

令和 5 年 6 月 5 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19K05547

研究課題名(和文) 金属蒸着角形ガラス棒による温度補正機能を備えた濃度計測システムの構築

研究課題名(英文) Development of a liquid concentration sensor system with a correction of sample temperature using a Au-deposited square-shaped glass-rod SPR sensor system

研究代表者

満塩 勝 (Mitsushio, Masaru)

鹿児島大学・理工学域工学系・助教

研究者番号：70372802

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、断面が正方形の石英ガラス棒の側面の隣接する二面に様々な膜厚の金を蒸着して、偏光と組み合わせることで二面の応答を独立して同時に測定できるセンサーシステムを開発し、さらに機能付加として温度を同時に計測することを試みた。一つの面にシリコンゴムによる温度検知層を形成することで、試料の温度を計測し、無修飾の面で濃度と温度で決まる屈折率を測定して演算を行うことで、温度の影響を相殺し、試料の濃度のみに応答できるシステムを構築することに成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般的に知られている浮ひょうを用いた濃度計測は厳密な温度管理が必要であり、その使用には技術と設備が要求される。また、迅速で簡便に濃度を知ることができるセンサーは非常に少なく、産業的な需要がきわめて大きい。さらに一般的なSPRセンサーシステムは安くても数百万円ときわめて高価であるため、安価で多機能なセンサーシステムの開発はバイオセンサーの開発や食品分析など様々な分析手法の研究の敷居を大きく下げたため、学術的にもその意義はきわめて大きい。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have developed a sensor system that can independently and simultaneously measure the responses of adjacent gold-deposited two faces of a square-shaped quartz glass rod in combination with the polarized light. The responses with various film thicknesses of the gold film have also observed. The temperature and the refractive index of the sample were successfully measured by constructing a temperature sensing face covered with silicone rubber and a non-modified refractive index sensing face. The concentration could be obtained by correcting the refractive index of the sample measured by the sensor with temperature.

研究分野：Analytical chemistry

キーワード：表面プラズモン共鳴(SPR) 多機能センサー 角型ガラス棒 温度補正

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

食品などの品質管理や医療診断、生産設備の運転の監視に加え、AIの発達に伴って自動車の自動運転など新しい技術が次々と開発され、これに伴い様々な用途のセンサーが求められている。世界における化学センサー市場は図1.1に示すように2017年で180億US\$、研究初年度の2019年で211億US\$であり、その市場は成長し続けると予想されていた。その約12%を占める光学センサー市場もこれに合わせて成長すると予想されており、新しい光学センサーの開発として本課題の申請を行った。imarc Global Chemical Sensors Market による報告書によると2023年の化学センサー市場が282億US\$、光学センサー市場が39億US\$と2017年からどちらも1.6倍前後の成長を遂げており、この予測が正鵠を射ていたことが証明された。また、化学センサーと光学センサー市場は2028年には化学センサーと光学センサーの市場がそれぞれ392億US\$と57億US\$まで急成長すると予測されており、さらに光学センサーが占める市場が化学センサーの中で約15%まで拡大することも予測されている。

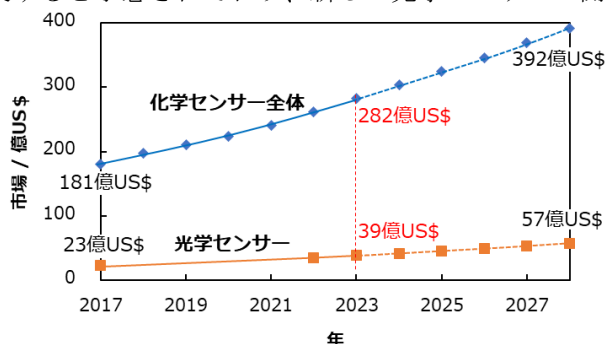


図1.1 化学センサーおよび光学センサーの市場と未来予測

光学センサーの中にも様々な種類があり、用いる原理によっても使用する波長領域は異なる。赤外を使うものが多いが、安価で普及しているLED等の可視光領域が使えれば、センサーの高機能低価格化に貢献することもでき、普及をさらに促進することができる。可視光領域を使うセンサーの代表格が、表面プラズモン共鳴 (Surface Plasmon Resonance; SPR) 現象を用いるものがある。SPRセンサーは電子と光の相互作用を利用するために応答が迅速であること、金属と接触している試料の屈折率に対して応答するため、非破壊分析が容易であること、試料に接触するのが金とガラス等の不活性な物質であることなどから、医療や食品製造、さらには自動車の監視センサーなどに応用することが期待でき、競争の激しい研究となりつつある。SPRセンサーは試料の屈折率に対応した入射光の波長や角度の光を吸収する現象であるが、屈折率を濃度に変換するには温度の情報も必要であるため、SPRセンサーにおいて温度の変動が測定を難しくする最大の要因となっている。しかし現実の医療や生産の現場、機械の中は研究室とは異なり、温度変動や測定対象外の共存物による妨害などセンサーにとって厳しい環境にあり、SPRセンサーの開発においてはそのような環境下でも安定して働くものが強く求められている。

