

糖系界面活性剤を用いた安全性の高い加工液に関する研究

梶本英嗣*

A Study on the Safe Cutting Fluid with Sugar-Based Surfactants Eiji Sugimoto

本研究では安全性の高い環境低負荷な加工液の実現を目指し、天然由来の糖系界面活性剤と固体潤滑剤を用いて加工液を試作し、その潤滑性能についてタッピングトルク試験で評価した。その結果、糖系界面活性剤と固体潤滑剤の添加効果が明らかとなった。しかしながら、安全な水系加工液を既存加工液の代替とするためには、タッピングトルクをさらに2.6Nm 下げなければならない。

1. 緒 言

近年、環境技術への関心は年々高まっており、製造現場においても環境低負荷技術の提案が求められている。マシニングセンタ等を用いた機械加工では、現在、大量の加工液を加工点に供給しつつ加工が行われている。生産性の向上を図るための夜間の加工や無人運転の必要性から、加工液は火災の心配の低い水溶性切削油が主に用いられている。加工液は濾過され循環ポンプにより加工点に再供給されるが、加工液に含まれる潤滑成分は使用に伴い劣化するため、定期的な交換と廃棄が必要となる。

国内では年間約 84 万 kL の加工液が廃棄されている¹⁾。水溶性切削油は廃液の 90%以上が水であり、水と油を分離処理した後、焼却や埋め立て処理されている。しかし処理水から切削油剤の成分を完全に除去することは不可能であり、排水による環境負荷が生じている。この根本的な解決のためには油を含まず、安全な物質のみで潤滑性を実現する必要がある。

切削加工における加工点は非常に厳しい潤滑状態であり、工具と被削材の接触・摩擦を伴う現象として説明される。このような摩擦し合う物質の潤滑状態を表すものとしてストライベック曲線がある²⁾。図1にストライベック曲線の概念図を示す。ストライベック曲線では潤滑状態を流体潤滑、混合潤滑、境界潤滑の3種類に大別している。これらのうち、加工現象に該当する境界潤滑においては、他の2つの状態に比べて粘性の寄与は低く、化学的、界面化学的、表面物理的特性が支配的であると言われている³⁾。また、金属の切削現象において、潤滑は工具と被削材の摩擦面に加工液が侵入し、せん断強度の低い潤滑膜あるいは何らかの反応生成膜が形成されることで成り立つと考えられている⁴⁾。

これらのことから加工液に求められる機能としては、まず被削材表面に広がること、つまり濡れ性を持ち⁵⁾、そして潤滑膜あるいは反応生成膜を形成できることが必要となる。潤滑膜の形成には特に極圧添加剤の性能が重要となる。90年代までは極圧添加剤として塩素系添加剤が多く使用されていたが、有害性が指摘され⁶⁻⁷⁾、硫黄系添加剤に少しずつ置き換わってきた。現在では更なる安全性や環境負

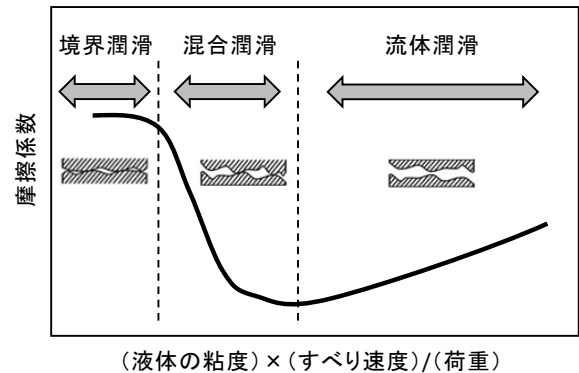


図1 ストライベック曲線の概念図

荷低減のために硫黄系添加剤の代替品が求められているが、有力な代替品は見つかっていない状況である。

これまでに著者は、アルミ合金の切削加工時の切削抵抗が、既存の加工液と同等となるオイルレス加工液を開発した⁸⁾。しかし、鉄系材料の加工においては十分な性能ではなく、潤滑性能の向上が必要であった。

そこで本研究では、環境負荷が小さい加工液を実現するため、油を含まない水ベースの加工液を試作し、基礎的な検討を行った。加工液の特性は、タッピングトルク試験で評価した。比較試験には、既存の加工液を用いた。

2. 試験装置及び試験方法

2・1 加工液の評価方法について

加工液の評価は一般的に摩擦試験と切削試験の2種類に分けられる。摩擦試験では四球試験⁹⁾や、チムケン試験¹⁰⁾、ファレックス試験などがある。これらは加工液の基礎研究などに用いられる。しかし切削現象とは異なり塑性変形や切り屑生成を伴わず、点または線接触での評価となるため、実加工との相関に乏しい傾向がある。切削試験は実際の加工を再現し、加工液を評価するため、現象的には最良の方法であると言える。しかし切り屑の噛みこみや工具摩耗、加工液の供給方法などの影響を受けるため、適切な結果を得るには時間的、経済的負担を要する。それに対し比較的簡便な方法として、タップ加工中のトルクにより加工液を評価するタッピングトルク試験¹¹⁻¹²⁾がある。本研究ではこのタッピングトルク試験により加工液の評価を行った。

* 技術支援部 製品技術グループ

2・2 タッピングトルク試験方法

図2にタッピングトルク試験装置概要、図3にタッピングトルク試験装置、図4に試験治具と被削材を示す。立形マシニングセンタ(牧野フライス製作所製 FNC74-A20)のテーブル上に切削動力計(Kistler 製 Type9273)を設置し、その上に被削材固定用の治具を取付け、下穴をあけた被削材(炭素鋼 S50C)を固定した。下穴はφ9mmのドリル(不二越製 アクア REVO ドリル AQRVDS0900)で加工し、φ9.2mmのリーマ(栄工舎製 SCR ストレートシャンクチャッキングリーマ)で仕上げた。

タッピングトルク試験では下穴に評価する加工液を満たし、ロールタップ(OSG 製 S-XPF M10×1.5)でタップ加工を行った。加工条件は主軸回転数 120rpm, 送り 180mm/minとした。タップ加工中のトルクを切削動力計で測定し、チャージアンプ(Kistler 製 5080A)を介してデータ処理用 PC にサンプリング周波数 360Hz で記録した。図5にタッピングトルク試験時のトルク測定例を示す。タッピングトルクは工具の食い付きと共に上昇し、工具の刃が全当たりすることにより一定値となる傾向を示す。そして設定した深さまで加工すると逆回転しつつ加工開始点まで戻するため後半には負の値となる。本研究では工具が全当たりし一定値となる部分において、試験開始から6.0~9.0秒に該当する 1080

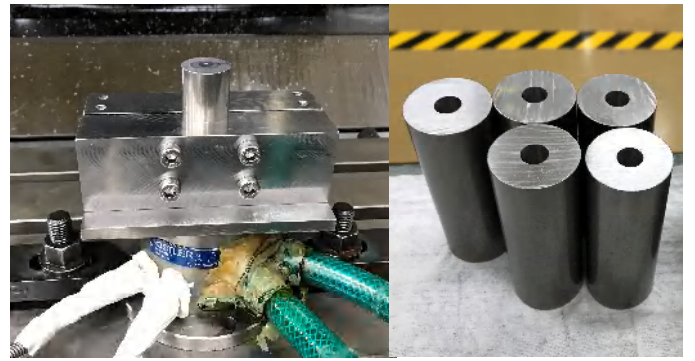


図4 試験治具と被削材

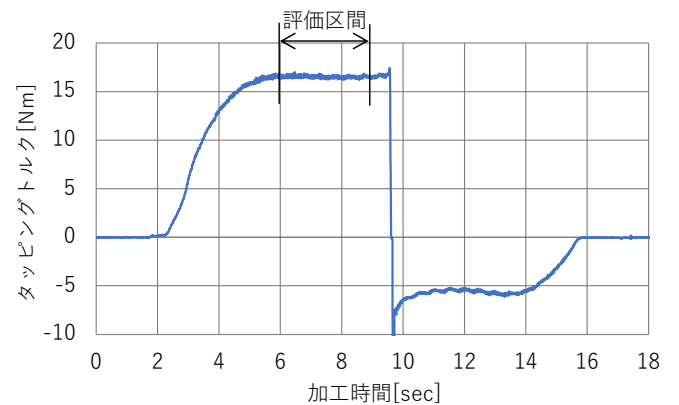


図5 タッピングトルク試験時のトルク測定例

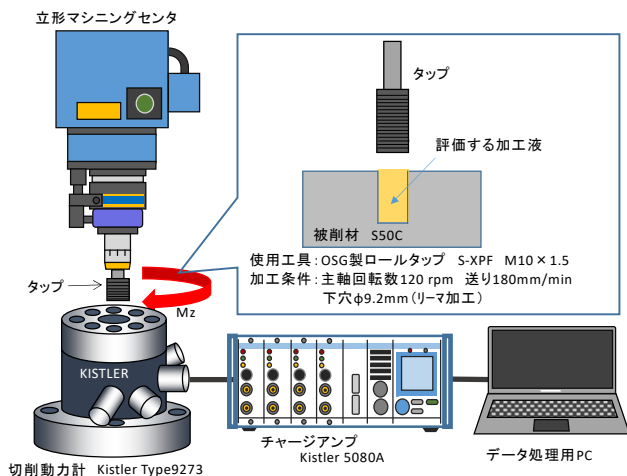


図2 タッピングトルク試験装置概要



図3 タッピングトルク試験装置

点のデータの平均値をタッピングトルクとして算出した。また、各試験条件共に4回測定を行い、その平均値で評価した。

2・3 タッピングトルク試験と実加工の関係性

加工液の性能は加工方法や加工条件、被削材材質などによって大きく異なるため、加工現場での使用感とタッピングトルク試験結果の相関性について検討した。使用感については、加工液の提供企業にヒヤリングを行い、3段階に分類した。一般的な性能と感じたものをBとし、最も手ごたえが軽く潤滑性に優れるものをA、やや劣ると感じるものをCとした。図6に既存加工液のタッピングトルク試験結果を示す。試験結果から、使用感が良いとされる加工液ほどタッピングトルクが小さくなる傾向にあることが分かった。タッピングトルク試験は、加工現場での使用感を評価する手法の一つと考えられる。

