

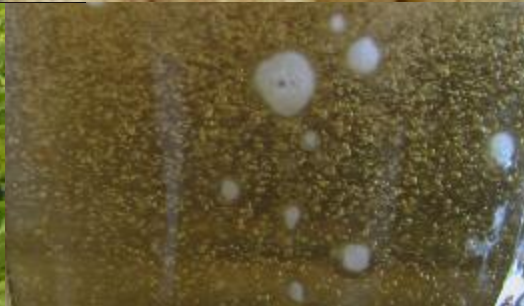
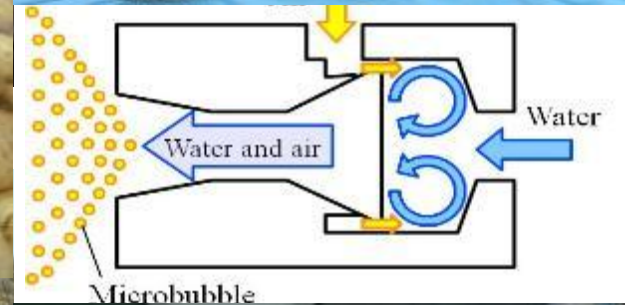
ファインバブル： ウルトラファインバブルを利用した

# 最新の応用事例紹介

— ループ流式OKノズルの構造・原理・特徴 —

2026年5月27日 TMC公開セミナー

(有)OKエンジニアリング 松永大



# — 目次 —

## 1. 自己紹介とOKノズル開発の経過

## 2. ファインバブル発生OKノズルの原理と構造とFB径

2.1 ループ流式 OKノズルの原理

2.2 ファインバブル発生OKノズルの構造

2.3 マイクロバブルの発生とバブル径

2.4 ウルトラファインバブルとバブル径

2.5 ウルトラファインバブルのブラウン運動画像

2.6 レーザー光で簡易的にUFB観察

## 3. ファインバブルの様々な効果

## 4. ファインバブルの応用事例の紹介

## 5. 今年(2026年)の特徴的応用事例

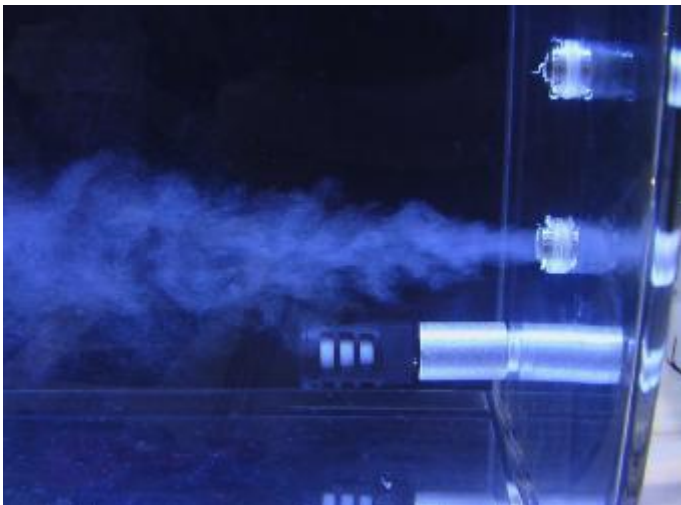
## 6. AIで製作したHPの「動画」

# 1. 1 自己紹介

(有) OKエンジニアリング

## 松永大 自己紹介

- (1) 1949年、長崎県平戸市生月町の生まれ。玄海灘で育つ。
- (2) 1972年、立命館大学卒業後、伊藤忠商事系列の工作機械メーカーで自動車部品を加工する専用工作機の設計に従事。
- (3) 1989年に(有)OKエンジニアリングを設立。工作機械の設計一筋40年。
- (4) 2000年からファインバブル発生ノズルの研究・開発をはじめめる。
- (5) 2013年からファインバブル発生ノズルの研究・開発に専念。現在に至る。



OKノズル  
製造実績

60m/min ~ 1200L/min

## 1.2 FB発生OKノズル開発の経過

<https://ok-nozzle.com/>

- (1) 2000年～3年間、旋回流ノズル設計・製作・実験
- (2) 2005年～ 八尾の加圧溶解タンクの自動化と実験
- (3) 2006年6月、アオコ浮上分離を田んぼで実験した時のステルスバブル現象がOKノズル開発の閃き、きっかけとなる。
- (4) 2006年9月ループ流式OKノズルの基本構想を第一弾の特許として申請。  
50個の発生ノズルを試作し、1年間実験。
- (5) 2008年、実践タイプのループ流式OKノズル第二弾を特許申請。 特許第5002480 取得。
- (6) 2009年 ループ流式OKノズルを発売開始。
- (7) 2012年5月 ループ流式ノズル特許取得特許第5002480

(透明アクリル水槽でFB発生)



実験用試作ノズル 50個



(8) 2012年7月 ウルトラファインバブル発生実験/学会発表

(9) 2012年8月 第三弾、特許申請。

(10) 2013年11月 商標登録:「ループ流式OKノズル」

2021年1月 商標登録:「ループ流式ノズル」

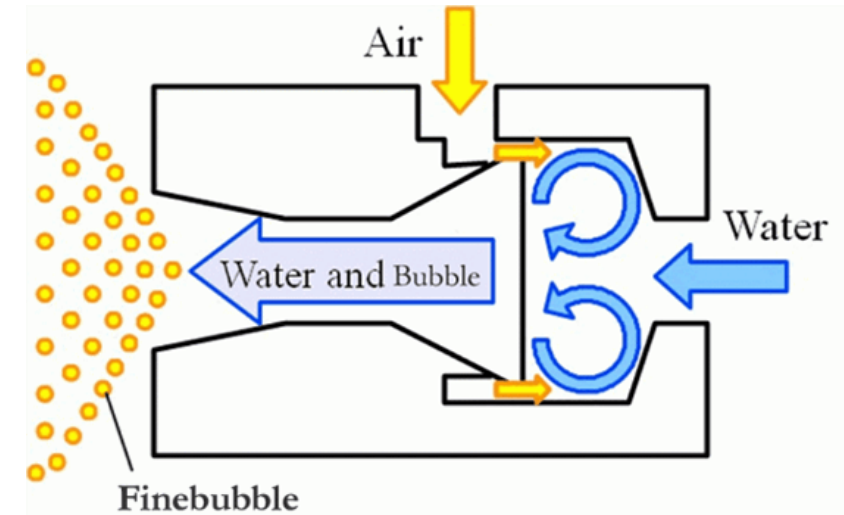
(11) 2015年 第四弾、特許申請。PCT世界特許申請。

(12) 2016年 世界特許各国申請(34カ国)

2021年4月現在、14カ国取得。

- ①日本2017.7.7 特許第6167321 ②ニュージーランド
- ③ロシア ④USA ⑤カナダ ⑥シンガポール
- ⑦台湾 ⑧オーストラリア1/2と2/2 ⑨フィリピン
- ⑩中国 と香港 ⑪韓国 ⑫イスラエル ⑬マレーシア
- ⑭インドネシア

(13) 2019年、ビール用OKノズル特許取得。発売





日本混相流学会

The Japanese Society for Multiphase Flow

## \* 2011年 日本混相流学会に入会

- ① 2009年から日本混相流学会講演に参加を始める。
- ② 2011年5月、関西大学の植村教授の推薦で正会員として日本混相流学会に入会。毎年の日本混相流学会講演会に参加し非常に多くのこと学び勉強になった。会津大学、熊本大学、京都工芸繊維大学、etc
- ③ 2012年7月、東京大学の柏キャンパスでの講演会ではOKノズルの性能とナノバブルUFB実験結果について講演。ナノバブルの数が4億8000万個/mLあり、超純水の中で安定して存在することを発表した。

<http://www.jsmf.gr.jp/index.shtml>

## \* 2012年 FBIA設立時から入会

<https://www.fbia.or.jp/>

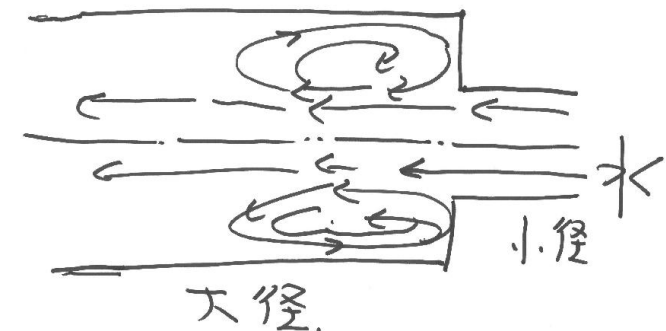
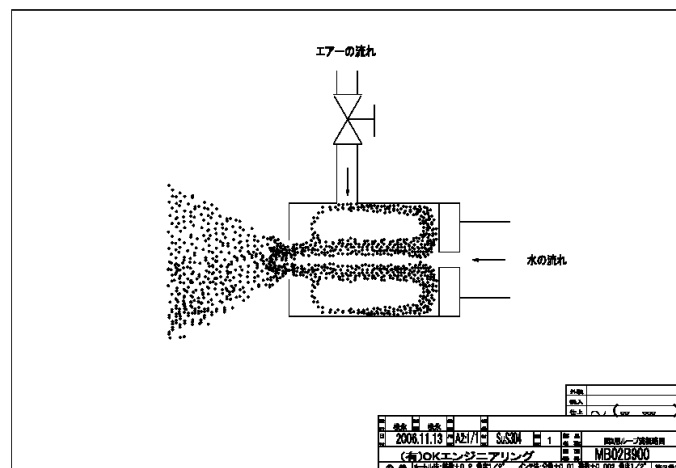
2012年8月一般社団法人ファインバブル産業会(FBIA)設立時に入会した。経済産業省の委託を受け、ファインバブルの国際規格化に取り組んでいる。私は国際規格化に向けた日本国内でのメンバーである。



