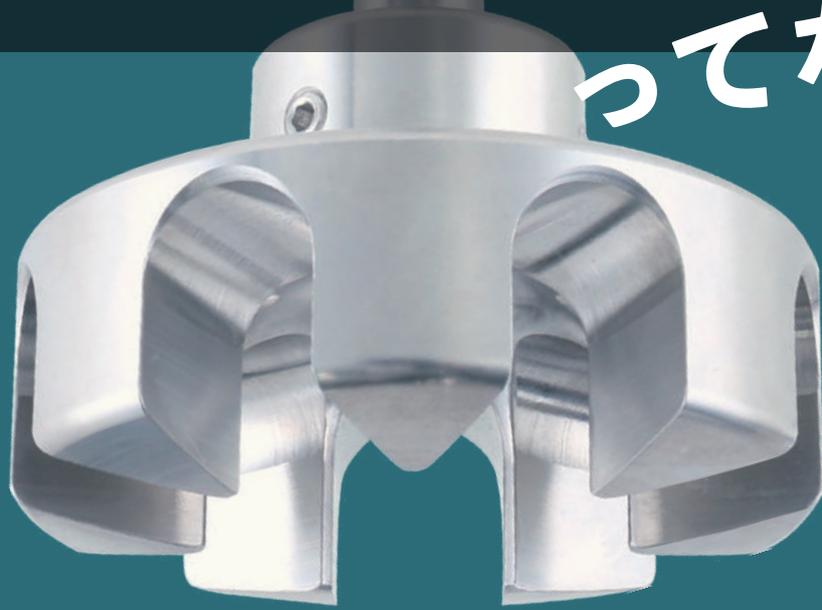


泡立ち抑えて強力攪拌！

ベルヌーイ流 攪拌機

ってなに？



他の攪拌機となにが違う？

液体の攪拌に詳しい攪拌タンクメーカーが
遠心力に着目した攪拌機を製作。
その特長や攪拌の仕組みを解説します！



この冊子をご覧になっている方の中には、「そもそもベルヌーイってなに？」と思っている方が多いかもしれません。

この名称は、液中の圧力を一定に保とうとする流体のエネルギー保存の法則「ベルヌーイの定理」が由来となっています。

ベルヌーイ流攪拌機はそのような流体の性質を生かして、遠心力による圧力差を利用して攪拌する攪拌機です。



ベルヌーイ流攪拌機BEAG® E型
(特許第6169207号)

インデックス

p.4 「泡立たない」を常識にする攪拌機

ベルヌーイ流攪拌機では、一般的な攪拌体とは異なる原理（遠心力による圧力差）で容器内に液流を起こすことで、液面の低下や渦の発生を抑え、空気の巻き込みを軽減します。



p.5 強力で攪拌できる攪拌機

攪拌体が抵抗を受けにくい形状で、コンパクトなモーターでも高い回転数で攪拌が可能です。液流が上下左右4方向で発生するため、複雑で強力な攪拌が実現します。



p.6 沈殿物の分散に強い攪拌機

横に吹き出し下から吸い上げる液流は、液面からの空気の巻き込みを軽減するだけでなく、タンク下部にある比重の重い液体や沈殿物を吸い上げて分散させることができます。



p.7 取り回しが良く洗浄しやすい攪拌機

ベルヌーイ流攪拌機は強力な攪拌が可能でありながら、他社製の攪拌機よりも比較的軽量で、攪拌体が小さく動力部もコンパクトです。攪拌体は細かい隙間がない単純な形状で、洗浄が簡単です。



p.8 異物混入対策に優れた攪拌機

縦型の攪拌機（計6種）は、容器の蓋に「ヘルール継手」でピッタリ接続します。蓋と攪拌機の間にはスキマができないので、攪拌機接続部分からの異物混入を防ぐことができます。