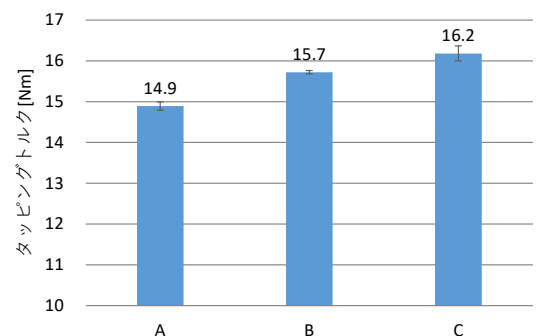


図6 既存加工液のタッピングトルク試験結果
A:優れている, B:普通, C:やや劣る

2・4 加工液の試作

油を含まない水ベースの加工液を実現させるには、加工点で濡れ性と潤滑性の改善に影響する安全性の高い添加剤を探査しなければならない。そこで、潤滑性改善に効果があると予想された固体潤滑剤であるグラファイト(伊藤黒鉛工業製 AGB-20)と炭酸カルシウム(富士フィルム和光純薬製 試薬特級 030-00385)について検討した。グラファイトや炭酸カルシウムは、水に添加すると沈殿するため、それらに対する分散剤として CNF(セルロースナノファイバー)、CMC(カルボキシメチルセルロース)を使用した。また、濡れ性改善に効果があると予想される糖系界面活性剤としてラウリルグルコシドとデシルグルコシドについて検討した。図7に糖系界面活性剤の構造式を示す。これらの添加剤は、天然由来の非イオン性界面活性剤であり、歯磨き粉やベビーシャンプーなどに使用される安全性の高い界面活性剤である¹³⁾。ラウリルグルコシドについては、先の研究¹⁴⁾で最適添加量が1%であったことから、本研究では添加量を1%とした。デシルグルコシドについても同様に1%で試験を行った。

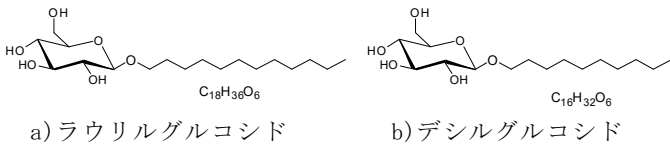


図7 糖系界面活性剤の構造式

3. 結果と考察

3・1 糖系界面活性剤と分散剤の添加効果

タッピングトルク試験によって、加工液の潤滑性に及ぼす糖系界面活性剤と分散剤の添加効果について評価した。図8に糖系界面活性剤と分散剤の添加効果を示す。分散剤の有無に関係なく、タッピングトルクは、ラウリルグルコシドの方が、デシルグルコシドより低くなっていた。また、界面活性剤の種類に関係なく、タッピングトルクはCNFの添加により下り、CMCの添加により上がった。これらの結果から、加工液の潤滑性の改善に対して、ラウリルグルコシドとCNFの組み合わせが良いと考えられる。

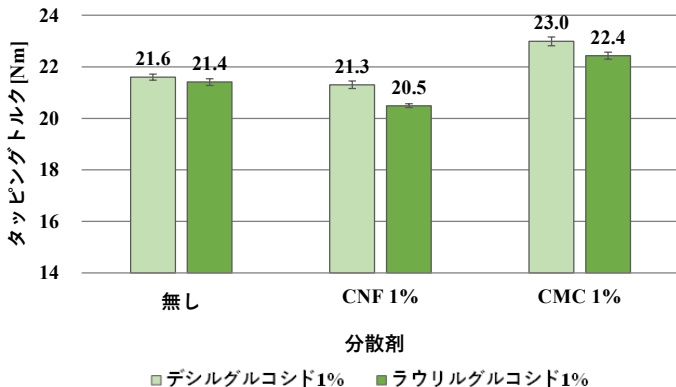


図8 糖系界面活性剤と分散剤の添加効果

3・2 固体潤滑剤の添加効果

加工液の潤滑性に及ぼす固体潤滑剤の影響について検討した。固体潤滑剤としてグラファイトと炭酸カルシウムを用いた。固体潤滑剤は、ラウリルグルコシド 1%+CNF 1%に対して1%, 0.5%, 1%, 5%添加し、加工液を調整した。図9に固体潤滑剤の添加濃度とタッピングトルクの関係を示す。5%添加することでグラファイトで18.3Nm、炭酸カルシウムで18.9Nmまで低下した。各添加濃度においてグラファイトと炭酸カルシウムの添加効果は確認できたが、グラファイトの方が若干低い値を示した。

図10に試作した加工液のタッピングトルクの比較図を示す。基準としたイオン交換水の場合、トルクリミット(24Nm)以上になったため測定できなかった。界面活性剤を添加するとタッピングトルクは下がり、さらに分散剤を加えるとタッピングトルクは低下した。固体潤滑剤として炭酸カルシウムを添加すると18.9Nmまで低下した。グラファイトの場合、18.3Nmとなり、今回行った試験では最小値となった。しかしながら、既存加工液に近づけるためには、さらに2.6Nm下げなければならない。実用のためには更なる改善を要するが、オイルを含まない水ベースの安全性の高い環境低負荷な加工液作製のための知見が得られた。

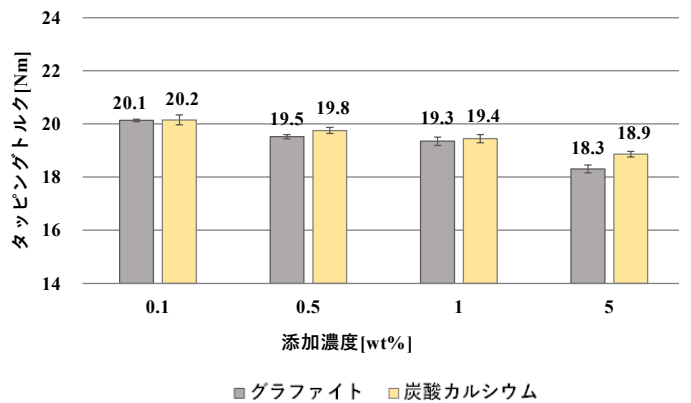


図9 固体潤滑剤の添加濃度とタッピングトルクの関係

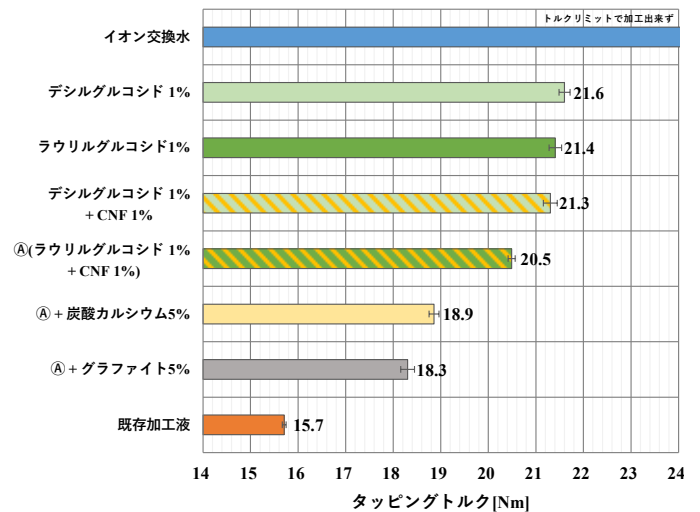


図10 試作した加工液のタッピングトルクの比較図

4. 結 言

本研究では安全性の高い環境低負荷な加工液の実現を目指し、天然由来の糖系界面活性剤と添加剤、固体潤滑剤を用いて加工液を試作して、その潤滑性能についてタッピングトルク試験で評価した。その結果を以下に示す。

- 1) 界面活性剤として比較した二種類の中では、ラウリルグルコシドの方が加工液の潤滑性の改善に効果があった。添加剤として比較した二種類の中では、CNFの方が加工液の潤滑性の改善に効果があった。固体潤滑剤として比較した二種類の中では、グラファイトの方が加工液の潤滑性に効果があった。
- 2) 糖系界面活性剤と添加剤、固体潤滑剤を併用することでタッピングトルクは低下した。ラウリルグルコシド1%、CNF 1%、グラファイト5%のとき、タッピングトルクは18.3Nmとなった。一般的な既存加工液に近づけるためには、さらに2.6Nm下げなければならない。

参考文献

- 1) 横田秀雄: MQL 切削の現状と課題, 精密工学会誌 **68**(7), p. 903-906(2002).
- 2) (社)日本機械学会: 機械工学便覧デザイン編 β 4 機械要素・トライボロジー, 丸善, p. 162(2005).
- 3) 桜井俊男: 新版潤滑の物理化学第二版, 幸書房, p. 29(1983).
- 4) 山本明, 鈴木音作: 潤滑油剤とその効果, 朝倉書店, p. 83(1966).
- 5) 山本雄二, 兼田楨宏: トライボロジー, 理工学社, p. 16(1998).
- 6) 詳細リスク評価書 短鎖塩素化パラフィン外部レビュー, 産業技術総合研究所化学物質リスク管理研究センター水圏環境評価チーム, p. 36-46(2004).
- 7) JIS K2241:2017 切削油剤, (2017).
- 8) 地方独立行政法人山口県産業技術センター, 梶本英嗣, 潤滑剤とそれを用いた金属加工方法, 特許第 6288645号.
- 9) JIS K2519:2017 潤滑油-耐荷重能試験方法, (2017).
- 10) JIS K2220:2013 グリース, (2013).
- 11) 小倉茂稔, 若林利明: タッピングトルク試験による切削性の評価, 日石レビュー, **31**(6), p277-284(1989).
- 12) 須田聡, 横田秀雄, 井比政則, 若林利明: MQL システムを用いたタップ加工における加工性能評価, 2005年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, I51(2005).
- 13) 深田和宏: 糖型界面活性剤, 日本油化学会誌 **49**(10), p. 1035-1040(2000).
- 14) 梶本英嗣: 切削加工におけるオイルレス極少量潤滑技術に関する研究, 日本機械学会中国四国支部第 56 期総会・講演会講演論文集, K1407(2018).

ニタリクジラの部位による油脂の特徴について

岩田在博^{*1}, 小川友樹^{*2}, 猪野陽佳^{*1}, 宮本美里^{*1}, 岸本充弘^{*3}, 吉田幸治^{*4}, 吉田貴宏^{*4}

Characteristics of Oils from Various Parts of Bryde's Whale

Arihiro Iwata^{*1}, Tomoki Ogawa^{*2}, Haruka Ino^{*1}, Misato Miyamoto^{*1}, Mitshuhiro Kishimoto^{*3}, Kouji Yoshida^{*4} and Takahiro Yoshida^{*4}

Fatty acid compositions of various oils extracted from some parts of Bryde's whale (*Balaenoptera brydei*) were investigated. The whale blubber contained higher ratio of PUFAs, such as DHA, EPA, and DPA, than the hard parts near throat grooves and liver. Fragrances of whale oils were evaluated using the headspace-GC-MS. Oil of the hard parts near throat grooves smells less fishy than the blubber oil. Ketones are thought to be the cause of the unique odor of the whale liver oil.

