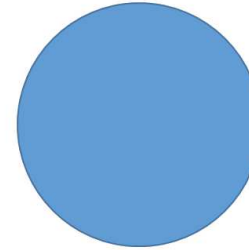


キャビテーション型 ナノバブル技術の概要

水中の気泡の浮上速度
(1m浮上するのにかかる時間)

1 μ m=1/1000 mm
1nm=1/1000000 mm



普通の気泡
(直径0.5mm以上)

約8秒



ファインバブル
(マイクロバブル)
(直径10-100 μ m)

約12分



ウルトラファインバブル
(ナノバブル)
(直径50-500nm)

約2年



事実上、水中に静止

ナノバブルは、気泡界面のゼータ電位発散から1 μ m以下の気泡は電解質添加なしには安定存在しないと考えられていた(2005頃まで。産総研主導による)。

→しかし、その後、電解質なしでもナノバブルが水中で安定化する報告がなされ、現在では淡水中のナノバブルに関する認知が進んでいる。

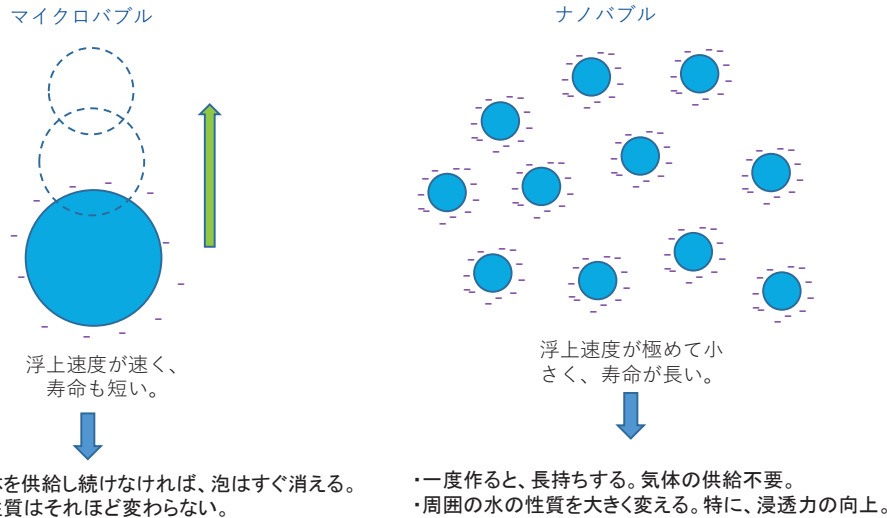
2017年8月31日
アクアフューチャー研究所
(株式会社リスニ 技術顧問)

加藤 啓雄

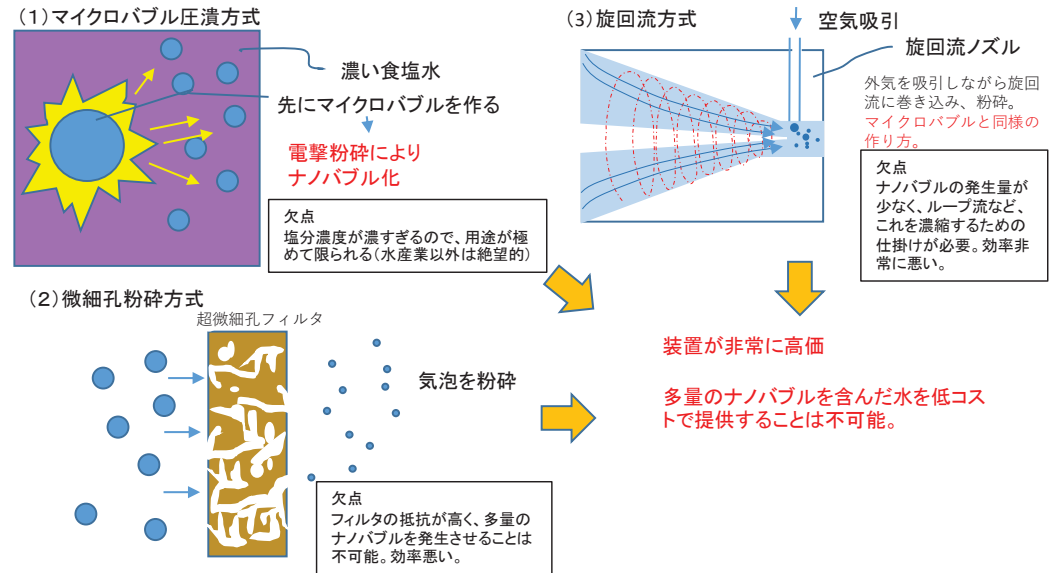
 RisNi Co., Ltd. 株式会社リスニ

243-0033 神奈川県厚木市温水1950
TEL 046-297-0225 FAX 046-297-0226 info@r-s-n.jp

マイクロバブルとナノバブルの違い



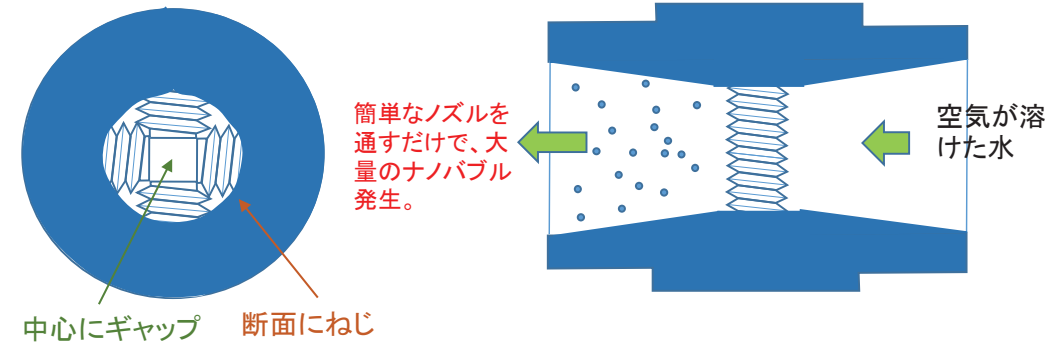
従来のナノバブルの作り方



マイクロバブルの用途開発が先行(約10年前より)