## 2. ループ流式OKノズルの原理と構造とFB径

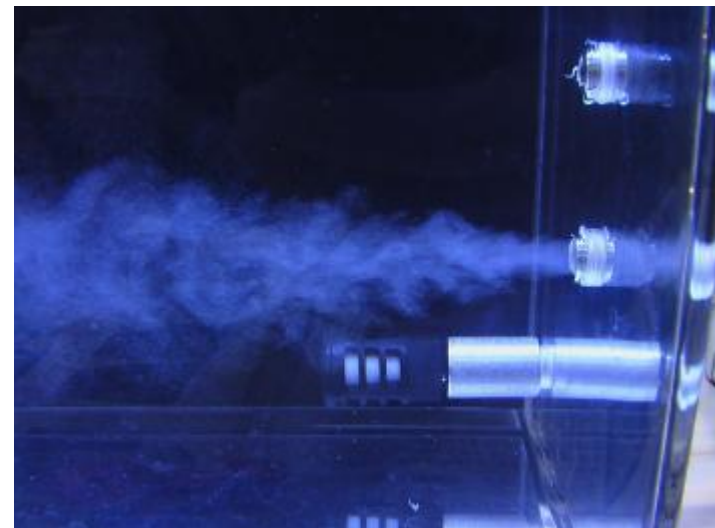
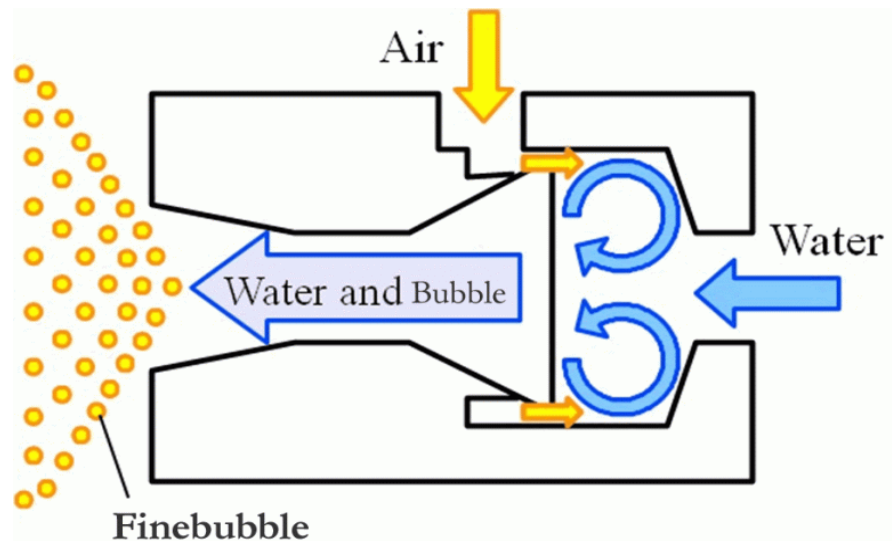
### 2.1 ファインバブルOKノズルの原理

- ① 一般的に管の断面積が急拡大する場合、拡大管のコーナで渦が発生する。
- ② この渦＝ループ流を最大限に利用したのが、ループ流式ファインバブル発生OKノズルである。



## 2.2 ファインバブル発生OKノズルの構造

- ① ループ流と機構が数ヶ所でさらに激しい乱流を起こす。
- ② この激しい乱流が、バブルを微細化する。
- ③ 全周から気体を自吸する構造にしているので、ファインバブルの発生効率が非常に高い。

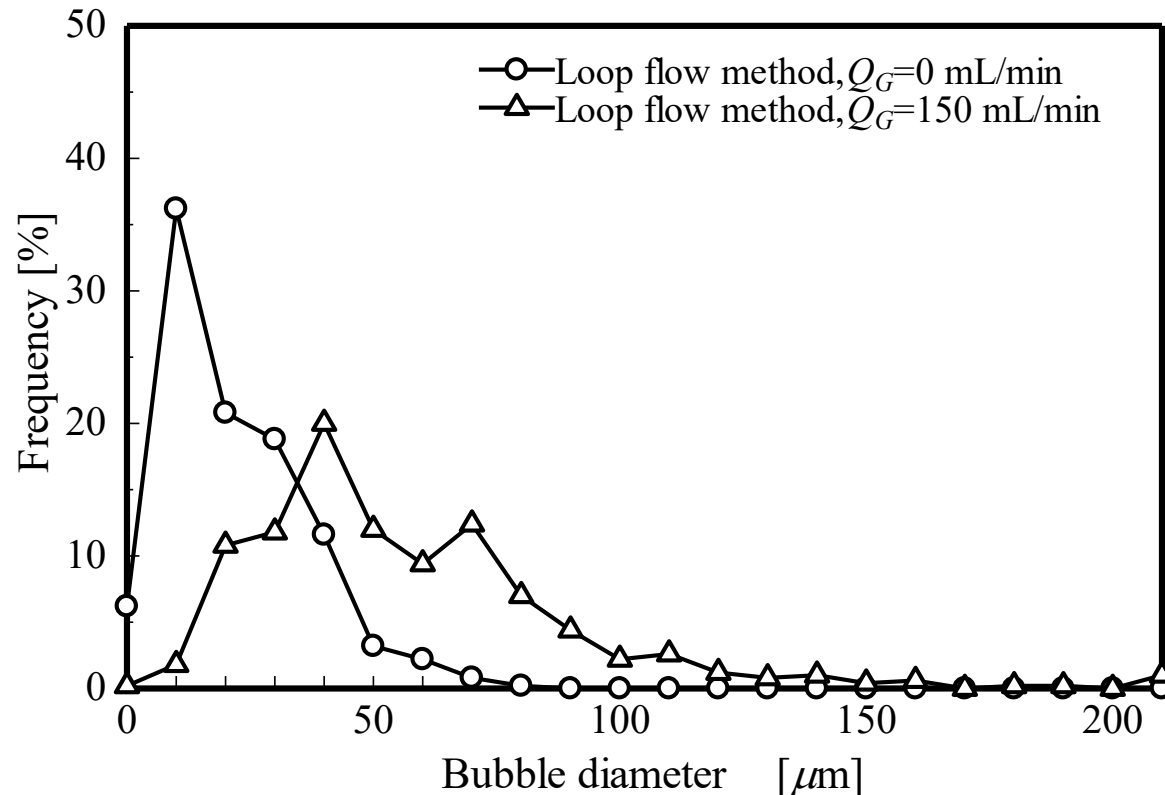


## 2.3 マイクロバブルの発生とバブル径分布

### ① マイクロバブル径分布 神戸高専の測定データ

・水圧約0.2MPa時のピーク径:  $10\ \mu\text{m}$

OKノズル(OKE-MB01FJ、7L/min)を使用。



## 2.4 ウルトラファインバブルの径、分布の測定

ナノサイト社のLM20で計測。 2012年7月実験

- ① バブルピーク径: 112nm
- ② 総バブル数: 4億8000万個/mL

### サンプルNo.3-1

- 超純水
- 高純度酸素  
99.9999%
- 水圧0.1MPa
- 渦動時間: 90分循環

### ● Nano Bubble No.3-1

water-press 0.1MPa

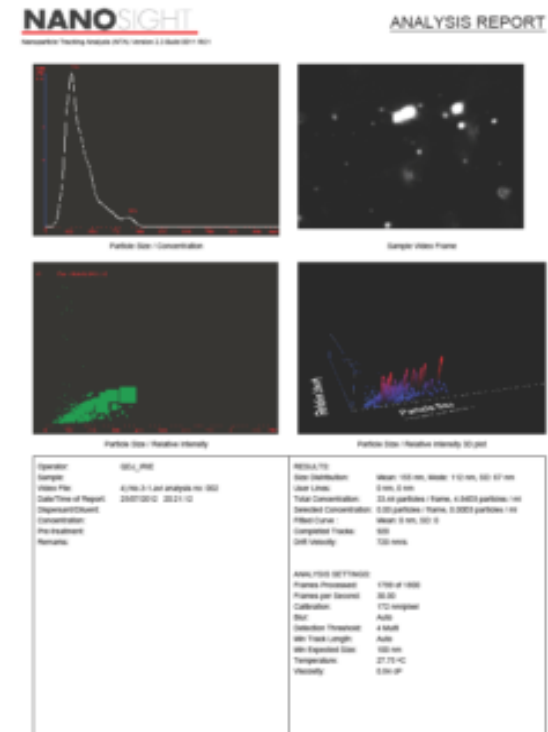
Size Distribution:

- Mean: 155 nm
- Mode: 112 nm
- 4.645E6 particles/ml
- SD: 67 nm

Total Concentration:

- 33.44 particles / frame
- 4.84E8 particles / ml

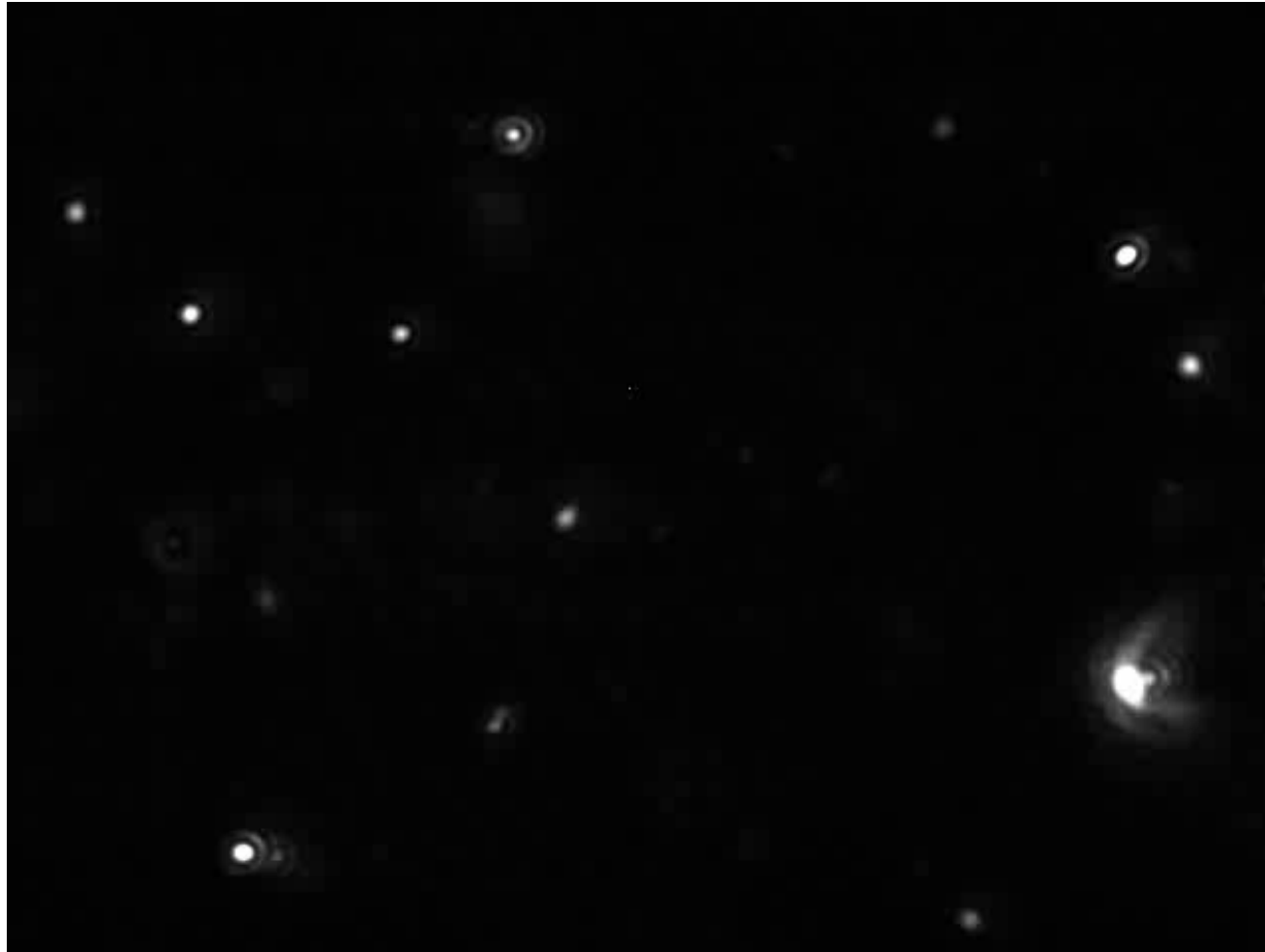
**OK-nozzle makes many Nano-bubbles.**



## 2.5 ウルトラファインバブルのブラウン運動画像

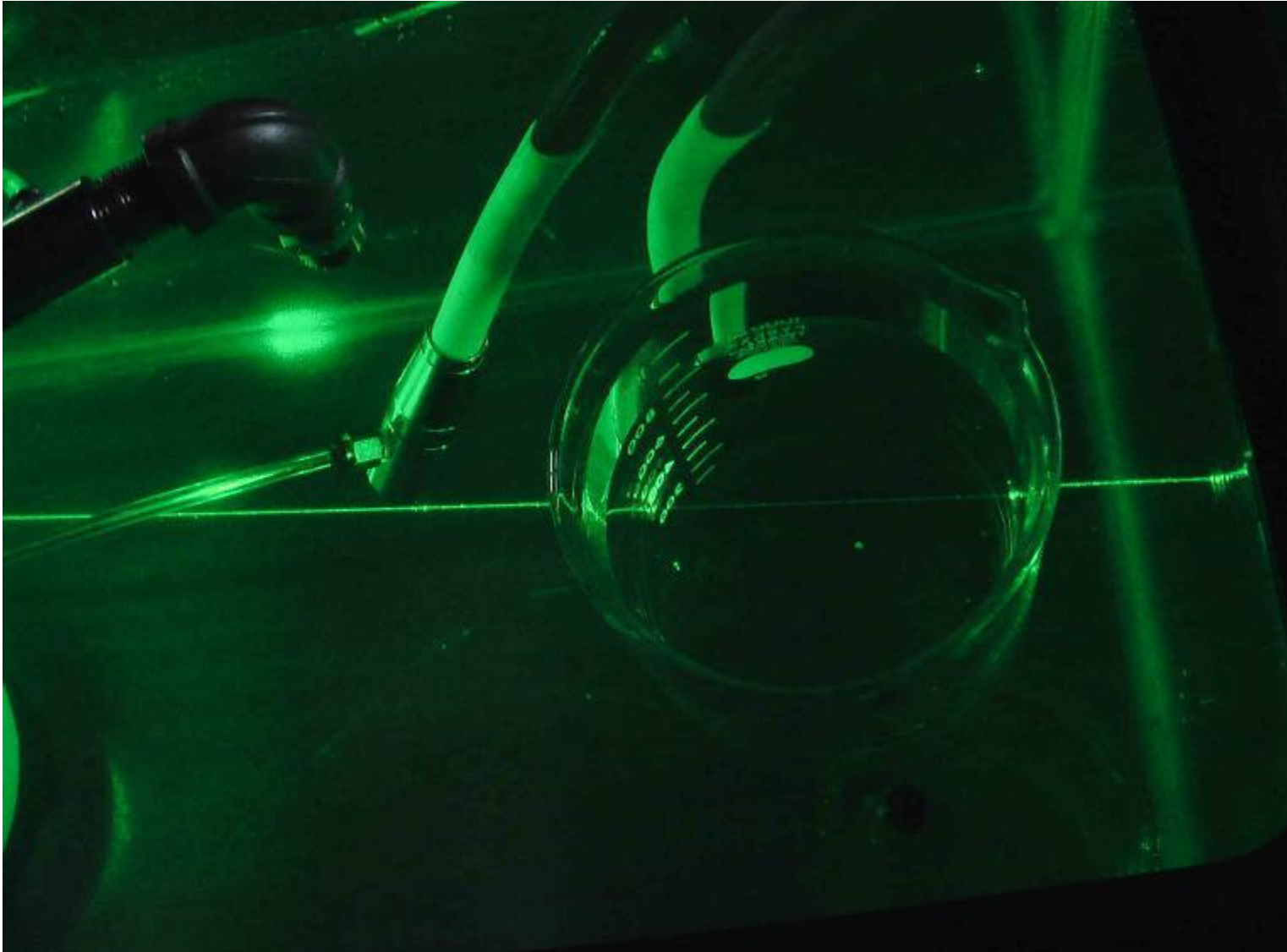
ナノサイト社のLM20 の画面。

2012年7月実験



## 2.6 レーザー光で簡易的にUFB観察

- ビーカー内は汲んだ直ぐの水道水。FB発生停止30分後。



グリーンレーザー(150mw)

### 3. ファインバブルの様々な効果

1	生物活性化の効果
2	強力な洗浄と除菌効果
3	アルミ加工時の構成刃先剥離効果
4	シリコンウエハー面粗度UPに効果
5	高い気体溶解効果
6	殺菌効果
7	魚等の鮮度保持効果
8	脱色効果
9	浮上分離の効果
10	バイオフィルム発生抑制効果
11	抵抗低減の効果
12	水の粘度を下げる効果
13	帯電と溶液の濃縮
14	ナノ粒子製造工程での微細化効果
15	液流れの可視化
16	リラックス効果
17	未知の効果
18	省エネルギー効果

各項目の説明は省略

## 4. ファインバブルの応用事例の紹介

- 【応用事例1】 チリ・マゼラン海峡鮭養殖海底60mの浄化実験
- 【応用事例2】 兵庫運河の海水浄化
- 【応用事例3】 琵琶湖湖底の浄化
- 【応用事例4】 ミニトマト
- 【応用事例5】 トマト(桃太郎)灌水栽培
- 【応用事例6.1 .2】 イチゴ — 紅ほっぺと讚岐姫
- 【応用事例7】 チリ農業
- 【応用事例8】 メロン 4.5 Kg

# 【応用事例1】 **ファインバブル**で — 400L/min OKノズル使用 チリ・マゼラン海峡鮭養殖海底60mの浄化実験

## — 海底の浄化方法について —

2021年2月5日 WEB 第1回FBIA技術セミナー 報告: 松永 大



### 1. 実験



kran

Jaime De La Cruz G.  
Presidente

Fono +56 65 2 480460 | Movil +56 9 9218 8110  
Ruta V 505, KM 3.5, Sector La Vara. Puerto Montt

[www.kran-nanobubble.com](http://www.kran-nanobubble.com)

### 2. まとめ

(有) OKエンジニアリング 松永 大

# 1. クラン会社紹介

## 1. 1 Kran <https://kran-nanobubble.com/>

- (1) Kranとは、チリ南部の先住民セルクナム文化の神。強さと純粋さを表した太陽の神。この部族は自然と完全に調和してパタゴニアの最も極端な地域に適応した。彼らと彼らの原則に敬意を表して、クランという会社名が生まれた。
- (2) 2017年、クランはFBIAに入会。ファインバブル事業を開始。ループ流式OKノズルの購入を始める。
- (3) クラン社長、3回当社を訪問。
- (4) 2018年、(有)OKエンジニアリングとクランは中南米の代理店契約を結ぶ。ノルウェーなど世界のサーモン養殖も担当。



右端がKranの社長 Jaime氏



## 2.2 チリ・サーモン養殖の歴史

### (1) 米国によるチリ・サーモン養殖の試み

- ①1968年、米国は孵化場を建設しマスノスケ、ギンザケ移殖を再度試みたが失敗。
- ②1977年、米国企業が孵化放流を試み500匹以上の回帰を見たが成功していない。

### (2) 日本のチリ・サーモン養殖に貢献 18年間

- ①日本は技術協力を決定。1974年日本産シロザケ発眼卵を送り孵化放流事業を開始。
- ②1976年チリ政府による孵化場はアイセン州に完成（コジャイケ白石孵化場）
- ③1980年、日本からサクラマスの卵をチリへ送る。1986年まで日本政府は繰り返し長期専門家、短期専門家を派遣し、シロサケ、サクラマスの発眼卵をチリに送り、孵化放流を繰り返し、日本産サケの資源造成を試みました。



ウィキペディアより サクラマス

## <日魯漁業(株)の貢献>

- ④ 1978年、日魯漁業(株)(現マルハニチロ・ホールディングス)はニチロチリ社を設立、チリ政府の協力を得てギンザケ養殖事業に進出。
- 1978年前半に漁船で沿岸調査を行い養殖適地をプエルト・モント(南緯41度)に決定し、養殖事業を開始。
- 同年12月に米国よりギンザケ発眼卵をチリに搬入。淡水飼育し、翌年にはプエルト・モント湾内に設置した網イケスに幼魚を移し、海水養殖を開始。養殖は順調に行われ、
- 1981年チリで初めて、海面養殖によるギンザケ130トンが水揚。年々養殖量を拡大しギンザケ生産量1,000トン規模に。
- 1996年には、都市化による海洋汚染が進み養殖海域にも影響あり同年1,000トン近いギンザケを水揚し、初水揚より16年行ってきた同海域でのギンザケ養殖事業を終了。



ウィキペディアより ギンザケ

- ⑥ チリ国の「チリ財団」は、日魯漁業(株)(現マルハニチロホールディングス)の海面養殖の成功(チリで初めてのサケマス海面養殖の成功)を知り、養殖企業化試験を開始。
- ⑦ 1985年以降はチリ企業、サケ養殖では実績のあるノルウェー等の外国企業もチリにおけるサケ養殖事業に参入し、養殖地もチリ南方に広がり、魚種もギンザケの他にアトランティックサーモン、トラウト(ニジマス)、マスノスケと複数のサケマスが養殖され今日に至っています。

### (3) チリ政府は、日魯漁業(株)に感謝

- ① 1989年(平成元年)チリ政府は、日魯漁業(株)(現マルハニチロホールディングス)がギンザケの養殖を通じチリの経済、産業の開発に貢献した事に感謝し、日魯漁業(株)(当時佐々木醇三社長)にベルナルド・オ・ヒギンズ勲章を贈りました。



ウィキペディアより アトランティックサーモン

#### (4) 1980年代初めチリサーモン養殖の始まり

1999年の酒井光夫氏(当時アルゼンチン水産資源評価管理計画)の報告書「チリにおけるサケ移植と養殖計画、およびIFOP白石博士孵化場の活動概況」には

- 『1980年代の初めには、チリにおいても企業生産を目指す会社が出現した。』
- ギンザケ養殖のパイオニア的存在であるニチロチリ(日魯漁業)およびMytilus社であった。チリにおけるサケ養殖の歴史はこの時点で始まったと言えるだろう。』とチリサケマス養殖の開始の記述がある。



ウィキペディアより マスノスケ(キングサーモン)

## 2.3 チリ・サーモン養殖の問題点

### (1) 海底に餌の残りや糞等が堆積し起こる問題

#### ①サーモン養殖場の海底は貧酸素、無酸素状態

#### ②サーモンに害を与える細菌対策

2007年には伝染性サケ貧血 (ISA) がチリの沿岸海域全体に猛威を振るい、生産量がほぼ半分にまで激減した。養殖場が集中し、規準が不十分だった為此の菌は急速に広まった。サーモンに害を与える細菌による病気対策として抗生物質等の薬品が多量に使用されている。

