

泡で省エネ

(株) LXスタイル 杉田 正

本資料は産総研を代表する資料ではありません。

1. HD-Nano Bubble 超微細気泡による冷却

株式会社 安齋管鉄 MCS事業部

クーリングタワー気化効率アップ、ファン動力低減

日立金属 チルドタワーで性能評価

2. DDマシン 古いヒートポンプ空調機消費電力を20%省エネ

DDマシン株式会社

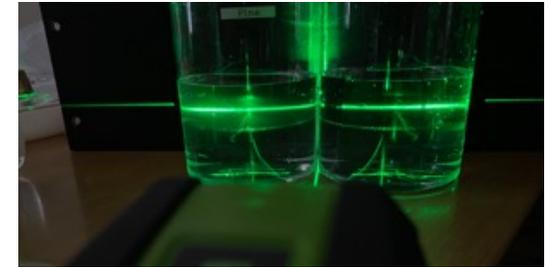
3年前より評価試験に立ち会い・・・産総研 つくば と 再エネ研で評価

バネによる攪拌効果で微細な泡が大量に発生、熱交換器効率アップ

納入実績は10年間23,000台を超えています。

ファインバブル マイクロバブルやナノバブルの総称

- キャビテーション対策から生まれた日本が強い技術
 - 薬剤無しで消毒する分野に広く実用化されている。
牡蠣の養殖、イチゴの連作障害対策など
- 引用先：<https://finebubble.net/about>



ファインバブルの見分け方
通常 目視で確認不可

FBM - ファインバブルマガジン
ファインバブルについて知ることが出来るWebマガジン

ファインバブルとは

最新イベント
報告・イベント・最新情報は
ありません。

カテゴリ
・ NEWS
・ イベント・講座

ファインバブルの定義

1. 定義

「ファインバブル (Fine Bubble)」とは、単に小さいだけの泡 (微細泡) とは違い、国際標準化機構 (ISO) で定義される固有名称です。『ISO 20480-1: 2017』

「ファインバブル」は、気泡の直径によりマイクロサイズの「マイクロバブル (Micro Bubble: MB)」と、ナノサイズの「ウルトラファインバブル^{※1} (Ultrafine Bubble: UFB)」の2種類に分かれています。

「マイクロバブル」と「ウルトラファインバブル」も国際標準化機構 (ISO) で定義されています。

※1 旧名称は「ナノバブル」

| ファインバブルの定義 | | | |
|------------|---|--------------------------------------|--|
| 泡の種類 | ウルトラファインバブル (Ultrafine Bubble (UFB)) | マイクロバブル (Micro Bubble (MB)) | ミリバブル/サブミリバブル (Milli/Submilli Bubble) |
| 泡の直径 | ~1µm未満 | 1µm以上~100µm未満 | 100µm以上~ |
| 泡の直径 | ・ ウィルス (数十~100nm) ・ タバコ粒子 (数十~100nm) | ・ スギ花粉 (約 30µm) ・ 髪の毛 (100nm~5µm) | ・ 普通の水 (約 2mm~) ・ 髪の毛の直径 (約 80~120µm) |

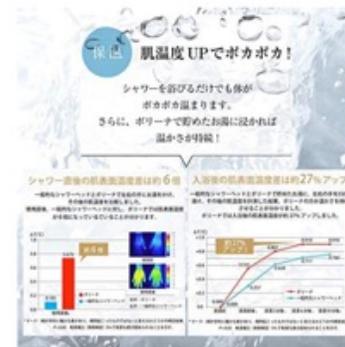
2. 歴史

「マイクロバブル」が世間に知られたのは、2000年頃に広島でのみかん栽培に特異な気泡を散らす技術が紹介されたことによります。その特異な気泡を「マイクロバブル」と呼ぶことから呼称が定着しました。

マイクロバブルは水産養殖業をはじめ、農業、調味液、化学工業などにも応用され、その製造法の多様化や改善とともに普及が進みました。また学術的にも研究が進み、多数の基礎研究や応用研究の成果が発表されました。

2007年頃にマイクロバブルをさらに微細化した「ナノバブル」と「ナノバブル」による発酵菌の分解効果が顕著で注目されました。その後も海洋医療や植物栽培などの分野での成果が報告されました。

- 家庭用シャワーや洗濯水改善



泡で省エネ

HD-Nano Bubble

HD-NANO BUBBLE

超微細気泡による冷却

令和3年5月

ANZAIKANTETSU CO,LTD
mcs section 株式会社 安齊管鉄 **mcs** 事業部
神奈川県横浜市鶴見区駒岡3-1-16 〒230-0071
PHONE 045-580-1882~3 FAX 045-580-1884
URL:<http://anzaimcs.com>

泡で省エネ

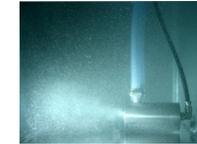
ナノバブルとは

- ナノバブルとはナノレベルで安定した泡である。
 - 泡の大きさは水の質に大きく左右され水道水では100～150ナノで大きさは安定する傾向にある。
 - 製造方法により泡には電位が宿る、加圧溶解式ではほぼゼロ電位であるが弊社の方式で製造したナノバブルはおよそマイナス30～40mVの電位を有している、電位があるとストークスの上昇力よりコロイド化が優位になり水中に長時間滞在する。
 - 酸素を用いてナノバブルを20度の水道水に供給すると約40mg/Lの酸素溶解度に至る。（弊社方式）

超微細気泡の作り方

- 超微細気泡の作り方には代表的なものに7種類の方式が存在する。

| | |
|-------------------|---|
| ① 旋回液流式 | 円筒状の本体の内部に向けて接線方向より高速で液を圧入し、内部に旋回流を発生させ、上端面中央の孔より噴出させる。この時、旋回液流の回転軸付近は動圧分だけ減圧になるため、下端面の孔よりガスを吸引することが出来る。吸引されたガスは上端面の孔を通過する際に微細化され微細気泡を発生する。 |
| ② エゼクター式 | ガス分散器内に意図的にキャビテーションが発生するように流路を変形させ超微細気泡を発生させる。 |
| ③ ベンチュリ式 | 流体流路の途中にストローと呼ばれる絞り部分があるベンチュリ中に、液体と気体を同時に流すと液流速の急激な変化により発生した衝撃波が大気泡を粉砕して超微細気泡を発生させる。 |
| ④ 加圧溶解式 | 空気と水の混相を予圧し、溶解ガス成分を過飽和させた水を制作しておく。減圧弁を用いて水中にフラッシュさせると、過飽和分のガス成分が水中から超微細気泡となって析出する。メカニズムとしてはビールの泡と同様であり、より小さな微細気泡の発生が可能である。 |
| ⑤ 超音波振動 | 超音波の振動を液中に伝え液中でキャビテーションを起こし超微細気泡を発生させる。 |
| ⑥ 混合蒸気直 接接触凝集式 | 予めスチームと非凝集性のガスを混合し、ノズルから冷却水中に混合蒸気からなる気泡を分散させる。気泡中のスチーム成分は冷却され水化するため体積が著しく減少する。しかし非凝集性のガス成分の存在のため完全には凝集できずに超微細気泡を生成する。 |
| ⑦ 超微細孔式 | ナノレベルの微細孔より気相を噴出させ更に微細孔境界に液流を与えることで気相が微細に切断され超微細気泡を発生させる。 |



m c s section

泡で省エネ

各超微細気泡の特徴

前ページのデバイスを生成するアプローチに分けると4通りの方法に分類出来る。

| | | | |
|-----|---------------------------------|---|---|
| I | ① 旋回液流式 ② エゼクター式 ③ ベンチュリ式 | 大きな泡をせん断力により小さな泡へと作り替えてゆく方法。水流に高い圧力が必要となり粘度の高い液体や異物の多い液体に使用出来ない場合が多々ある。 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 大型化が困難 ■ ガス移動効率最大65% ■ 高圧ポンプが必要 ■ 高粘度液に不向き ■ 異物を含む液に不向き ■ 連結または循環に不向き □ 空気を自吸出来る □ 装置組み込みが可能 |
| II | ④ 加圧溶解式 ⑤ 超音波振動 | 既に溶けているガス分を泡として析出させる方法。加圧溶解式には高い水圧とガス圧が必要となる、超音波方式は超音波の発生装置が必要となる。 | <ul style="list-style-type: none"> ■ ガス移動効率最大65% ■ 高圧ポンプが必要 ■ 高温液（20度以上）に不向き ■ 超音波式は高価 □ 中規模装置が可能 □ 多くの実績がある |
| III | ⑥ 混合蒸気直接接触凝集式 | 飽和水蒸気にガスを混入させ液中に吹き込み、微細気泡を生成する方法。 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 適用範囲が限られている ■ 温度の制約がある □ 大規模装置が可能 |
| IV | ⑦ 超微細孔式 | セラミックスなどの超微細孔から直接液中に超微細気泡を生成する方法。 | <ul style="list-style-type: none"> ■ ガス供給に圧が必要 ■ 半導体の洗浄に不向き □ 大規模装置が可能 □ あらゆる液体及びガスに適用可能 □ 最高レベルガス移動効率 □ ランニングコストが安い |



