

# 合成装置 研究・開発向け

マイクロ波合成装置



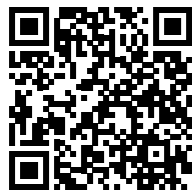
# お客様の 合成ニーズに 応えるために 限界に挑む

熱は化学反応を促進するため、化学合成において必要不可欠なものです。熱を加えないと合成がうまくいかない場合もあります。また、うまくいったとしても、高温であれば数時間あるいは数分で済む合成も、室温では数日あるいは数週間かかることもあります。

従来の還流合成と比較すると、最新のマイクロ波反応装置によるマイクロ波合成では、収率が高まると同時に、反応時間をわずか数分にまで大幅短縮できます。また、最新のマイクロ波反応装置の利便性や安全性も、多くの化学者が日常的な実験にマイクロ波加熱を利用する理由となっています。

アントンパールが数十年かけて培ってきたマイクロ波化学の経験をご活用いただけます。当社は、高性能なマイクロ波合成装置を提供するだけでなく、アプリケーションに関する総合的な専門知識でお客様をサポートします。

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/  
apb-microwave-synthesis](http://www.anton-paar.com/apb-microwave-synthesis)



# Monowaveシリーズ： ラボのリーダーたち

アントンパールの高性能Monowaveマイクロ波合成装置は、小～中規模のマイクロ波合成用に設計されており、研究開発ラボのすべてのアプリケーションにおいて生産性を向上させ、生成物の純度を高めることができます。

迅速で均一な加熱を保証：

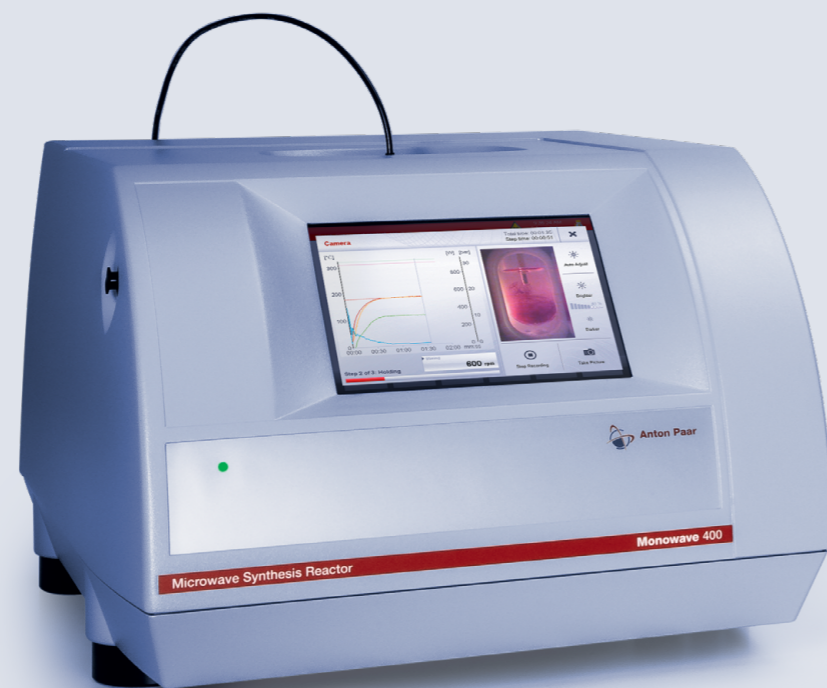
- 850 Wの非パルスマイクロ波出力をサンプルに合わせて自動調整
- 最大1,200 rpmの強力な攪拌

高精度な内部温度測定：

- 光ファイバー式ルビー温度計（別売り）による内部温度の同時測定で、高発熱反応の正確な制御を実現
- トレーサビリティと再現性の向上
- 反応プロトコルの移行とスケールアップに不可欠

