

ビーズミルの進化と低ダメージナノ分散

北川 章次*¹⁾, 松原 史佳*²⁾, 千田 浩司*³⁾, 田原 隆志*⁴⁾, 山口 郁*⁵⁾, 茨城 哲冶*⁶⁾

1. 緒言

ビーズミルはスラリー中の粒子を微細化する装置であり、社会の要求に対応するためにさまざまな進化を遂げることで、各種業界の微細化処理に使用されてきた。2000年代に化粧品、電子材料および顔料業界などでナノ分散に対する需要が高まってきたことにより、100nm以下のナノ粒子まで微細化が可能な微小ビーズ（0.1mm以下）対応のビーズミルが注目されるようになった。

しかし、昨今におけるこれらの業界の分散処理では、ナノ粒子まで微細化することに加え、低ダメージ処理による粒子形状維持およびビーズが粒子にあたる衝突エネルギーの均一化によるスラリーの均質処理が要求されるようになってきた。これらの要求に応えるには、微小ビーズが使用できるのみでは不十分である。本稿では、このようなナノ分散処理に対応する当社のビーズミル開発への取り組みを紹介する。

2. ビーズミルの原理とナノ化への対応

図1に、スラリーを循環処理する場合のビーズミルの一般的な処理フロー図を示す。ビーズミルはビーズとスラリーが充填された容器内でビーズ攪拌ローターを高速回転し、ビーズとスラリー中に含まれる粒子を接触させることで粒子を微細化する装置である。粒子の微細化処理方法として、粉碎と分散があり、粉碎と分散のどちらの方法で微細化するかにより、ビーズ径選定の考え方が異なってくる。

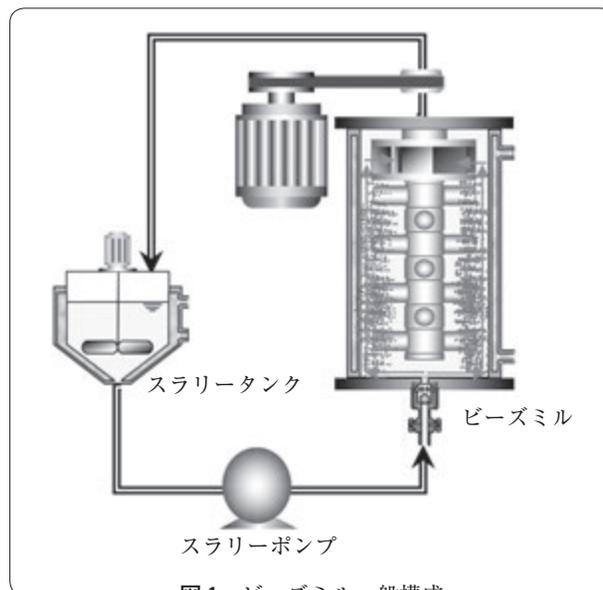


図1 ビーズミル一般構成

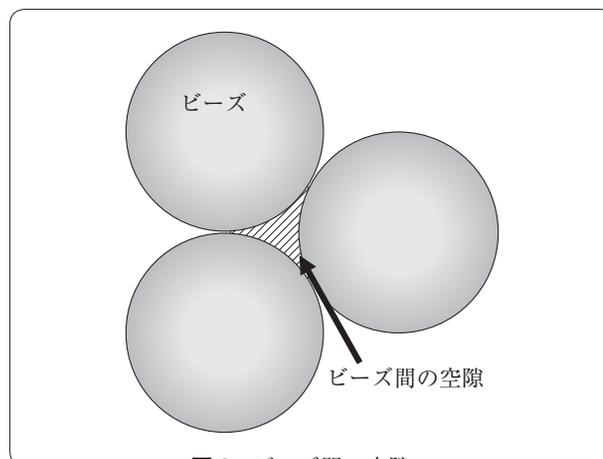


図2 ビーズ間の空隙

ビーズ径は衝突エネルギーおよびビーズと粒子の接触頻度に影響を与える。さらに加えて、図2に示すようなビーズ間の空隙（処理可能な粒子径）にも影響を与える。粉碎の場合は、衝突エネルギーを高くするためにビーズ径を大きくする必要がある。しかし、ビーズ径が大きすぎると同体積に含まれるビーズ個数の減少により、ビーズと粒子の接触頻度が低下し処理速度が低下する。

*¹⁾Akitsu KITAGAWA：(株)広島メタル&マシナリー ケムテックカンパニー 開発部 開発二課

*²⁻⁶⁾：同上

〒737-0144 広島県呉市広白岳 1-2-43
TEL：0823-73-1135, FAX：0823-73-1182
E-mail：a.kitagawa@hiroshimamm.com
URL：http://www.hiroshimamm.com

