

1.1 グリーンな社会実現に向けた技術 Technologies for Realization of Green Society

■ サーキュラーエコノミー実現に向けたリサイクル材の家電意匠部品への適用

Application of Recycled Materials to Electrical Appliance Design Parts towards Achieving Circular Economy

2024年12月に開催されたサーキュラーパートナーシップEXPO^(注)(CPsEXPO)2024で、破碎混合プラスチックの静電選別技術及びリサイクル材を使用した家電のモックアップを空間デザインとして展示した。リサイクル材特有の異物の出現や純粋な白にはならないという意匠性の課題に対して、当社の統合デザイン研究所、先端技術総合研究所、住環境研究開発センターが連携し、材料開発を重ねた。



CPsEXPO2024での展示の様子

選別や調色、ペレット化のプロセスを改善し、異物の出現を抑えて自然の温かみを感じられるカラーに仕上げた。家電のモックアップに関して来場者にヒアリングを実施した結果、コストアップは許容できない反面、リサイクル材特有の淡いカラーリングに好意的な反応が示され、50%の購入意向を確認した。今後はリサイクル材を適用した家電の製品化を進めて、温室効果ガス排出量の低減に貢献する。



リサイクル材を使用した炊飯器のモックアップ

■ 微生物電気分解によるメタン発酵の高度化技術：メタンの増産と発酵残渣の減量

Enhanced Methane Fermentation Process Technology through Microbial Electrolysis Cell: Increased Production of Methane and Reduction of Fermentation Residue

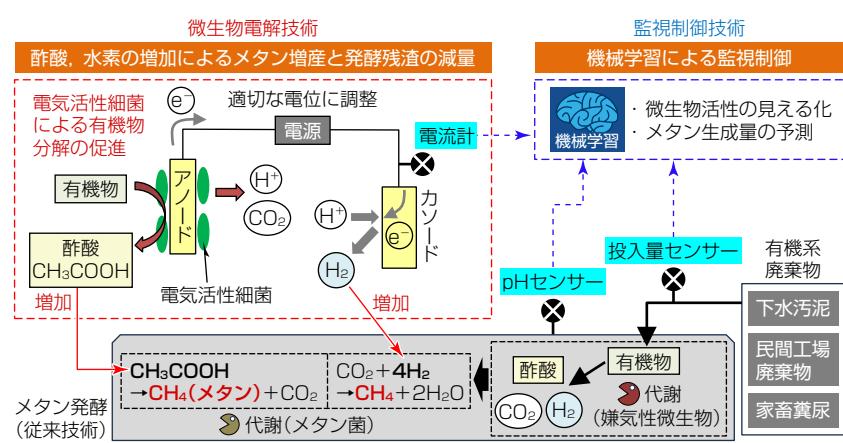
カーボンニュートラルな分散型エネルギー資源としてバイオメタンの活用が期待されている。バイオメタンは、有機系廃棄物を原料として、微生物代謝を利用したメタン発酵によって生成可能であるが、発酵プロセスの安定性に欠けて、メタン生成速度が遅いという課題がある。

当社は、メタン発酵の高度化を目的に、微生物電解技術と監視制御技術を開発している。発酵槽に組み込んだ電極対に電圧を印加する微生物電解を導入することで、アノードに自発的に増殖する電気活性細菌を活性化させ、有機物の分解を促進し、メタン生成速度を速くできる。下水汚泥を用いたラボ評価では、投入電力量の10倍以上の熱量に相当するメタンの増産と、それに伴う発酵残渣(ざんさ)の減量が確認された。

