

高純度金属塩による化学合成の向上

はじめに

触媒は有機合成反応の方向性と効率を決定する上で中心的な役割を果たしています。反応性、選択性、および持続可能性への影響力により、遷移金属触媒、有機分子触媒、光触媒、電極触媒、生体触媒など、多様な触媒パラダイムの発展をもたらしました^{1,2}。これらの中でも、金属系触媒は現代の合成手法の基盤であり続いています。金属錯体、酸化物、および単純な金属塩を含む金属含有化合物は、学術研究と産業の両方で広く活用されています。これらの化合物は均一系、不均一系、固体担持などの条件下で反応し、幅広い有機変換を可能にします。これらは反応の速度向上と収率の増加だけでなく、プロトコルをより使いやすく、より持続可能にするためにも有用です²。

金属塩は、触媒としての機能を超えて、有機合成において様々な補助的な役割をします。反応後処理におけるクエンチへの利用や、試薬と中間体の溶解性を高めるために頻繁に使用されます。また、酸や塩基、相間移動触媒(PTC)、電解質、中性媒体としても作用し、反応性向上や単離促進を目的として、有機分子を塩の形に変換するためにも一般的に使用されます。多くの金属塩はルイス酸やルイス塩基としても機能し、反応経路と選択性の精密な制御に利用できます¹。

特に遷移金属塩は、複雑な分子構築を支援する重要な結合形成反応を可能にしてきました。パラジウム触媒は、鈴木-宮浦カップリング、Heck カップリング、Stille カップリングなどの C-C 結合形成反応で一般的に使用されています。一方、ニッケル系システムは熊田カップリングで重用されています。銅塩は、Ullmann カップリングや Chan-Lam カップリングによる炭素-ヘテロ原子結合形成に不可欠であり、C-N、C-O、および C-S 結合形成を可能にします。金錯体はアルキンのヒドロアミノ化およびヒドロアルコキシ化において有望性を示し、鉄およびコバルト系触媒は、酸化的クロスカップリングや C-H 官能基化において、資源が豊富でコスト効率に優れた代替触媒として広く使用されています。これらの変換反応は、金属塩が持つ触媒としての多様性と合成における可能性を示しており、効率のかつ選択的で持続可能な反応を可能にすることから、現代の有機合成化学者にとって不可欠なツールとなっています。

本アプリケーションノートでは、有機合成における高純度金属塩の役割を検証し、新規分子構造の創出を目指した幅広い有機変換反応に対する利点について議論します。

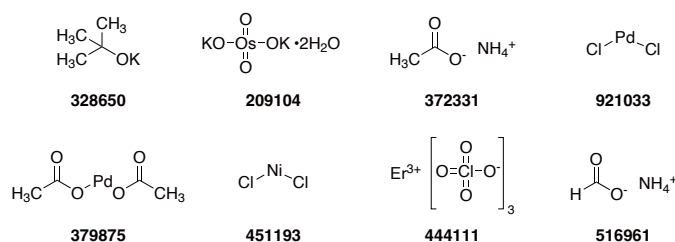


図1. 有機試薬と遷移金属触媒

高純度金属塩の重要性

高純度塩は、重金属や硫酸塩・塩化物・硝酸塩のようなアニオンの不純物が極めて少ないことを特徴としており、これらの不純物は有機合成反応を阻害することで知られています。その卓越した純度が、工業用途に不可欠な信頼性を保証します。例えば、製薬分野では、高純度金属塩はバイオプロセスと医薬品開発において必須の要素です。塩化カルシウム(製品番号: **499609**、**202940**、**429759**)、硫酸マグネシウム(製品番号: **203726**、**940518**)、硝酸鉄(III)(製品番号: **529303**、**254223**)などの塩は、細胞増殖と代謝を促進し、酵素補因子として機能して、重要な細胞内シグナル伝達に関与します。これらの試薬には 99.99% 以上の純度が不可欠であり、わずかな不純物でも細胞培養のパフォーマンスと製品の品質に悪影響を及ぼす可能性があります。

各種反応における 高純度塩の役割と事例

化学合成において、高純度塩は重要な材料であり、不均一系触媒の前駆体、均一系反応での活性触媒、および重要な補助剤として作用します。高純度塩は触媒反応において、反応効率の向上、高収率の実現、副生成物低減のための化学選択性の改善、および全体的なエネルギー消費の低減に不可欠です。

