

概 要 版

# 戦略的基盤技術力強化事業に係る 追跡評価に関する調査

## 報告書

平成21年2月

独立行政法人 中小企業基盤整備機構

経営基盤支援部

# 1 . 調査の概要

## 1 - 1 . 戦略的基盤技術力強化事業の概要

戦略的基盤技術力強化事業は、中小企業が主たる担い手となり、かつ製造業全体の競争優位や経済活性化への波及効果が特に高いとされる基盤的・戦略的分野（金型分野、ロボット部品分野）について、国際競争力を強化するため、当該分野の優れた技術を有する中小企業とユーザー企業、大学等が共同で行う研究開発を戦略的かつ集中的に促進することを目的として実施した事業である。

中小企業基盤整備機構は、優れた提案をした30件のプロジェクト（金型分野15件、ロボット部品分野15件）の共同研究体（コンソーシアム）に対して研究開発を委託し、平成15年度から平成17年度までの3年間に総額約74億円を交付している。

表 戦略的基盤技術力強化事業のスキーム

委託先	共同研究体の事業管理法人
対象技術分野	金型及びロボット部品分野 研究開発実施期間終了後3年以内に事業化が図れるレベルであること
委託金額	1件当たり86百万円以内/年度
実施期間	平成15年度から平成17年度
採択件数	30件（金型分野15件、ロボット部品分野15件）

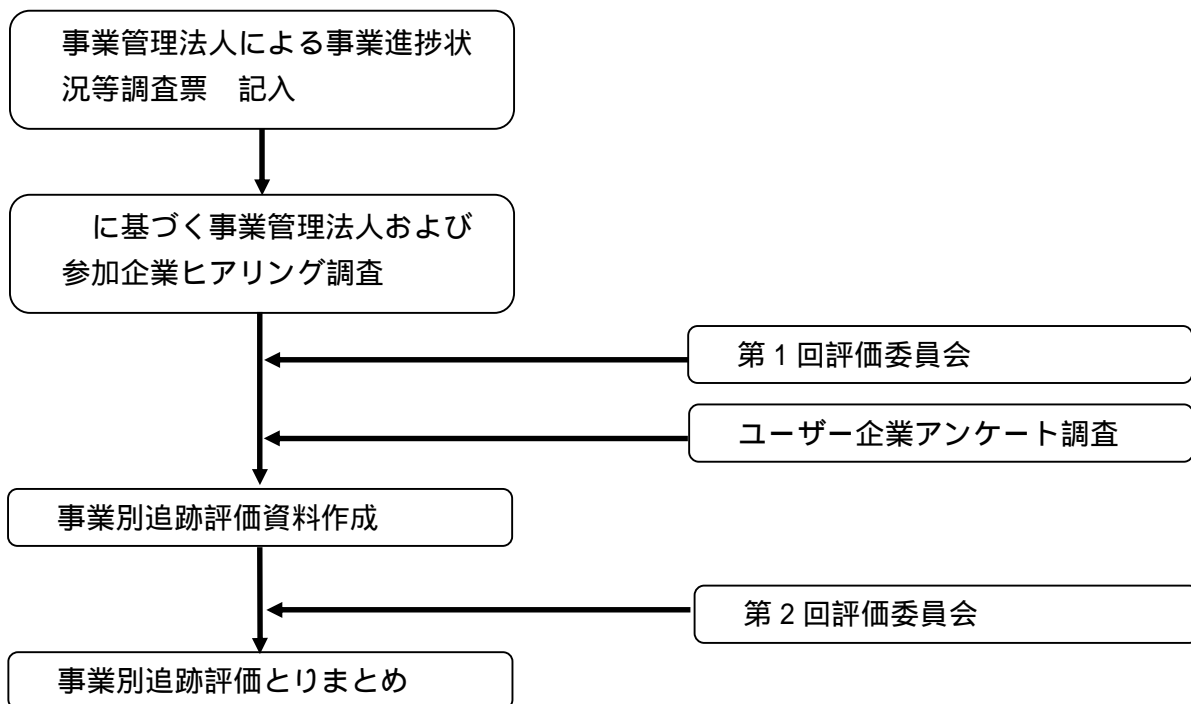
## 1 - 2 . 調査の目的

戦略的基盤技術力強化事業については、事業終了後3年以内に事業化が図られるレベルであることが採択条件の1つとなっており、また当初より戦略的基盤技術力強化事業終了後の3年目を目途に追跡評価を行うことが予定されている。

本調査は、こうした経緯を踏まえて実施するものであり、戦略的基盤技術力強化事業の事業効果等について、外部の有識者や専門家およびユーザー企業等の意向を踏まえ、客観的に評価することにより、中小企業基盤整備機構が今後新たに行う技術開発支援事業の展開に資することを目的とする。

### 1 - 3 . 調査の方法

調査は、以下のフローに従い実施した。



## 1 - 4 . 調査の対象

本調査の対象となる戦略的基盤技術力強化事業を実施した事業体は以下のとおりである。

表 戦略的基盤技術力強化事業

分野	管理 NO.	テーマ	管理法人
金 型	15K-1	光硬化型ナノ金型に関する研究開発	(財)日立地区産業支援センター
	15K-2	鋳造品切削レスを実現する精密複合ネットシェイプ金型と多数個取りセミソリッド工法に関する研究開発	M&D テクノ研究協同組合
	15K-3	個別プレス機械対応次世代型合わせ技術に関する研究開発	(株)ぐんま産業高度化センター
	15K-4	難加工マグネシウム合金大型板材の高効率量産プレス成形金型に関する研究開発	(財)金属系材料研究開発センター
	15K-5	難成形材のプレス加工用のマイクロ金型に関する研究開発	(財)金属系材料研究開発センター
	15K-6	超精密超音波振動金型技術による革新的生産手法に関する研究開発	(社)日本金属プレス工業協会
	15K-7	ナノ表面構造化による高品位 Mg プレス成形金型の超寿命化に関する研究開発	(財)素形材センター
	15K-8	ロストフォーム法による鋳鉄の遷移制御セミソリッド鋳造法及びロストフォーム用金型技術に関する研究開発	(財)素形材センター
	15K-9	金属材料による微小電子機械(MEMS)の一体成形技術に関する研究	タマティーエルーオー(株)
	15K-10	非軸対称非球面形状光学部品用の超精密金型の加工・計測技術に関する研究開発	(株)長津製作所
	15K-11	高硬度金型の超精密微細加工を実現する楕円振動切削加工技術の開発	(財)中部科学技術センター
	15K-12	先端光学デバイス創製用 SR 光ナノフォーミング金型の開発	(学)立命館
	15K-13	金属光造形複合加工技術の高度化による革新的金型製造法の研究開発	(社)人間生活工学研究センター
	15K-14	光学ガラス素子用超精密金型設計・製造技術の確立	(財)大阪産業振興機構
	15K-15	金型によるファインピッチ電子回路パターンニングに関する研究開発	(学)大阪産業大学 (クラスターテクノロジー(株))
ロボ ット 部 品	15R-1	6軸力覚センサに関する研究開発	(財)埼玉県中小企業振興公社
	15R-2	食品ロボット用ハイブリッドアクチュエータの開発	(株)前川製作所
	15R-3	屋外作業ロボットの操縦・監視用画像伝送・認識技術に関する研究開発	(株)アイヴィス
	15R-4	アシスト用直動アクチュエータユニットに関する研究開発	(財)製造科学技術センター
	15R-5	極限環境適用型アクチュエータユニットの開発	(財)製造科学技術センター
	15R-6	RTネットワークプラグインアクチュエータの開発	(社)日本ロボット工業会
	15R-7	移動ロボットの環境認識用レンジセンサシステムの開発	(社)日本ロボット工業会
	15R-8	位置情報フィードバックが可能な多自由度モータに関する研究開発	JFEテクノリサーチ(株)
	15R-9	ロボット用6軸運動センサに関する研究開発	(財)富山県新世紀産業機構
	15R-10	自律移動ロボットのリアルタイム3次元計測用超音波マイクロアレイセンサに関する研究開発	(財)大阪産業振興機構
	15R-11	ロボット用超小型6軸モーションセンサに関する研究開発	(財)新産業創造研究機構
	15R-12	医療用コンパクト型センサ・駆動ユニットの開発	(財)岡山県産業振興財団
	15R-13	パイオ苗生産のための高速3次元形状認識センサーと柔弱物ハンドリング機構の開発	(財)四国産業・技術振興センター
	15R-14	超小型軽量アクチュエータ/サーボンプに関する研究開発	(財)福岡県産業・科学技術振興財団
	15R-15	下水道管渠検査ロボットに関する研究開発	(財)北九州産業学術推進機構