また、廃棄物投入量、槽内pH、電流値等の因子とメタン生成量の相関を機械学

習させることで、微生物活性の見える化とメタン生成量の予測が可能になった。これによって、運転管理の支援と発酵プロセス安定化が実現できる。

今後は、微生物電解装置の設計指針の明確化と電流密度向上の検証を進めて、早期の技術確立と実用化を目指す。



微生物電気分解によるメタン発酵の高度化技術の概要

EV トラックでの経路充電計画の最適化技術

Optimization Technology for Route Charging Plans in Electric Trucks

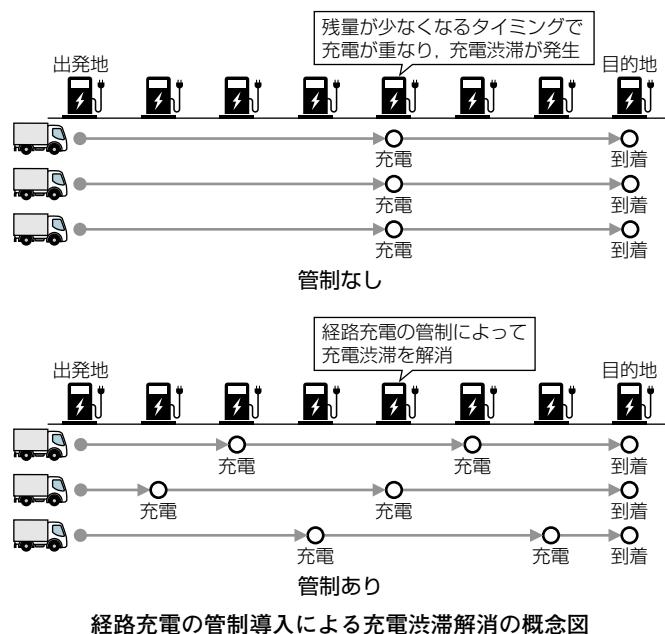
幹線輸送を担う長距離トラックがEV(Electric Vehicle)化した社会では、限られた充電インフラで充電渋滞を起こさないような管制が求められる。そのため、幹線道路の一部の輸送区間を対象に、走行するトラック全体の充電待ち時間と充電時間の和を最小化するよう、各トラックの出発時刻、充電場所、充電量を決定する経路充電計画の最適化技術を開発した。

計画立案では、時刻の決定粒度が細かいほど、決定すべき変数の選択肢が増大し、計算負荷が高くなる課題がある。また、各充電場所への先着トラックが優先的に充電を開始できるような計画を立てるには、トラック間の到着順序の情報を保持する必要があるが、このこともまた問題を複雑化させ計算時間増大の要因になる。

今回、問題の複雑さを段階的に計画へ反映し計算負荷を軽減する方針の下、まず先着トラックの優先権を考慮せずに粗い時刻単位の計画を立てて、その結果を基に、トラックの移動を模擬したシミュレーターによって、優先権を考慮した細かい時刻単位での計画を立て直す手法を開発した。

