

「新製品開発を事業化するための 6 つのポイント」

株式会社 PAT 代表取締役社長 栗田 澄彦 様

令和6年9月20日に当センターにて環境・材料セミナーを開催いたしました。ご講演いただきました 株式会社 PAT 代表取締役社長 栗田澄彦様は、株式会社香蘭社の取締役研究開発部長とセラミック部長を歴任され、長年製品開発に取り組まれ特許出願件数が約 250 件、その後、現在の株式会社PATを起業し、粉体技術に関する技術開発を手掛け大きな成果を残されてきました。現在も大手企業の技術顧問などをされており、製品開発に関する多大なる知見をお持ちです。

今回、ご講演いただきました内容について、多くの方に製品開発の参考としていただくことを目的として、講演内容をとりまとめました。技術開発、製品開発の一助になれば幸いに存じます。

※当日のプレゼン資料(「新製品開発を事業化するための 6 つのポイント」講演資料.pdf)も参照ください。

1 経歴・(株)PAT の紹介

1-1 経営方針

私は昭和20年生まれで、85 くらまで働こうと思っています。現在も、研究開発や大手企業からの受託研究を、自宅の研究室で朝5時から行っています。

私が所属した香蘭社は350年くらい前に創業した会社で、明治6年くらいに電柱の碍子を作り始めました。その当時ガラス製の碍子がありましたが、磁器でも出来るはずだろうと作りましたが、評価する設備がなく、電気試験所(今の電総研)を国が作ってくれました。それからは、碍子と美術品陶磁器を主力として業を行っていたのですが、現社長のお父さん(深川正氏)が、第3の事業を作りたいということで、一緒に研究をやってきました。

香蘭社退職後(61歳の時)に、PAT, Powder Application Technology 粉体応用技術という会社を起業しました。ベンチャー企業は 10 年以内に 87%が倒産するので、何とかやっていかないといけないということで、経営方針として、値段を安くしなくてよいように、No rival、競争のない製品、競争のないプロセスを徹底的に追及していこうということやってきました。

現在は半導体の封止材の研究開発や、ボロンナイトライドの開発を大手企業から委託を受けてやっています。

1-2 表面処理技術開発

現在、メインで行っているのが放熱シートです。パソコンがスーと音がしたりしていますが、シリコンは100℃以上になると、動作不良をおこします。そのため、その下に絶縁性で熱伝導が良いものを貼り、熱を拡散し放熱する必要があります。熱伝導の高いアルミナ(30W/mK)を、樹脂でシート化する必要がありますが、樹脂を入れることで熱伝導が悪くなる(樹脂の熱伝導率は 0.3W/mK)ので、できるだけ粉(アルミナ)をたくさん入れてシート化することがポイントとなります。シートを製造している企業に聞いたところ、シート化する技術が難しいとのことでしたので、開発をやってみようということでやり始めました。

樹脂は油。アルミナは表面に OH 基があるため水に覆われているのと同じで、水と油で覆われているため混ざりません。そこで、アルミナの表面にナノの油の膜を付けて樹脂と馴染むようにします。一般的にシランカップリング材がよく使われますが、私はシランカップリング材以外も使っています。樹脂と粉を混ぜると気泡ができます。しかし、気泡が入ると熱伝導が下がってしまいます。このため、気

泡が無いようにしないといけません。粒子を1つ1つばらして均質にまぜることで熱伝導がよくなります。また、樹脂をいかに減らすかがポイントで、85vol%くらいをセラミックス粉が占めるようにします。

熱伝導をさらに上げるには、どうするかということですが、お城の石垣で大きな石と小さな石があって緻密に並んでいます、最密充填構造をとることで熱伝導を上げています。

0.3 μ mという非常に小さなアルミナ粉の表面に水滴を落とすと、普通は水をさっと吸い込みますが、表面処理をうまく具合に行うと、水滴を落としても、ずっと水滴のままになっています。0.1mm以下の水滴でもそのまま維持されます。この研究をずっと行い、いかに水を吸い込まないかを検討してきた結果、最初の内は10分で水を吸い込んだりしていましたが、最終的に撥水状態のよい表面処理技術ができあがりました。

