

# 京都大学北部キャンパス機器分析拠点セミナーシリーズ

第6回「QCM-D 水晶振動子マイクロバランス応用・分子間相互作用解析システム」

京都大学農学研究科

森林科学専攻

複合材料化学分野

上高原 浩

# 目次

- 装置の原理
- 応用例（Biolin Scientific社ホームページより）
- 測定前の準備
- 測定（ソフトウェア: QSoft401）
- データの解析（ソフトウェア: Dfind）
- 消耗品
- 問い合わせ先
- 装置の場所

# QCM-Dとは？

**Quartz Crystal Microbalance with Dissipation Monitoring**

- 水晶発振子マイクロバランス with 散逸モニタリング
- <https://www.youtube.com/watch?v=NyscQUWxGoE>

# 水晶発振器 quartz crystal oscillator

- 圧電性の結晶である水晶の固有振動を利用した発振器のこと。水晶は硬く熱膨張が小さいので、適当な軸でカットして板状にしたものに電極を貼った水晶振動子は、 $LC$ 共振回路と同じ等価回路をもち $Q$ 値が非常に高いため安定な周波数の発振器を作ることができる。水晶発振器は優れた周波数安定度と温度特性を有するため、周波数標準、時間標準として周波数計や周波数シンセサイザーなどの聞きに用いられ、時計類・計算機のクロックとして広く使われている。

化学辞典 東京化学同人



# 水晶の圧電性

参照 <https://www.jp.tdk.com/tech-mag/knowledge/089>

- 圧電効果とは、水晶などに圧力を加えることで生じる歪みに応じて、電圧が発生する現象。1880年にピエール・キュリーとジャック・キュリーが発見。

固体に圧力をかけると、結晶中のイオンの位置がずれ、結晶の一方の端がプラスに、もう一方がマイナスに分極し、結果として電圧が発生する。

Prize motivation: "in recognition of the extraordinary services they have rendered by their joint researches on the radiation phenomena discovered by Professor Henri Becquerel."

ピエール・キュリー 1903年 ノーベル物理学賞受賞

# 逆圧電効果

参照 <https://www.jp.tdk.com/tech-mag/knowledge/089>

- 圧電効果が発生する水晶などに電圧をかけると、結晶が変形する現象。
- 圧電素子・ピエゾ素子：圧力効果を利用して電気を取り出したたり、逆に電圧をかけることで振動を取り出す電子部品

# 水晶発振子の周波数は水晶上に接着した層の重さで変化する

Sauerbrey relation for rigid films

The mass of the adhering layer is calculated the **Sauerbrey relation**:

$$\bullet \Delta m = -\frac{C \cdot \Delta f}{n}$$

$C = 17.7 \text{ nm Hz}^{-1} \text{ cm}^{-2}$  for a 5 MHz crystal.  $n = 1, 3, 5, 7$  is the overtone number.

It is also possible to estimate the thickness ( $d$ ) of the adhering layer:

$$\bullet d_{eff} = \frac{\Delta m}{\rho_{eff}}$$

Where  $\rho_{eff}$  is the effective density of the adhering layer.

# 分析原理

- 水晶振動子であるセンサー上に試料が乗ると、その質量に応じて周波数が下がる。 **Sauerbrey式**に従って微量な質量変化を検出することができる。(QCM)
- 振動中のセンサー電流を切った時の振動の減衰状態から、試料の粘弾性や膜厚の変化といった構造変化を調べることも可能。(D)

# Soft films and the importance of “D”

In most applications, the adsorbed film is not rigid and the Sauerbrey relation becomes invalid. A film that is ‘soft’ (viscoelastic) will not fully couple to the oscillation of the crystal, hence the Sauerbrey relation will underestimate the mass at the surface.

A soft film dampens the sensor’s oscillation. The damping or energy dissipation (D) of the sensor’s oscillation reveals the film’s softness (viscoelasticity).

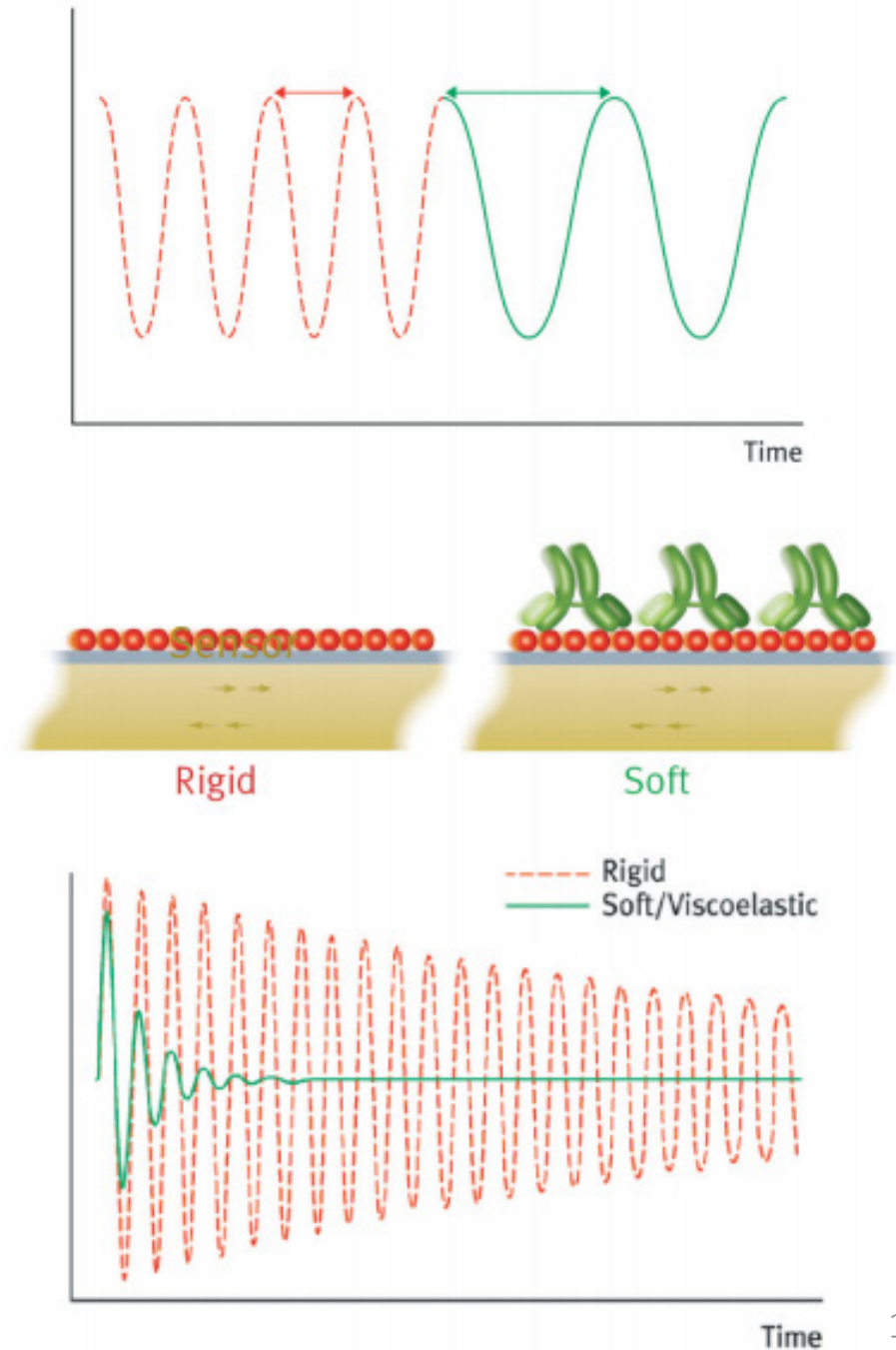
D is defined as:

$$\bullet D = \frac{E_{lost}}{2\pi E_{stored}}$$

where  $E_{lost}$  is the energy lost (dissipated) during one oscillation cycle and  $E_{stored}$

# QCM-D

- 表面に乗った物質の重さだけでなく、D値の違いから、表面に乗った物質の硬さ・柔らかさの違いもわかる。



詳しくは、下記URLをクリック

<https://www.biolinscientific.com/measurements/qcm-d#soft-films-and-the-importance-of-d>

Quartz Crystal Microbalance with Dissipation monitoring (QCM-D) is a real-time, surface sensitive technique for analyzing surface-interaction phenomena, thin film formation and layer properties.

#### Areas covered in this article



1

What is QCM-D?



2

How does QCM-D work?



3

When is QCM-D used?



4

Information you can extract with QCM-D



5

How does QCM-D compare?

