

分光研究

JOURNAL OF THE SPECTROSCOPICAL SOCIETY OF JAPAN

2026

Vol.75 No.2

波岡武先生と私と真空紫外分光

極低温イオントラップを基盤とした気相分光研究の開拓

最新 CMOS イメージセンサの構造と機能



CODEN:BUKKAT
ISSN 1884-6785

公益社団法人

日本分光学会

<https://www.bunkou.or.jp/>

手軽な価格で高品質な性能を実現!

非冷却InGaAsアレイ・センサを採用、波長範囲 800~2100 nm

Avenir
PHOTONICS

APS02

カスタマイズ超小型近赤外分光器 SIENA



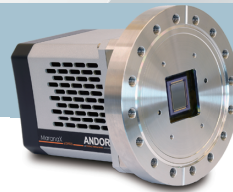
NEW
PRODUCT

特長

- 波長範囲 800 ~ 2100 nm
- カスタマイズにより分解能を向上 (デフォルトのスリット幅は20 μm)
- 3つのモデルから選択可能
 - Siena 1.7 (波長範囲 940 ~ 1700 nm, 分解能 (FWHM) 8 nm)
 - Siena 1.9 (波長範囲 800 ~ 1900 nm, 分解能 (FWHM) 12 nm)
 - Siena 2.1 (波長範囲 900 ~ 2100 nm, 分解能 (FWHM) 13 nm)

高性能 (高スループット・低迷光)
短納期、2年保証付、
実験研究用~OEM装置組込用にも最適!

軟X線、EUVを100 fpsで直接撮像可能!
リソグラフィ、タイコグラフィ用途など



OXFORD
INSTRUMENTS | ANDOR

AD18

軟X線/EUV用高速sCMOSカメラ Marana-X

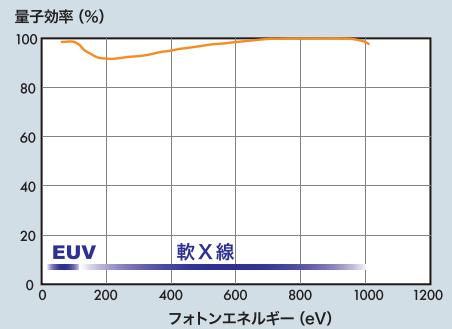
特長

- 背面照射型sCMOSセンサー搭載
- ハイダイナミックレンジ: 最大16bit
- VUV、EUV、軟X線検出用
- 低温冷: -45°C
- 高画素: 4.2メガピクセル (2048×2048)
- 分光計測モード搭載
- 高感度: 最大量子効率99%
- 高速: 74 fps (フルフレーム), 108 fps (1400×1400画素)

用途・アプリケーション

- in situ X線計測 ● X線分光法 ● ハイパースペクトルイメージング
- EUV リソグラフィ ● EUV タイコグラフィ ● トモグラフィ

▽ 量子効率曲線



Lambda Beam: 優れたビーム品質、高安定性、モジュールタイプ

Lambda mini: 世界最小の半導体レーザー、低価格、USBバスパワー

lasersystems
LEADING PHOTONICS

小型ダイオードレーザー

Lambda Beam RG02



特長

- 豊富な波長セレクション (375 ~ 1064 nm)
- Wavelockモデル: 狭線幅シングル縦モード発振 (0.1 pm ~)
- 空間出力モデル、ファイバー出力モデルあり
- 変調制御可能 (~ 1.5 MHz)

用途・アプリケーション

- 蛍光分光 ● ラマン分光 ● OEM、システム組込

小型ダイオードレーザー

Lambda mini RG03



特長

- 世界最小のコンパクトサイズ (40 × 25 × 25 mm)
- ACアダプター不要 (USBバスパワーによる動作)
- 優れたビーム品質 (TEM₀₀)

TII 東京インスツルメンツ
TOKYO INSTRUMENTS

グローバルにネットワークを広げ、最先端の科学をお客様に提供

本社: 〒134-0088 東京都江戸川区西葛西6-18-14 T.Iビル

Tel. 03-3686-4711

営業所: 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原4-1-46 新大阪ビル

Tel. 06-6393-7411

URL: <https://www.tokyoinst.co.jp> Mail: sales@tokyoinst.co.jp

TII Group Company

UNISOKU
TII Group

超高真空・極低温走査型プローブ顕微鏡
高速分光測定装置、クライオスタット

LOTIS TII

Nd:YAGレーザー、Ti:Sレーザー
OPOレーザー

総合カタログ2024-2026をお求めのかたはコチラ!