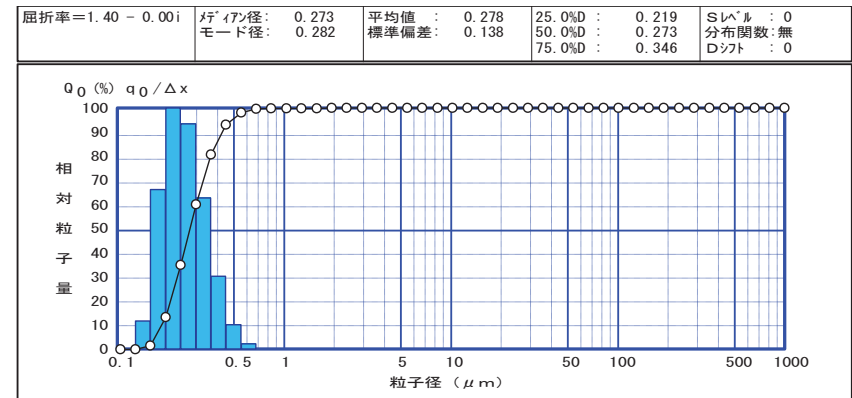
新方式



特徴

- (1) 仕掛けが極めて単純で安価(心臓部はノズル1個のみ)。
- (2) 外から空気を入れなくても、ナノバブルを発生できる。
- (3) 普通の水道圧程度で従来の方式の1000~10000倍の密度でナノバブルを発生できる。
- (4) ノズル1本で数リットル~100リットル/分の水を処理できる。並列にノズルを並べれば、容量はいくらでも増やせる。
- (5) ノズルの手前でガスエジェクションを行うことで、驚異的なガス溶解能力を発揮する(炭酸ガスならば、1パスで飽和値に達する)。

気泡径の測定例(レーザー回折式粒度計)



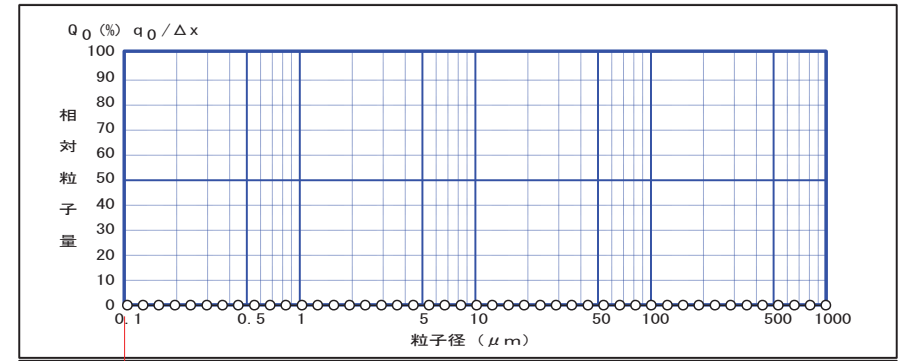
通水条件: 15L/分 平均気泡径: 278μm

↓ 30秒放置

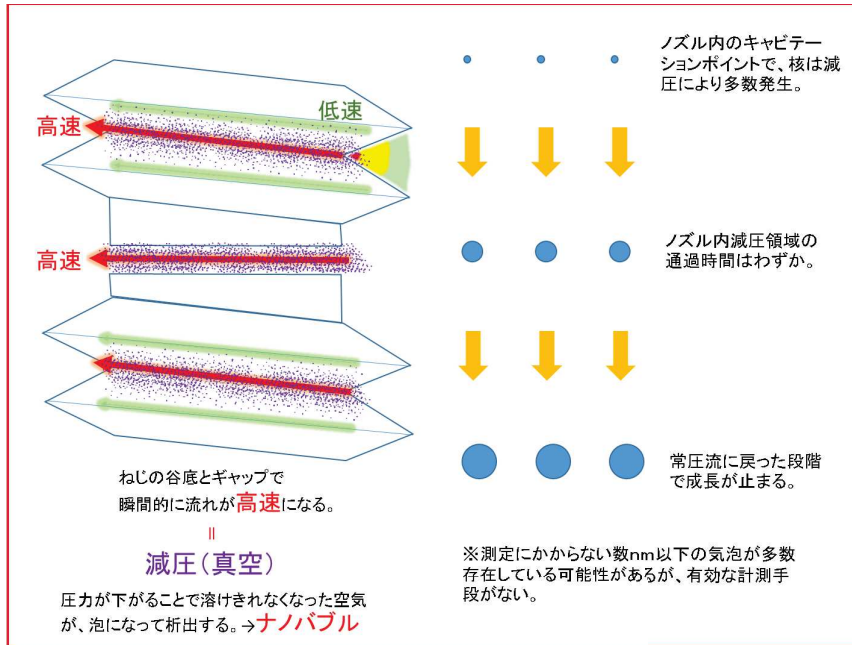
ピーク消失
ナノトラック法による
50nm以下の
気泡検知もなし



しかし、洗浄力・浸透性はほとんど変わらない。



水の浸透性や洗浄性向上を支配しているのは、50nm以上の気泡ではありえず、おそらく現段階では計測不能な1桁サイズのナノバブルと推定している。



(原理要約)

- ・常圧で水に溶存している気体を減圧析出させて微細気泡とする。
- ・流路絞り部にねじを配置(コア部)。単なる配管継手であり、水を通すだけの極めてシンプルな構造。加圧や気液混合は必須でない。
- ・一般上水道程度の低い水圧(0.4~2kg/cm²)で使用でき、圧損も低い(20L/分通水で0.1MP程度)。
- ・気泡発生部の絞り部の構造のポイント
コア部のねじ谷で流れは絞られ、高速化する。ベルヌーイの原理により減圧され、水道水に溶存していた空気が沸騰析出する(キャビテーション)。

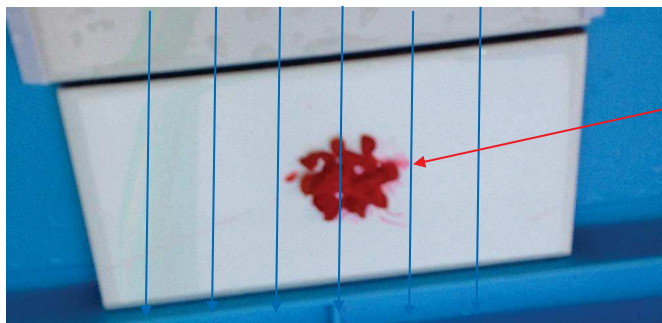
→ねじ谷で形成した高流速ポイントを水は瞬時に通過するから、析出した気泡はナノサイズ以上に大きくなる前に成長が止まる。ねじ谷が多数あるので、水を通すだけであるにも関わらず、ナノバブルが高密度に発生する。