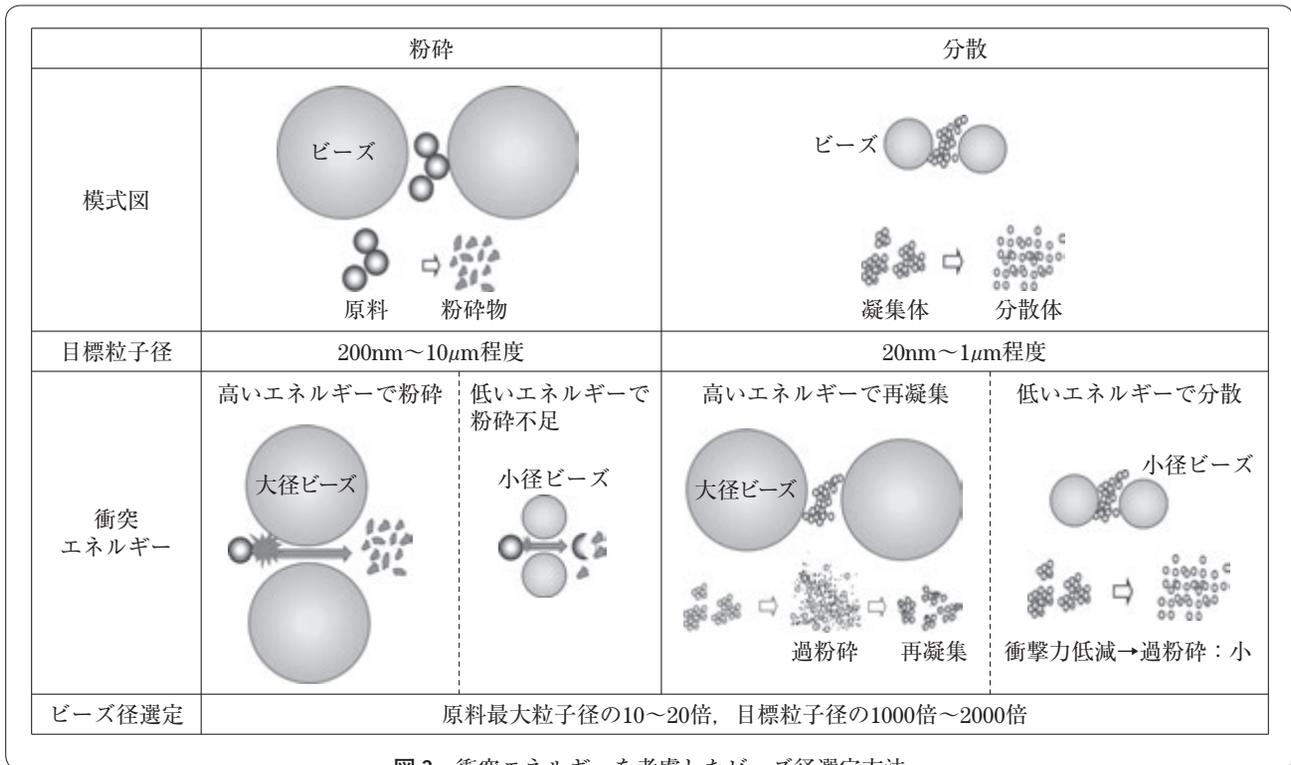


図3 衝突エネルギーを考慮したビーズ径選定方法

分散の場合も同様であるが、分散では処理速度の低下に加え、衝突エネルギーが高すぎることで粒子が粉砕されると製品化の際に品質低下の問題が発生する。

例として、積層セラミックコンデンサー (MLCC) の材料であるチタン酸バリウムの異常粒成長がある¹⁾。異常粒成長とは、欠けなどの粒子破壊が発生した場合、粒子の表面が活性化し焼結時に粒子の異常成長が起きることで、誘電率が低下する問題である。また、液晶テレビのカラーフィルター用顔料においても、粒子破壊により比表面積が増加し再凝集や粘度上昇といった問題が発生する²⁾。

さらに、ビーズ径を大きくすると、ビーズ間の空隙が広がるため、微細粒子の処理の際は、目標粒子径まで粉砕または、分散できない場合もある。

図3に示すように、粉砕は粒子の塊を砕く操作であり、微細化後の目標粒子径が200nm～10μm程度の比較的大きな粒子径であることが多いため、ビーズが粒子に与える衝突エネルギーを高くする必要がある。それに対して、分散は一次粒子の粒子間に発生するファン・デル・ワールス力などの結合による凝集体を解す操作³⁾である。さらに、微細化後の目標粒子径が20nm～1μm程度の小さな粒子径であることが多いため、衝突エネルギーが低くても微細化が可能である。

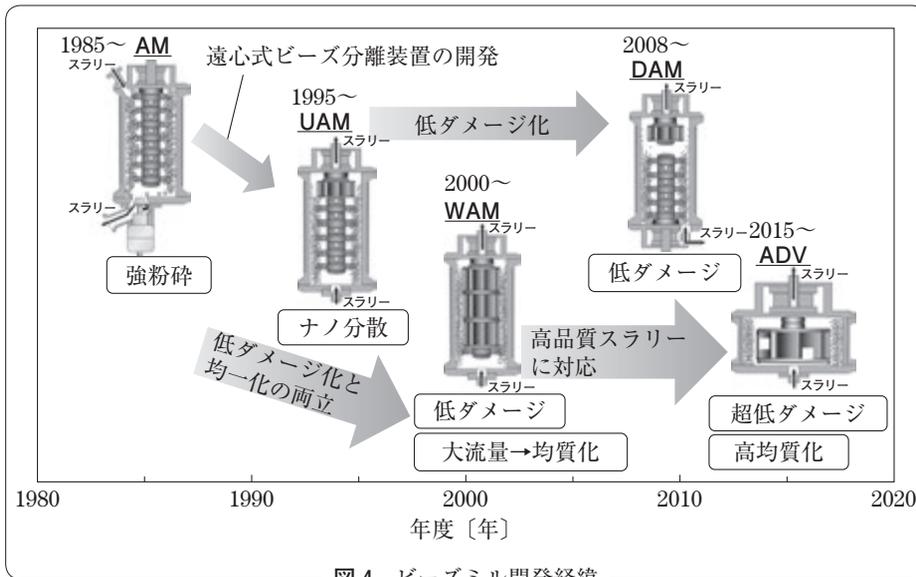
これらのことから、粉砕・分散処理を行う際には

粉砕・分散が可能な衝突エネルギーを維持しつつ、接触頻度やビーズ間の空隙を考慮し、可能な限り小さな径のビーズを選定することが重要である。一般的にビーズ径は原料中に含まれる最大粒子径の10～20倍、目標到達粒子径の1000～2000倍のビーズ径を選定することが多い。そのため、100nm以下のナノ分散では20μm～0.1mmの微小ビーズを使用することが望ましい。さらに最近では、微小ビーズを使用するのみでは、粒子が破壊されてしまう原料をナノ分散する要求がでてきている。そのため、微小ビーズを使用するのみでなく、攪拌力を抑制することでビーズの衝突エネルギーを抑制し、粒子破壊を防止することが必要になってきている。

3. 微小ビーズ対応のビーズミルの開発

1985年より、当社は粉砕から最新の低ダメージ分散までの幅広い要求に対応できるさまざまなビーズミルの開発を行ってきた。図4に当社のビーズミルの開発経緯を示す。まず、接触式ビーズ分離装置(スリット式)の改善を行い、0.3mmビーズの安定使用を可能とする開発を行った。さらに、1995年に世界初の遠心式ビーズ分離装置を開発し、0.1mm以下の微小ビーズが使用可能なビーズミルを商品化するなど、この分野では最新技術を提供してきた。

1980年代のビーズミルは、スリット(細隙)やスクリーン(網)などの狭い隙間を利用した接触式の



ビーズ分離装置が主流であった。しかし、当時の最小ビーズ径であった0.3mmを使用した際に、これらのビーズ分離装置ではスラリーがスリットやスクリーンの際間に詰まることで、ビーズミル内の圧力が上昇し安定処理ができないなどの問題があった。

