

はじめに 静止型混合器 (Static Mixer) について、これまでの研究開発と将来の展望について、社長の独り言として以下延べさせて戴きます。

1. Static Mixer の誕生

1966年 C.D.Armeniadès. 他が「Mixing Device」として USP3,286,992号を取得した。

Kenics 社は、この特許のライセンスを受けて商品化に成功する。

この「Static Mixer」を技術導入したのが、国内の N 社である。

現在に至っている。

Static Mixer の基本構成は

「通路管内に右回転および左回転に 180° 捻じられたねじり羽根の端面同士を直交させて接合して右ねじり羽根と左ねじり羽根とを交互に配置して形成されている。」

その基本混合原理は、流体の

1) 層分割

2) 回転

3) 反転

作用から成り流体の流体エネルギーのみで複数の流体は混合される。

層分割は 2^n で連続的に分割される。n はねじり羽根数である。

仮に、ねじり羽根が 12 の場合、総分割数は $2^{12}=4096$ になり、2 成分以上からなる流体は層分割 (せん断)、回転 (渦流)、反転 (位置移動) 作用を連続的に繰り返して混合される。

2. 類似特許の出現

小嶋本人が発明し、特許明細書を執筆し、特許出願 (特願昭 57-4023 号, 出願昭 57(1982)1 月 16 日) をした「プラスチックエレメントの製造法」に類似した製造方法が、1) 特許第 1529619 号, 特許出

願日 1982 年 1 月 18 日、2) 特許第 1529620 号、特許出願日 1982 年 1 月 30 日として成立していた。小生が特許出願（特願昭 57-4023 号）した「プラスチックエレメントの製造法」では、「エレメントの製作はできなかつた。」と、定かではないが、人伝に聞いたことを記憶している。「成型はできても、成型品はできなかつた。」つまり、成型品を金型から取り出すことが困難であつたと言ふことである。これら 2 件の特許が、特許査定主要 3 原則を厳守している特許庁の厳しい審査を、なぜ突破しているのか不思議かつ疑問である。3 要件としては、

- 1) 産業上利用することができる発明
- 2) 新規な発明
- 3) 進歩性を有する発明

がある。（特許出願のてびき第 35 版、発明協会編）

特に産業上利用することができる発明であつたのかが厳しく問われる。又、第 3 者が書いた特許明細書を参考に、代理人（弁理士）を介して特許出願を実行し、特許を取得したことは著作権の侵害および冒認出願になるのではと素人は考える。これまでに地裁および特許庁と裁判をして 3 戦 3 敗である。最高裁が 2 件、知財が 1 件である。

これらの経験から得た反省と展望は、

- 1) 裁判は米国で提訴すること。公明で公正な判決が期待でき、結論が早い。又、原告側が相手企業に対して自由に調査をできる。
- 2) 米国に会社を設立して、米国の会社名で提訴すること。
- 3) 報酬は高いが、成功報酬型の弁護士は多数存在している。
- 4) 損害賠償金は、発明が生みだすであろう対価を請求できる。裁判の印紙代は、日本ほど高価ではない。
- 5) 専門用語や図面を理解できる優秀なスタッフをかかえた裁判官、弁護士、弁理士が多数存在している。
- 6) 個人に対する名誉毀損や法人に対する営業妨害や信用毀損は相手側に多額の賠償金を請求できる。
- 7) 現在における最強の味方は、記憶に勝れたパソコンのモニターである。世界中の人々に瞬時に配信

できることであり、種々な意見を聴くことが可能になることである。

8) まず相手と対話をして、妥協点を見つけることが基本であり、その上での裁判である。

9) 知的財産には、主に特許権、意匠権、商標権、著作権等があり、そして不正競争防止法や個人情報保護法などがある。これらを有効に活用して裁判をすべきである。国内では不正競争防止法及び著作権は刑事罰の対象になっている。

10) 提訴の準備

HP 上の検索を邪魔するように、ミュー社のモニターの前後に、自社製品の広告を目潰しのごとく多数張り付けていたX社。E（環境）S（社会）G（企業統治）のGが欠落したX社に対して、不正競争防止法、著作権、そして名誉毀損で国内および米国での提訴を、現在準備中である。

3. ミューミキシングエレメントの発明

90° ねじり羽根の発明と金型による製造方法の発明（USP 4,466,741 号 1984 年 8 月）による射出成型法および精密鑄造法により、羽根と通路管との一体成型から成るミューミキシングエレメントの製造に成功した。