1-3 No rival であること

放熱シートメーカーに粉体の表面処理品を売り込んだところ、「特性がすごくよい」との評価いただき、私の会社をお願いしたいということになり、工程管理のヒアリングを家内と二人で受けました。工程は見せられないので、遠くから説明したら、先方は怪訝な様子でした。

最初の内は発注が月に200-300キロ来ていました。価格も良い条件でした。3年くらいたって、発注がトン単位になっても価格交渉がなかったので、相手の技術担当に資材の値下げ交渉はないのかと尋ねたら、「自社の技術では太刀打ちできないので、大事な製品にはPATの表面処理品を使っています。熱伝導特性がよいから世界に展開しています。なので、値切り交渉をして、PATから「もういいですよ」と言われたら会社が困るので、一切値切り交渉をするな。」とのことでした。このため、値下げ交渉は一回もしたことがありません。何が言いたいかと言いますと、No rival であること、作り方・表面処理の仕方も違うのです。樹脂屋さんは装置を買ってきて練ればよいと考えていますが、そういうものではありません。セラミックスの分散技術、きれいに分散する新技術を使って表面処理したのです。

2 新製品開発の実施例

2-1 h-BN焼結体

h-BNの常圧焼結についてです。BNは耐熱温度が3,400℃で、熔けずに蒸発してしまう材料です。これをセラミックス化したいという要望があり、ある企業ではBNの粉とガラス粉を混ぜて高圧プレス焼結してインゴットをつくっていました。坩堝を作る時には、インゴットを旋盤加工していたようです。湯呑サイズ1個が30万円くらいかかるので、「常圧焼結で焼物を作るみたいにできたらいいな」と思い、焼結助剤を使って研究をしていましたが6年間一向に焼結体がうまくできませんでした。そこで、九大の森永先生に相談したところ、「その研究させてほしい」と言われ、社長に相談しましたが、九大はセラミックスが有名ではなかったので、「なぜ九大か」と聞かれました。森永先生の目が輝いていてやる気があると説明したら、研究費150万円を出していただきました。森永先生からは、「会社を説得してくれたので、失敗したときには分厚い報告書を出す」と言われましたが、「企業は結果だ、結果がよければよい、報告書はA4 1枚でよい」と言ったら、先生の顔もひきつっていました。半分捨て金かなと思って待っていたら、3か月後に1円玉サイズができたという連絡があり、嘘だろうと思いました。びっくりしました。私はBNの添加物に着目して研究していたのですが、森永先生は金属Bを最初に入れていて、窒素雰囲気中で窒素と反応させてBN化合物を作ったのです。最初はアモ

ルファスが生成し、それから六方晶になります。窒化するときのドライビングフォースを使って焼結させました。世界で初めて常圧焼結 h-BN の開発に成功し、特許は世界でとりました。ロシアが私たちよりも半年遅れて開発していましたが…。九大は基礎研究をどんどんやって、製品化は企業で行い、産学連携で画期的な成果を納めることができました。

現在の香蘭社の売上で、セラミックスが美術品陶磁器の売り上げを追い越し、利益率も良いようです。他社にできないことをやることで経常利益が上がります。現在は設備投資をしているようです。

私がすごくうれしかったことは、前社長と必死に新しい事業を作って、九州大学と産学連携で成功したことです。現在は、焼物だけをやっている会社は経営が厳しい状況になっている中で、今生き延びているのは、当時開発をやれたことがよかったと思っています。世の中どんどん変わっていくので、「次のことをやっていかないといかん」ということです。

2-2 ケミホタル

私は魚釣りが趣味で、夜釣りのときに、電気浮きに電池を入れると重たくなり、魚の食いつきが悪くなるので、軽いウキが欲しくて、化学発光体の開発を始めました。内側のガラスアンプルに有機溶剤の入った過酸化水素と外側にシュウ酸エステルが入っていて、ガラスアンプルを割って液混合により化学発光します。これしかないと思設計したサイズが外形 $\phi 3\text{mm}$ 、長さ 15mm 。外形 $\phi 3\text{mm}$ のアンプル管の先端細管部長さ 5mm をバーナーで溶着しようとする、有機溶剤もあるし、空気もあるので、膨張して噴き出してくるので、うまくできませんでした。そこで、大阪にある注射アンプルを作っている会社に訪ねて、溶着ができないことを相談したら、「先端が 5mm では溶着は絶対できませんよ」と言われました。しかし、色々考えたら、10 種類くらい方法を思いつきました。そして、アンプルの溶着部を出して水没し、冷やしながら溶着する方法などを考え出しました。また、 0.3mm 先端細管の中から液を入れる方法も工夫しました。液の中に空のアンプルを沈め、真空引き後、大気圧にする事で、液が充填される方法を思いつき、課題を解決することができケミホタルを製品化しました。

