

## V. 広域首都圏における連携によるイノベーションの創出可能性

ここでは、広域首都圏における連携による地域イノベーションの創出の可能性について分析した。

### 1. 地域における連携による新たな製品・技術開発への取組み状況

#### (1) 調査概要

地域の商工会議所、(独)産業技術総合研究所 関東産学官連携センター、全県の工業系の公設試験研究機関、登録インキュベーション施設に対するアンケート調査により、地域における複数の組織共同での「新たな製品・技術開発への継続的な取組み」事例を発掘した。調査結果は、企業ヒアリング調査の候補選定にも有効活用した(巻末に情報が得られた全取組みの概要を掲載している)。

#### ① 調査対象活動条件

以下の全ての条件に当てはまる取組み(活動)について、情報を求めた。

- 複数の組織(企業、団体、大学、自治体など)が連携した取組みである
  - \* 2者だけの取組み(企業2社による共同開発、1企業と1大学による共同研究等)は除き、少なくとも3以上の組織が関わっていることを条件とします。
- 新たな製品・技術開発を目指している
  - \* 本調査では「ものづくり」(製品開発、技術開発等)に関する取組みに限定します。
  - \* 農林水産業、建設業、サービス業など「ものづくり」以外のみに関する取組みは除いてください。
  - \* 経営全般や会計・経理、IT、接客などの勉強会、親睦を目的とした交流会は除きます。
  - \* 開発した製品・技術の販路開拓や共同受注に関わる取組みは含めます。
  - \* また、以上のような取組みを支援する活動(マッチングの場の提供)も含めます。
- 継続的に取り組むことを念頭に置いている
  - \* 新連携、地域イノベーション創出研究開発、地域コンソ、地域資源活用型研究開発、農商工連携など国等の支援を受けた取組みを除外するわけはありませんが、国等の支援が終了したら活動を休止することを前提としている取組みは除きます。

## ② 取り組み情報収集状況

該当する活動がある場合のみ回答を求めた。

既存調査で把握していた2事例を含めて情報が得られた取り組み数および情報を寄せた団体数は以下の通りである。

	計	商議所から	公設試から	登録BIから
情報が得られた取り組み数	40	29	6	4
	計	商議所	公設試	登録BI
情報を寄せた団体数	25	17	5	3

\* 巻末に情報が得られた全取り組み（活動）に関する情報を掲載している。

\* 2団体から情報を得た取り組みがあったため、計より1引いている。

## (2) 調査結果（ポイント）

本調査で情報が得られた、“複数の組織（企業、団体、大学、自治体など）が連携した新たな製品・技術開発への継続的な取り組み（活動）”の主な活動場所の分布状況は下表の通りであり、広域首都圏全域において取り組みがみられる。

都県名	取り組み数
茨城県	7
栃木県	3
群馬県	1
埼玉県	2
千葉県	3
東京都	4
神奈川県	4
新潟県	6
山梨県	3
長野県	0
静岡県	7
計	40

約9割の取り組みの中心的活動実施主体が組織であり、残り約1割が、個人が中心となって取り組まれている活動である。中心的に活動している組織のほとんどは、地方自治体またはその関連の産業支援機関あるいは商工会議所等の公的機関であり、公的機関の主導もしくは後押しで活動が推進されているケースが多いことがうかがえる。

活動開始が2000年代後半の比較的新しい取り組みが大半を占めているが、一部、1990年代に始まった歴史の長い取り組みもみられる。

メンバー構成をみると、企業の他、公設試験研究機関や大学、商工会議所などが参画し、産学官または産学連携の取り組みとなっているケースが約6割を占めている。また、

地域の中小企業に加えて大手企業が参画して、連携して新たな製品・技術開発に継続的に取り組んでいる事例もある。

活動分野を IC タグ、モーター、燃料電池、加工技術、金型、航空宇宙、医療機器、ロボットなど特定の技術・製品に絞っている取り組みと、グリーンビジネス、循環型社会形成といった方向性を規定している取り組み、および産学官連携、地域産業活性化といったように幅広い分野を対象としている取り組みがある。全体に共通する特徴としては、ものづくり技術に関わる取り組みがほぼ全ての県にみられることである。今後、類似分野の取り組み同士で何らかの情報交換等を行い、活動を深めていくことなどが考えられる。

## 2. 地域におけるイノベーションの創出に向けた連携方策のあり方

広域首都圏のベンチャーファンド、産業支援機関の有識者ヒアリングをもとに、地域におけるイノベーションの創出に向けた連携支援方策のあり方を検討した。

### (1) 調査概要

広域首都圏においてイノベーションの連鎖的な創出を図るためには、大手・中堅企業のニーズと地域の中小・ベンチャー企業の技術やビジネスモデルとのマッチングによる協創的なイノベーションが不可欠である。また、地域の中小・ベンチャー企業、大手・中堅企業は、新たな技術・製品開発等に前向きに取り組んでいるものの、事業環境が厳しさを増す中で重要性が一層高まっている「非連続的なイノベーション」への対応が求められる。

以下では、地域におけるイノベーション創出に向け、大手・中堅企業、中小・ベンチャー企業、大学、金融機関及び海外企業との連携や広域連携等による効果的な支援・連携方策のあり方を検討した。

具体的には、産学官・企業間連携等の仲介役となり得るベンチャーファンド、産業支援機関への有識者ヒアリング調査を実施した。調査対象とした有識者は、以下の通りである。

図表 V-1 有識者ヒアリング調査一覧

分類	企業・組織名	有識者名
ベンチャーファンド	ネクスト・ハンズオン・パートナーズ株式会社	代表取締役社長 以頭 博之 氏
ベンチャーファンド	イノベーション・エンジン株式会社	代表取締役社長 佐野 睦典 氏
産業支援機関	社団法人首都圏産業活性化協会	事務局長 岡崎 英人 氏

## (2) 調査結果（ポイント）

### ① 大手・中堅企業と中小・ベンチャー企業との連携に向けた支援方策

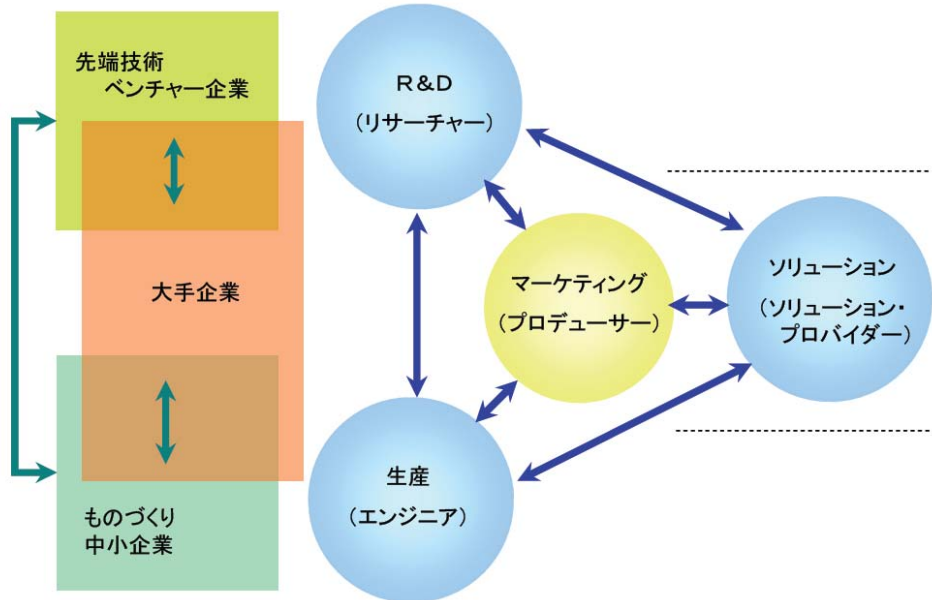
広域首都圏においてイノベーションの連鎖的な創出を図るためには、大手・中堅企業のニーズと地域の中小・ベンチャー企業の技術やビジネスモデルとのマッチングと連携が不可欠である。

大手・中堅企業は、自社の技術を切り出すカーブアウト、スピンオフ等で事業化を図る動きがあり、アンケート調査からも、中小・ベンチャー企業のスピンオフ企業との連携に一定のニーズと期待があることが明らかになった。しかし、実際にスピンオフを実現するには課題も多く、様々な工夫が必要である。例えば、大企業系のベンチャーファンドは、大企業のシーズを事業化することに加え、大企業の担当者レベルと中小・ベンチャー企業との仲介役として機能する可能性がある。また、あるベンチャーファンドは、大企業の研究開発部門に足を運び、ニーズや困りごとを聞いてくる仲介役として機能している。いずれも、地道な活動であるが、大手・中堅企業と中小・ベンチャー企業の効率的なマッチングを図るための1つの有効な方法になると考えられる。

また、オープン・イノベーションについても、圧倒的な競争力を持つ海外有力企業の強者の論理を鵜呑みにして、表面的に取り込んだとしても機能するとは考えにくい。有識者ヒアリング調査からも、大手・中堅企業が、地域中小・ベンチャー企業の良質な技術をM&A等で取り込みたいと考えながらも、自前主義の強さや技術流出の不安といった内部要因や口コミが中心で有効なマッチングの場や仕組みがないという外部要因等も含めた複合的な要因により、その実現を難しくしていることが示されている。

以上の状況をふまえ、まず、現在のオープン・イノベーション論を見直しながら、企業の懸念や課題を丁寧に整理し、業種や保有技術・ノウハウの類型別に解決策を検討することで、その必然性を導くことが先決である。また、大手・中堅企業の研究・技術開発は、現段階では、オープンではないことを前提に、ある程度クローズなマッチングの場の提供、プロ・マーケット創設等の支援スキームを検討・整備することが必要であると考えられる。具体的には、ベンチャー等をIPOで素人の目にさらすのではなく、ファンド等も交えたプロ同士のM&Aによる出口を見据えた支援方策が効果的と考えられる。

図表 V-2 日本の製造業の構造変化と役割分担



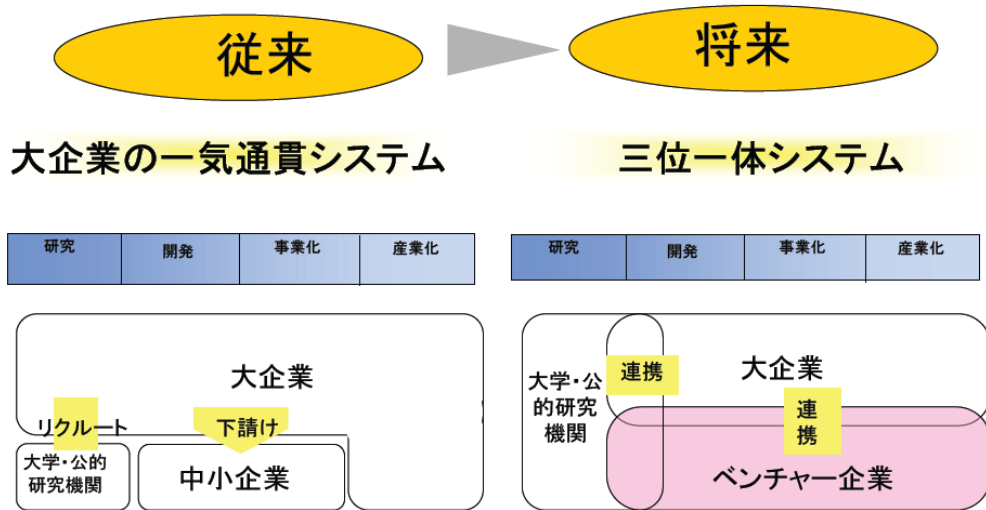
資料：イノベーション・エンジン株式会社

## ② 地域におけるイノベーションの創造に向けた連携支援方策

地域におけるイノベーションを連鎖的に生み出すためには、自地域の強みを見極めながら、大手・中堅企業と中小・ベンチャー企業の連携に加え、大学・研究機関、行政支援機関、商社・金融機関等の多種多様な主体との連携によって、地域のアイデアを研究開発から販売までつなげてプロデュースし、補完・相乗効果等の必然性を伴う戦略的な広域連携の仕組みや施策が必要となる。