## 2 . 追跡調査のスキーム

### 2 - 1 . 追跡調査方法

#### ( 1 ) 事業管理法人による事業進捗状況等調査票への事前記入

各事業の追跡評価を実施するにあたり、各管理法人ならびに参加企業(プロジェクトリーダー企業等)へのヒアリング調査を基本とするが、事前に事業管理法人に対して、事業の進捗状況等に関する調査票への記入を依頼し、ヒアリング調査の基礎資料とした。

事業進捗状況等調査票の調査項目は、以下のとおりである。

表 事業進捗状況等調査票の調査項目

項目	概要
1. 事業化のステージ	事業化のステージについてA～G段階で分類
2. 公募時の研究開発計画内容及び事業化計画内容と現在の状況	(1)市場の実態・動向について
	(2)製品・技術の状況について
	(3)製品・技術の販売・売上げ
	(4)知的財産権の取得等
	(5)研究開発に伴う経済効果
	(6)研究開発のスキーム
3. 問題や課題	事業化にあたっての問題や課題とその対応方法など
4. 開発された製品・技術等の内容(仕様、特徴、セールスPRなど)	成果(パンフレット等の添付)
5. 当初(公募時)予想していない成果や効果	予想外の成果や効果(自由記入)
6. 今後の事業(化)計画を策定状況	策定状況

表 事業化のステージ

ステージ	状況
A	B以前の段階である。
B	事業化の基礎となる実用化技術を確立した。
C	製品、機械等の初回試作品が完成した。
D	複数回の試作を実施済みで、成果物は最終製品に近い段階にある。
E	販売用製品が完成済みで、顧客との具体的な商談もあった。
F	販売を実施済みである。ただし、取引先はコンソーシアム内またはその関連企業である。
G	F以外の相手方と取引を行い、既に収入を得ている

#### ( 2 ) ヒアリング調査

調査は、事前記入の調査票を踏まえ、訪問聞き取り方式によって行い、ヒアリングでは、技術開発や事業化の進捗状況の説明および質疑応答と、事業化の課題とその対応方法に関して実態を把握した。

コンソーシアムは、管理法人をはじめ、中小企業、ユーザー企業、大学、研究機関など複数のメンバーで構成しているが、今回の調査では、管理法人および事業の中核となって基礎技術の開発を行った中小企業(プロジェクトリーダー)の担当者を対象として実施した。

ヒアリング調査のとりまとめ項目は、「 . 事業化の概要」「 . スキームの変遷」「 . 進捗等状況」「 . 課題への対応及び今後の展望」の4点である。

### (3) ユーザー企業アンケート調査

各事業の成果に対するユーザー企業の意向またはニーズを把握するとともに事業成果の評価の参考にし、今後の中小企業の技術開発支援の展開等に活用することを目的として全国から1,000社を無作為抽出して実施した。対象業種は以下のとおりである。

#### 対象業種

<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンソーシアムにユーザー企業として参加している企業の業種</li> <li>・ヒアリング結果から考えられる業種</li> <li>・その他各種商品卸売業、病院等</li> </ul>
---

#### 【調査の設計及び回収結果】

項目	内容		
調査方法	郵送配布、FAX 回収		
調査内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・関連する技術開発や製品があるか(Q1)</li> <li>・当該技術の活用、商品化の余地があるか(Q2)</li> <li>・上記で回答した分野の事業化、商品化に興味があるか(Q3)</li> <li>・上記で話を聞いてみたい内容、意見、質問があれば自由記入(Q4)</li> </ul>		
回収結果	発送数	回収数	回収率
	1,000	60	6.0%

## 2 - 2 . 評価のスキーム

各事業の評価にあたっては、事業進捗状況等調査票ならびにヒアリング調査結果、ユーザー企業へのアンケート調査結果を踏まえ、別途開催する評価委員会によって実施した。

評価に当たっては、事業の進展度、技術の活用度、事業の継続度、事業の影響度、事業の発展可能性とし、それらを踏まえて、今後の展開への提言を行うこととした。

表 評価項目ごとの評価視点

評価項目	内容
事業の進展度	事業ステージを参考にしつつも、開発や製品化の背景や置かれた状況等を考慮しつつ、進捗度について評価を行なう。また、事業主体が制御できない外的要因等によって進捗に影響があったような場合も評価を行う。
技術の活用度	開発された技術が、派生技術も含めどの程度活用されているかの視点から評価を行う。
事業の継続性	事業化の芽が出るまでには時間がかかることもあるため、仮に事業化の進捗はあまり進んでいないとしても事業自体が継続されているかの視点から評価を行う。
事業の影響度	事業の社会的に与える影響が大きいのか、インパクトがあるかの視点から評価を行う。
事業の発展可能性	今後事業の大きい発展が見込まれるかどうかの視点から評価を行う。
今後の展開への提言	上記を総合的に評価し、今後の展開についてコメントを行う。

