

ぶんせき 7

Bunseki 2022

The Japan Society for Analytical Chemistry



2022年3号から電子版に移行しました(団体会員除く)

詳細は 2021 年第 7 号挟み込み頁および
ぶんせきホームページをご確認ください

日本分析化学会

<https://www.jsac.jp>

Linkam



顕微鏡用冷却加熱ステージ

プログラマー 1 台で $-190 \sim 600^{\circ}\text{C}$ の温度範囲をカバーできます。

昇降温速度も $0.01 \sim 150^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の間で自在に温度コントロールを実現。

試料室を大気中・不活性ガス雰囲気はもちろん、真空対応の製品もあります。

冷却加熱に加えて、延伸やせん断ができる製品も取り揃えています。

『光学顕微鏡以外の用途でお使いですか？』

ラマン顕微鏡・赤外顕微鏡や光干渉、小角散乱、垂直設置に対応できる製品もあります。

抜群の温度安定性と操作性のリンクカム顕微鏡用冷却加熱ステージをご体験ください。



$-190 \sim 600^{\circ}\text{C}$



冷却加熱ステージ

10002L

昇降温速度： $0.01 \sim 150^{\circ}\text{C}/\text{min}$
試料サイズ： $\phi 16\text{mm} \times t 1.5\text{mm}$

$-100 \sim 420^{\circ}\text{C}$



大型試料冷却加熱ステージ

10083L

昇降温速度： $0.01 \sim 30^{\circ}\text{C}/\text{min}$
試料サイズ： $42 \times 53 \times t 3\text{mm}$

$-190 \sim 350^{\circ}\text{C}$



真空冷却加熱ステージ

10086L

到達真空度： 10Pa
試料サイズ： $\phi 16\text{mm} \times t 1.5\text{mm}$

$-20 \sim 120^{\circ}\text{C}$



ペルチェ式冷却加熱ステージ

10021

昇降温速度： $0.01 \sim 20^{\circ}\text{C}/\text{min}$
試料サイズ： $30 \times 35 \times t 1\text{mm}$

ジャパンハイテック株式会社®

■本社
■新東京営業所(ショールーム)

〒813-0001 福岡市東区唐原7-15-81
〒260-0001 千葉市中央区都町3-14-2-405

TEL (092) 674-3088 FAX (092) 674-3089
TEL (043) 226-3012 FAX (043) 226-3013

HPにて観察例公開中!

ジャパンハイテック

検索

URL <https://www.jht.co.jp>
Email sales@jht.co.jp



フーリエ変換赤外分光光度計
Fourier Transform Infrared Spectrophotometer

IRXross



IR, Xross over

Performance × Operability

IRXrossは、新たな赤外分光分析の概念を創造します。
多様な用途が求められる新しい時代に、最適なソリューションを。

様々なニーズを満たす卓越した性能

簡単操作と解析を実現する独自機能

安心の規制対応



赤外顕微鏡システム



可能性を発見

新製品 Agilent 5977C GC/MSD

新製品 Agilent 7000E/7010C GC/MS/MS

革新的でインテリジェント機能を搭載した最新 GC/MS システム

ラボの生産性を大幅に高める新技術を搭載した新製品 GC/MS システムは、堅牢性に優れており、日々の分析でその性能を発揮できるように設計されております。ラボの価値を高める大事なタスクに時間を集中させることができます。

また、新技術の **HydroInert** イオン源により、キャリアガスとして水素を使用する際の GC/MS のパフォーマンス上の課題を解決し、適用アプリケーションを拡大します。(5977C および 7000E に搭載可能)



インテリジェンス



持続可能性



生産性



7000E トリプル四重極 GC/MS
(GC: Intuvo 9000 GC)



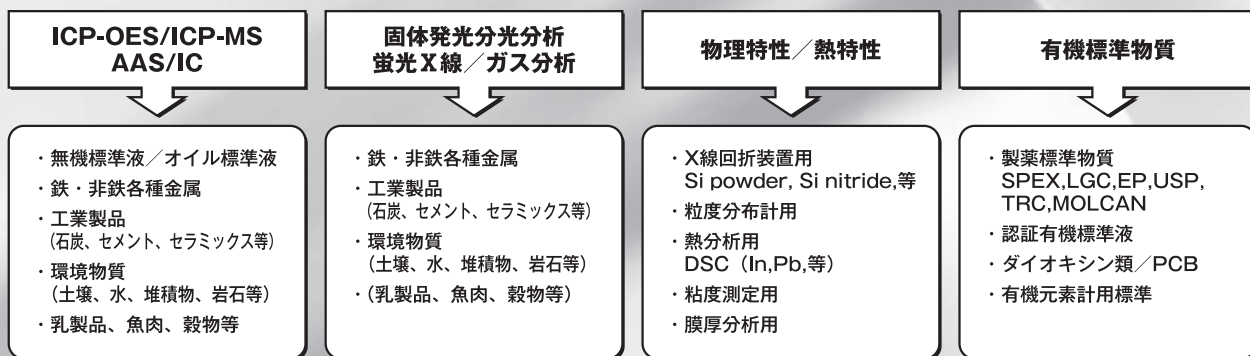
5977C シングル四重極 GC/MS
(GC: 8890 GC)

アジレント・テクノロジー株式会社
DE98537992
〒192-8510 東京都八王子市高倉町 9-1
フリーダイヤル 0120-477-111
www.agilent.com/chem/jp

詳細は担当営業までお問い合わせください。

 **Agilent**
Trusted Answers

各種標準物質 (RM, CRM)



・核燃料関連 (ウラン、トリウム、プルトニウム) ・環境中放射能標準物質などございます。
お探しの標準物質ございましたら、お問い合わせください。

SPEX社 前処理機 (フリーザーミル・ボールミル)

凍結粉碎機 (Freezer / Mill)

粉碎容器にインパクト (粉碎棒) とサンプルを一緒に入れ、液体窒素にてサンプルを常時凍結させて運転を開始します。

インパクトを磁化させ、往復運動させる事による衝撃でサンプルを粉碎します。
やわらかいサンプルや熱に弱い生体サンプルに最適です。

〈サンプル例〉プラスチック、ゴム、生体サンプルなど、
〈使用例〉ICP, XRF, GC, LCの前処理 DNA/RNAの抽出の前処理



ボールミル (Mixer / Mill)

SPEX独自の8の字運動により、効率的な粉碎、混合が可能。
サンプルに合った粉碎容器、ボールを選択可能。

〈サンプル例〉岩石、植物、錠剤、合金など
〈使用例〉ICP, XRFの前処理 メカニカルアロイイング



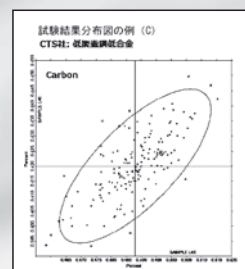
海外技能試験輸入代行サービス

技能試験とは・・・

技能試験提供機関が提供する未知サンプルを分析することによって、分析者の分析技能を測るテストです。
分析能力に関して中立的な評価が得られ、国内外の参加試験所と分析能力の比較が出来ます。
国内では毒物劇物取締法など特殊な法令に沿った通関手続きが必要でございます。
当社はコンプライアンスを遵守し、ノウハウを活かし、輸入の代行を致します。

〈サンプル例〉

金属材料中元素分析、フタル酸エステル類、物性試験 (引張・曲げ・硬さ)
ニッケル溶出試験、医薬品、化粧品、環境分野、オイル、食品、玩具規制専用試験など



YouTubeチャンネル【西進商事公式】

弊社取り扱い製品の情報を公開中です。(順次アップロード予定)



SEISHIN

標準物質専門商社

西進商事株式会社

<https://www.seishin-syoji.co.jp/>

—— 西進商事は日本分析化学会の販売総代理店です ——

本 社 〒650-0047 神戸市中央区港島南町1丁目4番地4号
TEL.(078)303-3810 FAX.(078)303-3822
東京支店 〒105-0012 東京都港区芝大門2丁目12番地7号(RBM芝パークビル)
TEL.(03)3459-7491 FAX.(03)3459-7499
名古屋営業所 〒450-0003 名古屋市中村区名駅南1丁目24番地30(名古屋三井ビル本館)
TEL.(052)586-4741 FAX.(052)586-4796
北海道営業所 〒060-0002 札幌市中央区北二条西1丁目10番地(ピア2・1ビル)
TEL.(011)221-2171 FAX.(011)221-2010

JASCO

リサーチグレードでありながら、 ダウンサイジングを追求

Delant

FT/IR-4Xは、高い拡張性とS/N比・分解能を保持したまま、従来比40%のサイズダウンを実現したリサーチグレードの赤外分光光度計です。大型機同等の20cm幅の試料室は、サードパーティ製を含む各種大型付属品を使用することが可能で、赤外顕微鏡接続、検出器拡張、近中赤外・中遠赤外への波数拡張にも対応可能です。モノコック構造の干渉計は高い密閉性と堅牢性を誇り、NISTトレーサブルフィルムによる自動バリデーション機構内蔵により、永きに渡る信頼性を担保いたします。

Fourier Transform Infrared Spectrometer
フーリエ変換赤外分光光度計

FT/IR-4X



New

ラマン測定を、手の中に。

PR-1s/PR-1wは、手のひらに収まる超小型ラマン分光光度計です。測定波数範囲とレーザー出力の異なる2つのモデルをラインアップしています。測定対象の自由度が高く、専用試料室やバイアルホルダーも用意しており、シンプルで手軽なラマン測定を実現します。



Palmtop Raman Spectrometer
パームトップラマン分光光度計



PR-1s/PR-1w

光と技術で未来を見つめる

日本分光

日本分光株式会社

〒192-8537 東京都八王子市石川町2967-5
TEL 042(646)4111代
FAX 042(646)4120

日本分光の最新情報はこちらから

<https://www.jasco.co.jp>

日本分光HP



JASCO

JASCOは日本分光株式会社の登録商標です。
本広告に記載されている装置の外観および各仕様は、
改修のため予告なく変更することがあります。

材料劣化診断・油残渣定量・異物分析を 現場で可能にします!

ハンドヘルド 4300FT-IR



日本語測定ソフトウェア



測定波数範囲	4,500~650cm ⁻¹ (DTGS)
波数分解能	4, 8, 16cm ⁻¹
測定モード	Diamond ATR, Ge ATR, 正反射、 グレーティング反射、拡散反射
重量	2.2Kg (バッテリー込)
バッテリー駆動	3-4時間
使用温度範囲	0~50°C
オプション	非接触反射プローブ、顕微拡張アクセサリ



飛行機、自動車の塗膜劣化、CFRPの分析、樹脂劣化分析、絵画や岩石の分析、コーティング分析、
金属表面の油残渣分析、ロール表面の有機物分析 etc...

株式会社 エス・ティ・ジャパン
URL: <http://www.stjapan.co.jp>

本社／
〒103-0014 東京都中央区日本橋蛸町1-14-10
TEL: 03-3666-2561 FAX: 03-3666-2658

大阪支店／
〒573-0094 大阪府枚方市南中振1-16-27
TEL: 072-835-1881 FAX: 072-835-1880

ST.JAPAN INC.

