

ニュービジネス創造への挑戦

未利用森林資源からバイオオイルを製造 新日鉄化学(株)のマイクロ波技術利用

新日鉄化学(株)は、新日鉄で培われたマイクロ波利用技術の化学事業への応用・拡大に取り組んでいる。その中で、間伐材などの未利用森林資源からバイオオイルをつくり、化学原料や石油代替燃料として利用する新たな製造システムの構築を進めている。この試みは林野庁の「森林資源活用型ニュービジネス創造対策事業」の案件の一つで、栃木県森林組合連合会が事業主体となり、要素技術を持つ新日鉄化学、(独)産業技術総合研究所と連携して行われている。マイクロ波技術を応用した新日鉄化学のニュービジネス創造への挑戦を紹介する。



林野庁の委託事業

林業活性化とカーボニュートラルな資源活用



栃木県森林組合連合会
潮田 健司氏

林野庁は、民間企業、研究機関、大学などが持つ先進的な技術を活用し、林地残材や間伐材などの未利用森林資源をエネルギーやマテリアルとして利用するなど、新産業の創出につながる製造システムを構築する目的で「森林資源活用型ニュービジネス創造就策事業」を2008年から行っている。この事業に栃木県森林組合連合会が提案した「バイオオイル化による森林資源トータル利用システムの確立」が採択された。

栃木県森林組合連合会の提案の技術面での特徴は、マイクロ波を使って木質バイオマスからバイオオイルを製造する点にある。マイクロ波技術に着目した理由について、栃木県森林組合連合会の潮田健司氏は次のように語る。

現在、木質バイオマスは、製材工場などの残材や建設発生木材の利用(※1)が進んでいる一方、林地残材については年間約2000万㎡(約800万トン)発生しておりほとんど利用されていない。木質バイオマスの炭素(カーボン)はもともと大気中のCO₂を樹木が光合成によって固定したもので、石油代替製品として使用されたときにCO₂を発生しても、実質的には大気中のCO₂を増加させないというカーボンニュートラルな特性を持っている。地球温暖化防止対策の面からも、林地残材や間伐材の活用が期待されている。

化石資源からの脱却

バイオマス化学への転換の試み

同事業は栃木県森林組合連合会が、マイクログリッド技術を持つ新日鉄化学とガス化技術

「木質バイオマスの有効利用では、必ず収集・運搬コストが大きな問題となります。間伐材などの未利用森林資源は少量かつ分散して発生することから、むしろプラントを大規模化すればするほど収集エリアが拡大しコストは割高になります。この問題を克服するためには、小規模分散型を前提とした利用システムの構築を検討していく必要がありました。マイクロ波を使ったバイオオイル製造装置は小型・高効率化が可能のため、林業の現場に設置することができず。また、柱や板などの商業製品として利用できない、曲がった根元や先の細い端材まで樹木のすべてが原料となる上、液化してエネルギー密度を高め輸送コストを低減することで、付加価値の高い製品として販売することができず」



図2 バイオオイル精製工程

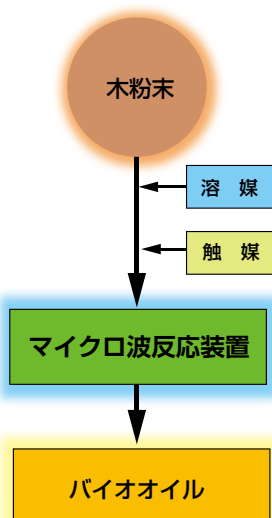
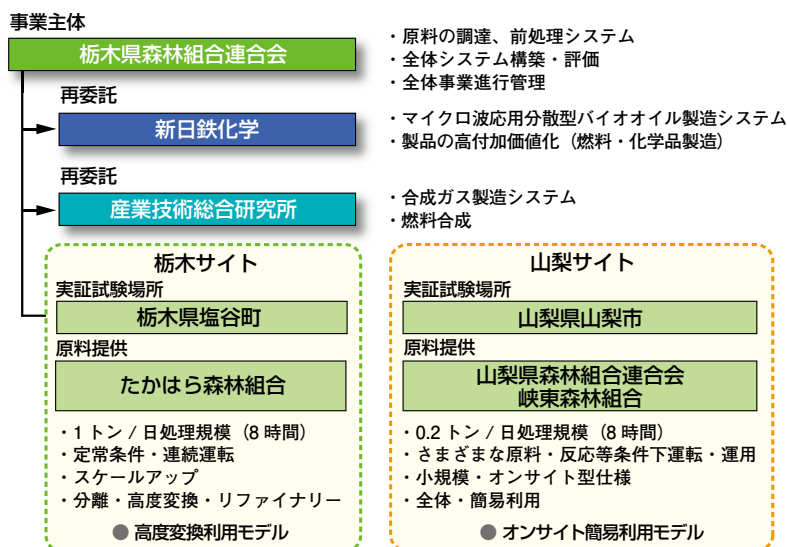