現在もミューミキサー、ミュースクラバー、ミューエアレータ、ミューリアクター等の主要部品として利用されている。90° 捻りのミューミキシングエレメントの完成により、

1. 世界最小内径 2.85mm のエレメント製作に成功する。内容積は 0.4 ml です。
2. 主剤と硬化剤との 2 液混合吐出装置の製品化に成功する。
3. Static Mixer の欠点であった層流域における完全混合の未達成によるリボン状（金太郎飴）の発生防止。
4. 粉粒体の混合に成功する。安息角以上の螺旋角度によりブリッジはおきない。

4. 粉粒体混合への応用

- 1) ボルトランドセメントと高炉スラグ（フライアッシュ）の混合
- 2) トンネル工事の裏込め剤としてのボルトランドセメントと発泡剤と急結剤との混合

- 3) セメントスラリーと発泡剤の混合による気泡コンクリートの製造
- 4) 断熱剤および壁材としての気泡コンクリートの製造（金庫などの不燃材として利用。）
- 5) 粒子径の違う鉄粉同士の均質化のための混合
- 6) 医薬品の混合（医薬原体+増量剤）
- 7) 珪石とセメントと生石灰と発泡剤（アルミ粉末）の混合による ALC の製造

5. 螺旋状多孔翼の発明

最初は螺旋状の羽根体を製作することに資金と労力をかけていた。扇形の羽根体を曲げても、扇形の外径弧および内径弧に伸び縮みによる歪みやクラックが発生して製品は完成しなかった。ある日、塩化ビニルの多孔板を利用したエレメントの製作依頼がきた。試行錯誤の末に金型を使用して、一枚の螺旋状の精密な羽根の製作に成功した。成功した原因を探求するために多孔板の穴を観察すると「穴」は伸び縮みを吸収して扁平していることを発見した。この塩化ビニルでの発見は金属でも同様の観察結果が得られた。ある日、この複数の多孔板を利用したミキシングエレメントを製作して、水の流れを観察していた。その時、滝のように白い泡が観えた。「何故滝は白く観えるのか？」長年の想いと目の前の現実が一致したことに深く感動した記憶がある。「念ずれば花開く」である。

これらの体験および経験が「ミュースクラバー」の開発につながり、世界初の螺旋状インターナル「ミュー静止型螺旋状多孔翼」(MU Static Spiral Perforated Wings) ®の発明です。

その特長は、

- 1) 高性能である。
- 2) メンテナンスフリーである。
- 3) 気・液接触は並流および向流で利用できる。

その機能は、

1) ガス冷却, 洗浄, 吸収, 放散, および除塵に利用できる。

これらの特長と機能を保有している大きな要因は人類の「らせん」の発見であると考えている。その「らせん」は自然現象の観察にはじまり、多くの人々が参加して「Static Mixer」は工業製品として商品化されてきた歴史がある。

このような商品に出会えたことに感謝しつつ、ミューミキサー, ミューミキシングエレメント, MU-SSPW について以下に延べる。

6. これまでに会った人々との交流

1) 最初の出会い

新聞記事のミュースクラバーに関するスクラップを片手に、出張の帰りに立ち寄って戴いたのが最初の出会であった。

物理の出身で、理論解析に秀でた業績を残した M 氏から

「高濃度粒子気体を高濃度スラリー循環により、装置が閉塞せずに処理できるのはミュースクラバーしかありませんでした。」という感想を戴いたことを今もほこりにしている。

T 社とは担当者は退職されましたが、今も時々注文を戴いている。

2) 当時の I 工場長が、朝礼で「ミュースクラバーという新しい技術があります。」と語ってくれたことを聴いて、感謝していたことを記憶している。展示会場には、毎回一番に来られて励ましの声をかけて戴いたのが昨日のようである。

3) 同じ頃、外国政府要人と太いパイプを持っておられた M 氏を紹介して戴いた。若い頃のプラント輸出での失敗談や国際ビジネスの厳しさや営業面での注意点やノウハウ等を教えて戴いた記憶が残っている。亡くなられる数か月前まで、年に数回会食にお供させて戴いていた。いつもネクタイを締め、姿勢を崩さずに盃を傾けていた印象が強く残っている。いつの日か恩義に答えたいと念じております。

4) テスト装置の費用を負担して戴いた代理店社長 S 氏。ご多忙のなか地方工場と一緒に営業活動をして戴いた T 氏。レアアースの磁石を発明された T 氏の研究開発時の苦勞話しをされて、「新製品の開発は 20 年がかかります。」というお話しを、荒波に出会う度に思い出しては孤軍奮闘をしていた。「感応

