

## 連携機関

- (株) イノフィス
- (株) 菊池製作所
- 東京理科大学

## 功労者候補者

- (株) イノフィス 代表取締役社長 藤本 隆  
(前職:東京理科大学 科学技術交流センター長)
- (株) 菊池製作所 代表取締役社長 菊池 功
- 東京理科大学 工学部第一部機械工学科 教授 小林 宏

## 事例の概要

- 東京理科大学 小林教授の「生きている限り自立した生活を実現したい」という研究理念と、社会貢献を企業の責務として、介護・福祉機器の独自商品の開発・製造を望んでいた(株)菊池製作所が、東京理科大学 科学技術交流センターによる橋渡しにより「マッスルスーツ」を事業化。製品化加速のために大学発ベンチャー(株)イノフィスを設立。①技術開発、②商品企画・販売、③製造の役割を三者でそれぞれ担いながら、三位一体で事業を運営している。
- 「マッスルスーツ」は、身体に装着し、空気圧による人工筋肉を動力として、30kgという大きな補助力で滑らかにヒトの動きをサポートする世界初の腰補助装置として製品化に成功。シンプルな構造と安価な価格を実現したことにより、工場・物流・介護分野など既に780台を超える出荷実績と多くの反響を受けており、将来的には農業分野・土木建築分野における利用拡大にも期待。
- (株)イノフィスが「マッスルスーツ」の商標名で、H26年11月から正式販売開始。平成27年1月から、(株)菊池製作所は復興の観点から福島県南相馬工場にて、マッスルスーツの量産ラインを稼働。

## ポイント

## 1. 連携の工夫・特長・波及効果

- ・小林教授の研究成果をもとに、エンドユーザーとの共同研究を通じて、腰に負担をかける動作に焦点を絞り、試用・議論・改良等を繰り返し実用化に至る。さらに、製品化加速のために大学発ベンチャーを立ち上げ、量産を担当する菊池製作所との連携により、事業化を実現。

## 2. 社会(地域を含む)への貢献

- ・肉体力労働現場の労働環境を改善し、若者や女性・高齢者の雇用促進・確保に寄与。
- ・マッスルスーツは福島県南相馬市で量産されており、被災地の雇用確保や復興支援にも貢献。
- ・小林教授著のマッスルスーツ開発を紹介した『「ゆめのロボット」をつくる』は、小学生の国語教科書に採用。

## 3. 技術への貢献

- ・外骨格型の装着型筋力補助装置(ウェアブルロボット)としての製品化は世界初。
- ・軽量かつ空気圧による非常に強い収縮力をもつ人工筋肉を採用。
- ・使用者を選ばず、10秒程度で脱着ができる簡易、かつ、使用者の動作を妨げない構造を実現。

## 4. 市場への貢献

- ・開発当初からユーザーとの共同開発であるためニーズにあった製品となり、他の類似品より早く事業化に至っている。平成25年12月から試験販売、平成26年11月から正式販売を開始し、平成25年度110台、平成26年度670台を売上げ、平成27年3月現在で累計780台の売上実績。平成27年度は3,000台の販売を予定。

## 開発した製品・装置等の写真



# 腰補助ウェア「マッスルスーツ<sup>®</sup>」の開発

## 具体的成果等

### 1. 連携の工夫・特長・波及効果

#### ➤ 連携の概要とその特長

- ・東京理科大学小林教授は、様々な研究を重ねていく中で、「人が生きていく上で何が一番辛いことは、自立できなくなる事ではないか。自立をサポートするモノをつくることで人間をその精神的な苦痛から解放したい。」という想いから2001年、マッスルスーツの構想及び開発を始めた。
- ・東京理科大学において産学連携業務を担当する「科学技術交流センター(現:研究戦略・産学連携センター)」では、“大学の知的財産が社会で活発に活用されることを第一主義とする”という基本理念の基に、マッスルスーツの事業化に向けて 主に2つの取り組みを重点に実施した。一つは、他大学の関連知財も含め製品化に必要な知財の戦略的プール化、集約化への取り組みと、もう一つは事業化(出口)を見据え、ビジネスモデルの構築、事業パートナーの発掘、市場開拓への積極的関与等である。
- ・従前から大学や研究機関との産学連携に実績のあった菊池製作所は、小林教授の研究理念に共感したこともあり、マッスルスーツの試作開発を担うだけでなく、震災復興の観点から福島の南相馬市に量産化の製造工場を建設。
- ・マッスルスーツに係る研究開発・市場調査等が進んだ2013年12月、事業化、製品販売を一層効率化し加速するために(株)菊池製作所と共同し、東京理科大学発ベンチャーとして、(株)イノフィスを設立した。