市販のSPRセンサーシステムは高価だけでなく、プリズム上に金を蒸着したカバーガラスを貼り付け、その上に試料を流して計測を行う。この方法はセンサーシステムを容易には生産ラインやパイプライン内に組み込むことができない。これに対し申請者は石英のガラス棒側面に金薄膜層を形成し、これをフローセル内に封入したセンサーを開発し、その特許を取得している。さらにSPR現象はp偏光のみで起こることを利用して、図1.2のように断面が正方形の石英ガラス棒と偏光を組み合わせ、センサーの末端で図1.2の金属Aに対するp偏光と金属Bに対するp偏光を分離して測定することで応答面を制御する技術の特許も取得している。

この技術は世界に類を見ないものであり、これを利用すればきわめて単純な光学系の構成だけで多機能のセンサーを構築することができ、光学センサー市場に大きな貢献を果たすことが期待できる。

本課題はそのような背景から、多機能センサーに対するニーズと、新しい技術の熟成を目的として申請し研究を行ったものである。

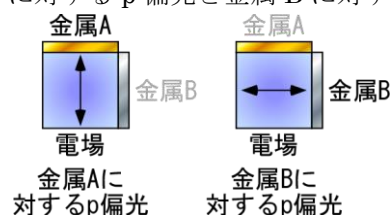


図1.2 偏光による応答面の選択

2. 研究の目的

SPR現象を利用した一般的なセンサーシステムは、プリズム等のかさ高い高屈折率媒体や、共鳴波長や共鳴角を計測するための分光計や回転台を必要とする。これは研究用途のセンサーシステムとして必要な高い測定精度や確度を与えてくれるが、装置が大型かつ高価になり、また扱いにも専門的な知識が必要となる。また、SPRセンサーは屈折率のみに応答するため、試料が同一濃度であっても温度で応答が変化し、さらに混合試料から特定の物質のみを選択的に測定する事ができない。SPR現象は金属表面の自由電子と光の相互作用であるため、これを利用したセンサーは非破壊で迅速応答かつ電氣的ノイズに強いという産業において極めて大きなアドバンテージを持つが、前述の欠点が普及を妨げる要因となっている。

そこで本研究は、これまで全く研究されていない新しい技術を用いたSPRセンサーシステムを開発することで競争の激しくなりつつあるSPRセンサー開発においてイニシアチブを取り、さらに安価、非破壊、迅速応答、かつ温度の影響を受けずに濃度測定が可能な光学センサーを提

供することで、化学センサーにおける光学センサーの普及を促進することを目的とした。

本課題において開発したセンサーは、アルコール飲料の発酵工程のように温度が大きく変化する中で濃度の監視が必要な食品製造における製品の監視や、機械の稼働状態の自己診断など、広い分野に適用可能である。さらに選択膜の付加によって様々な応答特性を持ったセンサーを構築し、汎用性が高いシステムを構築することができる。

3. 研究の方法

ガラス棒の側面に金薄膜層を形成し、その一端から光を入射させた場合、その光は skew ray として石英ガラス棒の内表面で全反射しながら透過していく。このとき、金蒸着面に対して電場が垂直な p 偏光成分は SPR 現象により試料屈折率に応じた反射光の現象を示し、電場が平行な s 偏光成分は減衰を受けずに全反射する。断面が正方形で隣接した 2 面に金薄膜層を持った石英ガラス棒を用いた場合、無偏光のうちセンサー面 1 に垂直なベクトルを持った電場成分はこの面における SPR 応答の影響を受けるが、センサー面 2 に対しては平行なため全反射するのみとなる。同様にセンサー面 2 に対して垂直な電場成分はセンサー面 1 に対して水平のため、センサー面 2 の SPR 応答の情報のみを伝達する。研究初期においては、フォトダイオード (Photodiode; PD) の前に偏光板を設置し、測定時に偏光板を 90 度回転させることで二つの偏光に対する応答を記録した。最終的に出射端に偏光ビームスプリッターを設置して直交する 2 つの面に対して垂直な電場成分を分けることで、簡単に 2 つの面の SPR 応答を独立して同時に計測する仕様とした。