* 価格帯は、WEBカタログには付属しません。
配送分のみのお取扱いになります。



T O K Y O 2 3
FOOTBALL CLUB

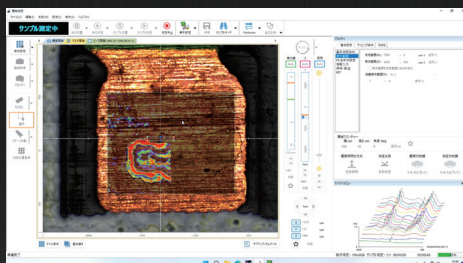
東京インスツルメンツは、東京23FCを応援しています。

Explore with Confidence

マルチチャンネル赤外顕微鏡 IRT-7X は、圧倒的な観察画質の向上と高速化されたリニアアレイ検出器の高次元デジタル処理により、より高速で高精細な赤外イメージングを実現しました。異物解析や材料研究における“観る・測る・解析する”を次の次元へ導きます。

■ 1秒間に最大160スペクトルの測定とスペクトル・色分け図表示を同時に実行

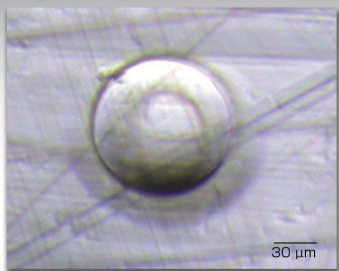
16 ch リニアアレイ検出器の各素子にデータ処理回路を備え、測定データを高速に並列処理します。目的成分の分布を測定しながら同時に把握できます。



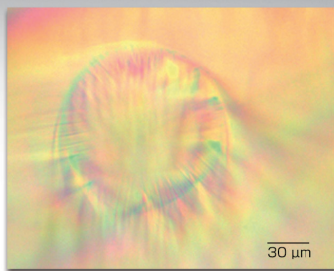
電子基板の電極上の異物測定

■ シリコンオイル中のPMMA粒子のATRイメージング

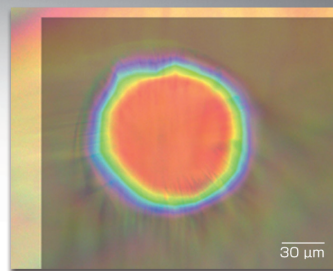
ステージを動かさずに光軸走査する日本分光独自の“スマートマッピング”により、プリズム密着時に試料が観察画像の中央以外に動いても、移動後の部位を測定エリアに指定できます。1回のプリズム接触でケミカルイメージも取得可能です。



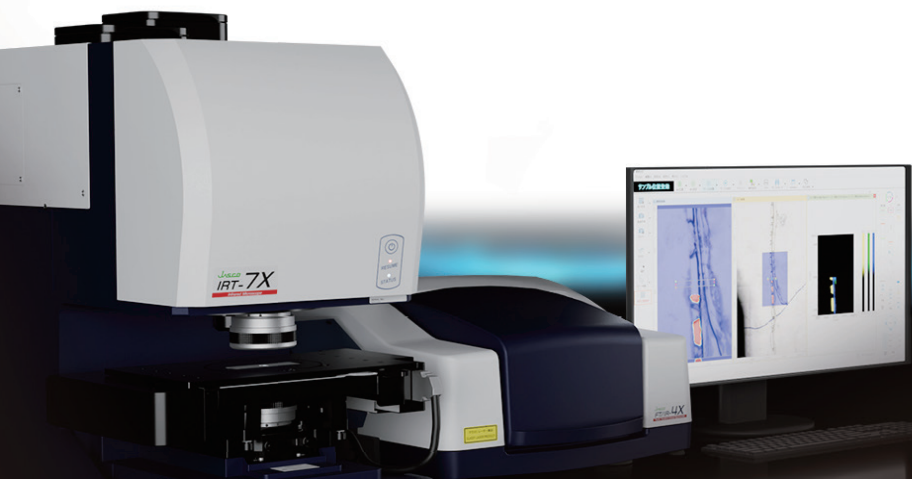
観察画像 (ATR 密着前)



