

Plant
and
Process

生産技術
専門誌

化学装置

CODEN:KASOB 7
ISSN 0368-4849

9

2022

特集Ⅰ 化学工学とカーボンリサイクル技術

特集Ⅱ 先端材料開発と超微粒子製造技術

スーパーマスコロイダーⅣ[®]

超微粒摩砕機

安全性と使い易さの完成形

- ◆ 世界標準の安全設計
- ◆ 洗浄しやすい本体構造
- ◆ 多機能ミルの「 α シリーズ」に完全対応
- ◆ 選べる軸受機構

新開発「スマートマイスター機能」も搭載できます



IV
VERSION 4
Super Masscolloider

MKZA10-15JIV

Masuko

ナノの世界に挑戦する

増幸産業株式会社

<http://www.masuko.com>

SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS

あいにくてね!



マスコーマスコット
MAX & MIRAI

おかげ様で
創業218年 設立100年

100th
Anniversary
MASUKO
Since 1922

創立218年，設立100年 増幸産業“超微粒，ナノ領域”に 向けた新たな挑戦！



増幸産業(株) 代表取締役社長
増田 幸也氏

◇設立 100 年の歩み◇

——1804年，初代 増田安次郎氏が鋳物業を起こしたのが始まりで，幕末期には，高島秋帆指導の下，数百門の大砲を鋳造したと貴社の沿革にあります。以来 1922 年に増幸商店を創業し，本年で「100 年」を迎えるわけですね。

最初に貴社の超微粒化技術の礎となる「スーパーマスコロイダー／石臼式摩砕機」の開発経緯あたりからお話を聞かせてください。

増田 当社は，江戸時代の後期，高島秋帆指導の下で大砲の鋳造が行われており，明治，大正と続きます。その後，良い時代もまた辛酸を舐めた時期もあったようですが，明治の終わりには，鋳物業で大事件が勃発し倒産します。しかし，翌年には増幸商店として復活を果たし，そのこ

ろの技術が，現在の粉碎技術に繋がっています。開業は大正 5 年で会社組織として設立したのが大正 11 年です。それから数えると，今年がちょうど 100 年ということになります。

大正 5 年に，私の祖父が増幸商店を立ち上げ，鋳物は他社から仕入れて商売を行っていました。一方，基盤技術となる天然の花崗岩の石臼式万能粉碎機や自動炊飯器を発明し，特許も何件か取得していました。私の父は学生時代には金属学科を専攻していたこともあり，戦争から帰った 23 歳のころ，「以前の鋳物業を復活させたい」という使命をもっていったようで，戦後，鋳物業の 6 畳ぐらいの狭いスペースの一角を借りて，アルミニウム製品の製造と販売をスタートさせています。当時はモノのない時代で，アルミ鍋などは作れば作っただけ売れたようです。品質も良く社員も 1 人，2 人と増えていき，作業場が手狭になり，今の川口の土地を入手しました。ここは過去の鋳物業をしていた増田屋の土地の一角で，結果的に古巣に帰った形になりました。

祖父の代から万能粉碎機を製造していた関係で，豆腐屋や餡子屋に多くの得意先がありました。その頃の万能粉碎機は，ゆっくり回転させ，それほど粉碎効果の上がらない，天然石の厚い石臼でした。顧客からは「もっと能力の出るものが欲しい」との要望があり，石臼を地面に対して水平ではなく垂直に配置し，高出力モーターを載せ，処理能力を大幅にアップした改良 1 号機を完成させ

ました。次が花崗岩ではなく，工業用砥石，いわゆるグラインダーの開発です。天然石から工業用砥石に変更したことで臼も小さく，厚みも薄く，軽量となり，それは飛ぶように売れたようです。父が「1 万台以上作った」とよく話していました。