道交」の世界であろうか。現在の企業は何年間、応援そして待つことができるのであろうか。

5) 蒸留の世界的専門家でおられる東京理科大学大江修造元教授との出会。

大江先生にミュースクラバー（ミューミキシングエレメント）に関心をもって戴き、学生の修士論文のためのテスト装置を使用して戴いたことが契機になっている。修士論文に発表された基礎データは、いまも設計に際して重宝している。エレメント設計に際しての(m^2/m^3):羽根の全表面積とエレメントの容積との関係を見かけ上の充填密度として表現して、エレメントの面積、気・液接触時間、段数計算などの設計に貢献している。現在も、貴重なご意見ご指導を戴いている。

7. SiCl₄ガスの加水分解反応による吸収・除害

テスト装置を利用して実ガスと実液（吸収液）テストをした最初の企業がA社である。従来はスプレー塔、充填塔、ベンチュリーなどを使用していた。装置の閉塞やトラブルに悩まされていた。これらを解決したのがミュースクラバーである。

これらの問題点を解決できたのは、いまは無理であるが、現場での技術者との素直な意見交換であった。

- 1) SiCl₄は水との反応速度が非常に速い
- 2) 微細な SiO₂ 粉末が瞬時に生成される。
- 3) 高濃度の HCl ガスが生成される。

その解決策は

- 1) 排ガス導入部は水分との接触をさけるために N₂ 又は dry Air シールにすること。
- 2) 排ガスと水と N₂ の最初の接触空間（反応に必要な専有面積）を大きくとること。つまり生成する微細な粉粒体の容積が問題になる。閉塞の原因になる。
- 3) 反応熱を冷却するために液・ガス比（L/G）を大きくとることである。

8. 螺旋状インターナル MU-SSPW から成る ミュースクラバーの機能および原理について（私論。滝理

論です。)

1. 除塵機能について

1) マイクロバブルの生成による効果は

- (1) マイナスイオンの発生
- (2) OH⁻イオンの濃度の増大
- (3) 超音波の発生。超音波照射によるキャビテーションの生成
- (4) 気泡径が小さくなるほど比表面積は増大し、気液接触面積も増大する。
- (5) 一瞬であるが、気泡の内部圧力と内部温度は非常に高くなる。

2) レナード効果による影響について

水が急激に微粒化されると、大きい水粒子は正に帯電して落下し、小さい水粒子は負に帯電して周りの空気を負に帯電させる現象がある。

Lenard は、滝のしぶきによる細かい霧は主に負、水面近くは正に帯電する現象を確認した。分子構造を $[2\text{H}_2\text{O}+e][3\text{H}_2\text{O}+\text{H}^+][3\text{H}_2\text{O}+\text{OH}^-]$ と推定した。大気イオン発生時の水の勢いが激しいほどイオン発生量は多いことが知られている。

3) ミュースクラバー内のガス流速と除塵効率は比例関係にある。ガス流速が速くなるほど、微粒子の除塵効率が向上する現象がみられる。水の粒子が微細化されるほど除塵効率は向上することが確認されている。この現象はサブミクロンの SiO₂ で確認されている。

2. 化学反応吸収機能について。

1) シラン系ガス (SiCl₄, SiHCl₃, SiH₂Cl₂, SiH₃Cl など) と吸収液 (水) との並流における加水分解反応は、HCl のガス吸収とサブミクロンの SiO₂ の粉塵処理を行っている。

その反応式は $\text{SiCl}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SiO}_2 + 4\text{HCl}$ である。

従来は、主にスプレー、ベンチュリー、充填物方式が採用されていた。洗浄液はアルカリ水溶液が使用されていた。これらに対して、ミューの提案はミューミキシングエレメント (MU-SSPW) を利用した

1) ガス冷却, 2) ガス吸収, 3) 粉塵処理を1塔での同時処理を推奨している。

COG や CCS などの大容量のプロセスフローはガス冷却→ガス洗浄 (SO_x, NO_x, 除塵) → ガス分離・吸収→ガス放散→ガス貯留である。

このプロセスの主眼は高性能でメンテナンスフリーで連続運転できることが大きな特徴になっている。

高性能かつメンテナンスフリーの螺旋状インターナル MU-SSPW (MU-Static Spiral Perforated Wings) を利用した CCS をカナダの電力会社に提案をしている。