ポリマー分析用試料キット

ポリマーサンプルキット205

＜1セット 100本入・10-20g／1本＞

100本の構成ポリマーは汎用性ポリマー試料だけでなくエンブラ試料も含まれておりますのでIR分析等のライブラリーへの収録にご利用いただけるポリマー分析試料キットです。

スペックとして：引火点・平均分子量・屈折率・ガラス転移点・融解温度等の情報がございます。

100種類の試料の一部試料については入れ替えも可能です。

詳しくはお問い合わせ下さい。



Cap No.	Cat No.	Polymer
1	032	Alginate acid, sodium salt
2	209	Butyl methacrylate/isobutyl methacrylate copolymer
3	660	Cellulose
4	083	Cellulose acetate
5	077	Cellulose acetate butyrate
6	321	Cellulose propionate
7	031	Cellulose triacetate
8	142	Ethyl cellulose
9	534	Ethylene/acrylic acid copolymer, 15% acrylic acid
10	454	Ethylene/ethyl acrylate copolymer, 18% ethyl acrylate
11	939	Ethylene/methacrylic acid copolymer, 12% methacrylic acid
12	358	Ethylene/propylene copolymer, 60% ethylene
13	506	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 9% vinyl acetate
14	243	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 14% vinyl acetate
15	244	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 18% vinyl acetate
16	316	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 28% vinyl acetate
17	246	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 33% vinyl acetate
18	326	Ethylene/vinyl acetate copolymer, 40% vinyl acetate
19	959	Ethylene/vinyl alcohol copolymer, 38% ethylene
20	143	Hydroxyethyl cellulose
21	401	Hydroxypropyl cellulose
22	423	Hydroxypropyl methyl cellulose, 10% hydroxypropyl, 30% methoxyl
23	144	Methyl cellulose
24	374	Methyl vinyl ether/maleic acid copolymer, 50/50 copolymer
25	317	Methyl vinyl ether/maleic anhydride, 50/50 copolymer
26	034	Nylon 6 [Poly(caprolactam)]
27	331	Nylon 6(3)T [Poly(trimethylhexamethylene terephthalamide)]
28	033	Nylon 6/6 [Poly(hexamethylene adipamide)]
29	156	Nylon 6/9 [Poly(hexamethylene azelamide)]
30	139	Nylon 6/10 [Poly(hexamethylene sebacamide)]
31	313	Nylon 6/12 [Poly(hexamethylene dodecanediamide)]
32	006	Nylon 11 [Poly(undecanoamide)]
33	045A	Phenox resin
34	009	Polyacetal
35	001	Polyacrylamide
36	376	Polyacrylamide, carboxyl modified, low carboxyl modified
37	1036	Polyacrylamide, carboxyl modified, high carboxyl modified
38	026	Poly(acrylic acid)
39	385	Polyamide resin
40	688	1,2-Polybutadiene
41	128	Poly(1-butene), isotactic
42	961	Poly(butylene terephthalate)
43	111	Poly(n-butyl methacrylate)
44	1031	Polycaprolactone
45	035	Polycarbonate
46	196	Polychloroprene
47	010	Poly(diallyl phthalate)
48	126	Poly(2,6-dimethyl-p-phenylene oxide)
49	324	Poly(4,4'-dipropoxy-2,2'-diphenyl propane fumarate)
50	113	Poly(ethyl methacrylate)

Cap No.	Cat No.	Polymer
51	184	Polyethylene, chlorinated, 25% chlorine
52	185	Polyethylene, chlorinated, 36% chlorine
53	186	Polyethylene, 42% chlorine
54	107	Polyethylene, chlorosulfonated
55	041	Polyethylene, high density
56	042	Polyethylene, low density
57	405	Polyethylene, oxidized, Acid number 16 mg KOH/g
58	136A	Poly(ethylene oxide)
59	138	Poly(ethylene terephthalate)
60	414	Poly(2-hydroxyethyl methacrylate)
61	112	Poly(isobutyl methacrylate)
62	106	Polyisoprene, chlorinated
63	037A	Poly(methyl methacrylate)
64	382	Poly(4-methyl-1-pentene)
65	391	Poly(p-phenylene ether-sulphone)
66	090	Poly(phenylene sulfide)
67	130	Polypropylene, isotactic
68	1024	Polystyrene, Mw 1,200
69	400	Polystyrene, Mw 45,000
70	039A	Polystyrene, Mw 260,000
71	046	Polysulfone
72	203	Poly(tetrafluoroethylene)
73	166	Poly(2,4,6-tribromostyrene)
74	1019	Poly(vinyl acetate)
75	002	Poly(vinyl alcohol), 99.7% hydrolyzed
76	352	Poly(vinyl alcohol), 98% hydrolyzed
77	043	Poly(vinyl butyral)
78	038	Poly(vinyl chloride)
79	353	Poly(vinyl chloride), carboxylated, 1.8% carboxyl
80	012	Poly(vinyl formal)
81	102	Poly(vinylidene fluoride)
82	132	Polyvinylpyrrolidone
83	103	Poly(vinyl stearate)
84	494	Styrene/acrylonitrile copolymer, 25% acrylonitrile
85	495	Styrene/acrylonitrile copolymer, 32% acrylonitrile
86	393	Styrene/allyl alcohol copolymer, 5.4-6.0% hydroxyl
87	057	Styrene/butadiene copolymer, ABA block copolymer, 30% styrene
88	595	Styrene/butyl methacrylate copolymer
89	452	Styrene/ethylene-butylene copolymer, ABA block, 29% styrene
90	178	Styrene/isoprene copolymer, ABA block
91	049	Styrene/maleic anhydride copolymer, 50/50 copolymer
92	068	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 10% vinyl acetate
93	063	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 12% vinyl acetate
94	070	Vinyl chloride/vinyl acetate copolymer, 17% vinyl acetate
95	422	Vinyl chloride/vinyl acetate/maleic acid terpolymer
96	911	Vinyl chloride/vinyl acetate/hydroxypropyl acrylate, 80% vinyl chloride, 5% vinyl acetate
97	395	Vinylidene chloride/acrylonitrile copolymer, 20% acrylonitrile
98	058	Vinylidene chloride/vinyl chloride copolymer, 5% vinylidene chloride
99	369	n-Vinylpyrrolidone/vinyl acetate copolymer, 60/40 copolymer
100	021	Zein, purified

・ここに記されている他にも数千種類のポリマー試料を取り揃えております。 カタログ・資料ご希望およびお問い合わせ等は下記へご連絡下さい。



株式会社 ゼネラル サイエンス コーポレーション

〒170-0005 東京都豊島区南大塚3丁目11番地8号 TEL.03-5927-8356 (代) FAX.03-5927-8357

ホームページアドレス <http://www.shibayama.co.jp> e-mail アドレス gsc@shibayama.co.jp

秒速粉碎機

V8ムーブメントテクノロジー

マルチビーズショッカー® Multi-beads Shocker®

● 卓上型・省スペース ● 極静音 MB3000シリーズ



岩石、ゴム、プラスチックから
生物体まで分析試料調整時間を
大幅に短縮・経費節減を実現！

コンピュータモータ(0~4,500rpm)により
1rpmごとの精密回転制御など豊富な制御が可能。

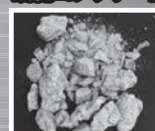
安価・タフな樹脂製使い捨て容器の種類も充実。
(96well/2ml/3ml/10ml/22ml/50ml/50mlロング/100ml)
容器の洗浄の手間不要で時間短縮/経費節減に貢献。

一度に多数の試料を同一条件で粉碎可能、
かつ1試料でもランサー無しで粉碎可能。

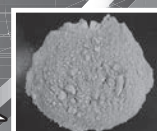
常温、低温(-10~20.0℃等)、液体窒素条件下等、
粉碎温度の制御が可能。

粉碎容器/粉碎媒体の材質もジルコニア、
タンゲステンカーバイドなど豊富なラインナップ。

硬化コンクリート



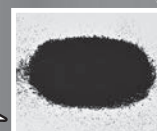
粉碎時間
60秒
常温



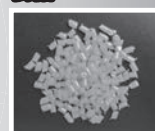
ゴム



粉碎時間
10秒
液体窒素
条件下



樹脂



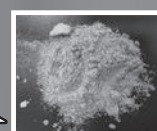
粉碎時間
10秒
液体窒素
条件下



植物生葉



粉碎時間
10秒
液体窒素
条件下



ヨーロッパ安全基準適合



アプリケーションラボ完成！

テスト粉碎とデモは無料で実施します。
遠慮なくお問合せ下さい！



製造発売元 **安井器械株式会社** 本社・工場 〒534-0027 大阪市都島区中野町2-2-8

TEL.06-4801-4831 FAX.06-6353-0217

E-mail:s@yasuikikai.co.jp http://www.yasuikikai.co.jp

©2022 Yasui Kikai Corporation, all rights reserved

220615



迅速凍結粉碎装置 IQ MILL-2070

機器分析の試料前処理に最適 ~ 各種試料の粉碎・攪拌・分散に特化 ~

IQ MILL-2070 の特長

● 使いやすいシンプル操作

- ✓ 簡単な操作でサンプルの粉碎が可能

設定項目は、粉碎速度、粉碎時間、サイクル数、待ち時間のみです。回転ノブとタッチパネルで簡単に設定が可能です。

● 短時間で効率的な粉碎

- ✓ 同一プログラムで最大3サンプルの同時粉碎が可能

最大3本の試料容器が収納可能なホルダーを搭載しており、より効率的な粉碎が可能です。

- ✓ パワフルな衝撃と剪断の粉碎力で 粉碎時間を大幅短縮

高弾性ベルトを用いた高速立体8の字運動による粉碎方式*を採用しており、短時間での試料粉碎が可能です。

*特許第7064786号

● 液体窒素での予冷方式

- ✓ 粉碎前に冷媒（液体窒素等）を用いて試料容器を予冷

液体窒素の最小消費量は300 mL程度と省エネです。製品には予冷用キットが付属します。

- ✓ 冷媒を使わずに室温でも粉碎可能



迅速粉碎凍結装置
IQ MILL-2070

主な仕様

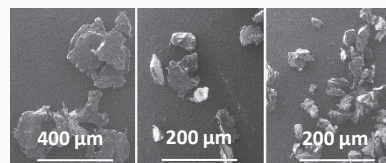
粉碎温度	室温あるいは冷媒（液体窒素等）を用いる試料冷却	
粉碎設定	回転数 (rpm)	50 から 最大 3000（無段階設定）
	回転時間 (sec)	1 から 60（1 sec毎）
	回転サイクル間の待ち時間 (sec)	10 から 600（10 sec毎）
	回転サイクル数	1 から 10（1サイクル毎）
安全装置	2つのマイクロスイッチと手動ロックの組合せ	
本体寸法、重量	幅 270 x 奥行 350 x 高さ 300 (mm)、約 12 kg	
電源 (50/60 Hz)	AC 100/120 V あるいは 200/240 V (400 VA)	

