつけることを目的として、製造事業者と仲介者と介護施設がチームを組んで、実際に現場で活用しながら、ロボット介護機器の大規模な効果検証や改良を行います。
- さらに、検証結果に基づく効果のPR、普及啓発、教育活動を通じて、ロボット介護機器導入の土壌を醸成します。

条件（対象者、対象行為、補助率等）



事業イメージ

ロボット介護機器導入実証チーム 介護現場におけるロボット介護機器の 大規模な導入実証を実施

製造事業者	<ul style="list-style-type: none">・ロボット介護機器の製造・導入講習計画の作成・効果検証計画の作成
仲介者 (レンタル業者等)	<ul style="list-style-type: none">・導入講習の実施・効果検証の実施・改良点のフィードバック
介護施設	<ul style="list-style-type: none">・ロボット介護機器の継続活用・効果検証への協力

- ・製造事業者、仲介者、介護施設のマッチング支援
- ・効果検証効果の集約
- ・効果PR・普及啓発・教育活動

ロボット技術の介護利用における重点分野 (平成24年11月22日 経産省・厚労省公表)



今後の展望まとめ

- ロボットは既に開発されつつある。
- 足し算では普及しない。引き算が必要。
- システムインテグレータ、サービスプロバイダ必要