微細多孔質セラミックス焼結体を利用した UFB発生機構

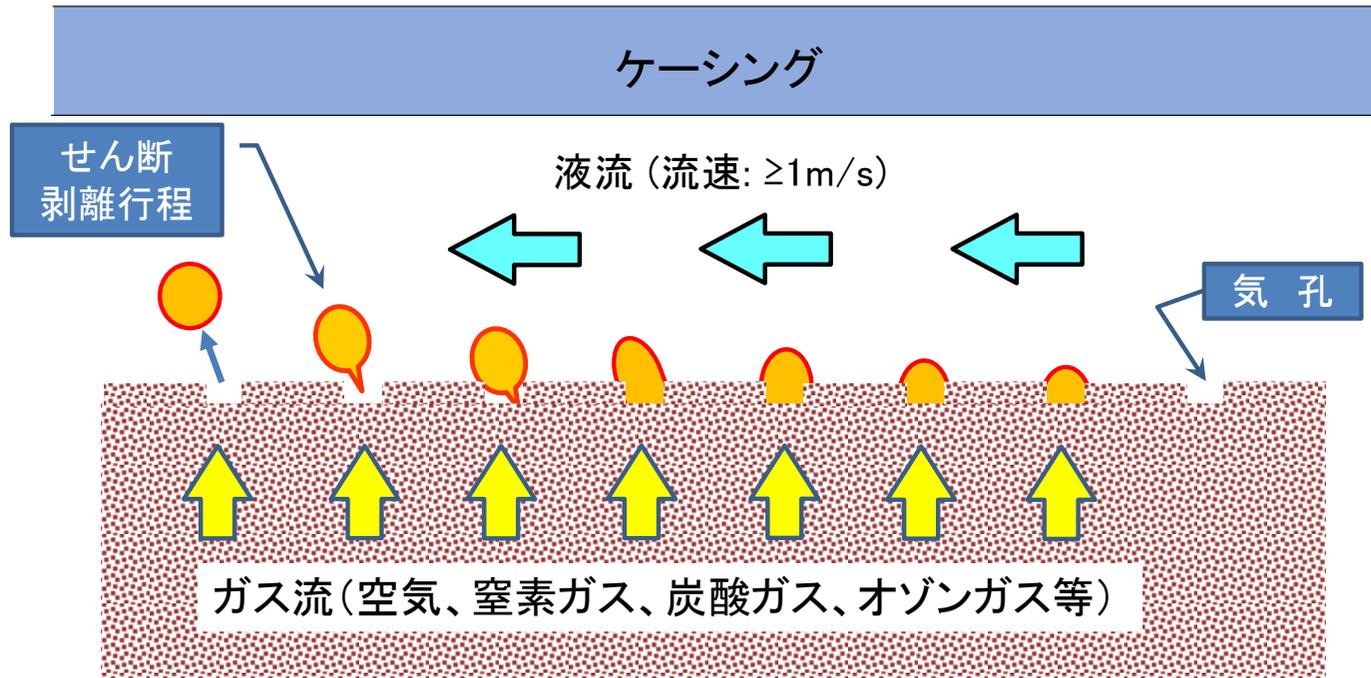


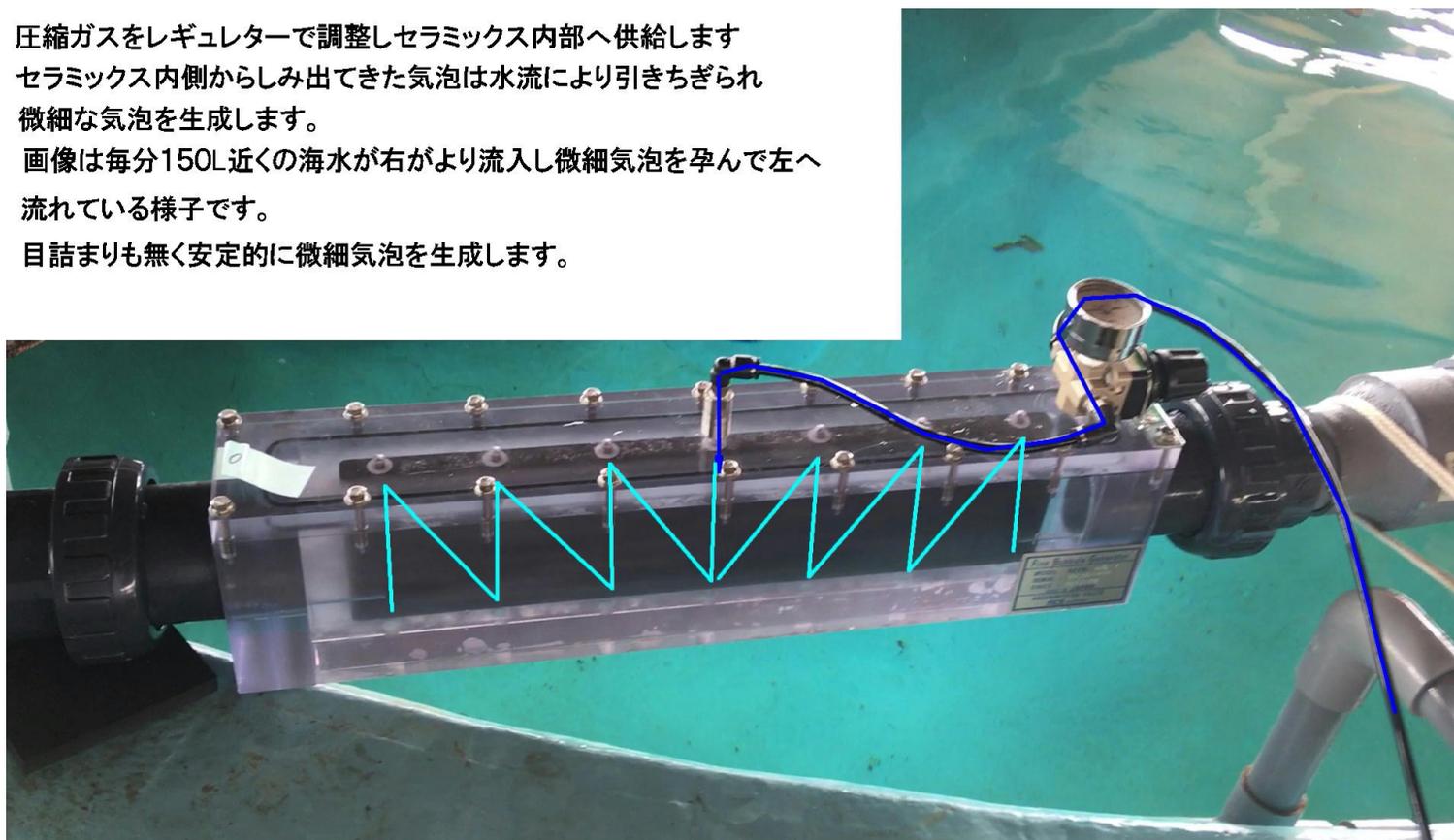
図11 微細多孔質表面からの気体剥ぎ取り現象を利用した
UFB発生機構

超微細孔式微細気泡の作り方

圧縮ガスをレギュレーターで調整しセラミックス内部へ供給します
セラミックス内側からしみ出てきた気泡は水流により引きちぎられ
微細な気泡を生成します。

画像は毎分150L近くの海水が右がより流入し微細気泡を孕んで左へ
流れている様子です。

目詰まりも無く安定的に微細気泡を生成します。

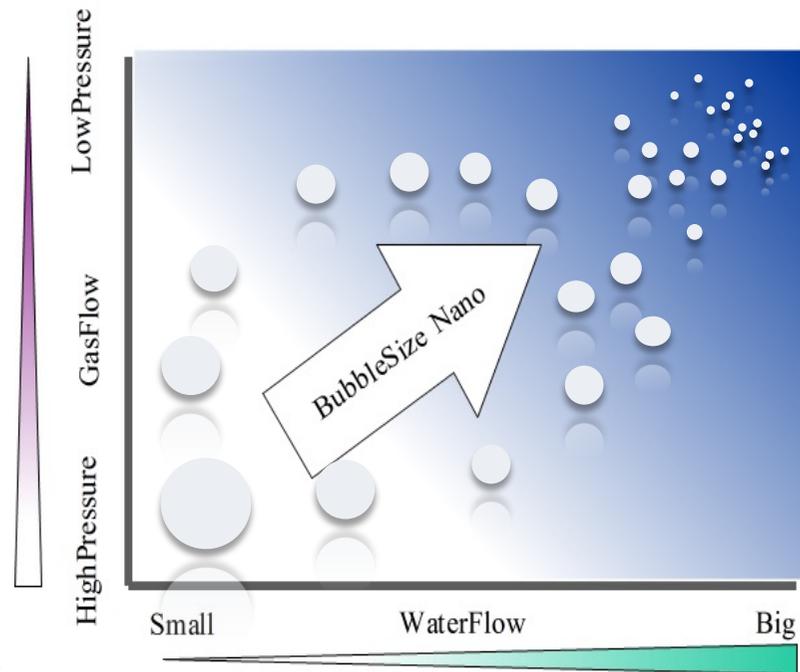


能力について

- 超微細孔式バブル発生方式はセラミックスの表面積で搬送ガス量が決まってくる。表面積 1 cm²辺り 3～8 cc毎分のガスが透過出来る。
- 透過させるためのガスの圧力は水圧+0～0.2Mpaの範囲で調整する。
- 流速は表面流で 1 m 毎分以上が望ましい。
- 空気を用いると窒素もバブル化し液中の分圧は 1 : 4 となる、これは通常の曝気では起こらない現象である。
- 連続稼働で4年間ノーメンテナンスの実績がある。
- 200度以下の高温下でも使用可能である。
- Ph1 の硫酸液の中でも使用可能である。
- Ph14の高アルカリ液でも使用可能である。
- 高粘度の液体でも使用可能である。
- 直列接続で高濃度化が可能である。

【使用例】