ポリスチレン（20 ペレット, 約 500 mg）

2000 rpm x 60 sec x 1 サイクル

前処理温度

25 °C 0 °C -196 °C



粉碎温度 25 °C

フロンティア・ラボ 株式会社

ご導入検討時にテスト粉碎を承ります。お気軽にお問い合わせください。
www.frontier-lab.com/jp info@frontier-lab.com



高性能の熱分解装置と金属キャピラリーカラムの開発・製品化に専念して、洗練された製品をお届けしています

BAS

光学式酸素モニターシステム

基本機能の光学式酸素モニタリングに加えて、
温度およびpH(一部機種のみ)の同時測定が可能

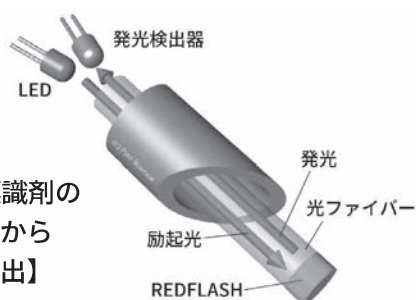
BAS FireSting



- 一台で最大4チャンネル対応。項目の組合せは自由
- 気相および液相での測定に利用できます
- 酸素濃度測定は広い濃度範囲で対応可能
- 非接触型など様々なタイプのセンサーをラインナップ



FireSting O2-C 酸素モニター (4ch)



【REDFLASH標識剤の
発光寿命検出から
酸素濃度を算出】



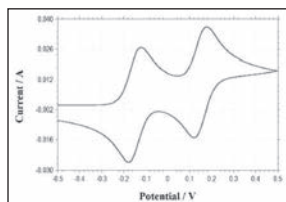
【センサー付きバイアル
内部の酸素濃度を外側
から測定可能】

分光電気化学測定

BAS SEC2020

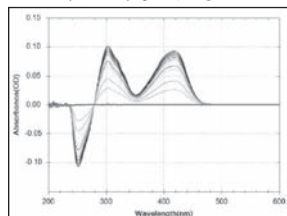


CV測定



※測定データはイメージです。

吸光度測定



+

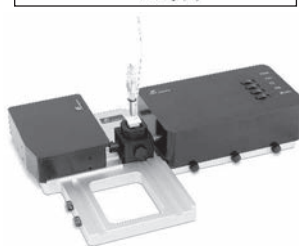
分光電気化学測定とは「分光法」と
「電気化学的手法」を組み合わせた測定方法です。

同時に測定を行うことで、より正確な
実験データが得られます。

測定装置からセルなどの消耗品まで、
すべてBASの開発品のため
初めてのお客様でも簡単に測定が行えます。



ALS600Eシリーズ



SEC2020スペクトロメーターシステム

● 製品の的外観、仕様は改良のため予告なく変更される場合があります。

予算申請などですぐ見積書が必要なときに!

インターネット環境があればいつでもご自身でご確認いただける

WEB見積書サービスが便利です!!



BAS

ビー・イー・エス株式会社

本社 〒131-0033 東京都墨田区向島 1-28-12

東京営業所 TEL: 03-3624-0331 FAX: 03-3624-3387

大阪営業所 TEL: 06-6308-1867 FAX: 06-6308-6890

実験用途に適したサンプリングアクセサリも豊富にラインアップしています。
詳しくはホームページまで!!

BAS 光ファイバー



製品情報・技術情報などBASの最新情報はメールニュースで

随時配信しております。配信ご希望の方はお気軽にお問い合わせ下さい ⇒ E-mail: sp2@bas.co.jp

持続可能な将来を支える日立ハイテクの先端機器

HITACHI High-Tech's advanced instruments support sustainable future.

自然環境と社会発展が共存するサステナブル社会の構築を目指し、
私たち日立ハイテクは、機器分析で、
“研究開発”、“産業製造”、“環境保全”を支援します。



◎ 株式会社 日立ハイテク ◎ 株式会社 日立ハイテクサイエンス

本社 〒105-6409 東京都港区虎ノ門一丁目17番1号 虎ノ門ヒルズ ビジネスタワー 電話03-3504-6111

インターネットでも製品紹介しております。

URL www.hitachi-hightech.com/jp/science/

ラボラトリーガイド

— 研究計画立案のために —

■本製品ガイドに掲載の製品に関するカタログ・資料請求は…

直接広告掲載会社へご連絡いただくか、下の資料請求用紙にご記入の上、広告取扱会社(株)明報社まで FAX にてお送りください。

(株)明報社『ぶんせき』係行 ぶんせき 2022 年 7 月号

FAX.03-3546-6306

資料請求用紙

年 月 日

ご 請 求 者	住 所	□□□ - □□□□
	会社名	
	所 属	
	フリガナ	
	氏 名	
	TEL () - FAX () - E-mail:	

資料で希望の節は下記請求番号(製品横の数字)に○印をお付けください。

No.		No.		No.		No.		No.	
1		5		9		13		17	
2		6		10		14		18	
3		7		11		15		19	
4		8		12		16		20	

1 X線分析・電子分光分析



ノートPC (タッチパネルディスプレイ対応可) はオプション

デスクトップX線回折装置 MiniFlex

価格はお問い合わせください

粗大粒子や配向の影響を低減して
同定が可能に

特長

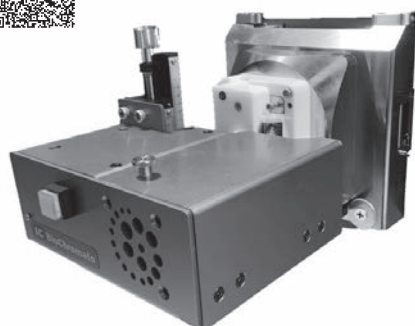
- 高速1次元・2次元検出器により、従来比約100倍の検出効率を実現
- 2次元検出器を用いることで、粗大粒子や配向の影響を低減して同定が可能
- 強力な600Wの出力を保持しながら、冷却装置を内蔵 (外置きも選択可)

- 高速検出器と試料自動交換装置のコンビネーションによる高速連続測定
- 検出器モノクロメーターによる試料の構成元素を選ばない測定
- 充実のアクセサリ：電池材料の測定にも対応

株式会社リガク

TEL.03-3479-6011 FAX.03-3479-6171
URL: <https://www.rigaku.com>

2 質量分析



多目的イオン源 ChemZo

価格：お問い合わせください

特長

Heガスフリーの前処理不要の質量分析用イオン源

- 1) 固体測定モード
 - ・サンプル試料台 (POT) に固体、粉体、液体を入れて直接測定
 - ・ソフトなイオン化と高分解能質量分析計の組み合わせで成分推定、構造解析
- 2) 気体測定モード
 - ・リアルタイムのフレーバーリリースを測定可能
 - ・レトロネーザルアロマ計測による呼気成分の可視化

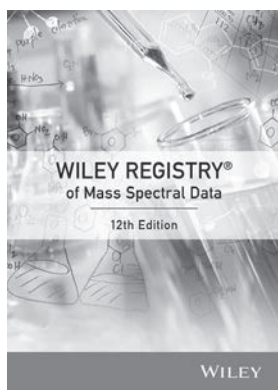
構成

昇温加熱デバイス一体型イオン源
真空ポンプ 流量計 他
イオン化法:
大気圧コロナ放電イオン化
※LC/MS用の質量分析計に接続して使用

株式会社バイオクロマト

TEL.0466-23-8382 FAX.0466-23-8279
URL: <https://www.bicr.co.jp/>

3 コンピュータ・データ処理



Wiley Registry 質量スペクトルデータベース 改訂版!!

Wiley Registry 第12版

約67万個の化合物について、約82万件のEIスペクトルを収録したGC-MS用質量スペクトルデータベース。

価格 (税込)

1,424,500円 (新規)
995,500円 (旧版からのアップグレード)

仕様 (各製品共通)

DVD-ROM (買取, 1インストール)
Windows 8.1, 10対応PC
主要メーカーの質量分析ソフトに対応。

Wiley Registry 第12版/NIST20

Wiley Registry 第12版とNIST20のデータを統合した、世界最大級の網羅性を誇る質量スペクトルデータベース。

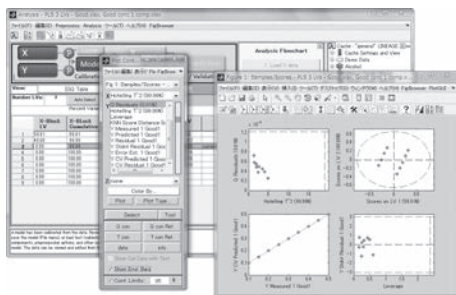
価格 (税込)

1,733,600円 (新規)
1,186,900円 (旧版からのアップグレード)

化学情報協会

科学データ情報室 担当: 江田
TEL: 03-5978-3622 FAX: 03-5978-3600
E-mail: crystal@jaici.or.jp

4 コンピュータ・データ処理



PLS_Toolbox, 8/MIA_Toolbox 3 (ケモメトリックスソフトウェア)

特長

データの管理と分析、モデルの作成と結果の解釈用のグラフィックインターフェイスを提供します。いろいろなデータソースからデータをインポートし、データセットのオブジェクトを組み立てできます。

- ★データの探索とパターン認識 (主成分分析、PARAFAC、MCR、純度)
- ★分類 (SIMCA、PLS判別分析、クラスター解析、デンドグラムを持つクラスター解析)
- ★回帰モデリング (PLS、主成分回帰、重回帰)
- ★高度なグラフィックによるデータセットの編集と視覚化ツール

PLS_Toolbox (MATLAB用アドイン)
定価 (税込): 341,000円/126,500円 (一般/教育)

MIA_Toolbox (MATLAB用アドイン)
定価 (税込): 187,000円/81,400円 (一般/教育)

Solo (スタンドアロン)
定価 (税込): 484,000円/198,000円 (一般/教育)

- ★netCDF (Mass) のインポート
- ★高度な前処理 (中央化、スケーリング、スムージング、微分)
(製作元: Eigenvector Research Inc.)