1. 水素化反応

H₂ の解裂と付加によるさまざまな C=C 結合の水素化は、1 世紀以上にわたる基幹技術として、石油化学、食品生産、農業、製薬などの分野に影響を与え続けてきました⁴。Ru、Rh、Pd、Ir などの貴金属は、H₂ 分子を効率的に解裂し基質へ水素を供給できるため、工業的な水素化プロセスにおいて極めて重要です⁵。また、近年では、鉄、マンガン、コバルト、銅、ニッケル、マグネシウムを含む、豊富に存在し、持続可能性に優れた遷移金属触媒への関心が高まっています。例えば、コバルト系触媒(図 2A) は第一級α-アミノケトンからアミノアルコールへの変換能について研究されており⁶、ニッケル系触媒(図 2B) はβ²-アミノリン誘導体の合成に用いられています⁷。

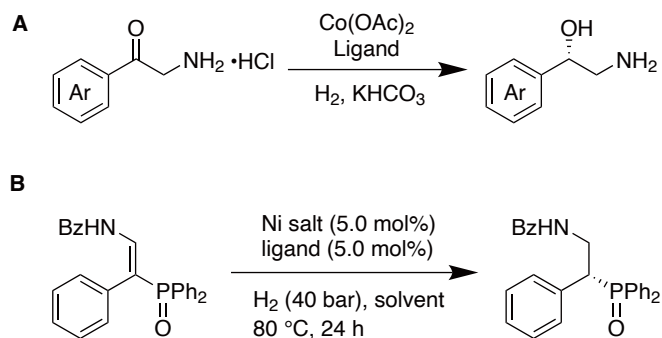


図2. コバルト塩⁶ (A) およびニッケル塩⁷ (B) による水素化反応

2. クロスカップリング反応

ニッケルおよびパラジウム触媒を用いるクロスカップリング反応は、アルケンや芳香環などの不飽和化合物に官能基を導入するために広く利用されています。ポリ尿素内にマイクロカプセル化した Pd(OAc)₂ (製品番号: 520764、379875) は、カルボニル化、Heck、鈴木-宮浦、Stille 反応をはじめとする、複数のホスフィンを用いないクロスカップリング反応において、コスト効率がよく汎用性が高い不均一系触媒として機能します。従来の溶媒と超臨界媒体の両方で実施可能で、ろ過により反応混合物からの簡便かつ効率的な分離が可能です⁸。さらに、Pd(OAc)₂ を介した(図 3) アリール-BF₃K 塩を用いる C-H 結合アリール化により、温和な反応条件下で各種電子不足アレーンの変換が実現できます⁹。

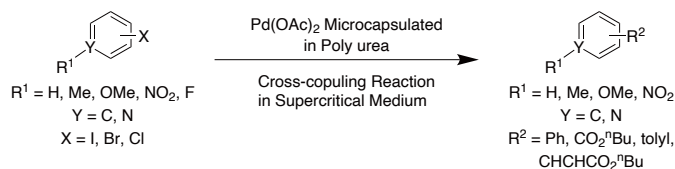


図3. クロスカップリング反応のためのPd(OAc)₂カプセル化触媒⁸

表1. 超臨界CO₂条件下でのMC-[Pd]を用いた鈴木-宮浦反応(反応条件: scCO₂、0.4 mol% MC-[Pd]、MePhB(OH)₂、ⁿBu₄NOAc、100°C)⁸

Entry	Transformation		Yield (%)
1	R = H	X = Br	99
2	R = OMe	X = Br	60
3	R = F	X = Br	98
4	R = NO ₂	X = Br	78
5	R = NO ₂	X = Cl	60

3. 酸化反応

遷移金属塩は、有機化合物の自動酸化を触媒する上で重要な役割を果たします。特に、温和な条件下での分子状酸素によるケトンやアルデヒドの酸化において重要です。Mn(NO₃)₂ (製品番号: 935697、203742)、Co(NO₃)₂ (製品番号: 203106、935719)、Cu(NO₃)₂ (製品番号: 940143、923079、923087、229636) などの化合物が有効性を示し、特にマンガン塩が有用です。これらはカルボニル化合物のエノール化を促進し、酸素とのフリーラジカルによる酸化還元連鎖反応を開始します。コバルト塩と銅塩は単独では不活性ですが、マンガン塩の触媒効果を増強し、ヒドロペルオキシドの分解を促進します(図 4)¹⁰。