この特徴は、シラン系ガスを取り扱う化学会社においても、プロセスフローは違っても、高性能、メンテナンスフリーの要望は同様にあり、実施されている。

2) 洗浄液に水 (純水, 工業用水, 中和水等) を使用することで

(1) 排水処理が容易になる。(ケイ酸化合物の折出がない。)

(2) Hcl のみを分離・回収して循環使用できる。(コストダウンになる。)

(3) 排水をゼロにできる。反応生成物はフィルタで汙過できる。

(4) 高濃度の Hcl を水で直接冷却処理できる。熱交換器を必要としない。配管類の SiO₂ による閉塞の心配はなくなる。

9. 大型化への道

1) 機能面でのスケールアップの容易性がある。

小型テスト装置を利用して実ガス, 実液でのテストデータを得る。並流および向流でのガス流速, 液ガス比 (L/G), 気液接触時間, 圧力損失 (kPa) 等のデータを得る。

これらの結果から、スケールアップ時の塔径, エレメントの段数, 循環液量を決定し、次にエレメント

の詳細設計を行う。因子として羽根体の穴径、穴の形状、充填密度(m²/m³)、開口率(%)、螺旋角度、スプレーノズルの選定(型式、数量、噴射角度等)を決定する。更に縮尺モデルを製作して流体の流れのシミュレーションをする。

2) ミキシングエレメントの新開発による廃ガス処理装置への応用

(1) ガスの直接冷却

(2) 悪臭ガスの脱臭

(3) シラン系化合物の加水分解反応処理装置

(4) シラン化合物と H₂ ガスの反応処理と精製処理装置

(5) 微細ダストの除塵(特にサブミクロンの放射性物質の除塵。)

(6) 原子力発電所のベントガスの除塵装置

(7) 大型船舶の排ガス処理装置

ガス冷却、脱臭、反応吸収、除塵機能を有する廃ガス処理装置として、排ガスと洗浄液とは並流または向流で気・液接触処理される

その特徴は

(1) フラッピングが起きない

(2) チャンネリング(偏流)が起きない

(3) ダストや反応生成物による目詰まりが発生しない

(4) 吸収塔を直列に多段に配置することで、サブミクロンのダスト濃度を 0.1mg/Nm³ 以下に処理できる。限りなくゼロにすることも可能である。特に放射性廃棄物の焼却炉からの廃ガス処理に最適と考える。

(5) ガス速度は Max20m/s まで可能である。但し、磨耗に注意する必要がある。

(6) 高濃度の反応生成物を含む洗浄液を使用してもエレメントへの付着・成長はない。実証されている。洗浄液により、多孔体で形成されている羽根の裏表および装置内は常に洗浄されている。

(7) 高濃度の Hcl ガス吸収および SiCl_4 ガスの加水分解反応に対応できる。

高い液・ガス比 (L/G) で処理できる。また直接冷却が可能になる。

L=吸収液量 (ℓ/min)

G=ガス量 (m^3/min) である。

(8) 1塔でガス冷却, ガス洗浄, ガス吸収, 除塵機能をもっている。

10. 大型化への一歩

処理ガス量の増大に伴い、ミューミキシングエレメント (MU-SSPW) の大型化が要望されるようになってきた。エレメントの直径が 3 m, 5 m, 10 m の吸収塔が必要になってきた。

「Static Mixer」の羽根のねじり角度 (回転角度) 180° は、 $180^\circ = 90^\circ + 90^\circ$ であることを見出し、その結果、羽根体の回転角度は 180° , 90° , 60° , 45° , 30° , 20° , 10° 等と自由自在に選択できるようになった。

螺旋翼に多孔板を使用することで、目的に応じて開口面積、充填密度を自由に選択できる。製作面では、金型を利用した製作が容易になり、ローコストで精密な螺旋翼が製作できるようになった。

1) 用途

石炭火力発電所、石炭コークス工場、原子力発電所などの大容量廃ガス処理がある。

- (1) CO_2 の冷却, 除塵, 吸収, 放散回収, 貯蔵工程
- (2) コークス工場からの COG の冷却, 除塵, 吸収, 精製, 回収工程
- (3) 原子力発電所事故時のベントガスの除塵工程
- (4) 大型船舶からの廃ガス処理工程等への応用がある。