結果として、全体的な収率と純度が大幅に向上します。

マイクロ波合成装置のMonowave 400、Monowave 450、Monowave 400 Rは、21 CFR part 11に完全準拠しています。また、ラマン光ファイバープローブを搭載したMonowave 400 Rでは、マイクロ波反応の完璧なin-situ反応モニタリングが可能です。



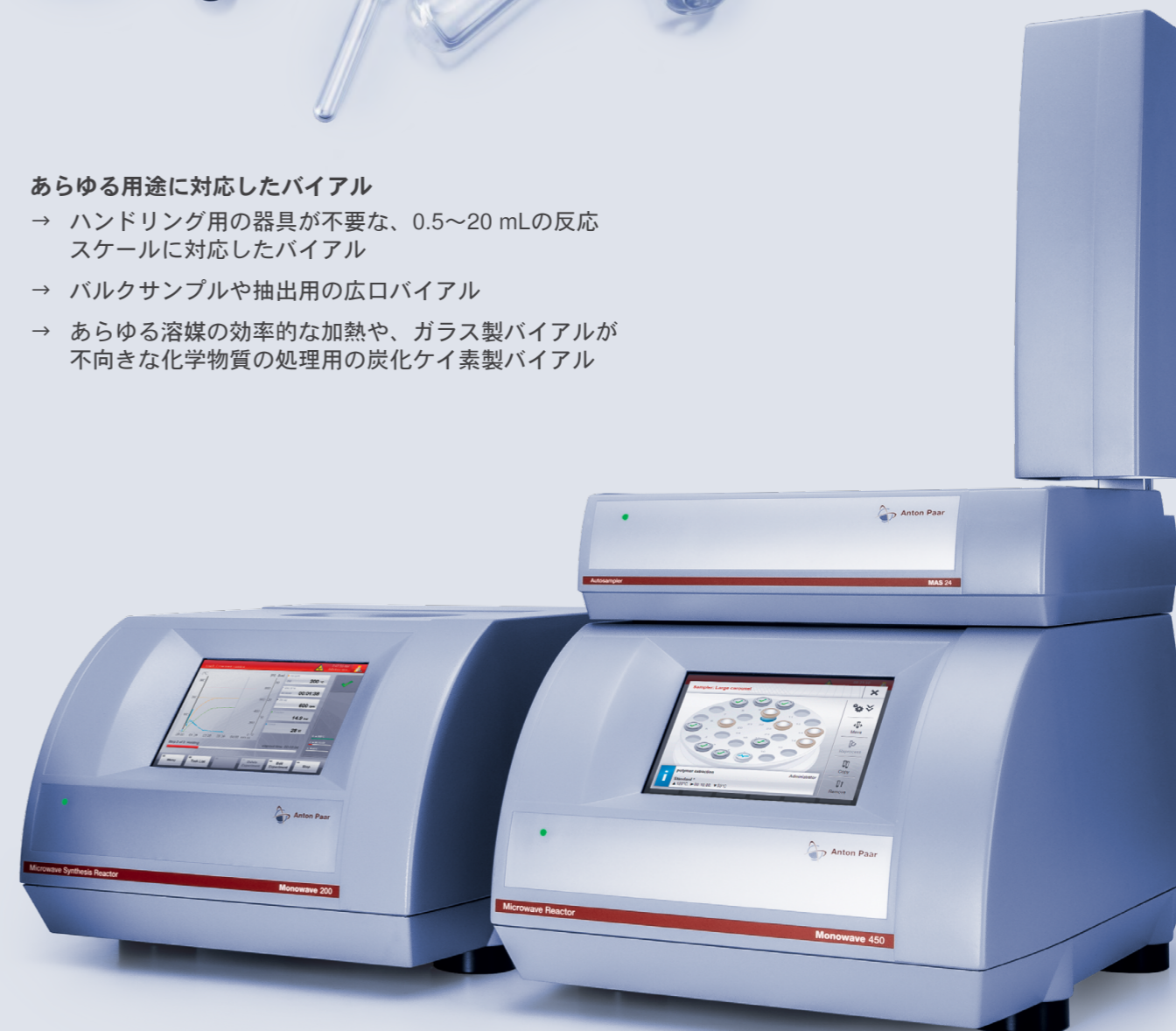
## Monowave 400：要求の厳しい化学反応の基準を定める

- 最高温度300 °C、最高圧力30 bar、最長反応時間100時間の高速密閉式マイクロ波合成
- 内蔵のデジタルカメラによるリアルタイム観察とVNC遠隔制御により、ワークフローを合理化