観察画像 (ATR 密着後)

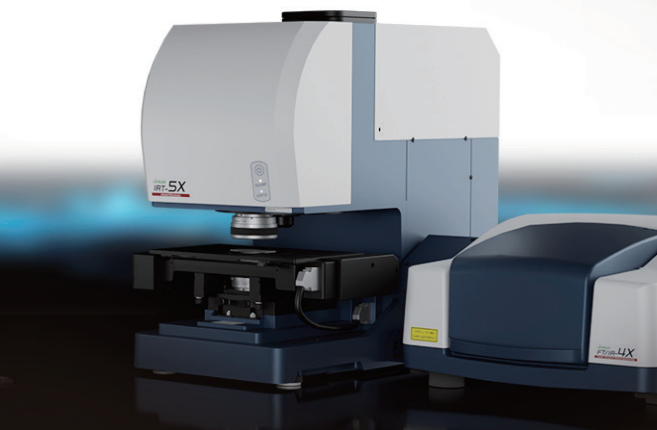


観察画像とケミカルイメージの重ね合わせ
(1718 cm⁻¹ のピーク高さ)



Multichannel Infrared Microscope
マルチチャンネル赤外顕微鏡

IRT-7X



Infrared Microscope
赤外顕微鏡

IRT-5X

光と技術で未来を見つける

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>

JASCO

日本分光-IP

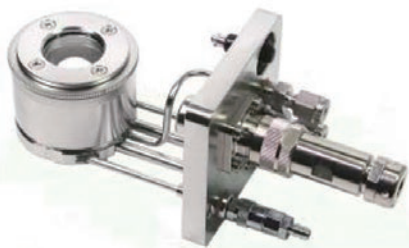


FTIR/Raman用 加熱・冷却・真空・高圧アクセサリー

状態変化をin-situでモニタリングすることができ、触媒メカニズムの研究、温度依存性の研究に役立つアクセサリーのご紹介します。

Heat Chamber Type-1000°C

DRIFTセル 加熱&ガスフロー



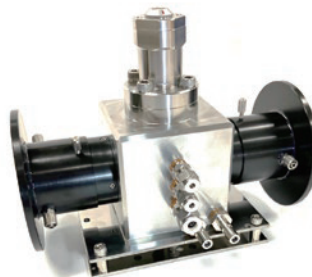
高圧ドーム
MAX 10MPa

- 対応温度：常温～1000°C
- 測定手法：拡散反射法
- 雰囲気：真空、高圧 (10MPa)、ガスフロー
- 小型触媒反応装置としても利用可能

ゼオライト、アルミナ、無機サンプルなどの酸化/還元、脱離反応や、水の吸脱着のin-situ測定に最適な加熱拡散反射測定用装置です。チャンバー部は1000°Cまでの昇温、真空、ガス置換が行えます。小型触媒反応装置としても使用できます。

マルチセル

高温、高圧での透過&反射測定



- 対応温度：常温～800°C
- 測定手法：透過法、反射法
- 雰囲気：真空、高圧 (10MPa)、ガスフロー

800°Cまでの高温下での測定が可能です。3つのガスポートを備えており、真空、高圧、ガス置換が出来ます。透過測定その他、オプションのミラーユニットと正反射プローブにより反射測定も行えます。マルチセルは、触媒の透過測定に最適です。