1. 緒言

令和元年に大型鯨類の商業捕鯨が再開されると、下関市は日本で唯一の母船式捕鯨の基地となった。ニタリクジラは母船式捕鯨の主力製品で、ニタリクジラの肉は食用に利用されているが、母船上でニタリクジラ油は製品として生産されていない。

著者らは以前に南極海調査捕鯨の副産物や沿岸捕鯨の鯨肉加工工程から排出される鯨油(クロミンククジラやツチクジラ)の精製に関する研究を行い¹⁾、その鯨油を活用した商品化を行ってきた(図1参照)。



図1 吉田総合テクノの鯨油製品

また、著者らは、商業捕鯨再開後のニタリクジラの皮油について脂肪酸組成を分析し、これまでに知られていた値よりもDHA(ドコサヘキサエン酸)やEPA(エイコサペンタエン酸)などの高度不飽和脂肪酸が多く含まれていることを報告した(表1参照)。

表1 ニタリクジラ皮油の脂肪酸組成

| 脂肪酸組成 | DHA | EPA | DPA | 合計 |
|-------------------|------|------|------|-------|
| 測定値 ²⁾ | 6.5% | 2.4% | 1.2% | 10.2% |
| 文献値 ³⁾ | 6.0% | 1.0% | - | 7.0% |

本研究では、ニタリクジラの皮以外の部位に含まれる油脂について脂肪酸組成を調査した。また、この脂肪酸は、臭気の原因と考えられており、油脂を食品や化粧品原料に用途展開するうえで、重要な指標となる。これまでに油脂の臭気成分の評価方法としてヘッドスペース法によるガスクロマトグラフ質量分析(以下、HS-GC/MS)と官能評価の相関が研究されているが⁴⁾、鯨油について評価された例はない。そこで、それぞれの油脂の臭気成分についてHS-GC/MSにより評価した。

2. 実験方法

2・1 実験に利用した機器

ガスクロマトグラフ(以下GC)およびガスクロマトグラフ質量分析装置(以下GC/MS)は、島津製作所製GC-2010 Plus(Agilent製キャピラリーカラムDB-23(60m または30m×250μm×0.15μm))およびPerkinElmer製Clarus 600 C GC/MS(フロンティアラボ製キャピラリーカラムUA-5(30m×250μm×0.25μm)、ヘッドスペースはPerkinElmer製TurboMatrix Trap 400)を用いた。

2・2 実験に利用した材料

アセトン、ヘキサン、メタノール、水酸化カリウム、シリカゲル、活性白土は、市販のものを用いた。ニタリクジラの皮は国内の水産加工業者から購入した。畝須軟骨と呼ばれる畝須の近くにある硬い部分(軟骨ではない部位で1頭当たり20kg程度生産される)と肝臓は、それぞれ共同船舶から購入した。

皮油は、ニタリクジラの皮を大気中150℃で搾油を行い、特許記載⁵⁾の吸着精製法により得た。

3. 実験結果

3・1 畝須軟骨油と肝臓油の作製と脂肪酸組成分析

ニタリクジラの畝須軟骨392gを大気中150~170℃で4時間加熱し、得られた油状物を加温しながら活性白土と混合後、ろ過することにより畝須軟骨油174g(収率44%)を淡黄色固体として得た。

*1 技術支援部材料技術グループ

*2 技術支援部

*3 下関市立大学経済学部

*4 吉田総合テクノ



図2 軟骨と軟骨油

また、ニタリクジラの肝臓 567g を煮熟してペースト化し、ヘキサン抽出後に濃縮した粗肝臓油をヘキサンに溶解し、シリカゲルカラム(ワコゲル C-200, 75-150 μm (75%)), 10 φ×15cm)に展開した。褐色の留出液の色が薄くなるまでヘキサンで溶出し、次いでアセトンで留出させた。アセトン留出分をエバポレーターで濃縮し、肝臓油 2.8g(収率 0.5%)を黄色固体として得た。着色は、肝臓に含まれるビタミン A などの成分によるものと考えられる。

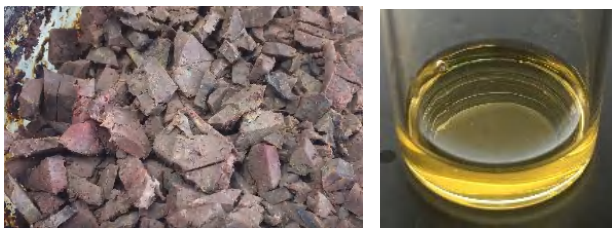


図3 煮熟した肝臓と肝臓油(融解状態)

皮油、軟骨油、肝臓油の各脂肪酸組成は、基準油脂分析試験法⁶⁾を参考に、触媒量の水酸化カリウム存在下、各油脂とメタノールを反応させて脂肪酸メチルエステルに誘導し、GC(Agilent 製キャピラリーカラム DB-23)で分析した(図 4)。各脂肪酸の含有比は、ガスクロマトグラムの面積比より求めた。結果を表 2 に示す。

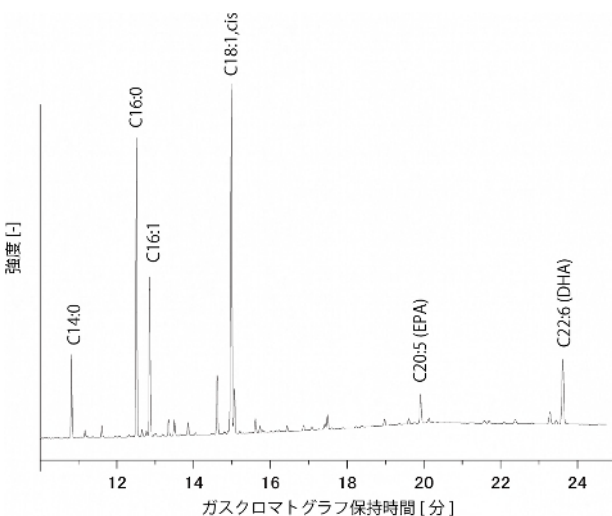


図4 ニタリクジラ皮油のガスクロマトグラム

表2 ニタリクジラ油の脂肪酸組成

| 脂肪酸 | 皮油 | 軟骨油 | 肝臓油 |
|--------------|--------|--------|--------|
| C14:0 | 4.8% | 3.5% | 1.5% |
| C14:1 | 0.5% | 0.3% | - |
| C15:0 | 0.8% | 0.7% | - |
| C16:0 | 19.5% | 16.7% | 22.3% |
| C16:1 | 10.3% | 6.8% | 2.1% |
| C17:0 | 2.2% | 1.7% | 0.9% |
| C17:1 | 1.0% | 0.9% | 2.3% |
| C18:0 | 4.3% | 3.8% | 12.5% |
| C18:1, trans | 0.2% | 0.2% | - |
| C18:1, cis | 30.7% | 21.0% | 17.5% |
| C18:2, trans | 0.2% | - | - |
| C18:2, cis | 1.5% | - | 0.5% |
| C18:3 n6 | 0.1% | - | - |
| C18:3 n3 | 0.5% | - | - |
| C18:4 | 0.4% | - | 0.7% |
| C19:0 | 0.2% | 0.7% | - |
| C19:1 | 0.1% | - | - |
| C20:0 | 0.3% | 1.1% | - |
| C20:1 | 2.0% | 1.5% | - |
| C20:2 | 0.3% | 0.2% | - |
| C20:3 n6 | 0.3% | - | 2.7% |
| C20:3 n3 | 0.2% | - | 3.7% |
| C20:4 n6 | 0.8% | - | - |
| C20:5 | 2.8% | 2.6% | 2.1% |
| C21:0 | - | 0.3% | - |
| C21:5 n3 | 0.3% | 4.2% | 0.5% |
| C22:0 | 0.4% | - | - |
| C22:1 | 0.8% | 0.7% | - |
| C22:5 n6 | 0.5% | 0.9% | - |
| C22:5 n3 | 1.3% | 1.6% | 1.2% |
| C22:6 | 7.0% | 5.6% | 4.5% |
| C23:0 | 0.3% | 0.6% | - |
| C24:0 | 0.1% | 0.7% | - |
| C24:1 | 0.4% | 0.2% | 0.4% |
| 未同定 | 4.9% | 23.6% | 24.6% |
| 合計 | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

皮油には、DHA(C22:6)やEPA(C20:5)などの高度不飽和脂肪酸が最も多く含まれていることから、サプリメントなどの栄養補助食品に利用する際には、皮油が適していると考えられる。軟骨油にはヘンエイコサペンタエン酸(C21:5)が多く含まれていた。ヘンエイコサペンタエン酸はn3系の脂肪酸であるため、DHAやEPAと同じような健康機能効果が期待されている。肝臓油にはエイコサトリエン酸(C20:3)が多く含まれていた。エイコサトリエン酸はプロスタグランジンの前駆体として知られており、今後このような生理活性物質を研究対象とする研究者への需要が見込まれる。また、軟骨油や肝臓油は未同定のピークが20%以上を占めている。これは分岐の脂肪酸、色素、高級アルコール、エステルなどの混在によるものと考えている。

3・2 ニタリクジラ油の臭気分析

ニタリクジラの皮油、軟骨油、肝臓油について、HS-GC/MSによる評価を行った。各油脂 0.1mL をバイアルに入れ(図 5)、40℃に加熱し、ガス部をGC/MSに導入して測定した。クロマトグラムを図 6 に示す。図 6 の縦軸は、臭気成分の強度で秤量した油脂の量は一定であることから、各油脂の臭気成分の相対強度を比較することができる。なお、基準油脂分析試験法には臭気の評価や試験法が無いのが現状である。



図5 油脂 0.1mL を入れたバイアル

評価の結果，アセトアルデヒド，プロパナール，酢酸，ペンタナールが検出された。これらは，鯨油に含まれる高度不飽和脂肪酸の酸化分解により生成され，魚臭さの原因となる。

ピーク強度は皮油が最も大きく，次に肝臓油で，畝須軟骨油が最も小さかった。

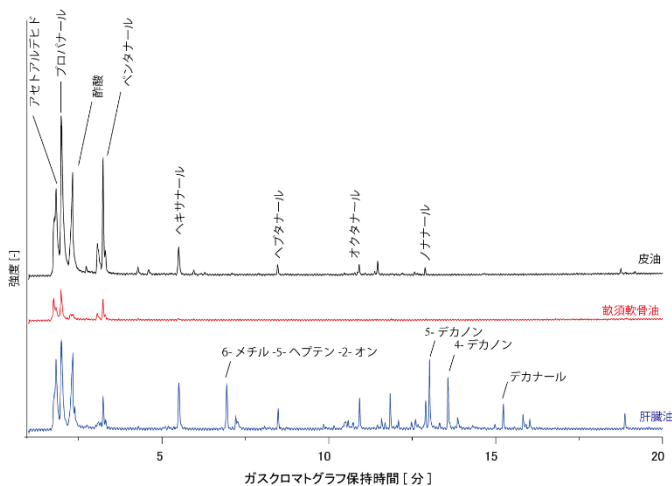


図6 ヘッドスペース法による臭気成分のクロマトグラム

畝須軟骨油は，皮油に比べると臭気成分が少なかったことから，化粧品原料への利用が期待される。吉田総合テクノからは南極海調査捕鯨で採集されたクロミンククジラの鯨油を利用した化粧石けんを販売しているが調査捕鯨の終了により後継の原料が望まれていた。現在，ニタリクジラの畝須軟骨油を利用した石けんの試作品が完成しており，今後新規商品の製造販売が期待される。

また，皮油と肝臓油からは，ヘキサナール，ヘプタナール，オクタナール，ノナナールも検出された。これらも，鯨油に含まれる不飽和脂肪酸の酸化分解により生成され，魚臭さの原因となる。さらに特異な臭気を有する肝臓油からは，6-メチル-5-ヘプテン-2-オン(図7参照)，4-デカノン，5-デカノン，デカナールなどのケトン類や脂肪族アル