例えば、広域首都圏においては、社団法人首都圏産業活性化協会が、国内外の企業・関連機関との広域連携を積極的に進めている。まず、広域連携を円滑に進めるためには、地域間で人と人がつながり、ネットワークが形成されることが必要である。そのためには、現場を理解するプレイングマネージャーとして、顔が見えるような看板役（＝地域間連携コーディネータ）が必要となる。また、ものづくり×サービスの発想、環境配慮のものづくりといったソフト面の提案力も重要となる。

図表 V-3 ナショナル・イノベーション・システムの変革



資料：イノベーション・エンジン株式会社

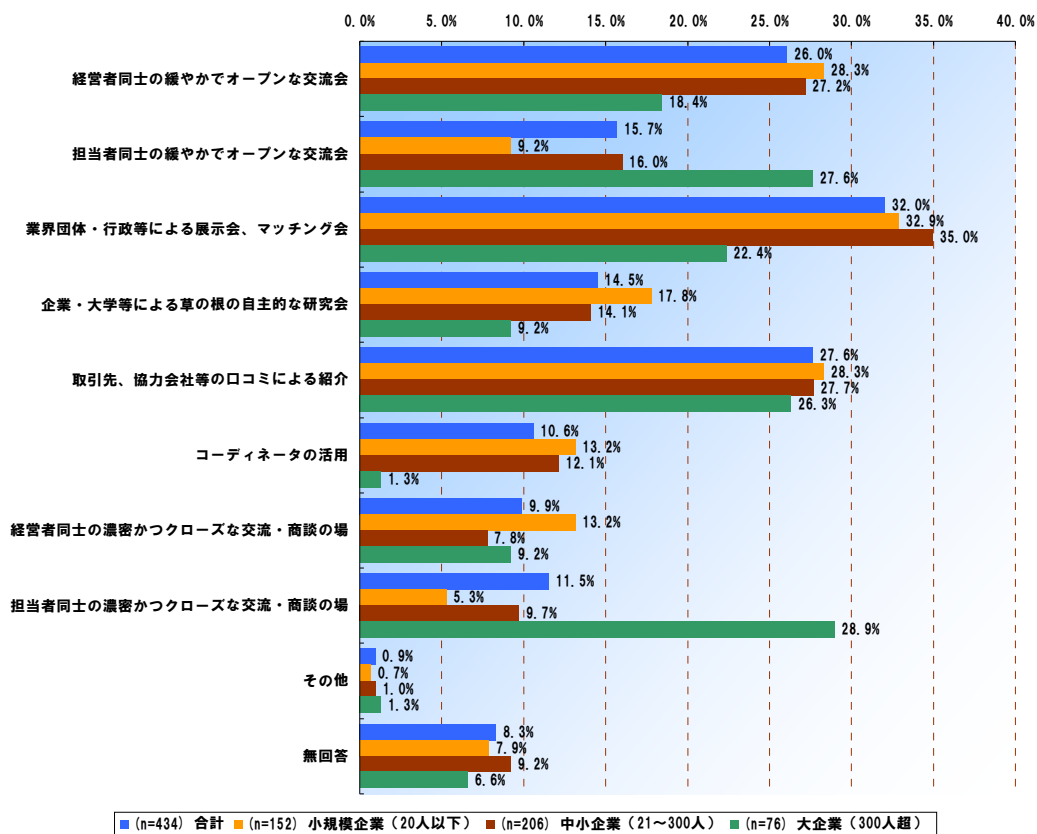
<参考>

以下、企業アンケート調査結果を参考として示す。

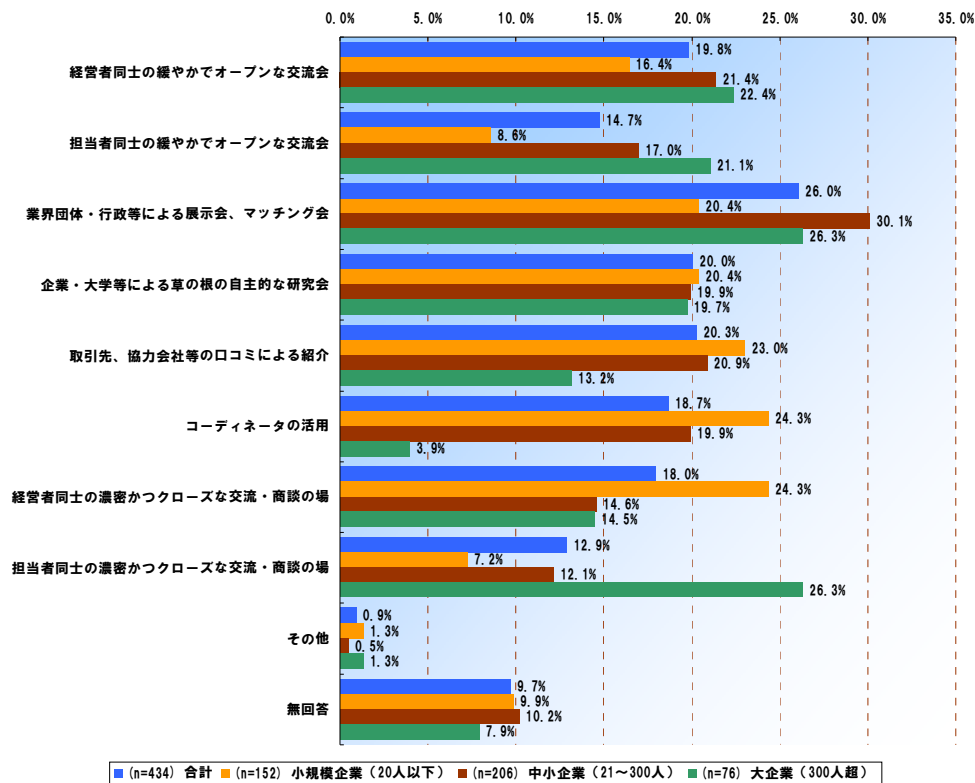
■ 新たな技術・製品開発等のシーズと顧客・ユーザー等のニーズをマッチングさせる場や仕組みの現状と今後の見通し

新たな技術・製品開発等のシーズと顧客・ユーザー等のニーズをマッチングさせる場や仕組みの現状と今後の見通しをみると、「業界団体・行政等による展示会、マッチング会」へのニーズが総じて高いが、大企業は、小規模・中小企業に比べ、「担当者同士の濃密かつクローズな交流・商談の場」が多くなっていることに加え、「コーディネータの活用」は非常に少なく、連携にはクローズかつ慎重な姿勢を示していることがわかる。

問18① 新たな技術・製品開発等のシーズと顧客・ユーザー等のニーズをマッチングさせる場や仕組みの現状（2LA）



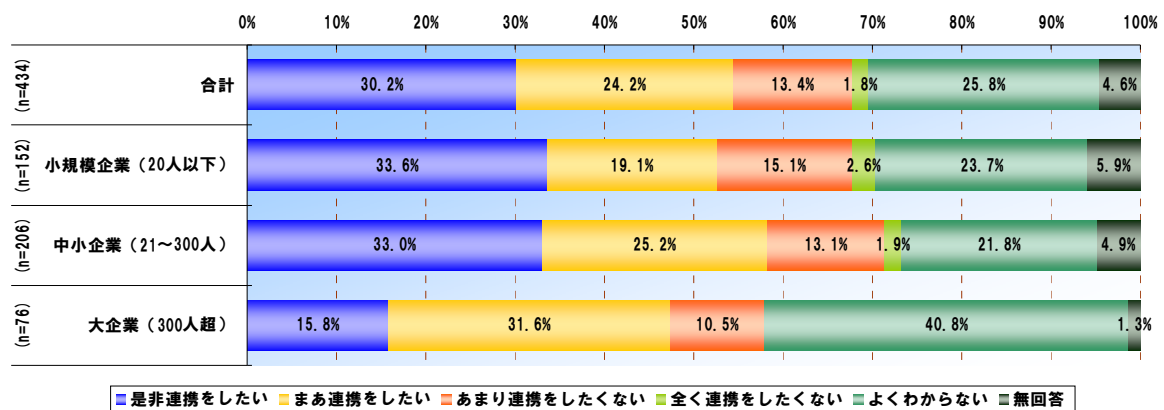
問18② 新たな技術・製品開発等のシーズと顧客・ユーザー等のニーズをマッチングさせる場や仕組みに今後求めるもの（2LA）



### ■ 「大企業を起源とする企業」との連携の意向

新たな技術・製品開発において、「大企業を起源とする企業」、すなわちスピノフ企業との連携の意向をみると、「是非連携をしたい」が30.2%と最も多く、次いで「よくわからない」が25.8%、「まあ連携をしたい」が24.2%となっている。「連携をしたい」（「是非連携をしたい」＋「まあ連携をしたい」）と回答した割合は54.4%、「連携をしたくない」（「全く連携をしたくない」＋「あまり連携をしたくない」）と回答した割合は15.2%となっている。小規模、中小企業を中心にスピノフ企業に対する一定の期待があることがわかる。

問20 「大企業を起源とする企業」との連携の意向

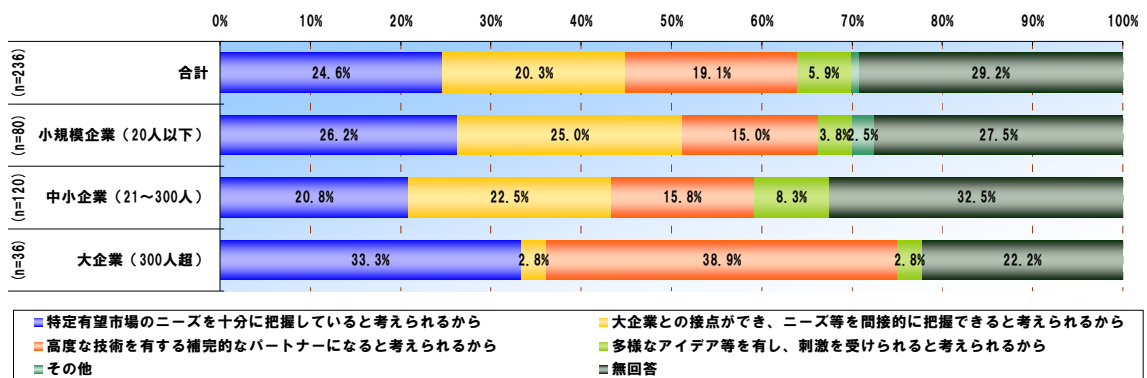




## ■ 「大企業を起源とする企業」と連携をしたい理由として最も重視するもの

回答企業が、「大企業を起源とする企業」と連携をしたい理由のうち最も重視するものをみると、「特定有望市場のニーズを十分に把握していると考えられるから」が24.6%と最も多く、次いで「大企業との接点ができ、ニーズ等を間接的に把握できると考えられるから」が20.3%、「高度な技術を有する補完的なパートナーになると考えられるから」が19.1%となっている。大企業のニーズの把握を主目的としてスピンオフ企業との連携に関心を持っていることがわかる。