チリ政府は抗生物質の投与を少なくするよう指示している。

#### ③赤潮の対策

2016年3月、赤潮の藻類が多量に発生し、サーモンが多量に死ぬ問題が発生。その際、死んだサーモンをチロエ島の沖合に投棄した為、2度目の有害藻の増殖が突然生じた。それはアレキサンドリウム・カテネラ類のもので、かつてない規模の赤潮を発生させてあらゆる魚介類を殲滅させた。

## (2) チリ政府の養殖規制 海底、養殖環境基準を設定

### ① サーモン養殖が出来ない汚染海域が多くなっている。

収穫後、養殖場で再び鮭養殖する為には国の許可がいる。その条件は、海底部の海水中に一定のレベルの溶存酸素を有することだけでなく、特定の細菌や藻類が存在しないことである。養殖センター再開の条件。

- DO値が3.0 mg / Lより高いこと
  - ベツギアトア菌数量は、ゼロ
  - 赤潮の原因である藻類が、ゼロ
- この三課題。

ベツギアトア菌は、生態系に害は及ぼさない。しかし、この菌の存在は、海底が貧酸素、無酸素状態であることを意味する。

クランのメンバーは、「死に至らしめる可能性の有る微細藻類アレクサンドリウムカテネラの赤潮現象をまだ経験していない」とのこと。

### ② サーモン養殖海域の浄化対策が課題

チリ政府のサーモン養殖再開基準をクリアーする為の環境浄化が、急務となっている。

# 3. チリのサーモン養殖場海底の浄化実験

## 3.1 実験目的

### (1) 養殖場海底の有酸素化

海底に餌の残りや糞等が堆積し、海底は貧酸素状態になっているので、これを解決するのが第一の課題である。

### (2) 海底に堆積した汚染物質の除去。

### (3) ベツギアトア菌、藻類を規定のゼロにする。

### (4) 酸素ファインバブルで上記の課題を解決する為、深さ60m海底の浄化実験を行い、その場で再度サーモン養殖が出来るように海域を浄化することが、この実験の目的である。

海底の貧酸素状態を解決すれば、海底の汚染堆積物は微生物が処理し、サーモン養殖海域全体の海水も浄化され、抗生物質等の使用量を減らすことが可能。

# 3. チリのサーモン養殖場海底の浄化実験

## 3. 2 実験装置

### (1) ファインバブル発生装置 (クランの製品)

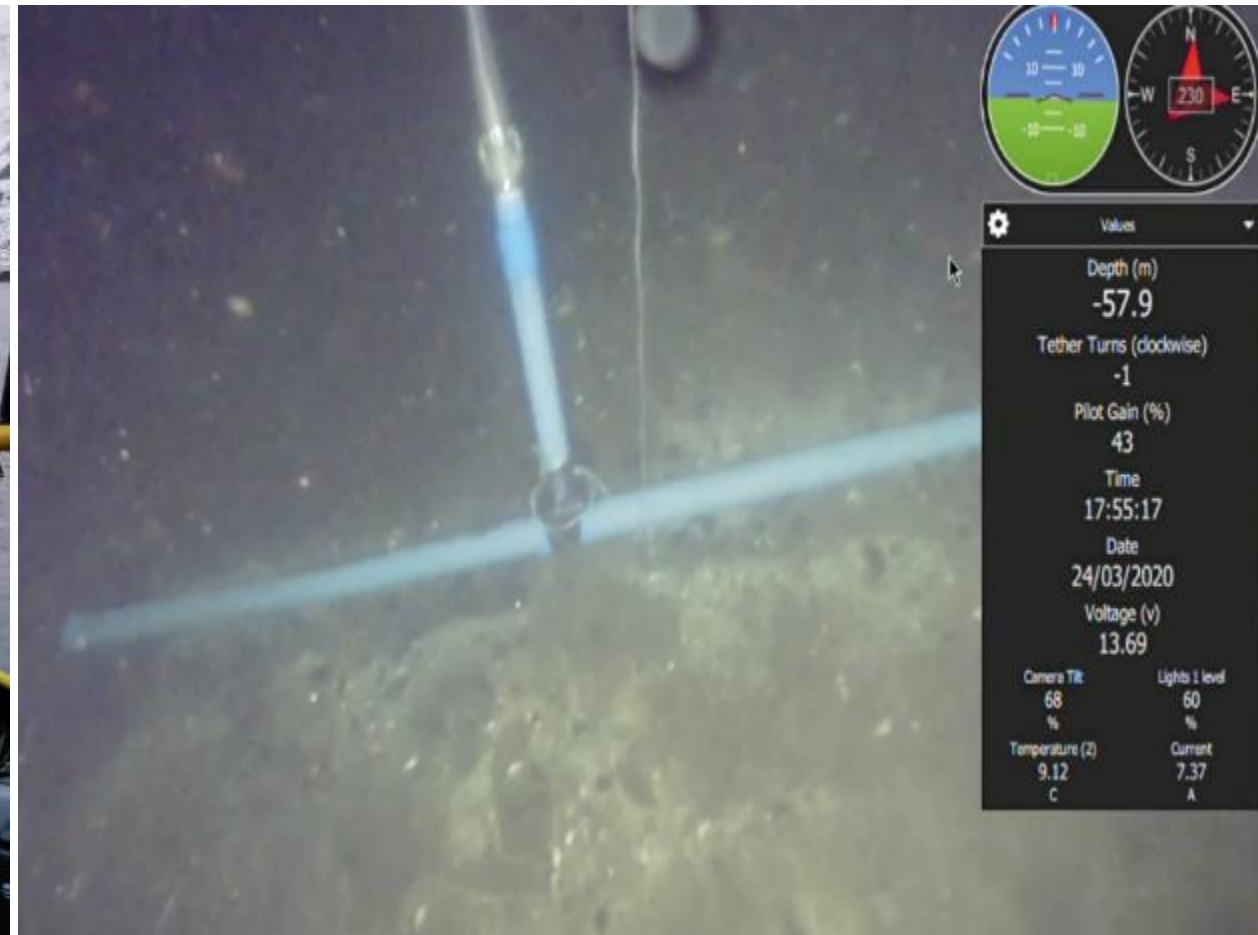
① OKノズル400L/minを組込んだクランが製作したFB発生装置。



## 3.2 実験装置

### (2) T型噴射ノズル方式を採用

宍道湖の湖底浄化に使用されたT型噴射ノズルをクランに紹介した。



# Mouth of river Hii



# Jet-Nozzle



# With 500L/min OK Nozzle



# Fire pump



## 3. 2 実験装置

### (3) 水中カメラ

水中カメラでT型噴射ノズル部を観察、浄化状況を撮影

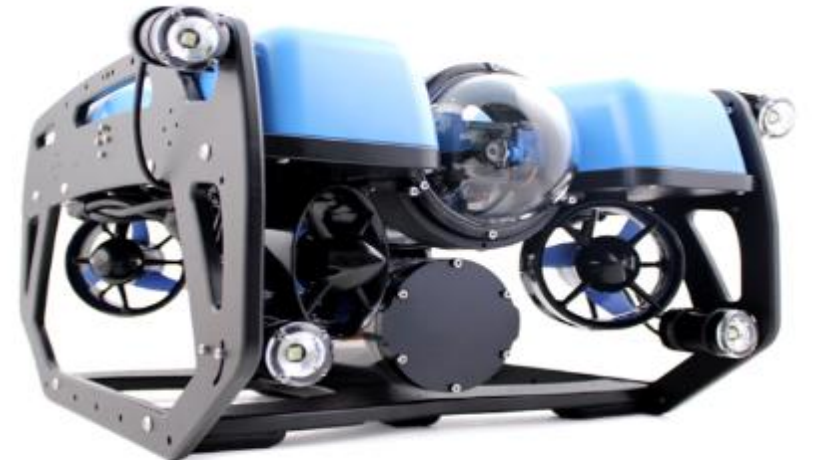
Depp Trekker: DTG3



Maris cope: MS



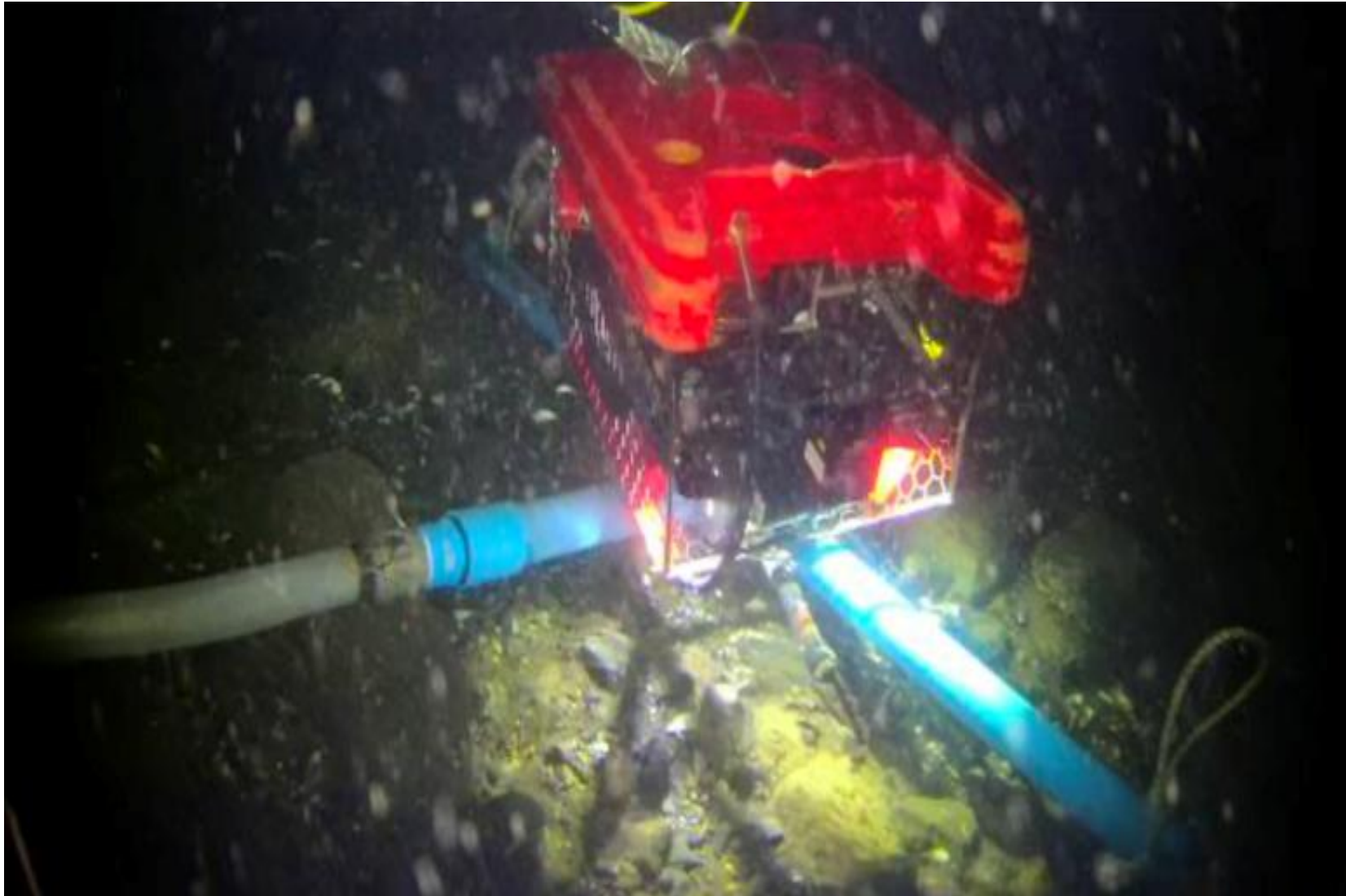
Blue Robotics: BlueROV2.



