

## 連携機関

- ・ 株式会社三次元メディア
- ・ 立命館大学

## 功労者候補者

- ・ 徐 剛（立命館大学教授 兼 三次元メディア取締役・代表執行役）
- ・ 仲道 朋弘（三次元メディア 執行役・研究開発部長）

## 事例の概要

立命館大学情報理工学部教授が自らベンチャー「三次元メディア」を設立し、立命館大学卒業生を中心とした同社研究開発部において産業ロボットの目と脳を開発し、知能ロボットの事業化に挑む。産業ロボットに目と脳を持たせることで従来自動化できなかった生産ラインの部品ピッキング作業を自動化。三次元メディアは3次元産業ロボットビジョンの分野で世界最先端をリードしてきており、3次元ビジョンセンサTVSの開発により、産業ロボットの応用範囲を拡大すると同時に普及を促進。自社直販部隊による技術サポート体制を構築した結果、TVSシリーズの売上げ額は2013年度以降、前年比50%増の成長を続けている。

## ポイント

1. 連携の工夫・特長・波及効果
  - ・立命館大学での基礎研究をもとに、三次元メディアを起業、顧客要望に合わせた製品TVSを開発し、販売とサポートを展開している。安川電機・ファナック・川崎重工・三菱電機・デンソーウェーブ・不二越・ABBの各社ロボットと連携し、自動車メーカー・自動車部品メーカー・電機メーカーなど国内70社以上に採用していただいた。
2. 社会（地域を含む）への貢献
  - ・TVSシリーズの製品化により、知能ロボットの実現と普及に向け、大きな一歩を踏み出した。・第5回ロボット大賞・最優秀中小ベンチャー企業賞を受賞。・滋賀県内の12年ぶりの新規上場として期待されている。
3. 技術への貢献
  - ・2011年3月に世界初の本格的3次元ロボットビジョンセンサTVS1.0を発売。
  - ・並列計算を駆使した6次元探索空間における全探索の解法を提案し、実用化。
4. 市場への貢献
  - ・TVSシリーズの販売：年50%以上の成長を続けている。
  - ・国内3次元ロボットビジョン市場をリーダーとして創造している。



# 「産業ロボット用3次元ビジョンセンサ」の開発

## 具体的成果等

### 1. 連携の工夫・特長・波及効果

・TVSの研究開発には既に80人年・累計6億円が投入されてきている。この莫大の開発コストは「①国の補助金、②日本政策金融公庫の融資とベンチャーキャピタルの出資、③TVSの売上」の3つによって支えられてきた。官および立命館大学の支援なしでは不可能であった。

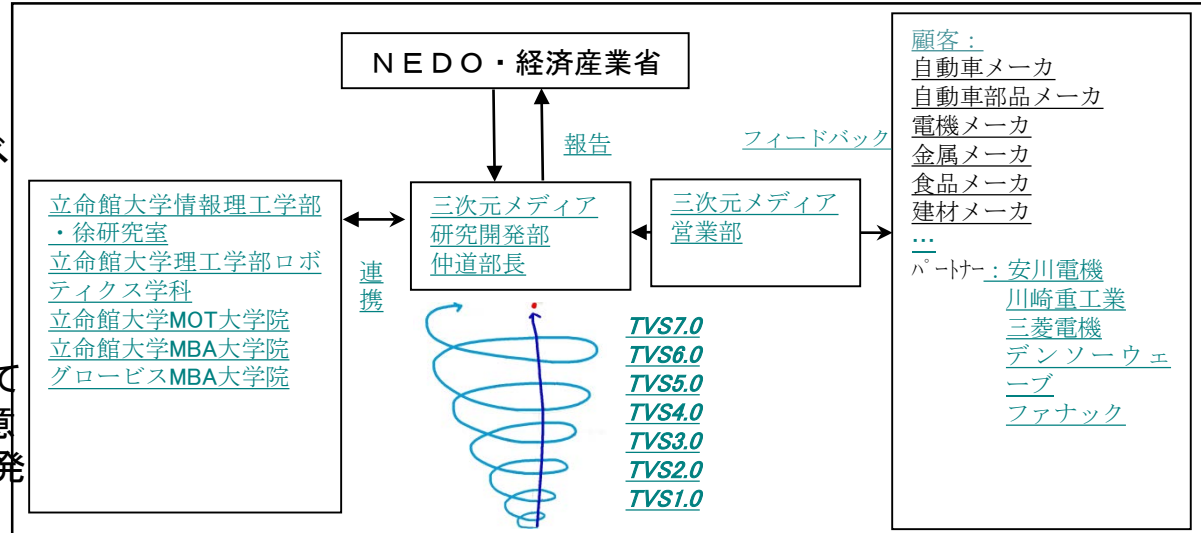
・TVSの研究開発は以下の特徴がある：①理論研究・技術開発・製品開発・製品販売は同時進行してきた；②1.5年ごとの製品リリースによって顧客の意見を吸収し、次の研究開発に活かしてきた。大学発ベンチャーである当社の理論的バックグラウンド、