2) 製作面でのスケールアップの容易性

ミューミキシングエレメント (MU-SSPW) は、通路管と螺旋状の複数の多孔翼 (羽根体) で構成され

ている。大型の場合は、平面上で多層に、補強リングを介して多孔翼を配置して隣接する羽根体同士は接合されている。平面上でバウムクーヘンのように多層にすることで、直径 5m、10m の吸収塔の製作面での制約はない。設計が可能となる螺旋角度は 10° 、 20° 、 30° 、 45° と自由に既設のマンホールを利用して吸収塔内でミューミキシングエレメントの製作・組立が可能となる。

エレメントの自重に対する構造上の安全性は平面上に桁を交差状に配置することで解決でき、流体の流れを疎外することなく、スムーズに流れる。

3) その他

(1) 海水中のマイクロプラスチックの flotation (飛沫浮遊選鉱法) による分離・回収。

(2) トリチウムとガドリニウムとの接触による中性子吸収あるいは捕獲による浄化。

トリチウム水のファインバブル化とガドリニウムからの β 線の放射による中性子の吸収あるいは捕獲によるトリチウム水から水への核変換処理。

(3) 石炭コークス工場からの COG (COKE OVEN GAS) 中の粉塵, SO_x , NO_x , CO_2 , 有機物, H_2 , CO などの分離, 吸収, 精製, 回収そしてガス冷却処理への応用。

COG は H_2 , CO などの有価ガスが約 55% 含まれている。

実ガスと実液を使用した COG のテスト結果は、目詰まりの発生はなく、吸収効率は 98% 以上であった。現在、実機を想定した、直径 5 m の MU-SSPW を配置した吸収塔を N 社に提案している。

(4) 石炭火力発電所からの廃ガス処理による CCS への応用。

そのシステムフローはガス冷却, 粉塵除去, NO_x , SO_x などの前処理, CO_2 の吸収, CO_2 の放散, 回収, 貯蔵処理工程から成る。現在、 CO_2 の吸収工程で問題が発生して長期 (間) 運転に支障をきたしている状態にある。現在、カナダの電力会社に高性能かつメンテナンスフリーの螺旋状インターナル MU-SSPW の前処理, 吸収, 放散工程への採用を提案している。詳細は文献 9, 11, 12, 13, 16 を参照下さい。

1.1. 水処理への応用

- 1) 工業排水の脱気，放散処理装置としてのミューリアクター
- 2) VOC と Ca 化合物の含有排水をスチーム放散・回収処理
- 3) かん水中の CO₂，O₂の真空脱気処理
- 4) 廃水中の NH₃の脱気と活性汚泥法による COD，BOD の曝気処理
- 5) バラスト水のオゾン処理
- 6) 鉱山からの廃液処理および有価物回収処理

1 2. 中水，下水処理として（ミューエアレータ，ミューマグネータ）

- 1) 活性汚泥法による COD，BOD，n-ヘキサン等の曝気・放散処理
- 2) オゾン（O₃）による細菌・微生物などの殺菌処理
- 3) 閉鎖しないミューエアレータ（ミュー発振素子）利用による生活廃水のオゾン処理による殺菌およびNH₃曝気処理

1 3. 畜産，水産業，農業等における水処理（ミューエアレータ，ミューマグネータ，ミュースクラバー）

- 1) 閉鎖水域の水質保全のために空気曝気処理
- 2) 水中の NH₃ から H₂ガスの曝気・回収処理
- 3) 空気，酸素曝気による活性汚泥法への酸素富化
- 4) 酸素水，炭酸水，磁化水等の製造による農作物の成長促進処理
- 5) 赤潮発生防止のために酸素富化および攪拌装置
- 6) イソ焼け防止のためのフミン酸添加混合装置

4. その他

あらゆる攪拌・混合工程に利用可能です。特に、**放射性物質**の抽出工程への利用は最適と考えています。

1 4. 新製品ミューエアレータ，ミューマグレータについて

1) ミューエアレータは、ミュー発振素子とミューミキシングエレメントから成る静止型混合器で構成されている。ミュー発振素子は空気の通流管に螺旋状の羽根体を内接した構造になっており、気体はガス流速 0.5~200m/sec の範囲で液体中に噴射供給されて、強力な気液混相流として噴射ノズルから高速噴射される。周囲から導入される液体と気液混合されて上方に配置されたミューミキシングエレメント内を通流することで、マイクロバブル、ファインバブルを形成して気液混相流として上方に噴射される。

2) ミューマグネータは、基本構成はミューエアレータと同一であるが、高速噴射された微細化したマイクロバブルの気液混相流に磁場を形成する磁性体を配置して、強力な磁力線を効率よく照射し、気泡を更に微細化することである。何故、磁力線を照射すると微細化するかの理論解析は不明であるが、より小さくなってマイクロバブル化しているのは視認できる。理論解析が待たれる。