#### ➤ 知的財産管理を含めた研究の管理体制で、工夫していること

- ・2013年12月、東京理科大学発ベンチャーとして、(株)イノフィスを設立。
- ・(株)イノフィスは、ビジネス戦略としてマッスルスーツに係る商標権を取得し、また、大学側が保有するマッスルスーツに関連する特許の専用実施権を全て集約し、管理することとした。

#### ➤ 人事交流等

- ・2012年10月より、(株)菊池製作所の設計スタッフ2名が小林研究室に半年間常駐する形で、生産設計に係る共同研究を実施した。

#### ➤ 連携体制によってもたらされたあるいは期待される具体的な効果

- ・マッスルスーツの開発成果を確実に事業化に結びつけるため、東京理科大学と(株)菊池製作所が協力のもと(株)イノフィスを設立し、3者の役割分担(東京理科大:技術開発、(株)菊池製作所:製造、(株)イノフィス:商品企画・販売)を明確にしたことで、開発から製品販売に至るまで、かなりのスピードアップが図られた。

#### ➤ その他

- ・利益相反への取組:東京理科大学では、学内に利益相反委員会を設け、利益相反ポリシーに基づき、産学官連携活動の適正な実施に努めるとともに、「学内発ベンチャー企業の支援等に関する規程」に基づくルールを厳守した形で大学発ベンチャーの(株)イノフィスを設立。

# 腰補助ウェア「マッスルスーツ®」の開発

## 具体的成果等

### (候補者の主な役割)

#### ▶(株)イノフィス 代表取締役社長 藤本 隆氏

- ・元東京理科大学 科学技術交流センター(現:研究戦略・産学連携センター)のセンター長。
- ・マッスルスーツの実用化・事業化に向け、センター所属のコーディネーターと共にビジネスモデルの構築、事業パートナーの発掘、市場開拓に尽力。
- ・2013年12月に設立した東京理科大学発ベンチャー(株)イノフィスの社長として、(株)菊池製作所及び東京理科大学小林研究室と連携しつつ、知財管理、開発及び販売、広報業務を担当。

#### ▶東京理科大学 工学部第一部 機械工学科 教授 小林 宏氏

- ・「生きている限り自立した生活ができる」ための装置を開発することをライフワークに、様々な生活支援ロボットを開発。
- ・「マッスルスーツ」という名称・コンセプトを発案し、2001年から開発を進めている。
- ・特に「人の役に立つものをつくりたい=事業化」を意識し、エンドユーザー企業の現場における実証実験を繰り返し行い、真に使える技術を確立。
- ・(株)イノフィス 取締役CTOを兼務

#### ▶(株)菊池製作所 代表取締役社長 菊池 功氏

- ・金属及びプラスチックの試作をメイン事業とする製造メーカーであり、大学・研究機関との数多くの共同開発実績有り。
- ・経営方針として、成長産業のうち、中堅・中小企業たる同社の今後の事業の柱として生活支援ロボットに着目。
- ・小林教授の研究理念に共感した菊池社長は、同社の経営方針と合致していたことと社会貢献を企業の責務として、マッスルスーツの試作のみならず、製造を担当。
- ・菊池社長自身、3.11東日本大震災を機に、菊池社長の出身地である福島県において、自社工場(福島)を拠点にロボット事業を展開し、福島復興の一助になりたいという強い意向があった。
- ・(株)イノフィス 取締役を兼務。

販売元



東京理科大学発ベンチャー

株式会社 **イノフィス**

〒125-8585 東京都葛飾区新宿6-3-1  
東京理科大学 研究棟3F  
TEL:03-5876-1335  
FAX:03-3608-7320  
HP: <https://innophys.jp/>

製造元



株式  
会社

**菊池製作所**

〒192-0152 東京都八王子市美山町2161-12  
TEL:042-650-5065  
FAX:042-650-5070  
HP: <http://www.kikuchiseisakusho.co.jp>