理論成果を製品化する開発組織力、事業化の同時進行による顧客からのフィードバック、この3つの方が融合した結果、技術も事業も螺旋的に発展してきた。これは企業主導型と大学主導型を同時に実現した当社独自のイノベーションスタイルであり、大企業がひしめく中でベンチャーである当社が世界最先端を維持している真の原因はここにある。

・事業化においては、既存産業ロボットメーカーである、安川電機・川崎重工業・デンソーウェーブ・三菱電機・ファナック・不二越と連携している。これらの連携の結果、大手の自動車メーカー、自動車部品メーカー、電機電器メーカー、金属メーカー、食品メーカー、建材メーカー等60社にTVSを導入して頂いた。これらの先進的ユーザとの連携によって製品開発に対して大変有用なフィードバックがもたらされた。これらの導入は試験的導入がまだ多いが、本格的導入に至れば非常に大きな事業が実現される。3次元ロボットビジョンセンサ市場はまだ初期的であるが、TVSはこの初期市場で一番高いシェアを占めている。

・本製品開発においては、三次元メディアが複数の特許を取得しているが、アルゴリズムが主な競争力源泉であるため、特許出願していないノウハウ・ソフトウェアがむしろ多い。

・当社研究開発部は、立命館大学徐研究室を卒業した仲道執行役員に率いられており、そのメンバーも多くは立命館大学の卒業生である。最近他大学の大学院で修士号博士号を取得した技術者も増えている。3次元の数学とアルゴリズムに強いチームが形成されていることが本製品開発の前提となっている。この過程で若い技術者が鍛えられ、今後の日本の3次元ビジョン技術を担っていけるようになっていく。



## 「産業ロボット用3次元ビジョンセンサ」の開発

### 具体的成果等

#### (候補者の主な役割)

立命館大学情報理工学部教授兼三次元メディア取締役・代表執行役徐剛は、1983年10月に大阪大学に留学以来ずっと3次元ビジョンの研究開発をしてきており、3冊の著書もあり、数多くの3次元ビジョン製品を世に送り出してきた。大阪大学・立命館大学で教鞭をとる傍ら、ハーバード大学・マイクロソフト研究所・東京大学での客員研究も経験し、3次元ビジョンの技術革新と普及をライフワークとしている。

若手の研究者である三次元メディア執行役・研究開発部長仲道朋弘は、2010年3月に徐研究室で修士課程を修了した。学生時代から鋭い創造性と強い論理性を発揮し、2010年4月に入社後にすぐに頭角を現し、1年後に主任、2年度に研究開発部マネージャに就任し、3年度には執行役員・研究開発部長に就任した。開発の現場で指揮をとり、TVS1.0,2.0,3.0の技術開発及び製品開発の責任者を務め、特許を数件取得している。仲道の頭脳の明晰さと鋭い感性がTVSシリーズの開発成功の原動力であり、徐の先見性・新規事業推進力と仲道の創造性・技術力・管理能力とのコンビで本研究開発をここまで成功させてきた。