2-3 熱電対セラシース

次はセラシースというものについてです。一般の熱電対温度計は $\phi 10\sim 15$ の保護管の中に、絶縁管、白金線を入れており、熱に対する応答が悪いので、新日製鉄からもっと応答の早いものがないかと言われて絶縁管と保護管を一体とした外形 $\phi 4\text{mm}$ の熱電対温度計の開発しようということになりました。部下にこの研究開発を指示したところ、部内の次長 3 人から白金線とセラミックスの熱膨張が違うのでばらばらに割れるし、焼成する時も収縮するので、このテーマは絶対にできないからテーマを取り下げて欲しいと申し出がありました。部下がしないということで、自分ですることにして、1週間くらい実験したら 5cm のサンプルができました。今は 1.5m くらいが製品化されています。その時の一番の問題である白金とセラミックの熱膨張差は、白金線の上に糊剤をつけ、焼成で燃焼させて隙間をつくってやることでうまくできました。

研究テーマを部下に与えるときは、具体的な方法が分かっているにしてもこうしなさいということはないようにしています。言ってしまうと研究作業員になって考える力が身に付きません。研究テーマは自分で考えて問題解決させるようにしていました。

2-4 透明石英ガラス

シリカの微粉をプレス成形して真空中で焼くと擦りガラスのようになります。九大の森永先生から「分散を確実し、脱気泡にすることで、栗田さんなら透明化することができるのではないかと」言われ、シリカ粉末をスラリー化して鋳込み成形し、焼いたら完全な透明体ができ、溶けたガラスよりも透明性がよいものができました。量産する際に石膏型摩耗粉が付着するとよくないので、樹脂型を開発しました。全自動の鋳込み技術も開発しました。

透明石英ガラスは、プロジェクターの反射板にも使われており、高寸法精度で製造していました。光ファイバー通信の線をつなぐときのジョイント(フェルール)に高熱膨張のジルコニアセラミックスが使われていますが、夏場にジルコニアが膨張し、光ファイバーの中の光が通っているのが $7\mu\text{m}$ くらいなので $1\mu\text{m}$ ずれると 20%くらいロスがでるようです。フェルールを低熱膨張の石英ガラスでできないかということで、研究したらできました。当時、フェールの内径は小さくて、 $150\pm 0.1\mu\text{m}$ 以下の精度でつくらないといけなかったので自分たちではできませんでしたが、そのような小さな部材を作るのが得意な企業に技術許与しました。販売も伸びているのではないかと思います。

2-5 放熱シートおよび低誘電率シート

半導体シリコンは 100°C しか耐熱性がありませんが、パワートランジスタは耐熱性が 250°C あり、パワートランジスタ用に、自動車メーカーから高耐熱性放熱シートが欲しいと言われました。バインダーであるシリコンゴムは耐熱性が良い物でも 180°C で、 250°C では劣化しぱらばらになります。私は、シリコンゴムよりもフライパンにコーティングされているテフロンがよいのではないかと思います。開発を行いました。テフロンはくっつかない性質があるので、大変苦労しました。高熱伝導用粉を 85% も入れるのは大変で表面処理を駆使して行いました。シートをつくるのに、熱圧着を行います。装置がなかったので 500°C で加熱できるアイロンを買ってきて、圧力をかけましたが、手で押すだけでは圧力がかからないので、アイロンに棒を通して二人の体重をかけて圧着できるような仕組みを考え作製し、高加圧でシートの熱伝導がよくなる傾向を見つけました。人力では大変なので、佐賀県の開発補助金を使って熱圧着プレス設備を導入することで耐熱 250°C の A-4 サイズのシートができました。