※特許取得済(特許6182715)

検証されている効果の例

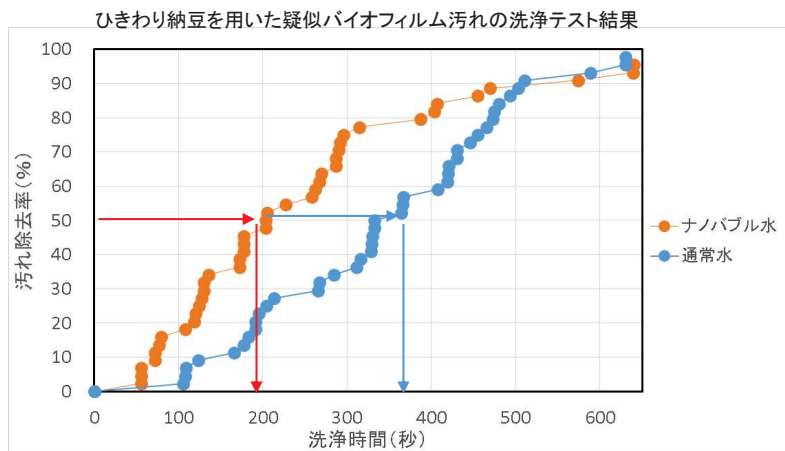
バイオフィーム(ぬめり汚れ)除去効果

6L/分でノズル通過水を流下させ洗浄



着色したひきわり
納豆粒子
(50~60粒)

洗浄時間経過に伴う汚れ除去率を粒子脱落率にて評価



汚れ除去率(脱落粒子数)が50%となる洗浄時間が、バイオフィーム除去力を反映した指標となる。

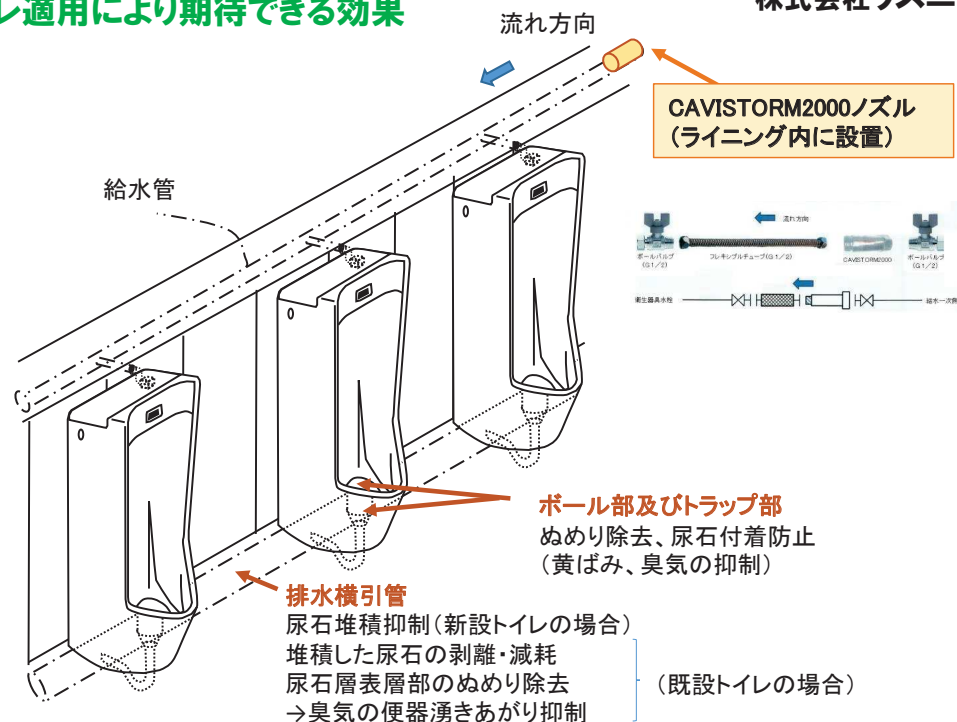
→ナノバブル水は通常水の半分程度の洗浄時間で50%に到達している。

※疑似バイオフィーム(納豆のねばねば)による粒子付着力には、塗布の厚みや乾燥の程度に由来したバラツキがあり、粒子が脱落するまでに要する洗浄時間にも分布が存在する。洗浄時間が極度に短い、あるいは長い粒子は全体傾向を代表しないと考えられる。

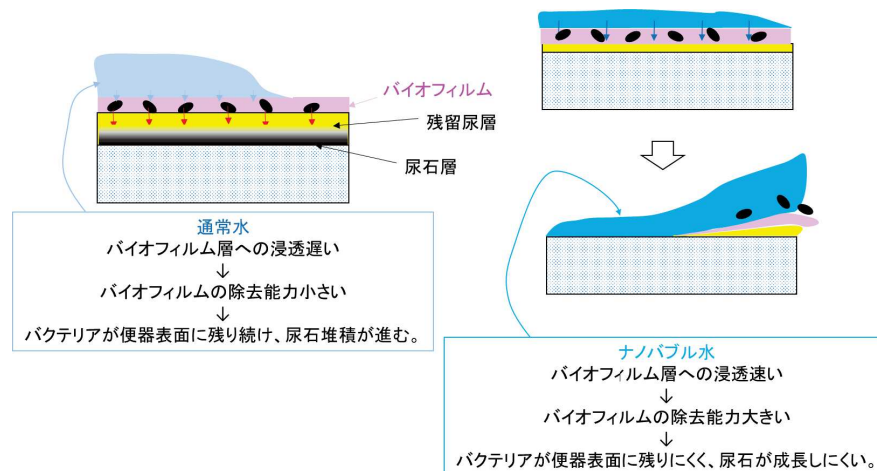
キャビテーション型ナノバブル整水ユニット RiS Ni Co., Ltd.