图 1 实施体制



※1 製材工場などの残材は、年間発生量1,070万m³中約94%、建設発生木材は、年間発生量1,180万m³中約69%が利用されている。



新日鉄化学(株) 九州製造所 プロセス技術部
グループリーダー 樋口 雅一

バイオオイル製造の実証プラントでは、収集した木質バイオマスをオガ粉状に前処理し、溶媒を混ぜてからマイクロ波加熱することによって木質成分を分解し、油状物質のバイオオイルを製造している(図2)。

マイクロ波加熱は、低温かつ緻密に物質の加熱条件を設定できる。そこで照射条件や時間を調整することによりオイル化する割合を変え、生成物をさまざまな用途で利用することができ、例えば木質バイオマスをすべてオイル化し精製した場合は、直接または石油系燃料と混合して既存ボイラーの燃料として利用することができる。また、一部をオイル化して残った成分をガス化した場合は、生成したガスからジメチルエーテルなどを製造できる。木質バイオマスから製造したジメチルエーテルは、化石資源由来の各種化学品や燃料の代替として利用でき、安全性が高いクリーンな燃料として利用できる(図3)。バイオオイル製造システムの構築について、新日鉄化学の樋口雅一は次のように語る。



新日鉄化学(株) 新事業開発本部
基盤技術センター長 河野 巧

義について、新日鉄化学の河野巧は次のように語る。

「マイクロ波技術は新日鉄の技術をベースとして(関連記事7ページ)、当社が強みを持つ有機化学分野での応用展開を考えてきました。化石資源の枯渇が次第に現実的な問題となり、バイオマス利用技術の開発の重要性が高まっています。現在、世界で

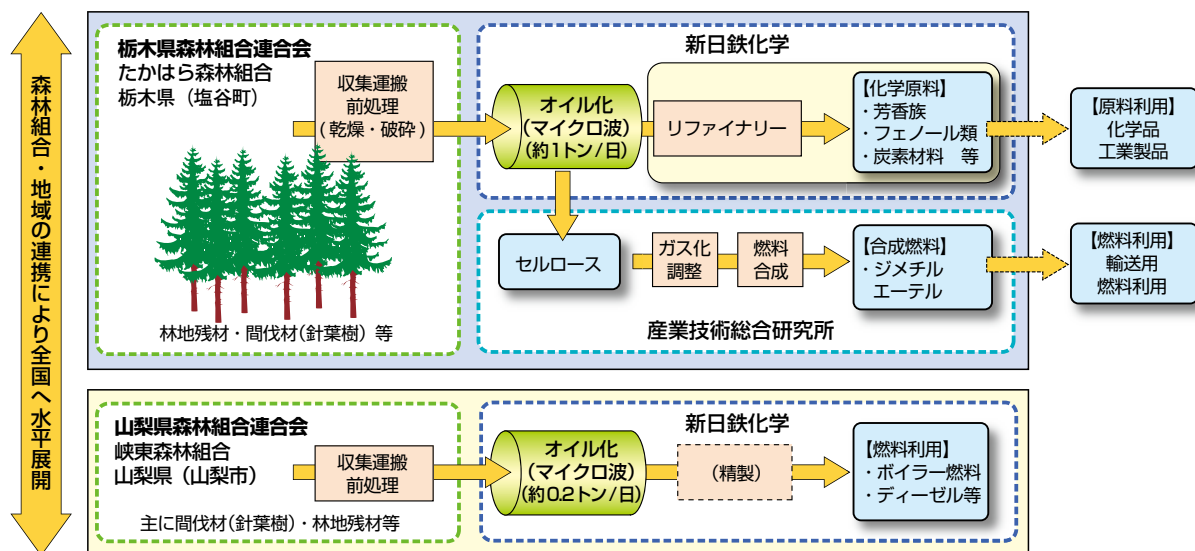
バイオオイル製造技術 マイクロ波加熱で多様な用途につくり分ける

年間100億トンの石油や石炭が使われていますが、植物は年間数百億トンのバイオマスを生み出しています。こうした無尽蔵とも言えるバイオマスから、マイクロ波技術を駆使してベンゼン、トルエン、キシレンなどの芳香族原料をつくり、バイオマスを化学を当社の事業の柱の一つとする将来ビジョンが描ければと考えています」