技術開発



**Koba Lab.**

〒125-8585 東京都葛飾区新宿6-3-1  
東京理科大学工学部機械工学科 小林研究室  
TEL/FAX:03-5876-1327  
HP: <http://kobalab.com>

# 腰補助ウェア「マッスルスーツ<sup>®</sup>」の開発

## 具体的成果等

### 2. 社会(地域を含む)への貢献

#### ●労働環境改善・雇用促進

- 世界中の介護・物流・工場・農作業などの業種では、重筋労働の負担軽減という労働者保護のニーズがあるが、マッスルスーツを用いることで健康問題(職業病)の一つとなっている“腰痛”の回避・軽減が可能となる。言い換えると、健康を損なうことなく働き続けることができるため、離職率の低下も期待される。
- 労働環境の改善に寄与することで、腰痛発症を回避したいとの理由から就職先として回避されがちな肉体労働現場の労働人口確保につながる。また、女性の雇用促進や労働者の高齢化にも貢献する。
- 『生きている限り自立した生活を実現したい』という研究理念のもと、高齢者や寝たきりのひとに使用していただき、自立を支援することで医療・福祉機器分野における社会貢献も目指している。
- 介護・物流・工場内作業などにマッスルスーツの導入実績(平成27年3月現在、780台)があり、重筋労働支援機器としてトップを走っている。また、将来的には農業や土木建築の分野での利用拡大も期待されている。
- 以上のように、労働環境の改善や今後ますます加速する労働人口の高齢化問題をはじめ、社会への貢献が大いに期待できる補助ツールと言える。

#### ●被災地復興支援

- マッスルスーツの製造を担当する(株)菊池製作所は、原発事故の影響で閉鎖した福島県南相馬市の事業所跡地を購入し、新たに工場を整備。
- 平成27年2月より10名程度の社員でマッスルスーツの量産ラインを稼働し始めており、さらにこの4月には地元採用の新入社員が5人加わるなど被災地の雇用確保にも貢献。
- また今後、同地に『産学官連携研究センター』を併設し、ロボット産業への挑戦を予定。新たな産業の創出が震災復興の足掛かりとして期待。

#### ●表彰

1. 2014年度 日本機械学会賞(論文)(2015.4 内定) ≫ 【腰補助用マッスルスーツのフィールドテスト(物流の作業現場への適用)】
2. 第12回建設ロボットシンポジウム 優秀論文賞(2010年 建設ロボット研究連絡協議会) ≫ 【腰部補助用マッスルスーツの開発】
3. 2006年度グッドデザイン賞 新領域デザイン部門-新領域デザイン ≫ 【マッスルスーツ(人間の動作を支援するウェアラブル・ロボット)】
4. 優秀プレゼンテーション賞(ヒューマンインタフェースシンポジウム2002 2002.9) ≫ 【マッスルスーツの開発】

#### ●報道

首相官邸HP 平成26年6月19日 ロボット活用現場の視察 ～介護ロボットの体験をする安倍総理～

読売新聞「産学タッグ医療に新風『マッスルスーツ』腰痛めず」(平成27年1月18日)、日経ビジネス「専門記者200人が選んだ新技術(医療・介護編)」(平成27年1月5日号)、NHK総合「ゆうどき」(平成27年1月5日)、日経トレンディ「15年に消費を変える新技術(第9位)」(平成26年12月号増刊)、日経産業新聞「フラッシュ 人工筋肉スーツ販売開始」(平成26年12月3日) ※この他にも新聞・テレビ等で多数報道

- その他：小林教授著のマッスルスーツ開発に向けた取り組みを紹介した『「ゆめのロボット」をつくる』は、小学4年生の国語教科書に掲載され、福島県南相馬市内の小学校で採用されている。