株式会社リスニ

トイレ適用により期待できる効果



バクテリアにより尿素が分解されてできるアンモニアが臭気の要因となる。
アンモニア由来のpH上昇を下げるために、尿中のCaイオンが炭酸固定され尿石となる。
→バクテリアの繁殖を抑えることが、臭気と尿石の両方を抑制する上で重要。





全体に水がかかろうよう通水



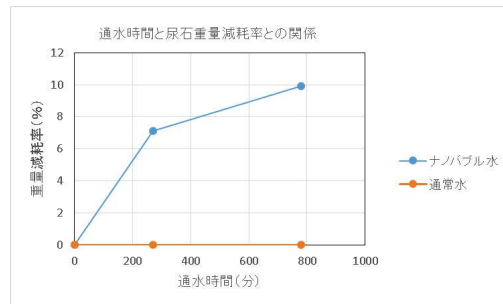
c:※7 全体が完全に剥離



6L/分の通水で100時間後に尿石層は、塩ビ配管下地との界面で全面が浮くように剥離した。

※横引管の勾配は小さく、堆積している尿石層は、剥離しても一挙に流れ下って排水管を詰まらせる懸念は小さい。

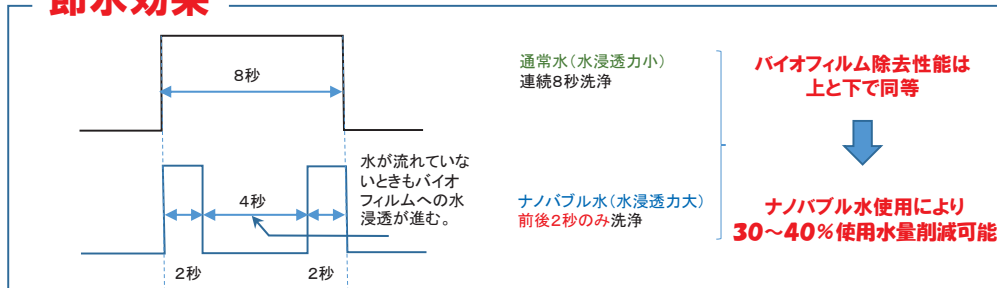
洗浄水をかけ流したときの尿石重量減耗データ



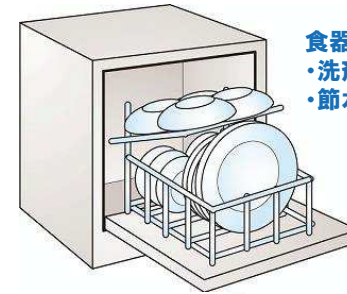
尿石は表層部にナノバブル水が流れることで、ゆっくりと崩壊が進む。一方、ノズルを通さない通常水道水は、尿石の崩壊は全く進まない。

尿石層の成長は、尿石表面をぬめらせているバイオフィーム内のバクテリアが担う。臭気の発生も表層部が主体となる。→表層部がナノバブル水で除去でき、臭気も尿石成長も抑制される。