マイクロバブルに関する文献がある。

「気泡の収縮時には気泡内部から液体側へ熱があまり逃げず、周りの液体が気泡を収縮させる仕事が熱に変わって瞬時的ではあるが気泡内が数千度、数百気圧以上の高温高压状態となる。」安井久一、他著「ソノルミネセンスと気泡ダイナミックス」電子情報通信学会論文誌 A Vol.J89-A No.P686-694 ,また「OH ラジカル等が生成する。」「これは、気泡内で気体が電離している、すなわちプラズマが存在することの証拠と考えられる。」更に“衝撃波説”と“準断熱圧縮説”による「バブル核融合」が記載されている。

14. ミューリアクターの「nature」への広告

滝の流水に着想して誕生した水処理装置「ミューリアクター」の広告を代理店とともに 1998 年 11 月より 5 回にわたって「nature」誌に掲載して、世界中から反響を戴きました。掲載月は 1998 年 11 月 5 日、1998 年 12 月 3 日、1999 年 1 月 2 日、1999 年 2 月 11 日、1999 年 3 月 11 日です。

15. ミューエダクター「MU EDUCTOR」新聞広告

直径 20m の大型反応槽 (内容積 4000m³) の混合・攪拌装置として、台湾大手化学会社に納入しました。

反応時間の短縮化と製品の均質化に貢献しております。(日刊工業新聞 2013 年 3 月 25 日記事掲載されています。)また、「ミューミキシングエレメントによる連続排水処理技術」化学装置, 2000 年 8 月号に論文掲載している。

16. 工業排水中の VOC の分離回収

有機化合物と塩化カルシウムを含んだ工業排水の真空蒸留による分離・回収装置として「ミューリアクター」を大手化学会社に納品、稼働中です。(1998 年納品する。)

「処理水量は約 600m³/hr, ミューリアクターは 1500A×12mH です。塩化カルシウムの付着・成長によるトラブルもなく、順調に稼働している。同様の装置を中国にも納品しております。

17. トリチウム水から水への浄化

水改質装置はミュー発振素子と MU-SSPW と磁生体と、そして中性子吸収材から構成される。ミュー発振素子は気体を水中に高速噴射をしてキャビテーションを励起させる機能を有し MU-SSPW は気体と液体とを混合させてファインバブルを生成する機能を有し、磁性体はファインバブルに磁力線を照射する機能を有し、そして中性子吸収材は原子核から中性子を吸収又は捕獲する機能を有し、各々の機能を融合させて、トリチウム水を浄化する方法(私論)である。中性子吸収材としては、ガドリニウム、ボロン、アルミニウム等の単体や合金およびセラミック等が考えられる。中性子は微小な磁性体と言われている。中性子吸収材としてのガドリニウムとトリチウム水とを接触させて普通の水(H₂O)にするという私が識る限り論文発表はない。

他の分離方法としては、次の方法がある。酸性ガドリニウム溶液と被処理水(トリチウム水)を接触させて、トリチウムを構成している原子核の中性子を吸収あるいは捕獲して浄化する方法である。有機酸に溶解したガドリニウム溶液を製造し、その酸性ガドリニウムとトリチウム水を混合・攪拌させる。この混合・攪拌装置に磁化エダクターを利用して十分に熟成させる。つまり、ガドリニウムに中性子を吸収あるいは捕獲させる。しかる後中和槽で中和処理をして、静置タンクに供給される。沈殿したガドリニウムは分離・回収されて循環使用される。(この方法は私論である。)このシステムは大型の反応槽、

中和槽および静置タンクが必要になる。かつて内容積 4,000m³の反応槽にミューエダクターを配置した実績がある。工業製品の均質化を達成して、反応時間の短縮化に貢献をしている。(日刊工業新聞 2013 年 3 月 25 日 12 面に掲載されている。)

東大宇宙線研究所 SK スーパーカミオカンデでの硫酸ガドリニウムの投与実験が SK-Gd 計画として発表されている。(池田一得, 他「天文月報」第 113 巻, 第 10d 号 P599~609 2020 年 10 月)

SK (スーパーカミオカンデ) での貴重な経験を活かされて HK (ハイパーカミオカンデ) でのニュートリノの観測に成功されることを祈念しております。有効体積 19 万トンの巨大なタンクでのラドンとガドリニウムとの接触混合に興味があります。