そのころ東京大学の先生が突然尋ねてこられて，「我々は今人造アスファルト・プロジェクトを立ち上げている。是非参加していただけないか」と。石炭を粉碎して重油と混ぜ，人造アスファルトを作るプロジェクトだったようです。当時のアスファルトは，夏の気温の高いときは柔らかくなり，寒い冬はひび割れるといった，品質に欠点のあるもので，画期的なアスファルトを作るにはどうしても性能のいい粉碎機が必要だったと聞いています。いろいろな粉碎機を試してみたけれども，「帯に短し，襷に長し」でうまくいかない。先生が，たまたま学校の近くの豆腐屋で，増幸製の機械を見つけ，その機械を使ったところ，これが意外といい結果が出て，これならいけるかもしれないということで，父も二つ返事でプロジェクトに参加したようです。

当初，「装置は増幸で作ってくれ。砥石は，技術力のある砥石の大手メーカー K 社が担当するから心配ない」と。1 年かけて大型機のボディーを完成させ，K 社の砥石を載せて，試運転を開始しました。20 分程は順調でしたが，30 分位すると「ドン！」という音と共に砥石が破壊され，プロジェクトが暗礁に乗り上げてしまいました。砥石が心臓の機械ですから，さあどうするか。K 社から送られてくる改良した砥石も一向に良くならない。結局，人に頼っていても埒が明かないから自分たちで

何とかするしかない、砥石学会に行き「割れない砥石を作りたい」とご指導を乞うも「そのような使い方をしたら砥石は割れて当たり前。そもそも使い方が間違えている」といわれたようです。

工業用砥石は金属を削るもので、一つの石ではなく、小さな粒の集合体の焼き物です。水をかければサッと浸透する多孔質体で、空気穴（連繋気孔）が40%もあります。この気孔が問題だということで、まず気孔を埋めることを考え、研究を始めました。

1,200℃の高温で焼く工業用砥石は固いけれど割れやすくて駄目だということになり、樹脂砥石の研究開発に舵を切っています。樹脂の配合は数万通りもあり、硬化剤と樹脂の種類、焼結温度と時間を逐一変えて一つずつ試作しました。6年経ち7年経ち8年目にやっと日の目を見ることができました。気孔のない、砥石同士を圧接しても破損しない「割れない砥石」の完成です。

これにより人造アスファルト・プロジェクトで機械がたくさん売れて、一安心と思いきやそのプロジェクトはその年で終了となり、機械が3台売ただけでした。残ったのは機械と借金だけ。

◇「未利用資源の有効利用」への道◇

そのときに、東大の先生から『宝』の言葉をいただいたようです。「増田さん、あなたの作った装置によってプロジェクトは成功しました。プロジェクトは中止になったけれど、これだけの性能を持つ粉碎機は世界中何処を探してもありません。あなたは素晴らしい武器を手に入れました。世の中を見てみなさい。食品工場に行けば、食品残渣が山のように捨てられています。プラスチック製品も、使い捨てが始まっています。それらのゴミが宝の山だと思ってごらんください。この機械でそれらを超微粒化できたら、全てのゴミが宝になるん

です。そういった見方をすれば、今後やるのが山のようにあるはず。明るい未来を夢見て頑張ってみてください。」と父の自伝に掲げています。

しかし、その開発に8年間も費やしたことで、せっかく今まで築いた豆腐業界での増幸の豆腐製造装置の技術は、他社に大きく水を開けられ売り上げも低迷、大変な時代でした。私が小学生の頃、月末になると父と母がよく「来月の支払いをどうしようか、どうやって工面しようか」と話していたのを覚えています。

機械は残ったが、借金を何とかしなければと奔走していたころ、父が肉屋の前で鶏ガラが山のように籠に積んであるのを目にし、このような鶏ガラを粉碎したら、骨粉でも採れるかもしれないと、鶏ガラをいただき、持ち帰って粉碎すると、骨粉どころか、ピンク色の鮮やかなすり身状の肉のようなモノが出てきました。すり身を水で溶いてみても骨粉らしきモノは何も残らない。すり身状の肉を熱湯の中に入れるとそのままの形で固まる。食べてみると美味しい。骨はカルシウムの塊だと思っていたのに、その中に含まれるカルシウムはわずか1%で、タンパク質やミネラルが大部分でした。さらに太らない不飽和脂肪酸などの素晴らしい成分が入っていることが分かり、その結果とサンプルを持って食肉業界を訪ねました。