「動力源として重油を燃やすと脱硫などの処理設備が必要となりますが、マイクロ波は電力のみで付帯設備は不要です。日本では山間部でも送電されていますし、バイオオイル製造過程で廃棄物が出ることはなく冷却水も循環させる、完全にゼロエミッションで小規模分散型に適したシステムとなっています。その一方で実証プラントを稼働して初めて技術的なハードルも見えました。例えば、オガ粉と溶媒を混ぜると粉と液体が分離してしまいます。それを分離させずに装置の中に送り込みマイクロ波加熱し、サラサラした液体のバイオオイルを取り出すための試行錯誤を繰り返し、安定的な操業技術へのレベルアップを図っています」



図3 事業イメージ





新日鉄化学(株)
新事業開発本部
基盤技術センター
主任研究員 野本英朗

ビジネスモデル構築を目指して 化学原料を回収するバイオリファイナリー

栃木県森林組合連合会は新日鉄化学のマイクロ波技術を活用して技術実証を進める一方、事業最終年度となる2012年度に向け、ビジネスモデルの構築に取り組んでいる。具体的には小規模分散型の「地産地消モデル」(図4)と、エリアを拡大した大規模型の「高度変換利用モデル」(図5)の2モデルを想定している。

「地産地消モデルでは、ゼロエミッションの小規模プラントを各県に15カ所程度設置し、木質をすべて溶解させ、ボイラー燃料などとして地域内で消費する構想です。一方、高度変換利用モデルでは、小規模プラントでオガ粉を半溶解する一次処理まで行い、そのオイルを各県に1カ所設ける大規模プラントに輸送して集中処理します。複合的かつ効率的な処理により多くの製品をつくるバイオリファイナリーによって、化学原料や輸送用燃料など、さまざまな製品をつくる構想です。2012年度までにはビジネスモデルとして成立するパッケージをつくりたいと考えています」(栃木県森林組合連合会・潮田氏)。

新日鉄化学は革新的なバイオオイル製造に向けた技術力の提供だけではなく、需要先としての役割も担う。今後の展望について、新日鉄化学の野本英朗は次のように語る。

「ユーザーの立場としては、バイオマス由来だからといって特別な原料では使えません。化学工場で利用するベンゼンが木質バイオマス由来であっても現在利用しているもの

と同等品質でなければなりません。バイオオイルは石炭系の原料とは組成的に異なるので事前処理する必要がありますが、工夫して既存インフラで使えるようなれば、原料の5%を置き換えるだけでCO₂を確実に5%削減できるメリットが生まれます。今後、ユーザーが求める品質のつくり込みに向けて技術的見地から工夫を重ねていきたいと思っています」

図4 地産地消モデル

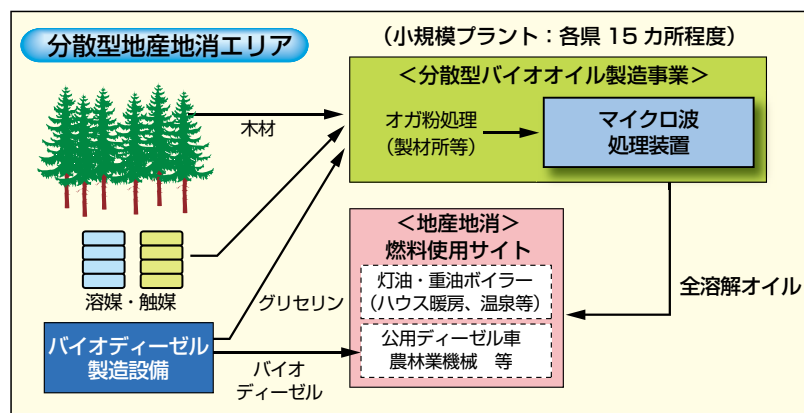
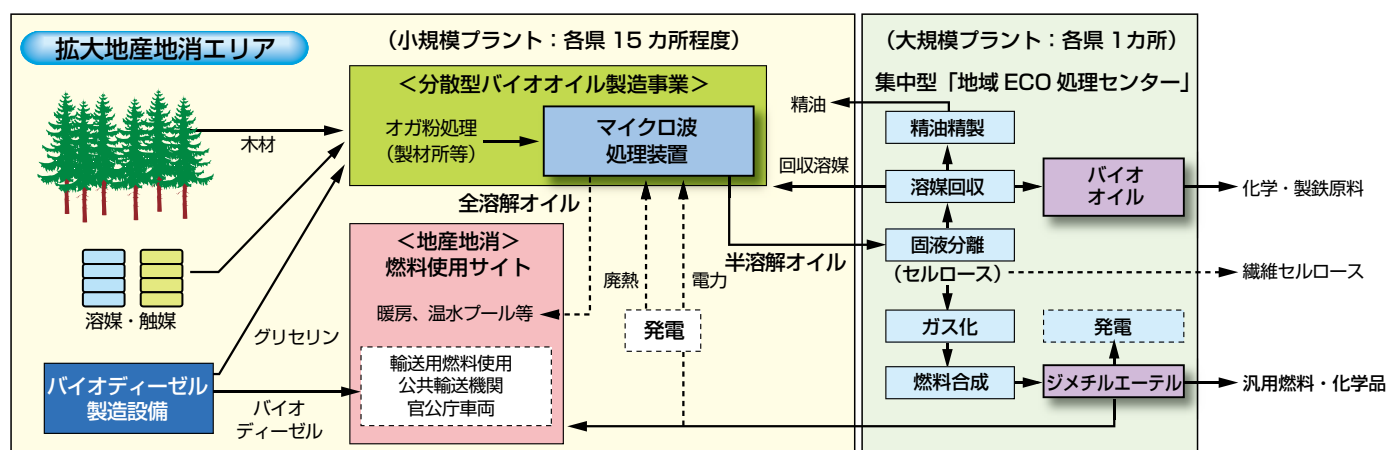