一般排水処理、食品工場排水処理、化学工場排水処理、水耕栽培、露地栽培、魚の鮮度保持、食品の殺菌、プールの殺菌浄化、池の浄化維持、海域浄化、鰻の養殖、鯉の養殖、鯛の養殖、牡蠣の養殖及びウイルス対策、アワビの養殖、活魚搬送、チョウザメの養殖及び味上げ、エビの養殖、エビの鮮度保持、養豚場のサンテーション、牛の乳房炎予防、鳥の感染症予防、畜舎の洗浄、養豚酪農牧畜養鶏等の排水処理、病院内のサンテーション、医療目的のオゾンナノバブル、介護用ナノバブル浴、ヘアサロン向け炭酸ナノバブルシャワー、水素ナノバブル浴、点滴へのナノバブル投入、造影剤としてのナノバブル投入、洗浄目的、油水分離、エマルジョン燃料、各種培養、シェールガス用クラッキングナノバブル水、レアアース抽出、水素重合、食品のテクスチャー改良、etc



高密度ナノバブル技術の用途

藻を抑制！生物多様性の向上！



省電力化！処理効率改善！



肌をキレイに！髪を綺麗に！



環境浄化

下水・廃
水処理

電力の節約！確実な殺菌！



ヘルス&
ウェルネ
ス

上水道

収穫増！大きな果実！



農業

水産養殖

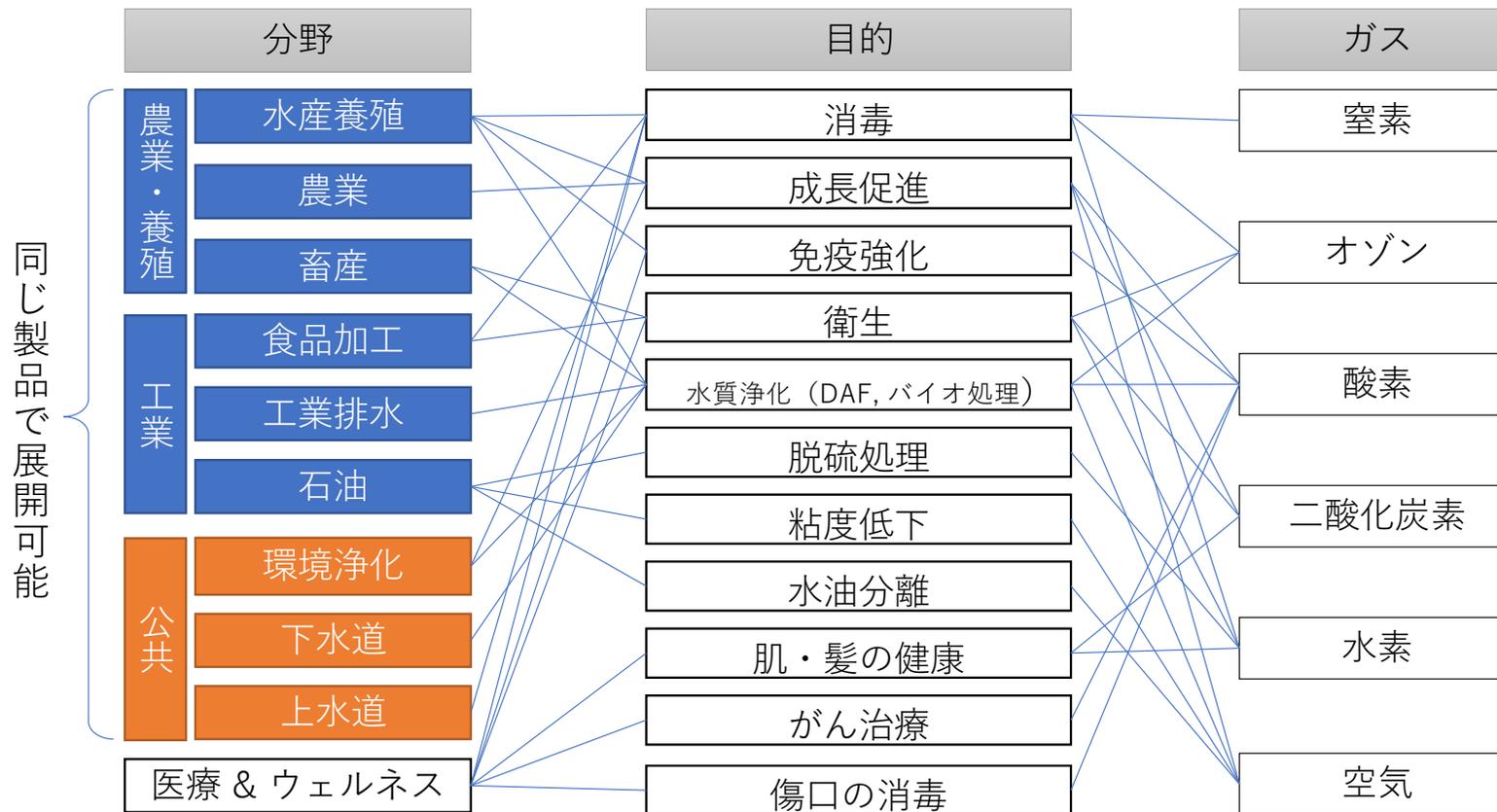
投薬をゼロに！収量の増加！



泡で省エネ

事業領域と親和性

- 目的によって注入する気体（ガス）を選ぶことで全く違う効果と用途を生み出すことができる。
- 同じ製品と手法によって異なる市場に容易にアプローチすることが出来る事もHd-ナノバブル技術のアドバンテージである。
- その中でも特に親和性の高い分野から優先的に事業開発を進める。