この問題を解決するために、スリット式ビーズ分離装置の技術改善を行った。当時のビーズ分離装置はスリットの際間が固定式であったため、スリットにスラリーが堆積することを防止することができなかった。これを改善するために、図5に示すようなビーズミル内の圧力を検知することで、スリット隙間が自動調整する可変スリット式ビーズ分離装置（コーンセパレーター）を開発した⁴⁾。このビーズ分離装置を採用したアベックスミル（AM）はスリットの際間が変位することで、スリットにスラリーが堆積することを防止できる。これにより、0.3mmビーズの使用が可能となり、サブミクロン粒子（200

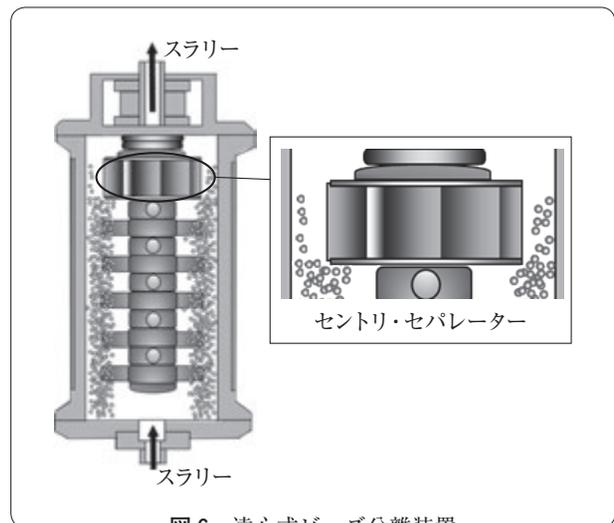
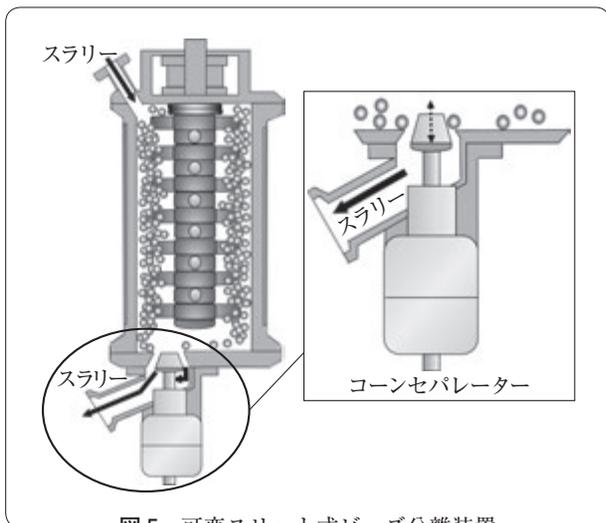
～300nm）を安定処理できるようになった。

さらに、ビーズと粒子の接触頻度増加による粉碎効率向上のために、1992年から0.1mmビーズに対応可能なビーズミルの開発を開始した。しかし、スリットなどの隙間を利用したビーズ分離方法で0.1mmのビーズを使用する場合、隙間を0.05mm以下の非常に狭い隙間に設定する必要があった。このため、隙間を利用した接触式のビーズ分離方法では、スラリーの詰まり

りによる圧力上昇を防止することができなかった。狭い隙間を利用した接触式では0.1mmビーズが使用できないため、狭い隙間を設定する必要のない非接触式のビーズ分離装置として、遠心力を利用したビーズ分離装置の開発を行った。

1995年に、図6に示すような世界初のマルチブレード型の遠心式ビーズ分離装置（セントリ・セパレーター）を採用することで、0.1mmビーズを使用可能としたウルトラアベックスミル（UAM）を開発した⁵⁾。しかし、当時の材料を粉碎処理する場合、0.1mmビーズでは衝突エネルギーが低く、粉碎できないものが多かった上に、ナノ分散に対する需要も少なかった。そのため、UAMの需要も少なかったが、これからは各種業界における材料の微細化が進行すると考え、UAMの技術改善を継続した。