節水効果



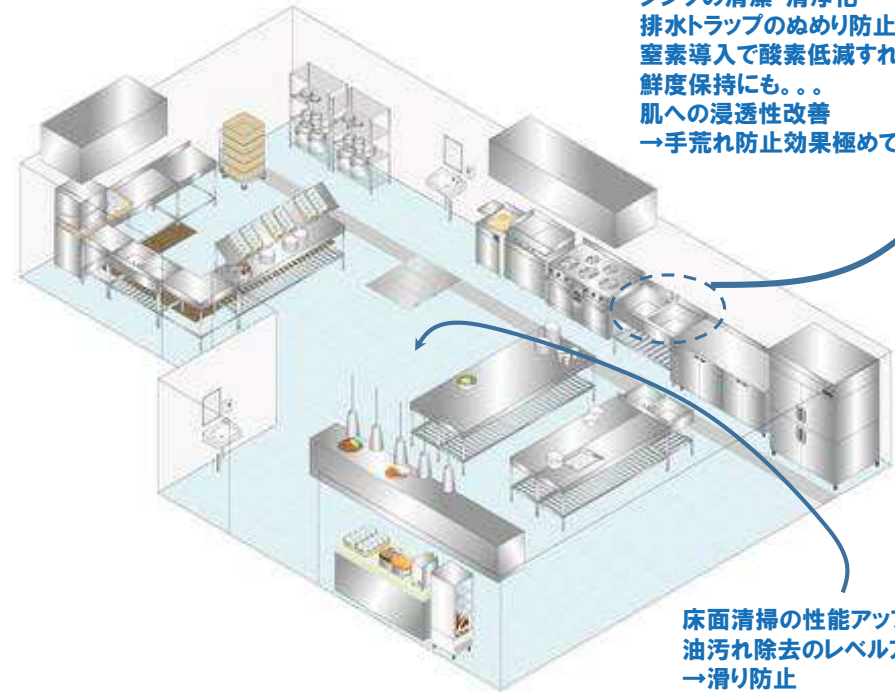
厨房エリア適用により期待できる効果



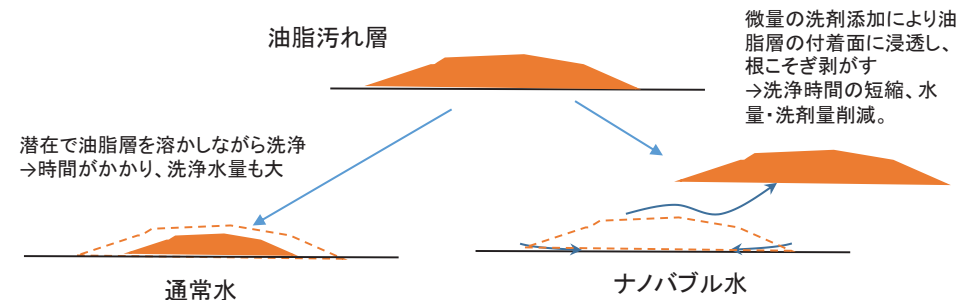
食器洗浄機の洗浄性向上
・洗剤使用量の削減
・節水



シンクの清潔・清浄化
排水トラップのぬめり防止
窒素導入で酸素低減すれば
鮮度保持にも。。。
肌への浸透性改善
→手荒れ防止効果極めて大。



床面清掃の性能アップ・高効率化
油污除去のレベルアップ
→滑り防止



水浸透性の評価手法

タンパク質系含水物の加熱重量減少曲線と、各ステージで蒸発する含有水の特徴

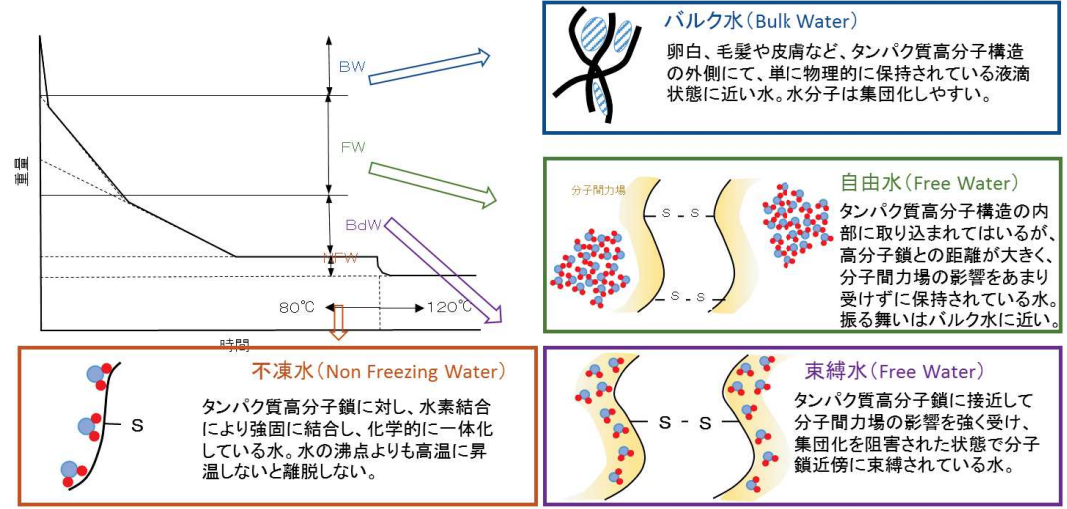


湯あたりが柔らかくなり、肌の保湿が高められ、もち肌化する。保温効果あり。

排水口・床面のぬめり防止、清浄化。
(汚れ付着が進みにくい)

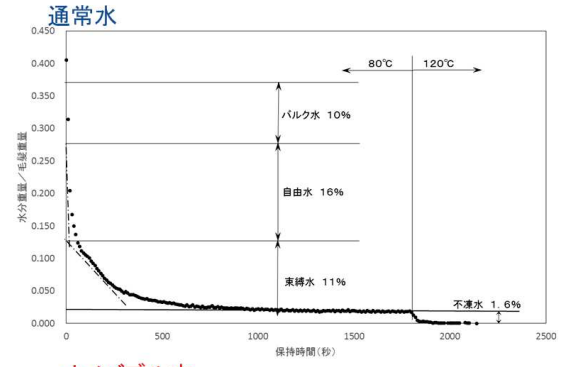


- ・体を洗う時の汚れ落とし効果向上(通常水の2倍)
- ・石鹸と異なり、肌がかさつかず、保湿効果が持続する。
- ・洗髪に適用した時、髪保湿力が数倍向上する。
- ・シャンプーの泡切れよく、洗髪水量を削減できる。

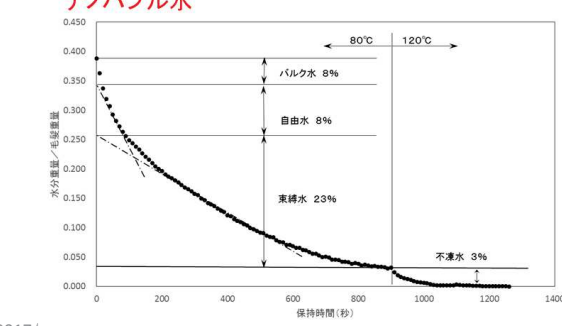


※自由水/束縛水など、タンパク質中の水分の存在形態と含有量を、タンパク質が保持する水分蒸発に伴う重量減少曲線から見積もる手法は文献にて提唱され、確立されている。

1: Eisei et al., Nature, 345 (1990)298



自由水 + 束縛水 = 27%
自由水 = 16%
束縛水 = 11%

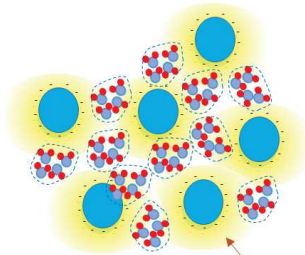
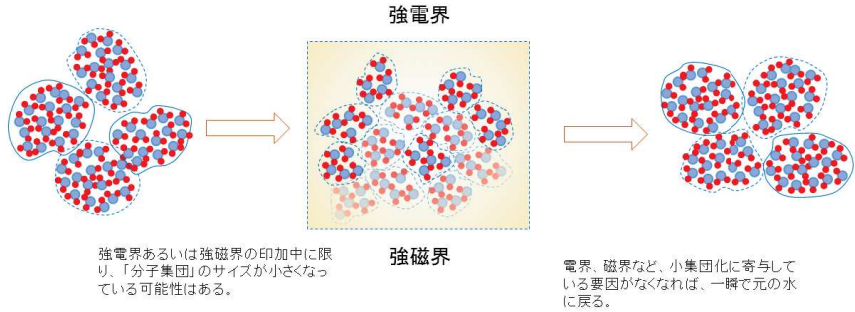


自由水 + 束縛水 = 31%
自由水 = 8%
束縛水 = 23%

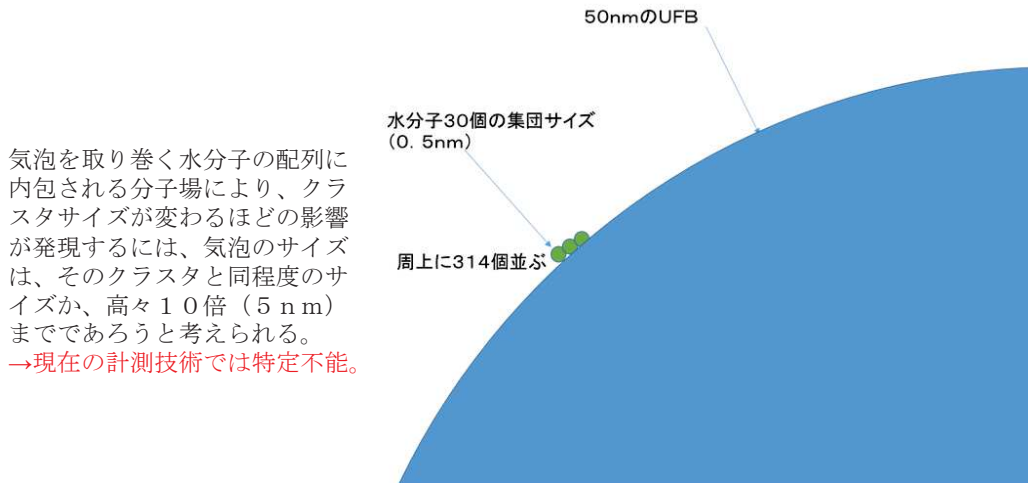
※自由水と束縛水の和は通常水とほぼ同じだが、束縛水の占める比率は通常水の2倍に達する。
→水分子の集団化がナノバブルの存在により抑制され、毛髪への水分浸透が進みやすい。