株式会社 デジタルデータマネジメント

TEL.03-5641-1771 FAX.03-5641-1772
URL: <http://www.ddmcorp.com>

5

熱分析

顕微鏡用大型試料冷却加熱ステージ(電圧印加可能) 10084/10084L



特長

相転移挙動の観察に最適な冷却加熱ステージです。
スライド式の上蓋は試料交換と観察中の作業を軽減させる操作性で高い評価を頂いています。
電圧印加用のリモコネクターを備えていますので、温度制御された試験セルに電圧をかけ、温度と電圧印加した時の変化を観察する事ができます。

仕様

- ・温度範囲：10084型/室温～+420℃
10084L型/ -100℃～+420℃
 - ・試料サイズ(MAX)：
42mm×53mm×厚さ3mm
 - ・備考：液晶等の電圧印加に最適
(リモコネクター付)
 - 詳しくは当社HPよりご覧下さい
- ジャパンハイテック株式会社
TEL.043-226-3012 FAX.043-226-3013
URL: <https://www.jht.co.jp>

本体価格：お問い合わせください

6

熱分析

顕微鏡用加熱ステージ 10016/10042D



特長

大気、不活性ガス雰囲気(10042Dは真空も可)で使用出来るこのステージは1000℃以上の高温域においてもハレーションの影響を受ける事無くクリアな観察が可能です。

仕様

- ・温度範囲：室温～+1500℃
 - ・試料サイズ(MAX)：直径5mm×厚さ1mm
 - ・温度精度：±1℃
 - ・雰囲気：10016型/大気、不活性ガス
10042D型/真空、大気、不活性ガス
 - 詳しくは当社HPよりご覧下さい
- ジャパンハイテック株式会社
TEL.043-226-3012 FAX.043-226-3013
URL: <https://www.jht.co.jp>

本体価格：お問い合わせください

7

熱分析

顕微鏡用ペルチェ式冷却加熱ステージ 10030/10014/10021



特長

スライドグラスに載せたサンプルをそのまま冷却加熱できるペルチェ式の冷却加熱ステージです。
温度調整された冷却水を流す事で-40℃～+120℃の範囲で冷却加熱が可能です。
電圧印加が可能なタイプ(10014)、倒立顕微鏡へ設置可能なタイプ(10021/試料サイズ30mm×35mm×厚さ1mm)がご紹介します。

仕様

- ・温度範囲：
10030型/-20(-40)℃～+120℃
10014型/-20(-40)℃～+120℃
10021型/-20℃～+120℃
※-40℃～は水温調整機能付水循環ユニット使用時
 - 詳しくは当社HPよりご覧下さい
- ジャパンハイテック株式会社
TEL.043-226-3012 FAX.043-226-3013
URL: <https://www.jht.co.jp>

本体価格：お問い合わせください

8

熱分析

TRIDENT



特長

熱伝導率(0.01-500W/mK)を画期的な手法で簡単にそして迅速に測定できる装置です。
改良された非定常平面熱源(modified transient plane source)を用いているTRIDENT/MTPSは、センサー表面を絶縁処理することにより、粉末・液体・固体・ペースト試料の熱伝導率を3秒以内に測定できます。
この画期的な測定手法は、熱物理特性の知見を必要とする幅広い分野(研究開発やQC)に貢献します。

仕様

- センサー：MTPS(改良非定常平面熱源)センサー
- 熱伝導率範囲：0.01～500 W/mK
- センサー形状：φ17.8mm
- 温度範囲：-50～200℃
- 加熱サイクル時間：0.8～3秒以内
- サンプル形状：固体、粒状物質、粉末、スラリー、ゲル、ペースト

株式会社リガク

TEL.03-3479-6011 FAX.03-3479-6171
URL: <https://www.rigaku.com>

価格はお問い合わせください

9

熱分析

示差走査熱量計 Thermo plus EVO2 DSCvesta



特長

炉体構造を一新し、業界最高クラスの測定温度範囲を実現。微小なピークも見逃さない低ノイズ・高感度性能を有し、冷却や試料観察の各ユニットの付け外しも簡単に拡張性に優れています。

仕様

- 測定温度範囲：-170～725℃
- 電気冷却DSCでは-90～725℃までの連続測定が可能

価格はお問い合わせください

- 測定レンジ：±400 mW
- 柔軟なシステム拡張性：試料観察ユニット、ダイナミックDSC、オートサンプリングチェンジャー
- 多彩な冷却ユニット：電気冷却、液体窒素自動供給／サイフォン冷却、サーキュレーター冷却

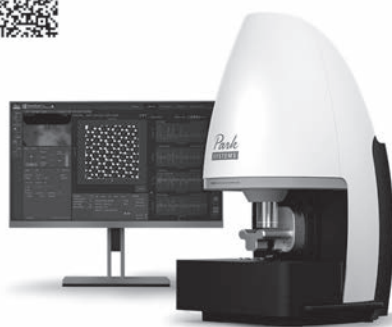
株式会社リガク

TEL.03-3479-6011 FAX.03-3479-6171
URL: <https://www.rigaku.com>

10

計測器

次世代の原子間力顕微鏡 Park FX40



特長

Park FX40は、ロボティクスと機械学習機能、安全機能、特殊なアドオンとソフトウェアを搭載した原子間力顕微鏡です。これまでのAFMの基礎設計要素を維持しながら、イメージングにおける事前準備およびスキャンプロセスをすべて自動化させたことにより、高精度のデータを容易に取得することが可能となりました。

仕様

- 自動プローブ交換、自動プローブ情報読み取り、自動レーザーアライメント
- XY、Z完全分離型スキャナー
- XYステージ駆動範囲：105mm×40mm（電動式）
- Zステージ駆動範囲：22 mm（電動式）
- 試料：最大4個

価格：お問い合わせください

パーク・システムズ・ジャパン株式会社

TEL.03-3219-1001 FAX.03-3219-1002
URL: <https://www.parksystems.com/jp>
E-mail: psj@parksystems.com

11

研究室用設備器具

オルガノ オンライン機種選定システム



LAB SALON

ラボ用超純水装置

オンライン機種選定システムがオープン！
左上のQRコードからお試しいただけます。

こんな方におすすめです！

- 機種がたくさんあって選べない
- 自分に合うスペックの装置はどれ？

簡単な質問に答えるだけで装置をご提案します！

ラボラトリー分野の研究者向け！

超純水ポータルサイト「Lab Salon」

業務に役立つ有益な情報を続々配信中！

【コンテンツ内容】

- 装置選定システム
- AR装置体験
- オンライン展示会
- 技術資料
- お役立ち資料
- コラム
- 用語集
- 製品情報 etc.

オルガノ株式会社

TEL.03-5635-5193 FAX.03-3699-7220
URL: <https://puric.organo.co.jp/>

12

研究室用設備器具

純水・超純水装置 ピューリック・ピュアライトα（アルファ）シリーズ



コンパクトで操作性に優れた、
オルガノの決定版！

国産ならではの品質・水質・サービス

特長

- 純水/超純水セパレート型・水道水直結ワンパッケージ型から選択可能
- バイオ・微量分析・一般分析用途の3種類をラインアップ
- 菌対策用新型UV採用により低ランニングコスト化を実現（ディスペンサー、タンク）

*お問い合わせはQRコードから

価格：お問い合わせください

仕様

- 採水量：1滴～2L/min
（専用ディスペンサー使用時）
- 寸法：W354×D335×H448 mm（純水装置のみ）
- 運転質量：約26kg（純水装置のみ）
- オプション品：専用ディスペンサー（最大3台）、
専用タンク（20L/30L/60L/100L）

オルガノ株式会社

TEL.03-5635-5193 FAX.03-3699-7220
URL: <https://puric.organo.co.jp/>

13 研究室用設備器具

超純水装置 プューリック ω (オメガ) シリーズ



業界最高水準の「水質」をラボで実現！
ICP-MSMS等、高感度分析に適した1台

特長

- 1滴採水、定量採水、フットスイッチ採水が可能
可能な高機能デイスペンサー搭載
- 純水タンク内蔵のワンパッケージで架台不要
キャスター付きで移設も容易

水質※

比抵抗：18.2M Ω ・cm、TOC： $\leq$ 1ppb
シリカ<0.1ppb、ホウ素<10ppt

*お問い合わせはQRコードから

価格：お問い合わせください

仕様※

採水量：1滴～2L/min
(専用デイスペンサー使用時)

寸法：W300×D600×H1100 mm
運転質量：約85kg

ラインアップ

内蔵タンク容量 20L/60L (全2機種)

※記載の水質・仕様は内蔵タンク容量20Lの場合

オルガノ株式会社

TEL.03-5635-5193 FAX.03-3699-7220
URL: <https://puric.organo.co.jp/>

14 研究室用設備器具

超純水装置 プューリック μ (ミュー) シリーズ



機能を厳選してシンプル化し、
高コストパフォーマンスを実現！
高いメンテナンス性と操作性で
研究・実験をサポート

特長

- カートリッジホルダーの開閉のみで
簡単・安全に消耗品の脱着が完了
- 必要最小限のボタン配置により、直感的に
採水可能
- 定量採水機能搭載 (3パターン設定可)

*お問い合わせはQRコードから

価格：お問い合わせください

仕様

採水量：1L/min
寸法：W290×D428×H598 mm
運転質量：約24kg

ラインアップ

UVランプ搭載型/非搭載型 (全2機種)

オルガノ株式会社

TEL.03-5635-5193 FAX.03-3699-7220
URL: <https://puric.organo.co.jp/>

15 研究室用設備器具

High-Throughput Workstation EDR-384GX



特長

高速処理の自動分注装置です。

新開発の96ch_10-1200 μ Lヘッドを使った
大容量のタンパク質精製・プラスミド精製に
も最適です。

マグネットユニット・バキュームユニット等の
多彩なオプション類を活用した各種抽出作
業も可能です。

3連スタッカーでの自動プレート供給やディ
スポチップ供給で大規模スクリーニング作
業にも対応します。

価格(税別)：10,800,000円～

仕様

分注方法：96/384ch独立シリンダー方式
分注量：0.1-5 μ L、1-100 μ L、10-1200 μ L他
ステージ：12ステージ

外形寸法：W980*D680*H885mm

※装置本体

バイオテック株式会社

URL: <https://www.biotech.co.jp>
E-mail: info@biotech.co.jp

16 研究室用設備器具

8ch可変ピッチサンプリングシステム EDR-VS8C



特長

8ch可変ピッチの自動分注装置です。

50ml遠沈管から各種チューブ、バイアル瓶
など大きさの異なる容器への試薬分注・サ
ンプリングが可能です。

各種センサーによるチップ装着確認機能・
液面検知機能・異常吸引検知機能を搭載し
ています。

温調ユニットやバーコードユニット等、多彩
なオプションのラインナップがあります。

価格(税別)：7,800,000円～

仕様

分注方法：8ch独立シリンダー方式
分注量：10-1200 μ L

ワークスペース：マイクロプレート15枚分

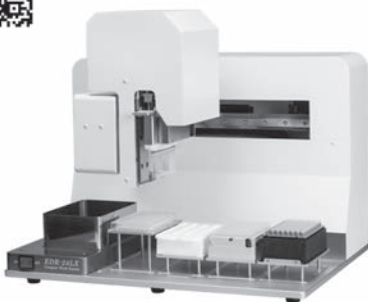
外形寸法：W965*D745*H960mm

※装置本体

バイオテック株式会社

URL: <https://www.biotech.co.jp>
E-mail: info@biotech.co.jp

17 研究室用設備器具



特長

コンパクト・低価格の自動分注装置です。
安全キャビネット・クリーンベンチに楽々設置可能です。
各ヘッドはワンタッチで交換できます。
各種バイアル瓶、サンプルカップなどにアクセス可能で分析機器の前処理に最適です。
1chヘッドは液面検知機能搭載で確実な分注操作にもお勧めです。

価格(税別) : 2,850,000円～

仕様

分注方法 : 各チャンネルごとの独立シリンダー方式
分注量 : 1-50 μ L、10-300 μ L、10-1000 μ L他
分注ヘッドチャンネル数 : 1ch、8ch、12ch、24ch他
外形寸法 : W570*D430*H535mm
※装置本体

バイオテック株式会社

URL: <https://www.biotec.co.jp>

E-mail: info@biotec.co.jp

18 研究室用設備器具



特長

Bluetooth搭載電動ピペットと位置認識デバイスをシステム化。
プロジェクションマッピングによるピペット操作ナビゲーション機能。
位置認識デバイスによるヒューマンエラー防止。
自動分注装置での作業と同様の分注ログ排出機能を搭載しています。
ピペットを握る全ての方をサポートします!