Suriken S-90R

薄型でコンパクトな加熱ステージ

- 対応温度：常温～600°C
- 測定手法：透過法、反射法
- 雰囲気：真空、ガスフロー
- 高圧 (0.5MPa)
- 最大3ポートの電極ポートオプション

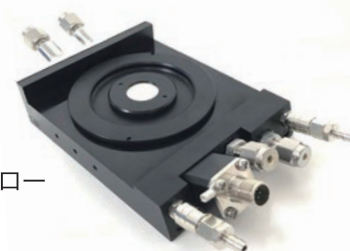


FT-IRの試料室に設置して加熱透過測定ができます。また、顕微FT-IR/ラマンに設置可能で、多目的に使用できます。ワーキングディスタンスの短い反射対物鏡、対物レンズでも使用できるよう、可能な限り薄くデザインされています。

Model S84C

小型の加熱&液体窒素冷却セル

- 対応温度：
-190～500°C
- 測定手法：
透過法、反射法
- 雰囲気：真空、ガスフロー



ステージ本体の厚みを極力薄くし、顕微鏡FT-IR/ラマンで多種のレンズを使用できるよう設計されています。液体窒素をサンプルホルダーの周囲に循環させることで、-190°Cから+500°Cまで任意の温度に設定することが出来ます。

ご希望に合わせて特注製作も行っております。お気軽にご相談ください。

 S.T. JAPAN INC.

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

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

大阪支店 /
〒540-6127 大阪府大阪市中央区城見2-1-61 ツイン21 MIDタワー
TEL: 06-6949-8444 FAX: 06-6449-8445

この道 35 年！

LaF3 対応開始！！

LaF3 10φ, 15φ 窓板、LaF3 (Eu) 8φ など

光学結晶の対応力・品揃えでは負けないつもりです！

下記取り扱っております

NEW!!



Ge φ80 x 3t mm BBAR コート付
Ge φ50 x 4t mm BBAR コート付
他



KRS-5 φ40 x 2t mm
KRS-5 φ30 x 2t mm
他

その他結晶粒 KCl, CaF₂, BaF₂, MgF₂, LiF も OK です！

・ ATR プリズム・集光レンズ・特殊プリズム・半球プリズム・
半円筒プリズム・直角プリズム CaF₂、Ge など

ZnSe・Sapphire・Ge・KRS-5・AMTIR 他

・窓板 KBr・NaCl・CaF₂・BaF₂・MgF₂・LiF・LaF₃・
ZnSe・ZnS・Sapphire 他



CaF₂等は自社で製造しております
(真空炉3基)



ピアーオプティクス株式会社

Optical Crystal for VUV to FIR Pier Optics Co., Ltd.

〒374-0012 群馬県館林市羽附旭町 525-1

Tel: 0276(72)7371 Fax: 0276(72)7372

E-mail: sales@pieroptycs.jp

分 光 研 究

第 75 卷 第 2 号

目 次

特 別 寄 稿

波岡武先生と私と真空紫外分光 上田 潔 51

若手のショートレビュー

極低温イオントラップを基盤とした気相分光研究の開拓 村松 悟 54

スペクトルギャラリー

THz 電場駆動 STM 発光分光 - 最初の単一分子発光スペクトルを得るまでの道程 - 木村謙介 61

分光便利帳

光量子センシング - 量子もつれ光を利用した赤外分光技術 徳田勝彦 64

トピックス

半導体利得スイッチレーザーによる短パルス発生と産業応用に向けた発展 柴田桂成 67

講 座

最新CMOS イメージセンサの構造と機能 香川景一郎 69

学会だより 84

本会記事 87

賛助会員名簿 90

公益社団法人 日本分光学会

東京都千代田区内神田一丁目 11-6

大丸アネックス 201 号室

郵便番号 101-0047

<https://www.bunkou.or.jp/>



波岡武先生と私と真空紫外分光

上 田 潔^a

^a 東北大学大学院理学研究科化学専攻

(2026年2月28日 受領, 2026年2月28日 受理)

1. 波岡先生との出会い

1981年秋のことである。私は京都大学工学部機械系応用物理研究室（故福田國弥研究室）で研究に勤んでおり、博士課程修了後にM社に入社することも決まっていた。突然、波岡武先生が福田國弥先生を訪れて博士課程を修了する学生を東北大学科学計測研究所（科研）波岡研究室の助手に採用したいと言われた。波岡先生のお名前は瀬谷波岡分光器の設計者として存じ上げていたが、雲の上の人から声がかかったといった感じでただただ驚いた。早速、当時のフィアンセ（現在の妻）と相談し、このありがたい話をお受けすることにした。人生が180度変わった瞬間である。