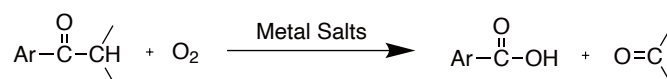


図4. 遷移金属塩触媒による酸化反応¹⁰

表 2. 空気中の酸素を利用したアセトフェノンから安息香酸への酸化における金属塩の効果¹⁰

Catalyst	T (°C)	Conversion (%)	Selectivity (%)	対応する製品番号
Mn(NO ₃) ₂	90	56	96	935697
Cu(NO ₃) ₂	90	—	—	940143
Co(NO ₃) ₂	90	—	—	229636, 923087, 923079
Mn(NO ₃) ₂ , Cu(NO ₃) ₂	90	97	95	940143
Mn(NO ₃) ₂ , Co(NO ₃) ₂	90	95	96	935719, 203106
Mn(OAc) ₂ , Co(OAc) ₂	90	30	97	229776, 399973
Mn(OAc) ₂ , Cu(OAc) ₂	90	32	95	229601, 517453

4. 有機電解合成

均一系触媒と電解合成の融合は、触媒サイクルに新たな駆動力をもたらし電極での反応中間体の生成を促進し、外部酸化剤への依存を軽減します¹¹。遷移金属塩は、カソードでの水素発生反応(HER)などの電気化学プロセスでの効率的なメディエーターもしくは触媒であり、X-H 結合官能基化における化学量論量の酸化剤の必要性がなくなります¹²⁻¹⁴。例えば、Lin らは追加の配位子を必要とせずに $\text{MnBr}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (製品番号: **208434**) [$E^{2+/0} = -1.17 \text{ V}$ vs 標準水素電極(NHE)] を利用したアルケンの電気化学的ジアジド化のための方法(図 5)を確立しています¹⁵。同様に、アノードで中間体を生成する $\text{Co(I)}/\text{Co(III)}$ サイクルにおける前駆体として $\text{Co(OAc)}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ を使用し、コバルト触媒による電気化学的 C-H アルキル化が開発されました。このサイクルはカソードでの HER と効率的に融合され、外部酸化剤の必要性がなくなりました¹⁶。

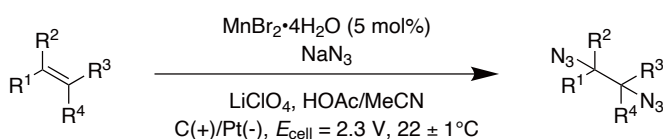


図5. マンガン塩を用いたアルケンの電気化学的ジアジド化¹⁵

さらに、Cu、Ru、Rh、Pd、Ag、Re、Os、Ir、Pt、Au などの貴金属塩は低い標準還元電位(標準電極電位)を示すため、プロトン種よりも還元を受けやすくなります。この解決策として、金属をカソードから分離するための隔膜付き電解セルの使用が考えられますが、この手法はコストの増加と物質移動の効率の低下を招きます¹¹。したがって、これらの金属を含む電気化学反応は無隔膜セルで行う方が有利です。例えば、Kathiravan らは Cu(OAc)_2 (製品番号: **517453**、**326755**) を用いた銅触媒による電気化学的 C-H アミノ化を行い、20 mol% の触媒量により銅錯体の直接的なアノード酸化を促進して触媒サイクルを開始することを報告しています(図 6A)¹⁷。加えて、Ackermann らの研究グループは、 $\text{Cu(OAc)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (製品番号: **229601**) を用いた 5 mol% 銅触媒を使用し、配向基を利用して C-H アルキニル化経路を介したアルキン環化を達成しました(図 6B)¹⁸。