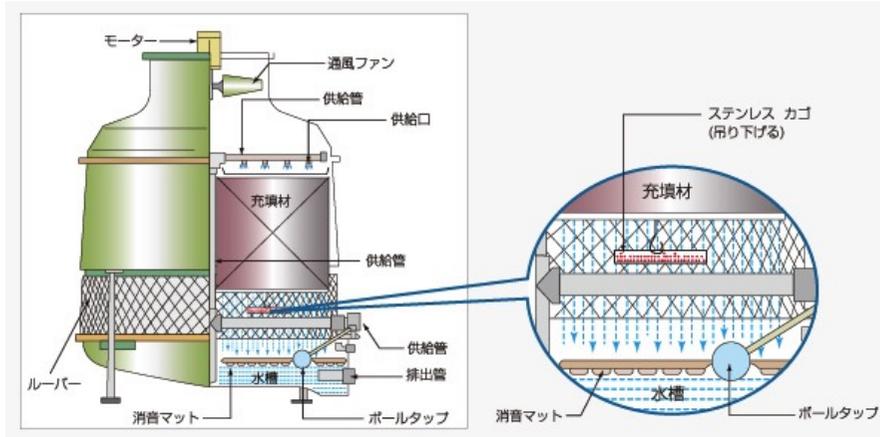


泡で省エネ

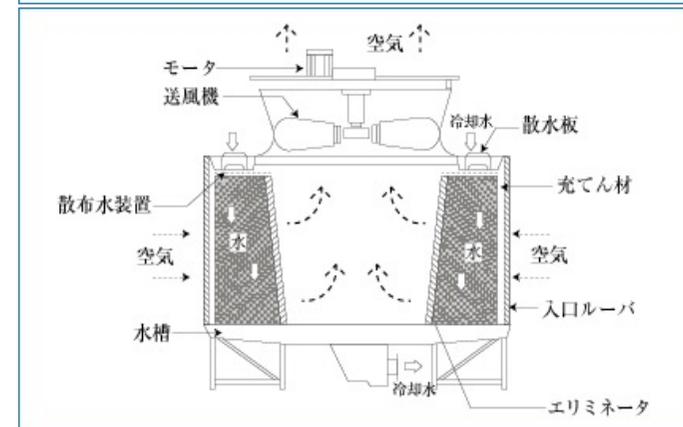
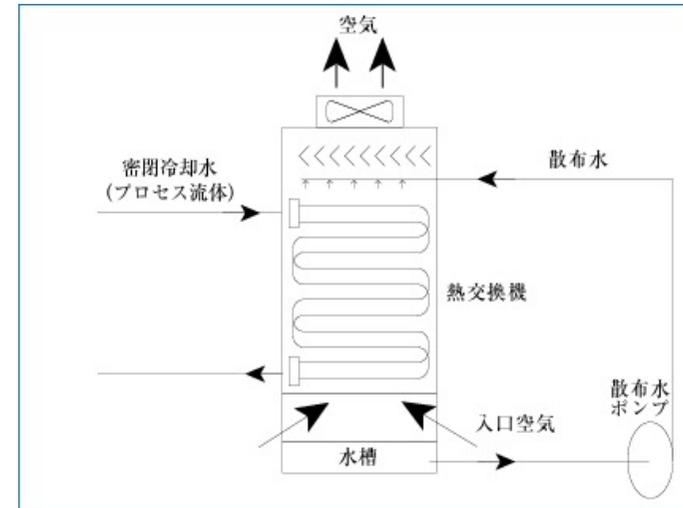


冷却塔は様々な分野で利用されています
大型の物から小型まで多くのタイプがあります

冷却塔の構造について

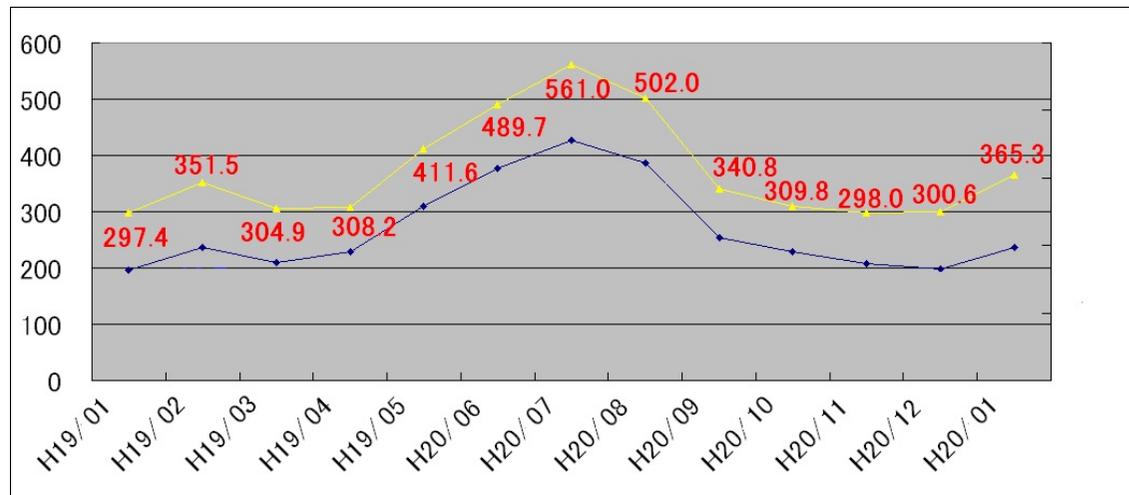


◎冷却塔の構造はとてもシンプルです
上部から散水し充填材に接触しながら
風の力で蒸発します、その時に蒸発潜
熱で熱を奪い水温を下げます。
水が蒸発しやすくなることが効率を上
げる最も効果的な方法です。

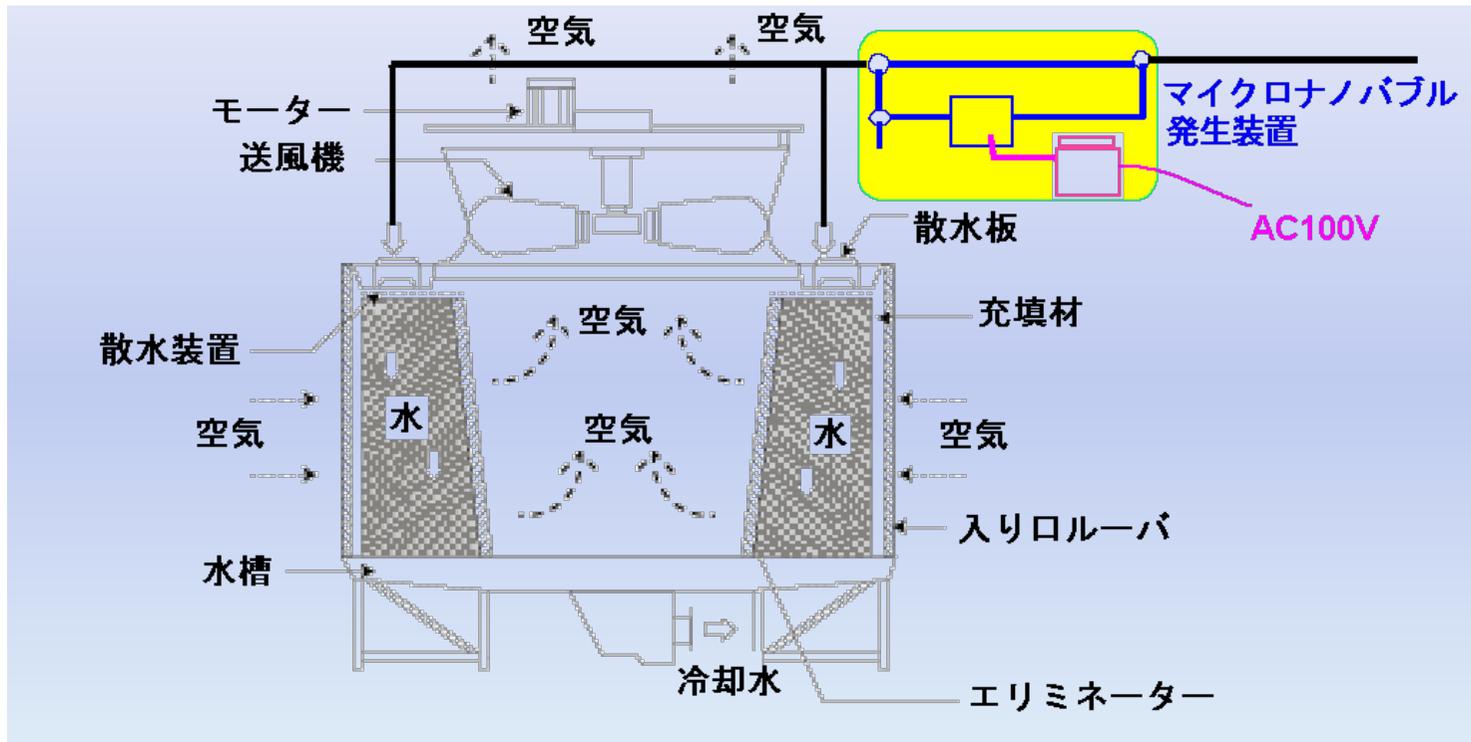


高密度ナノバブルはエコロジーです

- I社冷凍倉庫冷却塔の電気料金について



高密度ナノバブルを散水配管に後付けし年間の電気使用量をシュミレーションすると、20～30%の電気使用量の節約になります。年間484万円の電気料金が344万になり140万の節約となり、総電力で56000kwの削減です。Co2排出量に換算すると約20トンの削減。幹周り1メートル以上の楠の木を300本植えた事に匹敵する効果があります。