## あらゆる用途に対応したバイアル

- ハンドリング用の器具が不要な、0.5～20 mLの反応スケールに対応したバイアル
- バルクサンプルや抽出用の広口バイアル
- あらゆる溶媒の効率的な加熱や、ガラス製バイアルが不向きな化学物質の処理用の炭化ケイ素製バイアル



## Monowave 200：強固な基盤

- アップグレード可能なエントリーレベル装置 – ソフトウェアをアップグレードすることで、動作限界の拡張、追加の機能、ツール、アクセサリを利用可能
- 最高温度260 °C、最高圧力20 barの高速密閉式マイクロ波合成

## Monowave 450：自動化による生産性の向上

- Autosampler MAS 24が最大24本の各種サイズのバイアルを処理
- 省スペース – Autosampler MAS 24は装置上部に設置するため、追加のラボスペースは不要

# Monowave 400 R: in-situ反応モニタリング

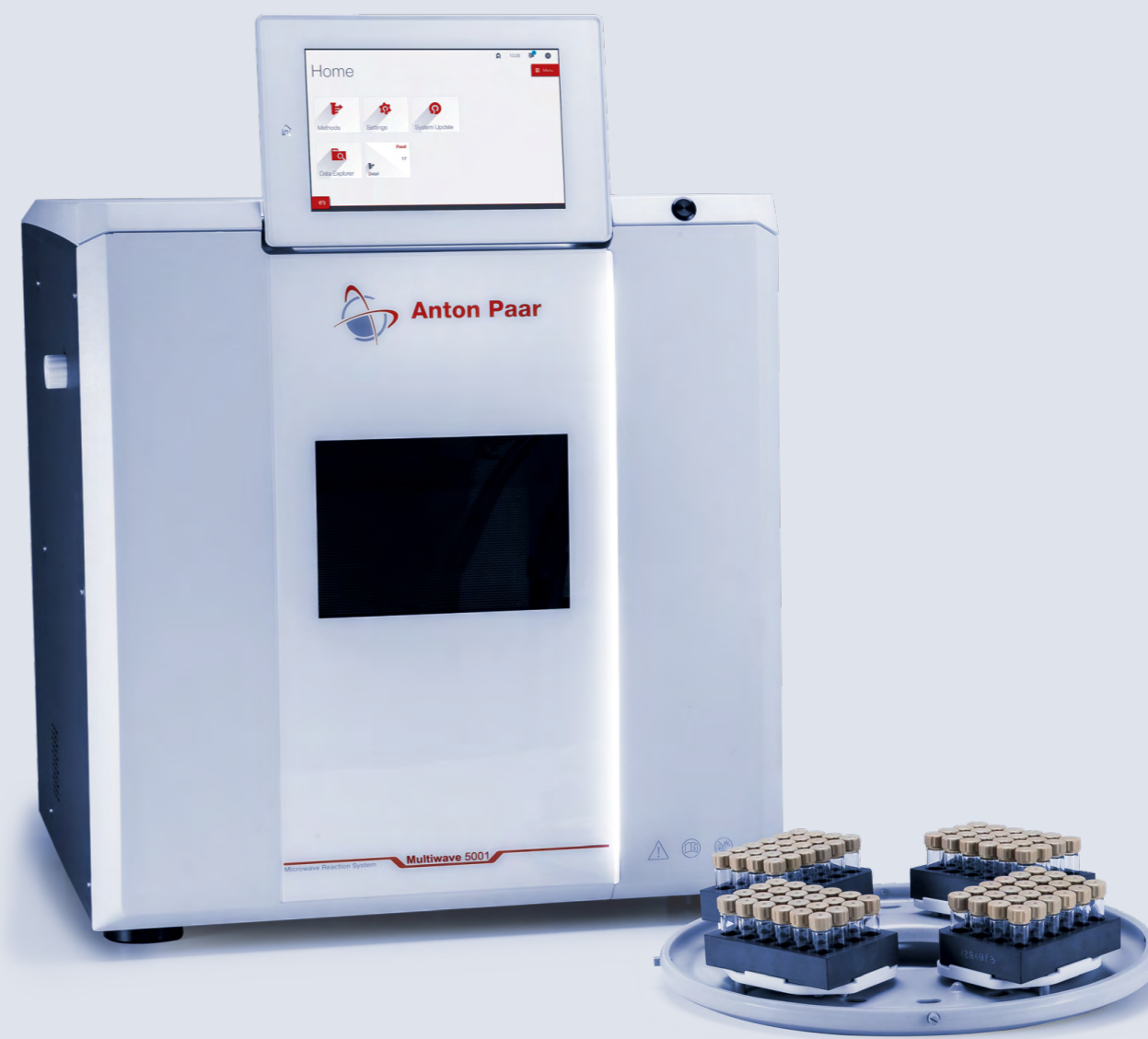
Monowave 400 Rマイクロ波合成装置とCora 5001ラマン分光計を組み合わせると、マイクロ波反応の特性評価のために分子分光法が実行されます。