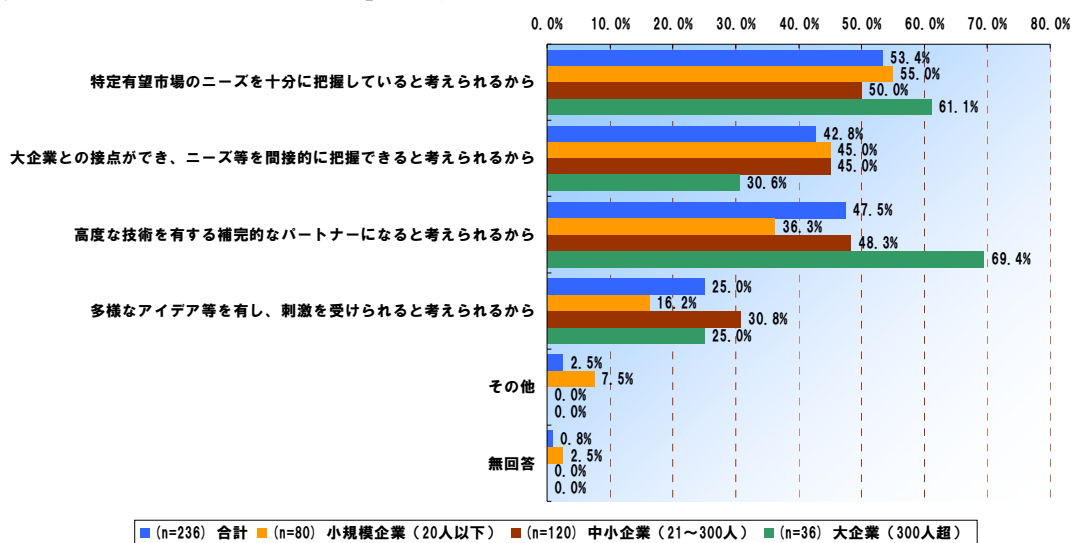
問20-1 「大企業を起源とする企業」と連携をしたい理由として最も重視するもの



## ■ 「大企業を起源とする企業」と連携をしたい理由 (MA)

回答企業が「大企業を起源とする企業」と連携をしたい理由をみると、「特定有望市場のニーズを十分に把握していると考えられるから」が53.4%と最も多く、次いで「高度な技術を有する補完的なパートナーになると考えられるから」が47.5%、「大企業との接点ができ、ニーズ等を間接的に把握できると考えられるから」が42.8%となっている。大企業は、「大企業を起源とする企業」に高度な技術を求めていることがわかる。

問20-1 「大企業を起源とする企業」と連携をしたい理由 (MA)



### (3) 調査結果（詳細）：有識者ヒアリングコメント集

以下は、ベンチャーファンド、産業支援機関への有識者ヒアリング調査のコメント集である。有識者からは、連携の促進に向けた有益なコメントを多数頂いた。

#### ① ベンチャーファンド：ネクスト・ハンズオン・パートナーズ株式会社 代表取締役社長 以頭 博之 氏

##### ■大企業と中小・ベンチャー企業の連携による新規事業創出

- ・ベンチャーが大きくなる過程に死の谷が存在していると言われるが、大企業の新規事業も同じ状況にある。研究所でゼロから立ち上げても、単独の、あるいは要素的な事業や技術だけでは、本格的な事業になるまでの道のりが長く、自前主義では明らかに限界が来ている。
- ・日立自身は得意な分野・技術に注力し、できないことは中小・ベンチャー企業との間でうまく分担してそれぞれでやれることがあると考えている。こうした文脈の中で、ネクスト・ファンドのベンチャー投資活動は、双方向でそれぞれの資源を補完し合うという考え方であり、様々なケースがあって良く、それぞれが絡み合いながら大きくなっていくのではないかと。カーブアウト、スピンオフも、この考え方の一環で捉えられるのではないかと。ベンチャーが大きくなってきた時に大企業とどう連携をしていくか、地域・国としてイノベーションシステムをどうしていくか、という仕組みの議論が重要である。
- ・ベンチャーと日立内との事業連携では、日立の担当レベルの人とよく話をし、そのベンチャーと積極的にやれるかどうか、特に担当者個人の積極性を引き出すことが重要と考えるようになった。組織コミット等ではなく、あくまで担当者のやる気を重視し、彼らとしてのメリットに訴えた。
- ・若手はベンチャーの重要性を理解していると思うが、大企業からスピンオフすることはまだ難しいので、それに近い形を模索することが重要と考えている。一時、大企業発の社内ベンチャー、スピンオフを立ち上げる際に、退路を断たないと本気でやるわけがないという性悪説的な考えもあったが、一方で、衣食足りて礼節を知るという面もある。大企業から出向のような形で、実のある仕事をやる気を持ってやれるような仕組みがあっても良い。少なくとも躊躇なく退路を断ってベンチャー企業をやるような人材はあまり大企業にはいない。人材の流動性を高める手段さえ出来ればよいのであって、大企業の中にいながらベンチャーと連携することが現実的ではないか。
- ・米国発の金融危機等の影響を冷静に見ていると、米国流のベンチャーとは異なる日本流のベンチャーがあっても良いと考えるようになった。日本の状況に応じて、自

分で考える時ではないか。

- ・ 地域の中小企業も重要なパートナーとなり得る。単なる下請ではなく、コラボレーションのパートナーとして、いろいろなつき合いを考えるべきと思う。
- ・ 日立も、こういう技術が欲しい、こういう分野が今後伸びるということをもっと積極的に発信すべきだと思う。すでにある大手企業では、ホームページでこうした技術が欲しいということを表明して、一緒にやりたいベンチャーが集まるようにしている。

#### ■地域産業の活性化に向けて

- ・ 地域の信用金庫などからも企業を紹介してもらっており、信用金庫は中小企業のサポートを一生懸命している。地方の経済は疲弊をしているが、地域という視点は非常に重要である。

## ② ベンチャーファンド：イノベーション・エンジン株式会社 代表取締役社長 佐野 睦典 氏

#### ■今後の地域イノベーション政策について ～プロフェッショナルマーケットの創設

- ・ プロフェッショナル同士の市場づくりが必要である。IPOで企業を上場させて、素人集団の売買に晒すようなマーケットで判断させることは問題である。特定多数を対象としたプロフェッショナルマーケットとして、メーカーの売りたい、買いたいという情報を集めていけば良い。
- ・ 新連携の施策をダイナミックにして、M&Aのプラットフォーム作りを進めていくようなプログラムが出来ると望ましい。新連携は固定化されたメンバーでやっているが、100社対100社、あるいはもう少し大きくても良いが、特定多数によるプロフェッショナルマーケットの創生・連携のプログラムがあり、半分クローズ、半分オープンで情報交流が出来ると面白い。
- ・ これらのプログラムづくりの課題は、どの程度の企業数にするかということと、守秘義務等を含めたディスクロージャーをどうするか、インターフェース能力としての目利き力やお見合い能力が必要である。あまりオープンにはせずに、ややプライベートな取引所というイメージの方が良いだろう。なお、仲介者の確保が難しく、ある程度の経験者が必要であろう。

#### ■ オープン・イノベーション、スピノフ等について

- ・ オープン・イノベーションと称されるように、以前に比べると確かに大手の研究開発部門等もオープンになってきている。ただ、オープンに出来るのは本当に力のある企業である。例えば、インテルや IBM は、圧倒的に強いがゆえに、ニーズを明らかにして、それを解決できる方法がないかをオープンに探すことができる。日本のメーカーは、それほど差がなく、つばぜり合いをしているので、オープンにすることは難しいだろう。大企業は、ニーズの話をして、盗まれてしまうことを最も恐れており、ノウハウや知的財産をなるべく社内にキープするとしている。ニッチの中堅企業であれば、何を求めているかというニーズをオープンにすることが出来るだろう。
- ・ 大企業からスピノフ事業を切り出すことは難しいが、切り出してから、他の中小企業等とつづけることは容易である。スピノフとして事業を切り出す時点から他の企業とつづけようとするとは難しい。大企業で少しでもモノになると思うと出さなくなる。まず、大企業からうまく切り出してもらうことが重要である。
- ・ 中小企業でもある程度人数がいれば、ベンチャー企業等とのアライアンスの壁は低い。技術を持ち込んで組み込むには、提案力や構想力が必要である。単なる部品を大企業に持ち込んで使って下さいというのではなく、どういう使い方があるかを提案することが求められる。その企業しか出来ない技術を持っているか、その企業がアイデアを持っているかどうかである。コストであれば海外企業の方が強い。単に工作機械を揃えているような企業であれば海外でやってもらうことになる。

#### 【参考:大手・中堅企業のヒアリング調査結果】

- ・ 海外のベンチャー企業については、短期的にはすばらしい成果を挙げても長期のサポートが必要な事業では問題もある。海外のベンチャーは売却すると人材が抜けて特許だけしか残らないことも少なくないので事業継続は容易でない。(その点、日本のベンチャー企業は経営にしがみつ়く傾向もあり米国のベンチャーとは異なる)
- ・ 日本のベンチャーだけでなく、海外のベンチャーとの M&A について、国からの支援があるといいと思う。海外のベンチャーには買いたい企業がある。
- ・ M&A などでは自社で完結せず、弁護士(法務)、公認会計士(税務)、コンサルタントなど専門スタッフを依頼するケースが多い。こうした専門スタッフの費用を支援してもらえるとありがたい。国からの紹介であれば人材のクオリティも期待できる。専門家の助言によって損をすることもあるので人材のクオリティは重要である。
- ・ カーブアウトの方式はビジネスユニットだけを分割しにくい可能性がある。画像部

門など、他のビジネスユニットと共有している部門があるが、カーブアウトした企業がこうした部門を必要としたときに非効率になる可能性がないか。事業が成功したときの買戻し条件が有利でないと経営陣の納得をえられない。買い戻せなかった場合に従業員がどうなるか。

- ・ プロジェクトに対して資金を出す事業ファンドは、カーブアウト方式より現実的である。事業のリスクと収益をどう分けるか。プロジェクト単位であればキャピタルゲイン的なインパクトもある。

### ③ 産業支援機関：社団法人首都圏産業活性化協会 事務局長 岡崎英人 氏

#### ■ 広域連携の考え方について

- ・ 広域連携を進めるには、地域間で人と人がつながり、顔が見えるような看板役（＝地域間連携コーディネータ）が必要である。広域連携の手法は明かしてもすぐに真似できるものではない。管理だけでなく、現場も分かるプレイングマネージャーがコーディネートをする必要がある。現場なくして管理は出来ない。経済情勢が悪化する中で、現場が変わっていることを踏まえて対応すべきである。
- ・ 日本の産業クラスターは、マネーではなく、人的ネットワークがベースになっている。2011年度からはクラスターの自立期に入るので、悪い面を克服し、良い面は伸ばしていきたい。地域のアイデアをR&Dにつなげ、販売までつなげて、プロデュースをするには、関係機関の連携が不可欠である。自治体・産業支援機関は、R&D型、下請型等の企業を個別に支援しているが、地域として技術・製品・プロセスを生み出す仕組みが出来ていないことが課題である。地域において産学官金連携で各機関が血判状を交わしてネットワークを形成して対応をすべきである。
- ・ 今後の新事業創出については、「ものづくり×サービス」の発想が重要である。ものづくりは手段であり、ものをコトで使ってもらえるような「コトソリューション」の考え方が必要である。その進め方の方向は、農商工連携、医工連携、都市・サービス連携等の異分野の連携スキームを描いてみると共に、分野としては内需産業、成長産業を見据えるべきである。
- ・ （真の意味で絶対に購入してくれそうな）ユーザー志向でものづくりを実現していくことが求められている。企業は、コア技術を使ってサービスを付加しながら、顧客をいくつかにばらし、外需・内需を抱き合わせで捉えるべきである。その意味から、最適なユーザーや顧客を探すのに広域連携は有効である。