本概要版では、上記 の評価視点のみ掲載している。

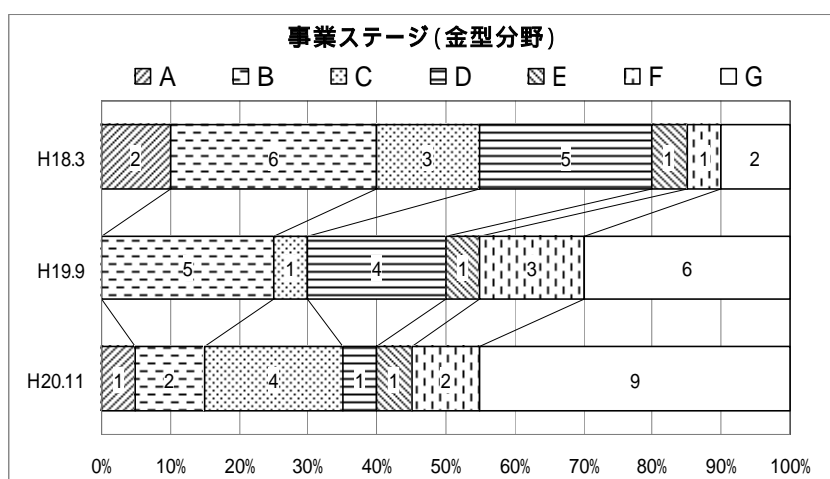
### 3 . 追跡調査結果

#### 3 - 1 . 事業の進捗状況

事業終了（H17年度）からおよそ3カ年が経過する現時点において、事業ステージがコンソーシアムメンバー以外の企業との取引を行い、収入を得るレベル（事業ステージG）に達している事業は、それぞれ15事業体のうち、金型分野で9事業体、ロボット部品分野で7事業体となっている。（グラフでは3事業体についてサブテーマごとに事業ステージ評価を行っているため事業体数と一致しない）

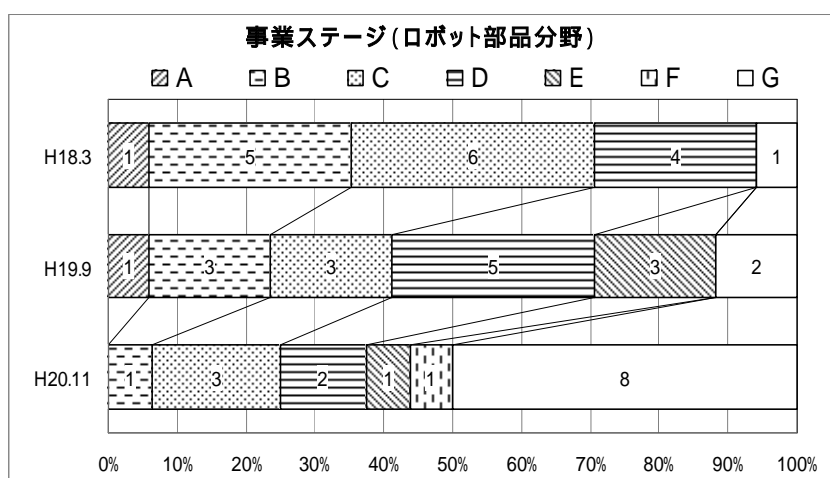
金型分野では、平成18年3月時点から平成19年9月時点にかけて、事業ステージGは2事業体から6事業体に加え、ロボット部品分野では平成19年9月から平成20年11月時点にかけて、2事業体から7事業体に増加している。

一方で、販売用製品の開発や商談まで至っていない（事業ステージA～D）事業体は、金型分野では5事業体、ロボット部品分野で6事業体となっている。



資料：事前追跡調査票（H20.11実施）

図 事業ステージの変化（金型分野）



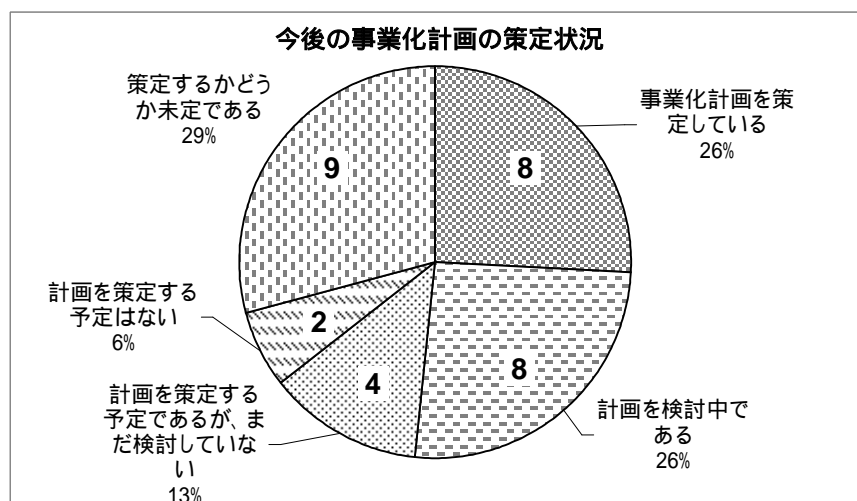
資料：事前追跡調査票（H20.11実施）

図 事業ステージの変化（ロボット部品分野）

### 3 - 2 . 今後の事業化展開

今後の事業化計画の策定状況をみると、「事業化計画を策定している」（26％）が8事業体、また「計画を検討中である」（26％）も8事業体となっており、「計画を策定する予定であるが、まだ検討していない」（13％）の4事業体を含めると6割強の事業において、事業体として今後も継続して事業化を進めていくとしている。

一方、「計画を策定する予定はない」（6％）が2事業体、もしくは「策定するかどうか未定である」（29％）が9事業体の計11件と約3分の1となっている。



資料：事前追跡調査票（H20.11実施）

図 今後の事業化計画について



### 3 - 3 . プロジェクト評価

#### ( 1 ) 金型分野

##### [15K-1 光硬化型ナノ金型に関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	光硬化樹脂による、ナノ金型の製造技術は、高密度記録素子の今後の発展に期待ができるが、石英ナノ金型の製造技術、表面安定性並びに表面処理技術などの基礎と要素技術の技術開発の進展如何により難しさもある。
今後の展開への提言	ベンチャー企業による継続的技術課題を改善し、付加価値のある製品製造や関連技術の発展に対する支援が必要である。また、当初計画の事業の方向転換が上手く進むような支援政策の提案も必要である。

##### [15K-2 鋳造品切削レスを実現する精密複合ネットシェイプ金型と多数個取りセミソリッド工法に関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	半凝固鋳造システム(レオキャスト法、ナノキャスト法)は、製品の高密度化、内部欠陥の極小化、工程の短縮化に有効な技術である。しかし、半凝固法の設備投資額が高いことと、応用領域の認識不足および製品鋳造技術の安定化はまだ技術開発段階である。
今後の展開への提言	ナノキャスト技術や半凝固鋳造技術は、今後、金型設計、射出条件、鋳造条件など金型加工技術から鋳造技術までのトータル技術の確立が必要条件であり、安定生産手法の確立が検討課題になると考えられる。 事業を引き継いだ高度化事業の成果を期待する。

[15K-3 個別プレス機械対応次世代型合わせ技術に関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	<p>自動車用プレス成形技術は、金型が大形であり操業時における金型の「たわみ、変形」の調整が大きな問題である。これまで大型板金プレス用金型は日本の金型メーカーの技術レベルが高く、大半の自動車メーカーの金型生産を手がけていた。競争力の源の一つが、金型の成型時の調整技術である。こうした技術を要する技術者の確保が困難になっており、抜本的な対策が必要である。</p> <p>モデル実験や実装試験から従来法の欠点を補完する技術であれば、事業化が進展すると考えられる。その意味で、今回のコンソーシアムのあり方は、解決策になりうると考える。</p>
今後の展開への提言	<p>特に欧州の自動車メーカーは日本のプレス金型メーカーの技術に依存しているので、何らかの手段を用いて、プレス金型メーカーの企業連携を構築する必要がある。</p> <p>変形特性再現システムの確立は金型材料、プレス成形機の精度、上下金型の動的特性などを考慮しないと、特化された技術になるために、データベースの確立が必要だ。</p> <p>派生開発として、コンサルティング事業のニーズがあるようなのでサービス事業として新たな展開が期待できないか。「新連携」ではサービス業も対象にしているので可能性の検討をしてみたらどうか。</p>