設置は簡単！
 従来の散水ラインに発生ユニットを組み込むだけ、バイパス構造なので万が一のトラブルでも装置に影響を与えません

超微細気泡蒸発促進実験

- 実験日：平成23年8月30日
- 天気：晴天 最高気温36℃
- 実験場所：(株)安齊管鉄本社屋上
- 実験者：安齋 聡／堤 利明
- バブル量：80CC/min個 × 3台

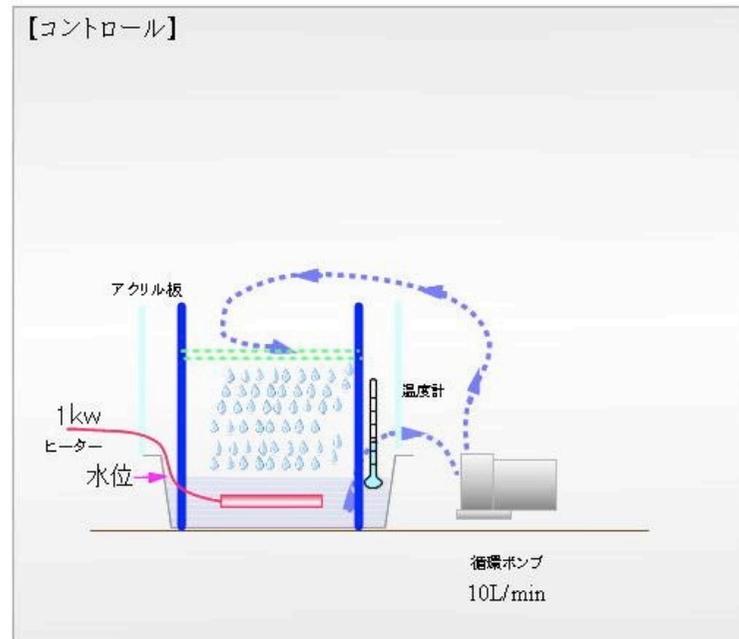
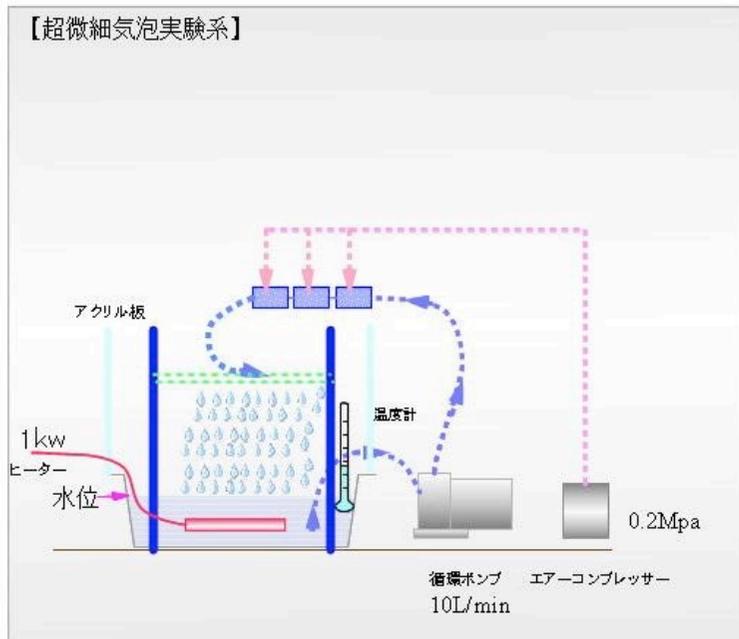
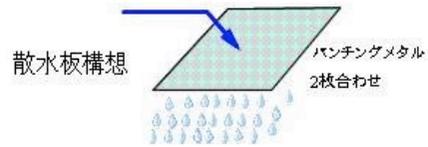
【実験方法】

- 超微細気泡を投入する系と投入しない系との水温の違いを測定する、水量、開始時の水温、循環水量については±1%以内であることを確認する。
- 負荷ヒーターは個体差を無くす為に1時間毎にコントロール系と実験系を交換した。

| 測定時間 | 外気温度 | 実験系水温 | コントロール系水温 | 備考 |
|-------|------|-------|-----------|------------|
| 9:00 | 29.3 | 23.3 | 23.7 | 300Wヒーター投入 |
| 10:00 | 36.0 | 25.3 | 25.9 | |
| 11:00 | 35.1 | 29.4 | 30.1 | |
| 12:00 | 34.2 | 30.8 | 31.6 | |
| 13:00 | 35.2 | 31.9 | 33.0 | 1kwヒーターに変更 |
| 14:00 | 35.5 | 35.4 | 36.2 | |
| 15:00 | 33.7 | 36.4 | 37.8 | |
| 16:00 | 31.9 | 35.5 | 36.9 | |
| 17:00 | 30.7 | 34.2 | 36.2 | |

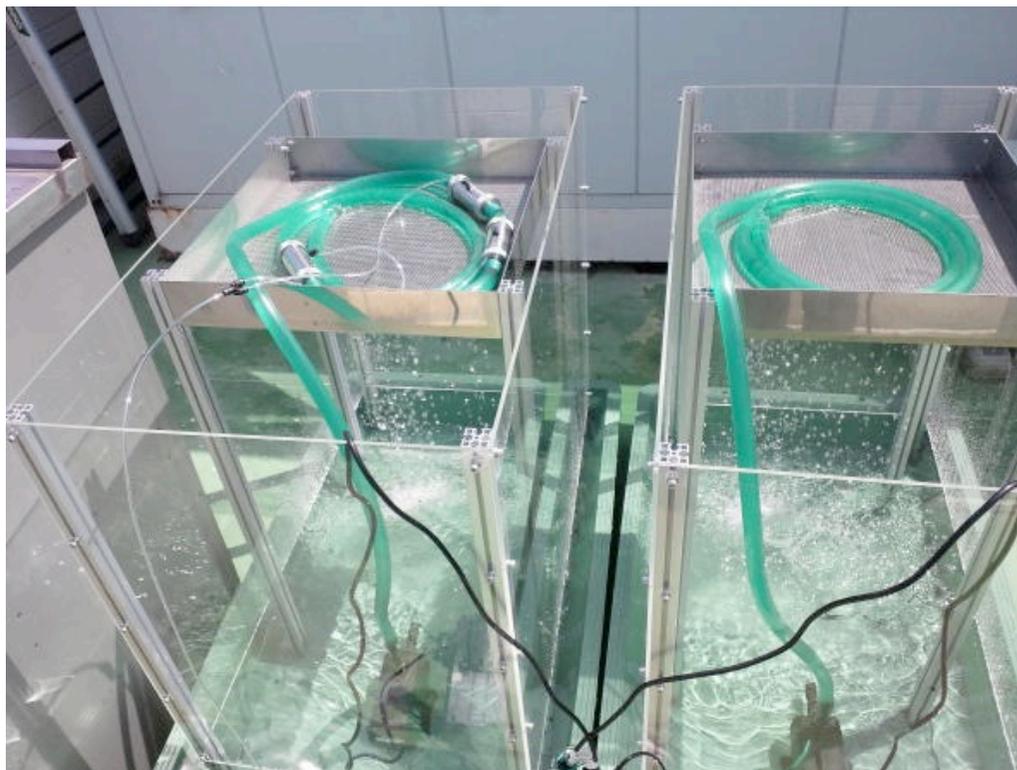
超微細気泡による気化促進及び熱移動の実験

下記のような単純化された実験系を2セット用意し右図にあるインライン型超微細気泡発生ユニットを用い水温の変化と水位の変化を測定する。
 ポンプ、配管、水槽、散水板、日照条件、負荷ヒーターは同じ条件になるよう確認する。