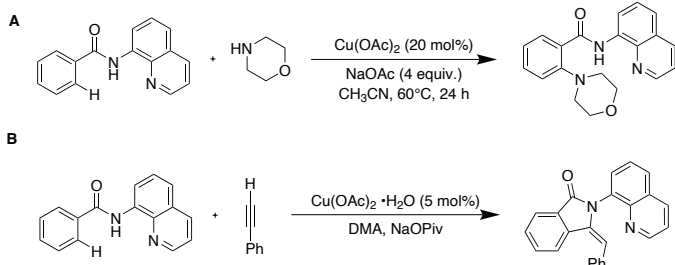


図6. 無隔膜セルにおけるキレート化を伴う Cu(OAc)_2 触媒による電気化学的 C-H 官能基化^{17,18}

銅系触媒に加え、 $\text{RhCl}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ が脱水素化を介して安息香酸の電気化学的 C-H/C-H カップリング反応を触媒することも報告されており、DMF 中で $[\text{Cp}^*\text{RhCl}_2]_2$ より優れた結果を示しました¹⁹。一方で二金属ロジウム錯体は C-H 酸化反応に利用され、安定な二量体構造を持つ $[\text{Rh}(\text{OAc})_2]_2$ (製品番号: **209058**) を使用した場合、生成物の選択性が電流値の調整により影響を受けました²⁰。さらに、その高い還元電位のため、パラジウム系均一触媒が広く研究されています^{8,9,11}。このように、電気化学的駆動力と均一触媒がもたらす選択性の双方を活用した技術の開発が重要です。拡散速度の改善と電極-触媒間の電子移動の促進、新規のメディエーター反応経路の確立、堅牢な触媒の開発などの革新により、電解合成および触媒反応が大幅に向上し、この分野の発展につながることを期待されます。

不均一系触媒の前駆体としての金属塩

不均一系触媒の前駆体としての金属塩の役割と効果は、そのカチオンとアニオンの両方によって影響されます^{21,22}。カチオンは金属または金属酸化物の供給源となり、アニオンは、金属塩を加熱・分解したときの反応経路や生成物に影響します。これらの金属酸化物に基づく触媒材料は、酸化還元反応や酸塩基反応に関連する活性サイトを有することから、酸化、水素化、脱水素化、バイオマス変換、光触媒、電気触媒など、さまざまな反応に利用されています²²。なお、こうした複雑な酸化物は固相合成やゾル-ゲル法、共沈法などの手法によって調製され、高純度の金属塩を出発原料として高純度材料を得ることが可能です(図 7)。

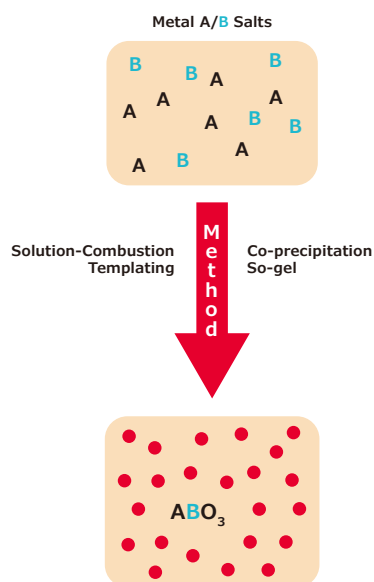


図7. 金属塩前駆体を用いた不均一系触媒の合成方法

結論

高純度遷移金属塩は有機合成にとって極めて重要であり、化学反応の効率と信頼性を大きく改善します。合成の妨げとなる残留金属などの不純物量が少ないため、医薬品製造のような、微量の不純物でも製品品質に影響を与える可能性のある分野では特に重要です。高純度の塩は触媒性能を高め、反応収率の増加、選択性の改善、副生成物の減少につながります。高純度塩は均一系およ