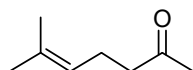


図7 6-メチル-5-ヘプテン-2-オンの構造

デヒドが検出された。ケトン類は肝臓油の独特の臭気の原因と考えられる。ケトン類は不飽和脂肪酸の酸化分解によって生成することも知られている。また図7に示す分岐型の2-メチルヘプト-2-エン-6-オンはビタミンAの前駆体となることが知られている。

4. 結 言

ニタリクジラの皮油，畝須軟骨油，肝臓油の3種類について脂肪酸組成と臭気成分を比較した。ドコサヘキサエン酸などの高度不飽和脂肪酸は皮油に多く，畝須軟骨油にはヘンエイコサペンタエン酸が，肝臓油にはエイコサトリエン酸がそれぞれ多く含まれていた。また，ヘッドスペース法によるガスクロマトグラフ質量分析で臭気成分を分析した結果，畝須軟骨油は臭気が少ないことを確認した。一方，肝臓油は特異な臭気があり，ケトン類が原因であると類推された。

本研究の一部は，一般社団法人日本鯨類研究所の令和3年度持続的利用調査等事業のうち「連携調査事業における漁獲された鯨体を有効に利用するため解体時に発生する残渣及びその他の未利用部位の活用用途の研究開発業務」による支援を受けて実施した。また，研究開発を進めるにあたり助言して下さった指定鯨類科学調査法人一般財団法人日本鯨類研究所の藤瀬良弘理事長，安永玄太環境化学チーム長に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 岩田在博，小川友樹，吉田幸治，吉田治重:鯨油の脂肪酸組成と臭気分析，山口県産業技術センター研究報告，**29**，p.12-114(2017)。
- 2) A. Iwata, T. Ogawa, M. Kishimoto, K. Yoshida, H. Yoshida:Fatty Acid Composition of Bryde's Whale Oil. *Japan Cetology*, **31**, p.1-4 (2021)。
- 3) 油脂及び油脂製品試験法部会・ガスクロデータ小委員会編:ミンク鯨油及びニタリ鯨油の脂肪酸組成，油化学，**28**，p.652(1979)。
- 4) 佐野貴士，武波慎也，今義潤，白砂尋士:加熱劣化した食用油の自動ダイナミックヘッドスペース GC/MS 法を用いたにおい成分分析と官能評価との関係について，日本食品工学会誌，**15**，No.2，p.87-94 (2014)。
- 5) 岩田在博，小川友樹，吉田幸治，吉田治重:食用鯨油組成物の製造方法:特許 6799834 号。
- 6) 日本油化学会編:日本油化学会制定基準油脂分析試験法:脂肪酸組成(キャピラリーガスクロマトグラフ法)，2.4.2.3，(2013)。

果実の着色促進を目的とした樹上照射装置の検討

吉村 和正*

Study on a Light Irradiation Device on Tree for Promoting Fruit Coloration Kazumasa Yoshimura

1. 緒 言

地球温暖化や生産者の高齢化・労働力不足などが原因で、様々な樹種において果実の着色不良が発生し大きな問題となっている。果皮着色は販売価格に直結するため、着色不良や着色ムラの改善が可能な技術が求められている。我々は、収穫後のリンゴおよびブドウを対象とした果実発色促進装置の開発に成功した¹⁻³⁾。本装置は果実品質の低下を抑制しつつ、着色改善を行うことが可能であるが、品質保持のために照射光強度や照射期間に制限がある。また、収穫後の照射が適さない樹種があるため、樹上での光照射による着色改善技術への要望も大きい。

本報告では、樹上果実にスポット照射を行うための樹上照射モジュールに関する検討結果について報告を行う。

2. 実験方法

照射モジュールの検討は、まず、光学シミュレーションソフト (Ansys 社 Zemax OpticStudio) による LED (発光ダイオード: Light Emitting Diode) の仕様決定から行った。モジュールは栽培作業の妨げとならず、かつ防水対策が容易な構造とするために、12LED 用円形基板 (Audio-Q AQC-12LC) および 12LC 用ホルダー (同 AQC-12LC-H) をベースとしたモデルとした。果実表面に照射される光の目標値として、放射照度は収穫後果実の着色促進の典型条件である $20 \text{ [W/m}^2\text{]}$ と照射期間短縮の検討を目的に 50 および $75 \text{ [W/m}^2\text{]}$ とし、照射範囲は $\phi 20 \sim 30 \text{ [mm]}$ とした。検討を行った LED の配光特性は、スペクトラ・コープ製 配光測定装置による実測結果を用いた。また、放射束は光強度分布の違いをわかりやすくするために固定値とした (1 [W])。次に、シミュレーション結果に基づき、市販の青色 LED の中から 3 つを選定し、モジュールを試作して光強度分布をスペクトラ・コープ製 輝度・照度自動マッピング装置を用いて評価した。

3. 実験結果

3・1 光学シミュレーションによる検討

照射装置の光源として使用する LED は、砲弾型と表面実装型 (以下、SMD 型) の 2 つのタイプが候補として挙げられる。砲弾型は 1 ランプあたりの光量は小さいが、指向性が高いため照射範囲を狭く限定することができる。一方、SMD 型は 1 ランプあたりの光量は大きい、指向性が低い、ため広範囲に光を照射する場合に適している。そこで、市

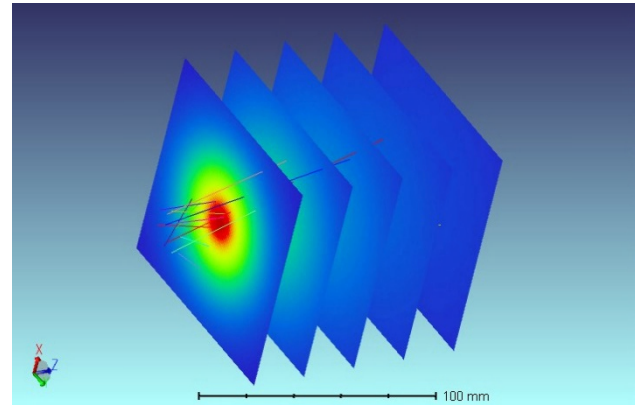


図 1 光学シミュレーションレイアウト

販されている複数の青色 LED の内、半値全角 ($2\theta_{1/2}$) が $30 \sim 120 \text{ [deg.]}$ の製品を対象に検討を行った。

図 1 にシミュレーションレイアウトを示す。シミュレーションモデルは 12 個の LED からなる光源、および LED の先端からそれぞれ $25, 50, 75, 100$ および 125 [mm] 離れた距離に配置された検出面で構成されている。検出面サイズは $\square 100 \text{ [mm]}$ とし、メッシュサイズは $\square 10 \text{ [mm]}$ とした。

半値全角が 60 [deg.] の LED を用いたモデルで、距離 50 [mm] の検出面におけるシミュレーション結果を図 2 に示す。図に見られるように、光強度は同心円状の分布となった。

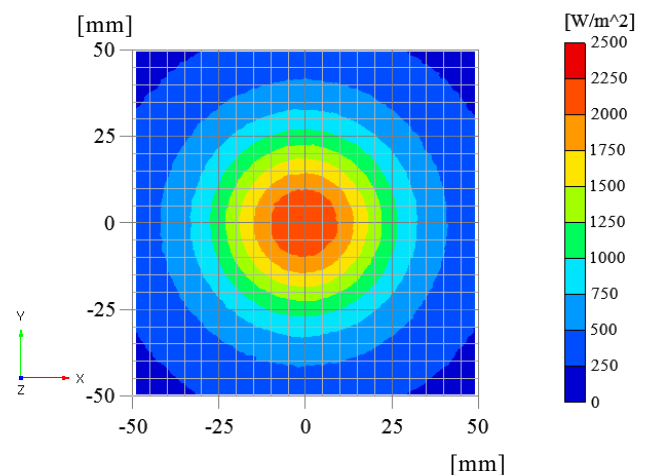


図 2 シミュレーション結果

半値全角が $30, 60$ および 120 [deg.] の LED を用いたモデルについて、各照射距離におけるピーク放射照度の 90% の強度になるエリアの直径の変化を図 3 に示す。最も指向性が高い LED (30 [deg.]) では、目標とする $\phi 20 \text{ [mm]}$ 以上の照射範囲を得るためには 90 [mm] 程度以上離す必要があることがわかった。指向性が低くなると照射距離を近付

* 技術支援部電子技術グループ

けることが可能となり、半値全角が 60 [deg.]および同 120 [deg.]の LED では、それぞれ 40 および 50 [mm]程度の距離から目標値を満たすことがわかった。

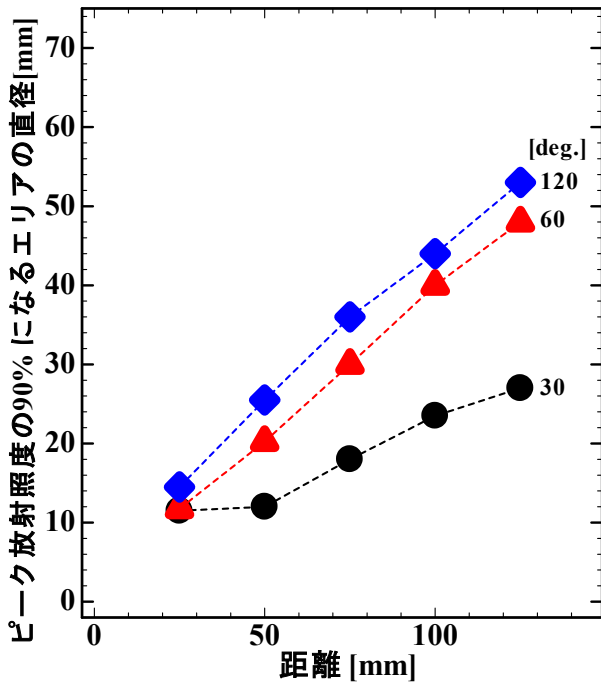


図3 照射距離に対するピーク放射照度の90%強度になるエリアの直径の変化

3・2 試作モジュールの実測評価

光学シミュレーション結果から次の3製品に絞り込み、モジュールを試作して光強度分布の実測評価を行った。

(a) Avago 製 HLMP-CB3B: 砲弾型, 放射束 18 [mW], 半値全角 30 [deg.], 定格電流 20 [mA]

(b) Audio-Q AQ-L05070BC: 砲弾型, 放射束 35 [mW], 半値全角 60 [deg.], 定格電流 20 [mA]

(c) 日亜化学製 NCSB119T: SMD型, 放射束 98 [mW], 半値全角 120 [deg.], 定格電流 350 [mA]

ピーク放射照度とピーク放射照度の90%の強度になるエリアの直径の関係を図4に示す。ただし、モジュール(c)については、LEDの個数を4個とし、定格電流では放射照度が高くなりすぎるため、印加電流を200 [mA]とした。