2. 東北大学科学計測研究所物理光学部門

1982年4月、杜の都仙台に赴いた。東北新幹線はまだ上野までしか来ていない時代である。当時の科研は三条町にあった。波岡先生は縄田滋則教授の物理光学部門を引き継がれていた。研究室のメンバーには高島幸司助教授、上西克二助手、山本正樹助手、古館三七二技官、新井彰技官に加えて学部学生の新藤泰之君が在籍していた。まず驚いたのがアットホームな雰囲気。私の歓迎会でも高島さんと古館さんの手料理をつまみながら研究室の談話室で果てしなく飲む。東北出身の方々は日本酒派であったが、波岡先生はジャックダニエル。ボトルが2/3ぐらい空く頃には椅子からころげ落ちるのではないかと周りのものはひやひやしたのだが、ふらふらしながらも不思議と最後まで椅子に座っておられた。私の今があるのは右も左もわからない私を温かく迎え入れてくださった波岡先生をはじめとするこんな雰囲気の研究室の皆さんのおかげである。

3. 波岡先生と真空紫外分光

当時の波岡研究室の研究内容は「分光」というよりは「光学」であった。着任して間もない山本さんは後に波岡研究室の主な研究主題となる軟X線多層膜の開発の準備をされていた。一方、波岡先生が私に託されたのは真空紫

外分光であった。

波岡先生は日本の真空紫外分光の草分けのひとりである東京教育大学田中善雄教授の研究室の出身である。学部学生のころ、助手の瀬谷正夫先生と自作されたのが、世界初の定偏角真空紫外分光器である。日本が世界に誇る「瀬谷波岡分光器」の誕生である。戦後まだ何もない頃でのことであった。一方、田中先生は、1950年に渡米して空軍研究所の主任研究員となり、真空紫外分光研究チームを立ち上げられた。波岡先生もまた後にノーベル化学賞を受賞するRobert Mulliken先生の勧めで、シカゴ大学の博士課程で真空紫外分光研究に従事された。途中、体を壊して実験ができなくなり、「球面回折格子の理論」で博士論文を書かれた。健康が回復して博士課程を修了された波岡先生は田中先生が率いる研究チームに加わり、水素分子の高分解能分光に従事された。小川勝先生や吉野耕一先生も加わった田中チームは、1960年代、高分解能真空紫外分光で世界をリードした。

1982年当時の私は、波岡先生が私に託された日本における真空紫外分光の復興という荷の重さを全く理解していなかった。しかし、当時の私が培った高分解能真空紫外分光に関する知識が、未だにフェムト秒～アト秒パルスを用いた実験を解釈する基盤として大いに役立っていることを鑑みて、波岡先生には感謝しかない。

4. 真空紫外分光実験室の立ち上げ

波岡研の一員としての最初の仕事は三条町から片平への引っ越しであった。波岡先生は2.2 m直入斜分光器と3 m斜入射分光器、1 m瀬谷波岡分光器をお持ちだったので、これら3台の分光器を用いて真空紫外分光実験を遂行するための新しい実験室をゼロから設計して施工した。3台の分光器を設置して真空に引くだけでほぼ1年、分光器を稼働させて何らかの実験ができるようにするのにさらに1年を要した。真空紫外吸収分光実験を行うためのヘリウムホップフィールド連続光源やレーザープラズマ連続光源の開発も平行して行った。波岡研究室の皆さんに協力していただきながら装置の修理と試作を繰り返す日々が続いた。

そんな日々の中、春には花見、秋には芋煮で、波岡先生

^a 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 6-3 (〒980-8578)

極低温イオントラップを基盤とした気相分光研究の開拓

村 松 悟

広島大学大学院先進理工系科学研究科 広島県東広島市鏡山 1-3-1 (〒739-8526)

(2026 年 1 月 15 日受領, 2026 年 1 月 28 日受理)

