

## 巻頭言

## UFBのすゝめ

水谷正義\*



「泡」とは液体が空気を含んでできたものであり、はるか昔から洗浄・化粧品・食品・医薬品等の様々な分野で利用されてきた<sup>1)</sup>。最近ではそんな泡までも微細化が進められているのをご存知だろうか？ウルトラファインバブル（以下UFB）と呼ばれるナノメートルオーダーの目に見えない泡が今、幅広い分野で利用され、その効果を発揮し始めている。

こうした「泡」は実は国際標準化機構（ISO）によりサイズごとに呼称が定義されている。まず直径が100 $\mu\text{m}$ 以上の気泡を非ファインバブル、それより小さいものをファインバブルという<sup>2)</sup>。さらにファインバブルの中では、1 $\mu\text{m}$ 以上の気泡がマイクロバブル（以下MB）と呼ばれ、1 $\mu\text{m}$ 未満の気泡のことを先述の通りウルトラファインバブル（UFB）と呼ぶ<sup>3)</sup>。MBが存在する場合には液体が白濁するため視認が可能である。これは温泉やお風呂でよく目にする現象であろう。一方でUFBは無色透明であるため視認が困難である。ではこの視認できないほどの小さな泡がどうして多くの注目を集めているのだろうか？これらの泡はサイズに応じて性質が異なるという特徴があり<sup>4)</sup>、その中でUFBはとくにいくつかの魅力的な性質を持つ。

まず、UFBの表面電位を電気泳動装置により測定すると、-30mVから-40mV程度で負に帯電していることが知られている<sup>5)</sup>。合わせて、この表面電位は気泡径にはほとんど依存していないことも示されている<sup>5)</sup>。つまり、ある程度のサイズ以下の泡は基本的には負に帯電しているということである。このような電気（化学）的な特徴は意外と産業的に使いやすいようで、例えば「洗浄」ではその力を発揮しているようである。シャワーや洗濯などでUFBが利用される例を目にするようになってきているが、WEBやCMなどに示されている説明や模式図を踏ま

えるとUFBの「負の帯電」という性質が主に利用されているのではないかと予想できる。

あるいは、UFBのような小さな泡が液体内で崩壊（または、急激に収縮）する場合には物理的・化学的な効果が発現すると考えられている。中でも機械的な効果としてはマイクロジェット<sup>6)</sup>の発生<sup>6)</sup>、化学的な効果としてはヒドロキシルラジカル（以下OHラジカル）の生成<sup>6)</sup>が多く<sup>6)</sup>の研究者によって示されている。このあたりの性質は「抗菌・殺菌」で力を発揮することが予想できる。実際にOHラジカルは歯科の分野を始めとしてその効果が示されており、実用が進められているが、UFBでこうしたOHラジカルの発生をうまく制御できれば、さらに多くの分野で利用が進められそうな予感もする。

もちろんこれ以外にも多くの魅力的な性質を持つUFBであるが、UFB周辺の現象はこれまでのご説明の通り極めてミクロなものであるため、実はその性質を基にどのように効果が発揮されているのか、その原理やメカニズムは未解明な部分が数多く残されている。筆者がここまで「予想」や「予感」などの学術論文では使いにくい定性的な言葉を多用してきたのもこれが理由で、要するにUFBは魅力的であるが、まだまだわからないことだらけなのである。だからこそ研究としては『実に面白い』のである。

UFBの応用先としてはもちろん工業分野も例外ではなく、加工液として“未知の”UFBを使用することで研削や研磨といった機械加工に利用しようとする試みも急増している。貴社畑山陽介氏もその中の一人であり、私が主宰する研究室の社会人ドクターとして、UFBが機械加工（研削加工）中でどのように振る舞い、何が起き、どう応用するか？について一緒に研究を進めてきた。ただしここで強調したいのは、畑山氏の研究ではこれまで多くの研究者が示してきたいわゆる“定説”に依らない、全く新しいメカニズムを主張している点である。という興味を持っていただけるだろうか？ぜひ同氏の学位論文をご一読されたい。あるいはそれ以外にも同

\*東北大学 教授

グリーン未来創造機構グリーンクロステック研究センター  
大学院工学研究科、医工学研究科

氏の主張は学術的観点で公に認められ始めており、それぞれ砥粒加工学会誌<sup>7)</sup> および精密工学会誌<sup>8)</sup> に掲載されている。

ナノメートルオーダーの非常に小さな泡を加工液に加えるだけで加工現象が変化し、その上、配管の洗浄や加工液の殺菌の可能性もある。まさにUFBを“すゝめ”たい。

なお、題目は私の母校である慶應義塾大学を創設した福沢諭吉先生の『学問のすゝめ』を参考にさせて頂いたものであるが、英語の題目は本文の内容に合わせて変更している。

#### 参 考 文 献

- 1) 野々村美宗, 泡の生成メカニズムと応用展開, シーエムシー出版, (2017).
- 2) 寺坂宏一ほか, ファインバブル入門, 日刊工業新聞社, (2016) 33.
- 3) 寺坂宏一ほか, ファインバブル入門, 日刊工業新聞社, (2016) 31.
- 4) ファインバブル活用事例集|経済産業省九州経済産業局, <https://www.kyushu.meti.go.jp/seisaku/kankyo/report/fbjirei.pdf>, (2020年12月12日).
- 5) 化学工学会, 気泡・分散系現象の基礎と応用, 三恵社, (2017) 65.
- 6) 崔博坤, ソノルミネセンス, 電子情報通信学会誌, 93, 6, (2010) 468-472.
- 7) 畑山陽介, 大越広夢, 森輝海, 吉田太志, 厨川常元, 水谷正義, 高密度ウルトラファインバブル生成装置の開発と研削への適用, 砥粒加工学会誌, 67, 12 (2023), 657-663.
- 8) 畑山陽介, 大越広夢, 寺田悠一郎, 森輝海, 吉田太志, 厨川常元, 水谷正義, ウルトラファインバブルクーラントによる炭素鋼表面の酸化と摩擦・摩耗特性, 精密工学会誌, 90, 2 (2024), 253-258.