p.9 採用実績

p.10 用途に合わせて選べるラインナップ

p.12 よくある質問

p.14 攪拌動画一覧

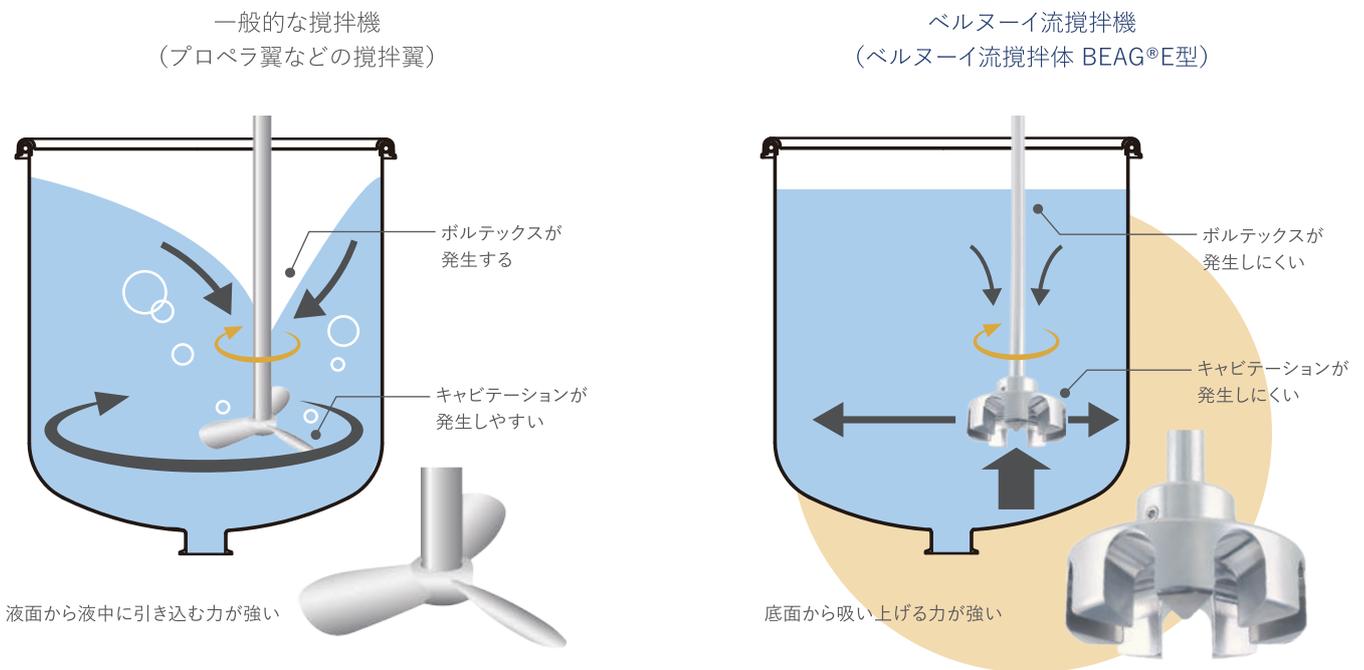
ベルヌーイ流攪拌機は産業用機器のため、電気用品安全法の対象外として販売しています。一般用電気工作物に接続して使用することはできません。ベルヌーイ流攪拌機を使用する上での注意事項と、攪拌ユニット製品（攪拌機付きタンク）のラインナップにつきましては、「ベルヌーイ流攪拌ユニットカタログ」をご覧ください。

「泡立たない」を常識にする攪拌機

液面からの空気の巻き込みを軽減

泡立ちには要因がいくつかあります。そのうちのひとつが「攪拌時に液面から空気を巻き込んでしまう」ことです。一般的な攪拌機は旋回流を起こして攪拌します。旋回流では攪拌軸周辺の液面が低下し、空気を巻き込む大きなボルテックス（渦）が発生します。

ベルヌーイ流攪拌機は、遠心力による圧力差で容器内に液流を起こすことで液面の低下や渦の発生を抑え、空気の巻き込みを軽減します。液面の泡立ちやオーバーフローなどの問題を解消し、消泡にかかる時間を短縮できます。



キャビテーション(減圧による発泡)を抑制

一般的な攪拌機に付属するプロペラなどの攪拌翼は、翼の裏側が負圧になりやすい構造です。翼の裏側が蒸気圧を下回るほどに減圧されてしまうと、液中から泡が発生するキャビテーションという現象が起きてしまいます。ベルヌーイ流攪拌機に付属するベルヌーイ流攪拌体 BEAG®E型は翼がない構造のため、キャビテーションを抑制できます。

このようなときにおすすめ

- ・粘度が高い液体を攪拌した後、消泡（脱泡）に時間がかかっている
- ・攪拌後液面が泡立ってしまい、正確な計量ができない
- ・泡立ちやすい液体を攪拌する際のオーバーフローを防ぎたい