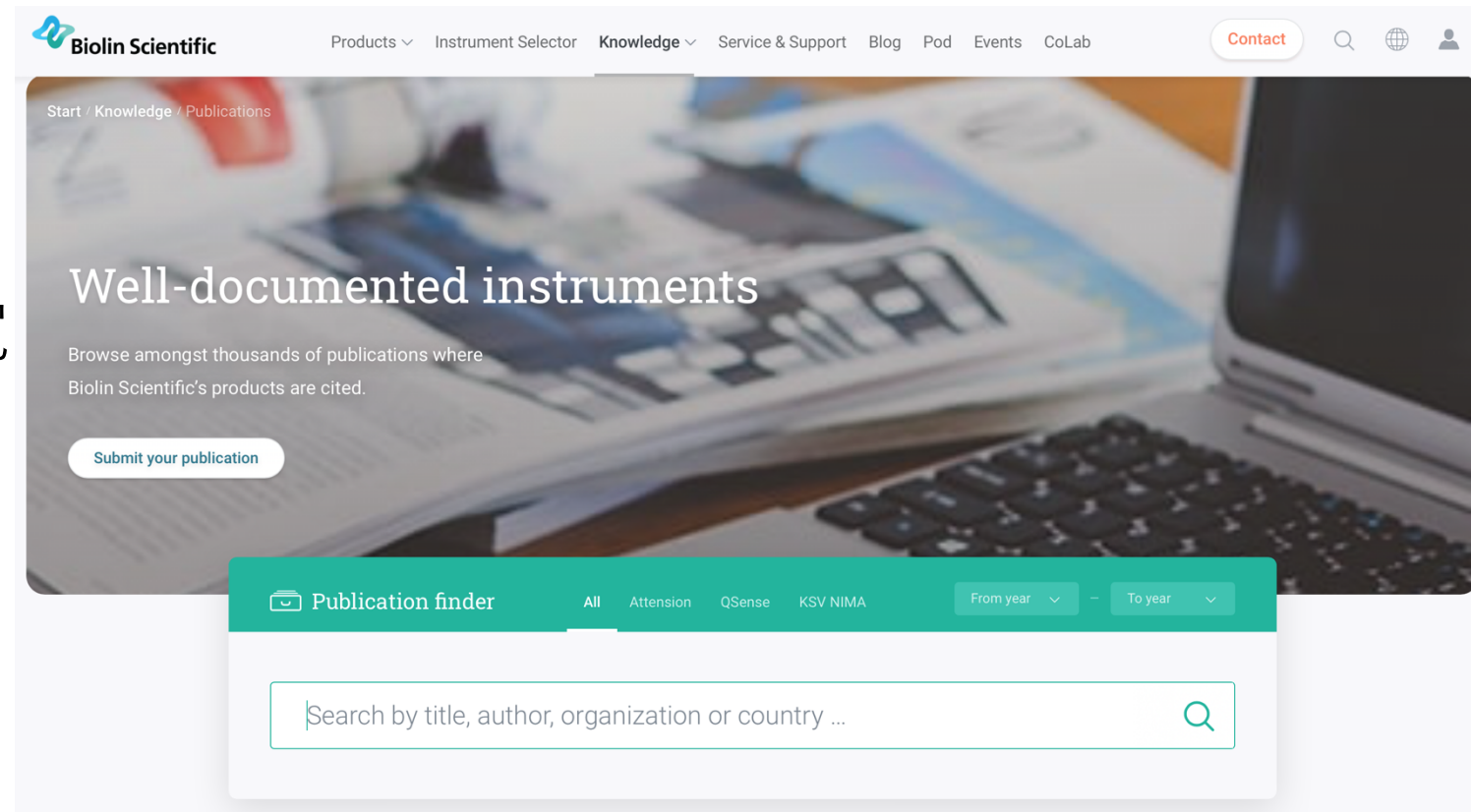


# 応用例：QCM-D: どのような目的に使えるか？

Biolin Scientific 社ホームページをご参照下さい。

<https://www.biolinscientific.com/publications>

- 界面活性剤の表面吸着
- タンパク質のフィブリル化
- 抗原-抗体反応に関する研究
- 膜の水透過性に関する研究





# 検索例

Products ▾ Instrument Selector Knowledge ▾ Service & Support Blog Pod Events CoLab

From year ▾  
To year ▾

Publication finder All Attension QSense KSV NIMA

SEARCH BY TITLE, AUTHOR, ORGANIZATION OR COUNTRY

cellulose 441 matches ✕

Showing 441 of 1076 publications by filter

ATTENSION	
<b>Core-Shell Nanoparticle Interface and Wetting Properties</b>	Adv. Funct. Mater.
Engstrom, Joakim; Brett, Calvin J.; Koerstgens, Volker; Mueller-Buschbaum, Peter; Ohm, Wiebke; Malmstrom, Eva; Roth, Stephan V.	Volume 30, Apr 2020

ATTENSION	
<b>Surface Finishing of 3D-Printed Polymers with Selected Coatings</b>	Polymers
Zigon, Jure; Kariz, Mirko; Pavlic, Matjaz	Volume 12, Dec 2020

Products ▾ Instrument Selector Knowledge ▾ Service & Support Blog Pod Events CoLab

SEARCH BY TITLE, AUTHOR, ORGANIZATION OR COUNTRY

surface modification 357 matches ✕

Showing 357 of 3851 publications by filter

ATTENSION	
<b>Analysis of N-acetyl cysteine modified polydimethylsiloxane shunt for improved treatment of hydrocephalus</b>	J. Biomed. Mater. Res. Part B
Al-Saloum, Saja; Zaraneek, Mira; Horbatiuk, Jeff; Gopalakrishnan, Pranav; Dumitrescu, Andrea; McAllister, James P, II; Harris, Carolyn A.	Volume 109, Aug 2021, Pages 1177–1187

ATTENSION	
<b>Enhanced Oil Recovery from Austin Chalk Carbonate Reservoirs Using Faujasite-Based Nanoparticles Combined with Low-Salinity Water Flooding</b>	Energy Fuels
Taleb, Moussa; Sagala, Farad; Hethnawi, Afif; Nassar, Nashaat N.	Volume 35, Jan 7 2021, Pages 213–225

# 測定前の準備

# 測定までの流れ



## センサー表面の準備

- 洗浄
- 機能付与
- センサーのローディング

## 試料液体の準備

- ガス抜き
- 温度の安定性
- 溶媒の特質

## 測定のための配置

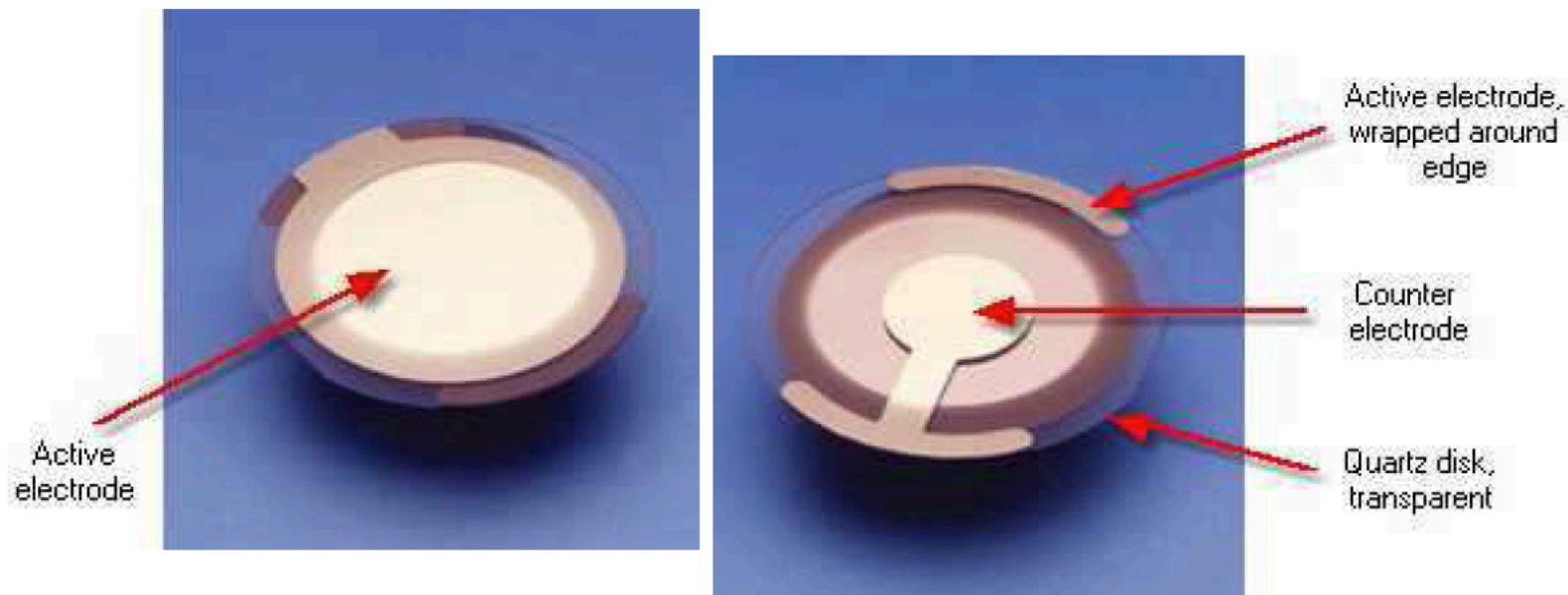
- チューブを接続する  
フローモジュールにセンサーを搭載する

## 測定の実施

- 化学的相溶性の確認
- 測定手続き

## 測定後

- 洗浄



## センサーの取り扱い

センサーの洗浄は重要です！

- センサーは清潔な環境で取り扱ってください。使用しない場合は、元の箱に入れて保管してください。
- センサーの中央部を引っ搔かないようにしてください。
- センサーを乾かす前には、必ず、精製水かまたは適切な純粋な液体によって、すすいでください。
- センサーを乾かすには、常に、乾いて油分がなく、非反応のガス（窒素など）のフローを使用してください。液体は、センサーの上で蒸発させるよりは、センサーから拭いさらなければなりません。
- センサーは、ピンセットで持つようにしてください。素手の指で持つと、センサーを汚してしまいます。下の図のように、傷づけないようにするために、電極部の外側の縁をつかむようにしてください。ピンセットは、先が丸くなっていて、また、つかみ面が滑らかであります。

# センサーの清浄化



When working with QSensors, it is recommended to use the sensor holder (order number QCLH 301) to avoid direct contact with the sensor surfaces as much as possible.



When holding a sensor using tweezers, grip it on the edge to avoid scratches to the surface.

By rinsing towards the tweezers, you minimize the risk of transferring contaminants from the tweezers onto the sensor.