#### ■ 広域連携の可能性について

- ・ 広域連携として、四国では紙クラスター、北陸クラスターとの連携を進めている。紙クラスターは、愛媛と高知の紙試験場の試験場長がコーディネータとなり人材育成プログラム等を共同で進めている。紙試験場では、インテリジェントペーパーとして、時を告げる紙（決まった時間が来ると文字が浮かび上がる）を開発している。今回の広域連携のきっかけは、その技術を TAMA のものづくり企業で活用することを考えた。また、国の新連携制度を活用し、香川シームレス（香川県）と武田レッグウェア（埼玉県）が共同で左右非対称フットケアストックキングの開発・販売をしている。中国の富裕層は、良いものであれば購入するので、武田レッグウェアは、中国に商品を売り込もうとしている。
- ・ 青梅線沿線地区産業クラスターのように自治体・商工団体の枠を超えた広域連携の動きも活発化している。当クラスター設立は、羽村市が、住工混在で工場が歯抜け状態になったことに危機感を感じ、地域を変えようとし、当協会に相談があったことがきっかけになった。
- ・ 現在、韓国の漢陽大学（ERICA）と産学連携、韓国産業団地公団と産産連携を主眼とした連携を進めている。漢陽大学との連携は、ある研究者が、協会に尋ねてきたことがきっかけである。漢陽大学（ERICA）には、TAMA 協会海外事務所（TAMA コーナー）として拠点を設置している。3社が入居していたが卒業した。漢陽大学はソウルと安山にキャンパスがあり、安山キャンパスは、6,500 社の地域企業との連携拠点である。韓国の学生をインターンシップとして日本で受け入れをしている。インターンシップを経て、昨年4月には技術営業で TAMA 地域の中小企業に入社した例もある。
- ・ 中国では、日本で病理標本の製作をしている組織科学研究所が、中国科学院の博士や動物実験場等と連携しており、WinWin の事例になっている。動物実験をする際のマウスの臓器を薄くスライスして、プレパラートに挟み、病理標本を作成する。これにより、変化や副作用を確認の上、評価書を作成し、次の創業に繋げていくのである。

#### ■ 環境配慮のものづくりの必要性

- ・ 環境配慮のものづくりは、ブランド化できるはずである。欧州での WEEE/ROHS 指令等への対応が必要となることや、米国のグリーンニューディール政策の動きに加えて、3R や国内 CDM の動きもある。
- ・ TAMA のクラスターの地域理念として、環境ものづくりを掲げている。排出権研

究支援、環境技術開発支援、環境活動支援等を進める予定である。環境問題への対応の優先度は低いので、排出権ビジネス等の規制への対応を図ることが重要である。中国でも当初、環境ビジネスの展開は難しいと考えていたが、都市部を中心に環境配慮の意識が着実に高まっている。既に、環境ビジネスフォーラムを開催。上海と交流をし、中国で環境技術の売込みを図ろうとしている。経済産業省の支援を受け、川崎市は上海市とタイアップして（上海における環境技術）ニーズ調査を実施。TAMA はこれらの環境ニーズに応えるため、TAMA の上海ビジネス研究会と上海の中小企業産業創新研究会の各企業の要望を TAMA コーディネータを通じてマッチングを行うよう考えている。

- また、中国には、環境技術だけではなく、その技術を適正に管理する管理ソフトを持っていくことが重要である。中国では、適切な公共下水道の適切な処理がなされておらず、終末処理場の処理を含めて上手くいっていないと聞いている。これなども、日本の公共下水道の管理方法等をトータルでコンサルしないと、装置・設備は中国に導入されにくいと考えられる。また、導入の際は、中国ビジネスでは人脈と関係がポイントである。

#### ■今後の地域発展に向けて

- TAMA 地域と中央道沿線との連携として、中央道で製品開発したものを TAMA でブラッシュアップして東京 23 区に売り込みをかけていく T プロジェクト（中央道の横棒と TAMA の縦棒がローマ字の T を横にした形になることから）が計画されている。長野・山梨には良い企業があるので、WinWin の関係を構築したいと考えている。
- 人の顔が見えるウエットな関係づくりが重要である。TAMA 協会では、コーディネータの実績は、データベース化され、ウェブでキーワード検索をし、すぐに確認できるようになっている。
- 日本のクラスターも、グローバルクラスターと地域のクラスターを分けた方が良い。研究開発も、応用と基礎がある。IT、バイオが低迷しているが、教育では、マネー投資・教育、コンテンツ等もあるだろう。
- 地域資源は、ソフトと人、特にキラリと光る人である。地域の活性化に使える仕組みを作って、PDCA を回していくことが必要である。目立つことしかやらないのではなく、地道に進めていけば根付くものである。産業振興では、伴走者の提案力も求められる。
- 企業の経営者は、経営戦略と戦術、事業の実施順番＝プライオリティをよく考えることが重要である。中小企業では、経営者がまさにプレイングマネージャーで無いと上手くいかない。最近では大企業でもそれが言える。これは支援機関のトップでも

そうではないのか。

- R&D の成果を事業化、量産化につなげることは難しい。R&D でチャンピオンデータは出来るが、汎用化・歩留まり向上等でコスト低減が必要である。R&D の前に誰に売れるのかを明確にする必要がある。
- 米国のセールスレップは、メーカー（販売依頼された中小企業）の名刺を持ってしかるべき企業に売り込むものと聞いている。海外で日本の中小企業の製品を売り込む場合は、このスキームは使える。
- あるイベントで大手企業のブースに中小企業が予約をしてマッチングする試みがあったが、大手にしてみるとマッチングに対する満足度は低かったようである。大手が中小を選ぶ方式でないと難しいだろう。

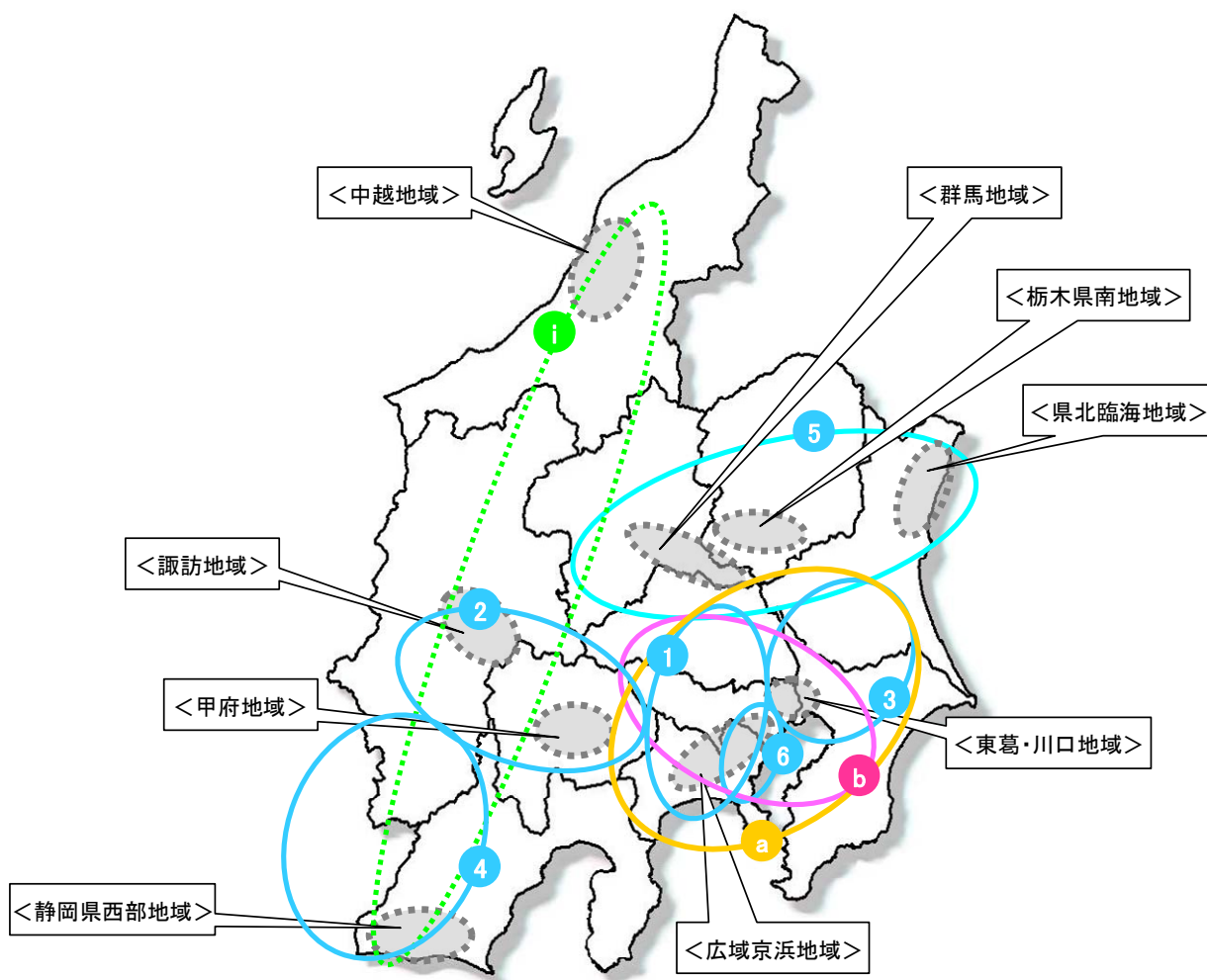


### 3. 新潟県及び茨城県北地域等における新たな産業クラスターの創出の可能性

#### (1) 広域首都圏の主要産業集積地域

広域首都圏の基盤的技術産業集積及び産業クラスター計画地域は以下の通りである。産業クラスター計画が進む中、京浜ネットワーク支援活動、甲信越静広域交流支援活動など計画を加速・深化させるため支援事業が拡充されている。

図表 V-4 広域首都圏の基盤的技術産業集積及び産業クラスター計画地域マップ



## 基盤的技術産業集積

### 〈中越地域〉

長岡市、柏崎市、三条市、燕市、見附市、小千谷市、栃尾市、十日町市、吉田町、栄町

### 〈諏訪地域〉

岡谷市、諏訪市、茅野市、下諏訪町、富士見町、原村

### 〈甲府地域〉

甲府市、塩山市、山梨市、韭崎市、春日居町、勝沼町、大和村、石和町、御坂町、一宮町、八代町、境川村、中道町、豊富村、三珠町、市川大門町、増穂町、竜王町、敷島町、玉穂町、昭和町、田富町、八田村、白根町、若草町、櫛形町、甲西町、双葉町、明野村、須玉町、高根町、長坂町、大泉村、小淵沢町、白州町、武川村