当社が予測した通り、2000年代以降から材料のナノ化が進行し、粒子を100nm以下まで分散する需要



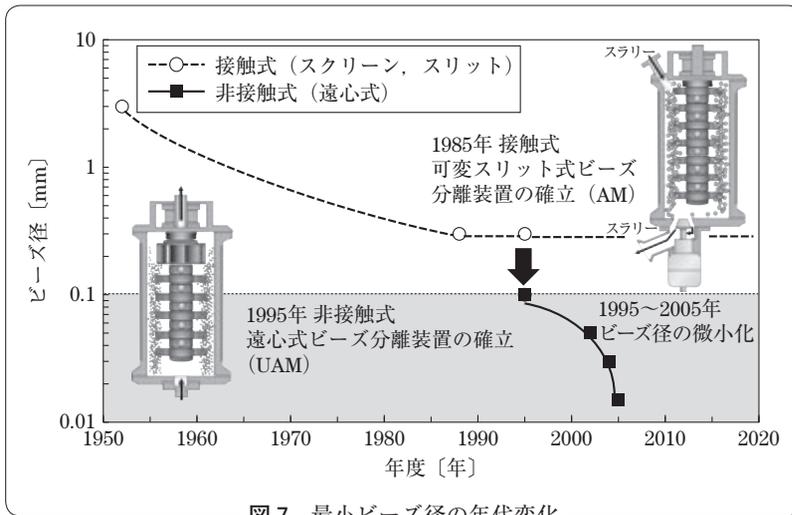


図7 最小ビーズ径の年代変化

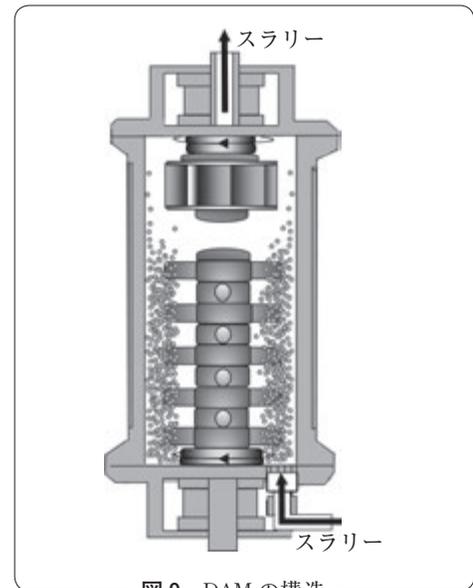


図9 DAMの構造

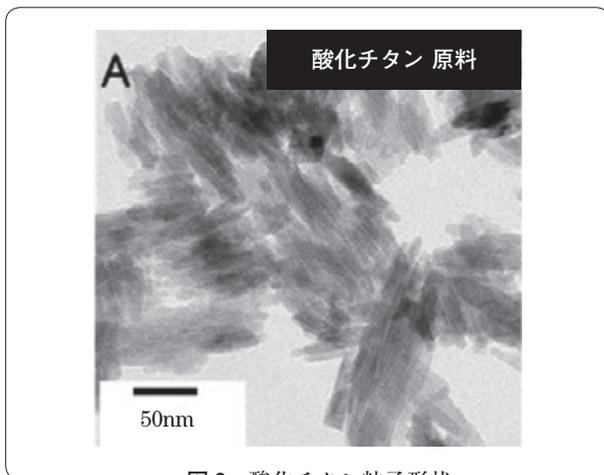


図8 酸化チタン粒子形状

4. ナノ技術の進化に対応したビーズミル開発

4-1. 衝突エネルギーの抑制による更なる粒子破壊防止

しかしながら、化粧品の透明化、電子機器の小型化および液晶の高画質化などが進行するに伴い、微小ビーズを使用するのみでは粒子破壊を防止できなくなってきた。例えば、近年の化粧品業界においては、紫外線の有害性に対する認識が広まってきたため、紫外線遮蔽化粧品の需要が高まり⁶⁾、透明化による適用範囲拡大が求められている。このため、粒子を可視光波長の1/2以下にすれば、透明化できることから、遮蔽材の酸化チタンの微細化が求められていた。従来の酸化チタン粒子が200~300nmであったのに対して、最近では10~35nmの粒子まで分散する技術が求められている。しかし、酸化チタンは、図8に示すような針状粒子であり、球状粒子よりも破壊されやすい。粒子が破壊されると、再凝集により透明性が低下するため、粒子破壊を起こさない分散技術が求められている。

この問題を解決するためには、微小ビーズと粒子を低速で接触させることでビーズの衝突エネルギーを抑制する必要があると考えた。しかし、従来型の遠心分離式ビーズミルは、ビーズ分離装置とビーズ攪拌部が同軸で回転していたため、高遠心力維持のために高速回転が必要であった。その結果、ビーズ攪拌も高速となり、ビーズが高速で粒子に接触し、粒子が破壊される問題があった。そこで、高遠心力のビーズ分離と低周速のビーズ攪拌を両立させる方法として、ビーズ分離装置とビーズ攪拌部の駆動部を分離させることを考えた。当社は2008年にこれ

が高まってきた。100nm以下に微細化するには0.1mm以下の微小ビーズを用いた処理が必要であったため、遠心分離式ビーズミルに注目が集まってきた。そのため、さらにセントリ・セパレーターの技術改善を進めることで、2002年に50 μ mビーズまで使用できるようにした。これにより、当時の各種材料のナノ分散処理の要求に速やかに対応することができた。

このように、社会に要求される粒子が微細化するに伴い、ビーズミルに使用されるビーズ径も微細化してきた。特に、図7に示すように、遠心力を利用した非接触式のビーズ分離方法を確立することで、使用可能なビーズ径を大幅に微小化することができるようになった。当社は、非接触式のビーズ分離方法を採用したUAM開発終了後もビーズ分離装置の改善を進め、2005年には世界最小クラスの15 μ mビーズまで対応できるようにした。これにより、各種材料のナノ化が可能となり、2000年代のナノテクノロジーの発展に貢献した。

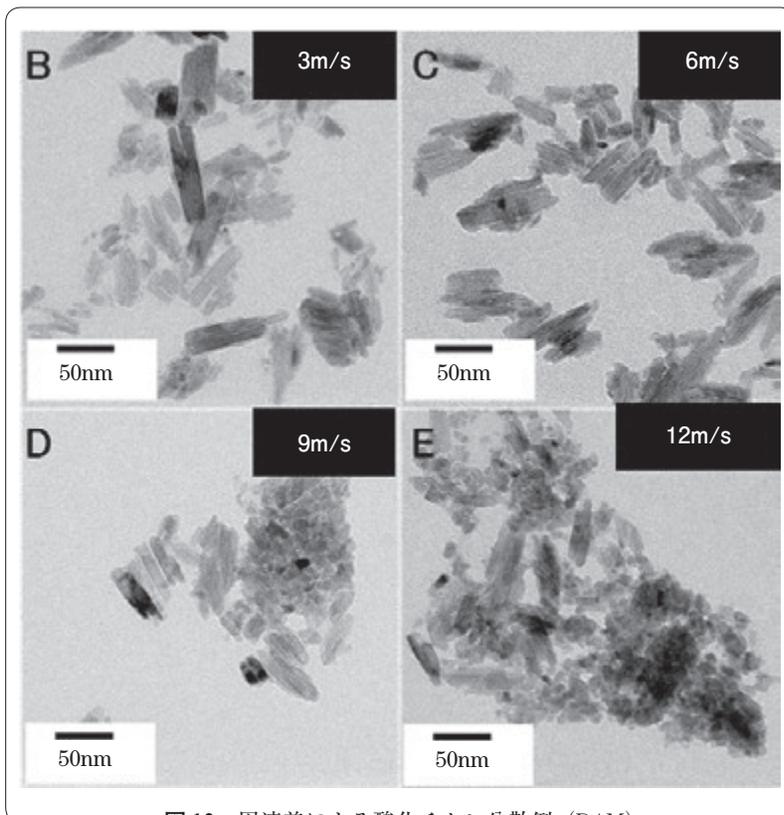


図10 周速差による酸化チタン分散例 (DAM)

らの機能を両立させた図9に示すような2軸遠心分離式ビーズミルであるデュアルアベックスミル(DAM)を開発した⁷⁾。DAMは従来の遠心分離式ビーズミルでは、最低周速が6m/s以上であったのに対して、2m/sまで低下させることができる。図10に示すように、DAMはビーズ攪拌ローターの低周速化により、ビーズを低速で粒子と接触させることで、針状酸化チタンのような壊れやすい粒子の形状を維持しながら分散させることができる。