Advancements in Gas-Phase Spectroscopy Based on Cryogenic Ion-Trap Techniques

Satoru MURAMATSU

Graduate School of Advanced Science and Engineering, Hiroshima University,
1-3-1, Kagamiyama, Higashi-Hiroshima-shi, Hiroshima 739-8526, Japan

(Received January 15, 2026; Accepted January 28, 2026)

Laser spectroscopy under cryogenic gas-phase conditions enables high-precision investigations of intrinsic molecular properties by minimizing perturbations from external environments such as impurities, solvents, and counterions. In particular, recently developed cryogenic ion trap-based methodologies have broadened access to a diverse range of molecular and cluster ions. In this review, we describe our recent efforts to apply this powerful approach to new classes of targets, with emphasis on (1) hypervalent carbon/halogen compounds and (2) molecular/metal clusters. We highlight the precise and unambiguous information accessible with this method and illustrate the rapidly expanding scope of modern gas-phase chemistry.

Keywords: Cryogenic ion trap, Gas-phase spectroscopy, Hypervalent compounds, Molecular clusters, Metal clusters

1. はじめに

化学とは、本質的に複雑系を扱う科学であると筆者は考えている。例えば、フラスコの中の分子 1 個を考える場合であっても、そこには周囲の溶媒、不純物、溶存空気などが存在し、そのためにしばしば本来見たいはずの情報がぼかされてしまう。こうした外部環境からの摂動を可能な限り排除するためには、原理的には、目的分子を真空中に気相状態で孤立させれば良い。これはまさしく「気相分光」の手法そのものであり、筆者はこれが気相分光研究における最たる（いかなる時代においても通底する）モチベーションの一つであると考えている。

気相分光の大きな発展の契機となった基盤技術に超音速ジェット法¹⁾が挙げられることは言をまたないであろう。特に重要な点は、この手法によって極低温条件下にある気相分子（回転温度にして 10 K 以下）が得られることにある。これによって上述した外部環境に加えて「周囲からの熱」の寄与さえ抑えられることになる。分光学においては、高エネルギー配座異性体由来の信号・回転輪郭の広がり・ホットバンドなどの影響が取り除かれることでスペクトルが単純化され、明確な帰属（量子状態の決定）が実現

されてきた¹⁾。超音速ジェット法は少なくとも今日では比較的簡便に扱える手法であることから、多くの研究者へと爆発的に普及することとなった。一方で、この手法（試料蒸気をキャリアガスに混合し、真空中へ噴出させる）が対象とできる分子は熱分解しない温度において十分な蒸気圧を持つ（すなわち揮発性の）分子に限られてしまい、その適用範囲は今日においては十分に広いとは言えないのが現状であろう。

そのような中で、2006 年、ローザンヌ連邦工科大の Boyarkin および Rizzo らにより、極低温冷却されたイオントラップを基盤とした画期的な気相分光法が報告された²⁾。この手法では、後述するエレクトロスプレーイオン化 (ESI) 源などにより真空中へと導入された気相イオンを、極低温 (~4 K) のトラップに捕捉することで、緩衝ガスとの衝突を介した冷却を行う (図 1a)³⁾。イオン種を対象とする点で、超音速ジェット法とは相補的な技術として位置付けられる。ただし、その対象は揮発性分子に限られない。Boyarkin・Rizzo らが採用し、今日の極低温イオントラップ気相分光装置でも最も一般的に用いられるイオン生成・導入法である ESI 法⁴⁾は、広範な化学種を非破壊的にイオン化（気相導入）できる手法であり、「ESI 質量

「分光法シリーズ」の割引購入のお知らせ

分光学会員特典として、税込み価格の15%引き、送料無料でご購入いただけます（部数制限はありません）。

分光学は、電磁波と物質の相互作用を理解して物質の性質や構造を解明するための学術として発展し、それを利用した分光計測技術も、精密性、感度、速度などの面で飛躍的に発展し続けています。この技術は、社会の安全性や健康を向上させるための分析技術や先端装置の基盤として、産業分野から生命科学、医療、さらに宇宙研究に至るまでの幅広い領域で応用が拡大しています。