二人は以下のように役割分担をしている。

#### 徐:

- ①資金調達: 事業の存続・発展と製品開発に必要な資金を調達する。08年7月からTVSの開発を開始してから、約6億円の資金を投じてきた。
- ②市場と技術の方向性: どの市場ニーズに応える製品を作るべきか、将来を見据えた技術の方向性を提示する。
- ③人材の確保: 当社の理念とビジョンに賛同し、十分なスキルを持った人材を見つけ、口説き、採用する。

#### 仲道:

- ①課題解決・技術開発: 技術課題を抽出し、解決するための方法を考え、技術開発を実行する。顧客からのフィードバックを大切にし、迅速に次期製品に反映させる努力を怠らない。
- ②プロジェクト管理: 部下を鼓舞し、開発計画に沿った開発をマネージする。会社の理念・ビジョン・具体的目標を部下と共有し、士気を高め、団結して目標達成に邁進する風土を醸成した。

# 「産業ロボット用3次元ビジョンセンサ」の開発

## 具体的成果等

### 2. 社会(地域を含む)への貢献

- 立命館大学初の教員ベンチャーとして設立された。
- 2011年3月、世界初の本格的3次元ロボットビジョンセンサTVS1.0を市場に投入、知能ロボット時代の幕開けを果たした。
- 2012年10月に、第5回ロボット大賞・最優秀中小ベンチャー企業賞を受賞し、社会から大きな激励を頂いた。
- 東証マザーズ上場に向け、監査法人・主幹事証券会社と契約し、上場準備に入った。滋賀県内の12年ぶりの新規上場として滋賀県と草津市から期待されている。
- 雇用創出：2008年7月、ロボットビジョンの研究開発を開始したときは、社員が9名であったが、2015年10月には40名になった。2016年度には50人、2017年度には70人を予定している。
  
- 新聞記事掲載：
  - 2012年3月5日の京都新聞に、当社の紹介記事が掲載された。
  - 2011年6月8日の日本経済新聞に、当社「TVSシリーズ」の紹介記事が掲載された。
  - 2013年11月5日の日経産業新聞に、当社の高精度3次元形状計測が紹介された。
  - 2013年11月14日の日本経済新聞に、ロボの目開発「世の役に」実用化重視の立命大という記事の中で当社が紹介された。
  - 2015年1月3日の毎日新聞のロボット特集記事において当社TVSが稼働している(株)ゴーシューの生産ラインのTVS導入効果が紹介された。
  - 2015年4月8日の日刊工業新聞に、当社代表のインタビュー記事が掲載された。
  
- 国際貢献：
  - 2013年7月8日のAPEC中小企業サミットにおいて、日本を代表する中小企業として紹介され、発表した。
  
- その他：
  - 立命館大学初の教員ベンチャーとして発足し、その後20社ほどの教員ベンチャー設立の先鞭となった。
  - 立命館大学初の上場ベンチャーとして期待されている。
  - 大手事業会社との資本業務提携が近々発表される段取りである(本資料作成時点では社名はまだ公表できない)。

# 「産業ロボット用3次元ビジョンセンサ」の開発

## 具体的成果等

### 3. 技術への貢献

#### ◎具体的説明:

ロボットの目と脳に求められる原理的課題は、①3次元計測、②3次元物体認識、③ロボットの運動制御の3つである。

①のうち、製造ラインに求められる一定速度で流れる対象を3次元計測することは非常に難しい。

従来の産業ロボットは、プログラミングにより動作を入力したあと、この動作を永遠に繰り返すものである。従来の産業ロボットは目も脳を持っておらず、自分で見て判断する機能がない。この動作の前提となるのは、作業の対象物が一定の位置姿勢に必ずあることである。作業の対象物が望ましい位置姿勢にあれば問題はないが、部品箱から部品を一つずつ取り出すような作業は、対象物の位置姿勢が一定ではなく、従来の産業ロボットは使えなかった。

そこで、部品箱の中のどの位置のどの姿勢に部品があるかを目で3次元認識し、どの部品から取り出すべきかを脳で考えて、その結果をロボットに指示すれば、ロボットが自分で見て考えながら、目的の部品を拾い上げることができるようになる。