関連動画
洗剤vs泡立ちを抑制する攪拌機

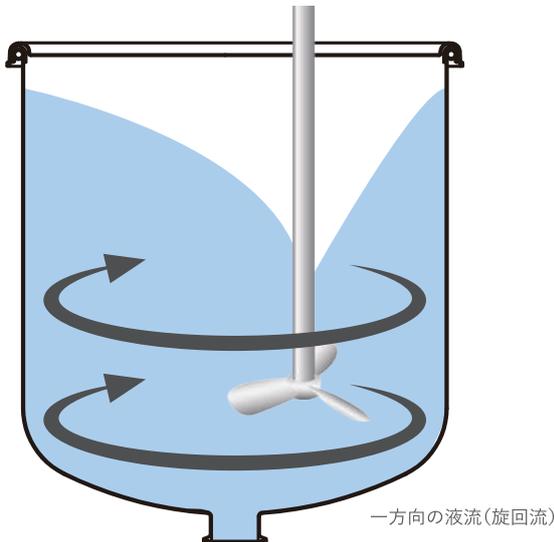


強力に攪拌できる攪拌機

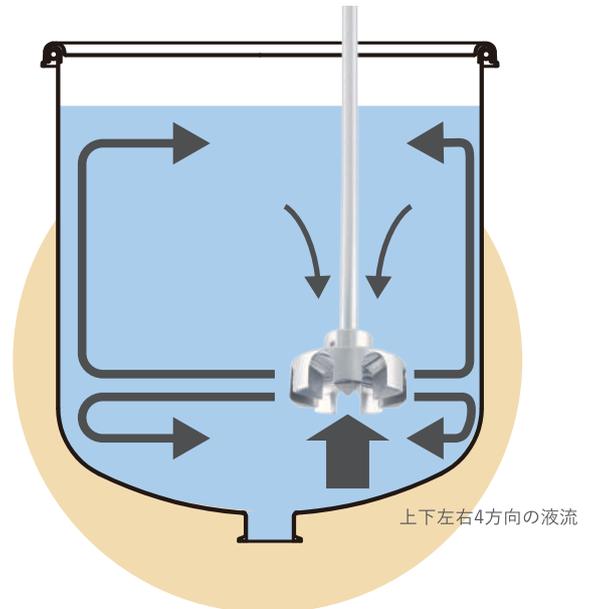
高い回転数と4方向の液流でしっかり攪拌

攪拌体が抵抗を受けにくい形状で、コンパクトなモーターでも高い回転数（700rpm〜）で攪拌が可能です。さらに液流が上下左右4方向で発生するため、複雑で強力な攪拌が実現します。水程度の粘度なら300L程度、とんかつソース程度（4,000mPa・s）なら30L程度の攪拌が可能です。

一般的な攪拌機
（プロペラ翼などの攪拌翼）



ベルヌーイ流攪拌機
（ベルヌーイ流攪拌体 BEAG®E型）



比重の異なる液体も均一に攪拌

一般的な攪拌機の場合は、旋回流が発生します。この場合、例えば水分と油分のような、比重が異なり分離する液体の均一な攪拌は難しくなります。対してベルヌーイ流攪拌機の場合は、旋回流を抑えて上下に液流が発生するため、液体の均一な攪拌に優れています。

このようなときにおすすめ

- ・ 低粘度～中高粘度（4,000mPa・s程度）の液体を混ぜたい
- ・ 攪拌に時間がかかっている
- ・ 攪拌ムラが起こりやすい

関連動画
高粘度液攪拌実験



関連動画
攪拌の均一性を検証



沈殿物の分散に強い攪拌機

横に吐き出し下から吸い上げる液流

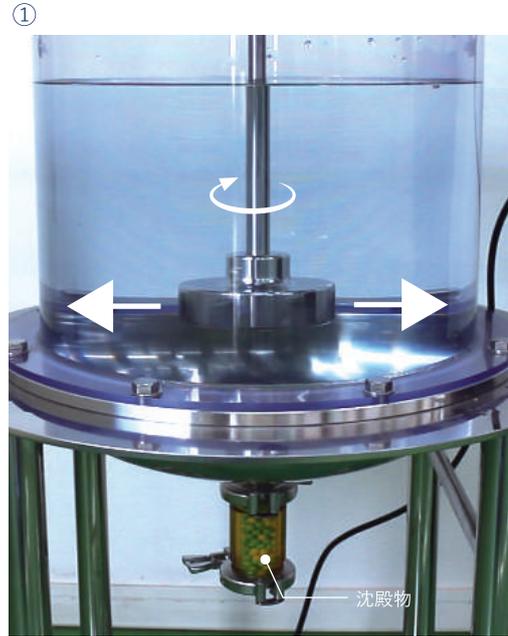
ベルヌーイ流攪拌機 BEAG®E型を回転させると、遠心力によって攪拌体内部にある液が外部へ吐き出されます (①)。