### (3) 水中カメラ

#### 水中カメラでT型噴射ノズルを撮影

Solicitó fotos del roV operando y obtuve estas:

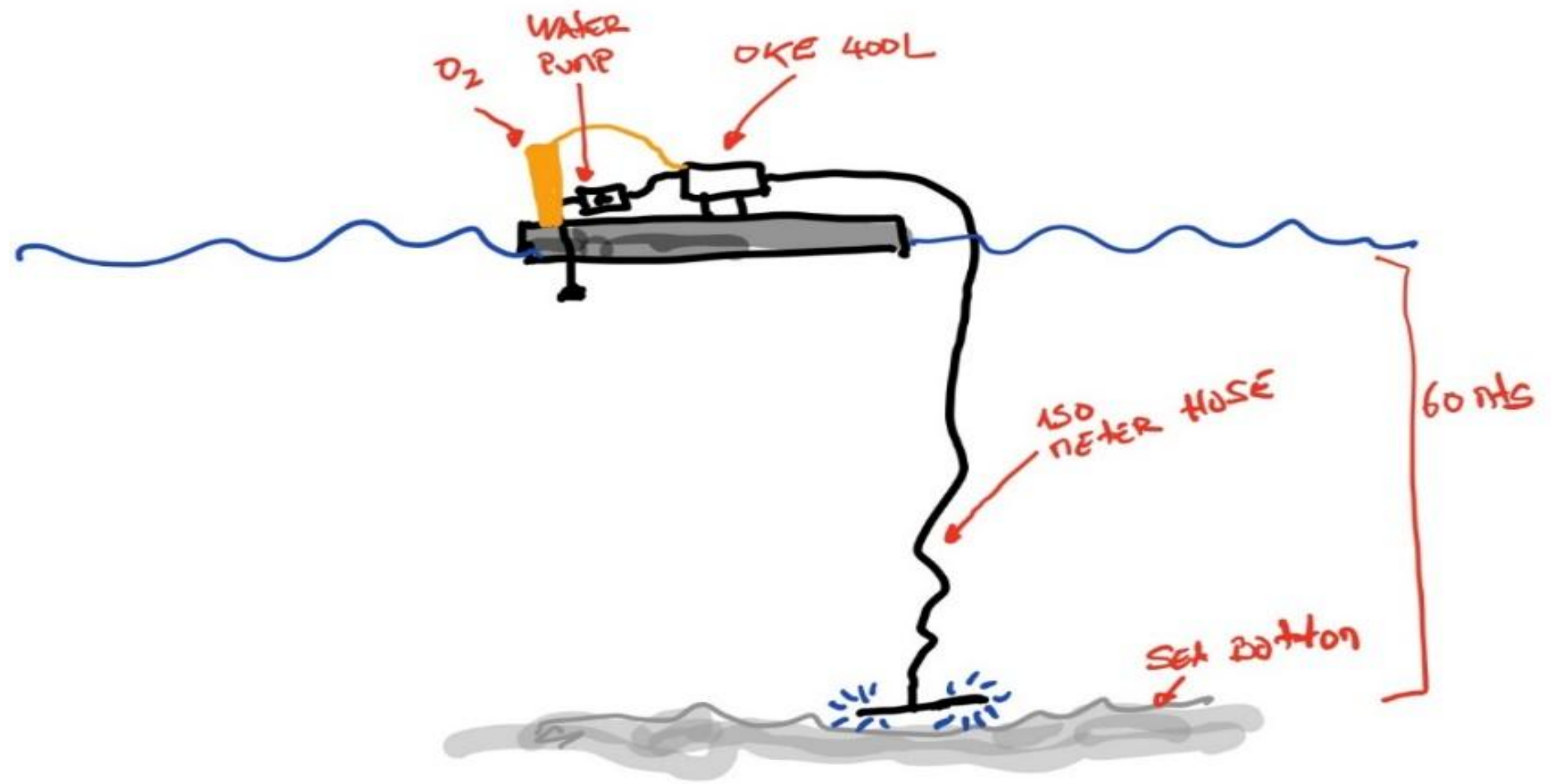


### 3. 3 実験方法

- ① OKノズルを載せたFB発生装置(クラン製)を作業船に設置  
チリ・マガリャネス海峡(マゼラン海峡)の入江



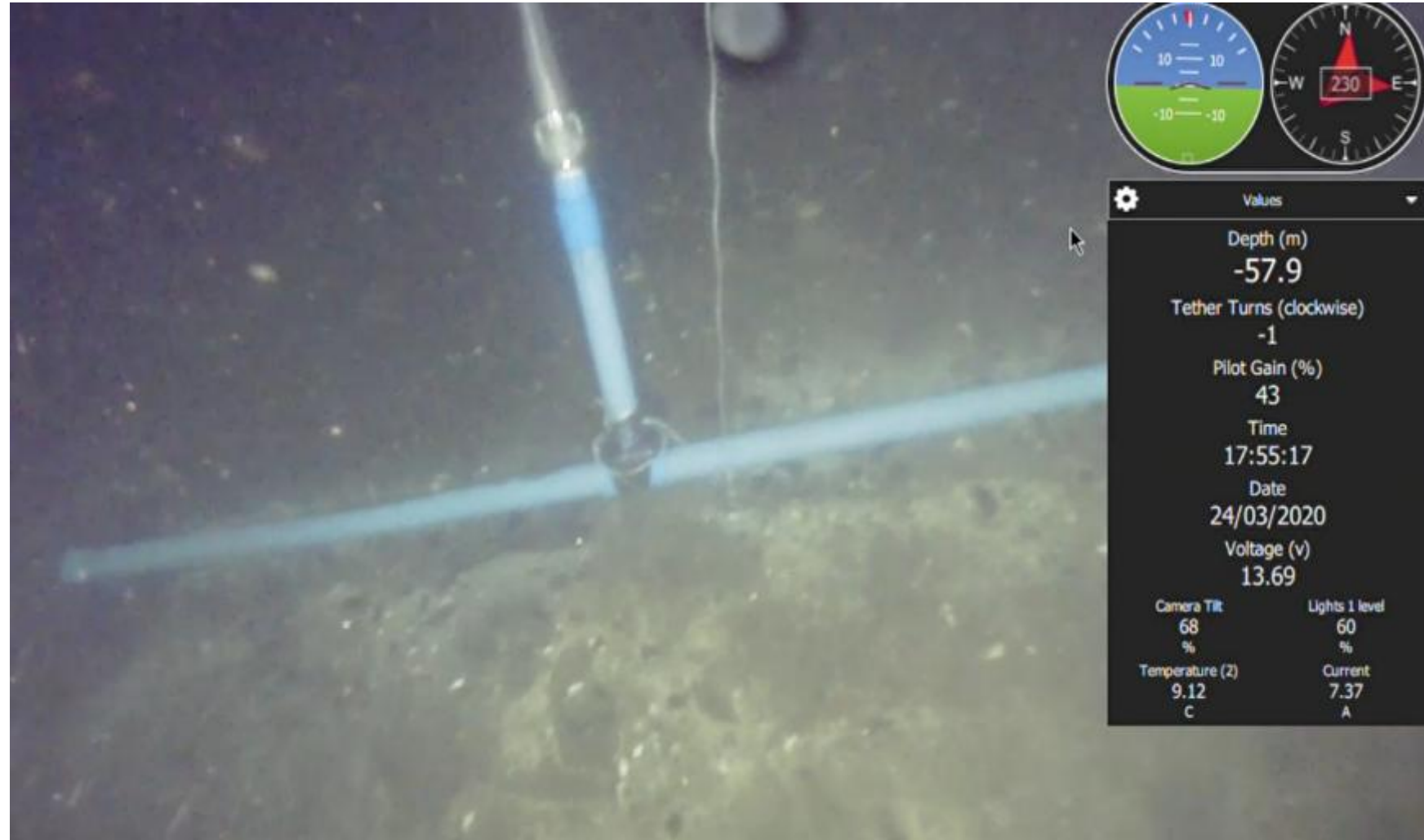
## ② 実験方法の概略イラストレーション



# ③ T型噴射ノズルから酸素ファインバブルを噴射状態撮影

(ROV:遠隔操作車両で撮影)

Blue ROV2.



# 3. チリのサーモン養殖場海底の浄化実験

## 3.4 実験条件

2020年初めから現在(2021年1月)までの実験条件は次のとおり。

- ① OKノズルの流入口で水圧は 6バール(0.6MPa)
- ② OKノズルの吐出側で水圧は 4.5バール(0.45MPa)
- ③ 酸素供給量は 6 L/min。酸素ポンベを使用。
- ④ 酸素ファインバブル水を海底60mに送る為、ホース内径2インチ、長さ150mを使用。
- ⑤ 取水部、最低温度8月に約6°C、最高は3月に9.5°C

## 3. 4 実験結果

- (1) 実験の主目的である海底部の海水の有酸素化は良い状況である。  
400L/minOKノズルに6L/minの酸素を供給し、T型噴射ノズルから酸素ファインバブル水(D<sub>o</sub>値300%)を噴射することで海底近傍のD<sub>o</sub>値は上がった。
- (2) 汚染源の海底堆積物も非常に少なくなり、浄化されつつある。良い結果が出ている。
- (3) ベッギアトア菌と藻の分析結果はゼロとなった。
- (4) 酸素ファインバブルで閉鎖中の養殖場が12月に再開！  
マゼラン海峡の養殖センターの1つは、セルナペスカ(州の検査機関)によって3年以上閉鎖されていたが、クランの生態系回復の取り組みにより、1ヶ月前(2020年12月)に再開された。

# 3. チリのサーモン養殖場海底60mの浄化実験

## 3.5 考察

(1) OKノズルに酸素を供給し、酸素ファインバブル水を海底に噴射して効率的にDo値を高めことができ、貧酸素、無酸素対策は達成されることが明らかになった。

- ① 今回の実験でOKノズルに6L/minの酸素を供給し、Do値が330%になっているので、酸素量を10L/minにすると、Do値は500%近傍になり、海底で攪拌すると海底汚染の浄化処理能力はさらに高まると考える。
- ② 海底60mの水圧は約0.6MPaなので、「気体の溶解度は圧力に比例する」とのヘンリーの法則からすると、Do値はもっと上げてよいのではないか。