4-2. 衝突エネルギーの均一化による均質処理

前述したように、MLCC材料であるチタン酸バリウムにおいても品質を維持するために粒子形状を維持しつつ分散処理を行う必要がある。チタン酸バリウムの形状は図11に示されるように多面体形状の粒子であり、針状粒子ほど粒子全体が破壊されるわけではないが、粒子の表面が欠けることにより、製品結晶に悪影響をあたえる問題がある。このように、粒子破壊の定義が酸化チタンとは異なるため、粒子表面の欠けを防止可能なビーズ攪拌ローター構造の技術改善を開始した。

当社は従来のピン状のビーズ攪拌ローターでは、ピンの中心部と先端部でビーズが粒子に与える衝突エネルギーが異なっていることに注目した。このようなビーズ攪拌ローターでは、ビーズの衝突エネル

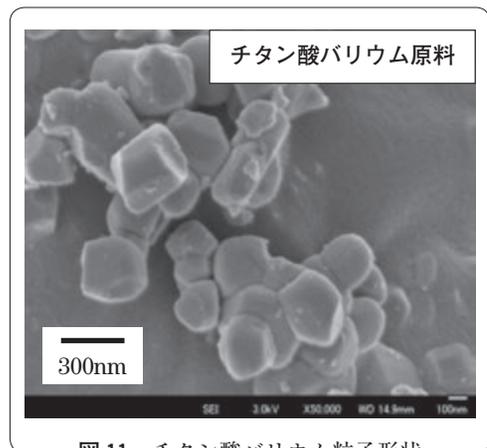


図11 チタン酸バリウム粒子形状

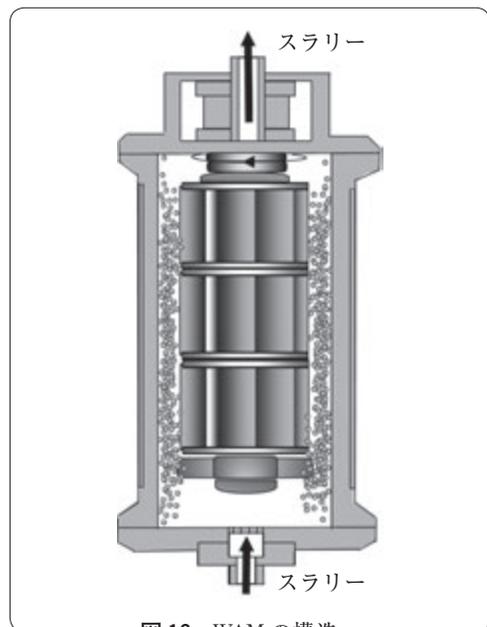


図12 WAMの構造

ギーがピン先端部では非常に高く、ピンの中央部では低くなっている。そのため、ミル内で衝突エネルギーの分布が大きくなり、平均的には適正な衝突エネルギーであっても、局部的に過大なエネルギーを与えられる粒子が発生する。この結果、分散処理が不均質になり、分散が不十分な粒子が存在するとともに粒子破壊された粒子も発生していると考えた。そのため、①ミル内のビーズ衝突エネルギー均質化のためにビーズ攪拌ローターの構造変更、②1パス当たりの滞留時間を短縮するとともに時間当たりの処理パス数を増加させることで、スラリー全体を均質化させる装置の開発を開始した。

まずは、ビーズ分離装置であるセントリ・セパレーターを縦方向に延長しビーズ分離面積を従来の3倍にすることで、従来の3倍の流量でスラリーを循環できるようにした。これにより、スラリー流量が大幅に増加し、スラリーの通過時間短縮およびパス回数の増加をできるようにした。

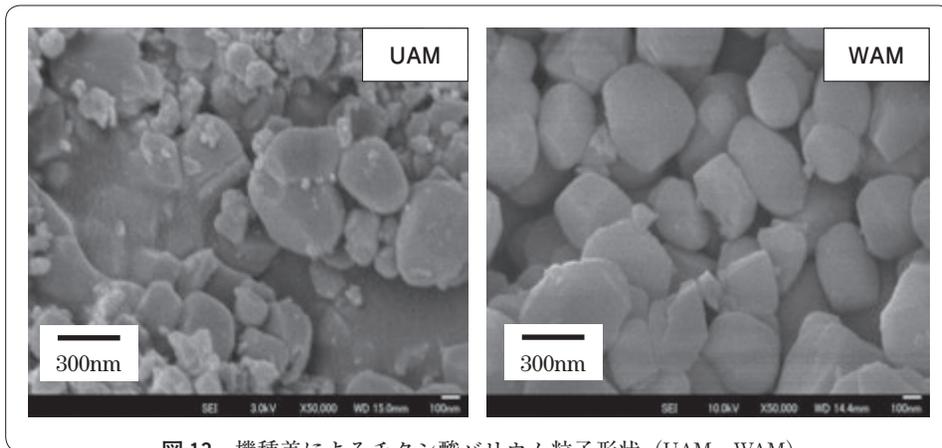


図13 機種差によるチタン酸バリウム粒子形状 (UAM, WAM)

さらに、局部的に過大な衝突エネルギーの発生を防止するために、セントリ・セパレーターにビーズ攪拌機能を持たせ、かつ、攪拌部をミル高さ方向に均一な形状にすることでミル内のビーズ衝突エネルギーを均一化させた。当社は2000年に、これらの機能をもつ図12に示すようなワイド・セパレーター・アペックスミル (WAM) の販売を開始した。WAMは顔料およびチタン酸バリウムの分散処理に採用され、その後も電池材料や研磨材料などへ用途拡大を行ってきた。

UAMとWAMを用いてチタン酸バリウムの分散処理を行った結果を紹介する。図13にチタン酸バリウムの処理後の粒子形状を示す。UAMの分散処理では粒子破壊による破片が多くみられるのに対して、WAMでは破片の発生が極めて少ないことが確認された。このように、ミル内の攪拌力の均一化と循環パス数の増加により、分散の均質性が増して、局部的な過分散や破片発生を抑制できるようになった。チタン酸バリウムの分散工程にWAMを採用することで、粒子破壊の抑制が可能となり、製品の品質向上に貢献した。

4-3. 次世代ビーズミルの開発

低ダメージ処理が可能なDAMと均質処理が可能なWAMを開発することで、化粧品や電子機器業界などの微小ビーズを使用するのみでは微細化できない材料のナノ化に貢献した。しかし、近年の電子機器の進化は著しく、今後もMLCC、顔料、電池などに使用される材料粒子のナノ化は進行していくことが予測される。例として、MLCC材料であるチタン酸バリウムの場合には現状の300nmから100nm以下まで微細化していくことが予測され、従来よりも微細で壊れやすい粒子の形状を維持しながら分散する技術が必要になってくると考えた。しかし、粒子形