この成果をパンフレットなどで紹介していたら、韓国の有名な財閥企業から熱伝導はいらないので、シリカを入れてほしいという要望があり、半年ほど研究しました。車間が近づいたときに、ピーピーとなる回路の部材です。現在、精度は 20cm 程度だそうです。高周波レーザー 100GHz では車間距離計測の精度が上がり、4cm ほどになります。自動車メーカーはいろんな面において、送信、受信用基板材の導入などに取り組んでいます。銅箔貼りするとエッチングで回路が形成できます。

開発を進め A4 1枚のシートを作ったら、韓国企業から使えそうだという評価をもらいました。2,000 m^2 作ってほしいとのオーダーがあり、値段の交渉で平米あたり 4,000 円ということでしたが利益がでるかわからないので断りました。その後、先方から 6,000 円でどうかとの連絡が入りました。この高周波基板のマーケットが3桁億円、放熱シートが2桁億円程度と市場が小さいため該シートの販売を中止しました。有田工場で生産計画を立てましたが、月産 2,000 m^2 と思っていたら、日産 2000 m^2 だったので、何百人もの雇用が必要となることから、自分では出来ないと判断し、日本の中堅大手の会社と一緒に取り組んでいます。すでに量産体制ができて試作品の提供を開始しています。

2-6 薄胎

30数年前に、波佐見の生地屋の方から、生地は儲けないので新しいことはないかという話がありました。薄胎という卵の殻のように薄いものが中国にあり、職人が削って 0.8 mmにして、透けて見えるもので、かなり高価なものがあり、薄胎の製造をしたいということで、私がすべて指導して作りました。天草陶石は焼成変形が大きいので、変形しない生地を開発し、薄く作る鑄込み技術も開発しました。量産するといって進めましたが、資金力がなくて製品化には至りませんでした。西日本新聞の1面に開発の記事が掲載されました。

3 研究テーマ決定のポイント(事業化するための6つのポイント)

研究開発でよく失敗するとか、研究開発は千三つとか言ったりします。ここからが、今日の一番大事なテーマになりますが、これまで私が長い間経験して、いろいろ失敗を繰り返してたどり着いたことがあります。是非知っておいていただきたいと思います。

3-1 コア技術の有無

まず1つめは、コア技術がないといけないということです。何でもやって良いという訳ではない。大手製鉄会社が、重厚長大の時代が終わり今後軽薄短小の時代だからと言って、半導体が伸びるということで半導体工場を作りましたが、現在ではその会社の半導体については話を聞きません。失敗しているのです。重厚長大はスピードがない。半導体はスピード感が必要なのです。自分のところにコア技術、ノウハウがないのにやったので、お金をかけたが失敗したのではないかと思います。他社もやろうとしていましたが撤退したかと思います。「コア技術」が大事ということです。

3-2 問題点の大きさ

あるものを作ってくれ、これがあると便利だという場合がありますが、それが本当に困っていて必要なものか、それができれば値段が半分になるや会社がものすごく良くなるなど現製品の問題点が大きくないとやる意味がありません。問題点が小さくてちょっと助かるけどではやらない方がよいです。研究開発には時間とお金がかかるので、問題点は大きくないといけません。

3-3 成功の可能性(射程距離)

これは自分でしかわかりません。未知の世界、研究テーマをたくさんやってきたので、不思議と感が働きます。研究開発は、未踏の山と一緒に。険しい山、高さもわからない山なのです。これまで経験してきたので、この山は登れるのではないかなと感が働きます。他の人ができないと思ってでもできると思う。射程距離は自分で決めるのです。90%以上成功する可能性がある研究テーマしかない決めてるので、製品化率はかなり高いです。

3-4 市場規模

どのくらいのマーケットがあるかが大事。会社によっては年に1桁億でもよいが、大きな会社によっては何千億をねらったりします。どのくらい買いますかというのをお客さんに聞くと、何百億買うと言われたりすることがありますが、自分で確認した方がよいですね。これを作ってくれという会社の同業他社に確認のため聞いてみないといけない。市場規模も自分で納得しないといけません。

3-5 採算性

一番大切なのが、売価と想定原価。企業では想定工程で製品ができたら、想定原価いくらになるかがわかります。

光学機器製品を作っている会社の研究所の所長から、1 個15,000 円で作ってくれと言われました。研究して 3 か月くらいで試作品が出来、購入になるからと言われて話を始めたら、資材担当者から「7,000 円」と言われ、「15,000 円で使える訳がない。買えない。」とまで言われました。研究開始時の議事録を持ち出し、15,000 円で話をしていたことを示すと、「15,000 円にしましょう」とコロッと変わりました。大企業の資材部門はものすごく訓練されています。企業の利益は安く買うことが大事。正確な値段を把握しないと利益が半分になってしまいます。売った時に利益がでないと新製品開発をする意味がありません。