指向性が高いLED(a)は、目標とする放射照度を得ることができるものの、放射照度が75 [W/m²]のときにピーク放射照度の90%の強度になるエリアの直径が約13 [mm]となり、照射範囲の目標値を下回る結果となった。指向性が低く照射範囲が広いLED(b)および(c)は、放射照度が75 [W/m²]のときに同直径が約27 [mm]となり、目標値を満たすことができた。

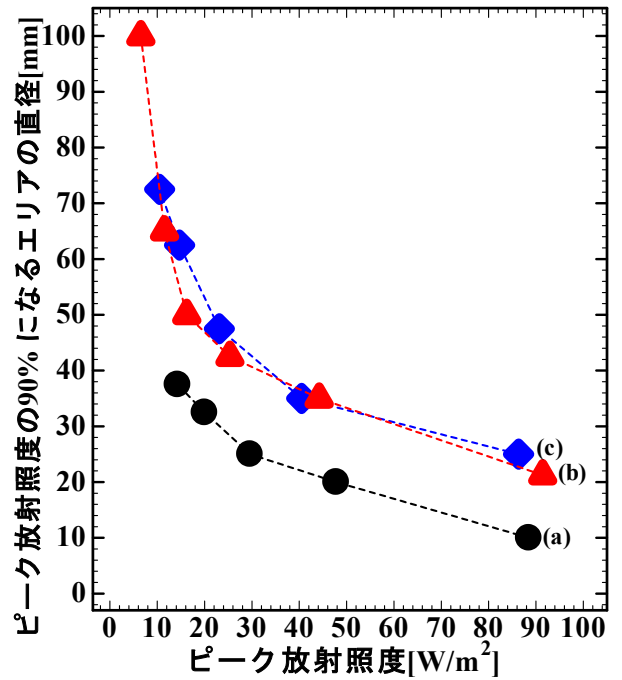


図4 ピーク放射照度に対するピーク放射照度の90%強度になるエリアの直径の変化

4. 結 言

樹上果実の着色促進を行うための照射装置の開発を目的に、光学シミュレーションによる光源モジュールの検討を行い、その結果に基づいてモジュールの試作および実測評価を行った。使用するLEDの放射束および配光特性を考慮して適当な位置に配置することで、必要な範囲に必要な光量を照射することが可能であることがわかった。

参考文献

- 1) C. Honda, H. Iwanami and K. Yoshimura: Effect of LED blue light irradiation on anthocyanin synthesis in the fruit skin of detached apples, *Acta Horticulturae*, **1312**, p.235-241 (2021).
- 2) 東暁史: ブドウの収穫後の着色促進技術, 果実日本, **77**, p.43-47 (2022).
- 3) 吉村和正, 本多親子: リンゴの収穫後着色促進技術, 果実日本, **77**, p.53-56 (2022).

NiSn 触媒による硝酸イオン含有排水の電解処理

中邑敦博*

Applications of Ni-Sn Catalysts for Nitrate Electroreduction
Nobuhiro Nakamura

1. 緒 言

県内めっき業者においては、製品の前処理やめっき槽のパッシベーション処理(腐食防止を狙った酸化被膜の形成)のため、大量の硝酸を使用する。そのため、上記工程からの排水には硝酸イオン由来の窒素源が多量に含まれる。排水処理における既存技術では、微生物による脱窒や逆電気透析による膜分離プロセス等が挙げられるが、管理コスト、副生成物による二次汚染の問題が残る。また、硝酸イオンの電気分解による排水処理は、利便性が高く、生成物が窒素ガスであることから環境に優しい点が特徴である。しかしながら、電極に担持する触媒に高価な貴金属を使用しなければならないことがこの排水処理プロセス普及の妨げとなっていた。

一方、水電解用電極の触媒として Ni-Sn 触媒が注目されている。電気めっきで合成する Ni-Sn は、従来、高い耐食性や光沢を有することから、防食、装飾といった用途において広く工業利用されてきた。1992 年以降、構造制御が容易に行える点やスケラブルに合成できるという観点から Ni-Sn を水電解用電極の触媒として利用する報告が盛んになされた¹⁾。Ni-Sn 触媒が硝酸イオン含有排水の電気分解処理に適応できれば電極材料コストを下げる事が可能と考えられる。

そこで本研究では、Ni-Sn 触媒の硝酸イオンの還元特性について検討した。

2. 実験方法

2・1 触媒合成

触媒の合成は、作用極に対して陰分極を行う一般的な電気めっきによる方法とした。作用極として使用する基材は、グラッシーカーボン(以下、GC)であり、使用前にアルカリ溶液中での電解脱脂と酸性溶液中での洗浄を行った。めっき浴(pH=8.5, 50℃)は、0.06 M NiCl₂, 0.02 M SnCl₂, 0.5 M K₄P₂O₇, 0.1 M C₂H₅NO₂ からなる。通過電気量が 48 C cm⁻² となるように電流密度 -120 mA cm⁻² を印加した。比較のため、NiCl₂ あるいは SnCl₂ を含まない浴から、上記と同じ電流密度で触媒を合成した。

2・2 電気化学測定

すべての電気化学測定は Bio-Logic 製 SP-300 のポテンシostat を用いて行った。3 電極構成のセルを用い、対極に Pt コイル、参照極に Ag/AgCl 電極(3.3 M KCl を充填)を用いた。性能評価のため、リニアスイープボルタモグラ

ム(LSV)を測定した。電解質は、0.1 M NaCl と 50 mM NaNO₃ を用いた。電位は 60% の iR 補償により記録した。測定された各参照極の電位(vs. Ag/AgCl)は次の式により可逆水素電極(以下、RHE)基準に換算した。

$$E(\text{RHE}) = E(\text{Ag/AgCl}) + (0.059 \times \text{pH}) + 0.222$$

測定前に掃引速度 150 mV s⁻¹, 200 サイクルの CV(0.05 -1.2 V (vs. RHE))により作用極の前処理を実施した。電流の値が安定したことを確認した上で、性能評価を実施した。

3. 実験結果

3・1 硝酸塩含有溶液中における還元特性

図 1 に Sn, Ni, Ni-Sn 触媒及び未修飾の GC におけるリニアスイープボルタモグラムを示す。実線が 100 mM NaCl + 50 mM NaNO₃, 点線が 100 mM NaCl のみの溶液中における結果を示す。還元特性を評価するため、10 mV s⁻¹ の掃引速度で卑側に分極した。その結果、硝酸塩無添加の NaCl 溶液中では、Ni 触媒で -0.6 V (vs. Ag/AgCl), Ni-Sn 触媒で -0.48 V (vs. Ag/AgCl) 付近から水素発生に由来する電流が発生した。一方、硝酸塩を添加した NaCl 溶液中では、水素発生に由来する電流応答より貴側の電位(Ni 触媒: -0.48 V, Ni-Sn 触媒: -0.35 V (vs. Ag/AgCl))で、硝酸塩の還元によるピーク²⁾が現出した。

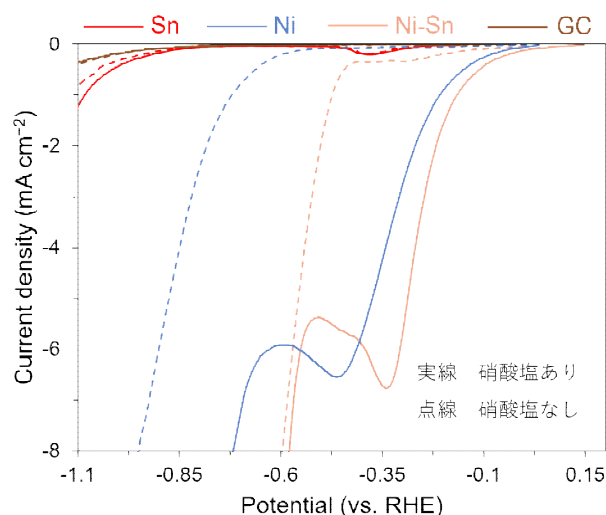


図 1 Sn, Ni, Ni-Sn 触媒及び未修飾の GC 電極における NaCl 溶液中のリニアスイープボルタモグラム

3・1 電気分解前後における溶液中の窒素量

図 2 に Ni, Ni-Sn 触媒を陰極とし、電気分解した際の溶液中の全窒素量を示す。陽極は Pt コイルとし、処理時間を

* 材料技術グループ

2時間とした。全窒素量の測定はビーエルテック製 swAAT のオートアナライザーを使用した。その結果、Ni、Ni-Sn 触媒を用い電気分解すると、共に電解前に比べ溶液中の全窒素量が低下した。除去率は、Ni 触媒で 62%であり、Ni-Sn 触媒では更に向上し、71%であった。

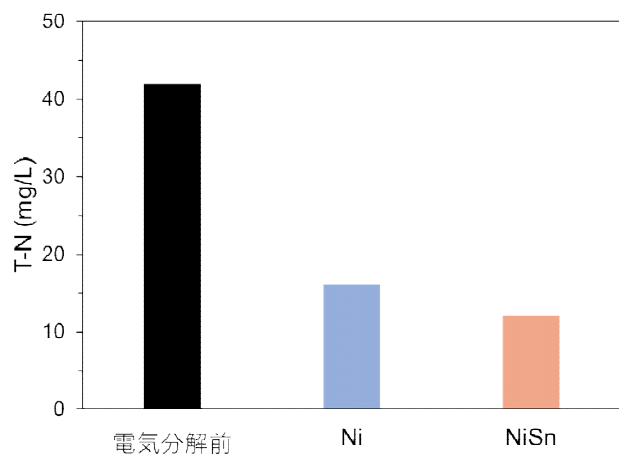


図2 Ni 及び Ni-Sn 触媒で電気分解した際の溶液中に含まれる全窒素量

4. 結 言

Ni-Sn 触媒が硝酸イオン含有排水の電気分解処理に適応できれば電極材料コストを下げる事が可能と考えられることから、Ni-Sn 触媒の硝酸イオンの還元特性について検討した。その結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) 硝酸塩を添加した溶液中で Ni-Sn 触媒のリニアスイープボルタモグラムを測定すると、水素発生に至る前の貴側の電位 (-0.35 V(vs. Ag/AgCl)) でピークが現出した。
- 2) 硝酸塩無添加の溶液中では、水素発生に由来する電流応答のみを観測し、上述のピークは現出しないことが分かった。
- 3) Ni-Sn 触媒を陰極とし、硝酸塩含有溶液中で電気分解を行うと 71%の除去率で溶液中の全窒素量が低下した。

参考文献

- 1) M. B. F. Santos, E. P. Silva, R. Andrade Jr., J. A. F. Dias : *Electrochim. Acta*, **37**, p.29-32 (1992).