上記の目と脳のメリットは、40年前から知られ、世界中の研究者技術者が実現を試みてきたが実現されていなかった。三次元メディアはこの問題を世界で初めて実用的レベルで解決し、2013年の国際ロボット展に出展した当社のシステムは、MOOC Introduction to Robotics (クイーンズランド工科大学Peter Corke教授)で紹介された。ここで使ったのは、6次元探索空間における全探索のアイデアである。

物体の3次元位置を表すパラメータはXYZの3つある。また物体の姿勢(向き)を表すパラメータも3つある。合わせて6つである。3次元物体認識は、この6つのパラメータを決めるのと同じである。6つのパラメータを6次元空間として見立てると、この6次元空間における1点を見つける問題として定式化できる。この点がどこにあるかを探さないとならず、点が漏れることは許されない工業用途において確実な方法は全探索である。しかし、6次元空間における全探索は膨大な探索量となる。例えば6つのパラメータをそれぞれ100分割してそれぞれを認識しようとする、 $100 \times 100 \times 100 \times 100 \times 100 \times 100 = 1$ テラとなる。この計算量を通常のPCで1秒程度の時間で評価し、その中から解を見つけることについて、従来の技術者は膨大な計算量の前に諦めてきたが、TVSは、最新のコンピュータの並列計算を駆使して、アルゴリズムを創造し、通常のコンピュータで1秒程度の時間で実現することで、ブレークスルーを実現した。

◎現在の開発段階・状況(臨床試験等含む): 製品に求められる機能の多くが実現されてきた。一方、製品の操作性・製品自身の自動化、製品の壊れにくさ・保守のしやすさにおいて、まだ解決すべき課題が多く存在する。ユーザからフィードバックを頂きながら研究開発を引続き推進していく。

◎特許: 主要なもの(成立(国内、海外)、出願(国内、海外))の特許名及びパテント番号:

- ① 「3次元物体認識装置、並びに3次元物体認識プログラム及びこれが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体」特許第4649559号
- ② 「3次元物体認識装置及び3次元物体認識方法」特許第4677536号
- ③ 「ロボット制御装置」特許第4649554号
- ④ 「3次元物体認識装置及び3次元物体認識方法」特許第4940461号
- ⑤ 「3次元計測装置及び3次元計測方法」特許第5633058号

◎査読付論文等: 主要なものタイトルや掲載誌情報: 論文を書く時間がなく、また、競争力をキープするため、論文発表をしていない

◎基礎研究の革新的な応用等、学術的側面での特記事項: 全探索は一見無謀に見えるが最も確実な戦略である。6次元探索空間だけでなく、医用3次元画像処理で9次元の探索空間の探索問題に、立命館大学徐研究室で挑戦している。

### 4. 市場への貢献

#### ◎具体的説明

- ・TVSの販売: 売上げ額は2013年度以降、前年比50%増の成長を続けている。
- ・70社以上に導入されている
- ・導入会社: 大手の自動車メーカー、自動車部品メーカー、鉄鋼メーカー、電機メーカー、電器メーカー、事務機メーカー、食品メーカー
- ・分野比率: 自動車2:その他1
- ・輸出: 2016年度から中国・2017年度から北米に輸出される予定であり、そのための体制を構築している。

# 「産業ロボット用3次元ビジョンセンサ」の開発

## 具体的成果等

### 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	8 (成立5)	海外	1
特許取得(成立)件数			
国内	5	海外	0
ライセンス件数			
国内	0	海外	0

- ①「3次元物体認識装置、並びに3次元物体認識プログラム及びこれが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体」  
 特許第4649559号 特開2010-205095 特願2009-051500  
 発明者:徐 剛,出願人:株式会社三次元メディア
- ②「3次元物体認識装置及び3次元物体認識方法」  
 特許第4677536号 特開2011-129082 特願2010-009868  
 発明者:徐 剛、仲道 朋弘、千馬 勇人、樫原 晋輔、中山 貴央, 出願人:株式会社三次元メディア
- ③「ロボット制御装置」  
 特許第4649554号 特開2011-177808 特願2010-042458  
 発明者:徐 剛, 出願人:株式会社三次元メディア
- ④「3次元物体認識装置及び3次元物体認識方法」  
 特許第4940461号 特開2012-26974 特願2010-168493  
 発明者:徐 剛、仲道 朋弘、千馬 勇人, 出願人:株式会社三次元メディア
- ⑤「3次元計測装置及び3次元計測方法」  
 特許第5633058号 特開2015-21862 特願2013-150585  
 発明者:仲道 朋弘、牛 暁明、ソエトモト`ワイエン、徐 剛, 出願人:株式会社三次元メディア