しかし、当初、業界ではなかなか認めていただけなくて、「所詮肉に見えたって骨なんでしょ」「つまんでみて、やっぱりこれダメだね」と。しかし、ある時大手冷食メーカーの方が、「意外にいけるね」といわれ、それが切っ掛けで月産数トン規模の契約ができて、機械を買っていただいたのがスタートでした。

『未利用資源の有効利用』…今も掲げている当社のスローガンです。NHKで、「家畜の骨を砕いて肉にする、小さな小さな世界企業」というタイトルで放映していただいた後、2〜3週間は電話が鳴りっぱなしで



写真A 超微粒磨砕機
「スーパーマスコロイダーⅣ」

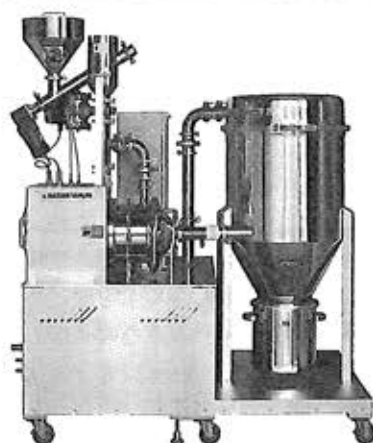
した。また衛星放送でも紹介され、アメリカ、ブラジル、メキシコなどからも引き合いがあり、世界で認知されるに至った瞬間でした。これが『スーパーマスコロイダー』開発のストーリーです。

食肉業界から始まり、次なる大ヒットはコーンスープなどの野菜スープ系を製造する業界です。コーンスープは原料コーンを粉碎して裏ごし器にかけ、網から出た網下のものが製品になります。網上に残った皮などは廃棄されます。

原料が100kgだと大体80kgの歩留まりです。ここに「スーパーマスコロイダー」を使うと、そのまま網下でも100kgの収量になります。すべて通過するわけで、歩留まり100%となります。今でこそ、皮は食物繊維で、第6の栄養素として認定されています。果物も野菜も身と皮の間に旨味、甘味がある。それを皮と一緒に捨てられていた。その旨み甘みが全て製品に入り、さらには大腸ガン予防にもなるような食物繊維入りのスープになる。まさに一石三鳥の効果で、機能性を持ったコーンスープになるということで、この業界でも機械は飛ぶように売れました。今では食品用の超微粒粉砕機「スーパーマスコロイダー」が食品業界で確固たる地位を築いています。



写真B 超精密カッティング
機「マイクロマイスター」



写真C 減圧気流式超微粒粉碎機
「セレンミラー-DAU」



写真D 自己循環型超微粒磨砕機
「スーパーマスコロイダー」

◇超微粒化技術への挑戦◇

——1965年に開発された「スーパーマスコロイダー」の後、気流式粉碎機「セレンミラー」をはじめ、超高速精密カッティング機「マイクロマイスター」、多機能ミル「スーパーマスコロイダーα」、第4世代の「Newマスコロイダー」へと新しい超微粒化技術（装置）への挑戦が続くわけですが、それらの開発経緯についてもお話いただけますか。

増田 先ほどの話に少し付け加えますと、砥石の気孔を埋めることは、水をかけても浸透しないということに繋がり、このノンポーラス砥石が食品製造に決定的な効果を果たしました。気孔があれば粉碎物が砥石の内部に浸透して腐ります。腐れば菌を発生し、高速で回転すれば菌が振り撒かれてしまいます。さらにはノンポーラス砥石になったことで、接触させても割れない砥石になったわけです。ポイントはここにあります。

粉碎機には、一般的に回転刃と固定刃がありますが、その回転刃と固定刃を接触させて運転することはできません。高速回転している刃物同士が接触すれば、一瞬で破壊されるからです。だから、0.1ミリでも隙間を開けなければならず、0.1ミリ以上のものが排出されます。当社の装置は砥石同士を接触させることが可能なので、他のどの粉碎機よりも