価格(税別) : 1,850,000円～

仕様

システム構成 : Bluetooth搭載電動ピペット
分注認識システムPPS
制御用PC+ソフト
バーコードリーダー (オプション)

バイオテック株式会社

URL: <https://www.biotec.co.jp>

E-mail: info@biotec.co.jp

19 研究室用設備器具



フリッチュジャパン NANO対応粉碎機 "Premium Line P-7"

価格 : お問い合わせください。

遊星型のバイオニアであるドイツフリッチュ社が、時代が要求するNANO領域の粉末を作成する目的で新たにご紹介する遊星型ボールミルです。従来の弊社製品と比べても2.5倍のパワーを有しており、94Gのパワーが皆様をNANOの世界にご案内いたします。加えて容器は本体に内蔵されておりますので皆様方の安全な作業に十分配慮してございます。容器の多様性も大きな特色かと思えます。加えて卓上タイプであることは研究室のスペースの問題を解消します。

仕様

台盤回転数(最大) : 1,100rpm
容器回転数 : 2,200rpm
容器の材質 : メノウ、アルミナ、チタニウム、ジルコニア、ステンレス、クロム等
粉碎例示 : 試料。SiO₂。
粉碎時間 : 90分。
結果 平均粒度 : 0.026 μ m

フリッチュ・ジャパン株式会社

TEL.045-641-8550 FAX.045-641-8364

URL: <http://www.fritsch.co.jp>

E-mail: info@fritsch.co.jp

20 メディアサイト



研究者・技術者の『知りたい』がここにある



LabBRAINS

アズワン株式会社が運営する情報提供サイトです。サプライヤーや研究者とのネットワーク、外部サイトと連携した研究者向け記事やセミナー情報などを毎日発信しています。

現在、情報発信していただける研究者の方の方を大募集しております。ご自身の知見を役立てたいという方は、ぜひ一度お問合せください。

仕様

- ・研究者向けオリジナル記事
- ・科学に関する情報発信
- ・セミナー情報
- ・技術資料のダウンロード など

アズワン株式会社

LabBRAINS推進グループ

TEL.06-6447-8901

E-mail: lab-brains@so.as-1.co.jp

掲載会社 所在地

アズワン(株)	〒550-8527	大阪府大阪市西区江戸堀2-1-27
オルガノ(株)	〒136-8631	東京都江東区新砂1-2-8
(一社) 化学情報協会	〒113-0021	東京都文京区本駒込6-25-4 中居ビル
ジャパンハイテック(株)	〒260-0001	千葉県千葉市中央区都町3-14-2-405
(株)ディジタルデータマネジメント	〒103-0025	東京都中央区日本橋茅場町1-11-8 紅萌ビル
パーク・システムズ・ジャパン(株)	〒101-0054	東京都千代田区神田錦町1-17-1
(株)バイオクロマト	〒251-0053	神奈川県藤沢市本町1-12-19
バイオテック(株)	〒113-0034	東京都文京区湯島2-29-4 古澤ビル
フリッチュ・ジャパン(株)	〒231-0023	神奈川県横浜市中区山下町252 グランベル横浜ビル
(株)リガク	〒151-0051	東京都渋谷区千駄ヶ谷4-14-4 SKビル千駄ヶ谷

ぶんせき 2023 年 2 月号・予告

2023年度・製品ガイド

2023年2月号にて、年度末「製品ガイド」を予定しております。
予算対策の絶好のPR機会としてご期待ください。

MEIHO SHA
ADVERTISING AGENCY

株式会社 明報社

〒104-0061 東京都中央区銀座7-12-4 友野本社ビル
TEL : 03-3546-1337 FAX: 03-3546-6306
E-mail: info@meihosha.co.jp URL: http://www.meihosha.co.jp

地球温暖化

—海洋中の CO₂ 測定—

村田 昌彦

1 はじめに

海洋の表面積は $3.6 \times 10^{14} \text{ m}^2$ 、平均深度は 3800 m と見積もられている。結果として海洋の体積は $1.368 \times 10^{18} \text{ m}^3$ となり、物質循環の観点からは、大気と陸域（海底を含む）間での物質の流入・流出を伴う巨大なリザーバーとして海洋を捉えることができる。その巨大さゆえ、海洋は物質循環を通して地球環境の維持と変動に大きな役割を果たしている。地球温暖化の主要因とされている CO₂ については、現在のところ、海洋は人間活動によって大気中に放出された CO₂（人為起源 CO₂ と呼ばれている）の約 30 % を吸収していると推定されている。海洋がどれほど CO₂ を吸収する能力を保持しているかの評価は、地球温暖化の将来予測に不可欠であることから、その吸収量や蓄積量、さらには時間的・空間的な変動についても正確に知る必要がある。そのため、海洋中の CO₂ に関連するパラメータについては、高精度でかつ継続した測定が要求されている。

地球温暖化に対処するためには、全球海洋スケールでの海洋中 CO₂ の実態を知る必要がある。一国では扱いきれない規模であるため、国際的な研究協力が不可欠となっている。測定方法のマニュアル化、標準物質の開発・維持、データの品質管理などである。この入門講座では、海洋中の炭酸系パラメータ（CO₂ 分圧、全炭酸、全アルカリ度、pH）の測定について地球温暖化の視点から解説する。個々の分析のより詳細な内容については、4 章に挙げる文献を参照して頂きたい。

2 炭酸系パラメータの測定

CO₂ は、海水中では水和 CO₂ (CO₂aq)、炭酸 (H₂CO₃)、炭酸イオン (CO₃²⁻)、炭酸水素イオン (HCO₃⁻) に解離して存在し（図 1）、水温、塩分と圧力によってその存在比が変わる。この CO₂ に係る解離平衡を炭酸系と呼んでいる。なお、CO₂aq と H₂CO₃ は区別して測定ができないため、両者を合わせて溶存 CO₂ (CO₂^{*}) とす

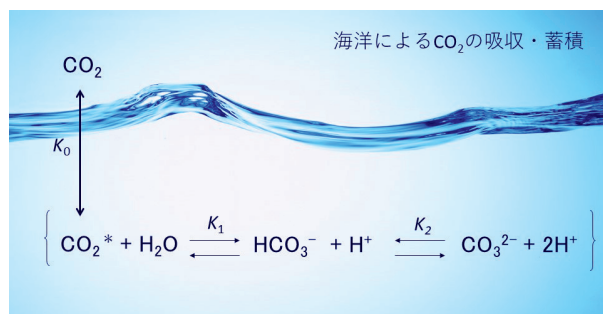


図 1 大気・海洋間での炭酸系の模式図
K₀ は CO₂ の溶解度（ヘンリー定数）、K₁ と K₂ はそれぞれ炭酸の第 1 解離定数と第 2 解離定数を表す。

ることが多い。後述するように、海水の pH は 7.3 から 8.2 の範囲に収まる。この範囲では、炭酸系成分はほとんどが HCO₃⁻ として存在し（～91 %）、CO₂^{*} と CO₃²⁻ はそれぞれ 1 % と 7～8 % 程度である（図 2）。地球温暖化に関連していえば、個々の成分を測定することが困難であることもあり、これらを直接扱った研究はあまり多くない。代わりに、これらの成分を算出するために必要な炭酸系 4 パラメータを測定し、その時間的・空間的な変動を報告した研究例が多い。四つの炭酸系パラメータ、CO₂ 分圧、全炭酸、全アルカリ度、pH のうち 2 パ

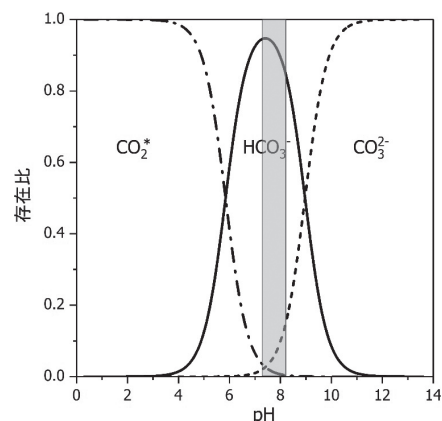


図 2 pH の違いによる海面での炭酸系成分の存在比
DIC=2100 μmol/kg、水温 25 °C、塩分 35 での計算値。ハッチ部分は、海水における pH の範囲。pH<3.0 では、ほとんどが CO₂^{*}（気体としての CO₂）として存在しており、この性質を利用して DIC 測定が行われる。

ラメータを測定し、水温、塩分、圧力と解離定数から残りの2パラメータと各炭酸系成分は決定できる。測定値の確からしさを確認するために、あえて3パラメータ以上を測定し、測定値と計算値を比較・検討することも行われている。これは、解離定数（平衡定数）は複数報告されており、どの解離定数を用いたかによって結果が異なるためである。外洋での計算では、ほぼ共通して用いられている解離定数があるが、特殊な環境（沿岸、海水域など）では注意が必要である。

地球温暖化の視点に立てば、大気中に放出されたCO₂を海洋がどの程度引き受けているかを評価するのが第一の課題となる。図1の左端の矢印で示されているCO₂ガス交換の部分である。大気海洋間でのCO₂ガス交換の変動は、もっぱら表面海水中のCO₂濃度（分圧）の変動によって決まる。CO₂分圧は水温への依存性が高く（約4%/℃）、海域や季節によって大気中CO₂に対して吸収域となったり放出域となったりする。CO₂分圧の測定は2・1節で解説する。

CO₂は海水に溶け込んだ後、海水と反応して解離する（図1）。海洋による人為起源CO₂の吸収量・蓄積量を評価する場合は、全炭酸濃度の測定が必須である（2・2節）。

CO₂は弱酸である一方、海水は弱アルカリ性である。そのためアルカリ度が高い海域ほど、大気中からCO₂をより多く吸収し得る。アルカリ度の測定は塩酸による滴定で行われるため、炭酸系のアルカリ度（炭酸アルカリ度）のみだけでなく、他の成分も含んだ全アルカリ度の測定となる（2・3節）。

大気中のCO₂増加に関連した海洋の環境問題の一つに海洋酸性化が挙げられるが、pHは海洋酸性化の実態を把握するための指標となっている。pHは溶液を扱う化学で頻繁に登場するが、海洋化学では複数のpHスケールが存在する（2・4節）。

以下、項目ごとに紹介する。

2・1 CO₂ 分圧

海水中のCO₂と平衡となっている大気中のCO₂分圧（ $p\text{CO}_2$ ）は以下のように定義される。

$$p\text{CO}_2 (\mu\text{atm}) = x\text{CO}_2 \cdot p$$

ここで、 $x\text{CO}_2$ はモル分率（ $\mu\text{mol/mol}$ またはppmv）、 p は全圧（atm）を示す。 $x\text{CO}_2$ は、大気中のCO₂濃度測定で標準的に使われている非分散型赤外（Non-Dispersive Infra-Red, NDIR）分析計で測定される。最近では、NDIRに代わってより高精度な測定が可能なキャビティリングダウン分光分析計（Cavity Ring-Down Spectroscopy, CRDS）が用いられるようになっている。海水の場合、 $x\text{CO}_2$ は平衡空気の測定値である。平衡空気を得るための方法は、シャワー式やバブリング方式、気液平衡膜の利用などいくつかあるが、いずれも海水と空気との間でのCO₂交換を促進し、可能な限り早く平衡となるようにするものである。平衡に達していれば、その時の空気のCO₂を測定すれば、海水中CO₂の値を得ることができるというのが原理である。