- 超音波処理
- オゾン処理

## センサーの積載量/厚み

付加されたフィルムの厚さは、数 Ångström から数マイクロメートルまで様々です。最大の層の厚みは、付加された物質の粘弾性によります。基本的に、センサーの積載量は、2つの要因によって制限されます:全体の減衰と感度の喪失です。

大いに粘性があるか、固い物質では、センサーの減衰は、層が厚くなるほど大きくなります。一定の厚み（大抵は、数マイクロメートル）で、減衰はとても大きくなり、センサーはそれ以上稼働できません。すなわち、測定の実失敗です。

他の弾性の強い物質では、センサーの振動と完全に結合しません。層の厚みが増すにつれて、結合部の付加された層の最も外側が弱くなり、一定の厚さ（大抵は、数マイクロメートル）で結合が完全に失われます。この場合、測定はまだ実施されていますが、機器は、センサーの付近の層の部分しか感知しません。



# 試料液体の準備

液体の段階での、測定のひずみを最小限にするために、試料液体は注意して準備しなくてはなりません。温度変化や溶媒の特性、気泡は、センサーの信号に影響を与えます。再生可能な測定のために、次の事に留意します:

## 試料液体のガス抜き

試料液体は、ガス抜きが必要です(たとえば、超音波洗浄機などで)。測定システムにおける気泡の形成のリスクを減らすためです。

## 試料液体の温度

気泡の形成を回避し、アーチファクト関連の温度を減らすために、試料液体は、測定のチャンバーの作業温度とほぼ同じ温度を持つことが必要です。

チャンバーの温度を、試料液体の容器外部よりも少し低め(最高2度まで)に保持するとまた、水ベースの溶液に気泡を発生させるリスクが減ります(ガスの水への可溶性が温度上昇とともに減るため)。

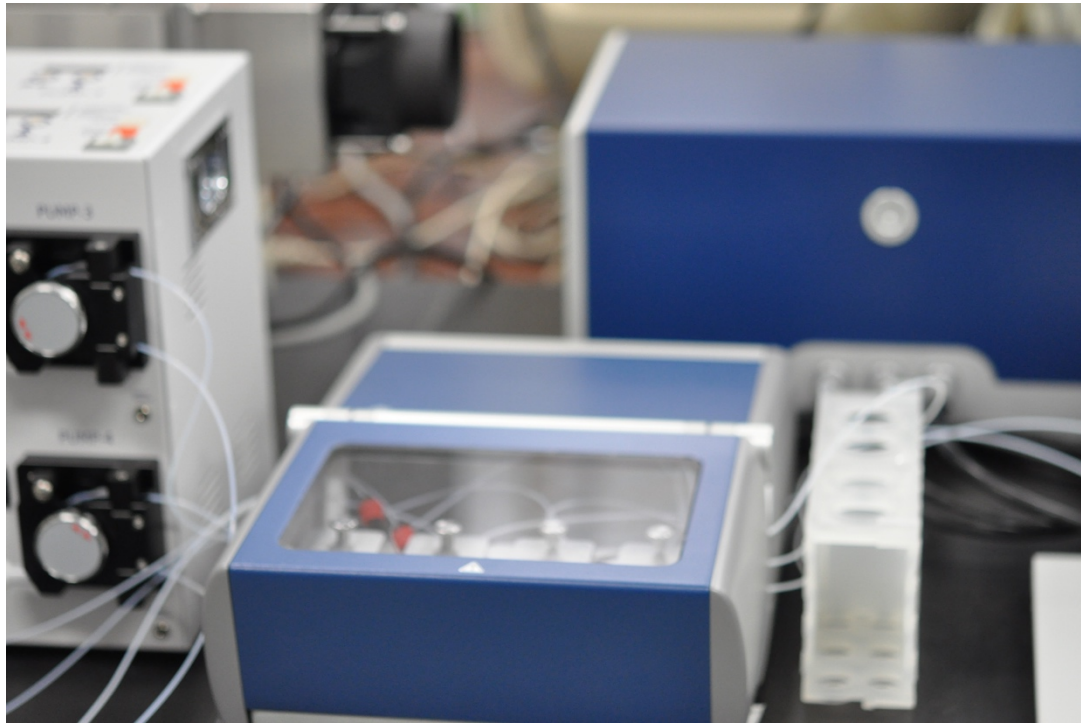
## 溶媒の特性

QCM-D(分子間相互作用解析装置)の技術では、付加されたフィルム上のバルク溶液の変化に敏感です。バッファ緩衝の特性の変化による信号への好ましくない影響を避けるために、溶液は注意して準備されなければなりません。2つの経験則があります:

- 純粋な試料液体はできるだけ項濃度で、測定前に、適切なバッファ(または溶液)で、薄めることが望ましい。
- 1回の測定中は、同じストックからの溶液またはバッファを使用する。

# 装置

ペリスタティックポンプ、フローモジュール格納部、装置本体



フローモジュール（4つ）

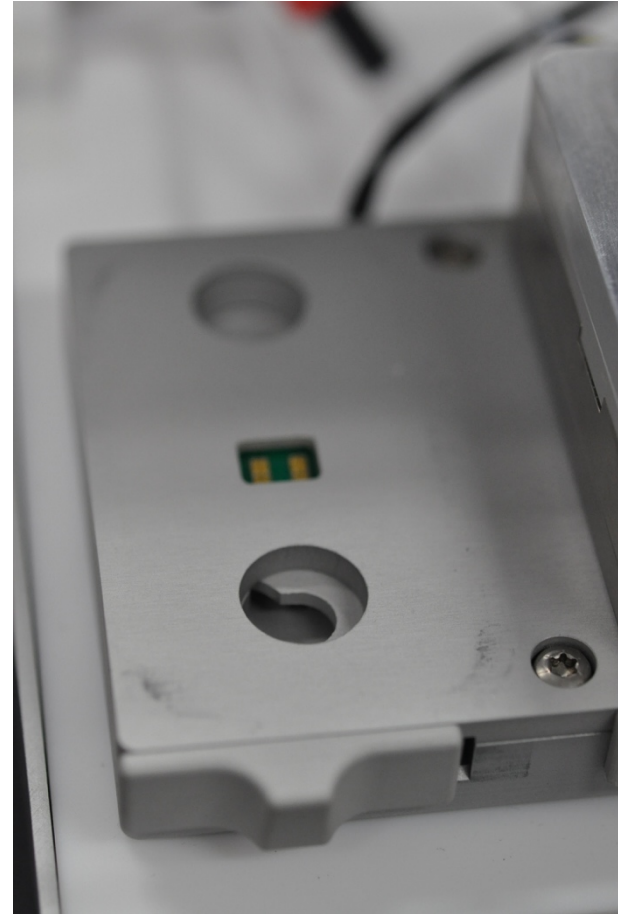


# チューブ接続部分と本体電極部分

センサー装着時はモジュール左面を上。

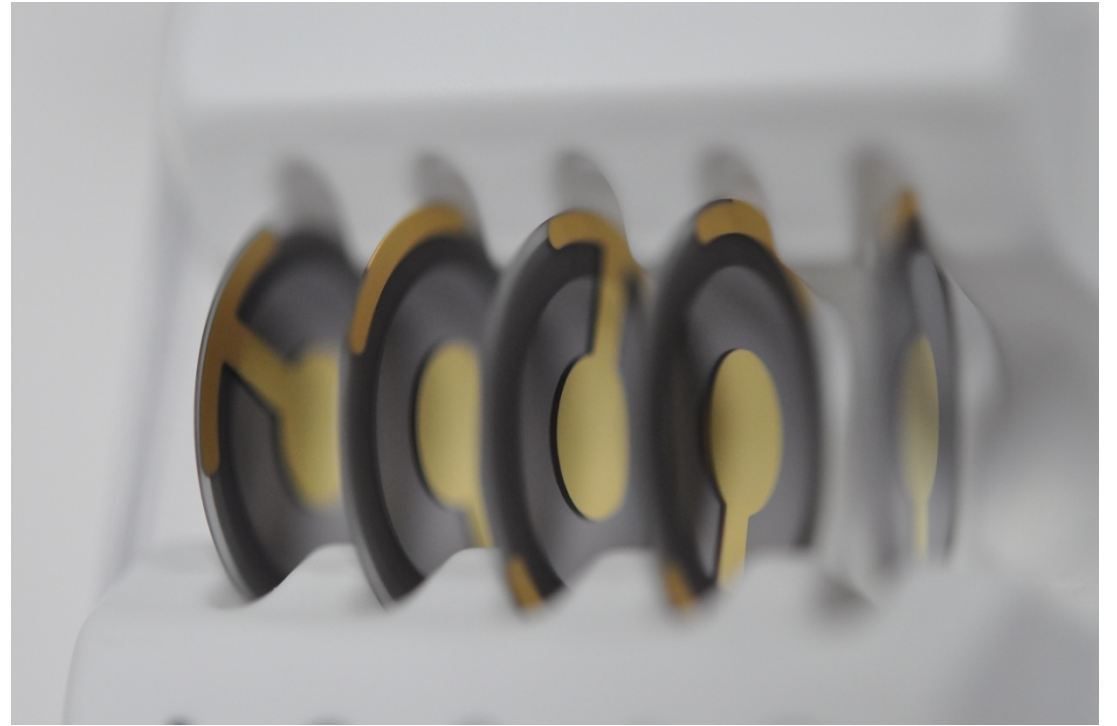
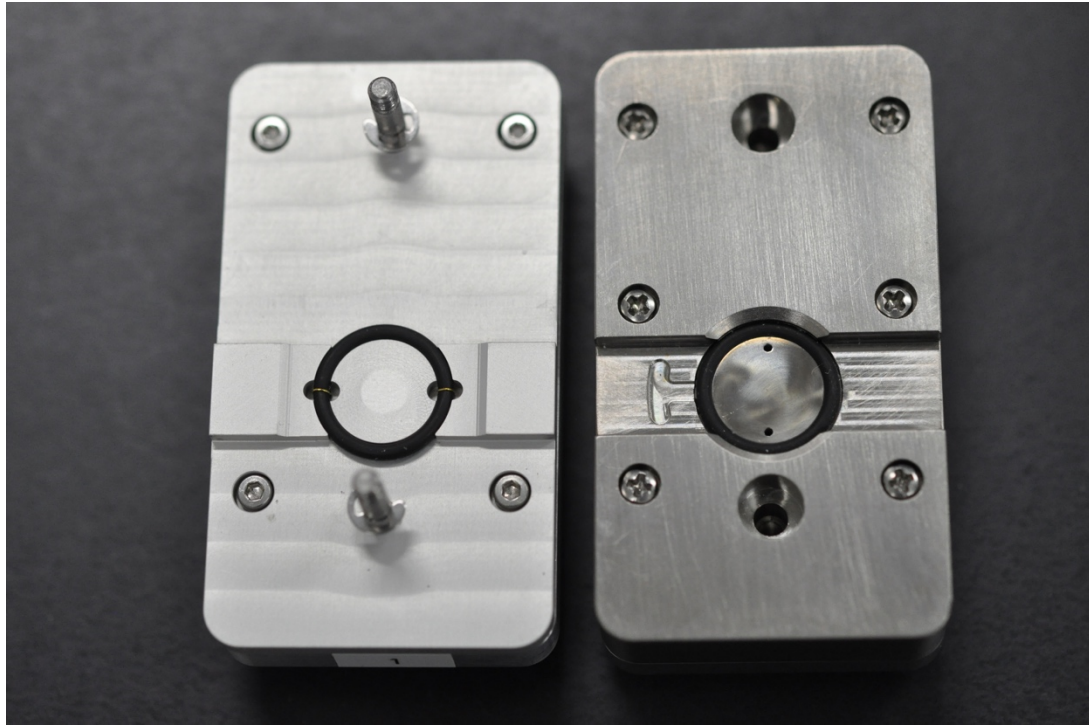