[15K-4 難加工マグネシウム合金大型板材の高効率量産プレス成形金型に関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	<p>製品を販売し収入を得ているが、当初の目的であった自動車など大型な物の製品化へは至っていない状況である。</p> <p>大形マグネシウム板材の成形技術は、製品の精度向上、成形時の製品安定化性などの技術確立が必要である。特に、小物の場合は、鋳造製品との棲み分けが可能か、プレス成形の優位性を明確にしないと難しい。この背景には、マグネシウム板材の価格が当初の想定よりも値下がりしていないことが非常に大きく影響しているが、素材価格の変動はマグネシウムだけではない。</p>
今後の展開への提言	<p>マグネシウム合金の材料特性は、軽量化、高強度化、電磁波シールド性などの機能性の発現に対し優位性がある。今後大型成形品の安定加工法の研究開発による成形技術の確立が期待される。そのため多種多様な市場ニーズの存在が考えられるので積極的な技術のPRを行っていくことが重要である。</p> <p>また、マグネシウムは資源(エコ)の面からも有望な材料といえる。コスト面が解決されれば、需要はさらに拡大するものとする。</p>

[15K-5 難成形材のプレス加工用のマイクロ金型に関する研究開発]

評価項目	評価
事業の進展度	<p>3つの研究開発のうち 焼結ダイヤモンド(SD)製冷却用熱交換素子(ヒートパイプ)用金型は、靱性に問題が発生し、研究段階であり、成形自体はある程度上手くいっているが、機械加工した物と比較して熱伝導で劣っており製品化が難しいという状況である。</p> <p>炭化珪素(SiC)製ガラス精密マイクロ通信用多芯ファイバーアレイ用金型は、製品を販売できる状態であるが、販売を担う古河電気工業の事業方針転換により、頓挫している状況である。</p> <p>SiC製マイクロレンズ金型は、製品を販売し収入を得ているが、不況の影響を受け、年度当初に予定していた発注計画が中止になったり、プラスチックレンズの技術開発が進み市場を奪われている。</p> <p>技術的にみると、マイクロ金型にセラミックス系材料を用いた加工技術は、金属製金型に比べ低熱膨張などの優位性があるが、脆性素材の微細加工には表面安定化が最重要課題である。また、セラミックス系金型は熱伝導率が金属製に比べ悪いために、熱応力負荷の問題による安定化などの考慮が必要である。費用対効果で優位性を追求する場合は現時点では難しいと考える。</p>
今後の展開への提言	<p>セラミックス製金型および表面処理金型による高機能製造技術の確立により、希少金属を多用する超硬材に比べ、廉価で高性能な金型製造が可能となる。</p> <p>また、素材の限界によるプラスチック技術との住み分け、また消費者の高級嗜好などの確かなニーズを捉えて事業展開を進めていくことが重要である。基盤技術の習得は実現できているが、本格的事業化はこれからと考えられるので、これを何かしらの「新連携」につなぐことはできないだろうか。</p>

[15K-6 超精密超音波振動金型技術による革新的生産手法に関する研究開発]

評価項目	評価
事業の進展度	<p>ハードディスク用流体軸受けモーターの流体軸受けを量産性の高いプレス加工で加工する技術の開発を目的としている。高い耐衝撃性や軸の振れを最小限に抑えられるため、回転精度が高く、HDDの容量アップを可能にするなど数々のメリットがあり、多くの領域に適用された技術となっている。ハードディスク用流体軸受けのプレス化を行い、顧客に性能テストを依頼した段階で流体軸受け大手メーカー(日本電産)ニディック、ミネベアが、サムソンや松下に特許侵害の訴訟を起こしたため、現在は事業を中止しているとのことだが、研究開発技術の特許侵害の問題は、技術開発進展に大きな阻害要因となることから研究実施計画段階での関連技術の解析に問題が残される。</p>
今後の展開への提言	<p>流体軸受けモーターの量産製造技術にプレス技術の適用は非常に効果的である。燃料電池セパレータへの活用やコンマ1ミリくらいの薄い板への加工技術の転用など、他領域の製造技術にも普及できるとマイクロ金型による高付加価値製造技術の発展が期待できる。また、特許問題で事業化が頓挫しているが、特許の期限切れまで待たずに、知財戦略として対応の可能性はないのだろうか。可能性としては、中小企業の知財戦略支援施策の活用が考えられる。</p>

[15K-7 ナノ表面構造化による高品位 Mg プレス成形金型の長寿命化に関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	Mg 合金素材の価格変動は時代により流動的であり、板材の価格は高くなってきている現状では難しいが、価格のみでなく技術開発要件を明確にしなければ今後の発展は難しい。しかし、Mg 合金の加工技術開発に伴い金型の安定化技術も発展する可能性がある。
今後の展開への提言	表面処理技術、固相拡散技術を併用した表面処理技術の適用が新規の技術開発並びに高寿命化技術の発展に繋がるとは考えられるが、ターゲット市場のニーズとのギャップがあり本格的な事業化は難しいだろう。 DLCは高コストなので、事業化を考えるなら費用対効果のある正面処理の新技术を考えるほうがよい。 アプリケーション市場のマーケティングをしっかりとやる必要がある。

[15K-8 ロストフォーム法による鋳鉄の遷移制御セミソリッド鑄造法及びロストフォーム用金型技術に関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	製品化のための技術開発は終了している。本プロジェクトにおいては高い技術が認められているが、事業化・製品化は、「導入に際して既存設備の変更に要する初期コストの負担が大きく当初想定した製品化の取り組みや製品展開につながっていない」「販売実績がないため、設備を導入して生産を試みる企業が見当たらない」「予想したようなニーズが見込めなかった」「市場規模が縮小した」「販売目的に設備使用ができない」などの理由で停滞している。
今後の展開への提言	基盤技術の習得は実現している。事業化・製品化は停滞しているが、開発技術は各企業において他の製品等へ活用されるなどの成果をみている。消失模型型と金型による製造方法があるが、両面性からの技術開発が今後の発展に有効と考えられる。 今後は、スケールメリットを活かした低価格化、製品用途を特化した高機能、高付加価値な発泡樹脂の開発が望まれ、新たな展開が期待できるといえる。

[15K-9 金属材料による微小電子機械 (MEMS) の一体成形技術に関する研究]