3-6 差別化(性能)

研究開発が成功した場合こういった性能がでるかが重要です。従来品と性能があまり変わらないようだと売れません。

この 6 項目をチェックしないとイケません。ひとつでも外れたら、ビジネスになりません。研究テーマが良ければだいたい成功します、事業化出来ます。研究テーマが悪ければ、いくら努力しても、価格があわない研究をいくらしても、製品ができてもそんなのは要らないということになります。このようなことをしっかりと検討してやってほしいと思います。研究開発で失敗するかしないかは、8 割は研究テーマで決まるのではないかと思います。

4 研究開発の進め方と人材育成

4-1 研究の進め方

研究テーマには先生がいない、誰もしたことがないから研究テーマになるのです。ただ、すごい先生がいます。故村上和夫先生、筑波大学・名誉教授、遺伝子工学の先生。この人の著書に「人間の遺伝子は、1 ページ 1000 字、千ページの本が 3200 冊分の情報できちんとできています。これは「something great」なことなのだと。別の宇宙科学者は太陽と地球が 1%近くても、遠くても人類はいません。「人類がいることには何かがある」ということを書かれています。宗教は思想だとは思いますが、研究開発には天と言う先生がいます。研究をするときは、アイデアを 50, 100 と出して、じっくり考える方がよいのです。そして、「こうしたらいいのではないかな」という仮説をしっかり立てて実験をします。実験というのは、天に問うということ。ちょっとダメ、さっぱりダメ、少しよい、といった結果がでてきます。「ちょっとよい」にヒントが見えてきます。それを何度も繰り返す。天という先生がいるのが解ります。「仮説を立てて研究開発に努力をしたら天は必ずヒントをくれる」というのが分かります。

4-2 シーズ・アイデアの苗化

九州オープンイノベーションセンターというところがあり、経済産業省関連の予算を付けるところで、その審査員を 35 年しています。製品化のポイント1～6から外れたテーマがたくさん来ます。特に、大学の先生はアイデアだけで来ます。国の税金を使うので、アイデアだけではいけません。アイデアは、家庭菜園という種です。種は生えてこないものがたくさんあります。一方、苗木は確実に実が付きます。

す。小さくてもよいので、苗木の状態でヒアリングを受けるようにするのが大切。会社においても苗木を見せれば研究開発費を出し易くなります。私は苗木ができなければ研究テーマをボツにします。審査員をしていてつくづく思っています。

4-3 人材育成

自分を超越る人材をいかに育てるかです。自分で答えを探す能力をつけないといけません。「言ったとおりにするのが優秀」は大間違い、言ったことの反対をして成果を出すのが優秀です。

イギリスの会社と BN セラミックの開発で共同研究をしました。相手の社長が打ち合わせに入っても、社長が来たからと言って社員は緊張する訳ではなく、社長に対して「私だったらこうする」や、「コストは 3 倍もかかる」など、技術討論を対等にしていました。イギリス人から「日本はものすごくおかしい。取締役がきたら黙り込む、対等に話をしないと本当に良い道には進んでいかない」と言われました。

香蘭社にいたときも「反対意見を言ってくれ」ということを言っていました。コストがかからず早く良い製品が速く出来ればそれがいいです。ディスカッションのときに対等にできることが大事です。社長が言ったから、顔色見ながら、上に逆らうのがよくない、という考えがありますが、研究開発は、今までの壁を破り、新ニーズを追い求めるので、自由討議し、広い視野で研究開発を行う必要があります。自由な討議をすると、若い研究員からアイデアがどんどん出るようになります。言った通りにさせたら、アイデアはでてきません。ケンブリッジ大学で大事しているのはディスカッション、知識は後からでよいと言われました。

若い人に他流試合をさせることが大切です。若い人を早く伸ばすために、最初是一緒に打合せに行くけど、2 回目から一人で行かせるようにしていました。相手は部長や課長がでてくるので、必死になって勉強します。一人ぼっちだと早く成長します。