空気と海水間でCO₂が移動すると、図1から分るように移動前の平衡関係と異なった平衡関係となってしまう。平衡器を用いた測定でも同じことが起こり、平衡空気のCO₂分圧（測定値）がもとの海水のCO₂分圧と異なることになってしまう。このことを防ぐために、空気に対して大量の海水を循環（再利用）させずに平衡器内に流すようにしている。つまり、平衡がずれてしまった海水は捨て、常に自然の海水をサンプルとして供給していることになる。このような方法を採用しているため、CO₂分圧の測定は海洋表面でもっぱら行われており、海洋内部でCO₂分圧を測定するにはより多くの手間暇をかけなければならず、測定を実施している機関は世界的にみても1~2機関程度である。

CO₂分圧（濃度）測定は、世界気象機関（World Meteorological Organization, WMO）スケールの標準ガスに基

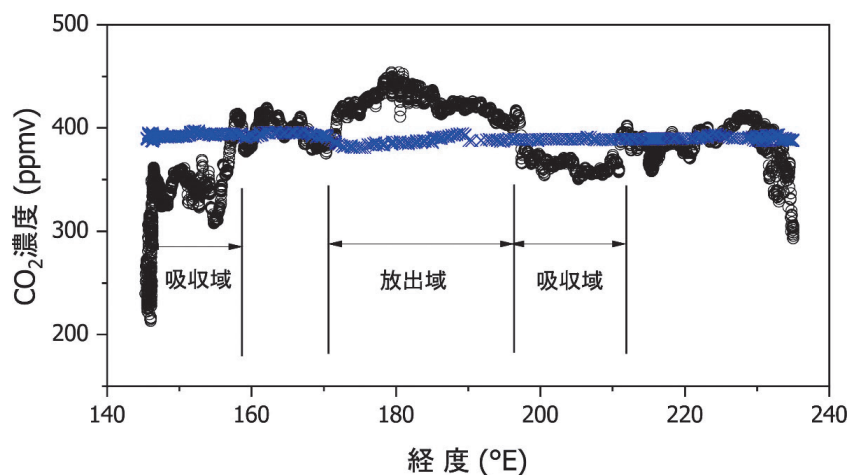


図3 北太平洋亜寒帯域での大気中（×）及び表面海水中（○）CO₂濃度（ $x\text{CO}_2$ ）の分布
2014年7月17日から8月23日に行われた海洋観測で得られたデータ。

づいて行われることが望ましい。大気中 CO_2 濃度の測定値との比較可能性が保たれることとなり、地球温暖化に対する海洋の役割を正確に評価することが可能となるからである。

北太平洋亜寒帯域で測定された大気中と表面海水中の αCO_2 の東西方向の分布図を図 3 に示す。大気中 CO_2 の変動は小さいが、表面海水中 CO_2 の変動は大きい。この違いは、大気の混合は早いが海水の混合は遅く、さらに海水では生物活動の影響が加わることが主な原因である。その結果、ある海域では大気中 CO_2 に対する放出域（大気中 CO_2 濃度 < 表面海水中 CO_2 濃度）となる一方、別の海域では吸収域（大気中 CO_2 濃度 > 表面海水中 CO_2 濃度）となっている。

2・2 全炭酸

全炭酸（Dissolved Inorganic Carbon, DIC）は以下のように定義される。

$$\text{DIC}(\mu\text{mol/kg}) = [\text{CO}_2^*] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$

ここで $[]$ は各成分の濃度を表す。この定義は濃度の総和となっており、初心者にとっても分かりやすいものと思われる。ただし、個別に各成分を測定することは $[\text{CO}_3^{2-}]$ を除いて行われておらず、海水サンプルに酸（リン酸）を加えて pH を下げ（2.0 程度）、気体としての CO_2 に変えてから測定されている（図 2）。注意が必要な点は、濃度として 1 kg あたりのモル数となっているが、これは純水ではなく海水 1 kg を表しており、他

のパラメータでも同様である。

気体としての CO_2 に変えてから測定を行うことから、検出器として 2・1 節で紹介した NDIR を用いることも可能である。しかし、海洋コミュニティではより高精度な測定が可能なクーロメータを使用している。クーロメータを用いた測定は電量滴定法と呼ばれている。酸（リン酸）の添加と窒素ガス（99.9999 %）でのバブリングによって海水サンプルより CO_2 を脱気させ、その CO_2 を CO_2 吸収剤（モノエタノールアミン）が含まれる溶液に吸収させ、吸収によって起こる pH (H^+) の変化を指示薬（チモールフタレイン）の透過度の変化で測定する。透過度が一定となるように、水の電気分解で得られる OH^- で溶液を滴定し、全炭酸量を定量化する。校正は炭酸ナトリウム (NaCO_3) か CO_2 ガスで行われる。電量滴定法での測定では、繰返し精度 $1.0 \mu\text{mol/kg}$ 程度の測定が可能である。

大気中に放出された人為起源 CO_2 を海洋がどの程度蓄積しているかを定量化するためには DIC の測定は必須である。現在大気中の CO_2 濃度は 2.0 ppmv/年 の割合で増加しているが、この増加に対して海洋が吸収し蓄積する分を全炭酸濃度で表すと、 $2000 \mu\text{mol/kg}$ に対して僅か $0.8 \sim 1.0 \mu\text{mol/kg/年}$ である。海洋観測でこの変化を検出するのは困難であるため、全球海洋スケールでの人為起源 CO_2 の蓄積量を評価するために、5~10 年程度の間隔をおいて、国際協力のもと測定が継続され評価が実施されている。各測定機関で得られた DIC の値の比較可能性を担保するために、USA のスクリップス

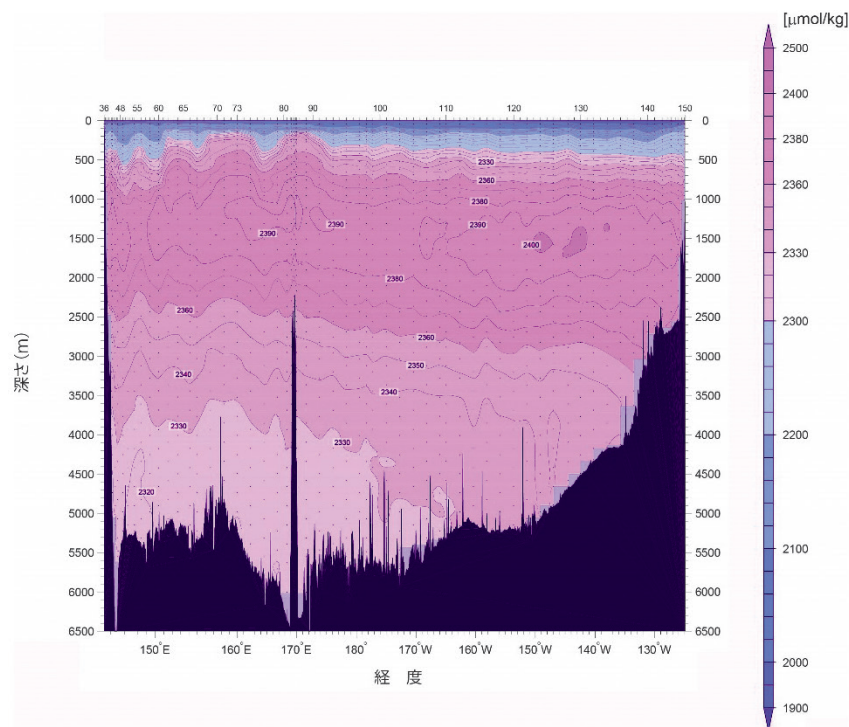


図 4 北太平洋亜寒帯域の全炭酸（DIC）の鉛直分布
2014 年 7 月 17 日から 8 月 23 日に行われた海洋観測で得られたデータ。

海洋研究所 (Scripps Institution of Oceanography, SIO) の Dickson 教授により認証標準物質 (Certified Reference Material, CRM) が 1980 年代後半より頒布されている。

図 4 に北太平洋亜寒帯域における DIC の鉛直分布図を示す。海面近くで濃度が低く ($\sim 2100 \mu\text{mol/kg}$), 1500 m 深付近で最大濃度 ($\sim 2400 \mu\text{mol/kg}$), それ以深海底に至るまで, 濃度が徐々に低下しているのが見て取れる。この DIC の分布は大気海洋間での CO_2 ガス交換, 海洋循環, 生物活動など, 様々な要因による結果である。最も関心のある人為起源 CO_2 の分布は, これら自然の変動を除去した後に計算で得られる。

2・3 全アルカリ度

全アルカリ度 (Total Alkalinity, TA) の定義は少なくとも 20 種類以上あるという報告もあるほど, TA は炭酸系パラメータの中で最も理解が難しい。現在最も正確であるとされている定義を以下に示す。

$$\begin{aligned} \text{TA} (\mu\text{mol/kg}) = & [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{B}(\text{OH})_4^-] \\ & + [\text{OH}^-] + [\text{HPO}_4^{2-}] + [\text{SiO}(\text{OH})_3^-] \\ & + [\text{NH}_3] + [\text{HS}^-] - [\text{H}^+]_{\text{F}} - [\text{HSO}_4^-] \\ & - [\text{HF}] - [\text{H}_3\text{PO}_4] - \dots \end{aligned}$$

この定義は, 温度 25°C , イオン強度がゼロの溶液 1 kg 中で, 解離定数 K が $K > 10^{-4.5}$ の酸であるプロトン供与体に対する $K \leq 10^{-4.5}$ の弱酸から構成されるプロトン受容体の過剰分を, 水素イオンのモル数で表したものである。“…”が含まれているように, 関連する成

分は他にもあり, 通常の海水であれば TA に対して無視し得る寄与であるため列挙されていない。逆に, 下記のより簡易な定義が用いられる場合もあり, 関連する成分の濃度が低い場合, この定義でも十分であろう。

$$\begin{aligned} \text{TA} (\mu\text{mol/kg}) = & [\text{HCO}_3^-] + 2[\text{CO}_3^{2-}] + [\text{B}(\text{OH})_4^-] \\ & + [\text{OH}^-] - [\text{H}^+]_{\text{F}} \end{aligned}$$

河川水や水道水の水質試験など, 他の環境化学の分野でも行われているように, TA の測定は塩酸による滴定で行われる。滴定に用いる塩酸には海水と等しいイオン強度 (≈ 0.7) となるように, NaCl が加えられる。海水サンプルを注入し滴定を行うセル (滴定セル) のタイプにより, クローズドセルとオープンセルの 2 種類に分けられる。TA は, 各滴定ポイントでの塩酸濃度と等しいとして計算される。クローズドセルではガス交換がないため, より正確な定義に従った計算が可能であるが, 計算自体が複雑となる。オープンセルでは CO_2 を追い出して測定するため, 計算式を簡略化できる ($[\text{HCO}_3^-]$ と $[\text{CO}_3^{2-}]$ を考慮しなくてよい) が, CO_2 の追い出しに時間がかかる。いずれのセルの場合であっても, 滴定は電極 (ガラス電極と参照電極の組合せ, またはそれらをつにした複合電極) でモニターすることがよく用いられる方法である。滴定した塩酸の容量と電極により測定された起電力から, 伝統的な計算法であるグランブロット法や修正グランブロット法, 非線形フィッティング法で TA が求められる。なお, 電極の代わりに海水サンプルに塩酸と共に指示薬 (プロモクレゾールグリー