び不均一系触媒の両方の前駆体として機能し、持続可能な利用、簡単な取り扱い、反応時間の短縮をサポートします。

最後に、高純度塩はさまざまな用途にわたって高品質な化合物の製造を可能にすることにより、有機合成の進歩に大きく貢献しています。

関連製品

製品名	製品番号
バナジウム触媒	
Vanadium(III) chloride, 97%	208272
Vanadium(IV) oxide sulfate hydrate, ≥99.99% trace metals basis	204862
Vanadium(V) oxytriisopropoxide,	404926
ニオブ触媒	
Niobium(V) chloride, anhydrous, powder, 99.995% trace metals basis	510696
Ammonium niobate(V) oxalate hydrate, 99.99% trace metals basis	525839
タンタル触媒	
Tantalum(V) chloride, anhydrous, powder, 99.999% trace metals basis	510688
Tantalum(V) fluoride, 98%	317004
クロム触媒	
Chromium(III) chloride, anhydrous, 99.99% trace metals basis	450790
Chromium(III) acetylacetonate, 97%	202231
Chromium(II) chloride, anhydrous, powder, 99.99% trace metals basis	450782
モリブデン触媒	
Molybdenum(V) chloride, anhydrous, powder, 99.99% trace metals basis (excluding W)	642452
Molybdenumhexacarbonyl, ≥99.9% trace metals basis	577766
タングステン触媒	
Tungsten(VI) chloride, powder, ≥99.9% trace metals basis	241911
Tungsten hexacarbonyl, 99.99% trace metals basis (excluding Mo), purified by sublimation	472956
マンガン触媒	
Manganese(II) bromide tetrahydrate, 98%	208434
Manganese(0) carbonyl, 98%	245267
Manganese(II) chloride, powder and chunks, ≥99% trace metals basis	244589
Manganese(II) carbonate, ≥99.9% trace metals basis	377449
レニウム触媒	
Dirhenium decacarbonyl, 98%	245003
鉄触媒	
Iron(III) chloride, anhydrous, powder, ≥99.99% trace metals basis	451649
Iron(II) acetate, ≥99.99% trace metals basis	517933
Iron(II) bromide, AnhydroBeads™, –10 mesh, 99.999% trace metals basis	434000
Iron(III) acetylacetonate, ≥99.9% trace metals basis	517003
ルテニウム触媒	
Ruthenium(III) chloride hydrate, ≥99.9% trace metals basis	931578
Ruthenium(III) chloride hydrate, 99.98% trace metals basis	463779
Ruthenium(III) chloride hydrate, ReagentPlus®	206229
Ruthenium(III) acetylacetonate, 97%	282766
Ruthenium(III) chloride, anhydrous, powder, 99.99% trace metals basis	935484
オスミウム触媒	
Osmium(III) chloride, 99.9% trace metals basis	398594
コバルト触媒	
Cobalt(II) chloride hexahydrate, ≥99.99% trace metals basis	935743
Cobalt(II) bromide, AnhydroBeads™, –10 mesh, 99.99% trace metals basis	427136
ロジウム触媒	
Rhodium(II) acetate dimer, 99.9% trace metals basis	482285
Rhodium(III) nitrate hydrate, ~36% rhodium (Rh) basis	83750
Rhodium(III) sulfate, anhydrous, powder, ≥99.9% trace metals basis	935514
Rhodium(III) acetylacetonate, 97%	282774

製品名	製品番号
イリジウム触媒	
Iridium(III) chloride hydrate, 99.9% trace metals basis	203491
Iridium(IV) chloride hydrate, 99.9% trace metals basis	516996
Iridium(III) acetylacetonate, 97%	333352
パラジウム触媒	
Palladium(II) nitrate dihydrate, ~40% Pd basis	76070
Palladium(II) chloride, ≥99.99% trace metals basis	921033
Palladium(II) acetate, 99.98% trace metals basis	379875
Palladium(II) acetylacetonate, 99%	209015
白金触媒	
Platinum(II) acetylacetonate, 97%	282782
Platinum(IV) chloride, 96%	206113
Platinum(IV) chloride, ≥99.9% trace metals basis	520640
Platinum(II) chloride, ≥99.9% trace metals basis	520632
Platinum(II) chloride, 99.99% trace metals basis	482315
銀触媒	
Silver(I) fluoride, ≥99.9% trace metals basis	226858
Silver(I) carbonate, ≥99.99% trace metals basis	920991
Silver cyanate, 99.9%	244694
Silver bromide, ≥99.999% trace metals basis	924008
Silver acetate, 99.99% trace metals basis	204374
Silver nitrate, 99.9999% trace metals basis	204390