トラック30台、輸送距離500km、充電場所5か所のケースで、数値実験による検証の結果、従来手法では現実

的な時間で立案できなかった1分単位の計画を1時間以内に立案し、管制なしの場合と比較して各トラックの平均充電待ち時間を66分から7分に短縮できることを確認した。

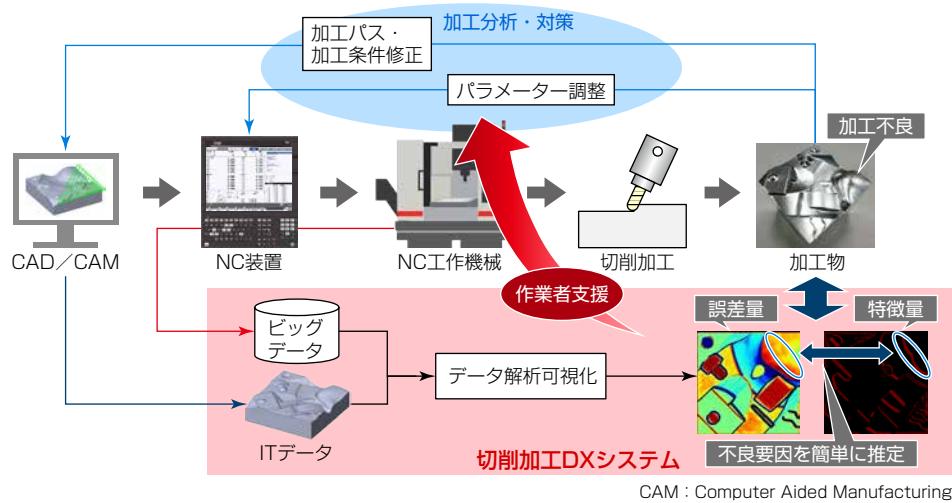


熟練技能に頼らず加工不良要因の特定を容易にする切削加工DX技術

Cutting Processes DX to Identify Defects Independent of Expert Knowledge

熟練技能に頼らず加工不良要因の特定を容易にする切削加工DX(Digital Transformation)技術を開発した。従来のNC(Numerical Control)工作機械を用いた金型のような複雑な三次元形状の切削加工では、作業者が目視で外観検査を行っており、加工不良が認められた場合に、加工不良の原因を判断して適切な修正を行えるようになるために長期間の習熟を要していた。そこで、加工中のNC工作

機械のビッグデータを収集し、収集データから理想的な加工形状に対する誤差量とNC工作機械の状態変化を表現した特徴量を計算し可視化して、作業者に提示する切削加工DXシステムを構築した。これによって、熟練技術に頼ることなく、加工不良箇所を特定し、特徴量から加工誤差原因になる不良要因を容易に判断できるようになった。



加工不良の分析システムの概要

■ 大阪・関西万博向けIoTグリーンシェードのデザイン

Design of IoT Green Shade for Osaka-Kansai Expo

ヒートアイランド現象や温暖化問題の解決に向けた緑化の取組みの一つとして、大阪・関西万博^(注)会場フューチャーライフゾーン“風の広場”に、IoT(Internet of Things)を利用したグリーンシェードを休憩所として出展した。当社のFA機器とセンサーを用いて、灌水(かんすい)を自動化し、生育の早いパッションフルーツを試験的

に採用している。枝葉がもたらす日陰とミスト噴射で、真夏の屋外でも涼を感じる空間を目指した。木材の支柱を多く使うことでパッションフルーツの枝葉が絡まって上へ伸びやすくなっており、時間を経て緑と木の調和が変化し、訪れる人に安らぎを与える。視覚的に主張をし過ぎず、周囲のパビリオンや環境に溶け込むよう意匠に配慮した。



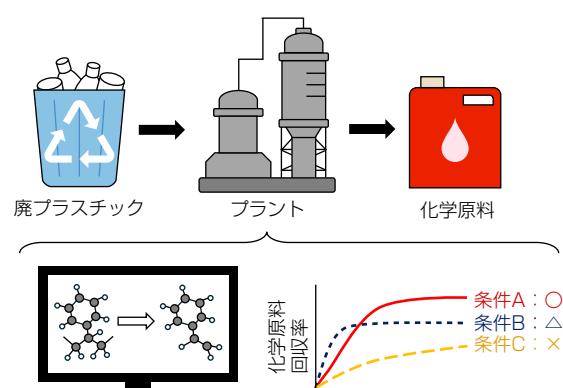
IoTグリーンシェード

■ プラスチックの効率的なリサイクルを可能にする分子シミュレーション技術

Molecular Dynamics Simulations for Efficient Recycling of Plastic Materials

廃プラスチックのケミカルリサイクルを推進するためには、プロセスコストの改善と回収される化学原料の収量向上が不可欠である。これらの課題を解決するために、ケミカルリサイクルのプロセス条件の最適化に活用可能な分子シミュレーション技術を開発した。

この技術によって、プラスチックの熱分解挙動を可視化し、生成物の収量を高精度で予測できるようになった。シミュレーションを活用することで、化学原料の回収率向上に向けたプロセス条件の設計指針を得られて、リサイクルプロセスの効率化とコスト低減が可能になった。ケミカルリサイクルの課題を克服し、より効率的で持続可能なリサイクルシステムの構築が期待される。