細かく粉碎できるわけです。

私どもの営業形態は「実験室型営業」で、カタログで買っていただく機械ではなく、実際にお客様が原料を持参してテストを行って、結果が良かったら「じゃあちょっと見積もりを」から始まります。

もちろん万能の機械ではないので、どのようなものでも希望の粉碎ができるとは言いません。できないものもあります。今流に言えばワンストップを目指して、「マスコロイダー」では不可能でもこちらの機械があります。試してみましようと言えるように何種類もの「超微粒粉碎機」を持ちたいと考えています。「マスコロイダー」だけでなく、という発想の基にいくつかのバリエーションが生まれてきました。

最初に手がけたのは「マイクロマイスター」です。これは超精密カッティング方式による超微粒粉碎機で、今から20年近く前に開発しました。当時アメリカのU社という機械メーカーが世界市場を独占していた粉碎機ですが、それに対抗し開発したものです。

今から40年近く前のことです。あるお客様にスーパーマスコロイダーを納品しに行った際、隣にU社のその機械が置かれていました。運転してみると「素晴らしい機械だ！いつかこれを超えるものにトライしてみたい」と思っていました。

それから20年ほど時が流れた頃、挑戦するチャンスが巡ってきました。4年間に及ぶ試行錯誤の結果完成したのが「マイクロマイスター」です。

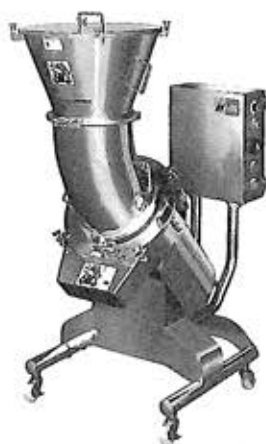
その開発のおかげで、わが社の高速回転に対する技術レベルが格段にアップしました。「スーパーマスコロイダー」は、1分間に1,500回転から高くても3,000回転です。「マイクロマイスター」は、それが8,000回転から1万2,000回転ですからレベルが違います。その回転数はF1の自動車よりも早い回転数ですから、軸受けの加工や精度などは本当に大変でした。

続いて「マイクロマイスターミニ」にも挑戦。特に「マイクロマイスターミニ」のかご型ヘッド（固定刃）の開発は難を極めました。ローター（回転刃）が中に入っていて、外側は籠状の固定刃になっている構造です。3,000個ほどの小さなピースを組み立てて、1,200℃位の温度で焼き、そのときの熱でメッキ層を溶かし、それが接着剤になって固まるという方式です。

この製品は、原価が高くて1個で12～13万円します。当初は、それを電気炉に入れて焼くと8割はひび割れてお釈迦になっていました。これには堪えましたね。何度試しても「8割割れた」「5割割れた」と続くので「本当に中止しようかとも考えましたが、ここでやめたらゼロだよ



写真E ニュータイプ粗粉碎機
「カッターミル」



写真F ハイスピード粉碎機
「NEW チョップカッター」

ね」と思い直し、1個でも2個でもできるのだったら数を増やしていけば必ず歩留まり100%に近づくはずだと信じ、今日では歩留まり100%を実現しています。このかご型を作り上げるのに3年を要し、最終的に装置の完成までに6年かかりましたが、よくも放り投げずにできたと思っています。それもこれも父の背中への記憶でしょうね。

今では6種類の超微粒粉碎機をラインナップすることができました。最新の粉碎機は「スーパーの上」という意味の「ハイパーマスコロイダー」を完成しています。

◇「SUPER 6S」の展開、仕事を通じて幸福（シアワセ）を創造する◇

——まだまだ色々なお話を聞きたいところですが、次に進ませていただきます。

1994年からスタートした「5S活動」の成果と、その後継続されています。今日の「SUPER 6S—「心」の活動 創造、進化、成功、成長、深奏、幸福」の取り組みとその展開についてお聞かせください。

増田 大学を出る前の昭和53～54年が会社が一番大変な時期で、父から「会社は今大変な時期なので、悪いが他社の飯を食わせる余裕はない。すぐに我社に入ってくれ」と。高校