浸透性改善の機構推定

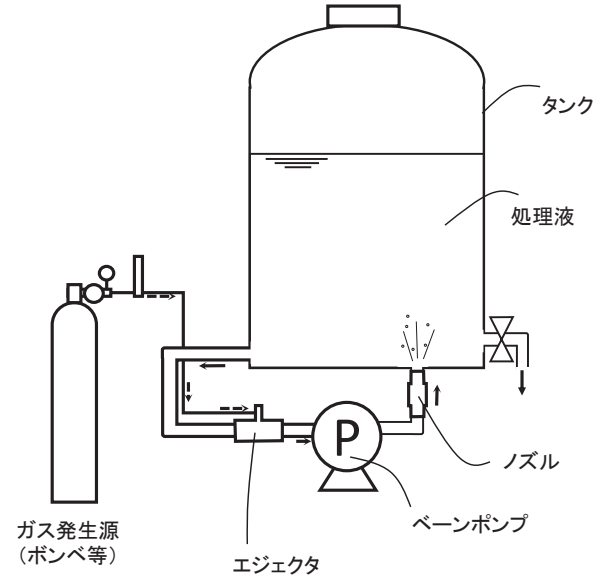
ナノバブルは小さいとはいえ、髪の毛や植物根の組織隙間や、叩いても落ちない程度に凝着した尿石層の隙間に、気泡そのものが直接浸透するとは考えにくい。
 →水の浸透性そのものが、あたかも界面活性剤を添加したかのように向上していると考える必要がある。



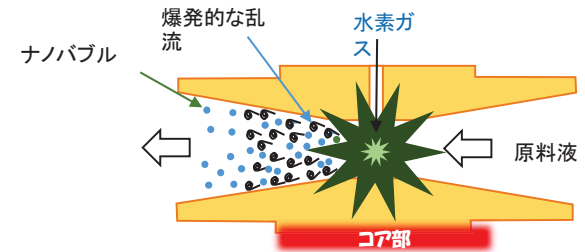
ナノバブル界面及びその周囲に形成される負帯電場、濃縮電荷など



ガス溶解への応用



・タンク内の処理液をポンプで循環させながら、ポンプ入口でガスを導入。



ノズルの絞り部に多数の高流速部(キャビテーションポイント)を形成。溶存空気の減圧沸騰が作る強攪拌領域にガスを巻き込んでナノバブル化する。

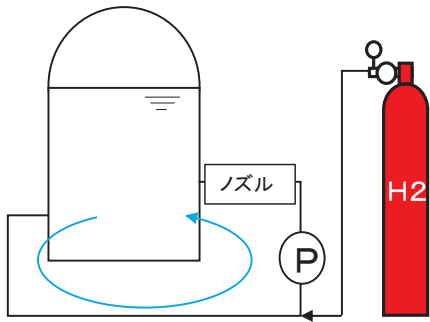
・ノズルの構造は極めて単純だが、非常に高いガス溶解効率。

特に高濃度を狙う場合は循環が必要だが、1パスでも相当高い溶存濃度が得られる。

(1パスの場合)	(循環の場合)
酸素: 7~10ppm	酸素: 15~50ppm
炭酸ガス: 1000~1200ppm	水素: 1.6~3.0ppm*
水素: 0.8~1.2ppm	オゾン: 5~10ppm

* 水素ガスを循環溶解すると、水素ナノバブル生成によりポーラロDH計では過飽和値を示す。

水素添加の応用事例(1)

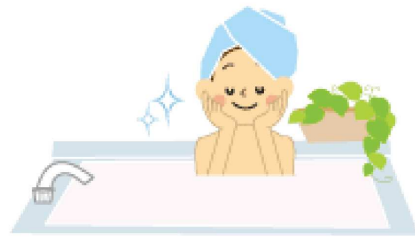


短時間の循環により、飽和値をはるかに超える水素を導入可能。

- ・高濃度を開放状態でも長時間維持。
- ・窒素水よりも積極的な還元性を発揮。

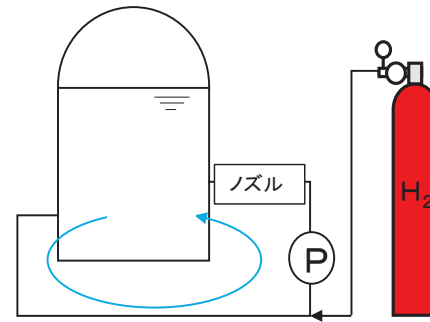


コスメ
(美白、アンチエイジング)



水素風呂
(薬剤不要、持続性アップ)

水素添加の応用事例(2)



還元性水素水による鮮度維持

窒素と同様の酸素ストリッピング可能



ボイラーや配管の劣化防止

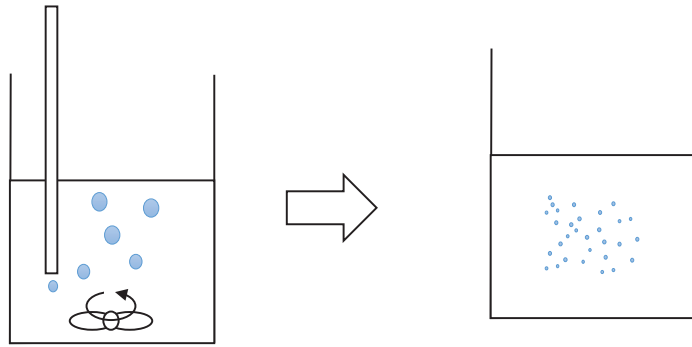


酒類、清涼飲料、乳製品の脱酸素化、還元性付与
(長期保存、酸化防止剤の廃止)