攪拌体内部は液が減って圧力が低下しているため、元の状態へ戻ろうとする力が生じて、攪拌体下部から内部へ液が吸い上げられます (②)。

攪拌体内部へ吸い上げられた液は、再度遠心力によって攪拌体外部へ吐き出されます (③)。

このように、ベルヌーイ流攪拌機は遠心力による圧力の変化を利用した攪拌が特長です。

横に吐き出し下から吸い上げる液流は、液面からの空気巻き込みを軽減するだけでなく、タンク下部にある比重の重い液体や沈殿物を吸い上げて分散させることができます。



このようなときにおすすめ

- ・ 沈む粉体の分散&溶解
- ・ 不溶性粉末の分散 (例: ラメ入り原料)
- ・ 固形物の分散 (例: 調味液)

関連動画
デモ事例 | 湿気で固まった粉体を
ほぐさず投入・分散できるか



取り回しが良く洗浄しやすい攪拌機

コンパクトで扱いやすい

強力な攪拌を実現するにはパワーのある攪拌機が必要ですが、一般的には大型で重さのある攪拌機になってしまいます。

そのような攪拌機は、設置や取り外しの際にタンクへ接触するなどのトラブルが起こりやすく、1人での対応も困難です。

ベルヌーイ流攪拌機は強力な攪拌が可能でありながら、他社製の攪拌機よりも比較的軽量で動力部もコンパクトです。1人で持ち上げることのできる重さとサイズで、安全に扱うことができます。

また、攪拌体がφ99mmと小さいのも特長です。ヘルール接続タイプの場合、接続先が4.5Sヘルール以上であれば、分解することなくそのまま取り出すことができます。



接液部が洗浄しやすい

ベルヌーイ流攪拌機の接液部にあたるシャフト（攪拌軸）と攪拌体は、洗浄しやすい構造です。

シャフトの脱着に使用する工具は六角レンチのみで、高度な技術が無くても短時間で分解し、スムーズに洗浄へ移行できます。また、攪拌体は小さな隙間がないシンプルな構造で、時間をかけずともしっかりと洗浄できます。

シャフトと攪拌体を一体型にカスタマイズすることも可能です。(▷ p.12下)

こまめな洗浄が求められる工程や複数製品の生産に使用する場合でも、安心してご使用いただけます。



お客様の声(食品会社様)

既存の攪拌機は3年に1度買い替えている。30kg程度の重たい攪拌機なので、シャフトが色々なところにぶつかって曲がってしまう。危険なのでいつ怪我が起きてもおかしくない取り扱いをしている。

ベルヌーイ流攪拌機なら軽くて1人で扱えるうえ、扱いやすいのでシャフト等をぶつけないで、結果的に長持ちする。1回の購入コストは上がっても、長い目で見れば得する可能性が高い。

異物混入対策に優れた攪拌機

ヘルール接続タイプなら「スキマゼロ」で接続

ヘルール接続タイプ（縦型）のベルヌーイ流攪拌機は、蓋と攪拌機の間をスキマなく接続でき、攪拌機接続部分からの異物混入を防ぐことができます。

標準は2Sヘルール（IDF/ISO規格）接続ですが、接続先のサイズに合わせて変換アダプタを取り付けることも可能です。

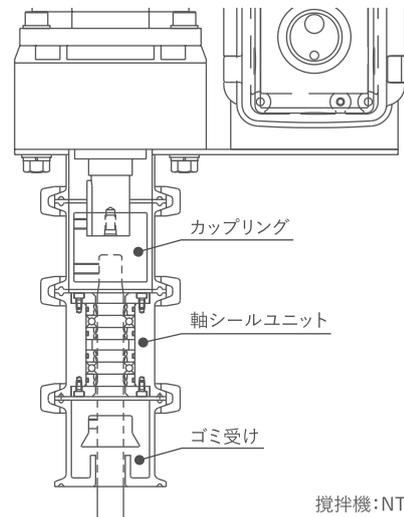


攪拌機：NTMA-S

圧力対応タイプならゴミ受け標準搭載

圧力容器で使用できるタイプのベルヌーイ流攪拌機には、軸シール部から発生した摩耗粉を受け止めるゴミ受けを標準搭載しており、攪拌機からの異物混入を防ぐことができます。

製薬工場などの厳しい衛生環境下でも安心してお使いいただけます。



攪拌機：NTME-A

このようなときにおすすめ[※]

▷ p.10 ベルヌーイ流攪拌機 比較表

- ・攪拌機の異物混入対策をしたい
- ・密閉したまま攪拌したい
- ・圧力容器で使用する

※ 縦型ベルヌーイ流攪拌機の場合。
縦型は耐圧仕様(4種)と非耐圧仕様(2種)の計6種。

お客様の声(製薬会社様)