掃除機ノズルの共同開発(第一報 - 製品企画)

藤井謙治*・田村智弘*²・三坂博文*³

Joint Development of Vacuum Cleaner Nozzles (First report - Product Planning) Kenji Fujii, Tomohiro Tamura And Hirohumi Misaka

1. はじめに

部屋や家具の隅、サッシの溝など掃除したい場所が平坦ではない場合、あるいは吸い取りたい埃と吸い込みたくない小物が一緒にある場合など、一般的な掃除機ノズルでは思うような掃除が困難な場合がある。これを解決するため、共同開発企業である美栄樹脂株式会社は、掃除機用アタッチメントである掃除機ノズルの開発及び製造を行ってきた。ところが、近年における掃除機の市場は、以前から普及してきたキャニスター型掃除機からコードレススティック型掃除機へ変化してきており、製品の大きさや形状、吸引性能等が異なってきた。加えて、類似する掃除機ノズルも市場に多数流通している。これらにより、今後も本製品の製造・販売を継続するためには、近年の掃除機の吸引性能に合った、またユーザーニーズにより適合した製品にリデザインする必要が出てきた。このような背景から、新しい掃除機ノズルを開発するためには製品企画が重要であると考え、当センターが製品企画段階から製品開発まで支援を行う共同開発事業により取り組むこととした。図1に共同開発事業のスキームと本報告の範囲を示す。ここでは、類似製品の調査から開発の方向性及び製品コンセプトの設定までを行った製品企画について報告する。

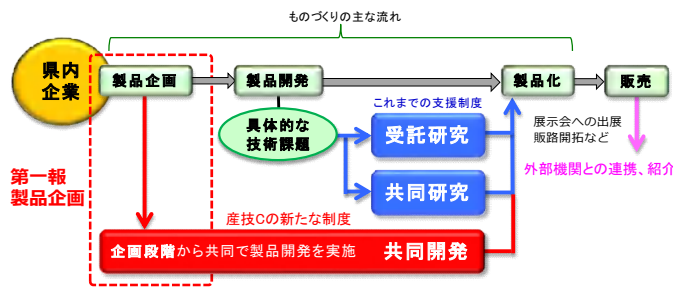


図1 共同開発事業のスキームと本報告の範囲

2. 製品企画

製品企画を実施するにあたり、開発製品を投入する市場の動向や、既に流通している競合製品の特長を調査し、開発の方向性を検討した結果から製品コンセプトを決定することが必要である。製品企画で実施した調査項目と内容を表1に示す。

2・1 掃除機の動向の調査

住宅用掃除機の市場は、GfK ジャパン 2018 年上半期家電・IT 市場動向¹⁾によると、これまでキャニスター型が主であったが、2015 年頃からスティック型が年々増加し、2018 年にはスティック型がキャニスター型を上回った。さらに、GfK ジャパン 2022 年家電・IT 市場動向²⁾によると、2018 年以降もスティック型の市場規模は増加を続け、2022

* 技術支援部 技術相談・支援室
*² 技術支援部 製品技術グループ
*³ 美栄樹脂株式会社(共同開発企業)

表1 製品企画で実施した調査項目と内容

| 調査項目 | 内容 |
|------------------------|---|
| 1. 掃除機の動向の調査 | 家庭用掃除機について、タイプ別の近年の販売動向を調査した。 |
| 2. 類似製品の設計比較 | 共同開発企業の製品を含め類似製品 6 種の設計を比較した。 |
| 3. 吸引力の調査 | 共同開発企業の製品を含めた類似製品 6 種をスティック型掃除機に取り付け、微風速計を用いて吸引力を調査した。 |
| 4. ユーザーレビューの分析 | ユーザーレビュー (アマゾン) による評価コメントを分析し、各製品の使用感を分析した。 |
| 5. 使い勝手の調査 | 共同開発企業の製品を含め類似製品 6 点を一般住宅の掃除で使用し、使い勝手の比較を行った。その結果から開発製品の設計に関する方向性を考察した。 |
| 6. 開発の方向性および製品コンセプトの設定 | 検討項目 1~5 までの結果から、今回の新製品開発の方向性をまとめ、開発コンセプトを定めた。 |

年ではキャニスター型の 2 倍を超える状況となった。近年の家電販売店の掃除機売り場面積においても、スティック型はキャニスター型よりも顕著に広い。今後の動向を推察し、本開発は、スティック型掃除機を取り付け対象とした製品とすることが適切であると考えた。

2・2 類似製品の設計比較

開発製品に類似する製品として、現在市場に流通する製品の中から、共同開発企業の製品 A を含む 6 種の製品を入手した。製品の選択基準は、製品 A と同様に吸気管とブラシを有する掃除機ノズルであることを条件とした。6 種の類似製品は、機能に関するそれぞれの工夫がされた設計となっているが、製品の大きさや吸気管の数に違いがあった。まずは、製品の使いやすさや埃を吸い取る機能性に関する基本的なスペックであると考えられる、製品の大きさ、重量、吸気管数を比較した。図2に類似製品の基本的スペックの比較を示す。次に、各製品それぞれの設計面の工夫を確認した。図3に類似製品の設計面の特徴を示す。

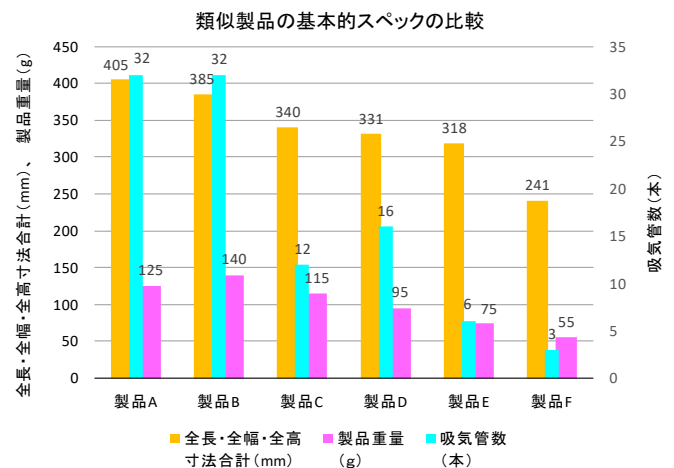


図2 類似製品の基本的スペックの比較

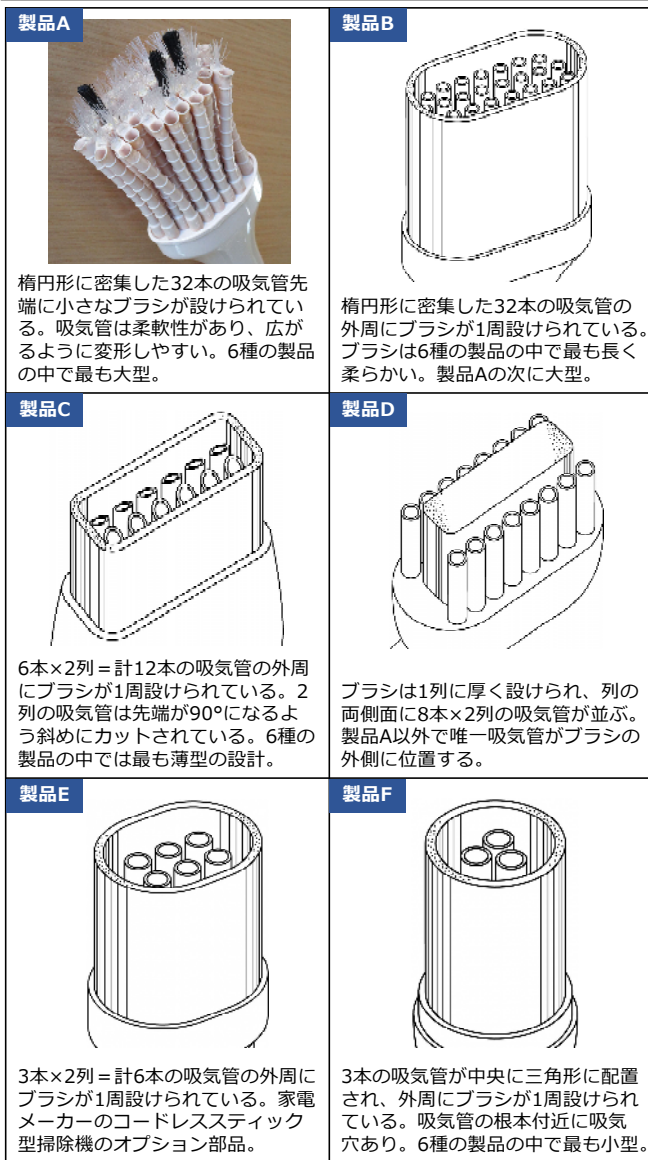


図3 類似製品の設計面の特徴

2・3 流速の調査

6種の類似製品を同一のスティック型掃除機に取り付け、埃を吸い取る能力に関係すると考えられる、吸気口1個あたりの流速(m/秒)を測定し比較を行った。測定には、微風速計(TESTO製 FA-490)を使用した。図4に類似製品の流速比較を示す。

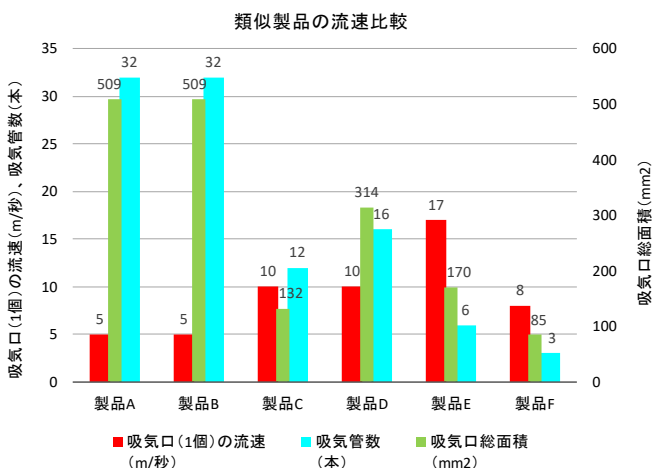


図4 類似製品の流速比較

実験条件では流量は同じであるため、吸気管数が少なく吸気口総面積が小さいものほど、吸気口1個あたりの流速は高くなる。よって、本来は吸気管数が最も少ない製品Fの流速が最も高くなると考えられるが、製品Fは、吸気管先端の吸気口以外に、吸気管根本付近にも吸気穴が設けられていることにより流速が低くなっている。

2・4 ユーザーレビューの分析

調査対象としている6種の類似製品は、全てAmazon通販サイトで取り扱われており、各製品それぞれにユーザーレビューが多数投稿されている。投稿内容を見ると、実際に製品を使用したの率直な評価コメントが記載されており、中には、製品全体の大きさ、ブラシや吸気管等の細かい部品の設計に対する具体的なコメント、吸引力能面のコメントなど、製品開発を行う上で有用な情報が多数記載されている。そこで、このユーザーレビュー中の評価コメントを使用し、ユーザーが各類似製品を使用してどう感じているかを分析した。ここではユーザーが評価した星の数は、各ユーザーによって評価尺度の違いがあると考え、分析には使用しないこととした。分析方法としては、ユーザーレビューの文章中からプラス評価(良い評価)とマイナス評価(悪い評価)に分けて具体的なコメントを抽出し、同じ内容のコメントをまとめて集計を行うことにより、各製品がどう評価される傾向があるのかを分析した。例として、図5に製品Aのプラス評価コメント集計結果を、図6に製品Aのマイナス評価コメント集計結果を、図7に製品Aの評価の分析結果を示す。