評価項目	評価
事業の進展度	<p>微細 MEMS や微細部品の取引までには至っていないが、試作品についてはコンソーシアムメンバー間で、二次成果であるマイクロ金型部品を作製するためのプレス機及び微細加工システムでは、コンソメンバー以外に試作機を納入している。</p> <p>市場における需要の高まりが見られないため、需要喚起の努力が必要であるが、そのため事業体制の構築は、平成 18 年度からの高度化事業の成果が期待される。</p> <p>また、マイクロ金型製造技術の安定製造方法ならびに MEMS 製造による製品の優位性が認識されると技術の発展性が期待できる。</p>
今後の展開への提言	<p>需要と基盤技術の成果の普及は時間的な違いがあるが、微細加工技術や微細金型製造技術の確立と進歩は今後各産業領域に大きな波及効果がある。</p> <p>基盤技術の習得は実現しており、新市場開拓が期待される。</p> <p>新連携事業などへの展開が期待される。</p>

[15K-10 非軸対称非球面形状光学部品用の超精密金型の加工・計測技術に関する研究開発]

評価項目	評価
事業の進展度	<p>本事業期間後の平成 18 年度から、本事業の開発技術をもとに「戦略的基盤技術高度化支援事業」(テーマ:超精密金型をつくるための周辺装置の開発)で更なる研究開発を行っている。</p> <p>本事業成果によるテーマの遂行段階で開発された加工機の高付加価値化を促進し、光学部品の製造に加工機が適用され事業化も成功している。技術を先取りした高精度の装置の開発ならびに金型製造技術は今後ともに有効になる。</p>
今後の展開への提言	<p>マイクロチャンネル等の医用バイオ技術への応用開発には、総合的な技術開発のレベルアップが必要であるが、超複雑形状加工の確立と装置の開発により、現実的にも事業化の可能性を含んでおり期待される。</p> <p>また、競合しているメムスとの住み分けを考えた事業戦略の検討や技術力の積極的な PR の実施を行っていくことが必要である。</p>

**[15K-11 高硬度金型の超精密微細加工を実現する楕円振動切削加工技術の開発]**

評価項目	評 価
事業の進展度	振動切削技術は古くから存在するが、微細加工法に適用するための楕円振動切削加工技術は超音波切削技術の一つで、神戸大学が開発したオリジナリティの高い技術である。この技術の適用により、ナノオーダーの表面性状の成果が得られている。この技術領域での装置開発により新たな切削技術の発展と製品の高機能化が達成でき、事業として着実に進展しているといえる。
今後の展開への提言	加工機の信頼性、精度維持、各鋼種の違う金型材料での鏡面性におけるデータベースが確立されると、広い領域に活用できる。 開発面では、コンソーシアムを組むことで効率的な技術開発が実行されることを望む。 また、売り上げ面では提案営業力の強化が課題である。

**[15K-12 先端光学デバイス創製用 SR 光ナノフォーミング金型の開発]**

評価項目	評 価
事業の進展度	参画企業の実質的研究撤退は、技術の発展性に問題があったものと考えられる。しかし、プロジェクト期間中に、当初の研究開発の目標はほぼ達成しており、基盤技術の成果(ナノ金型の製造方法)に問題がなければ、マイクロマシン、マイクロ金型製造技術の発展に貢献する可能性は高い。
今後の展開への提言	シンクロトン放射光の活用は高コストであることが懸念され、製造コストを担保する高付加価値化が課題である。 そのためには、製品の実装化を進め、付加価値を高めていくことが重要である。 新連携事業などへの展開が期待される。

**[15K-13 金属光造形複合加工技術の高度化による革新的金型製造法の研究開発]**

評価項目	評 価
事業の進展度	光造形技術の進展により、造形装置を用いた製品製造の工業化が進展している状況を考慮して、微細加工技術が発展し、更に事業化の発展の可能性は高い。 また、本事業からベンチャーが起業しており、事業として着実に進展していると考ええる。
今後の展開への提言	基盤技術の習得並びに事業化も実現している。現有の成果により更なる事業化の可能性は高いが、多用途に適用できる研究開発も必要と考える。 また、装置自体が高価であること、造形サイズに制限があることが普及を妨げている要因である。新しい技術開発と新たな加工機開発メーカーを選定しなおすべきと考える。

[15K-14 光学ガラス素子用超精密金型設計・製造技術の確立]

評価項目	評 価
事業の進展度	工学ガラス製品のトータルな評価技術、加工技術、実装化の確立は、現在の産業からの要求技術にマッチしており、事業化の優位性も、技術の発展性も期待でき、プロジェクトの成果を活用し、事業化まで展開していることから、プロジェクトの成功例と言える。
今後の展開への提言	基盤技術の習得及び事業化は実現したものの、高精度の加工機を用いることになるため、加工機自体が高価であり、それに比較して型代が低価格化した場合、量産性を確保できなければ事業が成り立たなくなる恐れがある。加工機の低コスト化も追求すべきである。その一方で量産への技術の確立と表面の安定化技術の促進により、多量生産型の金型製造に期待が持てる。

[15K-15 金型によるファインピッチ電子回路パターンニングに関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	研究開発成果は必ずしもすぐ事業化に結びつかない事情もあるが、業界の認識度の高まりに伴い、関係技術の発展の可能性が考えられる。
今後の展開への提言	基盤技術の習得は実現している。市場ニーズの問題から事業化は実現しておらず、事業化は難しい。 今後、本技術の適用領域を模索していくことが必要である。

( 2 ) ロボット部品分野

[15R-1 6軸力覚センサに関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	<p>平成 18 年度より製品の販売を開始したが、市場ニーズに合わないことから再度研究を進めた。その後、平成 20 年 1 月に再度販売するも市場ニーズに合わない(仕様が小さい、出力がアナログ)ことから仕様を再び検討した。品質の安定性を高めるための過負荷対策構造をセンサー本体に取り入れ、出力補正機能部(マイコン)を内蔵し、よりユーザーに受け入れやすい低価格製品の開発を行い、10 月より再度販売を開始した。既に精密機械、重工業、電気関係等を取引先として販売・収入を得ているが、何度かのモデルチェンジを行ったため、売上高は公募時の計画(100 百万円)よりも少ない(現状 5 百万円)。</p> <p>この種の開発では技術開発から製品開発に移行する段階で、マーケットとの対話を深め、開発使用を定めていくオリエンテーション活動が不可欠であり、当初見込みからの変更が生じたことはやむを得ない。その対応の困難さの中でも、執念を持って販売にまでこぎつけたことは販売規模が小さいとはいえ評価できる。また、更なるコストダウンの可能性も示唆されており、今後の展開が期待される。</p>
今後の展開への提言	<p>本事業で開発した 6 軸力覚センサーの製品は、従来とは比較できないくらいの小型化、そして低価格化に成功したものであり、需要が相当喚起されるものと考えられる。</p> <p>特に、高齢社会において、人間との物理的な接触などのインターフェイスが必要とされ、本製品の価値を十分発揮できれば、量産され普及することも期待でき、今後の本事業の展開が楽しみである。</p> <p>事業化の足掛かりはできたと評価できるので、用途先開拓の継続努力によってさらなる発展を期待したい。具体的には、本製品を組み込む国内のロボットメーカーとの共同歩調も視野に入れ、海外展開のビジネスモデル検討、次世代コンピューターへの応用も視野に、自動車会社への売り込みも行うことなどが考えられる。</p>