これを利用してセンサーシステムとして構築したものを図 3.1 に示す。光源に無偏光の発光ダイオード (Light Emitting Diode; LED; 波長 660 nm) を用い、直流安定化電源で光強度を安定化させて使用した。LED を直接石英ガラス棒の一端に直接接触させて光を入射させた。石英ガラス棒は断面が一辺 2 mm の正方形で長さ 150 mm、全面を光学レベルで研磨したものを用いた。その中央部 100 mm の範囲に金属薄膜層を形成してセンサー素子とし、実験内容に応じてガラス管の両端を樹脂で固定してフローセルとするか、片側を開放させてバッチ式セルとした。センサーを透過してきた光は、他端で偏光ビームスプリッターと 2 つのフォトダイオード (PD) を用いることでそれぞれの面に対する応答を検出した。PD から得られた電流は抵抗器をはさんで電圧としてデジタルマルチメーターで測定し、RS-232C 接続でコンピュータに入力して記録した。センサーの出力端と偏光ビームスプリッターの間にはフレネルレンズを挿入しているが、これは集光よりもガラス棒とビームスプリッターの破損防止の意味の方が大きい。サンプリングレートは 1 点/秒とし、計測は C++ 言語で作成した自作のプログラムを用いた。

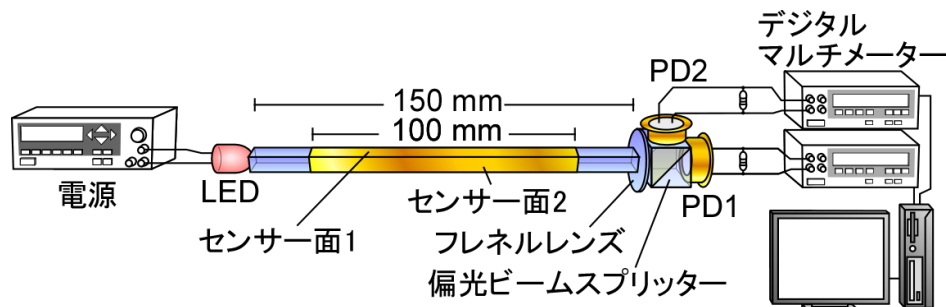


図 3.1 最終的な金蒸着角型石英ガラス棒を用いた SPR センサーシステム

このセンサーシステムは類似のものが全く存在しないため、論文でも類似の研究報告はない。そのためその性能は未知数であり、センサーそのものの特性評価も不可欠である。そこで本申請課題では、始めにセンサーの構築と性能評価、その次に温度応答をはじめとする二面で異なる応答特性を与える手法を研究した。

4. 研究成果

(1) センサーシステムの構築と評価

本申請課題で用いるセンサーの評価として、図 4.1 に 1 辺 2 mm の角型ガラス棒の 1 面に金 30 nm、隣接する 1 面に 70 nm を蒸着したセンサーの応答特性を示す。金膜厚 30、70 nm の面に対するピーク位置はそれぞれ屈折率 1.390、1.357 であり、これは 1 面のみにも 30 nm、または 70 nm の金を蒸着したセンサーの応答と一致した。これらの結果から、本申請課題で利用するセンサーについて、原理的に遂行が可能であることが証明された。