原薬の溶解工程にこの攪拌機を導入したところ、従来に比べ溶解にかかる時間を30%短縮できました。異物混入対策にも優れ、厳しい衛生環境下でも安心して使用できる攪拌機です。

採用実績(一部)

採用事例

特注ステンレスタンクとベルヌーイ流攪拌機を組み合わせた攪拌装置を採用いただくことが増えています。
ベルヌーイ流攪拌機は、用途や内容液に合わせた仕様にカスタマイズすることもあります。

粉体と溶剤の加温・攪拌用途に
NTME-A-PO-E99を採用



調味液の混合用途に
NTME-A-E99 (2段仕様) を採用



不溶性粉末が入った液体の攪拌用途に
NTME-A (攪拌体φ119mm仕様) を採用



製薬業界 / 化学業界 / 化粧品業界

薬品の調合
スラリーの攪拌
粉体と溶剤の攪拌

原薬の溶解
樹脂の溶解・調合
塗料の攪拌

コーティング液の製造
シャンプーの製造

食品業界

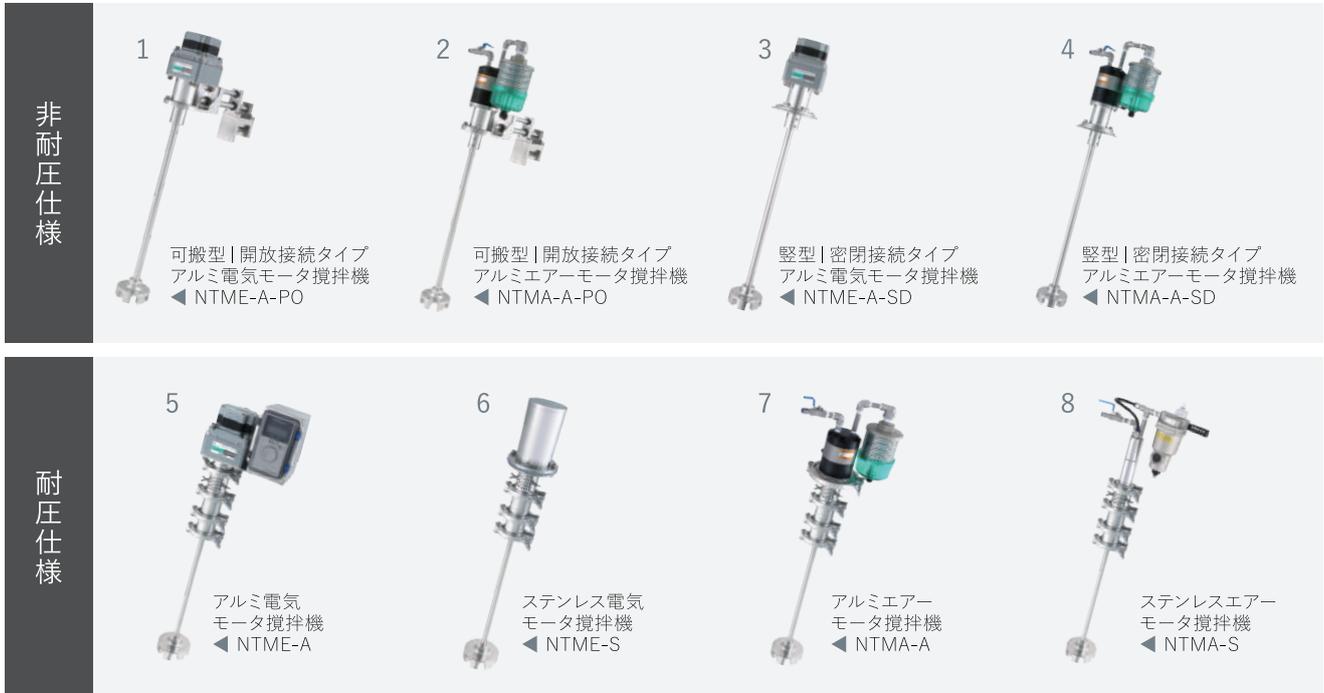
食用油の攪拌
醤油関連製品の製造

調味液の混合
ドレッシングの製造

ジュースの製造
食品添加物の製造

攪拌ユニット製品 (攪拌機付きタンク) のラインナップにつきましては、「ベルヌーイ流攪拌ユニットカタログ」をご覧ください。

用途に合わせて選択できるラインナップ



ベルヌーイ流攪拌機 比較表

	非耐圧仕様				耐圧仕様			
	1	2	3	4	5	6	7	8
	【開放接続】 電気モータ NTME-A-PO	【開放接続】 エアモータ NTMA-A-PO	【密閉接続】 電気モータ NTME-A-SD	【密閉接続】 エアモータ NTMA-A-SD	アルミ 電気モータ NTME-A	ステンレス 電気モータ NTME-S	アルミ エアモータ NTMA-A	ステンレス エアモータ NTMA-S
圧力容器での 使用	×	×	×	×	○	○	○	○
密閉攪拌 (ヘルール接続)	×	×	○	○	○	○	○	○
防爆エリアでの 使用	×	○	×	○	×	×	○	○
回転数の微調整	○	×	○	×	○	○	×	×
軽さ	△	△	○	○	△	△	○	○

1 アルミ電気モータ可搬型攪拌機

型式	最高回転数	シャフト径	質量(シャフト除く)	標準攪拌体	トルク	ワット数	電源
	rpm	φ	kg		N・m	W	
NTME-A-PO-E99	800	20	11	BEAG® E型 φ99	2.2 ~ 2.9	200	AC100V

仕様
 接液部材質
 シャフト…SUS316
 攪拌体 …SUS316L

2 アルミエアーモータ可搬型攪拌機

型式	回転数(最大出力時)	シャフト径	質量(シャフト除く)	標準攪拌体	定格トルク	供給圧力	エア消費量
	rpm	φ	kg		N・m	MPa	L/min