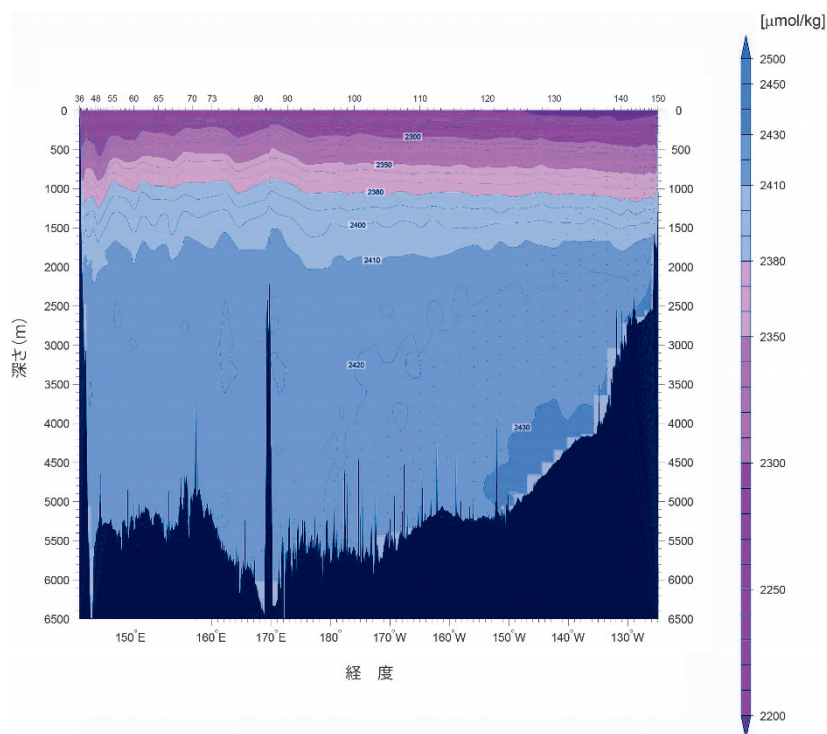


図 5 北太平洋亜寒帯域の全アルカリ度 (TA) の鉛直分布
2014 年 7 月 17 日から 8 月 23 日に行われた海洋観測で得られたデータ。

ン)を投入し、分光光度法で全アルカリ度を測定する方法もある。筆者のラボではこの方法を採用しているが、これは電極の場合、海水と接触することによる電極の汚れや安定性に難があり、船内のラボで大量の海水サンプルを測定するには不向きであったためである。

TAの繰返し精度は1~2 $\mu\text{mol/kg}$ 程度を得ることが可能である。TAにはDICと同様にCRM(1本のボトルでDICとTAの両方が認証されている)がSIOより供給されている。TA測定の誤差を大きくする要因の一つは、滴定塩酸の濃度の不確かさである。このため、SIOによって濃度が決定された滴定塩酸も頒布されている。

図5に北太平洋亜寒帯域のTAの鉛直分布を示す。海面から海底まで、ほぼ一様に増加していることが分る。また、海底付近に局所的に極大値(~2430 $\mu\text{mol/kg}$)がみられる。近くにTAの放出源があることが推定される。TAの分布は CaCO_3 の殻と骨格をもつ海洋生物との関連が大きい。

TAは、2・2節で紹介したDICとともに、現在のところ、炭酸系パラメータの中で最も多く測定されている。1980年代以前は、測定の簡便さからpHの測定例が多かったが、pHは水温と圧力に依存する。このため、特に海洋の中・深層での測定値の取扱いが困難であった。TAとDICに水温と圧力の依存性はなく、データ解析が行いやすい。また、両者とも溶存物質として海水とともに動くため、海洋循環に関連した研究も多い。

2・4 pH

海水は弱アルカリ性で、そのpHは特殊な環境を除きほぼ7.3から8.2の範囲に収まる。ただし、海洋化学では複数のpHのスケールが存在し、どのスケールで測定されたpHであるかが明示されていないと混乱を招く結果となる。スケールが複数存在する理由には歴史的な背景がある。詳細には立ち入らないが、pH測定には電極が使われてきており、その電極の校正に用いられる緩衝液の違いからきている。NBS(National Bureau of Standards, 現 National Institute of Standards and Technology, NIST)スケール(日本ではJISスケール)の緩衝液が一般にはよく使われているが、その緩衝液のイオン強度はおおよそ0.1であり、海水のイオン強度の約0.7と大きく異なる。このため、海洋コミュニティでは、NBSスケールでの測定は推奨されておらず、海水に基づいた緩衝液の使用が推奨されている。最もよく用いられているスケールにトータルスケール(pH_T)があり、以下のように定義されている。

$$\text{pH}_\text{T} = -\log_{10} [\text{H}^+]_\text{T}$$

ここで、 $[\text{H}^+]_\text{T} = [\text{H}^+]_\text{F}(1 + S_\text{T}/K_\text{s}) \approx [\text{H}^+]_\text{F} + [\text{HSO}_4^-]$ 、 $[\text{H}^+]_\text{F}$ は遊離水素イオン濃度(TAの定義にも登場す

る)、 S_T は硫酸イオンの総濃度($[\text{SO}_4^{2-}] + [\text{HSO}_4^-] \approx [\text{SO}_4^{2-}]$)、 K_s は $[\text{HSO}_4^-]$ の酸解離定数を示す。このスケールに基づいてpH測定を行うための緩衝液(人工海水2-アミノ-2-ヒドロキシメチル-1-3-プロパンジオール、人工海水2-アミノピリジン)は日本では市販されている。また、SIOからもトリスバッファー(人工海水2-アミノ-2-ヒドロキシメチル-1-3-プロパンジオール)が入手可能である。

pHの測定はガラス電極を用いた測定(参照電極との組み合わせもしくは複合電極)が一般的である。上述した緩衝液で校正し注意深く測定すれば、 ± 0.003 の不確かさで測定可能である。

海洋コミュニティでは、特に外洋での測定では分光光度法(比色法)による測定が主流になりつつある。pHの違いを色で表すことは、例えばリトマス試験紙のように一般的にもよく知られているが、分光光度計を使用するため、電極による測定と比べるとやや大掛かりなものとなる。分光光度法では、指示薬としてm-クレゾールパープル(mCP)を使用する。この場合、海水のpH(トータルスケール)は以下のように表される。

$$\text{pH} = \text{p}K_2 + \log_{10} ([\text{I}^{2-}]/[\text{HI}^-])$$

ここでIは指示薬(mCP)で、 I^{2-} はプロトン化していないもの、 HI^- はプロトン化したものを示す。平衡定数 K_2 は実験により水温と塩分の関数で与えられている。左辺の括弧内は以下のように計算される。

$$[\text{I}^{2-}]/[\text{HI}^-] = (R - e_1)/(1 - (e_3/e_2) \cdot R)$$

ここで、 R は波長578 nm(λ_{578})と波長434 nm(λ_{434})におけるmCPの吸光度比、 e_1 、 e_2 、 e_3 はモル吸光係数比で、それぞれ0.00691、2.2220、0.1331という値が得られている¹⁾。要するに分光光度計で各波長の吸光度を測定し、その比を計算すればpHが求まるという仕組みである。分光光度法によるpH測定では、繰返し精度 ± 0.0004 が比較的容易に達成できる。その一方で指示薬の純度がpH測定に影響することが明らかとなっており、その対処について議論が重ねられている²⁾。

現在のところ、DIC(2・2節)とTA(2・3節)で紹介したような認証標準物質はpHには無い。しかし、DICとTAの認証値から計算でpHを求め、参照値として利用することができる。

図6に北太平洋亜寒帯域のpHの鉛直分布を示す。pHは海面では8.30程度、1500 m深付近で7.30程度の最小値となり、それより深海底付近まで徐々に増加し7.55程度になっている。

IPCC第6次評価報告書³⁾によれば、大気中からの人為起源 CO_2 の吸収により、海洋表層で海洋酸性化(pH低下)が起こっていることはほぼ確実であるとされている。この結果は、国際協力の下、長期間にわたり維持さ

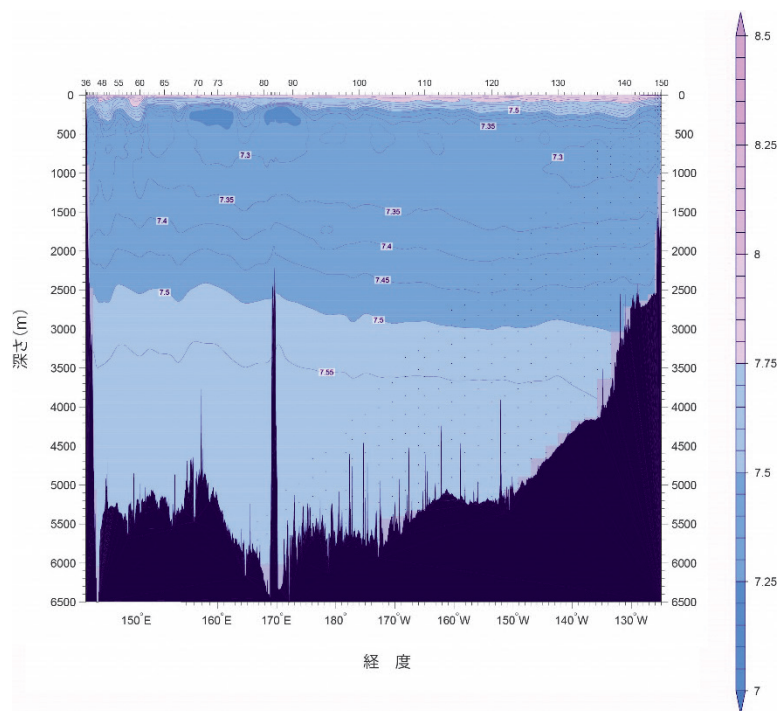


図 6 北太平洋亜寒帯域の pH_T (25 °C) の鉛直分布
2014 年 7 月 17 日から 8 月 23 日に行われた海洋観測で得られたデータ。測定は分光光度法によって行われた。

れてきた高精度測定によって確認されたものである。

3 海洋観測

炭酸系の四つのパラメータ、 CO_2 分圧、DIC、TA と pH についてその測定方法と結果について紹介してきた。DIC と TA は、船上で処理（塩化第二水銀の添加とグリースによる密封）を施し、測定を陸上の実験室に持ち帰って行うことも可能である。いずれの場合であっても海水サンプルの採取が不可欠である。ここでは普段筆者がかかわっている海洋観測について紹介する。

海水のサンプリングは、センサーによって水温と塩分、深度の測定を行う CTD (Conductivity-Temperature-Depth) 観測システムに採水器を取り付けて行われる。採水器（ニスキン採水器）は両端を解放した状態で海面から海底付近（4500 m 深）まで一旦降ろされ、海面まで引き上げられる途中、任意の深度で採水器が閉じられる。図 7a は採水器が船の上甲板に戻ってきた様子を示している。写真のニスキン採水器は 1 本 12 リットルの容量があり、全部で 36 本が取り付けられている。つまり 36 の異なった深さの海水サンプルが採取できる。その後、採水室で各測定成分の容器に海水が小分けされる（図 7b）。炭酸系パラメータのサンプリングと同時に、溶存酸素、栄養塩、塩分、フロン類、クロロフィル a などのサンプリングも行われるが、気体成分（炭酸系では pH と DIC）は可能な限り早い順番で取ることが大切である。これは採水が進めば進むほど、採水器内に周辺の空気が混入し、汚染となるからである。サンプリング後、船内の実験室で測定を行うか（図 7c）、または持ち