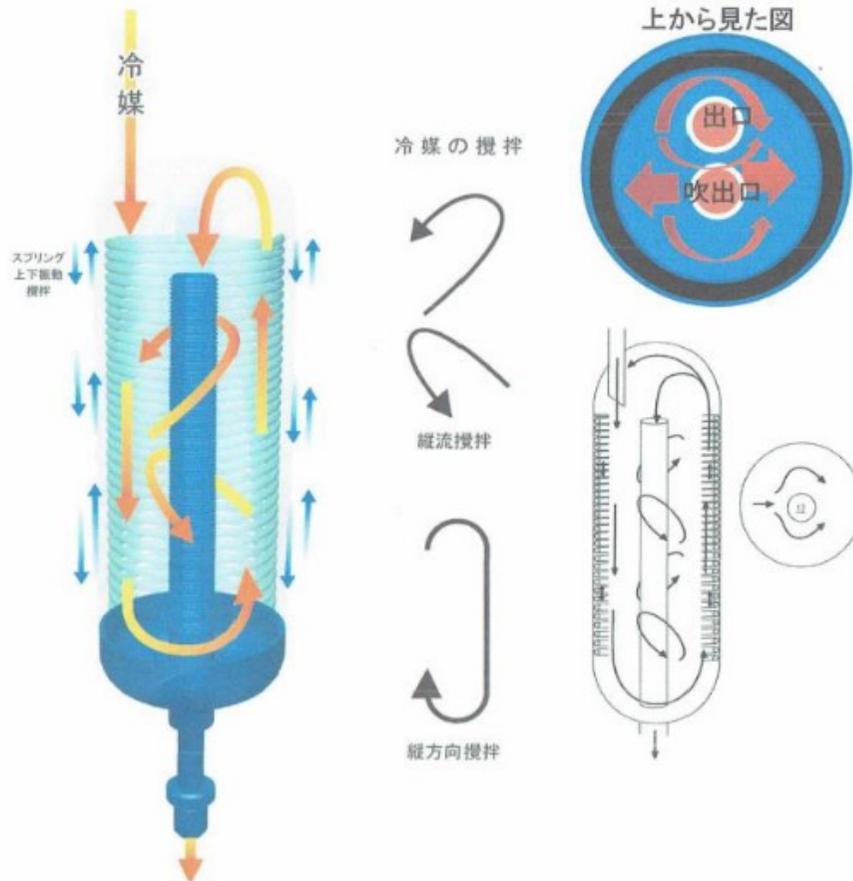
(株)安齊管鉄 mcs事業部長 安齋

実験風景

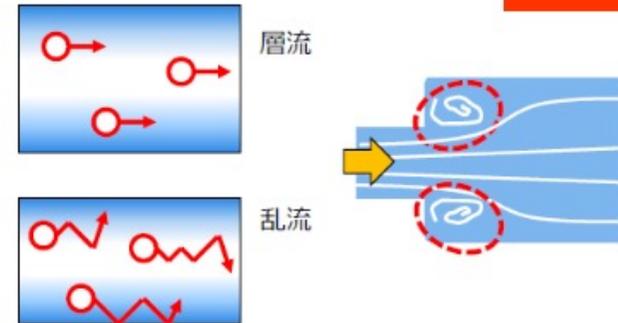


技術的根拠

国内特許
取得済



◆乱れ（渦や乱流）とは



- ・攪拌することによりコンプレッサーの圧送口スを**大幅に低減**。
- ・攪拌で微細化することによる熱伝導率向上。
- ・設定温度に早く到達する為コンプレッサーが休まる時間が長くなる。

- ↓
- ・**電力削減**
 - ・**環境の一部改善**

大手企業様も続々と導入されています。

| 会社名 | 業種 | 地域 | 設置箇所 | 機器 | 削減率 |
|----------------|------------|------|---------|--------------|-------|
| NG工業株式会社 | 機械部品製造 | 神奈川県 | 製造ライン | 空調機 | 19.3% |
| 株式会社ビルシステム | 設備機器製造 | 茨城県 | 検査室 | 空調機 | 30.2% |
| Cウエストカンパニー株式会社 | 飲料製造 | 福岡県 | 製品保管庫 | 空調機 | 21.3% |
| Y食品 | 豆腐製造 | 栃木県 | 材料庫 | 冷蔵庫 | 34.2% |
| Kフレッシュ株式会社 | 生鮮食品加工 | 埼玉県 | 加工場 | 冷蔵庫 | 12.7% |
| Jレストラン株式会社 | 弁当生産 | 埼玉県 | 材料庫 | 冷凍機 | 6.9% |
| Sプラスチック株式会社 | プラスチック製品製造 | 栃木県 | 検査室 | 空調機 | 15.4% |
| G乳業株式会社 | 乳製品製造 | 東京都 | 梱包室 | 冷凍機 | 23.4% |
| S病院 | 病院・施設 | 佐賀県 | 院内 | 空調機 | 23.3% |
| NTE株式会社 | 食品製造 | 茨城県 | 機械室 | 空調機 | 28.5% |
| T部品工業株式会社 | 自動車部品製造 | 愛知県 | 事務所 | 空調機 | 22.1% |
| S総合病院 | 総合病院 | 神奈川県 | 廊下 | 空調機 | 24.4% |
| K珈琲店 | 飲食店 | 福岡県 | 店内 | 空調機 | 22.9% |
| Nフーズ株式会社 | 冷凍食品製造 | 千葉県 | 製品庫 | 冷凍機 | 21.1% |
| Y食品乳業株式会社 | 乳製品製造 | 神奈川県 | 食堂 | 空調機 | 31.7% |
| M食品株式会社 | 食肉加工業 | 香川県 | 製品保管庫 | 冷蔵庫 | 24.1% |
| K電気商会株式会社 | 電気設備業 | 富山県 | 事務所 | 空調機 | 15.6% |
| T印刷株式会社 | 印刷業 | 東京都 | サーバールーム | 空調機 | 28.6% |
| S食品株式会社 | 食品製造 | 福岡県 | 盛付け室 | 空調機 | 28.4% |
| Nグループ | 遊技場 | 大阪府 | ホール | 空調機 | 27.1% |
| 株式会社Sホールディング | エネルギー販売 | 北海道 | 事務所・店舗 | 空調機 (GHP) | 19.2% |



放置していませんか？ 冷凍空調機の消費電力

保守・点検の有効性について

◎ランニングコストの低減

定期的なメンテナンスはランニングコストを低減させます。エアフィルタや熱交換器を清掃しないで運転を継続すると、例えば暖房運転では次第に冷凍サイクル内の圧力が上昇するため、消費電力も著しく増大します。

ある事例ではノーメンテナンスのまま運転し、約4年後に高圧上昇のために、性能が著しく低下しました。この場合は図1にあるように、定期清掃をした場合に比べ、約40%も電気を浪費したことになります。

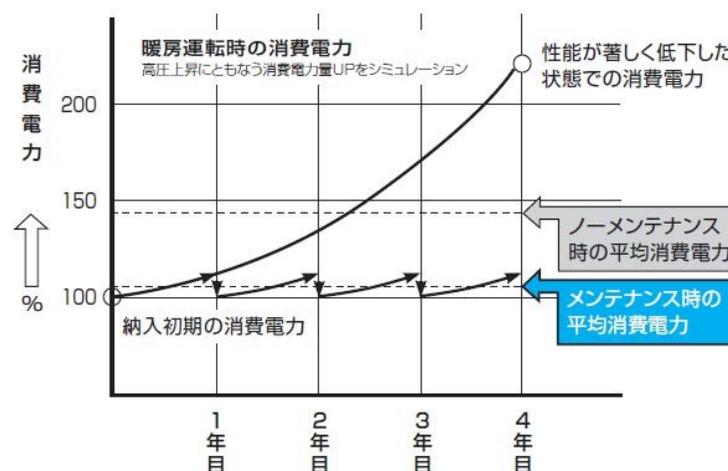


図1 ノーメンテナンスによる消費電力の増加

4年で消費電力が2倍になる！

引用先：社団法人 日本冷凍空調工業会 業務用エアコン委員会 パンフレット

「業務用エアコンを長く安心してお使いいただくために 定期的な保守・点検のおすすめ」



警告!! お使いの冷凍空調機器の改造行為に対して (添加剤などを注入する行為も含む)

データセンター向け冷凍空調機は、
5年ほど前から、高効率な機種が
発売されている。

省エネを狙う場合、省エネ型新型機を
導入すべき。

保証期間を超えた古い空調機を継続して
使わなければいけない場合に泡発生器は
導入されている。

近年、省エネルギー・電気料金の削減や性能回復、さらには冷媒特性改善等をうたい、既存の冷凍空調機器の冷媒回路に新たに熱交換器や部品などを増設したり、冷媒に添加剤を注入する行為が見受けられます。

冷凍空調機器は、JISや高圧ガス保安法等の基準に準拠するとともに、性能や安全性を確保するための最適な構造・冷媒・制御システムを用いて設計されており、使用する潤滑油や添加剤も冷媒や摺動部材に合わせて決められています。