状維持のために低ダメージ化を追求するだけでは、処理速度が低下し生産性が低下する問題が発生する。そのため、2014年に粒子形状維持と処理速度維持を両立させるビーズミル開発を開始した。

これらの目的を両立させたビーズミルの開発において、次世代ビーズミルへの技術的な要望事項は、衝突

エネルギーの均一化と適正化 (抑制) を主なテーマとした。均一化の観点からは、WAMの性能が優れているため、WAMのビーズ攪拌ローター技術をベースとする技術改善を行う方針とした。衝突エネルギーの適正化のためには、ビーズ同士の衝突時の衝撃力を低下させることが必要である。しかし、ビーズ攪拌ローター周速の低下に伴う衝突エネルギーの抑制では、ビーズと粒子の接触頻度が低下するため処理速度も同時に低下する問題がある。

この問題を解決するために、ビーズ攪拌ローター周速を維持したまま衝撃力を低下させる技術を追求めた。衝撃力は周速と遠心力が大きな要素であることから、周速を維持しつつ低遠心力化が可能なビーズ攪拌ローターの開発を行った。当社は、従来のセントリ・セパレーターよりも大径なビーズ攪拌ローターを採用し、同一周速でも低遠心力化を実現した。ただし、WAMベースの遠心式ビーズ分離装置では遠心力の低下に伴い、ビーズ分離能力も低下する問題があった。そのため、このローターでは、いっそうのビーズ分離能力向上を行い、従来よりも大幅な低遠心力でもビーズ分離が可能な構造とした。

つぎに、ビーズ密度の高いミル壁面近くを通過したスラリーとビーズ密度の低いミル中心部を通過したスラリーで分散処理が不均質となる問題を解決する必要があった。この問題を解決するために、ミル高さを圧縮することで、L (ローター高さ) を短くし、ミル中心方向へのスラリー流れを防止した。これらのことから、ビーズ攪拌とビーズ分離を兼用するローターのL/Dは1以下の扁平ローターを採用した。

本研究開発で遠心力の粒子破壊への影響を調査した結果を図14~16に示す。本実験では、ビーズ攪拌ローター径を変更し遠心力と粒子破壊の関係を調査した。

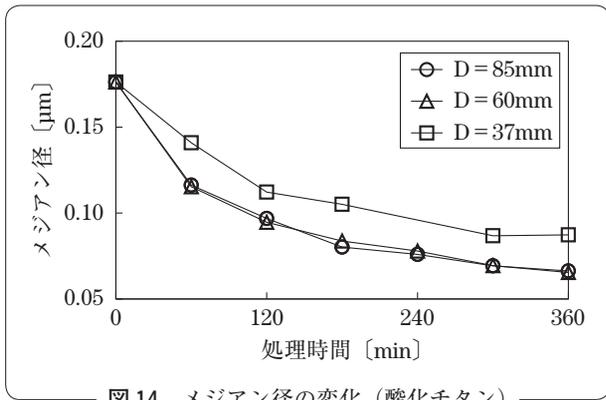


図14 メジアン径の変化 (酸化チタン)

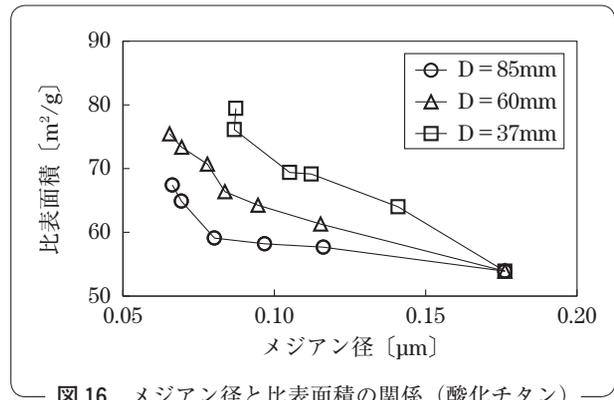


図16 メジアン径と比表面積の関係 (酸化チタン)

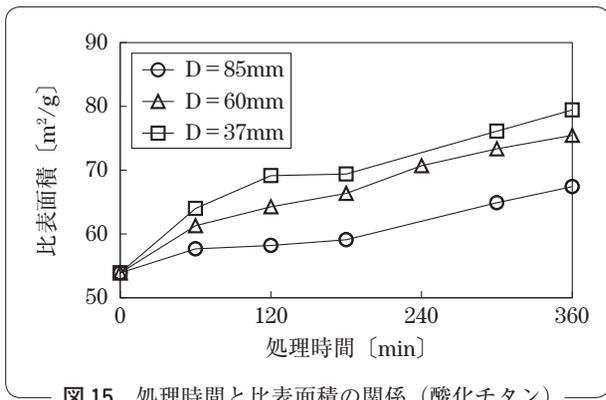


図15 処理時間と比表面積の関係 (酸化チタン)

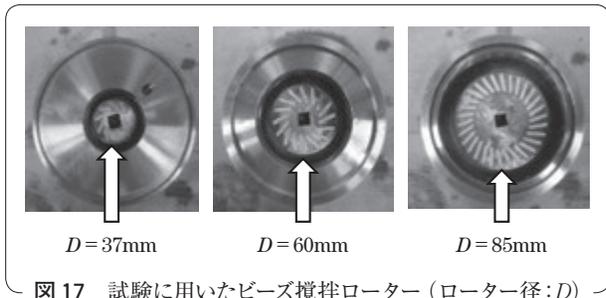


図17 試験に用いたビーズ攪拌ローター (ローター径:D)

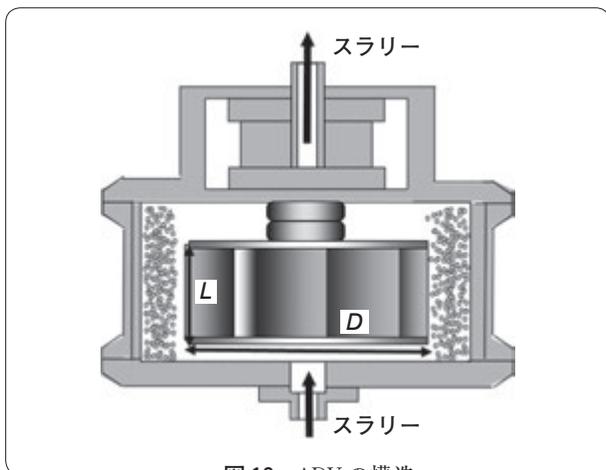


図18 ADVの構造

遠心力と粒子破壊の関係を調査するために、図17に示すような85mm、60mm、37mmの3種類の径のビーズ攪拌ローターで比較実験を行った。これらの実験では周速を10m/sに固定しているため、ビーズ