帰りのための処理を行う。

上述した一連の作業を各観測地点で行うことになる。図 8 は図 3～6 の分布図の基になったデータを取得した航海の測線図である。この航海の場合、CTD 採水観測の地点は全部で 116 であった。その約半数の地点で炭酸系パラメータ（DIC、TA、pH）の採水を実施した。なお、 CO_2 分圧（図 3）は船底のポンプで海水を採取する自動連続測定のみ行った。船上での測定で注意しなければならないことの第 1 は、船が揺れるということである。このため、天秤は使用できないし、分析機器の振動対策も必要である。メスアップなどの容量測定に係る作業は可能であるが、揺れによる船酔いにも対処しないといけない。いずれにしろ、陸上での入念な事前準備が欠かせない。

上述した測定では、自動化が相当進んでいるものもあるが、基本、人が近くに居て機器を制御している。このような従来から行われている測定に加えて、最近は無人数による測定が増えている。代表的なものに Biogeochemical Argo フロートがある⁴⁾。海面から 2000 m 深までを自動で昇降を繰り返し、数年間にわたって観測を継続することができる。溶存酸素センサー、硝酸センサーなど、生物地球化学のセンサーを複数搭載することが可能であるが、各センサーが高額であるため取捨選択されて取り付けられている。炭酸系パラメータでは pH センサーがあり、実際にフロートに搭載され展開されている⁵⁾。センサーであるため校正が必要であり、フロート投入時に海水サンプルを採り、その測定値で校正をしている。測定精度は人による分析よりは劣るなど改善の余地は多い

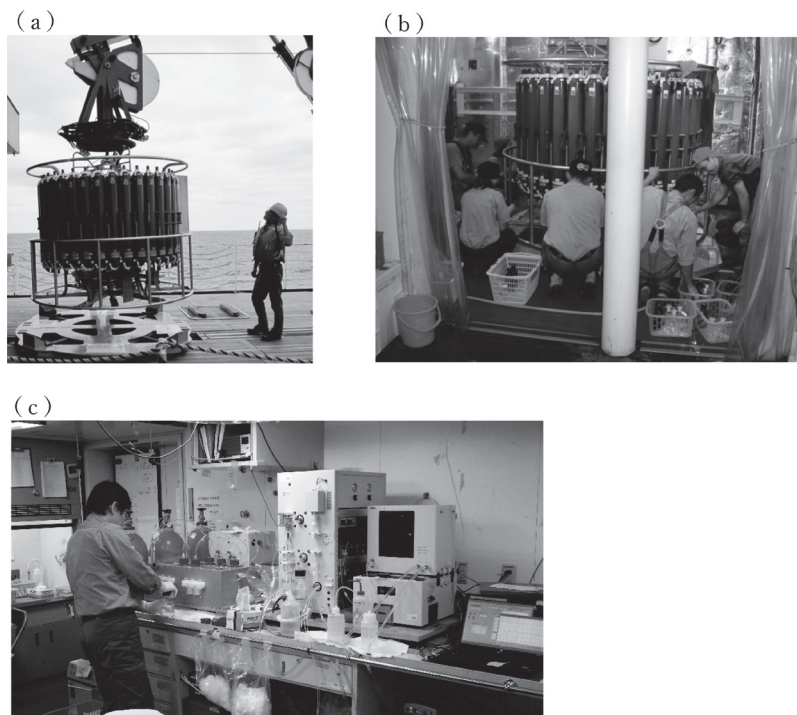


図7 海洋地球研究船「みらい」での海洋観測の様子
(a) CTD システムとニスキン採水器, (b) ニスキン採水器から各種ボトルへの採取, (c) 船内での DIC 測定.

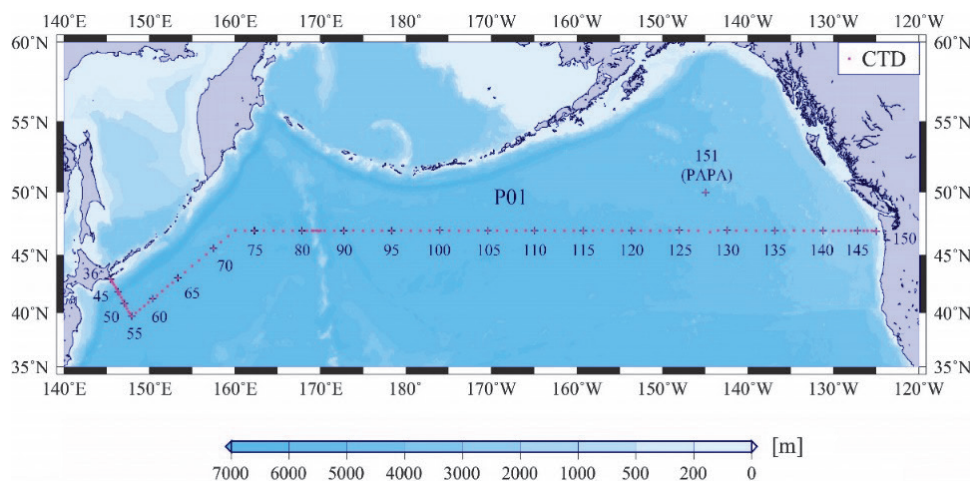


図8 北太平洋亜寒帯域で行われた海洋観測の測線図
(P01) 数字はCTD 観測が行われた地点番号で、図4～6の上部の番号に対応している.

が、大量のデータが取得できることや、冬季の高緯度海域など観測船による観測が難しい条件であっても測定が可能であることは、大きな利点である。また、セイルドローンを利用したものには、観測船にも劣らないレベルでの測定が可能となっているものもある⁶⁾。地球温暖化のように、海盆スケール、全球スケールで考察が必要な分野では、この種の測定は大きな魅力であり、今後の発展が大いに期待されている。

4 おわりに

1980年代後半から1990年代にかけて、大気中に放出された人為起源CO₂の行方(吸収先)がわからないという、いわゆるCO₂の“ミッシングシンク”の問題

があった。この問題の解決を動機として、CO₂に関連した国際的な観測プロジェクトが複数立ち上げられた。そのうちのいくつかは現在も形を変えながらも継続されている。この間、CO₂が温暖化の原因かどうかについても疑問視する向きもあったが、昨年公表されたIPCC第6次評価報告書³⁾では、「人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない。」とされている。また、政策として「カーボンニュートラル」も動き出している。地球温暖化に対処するためには予測が必要で、そのためには高精度なデータが不可欠であるといった理由から高精度測定が継続されてきているが、今般、それにカーボンニュートラルが加わったことになる。国際的に、実態を把握しないと対策ができない

との声も上がってきており、測定の重要性が再認識されつつある。これらの点を鑑み、この入門講座で紹介した測定項目について、より詳しい文献を以下に紹介する。

炭酸系パラメータの測定については、海洋観測ガイドライン（第四版）⁷⁾が最も参考となる。炭酸系パラメータ以外の溶存酸素、栄養塩、塩分など海洋観測で頻繁に測定されている項目も収録されているほか、品質管理についても記載されており、一読を強く勧めたい。なお、CO₂分圧（2・1節）ではCRDSを紹介したが、これについては現代地球科学入門シリーズ5⁸⁾でNDIRと一緒にわかりやすく解説されている。各測定項目のより専門的な情報は“Marine Chemistry”と“DeepSea Research”（共にElsevier）、Limnology and Oceanography: Methods（Association for the Sciences of Limnology and Oceanography, ASLO）といったジャーナルに海洋化学の分析に係る論文が多数掲載されているので、個別にあたって頂きたい。また、炭酸系パラメータの測定機器を紹介しているサイトがあるのでお知らせする⁹⁾。装置のマニュアルが公開されているものもあるので、参考になると思われる。

地球温暖化がテーマであるため、その主要因であるCO₂の測定について解説してきた。1分子当たりではCO₂より温室効果が強いCH₄とN₂Oについては、海洋は放出減として働いている。国際的な観測プログラムでは、CH₄とN₂Oの測定も要請されており、CO₂測定とともに今後組織的な観測が行われるであろう。

文 献

- 1) T. D. Clayton, R. H. Byrne: *Deep-Sea Res.*, **40**, 2115 (1993).

- 2) Y. Takeshita, J. K. Warren, X. Liu, R. S. Spaulding, R. H. Byrne, B. R. Carter, M. D. DeGrandpre, A. Murata, S. Watanabe: *Marine Chem.*, **236**, 104018 (2021).
- 3) IPCC 第6次評価報告書 第1作業部会報告書、気候変動2021: 自然科学的根拠、政策決定者向け要約 (SPM), 暫定訳 (2021年9月1日版, <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/index.html>) (2021年12月2日, 最終確認).
- 4) <https://biogeochemical-argo.org/> (2021年12月2日, 最終確認).
- 5) <https://biogeochemical-argo.org/measured-variables-ph.php> (2021年12月2日, 最終確認).
- 6) A. J. Sutton, N. L. Williams, B. Tilbrook: *Geophys. Res. Letts.*, **48**, (2021). DOI:10.1029/2020GL091748.
- 7) 日本海洋学会編: 海洋観測ガイドライン, 第四版, (2018), <https://kaiyo-gakkai.jp/jos/guide/content> (2021年12月2日, 最終確認).
- 8) 中澤高清, 青木周司, 森本真司著, 大谷栄治, 長谷川昭, 花輪公雄編: “現代地球科学入門シリーズ5 地球環境システム—温室効果気体と地球温暖化—”, (2015), (共立出版).
- 9) <http://www.ioccp.org/hardware-directory> (2021年12月2日, 最終確認).



村田昌彦 (Akikiko MURATA)

海洋研究開発機構海洋観測研究センター
(〒237-0061 神奈川県横須賀市夏島町2-15). 筑波大学地球科学研究科博士課程中退。理学博士。《現在の研究テーマ》海が人為起源CO₂を吸収することによって起こる様々な環境変動の把握。《主な著書》“図説 地球環境の辞典”, 朝倉書店。《趣味》ウォーキング。

E-mail: murataa@jamstec.go.jp

会 員 の 拡 充 に 御 協 力 を !!

本会では、個人（正会員：会費年額9,000円＋入会金1,000円、学生会員：年額4,500円）及び団体会員（維持会員：年額1口79,800円、特別会員：年額30,000円、公益会員：年額28,800円）の拡充を行っております。分析化学を業務としている会社や分析化学関係の仕事に従事している人などがお知り合いにおられましたら、ぜひ本会への入会を御勧誘くださるようお願い致します。

入会の手続きなどの詳細につきまして、本会ホームページ (<https://www.jsac.jp>) の入会案内をご覧ください。下記会員係までお問い合わせください。

◇〒141-0031 東京都品川区西五反田1-26-2 五反田サンハイツ304号 (公社)日本分析化学会会員係

[電話: 03-3490-3351, FAX: 03-3490-3572, E-mail: membs@jsac.or.jp]