(2) 温度によるセンサー応答の補正と濃度の測定

温度を補正して濃度のみを測定できるセンサーの構築について、図 4.2 のようにシリコンシートを 1 面に貼り付けたセンサーを作製し、フローセルでは

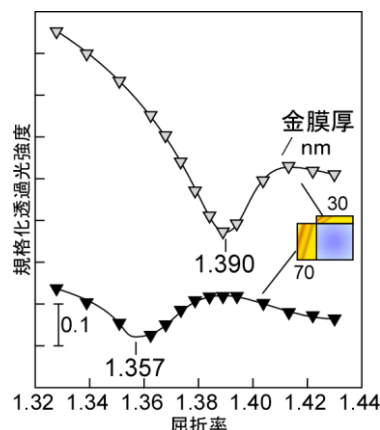


図 4.1 金 30 および 70 nm を 2 面に形成した 2 mm の角型ガラス棒の応答

なく片側を開放したバッチ式のセルにセンサーを固定して評価を行った。そのほかの光学系は図 3.1 と同一である。

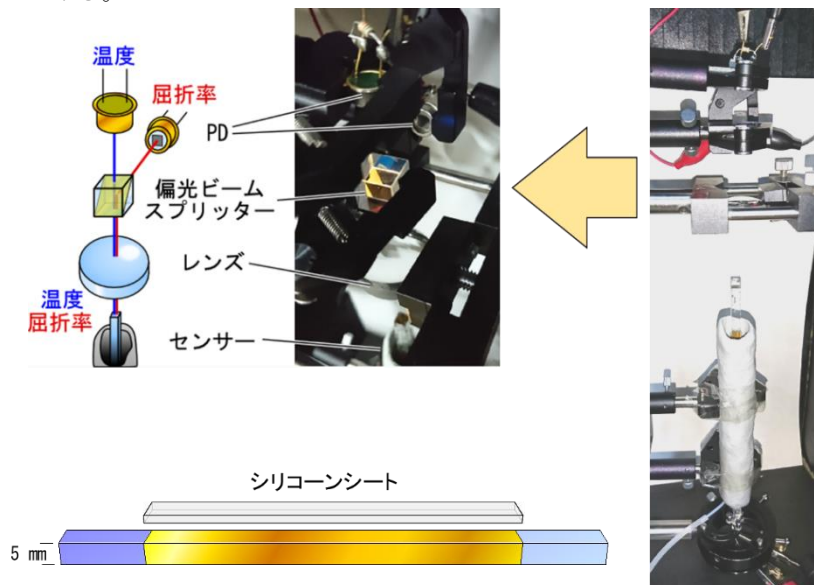


図 4.2 シリコンシートを貼り付けたセンサーの模式図

試料として湯煎したエタノール水溶液を用い、セル内に流入後に非接触式の温度計で温度をモニターすると同時に応答の変化を記録し、温度検知用のシリコンシートの評価を行った。その応答を図 4.3 に示す。(a)は無修飾の面、(b)は温度検知面の応答である。(b)の温度変動は(a)と同じであるため、(b)では記載を省略している。40 度前後に湯煎した 0、10、30、50 体積%の試料をセル内に流入させると、センサー等の温度の上昇に伴って応答が一端上昇し、その後試料温度と同調してゆっくりと応答が下がっていく様子が見られた。試料濃度を変えると同じような挙動を示すが、無修飾面は試料濃度にも応答して変化しているが、温度検知面では 30 体積%まではその兆候は見られず、温度のみに応答した。50 体積%のエタノール水溶液についてはシリコンシートを貼り付けた面についても大きな透過光強度の低下が見られるが、これは試料の屈折率が大きくなり、臨界角が変化して光が外に漏れ出したためであると考えている。これは現在は正方形の断面の 2 面のみに金蒸着を行っているが、将来的にはすべての面に金を蒸着し、対面に同じ処理を施すことによって感度を向上させつつ不要な光の漏出を防ぐ予定である。

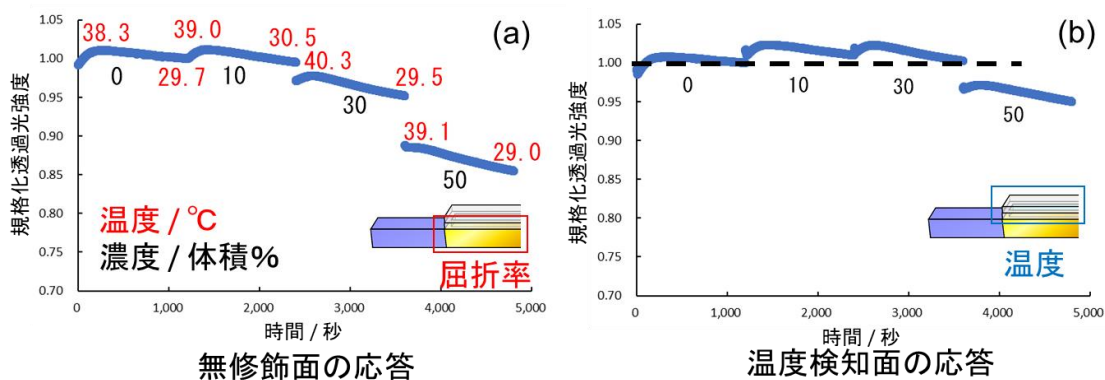


図 4.3 濃度と温度変化に伴うセンサーの応答の変化

この応答について、(a)の応答を(b)の変化量を 1.2 倍したもので除算した結果を図 4.4 に示す。(b)に係数をかけず変化量そのもので除算した場合、補正が強くなりすぎて各濃度の応答が右上がりになった。これは水溶液とシリコンシートの温度変化に対する屈折率変化が異なるためであると考えられる。しかしこれは素材由来となるため、研究をさらに進めて補正に必要な係数を決定すれば問題がない。今後は 1 辺 2 mm の角型ガラス棒でも同様の研究を行う予定である。

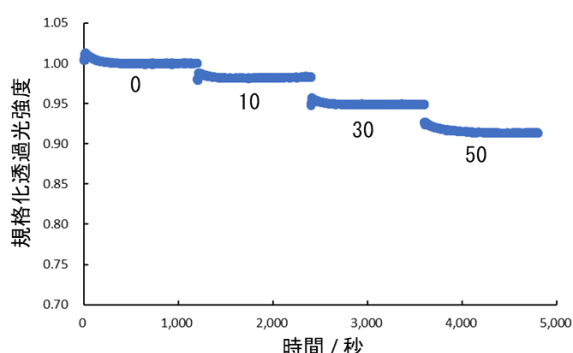


図 4.4 温度の変動で屈折率の変動を除算した結果

水とシリコンシートの温度-屈折率曲線の違いの補正について、これを排除することができないかと考え、シリコンシートの内側をくりぬいて蒸留水を充填し、さらにシリコンシートでふたをした温度検知構造についての検討を行った。図 4.5 にそのセンサーの構造を示す。