# 腰補助ウェア「マッスルスーツ®」の開発

## 具体的成果等

### 3. 技術への貢献

#### ◎具体的説明

- ・身体に装着し、30kgという大きな補助力で身体の動きを能動的にサポートする装着型筋力補助装置（ウェアブルロボット）の製品化は世界初。
- ・わずか150gの重さながら5気圧で最大約150kgの引張力を発生する空気圧式のMcKibben(マッキベン)型人工筋肉をアクチュエーターとして採用。軽さ(=本体重量5kg)、圧倒的な補助力、動きの滑らかさを兼ね備えている。
- ・小林教授が開発した負荷を分散する外骨格構造と安全かつパワフルな空気式のアクチュエーターを組み合わせるといって高度な融合技術確立したことで、腰痛の原因である過大な負荷を1/3に軽減し、筋力を補助(上げ下げ両方の動作を補助)するというストレートな解決手段を提供。
- ・安全面においては、ISO12100(機械安全指令の基本要素)を考慮しつつ、ヨーロッパで広く認められているCEを平成27年4月中に自己宣言予定。また、今後は国内規格であるISO13482の取得も目指す。
- ・特に、様々な企業の現場でユーザーと動作分析・試作・装着試験・確認評価・改良等の実証実験を繰り返した結果、老若男女、使用者を選ばず、また、使用者の動作を全く妨げない構造を開発できたことで、実用性の高い=汎用性の高い補助装置の製品化を実現。このように、ユーザの視点に立って開発した結果、類似品との比較で優位となり短期間での売り上げに結びついている。
- ・今後は、「上腕」や「下肢」など、他の部位への展開ならびに製品化が期待されている。

#### ◎現在の開発段階・状況(臨床試験等含む)

- ・平成25年から試験販売も含め、既に780台以上を出荷。
- ・平成27年1月に(株)菊池製作所は福島県南相馬工場に量産ラインを新設し、年間5,000台の生産体制を構築。

#### ◎特許: 主要なもの(成立(国内、海外)、出願(国内、海外))の特許名及び特許番号

- ・『腰部補助装置』:「特許第5505740号」、「特許第5526444号」、「特開2013-075078」
- ・『上腕保持装置、及び、上腕補助装置』:「特許第5169469号」

#### ◎査読付論文等: 主要なもの(タイトルや掲載誌情報)

- ・佐藤裕, 何佳欧, 小林寛征, 村松慶紀, 橋本卓弥, 小林 宏, “腰補助用マッスルスーツの開発と定量的評価”  
〔日本機械学会論文集C編, Vol. 78, No. 792, pp. 2987-2999, (2012.8)〕
- ・佐藤千恵, 横矢重治, 渡邊博美, 梅原英之, 中村裕紀, 小林宏,  
“腰補助用マッスルスーツ®のフィールドテスト(物流の作業現場への適用)”  
〔日本機械学会論文集(C編), Vol. 79, No. 806, pp. 3525-3538, 2013. (10月25日)〕

#### ◎基礎研究の革新的な応用等、学術的側面での特記事項

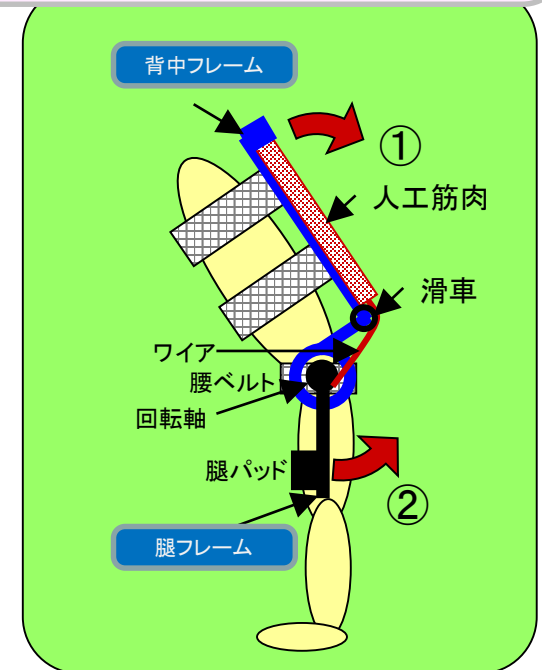
身体機能を拡張する装置の具体化は、1960年代後半のHardimanから始まった。これはコーネル大学とGEの共同開発で、油圧を駆動力に用い、30自由度、総重量680kgで、両手、両足共に着用者の力を25倍増幅することを目的としていた。握力に関してはそれを実現したが、全身の動作はもとよりそれ以外の動作補助については実現されず、非常に挑戦的な開発であったが、筋力補助や動作支援などの身体機能拡張の困難さを明確にした事例であった。これ以降、身体機能拡張には多くの研究が行われているが、学術論文レベルに留まり、製品化されたものはない。 5