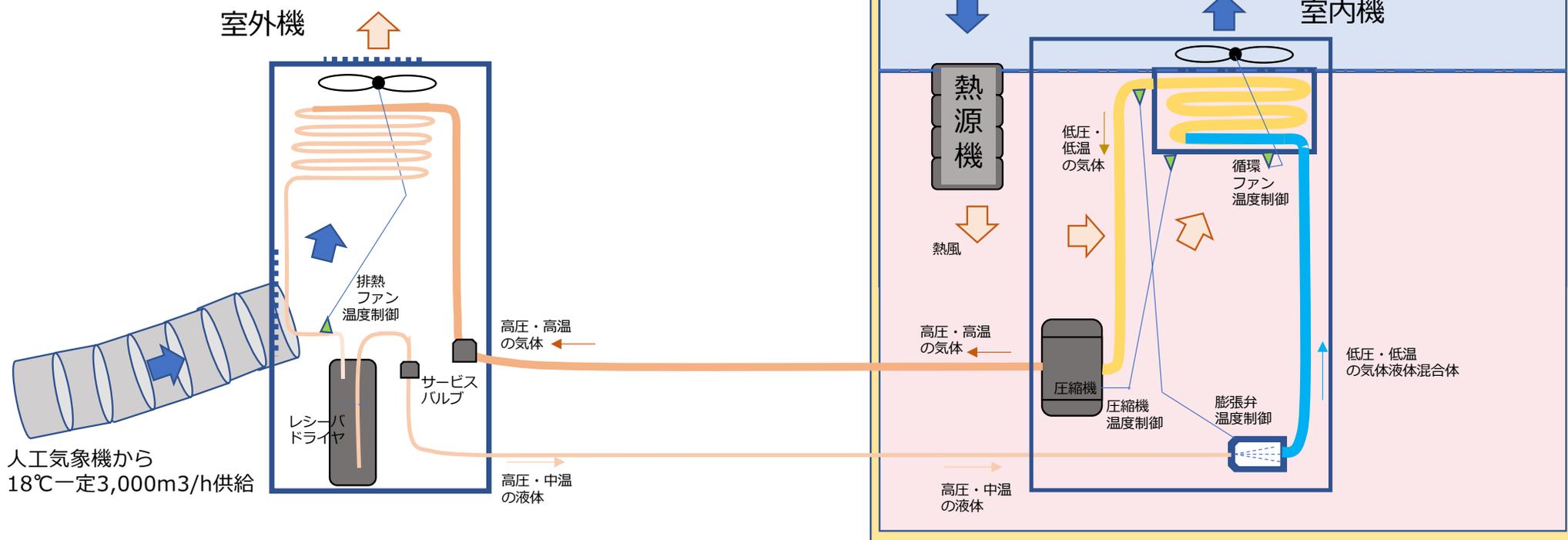
当該機器メーカーでない者が冷媒回路に熱交換器や部品などを増設する行為や冷媒に添加剤などを注入する行為に対し、当該機器メーカーは、性能や安全性及び信頼性の評価や保証及びメンテナンス等の対応を行いません。

従って、これらの改造行為が実行された後の故障・誤動作などの不具合や事故について、機器メーカーやこれらの改造行為に関与していない設備業者は、一切その責任を負えません。