参考文献

- Sutradhar, M. Metal-based catalysts in organic synthesis. *Catalysts*. 2020. 10(12):1429. <https://doi.org/10.3390/catal10121429>
- Joshi, D. R.; Adhikari, N. Salts in Organic Synthesis: An Overview and Their Diversified Use. *AJACR*. 2019. 4(1-2):1-11. <https://doi.org/10.9734/ajacr/2019/v4i1-230104>
- Importance of High-Purity Salt in Industrial Processes. Canada Salt Group. Ltd. 2025. <https://canadasalt.ca/importance-of-high-purity-salt-in-industrial-processes>
- Guo, G.; Shen, G.; Lu, G.; Que, Q.; Qian, J.; Li, J.; Guo, Y.; Fan, B. Hydrogenation of Alkynes and Olefins Catalyzed by Quaternary Ammonium Salts. *Adv. Sci.* 2024. 11:2305271. <https://doi.org/10.1002/advs.202305271>
- X. Cui.; K. Burgess. Catalytic Homogeneous Asymmetric Hydrogenations of Largely Unfunctionalized Alkenes. *Chem. Rev.* 2005. 105:3272-3296. <https://doi.org/10.1021/cr0500131>
- Yang, H.; Hu, Y.; Zou, Y.; Zhang, Z.; Zhang, W. Cobalt-Catalyzed Efficient Asymmetric Hydrogenation of α-Primary Amino Ketones. *JACS Au*. 2023. 3(11):2981-2986. <https://doi.org/10.1021/jacsau.3c00524>
- Wei, H.; Luo, Y.; Li, J.; Chen, J.; Gridnev, I. D.; Zhang, W. Enantioselective synthesis of chiral B2-Amino phosphorus derivatives via Nickel-Catalyzed asymmetric hydrogenation. *Journal of the American Chemical Society*. 2025. 147(1):342-352. <https://doi.org/10.1021/jacs.4c10623>
- Ley, S. V.; Ramarao, C.; Gordon, R. S.; Holmes, A. B.; Morrison, A. J.; McConvey, I. F.; Shirley, I. M.; Smith, S. C.; Smith, M. D. Polyurea-Encapsulated Palladium(II) Acetate: A Robust and Recyclable Catalyst for Use in Conventional and Supercritical Medium. *Chemical Communications*. 2002. 1134-1135. <https://doi.org/10.1039/B200677B>
- Tredwell, M. J.; Gulias, M.; Bremeyer, N. G.; Johansson, C. C. C.; Collins, B. S. L.; Gaunt, M. J. Palladium (II)-Catalyzed C-H bond arylation of Electron-Deficient Arenes at Room Temperature. *Angewandte Chemie International Edition*. 2010. 50(5):1076-1079. <https://doi.org/10.1002/anie.201005990>
- F. Minisci.; Recupero, F.; Pedulli, G. F.; Lucarini, M. Transition metal salts catalysis in the aerobic oxidation of organic compounds: Thermochemical and kinetic aspects and new synthetic developments in the presence of N-hydroxy-derivative catalysts. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*. 2003. 204-205:63-90. [https://doi.org/10.1016/S1381-1169\(03\)00286-3](https://doi.org/10.1016/S1381-1169(03)00286-3)
- Cheng, X.; Lei, A.; Mei, T.; Xu, H.; Xu, K.; Zeng, C. Recent Applications of Homogeneous Catalysis in Electrochemical Organic Synthesis. *CCS Chemistry*. 2021. 4(4):1120-1152. <https://doi.org/10.31635/ccschem.021.202101451>
- Ackermann, L. Metalla-Electrocatalyzed C-H Activation by Earth-Abundant 3d Metals and Beyond. *Acc. Chem. Res.* 2020. 53:84-104. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.9b00510>
- Jiao, K.-J.; Xing, Y.-K.; Yang, Q.-L.; Qiu, H.; Mei, T.-S. Site-Selective C-H Functionalization via Synergistic Use of Electrochemistry and Transition Metal Catalysis. *Acc. Chem. Res.*, 2020. 53(2):300-310. <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.9b00603>
- Chen, J.; Lv, S.; Tian, S. Electrochemical Transition-Metal-Catalyzed C-H Bond Functionalization: Electricity as Clean Surrogates of Chemical Oxidants. *ChemSusChem*. 2019. 12:115-132. <https://doi.org/10.1002/cssc.201801946>
- Fu, N.; Sauer, G. S.; Saha, A.; Loo, A.; Lin, S. Metal-Catalyzed Electrochemical Diazidation of Alkenes. *Science*. 2017. 357(6351):575-579. <https://doi.org/10.1126/science.aan6206>
- Dhawa, U.; Tian, C.; Li, W.; Ackermann, L. Cobalt-Electrocatalyzed C-H Allylation with Unactivated Alkenes. *ACS Catal.* 2020. 10(11):6457-6462. <https://doi.org/10.1021/acscatal.0c01436>
- Kathiravan, S.; Suriyanarayanan, S.; Nicholls, I. A. Electro oxidative Amination of sp² C-H Bonds: Coupling of Amines with Aryl Amides via Copper Catalysis. *Org. Lett.* 2019. 21:1968-1972. <https://doi.org/10.1021/acs.orglett.9b00003>
- Tian, C.; Dhawa, U.; Scheremetjew, A.; Ackermann, L. Cupraelectro-Catalyzed Alkyne Annulation: Evidence for Distinct C-H Alkynylation and Decarboxylative C-H/C-C Manifolds. *ACS Catal.* 2019. 9:7690-7696. <https://doi.org/10.1021/acscatal.9b02348>
- Zeng, Z.; Goebel, J. F.; Liu, X.; Gooßen, L. J. 2,2'-Biaryldicarboxylate Synthesis via Electrocatalytic Dehydrogenative C-H/C-H Coupling of Benzoic Acids. *ACS Catal.* 2021. 11:6626-6632. <https://doi.org/10.1021/acscatal.1c01127>
- Tan, X.; Massignan, L.; Hou, X.; Frey, J.; Oliveira, J. C. A.; Hussain, M. N.; Ackermann, L. Rhoda-Electrocatalyzed Bimetallic C-H Oxygenation by Weak O-Coordination. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2021. 60:13264-13270. <https://doi.org/10.1002/anie.202017359>
- Mabate, T. P.; Maqunga, N. P.; Ntshibongo, S.; Maumela, M.; Bingwa, N. Metal oxides and their roles in heterogeneous catalysis: special emphasis on synthesis protocols, intrinsic properties, and their influence in transfer hydrogenation reactions. *SN Applied Sciences*, 2023. 5(7). <https://doi.org/10.1007/s42452-023-05416-6>
- Kamata, K.; Aihara, T.; Wachi, K. Synthesis and catalytic application of nanostructured metal oxides and phosphates. *Chemical Communications*. 2024. 60(81):11483-11499. <https://doi.org/10.1039/d4cc03233k>