#### <事例に係る主な補助金・委託費の件数> 7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		
平成17	経済産業省 (近畿経済産業局)	中小企業・ベンチャー挑戦支援事業のうち 実用化研究開発事業	高度3次元写真計測システムの商品化開発	5, 971
平成21~平成22 補正	経済産業省 (近畿経済産業局)	戦略的基盤技術高度化支援事業	産業ロボット及びサービスロボットのための高精度・高速・高信頼・低コスト3次元位置決め技術の研究開発 3次元ビジョンセンサを利用した産業ロボットの動作制御プログラムの自動生成に関する研究開発	48, 579
平成23~平成25	経済産業省 (近畿経済産業局)	新連携支援事業	3次元ロボットビジョンセンサTVSシリーズの開発生産販売事業	10, 176
平成25年実施	経済産業省(NEDO)	ベンチャー企業への実用化助成事業	輪郭と点群の双方を用いた3次元産業ロボットビジョンセンサ開発	23, 020
平成26年実施	経済産業省(NEDO)	ベンチャー企業への実用化助成事業	産業ロボット用3次元ビジョンセンサの小型軽量化と高度化開発	31, 426

## 「産業ロボット用3次元ビジョンセンサ」の開発

### 具体的成果等

#### 5. 補足資料等(データ)

##### ・販売サポート体制

新製品には機能不足や使いにくさが残るのは常である。それでも顧客が採用して使おうとすると、技術サポートは不可欠である。当社も、発売当時に商社やシステムインテグレータに販売し、あとは商社やシステムインテグレータに任せる考えからスタートしたが、彼らにはまだ難しすぎる製品レベルであり、それゆえ彼らに利益が残りにくいから、彼らは代理販売にインセンティブがまだ低いことがすぐに見えた。これを見て、メーカーとして最後までサポートしきることが販売の必要条件であると認識し、以下のアクションを取った。

- ①営業部は自ら技術サポートし、顧客ニーズ・製品不足を製品開発に反映させる；
- ②必要な営業部員を雇い、営業スキルと技術サポートのスキルをトレーニングする；
- ③必要なコストを、顧客が受け入れられる範囲内で製品とサポートを値上げすることでカバーする。

その結果、販売が伸びていった。

ベンチャー企業は技術と製品を自ら開発するが、販売サポートを他社に頼るのがほとんどである。それに対して、当社は本事業の特性に基づき、自ら直販サポート部隊を構築してきた。今年8月後半に中部営業所と関東営業所を開設した。東京大学で工学博士取得・グロービスでMBA取得・ベンチャー社長を経験した中原林人が入社し、今年6月29日に取締役・執行役副社長に就任し、国内外のマーケティング販売の責任者として販売サポート部隊を率いている。

- ・技術開発・製品開発の持続的成功は、①財務基盤、②イノベーションの企業風土、③目指す事業の成長性と将来性、この3つが基本条件である。当社はこれら3つの基本条件を満たすべく、経営を進めてきている。
- ・当社は、技術開発だけでなく、経営においてもユニークである。①取締役会は社外取締役が多数を占め、監督と執行を分離している。2015年6月に委員会設置会社に移行した。②社外取締役はMBAを持つ上場企業の社長経験者、経営大学院の教授等が名を連ねる。③社内役員も、博士号・修士号・MBA保持者で構成されていて、経営理論を創造的に実践している。④明確な企業理念と将来ビジョンを策定している。⑤東証マザーズ上場、東証1部上場という具体的経営目標を立てて、事業計画を策定している。⑥従業員持株会を作り、非常に高いモチベーションと団結力を持って仕事に取り組んでいる。