[15R-2 食品ロボット用ハイブリッドアクチュエータの開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	<p>本事業は、コンビニ弁当等の製造アクチュエータの開発を主としているが、当初の技術的な開発はすでに終えた段階にある。しかし、事業化の段階において、当初はほとんどの弁当、食材を目標に研究開発をスタートしたが、予想以上に食材の種類が多く、変更のサイクルも短いことが判明し、利益率の低い食品工場では短期間だけ使う専用の機械を設置することができず進展していない。昨今の景気の低迷により、職を求める人の数が増加し、低賃金でも働き手が得られる状況にあり、当面進展の目処はない。</p>
今後の展開への提言	<p>現在の状況では、技術レベルを相当にあげるか別のターゲットに焦点を合わせることが妥当とみられる。そのため、ユーザーの求める条件を踏まえたフィージビリティスタディをしっかりとやる必要があるであろう。</p>



[15R-3 屋外作業ロボットの操縦・監視用画像伝送・認識技術に関する研究開発]

評価項目	評価
事業の進展度	研究開発に基づく技術により製品を販売し収入を得ているが、公募時に想定していた建機部門については、地下鉱山事業への進出延期により、アフターマーケットでの後付けオプション商品の位置づけにとどまっている。また、一次試作開発は予定通りであったが、製品化工程の遅延(回路設計、部品の選択・調達の遅れ)などにより製品の出荷開始が約1年遅れている。
今後の展開への提言	消防ロボットを含め屋外作業ロボットの普及には技術開発によるコストダウンが必要不可欠である。また、当初想定していなかった消防ロボットへの挑戦など、今後もこうした展開を積極的に進めていくことが重要である。 東京消防庁の追加配備が進むようニーズ把握と改良を着実に進めるとともに、赤外線カメラや指向性マイクロフォンといった新規なセンサー類などの実装による災害現場でのアプリケーションも検討の余地があるのではないか。

[15R-4 アシスト用直動アクチュエータユニットに関する研究開発]

評価項目	評価
事業の進展度	3年間試行錯誤する中、少しずつ技術改良を重ね、当初の目的をクリアする技術の開発がなされた。事業化の段階において、当機器が保険対象外となったことなどから、コスト面が支障になっているためか、具体的な注文はなく、試作機を作成した段階から具体的に進んでいない。
今後の展開への提言	現在はリスク保証などの制度の不備から停滞しているものの、今後の高齢化社会の進行に伴い、ロボットなどによる生活支援は加速度的に増加すると見込まれるため、それを見込んだ事業を継続していくことが望ましい。当面制度改訂が行われないものであれば、本プロジェクト試作品を上位機種と位置付け、低位機種から市場投入することで本分野の認知度を向上後に成果投入することも考えられる。 またベッド本体としての製品販売以外に、布団用などの製品開発の可能性や産業分野への適用の可能性も模索する必要もあろう。

[15R-5 極限環境適用型アクチュエータユニットの開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	当初の技術開発計画に照らせば十分達成しており、むしろオーバースペック気味である。また製品化されており、東京精機が購入したり(コンソーシアム内の売買)、数台程度他社から注文がきている。 納品先として今後は東京消防庁などが考えられるが、開発によりモーターの価格が下がったものの、いまだ製品の価格がネックとなっていて、普及があまり進んでいない状況にある。
今後の展開への提言	現場のニーズを踏まえた機能開発を今後も着実に進めていくとともに、低コスト化や軽量化などの取組みも継続努力が必要である。また併行してロボットの法的な面で制約をクリアしていくための取組みも求められる。 マーケット展開の面からは、本製品の高性能・高付加価値から考えて、エントリーマーケットの探索が重要である。自動車メーカーや特殊実験機器を扱う商社なども含め広く営業活動を展開して欲しい。JETROの支援による海外展開も可能性があるとみられる。地雷探査の場合は、ODA活用によるアジア支援も視野に入れることができる。

[15R-6 RTネットワークプラグインアクチュエータの開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	小型 NPA(ネットワーク・プラグイン・アクチュエータ)は、市場のニーズが当初想定したよりも追いついていないため、開発スケジュールを先送りにした。本プロジェクトにて開発した超小型エンコーダの技術を応用した超小型アクチュエータの開発を実施し、市場に導入した。現在のところ、取引先は大学や民間または独立行政法人の研究機関等のロボット開発をしているところである。
今後の展開への提言	要素技術レベルは高いので、熱意をもって市場のニーズに合わせて積極的に技術展開すれば、ビジネスチャンスの広がりが大きくなるであろう。

[15R-7 移動ロボットの環境認識用レンジセンサシステムの開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	プロジェクトで想定した 3D センサーの事業化は市場が成熟していないという理由で実現していないが、3D センサーの開発を目指していた際の基盤技術を転用した 2D 化技術はいくつかの開発に転用され製品化している。
今後の展開への提言	2D センサー技術を応用できる製品群の裾野を広げると同時に、3D 技術に関してはシステムインテグレータやエンドユーザー企業に積極的にシーズを認知してもらおうとともにニーズとのすり合わせをしていくことで製品化を目指していく。

**[15R-8 位置情報フィードバックが可能な多自由度モータに関する研究開発]**

評価項目	評 価
事業の進展度	製品としては完成品に到達したが、内的要因としては製品の単価が高く市場での価格ニーズに応えられないこと、外的要因としてはサービスロボットの市場が未成熟であることの内外要因により事業化の一手手前の状態が昨年度から続いている。
今後の展開への提言	蛇型ロボットにしても試作品段階であり、事業化段階で本技術が採用されるとは考えがたい。数分の一へのコストダウンが出来るとしてどのようなビジネスチャンスが有るのか検討する必要がある。 一方、元となっている技術レベルは高いので、アプリケーションの開拓を管理法人とともに実施努力を継続し、有効なビジネスマッチングの場や情報の提供があれば、市場形成に繋がると期待される。

**[15R-9 ロボット用6軸運動センサに関する研究開発]**

評価項目	評 価
事業の進展度	当初予定していたロボット用の6軸運動センサーは、2軸ジャイロセンサおよび5軸モーションセンサーに変更され、さらにサーボ型3軸加速度センサーと2回変更され、さらに、実質的には生産を担当する予定であった企業の都合により、製造が停止されるなど、結果、完成に至っていない。 ただし、関連する事業が始まっており、単体事業として遅れていることよりも、全体として進展し始めており、その点において評価できる。
今後の展開への提言	ロボット分野から、計測器としての高機能性を活かして、地震感知とその対応(電源遮断)システムや、橋梁の振動感知をシステム化し補修するメンテナンス事業への展開を図るなど、部品供給からシステム供給への展開が期待される。 当面は、高額の設備投資を要しない受注品やシステム供給分野への展開に注力することが最善であると思われる。 事業としては、参加企業全てに利益配分がなされる仕組みを構築していくことが必要である。

[15R-10 自律移動ロボットのリアルタイム3次元計測用超音波マイクロアレイセンサに関する研究開発]