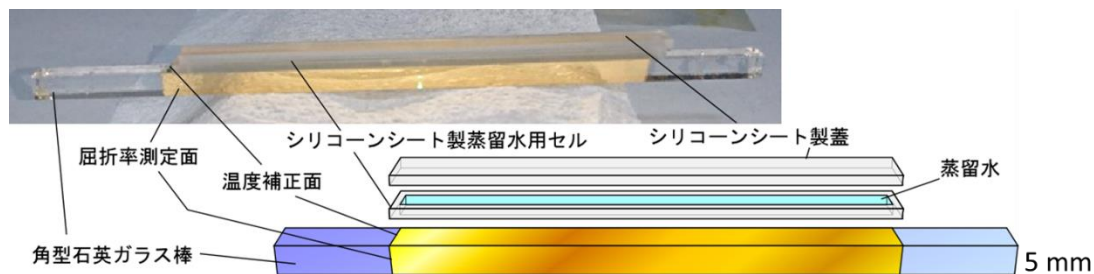


図 4.5 水を使った温度検知構造の作製

図 4.6 にエタノール水溶液で評価を行った結果を示す。(a)が無修飾、(b)が温度検知面の応答である。温度検知構造の体積と熱容量が大きくなっているため、温度に対する追従性が少し落ちていると考えられ、特に最初の0%測定時に非常に大きな変動が見られた。しかし温度に対する応答は大きく、この方法も有効であることが確かめられた。

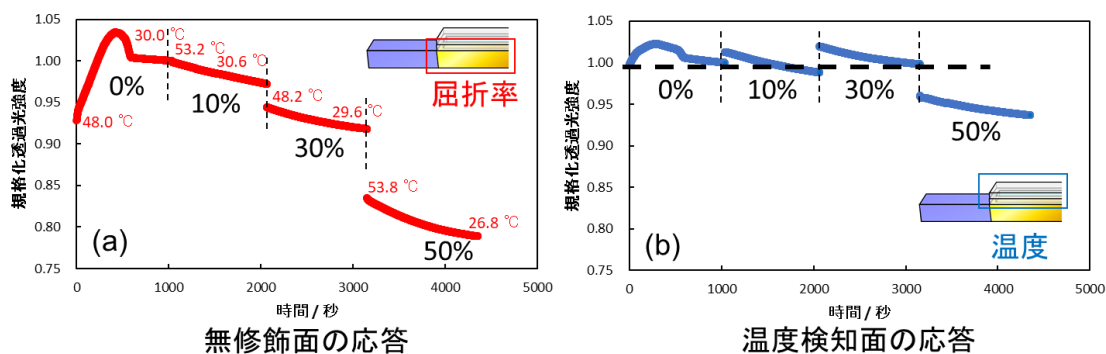


図 4.6 水を使った温度検知領域の応答の評価

図 4.7 に(a)を(b)で除算を行った結果を示す。良好な応答で濃度変化に対する応答も大きくなったが、このときの補正係数は0.4となり、予想と反して絶対値が大きくなった。これは枠となるシリコンシートも金と触れているため、温度に対する応答が水由来とシリコンシート由来の二つが重なって複雑となり、これを無理矢理補正したためであると思われる。この方法で補正を行うのであれば、フッ素樹脂などで防水素処理した含水高分子を使うなどのさらなる工夫が必要であることが分かった。