シミュレーションを活用したプロセス条件の最適化

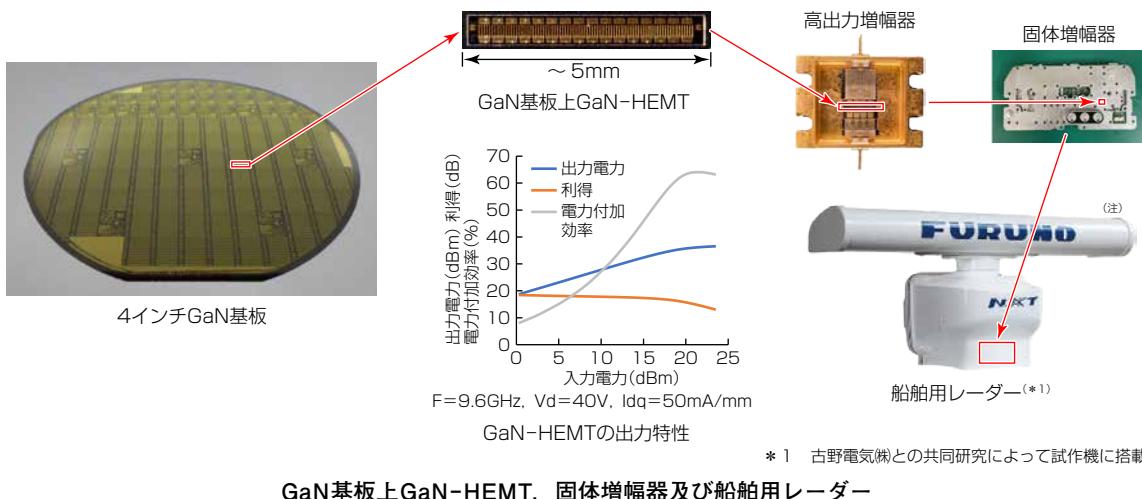
GaN基板利用による船舶／気象レーダー用GaN-HEMT

GaN-HEMT for Ship/Meteorological Radar Using GaN Substrate

船舶用や気象用レーダーで、固体増幅器として一般的に使用されているマグネットロン方式よりも、低消費電力、高探知性能、長寿命、及び小型化が可能な10GHz帯のGaN(窒化ガリウム)-HEMT(High Electron Mobility Transistor)を開発した。

GaN結晶の高品質化を目指して、GaN-HEMTを従来

のSiC(シリコンカーバイド)基板ではなくGaN基板上に形成し、SiC基板を用いた場合を上回る高耐圧化を実証するとともに、60%以上の電力付加効率を確認した。このGaN-HEMTを用いた固体増幅器では、出力200W(53dBm)以上、電力付加効率50%以上を達成し、消費電力で従来のマグネットロンに対して優位であることを確認した。



GaN基板上GaN-HEMT、固体増幅器及び船舶用レーダー

抵抗分離型新構造IGBTによるスイッチング損失の半減

Split Gate Resistance Separation IGBT for Halving Switching Losses

現在主流のパワーデバイスであるIGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor)は、高速スイッチング(SW)技術によって、電力変換損失(SW損失)を低減し電力機器の省エネルギー化に貢献してきた。一方、高速SWに伴う急峻(きゅうしゅん)な電圧変化(dV/dt)は電磁ノイズ源になつて、機器の誤動作を招く可能性があり、高速化には限界があった。

今回、駆動電極を上下に分割し、それぞれに異なる抵抗

を接続する新構造を開発した。下段電極に小さな抵抗を接続することで大きな駆動電流を流して、急峻な dV/dt を生じさせる逆方向の駆動電流成分を打ち消すことができる。この結果、 dV/dt を抑制しながら高速SW動作を実現し、SW損失58%減に成功した。

この技術による電力機器の省エネルギー化と安全性能向上によって、脱炭素社会の実現に貢献していく。