正確な温度プロファイルと反応混合物の化学組成に関するリアルタイムの情報を組み合わせることで、反応メカニズムと反応速度論に対する理解を深めることができます。結果として、パラメーターの影響、さまざまな試薬の役割、反応の理想的な終点の検出など、より深い理解に基づいて反応条件を最適化することができます。この組み合わせは、レーザークラス1の被曝放出限界 (AEL) を満たしています。



# Multiwave 5001: マイクロ波反応 プラットフォーム

1台のシステムで、無限の可能性。材料合成やナノテクノロジー、ハイスループットスクリーニングや化合物ライブラリーの生成に適したハイパフォーマンスの化学反応から、並列スケールアップや溶媒抽出まで、あらゆるタスクに適した構成をご用意しています。Multiwave 5001マイクロ波反応プラットフォームは、最高温度300 °C、最高圧力60 barの比類ない動作パラメーターを提供し、最大96の化学反応を並行して実行できます。



# マイクロ波合成における 研究開発成果

## 1 電池材料の迅速な一段階合成 (Monowave 400)

迅速な一段階水熱合成法により、200 °Cでわずか10分間で高純度LiFePO<sub>4</sub> (LFP) を生成することに成功し、追加の熱処理は不要になりました。この効率的なプロセスは、時間とエネルギーを節約しながら、優れた構造的完全性を持ったLFPを生成し、電気化学的性能を確保します。これにより、LFPはリチウムイオン電池の実現可能な正極材料となりました。

→ High-purity LiFePO<sub>4</sub> prepared by a rapid one-step microwave-assisted hydrothermal synthesis, C. A. G. Bezerra et al., J. Mater. Sci. **2021**, 56, 10018–10029.

## 2 化学反応のin-situ反応モニタリング (Monowave 400 R, Cora 5001)

一連の多官能基型4H-クロメン類が、触媒不要のマイクロ波反応により合成されました。リアルタイムのラマン分光法モニタリングと組み合わせることで、効率的なパラメータの最適化が可能となり、持続可能な溶媒を処理できるシステムの能力が示されるとともに、この複雑な合成にはエタノールが最も効果的であることが実証されました。

→ Monitoring of catalyst-free microwave-assisted MCR-type synthesis of 2-amino-3-cyano-4H-chromene derivatives using Raman spectrometry, O. Hebert et al., Synthesis **2022**, 53, 5215–5225.