測定するためにモジュールをセットする際は、左面が下になるように（電極が接触する）。

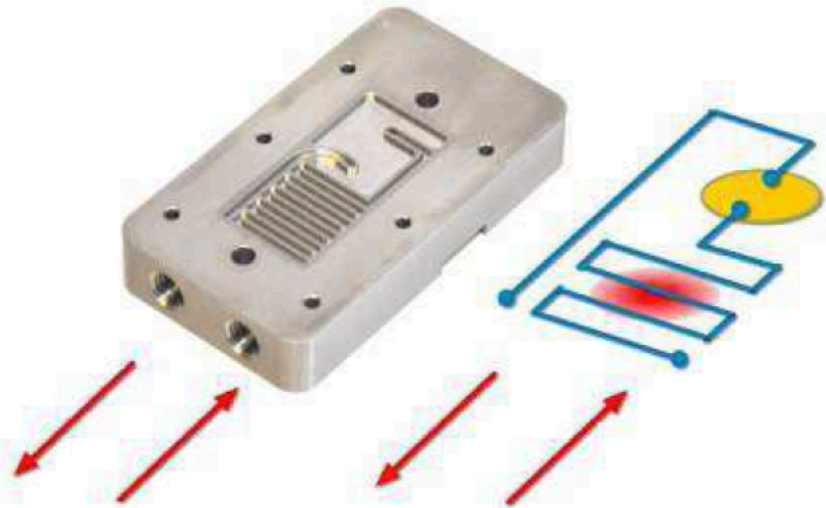




# 反応部とセンサー



# モジュール内部の構造



- モジュールに流体が入ったところで、温度調整される。
- その後、流体はセンサー部に導入される。
- O-リング; ガスケット:  
スタンダード Viton  
高耐久性 Karlez  
(有機溶媒を使える場合もある)

消耗品の価格等は後述します

# モジュール (QFM401) のスペック

QFM 401 の仕様	
センサー	すべての Q-Sense 14 mm センサーと互換性がある
内容積	全体 —140 $\mu$ l フローチャネル— 100 $\mu$ l、センサーのクリスタルより上部— 40 $\mu$ l
測定の種類	フローまたはよどんだ液体の測定
液体にさらされる物質	バイトン (O-リングとシーリング材)、チタニウム
洗浄	全てのパーツは個別洗浄のために分解できる
寸法	高さ: 37 mm; 幅: 35 mm; 奥行き: 63 mm

- 標準のモジュールは、共通でご使用頂けますが、内部に他の利用者の試料溶液が流れますので、使用まえに十分に洗浄して下さい。超音波洗浄器をご用意できます。
- センサー、流路に使うチューブ等消耗品は使用者側で準備して下さい。

# センサーの取り付け

上側の小さい穴から試料溶液が流れ込み、下側の穴から出て行く構造



センサーを載せたところ  
反応面が下側（見えない）

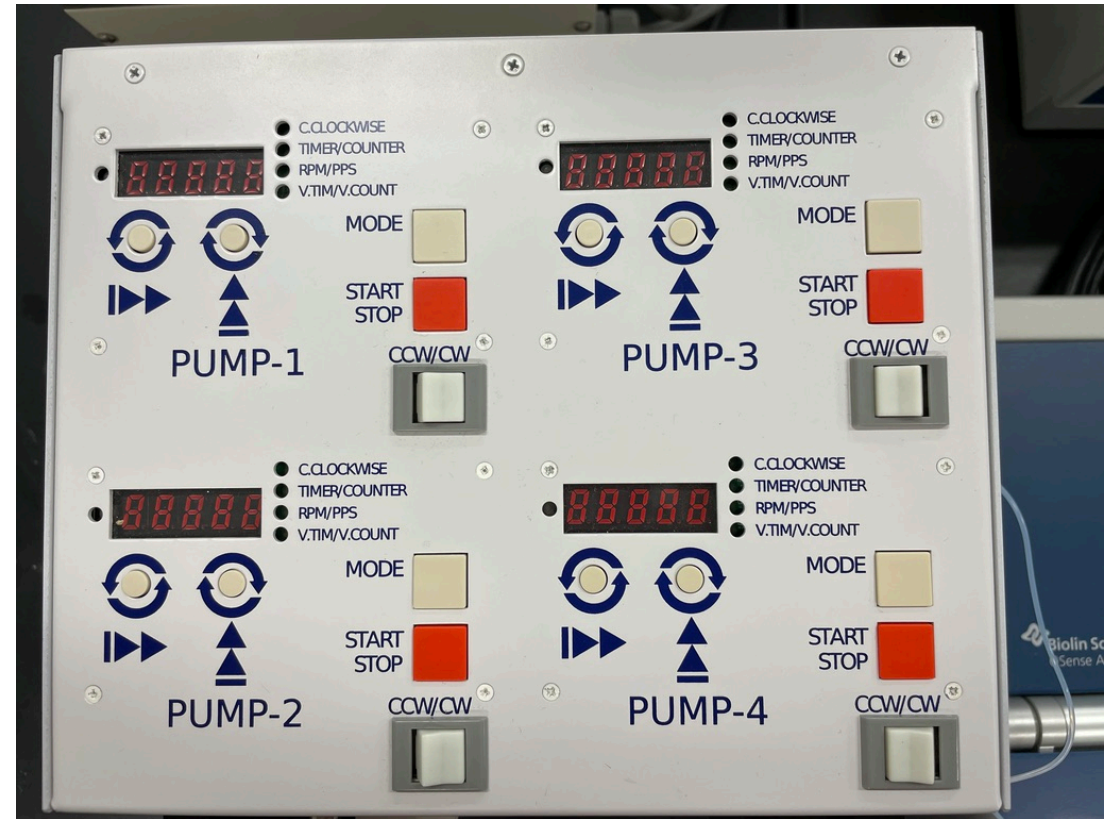
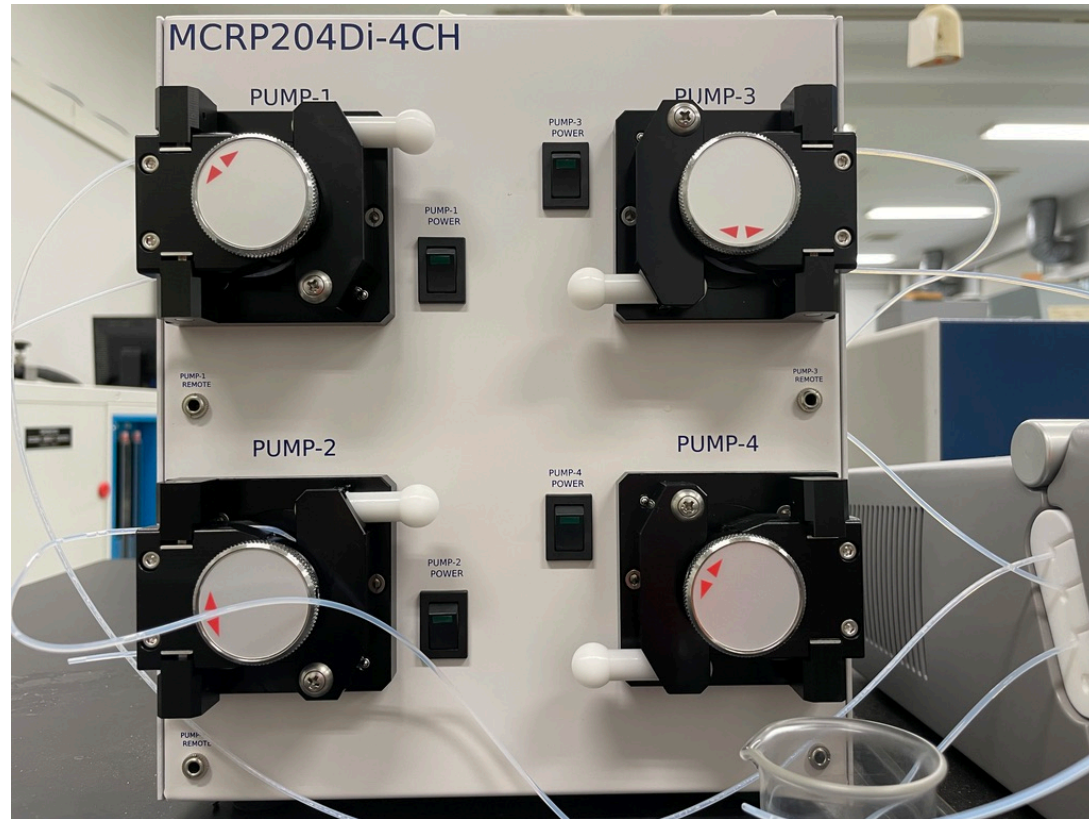


# チューブのモジュールへの接続





# ペリスタティックポンプ



# 測定を開始する前に：確認事項

## 注意!

実験を開始する前に、試料液体がフローモジュール（**O**-リングとガスケットを含む）、ポンプのチューブ、センサーと、化学的に互換性があることを確認してください。

試料に晒される標準的パーツは、次の物質からできています：

- 試料液体に接触する全ての金属パーツは、チタニウム、グレード 2 でできている。
- モジュールに/からのチューブは、**PTFE**（ポリテトラフルオロエチレン）から成る。
- ポンプのチューブは、タイゴン、R-3607 から成る。
- 標準の **O**-リングは、A タイプの **Viton®**（バイトン）ゴムでできている。
- 標準の密閉用ガスケットは、A タイプの **Viton®** でできている。