評価項目	評価
事業の進展度	プロジェクト期間内に、当初の技術課題はすべてクリアし、製品化に向けての実証実験等を踏まえて、製品化する直前の段階まで達成するなど、プロジェクトの成果は生かされている。 しかしながら、実証実験を予定した事業採択が不可となったことや、PZT 薄膜式アレイセンサの開発を進めていたが、環境意識から鉛フリーによる方式(静電式等)が求められるなどの状況変化があり、現時点では、マイナーチェンジとなる2次元超音波センサーの開発を進めている。
今後の展開への提言	今後も引き続き、市場への普及がビジネスモデルのカギとなっていくものと考えられる。こうしたなかで、狭い意味でのロボット市場が想定したほど普及していない実情を踏まえると、自律走行型のロボットだけでなく、手術や離床システム(医療分野)、顧客移動情報システム(物流分野)、スポット空調管理システム(輸送企業)など、当初想定していない分野へのロボット技術の展開が実際に進んでおり、今後もこうした展開を積極的に進めていくことが、ロボット技術の普及と発展のまえに重要である。 これまでも中核企業により、開発費用の全てが負担されており、今後も同社による展開が期待される。

[15R-11 ロボット用超小型6軸モーションセンサに関する研究開発]

評価項目	評価
事業の進展度	6軸モーションセンサーの「プラント監視/検査ロボットへの適用」については、強化事業終了時には、事業化に移行できる製品が完成している状態であったが、担当企業である川崎重工での実証実験で無線に問題があることが判明し、事業化にいたっていない。ただし新たな応用先として自動車メーカー向けの車体挙動解析への事業化の可能性が出てきている。また、超「小型センサー」は、対象としていたロボットやゲーム機用途が市場規模や価格等の面で事業化見通しが立たず断念している。もう一つの「カード型センサーモジュール」は人体計測への応用として、医療やスポーツの分野に可能性があり、事業化努力を継続し、派生実用化が進みつつある。
今後の展開への提言	今後のビジネス展開では単なるセールスマンではなくエンジニアとしての能力やソリューションにおける能力が求められている。本プロジェクトでは、コーディネータ役の管理法人が単なるマッチングだけでなくニッチ形成や新たな応用展開の可能性に大きく寄与していると見受けられ、単一プロジェクト内の成否だけでなく、このような人材育成の場としての効用も評価すべきであろう。 また、ユーザーニーズへの対応から、製品の高度化や多機能化を進める必要もあると考える。

[15R-12 医療用コンパクト型センサ・駆動ユニットの開発]

評価項目	評価
事業の進展度	<p>技術的な意味での研究開発は当初の目的は達成している。しかし、試作機作成までこぎつけた点は評価できる。試作機に対する要望・ニーズは徐々に増えつつあるが、なかなか病院や大学が設置してくれないといった現状にある。理由としては、医療機器に係る規制が障害となっていることがあげられる。</p> <p>医療関係の制約条件がネックになっている面があるが、海外では規制が緩和されつつあることから、今後当技術が活用されることが見込まれる。</p>
今後の展開への提言	<p>今後も cadaver の取り組みや臨床試験を実施する予定であり、ガイドラインの策定を待ってH22年度には販売に持ち込むことを予定している。また、オーダーメイドインプラント/オーダーメイド手術を実現するための基盤技術としての発展を目指している。さらに、当該手術ロボットの要素技術として、術前計画のデータ化及び手術室空間での患部位置同定技術、患部位置同定技術は医療用ナビゲーションシステムに繋がる技術などがあり、これら単独での商品化開発も実施しており、今後の展開が期待できる。</p>

[15R-13 バイオ苗生産のための高速3次元形状認識センサーと柔弱物ハンドリング機構の開発]

評価項目	評価
事業の進展度	<p>強化事業の成果品として「高速3次元形状認識センサー」、「柔弱物ハンドリング装置」は完成しているが、ユーカリの産地であるオーストラリアの干ばつの影響で、プラントを安い労働力が確保できる南アフリカに移転したため、ユーザー企業との取引を一時白紙に戻し、事業化へ移行できていない。また、観賞用のシンビジュームも原油高騰の影響で生産者であるユーザー企業が撤退または生産見送りとなったため、取引に至っていない。</p>
今後の展開への提言	<p>事業展開としては、茶木植え込み装置の商談成立がユーザー企業との間で見込まれており、その結果を見守りたい。また、リネンサプライ工場への装置導入の成否も気にかかるところである。</p> <p>今後、アプリケーションの拡大のための調査を進めるとともに、多くの関連特許が出願中であり、ライセンスとなることも検討する必要があるのではないかと。</p>

[15R-14 超小型軽量アクチュエータ/サーボアンプに関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	年々事業化のステージアップが図られているが、試作機の技術的な改良点が判明したことや、ロボット市場が未成熟であることなどから、事業化を先延ばしした。
今後の展開への提言	ロボット業界全体の動向として、安全基準及び安全規格の整備の進捗状況が市場形成に与える影響が大きいものと思われ、その取り組みの加速が望まれる。安全基準制定後の市場形成期においては、リスク製品を販売した経験を持つ企業(主に自動車メーカー)が展開してきたビジネスモデルをまねた社会受容性の育成が必要であろう。 また、個別の応用だけでなく、多様な応用に耐えうる技術開発とどのように応用するかの日利きの育成も重要であろう。

[15R-15 下水道管渠検査ロボットに関する研究開発]

評価項目	評 価
事業の進展度	本プロジェクトは自律走行可能な下水道管渠検査ロボットに関する研究開発である。研究の成果を得て事業として移行するためには検査ロボットの製品化または少なくとも試作品の完成が必須であるが、試作品は研究終了段階で完成しており、平成 19 年度には製品として販売実績を上げている。 一方、実際の市場ではフルスペックの製品よりも安価な簡易スペックの製品にニーズがあり、「菅太郎」をベースに改良を加えた「もぐりんこ」を製品化し、市場ニーズに適した製品を販売するに至っており、必要な機能を備えた安価な製品に展開したことは高く評価できる。
今後の展開への提言	今後はユーザーである納入先である自治体や検査会社の意見に基づく改良を進めていくながら、販売促進を進めていくことが重要である。販社となる企業提携や、ユーザー企業によるプロジェクトの継承を図り、技術動向及び市場動向について同社が持つ営業・技術チャンネルを積極的に活用していくことが重要である。

### 3 - 4 . 事業化推進における課題

事業化を進めるためには、より一層の市場開拓が求められる。今後も継続して、各事業で開発・強化された技術を、競合技術や市販の製品のなかで再認識し、情報を発信・収集し、顧客ニーズを把握し、技術とのマッチングを見極めていくことが重要である。

#### ( 1 ) 金型分野

金型は、一品受注オーダー品であり、顧客のニーズにより生産されるものである。そのため、顧客のニーズを把握し、掘り起こすことが最重要といえる。

一般に、金型中小企業では、営業部門を持たず、「よい金型を作る」ことが営業であるというような職人気質な企業も少なくない。技術の重要性は当然のこととして、顧客に対して金型とはどういうものなのかを考えていくことが重要である。