#### 【マッスルスーツの動作原理】

人工筋肉収縮により、「回転軸」周りに上半身を起こすトルク①発生。その力により、腿フレームは②のように回転させられる

腿パッド+腿フレームにより、その回転を抑える

要は、発生する回転トルクを、同様に回転トルクにより抑え込む  
どんな姿勢、脚角度でも対応可能



# 腰補助ウェア「マッスルスーツ<sup>®</sup>」の開発

## 具体的成果等

### 4. 市場への貢献

#### ◎具体的説明

- (株)イノフィスが「製品名:マッスルスーツ」で、H25年12月から試験販売開始。
- 売上実績(試験販売を含む):
  - H25年度実績 (110台)
  - H26年度実績 (670台)
  - H27年度予定 (3,000台)
- ・H26年6月 公益財団法人テクノエイド協会「ロボット介護推進プロジェクト」にマッスルスーツが採択。当該事業において546台を納入。
- ・H27年3月現在、介護福祉分野をはじめ物流分野、工場内での諸作業などに於いて、780台の出荷実績(試験販売を含む)あり。
- ・市場の期待感、多くの反響を得るとともに、将来的には農業分野、土木建築分野での利用拡大の期待がされている。
- 自治体の採択数
  - ・H26年度 14自治体
  - 〔介護・福祉分野:北海道、岩手県、福島県、新潟県、神奈川県、兵庫県、大分県、島根県、広島県、北九州市、小松市〕
  - 〔農業分野 :岩手県、福島県、千葉県、愛媛県、長崎県〕

### 5. 補足資料等(データ)

(主要なもの(成立(国内、海外)、出願(国内、海外))の特許名、特許文献番号、発明者、出願人)

#### <事例に係る特許等の件数>

特許出願(申請)件数		(件)	
国内	3	海外	1
特許取得(成立)件数			
国内	3	海外	0
ライセンス件数			
国内	0	海外	0

- ①(特開2013-075078) 名称:「腰部補助装置」  
発明者:小林 宏、小林 寛征、何 佳欧、佐藤 裕 出願人:学校法人東京理科大学
- ②(特許第5505740号) (PCT/JP2010/053567) 名称:「腰部補助装置」  
発明者:小林 宏、橋本 卓弥、佐藤 裕、石渡 英治、外3名 出願人:学校法人東京理科大学
- ③(特許第5526444号) 名称:「腰部補助装置」  
発明者:小林 宏、橋本 卓弥、佐藤 裕、石渡 英治、外5名 出願人:学校法人東京理科大学
- ④(特許第5169469号) 名称:「上腕保持装置、及び、上腕補助装置」  
発明者:小林 宏 出願人:学校法人東京理科大学

# 腰補助ウェア「マッスルスーツ®」の開発

## 具体的成果等

### 5. 補足資料等(データ)

#### <事例に係る主な補助金・委託費の件数> 6件

年度	補助者・委託者(受託者ではない)について		採択課題名	交付金額 (単位:千円)
	配分機関名	事業名		
H25~H26	福島県	第4次ふくしま医療福祉機器開発事業費補助金	ライフイノベーションを加速させる装着型筋力補助具「腰部補助マッスルスーツ®」の高度化開発及び実用化	400,000
H25~H26	経済産業省	ロボット介護機器開発・導入促進事業(開発補助事業)	介護用マッスルスーツ事業化計画	63,000
H25	テクノエイド協会	産業技術実用化開発事業費補助金(ロボット介護機器導入実証事業)	介護用マッスルスーツ事業化計画	213,591
H21~H22	東京都	東京都高齢者支援技術活用促進事業	介護補助ロボット	50,000
H16~H17	NEDO	次世代ロボット実用化プロジェクト	筋肉を補助するウェアブルロボット: 上肢用マッスルスーツの研究開発	15,090

#### <事例に係る共同・受託研究の件数> 共同研究6件

共同/受託研究	実施時期	共同研究/受託研究の参加機関(自社含む)	内容	実施額 (千円)
共同研究	H25~H26	K社	マッスルスーツの実用化研究 介護・物流・工場等種々の重量物移送作業における作業軽減装置の研究	1,000
共同研究	H19~H21	J社	現場でマッスルスーツに適した作業を調査・検討・改良	10,000
共同研究	H20~H22	JT社	現場でマッスルスーツに適した作業を調査・検討・改良	8,000
共同研究	H22~H26	U社	物流現場でマッスルスーツに適用の調査・検討・改良	30,000
共同研究	H22~H26	A社	訪問入浴介護用マッスルスーツの開発	90,000