従来の水素化粧品製造方法

特開2007-308467
特開2007-314496等

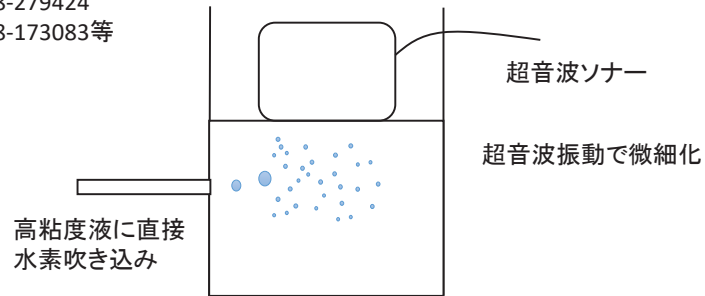


粘度の低い状態で水素を
パブリング・攪拌

後で粘度付与

欠点: 低粘度状態で吹き込める水素量は非常に少ない。
粘度が上がると、水素を吹き込んでも粗い泡になるだけ。

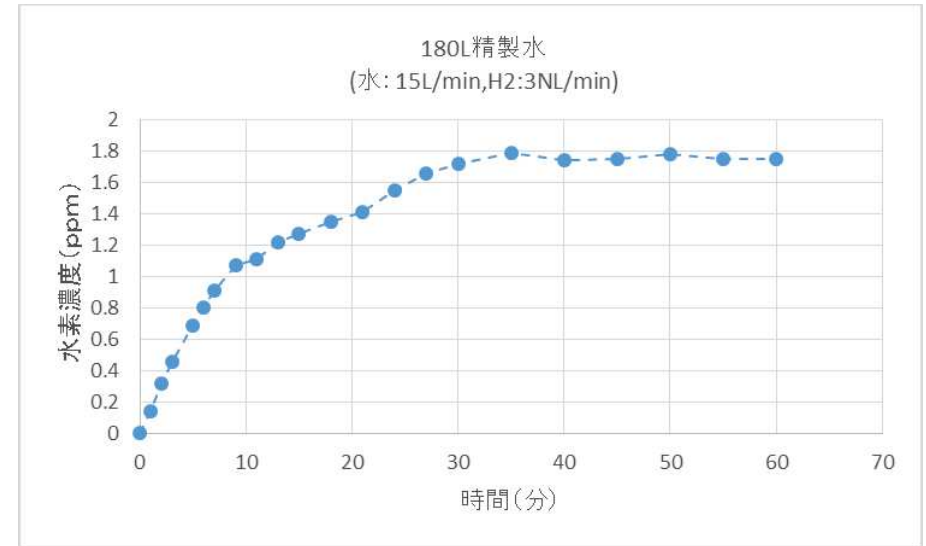
特開2008-279424
特開2008-173083等



欠点: 水素流量を相当小さくしないと、超音波では微細化できない。

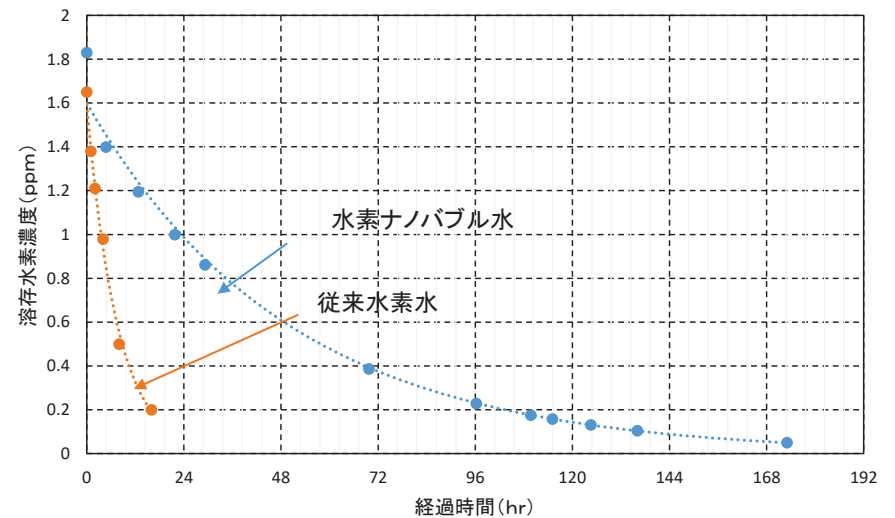
いずれの方式も、水素含有量は相当小さく、
持続性もないため実用化していない

循環時溶存水素濃度変化の測定例



添加した水素の持続性

(1cP水素水の場合: 大気中放置時の溶存水素濃度変化比較)



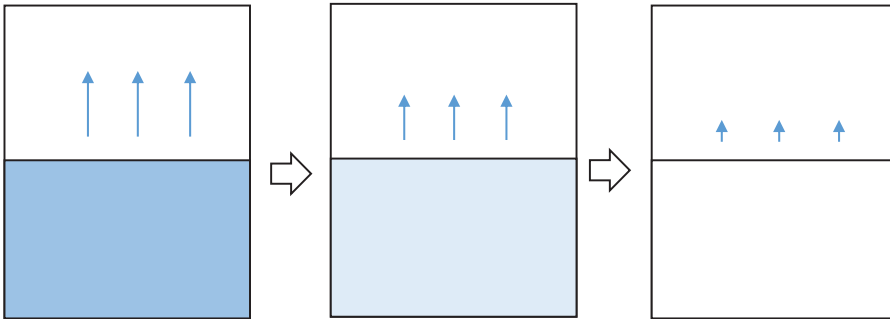
通常水素水の4~5倍の濃度持続性を示す。

炭酸ガス

溶存水素濃度が持続する機構の推定

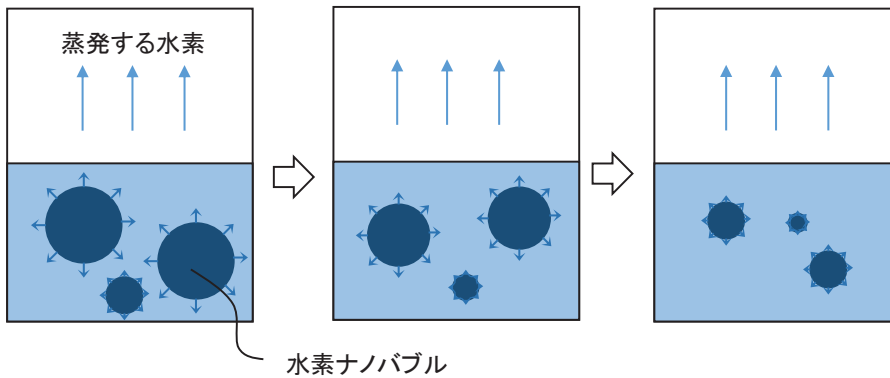
(酸素、窒素、オゾン、炭酸ガスなど、他のガス種でも同じと思われる)