戦略的基盤技術力強化事業では、技術力強化を図る複数の中小企業とともに、ユーザー企業が同じコンソーシアムに参加しており、顧客となるユーザー企業のニーズを直接的に受けながら、技術開発を進められるという大きなメリットがある。事業のなかでは、ユーザー企業の側からコンソーシアムを離脱するなど、残念なケースもあるが、今後も、事業を通じて得られたユーザー企業との連携を活かし、積極的にマーケティング活動を進めていくことが求められる。

その際、注意すべきことは、金型分野の場合、これまで特定の製品・技術に特化しすぎており、製品や技術の幅が拡張できず、結果的に顧客の幅も広げられず、結果として市場を広げられないという状況が見受けられる。また特定のユーザー企業向けの製品・技術に特化すれば、その企業との関係が強化できる一方で、新たな市場への展開が難しくなるという状況がある。

結論として、各事業体においても、常に新しい分野の可能性を探っていくことが重要である。

また、金型分野の場合、特許の問題が大きい。特許をとると技術がオープンになるなどの問題が生じるとともに、市場開拓には、秘密漏洩等のリスクも存在する。今後は、既存取引先も含めた取引先との契約関係を再点検することも必要である。

#### ( 2 ) ロボット部品分野

ロボット部品分野では、市場が小さい、伸びていないという意見が多く聞かれ、事業化を遅らせる大きな理由として指摘されている。なかには、開発した製品・技術が市場に受け入れられるかどうか、検討の結果難しくなったり、そもそもそうした検討が不十分な事業もあるが、産業としては、ロボットをもっと広義に捉えていくことが重要である。また、マーケティングに尽力して、当初と違った分野でも芽が出るように可能性を広げていく努力が必要である。

ロボット部品分野の技術は、既存のイメージだけでなく、要素技術でみれば、潜在的に様々なところで組み込んでいくことが可能であり、そのためにも、自らが市場を作っていくという視点が重要である。

実際に、事業体のなかでは、当初の見込みが変化し、技術的にも難しい状況になっているものもあるが、可能性を広げていくことにより、新たな使い道を探り事業化を推進しているものもあつたり、積極的にマイナーチェンジや技術の水平展開により市場に対応しているところもある。

## 4 . 中小企業の技術開発支援事業推進に向けての提言

### ( 1 ) 事業目的の明確化、再確認

戦略的基盤技術力強化事業においては、事業体によっては目的が基盤技術強化だったのかあくまで事業化の可能性を求めていたのかが明確でなく、事業体によっては、事業目的が途中で変更されたというように理解されているところもあり、その結果として事業化が遅れたと考えている事業体も見受けられた。

もとより、こうした事業では、実際に着手して経験していくことで市場の変化とマッチングできるのかどうか分かるものも多く、そこからが事業化のスタートとなるものもあり、事業化可能性を事業当初に見極めるのは非常に困難である。

こうした状況も踏まえて、事業目的をすべての事業参加者が明らかに理解して実施される必要がある。

### ( 2 ) 管理法人の役割の明確化

事業終了後3カ年が経過するなかで、管理法人の担当者が代わったこともあり、事業内容や事業化状況を正確に把握できていないのではないかと思われるような管理法人もあり、その役割が機能しているかどうかははっきりしない事業体も見受けられた。

また、現時点では技術強化を目指す企業が、それぞれ事業化を進めており、コンソーシアムとしての総合力を発揮できていないケースもあり、経済状況が大きく変化する中で、中小企業の側から大手企業が多かったユーザー企業を引き留めて、事業化を進めていくことが難しい状況も伺えた。

こうしたケースでも、管理法人がコンソーシアム内の協力を高められるような調整機能を発揮することができれば、より事業化の進展があったのではないと思われる。

### ( 3 ) 関連事業スキーム情報の共有化

各事業のヒアリングを進めるなかで、本事業以外への事業活用について、事業体によって理解が異なっていた。例えば、本事業が終了した後、高度化事業を活用して効果的な事業推進を図っている事業体もあれば、事業終了後5カ年が経過するまで、他の支援事業を受けることはできないと考えている事業体もあった。

また、戦略的基盤技術高度化事業の採択を想定して事業化を図ることを考えていたものの、戦略的基盤技術高度化支援事業は不採択となったことが大きく事業化を遅らせてしまったと考えている事業体もあった。

資金力の弱い中小企業が技術強化や事業化を進めていくために公的資金を活用することは大きなメリットがあることから、関連する事業スキーム等についての情報が的確に伝わるようにすることは重要である。



#### ( 4 ) マーケティング能力の強化・支援 ( マッチングコーディネーター )

事業化の推進にあたっては、中小企業全般に言えることであるが、マーケティング能力の強化が重要である。

戦略的基盤技術力強化事業では、こうした中小企業の弱点であるマーケティング能力を補うためコンソーシアムメンバーに、ユーザー企業が参加しており、中小企業にとっては貴重な連携の機会となっており、ヒアリング時にも「この事業がなかったら出会うことはなかった」と高い評価を得ている。

今後、事業化を進めるためには、一層の市場開拓が必要であり、そのための情報発信・収集を行い、顧客ニーズを把握し、技術とのマッチングを図っていくことが重要である。

しかしながら、実際には、ユーザー企業の側では技術的なポイントがわからないことも多く、要素技術を持つ中小企業が技術的なアピールを行っても、的確にマッチングできないことも多く指摘されているとおりである。

したがって、ニーズとシーズをつなぎ、うまくマッチングさせるコーディネーターを如何に事業に参画させるかが非常に重要になる。

#### ( 5 ) 情報発信の支援

展示会などへ参加して、企業情報や技術情報を発信する効果は大きい。しかしながら、展示会への参加費用も中小企業によっては負担が大きく、実際に展示会を厳選して参加しているという状況も伺えた。

こうした展示会への参加に対して、自治体の産業支援策を活用しているところもあったが、かえって独自の展示ができないなどの問題から、あえて自治体の支援を利用しないというようなところもあり、展示会参加の負担が大きいというところもあった。

また、展示会情報を収集し整理するために専属のスタッフを抱えているところもあり、展示会情報の必要性を高く認識しており、こうした情報提供を強く望んでいる実態もあった。

本事業でも地域の産業支援を進める機関が管理法人として関わっている。情報発信支援については、これらの産業支援機関の役割だと思われる。情報自体が全国的な情報として発信され、また中小企業が参加しやすい仕組みにしていくことが重要である。

## 5 . 評価委員会 委員名簿

( 敬称略、委員名五十音順 )

	氏 名	所 属
委員	浅田 稔	大阪大学大学院工学研究科 教授
委員	石坂 清	社団法人 日本機械工業連合会 常務理事
委員	奥山 哲哉	イノベーション 21 代表
委員	鈴木 裕	九州工業大学 先端金型センター長
委員	関根 重幸	独立行政法人 産業技術総合研究所 総括主幹
委員	日原 政彦	ウッデホルム株式会社 技術顧問

発行 独立行政法人 中小企業基盤整備機構  
〒105-8543  
東京都港区虎ノ門三丁目5番1号 虎ノ門37 森ビル  
TEL 03-5470-1523  
FAX 03-3433-8867  
URL <http://www.smrj.go.jp/>

無断転載を禁ずる