本「分光法シリーズ」は、当学会の監修の下、分光学の最先端を追求する専門家たちが執筆しました。分光法そのものを専門とする研究者はもちろん、それを基盤技術としても利用する各学術分野の専門家や企業の研究開発者にも有益な情報を提供することを目的としています。

大学院修士課程以上の研究者や産業界の先進的な専門職にとっては、「分光法シリーズ」は必携の一冊となるでしょう。このシリーズを通じて、分光学の最新の進展とその潜在的な応用分野を深く理解し、研究や開発の新たな方向性を見出すことにも繋がると期待しています。

- 分光法シリーズ1 ラマン分光法 濱口宏夫／岩田耕一・編著 A5, 213頁 4,620円（税込）
- 分光法シリーズ2 近赤外分光法 尾崎幸洋・編著 A5, 286頁 4,950円（税込）
- 分光法シリーズ3 NMR 分光法 阿久津秀雄他・編著 A5, 350頁 5,280円（税込）
- 分光法シリーズ4 赤外分光法 古川行夫・編著 A5, 306頁 5,280円（税込）
- 分光法シリーズ5 X線分光法 辻 幸一／村松康司・編著 A5, 364頁 6,050円（税込）
- 分光法シリーズ6 X線光電子分光法 高桑雄二・編著 A5, 367頁 6,050円（税込）
- 分光法シリーズ7 材料研究のための分光法 一村信吾他・編著 A5, 288頁 5,500円（税込）
- 分光法シリーズ8 紫外可視・蛍光分光法 築山光一／星野翔麻・編著 A5, 336頁 5,940円（税込）
- 分光法シリーズ9 医薬品開発のための分光法 津本浩平他・編著 A5, 288頁 5,500円（税込）

2. 申込方法

- (1) 会員各位から学会事務局（office@bunkou.or.jp）宛に下記の必要事項を記載の上、ご注文ください。
- (2) 学会から本シリーズの出版社（株講談社サイエンティフィック）に注文内容を連絡します。
- (3) 出版社から、出版社送料負担にて、会員に書籍を発送いたします。

必要事項

書籍名、希望冊数、住所（発送先住所）、氏名、電話番号、会員番号

3. 入金方法

請求書を学会事務局より郵送いたします。払込手数料は申込者の負担とさせていただきます。

最新 CMOS イメージセンサの構造と機能

香川 景一郎

静岡大学電子工学研究所 静岡県浜松市中央区城北 3-5-1 (〒432-8011)

(2026 年 1 月 31 日受領, 2026 年 3 月 11 日受理)

The Structures and Functions of State-of-the-art CMOS Image Sensors

Keiichiro KAGAWA

Research Institute of Electronics, Shizuoka University, 3-5-1, Johoku, Chuo-ku, Hamamatsu, Shizuoka 432-8011, Japan

(Received January 31, 2026; Accepted March 11, 2026)

This article reviews the structures and functions of recently developed complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) image sensors based on pinned photodiodes and single-photon avalanche diodes (SPADs). Firstly, the general structure and photodetection process are described, along with the classification of image sensor architectures by the level of parallelism, and performance trade-offs. Next, the most crucial process technologies, such as stacking using Cu-Cu bonding, and small pixel technologies are explained. A technological survey of unique CMOS image sensors that realize photon counting, high dynamic range, event-driven image readout and time-resolved imaging is provided as an example of cutting-edge technology. Finally, new technological trends in nanostructure, metasurface and short-wavelength infrared (SWIR) sensing are summarized.