溶存水素のみを含有する場合

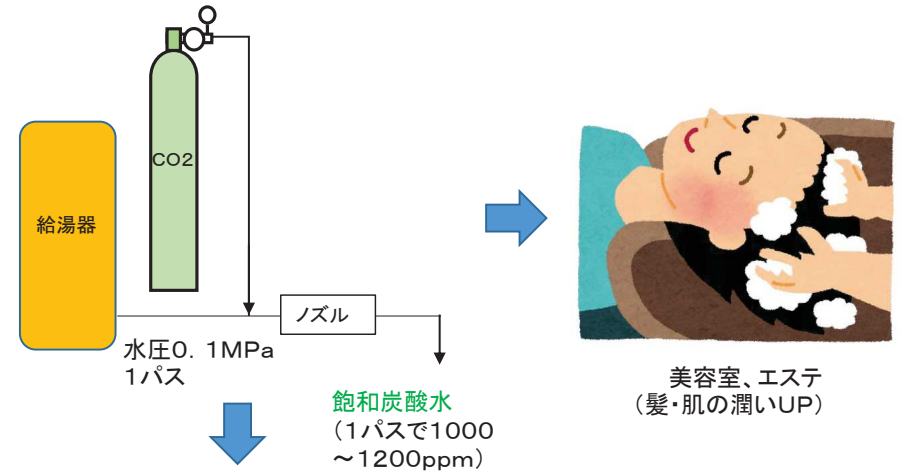


溶存水素が全部蒸発すれば、それで終わり。水素は軽い。すぐに濃度が下がる。

水素ナノバブルを大量に含有する場合



溶存水素が蒸発しても、**ナノバブルの水素が新たに溶け出す**ので、いつまでも高溶存濃度を維持する。

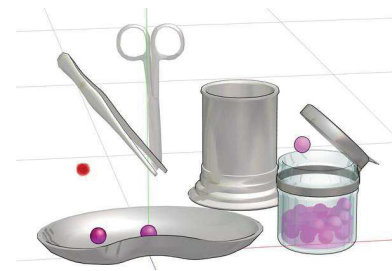


美容室、エステ
(髪・肌の潤いUP)

炭酸風呂



低濃度(50ppm以下)の次亜塩素酸を導入
→強力で安定した殺菌効果。

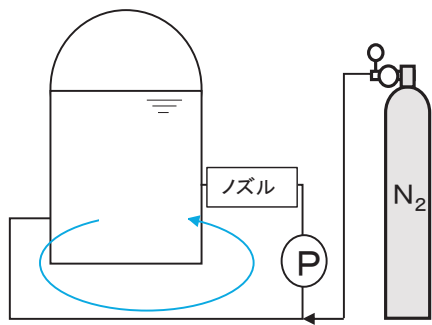


医療



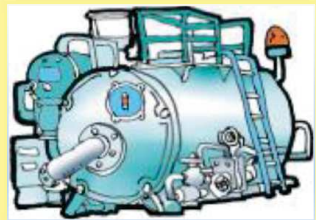
衛生

窒素溶解(脱酸素)



窒素水による鮮度維持

数分の循環で酸素濃度ゼロ!



ボイラーや配管の劣化防止

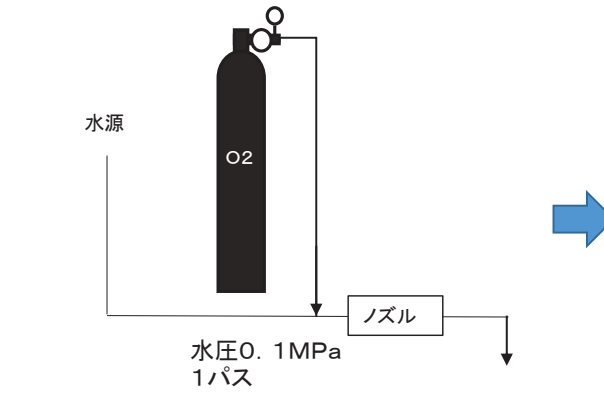


生鮮食品の洗浄



酒類の脱酸素化
(長期保存、酸化防止剤の廃止)

酸素溶解(空気でも可)



循環により、飽和酸素水も容易に製造可能。

高濃度酸素水
(15ppm)



水耕栽培

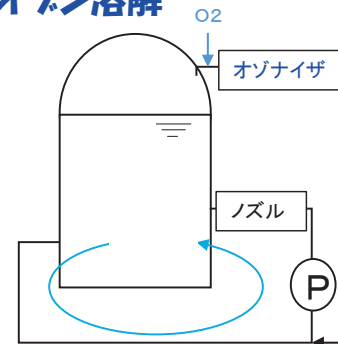


活魚輸送

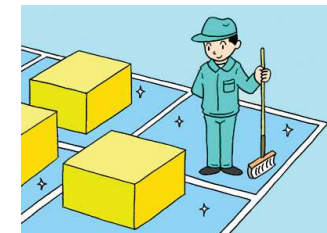


生簀

オゾン溶解



循環によりオゾン水が高濃度・長寿命化
装置小型化が容易



清掃・消毒
消臭

歯科用
消毒



© studio ROBIN

ナノバブル発生方式の違い

株式会社リスニ キャビテーション方式			
方式	内容		価格
キャビテーション方式	<ul style="list-style-type: none"> ・仕掛けが極めて単純で安価。(心臓部はノズル1個のみ) ・外から空気を入れなくてもナノバブルを発生できる。 ・普通の水道圧程度で従来方式の1000~10000倍の密度でナノバブルを発生できる。 ・ノズル1本で数L~100L/分の水を処理できる。並列に並べれば、容量はいくらでも増やせる。 ・ノズルの手前でガスエジェクションを行うことで、驚異的なガス溶解能力を発揮する。(炭酸ガスは1パスで飽和値に達する。) 		従来方式の数分の一。
▼従来方式			
方式	内容	欠点	価格
マイクロバブル圧潰方式	濃い食塩水を使って先にマイクロバブルを作り、電撃粉碎によりナノバブル化	塩分濃度が濃すぎるので、用途が極めて限られる。(水産以外は絶望的)	
旋回流方式	外気を吸引しながら旋回流に巻き込み粉碎。(マイクロバブルと同じ作り方。)	ナノバブルの発生量が少なく、ループ流などこれを濃縮するための仕掛けが必要。効率が非常に悪い。	装置が非常に高価。(多量のナノバブルを含んだ水を低コストで提供することは不可能。)
微細孔粉碎方式	超微細フィルタで気泡を粉碎。	フィルタの抵抗が高く、多量のナノバブルを発生させることは困難。効率が悪い。	



RiSNI Co.,Ltd.

株式会社リスニ

243-0033 神奈川県厚木市温水1950

TEL 046-297-0225 FAX 046-297-0226

info@r-s-n.jp