NTMA-A-PO-E99	1050	20	10	BEAG® E型 φ99	0.88	0.5	250

仕様
 接液部材質
 シャフト…SUS316
 攪拌体 …SUS316L

3 アルミ電気モータ堅型攪拌機

型式	最高回転数	シャフト径	質量(シャフト除く)	標準攪拌体	トルク	ワット数	電源
	rpm	φ	kg		N・m	W	
NTME-A-SD-E99	800	20	7.4	BEAG® E型 φ99	2.2 ~ 2.9	200	AC100V

仕様
 接液部材質
 シャフト…SUS316
 攪拌体 …SUS316L
 接続部ヘルールサイズ…4.5S

4 アルミエアーモータ堅型攪拌機

型式	回転数(最大出力時)	シャフト径	質量(シャフト除く)	標準攪拌体	定格トルク	供給圧力	エア消費量
	rpm	φ	kg		N・m	MPa	L/min
NTMA-A-SD-E99	1050	20	6.6	BEAG® E型 φ99	0.88	0.5	250

仕様
 接液部材質
 シャフト…SUS316
 攪拌体 …SUS316L
 接続部ヘルールサイズ…4.5S

5 アルミ電気モータ攪拌機

型式	最高回転数	シャフト径	質量(シャフト除く)	標準攪拌体	トルク	ワット数	電源
	rpm	φ	kg		N・m	W	
NTME-A-E99	800	15	11	BEAG® E型 φ99	2.2 ~ 2.9	200	AC100V

仕様
 接液部材質 …… SUS316L
 使用圧力(常温) ……F.V ~ 0.18MPa
 接続部ヘルールサイズ…2S

6 ステンレス電気モータ攪拌機

型式	最高回転数	シャフト径	質量(シャフト除く)	標準攪拌体	トルク	ワット数	電源
	rpm	φ	kg		N・m	W	
NTME-S-E99	1200	15	15	BEAG® E型 φ99	2	250	AC100V

仕様
 接液部材質 …… SUS316L
 使用圧力(常温) ……F.V ~ 0.18MPa
 接続部ヘルールサイズ…2S
 モータ防水性能 ……IP55 相当

7 アルミエアーモータ攪拌機

型式	回転数(最大出力時)	シャフト径	質量(シャフト除く)	標準攪拌体	定格トルク	供給圧力	エア消費量
	rpm	φ	kg		N・m	MPa	L/min
NTMA-A-E99	1050	15	8	BEAG® E型 φ99	0.88	0.5	250

仕様
 接液部材質 …… SUS316L
 使用圧力(常温) ……F.V ~ 0.18MPa
 接続部ヘルールサイズ…2S

8 ステンレスエアーモータ攪拌機

型式	回転数(最大出力時)	シャフト径	質量(シャフト除く)	標準攪拌体	定格トルク	供給圧力	エア消費量
	rpm	φ	kg		N・m	MPa	L/min
NTMA-S-E99	700	15	6	BEAG® E型 φ99	2.7	0.6	378