18. 処理水中のトリチウムおよび放射性物質の除去

トリチウム (³H) と中性子吸収材あるいは捕獲材 (例えばガドリニウム) とを接触させて、トリチウムの原子核を形成している中性子 2 個を吸収あるいは捕獲して ³He に核変換できるかが問われる。ガドリニウムは常時 β 崩壊しながら周囲に放射線 (ベータ線) 18.6keV を放射している。ガドリニウムは 20°C 以下で強磁性を示すと言われている。ガドリニウムは原子炉の中性子吸収材として、制御棒に利用されている。

現在、東大宇宙線研究所の SK (スーパーカミオカンデ) で硫酸ガドリニウムを利用して、²²²Rn や Kr によるバックグラウンド値を下げるための研究が SK-Gd 計画としてなされている。「カムランド」での Rn, Kr の脱気装置の実績をもとに、ミューミキサー (ミューミキシングエレメント) を内蔵した Rn 分散装置「ミューリアクター」として、SK のタンク内の ²²²Rn の濃度測定に利用されている。(日刊工業新聞 2011 年 2 月 24 日に記事掲載されている。) 因みに SK のタンクの貯水量は 5 万トンである。

非常に低濃度の ²²²Rn 濃度は 0.8~10mBq/m³ である。²²²Rn の存在はノイズになって測定感度に影響を与える。

19. 処理水から放射性物質の分離・回収について

処理水中に含まれているサブミクロンの重金属（例えば、ウラニウム、プルトニウム、ストロンチウム等）の放射性物質は MU-SSPW を内蔵したミューリアクター、ミューエアレータ、ミューマグネータを利用することで分離・回収が可能である。

廃水中に点在している極微量の放射性物質をファインバブルでつつみ込んで、上方に浮上させて分離する「Flotation」泡沫浮遊選鉱法という技術を利用して分離・回収することが可能である。

曝気・放散機能を有する分離装置（例えばミューリアクター）を直列で多段に配置することで、放射性物質の放出濃度を限りなくゼロにすることは可能である。加圧気体は不活性ガス例えば N_2 , Ar あるいは H_2 などを使用することで循環使用できる。又、放射性廃棄物となるイオン交換樹脂、吸着剤、界面活性剤、フィルタなどを使用することなく、分離・回収が可能となる。

（これらの除去方法は実証テストが必要であるが。）

20. むすび

ミュー社を1983年創業以来、MU Green Technology ®を旗印に39年間に亘り社長をつとめてきました。小生も本年で喜寿を迎えます。

これまでのミューミキサー、ミューミキシングエレメントそして複数の螺旋状多孔翼から成る MU-SSPW への開発、類似特許への疑問、90°捻りの羽根体および通路管と羽根体との一体成型によるミキシングエレメントの製造方法、これらの発明による新たな用途開発、複数の螺旋状の多孔翼から成る MU-SSPW の発明による大型化への道、大型の MU-SSPW を利用した COG, CCS への展開およびトリチウム水の浄化についての提案などを述べてきました。

特に、東京地裁判決（昭和58年（ワ）10654号）および類似特許に関しましては、事業継承者のために、あえて疑問を提示して、公明で公正な社会の判断を待ちます。

競争のない処に進化なく

想像のない処に創造なく

自由のない所に創造的波壊は生まれず

核融合炉において「らせん」状の磁力線を発生させてプラズマを閉じこめるトカマク方式が提案されている。俵屋宗達の「風神」から素粒子物理学における「ブラックホール」に至る奥深い意味をもつ「らせん」に出会えたことに心から感謝です。多謝。