化学的互換性のデータについては、「物資のガイド」の章に、短い表が与えられています。

# 測定の開始

**ステップ 1** ポンプとチューブをフローモジュールに接続する。

**ステップ 2** チャンバープラットフォームが電子装置に接続されていることを確認する。電子装置は、適切にコンピュータに接続され、QSoft401 のソフトウェアが開始される(「インストール」の章を参照)。

**ステップ 3** フローモジュールにセンサーを搭載し、チャンバープラットフォームのヒートブロック上に置く(「センサーを搭載する」の章を参照)。

**ステップ 4** 温度制御を起動させます(「QSoft401」の章を参照)。温度の設定ポイントを望む値に調節し、平衡状態のために 5-10 分間待ちます(設定温度が室温と多いに異なる場合、長い時間が必要となる)。

**ステップ 5** 共振を見つけます(「QSoft401」の章のサブチャプターの「測定の設定」を参照)。フローモジュールに液体を満たす前に、これを行うことが推奨されます。共振の間に、何らかの予想外の結果が現れた場合、この原因は、モジュールが乾燥されるときに、容易に調べることができます。

**ステップ 6** ポンプを動かします。そして、フローモジュールをバッファー溶液で満たします。

**ステップ 7** データの収集を開始します(「QSoft401」の章の「測定の設定」のサブチャプターを参照)。

**ステップ 8** 安定(たとえば、温度の安定、O-リング内のストレスの解放)を図るための 10-20 分の後、良好で平らな基線において、測定を再開します。この時間的見積もりは、室温での実験のためです。作業時間が高温であると、安定した基線まで、長い時間がかかります。

**ステップ 9** 継続的なフローモードが使用される場合、ポンプを一時的に停止して、チューブを試料の容器に付け換えて、チャンバーに次の試料を満たすために、ポンプを再び、動かします。この間中、データの所得は行われています。液体の交換中に、気泡がシステムにできないように確認してください。実験が終了するまで、試料液体の交換は続きます。



# 測定における注意事項

最適な測定のために:

- 試料液体の温度は、チャンバーの設定温度と比較して、 $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  以内である必要があります。チャンバー内部の温度を外部の試料よりも、少し低めに設定することが気泡生成のリスクを減らします。
- 濯ぐ速さは、 $1\text{ ml/分}$ を超えないようにします。試料液体に、十分な時間を与えて、液体がセンサーの表面に到着する前に、フローモジュール内の温度の安定を図るためです。
- 液体がセンサーに流れるために、チャンバーに入った後、約  $10\text{-}20$  分待ちつと、 $T$  平衡状態となります。それから、取得を再開し、試料を入れる前の数分間、基線の安定性を確認します。

## システムの性能を検証する

センサーが正確に搭載されると、フローモジュールには、気泡ができません。フローモジュール内部の温度は、安定し、新しく清潔なセンサーが挿入されると、システムは下記の性能を示します:

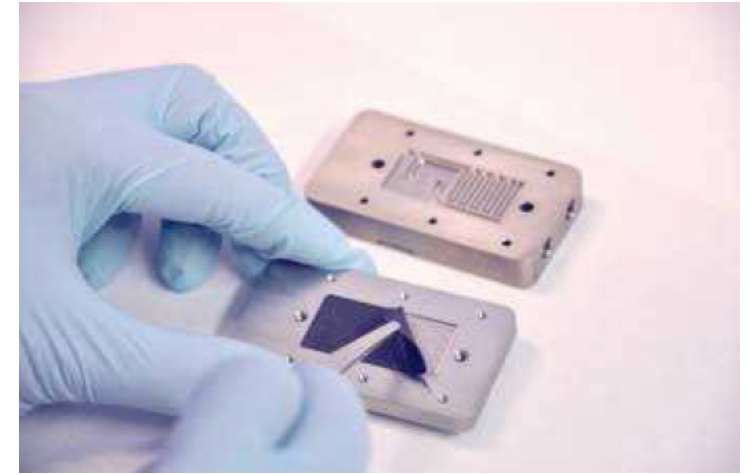
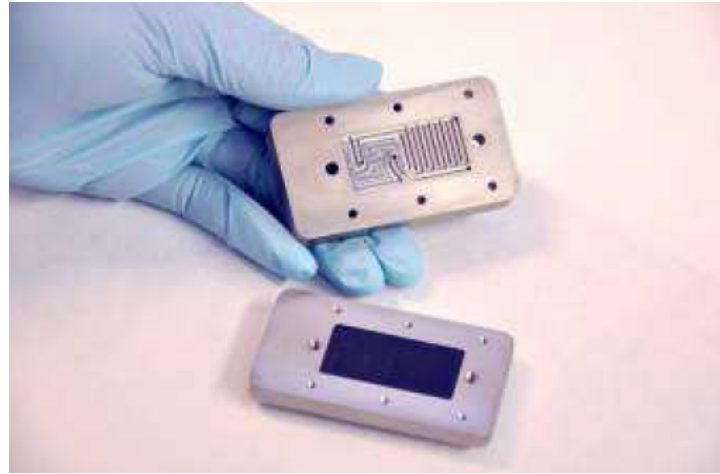
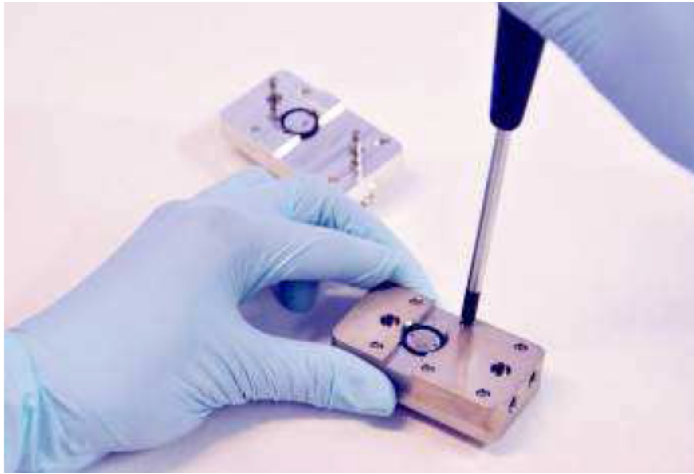
- $f$  と  $D$  の基線は、安定していなければなりません。たとえば、水中の清潔でコーティングされていない、標準の  $\text{Au}$  センサーは、それぞれ、 $2\text{ Hz/時}$ 、 $0.2 \times 10^{-6}$  を超えてドリフトすることはありません。空中では、通常、ドリフトが大きくなります。たとえば、湿度などの変化がゆっくりであることと、空気は液体よりも熱の導体としては劣っているためです。
- ノイズレベルは、2 分以内に測定された場合、それぞれ、 $0.6\text{ Hz}$  (ピークからピーク) および  $0.15 \times 10^{-6}$  (ピークからピーク) より低くなければなりません。
- 基本的な共鳴音の絶対値  $f$  は、 $4.9 - 5.0\text{ MHz}$  の間でなければなりません。

上記から逸脱した何らかの値を経験した場合は、「トラブルシューティング」の章を確認してください。

## 測定後の洗浄操作など（続いて使用する場合）

- センサーを取り外す前に、試料溶液からバッファー、ミリQ水、実験に使用した溶媒に置換する。
- モジュールを開けて、センサーが見える状態にし、内部を乾燥させる。
- 新しいセンサーに交換する。

# 測定後の洗浄操作など（測定を終了する場合）



O-ring, ガスケットと金属部分は、別の溶媒で洗浄する。

金属部分は超音波洗浄する。

蒸留水でリンスした後、N2ガス等を使って乾燥させる。

# センサーの共振状態の確認

The screenshot shows the 'Measurement setup' window with several callouts and graphs. The callouts are:

- Choose sensors included in the measurement:** Points to the 'Included sensors' table.
- Search all resonances or a specific one:** Points to the 'Find all resonances' and 'Find specific resonance' sections.
- Choose included resonances for each sensor:** Points to the 'Included resonances' table.
- Check this box for default settings:** Points to the 'Automatic optimization' checkbox.

The 'Included sensors' table is as follows:

Sensor	1	2	3	4
Include	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Fund. F (MHz)	4.97	4.97	4.97	4.97

The 'Included resonances' table is as follows:

Res. \ Sens	1	2	3	4
1st	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3rd	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5th	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

The 'Advanced' settings table is as follows:

Parameter	Value
Center freq (MHz)	4.9700
Freq range (kHz)	<input checked="" type="checkbox"/> 100
Drive amplitude	<input checked="" type="checkbox"/> 0.3
Drive size (ms)	<input checked="" type="checkbox"/> 3
Decay amplification	<input checked="" type="checkbox"/> 1.0
Decay length	<input checked="" type="checkbox"/> 700
Decay average	<input checked="" type="checkbox"/> 10
Decay sample rate (MHz)	<input checked="" type="checkbox"/> 1.3