図5 高度変換利用モデル





新日鉄 技術開発本部
環境・プロセス研究センター
無機材料研究開発部
主幹研究員 平 初雄

新日鉄化学の強み ①

新日鉄の技術トランスファー 世界最大級の大出力マイクロ波照射技術

新日鉄化学は2005年4月に新日鉄技術開発本部と連携してマイクロ波化学の研究を開始して以来、さまざまな分野で利用技術の開発に取り組んできた。新日鉄化学がマイクロ波化学を技術展開する強みについて、河野巧は次のように語る。

「マイクロ波の化学分野での利用が注目されており、最近10年間は毎年数百の論文が発表されていますが、ほぼすべての報告が家庭用電子レンジ規模の出力1キロワット以下のマイクロ波を用いたものです。新日鉄では世界で唯一、大型の耐火物の乾燥に100キロワット超の大出力マイクロ波装置を利用しています。マイクロ波技術において新日鉄グループが世界最高水準に達しているという裏付けがあるからこそ、林野庁の委託事業でのバイオオイル製造プラントの将来的なスケールアップにも対応できる自信があります」

1970年代から新日鉄では、高温の溶鋼を受ける取鍋や、さらには真空脱ガス(RH)設備のメンテナンスを省力化、省エネルギー化する目的で、従来のれんがからコンクリート状の耐火物の粉に水を混練した不定形耐火物を開発し、製鉄所での適用を進めていた。大容量マイクロ波装置は、その不定形耐火物を短時間で乾燥させる技術として開発された。新日鉄の平初雄は技術開発のポイントを次のように解説する。

「マイクロ波は電磁波の一種です。マイクロ波乾燥に用いている周波数は、電子レンジと同じ2.45ギガヘルツです。コンビニエンスストアでお弁当を温めるときに使われる電子レンジにはターンテーブルがありませんが、あれば上下からマイクロ波を均一に照射できるよう工夫された特別仕様で、本技術は同じ原理を応用しています。マイクロ波加熱は内部加熱なので、適切な出力で背面まで急速に昇温することができ、効率良く乾燥させることができます。しかし製鉄現場で使用する取鍋やRH設備は直径4.5mもあり形状も複雑で、しかも乾燥には家庭用電子レンジの50～100倍のパワーが

必要でした」

新日鉄はこの困難な課題をマイクロ波の均一照射技術の開発と、世界最大級の工業加熱用120キロワットマイクロ波発振機の導入により克服した(図6)。これにより、従来の熱風乾燥に比べて(図7)取鍋の乾燥に必要なエネルギーは約4分の1に低減、作業時間は約3分の2に短縮。さらに複雑な形状のRH設備では、作業時間が2分の1に半減した。

「大容量マイクロ波照射技術をこれまで耐火物乾燥技術として展開してきましたが、製鉄所以のさまざまなプロセスにも応用できると考えました。新日鉄化学はまさにその可能性を切り拓いています」(新日鉄・平)。