生の頃から会社でアルバイトしていて、仕事の内容はおおよそわかっていましたので、二つ返事で了解しました。

入社して間もなく、「一番やりたくないことはなに？」と聞かれて「豆腐屋さん回りはしたくない」と答えると、1週間ほどすると、埼玉県豆腐屋の名簿を持ってきて「これ全部回って、顧客リストを作るように」と。「他の人も直ぐ行けるようにちゃんと地図も付けた名簿を作れ、どんな設備があって、社員は何人くらいいるか…」と言われ、仕方なく、しぶしぶ回っていました。豆腐屋さん回りをしている中で、豆腐の機械商社さんから「昔あなたのお父さんにとても世話になったのでマスコ製品を販売していたが、今は取り扱っていない。品質が悪く、修理に行っても部品が合わないことが続き、販売を中止した」と言われたのがトラウマのように脳裏に残っていました。

平成6年に工場の建て替えを決めたとき、器ばかり新しくしてもしょうがない。心身ともに新しくなりたいたいと思い、神保町の本屋街をうろろしているとき「5S本」に出会いました。

5S「整理、整頓、清掃、清潔、躰」…すべての改善活動の基礎と書かれており、これだ！と思って、関連する本を手当たり次第に読み、キック

オフしたのが平成6年12月でした。

初めは物珍しさも手伝って活動も勢いづきますが、1年もするとマンネリ化するものです。それを打破するために、手を変え、品を変え、名前を変えて取り組み続けました。「5S」「夢21活動」「新5S」「5Sで利益の追求」「5なぜで真因の追及」「新6S活動」ときて、今度は「SUPER 6S活動」で、現在は「SUPER 6S「心」の活動」となっています。整理、整頓、清掃、清潔、躰と5Sを始めて早28年。

私たちの5Sは、職場の美化運動ではなく継続的な改善活動なのです。継続的改善と言われるように終わりのない活動です。ベターはあってもベストはない。常にベターを求めて改善し続けることが必要です。5Sのキーワードは「整理」「整頓」「清掃」「清潔」「躰」。誰もが耳にしたことのある言葉ですが、「整理とは?」「整頓とは?」と聞くと、ほとんどの人はその意味をよく分かっていません。整理は「必要なものと不要なものを」をはっきり識別して、不要なものを処分することです。それを間違えると、整理整頓するから棚を買ってください…と。そうではなくて、いらぬ物を処分すると棚は余って出てきます。「整頓」の基本は、三定の「定位」「定品」「定量」の3つで、あるべき場所に、あるべきものが、あるべき量あることが重要です。

特に「あるべき量」が難しい。適正在庫量という意味で、その範囲内に物があることと位置づけ、部品の在庫管理、発注点管理、生産管理に結びついています。終わりのない改善活動の始まりです。永遠に改善を続けることになり、馬鹿みたいに28年もやっています。

20年目を迎えたとき、一般的な5S活動の整理・整頓…はもう卒業し、新しいキーワード「SUPER 6S活動」を展開しました。「創造」「進化」「成功」「成長」「深奏」「幸福」です。「仕事を通して幸福（シアワセ）を創造する」活動の始まりです。

『深奏（シンソウ）』は弊社の造語です。『仕事に深みを奏でる』という意味です。『音楽活動をしている社長らしい言葉ですね』と言われます。何のために会社を経営しているのだろうと原点に立ち、利益を上げ、みんなで豊かになることを目指してきたけど、それをもっとはっきりさせたくて、仕事を通して幸せを創造しようという活動にしたわけです。

社員に幸せはどういうとき感じますかと聞くと『今までできなかったことができるようになったとき』『お客様に褒めていただいたとき』『会社から認められて昇給・昇進したとき』と答えが返ってきます。一言で言えば、以前の自分より成長し認められることだと思っています。成長することを目標にして、「来年の自分はどうかを具体的にイメージして」もらい、そうなれるように、俗に言う PDCA を回して、階段を一步步上がっていきましようという後押しをしています。