## 3 機能性ポリマーの合成 (Monowave 400)

研究者らは、全体的な水分解を促進するイリジウム担持ポリマー光触媒 (P10) を合成し、水素と酸素を化学量論量で60時間以上生成しました。この研究は、持続可能な水素生産のための単一成分光触媒システムとしての共役ポリマーの潜在的な可能性を示しています。

→ Photocatalytic overall water splitting under visible light enabled by a particulate conjugated polymer loaded with palladium and iridium, Y. Bai et al., Angew. Chem. Int. Ed. **2022**, 61, e202201299.

## 4 磁性ナノ結晶の精密合成 (Monowave 400)

研究者らは、マイクロ波水熱合成法によりHfO<sub>2</sub> ナノ粒子を合成し、革新的なFe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@HfO<sub>2</sub>ナノリアクターの基礎を築きました。この先進的な複合材料は、化学力学療法と放射線療法を組み合わせたもので、がん治療の効果を高める相乗的アプローチを提供し、将来のがん治療への道を開きます。

→ Camouflaged Nanoreactors Mediated Radiotherapy-Adjuvant Chemodynamic Synergistic Therapy, M. Lu et al. ACS Nano **2023**, 17, 24170–24186.

## 5 MOFのハイスループット合成 (Multiwave 5001, 2x24MG5)

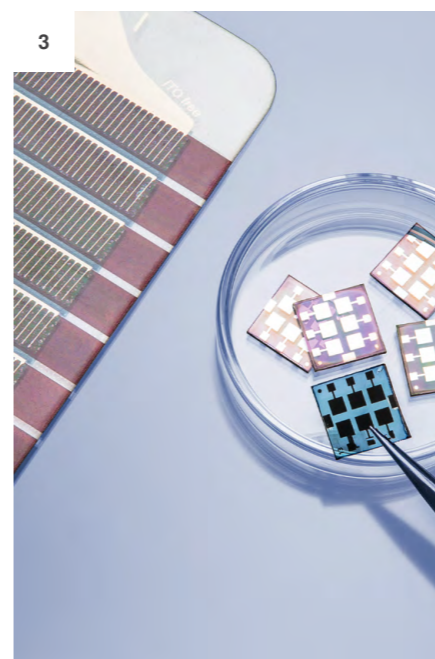
マイクロ波合成法を用いることにより、複数のCe(IV)-MOF (金属有機構造体) サンプルがわずか30分で同時に合成されました。この効率的でハイスループットなプロセスでは、キラルおよびアキラルC4酸をリンカーとして組み込むことにより、異なるトポロジーを持つ多様なMOFを迅速に生産することができました。これは、温和な水性条件下で一度に多種多様な材料を生成できる能力を示しています。

→ The first water-based synthesis of Ce(IV)-MOFs with saturated chiral and achiral C4-dicarboxylate linkers, J. Jacobsen, et al. Dalton Trans. **2019**, 48, 8433–8441.

## 6 グラフェンの水熱改質 (Multiwave 5001)

マイクロ波水熱法を最適化し、相互に連結した3D多孔質構造を持つ還元型酸化グラフェン (M-rGO) を生成しました。この迅速なプロセスは還元剤を必要とせず、高静電容量や高エネルギー密度など、優れたエネルギー貯蔵特性を持ったM-rGOを生成しました。これは、最先端のスーパーキャパシタのスケラブルな生産に理想的なプロセスです。