注) 海底の汚染処理がほぼ終了したら、生態系を考慮し酸素供給量をコントロールする必要がある。

- (2) T型噴射ノズルの噴射で海底堆積物を耕すので処理スピードも速くなる。また、海面近くで取水した海水中の好気性細菌が海底の汚染物質を処理している。ウルトラファインバブルが細菌を活性化し、細菌の増殖により処理能力もアップしていると考えられる。
- (3) ベツギアトア菌、藻類の測定結果はゼロであった。酸素ファインバブルが、この問題を解決している。
- (4) 養殖中でも海水にファインバブルを与えることにより海底のみならず、養殖場海域全体を浄化し、抗生物質等の薬品等使用量も極力少なくすることが可能になり、良質の鮭が生産できると考える。

- ⑤ さらに500L/minOKノズルを2020年8月に2個、12月に6個追加購入した。浄化実験を続けることになった。今後、水深300mの海底を浄化する計画がある。（第4章で述べる）
- ⑥ 養殖再開の条件をクリアして、3年以上閉鎖中の養殖場が12月に再開された。これは大きな成果である。実験の目的が達成された。

ファインバブルを使用したサーモン養殖場海底浄化は、クランのメンバー達が初めてであろう。このプロジェクトの成功がチリはもちろんのこと、ノルウェーなど世界中のサーモン養殖場に広がるだろう。このプロジェクトは、良質のサーモンを供給するだけでなく、海の汚染を回復し美しい海、安全な海を保持できる。これは国連が提唱しているSDGs精神そのものである。



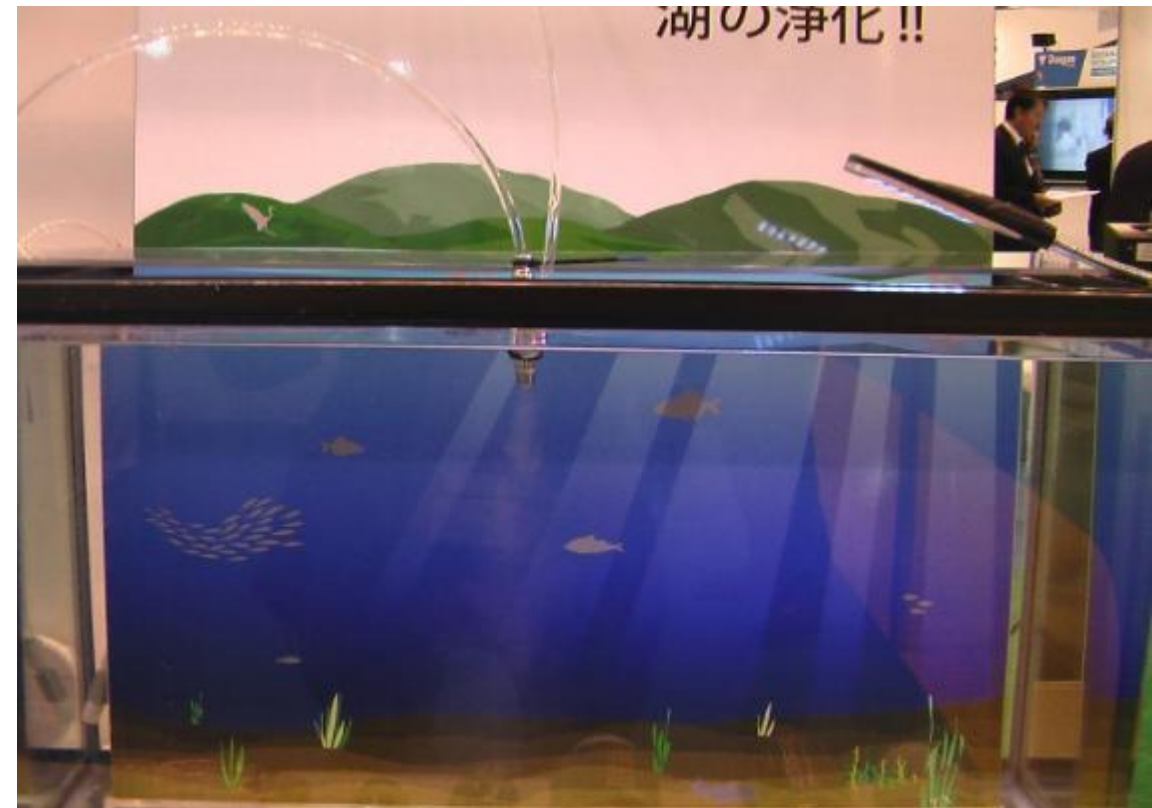
# 4. 海底の浄化方法について

## 4.1 海底の貧酸素対策の最もシンプルな方法

### (1) 深い海、湖底の浄化方法

湖底浄化の方法 ー底で拡散小型OKノズル性能のテスト中にこの現象をよく見ていた。水槽の水面から垂直に向けてファインバブルを噴射すると、底に向かって水流ができ、流れが底に着くとファインバブルが底面に沿って拡散する現象が見える。この現象を利用すれば、深い海底で浄化できることに気が付いた。

この貧酸素対策方法を「垂直対流酸素化浄化方式」と名付ける。



## (2)「垂直対流酸素化浄化方式」を展示 —びわ湖環境ビジネスメッセ—

私はクランから海峡の300m海底浄化の話聞いて、深い海底の浄化方法について前述のような「垂直対流酸素化浄化方式」が現実的であることを確信した。

クランに見せたかったので10月「びわ湖環境ビジネスメッセ2019」 「垂直対流酸素化浄化方式」を可視化した模型水槽を展示した。ファインバブルが底面に沿って拡散する現象が見えた。



# (3) 300m海底浄化方法について

- ① 「この300mの海底は、プユワピ湾 (Puyuhuapi Fjord)。  
実験を行なっているマゼラン海峡の海底は、～100mまで」
- ② 海底の浄化方法は大きく分けると、2つの方式がある。
  - 方式1： 60m海底浄化に使用した 「T型噴射ノズル方式」
  - 方式2： 「垂直対流酸素化浄化方式」どの方式を選択するか明確な基準はない。判断基準としては、海底の深さ、海底地形の状態、潮の流れ等であろう。
- ③ 深さ300m海底では「垂直対流酸素化浄化方式」が良いでしょう。

## (4) 各浄化方法のメリット

### 方式1：T型噴射ノズル方式（突道湖方式）

＜メリットは＞

- 深さ50m前後ではT型噴射ノズルのジェット噴射で海底を耕すことができるので、処理スピードが速い。
- 浄化した場所が明確
- ピンポイントで浄化できる。

＜デメリットは＞

- 300mの深さになるとT型噴射ノズルの操作性が悪い。
- 固定でのT型噴射ノズルの安定設計が必要。
- 30バール(3MPa)のポンプ、3MPa耐圧のOKノズルが必要。
- 400mのホースになる。

## 方式2：垂直対流酸素化浄化方式

この方式についての原理は上記した。

ファインバブル噴射口を沈める位置は、海深さの1/3位の深さまででよいと考える。

その理由はOKノズルそのものの圧力損失は0.01～0.02MPa位と非常に小さいので、海水の吐出圧はほぼ保たれて下向きの強い対流を発生させるからである。

### <メリットは>

- 海中に入れるホース長さは約100mで良く、操作性が簡単。  
ホース端面にはホースの振れを止める重り兼用の噴射口を設ければよい。  
海流がある場合は、流れだけを考慮すればいい。
- ファインバブルが海底の広域に拡散し、広範囲を浄化できる。
- 30バール(3.0MPa)に耐えるファインバブル発生ノズルがいない。
- 10バール位(10MPa)位の水圧を出すポンプでよい。

# 【応用事例2】 兵庫運河の海水浄化 400L/min OKノズルをプラス

2026年4月

兵庫県

## 兵庫運河真珠貝プロジェクト(会長:道林幸次氏)の取り組みと実験

<今後のおおまかな稼働スケジュール>

- ① 4/22(水)10:00稼働、以降、24時間連続運転
  - 水質改善(継続的な計測)-アコヤ貝成長
  - ヘドロの改質
  - アマ藻の育成
- ② 6/下旬 挿核、浜入れ式
- ③ 7~10月 真珠貝の育成  
真珠貝の掃除、兵庫運河の掃除
- ④ 11/下旬 浜揚げ式
- ⑤ 1/中旬 真珠分配
- ⑥ 2/初旬 真珠加工
- ⑦ 2/下旬 成果発表会



# 兵庫運河真珠貝プロジェクト



# 【応用事例3】 琵琶湖湖底の浄化 実験

2026年4月～

鮎がいなくなった水域を

300L/min OKノズル で

①琵琶湖の北の湖底浄化



# 【応用事例4. 1】 ミニトマトの灌水栽培 熊本県

## (1) ファインバブルでミニトマト豊作!



<2014年>

- 200L/min OKノズルを既設の井戸パイプラインに組込むだけ。
- 収穫量は品種によって違う  
5%~35%収穫増
- 灌水量約150%
- 肥料は増量
- 液肥が固形化すること無し
- 灌水チューブを清掃している

## 【応用事例4. 2】 ミニトマトの灌水栽培 熊本県

### (2)2015年は、46%収穫増

- ①自吸空気に1割の酸素を加えた。
- ②豚の屎尿でOKノズルを使用し有機肥料をつくった。  
(OKE-MB08FJを使用)