それと、Positive thinking が大事。できると思って研究をしないといけない。香蘭社のとき、「こういう研究をしたいと思うが、どう思う？」と聞いたら、その研究員が「私はできないと思います」と言ったが実験させたところ、1 週間後に「やっぱりできませんでした」と喜んで報告してきました。「できない」と思ってしたら、できないのです。

中国の諺に、井戸を掘るときも、ここに水でると思って掘ると水が出るというのがあるそうです。出ると思って掘らないと途中で止めてしまうそうです。ネガティブに考えたらモノができないのです。Positive thinking がものすごく大事。研究開発は特に答えのない世界。できるかどうかわからない。だからこそ positive thinking が大事なのです。

4-4 研究開発の心得

新日鉄の研究所に、「極限を究めるに吾以外皆師なり」と彫ってある石碑があります。研究所ができた時に、社長が「この精神で行け！」ということで掲げてあるそうです(宮本武蔵の言葉だそうです)。「俺は大した者だ、新日鉄の社員だ、ドクターを持っている」というような気構えですな！自分以外を先生と思って、研究開発してみんなと仲良くしなさいという意味だそうです。何かを実行しようとするときに、みんなを先生だと思つとスムーズに進みます。ある研究をしようと思うときに、一人の力は知れています。色んな先生に教えを乞う。セラミックス屋にセラミックの話を聞いてもしょうがありません。異分野の人に頭を下げて教えてもらうことが大事。研究をしていたら、出来ないのではと

思うことがあります。私は山登りが趣味ですが、頂上を見るとまだかと思ってしまいますが、山を登るときに一步一步と言い聞かせながら登ると早く着きます。研究開発には大きな壁が 3 回くらいあります、壁に当たってちょっときついなと思うときには、一步一步と自分に言い聞かせて行くのが良いと思います。

5 大学との共同研究

大学は基礎研究開発力がとても高い。ものすごく細かいことまでをよく知っています。大学の先生はすごいなと思います。また、研究設備も揃っています。人件費も高くない(最近は求められることはありますが)。研究テーマに合った先生は全国規模で探すのがよい。的確な人を探さないと研究になりません。相談に行くと半日でもよいよという時間のある先生に限ってアイデアがでてきません。時間のない多忙な先生ほどアイデアが溢れるほど出てきます。多忙の先生ほど視野が広いように思います。視野の広くアイデアがどんどん出る先生がいいですね。

樹脂関係のことで相談をしているのが、名工大の辻田先生(名誉教授)で、有機化学で困ったときにはこの先生に尋ねています。自分自身もある程度有機化学を知っていないと相談しても役に立たません。なので、自分でも有機化学を勉強しています。研究開発力というのは、思考力、アイデアを出す力、プラス広い知識が必要。セラミック屋だからセラミック以外の本を読まないという狭い知識では新製品開発になりません。新製品開発力は知識×思考力と確信しています。

私は、各分野にいっぱい相談する人がいます。困ったときに相談していますが、自分も勉強しながら相談しないといけません。話し相手になりません。

また、大学の先生とは、講演料等の支払い以外に、必ず食事をするようにしています。香蘭社のときはお土産で陶器を渡したりしていました。

アメリカは違うようですが、日本の大学はのんびりしています。お金を出して委託研究をしているので、月に 1 回はミーティングするのがよいです。それに合わせて大学院生がバタバタしてデータを出すようになります。

研究するときは、何でもできる訳ではないので、足りない部分を補って開発をした方がよいです。このためにも、成果を分かち合う必要がありますが、共同研究をした方が早く、良い成果が出ます。

6 経営と資金

経営者はお金を節約しながら無駄のないようにして、利益が出たらみんなに分け与えるのが大事だが、もっと大事なことがあります。「植福」です。今は木に実がついている(売れる製品がある)が、ずっとは実がなりません。時代が代わり枯れてしまいます。なので、次の苗木を植えることが大事です。経営者の一番大事なのは次の苗木を植えること。次の苗木の成果を自分たちが食べられないかもしれませんが、次の世代のために苗木植えるのです。植福がものすごく大事。

利益が出ているときに、次の研究テーマに着手する。香蘭社の時も幸い、当時利益が出ているときに新しいテーマに着手することができました。こういう植福が大事。次の手を打たないといけません。