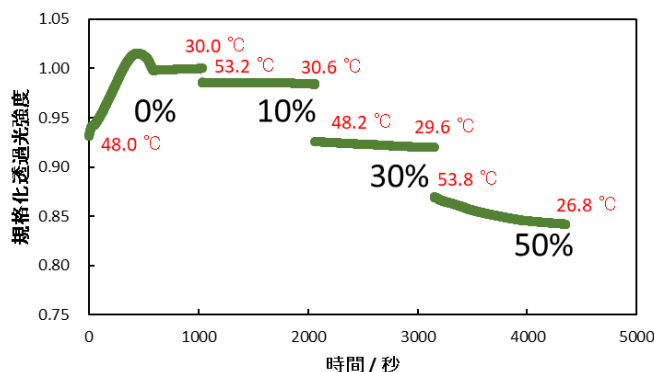


図 4.7 温度の変動で屈折率の変動を除算した結果

本研究により、断面が角型のガラス棒を使うことによる多機能センサーの構築とこれを用いた温度補正機能を備えたセンサーという応用例を示すことができた。SPRセンサーの非破壊で迅速応答という特性は今後の産業において必要であり、本研究成果を応用することにより様々なセンサーシステムの開発へと発展して行くことが期待できる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Mitsushio Masaru, Miyahara Akihiro, Yoshidome Toshifumi, Nakatake Sadafumi	4. 巻 39
2. 論文標題 Development of a multi-functional SPR sensing system using a square glass rod with two gold-deposited adjacent faces	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 601 ~ 606
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s44211-023-00275-y	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 満塩 勝, 吉留 俊史	4. 巻 71
2. 論文標題 隣接する二面の応答を独立かつ同時に測定できる金蒸着角型ガラス棒センサーの開発	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 261-268
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Morihide Higo, Yutaku Matsubara, Yuta Kobayashi, Masaru Mitsushio, Toshifumi Yoshidome, Sadafumi Nakatake	4. 巻 699
2. 論文標題 Formation and decomposition of gold oxides prepared by an oxygen-dc glow discharge from gold films and studied by X-ray photoelectron spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Thin Solid Films	6. 最初と最後の頁 137870-1-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.tsf.2020.137870	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Morihide Higo, Masaru Mitsushio, Toshifumi Yoshidome, Sadafumi Nakatake	4. 巻 53
2. 論文標題 Characterization and preservation of gold oxides prepared by an oxygen-dc glow discharge from gold films and studied by X-ray photoelectron spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Gold Bulletin	6. 最初と最後の頁 77-92
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s13404-020-00276-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morihide Higo, Kazuma Ono, Kazutoshi Yamaguchi, Masaru Mitsushio, Toshifumi Yosmdome, Sadafumi Nakatake	4. 巻 36
2. 論文標題 Reaction monitoring of gold oxides prepared by an oxygen-dc glow discharge from gold films in various aqueous solutions by a surface plasmon resonance-based optical waveguide sensing system and X-ray photoelectron spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1081-1089
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.20P064	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morihide Higo, Masaru Mitsushio, Toshifumi Yoshidome, Sadafumi Nakatake	4. 巻 36
2. 論文標題 Characterization of Gold Oxides Prepared by an Oxygen-dc Glow Discharge from Gold Films Using a Gold Discharge Ring by X-ray Photoelectron Spectroscopy	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 1177-1184
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.20P065	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 満塩 勝, 吉留 俊史, 肥後 盛秀	4. 巻 68
2. 論文標題 各種波長の発光ダイオードを用いる金とアルミニウムを蒸着したガラス棒SPRセンサーの応答特性	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 分析化学	6. 最初と最後の頁 925-935
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/bunseki Kagaku.68.925	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masaru Mitsushio	4. 巻 36
2. 論文標題 Laboratory-on-a-Smartphone	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 141-142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.highlights2002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計57件（うち招待講演 5件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 永光 航大, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 固相析出過程に観られる IR-ATR信号の振動現象
3. 学会等名 九州分析化学若手の会第35回若手研究講演会および第40回夏季セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川野 碧士, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 赤外ATR法と重力沈降現象を利用する新規な粒径計測法における共存粒子相互干渉と分散媒の影響
3. 学会等名 九州分析化学若手の会第35回若手研究講演会および第40回夏季セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤 亜星, 満塩勝, 吉留俊史
2. 発表標題 金蒸着ガラス棒SPRセンサーの長期使用における応答の安定化に関する研究
3. 学会等名 九州分析化学若手の会第35回若手研究講演会および第40回夏季セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉留 航, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 SPRセンサーにおけるフッ素樹脂コーティングの効果の検討
3. 学会等名 九州分析化学若手の会第35回若手研究講演会および第40回夏季セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野 裕二, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 EuCl ₃ 析出固相膜の低圧環境下で進行する不可逆的蛍光増大とスペクトル変化に関する研究
3. 学会等名 九州分析化学若手の会第35回若手研究講演会および第40回夏季セミナー
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 満塩 勝, 宮原 晶宏, 吉留 俊史
2. 発表標題 金蒸着角型ガラス棒SPRセンサーによる応答と温度の同時測定
3. 学会等名 日本分析化学会第71年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤 垂星, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 機器組込用途を想定した金蒸着ガラス棒SPRセンサーの表面処理によるセンサーの応答の安定化に関する研究