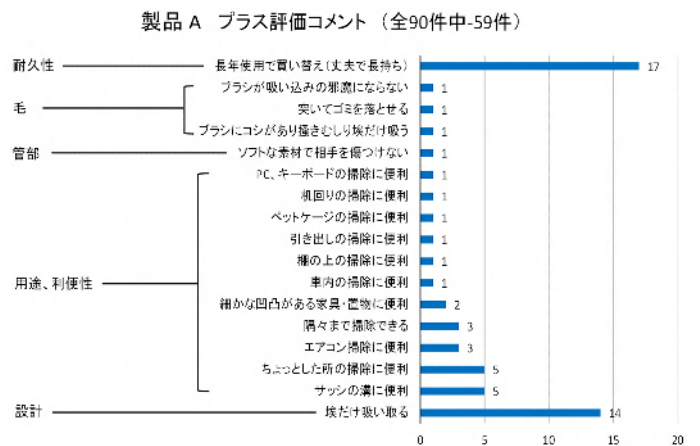


図5 製品Aのプラス評価コメント集計結果

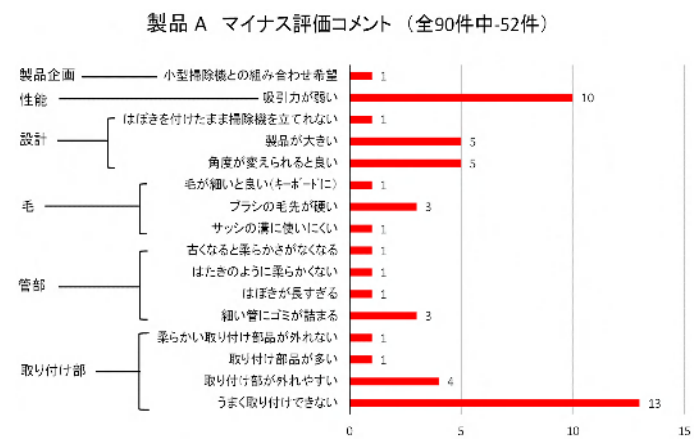
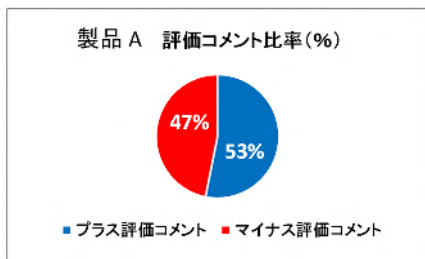


図6 製品Aのマイナス評価コメント集計結果



プラス評価

マイナス評価

| (プラス評価コメント中%) | | | (マイナス評価コメント中%) | | |
|---------------|----------|----|----------------|-------------|----|
| 部位 | コメント | % | 部位 | コメント | % |
| 全体設計 | 丈夫で長持ち | 29 | 取り付け部 | 取り付けにくく外れ易い | 37 |
| 管部 | 埃だけ吸い取る | 24 | 性能 | 吸引力が弱い | 19 |
| ブラシ部 | 毛が硬いのが良い | 4 | 全体設計 | 製品が大きい | 12 |
| | | | 設計 | 角度が変えられると良い | 10 |
| | | | ブラシ部 | 毛が硬いのが良くない | 8 |
| | | | 管部 | 管にゴミが詰まる | 6 |

図7 製品Aの評価の分析結果

製品Aから製品Fのすべてのユーザーレビューからプラス評価とマイナス評価に分けて、数が多い主なコメントを取り上げ、票数を集計した。近い内容のコメントについては合算した。また、コメント数は少ないが製品を開発する上で重要な事項であると思われるコメントも票に加えた。図8に主なプラス評価コメントの票数を、図9に主なマイナス評価コメントの票数を示す。

主なプラス評価コメントの票数(ノズル6種合計)

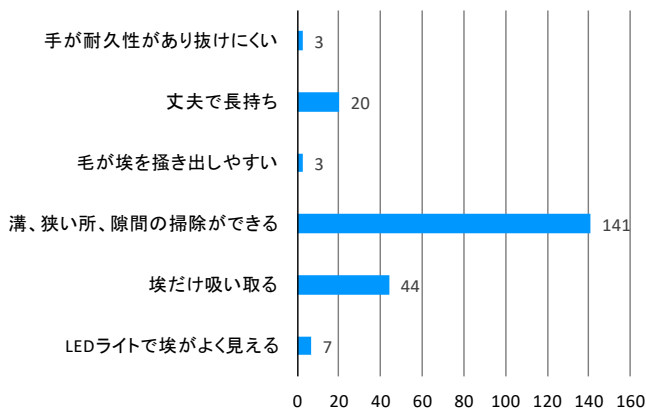


図8 主なプラス評価コメントの票数

主なマイナス評価コメントの票数(ノズル6種合計)

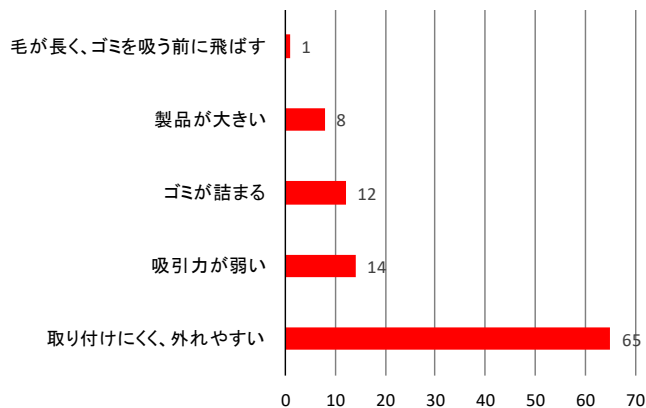


図9 主なマイナス評価コメントの票数

類似製品の設計比較及び流速の調査と、ユーザーレビューの分析結果を照らし合わせ、ユーザーが求める製品を開発するための必要事項を検討した。6種の製品中最も小型かつ軽量であるものが製品E、製品Fであり、さらに吸気管数が少なく流速が最も高いものは製品Eであった。また、ユーザーレビューでの評価コメントの割合で、プラス評価がマイナス評価よりも著しく多いものが製品E、製品Fであった。このことから、小型・軽量で流速の高い製品が高評価であることが分かる。さらに、6種の類似製品の評価コメントから数が多いコメントを抽出し、製品を開発するにあたって目標とするための製品各部位の必要事項をまとめた。表2に製品各部位の必要事項を示す。

表2 製品各部位の必要事項

| 製品部位 | 必要事項 |
|-------|---|
| ブラシ部 | <ul style="list-style-type: none"> ●硬すぎず、柔らかすぎず ●ちょうどよい長さ |
| 吸気管部 | <ul style="list-style-type: none"> ●柔らかく家具等にやさしい ●管にゴミが詰まりにくい ●吸引力が強い |
| 取り付け部 | <ul style="list-style-type: none"> ●使用中に外れにくい |
| 全体設計 | <ul style="list-style-type: none"> ●小型・軽量 ●隅、溝、狭い所を掃除しやすい ●吸う前にゴミを飛ばさない ●丈夫で長持ち |

2・5 使い勝手の調査

共同開発企業の製品を含めた6種の類似製品を一般住宅の掃除で使用し、使い勝手の比較を行った。住宅の中においてコードレススティック型あるいはキャニスター型の一般的な掃除機では掃除が困難な場所であり、類似製品のような掃除機ノズルを使用することが特に有効であると考えられる場所を検討し、幅木の上面、サッシの溝、部屋の隅を掃除の対象とした。

2・5・1 幅木の上面の掃除

幅木の上面は、床面から数センチ上に位置する、掃除機では掃除できない幅の狭い平面部分であり、埃が付きやすい場所である。狭い幅木の上面を狙って、ブラシの毛先を十分に当てて掃けるか、吸引管は効率的に埃を吸引できるかを調査した。表3に幅木の上面の掃除を示す。

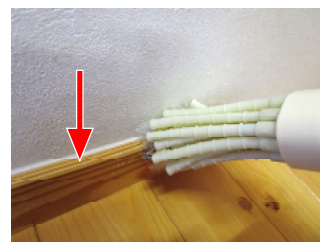


表3 幅木の上面の掃除

| 類似製品 | 幅木の上面の掃除 |
|------|---|
| 製品A | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシ及び吸気管が円形に配置するため、半数以上が幅木から外れる。 ●幅木の上面や隅に毛先が少量当たる。 ●吸気管が広がる方向にしか変形しないため、狭い幅木上面を狙いにくい。 |
| 製品B | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシ及び吸気管が円形に配置するため、半数以上が幅木から外れる。 ●毛量が多いため幅木の上面や隅に毛先を当てられる。 ●ブラシの毛が長く多いため変形しやすく、幅木上面を掃ける。 |
| 製品C | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが薄い長方形に配置するため、半数以上で幅木上面を掃ける。 ●幅木の上面や隅に毛先が十分当たる。 ●吸気管が2列のため、狭い幅木から若干外れる。 |
| 製品D | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが厚い長方形に配置し、毛が硬く密集しており、幅木の上面や隅に毛先を当てづらい。 ●吸気管がブラシを挟んで2列に並ぶため、幅木上面から離れたところに吸気管が位置する。 |
| 製品E | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが円形に配置するため、半数以上が幅木から外れる。 ●幅木の上面や隅に半数弱の毛先が当たる。 ●吸気管は2列のため、約半数が幅木から外れる。 |
| 製品F | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが円形に配置するが、直径が小さいため幅木から外れるのは約半数。 ●幅木の上面や隅に約半数の毛先が当たる。 ●吸気管は3つが中央に集まるため、幅木から外れるのは少量。 |

2・5・2 サッシの溝の掃除

サッシの溝は、掃除機では掃除できない幅の狭い溝であり、埃が溜まりやすい場所である。底の平面部に加え、隅部にブラシの毛先を十分に当てて掃けるか、吸引管は効率的に吸引できるかを調査した。表4にサッシの溝の掃除を示す。

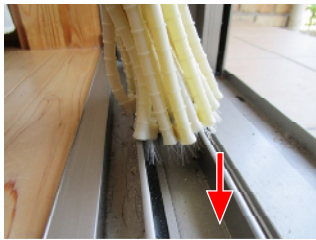


表4 サッシの溝の掃除

| 類似製品 | サッシの溝の掃除 |
|------|--|
| 製品A | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシ及び吸引管が円形に配置するため、半数以上が溝に入らない。 ●底の平面に毛先が少量当たる。 ●底の隅に毛先が当たりづらいため、隅まで掃除しにくい。 |
| 製品B | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシ及び吸引管が円形に配置するため、半数以上が溝に入らない。 ●底の平面に毛先が少量当たる。 ●ブラシの毛が長く柔らかいため、底の隅の埃を掻き出しにくい。 |
| 製品C | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが薄い長方形に配置するため、ブラシと吸引管のすべてが溝に入る。 ●底の平面や隅に毛先が十分当たる。また、隅を狙いやすい。 ●2列の吸引管すべてで効率的に吸引できる。 |
| 製品D | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが厚い長方形に配置するため、ブラシの一部が溝に入らない。 ●吸引管がブラシを挟んで2列に並ぶため、1列しか溝に入らない。 ●底の隅に毛先が十分当たる。 |
| 製品E | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが円形に配置するため一部が溝から外れる。 ●底の平面や隅に毛先が当たる。 ●2列の吸引管すべてで効率的に吸引できる。 |
| 製品F | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが円形に配置するが、直径が小さいためすべてが溝に入る。 ●底の平面や隅に毛先が十分当たる。 ●吸引管は3つが中央に集まるため、効率的に吸引できる。 |