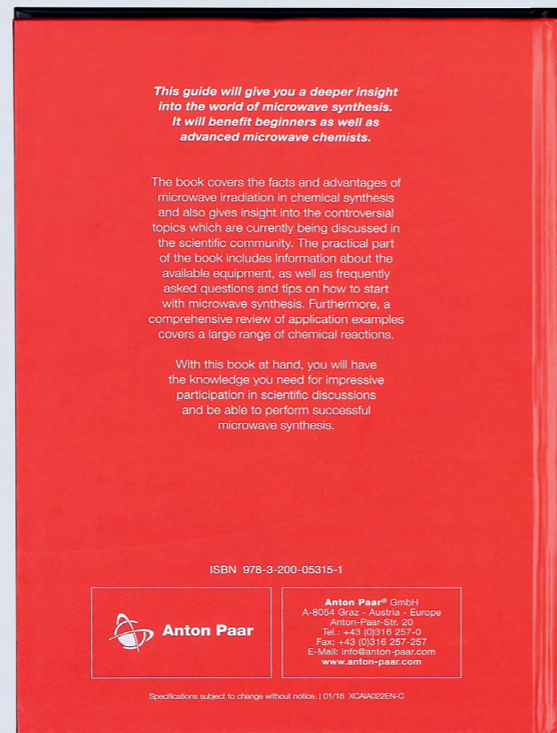
→ Effective microwave-hydrothermal reduction of graphene oxide for efficient energy storage, A. R. Thirupathi, et al., J. Energy Storage **2022**, 48, 103962.



# まだ最適なアプリケーションをお探しですか？



無料版を  
入手



マイクロ波合成の世界を詳しく知りたい方は、こちらをご覧ください。  
[www.anton-paar.com/synthesis](http://www.anton-paar.com/synthesis)

アプリケーションデータベースから、最適な反応条件をお探しいただけます。  
当社の反応装置で実績のある3,500以上の事例をご覧ください。

密閉式合成をすぐに始めたい場合は、プロトコルコンバーターを使用し、  
コンフィギュレーションファインダーで適切な反応装置を検索してください。

詳細はこちら



[www.anton-paar.com/apb-application-database](http://www.anton-paar.com/apb-application-database)

|           | Monowave 200          | Monowave 400 | Monowave 450          | Monowave 400 R | Multiwave 5001 |
|-----------|-----------------------|--------------|-----------------------|----------------|----------------|
| 最大MW出力    |                       |              | 850 W                 |                | 2,000 W        |
| 最高温度      | 260 °C<br>(アップグレード可能) |              | 300 °C                |                | 260 °C         |
| 最大圧力      | 20 bar<br>(アップグレード可能) |              | 30 bar                |                | 60 bar         |
| 容器        |                       |              |                       |                | 100 mL         |
| ガラスバイアル   | 4/10/30 mL            |              | 4/10/30 mL<br>30 mL広口 |                | 5 mL           |
| SiCバイアル*  | 10 mL                 |              | 10 mL<br>30 mL広口      |                | -              |
| サンプル量     |                       |              | 0.5~20 mL             |                | 0.3~60 mL      |
| カメラ       | なし                    | あり           | あり                    | なし             | オプション          |
| 光ファイバーセンサ |                       |              | オプション                 |                | なし             |
| 自動化機能     | なし<br>(アップグレード可能)     | オプション        | あり                    | オプション          | 該当せず           |
| ラマン接続     | なし                    | なし           | なし                    | あり             | なし             |
| 攪拌        |                       |              | 0~1,200 rpm           |                | 低 / 高          |

\* SiCバイアルは、Monowave 400 Rのラマンプローブと同時に使用することはできません。

## 信頼性 法令遵守 適格性評価

十分なトレーニングを受けた認定技術者が、  
お客様の装置を安定稼働させるお手伝いをさせていただきます。



最大限の稼働時間



保証プログラム



迅速な応答時間



グローバル  
サービス  
ネットワーク

詳しくはこちら



[www.anton-paar.com/service](http://www.anton-paar.com/service)



**Anton Paar**

株式会社アントンパール・ジャパン  
〒131-0034 東京都墨田区堤通1-19-9  
リバーサイド隅田1階  
Tel: 03-4563-2500 | Fax: 03-6661-8328

〒562-0035 大阪府箕面市船場東3-4-17  
箕面千里ビル8階  
Tel: 050-4560-2100 | Fax: 03-6661-8328

[info.jp@anton-paar.com](mailto:info.jp@anton-paar.com)