### 〈静岡県西部地域〉

浜松市、磐田市、袋井市、天竜市、浜北市、湖西市、浅羽町、福田町、竜洋町、豊田町、豊岡村、舞阪町、新居町、雄踏町、細江町、引佐町、三ヶ日町

### 〈群馬地域〉

前橋市、高崎市、桐生市、伊勢崎市、太田市、館林市、境町、玉村町、尾島町、新田町、大泉町、邑楽町

### 〈栃木県南地域〉

足利市、栃木市、佐野市、小山市、大平町、藤岡町、岩船町、田沼町

### 〈県北臨海地域〉

日立市、常陸太田市、高萩市、北茨城市、ひたちなか市、東海村、那珂町、十王町

### 〈東葛・川口地域〉

(東葛地域)市川市、船橋市、松戸市、野田市、柏市、流山市、我孫子市、鎌ヶ谷市、浦安市、関宿町、沼南町

(川口地域)川口市、草加市、蕨市、戸田市、鳩ヶ谷市、八潮市、三郷市

### 〈広域京浜地域〉

(東京都)大田区、品川区

(神奈川県)横浜市、川崎市、相模原市、大和市

注：市町村名は地域指定時のもの

## 産業クラスター計画

### I. ネットワーク支援活動(地域産業活性化プロジェクト)

#### 1 首都圏西部ネットワーク支援活動

埼玉県南西部、東京都多摩地区、神奈川県県央部等の地域

#### 2 中央自動車道沿線ネットワーク支援活動

長野県及び山梨県の中央自動車道沿線地域

#### 3 東葛川口つくば(TX沿線)ネットワーク支援活動

つくば～秋葉原間のつくばエクスプレス(TX)沿線地域

#### 4 三遠南信ネットワーク支援活動

長野県南信州地域、静岡県遠州地域、愛知県東三河地域

#### 5 首都圏北部ネットワーク支援活動

群馬県、栃木県、埼玉県北部 (茨城県北部地域)

#### 6 京浜ネットワーク支援活動

東京都品川・大田区～川崎・横浜の広域京浜地域

#### 7 甲信越静広域交流支援活動

新潟県、長野県、山梨県及び静岡県の広域地域

### II. ネットワーク支援活動(セクター)

#### a バイオベンチャーの育成

つくば、かずさを含む首都圏地域

#### b 情報ベンチャーの育成

首都圏を中心とした地域

資料：関東経済産業局「広域関東圏 産業立地ガイドブック」、ホームページ等の資料から作成

上記の産業クラスター計画をふまえ、新潟県及び茨城県県北地域における新たなクラスター形成に係るポテンシャルを分析するために、両地域におけるイノベーションにつながる新たな動きやポテンシャルをまとめた。

## (2) 新潟県におけるイノベーションにつながる新たな連携の動き

新潟県においては、最近、中小企業と大企業、さらには地元の大学や商工会議所等とが連携した、イノベーションにつながる新たな取り組みがみられる。以下、それらの動きを整理した。

### ① 金属産地における廃棄物を活用した環境産業の創出の動き

#### a) 金属加工業企業による自社製品開発に向けた取組

新潟県燕市は、全国的に有名な金属産地であり、板金・プレス、鋳造、鍛造、研磨、溶接、めっき・表面処理などの各種金属加工業やそれによる各種一般機械・自動車・電気機械の部品、金型、刃物等の製造に携わる企業が多数集積している。

そうした企業の中の1社で、スチール製の店舗什器(ディスプレイ、カゴテナー)、オフィス家具(カタログスタンド)、建設機器(高所作業台)、除雪器具(スノーダンプ)、ガソリントank等のOEM製造と自社製品製造を手がけている(株)アベキン(資本金3,000万円、従業員数56人)による新たな自社製品開発に向けた試みが、燕市における新産業創出に向けた動きのきっかけである。

カゴテナー (OEM 製品)      スノーダンプ (自社製品)      ガソリントank (自社製品)



(株)アベキンは、2002～2003年頃、自社製品につながる新しいものづくりを目指して、抗菌・殺菌機能を持つ光触媒を利用した製品開発を開始した。スチール機器を製造する中で、プレス、溶接、塗装の技術を蓄積してきたため、それらを活かす方向で製品開発の方向性を検討し、結果、光触媒のスリッパ立てを製造した。

ちょうどその頃、(財)新潟県県央地域地場産業振興センター(以下、「地場産センター」と言う。)で、新日本製鐵(株)環境・プロセス研究開発センター(千葉県富津市)

や法政大学デザイン工学部（東京都千代田区）の大島礼治教授が地場企業の開発した製品を見てくれる機会があり、同社もこの光触媒のスリッパ立てを見てもらった。

そうしたところ、法政大学の教授から、“光触媒よりもっと良いものがある”として、「鉄鋼スラグ」の紹介を受けた。

#### b) 大手・中小と大学が連携した鉄鋼スラグを活用した塗料の開発

「鉄鋼スラグ」は、銑鉄 1t に対して約 300kg 発生するが、現在は多くがセメント原料等として利用されるか埋め立て廃棄されており、民生分野では実用化されていない。しかし、鉄鋼スラグは、高アルカリ性であり、pH を中和したり、殺菌・抗菌・脱臭する性質を有していることから、その新たな利用可能性を新日本製鐵(株)も模索していた。

そこで地場産センターは、大企業である新日本製鐵(株)環境・プロセス研究開発センターおよび法政大学デザイン工学部と、地元中小企業とを連携させ、鉄鋼スラグの殺菌・抗菌・脱臭機能を活かした塗料の開発を支援することとした。そして、2004 年 5 月から地場産センターの補助金を得て共同研究が開始された。研究では、資源不足の時代をふまえ、廃棄物である鉄鋼スラグを活用するだけでなく、粉末化した鉄鋼スラグを塗料の産業廃棄物に混合するという、廃棄物と廃棄物を掛け合わせて新たな塗料を開発する技術が開発された。こうして開発された「スラグ塗料」は、木材、布、壁など何にでも塗れ、常温で塗ることも焼き付けもできるという優れたものであり、(株)アベキンと大島教授との共同で特許出願し、既に審査請求も行われている。

#### c) 大手・中小と大学が連携したスラグ塗料を活用した新製品開発

スラグ塗料が開発された地場産センターの補助事業が 2 年程で終了した後、(株)アベキンは、スラグ塗料を活用した製品開発を継続し、当初開発した光触媒のスリッパ立てを、スラグ塗料を塗ったスリッパ立てにすること等を試みた。補助事業が終了すると取組も終了してしまうこともしばしばあるが、同社は引き続き独自に製品開発を継続したのである。

しかし、1 社で継続することに限界を感じ始めていたところに、燕商工会議所が事務局を務める形で、スラグ塗料を共同開発したメンバーに、地域の金属加工業である熊倉シャーリング(有)と段ボール製造業である燕紙器工業(株)を加えた「鉄鋼スラグ用途開発研究会」（通称：キンキラー委員会）を 2008 年 8 月、発足した。

そして、燕市から燕市新分野創出事業の採択を受けて、スラグ塗料を活用した新製品開発が開始された。開発に当たっては、(株)アベキンは金属加工と塗装、熊倉シャーリング(有)が金属加工、燕紙器工業(株)が段ボール加工の技術を有していることから、“金属か紙で出来た商品”を開発することとした。一方、法政大学デザイン工学部では、G マークの審査員をしており、単に商品アイデアを出すだけでなく販売の仕方も考えられ

る大島教授の研究室の下に「スラグ塗料用途開発研究チーム（スラグチーム）」が発足し、学生が本格的に製品アイデアを企画することとなった。

現在、本研究会では、学生からのアイデア提案を受けて企業が試作品を開発するという形態で製品開発が進められている。毎月1回定例会を開催して、商品開発と技術的課題を解決するための検討が行われている他、試作品完成毎に検討会が持たれている。また、開発された製品に関する知的財産権や製造・販売の権利等については、その都度、明確なルールを取り決めることとされている。

金属加工産地において、廃棄物をリサイクルした環境ビジネスという新たな産業を創造すると共に、雇用の創出や循環型社会の創出につながる取組として、地域においても期待されている。

#### d) これまでの開発成果

スリッパ立ての他、これまでに約70点のアイデアを学生が出し、そのうちの一部について試作品が製造された。また、2008年11月6日には(株)アベキン名で「第9回ビジネスフェア from TAMA」に、同年11月25・26日には法政大学名で「第11回産業交流展2008」への出展が行われ、研究成果が発表された。

これまでに開発された主な製品(例)は以下の通りである：

- 靴の中敷き

スラグ塗料を塗った、抗菌・脱臭機能を持つ靴の中敷き

- イベント会場用ゴミ箱

スラグ塗料を塗った段ボールで出来たゴミ箱。抗菌・脱臭機能を持つ上、段ボール製のため使用後は蓋を閉めてそのまま焼却できる。すっきりしたデザインで美観を損ねることもなく、側面に広告を掲載することもできる。



- ブーツキーパー

スラグ塗料を塗った段ボールで出来たブーツキーパー。抗菌・脱臭機能を持つ上、様々な配色にすればブーツとのコーディネートを楽しむことができる。



- ペット用トイレ

スラグ塗料を焼き付け塗装した金属製のペット用トイレ。

- 加齢臭を消臭するハンガーカバー  
スラグ塗料を塗った段ボールで出来ており、ハンガーをカバーして使う。

#### e) 今後の展開方向と課題

新日本製鐵(株)は、鉄鋼スラグの民生利用について同研究会としか連携しておらず、スラグ塗料は同地域オリジナルの高付加価値技術・製品として活用していくことが可能である。

現時点では“金属か紙で出来た商品”の開発に特化して取組が進められているが、スラグ塗料の木材、布、壁など何にでも塗れ、常温で塗ることも焼き付けもできるという優れた性質を活かせば、臭いが問題となる介護用品等に利用できる他、そのまま建物の壁に塗ることで、介護施設や病院の消臭、家畜施設の消臭にも効果を発揮することができる。

また、スラグ粉末を土壌に混ぜれば、酸性雨の影響で酸性となった土壌の pH を中和して土壌改良することができる。実際、新日本製鐵(株)は、東南アジアでスラグ粉末を土壌に混ぜて酸性土壌の改良を支援しており、酸性雨の影響が大きい日本海側の地域や酸性雨発生の源である中国でもニーズがあると考えられる。

スラグ塗料を肥料に混合しても害は無いことが分かっており、農業向けにも展開可能性がある。

さらに、水の浄化作用もあることから、新日本製鐵(株)では、消波ブロックへの利用や磯焼け問題の解決、昆布の成育促進にも役立つとして研究が進められている。

農商工連携事業の対象としても可能性があると言える。

一方、研究会で開発された各種製品は、今後、ホームセンター等への売り込みも考えられているが、現状の販路開拓は展示会頼みであり、具体的なビジネスにはまだ結びついていない。イベント会場用ゴミ箱は、国民体育大会等の大規模イベントでの採用が期待されているが、具体的な売り込みについては手探りの状況である。スラグ塗料は高付加価値ではあるが、開発された製品の中には、同様の効果を謳う既存製品が存在するものもあり、アドバイザーの派遣やビジネスマッチングの機会の紹介など販路開拓を強化する支援が不可欠と考えられる。

また、製品開発については、スラグの効果を化学的に検証し、例えば脱臭機能はどの臭いに最も効果を発揮するのか等を証明し、効果的に商品化していくことが必要と研究会では考えられており、この点での支援も必要である。

事業展開の方向性についても、金属や紙以外のものづくり、さらには農業・漁業等の他分野への展開など、スラグ塗料の可能性の広さをふまえた多様な事業展開を探っていくよう、研究会メンバーの拡大など取組の活性化が期待されている。

## ② フィールドロボット産業への進出の動き

### a) 業界随一の水中音響・通信機器メーカーの存在

新潟県上越市には、水中で使用できる防水音響・通信機器を製造・販売する、中小企業でありながら業界随一のメーカーであるウエタックス(株) (資本金 2,400 万円、従業員数 20 名) が存在している。同社は、1970 年代に米国駐在中に水中音響通信技術に魅せられた創業者が、現地でその基礎技術を享受され、以来その意思を受け継いで研究開発を進めて 1986 年に創業した企業で、社名のウエタックス (UETAX) は、「Underwater Electronics Technology Acoustic」の略である。