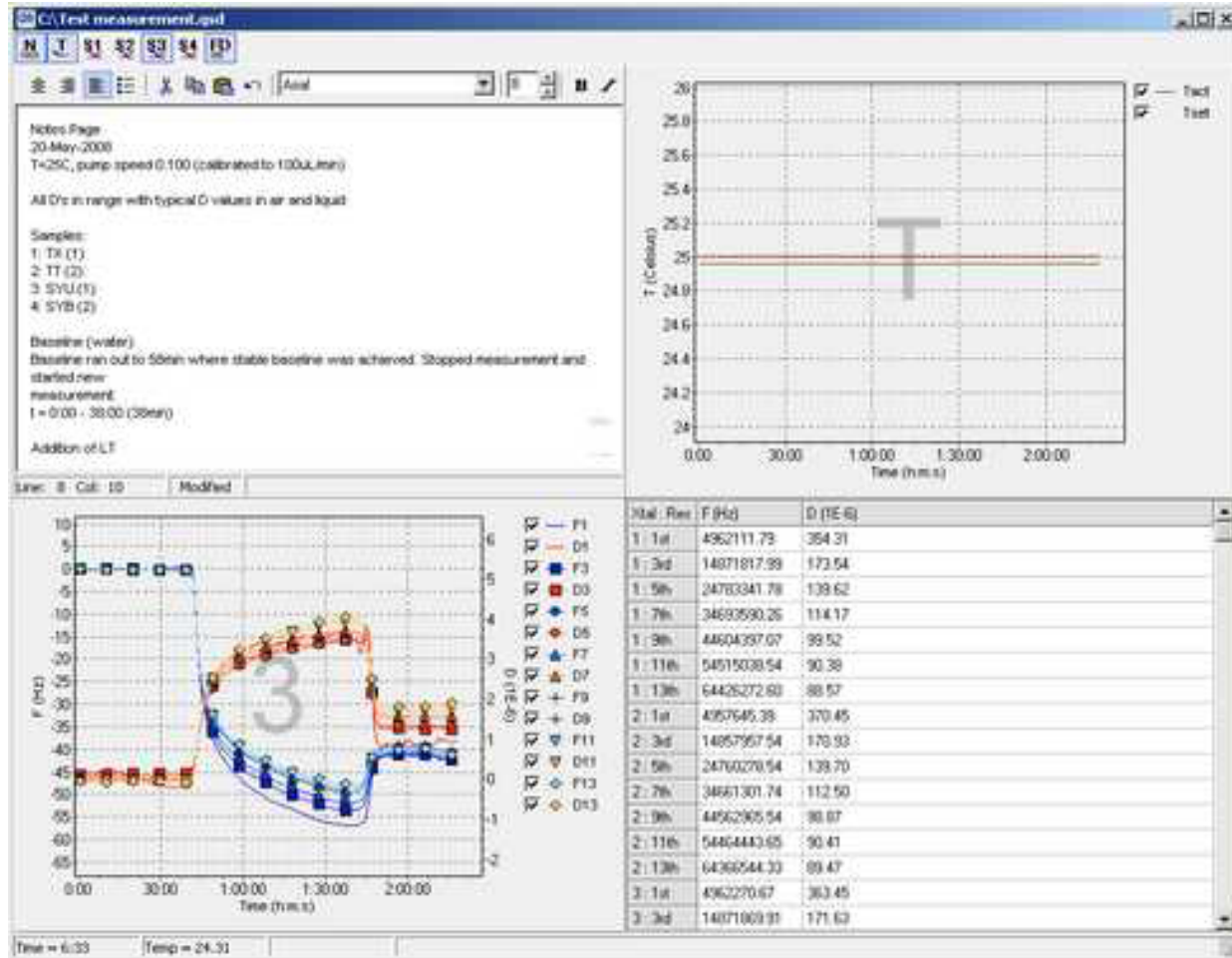
The top graph shows 'Amplitude' vs 'Frequency (Hz)' with a prominent peak at approximately 49,700,000 Hz. The text 'S4 R13' is overlaid on the graph.

The bottom graph shows 'Amplitude' vs 'Time (ms)' with a decaying oscillation. The text 'S4 R13' is overlaid on the graph.

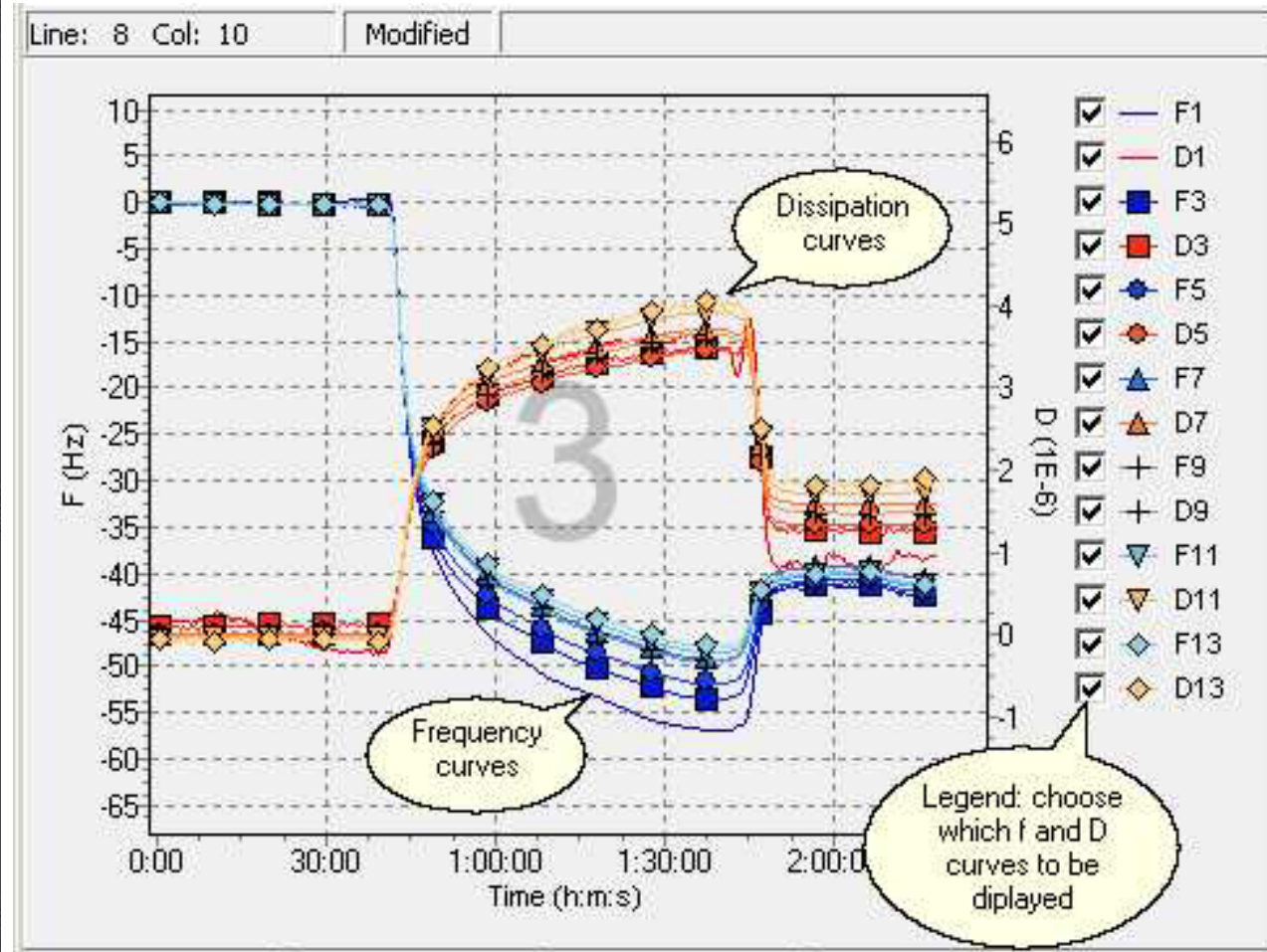


# Acquisition software (QSoft401データ取得用ソフトウェア)

## Measurement window



## F and D chart panels



# 測定後：反応の解析

Dfind

# Dfind 最初の画面

QSense Dfind



Project

Welcome to  
QSense Dfind

How would you like to begin?

Create a new project

or

Open an existing project

新しくProject名（測定グループ名と考えてOK）を  
つけて開きたい場合

既に登録したProject名が存在する場合はこちらから  
スタート



ここに入力して検索



90%



13:53

2019/08/09



18

# ④ Periodの調整及びHarmonics倍音の調整

QSense Dfind

— □ ×

Project

Review

Model

Analyze

Compile

Data

Layers

Time

Period

Measurement

Report

Measurements

+ - ⚙

Trial to open qtd result

Fibronectin coating A S1

Data graphs

Available Data graphs

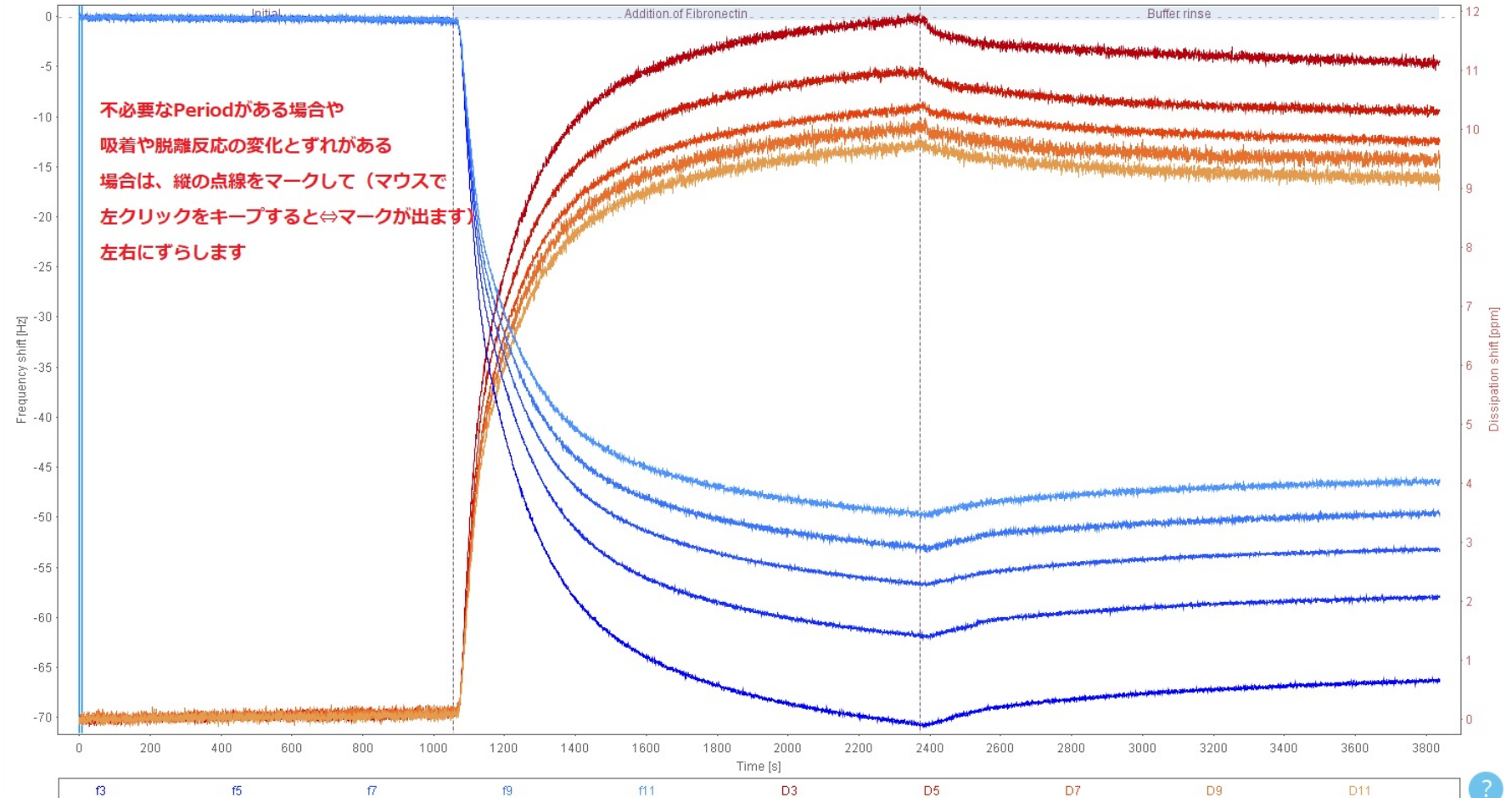
df(t) and dD(t)