2・5・3 部屋の隅の掃除

床面と壁面の隅の直角部分は、掃除機でも埃を取り切れない場所である。隅の奥までブラシの毛先を当てて埃を掻き出せるか、吸引管は埃を効率的に吸引できるかを調査した。表5に部屋の隅の掃除を示す。

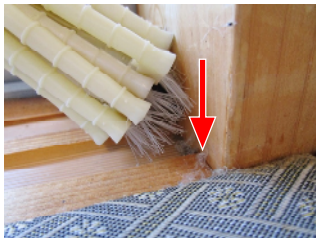


表5 部屋の隅の掃除

| 類似製品 | 部屋の隅の掃除 |
|------|--|
| 製品A | <ul style="list-style-type: none"> ●吸引管が円形に密集しており、隅に集まるよう変形しないため、ブラシの毛先が隅の奥まで届きづらい。 ●構造的に吸引管が壁面と床面に接触する。 |
| 製品B | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが円形に配置するため、対角線上の2か所の毛先が隅に当たる。 ●毛が長く柔らかいため、隅から埃を掻き出しにくい。 ●製品が大きいため、隅を狙っている感覚が弱い。 |
| 製品C | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが薄い長方形に配置するため、ブラシのすべての毛先が隅に集まる。 ●隅に毛先が十分当たるため、隅を狙っている感覚が強い。 ●2列に並ぶ吸引管で、直線的な隅の埃を効率的に吸引できる。 |
| 製品D | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが厚い長方形に配置し、毛が硬く密集しており、隅の奥に毛先を当てづらい。 ●吸引管がブラシを挟んで2列に並ぶため、隅から離れたところに吸引口が位置する。 ●構造的に吸引管が壁面と床面に接触する。 |
| 製品E | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが円形に配置するため、対角線上の2か所の毛先が隅に当たる。 ●毛の長さや硬さがちょうど良く、隅の埃を掻き出しやすい。 |
| 製品F | <ul style="list-style-type: none"> ●ブラシが円形に配置するが、直径が小さいためほぼすべての毛先が隅に集まる。 ●毛の長さや硬さがちょうど良く、隅の埃を掻き出しやすい。 |

隅の掃除をした際にすべての製品に感じたこととして、隅の奥にこびり付いた埃を掻き出すために、ブラシ先端を隅に当てるようにして何度も往復させてみるものの、なかなか迅速に掻き出すことができないと感じられた。また、隅の奥までしっかりと狙って掃ける感覚のある製品は少なかった。

2・5・4 ブラシを隅に当てた際の変形

市場に流通する掃除機ノズルの多くは、製品形状は丸形または楕円形等であり、その外周部にブラシが円形状に植毛されており、その内側に吸引管が複数設けられている設計が多い。本調査で使用した6種の類似製品中、製品B、製品E、製品Fの3種が同様の設計である。2・5・3 部屋の隅の掃除では、部屋の隅に溜まった埃を掃除しようとした際、埃を掻き出すには何度も往復させる必要があった。使用中にブラシ部を側面や背面から見ると、床と壁の2面により毛先が隅に集められているように見えるが、毛先を隅に当てているつもりでも十分に当たっていないような印象があった。そこで、透明の亚克力製ケースの隅に円形状に植毛されたブラシを押し付け、普段の使用中には見えない毛先正面及び側面からブラシの変形を観察した。その結果、毛先が隅に接触しているのは円の中心線上の2か所のみ(赤い点線部)であり、中心寄りには毛先が隅まで届かず楕円形に開くことが分かった。このことから、隅の埃を速やかに掻き出しづらいことが分かる。図10に円形状のブラシを隅に当てた際の変形を示す。

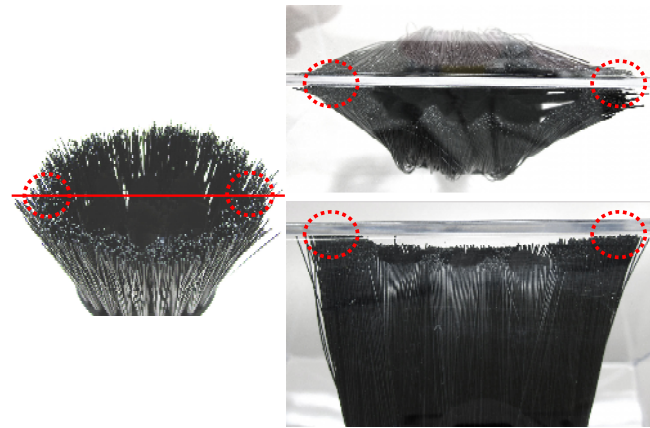
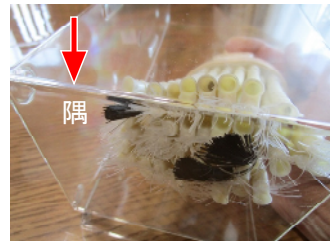


図10 円形状のブラシを隅に当てた際の変形

本開発では、表2に示すとおり隅、溝、狭い所を掃除しやすいことを必要事項としていることから、ここでは住宅内に特に多く存在する隅の掃除のしやすさに着目し、6種の類似製品を図10と同様に透明の亚克力製ケースの隅に押し当て、毛先正面側からブラシの変形を観察した。表6に隅におけるブラシの状態を示す。

表6 隅におけるブラシの状態



| 類似製品 | 隅におけるブラシの状態 |
|------|---|
| 製品A | 密集した吸引管は隅に集まるような変形をしづらいため、吸引管の先端にあるブラシが隅まで届きづらく、多くのブラシは平面に接触している。 |
| 製品B | ブラシの毛が隅に集まるよう楕円形に変形するが、ブラシの配置が円形であるため、直線的な隅に接触する毛先は円の中心線上の2か所であり、多くの毛先は平面に接触している。 |
| 製品C | ブラシの配置が薄い長方形であるため、ブラシの毛が隅に集まるよう変形し、毛先は直線的な隅のすぐ近くに位置するが、内側にある吸引管に毛が接触するため、隅に毛先が一列に並びづらい。長方形両端の毛先は隅に接触する。 |
| 製品D | ブラシの配置が厚い長方形であるため、毛の中央部の毛先は隅に接触するが、吸引管はブラシを挟んで2列配置されているため、すべての吸引口は平面に接触する。 |
| 製品E | ブラシの毛が隅に集まるよう楕円形に変形するが、ブラシの配置が円形であるため、直線的な隅に接触する毛先は円の中心線上の2か所であり、多くの毛先は平面に接触している。 |
| 製品F | ブラシの毛が隅に集まるよう楕円形に変形するが、ブラシの配置が円形であるため、直線的な隅に接触する毛先は円の中心線上の2か所であり、多くの毛先は平面に接触している。ただし、直径が小さいため、隅に接触する毛先の割合は他の製品と比較して大きい。 |

調査の結果、円形状に植毛された製品はすべて、毛先が隅に接触しているのは図 10 と同様に円の中心線上の 2 か所であった。製品 C はブラシの配置が薄い長方形であるため、ほぼすべての毛先が隅に集まろうとするものの、外周に位置するブラシは内側にある 2 列の吸気管に接触するため、毛先は隅に 1 列となって当たることはなかった。

2・6 開発の方向性及び製品コンセプトの設定

ここまで実施した調査の結果から、9 項目の開発の方向性を設定した。加えて、特にユーザーが求めると考えられる 5 項目の開発の方向性をまとめて簡略化し、製品コンセプトとなるキャッチコピーを設定した。図 11 に開発の方向性及び製品コンセプトの設定を示す。以上の製品企画の結果を反映し、機能及び性能がよりユーザーニーズに合致した、特徴ある製品開発を目指すこととした。

3. おわりに

この製品企画の市場調査では、インターネットを使用し、実際に製品を使用したユーザーレビューから各類似製品の評価の傾向を分析した。数多くのユーザーからの率直なコメントは、各製品の長手を掴むために有用な情報であり、類似製品の客観的評価をデスクワークのみで行うことができた。開発する製品に類似する製品が既に市場に流通している場合は、ユーザーレビューを活用して製品の評価や分析を行うことでニーズを調査する手法は有効であると感じた。また、調査を行った類似製品の現物を入手して実際に自分で使用し、客観的評価の分析結果を確認することに加え、開発者の視点からの体験的な調査を行うことが必要であると感じた。この製品企画では、開発の方向性を導き出したが、次の工程の製品開発では、製品の機能や性能を創造する機能設計を行い、実使用が可能なモデルの作製と、機能及び性能の評価を行う。

参考文献

- 1) GfK ジャパン 2018 年上半期 家電・IT 市場動向(14.08.2018).
- 2) GfK ジャパン 2022 年 家電・IT 市場動向(09.02.2023).

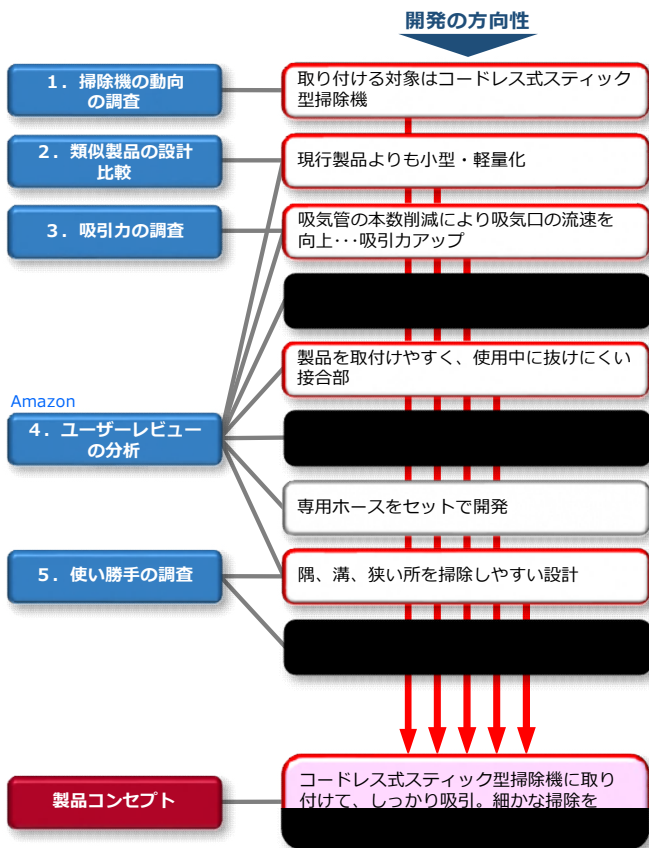


図 11 開発の方向性及び製品コンセプトの設定