図6 真空脱ガス(RH)設備マイクロ波乾燥装置

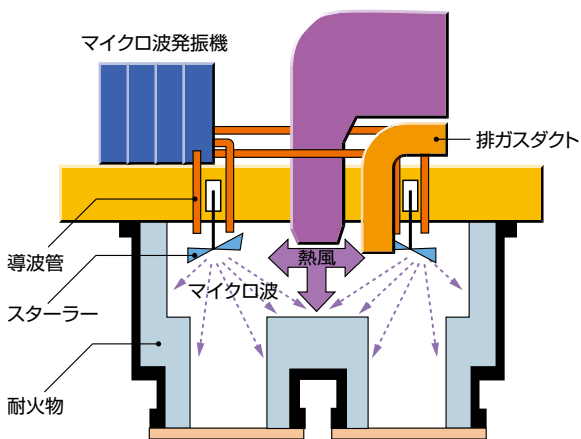
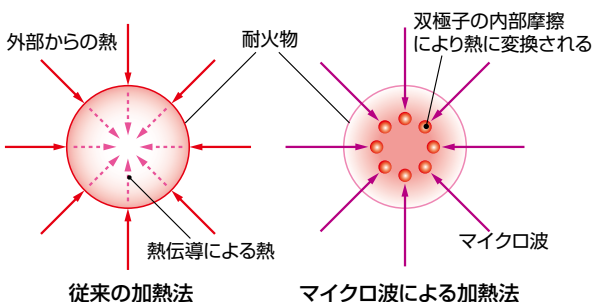


図7 従来の加熱方法とマイクロ波による加熱法のメカニズム比較



従来との比較

従来の加熱法では、外部からの熱を熱伝導により物質の表面から内部へ伝えて加熱する。これに対して、マイクロ波による加熱法では、物質の内部までマイクロ波が進入し、内部で直接加熱する。

新日鉄化学の強み ②

産学連携での実績
マイクロ波化学事業化プロジェクト

新日鉄化学は2009年4月、新事業開発本部マイクロ波化学事業化プロジェクトを発足させ、今回紹介したバイオオイル製造装置だけではなく、さまざまな分野での利用技術の研究開発を加速化させている。そこで、これまで新日鉄技術開発本部との連携、大阪大学との産学連携で実績をあげた代表的な事例を紹介する。

カーボンブラック製造炉の
炉体乾燥装置として実用化

2006年2月、グループ会社でカーボンブラックを製造している新日化カーボン(株)の田原製造所(愛知県)にカーボンブラック製造設備の反応炉内張り耐火物を乾燥させるマイクロ波乾燥装置(写真1)を新設した。この用途でのマイクロ波乾燥設備の実用化は国内初。稼働から既に4年を経過して、乾燥工程での省エネルギー化や定期修理期間の短縮のみならず、定期修理後の設備を短時間でフル能力に立ち上げることが可能であることを実証し、生産効率向上に大きく貢献している。

ニッケル微粒子合成に成功

新日鉄化学は、大阪大学大学院工学研究科(新日鉄化学・マイクロ波化学共同研究講座)、岩谷産業(株)と共同で、同大学の技術シーズである「マイクロ波を用いたニッケル微粒

子製造プロセス」を駆使したナノメートルサイズのニッケル微粒子の量産・事業化を検討してきた。新日鉄化学が実験室レベルの生産量からのスケールアップに成功したこと、中量生産体制でのお客様へのサンプル提供を2009年11月に開始した。

用途は電子部品の電極などで、サンプルは20ナノメートルと60ナノメートル(写真2)の2種類。2010年3月のサンプル発売後、順調に売り上げを伸ばしている。今後、サンプルの評価結果を踏まえて、さらなる生産能力増強と本格的な事業化を進めていく。

日本発の新技术を発信する
「マイクロ波化学共同研究講座」

2010年4月、新日鉄化学、大阪大学大学院工学研究科、岩谷産業(株)、マイクロ波環境化学(株)は、

四者共同でマイクロ波の産業研究拠点「マイクロ波化学共同研究講座」を設置した。

同講座は、2006年から新日鉄化学と大阪大学が実施してきた共同講座に2社が参画したもの。これまで行ってきた化学産業に適したマイクロ波関連装置の開発や反応制御技術、多様な有機・無機合成のプロセス開発、電子材料への用途開発などをより多面的に実証し、インダストリー・オン・キャンパスにふさわしい産業研究拠点として発展させ、基礎研究から製造プロセス開発、市場開発までを見据えた産学連携体制の確立を目指す。

今後も四者の総合力を活かしたオープン・イノベーションを実現し、ナノテクノロジー、バイオ燃料などの環境・エネルギー分野における日本発の新しい技術を世界に向けて発信していく。

写真1 マイクロ波乾燥装置

写真2 マイクロ波を用いて精密粒径制御されたニッケル微粒子
(平均粒径 60 ナノメートル)