仕様
 接液部材質 …… SUS316L
 使用圧力(常温) ……F.V ~ 0.18MPa
 接続部ヘルールサイズ…2S

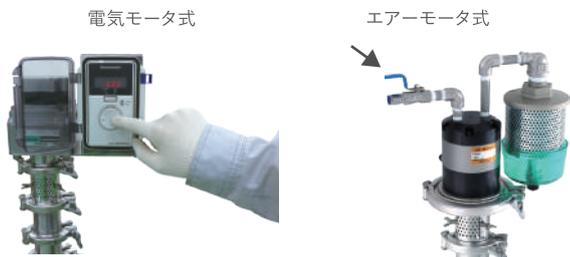
ベルヌーイ流攪拌機や関連製品の詳細は「ベルヌーイ流攪拌ユニットカタログ」をご覧ください。

よくある質問

回転数の変更はどのようにおこないますか？

電気モータ式は、付属のコントローラで変更可能です。運転中も調整可能なので、それぞれの工程や攪拌具合を見ながら微調整することもできます。

エアモータ式は、エアーの流入量をバルブで調整して回転数を変更します。



電気モータに水がかかっても大丈夫ですか？

ステンレス電気モータ、アルミ電気モータ共に多少であれば問題ありません。ただしコントローラ部分は防水ではありませんので、水がかからないようご注意ください。

水のかかる頻度が高く、錆などのリスクが気になる方はステンレス電気モータ攪拌機（型式：NTME-S）をご使用ください。

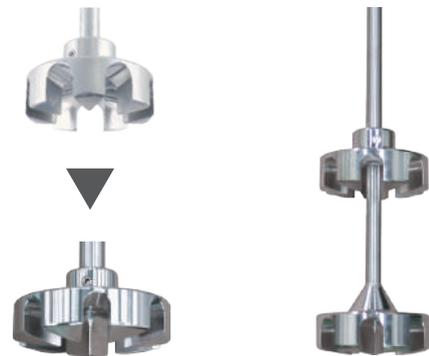
電解研磨やコーティングはできますか？

シャフトおよび攪拌体に電解研磨やフッ素樹脂コーティングを施すことができます。特注対応にて実績があります。

深さのある容器でも十分に攪拌できますか？

内容物や容量によって攪拌結果は異なります。

標準仕様で不十分と思われる場合には、攪拌体のサイズを変更したり、1本のシャフトに対して攪拌体を2個取り付けるなどの方法をご提案できます。



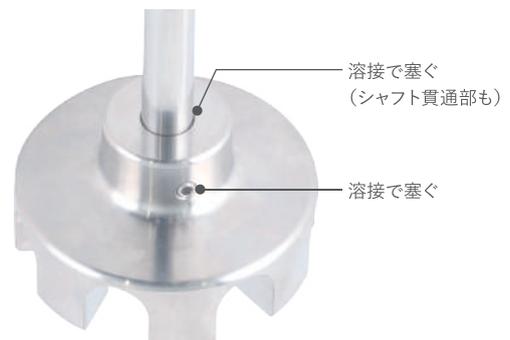
防爆エリアで使用できますか？

エアモータ攪拌機（全4種）のみ防爆対応しています。電気モーターで防爆対応の製品はありません。

▷ p.10表

接液部を隙間が全くない構造にできますか？

溶接にてシャフトと攪拌体を溶接し、隙間を無くすることが可能です。フッ素樹脂コーティングを施す場合や、攪拌体をシャフトに固定しているねじの脱落を気にされる場合に採用されています。



攪拌体のサイズ展開はありますか？

標準品以外の決まったサイズはありませんが、特注にて製作することが可能です。

ベルヌーイ流攪拌機に標準付属している攪拌体は、攪拌体径が $\phi 99\text{mm}$ 、対応シャフト径が $\phi 15\text{mm}$ または $\phi 20\text{mm}$ （製品による）のベルヌーイ流攪拌体BEAG E型です。

攪拌する液体の量や粘度を考慮したサイズで製作できます。攪拌体を蓋にあるノズルからタンク内へ差し込みたい場合は、ノズルを通るサイズで製作できます。

標準以外のシャフトへ取り付けたい場合は、取り付けるシャフト径にあわせたサイズで製作できます。

1Lなど小容量に対応できるものはありますか？

攪拌体（シャフト一体型）のみのご案内になりますが、ピーカーや計量カップなど1L以下の少量攪拌に適した攪拌体（ベルヌーイ流攪拌体BEAG K型 型式：KGR）があります。この攪拌体は、軸径 $\phi 8\text{mm}$ に対応したチャック式のラボ用卓上型攪拌機に取り付けできます。