Keywords: CMOS image sensor, SPAD, pinned photodiode

1. はじめに

CMOS (相補的金属酸化膜半導体) が CCD (電荷結合素子) にとって代わり、イメージセンサの代名詞になってから 20 年ほどが経ちました。皆さんの研究室には昔に購入した CCD カメラがまだ現役で動いているかもしれません。しかし、最新の高性能カメラを買おうとすると、ほぼ CMOS カメラしか選択肢が無いのではないのでしょうか。現在の CMOS イメージセンサは全ての性能において CCD イメージセンサを凌駕しています。唯一の例外は、ライン検査や人工衛星に使われる TDI (time delay integration) センサでしょうか。これは純粋な CMOS イメージセンサ製造技術では作りにくいので、今でも CCD イメージセンサや CMOS と CCD を融合したセンサが使われています¹⁾。本講座では、科学計測や生体計測などで皆さんの研究に役立つような最新の CMOS イメージセンサ技術を紹介したいと思います。画素数、フレームレート、画素値の量子化ビット数、ノイズレベル、暗電流など、購入時にスペック表とにらめっこする項目は多数あります。しかし数字だけでなく、それらの裏側にある CMOS イメージセンサの構

造にも思いを巡らせて頂きたいと思います。

CMOS イメージセンサと CCD イメージセンサはどちらも半導体集積回路の一種で、材料はほとんどがシリコンです。しかし、決定的な違いはセンサに集積できる回路の種類です。電子回路はデジタル回路とアナログ回路に大別されます。スマホからスパコンまで様々なコンピュータの中核となる CPU (中央演算処理装置) や AI (人工知能) 処理に用いられる GPU (graphics processing unit) がデジタル回路の代表です。一方でオペアンプを用いた増幅回路は典型的なアナログ回路です。また、デジタルとアナログの両方を用いるものはアナデジ混載 (mixed signal) 回路と呼ばれます。ADC (アナログ・デジタル変換器) と DAC (デジタル・アナログ変換器) はアナログとデジタルの間を繋いでいます。デジタル回路である CPU や GPU にも、実際にはクロック信号の周波数を過倍するために VCO (電圧制御発振器) と呼ばれるアナログ回路が内蔵されています。これらの回路は n 型 MOSFET (metal-oxide-semiconductor field effect transistor) と p 型 MOSFET の両方を使わないと効率的に作ることはできません。それをできるのが CMOS プロセスと呼ばれる製造技術です。通常の

賛 助 会 員 名 簿

(株)アイ・アール・システム	竹田理化工業(株)
(株)IHI	(株)ティー・イー・エム
旭化成(株)基盤技術研究所	(株)デジタルデータマネジメント
artience (株)	デルフトハイテック(株)
(株)アドバンテスト	テレデザイン・ジャパン(株)
(株)エス・ティ・ジャパン	(株)東京インスツルメンツ
MSH システムズ(株)	(株)トプコン
(株)エルエイシステムズ	(株)東レリサーチセンター
大原薬品工業(株)	中野電子工業(株)
オーシャンフォトンクス(株)	(株)ナノシード
(株)オプトサイエンス	(株)日本サーマル・コンサルティング
(株)オプトライン	日本電子(株)
(株)オプトロニクス社	(株)日本レーザー
カンタム・ウシカタ(株)	日本分光(株)
倉敷紡績(株)技術研究所	パーキンエルマー(合)
クロマテックノロジジャパン(合)	パナソニックホールディングス(株)
ケイエルブイ(株)	浜松ホトニクス(株)
ケイ・ジェイ(株)	ピアアオブティックス(株)
京セラSOC (株)	(株)日立ハイテク
コニカミノルタ(株) センシング事業本部	フォトテクニカ(株)
コヒレント・ジャパン(株)	(株)フォトンデザイン
サーモフィッシャーサイエンティフィック(株)	富士フイルム(株)
JFE スチール(株)	(株)ブリヂストン
JFE テクノリサーチ(株)	ブルカージャパン(株)
(株)システムズエンジニアリング	(株)分光科学研究所
(株)島津製作所	分光計器(株)
信越化学工業(株)	(株)堀場製作所
真空光学(株)	(株)三井化学分析センター
(株)スペクトラ・コープ	メトロームジャパン(株)
スペクトラ・フィジックス(株)	(株)ユニソク
西進商事(株)	(株)リガク
(株)相馬光学	レニショー(株)
ソーラボジャパン(株)	(株)ロンビック 樹脂検査分析センター
(株)ダイナリサーチラボ	

2026年3月11日現在の本学会賛助会員は上記のとおりです。本学会の事業に対しご賛助いただき厚く御礼申し上げます。(五十音順)