# 2015年は、46%収穫増



# 2018年1月の写真



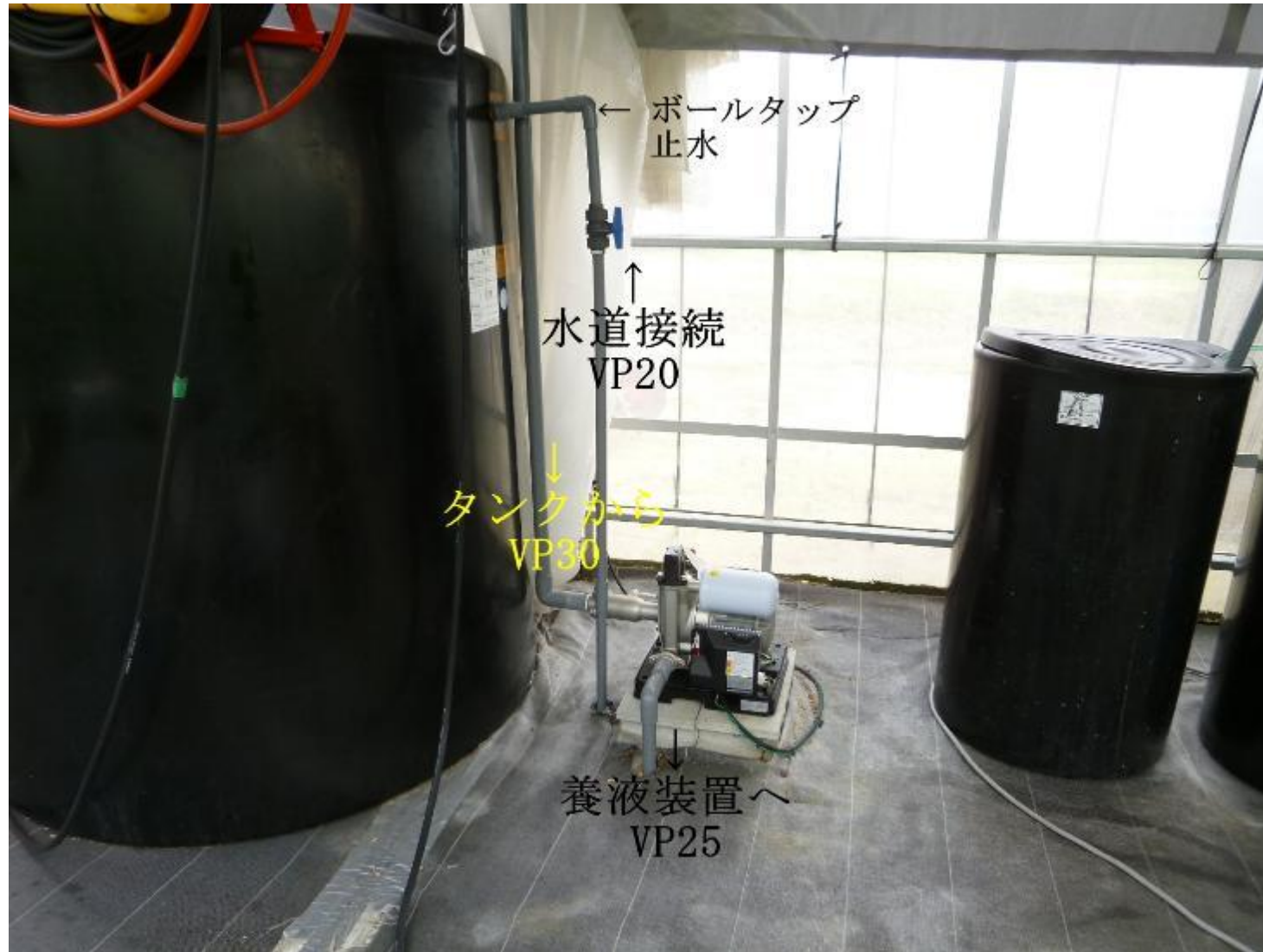
# 【応用事例5】 トマト（桃太郎）灌水栽培 岡山県

100L/min OKノズル

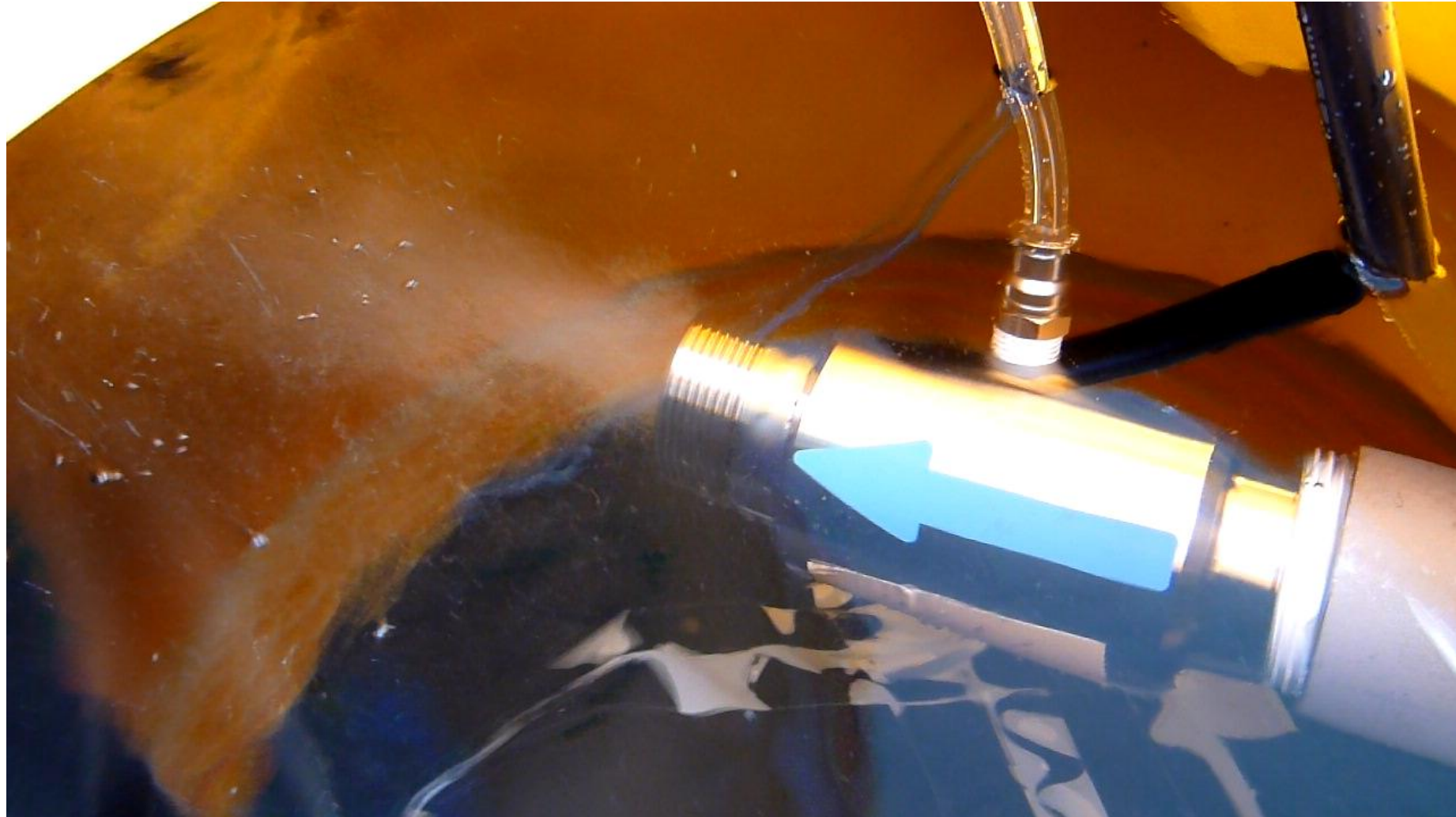
- ① 液肥が入った1トンタンクで循環させている。
- ② 水圧は0.08MPa前後。エアー自吸量は1L/min前後。
- ③ ポンプからノズルまでにストレート部を設ける。



#### ④ 既設の1m<sup>3</sup>タンク内でファインバブルを発生



⑤ ファインバブル発生状況  
自吸空気量: 900mL/min



# 【応用事例6. 1】 イチゴ(紅ほっぺ)灌水栽培

100L/min OKノズルを配管に設置

静岡県



# 100L/min OKノズル設置位置



# 100L/min OKノズル設置ハウス



**【応用事例】6. 2】 イチゴ(讃岐姫)灌水栽培—取材  
給水に60L/min OKノズル 香川県**

**液肥混合タンクで25L/minOKノズル**

**(1) 讃岐姫に対する効果**

**①イチゴの粒が大きくなる。**



- ② 旨みが増す
- ③ 収穫増
- ④ ランナーの成長が速く、葉は緑色。



## (2) 付属的な効果

### ① 液肥の削減。

ファインバブルは帯電している為、バブルの周りに液肥が濃縮される。高設栽培による液肥のロスが少なく、効率よく液肥が吸収されている。

### ② フィルター清掃が楽に

ファインバブルを入れると固形化せずゲル状態となり洗浄し易い。



# 【応用事例7】 チリでの農業

100L/min OKノズル

マルキビトールの優れた経験を紹介



# 葉物野菜の生産性35%向上！農薬使用量ゼロに！

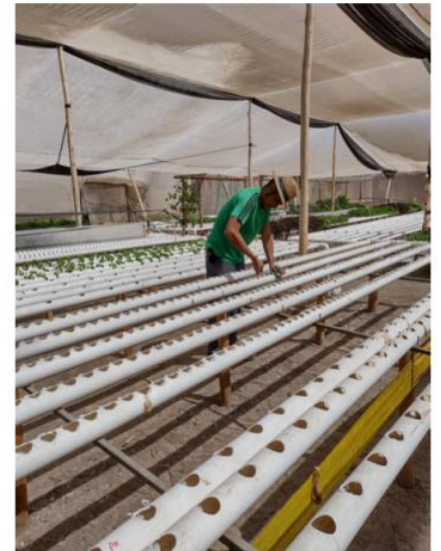
## チリからの成果レポート — OKノズル搭載装置使用 —

### 1) OKノズルを搭載したクランの装置

吐出量：100L/minのOKノズル

### 2) 3年前からファインバブル水を使用

### 3) 成果データや現状に関する情報収集



# 1.1 マルキビトールの紹介

## 企業紹介

- 1) チリ・アタカマ砂漠拠点
- 2) アンデス先住民の知恵 + 最先端技術
- 3) 水耕栽培専門アグリテック（農業技術）企業
- 4) 革新的農業技術のコンサルタント



## ビジョン・ミッション

- 1) 食料安全保障への貢献
- 2) 砂漠環境での持続可能な水資源利用
- 3) 各種データを駆使した農業の強化



## 1.2 マルキビトールの特徴

### 会社の技術と特徴

- 1) システム設計: 水耕栽培・培地 (ピートモス・パーライト等含む)  
NFT (薄膜水耕) / 浮遊根 / エアロポニックス
- 2) 技術導入: ファインバブル導入 / 農薬削減
- 3) 研究開発: 高付加価値作物開発
- 4) サポート: 設計～運用まで一貫

**特徴: 水耕栽培 + ファインバブル**

- 酸素供給向上
- 水効率改善



## 2.1 生産性向上の効果

- 1) 生産性: 35%向上 (m<sup>2</sup>あたり)
- 2) 収穫期間: 33% 短縮
- 3) 農薬: 100% 削減
- 4) 総水使用量: 40% 削減 (生産サイクルあたり)



## 2.2 品質面での効果

- 1) 味・香りが向上
- 2) 食感の向上（シャキシャキ感など）
- 3) 鮮度維持（収穫後の新鮮度が長期化）
- 4) 菌や細菌の発生が減少  
（根部や培土において）