3. 学会等名 日本分析化学会第71年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉留 航, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 SPRセンサーを用いたフッ素樹脂コーティング金薄膜の防汚性能に関する研究
3. 学会等名 日本分析化学会第71年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野 裕二, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 EuCl ₃ 析出膜における環境制御のシーケンスに依存する可逆/不可逆蛍光変化
3. 学会等名 日本分析化学会第71年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川野 碧士, 吉留 俊史, 野元 友樹, 満塩 勝
2. 発表標題 混合粉体のための赤外ATR法と重力沈降現象を利用する新規な粒径計測法の開発ー スペクトル・信号解析に残された問題の抽出と対策
3. 学会等名 日本分析化学会第71年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永光 航大, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 気相マレイミドとメタノール薄膜との閉鎖接触系で観られるIR-ATR信号の間欠的変調
3. 学会等名 日本分析化学会第71年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 川野 碧士, 吉留 俊史, 野元 友樹, 満塩 勝
2. 発表標題 混合粉体のための赤外ATR法と重力沈降現象を利用する新規な粒径計測法の開発-スペクトルおよび信号解析に残された課題の抽出と対策
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム(招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤 亜星, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 金蒸着ガラス棒SPRセンサーの表面処理による応答の安定化に関する研究
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 秋月 聖央, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 金蒸着ガラス棒SPRセンサーによる銀ナノ粒子生成の反応を利用したカテキン検出法の開発
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大穂 佑月, 川野 碧土, 野元 友樹, 吉留俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 混合粉体のための赤外ATR法と重力沈降現象を利用する新規な粒径計測法の開発-信号解析に残された問題の対策
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中 深那, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 溶液薄膜からのマレイミド結晶膜のマイクロパターン間遷移の頻度分布およびその過程での時間的間欠挙動
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 谷口 琴, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 2 mm 角金蒸着角型ガラス棒 SPR センサーへの多機能化への模索
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中野 裕二, 甲斐 元氣, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 EuCl ₃ 析出膜の環境制御シーケンスに依存する可逆 / 不可逆蛍光変化
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中村 莉緒, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 カフェイン選択性を持った金蒸着ガラス棒SPRセンサーの検討
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 東井上 晴人, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 フッ素コーティング剤被覆金蒸着ガラス棒による油水混合溶液表面防汚性能の評価
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永光 航大, 鶴田 真帆, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 気相マレイミドと液相メタノールとの閉鎖接触系で観られるIR-ATR信号の間欠的変調
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉留 航, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 SPRセンサーを用いた油水混合試料の測定におけるフッ素系化合物コーティングの防汚効果の検討
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 満塩 勝
2. 発表標題 化学センサー開発における研究室と企業との壁
3. 学会等名 第34回若手研究講演会および第39回夏季セミナー, 招待講演 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 永光 航大, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 マレイミド メタノール2成分気相系の固相析出過程に観られるIR-ATR信号の振動現象
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会, Y1007
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川野 碧士、吉留 俊史、満塩 勝
2. 発表標題 赤外ATR法と重力沈降現象を利用する新規な粒径計測法における共存粒子相互干渉とpHの影響
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会, Y1008
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤 亜星, 満塩 勝, 今村 彰宏, 吉留 俊史, 林 秀樹, 山内 貴行, 新堂 正俊, 肥後 盛秀, 山本 憲吾
2. 発表標題 金蒸着ガラス棒SPRセンサーにおける金表面のアニールによる経時変化の低減
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会, Y1029
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 満塩 勝, 平田 勇輝, 安永 愛萌, 吉留 俊史
2. 発表標題 金蒸着角型ガラス棒SPRセンサーにおける選択性付与に関する基礎研究
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会, D3102
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮原 晶宏, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 金蒸着角型ガラス棒SPRセンサーにおけるシリコーンゴムシートによる温度補正
3. 学会等名 日本分析化学会第70年会, D3103
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Asei Sato, Masaru Mitsushio, Toshifumi Yoshidome
2. 発表標題 Study on aging prevention of sensing properties by annealing for a gold-deposited SPR-based glass rod sensor
3. 学会等名 Joint Symposium of JTBW2021 and KNJS2021, P-40 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aoto Kawano, Toshifumi Yoshidome, and Masaru Mitsushio
2. 発表標題 Effects of coexisting particles and pH on developed-particle-size measurement using infrared ATR method and gravitational settling phenomenon
3. 学会等名 Joint Symposium of JTBW2021 and KNJS2021, P-06 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 満塩 勝
2. 発表標題 金属表面の化学とSPRセンサー
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会, AS3010
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今村 彰宏、満塩 勝、吉留 俊史、山内 貴行、新堂 正俊、肥後 盛秀、山本 憲吾
2. 発表標題 金蒸着ガラス棒SPRセンサーにおける金表面の修飾と汚染防止性能の関係
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会, G1016
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奈須 慎太郎、吉留 俊史、久保 臣悟、満塩 勝、肥後 盛秀