水中は水圧がかかるため、その中で薄い振動板を振動させて音をダイナミックに伝達するには特殊な精密加工技術が必要である。同社はまず、オリンピックでシンクロナイズドスイミングに使用する水中スピーカーの開発から始め、その後、米国やオーストラリアとの連携によりスキューバダイビングで使う水中会話装置を開発した。当初、20 m 程度だった会話可能距離を、音響振動法の概念を破り、高速振動と特殊振動板(非鉄金属)により水中音波振動を創り出す画期的な技術を開発することで、100m まで引き上げることに成功した。この水中連絡装置「ダイバーガード」は米国で特許が登録されており、警察庁にも正式採用されている。

他に実用化されている水中音響・通信技術は防衛技術が多く、同社は、シンクロナイズドスイミング、スキューバダイビングはもちろんのこと、各種一般・業務用の水中スピーカー、防水マイク、防水ヘッドフォン、水中会話装置など民生分野の音響・通信機器で世界的に他の追随を許さない市場シェアを誇っている。さらに近年は、水中音響技術を用い、魚の好きな音や苦手な音を流して魚を特定の場所に集めたり近寄せないようにして効率的に漁や養殖を行う研究も進められている。

シンクロナイズドスイミング等の国際競技大会への協力、映画撮影への協力(海猿、ウォーターボーイズ)等もおこなっている。

### b) 産産・産学連携によるフィールドロボット産業への進出の動き

このような世界的にみても高度な水中音響・通信技術の基盤を活かし、海洋で利用するフィールドロボット<sup>22</sup>への進出を目指した企業間・産学官連携を伴う取り組みが近年、進められている。

きっかけはフィールドロボットの専門家である新潟工科大学の大金(おおがね)准教授が防水技術を有する企業の紹介を上越市に打診したことである。上越市は、市内の完成品メーカーと素材メーカーが連携して地域のものづくり産業の振興に寄与する仕組みを創りたいと考え、防水技術を持ち完成品の加工組立が可能なウエタックス(株)と、

<sup>22</sup> フィールドロボット：主に屋外で利用するロボット



素材メーカーである(株)有沢製作所および日本ステンレス工材(株)に声をかけ、2007年2月に「上越フィールドロボット共同研究会」を設立した。

研究会参加者が集まって開発すべきロボットの設計や技術に関するディスカッションをしたところ、新潟県地域や現代日本社会の課題・特性として、海岸線の監視、農業従事者の高齢化と食料自給率の問題、災害レスキューの問題が取り上げられ、これらの問題解決に寄与するロボットの開発を目指すこととした。

開発に当たっては、ウエタックス(株)と新潟工科大学が研究開発主体として中心的な役割を担い、(株)有沢製作所や日本ステンレス工材(株)が開発に伴い生じる課題を解決するような素材を供給している。上越市産業振興課が旗振り役として全体を取りまとめ、情報は全員に行き渡るようにされている。

開発資金は、上越市の「新産業創造支援事業補助金」により、試作までで約200万円、開発全体で500～600万円程度の資金補助が行われ、不足分は研究会参加企業が負担した。

#### \* 海上監視ロボット

最初に開発に着手したロボットは、海水浴場や養殖場等の監視を目的とする海上監視ロボットである。カメラや音響機器を搭載し、海中及び海上への音や光による警告の発信、現場の撮影や録音とそれらの情報の陸上基地への通信が可能である。GPSを搭載しており、自力で海上を移動するプログラム制御と遠隔制御の両方で操作ができる。

本ロボットを海水浴場の監視に用いれば、遊泳エリアを超えてしまった海水浴客への警告、悲鳴を上げているおぼれた人の捜索を行い、GPSの位置情報で円滑な救出活動を支援できる。ロボット自体が浮き輪代わりになるため、救出隊到着までおぼれた人がつかまっていることも可能である。

養殖現場に用いれば、密漁者に警告音や警告ランプで警告し、現場の証拠映像を残すことができる。継続的な密漁に対しては事前に密漁船のスクリー音を登録し、音声認識機能によって接近する密漁船を識別することもできる。

使用する素材やロボットの仕様を研究会で決定し、図面に従って製作した後、2007年4月に参加者全員で海上走行試験を行い、それをプレスに公開した。

走行試験をふまえて改良を重ね、2008年3月に海上監視ロボットが完成した。

図表 V-5 海上移動ロボットBLUE M4



(資料) 大金一二氏ホームページより



#### \* 農業用ロボット

海上監視ロボットの後続機として、現在、除草や農薬撒布に用いる農業用ロボットの開発に着手したところである。

#### c) 今後の展開方向と課題

完成した海上監視ロボットは、プレス発表したと共に、長野県の展示会にも出展した。軽量化を進め、基本機能のみの最も安い機種を1機 100 万円以下とし、オプションで機能を追加できる商品にする方向での改善が考えられている。

順調に顧客がつくようであれば、研究会を母体としてフィールドロボットの製作・販売を目的とした共同出資会社を設立することも検討されているが、海域という特殊市場の参入障壁の高さなどが原因で販路開拓に苦心がみられ、2009年3月時点ではまだ販売には至っていない。大学研究者のコネクション等を活用して解決していくことが考えられているが、特殊な市場であり、地元自治体も含めた地域を上げた取り組みが必要ではないかと思われる。

### ③ 航空宇宙産業クラスター形成に向けての動き

新潟県燕三条地域では、新潟県県央地域地場産業振興センター（三条市）の呼びかけにより、2009年1月に域内の金属加工業など30社強が参加して「航空機産業参入研究会」が組成された。共同で航空機産業の市場動向や航空機メーカーが求める技術のニーズなどを調べ、チタン合金加工の新技术開発プロジェクト等が推進される予定である。

さらに、地域に製造拠点を置く企業の中には、新潟県の高い技術力を活かし、航空宇宙産業に関わる中小企業を増やしてクラスター形成を目指そうと提唱する動きがみられる。具体的には、新潟県新潟市に工場を置く、航空・宇宙機器や医療機器、原子力機器の分野における難削材の精密切削加工に強みを有する(株)山之内製作所（本社：神奈川県横浜市、資本金3,200万円、従業員数70名）が、火力発電所のタービンは、ジェット機のタービンと同じ機構であることから、火力発電所のタービンのメンテナンス業務（分解掃除等）を電力会社から請け負うことを模索しており、そのためのリバースエンジニアリング技術の開発を新潟や佐渡の企業と共同で行いたいと地元企業に声をかけている。また、火力発電所のタービンのメンテナンス業務でリバースエンジニアリング技術を磨けば、航空機分野にも参入できる可能性が高まるとして、航空宇宙製造専門会社株式会社 YSEC を新潟市に進出させ、航空宇宙機器産業でのビジネス拡大を目指す、まんでんプロジェクト（新潟地域版）の立ち上げを応援している。

また、新潟空港にビジネスジェットが就航するようになれば、ジェット機の整備が必要になるが、新潟空港の空き滑走路を使ったジェット機整備を地元企業が手がければ、

地域産業の活性化と新潟空港の活性化を結び付けることが可能になるとして、新潟県における航空宇宙産業クラスターの形成に向けた提案をしたり、さらには、高い技術力を有する中小企業が集積している佐渡を航空宇宙産業の特区にする構想等の斬新な考えも示している。

## ■ 調査結果（詳細）：中小企業事例

以下では、ヒアリング調査を行った中小企業を紹介する。

図表 V-6 ヒアリング調査企業一覧（中小企業）

企業名	企業概要	事業概要
(株)アベキン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設立:1963年3月</li> <li>・資本金:3,000万円</li> <li>・従業員数:56人</li> <li>・所在地:新潟県燕市</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・スチール製機器の製造 (店舗什器(ディスプレイ、カゴテーナ)、オフィス家具(カタログスタンド)、建設機器(高所作業台)、除雪器具(スノーダンプ)、ガソリンタンクなど)</li> </ul>
ウエタックス(株)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設立:1986年5月</li> <li>・資本金:2,400万円</li> <li>・従業員数:20名</li> <li>・所在地:新潟県上越市岩木</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水中・防水音響関連機器の製造・販売</li> <li>・一般及び業務用オーディオ/ビデオ関連機器の設計・製造・販売</li> <li>・その他磁気関連のメカトロニクス製品、精密加工製品、電子部品及び関連製品の製造・販売</li> </ul>

備考: 中小・ベンチャー企業のヒアリング調査で紹介をした株式会社山之内製作所の業事例も参照のこと。

## 株式会社アベキン

### 企業・事業概要

#### ■企業概要 (2009年1月現在)

- ・設立：1963年3月
- ・資本金：3,000万円
- ・従業員数：56人
- ・所在地：新潟県燕市

#### ■事業内容

- ・スチール製機器の製造  
(店舗什器(ディスプレイ、カゴテーナ)、オフィス家具(カタログスタンド)、建設機器(高所作業台)、除雪器具(スノーダンプ)、ガソリントラックなど)

### 新たな技術・製品開発の現況と今後の見通し

#### ■新たな製品・技術開発の具体的内容

6~7年前、自社製品につながる新しいものづくりを目指して、抗菌・殺菌機能を持つ光触媒を利用した製品開発に取り組んだ。スチール機器を製造する中で、プレス、溶接、塗装の技術を持つため、それらを活かす方向での製品開発を考え、光触媒のスリッパ立てを製造した。

当時、(財)新潟県県央地域地場産業振興センター(以下、「地場産センター」と言う。)で、新日本製鐵(株)環境・プロセス研究開発センター(千葉県富津市)や法政大学デザイン工学部の大島礼治教授が地場企業の開発した製品を見てくれる機会があり、この光触媒のスリッパ立てを見てもらったところ、光触媒よりも良いものが

あると鉄鋼スラグの紹介を受けた。

鉄鋼スラグは、銑鉄1tに対して約300kg発生するが、現在は多くがセメント原料等として利用されるか埋め立て廃棄されており、民生分野では実用化されていない。しかし、鉄鋼スラグは、高アルカリ性であり、pHを中和したり、殺菌・抗菌・脱臭する性質を有していることから、その新たな利用可能性を新日本製鐵(株)も模索していた。

### 新たな技術・製品開発に向けた連携の概況

#### ■企業、大学・研究機関との連携

鉄鋼スラグの殺菌・抗菌・脱臭機能に注目して塗料を開発する研究に地場産センターから誘いを受けて参加することとなり、2004年5月から補助金を得て共同研究をおこなった。メンバーは、当社と新日本製鐵(株)環境・プロセス研究開発センターと法政大学の教授である。大島教授はGマークの審査員をしており、単に商品アイデアを出すだけでなく販売の仕方も考えられる人である。

研究では、資源不足の時代をふまえ、鉄鋼スラグを粉末化し、それを塗料の産業廃棄物に混合するという、廃棄物同士を利用する新たな方法で塗料を開発した。この技術は、大島教授と共に特許出願し、既に審査請求もおこなっている。

開発されたスラグ塗料は、木材、布、壁など何にでも塗れ、常温で塗ることも焼き付けもできるという優れたものである。

そこで、地場産センターの補助事業が終了した後も、スラグ塗料を活用した製品開

発を継続してきたが、1社で継続することに限界を感じ、2008年8月に、燕商工会議所に事務局を務めてもらい、燕市新分野創出事業の採択を受けて、塗料を共同開発したメンバーに、地域の金属加工業である熊倉シャーリング(有)と地域の段ボール製造業である燕紙器工業(株)を加えて、塗料を共同研究したメンバーと共に「鉄鋼スラグ用途開発研究会」(通称：キンキラー委員会)を発足させた。