以上述べてきました事柄が、皆様方の思考の一助になれば望外の喜びです。

雪明りのなか僧堂に静かに端坐する老僧が発する

「腰抜けになるな！」

「足裏に眼をもて！」そして「只管打坐」の世界を、30年近く指導戴いた平野老師の座相を身体に。

創業当時、長小次郎師から贈られた孟子の「虎嶮を負う」のことばと堅い木版に刻みこまれた「格物」

¹⁾を大事に、今は亡き武田住職の「いまここに在る命の不思議さを大事にきなさいよ。」を心に、焦

らずに、一步一步着実に、時折り寄り道をしながら、梵鐘の音色に、遠くから聴こえてくるせせらぎに、

耳を傾けながら、無極を求めながら、無即空 空即無の世界を。

雪深き道を、明日を信じて同志とともに歩いていく覚悟である。

文責：小嶋久夫

米国化学会員

©2022 H.Kojima

1) 格物とは

朱子学では、「物（の理）にいたる」と読み、事物に本来そなわる理に窮め至ることと解した。」広辞苑

2 1. 論文, 参考文献, 米国特許

1. 小嶋 久夫：「マヤ遺跡と技術革新への道」巻頭言『化学装置』2008年7月号

2. 小嶋 久夫：「ミューミキシングエレメントによる連続排水処理技術」『化学装置』2000年8月号

P61~P63

3. 小嶋 久夫：「スタティックミキシングスクラバー方式による湿式排ガス処理装置」『化学装置』
2004年3月号
4. 小嶋 久夫：「高濃度アンモニア含有排水の放散・吸収処理技術」『化学装置』2005年4月号別冊
5. 小嶋 久夫：「高性能湿式廃ガス処理装置」「ミュースクラバー」『化学装置』2006年3月号
6. 小嶋 久夫：「湿式排ガス処理装置のメンテナンスフリー化」『化学装置』2007年7月号 P36~P40
7. 小嶋 久夫：「高性能湿式除塵装置の開発・製品化」『化学装置』2009年1月号 P154~P155
8. 小嶋 久夫：「ミューミキシングエレメント／MU-SSPW の応用」『工業材料』2014年11月号
P90~P95 Vol.62 No.11
9. 小嶋 久夫, 鈴木 照敏：「ミューミキシングエレメント®の化学プラントへの適用」『化学装置』
2015年7月号
10. 小嶋 久夫, 池田 潤：「ミューミキシングエレメント®を用いた水質浄化技術」『化学装置』
2015年8月号
11. 鈴木 照敏, 小嶋 久夫：『CCS プラントが直面している問題点とその対策案』『化学装置』
2018年2月号
12. 小嶋 久夫, 鈴木 照敏, 他：MU Static Spiral Perforated Wings (MU SSPW)TMを採用した
水処理技術～水平から垂直への道のり～『化学装置』2018年8月号 P33~P42
13. 小嶋 久夫, 鈴木 照敏, 小島 照博, 他：「MU Static Spiral Perforated Wings (MU
SSPW)TMエレメントの大型化の展望」『化学装置』2021年4月号
14. 小嶋 久夫, 有坂 晃一, 竹林 昌洋：「磁気を組み込んだミューマグレータの開発」『化学装
置』2021年5月号 P65~P69
15. 小嶋 久夫, 有坂 晃一, 中司 雅文, 他：「ミューマグレータを用いた排水処理の事例ーファイ
ンバブルの発生と排水処理の向上を目指してー」『化学装置』2021年11月号
16. 鈴木 照敏：「MU-SSPW エレメントの大型装置化の展望」『分離技術』分離技術会 2021年
Vol51 No.4 PP254~259
17. 中野佑樹：Measurement of Radon Concentration in Super-Kamiokande Tank, 東京大学宇宙線研

究所 第2回修士・博士研究発表会、2013.2

18. 田阪茂樹、ほか：大気・海洋間のラドンフラックスの観測、国立極地研究所第30回極域気水圏シンポジウム、200711

19. 山本 信幸：「企・業・探・訪」『Infodia』 1999年4月号 P32~P33 三菱商事株式会社発行

20. 社報「信越化学」第577号 P5 2001年11月号

21. J.Terasaki, et al：「INTRODUCE A SOLUTION FOR VOLATILE COMPONENTS IN A CEMENT PREHEATER KILN.」 Worldecement. com Nov.09.pp.139-144

22. S.Kambara. et.al：「MERCURY EMISSION CONTROL BY WET SCRUBBER WITH SUPER STATIC MIXER」 2011 International Pittsburgh Coal Conference , Sept., 2011

23. 大江修造：「蒸留技術」基礎のきそ(2008)、pp.155-157、日刊工業新聞社

24. 大江修造：「トコトンやさしい蒸留の本」 p77、日刊工業新聞社 2015年9月発行

25. 美谷芳雄、西野耕司：「最近の乾式シリカ製造技術と環境対策（2）」—環境対策—塩素回収—」『化学装置』、1995年4月号 pp.91-95

26. 鄭 宗岳, 林 鴻祥編著：「空気汚染防制. 理論及設計」第5版 2018年2月 P384~P391 新文京開発出版股份有限公司発行 New Wun Ching Developmental Publishing Co., Ltd.

4,466,741

4,747,697

4,878,925

5,605,400

6,431,528

7,510,172

7,975,991

10,124,396

10,195,695

11,253,812