また、一斗缶やペール缶などの口栓部分から差し込んで使用できる攪拌体（ベルヌーイ流攪拌体BEAG L型 型式：LTM）もあります。

ピーカー・計量カップ用



一斗缶・ペール缶用



攪拌体を他の形状に変更できますか？

パドル翼やアンカー翼など、他の形状への変更が可能です。目的や攪拌する液体にあわせてご提案いたします。



攪拌体だけ購入できますか？

下記ご確認の上、ご購入いただけます。

ベルヌーイ流攪拌体BEAG E型は、縦型攪拌機など、軸が液中へ垂直に入るタイプの攪拌機で使用できる攪拌体です。

プロペラ翼などとは異なる攪拌方法のため、攪拌機や内容物によっては、性能が十分に発揮できない場合があります。

購入希望の場合は一度お問い合わせいただき、お使いの攪拌機・タンク・内容物についての情報をご連絡ください。

攪拌機について気になる点がございましたら、WEBサイトのお問い合わせフォームから気軽にお問い合わせください。



攪拌動画一覧

泡立ち

洗剤vs泡立ちを抑制する攪拌機

水と洗剤が入った水槽の攪拌を行い、空気の巻き込みによる泡立ちを抑制できるか実験しました。



2min



シャボン液の攪拌実験

攪拌機を使って大量のシャボン液をつくる場合でも、泡立たせずにつくることはできるのか実験しました。



5min



均一化

ベルヌーイ流攪拌機 攪拌の均一性を検証

一般的な回転数、攪拌体の攪拌機と均一性を比較検証しました。



4min



デモ事例 | 液体と粉体の均一化攪拌

製薬メーカー様のスケールアップにあたり、攪拌状態やオペレーションの確認を目的とした攪拌テストを実施しました。



3min



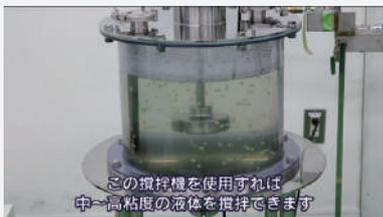
粘度

高粘度液攪拌実験

4,000mPa・sの液体（とんかつソース程度）と10,000mPa・sの液体（はちみつ程度）の攪拌実験をおこないました。



2min



液流

攪拌位置で液流が変わる？目的別の攪拌位置をベルヌーイ流攪拌機で検証します

攪拌体の位置で液流は大きく変化します。この動画では目的別に合わせた攪拌位置の一例をご紹介します。



4min

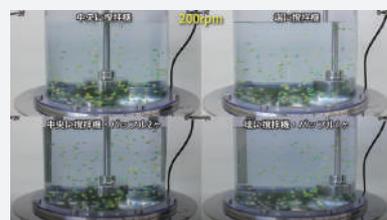


攪拌機の回転数が100rpm~600rpmのとき液流はどう変わる？

回転数を100rpmからスタートして600rpmまで上げたときの液流の変化を4つの条件下で実験しました。



4min



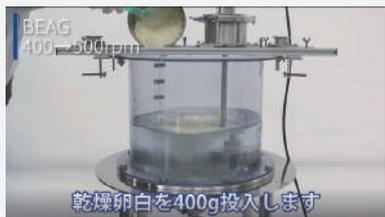
粉体と液体

ダマになりやすい粉体の攪拌実験

ダマになりやすい粉体「乾燥卵白」を水に投入し、ダマ残りなく攪拌できるのか検証しました。



6min



沈む粉体と液体の攪拌

比重が重く水に沈む粉体を、攪拌体が埋もれるくらい投入して攪拌してみました。※粉体同士の攪拌には推奨しておりません。



2min



デモ事例|湿気で固まった粉体をほぐさず投入・分散できるか

湿気で一部塊になってしまっている粉体を水に溶解させる作業を再現し、作業負荷を軽減できるか検証しました。



4min



攪拌装置のカスタマイズ 完全オーダーメイド 承ります

加工例：サイズ変更/表面処理変更/材質変更 など

ご注文までの流れ

お問い合わせ

用途や簡単な図面、ご希望に近い形状の製品をお知らせいただくとスムーズです。

打ち合わせ

見積提出

ご注文

カスタマイズ事例

化粧品原料溶解ユニット



化粧品原料（ワックス）を溶解するためのユニット。
最高150°Cまで昇温可能。

調液用インコネルタンク



製薬会社の調液工程で使用する容器。耐酸性を付加するため材質にインコネルを採用。

MONOVATE

MONOVATE株式会社 八潮工場 営業部

〒340-0811 埼玉県八潮市二丁目358

電話 048-996-4221

メール sales@monovate.co.jp

WEBサイト <https://www.monovate.co.jp/>