法政大学の太田教授の研究室ではスラグ塗料用途開発研究チーム(スラグチーム)が発足し、当社が塗装と金属加工、燕紙器工業(株)が段ボール加工の技術を有しているため、金属か紙で出来た商品を、学生からアイデアを受けて開発中である。

これまでに約70点のアイデアを学生が出し、そのうちの一部について試作品を作り、展示会に出展して、販路開拓を図った。

出展した商品(例)は以下の通りである：

・靴の中敷き

スラグ塗料を塗った、抗菌・脱臭機能を持つ靴の中敷き

・イベント会場用ゴミ箱

スラグ塗料を塗った段ボールで出来たゴミ箱。抗菌・脱臭機能を持つ上、段ボール製のため使用後は蓋を閉めてそのまま焼却できる。すっきりしたデザインで美観を損ねることもなく、側面に広告を掲載することもできる。

・ペット用トイレ

スラグ塗料を焼き付け塗装した金属製のペット用トイレ。

・ブーツキーパー

スラグ塗料を塗った段ボールで出来たブーツキーパー。抗菌・脱臭機能を持つ上、様々な配色にすればブーツとのコーディネートを楽しむことができる。



■今後の発展に向けて

開発した製品は、今後、(株)アベキンの製品が販売されているホームセンター等への売り込みも考えられている。

スラグ塗料は、臭いが問題となる介護用品等に利用できる他、そのまま建物の壁に塗ることで、介護施設や病院の消臭、家畜施設の消臭にも効果を発揮できる。

また、スラグ粉末を土壌に混ぜれば、酸性雨の影響で酸性となった土壌のpHを中和して土壌改良することができる他、肥料に混合しても害は無いことが分かっている。スラグは、ものづくりだけでなく、農業向けにも展開可能性がある。

金属加工産地である燕市に、環境ビジネスという新しい産業を興すべく、取り組まれている試みであり、産業廃棄物の再利用のため、資源不足にも寄与できる。

他地域における類似の取組との情報交換や、他分野からの参加による新たな事業展開などが期待されている。

## ウエタックス 株式会社

### 企業・事業概要

#### ■企業概要 (2008年3月現在)

- ・設立：1986年5月
- ・資本金：2,400万円
- ・従業員数：20名
- ・所在地：新潟県上越市岩木

#### ■事業内容

- ・水中・防水音響関連機器の製造・販売
- ・一般及び業務用オーディオ/ビデオ関連機器の設計・製造・販売
- ・その他磁気関連のメカトロニクス製品、精密加工製品、電子部品及び関連製品の製造・販売

### 新たな技術・製品開発の現況と今後の見通し

#### ■新たな製品・技術開発の具体的内容

海水浴場、養殖場等の監視を目的とする海上監視ロボットを開発した。本機はカメラや音響機器を搭載し、海中及び海上への警告音の発信、現場の撮影や録音と、それらの情報の陸上基地への通信が可能である。また本機はGPSを搭載し、自力で海上を移動できる。プログラム制御と遠隔制御の両方で操作可能である。



(資料) 大金一二氏ホームページより  
海上移動ロボットBLUE M4

本機で海水浴場を監視すれば、遊泳エリアを越えてしまった海水浴客の発見警告を行うことができる。悲鳴を感知すれば現場まで移動させ、捜索できる。浮き輪代わりになるため、救出隊到着まで要救出者を保護できる。GPSの位置情報により、救出活動も正確に支援できる。

密漁者に対しては、自動的に警告音や警告ランプで警告を与えたり、現場の証拠映像を残したりすることができる。事前にスクリー音を登録すれば、音声認識機能によって、接近する船舶の識別も可能である。

鍵となるのは音響及び映像事業を通じて確立した独自の防水技術である。他にも水中で電子機器を運用するための防水技術は存在するが、多くは防衛関連技術であり、必ずしも民生用途向けではない。

2009年1月時点で販売は開始していないが、基本機能のみの最も安い機種を1機100万円以下とし、オプションで機能を追加できる商品にしたいと考えている。

#### ■新たな製品・技術開発の成果・波及効果

後続機として、新潟工科大学らとともに(後述)レスキューロボットや農業用ロボットの開発検討を始めている。

順調に顧客がつくようであれば、本機の製作・販売事業を目的とした、共同出資会社の設立についても前向きに検討したい。

#### ■経緯・実施体制

屋外で活動する「フィールドロボット」の専門家である新潟工科大学の大金(おのがね)準教授は、防水技術を求めて上越市産業振興課に企業の紹介を打診した。

上越市は、域内のセットメーカーが、地

域の主力産業である金属素材産業と相乗効果を発揮するような仕組みを設けたいと考えていた。大金氏からの打診を機に、防水技術を持ち組立加工が可能な当社と、素材メーカーの有沢製作所らに参加を呼びかけ、「上越フィールドロボット研究会（以下『研究会』）」を立ち上げた。

開発テーマとしては、新潟県地域や現代日本社会の課題・特性を考慮した。その結果、海岸線の監視、農業従事者の高齢化と食料自給率の問題、災害レスキューの問題が取り上げられ、これらに関連するロボットを開発することとなった。

#### ■課題

技術的課題としては、第一に重量がまだ大きすぎるということが挙げられる。これは素材の開発で解決していく。カーボンやチタンは紫外線にも強く、期待できる。第二は電源である。現在はリチウムイオン電池だが、将来は波力や風力を検討したい。

事業化上の課題としては、第一に海域という現場の特殊性が挙げられる。自由市場と正反対のコミュニティ型社会であり、情報交換も市場参入も障壁が高い。大学研究者のコンネクションを活用して解決していきたい。第二には販売先の確保である。事業化の本格推進には1件でもよいので販売先を確保したい。第三には事業化資金である。既存の支援施策を活用できれば、必要な資金は確保できると考えている。

#### 新たな技術・製品開発に向けた連携の概況

##### ■国内大手・中小企業、大学、金融機関等との広域連携

上越市産業振興課が旗振り役として全体を取りまとめ、新潟工科大学と当社が研究開発主体として中心的な役割を担当した。有沢製作所や日本ステンレス工材といった地元の素材メーカーは、開発に伴い生じる課題を解決するような素材の供給に協力してくれた。

活動資金の調達では、上越市の「新産業創造支援事業補助金」を活用した。試作までで約200万円、開発全体で500～600万円程度の補助が得られた。不足分は研究会参加企業が負担した。本件の開発に関し、金融機関から特別に資金を調達することはなかった。

#### その他

##### ■地場産業として

上越地域は金属素材産業で有名だが、加工品や最終製品製造業の活性化も重要と考えている。当社としては地場産業の力にこだわって研究開発・事業化に取り組んでいきたい。本機の取り組みも、最終的には組立品のブランドとして「Made in 上越（新潟）」をアピールできるようにしたい。

### (3) 茨城県における中性子産業のイノベーションの可能性

茨城県には、世界最高性能の大強度陽子加速器施設「J-PARC」が立地しており、研究利用だけでなく世界的にも珍しい積極的な産業利用の仕組みが形成されている。大強度陽子加速器施設という我が国に唯一の資源を活用した茨城県における中性子産業振興のポテンシャルを整理した。

#### ① 茨城県科学技術振興指針

茨城県には、つくば地区に世界最先端の研究が、日立地区には高度なものづくり技術が多数集積しているほか、原子力研究機関の集中する東海地区では 2008 年 12 月に大強度陽子加速器施設「J-PARC」が供用を開始した。

こうした他地域には無い固有の科学技術の集積を産業振興や県民生活の向上に結び付けていくことを目指して、2005 年 3 月に「茨城県科学技術振興指針」が策定された。

茨城県は、本指針の具体的な推進方策の一つ目として「I. 研究開発の強化とその産業利用の促進」を掲げ、その最初に「最先端の研究開発の推進」として「中性子ビーム実験装置の整備」「中性子を利用した共同研究の拡充」「地域へ貢献する研究プロジェクトの推進」を挙げている。また、具体的施策の推進例の一つとして「中性子を活用した産業振興に向けた取組み（ものづくり分野、原子力分野、健康・医療・福祉分野ほか）」を挙げ、以来、中性子ビーム実験装置の活用による産業振興を積極的に進めていくための取組みを進めてきている。

また、このことについては、茨城県は、J-PARC および既存の原子力研究機関・産業基盤の集積を核として「東海・那珂・ひたちなか」およびその周辺地域につくばと並ぶ新たな科学技術拠点の形成を目指す「サイエンスフロンティア 21 構想」（2002 年 3 月）を推進しており、研究開発支援機能および産業波及システムの構築、多様な人材育成機能の整備、多国籍コミュニティの形成といった施策を推進している。

#### ② 大強度陽子加速器施設「J-PARC」とは

大強度陽子加速器施設の名称「J-PARC」は、「Japan Proton Accelerator Research Complex」の頭文字から取った愛称で、世界最高クラスの大強度陽子ビームを生成する加速器と、その大強度陽子ビームを利用する実験施設で構成される最先端科学の研究施設である。

##### a) 施設整備状況

J-PARC は、独立行政法人 日本原子力研究開発機構（JAEA）と大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構（KEK）が、茨城県東海村にある JAEA 東海研究



開発センター原子力科学研究所の敷地内に共同で建設し、運営している。元々別々に提案されていた JAEA の中性子科学研究計画と KEK の大型ハドロン計画を、いずれも大強度陽子加速器を必要とすることから統合し、2001 年度に建設に着手された。2008 年 12 月から一部施設の利用が開始され、2009 年 4 月にも第 1 期工事の完成を見込んでいる。

## b) 施設構成

J-PARC は、「リニアック」、「3GeV シンクロトロン」、「50GeV シンクロトロン」の 3 種類の加速器と、「物質・生命科学実験施設 (MLF)」、「原子核素粒子実験施設 (ハドロン実験施設)」、「ニュートリノ実験施設」、「核変換実験施設」の 4 つの実験施設で構成されている。このうち「核変換実験施設」は、第 II 期計画の一つとして建設が予定されている。

図表 V-7 J-PARC施設配置図



(資料)大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構、独立行政法人 日本原子力研究開発機構  
J-PARC センター ウェブサイト

高いエネルギーで加速された陽子を原子核標的（金属など）に衝突させると、原子核破砕反応により、中性子、 $K$  中間子、 $\pi$  中間子、ミュオン、ニュートリノ、反陽子などの多様な二次粒子（「量子ビーム」とも呼ばれる）が生成される。J-PARC の実験施設では、これらを利用して、原子核物理、素粒子物理、物質科学、生命科学、原子力工学の分野において基礎研究から産業応用まで幅広い研究開発が行われる。

各実験施設の概要は、以下の通りである。



図表 V-8 J-PARCの実験施設

実験研究施設名	概要
物質・生命科学実験施設 (Materials and Life Science Experimental Facility: MLF)	加速器からのパルス陽子ビーム (3GeV, 25Hz, 333 $\mu$ A) により世界最高強度のミュオン及び中性子ビームを発生させ、これらを用いて、物質科学/生命科学研究を推進させる。
原子核素粒子実験施設 (ハドロン実験施設)	50GeV-PS からの遅い取り出し陽子ビームをニッケルの標的に照射して、主として K 中間子を生成し、これらを 2 次ビームラインに導いて各種の実験を行う。
ニュートリノ実験施設	50GeV-PS からの速い取り出し陽子ビームを用いてニュートリノを生成し、295km 先の岐阜県飛騨市神岡にあるニュートリノ検出器「スーパーカミオカンデ」に打ち込んで、ニュートリノの基本性質を研究する。
核変換実験施設 (Transmutation Experimental Facility: TEF) (第二期計画)	臨界集合体を用いて加速器駆動システム(ADS)による核変換技術の成立性に係る原子炉物理および運転・制御に関する研究・開発を目的とする「核変換物理実験施設 (TEF-P) と、ADS 特有の構成要素である核破砕ターゲットおよびビーム窓に関するシステム技術の確立を目指す「ADS ターゲット試験施設 (TEF-T)」の二つの主要施設で構成。