2. 発表標題 合金薄膜の表面プラズモン共鳴現象を用いたセンサーの基礎研究
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会, G1017
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮原 晶宏、吉留 俊史、満塩 勝
2. 発表標題 ゴムシート貼付金蒸着角型ガラス棒SPRセンサーを用いた温度補正に関する研究
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会, Y1013
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉留 俊史、鷲本 純也、橋山 大成、満塩 勝
2. 発表標題 低圧環境下で進行する析出塩化ユウロピウム結晶の不可逆的蛍光増大
3. 学会等名 日本分析化学会第69年会, H1001
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 今村 彰宏、満塩 勝、吉留 俊史
2. 発表標題 金蒸着ガラス棒SPRセンサーにおける金表面の修飾と汚染防止性能の関係
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, 0-1 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 奈須 慎太郎、満塩 勝、吉留 俊史
2. 発表標題 合金薄膜の表面プラズモン共鳴現象を用いたセンサーの基礎研究
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, 0-4 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮原 晶宏、満塩 勝、吉留 俊史
2. 発表標題 ゴムシート貼付金蒸着角型ガラス棒SPRセンサーを用いた温度補正に関する研究
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-18
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川野 碧士、吉留 俊史、満塩 勝
2. 発表標題 赤外ATR法と重力沈降現象を利用する新規な粒径計測法の定量性及び粒子相互干渉について
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-2
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 境 将太、吉留 俊史、満塩 勝
2. 発表標題 溶液薄膜から生成するマレイミド結晶膜のマイクロレベルでの空間的および時間的挙動について
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-7
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 永光 航大, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 マレイミド - メタノール 2 成分気相系の凝縮から析出までのプロセスと構造について
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-11
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺 玖瑠美, 吉留 俊史, 満塩 勝
2. 発表標題 析出EuCl ₃ 結晶の真空中閉鎖環境下で進行する不可逆的蛍光増大について
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-24
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 平田 勇輝, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 金蒸着角型ガラス棒SPRセンサーにおけるシリコンゴムシート貼付の効果
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-13
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 藤井 祐太, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 波長共鳴型SPRセンサーを用いたPTFEビーズ混合テフロンAF2400選択膜による潤滑油基油の加水分解に関する研究
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-14
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 前田 真友子, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 PTFEビーズ混合テフロンAF2400選択膜被覆金蒸着ガラス棒SPRセンサーの応答特性の評価
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-15
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本 瑞樹, 満塩 勝, 吉留 俊史
2. 発表標題 PTFEビーズ混合テフロンAF2400選択膜被覆金蒸着ガラス棒SPRセンサーによるワインのエタノール濃度の測定における選択膜の乾燥方法の影響
3. 学会等名 南日本分析化学フォーラム, P-21
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 肥後 盛秀, 久保 貴裕, 黒木 亮汰, 満塩 勝, 久保 臣悟
2. 発表標題 高分解能X線光電子分光法による酸素グロー放電酸化金薄膜の保存に関する研究
3. 学会等名 第79回分析化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奈須 慎太郎, 有田 隆陽, 満塩 勝, 肥後 盛秀, 久保 臣悟
2. 発表標題 X線回折法と走査型電子顕微鏡及び高分解能X線光電子分光法による金 - アルミニウム合金の表面プラズモン共鳴に関する基礎研究
3. 学会等名 第79回分析化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今村 彰宏, 満塩 勝, 肥後 盛秀
2. 発表標題 PTFEヒーズ混合テフロンAF1600またはAF2400選択膜被覆金蒸着ガラス棒SPRセンサーの応答特性に関する研究
3. 学会等名 第79回分析化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 満塩 勝, 上原 美穂, 肥後 盛秀
2. 発表標題 金属蒸着ガラス棒センサーの応答機構に関する研究(27); 角形ガラス棒による多機能センサー構築のための基礎研究
3. 学会等名 第79回分析化学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今村 彰宏, 満塩 勝, 肥後 盛秀
2. 発表標題 PTFEヒーズ混合テフロンAF2400選択膜被覆金蒸着ガラス棒SPRセンサーの応答特性に関する研究
3. 学会等名 第37回九州分析化学若手の会 夏季セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奈須 慎太郎, 満塩 勝, 肥後 盛秀, 久保臣悟
2. 発表標題 波長掃引型表面プラズモン共鳴(SPR)装置による金 - アルミニウム合金のSPRに関する研究
3. 学会等名 第37回九州分析化学若手の会 夏季セミナー
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 今村 彰宏, 柴原 里奈, 田之上 莉紗, 満塩 勝, 肥後 盛秀
2. 発表標題 PTFEビーズ混合テフロンAF2400選択膜を用いたSPRセンサーによるジェットエンジン用潤滑油の濃度測定に関する基礎研究
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 奈須 慎太郎, 満塩 勝, 肥後 盛秀, 久保 臣悟
2. 発表標題 X線回折法と走査型電子顕微鏡及び高分解能X線光電子分光法による金-アルミニウム合金の表面プラズモン共鳴に関する研究
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 肥後 盛秀, 黒木 亮汰, 満塩 勝, 久保 臣悟
2. 発表標題 高分解能X線光電子分光法による金の放電リングを用いる酸素グロー放電酸化金薄膜に関する研究
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 肥後 盛秀, 久保 貴裕, 満塩 勝, 久保 臣悟
2. 発表標題 高分解能X線光電子分光法による酸素グロー放電酸化金薄膜の脂肪族飽和炭化水素浸漬保存に関する研究
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 満塩 勝, 宮原 晶宏, 肥後 盛秀
2. 発表標題 金蒸着角形ガラス棒SPRセンサーの構築
3. 学会等名 日本分析化学会第68年会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 濃度測定装置及び濃度測定装置の製造方法	発明者 満塩 勝	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-208099	出願年 2022年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	肥後 盛秀 (Morihide Higo) (10128077)	鹿児島大学・理工学域工学系・教授 (17701)	2020年 削除

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------