D/F Dissipation vs. Frequency

df(t) and dD(t)

Fibronectin coating A S1

Period borders and Reference zeroing bar status



右側の波形が測定時よりもグチャグチャな場合は下のHarmonicsより f1、f11、f13などをクリックして消します

Harmonics

Show selected frequencies and dissipation

f1	f3	f5	f7	f9	f11	f13
D1	D3	D5	D7	D9	D11	D13



# ⑦ Layerタブその1

QSense Dfind

Review | Model | Analyze | Compile | Report

Data | Layers | Time | Period | Measurement

Project

Measurements  
Trial to open qtd result  
Fibronectin coating A S1

Layers graphs  
Available Layers graphs  
+ Create new layer model

Harmonics  
Show selected frequencies and dissipation  
f1 f3 f5 f7 f9 f11 f13  
D1 D3 D5 D7 D9 D11 D13

Create new layer model  
Fibronectin coating A S1

Select modeling principle

Dfind Smartfit | Sauerbrey  
Dfind Broadfit | Composite Sauerbrey  
Compare f&D, m...

Description

① 成膜がソフトなら左側のSmartfitかBroadfitを選択して黒色反転した下のCreate modelをクリックしてください。  
成膜が固い薄い膜（f値とD値が右の様に開いておらず相互にほぼ重なっている）はSauerbreyかComposite Sauerbreyを選択してCreate modelをクリックしてください

② Create model

Measured data / df(t) and dD(t)

Configuration panel  
Advanced method settings  
Method in making

# ⑪ Smartfitのmassの出力方法

QSense Dfind

Review Model Analyze Compile

Data Layers Time Period Measurement Report

Project

Measurements  
Trial to open qtd result  
Fibronectin coating A S1

Time graphs  
Available Time graphs  
Add Methods & Graphs (Base level input)

Create new Methods/Plots  
Fibronectin coating A S1

Select Input Parameters **Simple** | Extended

Frequency  
f3 f5 f7 f9 f11

Dissipation  
D3 D5 D7 D9 D11

Thickness  
S1'\_h S1''\_h B1\_h R1\_h3 C1\_h

Mass  
S1'\_m S1''\_m B1\_m R1\_m3 C1\_m

Format parameter(s) Goto Method Show Properties

Select Method **Simple** | Extended

**Shift analysis macro**  
This macro will:  
1. Create period data ranges  
2. Designate ref. period & POI  
3. Add shift values to Measurements tab  
4. Make column plots of shift values

Data range analysis	Calculate data range statistics
Rise time analysis	Calculate rise time
Max slope analysis	Calculate slope characteristics
Create XY plot	Plot data in XY graph
Normalize data	Normalize vs max value
Equation calculation	Simple math on data
Create table	Put data in table format

Method output graphs/tables

- 1 Data Range
- 2 Shift transformation
- 3 Period of interest
- 4 Column Plot

Configuration panel  
Advanced method settings  
Method in making

Fibronectin coating A S1:S1'\_m

Create →

# 12 Smartfitのmassの結果

QSense Dfind

— □ ×

Project

Measurements  
Trial to open qtd result  
Fibronectin coating A S1

Time graphs  
Available Time graphs  
+ Add Methods & Graphs (Base level input)  
DR Range (S1'\_m)

Review  
Data

Model  
Layers

Analyze  
Time

Period

Measurement

Compile  
Report

DR Range (S1'\_m)  
Fibronectin coating A S1

Initial

Addition of Fibronectin

Buffer rinse

Mass [ng/cm²]

Time

5042.293 ± 1.316n

Shift (Avg[S1'\_m])

Fibronectin coating A S1:S1'\_m

Configuration panel  
Advanced method settings

Layers

- SF S1 Smartfit  
Viscoelastic Smartfit model configuration  
Lock settings  
Incl. f dependency in viscosity and elastic modulus  
Cancel Apply

Time

DR Range (S1'\_m)  
DataRange configuration

Time constraints

Adjust time span:

Time span: 60.00 s

Position: End

Offset: 20.00 s

Sh Shift (Avg[S1'\_m])

POI POI (LastShift (Avg[S1'\_m]))

CP ColumnPlot 1 (POI (Last Shift (Avg)))

?

ここに出ている数値は  
Periodの終了位置から  
20秒手前よりさらに  
60秒間前までの数値で  
す。右側の  
Range(S1'\_m)の設  
定により

# Dfind Tutorial Video link

<https://biolinscientific.wistia.com/medias/4zox0f87ss>

<https://biolinscientific.wistia.com/medias/4zox0f87ss>

<https://biolinscientific.wistia.com/medias/laekxswx1g>

<https://biolinscientific.wistia.com/medias/x79wt01zw5>

<https://biolinscientific.wistia.com/medias/co1nc3tv9l>



QSENSE, 消耗品			
QLH 401	QSenseリキッドハンドリングセット (送液用消耗品セット) (5 m Teflon® チューブ 内径0.75 mm, フェルール24個, ナット12個, ペリフィット4個, QFM401用OリングViton® 4個, QFM401用ガスケットViton®)	3週間	¥110,000
QCS 001	QFM 401用Oリング, スタンダード (Viton® 11.1x1.6 mm, 4個)	3週間	¥18,000
QCS 002	QFM 401用Oリング, スタンダード (Viton® 11.1x1.6 mm, 20個)	3週間	¥22,000
QCS 017	QFM 401用Oリング, 高耐性 (Kalrez® 11.1x1.6 mm, 4個)	3週間	¥70,000
QCS 019	QWM, QOM, QHM, QEM, QELM用Oリング, スタンダード (Viton® 12x1 mm, 4個)	3週間	¥20,000
QCS 023	QWM, QOM, QHM, QEM, QELM用Oリング, 高耐性 (Kalrez® 12x1 mm, 4個)	3週間	¥70,000
QCS 024	QEM 401用Oリングキット, スタンダード, 2セット (Viton®, 2個 12x1 mm, 4個 1.15x1 mm, 2個 1.78x1.78 mm)	3週間	¥20,000
QCS 038	QEM 401用Oリングキット, 高耐性 (Kalrez®, 1個 12x1 mm, 2個 1.15x1 mm, 1個 1.78x1.78 mm)	3週間	¥80,000
QCS 027	QELM 401用シーリングキット, スタンダード (Viton® ガスケット, Oリング: 1個 12x1, 1個 14x1, 2個 5x1, 4個 1.15x1 mm)	3週間	¥20,000
QCS 039	QELM 401用シーリングキット, 高耐性 (Kalrez® ガスケット, Oリング: 1個 12x1 mm, 2個 5x1 mm, 4個 1.15x1 mm)	3週間	¥80,000
QCS 011	QFM 401ガスケット, スタンダード (Viton®, 4個)	3週間	¥20,000
QCS 018	QFM 401ガスケット, 高耐性 (Kalrez®, 4個)	3週間	¥60,000
QCS 020	QWM 401用サファイアガラス	3週間	¥40,000
QCS 005	チューブ, スタンダード (Teflon®, 内径 0.75mm, 10m)	3週間	¥40,000
QCS 006	Ismatec Reglo Digital/Analog用ポンプチューブTygonスタンダード (12個, 内径0.38mm)	3週間	¥24,000
QCS 007	Ismatec IPC-N4用ポンプチューブTygonスタンダード (12個, 内径 0.64mm)	3週間	¥30,000
QCS 030	Ismatec Regloポンプ用ポンプチューブTygon MHSL (耐エタノール) (6個, 内径0.38mm)	3週間	¥60,000
QCS 031	Ismatec IPC-N4用ポンプチューブTygon MHSL (耐エタノール) (6個, 内径 0.64mm)	3週間	¥60,000
QCS 052	Ismatec Regloポンプ (12個, 内径 0.38 mm) 用ポンプチューブTygon HC (例: 炭化水素系成分や石油生成物などの送液に対応)	3週間	¥90,000
QCS 053	Ismatec IPC-N4 (12個, 内径 0.64mm) 用ポンプチューブTygon HC (炭化水素系成分や石油生成物などの送液に対応)	3週間	¥90,000
QCS 012	フェルール (Teflon®, 黒ナット接続用30個)	3週間	¥40,000
QCS 013	ナット, 黒 (チューブ用ホルダースクリュー, 12個)	3週間	¥30,000
QCS 014	ペリフィット, PEEK (ポンプチューブ QCS 006, 007, 030, 031, 052, 053向けコネクタ), 4個	3週間	¥40,000
QCS 021	Univentor 864 QS用プラスチックシリンジ (4個)	3週間	¥20,000
QCS 022	Univentor 864 QS用ガラスシリンジ Hamilton 1025 TLL (1個)	別途応相談	¥90,000
QCS 025	QHM 401用GORE® メンブレン12.5x21.5 mm (2個)	3週間	¥20,000
QCS 026	QEM 401用 リファレンス電極プラスチックスクリュー	3週間	¥20,000
QCS 028	QAuto 401チューブ (FEP®, 内径 0.5 mm, 8m)	3週間	¥40,000
QCS 029	QELM 401用ウィンドウ, 5x2 mm 1/4 Wave BK7	6週間	¥20,000
QCS 037	Reglo用ポンプチューブGORE® スタイル100CR 高耐性 (1個, 内径 2.8 mm) 備考: ESA013 閉鎖レバー付きカセット, ペリフィットQCS035 と一緒にご使用下さい	8週間	¥430,000
QCS 032	IPC N4用ポンプチューブGORE® スタイル100CR 高耐性 (1個, 内径 2.8 mm) 備考: ペリフィットQCS035 と一緒にご使用下さい	9~10週間	¥430,000
QCS 035	QCS 03ポンプチューブGORE® スタイル100 CR用ペリフィットPEEK (1個)	3週間	¥30,000
QCS 033	アナライザー向け高耐性シーリングキット, QFM 401, (4 Kalrez® Oリング, 4 Kalrez® ガスケット, IPC-N4用4GORE® スタイル 100xCR チューブ (内径 2.8 mm), 4ペリフィット)	9~10週間	¥1,500,000
QCS 036	エクスプローラー向け高耐性シーリングキット, QFM 401, (1 Kalrez® Oリング, 1 Kalrez® ガスケット, Reglo Analog/Digital 用 1 GORE® スタイル100xCRチューブ (内径 2.8 mm), 1ペリフィット) 備考: Reglo 用ポンプチューブGORE® スタイル100CR 高耐性は, ESA013, 閉鎖レバー付きカセットと一緒にご使用下さい	9~10週間	¥460,000
QCS 034	QAuto401用プローブ, 内径 0.4 mm (1個)	7週間	¥50,000