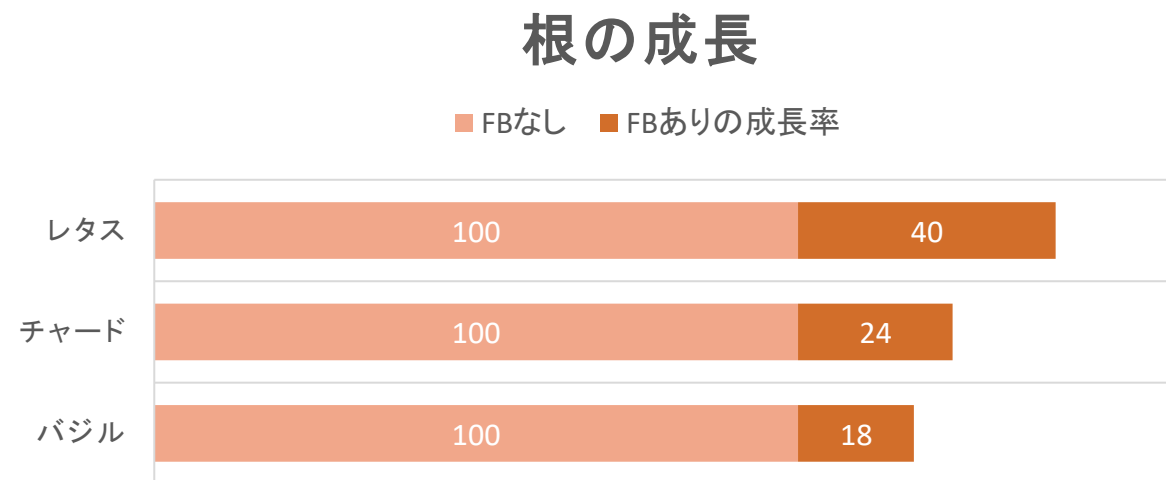
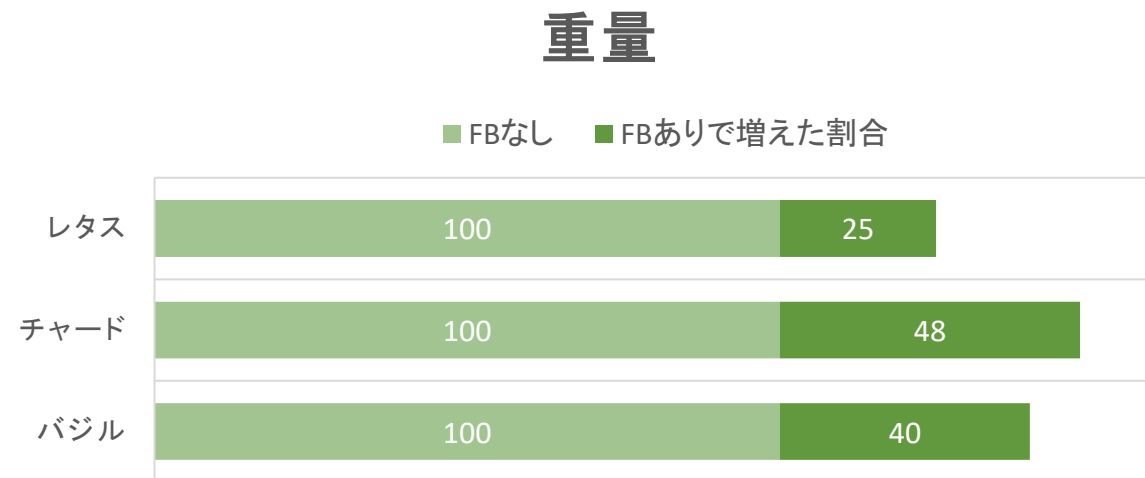
## 2.3 作物別の効果比較

### 1. 生産重量の変化（根も含む）

- 1) レタス： + 25 %
- 2) チャード： + 48 %
- 3) バジル： + 40 %

### 2. 根の成長率（根の長さ）

- 1) レタス： + 40 %
- 2) チャード： + 24 %
- 3) バジル： + 18 %



### 3. FB使用に関する現状・課題

#### 現状

- 1) 灌水→スプレー散布へ拡張、水使用のすべての工程で使用
- 2) スプレー散布でも結果良好

#### 課題

- 1) 過剰供給により生育に悪影響（D0値約25ppm以上）
- 2) 酸素バブルの散布時間と投与量削減で生育良くなったため、試行中



FBの効果は大きい。現在、最適条件を特定中

## 4. 生産している野菜、花

### ① 野菜

ルッコラ、グリーンバジル、パープルバジル、  
レモンバジル、パープルケール、クレソン、  
水菜、レタス、チャード



### ② 花

サリコルニア（アツケシソウ・塩生植物）、  
ロッククローバー、マリーゴールド  
（マンジュ菊）、ジニア、カレンデュラ、  
ダリア、アリッサム



その他品種も試験栽培中



## 5. まとめ — ファインバブルの効果

- 1) 砂漠地帯の過酷環境下でもファインバブルの効果確認
- 2) 植物組織の品質は通常よりもはるかに高く、収穫後も製品が長持ちするようになった。色・香り・味も向上し、製品はとても新鮮で美味しい。生産性、品質、全てを大幅に改善
- 3) 農薬の100% 削減、総水使用量40% 削減など環境負荷を改善
- 4) 今後さらにファインバブルの応用を拡大

## 6. ファインバブル使用後、毎年 受賞

① FIA（農業イノベーション財団）2023  
全国アグロ・イノベーション女性賞 農家部門受賞

② CORFO（チリ政府の開発公社）2024 女性主導ビジネス部門  
インパクトイノベーション賞受賞

③ ベビーリーフの Global G.A.P. 認証取得

④ CORFO 2025  
タラパカ州沿岸地域における  
「ウルトラファインバブルバブル＋  
海水淡水化による水耕生産プロジェクト」  
専門機関に選定

■ その他複数プロジェクトに採択



# 【応用例8】 メロン栽培にファインバブルー増収への道

300L/min OKノズルを使用して 北海道

4.5Kgの超大玉収穫 → 1株6果取りへの挑戦



2020年～2025年 実証報告

1、実験レポート

神垣農園 北海道静(静内)

2、PPT作成

(有)OKエンジニアリング 松永 大

# (1) 北海道静内・神垣農園 4.5Kg超大玉メロンを収穫！



4.5  
Kg

計量：4.2Kg（糖度測定時）



計量：2.19Kg 果肉の色と厚みに注目！

## (2) 糖度測定の結果 — 甘すぎるぐらい甘い！



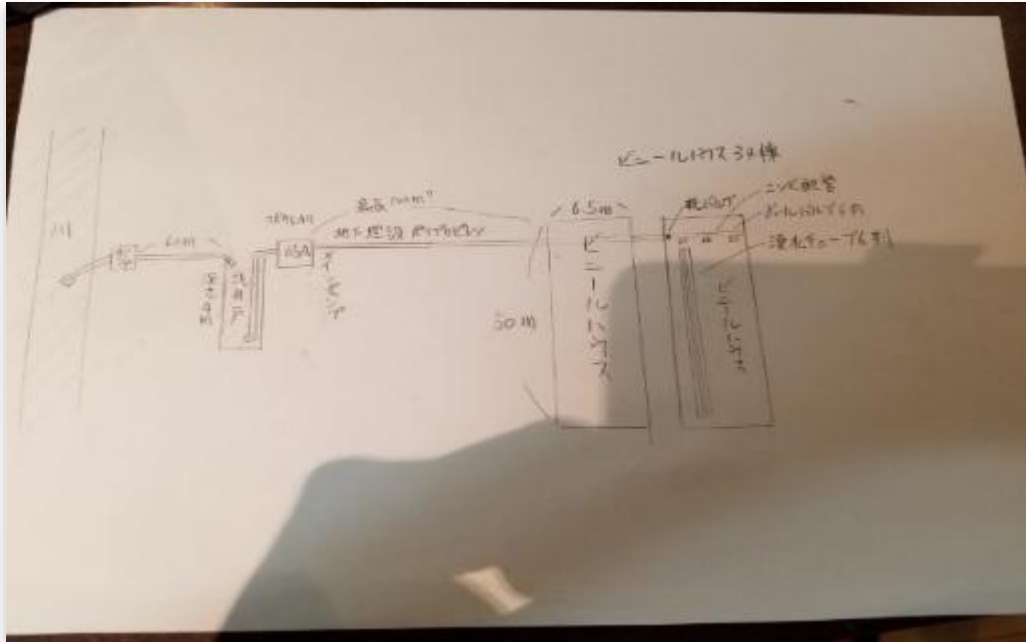
ATAGO 糖度計



計測箇所 (1~4) の位置

計測箇所	糖度	位置
① ツル近く	13.0°Brix	上部
② 中間	15.5°Brix	中部
③ 下部	15.5°Brix	下部
④ 中間	15.5°Brix	中部

### (3) ファインバブル発生システム — OKノズル (300L/min)



設置レイアウト図 (川→井戸→ハウス)



OKノズル設置 (井戸手前)



液肥タンク



灌水分配管 (ハウス内に均等配分)

- OKノズル設置方法: 方式 (ワンパス)  
川の水 → OKノズル → 井戸 → 灌水へ  
新たなポンプ追加不要のシンプル構成
- 管理項目: 水圧計 + 気体流量計で  
水圧と空気、酸素量を管理

## (4) なぜ大きくなったのか？ — 根の驚異的な成長



島根県の後継者によるメロン水耕実験

### 根の成長を促す

ファインバブルにより根の張りが大幅向上。  
根が多い＝水・養分の吸収量が増加。

### 液肥の濃縮効果

マイナスに帯電したFBがイオン化液肥を濃縮。  
液肥が少量でも吸収効率を発揮。

### UFBが数千万個/mL

OKノズルでUFBが数千万個/mL発生。  
ワンパスでも十分に発生している。

### 酸素ポンベで更に増強

酸素ポンベ併用でファインバブル酸素水が好気性微生物を活性化、根の成長を促進。

# (5) 挑戦のロードマップ 2020~2025



2020

ファインバブル導入

1株4果取り  
4.5Kg超大玉を初収穫！



2024

1株5果取りへ挑戦

80%以上が4玉サイズで  
安定収量増+糖度維持



2025

1株6果取りへ挑戦

3玉サイズが全体の1/3  
糖度の低下なし！

## (6) 2025年の成果 — 1株6果取りの結果




1株から6玉のメロンがずらり！

 全体の約1/3は大玉

3玉サイズ（2.7kg以上）が占める割合

 前年比大幅に増加

6果取りで、1株あたり収量50%アップ

 品質に低下なし

糖度・食味クオリティを維持

「色々なサイズの多様性があり、お客様も選べる幅が広がり、これくらいのバランスがちょうど良い」 — 神垣農園 神垣さん

# (7) まとめと今後の展望

- 1 ファインバブル灌水で前例のない4.5Kgの超大玉メロンを収穫（2020年）
- 2 株4果→5果→6果と段階的に収量を増やしながら品質（糖度）を維持
- 3 ファインバブルが根の成長・液肥濃縮・好気性微生物の活性化に貢献
- 4 メロン栽培の教科書に全く新しいページを書き加える可能性を証明！

# 5. 今年(2026年)の特徴的応用事例

① 半導体製造工程にファインバブルの応用が広がっている

① 甘エビの鮮度保持

- 仲間の船がカニと甘エビの鮮度保持にそちらの商品が良いといていたので実際に甘エビを見にいったところ鮮度抜群でした。

② 燃料改善 ーフォークリフトの燃費向上18%

- 粉塵の中で稼働するフォークリフト

③ 花卉栽培 ーオランダ産ガーベラ(右写真)

④ 家畜の汚泥処理

⑤ メッキ不良防止 ー小径穴など

⑥ 工作機械のクーラント液腐敗防止

⑦ 3Dプリンター洗浄実験      ⑧ マグロ漁に活イワシ

⑨ コークス製造時のタール除去洗浄



## 6. AIで製作したHPの「動画」

1. 当社ホームページの内容をもとに、生成AIで動画を作成しました。

「ファインバブルの驚くべき力」 （動画）

<https://ok-nozzle.com/finebubblesimpact/>

**ご清聴ありがとうございました。**

**END**