攪拌ローター径が小さいほど、遠心力が高くなる。原料は粒子破壊が発生しやすい針状粒子の酸化チタンを使用した。

これらの実験におけるメジアン径の経時変化を図14に示す。85mmと60mmの処理では同様に微細化が進行しているのに対して、最も遠心力の高い37mmの処理では処理速度が低下した。さらに、比表面積を測定し、各ローター径における比表面積の増加状況を確認した。図15に示されるように、ローター径が小さくなり遠心力が高くなるほど、比表面積の増加速度が速いことが確認された。

図14と図15の結果から、各ローター径で処理した酸化チタンの粒子径と比表面積の関係を確認した。図16に示されるように、ローター径が大きくなるに伴い、同粒子径における比表面積が小さいことが確認された。比表面積は粒子が破壊されることにより発生する欠けが原因で増加するため、ビーズ攪拌ローター径を大きくし遠心力を低下させることで粒子破壊が抑制できることが認められた。

これらの技術改善を行うことで、2015年に次世代向けのビーズミルとして、図18に示すようなウルトラベックスミルアドバンス (ADV) を開発した (特許取得済: 特許第6423988号)。

チタン酸バリウム (一次粒子径: 300nm) を用いてUAM, WAM, ADVの比較実験を行った。実験では、50μmビーズを使用し、UAMとWAMで周速8m/s、ADVで周速8m/sと12m/sの4条件を行った。

チタン酸バリウムの分散状況を確認するために、メジアン径の経時変化を確認した。UAMとWAMとADVの処理におけるメジアン径の経時変化を図19に示す。各機種において、周速8m/sで処理を行ったが、他の機種と比較しADVの8m/sの分散速度が遅かったため、ADVの周速を12m/sまで上昇させることで同様の分散速度とし、粒子破壊状況の比較を行った。

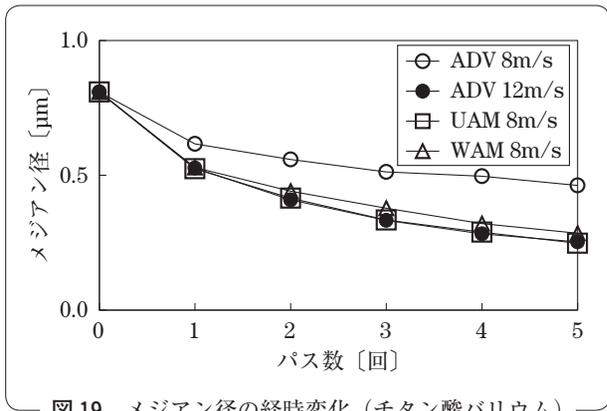


図19 メジアン径の経時変化 (チタン酸バリウム)

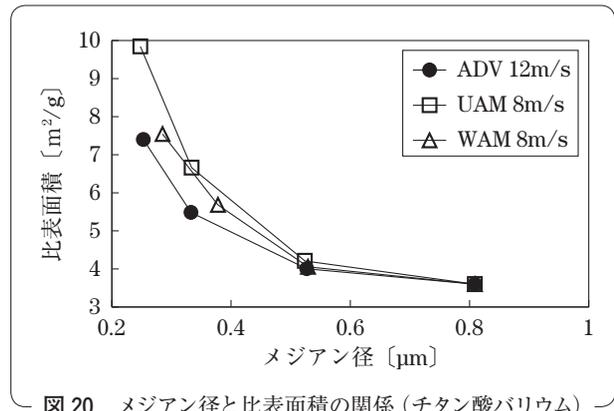


図20 メジアン径と比表面積の関係 (チタン酸バリウム)

粒子から発生する微細破片の発生状況を確認するために、比表面積を測定し、粒子破壊状況を確認した。メジアン径と比表面積の関係を図20に示す。比表面積の増加はUAM, WAM, ADVの順となっており、ADVが高周速であるにも関わらず、最も比表面積の増加が緩やかな結果となった。

SEM写真を撮影し、粒子破壊状況を観察した。図21のSEM写真に示されるように、UAMで処理したものは、粒子破壊により生じたと思われるチタン酸バリウムの破片が多数確認された。しかし、ADV処理では最も周速が高いにも関わらず、破片はほとんど確認されなかったため、ADVの粒子破壊の抑制効果がより明確に観察された。これらの結果より、ビーズ攪拌ローター径を拡大し、高周速でビーズと粒

子の接触頻度を維持しつつ、低遠心力の分散処理を行うことが、分散速度を維持した低ダメージ分散に有効であると確認された。

5. 結論

当社は、1980年代からビーズミルメーカーとして各種業界の粉碎・分散処理に貢献してきた。特に1995年に、世界で初めてビーズ分離に遠心力を利用したウルトラアベックスミル (UAM) を開発することで、サブミクロンやナノ粒子の安定処理を可能とした。しかし、その後、化粧品、電子材料、顔料などの更なるナノ化が進行するにつれて、材料が壊れやすくなり、微小ビーズ (0.1mm 以下) を使用するだけでは微細化ができなくなってきた。そのため、

ビーズ攪拌構造の技術改善を行ない、粒子形状維持およびスラリーの均質分散を重視したビーズミルの開発を行ってきた。

これらの業界の進化に適應するために、低ダメージ分散が可能なデュアルアベックスミル (DAM)、均質分散が可能なワイド・セパレーター・アベックスミル (WAM) を開発した。また、将来的には、更なる低ダメージ化および処理の均質化への要求が高まることが予測されるため、WAMとDAMの利点を両立させたウルトラアベックスミルアドバンス (ADV) を開発した。ADVはローター径を拡大することで、高周速で低遠心力の処理が可能である。この