毎月各人の面談がありますが、その中で、「今目指していることは何ですか。その目的に対してどう計画を立て、今何合目にいますか、そして課題は何ですか」を確認しています。そういう意味では、適当に仕事して、ある程度給料もらえればいいという人には向かない会社です。厳しさも結構求められますし。

——継続は大切ですね。

最近「継続は力なり、さらなる継続は宝なり」と言っています。その通りだと思います。前向きな社員にはやりがいのある会社だと思いますが、そうでない社員には大変かもしれません。なので、当然辞めていく人もいます。それでいいと思っています。やる気のある社員集団にするためにも、この活動は大いに役に立っています。

中小企業の悪いところは、社員間の競争意識が希薄なところ。それに比較して、大企業は結構切磋琢磨しています。中小企業の場合、Aさんが部長になると、他の人はAさ

んが退職するまで部長の席が空かないわけです。だからそういう意味も含めて、当社は「大相撲型組織」を採用。取締役は横綱、部長は大関です。大関は2場所負け越せば陥落、しかし、翌場所10勝すればカムバックできます。2年、3年と業績が伴わなければ一度降りてもらって、別の人にチャンスを与える。降格した側も悔しさをバネに帰咲きを目指し努力します。就業規則にこそ書かれていませんが、社員全員に周知しています。

◇全固体電池材料、CNF などのアンダーミクロン粉碎への挑戦とSDGsの取り組み◇

——最後に、創立100年から（今後）の事業展開と、これからの超微粒化技術を基にした新しい事業創出についてお聞かせください。

増田 実に難しいところです。私が胸に付けているSDGsのパッチも率先してそれに取り組んでいることの証です。2030年までにCO₂の排出量を半分にしないと、地球の自然環境の回復能力がなくなると言われている中で、私たちができることはどんなことでもしなければ取り組んでいます。11年前の3.11の東日本大震災の時には、社員全員がボランティアに5回も6回も参加しています。「企業市民」という言葉があります。この川口で218年も生かしていただいているのだから、何かあったときには、お役に立とうと前向きにSDGsに取り組んでいます。

当社の製品は、食品・医薬品・化粧品などの他に、バイオ発電に利用したり、電気自動車用の電池材料やCNFの製造に使われています。冒頭に申し上げた鶏ガラを肉にするとか、コーンスープを廃棄物のないようすべてを使うとか、これらは全てSDGsの活動に繋がっています。営業部では、そういった未利用資源の有効利用を提案して活動を続けています。

超微粉碎機の開発では、常に超微

粒粉碎では一番であり続けることを目指して研究開発を続けてきました。その結果、マスコー製品がお客様の間で評価されてきていると思っています。次世代の全固体電池は、粉碎レベルがアンダーミクロンの領域なので、一段階上の粉碎グレードが必要になりますが、世界中見渡しても、残念ながら今のところそれを100%可能にする超微粉碎機はありません。現在は何割かがアンダーミクロンになっているので、それを分級機でふるいわけして取り出していく方法がとられています。その中で、私たちはアンダーミクロンの比率を大幅にアップする超微粒粉碎機を模索しています。昨日も社員みんなで議論していたところです。

——その可能性は見えてきましたか。

増田 そう簡単ではないです。例えばCNF専用機として開発した「自己循環型スーパーマスコロイダー」ですが、CNFは20ナノとか50ナノクラスの超微粉碎を目指すので一発では不可能です。今までのマスコロイダーだと1回、2回、3回通しての繰り返しです。または階段上に設置して繰り返します。そうすると、粉碎室内で、当然、軸受けの部分などは熱を持ってきますから、そこに付着したセルロースが紙のように乾燥し、それが異物になり混ざり、これを分離するのにまた一苦労です。今回開発した「自己循環型スーパーマスコロイダー」は、粉碎室内が全く空気に触れない状態で、かつ粉碎室内は全てCNFで満たされているので、煎餅のような不純物もできません。また、一部に不活性ガスを入れると、完全に酸素を遮断できるので、非常に精度の高い、かつ品質の良いCNFができます。このような機械を使ってアンダーミクロンを可能にし、全固体電池用材料の製造に使えないか模索しているところです。

——本日は長時間ありがとうございました。