(資料)大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構、独立行政法人 日本原子力研究開発機構 J-PARC センター ウェブサイト、「いよいよ動き出す J-PARC」連載記事『原子力 eye』2008 年 5 月号～11 月号 (日刊工業出版プロダクション) より作成

中性子を利用するための施設は世界中に多数整備されて、活発な研究活動が行われているが、J-PARC は、パルス周波数が 25Hz と低いことから高いパルスピーク強度を達成できる、世界最高のパルス中性子源性能を持つ施設である。

また、欧米の単一目的型装置と異なり、多分野の研究者が利用する日本独自の多目的施設である点が特徴である。

### ③ 中性子の産業利用

#### a) 中性子とは

中性子は、陽子や電子とともに、物質を構成する基本粒子の 1 つである。原子の直径 (およそ 3Å (オングストローム)) の更に 10 万分の 1 というきわめて小さな粒子で、電気的には中性である。

中性子は、単独には自然界には存在せず、加速器を使い、高速の陽子ビームをターゲット、水銀等の金属ターゲットにぶつけてターゲットの原子核を破壊し、中性子を発生させる方法か、原子炉を用い、ウラン等の重い原子核を核分裂させて中性子を発生させる方法のいずれかで発生させる。J-PARC は、前者の方法で中性子を発生させる施設である。

中性子の働きには主に「物を見る」「物を調べる」「物を加工する」の3つがある。

「物を見る」方法としては、中性子や陽子、電子などのあらゆる物質が持つ波動性を活用して物質の結晶構造を調べる方法（中性子解析・散乱）と、物体の中を中性子が透過して内部の構造を調べる方法（中性子ラジオグラフィ）がある。中性子とX線との主たる違いは、X線は電子を観察しているのに対し、中性子線は原子核を観察するため、軌道電子の少ない軽元素、特に水素原子あるいは水分子の観察に適している点である。

「物を調べる」とは、物質中の微量元素を非破壊で分析する方法である。

「物を加工する」とは、中性子を照射して核変換を引き起こす方法である。

## b) 中性子の産業利用方法

中性子の有する「物を見る」「物を調べる」「物を加工する」といった性質は、これまで主に学術研究に利用されてきたが、J-PARC ではこれらの産業利用が促進されている。

中性子の産業への利用例としては、例えば、以下が考えられている。

図表 V-9 中性子の産業利用例

分野	活用例
環境・エネルギー	水素吸蔵合金の3次元原子構造解析や水素吸蔵・放出過程の解析により、水素貯蔵の基本原理を解明し、水素吸蔵合金の高効率化や耐久性向上を図る。また、燃料電池中の水素挙動を解明することにより、燃料電池の高性能化を図る。
生命科学	タンパク質と水和水（タンパク質を取り囲む薄い水の層）との相互作用や、水分子も含めた生体物質全体における全原子の位置を調べることにより、生体物質における生命機能発現の機構を解明する。
ナノテクノロジー・材料	物質の内部構造と磁気構造の解析を同時に行うことにより、ハイブリッドカーに必要な耐熱性の強力磁石を、希少元素を使わずに実現すると共に、超伝導機構の解明を通じて高温超伝導材料の開発に貢献する。
ものづくり	鉄鋼材料の強度を低下させる水素の材料内部での挙動や、鉄鋼製品の原子の配列や結晶構造を調べることで、鉄鋼材料の性能向上や安全性の高い製品の開発に貢献する。

(資料) 大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構、独立行政法人 日本原子力研究開発機構 J-PARC センター「いよいよ始まる J-PARC 中性子利用」より作成

### c) J-PARC における中性子実験装置の整備状況

「原子核素粒子実験施設（ハドロン実験施設）」と「ニュートリノ実験施設」では、実験を行う課題の公募が 2006 年 6 月から既に 7 回行われ、専用測定装置の整備が進められている。前者は 2009 年 2 月に量子ビームの発生に成功した。後者は、2009 年 4 月にニュートリノビームの生成を開始する予定である。

物質・生命科学実験施設（MLF）では、中性子源に 23、ミュオン標的に 4 つのビーム取り出し口（ビームライン；BL）が設置されており、2008 年 5 月に中性子ビームの発生に、同年 9 月に初めてのミュオンビームの取り出しに成功した。

取り出し口には、JAEA や KEK によって実験装置が設置される他、他の研究機関や大学等も実験装置を設置でき、装置提案が広く募集されている。現在までに約 15 の実験装置提案が承認されている。

MLF は、2008 年 12 月に供用が開始され、上記のうち 6 台の中性子実験装置と 1 台のミュオン実験装置の計 7 台の実験装置において実験が開始されている。

### ④ 中性子の産業利用促進策

世界の多くの量子ビーム施設は学術研究目的の利用が中心である。また、我が国には量子ビーム施設が複数あり、施設完成後に産業利用が促進されている施設はあるが、J-PARC の特徴は、計画段階から、企業による産業応用を目的とした利用を念頭におき、そのための施策が講じられてきたことである。

### a) 茨城県による実験装置整備

上述した、2008 年 12 月に物質・生命科学実験施設（MLF）で供用が開始された 7 台の実験装置のうち 2 台の中性子実験装置は、茨城県が企業等による利用を想定して整備した汎用装置である。地方自治体による中性子実験装置の整備は世界初のことである。

茨城県が整備した 2 台の中性子実験装置の概要は、下記の通りである。

図表 V-10 茨城県が整備した中性子実験装置の概要

装置名	概要
茨城県生命物質構造解析装置 (i BIX)	タンパク質などの構造を精密に計測するために、試料単結晶からのパルス中性子の回折像を測定記録できる装置
茨城県材料構造解析装置 (i MATERIA)	粉末試料を中心とした材料の結晶構造を広い d 範囲(Q 領域)で測定・解析するための高能率汎用中性子回折装置

(資料) 茨城県企画部科学技術振興課「茨城県中性子ビームラインの産業利用」ウェブサイトより作成

- 利用の仕組み

茨城県の中性子実験装置は、県による実験課題の公募に対して提案を行い、選定された企業等が利用することができる。2008年度は、i BIX について 22 件、i MATERIA について 10 件の企業や大学、研究機関等からの提案課題が採択された。2008年度は 12 月からの供用開始であったが、2009 年度以降はより多くの実験課題による利用が期待されている。

茨城県は、実験装置を利用可能な時間を 3 つの枠に分けており、基本的な形態では、利用可能な時間の 20% を J-PARC が主体となって公募した課題の実験を行う「J-PARC 枠」、10% を装置のメンテナンスのための時間とし、残りの 70% を茨城県が選定した課題の実験を行う「県選定産業利用枠」としている。

また、「県選定産業利用枠」の中の割り当てとしては、2009 年度以降の本格運転開始時には、15% を県が主導するプロジェクトの利用枠、5% を緊急利用枠とし、残りの 80% を年 2 回の定期公募および随時受け付ける課題の実験を行う「産業利用公募枠」としている。

- 利用料金

利用料金は 1 時間 2 万円である。

茨城県は、茨城県の中性子実験装置の利用について、成果を公開するか非公開とするかにかかわらず同額の利用料金を徴収するとしている。（J-PARC 全体としては、成果を公開し社会に還元することをもってビーム利用料金を無償とする「成果公開型利用」と、利用者が経済的に利益を得ることを想定し、成果を専有できる対価としてビーム利用料金を支払う「成果非公開型利用」とがある。）

ただし、2008 年度は調整運転を兼ねていることから無料とし、2009～2010 年度は、利用促進を図るため 50% 割引としている他、利用経験が無いか少ない企業については試行的に無料で利用できるトライアルユースをおこなっている。

また、茨城県内企業については 50% 割引の優遇料金を設定している。

## b) 茨城県による中性子実験装置の利用促進策

茨城県は、県が保有する中性子実験装置の企業等による利用を促進するため、以下のような方策を講じている。

- 利用者に対する支援スタッフの配置

「いばらき量子ビーム研究センター」に、i BIX、i MATERIA それぞれを担当する「茨城県ビームライン産業利用コーディネーター」を 2 名配置している。コーディネーターは、県装置の利用に関する相談に応じるだけでなく、企業等による具体的な利用内容を聞き、県装置を利用すべきか J-PARC の他の装置や、J-PARC 以外の放射光施

設を利用すべきかまで助言をしている。

このような量子ビーム施設の産業利用コーディネーターが配置されていることは極めて画期的なことである。J-PARC 全体としても、「J-PARC センターユーザーズオフィス」が設置されているが、それに加えて茨城県のコーディネーターがいることで、より一層、産業利用が促進されている。なお、「J-PARC センターユーザーズオフィス」も「いばらき量子ビーム研究センター」内にある。

- 秘密保持システムの構築

企業が安心して利用できるよう、試料や情報を厳格に管理し、コンプライアンスを徹底している。

- 運用実績をふまえたフレキシブルな対応

ユーザー意見を的確に反映していくこととしている。

- 中性子利用促進研究会の運営

中性子の産業利用を促進するため、分野別研究会を設置して中性子の具体的な産業利用の方法を検討したり、モデル実験やセミナー開催をおこなっている。

- 県内中小企業の利用促進

2008年4月から、県内企業を訪問して企業の初歩的な相談から具体的な中性子利用技術まで幅広く対応する企業訪問マネージャーを配置するとともに、中性子を利用した新製品開発に対する助成制度も創設し、県内中小企業による中性子利用の促進を図っている。

- 中性子産業利用推進協議会との連携

2008年5月に全国の産業界が結集して、J-PARC等の中性子の産業利用を推進すると共に、産業界が利用しやすい仕組みや施設の充実を施設や国などへ提案・要望する組織として中性子産業利用推進協議会が設立された。研究活動や広報啓発活動等について、この協議会との連携を密にしながら、産業利用の促進を図っている。

(資料) (独)日本原子力研究開発機構、茨城県、いばらき量子ビーム研究センターご提供情報および資料  
主な資料は下記：

- ・茨城県「茨城県科学技術振興指針」(2005年3月)
- ・茨城県「サイエンスフロンティア21構想」(2002年3月)
- ・茨城県「茨城県中性子利用促進研究会 分野別研究会概要2008」(2008年10月)
- ・茨城県「中性子産業応用事例集2006」(2006年1月)
- ・茨城県企画部科学技術振興課「茨城県中性子ビームラインの産業利用」ウェブサイト
- ・大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構、独立行政法人 日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター「いよいよ始まる J-PARC 中性子利用」
- ・大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構、独立行政法人 日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター「J-PARC 大強度用紙加速器計画～ここから始まる新しい世界」
- ・大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構、独立行政法人 日本原子力研究開発機構 J-PARCセンター ウェブサイト
- ・「いよいよ動き出す J-PARC」連載記事『原子力 eye』2008年5月号～11月号(日刊工業出版プロダクション)
- ・「J-PARC における中性子利用～量子ビームが拓く世界」『月刊エネルギー』特集版(日本工業新聞社、2006年3月16日)