一般社団法人 日本冷凍空調工業会
一般社団法人 日本冷凍空調設備工業連合会

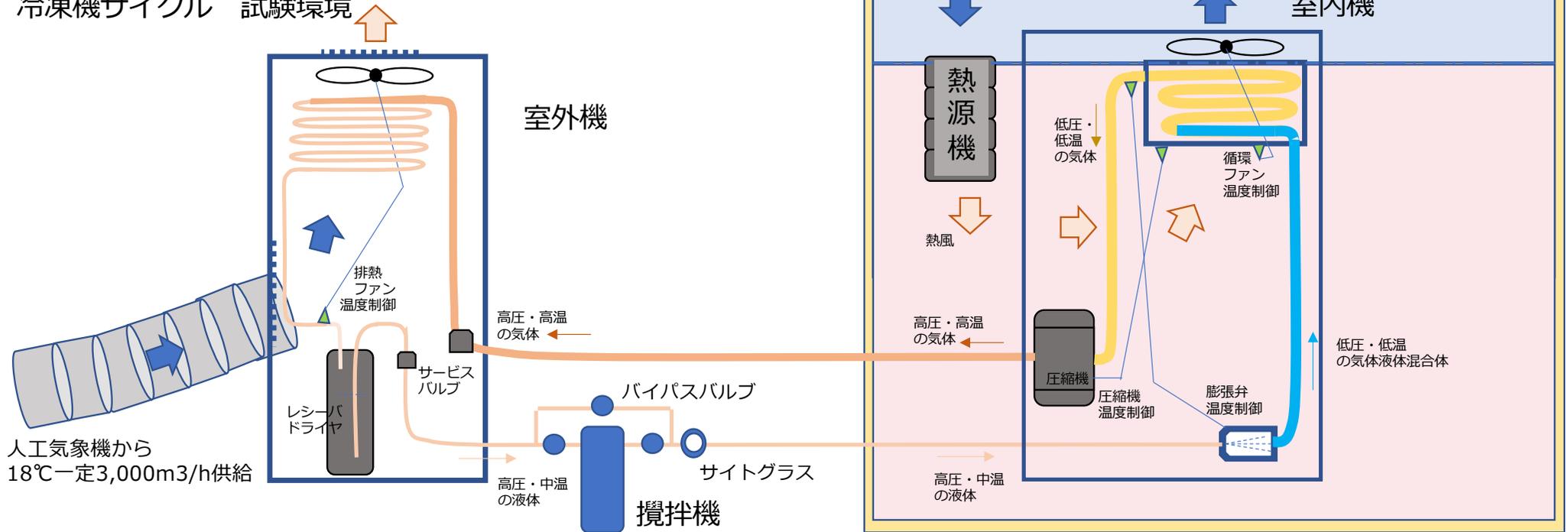
泡発生器を評価しました。

冷凍機サイクル 試験環境



泡発生器を評価しました。

冷凍機サイクル 試験環境



人工気象機から
18℃一定3,000m³/h供給

1. 攪拌機

代替フロンR410Aの流れを利用してバネを振動させ攪拌することにより約15%含まれる冷凍機油を分解する。

2. 泡洗浄（配管）

振動により発生する泡が配管内部の冷凍機油を洗浄するため流動抵抗が減少し圧縮機圧力を下げられる。

3. 泡洗浄（膨張弁）

振動により発生する泡が膨張弁による気化を補助するので圧縮機圧力を下げられる。

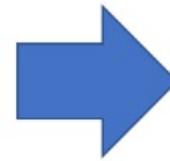


サイトグラス

攪拌機取付後
泡立っている

バイパス付
取付状態

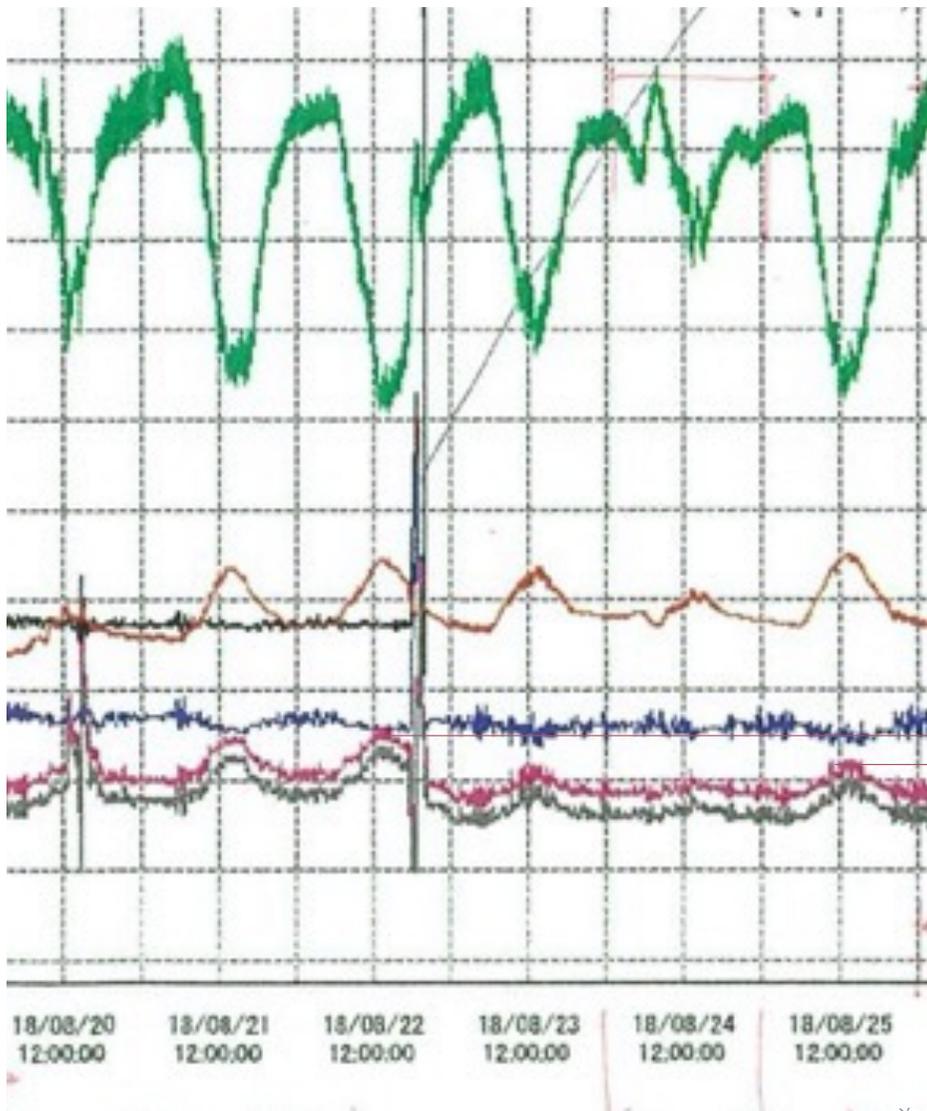
攪拌機は
空調室外機
下部に取付



当初圧力が
3.2Mpaから
1.9MPaに
下がっている



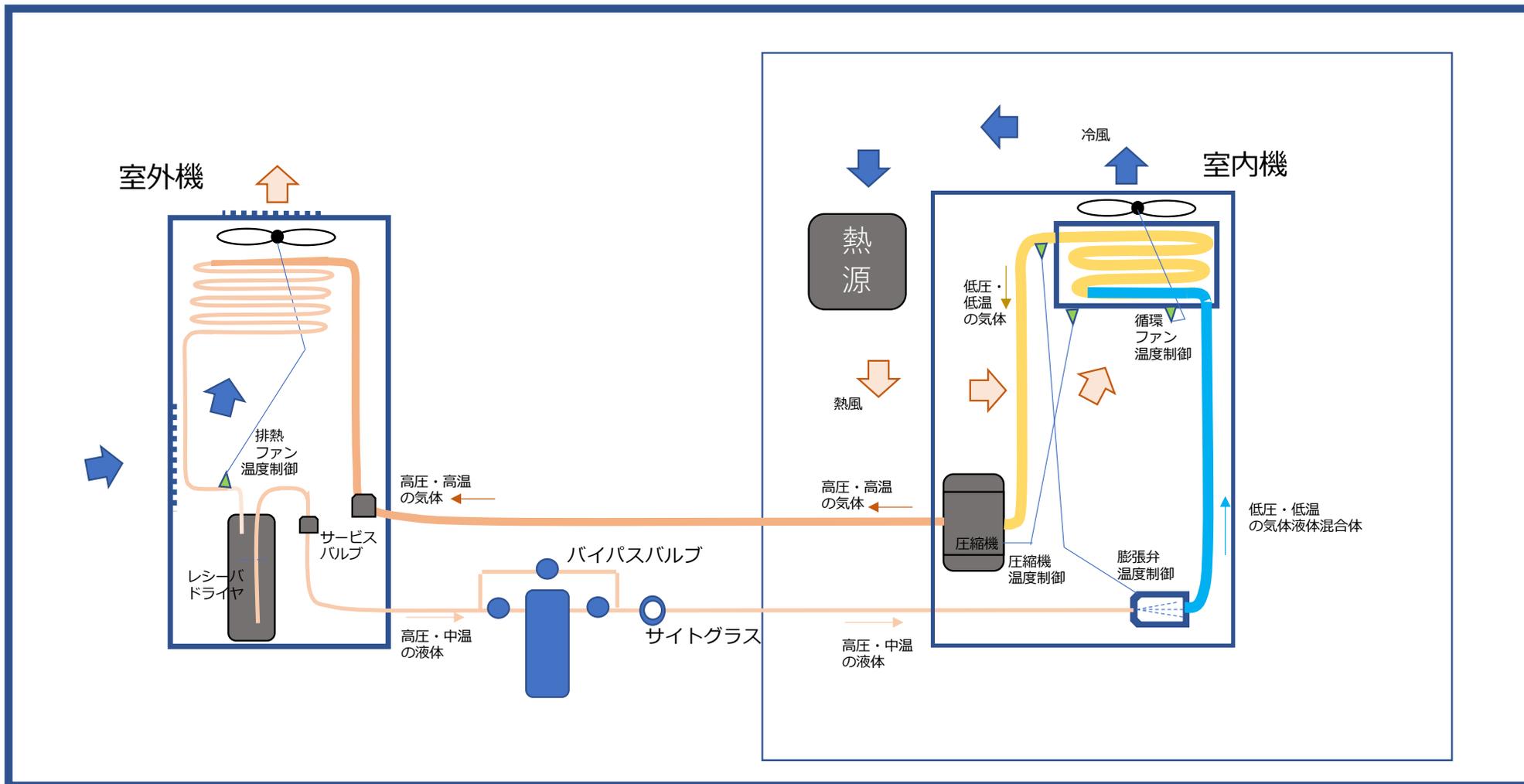
泡で省エネ



対象CRAC ラック型FTASCL空調機

熱負荷変更無し

約20%ダウン



産総研 再生可能エネルギー研究所 大型人工気象室



大型人工気象室内に、
キャッピング室を設営
内部に熱源シミュレータを設置





電力測定器と熱源器

室外機と泡発生器



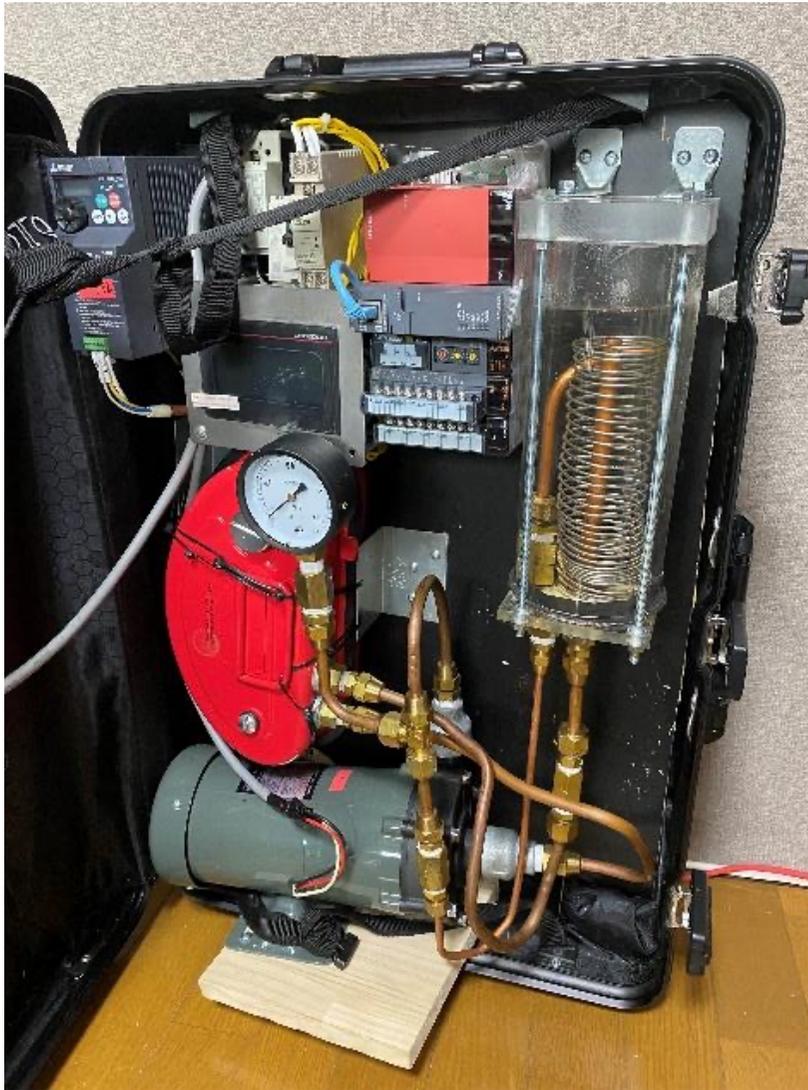
産総研 再生可能エネルギー研究所 大型人工気象室



500KWまで対応可能
1年間の気象条件を8時間で変化させられる

泡で省エネ

30



内部構造模式

水による旋回液流式
マイクロバブル発生器

製作：LXスタイル

泡で省エネ

10%から20% 空調電力を下げられます。
古い空調機ほど節電効果が高い。

機器購入費は省エネ電気代 5年前後で償却出来ます。

販売実績は10年23,000本を超えます。

以上