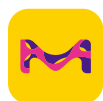
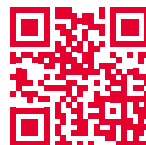
高純度無機塩類 特設サイト
<https://bit.ly/4oxgMp1>



高純度無機塩類 製品カタログ
<https://bit.ly/3KZC28j>



製品のお問い合わせ
<https://bit.ly/3UcXY0X>



サイエンス系
お役立ちメディア
M-hub



かんたんカタログ検索
**カタログ
ファインダー**



メルクライフサイエンス - メールニュース
www.merckmillipore.com/wm



メルクライフサイエンス公式
SNS、動画コンテンツをご覧ください。

本紙記載の製品は試験・研究用です。ヒト、動物への治療、もしくは診断目的として使用しないようご注意ください。掲載価格は希望販売価格（税別）です。実際の価格は弊社製品取扱販売店へご確認ください。なお、品目、製品情報、価格等は予告なく変更される場合がございます。予めご了承ください。記載内容は2025年10月時点の情報です。Merck, the vibrant M, and Sigma-Aldrich are trademarks of Merck KGaA, Darmstadt, Germany or its affiliates. All other trademarks are the property of their respective owners. Detailed information on trademarks is available via publicly accessible resources. ©2025 Merck KGaA, Darmstadt, Germany. All rights reserved. Original is Lit. No. MK_AN14607EN Ver. 1.0

シグマ アルドリッチ ジャパン

ライフサイエンス リサーチソリューションズ事業部

〒106-0041 東京都港区麻布台1-3-1 麻布台ヒルズ 森JPタワー 26階

製品の最新情報はこちら www.sigmaaldrich.com/JP/ja

製品に関するお問い合わせは、テクニカルサービスへ

お問い合わせフォーム：www.sigmaaldrich.com/contactTS Tel: 03-6756-8245

在庫照会・ご注文に関するお問い合わせは、カスタマーサービスへ

お問い合わせフォーム：www.sigmaaldrich.com/contactCS-S Tel: 03-6756-8275

シグマ アルドリッチ ジャパン合同会社はメルクのグループ会社です。