Biolin Scientific社製 Q-Sense series向けセンサー価格表



在庫センサー一覧(最低数量1箱=5枚入りのオーダーより承ります)

品番	概要	標準納期(受注時計算)	保管寿命(シェルライフ)	単価(1~4式)	単価(5~9式)	単価(10~19式)
QSX 301	金センサー(無垢表面) 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約15% トレイ*納入時の数量ディスカウント: 1トレイ(20箱): 20% 2トレイ(40箱): 25% 4トレイ(80箱): 30% * 1トレイ=100個入り、不活性化梱包対応で最低1年間の保管寿命あり。	2週間(トレイの場合6週間)	18ヵ月	¥84,000	¥80,000	¥71,000
QSX 303	シリカ(SiO <sub>2</sub> ) トレイ*納入時の数量ディスカウント: 1トレイ(20箱): 20% 2トレイ(40箱): 25% 4トレイ(80箱): 30% * 1トレイ=100個入り、不活性化梱包対応で最低1年間の保管寿命あり。	2週間(トレイの場合6週間)	18ヵ月	¥132,000	¥126,000	¥113,000
QSX 304	ステンレススチール SS2343 (米国標準316類似品) 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	18ヵ月	¥132,000	¥126,000	¥113,000
QSX 309	アルミナ 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	12ヵ月	¥132,000	¥126,000	¥113,000
QSX 310	チタン 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	18ヵ月	¥132,000	¥126,000	¥113,000
QSX 314	プラチナ 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	18ヵ月	¥140,000	¥133,000	¥119,000
QSX 312	タングステン 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	18ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 313	銅(不活性化梱包に対応。保管期限あり) 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	12ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 326	酸化鉄(Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> ) 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	12ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 335	SiO <sub>2</sub> (QELM 401エリブソメトリーモジュール用) 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	18ヵ月	¥139,000	¥118,000	¥97,000
QSX 336	ホウケイ酸ガラス 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	18ヵ月	¥161,000	¥137,000	¥113,000
QSX 337	ソーダライムガラス 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	18ヵ月	¥161,000	¥137,000	¥113,000
QSX 338	金センサー・チタン接着層付き 数量ディスカウント: 5-9箱 5% 10箱以上 約12~15%	2週間	18ヵ月	¥133,000	¥113,000	¥93,000



# カスタムセンサー一覧

## 金属系・酸化物系・カーバイド系

備考	数量ディスカウント: 5-9 箱 15% >10 箱 30% 最低注文数量: 1 箱 = 5 枚から					
品番	概要	納期	保管寿命 (シェルフラライフ)	単価(1~4式)	単価(5~9式)	単価(10~19式)
QSX 311	タンタル	7~8週間	18ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 315	クロム	7~8週間	18ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 318	シリカ	7~8週間	18ヵ月	¥161,000	¥137,000	¥113,000
QSX 319	鉄 (不活性化梱包に対応。保管期限あり)	7~8週間	12ヵ月	¥223,000	¥190,000	¥156,000
QSX 322	銀 (不活性化梱包に対応。保管期限あり)	7~8週間	12ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 323	コバルト	7~8週間	18ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 324	窒化タンタル(TaN)	7~8週間	18ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 328	窒化シリコン(SiN)	7~8週間	18ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 329	シリコンオキシカーバイド	7~8週間	12ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 330	酸化ジルコニウム	7~8週間	18ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
QSX 332	酸化亜鉛	7~8週間	12ヵ月	¥207,000	¥176,000	¥145,000
用途・目的: 電気化学試験用途。例えばQSX301 金センサーだと接着層のCrが電気化学試験の際にマイグレーション(イオン溶出)してしまう						

## ポリマーおよびハイドロキシアパタイト

備考	数量ディスカウント: 5-9 箱 5% >10 箱 10% 最低注文数量: 1 箱 = 5 枚から					
コード	概要	納期	保管寿命 (シェルフラライフ)	単価(1~4式)	単価(5~9式)	単価(10~19式)
QSX 305	疎水性ポリスチレン (不活性化梱包対応、保管期限あり)	7~8週間	12ヵ月	¥134,000	¥127,000	¥121,000
QSX 331	アモルファスフッ素重合体(デュボン製AF1600) (不活性化梱包対応、保管期限あり)	7~8週間	12ヵ月	¥134,000	¥127,000	¥121,000
QSX 327	ハイドロキシアパタイト(HAnano法)、チタン表面上に形成 (不活性化梱包対応、保管期限あり) 注)再生使用できない可能性があります	7~8週間	12ヵ月	¥207,000	¥197,000	¥186,000

## 機能化膜

備考	数量ディスカウント: 5-9 箱 15% >10 箱 30% 最低注文数量: 1 箱 = 5 枚から					
コード	概要	納期	保管寿命 (シェルフラライフ)	単価(1~4式)	単価(5~9式)	単価(10~19式)
QSX 334	セルロース/SiO2 (不活性化梱包対応、保管期限あり)	7~8週間	8ヵ月	¥142,000	¥122,000	¥115,000
QSX 339	ピオチン機能化膜/金表面 (不活性化梱包対応、保管期限あり)	7~8週間	8週間	¥194,000	¥165,000	¥155,000
QSX 340	His-tagキャプチャー用センサー (不活性化梱包対応、保管期限あり)	7~8週間	8週間	¥244,000	¥208,000	¥195,000
QSX 341	アミンカップリングセンサー(不活性化梱包対応、保管期限あり)	7~8週間	8週間	¥244,000	¥208,000	¥195,000

## 標準汚れ(ソイル)付きセンサー

備考	数量ディスカウント: 5-9 箱 5% >10 箱 10% 最低注文数量: 1 箱 = 5 枚から  さらに数量が大きい場合のディスカウントについては別途見積をご依頼下さい。なお下記ソイルはすべてSiO <sub>2</sub> 上に形成されます。					
コード	概要	納期	保管寿命 (シェルフラライフ)	単価(1~4式)	単価(5~9式)	単価(10~19式)
QSX 342	標準化使用済み食用油コーティングセンサー	7~8週間(別途ご確認ください)	12週間	¥93,000	¥88,000	¥83,000
QSX 343	混合スターチ着色化センサー (CFT DM 77)	7~8週間(別途ご確認ください)	12週間	¥93,000	¥88,000	¥83,000
QSX 344	卵黄二重コーティングセンサー (CFT DM 22)	7~8週間(別途ご確認ください)	12週間	¥93,000	¥88,000	¥83,000
QSX 345	ミルク入りコーヒーコーティングセンサー (CFT DM 83)	7~8週間(別途ご確認ください)	12週間	¥93,000	¥88,000	¥83,000

## 他の提案可能なカスタムセンサー

※価格については別途ご相談下さい。 ※納期目安:約9~10週間(応相談)	PVDF 樹脂(ポリフッ化ビニリデン) PMMA 樹脂(アクリル) ナイロン "6,6" PEI ポリエーテルイミド樹脂 Al AlSiO (カオリナイト模倣品) BaTiO3 Fe2O3 ITO 膜(金表面) L605 (ステント模倣化鋼材) Mg Mo SS2348 (316L) Si SiC ZnO ZnS TiO2 酸化グラフェン(GO)
---	--

上記以外の膜材料についても取り扱いがあります: 価格、納期ともご相談下さい。  
※膜厚については予測値となります。  
注意: センサー表面のコーティングはあらゆる種類の液体、気体により腐食の恐れがあります。例えば酸化膜や金属基材の表面(酸化亜鉛・銅など)は超純水中では不安定になります。もし特定のセンサー表面がお客様の実験条件に必ずしも適しているかどうか疑問がある場合はお気軽にお問合せ下さい。

※上記表示価格は税抜になります。

※上記価格は為替の急激な変動等、弊社の責に帰さない事由による仕入コストへの影響があった場合、事前の予告なく改定させて頂く場合もございます。  
当該事由により、上記表示価格を参照した(弊社正式御見積書提出以前の)先行注文については必ずしもお請けできない可能性がある旨予めご了承下さい。  
(弊社では御見積書の発行を以って、ご提示金額の最終的な確定とさせて頂いております)

2021年4月1日改定



**ALTECH** CO., LTD.

日本総代理店  
アルテック株式会社  
AS営業部  
TEL: 03-5542-6754 / FAX: 03-5542-6766  
URL: [www.altech.co.jp](http://www.altech.co.jp)

# 問い合わせ先

BiolinScientific社日本総代理店 アルテック株式会社

- 営業案件： 松浦 良典 様 [matsuura@altech.co.jp](mailto:matsuura@altech.co.jp)
- 技術案件： 荒川 勇 様 [i-arakawa@altech.co.jp](mailto:i-arakawa@altech.co.jp)

# 装置の場所

- 農学部総合館



- <https://www.youtube.com/watch?v=eLD3PmsI-KE>

22分16秒