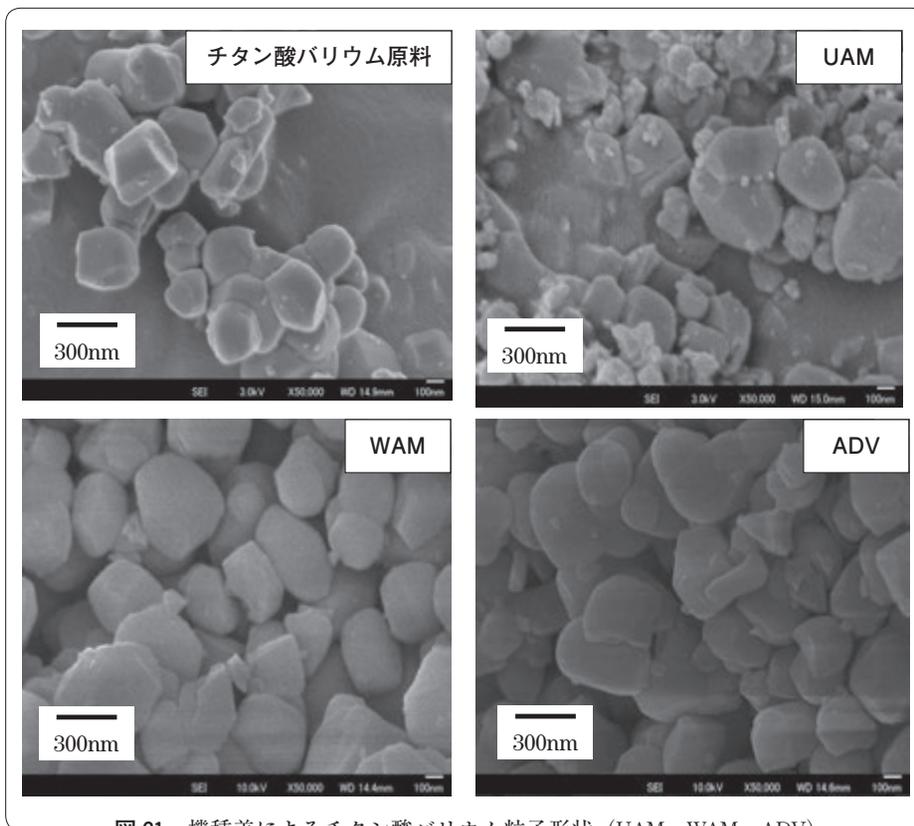


図21 機種差によるチタン酸バリウム粒子形状 (UAM, WAM, ADV)

ため、高周速での速度維持と低遠心力による低ダメージ処理の両立を可能とした。

今後ともナノ分散の分野で、多様化するニーズに応えるべく、更なる製品粒子の微粒化および低ダメージ分散に対応できるビーズミルの装置および処理技術の開発を行っていく所存である。

〈参考文献〉

- 1) 中尾 修也, “積層セラミックコンデンサー (MLCC) の動向とその原料技術の現状” 粉体技術, Vol.8, No.10, 952-956 (2016)
- 2) 出野 貴: “有機顔料の微細化と分散技術”, 日本画像学会

- 誌, 第45巻, 第5号, 434-443 (2006)
- 3) 増田 弘昭: “粉体粒子の付着力・凝集力”, 電子写真学会誌, 第36巻, 第3号, 169-174 (1997)
- 4) 水沼 誠一郎, 田原 隆志: “超微粉碎機「アベックスミル」の開発”, 化学装置, 2, 78-81 (1993)
- 5) 院去 貢, 田原 隆志: “微小ビーズを用いたビーズミルにおける凝集ナノ粒子の分散”, J. Soc. Powder Technol., Japan, 41, 578-585 (2004)
- 6) 本間 茂継: “化粧品開発に用いられる紫外線防御素材”, J.Soc.Cosmet.Chem.Jpn. 特集総説 48, (1), 2-10 (2014)
- 7) 田原 隆志, 院去 貢, 今城 裕二, 荻 崇, 奥山 喜久夫: “2軸式ビーズミルによるチタニアナノ粒子の分散, 凝集および再分散過程における粒子特性の変化,” 化学工学論文集, 第39巻, 第5号, pp.426-432 (2013)



P&P Info.

日本ビュッヒ, 多検体濃縮・蒸留装置「シンコアプラス」販売開始

日本ビュッヒ(本社・東京都台東区, 後藤誠爾社長)はこのほど、多検体のパラレル処理を自動化する新型多検体濃縮・蒸留装置「シンコアプラス」を販売開始した。

同製品は、多検体のパラレル処理を自動化し、高い精度と再現性の良い結果を実現させるだけでなく、プロセスの安全性を最大化する独自機能を備える。マニュアル操作の場合、注意を払っていてもヒューマンエラーやオペレーターによって結果に差が出る可能性がある。しかし、新型のシンコアプラスでは全てのサンプルや検体が同じ条件設定で処理することができ、再現性、回収率を大幅に改善することを可能とした。さらに、『シンコアプラス』本体とインターフェース『I-300Pro』を組み合わせることにより、運転が完全自動化となることで操縦者が装置に付きっきりになる必要がなくなる。これにより効率と安全性を大幅に改善する。インターフェースによって温度、真空度、回転数等のパラメーターの集中

制御が可能、バッチ単位で繰り返し同じプログラムの運転を可能としている。またビュッヒのエバポレーター同様、溶媒データベースが備わっているため、溶媒に合わせた最適な真空度を設定することが可能。

シンコアプラスの2種類のバリエーションの1つ『アナリスト』は、分析前処理に適しており、特殊な小突起付きのガラス試料管によって最終サンプルを0.3, 1.0, 3.0mLまで乾固させることなく濃縮することが可能。もう1つのバリエーション『ポリバップ』は、幅広いサンプル試料管数(4~96本)と容量に対応し、高い処理能力で効率化を可能とした。クロスコンタミネーションを防ぎ、高沸点溶媒の蒸留が可能。

シンコアプラスは、ビュッヒの幅広い製品群に加わり、環境・化学・食品分野の蒸留・濃縮ソリューションにおいて再現性の高い結果、高い回収率、安定したワークフローを提供する。

製品については同社HP <https://www.buchi.com/jp-ja/>

[products/parallel-evaporation/syncoreplus](https://www.buchi.com/products/parallel-evaporation/syncoreplus)からも見ることができる。

製品への問い合わせは下記まで
日本ビュッヒ株式会社
東京都台東区池之端 2-7-17
IMON ビル 3F
TEL: 03-3821-4777
FAX: 03-3821-4555
E-mail: nihon@buchi.com
担当: 荻野 北村



画像 シンコアプラス